

# 大豆,小豆,菜豆の生産生態に関する比較作物学的研究 第1 報

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	中世古, 公男 後藤, 寛治 浅沼, 興一郎
巻/号	48巻1号
掲載ページ	p. 82-91
発行年月	1979年3月

## 大豆, 小豆, 菜豆の生産生態に関する比較作物学的研究

### 第1報 疎植条件下における乾物生産過程の差異\*

中世古公男・後藤寛治・浅沼興一郎\*\*

(北海道大学農学部・\*\*香川大学農学部)

昭和53年7月31日受理

わが国で栽培されているマメ科畑作物のうちで、大豆、小豆、菜豆は光合成系を構成している茎葉の外部形態や子実の形状がきわめて類似している作物であるが、その収量性や安定性には大きな差異が認められる。これらの差異が、乾物生産面からみてどのような特性の差異によってもたらされているかを解明することは、マメ科畑作物における育種・栽培上の問題点を明らかにする上で一つの有効な手段であると考えられる。

本研究は、上記の観点から、一連の研究において種々の栽培条件下での大豆、小豆、菜豆の乾物生産特性の品種間、作物間差異を生育解析的手法により明らかにし、あわせて比較作物学的観点から検討を加え、乾物生産面からみた生産阻害要因を解明しようと試みたものである。

本報では、研究の第一段階として、まず各作物の個体としてみた場合における乾物生産力を明らかにするため、各作物につき生態型を異にする数品種を比較的競合の少ない疎植条件下に栽培し、器官別乾物重や葉面積の時期的推移を調査した。

#### 材料および方法

試験は1971年および1972年に北海道大学農学部付属農場で行なった。1971年には大豆、菜豆について行ない、大豆では十勝長葉(有限型)およびHarosoy(無限型)の2品種、菜豆については大正白金時(矮性)、十勝白金時(有限型、叢性)、改良大手亡(無限型、半つる性)および大福(無限型、つる性)の4品種を供試し、いずれも5月19日に播種した。また、1972年度には小豆について行ない、茶殻早生(早生)宝小豆(中生)、暁大納言(晩生)、円葉1号(晩生)黄金大納言(中生、つる性)および蔓小豆(晩生、つ

る性)の6品種を5月24日に播種した。栽植様式、施肥法、栽培管理および調査方法等は特筆しない限り、各作物、各年次とも共通である。栽植様式は畦間60cm、株間45cm(3704株/10a)で播種時2粒播、発芽後2週間目に1本立とした。施肥量は、10アール当N4kg(大豆は3kg)、 $P_2O_5$ 8kg、 $K_2O$ 10kgの割合で全量基肥として施用した。反復は2反復とし、各区にサンプリング用として6~8のサブプロットを設けた。なお、大福については2.5mの垂直な支柱を使用した。

以上について、発芽後2週間間隔で6~8回掘取調査を行ない、主茎、分枝別に器官別乾物重および葉面積を測定した。調査方法について述べると、まず、各区より10個体について主茎長、主茎節数および分枝数(一枚でも展開葉を着生したものは分枝とした)を測定し、このうち平均的な5個体(2反復で10個体)を掘取り、主茎、分枝別に葉身、茎(葉柄を含む)、莢実、根に分け、80°Cで48時間熱風乾燥後乾物重を秤量した。枯葉の測定は行なわなかった。根は株の生育領域30cm×20cmの広さを深さ20cmまで掘り起し、水洗後、乾物重を測定した。また、各反復区より代表的な1個体、計2個体の全葉面積(自動面積測定装置による)と葉身乾物重を測定し、比葉面積( $cm^2/g$ )を算出した。なお、各作物、品種の個体当葉面積は、比葉面積と平均葉身乾物重との積による値を用いた。また、生長解析に用いた純同化率(NAR)および相対生長率(RGR)はWatsonによって示された式<sup>12)</sup>から算出した。

#### 結果および考察

##### 1. 生育経過

1971年度7月中旬に1時的な低温にみまわれたものの、各作物、品種の生育は両年度ともきわめて順調に推移した。第1表に示したように、大豆、菜豆では主茎長、主茎節数および1次分枝数はいずれも無限型品種ほど大きく、特に菜豆では主茎長は20cm~4m、

\* 大要は第158回講演会(昭和49年10月)において発表

試験の一部は昭和47年度農林水産業特別試験研究費補助金による

Table 1. Some characteristics of the varieties at the full leaf expanding stage under the low population density (60cm×45cm, singling).

