

バイオマス関連資料集

誌名	バイオマス関連資料集
ISSN	
著者名	農林水産技術会議事務局連絡調整課
発行元	農林水産技術会議事務局
巻/号	
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-382
発行年月	1981年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat





バイオマス関連資料集

昭和 56 年 3 月

農林水産技術会議事務局連絡調整課

は　じ　め　に

資源、エネルギー問題、環境問題、都市問題等、人類の生存と繁栄にかかわる複雑、かつ困難な問題が続出している中で、これらの諸問題を解決し、国民生活の質的向上に寄与する革新的科学技術の開発が強く求められている。農林水産業の分野においても21世紀における食糧問題への対応、資源、エネルギー問題や環境問題への対応等、諸問題を解決するための鍵となる新しい技術開発が要請されている。

農林水産技術会議においては、これらの要請に答えるべく新たな観点に立った総合的な研究開発の実施について検討を重ねてきた結果、昭和53年度より大型プロジェクト研究の一つとして、「グリーンエナジー計画」に着手したところである。この研究は、植物体そのものが持つ物質生産能力を向上させるとともに、太陽エネルギーなどの自然エネルギーを一層積極的に利用することによりあまりにも多くの化石エネルギーに依存してきた従来の農業形態から脱却し革新的な技術体系の確立を目的とするものである。

しかしながら、資源に恵まれない我が国では、ただエネルギー効率の高い農業生産技術体系を開発するだけでなく、光合成などの作用によって植物体に蓄積された太陽エネルギーを有効に利用するための技術開発を積極的に進める必要がある。

そこで、農林水産技術会議においては56年度より「生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究（バイオマス変換計画）」に着手し、再生可能な生物質源を地域生態系との調和の中で、総合的かつ効率的に利用する技術開発を本格的に実施することとしている。

このため、55年度においては、生物資源の効率的利用技術の開発に対する社会経済的ないしは行政的ニーズの把握による研究問題の抽出、整理、研究の方向づけ等、本格研究の開始に当たっての重要事項の事前検討を行うため、学識経験者からなる生物資源利用技術研究会を昭和55年7月に発足させ、これまで数次にわたって研究会を開催し、バイオマス変換利用の基本的考え方の整理等を行った。また、研究会の円滑な運営を図るため、局内に農林水産技術プロジェクト研究準備委員会幹事会を設け、生物資源の効率的利用技術開発の推進に必要な問題点の整理、とりまとめの準備等を行ってきた。

本資料は、これまでの研究会の検討にもとづいて、幹事会の構成員及び技術会議事務局関係官がバイオマス変換計画に関連する各種文献及び統計資料をとりまとめたものである。

バイオマス利用について関心が高まっている今日、関係各位の執務上の御参考になれば幸いである。

最後に、本資料の発刊に当たって、資料の収集とりまとめにあられた各位に対し、深く感謝する次第である。

昭和56年3月

農林水産技術会議事務局

連絡調整課長

栗　田　年　代

目 次

I バイオマスの賦存量及び利用の現況	1
1. バイオマスとは	1
2. バイオマスを取りまく周辺状況	11
(1) 人口及び栄養水準	11
(2) 栄養水準	15
3. 耕地系資源の生産及び利用	23
(1) 世界の農牧業の概要	23
(2) 世界の作物生産	25
(3) 我が国の作物生産	30
(4) 耕地の利用と農家人口	34
(5) 世界の食糧需給	41
(6) 我が国の食糧需給	49
(7) 我が国のバイオマスの資源	59
(8) 我が国の生物資源の潜在生産可能量	60
4. 林地系資源の生産及び利用	63
(1) 世界の森林	63
(2) 我が国の森林	67
(3) 我が国の木材需給及びその利用	75
5. 水域系資源の生産及び利用	80
(1) 世界の漁業資源	80
(2) 世界の藻類生産	90
(3) 我が国の漁業資源	93
(4) 我が国の水産物需給	104
(5) 我が国の藻類生産	108
II エネルギー資源の動向	109
1. 石油の埋蔵量及び需給見通し	109
(1) エネルギーの基礎的諸元	109
(2) 石油埋蔵量	110
(3) 需給見通し	116
2. 石油の需給状況	119
(1) 生産量	119
(2) 世界のエネルギー消費	121
(3) 我が国のエネルギー消費	126
(4) 石油の輸出入	130
(5) 石油の価格動向	134
3. 代替エネルギーの開発	136
(1) 代替エネルギーの種類	136
(2) 代替エネルギーの評価	137
(3) 開発事例	139
4. 農業分野におけるエネルギーの利用	142
(1) 農業におけるエナジーフロー	142
(2) エネルギーの利用実態	143

(3) 石油及び石油製品の使用実態	152
(4) 農林水産業の省エネルギー技術	153
Ⅲ 主要な生物資源の特性	156
1. 新資源の特性	156
(1) 耕草地系	156
(2) 林地系	196
(3) 水域系	244
2. 廃棄物及び未利用資源の特性	276
(1) 農産系	276
(2) 畜産系	281
(3) 林産系	287
(4) 水産系	290
(5) 加工系	300
Ⅳ 微生物・酵素のバイオマス変換への利用	301
1. 微生物	301
(1) 微生物の分類	301
(2) 微生物の利用	302
2. 酵素	304
(1) 酵素の分類	304
(2) 特性及び利用場面	307
(3) 利用の状況	313
(4) 主要な酵素についての解説	314
3. 固定化酵素・微生物の利用	315
(1) 固定化酵素とは	315
(2) 酵素あるいは微生物の固定化法	315
(3) 固定化酵素及び微生物の性質	316
(4) 固定化酵素及び微生物の工学的利用	317
(5) その他の利用分野	319
Ⅴ バイオマス変換利用システム	328
1. 農林水産物の総合利用システム	328
(1) バイオマス利用の概念設計	328
(2) 主要なバイオマス利用システム構想例	330
2. 開発中のバイオマス変換利用システム	336
(1) 農産廃棄物からのメタン発酵システム	336
(2) 農産物からのエタノール製造システム	348
(3) もみがらの利用システム	359
(4) 海藻の利用システム	364
(5) ウッドケミカルス	369
(6) SCP	371
3. 技術及び経済性の評価	375
(1) 主要な変換工程の比較評価	375
(2) 投入経費の評価	377
(3) エネルギーバランス	382

I バイオマスの賦存量及び利用の現況

1. バイオマスとは

ーバイオマスの概念ー

バイオマスとはBiomassの直輸入仮名書き話である。生態学の用語ではバイオマスは「生物現存量」または「生物量」と訳されている。即ち、一定空間内に現存する植物や動物などの有機体をひっくるめて物量換算した量を意味している。

バイオマスの用語が生態学の領域を越えて使われるようになったのは、アメリカの将来エネルギー供給構想のなかで、化石燃料や核エネルギーと並んで太陽エネルギーの利用が選択技の一つとして大きくとりあげられたときである。即ち、太陽エネルギーを生物が固定する機能を利用して燃料を得ようという目的に対してバイオマスが位置づけられたのである。

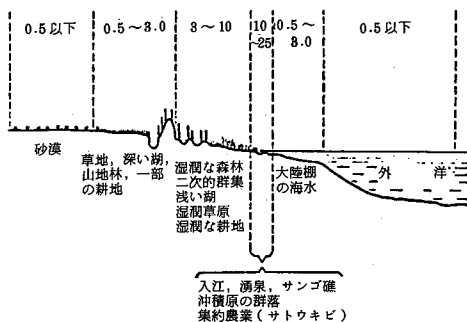


図 I-1-① いろいろの生態系の生産量
(単位は $10^3 \text{ kcal/m}^2/\text{年}$)

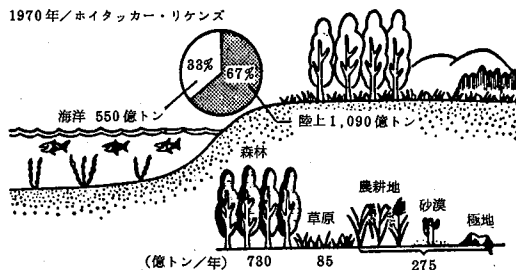


図 I-1-② 地球の純生産量

生態系	面積 (10^6 km^2)	総一次生産 ($\text{kcal/m}^2/\text{年}$)	全純生産 (10^{16} kcal/年)
海洋			
外洋海域	826.0	1,000	82.6
沿岸海域	34.0	2,000	6.8
湧昇流海域	0.4	6,000	0.2
入江とサンゴ礁	2.0	20,000	4.0
小計	862.4	—	48.6
陸上			
砂漠とツンドラ	40.0	200	0.8
草地	42.0	2,500	10.5
乾林	9.4	2,500	2.4
針葉樹林	10.0	3,000	3.0
耕地(小農施肥または施肥せず)	10.0	3,000	3.0
湿った温帯林	4.9	8,000	3.9
機械力による農耕地	4.0	12,000	4.8
湿った熱帯および亜熱帯(広葉常緑)樹林	14.7	20,000	29.0
小計	185.0	—	57.4
生物圏全体の合計 (氷冠を含まず、概数で示す)	500.0	(平均値) 2,000	100.0

図 I-1-③ 生物圏の総一次生産の推定値と生態系による違い

ー森林生態系の生産量ー

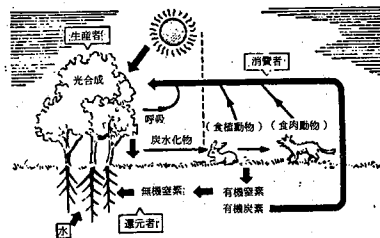


図 I-1-④ 森林生態系

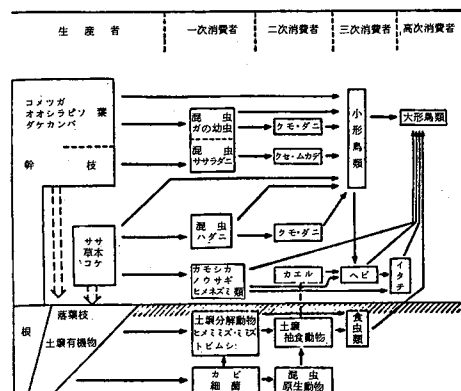


図 I-1-⑤ 長野県志賀山生態系の模式図
(北沢右三による)

森林タイプ	葉乾重	葉面積(片面)	資料数
落葉広葉樹林	2.9±1.5	3 ~6	97
落葉針葉樹林(カラマツ)	2.9±1.0	2.5~4.5	26
マツ	6.8±1.8	(3.5~6)	59
常緑広葉樹林	8.6±2.6	5.5~9	44
常緑針葉樹林**	16.0±4.5	5 ~10	47
スギ	19.4±4.9	4.5~8.5	96

*ハイマツを除く **マツ林・スギ林以外 ***緑葉を含む緑色部

図 I-1-⑥ わが国での森林タイプごとの閉鎖林の葉量 (只木・蜂屋 1968)

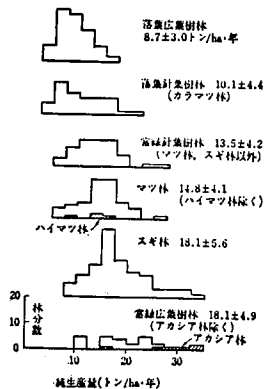


図 I-1-⑦ わが国での森林タイプごとの純生産量 (数字は平均値を表わす) (只木, 1971)

生産力をみると, 図 I-1-⑧のとおりで, 森林の値はきわ立って高い。これをもとに生態系別純生産量を示したのが図 I-1-⑨である。

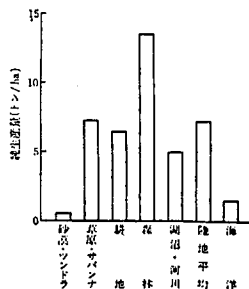


図 I-1-⑧ 各種生態系の生産力 (単位面積・1年当たりの純生産量) (Whittaker, 1970 より)

玖村敦彦: エネルギー (東京大学公開講座) 128 頁 共立出版

数値は極めて大ざっぱなものであるが, 総純生産量 16.4×10^{10} トン/年のうち, 森林は半分に近い 7.7×10^{10} トン/年を占めている。このことからバイオマスエネルギーで森林資源が果たす役割は大きいものと思われる。

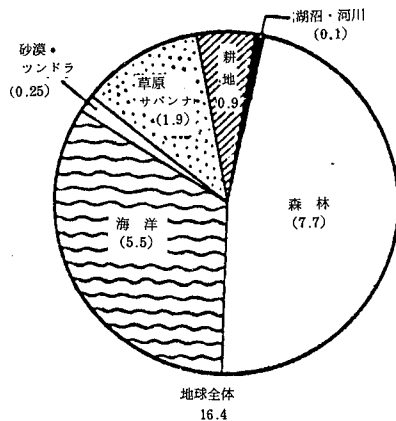


図 I-1-⑨ 地球上における純生産量(有機物) (Whittaker, 1970 より) 単位: 10^{10} トン/年

玖村敦彦: エネルギー (東京大学公開講座) 129 頁 共立出版

表 I-1-① 地球上に降るエネルギー量等(年)¹⁾

	エネルギー量	④を1としたときのエネルギー量の比
① 地球上に降る太陽エネルギー総量	7.2×10^{20} kcal	200,000
② 世界の年間エネルギー消費量	7.2×10^{16}	20
③ 光合成による年間太陽エネルギー捕獲量	7.2×10^{17}	200
④ 年間食糧消費量	3.6×10^{15}	1

(1) 理化学研究所「太陽エネルギー変換」(昭和53年)より作成

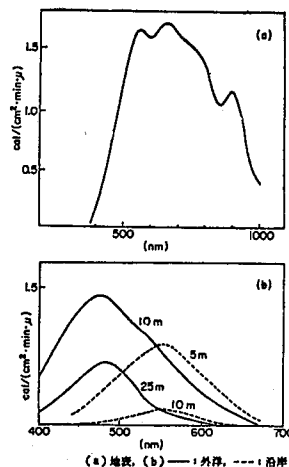


図 I-1-⑩ 太陽輻射エネルギー分布³⁾

表 I-1-② 北半球の地表に到達する太陽光の熱エネルギー値²⁾
(kcal/m²・hr)

		快晴日		平均的曇天日		
		6月	12月	6月	12月	年平均
北緯	60°	327	26	163	9	86
	40°	318	112	189	60	129
	20°	293	189	189	129	181
	0°	250	267	129	163	163

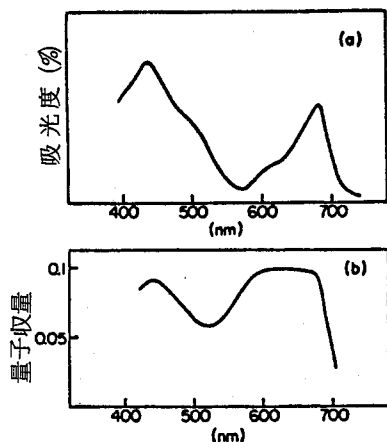


図 I-1-⑪ 高等植物緑葉の吸収スペクトル(a)と光合成量子収量³⁾
〔(b)、酸素発生量モル/Einstein〕

* 1 光量子当たりの反応量, 光合成の場合反応は式(1)で表されるので, 発生する酸素量を通常反応量とする。したがって, 1 光量子当たりの発生酸素分子のモル数となる。

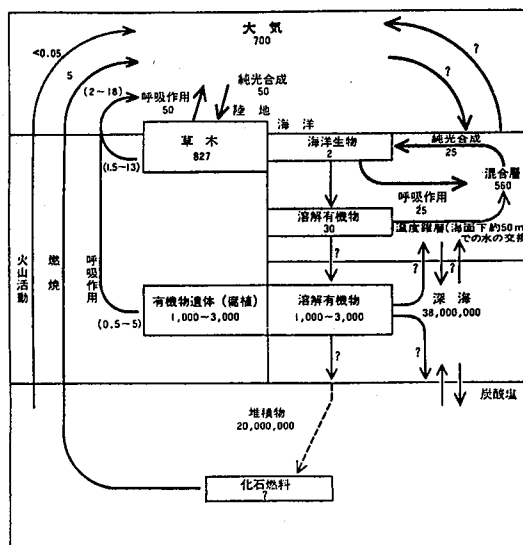
表 I-1-③ バイオマスシステムの特性⁴⁾

長 所	短 所
1. 随意にエネルギーを貯蔵できる。	1. 土地利用で従来農業と拮抗する。
2. 再生可能である。	2. 広域土地を必要とする。
3. 変換と生成物に多様性がある。	3. 初期段階における供給が不安定性である。
4. 最少の資本投入で利用技術の開発が可能である。	4. 肥料, 土壌, 水が必要である。
5. 現在の人力和資源で開発可能である。	5. レベルの低い資源が粗に存在する。
6. 十分経済性がある。	6. 集積に問題(エネルギー的)があり, 拡大の限界が存在する。
7. 環境保全的かつ安全である。	7.
8. 大気CO ₂ の増大防止になる。	

表 I-1-④ バイオマス賦存量⁴⁾

- (a) 世界の年間のエネルギー消費は, 年間の光合成エネルギー生産量の1/10にすぎない。
(b) 現在地球の表面に貯蔵されたバイオマスは, 確認済の化石燃料資源にほぼ等しい。
(c) 化石炭素として貯蔵された総量は, 約 100 年の正味の光合成量にすぎない。
(d) バイオマスとして貯蔵された炭素量は, 大気中の CO₂ 量および海洋表面における溶存 CO₂ 量とはほぼ同じである。

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三・立花一雄監訳, 1981) (1981) 西暦 2000 年の地球 2, (社)家の光協会: 1~526



発生量は炭素の総量を, フローは1年当たりの炭素量を10億トン単位で示してある。
("The Carbon Dioxide Question," by George M. Woodwell, copyright 1978 by Scientific American, Inc., all rights reserved より)

図 I-1-⑫ 地球上における炭素の発生源とそのあいだのフロー

(財)電力中央研究所生物環境技術研究所(1980)
バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究
: 1~30

表 I-1-⑤ わが国主要植物群の純生産量

植 物 群	純生産量 t/ha・年
森 林	
温・亜寒帯落葉樹林	5～15
ク 常緑針葉樹林	10～20
暖・温 帯 マ ツ 林	10～20
ク ス ギ 林	15～25
暖 帯 常緑広葉樹林	15～25
草原・自然草地	5～15
人工草地・牧草畑	
イ ネ 科 牧 草	10～20
マ メ 科 牧 草	5～15
混 播 牧 草	10～20
普通作物*	
イ ネ	10.8
コ ム ギ	6.4
オ オ ム ギ	7.7
ダ イ ズ	3.7
テ ン サ イ	15.0
サ ツ マ イ モ	12.9
パレイショ(春植え)	15.0
二毛作	
ムギ類-イ ネ	18.0
ムギ類-ダ イ ズ	10.9
ムギ類-サツマイモ	20.1
パレイショ-ダ イ ズ	18.7

注) 村田(1972)より作成

* 1967～1971 全国平均値

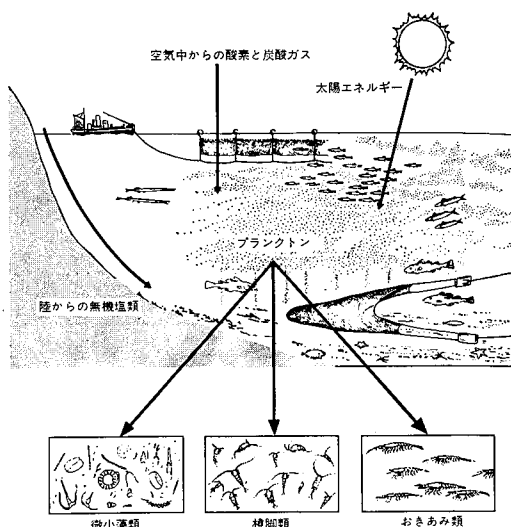
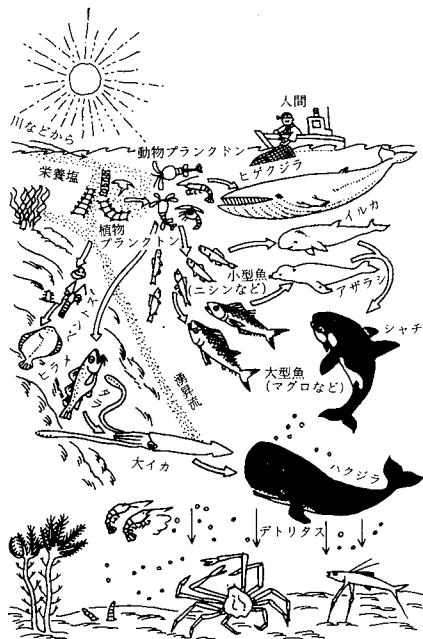


図 I-1-⑬ 水域における太陽エネルギーの流れ。水中と海底の魚類はともに、直接または間接的にこの食物源に依存している。(トーンソン 1952 年による)

出典：堀越増興 堀越トシ訳(1980)〔G・トーンソン 著〕海の生物－その環境と生態 世界大学選書 50, 株式会社平凡社



(工藤昌男：『海からの発想』より)

図 I-1-⑭ 海の中の食物連鎖

出典：野村正恒(1979) 世界の漁場/時事問題解説・64 株式会社 教育社

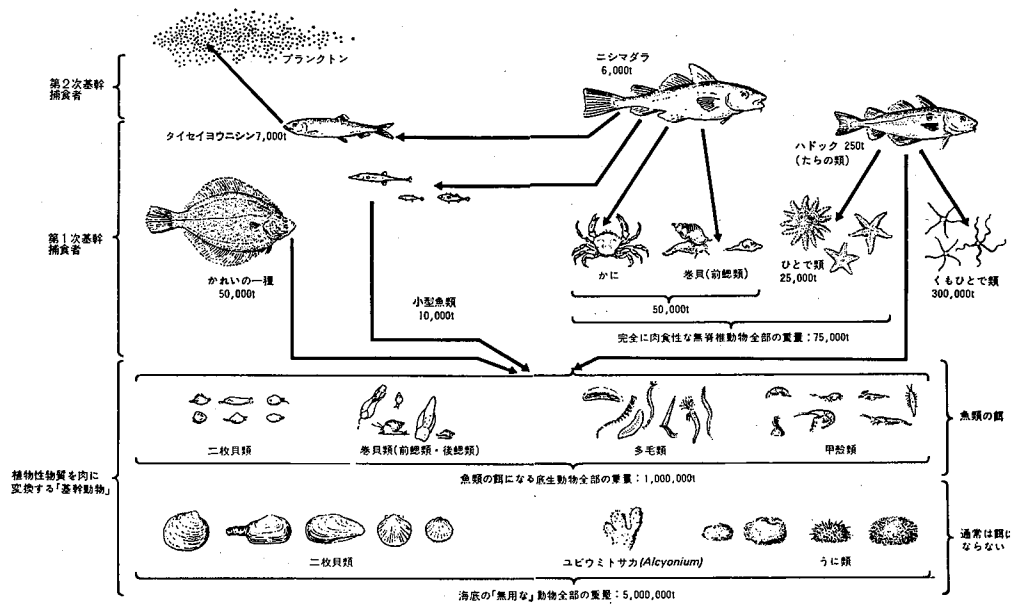


図 I-1-15 1910 年におけるカテガット海峡（デンマーク）での食用底生魚類と無脊椎動物の現存量。
（ピーターセン，1918 年より大いに改変して作図）
出典：堀越増興 堀越トシ訳（1980）〔G・トーソン著〕 海の生物 — その環境と生態 世界大学選書 50，株式会社平凡社

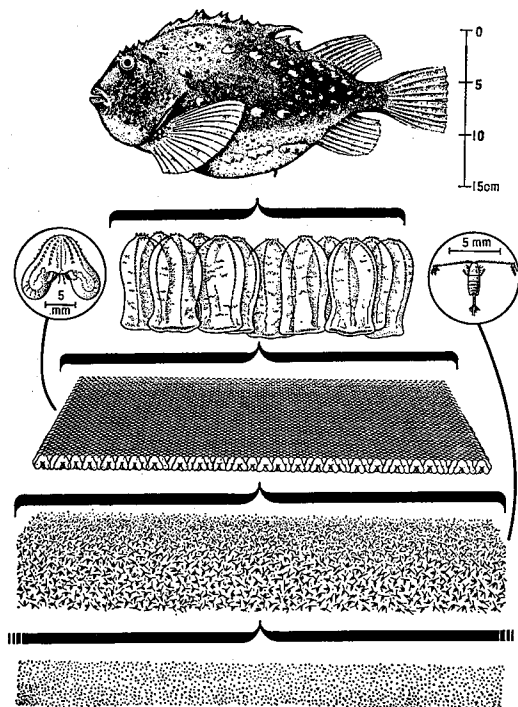


図 I-1-16 プランクトンの食物連鎖を図解した図。ダンゴオ類の一種ランプ・サッカー（lump sucker : *Cyclopterus*）（上）は一回の摂餌で12個体の大きなくしくらげ類（ウリクラゲ : *Beroe*）を呑み込む。このウリクラゲが食べられる大きさに達するまでに、おそらくより小型のくしくらげ（カプトクラゲ : *Bolinopsis*）（左の円）を総計約3,500個体食べたであろう。次にカプトクラゲも合計100,000個体もの脚類（カラヌス : *Calanus*）（右の円）を呑み込んだであろうが、カラヌスもやはり教えきれないほど無数の珪藻をむさぼり食べたことであろう。（カイ・オルセン）

出典：堀越増興 堀越トシ訳（1980）〔G・トーソン著〕 海の生物 — その環境と生態 世界大学選書 50，株式会社平凡社

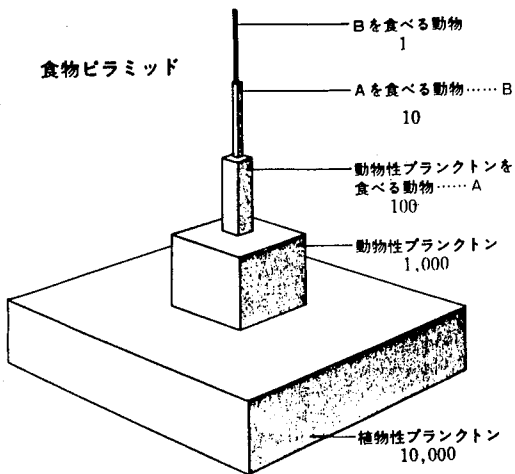


図 I-1-17 水域における食物ピラミッド

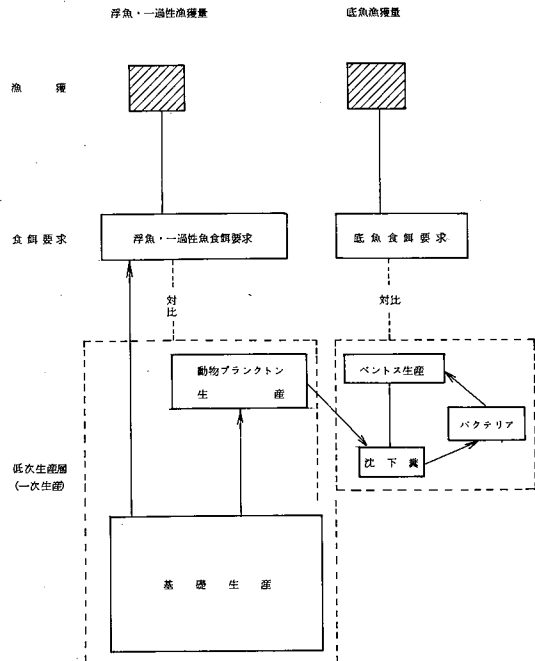


図 I-1-19 単純化した基礎生産と漁獲の関係

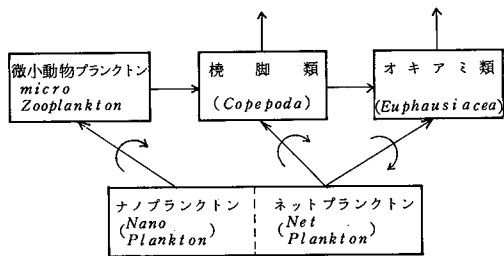


図 I-1-18 海洋における低次生産層の構造 (西沢)

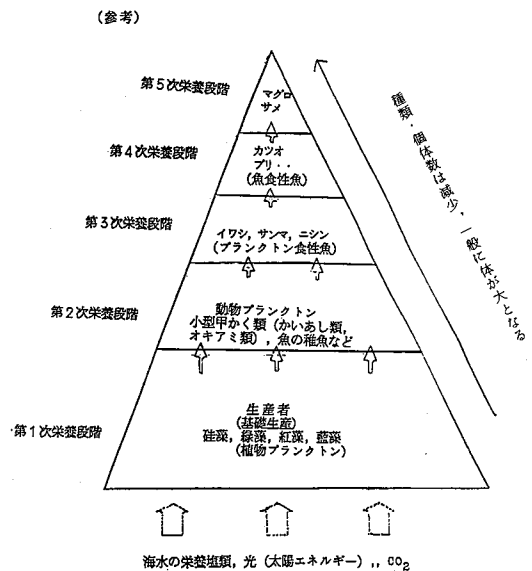


図 I-1-20 海域における生態ピラミッド

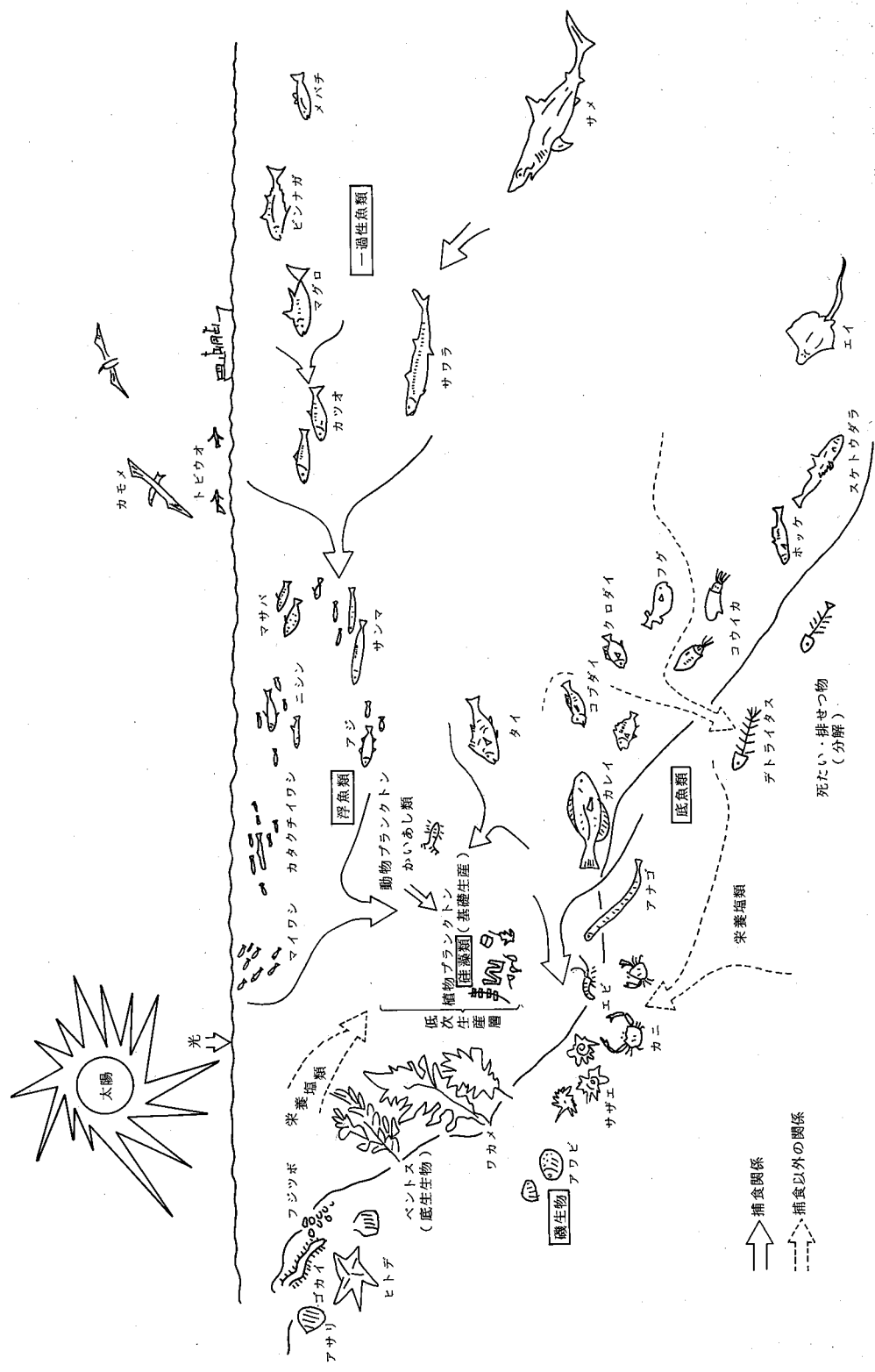


図 I-1-20 海洋中における生態系の概念図

表 I - 1 - ⑥ 地球上の主要な生態系の純生産と植物現存量

(日本人口の世界対比: 2.8%)

食 料 品 目	世 界(3,875,853×10 ³ 人)		日 本(109,670×10 ³ 人)		
	g/人・日	総 量(万 t)	g/人・日	総 量(万 t)	世界対比(%)
総タンパク質	68.7	9,718.9	85.0	340.3	3.5
植物性タンパク質	44.8	6,337.8	44.8	179.3	2.8
動物性タンパク質	23.9	3,381.1	40.1	160.5	4.7
総タンパク質 { アルコール 飲料を除く }	68.4	9,676.5	84.2	337.0	3.5
穀 類	31.0	4,385.5	25.4	101.7	2.3
小 麦	13.7	1,938.1	8.8	35.2	1.8
米	9.4	1,329.8	16.1	64.4	4.8
とうもろこし	3.4	481.0	0.2	8.0	1.7
ミレット・ソルガム	3.0	424.4	—	—	0.0
い も 類	2.6	367.8	1.0	4.0	1.1
薯 類	0.1	14.1	—	—	0.0
豆 類	4.4	622.5	1.7	6.8	1.1
堅果・油糧種子類	2.9	410.3	10.2	40.8	10.8
野 菜 類	2.2	311.2	4.0	16.0	5.1
果 物 類	0.7	99.0	0.9	3.6	3.6
肉・くず肉類	11.0	1,556.2	8.3	33.2	2.1
卵 類	1.7	240.5	5.0	20.0	8.3
魚類・水産物	4.0	565.9	22.1	88.5	15.6
ミ ル ク 類	7.2	1,018.6	4.8	19.2	1.9
油 脂 類	0.1	14.1	—	—	0.0
嗜好 料	0.4	56.6	0.5	2.0	3.5
香 辛 料	0.2	28.3	0.2	0.8	2.8
アルコール飲料	0.2	28.3	0.7	2.8	9.9

電力中央研究所報告: (財)電力中央研究所生物環境技術研究所(1980) バイオマスのエネルギー
変換に関する調査研究: 1 ~ 30

表 I - 1 - ⑦ 世界・日本タンパク質供給量(1974年)

生 態 系	面 積 10 ⁶ km ²	純 生 産 (g/m ² ・年)		世 界 の 純 生 産 10 ⁹ t/年	現 存 量 (kg/m ²)		世 界 の 現 存 量 10 ⁹ t
		範 囲	平 均		範 囲	平 均	
湖 沼 と 河 川	2	100 - 1,500	500	1.0	0 - 0.1	0.02	0.04
沼 沢 地	2	800 - 4,000	2,000	4.0	3 - 50	12	24
熱 帯 林	20	1,000 - 5,000	2,000	40.0	6 - 80	45	900
温 帯 林	18	600 - 3,000	1,300	23.4	6 - 200	30	540
亜寒帯針葉樹林	12	400 - 2,000	800	9.6	6 - 40	20	240
有櫛林・櫛林・低木林	7	200 - 1,200	600	4.2	2 - 20	6	42
サ バ ン ナ	15	200 - 2,000	700	10.5	0.2 - 15	4	60
温 帯 草 原	9	150 - 1,500	500	4.5	0.2 - 5	1.5	14
ツンドラと高山	8	10 - 400	140	1.1	0.1 - 3	0.6	5
砂 漠	18	10 - 250	70	1.3	0.1 - 4	0.7	13
岩石砂漠と氷原	24	0 - 10	3	0.07	0 - 0.2	0.02	0.5
耕 地	14	100 - 4,000	650	9.1	0.4 - 12	1	14
全 陸 地	149		730 (782)	109 (117.5)		12.5 (12.2)	1,852 (1,837)
速 洋	332	2 - 400	125	41.5	0 - 0.005	0.003	1.0
大 陸 棚	27	200 - 600	350	9.5	0.001 - 0.04	0.01	0.3
固着藻類と江湾	2	500 - 4,000	2,000	4.0	0.04 - 4	1	2.0
全 海 洋	361		155	55			
全 地 球	510		320 (336)	164 (172.5)		3.6	1,855 (1,841)

(注) Whittaker & Likens (1970, 1975) () 値は 1975 年改訂より作成

出典: 星合和夫(1979) タンパク質に関する新バイオマス産業, 工業技術第20巻第20号, ㈱技術開発振興会出版部: 20 ~ 24

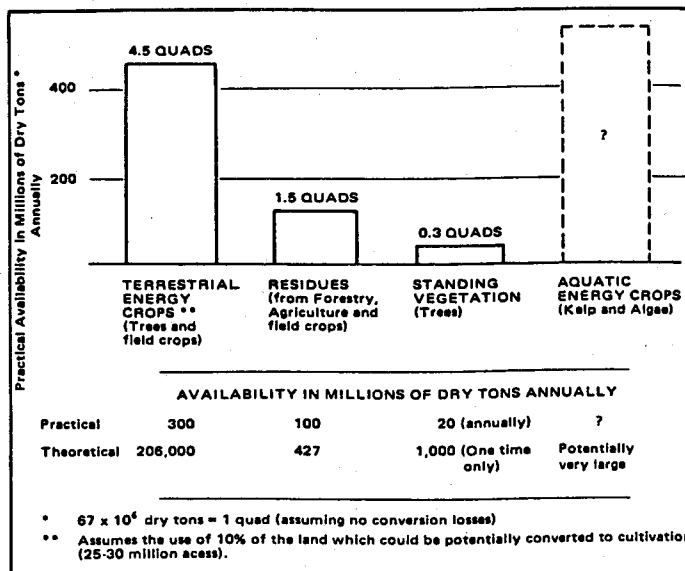


図 I-1-② バイオマス資源の推定

出典： FFBB Program Plans 1977

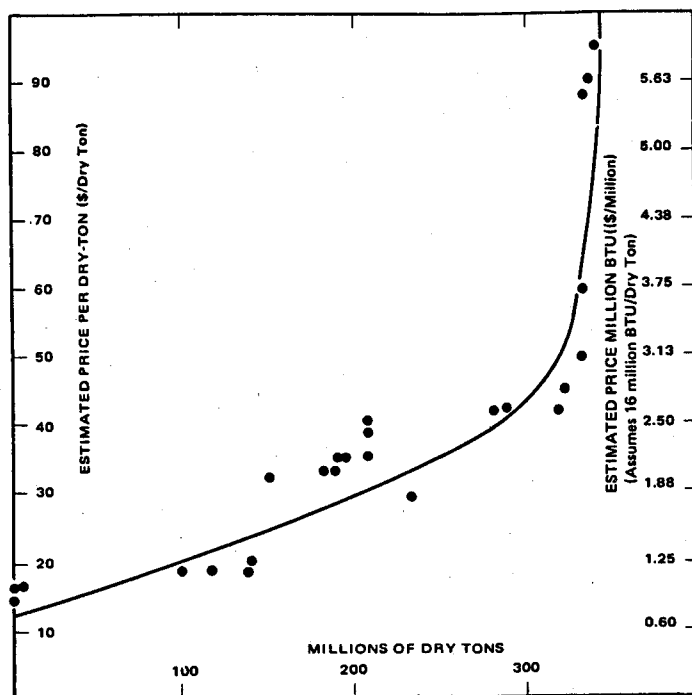


図 I-1-③ 廃棄物の価格と入手可能量

出典： FFBB Program plans 1977

㈱野村総合研究所 (1980) バイオマス, NRI レファレンス: 1~75

表 I - 1 - ⑧ 世界の主要農林産物

(1975年)

	収 穫 量** (1,000t 木材は1,000m ³)	収穫面積** (1,000ha)	ha当たり 収量, t 木材はm ³
穀 類 合 計	1,359,202	744,371	1.83
米	343,871	140,880	2.44
小 麦	355,172	228,169	1.56
大 麦	155,083	91,504	1.69
とうもろこし	322,536	114,534	2.83
ばれいしょ	291,321	21,783	13.37
かんしょ	136,570	14,885	9.17
ビート糖	35,953	—	約4
甘蔗糖	55,873	—	5.5
木 材	2,448,000	4,156,355	0.59

*1 木材は森林面積, *2 砂糖は(1977年)

注: 収穫物中の固形分は砂糖は99%以上, 穀類は約88%, ばれいしょ約25%, かんしょ約35%。

出典:

御田昭雄(1979) 熱帯農業, 工業技術第20巻第11号, ㈱技術開発振興会出版部: 74~78

表 I - 1 - ⑨ 土地利用実態

(単位: 1,000ha)

	総面積	農 耕 地		森 林	そ の 他 (未利用地, 宅地, 道路, 荒地等)
		耕地及び 果樹園	永年採草地 及び牧草地		
ヨーロッパ小計	487,032	142,696	87,138	152,787	90,195
ソ 連	2,240,220	232,207	372,000	920,000	702,993
北中米小計	2,246,475	292,148	320,725	729,245	798,629
南米小計	1,782,980	101,524	446,822	926,701	279,644
ブラジル	851,197	36,600	170,000	510,000	129,051
アフリカ小計	3,031,168	210,890	798,105	640,918	1,314,703
オセアニア小計	850,934	47,920	469,148	186,008	139,802
アジア小計	2,753,206	478,764	552,466	600,696	1,040,462
インドネシア	190,435	18,600	9,875	121,400	31,260
日 本	37,753	5,572	1,144	24,867	7,170
世 界 計	13,392,015	1,506,149	3,046,404	4,156,355	4,366,428
世 界 (%)	—	11.25	22.75	31.04	32.60

出典:

御田昭雄(1979) 熱帯農業, 工業技術第20巻第11号, ㈱技術開発振興会出版部: 74~78

2. バイオマスを取りまく周辺状況

(1) 人口及び栄養水準

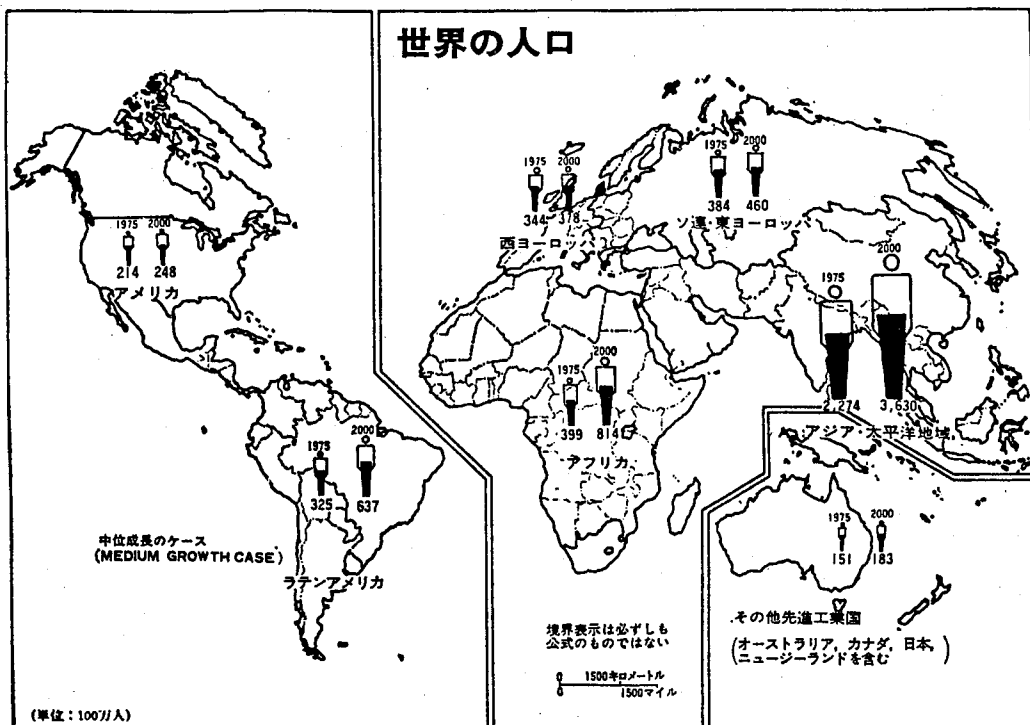


図 I - 2 - ① 世界の人口の将来予測

出典:

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980) (1980) 西暦 2000 年の地球 1, (社) 家の光協会: 1 ~ 432

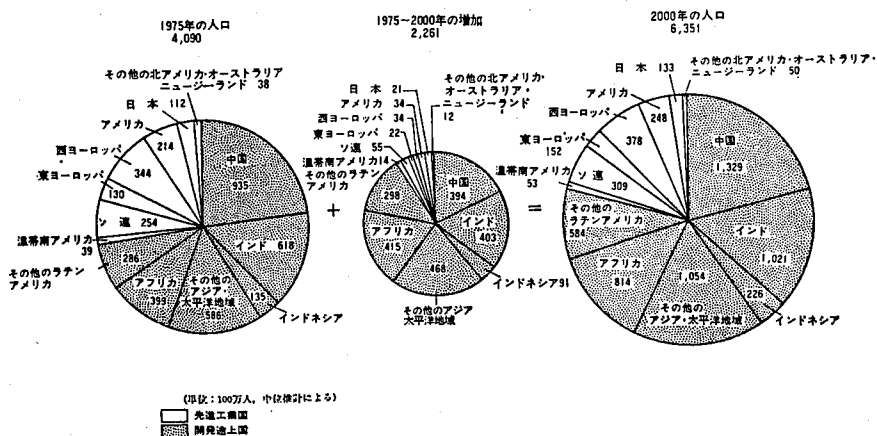


図 I - 2 - ② 25年間の世界人口の増加 (1975 ~ 2000 年)

出典:

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980) (1980) 西暦 2000 年の地球 1, (社) 家の光協会: 1 ~ 432

表 I-2-① 主要地域、国、経済クラス別栄養水準の推移

	1人当り供給カロリー						1人1日当り供給たん白質 (g)						1人1日当り供給脂質 (g)					
	総計			植物性食糧			動物性食糧			総計			総計			油脂類		
	1961-65	1974	1974	1961-65	1974	1974	1961-65	1974	1974	1961-65	1974	1974	1961-65	1974	1974	1961-65	1974	1974
世界	2,436	2,568	2,017	2,121	2,121	2,121	419	447	447	659	690	690	571	616	616	246	271	271
アフリカ	2,165	2,212	2,006	2,048	2,048	2,048	158	164	164	559	563	563	387	403	403	281	294	294
北アメリカ	3,064	3,207	1,907	2,065	2,065	2,065	1,157	1,142	1,142	876	917	917	1,261	1,319	1,319	344	409	409
中南米	3,190	3,377	1,795	1,873	1,873	1,873	1,395	1,504	1,504	942	994	994	1,383	1,541	1,541	250	291	291
合衆国	3,349	3,504	1,875	2,022	2,022	2,022	1,474	1,482	1,482	1,018	1,043	1,043	1,550	1,662	1,662	375	469	469
南アメリカ	2,460	2,560	2,014	2,122	2,122	2,122	446	437	437	670	663	663	535	580	580	222	272	272
アルゼンチン	3,241	3,406	2,291	2,423	2,423	2,423	950	983	983	1,056	1,073	1,073	1,028	1,129	1,129	352	437	437
ブラジル	2,419	2,515	2,086	2,186	2,186	2,186	333	329	329	629	622	622	430	491	491	203	260	260
アジア	2,068	2,233	1,904	2,049	2,049	2,049	164	184	184	538	578	578	337	337	337	187	202	202
中国	2,008	2,330	1,807	2,116	2,116	2,116	201	215	215	552	639	639	308	334	334	143	162	162
インド	2,051	1,971	1,950	1,864	1,864	1,864	101	108	108	521	481	481	298	293	293	229	217	217
日本	2,551	2,835	2,252	2,307	2,307	2,307	299	528	528	732	859	859	411	717	717	227	366	366
ヨーロッパ	3,209	3,420	2,276	2,337	2,337	2,337	931	1,083	1,083	891	949	949	1,154	1,336	1,336	389	448	448
フランス	3,351	3,411	2,286	2,159	2,159	2,159	1,053	1,250	1,250	969	980	980	1,263	1,481	1,481	377	432	432
西ドイツ	3,270	3,438	2,047	2,086	2,086	2,086	1,233	1,352	1,352	831	876	876	1,451	1,577	1,577	403	411	411
イギリス	3,396	3,349	2,072	2,065	2,065	2,065	1,324	1,284	1,284	943	917	917	1,471	1,434	1,434	370	372	372
オーストラリア	3,094	3,154	1,883	2,014	2,014	2,014	1,211	1,139	1,139	887	908	908	1,157	1,125	1,125	179	249	249
オーストラリア	3,258	3,310	1,897	2,057	2,057	2,057	1,361	1,252	1,252	965	986	986	1,271	1,287	1,287	177	259	259
ソ連	3,278	3,542	2,548	2,535	2,535	2,535	730	1,007	1,007	962	1,080	1,080	817	1,071	1,071	266	308	308
先進市場経済国	3,146	3,334	2,130	2,216	2,216	2,216	1,014	1,118	1,118	901	954	954	1,180	1,346	1,346	367	449	449
北アメリカ	3,335	3,492	1,867	2,008	2,008	2,008	1,460	1,484	1,484	1,011	1,039	1,039	1,535	1,651	1,651	364	452	452
西欧	3,214	3,412	2,256	2,315	2,315	2,315	956	1,097	1,097	886	937	937	1,207	1,391	1,391	421	493	493
開発途上市場経済国	2,126	2,194	1,955	2,013	2,013	2,013	170	181	181	535	541	541	353	368	368	236	244	244
ラテンアメリカ	2,413	2,558	2,014	2,146	2,146	2,146	399	412	412	641	655	655	525	574	574	244	286	286
近東アジア	2,306	2,465	2,083	2,227	2,227	2,227	222	237	237	633	655	655	423	485	485	261	313	313
極東アジア	2,025	2,063	1,917	1,944	1,944	1,944	108	119	119	491	492	492	288	288	288	216	208	208
計画経済国	2,402	2,674	2,028	2,228	2,228	2,228	374	447	447	674	758	758	477	552	552	181	202	202
アジア	2,021	2,329	1,823	2,117	2,117	2,117	197	212	212	532	637	637	303	328	328	141	159	159
ソ連・東欧	3,252	3,513	2,485	2,497	2,497	2,497	767	1,016	1,016	945	1,053	1,053	866	1,095	1,095	270	308	308

資料：FAO Production Year book

出典：
長期電力供給問題研究会
産業調査第二専門部会 (1980)
電力中央研究所報告：研究報告 Z07
食糧供給の長期展望、

表 I-2-② 不十分なエネルギー・蛋白食糧摂取
人口の推計 (1970)

地 域	人 口 億人	下限以下の 人口の比率 %	下限以下の 人 口 100 万人
先 進 国	10.7	3	28
発展途上国 ¹⁾	17.5	25	434
ラテンアメリカ	2.8	13	36
極 東	10.2	30	301
近 東	1.7	18	30
アフリカ	2.8	25	67
世 界	28.3	16	462

資料：U.N., Preliminary Assessment of the World
Food Situation, Rome, 1974.

注 1) アジアの計画経済国を除く。

表 I-2-⑤ 国連の世界人口推計
(1973年：中位値)

	1985	1990	2000
世 界	4,815	5,279	6,253
アフリカ	531	614	
北アメリカ	405	440	
カナダ	27	28	
合衆国	236	247	
南アメリカ	283	321	
アルゼンチン	29	30	
ブラジル	145	166	
アジア	2,789	3,069	
中 国	973	1,031	
インド	783	876	
日 本	122	126	
ヨーロッパ	500	514	
フランス	57	59	
西ドイツ	63	64	
イギリス	59	60	
オーストラリア	16	18	
ソ 連	282	294	

注：1975年人口は中位推計値3,967百万人となっていた。
資料：経 社, 1976

表 I-2-③ 所得階層別熱量摂取水準

パングラデシュ (1962-66年)					イン ド (マハラシュトラ州, 1962年)					マダガスカル (農村, 1962年)					チュニジア (農村, 1965-68年)				
所 得 (世帯主月額)	都 市		農 村		所 得 (1人当月額)	世帯数 割 合	1人1日 当り熱量	所 得 (世帯当年額)	世帯数 割 合	1人1日 当り熱量	消費支出 (1人当り年額)	世帯数 割 合	1人1日 当り熱量						
	世帯数 割 合	1人1日 当り熱量	世帯数 割 合	1人1日 当り熱量															
ルビー	%	カロリー	%	カロリー	ルビー	%	カロリー	マダガスカル フラン	%	カロリー	ディナール	%	カロリー						
～ 99	19	1550	44	2050	～15	1	940	1～ 20	55	2150	～ 20	8	1780						
100～199	25	1750	34	2260	15～25	23	1540	20～ 40	28	2290	20～ 27	8	2120						
200～299	19	1720	14	2400	25～35	26	1940	40～ 80	11	2250	27～ 32	8	2190						
300～399	10	1810	4	2660	35～45	18	2240	80～130	4	2360	32～ 45	20	2430						
400～499	8	1800	2	2640	45～55	15	2590	130～190	2	2350	45～ 53	11	2620						
500～	19	1840	2	3060	55～65	8	3150	190～390	1	2340	53～ 64	12	2750						
					65～75	5	3110	390～590	0.3	2360	64～102	9	3180						
					75～	4	2990	その他	0.2	...	102～150	9	3180						
											150～200	2	3250						
											200～	2	3150						
必 要 熱 量		2210		2210			2215			2260			2395						
国平均摂取量		1840		1840			2060			2350			2060						

資料：FAO, The State of Food and Agriculture, 1974.

表 I-2-④ 食糧生産と人口の増加率

(単位：%)

	1961～ ～66	1966 ～71	1971 ～76	1961 ～66	1967 ～71	1971 ～76
世 界	2.8	2.8	2.3	2.0	1.8	1.9
先 進 諸 国 ¹⁾	3.0	2.6	1.7	1.0	0.9	0.9
開発途上諸国 ²⁾	2.0	3.7	3.0	2.6	2.6	2.5

注：1) ソ連, 東ヨーロッパ諸国を除く

2) アジア中央計画経済諸国を除く

FAO食糧生産指数による。なお, 食糧は穀物以外のものも含む。

人口1人当りの食糧生産額

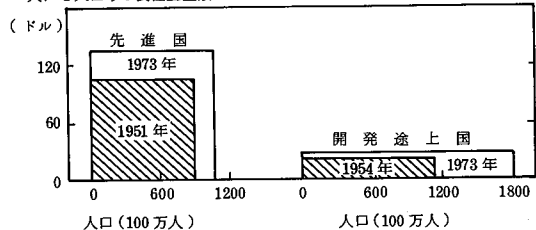


図 I-2-③ 人口と食糧生産

表 I-2-⑥に示すごとく、日本は、先進国の中、唯一つ、極端に特異な動きを示したことで異彩をはなっている。日本では米を除くほとんどすべての主要な耕種作物の生産が後退した。麦類をはじめ大豆、いも類等の作付面積が激減し、耕地の利用率が 103 % と最低水準にまで低下しただけでなく、農地そのものの大量の潰廃、減少にまで

進み、それらの作物の反収の伸びもきわめて小さかった。米以外の作物の生産放棄にひとしい状況さえあらわれたのである。こうして、わが国の食糧自給率は総合で 70 % にまで低下し、実質的な、真の意味での国民的な食糧自給率を示す穀物自給率では 1976 年には、ついに 36 % という危機的水準にまで低落を続けたのである。

表 I-2-⑥ 人口、面積、生産および貿易の地域、主要国、経済クラス地域別構成比（1975 年）

	人口	面積	耕地	穀物 作付	生産	穀物	小麦	米	とうもろ とろ	(貿易)	輸出			輸入		
											穀物	小麦	とうもろ とろ	穀物	小麦	とうもろ とろ
世 界	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
アフリカ	10.1	22.6	14.0	9.2		4.9	2.7	2.2	7.7		2.3	0.1	6.1	8.3	14.2	2.6
北アメリカ	8.6	16.8	19.4	13.8		2.24	21.9	2.2	49.8		58.6	62.4	65.8	5.3	3.0	8.3
カナダ	0.6	7.4	2.9	2.4		2.7	4.8		1.1		9.4	14.5	0.0	0.5	—	1.5
合衆国	5.4	7.0	13.9	9.7		18.2	16.3	1.7	45.4		49.1	47.8	65.8	0.3	0.0	0.1
南アメリカ	5.5	13.3	6.7	5.0		4.4	3.4	3.3	8.5		6.1	2.5	9.9	4.1	6.9	1.1
アルゼンチン	0.6	2.1	2.3	1.6		1.7	2.4	0.4	2.4		5.0	2.4	7.6	0.0	—	0.0
ブラジル	2.8	6.4	2.4	2.6		1.9	0.5	2.2	5.0		0.7	0.0	2.3	1.4	2.9	0.0
アジア	56.9	20.6	31.8	44.3		40.9	28.2	90.9	17.0		4.9	0.2	5.1	34.5	40.3	21.6
中国	21.1	7.2	8.6	16.5		17.5	11.5	33.4	10.2		1.8	0.0	0.2	3.7	5.3	3.0
インド	15.5	2.4	11.1	13.7		9.4	6.8	21.3	2.2		0.0	0.0	0.0	4.7	9.6	0.0
日本	2.8	0.3	0.4	0.4		1.3	0.1	4.9	0.0		0.0	0.0	—	11.9	7.7	14.4
ヨーロッパ	11.9	3.6	9.5	9.5		16.1	21.7	0.6	14.7		18.6	20.2	12.9	37.0	22.2	55.7
フランス	1.3	0.4	1.2	1.3		2.6	4.2	0.0	2.5		8.0	9.8	5.0	0.8	0.6	1.0
西ドイツ	1.6	0.2	0.5	0.7		1.6	2.0		0.2		1.1	1.5	0.4	4.2	2.1	5.8
イギリス	1.4	0.2	0.5	0.5		1.0	1.3		0.0		0.9	0.3	0.1	5.0	5.0	5.8
オセアニア	0.5	6.4	3.2	1.7		1.4	3.4	0.1	0.1		6.9	10.2	0.0	0.3	0.4	0.0
オーストラリア	0.3	5.7	3.0	1.7		1.3	3.4	0.1	0.0		6.9	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0
ソ連	6.4	16.7	15.4	16.5		9.9	18.6	0.6	2.3		2.7	4.3	0.2	10.5	13.1	1.1
先進市場経済国	19.1	24.5	27.7	21.5		35.2	40.1	7.2	57.8		84.2	90.6	82.6	44.2	25.5	65.3
北アメリカ	6.0	14.4	16.8	12.2		20.9	21.1	1.7	46.5		58.5	62.3	65.8	0.8	0.0	1.6
西欧	9.2	2.9	6.4	6.1		10.8	14.9	0.5	8.4		16.9	18.0	11.1	30.3	17.0	48.8
開発途上市場経済国	48.9	49.2	44.5	40.9		30.5	22.9	53.9	22.7		9.2	2.8	14.8	33.4	49.8	13.9
ラテンアメリカ	8.2	15.4	9.3	6.6		5.8	4.2	3.9	11.8		6.1	2.6	9.9	8.6	9.8	7.8
近東アジア	4.9	9.0	5.4	5.2		3.9	8.0	1.4	1.6		0.1	0.0	0.0	6.8	11.4	1.5
極東アジア	27.7	6.4	17.5	21.7		17.5	9.1	47.1	5.3		2.7	0.2	4.4	12.6	19.8	2.8
計 画 経 済 国	32.0	26.3	27.8	37.6		34.3	37.0	38.9	19.5		6.5	6.6	2.5	22.4	24.8	20.8
アジア	22.9	8.8	9.3	17.8		19.0	11.7	38.3	11.0		2.1	0.0	0.6	5.1	6.4	3.1
ソ連・東欧	9.2	17.5	18.5	19.8		15.3	25.4	0.6	8.5		4.4	6.6	1.9	17.3	18.3	17.6

出典：長期電力需給問題研究会産業調査第二専門部会（1980）

食糧需給の長期展望，電力中央研究所報告：研究報告 Z 0 7

(2) 栄養水準

人口の年齢、性、労働種類等の別による構成の変化が食糧需要におよぼす影響については、表Ⅰ-2-①、表Ⅰ-2-②に示した。これによれば、必要栄養所要量の最も高い年代は12～20才、妊産婦、授乳婦などとなる。

日本の食糧消費の水準を伝統的なエネルギー表示であるカロリー換算でみると、表Ⅰ-2-③に

示すように戦前と戦後の間に飛躍して2,000calをこえ、戦後の高度成長の過程でまた飛躍をとげ、1972年に2,500 cal をこえたが、その後いくらかさがったところで安定状態に移っている。これは表Ⅰ-2-④、表Ⅰ-2-⑤に示したように先進欧米諸国に較べれば低い、世界全体では中位の上の水準である。

表Ⅰ-2-⑦ 日本人の栄養所要量

普通の労作における栄養所要量及び妊婦授乳婦別付加量

		エネルギー (Cal)		たん白質 (g)		カルシウム (g)		鉄 (mg)		ビタミンA 量 (IU)		ビタミンB ₁ (mg)		ビタミンB ₂ (mg)		ニコチン酸 量 (mg)		ビタミンC (mg)	ビタミンD (IU)
		男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	(mg)	(IU)
0	0～(月)	120	90	33	25	0.4		6		1300		0.2		0.3		4		35	400
	2～	110	90	25	25					1300		0.3		0.3		5			
	6～	100	90	30	30					1000		0.35		0.4		6			
1～	(歳)	1000	950	35	30			7	7			0.4	0.4	0.5	0.5	7	6	40	400
	2～	1250	1200	40	40			7	7			0.5	0.5	0.7	0.6	8	8		
	3～	1350	1300	45	40	0.4	0.4	8	8	1000	1000	0.5	0.5	0.7	0.7	9	9		
	4～	1500	1400	45	45			8	8			0.6	0.6	0.8	0.7	10	9		
	5～	1600	1500	50	50			8	8			0.6	0.6	0.9	0.8	11	10		
6～		1800	1700	60	55	0.5	0.5	9	9	1200	1200	0.7	0.7	1.0	0.9	12	11	50	100
	9～	2100	2000	70	70	0.7	0.7	10	10	1500	1500	0.8	0.8	1.2	1.1	14	13		
	12～	2500	2400	85	80	0.9	0.7	12	12	1500	1500	1.0	0.9	1.4	1.3	17	16		
	15～	2700	2200	85	70	0.8	0.6	12	12	2000	1800	1.1	0.9	1.4	1.2	18	15		
	18～	2700	2100	80	65	0.7	0.6	12	12	2000	1800	1.1	0.8	1.4	1.1	18	14		
20～		2500	2000	70	60	0.6	0.6	10	12 (12月期)	2000	1800	1.0	0.8	1.3	1.1	17	13	50	100
	40～	2300	1900									0.9	0.8	1.2	1.0	15	13		
	60～	2000	1700									0.8	0.7	1.1	0.9	13	11		
	70～	1800	1500									0.7	0.6	1.0	0.8	12	10		
妊婦、授乳婦別付加量	妊婦前半期	+150		+10		+0.4		+3		0		+0.1		+0.1		+1		+10	+300
	妊婦後半期	+350		+20		+0.4		+8		+200		+0.1		+0.2		+2		+10	+300
	授乳婦	+800		+25		+0.5		+8		+1400		+0.3		+0.4		+5		+35	+300

表Ⅰ-2-⑧ 労作強度付加量 (A: 軽い労作 B: 普通の労作 C: やや重い労作 D: 重い労作)

		エネルギー (Cal)				ビタミンB ₁ (mg)				ビタミンB ₂ (mg)				ニコチン酸 (mg) 量			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
15 (歳)	男	-300	0	+500	+1000	+0.1	0	+0.2	+0.4	-0.2	0	+0.3	+0.5	-2	0	+3	+7
	女	-300	0	+400	+800	+0.1	0	+0.2	+0.3	-0.2	0	+0.2	+0.4	-2	0	+3	+5
20	男	-300	0	+500	+1000	+0.1	0	+0.2	+0.4	-0.2	0	+0.3	+0.5	-2	0	+3	+7
	女	-200	0	+400	+800	+0.1	0	+0.2	+0.3	-0.1	0	+0.2	+0.4	-1	0	+3	+5
40	男	-300	0	+500	+900	+0.1	0	+0.2	+0.4	-0.2	0	+0.3	+0.5	-2	0	+3	+6
	女	-200	0	+400	+800	+0.1	0	+0.2	+0.3	-0.1	0	+0.2	+0.4	-1	0	+3	+5
60	男	-200	0	+400	+800	+0.1	0	+0.2	+0.3	-0.1	0	+0.2	+0.4	-1	0	+3	+5
	女	-200	0	+300	+700	+0.1	0	+0.1	+0.3	-0.1	0	+0.2	+0.4	-1	0	+2	+5

⑧ 表 ビタミンA (レチノール) 所要量の一部をカロテンで換える場合には、その3IUをビタミンA 1IUに相当するものとする。

⑨ 表 ニコチン酸所要量については、トリプトファン60mgがニコチン酸1mgに相当するものとする。

栄養委員会「昭和55年までの間に使用する日本人の栄養所要量(昭和50年3月8日)」

表Ⅰ－２－⑨ 食糧、類別、品目別１人１日当り供給熱量の推移

単位：Cal

年	11	30	35	40	45	50
1. 穀 類	1,428.0	1,477.5	1,438.6	1,397.5	1,237.7	1,174.5
(1) 米	1,212.0	1,062.6	1,105.5	1,075.7	914.3	844.4
(2) 小 麦	83.0	243.9	250.6	281.9	278.5	305.3
(3)(4) 大・裸麦	119.0	162.7	94.8	33.4	14.5	10.3
(5) とうもろこし	—	—	1.5	2.1	6.0	10.0
2. いも類	85.0	124.2	81.5	53.6	38.8	38.7
(1) かんしょ	15.0	90.5	48.3	23.9	13.4	14.1
(2) ばれいしょ	10.0	33.7	33.2	29.7	25.4	24.6
3. でんぶん	13.0	41.9	59.9	76.4	74.8	69.5
4. 豆 類	76.9	94.6	104.4	97.5	104.4	99.1
(1) だいず	33.9	48.2	59.7	50.5	59.8	61.8
(2) その他の豆類	43.0	46.4	44.7	47.0	44.6	37.3
5. 野 菜	52.0	72.9	84.1	89.4	93.4	86.6
6. 果 実	24.0	16.6	28.9	38.8	53.4	58.0
(1) み か ん	—	3.4	6.5	8.1	15.3	20.8
(2) りんご・その他の果実	—	11.2	22.4	30.7	38.1	37.2
7. 肉 類	8.3	16.8	27.5	50.4	76.9	102.9
(1) 牛	3.1	6.1	6.4	8.3	11.6	14.2
(2) 豚	2.8	6.2	10.8	25.5	44.4	61.3
(3) にわとり	0.8	1.0	3.0	6.7	12.7	17.9
(4) その他の肉	0.8	0.6	1.6	2.7	4.0	6.2
(5) 鯨	0.8	2.9	5.7	7.2	4.2	3.3
8. 鶏 卵	9.4	15.6	26.9	49.4	63.5	59.8
9. 牛乳及び乳製品	5.2	19.5	35.9	60.7	81.0	86.0
(1)(2) 自家用・飲用生乳	—	10.0	19.0	32.0	42.7	46.6
(3) 乳製品向け生乳	—	9.5	16.9	28.7	38.3	39.4
(a)(b) れん乳	—	2.6	4.2	3.3	3.7	2.8
(c)(d)(e) 粉 乳	—	4.0	8.6	18.3	19.6	19.7
(f)(g) チーズ・バター	—	1.6	3.1	7.1	12.5	15.1
10. 魚 貝 類	71.8	83.5	86.6	89.8	91.3	99.3
(1) 生鮮・冷凍	26.2	—	—	35.1	32.4	38.4
(2)(3) 加工用	45.6	—	—	54.7	58.9	60.9
12. 砂 糖 類	119.8	128.3	157.2	196.3	282.7	274.3
13. 油 脂 類	23.0	66.5	105.0	161.0	228.9	276.6
(1) 植物油脂	—	55.7	77.5	120.6	175.6	222.5
(2) 動物油脂	—	10.8	27.5	40.4	53.3	54.7
14. み そ	41.9	42.9	37.9	33.8	31.8	28.3
15. しょうゆ	14.0	16.1	15.3	13.1	13.3	13.6
16. 合 計	1,972.3	2,216.9	2,289.7	2,407.7	2,471.9	2,469.2

表 I - 2 - ⑩ 国民栄養の国際比較
国民1人・1日当たり供給栄養量

国名	年次	実数	熱		量					たんぱく質			脂質			(参考) 1人当たり 国民所得	
			日本 =100	でんぷん 質食料	構 成 比			実数	日本 =100	う ち 動物性 蛋白質	同左比率	実数	日 本 =100	う ち 油脂類	同左比率		
					動物性 食料	砂糖	油脂										
																	その他
スウェーデン	75	2,904cal	117	26%	43%	15%	11%	5%	948g	119	68.7g	72%	130.7g	208	368g	28%	7,516ドル
西ドイツ	75	3,168	127	26	40	13	15	6	87.8	110	58.5	67	166.8	265	531	32	6,020
フランス	75	3,230	130	28	39	12	14	7	105.0	132	69.5	66	161.9	257	521	32	5,657
オランダ	75	3,265	131	24	33	16	19	8	91.2	115	59.1	65	162.3	258	687	42	5,490
イギリス	75	3,079	124	29	37	17	12	5	88.4	111	55.4	63	138.7	221	41.2	30	3,699
アメリカ	75	3,199	128	22	38	16	17	7	102.8	129	72.3	70	160.3	255	61.6	39	6,401
カナダ	75	3,127	126	27	36	15	11	11	98.0	123	63.8	65	145.1	231	381	26	6,333
デンマーク	75	3,038	122	25	40	17	14	4	88.8	112	63.2	51	152.0	242	47.6	31	6,251
スイス	75	3,071	123	25	39	14	13	9	89.3	112	58.0	65	152.5	242	44.1	29	7,802
ニュージーランド	75	3,121	125	27	49	12	5	7	109.0	137	74.7	69	146.0	232	18.2	12	3,780
イタリア	75	3,238	130	41	24	10	16	9	103.0	130	49.5	48	128.1	204	59.7	47	2,797
日本	77	2,490	100	51	15	11	12	11	79.5	100	36.9	46	62.9	100	32.6	52	4,899
アルゼンチン	74	3,149	126	37	29	14	13	7	107.0	135	67.1	63	112.6	179	44.7	40	1,922
ブラジル	74	2,471	99	47	12	18	8	15	62.0	78	21.2	34	48.9	78	23.2	47	723
中国	74	2,324	93	77	8	3	3	9	62.7	79	11.8	19	33.4	53	8.6	26	
韓国	74	2,542	102	82	5	3	2	8	71.1	89	14.5	20	24.2	38	5.2	21	436
パキスタン	74	2,132	86	65	7	14	8	6	57.5	72	12.8	22	33.1	53	18.6	56	120
インド	74	1,971	79	70	4	9	6	11	48.1	61	5.5	11	29.3	47	12.8	44	136
インドネシア	74	2,120	85	79	2	6	4	9	43.5	55	5.3	12	27.1	43	10.0	37	173

資料: 1. OECD[Food consumption statistics 1970-1975]及びFAO「Provisional food balance sheets」。ただし日本は「昭和52年度食料需給表」。第7表も同じ。

2. 1人当たり国民所得は、経済企画庁「海外経済動向指標」

(注): 1. アルゼンチン以下の国は、油脂類にバターを含んでいる。

2. 1人当たり国民所得は、年次に記入した年である。ただし日本は1973年である。

表 I - 2 - ① 国民 1 人・1 年当たり供給食料

(単位: kg)

国	名	年次	穀類	いも・でんぷん	砂糖類	豆類	野菜	果実	肉類	卵類	魚貝類	牛乳・乳製品	油脂類
スウェーデン	ン	75	612	81.0	42.5	2.4	42.0	81.1	60.9	12.7	23.5	359.5	13.4
西ドイツ	ツ	75	660	90.1	37.8	3.3	68.5	110.9	90.4	17.2	9.0	270.2	19.4
フランス	ス	75	761	90.8	35.6	4.3	112.0	74.2	99.1	12.9	18.7	320.6	19.1
オランダ	ダ	75	66.3	76.6	47.9	11.1	80.1	110.8	72.5	11.5	11.7	270.2	25.1
イギリス	ス	75	74.6	90.4	48.9	4.9	60.5	47.1	73.5	13.8	7.9	363.6	15.1
アメリカ	カ	75	61.8	47.9	50.1	8.1	94.7	72.3	110.1	16.0	6.9	246.1	22.5
カナダ	ダ	75	69.6	91.6	44.8	10.0	67.4	80.7	94.1	12.7	5.8	302.4	13.8
デンマーク	ク	75	63.5	66.6	48.4	2.4	46.7	53.0	69.5	11.5	34.8	333.3	17.4
スウェーデン	ス	75	70.1	48.6	39.7	5.1	84.4	121.8	75.3	11.3	4.6	380.0	16.1
ニュージーランド	ド	75	76.2	51.8	36.0	3.2	128.0	73.3	113.5	17.1	4.7	396.9	6.7
イタリア	ア	75	131.1	36.7	30.5	8.1	155.7	100.8	65.2	11.3	10.8	189.7	21.9
日本	本	77	117.9	28.5	26.2	10.4	131.9	57.3	28.6	16.2	34.1	57.0	11.9
アメリカ	ン	72～74	98.7	83.6	40.3	3.6	76.4	106.0	98.2	6.9	4.7	※ 82.1	16.8
ブラジル	ル	72～74	90.8	69.0	43.5	26.8	22.0	113.9	30.9	4.0	4.8	※ 49.7	8.2
中国	国	72～74	149.0	103.1	5.7	17.1	63.9	8.9	18.8	3.7	6.5	※ 3.5	3.1
韓国	国	72～74	209.5	39.1	7.8	8.6	99.7	21.5	7.0	3.8	32.2	※ 2.0	1.9
パキスタン	タ	72～74	145.2	4.9	54.0	8.0	25.2	23.3	5.3	0.3	1.1	※ 73.3	7.4
インド	ド	72～74	136.0	10.6	24.5	19.5	46.7	23.3	1.5	0.1	2.3	※ 33.8	4.5
インドネシア	シア	72～74	136.2	74.3	11.5	19.0	34.8	28.2	3.3	0.9	7.2	※ 0.6	3.5

(注): (1) 「牛乳・乳製品」については、資料をもとに調査課において乳製品を生乳換算したものである。ただし、アルゼンチン以下の国については、乳製品重量である。

(2) アルゼンチン以下の国は、「バター」は油脂類に含まれている。

(3) 日本の「豆類」には、「みそ」及び「しょうゆ」に使用された大豆を含めて計上してある。

(4) 穀類、豆類、魚貝類、油脂類は我が国の食料需給表でいう純食料段階の数値であり、他は粗食料段階の数値であって、日本も同様に組み替えてある。

表 I-2-⑫ 大陸別、耕地および開発可能地

(百万 ha)

	総面積 (百万 ha)	開発可能地 (%)	耕 地		未耕の可能地 (百万 ha)	耕地および 未耕可能地 計	同一人当り ^d (ha)
			(%)	(百万 ha)			
北アメリカ ^a	2,420 ^b	25.9	11.3	273.4	353.3 ^c	626.7	1.84
南アメリカ	1,780	33.5	4.4	78.3	518.0	596.3	2.81
アフリカ	3,030	23.5	5.2	157.5	554.5	112.0	1.85
ヨーロッパ	1,050	37.9	20.2	212.1	185.8	391.9	0.60
アジア	4,390	20.2	15.6	684.8	201.9	886.7	0.39
オーストラリア, ニュージーランド	860	23.2	3.9	33.5	166.0	199.5	9.97
世界計	13,530	25.3	10.6	1,439.6	1,979.5	3,449.1	0.88

a: 中央アフリカ, カリブ諸島を含む

b: U.S.Study(PSAC1967)年より31.2百万ha大きく, FAO Production Yearbook 1974より174百万ha大きい。

c: U.S.Study(PSAC1967)より126百万ha大きい。

d: FAO Production Yearbook 1974 の人口統計による。

出所: Buringh, et al (1975)

表 I-2-⑬ 耕地面積(実績およびケース I による予測)

	(単位: 100万ヘクタール)				
	1951~55年	1961~65	1971~75	ケース I	
				1985	2000
先進工業国	361.2	371.8	400.3	392.2	399.1
アメリカ	188.5	180.5	200.5	195.0	208.0
他の主要輸出国	72.5	89.0	104.0	102.0	99.0
西ヨーロッパ	95.1	96.4	90.1	89.5	87.0
日本	5.1	5.9	5.7	5.7	5.1
計西経済諸国	384.3	404.5	414.5	417.54	420.0a
東ヨーロッパ	55.0	56.0	54.4	—	—
ソ連	219.8	229.5	232.5	—	—
中国	109.5	119.0	127.5	—	—
開発途上国	529.2	607.1	662.0	706.0	723.5
中南米	93.5	114.0	136.5	155.0	165.0
北アフリカ, 中東	78.5	86.3	91.5	92.5	91.0
他のアフリカ開発途上国	116.0	146.5	160.5	175.0	182.5
南アジア	196.0	200.5	207.5	209.0	207.0
東南アジア	22.7	31.6	34.9	39.0	41.0
東アジア	22.5	28.2	31.1	35.5	37.0
世界	1,274.7	1,383.4	1,476.8	1,513.7	1,538.6

注) a) 計西経済諸国における耕地面積は概算に達していると思われる。すなわち、非農用地面積の増大が、耕地面積の増加をほぼ均等させているのである。

表 I-2-⑬の耕地面積のデータは、食糧生産に伴う大きい要求が有限の土地資源にのしかかってくることを示している。想定されたすべてのケースで、耕地面積の伸びはゆるやかで、伸びを促進する生産者価格への刺激があるにもかかわらず、過去25年間以上における上昇率の実績の半分以上となりそうである。耕作可能地が尽きるという《絶対的》意味において、また無理なく得られかつ良好な土地がますます不足するという《相対的》意味において、耕地面積の物理的制約は、すべての地域に西暦2000年まで影響を及ぼすであろう。

表 I-2-⑭ 1人当たりの耕地面積
(実績およびケース I による予測)

	(単位:ヘクタール/人)				
	1951 ~55 年	1961 ~65	1971 ~75	ケース I	
				1985	2000
先進工業国	.61	.56	.55	.50	.46
アメリカ	1.17	.95	.95	.86	.84
他の主要輸出国	1.72	1.66	1.58	1.29	.94
西ヨーロッパ	.33	.30	.26	.24	.22
日本	.06	.06	.05	.05	.04
計西経済諸国	.45	.39	.35	.30	.26
東ヨーロッパ	.50	.47	.43	.39	.36
ソ連	1.16	1.02	.93	.83	.73
中国	.19	.18	.16	.13	.11
開発途上国	.45	.40	.35	.27	.19
中南米	.56	.51	.47	.38	.28
北アフリカ、中東	.68	.58	.47	.33	.22
他のアフリカ開発途上国	.72	.73	.62	.49	.32
南アジア	.38	.32	.26	.19	.13
東南アジア	.38	.41	.35	.28	.20
東アジア	.15	.15	.13	.11	.08
世界	.48	.44	.39	.32	.25

(注) 耕地面積は、普通畑、畑作地、野営畑(温室を含む)、休耕地を含む。
資料) アメリカ農務省、経済・統計・組合部門。

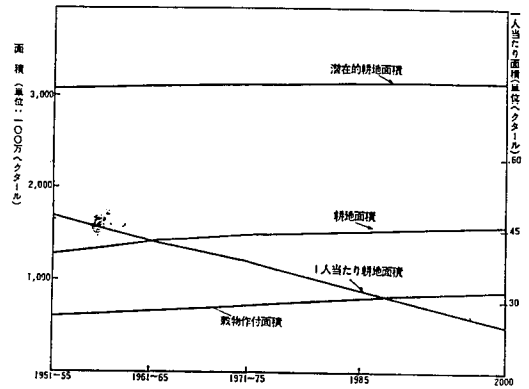


図 I-2-④ 世界の潜在的耕地面積、現在の耕地面積、穀物作付面積、および1人当たり耕地面積(実績およびケース I による予測)

耕地面積は、他の地域、とくに南アメリカ、中央アフリカ、東アジア、および東南アジアの一部の地域で疑いなく増大しつづけるであろう。しかし2000年までには、耕地面積が極限にまで達していないこれらの地域においてさえ、耕地が森林地帯や未墾地に及び、また水供給および水管理に行き詰まるために、耕地面積増大にかかる費用は巨額なものになろう。

表 I-2-⑭の1人当たりの耕地面積減少からは、耕地にかかる絶対的制約に加えて、さらに人

口の圧力要素が加わることがわかる。一般に、絶対的制約をもっとも受ける地域では、大きな人口、低所得、および勧告最低水準を下回る平均カロリー消費といった状況が報告されている。

もっとも大幅に面積増大が可能とされる国々では、現在の人口は少ないが、人口増加率は高く、また農業下部構造、および投下資本が貧弱であると報告されている。

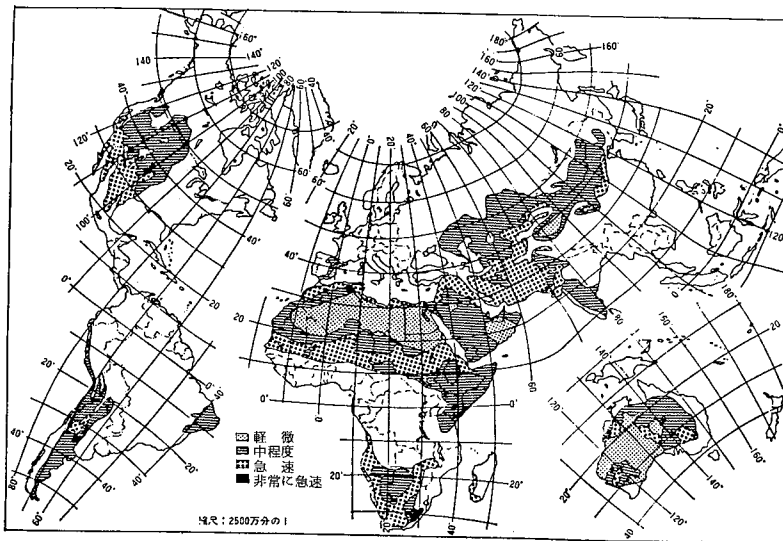


図 I-2-⑤ 世界の砂漠化の進行状況(国連砂漠化防止会議, 1977年)

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳, 1981)(1981)西暦2000年の地球2, (社)家の光協会: 1~526

表 I - 2 - ⑮ 開拓可能地面積

(単位 ha)

電力地域区分	面 積
北 海 道	1,781,290
東 北	1,423,750
東 京	430,281
中 部	223,029
北 陸	73,870
関 西	207,660
中 国	287,990
四 国	94,890
九 州	490,000
全国国 計	5,012,760

昭 25 . 開拓局 : 未開拓地帯検索の示標に
関する調査の付表

長期電力需給問題研究会

産業調査第二専門部会 (1980)

食糧需給の長期展望, 電力中央研究報告 : 研究報告 Z 07

表 I - 2 - ⑯ 農用地開発可能地面積

(単位 千 ha)

農 政 局 別	農地開発	草地開発	計
北 海 道	250	490	740
東 北	120	200	320
関 東	30	70	100
北 陸	40	20	60
東 海	10	20	30
近 畿	20	10	30
中国 四国	50	50	100
九 州	70	80	150
合 計	600	940	1,540

(昭 44 . 土地改良総合計画補足調査)

長期電力需給問題研究会

産業調査第二専門部会 (1980)

食糧需給の長期展望, 電力中央研究報告 : 研究報告 Z 07

自然条件の強い規制をうける農業的土地利用の可能性を傾斜, 標高, 及び土壌生産力等の土地利用上の阻害要因又は制限因子の強度で分類した類地区分から見ると, わが国では4類地が多くついて3類地, 5類地の順となっている。農業的利用に適した3類地までは, 関東, 北海道, 東北, 九州に多く, 四国地域には少ない。土地利用可能分級(類地)基準は表 I - 2 - ⑰にしたがった。なお, 類地別農用地利用区分は原則として次のように区分した。

1類地 - 普通田

2類地 - 普通田, 普通畑

3類地 - 樹園地および草地(1部普通畑を含む)

4類地 - 1部放牧地, 採草地

また, 標高(H)

の区分は次によった。

H₁ 0 ~ 400 } 1 ~ 4類地 -
H₂ 400 ~ 人工林植栽限界 } 普通田, 普通畑, 樹園地, 草地

(例)

秋 田 700 m 代表樹 アカマツ
長 野 1,600 m 〃 カラマツ
大 阪 1,200 m 〃 ヒノキ
鳥 取 1,000 m 〃 ス ギ
長 崎 1,800 m 〃 ヒノキ
愛 媛 1,800 m 〃 ヒノキ

H₃ 人工林植栽限界 ~ 森林限界 5類地
— 牧草

表 I - 2 - ⑪ 土地利用可能性分級基準

区 分		1 類 地	2 類 地	3 類 地	4 類 地	5 類 地	6 類 地	7 類 地	8 類 地 (未区分地)	備 考				
低 暖 地 帯	標 高	0 ~ 4 0 0 m (H ₁)								(1) 低暖地帯には低地、台地、丘陵地および丘陵性山地を含め、その範囲として標高400mを目標とする。 (2) 人工林殖栽限界は気候区ごとにスギ、ヒノキ、マツ、カラマツ等の主要樹種のうち、限界高度の高いものにより定める。				
	傾 分級等級	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	—	S ₆						
	斜 傾斜区分	0°~3°	3°~8°	8°~15°	15°~30°	30~40°	—	40°~						
	土壤生産力可能性	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	—	P ₅	岩石地等 非土壤地帯						
山 間 地 帯	標 高	4 0 0 m ~ 人 工 林 殖 栽 限 界 (H ₂)								人工林殖栽限界は気候区ごとにスギ、ヒノキ、マツ、カラマツ等の主要樹種のうち、限界高度の高いものにより定める。				
	傾 分級等級			S ₁ ~S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	—	S ₆					
	斜 傾斜区分			0°~8°	8°~15°	15°~30°	30°~40°	—	40°~					
	土壤生産力可能性		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	岩石地等 非土壤地帯						
高 冷 地 帯	標 高	人 工 林 殖 栽 限 界 ~ 森 林 限 界 (H ₃)								人工林殖栽限界は気候区ごとにスギ、ヒノキ、マツ、カラマツ等の主要樹種のうち、限界高度の高いものにより定める。				
	傾 分級等級										S ₁ ~S ₄	S ₅	S ₆	
	斜 傾斜区分										0°~30°	30°~40°	40°~	
	土壤生産力可能性										P ₁ ~P ₃	P ₄ ~P ₅	岩石地等 非土壤地帯	
生 産 限 界 外 地 帯	標 高									森林限界				
	傾 分級等級													
	斜 傾斜区分													
	土壤生産力可能性													

(備 考)

1. 土地利用可能性分級は全国土について1類地~8類地(未区分地)に区分する。8類地(未区分地)はD, I, D(人工集中地区)10万人以上の都市の市街地及び河川等とする。
2. 土地利用可能性分級の表示は、前表にもとづく各基準項目(標高、傾斜、土壤生産力可能性)ごとの分級等級値の最低等級の属する類地番号をもって表わし、左表の凡例により、次のように記載する。

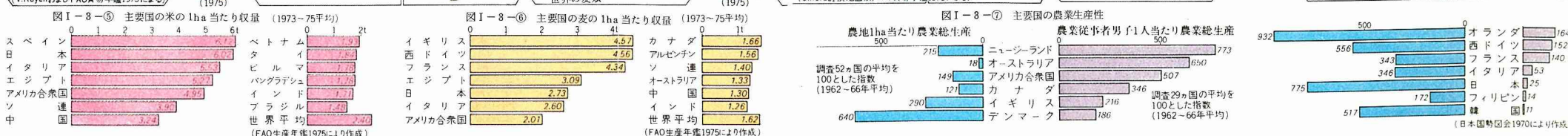
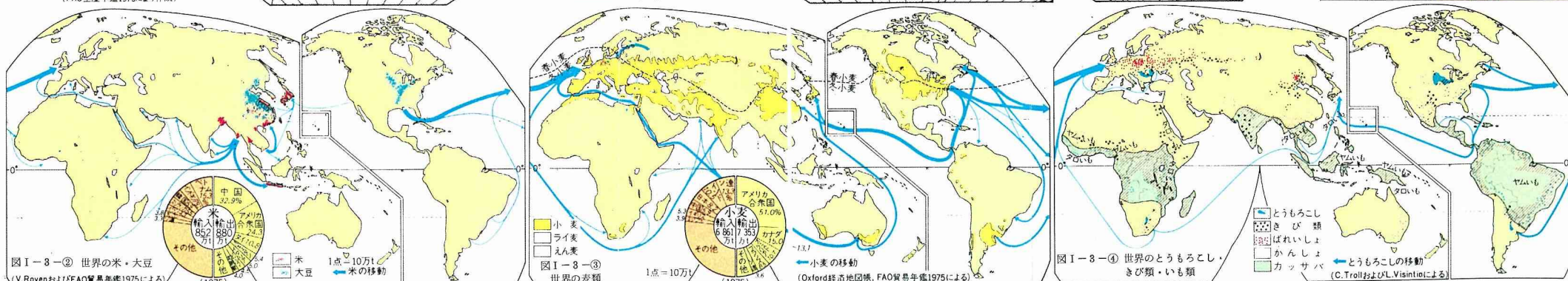
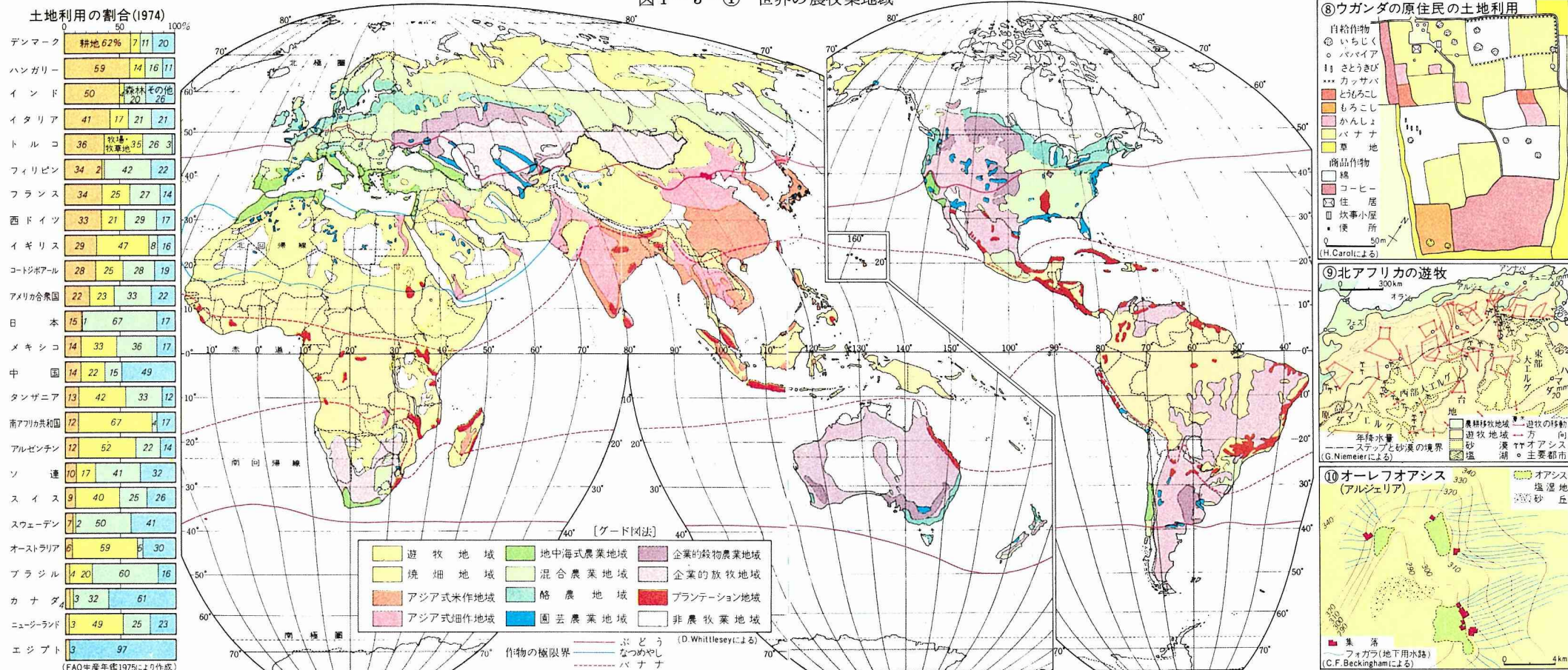
例 4類地 H₂・S₂ P₂(2・23)

なお、標高区分は、気候区ごとに異なり、青森県の気候区分および標高区分は別図のとおりである。

3. 耕地系資源の生産及び利用

(1) 世界の農牧業の概要

図 I-3-① 世界の農牧業地域



(2) 世界の作物生産

(FAO Production Yearbook Vol.31(1978)による)

表 I-3-① イネの生産状況

年	作付面積 1,000 ha		10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t	
	1969*	1971	1969*	1971	1969*	1971
世 界 計	134,285	142,842	232	257	311,508	366,505
アフリカ計	3,929	4,350	187	180	7,332	7,847
マダガスカル	931	1,109	200	198	1,865	2,200
エジプト	487	436	528	521	2,567	2,270
北・中アメリカ計	1,428	1,662	373	378	5,323	6,272
キューバ	164	200	175	210	287	420
USA	777	910	509	495	3,953	4,501
南アメリカ計	5,741	6,590	166	197	9,500	13,000
ブラジル	4,788	5,400	143	166	6,847	8,941
アジア計	122,387	129,191	234	259	285,971	335,095
パキスタン	9,842	9,955	168	194	16,540	19,300
インド	4,748	5,200	171	182	8,107	9,460
中国	34,622	37,079	322	355	111,599	131,472
インドネシア	37,677	39,500	167	187	62,861	74,000
日本	8,158	8,408	235	276	19,180	23,235
韓国	2,966	2,757	549	617	16,281	17,000
フィリピン	2,074	1,500	145	120	3,016	1,800
タイ	1,204	1,230	463	678	5,573	8,340
ミャンマー	1,185	1,265	194	181	2,297	2,285
スリランカ	3,157	3,650	166	196	5,225	7,150
ネパール	6,919	7,497	195	181	13,475	13,590
インドネシア	4,916	5,400	198	208	9,752	11,250
ヨーロッパ計	395	400	461	385	1,820	1,536
イタリア	172	187	498	387	858	721
フランス	49	104	585	535	289	555
大洋州計	356	546	357	403	1,272	2,200
ソ連						

* 1969～1971 は3年間の平均値、以下付表1の全表に共通。

表 I-3-② コムギの生産状況

年	作付面積 1,000 ha		10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t	
	1969	1971	1969	1971	1969	1971
世 界 計	215,922	232,382	152	166	329,167	386,596
ヨーロッパ計	8,359	8,555	94	96	7,903	8,217
フランス	2,214	2,400	61	50	1,359	1,200
ドイツ	551	504	274	371	1,509	1,872
オーストリア	1,952	1,929	93	67	1,819	1,288
南アメリカ計	1,330	1,500	110	121	1,461	1,815
北・中アメリカ計	27,131	37,687	207	205	56,112	77,281
カナダ	7,669	10,118	181	194	13,901	19,651
USA	18,669	26,796	214	206	40,034	55,134
南アメリカ計	7,762	8,112	124	112	9,648	9,060
アルゼンチン	4,402	3,973	133	133	5,837	5,300
ブラジル	1,857	2,909	94	71	1,743	2,066
アジア計	71,929	80,885	112	134	80,245	107,951
アフガニスタン	2,199	2,250	98	117	2,150	2,640
中国	28,336	31,501	109	127	31,005	40,003
インド	16,941	20,863	123	139	20,859	29,082
イラン	5,370	6,000	74	103	3,946	6,200
イラク	1,216	1,300	89	54	1,080	696
パキスタン	6,122	6,403	111	143	6,796	9,155
シリア	1,279	1,528	60	80	763	1,217
トルコ	8,732	9,300	131	180	11,423	16,715
ヨーロッパ計	27,704	24,819	264	332	73,085	82,325
チェコスロバキア	1,076	1,235	319	425	2,436	5,244
フランス	3,919	4,125	365	423	14,287	17,450
西ドイツ	1,511	1,589	415	452	6,268	7,181
ハンガリー	1,289	1,312	265	405	3,410	5,312
イタリア	4,089	2,786	239	227	9,756	6,329
ポーランド	2,004	1,834	246	290	4,925	5,310
ルーマニア	2,527	2,263	175	289	4,433	6,540
スウェーデン	3,727	2,682	127	151	4,734	4,045
イギリス	980	1,073	422	487	4,140	5,229
ユーゴスラビア	1,928	1,605	247	350	4,760	5,622
大洋州計	7,807	10,294	120	94	9,370	9,720
オーストラリア	7,695	10,200	117	92	9,014	9,350
ソ連	54,857	65,347	213	215	117,020	140,193

I-3-③ オオムギ

年	作付面積 1,000 ha		10a当り収量 kg		収獲量 1,000 t	
	1969 1971	1977	1969 1971	1977	1969 1971	1977
世界計	75,312	91,368	184	189	138,826	173,094
アフリカ計	4,341	4,885	86	104	3,724	3,133
アルジェリア	773	800	61	50	470	400
エチオピア	913	940	80	88	727	830
モロッコ	2,003	2,341	109	58	2,190	1,347
北・中アメリカ計	8,676	8,763	228	239	19,740	20,980
カナダ	4,483	4,649	224	248	10,024	11,515
USA	3,963	3,841	239	236	9,476	9,056
南アメリカ計	1,004	1,051	106	107	1,062	1,123
アルゼンチン	431	459	115	108	497	494
アジア計	20,975	19,831	134	136	28,131	27,032
中国	11,101	10,301	147	150	16,301	15,401
インド	2,693	2,218	98	104	2,642	2,296
イラン	1,532	1,500	68	107	1,042	1,600
シリア	520	1,021	63	33	328	337
トルコ	2,611	2,500	143	190	3,720	4,750
ヨーロッパ計	16,441	19,347	295	338	48,444	65,297
デンマーク	1,342	1,513	386	402	5,175	6,084
フランス	2,828	2,910	312	354	8,829	10,290
西ドイツ	1,456	1,791	359	419	5,219	7,497
ポーランド	861	1,235	254	276	2,182	3,404
スウェーデン	2,235	3,198	176	210	3,922	6,707
イギリス	2,317	2,471	356	447	8,257	10,784
大洋州計	2,091	2,977	124	57	2,594	2,876
オーストラリア	2,024	2,900	117	88	2,372	2,560
ソ連	21,762	34,514	161	153	35,132	52,653

表I-3-④ エンバク

年	作付面積 1,000 ha		10a当り収量 kg		収獲量 1,000 t	
	1969 1971	1977	1969 1971	1977	1969 1971	1977
世界計	31,336	30,640	177	171	55,403	52,472
アフリカ計	396	382	46	44	184	168
南アフリカ	255	225	40	32	103	72
北・中アメリカ計	9,934	7,637	190	199	18,891	15,205
カナダ	2,834	2,132	194	202	5,508	4,303
USA	7,051	5,442	189	200	13,350	10,856
南アメリカ計	518	530	119	144	618	760
アルゼンチン	328	370	128	154	420	570
アジア計	2,440	2,280	99	109	2,404	2,474
中国	1,950	1,900	91	100	1,767	1,900
トルコ	326	225	137	169	446	380
ヨーロッパ計	7,243	5,567	247	260	17,898	14,453
チェコスロバキア	372	190	237	316	882	600
フィンランド	516	417	252	245	1,297	1,022
フランス	829	625	280	309	2,317	1,928
東ドイツ	237	220	310	296	735	650
西ドイツ	840	795	337	343	2,832	2,723
イタリア	297	226	164	157	488	355
ポーランド	1,409	1,096	224	237	3,156	2,600
スウェーデン	481	384	105	112	504	428
スウェーデン	505	446	309	314	1,561	1,399
ユーゴスラビア	273	231	113	139	310	309
大洋州計	1,409	1,219	102	85	1,435	1,033
オーストラリア	1,390	1,200	99	80	1,378	962
ソ連	9,394	13,206	149	141	13,974	18,379

表 I-8-⑤ トウモロコシ

年	作付面積 1,000 ha		10a 当り収量 kg		収穫量 1,000 t	
	1969 1971	1977	1969 1971	1977	1969 1971	1977
世 界 計	108,487	118,452	257	295	278,504	349,676
アフリカ計	17,991	20,134	116	130	20,776	26,172
ケニア	1,167	1,250	122	136	1,423	1,700
マラウイ	1,039	1,000	103	125	1,068	1,250
ナイジェリア	1,544	1,800	79	78	1,215	1,395
南アフリカ	5,290	5,700	127	170	6,691	9,714
タンザニア	1,005	1,300	81	75	817	968
ザンビア	992	1,050	85	93	843	980
北・中アメリカ計	33,478	38,374	407	461	136,248	176,984
メキシコ	7,412	7,387	122	122	9,025	8,991
USA	23,749	28,330	516	570	122,649	161,485
南アメリカ計	16,521	16,796	155	185	25,675	31,051
アルゼンチン	3,880	2,532	225	328	8,717	8,300
ブラジル	10,021	11,682	137	164	13,680	19,122
アジア計	25,293	27,850	185	196	46,887	54,497
中国	10,368	11,348	277	296	28,720	33,615
インド	5,794	6,000	105	113	6,087	6,800
インドネシア	2,667	2,550	97	119	2,575	3,030
フィリピン	2,415	3,445	83	88	2,009	3,037
タイ	771	1,150	257	146	1,979	1,677
ヨーロッパ計	11,497	11,845	336	419	38,663	49,572
フランス	1,454	1,627	510	529	7,422	8,614
ハンガリー	1,272	1,280	357	481	4,542	6,150
ルーマニア	3,170	3,365	232	300	7,354	10,103
ユーゴスラビア	2,392	2,321	309	427	7,399	9,856
太平洋州計	89	91	293	447	261	406
ソ 連	3,617	3,362	276	327	9,993	10,993

表 I-8-⑥ モロコシ

年	作付面積 1,000 ha		10a 当り収量 kg		収穫量 1,000 t	
	1969 1971	1977	1969 1971	1977	1969 1971	1977
世 界 計	42,375	43,650	111	127	46,954	55,413
アフリカ計	12,791	13,807	71	68	9,036	9,447
ケニア	201	208	107	115	215	240
モザンビーク	261	250	77	100	202	250
ミゼール	589	610	45	46	262	280
ナイジェリア	5,572	6,000	65	63	3,632	3,750
ソマリア	257	250	49	48	126	120
南アフリカ	358	308	105	125	376	386
スーダン	1,828	2,500	83	64	1,525	1,600
タンザニア	310	330	65	73	203	240
ウガンダ	299	344	113	150	337	516
ツバールタ	1,054	1,200	50	50	528	600
北・中アメリカ計	7,243	7,456	310	323	22,427	24,097
メキシコ	934	1,190	277	282	2,584	3,390
USA	5,820	5,692	332	353	19,314	20,083
南アメリカ計	2,097	3,257	193	248	4,052	8,091
アルゼンチン	1,979	2,630	193	256	3,823	6,730
アジア計	19,682	18,316	52	66	10,172	12,021
インド	17,585	16,000	48	65	8,516	10,400
パキスタン	518	713	59	56	308	400
イエーメン	1,235	1,200	71	67	878	800
ヨーロッパ計	143	188	310	342	444	646
太平洋州計	375	534	203	180	761	960
オーストラリア	374	532	203	180	759	956
ソ 連	43	90	142	167	62	150

表 I-3-⑦ ラ イ ム ギ

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t
		1969 1971	1977	
世 界 計	18,846	13,904	157	29,549
アフリカ計	24	23	42	10
北・中アメリカ計	959	523	152	1,458
カナダ	356	242	152	474
USA	603	281	163	984
南アメリカ計	479	261	64	305
アルゼンチン	440	231	62	271
ブラジル	697	547	119	832
トルコ	663	510	118	781
ヨーロッパ計	7,060	5,831	208	14,689
チェコスロバキア	243	210	242	586
西ドイツ	679	600	235	1,594
東ドイツ	868	701	330	2,862
ポーランド	3,766	3,116	190	7,142
スウェーデン	320	221	91	292
スウェーデン	39	22	49	19
太平洋州計	9,588	6,697	128	12,235
ソ 連				8,471

表 I-3-⑧ millets (キビ, アワ, ヒユ, シコクビエその他)

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t
		1969 1971	1977	
世 界 計	65,123	65,453	66	43,050
アフリカ計	15,853	16,356	62	9,873
チャド	925	1,133	68	631
マニ	1,415	1,250	56	787
ニジェール	2,313	2,300	42	974
ナイジェリア	5,022	5,200	56	2,792
セネガル	1,006	1,000	54	543
スーダン	750	1,200	57	424
アッパーギンタ	843	900	42	352
北・中アメリカ計	—	—	—	—
南アメリカ計	160	255	105	168
アルゼンチン	160	255	105	168
ブラジル	46,207	45,734	66	30,439
中国	24,738	25,504	77	18,940
インド	19,618	18,500	52	10,182
西 韓	462	470	88	407
パキスタン	713	682	48	339
ヨーロッパ計	42	30	133	56
ヨーロッパ	39	30	95	37
太平洋州計	2,821	3,046	88	2,477
ソ 連				2,000

表 I-3-⑨ ソ バ

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t
		1961 1965	1975	
世 界 計	2,049	1,616	48	979
アフリカ計	19	4	74	14
北・中アメリカ計	38	32	114	43
カナダ	22	19	114	25
USA	16	13	115	18
南アメリカ計	60	33	76	46
アルゼンチン	37	22	95	36
ブラジル	95	46	100	95
ヨーロッパ計	53	35	83	44
ヨーロッパ	1,836	1,500	43	780
ソ 連				460

表 I-3-⑩ ダ イ ズ

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t
		1969 1971	1977	
世 界 計	35,314	49,426	132	46,747
アフリカ計	188	237	40	75
ナイジェリア	162	190	38	61
北・中アメリカ計	17,308	23,928	183	31,683
カナダ	136	202	186	257
メキシコ	134	290	188	252
USA	17,036	23,435	183	31,174
南アメリカ計	1,433	8,036	122	1,751
アルゼンチン	30	660	130	39
ブラジル	1,314	7,059	118	1,547
ペラグワイ	27	220	169	45
アジア計	15,412	16,106	82	12,594
インド	13,559	14,236	82	11,398
インドネシア	4	160	55	2
イラン	643	663	73	468
イタリヤ	6	75	88	5
日本	100	83	128	128
北朝鮮	370	400	69	255
韓国	292	280	78	228
ヨーロッパ計	108	300	108	117
ブルガリヤ	9	55	88	8
ルーマニア	93	171	110	102
太平洋州計	5	33	111	5
ソ 連	860	786	61	521
				500

表 I-3-8-⑪ ジャガイモ

年	作付面積 1,000 ha		10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t	
	1969	1971	1969	1971	1969	1971
世 界 計	22,383	20,945	1,328	1,399	297,239	292,938
アフリカ計	379	560	770	781	2,920	4,377
ケニア	55	90	375	417	206	379
エジプト	30	60	1,657	1,617	496	970
南アフリカ	44	50	1,369	1,480	596	740
北・中アメリカ計	762	740	2,296	2,620	17,482	19,394
カナダ	121	112	1,911	2,293	2,312	2,498
メキシコ	46	52	1,063	1,256	489	653
USA	571	546	2,539	2,925	14,483	15,972
南アメリカ計	1,038	977	839	954	8,707	9,321
アルゼンチン	190	112	1,162	1,580	2,212	1,777
ボリビア	95	126	697	541	660	679
ブラジル	214	194	727	980	1,557	1,900
コロンビア	84	128	1,041	1,257	871	1,609
エクアドル	47	40	1,182	1,277	560	504
ペルー	293	250	641	640	1,877	1,600
アジア計	4,931	5,448	938	1,118	46,249	60,922
インドネシア	85	77	986	950	842	735
中国	3,663	3,904	875	1,057	32,029	41,646
インド	501	634	895	1,149	6,225	7,287
イラン	46	65	907	892	417	590
日本	164	197	2,126	1,900	3,490	3,742
北朝鮮	96	130	1,000	1,077	960	1,400
韓国	54	50	1,110	1,300	598	650
トルコ	160	190	1,238	1,526	1,984	2,900
ヨーロッパ計	7,199	6,109	1,765	1,875	127,059	114,535
チェコスロバキア	331	236	1,468	1,605	4,864	3,785
フランス	402	298	2,234	2,748	8,986	8,190
東ドイツ	643	564	1,623	1,770	10,432	9,976
西ドイツ	590	396	2,725	2,840	15,804	11,251
オーストリア	277	179	1,313	1,854	3,632	3,310
オランダ	153	170	3,517	3,377	5,367	5,752
ポーランド	2,707	2,400	1,663	1,721	45,012	41,300
ルーマニア	310	270	823	1,384	2,671	3,738
スウェーデン	389	379	1,281	1,465	4,985	5,553
スイス	270	232	2,722	2,844	7,359	6,998
ユーゴスラビア	328	315	920	906	3,020	2,854
大洋州計	55	43	1,969	2,301	1,082	990
ソ連	8,019	7,067	1,169	1,180	93,739	83,400

表 I-3-8-⑫ サツマイモ

年	作付面積 1,000 ha		10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t	
	1969 1971	1977	1969 1971	1977	1969 1971	1977
世 界 計	13,941	14,334	877	964	122,270	138,148
ア フ リ カ 計	755	829	608	634	4,589	5,253
ブ ル ネ イ	101	85	823	1,025	831	873
ケ ー ン ヤ	55	57	922	947	510	540
ル ワ ン ダ	65	90	579	772	379	695
ウ ガ ン ダ	133	137	520	482	693	660
北・中アメリカ計	167	160	741	763	1,240	1,219
キ ュ ー ベ	63	67	378	383	237	257
U S A	51	46	1,154	1,243	586	568
南アメリカ計	271	248	1,118	1,044	3,033	2,592
アルゼンチン	44	36	1,041	912	457	330
ブラジル	183	158	1,178	1,149	2,155	1,815
ア ジ ア 計	12,639	12,978	892	989	112,780	128,377
中 国	11,262	11,624	890	1,008	100,178	117,164
イ ン ド	225	231	1,005	676	2,260	1,561
インドネシア	361	315	613	779	2,215	2,453
日 本	134	66	1,936	1,950	2,590	1,279
韓 国	125	94	1,649	1,958	2,053	1,844
ベトナム	223	270	498	493	1,108	1,330
ヨーロッパ計	14	13	981	1,039	140	134
ポルトガル	9	8	778	793	69	65
太平洋州計	95	106	517	538	489	572
オーストラリア	82	92	424	450	246	416

表 I-3-8-⑬ タロイモ

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		収 穫 量 1,000 t		
		1961 1965	1975	1961 1965	1975	
世 界 計	613	816	558	552	3,421	4,502
ア フ リ カ 計	525	728	492	498	2,584	3,621
ガ ナ	104	150	752	933	782	1,400
象牙 短 岸	139	230	106	87	148	200
ナイ ジェ リ ア	260	320	576	563	1,497	1,800
ア ジ ア 計	64	55	1,007	1,121	644	619
日 本	40	35	1,281	1,429	509	500
中 国	4	3	584	908	22	23
大 洋 州 計	24	33	810	803	192	262
ニュージーランド	1	1	300	300	3	3
パプアニューギニア	19	26	862	840	166	219
西サモア	2	4	421	361	9	13
ソロモン	1	1	1,739	1,741	11	15

表 I-3-⑭ ヤ ム イ モ

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		取 穫 量 1,000 t
		1961 1965	1975	
世 界 計	2,138	2,110	700	957
アフリカ計	2,093	2,049	755	954
ベニニカ	58	59	900	1,034
エチオピア	55	62	396	436
ガナ	146	160	729	850
象牙海岸	154	200	798	850
ナイジェリア	1,511	1,350	777	1,111
スーダン	56	88	300	296
トーゴ	90	100	851	750
北・中アメリカ計	13	22	1,004	1,112
ジャマイカ	4	12	1,167	1,146
南アメリカ計	9	10	570	469
ペネズエラ	9	10	570	469
ブラジル計	13	15	829	1,135
日本	3	8	1,751	1,792
大洋州計	10	15	1,484	1,351
パプア	8	11	1,613	1,490
1961	1965	1975	1985	1975
16,243	15,893	19,539	20,186	

表 I-3-⑮ キ ャ ツ サ バ

年	作付面積 1,000 ha	10a 当り収量 kg		取 穫 量 1,000 t
		1969 1971	1977	
世 界 計	11,020	12,575	875	876
アフリカ計	6,085	6,731	654	688
アンゴラ	121	120	1,322	1,375
ガナ	343	300	677	833
モザンビーク	450	450	567	544
ナイジェリア	894	1,100	1,059	964
タンザニア	695	830	487	482
ザンベジ	1,493	1,760	688	689
北・中アメリカ計	104	115	638	644
南アメリカ計	2,483	2,759	1,387	1,161
ブラジル	2,042	2,233	1,466	1,187
コロンビア	185	251	748	843
パラグアイ	100	115	1,437	1,478
ブラジル計	2,331	2,951	914	1,116
インド	352	392	1,418	1,652
インドネシア	1,424	1,356	751	897
タイ	212	697	1,516	1,506
ベトナム計	133	180	715	833
ヨーロッパ計	17	19	1,088	1,107
太平洋州計	7	8	1,231	1,224
フィジー	7	8	1,019	1,077
1969	1971	1977	1985	1977
96,378	110,167	39,772	44,263	

(3) 我が国の作物生産

(農林水産省統計情報部の資料(1979年)による)

表 I-3-⑯ 水稻の生産状況
(昭和52年)

県	作付面積 ha	10a 当り収 kg	取 穫 量 t
北海道	196,300	504	990,200
道	85,200	567	483,100
青森	93,200	495	461,300
岩手	119,100	468	557,400
宮城	124,800	583	727,600
秋田	101,200	581	588,000
山形	105,500	490	536,600
福島	111,300	435	484,200
茨城	105,200	393	413,400
栃木	33,200	392	130,100
群馬	62,400	391	244,000
埼玉	87,600	449	393,300
千葉	3,180	342	1,090
東京	6,660	384	25,600
新潟	170,000	527	895,900
富山	64,000	504	322,600
石川	43,700	495	216,300
福井	42,300	515	217,800
山梨	10,700	452	48,400
長野	64,700	570	368,800
岐阜	50,400	430	216,700
静岡県	54,500	445	242,500
愛知県	59,200	454	268,800
三重	57,200	416	238,000
滋賀	54,000	493	266,200
京都	28,200	442	124,600
大阪	13,100	382	50,000
兵庫	74,900	421	315,300
奈良	19,400	425	82,500
和歌山	15,400	408	62,800
鳥取	25,500	459	117,000
徳島	38,700	438	169,500
高松	62,900	451	283,700
岡山	50,700	466	236,300
広島	48,100	458	220,300
山口	21,600	419	90,500
島根	27,600	450	124,200
岡山	29,300	451	132,100
広島	24,400	371	90,500
山口	77,000	491	378,100
徳島	47,900	531	254,300
高松	27,200	422	114,800
岡山	72,300	492	355,700
広島	45,200	451	203,900
山口	38,300	426	163,200
島根	46,600	426	198,500
山口	1,400	261	3,650
全 国 計	2,723,000	478	13,022,000

表 I-3-⑰ 陸稲の生産状況
(昭和52年)

県	作付面積 ha	10a 当り収 kg	取 穫 量 t
北海道	—	—	—
道	590	315	1,860
青森	503	240	1,210
岩手	221	164	362
宮城	178	238	424
秋田	62	237	147
山形	1,120	215	2,410
福島	11,400	228	26,000
茨城	4,740	204	9,670
栃木	893	204	1,820
群馬	941	189	1,760
埼玉	265	207	549
千葉	272	177	481
東京	501	207	1,040
新潟	124	172	213
富山	—	—	—
石川	—	—	—
福井	—	—	—
山梨	46	159	73
長野	19	226	43
岐阜	332	240	797
静岡県	309	237	732
愛知県	117	189	221
三重	145	137	199
滋賀	0	158	0
京都	0	105	0
大阪	—	—	—
兵庫	1	128	1
奈良	3	143	4
和歌山	—	—	—
鳥取	4	175	7
徳島	0	132	0
高松	8	150	12
岡山	3	133	4
広島	—	—	—
山口	73	126	92
島根	5	143	7
岡山	—	—	—
広島	2	95	2
山口	1	156	2
徳島	107	207	221
高松	2,896	207	5,810
岡山	2,606	223	1,300
広島	2,080	197	4,100
山口	4,980	227	11,300
全 国 計	33,500	218	73,000

表 I-3-18 コムギの生産状況 (昭和52年)

県	作付面積 ha	10a当り収 量 kg	収 穫 量 t
北海道	28,200	283	79,900
青森県	121	253	306
岩手県	1,180	263	3,100
宮城県	1,459	261	3,800
秋田県	1,860	192	3,570
山形県	50	253	1,200
福島県	475	342	16,100
茨城県	4,410	342	15,100
栃木県	3,770	389	14,600
群馬県	10,500	354	37,000
埼玉県	6,630	287	19,000
千葉県	1,201	230	2,760
東京都	523	306	1,600
新潟県	7	195	14
富山県	0	180	0
石川県	12	158	19
福井県	498	307	1,530
山梨県	450	271	1,220
長野県	131	259	339
岐阜県	273	273	750
静岡県	245	228	1,559
愛知県	177	264	467
三重県	7	223	16
滋賀県	16	194	31
京都府	0	180	1
大阪府	61	259	158
兵庫県	15	176	26
奈良県	10	211	21
和歌山県	4	200	8
鳥取県	155	234	363
徳島県	202	262	765
香川県	96	255	246
高松市	88	241	212
愛媛県	401	307	1,230
高知県	367	294	1,080
福岡県	249	93	232
佐賀県	45	182	82
熊本県	8,960	144	12,900
大分県	2,530	151	3,800
宮崎県	4,320	178	7,680
鹿児島県	4,577	217	9,900
沖縄県	1,180	211	2,500
全 国 計	86,000	275	236,400

表 I-3-19 エンバクの生産状況 (昭和52年)

県	作付面積 ha	10a当り収 量 kg	収 穫 量 t
北海道	7,020	231	16,200
青森県	51	...	...
岩手県	5	...	...
宮城県	...	...	...
秋田県	...	...	...
山形県	6	...	...
福島県	5	...	...
茨城県	...	...	...
栃木県	...	...	...
群馬県	...	...	...
埼玉県	...	...	...
千葉県	...	...	...
東京都	...	...	...
新潟県	...	...	...
富山県	...	...	...
石川県	0	...	...
福井県	...	...	...
山梨県	...	...	...
長野県	...	...	...
岐阜県	...	...	...
静岡県	...	...	...
愛知県	...	...	...
三重県	...	...	...
滋賀県	...	...	...
京都府	...	...	...
大阪府	...	...	...
兵庫県	...	...	...
奈良県	...	...	...
和歌山県	...	...	...
鳥取県	...	...	...
徳島県	...	...	...
香川県	...	...	...
高松市	...	...	...
愛媛県	...	...	...
高知県	...	...	...
福岡県	...	...	...
佐賀県	...	...	...
熊本県	...	...	...
大分県	...	...	...
宮崎県	...	...	...
鹿児島県	...	...	...
沖縄県	...	...	...
全 国 計	8,230	220	18,100

表 I-3-20 オオムギの生産状況 (昭和52年)

県	作付面積 ha	10a当り収 量 kg	収 穫 量 t	作付面積 ha	10a当り収 量 kg	収 穫 量 t	作付面積 ha	10a当り収 量 kg	収 穫 量 t	作付面積 ha	10a当り収 量 kg	収 穫 量 t
北海道	9	144	13	0	150	0	9,290	287	3,240	...	...	...
青森県	12	275	33	...	...	...	...	...	...	...	...	...
岩手県	416	284	1,180	...	...	...	...	...	...	...	...	...
宮城県	741	316	2,340	...	...	...	...	...	...	...	...	...
秋田県	1	260	21	...	...	...	...	...	...	...	...	...
山形県	2,120	268	5,680	...	...	...	...	...	...	...	...	...
福島県	3,560	376	13,400	...	...	...	...	...	...	...	...	...
茨城県	771	375	2,890	...	...	...	...	...	...	...	...	...
栃木県	254	385	978	...	...	...	...	...	...	...	...	...
群馬県	488	348	1,560	...	...	...	...	...	...	...	...	...
埼玉県	220	364	801	...	...	...	...	...	...	...	...	...
千葉県	5	440	22	...	...	...	...	...	...	...	...	...
東京都	130	295	384	...	...	...	...	...	...	...	...	...
新潟県	36	225	81	...	...	...	...	...	...	...	...	...
富山県	23	278	64	...	...	...	...	...	...	...	...	...
石川県	19	123	23	...	...	...	...	...	...	...	...	...
福井県	28	214	60	...	...	...	...	...	...	...	...	...
山梨県	113	343	388	...	...	...	...	...	...	...	...	...
長野県	413	421	1,740	...	...	...	...	...	...	...	...	...
岐阜県	11	255	28	...	...	...	...	...	...	...	...	...
静岡県	8	230	20	...	...	...	...	...	...	...	...	...
愛知県	3	268	8	...	...	...	...	...	...	...	...	...
三重県	0	200	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...
滋賀県	2	224	4	...	...	...	...	...	...	...	...	...
京都府	1	212	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...
大阪府	37	224	83	...	...	...	...	...	...	...	...	...
兵庫県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
奈良県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
和歌山県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
鳥取県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
徳島県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
香川県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
高松市	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
愛媛県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
高知県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
福岡県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
佐賀県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
熊本県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
大分県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
宮崎県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
鹿児島県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
沖縄県	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
全 国 計	9,710	336	32,600	14,800	261	38,700	53,300	252	134,500	...	...	...

表 I-3-② ソバの生産状況
(昭和52年)

県	作付面積 ha	10 a 当り 収量 kg	収量 t
北海道	441	277	1,220
青森	445	332	1,480
岩手	479	255	1,220
秋田	7	18	...
山形	7	75	...
福島	52	...	...
茨城	66	...	...
栃木	4	...	...
群馬	22	...	...
埼玉県	—	...	...
千葉県	9	...	...
東京都	0	...	...
神奈川県	0	...	...
新潟県	2	...	...
富山県	47	...	...
石川県	221	495	1,090
福井県	—	...	...
岐阜県	2	...	...
静岡県	0	...	...
愛知県	—	...	...
三重県	10	...	...
滋賀県	3	...	...
京都府	3	...	...
大阪府	11	...	...
兵庫県	7	...	...
奈良県	2	...	...
和歌山県	—	...	...
鳥取県	3	...	...
島根県	11	...	...
山口県	76	...	...
広島県	0	...	...
岡山県	0	...	...
徳島県	0	...	...
香川県	2	...	...
高松市	752	203	1,530
愛媛県	3	...	...
高知市	132	...	...
福岡県	62	...	...
佐賀市	4	...	...
熊本県	...	...	...
大分県	...	...	...
宮崎県	...	...	...
鹿児島市	...	...	...
沖縄県	...	...	...
全国計	3,090	263	8,130

県	作付面積 ha	10a 当り 収量 kg	収 穫 量 t
北海道	6,620	111	7,350
北海	465	68	316
道南	556	104	578
釧路	6	...	...
根室	154	...	...
釧路	20	...	...
釧路	385	...	...
釧路	985	103	1,010
釧路	354	...	...
釧路	137	...	...
釧路	60	...	...
釧路	19	...	...
釧路	30	...	...
釧路	222	...	...
釧路	14	...	...
釧路	60	...	...
釧路	54	...	...
釧路	62	...	...
釧路	469	99	464
釧路	7	...	...
釧路	157	...	...
釧路	6	...	...
釧路	0	...	...
釧路	—	...	...
釧路	5	...	...
釧路	14	...	...
釧路	—	...	...
釧路	18	...	...
釧路	94	...	...
釧路	287	...	...
釧路	58	...	...
釧路	113	...	...
釧路	441	...	...
釧路	18	...	...
釧路	49	...	...
釧路	283	...	...
釧路	12	...	...
釧路	8	...	...
釧路	125	...	...
釧路	409	83	360
釧路	44	...	...
釧路	1,100	140	1,540
釧路	2,710	180	4,880
釧路	—	...	...
計	16,600	122	20,200

表 I-3-23 ダイズおよびアズキの生産状況（昭和52年）

県	ダ	イ	ス	7	キ
	作付面積 ha	10a 当り取量 kg	取 穫 量 t	10a 当り取量 kg	取 穫 量 t
北海道	13,400	179	24,000	39,100	163
道	3,560	143	5,090	2,320	63,600
森手	7,240	133	9,630	2,770	2,250
宮城	4,590	117	5,370	1,020	2,160
秋田	3,860	146	5,640	1,370	2,775
山形	2,080	141	2,930	696	1,540
福島	5,590	124	6,930	2,560	1,640
茨城	2,660	124	3,300	1,220	2,200
栃木	2,854	111	3,948	1,120	964
群馬	619	120	743	1,537	1,010
茨城	897	99	888	685	462
栃木	655	104	723	603	452
群馬	74	119	78	91	549
山形	88	116	102	128	68
福島	3,230	135	4,360	1,310	108
新潟	518	127	865	147	1,140
山形	842	128	1,060	317	126
井	519	138	1,716	137	282
新潟	714	131	935	271	143
山形	3,790	155	5,870	833	192
岐阜	1,690	143	2,420	450	725
山形	810	124	1,000	321	83
新潟	2,270	132	1,680	212	374
山形	881	113	996	125	360
新潟	716	138	988	247	201
山形	518	121	677	351	84
新潟	124	127	1,397	4	105
山形	1,550	122	1,890	404	374
山形	455	135	614	100	315
山形	227	130	235	51	111
山形	617	130	802	213	47
山形	927	129	1,200	638	204
山形	1,790	154	2,760	922	632
山形	1,160	141	1,640	605	710
山形	653	115	751	327	629
山形	1,010	127	1,280	150	294
山形	268	153	410	54	135
山形	845	150	1,270	221	98
山形	281	90	253	94	223
山形	772	124	957	153	80
山形	454	146	636	238	86
山形	890	105	935	230	105
山形	125	125	2,070	1,550	89
山形	1,580	131	2,070	557	96
山形	1,900	119	1,070	397	93
山形	973	128	1,250	235	286
山形	35	123	43	6	234
山形	79,300	140	110,800	65,600	5
全国計					67,100

表Ⅰ-3-24 ラッカセイの生産状況
(昭和52年)

県	作付面積 ha	10a当り 収量 kg	取重量 t
北海道	128	—	—
青森	91	—	—
岩手	4	—	—
宮城	—	—	—
秋田	—	—	—
山形	—	—	—
福島	32	—	—
茨城	11,100	201	22,300
栃木	2,120	192	4,070
群馬	82	—	—
千葉	282	—	—
東京	15,100	204	30,800
神奈川	21	—	—
埼玉	931	157	1,460
新潟	84	—	—
山形	0	—	—
福島	9	—	—
山梨	4	—	—
長野	88	—	—
岐阜	27	—	—
静岡	85	—	—
愛知	675	181	1,220
三重	277	—	—
滋賀	165	—	—
京都	—	—	—
大阪	—	—	—
兵庫	—	—	—
奈良	—	—	—
和歌山	—	—	—
鳥取	—	—	—
徳島	—	—	—
高松	—	—	—
愛媛	—	—	—
高知	—	—	—
福岡	—	—	—
佐賀	—	—	—
大分	—	—	—
熊本	—	—	—
鹿児島	—	—	—
沖縄	—	—	—
全国計	35,000	197	68,900

表Ⅰ-3-25 ジャガイモの生産状況
(昭和52年)

県	作付面積 ha	10a当り 収量 kg	取重量 t	作付面積 ha	取重量 t
北海道	67,700	3,560	2,409,000	—	—
青森	2,600	1,700	44,200	—	—
岩手	2,080	1,630	33,900	—	—
宮城	2,700	2,030	54,800	—	—
秋田	1,590	1,830	29,100	—	—
山形	1,989	2,200	21,800	—	—
福島	4,330	2,130	92,200	—	—
茨城	1,840	1,800	33,100	—	—
栃木	1,270	1,750	22,200	—	—
群馬	2,210	1,950	43,100	—	—
千葉	2,500	1,700	42,500	—	—
東京	3,290	1,790	57,800	—	—
神奈川	744	1,750	13,000	—	—
埼玉	1,100	1,990	21,900	—	—
新潟	2,480	1,960	48,600	—	—
山形	2,411	1,990	4,200	—	—
福島	449	1,330	8,220	—	—
山梨	592	1,690	10,000	—	—
長野	712	1,660	11,800	—	—
岐阜	2,770	2,280	63,200	—	—
静岡	768	1,760	13,500	4	52
愛知	1,960	1,620	31,800	26	390
三重	1,230	1,370	16,900	70	770
滋賀	354	1,200	4,290	6	71
京都	377	1,310	4,940	7	69
大阪	415	1,160	4,810	—	—
兵庫	263	1,200	3,160	—	—
奈良	971	1,420	13,800	35	392
和歌山	556	1,220	6,780	—	—
鳥取	230	1,290	2,970	15	161
徳島	354	1,280	4,530	—	—
高松	456	1,460	6,660	2	24
愛媛	909	1,450	13,200	252	3,960
高知	1,100	1,550	17,200	908	13,560
福岡	389	1,490	5,800	46	557
佐賀	585	1,640	9,590	80	1,060
大分	531	1,590	8,180	143	1,990
熊本	904	1,540	14,400	139	1,560
鹿児島	358	1,160	4,150	45	477
沖縄	1,280	1,320	16,900	129	1,440
全国計	4,669	1,840	7,220	357	4,970
	4,890	1,890	92,400	2,940	3,930
	1,010	1,510	15,300	219	2,320
	78	1,510	6,790	87	1,180
	426	1,520	6,460	217	3,060
	1,610	1,400	23,300	525	7,040
	2	1,400	28	219	4,580
全国計	124,900	2,740	3,420,000	6,470	100,300

表Ⅰ-3-26 サツマイモ、サトイモおよびナガイモの生産状況
(昭和52年)

県	作付面積 ha	10a当り 収量 kg	取重量 t	作付面積 ha	取重量 t	作付面積 ha	取重量 t
北海道	12	—	—	—	—	—	—
青森	96	1,070	1,040	78	912	637	13,400
岩手	149	1,180	1,130	211	2,190	1,168	41,120
宮城	133	1,380	1,330	327	3,180	1,25	3,460
秋田	163	1,460	2,230	215	2,510	125	2,270
山形	201	1,200	2,240	201	1,730	225	3,770
福島	187	1,360	3,710	897	10,700	152	2,490
茨城	6,280	14,400	134,400	1,070	14,200	769	15,900
栃木	337	6,250	20,800	2,220	28,200	97	537
群馬	1,470	1,610	23,500	1,130	12,500	37	5,990
千葉	6,280	2,380	148,000	4,760	80,200	533	6,250
神奈川	565	1,580	8,590	411	8,690	283	4,310
埼玉	963	1,840	17,700	670	8,710	82	602
新潟	731	10,700	7,940	1,460	9,590	172	2,810
山形	216	1,560	3,370	165	2,800	32	453
福島	254	4,240	1,670	106	1,280	35	389
山梨	96	1,410	1,350	232	3,180	2	32
長野	1,760	1,210	188	3,480	3,480	36	513
岐阜	92	1,640	3,030	741	16,800	741	16,800
静岡	462	2,510	11,600	1,100	13,700	36	403
愛知	2,550	2,080	53,000	1,240	26	339	339
三重	1,610	1,770	28,500	196	19,600	131	1,690
滋賀	684	13,100	9,810	734	9,810	72	797
京都	208	3,330	224	2790	13	154	154
大阪	220	3,430	1,990	1,990	53	518	518
兵庫	168	1,340	2,250	428	8,630	2	16
奈良	459	1,460	6,700	250	3,420	197	1,650
和歌山	168	1,620	2,720	253	3,990	26	397
鳥取	406	1,800	7,310	164	2,300	2	20
徳島	296	1,630	4,820	189	2,780	199	4,540
高松	224	3,400	2,220	208	2,640	17	211
愛媛	441	1,520	3,400	346	4,010	28	391
高知	331	1,700	5,630	267	4,040	10	139
福岡	432	1,410	6,090	212	3,400	9	157
佐賀	1,320	2,080	27,500	257	3,940	1	12
大分	491	1,590	7,810	131	1,530	1	5
熊本	1,550	1,900	17,400	624	10,700	61	701
鹿児島	446	1,440	22,300	292	3,060	6	81
沖縄	446	1,550	6,910	412	5,140	50	691
全国計	2,099	2,130	63,600	318	5,520	6	117
	3,000	2,300	65,800	290	3,940	37	512
	2,678	1,870	12,700	1,685	16,800	31	569
	5,120	2,560	131,100	2,190	30,900	33	597
	19,300	2,600	501,800	1,940	21,900	13	203
	1,030	2,500	25,800	25	264	15	236
全国計	64,400	2,220	1,431,000	30,600	430,200	7,450	140,400

(4) 耕地の利用と農家人口

表 I-3-㉗ 世界の耕地と農家人口

Agr. Land Population

		耕地面積	総人口	農家人口	就業人口			耕地1ha 当り人口	耕地1ha 当り農業 就業人口
		Arable land	Total popula- tion	Agr. populati- on	Economically Active Population			Popula- tion per ha.	No. of working members engaging in farming in arg. per ha.
					計	内農業	割合		
					Total	in Agr.	Percent- age in Agr.		
		(1000ha)	(1000人)	(1000人)	(1000人)	(1000人)	(%)	(人)	(人)
日本	Japan	4,945	112,770	15,657	58,058	8,202	14.1	22.8	1.66
フランス	France	17,200	52,920	5,586	22,526	2,378	10.6	3.1	0.14
西ドイツ	Germany, Fed. Rep.	7,538	61,775	3,258	28,367	1,496	5.3	8.2	0.20
イタリア	Italy	9,330	56,190	7,848	21,116	2,949	14.0	6.0	0.32
イギリス	U. K.	6,905	55,970	1,291	25,871	597	2.3	8.1	0.09
ソ連	U. S. S. R.	227,300	256,700	51,087	129,154	25,704	19.9	1.1	0.11
カナダ	Canada	43,687	23,152	1,432	9,713	601	6.2	0.5	0.01
アメリカ	U. S.	207,376	215,120	5,666	95,798	2,523	2.6	1.0	0.01
中国	China	128,100	852,565	537,443	399,032	251,543	63.0	6.7	1.96
アジア計	Asia Total	451,599	2,305,880	1,403,090	958,076	580,504	60.6	5.1	1.29
世界計	World Total	1,415,467	4,043,320	1,940,290	1,674,710	792,238	47.3	2.9	0.56

(注) 耕地面積は1975年、その他は1976年。

Source: 「FAO Production Yearbook 1976」

表 I-3-㉘ 世界の土地利用状況

Land Use

Unit: 1000ha

	年 次 Year	総 面 積 Total area	農 地 Agr. land			森 林 Forests and Wood lands	そ の 他 Other land
			耕 地 Arableland	樹 園 地 Land under permanent crops	採草放牧地 Permanent meadows & pastures		
日 本 Japan	1975	37,231	4,945	628	430	25,043	6,057
フランス France	1975	54,703	17,200	1,610	13,450	14,610	7,722
西ドイツ Germany, Fed. Rep.	1975	24,858	7,538	521	5,244	7,162	3,938
イタリア Italy	1975	30,123	9,330	2,983	5,204	6,306	5,582
イギリス U. K.	1975	24,482	6,905	76	11,642	2,020	3,534
ソ 連 U. S. S. R.	1975	2,240,200	227,300	4,907	372,000	920,000	702,993
カ ナ ダ Canada	1975	997,614	43,687	80	25,100	322,271	530,969
アメリカ U. S.	1975	936,312	207,376	1,860	215,000	304,400	184,053
イ ン ド India	1975	328,048	162,500	4,700	12,550	67,400	49,548
中 国 China	1975	959,696	128,100	900	213,200	151,800	436,496
アジア計 Asia Total	1975	2,753,206	451,599	27,165	552,466	600,696	1,040,462
世 界 計 World Total	1975	13,392,015	1,415,467	90,672	3,046,404	4,156,355	4,366,428

Source: 「FAO Production Yearbook 1976」

表 I - 3 - ㊟ 世界の主要農・畜産物の生産量
Production of Main Crops and Livestock Products

単位 Unit : 1,000Ton

	穀類総計 Cereals Total	小 麦 Wheat	米 Rice	いも類計 Roots & Tubers Total	豆 類 計 Pulses Total	果 実 計 Fruits except Melon Total	牛 肉 Beef & Veal	豚 肉 Pig Meet	牛 乳 Cow Milk	鶏 卵 Hen Eggs
エジプト Egypt	8,123	1,960	2,530	1,039	355	2,179	132	2	655	71,800
ナイジェリア Nigeria	8,402	7	405	28,230	932	2,750	191	30	316	113,400
南アフリカ South Africa	9,808	2,060	3	790	79	2,882	400	90	2,560	162,300
カナダ Canada	44,739	23,523		2,651	137	631	1,157	476	7,693	297,327
アメリカ合衆国 U.S.A.	257,063	58,444	5,308	16,658	976	24,098	12,200	5,634	54,592	3,824,439
アルゼンチン Argentina	24,541	11,200	309	2,101	229	6,478	2,792	248	5,526	190,240
ブラジル Brazil	31,288	3,200	9,560	30,360	2,011	18,390	2,220	750	10,667	522,000
バングラデシュ Bangladesh	18,789	218	18,500	1,723	222	1,364	162		800	24,940
中国 China	242,716	43,003	116,570	155,875	11,449	5,609	1,502	10,137	3,807	3,733,900
インド India	126,831	28,336	70,500	15,410	12,956	16,457	72	58	8,400	82,400
インドネシア Indonesia	25,482		22,950	16,438	303	5,500	135	94	43	67,000
日本 Japan	15,788	222	15,292	5,172	153	7,278	298	1,057	5,265	1,815,000
韓国 Korea Rep.	9,215	82	7,250	2,601	49	621	76	113	122	168,000
タイ Thai land	17,835		14,900	8,207	363	2,306	96	200	4	139,800
トルコ Turkey	24,674	16,500	253	2,542	758	6,586	210	1	2,911	133,200
フランス France	32,275	16,089	37	4,673	150	15,285	1,799	1,648	29,890	755,000
西ドイツ Germany Fed.	19,135	6,702		9,808	48	3,876	1,366	2,449	22,165	899,640
イタリア Italy	16,837	9,528	976	3,066	372	18,933	1,006	790	9,160	640,000
ポーランド Poland	20,837	5,741		50,000	221	1,415	800	1,680	16,800	476,000
ルーマニア Romania	19,786	6,730	32	3,150	121	2,601	260	760	4,360	270,000
イギリス U.K.	13,466	4,773		4,789	192	623	1,038	840	14,388	802,000
オーストラリア Australia	17,752	12,000	417	699	132	2,108	1,783	176	6,471	183,028
ソ連 U.S.S.R.	214,312	96,900	2,100	85,100	9,700	14,877	6,200	4,500	88,700	3,040,800
アフリカ計 Africa Total	69,705	10,790	7,970	76,205	5,052	29,622	2,401	305	9,399	776,763
北・中アメリカ計 N-C America Total	322,631	85,370	6,993	22,113	2,956	41,126	14,514	6,724	69,003	4,831,552
南アメリカ計 South America Total	66,252	16,110	13,568	44,675	2,734	40,094	6,708	1,376	24,085	1,100,252
アジア計 Asia Total	566,108	110,679	312,541	217,644	28,380	62,863	3,325	12,894	26,323	7,173,274
ヨーロッパ計 Europe Total	219,503	85,202	1,766	109,738	2,484	69,372	10,159	15,630	163,802	6,661,163
オセアニア計 Oceania Total	18,837	12,427	448	2,416	216	3,482	2,408	238	13,065	238,209
世界計 World Total	1,477,348	417,478	345,386	557,891	51,522	261,436	45,715	41,667	394,376	23,822,013

Source : 「FAO Production Yearbook 1976」

（新農林社（1978）'79農業機械年鑑：1～232

表 I-3-③ 我が国の農地と農家人口

総理府統計局『日本統計年鑑』、及び農林水産省統計情報部資料による。

Source: *Japan Statistical Yearbook*, Bureau of Statistics, Office of Prime Minister, Statistics & Information Department, Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries.

区 分 Classification	1965	1970	1974	1975	1976	1977	1978
総面積 (1 000 ha) Total area (in thou. ha)	¹⁾ 36 978	37 746	37 748	37 753	37 758	37 762	37 764
耕地面積 Cultivated land	¹⁾ 6 004	¹⁾ 5 796	5 615	5 572	5 536	5 515	5 494
田 Paddy field	¹⁾ 3 391	¹⁾ 3 415	3 209	3 171	3 144	3 133	3 108
畑 Upland field	¹⁾ 2 614	¹⁾ 2 381	2 406	2 402	2 392	2 382	2 386
普通畑 Normal upland field	¹⁾ 1 948	¹⁾ 1 495	1 312	1 289	1 271	1 248	1 236
樹園地 Land under permanent crops	¹⁾ 526	¹⁾ 600	637	628	615	604	595
牧草地 Temporary meadows	¹⁾ 140	¹⁾ 286	457	485	506	530	554
林野面積 Forest and wood land area	¹⁾ 25 609	¹⁾ 25 285	...	25 011	...	...	...
総世帯数 (1 000 戸) Total households (in thou.)	¹⁾ 24 082	27 870	²⁾ 32 628	32 141	¹⁾ 33 911	²⁾ 34 380	²⁾ 34 859
農家数 Farm households	¹⁾ 5 665	5 402	5 081	4 953	4 891	4 835	4 788
専業農家数 Full-time farm households	¹⁾ 1 219	845	639	616	659	643	620
兼業農家数 Part-time farm households	¹⁾ 4 446	4 557	4 442	4 337	4 233	4 192	4 168
1 種兼業 Mainly engaged in farming	¹⁾ 2 081	1 814	1 230	1 259	1 002	931	884
2 種兼業 Mainly engaged in other jobs	¹⁾ 2 365	2 743	3 212	3 078	3 231	3 261	3 284
総人口 (1 000 人) Total population (in thou.)	¹⁾³⁾ 98 275	³⁾ 103 720	⁴⁾ 110 573	³⁾ 111 940	⁴⁾ 113 089	⁴⁾ 114 154	115 174
農家人口 Farm population	¹⁾ 30 083	26 282	24 085	23 197	22 895	22 551	22 345
男 Male	¹⁾ 14 612	12 701	11 621	11 242	11 084	10 929	10 796
女 Female	¹⁾ 15 472	13 580	12 465	11 955	11 811	11 622	11 439

注: 1) は沖縄県を除く。2) は自治省調べ。3) は国勢調査人口。4) は国勢調査人口を基準とした推定人口。

Notes: 1) Excl. Okinawa Pref. 2) Data by Ministry of Home Affairs.

3) Population Census.

4) Estimated population based on the results of Population Census.

表I-3-③1 耕 地 面 積 (1977年)

Cultivated Land Area

単位, Unit: ha

年 次・県 名 Year・Prefecture	総 計 Grand total	田 Paddy field	畑 Upland field				耕 地 率 ※ %
			小 計 Total	普 通 畑 Nomal field	樹 園 地 Orchard	牧 草 地 Grass land	
1965	6,004,000	3,391,000	2,614,000	1,948,000	526,000	140,000	16.2
1970	5,796,000	3,396,000	2,600,000	1,901,000	543,000	157,000	15.7
1974	5,615,000	3,209,000	2,406,000	1,312,000	636,800	457,100	15.1
1975	5,572,000	3,171,000	2,402,000	1,289,000	618,000	485,200	15.0
1976	5,536,000	3,144,000	2,392,000	1,271,000	615,200	505,900	14.9
1977	5,515,000	3,313,000	2,382,000	1,248,000	604,000	530,200	14.8
北海道 Hokkaido	1,099,000	272,800	825,700	400,600	5,640	419,500	14.0
青森 Aomori	167,800	96,600	71,200	27,100	27,200	16,900	17.5
岩手 Iwate	169,000	105,000	64,100	33,100	7,590	23,400	11.1
宮城 Miyagi	161,400	126,800	34,600	21,400	5,610	7,620	22.1
秋田 Akita	163,400	139,500	23,900	14,300	4,760	4,820	14.1
山形 Yamagata	148,300	112,100	36,200	13,000	18,500	4,700	15.9
福島 Fukushima	197,000	123,000	74,000	39,900	28,000	6,090	14.3
茨城 Ibaraki	216,400	120,100	96,300	78,200	16,400	1,670	35.5
栃木 Tochigi	148,300	113,600	34,700	26,100	5,590	2,960	23.1
群馬 Gumma	105,400	39,200	66,200	33,500	30,100	2,610	16.6
埼玉 Saitama	116,900	66,100	50,800	30,500	19,800	477	30.8
千葉 Chiba	159,900	94,000	65,900	59,300	5,220	1,390	31.2
東京 Tokyo	14,100	1,240	12,900	10,500	2,170	244	6.6
神奈川 Kanagawa	28,800	8,010	20,800	14,000	6,650	146	12.0
新潟 Niigata	215,700	189,300	26,400	20,600	4,800	989	17.1
富山 Toyama	75,200	71,800	3,430	2,430	737	265	17.7
石川 Ishikawa	57,000	47,500	9,520	5,560	2,970	986	13.6
福井 Fukui	51,000	46,600	4,440	3,390	787	264	12.2
山梨 Yamanashi	42,000	13,200	28,800	5,570	22,100	1,170	9.4
長野 Nagano	154,100	80,300	73,800	36,500	32,600	4,650	11.3
岐阜 Gifu	77,700	58,600	19,100	10,400	7,550	1,150	7.3
静岡 Shizuoka	104,700	39,000	65,700	20,800	43,000	1,960	13.5
愛知 Aichi	102,100	66,400	35,600	25,400	9,440	816	19.9
三重 Mie	83,100	63,900	19,200	9,510	9,550	121	14.4
滋賀 Shiga	66,100	59,700	6,370	3,790	2,250	326	16.5
京都 Kyoto	40,600	32,600	7,980	3,960	3,980	36	8.8
大阪 Osaka	23,200	17,100	6,200	1,150	5,040	8	12.5
兵庫 Hyogo	100,100	89,300	10,800	6,600	3,750	426	12.0
奈良 Nara	32,100	24,000	8,130	3,690	4,420	24	8.7
和歌山 Wakayama	45,400	18,600	26,800	2,440	24,300	61	9.6
鳥取 Tottori	46,100	30,900	15,200	8,870	5,460	867	13.2
島根 Shimane	58,600	44,500	14,100	9,320	3,790	957	8.8
岡山 Okayama	97,700	74,100	23,600	14,900	6,800	1,890	13.8
広島 Hiroshima	86,000	59,900	26,100	11,300	12,500	2,260	10.2
山口 Yamaguchi	71,900	56,300	15,600	7,140	7,780	681	11.8
徳島 Tokushima	44,000	25,300	18,700	6,550	11,700	477	10.6
香川 Kagawa	45,600	33,300	12,300	3,100	9,060	118	24.3
愛媛 Ehime	81,800	33,800	48,000	7,830	39,800	366	14.4
高知 Kochi	43,700	30,500	13,200	4,710	8,080	407	6.1
福岡 Fukuoka	118,000	88,400	29,600	9,320	19,600	687	23.8
佐賀 Saga	75,700	52,300	23,400	4,210	18,800	436	31.3
長崎 Nagasaki	72,100	30,800	41,300	20,800	19,900	616	17.6
熊本 Kumamoto	149,200	86,500	62,700	27,900	29,100	5,720	20.2
大分 Oita	80,700	51,600	29,100	11,300	16,000	1,840	12.7
宮崎 Miyazaki	87,400	45,000	42,400	28,700	12,000	1,660	11.3
鹿児島 Kagoshima	150,100	52,700	97,400	73,700	19,200	4,510	16.4
沖縄 Okinawa	41,300	1,290	40,000	35,200	3,880	910	18.4

※) 耕地率は総耕地面積÷総土地面積。

農林水産省「昭和52年、耕地及び作付面積統計」より

Source: "Survey of Cultivated Land and Planted Area" by the Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries

表 I - 3 - ㊟ 農作物作付延面積 (1977 年)

Area of Land Planted Selected Crop

単位, Unit : ha

年次・県名 Year・Prefecture	作付延面積 Aggregate of planted areas of crops	稲 Rice	麦類 Wheat & barley ※	かんしょ Sweet potatoes	春植ば れいしょ Potatoes planted in spring	雑穀 Miscellaneous cereals
1960	8,082,000	3,308,000	1,520,000	329,800	204,300	143,600
1965	7,430,000	3,255,000	966,800	256,900	202,000	83,500
1970	6,311,000	2,923,000	482,800	128,700	150,600	36,500
1974	5,752,000	2,724,000	177,100	67,500	131,500	31,100
1975	5,755,000	2,764,000	181,100	68,700	132,600	25,600
1976	5,730,000	2,779,000	179,400	65,600	131,000	20,300
1977	5,707,000	2,757,000	172,100	64,400	124,900	21,000
北海道	1,077,000	196,300	38,500	—	67,700	7,200
青森	165,300	85,800	207	12	2,600	955
岩手	168,100	93,700	1,640	96	2,080	1,700
宮城	161,800	119,300	1,200	149	2,700	13
秋田	157,800	125,000	1,860	153	1,590	173
山形	143,900	101,300	32	187	989	27
福島	200,300	110,600	2,650	273	4,330	472
茨城	233,200	122,700	14,440	6,280	1,840	1,040
栃木	164,200	109,900	12,400	337	1,270	367
群馬	124,400	34,100	12,500	470	2,210	208
埼玉	127,800	63,300	8,410	1,620	2,500	64
千葉	171,900	87,900	2,860	6,260	3,230	23
東京	13,500	1,200	214	565	744	19
神奈川	31,400	7,160	739	963	1,100	30
新潟	207,000	170,100	43	731	2,480	244
富山	70,700	64,000	23	216	211	14
石川	56,500	43,700	19	254	449	60
福井	49,200	42,300	40	96	592	57
山梨	44,500	10,700	723	69	712	114
長野	146,800	64,700	916	92	2,770	692
岐阜	77,000	50,700	254	462	768	37
静岡	106,900	34,800	494	2,550	1,960	170
愛知	109,300	59,300	339	1,610	1,230	11
三重	79,100	57,300	281	684	354	0
滋賀	65,000	54,000	47	208	377	1
京都	40,600	28,200	44	220	415	5
大阪	23,900	13,100	0	168	263	—
兵庫	100,700	74,900	439	459	971	24
奈良	30,900	19,400	30	168	556	2
和歌山	47,200	15,400	16	406	230	3
鳥取	46,800	25,500	114	296	354	30
島根	55,600	38,700	333	224	456	103
岡山	100,300	62,900	2,580	441	909	291
広島	83,000	50,700	296	331	1,100	63
山口	69,400	48,100	504	432	389	133
徳島	55,700	21,700	3,710	1,320	585	511
香川	53,600	27,600	4,750	491	531	25
愛媛	89,500	29,300	2,950	914	904	188
高知	48,400	24,400	53	1,550	358	399
福岡	131,500	77,000	13,300	446	1,280	15
佐賀	92,700	47,900	12,800	239	469	11
長崎	83,600	27,300	4,590	3,000	4,890	153
熊本	173,800	75,200	8,520	2,860	1,010	1,240
大分	88,600	45,800	5,140	678	447	50
宮崎	119,100	40,400	5,250	5,120	426	1,250
鹿児島	179,900	51,600	5,900	19,300	1,610	2,800
沖縄	40,100	1,400	7	1,030	2	12

注) ※小麦, 6条大麦, 2条大麦, 裸麦, えん麦, らい麦の子実(青刈兼用も含む)。

豆 類	果 樹	野 菜	工 芸 作 物	桑	飼 肥 料 作 物	Year
Pluses	Fruits and nuts	Vegetables	Industrial crops	Mulberry	Forage and manure crops	Prefecture
641,900	250,700	573,200	427,100	165,700	506,200	1960
485,200	355,900	691,500	364,600	163,800	610,800	1965
337,700	416,200	687,500	256,500	163,100	735,600	1970
285,300	435,400	641,600	239,200	158,100	861,400	1974
257,100	430,400	631,700	241,800	150,600	871,900	1975
238,300	422,600	626,300	240,100	143,400	883,600	1976
232,000	415,100	630,200	248,900	136,000	906,000	1977
94,500	5,820	53,400	50,000	2	563,900	Hokkaido
6,280	26,900	15,400	3,900	478	22,800	Aomori
10,200	5,020	10,900	5,630	3,190	33,900	Iwate
5,650	3,400	12,000	2,060	3,250	12,100	Miyagi
5,440	5,050	9,870	1,590	230	6,830	Akita
2,970	14,300	10,400	1,900	5,310	6,520	Yamagata
8,240	11,500	21,300	9,970	17,200	13,800	Fukushima
1,5600	10,500	38,800	7,900	6,190	7,890	Ibaraki
4,280	3,260	16,300	3,280	3,130	9,730	Tochigi
1,510	3,070	24,500	6,340	30,100	9,370	Gumma
2,170	4,010	24,500	4,390	13,200	3,690	Saitama
16,900	4,740	41,900	1,480	1,090	5,600	Chiba
201	1,600	6,910	566	338	1,070	Tokyo
1,200	5,480	11,400	363	731	2,210	Kanagawa
5,210	3,410	17,300	2,830	1,760	2,940	Niigata
691	829	3,240	406	81	932	Toyama
1,390	2,610	4,950	1,110	307	1,640	Ishikawa
755	883	3,450	318	87	612	Fukui
1,150	12,000	6,140	824	10,200	1,770	Yamanashi
5,160	18,300	26,800	2,210	13,100	12,000	Nagano
2,350	3,820	9,860	1,780	2,950	3,960	Gifu
1,920	20,400	16,300	22,000	267	6,060	Shizuoka
1,850	7,560	30,000	1,620	657	5,160	Aichi
1,250	4,690	7,870	4,400	1,050	1,270	Mie
1,030	1,120	4,920	1,440	447	1,370	Shiga
1,010	1,720	6,090	1,850	492	545	Kyoto
147	4,410	5,760	21	—	60	Osaka
2,350	3,860	12,900	662	665	3,420	Hyogo
637	2,690	5,380	1,510	69	437	Nara
383	22,300	7,530	322	93	502	Wakayama
1,110	5,520	7,060	1,660	387	4,750	Tottori
1,800	2,740	4,600	1,810	1,390	3,470	Shimane
3,180	6,550	9,910	3,680	493	9,440	Okayama
2,230	11,700	8,870	1,720	214	5,730	Hiroshima
1,110	8,300	7,080	1,010	82	2,260	Yamaguchi
1,420	8,320	10,900	2,370	2,070	2,840	Tokushima
821	7,680	7,550	2,590	94	1,450	Kagawa
1,670	35,500	8,860	2,190	1,560	5,380	Ehime
529	5,390	7,100	4,220	1,510	2,880	Kochi
1,340	15,800	14,100	3,800	106	4,300	Fukuoka
872	16,600	7,170	2,220	158	4,250	Saga
1,540	16,400	12,000	3,040	1,630	9,030	Nagasaki
4,380	22,100	17,700	13,300	3,440	24,000	Kumamoto
2,470	14,000	8,080	3,100	1,550	7,280	Oita
2,620	9,500	13,100	5,290	1,800	34,300	Miyazaki
2,290	10,200	16,000	26,000	2,720	41,500	Kagoshima
248	3,600	4,420	28,200	105	1,090	Okinawa

農林水産省「昭和52年産農作物作付延べ面積及び耕地利用率」より

Source: "Crop Statistics" by the Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries

新農林社(1978)'79農業機械年鑑: 1~232

表 I - 3 - ③ 農業生産物の生産量

Production of Agricultural Products

単位, Unit: ton

	1970	1973	1974	1975	1976	1977
麦 類 Wheat and barley						
4 麦計 Total of wheat and barley	1,046,000	418,600	464,800	461,600	432,700	442,200
小麦 Wheat	473,600	202,300	231,700	240,700	222,400	236,400
6 条大麦 Six-row barley	148,100	46,800	36,900	37,100	34,900	32,600
2 条大麦 Two-row barley	269,400	124,300	144,800	137,000	135,200	134,500
裸麦 Naked barley	155,000	45,200	51,400	46,800	40,200	38,700
えん麦 Oats	61,400	41,000	37,100	28,200	21,500	18,100
い も 類 Potatoes and sweet potatoes						
かんしょ Sweet potatoes	2,564,000	1,550,000	1,435,000	1,418,000	1,279,000	1,431,000
春植ばれいしょ Spring-planted potatoes	3,488,000	3,302,000	2,821,000	3,155,000	3,635,000	3,420,000
雑穀・豆類 Miscellaneous cereals and pulses						
だいず(乾燥子実) Soybeans, dried	126,000	118,200	132,800	125,600	109,500	119,500
あずき "Azuki" red beans	109,000	144,100	129,400	88,400	60,400	87,100
いんげんまめ(乾燥子実) Kindney beans, dried	123,700	77,900	71,600	67,200	83,400	84,800
らっかせい Peanuts	124,200	97,200	90,500	79,500	65,400	68,900
野 菜 Vegetables						
だいこん Japanese radishes	2,748,000	2,681,000	2,724,000	2,545,000	2,663,000	2,758,000
にんじん Carrots	495,500	471,400	513,800	495,200	543,100	585,300
はくさい Chinese cabbages	1,739,000	1,779,000	1,712,000	1,607,000	1,664,000	1,743,000
きゃべつ Cabbages	1,437,000	1,387,000	1,433,000	1,432,000	1,451,000	1,532,000
ほうれんそう Spinaches	362,900	343,700	334,900	345,900	329,400	351,000
ねぎ Welsh onions	613,900	556,300	554,500	554,600	537,100	555,600
なす Eggplants	721,500	713,700	662,400	668,400	623,400	658,000
きゅうり Cucumbers	964,600	1,001,000	962,400	1,023,000	990,000	1,068,000
すいか Water melons	1,004,000	1,206,000	1,082,000	1,167,000	1,114,000	1,154,000
さといも Taroos	542,100	384,600	430,300	370,200	425,400	429,900
たまねぎ Onions	972,500	993,900	1,031,000	1,032,000	1,123,000	1,120,000
果 樹 Fruits and nuts						
みかん(温州) "Unshu" mandarin	2,552,000	3,389,000	3,383,000	3,665,000	3,089,000	3,539,000
りんご Apples	1,021,000	962,700	850,400	897,900	879,400	958,800
ぶどう Grapes	234,200	271,000	294,900	284,200	304,100	326,500
日本なし Japanese pears	444,800	479,900	507,600	460,500	493,000	518,300
もも Peaches	279,300	281,000	263,200	270,600	267,100	273,200
うめ Mume apricots	67,600	60,200	72,300	62,500	57,100	67,800
かき Japanese persimmons	342,700	347,200	283,600	274,700	264,100	275,400
くり Chestnuts	48,300	63,100	58,000	59,800	56,200	59,100
工 芸 作 物 Industriar crops						
なたね(子実) Rapeseed, grain	30,100	12,700	9,100	7,270	6,210	5,190
葉たばこ Leaf tobacco	150,400	157,200	151,300	165,700	176,200	173,200
い Rush	99,100	105,700	122,200	91,000	86,100	94,600
茶 Tea(Raw leaves)	378,905	424,843	407,654	449,800	430,700	441,200
こんにゃくいも "Konnyaku-imo" elephant foot	114,200	101,000	97,600	105,300	106,500	99,500
てんさい Sugar beets	2,332,000	2,951,000	1,878,000	1,759,000	2,169,000	2,333,000
さとうきび Sugar cane	680,800	664,600	1,825,000	1,973,000	1,981,000	2,328,000
飼 料 作 物 Feed and forage crops						
牧草 Grass	17,506,000	23,161,000	25,438,000	25,368,000	25,167,000	27,530,000
青刈とうもろこし Soiling maize	3,483,000	3,675,000	3,809,000	3,908,000	3,873,000	45,380,000
養蚕 取繭量 Cocoon production	111,736	108,154	101,948	91,219	87,838	79,261
畜 産 Livestock and poultry						
生乳生産量 Raw milk production	4,761,469	4,908,359	4,868,172	4,961,017	5,262,419	5,734,988
飲用牛乳等向処理 For drinking milk	2,623,451	2,943,265	2,975,564	3,129,864	3,313,676	3,547,704
乳製品向処理 For milk products	1,962,244	1,830,938	1,765,639	1,712,514	1,830,289	2,066,831
鶏卵生産量 Production of eggs	1,733,669	1,800,186	1,798,553	1,787,845	1,859,418	1,878,414

農林水産省「第53次農林省統計表」、農林省「52年産作物統計」、その他より
Source: "Statistical Yearbook of Ministry of Agriculture and Forestry", Crop Statistics
by the Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries

(5) 世界の食料需給

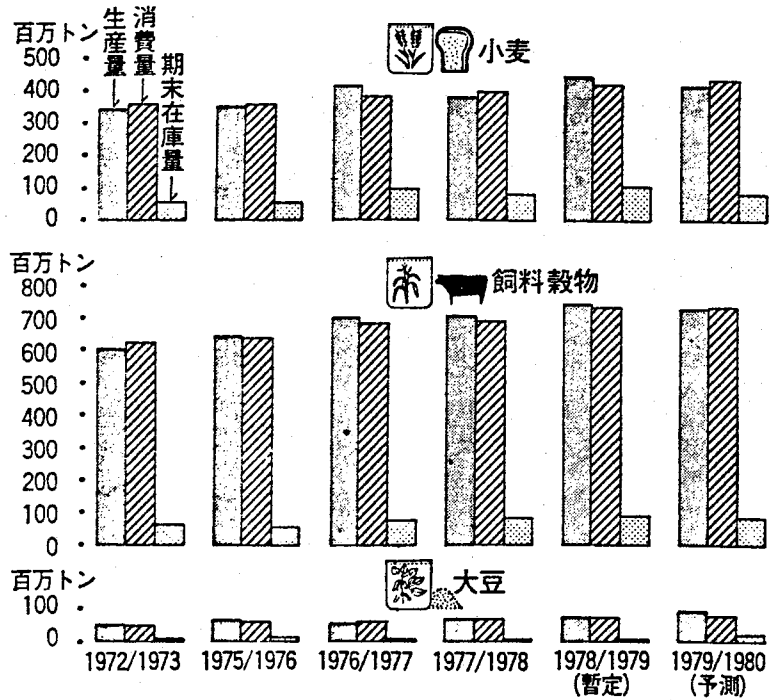


図 I - 3 - ⑧ 穀物の国際需給

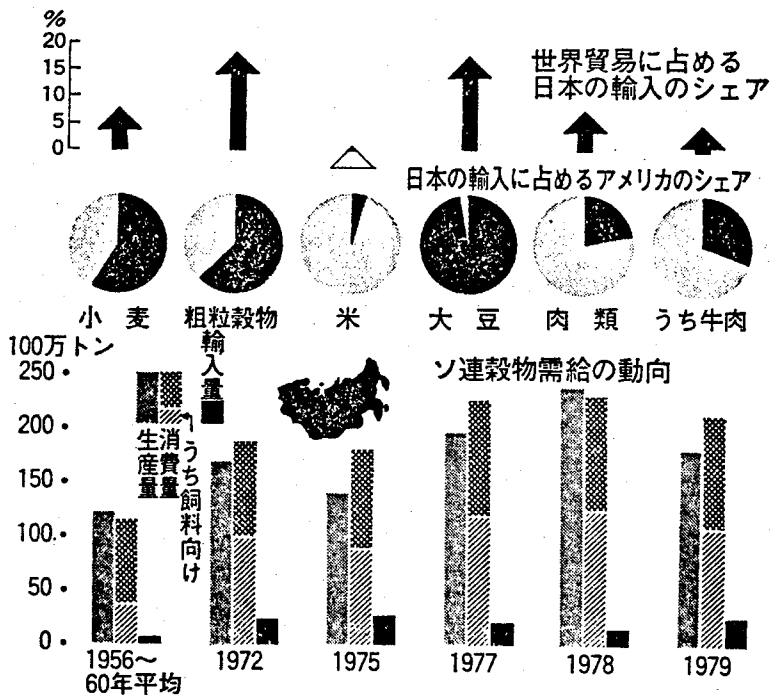


図 I - 3 - ⑨ 農産物の国際貿易

表 I - 3 - ③ おもな国の食糧供給高と食糧自給率

単位：供給高（万トン），自給率（％）

国	調査年	小麦・ライ麦		米（精 米）		その他穀物	じゃがいもなど	豆 類	肉
		供給高	自給率	供給高	自給率	自給率	自給率	自給率	自給率
日本	70	521	9	1,104	104	6	97	12	89
中国	64～66	3,135	82	5,768	101	100	100	97	100
イギリス	70～71	944	45	12	—	71	—	17	68
フランス	69～70	1,006	147	16	40	147	103	53	92
西ドイツ	69～70	1,009	87	11	—	74	82	25	87
イタリア	69～70	1,038	93	△ 265	159	49	92	94	78
デンマーク	70～71	62	104	1	—	90	103	122	351
ソ連	64～66	8,238	112	67	57	103	100	99	99
エジプト	68～69	346	44	97	173	100	124	107	92
アメリカ	70	2,183	176	102	293	101	106	95	99
カナダ	70	* 447	513	5	—	* 110	105	55	101
ブラジル	70	412	44	500	102	104	101	112	105
アルゼンチン	69	410	140	8	238	204	102	110	127
オーストラリア	69～70	238	443	3	459	—	102	△ 38	158

＜注＞ △66～68年。＊67年

国連統計

（社）科学技術と経済の会（1980）食糧・農業関連情報，技術と経済 通巻161号：61～81

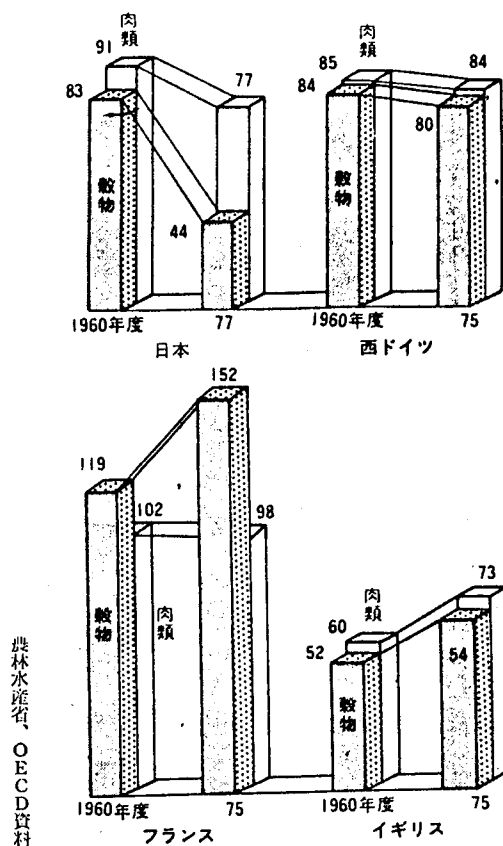


図 I - 3 - ⑩ 主要国の食糧自給率（単位：％）

（社）科学技術と経済の会（1980）食糧・農業関連情報，技術と経済 通巻161号：61～81

表 I-3-(34) 地域別反すう動物関連の飼料資源量 (ウインロック推定)

粗飼料と穀物

(単位: 1000kcal)

	粗飼料						穀物	
	永年性牧草地		耕地		非農用地		1970	2000
	1970年	2000	1970	2000	1970	2000		
北アメリカ	470	515	615	700	175	125	205	335
中央アメリカ	215	350	60	70	30	15	3	5
南アメリカ	1,130	1,170	230	295	230	110	15	15
西ヨーロッパ	310	310	220	220	40	30	95	170
東ヨーロッパ	115	145	85	85	10	10	35	65
ソ連	300	310	575	670	15	15	50	100
中国	250	360	75	85	20	15	2	5
北アフリカ, 中東	180	200	150	230	15	10	5	15
中央アフリカ	850	900	240	300	310	300	1	1
南アフリカ	190	205	25	30	15	15	3	5
インド	15	55	415	450	15	10	3	15
南・東南アジア	70	445	220	245	130	50	1	5
日本	5	10	25	25	1	1	5	15
太平洋地域	580	495	175	360	10	10	15	15
その他	140	140	5	10	3	3	1	1
計	4,820	5,610	3,115	3,775	1,019	719	439	767

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三・立花一雄監訳, 1981) (1981) 西暦 2000 年の地球 2, (社) 家の光協会: 1~526

表 I-3-(35) 地域別反すう動物関連の飼料資源量 (ウインロック推定)

(単位: 1000kcal)

	その他の資源									
	農業関連工業副産物		油料種子		穀物かす		計		割合 (%)	
	1970年	2000	1970	2000	1970	2000	1970	2000	1970	2000
北アメリカ	15	20	25	55	440	500	1,945	2,250	16	15
中央アメリカ	1	1	1	1	65	80	375	522	3	4
南アメリカ	5	10	2	5	195	325	1,807	1,930	14	13
西ヨーロッパ	10	15	25	55	275	280	975	1,080	8	7
東ヨーロッパ	5	10	5	10	175	180	430	505	3	3
ソ連	25	30	10	15	370	430	1,345	1,570	11	11
中国	5	5	1	1	540	595	893	1,066	7	7
北アフリカ, 中東	5	20	2	2	110	135	467	612	4	4
中央アフリカ	10	10	1	1	130	160	1,542	1,672	12	11
南アフリカ	1	1	1	1	25	35	260	292	2	2
インド	30	65	5	5	270	350	753	950	6	7
南・東南アジア	10	20	1	1	235	300	667	1,066	5	7
日本	2	2	2	10	45	45	85	108	1	1
太平洋地域	3	5	1	1	35	105	819	991	6	7
その他	1	1	1	1	35	40	186	196	2	1
計	128	215	83	164	2,945	3,560	12,549	14,810	100	100

資料) H. A. Fitzhugh, H. J. Hodgson, O. J. Seoville, T. D. Nguyen, and T. C. Byerly. The Role of Ruminants in Support of Man, Morrilton, Ark.: Winrock Livestock Research and Training Center, Apr. 1978.

