

## 農業におけるエネルギー利用の現状と展望

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	井上, 喬二郎
巻/号	21巻10号
掲載ページ	p. 13-21
発行年月	1998年10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



## 特集

## 農林水産業におけるエネルギー利用

## 農業におけるエネルギー利用の現状と展望

井上 喬二郎

我が国の農業では、石油製品を中心とするエネルギーが広範に使われている。水稲作等耕種作においては主要作業の殆どについて機械化がすすみ、施設園芸については高価格時の出荷に向けて生産環境のコントロールを行う等、エネルギー依存の度合いを強め、エネルギー消費量は増加傾向を示している。今後、農業生産を維持・発展させるには石油エネルギーの安定的確保と共に、エネルギーを効率的・効果的に利用する必要がある。(社)農林水産技術情報協会は、平成7～9年度にかけて、農林水産省大臣官房の委託により、今後の望ましい経営体としての新政策の方針に沿った農業におけるエネルギー消費構造の改善に資するため、新経営体育成エネルギー利用体系化調査を行った。水田・畑作・野菜作・花き作・果樹作・畜産等の現行技術体系及び新経営体で想定される技術体系での消費エネルギーの調査・分析の結果について述べる。

## 1. はじめに

我が国のエネルギー総消費量に占める農林業の割合は2.3%とそれほど大きくないが、通商産業省「総合エネルギー統計」によると、昭和57年度から10年間の全国総エネルギー消費量の伸び1.34倍、製造業の伸び1.19倍に比べ、農林業では2.61倍の伸びと著しく大きい。油種別にみると、灯油2.65倍、軽油3.22倍、重油2.88倍となっていて、農業生産の実態がよく現れている。GDP当たりのエネルギー消費量は、農林業の2.28倍の伸びに対して製造業は0.72倍と逆に減少している。生産と加工という基本的違いがあるとはいえ、製造業でのエネルギー効率

Inoue KYOJIRO: The consumption of oil on farm production

に比べ、農林業の効率はあまり良いとはいえない。

平成4年6月、農林水産省は今後の農業政策の展開方向を示すものとして、「新しい食料・農業・農村政策の方向」(新政策)を公表した。新政策では、将来の望ましい農業構造及び経営の姿として、土地利用型農業については、組織経営体の育成も含め一定以上の規模を持つ経営体が生産の大宗を占める農業構造の実現が期待されている。一方、施設園芸や有機栽培をはじめとする高付加価値型農業を志向する経営体も、地域農業の根幹を担うものとして位置づけられている。こうした経営体の育成及び農業生産の展開方向に沿って、今後の農業生産をすすめるに当たっては、その生産技術はエネルギー利用についても、効率的・効果的技術でなくてはならない。

このようなことから、①現状の生産体系におけるエネルギーの消費実態ならびに規模拡大及び新技術の導入等によるエネルギー消費構造の変化について調査・分析し、②今後の農業経営における効率的エネルギーの消費モデルを作成すると共に、③当該モデルの生産現場への導入方策を明らかにすることを目的に、平成7～9年度にわたり、農林水産省大臣官房の委託による「主要作目の作業体系におけるエネルギー消費」についての調査が行われた。

初年度の調査は、現行の標準作業体系のエネルギー消費の実態把握を目標として、33の作物・4種の家畜の66体系について行い、2年目は「新政策」を踏まえた71の作業体系について行った。3年目は、とくに大きなエネルギーを必要とする施設利用のエネルギーについて調査を行った。

調査には、学識経験者や国・公立試験場の専門家の参加を得てすすめられ、その成果は(株)農林水産技術情報協会から公表されている。

## 2. 標準技術体系と「新政策」に基づく体系の所要エネルギー

「現状の標準技術体系」(以下現体系)と「新政策に基づく経営における技術体系」(以下新体系)についての所要エネルギーの調査・試算を行ったが、ここでいう現体系とは、現在の平均的な規模・技術の農家(または経営体)の体系ではなく、原則として、新政策により望ましい経営体に移行する可能性の高い農家階層の体系のことである。