Variety	Code number	Earliness and/or type	Stem length (cm)	No. of node on main stem	No. of branch		First flowering stage	Maturity date
					Pri- mary	Sec- ondary		
<b>Soybean (<i>Glycine max</i> Merr.)</b>								
Tokachinagaha	S-I	Determinate	45.3	14.9	8.9	9.1	July 23	Oct. 8
Harosoy	S-II	Indeterminate	84.8	22.1	12.1	9.1	July 15	Oct. 9
<b>Kidney bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)</b>								
Taishōshirokintoki	K-I	Determinate, dwarf	20.2	5.0	4.6	2.8	July 7	Sept. 1
Tokachishirokintoki	K-II	Determinate, bush	93.9	13.6	5.6	3.6	July 10	Sept. 7
Kairyō-ōtebo	K-III	Indeterminate, short viny	184.7	22.1	7.9	4.6	July 9	Sept. 15
Ōfuku	K-IV	Indeterminate, viny	394.4	23.7	8.2	3.3	July 14	Sept. 20
<b>Azuki bean (<i>Vigna angularis</i>)</b>								
Chagarawase	A-I	Early	30.0	15.5	7.0	0	July 23	Sept. 13
Takarashōzu	A-II	Medium	34.5	16.2	7.3	0	July 26	Sept. 20
Akatsukidainagon	A-III	Late	37.0	17.3	8.8	0	July 28	Oct. 15
Maruha No. 1	A-IV	Late	39.4	16.9	6.9	0	July 28	Sept. 30
Koganedainagon	A-V	Medium, viny	61.6	10.5	9.5	0	July 26	Oct. 8
Tsurushōzu	A-VI	Late, viny	86.4	15.1	8.4	0	July 29	Oct. 4

主茎節数は5~24節にわたり、草型の変異もきわめて大きかった。小豆では、つる性品種を除く4品種の間では各形質とも品種間差が小さいのが特徴である。また、つる性品種のうち黄金大納言は、主茎節数が少なく、1次分枝数が逆に多くなっているが、これは、各節にはほぼ2本の分枝を着生したことによる。各作物・品種の生育は、改良大手亡を除くといずれも隣接個体との接触が少なく、ほぼ個体植に近い状況下に経過した。

2. 乾物重の推移

第1図は、茎葉(葉柄を含む)ならびに莢実乾物重

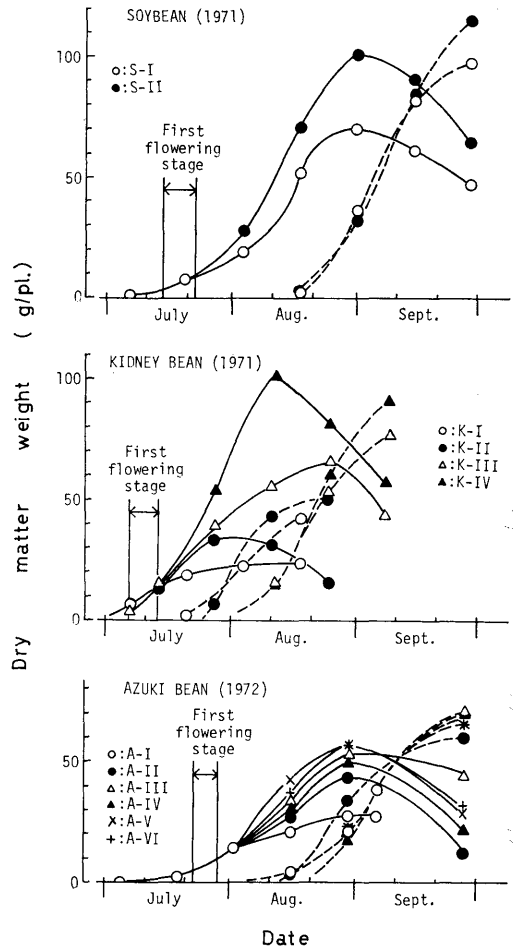


Fig. 1. Seasonal changes of dry matter weight under the low population density (60 cm × 45 cm, singling).

Note. — : leaf + stem + petiole, ..... : pod + seed.

Code numbers in figures are illustrated in Table 1.

の推移を示したものである。同図に明らかなように、茎葉乾物重は各作物とも開花直後から次第に品種間差が現われ、その差は茎葉最大期にかけて明確となるが一般に大豆、菜豆では無限型品種が、小豆では晩生品種が旺盛な生長を示した。茎葉乾物重が最大に達する時期は、大豆、小豆では品種間差が小さく、いずれの品種もほぼ8月下旬に最大となったが、菜豆では無限型品種ほど最大期が遅れる傾向が認められた。また、菜豆は大豆や小豆に比べ初期生長が旺盛で、開花始、茎葉最大期が早く、生育期間が短かいのが特徴である。

つぎに、茎葉乾物重の推移を葉と茎(葉柄)に分けて検討してみると、生育初期は各作物ともいずれの品種も茎に比べ葉の生長量が大きく、葉の生長が先行したが、茎葉最大期に近づくにつれて茎の生長が旺盛となり、最大期における葉と茎の乾物重比は、作物、品種を込みにしてみるとほぼ1対1(茎/葉=1.05±0.16)に近づいた。第2表に示したように、葉への乾物分配率は、各作物、品種とも生育初期に最も高く、生育に伴って漸減しており、同化産物が葉の造成に使われる割合は生育初期ほど大きい。特に初期生長の旺盛な菜

豆は、大豆や小豆に比べ生育初期での葉への乾物分配率が高かった。一方、茎への乾物分配率は葉とは逆の傾向を示し、生育初期に低く、茎葉最大期前4~2週間目に最大となった。各作物とも開花直前から開花期にかけて(大豆では7月8日~7月21日、菜豆では7月8日~7月14日、小豆では7月20日~8月2日)一時的に葉への乾物分配率が高まる品種が認められた。