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三・立花一雄監訳, 1981) (1981) 西暦 2000 年の地球 2, (社) 家の光協会: 1~526

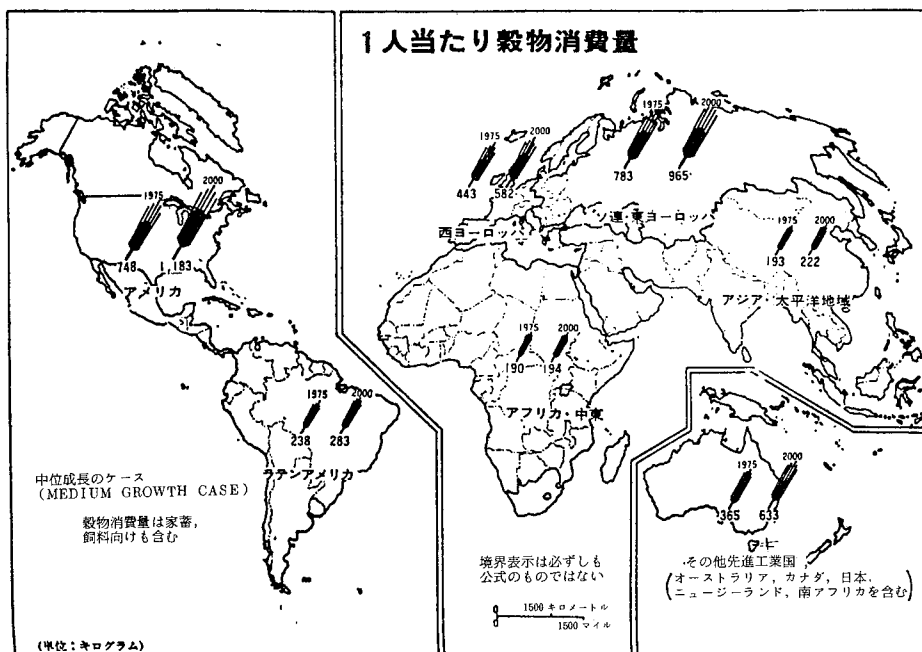
しばしば、産業社会的文化圏に住む世界人口のわずかな部分（たとえば6パーセント）が、世界資源のつくりあいなほど大きな部分（たとえば60パーセント）を消費しているといわれている。この指摘は、なるほど一般的意味あいにおいては真実であるけれども、よく引用されるパーセンテージという数字については、指摘されてきたよりは少なめになっている。産業的社会における「平均的」人間の資源消費（たとえば産業エネルギー）と伝統的社会における「平均的」人間のそれとを比較するさいの主な困難の一つは、産業的社会の人間が資源の非常に大きな部分を、究極的には輸出され他国において「消費される」財を生産するために使用している、ということである。食糧は、おそらく、直接に比較するのがもっとも容易な資源であるといえよう。というのは、工業生産物として輸出される人間エネルギー量に比較して、食糧として輸出される人間エネルギー（食糧消費の最終生産物）量が、きわめて少量にすぎないからである。表Ⅰ-3-(36)は、もっとも人口稠密な20

表Ⅰ-3-(36) 人口稠密な20か国における1人当たり年間穀物消費量^{a)}(1975年)

(単位: キログラム)			
アメリカ	708	日本	274
ソ連	645	ブラジル	239
スペイン	508	タイ	225
フランス	446	中国	218
西ドイツ	441	バングラデシュ	203
トルコ	415	パキスタン	171
イタリア	413	フィリピン	157
イギリス	394	インドネシア	152
メキシコ	304	インド	150
エジプト	286	ナイジェリア	92

注) a) 直接的消費と間接的消費(肉、牛乳、卵として)の両方を含む。
資料) Lester R. Brown, *The Twenty-Ninth Day*, New York: Norton, 1978, p. 200.

か国における1人当たり食糧消費量と産業エネルギー消費量に関するデータを示したものである。相対的に「産業社会的」な国々では、相対的に「伝統社会的」な国々よりも、1人当たりの食糧ならびにエネルギー消費量が明らかに大きいという傾向がある。



図Ⅰ-3-⑪ 主要国における1人当たり年間穀物消費量

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980) (1980) 西暦2000年の地球1, (社)家の光協会: 1~432

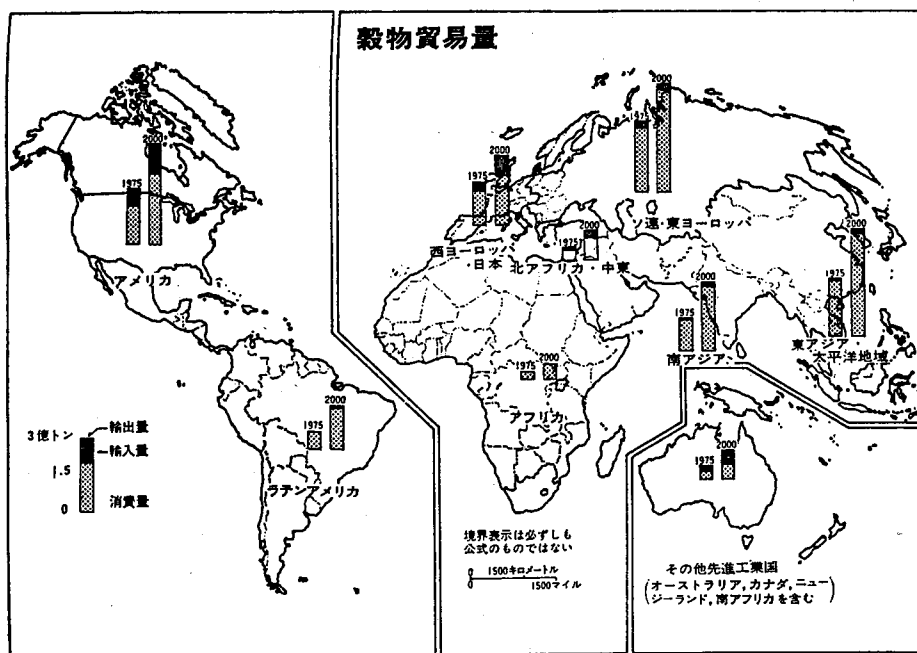


図 I-3-⑫ 主要国における穀物貿易量

アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980) (1980) 西暦 2000 年の地球 1, (社) 家の光協会: 1 ~ 432

表 I-3-③⑦ 各国主要農産物の自給率

(単位: %)

	日 本			フランス			西ドイツ			イギリス			アメリカ
	1960 年 度	1973	1976	1960 年 度	1973	1975	1960 年 度	1973	1975	1960 年 度	1973	1975	1975
穀 物	83	41	37	119	172	152	84	79	80	52	66	64	174
食 用 穀 物	90	70	68	114	184	177	89	86	90	42	61	52	307
粗 粒 穀 物	66	2	2	123	165	138	77	74	74	61	70	71	151
豆 類	44	11	8	72	47	70	19	28	30	29	21	28	120
野 菜	100	98	98	98	96	94	69	39	35	76	76	76	102
果 実	100	83	82	60	79	67	60	40	40	36	31	30	99
牛 乳 乳 製 品	89	83	85	106	113	111	92	101	107	53	61	57	98
肉 (鯨肉を含む)	93	80	75	102	95	99	85	83	82	60	70	73	101
卵 類	101	98	97	98	102	105	60	83	80	96	98	99	97

資料: 農林省「食糧需給表」OECD "Food Consumption Statistics" 1955~1973

注: 1) 食用穀物とは小麦, 米, ライ麦, 粗粒穀物とは大麦, えん麦, とうもろこし, くりゃん等である。

2) 大豆は日本では豆類に含まれるが他の国では豆類に含まれていない。

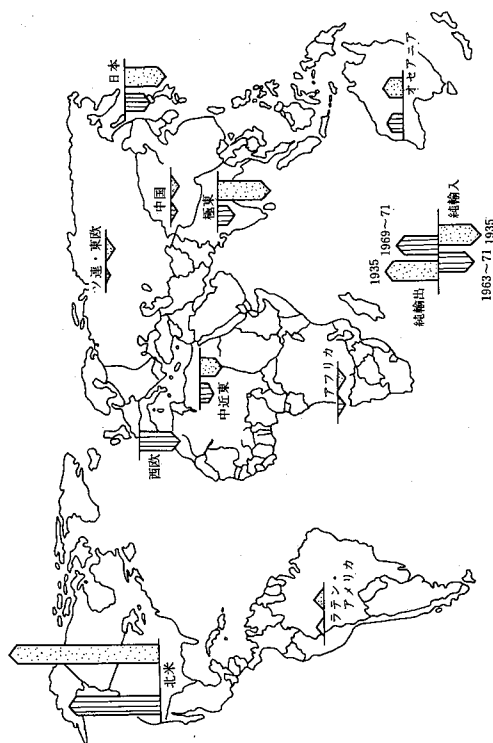
3) 1975年度の数値は, OECDの情報に基づいて算出した。

長期電力需給問題研究会産業調査第二専門部会(1980) 食糧需給の長期展望,
電力中央研究所報告: 研究報告 Z 0 7 (以下表 I-3-④⑤まで同一出典)

表 I-3-38 作物反収の増加

	小 麦		とうもろこし		ソ ル ガ ム	
	'61-65	'75 伸び	'61-65	'75 伸び	'61-65	'75 伸び
日 本	2329	2686	115	2546	108	1226
ア メ リ カ	1700	2062	131	4167	130	2834
ア ー セ ン チ ン	1534	1626	106	1757	143	1558
ア ー ジ ン ス	2930	4614	158	3019	138	2733
西 ド イ ツ	3311	4470	135	3483	159	
イ ギ リ ス	4044	4970	123	3000	—	
オーストラリア	1222	1401	115	2110	123	1589
ソ 連	964	1406	146	2229	124	845

注: ①1974年
FAO, Production Yearbook 1976により作成



(単位) OECD The OECD Observer, No.81, FAO, Trade Yearbook 1974

I-3-39 1969～71年と1985年(予測)の地域別穀物貿易

表 I-3-39 ① 特定農産物の世界輸出货量, 1962～70年平均年間伸び率¹⁾ 及び 1971～74年の年間変化率

産 品	年間平均伸び率		年 間 変 化 率	
	1962年 ～ 1970年	1971年 ～ 1974年	1971年 ～ 1972年	1973年 ～ 1974年
全 穀 類	3.3	+ 21.0	+ 6.1	- 5.5
小 麦	1.5	+ 30.1	- 6.2	+ 2.0
粗 粒 穀 物	6.1	+ 15.2	+ 21.2	- 1.25
大 麦	7.0	- 15.2	+ 5.3	- 3.23
とうもろこし	6.1	+ 25.5	+ 22.2	- 1.69
米	1.9	- 3.3	- 1.0	- 0.8
油 類	4.3	+ 5.2	- 0.6	+ 1.5
植物油	7.5	+ 7.7	+ 9.5	+ 6.7
植物油種子類	12.0	- 0.7	- 4.67	+ 23.1
魚 肉	5.6	+ 12.3	+ 2.7	- 6.7
牛肉と子牛肉	4.0	+ 22.0	+ 5.4	- 11.5
豚肉と家禽肉	9.6	+ 5.5	+ 7.0	+ 3.0
マトンとラム	4.9	- 0.4	- 1.39	- 12.1
砂 糖	1.2	+ 3.7	+ 2.8	- 0.3
コ ー ヒ ー	1.7	+ 7.3	+ 6.8	- 11.2
ココア	0.9	+ 3.3	- 11.4	+ 1.8
茶	1.6	+ 2.0	+ 1.2	- 0.6
ぶどう酒	1.7	+ 17.7	+ 11.6	- 13.2
タバコ	1.8	+ 16.8	+ 4.2	+ 5.0
棉花	0.5	+ 2.4	+ 12.8	- 13.1
ジュート	1.4	+ 18.0	+ 1.9	- 35.3
サイタルその他のアゲイビ	2.0	+ 0.3	- 4.7	- 7.8
ゴム (天然)	4.2	- 0.9	+ 13.0	+ 0.8

注 1) 1961～63年と1969～70年の平均。
2) ライ麦, 大麦, えん麦, とうもろこし, ソルガム及びミレット。
3) 油換算。
4) 天然白換算。
5) 1962年～68年; 以前の統計(目下改訂中)の生産物重量による資料に基づく。
6) グリーンココヒー。

表I-3-40 主要農産物の輸入

	1960		1975		1975 / 1960	
	数量	金額	数量	金額	倍	倍
農産物合計 A	千トン	百万ドル	千トン	百万ドル	倍	倍
小麦	—	8835	—	9,674.1	—	109.
とうもろこし及び ブドウ・リンゴ類	2,678	1769	5,654	1,117.0	2.1	6.3
大豆	1,353	810	11,264	1,678.6	8.3	20.7
大肉	1,128	1074	3,334	940.3	3.0	8.8
肉類	38	136	365	572.5	9.6	42.1
租税	1,264	1060	2,469	1,686.6	2.0	15.9
総輸入額 B	—	4,491.0	—	57,853.1	—	12.9
A/B		18.7		16.7		

出典：農林省資料より

表I-3-41 我が国農産物輸入に占める
主要国のシェア

(単位：%)

	47年	50	51
アメリカ	34.4	36.2	38.1
オーストラリア	12.6	9.7	13.2
カナダ	7.0	9.0	8.5
E C	4.5	5.1	5.0
南アフリカ	4.2	4.1	2.8
キューバ	3.2	3.4	0.3
タイ	2.6	4.4	4.9
ニューージーランド	2.4	1.6	2.0
ペリビ	1.8	6.7	2.6
ブラジル	1.5	3.7	2.7

資料：大蔵省「通関統計」

表I-3-42 穀物輸入量：地域別推移

	1963-65年		1968-70年		1973-75年	
	数量 100万トン	割合 %	数量 100万トン	割合 %	数量 100万トン	割合 %
穀物合計	85.8	100.0	84.6	100.0	129.0	100.0
世界	51.0	59.4	46.0	54.4	68.7	53.3
先進地域	8.7	10.1	13.9	16.4	19.0	14.7
日本	6.5	7.6	2.1	2.5	16.3	12.7
ソ連	34.8	40.6	38.6	45.6	60.3	46.7
開発途上地域	2.7	3.1	3.8	4.5	6.5	5.0
アメリカ	6.7	7.8	8.0	9.4	13.5	10.5
ラテン・アメリカ	4.9	5.7	5.2	6.1	9.3	7.2
中近東	14.2	16.6	14.7	17.4	19.4	15.0
極東						
食用穀物	54.9	100.0	50.3	100.0	67.8	100.0
世界	23.1	42.1	14.9	29.6	20.2	29.8
先進地域	4.1	7.5	4.5	8.9	5.5	8.1
日本	6.5	11.8	1.7	3.4	9.7	14.3
ソ連	31.8	57.9	35.4	70.4	47.6	70.2
開発途上地域	2.3	4.2	3.2	6.4	6.0	8.8
アメリカ	5.8	10.6	6.7	13.3	8.9	13.1
ラテン・アメリカ	4.4	8.0	4.7	9.3	7.9	11.6
中近東	13.5	24.6	13.7	27.2	16.7	24.6
極東						

(注) 1) 西ヨーロッパの域内貿易を除く。

2) 中央計画経済諸国を除く。

(資料) FAO, Trade Yearbook.

表 I - 3 - (43) 世界の穀物貿易量とソ連の輸入割合

(単位: 百万トン, %)

	ソ連の穀物 輸入量 (A)	世界の穀物 貿易量 (B)	世界貿易に占 めるソ連の輸 入割合 (A)/(B)	(参考) ソ連の輸出品
1961/65年度	2.2	89.6	2.5	3.8
65/66	8.5	108.8	7.8	4.8
66/67	3.3	101.3	3.3	5.2
67/68	1.9	96.2	2.0	6.3
68/69	0.7	90.9	0.8	6.9
69/70	1.2	98.5	1.2	7.5
70/71	0.8	108.9	0.7	8.3
71/72	7.7	112.2	6.9	6.7
72/73	21.8	138.0	15.8	1.7
73/74	11.5	148.6	7.7	5.9
74/75	5.2	139.1	3.7	5.0
75/76(暫定)	25.6	156.8	16.3	0.5
76/77(予測)	11.5	148.9	7.7	4.0

資料: USDA "foreign agriculture circular" Dec. 15, 1976

注: 1) 穀物は小麦, とうもろこし, ソルガム, 大麦, ライ麦である。
2) 年度は7～6月である。

表 I - 3 - (44) 世界の穀物在庫量の推移

(単位: 百万トン, %)

	期 末 在 庫 量			同左の穀物消費量に占める割合		
	穀物計	小 麦	飼料穀物	穀物計	小 麦	飼料穀物
1960/61年度	180.0	78.4	101.6	2.64	3.31	2.28
61/62	153.2	66.5	86.7	2.22	2.79	1.92
62/63	156.5	71.9	84.6	2.20	2.87	1.83
63/64	151.1	63.3	87.8	2.12	2.57	1.89
64/65	154.3	73.4	80.9	1.92	2.27	1.69
65/66	119.4	55.3	64.1	1.51	1.95	1.27
66/67	147.2	79.1	68.1	1.84	2.77	1.33
67/68	163.5	84.5	79.0	1.99	2.89	1.49
68/69	191.6	109.6	82.0	2.26	3.61	1.51
69/70	175.1	96.5	78.6	2.00	2.99	1.37
70/71	135.8	74.8	61.0	1.47	2.22	1.04
71/72	156.1	79.7	76.4	1.64	2.32	1.26
72/73	117.3	59.8	57.5	1.19	1.65	0.93
73/74	119.1	63.9	55.2	1.37	1.74	0.83
74/75	110.0	60.7	49.3	1.12	1.69	0.79
75/76(暫定)	110.1	62.6	47.6	1.12	1.80	0.75
76/77(予測)	156.2	103.8	52.3	1.50	2.87	0.77

資料: USDA "foreign agriculture circular" Dec. 15, 1976

注: 1) 各国の穀物年度による。
2) 飼料穀物はとうもろこし, 大麦, かん麦, ソルガム, ライ麦等である。

表 I - 3 - (45) 主要農産物の輸出価格

単位: 100当りセント

区 分	銘 柄 等 級 ・ 条 件	1970	1971	1972	1973	1974	1975
小 麦							
アルゼンチン	ハード, 1等, 港・貨車渡し, ブエノスアイレス	5.66	6.16	8.60	...	17.3	9.1
オーストラリア	7～6月平均	5.34	5.82	6.50	14.66	1.90	16.0
アメリカ	底1ハードウィンター, 普通たん白, f.o.b.	6.28	6.36	9.37	17.82	16.17	15.1
大 麦							
オーストラリア	輸出価格, 7～6月平均	5.07	4.81	0.27	12.31	14.16	13.4
カナダ	国内及び輸出, 底3, C.W. 6条フォートウィリアムポートアーサー倉庫渡し, 1969年からサンダーベイ倉庫渡し, 8～7月平均	5.93	5.25	8.18	14.33	16.66	14.9
とうもろこし							
カナダ	底2黄, 水分15.5%, f.o.b. チャタム, フォートウィリアムポートアーサー倉庫渡し, 1969年からサンダーベイ倉庫渡し, 8～7月平均	5.47	4.73	6.93	11.36	12.11	9.8
アメリカ	コン, 底2黄 f.o.b. 容器入り, 10～9月平均	6.14	5.28	8.54	12.28	13.15	11.8
米							
オーストラリア	精米, 7～6月平均	14.5	12.6	17.3	30.5	34.5	31.5
アメリカ	精米, ナト底2 f.o.b. ニューオリンズ, 包装込み, 8～7月平均	2.22	2.25	3.19	7.00	4.86	4.03
砂糖							
オーストラリア	精糖, 7～6月平均	10.6	11.7	15.3	17.1	43.1	32.3
フィジー	"", 分みつ, パラ積み	10.9	11.1	14.9	13.9	...	...
フィリピン	"", " ", アメリカ向け	14.4	15.2	17.2	18.4	42.8	...
オレンジ							
ギリシャ	優良品, 11～6月平均, 税を含む	11.0	13.0	11.6	10.7	15.7	15.8
日本	温州みかん	27.7	30.4	39.6	41.3	43.5	45.7
レモン							
ギリシャ	優良品, f.o.b. 9～6月平均, 税を含む	14.5	16.1	18.4	26.4	31.1	28.6
イスラエル	f.o.b. ハイファ	15.1	...	5.0	5.2	5.7	...
チュニジア	生鮮かご入り, 月別価格の平均	9.1	8.1	7.5	10.7	11.9	10.2
バナナ							
カメルーン	輸出価格	5.8	5.8	6.3	7.2	7.1	8.4
マダガスカル	生鮮, 包装したもの, 月別輸出価格の加重平均	6.9	7.6	9.6	15.6	...	...
大豆							
カナダ	底2 f.o.b. チャタム, 8～7月平均	10.4	11.5	21.3	22.6	22.4	17.8
アメリカ	底2 f.o.b. ガルフ港, 容器入り, 8～9月平均	11.7	12.7	23.1	23.6	24.4	20.5
コーヒー							
ケニヤ	輸出価格	116.1	95.5	109.8	135.3	139.1	139.8
ケシ	グリーン, 輸出価格	106.4	88.9	93.0	121.9	99.4	143.6
シンガポール	A.P.L. 輸出価格	60.9	64.0	58.6	94.9	109.2	111.5
茶							
日本	緑茶, 月別輸出価格の平均	76.9	84.1	64.9	64.1	71.8	69.2
ケニヤ	輸出価格	102	99	98	94	109.5	117.8
マラウイ	f.o.b. 輸出価格の平均	74.0	79.3	75.5	74.4	86.2	99.5
チー							
オーストラリア	輸出価格	56.8	80.4	96.2	112.7	137.2	146.7
オランダ	全品目, 輸出価格	93.5	107.1	121.5	141.2	165.1	174.5
卵							
ポーランド	月別輸出価格の加重平均	33.5	46.0	46.3	49.9	65.2	...
豚肉							
オーストラリア	輸出価格	91.8	94.8	112.4	138.8	217.6	193.9
オランダ	生もの, 冷蔵, 輸出価格	91.9	89.5	105.2	149.1	129.1	158.6

資料: FAO "Production Yearbook 1976" による。

表 I-3-④⑥ 世界貿易量に占める日本の輸入量の割合

単位: 百万トン

	1975			2000		
	世界	日本	割合	世界	日本	割合
穀物	164	14.7	9.0%	260	12.0	4.6%
小麦	80	5.6	7.0	130	3.0	2.3
とうもろこし	50	7.7	15.4	110	7.5	6.8
大豆	16	0.9	5.6	28		

表 I-3-④⑦ 2000 年の総合自給率を 80 % とした場合の主要穀物の必要輸入量

単位: 1000 トン

	需要量	自給率	国内生産	輸入量	(参考) 1975 の輸入量
米	13,173	(100+A)%	13,000	—	—
小麦	6,111	50	3,100	3,000	5,654
その他の麦	3,350	50	1,700	1,700	1,598
とうもろこし	9,400	20	1,900	7,500	7,470
計	32,034	(60+A)	19,700	12,200	

表 I-3-④⑧ 穀物、大豆の世界の輸出量に占める主要国のシェア

(単位: %)

	1970 年			1976 年		
	小麦	とうもろこし	大豆	小麦	とうもろこし	大豆
1 位	アメリカ 34.8	アメリカ 48.9	アメリカ 97.8	アメリカ 43.3	アメリカ 71.6	アメリカ 78.2
2 位	カナダ 21.4	アチンゼン 17.8	ブラジル 1.8	カナダ 17.2	アチンゼン 5.0	ブラジル 18.6
3 位	オーストラリア 13.7	フランス 8.3	カナダ 0.3	オーストラリア 12.3	オランダ 4.0	バングラデシュ 1.1
3か国計	69.9	75.0	99.9	72.8	80.6	97.9

資料: FAO "Trade Year Book", "Monthly Bulletin of Agricultural Economics and Statistics"

注: 1970 年頃の大豆の数値は 71 年値である。

(6) 我が国の食糧需給

図 I-3-④⑩

農産物輸入の伸び率

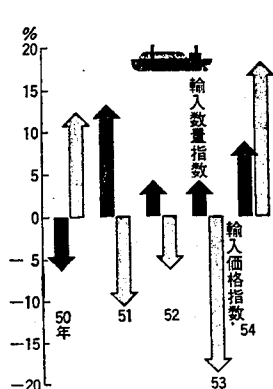


図 I-3-④⑪

農産物の輸入量

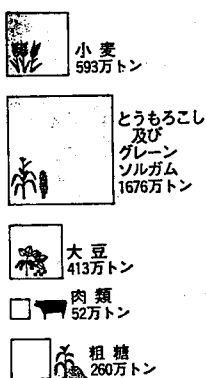
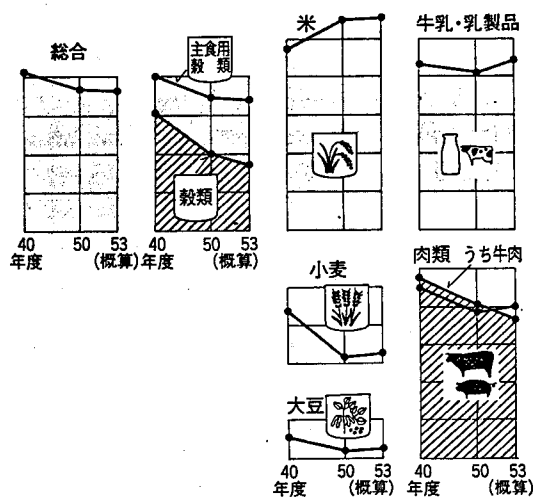


図 I-3-④⑫ 農産物の自給率



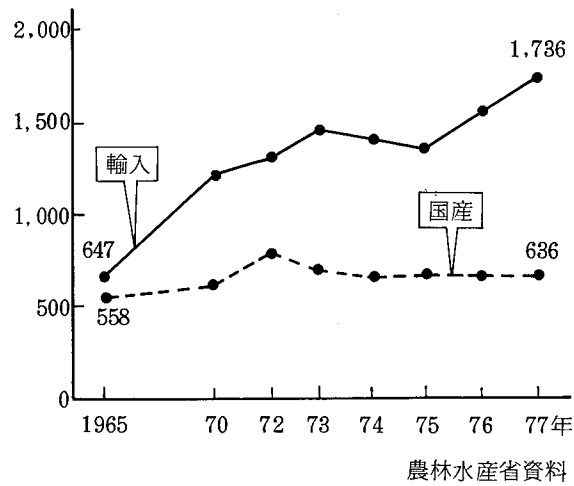


図 I-3-17 家畜の飼料 (単位: 万トン)

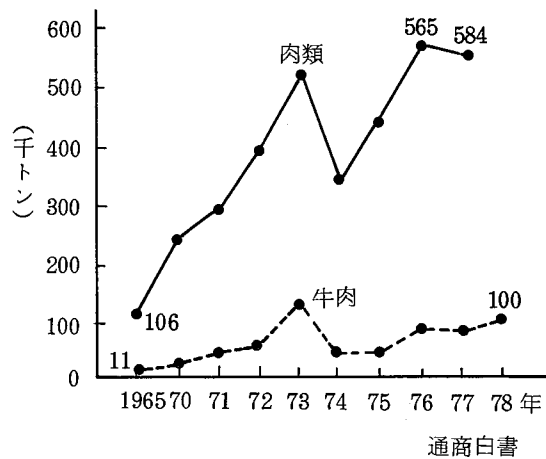


図 I-3-18 肉類の輸入

	自給率	日本への輸出国
牛乳・乳製品	87	豪・ニュージーランド・デンマーク
牛 肉	69	豪・米・ニュージーランド
ブ タ 肉	86	米・加・台湾
鶏 卵	97	米・中国・台湾

農林水産省資料

図 I-3-19 畜産物の自給率
(1977年)

(社) 科学技術と経済の会 (1980) 食糧・農業関連情報, 技術と経済 通巻 161 号: 61 ~ 81

表 I - 3 - ④ 食糧需給の状況

Food Supply and Demand

単位: Unit: 1,000t

		国内生産量 Domestic production	外国貿易 International trade		国内消費量 Domestic consumption	国内消費量の内 Of total domestic consumption	
			輸 出 量 Export	輸 入 量 Import		飼 料 用 Feedstuff	純 食 料 Food
穀 類 Cereals	1973	12,658	468	19,604	31,247	12,064	13,544
	1974	12,838	297	19,922	32,133	12,717	13,614
	1975	13,693	36	19,422	31,566	12,141	13,673
	1976	12,255	47	21,420	33,288	13,533	13,647
米 Rice	1973	12,149	430	38	12,078	16	9,902
	1974	12,292	217	63	12,033	13	9,920
	1975	13,165	2	29	11,964	10	9,856
	1976	11,772	3	—	11,788	12	9,728
小 麦 Wheat	1973	202	38	5,369	5,498	708	3,366
	1974	232	26	5,485	5,517	619	3,439
	1975	241	34	5,715	5,578	590	3,527
	1976	222	44	5,545	5,660	576	3,590
大 麦 Barley	1973	171	—	1,817	2,074	1,125	121
	1974	182	—	2,038	2,086	1,120	112
	1975	174	—	2,117	2,150	1,170	110
	1976	170	—	2,258	2,207	1,233	103
裸 麦 Naked barley	1973	45	—	—	52	8	21
	1974	51	—	—	46	9	16
	1975	47	—	—	45	6	16
	1976	40	—	—	46	5	17
とうもろこし Sweet corns	1973	17	—	8,021	7,372	6,142	84
	1974	14	—	7,719	7,763	6,349	82
	1975	14	—	7,568	7,629	6,263	112
	1976	12	—	8,612	8,579	6,841	128
い も 類 Potatoes	1973	5,030	—	10	5,040	747	1,757
	1974	4,376	—	11	4,387	560	1,775
	1975	4,679	—	28	4,707	484	1,788
	1976	5,021	3	82	5,100	401	1,863
で ん 粉 Starches	1973	1,061	—	118	1,234	—	864
	1974	1,052	—	105	1,185	—	826
	1975	960	—	83	1,141	—	842
	1976	1,328	—	91	1,267	—	918
豆 類 Pulses	1973	451	—	3,884	4,203	62	1,067
	1974	436	0	3,441	4,151	59	1,036
	1975	363	4	3,610	4,054	53	1,043
	1976	328	—	3,898	4,093	51	1,006
野 菜 Vegetabls	1973	15,315	5	276	15,586	—	12,214
	1974	15,126	1	360	15,485	—	12,146
	1975	15,162	8	226	15,830	—	12,429
	1976	15,772	3	256	16,025	—	12,601
果 実 Fruits	1973	6,501	131	1,497	7,867	—	4,752
	1974	6,343	126	1,381	7,598	—	4,576
	1975	6,674	81	1,381	7,974	—	4,811
	1976	6,078	79	1,455	7,455	—	4,498
肉 類 Meat	1973	1,890	1	557	2,418	—	1,752
	1974	2,117	2	407	2,540	—	1,843
	1975	2,056	3	728	2,702	—	1,885
	1976	2,289	2	756	3,035	—	2,108
鶏 卵 Hen eggs	1973	1,815	—	44	1,859	—	1,571
	1974	1,793	—	41	1,834	—	1,549
	1975	1,806	—	55	1,861	—	1,570
	1976	1,861	—	51	1,912	—	1,612
牛 乳・乳製品 Cow milk and milk products	1973	4,902	—	1,032	5,907	43	5,749
	1974	4,875	—	1,037	5,876	44	5,720
	1975	5,010	—	787	6,125	41	5,967
	1976	5,370	—	1,068	6,335	43	6,172

農林水産省「第53次農林省統計表の食糧需給表」より作成
Source: Statistical Yearbook of Agriculture and Forestry by the Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries

㈱新農林社(1978)'79 農業機械年鑑: 1~232

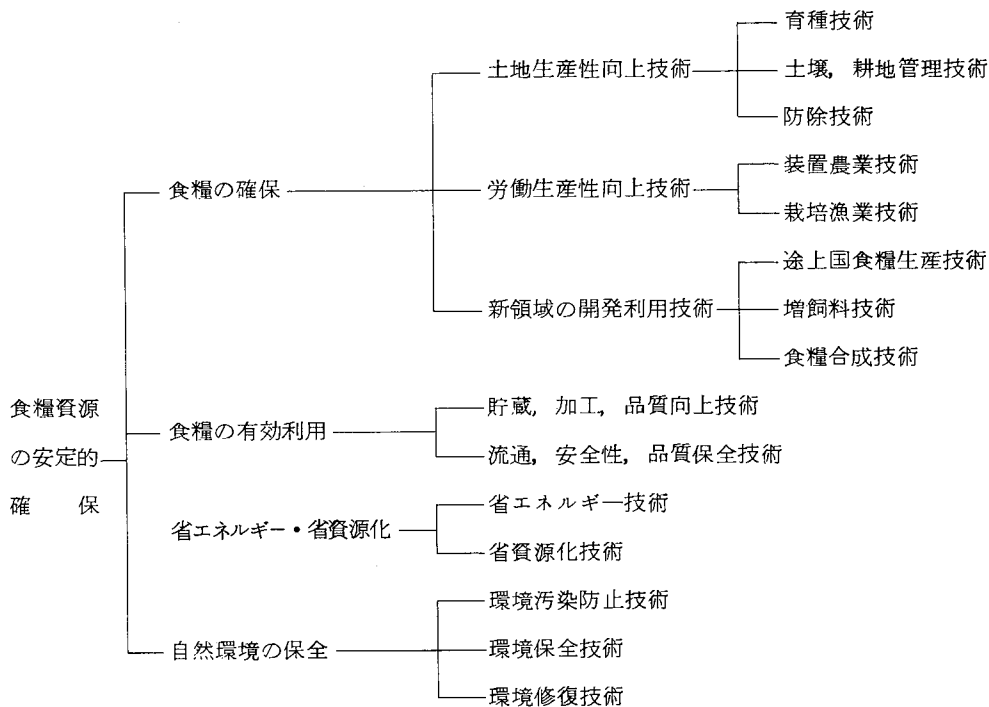


図 I-3-⑳ 食糧関連技術予測に関するシナリオ樹木図

長期電力需給問題研究会産業調査第二専門部会(1980)食糧需給の長期展望, 電力中央研究所報告: 研究報告 Z 07

表 I-3-㉑ 国内消費仕向量, 粗食糧需要量, 純食糧需要量の関係の推移

	1936(昭和11)年				1960(35)年				1975(50)年			
	国内消費仕向量	粗食糧需要量	純食糧需要量	同実数	国内消費仕向量	粗食糧需要量	純食糧需要量	同実数	国内消費仕向量	粗食糧需要量	純食糧需要量	同実数
			多	千t			多	千t			多	千t
1. 穀類	135.1	111.9	100.0	10,534	148.0	116.8	100.0	13,976	230.8	116.3	100.0	13,675
2. いも類	249.0	100.0	100.0	1,946	346.2	111.1	100.0	2,845	263.3	111.1	100.0	1,788
3. でんぶ類	121.4	100.0	100.0	98	136.5	100.0	100.0	609	135.5	100.0	100.0	842
4. 豆類	246.9	100.0	100.0	565	219.3	104.5	100.0	946	388.7	106.4	100.0	1,043
5. 野菜	118.2	100.0	100.0	5,220	126.1	114.7	100.0	9,311	117.4	114.4	100.0	12,429
6. 果実	113.7	100.0	100.0	1,324	157.9	132.3	100.0	2,087	165.7	138.9	100.0	4,811
7. 肉類	131.6	100.0	100.0	152	127.5	125.6	100.0	484	143.3	140.6	100.0	1,885
8. 鶏卵	119.7	100.0	100.0	157	117.4	112.3	100.0	587	118.3	112.4	100.0	1,570
9. 牛乳及び乳製品	117.6	100.0	100.0	222	104.7	100.0	100.0	2,078	102.6	100.0	100.0	5,960
10. 魚貝類	422.9	100.4	100.0	1,040	207.4	169.8	100.0	2,596	257.4	193.8	100.0	3,876
11. 海藻類	155.0	100.0	100.0	38	140.0	100.0	100.0	60	117.6	100.0	100.0	125
12. 砂糖類	154.3	100.0	100.0	870		100.0	100.0	1,406		100.0	100.0	2,933
13. 油脂類	198.4	103.2	100.0	63	169.2	108.4	100.0	403	125.5	106.4	100.0	
14. みそ	103.1	100.0	100.0	687	101.7	100.0	100.0	821	100.3	100.0	100.0	733
15. しゅうゆ	103.1	100.0	100.0	959	101.7	100.0	100.0	1,281	100.3	100.0	100.0	1,359

長期電力需給問題研究会産業調査第二専門部会(1980)食糧需給の長期展望, 電力中央研究所報告: 研究報告 Z 07 (以下表 I-3-㉒まで同一出典)

表 I - 3 - ⑤ 食料類別、品目別 1 人・1 日当り供給熱量、たん白量、脂質の予測

	熱 量 (cal)			たん白質 (g)			脂 質 (g)		
	1985	2000	2025	1985	2000	2025	1985	2000	2025
1. 穀 物	1,100	1,060	1,040	21.4	20.7	20.2	2.85	2.80	2.75
(1) 米	760	730	720	13.4	12.9	12.7	1.73	1.66	1.64
(2) 小 麦	310	300	290	7.5	7.3	7.0	0.96	0.93	0.90
(3)(4) 大・裸麦	5	5	5	0.1	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01
(5) とうもろこし	15	20	20	0.3	0.3	0.4	0.15	0.20	0.20
2. い も 類	40	40	40	0.8	0.8	0.8	0.35	0.35	0.35
(1) かんしょ	15	15	15	0.2	0.2	0.2	0.02	0.02	0.02
(2) ばれいしょ	25	25	25	0.6	0.6	0.6	0.33	0.33	0.33
3. でんぷん	70	70	70	0.0	0.0	0.0	0.02	0.02	0.02
4. 豆 類	100	100	100	7.9	7.9	7.9	3.68	3.68	3.68
(1) だいず	60	60	60	5.3	5.3	5.3	2.68	2.68	2.68
(2) その他の豆類	40	40	40	2.6	2.6	2.6	1.00	1.00	1.00
5. 野 菜	90	100	110	4.5	5.0	5.5	0.54	0.60	0.66
6. 果 実	60	70	70	0.8	1.0	1.0	0.58	0.66	0.66
(1) みかん	25	30	30	0.5	0.6	0.6	0.19	0.22	0.22
(2)(3) りんごその他果実	35	40	40	0.3	0.4	0.4	0.39	0.44	0.44
7. 肉 類	130	140	130	11.0	12.5	12.1	9.26	9.70	8.79
(1) 牛	30	50	50	2.6	4.4	4.4	2.06	3.44	3.44
(2) 豚	70	60	50	2.9	2.5	2.1	6.37	5.46	4.55
(3) 鶏わとり	20	20	20	4.1	4.1	4.1	0.40	0.40	0.40
(4) その他の肉	10	10	10	1.4	1.5	1.5	0.43	0.40	0.40
8. 鶏 卵	60	60	60	4.9	4.9	4.9	4.31	4.31	4.31
9. 牛乳及び乳製品	110	120	120	5.4	5.9	5.9	6.16	6.72	6.72
(1)(2) 自家用、飲用生乳	65	75	75	3.2	3.7	3.7	3.64	4.20	4.20
(3) 乳製品向け生乳	45	45	45	2.2	2.2	2.2	2.52	2.52	2.52
10. 魚 貝 類	100	110	110	16.9	18.6	18.6	3.00	3.30	3.30
(1) 生鮮・冷凍	40	45	45						
(2)(3)加工品	60	65	65						
11. 海 草 類	111	111	111	0.8	0.8	0.8	0.00	0.00	0.00
12. 砂 糖 類	280	280	280	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
13. 油 脂 類	300	310	320	0.0	0.0	0.0	33.75	34.88	36.01
(1) 植物油脂	250	260	270	0.0	0.0	0.0	28.25	29.38	30.51
(2) 動物油脂	50	50	50	0.0	0.0	0.0	5.50	5.50	5.50
14. み そ	30	30	30	2.4	2.4	2.4	0.64	0.64	0.64
15. しょうゆ	15	15	15	2.5	2.5	2.5	0.22	0.22	0.22
16. 合 計	2,485	2,505	2,495	79.3	83.0	82.6	65.35	67.88	68.11

表 I-3-52 類別、品目別、食糧需要(必要)量の予測

	1人・1日当食糧(ℓ)				1人・1年当純食料(ℓ)				純食料(10 ³ ℓ)				粗食料(10 ³ ℓ)				国内消費総仕向量(10 ³ ℓ)			
	1985	2000	2025		1985	2000	2025		1985	2000	2025		1985	2000	2025		1985	2000	2025	
1. 穀類	3100	3000	2940		1130	1100	1080		13850	14640	15000		15910	16840	17240		36050	39770	41310	
(1) 米	2165	2080	2051		790	759	749		9664	10146	10448		10620	11150	11480		12170	13170	14000	
(2) 小麦	873	847	819		319	309	299		3902	4131	4171		4820	5100	5150		5970	6100	6150	
(3)(4) 大麦・裸麦	15	15	15		05	05	05		61	67	70		130	140	150		2830	3350	2650	
(5) とうもろこし	41	55	55		15	20	20		183	267	279		240	350	360		8840	9400	10500	
2. いも類	449	449	449		165	165	165		2019	2206	2302		2245	2450	2370		6325	8650	10170	
(1) かんしよ	125	125	125		46	46	46		563	615	642		625	680	720		2325	4480	4170	
(2) ばれいしょ	324	324	324		119	119	119		1456	1591	1660		1620	1770	1850		4000	4170	6000	
3. でんぶん	208	208	208		76	76	76		930	1016	1060		930	1016	1060		1260	1290	1430	
4. 豆類	253	253	253		92	92	92		1123	1228	1281		1200	1310	1370		4400	5010	5190	
(1) だいず	153	153	153		56	56	56		683	747	779		683	747	780		3800	4400	4500	
(2) その他の豆類	100	100	100		36	36	36		440	481	502		517	563	590		600	610	690	
5. 野菜	3330	3704	4074		1215	1352	1487		14895	18072	20743		17000	20800	23700		18900	23000	26000	
6. 果実	1280	1505	1505		467	549	549		5713	7343	7652		7900	10130	10540		9400	12050	12550	
(1) みかん	625	750	750		228	273	273		2790	3659	3808		4000	5230	5440		4700	6150	6400	
(2)(3) りんごその他の果実	655	755	755		239	276	276		2923	3684	3844		3900	4900	5100		4700	5900	6150	
7. 肉類	576	643	614		210	234	223		2578	3143	3133		3620	4390	4370		3650	4410	4400	
(1) 牛	143	239	239		52	87	87		641	1167	1218		916	1668	1740		920	1670	1750	
(2) 豚	202	173	144		74	63	52		903	846	736		1290	1208	1051		1300	1220	1060	
(3) にわとり	154	154	154		56	56	56		687	750	783		892	974	1016		900	980	1020	
(4) その他の肉	77	77	77		28	28	28		347	380	396		522	540	563		530	540	570	
8. 鶏卵	385	385	385		140	140	140		1717	1877	1958		1930	2110	2200		2000	2180	2280	
9. 牛乳及び乳製品	1865	2034	2034		680	742	742		8325	9917	10349		8330	9920	10350		8550	10180	10630	
(1)(2) 自家用、飲用生乳	1102	1271	1271		402	464	464		4919	6202	6472		4920	6200	6470		5060	6340	6620	
(3) 乳製品向け生乳	763	763	763		278	278	278		3406	3715	3877		3410	3720	3880		3490	3840	4010	
10. 魚貝類	925	1019	1019		337	372	372		4134	4969	5185		7950	8280	8640		10330	10350	10800	
(1) 生鮮・冷凍	370	417	417		135	152	152		1654	2033	2121		3180	3390	3540		4130	4240	4420	
(2)(3) 加工品	555	602	602		202	220	220		2480	2936	3064		4770	4890	5100		6200	6110	6380	
11. 海草類	35	35	35		13	13	13		155	170	177		155	170	170		180	200	210	
12. 砂糖類	729	729	729		266	266	266		3255	3558	3712		3260	3560	3710					
13. 油脂類	337	349	360		123	127	131		1511	1705	1837		1610	1810	1950		1870	2110	2270	
(1) 植物油脂	282	294	305		103	107	111		1263	1435	1555		1340	1520	1640		1480	1690	1830	
(2) 動物油脂	55	55	55		20	20	20		248	270	282		270	290	310		390	420	440	
14. みそ	190	190	190		69	69	69		848	926	966		850	930	970		850	930	970	
15. しょうゆ	366	366	366		133	133	133		1633	1785	1862		1630	1790	1860		1640	1790	1865	
16. 合計																				

表 I - 3 - (53) 国内消費仕向量指数 (50年 = 100.0)

	11	30	35	40	45	50	75
1. 穀 物	45.1	60.2	65.5	78.2	92.6	100.0	126.0
(1) 米	91.4	94.2	105.5	108.1	102.0	100.0	110.0
(a) 内地米	...	85.7	103.8	101.0	101.2	100.0	...
(2) 小麦	21.6	64.9	71.1	89.0	93.3	100.0	109.5
(3)(4) 大麦・裸麦	67.1	150.7	77.5	76.9	76.8	100.0	152.6
(5) とうもろこし	...	4.9	20.9	45.5	74.9	100.0	123.2
(6) こうりゃん	...	...	1.3	41.0	104.9	100.0	...
2. いも類	103.0	213.3	209.2	191.2	131.1	100.0	...
(1) かんしょ	226.4	506.3	442.7	349.4	180.8	100.0	315.9
(2) ばれいしょ	49.7	71.7	108.6	123.0	109.6	100.0	126.8
3. でん粉	10.4	46.8	72.8	104.9	101.2	100.0	112.7
4 豆 類	34.4	44.1	51.2	65.0	96.1	100.0	123.6
(1) だいず	28.5	35.3	43.3	58.0	94.1	100.0	125.6
5. 野 菜	39.0	58.3	74.2	85.4	96.1	100.0	145.3
6. 果 実	18.9	22.0	41.3	55.9	81.5	100.0	151.1
(1) みかん	...	13.0	26.0	34.0	67.9	100.0	171.5
(2) りんご	...	44.1	99.3	123.5	111.9	100.0	134.4
7. 肉 類	7.4	13.0	22.8	42.0	66.4	100.0	163.2
(1) 牛	18.2	33.2	36.1	49.4	73.2	100.0	410.3
(2) 豚	5.6	8.1	14.7	36.4	66.9	100.0	115.3
(3) にわとり	2.6	4.2	13.2	31.5	64.9	100.0	125.5
8. 鶏 卵	10.1	20.5	37.0	71.6	97.6	100.0	118.6
9. 牛乳及び乳製品	9.3	18.7	35.5	62.3	87.4	100.0	166.0
(1)(2) 農家自家用 飲用生乳	...	18.3	35.3	61.0	85.5	100.0	141.8
(3) 乳製品向生乳	...	19.2	35.8	63.8	89.7	100.0	136.2
10. 魚 貝 類	44.1	43.0	53.9	64.9	86.5	100.0	143.7
(1) 生鮮・冷凍	(133.7)	...	...	68.0	77.7	100.0	146.1
(2)(3) 加工用	11.2	...	...	66.7	89.0	100.0	...
(4) 飼肥料	...	...	...	57.9	92.2	100.0	...
11. 海 草 類	400.7	44.9	57.1	62.6	77.6	100.0	136.1

表 I-3-54 単品および類別の自給率

品 目		昭和35年度	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
(単位: %)																			
1. 穀類		8.3	75	73	63	63	61	59	63	62	56	48	42	42	41	40	43	37	40
うち主食用穀類		90	83	84	76	79	80	81	90	92	88	79	68	71	70	71	76	68	76
(1) 米		102	95	98	95	94	95	101	115	118	117	106	92	100	101	102	110	100	114
(2) 小麦		39	43	38	17	28	28	21	20	20	14	9	8	5	4	4	4	4	4
(3) 大麦		104	89	85	60	58	57	56	50	46	38	28	23	14	8	9	8	8	7
(4) 裸麦		112	89	90	28	119	123	90	92	115	98	73	73	64	87	111	104	87	95
(参考: 大雑算計)		107	89	87	51	70	73	65	59	60	48	34	29	18	10	11	10	9	9
(5) 雑穀		21	15	11	9	6	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
2. いも類		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98
3. でん粉		76	76	71	83	72	67	56	55	56	44	41	36	36	30	23	24	29	26
4. 豆類		44	42	35	31	23	25	19	20	17	14	13	11	12	11	11	9	8	8
(1) 大豆		28	25	21	17	13	11	9	8	7	5	4	4	4	3	4	4	3	3
(2) その他の豆類		90	90	76	74	58	69	56	69	60	55	63	48	65	57	56	43	40	47
5. 野菜		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	98	99	98	98
6. 果実		100	98	97	92	90	90	89	89	88	85	84	81	81	83	83	84	82	84
7-1 肉類(豚肉を含む)		93	95	95	90	92	93	91	86	85	85	89	84	82	80	84	77	75	77
7-2 肉類(豚肉を除く)		91	94	95	88	88	90	90	85	83	83	89	84	82	80	85	77	76	77
(1) 牛		96	96	97	98	97	95	92	89	91	92	90	83	80	62	86	81	69	79
(2) 豚		96	100	100	97	99	100	106	96	95	94	98	97	91	89	94	86	86	87
(3) 鶏肉		100	100	100	97	98	97	97	97	95	95	98	95	96	97	97	97	96	96
(4) その他の肉類		50	48	47	26	19	21	11	11	10	7	8	5	3	2	2	2	2	2
(5) その他		100	100	97	98	109	107	94	96	106	105	100	95	87	80	76	72	58	53
8. 鶏卵		101	101	101	100	100	100	100	99	98	98	97	98	98	98	98	97	97	97
9. 牛乳および乳製品		89	89	89	86	85	86	80	82	88	91	89	88	86	83	83	82	85	87
10. 魚貝類		110	109	11	110	112	109	110	108	108	107	108	106	106	103	103	102	102	106
11. 海藻類		92	89	93	90	89	88	83	87	89	88	91	90	88	83	88	86	76	75
12. 砂糖		13	11	13	15	15	19	17	17	17	16	15	14	20	20	15	16	19	20
(沖縄を含む場合)		18	19	23	23	31	30	27	28	26	24	23	20	23	23	21	24	23	22
13. 油脂類		42	47	47	35	31	31	22	22	22	20	22	23	23	23	21	24	23	26
(1) 植物油		31	33	29	19	19	19	17	15	14	13	11	11	11	11	9	9	8	8
(2) 動物油		60	75	83	66	55	55	33	35	36	34	46	50	50	49	70	69	63	81

単品及び類別の自給率は

$$\frac{\text{国内生産量}}{\text{国内消費仕向量}} \times 100$$

食料需給表の

で算出している。

(イ) 国内消費仕向量には、飼料用、加工用の輸入量も含まれている。

(ロ) 加工品(たとえば、油脂類、でん粉、砂糖類)の国内生産量には、輸入した原材料から国内で生産された製品は含んでいない。
(たとえば原料だいたいを輸入して、これから国内で搾油されただいたいは、油脂類の「だいたい油」の国内生産量としては計上せず、国内において生産された原料だいたいを搾油されただいたいのみを国内生産量として計上している。)

(ハ) 主食用穀類は、米、小麦、大麦、雑穀の合計値であり飼料仕向量を控除して自給率を算出した。

表 I-3-55 食糧生産の地域構成 (1975年)

単位: 1000t %

作物別 電力会社地域別	米		麦類		いも類		豆類		野菜		果樹	
	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比
北海道	827	6.3	62	1.34	2090	45.2	33	26.2	1,116	7.7	62	0.9
東北	4,381	33.3	23	5.0	389	8.4	44	34.9	1,953	13.4	1,004	15.2
関東	1,926	14.6	184	39.8	600	13.0	9	7.1	4,356	30.0	677	10.2
中部	1,179	9.0	7	1.5	208	4.5	12	9.5	2,311	15.9	828	12.5
北陸	753	5.7	0	0.0	34	0.7	3	2.4	279	1.9	23	0.3
関西	885	6.7	2	0.4	67	1.4	5	4.0	1,106	7.6	667	10.1
中国	1,071	8.1	11	2.4	103	2.2	8	6.3	804	5.5	482	7.3
四国	432	3.3	35	7.6	122	2.6	3	2.4	764	5.3	1,130	17.1
九州	1,701	12.9	137	29.7	1,013	21.9	9	7.1	1,852	12.7	1,733	26.2
9 電力合計	13,161	100.0	462	100.0	4,624	100.0	126	100.0	14,541	100.0	6,606	100.0

作物別 電力会社地域別	生乳		鶏卵		食鳥		畜肉		水産物	
	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比	生産量	構成比
北海道	1,448	29.2	79	4.5	5	1.0	854	5.6	2,549	24.3
東北	589	11.9	224	12.6	59	11.7	1,994	13.1	1,784	17.0
関東	1,110	22.4	327	18.4	72	14.3	5,474	35.9	2,213	21.1
中部	496	10.0	316	17.8	64	12.7	1,713	11.2	526	5.0
北陸	63	1.3	66	3.7	7	1.4	228	1.5	214	2.0
関西	327	6.6	155	8.7	49	9.7	1,202	7.9	288	2.7
中国	294	5.9	180	10.2	44	8.7	450	3.0	887	8.4
四国	180	3.6	128	7.2	45	8.9	648	4.2	430	4.1
九州	448	9.0	297	16.8	157	31.2	2,690	17.6	1,601	15.3
9 電力合計	4,956	100.0	1,772	100.0	503	100.0	15,253	100.0	10,493	100.0

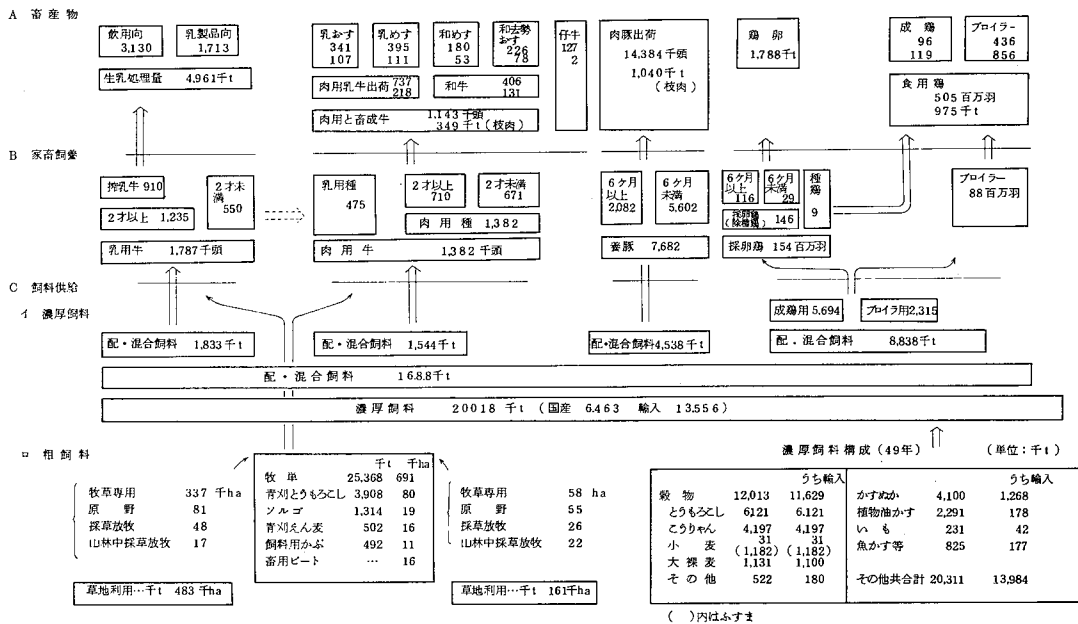


図 I-3-21 飼料供給・飼養頭数・畜産物生産フロー (1975)

長期電力需給問題研究会産業調査第二専門部会 (1980) 食糧需給の長期展望。電力中央研究所報告：研究報告No. 7

表 I-3-56 2000 年主要農業指標および生産量

		ケース 1	ケース 2
穀物自給率		60 %	40 %
生産	年平均伸び率	2.3 %	1.8 %
	2000/1975	1.8 倍	1.6 倍
輸入	年平均伸び率	3.7 %	5.6 %
	2000/1975	1.6 倍	3.8 倍
農地		530 万 ha	470 万 ha
就業者		437 万人	380 万人
主要農産物	米	13,200 10 ³ t	13,200 10 ³ t
	麦類	6,300	2,000
	雑穀	3,500	500
	いも類	8,700	6,000
	豆類	840	500
粗飼料		60,000	60,000

(7) 我が国のバイオマスの資源量

表 I-3-⑤7 わが国の陸上バイオマスのエネルギー量

(1980年, 遠藤・根岸)¹²⁾

エネルギー源	エネルギー生産量	備考
有機系廃棄物		
工場廃棄物	800×10 ¹¹ kcal	メタンガスとして回収
家畜廃棄物	154 "	"
農産物地上部残査	1,020 "	直接燃焼
工場廃材	62 "	"
小計	1,586 "	
森林蓄積量	46,805 "	直接燃焼
森林生長量	1,753 "	"
小計	46,805 "	
農産物		
穀類	528 "	直接燃焼
牧草類	311 "	"
野菜類	52 "	"
果実類	28 "	"
小計	916 "	
輸入植物量	2,295 "	直接燃焼
合計	51,052 "	

遠藤織太郎・根岸正(1980) バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究—バイオマス利用—電力中央研究所報告。調査報告: 479016

表 I-3-⑤8 エネルギー作物から得られるエネルギー量

(2000年穀物自給率60%における休耕地利用による)

	休耕地 (ha)	ホルト草 (kg)	ヒマワリ (kg)	ナタネ (kg)
北海道	1,000	—	—	400,000
東北	0	—	—	—
東京	183,000	—	82,350,000	82,350,000
北陸	37,000	—	14,800,000	14,800,000
中部	0	—	—	—
関西	41,000	—	18,450,000	18,450,000
中国	69,000	276,000	—	—
四国	0	—	—	—
九州	1,000	5,000	—	—
全国	332,000	281,000 (2.81×10 ¹¹ Kcal)	126,340 34,680(換算) 161,020 (1.61×10 ¹¹ Kcal)	126,780 35,880(換算) 162,660 (1.63×10 ¹¹ Kcal)

ホルト草: 油成分収量 九州 100t/ha ÷ 5×10⁷ Kcal/ha

中国 80t/ha ÷ 4×10⁷ Kcal/ha

ナタネ: 油成分収量 関東・中部・東京 450kg/ha 東北・北陸・北海道 400kg/ha

ヒマワリ: "

長期電力需給問題研究会産業調査第二専門部会
(1980) 食糧需給の長期展望, 電力中央研究報告:
研究報告No. 7 (以下表 I-3-⑤⑧まで同一出典)

表 I-3-⑤9 森林資源量とエネルギー換算量
(1976年度)

		天然林	人工林	総量
面積 (10 ³ ha)	国有林	5,648	2,289	7,937
	公・民有林	1,0238	7,088	17,326
	計	15,886	9,377	25,263
蓄積量 (10 ³ m ³)	国有林	664,677	140,468	805,145
	公・民有林	722,880	657,891	1,380,771
	計	1,387,557	798,359	2,185,916
	※エネルギー換算量 (×10 ¹⁰ Kcal)	292,641	170,411	463,052
生長量 (10 ³ m ³)	国有林	6,900	6,400	13,300
	公・民有林	27,200	41,600	68,800
	計	34,100	48,000	82,100
	※エネルギー換算量 (×10 ¹⁰ Kcal)	7,281	10,250	17,531

※エネルギー換算法

森林 (m³/1.9 (m³/t) [チップ換算]/4.06 (10³ Kcal/kg)

表 I-3-⑥0 輸入植物量とエネルギー換算量

	輸入植物量* ×10 ³ (t)	エネルギー換算量 ×10 ¹⁰ (Kcal)
トウモロコシ	7,470	27,266
むぎ	7,832	27,099
ソルガム	3,794	13,848
豆類	3,532	13,845
綿などせん維類	800	3,246
ルーサンなど	876	1,577
砂糖	2,546	9,726
木材	62,190×10 ³ (m ³)	132,890
合計 ×10 ¹⁰ (Kcal)		229,497

※(1975年度森林統計より)

表 I-3-(61) バイオマスエネルギー生産量の推定

エネルギー源	回収エネルギー	備 考
産業有機系廃棄物	$18.0 \times 10^7 \text{ Kcal}$	1975年度の産出廃棄物量 より推計
畜産廃棄物	$14.9 \times "$	
廃材	$6.2 \times "$	
農産物残渣	$102.0 \times "$	
エネルギー作物 (陸生)	$16.6 \times "$	ホルト草を33.2万haに作付、 収量は $5 \times 10^7 \text{ Kcal/ha}$ と 仮定
エネルギー作物 (水生)	$17.9 \times "$	藻類を33.2万haに培養、 収量は $5.4 \times 10^7 \text{ Kcal/ha}$ と 仮定
合 計	$175.6 \times "$	

(8) 我が国の生物資源の潜在生産可能量

表 I-3-(62) 開発農地の食糧生産利用

単位：左 10^3 ha ，右 10^3 t

	開 発 農 地						
	計	普 通 畑 (B ₁)				草 地 (B ₂)	
		計	小 麦	雑 穀	大 豆	計	牧 草
北 海 道	811	330	300 864	150 600	150 336	481	400 11,200
東 北	781	112	100 296	50 200	50 104	669	600 20,600
東 京	195	29	25 88	10 40	15 35	166	140 5,400
中 部	111	10	10 35	10 40	— —	101	80 3,100
北 陸	102	10	10 30	10 40	— —	92	70 2,400
関 西	111	15	15 53	15 60	— —	96	80 3,100
中 国	266	40	35 123	20 80	15 30	226	180 7,000
四 国	82	10	10 35	10 40	— —	72	50 2,400
九 州	361	52	50 176	30 120	20 35	309	280 13,200
9 電 力 合 計	2,820	608	555 1,700	305 1,220	250 540	2,212	1,880 68,400

仮定 (1) 傾斜 8° 未満を普通畑， 8° 以上を草地として利用する。

(2) 普通畑では麦類，雑穀，豆類を，草地では牧草を播種する。

(3) 普通畑はほぼ完全に開発されるとし，麦とその他の年2作，草地はほぼ1/2開発されるとし，2～3回刈もしくは2作とする。

(4) 反収は，既耕地利用の場合の80%とし，草地牧草は60%とする。

表 I - 3 - ⑥③ 技術開発および農地開発を行った場合の 2000 年の食糧生産可能量

単位: 10⁴ t

	米	小麦	その他 麦	雑穀	いも類	豆類	野菜	青刈 作物	牧草	果実
北海道	900	1,264	1,000	1,900	3,500	620	2,000	11,000	22,200	—
東北	4,500	596	300	600	200	308	3,000	5,000	25,600	1,000
関東	1,800	988	700	140	1,700	335	6,000	2,000	6,400	1,500
中部	1,100	335	200	340	300	—	4,000	1,500	3,600	1,500
北陸	800	30	—	40	—	52	1,000	—	2,400	—
関西	900	253	100	60	—	—	2,000	1,500	4,100	800
中国	1,000	323	200	380	—	30	1,000	2,500	9,000	700
四国	500	135	100	140	200	—	1,000	—	2,400	1,000
九州	1,700	876	600	1,120	2,700	35	3,000	10,000	19,200	2,500
9 電力計 (A)	13,200	4,800	3,200	4,720	8,700	1,380	23,000	33,500	94,900	9,000
2000 年の総需要 (B)	13,170	6,100	3,350	17,150	8,650	5,010	23,000	86,000		12,050
(A)/(B) (%)	100	79	96	27	100	27	100	149 (104)		75

穀物自給率① $25,920 \div 39,770 = 65\%$ (米+麦+雑穀)

② $36,000 \div 53,400 = 67\%$ (米+麦+雑穀+いも+豆)

表 I - 3 - ⑥④ ha 当たり事業費区分別開発可能地面積

区 分		計 (ha)	1	2	3	4	5
地 域			500万円未満	5－7百万円	7－10 百万円	10－15百万円	15百万円以上
面 積	北 海 道	811,154	226,794	442,751	134,507	61,58	944
	東 北	707,324	53,816	195,973	418,053	36,031	3,451
	関 東	247,279	5,889	53,618	152,435	32,787	2,550
	北 陸	175,831	34,29	23,639	129,609	18,436	718
	東 海	59,079	11,100	9,805	32,935	4,577	662
	近 畿	110,514	2,912	13,604	79,292	13,980	726
	中 四 国	348,404	19,081	63,109	231,227	30,960	4,027
	九 州	332,970	12,321	23,142	251,892	43,256	2,359
	沖 縄	28,176	1,094	6,134	18,468	2,376	95
	計	2,820,722	336,436	831,775	1,448,418	188,561	15,532
構 成 比 (1)	北 海 道	100.0	28.0	54.6	16.6	0.7	0.1
	東 北	100.0	7.6	27.7	59.1	5.1	0.5
	関 東	100.0	2.4	21.7	61.6	13.2	1.0
	北 陸	100.0	2.0	13.4	73.7	10.5	0.4
	東 海	100.0	18.8	16.6	55.7	7.7	1.1
	近 畿	100.0	2.6	12.3	71.7	12.6	0.7
	中 四 国	100.0	5.5	18.1	66.4	8.9	1.1
	九 州	100.0	3.7	7.1	75.6	13.0	0.7
	沖 縄	100.0	3.9	21.8	65.6	8.4	0.3
	計	100.0	11.9	29.5	51.3	6.7	0.6
構 成 比 (2)	北 海 道	28.8	67.4	53.2	9.3	3.3	6.1
	東 北	25.1	16.0	23.6	28.9	19.1	22.2
	関 東	8.8	1.8	6.4	10.5	17.4	16.4
	北 陸	6.2	1.0	2.8	8.9	9.8	4.6
	東 海	2.1	3.3	1.2	2.3	2.4	4.3
	近 畿	3.9	0.9	1.6	5.5	7.4	4.7
	中 四 国	12.3	5.7	7.6	16.0	16.4	25.9
	九 州	11.8	3.7	2.8	17.4	22.9	15.2
	沖 縄	1.0	0.3	0.7	1.3	1.3	0.6
	計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(注) ha 当たり事業費の算定に当たっては、道路延長及び傾斜別造成費等により求めたものである。

表 I-3-(65) 地域別農業用地造成費用

区 分 地 域	集落から団地までの距離 (km)			10a 当り造成費用 (千円)		
	事業実施中 ①	開発可能地 ②	①/②	事業実施中 ①	開発可能地 ②	①/②
北 海 道	3.12	3.58	1.15	405	550	1.35
東 北	2.15	2.37	1.10	755	760	1.01
関 東	1.40	2.05	1.46	840	843	1.00
北 陸	1.32	1.85	1.40	804	850	1.05
東 海	1.35	2.09	1.55	872	736	0.84
近 畿	1.61	1.71	1.05	886	857	0.96
中 国	1.63	1.59	0.96	881	817	0.93
九 州	1.63	2.01	1.23	939	868	0.93
特 別	1.50	2.80	1.37	754	809	1.07
計	2.14	2.49	1.16	709	736	1.04

表 I-3-(66) 開発畑地による作物生産

	小 麦	雑 穀	大 豆
作 付 面 積 (10 ³ ha)	290	160	130
生 産 量 (10 ³ t)	92	640	280

収量：第3章-3各表に同じ

表 I-3-(67) 増収による作物生産予測量

単位：10³ t

	米	小 麦	他の麦	雑 穀	いも類	豆 類	野 菜	青刈作物	牧 草	果 実
生 産 量	13,200	5,720	3,200	5,360	8,700	1,680	23,000	(33,500)	(94,900)	9,000
需 要 量	13,170	6,100	3,350	17,150	8,650	5,010	23,000	86,000		12,050
自 給 率 (%)	100	94	96	31	100	33	100	(149)		75

{ 狭義の穀物自給率 69 %
 { 広義の穀物自給率 71 %

表 I-3-(68) わが国穀物自給の潜在力

単位：10³ t %

	需 要 量 (A)	生 産 量 (B)	(A) / (B)
穀 物	29,750	29,005	97.5
米	15,200	15,365	101.1
小 麦	6,100	5,720	93.8
そ の 他 の 麦	3,350	3,200	95.5
雑 穀	5,100	4,720	92.5
い も 類	18,700 (48,450)	18,470 (47,475)	98.8 (98.0)
豆 類	5,010 (53,460)	1,900 (49,375)	31.9 (92.4)

() 内は累計

4. 林地系資源の生産及び利用

(1) 世界の森林

森林の約半分が熱帯および亜熱帯地域の開発途上国にある。その地域では爆発的な人口増加によって、農地と薪炭材を求めて森林が急速に破壊されつつある。他の半分の森林は先進工業国にある。その主要な国はソ連、カナダ、アメリカである。こうした国々では、木材製品に対する需要が増加しているにもかかわらず、森林面積はわりあい安定している。表Ⅰ-4-①は世界の地域別森林面積の分布を示したものである。

最新・最良の地球規模の推定によれば、世界には約26億ヘクタールの森林と、これに加えて12億ヘクタールの疎林と、サバンナがあるにすぎない。

表Ⅰ-4-① 世界の地域別森林面積(1973年)

(単位: 100万ヘクタール, %)

	林 地 面 積	森 林	疎 林	陸 地 面 積	陸地面積 に対する 森林の 割合
北アメリカ	630	470	(176)	1,841	25
中央アメリカ	65	60	(2)	272	22
南アメリカ	730	530	(150)	1,760	39
アフリカ	800	190	(570)	2,970	6
ヨーロッパ	170	140	29	474	30
ソ連	915	785	115	2,144	35
アジア	530	400	(60)	2,700	15
太平洋地域	190	80	105	842	19
世界計	4,080	2,655	(1,200)	18,003	20

注) [ここでいう森林は closed forest の訳である。これは閉鎖した用材林を意味する。]

北アメリカの森林は1970年代中期の推定値である。ソ連の資料はソ連政府が行った1978年調査による(参考文献8)。他の数値はベルソンによる。これらは1970年代初期の推定値である。林地面積は必ずしも森林と疎林の和だけではない。これらのいずれにも属していない低木林や、森林の更新がなされていない伐採跡地も含んでいるからである。陸地面積は南極大陸、グリーンランド、スピッツベルゲン諸島を含んでいない。北極圏の1パーセントは含まれていない。

(資料) アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980)(1980)西暦2000年の地球1, (社)家の光協会: 1~432

森林の全生物生産量は、ホイッタカー(Whittaker)とライケンス(Likens)によって得られた生態系のタイプ別生物量の濃度の推定値に、ベルソンによって与えられている主要な森林タイプ別の面積を乗ずることによって推定することができる。この計算によると表Ⅰ-4-②, 世界の森林と疎林から生産される総生物量は4,000億から5,000億炭素トンのオーダーであることがわかる。

表Ⅰ-4-② 世界の森林および疎林の生物現存量

森 林 型	1973年 面 積 (100万ヘクタール)	生物量 密 度 (炭素トン/ヘクタール)	生物量 (10億炭素トン)
熱帯降雨林 (熱帯および亜熱帯常緑樹林)	568	202.5	115
熱帯雨樹林 (熱帯および亜熱帯落葉樹林)	1,112	157.5	175
温帯常緑樹林 (温帯針葉樹林)	448	157.5	65
温帯落葉樹林 (温帯広葉樹林)		135.0	
寒帯および亜寒帯林 (寒帯および亜寒帯林)	672	90.0	60
疎林, 灌木, サバンナ (疎 林)	1,000	22.5	22
合 計	3,800		437

注) 森林型ごとの面積はベルソンによる。また、森林型ごとの生物量濃度はホイッタカーとライケンス(Whittaker and Likens, 1975)による。ベルソンの森林型はかっこの中に入っている。これは2つの資料を合わせるとき、ホイッタカーとライケンスの生耕系の型とどのように対応しているかを示すためである。ベルソンは温帯針葉樹林と温帯広葉樹林を分けていない。したがって、この2種の型に対しては生物量密度の平均値(ヘクタール当たり146炭素トン)を用いることが必要であった。しかし、この計算方法によって、5パーセント以下の誤差が加わる可能性があるにすぎない。

表Ⅰ-4-③ 林産物の主要交易国(1974年)

(単位: 100万ドル)

主要輸出国	輸出入 輸 入 量	主要輸入国	輸出入 輸 入 量
カナダ	4,921	日本	4,365
スウェーデン	3,601	イギリス	3,795
フィンランド	2,273	イタリア	1,442
ソ連	1,552	西ドイツ	1,439
コートジボワール	706	フランス	1,186
インドネシア	666	オランダ	1,085
オーストリア	540	アメリカ	746
マレーシア, サバ	373	ベルギー,	504
フィリピン	237	ルクセンブルク	479
ルーマニア	218	スペイン	472
マレーシア	200	デンマーク	416
ガボン	133	ノルウェー	295
チリ	115	オーストラリア	284
ポルトガル	112	東ドイツ	259
ニュージーランド	94	スイス	245
		アルゼンチン	244
		ハンガリー	193
		ホンコン	

(資料) アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980)(1980)西暦2000年の地球1, (社)家の光協会: 1~432

CIA(中央情報局)によれば、世界の森林は年間1,800万~2,000万ヘクタールの割合で減少しており、この純減少速度は今世紀末までつづくであろうとしている。現在、世界の陸地の約5分の1が森林で占められている。しかし、この予測される減少によって、西暦2000年までには、世界の森林面積は陸地表面の6分の1に縮小する見

込みである。表Ⅰ-4-①で示されているように、この森林減少の多くは開発途上国において生ずるであろう。これらの国々の湿潤な熱帯林や疎林は、間断なく伐採され、農地や牧草地に変えられているのである。

表Ⅰ-4-④ 世界の森林資源の推定
(1978年・2000年)

(単位: 100万ヘクタール)
(単位: 10億立方メートル)

	森 林		森林および疎林の利用経緯に達した蓄積(皮付)	
	1978年	2000	1978	2000
ソ 連	785	775	79	77
ヨーロッパ	140	150	15	13
北アメリカ	470	464	58	55
日本、オーストラリア、ニュージーランド	69	68	4	4
①小 計	1,464	1,457	156	149
ラテンアメリカ	550	329	94	54
アフリカ	188	150	39	31
アジアおよび太平洋の開発途上国	361	181	38	19
②小 計	1,099	660	171	104
世 界 (①+②)	2,563	2,117	327	253
世界人口 (10億)			4.3	6.4
1人当たりの森林蓄積 (立方メートル)			76	40

(資料) 本表の数値は前掲の諸表と151ページの注(i)に示した森林減少率を用いて計算された。

(資料) アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980)(1980)西暦2000年の地球1, (社)家の光協会: 1~432

1974年に発表されたWorld Forest Resourcesによると、世界の森林面積および立木蓄積は表Ⅰ-4-⑤に示すように、それぞれ約88億ha, 3,400億m³と推定される。

木材の需要に対する供給の可能性を考える一つの指標として、1人当たりの木材蓄積量を地域別にみると、表Ⅰ-4-⑥に示すように、アジアの20m³, ヨーロッパの25m³に対し、南米、太平洋地域、ソ連、北米では、それぞれ500m³, 315m³, 300m³, 250m³と著しく偏在していることが分かる。

次に、将来的にみた木材資源であるが、立木の年間における平均生長率を1%と仮定すると、うつ閉度20%以上の森林の立木生長量は、表Ⅰ-4-⑤から約31億m³となる。一方、世界の木材消費量は1973年で約25億m³であり、これは年間生長量の約80%に相当する。

表Ⅰ-4-⑤ 世界の森林資源

地 域	閉鎖森林面積* 百万ha	閉鎖森林蓄積* 億m ³	疎 林 百万ha	疎林蓄積 億m ³
北 米	650	585	...	...
中 米	60	55	2	1
南 米	530	915	150	40
ア メ リ カ	190	250	570	140
欧 州	140	120	29	8
ソ 連	765	733	115	56
ア ジ ア	400	380	60	20
太平洋地域	80	60	105	25
世 界	2,795	3,098	1,031	290

* うつ閉度20%以上

(資料) R.Persson: World Forest Resources (1974), 林野行政研究会: 新・世界の森林資源調査(1975)

* うつ閉度20%以上

表Ⅰ-4-⑥ 世界の森林の一人当たり蓄積量

地 域	人口1970年 百万人	一人当たりm ³ (森 林)	一人当たりm ³ (林 地)
北 米	227	250	...
中 米	93	60	60
南 米	191	500	500
ア メ リ カ	356	70	110
欧 洲	462	25	30
ソ 連	243	300	325
ア ジ ア	2132	20	20
太平洋地域	19	315	450
世 界	3723	85	90

(資料) R.Persson: World Forest Resources (1974), 林野行政研究会: 新・世界の森林資源調査(1975)

山下哲治(1979)非木材繊維資源と紙・パルプ産業, 工業技術第20巻第11号, (株)技術開発振興会出版部: 30~33

表Ⅰ-4-⑦ 主要国の木材資源蓄積量

(1973年FAO)

	蓄積量 (億m ³)	対日本比	NL比	伐採率
日 本	19	1.0	5:5	3.1%
ソ 連	791	41.6	8:2	0.5%
ア メ リ カ	203	10.7	7:3	1.6%
カナダ	239	126	8:2	0.4%
ブラジル	658	34.6	殆んどL	0.2%
ニュージーランド	3	0.2	9:1	2.5%
オーストラリア	22	1.2	1:9	0.5%
メレーシア	10	0.5	0:10	1.6%
インドネシア	87	4.6	殆んどL	1.1%
バブアニューギニア	5	0.3	殆んどL	0.1%
計	2,297.7	121.5		1.1%

幹野村総合研究所(1980) バイオマス, NR I レファレンス: 1~75

表 I-4-⑧ 主要国の木質エネルギー生産量

国名	木質エネルギー 生産量 (石炭換算 10 ⁵ t)	全エネルギー 消費量に占め る割合(%)
世界	357.8	4.0
カナダ	1.1	0.5
アメリカ	4.5	0.2
ブラジル	42.3	32.6
メキシコ	2.5	2.8
西ドイツ	0.5	0.1
スウェーデン	0.9	1.7
チェコ	0.4	0.4
ポーランド	0.5	0.3
ソ連	24.7	1.7
フランス	0.8	0.3
イラン	0.6	1.0
インド	35.7	19.8
インドネシア	33.5	52.0
韓国	0.9	2.1
中国	42.9	6.7
オーストラリア	0.3	0.3
日本	0.2	0.04

(注) 木質エネルギー換算方法比重 0.47, 発熱量
4,500 kcal/kg 資料: 58 年度版国連資料World
Energy Supplies と FAO 1976 年年报より
(出所) 日経ビジネス 1979.9.10

栗山旭(1980) エネルギー資源としての木材, バイ
オマスと新エネルギー開発会議, (社) 日本能率協
会: 4-2-1~4-2-11

表 I-4-⑨ 世界の木材製品の生産量(1977)

単位: 1,000 m³

地域\区分	素 材	製材品 1)	パネル 2)	パルプ 3)	紙 3)	燃 材	坑 木
先 進 地 域	783,280	236,883	70,377	95,823	121,462	48,999	1,356
北 米	494,080	129,722	34,804	60,231	63,915	18,050	159
西 欧	218,991	62,123	24,862	23,612	38,881	28,091	920
オセアニア	24,561	5,469	1,048	1,712	1,868	1,250	212
そ の 他 ⁴⁾	45,648	39,569	9,663	10,268	16,798	1,608	65
途 上 地 域	1,075,923	50,107	9,349	4,352	9,404	860,578	1,167
ア フ リ カ	303,772	3,956	785	275	256	269,657	254
中 南 米	262,487	22,691	3,375	3,082	5,633	195,987	441
近 東	61,426	3,896	667	276	718	45,203	121
極 東	441,162	19,297	4,499	720	2,746	344,467	351
そ の 他	7,076	267	23	—	—	5,264	—
計画経済地域	695,561	155,961	18,995	15,550	20,969	255,683	5,134
ア ジ ア	226,163	18,523	1,570	1,736	6,721	168,345	60
東欧・ソ連	469,398	137,438	17,425	13,814	14,248	87,338	5,074
世 界 計	2,554,764	442,951	98,721	115,725	151,835	1,165,260	7,658
日 本	34,890	38,314	9,196	9,435	15,702	597	73

1) 枕木の生産量を含む 2) 合板, ボード類 3) 単位: 1,000 トン

4) この中に日本の生産量が含まれる。 (FAO 調査, 1979)

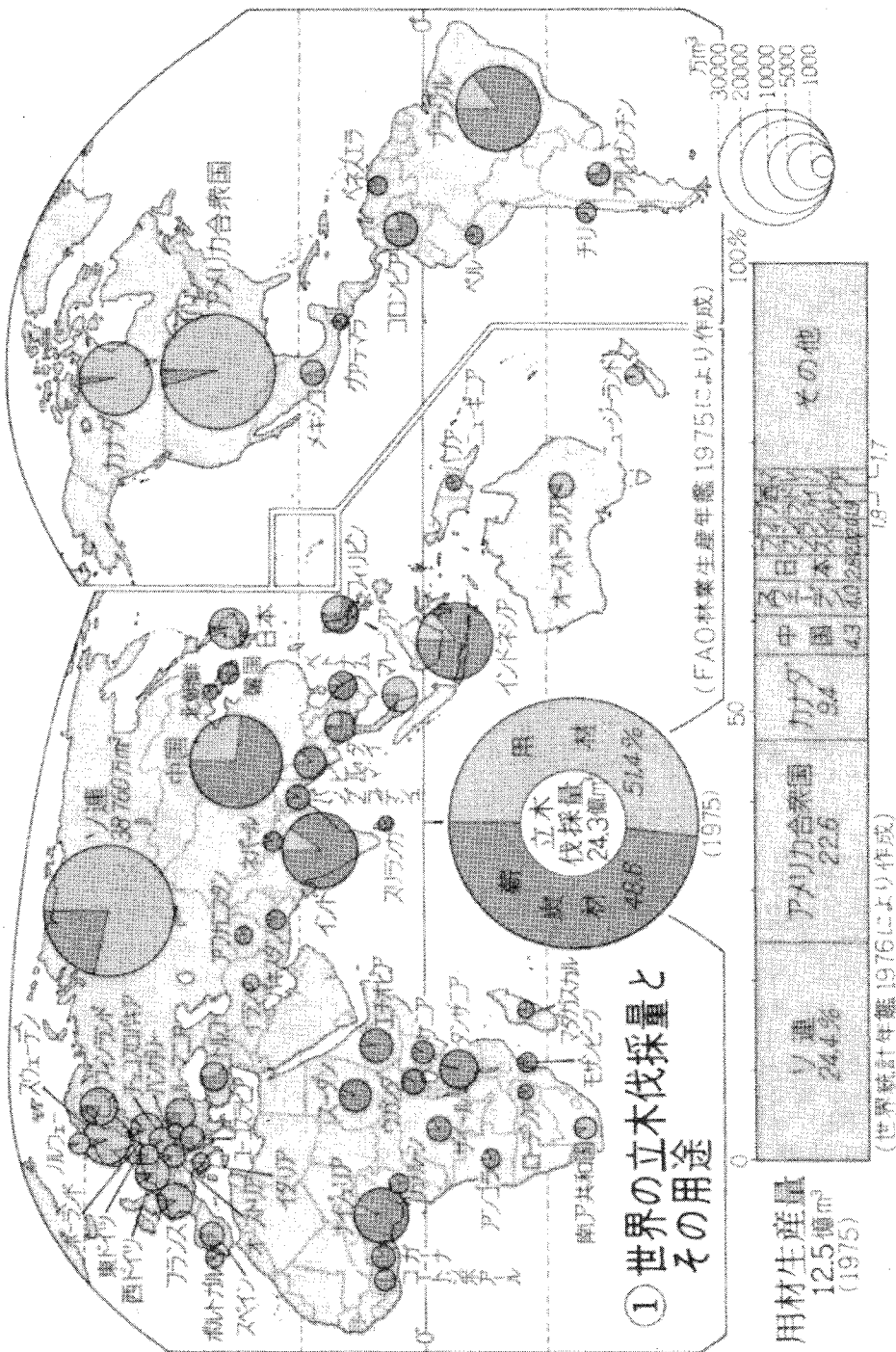
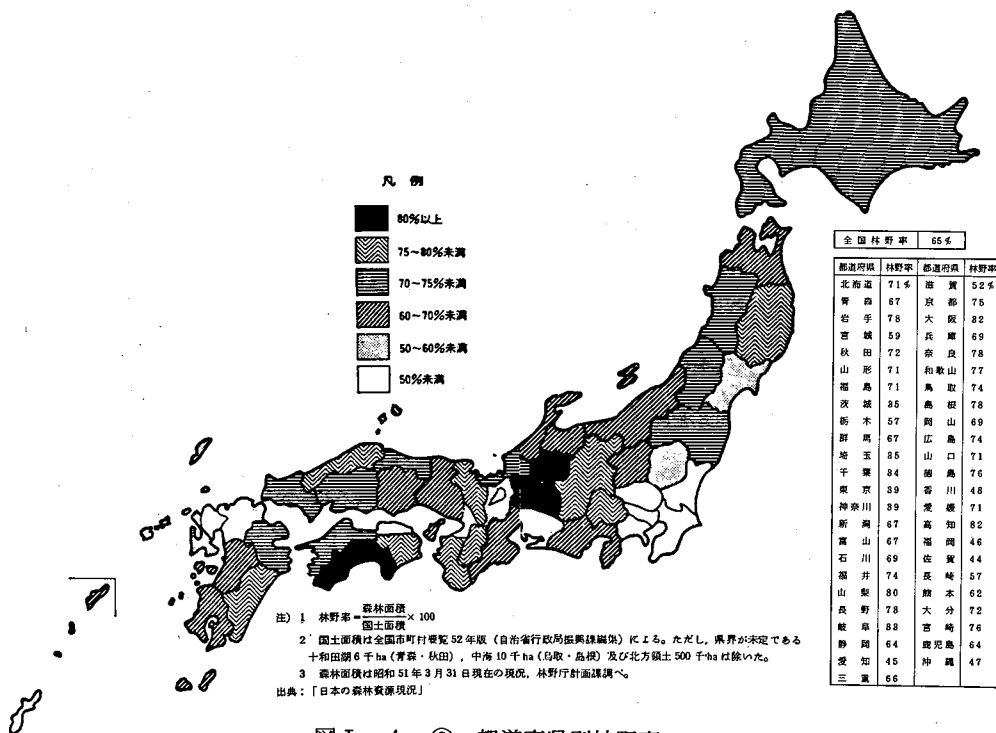


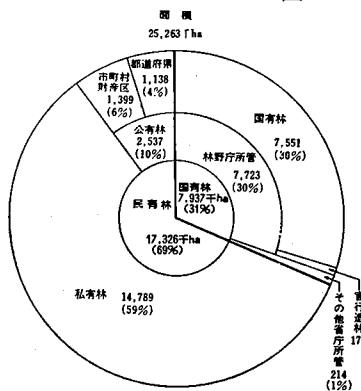
図 I-4-① 世界の立木伐採量とその用途

(2) 我が国の森林

森林面積は全国土の68%を占め、都道府県別にみた林野率は図I-4-①に示す通りである。



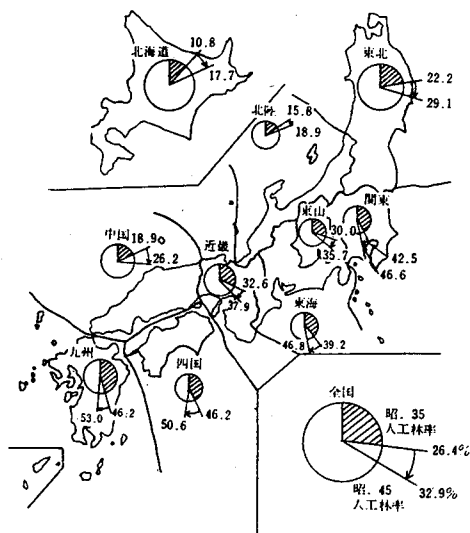
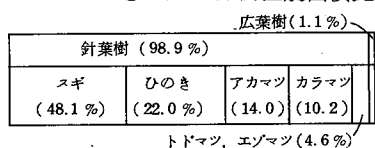
図I-4-② 都道府県別林野率



図I-4-③ 所有形態別面積

出典:「日本の森林資源状況」

図I-4-④ 人工林樹種別面積比



図I-4-④ 地域別人工林率の変化

51年度面積総数 7,075千ha

資料:「林業統計要覧」1978

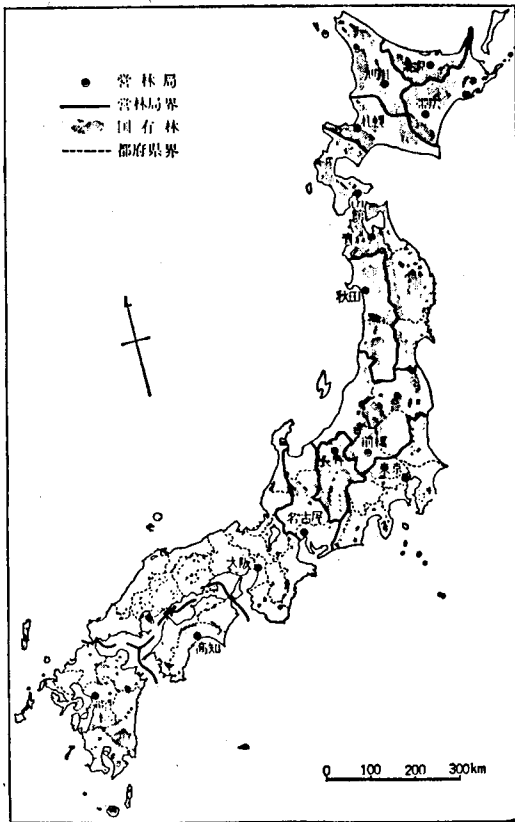


図 I - 4 - ⑤ 国有林の分布
出典：「日本の森林」 四手井網英

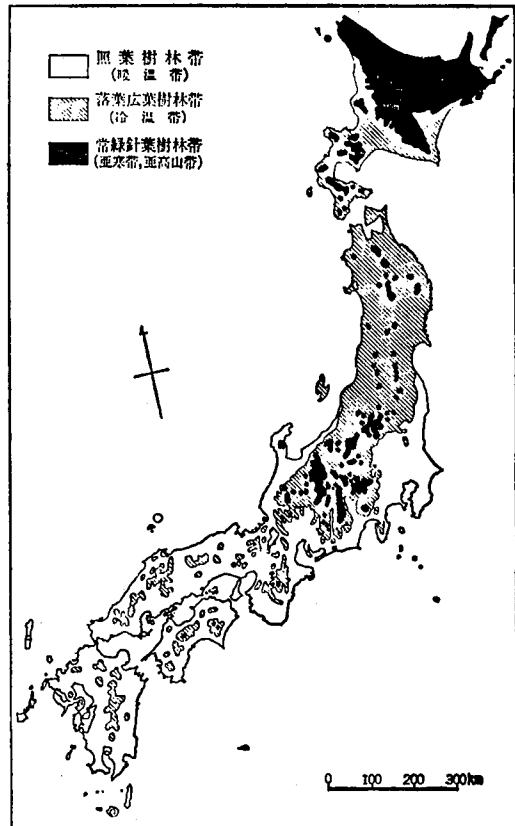


図 I - 4 - ⑥ 日本の森林帯 (沖縄県を除く)
〔本多静六原図〕
出典：「日本の森林」四手井網英

表 I - 4 - ⑨ 我が国の森林資源の現況

区 分	面 積	総 数			
		蓄 積			
		総 数	針 葉 樹	広 葉 樹	
総 数	千 ha	千 m ³	千 m ³	千 m ³	
25,251	2,073,695	1,111,529	962,166		
国 有 林	総 数	7,966	822,506	365,562	456,944
	林野庁所管	7,750	801,674	355,041	446,633
	官 有 林	7,548	791,221	345,266	445,955
	官 林	202	10,453	9,775	678
	その他省庁所管	216	20,832	10,521	10,311
民 有 林	総 数	17,285	1,251,189	745,967	505,222
	公 有 林	2,711	189,981	88,940	101,041
	都 県	1,152	100,069	43,143	56,926
	市町村財産区	1,559	89,912	45,797	44,115
	私 有 林	14,574	1,061,208	657,027	404,181

わが国の森林資源の現況は表 I - 4 - ⑨に示す通りである。わが国の森林は大部分が山岳地帯であり、面積は約 2,500 万 ha で国土の 68 % を占め、木材蓄積は約 23 億 m³ である。林地面積の 63 % を占める天然林は奥地山岳地帯には老令林がかなり多く、里山地帯は低位利用の状態にある。

表 I - 4 - ⑩ 森林の状況

総 数 面 積	25,251千ha
蓄 積 総 数	2,073,695千m ³
針 葉 樹	1,111,529
広 葉 樹	962,166
人 工 林 面 積	8,868千ha
蓄 積 総 数	687,532千m ³
針 葉 樹	676,822
広 葉 樹	10,710
天 然 林 面 積	14,889千ha
蓄 積 総 数	1,383,612千m ³
針 葉 樹	434,075
広 葉 樹	949,537
無立木地他面積	1,345千ha
蓄 積 総 数	2,551千m ³
針 葉 樹	632
広 葉 樹	1,919
竹 林 面 積	149千ha

(注) 全国森林計画の期首(昭和48年4月1日)の現況数値である

(出所) 手束平三郎「わが国木材資源の現況と将来」

出典) 手束平三郎「わが国木材資源の現況と将来」

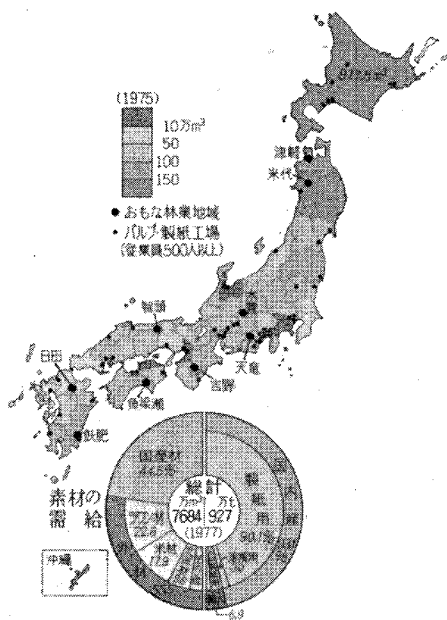


図 I - 4 - ⑦ 日本の用材生産量

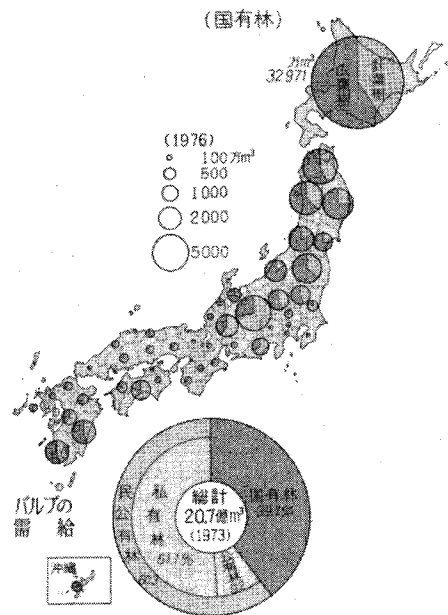


図 I - 4 - ⑧ 日本の森林蓄積量

表 I-4-⑩ 森林資源現況総括表

(単位；面積 10^3 ha ，蓄積 10^3 m^3)

区 分	総 数				立 木				地				無立木地・その他				竹林	除地 2
	面積	蓄 積			面積	積			面積	天 然 林			面積	積				
		総 数	針 葉 樹	広 葉 樹		蓄 積	針 葉 樹	広 葉 樹		蓄 積	針 葉 樹	広 葉 樹		蓄 積				
総 数	25,263	2,185,916	1,214,733	971,183	9,377	798,359	787,911	10,448	14,437	1,385,712	426,339	959,373	1,301	1,845	483	1,362	148	109
	7,937	805,145	362,754	442,391	2,289	140,468	133,323	7,145	4,967	663,130	228,992	434,138	681	1,547	439	1,108	0	101
	7,723	782,972	352,593	430,379	2,255	137,673	130,610	7,063	4,809	643,752	221,544	422,208	659	1,547	439	1,108	0	101
	7,551	772,406	342,570	429,836	2,109	127,348	120,641	6,707	4,804	643,516	221,491	422,025	638	1,542	438	1,104	0	—
国 有 林	172	10,566	10,023	543	146	10,325	9,969	356	5	236	53	183	21	5	1	4	—	—
	214	22,173	10,161	12,012	34	2,795	2,713	82	158	19,378	7,448	11,930	22	0	0	0	—	—
	17,326	1,380,771	851,979	528,792	7,088	657,891	654,588	3,303	9,470	722,582	197,347	525,235	620	298	44	254	148	8
	2,537	197,033	99,405	97,628	1,035	67,958	67,365	593	1,388	128,779	31,996	96,783	110	296	44	252	4	8
民 有 林	1,138	100,108	45,128	54,980	434	25,806	25,493	313	653	74,007	19,591	54,416	51	295	44	251	—	—
	1,399	96,925	54,277	42,648	601	42,152	41,872	280	735	54,772	12,405	42,367	59	1	—	1	4	—
	14,789	1,183,738	752,574	431,164	6,053	589,933	587,223	2,710	8,082	593,803	165,351	428,452	510	2	—	2	144	—

注) 1 林野庁計画誤調へ

2 全国森林計画樹立のために把握した昭和51年3月31日現在の現況である。

3 林野庁所管の中の国有林は，国有林野法第2条第1号に定める森林原野である。

4 除地2は，国有林野経営規程および同運用通達（44林野計第368号通達）に規定する除地のうちの付帯地および貸地をいい，総数には含まない。

出典：「日本の森林資源現況」

(i) 面積

(ii) 蓄積

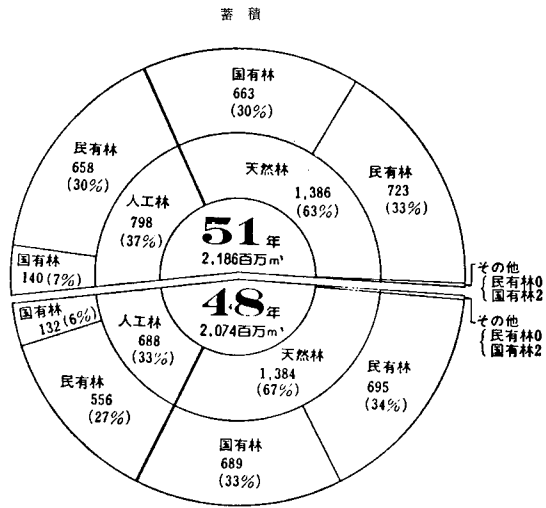
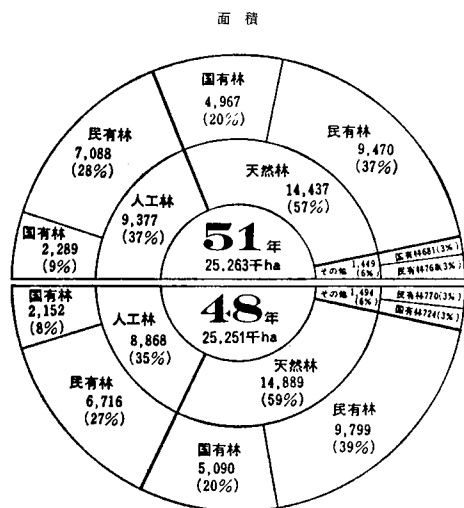
(注) 1 林野庁計画課調べ

2 全国森林計画樹立のために把握した昭和51年3月31日現在の現況である。

3 地方区分は、北海道…北海道、東北…青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島、関東…茨城・栃木・群馬・埼玉・千葉・東京・神奈川、北陸…新潟・富山・石川・福井、

東山・東海…山梨、長野、岐阜、静岡、岡岡、愛知…三重、近畿…滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山、中国…鳥取、島根、岡山、広島、山口、四国…徳島、香川、愛媛、高知、九州…福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄の各都道府県である。

出典：「日本の森林資源現況」



48年は48年4月1日現在及び
51年は51年3月31日現在の状況
いずれも林野庁計測による。

図I-4-⑨ 全国森林現況(面積)

図I-4-⑩ 全国森林現況(蓄積)

出典:「日本の森林資源現況」

出典:「日本の森林資源現況」

表I-4-⑫ 森林面積の推移

(単位: 10^3 ha)

	森 林 面 積			樹 林 地					
				人 工 林			天 然 林		
	45年	50年	増減(△)	45年	50年	増減(△)	45年	50年	増減(△)
北海道	5,391	5,362	△ 29	903	1,269	366	4,204	3,874	△ 330
東北	4,545	4,596	51	1,284	1,260	336	3,121	2,883	△ 238
北陸	1,597	1,597	0	286	352	66	1,225	1,161	△ 64
北関東	1,130	1,113	△ 17	487	515	27	613	572	△ 41
南関東	352	340	△ 12	183	169	△ 14	154	149	△ 5
東山	1,339	1,335	△ 4	459	541	82	828	761	△ 67
東海	1,962	1,940	△ 22	889	966	77	1,009	920	△ 89
近畿	1,846	1,827	△ 19	682	775	93	1,116	1,006	△ 110
山陰	767	769	2	205	267	62	531	474	△ 57
山陽	1,553	1,536	△ 17	371	459	88	1,089	1,021	△ 68
四国	1,376	1,377	1	672	793	121	655	551	△ 104
北九州	1,473	1,451	△ 22	730	806	76	590	520	△ 70
南九州	1,153	1,167	14	543	626	83	542	491	△ 51
沖縄	—	91	—	—	11	—	—	72	—
全 国	24,483	24,500	—	7,695	9,168	—	15,678	14,455	—
全 国 (沖縄県を除く)	24,483	24,401	△ 74	7,695	9,157	1,462	15,678	14,383	△ 1,295

注: 1) 本表調査の森林面積には、森林内にある草地並びに岩石地、崩壊地、沢敷等の除地及び更新困難地は含まれていない。

2) 樹林地の面積は森林面積から竹林、伐採跡地及び未立木地面積を除いたものである。

3) 全国と地域別の計とが一致しないのは4捨5入をしているためである。

資料: 農林省「1970年世界農林業センサス」(45年), 農林省「林野面積統計」(50年)

出典:「林業白書」

表 I - 4 - ⑬ 地方別人工林齡級別面積

(単位: 10³ha)

区 分	総 数	1 齡 級	2 齡 級	3 齡 級	4 齡 級	5 齡 級	6 齡 級	7 齡 級	8 齡 級	9 齡 級	10 齡 級	11 齡 級	12 齡 級	13 齡 級 以 上	
林野庁所管国有林	北海道	2,255	345	454	422	359	197	55	35	60	77	61	49	47	94
	東北	580	123	152	138	98	38	7	4	6	6	5	2	1	0
	関東	645	102	134	117	96	49	13	11	18	26	20	15	15	29
	北陸	157	22	29	26	20	13	4	2	5	7	6	5	6	12
	北山・東海	42	4	7	6	8	5	1	1	2	3	2	1	1	1
	近畿	257	27	36	36	37	30	10	7	11	13	11	10	10	19
	中国	47	4	6	8	10	7	1	1	2	2	2	1	1	2
	四国	101	10	15	20	23	10	2	2	3	3	3	2	2	6
	九州	132	13	19	20	23	15	5	2	4	6	4	5	4	12
		294	40	56	51	44	30	12	5	9	11	8	8	7	13
民 有 林	北海道	7,075	938	1,291	1,454	1,305	802	335	233	187	142	123	90	71	104
	東北	716	161	180	148	114	70	13	13	8	5	3	1	0	0
	関東	999	168	199	207	176	108	40	26	22	18	13	9	6	7
	北陸	525	31	58	98	96	81	51	29	22	14	14	9	9	13
	北山・東海	326	49	50	56	48	39	21	12	11	10	9	6	5	10
	近畿	1,268	117	194	254	231	152	72	55	48	36	33	25	20	31
	中国	736	77	126	149	122	69	36	29	25	22	21	18	15	27
	四国	652	106	137	148	127	60	16	12	11	10	7	6	6	6
	九州	689	85	132	150	135	77	33	21	15	11	11	8	5	6
		1,164	144	215	244	256	146	53	36	25	16	12	8	5	4
計	北海道	9,330	1,283	1,745	1,876	1,664	999	390	268	247	219	184	139	118	198
	東北	1,296	284	332	286	212	108	20	17	14	11	8	3	1	0
	関東	1,644	270	333	324	272	157	53	37	40	44	33	24	21	36
	北陸	682	53	87	124	116	94	55	31	27	21	20	14	15	25
	北山・東海	368	53	57	62	56	44	22	13	13	13	11	7	6	11
	近畿	1,525	144	230	290	268	182	82	62	59	49	44	35	30	50
	中国	783	81	132	157	132	76	37	30	27	24	23	19	16	29
	四国	753	116	152	168	150	70	18	14	14	13	10	8	8	12
	九州	821	98	151	170	158	92	38	23	19	17	15	13	9	18
		1,458	184	271	295	300	176	65	41	34	27	20	16	12	17

注) 1 林野庁計画課調べ

2 全国森林計画樹立のために把握した昭和51年3月31日現在の現況である。

3 林野庁以外の他省庁所管の国有林は含まない。

4 民有林は、森林法第5条に定める地域森林計画対象民有林についての数値である。

5 地方区分は、北海道…北海道、東北…青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島、関東…茨城・栃木・群馬・埼玉・千葉・東京・神奈川、北陸…新潟・富山・石川・福井、東山・東海…山梨・長野・岐阜・静岡・愛知・三重、近畿…滋賀・京都・大阪・兵庫・奈良・和歌山、中国…鳥取・島根・岡山・広島・山口、四国…徳島・香川・愛媛・高知、九州…福岡・佐賀・長崎・熊本・大分・宮崎・鹿児島・沖縄の各都道府県である。

出典:「日本の森林資源現況」

表 I - 4 - ⑭ 都道府県別・樹種別素材生産量

(単位: 千 m^3)

都道府県	総 数	針 葉 樹							広 葉 樹			
		総 数	アカマツ クロマツ	スギ	ヒノキ	モミ ツガ	カラマツ エゾマツ トドマツ	その他	総 数	ナラ	ブナ	その他
総 数	35,271	21,383	3,856	8,425	3,572	566	4,050	919	13,883	646	1,122	12,115
北海道	8,952	3,878	4	17	0	0	3,637	220	5,074	412	152	4,510
青森	1,336	790	124	321	5	1	11	328	546	17	162	367
岩手	1,750	712	319	276	25	1	63	28	1,038	56	151	831
宮城	659	395	117	236	19	10	9	4	264	4	54	206
秋田	1,552	995	61	904	9	0	6	15	557	22	193	342
山形	536	255	34	209	4	0	7	1	271	14	74	183
福島	1,379	694	191	329	104	18	19	33	685	19	86	580
茨城	449	394	99	194	96	1	2	2	55	1	0	54
栃木	681	525	68	281	156	10	4	6	156	8	14	134
群馬	559	300	35	134	61	11	49	10	259	16	24	219
埼玉	201	169	20	93	47	6	1	2	32	0	33	29
千葉	201	196	62	116	13	3	0	2	5	0	-	5
東京	91	82	4	47	26	2	1	2	9	0	11	8
神奈川	42	38	8	15	15	0	0	0	4	0	0	4
新潟	503	294	43	243	1	1	2	4	209	2	29	178
富山	82	54	8	43	1	0	1	1	28	0	3	25
石川	164	131	36	71	2	2	1	19	33	0	5	28
福井	245	146	27	113	5	0	0	1	99	2	16	81
山梨	235	153	32	22	23	48	19	9	82	9	12	61
長野	1,005	705	90	73	160	85	198	99	303	10	29	264
岐阜	979	567	83	127	258	48	8	43	412	19	53	340
静岡	725	644	51	339	198	45	2	9	81	2	4	75
愛知	345	328	39	145	129	6	1	8	17	0	-	17
三重	788	759	68	383	293	13	0	2	29	1	1	27
滋賀	188	155	58	55	41	0	0	1	33	1	2	30
京都	254	211	83	63	58	5	0	2	43	0	0	43
大阪	38	37	25	6	6	0	-	0	1	0	-	1
兵庫	409	316	110	136	57	11	0	2	93	1	3	89
奈良	680	578	24	317	207	26	3	1	102	2	1	99
和歌山	382	306	39	149	92	25	0	1	76	2	6	68
鳥取	321	219	62	115	40	0	2	0	102	6	6	92
島根	629	292	186	69	35	1	0	1	337	3	1	333
岡山	523	436	201	113	112	3	1	6	87	1	1	85
広島	637	446	294	69	75	6	-	2	191	2	5	184
山口	501	334	223	79	26	7	1	3	167	2	6	159
徳島	441	311	48	206	38	13	1	5	130	4	3	125
香川	56	49	36	4	9	0	-	-	7	3	-	7
愛媛	584	510	158	204	138	9	-	1	74	1	4	69
高知	894	616	69	214	261	64	0	8	278	2	4	273
福岡	408	334	77	182	72	2	0	1	74	2	1	71
佐賀	183	147	28	78	40	0	-	1	36	2	1	35
長崎	227	120	28	46	44	1	-	1	107	0	-	107
熊本	975	678	112	349	187	23	0	8	297	1	5	289
大分	719	665	111	447	101	3	0	2	54	1	1	52
宮崎	1,454	776	108	469	132	52	1	14	678	2	5	669
鹿児島	1,307	645	151	324	151	9	0	10	662	0	1	661
沖縄	9	3	2	-	-	-	-	1	6	-	-	6

注) 昭 51 年次の生産量

出典) 「林業統計要覧」 1978

(3) 我が国の木材需給及びその利用

表 I-4-1⑮ 木材需要構造

産 業	針 葉 樹 (原 木)				広 葉 樹 (原 木)				合 計	
	事業所数	使用数量トン	使用数量 構成比		事業所数	使用数量トン	使用数量 構成比		使用数量	使用数量 構成比
食 品	439	7,603,194	100.0	—	583	16,631,191	100.0	—	24,234,385	100.0
繊維・繊維製品	—	—	—	—	3	11,128	0.1	—	11,128	0.8
食 料	1	x	x	—	3	x	x	—	x	x
綿紡績、編レース、男子服製造業	252	4,328,860	56.9	—	141	1,919,710	11.5	—	6,248,570	25.8
一般製材業	5	6,429	0.1	—	28	353,909	2.1	—	360,338	1.5
単板製造業	6	45,071	0.6	—	28	628,514	3.8	—	673,585	2.8
床板製造業	9	56,583	0.7	—	13	177,672	1.1	—	234,255	1.0
木材チップ製造業	11	81,254	1.1	—	5	10,752	0.1	—	92,006	0.4
造作材製造業	47	686,054	9.0	—	198	10,645,392	64.0	—	11,331,446	46.8
合板製造業	8	667,633	8.8	—	7	69,698	0.4	—	737,331	3.0
建築用木製組立材料製造業	16	127,421	1.7	—	9	57,222	0.3	—	184,643	0.8
木箱製造業	—	—	—	—	3	42,362	0.3	—	42,362	0.2
バーティカルボード製造業	6	7,960	0.1	—	20	80,529	0.5	—	88,489	0.4
他に分類されない木製品製造業	7	x	x	—	7	x	x	—	x	x
軽木、木毛、たる、おけ材製造業木材薬品処理業	367	6,007,265	79.0	—	459	13,985,760	84.1	—	19,993,025	82.5
小 計	12	16,397	0.2	—	32	250,120	1.5	—	266,517	1.1
家具	11	x	x	—	10	33,520	0.2	—	33,520	0.1
宗教用具製造業	3	x	x	—	3	7,807	0.1	—	7,807	0.0
建具製造業	—	—	—	—	5	x	x	—	x	x
その他	16	16,397	0.2	—	50	291,447	1.8	—	307,844	1.3
小 計	8	147,999	1.9	—	8	273,206	1.6	—	421,205	1.7
紙・パルプ	15	1,009,842	13.3	—	14	1,141,214	6.9	—	2,151,056	8.9
製紙・機械すき紙製造業	5	105,208	1.4	—	5	350,241	2.1	—	455,449	1.9
洋紙・機械すき紙製造業	2	x	x	—	4	x	x	—	x	x
板紙製造業	30	1,263,049	16.6	—	31	1,764,661	10.6	—	3,027,710	12.5
溶解パルプ、事務用紙製品、繊維板製造業	—	—	—	—	2	x	x	—	x	x
小 計	5	30,841	0.4	—	1	x	x	—	30,841	0.1
ゴム・皮革	—	—	—	—	1	x	x	—	x	x
プラスチック製品、革製品、その他の製品製造業	5	30,841	0.4	—	1	x	x	—	30,841	0.1
その他のセメント製品製造業	—	—	—	—	1	x	x	—	x	x
小 計	5	30,841	0.4	—	2	x	x	—	30,841	0.1
金属製品製造業	3	x	x	—	1	x	x	—	x	x
一般機械・器具製造業	1	x	x	—	5	x	x	—	x	x
電気機械・器具製造業	1	x	x	—	—	—	—	—	x	x
輸送用機械・器具	7	6,673	0.1	—	2	600	0	—	7,263	0.0
その他	4	x	x	—	3	x	x	—	x	x
小 計	11	6,673	0.1	—	5	600	0	—	7,263	0.0
精密機械・器具製造業	—	—	—	—	1	x	x	—	x	x
マッパチ製造業	1	x	x	—	12	48,274	0.3	—	48,274	0.2
その他製造業	3	x	x	—	9	x	x	—	x	x
楽器・同部品、同材料製造業、鉛筆製造業、その他	4	x	x	—	21	48,274	0.3	—	48,274	0.2
小 計	4	x	x	—	21	48,274	0.3	—	48,274	0.2

出所)昭和48年「工業統計表」「原材料・燃料編」をもとに産材研で作成

出典：環境保全、資源有効利用システム技術開発委員会(1979) 森資源の有効利用システムの研究開発 I, (社)日本機械工業連合会,

(社)日本産業機械工業会：1～153

表 I-4-⑬ 木材需要量の推移

(単位: 千 m^3)

	46 年	47	48	49	50
総 数	101,405	106,504	117,581	113,040	96,369
国 産 材	45,966	43,941	42,209	39,474	34,577
外 材	55,439	62,563	75,372	73,566	61,792
自 給 率	45.3%	41.3%	35.9%	34.9%	35.9%

(注) 1. 需要量は丸太の需要量と製材、合板、チップ、パルプ等の丸太以外の品目を丸太材積に換算した需要量とを合計したものである。但し薪炭を除く(以下の表も同じ)
2. 自給率=国産材供給量÷総供給量

㈱野村総合研究所(1980) バイオマス, NPI レファレンス: 1~75

表 I-4-⑭ 樹種別, 部位別現存量の割合

(単位: %)

樹種 現存量の割合	アカマツ	スギ	シラベ	カラマツ (200 t/ha)
葉	6	11	15	2
枝	11	6	13	8
幹	62	63	52	73
根	21	21	20	17
合 計	100	100	100	100

資料) 「伐採作業」農林出版より作成

環境保全, 資源有効利用システム技術開発委員会
(1979) 森資源の有効利用システムの研究開発 I
(社)日本機械工業連合会, (社)日本産業機械工業会: 1~153

表 I-4-⑮ 日本の木材需給量の推移

単位: 1,000 m^3

年次	需 要					供 給			輸 入 率 %
	総 数	製 材	パルプ	合 板	その他	合 計	国産材	輸入材	
昭和 30	45,278	30,295	8,285	2,297	4,501	45,278	42,794	2,484	5.5
40	70,530	47,084	14,335	5,187	3,924	70,530	50,875	20,155	28.6
50	96,369	55,341	27,298	11,173	2,557	96,369	34,577	61,792	64.1
51	102,609	57,394	12,939	29,639	2,637	102,609	35,760	66,849	65.1
52	101,854	56,564	12,717	29,841	2,732	101,854	34,231	67,623	66.1
53	103,417	57,560	13,585	29,597	2,675	103,417	32,558	70,859	68.5

本表には薪炭材を含まない。昭和 53 年次における薪炭材の需要量は 892,000 m^3 (薪 554,000 m^3 ,

木炭原木 338,000 m^3 =木炭約 4 万トン)

(林野庁)

栗山旭(1980) エネルギー資源としての木材, バイオマスと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会: 4-2-1~4-2-11

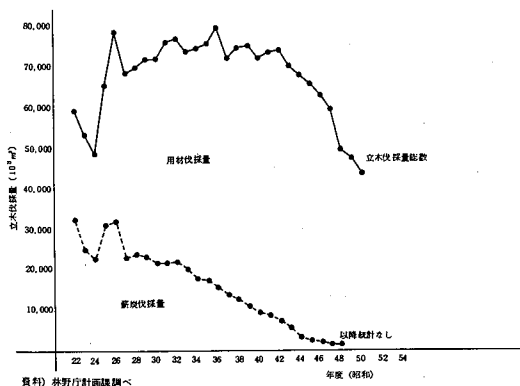


図 I-4-⑯ 立木伐採量, 薪炭伐採量の推移

表 I-4-⑰ 幹材積に対する枝条率

(単位: %)

樹種 胸高直径	針 葉 樹	広 葉 樹
12 cm 以上	10	10
14~18 cm	10	12
20~48 cm	10	24
50~78 cm	10	29
80 cm 以上	10	33

出典) 「伐採作業」農林出版「高知営林局集材作業指導書」

表 I - 4 - ㉔ 木炭および薪の生産量推移

項目	年 度		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
	単 位											
木炭	千 t		361	251	178	166	144	83	75	70	55	43
	換 算 材 積 (千 m^3)		2,674	1,859	1,318	1,230	1,067	615	556	518	407	319
計	普 ま 通 き	千 束	84,432	57,530	43,354	31,691	27,327	23,265	19,567	15,261	13,798	13,851
		換算材積(千 m^3)	1,173	799	602	440	380	323	272	212	192	192
	し ま ば き	千 束	7,416	5,664	3,095	2,799	2,441	—	—	—	—	—
		換算材積(千 m^3)	103	79	43	39	34	—	—	—	—	—
合計	換 算 材 積 (千 m^3)		3,950	2,737	1,963	1,709	1,481	938	828	730	599	511

注 1) 農林省統計情報部調べ。47年以降は林野庁林産課調べ。

2) 換算値 木炭1t当り7407 m^3 (白炭, 黒炭の平均実績値)

薪 72束=1.00 m^3 (1束は, 長さ48cm, 結束した周囲75cmとす)。

表 I - 4 - ㉕ 木材チップ原料別生産推移
(昭和40年~52年)

年			単位 1,000 m^3							
材種		昭和 40年	45	46	47	48	49	50	51	52
N	工場残材	2,950	4,148	4,607	4,778	4,769	4,861	4,203	4,779	4,728
	林地残材	399	158	128	129	96	81	55	47	37
	素 材	793	662	863	682	560	725	639	723	725
	計	4,142	4,968	5,598	5,589	5,425	5,667	4,897	5,549	5,490
L	工場残材	1,357	2,589	2,692	2,593	3,028	2,792	2,245	2,502	2,523
	林地残材	442	732	585	698	529	519	367	442	401
	素 林	2,486	7,412	8,724	8,656	8,504	8,700	7,221	7,659	7,514
	計	4,285	10,733	12,001	11,947	12,061	12,011	9,933	10,603	10,438
合 計	工場残材	4,307	6,737	7,299	7,371	7,797	7,653	6,448	7,281	7,251
	林地残材	841	890	713	827	625	600	422	489	438
	素 材	3,279	8,074	9,587	9,338	9,064	9,425	7,680	8,382	8,239
	計	8,427	15,701	17,599	17,536	17,486	17,678	14,730	16,152	15,927

注) 本表には繊維板用チップを含む。

資料) 農林省統計情報部資料

環境保全, 資源有効利用システム技術開発委員会
(1979) 森資源の有効利用システムの研究開発 I,
(社)日本機械工業連合会, (社)日本産業機械工
業会: 1~153

表 I - 4 - ㉔ 木材炭化方式の概要

炭化方式	原料		炭化温度 (°C)	生産時間	炭化物			
	樹種	形態	含水率 (%)	収量 (t)	炭の種類	水分 (%)	揮発分 (%)	固定炭素 (%)
製炭法	無蒸製炭法	○ ○		10				
	坑内製炭法	○ ○		10				
	マイラー法	○ ○	30-35	16-18	黒炭	6-8	3	10-30
	プロック法	○ ○	30-35	550 ("	黒炭	6	3	10-30
	炭塊法	○ ○	30-35	500 ("	黒炭			
炭化法	炭塊 (土) 炭	○ ○	30-35	15-20	黒炭	6-8	3	10-20
	白炭 (石) 炭	○ ○	30-35	10-15	白炭	8-10	3	5
	平炭 (平) 炭	○ ○	15-20	10-12	乾留炭	8.2	8.4	25.9
	平炭 (平) 炭	○ ○	15-20	10-12	乾留炭	5.8	10.2	33.3
	平炭 (平) 炭	○ ○	15-20	10-12	乾留炭	4.5	6.6	31.9
乾留法	スクリュー炉 (外熱)	○ ○	20 (気乾)	25	乾留炭	4.9	11.7	32.4
	トンブセン炉 (カナダ米国)	○ ○	20	25	乾留炭			
	北海道立林産試験所	○ ○	20	25	乾留炭	2.5	1.7	26.4
	福岡県立林産試験所	○ ○	20	25	乾留炭	4.6	2.3	25.6
	セーマン炉 (外熱)	○ ○	20	25	乾留炭			
流動法	三藤炭工機 (日本)	○ ○	20-25	20	乾留炭	6.6	15.1	13.4
	信越化学工業機 (日本)	○ ○	20-25	20	乾留炭	7.1	8.2	21.5
	東京ケミカル機 (東京)	○ ○	20-25	20	乾留炭	5.0	8.6	18.8
	ニコンスヘルツ機 (米国)	○ ○	20-25	20	乾留炭	1.2	8.5	15.9
	コロネル機 ("	○ ○	20-25	20	乾留炭	1.6	8.9	12.7
多段炭化炉	コロネル機 ("	○ ○	20-25	20	乾留炭			
	ケイムル機 ("	○ ○	20-25	20	乾留炭			
	トーマス機 (日本山口県下)	○ ○	20-25	20	乾留炭			
	トーマス機 (大阪府木田町組合)	○ ○	20-25	20	乾留炭			
	トーマス機 ("	○ ○	20-25	20	乾留炭			

出所) 日本木材加工技術協会「木材工業の現状と展望」, 「木材工業ハンドブック」より作成

資料

環境保全, 資源有効利用システム技術開発委員会 (1979) 森資源の有効利用システムの研究開発 I, (社) 日本機械工業連合会, (社) 日本産業機械工業会

: 1 ~ 153

5. 水域系資源の生産及び利用

(1) 世界の漁業資源

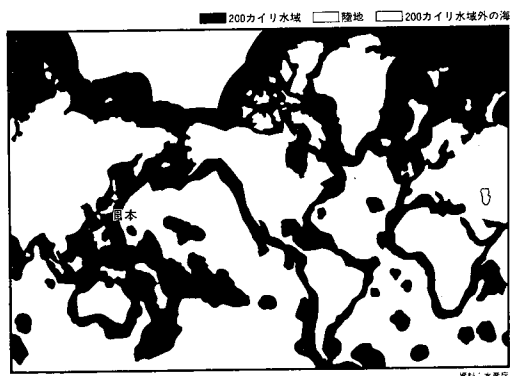


図 I-5-① 世界の 200 カイリ漁業水域

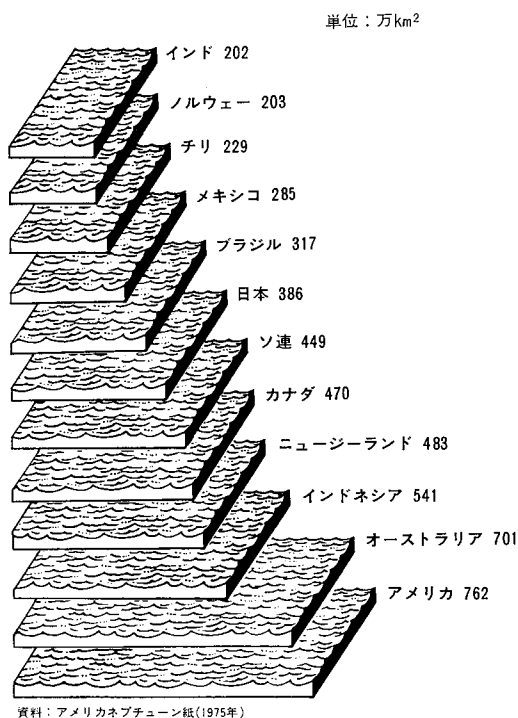


図 I-5-② おもな国の 200 カイリ水域の広さ

表 I-5-① 世界の海洋の広さと深さ

	面積 (10 ⁶ km ²)	平均深度 (m)	備 考
大 西 洋	82,441	3,926	1. 大地中海とは地中海、黒海、アメリカ地中海（カリブ海、メキシコ湾地域）、アジア地中海（大、小スンダ列島、フィリピン、マレー半島で囲まれた多島海）を合わせたもの
大 平 洋	165,246	4,282	
インド洋	73,443	3,963	
大地中海 ¹	29,518	1,378	2. 小地中海とはバルト海、ハドソン湾など
小地中海 ²	2,331	172	
沿 海 ³	8,079	874	3. 沿岸とは北海、日本海、ペーリング海、オホーツク海など
全 海 洋	361,058	3,795	

野村正恒 (1979)

世界の漁場／時事問題解説・64

株式会社 教 育 社

表 I-5-② 国別に見た大陸棚と経済水域の面積

国 名	経済水域の面積	順 位	大陸棚の面積
米 国	7,621,460(km ²)	1	1,700,000(km ²)
オーストラリア	7,008,500	2	2,000,000
インドネシア	5,410,140	3	1,382,000
ニュージーランド	4,834,600	4	212,000
カ ナ ダ	4,699,100	5	935,000
ソ 連	4,491,600	6	1,700,000
日 本	3,862,200	7	233,000
ブ ラ ジ ル	3,169,300	8	610,000
メ キ シ コ	2,852,050	9	388,000
チ リ	2,288,840	10	185,000
ノ ル ウ ェ ー	2,025,400	11	155,000
イ ン ド	2,015,470	12	414,868
フィリピン	1,891,300	13	184,600
ポルトガル	1,774,700	14	28,150
マダガスカル	1,292,400	15	210,000
ス ペ イ ン	1,219,700	16	74,700
モーリシャス	1,183,350	17	1,630
アルゼンチン	1,164,500	18	10,700
エクアドル	1,159,340	19	25,450
フ イ ジ ー	1,135,000	20	15,000

資料出所：米ネイチャー誌 (1975. 4. 14No. 3)

図 I-5-③ 世界の水域別生産量（1973～1977 年）
（捕鯨業を除く。）

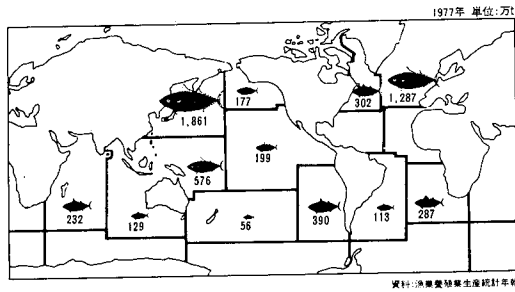


図 I-5-④ 世界のおもな水域別漁獲量

表 I-5-③ 世界の海洋の漁業生産量

(単位：1,000トン)

	1958	1968	1969	1970	1971	1972
大西洋	13,600	23,120	22,640	23,590	23,310	24,250
印度洋	1,400	2,190	2,220	2,440	2,720	2,510
太平洋	13,400	30,600	29,490	34,650	34,290	29,480
計	28,400	55,910	54,350	60,680	60,320	56,240

表 I-5-④ 海洋における漁獲可能量割合

海 域	大 陸 棚		漁獲可能量割合
	0~200m	0~1000m	
太平洋(計)	40.6%	40.2%	44.6%
北 部	11.0	10.8	9.7
西部中央	21.8	19.9	15.9
東部中央	1.9	2.0	6.0
南西部	3.8	5.5	0.6
南東部	2.1	2.0	12.4
大西洋(計)	45.9	45.1	41.3
北西部	5.6	5.3	6.4
北東部	18.3	16.8	13.2
地中海	1.7	3.1	1.2
西部中央	5.9	6.2	5.5
東部中央	2.6	3.0	3.4
南西部	9.9	8.8	7.3
南東部	1.9	1.9	4.3
印度洋(計)	13.5	14.7	14.1
東 部	6.8	8.3	5.3
西 部	6.7	6.4	8.8

野村正恒(1979)

世界の漁場／時事問題解説・64

株式会社 教 育 社

1975年の海産動物の世界総漁獲量は5,970万トンであった。内水面での漁獲量は1,040万トンであったが、この中には、溯河および降海回遊魚の漁獲量も含んでいる。海産魚の漁獲量は4,930万トンであった。1975年の水産物の総漁獲量は6,970万トンで、これは、年間漁獲量が着実な上昇をつづけた最後の年である1970年の6,960万トンとほぼ同じである。1970年から1975年の間、平均年間漁獲量は実際に少し減っている。これは、それだけではないにしても、主としてペルーのアンチョベッタ(カタクチイワシ)漁業が不振だったためである。

海産魚の漁獲量は1970年にピークに達した後、下降傾向を示し、これまでとられてきた伝統的な海産魚の資源がすでに利用し尽くされていることを示している。実際、多くの資源がひどく乱獲されている。甲殻類の漁獲量は1970年以来、ほぼ200万トンと一定している。軟体類はふえたがたいした量ではない。したがって、これまで利用されてきた伝統的な種類だけで年間1億トンの維持、漁獲量〔維持漁獲量(あるいは維持生産量)とは、資源量を減らさないで漁獲できる量。資源量に応じてこの量は変わるが、このなかで最大となる量を最大維持漁獲量(Maximum Sustainable Yield, : MSY)という〕が可能、と一般に考えられてきたが、これは無理なようである。潜在漁獲量としては、現在の総漁獲量ないし6,000万トンの線に近いのではないだろうか。

表 I - 5 - ⑤ 魚種別、水域別の漁獲量 (1965) および推定潜在量

(単位: 1,000トン)

		大型回遊魚		底 魚		多獲性回遊魚		頭 足 類		甲 殻 類		計	
		1965年 の漁獲	潜在量	1965年 の漁獲	潜在量	1965年 の漁獲	潜在量	1965年 の漁獲	潜在量	1965年 の漁獲	潜在量	1965年 の漁獲	潜在量
大 西 洋													
北 北	東	85	700	3,750	6,900	5,152	7,500	33	1,000	109	170	9,129	53,700
北 西	9	2,741		3,300	302	2,300	9	500	43	70	3,104		
中 中	42	234		3,000	668	3,000	1	1,000	215	260	1,160		
中 東	137	616		930	382	2,200	123	700	80	7	1,265		
南 西	23	254		5,000	146	5,000	2	1,000	56	110	481		
南 東	43	446	1,080	1,631	7,450	4	500	13	20	2,167			
大 西 洋 計		339	700	8,041	20,210	8,281	27,450	172	4,700	443	710	17,276	53,700
太 平 洋													
北 北	西	290	2,000	3,107	3,800	1,609	2,100	559	1,000	218	270	8,211	57,500
北 西	334	1,468		3,800	626	3,000	—	1,000	—	—	—	—	
中 中	207	4,055		11,000	1,222	5,000	46	200	342	680	5,872		
中 東	339	91		750	120	650	9	300	67	110	626		
南 西	47	65		600	15	1,200	φ	500	21	40	148		
南 東	88	158	2,000	7,783	17,000	φ	500	26	80	8,055			
太 平 洋 計		1,305	2,000	8,944	21,950	11,375	28,950	614	3,500	674	1,180	22,912	57,500
イ ン ド 洋													
東 部	部	60	100	575	1,000	102	700	φ	500	68	110	805	7,300
西 部	部	92	110	504	1,700	451	3,000	φ		22	140	1,069	
イ ン ド 洋 計		152	210	1,079	2,700	553	3,700	φ	500	90	250	1,874	7,300
地 中 海		35	45	318	400	506	700	40	500	27	50	926	1,700
世 界 合 計		1,831	2,955	18,382	45,260	20,715	60,800	826	9,200	1,234	2,190	42,988	120,200
拡 大 係 数		×1.6		×2.5		×2.9		×11.1		×1.8		×2.8	

野村正恒 (1979)

世界の漁場/時事問題解説・64

株式会社 教 育 社

表 I - 5 - ⑥ 世界の主な漁獲対象種、グループ別リスト

淡 水 魚: コイその他コイ科魚類 テラピアなどカワスズメ科魚類 その他の淡水魚 溯河降海回遊魚: チョウザメ類 ウナギ サケ、マス、ワカサギなど シャッド(ニシン類)など その他の溯河および降海回遊魚 海 産 魚: カレイ、ヒラメ、シタビラメ類 タラ類 メスケ類、ハタ類、アナゴ類など 底魚 アジ、ボラ、サンマなど浮魚 ニシン、イワシ類 マグロ、カツオ、カジキなど サバ、カマス、ダチウオなど サメ、エイ、ギンザメ類 その他の海産魚	甲 殻 類: 淡水産甲殻類 カニ類 イセエビなどロブスター類 エビ類 オキアミなど浮遊性甲殻類 その他の海産甲殻類 軟 体 類: 淡水産貝類 アワビなど巻貝類 カキ イガイ類 ホタテガイ アサリ、ハマグリなど イカ、タコ類 その他の海産軟体類 クジラ、アザラシその他水棲哺乳類: シロナガス、ナガス、マッコウ など大型クジラ類 ミンク、ゴンドウなど小型クジ ラ類	イルカ類 オットセイ、アシカ、アザラ シ、セイウチなど その他の水棲哺乳類 その他の水産動物: カエルなど両棲類 カメなど爬虫類 ホヤなど被囊類 カブトガニなど ウニ、ナマコほか棘皮類 その他の水棲無脊椎動物 その他の水産動物製品: 真珠、真珠母、貝殻など サンゴ 海绵 海鳥のダノ、卵など 水棲植物: 褐藻 紅藻 緑藻その他海藻 その他の水棲植物
--	--	--

表 I-5-⑦ 世界の総漁獲量と類別漁獲量

(単位:100万トン)

	総漁獲量	淡水魚と 湖沼および 回遊魚	海産魚	甲殻類と 軟体類	
1953年	—	—	19.1	2.6	—
1954	—	—	20.3	2.9	—
1955	28.9	—	21.3	2.8	—
1956	30.8	—	22.7	2.9	—
1957	31.7	5.1	22.8	3.0	—
1958	33.3	5.6	24.1	3.0	—
1959	36.9	6.1	26.8	3.3	—
1960	40.2	6.6	29.2	3.6	—
1961	43.6	7.0	32.2	3.5	—
1962	44.8	6.8	35.6	3.8	—
1963	46.6	7.0	36.4	4.1	—
1964	51.9	7.2	40.9	4.0	—
1965	53.3	7.8	39.6	4.1	2.9
1966	57.3	8.1	43.0	4.3	3.0
1967	60.4	8.2	45.9	4.5	3.2
1968	63.9	9.3	48.7	5.0	3.5
1969	62.6	9.8	47.2	4.7	3.2
1970	69.6	11.6	52.7	5.1	3.4
1971	70.9	12.2	52.5	5.1	3.4
1972	66.2	12.4	47.2	5.3	3.6
1973	66.8	12.8	47.1	5.4	3.5
1974	70.4	12.6	50.8	5.5	3.5
1975	69.7	13.4	49.3	5.8	3.8

資料) Food and Agriculture Organization, Yearbook of
Fishery Statistics: Catches and Landings, vols. 16, 24,
32, 40.

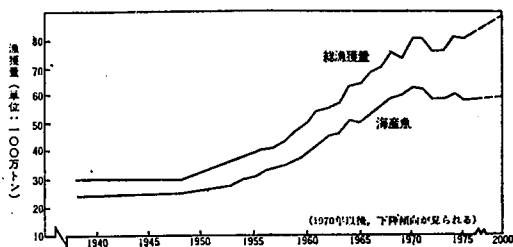


図 I-5-⑤ 海産魚とすべての海産動物の漁獲量

アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳,
1980)(1980)西暦2000年の地球1, (社)家の光
協会: 1~432

表 I-5-⑧ 海域別漁獲量(1975年)

(単位:100万トン)

地 域	大西洋	太平洋	計
北 部	15.9	19.3	35.2
中 部	6.4	9.3	15.7
南 部	3.4	4.9	8.3
計	25.7	33.5	59.2

表 I-5-⑨ 大陸・主要国別の漁獲量(1975年)

(単位:100万トン)

上 位 10 か 国	漁獲量
アフリカ	4.5
南アフリカ	1.3
北アメリカ	4.8
カナダ	1.0
5 アメリカ	2.8
南アメリカ	6.0
チリ	1.1
4 ベルギー	3.4
アジア	30.7
8 韓国	2.1
フィリピン	1.3
タイ	1.4
ベトナム	1.0
3 中国	6.9
7 インド	2.3
インドネシア	1.4
1 日本	10.5
ヨーロッパ	12.6
9 デンマーク	1.8
6 ノルウェー	2.6
10 スペイン	1.5
2 ソ連	9.9

表 I-5-⑩ 主な種類別の世界の漁獲量
(1970・1975年)

(単位:100万トン)

種 類	1970年	1975
ニシン・イワシ・カタクチイワシ	21.6	13.7
タラ類	10.5	11.8
メスケなど底魚類	3.9	5.0
サバ類	3.1	3.6
アジ・ボラ・サンマなど浮魚類	2.6	3.5
サケ・マス・ワカサギ	2.1	2.8
マグロ・カツオ・カジキ	2.0	1.9
エビ類	1.0	1.2
イカ・タコ	0.9	1.1
カレイ・ヒラメ類	1.3	1.1
計	49.0	45.7

表 I-5-⑪ 世界の主要国別年次別生産量(捕鯨業を除く)

(単位:1,000トン)

地 域 名 ・ 国 名	1970 (45)	1972 (47)	1973 (48)	1974 (49)	1975 (50)	1976 (51)	1977 (52)
合 計 WORLD TOTAL	70 352.0	66 121.0	67 677.9	71 340.0	71 003.7	74 717.2	73 501.0
ア フ リ カ AFRICA	4 226.1	4 598.5	4 858.9	4 802.9	4 481.3	4 315.4	4 252.9
ア ン ゴ ラ Angola	368.2	599.1	472.0	393.3	153.6	74.5	113.4
セ ネ ガ ル Senegal	187.2	293.6	315.8	357.0	362.9	360.9	288.8
南 ア 共 和 国 South Africa	699.4	663.9	710.5	649.8	637.4	638.5	602.9
タ ン ザ ニ ア Tanzania	185.0	156.9	167.7	170.9	191.6	239.3	250.0
モ ロ ッ コ Morocco	250.7	248.1	400.0	288.4	229.0	286.6	260.6
ガ ー ナ Ghana	171.5	281.2	223.7	219.5	254.5	237.7	382.6
ナ イ ジェ リ ア Nigeria	384.1	446.2	465.5	473.3	478.2	494.8	505.7
北・中アメリカ NORTH AND CENTRAL AMERICA	4 835.9	4 703.2	4 838.7	4 891.6	4 914.5	5 485.3	5 704.7
ア メ リ カ 合 衆 国 United States	2 776.4	2 695.3	2 857.7	2 928.8	2 898.4	3 175.6	3 101.5
カ ナ ダ Canada	1 389.0	1 169.2	1 157.4	1 036.6	1 020.9	1 132.3	1 280.4
メ キ シ コ Mexico	386.8	459.2	479.4	442.0	499.3	572.3	670.1
南 ア メ リ カ SOUTH AMERICA	14 797.2	6 802.3	4 493.6	6 775.5	5 919.8	7 340.1	5 783.1
ア ルゼンチン Argentina	214.8	238.2	302.1	296.4	229.3	281.7	392.8
チ リ Chile	1 209.4	817.5	691.0	1 157.1	929.5	1 406.5	1 285.3
ブ ラ ジ ル Brazil	526.3	601.6	703.5	740.3	772.1	707.9	790.1
ベ ネズエラ Venezuela	126.4	152.2	162.4	150.1	153.4	145.7	152.2
ペ ルー Peru	12 534.9	4 725.2	2 328.5	4 144.9	3 447.5	4 343.1	2 530.0
ア ジ ア ASIA	26 108.5	28 698.4	30 108.4	31 773.6	31 919.3	32 716.7	33 409.7
イ ン ド India	1 756.1	1 637.3	1 958.0	2 255.3	2 328.0	2 400.0	2 540.0
イ ン ド ネ シ ア Indonesia	1 228.5	1 269.9	1 265.2	1 336.3	1 390.1	1 482.9	1 545.0
大 韓 民 国 Korea, Republic of	842.6	1 341.3	1 683.6	2 023.6	2 133.7	2 405.3	2 419.0
タ イ ラ ン ド Thailand	1 447.7	1 678.8	1 678.8	1 515.5	1 553.0	1 660.0	1 778.1
中 華 人 民 共 和 国 China	6 255.0	6 880.0	6 880.0	6 880.0	6 880.0	6 880.0	6 880.0
ト ル コ Turkey	184.2	192.7	168.0	259.7	201.5	155.3	155.3
日 本 Japan	9 366.5	10 272.5	10 747.7	10 804.6	10 524.2	10 662.2	10 763.9
パ キ ス タ ン Pakistan	177.3	211.3	235.7	189.5	195.0	205.7	248.5
フィリピン Philippines	1 006.0	1 128.3	1 303.5	1 371.0	1 443.1	1 393.5	1 510.8
マレーシア Malaysia	300.1	314.5	444.7	525.5	473.9	516.8	618.7
ベ ト ナ ム Viet-Nam	817.4	977.7	1 013.5	1 013.5	1 013.5	1 013.5	1 013.5
ビ ル マ Burma	432.4	453.3	463.4	433.8	485.1	501.6	518.7
ヨ ー ロ ッ パ EUROPE	12 048.3	12 386.0	12 682.7	12 756.3	12 629.3	13 535.2	13 599.0
ア イ ス ラ ン ド Iceland	733.8	726.5	901.8	944.8	994.8	986.1	1 374.4
イ ギ リ ス United Kingdom	1 085.6	1 069.0	1 118.8	1 071.7	964.6	1 023.3	976.7
イ タ リ ア Italy	400.7	429.5	401.4	426.3	405.8	420.3	426.9
オ ラ ン ダ Netherlands	300.8	348.3	343.8	325.9	350.5	285.0	313.0
グ リ ェー ス Greece	98.5	95.5	96.0	92.0	94.8	105.6	105.6
スウェーデン Sweden	294.8	226.7	229.0	213.7	215.1	213.3	192.1
ス ペ イ ン Spain	1 537.6	1 536.5	1 578.1	1 510.1	1 515.2	1 475.5	1 454.8
デンマーク Denmark	1 226.5	1 442.9	1 464.7	1 835.4	1 767.0	1 911.6	1 806.6
ド イ ツ 連 邦 Germany, Fed. Rep. of	612.9	418.7	478.2	525.7	441.7	454.4	432.1
ノ ル ウ ェー Norway	2 985.7	3 185.6	2 987.4	2 644.9	2 550.4	3 435.3	3 562.2
ドイツ民主共和国 German Democratic Rep.	321.8	355.6	364.6	363.2	376.2	279.4	209.4
フェロー諸島(デンマーク) Faeroe Islands(Den)	82.1	87.6	246.3	246.4	285.6	342.0	310.3
フ ラ ン ス France	782.5	796.7	813.9	807.5	805.8	805.9	760.3
ポーランド Poland	469.3	544.0	579.6	679.0	800.7	750.1	664.7
ポ ル ト ガ ル Portugal	500.3	452.2	478.4	429.7	375.5	346.1	310.3
ソ 連 USSR	7 252.2	7 756.9	8 618.7	9 235.6	9 935.6	10 133.7	9 352.2
オ セ ア ニ ア OCEANIA	203.8	248.9	286.8	302.7	256.2	298.4	321.1
そ の 他 Other, n.e.s	808.3	849.9	920.0	801.9	947.8	892.5	1 078.2

資料: FAO「yearbook of fishery statistics 1977」

表 I - 5 - ⑫ 世界の主要魚種別年次別生産量

(単位: 1,000 トン)

魚 種 名	1970 (45)	1972 (47)	1973 (48)	1974 (49)	1975 (50)	1976 (51)	1977 (52)
合 計 GRAND TOTAL	70 352	66 121	67 678	71 340	71 004	74 717	73 501
魚 類 計 Fishes	64 203	59 644	60 722	64 201	63 760	66 936	65 287
淡水魚類 Freshwatr Fishes	8 372	9 154	9 475	9 496	9 860	9 663	9 769
こい・ふな類 Carps, etc	437	533	529	519	563	559	573
テラピア類 Tilapias, etc	221	221	260	230	286	301	325
その他の淡水魚類 Miscellaneous fresh-water fishes	7 714	8 400	8 685	8 747	9 011	8 803	8 871
回遊性魚類 Diadromous fishes	1 573	1 417	1 486	1 424	1 488	1 512	1 554
ちょうざめ類 Sturgeons, etc	21	24	24	25	27	31	32
うなぎ類 Rivei ellis	45	45	52	55	55	67	71
さけ・ます類 Salmon, etc	563	477	554	502	551	556	633
シャッド類 Shads, etc	888	787	760	745	757	780	772
その他の回遊性魚類 Miscellaneous diadromous fishes	55	85	97	97	98	79	47
海水魚類 Marine fishes	54 258	49 073	49 762	53 281	52 412	55 760	53 963
ひらめ・かれい類 Flounders, etc	1 321	1 293	1 243	1 176	1 145	1 123	1 084
たら・すけとうだら類 Cods, etc	10 533	11 450	11 964	12 681	11 850	12 136	10 695
すけとうだら類 Pollackes	3 705	4 873	5 285	4 907	5 024	5 070	4 296
その他のたら類 Other cod, etc	6 828	6 577	6 679	7 774	6 826	7 066	6 399
底魚類等 Redfishes, etc	4 020	4 206	4 261	4 795	4 967	4 861	5 139
表層魚類等 Jacks, etc	4 094	5 034	5 641	5 353	5 854	7 253	8 683
にしん・いわし類 Herrings, etc	21 566	13 295	11 406	14 040	13 754	15 303	12 962
にしん類 Herrings	2 901	2 355	2 521	2 013	1 998	1 553	1 388
まいわし類 Sardines, pilchard	2 577	2 823	3 189	3 607	3 997	4 879	6 049
かたくちいわし類 Anchovies	14 523	6 358	3 583	6 223	5 240	6 160	2 854
その他のにしん・いわし類 Other herrings, etc	1 565	1 759	2 113	2 197	2 519	2 710	2 490
かつお・まぐろ類 Tunas, etc	1 611	1 863	2 093	2 253	2 095	2 294	2 334
さば類 Mackerels, etc	3 139	3 182	3 427	3 611	3 606	3 300	3 557
さめ・えい類 Sharks, etc	506	525	598	559	590	565	587
その他の海水魚類 Miscellaneous marine fishes	7 468	8 226	9 129	8 812	8 550	8 925	8 923
甲 殻 類 計 Crustaceans	1 634	1 755	1 944	2 014	1 976	2 154	2 331
淡水性甲殻類 Freshwater crustaceans	60	60	64	62	52	47	45
かに類 Sea-spiders, etc	363	366	386	407	382	405	449
えび類 Shrimps, lobsters, etc	1 137	1 264	1 421	1 479	1 466	1 617	1 629
ロブスター類 Lobsters, etc	95	96	96	94	95	98	96
ロブスター類 Squat-lobsters, etc	76	74	67	64	77	105	87
その他のえび類 Shrimps, etc	967	1 094	1 258	1 321	1 295	1 414	1 446
1) クリル類 Krill, etc	—	—	—	1	1	3	123
その他の海水性甲殻類 Miscellaneous marine crustaceans	76	65	74	66	75	82	85
軟 体 類 計 Molluscs	3 356	3 567	3 468	3 463	3 803	4 065	4 224
淡水性軟体類 Freshwater molluscs	60	49	47	46	55	125	133
貝類 Clams, shellfishes, etc	2 193	2 224	2 178	2 137	2 362	2 568	2 723
あわび・さざえ類 Abalones, etc	49	56	61	57	67	65	70
かき類 Oysters	712	776	794	739	845	904	879
いがい類 Mussels	565	516	444	376	462	478	539
はたてがい類 Scallops, etc	148	192	203	238	284	361	405
あさり・さるぼう類 Clams, etc	719	684	676	727	704	759	830
いか・たこ類 Squids, etc	932	1 124	1 068	1 074	1 175	1 179	1 165
その他の海水性軟体類 Miscellaneous marine molluscs	172	169	175	207	210	194	203
その他の水産動物類 計 Other aquatic animals	170	164	198	115	117	123	170
草 類 計 Aquatic plants	987	991	1 346	1 547	1 348	1 439	1 489

資料: FAO 「yearbook of fishery statistics 1977」

注: 1) のクリル類は甲殻類計に含まれない。

表 I - 5 - ⑬ 世界の主要国別魚種別

魚 種 名	世 界 計	日 本	ソ 連	中 国	ノルウェー	ア メ リ カ	イ ン ド	ベ ル ー
合 計	73 501	10 763	9 352	6 880	3 562	3 102	2 540	2 530
魚 類 計	65 287	8 672	9 109	6 880	3 458	1 844	2 280	2 472
淡 水 魚 類	9 769	99	369	4 568	...	44	930	7
こ い ・ ふ な 類	573	47	207	...	—	10	—	—
テ ラ ピ ア 類	325	—	0	...	—	—	—	—
そ の 他 の 淡 水 魚 類	8 871	52	162	...	—	34	930	7
回 遊 性 魚 類	1 554	169	550	...	1	186	23	—
ち ょ う ざ め 類	32	—	29	...	—	1	—	—
う な ぎ 類	71	30	2	...	0	1	—	—
さ け ・ ま す 類	633	140	176	...	1	158	—	—
シ ャ ッ ド 類	772	0	344	...	—	26	23	—
そ の 他 の 回 遊 性 魚 類	47	—	0	...	—	0	—	—
海 水 魚 類	53 963	8 403	8 190	2 312	3 457	1 614	1 327	2 465
ひ ら め ・ か れ い 類	1 084	287	114	...	6	85	12	1
た ら ・ す け と う だ ら 類	10 695	2 145	3 236	...	859	101	0	106
す け と う だ ら 類	4 296	1 928	1 975	...	—	0	—	—
そ の 他 の た ら 類	6 399	217	1 261	...	859	101	0	106
底 魚 類 等	5 139	921	687	...	93	155	359	25
表 層 魚 類 等	8 683	701	1 978	...	2 138	77	98	537
に し ん ・ い わ し 類	12 962	1 772	1 280	...	54	1 007	491	1 668
に し ん 類	1 388	20	387	...	20	71	—	—
ま い わ し 類	6 049	1 421	54	...	—	0	—	871
か た く ち い わ し 類	2 854	245	179	...	—	105	57	792
そ の 他 の に し ん ・ い わ し 類	2 490	86	660	...	34	831	434	5
か つ お ・ ま ぐ ろ 類	2 334	704	20	...	1	178	47	13
さ ば 類	3 557	1 417	488	...	282	6	156	43
さ め ・ え い 類	587	60	14	...	23	5	66	12
そ の 他 の 海 水 魚 類	8 923	397	373	...	1	—	98	60
甲 殻 類 計	2 331	143	131	...	29	414	244	2
淡 水 性 甲 殻 類	45	6	1	...	—	1	—	—
か に 類	449	72	16	...	2	181	—	1
え び 類	1 629	55	8	...	27	233	207	1
ロ ブ ス タ ー	183	1	2	...	0	17	—	0
そ の 他 の え び 類	1 446	54	6	...	27	216	207	1
ク リ ル 類	123	11	105	...	—	—	—	—
そ の 他 の 海 水 性 甲 殻 類	85	—	0	...	—	—	37	—
軟 体 類 計	4 224	1 272	101	...	0	657	15	20
淡 水 性 軟 体 類	133	49	—	...	—	—	—	—
貝 類	2 723	643	—	...	—	645	—	15
あ わ び ・ さ ざ え 類	70	15	—	...	—	2	—	3
か き 類	879	213	—	...	—	278	—	—
い が い 類	539	—	—	...	—	5	—	12
は た て が い 類	405	127	—	...	—	114	—	1
あ さ り ・ さ る ぼ う 類	830	288	—	...	—	246	—	—
い か ・ た こ 類	1 165	558	85	...	—	11	—	0
そ の 他 の 海 水 性 軟 体 類	203	22	16	...	—	0	15	5
そ の 他 の 水 産 動 物 類 計	170	38	2	...	0	9	—	37
草 類 計	1 489	638	—	...	74	177	—	—

資料：FAO「yearbook of fishery statistics, 1977」

漁獲量(1977年)

(単位:千トン)

韓 国	デンマーク	タ イ	インドネシア	フィリピン	ス ペ イ ン	アイスランド	チ リ
2 419	1 807	1 778	1 545	1 511	1 455	1 374	1 285
1 575	1 748	1 361	1 349	1 359	1 203	1 360	1 146
10	0	147	327	32	10	0	0
5	—	12	79	5	10	—	—
—	—	—	21	13	—	—	—
5	0	135	227	15	—	0	0
11	18	—	63	166	9	0	—
—	0	—	—	—	—	—	—
0	2	—	0	2	1	—	—
0	16	—	—	—	8	0	—
11	—	—	50	164	—	—	—
—	—	—	12	—	—	—	—
1 554	1 730	1 214	959	1 161	1 185	1 360	1 146
39	60	10	3	1	21	17	0
409	566	—	—	—	436	453	37
391	—	—	—	—	—	—	—
18	566	—	—	—	436	453	37
266	683	73	136	269	105	45	8
58	4	141	231	328	141	813	337
202	353	131	200	248	276	29	612
4	94	—	—	—	—	29	—
50	—	—	—	—	189	—	597
141	—	18	73	62	82	—	15
7	260	112	127	186	4	—	0
174	0	20	133	224	107	—	4
185	23	90	78	62	33	—	1
17	2	12	31	9	12	1	2
204	38	737	146	—	55	2	147
54	9	148	142	51	47	9	54
0	—	3	6	16	—	—	—
24	—	27	5	10	1	—	2
30	9	118	131	25	40	9	51
—	1	2	2	0	7	3	43
30	8	116	129	25	34	7	8
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	0	6	—	1
439	48	244	38	100	199	4	42
15	—	—	1	65	—	—	—
342	48	173	37	35	199	4	42
12	—	—	—	—	—	—	11
161	48	7	1	0	1	—	0
76	—	122	—	2	61	—	14
0	—	—	0	0	0	4	—
93	—	43	26	5	21	—	16
70	0	68	11	28	102	—	—
11	—	4	1	0	13	—	0
14	2	24	11	0	—	—	13
334	—	1	4	0	5	—	30

表 I - 5 - ⑭ 水産物の種類別，世界の消費量（1970 年）

(単位：1,000トン，%)

種 類	1965～67 ^a	1975	1985	2000	1965～67年と 2000年の変化
食 用					%
底 魚	6,368	6,940	5,761	4,763	-25.2
マ グ ロ	1,291	1,456	1,615	1,657	28.4
サ ケ	476	481	485	485	1.9
オ ヒ ヨ ウ	58	58	58	58	0
イ ワ シ 類	871	1,464	1,848	2,370	172.1
エ ビ	634	1,066	1,347	1,479	133.3
ロブスター	137	174	192	145	5.8
カ ニ	328	481	517	386	17.7
アサリ，ハマグリ	478	535	626	694	45.2
ホタテガイ	166	236	281	322	94.0
カ キ	777	1,218	1,755	2,453	215.7
その他の魚類	25,086	32,659	41,504	53,524	113.4
計	36,670	46,768	55,989	68,226	86.4
フィッシュミール	20,440	27,170	22,634	15,196	-25.7
総計(食用+ミール用)	57,110	78,938	78,623	83,532	46.3

注) a) 平均値

資料) Frederick W. Bell et al., *The Future of the World's Fishery Resources* (National Marine Fisheries Service, File Manuscript No. 65. 1) Dec. 1970.

[F. W. Bell グループによる]

(2) 世界の藻類生産

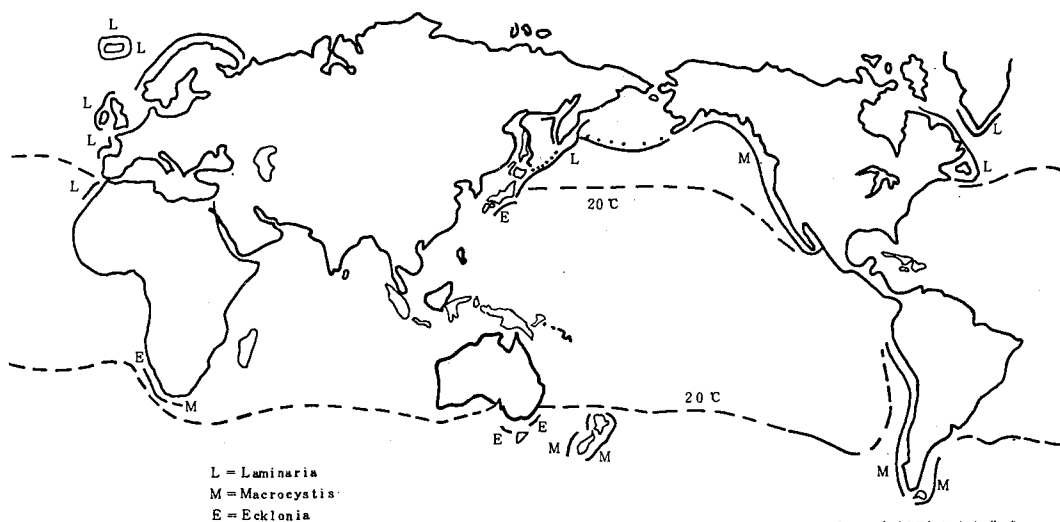


図 I - 5 - ④ 世界で利用されている主要褐藻類

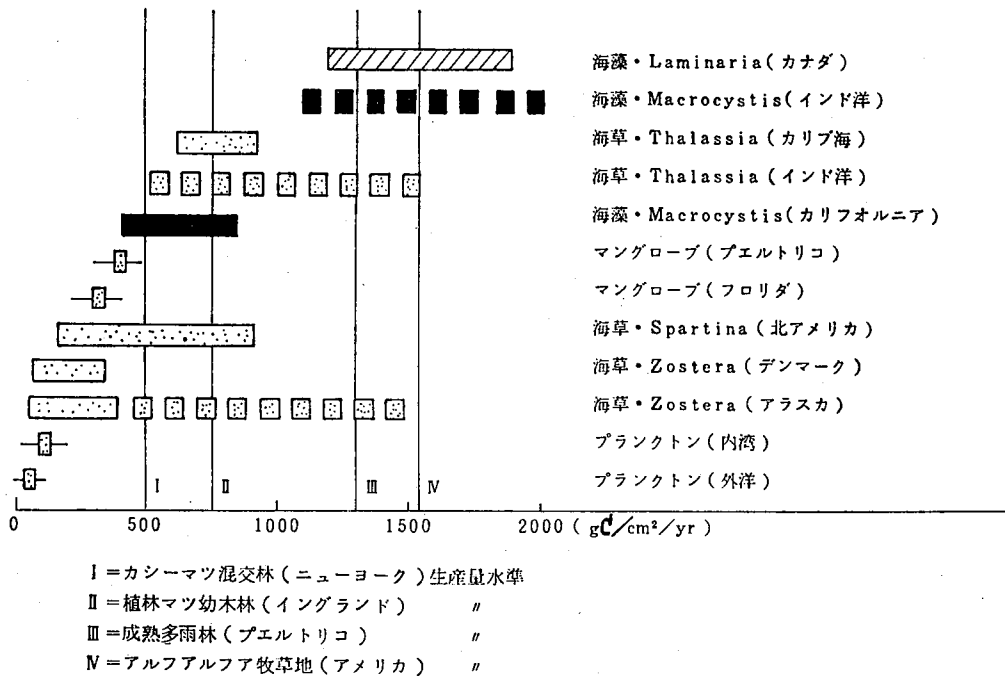
中谷 茂 (1979) 植物プランクトンの利用，バイオマス変換と有機物生産，(社) 日本能率協会：4-6-1～4-6-17

表 I - 5 - ⑮ 年間世界採藻高

	1938	1948	1958	1961	1962	1963	1964	1965
Morocco	—	—	—	3.4	1.9	2.1	2.2	2.6
Sudan	—	—	0.6	0.7	0.9	—	—	—
Tanzania (Tanganika)	—	—	—	0.1	0.1	0.1	—	—
Tanzania (Zanzibar)	—	—	—	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2
Canada	0.6	4.4	15.4	18.5	23.5	22.5	19.8	25.0
Mexico	—	—	6.5	15.6	21.3	19.5	23.3	17.0
U.S.	—	1.1	1.2	3.2	2.5	3.3	2.2	2.4
Argentina	—	—	2.0	10.1	9.1	8.3	10.2	19.9
Taiwan	—	—	0.7	0.9	1.0	0.8	0.8	1.1
Japan	442.7	169.9	339.7	424.8	501.7	425.7	361.0	395.1
Korea	—	—	—	—	—	—	—	—
(aquaculture)	—	—	2.1	3.1	6.1	5.1	11.7	—
(marine fisheries)	44.0	6.6	28.8	36.9	45.6	37.8	42.8	—
Philippines	—	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Ryukyu Islands	4.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Norway	—	2.5	82.7	72.1	71.0	56.9	63.6	74.2
Portugal	—	—	—	—	3.1	4.2	4.8	2.7
Spain	—	—	—	4.4	4.9	4.3	5.3	—
Scotland	—	—	—	18.4	18.4	14.5	18.4	21.2
France*	(411.5)	(39.0)	(29.0)	(171.9)	(18.3)	(75.4)	(12.9)	(14.8)

Data not included in the total as the products are not clearly defined.