農業生産における所要エネルギーの範囲は、圃場内で行われる作業や育苗・調製等施設内での作業、及び圃場や建物間の運搬や移動に要するエネルギーとした。これらの作業に直接要したエネルギー、すなわち耕起作業のための軽油や暖房のための重油等を直接エネルギーとして、肥料・農薬・購入飼料等については産業連関表で試算して間接エネルギーとして算出した。し

かし、トラクターやコントリエレベーター等の機械・施設の製造に必要なエネルギーについては除外した。

体系の評価としては、所要エネルギーの多少、経営(規模等)を拡大しうる可能性、単位量当たりの労働時間の変化を読みとれるようにした。しかし、質に関するもの、すなわち、生産物の品質(価格)や労働強度の変化については、評価の対象から除外せざるを得なかった。

農家の考え方やその地域特有の自然条件、更には記録がなくて調査が不可能な部分もあり、この調査を通じて得られた数字を単純に比較することはできない。しかし、おおよその実態や傾向は把握することができた。

### (1) 現体系からみた生産に要するエネルギー

現体系、すなわち現在の比較的すんだ農家による作物・畜産のおおよその生産に要するエネルギーを表1に示した。

水稻を始めとして露地栽培を行う作物は、野菜・花を含めその大部分は、全所要エネルギーは10,000メガカロリー(Mcal,  $10^6$  cal)以下であるが、施肥量や薬剤散布量の多い茶・果樹はその数倍のエネルギーを必要としている。冬期に加温を行う園芸作物では2桁多い。

以下、水稻等いくつかの作目について、調査・試算した結果を紹介する。

### (2) 水稻生産のための所要エネルギー

水稻作については、5つの類型について調査・試算を行った。その概要は表2のとおりである。

現在、稲作の大部分は稚苗移植である。関東以西での直接エネルギーは、個別経営も生産組織も2,500Mcal程度であり、東北では2,800Mcal、北海道では3,600Mcalである。東北は、秋耕に加え育苗により多くの加温のためのエネルギーを要し、北海道ではその度合いが高まると共に融雪が加わり、さらに、限られた期間に作業を行う必要上、大型機械化体系を必要とするため

表1 作物・家畜の生産に要するエネルギー

(単位：M cal)

分類	直接エネルギー	全所要エネルギー
1. 水稲	2,500~3,500	7,000~10,000
2. 稲以外の耕種作物	1,000~3,000	3,000~12,000
3. さとうきび	3,000~4,000	8,000~9,000
4. 茶(栽培)	10,000~25,000	25,000~45,000
5. 茶(加工)	8,000~11,000	8,000~12,000
6. 桑	500~1,500	6,000~20,000
7. 飼料作物	1,000~2,000	3,500~4,500
8. 野菜(露路)	2,500~13,000	15,000~65,000
9. 野菜(ハウスその1)	120,000~200,000	250,000~400,000
10. 野菜(ハウスその2)	600,000~1,000,000	1,000,000~5,700,000
11. 花(夏・夏秋切り)	10,000~100,000	13,000~150,000
12. 花(冬・周年切り)	1,200,000~2,500,000	1,600,000~3,300,000
13. ファレノプシス	5,200,000	5,300,000
14. 果樹(普通栽培)	3,000~8,000	30,000~60,000
15. 果樹(ハウス)	960,000	1,050,000
16. 乳牛	1,300~1,400	1,600~2,100
17. 肉用牛	40~140	40~2,000
18. 豚	2,700	5,400
19. 採卵鶏	300	2,000
20. ブロイラー	500	700