莢実乾物重は、各作物ともいずれの品種もほぼシグモイド型の推移を示した。菜豆や小豆では、有限型や早生品種は無限型や晩生品種に比べ早期から旺盛な肥大を示すが、肥大が緩慢となる時期も早い。

### 3. 栄養生長と生殖生長との関係

マメ類は、一般に栄養生長と生殖生長の併進期間が長いといわれている。開花始から茎葉乾物重が最大に達するまでの期間を栄養生長と生殖生長の併進期間とすると、第1図から明らかなように、この期間は品種により多少異なるが約30~40日にわたる。また、前述したように、この期間は生態型による茎葉生長量の品種間差が明確となる時期である。そこで、この間における茎葉の生長と莢実の生長との相互関係を明らか

Table 2. Differences in the distribution ratio of dry matter to leaf ( $\Delta L/\Delta T$ ) and to stem including petiole ( $\Delta S/\Delta T$ ).

Variety	Distribution ratio of dry matter (%)											
	Leaf (L)					Stem (S)						
Soybean (Period)	10/6-23/6		24/6-7/7		8/7-21/7		22/7-4/8		5/8-18/8		19/8-1/9	
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
Tokachinagaha	56	24	50	34	51	38	42	47	40	45	12	23
Harosoy	54	24	48	26	57	33	48	42	39	46	24	26
Mean	55	24	49	30	54	36	45	45	40	46	18	25
Kidney bean (Period)	10/6-23/6		24/6-7/7		8/7-14/7		15/7-28/7		29/7-11/8			
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
Taishōshirokintoki	59	26	54	36	46	36	25	25	3	7		
Tokachishirokintoki	68	23	56	35	55	38	38	35	0	6		
Kairyō-ōtebo	67	20	59	27	62	31	54	43	13	41		
Ōfuku	59	27	61	32	57	40	54	44	27	48		
Mean	64	24	58	32	55	36	43	37	11	26		
Azuki bean (Period)	22/6-5/7		6/7-19/7		20/7-2/8		3/8-16/8		17/8-30/8			
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
Chagarawase	53	39	59	30	53	39	25	30	13	13		
Takarashōzu	65	26	52	32	56	40	31	39	14	20		
Akatsukidainagon	59	31	52	32	56	39	42	43	19	26		
Maruha No. 1	52	33	57	33	54	41	42	46	21	29		
Koganedainagon	64	23	52	39	49	42	43	35	9	28		
Tsurushōzu	57	27	57	37	51	46	35	39	13	34		
Mean	58	30	55	34	53	41	36	39	15	25		

Note.  $\Delta L$ ,  $\Delta S$  and  $\Delta T$  are the increased dry matter in leaf, stem including petiole and total during the experimental period, respectively.

にするため、第3表に莖葉最大期前4週間における莖葉ならびに莢実への乾物分配率と乾物増加量を示した。

大豆についてみると、8月5日から8月18日においては、莖葉、莢実とも Harosoy の乾物増加量が大きい、その分配率には差が認められない。しかし、8月19日から9月1日にかけては、有限型の十勝長葉は無定型の Harosoy に比べ莖葉への乾物分配率や乾物増加量はともに小さく、莢実への乾物分配率や乾物増加量は逆に大きくなっている。この傾向は、菜豆においても品種の生態型間に顕著に認められる（莖葉最大期前4週間を通じて認められる）ほか、小豆においても品種の熟性間にほぼ同様な対応関係が存在しており、栄養生長と生殖生長の併進期間においては、大豆、菜豆では無定型品種、小豆では晩生品種ほど同化産物を莖葉の造成にふり向ける傾向が強く、同化産物の莖葉および莢実への分配は品種の伸育習性や熟性と密接に関連していると言える。また、マメ類は落花、落莢が多く、結莢率がきわめて低いことが指摘されているが<sup>4)</sup>、この原因の1つは、比較的長期間にわたって生じる栄養器官と生殖器官における同化産物の争奪に起因しているものと推察される。

#### 4. 分枝性

各品種の主莖、分枝別乾物重の推移を検討してみる

と、分枝は伸長開始とともに急速に増大し始め、いずれの品種も2~3週間で主莖を上廻る生長量を示した。そこで品種の分枝性と乾物生産力との関係を明らかにするため、生育に伴う莖葉ならびに莢実における乾物重の主莖割合の推移を第2図に示した。

大豆では、主莖および分枝の乾物重はいずれも Harosoy が大きく推移したが、図に明らかなように、その主莖割合は莖葉、莢実とも両品種ではほぼ同様に推移しており、乾物重量比からみた分枝性には品種間差が認められなかった。菜豆では、改良大手亡は他の品種に比べ莖葉、莢実とも主莖割合は低く推移しており、その生長は分枝に依存する割合が高い。また、莢実における推移の様相は品種により大きく傾向を異にしたが、収穫期に近づくにつれて品種間差がなくなった。これに対し、小豆では分枝の伸長とともに次第に品種間差が明瞭となり、その主莖割合は莖葉、莢実とも早、中生品種が高く、次いで晩生品種、つる性品種の順に小さく推移した。これを莖葉最大期における莖葉の主莖、分枝別乾物重について比較してみると、主莖における乾物重は、主莖節数の最も少ない黄金大納言を除くと比較的品種間差が小さく、主莖割合は分枝の莖葉乾物重と強い負の相関 ( $r=-0.95^{**}$ ) を示した。また、この関係は収穫期における莢実乾物重においてもほぼ同様に認められた。この結果から、主莖節

Table 3. Varietal differences in the distribution ratio of dry matter to vegetative and to reproductive portions during the overlapping period of vegetative and reproductive growth.