出典) F.E.Firih : The Eneyclopedia of Marine Resources (1969)



出典) K.H. Mann (1973)

図 I - 5 - ⑤ 海洋植物の生産力比較

表 I - 5 - ⑩ 全世界褐藻生産量, アルギン酸出力

国	褐藻生産量 (kg)	アルギン酸産出力 (kg)
日 本	75,000,000	908,000
イ ギ リ ス	67,500	908,000
ア メ リ カ	31,875	2,724,000
オーストリア	5,625	454,000
ニュージーランド	1,875	—
南 ア フ リ カ	1,125	227,000
チ リ	1,125	227,000
ソ 連	1,125	227,000
ス エ ー デ ン	750	136,200
ノ ル ウ ェ ー	750	136,200
ド イ ツ	750	90,800
フ ラ ン ス	750	45,400
カ ナ ダ	750	45,400

竹村正 (1979) コンブ海藻の工学的利用, バイオマス変換と有機物生産, 日本能率協会: 3 - 3 - 1
 ~ 3 - 3 - 1 4

(3) 我が国の漁業資源

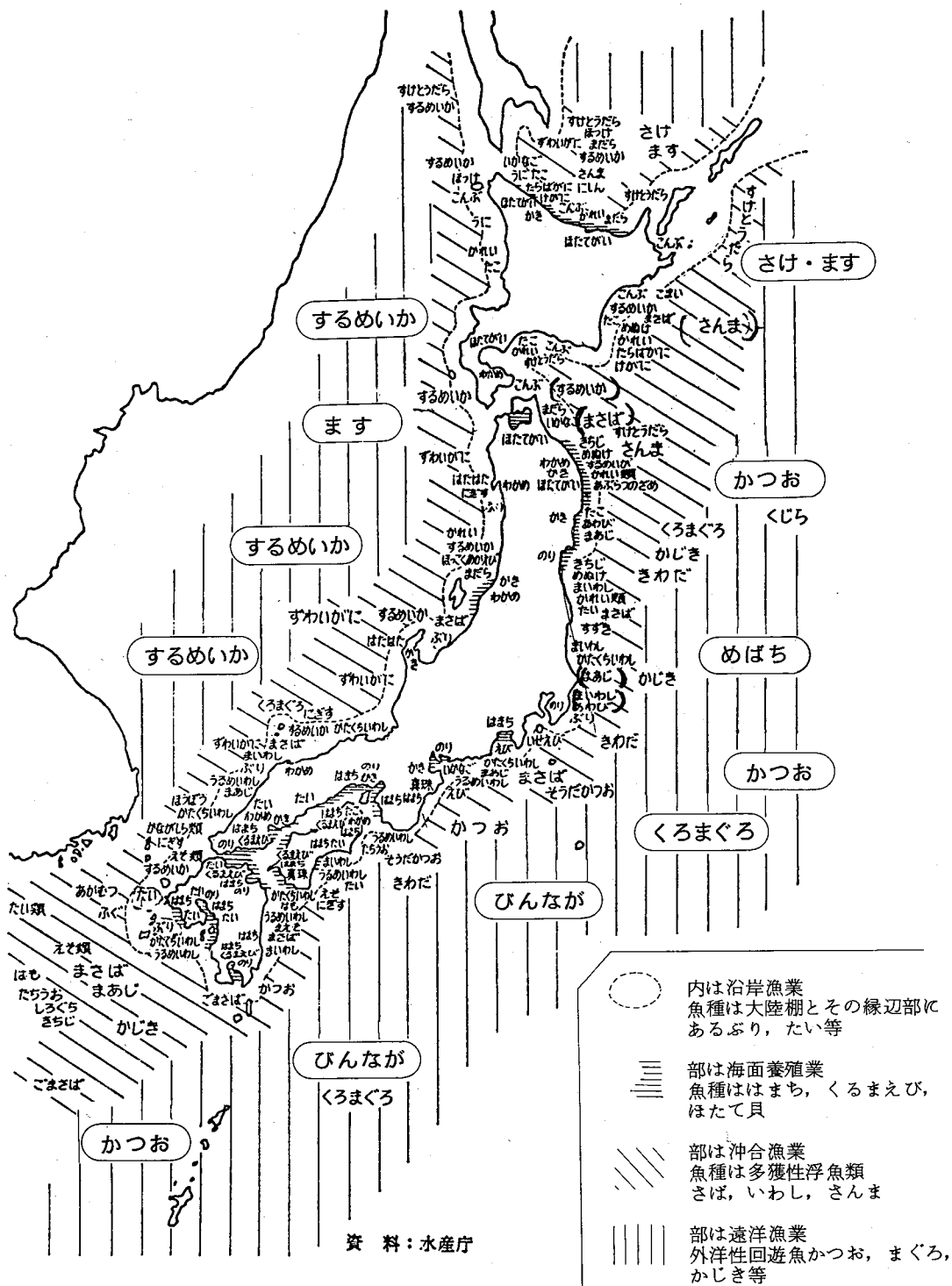


図 I - 5 - ⑥ 我が国周辺水域における水産資源の現状

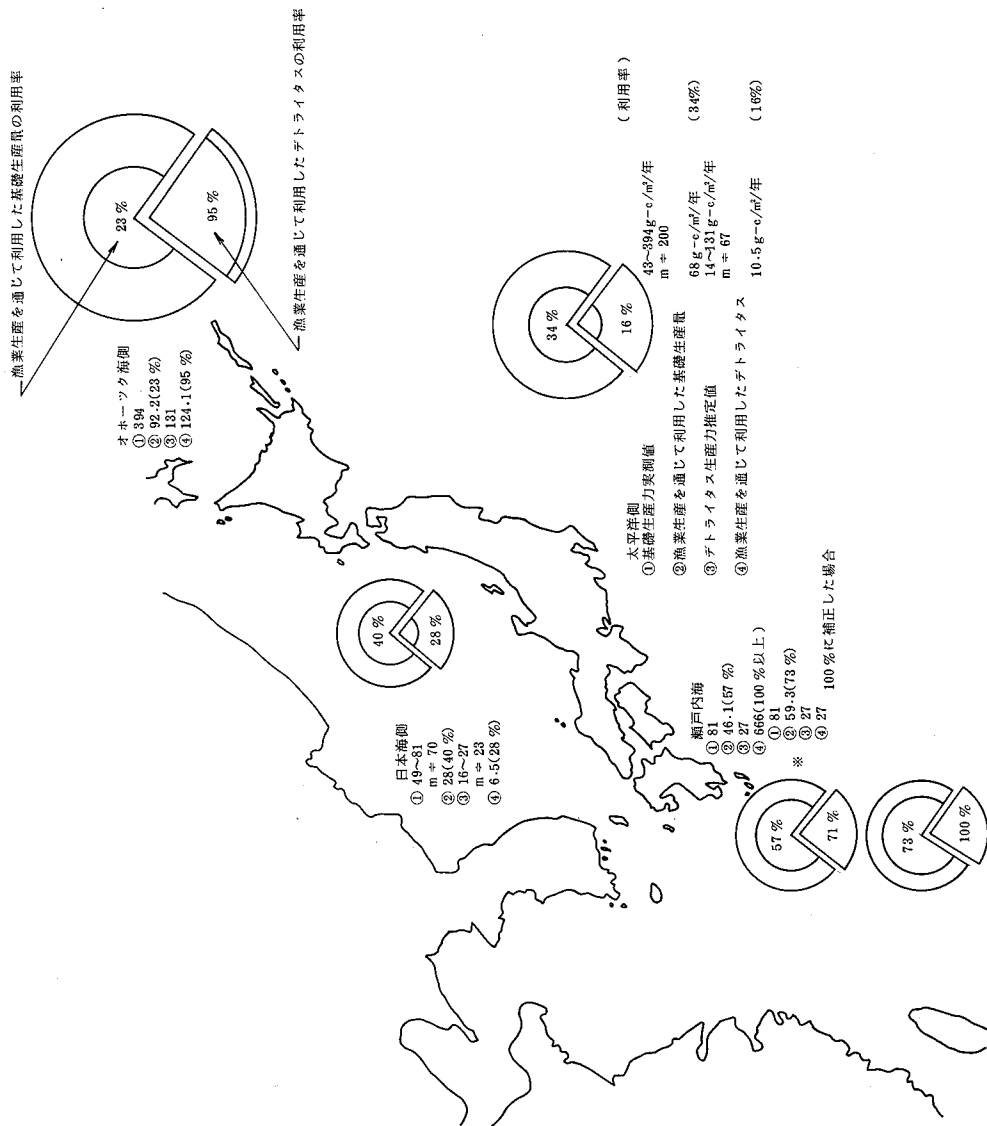


図 I-5-⑦ 基礎生産量と漁獲量との関係（漁獲物を通しての基礎生産量の利用）—日本近海を中心として—

表 I-5-⑦ 日本近海における低次生産力の海域別分布

事項	動物プランクトン現存量 (Zooplankton biomass) mg c/m ³			植物プランクトン現存量 (phytoplankton biomass) mg Chl/m ³		動物プランクトン生産量 (Zooplankton production) mg c/m ³ /年			植物プランクトン 生産量 (phytoplankton production) mg c/m ³ /年	動物プランクトン 生産量 (a)+(b)+(c) (d)
	(net) ネット プランクトン	(small) 小 プランクトン	(micro) 微小 プランクトン	(net) ネット プランクトン	(small) 小形 プランクトン	(micro) 微小 プランクトン	(a) ネット プランクトン	(b) 小形 プランクトン	(c) 微小 プランクトン	(d)
北海道 噴火湾 道南水	586 589	1,758 (3) 1,767 (3)	117.2 (20%) 117.8 (20%)	15.4 14.8	108 108	2,344 (4) 2,856 (4)	2,344 (4) 2,856 (4)	21,096 (12) 21,204 (12)	5,860 (50) 5,890 (50)	0.652 (8) 0.681 (8)
三陸沖 親潮域 (1955) 〃 (1970) 混合域 (1955) 〃 (1970) 黒潮域 (1955) 〃 (1970)	366 1,869 332 519 259 531	366 (1) 1,869 (1) 996 (3) 1,557 (3) 777 (3) 1,593 (3)	36.6 (10%) 186.9 (10%) 66.4 (20%) 108.8 (20%) 51.8 (20%) 106.2 (20%)	108 108 — — — —	4,392 (12) 22,428 (12) 11,952 (12) 18,684 (12) 9,824 (12) 119,116 (12)	1,830 (50) 9,345 (50) 3,820 (50) 5,190 (50) 2,590 (50) 5,310 (50)	549 (1.5) 2,804 (1.5) 1,828 (4) 2,076 (4) 1,086 (4) 2,124 (4)	4,392 (12) 22,428 (12) 11,952 (12) 18,684 (12) 9,824 (12) 119,116 (12)	1,830 (50) 9,345 (50) 3,820 (50) 5,190 (50) 2,590 (50) 5,310 (50)	0.017 0.088 — — — —
日本海 海域	625	1,875 (3)	125 (20%)	25.4	25.4	2,500 (4)	2,500 (4)	22,500 (12)	6,250 (50)	0.482
東海区 黒潮 駿河湾	419 738	1,257 (3) 2,214 (3)	88.8 (20%) 147.6 (20%)	23.7 49.8	23.7 49.8	1,676 (4) 2,952 (4)	1,676 (4) 2,952 (4)	15,084 (12) 26,568 (12)	4,190 (50) 7,380 (50)	0.484 0.298
瀬戸内 海	188	564 (3)	47 (25%)	37.1	37.1	940 (5)	940 (5)	6,768 (12)	2,350 (50)	0.124
東シナ 海 大陸架沿岸水域 中間水域 対馬暖流域 九州沿岸水域 黒潮	339 395 445 1,134 650	1,018 (3) 1,184 (3) 1,336 (3) 3,402 (3) 1,950 (3)	84.8 (25%) 98.8 (25%) 112.3 (25%) 283.5 (25%) 162.5 (25%)	22.4 26.5 22.6 30.4 21.8	22.4 26.5 22.6 30.4 21.8	1,356 (4) 1,530 (4) 1,780 (4) 4,536 (4) 2,600 (4)	1,356 (4) 1,530 (4) 1,780 (4) 4,536 (4) 2,600 (4)	12,216 (12) 14,208 (12) 16,082 (12) 40,824 (12) 23,400 (12)	4,240 (50) 4,940 (50) 5,615 (50) 14,175 (50) 8,125 (50)	0.218 0.268 0.473 0.766 0.858

(西沢・安楽ら, 未発表)

小型プランクトン/ネットプランクトン現在量比(表2 森岡泰啓氏提供)

ネットプランクトンに対する微小プランクトンの割合(表3 谷口旭氏提供)

* ネットプランクトン群集の年間回転数(表4 広田孔一氏提供)

** 小型プランクトン群集の

*** 微小プランクトン群集の

S 有光圏におけるクロロフィルa当りの光合成量(表1 Riley, 1963)

ネットプランクトン現存量の推定法

1) ネットプランクトン乾重量/ネットプランクトン温度=0.15

2) ネットプランクトン有機炭素量/ネットプランクトン乾重量=0.4

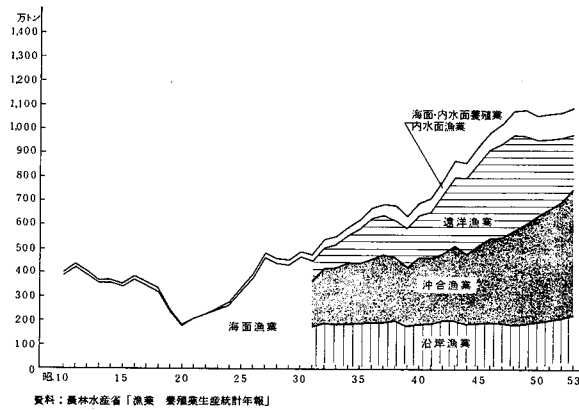


図 I - 5 - ⑧ 漁業別生産量の推移

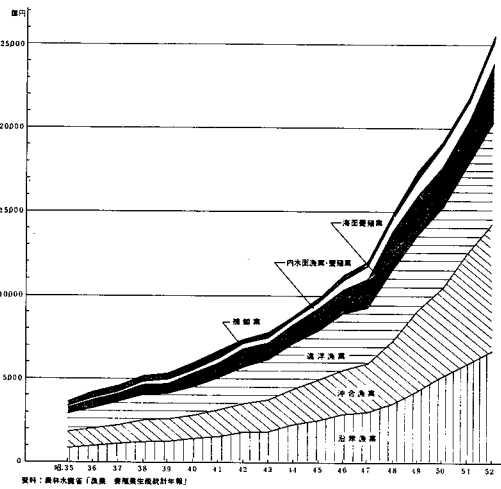


図 I - 5 - ⑨ 漁業別生産額の推移

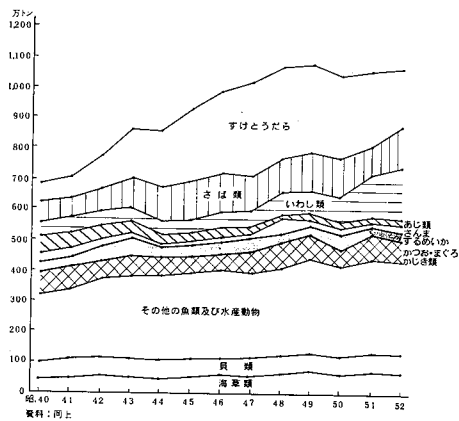


図 I - 5 - ⑩ 主要魚種別生産量の推移

資料：農林水産省「漁業養殖業生産統計年報」

表 I - 5 - ⑮ 魚種別生産量

単位: t

魚 種	昭. 50	51	52	53	54
計 1	10 545 148	10 655 903	10 756 794	10 828 289	10 586 990
海面漁業・海面養殖業 2	10 345 809	10 455 192	10 548 995	10 600 171	10 355 980
魚類及び水産動物類 3	9 166 088	9 149 694	9 267 989	9 312 877	9 109 097
まぐろ類 4	310 616	367 793	336 530	384 674	362 917
まぐろ 5	40 716	41 805	51 900	46 555	44 241
びんなが 6	68 861	107 071	54 027	87 675	66 822
めばち 7	113 445	114 775	128 333	127 666	130 466
きわだ 8	71 939	85 744	82 845	98 066	99 659
めじ 9	15 655	18 398	19 425	24 712	21 729
かじき類 10	50 561	45 155	41 548	46 627	43 357
まかじき 11	18 487	13 949	11 746	13 259	13 198
めかじき 12	16 048	17 158	15 151	15 748	15 082
くろかわ類 13	10 611	10 046	11 073	13 752	12 709
ばしょうかじき 14	5 415	4 002	3 578	3 868	2 368
かつお 15	258 736	331 047	309 407	369 530	329 948
さけ・ます類 16	159 338	126 094	116 465	102 760	131 021
さけ類 17	109 952	92 910	77 574	82 120	104 666
ます類 18	49 386	33 184	38 891	20 640	26 355
多量性魚 19	2 724 349	2 710 764	3 524 230	4 026 495	3 956 827
まいわし 20	526 047	1 065 692	1 419 826	1 637 380	1 740 166
うるめいわし 21	43 936	52 476	44 829	50 573	49 461
まあじ 22	186 592	128 425	88 229	58 807	83 975
むろあじ 23	49 647	78 963	98 344	95 139	101 368
さば類 24	318 210	978 826	1 355 298	1 625 866	1 491 051
さんま 25	221 573	105 419	253 465	360 213	277 960
するめいか 26	385 255	312 144	264 239	198 517	212 846
底もの 27	3 558 526	3 425 070	2 818 789	2 311 579	2 286 444
かれい類 28	341 163	344 976	281 579	306 625	282 078
たら 29	92 370	90 468	85 252	88 989	91 829
すけとうだら 30	2 677 371	2 445 423	1 931 072	1 546 176	1 551 116
ほっけ 31	114 706	229 194	234 812	134 763	118 888
めねけ類 32	82 465	76 798	52 491	32 239	40 447
きち 33	12 942	13 012	9 435	11 733	9 927
はたはた 34	33 508	22 845	14 759	12 551	10 179
にぎす類 35	9 686	9 906	14 915	13 103	12 088
さめ類 36	41 880	43 652	49 338	41 784	42 480

注: 51 年は概数値である。

農林水産省統計情報部 (1980) 昭和 54 年水産物流通統計年報, (財) 農林統計協会: 1 ~ 343

表I-5-⑱ 魚 種 別

魚 種	昭. 50	51	52	53	54
にべ・ぐち類 1	45 107	39 044	40 439	37 471	39 444
えそ類 2	21 118	19 534	22 427	20 967	21 576
いぼだい 3	15 909	25 128	15 969	1 388	1 364
はちうお 4	20 190	17 461	19 414	17 736	15 768
たちうお 5	32 423	30 564	28 076	28 085	30 518
はうぼう類 6	5 071	3 523	3 222	2 761	2 473
えい類 7	7 684	7 819	9 409	8 264	9 496
きだい 8	4 933	5 725	6 180	6 944	6 773
類 も の 9	377 296	375 964	404 912	407 335	438 900
まだい 10	21 244	23 448	25 140	27 004	27 631
ちだい 11	1 785	1 990	1 862	2 260	2 553
くろだい 12	5 443	4 801	4 862	4 713	4 429
ぶり類 13	130 668	144 382	141 781	159 142	199 843
ひらめ 14	7 171	7 158	6 446	7 202	6 818
さわら類 15	14 633	15 204	40 475	7 500	6 140
ばら類 16	8 373	9 892	10 457	10 652	11 651
すずき 17	9 561	10 147	11 026	11 570	9 544
えび類 18	70 273	62 064	54 551	60 860	54 141
いせえび 19	1 086	1 028	971	1 000	1 064
くるまえび 20	3 831	3 621	3 564	3 857	3 948
その他のえび 21	65 356	57 415	50 016	56 003	49 129
かに類 22	76 283	66 571	71 619	80 359	80 269
たらばかに 23	1 823	1 258	287	130	270
ずわいかに 24	24 201	22 028	21 070	22 902	23 476
がざみ 25	4 229	3 104	2 959	3 500	3 905
その他のかに 26	46 030	40 181	47 303	53 827	52 618
うに類 27	22 482	23 069	26 898	25 930	26 500
なまこ類 28	9 380	10 579	9 793	10 143	9 381
の他 29	1 726 666	1 767 805	1 714 679	1 663 876	1 559 686
かたくちいわし 30	245 164	216 664	244 933	152 428	134 577
しらす 31	47 052	60 150	42 005	41 194	55 313
いかなど 32	274 850	224 390	137 340	99 078	110 484
にしん 33	66 617	66 083	19 873	6 706	6 819
しいら類 34	10 911	9 703	13 058	13 467	9 470
とびうお類 35	9 017	8 641	9 135	9 555	8 761
そうだがつお類 36	14 904	20 201	13 296	15 091	16 570
その他の魚類 37	789 915	850 595	855 861	825 237	768 859
こういか類 38	15 517	19 750	20 415	18 772	14 148
その他のいか類 39	137 066	169 975	227 925	302 458	301 837
なこ類 40	74 003	66 915	67 929	65 452	52 008
その他の水産動物類 41	36 334	42 689	65 085	114 438	80 840
海産ほ乳類 42	1 522	1 768	1 429	1 899	1 062

生産量（つづき）

単位：1（くじらは頭）

魚 種	昭 50	51	52	53	54
貝 類 1	551 269	638 260	642 564	647 198	606 791
あ わ び 2	5 416	5 655	5 203	5 377	4 853
さ ざ え 3	10 344	9 998	9 330	10 239	10 761
は ま ぐ り 類 4	4 084	4 079	4 780	5 009	4 016
あ さ り 類 5	122 052	135 573	155 506	153 767	132 641
は っ き が い 6	3 497	3 351	4 473	5 403	5 207
ほ た て が い 7	100 530	95 179	126 682	127 387	123 348
も が い 8	18 489	11 068	5 250	4 023	7 206
か き 類 9	201 173	226 286	212 786	232 069	205 509
そ の 他 の 貝 類 10	85 684	147 701	117 154	103 924	113 250
真 珠 11	30	34	39	37	40
草 類 12	626 900	665 436	638 207	638 130	638 990
こ ん ぶ 類 13	173 456	181 249	160 238	130 801	156 837
わ か め 類 14	121 258	146 060	146 313	114 895	112 489
て ん ぐ さ 類 15	12 104	10 081	11 534	11 374	11 177
ふ の り 16	511	673	321	601	790
く ろ の り 17	278 127	291 050	279 331	350 471	325 686
そ の 他 の 草 類 18	41 444	36 323	40 370	29 988	32 012
1) くじら(捕鯨業による) 19	13 427	9 632	9 299	5 924	4 918
内 水 面 20	199 339	200 711	207 819	228 118	231 010
魚 類 21	141 002	141 761	148 637	160 623	167 730
さ け 類 22	6 603	3 637	3 521	3 970	6 135
からふとます・さくらます 23	356	258	195	135	373
に し ま す 24	17 423	16 041	16 740	17 919	17 426
そ の 他 の ま す 25	1 062	2 651	2 754	3 156	3 182
わ か さ ぎ 26	3 054	3 767	3 988	3 049	3 328
あ ゆ 27	18 942	18 974	19 326	20 548	23 277
こ い 28	34 828	33 249	36 055	36 536	35 308
ふ な 29	10 858	11 067	11 323	12 043	12 211
う な ぎ 30	22 951	28 291	29 732	34 174	36 704
そ の 他 の 魚 類 31	24 925	23 808	25 203	29 093	27 786
貝 類 32	47 793	48 214	49 358	52 423	51 075
その他の水産動物類 33	9 905	10 158	9 255	14 570	11 493
草 類 34	633	566	363	495	706
炭 水 真 珠 35	6	6	6	6	6

表 I - 5 - ⑩ 主要魚種別生産量・生産額の

年次	海面漁業 合計	魚					
		計	まぐろ類	かじき類	かつお類	さけ・ます類	さめ類
昭和40	6 381 629	5 078 229	430 290	90 442	166 802	145 662	56 628
41	6 557 646	5 214 912	398 330	81 721	258 816	126 629	60 359
42	7 241 370	5 721 303	367 324	73 692	211 202	148 419	57 009
43	7 993 048	6 307 788	352 887	70 233	191 439	113 790	56 029
44	7 975 928	6 528 303	332 749	68 773	209 378	141 309	50 729
45	8 597 761	7 245 352	291 017	66 733	231 901	117 896	50 528
46	9 148 746	7 850 527	307 965	52 506	191 656	139 299	43 689
47	9 400 020	7 996 464	318 090	48 357	253 936	119 601	42 669
48	9 793 029	8 561 554	341 818	46 693	356 343	136 009	42 481
49	9 749 031	8 446 279	348 950	48 712	373 573	132 531	39 941
50	9 573 068	8 243 093	310 616	50 561	273 640	159 338	41 880
51	9 605 283	8 269 154	367 793	45 155	351 248	126 094	43 652
52	9 694 699	8 342 982	336 530	41 548	322 703	116 465	49 430
生産量 (トン)							
昭和40	451 618	247 262	62 928	10 269	14 488	36 262	3 118
41	500 453	389 112	73 423	16 128	20 259	34 396	3 327
42	567 740	440 734	75 139	15 939	19 912	42 397	2 988
43	609 698	462 416	78 278	17 956	19 812	35 481	2 985
44	692 807	522 601	88 331	19 126	24 304	38 251	2 969
45	785 149	590 280	99 369	21 464	31 450	42 277	2 878
46	895 728	656 481	128 144	20 520	33 600	54 441	2 576
47	941 682	697 528	139 001	20 399	41 766	45 072	2 593
48	1 156 376	887 072	176 357	20 482	60 649	70 627	3 125
49	1 378 903	1 010 087	201 976	26 718	74 022	78 157	2 936
50	1 520 345	1 104 331	203 665	29 537	74 116	109 943	3 518
51	1 770 243	1 302 713	245 993	30 694	86 747	96 800	4 576
52	2 051 325	1 530 142	278 989	32 143	103 870	111 084	5 622
生産金額 (百万円)							

年次	魚 類				そ の 他 の 水 産		
	た ら	すけそうたら	た い	いかなど	計	えび類	かに類
昭和40	90 088	690 895	40 105	111 706	755 146	67 863	63 568
41	85 849	774 788	39 149	71 152	744 875	70 061	71 571
42	96 070	1 247 003	40 539	102 482	903 364	62 181	86 115
43	109 470	1 606 025	37 782	150 473	1 117 087	67 703	117 737
44	103 780	1 944 320	38 137	106 541	886 769	59 485	93 268
45	117 119	2 346 710	38 329	227 077	818 317	55 637	89 872
46	95 320	2 707 443	29 383	271 936	758 660	51 151	74 515
47	87 604	3 035 285	32 782	194 930	859 698	58 276	78 462
48	108 513	3 020 870	30 317	193 994	747 837	62 316	78 008
49	108 399	2 855 896	29 558	299 855	793 926	78 914	90 590
50	92 370	2 677 371	28 970	274 850	817 708	69 337	76 283
51	90 468	2 445 423	29 325	224 390	761 793	61 022	66 571
52	85 252	1 931 072	29 666	137 340	797 754	53 430	71 619
生産量 (トン)							
昭和40	4 581	17 198	13 102	1 938	66 888	16 985	9 256
41	4 382	19 826	14 854	1 867	79 574	20 001	11 773
42	4 479	28 507	16 202	1 730	90 184	16 360	13 934
43	5 387	39 773	16 720	2 514	111 340	17 746	18 116
44	5 712	46 889	20 111	2 038	127 518	19 476	18 771
45	7 457	53 778	22 339	4 714	144 873	21 239	19 670
46	7 286	61 338	21 746	6 272	183 584	25 597	19 594
47	6 708	69 089	26 447	6 025	187 345	33 614	22 051
48	10 435	91 034	28 736	7 532	204 576	39 867	27 718
49	12 016	99 566	31 492	9 771	293 631	59 010	31 254
50	12 476	99 466	34 437	11 714	326 816	58 369	31 702
51	14 630	111 457	42 549	13 181	355 958	64 938	32 442
52	16 766	147 261	47 223	15 321	400 595	66 248	37 227
生産金額 (百万円)							

資料：農林水産省「漁業養殖業生産統計年報」

推移（海面漁業のみ、養殖業は除く）

類							
にしん	いわし類	あじ類	さば類	さんま	ぶり類	ひらめ・かれい類	ほっけ
50 169	477 018	560 487	668 574	231 377	43 819	216 266	107 288
48 617	481 210	514 388	624 423	241 840	38 950	272 969	106 016
63 672	441 140	423 352	687 474	220 087	48 623	299 708	81 912
67 920	458 830	358 092	1 015 279	140 204	48 363	261 017	86 855
85 240	458 896	340 588	1 011 406	63 288	51 125	296 367	102 581
97 374	441 576	269 311	1 301 918	93 129	54 875	295 410	146 516
100 483	495 904	315 470	1 253 892	190 288	48 102	347 697	147 209
62 198	527 157	193 842	1 189 910	196 615	49 738	356 845	180 552
82 658	730 962	182 720	1 134 503	406 445	52 916	388 547	114 986
76 273	724 672	215 729	1 330 625	135 462	40 977	356 751	143 500
66 617	862 199	235 316	1 318 210	221 573	38 316	348 334	114 706
66 083	1 394 982	206 667	978 826	105 419	42 763	352 134	229 194
19 873	1 751 593	185 801	1 355 309	253 465	26 915	288 025	234 812
3 919	18 181	20 229	21 473	9 572	10 839	13 935	2 617
3 975	17 576	18 968	20 555	10 443	11 269	21 228	3 134
5 241	19 317	22 927	24 211	10 602	13 106	21 668	2 287
5 098	20 851	21 736	32 070	7 779	13 326	22 601	2 322
8 442	22 605	22 842	27 498	10 261	15 963	27 382	2 883
11 568	27 368	26 378	36 398	12 012	19 542	34 558	2 570
9 938	30 441	27 648	32 874	15 891	20 162	37 636	2 925
5 653	37 995	27 623	37 153	12 004	19 072	45 875	3 558
10 904	45 956	30 036	42 812	25 307	23 585	52 854	3 533
9 943	50 272	41 786	63 885	9 989	27 380	57 320	4 738
9 307	59 166	46 699	57 090	25 232	29 480	70 328	3 565
13 479	83 924	58 780	70 710	21 585	36 685	80 608	8 014
4 872	105 231	68 525	79 494	41 117	28 140	93 865	10 996

動物類		海産ほ乳類	貝類			海藻類		
するめいか	たこ類		計	はまぐり類	あさり類	計	こんぶ類	わかめ類
396 902	78 057	2 277	293 339	13 742	121 249	252 637	126 680	61 883
382 899	65 551	2 374	325 333	9 974	157 511	270 152	155 757	41 934
477 012	98 130	1 033	297 653	6 196	121 618	318 017	175 883	63 533
668 364	102 718	1 288	285 372	6 743	120 401	281 513	169 874	48 263
478 160	92 418	1 026	309 839	7 081	116 572	249 991	147 580	38 016
412 240	96 127	1 512	320 820	4 955	141 997	211 760	110 780	45 574
364 349	85 507	937	292 723	4 539	126 414	245 899	151 725	38 480
464 365	66 857	1 680	309 671	3 247	115 613	232 507	155 415	21 364
347 566	63 764	1 747	260 706	5 142	114 459	221 185	130 537	26 340
335 018	76 731	2 066	308 719	10 233	137 719	198 041	119 405	20 098
385 255	73 962	1 522	279 726	4 084	122 052	231 019	157 760	19 200
312 144	66 873	1 768	346 992	4 079	135 573	225 576	159 162	19 337
264 287	67 913	1 429	346 504	4 980	155 506	206 030	132 989	20 180
15 597	11 294	67	13 367	793	2 033	13 020	5 574	4 435
24 035	9 319	73	16 573	897	2 137	15 092	7 786	2 935
22 636	14 160	48	17 287	947	2 435	19 488	10 696	4 508
33 811	15 654	78	20 968	1 149	2 648	14 897	8 642	2 774
40 888	12 928	73	26 017	966	3 025	16 597	8 669	3 439
48 972	25 369	117	29 944	532	3 604	19 936	11 324	4 672
78 809	20 990	135	33 081	534	3 869	22 444	15 122	3 787
67 908	15 312	163	33 642	311	4 704	23 003	17 013	2 107
64 194	16 545	187	38 512	461	5 360	26 030	17 828	3 164
111 361	21 807	330	47 402	2 214	8 178	27 453	18 782	2 612
130 169	26 496	175	57 979	1 379	8 683	31 044	22 193	2 497
119 884	29 330	298	78 348	1 683	11 969	32 926	23 594	2 449
125 603	32 786	186	89 359	2 514	17 236	31 043	20 969	2 706

表 I-5-② 海面養殖業の

年 次	合 計	魚					類					計		
		計	¹⁾ まあじ	¹⁾ しまあじ	ぶり類	¹⁾ まだい	¹⁾ ちだい	¹⁾ くろだい	ほら類	ふく類	かわはぎ類	その他の魚類	計	
生 産 量 (トン)	昭.40	379 696	14 976	...	...	14 779	...	...	...	...	91	...	105	730
	41	405 195	17 219	...	...	16 875	...	...	...	...	75	...	270	471
	42	470 137	21 528	...	...	21 169	...	...	...	...	46	...	313	650
	43	521 941	32 194	...	...	31 777	...	...	...	...	63	...	354	581
	44	473 293	33 146	...	...	32 613	...	...	...	...	52	...	481	450
	45	549 082	43 910	2	36	43 300	460	5	2	...	26	63	16	504
	46	608 684	62 912	24	43	61 743	971	23	1	...	21	44	41	744
	47	647 905	78 723	112	15	76 913	1 298	95	13	...	15	149	113	1 641
	48	790 974	83 769	348	30	80 269	2 606	58	9	...	17	253	179	5 385
	49	879 761	97 084	628	48	92 685	3 414	85	4	2	8	51	158	6 006
50	772 741	97 997	923	22	92 352	4 303	126	6	1	11	17	236	7 290	
51	849 909	109 257	721	69	101 619	6 453	125	61	1	11	10	187	9 490	
52	861 389	124 510	772	136	114 866	8 120	193	67	2	18	34	302	8 603	
53	917 000	136 000	...	...	122 000	...	...	...	...	...	...	...	7 000	

年 次	合 計	魚 類				その他の水産動物類				貝 類				
		ぶり類	たい類	ふく類	³⁾ その他の魚	いせえび	くるまびえ	⁴⁾ がざみ類	たこ類	その他	⁵⁾ はたてがい	かき類	その他	
生 産 額 (百万円)	昭.40	81 604	6 398	...	84	29	21	527	2	152	—	...	5 505	...
	41	97 386	6 830	...	95	112	18	646	7	45	3	...	6 013	1
	42	107 371	8 454	...	55	160	20	848	13	24	14	...	6 071	365
	43	100 972	13 050	...	91	181	14	880	26	22	32	...	7 802	355
	44	113 044	15 180	...	95	260	4	974	1	13	28	...	7 765	576
	45	135 276	21 157	459	51	163	—	1 079	1	43	11	...	8 191	1 005
	46	137 383	34 255	1 088	41	156	—	1 120	...	51	39	2 271	10 369	1
	47	170 776	45 372	1 872	27	157	—	1 707	...	34	87	4 089	12 189	28
	48	225 146	45 235	3 517	46	467	—	2 749	...	32	334	7 233	12 836	162
	49	232 494	72 705	5 223	24	644	—	4 391	...	34	389	11 838	16 511	45
50	253 612	85 617	7 831	20	905	—	5 100	...	96	393	14 334	19 897	64	
51	293 343	91 159	11 552	47	1 000	—	6 480	...	29	331	19 227	24 455	29	
52	352 156	120 313	16 495	80	1 766	—	6 954	...	13	310	23 153	27 803	49	

資料：農林水産省「漁業繁殖生産統計年報」

注：生産量合計には、真珠母貝、のり種苗、かき種苗、はたてがい種苗を含んでないが生産金額の合計には含まれている。

表 I-5-② 内水面漁業・養殖業

年 次	内 水 面										
	計	さけ類	からふとます	さくらす	ひめます	にじます	いわな	その他のさけ・ます類	わかさぎ	あ ゆ	しらうお
生 産 量 (ト ン)	昭. 4 0	113 148	3 321	...	1) 233	...	...	2) 1 227	5 935	8 217	846
	4 1	103 266	2 018	...	1) 198	...	...	2) 1 292	4 681	6 998	744
	4 2	97 421	2 797	...	1) 234	...	...	2) 1 318	3 771	7 435	535
	4 3	103 212	1 243	83	118	47	576	191	344	2 861	9 217
	4 4	112 157	1 833	69	105	35	573	201	398	2 099	10 329
	4 5	119 364	1 750	66	104	36	604	202	489	2 782	9 879
	4 6	100 716	2 379	123	92	60	664	212	455	2 803	10 523
	4 7	109 357	1 855	52	104	32	704	211	596	3 003	9 716
	4 8	114 212	2 564	380	64	37	966	212	670	3 595	11 356
	4 9	112 329	2 662	220	66	53	719	209	686	3 445	12 268
	5 0	127 220	6 603	292	64	71	698	192	799	3 054	13 951
	5 1	124 066	3 637	180	78	56	709	211	579	3 767	13 272
	5 2	125 660	3 521	114	81	102	707	209	859	3 988	13 451
5 3	138 185	3 970	78	57	91	753	213	989	3 049	13 363	
生 産 額 (百 万 円)	昭. 4 0	10 049	385	24	65	34	124	57	140	564	3 360
	4 1	11 753	297	33	61	42	147	68	184	562	4 409
	4 2	10 879	378	37	63	38	170	64	169	415	3 780
	4 3	11 942	174	26	70	15	189	72	124	326	4 913
	4 4	14 419	337	28	81	14	184	95	189	315	4 514
	4 5	17 019	376	32	94	17	234	112	227	487	5 177
	4 6	21 371	573	66	93	32	248	132	283	1 270	8 113
	4 7	23 079	514	32	122	20	204	151	419	1 323	8 579
	4 8	29 848	782	257	83	25	341	167	511	1 939	11 143
	4 9	34 843	974	179	101	43	326	198	342	2 003	14 767
	5 0	41 704	2 344	230	95	56	364	170	713	1 941	17 377
	5 1	41 479	1 368	150	123	48	422	205	861	2 512	16 124
	5 2	48 627	1 468	106	142	95	479	226	929	2 885	19 148

資料：同上

53年は速報数字

生産量・生産金額

(単位: トン)

水産動物類					魚類				海藻類				真珠
いせえび	くるま	がさみ類	たこ類	ほや類	計	2) はたてが	かき類 (から付)	2) その他の魚類	計	2) こんぶ類	わかめ類	のり類 (生重量)	
9	96	2	623	...	210 603	...	210 603	...	153 290	...	12 537	140 753	99
13	212	9	190	47	221 139	...	221 139	...	166 249	...	37 809	128 440	118
14	305	11	117	203	232 200	...	232 200	...	215 630	...	58 080	157 550	125
11	311	15	77	167	267 388	...	267 388	...	221 667	...	76 698	144 969	112
2	295	1	50	102	245 458	...	245 458	...	194 141	...	59 821	134 320	97
0	301	0	109	94	196 478	5 675	190 799	4	308 105	282	76 360	231 464	85
0	306	1	98	339	205 016	11 165	193 846	5	339 962	666	94 350	244 946	49
—	454	1	68	1 118	240 577	23 162	217 373	42	326 922	3 338	105 678	217 906	42
—	653	0	56	4 675	269 570	39 372	229 899	298	432 217	7 648	113 159	311 410	34
—	911	5	54	5 036	273 388	62 673	210 583	132	503 253	10 177	153 762	339 314	30
—	936	0	41	6 313	271 543	70 256	201 173	114	395 881	15 696	102 058	278 127	30
—	1 042	—	42	8 390	291 268	64 909	226 286	73	439 860	22 087	126 723	291 050	34
0	1 124	—	16	7 463	296 060	83 180	212 786	94	432 177	27 249	125 833	279 031	39
...	...	...	...	...	302 000	...	234 000	...	472 000	...	101 000	349 000	...

海藻類					魚類				藻類				真珠
わかめ類	板のり ばらのり 計	板のり くろのり	まぜのり	あおのり	ばらのり	7) その他	真珠	真珠母貝	はたて かい種苗	かき類 種苗	わかめ類 種苗	のり類 種苗	その他
683	36 190	32 301	2 984	811	94	...	26 555	4 666	...	254	...	540	...
1 645	40 150	34 550	4 386	753	461	...	36 782	4 260	...	464	...	310	...
3 076	53 682	45 384	7 091	649	558	...	30 821	2 874	...	269	...	625	...
3 246	52 371	43 171	7 953	663	584	7	20 396	1 269	...	285	...	944	...
3 611	58 902	52 518	4 980	747	657	87	22 600	1 678	...	384	...	886	...
6 506	73 260	66 419	5 491	575	875	53	20 105	1 000	...	436	...	1 167	488
6 958	66 450	60 440	4 654	422	934	95	10 823	612	1 336	795	166	746	10
8 397	76 948	72 209	3 131	459	1 149	481	13 893	1 480	1 710	1 258	113	768	166
10 675	117 904	108 939	6 277	634	2 055	1 589	16 297	2 088	1 720	550	...	1 254	5) 459
11 134	88 070	82 242	3 492	434	1 900	1 868	14 473	2 248	1 147	697	...	575	5) 478
8 538	83 546	79 230	2 459	446	1 411	2 365	18 510	3 234	1 429	386	...	872	5) 475
11 271	94 089	89 917	2 173	367	1 632	3 877	22 158	3 832	1 805	503	...	622	5) 877
9 232	108 267	102 969	2 999	560	1 739	3 720	25 456	4 107	2 393	442	...	802	801

- 1) は44年まで「その他の魚類」に含まれる。
 2) の44年までは海面漁業に計上されている。
 3) の44年までは「たい類」を含む。
 4) は46年以降「その他」に含まれる。
 5) の45年までは海面漁業に含まれる。
 6) 53年は速報数字

の生産量・生産金額

漁業						内水面養殖業							
こい	ふな	うなぎ	しじみ	えび類	草類	計	ます類	あゆ	こい	ふな	うなぎ	淡水真珠	
3 100	9 488	2 803	54 689	1 123	336	33 096	5 745	...	7 971	1 503	16 017	2.6	
3 302	8 975	2 826	48 823	1 237	336	36 375	6 231	...	9 827	1 441	17 015	2.8	
3 621	9 549	3 162	40 477	2 349	336	41 852	7 882	...	10 886	1 622	19 605	4.0	
4 007	9 664	3 124	42 681	2 322	768	51 936	9 454	2 343	14 460	1 615	23 640	4.5	
4 085	9 470	3 194	48 992	2 845	690	52 044	10 254	2 534	13 971	1 776	23 276	5.9	
4 043	10 443	2 726	56 144	3 277	1 178	48 455	10 632	3 411	15 865	1 391	16 730	6.9	
4 613	10 410	2 624	33 981	4 982	915	50 398	12 749	3 941	17 840	1 209	14 233	7.2	
4 496	10 402	2 418	44 278	5 272	556	55 831	13 515	4 317	23 037	1 183	13 355	7.2	
5 244	10 208	2 107	42 934	6 441	674	64 429	16 425	4 428	26 417	1 369	15 247	6.8	
5 698	9 347	2 083	43 153	5 739	565	67 099	17 631	4 712	26 323	841	17 077	6.9	
6 699	9 890	2 202	47 035	6 840	633	72 119	16 725	4 991	28 129	968	20 749	6.2	
6 960	10 113	2 040	47 330	5 301	566	76 645	16 837	5 726	26 289	954	26 251	6.3	
6 760	10 316	2 102	48 296	6 151	363	82 159	17 617	5 875	29 295	1 007	27 630	5.6	
7 376	10 751	2 068	51 199	9 276	495	89 933	19 029	7 185	29 160	1 292	32 106	6.1	
967	797	1 194	328	127	19	12 557	982	...	2 328	101	8 217	332	
967	951	1 568	391	177	19	16 380	1 109	...	2 693	121	11 349	510	
855	936	1 499	324	308	19	16 637	1 553	...	2 395	127	11 194	770	
845	976	1 699	341	316	51	22 136	1 881	...	2 849	129	15 484	743	
1 226	1 260	2 335	490	509	51	28 492	2 000	...	3 912	188	20 483	860	
1 338	1 619	2 990	674	685	51	31 712	2 509	...	4 902	172	22 084	995	
1 794	1 093	3 138	1 257	1 036	45	34 923	4 755	...	6 940	127	18 788	1 113	
1 405	1 847	2 998	1 700	1 113	31	44 099	5 041	...	7 343	203	26 096	1 532	
1 838	1 806	2 474	1 943	1 540	45	52 760	7 727	4 269	11 290	235	27 116	1 949	
2 332	1 845	2 828	2 603	1 667	50	62 168	9 115	5 579	11 536	157	33 556	2 028	
2 686	2 149	3 210	4 095	2 092	54	71 285	8 230	6 237	11 954	192	41 913	2 286	
2 728	2 280	2 558	4 822	1 903	52	81 082	9 008	6 734	10 635	173	51 452	2 600	
2 915	2 663	2 845	6 434	2 371	37	92 986	10 764	8 488	13 001	217	56 863	2 912	

(4) 我が国の水産物需給

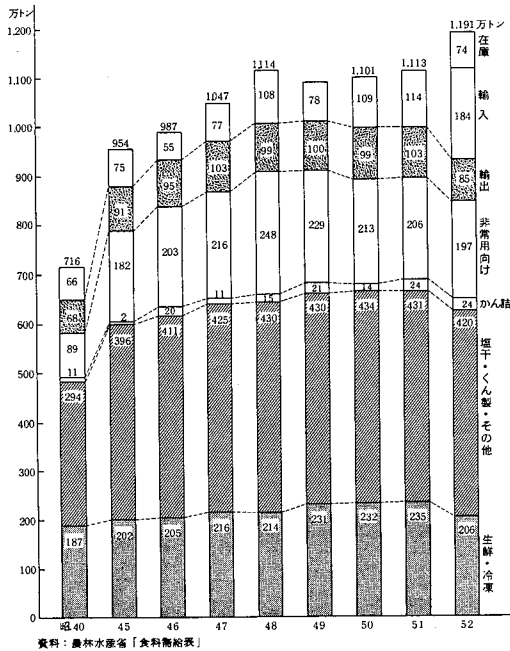


図 I-5-⑪ 魚貝類の需給状況

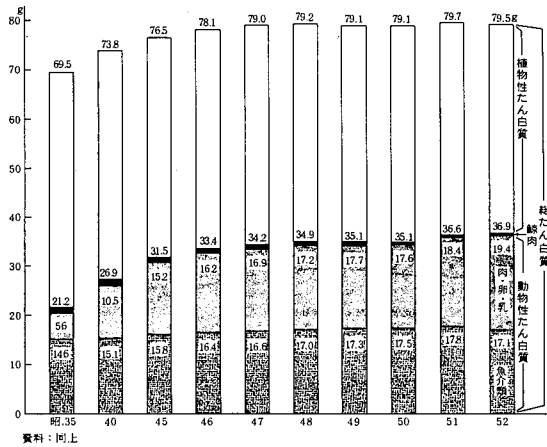


図 I-5-⑫ 1人1日当たりたん白質供給量

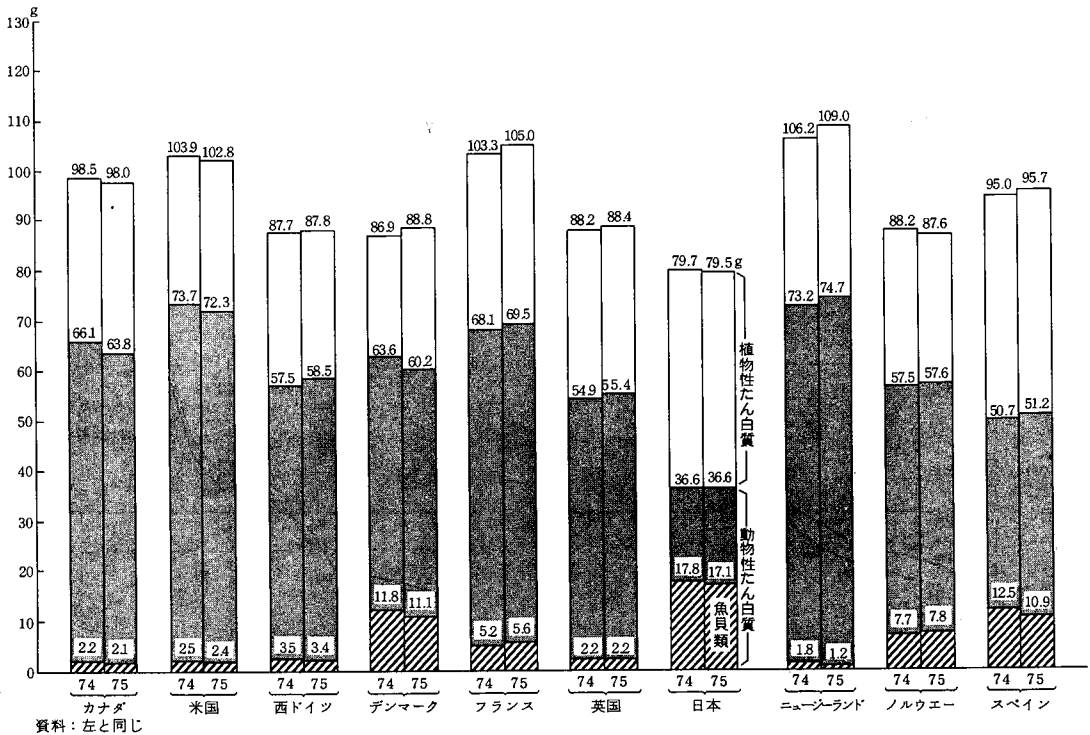


図 I-5-⑬ 1人1日当たりたん白質供給量の国際比較

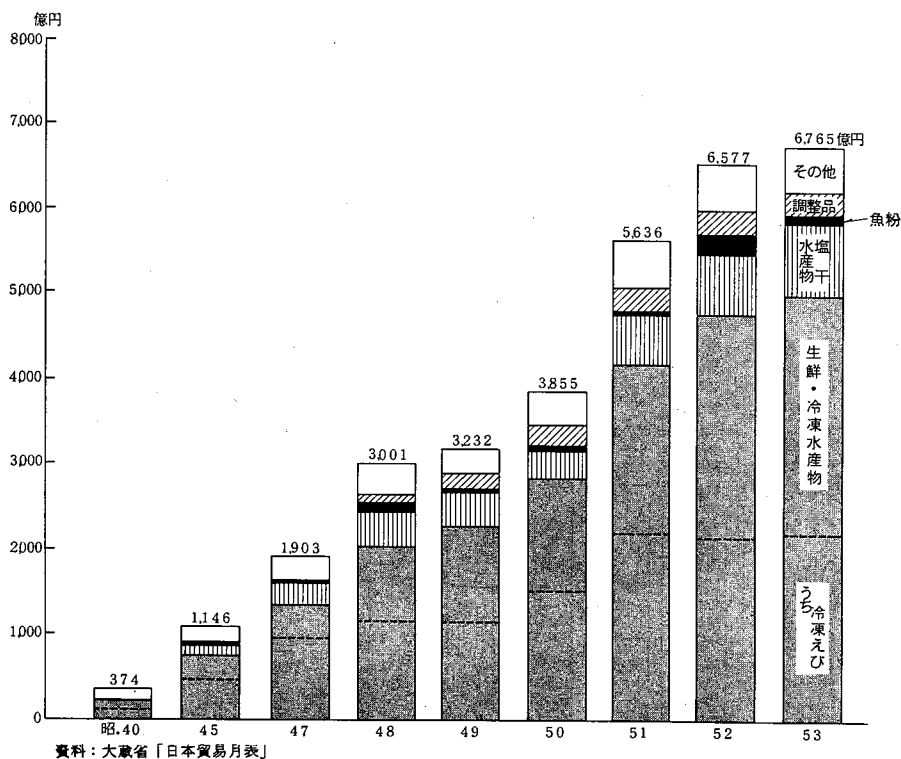


図 I - 5 - ⑭ 水産物輸入額

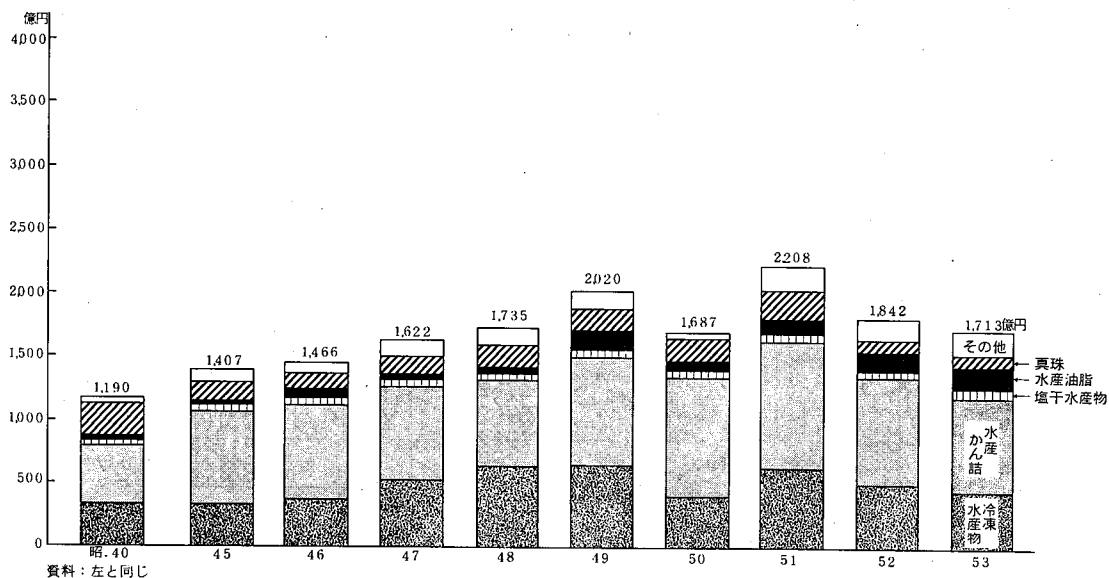


図 I - 5 - ⑮ 水産物輸出額

表 I-5-㉔ 水産物需給表

農林水産省「食料需給表」による。魚類は丸、貝類から付、鯨肉は生鮮肉、海藻類は乾燥重量に換算した数値である。

品 目		昭 5 0	5 1	5 2	5 3	1) 5 4
魚 貝 類						
国 内 生 産	1	9 918	9 990	10 126	10 335	9 993
食 生 鮮 ・ 冷 凍	2	7 552	7 693	7 678	7 374	7 007
塩・干・くん製・その他	3	2 515	2 589	2 608	2 201	2 033
ね り 製 品	4	1 727	1 745	1 839	2 048	2 018
フィッシュハム・ソーセージ	5	2 460	2 403	2 259	2 164	1 971
か ん 詰	6	166	169	173	166	170
	7	684	787	799	795	815
非 飼 養 用 餌 料	8	2 366	2 297	2 448	2 961	2 986
漁 業 用 餌 料	9	1 546	1 345	1 422	1 600	1 468
	10	820	952	1 026	1 361	1 518
輸 入	11	1 088	1 136	1 848	1 479	1 706
食 生 鮮 ・ 冷 凍	12	752	866	999	1 082	1 234
塩・干・くん製・その他	13	619	707	818	903	1 035
ね り 製 品	14	10	11	13	10	15
フィッシュハム・ソーセージ	15	123	148	168	169	184
か ん 詰	16	336	270	849	397	288
輸 出	17	990	1 029	852	1 046	1 026
食 生 鮮 ・ 冷 凍	18	755	796	671	740	738
塩・干・くん製・その他	19	193	236	196	202	194
ね り 製 品	20	544	549	466	530	535
フィッシュハム・ソーセージ	21	18	11	9	8	9
か ん 詰	22	235	233	181	306	288
在 庫 増 減	23	...	...	742	△ 82	△ 94
食 用	24	...	...	441	△ 38	△ 86
非 食 用	25	...	...	301	△ 44	△ 8
国 内 消 費 向 け	26	10 016	10 097	10 380	10 850	10 767
食 生 鮮 ・ 冷 凍	27	7 549	7 763	7 565	7 754	7 589
塩・干・くん製・その他	28	2 941	3 060	2 931	2 908	2 918
ね り 製 品	29	1 835	1 882	1 972	2 237	2 246
フィッシュハム・ソーセージ	30	2 460	2 403	2 233	2 168	1 968
か ん 詰	31	166	169	173	167	170
	32	150	249	256	274	287
非 飼 養 用 餌 料	33	2 467	2 334	2 815	3 096	3 178
漁 業 用 餌 料	34	1 647	1 382	1 851	1 733	1 627
	35	820	952	964	1 363	1 551
鯨 肉 産 入	36	76	44	42	24	19
輸 入	37	29	32	37	34	27
輸 出	38	0	0	0	0	0
国 内 消 費 向 け	39	105	76	79	58	46
海 藻 類						
国 内 生 産	40	126	133	128	128	128
輸 入	41	25	47	48	43	49
輸 出	42	4	4	5	4	5
国 内 消 費 向 け	43	147	176	171	167	172
食 用	44	125	147	142	135	142
加 工 用	45	22	29	29	32	30

国民一人当たり年間粗食料

単位：1 kg

魚 介 類	46	67.4	68.6	66.3	67.3	65.3
鯨 肉	47	0.9	0.7	0.7	0.5	0.4
海 藻	48	1.1	1.3	1.2	1.4	1.5
2) 人 口 (千人)	49	111 934	113 089	114 154	115 174	116 133

注：1) は、速報値である。 2) は、毎年の10月1日現在の人口（総理府：人口推計月報）である。

農林水産省統計情報部（1980）昭和54年水産物流通統計年報，（財）農林統計協会：1～343

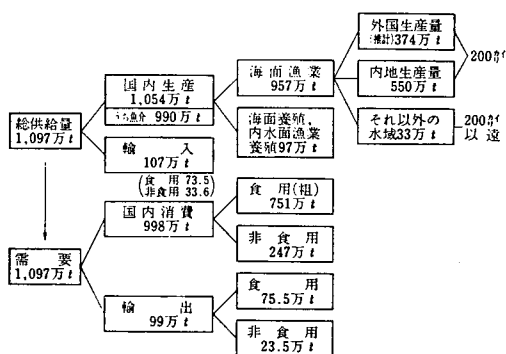
表 I - 5 - ㊦ 品目別輸出入高

水産庁「水産貿易統計」による。単位未満は四捨五入した。

単位：金額 100 万円

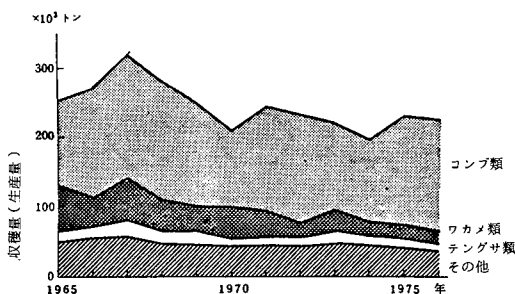
品 目	単 位	数 量					金 額				
		昭 . 5 0	5 1	5 2	5 3	5 4	昭 . 5 0	5 1	5 2	5 3	5 4
1) 水産物輸出合計	10000枚	(2 629) 603 334	(3 832) 650 351	(3 389) 591 326	(19 505) 754 437	(32 413) 728 143	168 696	220 833	184 180	171 250	196 363
生鮮・冷蔵・冷凍	2	185 427	229 731	180 803	197 581	187 574	41 647	62 646	50 295	44 503	46 132
かつお・まぐろ・かじき類	3	33 645	70 304	72 140	88 543	59 497	3 289	13 358	12 906	13 849	10 957
その他の冷凍水産物	4	151 782	159 427	108 663	109 038	128 077	38 358	49 288	37 389	30 654	35 175
水産かん詰	5	18 988	18 833	16 734	18 320	18 753	83 941	100 827	86 364	75 224	75 539
かつお・まぐろ類	6	4 952	4 980	3 242	4 350	3 972	27 664	35 932	25 626	25 007	26 536
かさい・わん	7	839	875	199	188	11	15 102	17 625	3 723	3 144	139
いさ	8	278	1 575	1 648	2 031	2 458	1 345	7 536	8 227	7 951	10 164
あさ	9	7	2	—	1	1	36	21	—	15	7
さば	10	—	—	—	1	—	—	—	4	6	—
あさ	11	12 255	10 689	11 181	1 235	11 848	35 732	34 477	4 423	35 406	35 442
さ	12	26	43	25	2	1	454	890	581	62	25
の	13	631	669	439	513	462	610	4 346	3 784	3 633	3 225
塩干くん製	14	5 168	4 240	4 470	4 188	4 411	5 783	5 942	5 877	5 736	6 723
すめひ	15	29	3	10	66	91	33	8	13	141	194
れ	16	985	935	989	1 000	963	948	1 834	2 541	2 211	2 203
ふ	17	1 575	1 869	2 076	1 797	1 790	1 108	1 224	1 382	1 252	1 632
の	18	2 579	1 435	1 395	1 325	1 567	3 694	2 876	1 941	2 132	2 693
水産油	19	78 902	85 077	115 953	213 500	190 832	7 440	9 143	13 471	18 187	15 910
鯊	20	23 521	12 170	8 996	3 071	—	1 959	1 447	1 412	522	—
油	21	578	876	826	904	1 012	231	346	422	298	481
の	22	55 005	72 031	106 130	209 525	189 820	5 250	7 350	11 637	17 367	15 421
寒	23	580	546	565	594	528	1 859	1 498	1 432	1 353	1 471
真	24	38 359	80 832	96 079	141 206	45 124	17 679	22 920	10 296	8 818	32 090
の	25	61 381	57 732	47 671	73 432	71 259	10 346	17 858	16 449	17 429	18 498
日本の総輸出金額	26	—	—	—	—	—	16545314	19934618	21648070	20555841	22531539
水産物の占める比率	27	—	—	—	—	—	1.0	1.1	0.9	0.8	0.9
水産物輸入計	10000枚	(72 342) 710 415	(10 660) 814 517	(26 453) 1 045 610	(—) 1 017 999	(—) 151 370	385 529	563 649	657 714	676 455	930 764
生きているもの	28	17 746	20 703	20 259	16 672	18 850	24 862	30 680	32 437	32 132	29 126
えび・その他の活魚	29	6 497	6 305	4 641	4 367	5 421	3 261	3 703	3 776	3 857	5 146
その他	31	11 249	14 398	15 619	12 305	13 429	21 601	26 977	28 661	28 275	23 980
生鮮・冷蔵	32	538 111	619 053	721 147	789 224	890 652	284 456	420 079	479 382	508 068	714 459
かつお・まぐろ	33	110 065	107 816	136 790	119 464	123 247	39 527	46 205	68 205	46 963	69 552
いわ	34	8 078	8 315	13 138	11 630	11 088	3 482	3 619	5 492	4 997	4 195
かさい	35	113 672	125 998	128 283	149 751	164 282	137 517	223 128	219 509	222 528	313 168
い	36	58 580	68 533	74 732	118 142	155 868	29 335	39 993	37 786	42 590	75 812
た	37	74 613	94 388	63 430	78 476	62 399	24 102	35 937	21 798	25 860	38 986
鯊	38	28 822	32 476	36 760	34 006	27 449	5 824	8 636	13 699	13 886	14 525
の	39	144 281	181 527	268 014	277 755	346 319	44 669	62 560	112 893	151 243	198 221
塩干・くん製	40	22 376	28 780	31 009	36 417	44 762	35 166	58 279	68 167	78 434	111 625
品	41	3 486	5 773	6 682	7 803	7 791	11 861	17 591	21 568	22 893	26 578
にしん	42	7 611	11 698	10 275	9 616	7 724	13 834	28 933	29 265	34 730	53 735
ら	43	5 714	6 024	6 388	6 415	10 913	2 920	3 685	4 247	4 493	6 206
う	44	1 684	1 874	2 458	2 315	2 502	3 048	4 259	5 478	4 947	6 729
い	45	852	714	1 347	1 594	1 602	1 297	1 306	2 441	2 863	3 738
の	46	3 029	2 697	3 858	8 674	14 230	2 206	2 505	5 169	8 506	14 639
寒	47	298	699	575	636	652	861	1 544	1 298	1 181	1 486
油	48	1 700	1 544	1 611	4 710	4 784	904	665	452	1 252	1 371
真	49	4 140	8 729	8 471	12 385	11 889	3 147	4 871	6 079	7 839	8 996
調	50	28 602	33 265	34 887	34 024	34 166	22 884	30 660	32 182	28 042	38 717
その他の水産物	51	101 578	110 464	236 114	136 302	157 491	13 249	16 872	37 718	19 508	24 984
魚の粉及びミール	52	70 556	56 624	178 361	83 503	99 253	5 856	5 485	24 827	9 341	9 773
干	53	(72 342)	(10 660)	(26 453)	(—)	(—)	221	42	264	—	—
寒	54	5 762	7 601	6 274	8 481	9 605	1 748	2 153	1 596	1 759	2 386
天	55	25 260	46 239	51 479	44 318	48 633	5 424	9 192	11 031	8 408	12 825
日本の総輸入金額	56	—	—	—	—	—	17170027	19229169	19131780	16727624	24245351
水産物の占める比率	57	—	—	—	—	—	2.25	2.93	3.44	4.04	3.84

注：1) は、水産かん詰も数換算により計上した。



出所：農林省『食料需給表』速報版と『漁業・養殖業生産統計年報』より作成。

図 I-5-⑬ 昭和50年における魚介類の需給関係



(出典) 昭和51年漁業・養殖業生産統計年報，1978より作製

図 I-5-⑭ わが国における養殖海藻の生産高の推移

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書，(社)日本海洋開発産業協会：1～293

表 I-5-⑭ 主な海藻の化学成分

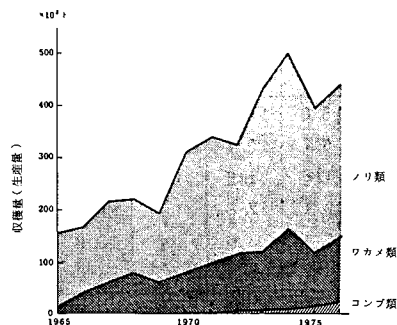
100 g 中	アオノリ	アオサ	コンブ	ワカメ	マンモ	ヒジキ	アラメ	アサタマノリ		
								上	中	下
水分	3.7	15.2	18.0	16.0	13.1	16.8	19.3	11.4	11.1	13.4
タンパク質	20.7	23.8	6.7	12.7	19.4	5.6	7.5	35.6	34.2	29.0
脂質	0.3	0.6	1.6	1.5	0.4	0.8	0.1	0.7	0.7	0.6
糖質	61.5	42.1	49.1	47.8	40.3	29.8	50.8	39.6	40.5	39.1
セルロース	7.2	4.6	5.4	3.6	5.5	13.0	9.8	4.7	4.8	7.0
無機質	6.6	13.7	19.2	18.4	17.2	34.0	12.5	8.0	8.7	10.9

(出典) 新崎・新崎 1978

(食品分析表より)

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書，(社)日本海洋開発産業協会：1～293

(5) 我が国の藻類生産



(出典) 昭和51年漁業・養殖業生産統計年報，1978より作製

図 I-5-⑮ わが国における天然海藻の生産高の推移

表 I-5-⑯ わが国海藻数の需給推移

(単位：1,000 t)

区分	昭・48	49	50	51	52
海藻類	131	140	126	133	129
国内生産計	127	135	122	129	124
国内消費仕向量	4	5	4	4	5
輸入	30	23	25	47	48
国内向け供給計	157	158	147	176	172
食料	127	134	125	147	141
非食料	30	24	22	29	31

出所：農林省、農林水産統計(1979)、重量は乾燥重量

竹村正(1979)コンブ海藻の工学的利用，バイオマス変換と有機物生産，(社)日本能率協会：3-3-1～3-3-14

Ⅱ エネルギー資源の動向

1. 石油の埋蔵量及び需給見通し

(1) エネルギーの基礎的諸元

エネルギーの単位は種々様々である。

Btu (British thermal unit)

というエネルギーの単位がある。1 lb (454g) の重量の水を温度 1 F (0.6℃) 上昇せしめるに必要な熱エネルギーの単位である。これは古いエネルギー単位であるが、今でも欧米でよく使用されている。

われわれが論ずる世界のエネルギー需給量を表すには、大きな単位が必要であるので、Q という単位を使うことが多い。それは、

$$1 Q = 10^{18} \text{ Btu} = 2.9 \times 10^{14} \text{ kWh}$$

というエネルギー単位である。しかし余りにも大きすぎるときは、 $1 \text{ mQ} = 1/1000 Q$ をとることがある。この単位を“Quard”とよび 1 q とかくことがある。

石油エネルギーを換算するため、toe (ton oil equivalent) という単位がある。これは石油 1 トンを燃焼せしめて得られる熱エネルギー量で、

$$1 \text{ toe} = 1.2 \times 10^4 \text{ kWh}$$

である。同様に石炭について、

$$1 \text{ tce} = 7.8 \times 10^3 \text{ kWh}$$

をとることがある。

このほか MBPD (Million Barrel Per Day) という石油エネルギー単位がある。これは 1 日の石油消費量としてよく使用される。

$$1 \text{ MBPD} = 2 \times 10^{-3} \text{ mQ/y}$$

ということになる。

太陽が 1 日に放出しているエネルギーは、300 億 Q である。太陽から地球はその $1/(20 \text{ 億})$ の 15Q、1 年では 5,000Q のエネルギーをうけとっている。

1975 年において、世界の 1 年のエネルギー消費量は 250mQ であり、日本はそのうち、15mQ、すなわち約 6% を消費した勘定になる。

100 万 kW_e の大型発電所が 1 年間 (60% 稼

*注: kW_e は電気出力を示す。

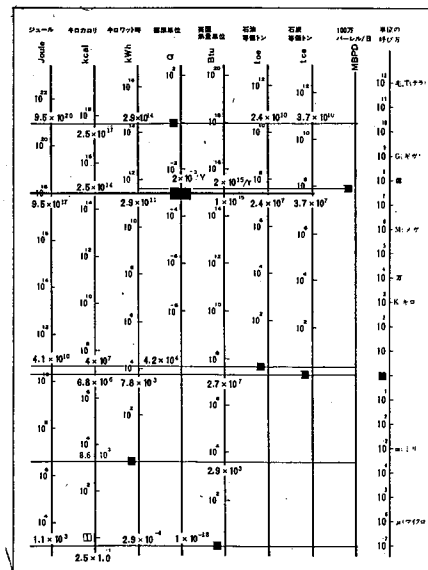
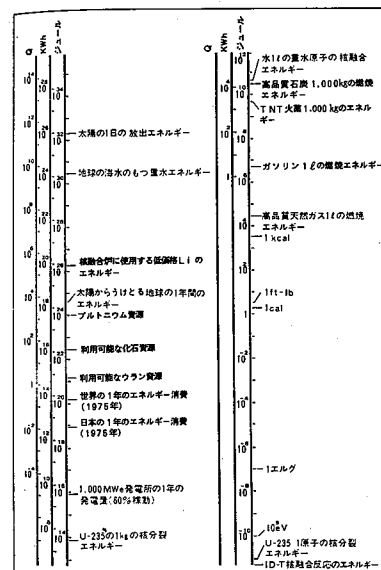


図 II-1-① エネルギー単位の比較



Energy Technology Handbook (1977) McGraw-Hill
Facing the Future: Mastering the Probable and Managing the Unpredictable. OECD (1979)
内訳: 陸: 過去のエネルギーを求めて (1977) 宇橋隆男

図 II-1-② エネルギー単位と事象

藤村理人 (1980) 世界のエネルギーと原子力開発, サンケイ出版: 1~63

動)に生産するエネルギーは50億kWhで、0.017mQである。

ウランU-235の1Kgの核分裂生成エネルギーは、300億kcalで、ほぼ0.00012mQである。

100万kWeの大型発電所を1年間動かすのに、ウランU-235は140kg必要である。そして3%濃縮ウランを使用するときは47tのウラン燃料が必要である。これを石油に換算すれば28万kl、石炭なら42万tという膨大な量となる。

ウラン資源は現在有限と考えられている。海中のウランを回収する技術が経済性をもつようになれば、資源量は1000倍と増え、無限のエネルギー資源となる。

表Ⅱ-1-①

換 算 表

- 1 バレル = 0.159 キロリットル

バレル $\xleftrightarrow[0.159]{6.3}$ キロリットル
 6.3で割る (0.159倍する)
 6.3倍する (0.159で割る)

- 1 バレル/日 = 58 キロリットル/年
 (365倍して、0.159を掛ける)

バレル/日 $\xleftrightarrow[58]{58}$ キロリットル/年
 58倍する
 58で割る

(2) 石油埋蔵量

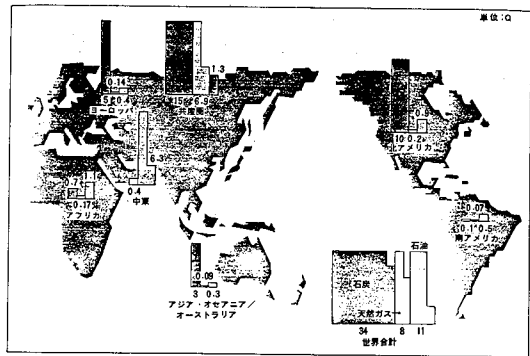
世界の石油埋蔵量 11Q (1973年現在)のうち6.3Q、57%は中東に存在している。

天然ガスは8Qでは石油の埋蔵量と匹敵しているが、共産圏に85%存在している。

石炭は34Qあり、これも共産圏に44%存在している。

しかし、北アメリカは石油0.9Q、天然ガス0.2Q、石炭10Qの埋蔵量を持ち、それにウランも多量もっており、将来のエネルギー政策を有利に展開する立場にある。

それに比べて、ヨーロッパは北アメリカのほぼ1/2のエネルギー資源しかもっていないのに、人口は2倍である。日本に至っては無資源に近く、かつ人口は北アメリカの1/2である。ここに日本がエネルギー問題をきわめて重視しなければならない理由がある。

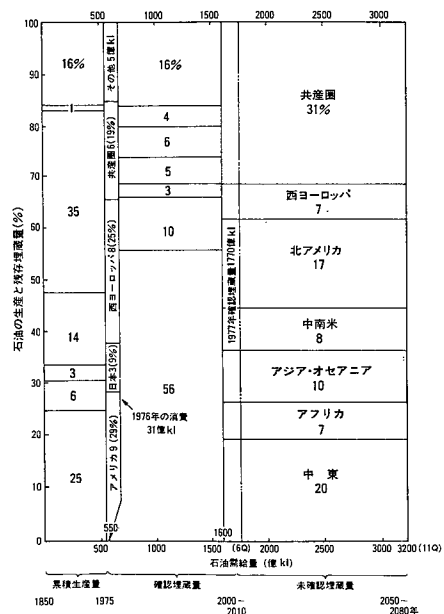


(資料)
 5) 世界エネルギー会議資料 (1974)
 7) ガルフ資料 (1973)

図Ⅱ-1-③ 世界のエネルギー資源分布

地球が埋蔵している石油資源はおよそ11Q (3200億kl)と推定されている。そのうち、6Q (1770億kl)は存在を確認しているが、残りの5Qは未確認である。

1975年までに550億kl (17%)を世界で消費した。1975年のみを捉えたと、世界の全消費量は31億klで、日本はそのうち、3億kl (9%)を消費している。アメリカとともに石油の使い過ぎが指摘されている。

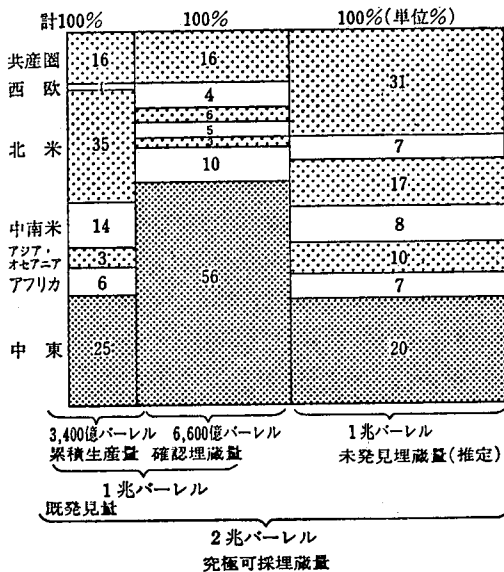


図Ⅱ-1-④ 世界の石油生産と残存埋蔵量

藤村理人 (1980) 世界のエネルギーと原子力開発、サンケイ出版: 1~63

2000年までに1600億klの石油が世界で生産されると考えられているが、そのほとんどの量が中東で生産されることを期待している。2000年以後は中東は、石油残存量の20%を保有するに過ぎなくなる。

このことを知っている中東が、今、石油の値上げに狂奔する理由もわからないわけではない。2000年の時点で、大量に残存するのは共産圏で、その共産圏でも、今まで自給自足してきたのが、次第に供給不足に転換している。



図Ⅱ-1-⑤ 世界の石油資源の賦存状況

嶽石浩義(1980) エネルギー需要の動向と展望、明日の農業技術、併地球社: 1~10

表Ⅱ-1-② 埋蔵量と資源の用語

資源のタイプ	全埋蔵量	可採埋蔵量	他の資源*
固体燃料 ^{a)}	既知の原始埋蔵量	既知の可採埋蔵量	付加資源
石油と天然ガス	原始埋蔵量 ^{a)}	確認された可採埋蔵量	付加資源
液体天然ガス		確認された可採埋蔵量	付加資源
オイル・シェールと重質砂		全潜在量が既知の利用可能な資源	付加資源
ウランとトリウム		既知の可採埋蔵量 ^{a)}	付加資源

注) 水力資源に対する用語としては既に設置されたものと、これから設置可能なものの容量(メガワットの単位で示される最大出力)と推定年間発電量(メガワット時/年の単位で示されるエネルギー量)とがある。一般的に同様な用語が、他の再生可能な資源にも使われる。

a) 一般に定義されるように計示(起こりそうな)と推定(起こりうる)埋蔵量を含める。

b) 固体燃料に対しては全資源を示す。

c) 過去の累積生産量を含める。

d) 別の用語(Organization for Economic Cooperation and Developmentによると)としては、合理的保証埋蔵量(採掘コスト約26ドル/キログラムまでのもの)がある。採掘コストが26ドル/キログラム以上の合理的保証埋蔵量は、付加資源の一部として考える。

表Ⅱ-1-③ 1970年以後に行われた世界の究極生産量の推計

研 究 者	組 織 名	量
J. D. Moody と H. H. Emenik	Mobil Oil社	1,800~1,900
Richard L. Jody	Sun Oil社	1,952
H. R. Warman	BP社	1,800
William Verneer	Shell社	1,930
H. R. Warman	BP社	1,915
J. D. Moody と R. W. Esser	Mobil Oil社	2,000
M. King Hubbert	地質調査所	2,000

表Ⅱ-1-④ 世界の石油埋蔵量(1978年1月1日現在)

地 域	A: 確認埋蔵量の推計	B: 1977年の生産量の推計	A/B: 可採年数
アメリカとカナダ			
アメリカ	29.50	3.01	9.8
カナダ	6.00	.50	12.0
合 計	35.50	3.51	10.1
ラテンアメリカ			
メキシコ	14.00	.36	38.9
中央および南アメリカ	26.37	1.31	20.1
合 計	40.37	1.67	24.2
ヨーロッパ(共産圏を除く)	26.8	.50	53.6
アフリカ	59.20		
中 東	366.17	7.98	45.9
アジア・太平洋地域	19.75	1.01	19.6
(共産圏を除く)			
共産圏	75.00	4.00	18.7
ソ 連	20.00	.66	30.3
中 国	3.00	.15	20.0
その他の国			
合 計	98.00	4.81	20.4
世界の合計	645.85	21.73	29.7

資料) Oil and Gas Journal, December 26, 1977

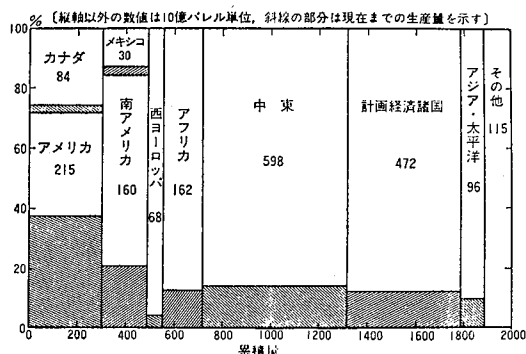
表Ⅱ-1-⑤ 1970年以降に行われた世界の天然ガスの残存資源量の推計

研 究 者	組 織 名	量*
C. P. Coppack		6,660
M. King Hubbert	地質調査所	11,950
	Mobil Oil社	7,020~7,880
T. D. Adams と M. R. Kirby		5,150
	国立科学アカデミー	6,900
	ガス技術研究所	9,150~9,550
M. King Hubbert	国金付属調査所	8,493

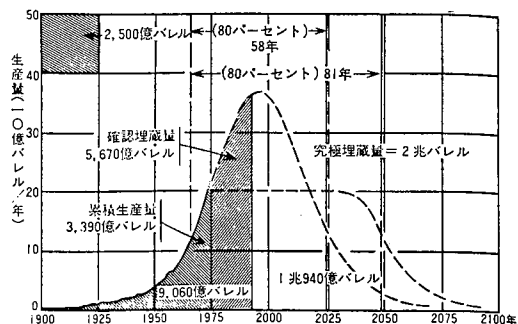
注) *) すでに生産された1500tcfを預存資源量に加算すると究極資源量になる。原論文ではexajouleを使っているため、これを1tcf=1.0885exajouleで換算した。(1tcf=1.35x10¹² m³)

資料) World Energy Conference. The Future for World Natural Gas Supply. 1985-2020. Apr. 15, 1977. p. 5.

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳、1980)(1980)西暦2000年の地球1、(財)家の光協会: 1~432



(M. King Hubbert, in Congressional Research Service, Project Interdependence: U. S. and World Energy Outlook Through 1990, Washington, 1977, p. 644)



(M. King Hubbert, in Congressional Research Service, Project Interdependence: U. S. and World Energy Outlook Through 1990, Washington, 1977, p. 642)

図Ⅱ-1-⑥ 世界の究極可採原油資源量の分布と現在までの生産量

図Ⅱ-1-⑦ 世界の究極可採原油資源量の可能な生産率曲線

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三, 立花一雄監訳, 1981) (1981) 西暦 2000 年の地球 2, (株)家の光協会: 1~526

表Ⅱ-1-⑥ 世界のエネルギー資源埋蔵量

	石 油	天 然 ガ ス	石 炭	タール・サンド オイル・シェール	ウ ラ ニ ウ ム
究 極 埋 蔵 量 (注1)	2兆バレル {自由世界1.5兆バレル 共産圏0.5兆バレル}	142~170兆m³	11兆トン (うち高品位炭81兆トン)	(注4) タール・サンド 2,100億トン オイル・シェール 2,000億トン	不詳
確 認 可 採 埋 蔵 量 (R) (注2)	75年末 6,600億バレル {自由世界5,600億バレル 共産圏1,000億バレル}	75年末 63兆m³ {自由世界 39兆m³ 共産圏 24兆m³}	5,900億トン うち高品位炭 4,300億トン {自由世界 2,500億トン 共産圏 1,800億トン}		75年1月 \$15/lb以下 108万トン \$15~\$30/lb 73万トン
地域別賦存状況	北中米 6.1% 南中米 5.4% 西中米 3.8% 中東 55.9% アジア太平洋 3.2% アフリカ 9.9% 共産圏 15.7%	12.1% 4.1% 7.6% 24.3% 5.0% 9.3% 37.6%	高品位炭 38.0% 0.7% 8.7% — 6.4% 3.6% 42.6%	88.0% 0.2% 1.1% — 8.5% 0.8% 1.4%	34.3% 2.0% 26.9% — 15.6% 21.2% 不詳
年 生 産 量 (P) (注2)	75年 192億バレル {自由世界151億バレル 共産圏 41億バレル}	75年 13,560億m³ {自由世界 9,890億m³ 共産圏 3,670億m³}	74年 (高品位炭) 22.3億トン {自由世界 10.9億トン 共産圏 11.4億トン}	少量	74年 18,500トン
R/P	全世界 34年 自由世界 37年	全世界 46年 自由世界 39年	高品位炭 全世界193年 自由世界229年	大	98年
石油換算億トン (注3)	1,049	599	高品位炭 3,010	—	(注5) 178
出 典	(注1) Moody (75年) (注2) Oil & Gas Journal (75年12月)	(注1) Weeks (注2) International Petroleum Encyclopedia	(注1) 世界エネルギー会議 (74年) (注2) 同上	(注2) 世界エネルギー会議の各国報告を集計した。	(注2) OECD/IAEA (75年/12月)

(資料) 3 確認可採埋蔵量を石油換算表示した。 4 タール・サンド, オイル・シェールは現時点では経済可採量ではない。

5 再処理せずに軽水炉で用いた場合 (ウランの利用率0.5%), 増殖炉を利用する場合は利用率は60~70%になり, 100倍以上に増加する。

(注) 長期エネルギービジョン研究会報告「我が国エネルギー問題の長期展望」(1977年)による。

農林水産省大臣官房技術審議官室 (1980) エネルギーに係る各種関連資料, 明日の農業技術, 協地球社: 210~227

表Ⅱ-1-⑦ 世界の国別原油確認埋蔵量及び可採年数

(単位: 埋蔵量 1,000バレル, 比率 %)

区 分	1960年		1965年		1970年		1975年		1976年		1977年		可採年数
	埋蔵量	比率	埋蔵量	比率	埋蔵量	比率	埋蔵量	比率	埋蔵量	比率	埋蔵量	比率	(R/P)
1 世界合計	255,887,171	100.0	364,961,182	100.0	546,365,654	100.0	546,135,019	100.0	545,786,784	100.0	545,411,899	100.0	25.1
2 北米	37,677,023	14.7	40,245,576	11.1	53,129,031	9.7	42,766,273	7.8	44,478,161	8.1	45,885,251	8.4	12.1
3 アメリカ	31,719,347	12.4	31,352,391	8.6	39,001,335	7.1	32,682,127	6.0	30,942,166	5.7	29,486,402	5.4	9.9
4 メキシコ	2,458,252	1.0	—	—	—	—	3,431,144	0.6	7,278,913	1.3	10,427,977	1.9	29.1
5 南米	20,045,533	7.8	20,036,256	6.4	25,575,352	4.7	24,781,900	4.6	25,126,071	4.6	25,059,052	4.6	20.8
6 ペネズエラ	16,875,533	6.6	17,366,256	4.7	14,040,852	2.7	18,394,837	3.4	18,228,607	3.3	18,042,531	3.3	22.0
7 西欧	1,367,010	0.5	1,435,000	0.5	6,299,500	1.2	17,692,733	3.2	16,267,763	3.0	16,963,202	3.1	36.3
8 東欧	24,268,500	9.5	36,467,900	10.0	59,649,700	10.9	61,019,326	11.2	61,865,351	11.3	60,849,391	11.2	14.6
9 ソ連	23,000,000	9.0	35,000,000	9.6	58,000,000	10.6	58,878,250	10.8	59,900,000	11.0	59,000,000	10.8	14.8
10 アフリカ計	5,297,000	2.1	22,978,400	6.4	46,317,400	8.5	53,323,939	9.8	50,436,820	9.2	52,206,413	9.6	—
11 アルジェリア	3,000,000	1.2	6,300,000	1.7	8,098,300	1.5	10,000,000	1.8	9,616,750	1.8	10,000,000	1.8	24.5
12 リビア	1,500,000	0.6	13,000,000	3.6	30,000,000	5.5	24,000,000	4.4	24,492,668	4.5	25,327,435	4.6	33.7
13 ナイジェリア	110,000	0.0	2,500,000	0.7	5,600,000	1.0	13,000,000	2.4	12,241,945	2.2	12,243,358	2.2	16.1
14 中東計	157,946,000	61.7	228,277,000	62.5	342,133,500	62.6	309,547,215	56.7	309,118,818	56.6	307,234,927	56.3	38.0
15 アラブ計	50,000	0.0	7,500,000	2.1	14,850,000	2.7	25,500,000	4.7	24,929,806	4.6	24,333,788	4.5	40.8
16 イラン	22,000,000	8.6	40,000,000	11.1	60,000,000	11.0	50,108,000	9.2	48,130,000	8.8	46,863,000	8.6	22.7
17 イラク	23,000,000	9.0	30,000,000	8.2	29,000,000	5.3	35,000,000	6.4	35,165,190	6.4	35,338,465	6.5	42.7
18 クウェイト	60,000,000	23.5	70,000,000	19.2	75,500,000	13.8	70,219,082	12.9	71,800,000	13.2	72,000,000	13.2	110.5
19 中東地帯	2,600,000	1.0	10,000,000	2.7	12,800,000	2.3	6,648,000	1.2	6,480,000	1.2	6,343,000	1.2	47.5
20 サウジアラビア	48,000,000	18.8	63,707,000	17.5	138,667,000	25.4	107,857,000	19.8	110,187,000	20.2	110,400,000	20.2	33.5
21 極東・大洋州計	9,286,105	3.6	11,149,050	3.1	13,259,171	2.4	36,333,083	6.7	37,829,300	6.9	36,699,163	6.7	—
22 オーストラリア	—	—	70,000	0.0	1,661,019	0.3	2,350,000	0.4	2,280,000	0.4	2,180,183	0.4	14.0
23 インドネシア	8,000,000	3.1	8,500,000	2.4	10,000,000	1.8	12,000,000	2.2	11,500,000	2.1	10,985,000	2.0	17.9

(資料) World Oil 本年8月15日号。可採年数はWorld Oil 1979年8月15日号。
(出所) エネルギー統計年報

農林水産省大臣官房技術審議官室(1980) エネルギーに係る各種関連資料, 明日の農業技術, 協地球
社: 210~227

表Ⅱ-1-⑧ 世界のエネルギー資源埋蔵量

		石 油	石 炭	天 然 ガ ス	ウ ラ ニ ウ ム
究 極 埋 蔵 量	(注1)	2兆バレル 自由世界 1.5 共産圏 0.5	10兆トン うち高品位炭 7.7兆トン	142~170兆 ³	不 詳
	(注2) 確 認 可 採 埋 蔵 量 (R)	79年末 6,416億バレル 自由世界 5,516 共産圏 900	6,400億トン うち高品位炭 4,900億トン 自由世界 2,900 共産圏 2,000	79年末 73兆 ³ 自由世界 46 共産圏 27	79年1月 259万トン \$30/1b以下 185万トン \$30~\$50/1b以下 74万トン
地 域 別 賦 存 状 況	北 中 南 米 欧 東 西 中 アジア・太平洋 アフリカ 共産圏	5.2% 8.8 3.7 56.4 3.0 8.9 14.0	高品位炭 24.9% 0.8 14.5 — 11.2 6.9 41.7	10.9% 5.6 5.3 28.8 5.0 8.2 36.3	36.4% 4.2 17.3 0.2 12.0 29.9 不 詳
	年 生 産 量 (P)	79年 229億バレル 自由世界 177 共産圏 52	78年(高品位炭) 26.1億トン 自由世界 12.0 共産圏 14.1	79年 16,196億 ³ 自由世界 10,648 共産圏 5,548	78年 33,900トン
可 採 年 数 (R/P)		全 世 界 28年 自由世界 31年	高品位炭 全 世 界 188年 自由世界 242年	全 世 界 45年 自由世界 43年	76年
石 油 換 算 (億 トン) (注3)		880	高品位炭 3,430	715	—
出 典	(注1)	moody (75年)	世界エネルギー会議 (77年)	Weeks	—
	(注2)	Oil & Gas Journal	アメリカ鉱山局 「International coal trade」等	Oil & Gas Journal	OECD/IAEA (79年12月)

(注3) 確認可採埋蔵量を石油換算表示した。

(注4) オイルシェール、オイルサンドは原始埋蔵量(ただし確認されたもの)で
(コメント) 石油については、他のエネルギー資源に比して、可採年数が短いこと、及ある。
び賦存状況が著しく中東地域に偏っていることが特徴である。

表Ⅱ-1-⑨ 世界の原油確認埋蔵量と可採年数

	埋 蔵 量 ('80.1)	生 産 量 ('79.1~12)	可 採 年 数
西 半 球	89.8	5.60	16.0
ア メ リ カ	26.5	3.14	8.4
メ キ シ コ	31.3	0.53	59.1
ウ ェ ス ト エ ー ジ ャ	17.9	0.86	20.8
欧 州	23.8	0.83	28.7
イ ギ リ ス	15.4	0.57	27.0
ア フ リ カ	57.1	2.39	23.9
リ ビ ア	23.5	0.75	31.3
ナ イ ジ エ リ ア	17.4	0.84	20.7
ア ル ジ エ リ ア	8.4	0.41	20.5
中 東	361.9	7.85	46.1
サ ウ ジ ア ラ ビ ア	163.4	3.38	48.3
イ ラ ー ク	58.0	1.13	51.3
ク ウ ェ ー ト	65.4	0.81	80.7
イ ラ ー ク	31.0	1.25	24.8
U A E	29.4	0.67	43.9
共 産 圏	90.0	5.20	17.3
ソ 連 邦	67.0	4.27	15.7
中 国	20.0	0.79	25.3
ア ジ ア - パ シ フ ィ ッ ク	19.4	1.04	18.7
イ ン ド ネ シ ア	9.6	0.58	16.6
計	641.6	22.91	28.0
自 由 世 界	551.6	17.71	31.1
O P E C	435.6	11.23	38.8

(資 料) Oil and Gas Journal

(コメント) ① 世界の石油の究極可採埋蔵量の推定には、不確定要素が多いが、約2兆バレル前後といわれており、このうち過去の累積生産量は、約4,000億バレル、現在の確認埋蔵量は、約6,400億バレルとなっている。

② '79年の生産量は、約229億バレルであるので、平均可採年数は28年である。

③ 地域的には、中東の可採年数が46年、ソ連が16年に対し、アメリカの可採年数は10年以下に落ちている。

資源エネルギー庁(1980) 石油代替エネルギー便覧、財通商産業調査会:1~182

表Ⅱ-1-⑩ 開発途上の石油輸出国における生産量、埋蔵量、人口、国民所得

生産量 (1977年)	生産能力 (1977年)	埋蔵量 (1978年 1月1日) (10億バレル)	生産可能 年数	人口 (1975年) (100万人)	GNP (1975年) (10億ドル)	1975年の 1人当たり 国民所得 (ドル)	1977年の 国際収支 (100万ドル)
OPEC加盟国							
アルジェリア	990	1,100	6.6	16	15.7	12.3	-1,520
エクアドル	180	225	1.6	20	7.1	3.9	-50
イラン	225	250	2.1	23	0.5	1.2	-220
インドネシア	1,690	1,800	10.0	15	136.0	24.2	178
クウェート	5,650	6,700	62.0	25	33.0	48.9	1,478
リビア	2,150	3,100	34.5	31	11.1	14.3	1,282
ナイジェリア	1,700	3,340	67.0	55	1.0	11.3	11,280
カタール	2,050	2,500	25.0	27	2.4	12.4	5,078
サウジアラビア	2,150	2,400	18.7	21	75.0	23.1	308
アラブ首長国連邦	350	650	5.6	24	0.2	1.7	8,400
ベネズエラ	8,950	11,840	150.0	35	8.3	25.0	3,009
	2,030	2,420	32.4	37	0.7	6.9	10,521
	2,280	2,600	18.2	19	12.0	26.7	2,224
非OPEC加盟国 ^{a)}							
メキシコ	990	990	14.0	39	59.9	71.2	1,188
リビア	230	230	7.7	8	1.1	2.1	1,895
ボネール	190	190	2.5	36	11.7	8.7	743
エジプト	35	35	4.7	27	5.6	1.8	314
シリア	90	90	2.5	22	15.4	12.5	814
パナマ	450	450	2.2	15	37.2	11.6	310
アンゴラ	200	200	2.2	30	7.4	4.9	657
インドネシア	54	54	3.3	14	0.3	0.6	2,423
マレーシア	195	195	1.2	16	6.5	3.7	573
タイ	35	35	4.4	28	1.3	0.7	497
オーストラリア	24	24	2.2	17	24.7	3.7	151
ニュージーランド	350	350	5.7	44	0.8	1.6	2,078
	207	207	1.6	21	0.2	4.2	757
	87	87	2.7	84	5.6		

注) a) 非OPEC加盟国に関しては、1977年の生産量は生産能力と同じとした。

アメリカ合衆国政府(逸見謙三、立花一雄監訳、1980)(1980)西暦2000年の地球1、創家の光協会:1~432

(3) 需給見通し

表Ⅱ-1-⑪ I E Aによる石油需給見通し(自由世界)

(百万 B/D)

		1978	1979	1980	1981	1985	1990
需 要	I E A 諸 国	3 8.8	3 8.5	3 7.5	3 7.0	4 3.2	4 5.0
	そ の 他	1 2.6	1 3.1	1 3.0	1 3.1	1 7.3	2 2.2
	合 計	5 1.4	5 1.6	5 0.5	5 0.1	6 0.5	6 7.2
供 給	I E A/O E C D 諸 国	1 4.2	1 4.9	1 5.0	1 4.9	1 7.1	1 7.1
	発 展 途 上 国	4.6	5.2	5.8	6.3	8.5	1 1.0
	共 産 国 か ら の 純 輸 入	1.3	1.1	0.9	0.7	0.4	△ 1.1
	非 O P E C 計	2 0.1	2 1.2	2 1.7	2 1.9	2 6.0	2 7.0
給	O P E C 生 産	3 0.5	3 1.6	2 8.1	2 8.1	3 0.8	3 1.6
	合 計	5 0.6	5 2.8	4 9.8	5 0.0	5 6.8	5 8.6
	需 給 差	△ 0.8	1.2	△ 0.7	△ 0.1	△ 3.7	△ 8.6
(参考) I E A純輸入量		2 4.4	2 4.2	2 2.7	2 2.2	2 6.1	2 7.9

(注) 1985年及び1990年のI E A諸国の石油需要量は、各国のI E Aへの報告値による。

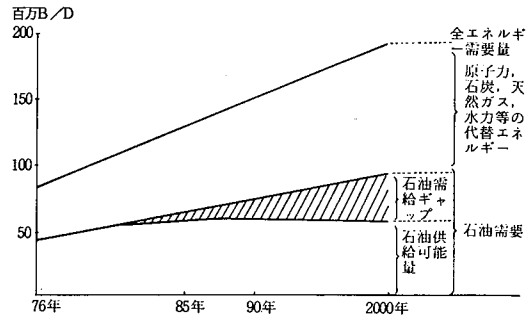
表Ⅱ-1-⑫ 長期エネルギー需給暫定見通し

項目	年度	52年度(実績)	60年度	65年度	70年度	注)
省エネルギー前の需要			6.62億kℓ	8.22億kℓ	9.73億kℓ	1. この見通しは、民間の最大限の努力と理解のもとに政府の代替エネルギー開発施策等の重点的かつ計画的遂行を前提とした場合のエネルギー需給見通しを示したものである。
省エネルギー率		4.12億kℓ	12.1%	14.8%	17.1%	
省エネルギー後の需要			5.82億kℓ	7.00億kℓ	8.07億kℓ	2. 石油換算は9,400kℓ/ℓによる。 また、省エネルギー率は、昭和48年度を基準としている。
エネルギー別区分						
水力	実数	1,810万kW	2,200万kW	2,600万kW	3,000万kW	
一般水力	構成比(%)	4.8	4.7	4.6	4.6	
水	実数	805万kW	1,950万kW	2,700万kW	3,350万kW	
熱	構成比(%)	0.0	0.4	1.0	1.8	
国内石油・天然ガス	実数	379万kℓ	800万kℓ	950万kℓ	1,400万kℓ	3. 地熱のうち、地熱発電は、52年度8万kW、60年度100万kW、65年度350万kW、70年度700万kWである。
国内石炭	構成比(%)	0.9	1.4	1.4	1.7	
原子力	実数	1,972万t	2,000万t	2,000万t	2,000万t	
海外石炭	構成比(%)	2.0	6.7	10.9	14.3	4. 石炭には、石炭・石油混合燃料、低カロリーガス化等を利用される石炭を含む。
〔うち一般炭〕	実数	5,829万t	10,100万t	14,350万t	17,800万t	
〔うち一般炭〕	構成比(%)	11.6	13.6	15.6	16.5	
L N G	実数	〔95万t〕	〔2,200万t〕	〔5,350万t〕	〔8,050万t〕	
新燃料油、新エネルギー、その他	構成比(%)	2.9	7.2	9.0	8.7	5. 新燃料油、新エネルギー、その他には、石炭液化油、オイルサント油、オイルシェール油、アルコール燃料、太陽エネルギー、新炭等を含む。
小計	実数	31万kℓ	520万kℓ	3,850万kℓ	6,100万kℓ	6. 石油備蓄については、この需給見通し上は考慮していない。
輸入石油	構成比(%)	0.1	0.9	5.5	7.6	
〔うち LPG〕	実数	1,05億kℓ	216億kℓ	350億kℓ	459億kℓ	
供給合計	構成比(%)	25.5	37.1	50.0	56.9	
供給一需要	実数	3,07億kℓ	3,66億kℓ	3,86億kℓ(350億kℓ)	3,66億kℓ(348億kℓ)	7. 昭和65年度及び70年度の輸入石油の供給合計に対する構成比は、()内の輸入石油量に基づいて算出したものである。
	構成比(%)	74.5	62.9	50.0	3.66億kℓ(348億kℓ)	
	実数	〔739万t〕	〔2,000万t〕	〔2,600万t〕	〔3,300万t〕	
	構成比(%)	100.0	100.0	100.0	8.25億kℓ(8.07億kℓ)	8. サンシャイン計画によるエネルギー供給量は、昭和65年度約5%、昭和70年度約7%である。
	実数	4,12億kℓ	5.82億kℓ	7.16億kℓ(700億kℓ)	1,800万kℓ(—)	9. 各欄の合計は四捨五入の関係で合計欄の数字に一致しないことがある。
	構成比(%)	—	—	1,600万kℓ(—)	1,800万kℓ(—)	10. この見通しの各数値については、今後、各種政策等の検討を加えることにより、異動することがある。

出所：総合エネルギー調査会需給部会「長期エネルギー需給暫定見通し」中間報告（昭和54年8月31日）

表Ⅱ-1-⑬ 世界の中長期石油需給予測 (IEA)

区 分	1978年実績 (万バレル/日)	1985年見通し (万バレル/日)	1990年見通し (万バレル/日)
OPEC 生産量	3,040	3,080	3,160
・ 消費量	250	430	590
・ 輸 出 量	2,790	2,650	2,570
IEA 純輸入需要	2,400	2,630	2,800
非 IEA	360	410	640
(うち、ソ連、東欧)	(一)	(30)	(260)
需 給 差	30	△390	△870



表Ⅱ-1-⑭ 世界のエネルギー需給予測
(日本エネルギー経済研究所)

(石油換算100万トン)										
区 分	経済成長率			需 要		同左伸び率		供 給		需給バランス
	'77 ~85	'80 ~85	'85 ~90	1985	1990	'85 /77	'90 /85	1985	1990	1985 1990
自由世界	3.5	3.8	3.4	5,853.2	6,733.6	2.8	2.9	5,860.3	6,687.0	7.1 △46.4
ソ 連	4.0	4.0	4.0	1,372.0	1,630.0	3.7	3.8	1,563.0	1,791.0	191.0 161.0
東 欧	4.0	4.0	4.0	564.0	673.0	4.1	3.6	428.0	476.0	△136.0 △197.0
中 国	5.0	5.0	5.0	767.0	1,010.0	6.7	5.7	792.0	1,065.0	25.0 55.0
世界計	3.7	3.9	3.6	8,556.2	10,046.6	3.4	3.3	8,643.3	10,019.2	87.1 △27.4

嶽石浩義 (1980) エネルギー需要の動向と展望,
明日の農業技術, (株)地球社: 1~10

図Ⅱ-1-⑧ 自由世界のエネルギー需給見通し

表Ⅱ-1-⑮ 自由世界のエネルギー需給見通し

(単位: 石油換算百万B/D)				
	1976	1985	1990	2000
石 油	45.9	64.2	74.5	93.0
石 炭	15.8	22.8	27.8	34.8
天然ガス	14.8	19.1	21.1	25.6
原子力	1.9	6.5	10.3	23.2
水力/地熱等	5.6	8.1	9.6	14.2
計	84.0	120.7	143.3	190.6
<石油需給>	1976	1985	1990	2000
需 要	45.9	64.2	74.5	93.0
供 給				
OECD地域	12.0	16.5	15.5	14.0
非OPEC地域	5.5	8.9	11.5	13.0
小 計	17.5	25.4	27.0	27.0
OPEC生産期待量	28.4	38.8	47.5	66.0
OPEC生産可能量	28.4	35.5	38.0	38.0
需給ギャップ	-	△3.3	△9.5	△28.0

(資料: 第3回IEA閣僚理事会)

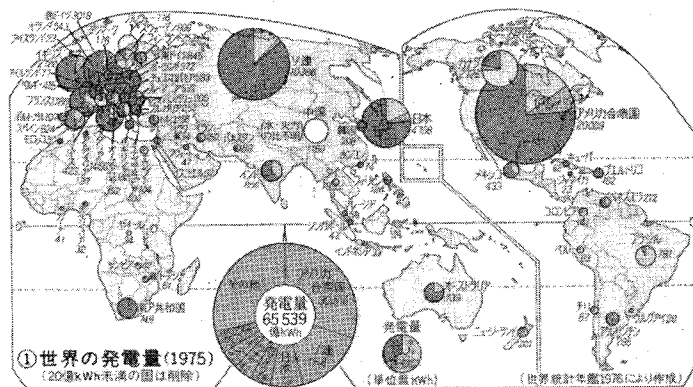
資源エネルギー庁 (1980) 石油代替エネルギー便
覧, (財)通商産業調査会: 1~182

2. 石油の需給状況

(1) 生産量



図Ⅱ-2-① 世界の動力資源の産地と石油の移動



図Ⅱ-2-② 世界の発電量(1975)(20億kWh未満の国は削除)

青野壽郎, 尾留川正平(1964) 高等地図帳, 併二宮書店: 1~160

表Ⅱ-2-① 世界の原油生産実績

(単位: 千B/D, %)

	1973年平均		1974年平均		1975年平均		1976年平均		1977年平均		1978年平均		1979年平均	
	生産量	世界比	生産量	世界比	生産量	世界比	生産量	世界比	生産量	世界比	生産量	世界比	生産量	世界比
① OPEC全体	30,767	<55.1>	30,452	<54.5>	27,120	<51.1>	30,408	<53.1>	31,075	<52.1>	29,944	<49.4>	30,760	<49.0>
中東地域	20,534	(36.8)	21,106	(37.7)	18,887	(35.6)	21,190	(37.0)	21,496	(36.0)	20,600	(34.0)	20,900	(33.3)
サウジアラビア	7,607	(13.6)	8,480	(15.2)	6,827	(12.9)	8,344	(14.6)	9,023	(15.1)	8,059	(13.3)	9,251	(14.7)
クウェート	3,024	(5.4)	2,546	(4.6)	1,838	(3.5)	1,915	(3.3)	1,783	(3.0)	1,865	(3.1)	2,209	(3.5)
中立地域	-	-	-	-	496	(0.9)	471	(0.8)	365	(0.6)	466	(0.8)	567	(0.9)
イラン	5,860	(10.5)	6,021	(10.8)	5,350	(10.1)	5,883	(10.3)	5,663	(9.5)	5,264	(8.7)	3,109	(5.0)
イラク	1,954	(3.5)	1,869	(3.3)	2,240	(4.2)	2,150	(3.8)	2,215	(3.7)	2,629	(4.3)	3,434	(5.5)
UAE	1,519	(2.7)	1,672	(3.0)	1,695	(3.2)	1,940	(3.4)	2,012	(3.4)	1,832	(3.0)	1,831	(2.9)
カタール	570	(1.0)	518	(0.9)	441	(0.8)	487	(0.9)	435	(0.7)	485	(0.8)	499	(0.8)
中東以外	10,233	(18.3)	9,346	(16.7)	8,233	(15.5)	9,218	(16.1)	9,579	(16.1)	9,344	(15.4)	9,860	(15.7)
ウエズエラ	3,366	(6.0)	2,976	(5.3)	2,345	(4.4)	2,290	(4.0)	2,234	(3.7)	2,163	(3.6)	2,356	(3.8)
ナイジェリア	2,056	(3.7)	2,256	(4.0)	1,787	(3.4)	2,050	(3.6)	2,098	(3.5)	1,910	(3.2)	2,312	(3.7)
リビア	2,187	(3.9)	1,521	(2.7)	1,478	(2.8)	1,921	(3.4)	2,065	(3.5)	1,982	(3.3)	2,056	(3.3)
アルジェリア	1,090	(2.0)	1,021	(1.8)	950	(1.8)	1,048	(1.8)	1,091	(1.8)	1,225	(2.0)	1,112	(1.8)
インドネシア	1,324	(2.4)	1,394	(2.5)	1,313	(2.5)	1,505	(2.6)	1,686	(2.8)	1,637	(2.7)	1,595	(2.5)
その他	210	(0.4)	178	(0.3)	360	(0.7)	404	(0.7)	405	(0.7)	427	(0.7)	429	(0.7)
② 非OPEC地域	15,033	<26.9>	14,704	<26.3>	14,238	<26.8>	14,406	<25.2>	15,447	<25.9>	16,693	<27.6>	17,770	<28.3>
米 国	9,187	(16.5)	8,765	(15.7)	8,361	(15.8)	8,114	(14.2)	8,179	(13.7)	8,701	(14.4)	8,596	(13.7)
(うち、アラブ)	(200)	(0.4)	(198)	(0.4)	(197)	(0.4)	(183)	(0.3)	(501)	(0.8)	(1,218)	(2.0)	(1,388)	(2.2)
北 米	34	(0.1)	37	(0.1)	201	(0.4)	524	(0.9)	1,048	(1.8)	1,438	(2.4)	1,971	(3.1)
メキシコ	465	(0.8)	571	(1.0)	705	(1.3)	831	(1.5)	981	(1.6)	1,207	(2.0)	1,464	(2.3)
③ 自由世界(③+④)	45,800	<82.0>	45,156	<80.7>	41,358	<77.9>	44,814	<78.3>	46,522	<78.0>	46,637	<77.0>	48,530	<77.3>
④ 共産圏	10,026	<18.0>	10,769	<19.3>	11,722	<22.1>	12,451	<21.7>	13,113	<22.0>	13,918	<23.0>	14,237	<22.7>
ソ 連	8,576	(15.4)	9,168	(16.4)	9,821	(18.5)	10,364	(18.1)	10,920	(18.3)	11,428	(18.9)	11,703	(18.7)
中 国	1,060	(1.9)	1,201	(2.1)	1,501	(2.8)	1,688	(2.9)	1,788	(3.0)	2,080	(3.4)	2,155	(3.4)
全世界(③+④)	55,826	<100.0>	55,925	<100.0>	53,080	<100.0>	57,265	<100.0>	59,635	<100.0>	60,555	<100.0>	62,767	<100.0>

(資料) OGI誌

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便覧・勧通産業調査会: 1~182

(2) 世界のエネルギー消費

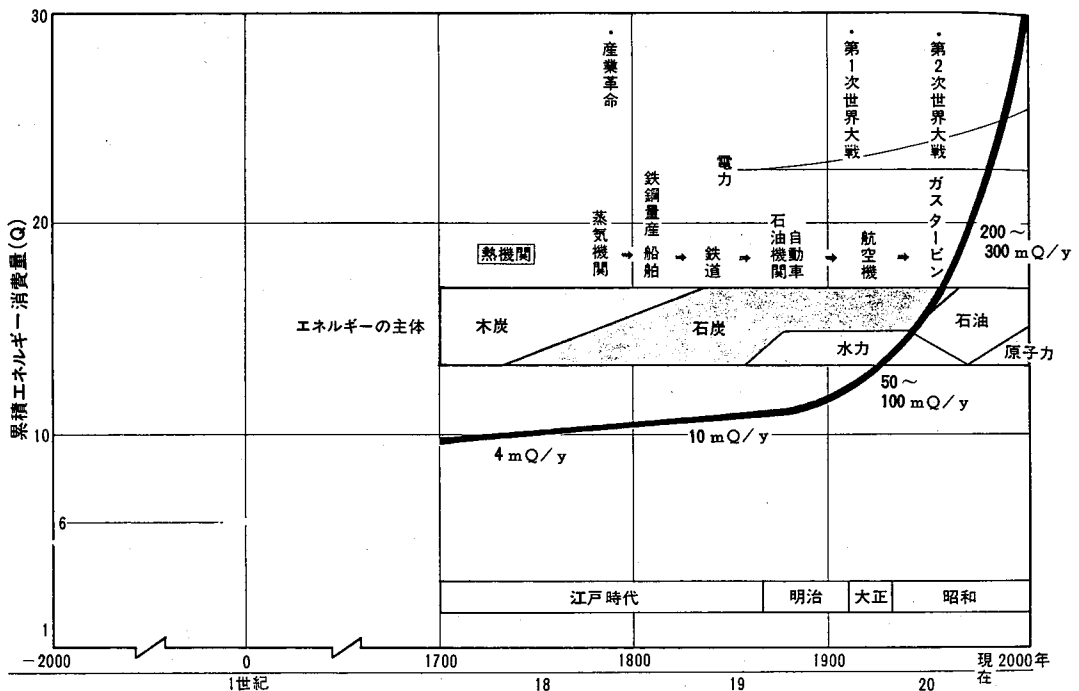
紀元前において6Qのエネルギーを消費したという根拠は別でない。紀元後の1,700年間に4Q程度のエネルギーを消費し、累積消費量が10Qになったとするのも推定である。しかし紀元後、文明の進歩と人口増は、18世紀で4mQ/yの消費時代に入った。

産業革命によって、蒸気機関が発明され、さらに、鉄鋼の生産が急激に伸びるようになった。すなわち、石炭エネルギー時代を迎えて、19世紀は10mQ/yのエネルギー消費で、同世紀には1Qのエネルギーを消費したと推定できる。

この程度の消費ならば、地球のエネルギー資源は無限と評価できた。

ところが20世紀に入り、石油の利用が急速に拡大し、多様化した石油の応用性は電力生産方式を変えた。その上、自動車、航空機などのエンジンの発達は目をみはるものとなった。

20世紀前半で、19世紀の年間平均エネルギー消費の5~10倍の50~100mQ/yとなり、20世紀前半の50年間で5Qを消費した。第2次大戦後は、石油火力発電などの大型化が石油消費に拍車を加え、さらに民生面でも生活革命により、石炭に代わり、石油による利用が高まり、1950年から1975年の25年間で4Qを消費する(200~300mQ/y)という乱費時代となったのである。



図Ⅱ-2-③ 有史以後のエネルギー消費

藤村理人(1980)世界のエネルギーと原子力開発、

サンケイ出版: 1~63

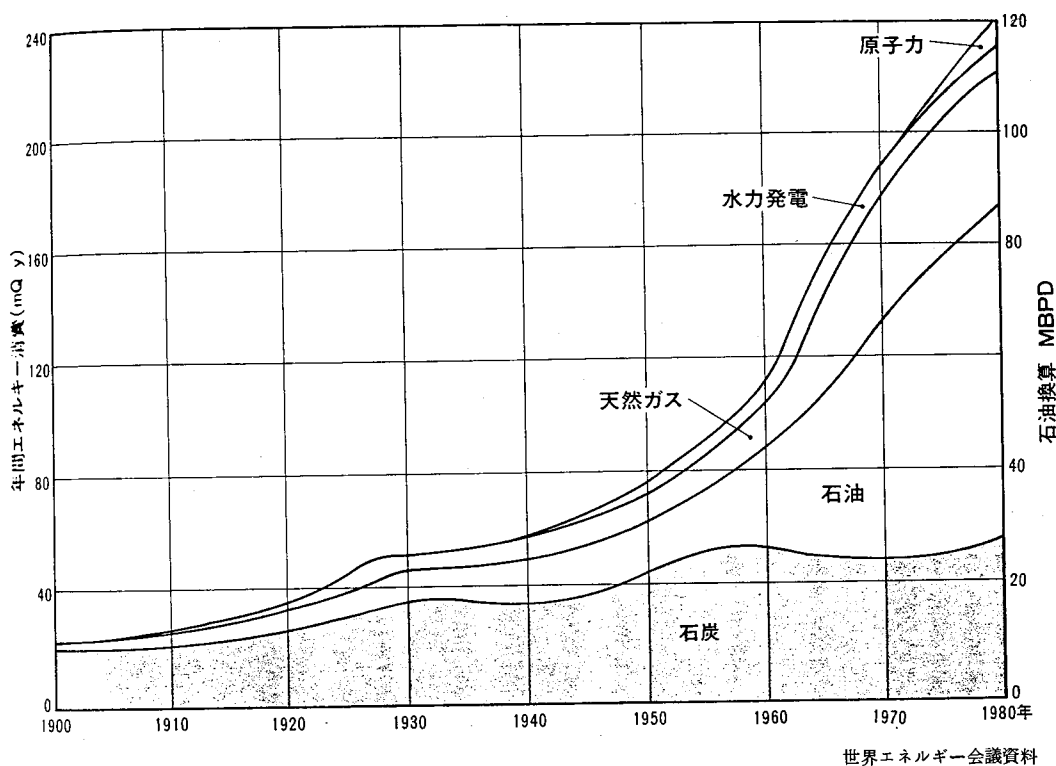
20世紀は石油大量生産・消費時代ということ
ができる。

19世紀まで科学は一部の支配階級によつてのみ
応用されたにすぎない。大量生産方式は資本主義
の発達とともに進展し、科学は支配階級の独占
から一般市民のものとなり、そして技術を生むに
至った。大量生産は多量の消費を求めることにつ
ながる。それでも1930年までは、石炭の利用、蒸
気機関の万能時代で、石油利用の内燃機関は、自
動車、航空機の小型エンジンが主であった。いず
れにしても、1920年代、第1次大戦後の経済活
況は、エネルギー急増をもたらした。1930年代は

反動による経済不況期である。エネルギー消費も
伸びず、第2次大戦へ突入する。

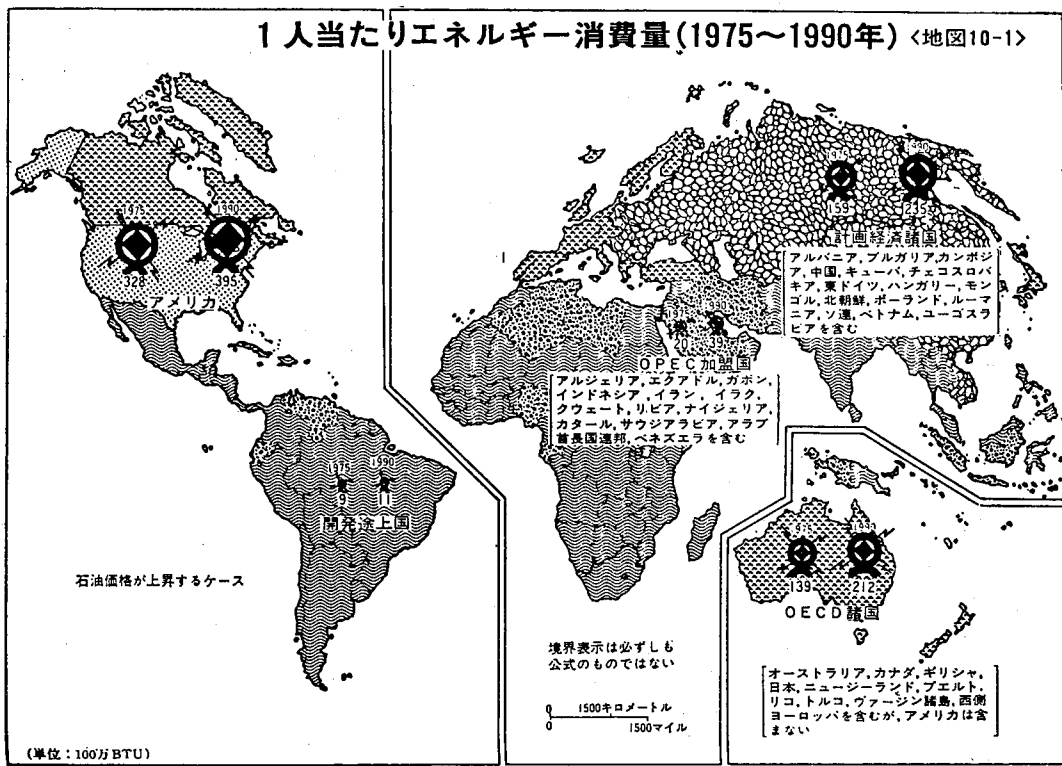
大戦後は急激なエネルギー消費時代となる。低
廉で応用性のある石油が石炭に代替してエネルギ
ーの主役となった。天然ガスは石油開発と並行し
て開発された。とくにヨーロッパ、北アメリカに
おけるパイプラインの発達は著しいものがある。

1970年、ようやく原子力がエネルギー源の一部
として顔を出した。いずれ石油に代わる時代が出
現するが、それは20世紀の末か21世紀となるで
あろう。



図Ⅱ-2-④ 20世紀のエネルギーの消費状態

藤村理人(1980)世界のエネルギーと原子力開発,
サンケイ出版:1~63



図Ⅱ-2-⑤ 1人当たりエネルギー消費量
(1975~1990年) <地図10-1>

アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳,
1980)(1980)西暦2000年の地球1, (社)家の
光協会: 1~482

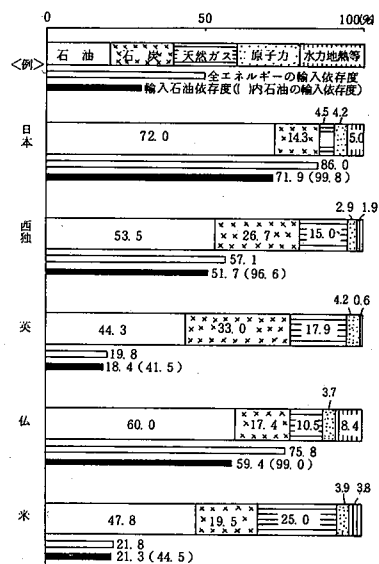
表Ⅱ-2-② 世界のエネルギー供給構成の推移

(単位: 石油換算百万トン/年)

所 年	石	油	天 然 ガ ス	固 体 燃 料 割	水	力	原 子 力	総 計
1971	2,400		1,022	1,794	339		9	5,504
		43	19	32		6	0.2	100
1973	2,773		1,071	1,837	361		22	6,064
		46	18	30		6	0.4	100
1975	2,701		1,089	1,891	362		85	6,128
		44	18	31		6	1.4	100
1977	2,978		1,202	1,757	379		133	6,448
		46	19	27		6	2	100
1978	3,058		1,241	1,811	404		152	6,684
		46	19	27		6	2	100

(注) 1977年以降は石油のみ
(B.P.統計1978年版より作成)

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便
覧, (財)通商産業調査会: 1~182



図Ⅱ-2-⑥ 主要国の一次エネルギー供給構成
(1978)

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便
覧, (財)通商産業調査会: 1~182

予 則

石油の実質価格が(1980年から)年率5パーセントで上昇すると仮定して、エネルギー(DOE)では、商業的エネルギー(すなわち化石燃料、原子力、水力によるエネルギー)に対する需要の伸びが1975～90年の間年率3パーセント予測している⁽¹⁾。世界の全商業的エネルギー使用量は(エネルギー換算して)15年間に約56パーセント、246クワッドBTU〔クワッド=1000兆、BTU=英国熱量単位で1ポンドの水を華氏一度熱するのに必要な熱量で約250カロリー〕から1990年には384クワッドBTUに増加すると予測される。

エネルギー源別の予測増加量は、表-2-③に示されている。世界の石油に対する依存度は、全エネルギー使用量の46パーセントから47パーセントへと増加している。年間石油消費量は、66クワッドBTU(114億バレル)に増加すると予測されるが、これは15年間に58パーセント石油使用量が增加することになる。石炭の占める割合は13パーセント上昇し、1990年には全エネルギー使用量の20パーセントは石炭によるものと予測される。天然ガスの使用量も

43パーセント伸び、1990年には世界の商業的エネルギーの17パーセント⁽²⁾を供給すると予測される。原子力、水力発電は226パーセント(3倍以上)も伸びると予測され、1990年には世界の一次エネルギー使用量の約16パーセントにも達するが、(廃熱による損失を差し引くと)世界の使用可能なエネルギーの約6パーセントを供給するにすぎない。太陽エネルギーは、その省エネルギー的利用(conservation)や水力発電を除けば、1990年の世界のエネルギー供給には大きく貢献しないと予測されている。

世界の地域別商業的エネルギー使用量の増加は表Ⅱ-2-④に示されている。アメリカのエネルギー消費は41パーセント増加するが、他の工業国の87パーセントに比べると増加率は低い。開発途上国の商業的エネルギー使用量も64パーセント増加するが、現在の全商業的エネルギーに占める割合が非常に低いため、世界の全使用量に占める割合は、15年間にわずか1パーセント増加するだけである。OPEC(石油輸出国機構)加盟国の消費量も世界の一次エネルギーに占める割合は比較的

小さいが、増加率は大きい(年率6パーセント以上)。計画経済諸国も年間石油消費量を34パーセント伸ばすが、世界全体に占める割合は31パーセントから27パーセントに低下する。これらを総合すると、世界の一次エネルギー使用量は56パーセント増加することになる。

表Ⅱ-2-③ 世界のエネルギー源別の一次エネルギー使用量(1975・1990年)

	1975年		1990年		増 加 率 (1975-90年)	平均年間 増 加 率
	使 用 量	全体に占める割合	使 用 量	全体に占める割合		
石 油	113	46	179	47	58	3.1
石 炭	68	28	77	20	13	0.8
天然ガス	48	19	66	17	43	2.4
原子力・水力	19	8c)	62	16c)	226	7.9
太陽エネルギーd)	—	—	—	—	—	—
合 計	246	60	384	100	56	3.0

注) a) すべての原子力とほとんどの石炭の一次エネルギーは、発電のため熱として使用される。この過程で約3分の2の一次エネルギーは、廃熱として失われる。ここであげられた数字は、一次エネルギー量である。

b) 「人口・資源・食糧」の表10-8に示されるエネルギー省のエネルギー予測からの変換は以下のように行われた。

石油: 84.8×10^3 バレル/日 $\times 365$ 日 $\times 5.8 \times 10^{-3}$ BTU/バレル = 179×10^3 BTU

石炭: 5.424×10^3 ショートトン/日 $\times 14.4 \times 10^3$ BTU/ショートトン(エネルギー当量による)

世界の平均品質の石炭での数字) = 77×10^3 BTU

天然ガス: 64.4×10^3 立方フィート/年 $\times 1.032$ BTU/立方フィート = 66×10^3 BTU

原子力、水力: $6,009 \times 10^3$ ワット時(出力)/年 $\times 3.412$ BTU/ワット時

$\times 3$ input BTU/output BTU = 62×10^3 BTU

c) 廃熱分を差し引いた後のこれに相当する出力エネルギー量は、1975年で2.7パーセント、1990年でも6パーセント。

d) I E S の予測モデルでは、太陽エネルギー、既存の技術(conservation)が水力としてのみ含まれる。

資料) 1990年の数字は「人口・資源・環境」第10巻のエネルギー省の予測と上記の注による。1975年の計画経済諸国の数字はK.A.D. Inglis, BP Statistical Review of World Oil Industry, 1976, London: British Petroleum Company, Ltd., 1976. その他の1975年の数字は、エネルギー省独自の情報源による。

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳、1981)(1981)西暦2000年の地球2、(社)家の光協会: 1～526

表Ⅱ-2-④ 世界の地域別一次エネルギー使用量(1975・1990年)

	1975年		1990年		増 加 率 (1975-90年)	平均年間 増 加 率
	使用量	全体に占める割合	使用量	全体に占める割合		
アメリカ	71	29	100	26	41	2.3
その他の工業国	67	27	125	33	87	4.2
開発途上国	25	10	41	11	64	3.3
OPEC加盟国	6	2	15	4	150	6.1
計画経済諸国	77	31	103	27	34	1.9
世 界	246	100	384	100	56	3.0

資料) 表10-1に同じ。

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳、1981)(1981)西暦2000年の地球2、(社)家の光協会: 1～526

1人当たりの一次エネルギー消費量の変化予測は表Ⅱ-2-⑤に示されている。アメリカの1人

当たりエネルギー消費量は、15年間に27パーセント増加し、世界平均の5.53倍から5.86倍となる。その他の工業国も1人当たりエネルギー消費をより急速に増加させ(72パーセント)、1990年には世界平均の3.25倍に達する。開発途上国(OPEC加盟国を含む)は1人当たり消費を27パーセント増加させ、世界平均の19パーセントとなる(OPEC加盟国は人口が比較的少ないにもかかわらず、OPEC加盟国を含む開発途上国のエネルギー消費増加の36パーセントを占める)。計画経済諸国も1人当たりエネルギー消費を12パーセント増すが、世界平均との比較は97パーセントから90パーセントへと低下する。世界全体では1人当たりエネルギー消費は、6000万BTUから7200万BTUへと20パーセント増加する。1990年の世界の平均石油消費量は、年間に1人当たり約12バレルの原油に相当する。地域差の幅は、アメリカの年間1人当たり78バレルから、開発途上国(OPEC加盟国を含む)⁽³⁾の1人当たり2.4バレルまでである。

- (1) 世界のエネルギー情勢が複雑なため、エネルギー省は、予測期間を1990年以後に延長することはむずかしいと判断した。
- (2) エネルギー省による予測では、原子力発電と水力発電をひとまとめにして扱っている。未開発の水力発電に適した場所は、ほとんど開発途上国に位置し、今後15年間はまず開発されそうもないので、ほとんどの増加は原子力発電によるものである。

表Ⅱ-2-⑤ 世界の1人当たり一次エネルギー使用量(1975・1990年)

	1975年		1990		増加率 (1975 ~90年)	平均年間 増加率
	使用量	世界平均 に対する割合	使用量	世界平均 に対する割合		
アメリカ	332	553	422	586	27	1.6
その他の工業国	136	227	234	325	72	3.6
開発途上国 ^{a)}	11	18	14	19	27	1.6
計画経済諸国	58	97	65	90	12	0.8
世界	60	100	72	100	20	1.2

資料) エネルギーに関する数字は、エネルギー省による。『人口・資源・食糧編』第10版および本報の表10-2参照。人口はセンサス局より(何第2章参照)。
注) a) OPEC加盟国の人口予測は、とくに行われなかったため、ここでは開発途上国に含まれる。

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳、1981)(1981)西暦2000年の地球2、(社)家の光協会:1~526

- (3) これらの予測は、エネルギー省によって1978年に作成され、その後改訂されている。たとえば、1979年9月のエネルギー省による[NEP II(National Energy Plan II)]

表Ⅱ-2-⑥ エネルギー・石油消費の各国比較

国 年	日本		アメリカ		西ドイツ		フランス		イギリス	
	70~73	75~77	70~73	75~77	70~73	75~77	70~73	75~77	70~73	75~77
GDP伸び率(年平均、%)	8.15	5.79	4.68	5.14	3.92	4.16	5.56	3.84	4.21	2.36
エネルギー消費伸び率(年平均、%)	7.36	2.57	3.15	3.59	3.45	3.58	4.65	4.35	1.76	1.89
石油消費伸び率(年平均、%)	10.93	3.19	5.54	6.32	4.96	3.70	10.42	2.08	3.75	0.53
エネルギー消費弾性係数	0.90	0.44	0.67	0.70	0.88	0.86	0.84	1.13	0.42	0.80
石油消費弾性係数	1.34	0.55	1.18	1.23	1.27	0.89	1.87	0.54	0.89	0.22

備考: エネルギー消費弾性係数 = $\frac{\text{エネルギー消費伸び率}}{\text{GDP伸び率(75年係数)}}$

石油消費弾性係数 = $\frac{\text{石油消費伸び率}}{\text{GDP伸び率(75年係数)}}$

出典: 通商白書(昭和54年版)

嶽石浩義(1980)エネルギー需要の動向と展望、明日の農業技術、(株)地球社:1~10

表Ⅱ-2-⑦ 人口稠密な20か国における1人当たりエネルギー消費量^{a)}(1974年)

(単位:石炭換算キログラム)

アメリカ	11,485	中国	632
西ドイツ	5,689	トルコ	628
イギリス	5,464	エジプト	322
ソ連	5,252	フィリピン	309
フランス	4,330	タイ	300
日本	3,839	インド	201
イタリア	3,227	パキスタン	188
スペイン	2,063	インドネシア	158
メキシコ	1,269	ナイジェリア	94
ブラジル	646	バングラデシュ	31

注) a) 鉱と炭を除く。

資料) Lester R. Brown, *The Twenty-Ninth Day*, New York: Norton, 1978, p.202.

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳、1981)(1981)西暦2000年の地球2、(社)家の光協会:1~526

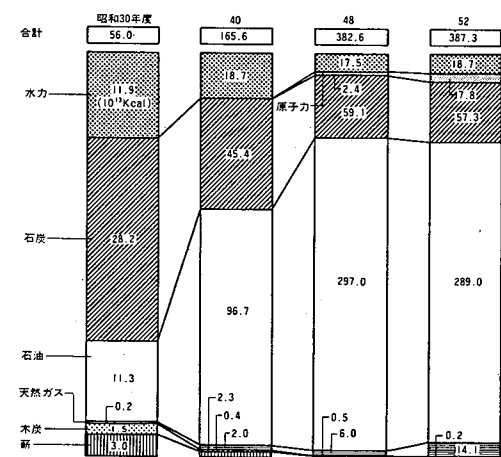
(3) 我が国のエネルギー消費

表Ⅱ-2-⑧ 我が国の一次エネルギー供給量

(換算単位: 10^{12} Kcal)

年度	5 1		5 2		5 3		備 考
種別	量	構成%	量	構成%	量	構成%	
水 力	21.7	5.6	18.7	4.8	18.3	4.8	上段垂炭
原子力	8.3	2.2	7.8	2.0	13.8	3.6	
石 炭	59.2	15.3	57.3	14.8	53.0	13.7	
コークス		0.0		0.0		0.0	
石 油	285.3	74.0	289.0		280.8	73.0	上段LMG
天然ガス	7.9	2.1	11.2		11.7	4.1	
	2.8	0.7	2.9		3.9	0.7	
木 炭	0.036	0.0	0.028	0.0	0.029	0.0	
薪	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	
合 計	385.6	100.0	387.3	100.0	384.5	100.0	

資源エネルギー庁編 総合エネルギー統計54年度版より



(資料) 資源エネルギー庁編、総合エネルギー統計53年度版より
(出所) 日経ビジネス1979. 9. 10

図Ⅱ-2-⑦ 我が国の一次エネルギー供給量
 榊野村総合研究所 (1980) バイオマス, NRIレファレンス: 1~75

ここで、石油製品の主な用途と供給計画に基づく1980年度の生産数量(ただし、ナフサ、ジェット燃料油、軽油、A重油、C重油については輸入製品分を含む)をみてみよう。

ガソリンは、自動車用、農業・林業用の内燃機関に使われており、3,447万kl(石油製品の数量の13.7%)である。

ナフサは、重質のガソリンで、石油化学や都市

ガスの原料として用いられ、同じく3,270万kl(13.0%)である。

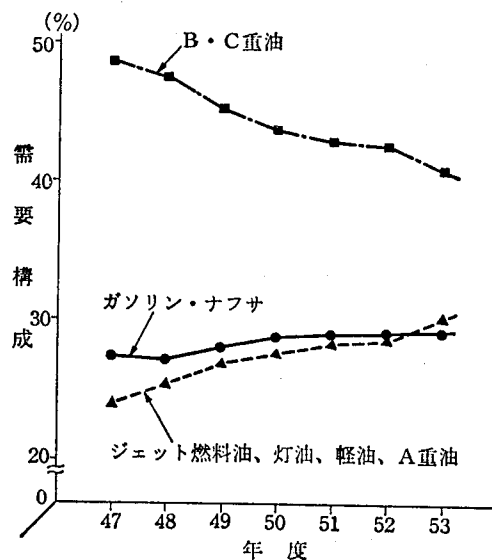
ジェット燃料油は、ジェット機用の燃料に使われ、504万kl(2.0%)である。

灯油は、家庭冷暖房用、農産物の乾燥用のはか工業用低硫黄燃料としても使われ、2,549万kl(10.1%)である。

軽油は、バスやトラック、建設機械用等のいわゆるディーゼル機関に使われ、2,267万kl(9.0%)である。

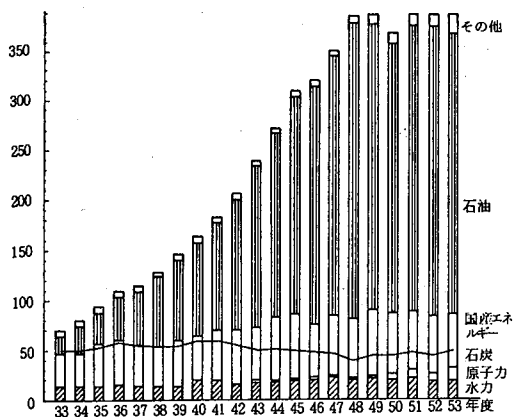
重油は、粘度の低い方からA重油、B重油、C重油の3種がある。A重油は漁船燃料用、B・C重油は鉄鋼、発電用のほか各種工場のボイラー等に使われ、それぞれ2,380万kl(9.2%)、625万kl(2.5%)、10,207万kl(40.5%)である。

以上のように、量的には鉄鋼、発電用のC重油、自動車用のガソリン、工業原料用のナフサの需要割合が高いことがわかる。

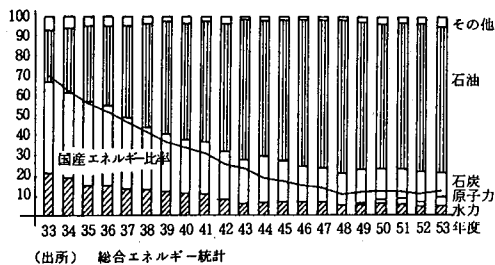


(出典) 通商産業省「石油の需給と石油製品の品質について」

図Ⅱ-2-⑧ 国内石油製品需要の推移
 嶽石浩義(1980)エネルギー需要の動向と展望、明日の農業技術、榊地球社: 1~10

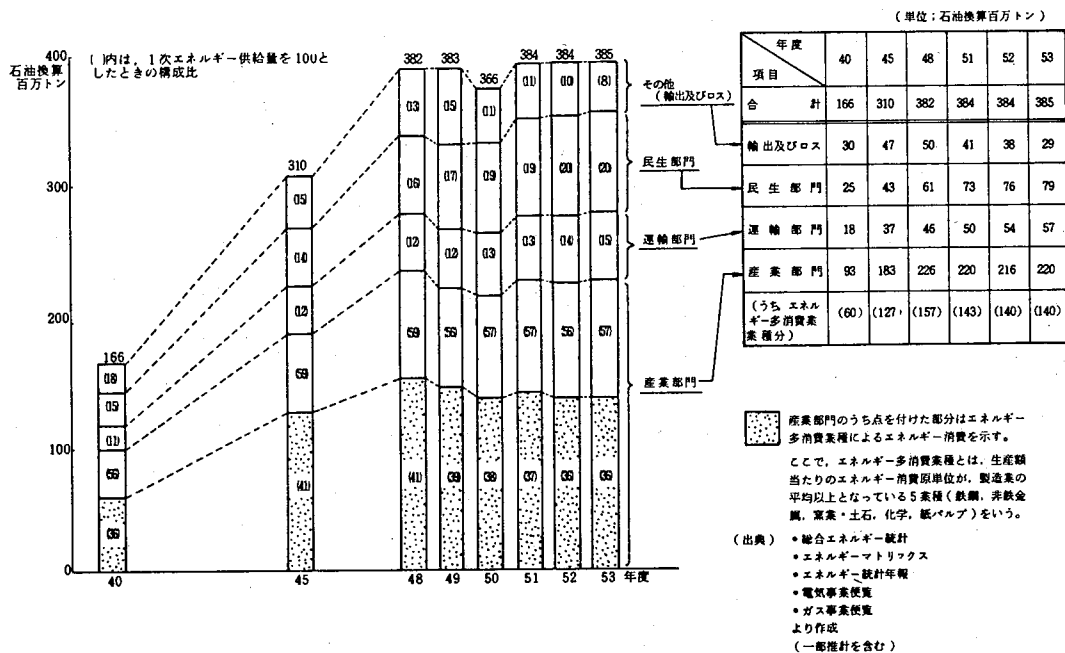


図Ⅱ-2-⑨ 我が国のエネルギー源別エネルギー供給量の推移



図Ⅱ-2-⑩ 我が国のエネルギー源別エネルギー供給構成比率の推移

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便覧, 財通商産業調査会: 1~182



図Ⅱ-2-⑪ 我が国の部門別エネルギー消費の推移

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便覧, 財通商産業調査会: 1~182

表Ⅱ-2-⑨ 石油製品需給概要 (55.3 月分)

単位：千ℓ(アスファルト：千t)

油種別	区分	月初在庫	生産	輸入	販売	前月比(%)	前年同月比(%)	輸出	月末在庫	前年同月比(%)
揮発油	油	2,187	2,928	—	3,064	110.6	99.4	—	2,067	110.2
ナフサ	サ	1,529	2,243	805	2,808	100.2	98.1	—	1,667	112.5
ジェット燃料油	油	449	431	—	275	117.4	98.2	140	465	126.0
灯油	油	3,885	2,337	—	3,019	87.9	92.0	—	3,200	174.9
軽油	油	1,491	1,842	—	1,967	107.8	102.4	12	1,353	118.9
重油	計	6,707	10,863	698	10,333	101.0	95.7	841	6,608	114.3
	A 重油	2,248	1,978	117	2,246	101.1	97.9	51	2,043	160.6
	B 重油	456	599	—	603	95.7	85.3	3	448	103.7
	C 重油	4,003	8,286	581	7,484	101.4	95.9	787	4,117	101.0
燃料油	計	16,248	20,644	1,503	21,466	100.8	96.6	993	15,360	123.1
前月比(%)	(%)	90.3	103.9	126.3	100.8	—	—	107.0	94.5	—
前年同月比(%)	(%)	115.6	100.6	89.4	96.6	—	—	102.8	123.1	—
潤滑油	油	504	212	8	194	116.9	94.6	33	497	101.6
アスファルト	ト	253	497	—	534	152.1	94.7	1	215	72.4

- 注 1. 在庫，輸入は製油所，石油製品製造業者販売部門，輸出入業者の計です。
 2. 輸出は，石油製品製造業者販売部門，輸出入業者の計です。
 3. 販売は，石油製品製造業者販売部門，輸出入業者の国内間販売の計です。

石堀俊夫(1980)最近のエネルギー情勢に関する資料，施設園芸における省エネルギー対策技術検討会

資料，農林水産技術会議事務局，野菜試験場：3～11

表Ⅱ-2-⑩ 部門別国内エネルギー最終需要量

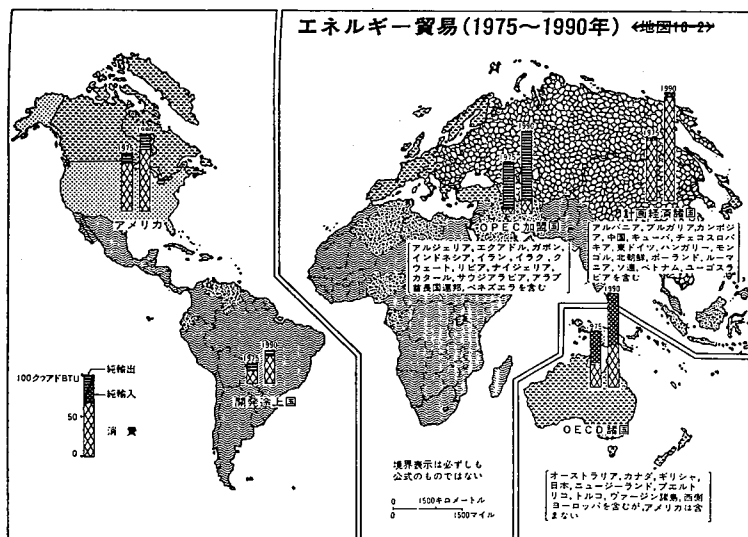
	最終国内需要量 (兆 Kcal)									
	全エネルギー		うち石油, LPG				電力 (除自家用火力)			
	35年度	45	52	35	45	52	35	45	52	
合 計	(100.0) 844	(100.0) 2,481	(100.0) 3,714	(100.0) 265	(100.0) 1,654	(100.0) 2,152	(100.0) 235	(100.0) 721	(100.0) 1,090	
農林水産部門	(2.5) 21	(2.3) 66	(2.7) 102	(7.5) 20	(3.9) 64	(4.6) 99	(0.4) 1	(0.3) 2	(0.3) 3	
鉱工業部門	(54.7) 462	(49.2) 1,399	(43.6) 1,619	(38.1) 101	(36.2) 598	(30.0) 645	(70.2) 165	(65.6) 473	(56.8) 619	
エネルギー部門	(6.8) 57	(6.9) 195	(8.8) 327	(6.4) 17	(7.3) 121	(10.7) 231	(8.1) 19	(6.4) 46	(6.4) 70	
運輸部門	(14.8) 125	(12.9) 366	(14.4) 536	(29.8) 79	(20.0) 331	(23.2) 500	(4.7) 11	(3.2) 23	(3.3) 36	
民生その他部門	(17.7) 149	(17.9) 50.8	(21.5) 799	(9.1) 24	(15.1) 249	(16.6) 357	(17.0) 40	(24.4) 176	(33.2) 362	
非エネルギー需要	(3.4) 29	(10.7) 305	(8.9) 330	(9.1) 24	(17.7) 292	(14.9) 321	-	-	-	

(資料) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

- (注) 1. エネルギー部門には、他のエネルギー生産に用いられた原材料分は含まれない。
2. 運輸部門は、商業用、家庭用を問わず、すべての交通手段の運行に用いられたエネルギーである。
3. 民生、その他部門には、家庭の他に商業、サービス業、官公庁、学校等が含まれる。
4. 非エネルギー需要とは、工業用原材料の需要量である。
5. 最終需要量には、石油、電力の他に、石炭、天然ガス、木材等がある。
6. 前頁の一次エネルギー供給量と合わないのは、エネルギー転換、エネルギー輸出等があるためである。

石堀俊夫 (1980) 最近のエネルギー情勢に関する資料・施設園芸における省エネルギー対策技術検討会
資料、農林水産技術会議事務局、野菜試験場：8～11

(4) 石油の輸出入



図Ⅱ-2-⑫ エネルギー貿易(1975~1990年)

アメリカ合衆国政府(逸見謙三, 立花一雄監訳, 1980)(1980)西暦2000年の地球1, 財家の光協会: 1~432

表Ⅱ-2-⑪ 主要国の石油輸入量の推移

			1973 年	1974 年	1975 年	1976 年	1977 年	1978 年	1979 年		
									第 1・四半期	第 2・四半期	第 3・四半期
日 本	原 油 品		4,904 475	4,757 464	4,473 329	4,574 486	4,730 493	4,604 497	4,922 530	4,466 553	4,691 679
	計		5,379	5,221	4,802	5,060	5,223	5,101	5,452	5,019	5,370
米 国	原 油 品		3,350 2,718	3,601 2,402	4,135 1,780	6,136 1,294	7,430 1,388	6,892 1,399	7,100 1,400	6,952 910	7,075 892
	計		6,068	6,003	5,915	7,430	8,818	8,291	8,500	7,862	7,967
西 独	原 油 品		2,255 685	2,089 589	1,837 658	2,040 725	2,039 671	2,050 762	2,192 653	2,299 615	2,411 656
	計		2,940	2,678	2,495	2,765	2,710	2,812	2,845	2,914	3,067
英	原 油 品		2,245 24	2,228 8	1,797 △ 26	1,723 △ 112	1,078 △ 23	859 △ 34	500 43	365 △ 17	366 △ 101
	計		2,269	2,236	1,771	1,611	1,055	825	543	348	265
仏	原 油 品		2,698 △ 130	2,601 △ 78	2,134 △ 36	2,424 △ 32	2,350 △ 119	2,302 △ 76	2,679 0	2,530 △ 147	2,456 △ 217
	計		2,568	2,523	2,098	2,392	2,231	2,226	2,679	2,383	2,239
伊	原 油 品		2,571 △ 509	2,397 △ 324	1,941 △ 119	2,058 △ 102	2,121 △ 208	2,212 △ 324	2,327 △ 418	2,267 △ 419	2,308 △ 295
	計		2,063	2,073	1,822	1,956	1,913	1,888	1,909	1,848	2,013
加	原 油 品		△ 178 △ 74	△ 31 △ 110	157 △ 113	193 △ 22	278 △ 11	293 △ 71	269 △ 114	203 △ 111	252 △ 117
	計		△ 252	△ 141	44	171	267	222	155	92	135
E C	原 油 品		12,203 △ 462	10,849 △ 166	9,606 107	10,298 103	9,690 △ 89	9,390 61	9,683 73	9,560 △ 230	9,569 △ 167
	計		11,741	10,883	9,713	10,401	9,601	9,451	9,755	9,330	9,402

(資料) OECD統計(Quarterly Oil Statics)

(注) ① 輸入量はバレルを含む。

② 原油にはNGL, 半製品を含む。

(コメント)

① 1974年以降は、石油危機及びそれに伴う景気後退等によって、米国、加を除いて1973年の実績を下回っている。

② 米国は国内経済の好転に伴うエネルギー需要の増大、国内石油、天然ガスの減少により、1976年以降、石油の輸入量が大幅に増加した。1978年に入ってから、アラブ石油の本格的生産等により、輸入量は減少している。

③ 英国は、北海油田からの供給が増大するにつれ、輸入量が減少している。

③ 1979年第3・四半期は暫定数字。

④ OECD統計はトン表示のため、次式によりバレル換算した。

千B/D = 千t/年 ÷ 50

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便覧, 財通商産業調査会: 1~182

表Ⅱ-2-⑫ 主要国の石油の国内総供給に占める輸入石油の割合の推移

(単位: %)

	1960 年	1965 年	1970 年	1971 年	1972 年	1973 年	1974 年	1975 年	1976 年	1977 年	1978 年
日 本	98.3	99.1	99.6	99.6	99.7	99.7	99.7	99.8	99.8	99.8	99.8
米 国	15.4	18.8	21.6	25.0	30.2	35.1	35.1	37.9	43.4	46.3	44.5
西 独	79.6	88.1	93.6	93.9	94.5	95.5	95.3	95.4	96.1	96.1	96.5
英	99.7	99.9	99.8	99.8	99.7	99.7	99.6	98.2	86.4	57.8	41.1
仏	91.4	92.8	96.5	97.3	97.8	98.2	99.1	99.0	99.1	99.0	99.0
伊	89.8	94.5	95.5	98.4	98.3	98.9	100.0	98.8	98.8	98.8	98.8
加	35.5	17.4	1.2	△ 0.7	△ 7.2	△ 17.5	△ 11.1	△ 0.8	12.4	12.8	16.0

(資料) OECD Energy Balances

(コメント)

- ① 各国の石油輸入割合は、年とともに一層高まっているが、国内の石油、天然ガス生産が限界に達した米国の割合の増加が最も著しい。
 ② 英国は、北海油田からの供給が増大するにつれて、1975年以降依存度は減少しており、1980年代初頭には自給し得るものとされている。

資源エネルギー庁(1980)石油代替エネルギー便覧, (財)通商産業調査会: 1~182

表Ⅱ-2-⑬ 地域別国別原油輸入量

(単位: 千kl, %)

年度		OPEC	OPEC	50		53		54 上期	
				数	構成比	数	構成比	数	構成比
中東地域	サウジアラビア	※	※	71,501	27.2	80,310	29.7	33,914	25.3
	クウェート	※	※	21,919	8.3	22,331	8.3	13,333	9.9
	カタール	※	※	12,986	4.9	15,705	5.8	8,978	6.7
	アラブ首長国連邦	※	※	183	0.1	7,302	2.7	3,516	2.6
	オマーン	※	◎	26,950	10.2	28,738	10.6	13,581	10.1
	イラン	※	◎	7,053	2.9	10,567	3.9	5,472	4.1
	イラク	※	◎	58,505	22.3	34,852	12.9	14,859	11.1
	その他	※	※	6,060	2.3	10,482	3.9	7,401	5.5
小計				205,606	78.2	210,316	77.9	101,054	75.3
南方地域	ブルネイ・マレーシア	※		10,345	4.0	14,946	5.5	7,818	5.8
	インドネシア	※		29,368	11.2	35,067	13.0	19,996	14.9
	オーストラリア			95	0.0	222	0.1	31	—
小計				38,137	15.2	50,235	18.6	27,856	20.7
アメリカ地域	メキシコ	※		—	—	—	—	—	—
	ネパールの他	※		310	0.1	380	0.1	224	0.2
	その他			—	—	53	0.0	—	—
小計				310	0.1	433	0.1	224	0.2
共産圏	ソ連			81	0.0	70	0.0	11	0.0
	中国			8,456	3.6	8,658	3.2	4,617	3.4
	その他			—	—	—	—	—	—
小計				9,537	3.6	8,728	3.2	4,628	3.4
アフリカ地域	ナイジェリア	※	※	3,208	1.2	—	—	—	—
	ジンバブエ	※	※	951	0.4	—	—	—	—
	アルジェリア	※	※	3,188	1.2	172	0.1	213	0.2
	エジプト	※	※	177	0.1	236	0.1	208	0.2
	その他			—	—	—	—	—	—
	小計			7,525	2.2	408	0.2	421	0.4
合 計				262,785	100.0	270,121	100.0	134,184	100.0

(注) 1. ※は加盟国を示す。ただし, ◎は加盟国ではないが, OAEPCとして扱っている。

2. 換尺ベースである。

農林水産省大臣官房技術審議官室(1980)エネルギーに係る各種関連資料, 明日の農業技術, (株)地球社
 : 210~227

表Ⅱ-2-⑭ 主要石油製品の産業別購入量（53年度）

	実 数 (千kl)						構 成 比 (%)					
	灯 油	軽 油	重 油				灯 油	軽 油	重 油			
			計	A	B	C			計	A	B	C
農 業 ・ 林 業 ・ 水 産 業	1,575	795	1,550	1,177	240	133	6.2	4.0	1.3	5.3	3.4	0.2
漁 業 ・ 水 産 養 殖 業	57	296	5,917	5,722	59	136	0.2	1.5	5.0	25.6	0.8	0.2
（農林水産業小計）	(1,632)	(1,091)	(7,467)	(6,899)	(299)	(269)	(6.4)	(5.4)	(6.3)	(30.9)	(4.2)	(0.3)
鉱 業	33	217	280	93	37	150	0.1	1.1	0.2	0.4	0.5	0.2
建 設 業	366	2,328	932	802	92	38	1.4	11.6	0.8	3.6	1.3	0.0
製 造 業	4,577	1,089	55,649	7,822	3,176	44,651	17.9	5.4	47.2	35.0	44.6	50.4
うち食料品・たばこ製造業	—	—	3,846	1,368	605	1,873	—	—	3.3	6.1	8.5	2.1
運 輸 ・ 通 信 業	611	8,972	7,684	2,917	2,345	2,422	2.4	44.6	6.5	13.1	32.9	2.7
電 気 ・ ガ ス ・ 水 道 業	224	243	42,228	622	342	41,263	0.9	1.2	35.8	2.8	4.8	46.6
民 生 用 等 そ の 他	18,074	6,158	3,741	3,193	829	△ 280	70.8	30.6	3.2	14.3	11.6	△ 0.3
合 計	25,517	20,098	117,981	22,348	7,120	88,513	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(資料) 通産省「エネルギー統計年報」

(注) 補正値は民生用等その他に入れてあるので取扱いには注意すること。

表Ⅱ-2-⑮ 原油 輸 入 量

(単位: 万kl, 千)

	52年度	53年度	54年度	55年度	55/52	55/53	55/54
4～6月	6,634	6,284	6,548	6,342 (6,736)	△ 4.4	+ 0.9	△ 3.1
7～9月	6,717	6,277	6,871	6,171 (6,851)	△ 8.1	△ 1.7	△ 10.2
上期計	13,351	12,561	13,418	12,513 (13,587)	△ 6.3	△ 0.4	△ 6.7
10～12月	7,171	7,232	7,411	(7,254)	—	—	—
1～3月	7,226	7,219	6,885	(7,064)	—	—	—
下期計	14,396	14,452	14,296	(14,318)	—	—	—
年度計	27,747	27,012	27,714	(27,905)	—	—	—

1. 実績数字は検尺ベース

2. ()内は石油供給計画ベースの原油輸入量

資料: 石油関係資料(1980)資源エネルギー庁

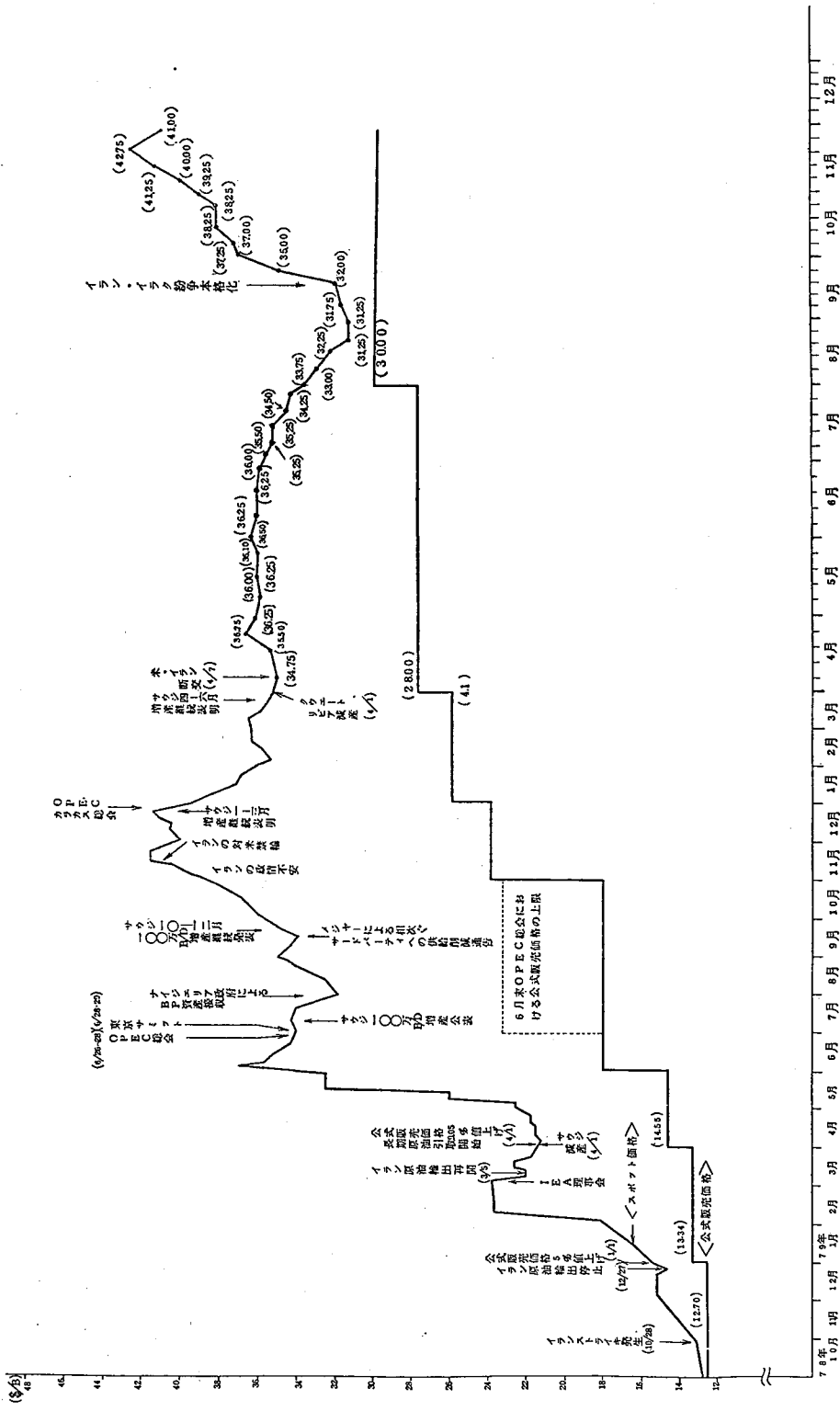
(单位:千吨、%)

年		5 1		5 2		5 3		5 4		4 ~ 6 月		5 5		7 ~ 9 月		上 期	
		数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比
※	サウジアラビア	86536	31.4	83610	30.1	80309	29.7	74580	26.9	17663	27.9	20705	33.6	38358	30.7		
※	クウェート	17619	6.4	22679	8.2	22330	8.3	21501	7.8	1517	2.4	1630	2.7	3167	2.5		
※	中立地帯	11372	4.1	9940	3.6	15705	5.8	16248	5.9	3770	5.9	3033	4.9	6803	5.4		
※	カタール	494	0.2	4107	1.5	7302	2.7	7068	2.6	2042	3.2	1950	3.2	4002	3.2		
※	アラブ首長国連邦	31741	11.5	25685	10.7	28770	10.7	28157	10.2	8751	13.8	8994	14.6	17745	14.2		
※	オマーン	9458	3.4	9912	3.6	10567	3.9	9763	3.5	2015	3.2	1873	3.0	3858	3.1		
※	イラン	53832	19.5	47033	17.0	34851	12.9	36145	13.0	5223	8.2	—	—	5223	4.2		
※	イラク	8345	3.0	8606	3.1	10481	3.9	16953	6.1	5378	8.5	6410	10.4	11788	9.4		
※	小 計	219397	79.5	215663	77.8	210316	77.9	214405	75.9	46359	73.1	44656	72.3	90985	72.7		
※	ブルネイ・モレーシア	12572	4.6	13417	4.8	14915	5.5	15987	5.8	3621	5.7	3242	5.3	6893	5.5		
※	フィリピン	33495	12.1	38353	13.8	35098	13.0	40163	14.5	8955	14.1	8695	14.0	11590	14.1		
※	その他	133	0.0	157	0.1	222	0.1	164	0.1	22	0.0	17	0.0	39	0.0		
※	小 計	46198	16.7	51927	18.7	50235	18.6	56314	20.3	12598	19.9	11894	19.3	24492	19.6		
※	パプアニューギニア	333	0.1	367	0.1	380	0.1	617	0.2	498	0.7	789	1.3	1287	1.1		
※	ミカド	—	—	—	—	53	0.0	—	—	—	—	—	—	593	0.5		
※	エタド	—	—	—	—	—	—	—	—	418	0.7	328	0.5	646	0.5		
※	小 計	333	0.1	367	0.1	433	0.1	617	0.2	916	1.4	1710	2.8	2636	2.1		
※	タイ	92	0.0	81	0.0	70	0.0	44	0.0	—	—	—	—	39	0.0		
※	ミャンマー	7268	2.6	8030	2.9	8658	3.2	8585	3.1	2310	3.6	2217	3.6	4527	3.6		
※	小 計	7360	2.7	8111	2.9	8728	3.2	8629	3.1	2310	3.6	2256	3.7	4566	3.6		
※	インドネシア	242	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132	0.2		
※	フィリピン	164	0.1	—	—	—	—	—	—	221	0.3	203	0.3	424	0.3		
※	カンボジア	2131	0.8	1092	0.4	101	0.1	728	0.3	368	0.6	293	0.5	661	0.5		
※	アラルジュニア	—	—	318	0.1	308	0.1	450	0.2	568	0.9	509	0.8	1077	0.9		
※	その他	—	—	—	—	—	—	—	—	75	0.1	98	0.2	173	0.2		
※	小 計	2597	1.0	1410	0.5	409	0.2	1178	0.4	1232	1.9	1225	2.0	2457	2.0		
※	合 計	275826	100.0	277477	100.0	270121	100.0	277143	100.0	63415	100.0	61712	100.0	125137	100.0		

(注) ※は加盟国を示す。ただし◎は加盟国ではないが、OAPECとして扱っている。

資料：石油関係資料（1980）資源エネルギー庁

(5) 石油の価格動向



図II-2-⑬ 原油(アラビアンライト)スポット価格の推移

資料: 石油関係資料(1980) 資源エネルギー庁

表Ⅱ-2-① 石油製品卸売物価指数の推移

年月	石油製品 平均	ガソリン	ナフサ	ジェット油	灯油	軽油	A重油	B重油	C重油	卸売物価 総平均指数	備考
50年	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	資料：日本銀行統計局
51年	109.1	107.4	111.8	114.4	114.3	108.5	107.7	119.5	109.5	108.0	(1) 各油種ごとの指数は、すべて生
52年	111.6	111.6	114.3	121.5	116.9	109.2	107.6	128.9	111.6	107.0	産分で輸入分は除かれている。
53年	101.6	102.7	101.2	117.1	103.7	96.1	96.8	104.3	101.9	104.3	(但し、石油製品平均については
54年	120.7	122.1	124.1	134.2	128.0	118.9	122.1	157.6	111.7	111.9	輸入分が含まれている。)
53年	109.1	108.3	114.3	121.3	109.6	103.4	102.6	126.6	111.7	108.6	
1月	107.9	107.6	112.4	"	103.2	102.8	101.0	125.1	109.8	105.7	
2月	105.5	106.7	109.4	"	106.1	101.8	99.1	124.4	105.3	105.6	
3月	104.3	105.9	104.4	118.6	105.5	100.1	98.5	123.9	"	105.2	(2) ガソリンはガソリン税が含まれ
4月	104.0	105.0	"	117.0	104.9	97.5	97.9	123.5	"	105.5	ている。
5月	103.5	103.5	"	"	104.7	96.6	97.4	122.7	"	105.1	
6月	102.0	102.0	"	"	103.7	94.9	96.5	122.1	103.3	104.1	
7月	100.1	100.5	92.1	"	103.3	93.8	95.8	122.0	"	103.2	
8月	98.0	99.6	"	"	100.2	91.8	94.3	120.2	99.0	103.1	
9月	96.5	98.5	"	"	99.6	90.9	93.9	119.7	99.5	102.5	
10月	94.2	97.8	"	"	99.1	90.1	93.0	118.9	89.3	102.7	
11月	93.6	97.0	"	109.4	99.0	89.3	91.2	118.6	"	103.3	
12月	93.5	97.1	"	"	99.0	89.7	92.1	118.8	88.7	103.9	
54年	94.1	97.2	"	"	99.3	90.9	92.9	119.4	"	104.8	
1月	96.3	103.1	"	"	99.6	94.1	96.3	124.0	"	105.7	
2月	92.2	110.3	"	"	"	98.1	100.4	129.6	"	107.5	
3月	92.1	112.6	103.7	124.5	99.6	104.3	106.9	138.4	98.3	109.2	
4月	106.1	127.2	103.7	129.7	122.9	111.7	114.3	147.7	98.3	110.6	
5月	113.1	129.4	130.2	138.3	129.7	118.2	121.7	156.1	117.9	112.7	
6月	125.1	129.4	130.2	138.3	140.8	128.3	132.2	169.6	129.5	114.5	
7月	132.9	132.9	130.2	138.3	151.8	136.2	142.2	183.5	129.5	116.1	
8月	140.2	136.1	138.2	138.3	157.0	142.9	147.0	190.1	129.5	117.4	
9月	142.9	137.9	138.2	157.0	157.0	142.9	147.0	190.1	129.5	119.2	
10月	144.3	137.9	154.1	166.6	157.0	142.9	147.0	190.1	129.5	117.4	
11月	160.8	143.4	173.0	180.6	173.9	167.0	171.9	223.8	153.5	121.4	
12月	168.0	147.7	200.9	198.0	183.8	176.4	182.1	237.6	153.5	124.0	
55年	176.0	155.2	200.9	198.0	183.8	176.4	182.1	237.6	153.5	124.0	
1月	191.8	155.2	221.4	221.4	209.0	196.4	201.7	264.1	153.5	127.2	
2月	191.8	155.2	221.4	"	"	"	"	"	198.4	129.8	
3月	199.8	162.3	"	230.5	230.5	214.8	221.8	291.2	198.5	133.3	
4月	205.9	164.3	"	233.2	236.6	220.2	227.5	299.0	210.5	133.1	
5月	210.3	164.0	236.4	241.2	236.3	219.5	226.9	298.1	233.2	133.0	
6月	210.3	161.0	"	245.2	233.0	211.2	218.1	286.3	232.2	133.5	
7月	221.9	"	"	"	"	"	"	"	270.1	134.5	
8月	221.5	"	"	237.4	"	"	"	"	262.4	134.1	
9月	218.7	"	"	230.1	"	"	"	"	262.4	133.1	
10月	(233.7)	(166.0)	(256.7)	(210.3)	(234.4)	(236.5)	(239.1)	(241.4)	(293.8)	(128.8)	

(注) () 内は、昭和53年12月比

3. 代替エネルギーの開発

(1) 代替エネルギーの種類

エネルギー源の多様化が今日の課題である。化石エネルギーは直接燃料として使用されるものと間接的に処理して使用されるものがある。

非化石エネルギーは自然のもつエネルギー源を利用するもので未来性をもっている。原子力エネルギーは、化石、非化石の両方の資源にまたがっている。核分裂のなかでウランの利用では 2000

年代にウランも枯渇するが、プルトニウムを利用すれば、半永久的エネルギー源となる。また核融合は非化石エネルギーに属して、大きな未来性をもっている。

化石エネルギーが 20 世紀のエネルギー源であり、非化石エネルギーが 21 世紀のエネルギー源であることは間違いない。ところが 20 世紀の変わりめに需給のバランスが崩れることは必至で、ここに深刻なエネルギーの不足を生じている。

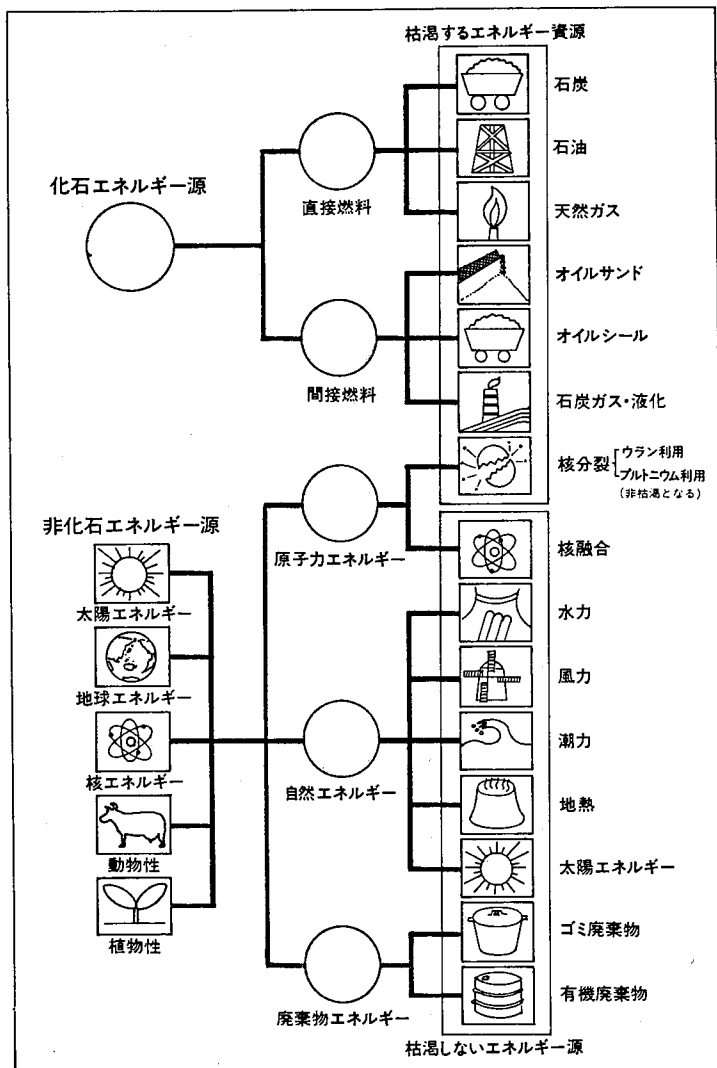


図 II-3-① エネルギー源の種類

藤村理人 (1980) 世界のエネルギーと原子力開発, サンケイ出版: 1~63

(2) 代替エネルギーの評価

表Ⅱ-8-① 代替エネルギー源の評価

評価項目 給源	埋 蔵	輸入先、輸送	技術難易 R & D 時期	エネルギーの 品 質	環境保全 安全・公害	国 際 協 力
石 炭	約5,000億t (日 200億t) (実収 10億t)	米、豪、加 輸送費石油の2 倍	流動床燃焼 COM(S60) 低カロリーガス (S62) 高カロリーガス (S65) 液化 ソルボルシス (S64) 水素}(S65) 溶剤	・液化、ガス化 に相性あり ・石油より成分 カロリー劣る (固体、灰処 理)	安全性十分の公 害防止 (灰、ばい煙) (SOX, NOX) 〔既存60万KW 以上ボイラ故 障多い〕	・米と石炭液化で ・ガルフSRC法(国) 7億ドル中50%西独と負担 (日本25%) ・エクソンDONOR SOLVENT 法と民間協力 ・日本の直接水添に米協力 (国) ・IEA技術協力 分担金参加 (石炭技術情報)
天然ガス	予想1,900 億トン 確認500億t (75兆m³) (日、確 110億m³)	アラスカ ブレイ 中東 輸送のため液 化必要	石油と同じ 問題なし	石油より成分、 カロリーよい	問題なし (NOX)	な い
原 子 力	U ₃ O ₈ 600 万t 重水素、無限 (日、U ₃ O ₈ 8,000t)	英R.T.Z カナダ (デニソン) 南ア (ナフコール)	軽水炉 (安全性) ATR(原型炉) CANDU(商用) 高温炉(R&D) EBR(原型炉) 軽水炉以外当分 だめ J T-60 J FT-2及2a 物 理 性 激 光 激 光	①分裂 ・放射能 ・放射性廃棄 物 低レベル 高レベル ②融合 トリチウム リチウム	①炉の安全性 ②放射性廃棄物 処理 各種炉 再処理 濃縮 貯蔵 (減損ウラン) 各種燃料に比べ て最も難しい	米と核融合 米ダブレット3(国) 5ヶ年230億円 日米折半
オイルサンド	予想 3,800億t (日・零)	カナダ 現地重質油化の 場合、輸送は容 易	蒸気回収 技術の実用化に 問題	石油より劣る 重質油の品質向 上必要	山元(カナダ) で環境保全の規 制がおり cost up に つながる。	カナダPCI社とカナダオイル サンド(日) 5ヶ年 95億円 日本負担(民間)
木 質 系	250億m³ (月 22億m³) (注 1 m³=3.6万) S 51伐採量 4,500万m³	予想として、ブ ラジルからエタ ノールの可能性 あり	既存技術でよい ・固型燃料 (オガライト) ・ガス化 ・液化(水添)	・カロリー低い ・集荷に問題 ・大量生産に不 向き ・石油より低い (例 トクモロ コシ1t, アルコール として320 と ・過伐による枯 竭 但し、更新の有 利性あり	すすのみ とくに問題はない 乱伐による治山 治水に問題のみ	ない 最近、米、加、スウェーデン等 先進国で開発プロジェクトがで きている。
水 力	4兆KWh (日 2,500億 KWh) (6,000万KW) うち2,500万KW 既開発 900億KWh	不可能	既存技術でよい	石油よりよく、 循環するので無 限	水没、道路の補 償、環境保全対 策必要	ない
潮 汐 力	5兆KWh	不可能	研究開発中 (1)波力発電 2,000KW(S60) (2)海洋温度差 発電 1KW基礎実験	電力へ変換され る。 ・エネルギー低 〔海岸線1m 波高0.5m〕 約6KW	とくにない (海流1ノット) 〔1mで約3KW〕	・温度差発電 米1979 1000KWの実験船で実験 1984, 10万KW 実証プラント予定

酒井忠二三(1980)わが国における代替エネルギー開発の現況と今後の方向、施設園芸における省エネ
ルギー対策技術検討会資料、農林水産技術会議事務局、野菜試験場：13～22

評価項目 給源	埋 蔵	輸入先、輸送	技術難易時期 R & D	エネルギーの 品 質	環境保全 安全・公害	国 際 協 力																		
風 力	70兆kWh	不可能	・回転翼技術 ・エネ貯蔵技術	電力へ変換 エネ密度低い $\left[\begin{array}{l} d=1\text{ m} \\ V=10\text{ m/sec} \end{array} \right]$ で1kWh	とくにない 例 デンマーク ク 3枚翼 径5.4m 4/msec 150kWh 15 m/sec 2,000kWh	・米NASA 100kWh実験欧州 歴史古い1,000kWh用発中(風速による) IEA 技術協力分 担金参加																		
地熱エネルギー	350兆kWh $\left[\begin{array}{l} \text{日本はその} \\ \text{10\%とい} \\ \text{われる} \end{array} \right]$ (35兆kWh)	不可能	・既存技術(浅部、蒸気) ・R & D 1.深部、蒸気 2,000～4,000m 2.バイナリー 浅部、蒸気 熱水 3.火山高温岩体 深部、蒸気 (高温高圧)	電力へ変換 ・エネ密度低い 低温低圧の蒸気 ・廃水(熱水) 処理 ・不純物(クロール、いおう等)処理 ・蒸気 の寿命 短かい	・熱廃水の処理(公害防止) ・自然公園法、温泉法との調整	・とくにない ・世界 既設 145万kWh 計画 272万kWh 計 417万kWh ・国別(万kWh) <table><tr><td></td><td>既</td><td>計</td></tr><tr><td>伊</td><td>42</td><td>—</td></tr><tr><td>日</td><td>15</td><td>5</td></tr><tr><td>ニュージーランド</td><td>20</td><td>76</td></tr><tr><td>メキシコ</td><td>16</td><td>30</td></tr><tr><td>米</td><td>52</td><td>48</td></tr></table> ・IEA技術協力 分担金参加 (高温岩体)		既	計	伊	42	—	日	15	5	ニュージーランド	20	76	メキシコ	16	30	米	52	48
	既	計																						
伊	42	—																						
日	15	5																						
ニュージーランド	20	76																						
メキシコ	16	30																						
米	52	48																						
太陽エネルギー	155京kWh (400兆kWh) (日本37万m ² 世界陸地1.5億m ²) $\left[\begin{array}{l} 0.2\% \\ \downarrow \\ 8,000\text{ 億kWh} \\ \downarrow \\ 1\% \text{ エネとして} \\ 80\text{ 億kWh} \end{array} \right]$	不可能	・既存技術(改良) ・冷暖房・給湯 (S60 130万kWh) ・R & D 1.太陽熱発電 ・タワー集光方式 ・曲面集光方式 2.太陽光発電 太陽電池の開発 1万円/W シリコンリボン方式研究	電力に変換 ・エネ密度低い (1m ² =1kWh) ・集熱器、貯熱(熱利用)必要 ・気象に左右される。 ・敷地の有無	な い	・太陽熱 米 5,000kWh タワ方式 実験中 仏 80kWh ・太陽光発電 計画炉 米、宇宙発電構想あり ・冷暖房 米、'77、1,500戸 価格差 補助 ソーラーハウス 仏、独、スウェーデン活発 日本はIEAで機器開発の幹事国で参加																		

表Ⅱ-3-② エネルギー所要資金(51～60年度)

	エネルギー源	資金(兆円)		エネルギー源	資金(兆円)
R & D	原子力	3.8	設備投資	電 力	3.46
	新エネルギー	0.7		石 油	1.32
	太陽エネ(1,170億円)			精 製	(8.8)
	地熱エネ(1,960億円)			開 発	(4.4)
	石炭 (3,410億円)			LNG	2.9
	温度差 (200億円)			石 炭	2.4
	その他 (260億円)			都市ガス	2.3
				その他	0.9
	小 計	4.5		小 計	56.3

酒井忠二三(1980)わが国における代替エネルギー開発の現況と今後の方向、施設園芸における省エネルギー対策技術検討会資料、農林水産技術会議事務局、野菜試験場：13～22

(5) 開発事例

石油エネルギーの代替は、原子力開発と共に、“サンシャイン計画”がある。また省エネルギー計画としては、“ムーン・ライト計画”がある。

サンシャイン計画では、4つの技術テーマが開発されている。この計画は政府主導型の計画であるが、資金不足によっておくれがちである。

また、これらの代替エネルギー技術が順調に開発されても、1990年の日本のエネルギー需給の10%をまかなうまでには成長しない。とすれば、1990年から2010年までは原子力エネルギーと省エネルギーに、頼らざるを得ない。

これらの代替エネルギー技術が石油エネルギーに代わり、原子力エネルギー利用を抑制する時代は2020年を過ぎてからであろう。

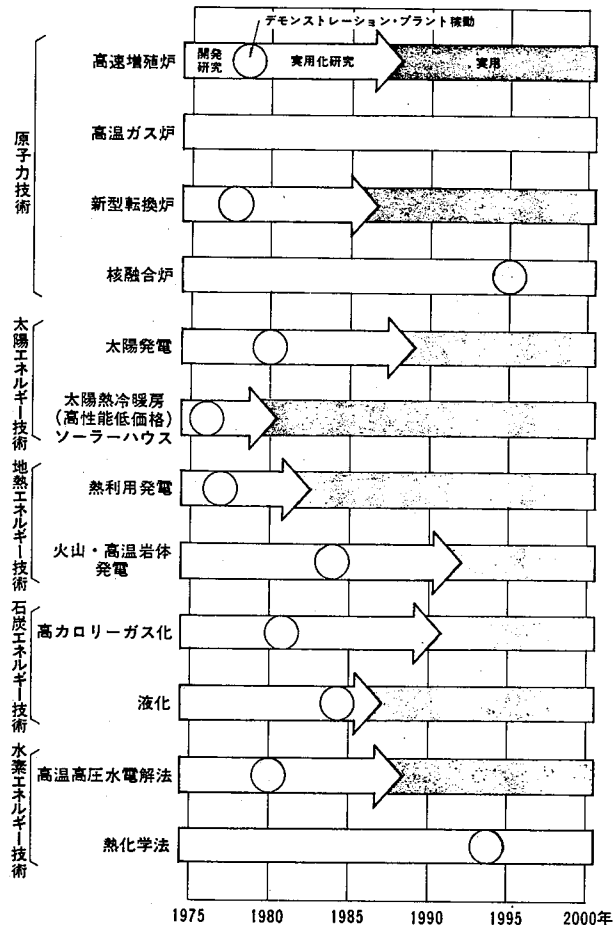
表Ⅱ-3-③ わが国の自給エネルギー系の潜在量 (kcal/年)

(1979年、松下雄研)¹⁹⁾

	太陽	風力	水力	波力	地熱	バイオマス*
北海道	8.1×10^{14}	14.6×10^{14}	3.4×10^{14}	2.5×10^{13}	1.1×10^{14}	8.1×10^{14}
東北	8.1	9.0	8.6	2.7	2.1	8.1
関東	4.3	4.2	3.7	0.4	2.7	4.3
北陸	1.3	0.8	3.4	0.3	0.2	1.3
中部	4.4	3.4	4.1	0.6	1.7	4.3
近畿	3.0	3.0	1.8	0.6	0.1	3.0
中国	3.6	2.8	1.9	1.3	0.4	3.6
四国	2.3	8.2	1.9	0.8	0.06	2.3
九州	5.0	4.2	3.3	1.8	2.1	4.7
合計	4.0×10^{17}	5.0×10^{14}	3.7×10^{14}	$10. \times 10^{13}$	1.0×10^{13}	4.0×10^{14}

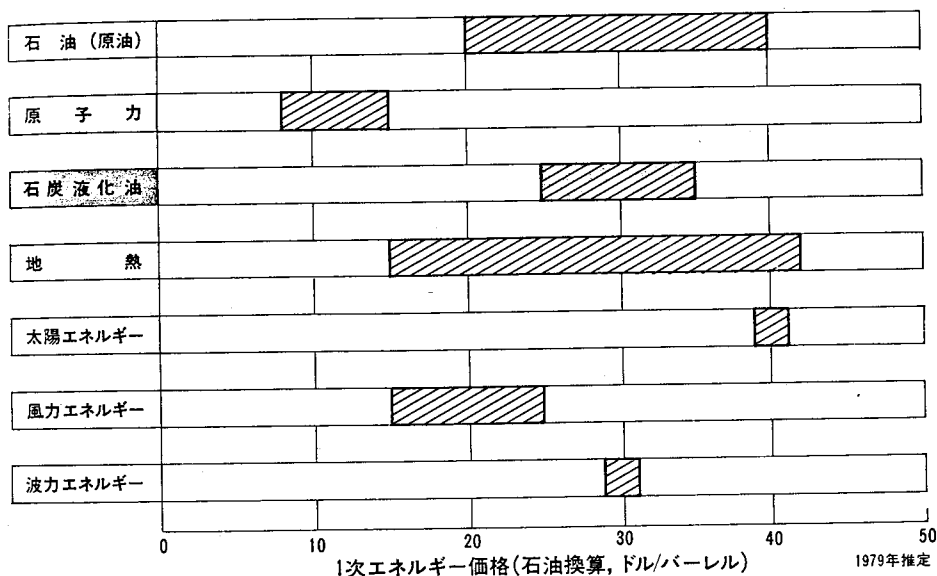
* バイオマスとは太陽エネルギーを植物の形で固定化したものをいう。

伊藤洋(1980) 省資源・省エネルギー技術の開発、明日の農業技術、緑地球社：172～202



図Ⅱ-3-② 代替エネルギー開発計画

藤村理人(1980) 世界のエネルギーと原子力開発, サンケイ出版: 1～63



図Ⅱ-3-③ 一次エネルギー価格の比較
藤村理人 (1980) 世界のエネルギーと原子力開発,
サンケイ出版: 1~63

この図のようにエネルギー利用技術別に並べてみると、原子力利用技術によるエネルギー価格が一番低いことがわかる。石油価格の高騰は、最早、どのような種類のエネルギー利用技術も、代替候補になってしまった。しかし、何時、どの位の量が石油に代替できるかが技術的課題となっている。

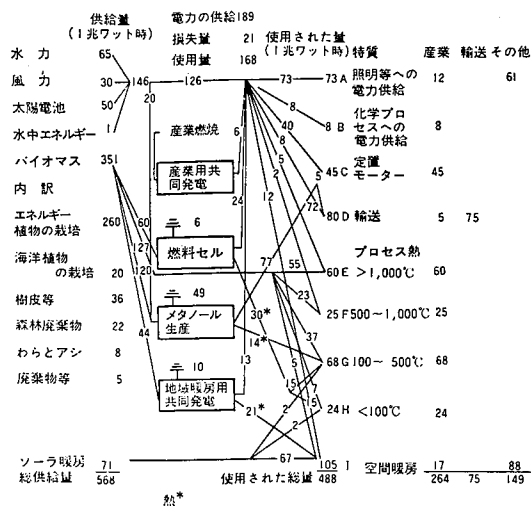
エネルギー価格は、資料によって大きく相違していることを付記する。

表Ⅱ-3-④ 「ソーラー・スウェーデン」のエネルギー特質分類 (A-I) による 1971 年および 2015 年のエネルギー配分率^{a)}

	1971 年			2015		
	産業	輸送	その他	産業	輸送	その他
A 照明, 小型モーター	2		15	5		40
B 化学プロセスへの電力供給	3		8	8		
C 定置モーター	15		17	17		
D 輸送	8	100		2	100	
E 工程過熱 (>1000℃)	22		23	23		
F 工程過熱 (500~1000℃)	9		9	9		
G 工程過熱 (100~500℃)	26		26	26		
H 工程過熱 (<100℃)	9		9	9		
I 低品位暖房 (空間暖房)	11		85	6		60
合計	100	100	100	100	100	100
全使用エネルギーに対する割合	41	17	42	54	15	31

注) a) 特質分類 (A-I) は厳密な熱力学的分類ではなく、用途にもとづくものである。

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三・立花一雄監訳, 1981) (1981) 西暦 2000 年の地球 2, (社) 家の光協会: 1~526



再生可能な資源とそれらの供給量を左側に示す。エネルギーの最終需要の形態はエネルギー特質分類 (A-I) に分割した図に示す。供給量と使用量の間の差は図の中央に示してある。数字はおのおのの線によって表現したエネルギー量 (TWh=1兆ワット時) を示す。
(^c) "Solar Sweden" Stockholm, 1978, p.32)

図Ⅱ-3-④ 2015 年における「ソーラー・スウェーデン」のエネルギーシステム

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三・立花一雄監訳, 1981) (1980) 西暦 2000 年の地球 2, (社) 家の光協会: 1~526

表Ⅱ-3-⑤ エネルギー省の“ソフト・パス”選択に関する試算研究(1978年8月現在)

主題あるいは 表題	DOE事務局 担当	予 算	解 説
小型補助計画 画	保安と太陽	300万ドル (1978年度) 800万ドル (1979年度)	この計画では、保安と太陽利用の研究に対し、小型補助金(5万ドルまで)を支給する。300万ドルの パイロット計画は、第9地区で開始され、非常に多くの補助金の申請があり、その件数はおよそ1100 にもなった。このうち約100件に資金が供与された。この予算は今では、政府の10地区に対して 800万ドルにも増加している。この補助金の効果に関する予備報告が出されている。 ^{a)}
適切な技術の 特性の明確化	政策と評価	25万ドル	*適切な(appropriate); *ソフトな(soft); *過渡期の(transitional) 技術に関する技術的、経済的 側面を描いた工学ノートのためにマサチューセッツ州ケンブリッジのArthur D. Little, Inc.と契約。 DOEでこの草案が校閲のため回覧されたが1979年3月現在、この報告は公表されていない。 ^{b)}
カリフォル ニアの分散エ ネルギーシス テムに関する 研究	政策と評価	70万ドル	この研究はローレンス・バークレー (Lawrence Berkeley) 研究所とローレンス・リバーモア(Law- rence Livermore) 研究所との共同研究として行われたカリフォルニアという特定地域の“ソフト パス” 選択に関するもっとも徹底した、もっとも詳細な調査(結果)である。そうしてA. B. ロビ ンズ (Amory B. Lovins) の“Energy Strategy: The Road Not Taken,” (Foreign Affairs, Oct. 1976) という著作に対する返答として、おもに研究されているとDOEはその序章で暗に述べて いる。二つの報告と多くの基礎的文書が出ている。 ^{c)} 上記の二つの研究所は、このテーマに関して、 さらに詳しい研究を行おうとしたが、DOEは1979年3月以来、研究に対して資金供与をしてい ない。
アメリカの町	政策と評価	24万ドル	SRI インターナショナルは、ソフトパスである太陽利用によって、典型的なアメリカの町が将来ど うになるのかという研究を提案した。研究は1977年に完成したがDOEはこれを公表していない。 ごく限られた数のコピーであるが、この報告はSRI インターナショナルから直接求めること ができる。 ^{d)}
将来のエネ ルギー: 代替 エネルギーと しての太陽と 原子力	政策と評価	50万ドル	この研究はオーク・リッジ連合大学 (Oak Ridge Associated Universities) エネルギー分析研究所 によって行われたが、つぎの二つの目的をもっている。(1)2020年までに太陽エネルギーが役に立つ ことを予測すること。(2)すでに原子炉があるか、あるいは建設中の場所すべてに、さらに原子炉を ふやした場合、原子力はどこまで発展しつづけるかを調査すること。DOEの報告によれば、この 研究者は、この研究の太陽に関する部分を開発させることができなかったとされており、一方、 この研究者の報告では、DOEはこの研究の太陽に関する部分に興味をなくしたということである。 いずれにしても、1979年3月現在、原子力に関する部分の報告は利用可能であるが、太陽に関する 部門の報告は不完全であった。 ^{e)}
アメリカにおけるソ フトエネルギーバ スと分散エネルギ ーシステムの成長	環 境	非適用	この主題は、結局下記の“代替エネルギーの将来”に含まれてしまう。
社会レベル技 術アセスメン トの開発	エネルギー技 術	50万ドル (1978年度) 25万ドル (1979年度)	長期研究の一部として、この研究者たちは“将来の太陽利用に関する自己アセスメント”を開発さ せるため、地域の人々と協力して研究することを計画した。1979年3月にある研究者が研究を開始 した。そして提案に対する要望は審議中になっている。その当時、報告は公表されなかったが、こ の計画のもとで準備された一つの報告は、他から得られるかもしれない。 ^{f)}
代替エネルギ ーの将来	環 境	17万9000ドル	この研究はアルゴン (Argonne) 国立研究所が主体となり、さらに工業技術省 (Department of In- dustrial Engineering) のエネルギー研究センターの協力を得た。この研究はスタンフォード大学の 教官および工業技術コース235の学生の一部によって行われた。1979年現在、DOEはこの報告を 公表しなかったが、スタンフォード大学から手に入れることは期待できる。 ^{g)}
開発途上国	国際事業	160万ドル	選ばれた開発途上国を援助するためのDOEと国務省の共同計画は、完全に客観的なエネルギー・ アセスメントを提出しようとしている。これには分析対象となる国のエネルギー計画を開発させる ために必要となる、基礎的なデータや情報をもれなく含まれている。地域固有の資源利用を重視し、 原子力が原子力でないものかといった広範囲のエネルギー選択を考えている。エジプトにおけるエ ネルギー・アセスメントの評価は現在完成しており、これは同国や国際開発金融機関に受け入れ られている。 ^{h)} ベルギーにおける報告はまとめられつつあり、他の五つの報告は目下研究中である。

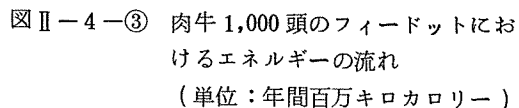
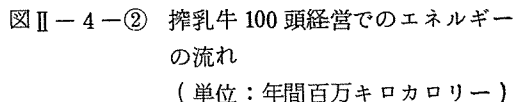
- 注) a) DOE San Francisco Operations Office, Appropriate Energy Technology Program, Summary of Projects: Appropriate Energy Technology, Pilot Regional Program, 1978
(available from Appropriate Energy Technology, DOE, 1333 Broadway, Oakland, Calif. 94612); DOE Div. of Buildings and Community Systems, Assistant Secretary for Con-
servation and Solar Applications, Appropriate Technology: A Fact Sheet, Washington, 1977; Report to Congress on Appropriate Technology Pilot Regional Program,
undated, unpublished (available from Jerry D. Duane, DOE, Office of the Assistant Secretary for Conservation and Solar Applications).
- b) Edward Blum, DOE, Office of the Assistant Secretary for Policy and Evaluation, personal communication, Mar. 1979.
- c) Paul P. Craig and M. D. Levine, “Distributed Energy Systems in California’s Future: Issues in Transition,” Lawrence Berkeley Laboratory, Jan. 16, 1979 (draft).
- d) John Reuyl et al., Solar Energy in America’s Future: A Preliminary Assessment, Menlo Park, Calif.: SRI International, Mar. 1977.
- e) The nuclear report is M. J. Oshman et al., Feasibility of a Nuclear Citing Policy Based on Existing Sites, Oak Ridge: Institute for Energy Analysis, Nov. 1979. As of May
1979, the Institute was still planning seven topical reports on solar energy: two were final, three were being revised following review, one was under a new review, one was
still being written. The final reports are as follows: R. W. Gilmer and R. E. Meunier, “Electric Utilities and Solar Energy: The Service Contract in a New Social Context,”
Oak Ridge Associated Universities, Apr. 1979; final reports being revised at Oak Ridge Associated Universities are (with dates of draft): R. W. Gilmer, “The Social
Control of Energy: A Case for the Promise of Decentralized Solar Technologies,” Apr. 2, 1979; W. D. Devine, Jr., “Energy Accounting for Solar and Alternative Energy
Sources,” Jan. 1979; D. B. Reister and W. D. Devine, Jr., “Total Costs of Energy Services,” Mar. 1979. The following draft is being reviewed: D. A. Boyd, “The Stochastic
Sun: Identifying the Recoverable Resource,” Mar. 1979.
- f) C. T. Donovan et al., Energy Self-Sufficiency in Northampton, Massachusetts, Jan. 3, 1979 (available from A. S. Krassa, School of Natural Science, Hampshire College, Am-
herst, Mass. 01002).
- g) Grant Ireson et al., Alternative Energy Futures: An Assessment of Options for U.S. Society to 2025, Institute for Energy Studies, Stanford University, 1979.
- h) DOE Developing Countries Energy Program, Egypt-United States Cooperative Energy Assessment, Washington, 1978. 5 vols.
- 資料) U. S. Department of Energy, Office of Consumer Affairs, DOE Role in Support of Small-Scale Appropriately Distributed Technology, Official Transcript of Public
Briefing and Addendum on Jan. 26, 1978. CONF-780132, Washington: National Technical Information Service, Aug. 1978. p. 144. Budgets and descriptions of studies are based
on information provided by the responsible DOE offices and DOE contractors.