注) 1) 作物(水稲~果樹)はすべて1ha生産当たりの所要エネルギー

2) 乳牛・肉用牛・豚は年・頭当たり

3) 採卵鶏・ブロイラーは100羽当たり

4) 各分類項目に含まれる作物は次のとおり

① 稲以外の耕種作物：小麦，大豆，てんさい，ばれいしょ，かんしょ，らっかせい

② 飼料作物：とうもろこし，牧草

③ 野菜(露路)：だいこん，にんじん，キャベツ，ほうれんそう，ねぎ，たまねぎ，レタス

④ 野菜(ハウスその1)：トマト，いちご

⑤ 野菜(ハウスその2)：きゅうり，ピーマン，メロン

⑥ 花(夏・夏秋切り)：ばら，トルコキキョウ

⑦ 花(冬・周年切り)：ばら，きく，カーネーション，シクラメン

⑧ 果樹(普通栽培，雨よけを含む)：温州みかん(ハウスを含む)，リンゴ，ぶどう，おうとう

⑨ 果樹(ハウス)：ぶどう

5) 乳牛・肉用牛については，糞尿処理に対するエネルギーを含まず

6) 平成7年度の新経営体育成エネルギー利用体系化調査委託事業報告書<sup>1)</sup>より作成した

である。一方労働時間(総労働時間)は，関東以西の個別経営で330時間，生産組織で240時間と両者間に開きが大きく，経営規模の違いが省力化の面に現れている。規模が比較的大きい北海道・東北の体系の労働時間は，関東以西の生

産組織とほぼ同程度である。寒冷であるが規模の大きい北日本では，省力的であるが多エネルギー，温暖であるが規模が小さい関東以西では，省エネルギー的であるが多労働，という構図になっている。

表2 水稲作体系の概要と所要エネルギー

体系の概要 対象地域 経営形態	1-1 北海道 個別		1-2 東北 集団		1-3 関東以西 個別		1-4 岡山県 個別(複合)		1-5 関東以西 生産組織	
	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系
前提条件										
規模 (ha)	10	45 (稲30)	30(30戸)	120	2	20	5(稲4)	12(稲10)	20	60(戸40)
圃場区画 (a)	30~50	100(170×60m)	30	30	20	30	30~50	30~60	30以上	30以上
収量水準 (kg/10a)	400~500	400~500	500~600	500~550	420~500	500	420~480	420~480	500~540	500~540
機械化体系のトラクタ出力 (ps)	60	70	35	70	15	60	45	45	45	60
技術の特徴	水稲単作 中苗移植	稲麦3年ローテーション 乾田直播	水稲単作 稚苗移植	水稲単作 湛直(40) 移植(80)	稲麦二毛作 稚苗移植	水稲単作 稚苗移植 ロングマ ット苗	水稲単作 乾田直播 (耕起)	水稲単作 乾田直播 (不耕起)	稲麦大豆 輪作 稚苗移植	稲麦大豆輪 作 稚苗移植 ロングマッ ト苗
所要エネルギー (Mcal/ha)										
直接エネルギー	3,600	2,500	2,800	2,600	2,500	1,800	3,200	1,800	2,500	1,900
間接エネルギー	3,600	4,100	3,800	2,400	2,500	2,500	4,800	6,000	2,800	2,500
合計所要エネルギー	7,200	6,600	6,600	5,000	5,200	4,300	8,000	7,800	5,300	4,400
延労働時間 (hr/ha)	160	70	160	(80)	230	90	160	100	170	70
総労働時間	230	100	230	(120)	330	140	220	140	240	100

- 注) 1) 前提条件は一部のみを記載した  
 2) 直接エネルギーは、圃場内で直接作業に要したエネルギー(選搬を含む)  
 3) 調製に要するエネルギーは表から除外したが、現地調査の結果から推定して、生産玄米1トン当たり約400Mcal  
 4) 間接エネルギーは、使用した肥料・農薬等を産業関連表から計算した  
 5) 資材・収穫物の選搬を含めた作業に要した時間の合計を延べ作業時間とし、清掃等その他の時間を考えて、延べ作業時間を実作業率(0.7)で除したものを総労働時間とした  
 6) 1-2・東北、新体系の労働時間は、湛水直播栽培の数字である  
 7) 平成7・8年度の新経営体育成エネルギー利用体系化調査委託事業報告書<sup>2)</sup>より作成した

岡山県で行われている耕起乾田直播は、雑草抑制を考慮して耕起の回数が増えていることや除草剤の使用で、直接エネルギーも間接エネルギーも共に多くなっている。労働時間は220時間とほぼ北日本並で特別に省力的とはいえないが、直播栽培農家はなす等の野菜との複合経営を行っていることが多く、野菜の繁忙期に水稲を直播ですませる効果は大きい。