Variety	Distribution ratio (%)			
	L+St+Pe	Se+Po	L+St+Pe	Se+Po
Soybean (Period)	(Aug. 5-Aug. 18)		(Aug. 19-Sept. 1)	
Tokachinagaha	85 (33.1)	8 (2.9)	35 (18.8)	62 (33.7)
Harosoy	85 (43.0)	7 (3.4)	50 (30.1)	48 (28.9)
Kidney bean (Period)	(July 15 -July 28)		(July 29-Aug. 11)	
Taishōshirokintoki	50 ( 9.9)	46 (9.1)	10 ( 2.3)	88 (20.8)
Tokachishirokintoki	73 (19.5)	25 (6.9)	6 ( 2.4)	93 (36.7)
Kairyō-ōtebo	97 (25.6)	1 (0.2)	54 (19.3)	44 (15.7)
Ōfuku	98 (38.1)	— (0)	75 (47.3)	24 (14.9)
Azuki bean (Period)	(Aug. 3-Aug. 17)		(Aug. 18-Aug. 30)	
Chagarawase	55 ( 6.8)	38 (4.7)	26 ( 6.6)	68 (17.1)
Takarashōzu	70 (12.6)	22 (4.0)	34 (15.9)	64 (30.4)
Akatsukidainagon	85 (21.5)	8 (2.0)	45 (18.0)	49 (19.5)
Maruha No. 1	88 (17.7)	3 (0.7)	50 (17.5)	43 (15.1)
Koganedainagon	78 (27.9)	17 (6.0)	37 (10.4)	60 (16.8)
Tsurushōzu	74 (20.9)	20 (5.6)	47 (20.2)	48 (20.5)

Note. L=leaf, St=stem, Pe=petiole, Se=seed, Po=pod.

Values in parentheses are the increased dry matter weight (g/pl.) during the experimental period.

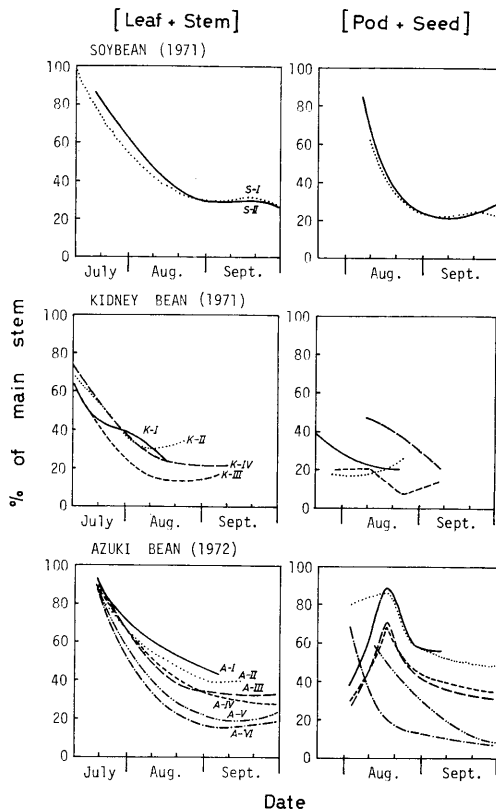


Fig. 2. Changes of the main stem ratio (main stem dry wt./main stem+branches dry wt.) in leaf+stem and pod+seed.

Note. Code numbers in figures are illustrated in Table 1.

数の品種間差が小さい小豆では、乾物生長量の差は、主に分枝性の差に基づいていることが明らかとなった。

### 5. 生長パラメータの推移

第3図は、個体当乾物増加速度、個体当葉面積および純同化率の推移を作物別に示したものである。

個体当乾物増加速度（以下乾物増加速度）は、大豆ではほぼ葉面積の最大期に、小豆では最大期直前に、菜豆では大福を除く3品種は最大期直後に最大となる一頂曲線型の推移を示した。乾物増加速度は、大豆や菜豆では各生育時期とも葉面積の大きい品種ほど大きかったが、小豆ではこの関係は認められず純同化率の差が大きく反映していた。また、最大期を中心とする前後の値は、小豆、菜豆に比べ大豆が大きかった。

個体当葉面積（以下葉面積）についてみると、小豆は大豆、菜豆に比べ開花が始まる7月下旬までの葉面積が小さく、生育前期での葉面拡大能力がきわめて低い作物である。また、8月2日以降品種間差が明瞭と

なるが、これは主に分枝における葉面積の差を反映したものである。一般に、最大葉面積は各作物とも総節数の多い品種ほど大きく、総節数と最大葉面積の間には、作物、品種を込みにして  $r=0.96^{***}$  の相関が認められた。