アメリカ合衆国政府 (逸見謙三・立花一雄監訳, 1981) (1981) 西暦2000年の地球2, (社)家の光
協会: 1~526

(1) 農業におけるエネルギーフロー

諸例^{a)}

注) a) ここの全地球平均量は地表面で統計された年間量(ギガワット)としてあらわす。
資料) After Office of Reserch and Development.
U.S.Environmental Protection Agency,Changes
in Global Energy Balance Washington,Oct.1974



檜垣繁光，羽賀清典（1980）畜産，明日の農業技術，(株)地球社：148～171

表Ⅱ-4-③ 食糧の生産・加工エネルギー (1970, 清水)

部 門	投入エネルギー (10 ¹⁰ kcal)			間接エネルギー -比率 (%)
	直 接	間 接	計	
1 米	1,259.61	419.97	1,679.58	25.00
2 麦 類	200.42	21.93	222.35	9.86
3 い も 類	39.20	39.11	78.31	49.94
4 雑 穀	11.24	2.33	13.57	17.17
5 豆 類	15.19	12.39	27.58	44.92
6 野 菜	433.97	237.54	671.51	35.37
7 果 実	120.78	147.69	268.47	55.01
8 油 糧 作 物	1.12	0.78	1.90	41.05
9 砂 糖 原 料 作 物	4.65	10.40	15.05	69.10
10 飲 料 用 作 物	12.61	23.63	36.24	65.20
11 その他の食用耕種作物	110.86	23.77	134.63	17.66
12 葉 た ば こ	412.55	18.02	430.57	4.19
13 酪 農	96.36	44.86	141.22	31.77
14 肉 牛	70.33	20.82	91.15	22.84
15 養 豚	166.64	56.74	223.38	25.40
16 養 鶏	166.83	101.85	268.68	37.91
17 そ の 他 の 畜 産	16.01	5.76	21.77	26.46
18 農 業 サ ー ビ ス	74.69	95.68	170.37	56.16
19 沿 岸 漁 業	671.08	32.53	703.61	4.62
20 遠 洋 沖 合 漁 業	2,917.07	123.23	3,040.30	4.05
21 浅 海 養 殖 業	139.77	31.46	171.23	18.37
22 捕 鯨 業	187.09	6.88	193.97	3.55
23 内 水 面 漁 業	31.42	3.04	34.46	8.82
24 内 水 面 養 殖 業	36.56	6.40	42.96	14.90
25 屠 殺	37.78	30.69	68.47	44.82
26 肉 加 工 品	62.13	45.46	107.59	42.25
27 牛 乳 ・ 乳 製 品	617.74	184.30	802.04	22.98
28 野 菜 ・ 果 実 加 工 品	267.75	139.31	407.06	34.22
29 精 穀	103.80	359.47	463.27	77.59
30 製 粉	104.17	73.88	178.05	41.49
31 パン, 菓子・めん類	1,234.75	259.14	1,493.89	17.35
32 砂 糖	478.05	66.74	544.79	12.25
33 動・植物原油・食用油・同加工品	537.86	236.91	774.77	30.58
34 調 味 料	588.81	331.16	919.97	36.00
35 でん粉・水あめ・ぶどう糖	346.00	47.35	393.35	12.04
36 酒 類 ・ 飲 料	1,063.24	774.00	1,837.24	42.13
37 煙 草	109.13	125.94	235.07	53.59
38 配 合 飼 料	99.33	289.26	388.59	74.44
39 魚 油 ・ 魚 粕	111.25	46.58	157.83	29.51
40 水 産 加 工 品	591.43	236.69	828.12	28.58
41 そ の 他 の 食 品 工 業	749.24	222.45	971.69	22.89
合 計	14,298.51	4,956.14	19,254.65	27.74

すなわち漁船燃料および冷凍用燃料がとびぬけて大きいのが注目される。養殖漁業は浅海、内水面の双方とも、間接エネルギー比が相対的に高い。しかし、農業部門とくらべれば漁業部門の間接エネルギー比ははるかに少ない。

水産関係の総計としては、直接エネルギー 39.8 兆 kcal、間接エネルギー 2 兆 kcal で、合わせて約 42 兆 kcal のエネルギーを用いていることになる。したがって水産関係のエネルギー、とくに漁船燃料の省エネルギーは重要課題の 1 つである。

因みに加工部門のエネルギーは総計 106 兆 kcal に達し、生産のみならず加工に大きな問題のあることを示唆している。

③ 農業関係各部門の投入エネルギー

表Ⅱ-4-④は各種作物栽培と畜産の産出、投入エネルギーを示したものである。わが国では米が投入エネルギーの 39%，麦が 5%，野菜 19%，果実 8%，畜産が 29%を占めている。畑作物のエネルギー消費は必ずしも大きくはないが、転作などによる作付面積の増大や新たな技術導入とともに急増する可能性がある。同じ畑作物でもエネルギー産出投入比にはかなり大きな違いがある。中でも大豆の産出投入比が高いことが注目される。まったく質の異なるエネルギーの比をとって比較する産出投入比を用いての議論は、十分慎重でなければならないが、今後石油の需給が不安定になったとき、エネルギーからみてより安全な作物を選択する手替りの一つになると考えられる。

表Ⅱ-4-④ 農業生産部門別・産出、投入エネルギー

部門	産出カロリー ($\times 10^4$ Kcal)	投入エネルギー ($\times 10^4$ Kcal)	産出/投入比	単位生産量当り 投入エネルギー ($\times 10^4$ Kcal/ton)
米	44.538	22.309	2.00	1.758
麦類	3.706	2.965	1.25	2.800
豆類	1.980	0.483	4.08	1.000
野菜	3.480	10.850	0.32	0.700
果実	2.454	4.349	0.56	0.800
牛肉	0.554	2.554	0.22	9.638
豚肉	2.391	3.198	0.75	4.628
鶏肉	670	6.879	0.50	3.041
卵	2.755			
牛乳	2.826	2.663	1.06	0.556
粗飼料	-	1.591		

注) 1970年 産業連関表および食料需給表より試算(投入エネルギーは間接投入の一部を含む) 農業基礎整備水準研究会試算

表Ⅱ-4-⑤ 日本の米作の投入エネルギー
(10a 当り, 単位 10^3 Kcal)

	1950	1955	1960	1965	1970
労働	40	36	33	26	22
畜力	24	21	14	0	0
機械	10	13	29	67	162
燃料	7	13	36	100	158
N肥	263	275	199	128	170
P ₂ O ₅ 肥	13	17	26	28	48
K ₂ O肥	5	16	20	19	12
種粃	27	27	16	18	22
農薬	0	1	14	17	22
電力	11	14	18	22	41
合計	400	433	405	425	657
収穫	1580	1679	1976	2030	2160

注) 堀尾試算

表Ⅱ-4-⑥ アメリカのトウモロコシ作の投入エネルギー
(10a 当り, 単位 10^3 Kcal)

	1950	1954	1959	1964	1970
労働	2.4	2.3	1.9	1.5	1.2
機械	61.7	74.1	86.5	103.7	103.7
燃料	151.0	172.0	181.1	187.8	196.8
N肥	31.5	56.8	86.0	122.0	235.0
P ₂ O ₅ 肥	3.8	4.6	6.1	6.9	11.8
K ₂ O肥	2.6	12.4	17.0	17.0	17.0
種子	10.0	4.6	8.9	7.4	15.4
かんがい	5.7	6.7	7.7	8.4	8.4
殺虫剤	0.3	0.8	1.9	2.7	2.7
除草剤	0.2	0.3	0.7	1.0	2.7
乾燥	7.4	14.8	24.7	29.6	29.6
電力	13.3	24.7	36.6	50.1	76.5
運搬	7.4	11.1	14.8	17.3	17.3
合計	297.9	382.3	466.5	551.4	713.1
収穫	945.7	1020.4	1344.0	1692.4	2016.0

注) Pimentel 試算

④ 栽培方法とエネルギー消費

同じ稲作をとり上げても、栽培方法によって投入エネルギーは大きく異なる。図Ⅱ-4-⑤は地域標準技術体系にある各種稲作栽培法の投入エネルギーと産出投入比を示したものである。人力田

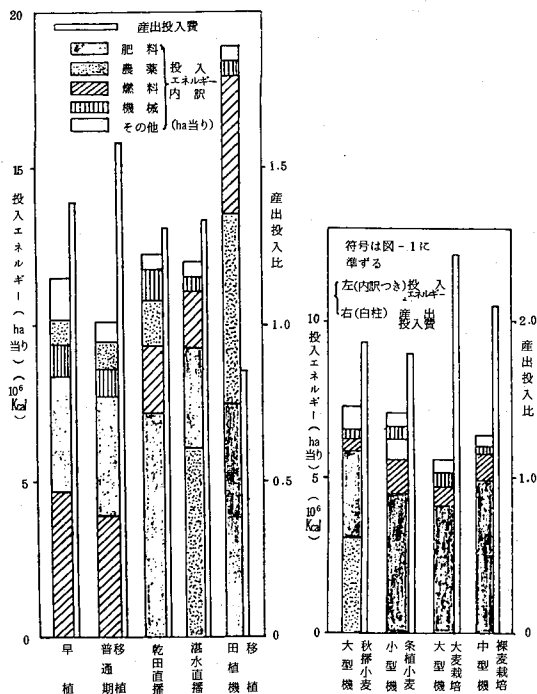
植を前提とする早植や普通期栽培にくらべ、田植機による移植栽培体系の投入エネルギーが当然高くなっている。すなわち普通期移植栽培の1.8倍に達し、産出投入比も1を割っている。投入の内訳をみれば肥料が一番多く、ついで農薬、燃料とも他の栽培法と比べてとくに多い。乾田および湛水直播栽培と比べても、田植機械栽培の投入エネルギーは大きい。直播栽培は乾田、湛水とも普通期栽培の約1.2倍であるが、投入内訳は対照的であって、乾田直播は肥料の投入が多く、機械、燃料の投入も相対的に多いのに対し、湛水直播は除草剤を中心とする農薬を通じてのエネルギー投入が大きく、全体の1/2をこえる。機械除草体系の確立が必要である。労働はRMRに基づく計算方法をとっているため小さく、全体の0.5~1%にすぎない。しかしライフサイクルエネルギーを考えれば、少なくとも6~13%に達する。乾田直播がもっとも労力が少なく、普通期栽培の43%田植機移植にくらべても65%程度である。田植機を中心とする水稻栽培体系は一応完成したものの、10a当りの投下働力は70時間台で、米国稲作の2時間弱とは、条件が違うとはいえ大きな隔りがある。省エネルギーを軸とした直播技術の確立が求められる。

注) 図Ⅱ-4-⑦~図Ⅱ-4-⑨は水稻早植栽培のエネルギー内訳である。

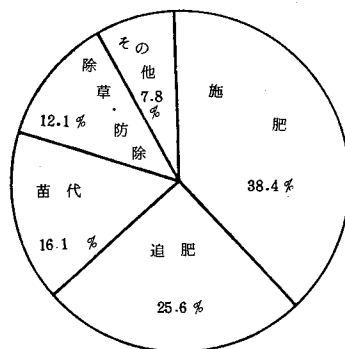
図Ⅱ-4-⑦~図Ⅱ-4-⑨は、図Ⅱ-4-⑤の水稻早植栽培の投入エネルギーの内訳を示したものであって、資材では肥料が圧倒的なウェイトをしめ、機械では運搬、耕うん、堆肥散布、収穫脱穀・調製がそれぞれ同じくらいのウェイトをしめる。燃料としては病害虫防除と整うん整地とがとくに大きく、乾燥がこれに続いている。

図Ⅱ-4-⑤と並べて示した図Ⅱ-4-⑥は麦の各種栽培法別の投入エネルギーを計算した結果である。大型機械を中心とした秋播小麦のエネルギー投入がもっとも大きい。しかしこの場合除草剤を用いたやゝ特殊な栽培法をとっている。これに対し、小型機を使った小麦栽培、大型機による大麦栽培、中型機による裸麦栽培は、それぞれ麦の種類が異なるものゝ、機械のサイズ別の投入エネルギーの傾向がはっきりと表われている。すなわち、機械と燃料とを合せた投入エネルギーは、

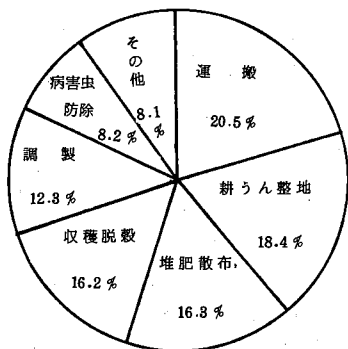
小型、中型、大型の順にだんだん小さくなっており、全投入エネルギーの順序もこれに一致している。したがって大型機械を有効に使うことが省エネルギーにつながるわけである。



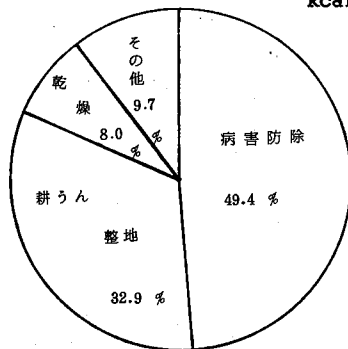
図Ⅱ-4-⑤ 各種稲作 図Ⅱ-4-⑥ 麦作栽培の投入エネルギー



図Ⅱ-4-⑦ 資材エネルギーの作業別内訳
(資材全エネルギー; $5.57 \times 10^6 \text{ kcal/ha}$)



図Ⅱ-4-⑧ 機械エネルギーの作業別内訳
(機械全エネルギー; 1.08×10^6 kcal/ha)



図Ⅱ-4-⑨ 燃料エネルギーの作業別内訳
(燃料全エネルギー; 4.72×10^6 kcal/ha)

表Ⅱ-4-⑦ アメリカのトウモロコシ作における1エーカー当たりのエネルギー投入量(熱量換算表示)

	1945年	1950	1954	1959	1964	1970
農作業a)	12,500	9,800	9,300	7,600	6,000	4,900
作業機械b)	180,000	250,000	300,000	350,000	420,000	420,000
ガソリンc)	543,400	615,800	688,300	724,500	750,700	797,000
窒素肥料d)	58,800	126,000	226,800	344,400	487,200	940,800
リン酸肥料e)	10,600	15,200	18,200	24,300	27,400	47,100
カリ肥料f)	5,200	10,500	50,400	60,400	68,000	68,000
種子g)	34,000	40,400	18,900	36,500	30,400	63,000
灌漑h)	19,000	23,000	27,000	31,000	34,000	34,000
殺虫剤i)	0	1,100	3,300	7,700	11,000	11,000
除草剤j)	0	600	1,100	2,800	4,200	11,000
乾草k)	10,000	30,000	60,000	100,000	120,000	120,000
電力l)	32,000	54,000	100,000	140,000	203,000	310,000
輸送m)	20,000	30,000	45,000	60,000	70,000	70,000
全エネルギー投入量	925,500	1,286,400	1,548,300	1,889,200	2,241,900	2,886,800
収量(熱量換算)h)	3,427,200	3,830,400	4,132,800	5,443,200	6,854,400	8,164,800
収量/全エネルギー投入量	3.70	3.18	2.67	2.88	3.06	2.82

注) 投入エネルギーの熱量換算は、以下の方法によった。
 a) 農作業1時間あたりの消費カロリー(544キロカロリー)×農作業時間
 b) (製造に要するエネルギー+修理に要するエネルギー)÷トラクター1台でおよそ1年間の運転(エーカー)÷耐用年数
 c) ガソリン1ガロン=36,225キロカロリー
 d) 窒素肥料1ポンド=8,400キロカロリー (原材料+製造+加工)
 e) リン酸肥料1ポンド=1,520キロカロリー (原材料+採掘+加工)
 f) カリ肥料1ポンド=1,050キロカロリー (同 上)
 g) 種子1ポンド=1,800キロカロリー (一代算値であるので、通常の2倍の値とした)
 h) トウモロコシ1作に必要な機械エネルギーは995,600(キロカロリー/エーカー)であり、これに各年度ごとの生産量(例として1964年度は13.8%)を掛けて求めた。
 i) 殺虫剤1ポンド=11,000キロカロリー (原材料+製造+加工)
 j) 除草剤1ポンド=11,000キロカロリー (同 上)
 k) 乾草率は26.5%から13%まで下げるのに91アッシュル当たり408,204キロカロリーを要する (Corn Grower's Guide, Aurora, Ill.: Grane and Co., 1968, p.113)による。これに乾草作量の実地率(1945年で約10%、1970年で約30%)を掛けて求めた。
 l) 消費電力を電力変換の熱量に換算
 m) 作業機械、生産資材のトウモロコシ畑までの輸送、およびトウモロコシの消費地への輸送に要する熱量の推定値
 n) 1アッシュルは56ポンドであり、1ポンドのトウモロコシは1,800キロカロリーの熱量をもつ。

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳, 1981)(1981)西暦2000年の地球2, 鈷家の光協会: 1~526

表Ⅱ-4-⑧ イネおよびトウモロコシ作にみる生産方法によるエネルギー投入量の比較(ヘクタール当たり)

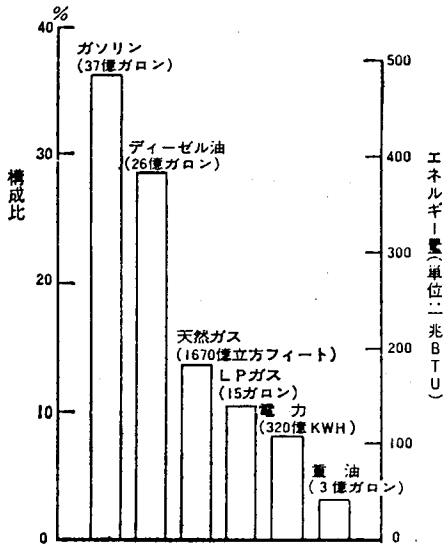
項目	イ 現代農業法 (アメリカ)				ロ 伝統的農業法 (フィリピン)				ハ トウモロコシ (メキシコ)			
	現代農業法 (アメリカ)		伝統的農業法 (フィリピン)		現代農業法 (アメリカ)		伝統的農業法 (フィリピン)		現代農業法 (アメリカ)		伝統的農業法 (メキシコ)	
	投入量	同エネルギー換算	投入量	同エネルギー換算	投入量	同エネルギー換算	投入量	同エネルギー換算	投入量	同エネルギー換算	投入量	同エネルギー換算
機械・器具a)	42億ジュール	4,200	385	385	1,730億ジュール	173	42億ジュール	4,200	173	173	42億ジュール	4,200
燃料b)	224.7億	8,988	40億	1,600	—	—	206億	8,240	—	—	—	—
窒素肥料c)	124.4kg	10,732	31.5kg	2,520	—	—	125kg	10,000	—	—	—	—
リン酸肥料d)	—	—	—	—	—	—	84.7kg	686	—	—	—	—
カリ肥料e)	67.2kg	605	—	—	—	—	67.2kg	605	—	—	—	—
種子f)	112.0kg	3,860	110kg	1,650	107.5kg	—	20.7kg	621	10.4kg	—	—	—
灌漑g)	683.4億	27,886	—	—	—	—	851	851	—	—	—	—
殺虫剤h)	5.6kg	560	1.5kg	150	—	—	1.1kg	110	—	—	—	—
除草剤i)	5.6kg	560	1.0kg	100	—	—	1.1kg	110	—	—	—	—
乾草j)	46億ジュール	4,600	—	—	—	—	1,289	1,289	—	—	—	—
電力k)	32億ジュール	3,200	—	—	—	—	3,248	3,248	—	—	—	—
輸送l)	724	724	31	31	—	—	724	724	—	—	—	—
合計	—	64,885	—	6,886	—	173	—	30,054	—	173	—	173
収量(kg/ha)	—	5,800	—	2,700	—	1,250	—	5,088	—	560	—	560
単位収量当たりエネルギー投入量(100万ジュール/kg)	—	11.19	—	2.37	—	0.14	—	5.91	—	0.18	—	0.18

注) a) 機械・器具の生産には重量換算で平均1kgに6,870万ジュールを要する。
 b) 燃料1kg=4,000万ジュール。
 c) 窒素肥料1kgの製造には8,000万ジュールを要する。
 d) リン酸肥料1kgの製造には1,400万ジュールを要する。
 e) カリ肥料1kgの製造には900万ジュールを要する。
 f) 高品質種子1kgの製造にはアメリカで8,000万ジュール、フィリピンとメキシコでは1,500万ジュールを要する。
 g) 殺虫剤1kgの製造には1億ジュールを要する。
 h) 近6-4のPimental等の資料のE.44から引用。
 資料) E.A.O. The State of Food and Agriculture 1976, Rome, 1977, p.93.

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳, 1981)(1981)西暦2000年の地球2, 鈷家の光協会: 1~526

(1974年)

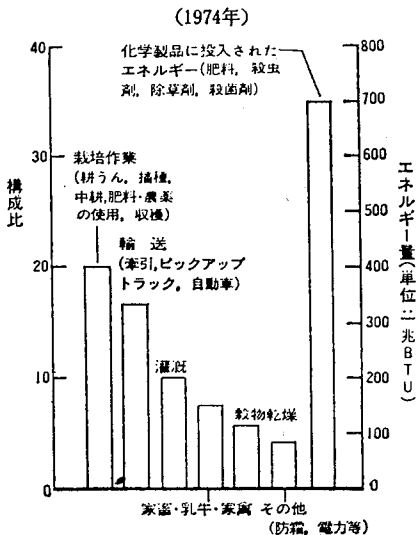
表Ⅱ-4-⑨ 産業連関表(昭.49)によるエネルギー使用量



図Ⅱ-4-⑩ 農業におけるエネルギー使用

部 門 名 (160部門別より 例示)	エネルギー 集中度 kcal/円	エネルギー 原単位 kcal/Kg
産業機械	20.53	—
化学肥料	60.89	1372
その他の化学薬品	45.54	—
合成樹脂	78.79	5890
配合飼料	20.59	1293
その他の木製品	11.21	—
紙製品	19.20	—
メッキ鋼材	28.18	2752
住宅新建築	18.91	2131 ^{10³/m²}
非住宅新建築	22.85	1748 ^{10³/m²}
公共事業	35.64	—
その他の建設	29.60	—
農業サービス	15.55	—

表Ⅱ-4-⑩ 農産物生産費調査の費目内容と使用エネルギー量計算のためのエネルギー集中度の値



図Ⅱ-4-⑪ 農業および農業用化学製品におけるエネルギー使用

項 目	費目内容の例示と使用エネルギー量算出手法の概要	産業連関表の適用部門	エネルギー集中度の値 (kcal/円)
種 部 費	購入および自給の種子・苗。市販農産。種子の栄養カロリーを生産に必要なエネルギーと仮定して計算。水稲の計算値を他作物に適用。		
肥 料 費	化学肥料、土壌改良剤等。自給肥料は原材料、労力から費用を計算。エネルギー算出は製品重量より換算。自給肥料は成分値から化学肥料単肥に換算。	化学肥料	30
農 薬 費	殺虫剤、殺菌剤、除草剤等。エネルギー算出は購入額を生産額に補正して換算。	その他の化学薬品	39
光 熱 動力 費	重油、軽油、灯油、ガソリン、モビル油、電気等。購入額から使用数量を算出し、石油類 9400 Kcal/ℓ、電気 2000 Kcal/KWH を適用。施設調査は別途計算。	畜産栽培・ハウス栽培	154 251
その他の諸材料費	ビニルフィルム、結束用紐、箱、わら、支柱等。購入額をそのまま適用。	合成樹脂、木、紙製品	36
土地改良および水利費	土地改良組合費、水利事業負担金、水利組合費、水利施設の入会費など。	農業サービス	16
賃借料および料金	共同防除負担金、農機具賃料、耕うん刈取委託料、ライスセンター使用料など。機械類の利用が多いので農機具のエネルギー量の 8.0 倍と推定した。	産業機械	20
建物および土地改良設備費	住居、倉庫、車庫および用水路、暗きょ排水、客土、堆肥室、支柱、稲架など。償却費および修繕費を作物別に振り分け。時価補正と償却別計算から平均値。	非住宅建築およびその他の建築	47
農 具 費	栽培用、収穫物調製用、運搬用の諸機械、かん排水ポンプ、駆動機など。減価償却費と維持修理費。主要機械の生産台数、金額から換算。	産業機械	25
園 芸 用 施設 費	ビニルハウス、ビニールトンネル、加温施設、かん水施設などの減価償却費と補正・維持修理費。ハウスは事例調査から資料量を推定。機械を加算、平均。	めっき鋼材、合成樹脂、産業機械	42
成 園 費	果樹などの永年作物が収益をあげる割合に達するまでの育成費用を成園の耐用年数で除して減価償却費とする。これを成園費とするが、便宜上成費に扱った。	その他の建設	30
労 働 費	作物による変動が大きいので、エネルギー計算には労働時間を基準として、時間当りの人間の消費エネルギーを摂取カロリーから換算した数値とした。		400 Kcal/時

アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳,
1980)(1980)西暦2000年の地球1, 社家の光
協会: 1~432

表Ⅱ-4-⑪ 各種作物の生産に投入されたエネルギー量

		生産物1kg当り								単位: Kcal			
費目	作物	米	小麦	ばれいしょ	かんしょ	きゅうり		とまと		はくさい	だいこん	りんご	もも
						露地	ハウス	露地	ハウス				
種	苗	22	29	15	10	6	11	9	9	2	5		
肥	料	365	360	73	81	191	204	219	144	76	62	124	188
農	薬 薬 剤	240	51	40	11	141	145	132	87	37	37	100	219
光	熱 動 力	518	442	46	45	97	2,718	129	2,139	39	43	154	237
そ の 他 の 諸 材 料		121	66	1	13	95	39	106	66	2	13	200	239
土 地 改 良 お よ び 水 利		79	1	—	—	1	2	2	3	1	5	3	15
賃 借 料 お よ び 料 金		145	119	12	2	—	1	12	—	1	3	146	63
建 物 お よ び 土 地 改 良 設 備		222	124	8	10	48	30	289	17	4	5	63	51
農 機 具		770	395	45	45	74	101	94	95	22	48	128	175
関 共 施 設						37	1,118	13	984	1	3	5	13
成 関												117	220
合 計	(A)	2,482	1,587	240	217	690	4,369	1,005	3,544	185	224	1,040	1,420
参 考	食品としての栄養カロリー	3,370	3,280	770	1,200	90	90	300	330	150	250	450	370
	エネルギー利用率 (B)/(A)	1.36	2.07	3.21	5.53	0.13	0.02	0.33	0.09	0.81	1.12	0.43	0.26

表Ⅱ-4-⑫ 農産物生産の投入エネルギー量 (1973年度)

作物名	生産物1kg当り投入エネルギー			生産総量への投入エネルギー			
	直接投入 Kcal	間接投入 Kcal	計 Kcal	生産量 ×10 ⁴ t	直接投入 ×10 ⁶ Kcal	間接投入 ×10 ⁶ Kcal	計 ×10 ⁶ Kcal
稲	518	1,964	2,482	12,292	6,367,256	24,141,488	30,508,744
小麦	442	1,145	1,587	232	102,544	265,640	368,184
裸麦	382	1,335	1,717	51	19,482	68,085	87,567
六条大麦	276	651	927	37	10,212	24,087	34,299
ビール麦	364	1,000	1,364	145	52,780	145,000	197,780
その他麦計	354	1,018	1,372	233	82,474	237,172	319,640
そば ⁽¹⁾	545	1,653	2,198	28	15,260	46,284	61,544
とうもろこし ⁽²⁾	518	1,964	2,482	13	6,734	25,532	32,266
雑穀計	536	1,752	2,282	41	21,994	71,816	93,820
さつまいも	45	172	217	1,435	64,575	246,820	311,395
ばれいしょ	46	194	240	2,942	135,332	570,748	706,080
いも類小計	46	187	233	4,377	199,907	817,568	1,017,475
だいず	436	1,645	2,081	133	57,988	218,785	276,733
あづき	545	1,653	2,198	129	70,305	213,237	283,542
らっかせい	529	1,592	2,121	91	48,139	144,872	193,011
いんげんまめ	557	2,161	2,718	72	40,104	155,592	195,696
豆類計	510	1,724	2,234	425	216,536	732,486	949,022
合計	397	1,492	1,890	17,600	6,990,711	26,266,170	33,256,881

注) (1) そば …………… あづきと同等とみなした。
 (2) とうもろこし …… 米と同等とみなした。

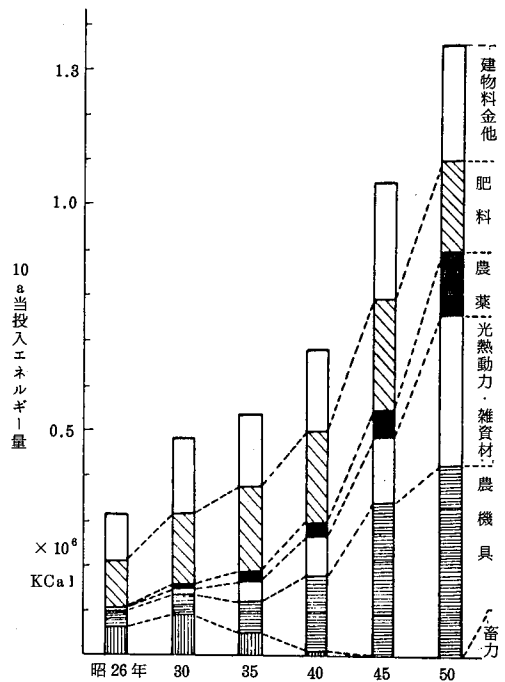
表Ⅱ-4-⑬ 水稻生産費の価格変動
(昭49を100とした指数)

費 目	昭26	30	35	40	45	49	50
種 苗	15.3	19.7	20.0	28.3	54.1	100	113.9
肥 料	59.5	60.3	51.6	53.8	56.0	100	115.7
農 薬	128.3	100.5	79.4	78.5	74.7	100	113.5
光 熱 動 力	42.4	44.4	43.7	50.2	53.7	100	107.3
そ の 他 の 原 材 料	49.5	52.9	46.5	49.2	50.6	100	94.7
土 地 改 良 お よ び 水 利	40.7	43.0	43.6	50.4	58.4	100	105.9
賃 借 料 お よ び 料 金	16.8	21.2	22.8	35.5	53.2	100	117.9
建 物 お よ び 諸 設 備	18.9	24.7	29.5	39.7	54.6	100	95.2
農 機 具	40.5	51.8	58.5	60.0	65.9	100	106.3
畜 力	26.8	23.8	32.0	44.2	59.4	100	119.3

※ 農業生産資料総合を適用

表Ⅱ-4-⑭ 主として省力のために投入されたエネルギー量

		×10 ⁸ Kcal/10a					
年度 費目	26	30	35	40	45	50	
農 業	2	10	24	32	59	141	
光熱・動力等	10	21	44	83	147	331	
賃借料・料金	21	33	40	49	56	74	
農 機 具	34	47	69	166	338	425	
畜 力	65	90	51	12	2	—	
合 計	132	201	228	342	602	971	



図Ⅱ-4-⑫ 水稻生産に投入されたエネルギー量(10a当)の年次変化

表Ⅱ-4-⑮ 労働節減1時間当りに相当する投入エネルギー量

項 目	年 度	26	30	35	40	45	50
労働時間 時/10a		204.5	191.8	170.9	139.8	117.9	81.4
同上, 対前年減分			12.7	20.9	31.1	21.9	35.5
エネルギー対前年増分	×10 ⁸ Kcal/10a		69	27	114	260	369
エネルギー増分/労働減分	×10 ⁸ Kcal/時間		5.4	1.3	3.7	11.9	10.1

表Ⅱ-4-⑯ 1974年と2000年の労働、動力運転時間の比較

時/10a

	労働時間			動力運転時間		
	A _{1974年}	B _{2000年}	差(A-B)	A _{1974年}	B _{2000年}	差(A-B)
水 稲	87	45	42	17	19	-2
コ ム ギ	29	22	7	10	10	0
飼 料 用 実 ム ギ	54	18	36	11	8	3
青刈トウモロコシ	52	18	34	10	8	2
ソ ル ガ ム	56	19	37	13	9	4
ダ イ ズ	51	27	24	4	8	-4
サ ツ マ イ モ	81	50	31	9	16	-7
パ レ イ シ ャ	19	12	7	5	5	0

表Ⅱ-4-⑰ 1974年と2000年における農産物の国内生産量と生産に投入されたエネルギー量の推定

品 目	1974 年			2000 年		
	生産量	Kg当投入エネルギー量	投入エネルギー量	生産量	Kg当投入エネルギー量	投入エネルギー量
	10 ³ t	Kcal	10 ³ Kcal	10 ³ t	Kcal	10 ³ Kcal
水 稲	12,292	2,482	30,509	13,200	3,000	39,600
小 麦	232	1,587	368	3,100	1,500	4,650
そ の 他 麦	233	1,372	320	3,200	2,000	6,400
雑 穀	41	2,288	94	3,500	2,800	9,800
い も 類	4,377	233	1,018	8,700	270	2,349
豆 類	425	2,234	949	840	2,700	2,268
野 菜	14,549	852	12,400	23,000	1,000	23,000
青 刈 作 物	4,554	83	377	33,500	110	3,685
牧 草	25,236	121	3,047	26,500	160	4,240
果 実	5,613	984	5,519	9,000	1,300	11,700
合 計	67,552	808	54,601	124,540	865	107,692

(3) 石油及び石油製品の使用実態

表Ⅱ－４－⑱ 農林水産業に対する油種別販売量の推移

(単位：千ℓ，％)

	油 種	昭和40年度		昭和45年度		昭和46年度		昭和47年度		昭和48年度	
		販売量	割 合	販売量	割 合	販売量	割 合	販売量	割 合	販売量	割 合
消費者向け販売数量	灯 油	5,236	100.0	15,835	100.0	16,242	100.0	18,117	100.0	21,930	100.0
	軽 油	5,583	100.0	12,003	100.0	12,809	100.0	14,781	100.0	16,759	100.0
	重 油	48,263	100.0	109,626	100.0	113,560	100.0	118,567	100.0	130,313	100.0
	(うちA重油)	5,206	100.0	11,096	100.0	13,302	100.0	16,241	100.0	19,306	100.0
	合 計	59,082	100.0	137,464	100.0	142,611	100.0	151,465	100.0	169,002	100.0
農業・林業・狩猟業 ㉔	灯 油	528	10.1	1,161	7.3	1,142	7.0	1,273	7.0	1,447	6.6
	軽 油	197	3.5	378	3.1	449	3.5	451	3.1	488	2.9
	重 油	358	0.7	812	0.7	1,012	0.9	908	0.8	973	0.7
	(うちA重油)	298	5.7	603	5.4	753	5.7	686	4.2	743	3.8
	合 計	1,083	1.8	2,351	1.7	2,603	1.8	2,632	1.7	2,908	1.7
漁業・水産養殖業 ㉕	灯 油	45	0.9	83	0.5	69	0.4	50	0.3	54	0.2
	軽 油	38	0.7	63	0.5	96	0.7	131	0.9	150	0.9
	重 油	2,229	4.6	4,074	3.7	4,967	4.4	5,001	4.2	4,984	3.8
	(うちA重油)	2,113	40.6	3,851	34.7	4,752	35.7	4,810	29.6	4,774	24.7
	合 計	2,312	3.9	4,220	3.1	5,132	3.6	5,182	3.4	5,188	3.1
農林水産業計 ㉔+㉕	灯 油	573	10.9	1,244	7.9	1,211	7.5	1,323	7.3	1,501	6.8
	軽 油	235	4.2	441	3.7	545	4.3	582	3.9	638	3.8
	重 油	2,587	5.4	4,886	4.5	5,979	5.3	5,909	5.0	5,957	4.6
	(うちA重油)	2,411	46.3	4,454	40.1	5,505	41.4	5,496	33.8	5,517	28.6
	合 計	3,395	5.7	6,571	4.8	7,735	5.4	7,814	5.2	8,096	4.8

	油 種	昭和49年度		昭和50年度		昭和51年度		昭和52年度		昭和53年度	
		販売量	割 合	販売量	割 合	販売量	割 合	販売量	割 合	販売量	割 合
消費者向け販売数量	灯 油	21,394	100.0	21,673	100.0	24,830	100.0	24,011	100.0	25,517	100.0
	軽 油	15,806	100.0	16,000	100.0	16,948	100.0	18,142	100.0	20,098	100.0
	重 油	118,851	100.0	112,140	100.0	118,035	100.0	118,324	100.0	117,981	100.0
	(うちA重油)	19,643	100.0	18,996	100.0	20,361	100.0	20,557	100.0	22,348	100.0
	合 計	156,051	100.0	149,813	100.0	159,813	100.0	160,477	100.0	163,596	100.0
農業・林業・狩猟業 ㉔	灯 油	1,226	5.7	1,298	6.0	1,380	5.6	1,414	5.9	1,575	6.2
	軽 油	474	3.0	499	3.1	550	3.2	668	3.7	795	4.0
	重 油	1,065	0.9	1,145	1.0	1,511	1.3	1,511	1.3	1,550	1.3
	(うちA重油)	748	3.8	823	4.3	1,124	5.5	1,109	5.4	1,177	5.3
	合 計	2,765	1.8	2,942	2.0	3,441	2.2	3,593	2.2	3,920	2.4
漁業・水産養殖業 ㉕	灯 油	51	0.2	39	0.2	38	0.2	46	0.2	57	0.2
	軽 油	143	0.9	108	0.7	132	0.8	168	0.9	296	1.5
	重 油	5,206	4.4	5,699	5.1	6,019	5.1	6,500	5.5	5,917	5.0
	(うちA重油)	4,923	25.1	5,444	28.7	5,760	28.3	6,240	30.4	5,722	25.6
	合 計	5,400	3.5	5,846	3.9	6,189	3.9	6,714	4.2	6,270	3.8
農林水産業計 ㉔+㉕	灯 油	1,277	6.0	1,337	6.2	1,418	5.7	1,460	6.1	1,632	6.4
	軽 油	617	3.9	607	3.8	682	4.0	836	4.6	1,091	5.4
	重 油	6,271	5.3	6,844	6.1	7,530	6.4	8,011	6.8	7,467	6.3
	(うちA重油)	5,671	28.9	6,267	33.0	6,884	33.8	7,349	35.7	6,899	30.9
	合 計	8,165	5.2	8,788	5.9	9,530	6.0	10,307	6.4	10,190	6.2

(資料) 通産省「石油統計年報」「省エネルギー統計年報」

農林水産省大臣官房技術審議官室（1980）エネルギーに係る各種関連資料，明日の農業技術，協地球社：210～227

表Ⅱ-4-⑬ 農家購入石油製品価格の推移

(単位:円/リ)

年 月	ガソリン	灯 油	軽 油	A 重 油
50年度	105	36	60	39
51年度	114	40	66	41
52年度	116	40	67	41
53年度	98	37	61	39
54年1月	94	35	59	38
2月	94	35	59	38
3月	96	35	59	38
4月	106	36	62	39
5月	109	36	64	40
6月	126	47	76	46
7月	129	51	80	49
8月	135	55	85	55
9月	137	57	87	57
10月	139	60	89	59
11月	139	60	90	60
12月	146	61	88	69

(資料) 農作物調査会統計

農林水産省大臣官房技術審議官室 (1980) エネルギーに係る各種関連資料, 明日の農業技術, 朝地球社: 210~227

表Ⅱ-4-⑭ 経営費に占める光熱動力費 (材料費, 油費) の割合

(52年度)

	経 営 費 ①	光熱動力費 ②	③ / ①
	千円	千円	%
農 家 平 均	1,158.6	38.9	3.4
種 作 単 一	715.5	25.2	3.5
施設野菜単一	3,577.0	680.1	19.0
露地野菜単一	1,640.1	37.3	2.3
酪 農 単 一	7,307.5	152.5	2.1
養 蚕 単 一	799.9	19.5	2.4
林 家 平 均	647.6	31.2	4.8
漁 家 平 均	1,874.0	249.7	13.3
小型底びき網 (3~5トン)	2,626.5	603.2	23.0
底びき網を 除く網 (〆)	4,666.9	468.1	10.0
つり・はえなわ (〆)	2,778.2	477.3	17.2

(資料) 「農家経済調査(52年度)」, 「林家経済調査(52年度)」, 「漁業経済調査(52年度)」

(注) 光熱動力費は, 林家については材料費, 漁家については油費である。

石堀俊夫 (1980) 最近のエネルギー情勢に関する資料, 施設園芸における省エネルギー対策技術検討会資料, 農林水産技術会議事務局, 野菜試験場: 3~11

(4) 農林水産業の省エネルギー技術

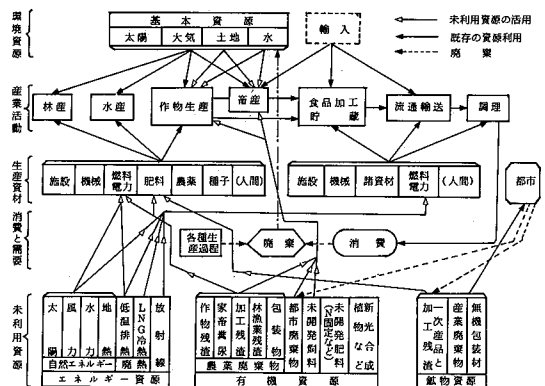
省エネルギー技術は, 無駄なエネルギー投入を省くエネルギー節約, 既存の機械やその作業体系を改めて, エネルギー効率の高いシステムに変えるエネルギー有効利用, 自然エネルギーや農業廃棄物など, 農業内の有機資源によって石油に代えるエネルギー代替の3つの柱がある。

① エネルギー節約

節約はエネルギーの無駄な投入を省くことである。たとえば農業機械では, エンジンの調整が悪かったり, 点火栓が汚れていたりして, 20~30%馬力損失がある場合もまれではない。このような場合, 手入れをすれば無駄が省ける。また肥料も実際やっている半分くらいしか有効に使われず流亡, 分解しているともいわれ, またそもそもの投入量が適正が疑問のある場合も少なくないと思われる。節約のためには, まず何が必要で, 何が無駄かの分析が必要である。

② エネルギー有効利用

有効利用とは現在のシステムを変えて, エネルギーのより完全な利用をはかることであって, いろいろのレベルの問題がある。たとえば, 機械, 施設関係为例にとっても, ①個々の機械施設, ②作業体系, ③栽培体系, ④個別経営, ⑤農協, 個人グループ等の共同利用体や農業機械銀行, ⑥地域農業, ⑦全農業システムなど各システムレベルでエネルギー有効利用の方策がはかられる。有効利用技術を確立するためにも, システムのエネルギー分析と損失等の問題点の摘出が必要である。

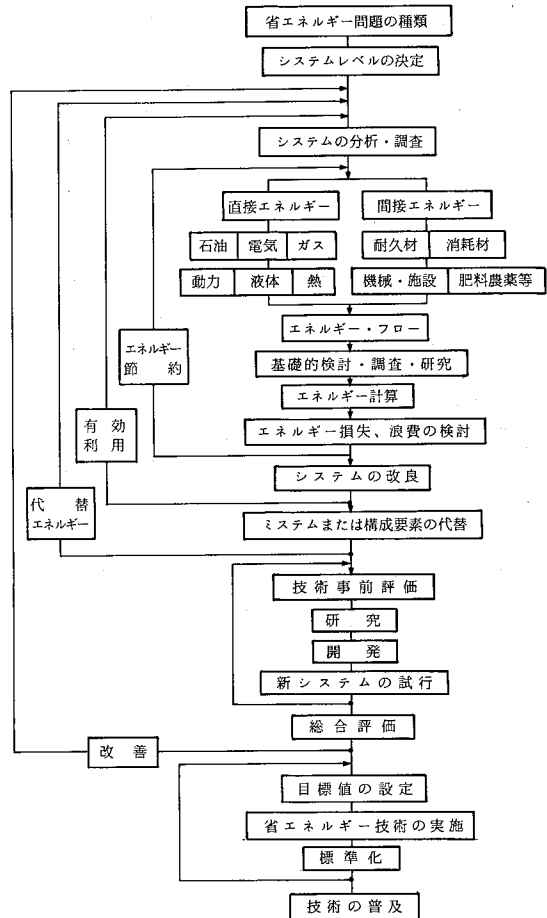


図Ⅱ-4-⑬ 食糧システムにおける資材, エネルギーのフローと代替の可能性

③ 代替エネルギー

自然エネルギーや農業廃棄物や廃熱、さらに植物から抽出、加工された燃料などによって現在使用されている石油エネルギーに代替することが考えられる。図Ⅱ-4-⑭は基本資源と各種生産資材の投入を前提とした食糧システムの概念図において、未利用の資源、エネルギーによる代替の可能性を示したものである。これらの中には太陽熱、風力、水力、地熱のような自然エネルギーや廃熱、放射線などによる直接エネルギーの代替、作物残渣や家畜ふん尿のような農業廃棄物、生物的チッ素固定や新しい飼料源の開発などを適じての間接エネルギーの代替などが含まれる。

これらの省エネルギー技術は、各種の生物学的、化学的、工学的方法に基づくものである。また節約、有効利用、代替はそれぞれ独立の柱ではなく、図Ⅱ-4-⑭のごとく、省エネルギー技術の研究、開発、実施のプロセスの中で、互いに重なり合ったループを形成している。したがって、たとえば代替といっても、システムの要素が変わるわけであるから、新しいシステムの有効利用を再検討し、また改めてその無駄を探さなければならぬことになる。



図Ⅱ-4-⑭ 農業における省エネルギーのプロセス

表Ⅱ-4-⑳ 代替技術によるエネルギー節約
(US科学アカデミー、(内嶋訳))

現行技術 (kcal/ha)	代替技術 (kcal/ha)	エネルギー節約量 kcal/ha
N-125.6kg, P ₂ O ₅ -34.8kg K ₂ O-67.3kgを機械撒布 (3.59 × 10 ⁶)	厩肥 24.7トン/haを機械撒布 (0.98 × 10 ⁶)	2.60 × 10 ⁶
N-149.2kgを機械撒布 (3.79 × 10 ⁶)	緑肥(ベッチ)を栽培して鋤込む (0.22 × 10 ⁶)	3.57 × 10 ⁶
農薬を機械撒布 (4.45 × 10 ⁴)	農薬を手廻し機で撒布 (7.41 × 10 ³)	4.37 × 10 ⁴
除草剤 4.5kgを機械撒布 (19.82 × 10 ⁴)	機械中耕で除草 (17.90 × 10 ³)	1.92 × 10 ⁴

表Ⅱ-4-② 農林水産省エネルギー対策関連経費

(単位: 百万円)

項 目	54 年度	55 年度	増減 額	説 明
1. 農林水産業エネルギー対策	0	219	219	農林水産業におけるエネルギー基本 対策の検討及び省エネルギー技術の実 用化の促進
2. 施設野菜省エネルギーモデル 団地設置事業	1,000	1,000	0	施設内における温度、湿度等の自動 制御、未利用資源の活用等による省エ ネルギーの推進
3. 高能率施設花き振興特別対 策事業	96	104	8	施設内における温度、湿度等の自動 制御、未利用資源の活用等による省エ ネルギーの推進
4. 省資源養殖パイロット事業	300	300	0	加温養殖における太陽熱利用による 省エネルギーの推進
5. 農林水産業における自然エ ネルギーの効率的利用技術に 関する総合研究(グリーンエ ナジー計画)	879	964	85	植物自体の生産能力の向上と自然エ ネルギーの積極的利用を基盤とした革 新的技術の開発
6. 生物資源の効率的利用技術 の開発に関する調査研究 (バイオマス変換計画)	0	5	5	生物体のエネルギー的利用を含む効 率的利用技術の開発に関する調査研究
7. 木質系エネルギー活用促進 調査事業	0	26	26	廃材等木質系エネルギーの活用促進 を目途とした基礎調査及びシステム設 計
8. 農業用地下水調査・新技術 開発調査(地熱水利用)	0	15	15	農業用としての地熱水開発に関する 技術手法の確立のための調査
9. 液化天然ガス冷熱利用推進 調査	6	6	0	LNG冷熱の食品産業への有効利用 を図るための基礎調査
10. 農業改良資金 うち省エネルギー技術の導入 に必要な資金	0	(貸付枠) 2,000	2,000	太陽熱や農業副産物燃焼熱を利用し た施設園芸の暖房や穀類等の乾燥等、 省エネルギー技術の導入に際しての無 利子資金の貸付け
11. 沿岸漁業改善資金 うち省エネルギー技術の導入 に必要な資金	0	(貸付枠) 128	128	低燃費機関の漁船への導入に際して の無利子資金の貸付け

石堀俊夫(1980)最近のエネルギー情勢に関する資料,施設園芸における省エネルギー対策技術検討会
資料,農林水産技術会議事務局,野菜試験場:3~11

Ⅲ 主要な生物資源の特性

1. 新資源の特性

(1) 耕草地系

① 耕草地系バイオマスの概要

表Ⅲ-1-① 植物バイオマスの
エネルギー含有量

	Plant Part	Percent H ₂ O	Btu/lb	kcal/kg
Sugarcane (<i>Saccharum officinarum</i>)	Bagasse	12	7,281	3,860
Sugarcane (<i>Saccharum officinarum</i>)	Bagasse	52	4,000	2,220
Bamboo (<i>Phyllostachys</i> spp.)	Cane	10.5	7,398	3,925
Buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	Hulls	10	7,594	4,030
Chamise (<i>Adenostoma fasciculatum</i>)	Leaves	0	9,750	5,160
Chamise (<i>Adenostoma fasciculatum</i>)	Stems	0	9,450	5,015
Coconut (<i>Cocos nucifera</i>)	Shells	13	7,560	4,010
Beech (<i>Fagus</i> sp.)	Wood	13	7,506	3,990
Birch (<i>Betula</i> sp.)	Wood	12	7,578	4,015
Oak (<i>Quercus</i> sp.)	Wood	13	7,182	3,810
Oak (<i>Quercus</i> sp.)	Bark	7	8,139	4,310
Oak (<i>Quercus</i> sp.)	Bark	0	8,370	4,450
Pine (<i>Pinus</i> sp.)	Wood	12	7,956	4,230
Pine (<i>Pinus</i> sp.)	Bark	0	9,030	4,790
Fir (<i>Abies</i> sp.)	Bark	0	8,810	4,675
Spruce (<i>Picea</i> sp.)	Bark	0	8,740	4,640
Redwood (<i>Sequoia sempervirens</i>)	Bark	0	8,350	4,425
Oilseed crop	Seed	-	9,000	4,775

(出典) Energy for Rural
Development

表Ⅲ-1-② 開発途上国の微生物
物変換用原料のタ
イプ

Ethanol	Acetone-Butanol	Butanol-Isopropanol	Acetone-Ethanol
Molasses	Molasses	Molasses	Molasses
Sulfite Liquors	Sulfite Liquors	Sugar Cane	Potatoes
Cellulose Pulp	Corn Cobs	Raw Sugar	Corn
Pineapple Juice	Wood Sugars	Wood Sugars	Peanut Hulls
Potatoes and Potato Products	Cassava	Sulfite Liquors	Oat Hulls
Citrus Waste		Starchy Products	Corn Cobs
Sweet Potato			Wood Sugars
Minioca Meal			

(出典) Energy for Rural
Development

表Ⅲ-1-③ 植物タイプ別最適
生育の一般環境条
件

General Environmental Conditions	Favored plant type
High light intensity and high day and night temperatures	C ₄
Low (25°C) day temperatures	C ₃
High to medium light intensity low night temperature (20°C)	CAM
High light intensity and temperature, low fertility	C ₄
Low and/or sporadic rainfall	CAM
Low annual rainfall, but seasonal high light, high temperature	C ₄

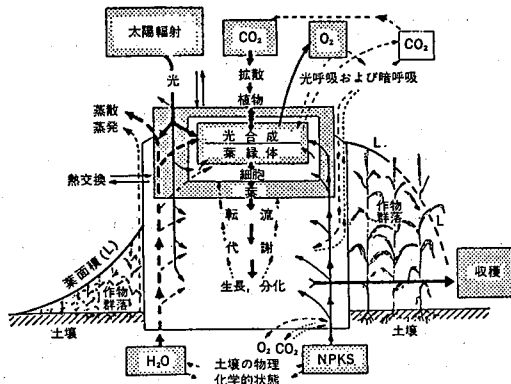
(出典) Energy for Rural
Development

表Ⅲ-1-④ 植物の生産力

	現在の 生産力 ton/ha	太陽エネルギー 固定率 %	将来の 生産力 ton/ha
ゴム	2.2	0.2	4.5~9
サトウキビ	25(砂糖)	1.2	-
"	10(エタノール)	-	30(発酵物)
"	6(エチレン)	-	-
大型海藻	9(炭化水素)	~2.0	90

M. Calvin American Scientist., 64 (1976)

生物による太陽エネルギー変換



図Ⅲ-1-① 穀物の生長に関する諸過程とその相互作用

表Ⅲ-1-⑤ 自然に生育している種々の植物の総光合成量と暗呼吸による損失

植 物	“総”光合成に対する全暗呼吸の割合(%)	文 献 ^d
ムラサキウマゴヤシ (アルファルファ)	33—49	Thomas and Hill (1949)
“	70	King and Evans (1967)
トウモロコシ	16—29 ^b	E. Lemon (1969)
“	22, 33 ^a	G. Heichel (1971b)
コ ム ギ	48	King and Evans (1967)
“	27 ^b	E. Lemon (1969)
イ ネ	52, 71 ^a	Tanaka <i>et al.</i> (1966)
ソ ラ マ メ	26, 160 ^a	Monteith (1962)
さまざまな陸上の群落	40—70	Westlake (1963)
熱帯雨林	66	E. Lemon <i>et al.</i> (1970)
“ (アフリカ)	75	Stephens and Waggoner (1970)

- a “総”光合成を純光合成と日中の暗呼吸との和と仮定し、光呼吸による消費量は無視した。
b 上部葉のみの値。
c 2つの値は生育期間内で異なる時期に測定された値を示す。ソラマメの後者の数値はすでにさやが形成された後の測定値であり、消費量は光合成量よりも大きかった。トウモロコシの実験は生育箱内で行なった。
d 出典は文献リストには記載されていない。

表Ⅲ-1-⑥ 生育地における種々の植物の最大生長速度

植 物	最大生長速度 (g乾燥重量/ m ² 生育面積・ 日) ^a	生 育 地	全太陽輻射エ ネルギーの平 均値 (カロリ ー/cm ² ・日)	文 献 ^a
チカランバの仲間 (<i>Pennisetum typhoides</i>)	54	オーストラリア	510	Begg (1965)
モロコシ	51	米 国	600 ^b	R. S. Loomis and Williams (1963)
トウモロコシ	51	“	600 ^b	R. S. Loomis and Williams (1963)
“	52, 33 ^a	日 本		Togari <i>et al.</i> (1969b)
“	42	イスラエル	600 ^b	Westlake (1963); Monteith (1965)
サトウキビ	42	ハ ワ イ	400	Monteith (1965)
イ ネ	29	フィリピン	270	Chandler (1969b)
“	36, 29 ^a	日 本		Togari <i>et al.</i> (1969b)
テンサイ	28, 23 ^a	“		Togari <i>et al.</i> (1969b)
“	31	米 国	600 ^b	R. S. Loomis and Williams (1963)
“	32	英 国	265	Monteith (1965)
タウンズビルアルファルファ (<i>Stylosanthes humilis</i>)	28	オーストラリア		Begg and Jarvis (1968)
ダイズ	18, 17 ^a	日 本		Togari <i>et al.</i> (1969b)
種々の穀物	20	オランダ		de Wit (1968)
さまざまな極相林	5—17	英国, 西インド諸島, アフリカ		Westlake (1963)
藻 類	30 ^d	日 本		Tamiya (1957)

- a 大部分の研究者は植物の地上部分の生長速度だけを考慮している。 b 推定値。
c それぞれ 1967 年と 1968 年に 16
の異なる産地で得られた値中の最大速度。 d CO₂を補給した時の結果と思われる。
e 出典は文献表には記載されていない。

表Ⅲ-1-⑦ C₃ 植物とC₄ 植物の特徴比較

特 性	C ₃ 植 物	C ₄ 植 物
1. CO ₂ 固定系	カルビン回路 (光合成の初期産物として炭素の分子三つを持った化合物)	シカルボン回路 (初期産物として炭素の分子四つを持った化合物を作る)
2. 光合成能力	15~40 時 (CO ₂ 時/100cm ² /h)	35~80 時 (CO ₂ 時/100cm ² /h)
3. CO ₂ 補償点、飽和濃度	21~150 ppm (高濃度)	0~15 ppm (低濃度)
4. 光呼吸	あり	ほとんどなし
5. 低O ₂ 濃度における光合成促進	あり	なし
6. 葉組織の構造	維管束鞘は小型、葉緑体を含み、葉肉は分散型	維管束鞘は大型、葉緑体を含む、葉肉は密集型
7. 光合成の光飽和	あり	なし
8. 光合成の適温	低~高 (18~23℃)	高 (28~33℃)
9. 生育の適温	低~高 (15~22℃)	高 (25~35℃)
10. 生育の下限温度	低 (5℃)	高 (10℃)
11. 貯蔵炭水化物	フラクトサン	非フラクトサン (でんぷん、しよ糖)
12. 要水量	多 (628 g/g DM 10 種平均)	少 (301 g/g DM 29 種平均)
13. 日長反応	長日	中性~長、短日もある
14. 寒地型、暖地型	寒地型	暖地型
15. 草種 (例として)	稲、麦、オーチャードグラス、イネ、アリアンライグラス、チモシー等	サトウキビ、トウモロコシ、ローズグラス、ダリメグラス等

表Ⅲ-1-⑧ わが国の輸入植物量とエネルギー量

輸 入 植 物	数 量 × 10 ³ (t)	エネルギー生産量 × 10 ¹⁰ kcal
トウモロコシ	7,470	2,726.6
麦	7,832	2,709.9
ソ ル ガ ム	3,794	1,384.8
豆 類	3,532	1,384.5
棉などセンイ類	800	324.6
ルーサンなど	876	157.7
砂 糖	2,546	972.6
木 材	62,190 × 10 ³ (m ³)	13,289.0
合 計		22,949.7

注) 1975年「農林統計」より推定。

表Ⅲ-1-⑨ エネルギー作物からのエネルギー生産量試算

エネルギー源	作付面積 (ha)	収穫可能量 (万 t)	エネルギー変換法	エネルギー生産量 (10 ¹⁰ kcal)	備 考
ホルトノク	100	8,000 (生産量 80 t/ha)	直接燃焼	500	5 × 10 ⁷ kcal/ha
ヒマワリ	50	52 (油成分 0.52 t/ha)	*	(1) 52 (2) 作付なし	5.2 × 10 ⁷ kcal/ha
いも類	(1) 50 (2) 100	1,500 (30 t/ha) 1,500 (30 t/ha) 3,000 (60 t/ha)	糖加水分解 熱 分 解 *	(1) 165 (2) 330 90	3.3 × 10 ⁷ kcal/ha 3 × 10 ⁵ *
海藻 (マコシブ)	100	15,000 (生産量 150 t/ha) 3,750 (94 t/ha)	メタン発酵 熱 分 解	350 213	3.5 × 10 ⁷ kcal/ha 5.7 × 10 ⁷ kcal/t
合 計				(1) 1,325 (2) 1,483	

財電力中央研究所生物環境技術研究所 (1980) バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究: 1 ~ 30

表Ⅲ-1-⑩ わが国で有望視されるエネルギー作物

生態系	エ ネ ル ギ ー 作 物 名
陸 地	とうもろこし、各種雑草 (ユーホルビア等)、ナタネ、クナフ (ボンベイ麻)、さとうだいこん、さとうきび、ひまわり、ソルガム、イモ類
生 林 地	はんのき、はこやなぎ、ユーカリ、ポプラ、すずかけのき
淡 水 域	藻類 (プランクトンなど)、ウォーターヒヤシンス

表Ⅲ-1-⑪ 食用作物の発熱量

作 物 名	エ ネ ル ギ ー 量 kcal/kg	作 物 名	エ ネ ル ギ ー 量 kcal/kg
穀 類		果 実 類	
水 稻	3,600 *	カシューナッツ	6,100
モロコシ類	3,430	バナナ	670
ミレット類	3,320~3,480	マンゴー	400
トウモロコシ	3,560	アボカド	1,100
小 麦	3,320~3,340	パイナップル	300
大 麦	3,320	甘 橘	320
塊根・塊茎類		レモン・ライム	250 & 160
キャッサバ	1,090	野菜類	
甘 藷	970	ニンニク	840
馬 鈴 薯	700	トマト	190
豆 類		イチゴ	350
Chick-peas	3,580	糖作物類	
落 花 生	5,460 *	サトウキビ	3,870
雑 豆 (乾燥)	3,400~3,650	Beverage類	
Lentils	3,460	ココア豆	3,510
油料作物			
ココナット	8,840 *		
コ ブ ラ	8,840 *		
パームオイル	8,840 *		
パーム核	8,840 *		
ゴ ム	5,740		
ヒマワリタネ	8,840 *		
綿 実	2,370		
ソ ラ 豆	3,350		

出典: The Merck Index 17th Ed. 1960.

* FAO (1967) Agricultural Commodities-projections for 1975 and 1983, vol. I.

表Ⅲ-1-⑫ わが国の農産物および地上部残査量とエネルギー量

農産物の種類	収 穫 量 × 10 ⁴ t	エネルギー生産量 × 10 ⁷ kcal	地上部残査 廃棄物量 × 10 ⁴ t	エネルギー生産量 × 10 ⁷ kcal
米	1,336.5	4,602,900	2,004.8	6,916,560
麦 類	46.2	159,660	69.3	140,679
い も 類	467.9	421,300	467.9	140,370
だ い ず	12.6	49,200	18.9	42,903
テンサイ	322.8	680,000	32.8	96,840
野 菜 類	14,554.1	514,500	8,150.3	2,445,090
果 実 類	660.6	284,100	990.9	336,906
牧 草	2,536.8	1,420,200	50.7	28,392
飼 料 作 物	572.4	1,007,800	114.5	50,380
根 菜 類	61.9	18,500	12.4	3,720
合 計		9,158,230		10,201,843

注) 1975年「農林統計」より推定。

表Ⅲ-1-⑬ 選択したバイオマス生産に適する作物
の乾物収量

品 種	地 域	収量 t/ha 年
1 年 生		
ヒ マ ワ リ	ロ シ ア	33.8
飼 料 用 ソ ル ガ ム	ブ エ ル ト リ コ	76.5
〃 (かんがい)	ニ ュ ー メ キ シ コ	17.5~25.0
〃 (〃)	カ ン サ ス	30.0
ス イ ー ト ソ ル ガ ム	ミ シ シ ッ ピ ー	18.8~22.5
ト ウ モ ロ コ シ	ノ ー ス カ ロ ラ イ ナ	18.8
サイレージ用トウモロコシ	ジョ ー ジ ィ ヤ	15.0~17.5
ケ ナ フ	フ ロ リ ダ	50.0
ハイブリッドトウモロコシ	ミ シ シ ッ ピ ー	15.0
ケ ナ フ	ジョ ー ジ ィ ヤ	20.0
多 年 生		
ホ テ イ ア オ イ	フ ロ リ ダ	40.0
サ ト ウ キ ビ	ミ シ シ ッ ピ ー	50.0
〃 (州の平均)	フ ロ リ ダ	43.8
〃 (10年平均)	ハ ワ イ	65.0
〃 (5年平均)	ル イ ジ ア ナ	31.3
〃 (〃)	ブ エ ル ト リ コ	38.3
〃 (6年平均)	ヒ リ ッ ピ ン	30.3
ス ー ダ ン グ ラ ス	ニ ュ ー メ キ シ コ	16.3
ア ル フ ァ ル フ ァ	〃	20.0
竹 (4年もの)	ア ラ バ マ	17.5
ツブラジイ(ブナ科)	日 本	20.8
ド ロ (ヤナギ科)	〃	13.8
ユ ー カ リ	カルフォルニア	60.3
〃	ス ペ イ ン	22.3
〃	エ チ オ ピ ア	53.5
〃	イ ン ド	44.0
そ の 他		
藻 類 (藻 水)	カルフォルニア	20.0~97.5
海 (1次生産)		15.0
熱 帯 雨 林 地 域		45.8

注) Lich & Inman(1975)より作成

表Ⅲ-1-⑭ 飼料別採食率

	飼 料 名	採 食 率 (平均)
濃 厚 飼 料	配 合 飼 料	99%
	大 麦	99
	大 豆 粕	100
	ト ウ モ ロ コ シ	99
	二 種 混 合	99
	ビ ー ト バ ル ブ	99
粗 飼 料	サ ツ マ イ モ 糠 粉 粕	95
	牧 乾 草	85
	野 乾 草	79
	稲 ワ ラ	75
	牧 草	94
	青 刈 ト ウ モ ロ コ シ	87
	〃 レ ー プ	94
	〃 レ ン ゲ	75
	〃 テ オ シ ン ト	98
	〃 エ ン バ ク	75
	〃 ソ ル ゴ ー	85
	〃 イ タ リ ア ン ラ イ グ ラ ス	96
	エ ン バ ク (混)	
	野 草	84
	サ ツ マ イ モ	99
	サ ツ マ イ モ ツ ル	94
	カ プ	94
	ト ウ モ ロ コ シ サ イ レ ー ジ	91
	牧 草 サ イ レ ー ジ	92
	エ ン バ ク サ イ レ ー ジ	96

出典：農業経営総合改善計画評価の手引

農林漁業金融公庫より作成(1978)。

財電力中央研究所生物環境技術研究所(1980)バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1～

表Ⅲ－１－⑮ イネ科飼料作物の発熱量

作 物	生 草		乾 草	
	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)
青刈アワ	271	86.6	1,753	13.5
〃 ヒエ	550	78.7	2,234	〃
〃 コムギ	728	72.6	2,299	〃
〃 オオムギ	644	76.8	1,819	〃
〃 ライムギ	420	79.3	1,357	〃
〃 トウモロコシ	448	82.8	2,253	〃
チモシー・グラス	529	83.5	3,189	〃
エンバク	569	83.0	2,993	〃
イタリアンライグラス	615	78.4	2,421	〃
ケンタッキーブルーグラス	864	68.4	2,346	〃
メドーフェスキュー	355	85.8	2,118	〃
オーチャード・グラス	505	82.3	2,467	〃
ペレニアルライグラス	689	73.3	2,232	〃
レッドトップグラス	795	66.7	2,069	〃
トール・オートグラス	599	81.4	2,787	〃

出典：本邦野菜飼料作物成分事典（市川親文 1954）

表Ⅲ－１－⑰ 飼料用穀類の発熱量

作 物 名	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)
ア ワ	3,137	13.5
フ ス マ	3,258	13.0
玄 米	3,471	13.6
裸 麦	3,402	13.0
ヒ エ	3,171	15.6
キ ビ	3,052	14.2
小 麦	3,424	12.5
米 ス カ	2,962	10.2
モ ミ	2,993	14.4
大 麦	3,282	13.1
ラ イ 麦	3,329	13.2
トウモロコシ	3,603	13.1

出典：同 上

表Ⅲ－１－⑯ マメ科飼料作物の発熱量

作 物	生 草		乾 草	
	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)
ル ビ ン	682	79.2	2,829	13.5
ベ ッ チ	248	86.1	1,965	〃
グ ン ゲ	329	88.2	2,405	〃
十 徳 草	529	82.4	1,959	〃
レッドクローバー	432	84.2	2,357	〃
ホワイトクローバー	454	83.1	2,328	〃
ナンキンマメ(茎葉)	441	82.6	2,272	〃
〃 (穀)			986	9.1
〃 (種子)			5,643	7.5
ナ タ マ メ	810	72.2	2,524	13.5
ル ー サ ン	459	80.2	1,802	〃
ル ー ビ ン	418	85.6	2,580	〃

出典：同 上

表Ⅲ－１－⑱ マメ科種子の発熱量

種 子	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)
グ イ ズ	4,119	11.3
エ ン ド ウ	3,256	13.1
ソ ラ マ メ	3,662	13.3
サ サ ゲ	3,109	7.0

出典：同 上

財電力中央研究所生物環境技術研究所(1980) バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1～30

表Ⅲ-1-⑬ おもな雑草とその特性

雑草名	科名	学名	発生期	土壌水湿適応性	生活型	繁殖様式	草丈	草型	2,4-D抵抗性
タビロコ	キク科	<i>Lapsana apogonoides</i> MAXIM.	冬生	湿生	一年生	種子	極小	中間	中
ジシバリ	"	<i>Ixeris stolonifera</i> A. GRAY	"	乾生	半地中	栄葉・種子	極大	直立	中
ノグシ	"	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	"	"	一年生	"	"	"	"
ヒメムカシヨモギ	"	<i>Erigeron canadensis</i> L.	"	湿生	"	"	"	"	"
ヒメジョオン	"	<i>Erigeron annuus</i> L.	"	乾生	"	"	"	"	"
アレチノギク	"	<i>Erigeron linifolius</i> WILLD.	"	乾生	"	"	"	"	"
ハオコグサ	"	<i>Gnaphalium affine</i> D. DON.	"	乾生	"	"	"	"	"
ノボロギク	"	<i>Senecio vulgaris</i> L.	夏生(早)	乾生	"	"	"	"	"
トキンソウ	"	<i>Centipeda minima</i> A. BRAUN et ASCHERS	夏生(晩)	乾生	"	"	"	"	"
タカサブロウ	"	<i>Eclipta prostrata</i> L.	"	乾生	"	"	"	"	"
アゼムシロ	キキウ科	<i>Lobelia chinensis</i> LOUR.	夏生(早)	乾生	半地中	栄葉・種子	小	直立	中
ヤエムグラ	アカネ科	<i>Galium spurium</i> L. var. <i>echinospermum</i> HAYEK	冬生	乾生	一年生	種子	大	中間	中
オオバコ	オオバコ科	<i>Plantago asiatica</i> L.	"	湿生	半地中	栄葉・種子	極小	直立	中
ムラサキサギゴケ	ゴマノハダ科	<i>Mazus Miquelii</i> MAKINO	"	乾生	一年生	種子	"	"	"
イヌノフグリ	"	<i>Veronica didyma</i> TENORE var. <i>lilacina</i> YAMAZAKI	"	乾生	"	"	"	"	"
アブノメ	"	<i>Dopatrium juncum</i> HAMILT.	夏生(晩)	水生	"	"	"	"	"
アゼナ	"	<i>Lindernia procumbens</i> PHILCOX	"	"	"	"	"	"	"
ホトケノザ	シソ科	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	冬生	乾生	"	"	"	"	"
キウリグサ	ムラサキ科	<i>Trigonotis peduncularis</i> BENTH.	"	"	"	"	"	"	"
ハナイバナ	"	<i>Bothriospermum tenellum</i> FISCH. et MEY.	"	"	"	"	"	"	"
ヒルガオ	ヒルガオ科	<i>Calystegia japonica</i> CROIST	夏生(早)	"	地中	栄葉・種子	大	つる	"
アブラハナ	アブラハナ科	<i>Ludwigia prostrata</i> ROXB.	夏生(晩)	湿生	一年生	種子	極小	直立	中
キカシグサ	ミソハギ科	<i>Rotala indica</i> KOENIG	"	水生	"	"	"	"	"
ミゾハコベ	ミソハコベ科	<i>Elatine triandra</i> SCHK.	"	"	"	"	"	"	"
ユノキグサ	トウダイグサ科	<i>Acalypha australis</i> L.	"	乾生	"	"	"	"	"
コンキョウ	エウホビア科	<i>Euphorbia supina</i> RAFIN.	"	"	"	"	"	"	"
カタバミ	カタバミ科	<i>Oxalis corniculata</i> L.	冬生	"	地表	栄葉・種子	極小	強中	"
スズメノエンドウ	マメ科	<i>Vicia hirsuta</i> S.F. GRAY	"	"	一年生	種子	小	中間	"
ヤハズソウ	"	<i>Kummerowia striata</i> SCHINDLER	夏生(晩)	"	"	"	"	"	"
スカシタゴボウ	アブノメ科	<i>Rorippa palustris</i> BESS.	冬生	湿生	一年生	種子	小	直立	中
タネツケバナ	"	<i>Cardamine flexuosa</i> WITH.	"	乾生	"	"	"	"	"
ナズナ	"	<i>Capsella Bursa-pastoris</i> MEDICUS	"	"	"	"	"	"	"
ミミナグサ	ナズナ科	<i>Cerastium caespitosum</i> GILIB. var. <i>lanthos</i> HARA	"	"	"	"	"	"	"
ハコベ	"	<i>Stellaria media</i> VILLARS	"	"	"	"	"	"	"
ミミナグサ	"	<i>Stellaria Alsine</i> GRIMM var. <i>undulata</i> OHWI	"	湿生	"	"	"	"	"
ツメクサ	スベリヒユ科	<i>Sagina japonica</i> OHWI	"	"	"	"	"	"	"
スベリヒユ	"	<i>Portulaca oleracea</i> L.	夏生(晩)	乾生	"	"	"	"	"
ザクソウ	"	<i>Mollugo stricta</i> L.	"	"	"	"	"	"	"
イヌビユ	ヒユ科	<i>Amaranthus ascendens</i> LOISEL.	"	"	"	"	"	"	"
アマガサ	アマガサ科	<i>Chenopodium album</i> L. var. <i>centrorubrum</i> MAKINO	夏生(早)	"	"	"	"	"	"
ギシギシ	ギシギシ科	<i>Rumex japonicus</i> HOUTT.	冬生	"	半地中	栄葉・種子	中	直立	中
ヤナギダマ	"	<i>Polygonum Hydropiper</i> L.	夏生(早)	"	一年生	種子	小	"	"
イヌダマ	"	<i>Polygonum Blumei</i> MEISN.	"	"	"	"	"	"	"
コナギ	ギズアオイ科	<i>Monochoria vaginalis</i> PRESL	夏生(晩)	水生	"	"	"	"	"
イボクサ	ユズクサ科	<i>Anelisema japonica</i> KUNTH.	"	湿生	"	"	"	"	"
ユズクサ	"	<i>Commelina communis</i> L.	"	乾生	"	"	"	"	"
ホシクサ	ホシクサ科	<i>Eriocaulon Sieboldianum</i> STEB. et Zucc.	"	水生	"	"	"	"	"
ウキクサ	ウキクサ科	<i>Spirodela polyrrhiza</i> SCHLEID.	"	水生	地中	栄葉・種子	中	直立	中
カラスビシャク	サトイモ科	<i>Pinellia ternata</i> BREIT.	夏生(早)	乾生	地中	栄葉・種子	中	直立	中
クロダイトイ	カワリグサ科	<i>Eleocharis Kuroguwai</i> OHWI	夏生(晩)	水生	湿地	栄葉・種子	極小	"	"
マツバ	"	<i>Eleocharis acicularis</i> ROEM. et SCHULT. var. <i>longiseta</i> SVENSON	"	"	"	"	"	"	"
チンワ	"	<i>Fimbristylis dichotoma</i> VAHL	"	湿生	一年生	種子	小	"	"
ヒゲリ	"	<i>Fimbristylis miliacea</i> VAHL	"	"	"	"	"	"	"
カワリグサ	"	<i>Cyperus microstria</i> STEUD.	"	"	"	"	"	"	"
コメギヤク	"	<i>Cyperus Iria</i> L.	"	水生	"	"	"	"	"
メギヤク	"	<i>Cyperus difformis</i> L.	"	"	"	"	"	"	"
カメシロ	イネ科	<i>Cyperus serotinus</i> ROTTS.	"	"	"	"	"	"	"
カメシロ	"	<i>Azygum tsukushiense</i> OHWI var. <i>transiens</i> OHWI	冬生	湿生	地中	"	"	"	"
カズノコグサ	"	<i>Beckmannia Syzigachne</i> FERNALD	"	"	一年生	種子	中	"	"
スズメノカタビラ	"	<i>Alopecurus aequalis</i> SOBOL. var. <i>amurensis</i> OHWI	"	"	"	"	"	"	"
コブナグサ	"	<i>Poa annua</i> L.	"	"	"	"	"	"	"
コブナグサ	"	<i>Arthraxon hispidus</i> MAKINO	夏生(晩)	"	"	"	"	"	"
タヌキハコ	"	<i>Echinochloa Crus-galli</i> BEAUV. var. <i>caudata</i> KITAGAWA	"	"	"	"	"	"	"
タヌキハコ	"	<i>Echinochloa Crus-galli</i> BEAUV. var. <i>oryzicola</i> OHWI	"	"	"	"	"	"	"
イヌビユ	"	<i>Echinochloa Crus-galli</i> BEAUV.	"	乾生	"	"	"	"	"
メヒシバ	"	<i>Digitaria ascendens</i> HENR.	"	"	"	"	"	"	"
アキメヒシバ	"	<i>Digitaria violascens</i> LINK	"	"	"	"	"	"	"
エノコグサ	"	<i>Setaria viridis</i> BEAUV.	"	"	"	"	"	"	"
オヒシバ	"	<i>Eleusine indica</i> GAERTN.	"	"	"	"	"	"	"
オモミカ	オモミカ科	<i>Sagittaria trifolia</i> L.	"	水生	湿地	栄葉・種子	極小	直立	中
ウリカ	"	<i>Sagittaria pygmaea</i> MIQ.	"	"	"	"	"	"	"
ヒルムシロ	ヒルムシロ科	<i>Potamogeton distinctus</i> A. BENNETT	"	"	水生	"	"	"	"
デンジソウ	"	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	"	"	"	"	"	"	"
スギナ	トクサ科	<i>Equisetum arvense</i> L.	夏生(早)	乾生	地中	"	"	"	"
サンショウモ	サンショウモ科	<i>Salvinia natans</i> ALL.	夏生(晩)	水生	水生	種子	極小	直立	中
シャジクモ	シャジクモ科	<i>Chara Brauni</i> GMEL.	"	"	"	"	"	"	"
アミミドロ	"	<i>Hydrodictyon reticulatum</i> LAGERH.	"	"	"	"	"	"	"
アミミドロ	"	<i>Spirogyra crassa</i> KÜTZ.	"	"	"	"	"	"	"

(注) 1. 繁殖様式はその植物本来の繁殖様式ではなく、耕池において主として行なわれているものを示した。「種子」には孢子などを含む。
 2. 草丈は成熟期の普通型に生育したものについて分類した。
 3. 2,4-D抵抗性は生育中程度の雑草に感作した場合のもので、生活型が一年生以外のものについては地上部のみの抵抗性である。

表Ⅲ-1-⑳ 主要野草類の飼料成分（生草）

種 類	一 般 成 分 （原物中％）						飼 料 価 値 （乾物中％）	
	水 分	粗 蛋白質	粗 脂 肪	可容無 窒素物	粗 纖 維	粗 灰 分	DCP	TDN
ス ス キ 出穂前	73.4	3.5	0.9	12.0	8.0	2.2	7.5	55.6
ス ス キ 出穂前～開花期	59.5	1.8	0.8	20.6	14.8	2.5	2.2	54.1
チ ガ ヤ	65.2	2.5	1.0	16.8	12.3	2.2	3.2	54.3
メヒシバ	83.6	2.6	0.6	7.0	4.3	1.9	12.2	57.3
クマイザサ	55.2	5.2	1.9	19.6	13.4	4.7	6.0	37.3
ミヤコザオ	55.5	5.5	1.9	17.6	13.3	6.2	8.8	43.8
ネ ザ サ	59.8	5.4	1.3	15.1	10.7	7.7	9.5	41.3
ク ズ	65.0	5.8	1.1	14.7	10.4	3.0	10.6	50.9
ハ ギ	69.4	5.0	1.2	16.0	7.0	1.4	7.2	52.3
ヨ モ ギ	79.3	4.0	1.1	9.2	4.5	1.9	15.5	73.9
野 草 *（あ ぜ）	76.3	2.7	0.7	11.0	6.8	2.5	8.9	57.0
野 草 （原 野）	59.1	3.8	1.2	19.6	13.1	3.2	4.6	48.9
野 草 （山 地）	64.1	2.8	0.9	17.6	11.4	3.2	3.9	48.2

DCP＝可消化粗蛋白質，TDN＝可消化養分総量，日本標準飼料成分表（1975）T₁～T₅まで。

表Ⅲ-1-㉑ 原料作物の収量

熱帯地区	収量（t/ha・year）	原単位 （t/klエタノール）	エタノール年収量 （kl）
さとうきび	50～60	15.1	3.3～4
キャッサバ	10～25 ⁽¹⁴⁾	5.3	1.9～4.7
さつまいも	60～100 ⁽¹⁴⁾ （3回／年）	5.3	11.3～18.9
さとうもろこし （ブラジル）	実 5⁽¹⁵⁾（2回／年） 52.5*	3.0 15.2	1.7 3.5 5.2
温帯			
さつまいも（南九州）	23.5 ⁽¹²⁾	5.3	4.4
フォッダービート （ニュージーランド）	90 ⁽¹¹⁾	8	11～15
てんさい（北海道）	52 ⁽¹³⁾	11.1	4.7

表Ⅲ-1-② アジア地域の原料作物の収量
(1977年)

(単位: 1,000トン)

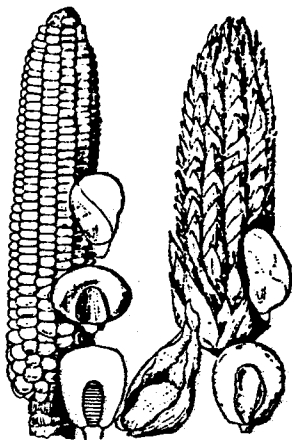
	さとうきび	キャッサバ	さつまいも
アフガニスタン	60	-	-
パキスタン	6,504	-	756
ビルマ	1,660	15	21
中国	4,6240	380	117,164
インド	15,4023	6,480	1,561
インドネシア	15,076	12,169	2,453
日本	1,800	-	1,279
マレーシア	720	512	36
パキスタン	29,381	-	750
フィリピン	23,212	679	1
スリランカ	323	750	220
タイ	23,638	10,649	400
ヴェトナム	1,300	1,500	1,330

② 主要な耕草地バイオマスの特性一覧

A イネ科作物

(i) トウモロコシ

イネ科の1年草、茎は1~4m、分げつは少なく、夏日茎項に雄花穂、茎の中部の葉のつけねの数節に雌花穂がつく、雌花穂は苞葉に包まれ、軸表面に数十列の雌花が並び、雌蕊は長く苞葉の先から突出して他家受精して結実、馬齒種・硬粒種・爆裂種など8系統に分類される。現在世界中の北緯58°~南緯40°の間に栽培。



図Ⅲ-1-②

a. 生産状況

トウモロコシは世界の作物のうち、コムギ、イネに次いで第3位、3億5,000万t(1977年)もの生産がある。世界統計のイネの生産量は概なので、これを玄米に換算すれば、イネを抜いて第2位の生産量ということになる。

生産は近年増加の一途を続けており、作付面積は1億2,000万haで40年前の1.5倍近くに増えたが、単位面積当りの収量が約2倍にも増えたために、生産量は3倍近くにも増している。

表Ⅲ-1-③ トウモロコシの生産状況
(世界総生産)

年(平均)	栽培面積 1,000ha	生産量 1,000t	収量 kg/10a
1934~38	83,900	110,300	131
1948~52	87,988	141,568	161
1961~65	99,565	216,081	217
1973~75	112,345	309,363	275

(FAO Production Yearbook 各年次による)

大陸別に生産状況を1934~38年ころと1973~75年均とを比較してみると、生産量はいずれの大陸でも増加しているが、とくにアフリカとアジアの増加が目ざましい。作付面積をみると、アフリカもアジアも作付けが飛躍的に増え、それに単位面積当り収量の増加が加算されたことがわかる。それに対し、北・中アメリカやヨーロッパでも2倍以上に増えているが、栽培面積はむしろ減っており、この増加は単位面積当りの収量の飛躍的増加によることがわかる。

表Ⅲ-1-④ 大陸別に見たトウモロコシの生産の趨勢

大陸別	栽培面積 (1,000ha)			生産量 (1,000t)		
	1934~38 (A)	1973~75 (B)	増加率(B) /(A) %	1934~38 (A)	1973~75 (B)	増加率(B) /(A) %
アフリカ	6,700	16,654	249	6,200	22,850	369
北・中アメリカ	41,900	35,982	86	55,900	149,832	268
南アメリカ	10,000	16,591	166	15,300	28,361	185
アジア	13,500	27,813	206	15,300	52,180	341
ヨーロッパ	16,048	15,429	96	22,048	55,859	253
太平洋州	130	77	59	200	280	140
世界合計	83,900	112,345	134	110,300	309,363	280

(注) ソ連はヨーロッパに入れる。(FAO Production Yearbook による)

国別でみると、アメリカが多く、世界総生産の半分近くを占め、それに次いで中国、ブラジル、ソ連などが1,000万t以上の大生産国で、他にエジプト、南アフリカ、カナダ、メキシコ、アルゼンチン、インド、インドネシア、韓国、フィリピン、トルコ、フランス、ハンガリー、オランダ、ルーマニア、ユーゴスラビアなどでは生産が多い。

表Ⅲ-1-⑳ 日本におけるトウモロコシの生産の推移

年次平均	作付面積10a当り ha収量 kg	収穫量 t
明治38~42	50,060	161
43~大正3	55,860	159
4~8	58,120	168
9~13	58,140	163
14~昭和4	50,360	154
5~9	46,660	141
10~14	51,780	152
15~19	51,820	144
20~24	37,500	83
25~29	42,580	147
30~34	49,020	202
35~39	40,560	256
40~44	22,040	267
45~49	8,620	263
50~53	3,700	263

(農林水産省統計各年次より作成)

b. 利 用

(a) 栄養成分

トウモロコシの栄養成分は表Ⅲ-1-㉔のごとくである。

表Ⅲ-1-㉔ トウモロコシの栄養成分(100g中)

形 状	穀 粒	粉	コーン フレーク
カロリー Cal	353	365	377
水分 g	13.5	13.5	6.0
蛋白質 %	8.2	7.8	9.0
脂 質 %	4.6	3.7	1.0
炭水{糖 質 %	70.4	72.4	80.3
化物{繊 維 %	2.0	1.4	0.9
灰 分 %	1.3	1.2	2.8
無機質	カルシウム mg	5	4
	ナトリウム %	5	650
	りん %	290	46
	鉄 %	2.3	0.8
ビタミン	B ₁ %	0.30	0.03
	B ₂ %	0.10	0.06
	ニコチン酸 %	2.0	0.3
	C %	0	0

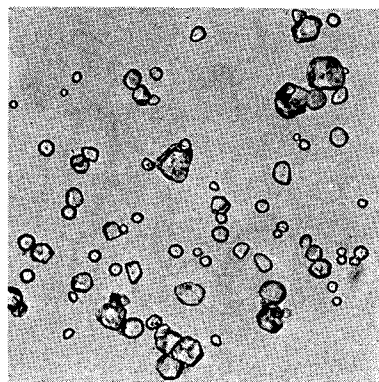
(食品成分表 1970 より)

大部分(約70%)がでんぷん質で、脂肪は少ない。蛋白質は10%足らず含まれるが、蛋白質の主体はツェインである。この蛋白質の構成アミノ酸はアルギニン、ヒスチジン、リジン、フェニールアラニン等であり、とくに必須アミノ酸リジンが不充分であることなど、栄養的には必ずしも優れていない。

しかし1960年代半ばにアメリカでオペーク2(opaque-2)という高リジン含量の品種が発見され、この因子をもとに世界各国で高リジン品種が育成されてきて、食糧および飼料としての栄養価の向上が実現されつつある。

(b) 利 用

トウモロコシの成熟粒は食用には製粉してcorn meal, 圧扁してcorn flake, 挽割りなどとされる。それらの栄養価は表8-6のごとくで、栄養分に富み、特有の芳香と良い味覚をもつ。現在は食用には主としてトウモロコシでんぷん(corn starch)としてからいろいろな加工食品に用いられている。すなわち菓子や料理に多く使われ、またカマボコ、ソーセージ等の練製品や食品加工に多量に用いられる。またでんぷんはビール他醸造原料用とされる。トウモロコシからはテキーラ酒が作られる。でんぷんは化学工業分野にも多く使われているし、糊として製紙(アート紙など)や織物工業において大量の需要がある。コーンスターチはジャガイモでんぷんより安価に輸入されるために、従来イモ類のでんぷんを使用していた所でも現在コーンスターチに切り替えた所が多い。



図Ⅲ-1-③ コ ン ス タ ー チ の 顕 微 鏡 写 真

わが国では原料粒を輸入してコーンスターチ約 95 万 t (昭和 51 年) を生産している。

胚からは食用油がとれる。トウモロコシ油 (corn oil) は半乾性油で、胚には約 30% 含まれる。わが国では搾油用に大量に輸入しており、昭和 51 年度には約 4 万 t の生産があった。トウモロコシ油は主に食用、化学工業に利用される。

青食用には焼きトウモロコシや料理とされ、甘味種あるいは硬粒種の未熟のものをを用いる。罐詰用には甘味種が適し、料理用に需要が増えている。また開花前の長さ 5~10 cm の幼穂もサラダ用に罐詰加工されている。爆裂種のポップコーンは菓子用にされる。

トウモロコシは穀粒も茎葉も家畜飼料として最も重要なものであり、先進諸国ではその主要途は飼料であって、世界の畜産を支えている穀物であるといっても過言ではない。粒は破砕して家畜・家禽の濃厚飼料とされ、茎葉は青刈り飼料となる。穂をつけたままの青刈りをアメリカでは fodder, 穂をとった残りの植物体を stover と呼ぶ。サイレージ (silage) 用には乳熟期の fodder が収量・栄養・品質ともに最も適したものとして用いられる。

成熟した穂をとった残りは燃料、製紙原料、堆肥材料とされ、雌穂の芯は燃料の他、カリウムを含むのでカリ肥料原料となる。またアメリカでは喫煙用コーンパイプに利用されている。苞葉は充填材料や工芸品の材料となる。民間では絹糸が薬用とされる。また矮性で穎果あるいは茎に色彩の変化のある品種が生花あるいは装飾用ドライフラワーなどに用いられるため栽培あるいは輸入されている。

(ii) モロコシ

イネ科の 1 年草。高さ 2~3 m, 太い稈が直立する。夏日茎頂に穂を出す。粒色は赤褐・黄・白など。熟穂の垂れるもの、直立のものなど品種が多い。現在もアフリカ・インドでは主食として重要、先進国ではもっぱら飼料用、他に穂枝が長く簞用にするホウキモロコシや茎に糖分が多いサトウモロコシなどの変種がある。



図 III-1-④

a. 生産状況

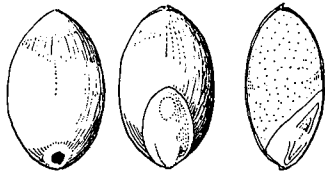
穀実用モロコシ (grain sorghum) に限って世界統計をみると、生産は年々増大しており、1981~65 年平均で 3,549 万 t, であったものが、1975 年には、5,368 万 t, さらに 1977 年には 5.54 万 t に増えている。巻末に示す表のように 1977 年には U S A は最も生産が多く、次いでインドのデカン高原地帯、アルゼンチンなどが大生産国である。ナイジェリア、スーダンを中心とするアフリカ諸国の合計も 1,000 万 t に近づきつつある。

収量は世界平均 10 a 当り 127 kg で、これも増大を続けている。国別では U S A では 353 kg をあげており、中国では 365 kg, イスラエルでは 357 kg で、ヨーロッパ諸国もイタリアの 440 kg をはじめ全平均で約 342 kg をあげている。これに対し、アフリカでは平均 68 kg, インドの 65 kg など、アジアも平均で 66 kg と著しく低い。アジアとアフリカが全体の作付面積では約 70% を占めているので、これらの発展途上国において、今後収量が上昇する可能性は大きく、そうなるとモロコシの生産量は将来飛躍的に増大するものと見られる。

III-1-⑦ わが国のモロコシの生産状況の推移

年次平均	作付面積 ha	10 a 当り 収量 kg	収穫量 t
昭 16~20	3,475	159	5,520
21~25	5,512	120	6,582
26~30	3,640	118	4,308
31~35	2,044	118	2,400
36~40	936	122	1,148
41~	—	—	—

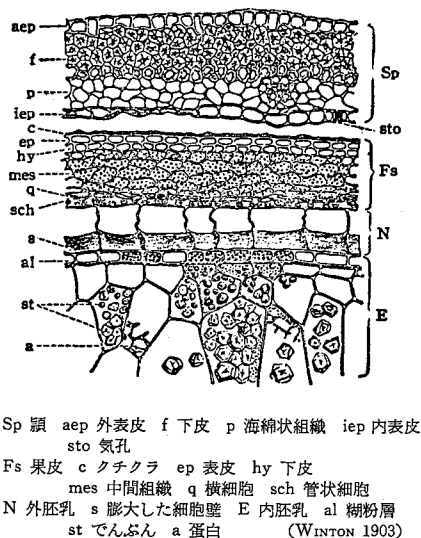
注) 昭和 41 年以降は統計がない



図Ⅲ-1-⑤ モロコシの穎果

日本では、1941年(昭和16年)からはじめて統計があるが、それまでも多くはないが各地に自家用に栽培が続けられていた。昭和16年には3,500 haほど、戦後食糧不足時代に僅かに増えたが、食料事情の安定と共に急減し、昭和40年頃から食糧用の生産はほとんど消滅し、自家飼料用にまれに作付を見る程度になってしまった。昭和41年以降は農林省の統計も廃止された。10 a収量も昭和16年ころの160 kgから以降も減少を続け、昭和30年代も110~120 kgであった。これはわが国ではモロコシが食糧として価値が低く、ほとんど捨て作りされていたことを示すものである。

しかし現在わが国ではモロコシは飼料用に482万t、その他用に36万t、合計520万t(昭和52年)も輸入して需要にあてており、その需要は現在も年々増大している。



図Ⅲ-1-⑥ モロコシの穎果の内部構造

b. 品 種

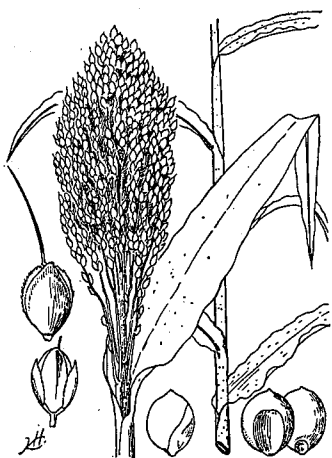
穀実用モロコシは、かつてSNOWDEN(1936)が多く種の分類したが、これらは全て容易に交雑し、種として分けるのは不適當で、表題の代表種名(*S. bicolor* MOENCH)により一種として考え方が便宜である。しかし、現在の栽培種は大きく次の諸系統に分けて考えられる。すなわち、中国東北部の高梁(Kaoliang)、南アメリカのKafir、中近東、北アフリカのDurra、中東アフリカのMilo、インドのShall、スーダンのFeterita、およびスーダンのHegariなどである。

高粱は、丈高く半ば密穂であり、300余品があり、中満が主産地、南満には粒が黄、紅色のものも多く、中満には褐色、密穂が、北満には紅色密穂が多い。華北から朝鮮、日本にかけてのモロコシもこの系統である。

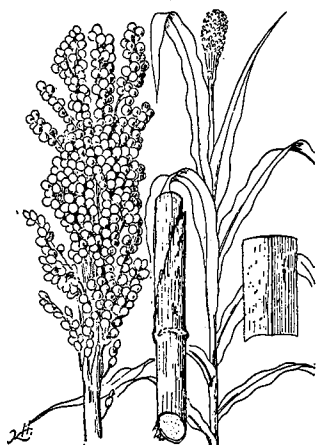
Kafirは、やや長く太い稈で、円柱の長い密穂型、粒は白、紅、赤色で主に中粒、穎色は黒または黄色である。Durraは、やや卵型の密穂、粒は大きく銚色または乳白色、よく分けつする。高温旱魃にKafirよりも強い、現在は矮性品種が育成され栽培が最も多い。Shalluは、丈高く、稈細く、疎穂で、比較的晩生であり、濃褐色の粒である。HegariはKafirよりも卵型に近い穂で、粒は乳白色でよく分けつする。Feteritasは、葉が少なく茎はやや細い。穂はやや卵型、密穂大粒である。

アメリカでは、最近、50以上もの多くの優良品種が育成されているが、その多くはMiloとKafirを含む交雑から生じたもので、上述の諸グループに明瞭には区別しにくい。

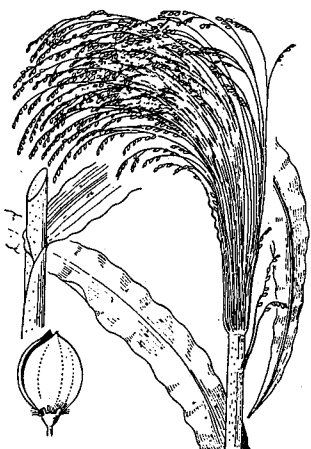
日本には、鴨首型が多い。わが国は、育種が不充分で在来品種がそのまま用いられていた。しかし、アメリカなどでは、1940年以降コンバイン刈取用に短稈化の育種が著しい効果を発揮し、現在は、140 cm以下となっている。また、雄性不稔系統を利用して多収なハイブリッドソルガムが、1956年以降育成されていて、収量の増大に約立っている。生育日数70~80日、晩生は150~160日である。早生は、寒冷地帯や雨期の短かい地域に適し、モロコシの栽培地域を拡大させている。胚乳のでんぷんの性質により、粳と糯の品種がわかれていく。



図Ⅲ-1-7 モロコシ



図Ⅲ-1-⑧ サトウモロコシ



図Ⅲ-1-⑨ ホウキモロコシ

c. 利 用

モロコシの蛋白質含量は米麦よりも多いくらいである。しかし、モロコシの蛋白質は可消化蛋白が少ないし、タンニンを含むために味が渋いことと消化を損うのが欠点であり、搗精を強度にする必要がある。製粉して団子・菓子などにする。糯モロコシ餅、飴などにし種々の酒を醸す。中国のマオタイ酒が有名である。中国北部、インド、アフリカなどは主食として重要なものであるが、欧米諸国、また日本でも最近、上記の欠点のために、主に飼料としてのみ用いている。特に畜産の増えた日本では飼料用にモロコシの輸入が年々激増しており、昭和52年には482万tも輸入している。これは、世界総生産の約9%にもあたる。の約9%にもあたる。

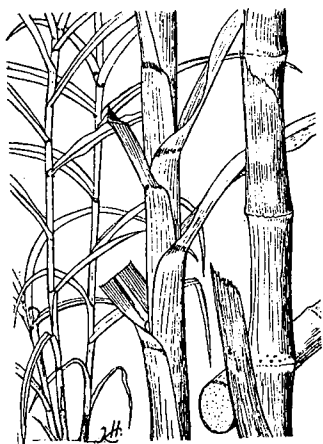
粒は家畜の消化をよくするため挽き割りにする。

茎葉は飼料となるが、成熟前のモロコシには子実、稈葉全体に有毒化合物が含まれ、これを家畜に与えると中毒を起こす。この有毒物質は dhurrin と呼ばれる glucoside で、分解して青酸 (HCN) を生ずるのである。青酸の含有率は若い時代に特に高く、成熟に伴ってしだいに減少する。乾葉中の青酸含量は、満州高粱での測定では 0.04～0.11% である。生葉は乾燥すれば青酸含量が少なくなるので、青刈は乾燥してから与える。サイレージや hay は普通安全である。

でんぶん、脂質などは工業用にも用いられる。でんぶんは食用のほか、糊などに、糯種のでんぶんは切手糊に用いられている。その他種被部に、カルナウバ蠟を含むので、それを探ってつや出し剤などに用いられている。

(iii) サトウキビ

Saccharum officinarum L 甘蔗 Sugar cane
イネ科の多年草。草丈は 2～4 m、茎の直径 3～4 cm になり、初秋に茎頂にススキに似て巨大な穂を出す。茎を刈り、汁を絞って煮つめ黒砂糖、精製して白砂糖とする。茎を短く切って植えつけまた伐株から再生させる。英名 Sugar はサンスクリット語の Sarkara、すなわち砂の意の転化で、漢語の「砂糖」もこの系統。



図Ⅲ-1-⑩

a 分布：サトウキビの栽培地帯は、北緯 38 度から南緯 34 度の気温 24～25℃で、雨量は年間 1,500～2,000 mm で、日照時間は月平均 250 時間以上が理想的とされる。その上、雨期と乾期が、一年の間にほどよく分かれている熱帯・亜熱帯の国で、その栽培国は、65 カ国に及んでいる。

b 生産状況

1976 年次の砂糖総生産量は、約 4,918 万 t でありほとんど純粋な炭水化物で、他の作物に比較してみると、一定のカロリーの生産において、ジャガイモは、サトウキビの 3 倍、トウモロコシや小麦では 6 倍の栽培面積が必要である。

サトウキビ適地は、スーダンや、ブラジルなどの未耕地が残されているが、サトウの生産以外に、化学工業用の原料として使用する場合は、蔗汁の濃度が Brix 18 度以上は、必要でなく、周年栽培も可能である。

c 廃棄物の用途

葉茎のトップは、飼料となる。バカスは、蔗茎の約 20～25% で、粗糖工場のボイラー燃料として使用されるほか、紙、ボード、建築材料などに使用される。糖みつは、蔗茎に対し約 2.4～2.5% で、アルコール、グルタミン酸ナトリウムなどの化学製品の原料である。ケーキは、蔗茎の約 2～4% で、肥料になる。

(Ⅳ) ジザニア (アメリカマコモ)

学名：Zizania aquatica L.

英名：wild rice, Indian rice

a 分類・分布



図Ⅲ-1-⑫ アメリカマコモ

星川清親 (1980) 新編食用作物, 養賢堂：1～697

アメリカマコモはイネ科、イネ亜科、イネ族 (Oryzaceae) のマコモ属の 1 年生植物である。英語で wild rice と呼ばれるので、しばしば野生イネと誤解されるが、イネとは全く異なる。しかし分類学上マコモ属はイネ属に近いものであり、イネ亜科中で人類の食料に利用されるものは、イネとマコモの 2 つだけである。日本にもマコモ (*Zizania latifolia* TURCZ.) が野生し、これは多年生であるが、太古は子実をやはり食用としたらしく、地方にまれに菰米を食べる風習が残っている。中国でも *Z. latifolia* が揚子江流域地方に多く野生するが、この子実を食用とした記録が多く見られる。

アメリカマコモは北はカナダのウイニペグ湖の東岸一帯から、とくに五大湖周辺を中心としてアメリカの大西洋岸沿いの諸州に多く分布し、南はフロリダ半島をめぐってメキシコ湾沿いのルイジアナ州の湿地帯にまで分布している。古くから、主に五大湖付近に住むアメリカインディアンによって子実が採集され、食糧とされたが、現在に至るまでとくに栽培化されることはなかった。ただしアメリカマコモの群生地の子実採集権が部族・個人によって決まっているといわれ、野生の採集から栽培への中間の所有関係にあるとみられる。ミネソタ州で最も利用が盛んで、ウィスコンシン州がこれに次ぐ。カナダでは利用量がはるか経少ないが、マニトバ州およびオンタリオ州などで利

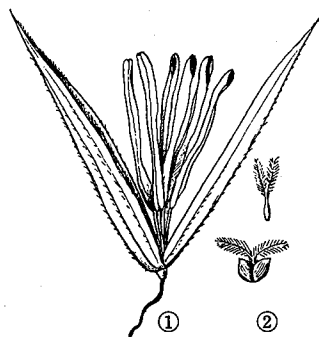
用されている。総収量は定かではないが、1940～48年の平均では100万ポンド以上といわれている(Steeves 1952)。

b 形状・生態

アメリカマコモは浅い水中に生えるが、ときには水深1mに及ぶところにも生育できる。しかし植物体が葉先まで冠水する状態に長くおかれると生存できない。また停滞水では生育に適さず、若干の水流が必要である。潮水がある程度流入するところでも生育できるが、2%以上の塩水では枯死する。また土壌の乾燥により枯死する。

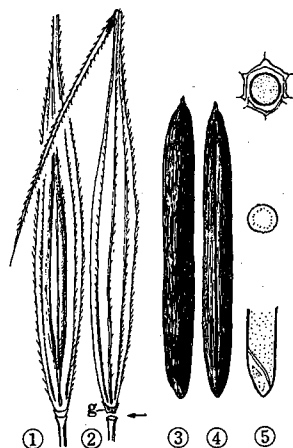
春に芽生えて旺盛に生長し、草丈1.5～3mに及び、分げつは少ない。葉は葉身6.5cm内外、幅4cm内外である。夏の終わりに穂頂に出穂する。穂は長さ30～50cmで、中心の穂軸の各節に15～20cmの分枝梗を多くつける。その上半部の枝梗には雌花のみをつけ、あまり開散しない。下の半分の枝梗はよく開散し、雄花のみをつける。両者の開花期は異なり、雌花が早く、このため他家受精となる。1小穂は1小花よりなる。小花は護穎は痕跡的に小さく、長さ2～2.5cmの長い内・外穎があり、雌花の外穎には長く細い芒をもつ、雄蕊は6本である。穎果は20～30日で成熟する。

穎果は細長い円筒形で、長さ1.5～2cm、幅1.5mm、背面に浅い縦溝がある。子実の表面(果皮)は全粒黒色である。熟すと、きわめて脱粒しやすく、風などにより容易に水中に落ちて沈み、泥中にもぐって休眠し、次年の春に水中で発芽する。硬実も多く、それらは次々年以降に発芽する。



①雄性生活 ②雌性生活(下:穎を除いたもの、上:鱗被も除いたもの)

図Ⅲ-1-13 アメリカマコモの小花



①内穎のみえる面 ②外穎のみ、g:退化した穎、←印のところから脱粒する ③脱粒した精粒 ④同背面 ⑤断面

図Ⅲ-1-14 アメリカマコモの穎果

種子は2～3日以上乾燥すると発芽力は喪失する。したがって、もし栽培するには採集した種子は直ちに水中に貯えておく必要がある。水湿中の種子は凍結しても死なない。

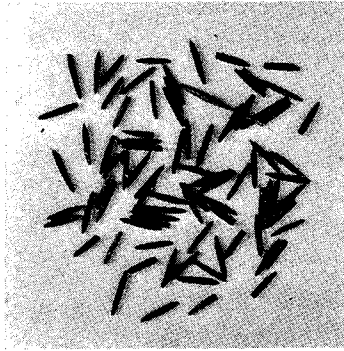
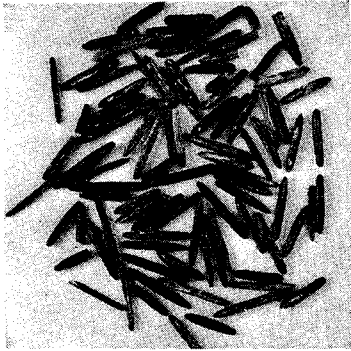
短日植物であるが、花成についてのいろいろの異なった生態的系統があるため、北緯30度から50度までの広い地域に分布している。カナダの系統に比べて、子実が小粒であり早生である。

c 採集・利用

穎果が熟したら、水に落ちてしまわぬうちに採集する。五大湖付近の収穫期は9月上旬である。ふつうは舟で湖中のアメリカマコモの群生地の中に漕ぎ出して、穂を曲げ棒で叩いて、子実を舟の中へ落して集める。1穂の子実は均一に成熟しないから、日をちがえて2～3回収穫をおこなう必要がある。それでも全体の半分も採集することは困難といわれる。まれにはカナダやミネソタ州などで、reel型の収穫機械が用いられる。

インディアンは集めた子実を一部は自己の食糧用に保存し、残りは販売する。彼らの間ではかなり高価に取引されているという。

収穫した子実は湿っているので、日に干したり、あるいは適当な程度に火であぶって、水分7～10%まで乾燥する。火であぶることにより稃は除かれ、子実は殺菌され、焙煎香が付与される。稃は



図Ⅲ-1-⑮ アメリカマコモ左と日本のマコモ
右 (同倍率 (×0.5))

星川清親 (1980) 新編食用作物, 養賢堂: 1~697

表Ⅲ-1-⑳ アメリカマコモ
の栄養成分

(乾物中%)	
成 分	含有率 (%)
蛋 白 質	15.1
脂 質	0.7
纖 維	1.0
炭 水 化 物	81.7
灰	1.5
カ ル シ ウ ム	0.02
リ ン	0.35
カ リ ウ ム	0.35
マ グ ネ シ ウ ム	0.12

脱稈機で除き、箕選や水選する。収穫したばかりの100ポンドの湿った子実から、40ポンドの精粒が得られる。

アメリカマコモの精粒の栄養成分は、表Ⅲ-1-⑳のごとくである。蛋白質含量はイネ科穀粒中最も高い方であり、逆に脂肪含量は最も低い、ビタミン含量はコムギなどとほぼ同じだが、B₂は著しく多い、またカルシウムとりんが多いのが特徴である。

粒は煮ると2~3倍に膨張する。ミネソタや近隣の州では朝食の穀物として食べることが多く、ふつうは米飯と同様の料理にして炊いて食べる。独特の香りがあり、ややオオムギの飯香に似る。また煮て味をつけ、鶏肉や野鳥の肉に添えたり、詰物あるいはside dishとされる。

(Ⅴ) キ ノ ア

学名: *Chenopodium quinoa* WILD.

和名: キノア

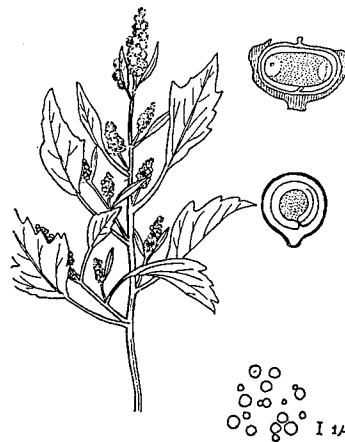
英名: quinoa

独名: Parnacher Reisspinat

仏名: anserine quinoa

キノアはアカザ科、アカザ属の1年草で、南米アンデス高原地帯で紀元前から広く栽培されている。草丈1~1.5mになり、多くの太い枝を分つ、茎葉の姿はわが国の雑草アカザに酷似する。晩夏に、各梢上にアカザに似た緑白または紫紅色を帯びた花穂をつけ、秋にアカザより大粒で径2~3mm、扁円形の果実がみのる。茎葉・実とも、やや

紅色を帯びるもの、茎葉が緑色で果実が白色のもの、果実が黒味をおびるものなど、品種的分化があるらしい。



右上: 果実断面 右中: 種子
右下: でんぶん粒

図Ⅲ-1-⑯ キ ノ ア

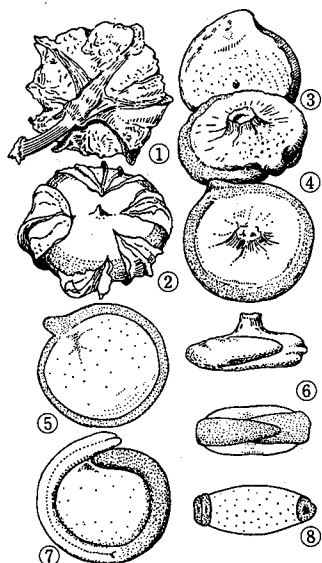
星川清親 (1980) 新編食用作物, 養賢堂 1~697

ボリビアおよびペルーにおのおの約2万ha、エクアドルにも少し(1,000haほど)栽培されていて、栽培の高限は4,300mに及ぶという。10a当たり収量は50~80kg、3国合計2~3万トンの生産があり、現地人の主食とされている(1975年)、この他には、新大陸発見後にインドにも導入されて、山間部に僅かに栽培されているという。

種子にでんぷんを含み、種子を粉にしてパン状にして食べ、また粒のままスープ（かゆ）にして食べる。また一種のビールを醸造するという。豚やニワトリの飼料にも用いられている。キノアの種子には一種の苦味があり、これはサポニンである。ボリビアやペルーではサポニン含量の少ない系統品種の選抜をおこなっており、すでに *Sajama* と呼ばれるサポニンを含まない品種もできている。

キノアの成分は水 11%，蛋白質 12%，脂肪 6%，炭水化物 68% である。なお、茎の灰はしばしばココアの葉とともに咀嚼料に用いられる。

わが国にも近年知られたが、1977 年以降著者が東北（仙台）で試作している結果では、5 月中旬播種し、9 月下旬～10 月ごろ開花し始め、11 月上旬に収穫する。わが国でも栽培可能である。初期成長が緩慢であるが、夏期は草丈は約 1 m になり、乾燥にも強い、秋の霜にあうと枯れる。倒伏しやすいので土寄せを要するが、茎枝がもろく、折れやすい。成熟後期に長雨にあうと、粒は穂上にあって発芽しやすい。



①果実、裏面 ②果実表面 ③萼などを除いたもの裏面 ④同表面 ⑤種子、表面より ⑥種子側面より ⑦種皮を除いたもの、鉢巻状は胚、内部が胚乳 ⑧種子横断面、左端は子葉、右端は胚軸、中央は胚乳

図Ⅲ-1-⑰ キノアの子実

なお本種の近縁種として、メキシコに *C. nuttalliae* SAFFORD が古くから栽培され、*huauzontle* と呼ばれている。またアンデス地域には *C. pallidicaule* も栽培され、現地では *canahua* と呼ぶ、いずれも現地のみで栽培され、インディオ族の主食とされるという。*canahua* はキノアより蛋白含量が高く、比較的高地で栽培される。*huauzontle* は主に花房を野菜として食べるために、メキシコの中南部の 1,200～3,000 m の所で栽培されている。

また旧大陸では、*C. album* L. (シロザ) がインド西北部で栽培化されているといわれ (SINGH 1961) ヨーロッパでも本種を食用とした事実が知られているという (渡部 1977)。

なおわが国でもアカザ科の近縁種 *Kochia scoparia* SCHRAD. (ホウキグサ) を秋田県下などで昔から栽培し、その種子を収穫し、発芽寸全の状態にしてトンプリと呼んで食用にしている。

(Ⅵ) グレインアマランサス (センニンコク)

学名：① *Amaranthus hypochondriacus* (A. frumentaceus HAM., A. leucocarpus SWA TS.), ② *A. cruentus* WILLD. non hort (A. paniculatus WALL non hort.),

③ *A. caudatus* L. など

和名：センニンコク、ヒモゲイトウ

英名：grain amaranthus.

a 分類・起源

ヒユ科、ヒユ属の 1 年草で、上記①～③の 3 種がある。いずれもヒユ・ヒモゲイトウの仲間であり、以前はアジア、とくにインドあたりの原産とされていたが、今では①はメキシコ南西部、②はメキシコ南部から中央アメリカ、③はアルゼンチンのアンデス山脈周辺が原産地と認められている (SAUER 1950)。アメリカ大陸では紀元前 4000 年ころから山岳地帯を中心に栽培されていたもので、古代インカ文明の人々の食糧とされたという。現在ではこれらの地域でもあまり栽培されていない。

19 世紀の初めにインドに伝えられ、以来ネパ

ールで重要な作物となっている他、アジア各地で栽培されている。インドでは南部および北部の山岳地帯で栽培されている。また東アフリカにも若干の栽培があるという（渡辺ら 1977）。

センニンコク *A. hypochondriacus* は別名ヒモゲイトウ（紐鶏頭、老鎗穀）と呼ばれ、花穂がヒモのように房になって長く垂れ下がる。草丈は 1～2 m で、茎は直立、上部は数本分枝し、各梢に夏日花穂を出す。園芸植物として世界各国に栽培され、色彩形態の変化に富む。センニンコクと呼ばれる作物はそのうちのいくつかの系統品種群であると思われる。

A. paniculatus は穂が円錐状で、直立し、赤色または緑・黄色などである。これも園芸品種として栽培されているスギモリゲイトウまたはフジゲイトウと呼ぶものの類である。草丈は 1～1.5 m、穂以外の草姿や性質はヒモゲイトウによく似ている。

b 栽培・利用

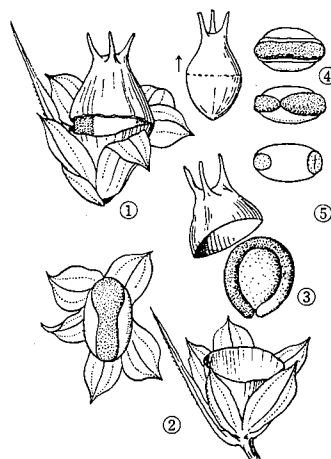
センニンコクは日本でも往時からきわめて小規模ながら各地で栽培されている。とくに山地や東北地方など高冷涼地に栽培されたようである。例えば秋田地方では「トラノヲウ（虎の尾の意？）と称して栽培された（佐藤 1919）。現在でも岩手県の一部で「アカアワ」と称して栽培されているが、この系統は比較的近年に伝来したものようである。著者はネパールでの栽培品種を入手して仙台で試作したが、5月中旬播種で発芽率はよく、幼苗期に間引きし、後培土する必要がある。草丈は 2 m に達し、草姿はイヌビユ、ヒモゲイトウに酷似する。幼苗期に立枯病にかかりやすい。またウイルス病にかかるが、*A. hypochondriacus* は *A. paniculatus* よりウイルスに強い。稍上部で多く分枝し、各分枝の先に初秋から穂をつけ、よく結実する。開花期は長く、早く咲いた花から順次成熟して、落ちこぼれる。霜がくると開花は止まり、数回の霜で枯死する。

種子はやや扁円形で、長さ 0.8 mm、きわめて小粒である（図Ⅲ-1-18）。赤、黒色などを呈して美麗である。種子以外の苞、萼などは風選すると容易に除去され、とくに脱穀する必要がない。ただし微小粒のため、取扱いをていね

いにする必要がある。収量は少ない。インドでは 1 ha 当り 1 t の収量があったという報告がある。

種子が胚乳にでんぷんを含み（約 63%）、そのでんぷんは糯性らしく、蒸してから搗いて餅にする。一般には粒を米にまぜて炊く（米 1 kg にセンニンコク 10～20 g）。センニンコクを混炊した飯は、冷えても味がよいとされる。炊くと赤紅色を失われる（ベタシアニン？）。粒は蛋白質の含量が多い（15%）。とくにリジンの含量が多く蛋白質中 6.2% (*A. edulis*) という。炒ってから粉にしてパン状に焼いて食べるという。生の粒を粉にしたものでは味がよくない。

葉を煮て浸しものなどにしたり、汁の実とされる。



図Ⅲ-1-18 センニンコクの果実、種子①果実全形 ②種子がぬけ落ちたあと ③種子 ④種子側面 ⑤種子横断面

星川清親（1980）新編食用作物，養賢堂：1～697

B マメ科作物

(vi) ホースグラス

学名: *Dolichos uniflorus* LAM. (= *D. biflorus* L.)

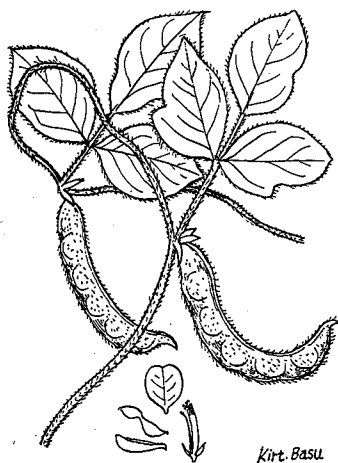
英名: horsegram

アジア熱帯原産で主栽培地はインドのとくに南部である。インドではB.C. 2世紀ころの遺跡から出土するという。

1年生半蔓性植物で、高さ0.3～0.5 m。葉は3小葉の複葉、長さ2.5～5 cm。花は、葉腋につく長さ1 cmの花枝に各1～3個着く。花弁は青白い黄色。莢は5～7種子を蔵する。種子は大きさ3～6 mm、扁菱形。種皮に光沢あり、淡赤、茶、黒または斑点紋様など。臍は小さく目立たない。

雨量の少ない乾燥地の作物である。播種後4～6か月で収穫される。収量は1エーカー当り150～300ポンドである。茎葉の生長がさかんなので、飼料や緑肥用に栽培され、青刈飼料用栽培では播種後6週間くらいで収穫され、1エーカー当り2～5トンの生産量がある。

南インドでは種子が貧乏な人たちの食糧とされ、豆を炒ってからそのまま、あるいはひきわりにして煮食する。種子はまた牛や馬の重要な飼料で、煮て供与する。ビルマでは種子を煮て、粉にし、塩をまぜて発酵させて醬油に似たソースを作る。



図Ⅲ-1-19 ホースグラス

星川清親(1980)新編食用作物, 養賢堂: 1～697

(vii) バンバラマメ

学名: *Voandzeia subterranea* THOUARS

和名: バンバラマメ, フタゴマメ

英名: bambara-groundnut, bambara bean

仏名: voandzon

独名: Erderbse

a. 分類・起源・伝播・生産状況

マメ科 *Voandzeia* 属の1属1種の1年草
($2n=22$)

野生種は未発見であるが、たぶん西アフリカ、サハラ南部が原産地と考えられている。しだいにアフリカ大陸内へ栽培が広まり、マダガスカル島へも広まった。17世紀始め、黒人奴隷と共に南アメリカにもたらされ、ブラジルやスリナムに入った。一方アジアへはインドネシアやフィリピンに広まり、さらにマライに伝わった。18世紀後半にはポルトガル人がインドシナに伝えた。

現在最も栽培が多いのはザンビアで、いずれの生産地でも自家消費の段階にとどまっている。最近ではアフリカでもラッカセイが普及してきたため、生産性の低い本種は、しだいにラッカセイにおきかえられて栽培は減少しつつある。

b. 形 状

茎は匍匐性だが、節間は数cm以下で、各節から分枝し、また根をおろすため束性の草姿となる。葉柄は長く、3小葉からなる複葉で、小葉柄基部には葉枕がある。小葉は長さ5～10 cm、幅2～3 cmである(図31-4)。



図Ⅲ-1-20 バンバラマメ

葉腋に短い花枝がついて、1～3個の花をつける。花は淡黄色。しばしば花卉が開かず閉花受粉となることもあり、径2cmの丸い莢を結ぶ。莢内にはふつう1個の種子がある。種皮は白、赤、黒、茶、斑色などで、臍は白い。直径1～1.5cm、100粒重30～45g。発芽時、子葉は地下に残る。14℃以下では発芽しない。

C. 栽培

高温・乾燥地でよく生育し、瘠地ではラッカセイよりも収量が多いという。アメリカでは単作あるいは混作されている。株間30×20cmとし、単作で種子は10a当り4Kg播く。播種後4～5か月で収穫できる。収穫方法はラッカセイに準ずる。収量は10a当り50～100Kgという。

日本（東京）での著者の試作によると、5月中旬播種し、10月下旬に早期開花のものの種子を得たが、多くは降霜期に至っても未熟であった。降霜にあうと枯死する。

d. 利用

蛋白質16～21%，脂肪4.5～6.5%，でんぷん50～60%を含み、栄養的には好ましいバランスがあり、アフリカ西部を中心に食糧として重要視されている。

種子は硬いので、水に浸しておき、煮食あるいは炒って食べる。また若い豆を採って料理に使う。日本へも最近ではアフリカからの雑豆として少量が輸入されているらしい。

(ix) ゼオカルパマメ

学名：*Kerstengiella geocarpa* HARMS

英名：geocarpa bean

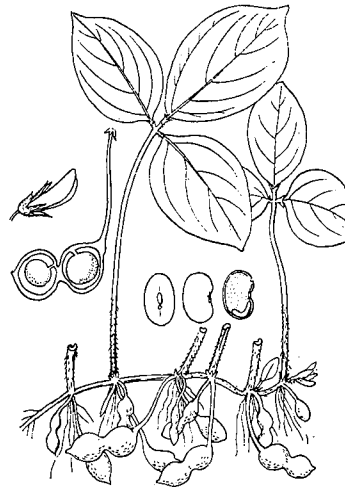
本種も1属1種。バンバラマメに似て地下に莢を作るもので、分類上もバンバラマメに近縁である。アフリカのニジェール河中流地域原産である。20世紀になってから、ようやくヨーロッパの学者に知られた“新しい”作物であるが、現地での栽培はかなり古くからあるらしい。原産地から外への伝播はあまりなく。バンバラマメと共に古い西アフリカ農耕文化圏の作物を特色づけるマメであるが、バンバラマメ同様ラッカセイの普及によって栽培が減少している。

茎は這性、葉は3小葉からなり、小葉はバンバラマメより幅広い。地面を這う茎の各節から出た

短い花枝に花が咲き、花後花柄が伸びて地中に入り、ラッカセイに似た1～3粒性の莢をつける。種子は白、赤、黒など。

バンバラマメと混ざって栽培されている所もあるという。

利用もバンバラマメと同じで、煮豆、炒り豆にして食べる他、若莢を野菜とする。



図Ⅲ-1-②① ゼオカルパマメ

星川清親(1980)新編食用作物, 養賢堂: 1～697

(x) キマメ

学名：*Cajanus cajan* (L.) MILLSP

和名：キマメ、リュウキュウマメ

漢名：樹豆

英名：pigeon pea, cajan pea

a. 分類・起源

マメ科キマメ属の灌木性の多年生植物で、アフリカ北部、エジプトのナイル河上流地帯が原産地とされている。このあたりでB 2000年ころから栽培されたらしい。エジプト第12王朝の墓から種子が発掘されている。古代に熱帯アフリカやマダガスカル方面へ伝わり、また北はシリア地方へも古代に伝播した。インドへも紀元前に伝わって、現在もひろく栽培されている。現在、栽培は、東南アジアからアフリカ、ラテンアメリカの熱帯各地に広がっている。最大の生産国はインドで、約180t、全世界生産量の93%を占め、1975年には196万tを産した。その他はドミニカ約8万t、ビルマ2.5t、ウガンダ4万tなどが主産国

である。日本では全く栽培されていない（巻末の統計表参照）。

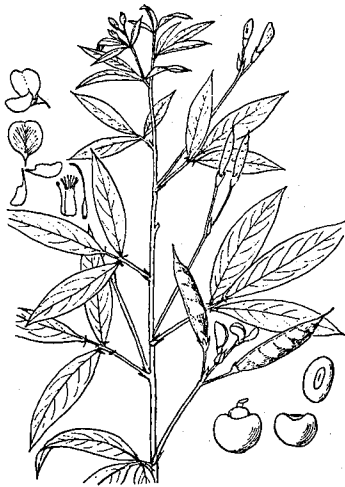


図-1-22 キ マ メ

b. 形 状

草丈は1～3mとなり、キハギに似た草姿である。葉は3小葉よりなる複葉で短毛が密生し、裏面は白色、小葉は長さ5～10cm、幅約1.5cmである。

花は長い花柄の先に数個つき、黄または帯褐色。莢は長さ2～4cm、長嘴がある。中に2～7個の種子がある。種子は径8mm、白い臍がある。1,000粒重は50～200g。2変種あり：

1) var. *flavus* DC. 早生で小型。莢は無毛で、1莢の種子は3個。種子は黄色。インド半島部で栽培が多い。

2) var. *bicolor* DC. 晩生で大型。莢は有毛。子数は4～5個。種皮は暗色または斑紋をもつ。北インドで栽培が多い。

インドには両型に多くの品種がある。

c. 栽 培

高温・乾燥の土地に適し、主産地のインドでは単作または他の作物の間作とされる。播種量は10a当り約1kg。子葉は地中に残る。播種後6か月たつと結実し、以降3か月にわたって収穫が続けられる。収穫の末期に地上約30cmで切り返し、施肥すると、再生して第2期作が収穫できる。第1期作収量は無灌漑で10a当り70～80kg、灌漑

すると170～200kgとれる。

d. 利 用

乾燥種子は蛋白質19.2%、脂肪1.5%、炭水化物(糖質)57.3%、繊維8%、灰分3.8%の他、鉄やヨードを含み栄養に富む。

砕いてカレー、スープなどにすると特有の風味がある。インド人が多く食糧としており、インドでは豆類のうちヒヨコマメに次いで第2位の生産がある。

またキマメは鳥の餌として用いられ、ハトが好むので *pigeon pea* の名がある。またアッサヤタイ地方では本種を用いてラックカイガラムシ(*Laccifer lacca* KEER)を飼養してロウを採るが、ロウの品質は劣る。マダガスカルでは野蚕の飼料にされるという。

(X) グアル(クラスタマメ)

学名: *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) TAUB.

(=*C. psoraloides* DC.)

和名: グアル, クラスタビン, クラスタマメ

英名: cluster bean, guar

Cyamopsis 属は3種のみからなる小さい属で、そのひとつのクラスタマメ(*C. tetragonoloba*)は野生状態で知られない。たぶんインドの固有種で、古くから、栽培され、今は熱帯乾燥地に導入されて飼料や緑肥用に栽培されている。とくにインド、パキスタンで栽培が多い。アメリカ、オーストラリア、ブラジル、南アフリカでも少量栽培されていて、将来は、ガム質の需要の増大により、熱帯各地に普及するものと見られている。

1年生で2n=14。茎は直立し1～3mとなるが、矮性の品種もある。葉は互生し3小葉よりなる複葉。花は葉腋から出る花枝に多く着く、8～10mmで、旗弁は白、翼弁は桃色。莢は5～10cmで上向きにつく、熟すと褐変する。1莢に5～12粒の種子が入っている。種子は径5mmほど、丸く扁平な形で、種皮は灰白、淡紫、黒など色々ある。100粒重は約6g。

種皮と子葉の間にガム質の、ガラクトマンナン約80%を含む紅白色硬質の層(胚乳)があり、これを取り出し粉碎して食用、医用の他、工業用とする。このガム質は紙のつや出し、切手糊あるいはアイスクリームや菓子、サラダドレッシング、化粧品クリームやローションなどの安定剤、濃

化剤に用いられる。でんぷん糊の5～8倍も濃化力が強いという。また石油鉱業で掘さく泥土の安定剤として重用される。日本でもパキスタンから輸入している。



図Ⅲ-1-24 クラストマメ

グアルは乾燥に強く、年雨量400～900mmの所でよく育つ、またいろいろな土壌にも、排水さえよければよく適する。インドでは他作物と混植していることが多い。北インドでは夏作として栽培される。単作では、種子採用には10a当り0.2Kg。緑肥や飼料用には0.7Kg散播する。播種後3～4か月で収穫できる。収量はha当り約900Kgであるが、灌漑栽培では約2倍となる。わが国でも最近暖地での特用作物、土壌改良作物として検討されている(前田ら1978)。

種子中に蛋白質33%、糖質40%うちガム質23%、および油脂40%を含む。種子の粉はきわめて粘りが強い。これは上述のガム質(ガラクトース・マンノース多糖体)があるためである。インドでは若莢をさやインゲンのごとく野菜として利用するほか、塩漬け、油揚げにして食べる。ガムを採ったカスも多くの蛋白質を含み、飼料として用いられている。

(XII) シカクマメ

学名: *Psophocarpus tetragonoloba* (L.)

DC.

和名: シカクマメ, トウサイ

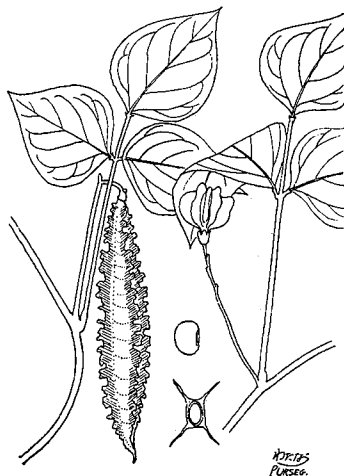
英名: four angled bean, Goa bean, asparagus pea, winged bean

原産地はインド洋のアフリカに近い地域、つまりマダガスカル、モーリシャスという説(BURKILL 1935)があるが、アフリカでは栽培されていない。たぶん熱帯アジア地域の原産と考えられる。東南アジアで広く栽培されており、メラネシアとくにニューギニアに広く栽培がある。現在は西インド諸島にも導入されている。わが国でも近年沖縄あたりで試作されている。

多年生であるが栽培上は1年生として扱われている。熱帯では成長すると根が肥大してイモ状になる。茎は2～3mになり、3小葉の複葉を互生し、長い葉柄基部に太い葉枕がある。小葉の長さ8～15cm、幅4～12cm。

花序は腋生で、15cmほどの花枝に2～10花がつく。花は径2～4cmほどで、淡緑～淡青色で美しい。莢は長さ15～30cm、幅2.5～3.5cmで、従に4稜の著しい翼があり、断面が4角なので四角豆の名がある。1莢内の種子は8～17個(最多の例では20個)、丸く、径約1cmで、茶白、黄または黒色および茶などのまだら紋様のものがある。100粒重は約30gである。

高温多湿の気候に適し、栽培はわが国では沖縄、奄美地方までであり、著者による東北地方での試作では5～6月は低温のため生育が遅滞し、7～8月に入るとよく生長し、開花まで至るが、降霜



図Ⅲ-1-25 シカクマメ

星川清親(1980)新編食用作物, 養賢堂: 1-697

期に入り結莢は難しい。壤土が最適であり、冠水湛水には耐性がない。熱帯ではha当たり約2.5 tの収量があるといわれる (POPISIL ら 1971)。

非常に多く (1個体に600個以上) の、大きい根粒をつける特徴がられている (SAWYER 1914)。根粒の新鮮重は1 ha当たり0.85 tにも及ぶという。(MASEFIELD 1961)。また植物体には25.62% (乾物重) もの蛋白質を含むというのも、シカクマメの著しい特性である。

若莢を煮て野菜として食べるのが主な栽培目的である。莢は煮食し、また未熟豆をとり出してスープにする。完熟した種子も炒って食べる。完熟種子は蛋白質37%、脂肪15~18%、炭水化物28%を含み、栄養価が高い。蛋白質はリジン含量が高い。油をしぼって食用油も得られ、栄養価値はダイズにほぼ匹敵するといわれる。塊根はでんぷんを含み生食あるいはジャガイモのように料理して食べる。乾物で20%以上の蛋白質も含まれているといわれる。若葉も野菜として煮食、あるいはサラダのように生食できる。残茎葉は飼料とされる。

C イモ類

(XIII) ジャガイモ

学名: *Solanum tuberosum* L.

和名: ジャガイモ、バレイショ、ジャガタライモ

漢名: 馬鈴薯、爪哇薯、陽芋 (中国)

英名: potato, white potato, Irish potato

独名: Kartoffel

仏名: pomme de terre

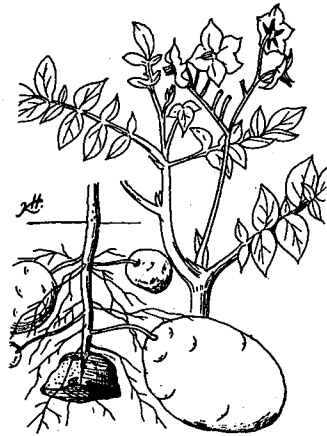
西名: patata

ナス科の多年草。草丈約50 cm、夏に茎頂に淡紫・白色の花が咲く。果実は丸く径2 cm、多数の小粒の種子ができる。地中の主茎から地下茎を側生し、その先が肥大してもになる。ふつう種薯を春に植え、寒地では初秋、暖地では初夏に収穫。また、暖地では晩夏に植え晩秋に収穫でき、二度薯とも呼ばれる。

a 生産状況

(a) 世界

ジャガイモは世界のイモ類のうちで最も広範囲に、最も大量に生産されている。総作付面積は、2,100万ha、総収穫量は約3億tにもものぼる (1977



図III-1-20 ジャガイモ

年)。ヨーロッパが最大の生産地で、1億2,000 t、ソ連を加えると約2億tで、世界の2/3を生産する。第1位のソ連に次いでポーランド4,100万t (世界第3位)、西ドイツ、東ドイツ、フランス、イギリス、オランダ、スペインなどは500万t以上を生産する。とくに東ヨーロッパ諸国では準主食の地位を占めて、生産に力が注がれている。そのためヨーロッパ各国では収量が高く、オランダ3,400 kg、イギリス、西ドイツは3,000 kg近く、ヨーロッパ平均で1,875 kgであり、世界平均1,400 kgより著しく高い。しかしソ連では1,200 kg程度で低い。

世界平均でみても、収量も1930年代は約1,000 kgであったものが、現在までに40%も増大している。開発途上地域は人口の増大により、今後、ジャガイモの需要も増大すると見られるため、ジャガイモの生産は将来も増大するものと予測される。

(b) 日本

わが国におけるジャガイモ栽培の変遷は表III-1-20に示すごとくである。ジャガイモ栽培は明治時代によりやく本格化した。当初は1万haにみたなかったが、明治20年代に2万、30年代には3万、末期には6万haと増大し、さらに大正時代には15万ha (大正8年) に達した。しかしその後は昭和初期に一時減少するなど横這い状態が続いたが、第2次大戦後になって再び増えて20万haとなり、昭和40年代に入るまで約20万haの栽培が続いた。しかし42年からは年々減少し

始め、53年現在では12万haの作付けにまで減ってきている。

Ⅲ-1-⑳ わが国のジャガイモの生産状況の推移

年次平均	春 作			秋 作			合 計	
	作付面積 1,000ha	10a当り 収 穫 量 kg	収 穫 量 1,000t	作付面積 ha	10a当り 収 穫 量 kg	収 穫 量 t	作付面積 1,000ha	収 穫 量 1,000t
明治11~15							9	35
16 ~ 20							12	67
21 ~ 25							22	152
26 ~ 30							25	135
31 ~ 35							38	224
36 ~ 40							51	416
41~大正1							66	646
大正2~6							95	979
7 ~ 11							122	1,225
12~昭和2							96	900
3 ~ 7							103	954
8 ~ 12	—	—	—	—	—	—	145	1,527
13 ~ 17	—	—	—	—	—	—	173	1,861
18 ~ 22	198	946	1,868	6,540	593	37,680	204	1,906
23 ~ 27	205	1,188	2,426	4,362	630	26,920	210	2,451
28 ~ 32	205	1,370	2,796	4,328	951	41,920	209	2,837
33 ~ 37	201	1,724	3,462	7,776	1,190	93,020	209	3,553
38 ~ 42	194	1,832	3,540	10,140	1,360	138,420	204	3,680
43 ~ 47	158	2,212	3,546	8,124	1,459	118,600	166	3,616
48 ~ 52	132	2,478	3,268	6,688	1,628	108,960	139	3,376
53	121	2,640	3,205	6,510	1,708	111,200	128	3,316

(農林水産省作物統計各年次より)

b 利 用

ジャガイモ生塊茎の栄養成分は表Ⅲ-1-㉔のごとくである。品種や栽培、貯蔵条件などによっても異なるが、とくにでんぷんの含有率は品種によってかなり異なり、野菜用品種は低く、十数%レベルであるが、最近育成のでんぷん採取用品種では30%レベルになるものがある。微量成分には表Ⅲ-1-㉔の他、塩素、アルミニウム、マンガ、亜鉛、銅、硼素、臭素、その他がある。

表Ⅲ-1-㉔ ジャガイモの栄養成分

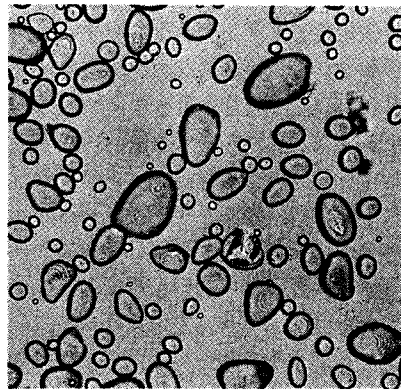
生 イ モ 成 分		100g 中
カロリー	Cal	77
水 分	g	79.5
蛋 白 質	〃	1.9
脂 質	〃	0.1
炭 化 糖	〃	17.3
水 物 質	〃	0.4
灰 分	〃	0.8
無 機 質	〃	〃
カリウム	mg	5
ナトリウム	〃	12
リン	〃	42
鉄	〃	0.5
ビ ー タ ミ ン	〃	〃
A 効力	I.U.	0
B ₁	mg	0.10
B ₂	〃	0.03
ニコチン酸	〃	1.0
C	〃	15

(食品成分表 1970 より)

熱帯を除くほとんどの地域で食用にされているが、でんぷん含量が高く、味覚が良いことから主食としての常食に適しているため、とくに東ヨー

ロッパの一部では主食的に扱われ、その他の所でも主食穀作物不足の場合は、主食的な利用が多くなる。わが国では春作の約20%、秋作の大部分が食用に消費されている。

現在、多くは副食として煮・焼・蒸食、フライ、など家庭料理に使われるが、最近はポテトチップ、マッシュポテトなど食品加工業による消費が、アメリカを始め各国でさかんで、わが国でも増加の傾向にある。南米アンデス高地では2000年来、自然凍結氷解脱水乾燥させたチューニョ(chuño)を食用として利用している。



(星川 1978)

図Ⅲ-1-㉔ ジャガイモのでんぷん粒

ジャガイモ塊茎にはソラニン(solanin)というalkaloidal glucosideが生イモ100g中2~9%に含まれる。苦味があり、多量に摂取すると有毒である。ソラニンは若い塊茎に多く、成熟塊茎では芽の部分に局在する。しかし日光に当たって周皮が緑化すると急増する。萌芽を始めた塊茎でも増える。

わが国では生産量の約40%がでんぷん採取用にされる。わが国での近年の栽培の増加は、主にでんぷん用需要の増加によるものである。ジャガイモのでんぷん粒は大粒で品質よく、家庭料理で片栗粉と称して利用されるが、量的には水産練製品用が最も多く、他に紡績、製紙の糊用とされる。菓子用にも、ジャム添加、飴など、またアルコール、焼酎など原料とされる。

飼料としてはフランス、ソ連、北欧、アメリカなどで養豚などに大量に用いられる。日本では最近利用が減り、約10万tが利用されている。

(XIV) サツマイモ

学名: Ipomoea batatas POIRET

和名: サツマイモ, カンショ

漢名: 甘藷, 薩摩芋, 琉球藷

英名: sweet potato

独名: Süsser Kartoffel, Batate

仏名: patate douce

西名: batata, boniato

ヒルガオ科の多年生つる草。茎は地面を這い、切ると白い乳液が出る。晩夏にアサガオに似た紅色の花が咲き黒い種子ができるが、温帯では、開花前に秋の霜で枯れ、1年草扱い。一部の根が夏から肥大してもになる。いもも寒さにあうと腐る。栽培には苗床で種いもから萌芽させた茎を切り、畑に挿す。温熱帯で主食。



図Ⅲ-1-29 サツマイモ

a 生産状況

(a) 世界

世界のサツマイモの総作付面積は1,400万ha、生産量は1億3,800万t(1977年)で、ジャガイモに次いで第2位、ジャガイモの約半分の生産量である。地域別ではアジアがその93%を占めており、なかでも中国は1億1,700万tで世界第1位、世界総生産量の85%を産している。その他は第2位のインドネシアを始め、韓国、インド、ベトナム、日本などで、各々250~130万tの生産である。アフリカでは総生産量は520万tであるが、多くの国々で少量ずつ生産されている。南

アメリカではブラジルが180万tで主産国である。原産地の中央アメリカでは生産は少ない。アメリカも南部諸州で60万t弱生産されているだけである。ヨーロッパには栽培はほとんどみられず、全体で13万t程度にすぎない。

(b) 日本

食糧事情が好転して食用途は減ったが、でんぷん用に需要が大きかったためである。ところが海外からのトウモロコシ輸入が増え、でんぷん原料がそれに切替えられたため、サツマイモの作付けは昭和40年代に入ると急速に減少し、43年には明治初期と同じ十数万haまで減少し、47年には10万ha以下におちこんで、昭和53年には、65,000haになった。この減少傾向は当分続くものと見られている。

国内の栽培地域は、関東、東海、四国、九州と温暖地方に集中している。往時は鹿児島県の約4万haを始め、千葉、長崎、茨城、愛知、宮崎、熊本、埼玉、静岡など1万ha以上の栽培面積の県が11に及んだ。しかし現在では鹿児島県のみが2万ha近くの生産を保っている他は、茨城、千葉も約6,000ha、宮崎5,000haが主なところで、往時の主産地埼玉、愛知なども1,000haレベルになってしまった。鹿児島県では全畑地面積74,000haのうちの26%にサツマイモが作付けされており、その比重が大きい。

表Ⅲ-1-31 わが国のサツマイモの生産状況の推移

年次平均	作付面積 ha	10a 当り 収 収 kg 量	収 穫 量 1,000t
明治11~15	158,320	632	1,004
16 ~ 20	187,870	800	1,531
21 ~ 25	241,200	884	2,131
26 ~ 30	268,030	890	2,371
31 ~ 35	250,900	982	1,995
36 ~ 40	248,920	983	2,450
41~大正1	262,740	1,144	2,999
大正2~6	275,860	1,222	3,370
7 ~ 11	280,100	1,326	3,730
12~昭和2	252,500	1,182	2,984
昭和3~7	231,500	1,210	2,807
8 ~ 12	246,240	1,242	3,056
13 ~ 17	260,740	1,026	5,135
18 ~ 22	350,440	1,257	4,360
23 ~ 27	403,980	1,490	6,002
28 ~ 32	368,760	1,682	6,220
33 ~ 37	340,980	1,890	6,436
38 ~ 42	264,880	1,980	5,267
43 ~ 47	102,660	1,972	2,608
48 ~ 52	67,960	2,094	1,423
53	65,000	2,110	1,371

(農林水産省作物統計各年次より)

b. 利 用

イモの成分は品種、栽培条件、その他により異なるが、日本の一般品種の掘取時期における栄養成分は表Ⅲ-1-③②のごとくである。

わが国では、現在食用としては蔬菜用、焼イモなど間食用に用いられる程度にすぎないが、従前は主食の代用、救荒食物として重要であり、西南暖地の一部では、サツマイモを常食としている所もあった。しかし現在も用途の中では食用が約40%を占めている。アジア、アフリカなど熱帯の各地では、今も主食とされている所が少なくない。

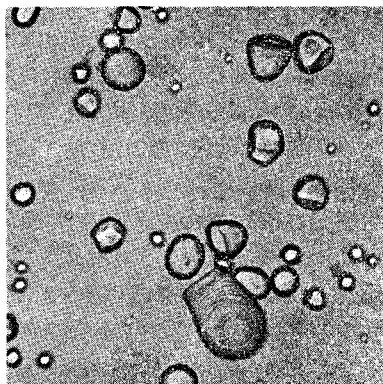
第2次大戦直後までは、アルコール原料として重要視され、また戦後昭和30年代までは、でんぷん原料として生産も多かった。しかし現在は、でんぷん製造は河川汚濁の公害問題もあり、さらに、でんぷん原料が安価に輸入されるようになったコーンスターチにとって代わられたため、需要が激減した。昭和51年には約20%余がでんぷん用である。でんぷんの用途は、飴、ブドウ糖、食品加工原料、紡績糊、化粧品、医薬などである。

飼料用としては全生産の20%余が用いられる。イモも茎葉も用いられ、飼料専用品種が育成、利用されている。イモは生のまま、あるいはイモぬか飼料、イモぬかサイレージ、発酵飼料として用いられ、特に養豚に重要である。茎葉は生、乾燥、あるいはサイレージとして供与する。乾燥茎葉はふすまに匹敵する飼料価を有する。

表Ⅲ-1-③② サツマイモ(生)の栄養成分
(100g中)

カロリ-	Cal	120
水分	g	69.3
蛋白質	g	1.3
脂 質	g	0.2
炭化糖質	g	27.7
水物繊維	g	0.8
灰 分	g	0.7
無機質	mg	24
カルシウム	mg	15
ナトリウム	g	40
リン	g	0.7
鉄	g	3
A効力	IU	10
ビタミン	g	0.15
B ₁	mg	0.04
B ₂	g	0.8
ニコチン酸	g	30
C	g	

(食品成分表 1970 より)



図Ⅲ-1-③② サツマイモのでんぷん粒

(XV) キャッサバ

学名: *Manihot esculenta* CRANTZ (= *M. utilissima* POHL).

和名: キャッサバ, イモノキ, タピオカノキ, マニホットノキ

漢名: 木薯

英名: cassava, manioc, tapioca plant, mandioca

仏名: cassae, manioc

独名: Wurzelmaniok, Maniok

西名: yuca brava, mandioca, casobe

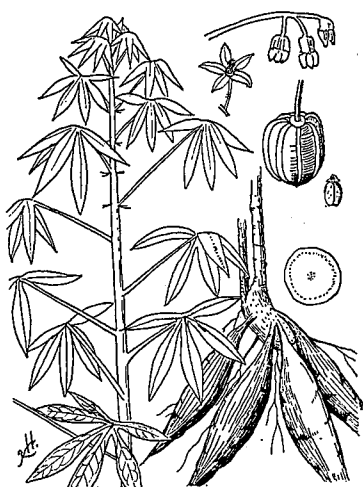
トウダイグサ科の多年生の高さ3mになる木状の草本で、地下にダリアに似た多数のいもをつける。いもには良質のでんぷんが含まれるが、青酸の多い苦キャッサバ(Bitter cassava)と、青酸の少ない甘キャッサバ(Sweet cassava)があり、前者はよく水洗、加熱して食用とする。でんぷんを採り粒状のタピオカとして輸出。

a. 生産状況

世界中の熱帯、亜熱帯で栽培され、総生産量は約1億1000万t(1977年)である。そのうち約2/3は、ブラジル、インドネシア、ザイール、ナイジェリア、タイ、インドの6か国で生産される。

年中いつでも生産でき、一定時間当たり、あるいは一定面積当たり生産カロリーがきわめて高い。また未だ改良があまり進んでおらず、将来飛躍的に生産を増大せしめ得る余地がある点で、将来の熱帯地域の人口増大に対処する食用作物として注目されている。1969~71年に比して1977年では生

産量は14%増大しており、とくにアジアでの生産増大(54%)が著しい。



図Ⅲ-1-31 キャッサバ

b. 利 用

キャッサバの塊根の可食部分の栄養成分(生)は水分62%, 炭水化物35%, 蛋白質1.0%, 脂肪0.3%, 無機質1.0%である。イモはカルシウムに富み、またビタミンCを多くもつ。生イモからのでんぷん収量は20~25%である。葉には蛋白質とビタミンAを多く含む。

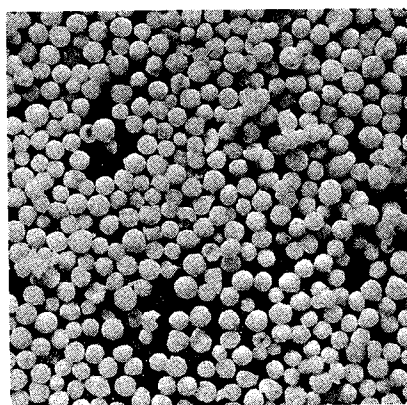
キャッサバは、熱帯では米につぐ主食として、焼畑農業地域はもとより一般貧民階級の不可欠の主食とされている。

青酸または、その化合物manihotoxin (hydrocyanic glucoside, linamarin) を含み、酵素linase が作用すると青酸が遊離する。甘味種はこの毒物が皮の部分に限られるが、苦味種では全体により多く含有される。HCNの含量は、生イモ1kg当り10~370mgで、50mg以下はほぼ無害だが、50~100mgでやや有毒、100mg以上で猛毒となる。毒性は土壌、気候などでも変る。しかし、青酸は、イモを加熱や水洗、乾燥することによって除くことができるので、中、南アメリカの現地人は昔から種々の除毒方法を考案して利用している。食用には煮たり、焼いたり、すりつぶして水洗したのち、パン状に焼いたりして食べる。

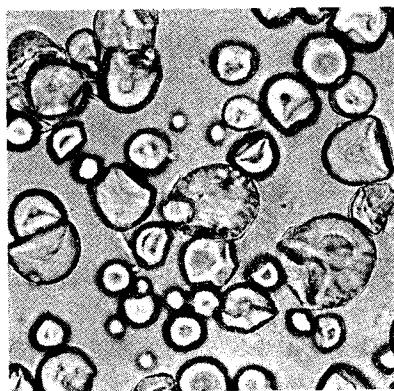
でんぷんを製するには、原料イモを洗い、皮を剥いてから、つき砕いて竹製の容器に入れて加圧

し、何回も水を変えながら絞る。あるいは、イモの乾燥粉を作り、これからでんぷんを精製する。こうして得たでんぷんを、二重底の釜に入れ、加熱蒸気を通して3~4分熱すると半ば糊化する。これを冷却すると半透明の塊状タピオカ(tapioca flake)が得られる。これを粉にしたものがタピオカフラワー(tapioca flour)である。でんぷんを水で柔らかく練り、加熱して濾板を通して小片とし、これを球状とし、軽く熱を加えて表面だけがタピオカパール(tapioca pearl)である。これをふるいを通して粒サイズをそろえ調製する。

キャッサバのでんぷんは、繊維、蛋白質などを含まぬ純度の高いでんぷんで、タピオカ(tapioca)と呼ばれる。料理、菓子、離乳食、病人食などに優れるほか、粘性、張力に富み、織物用、製紙のコーティング、醤油の色づけのカラメル原料など食品加工用、またアルコール原料などとしても重要である。



図Ⅲ-1-32 タピオカパール



図Ⅲ-1-33 キャッサバのでんぷん粒

このため、熱帯各地からアメリカやヨーロッパなどへ、かなり大量にタピオカとして輸出されているが、その輸出の形態は上記4種のものとはカプレク(caplek)と呼ばれる乾芋の形とがある。輸出国はインドネシア、マダガスカル、ブラジルなど、最大輸入国はアメリカ、ヨーロッパ各国、日本などである。日本でも取引上はマニオカでんぷんと称して8~10万tほど輸入しており、需要は最近、年々増大している。

甘味種は家畜の飼料とされる。アフリカでは若葉は野菜とされる。またトリニダードなどでは、ココア畑の保護作物(nurse-crop)として植えられている。

キャッサバは英語のcassavaに由来するが、この作物は世界各地でいろいろの名で呼ばれている。たとえば、マニोक(manioe)はフランス語圏で、タピオカ(tapioca)はアジアのかつてのイギリス支配国で呼ばれる名であり、キャッサバの原産地である南米のうち、ブラジル、アルゼンチンおよびパラグアイではマンジョカ(mandioca)、中米のメキシコではユカ(yuca)と、それぞれ呼ばれている。

表Ⅲ-1-③ 世界におけるキャッサバの主要生産国と生産量(1976)

国名	生産量 (1,000t)	世界総生産量 に対する(%)
1. ブラジル	26,511	24.1
2. ザール	12,300	11.2
3. インドネシア	12,169	11.0
4. タイ	10,644	9.7
5. ナイゼリア	10,600	9.6
6. インド	6,480	5.9
7. タンザニア	4,000	3.6
8. ガーナ	2,500	2.3
9. モザンビーク	2,450	2.2
10. コロンビア	2,113	1.9
その他	20,400	18.5
世界総生産量	110,167	100.0

出所: FAO, Production Yearbook, Vol. 31²¹⁾

広瀬昌平(1980)キャッサバの栽培,施設農業への新エネルギー利用,(株)フジテクノシステム:616~640

この作物の年間生産量は約1.1億tに達し、その生産量の70%がブラジル、ザール、インドネシア、ナイゼリア、タイおよびインドの6カ国で生産されており、その大部分は人間の食糧として直接消費されている。

CIAT(Centro Internacional de Agricultura Tropical)⁶⁾は標高差の異なる地域での収量比較試験結果を示しているがこれによると、1,450mのDarien(平均気温19.5℃)では11カ月目の収量(生塊根重)で4~5t/haであり、標高差による気温以外の条件が、ほぼDarienと類似するRio Negro(標高450m, 平均気温26.6℃)では、最低でも20t/haを越えている。

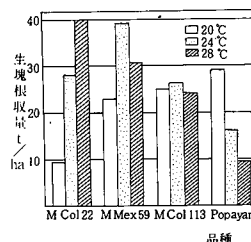
つぎに、気温と収量との関係については、いろいろの試験結果があるが、CIATが平均気温20℃, 24℃および28℃を示す3つの試験地で行なった収量試験の結果であるが、20℃の試験地での収量がこれより高温地での収量より高い値を示す品種もあり、品種により最適気温は異なることが認められている。

表Ⅲ-1-④ 高度差のある2カ所でのキャッサバ収量試験

(11カ月生塊根重 (ton/ha))

場所	品種	MMev -59	CMC -40	CMC -84	CMC -76	MCoi -113	CMC -9
Darien (1,450 m) (19.5℃)		2.4	5.8	4.0	1.4	2.5	0.1
Rio Negro (450 m) (26.6℃)		37.4	28.6	26.0	25.8	22.9	20.2

出所: CIAT, Annual Report(1975)⁶⁾



出所: CIAT, Annual Report(1975)⁶⁾

図Ⅲ-1-④ 平均気温の異なる3カ所で行ったキャッサバ品種の収量試験

広瀬昌平(1980)キャッサバの栽培,施設農業への新エネルギー利用,(株)フジテクノシステム:616~640

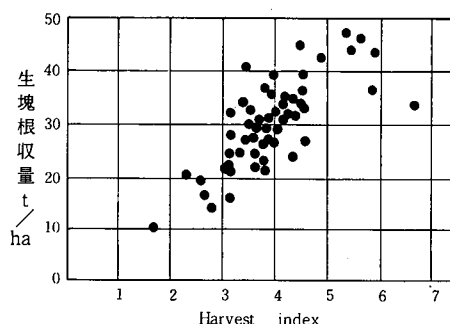
キャッサバの生育は植え付け後、まず発根し、根数の増加がおこる。その後、根の肥大期に入る。塊根の乾物重は挿苗後2カ月目に、収穫時の10%にも達しないが、3カ月目以後になると、40%に達し、その後、急激な乾物重の増加がみられる。

全乾物重量に対する塊根重の割合が、収穫指数 (Harvest index) であるが、この値は生産された乾物がどう配分されるかを示す。この値は種々の要因の影響を受けるが(品種、栽植密度、施肥その他)、0.4以上であることが多収につながるということが知られており、しかもこの値が品種特有の形質であることから、品種選択のひとつの指標とされている。

一般に、多くの需根類では最終的な収量は2つの要素、すなわち、肥大率と肥大期間によって決まる。肥大率は葉面積指数(LAI)が関係するためキャッサバの生育中にみられる落葉は減収につながり、これを防ぐことが増収をもたらす。

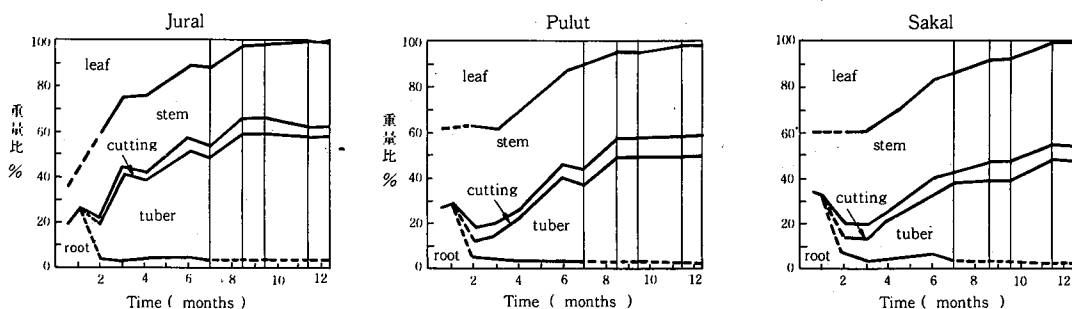
個体群生長率(CGR)は地上部と塊根部を加えた全体、あるいは塊根のいずれについても、LAIが3.5~4のときに最大となり(品種によっては3~3.5)、CGRは全体で約110 g/m²/週、塊根部で約50 g/m²/週に達する。塊根部のCGRは品種によるが、LAIが4に近づくまで増加し、その後は低下する。

LAIは単位面積当りの葉面積であるので、植密度も関係するが、当然個々の葉の大きさ、さらに葉数を構成する基部、頂部の分枝数とそれのおのの葉形成率、そして葉の寿命の長短が関係する。個々の葉の大きさ(面積)は植え付け後4カ月目に展開した葉で最大となり、それ以後低下する葉数の増加は10~11カ月ぐらいまで続くが、生育が進むにしたがい、その増加率は鈍化する。分枝の多少は遺伝的形質で、品種間差異が大きい。



出所: C I A T, Annual Report (1976)⁶⁾

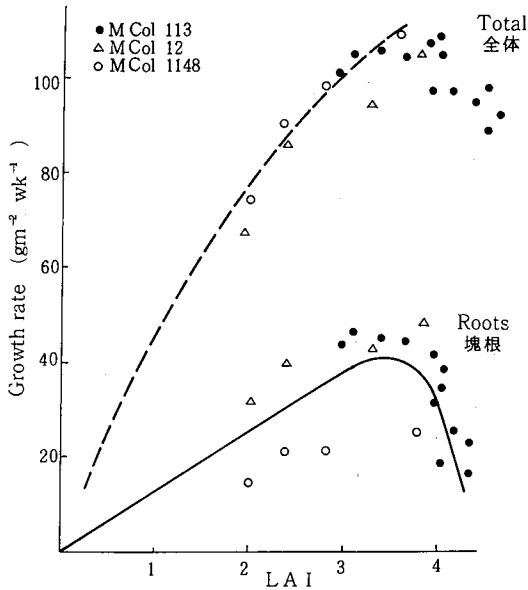
図Ⅲ-1-③ Harvest index と生塊根重(12カ月)の関係



出所: Williams (1972)⁵⁾

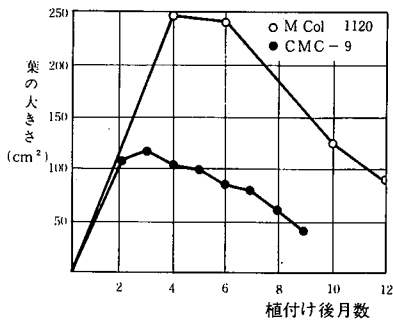
図Ⅲ-1-④ キャッサバ3品種の生育期別乾物重(比率)

広瀬昌平(1980) キャッサバの栽培, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム: 616~640



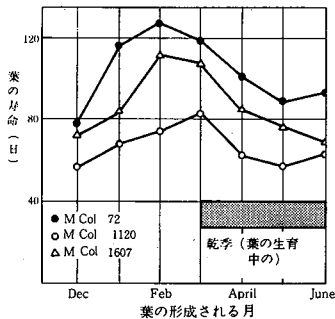
出所: Cockら(1979)¹⁰⁾

図Ⅲ-1-37 LAIと個体群生長率(CGR)との関係



出所: C I A T, Annual Report (1975)⁶⁾

図Ⅲ-1-38 生育期と葉の大きさの関係



出所: C I A T, Annual Report (1976)⁶⁾

図Ⅲ-1-39 葉の形成月と葉の寿命との関係

葉の寿命の長短も品種間差異がある。

表Ⅲ-1-35 CIAT品種のでんぷん含量

品 種	でんぷん 含量(%)	品 種	でんぷん 含量(%)
MCol 22	31.9	CMC 9	33.1
MCol 113	31.1	CMC 40	29.8
MCol 673	32.1	CMC 57	27.8
MCol 677	31.2	CMC 72	27.1
MMex 23	36.2	CMC 76	34.5
MMex 52	32.0	CMC 84	33.8
MMex 59	31.5	CMC 86	24.8
MVen 119	30.5	CMC 137	19.5
MEeu 159	26.0		

出所: CIAT, Annual Report (1976)⁶⁾

広瀬昌平(1980) キャッサバの栽培, 施設農業
への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム:
616~640

表Ⅲ-1-36 インドネシア奨励品種の特性

品種名	来 歴	甘 糖 率	平均 収量	HCN 含量	でんぷん 含量	たん白 含量	生育 期間	草丈	耐病性	その他
Valencia	ブラジル	甘	10~12	40	36.5	0.60	10~12	2~3	Bacterial disease に弱	
Sao Pedro Pretolapp	ブラジル	苦	20~25	150	27.8	0.52	10~12	1~2	Leaf blight & Ba- cterial diseaseに弱	
Bogor	Maleka × Basiorao	苦	20~25	90	30.0	0.38	10~12	1~2	Bacterial diseaseに 弱	
Muara	Bogor × Basiorao	苦	約 30	100	35.2	0.48	7~10	1~2		耐りやすい
Gading	西部ジャワ	甘	約 30	31.4	36.0	0.58	7~10	1.5~2.5		
Ambon	アンボン(マラタ諸島)	甘	20~25	32	37.0	0.68	8~10	1~2		
V-629	Ambon × Gading	甘	25~30				8~10	1~2		
W-78	Mang × Ambon	甘	25~30				7~10	1~2		
W-236	-	苦	約 30				8~12	2~3		
奨励品種										
Mang	ブラジル	甘	20	30	37.0	0.34			Bacterial diseaseに 敏感でない	
Betawi	Mleka × Basiorao	甘	20~30	30以上	33.4	0.32			Bacterial disease, ウイルスに敏感	
Basiorao	ブラジル	苦	30	80以上	31.2	0.29			Bacterial diseaseに 弱	
Mantega		苦							非常に 高い	S.P.P.と似た品 種, 葉はほとんど 枯死しない。 主食用として農 家で好んで栽培 される。ポテ ル近くで栽培が 多い。
Tapicuru		甘							短 い	
Mania		甘	少							
Bogor		甘								

出所: 藤子俊(1978)¹¹⁾

広瀬昌平(1980) キャッサバの栽培, 施設農業
への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム:
616~640

表Ⅲ-1-③⑦ ブラジルのキャッサバ主要品種

地 域	品 種 名
バ イ ア	工業用: Cigana, Graveto, Jacomoá, Milagrosa, Platina, Preta, Vermelhinha Branca, Cidade Rica, Roxona, Sutinga, Salangor Preta, Salangorzinha, Irace-ma, Graveto Preto, Coqueiro, Platina Preta.
サンパウロ	飼料用(葉): Platina, Graveto, Salangor Preta, Mamão. 食 用: Vassourinha, Guaxupé, Cacaue Baiana, Mantiqueira, Santa, Piraquununga, Valença, Senhora, Palma, Rosa, Tatu. 工業用: Branca de Santa Catarina, Riqueza Ipeaco, Vassourinha Grande, Híbrida, Itu, Brava de Itu, Cafecha, Grêlo Roxo, Cubatão, Preta, IAC-12-1, IAC-5-165. 飼料用(生根): Itu, Guaxupé, Santa, Piraquununga. 飼料用(葉): Híbrida.
リオデジャネイロ	食 用: Saracura, Mantiqueira. 工業用: Grêlo Roxo, Aipim Bravo, Salangor
セルジッペ	Preta, Barrinha, Maria Preta, Salangó-rzinha, Mamão, Cigana Preta, Pretinha, Itapicuru de Barra.
エスピリトサント	食 用: Pão do Chile, Surui, 工業用: Lisona, Manjari.
アマゾン	Farinha 用: Miriti, Cachumbo, Inambú Rôxa, Pescada, Pindaia.