新体系では、従来の移植中心から北日本では直播、関東以西ではロングマット苗移植を想定して試算した。この結果、いずれの地域でも労働時間は現体系の1/2~1/3の100時間以下となり、規模拡大が可能となった。所要エネルギーも多少の差はあるが、いずれも減少した。

岡山県の乾田直播は、耕起から不耕起とした。耕起を省くことで直接エネルギーは著しく減少したが、除草剤の使用等で間接エネルギーが増加し、全体としては僅かな減少に止まった。

労働時間は著しく減少した。

### (3) 水稲以外の耕種作の所要エネルギー

#### 1) 大豆

今日の大豆作は、北海道の畑作大豆、府県の水田大豆に代表される。北海道では他の豆類との組み合わせの中で、府県では転換作物として栽培されている。現体系では、いずれも収穫はビーンハーベスタによる刈り取り後に、ニオ積みまたは島立てで圃場乾燥を行う。省エネルギー的ではあるが、多労である。

新体系ではコンバイン等を用いること等、ともに収穫労働等労働時間を著しく少なくすることができた。所要エネルギーは若干、大きくなる。とくに関東以西の体系では、小規模・個別経営から集団経営に移ることを前提としたので、省力効果が大きく(120→10 hr/ha)、規模拡大が可能となった。

2) 茶 (栽培)

静岡県 の平坦台地と傾斜地、南九州の平坦台地での茶栽培について調査した。

現体系の静岡では、各2ha、1haと規模が小さく、南九州では3~4haと若干大きい。静岡の可搬型体系に対して南九州は乗用型機械体系であるので、所要労働時間は静岡の500~850hr/haに対し、南九州は300hrと少ない。所要エネルギーは、静岡が30,000Mcal/ha程度であるのに対し、南九州は40,000Mcalを越えている。

静岡の新体系では、いずれもレール走行作業システムを採用するものとして、試算した。傾斜地では、なお運搬等に大きな労力を必要とし、労働時間の短縮は850→620hr/ha程度であったが、平坦台地では530→250hrと半減する。所要エネルギーは、29,000→32,000、27,000→

26,000Mcal/haとあまり変わらない。

南九州平坦台地は機械化を強化することで、労働時間は320→230hrに減少し、所要エネルギーも、43,000→38,000Mcal/haに減少した。

3体系のいずれも労働時間を短縮することが可能であったため、それぞれの体系の経営規模を、4、2、10haに拡大することができた。

(4) 園芸作物の所要エネルギー

野菜12作目、花6作目、果樹4作目について調査・試算を行った。その中からいくつかを例として、その概要を表3に示した。

表1にみられるように、ハウス野菜の所要エネルギーは、露地野菜の4~10倍を必要としている。表3のきゃべつでは、機械装備を強化することによってエネルギーも労働時間も減少し

表3 園芸作物の体系別の概要と所要エネルギー

作物	11-3 きゃべつ 東海・夏まき冬どり		11-7 トマト 東海・促成		12-7 トルコキキョウ 夏・秋・(冬)切り		13-1 うんしゅうみかん 急傾斜地		13-6 ぶどう(巨峰) ハウス	
	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系
前提条件	露地栽培	露地栽培	土耕	養液耕	夏・秋切り	夏・秋・冬切り	[静岡県]	[愛媛県]	[長野県]	[長野県]
規模(ha)	0.8	2.0	ハウス0.45	1.0	0.3	0.5	2.0	4.0	2.0	2.5
圃場区画(a)	20	20	1棟750㎡	2,000㎡	1,000㎡	1,000㎡	狭く不整形	段畑改造	2,000㎡	2,000㎡
収量水準(kg/10a)	5,700	5,700	12,000	28,000	40,000本	40,000本	3.0~3.5トン	3.0トン	1.4~1.6トン	2.6トン
機械・施設	小型体系	中型体系	プラスチックハウス	プラスチックハウス	鉄骨ビニールハウス	鉄骨アクリル板ハウス	モノレール体系	圃内道整備	パイプハウス	パイプハウス
技術の特徴	1条移植機	乗用2条移植機 きゃべつ収穫機	環境制御は自動化	複合環境制御装置 長期1作周年栽培	小型体系	中型体系栽培・出荷期間延長	機械利用不可能	傾斜地用機械導入 生育調節剤で摘果		可動式棚栽培雨よけ 樹体と果実管理の自動化・軽労働化
所要エネルギー(Mcal/ha)										
直接エネルギー	2,500	2,200	193,700	243,500	11,600	223,000	3,900	5,000	960,000	960,000
間接エネルギー	13,400	11,700	34,300	141,000	118,000	110,000	25,300	21,000	92,000	38,000
合計所要エネルギー	15,900	13,900	228,000	384,500	130,000	333,000	29,200	26,000	1,052,000	998,000
延労働時間(hr/ha)	590	390	9,000	11,500	21,600	14,600	2,000	1,340	5,700	4,300
総労働時間(〃)	840	560	12,900	16,400	30,900	20,900	2,900	1,910	8,100	6,100