純同化率における推移の様相は、品種間では比較的類似していたが、作物間で大きく傾向を異にした。すなわち、大豆は発芽直後に高く、6月下旬にかけて急速に低下するが、その後はゆるやかに減少した。菜豆も生育初期に高く、生育に伴って減少するが、矮性型を除く3品種は開花後急激に低下し、その後は無限型品種ほど低く推移した。これに対し、小豆ではいずれの品種も発芽直後に低く、7月前半に一時的に上昇しその後急速に低下するが、葉面積最大期直前の8月後期に黄金大納言を除く5品種に再び一時的上昇が認められた。また、純同化率の推移は、相対生長率の推移ときわめて類似していた。

大豆では、これまで開花期および嫩莢期に純同化率に一時的なピークが出現することが知られている<sup>2,6,13)</sup>。本試験においても、7月7日から7月21日、および8月4日から8月18日に十勝長葉にピークが出現した。このピークの出現は、菜豆においても7月上旬に無限型2品種に認められるほか、小豆においても7月前期および8月後期に認められる。また、ピークはいずれの場合も相対生長率により顕著に現われており、相対生長率には Harosoy にもピークが認められた。

ピークの出現期について検討してみると、7月上旬に現われた第1回目のピークは、いずれの作物においても開花期と言うよりも開花直前の分枝の伸長が旺盛となり始める時期(分枝伸長開始期)に現われており、第2回目のピークの出現期は大豆では嫩莢期、小豆では莢実の肥大が旺盛となり始める時期である。これらの時期における純同化率と各器官の乾物増加速度および乾物分配率との関係について検討してみると、各作物に共通した対応関係は認められなかったが、菜豆では第1回目のピークの出現期は前述した葉への乾物分配率が一時的に高まる時期と一致しており、純同化率と葉への乾物分配率の間には、有意ではないが  $r=0.85$  の強い正の相関が認められた。また、小豆にみられた第2回目のピークの出現期では、純同化率は開花速度の早い早生や中生品種<sup>9)</sup>で高く、純同化率と主茎における莢実乾物増加速度および乾物分配率の間には、それぞれ  $r=0.83^*$  および  $r=0.95^{**}$  の相関関係が認められた。これらのピークの出現は、いずれの場合も

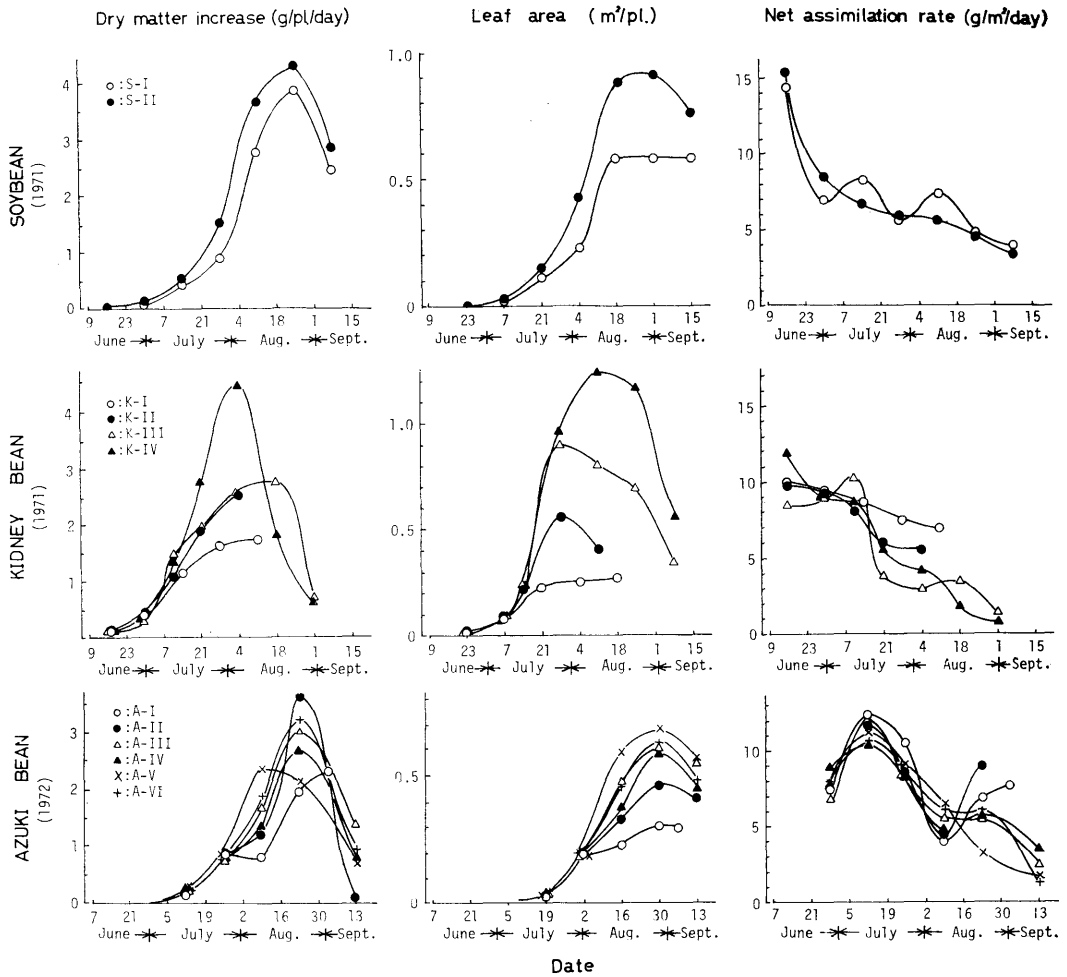


Fig. 3. Time trend of three growth parameters (crop growth rate per plant, leaf area per plant, net assimilation rate) in three crops under the low population density (60cm × 45 cm, singling).