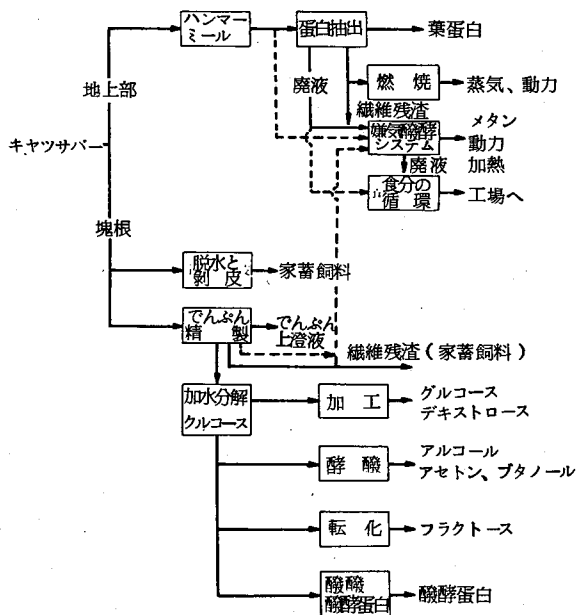
出所: 入倉 (1976)²⁸⁾

広瀬昌平(1980) キャッサバの栽培, 施設農業
への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム:
616 ~ 640

表Ⅲ-1-③⑧ タイのキャッサバ生産物(ベレット・でんぶん)の輸出量(M.T.)

仕・向 国	1975	1976	1977	1978
オランダ	1,849,629	3,001,021	3,185,271	3,917,051
ベルギー	2,032	22,047	87,539	582,799
西ドイツ	77,073	75,869	165,212	419,724
フランス	54,167	127,161	114,555	334,557
イタリア	30	12,417	7,522	207,412
英 国	-	-	-	18,799
韓 国	59,244	497	-	-
台 湾	13,785	-	-	40,937
マレーシア	376	-	490	494
日 本	41,636	13,427	1,915	113
中 国	-	-	-	10
ポルトガル	2,021	-	2,025	-
カナダ	20	-	-	-
シンガポール	3,720	-	-	-
合 計	2,103,733	3,252,439	3,564,529	5,521,896

出所: 全農飼料原料課 1979年2月

出所: McCann (1977)³²⁾

図Ⅲ-1-④⑩ キャッサバのAgro-industryシステム

表Ⅲ-1-③⑨ 世界におけるキャッサバの生産
(単位: 作付面積 1,000 ha, 生産量 1,000 t, ha 当り収量 kg/ha)

	作付面積	生産量	ha 当り収量
1948-52年平均	5,806	48,618	8,374
60-62	5,358	47,071	8,785
69-71	11,091	99,868	9,004
76-78	12,862	116,633	9,067

出所: FAO, Production Yearbook.

表Ⅲ-1-④⑩ 国別キャッサバ生産 (1976-78 年平均)

(単位: 表 1 に同じ)

	作付面積	比率 (%)	生産量	比率 (%)
ブラジル	2,157	17	25,347	22
インドネシア	1,355	11	12,387	11
ザイール	1,747	14	12,317	11
タイ	666	5	11,837	10
ナイジェリア	1,098	9	10,748	9
インド	389	3	6,502	6
中国	419	3	5,808	5
タンザニア	829	6	3,992	3
ベトナム	327	3	2,496	2
モザンビーク	450	4	2,433	2
その他	3,425		22,756	
計	12,862	100	116,633	100

出所: 表 1 に同じ。

輪田 (1980) キャッサバあれこれ, 食の科賀 No. 53, (財) 農政調査委員会: 45-50

(XVI) キクイモ

学名: *Helianthus tuberosus* L.

和名: キクイモ

漢名: 菊芋

英名: Jerusalem artichoke, girasole

仏名: topinambour

独名: Erdapfel

キク科のヒマワリと同属の多年草で, $n=41$, 栽培種には *H. tuberosus* の他に *H. macrophyllus* WILLD. (イヌキクイモ) がある。ともに原産は北アメリカの合衆国からカナダにかけての地域であり, この地域には多数の同属の野生種がある。古くからインディアンによって栽培もしくは採集利用されていた。欧米人によって見出され, 初めてヨーロッパへ紹介されたのは 1603 年のことで, 1605 年にはフランスに導入されて topinambour の名で普及された。

a. 生産状況

原産地のアメリカでは, 古くから太平洋の諸州で栽培されていた。ネブラスカ州では 1935 年には 20-30 万エーカーの作付の記録があるなど, 近年までかなり栽培された。また 17 世紀以降ヨーロッパでも栽培が広まった。日本では第 2 次大戦後の食糧不足時代に栽培が唱導されたが, そのかわりには普及しなかった。現在ではアメリカでもヨーロッパでも経済的には生産が衰え, 若干量が飼料とされている程度である。かが国でも現在はほとんど栽培されていない。僅かに往時の栽培から野生化したものがみられるのみで, いわゆる残存作物である。



(A)

(B)

図Ⅲ-1-④⑪ キクイモ(A)とイヌキクイモ(B)
星川清親(1980)新編食用作物, 養賢堂: 1-697

やや低温, 冷涼な気候に適し, 萌芽から初期生育期はやや低温で, 雨が多く, 夏は高温で日照多く, あまり湿度が高くない気候の場合に収量が多い。

土壌はとくに選ばないが, 粘質で排水不良の土地は収量が少ない。土壌の乾燥には強い。地にもよく育つが, 塊茎収量は肥地ほど多い。

塊茎は低温抵抗性がきわめて強く, -30°C でも凍害をうけないという (ZADE (永井 1952)), このため温帯の中・北部で栽培され, わが国でも北海道でもよく育ち, 中国東北部, カナダ, 北ヨーロッパでも栽培される。

b. 利用

塊茎は飼料・食用およびアルコール原料として用いられる。とくにアルコール原料としては、収量が多く、連作ができ、炭水化物（イヌリン）はデンプンに比べて酸糖化が容易で、1.5%硫酸で常圧30分で100%糖化し、8.8gの糖から3.4gのアルコールがえられ、かつ原料価格はもっともやすいなどの有利性をもっている。食用としては特臭があり味が劣り、一般の嗜好に合わない。飼料としては、塊茎だけでなく、葉とともに単位面積当りの栄養価は他の作物に比べてもっとも高い。

（XVⅡ） アメリカホドイモ

学名： *Apiss americana* MEDICUS = *A. tuberosa* MOENCH

和名： アメリカホドイモ、アメリカホド

英名： potato bean, Indian potato, ground-nut

独名： Amerikanische Erdbirne

仏名： apios tubereux

マメ科の多年草、北アメリカ原産、アメリカ北東部からフロリダおよびテキサスに至る地域で、インディアンにより栽培される、日本へは明治中期にアメリカから渡来、主に花を觀賞するために、鉢作りや庭の垣に植えられたが、今は栽培は少なく、僅かに都市近郊に野化している。なお、東北地方、とくに青森の南部地方を中心に、数十年前から農家で自家用にホドと称して栽培しているものは本種と思われる。



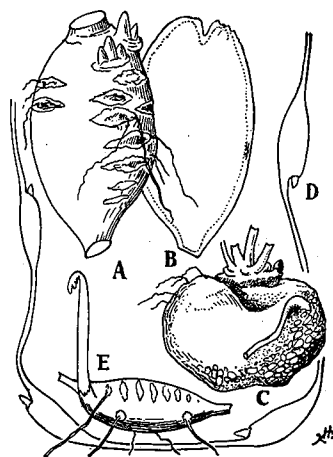
図Ⅲ-1-④② アメリカホドイモ

茎は蔓性、2~4m、翼は5~7小葉よりなる羽状複葉は、小葉柄に短毛を密生する。葉腋から花序を出し、10~13個の花をつける。蝶形花の花冠は長さ1~1.2cm、淡紫色で美しく、スミレに似た芳香がある。花期は夏・莢は線形、多くの種子を蔵し、秋に熟すると裂開する。地中に塊茎があり、種イモから多くの匍枝を、地表下浅く伸ばし、1m余になる。匍枝は5~10cmごとに節があり、各節部が肥大してイモとなる。したがってイモは長い匍枝に一定の間隔で連り、匍枝の先端部ほど細いイモがつく、イモは西洋梨形で、長さ3~6cm、太さ4cmとなる。

栽培は、種イモを春（青森では6月）に畑に植えつけ、蔓が伸びてくると支柱を立てる。実生では開花までに長年月を要するので実用されない。

土質はやや石灰を含む軽鬆土が良いが、とくに排水不良土以外は土を選ばず、黒ボク火山灰土でも育つ。病害はとくに目立たない。

秋の降霜で地上部が枯れたのち、当面の食用分を掘り取り、残りはそのまま雪積下で翌春までおく、イモは0℃前後で障害をうけない。冬期に室内に貯蔵すると萌芽を始めてしまう。融雪後、全



A: イモ全形 B: イモ断面
C: 匍枝の先の方の細いイモ
D: 植付け後1年たった種イモ
E: 新イモの萌芽

図Ⅲ-1-④③ アメリカホドイモの形態と萌芽
星川清親(1980)新編食用作物, 養賢堂: 1~697

てを掘り取り、一部を種イモとして植える。種イモは萌芽後も消失せず、さらに若干肥大し、秋に新イモと一緒に収穫される。種イモも食用とされるが、形は歪形で、品質は新イモより劣る。

イモは煮たり、焼いたりして食べる。味はジャガイモとサトイモの中間的で、淡い甘味があり、美味である。寒冷地でよく生育するイモ類として、食用および飼料用に、今後研究される価値がある。作物と思われる。

なお、日本には近縁種ホドイモ (*Apios fortunei* MAXIM.) が野生しており、このイモも採って食用とされる。

(XViii) ハ ッ カ

① *Mentha aruensis* L var.

piperascens Maliv.

Japanese mint

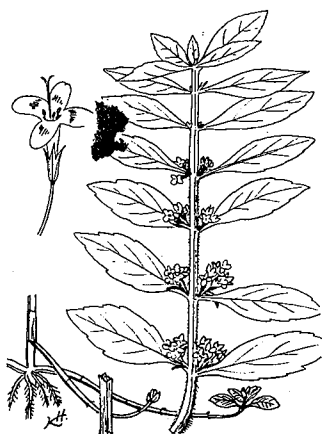
③ *M. spicata* L

スペアミント

独名: Minze, Munze, pfefferminze.

仏名: menthe, menthe poivree

シソ科の多年草、ハッカは水湿地に自生、日本が主産地、茎葉を蒸留して薄荷腦(メントール)を採る。セイヨウハッカは茎頂に花穂をつける。スパイス・香料用、スペアミントはカルボンが主成分、欧米で香料用。



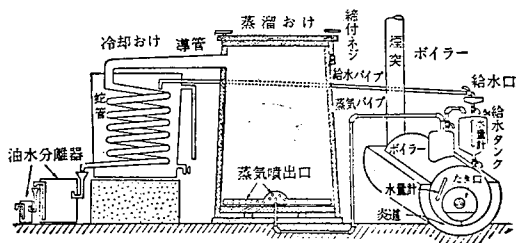
図Ⅲ-1-44 ハッカ

星川清親(1978)栽培植物の起原と伝播、二宮書店: 1~295

a. 由 来

ラインハルト (REINHARDT) によれば、西洋ハッカは太古に中国よりインドに伝わり、のちにヨーロッパに伝わった。シュバインフルト (SCHWEINFURTH) によればエジプトでは紀元前 600~1,000 年ごろにハッカがあり、古代のギリシア・ローマ人はハッカを使用した。(WATT) によれば、*M. aruensis* がヒマラヤ山脈の西部に自生している。このように、ハッカは上古より旧世界で知られていたもっとも古い栽培植物の一つである。

栽培種の染色体数は表 16・10 に示すように変異が多く類縁関係ははっきりしない。



図Ⅲ-1-45 ハッカの蒸留装置

b. 精 油

精油の大部分は葉に含まれ、日本ハッカでは 95% が葉に、5% が茎に含まれる。葉の精油の多くは油腺に含まれ、少量が葉肉内の海綿状組織やさく状組織に油滴となって含まれている。

開花期までは収油量もメントール収量も増える。老熟するとさび病が発生して落葉しやすく、また初霜によって落葉して甚しく減収するので、初霜前に開花させ収穫する。北海道では年 1 回刈で、瀬戸内では 3 回刈を行なう。収穫した精油には、日本ハッカでは、70~80% の遊離 L-メントール (ハッカ腦: $C_{10}H_{20}O$) が含まれ、精 すると、無色透明な角柱状結晶としてえられる。

C. 生産状況

日本ハッカは、日本・ブラジルのサンパウロ地方および中国の揚子江下流地帯に栽培され、西洋ハッカはアメリカに多く、ソ連・ブルガリアがこれについて多い。スペアミントはアメリカ等で栽培され、ペニロイヤルミントは地中海

沿岸に小面積栽培される。

わが国では、1989年に最高の栽培面積22,000 haに達し、取卸油(とりおろしゆ)780t(130万斤)を産し、世界の8割を占めたが、その後減少して、北海道の北見地方が主産地で、岡山県が次いで多い。

d. 用 途

日本ハッカは分離した脳を、薬用として塗布剤・鎮痛剤・興奮剤・健胃剤・駆虫剤・駆虫剤などに用い、香料・清涼剤としてハッカ玉・歯磨粉・口中香料・ハッカパイプ・糖菓・化粧品原料・たばこなどに用いる。また精油は西洋ハッカ油と同様に、薬用のほかに、歯磨・菓子・飲料の加香・化粧品・石けん・たばこなどに混用する。スペヤミントは主として食料品に混用し、ペニロイアルミントは石けん香料とする。

(XIX) テンサイ

学名: *Beta vulgaris* L. var. *saccharifera* -
Alef

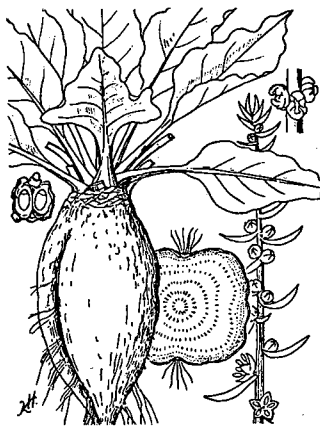
和名: 砂糖大根, 甜菜

英名: sugar beet,

独名: Zuckerrube.

仏名: betteravesasucree

アカザ科の2年草。春に種子をまき、夏から根が肥大し、晩秋から収穫。越冬させると、翌年初夏にとう力ちして、開花、結実し枯死する。含糖率は18世紀のころの約6%から現在は15~20



図Ⅲ-1-46 テンサイ

星川清親(1978)栽培植物の起原と伝播, 二宮書店: 1~295

%, 中には28%のものまで品種改良されている。サトウキビの栽培できない北方地域での糖料作物として重要である。

原種の分布の中心はカスピ海沿岸, コーカサス地方といわれ, ヨーロッパでは家畜飼料として古くから用いられた。

テンサイ製糖原料として利用されるようになったのは, 1747年プロシアの化学者マルグラブ(A. S. MARGGRAF)がその根部からショ糖の結晶をえてテンサイ糖製造の可能性を示したのに始まり, 1790年にカール・プランツ・アハルド(KARLERANZACHARD)によって工業的抽出法が完成された。1801年にシレジアのクネルンに, 世界最初の製糖工場が建設された, わが国には1870年にその種子がはじめて移入され, 翌年北海道札幌宮園に試作された。

根の横断面には維管束群からなる輪層の形成が見られる。その数は8~12層で, 一般に輪層部が多いものほどショ糖の含有率が高い。根の組成は水分が75~80%, 乾物が20~25%でその大部分がショ糖である。

適地〔気候〕生育の積算温度は2,300~2,800℃とされ, 生育日数は150~180日で, 生育期間の平均気温は約15℃とされる。生育期間は稚苗期, 繁茂期および成熟期に大別される。その生育経過は8月中旬頃までは葉部の生育がさかんで, 以後はその生育が衰え根部が肥大して糖分が蓄積する。テンサイは長日性植物で, 炭水化物を蓄積する作物であるから日照の影響は大きく, とくに光過率は生育を大きく左右する。降水量は生育期間中600~800mm程度が望ましい。

(XX) ナタネ

① *Brassica napus* L.

セイヨウアブラナ

菜種, 西洋菜種, 黒種 Rape

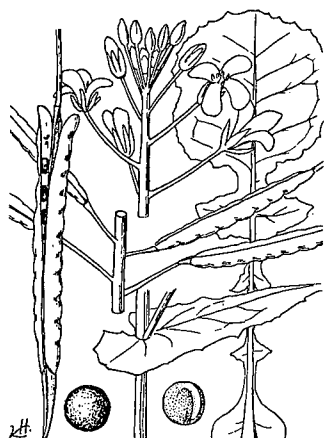
② *B. campestris* L.

アブラナ, ナタネ

日本菜種, 赤種 Colza

アブラナ科の越年草。世界中の温帯に栽培される主要な油料作物, 大部分は西洋アブラナで, この類中含油量が最も多く生育も強勢。日本在来のアブラナは前者よりやや早生。花色もやや明るい黄色, 今は栽培されない。日本では西洋菜種も近

年は栽培が激減。



図Ⅲ-1-④ ナタネ

a 適地と分布

温和な気候を好むが、その適応性は大きい。大後によると、わが国では秋のは種期から幼苗期は概して気温高く、冬期から春期にかけても一般に気温の高い方がよいが、結実期にはあまり高温でないことが望ましい。また日照は全般的に多いことが必要であり、降水量は適当に少ないのがよい。

b 生産

世界のナタネの約60%がアジアで生産され、そのうちインドおよび中国が多く、1964～66年の平均では、世界総生産額480万tのうち、両国がそれぞれ25%前後を占めている。ついでカナダの10%、ポーランド9%、フランス、ドイツ、パキスタンの各6%で、日本およびスウェーデンはともに3%の生産となっている。10a当り収量(Kg, 上記3カ年平均)はスウェーデン225、ドイツ192、フランス191、ポーランド154、日本134、カナダ92、パキスタン45、インド42、中国36で、アジア地域は低い。

c 利用

子実からは圧搾または抽出法によって油脂を採取する。ナタネ油は主として食用とし、テンプラ油、サラダ油などの調理用、人造バター菓子製造などに用いられる。

油かすは窒素5.06%、りん酸9.48%、加里1.30%を含み、作物とくに野菜、花きなどの肥料として利用されるが、粗蛋白質を29～35%含

み、家畜、家きんの飼料として用いることができる。ただし、甲状腺腫発現物質であるL-5-ウイニール-チオオキザゾリド-ン(C_5H_7ONS)を含むので、濃厚飼料の10%以内に止めるのが安全とされている。

(XXi) ゴマ

Sesamum indicum L.

胡麻

英名: sesame.

独名: Sesam.

仏名: sesame.

露名: kunzut.

中南米名: ajonjoli. タミール: yellu. ヒンズー: till

ゴマ科の1年草、茎は高さ80cmほど、夏は葉のつけ根に淡紅または白色の花が咲き、蒴果ができ、熟すると縦に裂けて多くの種子がこぼれる。種子の黒い黒胡麻白い白胡麻、黄色い金胡麻などがある。良質な油料作物として世界中の温熱帯に栽培され、高温によく育つ、日本では5月に種子をまき、9月に刈り取る。



図Ⅲ-1-④ ゴマ

a 性状

子実の色には白から黄、黒、かっ色など各種があり、千粒重は2～5g、一般に45～50%の油を含量しており、搾油歩留は40～45%である。発芽温度は、最低約10℃、最適30～35℃、40℃以上では発芽歩合が急激に低下する。

b 分布と生産

世界の生産額は、第2次大戦直前では150万t前後、栽培面積は約460万haで、そのうちインド200万ha、中国120万haおよびビルマ60万ha、アジア諸国で世界産額の90～95%を占めた。しかし現在ではアジア諸国のうち中国55%、インド30%程度となっている。日本では約5,000ha、またアメリカでは機械収穫に不適のため栽培は普及されていない。しかし、現在テキサス州および南カロライナ農場試験場でさやの非裂開性品種の育成が進みRioおよびPalmettoなどの有望品種が育成されており、アメリカ南部では今後かなりの栽培面積を占めるようになるものと考えられる。

c 品 種

種皮の色、生育期間の長短、草状、花生などによるが、いずれによっても明確な品種の規定は困難である。インドおよびビルマでは春まきと秋、冬まきにより品種が2分類されている。またヒルテブランド(HILTEBRANDT, 1932)は2亜種すなわちssp. bicarpellatumおよびssp. quadricarpellatumに分類した。前者はさやは2心室、柱頭は2裂し茎の断面は8角、後者ではさやは4心室、柱頭は4裂し茎の断面は6角である。しかし同一個体で両者の混合型とも認められるものもあり、厳密な品種の規定は困難である。

d 用 途

子実はいって食用とするか、油をしばって種々の調理用として広範囲に用いられている。アメリカではこれと他の食用油と混じてサラダ油とし、またインドでは炎暑時にゴマ油を皮膚に塗布する習慣がある。なのインドの一部ではゴマを水田前作緑肥として栽培することがある。

(XXII) ヒマワリ

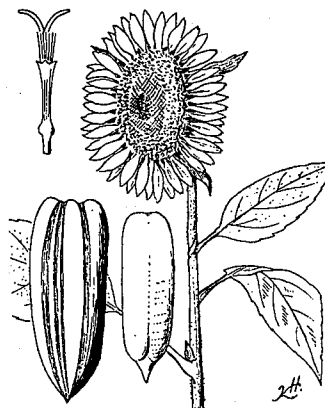
Helianthus annuus L.

向日葵

Sunflower

キク科の1年草、太陽が東から西に回るにつれてその花が陽に向いて回るといわれたが、必ずしもそういうことはない。品種により植物体および種子に大小がある。ロシアヒマワリは4mにもなり、たねも2cm、採油用のほか飼料作物としても栽培されている。ソ連では花托をアーティチョー

クのように料理する。



図III-1-49 ヒマワリ

星川清親(1978)栽培植物の起源と伝播、二宮書店：1～295

a 由 来

ヒマワリはアメリカ西部、すなわちミネソタからテキサス、ワシントンから南カリフォルニアに至る地域内が原産地とされている。すなわち、合衆国域内で発達した唯一の主要作物といえる。ヒマワリの種子は西部に住むインディアンたちが2000～3000年昔から主要な食糧としていた。そしてしだいに現在の栽培種が発達したものと考えられる。

b 特 性

ひまわりには野生種、観賞用種、および普通の栽培種があり、栽培種には種子を食用するための食用種と採油用のために栽培されるものとの2系統がある。

一般にひまわりは湿潤あるいは寒い気候では大きく育ちにくく、また、干ばつ抵抗性も低い。採油用品種の生育期間中における積算温度は2,600～3,000℃を要するといわれている。

c 利 用

ひまわりは多くの用途を有し、種子は24～36%の油を含む。この油は乾性油であるが比較的乾性度が低いことから、食用油、特にサラダ油として、また、ショートニング、マーガリンの製造用にあてられる以外にも食用加工用油として広い用途を持っている。油かすは蛋白質を多く含み家畜

用飼料に、茎、葉および花は大家畜の飼料としても利用されている。

わが国では種子生産を目的としたひまわりの栽培はほとんど行なわれていないが、ひまわりの種子の輸入はかなり多く、年間4万～4.5万tが、ルーマニア、ベルギー、ソ連、オーストラリアなどの諸国から輸入され、1.5～1.8万tの油に加工され、油はほとんどのものが食用として消費されている。

(XXIII) ベニバナ

Carthamus tinctoria L.

スエツムハナ

紅花、末摘花

Safflower

キク科の1～越年草、草丈約1mになり、枝分かれして梢端にアザミに似た橙黄色の花が咲く。花を摘んで黄色および赤色染料とし、口紅にもする。種子は長さ6mmで白色、油を含み、食用・サラダ用、リノール酸含量が多く高血圧予防にすぐれる。またペイント・ワニスなど工業用にされ、現在は油料作物として重要。



図III-1-50 ベニバナ

a 収穫・調整

〈花摘み〉 7月上旬ごろより咲きはじめるば、開花5～6日後黄色い花卉が半分ぐらい紅色になったところが適期である。とげがあつて痛いので、できるだけ朝露のあるときに摘む。なお摘み取った花はその日のうちに処理しなければならない。

〈花の圧搾〉 摘んだ花を餅切機やすり鉢など

で押しつぶす。餅切機の場合は6～7回ぐらい通し、またすり鉢の場合は棒で突きつぶし、花色の大半が紅色になるぐらいまでです。このとき機械などのさびから鉄分がはいると、花が黒くなり品質が下がるので十分に注意する。花を圧搾すると黄色の液が出てくるので、これを十分取り除くようにする。さらに絞り取られた花をいっそう赤くするため、こごりをほぐしながら、12時間ぐらいのうちに3～4回ほど均一に霧をかけ、よく混ぜる。

〈乾燥〉 風通しのよい日陰で3～4日乾燥すると、ほとんど乾燥する。最後に30分ぐらい手でこごりをほぐしながら、日当たりで十分乾燥し仕上がりとなる。

b 沿革

山形県にべにばなが導入されたのは約400年前といわれ、かなり古く、当時最上川とその支流に沿う畑地は特に土壌、気象条件がべにばなの生育に適しているため、その栽培普及も早く、寛政年間には1,300～1,400駄(1駄は120kg)の生産をあげ、染料、口紅として全国の消費量をまかなった。しかし明治以降産業改革のためべにばな畑は他作物に変わり、染色も化粧品も支那べにばなに代用され、さらに合成化学染料の出現により、ほとんど忘れ去られようとしたが、最近化粧品用・食品用の鉱物性染料の使用制限に伴い、べにばなの紅の化学的抽出法の研究が進み、さらに最近では種子に含まれている子実油が、薬用として紅花油の原料にも利用されはじめた。また菓子食品の着色剤、搾油かすの濃厚飼料としての利用開発研究も進められている。

(XXIV) ヒマ

Ricinus communis L.

トウゴマ

中国名：蓖麻

英名：casterbean

独名：Wunclbaum

仏名：palmede christ

露名：kleshichiebina

タミール名：amanahku

ヒンズー名：arend

トウダイグサ科の、温帯では1年草だけが熱帯では多年生。常緑の灌木状となり、高さ2～13

m. 初秋に開化し、柔らかい棘のある果実がつき、中に3個の種子がある。種子には油が多く含まれ、これがヒマシ油で、下剤とされ、化粧品・工業用にされる。本来熱帯植物だが気候適応性が強く、温帯でも栽培される。



図Ⅲ-1-⑤ ヒマ

a 由来

原産地は熱帯アフリカであろうと推定されている。現在の分布はきわめて広く温帯の各地で栽培されている。日本には明治年代になって導入された。

b 性状

種子は長円形で表面に特徴あるはん紋を有し、大きさは種類により大差があり、千粒量70～1,000gである。はい乳中には30～50%の油を含有し、これをヒマシ油と称し、リチノール酸を主成分とし硬脂酸、軟脂酸および少量のタンパク質からなる。

c 適地と分布

気温が20°～25℃以下では生育不良であり、また発芽を統一するためには地温が少なくとも16°～20℃でなければならない。

現在、世界における栽培面積は約1,400万haで、種子生産量は50万tである。主産地はブラジル・インド・ソ連・中国およびアルゼンチンで、また最近メキシコで栽培が進められている。このうちインドでは1955年に52万haで約11万tの種子を生産した。ソ連の産地はコーカサス34.7%、ウクライナ40%および中央アジア26～28%で、中国では東北地方が主産地である。

d 用途

トウゴマ油すなわちヒマシ油は、不乾性で粘度きわめて高く、高熱に対する変化がいちじるしく少なく、かつまた凝固点が低いため、航空機関の潤滑油として重要である。さらに薬用としては、緩下剤として古くから利用されており、その他燈油・石けん原料・毛髪油に供され、またリノリュームや染色材料としても用いられる。またインドでは葉を山羊の飼料およびエリ蚕(Eri)の飼料としている。

(XXV) ケナフ

和名：ケナフ(洋麻)

英名：kenaf, goard hemp

独名：Gambohanf

仏名：chanvre de Bomby

インド名：maesta, kenaf

学名：Hidiscus cannabinus L.

アフリカの原産で、現在インドでもっとも盛んに栽培され、ことにベンガルおよびマドラス地方に多い。日本では一般に栽培されていない。

ケナフはアオイ科(Malvaceae)に属する一年生の草本で、オクラおよびトロロアオイと同じ属である。茎の高さは約2m、株の上方の葉は卵形、下方のものは3～5裂してアサの葉に似ており、花は黄色でアオイの花に似ており、濃紅色のはん点がある。繊維はツナソに似ているが色白く、品質は良い。主として索縄用および荷作物布を織るのに用いられる。

品種には感温型のタシケント型と感光温型の西インド型とがある。

(XXVI) ツナソ

和名：ツナソ、コウマ(黄麻)、イチビ、インサ

英名：jute, Indian hemp

独名：Jute

仏名：coretes textiles

学名：Corchorus capsularis L.

中国の原産で、現在インドの生産が圧倒的に多い。その主産地はベンゴール地方である。日本では熊本・大分・静岡県で自家用としてわずかに作られている。

ツナノキ科(Tiliaceae)に属する一年生草本で、草丈はわが国では1.5～3mであるが、熱帯

では5 mにも達する。葉は皮針状で鋸(きょ)歯があり、上しょう部の葉には、基部に糸状の長い托(たく)葉がある。花は黄色で5弁、5がく。果実(実)は球形の塑(さく)果である。繊維は光沢があり、柔軟であるが、灰かっ色で、あまり強くなく、耐久性も少なく、水湿に対する抵抗性も弱い。しかし栽培がきわめて容易、製造法・紡績法もはなはだ容易で低兼であるので、麻袋すなわちガソニー袋の原料として用いられる。

(XXVII) イ チ ビ

和名：イチビ、キリアサ、ボウマ(商麻)

中国名：青麻(ちんま)、〇麻(けんま)

英名：indian mallow, Chinese jute

独名：Sonnenpappel

仏名：Abutilon ordinaire

学名：Abutilon avicennae G.

温帯の気候に適し、中国・インドから地中海地方にまで分布する。もっとも生産の多いのは中国旧南満州はその主産地であり、また杭州広東地方でも栽培される。わが国ではごくわずかし栽培されていない。

アオイ科(Malvaceae)に属する一年生草本で、高さ2 m内外に達し、茎には細毛が密生する。葉は心臟形で鋸(きょ)歯がある。花は黄色で花弁・がくともに5片。塑(さく)果は円筒形で、10数室に分かれ、各室3個の種子を生ずる。繊維は白色で光沢があり、長くてかなり強いが、アサ・カラムシなどより劣り、ツナソに似ている。主として索縄および包装用に使用され、麻袋の原料としてツナソに混織される。



図Ⅲ-1-52 イチビの枝の一部

(XXVIII) マニラアサ

和名：マニラアサ

英名：manila hemp

独名：Manilahant

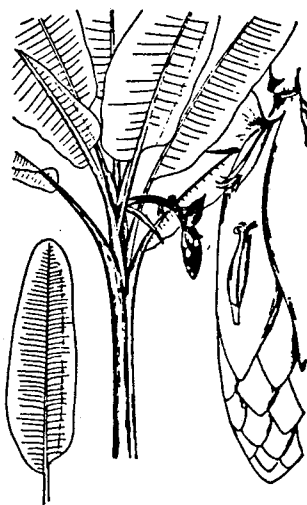
仏名：cahnvre de Manjille

フィリピン名：abaca

学名：Musa textilis NEE

フィリピン原産で、現在もフィリピンの特産であり、ダバオはその主産地である。気温高く、湿気多く、四季を通じて降雨があり、年雨量2,000 mm以上の地に適し、暴風雨によって風害をいちじるしく受ける。

バショウ科(Musaceae)に属する多年生の草本で外観はバナナに酷似している。高さ2~7 mに達し、通常茎と称する部分は、直径18~40 cm、多数の葉しょうが密に巻いたもので、その中心に多肉な軸がある。2~5年で成熟し、茎の中央から花こうを出して花を群生する。バナナに似た果実を生ずる果肉がうすく、種子が多く、食用にならない。一度結実すれば茎は枯死するが、地下茎から多くの新茎を生ずる。いわゆる茎の靱(じん)皮繊維は、その長さ20~30 cmで、粗剛・強じん・比重が軽く、とくに耐水性が強いので、主として船舶用の索縄(じょう)に用いられる。



図Ⅲ-1-53 マニラアサ

③ 主要な野草の特性一覧

(i) はぎ

わが国に広く分布するマメ科野草で、陽あたりの良い山野に生育し、落葉灌木である。草丈は1～2 mに及び秋に色をつけ、放牧中の牛馬は好食する。多年性である。



図Ⅲ-1-64 はぎ

(ii) くず

全国の山林原野に広く分布するつる性のマメ科野草である。刈取りまたは放牧時に牛馬が好食する。多年生である。



図Ⅲ-1-65 くず

(iii) よもぎ

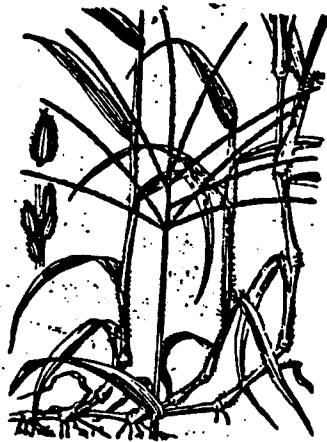
全国の山野に分布する多年性草本で高さ60～100 cmに達する。代表的なキク科の野草である。



図Ⅲ-1-66 よもぎ

(iv) めひしば

広く全国に分布し、路傍、山野および野草放牧などに群生する。株本より分けつして横に広がり繁殖する一年生草本である。



図Ⅲ-1-67 めひしば

(v) ちがや

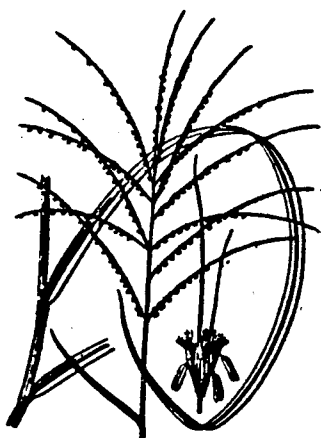
府県原野に広く群生する多年性草本である。草丈は30～60 cmである。イネ科野草として刈取り利用される。



図Ⅲ-1-57 ちがや

(VI) すすき

広くわが国に分布するイネ科野草の代表的なものである。草丈は1.0～2.0 mに及び、多年性草本で刈取って刈干しにして野乾草を作る。



図Ⅲ-1-58 すすき

図は牧野植物園

(2) 林地系

① 有用樹種の特性一覧

表Ⅲ-1-41 精油，樹脂植物

樹 種	含有率 (%)			樹 脂 揮発性，非揮発性
	根	幹 枝	葉	
ク ス ノ キ	2.38	1.03	0.44	
ヤブニッケイ		1.00	0.75	
ニ ッ ケ イ	1.17		0.20	
ク ロ モ ジ		0.22	1.17	
ホ ン シ ョ ウ	2.71	1.03	0.94	
ホ ウ シ ョ ウ		1.0～2.0	0.4～0.9	
ショウギユウ	2.67	2.0	1.21	
サ ザ ン カ			0.4～1.0	
コ ブ シ		0.45		
ユ ー カ リ		1.20	1.20	
ト ド マ ツ	0.64	2.50	2.50	23.5～28.0
モ ミ			0.18～0.23	
ア カ マ ツ	3.8～6.0		0.23	21.7
ク ロ マ ツ			0.55	
チョウセンゴヨウ		0.34	0.34	9～18
ダイオウマツ				20
テ ー ダ マ ツ				18.6
ス ギ		1.50	0.45	
タイフンスギ	0.28	0.13	0.25	
ヒ ノ キ		0.5～1.0	1.16	
サ ワ ラ		0.27	1.07	
ヒ バ		1.10	0.83	
(その他の樹脂植物) Copaifera Hopea odorata, Dryobalanops aromatica 等の Dipterocarpaceae, Agathis dammara				

(資料) 農林水産技術会議事務局(1980)生物資源利用技術研究会
(第2回資料)

表Ⅲ-1-④ 特用植物として検索の対象となる植物名

科 名	検索対象邦産植物	検索対象項目	外国植物
トウダイグサ科	イワタイゲキ, ナツトウダイ, ノウルシ シラキアカメガシワ, ナンキンハゼ, アブラギリ, トウダイグサ, タカトウ ダイ, その他	ゴム, 精油, 医薬品 (アルカロイド)	バシゴム, ホルトソウ ミドリサンゴ
クワ科	ツルコウゾ, イヌビワ, イチジク, アコウ, カジノキ	じん皮繊維, 乳液(ゴム 代用又は炭化水素)	インドゴム, メキシコゴ ム
キョウチクトウ科	テイカズラ, バシクルモン, チョウジ ソウ, キョウチクトウ	乳液(ゴム質)生薬	ジェルトン, ラゴスゴム ノキ, ゴムカズラ
ガガイモ科	コイケマ, ガガイモ, トウワタ, オオトウワタ	乳液	クリプトステジャ, フウ セントウワタ
キク科	カニコウモリ, コウモリソウ, アザミ タンポポ, セイダカアワダチソウ	ゴム, 生薬, 食用	ユオーレ
マメ科	ネムノキ, フジキ, ユクノキ, イヌエ ンジュ, ハリエンジュ, エニシダ, ミ ヤマトベラ, ギンネム, フジ, クズ	葉蛋白, 樹脂, タンニン 精油, 繊維	ジャイアントイビルイビ ル, コパールノキ, アル ビシア
ウルシ科	ハゼノキ, ヌルデ, ヤマハゼ, ウルシ ヤマウルシ, ツタウルシ, チャンチキ モドキ	樹液, 果実(ロウ, 油 脂)種子蛋白	
シナノキ科	シナノキ, オオバボダイジュ, ボダイ ジュ, ヘラノキ	じん皮繊維	ナツソ(ジュート)
モチノキ科	クロガネモチ, イヌツゲ, タマミズキ アオハダ	樹液(炭水化物) ゴム質	
ウコギ科	ヤツデ, ハリギリ, ウコギ, コシアブ ラ, カクレミノ, タラノキ	樹液, 食用, 生薬	
ミカン科	キハダ, カラスザンショウ, サンショ ウ, イヌザンショウ, カラタチ, ミヤ マシキミ, コクサギ	精油, 生薬(ベルベリ ン)	
クスノキ科	クスノキ, ヤブニッケイ, クロモジ, ニッケイ, タブ, アブラチャン, シロダモ	精油, 種子油, 種子蛋 白	ホンショウ, ショウギョ ウ, ホウショウ
ツバキ科	ツバキ, サザンカ, チャ	種子油, 種子蛋白, 精油	
フトモモ科	ユーカリ	葉油	ユーカリ
マツ科	クロマツ, アカマツ, ヒメコマツ, チョウセンゴヨウ	葉油, 樹脂	テーダマツ, エリオツラ イマツ
ヒノキ科	ヒノキ, サワラ, ヒバ	〃	ダイオウショウ
スギ科	スギ, タイワンスギ	〃	ロウソンヒノキ
モミ科	モミ, トドマツ, エゾマツ, トウヒ	〃	

表Ⅲ-1-④③ 木材の発熱量

樹 種	発熱量 〔cal/g〕	樹 種	発熱量 〔cal/g〕	樹 種	発熱量 〔cal/g〕
カ ラ マ ツ	4,920	イ タ ヤ カ エ デ	4,670	サ カ キ	4,618
ト ド マ ツ	4,970	ア サ ヒ カ エ デ	4,459	シ キ ミ	4,818
エ ゾ マ ツ	4,840	モ ミ ジ	4,453	シ ロ ダ モ	4,585
針葉樹 12 種平均	4,960	ブ ナ	4,700	ミ ズ キ	4,730
ア ラ カ シ	4,546	ア カ メ ガ シ ワ	4,438	シ ナ ノ キ	4,750
ウ ラ ジ ロ カ シ	4,484	キ フ ジ	4,693	ヤ チ ダ モ	4,710
ア カ ガ シ	4,403	フ サ ザ ク ラ	4,595	イヌエンジュ	4,694
ナ ラ	4,690	ヤ マ ザ ク ラ	4,721	シ イ ノ キ	4,487
コ ナ ラ	4,562	ケ ヤ キ	4,392	広葉樹 59 種平均	4,730

出典：木材工業ハンドブック（1975）。

（財）電力中央研究所生物環境技術研究所（1980）バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1～30

表Ⅲ-1-④ 新資源として導入候補の新樹種（その1）

樹種名 学名 (参考類 緑樹種)	生産量	biomass 増大の可能性	新品種導入 作出の可能性	従来用途、期 待される新用途	主要成分	環境への影響 に留意すべき点	解決すべき 技術問題	適地
ナンキンハゼ (トウダイグサ科) Triadica Sebifera (Sapium sebifera) アオサング アブラギリ (ロウ、油脂)	果実 15kg/本 10～15年生 150 kg/本 20年生 3 t 油脂/ha 500 本/ha	増大の可能性 大、 台仕立て 乳液採取の可 能性あり	育種による改 良の可能性あ り	木ロウ生産、 期待されるも のとして乳液 から炭化水素 の生産を期待	ろう成分 油脂成分 炭化水素 成分	不 明	省エネルギー 的抽出、 精製技術、 施肥技術、 着果促進	関東以南
ユーカリ (フトモモ科) Eucalyptus globu- ls (精油生産樹種)	42,000 本/ha (刈取り式) 1 本 3 kg として 1.2 % の精油 2 kl/ha	適正な導入に よって増大の 可能性は大	未導入樹種の 導入試験必要 育種による改 良の可能性あ り	精油採取(従 来)飼料化燃 料生産を期待	精油(シ ネオール) 木材→燃 料	特にはないと 思われるが不 明	適正土質の 策定、 方法の確立 省エネルギー 的収穫技術	東南北部 以西
ヤブニッケイ (クスノキ科) Cinnamomum japonicum タブノキ、アオガシ シロダモ	林内自生多い、栽培さ れたことがないので生 産量不明、ヤブニッケイ 0.7～0.8 %精油、 ヤブニッケイ 1.0 %	人工植栽法を 確立すれば増 大の可能性大	育種による改 良の可能性あ り	従来用途なし 精油の利用 燃材生産を期 待	精油 木部→燃 料	特にはないと 思われるが不 明	適正技術、 栽培条件等 の策定、省 エネルギー 的収穫技術	東南北部 以西
ニセアカシア (マメ科) Robinia pseudo- acasia	250 m ³ /ha 8年生	増大の可能性 大	育種による改 良の可能性	砂防造林 薪炭	蛋白、 せん維 タンニン	不 明	省エネルギー 的収穫技術	全国
ネムノキ ハギ				葉の飼料化 樹皮、タンニ ン、繊維利用			葉の貯蔵管 理技術、効 率的抽出技 術、施肥技術	
ギンネム(マメ科) Leuceanea laticic- liqua	45 m ³ /ha 1年生 70 m ³ /ha 2年生 98 m ³ /ha 3年生 130 m ³ /ha 5年生 220 m ³ /ha 14年生	増大の可能性 大	不 明 沖縄より北へ の導入のため 耐寒性品種の 開発	飼料、薪、組 立て食品、飼 料への期待	葉蛋白	繁殖力旺盛で 他植物の可能 性あり	省エネルギー 的収穫技術 葉の貯蔵管 理技術、生 理活性物質 の除去技術 組立て食品 化技術、沖 縄以北への 導入	沖 縄 小笠原
アカシヤ(マメ科) Acacia Mearnsii	800～1,000 本/ha 33 t/ha・年(鉢) 葉量 7～10 t/ha 年	増大の可能性 大	育種による改 良の可能性あ り	タンニン利用 (従来)	蛋白(葉) タンニン (樹皮)	特にないと思 われるが、 不 明	省エネルギー 的、収穫、 抽出技術	近畿以西

新資源として導入候補の新樹種（その2）

樹種名 学名 (参考類) 緑樹種	生産量	biomass 増大の可能性	新品種導入 作出の可能性	従来用途、期 待される新用途	主要成分	環境への影 響と留意す べき点	解決すべき 技術問題	適地
フサアカシヤ、メラノキ シロアカシヤ、アラビヤ ゴムノキ (葉蛋白、薪炭、タン ニン樹種)				葉蛋白活用お よび燃料生産 を期待	セルロース、 リグニン等 (木材→ 薪炭)		病虫害、防除 技術、施肥技 術	
イヌビワ(クワ科) <i>Ficus erecta</i> コウゾ、ツルコウゾ	1.5 t/ha じん皮せん維	増大の可能性 大、台仕立て	育種による改 良の可能性あ り	従来用途特に なし じん皮せん維 資源と乳液か ら炭化水素の 生産を期待	じん皮せ ん維	不 明	省力的収穫法 と繊維製造法 乳液の採取法 施肥技術	四国 九州
チシマササ <i>Sasa kxirilonis</i> クマササ <i>S. Veitchii</i> マダケ <i>Phyllostachys</i> <i>bambusoides</i> モウソウチク <i>P. Pubescens</i>	2億2,000万t(生重) /全国 1億t(生重)/北海道	可能性大	ランナー利用 の品種改良の 可能性あり	従来用途はは とどなし セミセルローズ の食品化、飼 料SCPの製 造等の期待	ヘミセルロ ースとセル ロース	土砂流防対 策、利用区 分の策定	再生産を保持 した刈取技術 集荷技術、ヘ ミセルロース (キシラン) の抽出技術、 微生物による リグニン分解 技術、SCP製 造技術、タケ ササの品種別 成分分析	チシマササ (北海道 東北) クマササ (全国) マダケ (東北以 南) モウソウ チク (関東)
ケイチク(熱帯産) <i>Phyllostachys</i> <i>makinoi</i>	45 t/ha	増大の可能性 大	育種による改 良は可能	加工用(従来) 飼料生産期待	ヘミセルロ ース、セル ロース、 リグニン	特には問題 なし	萌芽処理技術	沖 縄
マチク(熱帯産) <i>Sinocalamus</i> <i>latiflorus</i>	50 t/ha	増大の可能性 大	育種による改 良可能	食用(従来) 飼料生産期待	ヘミセルロ ース、セル ロース、 リグニン	特には問題 なし	萌芽処理技術	沖 縄
ヤナギ科 トテムロイデスポプラ <i>Populus trom-</i> <i>uloides</i> クロヤマナラシ <i>P. nigra</i>	300 m ³ /ha 20年生 生長量旺盛 15 t/ha年	可能性大	交配による新 品種作出の可 能性大、繁殖 によるクロー ン化可能	マッチ軸木、 パルプ混入、 ヘミセルロース の利用、微生物 酵化、飼料 化、SCP製造	キシラン セルロース	肥沃度減退 対策の確立	収穫技術、微 生物分解技術 の確立、耐寒 性品種の作出 病虫害対策の 確立、山地性 品種の開発	関東以北

② 主要な有用樹種の特性

アカマツ

Pinus densiflora Sieb. et Zucc.

一名メマツ

マツ科

【形態】常緑の針葉高木で、樹幹は直立または曲折し、通常高さ30～35m、胸高直径60～80cmであるが、大きいものは樹高50m、胸高直径2.5mに達する。樹皮は赤褐色であるが、下部では暗褐色で、幼樹では薄く、老樹では厚く亀甲状に裂ける。

【分布】アカマツは日本のほか朝鮮、遼東半島、満州、ウスリーなどに広く分布し、日本における天然分布の北限地は北海道胆振支庁苫小牧市樽前山麓北緯およそ42°40′である（この地のものについては、天然生説と植栽説とがある）。厳密な意味での天然分布の北限地は青森県下北郡大間の北緯およそ41°31′である。

【材質】辺材は淡黄白色。心材は帯黄淡褐色で辺材、心材の境界はやや不明瞭である。木理は通直。肌目は疎。心材の保存性は中位、ただし水中では保存性が高い。

材は重硬。油気多し、韌性は大。反張大。加工は中。表面仕上げは良好でない。断縦面で樹脂道が「やにすじ」として明瞭に認められる。未乾燥の辺材ときに心材に青変が現われやすい。辺材は防腐薬剤などの注入がきわめて容易である。比重は0.52である。

【用途】材は建築材（梁、桁、敷居、棟、鴨居、根太、垂木、柱、羽目板、屋根板、建具、敷板など）、器具材。

木から松脂を採る。葉から香料、強壮剤の原料をとる。枯葉は燃料。枝葉は薪炭。材と根からテレピン油、タールを採る。

松脂はせっけん、ニス、の原料、リノリウム、油布、バイオリンの弓にぬる。テレピン油は塗料溶剤、人造樟脳、香料、防水剤とする。タールは防腐塗料とする。

松茸をとる。木は防風用、風致用、土砂打止用飛砂防止用などとする。

また庭園樹や盆栽として賞用される。球果を玩具とする。

本州の東北地方では純林をなすことが多いが、時にオオシラビソ、ハッコウダゴヨウ、ミヤマネズ、キバナシャクナゲ、ダケカンバ、ハクサンシャクナゲ、ミネザクラ、ミヤマハンノキ、ミネカエデ、ナナカマドなどと混生することがある。

関東、中部両地方では純林をなすことが多いが時にオオシラビソ、コメツガ、シラビソ、ハクサンシャクナゲ、タカネナナカマド、ウラジロナナカマド、ミヤマハンノキ、ダケカンバ、チシマザサなどと混生することもある。

【材質】材の木理は緻密で脂気が多い。年輪は狭小である。春材と秋材の別は著明である。辺材は白色、心材は紅褐色である。

【用途】材は器具材（茶瓶台、盆など）薪炭材などとする。またテレピン油および木タールを採る。種子を食用とする。球果や嫩枝を煎じて薬用とする。木は庭園樹または盆栽とする。

【種類】1 クビナガハイマツ var. *kubinaga* Isii et Kusaka

これは球果に果梗のあるものである。原産地は八甲田山であるが、中部地方以北の諸高山に時々見られる。品種的な変異と思われる。

2 エゾハイマツ var. *yezoalpina* Isii et Kusaka

これは葉の長さが5.9～10cm、平均7.9cmあり、葉の横断面において樹脂道はしばしば3個あらわれ、上部の1個は葉肉中にあることもある。外辺下表皮に接する2個は基本種ハイマツより両角隅のほうによっている。雌花の種鱗の先端はやや長くとり外反する。球果の種鱗はハイマツに比し、上半部の肉が薄く先端は3角形にとがるという。北海道に産する。

【類似種との区別点】ハイマツとハッコウダゴヨウはよく似ているが、ハイマツの主幹は横臥するが、ハッコウダゴヨウの主幹は斜上する。ハイマツの種子には翼がないが、ハッコウダゴヨウの種子にはごく短い翼があるので区別される。

〔学名と和名の意味〕

学名の種小名 *pumila* は「丈低い」の意である。日本名ハイマツは枝が山の斜面をはっていることからつけられた名称である。

クロマツ

Pinus thunbergii Parl.

一名オマツ

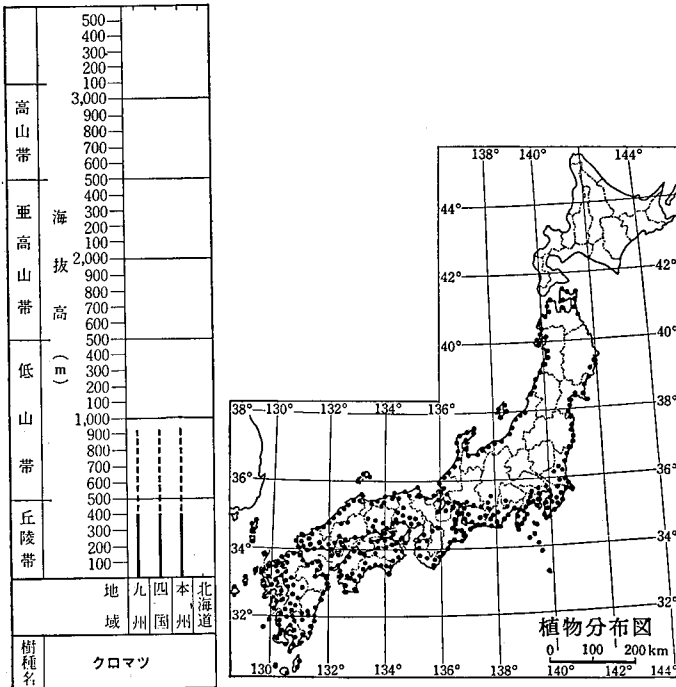
マツ科

【形態】 常緑針葉高木で通常高さ 30～35 m 胸高直径 50～80 cm であるが、大きいものは樹高 40 m、胸高直径 2 m 以上となる。樹皮は灰黒

色を呈し、幼樹では薄い、老樹においては厚く亀甲状に裂け目を生じ、不規則なやや厚い鱗片となつて剝離する。樹冠は通常上方に扁平された円錐形をなし、老樹においては枝太く、水平に開出し、傘状を呈する。

【分布】 クロマツは日本および朝鮮南部に自生をみる。天然分布の北限地は青森県下北半島の先端大間崎の北緯およそ 41°34' である。それより以南の東北地方の太平洋岸では下北、夏泊両半島の沿海地、青森、岩手両県下の三陸海岸（ただし青森県六ヶ所付近から岩手県釜石付近までにはない）、宮城および福島両県下全沿海地、東北地方日本海岸の青森、秋田、山形三県下全沿海地に分布している。

【用途】 材は建築材（戸、梁、障子、土台、屋内工作、軸組材など）器具材（小細工用、箱板、盆、茶托、臼など）は土木用材（橋梁、鉄道枕木、道路敷木、土工用杭、電柱、坑木など）、船舶材、車輻材、パルプ、包装材、舗木材、作材、薪炭材、製縄、製紙（松皮紙）。葉より香油をとる。樹幹より松脂をとる。炬火をつくる。樹林下に松露を生ずる。木は庭園樹盆栽として賞用される。また海浜の防風林や防潮林とする。



図Ⅲ-1-69 クロマツの分布

テーダマツ

Pinus taeda Linn.

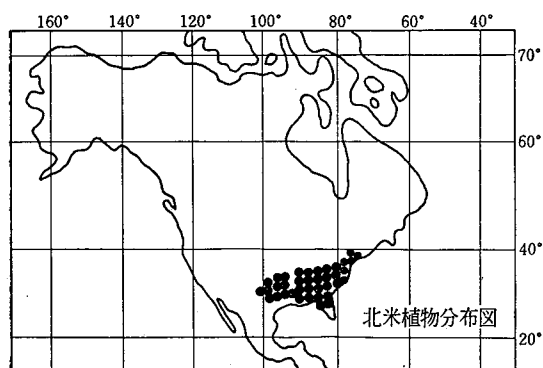
英名 Loblolly Pine

マツ科

【形態】 常緑の針葉高木で樹幹は直立し、原産地では通常 25～30 m、直径 70～90 cm であるが、大きいものは樹高 55 m、直径 1.3 m に達

する。樹形は広円錐形を呈する。

【分布】 北米の東海岸地方に天然分布する。すなわちニュージャージー州より西はテキサス州まで、テネシー州より南はフロリダ州まで自生している。バージニア、ノースカロライナ、フロリダなどの諸州では湿気ある砂質地に生じ、所々の沼沢地に大森林をなす。



図Ⅲ-1-60 テダマツの分布

【性質】陽樹で適潤性であるが、マツ類中ではやや湿気を好む種である。湿気ある砂質地を最も好み生長がよい。

【材質】辺材は広く黄色をなし、心材は淡褐色をなす。材は軽くやわらかく、木理は粗くもろい。樹脂は多い。

【用途】材は建築材（板類など）、器具材（箱類、盆など）、船舶材（船具、帆柱など）、土木用材（枕木など）、ベニヤ材、パルプ用、燃材などに用いられる。木から松脂をとる。

マンシュウクロマツ

Pinus tabulaeformis Carr.

一名マンシュウマツ

中国名 油松、英名 Chinese Pine

マツ科

【形態】常緑の高木で通常樹高15～20m、直径50～80cmに達する。樹冠は円蓋状または傘形をなす。枝は太く比較的粗生する。樹皮は灰黒色でやや深い裂け目を生じ、薄片となつてはげ落ちる。冬芽は褐色または帯黄赤褐色をなす。葉は深緑色2針で堅く、ときに3針のものもあり、長さ6～7cmある。球果は球形または卵形で翌年9～10月成熟する。果鱗の先端に刺があり、黄褐色に成熟する。種子はやや大形で長さ6～10mmあり、翼がある。

【分布】中国西部、内蒙古、満州原産。中国では黄河流域の各省に多く、おおよそ海拔1,000～1,500mに分布する。中国北部、南満州では多く植林されている。その他朝鮮、日本、アメリカな

どにはいり、植物園、樹木園などに植栽されている。

日本には大正末期ごろ渡来したものである。林業試験場浅川実験林には昭和4年植栽の見本林があり、数十本がかなりよく育ちよく開花結実する。

スギ

Cryptomeria japonica (Linn.fil.)D.Don

スギ科

【形態】常緑の針葉高木で、樹幹直立し、通常高さ30～40m、胸高直径1.5～2mに達するが、とくに巨大なものは樹高65m、胸高直径6.5mに及ぶ。樹幹は直立し、枝葉は密生し、楕円状円錐形の樹冠をなすが、生長の衰えたものでは円形となる。

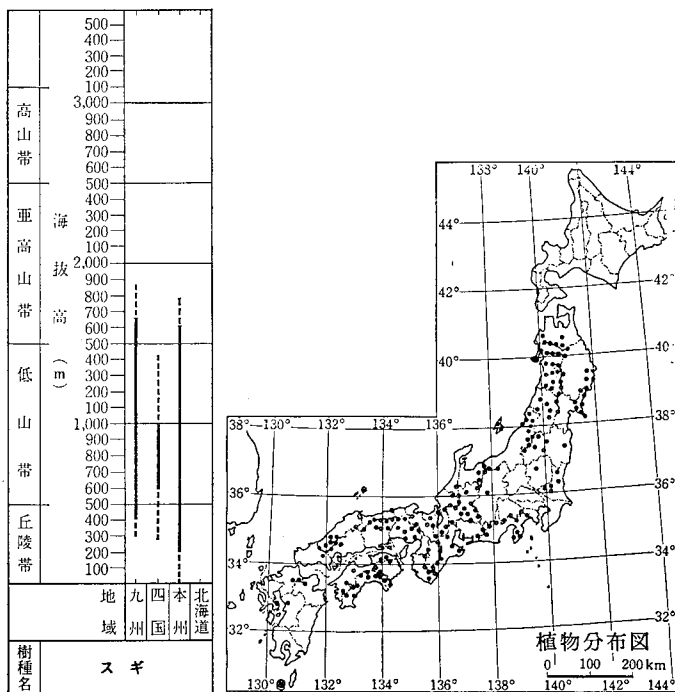
【分布】スギは日本特産の植物で、天然生のは北海道ではなく、本州全土、四国、九州（本土には少ない）の屋久島までに分布している。そして天然分布の北限地は青森県西津軽郡矢倉山国有林北緯およそ40°42′である。これより以南東北地方では青森、岩手、秋田、山形、宮城、福島各県下の山地に普遍的に分布している。

【材質】辺材は白色、心材は淡紅色（あかじんという）または暗赤褐色、ときに黒褐色をおびる（くろじんという）。辺材と心材の境界は明瞭である。

春秋材の推移はやや急である。木理は通直。肌目は疎。軽軟、強靱、切削その他の加工容易、割裂性大。乾燥容易、表面仕上げの良否は中位。心材の保存性中位。材に特有の香がある。心材に含まれている精油は酒樽に使用した場合、酒にいわゆる木香（きが）を与える。

辺材では防腐剤などの薬液の浸透は容易であるが、心材に接する部分の白線帯は浸透困難である。比重は0.38である。

【用途】材は建築材、器具材、土木用材、船舶材、車輛材、包装箱材など用途が非常に広い。葉は線香および抹香とする。樹皮は屋根葺用とする。



図Ⅲ-1-⑥⑪ スギの分布

ヒノキ

Chamaecyparis obtusa (Sieb. et Zucc.)

Sieb. et Zucc.

ヒノキ科

【形態】常緑針葉高木で、樹幹直立し、通常高さ30～40m、胸高直径50～150cmとなるが大きいものは高さ50m、胸高直径2.5mに達するものがある。枝条は細く、水平に開出し、密な卵形の樹冠を形成し、樹冠の先端は円形を呈する。ただし幼時の樹冠は円錐形である。

【分布】ヒノキは本州、四国、九州に産し、天然分布の北限地は福島県下の永戸山および赤井岳の北緯およそ37°10'である。東北地方ではここ以外には分布していない。

【性質】ヒノキの天然分布区域は福井氏の気候区分による東山、東海、南海、瀬戸内海などの気候区内でその大部分は表日本気候下に生育しているが、また裏日本気候要素を含む地帯にも分布が見られる。分布密度の多い地方、たとえば長野県下木曽谷、岐阜県下の飛騨高原、静岡県下の千頭水窪など、紀伊半島の大峰、大台ヶ原山、四国高

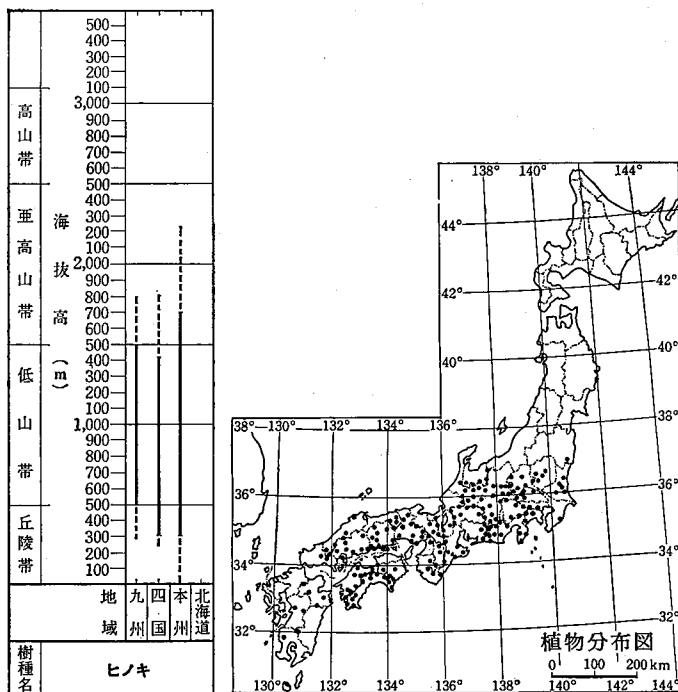
老木の根は木香として清酒に香気をつけるに使う。

知県下の脊梁山脈などはいずれも高度が高いため低温で、夏は涼しく、冬は比較的寒い。しかし本州西南地方では海拔の低い高温地にも分布する。

【材質】辺材は淡黄白色、心材は淡黄褐色ないし淡紅色で、辺、心材の境界はやや不明瞭のことが多い。春秋材の推移は緩。木理は通直。肌目は精。特有の芳香と光沢がある。材は緻密。反張および折裂少。堅硬中庸。材は軽軟。耐朽力強し。屈撓性も強い。強靱。切削その他の加工は容易。表面の仕上げはきわめて良好。心材の保存性高くよく水湿に耐える。比重は0.44である。

【用途】材は建築材、器具材、機械材、土木用材用途などがある。

材の埋木様になったものを神代桧といい装飾材とする。枝条で洋傘の曲柄を作る。また韃皮繊維で作った縄を「まいはだ」といい、風呂桶、船舶などの隙間に詰物として用い水漏れを防ぐ。葉、樹幹、根部はいずれも「カジネン」を主成分とする精油1%を含有し、香油をとる。また材の油はしばしば薬用とする。その他香料、溶剤などとする。木は庭園樹ならびに盆栽、生垣などとする。



図Ⅲ-1-⑥2 ヒノキの分布

アスナロ

Thujopsis dolabrata (Linn.fil.) Sieb. et Zucc.

一名ヒバ, アテ

ヒノキ科

【形態】 日本特産の針葉高木で、通常樹高20～30m、胸高直径60～80cmに達する。特に大きいものは樹高40m、胸高直径1mに及ぶものがある。樹幹は直立するが、ねじれたり、彎曲することが多い。樹冠は円錐形または鐘形をなす。樹皮は黒褐色に縦に裂ける。

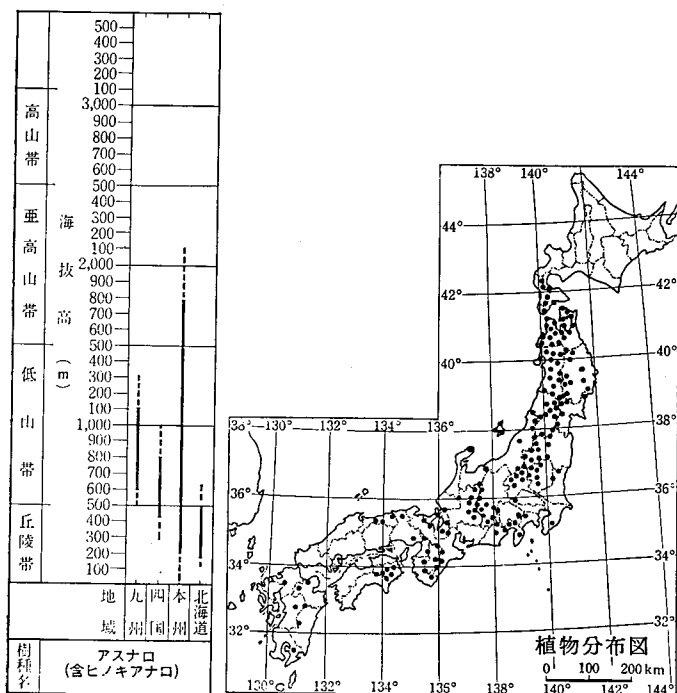
【分布】 アスナロ(ヒノキアスナロを含まない)の天然分布の北限地は青森県東津軽郡六ヶ所村の北緯およそ40°58'である。それより以南、東北地方では岩手県岩手郡男助山、鶯宿などの国有林、山形県下滝平山、栲峰、三国岳などの諸国有林および板谷峠民有林、宮城県下の稲子山、弥

太郎山などの国有林、福島県下の飯森山、鉢伏山高陽山などの国有林および安座山などの民有林、会津地方山地、帝釈山地、尾瀬地方一帯の国有林および民有林などに変種のヒノキアスナロと混生し、分布している。

【性質】 アスナロ(ヒノキアスナロを含む)の天然分布区域は福井氏の気候区分による西南北海道の桧山地方、両羽、三陸、東山、北陸、山陰、北九州、南海などの各地方に広く分布している。

【材質】 辺材は帯黄白色、心材は淡黄白ないし淡黄褐色であるが、辺、心材別やや不明瞭である。春秋材の推移は緩。木理は通直。肌目は精。加工性は中位。仕上げは良。心材の保存性は高い。材はやや軽軟。割裂は容易。樹脂は少ない。弾性は強い。耐朽力も強い。芳香がある。比重は0.45である。

材にあてがえやすく、またねじれをあらわすもの、飛び腐れをもつものがある。材の精油は殺菌性がきわめて大きく、心材の保存性が高く、よく水湿に耐える。



図Ⅲ-1-63 アスナロ (含ヒノキアスナロ) の分布

ドロヤナギ

Populus maximowiczii Henry

一名ドロノキ, デロ

ヤナギ科

【形態】 落葉高木で、幹は直立し、樹高20～25m、胸高直径1～1.5mに達する。樹皮は暗灰色なめらかで縦に裂目ができる。ただし小木の樹皮は緑灰色で菱形の皮目が多い。冬芽は細長い円錐形で外面に粘液を出す。枝は太く、これに長枝と短枝がある。萌芽枝に稜角がある。

【分布】 本州(兵庫県, 静岡県以北), 北海道, 朝鮮, 満州, ウスリー, アムール, 樺太, カムチャッカの温帯, 亜寒帯にわたって自生する。

【性質】 陽樹であり、稚幼樹のころから充分な陽光を要求する。湿潤で肥沃な軽い土壌を好み、河岸, 湖畔, 溪流沿いの谷間および湿気ある平坦地などにおいて旺盛な生育をなす。生長はきわめて早い。

【材質】 散孔材。辺材と心材はほぼ同色で白淡褐色をなす。材は軽く軟らかく、緻密であるが耐朽力は弱い。肌目はやや粗く、加工しやすく、仕上面不良, 保存性も低い, しかし光沢美がある。比

重は0.42である。

【用途】 材は建築材, 器具材(杓子, 箱類, 裁物板, 馬鞍, 火葉箱, 扇箱, 短冊, 弁当箱, 箸, 白箸, 房楊子など), 船舶材(丸木舟, 小舟の底板), 作材, 下駄材(下駄, 足駄の歯), 経木材(木片織など), 薪炭材(黒色火葉の原料), 包装箱材, マッチ軸木材, パルプなどとする。枝条で行李を作る。種子の白毛は綿の代用とする。木は寒地で庭園樹, 公園樹とする。

ウラジロハコヤナギ

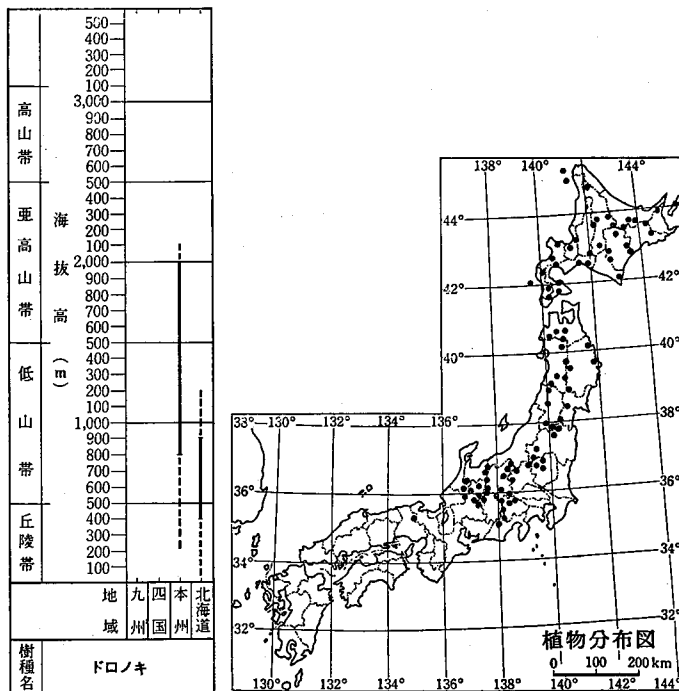
Populus alba Linn.

一名ギンドロ, ハクヨウ

英名 white Poplar 中国名 銀白楊

ヤナギ科

【形態】 落葉高木で通常樹高20～25m、胸高直径30～40cmであるが、大きいものは樹高30m、胸高直径80cmに達する。樹皮は灰白色平滑であるがのち縦に裂目を生じる。若枝は芽鱗とともに白い綿毛がある。



図Ⅲ-1-64 ドロヤナギの分布

セイヨウハコヤナギ

Populus nigra Linn. var. *italica* Muenchh
略称ポプラ 英名 Lombardy Poplar

ヤナギ科

【形態】 落葉高木で、通常樹高20～25m、胸高直径40～50cmであるが、大きいものは樹高40m、胸高直径1mに達する。樹形は狭円柱形で枝は直立する。小枝は橙黄赤色で毛はない。

【分布】 中央アジア原産であるがまた欧州産説とヒマラヤ地方産説とがある。現在世界各地に広く植栽されている。日本では各地に植栽されているが、殊に北海道や東北地方に多く植えられている。

【性質】 生長が早い。挿木による増殖が容易である。浅根性で風に倒れやすい。虫害を受けやすい。樹齡が短い。狭円柱形の特殊の樹形を形成する。

【材質】 散孔材。辺材は広く白色、心材は淡赤褐色をなす。材は軽く軟らかく、緻密で比重は0.40～0.60である。

【分布】 欧州中南部、南北アジア原産である。中国、満州、日本、北アメリカなどに広く植栽される。日本には明治中期に渡来し、温帯地方に多く植えられている。

【性質】 生長は早い。多数の枝葉が茂り、風雪の害にかかりやすい。地中の根から盛んに発芽生長する。

【材質】 散孔材。辺材は白色心材は黄褐色をなす。材は軽く軟らかい。比重は0.50である。

【用途】 材は器具材（編細工すだれなど）、マッチ軸木材、パルプ用材などに用いられる。木は寒冷地の公園樹、庭園樹ならびに街路樹として植栽される。

【用途】 材は器具材（机案、木靴、板類、ロクロ細工、箱類）、彫刻材、薪炭材、パルプ原料などに用いられる。木は庭園樹、公園樹、街路樹として植栽される。

コウゾ

Broussonetia kazinoki Sieb. クワ科

【形態】 落葉低木で、高さ2～5mであるが稀に樹高10m、直径20cmぐらいとなるものがある。若枝は細く長くのびる。樹皮は褐色で強靱である。

【分布】 本州（全土）、伊豆七島、四国、九州琉球、朝鮮、台湾、中国の暖帯に広く分布する。また和紙製造用のため、各地に植栽されている。

【性質】 陽樹であり稚幼樹のころから陽光を要求する。しかし強くない庇陰地に生ずることもある。適潤またはやや湿潤な向陽の谷あい、これに

接する緩傾斜面、溪側などによく生育する。生長は早い。

【繁殖】普通分根による。またさし木、とり木実生もできる。

【用途】コウゾの繊維は製紙原料中最も長くてもかつ強靱であり、よく互にからみ合うため、強い日本紙を作るが、機械すきには不向きであり、専ら手ですくほかに芸術味はあるが機械による製紙ができない欠点がある。要するに長く保存を要する紙によく、条約書、表具用、タイプライター原紙、宝石、菓子、文具などの包紙に用いられる。またコウゾですかれる紙は障子紙、かさ紙、温床紙、半紙、ちょうちん紙、ちり紙、包紙、字だ紙、天具紙、壇紙などがある。コウゾは東洋の特産で日本、朝鮮、中国と太平洋諸島にまたがっている。

カ ジ ノ キ

Broussonetia papyrifera (Linn.) Vent.

クワ科

【形態】落葉の小高木または高木で、通常樹高5~8m、胸高直径10~15cmであるが、大きいものは樹高12m、胸高直径60cmに達する。新枝は太く灰褐色で粗毛を密生する。葉には長さ2~10cmの葉柄があり互生し、時に対生あるいは3輪生し、歪広卵形でやや質が厚く、著しく粗毛があって光沢なく、長さ6~18cm、幅5~15cmあり、しばしば3~5深裂する。先端は鋭尖形、基部は浅歪心形で縁には鋸歯を生じ、上面は緑色で粗渋、下面はやや淡緑を帯びる。托葉は広披針形または歪狭卵形で鋭尖頭をなし紫彩があり脱落する。雌雄同株。雄花の穂は淡緑色で円柱形をなし長さ4~8cmありたれ下り、雌花の穂は丸く、径やく2cmあり、非常に多数の花を密につけ、密毛があり、紅紫色の花柱は糸状をしていて長い。核果は熟して花被外に抽出し、赤色で、へら状をなし、残存する花柱を頂く。5~6月開花9~10月種子成熟する。

【分布】本州(中部地方南部以西)、四国、九州、琉球、台湾、中国の暖帯に天然分布し、また製紙用として各地に栽培されている。

【性質】陽樹であり、幼時より陽光を要求する。適潤またはやや湿潤な向陽の谷間または、溪側な

どによく生育する。根の各所から芽をだし育つ。生長はやや早い。

【繁殖】分根、さし木、とり木、実生などによる。

【用途】カジノキの枝条の皮は黒色を呈し「クロソ」といわれ、鞣皮の繊維は短く、リグニンなどを含み、紙料としてはコウゾより劣るが、傘紙、提灯紙、紙紐原紙、テープ用紙などに適する。またコウゾの補助原料として奉書などに混用される。中国でいう「桑皮紙」の原料はこれであるといわれる。日本では畑のまわりなどに植栽され、秋期に枝条を刈取り、剥皮して繊維を製する。

ア コ ウ

Ficus wightiana Wall.

クワ科

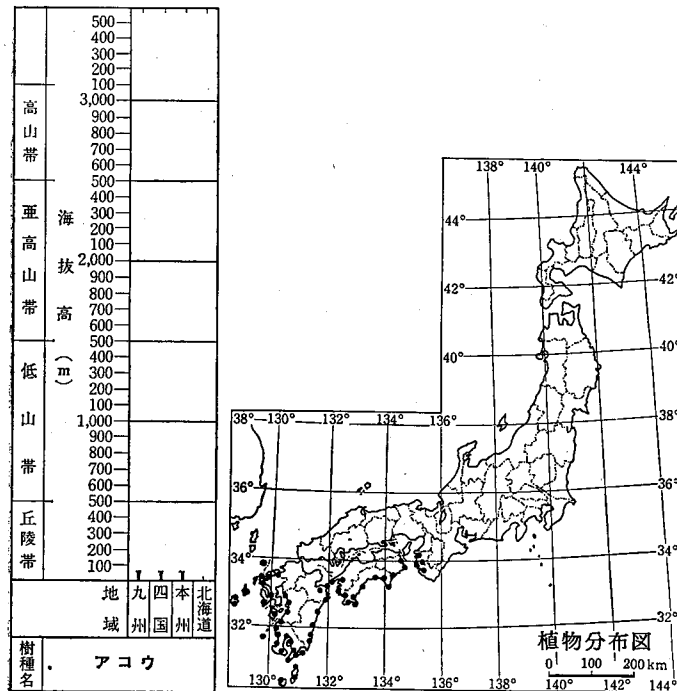
【形態】常緑高木で年に2~3回落葉し、すぐまた新葉を出す。大小の枝を四方にひろげ枝分れ多く、大きな丸い樹冠をつくる。大きいものは樹高20m、胸高直径1.5mに達する。樹皮は灰色でなめらかであり、幹の周囲から気根を出したれ下り、木は特有の根ばりをなす。小枝を傷つけると白乳汁が出る。

【分布】本州(和歌山県南部)、四国(南部沿海地)、九州、琉球、台湾、中国南部の暖帯(南部)から亜熱帯にわたり広く分布する。

【性質】陽樹であり、海岸の向陽地でよく生育する。適潤な土地で最も旺盛に育つが、乾燥に堪える力もあり、海岸の岩壁上にもよく育つ。多くの気根を出す。過度の乾燥や寒気にあうと落葉して母体を保つ。

【材質】散孔材。辺材と心材は同色で灰褐色をなす。材は軽く軟く、木理は粗であるがやや美しい。耐朽、保存性は低い。比重は0.45である。

【用途】材は地方的下級建築材(防風用)、器具材(家具、小器具、指物、朱塗木地、砂糖樽、柴架、農具類など)、作材とする。木は並木、防風樹などに植えられる。



図Ⅲ-1-65 アコウの分布

コ ブ シ

Magnolia kobus DC. モクレン科

【形態】落葉高木で、通常樹高8～10m、胸高直径20～30cmであるが、大きいものは樹高20m、胸高直径70cmに達する。樹冠は円錐形をなす。樹皮は灰色で、若木では裂目がないが、老木では裂目ができる。

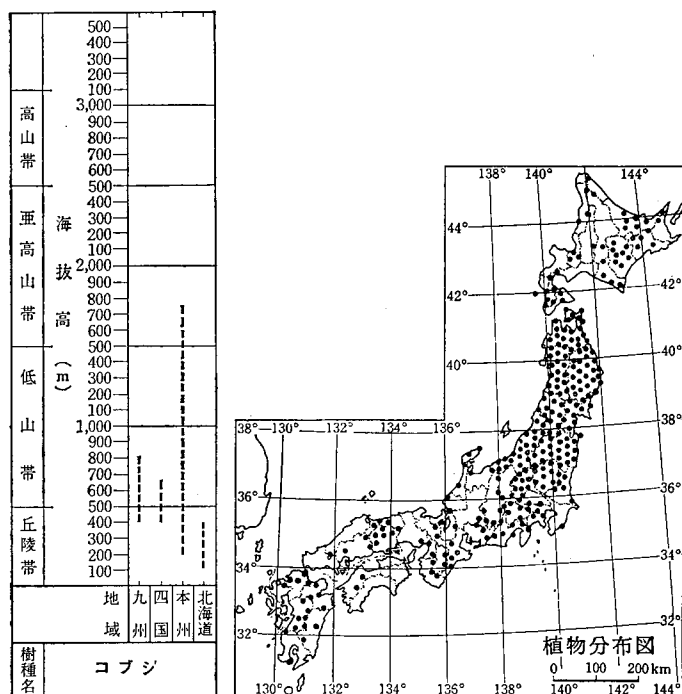
【分布】北海道（日高）、本州、四国（愛媛県）九州、朝鮮（済州島）の温帯、暖帯に広く分布する。

【性質】中庸樹であるがやや陽性を帯びる。適潤またはやや湿気ある谷あいまたは緩傾斜面で肥沃な深い土壌を好んで生ずる。生長はやや早い。

【材質】散孔材。辺材と心材とはほとんど同色で帯緑黄白色をなす。材は軽く軟く、比重は0.46

である。

【種類】材は建築材（床柱）、器具材（截板、組板、図板、杓子、箸、塗物木地、刀剣の鞘など）楽器材、船舶材（水棹など）、彫刻材（印刷など）作材、下駄材、経木材、マッチ軸木材、薪炭材（金銀琢磨用の木炭を製する）、鉛筆材などとする。樹皮を（特にアイヌ）糸代用または薬用とする。芽を薬用とする。花を生附子という薬品製造ならびに香水の原料とする。木は庭園樹、公園樹および街路樹とする。



図Ⅲ-1-66 コブシの分布

クスノキ

Cinnamomum camphora(Linn.) Sieb.

別名クス

クスノキ科

【形態】常緑高木で、枝はよく分れ、丸い樹冠をなし、通常樹高15～25 m、胸高直径70～80 cmであるが、樹高55 m、胸高直径7.7 mに達する巨大なものがある。木全体によい香がある。樹皮は黄褐暗灰色で、縦に割目を生ずる。

【分布】 本州（太平洋側茨城県，日本海側兵庫県以南），伊豆七島，四国，九州，琉球，朝鮮（済州島），台湾，中国，インドシナの暖帯から亜熱帯にわたって広く分布する。

【性質】 中庸樹であり、稚幼樹のころは土性および氣候の如何により陰にもなり陽にもなるものである。大きくなるに従って充分な陽光を要求するようになる。適潤で肥沃な深層土を好み多く谷あいまたは緩斜地に生じ、旺盛な生長をする。

【材質】 有用な散孔材。辺材は灰白色～淡黄褐色，心材は黄褐色～紅褐色とときに暗緑褐色をなす。材は堅硬で耐朽力強く保存性高く芳香あり，割裂

容易で光沢美がある。比重は0.52である。

【用途】材は建築材（洋風建築，床柱，欄間，棚板，床板など），器具材（洋家具類，細工物，寄木，装飾品，木象はめ，額縁，仏壇，木魚，箱類，衣裳棚，衣裳箱，玩具，小箱，手箱，鋳物木型，漁網の浮子など），楽器材，船舶材（丸木船小和船，船内装飾など），車輛材（水車用），彫刻材， 作材。木，葉，根株などから樟脳をとる。木片はかやり用とする。種子から蠟を製造する。

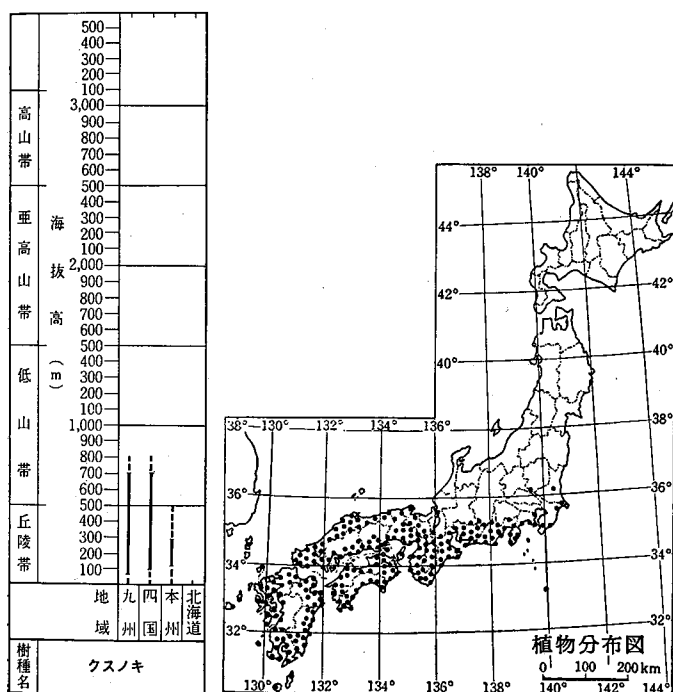
ヤブニツケイ

Cinnamomum japonicum Sieb. ex

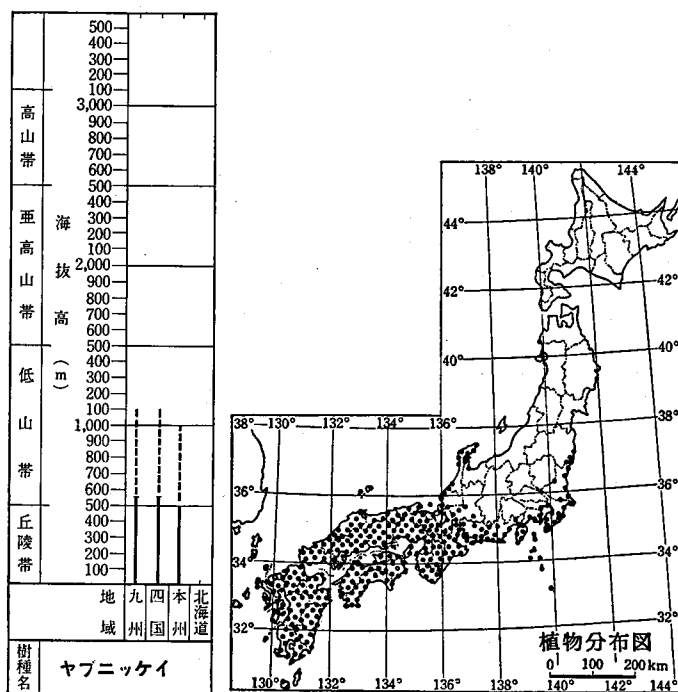
Nakai

クスノキ科

【形態】 常緑高木で、通常樹高 10～15 m、
胸高直径 30～40 cm であるが、大きいものは樹
高 20 m、胸高直径 70 cm に達する。樹皮は灰緑
赤黒色をなし平滑である。1～2 年生枝は緑色で
ある。



図Ⅲ-1-67 クスノキの分布



図Ⅲ-1-68 ヤブニッケイの分布

【分布】本州（福島県以南）、伊豆七島、四国、九州、朝鮮（済州島）、琉球、中国南部の暖帯に広く分布する。

【性質】陰樹であり、稚幼樹は樹陰下においてよく生育する。温暖な海岸に近い適潤な谷あいまたは中腹以下の斜面に多く生ずる。生長はやや早い。

【材質】散孔材。辺材と心材の区別は不明瞭とともに黄白～淡黄褐色をなす。材は堅硬、緻密で肌目はやや粗く、削面は光沢がある。比重は0.56である。

【用途】材は建築（床柱）、器具材（椅子、その他各種の器物類）、作材（卓子置物）、薪炭材などとする。葉は包餅用および薬用とする。枝条をしきみの代用として仏前に供する。苗木はにくけいの台木とする。種子より油を採り燈用としてまた蠟を製し、蠟燭を作る。また蠟を石鹼製造の原料とする。時に暖地で庭園樹とする。

ニ ッ ケ イ

Cinnamomum loureirii Nees.

中国名 肉桂

クスノキ科

【形態】常緑高木で、通常樹高10～15m、胸高直径40～50cmに達する。小枝は緑色で毛はない。葉は対生または互生し、卵状長楕円形をなし、先はだんだん尖り、長さ7～12cm、幅2～5cmあり、脈は葉脚にて3岐し目立っている。

【分布】中国南部、インドシナ半島の原因で、暖帯および亜熱帯地方に分布する。日本には徳川時代に渡来した。日本では霜や雪の少ない関東地方南部、東海道、紀伊半島南部、四国南部、九州南部の諸県で栽培されている。

【性質】温暖で適潤な肥沃地を好む。

【材質】散孔材。辺材は淡褐色、心材は暗褐色をなす。材は堅硬で木理は緻密で、材と樹皮には芳香がある。比重は0.58である。

【用途】材は器具材、作材、薪炭材などに用いられる。樹皮、根皮は薬用とし、また子供はこれをなめ食用とする。葉から香水、香油、香料をとる。木は暖地の庭園に植栽される。

ホウ シ ョ ウ

Cinnamomum spp.

クスノキ科

【由来と分布】原産地は台湾を中心とする地域で、台湾・中国南部が主産地である。わが国では和歌山・鹿児島・高知の諸県に栽培され、台湾東南部に産するラウグスホウショウと西部産のホウショウとがある。ホウショウは樟と同じ地帯に栽培されるが、ラウグスホウショウは平均気温16℃以上、年間降水量1,700mm以上の、高温・多雨を要する。両種共に排水の良い砂質壤土に適する。

【性状】クスノキ科（Lauraceae）に属する多年生の木本である。葉は1年たって新芽が伸びると落下する。ホウショウはクスノキに類似するがラウグスホウショウはクスノキに較べると、枝条が多く、枝は垂れ葉は肉薄くてやや細長く、先はとがり、葉縁は波状を呈する。雨種共に花は円すい花序で、葉えきから柄を出して着生する。花弁は6枚で淡黄色、雄ずい12本、雌ずい1本、虫媒花で他花受精する。花冠の直径5mmで、5月に開花し、11月に黒熟する。果実は小指の先大で丸く、中に1個の直径6mmの丸い種子があり、熟すると黒紫色となる。

繁殖はさし木による。2月に苗床にさし、翌春3月に本圃(ぼ)に定植する。収穫は冬より春の萌芽前に台刈して、葉付細枝を水蒸気蒸留して採油する。葉付細枝の収量は4年目で2tある。その採油率は1%である。

【用途】ラウグスホウショウは早熟で生育が旺盛である。油の主成分はリナロールで、石けん・ポマードその他の化粧品、の賦香料とする。また他のテルペン化合物の合成原料となる。

ク ロ モ ジ

Lindera umbellata Thuub.

クスノキ科

【形態】落葉低木または大低木で樹高2～8mに達する。枝は暗緑色に黒の斑点があり、木に1種の香がある。葉は有柄で互生し、狭長楕円形または卵状長楕円形で、長さは4～9cm、幅1.5～3.5cm、薄い洋紙質で下面は帯白色で初め白長毛が密生するが、すぐ無毛となる。側脈は4～6対ある。花は小形で黄色をなし、新芽と同時に小枝

の節に集って開く、雌雄異株。花梗には軟毛がある。花被は6片に深裂する。雄花の雄蕊は9個。雌花には1個の雌蕊と退化した雄蕊がある。液果は球形で、長さ5～6mmあり、黒熟する。3～4月開花し、9～10月種子成熟する。

【分布】本州、四国、九州、中国の温帯および暖帯に分布する。

【性質】陰樹であり、強くない庇陰下を好んで生育する。適潤またはやや湿気のある谷あいまたは緩斜面で疎開した森林下に多く生ずる。生長はやや早い。

【材質】散孔材。辺材と心材の区別なく灰白色をなす。材は軽く軟らかく、割裂容易である。

【用途】材は器具材（小細工用、洋傘の柄、小楊子）、薪炭とする。枝、葉、皮および果実は香料原料とする。

シロダモ

Neolitsea sericea (Blume) Koidz.

クスノキ科

【形態】常緑高木で、大きいものは樹高15m 胸高直径50cmぐらいとなる。樹皮は帯緑暗褐色平滑である。1～2年生枝は緑色をなす。葉には長さ2～3cmの柄があり互生し、革質で長楕円形または卵状長楕円形全縁で、長さ8～17cm、幅4～7cm、両端は尖り、表面は緑色、裏面は白色で3本の主脈が目立つ。

【分布】本州（宮城県以南）、伊豆七島、四国、九州、琉球、朝鮮（南部および済州島）、台湾、中国（中部および南部）の暖帯に広く分布している。

【性質】陰樹であり、樹陰下でよく生育する。適潤またはやや湿気のある肥沃な深層土を好み、谷あいまたは中腹以下の緩斜面に多く生ずる。生長はやや早い。

【材質】散孔材。辺材、心材ともほぼ同色で白灰色で紅色を帯びている。材は軟らかく、肌目は緻密。比重は0.61である。

【用途】材は建築材、器具材（小細工物など）薪炭材とする。種子から油をしばり燈油としたり蠟の原料とする。またつづ蠟といい蠟燭を製造する。木は時に庭園樹とし、また日蔭地の生垣とする。

ヤブツバキ

Camellia japonica Linn.

一名ヤマツバキ

ツバキ科

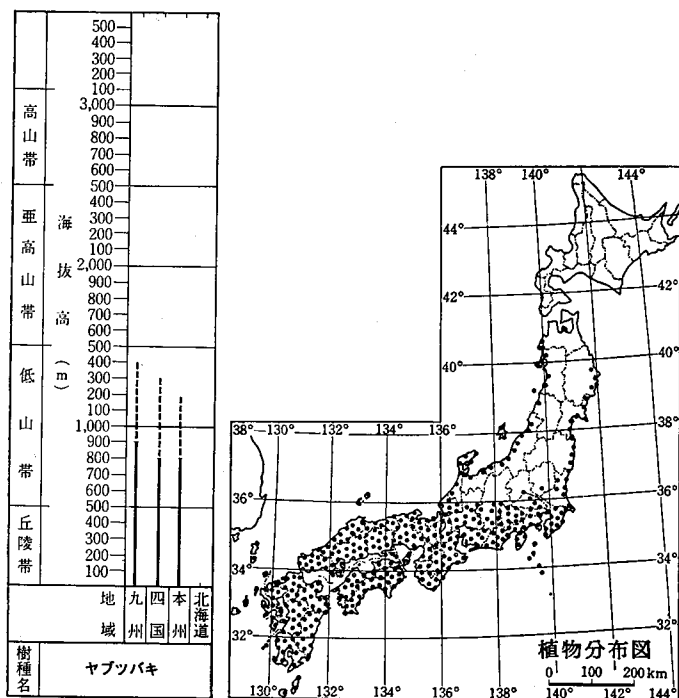
【形態】常緑高木で通常樹高5～10m、直径20～30cmであるが、大きいものは樹高15m 胸高直径50cmに達する。樹皮は灰色を呈し平滑で灰白色の不規則の模様がある。枝葉はよく繁る。葉には長さ7～12mmの柄があり互生し、楕円形長楕円形または長卵形で、長さ5～12cm、幅3～7cmあり厚く硬く、上面は濃緑色でつやがあり下面は淡緑色をなし、先は急鋭尖形をなし、縁には細かい鋸歯がある。

【分布】本州（各地）伊豆七島、四国、九州（各諸島を含む）、朝鮮、中国（山東省舟山列島）の暖帯に広く分布する。中部地方の一部、北陸地方、東北地方では沿海地のみに産する。

【性質】陰樹であり、樹陰でもよく発芽し育つ。適応性強く、乾湿のいずれの土地でも生育するがやや湿気をおびた肥沃な土地の深い谷間、または緩傾斜において最もよく生育する。潮風や潮水に対する抵抗力も強く、海岸に近い岩壁上、砂地、または急斜地にも生ずる。生長はややおそい。

【材質】環孔的散孔材。辺材と心材はほとんど同色で鮮黄褐色～紅褐色をなす。材に堅硬で、木理は緻密で耐朽力大、切削、加工、割裂困難、回振反張容易である。表面仕上良好で磨くと光沢がでる。比重は0.81で重い。

【用途】材は建築材、器具材、葉は土器研磨用および煙草代用に用いることがある。種子からしばった椿油の含有量は種子の35%、仁の60～65%で、薄黄色で香はなく、零下15℃以下にならないと固まらない。主成分はオレインでその含有率はオリーブ油以上であり、髪用、化粧用として広く愛用されている。食用油としてもよく、味はあっさりしていてくせがなく、栄養分も申し分なく、とくにテンプラによい。良質の油であり時計油、機械油、人絹、木綿、工業に使われ、不乾性油の最も代表的なオリーブ油よりはるかにすぐれている。



図Ⅲ-1-69 ヤブツバキの分布

ネ ム ノ キ

Albizia julibrissin Durazz. マメ科

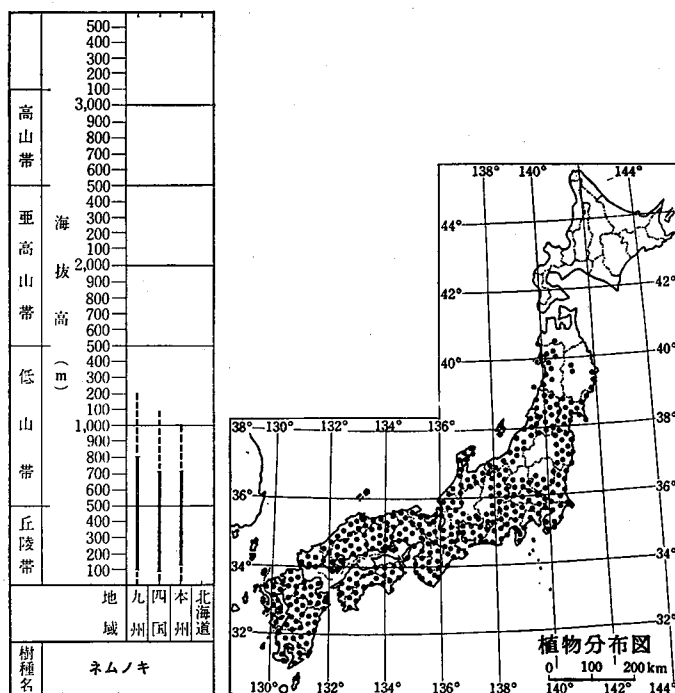
【形態】 落葉高木で、幹は多く斜上し、通常樹高5～10m、胸高直径20～30cmであるが、大きいものは樹高20m、胸高直径45cmに達する。樹皮は灰褐色、平滑で皮目は褐色で多数ある。枝は無毛で太く疎生し横に広がる。

【分布】 本州（全県ただし青森、岩手両県下は少ない）、四国、九州、琉球、朝鮮、中国の暖帯ならびに温帯に広く分布する。

【性質】 陽樹であり、常に充分な陽光を要求する。やや乾燥する尾根筋あるいは尾根に接する斜面に多く生ずる。しかし適潤で肥沃な緩傾斜に生ずるものが最もよく生育する。生長は早い。

【材質】 環孔材。辺材は帯黄白色をなし、心材は黄灰褐色を展する。材は軟らかく脆い。木理は粗で反張容易であり耐朽・保存性は低い。比重は0.53である。

【用途】 材は建築材（尾根板など）、器具材（家具、簞笥の前板、胴丸火鉢、桶類、箱類、馬鞍、鎌の柄、斧の柄、天秤棒、小細工物など）、車輛材（車輪の骨）、下駄材（下駄歯及び歯）、作材などに使われる。材を黒焼きして「リウマチス」に外用する。葉は洗濯用とし、また抹香を作る。木は庭園樹として植えられまた瘠悪地や砂地に植林される。



図Ⅲ-1-70 ネムノキの分布

クズ

Pueraria lobata (Willd.) Ohwi マメ科

【形態】 多年生つる状草本であるが、茎の基部は木質となる。茎は著しく伸長し匍匐し、帯褐色の開出または反曲する長剛毛を生ずる。茎は太いものは20cmとなり樹皮は灰黒色でざらつく。葉は大きく、互生し、長い葉柄のある3出複葉であり、頂小葉はほぼ円形または横に長い広楕円形、側小葉はゆがんだ円形またはゆがんだ長楕円形をなす。

【分布】 北海道、本州、四国、九州、朝鮮、満州、中国に広く天然分布する。日本（庭木）および北米（被覆用）で植栽されている。

【性質】 深根性で土地を選ばず旺盛に生育する。生長は早い。

【用途】 クズの繊維は織布に用いられる。夏日3～4mにのびたつるを刈り取り、基から50cm～1mのところを切り捨て、次の1～1.5mのところを利用する。

最初に沸騰した水の中に入れ、すぐ取り出し流

水中に一昼夜つけ、土間にむしろを敷いて堆積しぬれたこもをおおって3日間醗酵させ、さらに水を打って1日間放置し、流水中で踏んで表皮をとり除き、さらに残りの皮を削り、竿につるしてかわかし、針先で適當の太さに裂いて紡ぎ用とする。

クズの繊維で織った布を古く葛布といい、上代においては庶民の主要な衣料であった。現在でも静岡県掛川附近、石川県石川郡などで職業とされているところがある。その他肥大した根から葛粉や糊を製造する。またクズの根を乾したものを漢方で葛根（カッコン）といい薬用とする。クズのつるは生長が早いので日陰用としたり、家畜の飼料とする。大径木はときに庭木パーゴラ用などとして植栽される。

モリシマアカシア

Acacia mollissima Willd. マメ科

【形態】常緑高木で樹高5～10m, 胸高直径30～40cmに達する。樹皮は暗紫褐灰色をなし粗で横線を生ずる。樹皮の内面は紅色である。葉は二回羽状複葉をなし大形で長さ10～15cm 小葉の上面は暗緑色で光沢あり, 下面は多少白味がある。

花は枝先の葉から出て総状花序をなし, 淡黄白色の花を20～30個開く。莢果は長さ6～10cm, 幅1～1.3cmあり, 暗色で短軟毛を生ずる。種子は淡黒緑色で堅い。6月開花し, 10月ごろ種子成熟する。

【分布】濠州, およびタスマニア島原産である。日本では本州(関東南部以西), 四国, 九州の暖地で植栽されている。フサアカシアより耐寒性は低い。

【性質】土地に対する要求度が少なく, かわいたやせた土地でもよく生長する。さらに酸性土壌にも堪えて育つ。海岸の砂地帯にも育つ。極端な陽樹で, 浅根性であり, 枝や根が長く伸びるから日当たりの悪いところ, あるいは風当たりの強いところはよくない。他のアカシア類よりも湿った土地でも堪えて育つ。

【用途】タンニンアカシアとかワットル樹などと呼んでいるアカシア類の代表種である。樹皮のタンニンの含有量は最も多く3～4割で, 5～10年の短い期間でタンニン資源として利用できる。

タンニンは皮なめし, 製薬, 染色, インク製造などに使われる重要資源である。

【材質】散孔材。材は強靱, 強固で比重は0.72～0.8ある。材は桶, 槍, 木釘, 燃材などに利用される。

【種類】なし。同属植物は数百種ある。

【類似種との
の
区
別
点】本種モリシマアカシアとフサアカシア *Acacia decurrens* Willd.

var. dealbata F. Muell. とはやや類似しているが, モリシマアカシアの小葉は上面暗緑色で光沢あり, 下面は緑色であるが, 少しく白味がある。花期は6月でおそく, 花は淡黄白色である。莢果に短軟毛を生ずる。

これに対しフサアカシアの小葉は粉白色をおび

ている。花期は3～4月で早く, 花は黄色である。莢果は無毛であるなどの相違があり, 両者は区別がつく。

ニセアカシア

Robinia pseudo-acacia Linn

一名ハリエンジュ 英名 Black Locust

マメ科

【形態】落葉高木で通常樹高10～15m, 胸高直径30～40cmであるが, 大きいものは樹高30m, 胸高直径80cmに達する。樹皮は暗灰色で縦に深い割れ目ができる。葉のつけ根に1対の刺がある。

【分布】北米原産でロッキー山脈以東北緯39℃～43℃の間, ペンシルヴァニア, オハイオ, イリノイなどの諸州, ことにヴァージニア州アレガニー山脈に多い。世界各国の街路樹, 公園樹, 砂防樹などとして植栽されている。日本には明治8年ごろ渡来し広く植栽されている。所々に野性化している。

【性質】生長は非常に早い。浅根性である。萌芽性が強い。根から新苗を盛んに生ずる。

【材質】環孔材。辺材は黄白色または黄色で狭く, 心材は黄褐色をなす。材ははなはだ堅硬で重く, 緻密で強固, 強靱であり弾性強く割裂容易, 耐朽力と保存性が強い。切削, 加工および乾燥は困難。比重は0.77である。

【用途】材は器具材(指物, ロクロ細工, 木釘諸器具, 柄類, 家具, 木工など), 土木用材(杭支柱, 枕木など), 車輛材, 船舶材(部材, 帆柱)機械材(部材), 包装材(函など)薪炭材などに用いられる。

木は防火樹, 生垣樹, 庭園樹, 公園樹, 街路樹砂防樹などとして植栽される。

アカメガシワ

Mallotus japonicus (Thunb.)

Muell. Arg.

トウダイグサ科

【形態】 落葉高木で通常樹高5～10 m, 胸高直径20～30 cm, 大きいものは樹高15 m, 胸高直径60 cmに達する。樹皮は暗緑灰色で初めは浅いしわがあるが, 老樹では深く縦裂する。枝は太く, 横に伸び広く平たい樹冠をなす。

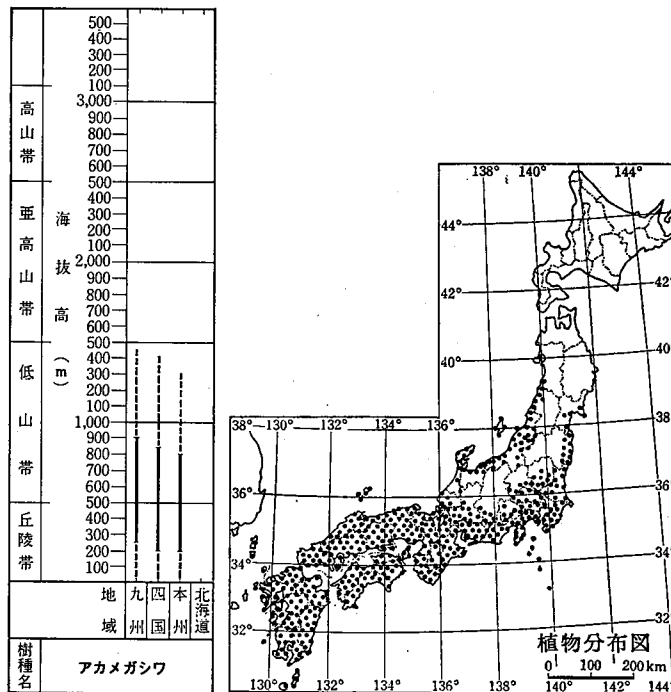
【分布】 本州(東北地方の北部をのぞく), 伊豆七島, 四国, 九州, 琉球, 朝鮮, 中国の暖帯に広く分布し, 少しく温帯に及ぶ。

【性質】 陽樹であり, 常に十分な陽光を要求する。適潤性で谷あいや緩傾斜地など地味肥沃な深土を好む。伐採跡地などにまっ先に生じよく生長

する。生長はきわめて早い。

【材質】 環孔材, 辺材と心材は同色で帯黄淡褐色～黄白色をなす。材はやや軽軟, 木理は粗い。比重は0.59である。

【用途】 材は建築材(床柱), 器具材(箱類, 盆, 杵など), 車輛材, 下駄材, 薪炭材とする。樹皮は薬用となる。葉ははれ物にぬり, また赤色の染料に使われる。種子も赤色の染料に用いられる。



図Ⅲ-1-⑦ アカメガシワの分布

シ ラ キ

Sapium japonicum (Sieb. et Zucc.)

Pax et Hoffm.

トウダイグサ科

【形態】 落葉低木または小高木で, 高さは5～9 m, 胸高直径10～30 cmとなる。枝や葉を切ると白い乳液がでる。樹皮は灰白色, 平滑である。小枝は灰褐色で半月形の葉痕と皮目がよく目立つ。

葉には2～3 cmの柄があり, 紫色をなし互生し楕円形, 卵形または広卵形をなし, やや硬質で長

さ5～17 cm, 幅3～11 cmあり, 先端は短く尖り, 基部はまるく全縁で毛はない。

【分布】 本州(岩手県南部, 山形県以南), 四国, 九州, 琉球, 朝鮮, 中国の温帯下部から暖帯の山地に広く自生する。

【性質】 陽樹で向陽の山腹から谷間などに多くはえるが, またやや耐陰性もあり, あまり鬱閉しない森林下では生育する。やや湿気あるところを好み乾燥する尾根などにはまれである。

【材質】 散孔材。辺材，心材ともに同色で淡黄灰白色をなす。材はやや重く緻密である。

【用途】 材は小細工物，薪炭などに利用される。また印ろうを作る。種子から油をとり食用とするほか燈用，塗料，整髪用などに使われる。ときに庭木とする。

ナンキンハゼ

Sapium sebiferum (Linn.) Roxb.

= *Triaica sebifera* Small

トウダイグサ科

【形態】 落葉高木で，高さ8～10m，胸高直径30～40cmとなる。樹皮は灰褐色で赤褐色の皮目がある。老樹では深裂する。葉はやや赤味のある長柄をもって互生し，暗緑色または黄緑色で菱状卵形をなし，長さ4～8cm，幅3～4cm，膜質で先端は急に尾状となり，全縁で毛はない。葉柄と葉身の接触点に2個の腺体がある。

果実は3室からなる扁球形で3つの溝に分かれ熟すと裂けて開き3個の種子を出す。種子は半球形をなし，堅く蠟質をかぶり白色である。6～7月開花し，11月種子成熟する。

【分布】 中国に広く自生し，また各地で植栽されている。日本では関東以南の暖い各地に庭木，公園樹，採油用として植えられている。

【性質】 陽樹であり，稚幼樹より陽光を要求する。乾湿，肥瘦の地を問わず育つが，空中温度の高い肥沃な植質壤土のところにおいて最もよく生育する。生長は早い。

【材質】 散孔材。辺材心材の別なく帯白黄褐色をなす。材質やや重く堅く緻密で割裂困難で狂いが少い。

【用途】 ナンキンハゼの実は油脂の歩止りが40%もあり，ハゼ，アブラギリ，ツバキなどが10%ばかりであるのに比較してはるかにまさり，白蠟状固形脂肪は水晶体の微粒子で溶解点が低いこと，膨張や伸張に富むことなどで薬用，工業用原料として木蠟をはるかにしのぐ。

(1) 支那脂—種子をしぼって油脂をとったものでろうそくおよびせっけんの原料とする。中国在来のろうそくはほとんどこの木からとったものである。

(2) 皮油—種を包む種皮の脂肪層からとったもので，約20～30%の油を含み，純白，あるいは黄色の白色蠟状の固形脂肪で水晶体の微粒子の集合体である。

これはパルミチン酸，油酸などのグリセリドからなり，カカオ脂やラノリンと同じように医薬，リノリューム，人造バター，菓子油，高級ろうそく，クレイヨン，せっけん，人絹織物のつやだしなど多くの用途がある。

(3) 梓油—種核からとった油脂をいい，約20%の油がとれ，また「子油」といわれ，不練性で乾性油と半乾性油の混合物で，桐油とアマニ油との中間程度の乾燥度で薄い黄色または薄い褐色の透明な液体でリノリューム酸，リノレイン酸を主成分とし，塗料，高級油，不練性潤滑油その他工業用の用途が広い。

(4) しぼり粕—これは約20%のチッソ分があるので，油粘のようにチッソ肥料に使われる。果皮からはタンニン，葉からはオーラミン液を抽出して染料が得られる。

アブラギリ

Aleurites cordata Mue11. Arg.

トウダイグサ科

【形態】 落葉高木で，幹は直立し分枝し，樹高8～10m，胸高直径20～30cmとなる。葉は長い柄をもち互生し，ほぼ円形をなし2～3裂するものとししないものがあり，基部は切断したような形か心臟形をなし，縁は浅く波状となり，葉質は厚く長さ15～20cmある。葉の基部に柄のある密腺が2つあり，これに柄がある。

雌雄同株。茎の頂上に円錐花序をつけ，紅色のうみのある白い花を開く。雄花では雄蕊10個あり，雌花では子房と2叉に分かれた2花柱がある。

さく果は直径2～2.5cmで，扁球形をなし，外皮は暗褐色で6溝あり，硬質で3穀片よりなる。種子はその中に通常3個まれに1～5個あり，ほ

は球形で外皮は黒褐色で斑紋がある。仁は淡黄色である。5～6月開花し、10月種子成熟する。

【分布】 中国原産であるといわれるが現在中国には野生はない。日本の本州（関東地方以西）、四国、九州から琉球、台湾まで植栽され、所々に逸出野生化している。

【性質】 極端な乾湿地を除けば一般に土地を選ばず生育する。霜害に弱く、風に折れやすい欠点がある。

【材質】 散孔材。辺材は淡褐白色、心材帯赤鮮褐色。年輪やや明瞭。軽軟で肌目は粗い。比重は0.41である。

【用途】 アブラギリは古くから燈火用、合羽、傘、薬用などに用いられてきたが、近年は各種の塗料、機械油、印刷用インク、防水布、油絵具、温床紙などに広く使用される。落下した果実を集め乾燥したのち臼でついて種子を手選し、または水に浸して果林を洗い、搾油機にかける。この油を桐油といい、種子の約30%を占めエレオステアリン酸およびエレオマルガリン酸を含む乾性油であるため、近時絶縁用ワニスなど工業的に種々の用に供せられるようになった。

アブラギリの主産地は福井、島根、千葉の3県下である。材は器具材（箱、下駄など）、薪炭（木炭や漆器研磨用）に適す。また樹皮からなめし皮用タンニンや染料をとる。

シナアブラギリ

Aleurites fordii Hemsl トウダイグサ科

【形態】 落葉高木で、樹高10～12m、胸高直径30～50cmに達する。樹皮は灰白色でなめらかであるが、老樹ではいくぶん粗となる。葉は互生し、心臟形、卵形または心卵形をなし長さは15～30cm、全縁であるが3～5裂片をなすものもある。葉柄は長くやや紅色で10～30cmあり、葉柄のもとに2個の密腺がありこれに柄がない。

雌雄異株または同株。集散花序を出し、表面白色、下部紅色の花を開く。果実は球形で1～3個つき直径3～4.5cm、外皮は初め緑色のち暗褐色となり、両端は尖り、外皮は厚く中に3～5個の種子がある。種子は長さ2.5cm、径1.8cm、仁は

淡黄白色を呈する。4～5月花開し、9～10月種子成熟する。

【分布】 中国原産である。中国では揚子江南部各省で盛んに栽培されている。日本では関東地方南部以西の暖地で栽培されている。

【性質】 生長期に適度の雨量のある暖地を好む。早霜や晩霜の被害のある地には適さない。風害、病虫害、雑草の害に弱い。生長は比較的早い。

【材質】 散孔材。辺材褐白色。心材赤褐色をなす。材は軽軟で肌目は粗い。比重は0.43である。

【用途】 シナアブラギリの桐油はアブラギリの桐油に比べてはるかに優良である。種子は1果実に普通5個あり、晩秋落下した果実を集め乾燥したのち臼でついて種子を手選し、または水に浸して果肉を洗い、搾油機にかける。この油を桐油といい、種子の約30%を占め、エレオステアリン酸およびエレオマルガリン酸を含む乾性油であるため、近時絶縁用ワニスなど工業的に種々の用に供せられるようになった。昔は綿実油または実油に混じて燈用に供し、今日では油絵、雨傘、提灯、合羽などに塗り、ペイント、ニスに混用し、塗料、機械油、印刷用、謄写用インク、油絵具、温床紙などに広く用いられている。ただし食用油とはならない。油煙は良質の墨とする。中国では防腐材料として船底、船具に広く用い住居、木竹製品にいたるまで塗用する。

パラゴム

Hevea brasiliensis, Miill. Arg.

トウダイグサ科

【由来】 パラゴムは南米アマゾン河流域地方・ボリビア・ペルー・コロンビア・ギアナ原産のトウダイグサ科（*Euphorbiaceae*）に属する喬木である。1876年イギリス人ウィッカム（Wickham）がブラジルで採集した種子をイギリスのキュー植物園に植えて繁殖し、セイロンおよびラヤに移した。その後南洋方面一帯に栽培せられ、世界にゴムを供給するに至った。

【性状】 トウダイグサ科（*Euphorbiaceae*）の *Hevea* 属に属す。南米に自生するものには樹高30m、幹の直径1mに近いものもある。

種子は8年生の母樹から採るが、老樹ほどよい



図Ⅲ-1-72 パラゴムノキ

種子がえられる。幹の皮下には、乳状液を分泌する無数の脈管が縦に走っている。この分泌物は、ラテックス (Latex) とよび、乳白色または木によっては幾分黄白色を呈する。ラテックスのゴム含有率は、ジラール (Gillard) によれば、パラゴムでは 42.6 %、パナマゴムでは 32.3 %、インドゴムでは 17.3 % であって、パラゴムはゴム含有率はきわめて高く、また樹脂の含量が非常に少なく、品質のすぐれていることはゴム樹類の中で第 1 位である。しかも樹の成長ははなはだ早く、マラヤ半島では、1 カ年の成長量は、初め数年間は幹の周囲 10 ~ 15 cm が普通で、その後の成長率はゆるやかになるのが木の間隔によって異なる。

パラゴムは通常年々落葉するが、落葉の期間がきわめて短く、マラヤおよびセイロンでは、1 月から 3 月までである。

【適地】パラゴムの栽培は赤道の南北各 10 度くらいの範囲の熱帯地方に限られる。昼間平均気温が約 30℃、最低温度は 17℃ を下らず、年雨量が 2,400 ~ 3,600 mm で、年間均等に分布し、湿度 80 ~ 90 % が最適の気候で、また暴風の無いことが必要である。土壌はとくに選ばないが、十分保水力あり、排水の良い腐植に富んだ砂質壤土がもっともよく、排水不良の粘土や泥炭地は不適当である。

ゴム園の造成には適地を選定し苗木を植付ける。近年ブラジル国では病気に強い台木に産ゴム量の多い幹を接ぎ、さらにその上に病気に強い茎を接

ぎ、政府の試験場でこの苗木を配布してゴムの増産自給に資している。

主産地はマラヤで、世界の生産額の大半を産する。

ウルシ

Rhus verniciflua Stokes ウルシ科

【形態】落葉高木で通常樹高 5 ~ 15 m、胸高直径 30 ~ 50 cm となる。枝は太く、分枝はまばらである。葉は互生し、枝の先に集まり、奇数羽状複葉をなし長さ 30 ~ 50 cm。小葉は 3 ~ 7 対で卵形または楕円形で長さ 8 ~ 10 cm、幅 4 ~ 7 cm あり先は鈍く尖る。葉柄と葉裏の脈上に短毛が生えている。

【分布】中国、インド、チベット原産である。中国では湖北、貴州、江西、陝西、四川、雲南の諸省に分布する。

日本では北海道、本州の各地に植栽されている。また野生化していることもある。日本への渡来の年代ははっきりしないが、唐との交通のころといわれる。

【材質】環孔材。辺材は白色、心材は帯紅黄色 ~ 鮮黄色をなす。材はやや弱く脆く、肌目は粗い。やや光沢がある。比重は 0.51 である。

【用途】ウルシの木から浸出したウルシ液 (生漆) から水分、莢雑物を除き、薬剤を混和して精製したものを精製漆または焼付漆とよび、各種の塗料に用いられる。

ウルシ液中にはウルシオールおよび酸化酵素ラッカーゼおよびゴム質を含有し、ウルシオールはラッカーゼによって空中の酸素と結んで黒色樹脂状に変わる。ウルシオールの含有量の多いものほど良質のウルシといわれ、日本産ウルシは外国産ウルシよりすぐれている。

精製漆および焼付漆の用途は漆器用、紡績用木管、ミシンなどがその主なるものである。果実はパルミチン酸を主成分とする油脂に富み、これを圧搾して木蠟を製する。これはハゼノキの果実からとるハゼ蠟よりまさる品質を有し高価である。

ハゼノキ

Rhus succedanea Linn.

一名リュウキュウハゼ、ロウノキ ウルシ科

【形態】落葉高木で通常樹高5～10m、胸高直径20～30cmであるが、大きいものは樹高11.5m、胸高直径70cmに達する。樹皮は暗赤色平滑であるが、老樹では裂け目ができる。枝は太く葉痕がある。核果は扁平で径8～10mmあり白く毛なくなめらかで光沢がある。5～6月開花し10～11月種子成熟する。

【分布】本州（関東地方南部以西）、四国、九州、朝鮮（済州島）、琉球、台湾、中国、マレーシア、インドの暖帯に分布する。

【用途】果実の中果皮を蒸煮、圧搾して得た蠟を生蠟といい、これをさらしたものが白蠟で両者を総称して木蠟という。この木蠟にはオレイン酸、パルミチン酸、日本酸などを含んでいるが主成分はパルミチン酸のグリセリドで化学的には油脂に属し蠟ではない。この結晶は緻密でしかも粘靱性に富んでいる。木蠟の特性といわれるところは5～6%の日本酸（二塩基性酸）によるのである。

木蠟は化粧品として使われる率が最も高くポマード、クリーム、チック、口紅、せっけん、乳液など利用される。繊維工業として紡績用、染色用、捺染用などとする。文房具としてクレヨン、エンピツ、絵具などに使われる。その他塗料として電気用、クツズミ、スキーワックスなど、加工紙、化学塗料、ろうそく、医薬などに使われる。この木蠟はアメリカ、ドイツ、フランスなど海外にも輸出されている。

イタヤカエデ

Acer mono Maxim.

カエデ科

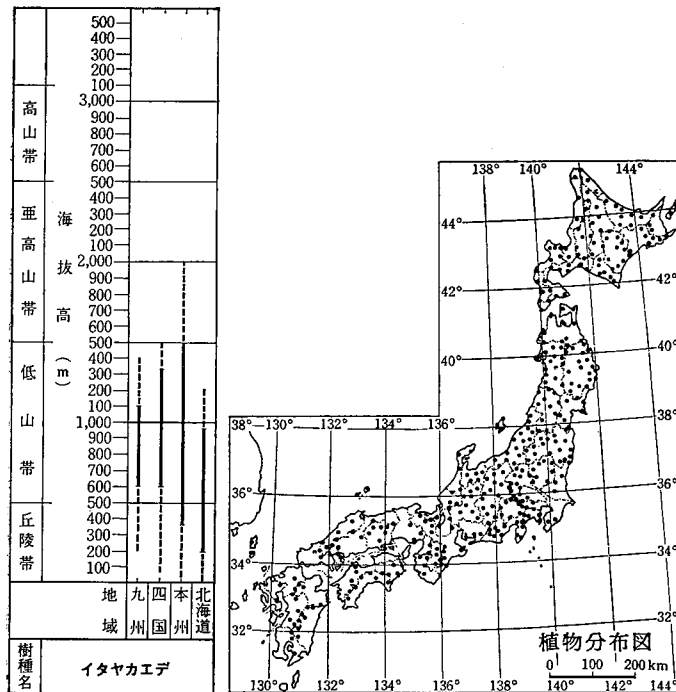
【形態】落葉高木で、通常樹高15～20m、胸高直径50～60cmであるが、大きいものは樹高25m、胸高直径1.2mに達する。樹皮は暗灰色で平滑であるが、老木では浅く縦裂する。1年生枝は鮮褐色で軟毛があり、葉痕は細月形を呈する。

【分布】北海道、本州、四国、九州、朝鮮、満州、アムール、樺太、中国の温帯（まれに暖帯）に広く分布する。

【材質】有用な散孔材。カエデ材の代表。辺材は淡褐色、心材は帯紅淡褐色をなす。材は硬軟中庸、肌目、木理とも緻密、靱性あり、切削と加工は難、仕上げ面良好、曲木に好適、割裂容易、耐朽、保存性中庸で光沢美あり、比重は0.65である。

【用途】材は建築材（柱、装飾用など）、器具材（刀柄、刀鞘、農具の柄、天秤棒、把柄類、銃台、櫓、槌、農具、杓子、土工具、楔、漆器木地、硝子木型、紡績用木管、机、盆、靴型、箱類、バット、ラケット、洋家具、指物、スキー＜賞用される＞など、船舶材（船室内の装飾用）、楽器（ピアノ、ヴァイオリン）土木用材（枕木など）、機械材（銃床など）、車輛材（汽車の装飾用鏡板）刻材（置物など）、作材（クロ細工など）、経木材、薪炭材などとする。

樹液からさとう（メープル、シロップ）を作る。糖液はタバコの香料にも使われる。木はときに庭木として植えられる。



図Ⅲ-1-73 イタヤカエデの分布

シナノキ

Tilia japonica (Miq.) Simonkai

シナノキ科

【形態】 落葉高木で通常樹高15～20m、胸高直径50～60cmであるが、大きいものは樹高30m、胸高直径2mに達する。枝葉はよく繁る。樹皮は帯褐暗灰色で縦裂し、粗である。小枝は赤褐色で皮目が散在する。1年生枝は栗褐色でじぐぐ状に曲る。冬芽は卵形で長さ5～6mmあり栗褐色を呈する。

葉は互生し、長さ3～5cmの長い柄をもち円状心臓形または心臓形をなし、左右不等で長さ6～9cm、幅5～9cmあり、先は尖り、もとは浅い心臓形で縁に低く鋭い鋸歯がある。側脈は4～6対上面は深緑色で平滑、下面は帯白淡褐色平滑であるが、葉脈の に茶色の毛がある。

長い柄のある散房状集散花序を葉 から出し、下を向き、狭い舌の形をした1枚の包葉を着ける。淡黄色の花を開きよい香がある。花茎は約1cm、

片5個。花卉5個。雄蕊は20～30個、雌蕊1個。子房は球形でそとに軟毛を生ずる。核果は

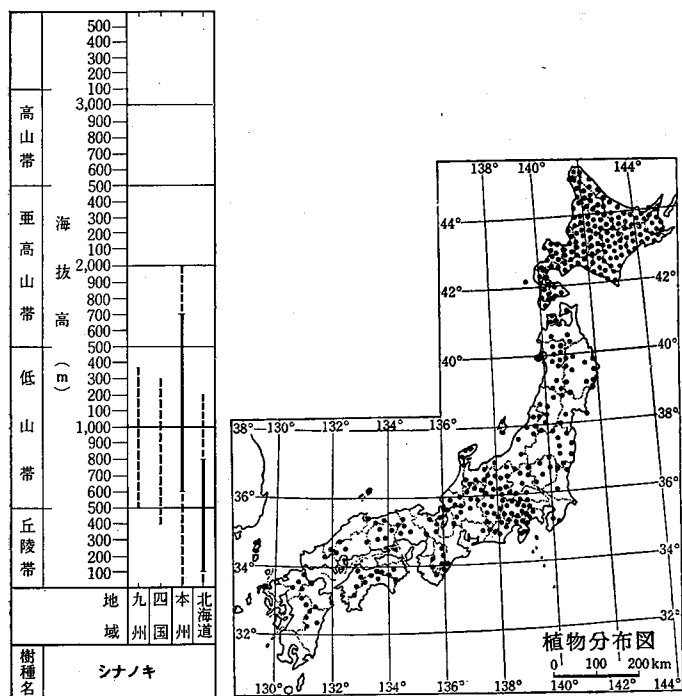
灰褐色で小さい球形をなし長さ約5mmで短く細い毛が密生している。6～7月開花し、10～11月種子成熟する。

【分布】 北海道、本州、四国、九州（対馬を含む）、中国（江蘇、浙江、安徽各省など）の温帯に分布する。

【材質】 有用な散孔材。辺材は黄白色で広く、心材は淡黄褐色をなす。材は軽く軟らかく、肌目は緻密、波状紋あり、切削加工容易、割裂し易く乾燥も容易、仕上げ面中、耐朽、保存性は低い。接着性は良好でない。比重は0.50である。

【用途】 材は建築材（洋風建築、内部工作、板類など）、器具材（セメント樽、箱類、桶樽類、楊子、アイスクリームを食べるときのヘラ、アイスキャンデーの棒、輸出用スダレなど）、機械材、車輛材、下駄材、鉛筆材、割箸材、マッチ軸木材、ベニヤ材（広く賞用される）、彫刻材（木彫クマなど）などとする。

樹皮は織物（シナ布、酒やしょう油の漉袋、桑摘用袋、蚊帳、その他の袋類）、荷縄、船綱、箕畳表の経糸、製紙用などに用いられる。花は薬用蜜原植物。木は庭園用、街路樹、養蜂用などの目的で植栽される。



図Ⅲ-1-74 シナノキの分布

ミツマタ

Edgeworthia papyrifera Sieb. et Zucc.

ジンチョウゲ科

【形態】 落葉低木で、高さ1～2m、幹は直立し、枝は3本ずつに分かれ、黄褐色で、若い枝は褐色で伏毛がある。葉は有柄で互生し、質薄く、広披針形または披針形、全縁であざやかな緑色をなし、長さ8～15cm、幅2～4cm、両面とくに下面に伏毛があり、帯粉白色を呈する。

【分布】 中国、ヒマラヤ原産で、中国および日本で製紙原料のため植栽されている。また花を觀賞するため各国で植えられている。日本では関東以南の暖地で逸出し野生化しているところがある。

【用途】 ミツマタの靱皮繊維はコウゾの繊維に比べて短く、最大長5.1mm。最少1.2mm、平均3.4mmあり、弱く、つやが少ないが細くて緻密であり、伸び縮みに富み、機械製紙ができ、叩解、漂白などが容易の上にこれを用いた紙はある種の毒素を含んでいて虫害を被らない。

ミツマタは和洋紙に用いられるが、多くは洋紙として各種の紙幣、公債、証書、株券、地図用紙

など、また帽子、カーテン、敷物としても使われる。

ガンピ

Wikstroemia sikokiana Franch. et

ジンチョウゲ科

【形態】 落葉低木で、樹高1.5～2mに達する。樹皮はなめらかで濃褐色をなす。枝はよく分岐する。小枝には絹毛がある。葉は互生し、全縁で卵形または卵状披針形をなし洋紙質で、長さ3～5cm、幅1.5～2.5cm、上面と下面に白色の絹毛があるが、ことに下面では密生する。

【分布】 本州（静岡県、石川県以西、近畿、中国）、四国、九州（黒髪山など）の暖帯に分布する。

【用途】 ガンピの皮から優良な繊維がとれ、製紙原料として古来著名である。数年生のものを根際から刈り取るか、引き抜いてただちに生皮をはぎ、乾燥して出荷する。生剥にする関係上樹液が多く、皮のはぎやすい春から晩夏にかけてが採集の時期である。

このガンピの繊維は 2.5～5.0 mm ばかりの長さを有し、半透明で光沢があり、粘着性に富み、絹のように優美で、これから製した雁皮紙は光沢があり、質はひきしまって透明性も大きい で薄葉（ウスヨウ）版下紙、コピー紙用として最適である。明治の初年から盛んに海外に輸出され好評を博した。今日の主産地は岐阜県（美濃国）であり滋賀県（近江国）桐生の雁皮紙も有名である。

ユーカリノキ

Eucalyptus globulus Labill.

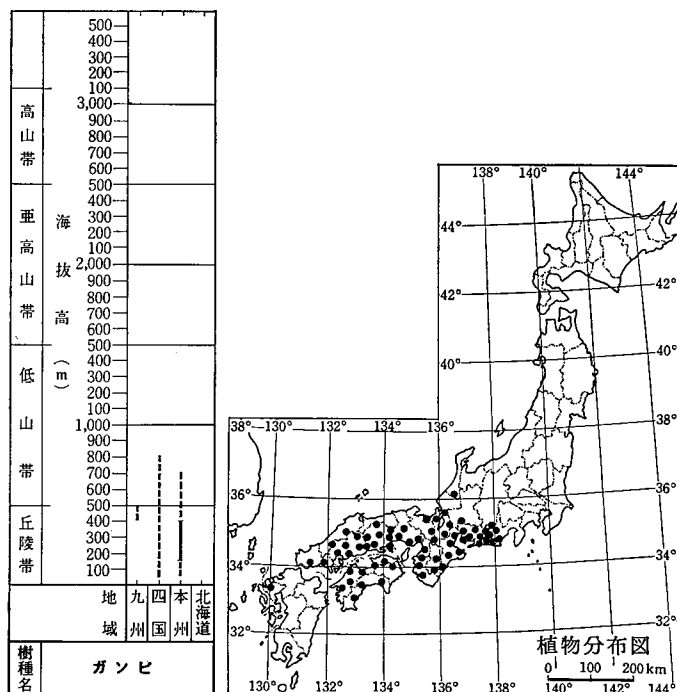
英名 Tasmania Blue Gum フトモモ科

【形態】 常緑高木で、原産地では大きいもの樹高 80～100 m、胸高直径 5～6 m に達する。枝はよく分岐して葉は繁茂する。樹皮は長片となつてはげ落ちなめらかな灰白色をなす。葉は互生し鎌形披針形、革質で厚く帯白色をなし、長さ 15～30 cm、実生の当初または徒長枝では葉は対生無柄で長楕円状披針形をなす。葉は表裏の区別なく、葉の内部には小油点が散在し、ショウノウのような強い香がある。

【分布】 濠州原産である。アメリカのハワイ諸島、カリフォルニア州、南米ブラジルなど、イタリアのシシリー島などに植林され好成績をあげている。各地に大木が見られる。

日本には明治 10 年ごろ渡来し、関東南部以西の暖地に植栽されている。

【性質】 適潤の肥沃を好むが、湿潤地や海岸近い砂地でも育つ。生長は非常に早い。



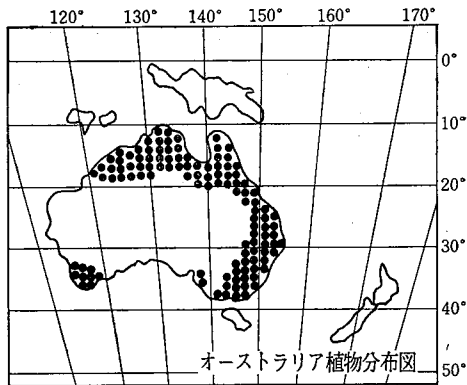
図Ⅲ-1-75 ガンピの分布

【材質】 輻射孔の散孔材。辺材は淡黄色～灰白色，心材は紅白色をなし，材質重硬，強靱で肌目はやや粗く，木理は交錯が多い。耐朽・保存性は高いが，狂い易く反り易い。

【類似種との区別点】 ユーカリ類は二百以上の種や変種が記載発表されていて類似種が多いが，ここではその区別点をあげないこととした。

【学名と和名の意味】 学名の属名 *Eucalyptus* は「良くおおわれた」の意である。乾燥地にもよく育って緑におおわれるから名付けられたものであるという。種小名 *globulus* は「小球」の意味である。

和名ユーカリノキは「有加利樹」の意で，明治10年ごろ日本に渡来したとき学名を日本字にあてはめてよばれたものである。



図Ⅲ-1-⑦ ユーカリノキの分布

マダケ

Phyllostachys bambusoides Sieb.
et Zucc.

イネ科

【形態】 太い地下茎は横に長くは，それから直立に稈を出し，高さは10～20m，直径5～15cmとなり，太い中空の円筒で，表面には毛がなく滑かで，鮮緑色または黄緑色をなし，節は輪状で多少高い。節間は長く，25～45cmに達する。節に2本の主枝がつく。筍の皮には暗色の斑点があり，ほとんど毛はない。

【分布】 中国原産。日本野生説がある。本州（東北地方は沿海の暖地のみ），四国，九州に広く植栽されている。優良竹林として古くから著名

のところは京都府山城地方。奈良県，新潟県佐渡，福井県，島根県，山口県，大分県，宮崎県，福岡県などである。しかし近年各地で一斉に開花結実して枯死しつつある。

【性質】 温暖地を好み，経済的に経営する場合は，年平均気温10℃以上，年降水量1,000mm以上の地がよく，寒冷な東北や北陸地方でも栽培法によってはよく成林し得る。地形的には風当りの少ない15度内外の傾斜地が平地がよく，概して温暖地では北面に，寒冷地では南面地によく生育する。壤土に対する要求度は低いが，排水のよいほう軟な壤土または砂質，礫質の壤土を好み，表土が50cm以上あるところならよく生育する。

【材質】 材質は緻密で，粘性に富み，耐久力が強い。

【用途】 稈は竿類，垣用，簾，壁地下，提灯，扇骨，枝，竹尺，灰吹，竹刀，串，箸，籠類，梯子，垂木，輸出向家具，机，洋燈台，玩具，棚物，小刀鞘，染竹，筴竹，晒竹，焼竹，雨樋，桶，箕，傘骨，花壇手摺，花壇の柱など，矢来，洞簫，茶入，花入，巻紙入，巻煙草入，茶釜，花托，印材，急須敷，印肉入，時計台，香炉，尺八，竹馬鞭，行季，俵漏斗，ササラ，サジベラ，下駄表，釣竿，梳櫛，煙草盆，新聞挟，筆立，状差，扇掛，写真枠，計算尺，揚子，漆器木地，パルプ原料，竹皮は包みまたは草履を作る。長竿は物竿，稻架けとする。筍は食用とする。

【類似種との区別点】 マダケとハチク *Phyllostachys nigra* var. *henonis* Stapf. とは類似しているが，マダケの肩毛は剛くして開出し稈に直角で基部には半円形の葉耳がある。竹の皮は黒色で濃い。稈の鞘は縁毛なく，通常斑点がある。小枝の前葉は，長さ2～3cm，線形全縁であって，やや宿存する。稈はやや歪形である。これに対しハチクの肩毛は直立する。稈の鞘には縁毛であり，通常斑点がない。小枝の前葉は短くして長さ1～1.5cm，膜質であって深く2裂し，直ちに萎して線形でしわのある裂片となる。稈の節は低いなどの相違点があり，両者は区別できる。

モウソウチク

Phyllostachys heterocyclus (Carr.) Milf.
var. pubescens (Mazel) Ohwi イネ科

【形態】 稈は長く横にはう地下茎から直立し、円筒形で中空であるが肉厚く、高さは10～15m、直径20cmに達する。いちじるしく分枝し、葉を多くつける。若時には短毛があり、なめらかでなく、緑色または黄緑色。主枝は稈節に2個あり、それがさらに分枝して節は高い。

【分布】 中国原産。北海道（渡島半島南部）、本州（東北地方は沿海の暖地）、四国、九州に広く植栽され、各地に小規模の美林がある。

【性質】 温暖地を好み、経済的に経営する場合には、年平均気温10℃を下らず、年降水量1,000mm以上の地がよく、寒冷な東北地方や北陸地方でも栽培法によってはよく成林させることができる。地形的には風当りの少ない平坦地か、15度内外の緩斜地がよく、概して温暖地では北面に、寒冷地では南面において生育がよい。土壌に対する要求度は低いが、排水のよい膨軟な壤土または砂質礫質の壤土を好み、表土が5cm以上のところなら申分ない。筍を食用とする目的の場合は、竹材林にくらべて一層地味のよい排水の特によい肥沃地が望ましく、南面または東南面の土層の深い粘質壤土か殖質壤土地が最もよい。

【材質】 材は軟く肉は厚いがもろい。

【用途】 稈は家具類、床柱、柱掛、花瓶、花立、筆筒、盆、弁当箱、灰吹、茶托、樋、柄杓、急須、釜敷、巻煙草入、傘骨、茶入、花椀、花火筒、吸物椀、盃洗、茶壺、菓子器、田呂骨、篋、海苔粗朶、提灯弓、箒、垣根、籠類、箸、ナイフ、フォーク、スプーン、竹板、玩具、下駄表、塗箸、刷毛、椅子、卓子、フシ盆、梯子、パルプ材、筍は食用とする。筍の保存法は生漬、酢漬、乾蔵、塩蔵、煙蔵、糖蔵、雪花菜（キラズ）漬などがある。

ハチク

Phyllostachys nigra (Loddiges) Munro
var. henonis (Bean) Stapf. イネ科

【形態】 地下茎は横にはい、稈は直立し、高さ5～10m、直径3～10cmに達する。中室で円筒形をなし、節があり、質が硬く上面は滑かですく白ろう粉をつけ、上部の一侧に溝がある。枝は節から2本ずつでる。

【分布】 中国原産。北海道（中部以南稀）、本州（各地、東北地方は沿海暖地のみ）、四国、九州に広く植栽されている。繁殖力や耐寒性はマダケよりはるかに強い。

【材質】 材は緻密で耐久力が甚だ強い。

【用途】 稈は笛、釣竿、枝、傘柄、簾、晒竹、焼竹、染竹、建築、尺八、籠、箒、灰吹、竿鞭、棚物、俵漏斗、ササラ、提灯、茶釜、筒掛物箱、箸、弓、桶、団扇骨、桶、桶など枝は箒、筆など、竹皮は笠、草履、オニギリ包みなど、長竿は稲架け、筍は食用とする。

スズタケ

Sasa borealis (Hack) Makino

一名スズ、ジダケ イネ科

【形態】 稈の高さは1～3m、径3～6mmあり節は高くなく、初めに毛があり、枝は1個ずつつく。鞘には剛毛がある。葉は長橢円状披針形で質厚く、長さ10～30cm、幅1～6cm、先端はやや鋭く、基部は急に尖り、上面は光沢あり、下面は白味を帯ぶ。

【分布】 北海道、本州、四国、九州に分布する。

【性質】 排水のよい膨軟な壤土または砂質、礫質の壤土を好み、旺盛に生育し大群落をなす。せき悪地では細く丈が低くなる。かなりの耐陰性あり、森林下でもよく生育する。

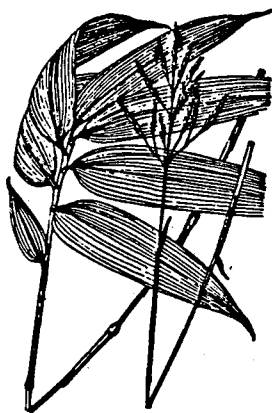
【用途】 箒、鞆、茶道具、椅子、灰吹、きせる、ラオ、卓子、垣根、籠、行季、帽子、梯子、敷物、実は食用、外皮は薬用となる。



図Ⅲ-1-77 ねざさ

ねざさ

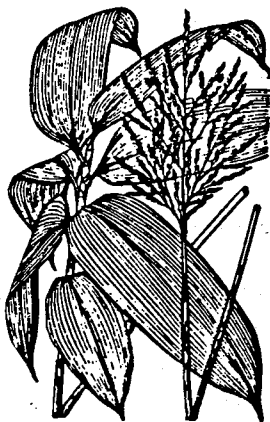
西日本の山野に広く群生する常緑の小竹である。経年したものは高さ3 mに及ぶ場合もある。地下茎は強健で地中を横行して繁殖する。稈は直立し径は3~10 mmで中空の円柱形である。



図Ⅲ-1-78 みやこざさ

みやこざさ

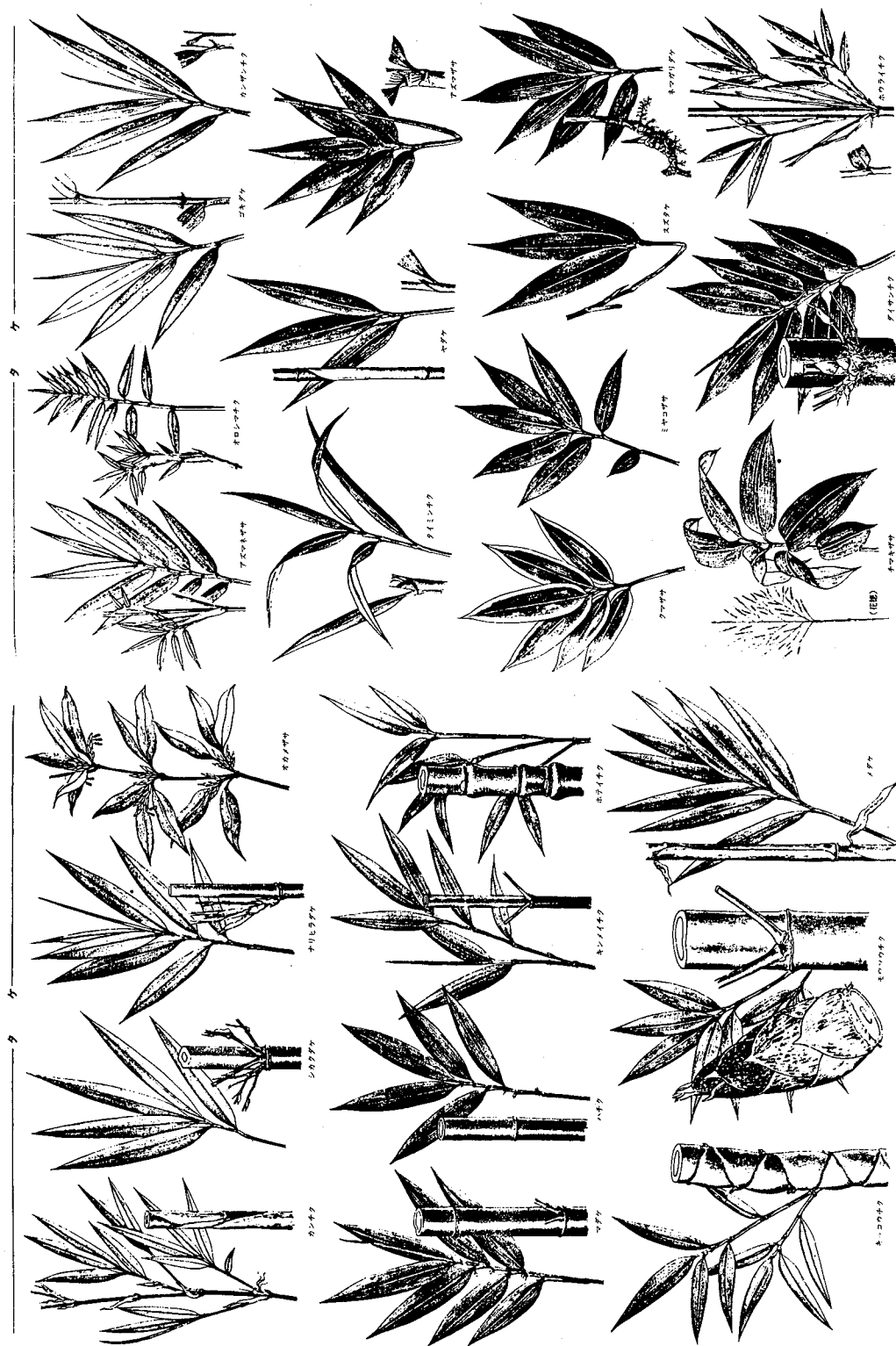
全国広く分布し、山地の樹蔭に群生する。稈は直立し1 m内外である。地下茎は強く地中を横行し繁殖する。放牧時、馬、牛は好食する。



図Ⅲ-1-79 くまいざさ

くまいざさ

深山に大群落を作り繁茂する常緑竹である。地下茎は節より鬚根を出して横行し、その先端は地上に出て稈となる。稈の高さ1.5~2.0 mに達する。



III-1-80

③ 石油植物

(i)石油植物のリストアップ

表Ⅲ-1-④ 乳液植物

植 物 名	乳液の乾燥重量当りの%		乾重量当りの精油 %
	ゴム質	ステロール(テルペン)	
ホルトソウ (<i>Euphorbia lathyris</i>)	3	50	8～10 %
ミドリサング (<i>Euphorbia tirucalli</i>)	1	50	8～10 %
<i>Euphorbia coerulescens</i>	1	75	
<i>Euphorbia trigona</i>	1.5	75	
<i>Asclepias ep</i>	12	72	
<i>Achras sapota</i>	14	66	
パラゴム (<i>Hevea brasiliensis</i>)	87	1	
イワタイゲキ (<i>Euphorbia JolkiNi</i>)	日本産の植物に関する乳液成分の検索はおこなわれていない。		
ナツトウダイ (<i>Euphorbia Sieboldiana</i>)			
ノウルシ (<i>Euphorbia adenochlora</i>)			
ナンキンハゼ (<i>Triadica sebifera</i>)			
アブラギリ (<i>Jatropha curcus</i>)			
イヌビワ (<i>Ficus erecta</i>)			
ツルコウゾ (<i>Broussonetia Kaempferi</i>)			
アユウ (<i>Ficus Wightiana</i>)			
ガガイモ (<i>Metaplexis Japonica</i>)			
ロシアタンポポ (<i>Taraxacum</i>) (KOK-Saghyz)			

(資料) 農林水産技術会議事務局 (1980) 生物資源利用技術研究会 (第 2 回資料)

表Ⅲ-1-46 種々の石油植物の炭火水素成分含量

植 物	ベンゼン抽出物			アセトン抽出物			
	ゴ ム	ワックス	計	グリセ ライド	インプレ ノイド	テルペ ノイド	計
Asclepias cursarica	0.6	<0.1	0.7	3.0	<0.5	2.0	5.9
Cryptostegia grandiflora	0.2	0.05	0.35	7.0	<0.5	6.0	13.3
Eucalyptus globulus	<0.01	0.05	0.1	3.5	<0.5	7.0	12.0
Euphorbia lathyris (leaves)	0.1	0.2	0.3	13.7	2.2	8.3	25.0
E. lathyris (seeds)				4.0	<0.1	<2.0	4.0
E. lathyris (stem)				1.9	<0.5	2.0	4.5
E. marlothii	0.2	0.4	0.6	5.1	<0.5	3.3	9.5
E. tirucalli(UCB) *	0.07	0.13	0.2	2.4	<0.5	2.0	5.0
E. tirucalli(CCLA) **	0.1	0.3	0.4	4.4	<0.5	3.4	8.5
Hevea brasiliensis	1.3	0.2	1.5	5.1	<0.5	2.6	9.6
Jatropha curcas	<0.1	0.6	0.7	1.5	0.8	1.4	4.2
Monadenium rhizophorum	1.2	0.2	1.4	9.0	<0.5	6.0	16.5
Pedilanthys Sp.	<0.1	<0.1	0.5	4.7	<0.5	2.3	8.7
Sarcostemma Viminalis	<0.1	0.8	0.8	6.6	<0.5	4.8	12.3
Synaderium grantii	0.4	0.4	0.8	6.6	<1.5	5.7	15.0

* University of California, Berkeley

** University of California, Los Angeles

表Ⅲ-1-47 種々の石油植物のラデックス中の炭 水素中のステロール含量 (ラデックス乾重量中の重量パーセント)

ラデックス源	ゴム	ステロール	(内訳, 量の多い順)
<i>Achras sapota</i>	14	66	(a, b)
<i>Asclepias</i> sp. (Brazil)	3.5	31	(a, b)
<i>Asclepias</i> sp. (USA)	(12)	(72)	(a, b)
<i>Euphorbia Characias</i>			(g, c, j, i)
<i>E. coerulescens</i>	1	75	(d, e, m)
<i>E. lathyris</i>	3	50	(j, i, g, c, d)
<i>E. misera</i>			(d, c, i, m)
<i>E. obtusifolia</i>			(g, c, h, j, d)
<i>E. tirucalli</i>	1	50	(d, m, e)
<i>E. trigona</i>	15	75	
<i>Hevea brasiliensis</i>	87	1	(k, f, e)

a: α -amyirin acetate
b: β -amyirin acetate
c: cycloartenol
d: euphol
e: euphorbol
f: fucosterol
g: isomer of lanosterol
h: isomer of lanosterol
i: lanosterol
j: 2,4-methylene cycloartenol
k: β -sitosterol
l: stigmasterol
m: tirucallol

(財) 政策科学研究所 (1978) バイオマスの利用技術に関する調査研究: 1~389

表Ⅲ-1-④ R.A.Buchanan et al Evaluation of U.S.Plant Species¹⁶⁾

Genus-Species	科名 属名 種名	Common name	B. Botanical E. Evaluation							
			B	Poly-penol %	Oil		Hydrocarbon		Total	
					E	%	E	%	E	筆者
<i>Aceraceae</i>	カエデ科									
<i>Acer plantanoides</i> L.	カエデ属 ヨーロッパカエデ	Norway Maple	1	11.1	3	4.43	4	0.20	11	12
<i>Anacardiaceae</i>	ウルシ科									
<i>Rhus aromatica</i> Ait., var <i>arenaria</i> (Greene) Fern	ウルシ属 ニオイウルシ	—	1	11.1	3	3.53	4	0.13	11	12
" <i>glabra</i> L.	" —	Smooth Sumac	1	18.8	2	5.51	4	0.20	10	12
<i>Apocynaceae</i>	キョウチクトウ科									
<i>Apocynum cannabinum</i> L.		Indian Hemp	2	7.7	3	4.48	3	1.01	11	12
<i>Asclepiadaceae</i>	ガガイモ科									
<i>Asclepias incarnata</i> L.	トウワタ属	Swamp Milkweed	1	6.5	3	4.71	3	0.67	10	10
" <i>syriaca</i> L.	"	Common "	1	7.2	3	4.28	2	1.39	9	9
" <i>verticillata</i> L.	"	Whorled "	2	9.0	3	4.51	3	0.97	11	12
<i>Cynanchum niaram</i> (L.) Par.		—	4	4.0	1	8.12	3	0.80	11	13
<i>Caprifoliaceae</i>	スイカズラ科									
<i>Sambucus canadensis</i> L.	ニワトコ属 アメリカニワトコ	Common Elder	1	6.3	3	2.13	3	0.50	10	10
<i>Compositae</i>	キク科									
<i>Ambrosia trifida</i> L.		Giant Ragweed	2	4.1	2	7.6	3	0.55	10	10
<i>Eupatorium altissimum</i> L.		Tall Boneset	1	7.9	2	5.21	4	0.35	10	10
<i>Silphium laciniatum</i> L.		Compass Plant	1	7.4	3	3.0	3	0.68	10	10
<i>Sonchus arvensis</i> L.		Sow Thistle	2	11.0	2	5.32	3	0.72	10	12
<i>Euphorbiaceae</i>	トウダイグサ科									
<i>Croton glandulosa</i> L., var <i>septrionialis</i>	グミモドキ属	Croton	3	3.4	2	6.64	4	0.17	12	13
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	ユーホルピア属	Cypress Spurge	3	6.0	2	6.32	4	0.30	12	14
" <i>maculata</i> L.	"	Spotted "	3	12.8	3	3.66	4	0.25	13	16
<i>Hamamelidaceae</i>	マンサク科									
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	フウ属 モミジバフウ	Sweet Gum	1	17.1	4	1.28	4	0.25	12	14
<i>Oleaceae</i>	モクセイ科									
<i>Syringa vulgaris</i> L.	ハシドイ属 ムラサキハシドイ	Common Lilac	1	15.0	4	1.36	4	0.13	12	14
<i>Phytolaccaceae</i>	ヤマゴボウ科									
<i>Phytolacca americana</i> L.	ヤマゴボウ属	Pokeweed	1	5.9	3	3.41	4	0.17	10	11
<i>Rosaceae</i>	イバラ科									
<i>Rosa setifera</i> Michx.	バラ属 —	Prairie Rose	1	14.6	4	0.44	4	0.30	12	13
<i>Solanaceae</i>	ナス科									
<i>Datura stramonium</i> L.	朝鮮朝顔属	Jimson-weed	2	3.4	2	7.71	4	0.12	11	11
<i>Urticaceae</i>	イラクサ科									
<i>Urtica procera</i> Muhl.		Tall Nettle	3	5.9	2	6.37	4	0.20	12	14

竹田省三／杉藤和夫（1980）石油植物の栽培とその利用，施設農業への新エネルギー利用
 関フジテクノシステム：584～615

表Ⅲ-1-④ 植物からのアセトン・ベンゼン抽出量

Plant	科名, 属名, 種名,	% of dry weight							
		ベンゼン抽出			アセトン抽出				
		Rubber	Wax	Total	Total	Glycerides	Isoprenoids	Other (Terpenoid)	
<i>Asclepias curassavica</i>	カガイモ科トウワタ属トウワタ	0.6	<0.1	0.7	5.9	3.0	< 0.5	2.0	
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	" オオハナアサガオ	0.2	0.05	0.35	13.3	7.0	< 0.5	6.0	
<i>Eucalyptus globulus</i>	フトモモ科ユーカリノキ属ユーカリノキ トウダイグサ科	<0.01	0.05	0.1	12.0	3.5	< 0.5	7.0	
<i>Euphorbia lathyris</i> (leaves)	ユーホルビア属ホルトソウ (葉)	0.1	0.2	0.3	25.0	13.7	2.2	8.3	
" " (seeds)	" " (種子)				40.0	40.0	< 0.1	< 2.0	
" " (stem)	" " (幹)				4.5	1.9	< 0.5	2.0	
" <i>marlothii</i>	"	0.2	0.4	0.6	9.5	5.1	< 0.5	3.3	
" <i>tirucalli</i> (UCB)	" アオサンゴ	0.07	0.13	0.2	5.0	2.4	< 0.5	2.0	
" " (UCLA)	(カリフォルニア大学バークレー) (カリフォルニア大学ロスアンゼルス)	0.1	0.3	0.4	8.5	4.4	< 0.5	3.4	
<i>Hevea brasiliensis</i>	パラゴムノキ属 ブラジルゴムノキ	1.3	0.2	1.5	9.6	5.1	< 0.5	2.6	
<i>Jatropha curcas</i>	タイワンアブラギリ属タイワンアブラギリ	<0.1	0.6	0.7	4.2	1.5	0.8	1.4	
<i>Monadenium rhizophorum</i>	モナデニウム属	1.2	0.2	1.4	16.5	9.0	< 0.5	6.0	
<i>Pedilanthus</i> sp.	ペディランツス属	<0.1	<0.1	0.5	8.7	4.7	< 0.5	2.3	
<i>Sarcostemma viminalis</i>	サルコステマ属 ヴィミナーレ	<0.1	0.8	0.8	12.3	6.6	< 0.5	4.8	
<i>Synadenium grantii</i>	シナデニウム属 紅葉キリン	0.4	0.4	0.8	15.0	6.6	< 1.5	5.7	

竹田省三／杉藤和夫 (1980) 石油植物の栽培とその利用, 施設農業への新エネルギー利用
(株)フジテクノシステム: 584 ~ 615

表Ⅲ-1-50 葉部・全草に精油分を多く含む植物

精 油 名	科 名	和 名	収油率%	主 成 分
	キ ク	ミブヨモギ	0.66 - 0.6	<i>ℓ-α-Santonin</i>
		クラムヨモギ	0.6	<i>β-Thujone, ℓ-Camphor</i>
エストラゴン油		(<i>dracunculus</i>)	0.25 - 0.8	<i>methyl chavicol</i> 65%
ローマカミレツ油		ローマカミレツ	0.2 - 1	<i>bathyl isobutyrate</i>
		高 砂 菊	0.2 - 1.88	<i>ℓ-Borneol</i>
		竜 腦 菊	0.8	Chanphene, 樟腦
	シ ソ	ナギナタコウジュ	約 1	<i>Elsholtzia ketone</i>
ハッカ油		薄 荷	約1(0.8-1.8乾)	Menthol 70-90%
ペーパーミント油		西洋薄荷	1 - 1.5	" 50-60%
ミッチャムハッカ油		西洋黒薄荷	1 - 1.5	" 45-65%
"		西洋白薄荷	1 - 1.5	" 42-65%
ボレイ油		(<i>pulegium</i>)	1	<i>d-pulegone</i>
スベアミント油		ミドリ薄荷	0.15 - 0.5	<i>ℓ-carvone</i> 55-70%
"		アメリカスベア ント	0.6 - 0.7	" "
ラベンダー油		ラベンダー	0.7 - 0.85	<i>linalylacetate, ℓ-linalool</i> 30-60%
		大山紫蘇	1 - 2	<i>Carvacrol</i> 74%
ヤマジソ油		山 紫 蘇	1 - 2	<i>Thymol</i> 50-60%, <i>p-Cymene</i>
		ケイガイアリタソウ	1.8	<i>d-Mentone</i>
		レモンジソ	2 - 3	<i>Citral</i> 59%
シ ソ 油		紫 蘇	0.5	<i>Perilla -aldehyde</i> 55%
セージ油		サルビア	1.5 - 2.5	<i>Pinene, Cineol, Thujone, Borneol</i>
ガйм油, チミアン油		タチジャコウソウ	0.3 - 2	<i>Thymol</i> 20-30%, <i>linalool</i>
オリガナム油		(<i>capitatus</i>)	0.8 - 1.5	<i>Carvacrol</i> 60-75%
マジョラム油		マジョラム	0.7 - 3.5	<i>Carvacrol</i> 35%, <i>d-linalool</i> 30%
パチュリ油		(<i>pogostemon</i>)	3 - 6	<i>patchouliol, patchoulone</i>
ローズマリー油		マンネンロウ	0.4 - 0.7	<i>borneol</i>
ペニーローヤル油		(<i>pulegioides</i>)	0.6 - 1	<i>pulegone</i> 30%, <i>ℓ-menthone</i>
ユーカリ油	フトモモ	ユーカリノキ	0.75 - 1.25	<i>cineol</i> 80%
		(<i>dives</i>)	2 - 4	<i>piperitone</i> 40-50%
		レモンユーカリ	0.5 - 2	<i>d-citronellal</i> 65-80%
グローブ油		丁 字	2 - 3	<i>eugenol</i> 70-90%
ベ イ 油		ベ イ 樹	1 - 2	<i>eugenol, citral, chavical</i>
カユプテ油		カユプテ	1	セスキテルペン
樟 腦 油	クスノキ	クスノキ	2 - 5	樟腦, <i>pinene, cineol</i>
芳 樟 油		(<i>glaucescens</i>)	1 - 2.5	<i>linalool</i> 70%
シンナモン		セイロン肉桂	0.2 - 1.8	<i>eugenol</i> 80%
		藪 肉 桂	1	"
		月 桂 樹	1 - 3	<i>Cineol</i> 50%
		肉 桂	0.2	<i>citral, cineol, eugenol</i>
ケイヒ油		桂樹(樹皮)	1.5	<i>cinnamic aldehyde</i> 85%
		クロモジ	0.36	<i>linalool, geraniol</i>
	モクレン	シ キ ミ	0.4	<i>Methylchavicol, safrol</i>
スターアニス油		大 茴 香	1	<i>anisaldehyde, anethol</i>
	ア カ ザ	アリタソウ	0.8	<i>aritasone, pinene</i> 20-28%
ヘノボジ油		アメリカアリタソウ	0.2 - 1	<i>Cymene, Terpinene, ascaridol</i>
	コシヨウ	キ ン マ	0.8 - 1.8(乾)	<i>chavibetol, chavicol</i>
レモングラス油	イ ネ	レモンソウ	0.2 - 0.4	<i>citral</i> 64%, <i>ミルセン</i> 20%
シトロネラ油		ジャワシトロネラ	0.5 - 1.2	<i>citronellal, gevanol</i> 85-95%

竹田省三／杉藤和夫(1980) 石油植物の栽培とその利用, 施設農業への新エネルギー利用
 例フジテクノシステム: 584 ~ 615

(ii) 主要な石油植物の概要

a トウダイグサ科 (Euphorbiaceae)

タカトウダイ科ともいう。ユーホルビア属の属するトウダイグサ科の植物には、天然ゴムを採るブラジルゴムノキをはじめ桐油のアブラギリ、ヒマシ油のトウゴマ(ヒマ)など炭化水素を産出する植物が多く、エネルギー植物の宝庫ともいえる。また駆虫薬に使うユズリハにはアルカロイドと総称される含窒素化合物が含まれるなど生理活性物質を含む植物が多く、薬用植物とくに漢方薬として古くから研究されているものもある。

トウダイグサ科の植物で比較的知られているものについて属名別に挙げてみよう。

(1) アブラギリ属 (Aleurites Forst)

東アジア、太平洋諸島の原産で4種。乳液を含む落葉高木、種子から油を絞る。アブラギリ (A. codata Steud) の種子からの油を桐油と称し、古くから油紙、和傘、雨ガッパなどや灯用に用いられ、ニスやペイントにも混用され、薬用では吐剤下剤にされた。種子の絞り粕は毒性があり、飼料にはならない。

(2) クロトン属 (ハズ属) (Croton L.)

通常クロトンと呼ぶ観葉植物はクロトンノキ属 (Codiaeum Juss.) のことで、クロトン属とは異なる。世界の暖地、主としてアメリカを原産とするものが多く500種以上ある。

東南アジア原産のハズ (C. tiglium L.) の種子から採る油は「クロトン油」で知られているが有毒で皮フを赤色に染め発泡させて粘膜を犯すという。

(3) ユズリハ属 (Daphniphyllum Blume)

葉形が月桂樹に似てアジア、アフリカなどに50余種が広く分布している。日本原産のユズリハ (D. macropodium Miquel) は古葉と新葉が入れかわるというので、縁起のよい植物とされ、お正月の飾り葉に用い、また紀州では「正月菜」として食用にし、古くは万葉集にも歌われている。葉および樹皮にはダフニマクリンという一種のアルカロイドが含まれ、煎汁を駆虫薬にしたという。

(4) セイシボク属 (Excoecaria L.)