注) 1) 前提条件は一部のみを記載した  
 2) 直接エネルギーは、圃場内で直接作業に要したエネルギー(運搬を含む)  
 3) 間接エネルギーは、使用した肥料・農薬等を産業関連表から計算した  
 4) 資材・収穫物の運搬を含めた作業に要した時間の合計を延べ作業時間とし、清掃等その他の時間を考えて、延べ作業時間を実作業率(0.7)で除したものを総労働時間とした  
 5) 平成7・8年度の新経営体育成エネルギー利用体系化調査委託事業報告書<sup>1),2)</sup>より作成した

て、規模拡大を可能にしている。

ハウス栽培のトマトは、土耕栽培から養液耕栽培に変更することで長期1作周年栽培が可能になったが、エネルギーと労働時間は共に増加した。しかし、規模は2倍となり、1ha換算収量は12→28トンと著しく増加した。

トルコキキョウは、施設の構造を変え機械化を強化した。省力化によって規模を大きくし、従来の夏・秋栽培から夏・秋・冬栽培として、冬期間の出荷を可能にした。栽培期間を延長したため所要エネルギーは増加したが、冬期間出荷の経営面での効果は大きい。

静岡の急傾斜地のうんしゅうみかん栽培は、一般の走行型機械の利用が不可能に近い状況に

ある。そこで愛媛型の急傾斜地対応技術（段畑改造・園内道整備・傾斜地用機械）を導入することで試算し、所要エネルギーを抑えたままで規模拡大が可能という結果を得た。

ハウスぶどうは、ボックス植えの可動棚栽培を導入することで、所要エネルギーも労働時間も増加することなく、単収は1.4~1.6→2.6トン/haと増加することが可能である。可動棚（雨よけ）栽培であっても、加温しない場合の所要エネルギーは、加温する場合の1/10ぐらいである。