Note. Code numbers in figures are illustrated in Table 1.

分枝や莢実の生長が旺盛となり始める時期に現われていること、純同化率と特定の器官への乾物分配率との間に一部ではあるが相関関係が認められることから、これまでも指摘されているように<sup>9)</sup>、sinkの増大が葉の光合成作用を刺激した結果によるものと考えられる。しかし、分枝や莢実は同化産物のsinkとなり得る反面、一時的にはsourceとしての機能を有していること（大豆、菜豆では莢がわずかながら光合成を行なうことが明らかにされている<sup>17)</sup>）、大豆ではインドール酢酸の散布により光合成能が一時的に高まる<sup>18)</sup>ことが報告されている<sup>19)</sup>ことから、ピークの出現機構については更に検討を要するものと考えられる。

### 6. 収量および収量構成要素

第4表に個体当子実収量、収量構成要素ならびに最大葉面積に対する子実重の割合を示した。子実収量は、大豆や菜豆では無限型品種、小豆では晩生品種ほど大きかった。収量構成要素のうち子実収量と最も密接な関係を示した要素は、菜豆では一莢内粒数 ( $r=0.953^*$ )、小豆では着莢数 ( $r=0.931^{**}$ )であったが、作物、品種を込みにした場合は着莢数のみが有意な正の相関 ( $r=0.738^{**}$ )を示した（第4図）。また、莢実重のうち子実重の占める割合は、小豆（品種平均83.3%）に比べ大豆（69%）や菜豆（73.5%）で低く、大豆や菜豆が小豆と同量の子実を生産するためには、10

Table 4. Yield and yield components.

Variety	Dry seed yield (g/pl.)	No. of pod per plant	No. of seed per pod	1000 seed weight (g)	Seed/Max. LA (g/m <sup>2</sup> )	Seed/seed+pod (%)	No. of pod per node
<b>Soybean</b>							
Tokachinagaha	65.8	168.6	2.3	185	111	67	2.21
Harosoy	82.6	220.1	2.5	153	90	71	2.12
<b>Kidney bean</b>							
Taishōshirokintoki	27.4	18.2	3.3	461	108	72	0.95
Tokachishirokintoki	36.6	20.2	3.8	484	71	76	0.44
Kairyō-ōtebo	50.6	58.2	4.0	216	52	73	0.65
Ōfuku	54.6	26.3	4.1	503	44	73	0.23
<b>Azuki bean</b>							
Chagarawase	31.8	53.4	5.5	108	102	83	1.67
Takarashōzu	58.6	78.6	7.5	100	123	83	1.33
Akatsukidainagon	74.4	80.2	6.1	153	121	84	1.04
Maruha No. 1	64.2	71.6	7.5	119	110	82	1.21
Koganedainagon	60.8	75.4	5.1	159	89	84	1.00
Tsurushōzu	69.5	81.2	7.5	114	111	84	1.26

～20%余分の同化産物を莢実の生長にふり向ける必要がある。光合成器官である葉の子実生産に対する貢献度を知る指標として最大葉面積に対する子実重の割合を示した。これについてみると、葉面積1m<sup>2</sup>当の子実重は、品種平均でみると大豆は100.5g、小豆は109.3gと比較的差が小さいが、菜豆は68.8gときわめて低く、かつ無限型品種ほど値が低下する傾向が認められた。そこで、この点をより明確にするため、子実収量と生育日数、総節数および最大葉面積との関係を第4図に示した。

図から明らかなように、各要素とも子実収量と正の対応関係を示すが、生育日数との関係では各作物とも同一線上に回帰しているのに対し、総節数および最大葉面積では菜豆は大豆、小豆に比べ回帰係数が小さく、総節数や最大葉面積の大きい無限型品種ほど子実生産効率が低下することがわかる。大豆、小豆、菜豆はいずれも各節に光合成器官(葉)と生殖器官(莢実)とが併存する作物であるが、第4表に示されているように、節当り平均着莢数は大豆(品種平均2.2)や小豆(1.3)に比べ菜豆できわめて少なく(0.6)、また節数の多い品種ほど少なくなる傾向が認められることから、菜豆では節数の多い無限型品種ほど子実生産に貢献しない節の割合が多くなるものと考えられ、このことが子実生産効率の低下につながっているものと推察された。

## 論 議

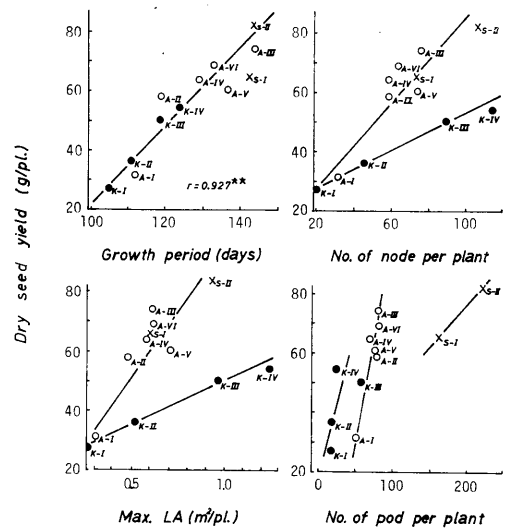


Fig. 4. Relations between dry seed yield and growth period, no. of node, maximum leaf area, and no. of pod.