この木の乳液が眼に入ると視力を失うことからラテン語で盲目にするという意味の学名が付けら

れるほど猛毒がある。奄美大島や沖縄で生育するシマシラキ (E. agallocha L.) 海水の浸入する低湿地でも生育し、生長は早い。材は建築、工芸用、珠数にもなり「奇南香木」と称する。

(5) パラゴムノキ属 (Hevea Aubl.)

ゴムの採れる樹種は80属300種以上あり、最優種がパラゴムノキ一名ブラジルゴムノキ (H. brasiliensis Muell.) である。

ブラジルのアマゾン流域を原産地とする野生樹が19世紀の中ごろから各地で栽培が試みられ、20世紀始めから東南アジアで急速に普及し、さらに栽培技術の改良によりゴムの収量は当初の10~20倍にも上ったといわれ、炭化水素を産出する植物の代表格である。

樹皮を傷付けて溢してくる乳液(ラテックス)はゴム分を35%ほど含む。これを採集、凝固、水洗、脱水、乾燥したものが天然ゴムである。近年合成ゴムの生産が増加し、天然ゴムの市場は圧迫されているが、未だトラック、バスなどの重量タイヤ、とくに航空機のタイヤは天然ゴムでなければならない。また種子の油は乾性油としてアマニ油の代用品として、ペイント、ワニスの原料となる。

(6) タイワンアブラギリ属 (Jatropha L.)

熱帯アメリカ、アフリカに約150種あり、枝条には有毒性の乳液がある。タイワンアブラギリ (J. curcas L.) の種子には有毒成分を含むが、薬用として下剤、吐剤に用い、また機械油、石鹸材料に用いられる。乳液を創傷に塗れば凝血性成分があるので出血が止まるという。

(7) アカメガシワ属 (Mallotus Lour.)

東半球の熱帯から温帯に80~90種あり、日本にも6種ある。アカメガシワ (M. Japonicus Muell Arg.) は若葉が鮮赤色になるのでの名前がある。葉と種子は赤色染料になり、腫物に効く。生長は速く、繁殖力の大きい落葉喬木で、昔はこの葉に食物を盛ったといわれ、菜盛葉の名があり、万葉植物では「ヒサキ」という。

(8) イモノキ属 (Manihot Adans.)

ブラジルを中心として熱帯アメリカに約130種あり、ラテックスやゴムの製造、肉質根の澱粉の利用がある。

マニホットゴムノキ (M. glaziovii Muell.)

表Ⅲ-1-⑤ 精油分を多く含む植物

精 油 名	科 名	和 名	収 油 率 %	主 成 分
シトロネラ油		セイロンシトロネラ	0.5 - 1.2	citronellal, geraniol 85-95%
バロマローサ油		(Mertini)	0.1 - 0.5	geraniol 70-30%
ヒノキ油	ヒ ノ キ	桧	1.16	limonene 50%, bornylacetate
		サ ワ ラ	1	α -pinene
		コノテカシワ	0.26	juniperic acid
	ス ギ	杉	0.7	α -pinene, camphene, borneol
	マ ツ	赤松, 黒松	1.3 - 2	" "
		朝 鮮 松	0.34	
針葉油(アビエス油)		シベリアモミ	1 - 2	ℓ -bornylacetate 30-40%, pinene
		トドマツ	1 - 2	" "
ゼラニウム油	フウロソウ	ニオイテンジクアオイ	0.15 - 0.3	pinene, citronellol
ラブダナム油	ハンニチバナ	ア オ イ	3 - 7	α -pinene, benzaldehyde
ウインダーグリーン油	ツ ツ ジ	ヒメコウジ	0.6 - 1	methyl salicylate 96-99%
	ミ カ ン	ダイダイ	0.23	linalool acetate
		カラスザンショウ	0.5	methyl -n -nonyl ketone
プチグレン油		ビターオレンジ	0.2 - 0.4	linalool acetate
	マ メ	アカツメグサ	1.5	
ジンジャグラス油		ジンジャグラス	0.17 - 0.55	geraniol, d -limonene

Arg.)は播種後3~4年で高さ10~15mに達する生育の早い高木で、ブラジルのセアラ州に多産するのでセアラゴムノキともいう。根は塊根が大きく若いときのほうが優良澱粉質を多く含み、二年目から収穫できる。

クピオカノキ(M. utilissima Pohl)はイモノキ、マニホットノキ、キャッサバなどともいわれ地下に叢生する肉質塊根の澱粉から作るタピオカは著名、また最近脚光をあびているアルコール醗酵の澱粉原料のひとつに挙げられているキャッサバがこれである。

高さ2~5mくらいの草本性低木で茎は折れやすい。樹体のラテックスや幼時の根茎には猛毒の青酸を含む。乾燥にも強く、土質も選ばないが、土中の養分を掠奪するから連作は難しい。正しくは生薯をキャッサバ、加工した澱粉をタピオカという。

(9) トウゴマ属(ヒマ属)(Ricinus L.)

トウゴマ(R. communis L.)というよりはむしろその種子からの油「ヒマシ油」で有名。熱帯アフリカ原産の一年草で、土質を選ばず生長は早い。

ヒマシ油の用途は広く、薬用として下剤、化粧品(ポマード)、石鹸用、印肉、硬化油、それに戦時中の航空機エンジンの潤滑油となれば記憶されている人もあると思う。葉には有毒なアルカロイドの一種リシニンを含有する。

(10) シラキ属(Sapium p.Br.)

中国、アジア諸国の熱帯、アメリカに約100種あり、樹皮を傷付けて出るラテックスをゴムの原料にするが、有毒成分を含む。

ナンキンハゼ(S. sebiferum Roxb.)は中国で千年の昔から栽植して種子から油をとる実用木で生長は極めて早い。種子を被うロウ質物からロウソク、石鹸、灯用油、ポマード、潤滑油を作る。

また日本原産のシラキ(S. japonicum Pax. et K. Hoffm.)は、その材質の白さから「白木の箱」と表現される。この種子からの油は塗料の原料にも、食用にもなる。

b ユーホルビア属(Euphorbia L.)

ユーホルビア属はタカトウダイ属ともいってト

ウダイグサ科のひとつの属であるが、学名ではトウダイグサ科を *Euphorbiaceae* と、ユーホルビア属を *Euphorbia* L. と書くためにただ単にユーホルビアと称したとき、とくに外人の場合には科と属との区別が明確にされないことがある。

ユーホルビア属は 2,000 種を越す大きな属で、分布域も群によって異なるが、アフリカを主としてアジア、アメリカなどほとんど全世界にわたっている。

形状は多肉植物が多く、全体に葉が縮少退化し茎が多肉となって各種各様の葉状茎となる多肉茎植物としての傾向を示す。この点でサボテン科およびガガイモ科スペタリア類と同様で、一見したところ花キリンなど柱サボテン類と非常によく似た姿のものが多く。

ヘラサングのように高さ 7~8 m 以上、ときには 10 m 以上の高木性のもの、コニシキソウのように地際から盛んに分枝して低く地面をおおうクッション状群生体となるもの、また地下に塊根茎を形成し地上にはわずかに更新性の小枝をのぞかせるにすぎないものなどとその生育型には変化が多い。

葉はポインセチアのように広葉樹のようなものから、アオサングのような小さな目立たない鱗片状のものや、まれにはまったく葉のないものもあり、また多肉の茎には葉の代りにイボ状の突起や刺が発達するものも多い。

植物体全体に白色ないし黄色の乳液を含んでおり、傷付ければそれが溢泌してくる。これは乾くとゴム状となって粘着性がある。ユーホルビン (euphorbin) と総称されるアルカロイドを含むものもあり、乳液が眼または粘膜につくとかゆみや痛みを感じ、種類によっては皮フ炎つまりかぶれを起こす。したがってセイシボク属シマシラキなどと同じくこの種の植物を沖縄ではミーフクラギ (眼腫れ木)、鹿児島あたりではマラフクレギなどという。

種類によってはラテックスを集めてゴムの原料にしたり、また古くは膏薬の原料としたので「薬用の (officinarum)」とか、また「有毒の (vir-osa, venenata)」という学名をもつものもある。

属名のユーホルビアはローマ時代の医師エウフォルビス < Euphorbus > 氏の名に、またギリシャ

語の「脂」の意味に因むという。さらに通常英語では Milkweed, Wolfsmilks などということからみても如何にラテックス (Milk) が多いかが推察できる。

ユーホルビア属は 2,000 種以上もあるのでこれを葉条の基本的形態の違いでいくつかの類に分けられる。それは広葉類、緑枝類、花刺類、裂刺類、単刺類、対刺類である。

緑枝類は緑色、丸棒状の枝を多出し、葉は小型で鱗片状、多くは早落性、枝が扁平葉状になるものや、先端に向って急に細くなって刺状になるものもある。

さらに緑枝類はアフリカ系のサングキリン類とアメリカ系のヤコウキリン類とに分けることができる。アフリカ系緑枝ユーホルビアはアフリカ全域、マダガスカル、カナリア諸島、南アラビア、インド、パキスタンに分布し、10 m 以上に及ぶ直幹の高木から、クッション状に地表をおおう小低木、さらに塊根性の 性種までの変化があり、50 種ほどあり、アオサングはこれに属する。いっぽうアメリカ系ユーホルビアはメキシコ、西インド諸島、ブラジル、ペルーに分布し、葉が比較的大型で広葉類に近いものや茎がまったく丸棒状で葉が小型のものもある。

ユーホルビア属のなかでもっとも知られているのがポインセチア (*E. pulcherrima* Willd.) である。またの名をショウジョウボク (猩々木) ともいい、クリスマスのころに美しく着色した大形の苞を觀賞するメキシコから中米で産する多年草である。

(a) アオサング (*Euphorbia tirucalli* L.)

ミドリサングともいう。東アフリカに原産するアフリカ系緑枝ユーホルビアで近年になって栽培された株からの実生が野生化したものが熱帯域に広くみられ、台湾、沖縄にもそれがある。

高さ 6~10 m におよぶ常緑小喬木で、明瞭な幹を形成する。枝は径 3~8 mm の緑色した丸棒状でたてに条があり、2~3 分岐または輪状によく分枝し、下部末端枝は多く垂れ下がる。葉は幅 2~3 mm、長さ 10 mm 程度の小型で長按針形の鱗片状で早落性である。したがって葉は一般に上部先端枝にはあるが中下部枝は無葉状になっている。

花は単一頂生で稀に開花するが、台湾ではこの開花を不吉の前兆として忌むとのこと。

枝や幹を傷付けたり、折ったりすると白色のラテックスを溢泌させるところからMilk Bushとか、熱帯地方で生垣として、セイロン島では水田の境木として利用するところからMilk Hedgeなどと呼ばれるのをみてもミルクの分泌の多さが推察できる。ラテックスには有毒成分を含み、かぶれを起こさせる。沖縄ではラテックスを水中に流してその魚毒性を利用して魚を捕るのに使ったといわれる。薬用としては創傷、腫物などの痛みをおさえに、マラリアやぜんそくに用い、また下剤にもなる。さらに梅毒に朝夕 300 cc 飲用するというのは興味深い。

性質は強健で、生育は極めて早く、そのうえ環境適応性に優れ、砂漠地、湿潤地、それに海岸の岩の上でも生育可能であるが、耐寒性はなく生育条件として20℃以上を必要とするために本州での露地越冬は難しい。アオサングの北限は鹿児島とされているが沖縄でも冬場は生育せず生体の保持だけと推察される。

(b) ホルトソウ (*Euphorbia lathyris* L.)

ヨーロッパ、地中海地域、西南アジア原産の二年草である。茎は円柱形で直立し、高さは1~1.5 mに達する。一年目は一本の茎に葉が多くつくが二年目には下部の葉が落ち、上部で多数の茎を出す。葉は柄がなく対生、最上部では輪生する。茎の下部の葉は線形で先は丸く披針形、上部の葉は3~9 cmの長卵形で先は鋭くとがる。根は浅いので2年目に上部で多数の茎を出すころになると非常に不安定となる。

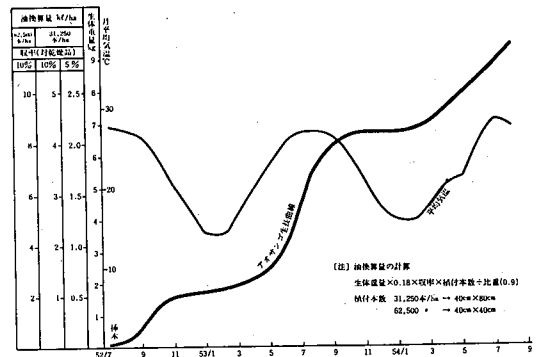
普通2年目の夏に緑色の奇花を開花させ次々と結実した後は速やかに枯れる。種子は大きな卵球形で長さ5 mm、幅3~4 mmである。漢方薬ではこの種子を續随子(ゾクズイシ)といい、脂肪油約40%を含むが、これを圧搾して脂肪油を除いた粕を利尿、下剤として腹水、月経停止、食中毒などに、また外用薬として黒子を除く効果があるという。

茎、葉を切って出るラテックスにふれると皮フは水泡を生じるという。

栽培は簡単、こばれ種子でも十分繁殖するほど

であり、耐寒性に優れ北海道でも、また乾燥に耐え砂漠地でも栽培できるという。

乾燥方法による乾燥重量、アセトン抽出量の違いを示す。この表で生体を直接アセトンで抽出すると3.7~4.0%の抽出物を得るが、濃縮乾固物を再度アセトンに溶かすと、約1割しか可溶せず残り9割の不溶物は水に易溶という結果が出た。これは生体の水分とともに水溶性のものを溶出させたものとみられる。



図Ⅲ-1-81 アオサング成長曲線 (沖縄県名護市) 杉藤和夫 (1979) 石油植物としてのアオサングとユーカリ, 工業技術第20巻第11号 協技術開発振興会出版部: 37~40

表Ⅲ-1-82 アセトン抽出量の相違

	乾燥量対生体量 (wt %)	アセトン抽出分減圧濃縮乾固量	
		対乾燥 (wt %)	対生体 (wt %)
未乾燥生体 ^a	100		3.7~4.0
風乾 ^b	18~25	5.0~8.5	0.8~2.1
加温乾燥 ^c	16~17	4.3~5.0	0.7~0.8
搾汁滓風乾 ^d	5~13	4.0~5.4	0.2~0.7

a 未乾燥生体: 生体を数センチメートルに切断、アセトンとともにミキサーで粉碎、1週間浸漬、アセトン部を濾過、減圧濃縮、乾固した。

b 風乾: 約6カ月室内で風乾した。

c 加温乾燥: 乾燥器内で、55~80℃、120~148時間乾燥した。

d 搾汁滓風乾: 種油用エクスペラーで搾汁した滓を室内で1週間風乾した搾込み割合により、乾燥重量の対生体パーセントはバラツキが大きい。

表Ⅲ-1-⑤ STEROLS AND POLYISOPRENES FROM EUPHORBICEAE LATEX

SPECIES	% of Dry Latex(w/w)		Ratio (R/S)	RELATIVE AMOUNT OF STEROLS									
	Rubber	Sterol		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>Euphorbia aphylla</i>					0.37		0.10	0.82	1.0	0.46			
<i>Euphorbia arbuscula</i>				1.0	0.19								
<i>Euphorbia balsamifera</i>	4	93	0.04										1.0
<i>Euphorbia bupleurifolia</i>													
<i>Euphorbia characias</i>							0.13	1.0	0.68	0.27			
<i>Euphorbia coerulescens</i>	1	75	0.01	1.0	0.10	0.20							
<i>Euphorbia cylindrifolia</i>				1.0	0.25			0.5					
<i>Euphorbia globosa</i>										0.30			1.0
<i>Euphorbia ingens</i>	8	78	0.10										
<i>Euphorbia lathyris</i>	3	50	0.06	0.12			0.80	0.50	0.30	1.0			
<i>Euphorbia marlothii</i>									0.41			0.32	1.0
<i>Euphorbia misera</i>				0.69	0.32		0.66		1.0				
<i>Euphorbia obtusifolia</i>				0.05				1.0	1.0	0.50			
<i>Euphorbia</i> sp. (American)				1.0	0.34								
<i>Euphorbia stenoclada</i>				1.0	0.16						0.29	0.17	
<i>Euphorbia tirucalli</i>	1	50	0.02	1.0	0.10								
<i>Euphorbia trigona</i>	1.5	76	0.02	1.0					0.61				
<i>Elaeophorbium drupifera</i>				1.0	0.16	0.20					1.0	0.20	
<i>Achras sapote</i>	14	66	0.21								1.0	0.20	
<i>Asclepias</i> sp. (USA)	(12)	(72)	0.17								1.0	0.20	
<i>Asclepias</i> sp. (Brazil)	3.5	31	0.11										
<i>Guayule</i>				1.0		0.20		0.35					
<i>Hevea brasiliensis</i>	87	1	87.0										
<i>Synadenium grantii</i>													

KEY: A Euphol B Tirucallol C Euphorbol D Lanosterol E Lanosterol isomer F Cycloartenol G 24-Methylene cycloartenol H α -Amyrin I β -Amyrin J Other pentacyclics

1 These numbers were estimated on the basis of NMR spectra (60 M Hz, CDCl_3) of the benzene and acetone extracts.

2 Identified sterols are β -sitosterol, fucosterol and stigmasterol (1.0, .50 and .25 respectively)

c ユーカリノキ属 (Eucalyptus L'H'er)

フトモモ科。オーストラリア、ニュージーランドを原産地とする常緑喬木で、まれに灌木もあるがユーカリは植付け後4～6年で10～15mになり、古樹になると高さ100mに達する品種もあり、その樹背の高さと生長の早さでは世界第一の属といわれ、ユーカリの20～25年生の樹木は楠、樫の200～300年に匹敵するといわれる。

学名の Eucalyptus (ユーカリプタス) はギリシャ語の eu〔良く〕 kalyptos〔被った〕の合字でおよび花弁が癒合して帽子状となり、帽子をいつまでも被っていることによるが、その生長性から「よく大地を被う」とする人もある。

ユーカリは比較的交配しやすく、ハイブリッド品種が多く、その品種は500種とも600種ともいわれ、葉は幼葉と成葉、枝の新旧によって形、着生が異なるなどして全般的に各品種を識別するこ

とは難しいが、外樹皮が剥皮しやすいものを剥皮性 (Stringybark Tree), これに反して剥皮しないものを堅皮性 (Ironbark Tree) と称して2大別している。

オーストラリアではユーカリを国花とし, Mountain Oak, Mountain Ash, 同国南部産の小柄のものをMallee と称するが, 英語国では一般に Gum Tree というのが通名である。

初めはキャプテン・クックが頒布したといわれ 今日ではアメリカ, ブラジル, 中国など世界各国に普及している。とくにアメリカではカリフォルニア州を中心に19世紀の終りごろ, 国有林などに大規模に植栽され, 今日でもカリフォルニア大学などには立派な樹林となって保存生育されており, 品種は約70種におよぶという。

ユーカリは街路樹, 緑化木, 防風林など樹木としての利用, 工芸装飾用, 杭材, 坑木, 土木材, 電柱, 鉄道枕木, 燃料など用材としての利用, それにパルプ用材, 精油源, 日本で生花用とし植栽されるなど用途の多い樹木である。ロスアンゼルス, サンフランシスコの街路樹, 国道6号線金町バイパスをはじめとして都市緑化に積極的に取り組み「市の木」をユーカリとした千葉県松戸市, また工場緑化木に採用し「社木」として8万本のユーカリを植栽する神戸製鋼所, またパルプ原料確保のためブラジルで150万haに計画植栽している製紙会社を中心とする33社からなる日本のナショナルプロジェクトなどの例が挙げられる。

日本には明治の初めに渡来し, なかでも学名で *E. globulus* という品種が数多く導入され, 一般にユーカリノキとして親しまれている。戦後まもなくの昭和28年(1953)ごろには, パルプ適材生長迅速のふたつの要素に基づいて外国樹種導入計画のひとつとしてユーカリがとりあげられ, 東京以西の無霜地帯での造林樹種と認められ, 静岡和歌山, 福岡など各地の林業試験場を中心に現地適応試験が, 29年度から始められた。しかし, わずか4年で一応の目途をみたとして国の補助が打ち切られたので, その後も独自の立場から育苗造林について研究をすすめた試験場は少ないが, 当時の試験区が今日まで現存して立派なユーカリ林となっているところもある。

ユーカリの特長は, 生長の早いことのほかに,

再生力(萌芽力)が強いのと, 生育に土壤を選ばないことと, 公害に強く, 環境浄化に役立つことである。

石油植物選定条件のひとつに再生力を挙げているが, ユーカリの萌芽力は大きく, 伐採しても萌芽が生長を引き継ぐ。これは樹の地上部にリグノチューバーという芽力の潜在するコブがあり, 地上部が伐採されたり, その他の被害を受けると, ただちにこの部分から萌芽生長する組織をもつのが特長である。ブラジルで植栽しているパルプ用材は7年で伐採するが, その際萌芽一本を残して再生させ, 7年後に再生したそれを伐採する。しかし, 萌芽再生ばかりを続けると, 樹木が不揃いになるので, 3回にとどめ新たに植栽するという。

一般に植物の生育には肥沃は深い土壤がよい。直根が真直ぐに垂れるユーカリもその例にもれないが, 塩水に強く, すぐ海水の湧出する神戸製鋼所加古川製鉄所や東京湾浦安などの海岸埋立地でも生育する。またユーカリは乾湿どちらでも生育するが, 特性として土中の水分を吸収し, 葉面から蒸散させる力が強い。したがって湿地を乾燥に導くので, マラリアの如き蚊による病疫は幼虫ボーフラの棲息する湿地をなくする。またユーカリの葉の気孔は表裏両面にあり, 炭酸ガスを吸収し酸素を放出する炭酸同化作用が旺盛で, そのうえ発散する芳香は害虫の避忌物質を含むという。

ユーカリの植栽は工場, 学校, 病院等の環境浄化に役立つのみならず, 不毛の悪疫地を健康地に変え得る。中国では桉樹と総称するが, 広東では蚊樹というところからみてもその効果のほどが推察できる。

(1) ユーカリノキ (*Eucalyptus globulus* Labill)

タスマニア原産の常緑喬木で, 生長早く, 樹高は45m以上になり, 100mの巨木もある。

日本には明治10年ごろ渡来したといわれ, この葉を乾かしたものが生葉のユーカリ葉で, 葉を水蒸気蒸留して得た精油がユーカリ油で, 日本薬局方にもある。

(2) レモンユーカリ (*E. citriodora* Hook.)

葉はレモンに似た強い香気をもつ, 生長の早い亜熱帯系で樹高は40mほど。

(3) 銀丸葉ユーカリ (*E. cinerea* F.V.M.)

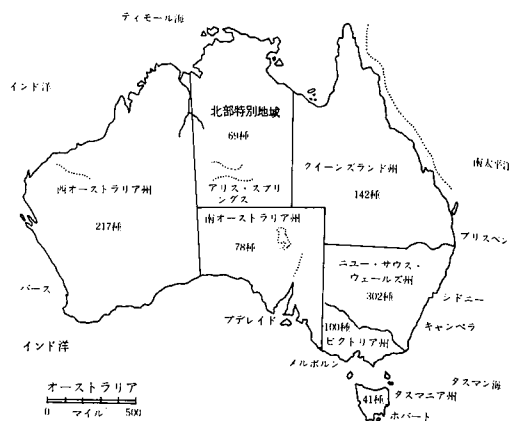
高さ 6～7 m の小高木，切葉用として栽培されている。この葉の煎汁は糖尿病に効くという。

(4) ツキシユカリ (*E. perriniana* Rodway)

西オーストラリア原産の 6 m ぐらいの小高木，葉は独特の丸形で葉の真中を茎が突き貫けており観葉および切葉用。耐寒性あり。

(5) 小丸葉ユカリ (*E. pulverlenta* Sims)

高さ 10 m ぐらいの小高木で，生花用。



図Ⅲ-1-② オーストラリアにおけるユーカリの品種の分布

表Ⅲ-1-④ リオクラーロにおけるユーカリ樹脂 種別生長表 (2×2)

ESPECIES	平均樹高			直 径									
	3 年	5 年	8 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	10 年	18 年	
<i>Rostrata</i>	10.11	12.07	20.80	0.056	0.083	0.093	0.099	0.135	0.135	0.142	0.154	0.200	
<i>Tereticornis</i>	8.59	10.23	19.00	0.058	0.075	0.088	0.098	0.132	0.132	0.139	0.147	0.210	
<i>Saligna</i>	10.65	14.09	20.40	0.076	0.088	0.102	0.114	0.161	0.167	0.174	0.178	0.270	
<i>Longifolia</i>	9.03	10.69	19.00	0.078	0.081	0.092	0.100	0.132	0.153	0.155	0.158	0.200	
<i>Regnans</i>	9.65	10.80	18.50	0.035	0.052	0.071	0.078	0.090	0.107	0.108	0.140	0.180	
<i>Botryoides</i>	9.20	12.09	17.80	0.055	0.065	0.097	0.110	0.130	0.137	0.148	0.156	0.220	
<i>Robusta</i>	8.74	11.29	19.10	0.056	0.069	0.103	0.120	0.127	0.151	0.153	0.168	0.210	
<i>Globulus</i>	8.93	11.06	20.10	0.054	0.070	0.078	0.083	0.104	0.110	0.115	0.121	0.160	
<i>Acmenioides</i>	7.96	11.08	19.50	0.044	0.066	0.080	0.090	0.111	0.132	0.135	0.144	0.200	
<i>Citriodora</i>	5.91	10.19	17.20	0.037	0.048	0.059	0.080	0.124	0.137	0.138	0.158	0.190	
<i>Maculata</i>	5.67	11.02	8.20	0.036	0.046	0.078	0.090	0.130	0.146	0.146	0.163	0.220	
<i>Stuartiana</i>	8.31	9.62	17.10	0.059	0.072	0.091	0.100	0.111	0.111	0.112	0.115	0.140	
<i>Punctata</i>	9.65	13.10	19.80	0.070	0.079	0.103	0.120	0.148	0.157	0.158	0.183	0.220	
<i>Resinifera</i>	9.18	12.35	18.20	0.060	0.075	0.097	0.113	0.123	0.150	0.155	0.163	0.210	
<i>Pitularis</i>	7.61	9.27	16.80	0.063	0.076	0.082	0.090	0.096	0.096	0.112	0.120	0.200	
<i>Polyanthemos</i>	9.50	12.39	20.10	0.064	0.085	0.091	0.096	0.144	0.145	0.152	0.162	0.210	
<i>Trabuti</i>	9.85	12.17	20.40	0.070	0.089	0.099	0.110	0.141	0.148	0.162	0.162	0.210	
<i>Macrorryncha</i>	8.23	12.32	19.80	0.063	0.077	0.094	0.100	0.127	0.145	0.151	0.155	0.220	
<i>Viminalis</i>	8.38	11.50	19.60	0.051	0.067	0.081	0.090	0.137	0.142	0.146	0.155	0.200	
<i>Siderophloia</i>	6.36	10.11	18.50	0.043	0.065	0.076	0.080	0.107	0.127	0.127	0.146	0.200	
<i>Corynocalyx</i>	6.22	10.24	19.20	0.028	0.042	0.060	0.087	0.118	0.134	0.149	0.169	0.240	
<i>Microphylla</i>	6.49	9.36	17.30	0.033	0.050	0.069	0.078	0.105	0.113	0.120	0.126	0.180	
<i>Rudis</i>	8.45	10.29	18.70	0.063	0.074	0.082	0.088	0.124	0.124	0.124	0.143	0.220	
<i>Paniculata</i>	8.77	11.80	19.60	0.052	0.073	0.094	0.100	0.126	0.132	0.142	0.168	0.220	
<i>Melliodora</i>	8.85	10.00	17.20	0.069	0.072	0.086	0.090	0.128	0.130	0.137	0.148	0.190	
<i>Obliqua</i>	7.57	9.46	18.10	0.054	0.068	0.076	0.080	0.113	0.123	0.135	0.136	0.190	
<i>Angulosa</i>	7.34	9.94	19.90	0.054	0.065	0.079	0.089	0.134	0.134	0.138	0.152	0.200	
<i>Grandiflora</i>	9.08	10.59	18.30	0.064	0.090	0.100	0.120	0.130	0.142	0.142	0.161	0.220	
<i>Microcarpa</i>	4.80	6.50	12.60	0.024	0.036	0.052	0.070	0.089	0.089	0.089	0.089	0.110	
<i>Alba</i>	9.85	13.50	23.20	0.069	0.078	0.100	0.150	0.172	0.172	0.174	0.178	0.220	

備考 間隔 2m×2m 植林 5 年後軽い間伐を行って

表Ⅲ-1-55 ユーカリ樹種別生長表(4×4)

ESPECIES	直 径 平 均				
	7 年	8 年	12 年	18 年	28 年
<i>Rostrata</i>	0.331	0.346	0.362	0.492	0.560
<i>Tereticornis</i>	0.178	0.200	0.226	0.243	0.380
<i>Saligna</i>	0.288	0.302	0.341	0.441	0.440
<i>Longifolia</i>	0.188	0.196	0.220	0.324	0.560
<i>Botryoides</i>	0.255	0.269	0.291	0.407	0.440
<i>Globulus</i>	0.242	0.248	0.275	0.324	0.380
<i>Acmenioides</i>	0.226	0.233	0.237	0.330	0.410
<i>Citriodora</i>	0.164	0.189	0.194	0.262	-
<i>Maculata</i>	0.241	0.248	0.268	0.380	0.500
<i>Punctata</i>	0.162	0.236	0.280	0.420	0.340
<i>Resinifera</i>	0.206	0.220	0.240	0.322	0.280
<i>Pitularis</i>	0.234	0.247	0.288	0.433	0.600
<i>Polyanthemos</i>	0.144	0.148	0.164	0.188	0.200
<i>Corynocalix</i>	0.253	0.266	0.269	0.363	0.520
<i>Microphylla</i>	0.158	0.165	0.211	0.300	-
<i>Rudis</i>	0.176	0.190	0.274	0.302	-
<i>Paniculata</i>	0.172	0.189	0.206	0.285	-
<i>Melliodora</i>	0.158	0.169	0.176	0.214	0.420
<i>Pulverulenta</i>	0.131	0.141	0.152	0.198	-
<i>Gunnii</i>	0.176	0.182	0.203	0.243	-
<i>Bicolor</i>	0.128	0.135	0.164	0.198	-
<i>Eximia</i>	0.136	0.148	0.221	0.257	-
<i>Bosistoana</i>	0.138	0.152	0.248	0.332	-
<i>Acervula</i>	0.097	0.100	0.142	0.195	-
<i>Diversicolor</i>	0.124	0.127	0.178	-	-

(註) 間隔 4 m×4 m の場合

ユーカリ油(Eucalyptus Oil)

ユーカリ油は、ユーカリプトールともいいユーカリノキ(*E. globulus*)およびユーカリノキ属の生葉または乾葉を水蒸気蒸留して得た精油で70%以上のシネオール

表Ⅲ-1-56 ユーカリ樹種別生長表(3×3)

ESPECIES	5 年		9 年		20 年	
	直径	樹高	直径	樹高	直径	樹高
<i>Rostrata</i>	0.142	7.00	0.227	17.15	0.27	18.25
<i>Tereticornis</i>	0.134	7.20	0.184	18.15	0.28	23.75
<i>Saligna</i>	0.190	9.60	0.239	22.20	0.35	27.91
<i>Longifolia</i>	0.075	4.00	0.105	15.80	0.20	18.16
<i>Botryoides</i>	0.123	4.66	0.137	15.20	0.22	17.75
<i>Robusta</i>	0.145	7.10	0.208	17.15	0.27	23.50
<i>Acmenioides</i>	0.145	6.50	0.169	21.80	0.30	22.60
<i>Citriodora</i>	0.128	6.14	0.153	20.00	0.25	29.81
<i>Maculata</i>	0.117	6.00	0.141	20.70	0.27	28.20
<i>Stuartiana</i>	0.170	7.44	0.221	19.20	0.41	28.54
<i>Resinifera</i>	0.157	8.25	0.162	17.00	0.33	23.28
<i>Polyanthemos</i>	0.095	4.25	0.103	13.10	0.12	15.00
<i>Populifolia</i>	0.078	3.12	0.092	9.00	-	-
<i>Trabuti</i>	0.110	5.20	0.138	20.00	0.25	23.50
<i>Mecrorrhyncha</i>	0.143	7.82	0.197	20.40	0.31	25.25
<i>Viminalis</i>	0.145	6.41	0.152	13.30	0.20	20.60
<i>Microphylla</i>	0.116	6.80	0.141	19.70	0.22	22.78
<i>Rudis</i>	0.166	7.33	0.205	18.05	0.31	28.85
<i>Paniculata</i>	0.143	6.83	0.188	17.70	0.32	28.85
<i>Melliodora</i>	0.102	5.20	0.142	14.10	0.21	15.36
<i>Obliqua</i>	0.110	4.60	0.146	15.20	0.20	15.63
<i>Angulosa</i>	0.143	7.57	0.238	15.60	0.28	23.76
<i>Erythronema</i>	0.137	7.70	0.171	17.40	0.26	22.07
<i>Redunca</i>	0.128	6.60	0.156	15.30	0.23	15.50
<i>Exserta</i>	0.125	6.66	0.181	19.30	0.25	21.33
<i>Bosistoana</i>	0.083	4.15	0.103	14.30	0.18	14.46
<i>Capitellata</i>	0.123	4.66	0.144	14.00	0.22	14.88
<i>Bicolor</i>	0.105	5.00	0.115	9.00	-	-
<i>Acervula</i>	0.177	6.32	0.190	17.60	0.29	19.07
<i>Oranensis</i>	0.138	7.40	0.176	15.80	0.28	19.93

(註) 間隔 3 m×3 m の場合

表Ⅲ-1-⑤⑦ ユーカリ油の分子量分布

	モノテルペン				セスキテルペン		
	C ₁₀ H ₁₆ (%)	C ₁₀ H ₁₈ O (%)	C ₁₀ H ₁₆ O (%)	Others (%)	C ₁₅ H ₂₄ (%)	C ₁₅ H ₂₆ O (%)	Others (%)
<i>E. radiata</i>	10.2	73.9	6.9	0.6	6.3	1.8	0.3
<i>E. dives</i>	18.2	10.6	61.3	1.9	5.9	1.2	0.7
<i>E. polybractea</i>	2.4	51.8	7.8	1.2	23.2	13.1	0.5
<i>E. pulverulenta</i>	4.4	53.0	5.7	0.7	21.8	14.3	0.1

表Ⅲ-1-⑤⑧ ユーカリ精油分品種別ランキングとその樹勢

Blakely No.	品 種 名	精 油 分 (%)	樹 勢 ^{注)}
412	<i>E. Australiana</i> Baker & Smith	3.50 - 4.4	M
411	<i>E. radiata</i> Seib.	3.50	S-L, SP
417	<i>E. dives</i> Schau.	- 2.80	M SP
464	<i>E. Polybractea</i> F. v. M. (若葉)	2.50	M/
	" (古葉)	1.50	
520	<i>E. Slaigeriana</i> F. v. M.	2.48	M
244	<i>E. cordata</i> Labill.	2.30	6-15
245	<i>E. pulverulenta</i> Sims.	2.22	S 2-9
455	<i>E. odorata</i> Behr. and Schlecht.	1.87	Sh, M
-	<i>E. oneoriforia</i>	1.80	
408	<i>E. amygdalina</i> Labill	1.80	Sh 3-15, S/
274	<i>E. Smithii</i> R. T. Baker	1.80	M-L, -46
370	<i>E. gigantea</i> Hook. f.	1.70	T 20-61
176	<i>E. Morrisii</i> R. T. Baker	1.60	M/ S 3-9
410	<i>E. nitida</i> Cabbage	1.60	S 1.5-6
74	<i>E. pumila</i> Cabbage	1.60	M/ S. 4-6
405	<i>E. linearis</i> Dehn	1.50	6-15 S/
392	<i>E. vitrea</i> R. T. Baker	1.50	M-L
593	<i>E. salmonophloia</i> F. v. M.	1.44	12-30 S/
421	<i>E. Risdonii</i> Hook. t. var. elata Benth	1.40	9-21
446	<i>E. uncinata</i> Turcz	1.40	M/ 1-3
594	<i>E. salubris</i> F. v. M.	1.39	12-24 S/
212	<i>E. camphora</i> R. T. Baker	1.34	9-20
-	<i>E. Muelleri</i>	1.28	
422	<i>E. Andrewsii</i> Maiden	1.27	L 15-55
373	<i>E. Consideniana</i> Maiden	1.20	M
380	<i>E. oreades</i> R. T. Baker	1.20	T 12-36
283	<i>E. cinerea</i> F. v. M.	1.20	S-M
577	<i>E. longicornis</i> F. v. M.	1.20	18-30
96	<i>E. cornuta</i> Labill	1.20	M
120	<i>E. Wandoo</i> Blakely	1.20	15-30
-	<i>E. phlebophylla</i>	1.20	
204	<i>E. rudis</i> Endl	1.20	9-15

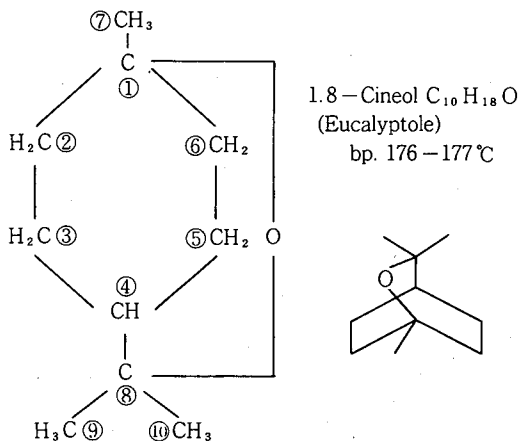
(注) Sh: Shrub 灌木 M: Mallee S: Small tree M: medium sized tree, T: Tall tree, L: Large tree, SP: Splender 幅広 S/: Slender 細身, 数字: 樹高m

表Ⅲ-1-⑤9 根元径別本数

○印標準木(単位cm)

品 種	根元径	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	0.5以下	計
<i>botryoides</i>	施 肥		2	①	1							5	9
<i>alba</i>	"		6	2	④		3					7	22
<i>terticornis</i>	"		1	1	4	1	②	1	3	2			15
<i>longifolia</i>	"	1			1		2		①	4	2	2	13
<i>resinifera</i>	"						1					2	3
<i>rostrata</i>	"		1		4	3	9	1	⑦	9	2	1	47
<i>saligna</i>	施 肥	1			1	1	6	1	⑧	9	5	3	35
	無施肥		3									12	15
<i>robusta</i>	施 肥	1			3		④		1	1		9	19
	無施肥											12	12
sumiyoshi	施 肥	12	47	1	65		⑤		20	6		11	219
	無施肥											14	14
計	施 肥	15	57	5	83	5	84	3	50	31	9	40	382
	無施肥		3									38	41

竹田省三／杉藤和夫(1980)石油植物の栽培と
その利用, 施設農業への新エネルギー利用
(株)フジテクノシステム: 584~615



表Ⅲ-1-⑥0 ユーカリ若木生重あたりのオイル含有率および他画分含有率

ユーカリ植物名	揮発性 精油 成分 (%)	高沸点 燃料 成分 (%)	燃 成 分 合 計 (%)	水および 水溶性 成分 (%)	残 渣
<i>E. radiata</i>	4.2	4.5	8.7	63.1	27.9
<i>E. dives</i>	2.7	4.4	7.1	66.4	26.5
<i>E. polybractea</i>	2.3	4.5	6.8	59.3	33.9
<i>E. pulverulenta</i>	2.0	4.6	6.6	66.5	26.9

図Ⅲ-1-⑥3 ユーカリ油の主成分

表Ⅲ-1-⑥1 YIELDS OF VARIOUS FRACTIONS FROM FRUIT, LEAVES, BRANCHES, AND SHOOTS OF FRESH EUCALYPTUS GLOBULUS

	揮発性 精油 成分 (%)	高沸点 燃料 成分 (%)	燃 成 分 合 計 (%)	水および 水溶性 成分 (%)	残 渣 (%)
Fruits	1.0	3.3	4.3	49.8	45.9
Leaves and Branches	1.2	5.1	6.3	57.3	36.4
Shoots	1.2	4.7	5.9	64.9	29.2

1 Samples were collected on June 16, 1977 on the campus of
the University of California at Berkeley

表Ⅲ-1-⑥ 枝下高別本数

○ 印標準木(単位cm)

品 種	枝下高	根際 ~15	16~35	36~55	56~75	76~95	96~115	116 ~135	136 ~155	156 以上	枝なし	計
<i>botryoides</i>	施 肥				2						7	9
<i>alba</i>	"		1	⑤	2	1					13	22
<i>terticornis</i>	"		4	⑦	2						2	15
<i>longifolia</i>	"		4	②		3			1		3	13
<i>resinifera</i>	"			1							2	3
<i>rostrata</i>	"	5	4	②	8	4			1		4	47
<i>saligna</i>	施 肥	1	2	⑧	6	3	2				3	35
	無施肥			2							13	15
<i>robusta</i>	施 肥		1	⑤	3						10	19
	無施肥										12	12
(仮称) <i>sumiyoshi</i>	施 肥	3	7	35	⑧	24	28	5		i	38	219
	無施肥										14	14
計	施 肥	9	23	94	101	35	30	5	2	1	82	382
	無施肥			2							39	41

(3) 水 域 系

① 海 藻 の 一 般 的 特 徴

藻 類 そうい algae 植物中の一群。水中あるいは湿地帯など、水気のある場所に生える有色植物で、体表面全体で光合成を行ない、茎葉根の分化がなく(葉状植物)、体分裂あるいは胞子を出して生殖し、花をつくらない(隠花植物)、などの点で植物中でも下等とされる。なお同じく下等とされる仲間の菌類とは、光合成を行ないという点で区別される。単細胞体と多細胞体があり、体形も顕微鏡でやっと見つけれられる微小なものから数十mの体長になる超大型のものもある。このように大きさ、体形に変化が多く、また生育場所も淡水、海水、湿地、冰雪上などと変化に富む。

分 類

- 藍藻植物 ● 紅藻植物
- 橙藻植物 ● 黄藻植物
- 褐藻植物 ● ミドリムシ植物
- 緑藻植物

【分類】 藻類の分類は、規準にするべき特徴についての考え方や、研究の進展によって、変遷が大きかったが、近年は次のように7門に分けるの

がふつうになっている。なお和名やそれぞれの配列順序などについては、現今でも研究者によって多少の違いがある。

(1) 藍藻植物 blue green algae/Cyanophyta みずから動く性質のない単細胞体。遊離あるいは塊状、糸状の群体をなして生活する。核がなく(原核の生物)、体分裂だけによって繁殖する(分裂植物)。含有色素には、フィコシアニンとフィコエリスリンという赤みのある特別なたんばく色素をもつので、体色は藍緑色を呈する。ウナギの養殖池などに多産するアオコ、ユレモ、食用にされるスイゼンジノリ、アシツキ、ネンジュモなどをはじめ、約7,500種がある。

(2) 紅藻植物 red algae/Rhodophyta 紅色を呈する多細胞体の海藻。フィコエリスリンとフィコシアニンを含有し、クロロフィルはaだけでbを欠く。光合成生産物は紅藻でんぶん、フロリドシッドで、ふつうのでんぶんとはヨード反応による呈色が違い、また細胞壁にはセルロースのほかにガラクトースからなる寒天質の紅藻粘とよばれる物質を多量に含む。

主要なものは、ウシケノリやアサクサノリを含むアマノリ属、ウミゾウメン、テングサ属。

(3) 褐藻植物 Pyrrophyta 炎色植物ともいう。黄褐色の単細胞体。長さや向きを異にする2本の鞭毛をもち、これを動かして泳ぎ回る。体形は、膜をもたず、はだかの属種もあるが、硬いキチン質の殻をかぶった属種もある。クロロフィルはaとcで、bを欠き、またカロチノイド色素に特異なものが多いので、光合成生産物にはでんぶんのほかに油脂類がみられる。古いころの分類では、鞭毛類 Flagellata、不等毛類 Heterocontae、あるいは渦鞭毛類、鞭藻類 Dinoflagellataなどとして扱われていた属種を整理して含めてある。渦鞭毛類によって起こる赤潮はしばしば魚貝類を殺す。ギムノジニウム、ペリデニウム、セラチウム(ツノモ)などのほか、約1,100種が知られている。

(4) 黄藻植物 Chrysophyta 黄色植物ともいう。運動力のない単細胞体。顕微鏡的な微小なものから、肉眼でも楽に見つけられるほどの大きさの単一体あるいは群体になるものもあり、体形変化が大きい。体内の色素類は、クロロフィルは、aとcで、bを欠き、カロチノイド類を多量に含み、黄褐色あるいは黄緑色を呈する。代表的なものは植物プランクトンに普遍的に出てくるケイソウ類*である。そのほかヒカリモ、フウセンモ、フシナシミドロなど。

(5) 藻植物 brown algae/Phaeophyta 海産の多細胞体で、すべてが肉眼で見られる大きさである。体形は細い糸状の分枝体から、葉状または外形が茎、葉、根に分化して樹形になるもの、体長数十mになる大形海藻などがある。体色は褐色で、含有色素類には、クロロフィルでaとcがあり、bを欠き、カロチノイド類を多く含む。アラメ、カジメ、ワカメ、コンブ類、ヒバマタ、ヒジキ、スギモク、ホンダワラ類など海藻類中で進化の最も高等な植物門で、世界で約1,500種が知られ、暖海よりも寒海に多産する。

(6) ミドリムシ植物 Euglenophyta 1~2本の鞭毛をもち、みずから動く性質のある単細胞体。体外壁は細胞膜を欠き、はだかで、遊泳中にいろいろと変形する。繁殖は体分裂によるだけであるので、ときにより大発生をして水色を変える水の華という現象を起こすことがある。ミドリムシは代表的な種であり、よく知られている。ほかに400

種ばかりが知られているが分類はむずかしい。

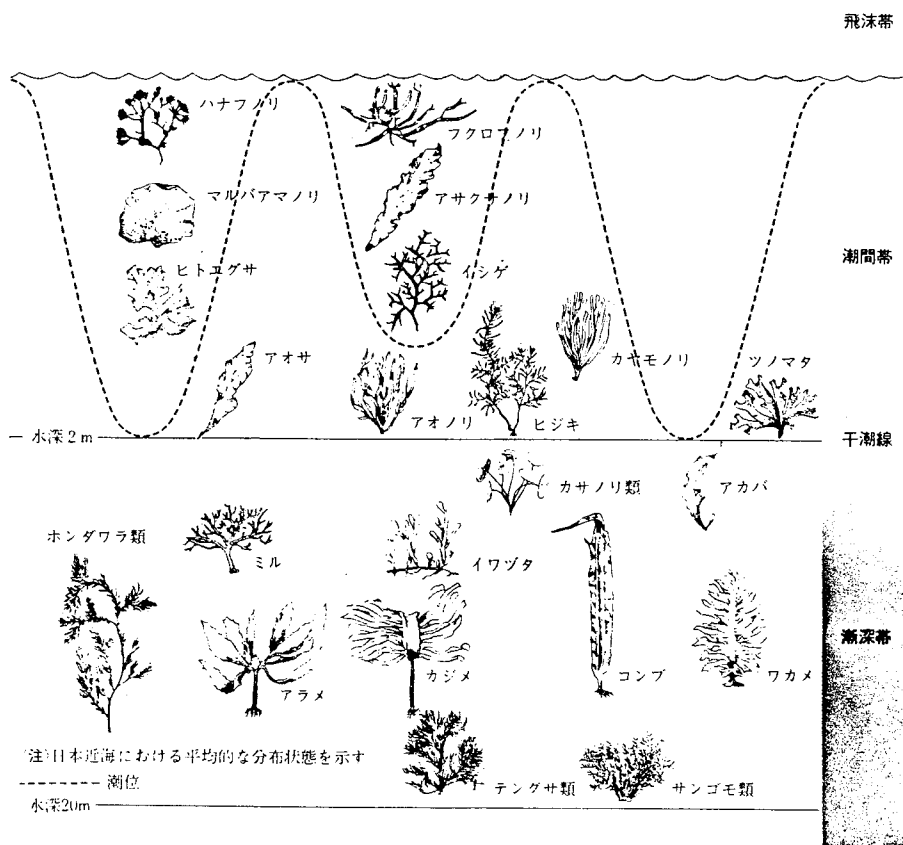
(7) 緑藻植物 green algae/Chlorophyta 緑色を呈し、クロロフィルaとb、カロチノイド類と、陸上植物と同じ色素類を含有する。光合成産物もでんぶん、体壁はセルロースが主成分になるというように、陸上植物につながる体成分をもつ。単細胞体、群体、多細胞体と、いろいろの体制がみられ、多細胞体には葉状、分枝体と変化が大きい、そう大形になる属種はない。

淡水産種には、単細胞種でクロレラ、アオコ、クラミドモナス、クンショウモ、アオミドロ、ホシミドロ、多細胞体にマリモ、カワノリ、シャジクモなどがある。また海産種にはアオサ、アオノリ、ジュズモ、シオグサ、ハネモ、ミル、カサノリなどがよく知られる。

海藻 かいそう marine algae, sea weeds 海中に生える藻類の総称。海中の藻類には、単細胞で浮遊生活をするものもあるが、海藻という場合は、これらを除き、定着性で肉眼でも容易に見つけられる藻類だけをさすのが普通である。緑藻植物、紅藻植物、藍藻植物のなかの海産のもの、ほとんどすべてが海産である褐藻植物が含まれる。【生態と分布】 海藻類は、海底、海中で固着生活をするのが本来の姿であるが、地盤を離れて浮遊生活をして生きながらえる性能ももっている。全般的にみて、海藻類の季節的消長の点では、冬あるいは春のころから初夏までが繁茂期で、盛夏から秋にかけては衰退期になる。また植相や景観の点では、南方の暖海域では産出種数は多いけれども大部分が小形種で、景観上からはさびしい植相である。これに対して北方の寒海域では、産出種数は少ないが大形種が多く、林生してにぎやかな植相を呈する。

水平分布には主として温度が関係し、垂直分布には主として光が関係する。

【水平分布】 緑藻、褐藻、紅藻3群の属種は、暖海、温海、寒海の諸地域に産出するが、緑藻は暖海に多く産し、褐藻、なかでも大形の属種は寒帯に多く産するのに対し、紅藻は寒暖どこの海にも大差なく多産する。また緑藻、褐藻、紅藻を通じて、暖海性、温海性、寒海性の3者があり、それぞれが耐えうる範囲内の温度変化が起こる海岸



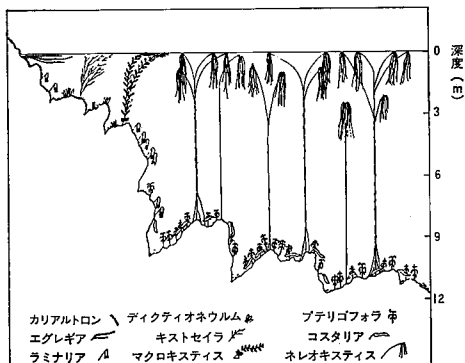
図Ⅲ-1-⑧4 海藻の垂直分布

に産出する。日本の沿岸における産出や分布の状況は次のとおりである。暖海性のものには、カサノリ類、イワツタ類、サボテングサ類 *Halimeda*、ラッパモク *Turbinaria*、マクリ、キリンサイ類などがある。温海性のものには、アラメ、カジメ、ワカメ、イシゲ、ヒジキ、ホンダワラ類、テングサ類、フノリ類、キントキ類 *Carpopeltis* などがある。寒海性のものには、コンブ類、ヒバマタ *Fucus*、マツモ *Heterochordaria*、ギンナンソウ類 *Iridea*、カレキグサ *Tichocarpus*、フジマツモ *Rhodomela* などがある。

【垂直分布】 海藻類は光合成を行なうので、生きてゆくには光が必要である。大まかにみると、緑藻は浅くて明るい海底に、褐藻および紅藻は順に深い所、暗い所に生えるという垂直分布がみられる。ただし、細かく個々の種でみると、分布が逆になることもある。なおプランクトン生活をす

る単細胞藻も含めて、藻類が光合成をして生きながらえる水深はせいぜい 200 m あたりまでで、それより深くなると、光が弱くなって光合成ができなくなる。その間でも、海藻類の生育は 50 m 以浅、とくに 5～20 m の深さの海底に多い。

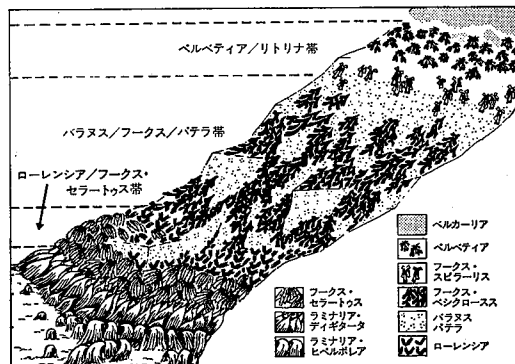
【利用と増養殖】 海藻類をいちばんよく利用しているのは日本で、藻体を直接、食用にするほかに、寒天またはアルギン酸に製造したものも食用にする。また家畜飼料や田畑の肥料にも利用する。アマノリ、ワカメ、コンブ、ヒトエグサなどの養殖技術や、投石、築磯、磯掃除などによるテングサ類、コンブ、ワカメ、ヒジキ、フノリ類などの増殖技術は、他国に抜き出て進歩している。諸外国、ことに欧米では、海藻類をそのまま食用にするところはきわめて少ないが、アルギン酸、カラーゲナンなど、海藻からの製造品はかなり食用にされる。



カリフォルニア州カーメル (Carmel) 近海におけるこんぶ類のネレオキスティス (Nereocystis) 群落を図式化した横断面。深さは平均低潮面下の水深を m で示した。水平尺度もは同じである。(マックレーン, 1962年による)

カリアルترون (Calliarthron: エゾシコロ類, 石灰藻類), エグレギア (Egregia: こんぶの類), ラミナリア (Laminaria: コンプ類), ディクティオネウム (Dictyonellum: こんぶの類), キストセイラ (Cystoseira: ヤバネモク類), マクロキスティス (Macrocystis: こんぶの類), プテリゴフォラ (Pterygophora: こんぶの類), コスタリア (Costaria: スジメ類), ネレオキスティス (Nereocystis: こんぶの類)。

図Ⅲ-1-85



英国のかなり遮蔽された岩礁海岸での海藻類と表生動物の分布。(レウィス, 1964年による)

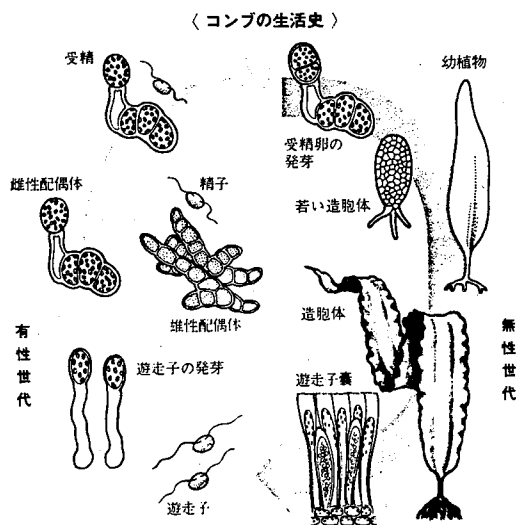
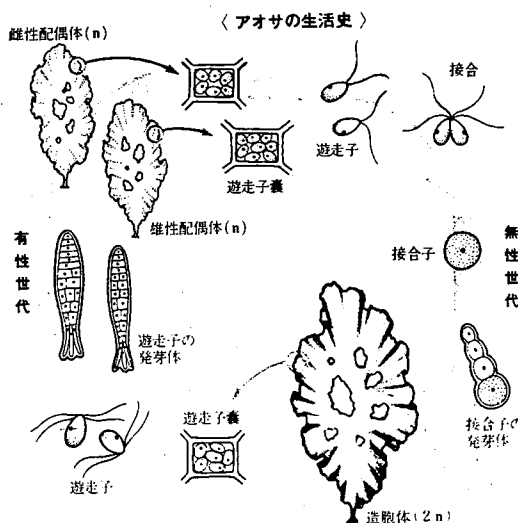
ベルカリア (Verrucaria: 地衣類), ベルベティア (Pelvetia: エゾイシダ類), リットリナ (Littorina: タマキビ類), フークス・スピラリス (Fucus spiralis: ヒバマタ類), フークス・ベシクルーサス (F. vesiculosus: 同前), バラヌス (Balanus: ふじつば類), パテラ (Patella: セイヨウカサガイ類), ローレンシア (Laurencia: ソゾ類), フークス・セラートゥス (Fucus serratus: ヒバマタ類), ラミナリア・ディギタータ (Laminaria digitata: こんぶ類), ラミナリア・ヒペルボレア (L. hyperborea: 同前)。

図Ⅲ-1-86

世界大学選書 50

海の生物 — その環境と生態

昭和50年9月1日 初版第1刷発行



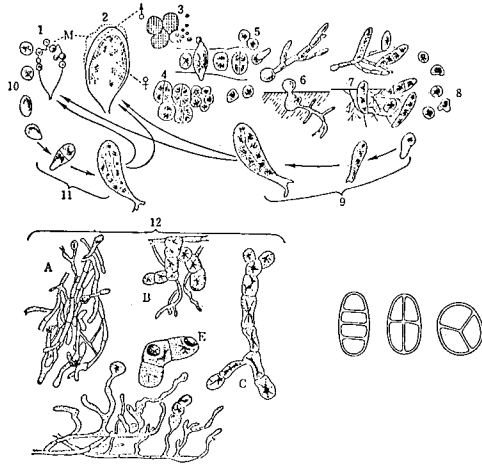
図Ⅲ-1-87 藻類の生活史

表Ⅲ-1-(63) 藻類化石の出現地史年代
(属数)

地 史 年 代	藍 藻	紅 藻 (石灰藻)	珥 藻	褐 藻	緑 藻	藻 類	所 属 不 明 藻	所 属 不 明 藻
	藻	藻	藻	藻	藻	藻	藻	藻
新生 代		16+	100±	?	3	10	4	3
第四 紀		13	80±	+	4	19	6	?
第三 紀		9	60±	?	2	12	3	?
中生 代		4	1	?	0	12	5	2
白 堊 紀		3	?	?	1	8	1	2
ジュ ラ 紀		2	?	?	3	6	2	3
三 畳 紀		2	?	?	3	4	3	7
古 生 代		2	?	?	3	3	2	1
上部 石炭 紀		2	?	?	3	3	2	1
下部 石炭 紀		2	?	?	3	3	2	1
デボ ン紀		2	?	?	0	1	2	1
シル ル紀		1	?	?	2	4	1	1
オル ドビス 紀		1	?	?	2	9	1	4
カン ブリア 紀		?	?	?	?	?	?	6
先カン ブリア 紀	+							5

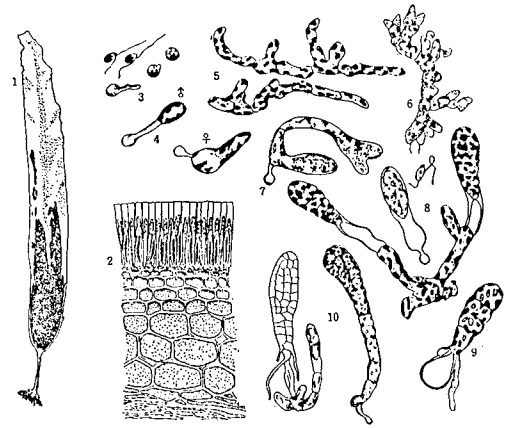
表Ⅲ-1-(64) 藻類の含有物質

	クロロフィル	カロチン	キセントフィル	フィコビルン	生産貯蔵物質	細胞壁支持物質
藍藻	a	β	ルテイン ゼアキサンチン ミクロキサンチン ミクロキサントフィル オシロキサンチン エキネニン	フィコシアニン フィコエリスリン	グリコーゲン シアノフィシン	セルロース ペクチン 粘質物
緑藻類	a, b	β	ネオキサンチン アスタキサンチン アンチラキサンチン エキネニン		パラミロン	無膜
褐藻植物	a, c	β	ジアジノキサンチン ペリジニン ジノキサンチン		でんぷん 油 脂	セルロース キチン
黄藻植物	a, c	β	ルテイン フコキサンチン ジアトキサンチン ジアジノキサンチン		ロイコシン 油 脂	ペクチン 珥 酸
緑藻植物	a, h	α, β, γ リコピン	ルテイン ピオラキサンチン ネオキサンチン アスタキサンチン ゼアキサンチン		でんぷん	セルロース カロース ペクチン
褐藻植物	a, c	β	ルテイン ピオラキサンチン フコキサンチン ジアトキサンチン		ラミナラン マニトール	セルロース ペクチン アルギン酸 フコイジン
紅藻植物	a, d	α, β	ルテイン ピオラキサンチン ゼアキサンチン タラキサンチン	フィコエリスリン フィコシアニン	紅藻でんぷん フロリドンド	セルロース ガラクトン (紅藻粘質物, 寒 天質)



1. 幼体・単胞子(M)を放出, 2. 成体・幼間に単胞子を放出していたのが雄(♂), 雌(♀)の生殖胞子を順次葉縁から形成する, 3. 雄性, 4. 雌性・受精, 5. 果胞子の形成・放出, 6. 果胞子の発芽・糸状体形成, 上方はガラス板上 free living Conchocelis 型, 下方は貝殻内寄孔 Conchocelis rosea 型, 7. 殻胞子 conchospore 形成と, 9. 殻胞子とその発芽, 10, 11. 単胞子 monospore, とその発芽, 12. Conchocelis rosea (Newton より)

図Ⅲ-1-(88) アマノリ属 *Porphyra* の生活史模式図

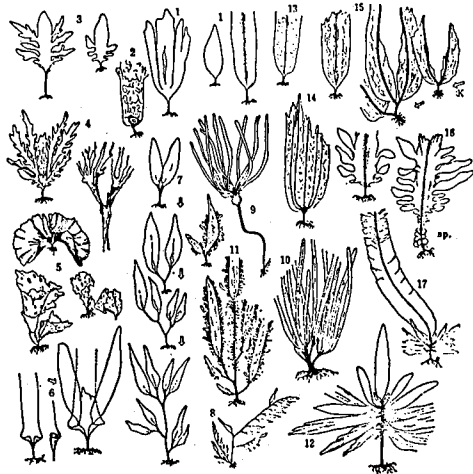


1. マコンブ成体, 胞子葉群を有する体部, 2. 体の横断面, 3. 遊走子, 4. 遊走子発芽, 5. 雌配子, 6. 雄配子, 7. 雌配子, 8. 雌配子葉上の受精卵の発芽, 9, 10. 受精卵からの発芽体の生長

図Ⅲ-1-(89) マコンブ *Laminaria japonica* の生活史



1. ヒバマタ *Fucus vesiculosus*, 2. エゾイシゲ *Pelvetia wrightii*, 3. ラッパモク *Turbinaria ornata*, 4. ヤバネモク *Cytosira prolifera*, 5. ウガノモク *C. hakodensis*, 6. ヒジキ *Hizikia busijorme*, 7. アカモリ *Sargassum horneri*, 8. ハバキモク *Smuticum*, 9. フタエモク *S. duplicatum*, 10. スギモク *Cocophora langsdorfii*

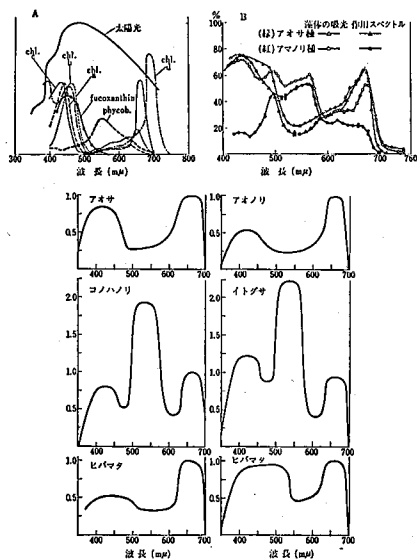


1. コンプ型 *Laminaria* spp., 2. アントクメ *Eckloniopsis*, 3. カジメ *Ecklonia*, 4. アラメ *Eisenia*, 5. キクイシコンブの体形成 *Thallasiophyllum*, 6. ネコアシコンブ *Arthrothamnus*, 7. *Lessonia* 幼期, 8. *Macrocytis*, 9. *Nereocystis*, 10. *Lessoniopsis*, 11. *Egregia*, 12. *Pterigophora*, 13. アナメ *Agarum*, 14. スジメ *Costaria*, 15. *Dictyonopsis*, 16. ワカメ *Undaria*, 17. ナガイソ *Alaria*

図Ⅲ-1-90 ヒバマタ目 Fucales の諸属 (岡村, Fritsch, Oltmann より)

図Ⅲ-1-91 コンプ目諸属の体形 (Fritsch, Oltmann, Chapman より)

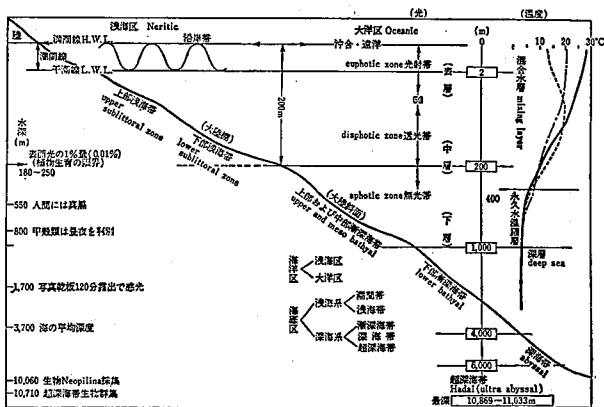
新崎盛敏・新崎輝子 (1978) 海藻のはなし, 東海大学出版会: 1 ~ 228



A) 太陽光と各色素の吸収部, B) アオサ (緑藻) とアマノリ (紅藻) の藻体の吸収と作用スペクトル (Blinks & Haxo, 1951 より), C) 緑藻, 紅藻の各2種の作用スペクトル (Levring, 1955 より).

図Ⅲ-1-92 諸色素ならびに諸藻種の藻体の吸収スペクトルと光合成作用スペクトル

新崎盛敏・新崎輝子 (1978) 海藻のはなし, 東海大学出版会: 1 ~ 228



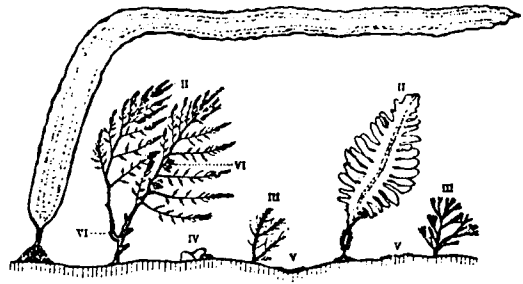
図Ⅲ-1-93 生態面からみでの海の区域別

表Ⅲ-1-65

分類型	例
(I) 巨形海藻	(1) 帯状 (2) 紐状 マコンブ、ナガコンブ 長大なるナガミル、オオオゴノリ
(II) 大形海藻	(1) 禾本状 (2) 灌木状 (3) 掌状 (4) 葉・帯状 (5) 紐・管状 アマモ、スガモ ホンダワラ属 アラメ、カジメ、ゴヘイコンブ ワカメ、ヒラミル ツルモ、ツルシラモ
(III) 小形直立海藻	(1) 固定 (2) 遊動 有節サンゴモ 多種
(IV) 小形塊状海藻	(1) 固定 (2) 柔軟 エダウチシシモ、ヒライボ カゴメノリ、ネザシミル
(V) 基面被覆海藻	(1) 匍匐矮形 (2) 殻状 ヒノテングサ、イソダンツウ モカサ、ウミサビ、イソハンモン

(出典) 片田(1963)

注1. (I)巨形海藻には、この他マクロシステス型(Macrocystis属)浮標状(Nereocystis属、Pelagophycus属)樹状(Lessonia属、Postelsia属)があるが、日本には産しない。
注2. この表では着生海藻、内生海藻は省略した。



(出典) 片田(1963)

I 巨形, II 大形, III 小形直立, IV 小形塊状
V 基面被覆, VI 着生海藻

図Ⅲ-1-94 海藻の生活型の模式図

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社)日本海洋開発産業協会: 1~293

表Ⅲ-1-66 日本産海藻の大きさと生活型

和名	全長(m)	巾(cm)	生活型
アナオサ	0.3 (<)		多季節直立
リボンアオサ	0.3 < (1 <)		" "
ナガアオサ	0.4 (1)	5	" "
ウシユクアオサ	1.15	50	" "
ヒラアオノリ	0.4 (<)		" "
ボウアオノリ	1 (1 <)		" "
ウスバアオノリ	0.5	5 (10)	" "
ナガミル	1 < (15)	1 < (※)	真一年生紐状
ヒラミル	0.6 (1)	30	"葉状

和名	全長(m)	巾(cm)	生活型
オオバモク	2 (3 <)	—	基部越年灌木状
フシスジモク	2	—	" "
ホンダワラ	1 < (2 <)	—	真一年生
ウミトラノオ	1	—	基部越年
タマハハキモク	1 <	—	" "
タマナシモク	1	—	根節越年
トゲモク	0.3	—	" "

和名	全長(m)	巾(cm)	生活型
ウルシグサ	1		直立
タバコグサ	0.7		葉状
ツルモ	1 < (4)	0.5(※)	葉状
マコンブ	6	30	基部越年帯状
リシリコンブ	2.5	17	" "
オニコンブ	6	40	" "
ホソメコンブ	< 2	9	" "
カラフトトロロコンブ	< 1.3	23	" "
ミツイシコンブ	6	10	" "
ナガコンブ	10 (30)	15	" "
ゴヘイコンブ	2	—	" "
トロロコンブ	5	12	掌状
アサメ	0.9	30	葉状
スジメ	2	10	一季節帯状
アツバシスジコンブ	1.9	18	" "
ネコアシコンブ	4	5	基部越年
アラメ	2	—	" "
ツルアラメ	1	30	掌状
カメシメ	2 (3)	—	掌状
アントクメ	2	35	一季節葉状
ワカメ	2		" "
ヒロメ	1	30	" "
アオワカメ	3.5	30 <	" "
アイヌワカメ	3 (7)	13	基部越年帯状
チガイソ	1.5	20	" "
マメタワラ	2	—	基部越年灌木状
ヤブマタモク	2	—	" "
アカモク	4	—	" "
ノコギリモク	2 (4)	—	真一年生
コレモク	1 (3)	—	基部越年
オオバノコギリモク	1 (2 <)	—	" "

和名	全長(m)	巾(cm)	生活型
ウツプルイノリ	0.7	20	一季節葉状
オオバアササノリ	1	30	" "
フイリタサ	0.8	20	" "
アカバ	0.6	30	" "
オオムカデノリ	0.6	6	基部越年
フダラタ	0.6	15	" "
ツルシラモ	1	0.3(※)	" "
オオオゴノリ	2 (10)	0.5(※)	紐状
オオバツノマタ	0.5	10	"葉状

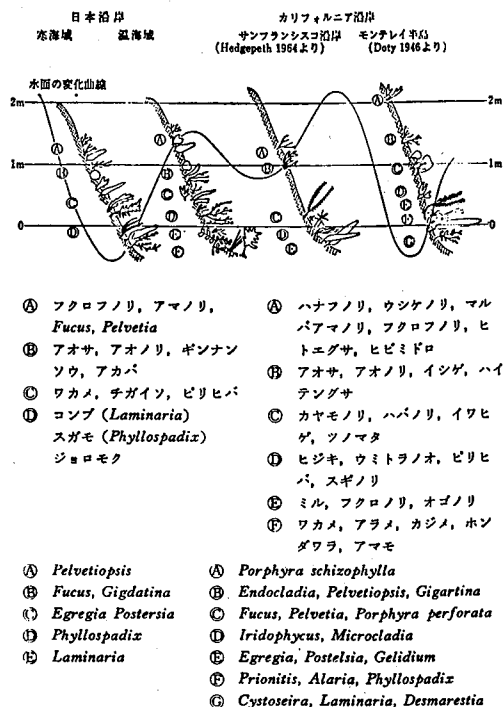
海産顕花植物

和名	全長(m)	巾(cm)	生活型
アマモ	1	0.5	地下茎越年禾本状
オオアマモ	1.5	1.5	" "
スガモ	1.4	0.5	" "
ウミシヨウブ	1.5	1.5	" "

(出典) 瀬川(1956), 千原(1970, 1975) など

注1. 表の数値は天然の大きさである。
注2. 記号の説明
<: 1 mに達する (1): 最大1 m
<: 時としてそれ以上 (1<): 最大1 m以上に達する
(※): 直徑

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社)日本海洋開発産業協会: 1~293

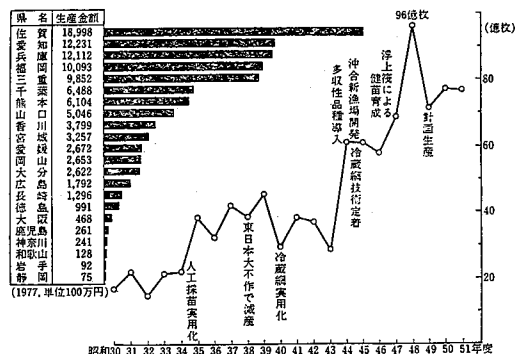


図Ⅲ-1-95 潮間帯における層位形成の日本と北アメリカ沿岸における比較
新崎盛敏・新崎輝子 (1978) 海藻のはなし, 東海大学出版会: 1 ~ 228

表Ⅲ-1-67 海藻の生活型の分類

分類型	内容
一年生	(1) 多季節海藻 一年に2回以上出現の機会をもつ海藻。一年に2~数世代を繰り返す。生長が迅速で著しく短命である。 例: ポウアノリ, アナアサ, シオミドロ (2) 一季節海藻 一年に1度の出現期があり, 不適な季節を微小体で過ごす海藻。生長はかなり遅く寿命も概して短い。 例: アサダノリ, モズク, ワカメ (3) 真一年生海藻 一年に1度の繁殖期があり, 出現期間がかなり長い海藻。生殖細胞は直ぐ発芽するが生長速度はあまり速くない。 例: ミル, アオモクサ, アカモク
多年生	(4) 根立越年海藻 直立部は毎年脱落するが, 根節だけ残って新芽を出す海藻 例: ツノマタ, ヒジキ, イソモク (5) 茎節越年海藻 直立部の下部が2~数年残存して, 新葉新節を発出する海藻 例: マコンブ, アラメ, オオバモク (6) 真多年生海藻 直立部の大部分が多年にわたって残り, かつ生長していく海藻 例: マクサ, ハリガネ, テンシオダサ (7) 地下茎越年海藻 多年生海藻類植物 例: アマモ, スガモ

海藻エネルギー回収システム委員会 (1979) 昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社) 日本海洋開発産業協会: 1 ~ 293



図Ⅲ-1-96 わが国の海苔生産高 (全海苔連発行「海苔手帳 1978」より)

表Ⅲ-1-68 日本の主な食用海藻とその利用

海藻名	用途
緑藻 アノリ類 ウスバアノリ・ボウアノリ スジアノリ・ヒラアノリ アサ (アナアサ・リボンアサ) ヒトエグサ ミル・イワズタ	食用 (湿ゼリとしてアサダノリ製造とふりかけ用) 家畜の飼料 食用 (ノリ類専用) 食用
褐藻 モズク・ヒジキ・マツモ・ハバノリ・ワカメ コンブ・カジメ・ホンダワラ・アラメ	食用 食用・家畜の飼料, アルギン酸・ロード・カリの原料, 肥料
紅藻 アマノリ類 マルバアマノリ・フクシアマノリ オニアマノリ・クロノリ・ウヅブルイノリ アサダノリ (スサビノリ) オゴノリ・トサカノリ・オキツノリ キリンサイ ウシケノリ クダマノリ ツノマタ・フノリ マクリ (潮入草)・ハナナナギ	食用 (アサダノリの天然種) 食用 (栽培種) 食用 食用 (ふりかけ用) 寒天原料 飼料 細菌製剤用

新崎盛敏・新崎輝子 (1978) 海藻のはなし, 東海大学出版会: 1 ~ 228

表Ⅲ-1-⑥⑨ 最大収量及び現存量から選定した栽培種

種 類	最大収量 (kg (w.w)/m ²)	最大現存量 (kg (w.w)/m ²)
○ 1. マコンブ	166.2	19.1
○ 2. ドテメ	49.5	—
○ 3. ホソメコンブ	47.1	11.4
○ 4. オニコンブ	78.0	—
○ 5. ナガコンブ	31.5	—
○ 6. カジメ	—	20.7
○ 7. アラメ	3.6	20.0
8. チガイソ	—	13.6
○ 9. ワカメ	33.3	1.1
10. ジョロモク	—	10.0
○ 11. ヒジキ	—	19.8
12. マメダワラ	—	13.3
○ 13. ヤツマタモク	—	19.2 (20.1)
○ 14. ノコギリモク	—	28.8 (35.4)
15. ヨレモク	—	13.9
16. オオバモク	—	10.4
17. ホンダワラ	—	10.9
18. ウミトラノオ	—	13.9

(注) 1. 最大収量は30kg/m²以上、最大現存量は10kg/m²以上の海藻を選定
 2. ()内の最大現存量は乾重量から概算した生重量
 3. ○印は最大収量30kg/m²以上、最大現存量15kg/m²以上の種(11種)

表Ⅲ-1-⑦⑩ 藻場および海中林を構成する代表的植物の種類とその成熟期、結実期、幼胚または遊走子放出期

区 分	植 物 名	成熟期※
アマモ場	アマモ <i>Zostera marina</i>	6～7月
	コアマモ <i>Zostera nana</i>	5～7月
ガラモ場	ジョロモク <i>Cystophyllum</i>	5月
ガラモ場	<i>sisymbrioides</i>	
	マメダワラ <i>Sargassum</i>	6～7月
	<i>piluliferum</i>	
	ヤツマタモク <i>S. patens</i>	5～6月
	アカモク <i>S. horneri</i>	5～6月
	ノコギリモク <i>S. serratifolium</i>	6月
	ヨレモク <i>S. tortile</i>	4月
	ホンダワラ <i>S. fulvellum</i>	4～5月
	オオバモク <i>S. ringgoldianum</i>	9～10月
	ウミトラノオ <i>S. thunbergii</i>	5～6月
	ツクシモク <i>S. assimile</i>	10月
	キシウモク <i>S. siliguosum</i>	9～10月
海中林	ワカメ <i>Undaria pinnatifida</i>	4～5月
	アラメ <i>Eisenia bicyclie</i>	9～10月
	サガラメ <i>E. arborea</i>	9～10月
	カジメ <i>Ecklonia cava</i>	8～10月
	マコンブ <i>Laminaria japonica</i>	9～10月

※ 沖縄諸島におけるツクシモク、キシウモク、北海道におけるマコンブを除き成熟期は本州中南部域のそれを示す。

(出典 斉藤雄之助 1978年)

表Ⅲ-1-⑦⑪ 人工造成に用いられている海藻類

植 物 名	造 成 手 法		試 験 機 関 ※
	親藻投入	種苗移植	
ガラモ場			
ジョロモク		○	長崎水試
マメダワラ		○	徳島水試
ヤツマタモク	○	○	徳島水試、長崎水試、(鹿児島水試)
アカモク	○	○	山口内海水試、長崎水試、(鹿児島水試)
ノコギリモク	○	○	鹿児島水試(鹿児島水試)
ヨレモク		○	長崎水試
ホンダワラ		○	長崎水試
オオバモク		○	徳島水試
ウミトラノオ		○	徳島水試
ツクシモク	○		沖縄水試
キシウモク	○		沖縄水試
海中林			
ワカメ	○	○	
アラメ	○	○	
カジメ	○	○	
コンブ類		○	

※ 記載のない種は多くの機関で試験されたり、実用化されていることを示す。
 ()づきは親藻多種試験をした試験機関を示す。

(出典 斉藤雄之助 1978年)

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書、(社)日本海洋開発産業協会:1～293

② 海藻の化学成分一覧

表Ⅲ-1-(72) 日本産褐藻類の化学的成分一覧表 (1)

種 名	産 地	粗脂肪	マン ニット	ラミ ナリン	アル ギン酸	粗繊維	粗蛋 白質	全灰分	不溶性 灰 分	可溶性 灰 分	SO ₄	CO ₂	Cl	Br	I	K	Na
真 昆 布	函 館	0.77	2337	0.50	17.05	6.11	1023	2898	348	2550	184	145	9.51	0.090	0.337	992	227
"	"	125	2433	1.31	2254	9.11	891	2283	313	1970	230	157	6.89	0.160	0.167	576	337
利尻昆布	礼文島	0.64	2252	0.55	2522	5.83	6.14	29.10	3.91	25.11	180	174	9.22	0.068	0.280	920	266
"	元 泊	2.03	2498	6.83	2200	9.02	7.29	20.99	3.49	17.50	168	0.84	6.90	0.000	0.436	5.02	261
"	利 尻	0.76	7.16	0.72	2543	10.63	12.69	36.70	3.80	32.90	188	2.23	12.79	0.000	0.448	11.66	3.90
三石昆布	日 高	1.75	250.9	7.25	2220	8.85	6.88	17.21	3.69	13.52	1.11	1.53	4.14	0.118	0.338	3.74	234
長 昆 布	根 室	1.24	210	0.62	2920	13.80	10.55	36.92	4.80	32.12	2.01	1.51	13.02	0.111	0.245	10.92	4.21
"	"	1.48	1655	1.39	27.20	12.76	8.38	38.97	4.57	24.40	1.58	2.01	8.95	0.104	0.275	7.87	3.57
"	歯 舞	1.37	9.62	0.60	25.16	18.16	9.88	33.22	4.62	28.60	1.56	0.96	12.24	0.205	0.228	9.51	3.79
"	元 泊	1.40	6.95	1.84	23.55	9.28	9.86	39.80	7.25	32.55	2.31	0.72	13.05	0.191	0.471	11.78	3.53
細目昆布	余 市	0.87	4.47	0.82	22.16	14.28	11.56	34.27	4.34	29.93	1.91	1.52	11.92	0.570	0.226	9.16	4.40
はんめ	八 戸	1.64	3.88	0.85	23.28	15.86	9.56	35.04	4.04	31.00	1.60	1.35	13.40	0.218	0.193	9.55	4.60
厚葉昆布	多楽島	1.25	260.3	1.86	21.44	12.33	8.70	25.44	3.74	21.70	1.90	0.91	8.75	0.000	0.288	6.76	3.11
大厚葉昆布	志免島	0.83	133.5	1.44	21.90	14.54	10.26	32.23	2.63	29.60	1.80	0.99	12.21	0.113	0.250	11.33	2.89
御幣昆布	"	1.65	185.5	1.13	23.20	14.89	14.88	22.88	5.10	17.78	1.77	0.96	5.75	0.055	1.330	5.42	2.53
とろんぶ	根 室	1.73	8.31	4.34	30.17	16.10	11.80	31.30	5.12	26.18	4.52	0.58	8.92	0.106	0.367	7.34	4.10
すじめ	函 館	2.08	13.80	0.78	26.65	14.10	15.13	30.17	4.17	26.00	2.02	0.82	11.23	0.322	0.038	7.14	4.36
"	八 戸	2.56	13.75	0.73	25.64	15.01	16.56	26.59	4.34	22.25	1.85	1.18	9.18	0.082	0.040	5.99	4.12
ひろめ	志 摩	0.69	10.36	0.27	25.24	7.93	12.27	34.48	4.38	30.10	2.77	0.15	14.61	0.154	0.047	5.63	6.72
わかめ	志 摩	2.23	5.59	0.61	22.67	15.15	13.61	37.91	4.71	33.20	2.82	0.24	15.86	0.304	0.027	6.78	7.21
"	函 館	1.83	12.34	0.71	24.23	5.89	13.33	37.21	4.65	32.56	2.73	0.59	14.99	0.185	0.018	6.65	7.21
"	余 市	1.59	5.43	1.65	27.06	10.42	18.02	25.29	5.80	19.49	2.26	1.47	9.04	0.400	0.035	6.12	4.45
"	八 戸	1.87	6.78	0.77	28.78	8.54	14.31	35.32	4.90	30.42	2.65	0.82	13.88	0.297	0.022	5.89	6.94
"	根 室	2.20	6.94	0.55	24.80	8.02	16.84	36.62	4.70	31.92	2.89	0.64	14.02	0.086	0.020	5.36	8.42
ちがいそ	函 館	2.82	8.11	1.43	25.45	10.62	16.72	27.99	4.81	23.18	2.23	1.31	9.07	0.436	0.047	4.84	4.79
"	八 戸	1.47	7.70	1.19	37.25	9.10	13.93	28.32	5.13	23.19	1.94	1.78	9.12	0.077	0.051	6.12	3.90
猫脚昆布	根 室	1.92	320.5	0.72	16.60	6.81	13.71	23.26	4.97	18.29	2.06	1.18	6.19	0.109	0.289	6.38	2.17
"	"	0.88	28.46	0.00	14.51	8.62	12.40	21.49	3.57	17.92	1.82	1.37	5.74	0.161	0.418	5.93	2.34
"	多楽島	1.53	26.81	0.85	23.08	12.57	9.86	21.25	3.84	17.41	1.93	0.73	6.81	0.273	0.276	5.20	2.59
"	菱 苦	2.50	21.60	0.89	18.31	10.25	11.96	20.14	3.54	16.60	2.68	0.86	7.68	0.329	0.341	5.73	2.70
のろかじめ	油 壺	2.63	25.27	1.81	23.48	8.76	12.50	22.49	3.83	18.66	3.04	0.68	6.20	0.029	0.418	5.08	3.10
"	"	1.88	20.38	5.01	24.78	4.85	15.90	24.84	4.32	20.52	3.45	0.65	6.96	0.081	0.379	5.88	3.30
"	興 津	-	11.26	2.64	28.19	3.11	14.96	23.88	4.33	19.55	3.05	0.85	6.26	0.117	0.491	5.19	3.23
"	"	2.40	5.02	1.66	25.88	8.69	14.16	33.77	4.48	29.29	-	-	-	-	0.195	10.44	3.25
"	"	0.70	0.00	1.30	34.26	12.76	12.53	31.27	6.77	24.50	3.59	0.82	8.32	0.092	0.490	7.20	3.64
" 鰯	片 瀬	2.26	15.81	5.52	23.10	11.40	8.70	19.98	3.07	16.91	-	-	-	-	-	-	-

書 名 海洋食料・資源トータル利用システム

発 行 昭和53年 6 月

概念設計 報告書

社団法人 日本産業機械工業会

日本産褐藻類の化学的成分一覧表 (2)

種 名	産 地	粗脂肪	マン ニット	ラミ ナリン	アル ギン酸	粗繊維	組 蛋 白 質	全灰分	不溶性 灰 分	可溶性 灰 分	SO ₄	CO ₂	Cl	Br	I	K	Na
のろかじめ	相 良	212	1920	389	2101	1078	993	2442	385	2057	291	048	735	0131	0391	616	298
"	志 摩	137	1565	936	220	1031	732	1773	490	1283	244	078	365	0031	0428	306	231
"	御 宿	253	1890	469	2298	1325	995	2365	340	2025	298	061	-	-	0339	614	292
あらめ	油 壺	128	1353	1332	1787	712	1218	1681	337	1344	232	072	391	0062	0256	386	200
"	三 尾	324	607	-	3185	415	863	2359	410	1940	293	086	624	0078	0318	600	269
"	"	274	1988	-	2460	707	1276	2856	413	2443	-	-	-	-	0098	-	-
"	相 良	-	-	-	-	-	-	2366	504	1862	313	058	610	0189	0225	477	321
"	江 島	-	-	-	-	-	-	2624	431	2193	252	056	783	0064	0213	909	136
" (藻)	片 瀬	228	1101	792	2181	1029	940	2256	315	1941	-	-	-	-	0292	-	-
" (藻)	"	207	1061	891	2324	918	1185	2122	347	1775	-	-	-	-	-	-	-
"	志 摩	204	798	1448	2587	719	372	1444	283	1161	-	-	-	-	0131	-	-
"	油 壺	175	1409	1016	1995	1106	922	1701	268	1433	-	-	-	-	0375	-	-
くろめ	油 壺	240	2300	-	1600	463	-	2384	523	1861	286	008	687	0166	0421	571	253
ひの ばつた	日 高	209	690	421	1171	1390	1202	3933	463	3470	343	010	1495	0237	0036	678	915
えぞいしげ	"	263	1168	163	2502	1708	1050	1980	410	1570	349	027	502	0000	0076	371	315
い し げ	葉 山	-	352	367	1843	-	1415	1938	396	1542	-	-	-	-	0014	-	-
"	志 摩	298	442	545	1824	4293	1194	1731	469	1262	-	-	-	-	-	-	-
"	"	157	600	734	1555	3293	477	2168	457	1711	-	-	-	-	-	-	-
じよろもく	葉 山	123	932	058	2443	1597	786	3126	1266	1860	590	009	569	0163	0065	465	203
うがのもく	函 館	291	956	237	1187	1965	1426	3058	458	2600	193	008	1218	0000	0061	877	294
"	余 市	269	851	114	1869	1960	1620	1914	554	1360	145	068	508	0000	0029	414	221
"	利 尻	278	183	098	1556	1204	2157	3079	609	2470	213	019	1147	0208	0059	654	415
ひ ち き	興 津	077	913	103	2048	1716	1010	3933	389	3544	-	-	-	-	0040	1486	231
"	志 摩	153	971	101	2015	2392	599	3835	394	3441	-	-	-	-	-	-	-
"	白 浜	113	000	000	1601	2048	740	4351	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	土 肥	129	969	040	2167	1087	546	3318	-	-	-	-	-	-	-	-	-
あかもく (藻)	片 瀬	186	860	-	2704	2225	1826	2998	565	2433	-	-	-	-	-	-	-
ほんだわら (藻)	七里浜	206	811	076	1306	2795	1647	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
おほばもく (藻)	片 瀬	117	2586	149	2228	1790	1316	2321	482	1839	-	-	-	-	-	-	-
" (藻)	"	113	567	139	2273	1470	1050	2406	491	1915	-	-	-	-	-	-	-
"	志 摩	127	1928	095	2453	1670	625	1907	485	1422	221	006	536	0016	0095	444	160
"	御 宿	286	1800	095	1736	2177	800	2003	457	1546	246	017	552	0057	0142	565	144
" (藻)	相 良	179	1290	054	2308	1952	806	2202	474	1728	-	-	-	-	-	-	-
おほばもく の一種	志 摩	121	1380	261	1710	1002	438	1785	476	1309	243	011	479	0081	0051	364	199
" (藻)	"	293	980	086	2422	1810	398	1810	462	1348	213	020	498	0057	0061	433	172
おほばのこ ぎりもく(藻)	江 島	143	2255	095	2708	1955	695	1615	428	1187	-	-	-	-	0070	-	-
"	相 良	222	914	-	2522	1684	931	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

日本産褐藻類の化学的成成分一覧表 (3)

種 名	産 地	粗脂肪	マ ン ニット	ラ ミ ナリン	ア ル ギン酸	粗脂肪	粗 蛋 白 質	全灰分	不溶性 灰 分	可溶性 灰 分	SO ₄	CO ₂	Cl	Br	I	K	Na
よれもく	葉 山	9.59	5.25	2.69	22.71	21.16	11.77	22.78	4.18	18.60	—	—	—	—	0.038	5.24	2.25
”	志 摩	4.71	11.02	1.72	15.41	17.11	4.66	19.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
とげもく	志 摩	8.36	8.68	1.11	13.16	34.81	7.04	22.69	6.46	16.23	—	—	—	—	0.012	—	—
”	葉 山	6.11	17.37	0.99	19.09	16.87	7.89	23.41	4.28	19.13	2.95	0.04	7.40	0.000	0.054	5.82	1.94
ねぢもく	志 摩	5.94	8.56	0.98	23.00	16.50	7.72	17.56	5.04	12.52	2.63	0.47	4.00	0.207	0.007	2.58	2.35
”	周参見	4.08	8.88	1.19	31.08	17.58	6.08	20.88	4.45	16.43	3.13	0.25	6.48	0.099	0.039	4.36	2.70
”	葉 山	5.80	5.80	1.97	28.67	17.53	8.78	19.86	4.26	15.60	3.26	0.17	5.54	0.086	0.025	4.22	2.28
ひいらぎもく (藻)	片 瀬	1.38	9.02	2.56	21.46	18.10	6.05	37.34	5.97	31.37	—	—	—	—	0.028	—	—
いそもく	志 摩	1.81	5.14	0.84	30.98	18.21	8.60	27.33	5.82	21.51	3.95	0.12	7.86	0.000	0.042	6.70	2.82
”	谷 浜	1.36	7.26	0.31	30.35	14.65	7.00	22.84	—	—	—	—	—	—	—	—	—
”	土 肥	1.35	2.65	1.68	24.82	11.68	8.96	29.00	7.25	21.75	3.93	0.11	8.35	0.000	0.155	5.25	3.74
やつまたく	油 壺	0.76	13.32	—	18.84	25.03	14.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
”	志 摩	1.03	11.37	0.80	30.96	18.97	7.76	27.77	10.46	17.31	5.71	0.05	4.47	0.000	0.034	2.96	2.10
”	谷 浜	1.36	9.32	1.26	17.38	7.31	4.80	25.37	9.70	15.67	2.47	0.05	6.60	0.060	0.033	3.49	2.86
まめだわら	葉 山	1.17	8.69	1.00	13.90	29.40	9.42	26.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
”	志 摩	1.59	4.49	1.75	9.86	35.18	7.93	30.39	14.03	16.36	—	—	—	—	—	—	—
からくさく	葉 山	1.72	19.54	0.39	18.82	10.60	7.66	21.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
はきもく	余 市	1.01	5.53	0.97	15.75	15.19	11.98	24.01	6.37	17.64	2.73	0.43	6.20	0.129	0.006	4.79	2.69
じやうも	谷 浜	3.18	21.06	0.57	22.28	13.00	4.27	19.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
うみとら の	志 摩	0.96	7.78	1.00	14.30	38.95	8.16	31.12	7.24	23.88	—	—	—	—	0.017	—	—
”	余 市	1.51	3.89	1.08	18.84	19.30	15.32	29.97	5.57	24.40	3.61	0.09	9.60	—	0.028	8.44	2.59
Sarg kuisbianum	周参見	5.95	5.15	0.87	19.57	24.23	7.08	23.08	5.84	17.24	2.82	0.07	7.16	—	0.038	5.13	2.52
Sarg to aensis	瀬 戸	1.35	0.00	1.00	20.80	11.97	7.22	26.42	7.62	18.80	1.46	0.79	8.07	0.082	0.032	5.37	3.00
しらみも	周参見	3.62	6.69	0.77	29.39	16.13	5.88	21.78	5.18	16.60	2.88	0.08	6.62	—	0.038	4.23	2.74
はねこちも	”	3.29	8.85	0.43	22.25	15.59	6.71	30.50	4.52	25.98	—	—	—	—	—	—	—
しわやはず	志 摩	3.17	0.00	—	3.06	54.94	17.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
はやずノ 種	土 肥	1.42	3.89	7.77	16.00	25.03	10.45	33.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
うみうちわ (藻)	片 瀬	1.57	9.67	—	15.71	19.00	8.82	32.89	4.44	28.45	—	—	—	—	—	—	—
”	志 摩	1.28	7.41	—	15.51	34.42	7.44	32.60	8.07	24.52	—	—	—	—	0.006	—	—
いわひげ	志 摩	0.84	0.00	—	10.76	43.48	13.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ふくろのり	江ノ島	0.64	1.24	0.93	8.10	16.05	11.90	59.95	15.16	44.79	—	—	—	—	0.004	15.92	4.40
かやものり	余 市	3.27	2.67	1.23	18.02	20.70	23.62	27.00	7.30	19.70	2.11	0.26	8.38	0.000	0.019	4.67	4.25
けうるし さ	富 岡	2.75	0.00	—	12.28	39.37	26.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表Ⅲ-1-(73) 海藻の化学組成(%)

種 類	乾物重量	灰 分	粗タンパク質	脂 肪	デンプン類	糖 類	糖炭水化物
Cyanophyta				(%)			
<i>Nostoc commune</i>	10.6	7.5	20.9	1.2	55.7	4.1	
Chlorophyta (緑藻植物)							
<i>Codium fragile</i>	7	4.2					
<i>Enteromorpha compressa</i>	13.6	10.4	12.4	← 5.3 →	10.6		
<i>Enteromorpha linza</i>	13.5	14.2	19.2	1.73	← 4.6 →		
<i>Enteromorpha</i> sp	29.2						
<i>Ulva lactuca</i>	18.7-22	15.6-21	14.9	0.04	59.6	0.2	
Phaeophyta (褐藻植物)							
<i>Agarum cribosum</i>	17.5-25.4	3.4					
<i>Alaria esculenta</i>	17.9						
<i>Ascophyllum nodosum</i>	11.1-30	17.8-24	5.96-6.86	3.12, 3.76		5.8-6.51	56-62.8
<i>Cystosira abietmarina</i>	25	16					
<i>Ecklonia menziesii</i>	16.3						
<i>Fucus serratus</i>	24.6-25.4	16.0	4.4	0.8		5.65	68.9
<i>F. vesiculosus</i>	18-31.9	13-22	4.95	1.95		5.5	62.0
<i>Heterochordaria</i> sp			2.24		46.5		
<i>Laminaria digitata</i>	12.5-19	11.3-18	5.8-9	0.6		2.66	36.6-47
<i>Laminaria hyperborea</i>	70-87	13.67	5.86	0.77-1.67		3.6	63.7
<i>L. japonica</i>	17						
<i>L. longicruris</i>	21	3.3					
<i>L. saccharina</i>	12.1-14.6	17-41	6.37	0.7		3.28	59.4
<i>L. spp (average)</i>	23.5	21.1	5.85	1.15	41.95	6.7	
<i>Macrocystis pyrifera</i>	13-14	3.6-38.5	5.6	0.4		5.8	40.6
<i>Nereocystis luetkeana</i>	7.2-9.6	5.2					
<i>Pelacophycus porra</i>	10.1	5.3					
<i>Saccorhiza polyschides</i>	15	4.5					
<i>Sargassum vulgare</i>	15.5-24.6						
<i>Undaria pinnatifida</i>	18.9	3.13	11.6-15	0.3	← 37.8-57 →		
Rhodophyta (紅藻植物)							
<i>Chordaria crispis</i>	20-24.6	2.5-2.8					
<i>Iridaea cordata</i>	20	2.5					
<i>Gigartina exasperata</i>	3.5	2.2					
<i>G. mamillata</i>	3.2						
<i>G. stellata</i>	3.5	2.2					
<i>Gracilaria confervoides</i>	12.85	17.8	7.9	0.05	58.4	3.0	
<i>Gracilaria</i> sp		3.55	4.3		24.3	4.3	
<i>Gracilaria verrucosa</i>		10					
<i>Porphyra pseudolinearis</i>	14	1.3					
<i>P. tenera</i>	14-17.1	10.3-13	2.5-3.0	0.8	← 40.1 →		
<i>Rhodomenia palmata</i>	13.8-21.8	2.69					
Spermatophyta (種子植物)							
<i>Thalassia testudinum</i>	6.7-7.5	1.4					
<i>Zostera marina</i>	3.2	2.0					
Hay (干し草)			9.7	2.5		26.3	41.4
Oats (オート麦)			10.3	4.8		10.3	58.2

(出典) Jackson G.S. North W.J

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社)日本海洋開発産業協会: 1~293

表Ⅲ-1-⑦④ 海藻の化学成分 (単位グラム)

100 g中	アオリ	アオサ	コンブ	ワカメ	マツモ	ヒジキ	アラメ	アサクサノリ		
								上	中	下
水分	3.7	15.2	18.0	16.0	13.1	16.8	19.3	11.4	11.1	13.4
タンパク質	20.7	23.8	6.7	12.7	19.4	5.6	7.5	35.6	34.2	29.0
脂質	0.3	0.6	1.6	1.5	0.4	0.8	0.1	0.7	0.7	0.6
糖質	61.5	42.1	49.1	47.8	40.3	29.8	50.8	39.6	40.5	39.1
セルロース	7.2	4.6	5.4	3.6	5.5	13.0	9.8	4.7	4.8	7.0
無機質	6.6	13.7	19.2	18.4	17.2	34.0	12.5	8.0	8.7	10.9

(食品分析表より)

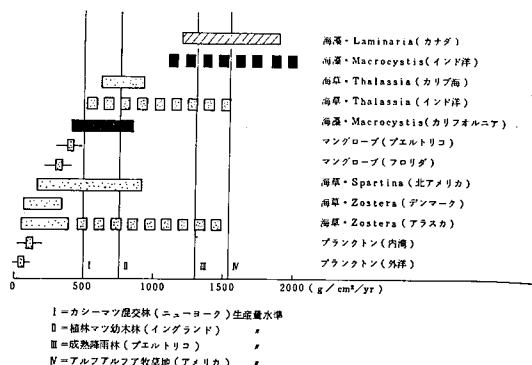
新崎盛敏・新崎輝子 (1978) 海藻のはなし, 東海
大学出版会: 1 ~ 228

表Ⅲ-1-⑦⑤ わが国の褐藻類の一般成分の一例

平均値%	水溶性灰分	ヨード	カリ	マンニット
猫脚昆布	23.20	0.416	7.20	26.60
カジメ	17.24	0.297	4.08	14.14
アラメ	14.58	0.227	3.81	14.74
ホンダワラ	14.78	0.114	4.00	4.08
オオバモク・ヨレモク・ジヨロモク	19.34	0.108	4.00	12.13
マメダワラ	15.90	0.218	4.13	9.50
笹藻	13.09	0.067	3.92	13.65

表Ⅲ-1-⑦⑥ 全世界褐藻生産量とアルギン酸産出力

(谷川 1971)		
	褐藻生産量 (kg)	アルギン酸産出力 (kg)
日本	75000000	908000
イギリス	67500	908000
アメリカ	31875	2724000
オーストリア	5625	454000
ニュージーランド	1875	—
南アフリカ	1125	227000
チリ	1125	227000
ソ連	1125	227000
スウェーデン	750	136200
ノルウェー	750	136200
ドイツ	750	90800
フランス	750	45400
カナダ	750	45400

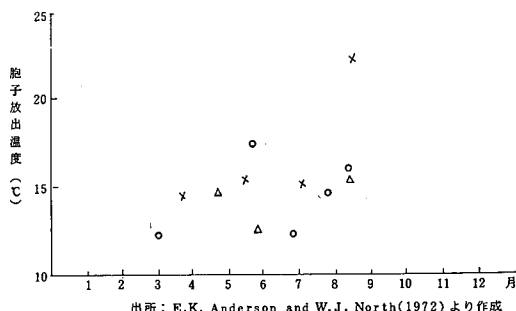


出所: K.H. Mann (1973) より作成

図Ⅲ-1-⑨⑧ 海洋植物の生産量比較

表Ⅲ-1-⑦⑦ 海藻の生長速度

種類	Kg/m²/年
Chlorophyta	
<i>Codium fragile</i>	0.14
Phaeophyta	
<i>Agarum cribosum</i>	1.0
<i>Laminaria angustata</i>	0.3-9.3
<i>Laminaria digitata</i>	12
<i>L. longicurvis</i>	5
<i>L. ochroleuca</i>	1.66
<i>Macrocystis pyrifera</i>	1-48
<i>Saccorniza polyschides</i>	0.8-4
Rhodophyta	
<i>Gelidium spp</i>	0.1-0.3
<i>G. stellata</i>	5
<i>Iridaea cordata</i>	0.01-0.3
Spermatophyta (marine)	
<i>Thalassia testudinum</i>	0.3-1.1
<i>Zostera marina</i>	7.3
Spermatophyta (terrestrial)	
<i>Saccharum officinarum</i> (cane)	8-9
<i>Zea mays</i> (corn)	2.4



図Ⅲ-1-⑨⑨ ジャイアント・ケルプの胞子放出温度

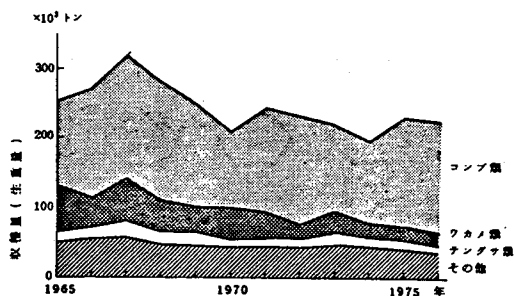
表Ⅲ-1-⑦⑧ 海藻の生育深度と温度

種 類	深 さ (フィート)	温 度 (℃)
Chlorophyta		
<i>Codium fragile</i>	0-25	10-25
<i>Ulva lactuca</i>	0-25	10-25
Phaeophyta		
<i>Agarum cribosum</i>	0-"deep"	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0	5-22
<i>Egregia laevigata</i>	0-50	8-20
<i>Fucus vesiculosus</i>	0	-40-20
<i>Laminaria digitata</i>	0-10	5-15
<i>L. hyperborea</i>	0-90	10-17
<i>L. japonica</i>	0-33	5-10
<i>Macrocystis pyrifera</i>	20-60	10-18
<i>Nereocystis lutea</i>	20-100	5-12
<i>Pelagophycus porra</i>	30-100	10-18
<i>Sargassum natans</i>	0	21-28
Rhodophyta		
<i>Chondrus crispus</i>	0-10	10-20
<i>Gelidium exasperata</i>	0-40	
<i>G. stellata</i>	0	10-20

表Ⅲ-1-⑦⑨ 主要海藻の生産量年間(10年毎の)
変遷

(単位:トン)					
年次・昭和		19～21年	29～31年	39～41年	48～50年
藻 類					
アマノリ (含アオノリ)		21,133	54,922	153,310	309,617
ワカメ	(袋)	0	—	43,734	119,637
〃	(天)	6,038	39,305	50,741	21,546
コンブ	(袋)	0	0	—	11,193
〃	(天)	105,495	212,314	141,383	135,901
テンダサ	?		15,956	15,696	14,471

新崎盛敏・新崎輝子(1978)海藻のはなし, 東海
大学出版会: 1~228



(出典) 昭和51年漁業・養殖業生産統計年報,
1978より作製

図Ⅲ-1-⑩ わが国における天然海藻の生産高
の推移

表Ⅲ-1-⑧⑩ 主な海藻の化学成分

(単位: g/乾燥物 100 g)

100 g 中	アオノ リ	アオサ	コンブ	ワカメ	マツモ	ヒジキ	アラメ	アサクサノリ		
								上	中	下
水 分	3.7	15.2	18.0	16.0	13.1	16.8	19.3	11.4	11.1	13.4
タンパク質	20.7	23.8	6.7	12.7	19.4	5.6	7.5	35.6	34.2	29.0
脂 質	0.3	0.6	1.6	1.5	0.4	0.8	0.1	0.7	0.7	0.6
糖 質	61.5	42.1	49.1	47.8	40.3	29.8	50.8	39.6	40.5	39.1
セルロース	7.2	4.6	5.4	3.6	5.5	13.0	9.8	4.7	4.8	7.0
無機質	6.6	13.7	19.2	18.4	17.2	34.0	12.5	8.0	8.7	10.9

(出典) 新崎・新崎 1978

(食品分析表より)

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発
調査報告書, (社)日本海洋開発産業協会: 1~293

表Ⅲ-1-⑧1 大量栽培候補海藻の特性

植物名	生産量 (乾量・年)	生長量	biomass増 大の可能性	新品種 導入作出 の可能性	従来用途	期待され る新用途	主要成分	環境への 影響と留意 すべき点	解 決 す べ き 技術問題	適 地
コンブ	天然 20,000トン 養殖 4,000トン	1×10 ³ トン/ha/年(乾) (食用養殖, 広域の例) 9×10 ² トン/ha/年(乾) (天然ミツイシコンブ 最高例)	施設栽培に より可能性 大	可能性あり	食用 一部アルギ ン酸製造原 料	アルギン酸 メタン エタノール 飼料 血圧降下 剤等	炭水化物 (多糖類)	食用産物と の磨擦	大量栽培 方式	東北以北 葉体生育は西 日本でも可
ジャイアント ケルプ (マクロシ スティス)		4.8×10 ³ トン/ha/年(乾) (天然, 最高値)	施設栽培に より可能性 あり	可能性あり	アルギン酸 製造原料	メタン エタノール 餌・飼料 肥料	炭水化物 (多糖類)	定着自生す ると生態系 への影響	生育条件 大量栽培 方式	東北以外(?)
オゴノリ	800トン (推定値, 低価格 外国品により低 利用)	2ヶ月で重量40倍 (養殖, 最高例)	施設栽培に より可能性 あり		食用 寒天製造 原料	メタン エタノール 餌・飼料 肥料	炭水化物 (多糖類)	天然域では 切断流失に よる再汚染	流失対策	全国 特に暖地
アオサ	400トン (推定, 低利用)	110%/日(栽培例) 170%/日(栽培例)			一部 飼料	メタン 食料 肥料	炭水化物 蛋白質	天然域では 切断流失に よる再汚染	流失対策	全国 (内湾域)

表Ⅲ-1-⑧2 わが国で有望視される海藻類

種 類	最大収量 (kg(W.W)/m ²)
マコンブ	166.2
ドデメ	49.5
ホソメコンブ	47.1
オニコンブ	78.0
ナガコンブ	31.5
アラメ	3.6
ワカメ	33.3

(財)電力中央研究所生物環境技術研究所(1980)
バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究:
1~30

表Ⅲ-1-⑧3 海藻中に含まれる有用物質の量

		(炭水化物に対する%)					
種 類		7-ルギン	ライナ	マンニ	カラ	グン	天
Phaeophyta (褐藻植物)							
<i>Agarum cribosum</i>			2-4				
<i>Dictyosphaerum nodosum</i>	25-29	37	7-13				
<i>Enteromorpha linzingeri</i>	19						
<i>Fucus vesiculosus</i>	16	3	13				
<i>Laminaria digitata</i>	23	0-21	6-26				
<i>L. hyperborea</i>	15-25	0-18	5-18				
<i>L. japonica</i>	17-32		9-29				
<i>Macrocystis prolifera</i>	13-24	6-7					
<i>Nereocystis luekeana</i>	14-20						
<i>Saccorhiza polyschides</i>	22	1.1	8				
<i>Sargassum</i> sp	30-35						
Rhodophyta (紅藻植物)							
<i>Campylodictyon hyacinthoides</i>							55
<i>Chondrus crispus</i>						52-64	
<i>Gelidium amansii</i>							61
<i>G. subcostatum</i>							89
<i>G. japonicum</i>							69
<i>Gigartina stellata</i>						41-60	
<i>Gracilaria verrucosa</i>							18-65

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53
年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発
調査報告書, (社)日本海洋開発産業協会: 1~
293

表Ⅲ-1-⑧4 海藻カロリー含有量

種類	Kcal/g	Kcal/g (灰分除去)
Chlorophyta		
<i>Codium fragile</i>	3.79	4.41
<i>Ulva lactuca</i>	3.37	4.71
Phaeophyta		
<i>Agarum cribosum</i>	3.23±0.35	4.9
<i>Fucus vesiculosus</i>	3.43	4.64
<i>Laminaria digitata</i>	3.02	
<i>L. japonica</i>	2.62	
<i>L. longicruris</i>	3.07	
<i>L. ochroleuca</i>		3.6, 5.1
<i>Macrocystis pyrifera</i>	2.85	4.3
<i>Nereocystis lueskeana</i>	2.10	4.4
Rhodophyta		
<i>Iridaea cordata</i>	2.92	4.68
<i>Gelidium exasperata</i>	3.38	4.33
<i>G. stellata</i>	3.38	4.33
<i>Porphyra pseudolinearis</i>	4.09	4.79
<i>P. tenera</i>	4.09	4.79
Spermatophyta		
<i>Thalassia testudinum</i>	3.79	4.41
<i>Zostera marina</i>	3.37	4.21

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社)日本海洋開発産業協会: 1~293

表Ⅲ-1-⑧5 海藻の一般成分

	(風乾物中 %)				
	水分	たんぱく質	脂質	灰分	炭水化物
アサクサノリ	11.4	35.6	0.7	8.0	44.3
マコンブ	14.7	7.3	1.1	22.0	54.9
ワカメ	16.0	12.7	1.5	18.4	51.4
アラメ	19.3	7.5	0.1	12.5	60.6

表Ⅲ-1-⑧6 海藻の粘質多糖類

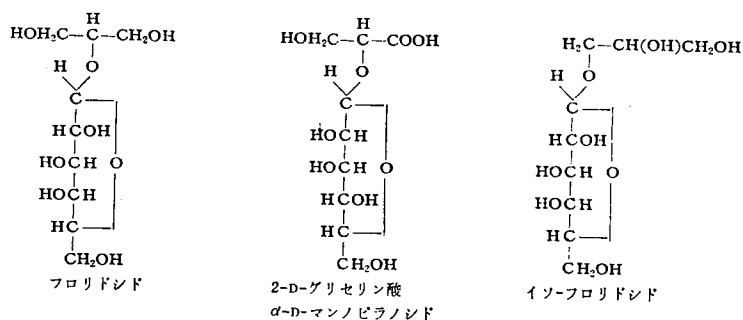
	海藻粘質多糖類	主な構成糖
紅藻	寒天 ⁽⁸⁵⁾ (agar)	D-ガラクトース, 3, 6-アンヒドロ-L-ガラクトースを主とし, 少量の L-ガラクトースを含む。部分水解によりアガロビオース, ネオアガロビオースが得られた。
	カラギーニン ⁽⁸⁶⁾ (carrageenin)	D-ガラクトース, 3, 6-アンヒドロ-D-ガラクトース。多量の硫酸を含む。
	リヌウモンソウ科粘質物 フノリ粘質物(funorin)	D-ガラクトース, 少量のクロン酸, 硫酸 D-ガラクトース硫酸
褐藻	アルギン酸 ⁽⁸⁷⁾ (alginic acid)	D-マンヌロン酸, L-グルクロン酸 2:1 ないし 1:2
	フコイジン ⁽⁸⁸⁾ (fucoidin)	L-フコース・モノ硫酸

饅技報堂(1979)生物化学ハンドブック: 1~1150

表Ⅲ-1-⑧7 海藻の低分子炭水化物

D,L-ガラクトース	アサクサノリ
D-グルクロン酸 ⁽⁸⁹⁾	各種褐藻
D-エリスリット	淡水藻 <i>Trentepohlia</i> sp., <i>Umbina</i> sp.
D-マンニット	褐藻類一般, 一部の紅藻
D-マンニッコン (3,6-アンヒドロ-D-マンニット)	数種の褐藻
1-D-マンニットアセテート ⁽⁹⁰⁾	褐藻 <i>Fucus</i> , <i>Laminaria</i> 属
D-ソルビット	紅藻一般
ズルシット	"
D-ボレミット ⁽⁹⁰⁾	褐藻 <i>Pelvetia canaliculata</i>
ラミニット ⁽⁹⁰⁾	褐藻 <i>Laminaria cloustoni</i> , その他
シリット ⁽⁹⁰⁾	紅藻 <i>Porphyra umbilicalis</i>
1-D-マンニット β-D-グルコピラノシド ⁽⁹⁰⁾	褐藻
1,6-D-マンニッコン β-D-グルコピラノシド ⁽⁹⁰⁾	"
(1or 7)-D-ボレミット β-D-グルコシド ⁽⁹⁰⁾	" , <i>Pelvetia canaliculata</i>
フロリドシド (2-グリセロール α-D-ガラクトピラノシド, floridoside) ⁽⁹¹⁾	数種の紅藻
2-D-グリセリン酸 α-D-マンノピラノシド ^{(90), (92)}	数種の紅藻
イソフロリドシド (1-グリセロール α-D-ガラクトピラノシド, isofloridoside) ⁽⁹⁰⁾	紅藻, <i>Porphyra umbilicalis</i>
α, α-トレハロース	紅藻

饅技報堂(1979)生物化学ハンドブック: 1~1150



図Ⅲ-1-⑩ 海藻の低分子炭水化物の構造

鋭技報堂(1979)生物化学ハンドブック: 1~1150

表Ⅲ-1-⑧ 藻類の色素

	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Euglenophyceae</i>	<i>Phaeophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Xanthophyceae</i>	<i>Dinophyceae</i>	<i>Rhodophyceae</i>	<i>Myxophyceae</i>
chlorophylls:									
chlorophyll a	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
chlorophyll b	++	+	-	-	-	-	-	-	-
chlorophyll c	-	-	+	+	●	-	+	-	-
chlorophyll d	-	-	-	-	-	-	-	+	-
chlorophyll e	-	-	-	-	●	+	-	-	-
carotenes:									
α-carotene	+	●	-	-	●	●	-	+	●
β-carotene	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
γ-carotene	-	●	-	+	●	●	●	●	●
				1 sp.					
flavacin	-	●	-	-	●	●	●	●	+
xanthophylls:									
lutein	+++	?	-	-	+	-	-	++	?
zeaxanthin	+	●	-	-	●	-	-	●	?
violaxanthin	+	●	+	-	●	●	-	●	●
flavoxanthin	?	●	+	-	●	●	●	●	●
neoxanthin'	+	●	+	-	●	-	-	●	●
fucoxanthin	-	-	++	++	+	-	-	?	●
neofucoxanthin A	-	-	+	+	●	-	-	●	●
neofucoxanthin B	-	-	+	+	●	-	-	●	●
diatoxanthin	-	-	?	+	●	-	-	●	●
diadinoxanthin	-	-	?	+	●	-	+	●	●
dinoxanthin	-	-	?	-	●	-	+	●	●
neodinoxanthin	-	-	-	-	●	-	+	●	●
peridinin	-	-	-	-	●	-	++	●	●
myxoxanthin	-	-	-	-	●	-	-	●	++
myxoxanthophyll	-	-	-	-	●	-	-	●	++
unnamed	●	+	+	●	?	++	●	?	?
phycobilins:									
r-phycoerythrin	-	-	-	-	?	-	-	++	-
r-phycoyanin	-	-	-	-	?	-	-	++	-
c-phycoerythrin	-	-	-	-	?	-	-	-	+
c-phycoyanin	-	-	-	-	?	-	-	-	++

+++ 各群の主要な色素
++ 各群の全色素の半分以上の色素
+ 各群の全色素中わずかに存在する色素
- 存在しない色素
● 特に微量のため精査されないもの
? 同定不十分の少量の色素

鋭技報堂(1979)生物化学ハンドブック: 1~1150

③ 各種海藻の特性と利用形態

(1) 緑藻類

食用とされる緑藻はアオノリ・ヒトエグサが主なもので、いずれも養殖されている(第3章、養殖の項参照)。

前者は混ノリとしてアサクサノリの下級品として、ヒトエグサはノリの佃煮原料として用いられる。中世に食用とされたミル・イワツタ類は、今も酢であえて食べる風習が玄海沿岸地域に残っている。

〈アオノリ〉

アオノリは緑藻アオサ科のアオノリ属の海藻の総称である。北海道・四国・九州の太平洋岸の一部を除いた内湾・外海のどこの海岸でも、アオノリは生育する。とくに河口近く、また遠浅で波静かな海岸に多い。日本産のものは15種ほどあり、そのほとんどが食用可能である。そのうちとくにスジアオノリ・ウスバアオノリ・ヒラアオノリ・ボウアオノリが食用とされ、つぎのように加工されている。採取期は、アサクサノリとほぼ同じである。

〈加工品〉

①混ぜノリ アオノリは、しばしばノリひびに着生して、アサクサノリに混ざって生育する場合がある。この場合混ったままアサクサノリに抄きあげる。こうしたアオノリの混じったものは香気は高いが混ぜノリと称し、アサクサノリの下級品として売られている。

②抄青海苔・掛青海苔・揉青海苔 採取した原藻は淡水で洗って塩分を除き、日干しする。乾ノリのように、抄き干したものを抄青海苔、そのまま縄にかけて乾したものを掛青海苔という。乾燥品をさらにあぶって粉末状にした揉青海苔もある。アオノリ製品はとくに瀬戸内海沿岸で多く製造されている。アオノリも一部の地方で養殖されている。

〈ヒトエグサ〉

ヒトエグサは緑藻アオサ科のヒトエグサ属の海藻で、アオノリと同じ生育分布をもち、海苔場に生育して、ノリひびに着生して、養殖ノリに混じることもある。

ヒトエグサとヒロハノヒトエグサが食用とされる。青海苔の異名がある程で、アオノリと混同さ

れる場合がある。ともに養殖も行われている。

乾燥加工品には「青板」と「青ばら」とがある。青板というのは、原藻を淡水で洗い塩抜したのち、刻んで、ノリのように抄いて乾燥してつくる。青ばらは、原藻をそのまま日に干したものである。青板・青ばらは、そのほとんどがノリの佃煮の原料とされる。ノリの佃煮というのは、アサクサノリを原料とするのではなく、アオサが原料なのである。アオサの方が香りが高く佃煮に適している。九州や沖縄地方ではヒトエグサの種類を、古くから汁の実として食用としている。

主産地は青板は香川県、青ばらは三重・大分両県である。

(2) 褐藻類

コンブ・ワカメを筆頭に、ヒジキ・マツモ・ハバノリ・モズク・アラメが食用とされている。

コンブ・ワカメ・ヒジキは古い時代から乾製品がつくられ製品として流通していた。しかしほかのものは地域に限られ、それぞれの産地の周辺で利用されている。

コンブ(昆布)

〈語源と名称〉

コンブは北海道が主産地であったところから、アイヌ語の「コンブ」または「クンプ」からきたものである。中国では820年頃に綸布(クワンブ)の名称で呼ばれているが、これはアイヌ語のクンプに似ている。唐時代に「昆布」という記載があり、これは「綸布」の訛ったものとされている。そのほかの名称として、広布・恵比寿布などがある。また単に昆布とも呼ぶ。

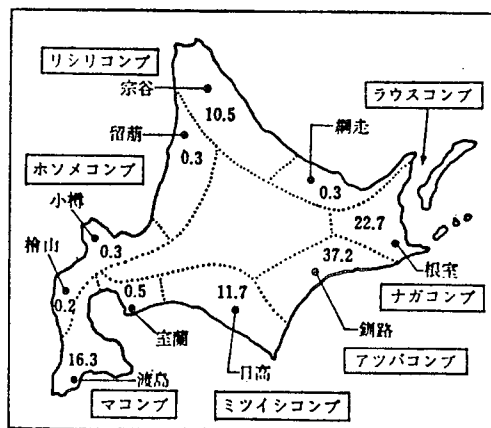
〈産地〉

コンブは東北地方(青森・岩手・宮城県)以北の沿岸に産し、とくに北海道全沿岸にわたり多量に生産される(図Ⅲ-1-⑩参照)。「庭訓往来」の諸国名物食品の中に「宇賀昆布」の名があるから、既に中世から北海道のコンブが珍重されていたのである。今日では養殖技術が進み、瀬戸内海でもコンブがつくれるようになり、コンブの生産地はずっと南下したのである。

〈コンブの種類〉

日本沿岸に産するコンブは18種余りで食用とされる品種は約その半分である(表Ⅲ-1-⑧参照)。コンブは生育環境が違くと品質が違って

②煮物用 ミツイシコンブが早く煮え、味も良い点ですぐれている。



図Ⅲ-1-⑩② 北海道のコンブの分布
(北海道水産部「北海道水産物現勢」1975より)

表Ⅲ-1-(89) 原料コンブの種類とその製品

種 類	製品名	加工した昆布製品名
まこんぶ (<i>L. japonica</i> ARESCHOU)	元摘昆布	おぼろこんぶ、とろろこんぶ、白飯こ んぶ、しらがこんぶ、酢昆布、茶昆
おにこんぶ (<i>L. diaborica</i> MIYABE)	折昆布	布、りゅうひこんぶ、山出し昆布、塩 昆布、昆布菓子類、佃煮、粉末昆布
りしりこんぶ (<i>L. japonica var ochotensis</i> OKAMURA)	りしり長切 雑昆布	とろろこんぶ、おぼろこんぶ、白飯こ んぶ、しらがこんぶ、茶昆布、粉末昆布
みつしこんぶ (<i>L. angusta</i> KJELLMAN)	みつし長切 雑昆布	昆布巻、佃煮、塩昆布、刻昆布、切昆 布、背刻昆布、甘昆布、早煮昆布
ながこんぶ (<i>L. angustata von longissima</i> MIYABE)	なが長切 雑昆布	昆布巻、佃煮、塩昆布、刻昆布、切昆 布、青板昆布、背組昆布、背刻昆布
ねこあしこんぶ (<i>Arthrothamnus bifidus</i> RUPRECHT)	猫足長切	おぼろこんぶ、とろろこんぶ
ほそめこんぶ (<i>L. religiosa</i> MIYABE)	ほそめ長切 雑昆布 稀昆布	とろろこんぶ、おぼろこんぶ、佃煮

＜コンブの用途＞

コンブはその用途が広く、だし用・煮物用・加工用などの食用のほか、アルギン酸・ヨード・カリ原料となり工業的な用途がある。

①だし用 リシリコンブ・ミツイシコンブ・マコンブがだし用としてすぐれている。だし用コンブとその特徴について表Ⅲ－１－④①に記した。だしを取った後、だしがらは佃煮・煮物・昆布巻に再利用できる。

③ 加工用 それぞれの加工用に適したものが用いられる（表Ⅲ－１－⑨〇参照）。コンブは非常に広い加工面があるので、ほとんどの種類が加工用として使用されている。

＜コンブの生産量＞

コンブの総生産量（1975年）は養殖を含めて、32,042トンで、価格にして約220億円に及ぶ。もちろんコンブの生産は北海道が主産地でその95パーセント以上を生産している。この年の北海道沿岸で生産されるコンブの種類とその生産量を図Ⅲ-1-102に示してある。生産量の多い地域は根室と釧路で、この2地方の生産量は総生産の60パーセントで種類はナガコンブである。ついで渡島から日高にかけてマコンブが多く約30パーセント程である。量的には少ないが知床半島地方のラウスコンブは品質がとくに優秀である。

表Ⅲ－１－⑨⑩ コンブの海外への輸出量*
(単位トン)

アメリカ	46.4	香 港	39.1
ブラジル	18.6	シンガポール	9.3
神 戸	399.0	南 ベトナム	46.4
台 湾	371.2		

* 1962, 1963の2か年の平均

表Ⅲ-1-⑨1 だし汁用コンブと製品名および
その特徴

種 類	製 品	だし汁の特徴
リ シ コ ン プ	リシシ長切	液汁が清澄、味良く、だしの味が良い
マ コ ン プ		
リ シ コ ン プ	元簡コンブ	液汁が清澄
エナガオニコンブ	折昆布	味が濃い
ミ ツ シ ン コ ン プ	ミツシシ長切	液がにごる、味はリシシコンブに劣る

〈ワカメ（若布）〉

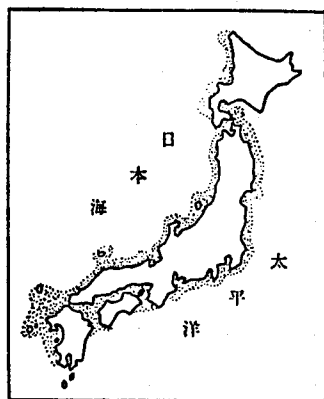
ワカメは日本沿岸特産の属種で、標準的な温海性のコンブ科の褐藻。九州南部から北海道南部まで分布し、冬から春あるいは夏のころに、外海や湾口近くの沿岸の、干潮線から5 mの深さの海底に生育する。繁茂期、成熟期は地方によって差があり、南の早く水温の上昇するところでは早めで、

初夏以後は枯死し消失するが、北のほうでは遅く、7～8月に成熟期になる。また、本州中南部産のものは葉部の幅が広く、孢子葉は葉片の下部につながるようになる本ワカメ型 *f. typica* が多いが、東北、北陸、北海道など北方産のものは、2 m内外の大形になり、葉片が細長く、茎が長く、孢子葉は葉片の下部から離れて着生するナンプワカメ型 *f. distance* が多い。

【利用と養殖】

また生産方法も、以前は海中に生える天然のものだけを利用するにすぎなかったが、近年では孢子葉から出た無性孢子を室内で大量に発芽させ、出てくる配偶体を人工管理下で育てあげて種苗をつくり、海況条件がワカメの生育に適する晩秋から初冬のころに、種苗を綱に結びつけて海中につり下げるという養殖法も取り入れられるようになった。この方法によって、これまで分布が見られなかった地方でも生産できるようになり、また水中につり下げる綱の長さを変えて生育期を調節することもできる。したがって生産量がふえ、生産期間も長くなり、品質も向上した。養殖は国内の各地で行なわれており、とくに東北地方の沿岸で盛んである。

若い茎葉部を食用とする。早春に採取されるものは生売されるが、ほとんど乾製品として食用とされる。南部わかめと鳴戸わかめが有名。現在は養殖ワカメの生産も盛んである。



図Ⅲ-1-103 天然ワカメの分布図

《加工品》

①湯抜きワカメ 生ワカメを熱水に通して陰干しにしたもの。これは色が緑色となる。

②素干しワカメ 生ワカメを海水で洗って小石の上で干したもの。

③塩抜きワカメ 海水の代りに水で良く洗って干したもの。

④のしワカメ 水で洗ったワカメを数条に切り慰斗板にはりつけたもの。食塩をふりかけて、同じように仕上げたものを「板ワカメ」という。

⑤紋りワカメ 生ワカメを水で洗って、縄でしばって干す。

⑥灰ワカメ 採取した生ワカメを木灰にまぶしそのまま7～10日間乾燥したもの。

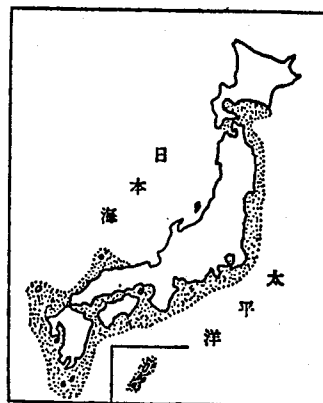
⑦鳴門ワカメ 灰ワカメの方法による製品をいう。鳴門ワカメの大部分は、北海道・東北産の原藻を用いた製品である。徳島県産の原藻を用いた製品は、「本場鳴門ワカメ」といい他地方のものと区別している。本場ものは全体の10パーセントに過ぎない。

鳴門ワカメの場合は水洗いして灰を除き再び乾燥する。この方法の特徴は灰のアルカリ性がクロフィルの分解をおさえるために、ワカメの色の保存性が良いことである。使用する灰はシダ灰が最もすぐれている。

このほか茎や根の部分のみを利用した茎ワカメ、根ワカメが市販されている。また細粉にし、ふりかけ用として用いられる。

〈ヒジキ〉

褐藻のホンダワラ科ヒジキ属の体長0.5～1 m



図Ⅲ-1-104 ヒジキの分布

ートルの海藻。外洋に面するゆるやかに傾斜する岩上部に生育する。春から初夏にかけてよく繁茂する。ヒジキは北海道南部を北限として一部中部日本海沿岸を除き、九州の全沿岸に分布する。

春から夏にかけて繁茂し、初夏には小枝の分岐点から小粒大の球ができる。この球の中に雌雄の生殖器がある。

春採取して加工する。渋味が多いため、生のままでは食べない。渋味を取るため鉄釜で数時間水煮すると色素も溶けだして除かれる。これを適当の長さで切り、日光で乾燥する。

〈モズク〉

モズク科モズク属の褐藻、太さ1ミリにみたない糸状の細い枝が分岐して、お互いにかみ合っている。この糸状の枝は、柔らかく粘質で、素麺のようである。内湾の波静かな水域でホンダワラなどの海藻に着生して生育する。学名の *Nemacystus* は糸状の袋の意味がある。モズクは、太平洋、日本海の中部以南の沿岸、南西諸島まで分布する。生育時期は冬から夏である。1〜3月頃に採取される若いものが良い。塩蔵にして保存し、酢であえて食べる。海藻の中では美味で好まれ、現在でもさしみのつまとしてなくてはならないものである。これには生か塩蔵品を食べる。沖縄地方では、酢であえて食べるので酢のりと呼ばれることもある。中世時代には別種のフトモズクが多く生育し、味がすぐれていたため賞用されたが、現在このフトモズクは非常に少なくなった。

〈マツモ〉

マツモはナガマツモ科マツモ属の体長20センチ前後の褐藻。葉体がマツや杉に似ている。その名はマツボ（松穂）のなまったもの。

冬から春にかけて生育し、夏には枯れて消失する。12月から3月までの間に若いものを採集する。千島・北海道沿岸から三陸・千葉県銚子沖以北の外洋に分布する。生マツモを調理して食べるがその多くは、塩蔵または乾燥品として市販される。

〈ハバノリ〉

カヤモノリ科ハバノリ属の褐藻。体長10センチ前後の幅広い葉状をなす。その分布は日本の中部以南の沿岸と南西諸島にまで及ぶ。冬季に繁茂して晩春に枯死し流失する。産地では生のまま味

噌汁の実などにする。乾燥品が販売されており、千葉・神奈川・鳥取・島根の諸県で賞用されている。

〈サガラメ・ツルアラメ〉

コンブ科のアラメの別種、駿河湾より紀伊半島の地域に産し、きざみコンブとして食べる。救荒食糧として用いられてきた。日本海に産するツルアラメも同じく食用とされる。

(3) 紅藻類

〈アマノリ類〉

食用紅藻のウシケノリ科アマノリ属中その主たるものは何といってもアマノリ類である。その種類はざっと20種余りある。これらのアマノリ類は、種類の違いにより異なるが北海道から九州まで、日本全沿岸にわたっている。天然産のもので食用とされているのは、マルバアマノリ・ツクシアマノリ・オニアマノリ・クロノリ・ウップルイノリがあり、これらはアサクサノリの天然種である。

古くから、日本人の食生活と深くかかわりのあるノリ（海苔）は浅草ノリともいわれる、アマノリを指す。ノリはヌラ（ぬるぬるするの意）のなまったもので、アマノリの名は、新鮮なものは甘い芳香とかみしめるとかすかに甘味を感じることに由来する。また古くは、紫菜・神仙菜とも書き、平安末期からは「甘海苔」が使われ、そののち江戸時代に、海苔となる。「紫菜」は中国からきたものでノリと呼んでいたがのちにムラサキノリとなる。「神仙」とは古代中国の不老長寿の神人のことをいうものといわれる。それよりさき30年余り前に、抄きノリが考案されて、商品的な価値が高まっていた。

ひび立による養殖技術が開発されて、その生産が急に拡大すると、江戸には数軒の御用ノリ商人があらわれた。彼らは、将軍家・諸大名に売りこむ一方、店頭に大きなノリ瓶をならべて、商売をしたのである。このような生産の拡大が浅草ノリの名を全国に知らしめる一因となったのである。

ノリ養殖の中心は、長い間東京湾沿岸であったが、近年人工採苗など養殖技術が急速に進展しノリ養殖はさらにほかの沿岸にも拡がり、日本の沿岸いたるところで、大規模な養殖風景がみられるようになった。

現在アサクサノリはほとんど乾ノリそのほかの

加工用に用いられ、生食されることはまれになった。

乾ノリの場合は、上級品ほどタンパク質・ビタミン・リン・マグネシウム・亜鉛などの栄養成分が多い上に、グルタミン酸・アラニンなどのうまみ成分も多い。食べ物の場合、アサクサノリのように名実相ともなうという商品も珍しい。

〈ウシケノリ〉

ウシケノリはウシケノリ科ウシケノリ属の紅藻の一種で、日本各地に分布する。藻体は毛のように細く密生して岩や杭に着生するので、その表面は、赤褐色にみえる。体長3～15センチで冬から春に繁茂する。東北地方に生育するウシケノリは体長も大きく、この地方では乾燥して、ふりかけ用として用いる。香気がアサクサノリに似ている。

〈オゴノリ〉

日本各地の沿岸に生育し体長10～30センチで糸状を呈す。寒天原料、さしみのつまに用いる。

暗紫色で針金状の体枝をもつ分枝形海藻。ウゴ、オゴ、ナゴヤなどの地方名がある。体枝は太さ1mm以下で、分枝はきわめて多く、根もとを持ち上げると垂れ下がってかもし形になるので、頭髮菜とも書く。干潮線下の浅いところに周年生え、冬から春のころに繁茂する多年生藻。川口や内湾

の奥部など、波静かな海での生育がとくに良好で多産するが、外海にも産する。分布は広く、全沿岸に産するが、北海道厚岸湾、サロマ湖、東京湾、瀬戸内海、有明海などが多産地。

〈オキツノリ〉

オキツノリはオキツノリ科オキツノリ属で体長4～8センチ、扇形の小枝に分岐した形の美しい紅色の海藻。オゴノリと同じく日本各地の沿岸に生育する。さしみのつまに用いる。

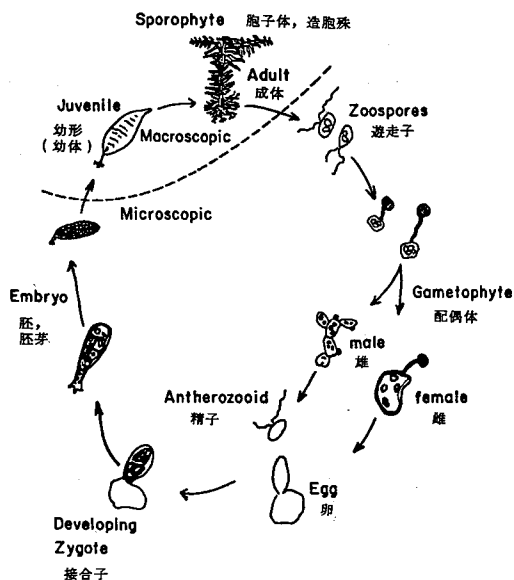
〈トサカノリ〉

ミリン科トサカノリ属。トサカノリは日本中部以南の沿岸の岩上に生育する。体色は鮮紅色で美しい。形が鳥のとさかに似ているので、その名がある。体長は20～30センチになる。原藻をさらして乾燥させる。湯に通して、さしみのつまに良く用いられる。

〈イバラノリ〉

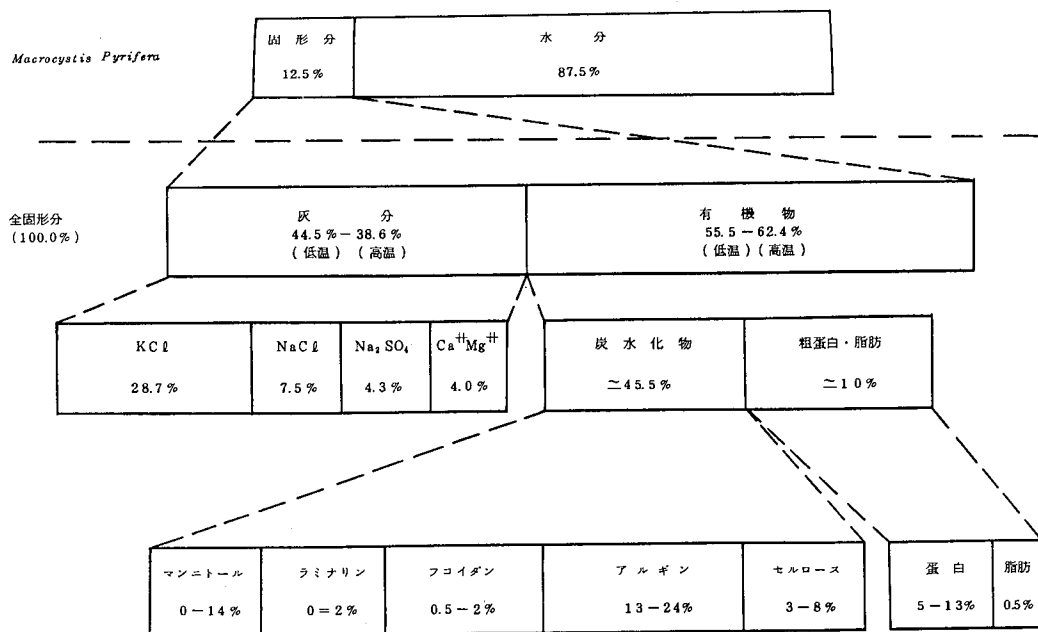
イバラノリ科イバラノリ属。分布は日本中部以南の暖海域・マレー群島・ポリネシア・インド洋・オーストラリアなどである。沖縄では中世の宮廷料理に使われ、その料理法は今日でも使われている。寒天のように、かためる料理に用いられる。次にわれわれ日本人にとって最もなじみ深いノリとコンブについて述べてみよう。

④ ジャイアントケルプ



図Ⅲ-1-⑩ Macrocystisのライフサイクル

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書、(社)日本海洋開発産業協会：1～293



(出典) T.M. Leese (1976) より作成

OFEF. Project Subtask 6 4. P-6 July '76

図Ⅲ-1-⑩ *Macrocystis Pyrifera* の化学組成

海藻エネルギー回収システム委員会 (1979) 昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社) 日本海洋開発産業協会: 1 ~ 293

表Ⅲ-1-⑨2 *Macrocystis* の成分組成 (%)

水分	87.5
固形分	12.5
灰分	5.56 (低温) ~ 4.83 (高温)
KCl	1.61 ~ 1.40
NaCl	0.39 ~ 0.33
Na ₂ SO ₄	0.22 ~ 0.19
Ca ⁺⁺ ・Mg ⁺⁺	0.22 ~ 0.19
有機物	6.94 ~ 7.67
炭水化物	2.78 ~ 3.84
マンニトール	0.28 ~ 0.84
ラミナリン	0.03 ~ 0.08
フコイダン	0.01 ~ 0.08
アルギン	0.36 ~ 0.92
セルロース	0.08 ~ 0.31
蛋白・脂肪	0.42 ~ 1.00
蛋白質	0.02 ~ 0.13
脂肪	0.002 ~ 0.006

出所: T.M. Leese (1976) より作成

表Ⅲ-1-⑨3 *Macrocystis* 構成成分の用途

有機物	燃料及び石油化学品		塩類 と紙	食品		工業用ゴム	医薬品
	CH ₄	C ₂ H ₄ , OH		糖類	食料		
アルギン	○		○	○	○	○	○
ラミナリン	○	○	○	○	○	○	○
マンニトール	○	○	○	○	○	○	○
フコイダン	○	○	○	○	○	○	○
セルロース	○	○	○	○	○	○	○
マンニトール	○	○	○	○	○	○	○
塩							
KCl	○						○
Na ₂ SO ₄		○					○
Na ₂ CO ₃							○
P ₂ O ₅				○			○

○ 用途

(出典) 野村総合研究所, 1977

海藻エネルギー回収システム委員会 (1979) 昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書, (社) 日本海洋開発産業協会: 1 ~ 293

表Ⅲ-1-⑨④ マクロシスティスの各種燃料への交換

プロセス	生成物	交換率% (対炭素)
ガス燃料	メタン	34
液体バイロリシス	タールオイル	20
嫌気性発酵	エタノール	37

表Ⅲ-1-⑨⑤ マクロシスティスの成分と用途

有機物	燃料及び石油化学用品			繊維と紙	食品		工業用カム	医薬品
	CH ₄	C ₂ H ₅ OH	軽油		原料	食料		
アルギニン	○	○	○	○	○	○	○	○
ラミナリン	○	○	○	○	○	○	○	○
マンニトール	○	○	○	○	○	○	○	○
フコイダン	○	○	○	○	○	○	○	○
セルロース	○	○	○	○	○	○	○	○
タンパク	○	○	○	○	○	○	○	○
塩	熱媒体			肥料		工業用化学薬品		
KCl	○			○		○		
Na ₂ SO ₄	○					○		
Na ₂ CO ₃						○		
P ₂ O ₅				○		○		

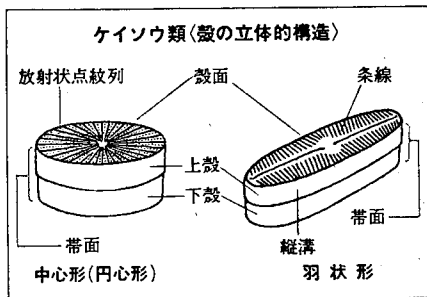
○ 用途

テクニク・リサーチ株式会社 (1980) 米国のバイオマス生産利用技術開発に関する調査研究報告書, (財) 機械システム振興協会: 1~129

⑤ 微小藻類

ケイソウ類 — るい 【珪藻類】 $\otimes$ Bacillariophyceae

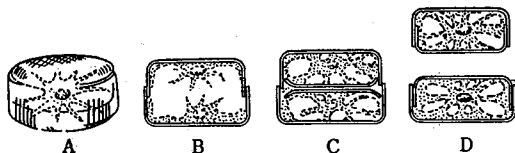
黄藻植物の中の一綱に分類されるが、珪藻植物門として独立して扱う場合もある。淡水にも海水にも、また土壌中にも、およそ水分のあるところならどこにでも出現し、種類数もひじょうに多い。約1万種が知られている。各種の水界にプランクトンとして多産するので、水界生態系の基礎生産者として重要な役割を果たしている。またそれぞれの水域には、その水域に特徴的な出



図Ⅲ-1-⑩⑦ ケイソウ類<殻の立体的構造>

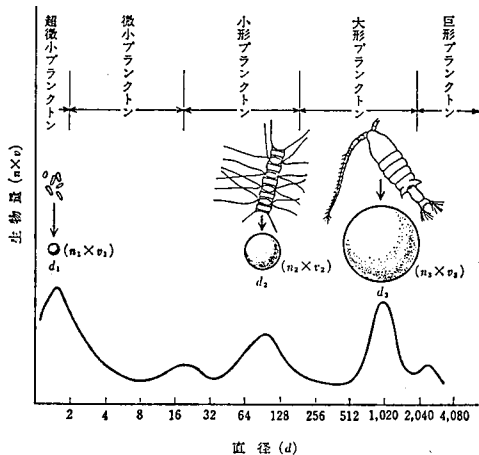
現をする種類が区別できるので、水質判定や、化石に出現する種類を調べて過去の環境を推定するのに利用される。

すべてが単細胞で、珪酸質(ガラス質)でできた硬い殻で包まれ、殻は上殻と下殻に区別できる。弁当箱と同じつくりになっている。殻面には規則正しい模様が刻まれているので、種の分類はこれを基準に行なわれる。模様が放射状のものを中心類(円心類)、左右相称のものを羽状類として2大別する。中心類は海に多く、コアマケイソウ *Coscinodiscus*, ツノケイソウ *Chaetoceros*, クモノスケイソウ, ツツガタケイソウ, イトマケイソウなどが含まれる。ツノケイソウは殻の両端から大きなとげが角のように出ているのでその名がある。また羽状類はおもに淡水産で、ハネケイソウ, メガネケイソウ, ハリケイソウ, クチビルケイソウ, クサビケイソウなどが含まれる。また、ケイソウの殻が湖底や海底に堆積して化石化したものは珪藻土とよばれ、砂糖の精製やダイナマイトの吸着剤、耐火煉瓦の原料などに使われている。



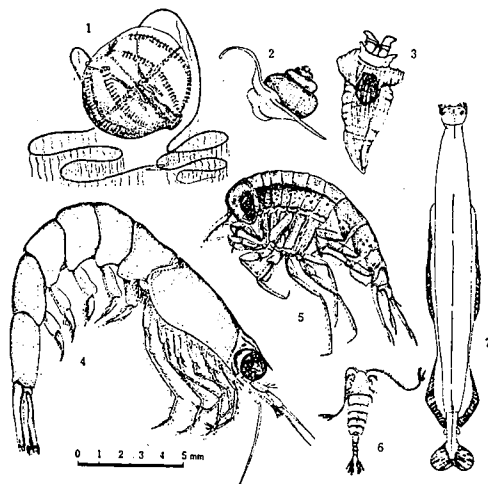
図Ⅲ-1-⑩⑧ 箱型の珪藻とその分裂(ハーディ) A. オール, S. マーシャル (奥谷喬司訳 1972) (1969) プランクトンの世界講談社: 1~206

藍藻 らんそう 単細胞または群体をつくる一群の青紫色の藻類。多くは→ネンジュモ, →ユレモのように細胞が1列に並んだ微視的なものであるが、スイゼンジノリのように群体をつくって、大きさが数ミリ~数センチになるものもある。細胞には明瞭な形の核や色素体がないため細菌とともに無核生物と呼ばれることもある。生殖は無性的な分裂により、有性生殖は知られない。葉緑素 a のほか、多量のタンパク色素の c-フィコシアニンを含む。同化生成物はラン藻デンプンやグリコーゲンなど。淡水にも海水にも生育し、80℃以上の高温の温泉中に生育するものも知られる。スイゼンジノリなど食用とされるものもある。



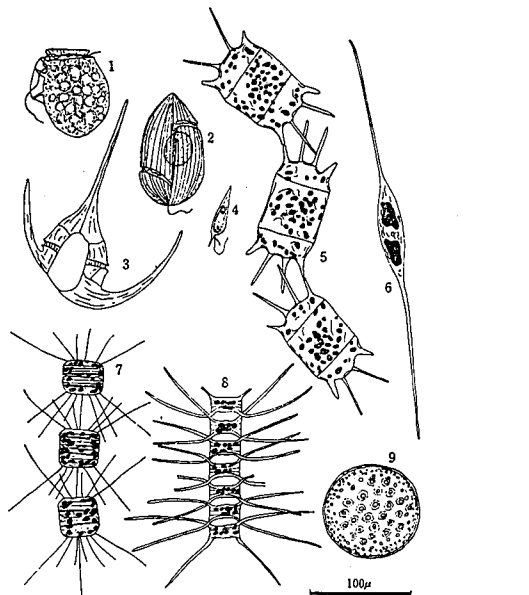
粒子量は、粒子と等しい体積 v をもつ球体の直径 d ごとに粒子数 n を乗じて生物量 $n \times v$ として表してある。

図Ⅲ-1-109 粒子のスペクトル分布



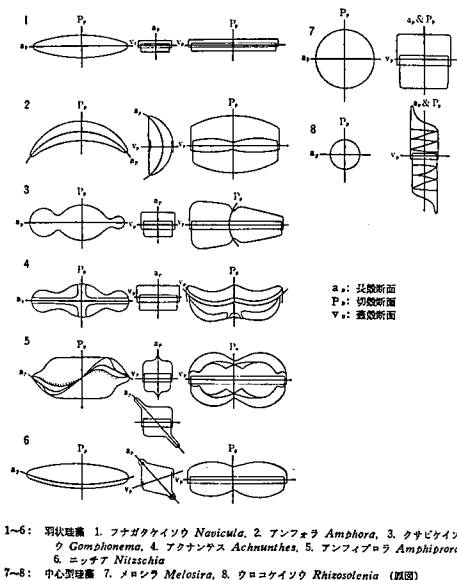
大形プランクトンおよび巨形プランクトンの例。
 クタラザ: *Pleurobrachia* (1), 軟体動物腹足類: *Limacina* (2), *Clione* (3), オキアミ: *Thysanoessa* (4), 糠蝦類: *Parathemisto* (5), コペポーダ: *Calanus* (6), ヤムシ: *Sagitta* (7), (LeBRASSEUR & FULTON, 1967 より)

図Ⅲ-1-111 大形プランクトンおよび巨形プランクトンの例



渦鞭毛藻類: *Dinophysis* (1), *Gyrodinium* (2), *Ceratium* (3), *Prorocentrum* (4), 珥藻類: *Biddulphia* (5), *Nitzschia* (6), *Thalassiosira* (7), *Chaetoceros* (8), *Coscinodiscus* (9), (WAILES, 1939; CUPP, 1943 より)

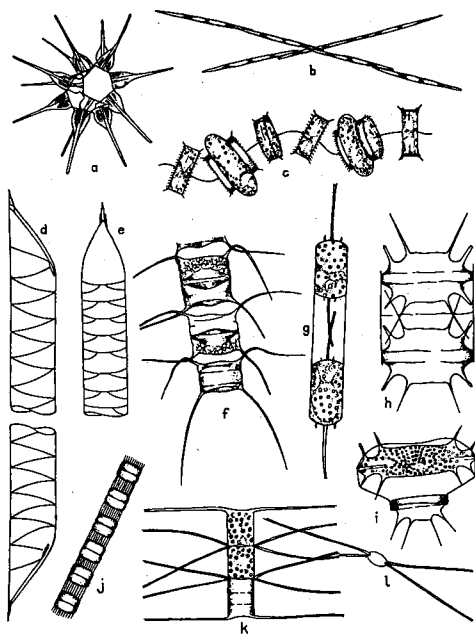
図Ⅲ-1-110 小形植物プランクトンの例



1~6: 羽状珥藻 1. フナダケイソウ *Naniscula*, 2. アンフォラ *Amphora*, 3. クサビケイソウ *Gomphonema*, 4. アクナンケイソウ *Achnanthes*, 5. アンフィプロラ *Amphiprora*, 6. ニツシア *Nitzschia*
 7~8: 中心型珥藻 7. メロンラ *Melosira*, 8. ウロコケイソウ *Rhizosolenia* (原図)

図Ⅲ-1-112 代表的な珥藻の形態の三次元的表示

中谷茂 (1979) 植物プランクトンの利用, バイオマス変換と有機物生産, (社)日本能率協会: 4-6-1~4-6-17



Planktonic diatoms. a, *Asterionella japonica*, cells in a spiral colony formation showing chromatophores (length of one cell, 50-90 μ m); b, *Nitzschia seriata*, cells in chain formation (length of a cell, 90-100 μ m); c, *Thalassiostris gravida*, cells in chain formation with two auxospores (diameter, 20-60 μ m); d, *Rhizosolenia styliformis*, side view of two extremities of a cell (diameter, 40-100 μ m; length, up to 1.5 mm); e, *Rhizosolenia styliformis*, dorsal view of an extremity; f, *Chaetoceros diadema*, with two endospores (diameter of valve, 12-46 μ m); g, *Ditylum brightwellii*, cell after division with chromatophores (diameter, 28-46 μ m); h, *Biddulphia mobilis*, cells beginning to divide (length with spines 60-200 μ m); i, *Biddulphia mobilis* after forming auxospores showing chromatophores; j, *Skeletonema costatum*, cells in chain formation (diameter, 8-15 μ m); k, *Chaetoceros danicum*, cells in chain formation showing chromatophores (diameter of valve, 16-20 μ m); l, *Chaetoceros danicum*, cell in valve view (after Hendey, 1967).

図III-1-113 珪藻のいろいろ

表III-1-96 プランクトンと海水のC:N:P

RATIOS OF C:N:P IN PLANKTON AND SEA WATER

Source	By weight			By atoms		
	C	N	P	C	N	P
Redfield (1934) Plankton	53.2	8.2	1			
Redfield (1934) Seawater		8.0	1	20	1	
Cooper (1938a) Seawater		6.8	1	15	1	
Fleming (1940) Phytoplankton	42	7	1			
Fleming (1940) Zooplankton	40	7.4	1			
Fleming-Average: Plankton	41	7.2	1	106	16	1

表III-1-97 プランクトン成分の比較

RELATIVE COMPOSITION OF PLANKTON ORGANISMS

Element	Sea water	Diatoms	Peridinians	Copepods	Concentration factors (referred to carbon)		
					Diatoms	Peridinians	Copepods
C.....	100	100	100	100	1	1	1
N.....	0.5*	18.2	13.8	25.0	36	28	50
P.....	0.06*	2.7	1.7	2.2	54	34	44
Fe.....	0.07*	9.6	3.4	0.13	137	49	2
Ca.....	1420	12.5	2.7	0.66	0.01	0.002	0.0005
Si.....	0.4*	93.0	6.6	0.13	232	16	0.3

* Winter values, English Channel.
* Higher values, table 3b.

中谷茂 (1979) 植物プランクトンの利用, バイオマス変換と有機物生産, (社)日本能率協会: 4-6-1~4-6-17

表III-1-98 植物プランクトンの主な代謝産物組成

(PARSONS et al., 1961)

種類	細胞の体積 (μ^2)	炭分を除いた乾重量あたりの割合 (%)		
		タンパク質 ¹⁾	炭水化物 ²⁾	脂質 ³⁾
プランノ藻類				
<i>Tetraselmis maculata</i>	310	68	20	4
緑藻類				
<i>Dunaliella salina</i>	400	58	32	7
珪藻類				
<i>Skeletonema costatum</i>	1390	58	33	7
黄色梗毛藻類				
<i>Monochrysis lutheri</i>	28	53	34	13
渦鞭毛藻類				
<i>Amphidinium carteri</i>	740	36	39	23
<i>Exuviaella</i> sp.	780	35	42	17
藍藻類				
<i>Agmenellum quadruplicatum</i>	1.5	44	38	16

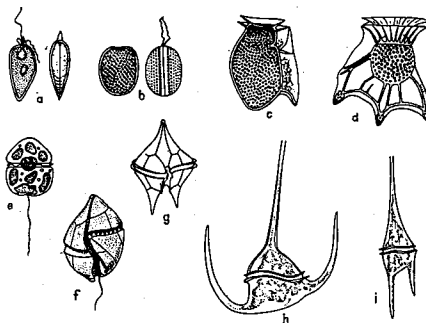
1) 窒素 (N) $\times 6.25$; 2) アンスロン反応; 3) けん化分析のみ

表III-1-99 単細胞藻類のアミノ酸組成

(COWEY & CORNER, 1966)

アミノ酸	生 物					カゼイン 全体 ¹⁾
	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	<i>Monochrysis lutheri</i>	<i>Cricosphaera elongata</i>	<i>Chlorella ellipsoidea</i>	
アスパラギン酸	7.92	7.05	6.13	6.52	5.7	7.1
スレオニン	4.22	3.71	3.59	3.23	3.6	4.9
セ リ ン	5.63	4.55	4.29	3.23	4.4	6.3
グルタミン酸	7.15	7.99	6.32	5.75	7.9	22.4
プロ リ ン	4.05	4.71	3.18	3.23	3.3	10.6
グリ シ ン	8.89	6.69	6.72	5.61	7.9	2.0
アラ ニ ン	7.03	7.08	8.25	5.74	6.2	3.2
バ リ ン	5.25	5.75	4.96	3.99	3.8	7.2
メチオニン	0.71	1.29	1.59	2.27	0.8	2.8
イソイソニン	4.14	3.33	2.91	2.04	2.4	6.1
ロ イ シ ン	5.94	5.70	6.67	5.47	5.1	9.2
チロ シ ン	1.51	1.80	2.19	2.55	2.1	6.3
フェニルアラニン	3.22	3.03	2.79	2.95	3.0	5.0
リ ジ ン	7.93	8.32	8.16	5.75	7.1	8.2
ヒスチジン	3.08	3.28	3.55	3.29	3.2	3.1
アルギニン	10.67	10.79	11.34	10.62	14.4	4.1
トリプトファン	—	—	1.74	0.98	2.1	1.7
シスチン× $\frac{1}{2}$	—	1.12	1.07	—	0.8	0.3
合 計	87.34	86.19	91.94	78.53	89.9	110.5

1) GORDON & WHITTIER, 1966 より; (—) は未報告を示す。



Planktonic Peridinia. a, *Prorocentrum micans* front and side views (30-40 μ m); b, *Exuviaella marina* front and side views (20-30 μ m); c, *Dinophysis Schroederi* (70 μ m); d, *Ornithocercus magnificus* (90 μ m); e, *Gymnodinium senficum* (10 μ m) dorsal view with granulated nucleus in the centre, five chromatophores and two flagella; f, *Gonyaulax* (50 μ m), ventral view showing two grooves and two flagella; g, *Peridinium oblongum* (100 μ m); h, *Ceratium tripos* (300 μ m); i, *Ceratium furca* (150 μ m). (After: Lebour, 1925, (a,b left); Schutt in Massuti & Margalef, 1950, (b right); Massuti & Margalef, 1950, (c,d); Ballantine, 1956, (e); Margalef, 1967 (f,g); Hardy, 1958 (h,i)).

図III-1-114 渦鞭毛藻のいろいろ

表Ⅲ-1-⑩ 3種の珪藻の脂質組成

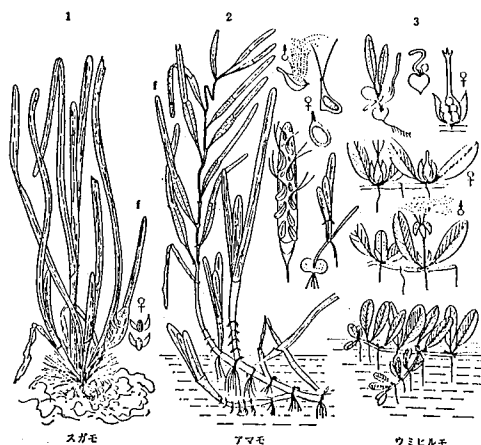
(重量%) (LEE et al., 1971)

	<i>Lauderia borealis</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
炭化水素	11	16	2
ロウエステル	0	0	0
トリグリセリド	16	14	12
ステロール	17	15	10
遊離脂肪酸	5	12	16
リン脂質	51	57	50
乾重量あたりの全脂質(%)	13.2	8.6	9.1

中谷茂(1979)植物プランクトンの利用, バイオマス変換と有機物生産, (社)日本能率協会: 4-6-1~4-6-17

⑥ 海 草

海 草 かいそう sea grass, marine phanerogam 海産の種子植物の総称。海中の植物はほとんどが花や種子をもたない下等な藻類に属するものであるが、顕花植物も少しはある。いずれも単子葉綱に属するもので、水中に出る緑色の葉、海底の表面あるいはその直下を縦横にはう茎、および根の3部からなる体制をもつ。成熟すると花を咲かせるが、陸上植物で見られるようなきれいな花ではなく、小形で目立たず、必要な雄しべ、



1. スガモ *Phyllospadix*, 1. 花枝, ♀. 果実, 2. アマモ *Zostera*, 1. 花枝, ♀. 雄花, ♂. 雄花, 種子発芽, 3. ウミヒルモ *Halophila*, ♀. ♂. 雌花と雄花 (異株), ♀. 雌花, 種子発芽

図Ⅲ-1-⑪ 海産顕花植物(海草)

雌しべだけからなる。花は、多数の花粉が糸状になり、水中を流れて雌しべの柱頭に達し、受精後にできる種子は米粒大のものがほとんどである。

世界中では8属約40種、日本周辺では7属15種あり、寒い北国の海岸よりも暖かい南国の海岸に種類も多く、よく繁茂する。寒海域ではスガモ^{*}、温海域ではアマモ^{*}、コアマモ *Zostera nana* Roth, 暖海域ではウミヒルモ *Halophila ovalis* Hook. f., リュウキュウスガモ *Thalassia hemprichii* Asch., ボウバアマモ *Cymodocea isoetifolia* Asch. などが代表的である。〈新崎盛敏〉

アマモ〔甘藻〕eelgrass/海草 *Zostera marina* L. 海産の種子植物。別名アジモ、また古名「藻塩草」「竜宮の乙姫の元結の切りはずし」ともよばれた。波静かな海岸、とくに内湾の砂泥質の海底に生える。多年生草。海底の表面下にある匍匐茎、ヒゲ根と、海底から直立して水中に出る葉片とからなる。匍匐茎は、太さ2~3mmの円柱状で多くの分枝を出し縦横に海底を走り、各節から上方に1枚の葉片を出し、下方に2束になるヒゲ根を出す。葉片は細長いリボン状で幅10mm内外、長さ1m以上になり、数条の平行葉脈をもつ。茎の頂部では節間短小で、数枚の葉が束状に出るが、節間の伸長につれて葉は離れ離れになり、老葉から枯死脱落する。冬~春に繁茂して、初夏まで生育する。晩春に、茎の先端がのびて花枝になり、各節から花葉を出す。花葉の基部に花托があり、雄花と雌花を開花し、米粒状の種子を生じ、その後は枯れて衰退する。花は葯、柱頭、子房だけからなり、花びらはない。太平洋、大西洋の温海沿岸に広く分布する。日本沿岸では北海道から九州南端まで広く分布する。

【利用】古くから人に親しまれた。田畑の肥料、製塩の時に海水を濃縮する材料にもされた。なおアマモが叢生するところにはエビの類や小形の魚類、幼魚が群生するので、沿岸水域資源の維持に重要な役割を果たしている。

⑦ 水生植物

(水生植物)

水中に生育する植物の総称。→挺水植物(ヨシ、ガマなど、茎の下部や根を水につけ岸近くで生育するもの)、→マングローブ(熱帯、亜熱帯の海岸の海水などにはえる常緑低～高木)、浮葉植物(ヒシ、トチカガミなど、水深1～2メートルにはえ葉を水面に浮かべるもの)、沈水植物(クロモ、エビモなど、2～10メートル付近で体全体を水につけているもの)、ウキクサなどの浮水植物、→藻類、植物プランクトンなどをすべて含む。一般に栄養塩類などは水中に溶存するものを体表面から吸収する。また根の発達は悪く、通気組織はよく発達しているものが多い。

(i)ホテイアオイ【布袋葵】 *Eichhornia crassipes* Solms-Laub. ミズアオイ科の多年草。ホテイソウともいう。熱帯または亜熱帯アメリカ原産の浮遊性の水草であるが、日本の暖地にも野生化している。ふつう、池や金魚鉢などに入れて観賞される。根は繊維状で藍色をおびる。葉は円形ないし卵形で平滑、葉柄は長く、基部近くはふくれて気嚢となる。夏に30cmほどの花茎を出し、短い穂状花序に多数の花をつける。花は漏斗状鐘形で径約3cm、花被は淡青紫色で6片に分かれ、上片は大きくて濃い斑紋があり、その中央に黄色の斑点がある。

水面に浮かしてもよいが、肥えた泥土で鉢値えにし、鉢を水中に沈めるとよく生育する。繁殖は匍枝を分ける。

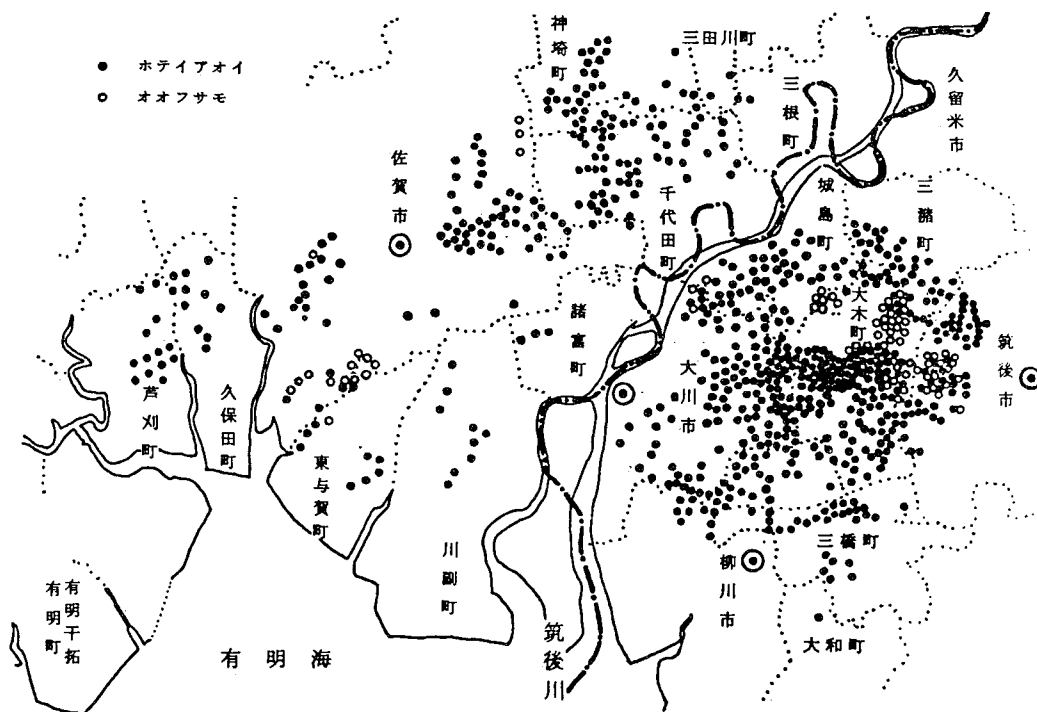
(ii)ウキクサ【浮草】 *Spirodela polyrrhiza* (L.) Scheid. ウキクサ科の一年草で単子葉植物。水田や池の水面に群生して浮かぶ。日本全域に産し、熱帯から温帯にかけて世界中に広く分布している。植物体は茎と葉の区別がなく、扁平な倒卵形の葉状体で長さ5～8mm、裏面は紫色をおび、ほぼ中央から長さ5～8mmの10本内外の根がぶら下がってつく。ふつう、根の着点の後側から、幼植物が分かれて無性的に繁殖する。8～9月、葉状体の後側方両側に小さくて目立たない袋状の包がまれに生じ、包の中には1個の雌花と2個の雄花から成る花序ができる。冬は円形の小さな冬芽をつくって、水底に沈んで越冬する。

ウキクサ科の植物は、いずれも淡水性で、小さな葉状体として生活している。花は単生で花被がなく、雄花は1個の雄しべだけ、雌花は1個の雌しべだけである。花の構造からみてサトイモ科のボタンウキクサに近縁であると考えられている。

ウキクサ科は世界に3属約25種が知られていて、日本には3属6種がある。ウキクサに似て葉状体が緑色で根が1本しか出ないアオウキクサ、葉状体が細長い楕円形で基部に長い柄があって互いに連結するヒンジモ、葉状体の長径が0.5mmほどしかない微細なもので根もできないミジンコウキクサなどはふつうに見られる種類である。アカウキクサやオオアカウキクサは、水生のシダ植物であって、種子植物ではない。

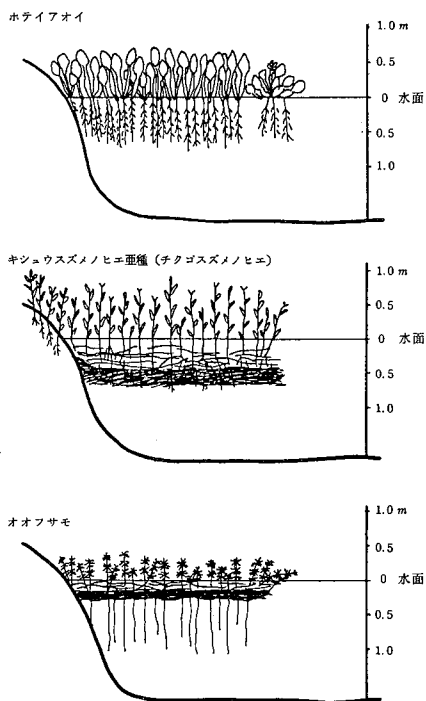
(iii)アカウキクサ シダ植物アカウキクサ科の多年生草本。本州の南西部、四国、九州に分布。池、沼、水田などの水面に浮かぶ水草で、密に繁殖して水面を真赤にする。分枝した茎にヒノキの葉のように小さい葉が密生する。葉は背と腹に分かれ、基部に大小各1個の孢子嚢果をつける。

(iv)サンショウモ【山椒藻】 *Salvinia natans* All. サンショウモ科の一年生水生シダ。各地の水田や池沼に浮かび、群生する。全長7～10cm、多少分枝をする。葉は茎から3枚輪生し、そのうち2枚は水面に浮かび、1枚は水中に沈み、細かく分枝して、一見して根のようである。この沈水葉の基部に嚢果をつけ、その中に孢子嚢をつくる。根はなく、孢子に大小2型がある。名は水面に浮かんだ葉を、サンショウの葉に見たてたものの。



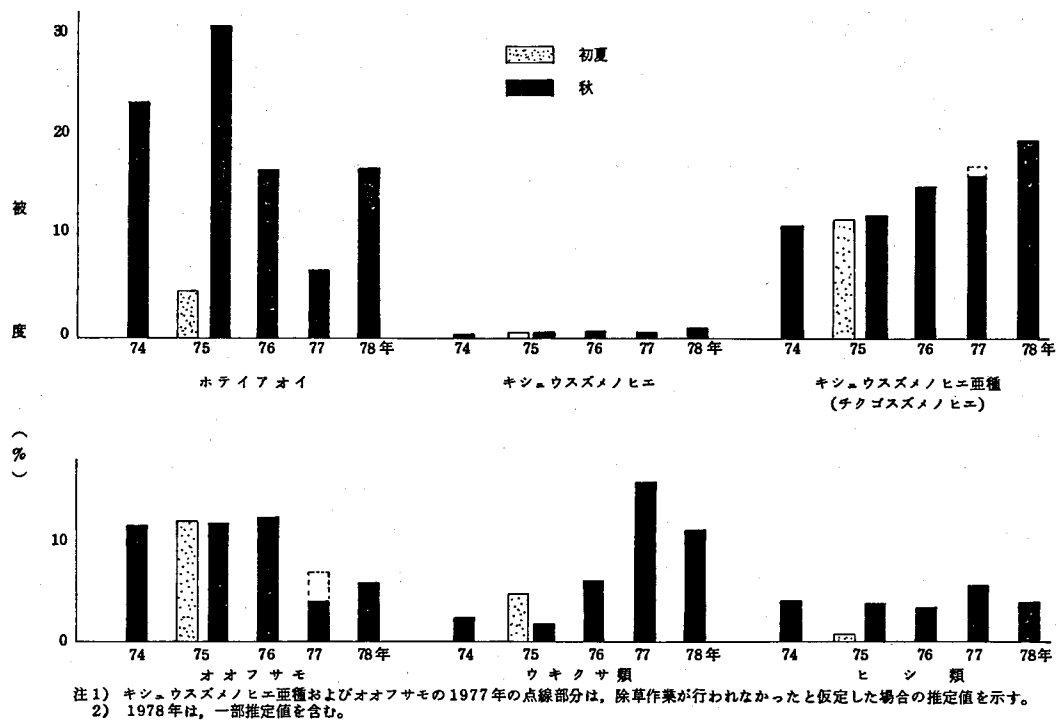
図Ⅲ-1-⑪⑥ ホテイアオイおよびオオフサモの分布 (1974年秋期調査)

筑後川下流農業水利事業クリーク水路施工方式検討専門委員会 (1980) 筑後川下流域のクリークにおける水生雑草の生態および防除: 1~49



図Ⅲ-1-⑪⑦ 主要水生雑草のクリークにおける生育の模式図

筑後川下流農業水利事業クリーク水路施工方式検討専門委員会 (1980) 筑後川下流域のクリークにおける水生雑草の生態および防除: 1~49



図Ⅲ-1-18 主調査地域のクリークにおける主要水生雑草の被度の変遷

筑後川下流農業水利事業クリーク水路施工方式検討専門委員会（1980）筑後川下流域のクリークにおける水生雑草の生態および防除：1～49

表Ⅲ-1-101 ホテイアオイおよび沈水雑草のクロモにおける成分比較

成分	乾物重当たり%	
	ホテイアオイ	クロモ
粗タンパク	16%	18%
セロロース	28	33
可溶性炭水化物	8	7
灰分	17	27
エーテル抽出物	3.5	3.5
リン酸	0.4	0.3
カルシウム	1.0	4.4
マグネシウム	1.0	0.9
カリウム	4.4	2.9
乾物重/生体重	6%	8%

Frank (1976)

表Ⅲ-1-102 ホテイアオイおよび沈水雑草のクロモにおける圧縮、脱水後の成分比較

成分	風乾重当たり%	
	ホテイアオイ	クロモ
水分	11 ~ 16%	10 ~ 12%
乾物重	84 ~ 89	87 ~ 90
灰分	5 ~ 8	10 ~ 19
粗タンパク	5 ~ 8	8 ~ 11
粗セルロース	16 ~ 18	13 ~ 16

Frank (1976)

2. 廃棄物及び未利用資源の特性

(1) 農産系

表Ⅲ-2-① 作物の残渣率

作物			地上部生産物中 (%)
稲	ワ	ラ	50
	モミ	ガラ	8.5
	米ヌ	カ	2.5
	屑	米	1.5
	(玄)	米	37.5)
トウモロコシ	科		18
	葉	身	15
	穂軸 + 包	葉	15
	雄	穂	1
	(穀)	粒	51)
大豆	莖	葉	26
	莢	殻	11
	(粒)		63)
大麦	莖	葉	37
	(穂)		63)
サイツマモ	莖 葉 と 根		32
	(塊)	根	68)
サゴヤシ	bark		26
	leaves		23
	other d.m		4
	(starch		47)
	pith		51)

作物			地上部生産物中 (%)
サトウキビ	梢 頭 部		9
	葉		25
	根	株	17
	バ	ガス	11
	ケ	キ	2
	(ケーンジュース		36)
キャッサバ	莖	葉	35
	澱	粉 粕	35
	(澱	粉	30)
バナナ	莖	葉	60
	廃棄	バナナ	16
	(バナナ	房	24)
ココヤシ	中	果皮	42
		殻	9
	汁	液	17
		仁	3
	(ヤシ油	粕	11)
	(コブラ	(油)	18)
オイルパーム	空果房	せんい	80
	バーム	油 粕	
	核	殻	
	カーネル	粕	
	バーム油	スラッジ	
	(バーム	油	20)
食用カンナ	莖	葉	66
	(塊)	莖	34)

熱帯農業, 熱帯農業研究会 (1958)

作物の光合成と生態, 村田吉男ほか (1976)

国際的な農業資源開発の可能性, 資源協会などより作成 (1978).