(5) 家畜生産の所要エネルギー

酪農・肉用牛・豚・採卵鶏・ブロイラーの14

表4 畜産の体系例の概要と所要エネルギー

作物	15-2 酪農 耕地型経営（十勝）		15-3 酪農 耕地型経営（府県）		15-5 肉用牛 肉専・肥育		15-6 肉用牛 乳去勢・繁殖		16 養豚 繁殖・肥育一貫経営	
	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系	現体系	新体系
前提条件	専業経営	専業経営	専業経営	専業経営	複合経営	専業経営	複合経営	専業経営	専業経営	専業経営
規模（経産牛・頭）	50	90	40	70	20	70	40	200	出荷年 2,400	5,250頭
（搾乳牛、育成牛）	(43・24)	(77・44)	(34・19)	(60・34)	出荷年13頭	47頭	出荷年70頭	出荷年 200頭	出荷日齢 180~200	190~200
収量水準（トン/頭）	8.0	8.8	8.0	8.8	18ヶ月で 270→650kg	18ヶ月で 270→650kg	7ヶ月で 50→250kg	6ヶ月で 50→250kg	出荷体重 105	110kg
機械・施設	対尻つなぎ飼	フリース トール牛 舎	対尻つなぎ飼	フリース トール牛 舎					繁殖豚舎 1棟	2棟
技術の特徴	バイブラ インミル カー 夏期放牧	バイブラ インミル カー 夏期放牧	バイブラ インミル カー 周年舎飼	ミルク ン グ バ ー ラ ー 周 年 舎 飼	高級牛肉の 生産 素牛購入	フロントロ ー ダ ー 省 力 化 ・ 軽 労 化	群飼 自由採食	フロントロ ー ダ ー 自 由 採 食	ふんはオ ガ ク ズ を 利 用 し て 堆 肥 化	人工受精 ・衛生対 策 省 力 機 械 化 施 設 の 改 造
TDN自給率	40%	40%	20%	20%	濃厚飼料多 給	濃厚飼料多 給				
所要エネルギー (Mcal/頭・年)										
直接エネルギー	1,300	2,400	1,300	2,400	100	140	40	90	2,700	5,200
間接エネルギー	600	900	800	1,200	1,900	1,900	0	0	2,700	3,000
合計所要エネルギー	1,900	3,300	2,100	3,600	2,000	2,040	40	90	5,400	8,200
延労働時間 (hr/頭・年)	75	60	90	70	60	20	30	10	50	30
総労働時間 (hr/頭・年)	107	70	130	100	90	30	50	15	70	50

- 注) 1) 前提条件は一部のみを記載した  
 2) 直接エネルギーは、畜舎内外で直接作業に要したエネルギー（運搬を含む）。酪農（乳牛）・肉用牛については、ふん尿処理に要するエネルギーを含みます  
 3) 間接エネルギーは、使用した飼料・薬品等を産業関連表から計算した  
 4) 資材・収穫物の運搬を含めた作業に要した時間の合計を延べ作業時間とし、清掃等その他の時間を考えて、延べ作業時間を実作業率（0.7）で除したものを総労働時間とした  
 5) 平成7・8年度の新経営体育成エネルギー利用体系化調査委託事業報告書<sup>1),2)</sup>より作成した

体系について調査を行ったが、例として5体系の試算結果を表4に示した。

酪農（乳用牛）では、畜舎を対尻式つなぎ飼からフリーストール式に、搾乳をパイプラインミルクカーからミルクングパーラに変える前提で試算した。その結果、所要エネルギーは増加し、労働時間は減少した。省力化によって規模は2倍近く拡大した。

肉用牛（肥育）は、東北の高級牛肉生産の体系であり、乳去勢・繁殖は北海道での体系を想定した。多頭化することで専門的に肉生産を行うこととし、従来、労働時間の70%に達していた畜舎管理作業を、新体系ではフロントローダ等を取り入れることで省力化を図ることにした。所要エネルギーは現体系と変わることがなく、労働時間を1/3に低減でき、飼養頭数を3～5倍に拡大して、專業経営を可能にした。

養豚の新体系では、ふん尿処理を経営内で完結するようにしたため、電力を中心に所要エネルギーが2倍に増加したが、労働時間は短縮し、規模拡大につながった。採卵鶏の体系もほぼ同様で、管理のシステム化を図ることで省力化され、規模拡大を図れたが、所要エネルギーは増加した。

### 3. 農業施設と所要エネルギー

米麦乾燥調製施設、共同選別包装施設、育苗施設、野菜の工場的生産方式、家畜ふん尿処理施設について調査を行った。以下の2施設について紹介する。

#### (1) 米麦の共乾施設

稲作農家が収穫物を共同で乾燥・調製・貯蔵する施設には、カントリエレベータ(CE)、ライスセンター(RC)、ドライストア(DS)等がある。また対象面積が50ha以下の小規模施設は、ミニ・ライスセンター(MRC)と呼ばれている。

これら施設の消費エネルギーの調査はきわめて少ないが、農業機械化研究所の調査報告

(1985)の中に、「動力源・加熱源は除去水分1kg当たり、それぞれ1,200Kcalであった」とあり、この数値は、農林水産省「高性能農機導入指針」に参考資料として示されている。