Note. × : Soybean. ○ : Azuki bean

● : Kidney bean

Code numbers in figures were illustrated in Table 1.

\*\* : significant at 1% level.

以上で、個体としてみた場合における乾物生産特性の品種間、作物間差異を明らかにし、乾物生産特性と生理生態的諸特性との間にみられる作物間の類似点や相異点について述べたが、これらの結果を基に育種・栽培上の問題点について若干考察を加えておきたい。



第1図および第3図から明らかなように、大豆および小豆は、菜豆に比べ生育初期における葉面積の拡大速度がきわめて緩慢で、栄養生長完了期(茎葉乾物重の最大期)も遅く、生育期間も長い。一方、栄養生長完了期と収穫期における莢実乾物重を比較してみると、大豆や小豆では栄養生長が完了する8月下旬から9月上旬での莢実乾物重は収穫期の55~22%に過ぎず、その収量は9月以降における登熟後期の生長に依存する割合が高い。このことから、大豆および小豆の収量は春期の低温による生育の遅延や比較的不安定な秋期の気象条件に左右され易いと言える。星野ら<sup>9)</sup>は北海道で栽培されている作物のうちで、大豆・小豆の収量が最も安定性に欠けると指摘しているが、この原因の1つは、前述した特性とも密接に関連しているものと考えられ、春秋の気温が低く、栽培期間の短い北海道では収量安定性の観点から、初期生長や栄養生長の早期確保が最も重要な課題であると言えよう。

一方、初期生長が旺盛で比較的生育期間の短い菜豆では、総節数が多く葉面積の拡大能力が高い無限型品種ほど葉の子実生産に対する効率が低下した。第3図に示されているように、無限型品種は開花期頃から急速に葉面積を拡大するが、最大期以降の葉の枯れ上がりも早く、最大葉面積に対する子実重割合と最大期後4週間における葉面積の減少量との間には $r = -0.95^*$ の負の相関が認められた。また、無限型品種は開花期に純同化率が急激に低下し、その後もきわめて低く推移している。菜豆は、その特性上発芽後急速に窒素を吸収し、開花直後に窒素の一時的飢餓が認められ、この頃から葉色が急速に褪色して下位葉から黄化が始まることが指摘されている<sup>5,10)</sup>。このことから、無限型品種にみられる純同化率の低下や急激な落葉は、開花後の急速な葉の展開に根からの窒素供給が伴わないことによるものと推察され、窒素の追肥や葉面散布により植物体内の窒素栄養条件の改善をはかることが子実生産効率の向上につながるものと考えられる。

### 摘 要

大豆、小豆、菜豆について、生態型を異にする数品種を疎植条件下に栽培し、個体としてみた場合における乾物生産特性ならびに収量性について比較、検討した。

1. 茎葉乾物重は各作物とも開花直後から茎葉最大期にかけて品種間差が明確となり、大豆、菜豆では無限型品種が、小豆では晩生品種が旺盛な生長を示した。また、茎葉乾物重が最大に達する時期は大豆、小豆で

は品種間差が小さかったが、菜豆では無限型品種ほど遅れる傾向が認められた。

2. 葉への乾物分配率は、各作物、品種とも生育初期に最も高く、生育に伴って漸減するが、特に初期生長の旺盛な菜豆は大豆・小豆に比べ高い値を示した。

3. 栄養生長と生殖生長の併進期間(開花始~茎葉乾物重最大期)は各作物とも比較的長く、約30~40日にわたるが、この間における茎葉への乾物分配率は無限型や晩生品種ほど大きく、莢実への乾物分配率はこれと逆の傾向を示した。

4. 茎葉および莢実乾物重の主茎割合は、大豆、菜豆では品種間差が小さかったが、小豆では早・中生品種が高く、次いで晩生品種、つる性品種の順に小さくなり、個体としてみた乾物重の差は主に分枝における差異を反映していた。

5. 純同化率における推移の様相は作物間で大きく傾向を異にした。また、分枝伸長開始期、嫩莢期(大豆)および莢実肥大初期(小豆)に一時的に純同化率が上昇する品種が認められた。また、菜豆では分枝伸長開始期に純同化率と葉への乾物分配率との間に有意ではないが $r = 0.85$ の正の相関が認められたほか、小豆においても莢実肥大初期に純同化率と主茎の莢実乾物増加速度および乾物分配率との間に、それぞれ $r = 0.83^*$  および  $r = 0.95^{**}$  の相関が認められた。

6. 個体当子実収量と生育日数、総節数および最大葉面積との間にはいずれも有意な正の相関が認められた。しかし、菜豆では総節数や最大葉面積の大きい無限型品種ほど最大葉面積に対する子実重割合が低下した。

### 引用文献

1. CROOKSTON, R. K., J. O'TOOLE and J. L. OZBUN 1974. Characterization of the bean pod as photosynthetic organ. *Crop Sci.* **14**: 708—712.
2. DORNHOFF, G. M. and R. M. SHIBLES 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.* **10**: 42—45.
3. 星野達三・岡部二郎 1960. 北海道における夏季気温の変動と作物収量の変動との関係。北農試彙報 **75**: 1—6.
4. 井上頼数 1955. 菜豆の生殖生理に関する研究。第4報 花芽分化・開花・結実間の対応について。園学雑 **24**: 56—58.