表Ⅲ-2-② 農産物の地上部残渣のエネルギー生産量(1975年度)

	収穫量 ×10 ⁴ t	地上部残渣・ 廃棄物量 ×10 ⁴ t	単位当り 熱量 Kcal/t	エネルギー 生産量 10 ⁷ Kcal
米	1,316.5	2,004.8	3,450 ^{×10³}	6,916,560
麦類	46.2	69.3	2,030 "	140,679
いも類	467.9	467.9	300 "	140,370
だいず	12.6	18.9	2,270 "	42,903
テンサイ	322.8	322.8	300 "	96,840
野菜類	14,554.1	8,150.3	300 "	2,445,090
果実類	660.6	990.9	340 "	336,906
牧草	25,368	50.7	560 "	28,392
飼料作物	572.4	114.5	440 "	50,380
根菜類	61.9	12.4	300 "	3,720
合計				10,201,843

食糧需給の長期展望

電力中央研究所報告：研究報告Z 07

キーワード：長期食糧見通し、農業政策、食糧自給率、農業技術、農地・農業用水、省エネルギー農業、生物エネルギー
長期電力需給問題研究会
産業調査第二専門部会

表Ⅲ-2-③ 未利用飼料資源とその栄養的価値(組成%表示)

品名	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	可溶性 無窒素物	粗灰分	可消化成分		その他
							DCP	TDN	
マメ科野草(乾草)	13.5	12.3	—	—	—	—	6.0	46.5	
スーダン・グラス(青刈)	82.4	1.8	—	—	—	—	1.3	11.8	
葛 茎 葉	69.4	5.5	1.0	8.3	13.6	2.2	4.2	19.9	
ギニア・グラス	76.43	2.44	0.53	7.45	10.41	2.75	—	—	
テオシント	82.41	1.50	0.24	4.84	9.95	1.07	—	—	
ジョンソン・グラス	73.00	3.15	0.69	7.63	12.77	2.76	—	—	
ササキビ(青刈)	84.53	2.00	0.27	4.82	6.09	2.30	—	—	S 5.0
" (乾草)	12.13	11.94	1.51	27.36	33.58	13.48	—	—	S 26.6
ケーン・トップ(青刈)	74.3	1.3	0.4	8.4	12.3	3.3	0.6	12.5	
" (乾草)	7.14	6.09	2.76	29.92	47.36	6.73	4.22	72.70	
バ ガ ス	8.2	1.2	0.4	4.67	41.0	2.5	0	20.5	
キャッサバ葉	11.46	25.69	3.85	9.66	43.46	5.8	—	—	
バナッパル・トップ	84.0	1.6	0.5	3.7	8.7	1.5	0.9	8.4	
バナッパル粕	11.4	4.2	1.6	18.4	61.8	2.6	0.8	63.8	
コア・シール	4.9	15.4	3.0	16.5	49.9	10.3	4.2	47.0	
トウモロコシ芯	9.6	2.3	0.4	32.1	54.0	1.6	0	45.7	
キャッサバ塊根	64.0	0.98	—	1.28	—	1.16	—	—	E0.99 H10.71
" (サイレージ)	59.0	0.68	—	1.57	—	1.57	—	—	E0.23 H 9.40
マメ科サイレージ	73.2	2.6	—	—	—	—	2.10	16.3	
トウモロコシサイレージ	91.8	1.2	—	—	—	—	0.50	10.6	
稲 ワ ラ	7.5	3.9	1.4	33.5	39.2	14.5	0.6	41.5	
剪 ガ ラ	8.0	3.0	0.8	40.7	28.4	19.1	0.1	9.9	
アルファルファ葉	10.6	22.2	2.8	13.9	40.6	9.9	17.3	57.7	
バーム核油粕	8.6	19.2	6.7	11.7	49.3	8.9	15.4	76.5	
バーム・スラッジ	—	9.55	—	11.45	46.56	11.11	—	—	E 21.33
オイル・バームケーキ	—	19.00	—	16.04	58.68	4.24	—	—	E 20.4
糖 蜜	26.0	2.9	—	—	—	—	0	54.0	
アルコール発酵粕	8.0	20.5	—	—	—	—	9.5	54.5	
タピオカ・チップ	5.4	2.8	0.5	5.0	84.1	2.0	0.1	75.0	
ア ム バ ス	13.2	0.9	0.7	4.6	78.8	1.8	0	70.4	
キャッサバ塊根	67.4	1.1	0.3	1.4	28.8	1.0	0	25.7	
コブラミール(圧搾)	7.0	21.2	6.7	11.2	47.4	6.5	18.0	77.1	
" (抽出)	8.9	21.4	2.4	13.3	47.4	6.6	18.2	68.6	
ココナツ・ケーキ	—	18.31	—	13.04	56.75	4.48	—	—	E 7.42
ココア・ミール	4.0	24.3	17.1	5.1	43.7	5.8	9.0	60.7	
大豆油粕	9.0	44.0	4.9	5.9	30.0	6.2	37.0	77.9	
棉実油粕	7.4	42.1	6.1	10.5	28.3	5.6	33.7	72.3	
糖蜜アルコール廃液									
(乾燥バルブ)	11.94	8.30	0.52	—	56.68	4.66	—	—	
(乾燥コセット)	12.35	4.21	0.36	4.22	75.20	3.66	—	—	

注) Eはエーテル抽出物 Sはデンプン価

HはHCN(青酸含量)100g中のmg

DCPは可消化蛋白質, TDNは可消化養分総量。

熱帯農業学会, 台湾農業試験所資料による

稲わらは廃物化しており、肥料用は、堆肥として有効利用するものというよりは、ほ場へ切断散布するものが大勢となり、廃却に相応するものと評価もできる。焼却その他を合わせると62%を占めているのである。表はその年次別生産量を示すものである。

表Ⅲ-2-④ 稲わら生産量

年次	水稲作付面積	稲わら生産量	10a当り稲わら量
年	万ha	万トン	kg
1960	330.8	1,753	5,312
65	325.5	1,725	5,299
70	292.3	1,549	5,299
72	264.0	1,399	5,299
74	244.0	1,293	5,299
75	276.4	1,464	5,299
76	277.9	1,311	4,716

(注) 35～49年は農林省畜産局資料。

昭和50年は10ha当り稲わら量を前年と同じとして推計。

51年は米の収量が前年比11%減収したので稲わらも同じ減収として推計した。

表Ⅲ-2-⑤ 稲わら、もみがらの飼料成分

種類	一般成分(原物中%)						飼料価値(乾物中%)	
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
稲わら	13.0	4.3	1.7	37.3	28.9	14.9	1.3	43.4
コンバイン刈取わら	22.3	4.5	1.8	33.5	26.0	11.9	0.6	37.8
もみがら	9.5	2.8	0.9	29.2	39.8	17.8	0.3	14.0

表Ⅲ-2-⑥ いねわらともみがらの飼料価値の比較(単位:%)

区分	いねわら		もみがら	
	組成	可消化養分	組成	可消化養分
水分	13.2	—	10.0	—
粗蛋白質	5.5	2.5	3.7	0.4
粗脂肪	2.2	1.0	1.4	0.9
可溶無窒素物	33.5	10.7	32.3	11.3
粗繊維	35.3	20.1	38.1	0.4
粗灰分	10.3	—	14.5	—
可消化純蛋白質	1.2		0.1	
穀粉価	13.0		2.5	
有効率	50.0		19.0	

(注) 斉藤道雄「飼料学」上巻、朝倉書店、434-483, 7, 1948.

表Ⅲ-2-⑦ もみがらの栄養組成

(単位:%)

測定者	注記	測定年	水分	灰分	蛋白質	脂肪	繊維	可溶無窒素物
Auriol	ベトナム	—	10.23	18.32	1.94	0.52	39.39	29.60
Fraps	平均値	1916	8.49	18.59	3.56	0.93	39.05	29.38
Grist	—	1959	9.02	17.14	3.27	1.18	35.68	33.71
Joachim	セイロン	1928	11.35	17.43	3.90	1.26	40.22	25.83
Morse	カリフォルニア	1965	7.08	25.51	2.37	0.24	42.23	—
Reed	平均値	1917	7.91	19.54	2.66	0.80	41.29	18.58
Ross	—	1889	8.27	13.85	2.89	0.85	38.15	34.99

表Ⅲ-2-⑧ もみがらの灰分の組成

(単位:%)

測定者	測定年	SiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	MnO ₂	SO ₃
Beagle	1965	95.00	0.70	0.015	—	—	0.09	—	0.08	0.50	—
Borasio	1929	94.23	2.27	0.12	0.39	2.22	0.53	0.24	—	—	—
Fraps	1916	96.97	0.57	0.12	—	0.58	—	0.57	—	—	—
Jones	1954	96.50	0.25	0.25	0.40	1.00	—	0.30	—	—	1.00

表Ⅲ-2-⑨ 地域別もみがらの処理状況 (上段:千t, 下段()内:%)

地 方 別	北 海 道	東 北	関 東	北 陸	東 海	近 畿	中 四 国	九 州
廃 棄	18.2 (10)	86.0 (10)	42.5 (7)	66.4 (16)	79.4 (46)	10.3 (4)	17.7 (4)	5.3 (1)
焼 却 (くん炭含む)	70.7 (37)	318.9 (37)	196.6 (33)	301.1 (74)	41.1 (24)	148.8 (61)	244.9 (59)	246.2 (59)
床土代替資材	5.6 (3)	9.3 (1)	23.9 (4)	3.6 (1)	4.4 (3)	7.1 (1)	5.1 (1)	1.1 (0)
敷 わ ら	13.6 (7)	94.2 (11)	25.6 (4)	1.3 (0)	15.8 (9)	55.0 (23)	24.2 (6)	79.2 (19)
マ ル チ	0.7 (0)	44.6 (5)	26.0 (4)	5.2 (1)	3.0 (2)	4.6 (2)	11.4 (3)	28.1 (7)
加 工 (ボード等)	0.8 (0)	0.8 (0)	22.4 (4)	0.5 (0)	1.1 (1)	0 (0)	2.3 (1)	0 (0)
堆 肥	64.5 (34)	227.2 (27)	191.0 (32)	24.8 (6)	10.6 (6)	13.8 (6)	51.7 (12)	39.8 (9)
そ の 他	16.1 (9)	71.7 (9)	62.4 (12)	5.5 (1)	16.2 (9)	8.0 (3)	55.7 (14)	20.8 (5)
計	190.1 (100.0)	853.3 (100.0)	590.4 (100.0)	408.3 (100.0)	171.9 (100.0)	242.2 (100.0)	412.9 (100.0)	420.5 (100.0)

清水 浩(1980)もみがらの熱源としての利用, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム: 488~510

表Ⅲ-2-⑨はもみがらの処理状況を地方別に示したものである。

表Ⅲ-2-⑪ もみがらの処理状況(1975年度産)(上段:千t, 下段()内:%)

表Ⅲ-2-⑩ 水稻わらの利用

地 域	水稻作 付面積	わ ら 生産量	わ ら の 利 用				
			肥料用	敷料	加工	飼料	焼却 その他
北 海 道	ha 145	千t 1,000	(71)	% (10)	% (11)	% (4)	% (4)
東 北 6 県	593	3,000	1,300千t (45)%	(12)	(11)	(11)	(22)
北 陸 4 県	316	1,600	940 (59)	(1)	(12)	(5)	(23)
関東東山 9 県	488	2,300	710 (31)	(9)	(16)	(19)	(25)
東海近畿 9 県	329	1,800	250 (14)	(7)	(6)	(15)	(60)
中 国 5 県	297	970	250 (26)	(20)	(7)	(30)	(17)
四 国 4 県	102	500	230 (46)	(13)	(10)	(23)	(8)
九 州 7 県	351	1,800	630 (36)	(12)	(13)	(23)	(16)
都府県合計	2,620	12,000	4,360 (36)	(10)	(11)	(16)	(26)

(注) 日本農業機械化研究所「水稻機械収穫わら利用」資料, 50年10月, 北海道は日本農業機械化研究所調べによる(49年)。

処理方法	個 人	処 理 量			計
		共 同	乾 設	施 設	
		R C	C E	小 計	
廃 棄	302.9 (10.0)	16.2 (7.8)	9.5 (18.3)	25.7 (9.9)	328.7 (10.0)
焼 却 (くん炭含む)	1,449.5 (47.8)	94.4 (45.3)	23.1 (44.2)	17.5 (44.7)	1,567.0 (47.6)
床土代替資材	51.4 (1.7)	3.1 (1.5)	0.2 (0.3)	3.3 (1.6)	54.6 (1.7)
敷 わ ら	285.6 (9.4)	19.3 (9.2)	4.0 (7.6)	23.2 (8.9)	308.9 (9.4)
マ ル チ	117.7 (3.9)	4.8 (2.3)	1.1 (2.2)	6.0 (2.3)	123.6 (3.8)
加 工 (ボード等)	23.3 (0.8)	3.9 (1.9)	0.7 (1.3)	4.5 (1.7)	27.9 (0.8)
堆 肥	593.3 (19.6)	28.6 (13.7)	1.8 (3.5)	30.5 (11.7)	623.8 (18.9)
そ の 他	206.4 (6.8)	38.1 (18.3)	11.8 (22.6)	50.0 (19.2)	256.4 (7.8)
計	3,030.3 (100.0)	208.4 (100.0)	52.3 (100.0)	260.7 (100.0)	3,290.9 (100.0)

(注) その他には暗きよ等を含む RC: ライスセンター CE: カントリーエレベーター

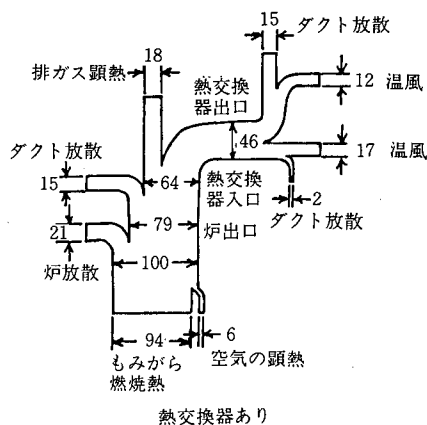
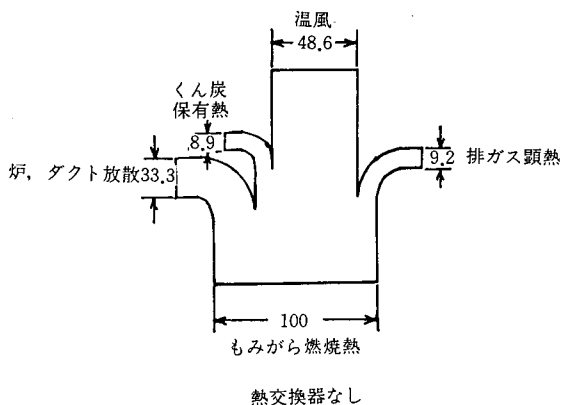


図 III - 2 - ① もみがらの燃焼炉の熱精算 (図中の数字は%)

梅田重夫 (1980) わが国の小規模エネルギーの適合理化技術の開発, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム ; 共 22~42

表 III - 2 - ⑫ もみがらの利用状況

(単位:千t,%) 1975

処理方法	個 人	割合%	共同施設	割合%	計	割合%
焼 却	1,449.5	47.8	117.5	47.7	1,567	47.6
堆 肥	593	19.6	31	11.7	624	18.9
廃 棄	303	10.	26	9.9	329	10
敷 料	286	9.4	23	8.9	309	9.4
そ の 他	388.8	13.2	63.1	21.8	461.9	14.1
計	3,030.3	100	260.6	100	3,290.9	100

農林水産省, 食品流通局

(註) その他には, マルチ床土代替資材(123.6), 加工(ボード), 暗渠の充填材などを含む。

鍛冶練蔵 (1980) バイオマスの農業施設への利用技術, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム ; 328~353

表 III - 2 - ⑬ わら類の消化率の変化

(単位:%)

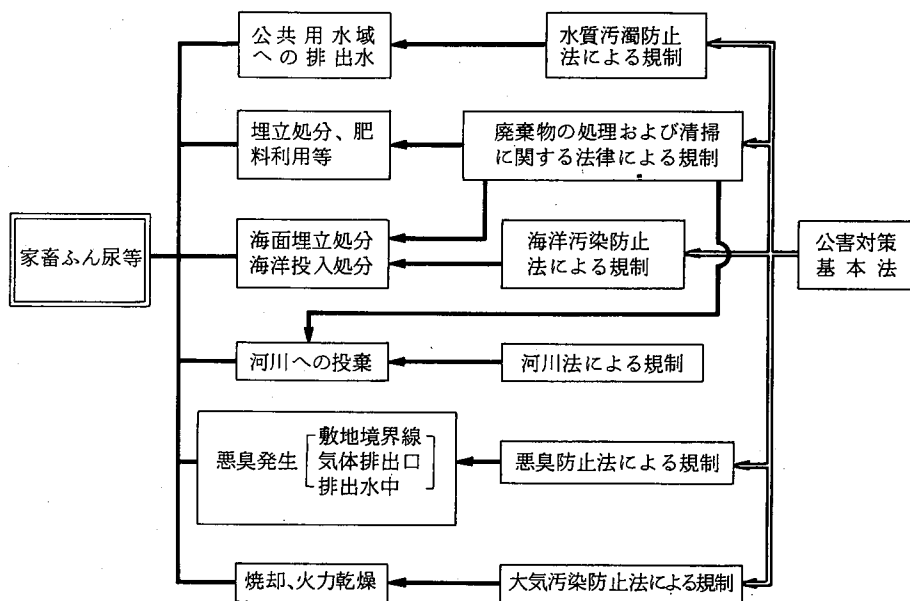
わらの種類	対象(%)	蒸 気 処 理		苛性ソーダ処理	
		%	向上率(%)	%	向上率(%)
ライグラス	40	49	123	76	190
大 麦	37	56	151	83	224
小 麦	37	47	127	75	203
稲	34	43	126	61	179

アメリカ農務省農業試験場西部地区研究所

表 III - 2 - ⑭ 主要野菜屑の飼料成分

種 類	一般成分 (原物中%)						飼 料 価 値 (乾物中%)	
	水 分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
ダイコン葉	89.5	2.6	0.4	4.8	1.1	1.6	21.9	80.0
カブ葉	89.9	2.1	0.3	4.9	1.2	1.6	15.8	65.3
ニンジン葉	83.2	3.0	0.6	8.3	2.2	2.7	11.9	60.0
ハクサイ外葉	94.7	1.4	0.1	2.5	0.5	0.8	18.9	67.9
ブロッコリー外葉	83.4	3.3	0.7	9.2	2.4	1.0	13.9	77.4
キャベツ外葉	91.2	1.7	0.3	4.6	0.9	1.3	13.6	70.5

(2) 畜産系



図Ⅲ-2-② 畜産公害関係法則制の体系¹²⁾

図Ⅲ-2-⑬日本の家畜は米の生産量よりも多い
配合飼料を消費しているが、それら飼料消費量を
基礎にして、家畜・家さんの排泄物量を試算した。

表Ⅲ-2-⑬ 家畜・家さんの排泄物量の試算

区 分	1977 年の実績				1985 年の見通し				
	頭羽数	年 間 ふん量	年 間 尿 量	年間ふん 尿合計	頭羽数	年 間 ふん量	年間尿量	年間ふん 尿 合 計	85/77 年 の増加率
乳 用 牛	千頭 1,888	千 t 18,609	千 t 3,989	千 t 22,598	千頭 2,567	千 t 25,302	千 t 5,424	千 t 30,726	% 141.0
肉 用 牛	1,987	10,460	2,415	12,875	3,305	17,121	3,953	21,074	186.1
豚	8,132 千羽	5,580	6,541	12,121	11,790 千羽	8,088	9,480	17,568	164.5
採 卵 鶏	120,810	6,062	—	6,062	192,004	9,641	—	9,641	116.1
ブロイラー	103,330	2,835	—	2,835	102,550	2,813	—	2,813	149.3
合 計	—	43,546	12,945	56,491	—	62,965	18,857	81,822	—

羽賀清典(1980)家畜ふん尿のメタンガス生産方式と利用, 施設農業への新エネルギー
利用, ㈱フジノシステム ; 354~381

未利用のバイオマスとしては、家畜ふん尿の地位が大きく、Ⅲ-2-⑯はその1972年の実績推定値と、1985年における増加推定値とを示している。

表Ⅲ-2-⑯ 畜産物の需要と生産の長期見通しと家畜排泄物量の試算

	1972年の実績				1985年の見通し				
	頭羽数	年間 ふん量	年間 尿量	ふん尿 計	頭羽数	60/47 増加率	ふん尿	尿量	ふん尿 計
乳用牛	千頭 1,821	千トン 17,945	千トン 3,847	千トン 21,792	千頭 2,567	% 141.0	千トン 25,302	千トン 5,424	千トン 30,726
肉用牛	1,743	9,200	2,124	11,324	3,305	186.1	17,121	3,953	21,074
豚	7,168	4,917	5,763	10,680	11,790	164.5	8,088	9,480	17,568
卵用鶏	千羽 165,529	8,304	—	8,304	千羽 192,204	116.1	9,641	—	9,641
ブロイラー	68,650	1,884	—	1,884	102,550	149.3	2,813	—	2,813
合計	—	42,250	11,734	53,984	—	—	62,965	18,857	81,822

(注) 楢垣繁光：畜産経営における家畜排泄物の処理(1)，農業および園芸，30(1)，1976。

表Ⅲ-2-⑰ 畜種別の新鮮ふん・尿の理化学的性状

畜種	豚						牛		馬		鶏
	飼料		残飯		ちゅう芥		配合飼料		混播牧草		養鶏飼料
項目	ふん	尿	ふん	尿	ふん	尿	ふん	尿	ふん	尿	ふん
色相	暗いオリーブ	淡黄色	灰黄色	黄褐色	鶯茶色	黄褐色	緑灰色	黄濁色	緑灰色	黄濁褐	鶯白斑褐
水分 (%)	75.8	99.5	78.2	99.7	70.5	95.5	86.2	94.2	72.1	91.6	77.5
pH	7.5	8.7	8.1	7.7	7.2	8.0	7.0	8.3	6.8	8.1	6.36
浮遊物 (ppm)	188,000	3,000	173,000	3,500	223,000	4,500	119,900	5,000	199,000	4,600	132,800
BOD (ppm)	89,311	1,216	53,113	3,112	62,749	5,114	24,442	3,998	2,475	5,580	65,440
COD(100℃10分) (ppm)	50,127	1,386	38,213	2,566	35,030	9,297	19,600	5,997	24,500	8,270	45,000
全窒素 (ppm)	5,366	1,263	3,844	2,507	4,664	7,780	9,430	8,344	3,140	8,880	14,600
アンモニア性窒素 (ppm)	385	888	486	275	426	1,082	2,086	320	440	621	1,150
アルブミノイド窒素 (ppm)	1,286	81	1,165	446	761	967	812	1,710	2,640	2,356	2,900
ヨード消費量 (ppm)	8,478	564	7,234	824	6,734	4,175	4,315	7,589	5,026	1,602	6,595
塩素イオン (ppm)	1,453	2,042	1,530	775	1,695	1,344	2,191	5,167	1,792	3,378	544
P ₂ O ₅ (%)	1.33	0.003	1.22	0.019	1.68	0.15	0.44	0.004	0.37	0.003	4.52
K ₂ O (%)	0.71	0.052	0.19	0.18	0.14	0.33	0.15	1.89	0.41	1.34	2.41
蒸発残留物 (%)	24.2	0.51	21.8	1.32	29.5	4.51	13.8	5.8	27.9	8.4	22.5
強熱減量 (%)	22.5	0.18	17.5	1.07	24.2	3.26	11.2	3.92	23.16	21.4	15.88

(注) 各畜種ともに同一飼料で飼養している3飼養場の排ふん尿の平均値である。

表Ⅲ-2-⑱ 家畜ふん尿排泄量生重量

区 分	体重(kg)	1日1頭羽当り			1年間1頭羽当り		
		ふ ん 量	尿 量	ふん尿合計	ふ ん 量	尿 量	ふん尿合計
		kg	kg	kg	t	t	t
搾 乳 牛	500~600 (550)	30~50 (40.0)	15~25 (20.0)	45~75 (60.0)	14.6	7.3	21.9
成 牛	400~600 (500)	20~35 (27.5)	10~17 (13.5)	30~52 (41.0)	10.6	4.9	15.5
育 成 牛	200~300 (250)	10~20 (15.0)	5~10 (7.5)	15~30 (22.5)	5.5	2.7	8.2
子 牛	100~200 (150)	3~7 (5.0)	2~5 (3.5)	5~12 (8.5)	1.8	1.3	3.1
肉 豚	90	2.3~3.2 (2.7)	3.0~7.0 (5.0)	5.3~10.2 (7.7)	1.0	1.8	2.8
“ 大							
“ 中	60	1.9~2.7 (2.3)	2.0~5.0 (3.5)	3.9~7.7 (5.8)	0.8	1.3	2.1
“ 小	30	1.1~1.6 (1.3)	1.0~3.0 (2.0)	2.1~4.6 (3.3)	0.5	0.7	1.2
繁 殖 豚	160~300 (230)	2.1~2.8 (2.4)	4.0~7.0 (5.5)	6.1~9.8 (7.9)	0.9	2.0	2.9
“ 雌							
授 乳 期	—	2.2~4.2 (3.3)	4.0~7.0 (5.5)	6.5~11.2 (8.8)	1.2	2.0	3.2
“ 雄	200~300 (250)	2.0~3.0 (2.5)	4.0~7.0 (5.5)	6.0~10.0 (8.0)	0.9	2.0	2.9
産 卵 鶏	1.4~1.8 (1.6)	0.14~0.16 (0.15)		0.14~0.16 (0.15)	55 kg		55 kg
ブロイラー	0.04~2.8 (1.4)	(0.13)		(0.13)	10週齢まで9.0 kg		

(注) () 内は平均的な数値を示す。

羽賀清典(1980)家畜ふん尿のメタンガス生産方式と利用, 施設農業への新エネルギー利用, 憐フジノシステム ; 354~381

表Ⅲ-2-⑱ 家畜ふん尿の排泄量(生産量)

区 分	体 重 (kg)	1 日 1 頭 羽 当 り			1 年 間 1 頭 羽 当 り		
		ふ ん 量	尿 量	ふん尿合計	ふん量	尿 量	ふん尿合計
		kg	kg	kg	t	t	t
搾 乳 牛	500~600 (550)	30~50 (40.0)	15~25 (20.0)	45~75 (60.0)	14.6	7.3	21.9
成 牛	400~600 (500)	20~35 (27.5)	10~17 (13.5)	30~52 (41.0)	10.6	4.9	15.5
育 成 牛	200~300 (250)	10~20 (15.0)	5~10 (7.5)	15~30 (22.5)	5.5	2.7	8.2
子 牛	100~200 (150)	3~7 (5.0)	2~5 (3.5)	5~12 (8.5)	1.8	1.3	3.1
肉 豚	90	2.3~3.2 (2.7)	3.0~7.0 (3.5)	5.3~10.2 (7.7)	1.0	1.8	2.8
〃 中	60	1.9~2.7 (2.3)	2.0~5.0 (2.0)	3.9~7.7 (5.8)	0.8	1.3	2.1
〃 小	30	1.1~1.6 (1.3)	1.0~3.0 (5.5)	2.1~4.6 (3.3)	0.5	0.7	1.2
繁 殖 豚 雌	160~300 (230)	2.1~2.8 (2.4)	4.0~7.0 (5.5)	6.1~9.8 (7.9)	0.9	2.0	2.9
〃 授 乳 期	-	2.5~4.2 (3.3)	4.0~7.0 (5.5)	6.5~11.2 (8.8)	1.2	2.0	3.2
〃 雄	200~300 (250)	2.0~3.0 (2.5)	4.0~7.0 (5.5)	6.0~10.0 (8.0)	0.9	2.0	2.9
産 卵 鶏	1.4~1.8 (1.6)	0.14~0.16 (0.15)		0.14~0.16 (0.15)	55 kg		55 kg
ブロイラー	0.04~2.8 (1.4)	(0.13)		(0.13)	10週齢まで9.0 kg		

備考：()内は平均的な数値を示す。

注) 出典：家畜排せつ物の処理・利用の手引，中央畜産会(1977)。

財電力中央研究所生物環境技術研究所(1980)バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1~30

表Ⅲ-2-⑳ 家畜ふん尿からのメタンガス発生量

項 目		乳 牛	肉 牛	豚	鶏
ふ ん 尿 排 泄 量 kg/日		38.49	26.33	3.0	0.118
固 形 物 量 kg/日		4.81	3.36	0.432	0.035
有 機 物 量 kg/日		3.95	2.68	0.354	0.026
消化効率(有機物当たり)%		35.0	50.0	55.0	65.0
ガス生産量	m ³ /投入有機物(kg)/日	0.291	0.415	0.453	0.533
	m ³ /animal/日	1.16	1.12	0.16	0.014
メ タ ン 含 量 %		60-80	60-80	55-75	60-80

出典：メタンガス利用開発の現状，農林水産情報協会(1979)。

財電力中央研究所生物環境技術研究所(1980)バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1~30

表Ⅲ-2-② 家畜ふん尿排せつ量(生重量)

区 分	体 重(Kg)	1 日 1 頭 羽 当 り			1 年 間 1 頭 羽 当 り		
		ふ ん 量	尿 量	ふん尿合計	ふ ん 量	尿 量	ふん尿合計
搾乳牛	500~600 (550)	Kg 30~50 (40.0)	Kg 15~25 (20.0)	Kg 45~75 (60.0)	t 14.6	t 7.3	t 21.9
成 牛	400~600 (500)	20~35 (27.5)	10~17 (13.5)	30~52 (41.0)	10.6	4.9	15.5
育成牛	200~300 (250)	10~20 (15.0)	5~10 (7.5)	15~30 (22.5)	5.5	2.7	8.2
子 牛	100~200 (150)	3~ 7 (5.0)	2~ 5 (3.5)	5~12 (8.5)	1.8	1.3	3.1
肉 豚 大	90	2.3~3.2 (2.7)	3.0~7.0 (5.0)	5.3~10.2 (7.7)	1.0	1.8	2.8
〃 中	60	1.9~2.7 (2.3)	2.0~5.0 (3.5)	3.9~7.7 (5.8)	0.8	1.3	2.1
〃 小	30	1.1~1.6 (1.3)	1.0~3.0 (2.0)	2.1~4.6 (3.3)	0.5	0.7	1.2
繁殖豚 雌	160~300 (230)	2.1~2.8 (2.4)	4.0~7.0 (5.5)	6.1~9.8 (7.9)	0.9	2.0	2.9
〃 授乳期	—	2.5~4.2 (3.3)	4.0~7.0 (5.5)	6.5~11.2 (8.8)	1.2	2.0	3.2
〃 雄	200~300 (250)	2.0~3.0 (2.5)	4.0~7.0 (5.5)	6.0~10.0 (8.0)	0.9	2.0	2.9
産卵鶏	1.4~1.8 (1.6)	0.14~0.16 (0.15)		0.14~0.16 (0.15)	55 Kg		55 Kg
ブロイラー	0.04~2.8 (1.4)	(0.13)		(0.13)	1 0 週齢まで9.0 Kg		

備考: ()は平均的な数値を示す。

家畜排せつ物の処理・利用の手引き, 昭和53年2月, 畜産局

表Ⅲ-2-② 家畜ふんの元素組成(%乾物当り)

元素名 家畜別		C	H	N	S
鶏	ひ な	34.89	5.21	9.90	—
	成 鶏	34.49	4.71	9.55	0.31
豚	子 豚	34.49	5.49	3.22	—
	種 豚	38.30	6.25	8.36	0.29
牛	搾乳牛	38.90	6.20	2.05	—
	乾乳牛	41.20	6.28	1.65	0.30

表Ⅲ-2-② 飼料の種類と牛ふんの肥料成分(乾物中%)

飼料内容	T-C	T-N	C/N	P	K	Na	Ca	Mg
A	43.6	1.26	34.6	0.49	1.20	0.15	0.58	0.32
B	42.8	2.19	19.6	0.92	0.62	0.25	1.54	0.56
C	42.8	1.97	21.7	1.27	0.63	0.27	1.42	0.47
D	42.9	2.94	14.6	1.74	0.38	0.53	2.20	0.55

——A: 牧草のみ, B: 牧草+配合飼料4kg, C: 牧草+配合飼料8kg, D: 牧草+配合飼料12kg, ミネラルはすべて元素表示である。(尾形・市来, 1974)

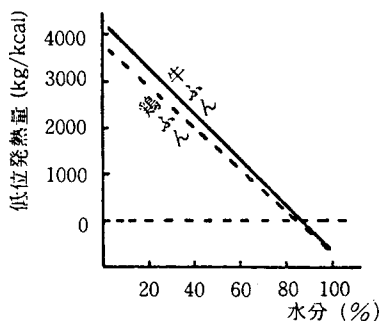
家畜排せつ物の処理・利用の手引き, 昭和53年2月, 畜産局

表Ⅲ-2-④ ふんの発熱量

家畜別	項目 ふんの種類	水分 %	発熱量※ kcal/kg 乾物	灼熱減量 %	発熱量kcal※ 減量kg
鶏	ひな新鮮ふん	68.0	3,239	73.4	4,412
	成鶏ふん(1ヵ月堆積)	73.4	2,786	67.8	4,109
	成鶏新鮮ふん	74.2	3,095	70.0	4,421
豚	子豚新鮮ふん	69.5	4,081	80.2	5,088
	成豚ふん(肥育)	73.0	4,105	67.5	6,081
	成豚ふん(種豚)	76.7	2,723	80.2	3,395
牛	乳牛ふん(成牛)	85.5	3,536	76.5	4,622
	(肥育)	87.5	3,154	79.4	3,972
	(子牛)	80.2	2,700	85.3	3,165

※最近の試験によると畜種をとわず, 3,000~5,000kcal/kg という数字もある。

家畜排せつ物の処理・利用の手引き, 昭和53年2月, 畜産局



図Ⅲ-2-③ 牛ふん, 鶏ふんの低位発熱量と水分の関係

前川孝昭(1980)畜産廃棄物のクローズド処理システム, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム: 452~472

(3) 林産系

表Ⅲ-2-②⑤ 廃材燃料(米材)の性状

種類	水分 (%)	工業分析				元素分析					灰分 (%)	揮発分 (%)
		灰分 (%)	揮発分 (%)	固定炭 (%)	固定炭 (%)	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)		
材、樹	36.9	0.9	82.0	17.2	82.3	6.3	40.6	0.1	0.0	—	—	4.5-5.0
皮、葉	57.9	2.2	74.2	23.6	50.4	5.8	41.4	0.1	0.1	—	—	—
材、樹	41.3	1.5	—	—	53.0	6.2	39.3	0.0	0.0	1520	—	4.5-5.0
皮、葉	42.6	3.7	—	—	51.2	5.8	39.2	0.1	0.0	—	—	—
材、樹	—	2.0	78.5	19.2	57.4	6.7	33.8	0.0	0.0	1510	—	—
皮、葉	—	3.9	78.9	17.2	51.8	6.3	38.0	0.0	0.0	1600	—	—

栗山 旭(1980)エネルギー資源としての木材,
バイオマスと新エネルギー開発会議,(社)日本能
率協会:4-2-1~4-2-11

表Ⅲ-2-②⑦ 加工工場廃材の種類と排出量の推定

(単位:1000 m³) 1977

工場の種類	製材工場	合板工場	チップ工場	パルプ工場	その他	計
工場数	23,136	694	7,049	—	—	—
加工量	41,074	12,717	15,928	29,841	2,294	—
残材	7,393	2,543	(2,788)	—	—	12,724
おがくず	3,697	—	(1,434)	—	—	5,131
バーク	2,875	—	2,389	2,387	—	7,651
チップダスト	—	—	796	895	—	1,691
ブレナーくずその他	—	—	—	—	459	459
計	13,965	2,543	7,407	3,282	459	27,656

(注) ()は、製材工場で発生する。

表Ⅲ-2-②⑧ 用材需給量の推移

(単位:1000 m³) 1979

年 次	需 要 量							供 給 量								
	総 数	用 材					薪 炭 材	国 内 生 産				輸 入				
		製 材 品	パ ル プ	(チ ップ)	合 板	そ の 他		総 数	用 材		薪 炭 材	総 数	用 材			薪 炭 材
									丸 太	林 地 残 材			丸 太	製チバ 材 ッ 品 プ	そ の 他	
1973	119,139	67,470	30,415	(7797) (625)	17,151	2,545	1,558	43,140	41,584	625	931	75,999	52,485	20,821	2,066	627
1974	114,576	60,734	34,957	(7653) (600)	14,481	2,868	1,536	40,303	38,874	600	829	74,273	48,453	19,673	1,808	707
1975	97,501	55,341	27,298	(6448) (422)	11,173	2,557	1,132	35,311	34,155	422	734	62,190	42,681	17,996	1,119	398
1976	103,695	57,394	29,639	(7281) (489)	12,939	2,637	1,086	36,356	35,271	489	596	67,339	45,118	20,644	1,087	490
1977	102,904	56,564	29,841	(7251) (438)	12,712	2,732	1,050	34,744	33,793	438	513	68,160	44,561	21,947	1,115	537

林野庁「木材需給表」

(注) () 上段は、製材工場残材によるチップで製材品に含まれる。

() 下段は、林地残材によるチップでその他に含まれる。

鍛冶練蔵(1980)バイオマスの農業施設への利用技術,施設農業への新エネルギー利用

㈱フジテクノシステム:328~353

林業廃棄物の種類と排出量

1977年次における木材生産量は、薪炭材51.3万m³,用材3,423.1万m³で総量は、3,474.4万m³であった。総供給量は、薪炭材105万m³,用材10,185.4万m³で、総量は10,290万m³で、自給率は33.7%になり外材への依存度が高い。⁹⁾

国産素材量は、エネルギー換算すると、平均容積重量を、0.55とすれば無水物で4,500 kcal/kgであるので石油換算では、950万klに相当した石油総需要量の約5.6%である。

林業廃棄物は、林地、加工工場などで排出される。林地残材は、末木、枝条と葉で構成される。立木伐採材積は、4,460万m³であったので、丸太と薪炭材を除く林地残材量は1,029.4万m³であるので分留率は、約77%である。この他、葉量は樹幹に対して針葉樹では、成木で10%,広葉樹は、成木で5%である。針葉樹対広葉樹は、6対4の割合であるので、針葉量は、204万m³と広葉量は66万m³であり総葉量は、270万m³である。従って、林地残材総量は、約1,300万m³である。

加工工場廃材は、製材工場から残材、おがくず、パークが排出する。チップ工場からパーク、チップダストが排出する。パルプ工場からパーク、チップダストが排出する。合板工場から残材、プレナーくずなどが排出する。

製材工場の分留率は、66%、チップ工場の分留率は、80%、パルプ工場の分留率は89%、合板工場などの分留率は、60%と仮定すれば、加工工場廃材総量は、表Ⅲ-2-②に示すように、残材は、約1,272万㎡、おがくずは、約513万㎡、パークは、約765万㎡、チップダストは、約169万㎡、プレナーくずその他約46万㎡で総残材量は、約2,765万㎡である（建築廃材を除く）。

林地残材は、用材より樹皮率が高い。樹皮率は10～20%である。また、製材工場での背板率は、針葉樹で10～20%、広葉樹では、15～40%である。

おがくずの発熱量は、無水物では残材と同じく4,500 kcal/kgであり、パークは、4,700～5,100 kcal/kgである。

廃材の利用

林地残材の利用率は低く、約4%に相当する43.8万㎡がチップ原料に利用され、約988万㎡と葉の270万㎡は未利用のまま林地に廃棄されている。

加工工場残材は、チップ原料に725万㎡（約57%）、小物製品に4%の50万㎡、燃料用に18%の229万㎡、と利用率は、79%と高い。おがくずは、約55%が燃料、オガライト、おがくず炭、家畜敷料、キノコ栽培に利用される。パークは、堆肥、パーク炭などに約13%が利用される。チップダストやプレナーくずは、おがくずに混合してボード板に利用される。

表Ⅲ-2-② 廃材の種類別利用率と廃棄量

（単位：実材積1,000㎡）

廃材種類	利用率	昭和51年廃棄量
鋸屑	75%	$3,908 \times 0.25 = 977$
チップバーダスト	70%	$909 \times 0.30 = 273$
端材	95%	$16,280 \times 0.05 = 814$
樹皮	15%	$5,943 \times 0.85 = 5,052$
合計	263%	7,116

注）昭44.科学技術庁調査、昭41.林野庁林産課資料等から推計

環境保全、資源有効利用システム技術開発委員会（1979）森資源の有効利用システムの研究開発Ⅰ，（社）日本機械工業連合会，（社）日本産業機械工業会：1～153

表Ⅲ-2-③ 木材工業別、種類別、廃材排出量（推定）

（単位：千㎡）

工業別 区分 種類	製材	合板	チップ	パルプ	計
	素材消費量	素材消費量	木材チップ生産量	素材消費量	
	55,047	12,732	16,227	3,257	
鋸屑	(7.1%) 3,908				3,908
チップバーダスト			(5.0%) 811	(3.0%) 98	909
端材	11,824	(35.0%) 4,456			16,280
小計	15,732	4,456	811	98	21,097
樹皮	(5.9%) 3,248		(15.0%) 2,434	(8.0%) 261	5,943
合計	18,980	4,456	3,245	359	27,040

* 昭和51年木材需給報告による。

出典）木材工業 1978.2

環境保全、資源有効利用システム技術開発委員会（1979）森資源の有効利用システムの研究開発Ⅰ，（社）日本機械工業連合会，（社）日本産業機械工業会：1～153

表Ⅲ-2-㉔ 木材工業別、種類別廃材排出量（昭和42年）

（単位：実績1000 m^3 ）

廃材の種類	木材工業別		合単板工業	フローリング工業	パルプ工業	木製家具工業	合 計		
	製 材 工 業	木 材 チ ッ プ 工 業							
								区分	数量
	千 m^3	千 m^3	千 m^3	千 m^3	千 m^3	千 m^3			
	51,240	11,023	7,245	16,849	8,694	1,678			
残材 (端材, 剥心, 野引屑)	(17.9%) 9,195		(20.0%) 1,449				10,644		
鋸屑	(7.1%) 3,638						3,638		
樹皮	(5.9%) 3,023	(15.0%) 1,653			(8.0%) 696		5,372		
チップーダスト		(5.0%) 551			(3.0%) 261		812		
プレーナー屑				(1 m^2 当り54kg) 90985トン=182千 m^3			182		
その他 (区分困難分を含む)			(15.0%) 1,087			(47.0%) 789	1,876		
合 計	15,856	2,204	2,536	182	957	789	22,524		

注 1.) () 書は排出率を示す。

2.) 製材工業残材は5,1240千 m^3 （素材消費量）38,407千 m^3 （42年の製材品生産量）3,638千 m^3 （鋸屑排出量）によって算出した。

3.) 製材工業残材排出率は参考値として今回算定

出典)「木材工業の廃材とその利用」日本木材加工技術協会, 科技庁・資源調査所編

環境保全, 資源有効利用システム技術開発委員会(1979)森資源の有効利用システムの研究開発Ⅰ, (社)日本機械工業連合会, (社)日本産業機械工業会: 1~153

表Ⅲ-2-㉕ 廃材の特性

	容 積 重	含 水 量 %	発 熱 量 (kcal/kg)	備 考
残 材	0.2 ~ 0.55	40~50	4,500	背板率: 針葉樹 10~20% 広葉樹 15~40% むき心および端板率 10~15%
おがくず	0.2 ~ 0.55	40~50	4,500	粒度5メッシュ 自然傾斜角41度
パ ー フ	0.2 ~ 0.7	60~80	4,700~5,100	樹皮率: 10~20% 樹皮重量は, 幹材重量の8~10%

表Ⅲ-2-㉖ 廃材の利用法

排出場所	廃材の種類	用 途	利用率	内 容
林	広 葉	農 業	5	堆きゅう肥原料
	針 葉	燃 料	—	—
地	残 材	加工原料	4	チップ原料
	お が く ず	燃 料	49	オガライト・おがくず炭
加工工場		農 業	6	家畜敷料・キノコ培地
	残 材	加工原料	57	チップ原料
		木製品原料	4	箱・小物製品
		燃 料	18	薪 炭
	パ ー ク	燃 料	12	パーク炭
		農 業	1	堆肥・家畜敷料
チップダストその他	燃 料	—	—	

鍛冶練蔵(1980)バイオマスの農業施設への利用技術, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム: 328~353

表Ⅲ-2-㉔ 工場廃材の種類と排出量とエネルギー生産量

工場の種類 廃材の種類	製材工場	チップ工場	合単板工場	フローリング工場	パルプ工場	家具建具工場	合 計 (1,000 m ³)
	素材消費量	チップ生産量	素材消費量	普通床板生産量	素材消費量	製材品入荷量	
	58,052	15,701	12,511	16,621	7,277	2,987	
残材 (背板・端材・むき心・合板くずなど)	(18%) 10,449		(20%) 2,502				12,951
のこくず	(9%) 5,225						5,225
樹皮	(7%) 4,064	(15%) 2,355			(8%) 582		7,001
チップダスト		(5%) 785			(3%) 218		1,003
ブレーナくず				(1.1%) 183			183
その他			(15%) 1,877			(20%) 597	2,474
合 計	(34%) 19,738	(20%) 3,140	(35%) 4,379	(1.1%) 183	(11%) 800	(20%) 597	28,837
エネルギー生産量							($\times 10^7$ kcal) 616,281

財電力中央研究所生物環境技術研究所 (1980) バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1～30

(4) 水産系

表Ⅲ-2-㉕

種 類	生産量 万 t/年	集収可能量 万 t/年	従来用途 期待される用途	主要成分	解決すべき 技術問題
鮮魚残さい	125 万 t (水分 70%)	不 明	全部集収されたとして魚粉 21 万 t が生産される。	タンパク質	生産地で無頭無内臓ともフルーにつくり包装冷ゾーして流通する技術が必要
スカム	40 万 t (水分 90%)	20 万 t	食飼料用肥料	タンパク質 脂 質	経済性のある天然凝集剤、膜処理技術の開発
煮 汁	50 万 t (水分 60%)	25 万 t	食用エキス、フィッシュソルブル、培養源として微生物タンパクを回収	タンパク質 低分子窒素 化 合 物	

表Ⅲ-2-⑤ スカムの成分

測定項目 試料名	組成(原物中)						カルシウム (Ca) %	リン (P) %	揮発性 窒素 (%)	含有油脂		
	水分 %	粗蛋白質 %	粗脂肪 %	可溶性 無窒素 物(%)	粗繊維 %	粗灰分 %				AV	POV	TBA
魚粉(対照)	9.7	65.3	7.2	0.4	0.2	17.2	4.97	2.94	85.8	17.2	19.8	143.0
キトサンスカム	4.7	74.4	16.7	1.7	0.3	2.2	0.40	0.47	14.6	19.7	219.0	44.1
フコイジンスカム	4.7	73.8	16.3	2.6	0.7	1.9	0.52	0.53	15.2	14.5	290.3	41.8
アルギンサンソーダスカム	5.4	69.3	13.4	9.3	0.2	2.4	0.34	0.42	14.0	22.5	143.0	27.9

水産庁研究部(1980)水産加工廃棄物等利用技術開発, 研究成果の概要

表Ⅲ-2-⑥ 3種スカムと北洋魚粉のアミノ酸含量(%)

	フコイジン 処理スカム	アルギン酸 処理スカム	キトサン 処理スカム	北洋魚粉
アスパラギン酸	7.42(9.97)	7.64(9.71)	7.49(9.87)	6.19(9.14)
スレオニン	3.54(4.76)	3.99(5.07)	3.92(5.16)	3.00(4.43)
セリン	3.12(4.19)	3.43(4.36)	3.28(4.32)	3.15(4.65)
グルタミン酸	10.34(13.90)	11.26(14.31)	11.00(14.49)	9.10(13.44)
プロリン	2.70(3.63)	2.75(3.49)	2.54(3.35)	2.78(4.11)
グリシン	3.15(4.23)	3.35(4.26)	3.28(4.32)	4.29(6.34)
アラニン	4.16(5.59)	4.51(5.73)	4.43(5.84)	3.99(5.89)
シスチン	0.75(1.01)	0.71(0.90)	0.75(0.99)	0.68(1.00)
バリン	3.99(5.36)	4.37(5.55)	4.33(5.70)	3.36(4.96)
メチオニン	2.60(3.49)	2.65(3.37)	2.58(3.40)	2.06(3.04)
イソロイシン	3.48(4.68)	3.76(4.78)	3.61(4.76)	2.73(4.11)
ロイシン	6.07(8.16)	6.50(8.26)	6.45(8.50)	5.10(7.53)
チロシン	2.37(3.19)	2.43(3.09)	2.54(3.35)	2.25(3.32)
フェニールアラニン	2.82(3.79)	3.25(4.13)	3.18(4.19)	2.69(3.97)
トリプトファン	0.82(1.10)	0.89(1.13)	0.84(1.11)	0.69(1.02)
リジン	6.37(8.56)	7.49(9.52)	6.55(8.63)	5.39(7.96)
ヒスチジン	1.87(2.51)	2.00(2.54)	1.97(2.60)	1.42(2.10)
アルギニン	4.71(6.33)	4.93(6.26)	4.75(6.20)	4.34(6.41)

()内は蛋白質中%

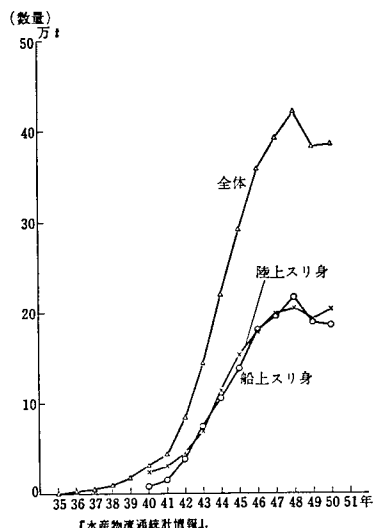
水産庁研究部研究課(1980)水産加工廃棄物等利用技術開発, 研究成果の概要

水産加工廃水

水産加工とりわけスリ身工場からの排水は一次処理に際して固形分を硫酸アルミニウム等の無機凝集剤やポリアクリル酸系の高分子合成凝集剤を使用して凝集させスカムとして廃棄していた。スカムは脂肪とタンパク質からなるが、凝集剤中の重金属が混入するため飼料としての使用を不可能にしていた。しかし海藻基源の凝集剤であるアルギン酸ソーダ、フコイジン、またキトサンなど天然凝集剤あるいは海藻粉体を用いてスカムをつくれれば飼料として利用できる。また、逆浸透膜によって排水のタンパク質を濃縮し、これを精製組織化することによって人間の食糧にすることも可能である。

陸上スリ身

陸上スリ身の生産は、スケトウタラを中心に60～65年までは、北海道地区で独占的に生産していた。生産量は少なかったが、比較的順調に伸びてきた。66年にスリ身生産が一時停滞した。この原因は、スケトウタラの水揚げが少なくなり、魚価が高くなったためで、品質のバラツキが多い冷凍スリ身が割高になった。魚種では、スケトウタラのスリ身が80%で、ホッケ・ワラズカ・カラスガレイのスリ身もつくられていた。無塩スリ身が圧倒的に多いが、一部特需品として加塩スリ身もつくられた。



図Ⅲ-2-④ 冷凍スリ身の生産量の推移

冷凍すり身の歩留り向上

ねり製品の原料は、いまや全体の約70%が冷凍すり身または生する身である。すり身の主な原料魚であるスケトウダラは、グチやワラズカに比べると、鮮度低下が早く、鮮度低下に比例してかまぼこ形成能も低下する。グチは、氷蔵して2～3週間経てもかまぼこ形成能は落ちないし、ワラズカは1週間氷蔵しても、かまぼこ形成能は落ちない。これに反して、スケトウダラは1週間氷蔵したものは、デンプ粉を加えないとかまぼこにならなくなる。しかしスケトウダラの場合、鮮度低下した肉を水でよく洗うと、かまぼこ形成能がある程度回復する性質がある。鮮度の落ちたスケトウダラを用いて冷凍すり身を作る場合は、鮮度の良いものを用いる場合よりも、よく水晒しをしなければならない。水晒しをよくすると、色が白くなり、弾力のあるかまぼこを形成する力が強く、貯蔵中の冷凍変性も少ない。

このような理由から、水晒し工程は重視され、多少歩留りを犠牲にしても、品質をよくすることを指向していた。しかし、鮮度のいいスケトウダラでは、水晒しは少なくてすむこと。排水処理の経費を考慮しなければならないことから、原料を節約しなければならないことから、現在は水晒し回数を減らす方向にむいており、従来5回水晒しをしていたものを4回に、さらに3回落らしている工場もみられる。それにつれて、歩留りも、全魚体の20%から25%まで向上している。

もともとスケトウダラは肉の歩留りの少ない魚種であり、全魚体の30～35%の範囲にあり、そのうち水溶性タンパク質は約6%であるから、24～29%の歩留りにおさまれば充分とみななければならない。

歩留りを3～5%上げることは、品質をそれほど下げなくとも可能と思われるので、採肉、水晒し工程の見直しが必要である。

もしこれが実現すれば、7～10万トンの冷凍すり身の増産となる。

表Ⅲ-2-③ スカムの人工消化率

凝 集 剤	添加量 (ppm)	スカム種類	蛋白質人工消化率	
			乾 燥 前	乾 燥 後
硫酸バンド ポリアクリル酸アミド	60~120 12	イカ、スケソウ 混 合	94.5% (100)	21.1% (22.3)
同 上	同 上	サ バ	92.4 (100)	50.1 (54.2)
塩化第二鉄 ポリアクリル酸ソーダ	50	サバ、サンマ 混 合	85.4 (100)	22.1 (25.8)
ポリアクリル酸ソーダ	70~80	サ バ	93.5 (100)	91.1 (97.4)

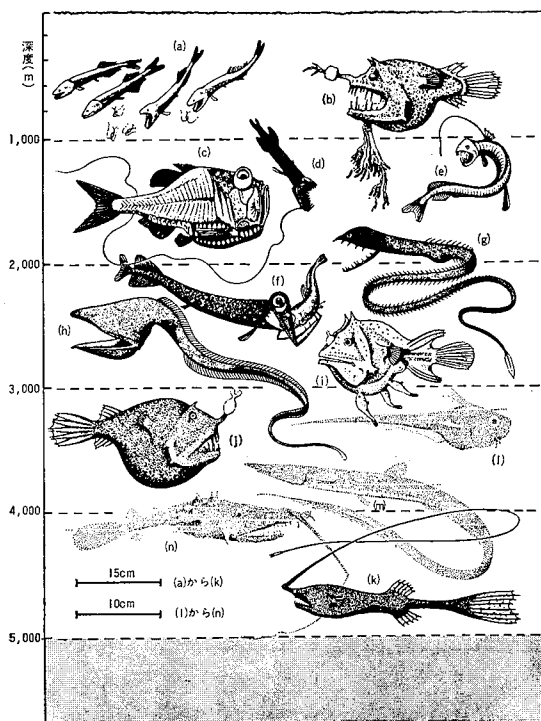
(水産庁資料)

表Ⅲ-2-④ 各地・魚種別スカム分析比較表

地 区	魚 種	水 分	タンパク質	脂 肪	灰分その他	備 考	年 月
浜 田	サ バ (血 水)	85.5%	3.4% (23.45)	8.9% (61.38)	2.2% (15.17)	缶詰切身排水	48. 2
塩 釜	スケトウダラ (総合排水)	85	3.96 (26.40)	10.54 (70.27)	0.5 (3.33)	ガラ処理排水と すり身排水の混合	48. 1
稚 内	スケトウダラ (すり身)	85	1.25 (83.33)	0.72 (48.0)	1.78 (11.87)		47. 10
稚 内	スケトウダラ (ガラ処理)	85	8.43 (56.20)	4.21 (28.07)	2.36 (15.73)		48. 3
銚 子	サ バ (血 水)	85	8.59 (57.27)	5.36 (35.73)	1.05 (7.00)	缶詰切身排水	48. 3
釧 路	スケトウダラ (ガラ処理)	85	6.68 (44.5)	6.42 (42.7)	1.9 (12.8)		47. 11
釧 路	スケトウダラ (ガラ処理)	85	8.59 (58.1)	4.62 (30.0)	1.79 (11.9)		48. 4
八 戸	サ バ (血 水)	85	3.36 (22.4)	10.4 (69.4)	1.24 (8.2)	缶詰切身排水	48. 8
浜 田	サ バ (血 水)	85	2.31 (15.4)	11.78 (78.5)	0.91 (6.1)	"	48. 8
長 崎	タ チ (総合排水)	85	10.6 (71.0)	4.1 (27.0)	0.3 (2.0)	原魚処理水とす り身排水の混合	48. 7
八 戸	イ カ	85	5.99 (39.9)	7.25 (48.3)	0.76 (11.8)	脱皮・ツボ抜き	48. 8

注) ()内数字は乾物量を示す。

(水産庁資料)



深層帯に生息している魚。(a)鮫脚類を追う4匹のオニヘダカの一匹シクロト
ーネ・シグナータ (*Cyclothone signata*) ; (b)オニアソウの一種リノフリネ・アルボリフェ
ラ (*Linophryne arborifera*) ; (c)望遠鏡のような大きな目のあるテンガンムネエソの一種
ナガテンガン (*Argyropelecus affinis*) ; (d)非常に長い髭のあるホテイエソの一種ウルテ
ィモストミアス・ミラビリス (*Ulimostomias mirabilis*) ; (e)ホウライエソ (*Chauliodus*
sloanei) ; (背鰭の1番目の部分が糸状) ; (f)はだかいわし類 (ススキハダカ類) のミクト
フム・プンタタートム (*Myctophum punctatum*) を食べるマラコステウス・インディク
ス (*Malacosteus indicus*) ; (g)フセウナギ類のサコフファリンクス・ジョンソニ (*Sac
copharynx johnsoni*) (長い歯、鞭のような尾) ; (h)フロウナギ (*Eurypharynx peleca
noides*) (大きな口、小さな歯) ; (i)チョウチンアンコウ類のエドリオリタス・シュミッ
トイ (*Edriolychnus schmidt*) (3個体の矮小形の雄が腹側についている) ; (j)バロフリネ
・アポゴン (*Barophryne apogon*) (鼻の上にちょんがある) ; (k)チョウチンアンコウ類
のギガンタタティス・マクロネマ (*Gigantactis macronema*) (鼻の上に長い糸) ; (l)ソコ
ダラ類のマクルールス・グロビケプス (*Macrurus globiceps*) (ハツカネズミのような
頭) ; 科トカゲギス類のハロサウルス・ロストラトゥス (*Halosaurus rostratus*) (腹側に
発光器官がある) ; (n)ラシオダグナートゥス・サッコストマ (*Lasiognathus saccostoma*)。
大部分の種類は発光する。(カイ・オルセン)

図Ⅲ-2-5

G. トーソン (堀越増興, 堀越トシ訳) (1975)
海の生物, 憐平凡社

深海魚

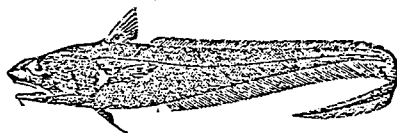
深海魚は日常的に見ることのできる浅海域の魚の体形とことなり、かなりグロテスクに変形し、消化器官の魚体にしめる割合が大きくなる。これは深海における海水の流動が少ないことや餌料生物の欠乏に起因する特化といわれる。

魚類学のうえでは系統分類の観点をもって定義され、古い時代から深海の生活に適応した真正深海魚と、比較的新しい時代に深海に移行した2次的深海魚にわけられ、後者は大陸棚水域にも分布する。

水産でいう深海魚は、現在の漁技術や経済的条件を加味しつつ、大陸棚斜面上部、すなわち水深200 - 1,000 m程度に棲息する魚類をもって深海魚と称することが多い。したがって最も特化の進んだ真心深海魚は除かれる。

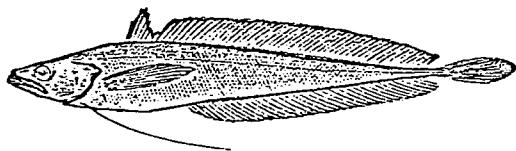
⑦ ムネダラ (ソコダラ科)

体は柔軟で細長く、尾部はひも状、頭は大きくて軟らかい。体長90 cm位になり、水深500 - 1,500 mの深海底に生息する。肉はきわめて水分が多く、肉質は軟かくゼリー状でほりがないのでファイレーとして一般の調理は不適である。肉の形態をくずす食品素材やねり製品にはむいている。



④ イトヒキダラ (チコダラ科)

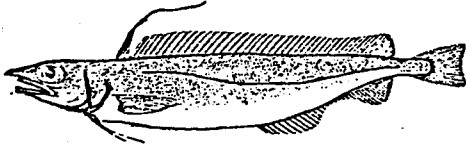
一見スケウタラに似ているが、腹鰭が糸状に長くのびているので容易に識別できる。肉は水分が多いがファイレーとして一般の調理加工が可能である。



⑦ カナダダラ (チコダラ科)

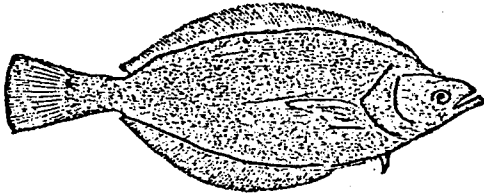
側線管にある種の甲殻類が寄生し、卵形の囊を作り、その中に黒い液が入っているのでスミダラ

と呼ばれることもある。全長1 mになる。水深800～900 mの深海に生息する。肉質はスケトウタラに似ているが、ねり製品にはなりにくい。



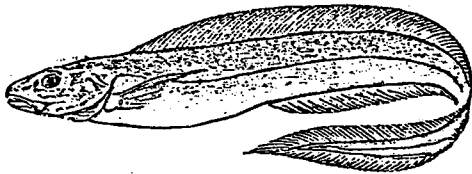
㊤ カラスガレイ（カレイ科）

全長1.2 m，体重44.5 kgに達する。普通1 m位である。水深100～600 m，水温-2～+1℃の所にすむ。有眼側は黒っぽく，無限側は白でなく黒ずんでいる。肉は真白で，やゝ水っぽく多脂肪である。



㊦ ゲンゲ類（ゲンゲ科）

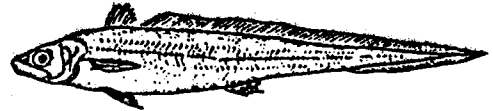
シロゲンゲ，カンテンゲンゲなどめり体は白っぽく半透明，全長60 cmに達する。カンテンゲンゲは太平洋の深さ150～300 mの深海から底曳で多数とれる。シロゲンゲはカルフォルニア，アラスカから日本に分布し，本邦では日海道と相模湾とから知られているだけである。肉は多水分で柔かくフイレーとして普通の調理は出来ない。



㊧ ホキ（ソコダラ科）

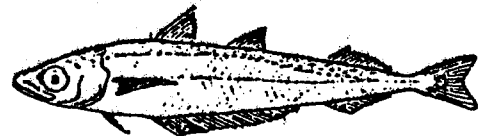
ソコダラの仲間であるが，下顎にひげがなく，

口，頭部の下面にないことがソコダラと違う。ニュージーランド周辺の水深150～800 m付近に多く，特に500 m以深に多く分布する。肉の味はうすくもの足らないが，フイレーとして食用可能である。



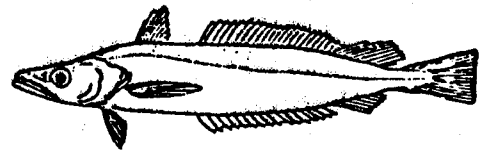
㊨ ミナミダラ（タラ科）

日本のスケトウダラに近い。ニュージーランド，アルゼンチンの水深200～800 mにかけて広く分布する。商業的な漁獲対象として注目され始めている。肉質は白身でくせがない。すり身原料として期待されている。



㊩ メルルーサ（メルルーサ科）

日本では一般にメルルーサと呼ばれているが，ヨーロッパではヘイクという名で親しまれている。この仲間は10種程ある。150～600 mの海底近くに棲息する。肉は白身で美味。



表Ⅲ-2-③

魚 種 名 (学 名)	日 本 の 漁 獲 量 1977年(t)	現 存 量 持 続 生 産 量	海 域	期 待 さ れ る 用 途	問 題 点
イトヒキダラ (<i>Podonema longipes</i>)	4,000 ~ 7,000 (推定)	不 明	北海道及び 本邦東方水 域	ねり製品 フィレー	タラ類は 寄生虫の 感染して いるもの が多い。 寄生虫の 持つプロ テアーゼ により肉 が軟化す る。
カナダダラ(スミダラ) (<i>Antimora microlepis</i>)	-	不 明	北部太平洋	フィレー 食品素材 そぼろ すきみ	
ムネダラ (<i>Nematonurus pectoralis</i>)	-	不 明	北海道の南 岸, ベーリ ング海	素干し そぼろ 食品素材 ねり製品	
ソコクロダラ (<i>Lepidion inosimae</i>)	-	不 明	相 模 湾 駿 河 湾	フィレー	
シロゲンゲ (<i>Bothrocara mollis</i>)	-	不 明	北 海 道 相 模 湾	素干し そぼろ 食品素材	魚の表面 にカンテ ン質, ゼ ラチン質 が多く効 率的に除 去する必要
カンテンゲンゲ (<i>Zestichthys tanakai</i>)	-	不 明	千葉県以北	素干し そぼろ 食品素材	
カラスガレイ (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)	12,856	不 明	ベーリング 海	すり身 フィレー	
★メルルーサ類 (<i>Merluccius capensis</i>) (<i>Merluccius australis</i>)	70,600 41,724	不 明	南アフリカ沖 アルゼンチン ニュージ- ランド	フィレー "	
★ミナミダラ (<i>Micromesistius australis</i>)		不 明	パタゴニア ニュージ- ランド	すり身 食品素材	
★ホ キ (<i>Macruronus novaeyelandiae</i>) (<i>Macruronus magellanicus</i>)	54,168 0 - 49	不 明	ニュージ- ランド アルゼンチン パタゴニア チリ	フィレー フィレー	

★外国資源

水産庁研究部(1979)我が国漁船の漁獲対象魚種の漁獲量と生物特性

表Ⅱ-2-④ 深海魚肉の成分

	水分	粗タンパク	粗脂肪	灰分
イトヒキダラ	86.5%	12.5%	0.3%	0.7%
カナダダラ(スミダラ)	80.4	18.6	0.5	1.0
ムネダラ	89.2	9.6	0.2	0.9
シロゲンゲ	90.2	8.5	0.7	0.5
カンテンゲンゲ	88.2	10.8	0.3	0.7
カラスガレイ	70.1	13.1	13.4	1.0
	77.0	14.4	3.5	3.4
メルルーサ(M. australis)	79.5	16.8	0.3	1.3
ミナミダラ	78.5	20.1	0.1	1.3
ホキ(Macruronus novaeyelandiae)	78.9	18.9	0.4	0.9

栄養と食糧, vol 31(No 6) 1978, pp597 - 604

昭和54年度科学研究費補助金研究成果報告 課題No 336017. 1980

表Ⅲ-2-④ 深海魚肉タンパクのアミノ酸組成(g/16gN)

アミノ酸	メルルーサ (M. australis)	ミナミダラ	ホキ (M. novaeyelandiae)	一般食用魚
イソロイシン	5.68	5.17	6.13	5.0- 8.3
ロイシン	9.06	9.38	8.68	7.4- 9.4
リジン	11.58	11.76	10.66	9.9- 11.8
メチオニン	3.49	3.64	3.57	3.1- 3.7
シスチン	1.86	1.60	1.50	
フェニールアラニン	3.88	4.45	4.25	3.4- 5.2
チロシン	3.59	4.01	3.73	3.5- 4.6
スレオニン	4.87	4.90	4.93	5.2- 6.0
トリプトファン	1.55	1.54	1.56	1.5- 1.7
バリン	6.26	5.50	6.48	5.6- 9.3
アルギニン	7.53	7.16	8.56	5.8- 6.9
ヒスチジン	2.07	2.35	2.20	2.2- 3.9
アラニン	5.93	6.20	6.32	5.1- 7.3
アスパラギン酸	10.86	10.93	11.83	10.2- 11.5
グルタミン酸	15.48	15.82	16.10	13.4- 16.9
グリシン	3.97	4.29	4.10	3.0- 5.5
プロリン	3.41	3.89	3.61	2.9- 4.2
セリン	4.77	5.05	5.08	4.6- 5.3

栄養と食糧, 第31巻6号(1978): 597 ~ 604

サメ類

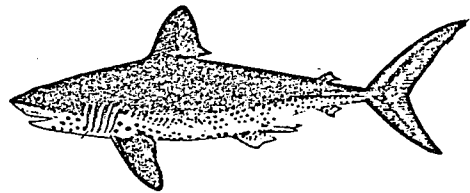
サメの種類は多く分布域もきわめて広いが、サメだけを漁獲対象とする漁業はない。マグロ延漁業等で混獲される。肉はアブラツノザメ、ネズミザメを除いて美味ではなく、肉中に多量の尿素とトリメチルアミンを含有し、鮮度低下、また加熱によってアンモニアやトリメチルアミンを発生し悪臭を發つので、近年は消費者の購買意欲をにぶらせ、ほとんど利用されていない。未利用漁業

資源の開発のうちサメもその一翼を担うようになった。サメ類が漁業の対象になっていないので、生残りに関する情報はきわめてとぼしい。しかし、硬骨魚類のような複雑な再生産問題を抱えておらず、むしろひとたび基礎的な情報が集まればきわめて容易に再生産機構を解明し、資源管理に資することが可能な生物である。

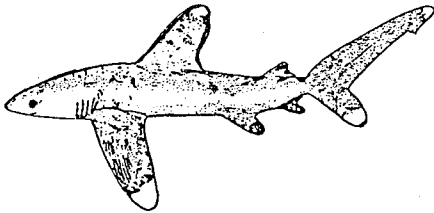
谷口 透：サメ類の再生産について、海洋科学：vol 10(1978) pp 45～51



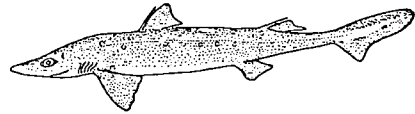
アイザメ



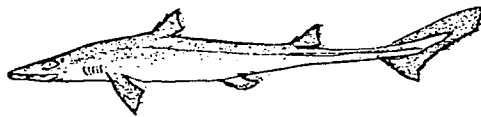
ネズミザメ



ヨシキリザメ



アブラツノザメ



ツノザメ

表Ⅲ-2-②

魚 種 (学 名)	海 域	現 存 量 持続生産量	従 来 用 途	期待される用 途と問題点
アイザメ (ヒレザメ) (<i>Centrophorus atromarginatus</i>)	中部以南 太 平 洋	不 明	肉は食用 (かまぼこ 等), 肝臓からスク ワレンを採る。皮も 細工に利用。	特有のアンモニア 臭のため食生活が 向上した今日, 食 用として使用され ない。
ヨシキリザメ (<i>Prionace glaucus</i>)	北州, 日本海 四国, 神奈川	不 明	肉はかまぼこ材料, ひれは“さめひれ” として上等。油を採 取。	臭気を除く方法を 開発してすり身, 食品素材とする。 美味なものはフィ レ敷調理品, その 他生化学物質を検 索
ツノザメ (<i>Squalus milsukuril</i>)	南 日 本	不 明	ひれは“さめひれ” とする。肉	
ネズミザメ (モウカザメ) (<i>Lamna ditropis</i>)	東北, 北海道	不 明	ひれは“さめひれ” 肉は下級食品	
アブラツノザメ (<i>Squalus acanthias</i>)	北海道, 日本 海, 東北	不 明	肝臓から油を採る。 肉はかまぼこ原料	

サメ類として漁獲量約5万トン/年である。

表Ⅲ-2-③ サメ肉の成分(%)

成 分	ネズミザメ	アイザメ	ヨシキリザメ	ツノザメ
水 分	75.4	77.7	75.8	77.3
粗 タ ン パ ク	17.5	19.8	19.4	21.4
粗 脂 肪	1.10	1.67	2.22	1.15
灰 分	0.67	0.75	0.97	0.75
尿 素	1.24	1.62	2.06	1.62
総水銀 (ppm)	0.47	-	-	-

未利用サメの利用開発に関する研究 (1979)

鹿児島県水試 (指定調査研究総合助成事業報告書)

⑤ 加工系

表Ⅲ-2-④ 農産加工系廃棄物量

	総 量 (万トン)	有機物量 (万トン)
果実加工廃棄物		
かんきつ果汁粕	35.0	3.5
パイナップル加工粕	1.0	0.2
デンプン製造廃棄物		
パレイショデンプン廃水	300	3.0
甘諸デンプン廃水	85	0.9
豆類加工廃棄物		
製あん残渣	7.2	5.0
豆腐残渣(おから)	50	15.0
発酵加工廃棄物		
みそ廃水	72.0	2.8
納豆廃水	15	0.6
しょうちゅう	11.7	0.5
そ の 他		
製めん廃水		2.1
食パン残渣(原料小麦 粉換算)	8.0	7.0

表Ⅲ-2-⑤ デンプンの地域別生産量
と廃棄物生産量

	工場数	生産量 (万トン)	廃棄物 生産量 (万トン)
パレイショ			
北海道	57	23	300
甘 諸			
関 東	33	1	5
東 海	12	0.4	1
近畿・中国・四国	1	0	0
北 州	197	16	78

表Ⅲ-2-⑥ かんきつ果汁粕二次廃液
の分析値(%)

全 固 形 分	48.0
全 糖	45.0
直 糖	32.2
総 窒 素	0.58
N×6.25	3.63
灰 分	3.76

表Ⅲ-2-⑦ かんきつ果皮中の特別成分
(100g中)

フ ラ バ ン	5.0 g
ペ ク チ ン	20 g
カロチノイド	18.0 mg
ビ タ ミ ン B ₁	40 μg
ニコチン酸	1.5 mg
パニトテン酸	1.0 mg

表Ⅲ-2-⑧ パイナップル粕の分析値(%)

水 分	11.4
粗 た ん 白	4.2
粗 脂 肪	1.6
粗 セ ン イ	18.4
可溶性無窒素物	61.8
粗 灰 分	2.6
可 消 化 成 分	
D C P	0.8
T D N	63.8

表Ⅲ-2-⑨ 豆腐残渣(おから)の分析値
(%)

全 糖	7.0
脂 肪	2.0
た ん 白	3.5
(N×6.25)	

表Ⅲ-2-⑩ 製あん工場規模
(1日当り原料雑豆処理量)

	0.5t 未満	0.5~ 1 t	1~ 2 t	2~ 3 t	3 t 以上	計
企業数	707	316	96	59	37	1,215
比 率 (%)	58	26	8	5	3	100

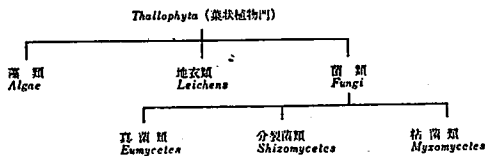
(日本製あん協同組合調査)

IV 微生物・酵素のバイオマス変換への利用

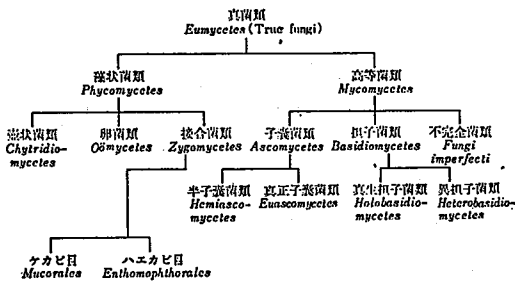
1. 微生物

(1) 微生物の分類

① 真菌類



図N-1-① カビの分類上の位置



図N-1-② 真菌類の分類

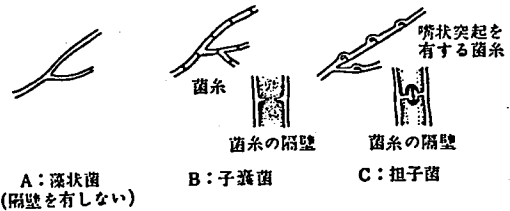
カビは酵母やキノコとともに真菌類 (True fungi Eumycetes) に属する。これは細菌類の属する分裂菌類や粘菌類とともに菌類 (Fungi) を形成する。菌類は根、茎、葉、葉緑素をもたない植物であって、藻類や地衣類とともに葉状植物門 (Thallophyta) と呼ばれる (図 N-1-①)。真菌類はさらに図 N-1-②のように分類される。

藻状菌類は菌糸に隔壁(septa)がなく，菌糸にこれを有する高等菌類と区別される。

菌糸に隔壁のある高等菌類は有性生殖の世代の有無とその様式により、さらに子囊菌類、担子菌類、不完全菌類に分ける。

a. 子囊菌類

菌糸にある隔壁は担子菌のような複雑な構造を示さず、かつ孔をもち、細胞質が相互に連続して核がまた移動しうる。担子菌と異なり隔壁付近に嘴状突起 (clamp connection) をもたない (図Ⅳ-1-③)。有性生殖を行ない、子嚢



担子菌の隔壁の孔を dolipore, それを囲む球状の膜を Parenthesome と称する。

図Ⅳ-1-③ 真菌類の菌糸の比較

(ascus)の中に子嚢胞子を内生する。

b. 担子菌類

菌糸の隔壁は複雑な構造 (dolipore-parenthesome system) を示し、また嘴状突起 (c-lamp connexion) を有する場合が多い (図 IV-1-②), 有性生殖の結果種々の形態の担子器の上, あるいはその先端部に通常 4 本の梗子を生じ, その先に担子胞子を外生する。単純な単細胞の担子器を有する真生担子菌類と, 隔壁や分岐を有する担子器の異担子菌類とに大別される (図 IV-1-③)。射出胞子 (ballistospore) と呼ばれる担子胞子を形成する特異な酵母 Sporobolomycetaceae 科も本類の異担子菌, キクラゲ菌目に入れられる。

b-1 真生担子菌 シイタケ、マツタケ、マッシュルーム、サルノコシカケ類などの典型的なキノコ類で食用に供せられるものの多い菌類 (Hymenomycetes) とホコリタケ類などの復菌類 (Gasteromycetes) とがある (キノコ類菌類)。

b-2 異担子菌 食用になる種類もあるキトラゲ菌目 (Tremellales) や銹病菌目 (Uredinales), 黒穂病菌目 (Ustilaginales) などがある。後の二者は主要な植物病原菌が大部分であり, 銹病菌は主として雑管束植物の絶対寄生菌で, 黒穂病菌は宿主の花, とくに子房を侵して黒穂を形成する。

c-2 不完全菌類

以上(図N-1-②)で述べたように、真菌と

くに高等菌類の分類は有性生殖の様式に基づき、子囊菌や担子菌に区分した。しかしこの分類法では、有性生殖ができない菌、またはその時期がまだ観察されていない菌は、編入するところがないという欠点がある。そこでこのような種類を一群に集めて不完全菌と称する。カビのほかにはいわゆる無孢子酵母もこれに入れられる。

酵母の分類*には種々の方式が提案されたが、現在最も信頼され一般に採用されているのはJ. Lodder¹⁾ 女史の分類である。Lodderの分類によれば酵母は子嚢孢子を形成する有孢子酵母(Endomycetaceae科)、孢子を形成しない無孢子酵母(Cryptococcaceae科) および射出孢子を形成するSporobolomycetaceae科の3科(family)に大別される。

② 細菌

原始核細胞を有する下等微生物のうちで藍藻を除いた微生物群を細菌(Bacteria)という。分裂菌綱(Schizomycetes)と呼ばれるように大部分の細菌は二分裂法によって増殖する。食品の発酵、腐敗に関係する細菌、あるいは食品汚染の病原菌は真正細菌類(Eubacteria)中のPseudomonadales目、Eubacteriales目のものであるが、糸状菌様に形態分化した放線菌(Actinomycetales目)、鞘皮細菌(Chlamydo-bacteriales目)もまれにある。

(2) 微生物の利用

表Ⅳ-1-① 微生物の利用分野と関与する微生物

I. 発酵食品	
酒 類	酵母菌、こうじカビ、乳酸菌
しょう油	こうじカビ、酵母菌
みそ	こうじカビ、酵母菌
食 酢	酢酸菌
パン	酵母菌
ヨーグルト	乳酸菌
チーズ	乳酸菌
納 豆	納豆菌
漬 物	乳酸菌、酵母菌
II. 化学製品	
エチルアルコール	こうじカビ、くものすカビ、酵母
アセトン・ブタノール	アセトン・ブタノール菌
乳 酸	乳酸菌
グルタミン酸	コリネバクテリウムなど
リジン	同上
イノシン酸	酵母菌、芽カビ
グアニル酸	酵母菌
ビタミンC	酢酸菌
ビタミンB ₁₂	エレンケチウム
ビタミンB ₆	放線菌
ステロイドホルモン	こうじカビ、くものすカビ、アルモノバクター
ジベレリン	根腐菌病原菌
デキストラン	乳酸菌
ペニシリン	芽カビ
ストレプトマイシン	放線菌
オーレオマイシン	放線菌
III. 酵 素	
タカジアスターゼ	こうじカビ
アミラーゼ	バチルス
グルコアミラーゼ	くものすカビ
プロテアーゼ	バチルス、こうじカビ、放線菌
ペクチナーゼ	こうじカビ
IV. タンパク資源	
SCP(Single cell protein)	酵母菌
※	クロレラ
V. 浄化・エネルギー回収	
活性汚泥	細菌、原生の混合系
メタン発酵	メタン菌類
バクテリア・リーチング	硫酸細菌、鉄細菌

表Ⅳ-1-② 酵素法によるアミノ酸の生産

生 成 物	基 質	酵 素	微 生 物
Ala	pyruvate+Glu+ethanol	transaminase+alcohol dehydrogenase	Serratia marcescens, (ウシ・ブタ)
	Asp	aspartate-β-decarboxylase	Pseudomonas dactynhiae
	Asp	※	Xantomonas oryzae
Asp	fumaric acid	aspartase	ビール酵母
	※	※	Bacillus megaterium
	※	※	Escherichia coli
	※	※	Erwinia herbicola
	※	※	Brevibacterium ammoniagenes
	maleic acid	fumarate-hydratase+aspartase	Alkaligenes faecalis
O-alkyl-homoserine	O-acetylhomoserine+alcohol		Corynebacterium acetophilum など
citrulline	Arg	arginine deaminase	※
dihydroxyphenylalanine(DOP A)	Pyrocatechol+DL-Ser	tyrosine phenol lyase	Erwinia herbicola など
	※ +Tyr	※	※
	※ +pyruvate+NH ₃	※	Aspergillus oryzae
Gly	ethanolamine		non-spore-forming bacteria
His	histidinol		Brevibacterium flavum など
Lys	α-aminocapro-lactam		Aspergillus ustus
	DL-lysinehydantoin		Bacillus cereus
Met	DL-S-(β-methylmercaptoethyl)-hydantoin		Bacillus coagulans
Phe	phenylpyruvate+Asp	transaminase	Alkaligenes など

表Ⅳ-1-③ 各種組織の核酸含量¹⁵⁾

	乾燥量 当たり%		新鮮組織 当たり%
細菌	9.7~22.4	子牛胸線	2.4
酵母	5~10	牛脾臓	1.1
麹菌	3~6	ネズミ肝臓	1.5
ウイルス	6~40	卵黄	0.1
大豆	1.39		
東洋紡酵母 ¹⁶⁾	11.2		

表Ⅳ-1-④ 各種生物のMASS DOUBLING TIMES²⁸⁾

生物の種類	重量が2倍になるのに要する時間
細菌および酵母	20~120分
カビおよび藻類	2~6時間
牧草類	1~2週
ニワトリ	2~4週
ブタ	4~6週
ウシ	1~2月
ヒト	1/4~1/2年

表Ⅳ-1-⑤ 食飼用菌類(炭水化物資化性)および単細胞藻類の例

酵母 ^{20,21)}	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces carlsbergensis</i> <i>Saccharomyces fragilis</i> <i>Candida utilis</i> <i>Candida tropicalis</i> <i>Torulopsis pulcherima</i> <i>Mycotorula japonica</i>
不完全菌	<i>Oidium lactis</i> ²²⁾ <i>Fusarium lini</i> ²⁰⁾
カビ ²¹⁾	<i>Rhizopus</i> 鼠の若干 <i>Aspergillus</i> " <i>Penicillium</i> "
細菌	<i>Escherichia coli</i> ²³⁾ <i>Aerobacter aerogenes</i> ²³⁾ <i>Clostridium butylicum</i>
担子菌*	<i>Tricholoma matsutake</i> (マツタケ) <i>Lentinus edodes</i> (シイタケ) <i>Lyophyllum aggregatum</i> (シメジ) <i>Agaricus bisporus</i> (マッシュルーム)
単細胞藻類 ²⁴⁾	<i>Chlorella pyrenoidosa</i> <i>Chlorella ellipsoidea</i> <i>Chlorella vulgaris</i> <i>Spirulina</i>

表Ⅳ-1-⑥ 炭化水素, メタノール資化性の食飼用菌類

炭化水素資化性菌 ²⁵⁾ 酵母	<i>Candida lipolytica</i> <i>C. tropicalis</i> <i>C. intermedia</i> <i>C. petrophilum</i> <i>Torulopsis petrophilum</i> <i>Brettanomyces petrophilum</i>
細菌	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Micrococcus cerificans</i> <i>Corynebacterium petrophilum</i> <i>Pseudomonas methanica</i> <i>Methylococcus capsulatus</i>
メタノール資化性菌 ²⁶⁾ 酵母	<i>Saccharomyces</i> sp. <i>Pichia pastoris</i> . <i>Candida</i> sp. <i>Torulopsis glabrata</i> <i>Torulopsis methanovoscence</i> <i>Kloeckera</i> sp.
細菌	<i>Pseudomonas methanolica</i> <i>Pseudomonas</i> sp. <i>Achromobacter methanolophila</i>

表Ⅳ-1-⑦ 菌体成分表(数値は乾物100gに対する値)

	蛋白質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)	ビタミン			
					A (IU)*	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)
細菌 ²⁷⁾	40~80	5~40	10~30	4.5~14	—	0.9~2.6	4~7	—
細 菌 (基質: 麦芽糖 アイソ)	62~73	10~15	10	6~12	—	—	—	—
酵母 ²⁷⁾	38~70	2~60	24~37	3~9	0	0.5~2.5	2.5~8.5	0
酵 母 (基質: 麦芽糖 アイソ)	65 ~68.5	1.5~8.1	—	6~7.9	—	—	—	—
カ ビ (アイソ)	13~48	1~50	30~60	2.5~6.5	—	—	—	—
担子菌 ²⁷⁾ (マッシュルーム)	43.5	2.4	44.7	9.4	0	1.2	4.1	35
クロレラ ²⁷⁾	40~50	10~30	10~25	—	10,000 ~30,000	0.04 ~0.24	0.21 ~0.58	20~50
精白米 ²⁷⁾	7.5	0.95	90.85	0.7	0	0.12	0.047	0
牛肝臓 ²⁷⁾	73.0	12.4	8.9	5.7	18,000	1.1	7.8	107

(注) 微生物の種類毎の項で特別の記載のないものは炭水化物を基質にした場合である。
* ビタミン A 1IU=ビタミン A 0.3 μ に相当

表Ⅳ-1-⑧ 微生物油脂の性状および組成

	酵 母 菌			不完全菌	糸 状 菌			緑藻類	オリー ブ 油
	8) <i>Rhodotorula gracilis</i>	9) <i>Lipomyces lipafera</i>	10) <i>Candida utilis</i>	11) <i>Geotrichum candidum</i>	12) <i>Aspergillus nidulans</i>	13) <i>Aspergillus sydowii</i>	14) <i>Penicillium chrysogenum</i>	15) <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	
脂 質 含 量(乾物基準)	49.6 %	25~33 %	6.4 %	?	45 %	7.7~12 %	2.67 %	23.4 % 75.5 %	—
け ん 化 価	—	—	180.7	191.7	290.6	169.5	176.7	— —	182~188
酸 価	—	遊離酸: 33%	122.4	11.2	遊離酸: 0.8%	43.4	58.8	— —	1.8~45
沃 素 価	—	—	120.5	63.1	73.4	114.4	89.0	163 125	87~88
不けん化物(対脂質%)	3.1	2.4	12.3	1.25	1.4	8.2	3.0	12.0 3.3	—
磷 脂 質(対脂質%)	3.0	—	2.4	—	—	6.2~9.2	—	— —	—
飽和脂肪酸 (対総脂肪酸%)	—	—	—	—	—	—	—	— —	—
≤C ₁₄	1.1	C ₁₃ : 0.1	3.3	—	C ₁₄ : 0.7	—	C ₁₄ : 3.7	— —	—
C ₁₅ (パルミチン酸)	29.8	25.6	7.9	25.7	20.9	10.9	12.0	16.6 11.4	7
C ₁₈ (ステアリン酸)	8.8	5.9	3.8	17.1	15.9	13.6	5.7	0.4 3.5	2
≥C ₂₀	1.4	5.1	0.2	—	1.4	C ₂₄ : 0.9	C ₂₄ : 0.7	— —	—
不飽和脂肪酸 (対総脂肪酸%)	—	—	—	—	—	—	—	— —	—
≤C ₁₄	—	—	—	—	—	—	—	— —	—
C ₁₆	1.8	1.3	7.6	—	1.2	—	—	29.1 18.0	—
(オレイン酸)	40.1	54.5	21.5	41.2	40.3	36.6	53.3	53.9 67.1	85
C ₁₈ (リノール酸)	11.2	5.7	49.7	11.8	17.0	20.2	20.8		6
(リノレン酸)	1.0	0.7	4.4	0.12	0.2	—	—		—
≥C ₂₀	C ₂₀ : 1.0	1.1	—	—	2.4	2.1	C ₁₈ 以外: 4.1	— —	—

2. 酵 素

(1) 酵素の分類

酵素は系統名をもとに分類され、4組の数字からなる酵素番号を採用している。その第1の数字は、酵素が次のどのグループに属するかを示す。

1. oxidoreductase 酸素還元酵素
2. transferase 転移酵素
3. hydrolase 加水分解酵素

4. lyase 脱離酵素

5. isomerase 異性化酵素

6. ligase 合成酵素

次に第2, 第3の数字は細分類した際に, その酵素がどのサブグループに属するかを示す。第4番目の数字はそのサブグループ内での一連番号である。次表の1.1.の例のアルコールデヒドロゲナーゼはEC I. 1.1.1と表示される。

表Ⅳ-2-①

酵 素 の EG番号	酵 素 の 種 類	酵 素 の 数
1.	Oxidoreductase 酸化還元酵素	(総数 527 酵素)
1.1	CH-OHを供与体とするもの (例) アルコールデヒドロゲナーゼ, 乳酸デヒドロゲナーゼ, リンゴ酸酵素など	4 サブグループ 197 酵素
1.2	-CHO, >C=Oを供与体とするもの アルデヒドオキシダーゼ, ビルビン酸デヒドロゲナーゼなど	6 サブグループ 56 酵素
1.3	CH-CHを供与体とするもの コハク酸デヒドロゲナーゼ, アシンCoAデヒドロゲナーゼなど	5 サブグループ 43 酵素
1.4	CH-NH ₂ を供与体とするもの グルタミン酸デヒドロゲナーゼ, ローアミノ酸オキシダーゼなど	5 サブグループ 26 酵素

1.5	CH-NHを供与体とするもの	3サブグループ	26 酵素
1.6	NADHまたはNADPHを供与体とするもの NAD(P)+トランスヒドロゲナーゼなど	7サブグループ	31 酵素
1.7	窒素化合物を供与体とするもの	4サブグループ	10 酵素
1.8	硫黄化合物を供与体とするもの	7サブグループ	13 酵素
1.9	ヘム基を供与体とするもの チトクローム, C-オキシダーゼなど	3サブグループ	4 酵素
1.10	ジフェノールおよびその関連物質を供与体とするもの	3サブグループ	5 酵素
1.11	H ₂ O ₂ を受容体とするもの(ペルオキシダーゼ) カタラーゼ, ペルオキシダーゼなど	1サブグループ	9 酵素
1.12	H ₂ を供与体とするもの(ヒドロゲナーゼ) フェレドキシンヒドロゲナーゼなど	3サブグループ	3 酵素
1.13	1分子の供与体に働き酸素分子を取り込ませるもの (オキシゲナーゼ) カテコール1, 2-ジオキシゲナーゼなど	3サブグループ	36 酵素
1.14	2分子の供与体に働き酸素分子を取り込ませるもの	9サブグループ	63 酵素
1.15	超過酸化ラジカルを受容体とするもの スーパーオキシドジスムターゼなど	1サブグループ	1 酵素
1.16	金属イオンをO ₂ で酸化するもの	1サブグループ	1 酵素
1.17	CH ₂ を供与体とするもの	2サブグループ	3 酵素
2.	Transferase 転移酵素	(総数 552 酵素)	
2.1	C1の基を転移するもの セリンヒドロキシメチルトランスフェラーゼなど	4サブグループ	68 酵素
2.2	アルデヒドまたはケトンを含む基を転移するもの トランスケターゼなど	1サブグループ	2 酵素
2.3	アシル基を転移するもの グルコサミントランスアセチラーゼなど	2サブグループ	72 酵素
2.4	グリコシル基を転移するもの ホスホリラーゼ, グリコゲンシンターゼなど	3サブグループ	117 酵素
2.5	メチル基以外のアルキル基, アリール基を転移するもの	1サブグループ	18 酵素
2.6	窒素を含む基を転移するもの アスパラギン酸トランスアミナーゼ, アラニントランスアミナーゼなど	2サブグループ	55 酵素
2.7	リンを含む基を転移するもの(ホスホトランスフェラーゼ) ヘキソキナーゼ, 6-ホスホフルクトキナーゼ, RNAポリメラーゼなど	9サブグループ	198 酵素
2.8	硫黄を含む基を転移するもの	3サブグループ	22 酵素
3	Hydrolase 加水分解酵素	(総数 484 酵素)	
3.1	エステル結合に作用するもの リパーゼ, 酸性フォスファターゼ, リボヌクレアーゼなど	7サブグループ	142 酵素
3.2	グリコシド結合に作用するもの α -アミラーゼ, リゾチーム, β -ガラクトシダーゼなど	3サブグループ	97 酵素

3.3	エーテル結合に作用するもの	2 サブグループ	5 酵素
3.4	ペプチド結合に作用するもの (ペプチドヒドロラーゼ) カルボキシペプチダーゼA, トリプシン, パパインなど	10 サブグループ	105 酵素
3.5	ペプチド結合以外のC-N結合を加水分解する酵素 ウレアーゼ, アルギナーゼなど	6 サブグループ	95 酵素
3.6	酸無水物に作用するもの ATPアーゼなど	2 サブグループ	27 酵素
3.7	C-C結合に作用するもの	1 サブグループ	5 酵素
3.8	ハロゲンを含む結合に作用するもの	2 サブグループ	4 酵素
3.9	P-N結合に作用するもの (ホスホアミダーゼ)	1 サブグループ	1 酵素
3.10	S-N結合に作用するもの (スルホアミダーゼ)	1 サブグループ	2 酵素
3.11	C-P結合に作用するもの	1 サブグループ	1 酵素
4	Lyase (脱離酵素)	(総数 230 酵素)	
4.1	C-C結合を開裂するもの ビルビン酸デカルボキシラーゼ, アルドラーゼ, トリプトファナーゼなど	4 サブグループ	117 酵素
4.2	C-O結合を開裂するもの フラマーゼ, アコニターゼなど	3 サブグループ	83 酵素
4.3	C-N結合を開裂するもの アスパラギン酸アンモニアリアーゼなど	2 サブグループ	16 酵素
4.4	C-S結合を開裂するもの	1 サブグループ	10 酵素
4.5	C-ハロゲン結合を開裂するもの	1 サブグループ	1 酵素
4.6	P-O結合を開裂するもの	1 サブグループ	2 酵素
4.99	他のリアーゼ	1 サブグループ	1 酵素
5	Isomerase 異性化酵素	(総数 96 酵素)	
5.1	ラセマーゼとエピメラーゼ アラニンラセマーゼ, UDP グルコース・4-エピメラーゼなど	4 サブグループ	36 酵素
5.2	cis-trans イソメラーゼ	1 サブグループ	5 酵素
5.3	分子内オキドレダクターゼ グルコースリン酸イソメラーゼなど	5 サブグループ	33 酵素
5.4	分子内トランスフェラーゼ (ムターゼ) ホスホグリセリン酸ホスホムターゼ	4 サブグループ	15 酵素
5.5	分子内リアーゼ	1 サブグループ	6 酵素
5.99	他のイソメラーゼ	1 サブグループ	1 酵素
6	Ligase 合成酵素	(総数 83 酵素)	
6.1	アミノアシル-tRNAおよび関連化合物を合成するもの チロシル-tRNAシンテターゼなど	1 サブグループ	21 酵素
6.2	アシル-CoAを合成するもの アシル-CoAシンテターゼなど	1 サブグループ	12 酵素

6.3	C-N結合を生成するもの グルタミンシンテターゼ, グルタチオンシンテターゼなど	5 サブグループ	42 酵素
6.4	C-C結合を生じてカルボン酸を合成するもの アセチル-CoAカルボキシラーゼなど	1 サブグループ	5 酵素
6.5	リン酸エステルを生ずるもの	1 サブグループ	3 酵素

※ EC番号は国際生化学連合(I.U.B.)酵素委員会が付けた番号である。
(文献) 船津 勝編(1976), 酵素, 講談社: 210~227。

(2) 酵素の特性及び利用場面

酵素は生体内で行なわれている多くの化学反応に携わっている生体内触媒であって、生物が生命を保持する上に極めて重要な役割を果たしている。酵素は蛋白質からできているので、通常の有機化学反応に用いられている化学触媒とは違った性質をもっている。すなわち、酵素は常温、常圧、中性付近の水溶液といった緩和な条件下に反応を触媒し、また、特定の化合物に対して特定の反応を行ない、非常に厳密な作用特異性を示す。

① 有機合成反応と生化学反応の特質

酵素の利用は古くから行なわれてきたが、近年、酵素の研究が進むにつれて、その特性を生かして、食品、医薬品、繊維工業、その他の工業など広い分野に利用されるようになってきている。また、有機合成反応によって作られてきた有用な化合物を、生化学反応を用いて作ろうとする機運が最近高まってきている。これは、従来の有機合成反応には大きなエネルギーを要し、また、環境と自然との調和を破壊する恐れがあるのに対し、生化学反応の場合には必要なエネルギーが少なく、環境破壊の恐れもないことが大きな理由と思われる。これらの特質を化学合成法と生化学反応に代表される発酵法について表1に示しておく。

② 酵素の触媒としての利点

酵素を有機合成反応へ利用する利点として次のようなことが考えられる。

- a. 通常の化学反応では困難な特定の位置に反応をおこすことが可能(ステロイドの酸化, 還元, 水酸化など)。

- b. 光学特異性があり光学活性物質を得ることが可能(アミノ酸の酵素的光学分割, 光学活性アミノ酸の生成など)。
- c. 緩和な条件で特定の物質の位置に反応をおこすことが可能であるから保護基の導入を必要としない。
- d. 複合酵素系を使用すれば多段の反応を継続的に起こすことが可能。

③ 微生物酵素が広く利用される理由

酵素は動物、植物、微生物などあらゆる生物でつくられるが、実際に酵素を利用する場合には次のような理由で微生物源のものが広く利用されている。

- a. 増殖に要する栄養源が簡単で安価である。
- b. 土地を要せず、立地条件、季節的条件に制約されない。
- c. 生育期間が短い(十数時間~数十時間)
- d. 生産条件の管理が容易で大量生産が可能である。
- e. 微生物の種類が多い。
- f. 特定の酵素を著量に生産する微生物が存在する。
- g. 適応、変異、培養条件の変化によって酵母の生成量を人為的に変化させやすい。

表Ⅳ-2-② 有機合成法と発酵法の特性

特 質		有 機 合 成 法	発 酵 法
原 料	種 類	鉱産物、農産物など比較的自由	主として農産物（澱粉、糖など） その他の天然物
反 応	条 件	任意であるが一般に激しい	常温、常圧（緩和）
	消費エネルギー	大	小
	溶 媒	水または有機溶媒	水
	反 応 系	単 純	複 雑
	工 程 数	多 段	一 段*
生 成 物	触 媒	毒性が高い	毒性がない
	濃 度	高	低
	分 離 精 製	易	難
	特 異 性	低	高
	特 徴	非生物的で環境に長く残留する	生物的で分解され易い
装 置	自 動 化	易	難
	は ん 用 性	小	大
	大 規 模 化 利 益	大	小 ～ 中
	設 備 投 資	大	中 ～ 大
特 徴		環境・自然との調和が難しい	環境・自然と調和する

※ 多段階の反応を発酵のような一工程で行なえることを意味する。

土佐哲也（1980）固定化酵素・微生物の応用，バイオマスと新エネルギー開発会議，（社）日本能率協会：4-1-1～4-1-11

表Ⅳ-2-③ 酵素の特性及び利用の実態

酵 素	給 源	おもな作用	摘 要	用 途
ヒドロラーゼ（A）、カルボヒドロラーゼ（1）				
かび α-アミラーゼ	<i>Aspergillus oryzae</i>	デンプン→グルコース+マルトース+少糖	Ca ²⁺ により熱やアルカリに安定となる。しかし熱にはやや不安定。工業用のものはアミログルコシダーゼを含有	製パン工業（とくに米国）では発酵しやすい糖（グルコース）を生産するために用いる。消化剤として用いる国もある
細菌 α-アミラーゼ	<i>Bacillus subtilis</i>	デンプン→グルコース+マルトース+少糖	熱にきわめて安定。pH 5.4～6.0。Ca ²⁺ で安定化される	デンプンの液化および加工工業。たとえば醸造における殺菌添加物、未発芽大麦のもろみ（細菌プロテアーゼも用いる）。デンプン原料からのグルコースおよびシロップの濃縮（かびアミログルコシダーゼとともに高濃度のグルコースシロップの製造に用いる）。繊維工業におけるデンプン糊の除去。紙のコーティングに用いるデキストリンの製造
植物 α-アミラーゼ	麦芽粉末または麦芽抽出液	デンプン→グルコース+マルトース+少糖	熱にやや安定。Ca ²⁺ で安定化される	醸造工業では、少なくとも15%までの麦芽の使用が望ましい（添加物および細菌の酵素によって分解された未発芽大麦と併用）

酵 素	給 源	おもな作用	摘 要	用 途
ヒドロラーゼ (A), カルボヒドロラーゼ (2)				
β -アミラーゼ*	植物, 細菌, かび	デンプン→マルトース+デキストリン		細菌 α -アミラーゼで液化し, プルナーゼで α -1,6-結合を切断したのち, この酵素を作用させて, デンプンからマルトースのシロップをつくる
アミログルコシダーゼ (グルコアミラーゼ)	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> *	デンプンまたはデキストリン→グルコース	通常トランスグルコシダーゼを除いたものを用いる (グルコースから若干のイソマルトースおよびパノースが生成するから). 熱にはやや安定. 最適 pH は 4~5 とやや低い (これに対し多くのアミラーゼは pH 5~6)	グルコースその他のシロップの製造 (細菌 α -アミラーゼでデンプンを可溶化したのちに用いる). 醸造においては, 発酵液からデキストリンを除き, アルコールの収率を上げ, またはビールの甘味を増すのに利用
プルナーゼ	<i>Aerobacter aerogenes</i>	デンプン (アミロペクチン) の枝切り酵素 (1,6-結合を切りマルトースとマルトリオースをつくる)*		醸造にも応用可能 (麦芽汁中のデキストリンからマルトース, マルトトリオースをつくるため)

ヒドロラーゼ (A), カルボヒドロラーゼ (3)

ペクチナーゼ (複合酵素)	<i>A. niger</i> のほか果実. 例: ペクチンメチルエステラーゼはかんきつ類やトマトから得られる. (牛乳をベースとする製品は一般に低メトキシ含量で, Ca^{2+} で安定となり, 糖含量の低いゲルであるが, このような物質を基材とする製品に対し, pH 6~7 に最適 pH をもつ酵素が適する)	ポリガラクトナーゼはペクチンの主鎖の分解をひきおこす. ペクチンメチルエステラーゼはペクチンに作用し, メチル基を除きカルボキシ基を遊離させる	熱にかなり安定である. ペクチンメチルエステラーゼは尿素処理によってポリガラクトナーゼと分離することができる	果汁の清澄化とジュースの収率の増加. 果皮の分解物は搾り果汁を調製するときに利用. かんきつ油の回収. 収量を上げるための種々の利用法がある (たとえば, 果皮をむくとき, プドウ酒の清澄化, にんじんの軟化)
ナリンギナーゼ	かびペクチナーゼを含む市販のペクチナーゼ中に不純物として存在する*	ナリンギンをブルニンとラムノースに分解する. 黄色を消すことなく苦味を除去する (ブルニンは存在する β -グルコシダーゼによりグルコースとナリンゲニンに分解される. この生産物もまた苦味がない. グルコースはこの β -グルコシダーゼ反応を阻害する)	ポリガラクトナーゼの除去はグレープフルーツジュースの濁りがなくなるのを防ぐのに必要である. これは尿素処理または pH 8 であたためることによって行なわれる	テキサスグレープフルーツのジュースと皮の苦味の除去. 果皮はフルーツジュースやフルーツ製品の添加物として利用. 日本の夏みかんの苦味の除去

ヒドロラーゼ (A), カルボヒドロラーゼ (4)

セルラーゼ	<i>Trichoderma viride</i>	セルロースを分解し, セロトリオース, セロビオース, グルコースなどを生成する	市販のセルラーゼはペクチナーゼなど多くの2次的な活性を含む	マッシュルームの軟化とフレーバーの生成. 植物油の抽出. 乾燥野菜, 乾燥果実の製造. 海藻からの寒天製造. 繊維廃棄物からのデンプン回収. にんにく熱処理の前段階におけるゲル化防止. 繊維廃棄物の除去. 酵母細胞壁の分解. 消化剤
-------	---------------------------	--	-------------------------------	--

酵 素	給 源	おもな作用	摘 要	用 途
ヘミセルラーゼ、 β -グルカナーゼ、ペントサナーゼ	かびおよび細菌の酵素剤中に混在する(たとえば <i>B. subtilis</i> の分泌する酵素剤中の β -グルカナーゼ)	グルカン、アラバン、キシランを分解する		液状コーヒーの製造におけるコーヒー粘液の液化、ココアまたはケーキの凍結展開剤、海老の抽出、ペントサナーゼにはパンの老化防止作用があり、ビスケット製造ではドウの改良に使用。 β -グルカナーゼは醸造工業において、麦芽汁やビールの粘度を下げるのに用いる

ヒドロラーゼ (A), カルボヒドロラーゼ (5)

ラクターゼ (β -ガラクトシダーゼ)	<i>Saccharomyces fragilis</i>	ラクトース→グルコース+ガラクトース		ミルクまたはホエー中のラクトースの分解(アイスクリームまたはチーズ製品中でラクトースの結晶化を防止する)。人または七面鳥におけるラクトース不耐症を防ぐ。ミルク入りパンの製造において、発酵性の糖を生成させたり、甘味を与えるのに使用
デキストラナーゼ	<i>Penicillium junculosum</i>	デキストランを分解する	口中の乳酸菌によって歯にデキストランのプラーク(歯垢)が生じ、そこが乳酸でおかされる。このデキストランはスクロースから生じる	スクロースの加工において、粘度を低下させるために用いる
リゾチーム	卵白	細菌(主としてグラム陽性菌)の細胞壁を分解する	涙および母乳中の天然抗生物質である	眼の治療用。乳児用の牛乳製品への添加物。抗ヒスタミン剤その他を含む医学的用途が特許化されている
ホスホマンナーゼ (複合体) β -グルタロニダーゼ	かたつむりの腸 よめがかさ(笠形の小貝)	酵母細胞壁を溶解する		研究用
インベルターゼ (β -フルクトフラノシダーゼ)	パン酵母	スクロース→グルコース+フルクトース	細胞壁に局在する(熱トルエンで処理し、パンペインによる限定加水分解のち得られる)	医学および分析用(ステロイドグルクロン酸化合物を分解する) ジャムの製造(転化糖は結晶化しない)。チョコレートソフトセンターはインベルターゼを含むスクロースセンターをチョコレートでコーティングしてつくる

ヒドロラーゼ (B), プロテアーゼ (1)

パパイ	パパイア樹液	タンパク質(肉のコラーゲンおよびエラスチンも含めて)を分解する	比較的熱に安定。システインを添加して活性化が必要がある	調理前またはかん詰め前の肉の軟化(調理の初期段階での作用が持続する)。醸造工業ではタンパク質-タンニン複合体による冷時の濁りを防止する
ブロメライン	パイナップルジュース	タンパク質を分解する		家庭用ゼラチンデザート、の液化、魚の凝縮品の製造
フィシン	いちじく樹液	タンパク質を分解する		膜フィルムの溶解による顔の回収

ヒドロラーゼ (B), プロテアーゼ (2)

トリプシン	牛の膵臓	微アルカリ性でタンパク質を分解する。その基質特異性はよく研究されている	リシンまたはアルギニンのカルボキシル基と他のアミノ酸とのペプチド結合に特異的に作用する。自然界で阻害剤はたとえば生(なま)の大豆に存在する	多くの医学的用途および消化剤
キモトリプシン	牛の膵臓	微アルカリ性でタンパク質を分解する。その基質特異性はよく研究されている	芳香族アミノ酸(チロシン、フェニルアラニン、トリプトファン)のカルボキシル基のペプチド結合に特異的である	トリプシンとともに口腔投与(前述参照)。臨床的には白内障の治療における水晶体の除去

酵 素	給 源	おもな作用	摘 要	用 途
ペプシン	牛の胃、鶏の胃	酸性 pH でタンパク質を分解する	芳香族アミノ酸、グルタミン酸、システインおよびシスチンのカルボキシル基に作用する広い特異性をもつ	消化剤、穀物の調理前の処理および乳児用食糧

ヒドロラーゼ (B), プロテアーゼ (3)

レンニン	哺乳期の牛の第4胃	カゼインをパラカゼインに変える (Ca^{2+} とともに沈殿する). 限定加水分解のみ	乳凝れした牛はレンニンでなく、ペプシンを生産する	チーズ製造におけるミルクのカード化
かびプロテアーゼ	たとえば <i>Aspergillus oryzae</i>	広い特異性により、タンパク質を分解する	広い pH 範囲 (pH 4~11) で用いられる。 <i>Aspergillus oryzae</i> から少なくとも3種の酵素が得られる	製品を軟化するためにドウを処理する (たとえば製パン)
細菌プロテアーゼ	たとえば <i>Bacillus subtilis</i>	広い特異性でタンパク質を分解する	広い pH 範囲 (pH 6~11) で用いられる。 <i>B. subtilis</i> から数種の酵素が得られそれらの最適 pH は 10~11 で熱に安定である	界面活性剤に安定で洗剤に適する

ヒドロラーゼ (C), その他の酵素

リパーゼ	脾臓、かび、植物	脂肪→脂肪酸+グリセロール		アイスクリーム、マーガリン、チーズおよびチョコレートなどのフレーバーの改良、卵白の改良 (たとえばホイップングクリームの性質)、かきおよびえびの抽出工程、パイプ洗浄と廃水処理 (多くの他種酵素と併用)、皮なめし
ペニシリンアシラーゼ	<i>E. coli</i>	ペニシリンから側鎖の除去	pH を変えることによって逆の用途がある (6-アミノペニシラン酸に新しい側鎖をつける)	新しいペニシリンの生産に利用される
アミノアシラーゼ	<i>E. coli</i>	N-アセチルアミノ酸からの N-アセチル基の加水分解		固定化した <i>E. coli</i> アミノアシラーゼの利用 (この酵素が L-アミノ酸の N-アセチル基を選択的に切断するという特異性を利用して L-メチオニンの製造が行なわれている; I 編 5.5 参照)
リボスクレアゼ	<i>Penicillium citrinum</i> , <i>Streptomyces griseus</i>	酵母 RNA→5'-ヌクレオチド (たとえば 5'-GMP)	5'-AMP→5'-IMP (<i>A. oryzae</i> のアデニル酸デアミナーゼを利用)	調味料の製造 (5'-IMP と 5'-GMP). フレーバー強化剤 (グルタミン酸ナトリウムより低濃度で有効である)
ペニシリナーゼ	<i>B. subtilis</i>	ペニシリンの破壊		ペニシリンで治療した動物から得られる汚染ミルクからペニシリンを除去する。臨床面ではペニシリンアレルギーの治療に利用される
ウレアーゼ	なた豆	尿素 + H_2O → $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$		尿素の測定に利用

ヒドロラーゼ (D), オキシドレダクターゼ

グルコースオキシダーゼ	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	$\text{D-グルコース} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{グルコン酸} + \text{H}_2\text{O}_2$	カタラーゼと併用し、生成した H_2O_2 を除く。過剰のグルコースの存在において O_2 を除去し、過剰の O_2 の存在においてグルコースを除去する	マヨネーズやびん入り果汁など多くの製品の腐敗を防ぎ、色やフレーバーを保持する。 O_2 の存在と日光で天然油中、チルベンの生成あるいはその有機性過酸化化物ができる。卵白の乾燥前にグルコースを除去する。グルコン酸 (金属重合剤) の製造に用いる
カタラーゼ	<i>A. niger</i> , <i>Penicillium sp.</i>	$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		有機合成の仕事においてもし皮膚に H_2O_2 をこぼしたときの除

酵 素	給 源	おもな作用	摘 要	用 途
ガラクトース オキシダーゼ	<i>Dactylium dendroides</i>	α -ガラクトース+O ₂ → α -ガラクトヘキ ソジアルドース+ H ₂ O ₂		去、食品中光または紫外線による H ₂ O ₂ の発生に際してその除 去、繊維や毛の染色前の漂白と 殺菌 微生物生育の抑制剤としての O ₂ の発生、フォームラバー、 あるいはプラスチック、多孔性 セメントおよび焼き菓子の発泡 のための O ₂ の発生 酪農工業用、実験室用としての 可能性あり
ペルオキシダ ーゼ	わさび	H ₂ O ₂ を用いて有機 化合物(受容体)を 酸化する		グルコース定量または検出のた めにグルコースオキシダーゼと 併用する
ポリフェノー ルオキシダー ゼ(チロシナ ーゼ)	マッシュルームな ど			分析用、ビールの着色剤、臨床、 試験(分析)用
リポキシゲナ ーゼ(リポキ シダーゼ)	グリーンピース	カロチノイド+リノ ール酸+O ₂ →過酸 化リノール酸	おだやかな漂白	カロチンの酸化によるパンの漂 白、フレーバー製造のための過 酸化油脂の調製
アルコールデ ヒドロゲナー ゼ	酵母	エタノール+NAD ⁺ →アセトアルデヒ ド+NADH ₂		アルコールの定量、あるいは重 金属阻害剤(Hg, Ag, Cd)の定 量もおそらく可能
アルコールオ キシダーゼ	微生物	O ₂ を用いてエタノ ールの酸化		アルコールの定量
コレステロー ルオキシダー ゼ	微生物	コレステロールの酸 化		コレステロールの定量(臨床に おいて利用)
ラ ッ カ ー ゼ	<i>Coriolus versicolor</i> (担子 菌)			日本の伝統的な塗料の乾燥に利 用
その他の酵素				
グルコースイ ソメラーゼ	<i>L. brevis</i> , <i>S. olivaceus</i>	グルコース→フル クトース	50% 平衡(混合物- 転化糖)	甘味剤としての転化糖の製造 (たとえばスクロースが高価な 日本において)
ニシナーゼ (nisinase)	<i>B. cereus</i>	プロテアーゼではな いがデヒドロペプチ ドレダクターゼとい えよう [B. Jarvis and J. Farr, <i>Bio- chem. Biophys. Acta</i> , 227, 232-240 (1971) 参照]		チーズ製品中に生成したり添加 された抗生物質であるニシンの 除去に用いる。ニシンの定量に も用いられる

(文献) A. ワイズマン編, 辻阪好夫監役(1977) 酵素工学ハンドブック, 講談社: 314~321

(3) 利用の状況

表Ⅳ-2-⑦ 用途別酵素剤販売量(1972年)
(目家消費分を含まず)

用途および／または酵素名	標準品換算 販売量 (トン/年)	販売金額 (百万円/年)
繊維糊拔剤(細菌 α -アミラーゼ)	10000	600
澱粉液化剤(細菌 α -アミラーゼ)	850	280
澱粉糖化剤(麦 芽)	350	35
〃 (植物 β -アミラーゼ)	170	40
〃 (糸状菌グルクアミラーゼ)	400	500
ブドウ糖異性化剤(放線菌グルコースイツメラゼ)	200	220
液化医薬用バルク(細菌・糸状菌アミラーゼ・プロテアーゼ)	—	520
卵白リゾチーム	5	500
クリーニング用(細菌プロテアーゼ・アミラーゼ)	80	70
洗剤用(細菌アルカリプロテアーゼ)	30	30
アルコール工業用(細菌 α -アミラーゼ)	50	15
清酒用酵素剤(糸状菌グルクアミラーゼなど)	16	128
味噌醤油用(細菌・糸状菌プロテアーゼなど)	40	40
皮革工業用(細菌プロテアーゼ)	900	90
糸状菌グルコースオキシダーゼ	(150 Kg)	100
糸状菌カタラーゼ	(800 Kg)	140
糸状菌セルラーゼ	20	80
リパーゼ	3	36
その他(ナリンジナーゼ・ヘスペリジナーゼ・インベルターゼ ・ペクチナーゼ・ヘミセルラーゼ)	—	100
	合 計 金 額	35 億 24000 万円

(文献) 本田誠一編(1973), 酵素に関する
調査(続), Echo Research, 42.

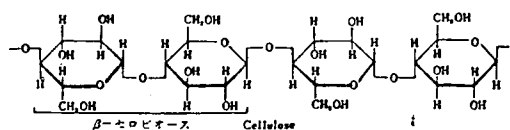
(4) 主要な酵素についての解説

○ セルラーゼ

植物の主成分であるセルロースを分解する酵素で、微生物には広く分布しているが、高等植物ではあまり研究されておらず、動物では貝類に存在が知られている程度である。

セルラーゼを生産する微生物はバクテリア、放線菌、糸状菌、キノコ類、原生動物など非常に多い。又1つの微生物が1種のセルラーゼを生産するわけではなく、通常複数のセルラーゼをつくり、ヘミセルラーゼやその他の多数の酵素を同時に生産する。市販のセルラーゼは通常ヘミセルラーゼを含有している。

セルラーゼには高分子のセルロースを分解するもの、低分子のセルロース（セロオリゴマー）を分解するものがあり、前者でも端から小さく切りとるもの（エキソ型）、内部から大きく切ってゆくもの（エンド型）など作用様式もいろいろある。通常高分子のセルロースはセルラーゼによりセロビオースにまで分解され、これが更にセロビアーゼにより分解されて最終的にグルコースになる。セルラーゼは多様ではあるが、その作用はいずれもグルコースの $\beta-1, 4$ 結合部分を加水分解するものである。



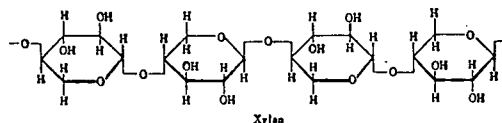
図Ⅳ-2-①

セルラーゼは将来は酸糖化法に代り、セルロースからグルコースを生産するのに用いられることが期待されているが、現在のところは消化剤や食品加工に用いられている程度である。市販のセルラーゼはトリコデルマやアスペルギルスを用いて生産されており、年々強力なセルラーゼがつくられるようになってきている。

○ ヘミセルラーゼ

ヘミセルロースはセルロースがグルコースのみから構成されているのとは異なり、構成単位が多様で、グルコース、マンノース、ガラクトース、キシロース、アラビノース等種々の6炭糖、5炭糖からなり、結合様式も $\beta-1,4$ 結合のみではない。更

にグルクロン酸なども含まれている。ヘミセルロースには沢山の種類があるが、代表的な木材ヘミセルロースはキシラン、グルコマンナン、アラビノガラクトタンなどである。これらを分解するヘミセルラーゼにはキシラナーゼ、マンナナーゼ、グルカナナーゼなどいろいろある。ヘミセルロースは一般にセルロースより低分子であり、結晶性もないので酵素分解は容易である。ヘミセルラーゼにもセルラーゼの場合のように高分子を分解するもの、低分子を分解するものがある。現在ヘミセルラーゼはセルラーゼに混じた状態で市販され、用途も同様であるが、将来精製したヘミセルラーゼ、例えばキシラナーゼを混合炭水化物に作用させると、その中のキシランだけを分解してキシロースを生産するというようなことも可能になる。



図Ⅳ-2-②

ヘミセルロースは木材のならず、トウモロコシの芯、綿実粕、オーワ殻、ワラなどの農産廃棄物に多量に含まれているので、これらを利用する場合にヘミセルラーゼの活用が期待される。

○ リグニン分解酵素

セルラーゼやヘミセルラーゼが生菌なしで酵素だけでセルロースやヘミセルロースを分解することができるのに反し、リグニンの場合は酵素だけでは困難で、生菌を用いないとリグニンを分解することはできない。勿論リグニン分解に関係のある酵素を作用させればリグニンに多少の変化は起こるが分解するところまではゆかない。リグナーゼという話が用いられることもあるが、実体は明らかでなく、リグニン分解に関係のある複数の酵素を意味している。リグニンの生分解は単一の酵素によるものではなく、多数の酵素が順次作用して進行するものと考えられている。リグニン生分解に関係があると考えられる酵素としては、フェノールオキシダーゼ、糖類オキシダーゼ、オキシゲナーゼ、エーテラーゼ、エステラーゼなどがある。酵素の起源としては、担子菌、放線菌、細菌、糸状菌など多種類のものがある。

3. 固定化酵素・微生物の利用

土佐哲也（1980）固定化酵素・微生物の応用，
バイオマスと新エネルギー開発会議，（社）日本
能率協会：4-1-1～4-1-11

(1) 固定化酵素とは

酵素はその特性を生かして広く産業界に使われている。しかし、酵素も本来その生物がおかれている環境下に最も効率よく作用するように淘汰されてきたものであって、我々人間が触媒として利用する面からみると必ずしも理想的な触媒ではない。

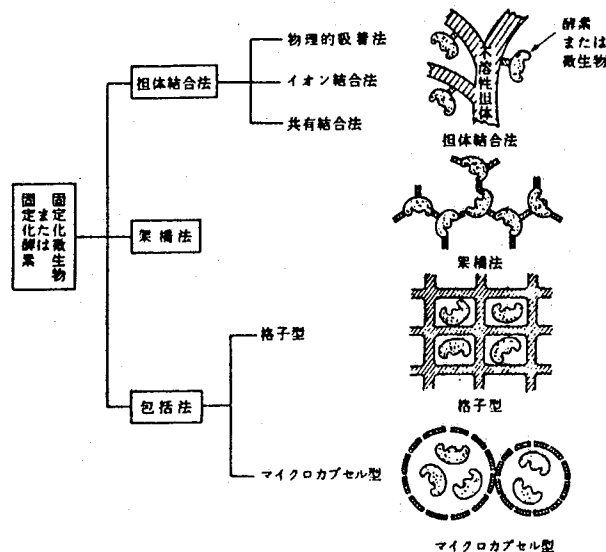
そこで、酵素の本来の特性を生かし、さらに利用に適したように酵素の体質を改善しようという試みが行なわれるようになった。その一つの方法として、酵素を触媒活性をもったまま一定空間内に閉じ込めて、連続反応、再利用を可能にする酵素の固定化（immobilization）が、1960年代後半後、盛んに研究されるようになった。

実際に酵素を固定化すると、もとの酵素に比べてどのような利点が期待できるかを整理してみると次のようになる。

- (1) 酵素の安定性が増す。
- (2) 利用目的に適した性質，形状の酵素標品の調製が可能である。
- (3) 酵素の再利用が可能である。
- (4) 反応の連続化が可能である。
- (5) 反応装置が占めるスペースが小さい。
- (6) 反応生成物の純度および収率が高くなる。
- (7) 資源エネルギー，環境問題の点でも有利である。

(2) 酵素あるいは微生物の固定化法

酵素を固定化するには緩やかな条件下に行ない、活性の低下を避けることが必要である。これまでに酵素の固定化については非常に多くの方法が報告されている。それらを整理すると大きく3つの方法に分類でき、模式的に示すと図Ⅳ-3-①のようになる。微生物菌体の固定化も酵素の固定化と同様に図Ⅳ-3-①に示したように3つの方法で行なわれており、包括法が最もよく用いられる。



図Ⅳ-3-① 固定化酵素および固定化微生物の分類と模式図

土佐哲也（1980）固定化酵素・微生物の応用，
バイオマスと新エネルギー開発会議，（社）日本
能率協会：4-1-1～4-1-11

(3) 固定化酵素および固定化微生物の性質 とは学問的にも興味があり、また、固定化標品を
酵素あるいは微生物を固定化することによって、 触媒として利用する上にも重要である。
その酵素的性質がどのように変化したかを知るこ

表Ⅳ-3-① 固定化酵素の製法と力価 —— 基質特異性

固 定 化 法	酵 素	基 質	相対酵素活性※
ジ ア ゾ 法 (アミノ酸共重合物)	パ パ イ ン	カゼイン BAEE	30 70
ペ プ チ ド 法 (CM-セルロースアジド)	α-キモトリプシン	カゼイン BTpNA	1.6~2.8 1.9~3.9
アルキル化法 (ヨードアセチルセルロース) (ブロモアセチルセルロース)	アミノアシラーゼ リボヌクレアーゼ	Ac-DL-Met RNA	40~50 6
イオン結合法 (DEAE-Sephadex) (DEAE-セルロース)	アミノアシラーゼ カタラーゼ	Ac-DL-Met H ₂ O ₂	4.2~7.4 70
架 橋 法 (グルタルアルデヒド)	パ パ イ ン	カゼイン BAEE	6.8 2.7
格 子 型 (ポリアクリルアミド)	アミノアシラーゼ	Ac-DL-Met	50~60

※ もとの酵素に対する相対値

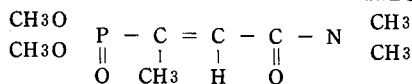
一般に酵素あるいは微生物を固定化すると、表Ⅳ-3-②に示すように高分子基質には作用しにくくなる傾向がある。酵素反応の至適PH、動力学常数などは担体の荷電の影響、基質あるいは反応生成物の拡散速度の変化などによってかわる場

合が多い。特に、表Ⅳ-3-②に示すように固定化によって、熱、有機溶媒、蛋白質分解酵素、各種試薬などに対して安定性が増す場合が多く、固定化の大きな利点の一つである。

表Ⅳ-3-② 固定化酵素の蛋白質分解酵素および各種試薬に対する安定性

酵 素	固 定 化 法	蛋白質分解酵素 および 試 薬	残 存 活 性 (%)	
			もとの酵素	固定化酵素
アミノアシラーゼ	イオン結合法(DEAE=Sephadex)	トリプシン	23	87
		プロナーゼP	68	88
		6 M 尿 素	9	146
		2 M グアニジン	49	117
		1 % SDS	1	35
		24%プロパノール	55	138
トリプシン	ペプチド法(CM-セルロースアジド)	3 M 尿 素	60	120
アセチルコリンエステラーゼ	格 子 型(ケイ素樹脂)	トリプシン阻害剤	0	80
		Bidrin※	0	49

※ アセチルコリンエステラーゼ阻害剤で下記の化学構造を有している。



土佐哲也(1980) 固定化酵素・微生物の応用, バイオマスと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会: 4-1-1~4-1-11

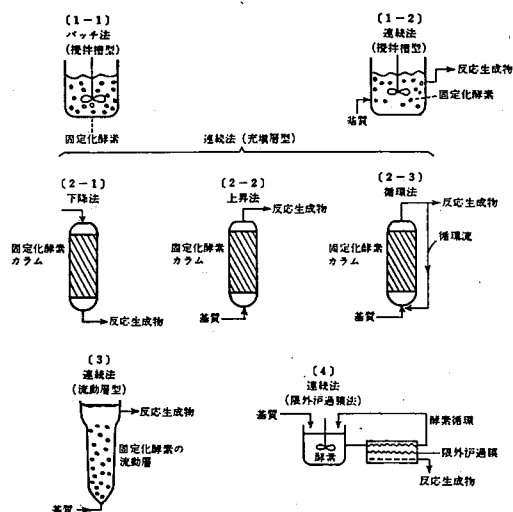
(4) 固定化酵素および固定化微生物の工業的利用

固定化酵素および固定化微生物は、酵素反応終了後、容易に反応液から分離することができ、カラムに詰めると連続酵素反応を行なうことも可能となり、また、安定性もよいなどの特長があるため非常に多くの利用法が報告されている。このうち、固定化標品を有用な化合物の製造に利用する研究が多く、演者もその研究および工業化を行っているの、それらを中心に紹介する。

① 反応装置

固定化酵素および固定化微生物を固体触媒として用いる場合、反応装置(enzyme reactor)が大きな役割を果たすが、それらは基本的には化学工業で用いられているものと同じである。そのおもな反応装置を反応様式および基質と反応生成物の流れの様式によって分類すると図Ⅳ-3-②に示すようになる。この反応装置については福島(触媒, 21, 445(1979)のすぐれた総説を参考にして頂きたい。

② 固定化系を用いる連続酵素反応

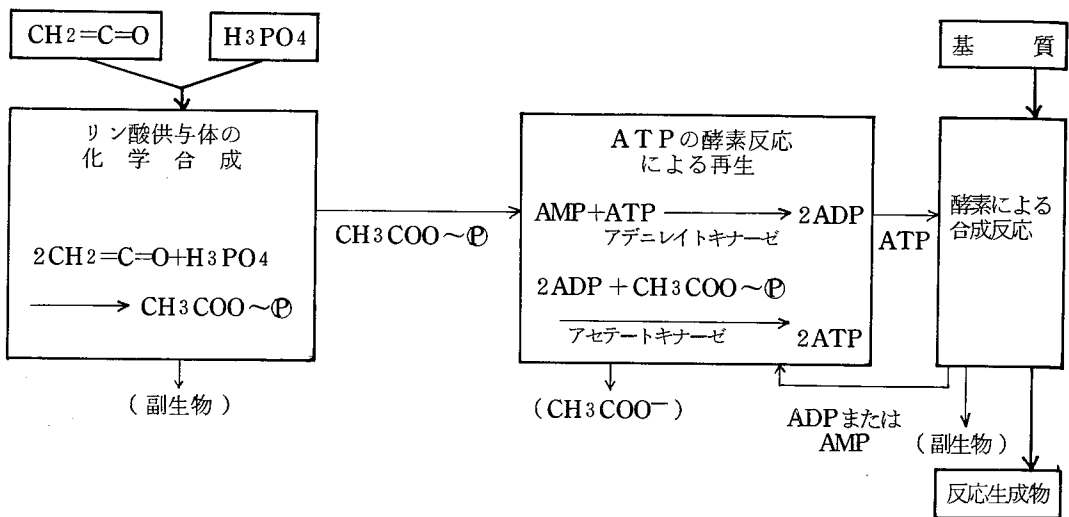


図Ⅳ-3-② 固定化酵素を用いる反応様式と反応器

土佐哲也(1980) 固定化酵素・微生物の応用, バイオマスと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会: 4-1-1~4-1-11

表Ⅳ-3-③ 固定化酵素および固定化微生物の工業的応用例

応 用	固 定 化 標 品	工業化開始の時期
DL-アミノ酸の光学分割	固定化アミノアシラーゼ	1969 年
L-アスパラギン酸の製造	固定化 <i>Escherichia coli</i> (アスパルターゼ)	1973
6-アミノペニシリン酸の製造	固定化ペニシリンアミダーゼ	1973
異性化糖液の製造	固定化グルコースイソメラーゼ	1973
L-リンゴ酸の製造	固定化 <i>Brevibacterium ammoniagenes</i> (フマラーゼ)	1974
低乳糖乳の製造	固定化ラクターゼ	1977



図Ⅳ-3-③ ATPの再生用バイオリアクター(K.J.Skinner;Chemical and Engineering News, August 18, 1975, p. 22より)

土佐哲也(1980)固定化酵素・微生物の応用, バイオマスと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会: 4-1-1~4-1-11

(3) 固定化増殖微生物を使う有用物質の連続製法

上述のように, 固定化酵素系の研究は固定化酵素から固定化微生物への進み, 最近では特に, “固定化増殖微生物”(Immobilized living cells)と呼ぶべき研究が注目されている。従来工業化されている固定化微生物は, 一段階の酵素反応で微生物そのものは死滅しているが, その酵素活性が安定化されたものを利用している。これに対し, 微生物を固定化して生存させた状態あるいは増殖を伴った状態でその生物学的機能を維持したまま利用しようというのが固定化増殖微生物法である。このような固定化微生物がうまく利用できれば, ATPの再生系, 酸化還元系, 補酵素の再生系などの必要な多段階の酵素反応が長期間にわたって行えるものと期待される。

このような固定化増殖微生物を使う有用物質の製造検討については表Ⅳ-2-④に示すような例が報告されている。

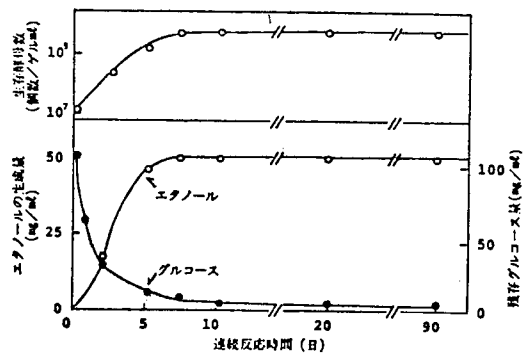


図-3-④ 固定化 *Saccharomyces Carlsbergensis* を詰めたカラムを使うエタノールの連続生産

固定化菌体量 : 20ml
培地の流速 : 20ml/hr
滞留時間 : 1時間

表Ⅳ-2-④ 固定化増殖微生物を使う有用物質の生成

有用物資	主要原料	微生物	固定化用担体
エタノール	グルコース	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	カラギーナン ポリアクリルアミド
ビール	麦芽汁	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	ポリビニルクロリドと多孔性レンガ アルギン酸カルシウム
L-イソロイシン	グルコース, デキストリン, D-スレオニン	<i>Serratia marcescens</i>	カラギーナン
酢酸	エタノール	<i>Acetobacter</i> sp.	チタン錯化合物
乳酸	牛乳	乳酸菌と酵母の混合	ゼラチン
	グルコース	<i>Arthrobacter oxidans</i>	ポリアクリルアミド
2-ケトグルコン酸	グルコース	<i>Serratia marcescens</i>	コラーゲン
バシトラシン	グルコース, ペプトン	<i>Bacillus</i> sp.	ポリアクリルアミド
アシラーゼ	グルコース, ペプトン	<i>Bacillus subtilis</i>	ポリアクリルアミド
水素ガス	グルコース	<i>Clostridium butyricum</i>	ポリアクリルアミド
	リンゴ酸	<i>Rhodospirillum rubrum</i>	寒天

(4) その他の利用分野

固定化系のその他の利用については表Ⅳ-3-⑤にまとめて示しておく。

表Ⅳ-3-⑤ 固定化酵素および固定化微生物の利用例

利用分野	応用例
有機合成反応	L-アミノ酸, 核酸, ビタミン, 抗生物質, ホルモン, 糖, 半減期の短い放射性化合物などの合成
分析化学	自動分析, 酵素電極, 臨床検査, 生体高分子物質の構造分析, 酵素反応機構あるいは酵素機能の解析など
食品工業	乳糖の分解, チーズの製造, 牛乳の殺菌, 牛乳の酸化臭の防止, アルコール飲料の製造など
医療	酵素マイクロカプセル, 体外循環系, 人工臓器など
アフィニティークロマトグラフィー	生体関係化合物(酵素, 補酵素, ビタミン, ホルモン, ホルモン受容体, 核酸, 抗原, 抗体, 細菌, ウイルスなど)の分離, 精製, radioimmunoassay enzyme immunoassay など
廃液処理	フェノールの分解, シアンの分解, カプロラクタムオリゴマーの分解など
エネルギー生成	燃料電池, 生化学電池
その他	低温殺菌, 環境浄化

土佐哲也(1980) 固定化酵素・微生物の応用, バイオマスと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会: 4-1-1~4-1-11

表Ⅳ-3-⑥ 固定化酵素の利用が期待される食品工業（生産・加工）

種 類	固 定 化 酵 素	用 途
糖質製造	α 、 β -アミラーゼ グルコアミラーゼ セルラーゼ	澱粉の加水分解、グルコースの製造
	グルコースイソメラーゼ インベルターゼ ラクターゼ（ β -ガラクトシターゼ）	セルロースの加水分解 グルコースの異性化、果糖の製造 転化糖の製造 乳糖分解、低乳糖乳の生産
乳製品加工	レンニン、ペプシン カタラーゼ バングレアチン酵素 ナリンギナーゼ ペクチナーゼ	アイスクリーム品質向上（ラクトース結晶化防止） チーズの製造 牛乳の殺菌、 H_2O_2 の除去
	アミノアシラーゼ アスパルターゼ Corynebacterium glutamicum（複合酵素系） フマラーゼ Yeast（複合酵素系） AMP-デアミナーゼ ホスホジエステラーゼ ババイン	ナリンギン（果汁の苦味成分）除去） 澄清化、着色改良 DL-アミノ酸の光学分割 L-アスパラギン酸の製造 L-グルタミン酸の製造 L-リンゴ酸の製造 クエン酸の製造 イノシン酸の製造 5'-モノスクレオチドの製造 ビールのもろり除去 清酒のオリ発生防止
アルコール飲料の加工	プロテアーゼ アミラーゼ プロテアーゼ ペプチダーゼ	アルコール醱酵の前処理
	グルコースオキシダーゼ カタラーゼ リパーゼ	卵白アルブミン中グルコース除去
その他	グルコースオキシダーゼ ブタラーゼ デキストラン分解酵素	卵白泡立ち性改善 マヨネーズ等の酸化防止 シロ糖の精糖

（文献） 田中芳一（1981），固定化酵素の利用の技術的課題，食品工業24：（1，下）21．

表Ⅳ-2-⑦ 固定化酵素の化学反応への応用例

反 応 形 式	固 定 化 酵 素 の 価 値	用 途
酸化還元反応	L-アミノ酸オキシダーゼ チロシナーゼ	D-アミノ酸の製造 L-DOPAの製造
転移反応	デキストランスルファターゼ ホスホリラーゼ ポリスクレオチドホスホリラーゼ カルバミン酸キナーゼ	果糖含有デキストランの製造 グルコース重合物の製造 ポリスクレオチドの製造 ATPの再生
加水分解反応	アミノアシラーゼ α -アミラーゼ グルコアミラーゼ セルラーゼ インベルターゼ カルボキシペンチダーゼ ロイシンアミノペプチダーゼ ベニシリニンアミダーゼ AMPデアミナーゼ ババイン	アミノ酸の光学分割 グルコースの製造 グルコースの製造 グルコースの製造 転化糖の製造 アミノ酸の光学分割 アミノ酸の光学分割 6-アミノペニシラン酸の製造 5'-イノシン酸の製造 カゼインの加水分解
リアーゼ反応 （不斉合成反応）	D-オキシニトリラーゼ アスパルターゼ	光学活性マンデロニトリルの製造 L-アスパラギン酸の製造
異性化反応	グルコースイソメラーゼ	果糖の製造

（文献） 千畑一郎編（1977），固定化酵素
講談社：125．

文 献	要 旨
① Studies on Alginase Part II. A New Unsaturated Isolated from Alginase Hydrolysate. By Isami Tsujino and Tsuneyuki Saito. Agnc and Biol. Chem Vol 26 (1962) No 2 pp115-118	アワビ、<i>Halitotis discus hannai</i>、の肝臓より得たアルギナーゼはアルギン酸を不飽和ジウロナイドに分解する。
② Studies on Alginase-Iv. Investigation of Reactivities Isami Tsujino and Tsuneyuki Saito* 日水誌. Vol29 (No.1) 1963 pp58-65	アワビ肝臓より得たアルギナーゼの反応条件を紫外吸収測定によりしらべた。本アルギナーゼの最適条件を235 mμにて測定しもとめると30℃, pH7.0-7.5である。本アルギナーゼによるアルギン酸の分解はグリコシッド結合の開裂と同時に非還元末端に2重結合を形成し、不飽和ウロナイドを生成する径路を進むが、マンウロン酸生成の径路はとらない。
③ Studies on Alginase Part III. Constitution of a New Unsaturated Disuronide. By Isami Tsujino Agr. and Biol. Chem. 27 [4] 1963, pp 236-242.	アルギン酸のアルギナーゼによる加水分解による不飽和結晶ウロナイドについて化学的な研究を行った。その結果この不飽和ウロナイドは4-O-(β-D-Δ4,5-manno seenpyranosyluronic acid)-D-mannuronic acidであることが明らかとなった。
④ A New Unsaturated Uronide isolated from Alginase Hydrolysate. By Isami Tsujino, Tsuneyuki Saito. Nature, Vol192 (No.4806) pp970-971, 1961	内容は①～③に同じ
⑤ Distribution of β-1,4-glucanase and β-glucosidase activities among marine molluscs with different feeding habits. By Liliana Glanfreda, Assnuta Imperato, Rosaria Palescandolo and Vincenzo Scardi. Comp. Biochem. Physiol. Vol63 B, pp 345-348	海産軟体動物（ミミガイ科、イタボガキ科、タマガイ科、アクキガイ科、イガイ科、バカガイ科、マルスダレガイ科、ジンドウイカ、コライカ、マダコ）についてβ-1.4-glucanase, β-glucosidaseの活性を比較し、系統発生的、エサとの関連をしらべた。

文 献	要 旨
⑥ Cellulase of marine mollusc, <i>Dolabella</i> sp.. By Gentaro Okada, Tosiki Nisizawa and Kazutosi Nisizawa. Biochem. J. 99(1966) pp214-221	タツナミガイ類の cellulase. タツナミガイの肝臓から粗酵素を抽出し、これを硫酸分画して部分精製した。至適pHは6.0 (walseth cellulose) また8.0 (CM-cellulose) であった。これは電気泳動によりさらにいくつかに分画された。β-glucosidase 活性はなく、また aryl β-cellobioside を分解しにくかった。cello-oligosaccharides, cellodextrin, CM-cellulose, Walseth cellulose, cotton fibre を基質として主として cellobiose をつくる。タツナミガイの肝臓にはまた β-glucosidase が存在し、これは cellobiose を分解する。ウバガイ類 (<i>Spisula Solidissima</i>) の晶杆中の消化酵素をしらべた。
⑦ Characterization of the carbohydrate degrading enzyme in the surf clam crystalline style. By L.F. Jacober, C. Rice and A. G. Rand Jr. J. Food Sci. Vol45(1980) pp381-385.	Laminarinase, Amylase, Cellulase, Arginase の4種類につき活性を測定した。これらの酵素は37°C pH6.0 において充分な活性を示した。
⑧ A study on the crystalline style of the freshwater mussel, <i>Parreysia corrugata</i>. By V.S. Lomte and M.L. Jadhav. Hydrobiologia Vol.69(1980) pp 175-178.	カラスガイの晶杆はグルコプロテインからなるゼラチン様の棒でありこれはグリセリン、アルコールに不溶で、pH7.0 で蒸留水にとける。Amylase が存在し他の carbohydrase は含まなかった。
⑨ Characterization of the type of action of β-1, 3-glucanases from marine invertebrates. By L.A. Elyakov and T.G. Shilova. Comp. Biochem. Physiol. Vol.64B - pp245-248.	Laminarinase の活性の高い種、ホタテアカザガイ、エゾギンチャクガイらバガイの晶杆およびカサガイ、タマキビガイの肝臓をしらべ、すべて endo-type の β-1, 3-glucanase を含むことが明らかであった。

- (註) Cellulase ; β -1,4-glucan 4-glucanohydrolase, セルロースの β -1,4-グルコシド結合を加水分解。
 Laminarinase ; β -1,3(4)-glucanglucanohydrolase
 ラミナランの β -1,3-グルカン結合の加水分解。
 α -Amylase ; α -1,4-glucan 4-glucanohydrolase
 starch $\rightarrow$ dextrine (oligosaccharide を含む) の α -1,4 グリコシド結合を加水分解。
 Arginase ; poy- β -1,4-mannuroside glycanohydrolase
 アルギン酸の β -1-4-mannuronide 結合の分解。

文	献	要	旨
⑩ The distribution of laminarinases in marine invertebrates.		種々の海産無脊椎動物の laminarinase 活性を測定し種による量的特徴を把握した。	
By		Table1- Laminarinase Activity in the digestive glands of the marine invertebrates	
V.V.Sova, L.A.Elyakova and V.E. Vaskovsky.			
Comp. Biochem. Physiol.			
Vol.32 (1970) pp. 459-464.			