今回は、青森県のK町JA管理のCE(大容量の丸形ビンで累積混合攪拌乾燥を行う貯蔵乾燥施設)をモデルとして調査した。この施設は、貯蔵乾燥施設として335トン(乾粳)容量のビン11基を備えており、400haの水稲作を対象にしている。電力消費量は玄米トン当たり167kWh、燃料消費量は4.6ℓ(入荷時粳平均水分26%)、労働時間は2.8hrであった。

施設の形式や搬入する粳の水分によって必要な熱量は変わるが、この調査事例程度の熱量を必要とすると、稲作10体系(現・新5体系)の収量は4～6トンであるので、乾燥に1,600～2,400Mcalを必要とすることになる。

#### (2) 家畜ふん尿処理施設

畜産公害と非難される今日では、ふん尿は経営内で完結的に処理する必要がある、それには少なからぬエネルギーを必要とする。いくつかのふん尿処理施設と所要エネルギーについて紹介する。

##### ①開放型攪拌発酵施設

回収したふん尿混合物(水分85%)に、水分調整資材としてオガグズを用いて調整(75%)し、送風・発酵・攪拌を繰り返して水分を65%程度まで低下させ、堆肥として仕上げる施設で、必要なエネルギー量は搾乳牛1頭・年当たり約830Mcalである。

##### ②堆肥クレーンによる切返し式堆肥化施設

ふん尿混合物はショベルローダで牛舎から搬出され、調整エリアで水分調整され、堆肥クレーンで発酵槽に移送される。その後、切返しと移送が繰り返され、7週間後には堆肥として仕上がる。この堆肥は、牛床への敷料素材が水分調整資材として用いられ、余分なものは堆肥として圃場に還元利用される。必要なエネルギー量は約1,800Mcalである。



### ③太陽熱利用ふん尿乾燥施設

ふん尿貯留槽から移送されたふん尿（水分89%）は太陽熱利用ハウスに運ばれ、太陽熱で暖められると共に、通風・攪拌が約40日にわたって行われ、乾燥ふん（水分50%）として取り出される。夏季には十分な太陽エネルギーが利用できるが、11月～3月には太陽エネルギーはあまり期待できない。必要な化石エネルギー量は500～600Mcalである。

## 4. 今後の生産におけるエネルギーの効率的利用

導入する技術の内容によってその体系は、所要エネルギーや労働時間、規模や生産物の量（単位生産量や経営全体としての生産量）、生産物や労働の質が変化し、経営内容そのものも変化する。

最も多いのは、新技術の導入、とくに省力化のための機械や施設の導入によって、所要エネルギーは若干増加する（または殆ど変わらない）が、労働時間は（著しく）減少し、規模拡大または単収増につながっていく例である。大豆、茶、トルコキキョウ、ハウスぶどう、畜産等がその例である。

所要エネルギーも労働時間も共に減少するものもある。水稻やきゃべつ等は省力機械の導入で規模拡大が可能になり、きゅうりやメロンは大型施設の導入で暖房効率が向上する。ピーマンもこれに近く、温度管理の高度化や低温肥大性品種の導入で、労働時間は減少しないが、所要エネルギーは著しく減少する。

新技術の導入で、生産面積当たりの所要エネルギーも労働時間も共に増加する例もある。ハウストマトは土耕栽培から養液耕栽培に変えることで、収量は著しく増大し、収量単位で見るとエネルギーも労働もより効率的になっている。

今回の調査では量の把握に重点をおき、質の変化については把握することができなかった。しかし、トルコキキョウにみられるように、従

来の夏・秋出荷から冬を含めた周年に近い出荷ができるようになることは、経営面で大きなプラスになるであろうし、このような例をいくつもみることができる。

農業におけるエネルギーの効率的利用のうえで、米等穀類の乾燥、園芸作物の加温、家畜のふん尿処理は特に重要である。

水稻の乾燥に要するエネルギーは、米の全生産エネルギーの約半分を占めている。我が国の年間米生産量は約1,000万トンであり、乾燥に必要なエネルギーは4,000テラカロリー（Tcal,  $10^{12}$  cal）に達する。乾燥エネルギーの多少を決めているのは搬入時の籾水分である。現在は22～24%、またはそれ以上で搬入されることが多いが、より低水分で搬入が可能となる品種特性や機械・施設の機構等、技術の開発が待たれる。