5. 岩淵晴郎 1960. 菜豆の生育過程における栄養生理学的試験. 第1報 無機成分の吸収について. 北海道立農試集報 **6**: 77—92.
6. KOLLER, H. R., W. E. NYQUIST and I. S. CHORUSH 1970. Growth analysis of the soybean community. *Crop Sci.* **10**: 407—412.
7. 玖村敦彦・浪花 勲 1956. 大豆の物質生産に関する研究. 第1報 生育に伴う植物体の光合成能ならびに呼吸能の推移. 日作紀 **31**: 467—472.
8. 野村信史・浅沼興一郎 1970. 生育時期別の低温処理が小豆品種の開花順序と開花速度に及ぼす影響. 北海道立農試集報 **20**: 73—79.
9. OGREN, W. L. and R. W. RINNE 1973. Photosynthesis and seed metabolism. In *Soybeans: Improvement, Production, and Uses* (Ed.) B. E. Caldwell, Am. Soc. of Agron. Madison, Wis. 391—416.
10. 佐藤辰四郎 1974. 豆類の施肥法. 北海道立十勝農業試験場編. 日本豆類基金協会, 東京. 66—75.
11. TURNER, W. B. and R. G. S. BIDWELL 1965. Rates of photosynthesis in attached and detached bean leaves, and the effect of spraying with indoleacetic acid solution. *Plant Physiol.* **40**: 446—451.
12. WATSON, D. J. 1952. The physiological basis of variation in yield. In *Advances in agronomy* **4**. Academic Press, New York. 101—145.
13. ZHAILIBAEV, K. N. and E. K. KHOSENOV 1966. On the formation and productivity of the photosynthetic apparatus of soybean under varying irrigation conditions. *Sov. Plant Physiol.* **13**: 146—149.

## Comparative Studies on Dry Matter Production, Plant Type and Productivity in Soybean, Azuki Bean and Kidney Bean

### I. Differences in dry matter accumulation patterns under the low population density

Kimio NAKASEKO, Kanji GOTOH and Koichiro ASANUMA\*

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060)

\*Faculty of Agriculture, Kagawa University, Kagawa 370-04)

#### *Summary*

The object of this study is to investigate the differences in dry matter production, plant type and productivity in soybean (*Glycine max* Merr.), azuki bean (*Vigna angularis*) and kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). For the first trial of this study, dry matter accumulation patterns of three crops including twelve varieties (Table 1) were compared under the low population density (60 cm×45 cm, singling). The results obtained were summarized as follows:

1. Varietal differences in dry weight of vegetative portion were cleared up after about the initiation of flowering in each crop. Indeterminate types of soybean and kidney bean, and late varieties of azuki bean produced more vegetative matter than determinate and early ones (Fig. 1).

2. The distribution ratio of dry matter to leaves was the highest in the early growth stage and gradually declined with time in all varieties. However, some of them were found to show a peak at the initial branch-elongation stage just before the flowering

(Table 2).

3. The distribution of dry matter produced during the overlapping period of vegetative and reproductive growth were closely related with the degree of determinancy and earliness; the distribution ratios (%) into vegetative portion were higher in indeterminate and late varieties than in determinate and early ones, and those into reproductive portion indicated the opposite relation with vegetative one (Table 3).

4. In azuki bean there were little differences in number of leaves and dry weight on main stem among varieties. Varietal differences of total dry matter weight (g/pl.) which were heavier in late varieties resulted mainly in the differences in branches. Main stem ratios (main stem/main stem+branches, %) in dry weight were lower in late varieties, especially in viny types (Fig. 2).

5. Two peaks of net assimilation rate (NAR) appeared in some varieties of each crop. One occurred at the initial branch-elongation stage in each crop, the other at young pod stage in soybean and at pod filling stage in azuki bean (Fig. 3). The patterns of relative growth rate (RGR) were similar to those of NAR, and the peaks were more remarkable in RGR. In kidney bean, values of NAR of indeterminate types decreased rapidly after the flowering.

6. At the initial branch-elongation stage, NAR was correlated positively, but not significantly, with the distribution ratio of dry matter to leaves ( $r=0.85$ ) in kidney bean. NAR also indicated positive and significant correlations with the pod growth rate ( $r=0.83^*$ ) and the distribution ratio into pod ( $r=0.95^{**}$ ) of main stem at pod filling stage in azuki bean.

7. Grain yield per plant was positively correlated with the growth period, number of node per plant and maximum leaf area (Fig. 4). Grain weight per maximum leaf area ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) was, however, lower in indeterminate types than in determinate ones in kidney bean (Table 4).