文 献	要 旨																																														
⑪ Carbohydrases with unusual specificities-V. N-benzoyl-β-glucosaminidase from liver of the scallop <i>Mizuhopecten yessoensis</i>. By N.V.Molodtsov and M.G. Vafina. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 51 B (1975) pp 313-315	ホタテガイの肝臓から, p-nitrophenyl N-benzoyl-β-D-glucosaminide を分解する活性画分を分離した。この酵素, N-benzal-β-glucosaminidase を部分精製して耐熱性, 至適pH, Michallis constant, インヒビターにつき研究を行った。																																														
⑫ Some enzymes of the queen scallop, <i>Chlamys opercularis</i>. By A.Forde, W.J.G. Donnelly and D.B. Johnson. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 46 B (1973), pp. 861-865.	Queen scallop, <i>chlamys, opercularis</i> (イタカガイ科) の組織中の Arylsulphatase, β-glucuronidase, β-galactosidase 活性をしらべた。 Arylsulphatase, β-glucuronidase は肝臓の抽出物で測定した。 Arylsulphatase の活性は β-glucuronidase よりも強かった。																																														
⑬ Alginases of marine invertebrates. By V.V.Favorov and V.E.Vaskovsky. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 38 B (1971) pp. 689-696	海産無脊椎動物の alginase 活性を 3 つの異なる方法で測定した。実験に用いたすべての動物の肝臓中の酵素活性は夏期に消失した。alginase 活用が高かったのはカサガイ, タマキビガイ, バカガイ, ウバガイの晶杆であった。 Table 2-Alginase activity in marine invertebrates as determined viscosimetrically By Hulton's method <table> <tr> <th>Species, tissue</th><th>Activity (units/mg protein)</th></tr> <tr> <td><i>Collsiella patina</i></td><td>25</td></tr> <tr> <td><i>C. radiata</i></td><td>21</td></tr> <tr> <td><i>C. heroldi</i></td><td>21</td></tr> <tr> <td><i>Littorina squalida</i></td><td>11</td></tr> <tr> <td><i>L. brevicula</i></td><td>19</td></tr> <tr> <td><i>L. mandshurica</i></td><td>-19</td></tr> <tr> <td><i>Umbonium costatum</i></td><td>7</td></tr> <tr> <td><i>Macra sulcataria</i></td><td></td></tr> <tr> <td> Summer: hepatopancreas</td><td>5</td></tr> <tr> <td> crystalline style</td><td>2</td></tr> <tr> <td> Winter: hepatopancreas</td><td>1</td></tr> <tr> <td> crystalline style</td><td>—</td></tr> <tr> <td><i>Spisula sachalinensis</i></td><td></td></tr> <tr> <td> Summer: hepatopancreas</td><td>14</td></tr> <tr> <td> crystalline style</td><td>2</td></tr> <tr> <td> Winter: hepatopancreas</td><td>1</td></tr> <tr> <td> crystalline style</td><td>—</td></tr> <tr> <td><i>Callista brevisiphonata</i></td><td></td></tr> <tr> <td> Summer: hepatopancreas</td><td>5</td></tr> <tr> <td> crystalline style</td><td>2</td></tr> <tr> <td> Winter: hepatopancreas</td><td>—</td></tr> <tr> <td> crystalline style</td><td>—</td></tr> </table>	Species, tissue	Activity (units/mg protein)	<i>Collsiella patina</i>	25	<i>C. radiata</i>	21	<i>C. heroldi</i>	21	<i>Littorina squalida</i>	11	<i>L. brevicula</i>	19	<i>L. mandshurica</i>	-19	<i>Umbonium costatum</i>	7	<i>Macra sulcataria</i>		Summer: hepatopancreas	5	crystalline style	2	Winter: hepatopancreas	1	crystalline style	—	<i>Spisula sachalinensis</i>		Summer: hepatopancreas	14	crystalline style	2	Winter: hepatopancreas	1	crystalline style	—	<i>Callista brevisiphonata</i>		Summer: hepatopancreas	5	crystalline style	2	Winter: hepatopancreas	—	crystalline style	—
Species, tissue	Activity (units/mg protein)																																														
<i>Collsiella patina</i>	25																																														
<i>C. radiata</i>	21																																														
<i>C. heroldi</i>	21																																														
<i>Littorina squalida</i>	11																																														
<i>L. brevicula</i>	19																																														
<i>L. mandshurica</i>	-19																																														
<i>Umbonium costatum</i>	7																																														
<i>Macra sulcataria</i>																																															
Summer: hepatopancreas	5																																														
crystalline style	2																																														
Winter: hepatopancreas	1																																														
crystalline style	—																																														
<i>Spisula sachalinensis</i>																																															
Summer: hepatopancreas	14																																														
crystalline style	2																																														
Winter: hepatopancreas	1																																														
crystalline style	—																																														
<i>Callista brevisiphonata</i>																																															
Summer: hepatopancreas	5																																														
crystalline style	2																																														
Winter: hepatopancreas	—																																														
crystalline style	—																																														

文 献	要 旨
⑭ β-Glucuronidase and arylsulphatase in some marine invertebrates of the Canadian Atlantic Coast. By Doris Fraser Hiltz and Therese E. Lightle. J. Fish. Res. Board Can. Vol. 27, No. 10 (1970) pp. 1898-1900.	β-glucuronidase, arylsulphatase 活性を 15 種類の海産無脊椎動物の消化器管でしらべた。β-glucuronidase は藻類を攝取する Gastropoda の 3 種 (カサガイ, タマキビガイ類) でもっとも活性が高く, ついで Lamellibranchia (ホタテ, ハマグリ, イガイ, オオノガイの類) であった。ホタテ, オオノガイ, 淡水イガイはとくに Arylsulphatase の活性が高かった。β-glucuronidase と arylsulphatase 両者の活性間に相関はみられなかった。マルスダレガイ (<i>Venus gallina</i> 及び <i>Tapes rhomboideus</i>) から他の glycosidase を含まない α-fucosidase を精製した。但し少量の N-acetyl-glucosamidase を含んでいる。精製した α-L-fucosidase は分子量, 180,000 であり, 65°C 5 分の加熱では, 100% 活性が残っている。至適 pH は 5.0, L-fucose, Hg^{2+} によって阻害される。
⑮ Obtencion, características y aplicaciones de las -L-fucosidas de especies de moluscos: <i>Venus gallina</i> L. y <i>Tapes rhomboideus</i> Penn. By Angel Reglero Chillon Anales real academia Farmacia. Vol 3 1975, pp. 423-465. ⑯ Enzyme systems in marine algae. The carbohydrase activities of unfractionated extracts of <i>Cladophora rupestris</i>, <i>Laminaria digitata</i>, <i>Rhodomenia palmata</i> and <i>Ulva lactuca</i>. By W.A.M. Duncan, D.J. Manners and A.G. Ross. Biochem. J. 63(1956) pp. 44-15.	4 種類の海産藻類からの抽出物中の carbohydrase の活性をしらべた。このエキ스는 α, β-glucosides, lactose, mannan, xylan, starch, glycogen laminarin, lichenin, glucan, cellodextrin 及び sodium carboxymethyl cellulose を加水分解した。maltose, salicin, laminarin に対する抽出物の酵素活性と pH との関係をしらべた。

Family	Genus & Species	和 名	Reference	Origin	Enzyme	備 考
フネガイ科	Anadara broughtoni	ハゴロモガイの類	(CBP: 32, 459, '70; CBP: 388, 689, '71	Hepatopancreas	Alg, Lam	
タマキガイ科	Glycymeris albolinetus	ベンケイガイ	(")	Crystal line	Alg, Lam	
イガイ科	Modiolus difficilis	エゾレバリガイ	(")	"	Alg, Lam	
"	Mytilus galloprovincialis	イガイの類	CBP: 63B, 345, '79	Digestive gland	Cell, B. Glucos	
"	M. edulis	ムラサキイガイ	J. Fish Can. 27, 1598	"	Aryls, B. Glucur	
イチャガイ科	Crenomytilus grayanus	エゾイガイ	(")	HP	Alg, Lam	
"	Chlamys nipponensis	アズマニシキ(アサガ ラ)	:64B, 245, '79	" CS	"	endo-Lam
"	C. swiftii	エノキenchayガイ	(CBP: 388, 689, '71; 64B, 245, '73	"	"	"
"	C. opercularis	ニシキガイの類	CBP: 46B, 861, '73	"	Aryls, B. Glucur, B. Galacts	Aryls β -Glucur
"	Patinopecten yessoensis	ホタテガイ	(") 32, 459, '90; 51B, 313, '95; 白水会	" CS	Alg, Lam, Benzoyl. Glucosa, A 1, B. Fucos	endo-Lam
" (?)	Placopecten magellanicus		(J. Fish. Can. 27, 18, 98, '70	"	Chito β -Galactos, Aryls	高 β -Galactos
" (?)	Tellina lotea		(CBP: 388, 689, '71, 64B, 245, '79	DG, "	Amyl, Lam, Chi, α -Glucos, β -Glucos, β -Galactos	高Aryls
イタキガイ科	Ostrea(Crassostrea) gigas	マガキ	(CBP: 32, 459, '70; 388, 689, '71	HP, "	Alg, Lam	endo-Lam
"	O. edulis		(")	"	"	"
イシガイ科(?)	Elliptio complanatus	カラスガイの類(?)	CBP: 63B, 345, '79	DG	Cell, β -Glucos	
"	Parreysia corrugata	"	J. Fish Can. 27, '70	"	Aryls, β -Glucur	
マルステレイガイ科	Arctica islandica	ハマグリ	Hyd. 69, 175, '80	CS	Amyl	
"	Callista brevisiphonata	エゾスレガイ	CBP: 388, 689, '71	DG	Aryls, β -Glucur	
"	Venus gallina	マルステレイガイの類	Pur. J. Biol. im. 66, 379, '76	HP	Alg	
"	Tapes rhomboides	アサリ	Aml. Acad. 421, '74	"	α -Glucos, Ac-Gallacid, α -Galactos	
"	T. decussatus	アサリの類	CBP: 63B, 345, '79	"	"	"
バカガイ科	Mactra sulcataria	バカガイ	(")	DG	Cell, β -Glucos	
"	M. corallina	バカガイの類	CBP: 63B, 345, '79	HP, CS	Alg, Lam	高Lam, Alg(胃粉)
"	Spisula sachalinensis	ウバガイ	Biochilg. B. CN, Ad 658	DG	Cell, β -Glucos	
"	S. solidissima	ウバガイの類	64B, 245, '79	HP, CS	Alg, Lam	高Lam, Alg(胃粉)
エノオノガイ科	Mya arenaria	オオノガイ	J. Fish. Can. 27, '70	CS	" , Cell, Amyl	
その他(?)	Dosinia japonica		(CBP: 32, 459, '70	HP, DG	Lam, Aryls, β -Glucur	高Aryls
	Pitarica pacifica		(")	"	"	"
	Saxicava sp.		(")	"	"	"

Cell : Cellulase (β -1,4-Glucanase)
 β -Glucos : β -Glucosidase
 Lam : Laminarinase (β -1,3-Glucanase)
 Alg : Alginase

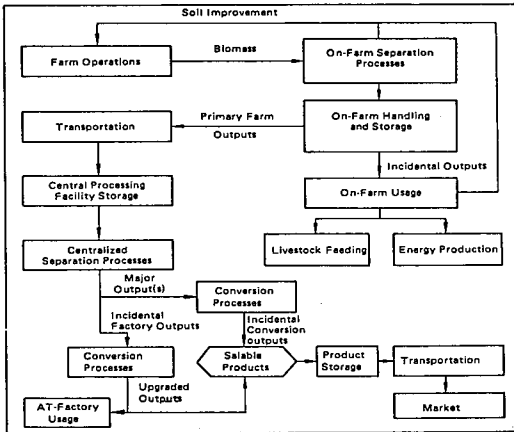
Gastropoda

Family	Genus & Species	和 名	Reference	Origin	Enzyme	備 考
ミミガイ科	Haliotis tuberculata	ミミガイの類	C.B.P. 63 B. 345. '79	Digestive gland	Cell. β -Glucos	
"	H. giganteus	クロアワビ(エゾ)	農化誌 7, 328, '81	"	Alg	
"	Nordotis discus	トコブシ	白水会, 秋 '80, 辻野 '61	Hepatopancreas	Amyl. Xyl. Alg. β -Glucur. α -Fucos	
ツタノバガイ科	Sulculus diversicolor	ヨメガカサの類	CBP. 63 B. 345. '79	DG	Cell. β -Glucos	海藻を摂取するものでは
ユキノカサガイ科	Patella coeruler	カサガイの類	J. Fish. Res. Bd. Canada, 27, 1898, '70	"	Aryls. β -Glucur	β -Glucur
"	Acmaea testudinialis	ユキノカサガイ	(CBP. 32, 459, '70)	HP	Alg. Lam	
"	A. pallida	カモガイの類	CBP. 38 B. 689, '71 ; (32, 459, '70)	"	" (")	高 Alg. endo-Lam
"	Collisella patina	"	"	"	" (")	"
"	C. radiata	コガモガイ	"	"	" (")	"
"	C. heroldi	キサゴ	"	"	" (")	"
ニシキウスガイ科	Umbonium costatum	キサゴ	CBP. 32, 459, '70	"	Alg	高 Alg
"	U. suturale	キサゴの類	白水会 秋 '80	"	Lam	
リュウサンザシ科	Batillus cornutus	サザエ	"	"	Amyl. β -Fucos	
タマキビガイ科	Littorina brevicula	タマキビガイ	CBP. 38 B. 689, '71 ; (32, 459, '70)	"	Alg. (Lam)	高 Alg. endo-Lam
"	L. squalida	エゾタマキビガイ	"	"	" (")	"
"	L. mandshirica	アツタマキビガイ	"	"	" (")	"
"	L. littorea	タマキビガイの類	J. Fish. Can. 27, '70	Visceral hump	Aryls. β -Glucur	高 β -Glucur
"	L. obtusata	"	"	Whole animal	"	"
タマガイ科	Tectonatica janthostoma	チシマタマガイ	(CBP. 32, 459, '70)	"	Alg. Lam	
"	Natica josephina	タマガイの類	CBP. 38 B. 689, '71	DG	Cell. β -Glucos	
"	Lunatia heros	タマツメタマガイの類	CBP. 63 B. 345, '79	"	Aryls. β -Glucos	
アケギガイ科	Murex trunculus	ホネガイの類	J. Fish. Can. 27, '70	"	Cell. β -Glucos	
"	Rapana thomasiana	アカニシ	CBP. 32, 459, '70	HP	Alg. Lam	
"	Nucella heyscana	チヂミボラ	(")	"	"	
"	Nucella rustica	"	(")	"	"	
"	Thais lapillus	ニシの類	J. Fish. Can. 27, '70	WA	Aryls. β -Glucur	
エゾバイ科	Buccinum undatum	バイの類	"	DG	"	
アメフラシ科	Aplysia (Varria) Kurodai	アメフラシ	白水会, 秋, '80	HP	Amyl	
"	Dolabella scapula	タツナミガイの類	白水誌 15, 253, '49	"	Alg	
ホクヨウミウシ科	Tritonia diomedea	ウミウシの類	CBP. 32, 459, '70	"	Lam	
ナオシマイ科	Eulota maakii	マイマイの類	CBP. 64 B. 245, '79	HP	"	exo-Lam

V バイオマス変換利用システム

1. 農林水産物の総合利用システム

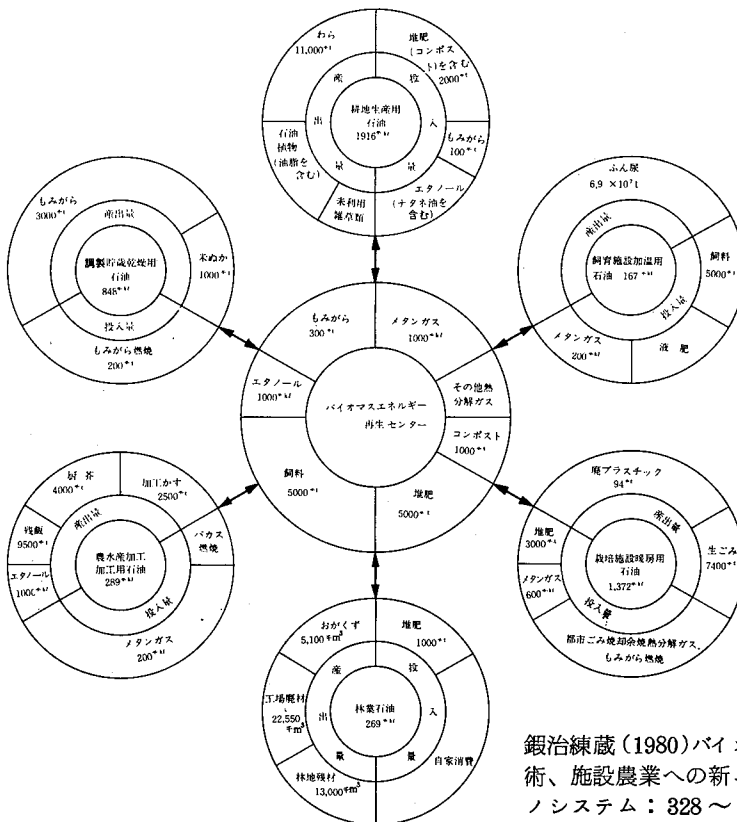
(1) バイオマス利用の概念設計



図V-1-① バイオマス生産と変換のシステムフロー

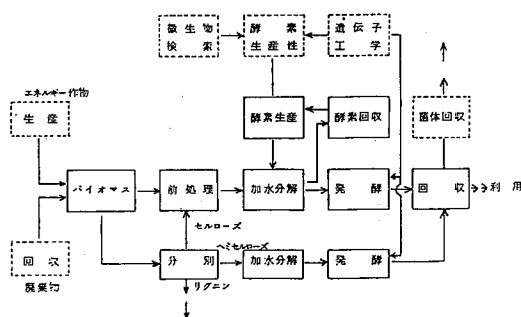
俵野村総合研究所(1980)バイオマス, NRIレファレンス: 1~75

(資料) E. S. Lipinsky Fuels from Biomass: Integration with Food and Material System

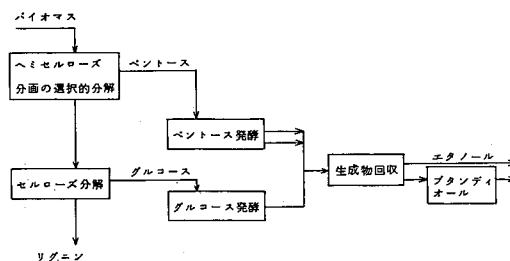


銀治練蔵(1980)バイオマスの農業施設への利用技術、施設農業への新エネルギー利用、㈱フジテクノシステム: 328~353

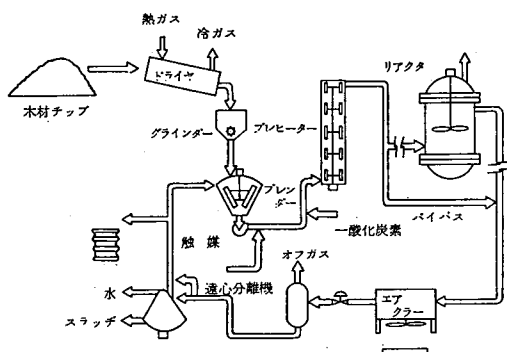
図V-1-② エネルギーの利用と再生の考え方



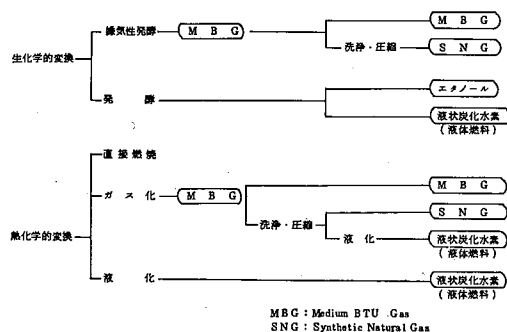
図V-1-③ 米エネルギー省のバイオマスからエタノール変換技術開発の領域テクニック・リサーチ株式会社(1980)米国のバイオマス生産利用技術開発に関する調査研究報告書、(財)機械システム振興協会：1～129



図V-1-④ バイオマスから液体燃料を製造する総合システムテクニック・リサーチ株式会社(1980)米国のバイオマス生産利用技術開発に関する調査研究報告書、(財)機械システム振興協会：1～129

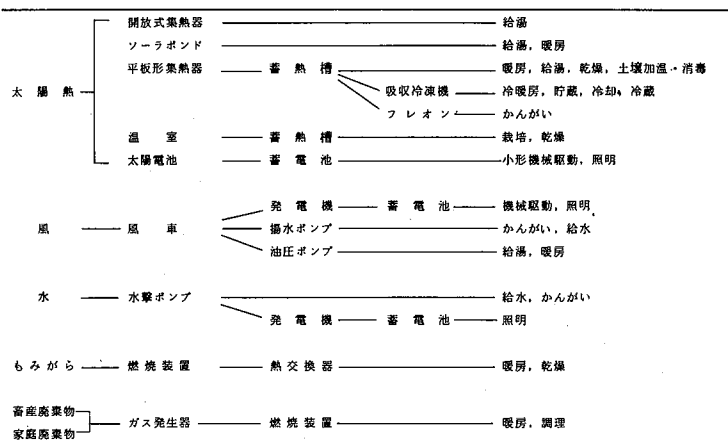


図V-1-⑤ バイオマスから燃料油製造概念図テクニック・リサーチ株式会社(1980)米国のバイオマス生産利用技術開発に関する調査研究報告書、(財)機械システム振興協会：1～129

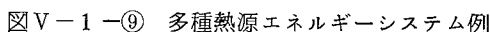
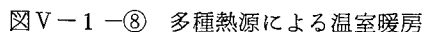


MBG: Medium BTU Gas
SNG: Synthetic Natural Gas

図V-1-⑥ バイオマスのエネルギー変換工程海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和53年度海藻によるエネルギー回収システム研究開発調査報告書、(社)日本海洋開発産業協会：1～293



図V-1-⑦ 自然エネルギー，農業廃棄物の簡易利用



(2) 主要な反バイオマス利用システム構想例

(1976 年, National Academy of Sciences)²¹⁾

エ タ ノ ール (アルコール)	ア セ ト ン・ブ タ ノ ール	ブ タ ノ ール・イ ソ ブ タ ノ ール	ア セ ト ン・エ タ ノ ール
糖 蜜 セ ル ロ ー ズ バ ル バ ン ナ ッ パ ル ジュ ア ン ギ ャ イ モ ミ ツ の 製 品 か ん き つ 類 の 原 産 物 サ マ ニ オ ク マ イ ル	糖 蜜 セ ル ロ ー ズ バ ル バ ン ナ ッ パ ル ジュ ア ン ギ ャ イ モ ミ ツ の 製 品 か ん き つ 類 の 原 産 物 サ マ ニ オ ク マ イ ル	蜜 糖 サ ロ ウ キ 粗 製 紙 漿 液 で ん ぷ ん を 含 む 製 品	蜜 糖 ジャ ガイ モ ミ ツ セ ル ロ ー ズ バ ン ナ ッ パ ル ジュ ア ン ギ ャ イ モ ミ ツ の 製 品 か ん き つ 類 の 原 産 物 サ マ ニ オ ク マ イ ル

```

graph TD
    SK[サトウキビ] --> S[茎]
    SK --> H[葉]
    SK --> SH[梢頭部]
    S --> J[汁]
    S --> B[バガス]
    J --> KJ[クリーン ケーンジュース]
    J --> FK[フィルターケーキ]
    KJ --> SM[糖 密]
    KJ --> RS[粗 糖]
    SM --> AK[アルコール・クエン酸]
    SM --> GSN[グルタミン酸ソーダ]
    SM --> SCP[SCP, リジン農薬]
    SM --> FB[肥 料 (B)]
    FK --> FB
    B --> FA[飼 料 (A)]
    B --> PB[パルプ, パーチクルボード]
    B --> FER["(発酵原料) → アルコール, SCP, クエン酸"]
    B --> WF[ワルフラール]
    H --> GAS["(ガス化) → アンモニア"]
    SH --> FA
    SH --> FB
    FA --> JC[家 畜]
    FB --> HC[堆肥センター]
    JC --> JP[排せつ物]
    JP --> HC
    HC --> CT[栽培 場]
    CT --> SK
  
```

—330—

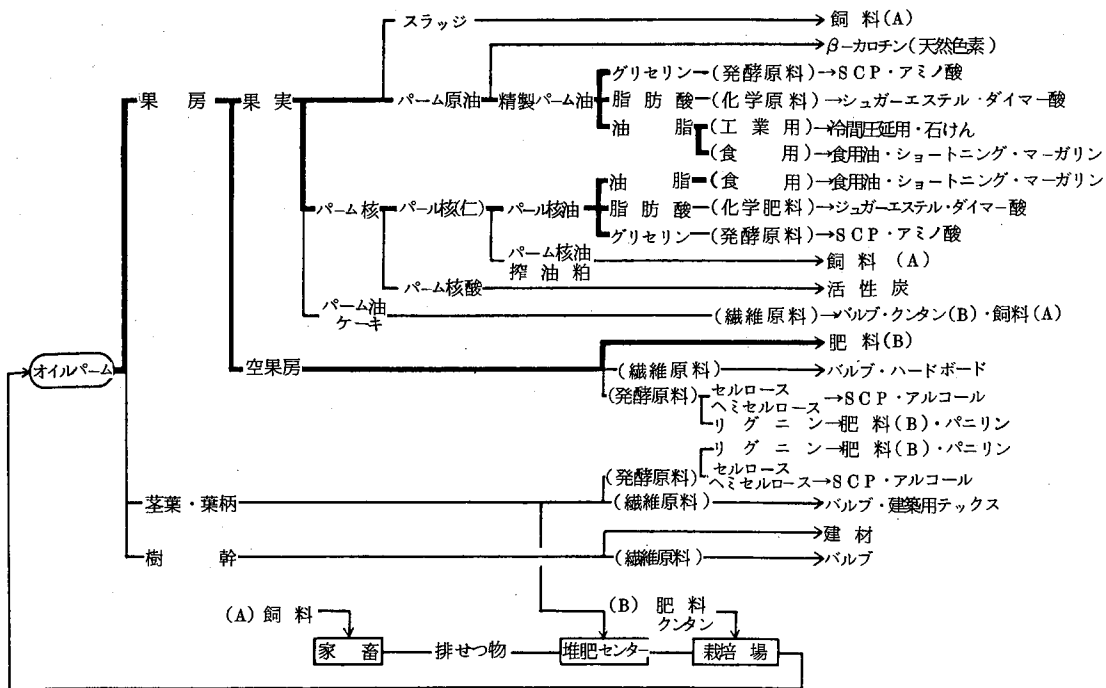


図 V-1-11 オイルパームの多目的利用可能性
 財政策科学研究所 (1978) バイオマスの利用技術に関する調査研究: 1 ~ 339

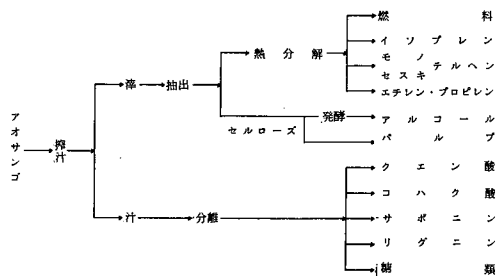


図 V-1-12 アオサングフロー想定図

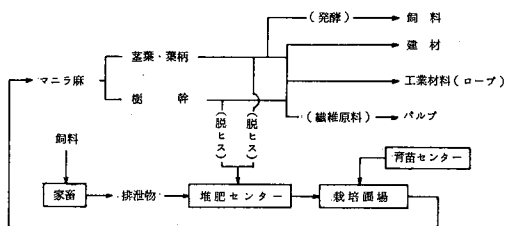


図 V-1-14
 山下哲治 (1979) 非木材繊維資源と紙・パルプ産業・工業技術第 20 巻第 11 号, ㈱技術開発振興会出版部: 30 ~ 33

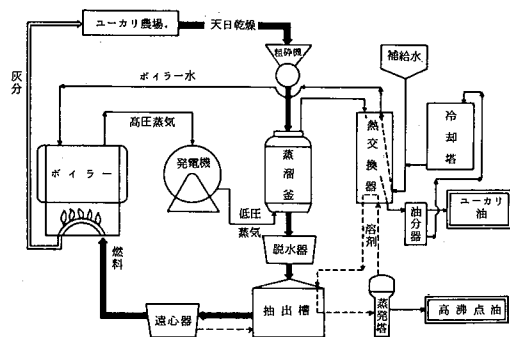


図 V-1-13 ユーカリ油蒸留装置想像図
 杉藤和夫 (1979) 石油植物としてのアオサングとユーカリ, 工業技術第 20 巻第 11 号, ㈱技術開発振興会出版部: 37 ~ 40

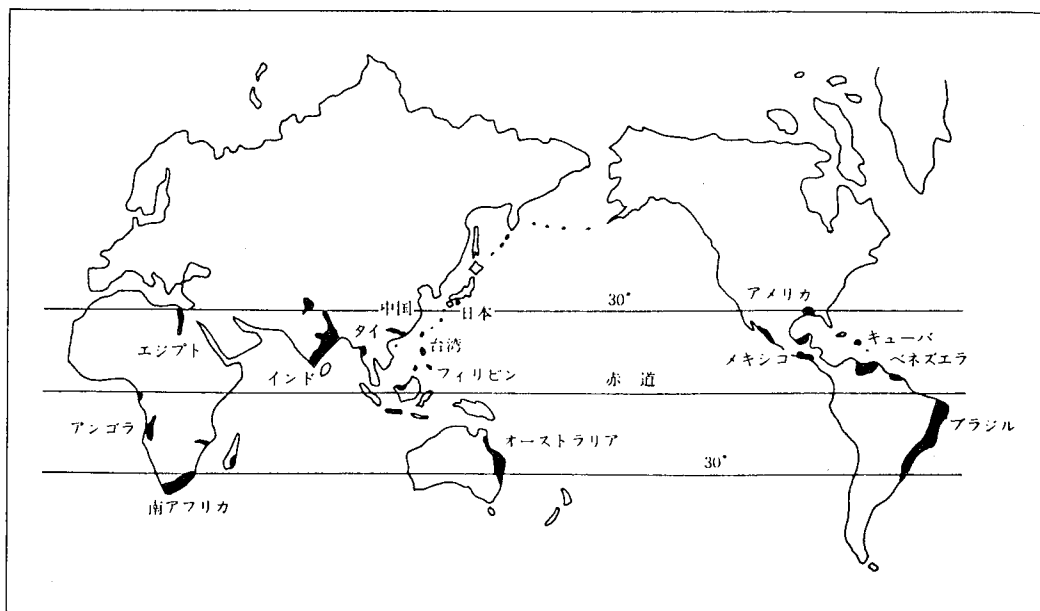


図 V-1-⑮ 甘蔗糖産地

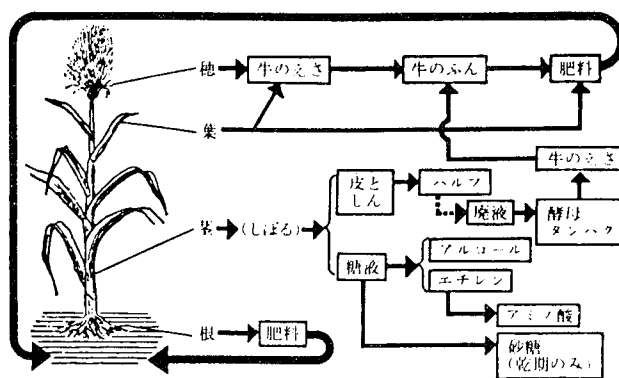
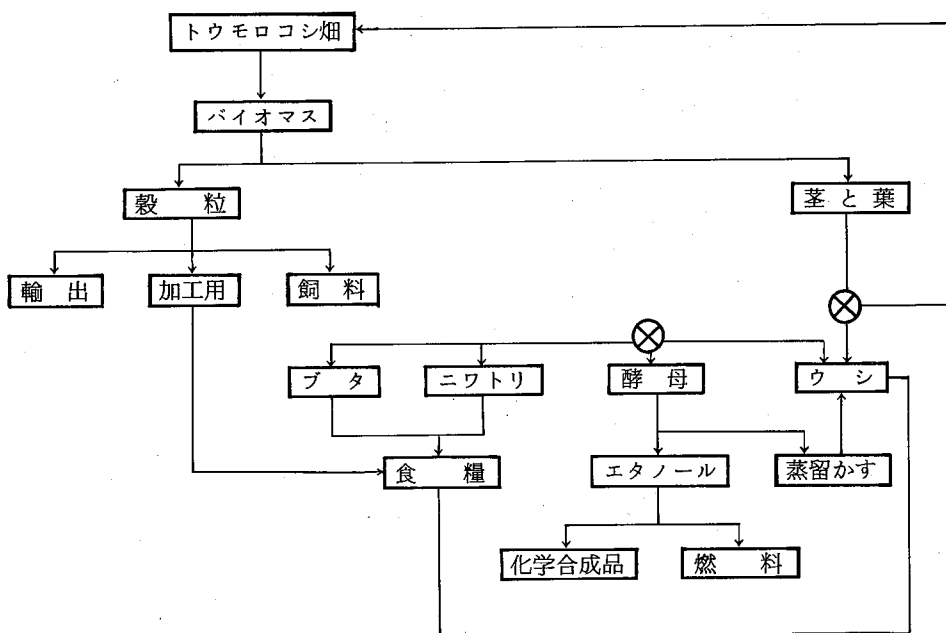
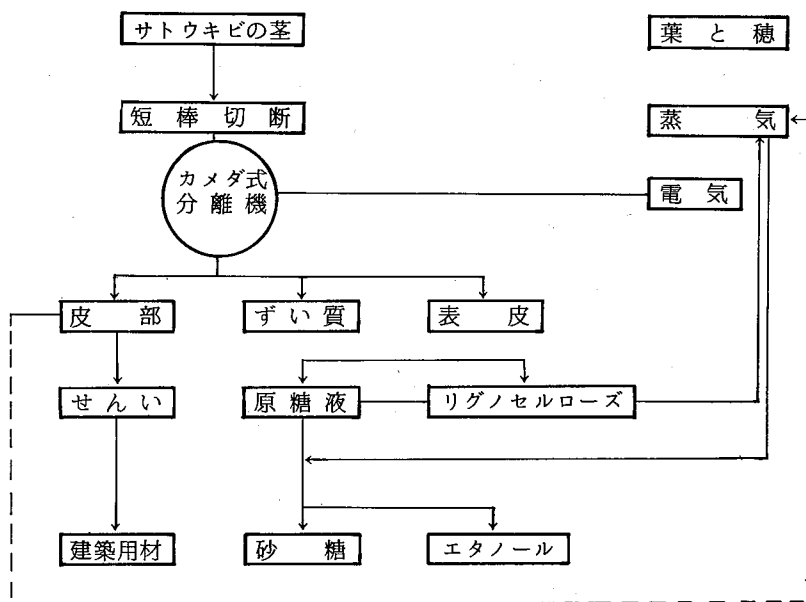


図 V-1-⑯ 砂糖びきの総合利用のサイクル

御田昭雄 (1979) 熱帯農業, 工業技術第 20 巻第 11 号, ㈱技術開発振興会出版部: 74~78

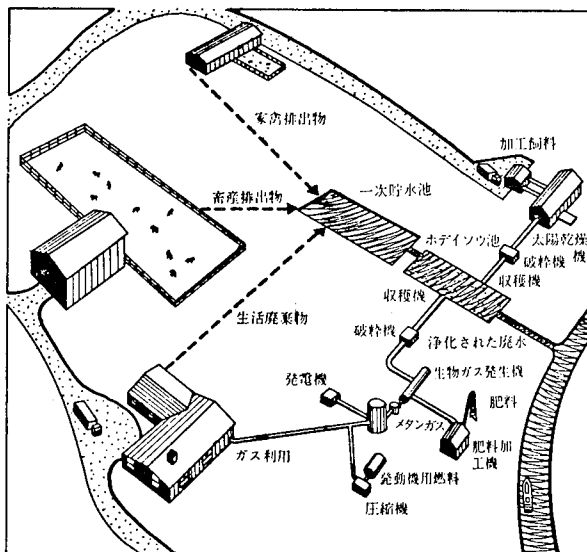


図V-1-⑰ トウモロコシ、バイオマスの総合利用



図V-1-⑱ サトウキビの処理方式の改善による総合利用の効率向上

須之部淑男 (1979) 総合利用の最適化, バイオマス変換と有機物生産, (社) 日本能率協会 : 4-4-1 ~ 4-4-5



- ホテイソウ バイオマスの生産
夏 期 17.8 t/ha/日 (生量)
年間通産 212 t/ha/年 (乾量)
- バイオマスの成分
タンパク質 17~22 %
せ ん い 15~18 %
灰 分 16~20 %
- バイオマスからのガス生成量
1 kg (乾量) → バイオガス 374 ℓ
- バイオマス生産
0.9~1.8 t/日
メタン 220~440 m³ (7~14×10⁶ BTU)
残渣 (窒素, 磷酸肥料)

V-1-19 環境管理を中心としたホテイソウシステム

須之部淑男 (1979) 総合利用の最適化, バイオマス変換と有機物生産, (社) 日本能率協会 : 4-4-1 ~ 4-4-5

表 V-1-3 バイオマス資源の分類とその利用技術及び生成物⁸⁾

(1980年, 小山)		
バイオマス資源の分類	利用技術	生成物・消費
乾いたバイオマス 木, 木くず, わら, 農業残渣, 都市ごみ, その他	直接燃焼	水蒸気 (熱源) 電力 灰
	熱分解	燃料ガス 燃料油 メチルアルコール
糖質バイオマス 砂糖きび, てんさい, 糖蜜 穀類, いも, 木, わら, 古紙, その他	アルコール 糖化/発酵など	エチルアルコール 酵母 フルフラール ブチルアルコール アセトンなど
水分の多いバイオマス 汚れたバイオマス 藻類, 水草, 畜産残渣, 都市ごみ, 排水, 廃水, その他	メタン発酵	メタンガス
水	生物光分解	水 素

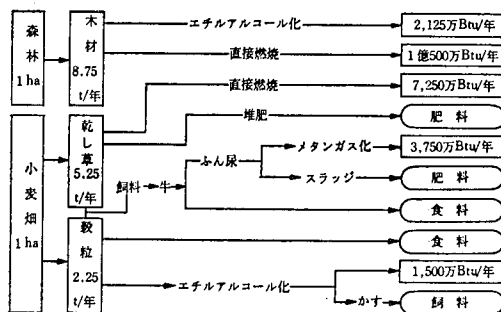
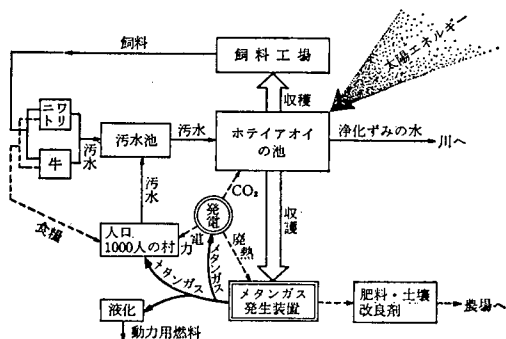
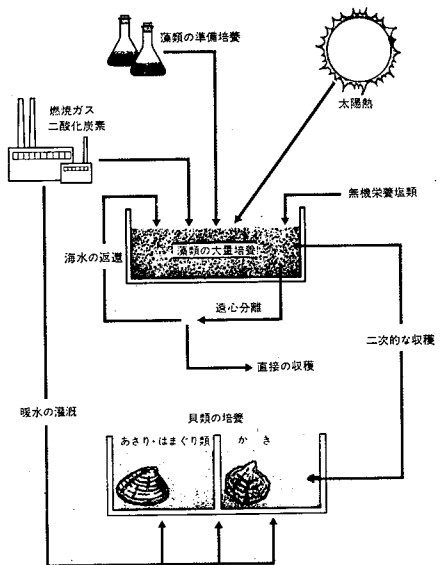


図 V-1-20 1 haの森林と麦畑から得られるエネルギー
(Portora Institute 1974)¹²⁾



伊藤洋 (1980) 省資源・省エネルギー技術の開発, 明日の農業技術, (株) 地球社 : 172 ~ 202

図 V-1-21 ホテイアオイによる食物・飼料・エネルギーのシステム
(Wolverton ら, 1976)¹⁵⁾



太陽熱と工場（たとえば原子力施設）から放出される燃焼ガスや冷却水を、藻類と貝類の養殖に利用する見込みのある考案。（アンセルより改変）

図 V-1-② プランクトン培養システム
G. トーソン（堀越増興、堀越トシ訳 1975）（1971）
海の生物，平凡社：1～302

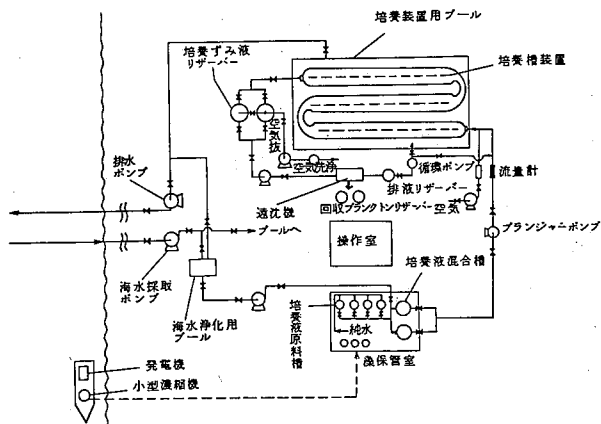


図 V-1-③ けい藻人工培養工場
根岸直毅（1979）資源化と省資源化、バイオマス変換と有機物生産，（社）日本能率協会：4-7-1～4-7-12

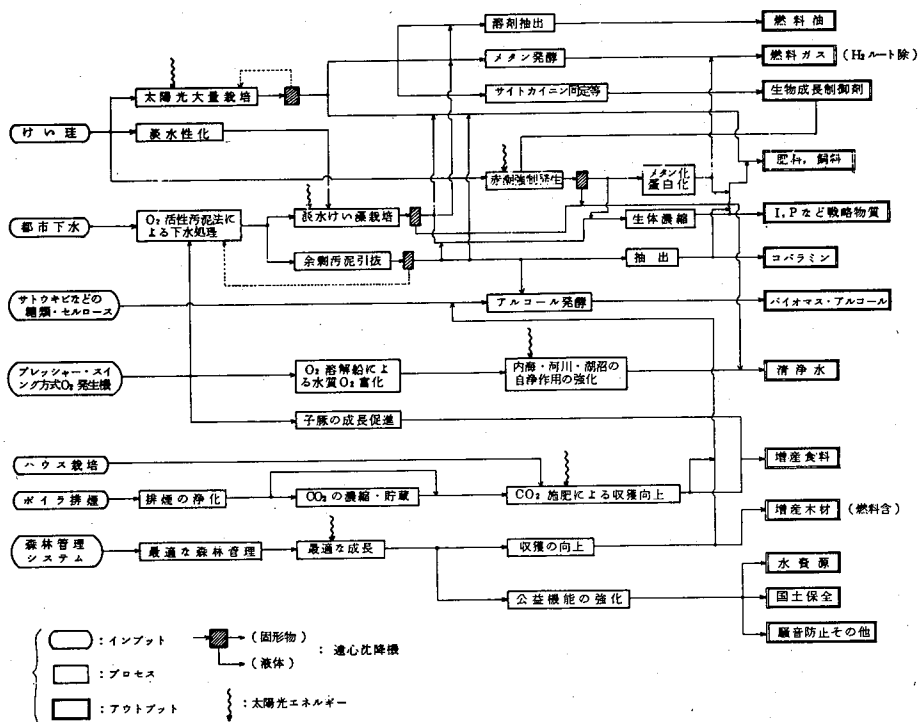


図 V-1-④ バイオマスに関する資源化・省資源化の相互関係

根岸直毅（1979）資源化と省資源化、バイオマス変換と有機物生産，（社）日本能率協会：4-7-1～4-7-12

2. 開発中のバイオマス変換利用システム

(1) 農産廃棄物からのメタン発酵システム

① メタンガス生産の原理と問題点

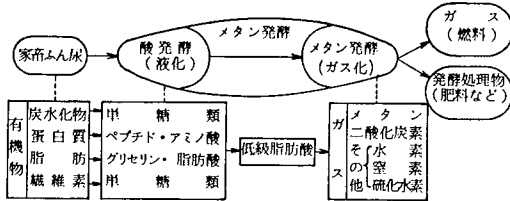


図 V-2-① 家畜ふん尿のメタン発酵

表 V-2-① メタン発酵の利点と問題点

利 点	問 題 点
①有機物が減少し安定化する。	①肥料利用できない場合には放流不可。
②流動性良く、敷状物として取扱い易い。	②原料投入など毎日の管理必要。
③悪臭の低減（第3表）。	③爆発の防止必要（第4表）。
④ネズミ、ハエが害らない。	
⑤肥料成分の保持および価値の向上。	
⑥エネルギー価値の高いメタンガスが得られる（第4、5表）	

表 V-2-② メタンの特性

臨 界 温 度 ℃	臨 界 圧 力 atm	沸 点 ℃	融 点 ℃	気体比重 (空気=1)	爆発限界 vol %	発 火 温 度 ℃	発 熱 量 kcal/m ³
-82.1	45.8	-161.4	-182.7	0.554	5.4~14.0	537	9,500

表 V-2-③ 燃料物質の発熱量

物 質	発熱量 (kcal/Kg)	物 質	発熱量 (kcal/m ³)
石 炭	4,500 - 7,500	発生炉ガス	1,100 - 1,500
亜 炭	3,000 - 4,500	乾炉ガス	750 - 900
草 炭	2,000 - 4,000	水性ガス	2,500 - 2,800
木 炭	6,700 - 7,500	接触式油分解ガス	5,000 - 5,200
コークス	6,000 - 7,000	油熱分解ガス	10,000 - 12,000
練 炭	3,500 - 5,000	天然ガス	7,000 - 10,000
灯 油	11,500 - 12,000	石炭ガス	4,000 - 6,000
電 油	9,000 - 11,000	都市ガス	5,000
ジェット燃料	10,100 - 10,400	L.P.G.	約 23,000
ガスタービン燃料	9,600 - 9,900		

② 我が国におけるメタンガス発生装置の事例

表 V-2-④ 実際例のまとめ

所 有 者	栗 原 氏	広 瀬 氏	高 山 氏	竹 下 氏
型 式	浮 蓋 式 (地下吸い込み)	浮 蓋 式	浮 蓋 式	密 閉 式
建 造 年 月	昭和28年ごろ	昭和48年	昭和51年 6月	昭和35年冬
構 造 容 積 (幅×奥行) ×深さ	2×2×2[m] の単槽	3.6×3.6×3 [m]の3連槽	2×3×2.7[m] の2連槽	1.8×3.6× 2.2[m]の単槽
建 造 材 料	槽:コンクリ ート 蓋:鉄板 3.2 m厚	槽:コンクリ ート 蓋:木・ビニ ール	広瀬氏と同じ	コンクリート
原 料	豚の糞尿の一部と雑用水	栗原氏と同じ	鶏糞と米ヌカ	尿尿
原料投入量	60頭の豚糞の約2割と尿	350頭の豚糞の約2割と尿	乾燥鶏糞3kg/日 冬は2kg/日と 米ヌカ15kg/月	生活のなかからできるもの
槽の清掃回数	2年に1回	なし	なし	なし
排 水 の 量	無	不 明	雨が降った時以外無	わず か
排水の処理法	地下吸い込み	排水溜めから汲み取り農地へ・年1回		液肥として利用
汚 泥 の 量	不 明	不 明	いままですたことなし	バケツ10杯を年に1~2回
汚泥の処理法	農地へ	排水処理と同じ		農地へ
ガスの発生量と用途	夏期は使はれず 冬期はコンロ用	燃料費は殆ど不要 豚の飲料水の加熱	3家族18人に供給 冬は炊事だけ	炊事用だけ 夏期は使い切れない
槽の加熱方法	冬期はビニール・ハウス	冬期はビニール・ハウス	槽の近くで鶏糞を燃焼させる	風呂ののこり湯などを利用
豚1頭当たりの容積	0.8~1.5/m ³ ・日	0.7~1.4/m ³ ・日 (2槽分の容積で計算)		

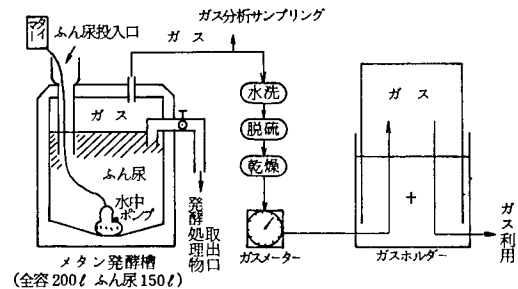
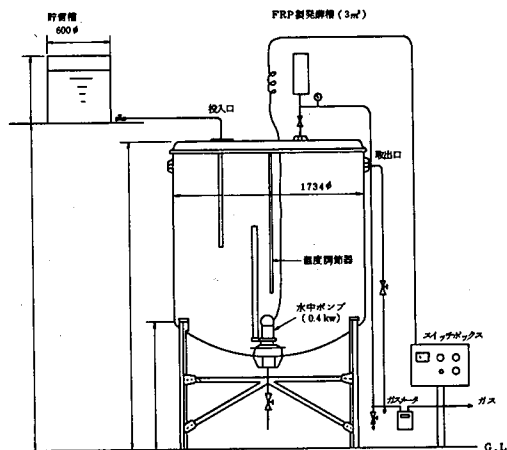
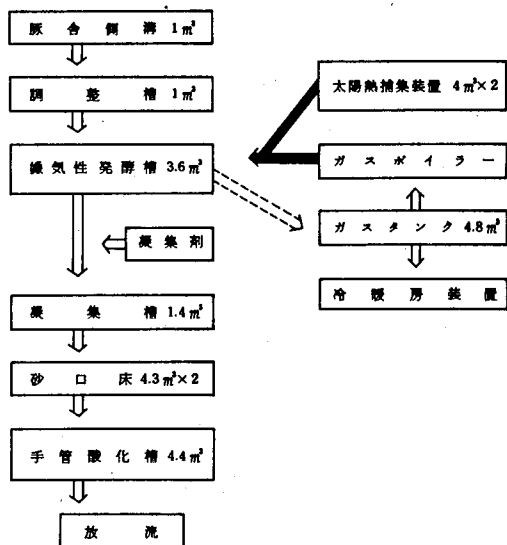


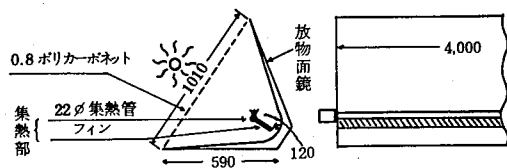
図 V-2-② メタンガス生産実験装置（農林水産省畜産試験場）



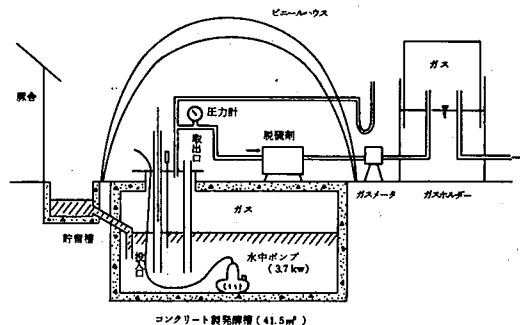
図V-2-③ メタンガス生産実験装置（香川県畜産試験場）



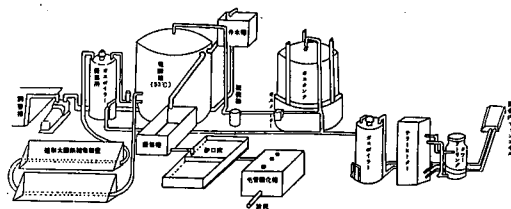
図V-2-⑤ メタンガス生産利用実験装置のフローシート
(大分県農業技術センター)



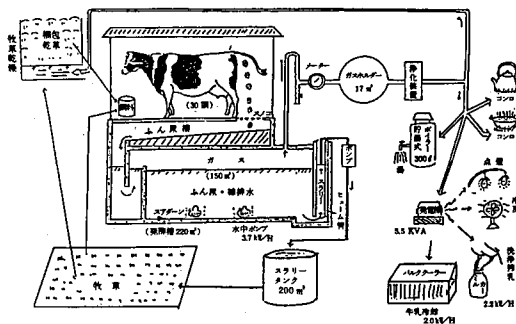
図V-2-⑦ 樋型放物面太陽熱捕集装置
(大分県農業技術センター)



図V-2-④ メタンガス生産実験装置（高知県畜産試験場）³⁾
(既設の貯留槽を応用した例)



図V-2-⑥ メタンガス生産利用実験装置
(大分県農業技術センター)



図V-2-⑧ 長野畜試式メタンガス発生・利用図

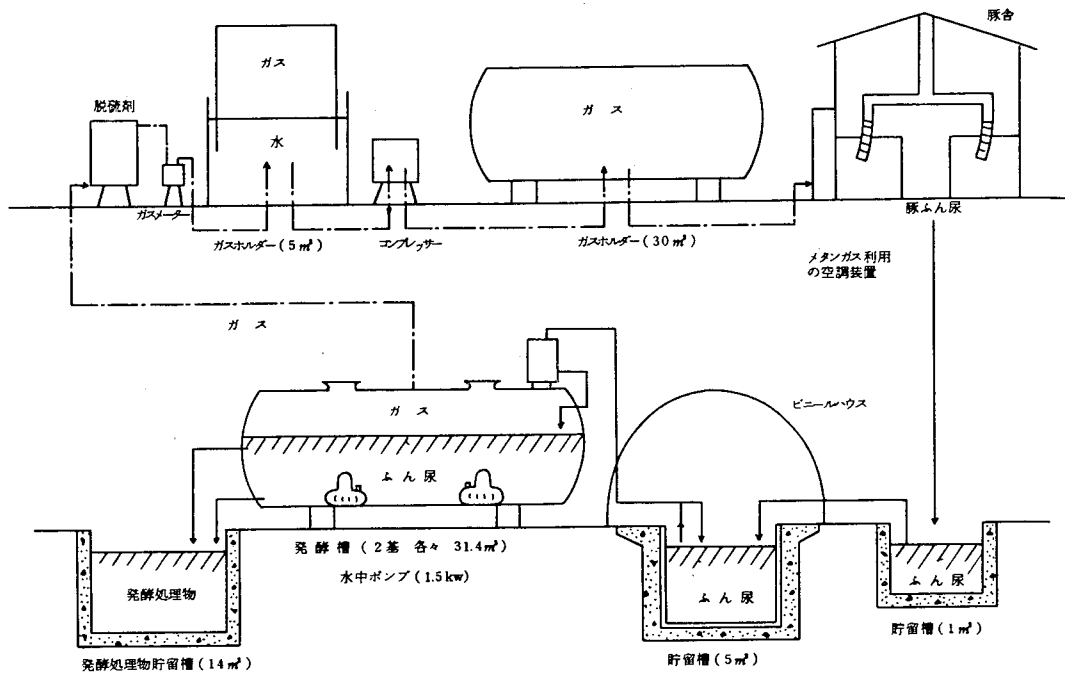


図 V-2-⑨ メタンガス生産利用実験施設 (広島県畜産試験場)

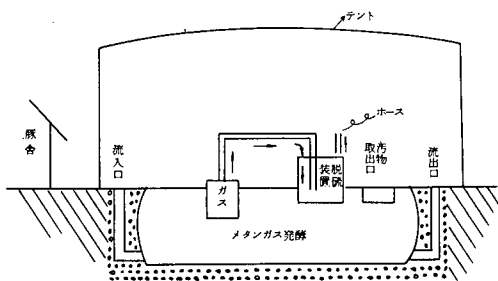


図 V-2-⑩ メタンガス発酵槽 (秋田県畜産試験場)

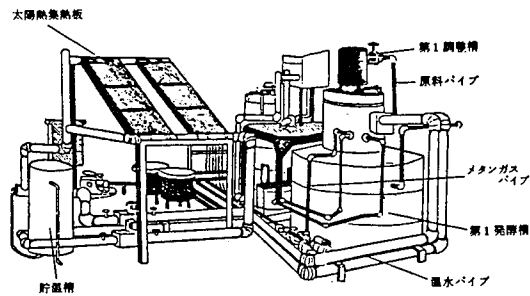


図 V-2-⑪ 実験施設全景 (群馬県畜産試験場)

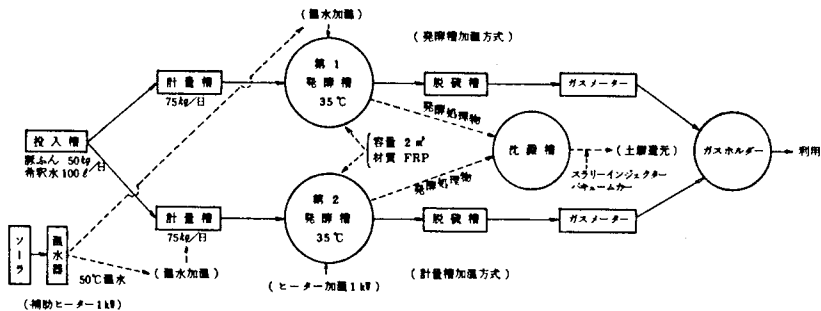


図 V-2-⑫ 実験装置模式図 (群馬県畜産試験場)

県立畜産試験場におけるメタンガス生産利用研究一覽

近年、各県では家畜ふん尿によるメタンガスの生産利用に関する試験研究が活発となり、昭和54年度まで完了した例については、前項において紹介した。また、継続あるいは、その後動機の研究について、つぎの表V-2-⑤、表V-2-⑥にとりまとめて参考とした。

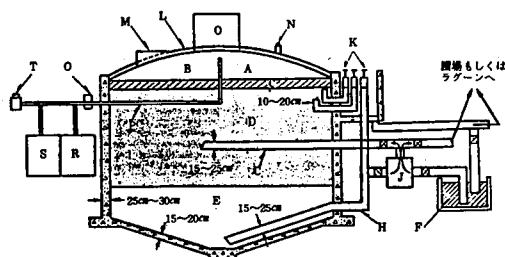
表V-2-⑤ 昭和54年度までに完了の研究

実施場所	研究テーマ名	実施年次	醗酵槽の材質と大きさ	投入物	醗度 温度	保温方法	ガス利用	処理液	その他
秋田県畜試	畜舎の汚水によるメタンガス醗酵槽の試作について	52～54	FRP製 2 m ³	豚舎汚水	地温	1 m厚み がら	燃料		
山形県畜試	家畜ふん尿のメタンガス利用に関する研究	50～52	FRP製 290 ℓ	豚ふん尿 2倍稀釈	35℃	100mm厚の 断熱材、水 中ポンプ	燃料		
長野県畜試	自然流下式牛舎におけるメタン醗酵とスラリーの利用	52～54	コンクリート製 牛舎床下 220 m ³	牛ふん尿と 糞排水	地温 30℃	水中ポンプ (途中で運 転中止)	湯沸 発電	牧草畑へ	乳牛30頭規 模の自然流下 式牛舎
広島県畜試	メタン醗酵による豚ふん尿の処理とそ の利用	52～53	FRP製 31.4 m ³ ×2基	豚ふん尿 2倍稀釈	35℃	100mm厚の 断熱材、水 中ポンプ	冷暖房装置 運転	肥料利用	肥育豚200頭 規模
広島県畜試 三次支場	メタンガス発生利用法の確立	51～53	FRP製 290 ℓ	鶏ふん 4倍稀釈	35℃	水中ポンプ	燃料		
香川県畜試	家畜ふん尿(豚)によるメタンガスの 発生と利用に関する研究	50～52	FRP製 3 m ³	豚ふん 2～3倍 稀釈	35℃	100mm厚の 断熱材、水 中ポンプ	エンジン運 転、子豚保 温装置運転		
高知県畜試	家畜ふん尿(豚)によるメタンガスの 発生と利用に関する研究	50～53	コンクリート製 41.5 m ³	豚舎汚水	約 30℃	ビニールハウ ス中ポンプ	育すう器保 温、牧草乾 草	肥料利用	既存の貯留槽 を醗酵槽に改 造
愛媛県畜試	高能力簡易メタンガス発生装置の開発 とその利用法	51～54	0.15mm塩ビ 0.9 m ³ 0.4mmポリエ チレンフィル ム 2.2 m ³	豚ふん 4～5倍 稀釈	35℃	水中ポンプ	燃料		袋型の醗酵槽
大分県農技 センター	畜舎汚水の高濃度処理ならびにメタン ガスの畜産的利用	51～54	FRP製 3.6 m ³	豚舎汚水	53℃	断熱材 温水加温	醗酵槽保温 用温水、冷 暖房装置運 転	凝集処理、砂 戸過、毛管後 処理後放流	太陽熱の湯水 による醗酵槽 加温

表 V-2-⑥ 昭和54年度以降に新規もしくは計画のもの

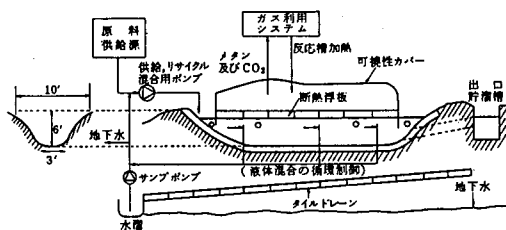
実施場所	研究テーマ名	実施年次	飼育槽の材質と大きさ	投入物	槽温	保温方法	ガス利用	処理液	その他
宮城県畜試	家畜ふん尿処理によるメタンガスの発生とその利用に関する実証試験	55～57		豚ふん 5倍稀釈	35℃		燃料	肥料利用	豚50頭規模
群馬県畜試	家畜ふん尿のエネルギー化試験	54～57	FRP製 2m ² ×2基	豚ふん 3倍稀釈	35℃	100mm厚の断熱材、温水加温または電気ヒーター加温			
埼玉県畜試	代替熱源の開発試験	54～56	FRP製 10m ²	豚ふん 4倍稀釈	外気温		燃料	牧草畑へ	
神奈川県畜試	家畜ふん尿のメタン醗酵処理および利用に関する試験	55～59						堆肥化	
千葉県畜試センター	家畜ふん尿を原料としたメタンガスの生産および利用に関する研究	55～58	10m ²	豚ふん 3倍稀釈	35℃	温水加温 (太陽熱とメタンガス)	発電		豚50頭規模
長野県畜試	家畜ふん尿のメタン醗酵実用化技術の確立(豚ふん尿によるメタン醗酵とその利用)	55～57	9m ²			ビニールハウス	家庭用燃料		
富山県畜試	鶏ふんによるメタン醗酵処理とその利用	56～58							
石川県畜試	畜産の省エネルギー省資源技術の開発	56～	8m ²						
岐阜県畜試	家畜ふん尿のメタン醗酵による処理と利用	56～57	8m ²	豚ふん 3倍稀釈液	30℃	温水加温 ビニールハウス		牧草畑へ 水耕栽培	既存の尿槽改造
大阪農技センター	効率的メタン醗酵技術に関する試験	55～58							
兵庫県畜試	家畜ふん尿利用によるメタンガスの効率醗酵と利用技術の確立	55～59							
広島県畜試	家畜ふん尿によるメタンガスの発生と利用に関する研究	55～59		豚ふん 稀釈液	35℃				
長崎県畜試	メタンガスの生産・利用に関する試験	55～56	1.8m ²	豚ふん 稀釈液				堆肥化	
広島県畜試	太陽熱、醗酵熱等を利用したメタンガスの簡易発生装置の開発に関する研究	56～							

③ 海外におけるメタンガス発生装置の事例

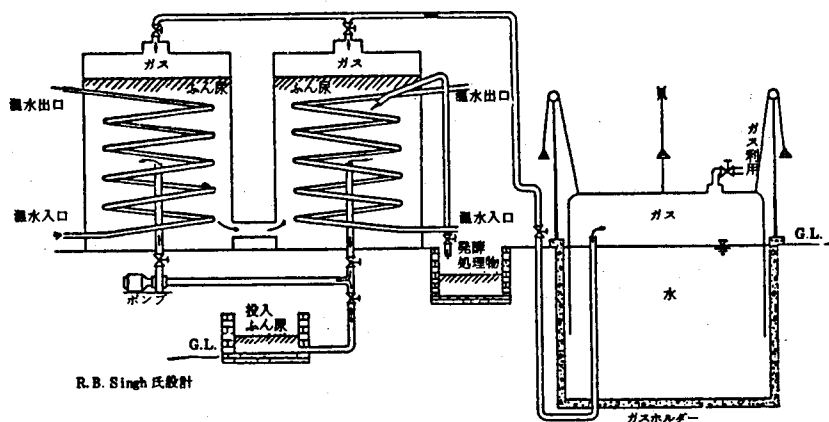


典型的な円型固定屋形式発酵槽の主要構成図。別の型も考えられるが、大型の槽を円形・安全に運転するには、上に示した構成物が必要である。
A: ガス、B: 水面、C: スラッジ層、D: 脱離液、E: スラッジ固形物、F: 生臭、G: 生臭投入パイプ、H: スラッジ引抜パイプ、I: ポンプ、J: 脱離液引抜口、K: 鋼製もしくはコンクリート製のカバー、L: マンホール、M: 真空解除バルブ、N: プロペラもしくはガス攪拌装置、P: ガスパイプ、Q: 火災防止器、R: ガスエンジン、発電機、蓄電機、S: ボイラーもしくは熱交換器、T: 廃棄ガス用バーナー。

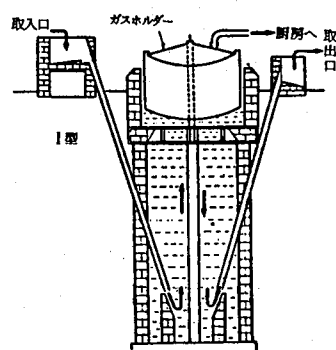
図V-2-13 米国のメタンガス発生装置
(Taiganides, E. P 外)



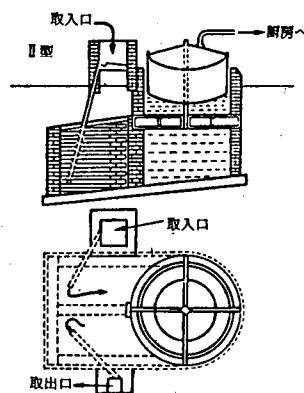
図V-2-14 コーネル大学実規模型栓流式システムの概念図



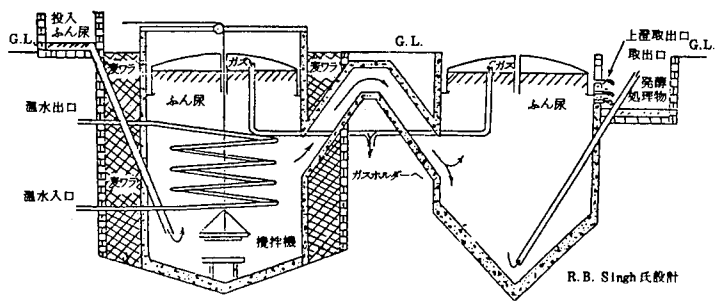
図V-2-17 インドのメタンガス生産装置



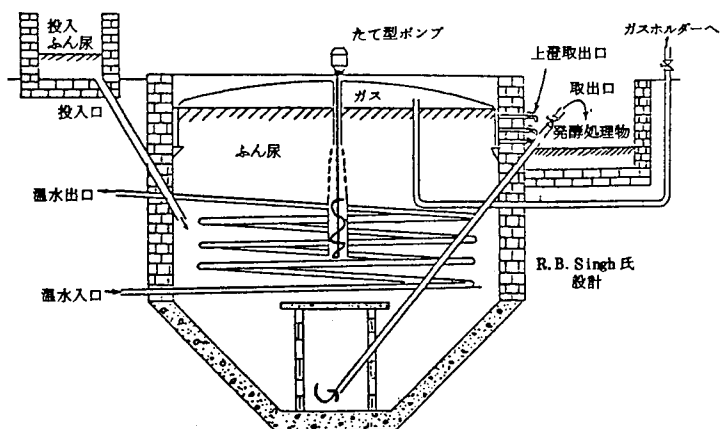
図V-2-15 インドのメタンガス発生装置
(その1)
(Gobar Gas Gaumarator)



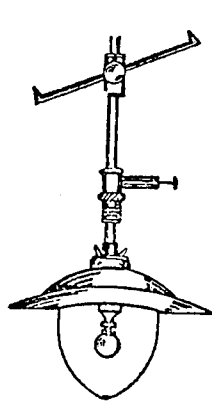
図V-2-16 インドのメタンガス発生装置
(その2)



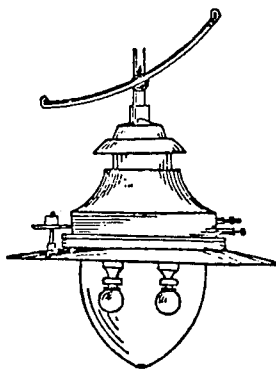
図V-2-18 インドのメタンガス生産装置例



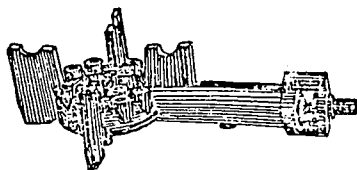
図V-2-19 インドのメタンガス生産装置



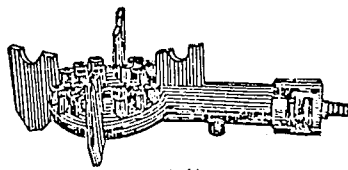
バイガスランプ 70.8ℓ/時



141.5ℓ/時



225ℓ/時



450ℓ/時

バイオガスバーナ

図V-2-20 インドのメタンガス用器具

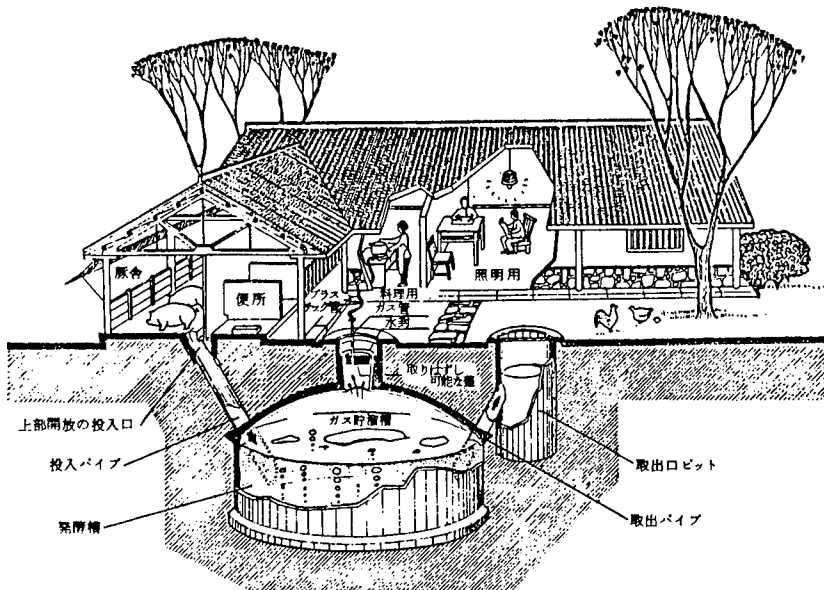
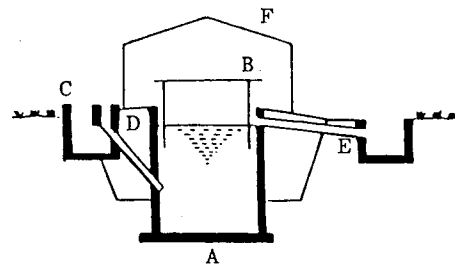


図 V-2-24 中国におけるメタンガス生産利用

表 V-2-7 インドと中国の両メタンガス生産装置の比較

	インドの装置	中国の装置
目的	主：ガス 副：肥料	主：肥料 副：ガス
建設	簡単な石製ピットで建設も容易。しかし、ガスホルダーの製造や輸送が容易にできないところでは設置が困難	地下埋込式の石製かコンクリート製タンクで、くみ出し槽を備えている密閉槽にするには技術が必要。どこでも建設可能
投入物	実質上牛ふん尿スラリーのみが腐敗物として働く	ほとんどの有機物の混合物（野菜・ふん尿） — 多くの施設はし尿のみ
取出法	重力で自動的に	ポンプまたはバケツ
運転	— ほとんどが連続投入式 — バッチ式（ほとんどなし） — 実質上、スラリーの混合と投入のはかは注意する点なし	— バッチ式（一般的） — ふん尿スラリーは連続投入式あり — 労力大：バッチ式の投入、取出、脱離液の除去
ガス捕集	浮蓋式ガスホルダー — 浮上した高さがガス量を示す — 腐蝕防止に、ガスホルダーはちゃんと塗装する	ガスホルダーなし：ガスは密閉した発酵槽中に貯留： — ガス量と圧力は取出口のスラリー面の高さで示される
ガス圧	— 低：70～150mm水柱 — 一定：浮蓋式のため	— 高：最高1000mm水柱まで — いつも変動
価格	金属製ガスホルダーとその据付のために高価	金属を用いず低価格
外観	体裁よく、清潔	清潔、じゃまにならない



A：発酵槽、B：プラスチックで裏打ちした木製のガスホルダー
C：貯留槽、D：投入口、E：排出口、F：ビニールハウス

図 V-2-26 韓国のメタンガス発生装置

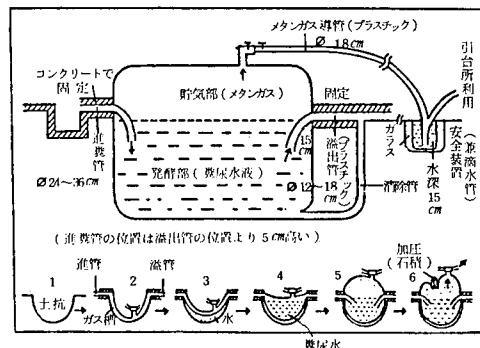


図 V-2-26 台湾のゴム袋製メタンガス発生装置

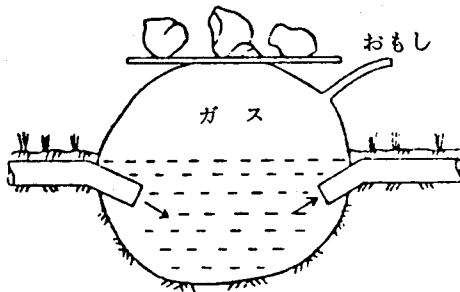


図 V-2-27 ゴム袋製メタンガス発生装置

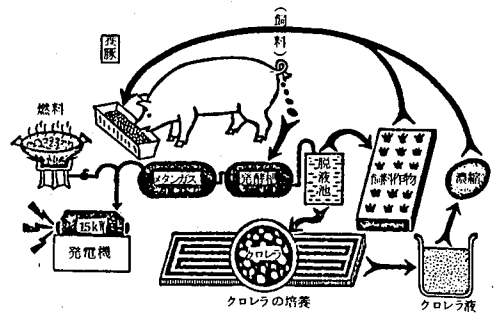


図 V-2-28 台湾におけるクロレラおよびメタンガス循環利用

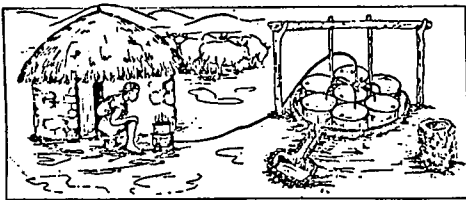
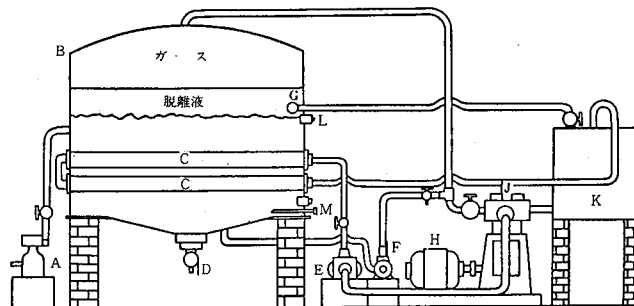


図 V-2-29 タンザニアにおけるメタンガス生産利用装置

羽賀清典(1980) 家畜ふん尿のメタンガス生産方式と利用, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジノシステム: 354 ~ 381



A: スラリーポンプまたは汚泥ポンプ, B: 発酵槽, C: 加熱コイル, D: 汚泥引抜口, E: 加熱コイル循環ポンプ, F: ガス再循環ポンプ(スカム粉砕用), G: 脱離液引抜口, H: 発電機, J: エンジン, K: 温水タンク(エンジンが稼動していないときは, ガスで加熱する), L: 液位検出器, M: 温度計(発酵槽の大きさは, 3 ~ 30m³)
イギリス, Harold Bate カタログから

図 V-2-30 メタンガス生産装置(イギリス)

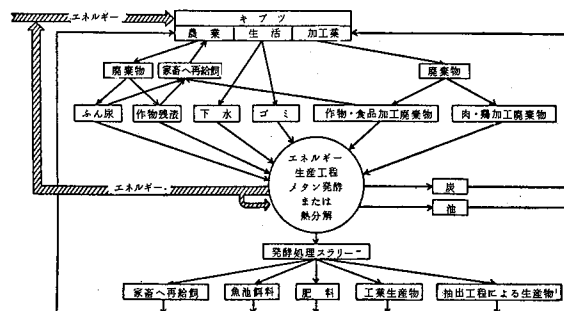
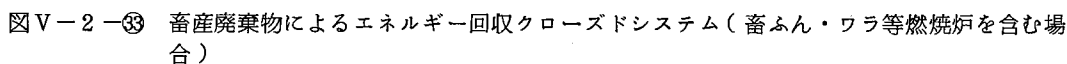
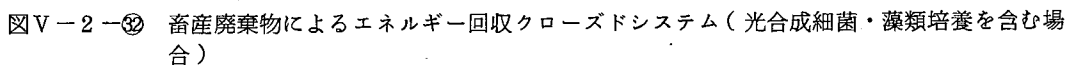
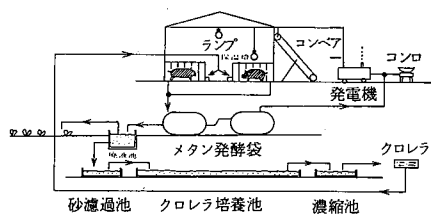


図 V-2-31 キブツにおける農業廃棄物処理利用のシステム

羽賀清典(1980) 家畜ふん尿のメタンガス生産方式と利用, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジノシステム: 354 ~ 381



—346—



項 目	仕 様	備 考
飼 育 豚 数	600 頭	ハイパロン 0.55mm 厚
メタンガス発生量	1500 m ³ /日	
メタン発酵袋	2 基	
クロレラ培養池	1 基	
砂 濾 過 池	1 基	
濃 縮 池	1 基	
発 電 機	1 基	
照 明 用 電 燈	100 個	
保 温 燈	30 個	
コ ン ベ ア ー	1 基	
コ ン ロ	1 基	15 kw
廃 液 池	1 基	40 w
		12.5 w
		9 HP

図 V-2-⑤ 豚ふんメタンガスとクロレラの循環利用

鍛冶練蔵(1980) バイオマスの農業施設への利用技術, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム: 328 ~ 358

表 V-2-⑧ 主なメタンガス発生装置一覧
(設置又は進行中)

設 置 場 所	材 料・開 閉 別	メタンガス 利用目的	備 考
神戸大学農場	豚ふん尿	温室暖房	中国工業
酪農家共同施設 (愛媛県東予市)	豚ふん尿	燃 料	セフティハウス工業 (松山市)
宮城県畜産試験場	家畜ふん尿	燃 料	東北肥料
兵庫県農業試験場	タマネギ	燃 料	自 家
長浜町青果農協	みかんの皮	燃 料	松下電池
松原市若林町会 (大阪府)	生 ゴ ミ	燃 料	自 家
協同組合給食資材協 会(大阪府守口市)	残 菜	調理燃料	新大阪食品産業
山陽国策パルプ江津 工場(島根県)	パルプ廃液	工場燃料	住友重機 エンジニアリング
明治製菓岐阜工場	抗生物質廃液	工場燃料	住友重機 エンジニアリング
北九州市日明処理場	下水汚泥	都市ガス	荏原インフィルコ
我孫子市終末処理セ ンター	下水汚泥	発 電	
東京都芝浦処理場	下水汚泥	発 電	
日立市し尿処理場	下水汚泥	発 電	日立エンジニア リング
大和市中部下処理場	下水汚泥	発 電	三 機 工 業
横浜市南部下水場	下水汚泥	発 電	
岡部養豚 KK、赤城 養豚場(群馬県)	豚ふんペレット	畜舎暖房	中島式特許

表 V-2-⑨ そ の 他

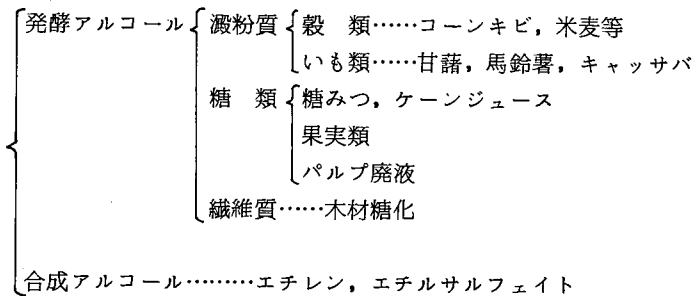
製 造 者	材 料	利用目的	備 考
大同ケミカルジュニアリ ング(大阪市北区)	生ゴミ・残菜	家庭燃料	
東亜燃料工業	海 藻	燃 料	
日 本 イ ン カ	下水汚泥	発 電	
尾 関 鉄 工 所 (愛知県一宮市)	豚 ぶ ん	家庭燃料	
三 井 三 池 製 作	下水汚泥	発 電	英 国 技 術
昭和スノックス	下水汚泥	発 電	
三 菱 重 工 業	し尿、生ゴミ、 畜産廃棄物	燃 料	
日立プラント	都市ゴミ	燃料ほか	

(2) 農産物からのエタノール製造システム

表V-2-⑩ アルコールと主要農業・工業生産物の対比(世界)

物 質	生 産 量	資 料
アルコール（ニュートラル）	10,000（1,000 <i>kl</i> ）	推定
液 化 石 油 ガ ス	38,730（1,000 t）	' 7 6（国際統計要覧）
ガ ソ リ ン	541,040 〃	〃（ 〃 ）
木 材 パ ル プ	112,108 〃	〃（ 〃 ）
砂 糖	89,093 〃	' 7 8（ 〃 ）
と う も ろ こ し	358,967 〃	〃（ 〃 ）

アルコール原料



松尾次雄(1980) アンコール産業の現状と展望, パイオニアと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会:
2-1-1~2-1-7

表V-2-⑪ マンジョカの生産量

国 別	生産量 100万トン	対世界総生 産量 (%)
Brazil	33.0	31.0
Indonesia	10.1	9.5
Zair	10.0	9.4
Nigeria	9.6	9.0
Thailand	6.4	6.0
India	6.3	5.9
Iburundi	4.0	3.8
Tanzania	3.4	3.2
Ghana	2.1	2.0
Mozambique	2.1	2.0
Angola	1.6	1.5
Colombia	1.6	1.5
Madagascar	1.3	1.2
Paraguay	1.2	1.1
Sudan	1.1	1.0
Central Africa Rep.	1.1	1.0
Uganda	1.0	0.9
Cameroon	1.0	0.9
10 countries produc- ing >0.4 million	5.5	5.2
62 countries produc- ing <0.4 million	4.0	3.8
Total	106.4	100.0

(注)FAO: Production Year Book, Vol. 29(1973-74).

表V-2-⑫ 主要作物生産量の年次変遷

(単位:百万トン)

作物名	年次	1972	'73	'74	'75	'76	'77
米		200.0	323.2	321.0	359.7	350.2	366.5
小麦		350.0	376.7	360.0	354.7	418.0	386.6
とうもろこし		310.0	311.2	294.3	324.3	333.1	349.7
さつまいも		124.4	133.4	134.2			
マンジョカ		102.6	106.4	104.9	103.3	106.8	110.2
ヤム(yams)		18.5	18.4	19.1			
タロー(taro)		4.1	4.1	4.4			

(注)1. FAO, 生産年報, Vol.28(1974: 1971~'72, Vol.29('75), 1973~'74, Vol.31('77), 1975~'77.
2. 1975~'76からさつまいも, ヤム, タローは「いも類」として一括されたので, 本表からその部分を除外した。

表V-2-⑬ いもと葉の含有成分量

(生体重100g中)

Item	Unit	Root	Leaves
Food energy	Calories	146	62
Water	gms.	62.5	80.5
Carbohydrate	gms.	34.7	9.6
Protein	gms.	1.2	6.8
Fat	gms.	0.3	1.3
Calcium	mgs.	33	206.0
Iron	mgs.	0.7	2.0
Vitamin A	I. U.	trace	10,000
Thiamin, B ₁	mgs.	0.06	0.16
Riboflavin, B ₂	mgs.	0.03	0.30
Niacin	mgs.	0.6	1.8
Vitamin C	mgs.	36	265

Data from FAO, Food Composition Tables for International Use (2nd ed., Jan. 1953), pp. 23-24, and FAO, Food Composition Tables — Minerals and Vitamins for International Use (Mar. 1954), pp. 30-31.

伊東信吾(1979)「ブラジルにおけるマジョカの利用
開発, 工業技術第20巻第11号, ㈱技術開発振
興会出版部: 79~83

表V-2-⑭ 甘庶糖生産国と産糖量

国 別	生産量(単位万t)	
	1977年	1978年
北 ア メ リ カ		
米 国 (本土)	146	150
中 央 ア メ リ カ		
バ ル バ ド ス	12	10
ベ リ ー ズ	10	12
コ ス タ リ カ	22	19
キ ュ ー バ	710	735
ド ミ ニ カ 共 和 国	130	215
エ ル サ ル バ ド ル	30	29
グ ア テ マ ラ	45	41
ホ ン ジ ュ ラ ス	21	13
ジャ マ イ カ	34	31
メ キ シ コ	320	305
ニ カ ラ グ ア	23	26
パ ナ マ	24	19
ブ エ ル ト リ コ	16	18
トリニダードトバゴ	17	15
南 ア メ リ カ		
ア ルゼンチン	137	167
ボ リ ビ ア	27	28
ブ ラ ジ ル	760	876
コ ロ ン ビ ア	110	100
エ ク ア ド ル	32	30
ガ イ ア ナ	38	37
ペ ル ー	82	90
ベ ネ ズ エ ラ	44	40
ア ジ ア		
バ ン グ ラ デ シ ュ	19	19
中 国	295	292
イ ン ド	630	700
イ ン ド ネ シ ア	149	126
イ ラ ン	15	11
日 本	30	28
パ キ ス タ ン	80	87
フィリピン	220	240
台 湾	85	77
タ イ	214	162
ア フ リ カ		
エ ジ プ ト	68	62
エ チ オ ピ ア	17	16
ケ ニ ヤ	25	22
マ ダ ガ ス カ ル	12	12
モ ー リ シ ャ ス	70	71
モザンビーク	15	19
レ ユ ニ オ ン	26	25
ロ ー デ シ ア	25	29
南 ア 共 和 国	214	224
ス ー ダ ン	19	15
スワジランド	26	24
タ ン ザ ニ ア	13	10
大 洋 州		
オーストラリア	300	344
ハ ワ イ	95	99

資源協会

野田泰夫(1980)「さとうきび」によるエタノールの製造, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム: 542~583

表V-2-⑮ ジャガイモ澱粉の生産状況

区分 年次	澱粉生産高 (t)	歩留 (%)	原料使用量 (t)	澱粉工場数
1965	250,000	18.1	1,371,000	583
70	245,000	18.7	1,312,000	135
75	209,000	17.6	1,188,000	58
76	314,000	18.6	1,687,000	53
77	257,000	18.1	1,417,000	45
78	220,000	16.9	1,302,000	43

出所：食糧庁検査課調べ。

表V-2-⑯ サツマイモ澱粉の生産状況

区分 年次	澱粉生産高 (t)	歩留 (%)	原料使用量 (t)	澱粉工場数
1965	547,000	24.3	2,256,000	1,112*
70	230,000	26.4	870,000	362
75	98,000	26.9	364,000	119
76	73,000	26.6	274,000	114
77	105,000	27.4	381,000	110
78	111,000	27.4	404,000	107

注：*1966年度の工場数。
出所：表1に同じ。根本芳郎(1980) ジャガイモ澱粉とサツマイモ澱粉，
食の科学№53，(財)農政調査委員会：64～70根本芳郎(1980) ジャガイモ澱粉とサツマイモ澱粉，
食の科学№53，(財)農政調査委員会：64～70

表V-2-⑰ 世界の主要作物の生産量(1978年)

作物別	収穫面積		収穫量		生産量	
	1969～71	76～78	69～71	76～78	69～71	76～78
	(1,000ha)		(kg/ha)		(1,000mt)	
コムギ	215,916	233,424	1,524	1,780	329,033	415,624
水稻(水田)	134,231	144,110	2,320	2,538	311,469	365,802
オオムギ	77,063	94,621	1,797	1,978	138,435	187,154
トウモロコシ	108,906	117,762	2,558	2,961	278,615	348,686
ライムギ	20,246	16,425	1,534	1,806	31,049	29,713
オートムギ	30,499	28,457	1,795	1,763	54,739	50,144
ミレット	52,945	53,801	619	672	32,762	36,143
ソルガム	51,003	51,853	1,105	1,302	56,353	67,524
ジャガイモ	20,066	18,381	13,742	14,523	275,758	266,882
サツマイモ	12,510	12,125	8,228	8,398	102,925	101,833
キャッサバ	11,091	12,862	9,004	9,067	99,868	116,633
グイズ	35,222	48,909	1,327	1,513	46,747	74,167
落花生	19,701	18,707	925	976	18,217	18,241
甘蔗	10,926	13,310	53,673	55,283	586,432	736,159
甜菜	7,663	9,142	29,703	32,323	227,615	295,478

出所：FAO；Production Yearbook, Vol. 32, 1978.

表V-2-⑱ 主要作物の品種別世界生産量

作物名		収穫面積 (10 ⁴ ha)	収穫率 (t/ha)	収穫量 (10 ⁴ t)
穀類	コムギ	233	1.8	416
	コメ	144	2.5	366
	オオムギ	95	2.0	187
	トウモロコシ	118	3.0	349
イモ類	ジャガイモ	18	14.5	267
	サツマイモ	12	8.4	102
	キャッサバ	13	9.1	117
糖質	甘蔗	13	55.0	736
	甜菜	9	32.0	295

出所：表4より作成。

浅利利喬(1980)イモ類のアルコール化, 食の科学/53, 財農政調査委員会: 71~78

表V-2-⑲ 主要生産国における各種酒精原料作物の収穫率

(単位: mt/ha)

ジャガイモ		サツマイモ		キャッサバ		甘蔗		甜菜	
国別	収穫量	国別	収穫量	国別	収穫量	国別	収穫量	国別	収穫量
Netherlands	34	Sudan	23	Cook Island	32	Peru	153	Greece	65
Israel	33	Cook Island	23	Cape Verde	30	Ethiopia	107	Belgium LUX	50
Switzerland	33	Reunion	23	Barbados	25	Rhodesia	106	Netherlands	49
Belgium LUX	32	Cape Verde	22	New Caledonia	25	Swaziland	105	Switzerland	49
U.S.A.	29	Egypt	21	Togo	20	Iran	98	Japan	47
United Kingdom	28	Japan	20	Fr. Polynesia	19	Upper Volta	96	Italy	46
New Zealand	28	Korea REP	20	Thailand	18	Zambia	93	Germany FED	46
Germany FED	27	New Zealand	20	India	17	Sudan	87	Austria	46
Sweden	27	Greece	18	Malawi	16	Guinea	83	U.S.A.	45
Japan	27	U.S.A.	13	American Samoa	15	Spain	82	Lebanon	44
平均	31		20		21		101		49
平均	15		8		9		56		32

出所：表4に同じ。

表V-2-⑳ 主要生産国における主食用作物の収穫率

(単位: mt/ha)

コムギ		水稲		オオムギ		トウモロコシ	
国別	収穫量	国別	収穫量	国別	収穫量	国別	収穫量
Netherlands	5.7	Korea REP	6.4	Netherlands	4.5	New Zealand	7.4
Denmark	5.1	Spain	6.0	Belgium LUX	4.5	Netherlands	6.6
Ireland	4.7	Japan	6.0	Ireland	4.3	Austria	6.5
Belgium LUX	4.6	Kenya	6.0	Switzerland	4.3	Switzerland	6.5
United Kingdom	4.6	Korea DPR	5.9	Germany FED	4.1	Italy	6.4
Germany FED	4.5	Australia	5.6	United Kingdom	4.0	U.S.A.	5.9
France	4.4	Egypt	5.2	New Zealand	3.9	Israel	5.7
Sweden	4.3	Mauritius	5.1	Austria	3.9	Canada	5.5
Switzerland	4.2	U.S.A.	5.1	German DR	3.8	New Caledonia	5.3
Czechoslovakia	4.0	Turkey	4.7	Denmark	3.8	Germany FED	5.3
平均	4.6		5.6		4.1		6.2
世界平均	1.9		2.6		2.1		3.0

出所：表4に同じ。

浅利利喬(1980)イモ類のアルコール化, 食の科学/53, 財農政調査委員会: 71~78

表 V-2-② 地域別、原料別エタノール生産量

単位:千 k/

区分	糖蜜	馬鈴薯	葡萄酒・果物	穀物	バルブ廃液	合成	計
西 欧	480	74	317	120	120	374	1,485
東 欧	1,414	350	250	600	450	260	3,324
北 米	15		37	155	16	975	1,198
中南米	964		2	157			1,123
アジア	612		9			46	667
アフリカ	105		45				150
他	62						62
計	3,652	424	660	1,032	586	1,655	8,009

(発酵協会誌 Vol 32)

表 V-2-③ エタノールの製造原料

種 類	品 名	全糖または澱粉量%
糖 質	さとうきび	10 ~ 20
	廃 糖 蜜	50 ~ 65
	ゾルゴー	10 ~ 20
	亜硫酸バルブ廃液	1 ~ 3
澱 粉 質	甘 し ょ	25 ~ 35
	キャッサバ	20 ~ 40
	とうもろこし	20 ~ 25
	澱 粉 粕	60 ~ 70
	馬 鈴 薯	10 ~ 20
織 維 質	木材, わら, 紙くず	

野田泰夫(1980)「さとうきび」によるエタノールの製造, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム: 542 ~ 583

表 V-2-④ 世界のアルコール生産量

(100%換算, kl)

地 域	国 名	生産数量	地 域	国 名	生産数量	
西 欧	フ ラ ン ス	362,000	ア ジ ア	イ ン ド	200,000	
	西 ド イ ツ	211,800		日 本	250,000	
	イ タ リ ア	225,000		大 韓 民 国	80,000	
	イ ギ リ ス	242,000		パ キ ス タ ン	45,000	
	ス ペ イ ン	180,000		フィリピン	40,000	
	1,474,800	そ の 他		254,000	台 湾	40,000
東 欧	東 ド イ ツ	150,000		806,000	タ イ	60,000
	ポ ー ラ ン ド	220,000		そ の 他	91,000	
	チェコスロバキア	150,000	ア フ リ カ	南 ア フ リ カ	90,000	
	ソ 連	2,500,000	101,000	そ の 他	11,000	
	ユーゴスラビア	100,000	大 洋 州	オーストラリア	60,000	
	3,265,000	そ の 他	145,000	60,000		
北 米	カ ナ ダ	85,000	ロメ協定調印国	ジャマイカ	18,000	
	1,585,000	ア メ リ カ	1,500,000	82,500	そ の 他	64,500
中 南 米	アルゼンチン	100,000	合 計			
	ブ ラ ジ ル	750,000				
	コ ロ ン ビ ア	80,000				
	キ ュ ー バ	100,000				
	1,250,000	そ の 他		220,000		
(E C による 1975 年度の推定値)						

(注) 1976年以降ブラジル等において大巾な増産が行われている。

ブラジル 750,000 → 2,500,000 kl/年('78/79)

インド → 500,000 kl/年('77/78)

松尾次雄(1980)アルコール産業の現状と展望, バイオマと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会: 2-1-1 ~ 2-1-7

表 V-2-㉔ ソ連のエチルアルコール生産量
1,000 kl (カッコ内は%)

年度	合 成	木材糖化	パルプ廃液	生産物	合計
1940	—	3.7	3.34	892	899
1950	1	32.0	29.0	668	730
1958	265 (16.1)	124.5 (7.8)	89.5 (5.4)	1160	1639
1960	413 (24.2)	142.7 (8.4)	98.3 (5.8)	1053	1707
1965	761 (32.2)	193.5 (8.2)	118.5 (5.0)	1287	2360
1970	897 (32.0)	191.0 (6.8)	127.7 (4.5)	1584	2800
1975	986* (31.5)	162.4 (5.2)	132.0 (4.2)	1848	3128

出所: 1. ソ連大百科辞典 6, p. 487, 1971; Vol. 24 (1), p. 327, 1976
 2. 国連, 世界統計年カン
 3. E.S. Savinsky "国民経済の化学化と化学工業の均衡成長" 1972, p. 68
 4. N. P. Fedorenko "有機合成工業経済の問題" 1967, p. 212
 5. 加水分解・木材化学工業 1975, No. 4, p. 2, 1976, No. 2, p. 1
 * Khim, Prom (化学工業) 1977, No. 5, p. 357, "1975年度は1970年比の10%増" による

(資料) 化学工業 1979年7月号

表 V-2-㉕ アメリカの原料別アルコール生産量 ('78/'79)

原 料	生 産 数 量
穀 類	288,909 (kl)
果 実 類	49,816
糖 み つ	5,328
再 留	8,705
エ チ レ ン	702,247
パ ル プ 廃 液	13,934
乳 漿	25
合 計	1,068,964
(参考) 変性アルコール生産量 (はゞ工業用需要と一致)	
完全変性アルコール	35,333 (kl)
特別変性アルコール	668,902

(資料) A T F

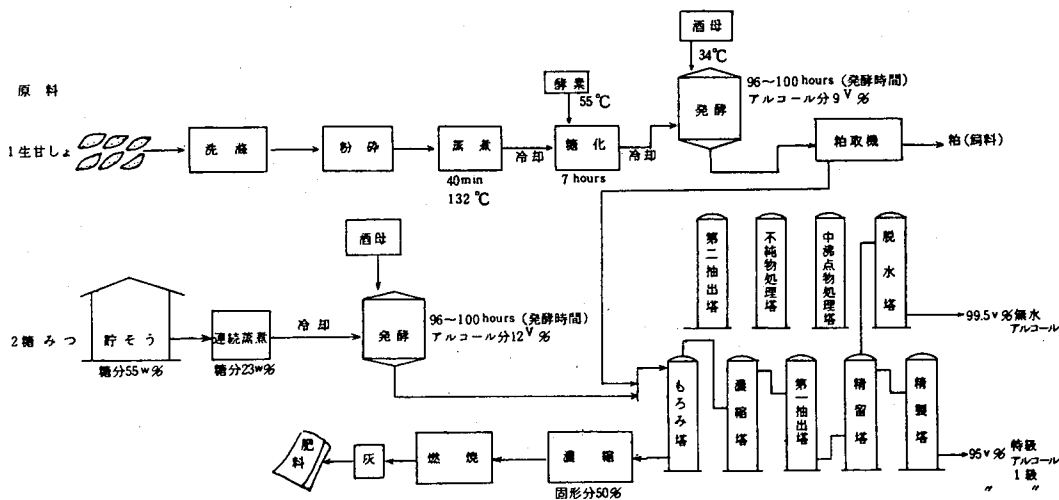


図 V-2-㉞ 製造工程例 (日本)

松尾次雄 (1980) アルコール産業の現状と展望, バイオマと新エネルギー開発会議, (社)日本能率協会:
 2-1-1~2-1-7

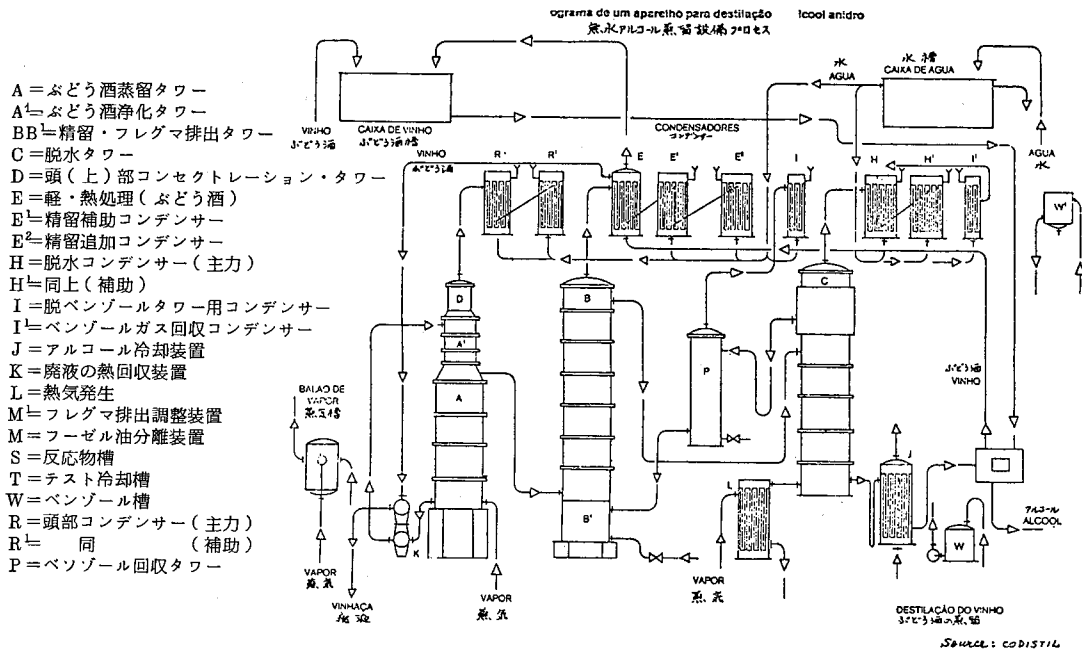
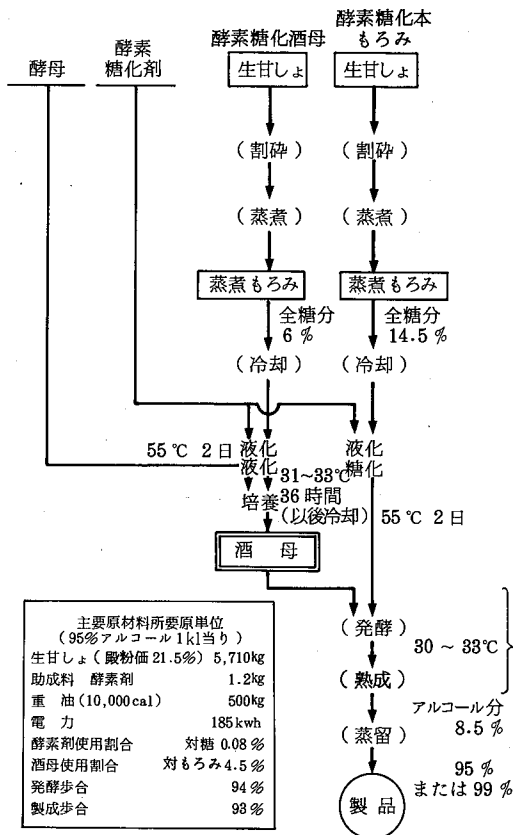


図 V-2-1-37 燃料用アルコール蒸留装置事例 (ブラジル)

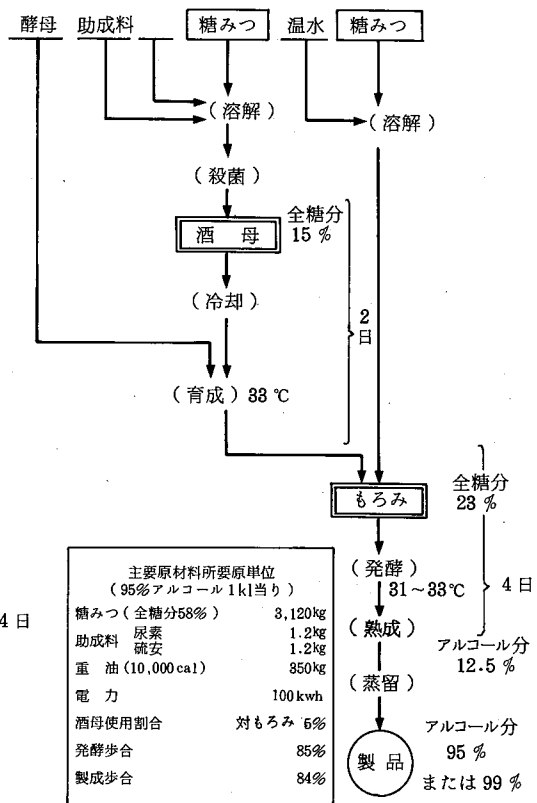
松尾次雄 (1980) アルコール産業の現状と展望, バイオマと新エネルギー開発会議, (社) 日本能率協会
 : 2-1-1~2-1-7

需要

- 飲料用……………蒸留酒, リキュール
- 工業用
 - 合成ゴム, 合成樹脂
 - アセトアルデヒド
 - その他化学工業用
 - 化粧品・医薬品
 - 塗料・溶剤
 - 食酢, 飲食品工業
- 燃料用……………自動車燃料, 家庭用燃料



図V-2-② 甘しょを原料とするアルコール製造工程(酵素糖化法)
(アルコールハンドブック)



図V-2-③ 糖みつを原料とするアルコール製造工程
(アルコールハンドブック)

野田泰夫(1980)「さとうきび」によるエタノールの製造, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム: 542 ~ 583

アルコール発酵原料

アルコール発酵原料とその製造プロセスは主に以下の3つに分類される。⁴⁾

① 糖質原料

サトウキビ, 廃糖蜜, 果汁, 亜硫酸パルプ廃液など。

亜硫酸パルプ廃液を原料にする場合にのみ中和工程を必要とするが, サトウキビ, 廃糖蜜などではそのまま殺菌して発酵すればよい。

第1図は廃糖蜜からのエタノール製造工程を示したもので, 廃糖蜜10tあたり95%エタノールが約3kl得られる。⁵⁾

② でんぷん質原料

サツマイモ, カツサバ, トウモロコシなど。

サツマイモ等のでんぷん質を原料に, 作物からアルコールを得ようとする場合, 第2図に示すようなプロセスを経る。でんぷんを蒸煮して糖化した後に発酵を行い, 蒸留してエタノールを得る。生サツマイモ10tあたり約2klの95%エタノールが得られる。⁵⁾

③ 繊維質原料

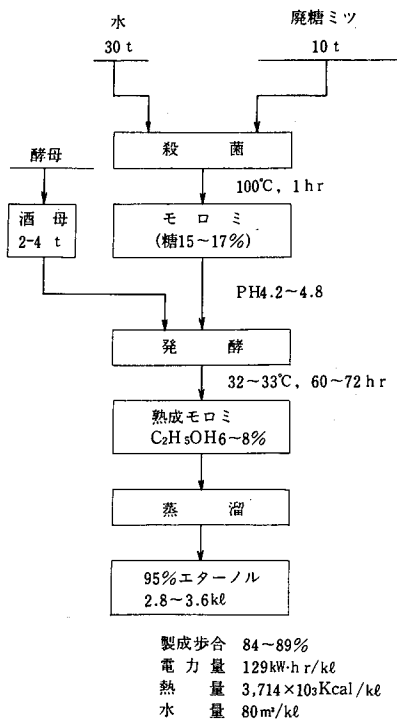
木材, ケナフ, わらなど。

セルロース(繊維質)をアルコール発酵するには, セルロースを分解しなければならない。それ

には酸を添加する方法と、セルラーゼにより酵素分解する方法とがある。

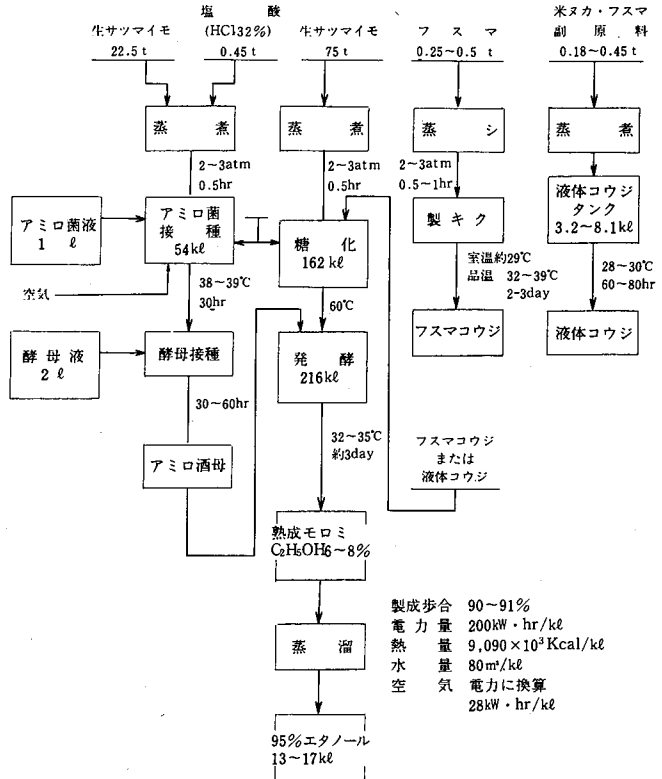
分解した後でアルコール発酵を行う。いずれの

方法にせよ、セルロースからアルコールを得る方法の工業化は研究段階にとどまり、未だ工業化されていない。4)、5)



図V-2-④ 廃糖ミツよりエタノールの製造工程 (化学便覧より)

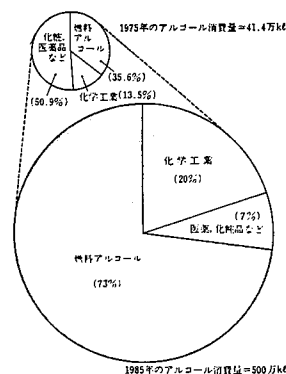
財電力中央研究所, 生物環境技術所 (1980) 発酵によるアルコール生産の経済性: 1~24



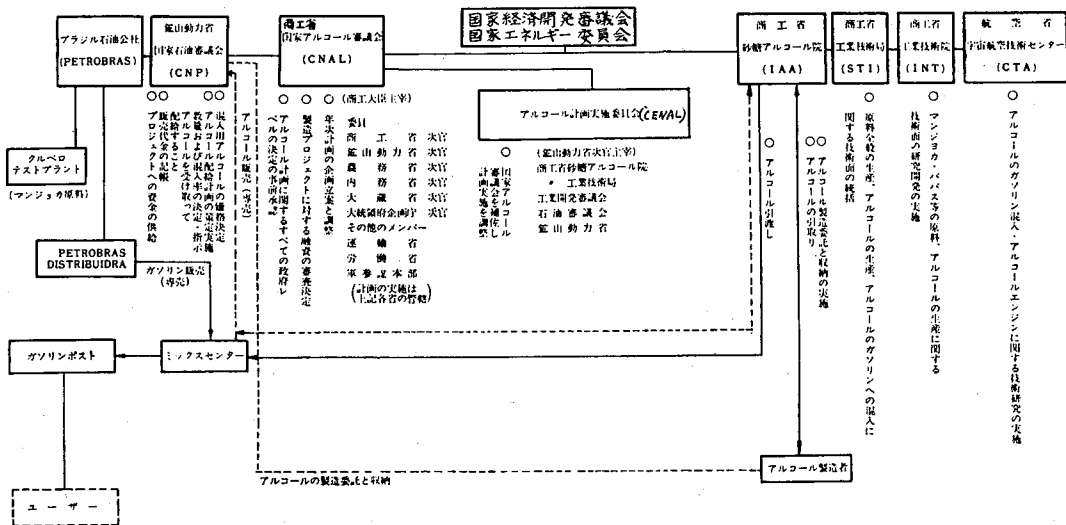
図V-2-⑤ サツマイモよりエタノール製造工程 (アミロコウジ折衷法: 液体コウジまたはフスマコウジアミロ酒母法) (化学便覧より)

表V-2-⑥ タイのアルコール需要 (1977)

飲料用	87,400 kℓ
工業用	3,000
(医薬品)	(1,650)
(化粧品)	(900)
(塗料その他)	(450)
輸出用	6,100
合計	96,500



図V-2-⑦ ブラジルの最終用途別アルコール消費予測



図V-2-43 ブラジルの国家アルコール計画の立案および実施の行政組織

表V-2-27 国家アルコール委員会 (CNAI) 認可プロジェクトの原料別に見た生産能力および予定投資額

原料別工場	能力等	認可日産能力 (kl/日)			認可年産能力 (kl/年)			予定投資額 (千 Cr \$)	(B)/ (A) Cr \$/kl
		既存	認可	増加分	既存	認可	増加分 (A)		
糖みつまたはケイジ ユース (202 工場)	全工場合計	5,710	28,460	22,750	806,900	4,460,600 (91.8%)	3,653,700 (90.6%)	(注2) 22,291,743.5 (91.2%)	(注2) 6,232
	1工場平均	(注1) 69	141	113	(注1) 9,722	22,082	18,088	(注2) 112,019.0	
マンジョカ (11 工場)	全工場合計	—	1,140	1,140	—	344,800 (7.1%)	344,800 (8.6%)	2,007,991.5 (8.2%)	5,824
	1工場平均	—	104	104	—	31,345	31,345	182,545	
ババサヤシ (1 工場)	全工場合計	—	30	30	—	9,000 (0.2%)	9,000 (0.2%)	126,610.6 (0.5%)	14,068
	1工場平均	—	30	30	—	9,000	9,000	126,610.6	
アビウ (1 工場)	全工場合計	90	210	120	18,900	44,100 (0.9%)	25,200 (0.6%)	21,916.0 (0.1%)	870
	1工場平均	90	210	120	18,900	44,100	25,200	21,916.0	
合 計 (215 工場)		5,800	29,840	24,040	825,800	4,858,500 (100.0%)	4,032,700 (100.0%)	(注3) 24,448,261.6 (100.0%)	(注3) 6,063

(注1) 認可プロジェクトに係る既存工場 83 工場の平均である。

(注2) 投資額未定のもの 3 工場分を除いた 199 工場分の数字である。

(注3) 投資額未定のもの 3 工場分を除いた 212 工場分の数字である。

(注4) 1979年2月現在の数字である。

大谷昭次郎 (1980) ブラジルのアルコール燃料の実用化の現状と問題点, バイオマスと新エネルギー開発
会議, (社) 日本能率協会: 1-4-1~1-4-16

表V-2-㉔ 認可プロジェクトの州別状況

州 名	認可 件数 (件)	認可総生 産能力 (年間)(kl)	認可増加 能力 (年間)(kl)
アラゴアス	24	489,500	461,600
ペルナンブコ	17	212,300	174,000
パライバ	8	123,200	123,200
セアラ	5	84,200	84,200
リオ・グランデ・ド・ノルテ	5	86,500	86,500
ピアウイ	3	143,900	143,900
アマゾン	2	48,000	48,000
マラニオン	2	61,200	61,200
セルジベ	3	34,200	34,200
バイア	2	71,800	71,800
北部・北東部小計	71	1,372,600	1,306,400
サンパウロ	85	2,155,000	1,469,200
パラナ	13	230,500	229,000
リオ・デ・ジャネイロ	13	223,400	183,400
ミナス・ジェライス	12	291,100	285,100
ゴイアス	6	149,600	143,600
マット・グロソ	2	58,500	58,500
南マット・グロソ	7	203,600	185,400
エスピリト・サント	3	60,200	58,900
サンタ・カタリーナ	3	114,000	114,000
中部・南部小計	144	3,485,900	3,726,300
ブラジル 合計	215	4,858,500	4,032,700

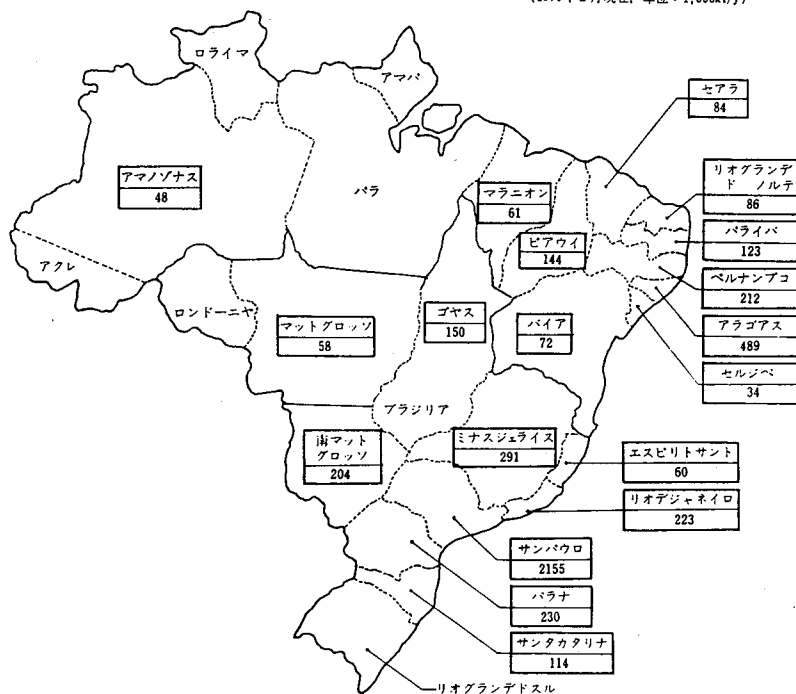
表V-2-㉕ アルコールの生産実績(単位:kl)

年度	生産量
1971/72	613,068
72/73	680,972
73/74	665,818
74/75	624,985
75/76	555,627
76/77	512,467
77/78	1,472,831
78/79	2,490,603
79/80	3,797,790
(見込)	

表V-2-㉖ 国家アルコール計画の今後の生産計画(単位:千kl)

年度	生産量
1980/81	4,900
81/82	6,000
82/83	7,300
83/84	8,900
84/85	10,700

(1979年2月現在, 単位:1,000t/y)



図V-2-㉗ 認可プロジェクト生産能力の地域別分布状況

大谷昭次郎(1980) ブラジルのアルコール燃料の実用化の現状と問題点, バイオマスと新エネルギー開発会議, (社) 日本能率協会: 1-4-1~1-4-16

表V-2-㉑ ガソリンへのアルコールの地域別混入率

州 名	年 度	
	1977/78	1978/79
サンパウロ州	サンパウロ市 18~20% サンパウロ Interior 11~13%	サンパウロ全州 20%
リオデジャネイロ州	リオデジャネイロ市等 10~12%	リオデジャネイロ市のみ 20%
ブラジリア連邦区	—	ブラジリア 20%
リオ・グランデ・ノルテ州	Natal 18~20%	Natal 20%
パラíba州	João Pessoa 18~20%	João Pessoa 20%
パラナ州	—	Londrina 20%
ミナスジェライス州	Cabellelo 18~20%	Uberaba, Belo Horizonte, Uberlandia 各20%
ペルナンブコ州	Recife 18~20%	Recife 20%
マット・グロソ州	—	Campo Grande 20%
バイア州	—	Salvador 20%
セルジッペ州	—	Arajac, digo Aracajú 各20%
セアラ州	Crato 10~12%	Crato, Fortaleza 各20%
アラゴアス州	Maceio 18~20%	Maceio 18~20%

表V-2-㉒ ブラジルのガソリン消費量と混入アルコール量 (単位:kl)

	自動車ガソリン消費量	ガソリン混入用アルコール出荷量	混入率 (%)
1970	9,704,848	183,606	2.01
1971	10,616,699	253,836	2.58
1972	11,937,456	391,142	3.61
1973	13,928,616	308,812	2.43
1974	14,322,240	190,170	1.39
1975	14,617,551	162,165	1.14
1976	14,220,289	171,572	1.24
1977	14,090,900	639,298	4.54
1978	15,070,000	1,505,735	9.99

表V-2-㉓ ブラジルにおけるガソリンとアルコールの価格

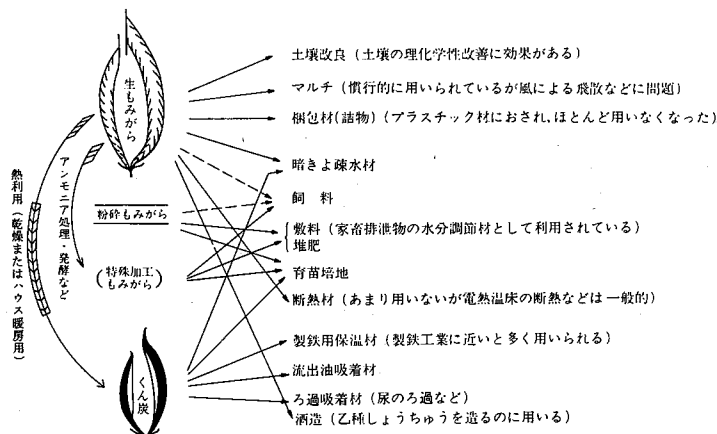
区 分	販 売 価 格
無水アルコールを20%混入したガソリン	22.60 Cr\$ (125.20円)
自動車燃料用純粋アルコール	11.40 " (63.16円)
レギュラーガソリン	24.00 " (132.96円)

(注1) 1980年1月現在

(注2) ()内は1Cr\$=5.54円として換算したもの。

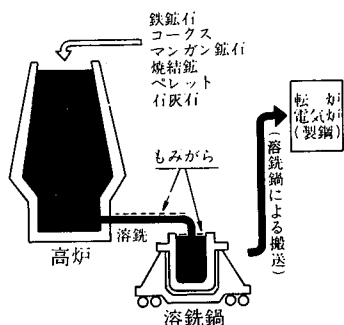
大谷昭治郎(1980) ブラジルのアルコール燃料の実用化の現状と問題点

(3) もみがらの利用システム

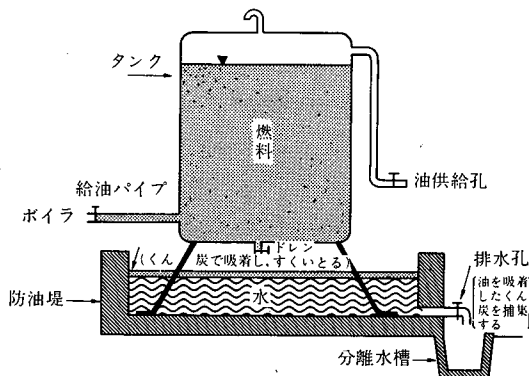


図V-2-㉔ もみがらの用途

山下律也(1980) もみがらの燃料以外への利用, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム: 531~541



図V-2-④⑥ 製銑工程ともみがらの使用
(松山, 77年)



図V-2-④⑦ 屋外燃料タンクの構造例とくん炭による油吸着

図V-2-③④ 近畿における出銑量およびもみがら消費量(50年)

出 銑 量	22,600 千 t
消 費 もみがら量	11,300 t
もみがら生産量	160,000 t (約)

銑鉄1t 当たりのもみがら必要量を0.5 kg とする

表V-2-③⑤ 流出油類吸着材料としてのくん炭性能

テスト番号	条 件	くん炭量 (A)	吸着油量 (B)	吸着率 (B/A)
1	油膜にかためて落下	1.8 g	4.5 g	2.5
2	油膜に平均に散布	1.9 g	11.3 g	5.9
3		2.0 g	12.4 g	6.2

(注) 110 mm 直径ビーカー内のテスト, A 重油供試
(松山, 77年)

表V-2-③⑥ もみがらくん炭による糞尿浄化事例(清水, 74年)

	原 水 ①	固液分離機 通過水 ②	第1塔ろ過水 (上昇流) ③	第2塔ろ過水 (下降流) ④	除 去 率 (%)			
					①→②	②→③	③→④	①→④
pH	5.2	5.3	6.4	6.8	5.6	64.7	66.7	88.8
SS (ppm)	26,500	9,800	410	160	63.0	95.8	61.0	99.4
COD (")	24,400	11,900	717	387	51.2	94.0	46.0	98.4
BOD (")	28,800	19,200	1,420	480	33.3	92.6	66.2	98.3

JIS-K 0102, 工業排水試験方法, CODは酸性高湿法, 1973.8.23 採取

山下律也(1980) もみがらの燃料以外への利用, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム
: 531 ~ 541

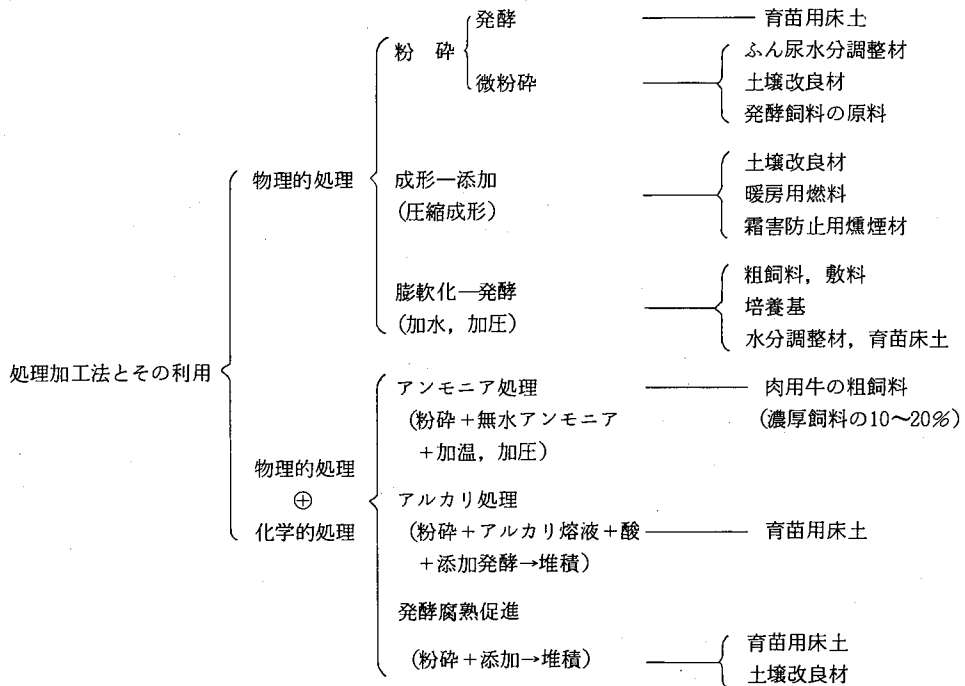


図 V-2-④⑧ もみがらの処理加工法とその利用

山下律也(1980) もみがらの燃料以外への利用, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム: 531~541

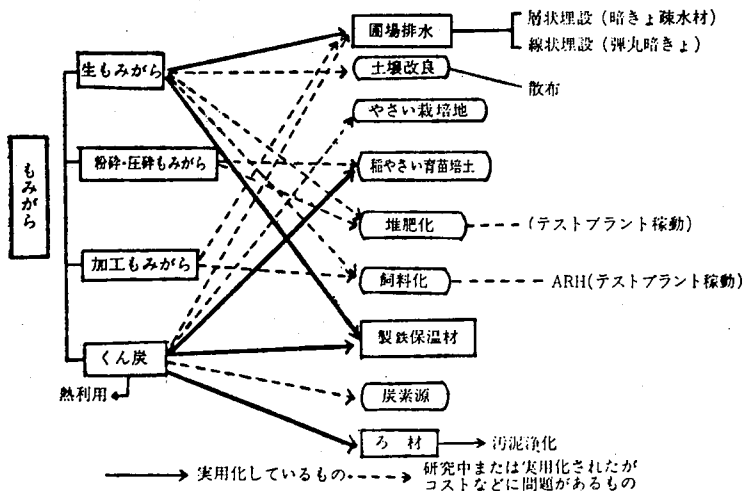
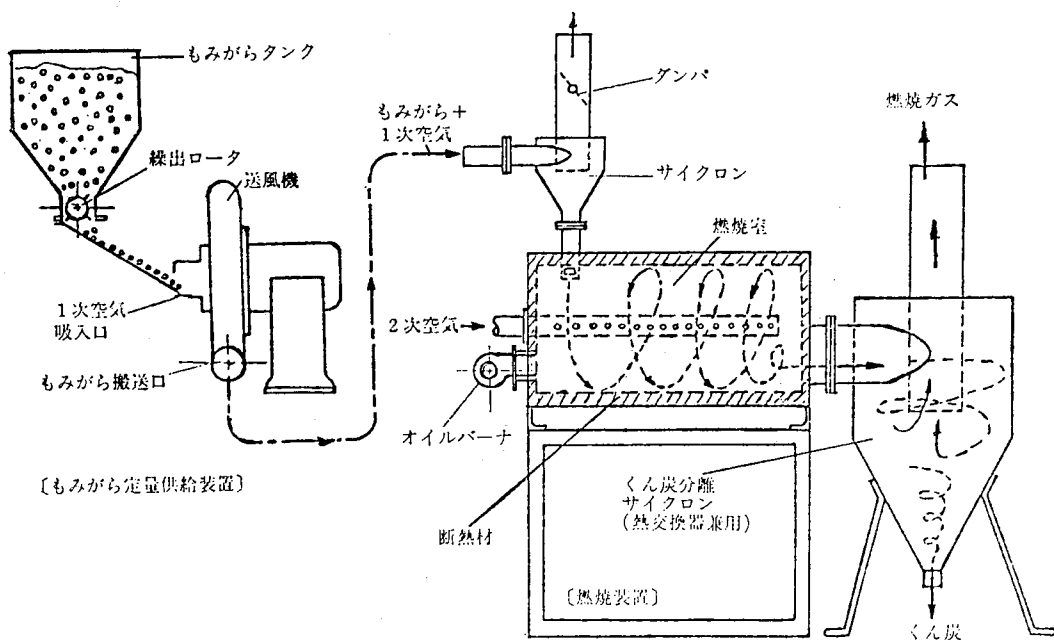
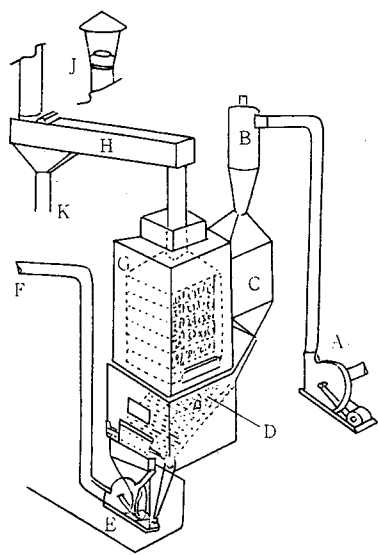


図 V-2-④⑨ もみがらの利用法(松山)



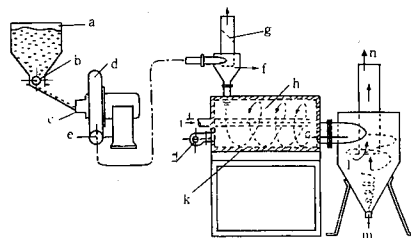
図V-2-50 もみがら燃焼炉の例(拡散型:農機研, 1976)

木谷収(1979)農林水産業における省エネルギー, バイオマス変換と有機物生産、(社)日本能率協会:
2-1-1~2-1-11

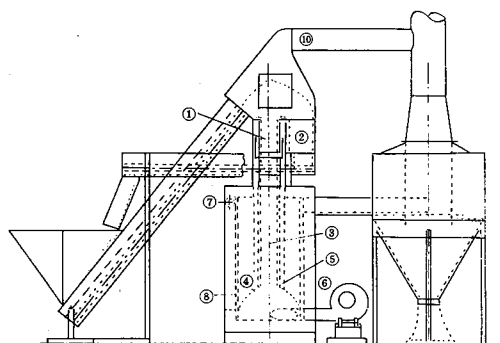


図V-2-51 堆積燃焼型の例

清水浩(1980)もみぎらの熱源としての利用, 施設
農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム:
488~510



図V-2-52 流動燃焼型の例1
横置き小型一



図V-2-53 流動燃焼型の例2

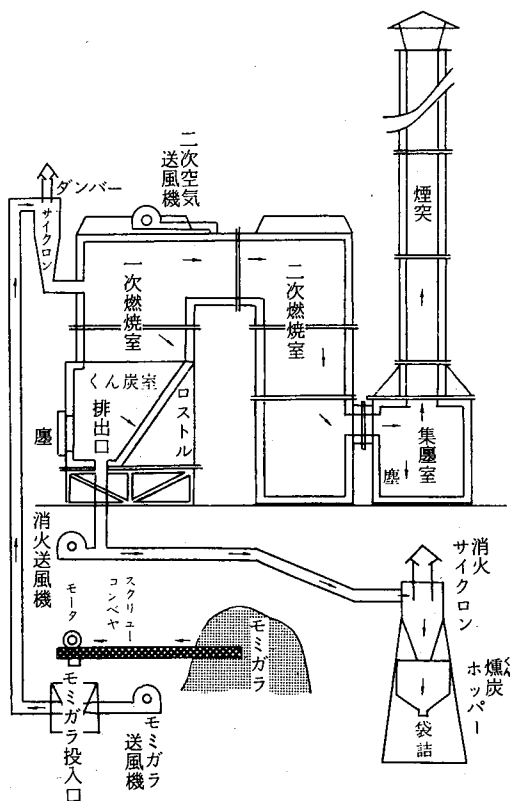
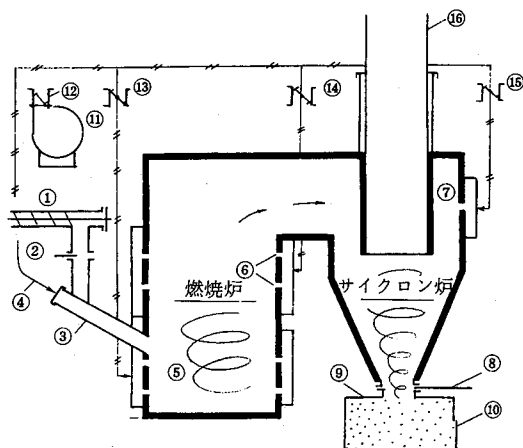


図 V-2-⑤④ 流動燃焼型の例 3



No.	部分名称	No.	部分名称
1	スクリュウコンベヤー	9	灰箱 (アッシュボックス)
2	もみがらシャッター	10	灰出口
3	もみがらバーナー	11	押込ファン
4	もみがら吹き込みノズル	12	ファンダンパー
5	No. 1 ダンパー	13	No. 1 空気ノズル
6	No. 2 空気ノズル	14	No. 2 ダンパー
7	No. 3 空気ノズル	15	No. 3 ダンパー
8	灰シャッター (アッシュシャッター)	16	煙突

図 V-2-⑤⑤ 流動燃焼型の例 4

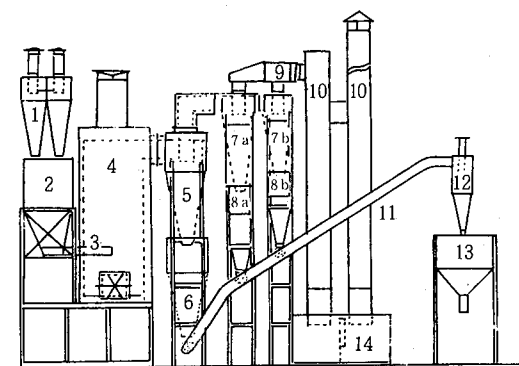


図 V-2-⑤⑥ 流動燃焼型の例 5

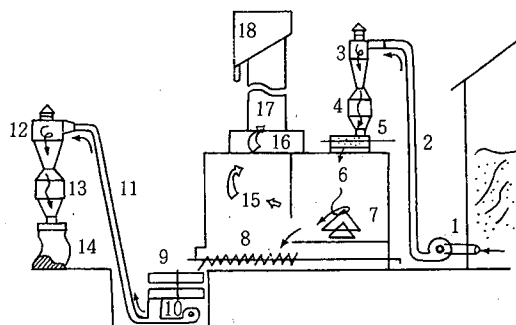


図 V-2-⑤⑦ 折中型の例 1

清水浩 (1980) もみがらの熱源としての利用, 施設
農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム
ム: 488 ~ 510

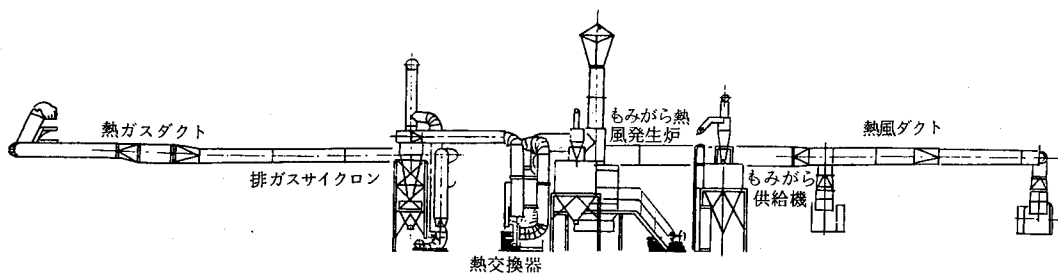


図 V-2-58 折中型の例 2 - 全体外観図 -

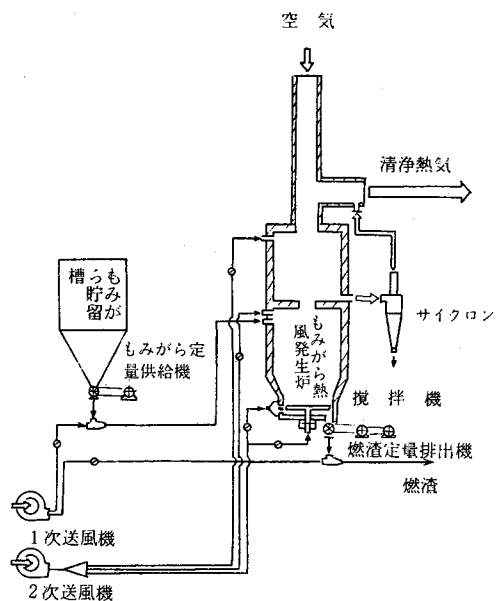


図 V-2-59 折中型の例 2 - 作用図 -

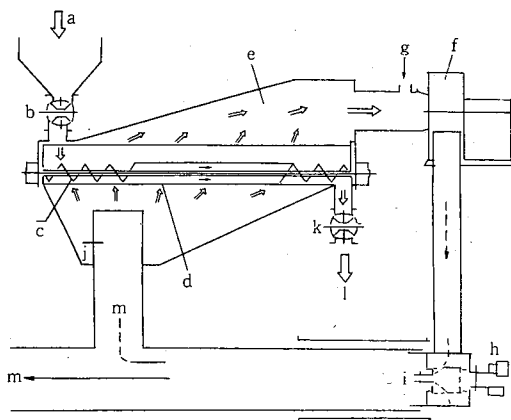


図 V-2-60 乾留型の例

清水浩 (1980) もみがらの熱源としての利用, 施設農業への新エネルギー利用, ㈱フジテクノシステム: 488 ~ 510

(4) 海藻の利用システム

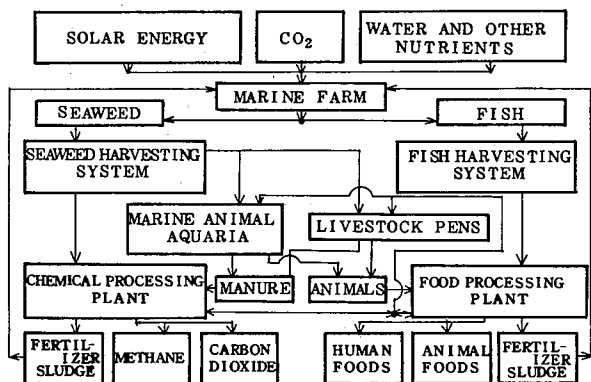


図 V-2-61 海洋エネルギー農場構想のブロック図

図 V-2-67 ジャイアント・ケルプを栽培する場合の 10 万エーカーの農場から得られる生産物の量 (年間)

生成物			生成量 10^5 t
S	N	G	4.5 (6×10^8 m ³)
肥料・塩類			4.9
飼料			9.5
廃棄物 (肥料用)			98.6

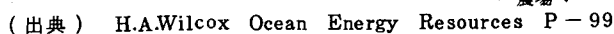
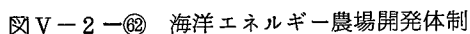
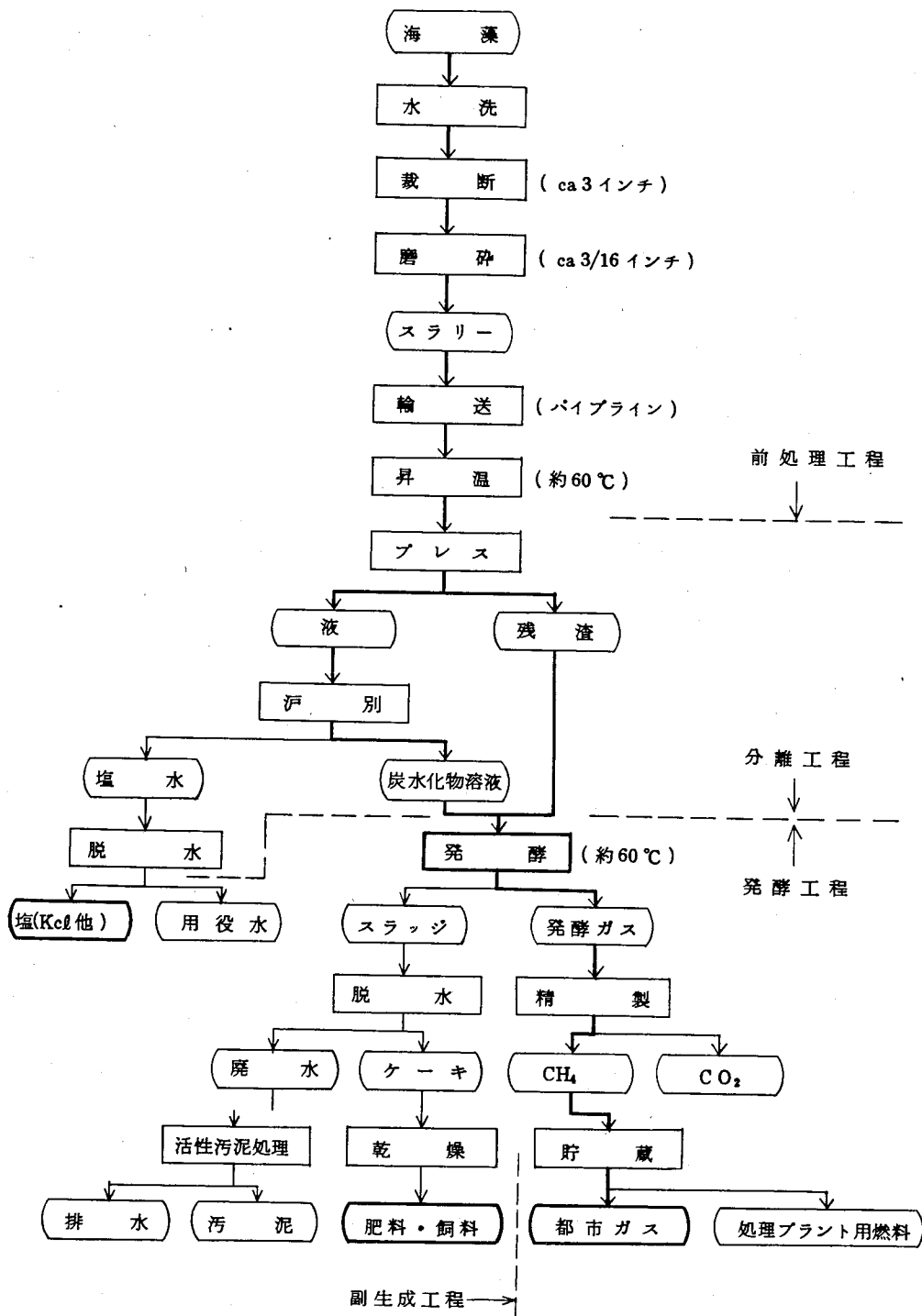
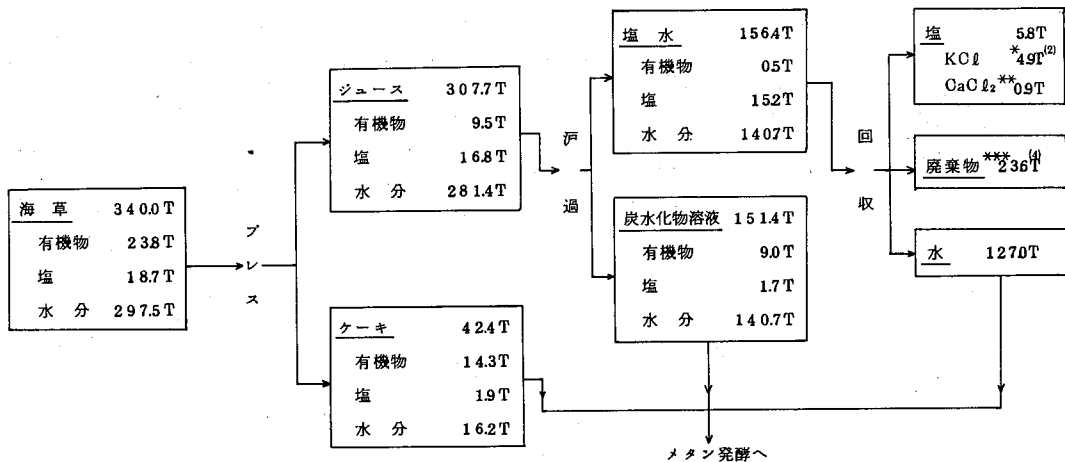


図 V-2-⑥③ 海藻の処理・加工技術のフローチャート



(出典) H.A.Wilcox Ocean Energy Resources より作成

図V-2-64 海藻処理・加工プラント工程図



* 副生産物として販売

** コンブ処理時に使用

*** 農場へ (有機物 0.5T, 塩 9.4T, 水 13.7T)

(出典) OFEF Project Subtask No 6 4, P-17, July 76
G・A・Hoffman et al (I・S・Corp)

(単位 T = 10⁴ tons)

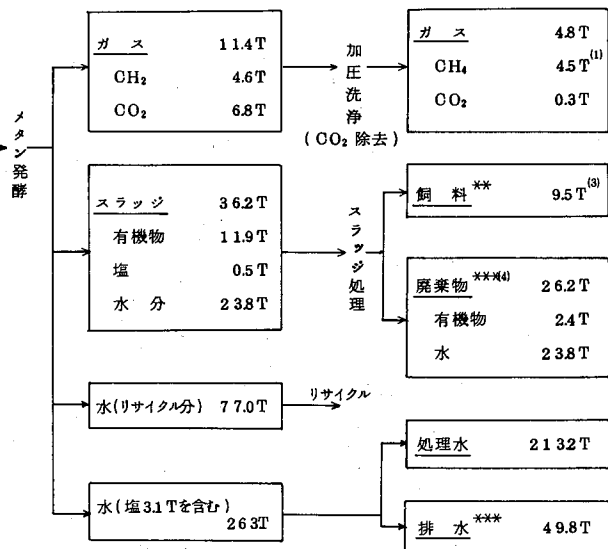
図 V-2-⑤ 前処理プロセスにおける物質収支 (年間)

	有機物 (T)	塩 (T)	水 (T)	計 (T)
ケーク	14.3	1.9	16.2	32.4
炭水化物溶液	9.0	1.7	14.07	15.14
水 リサイクル分 塩水より	*	*	77.0 127.0	77.0 127.0
計	(T) 23.3	(T) 3.6	(T) 360.9	(T) 387.8
	(wt%) 6.0	(wt%) 0.9	(wt%) 92.9	(wt%) 100.0

* 微量

** 売却または漁業栽培農場へ

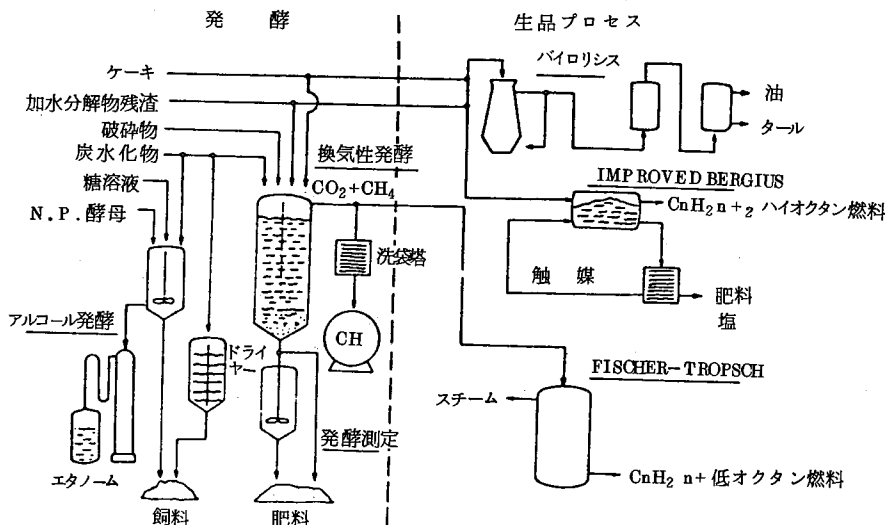
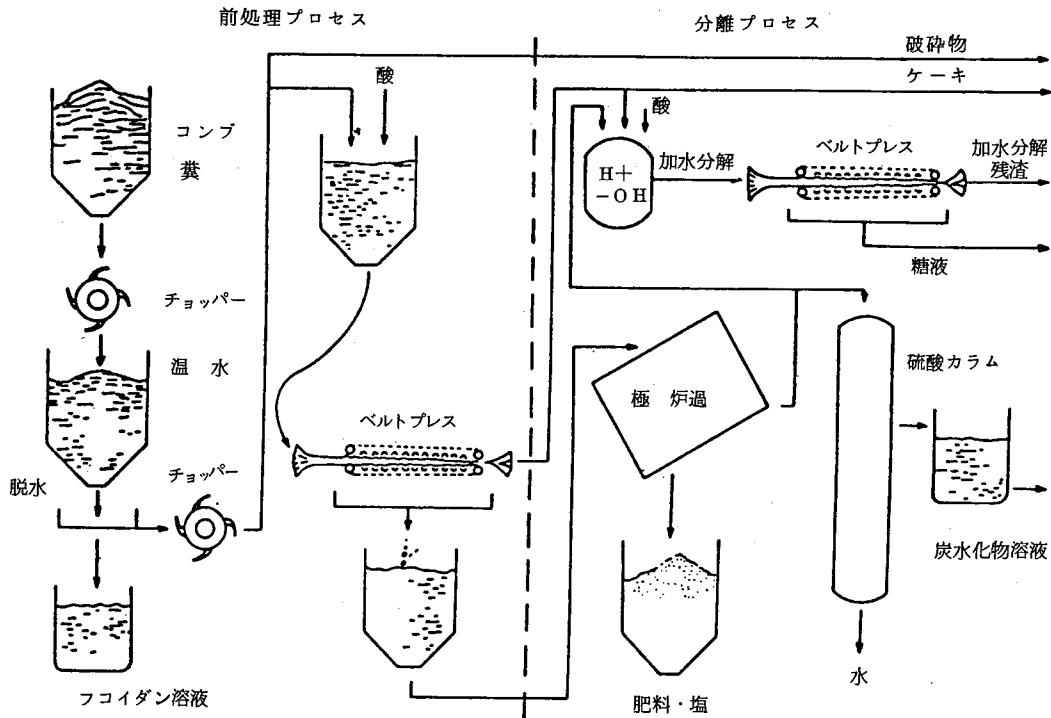
*** 農場へ



(出典) OFEF Project Subtask No 6 4, P-19, July 76
G・A・Hoffman et al (I・S・Corp)

(単位 T = 10⁴ tons)

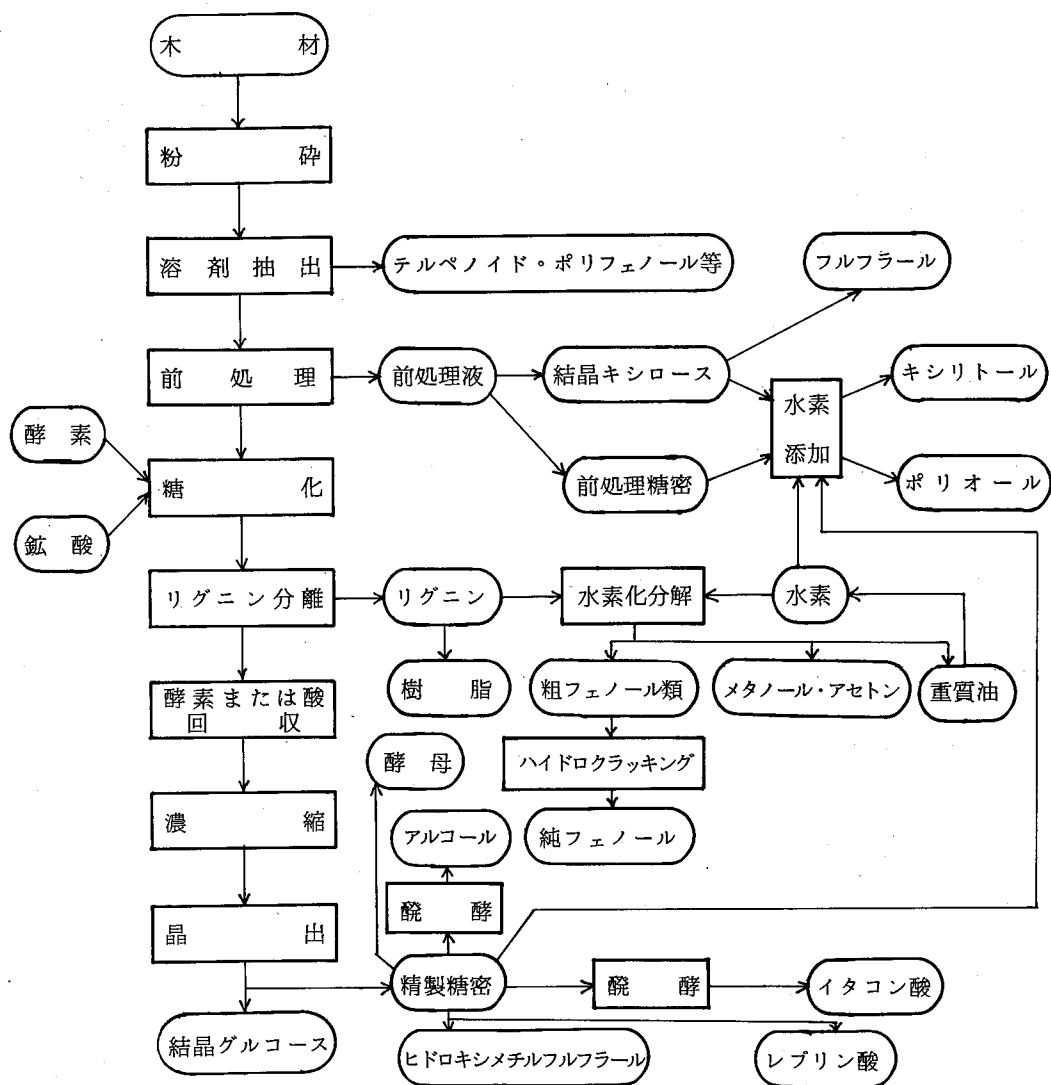
図 V-2-⑥ 処理・加工プロセスにおける物質収支 (年間)



図V-2-⑥ マクロシスティス処理・加工プロセスのフロー

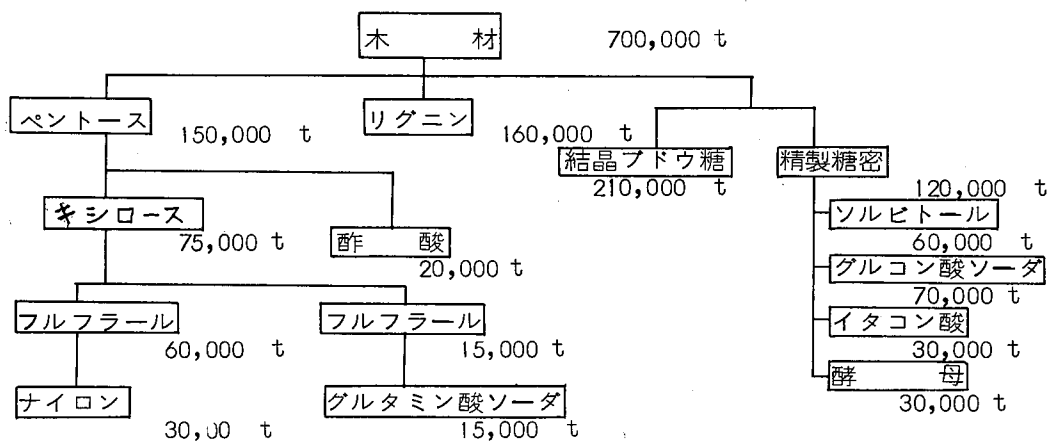
テクニク・リサーチ株式会社(1980)米国のバイオマス生産利用技術開発に関する調査研究報告書, (財)機械システム振興協会: 1~129

(5) ウッドケミカルス

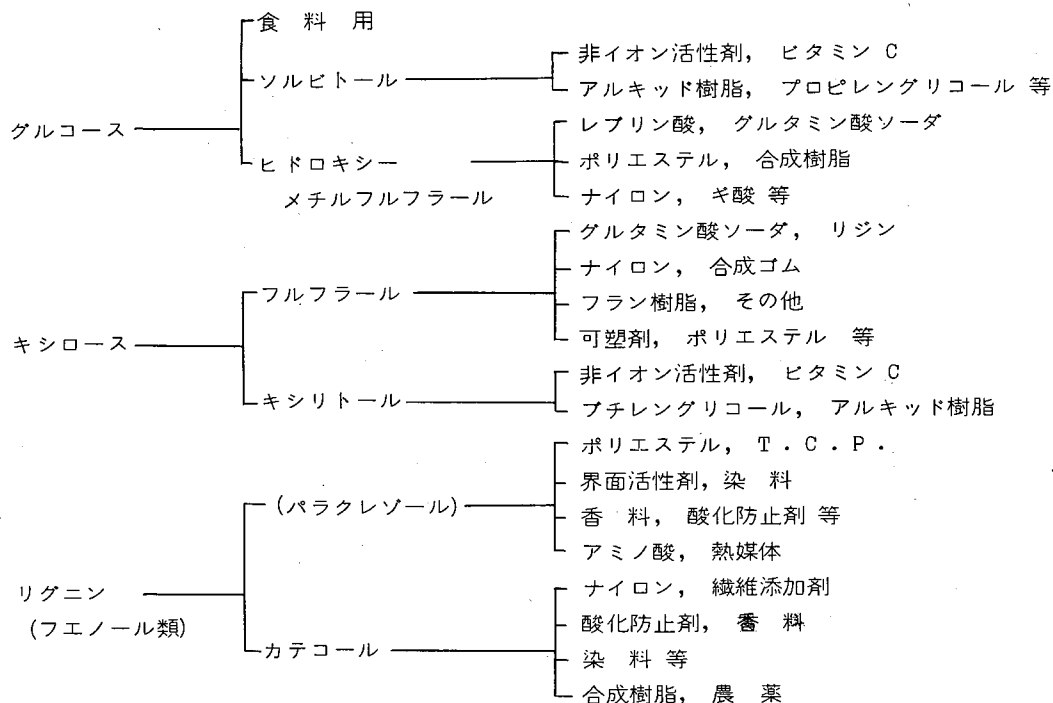


図V-2-68 ウッドケミカルスのための木材コンバージョン

榊原 彰(1979) ウッドケミカルスの利用, バイオス変換と有機物生産,
(社) 日本能率協会: 3-4-1 ~ 3-4-13



図V-2-㉔ 広葉樹70トン(500万石)から生産される木材化学製品
(木材化学調査研究報告書, 続, 1960)



図V-2-㉕ 木材化学二次および最終製品(木材化学調査研究報告書, 続, 1960)

榊原 彰(1979)ウッドケミカルの利用、バイオマス変換と有機物生産、
(社)日本能率協会: 3-4-1~3-4-13

(6) S C P

表V-2-③⑧ タンパク質に関する新バイオマス産業

体系	資源	主プロセス	規模	製品主用途	種類	事例または備考
未利用・未開発資源	植物	草・葉	精製 ㊤	食・飼	アルファルファ、ながはぐさ ひまわり ぎんねむなど	ハンガリーで化学的に"Vepex"法を試験中 高タンパク葉の利用
		種堅子果	精製 ㊤①	食・飼	各 種	非食部分・有毒物質の除去法の開発
		根塊	精製 ㊤①	食・飼	各 種	同 上
		海藻	精製 ㊤	食・飼	各 種	効率的採集・養殖法の開発及び消化性の改良など
	動物	畜産類	飼育 ①	食	カビバラなど	南米でカビバラの飼育試験中
		昆虫	飼育捕集 ①	食	各 種	幼虫・さなぎ・成虫の食育の普及、飼育法の開発
		甲殻類 プランクトン	捕集 ㊤	食	各 種	ナンキョクオキアミの漁獲試験中 プランクトン捕集の技術開発
副産・産業資源	一次産品	農産	発酵 ㊤①	食・飼	わら、もみ、茎など	イギリスで糸状菌による"Tate & Lyle"法を開発中
		畜産	発酵 ㊤①	飼・肥	糞尿など	環境保全のため各地で実施中
		水産	回収 ㊤①	食・飼	寒却雑魚 多獲魚	FAOで資源の損耗を指摘 スウェーデンで"Astra"法魚濃縮タンパクを企業化
	二次産品	加工	発酵 ㊤①	食・飼	バガス、パイナップル粕など 豆皮 臓物、羽毛、血液 魚肉さらし水、果物粕など	同上の"Tate & Lyle"法を開発中 ダール豆皮の活用を検討中 環境保全を兼ねて各地で実施中
		工業	発酵回収 ㊤	飼・肥	パルプ廃液 発酵廃液 ホエー残液	フィンランドで糸状菌による"Pekilo"法を企業化 また酵母製造を各国で実施中 菌体を回収、また有機肥料を製造 フランスで酵母を製造
		都市	発酵 ㊤	肥	調理残液、下水、糞尿など	環境保全のため活性汚泥化
非食品系炭素資源	炭水化物	澱粉	発酵 ㊤①①	食・飼	キャッサバ、いも類、穀類など	フランスでAspergillusによるタンパク化を開発中
		糖類	発酵 ㊤	食・飼	砂糖、糖蜜	リジンをはじめ各種アミノ酸及び酵母の生産、あるいはアルコールと酵母の併産、また各種発酵菌体の回収
	炭素化合物	石油	発酵 ㊤	飼	メタン、メタノール、エタノール、酢酸n-パラフィンなど	表4参照
		炭酸ガス	培養 ㊤①	食	クロレラ スピルリナ セネデスムス	健康食料として生産中 飼料としてメキシコ・タイでも生産中 開発試験中

表V-2-③⑨ SCPプロセス—農産廃棄物*

プロセス	微生物	用途	国名	研究機関
PEKILOプロセス (亜硫酸パルプ廃液)	不完全菌	飼料	フィンランド	Tampella 社
可溶性農産廃棄物	—	飼料	イスラエル	Hebrew 大学
カロブ(豆科植物)	糸状菌 M1	飼料	キプロス島	Tate & Lyle 社
セルロース廃棄物	Tricoderma viridaz	飼料	米 国	Misouri 大学
含リグニン畜産廃棄物	高温放線菌	飼料	米 国	General Electric 社
バガス・コーヒー加工残渣	Asp. oryzae	飼料	グアテマラ	ICAITI
チーズホエー	—	飼料	米 国	Wisconsin 大学
デンプンなど炭水化物	Fuarius graminearum	飼料	イギリス	Rank Hovis McDougle 社

加藤清昭(1975) 国際的にみた微生物蛋白(SCP)の実用化の現状, 微生物の利用・応用技術資料集,
 (株)フジテクノシステム: 1~26

表V-2-④ SCP プロセス—石油および石油化学品*

プロセス	微生物	用途	国名	研究機関
メタン	細菌	飼料	イギリス	Shell 社
メタノール	細菌	飼料	イギリス	ICI 社
メタノール	細菌	飼料	スウェーデン	Karolinska 研究所
メタノール	酵母	飼料	米 国	MIT
ガスオイル	酵母	飼料	フランス	British Petroleum
n-パラフィン	酵母	飼料	米 国	Gulf Oil
n-パラフィン	酵母	飼料	日 本	鐘淵化学
CO ₂	スピルリーナ	食料	フランス メキシコ	石油研究所

* 第2回国際SCP会議から

表V-2-⑤ BP社の各国における飼料用石油酵母製造認可の状況

国名	管理行政当局	安全性確認当局	許認可の状況	許認可の初年月
E C				
イギリス	農業漁業食糧省	—	許認可不要 製造中(4,000 t/年)	—
デンマーク	農務省	—	許認可不要	—
フランス	貿易および違反 取締事務局	家畜飼料各官庁 および工業委員会	認可済 製造中(20,000 t/年)	1973. 1月
イタリー	保健省・農務省 工業省	保健省上級委員会	認可済 (建設中100,000 t/年)	1972. 11月
オランダ	農業漁業省	農業・漁業省技術委員会	認可済	1972. 11月
西ドイツ	食糧農林省	食糧農林省飼料委員会	認可済	1972. 11月
ベルギー	農務省	農務省特別委員会	認可済	1973. 3月
アイルランド	同上	農務省	認可済	1973. 11月
ルクセンブルグ	公衆衛生院	栄養監督所	認可済	1974. 6月
その他				
南アフリカ共和国	農務技術省	農務技術省	認可済	1973. 6月
スウェーデン ノルウェー	農務省	農務省	検討中	
スペイン	農務省	予防衛生部	認可済	1974. 9月

加藤清昭(1975) 国際的にみた微生物蛋白(SCP)の実用化の現状, 微生物の利用・応用技術資料集,
 (株)フジテクノシステム: 1~26

表V-2-④ 世界の微生物蛋白 (SCP) 実用化状況と計画

原 料	使用微生物名		国 名	企業名	年産量	用 途	摘 要
廃 糖 蜜	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	バ ン 酵 母	世界 各国		パン酵母の 10-20%	食品用	イーストエキス
バ ル プ 廃 液	<i>Candida utilis</i>	酵 母	同 上	興人・山陽 国策パルプ 十条製紙	2万4000 トン	飼 料	トルラ酵母
同 上	<i>Paecilomyces</i> sp.	糸状菌	フィンランド	タンペラ社	1万トン	飼 料	ベキロ・プロセス
ガスオイル (軽油)	<i>Candida tropicalis</i>	酵 母	フ ラ ンス	B P	2万トン	仔牛用 飼 料	ミルクリプレーサー (Toprina L)
ノルマル・パラフィン	<i>Candida lipolytica</i>	"	イ ギ リ ス	B P	4000 トン	同 上	(Toprina G)
同 上	"	"	イ タ リ ア	イタルプロ ティン	10万トン (建設中)	同 上	
同 上	<i>Candida</i> sp.	"	イ タ リ ア	リキケミカ (日本技術)	10万トン (建設中)	飼 料	(リキプロン)
同 上	<i>Candida</i> sp.	"	ソ 連		7万トン (実動)	飼 料	(食 料)
同 上	<i>Pichia</i> sp.	"	ルーマニア	ロニプロト (日本技術)	6万トン (建設中)	飼 料	
同 上	不 明	"	中 華 人 民 共 和 国	有機化学研 究所	パイロット	同 上	
合成エタノール	<i>Candida utilis</i>	"	チ ェ コ	石油化学 公 団	1000トン	食飼料	
同 上	<i>Candida utilis</i>	"	米 国	スタンダード・オイル (インディアナ)	1万トン	食品加 工 用	
同 上	<i>Candida</i> sp.	"	日 本	三菱油化	パイロット		
合 成 酢 酸	<i>Candida utilis</i>	"	日 本	興 人			
メ タ ノ ー ル	<i>Saccharomyces</i> sp.	"	日 本	三菱ガス化学	1000トン	飼 料	(工業原料)
同 上	<i>Pseudomonas methylotrophica</i>	細 菌	イ ギ リ ス	I C I	10万トン (建設準備中)	飼 料	
メ タ ン ガ ス	<i>Methylomonas</i> sp.	"	イ ギ リ ス	Shell	パイロット	同 上	
水 素 ガ ス	<i>Hydrogenomonas</i> sp.	"	日 本	味ノ素	実験中		
デンプン工場廃水	<i>Endomycopsis fibriger</i> <i>Candida utilis</i>	酵 母	スウェーデン	Swedish Sugar.	1万トン	食飼料	シンバ・プロセス
タ ビ オ カ	<i>Fusarium</i> sp.	糸状菌	イ ギ リ ス	R. H. M.	パイロット	食品加 工 用	
セルロース廃棄物	<i>Cellomonas</i> sp.	細 菌	米 国	Bechtel	パイロット	飼 料	
フィードロット排泄物	高温放線菌		同 上	G. E.	同 上	同 上	
バ ガ ス 等	<i>Aspergillus oryzae</i>	糸状菌	グアテマラ	ICAITI	同 上	同 上	
カ ヤ ブ 豆	<i>Aspergillus niger</i>	同 上	キプロス	Tate. & Lyle	同 上	同 上	
炭 酸 ガ ス	<i>Spirulina platensis</i>	単細胞 藻 類	メ キ シ コ	Sosa Texcoco	300 トン	食 用	
同 上	<i>Spirulina maxima</i>	同 上	クウェート (日本技術)	国立科学研 究所	100トン (計画中)	飼 料 工業用	
同 上	<i>Spirulina platensis</i>	同 上	日 本	旭カーボン		飼餌料	

加藤清昭 (1975) 国際的にみた微生物蛋白 (SCP) の実用化の現状, 微生物の利用・応用技術資料集,
 ㈱フジテクノシステム: 1~26

表V-2-④ 外国における主たるSCPの現状

国名	企業名	所在地	能力・状況	原料	製品 タンパク菌体	備考
フランス	Société Française des pétroles BP	Lavera	20,000t/年 (1972年稼動)	軽灯油	酵母	経済的理由で休転中
イギリス	British Petroleum Imperial chemical Indusry	Grangemouth	4,000t/年 (1971年稼動)	純パラフィン	酵母	開発プラントとしての役目を完了 1980～1990に100万tに増設計画
		Billingham	75,000t/年 (本年中に稼動予定)	メタノール	バクテリア	
イタリア	Italproteine	Sarroch	100,000t/年 (試運転終了)	純パラフィン	酵母	ENI-ANIC子会社BP技術 鑛ヶ淵化学技術
	Liquichimica	Saline de Montebello	100,000t/年 (建設完了)	純パラフィン	酵母	
西ドイツ	Höchst-Uhde	Frankfurt	60,000t/年 (建設準備中)	メタノール	バクテリア	
東ドイツ	(国家的事業)	Leipniz	50,000t/年 (建設中)	軽灯油	酵母	
ソビエト	(国家的事業)	Novo-Gorky他	300,000t/年(800,000t/年に拡張中)	パラフィン	酵母	1990年までに数百万t/年の生産計画のため、1978年4月に29億ルーブル(1兆円)を予算化
ルーマニア	Roniprot	Curten de anges	60,000t/年 (試運転中)	純パラフィン	酵母	大日本インキルーマニア公社の合弁会社
アメリカ	Amoco Food	Huntchinson, minn	6,800t/年 (1975年稼動)	エタノール	酵母	食品素材として販売
中国	(国家的開発)	上海 (有機化学研究所)	パイロットプラントで開発中	パラフィン	酵母	

注) その他10数カ国で研究開発中または生産計画中

3. 技術及び経済性の評価 (1) 主要な変換工程の比較評価

表V-3-① 生物体エネルギー変換工程の特徴

工 程	材 料	変換温度	変換圧力	工 程 の 特 徴	生産物の形態	発 生 熱 量	回 収 効 率
発 酵	スラリー (3~20% 固型物)	20~50	kg/cm ² 常 圧	廃棄物エネルギー作物の廃棄物 にて育った藻類等の発酵	50~70% ン、残り CO ₂ ガス	5,600 kcal/m ³	60~80%
生物的光分 解	藻類のスラ リー	◇	◇	太陽照射下における細胞内部の H ₂ O分解	水 素	3,080 kcal/m ³	10
酸加水分解	5% H ₂ SO ₄ 添加	◇	◇	グルコースの発酵によるエタノ ールの生産	エチルアルコ ール		90
酵素加水分 解	スラリー	◇	◇	セルロースを糖やアルコールに 変換			
直 接 燃 焼		1,200 ~1,300	◇		熱・蒸気・電気	1,750 kcal/kg	90, 90, 40
熱 分 解	乾いた材料 (水分10 ~25%)		◇	Oxygen Free とする	油・チャーガス	6,700, 5,000 kcal/kg 7,200 kcal/m ³	82
化学的分解	15% スラリー	250~400	105~350	CO/H ₂ 比 : 3/8	油	8,300 kcal/kg	37
水素添加ガ ス化	家畜ふん尿	550	150	水素を家畜ふん尿よりとりだす。 精製およびメタン化する必要が ある。	C ₂ H ₆ , CH ₄ CO ₂	9,330 kcal/m ³	60
触 媒 方 式	有機物	650~700	2.1~18.3	ニッケル触媒	CO ₂ , CH ₄	4,670 kcal/m ³	50

出典：山沢新吾 1979.5, Bereny, J.A(1979) より作成。

(財)電力中央研究所生物環境技術研究所 (1980) バイオマスのエネルギー変換に関する調査研究：1~30

表 V-3-② 再生可能エネルギーの比較評価

種 類	密 度	利用方法	価格*・土地など
(1)太陽光	0.23 kW/m ² 年平均の水平面で のエネルギー密度 (日中 1 kW/m ²)	光-電変換 太陽電池 効率約10% (貯蔵が重要)	現状 2万円/W 技術開発によって $\frac{1}{100}$ に到達 可能。そのとき20万円/kW 44 m ² /kW
(2)太陽熱	同 上	熱-蒸気-発電 効率30% (貯蔵が重要) 暖房用 冷房用	20~30万円/kW(1974) (システム・コスト) 床面積 100 m ² に対して38 m ² の集熱面を必要とする。 不明だが、暖房用の数倍の 面積を必要とする。
(3)風 力	風速の3乗に比例 する。翼揚引面積 1 m ² あたり 200 W 程度が利用可能 (風速 8 m/S) $\eta=30\sim40\%$	風車→発電 熱 (貯蔵が重要) 水素化も考えられ る。	1~2MW規模にコスト・ミ ニマムがあり約 250 ドル~ 1500 ドル/kWで建設可能 過密に建設しなければ、掃 引面積と同程度の土地を必 要とする。
(4)波 力	海岸線 1 mあたり 25 kW(平均) 100 kW/m(ピー ク)	波力-空気タービ ン-発電 $\eta=27\%$ 5~6 kW/m (貯蔵が重要)	20万円/kWが目標とされ ている。 0.1~0.5 m ² /kW 現状 2000 円/kW.H (海洋開発ハンドブック)
(5)植 物 (Biomass Conversi- on)	0.5~1.5%のエネ ルギー変換効率10 ~20 t/ha 年 (地上) 25~40 t/ha・年(海洋) 85 t/ha・年(巨大コ ンブ)	メタン発酵、ある いはエチルアルコ ールへの変換効率 30~40%程度	メタン換算で 4,000~ 16,000 kcal/m ² 年程度。 (地上植物)(14)。海上 ではこの3倍位が見込める。 コストは小さいと思われる。 エネルギーが貯蔵された形 式であるところが(1)~(4)と は異なる。

*価格は建設費でみている。

榊野村総合研究所(1980) バイオマス, NRI レファレンス: 1~75

(2) 投入経費の評価

表V-3-④ 数種作物からのアルコール生産量の推計

表V-3-③ 各種の技術によるエネルギー生産の投下資本比較

Type of Generation	Unit Nominal Size, Megawatts per day	Cost \$ per kw of Generation Capacity	Reference
Nuclear	1260	850	New York Power Pool 1978
Coal	850	740	"
Gas Turbines	----	230	"
Pumped Storage Hydro	1000	312	"
Methane Generation on New York dairies (10,000 units)	0.05	200 to 620	This Study
Mass Produced Solar Power Systems	—	1600 to 6000	Barber 1978

〔出所〕 Small Farm Methane Generation Potential

作物名	糖・澱粉生産量	アルコール生産量
サトウキビ	500 t	※ 225 t
カツサバ	750	※※ 300
サゴヤシ	500	※※ 200
サツマイモ	600	※※ 240
トウモロコシ	320	※※ 130

※ アルコール変換率を45%とした。

※※ アルコール変換率を40%とした。

榎野村総合研究所(1980) バイオマス, NRI レファレンス: 1~75

財電力中央研究所, 生物環境技術所(1980) 発酵によるアルコール生産の経済性: 1~24

表V-2-⑤ 農場用設備機械投資額および償却費(100 ha 単位)

名称・摘要	金額	償却年数	償却費
トラクター 75 HP 1台	4,000千円	10年	400千円
ブラウ 3連 "	1,000	8	125
整地機 "	500	5	100
堆肥散布機 "	1,800	5	360
施肥機 "	600	5	120
収穫機 "	3,000	8	375
トラック(10t ダンプ) "	7,000	10	700
農機具類 小計	17,900		2,180
農機具庫 6万円/m ² 200m ²	12,000	25	480
倉庫・作業舎等 200m ²	12,000	25	480
その他(油庫・修理場等)	5,000	10	500
建物類 小計	29,000		1,460
合計	46,900		3,640

カタログ価格等より推計。

財電力中央研究所, 生物環境技術所(1980) 発酵によるアルコール生産の経済性: 1~24

表V-3-⑥ 農場における経常費等(100 ha当)

項 目	摘 要	金 額
肥 料	N 5%, P 5%, K 3%の化成肥料 1 t/ha 5万円/t	5,000千円
燃 料	軽油平均 1 ha 当り 70 l, 圃場往復等 20%増, 80円/l	672
その他雑資材		500
農機具修理費	購入額の 5%	895
建物修理費	購入額の 2%	580
農機具償却費	第4表より	2,180
建物償却費	第4表より	1,460
金 利	設備, 機械投資額の 5%	2,345
労 務 費 A	基幹労力 2人 300万円/1人/年	6,000
労 務 費 B	人夫賃 300時間/ha, 3,750人/年 1,000円/日/人	3,750
合 計		23,382

表V-3-⑦ サトウキビ, カツサバの生産費

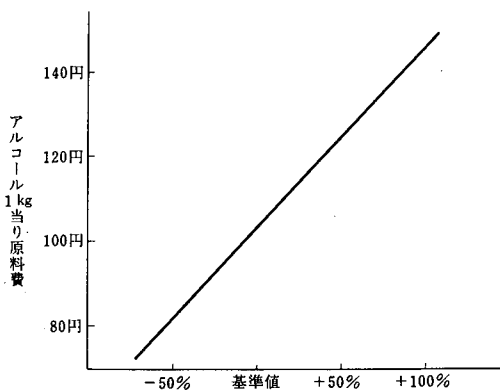
項 目	サトウキビ	カツサバ
100 ha 当り 茎, いも収量(年)	5,000 t	2,500 t
“ 蔗糖, 澱粉収量	500 “	750 “
“ アルコール転換量	225 “	300 “
“ 生産費(経常費)	23,382千円	23,382千円
蔗糖, 澱粉 1 kg 当り生産費	47円	31円
アルコール “ 原料生産費	104 “	78 “
* “ 1 kg 当り “ “	82 “	62 “

* アルコール比重 = 0.79

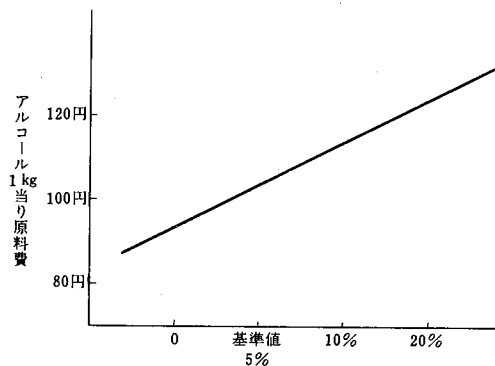
表V-3-⑧ 分みつ糖輸入価格

年	輸 入 量	輸 入 金 額	kg 当り単価
昭 45	2,495 × 10 ³ t	93,915 × 10 ⁶ 円	38 円
46	2,408	104,174	43
47	2,733	133,571	49
48	2,368	117,933	50
49	2,762	338,438	122
50	2,463	497,833	202
51	2,432	284,900	117
52	2,701	193,413	80

農林省統計表(第51, 54次)より作成。



図V-3-① 労賃の変化にともなうアルコール原料費の変化



図V-3-② 金利の変化にともなうアルコール原料費の変化

財電力中央研究所, 生物環境技術所(1980) 発酵によるアルコール生産の経済性: 1~24

表 V-3-⑨ 国内産糖の価格安定政策による価格

		年 度		(トン当り円)	
区 分		4 9		5 0	
安 定 上 限 価 格		106,700円		152,300円	
下 限		55,400		86,700	
国内産糖合理化目標価格		72,500		96,700	
最低生産価格	てんさい	11,110		12,140	
	(圓場生産物) さとうきび	11,200		12,340	
国内産糖の	てんさい糖	166,500		188,600	
糖価安定事業団	さとうきび糖	169,800		181,400	
の 買 入 価 格	さとうきび糖	161,300		181,300	
	沖 繩 産				

注1. 「砂糖の価格安定等に関する法律」に基づく。

注2. 生産者に対し、生産奨励金を交付した結果、昭和50年農家手取は、

テンサイ トン当り 16,000円

サトウキビ	16,100円	} となった。
-------	---------	---------

農業白書昭51より.

(財)電力中央研究所，生物環境技術所(1980)発酵によるアルコール生産の経済性：1～24

表 V-3-⑩ アルコール価格の比較

事	例	円/ℓ
日 本		186~220
ブラジル		77.3
アメリカ	研究試算 ム ギ ワ ラ	90~140
原料	“ トウモロコシ	70~110
	“ サ ト ウ キ ビ	80~120
	“ ゴミ・パルプ屑	100

表V-3-⑪ アルコール1,000万kl/年の生産
に要する投資額

項 目	摘 要	金 額
アルコール工場 開 墾 費	200 工場 40 万円/ha 400 万 ha	10,000 億円 16,000
農 場 施 設 費	2.9 千万円/100 ha	11,600
農場農機具費	1.79 千万円/100 ha	7,160
道路等公共投資	開墾の20%	3,200
合 計		47,960 億円

表V-3-⑫ トウモロコシからのエチルアルコールの生産コスト

	Cost/Gallon * (Cents)
190° Proof, Alcohol (2.82 Gallons/Bushel)	
Base Conversion Cost	33.2
Depreciation (\$1.45 million/year, 10 years, 17.7 million gallons)	8.2
Total	41.4
By-Product Feed Credit (6.8 lb/gal. alc. at \$60/ton)	34.0
Net	7.4
200° Proof, Alcohol (2.7 Gallons/Bushel)	
Alcohol (1,048 gal. at 7.4¢)	7.8
Cost of Dehydration	2.4
Total Cost, Exclusive of Corn, Profit, Packaging and Sales Expenses	10.2

* Costs are in constant 1970 dollars.

Source: Dwight L. Miller, "Corn and its Uses," National Corn Growers Association, April 5, 1972; updated to May 1973.

(出所) U.S. Energy outlook new Energy form

(株)野村総合研究所(1980) バイオマス, NRI レファレンス: 1~75

表 V-3-⑬ 液状炭化水素生産時のコスト算出式

”合成燃料のための American Gas Association の算出法”より

$$\text{平均製造コスト } \bar{C}_{pr} = \frac{N + 0.05(C - W) + 0.005 \left[P + \frac{48}{52} (1 - d) r \right] (C + W)}{1}$$

N=年間運転経費 : \$ / yr 13,350,000

C = 總投資額 : \$ 34,137,000

W=運転資金(運転経費の1ヶ月分): \$ 1,113,000

Pr = 年 產 量 : 百万 BTU/yr 3,285,000

$$P = \text{基本利回率 } d \cdot i + (1 - d) r : \% / \text{yr} \quad 10.5$$

d = 他人資本率 (借入金) 0.75

$$r = \text{自己資本利益率} \quad : \% / \text{yr} \quad 15$$
$$i = \text{借入金金利} \quad : \% / \text{yr} \quad 9$$

出典: J.E. Sanderson, D.L.Wise et al (Dynatech R/D Co)

" Liquid Hydrocarbon Fuel from Aquatic Biomass" P-28

海藻エネルギー回収システム委員会(1979)昭和
53年度海藻によるエネルギー回収システム研究
開発調査報告書,(社)日本海洋開発産業協会:
1~293

表 V-3-⑭ 海藻農場の基本設計及びコスト試算

(位置) ・ジャイアントケルプ栽培農場〜カリフォルニア沖合100マイル
 ・処理加工プラント〜海岸より25マイル内陸の砂漠地帯

単位 百万\$(1976年\$価格)

	栽培システム	収穫システム	支援システム	処理加工システム	合計	魚類栽培
基本設計	- 栽培実質面積 100,000 エーカー - 移植ケルプ 1株/エーカー - 栽培モジュール 10 エーカー 三角モジュール - アップウェリング 5 エーカー・フイート(エーカー・日) - フロベラ(ディーゼル)付 ダイナミックポンピング	- ジャイアントケルプの年間収量 340wet T/エーカー (ドライリッド42.5 T/エーカー) - 炭水化物 238 T/エーカー - 収穫速度 3 ノット - 収穫回数 6回/年 - 収穫専用船 34500t×5隻	300×300フイート・コンクリート・ベース	- プラント面積 576エーカー - 港→プラント, バイブラインスラリー輸送 - 発酵 ・6多濃度 ・60°C 6日間 - 炭水化物のガス転換率 49% - 加熱〜太陽熱利用 - 加熱以外のエネルギーの 2/3〜風力発電		- ケルプバス - カキ
建設コスト 百万\$	- 支持構造物 95.2 - 人工湧昇装置 68.9 - 位置制御装置 48.5 - 移植ケルプ 6.3 - 掘付費 20.5 - 金利(9%) 21.5 (計 260.9)	収穫専用船 1338	- プラットフォーム 10.7 - 管理制御機器 1.0 - ドック 1.0 - 作業員宿舍外 5.3	- 土地 0.9 - 発酵槽設備 38.1 - 炭化物回収装置 8.5 - コンプレッサ・ポンプ等その他設備費 40.1 - 太陽熱利用装置 40.1 - 風力発電装置 22.5 - 掘付費 2.7 - 金利 13.0 (計 156.9)	(合計 569.6)	- ケルプバス 21.0 - カキ 19.1
運転コスト (人件費、燃料費、材料費、保険) 百万\$	- 位置制御装置燃料 4.1 - メンテナン 4.8 21 - 保険 (計 11.0)	- 収穫船燃料 5.1 - メンテナン 0.7 - 消耗品費 0.6 - 労務費(220人) 8.8 - 保険 2.2 (計 17.4)	- 労務費(50人) 1.4 - 保険その他 7.4 (計 8.8)	- 購入電力料 - メンテナン 19.7 - 消耗品費 - 労務費(395人) - 保険 1.3 - 税金 3.1 (計 24.1)	(合計 61.4)	- ケルプバス 63.4 - カキ 10.6
(合計 74.0)						

表V-3-⑮ 海藻農場のコスト試算

$$UC = \frac{N + 0.05(C - W) + 0.5 \left[p + \frac{TAXRT}{1 - TAXRT} (1 - d)r \right] (C + W)}{Y \times A}$$

N = total net operating cost, \$/year

C = total capital requirement, \$

W = working capital, \$

P = fractional return on rate [$p = di + (1 - d)r$]

TAXRT = federal tax rate (fractional)

d = fraction debt

r = return on equity, fraction/year

i = interest on debt, fraction/year

Y = annual product, (T/Acre·Year)

A = area (Acres)

UC = unit cost (\$/T)

表V-3-⑯ 海藻農場の収入

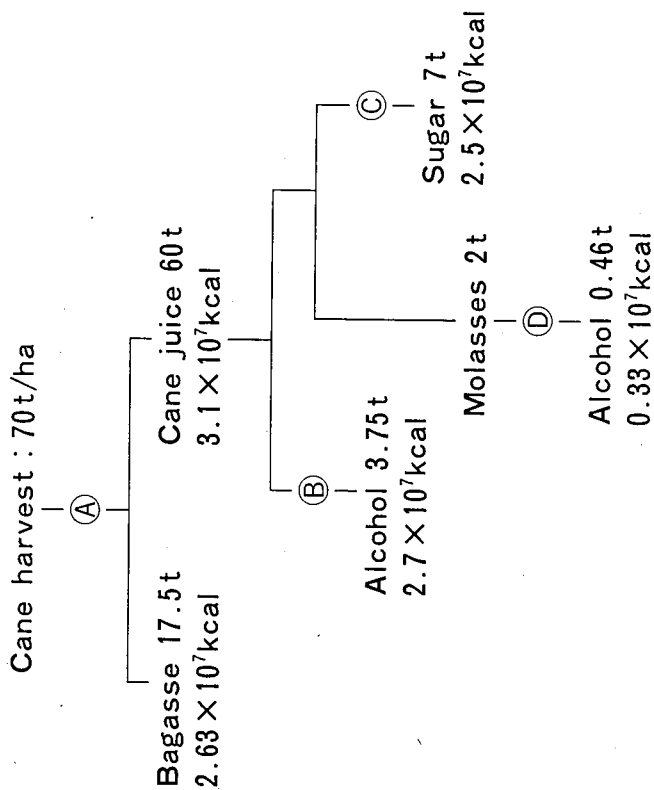
(単位百万\$)

製品及び販売量	魚類栽培なし	魚類栽培あり
メタン (221 × 10 ⁹ cu·ft)	(4.91\$/1,000cu·ft) 1085	(3.65\$/1,000cu·ft) 80.7
肥料・塩基 (490 × 10 ³ t)	(30\$/t) 147	(同 左) 147
飼料 (950 × 10 ³ t)	(30\$/t) 285	(同 左) 285
魚類 { ケルプバス (184 × 10 ³ t) カキ (36 × 10 ³ t)	— —	{ (453.3\$/t) *1 83.4 (1,497\$/t) *2 53.9 } 137.3
農場収入計	223.7	261.2

*1 市場価格 0.68\$/k の33%引き

*2 " 2.82\$/k の47%引き

(3) エネルギーバランス



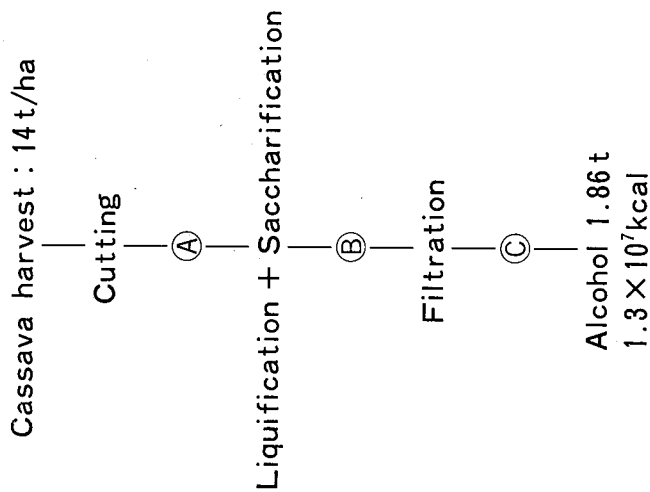
Energy required :

$$\text{Alcohol production} = \text{②} + \text{④} = 2.2 \times 10^7 \text{ kcal}$$

$$\begin{aligned} \text{Sugar + Alcohol production} &= \text{③} + \text{④} + \text{⑤} \\ &= 2.23 \times 10^7 \text{ kcal} \end{aligned}$$

☒ V-8-③ サトウキビ—アルコール系におけるエネルギーバランス

斉藤 健(1979) アルコール醗酵の利用, バイオマス変換と有機物生産, (社) 日本能率協会: 8-1-1 ~ 8-1-12



Energy required :

$$\begin{aligned} \text{Alcohol production} &= \text{①} + \text{②} + \text{③} \\ &= 3.36 \times 10^7 \text{ kcal} \end{aligned}$$

☒ V-8-④ キャッサバ—アルコール系におけるエネルギーバランス

表V-3-⑰ ブラジルにおけるアルコール生産
(40億ℓ)に必要な原材料および
面積

材 料	エチルア ルコール 生 産 ℓ/ton	必 要 原 材 料 100万ton	エチルア ルコール 生 産 10億ℓ	生産に必 要な面積 ha	1976年の 生産面積 ha
糖 密	—	—	0.5	—	—
サトウキビ	67	44.8	3	747,000	1,700,000
キャッサバ	180	2.78	0.5	139,000	2,100,000

出所: Stout and Peart (1978)⁴⁹⁾

表V-3-⑱ エチルアルコール製造のエネルギー収支

作 物	エ ネ ル ギ ー (M cal / ha / 年)						収 支
	生産されたエネルギー			消費されたエネルギー			
	アルコール	残 渣	計	農 耕	工 場	計	
サトウキビ	18,747	17,500	36,297	4,138	10,814	14,952	21,345
キャッサバ	13,271	—	13,271	2,573	8,883	11,456	1,815
サトウモロコシ 1)							
新 植	16,648	11,830	28,978	4,671	10,100	14,771	13,707
芽 出 し	10,520	7,280	17,800	3,350	6,400	9,750	8,050
合 計	27,168	19,110	46,278	8,021	16,500	24,521	21,757
サトウモロコシ 2)							
新 植	11,283	11,830	23,113	4,671	6,508	11,179	11,934
芽 出 し	6,943	7,280	14,223	3,350	4,005	7,355	6,868
合 計	18,226	19,110	37,336	8,021	10,513	18,534	18,802

(注) 1) 茎+子実 2) 茎のみ 出所: Silvaら(1978)⁴⁸⁾

広瀬昌平(1980)キャッサバの栽培, 施設農業への新エネルギー利用, (株)フジテクノシステム 616~640

表V-3-⑲ エタノール1klの製造に要する直接投入エネルギー量

原 料		で ん ぶ ん 質 原 料		糖 質 原 料	
種 別		使 用 量	エ ネ ル ギ ー 量	使 用 量	エ ネ ル ギ ー 量
工 場	電 力 [*]	200 kWh	400×10 ³ kcal	129 kWh	258×10 ³ kcal
	熱 量		9,090		3,714
	空 気 量	28 kWh	56		
	(電力換算)		9,546		
	小 計				3,972
農 場	トラクター燃料	61.3ℓ/3.75kl/ha	163	77ℓ/2.8kl/ha	275
	石 油 アルコール			石 油 アルコール	
合 計			9,709		4,247

* 電力1KWh=2000Kcalとした。⁴⁹⁾

財電力中央研究所, 生物環境技術所(1980)発酵によるアルコール生産の経済性: 1~24