園芸作物の施設栽培は、最もエネルギーを多く必要とするものの一つである。施設内温度がより低温に設定できればその効果は大きい。ピーマンの低温肥大性品種の開発で所要エネルギー量は減少したといっても、なお冬期に18℃を保つ必要があるとされている。低温適応性品種の開発が期待される。

家畜のふん尿処理は、圃場に還元することが困難になり、人工的に処理せざるを得なくなりつつある。乳用牛・肉用牛の飼養に要するエネルギーは100～2,000Mcalであるのに対し、ふん尿処理には500～1,800Mcalを要し、ふん尿処理のウエイトは高い。ふん尿処理に必要なエネルギーの相当部分が堆肥化を促進するためのエネルギーである。堆肥化のメカニズムの解明と技術化等、今後の研究を待ちたい。

育苗や選別包装等、農業生産の現場で施設に依存する傾向は今後ますます増大するものと思われる。稼働しているこれらの施設が、それほどエネルギーを意識して作られているとも、運営されているとも思われたい。制御の技術は年々進歩しており、エネルギーを配慮したシステム・運営になることを期待している。

バイオマスを含め自然エネルギーは、環境へ

の影響が少なく、しかも再生可能なエネルギーである。一方、存在する形態と量の密度が異なり、利用量が季節・気象条件によって変動する不安定なエネルギーである。しかし農業、とくに露地栽培の作物は、広い拡がりの中で、太陽エネルギーを利用して物質を生産している産業であり、広く分散していて密度の薄いエネルギーを、熱その他のエネルギーとして利用することが可能な産業ともいえる。前述の、太陽熱利用ふん尿乾燥施設もその一例である。分散したエネルギーではないが、札幌市の郊外には都市ゴミ焼却熱を利用した野菜団地が形成されている。農業での化石エネルギー消費量は年々増大している。自然エネルギーの農業への利用に向けての技術開発が待たれる。

## 5. おわりに

冒頭にも述べたように、今回の調査は、生産

地を始め生産の前提条件を設定して試算したもので、一つの例示である。前提条件が変わればその数値も違ってくる。この前提条件でさえ、本稿の中で十分に説明することができなかった。この調査の結果については平成8～10年に、農林水産技術情報協会から報告書が出されている。参考にして頂きたい。

この3ヶ年の調査に参加し、報告書を作成して頂いた多くの専門家の各位に、あらためて謝意を表します。

### 引用文献

- 1) 平成7年度新経営体育成エネルギー利用体系化調査委託事業報告書(平成8年3月)、(株)農林水産技術情報協会
- 2) 〃, 平成8年度事業報告書(平成9年3月)
- 3) 〃, 平成9年度事業報告書(平成10年3月)
- 4) 農林水産大臣官房, 農林水産業エネルギー関係資料(平成7年3月)

## コーヒーブレイク

### ことわざ

「娘十八、番茶も出ばな」はよく聞く諺である。娘が鬼になったりする。あるとき、植物学の大家の随筆に、この諺には続きがあり、それは「ヘクソカズラも花盛り」と書いてあった。たしかにこう続けると、諺のすわりは良くなる。

しかし、ヘクソカズラとは？ それはごく普通にあるつる草で、夏に5mm程の中央が紫の白い花を沢山つける。そのつる草の汁がその名の通りの悪臭を放つことによる。私も葉をもんで嗅いでみたが、それほどの悪臭とは思えなかった。もっとも、悪臭のため機内持込み禁止のドリアンをマレーシアの道端で

それほどの抵抗もなく食べた私は、標準にならないのかもしれない。

しかし、植物にはどうしてこのようなストレートな名前を付けるのだろうか。葉柄と葉裏にとげのあるママコノシリヌグイ(手で触れただけでも痛いのに)、その果実の形からイヌノフグリ(犬のふぐりにはどのような特徴があるのだろうか)等、一寸考えてしまう。

ところで、娘十八の英語版は“Sweet seventeen”と辞書にあった。数えの18才は満で17才なので、世の東西を問わず、同じだと妙なところに感心した。

(是永龍二)