

大豆におけるたんぱく質収量の増大に関する研究第1報

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	洪, 般喜 小島, 睦男
巻/号	41巻4号
掲載ページ	p. 502-508
発行年月	1972年12月

大豆におけるたんばく質収量の増大に関する研究

第1報 晩播栽培における大豆品種の乾物生産*

洪 殷 憲**・小 島 陸 男***

(**韓国作物試験場・***農業技術研究所)

緒 言

韓国における大豆品種の育種目標の一つは高たんばく質多収性品種の育成、すなわち、単位土地面積当りのたんばく質収量性の高い品種の育成である。一般に、高たんばく質多収性品種の育成は、収量とたんばく質含有率との間に負の遺伝的な相関関係があるといわれていることと、たんばく質含有率の遺伝的な変異があまり大きくないということから、その実現はかなり難しいとされている注1)。しかし、負の相関の内容は必ずしも明確ではない。たとえば、高たんばく性が個体群光合成速度、個体群呼吸速度、光合成産物の分配、あるいは単位葉面積当りの光合成速度(単位光合成速度と略称)、葉面積、葉の形、小葉の運動など個体群光合成速度を決定するうえに重要な諸特性とどのような関係にあるかについてはほとんど不明である。他方、九州の夏大豆では収量とたんばく質含有率との間に負の相関関係はあるが、登熟日数との関係は低く、主茎節数、分枝数、莖重、百粒重とは有意な相関関係が全く認められず⁹⁾、ヒゴムスメや西海20号という高たんばく質多収性の品種・系統が育成されている。このような事実は、収量性とたんばく質含有率との関係が供試する材料の母集団によつてかなり異なってくることを予想させるとともに、さらに深く究明することによつて、育種事業を有効にすすめることができることを示唆している。

本研究は収量性を物質生産的手法で解析し、物質生産構成要因と高たんばく性との関連を明らかにすることによつて、育種上より都合のよい相関関係を得る可能性を追求しようとしたものである。単位土地面積当りのたんばく質収量の増大には、主として子実収量を高める方法と、たんばく質含有率を高める方法の2つ

の途があり、本来、両者を同時に追求しなければならないことは論をまたないところであるが、さし当つて前者について検討した。なお、たんばく質含有率と物質生産構成要因との関連は次報に報告する予定である。

韓国では通常の大豆作は麦の後作となるので、播種期が6月下旬になり日本のいわゆる晩播に相当する。日本においては、九州の極晩生品種を除く早生ないし中晩生品種は4月上旬から6月上旬にかけて播種され、多収性品種の育種目標や物質生産に関する研究も主にこの作期におかれており晩播多収性についての物質生産的研究は少ない。本報では晩播多収性品種のもつべき特性を生長解析の手法によつて明らかにしようとした。実験は1971年に農業技術研究所生理遺伝部生理第2科(埼玉県北本市)において行なつた。

実験材料および方法

日本品種21、韓国品種13、USA品種6を供試した(第1表)。日本品種は実験地で完全に成熟する品種のなかからランダムに選んだが、普通播で多収性の品種やたんばく質含有率に特徴をもつ品種も加えた。IVc型およびVc型品種(極晩生品種)は九州において7月上旬に播種され晩播適応性が高いけれども、実験地では正常な生育が望めないので供試しなかつた。陸羽3号は日本の在来品種である鳳茨から純系分離した品種であるが、韓国に導入後さらに現地に適した個体を選抜したので韓国品種として取扱つた。供試した韓国品種のうち光教、鳳儀は最近の育成品種であり、その他は現在栽培されている代表的在来品種である。

6月29日にペーパーポットに播種し、7月7日に圃場に移植した。肥料はa当り化成肥料(3—10—10)9kg、熔燐9kg、苦土石灰6kgを全面散布した。試験区は供試種子量の都合上1品種1畦の単区制で、熟

* 昭和47年5月30日受理
第153回講演会(昭和47年4月)において発表。

***現：中国農業試験場

注1) 明峯英夫 1961. 蛋白大豆及び脂肪大豆の育種の可能性について。作物の育種研究体制に関する研究(大豆第2年度報告)(謄写刷), 39—64. 農業技術協会。

期順に配置し、畦幅 60 cm, 株間 10 cm, m² 当り 16.6 株, 1 株 1 本立, 1 区 当り 40 個体とした。また、葉身の単位光合成速度を測定するため 22 品種を 7 月 3 日にポットに播種した。圃場の材料は開花始、頂葉展開期、開花始後 40 日目に 1 品種 5 株づつ採取、各器官の乾物重、葉面積を測定した。単位光合成速度は発芽後 23 日, 40 日, 53 日目に上位節の壮葉につ

いて飽和光下で、それぞれ 3 反復で測定した。

実験結果および考察

1. 生育日数、生育量と収量との関係

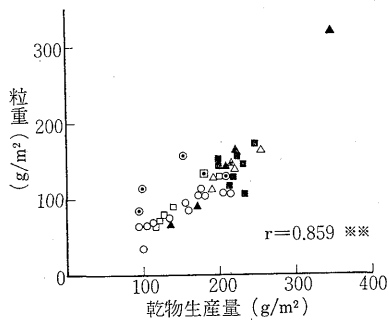
供試品種の発芽始から開花始期、頂葉展開期、成熟期までの日数および収量を第 1 表に示した。生育日数は 79~120 日にわたり、子実収量は 37~318 g/m² で

第 1 表 生育日数, LAI および収量.

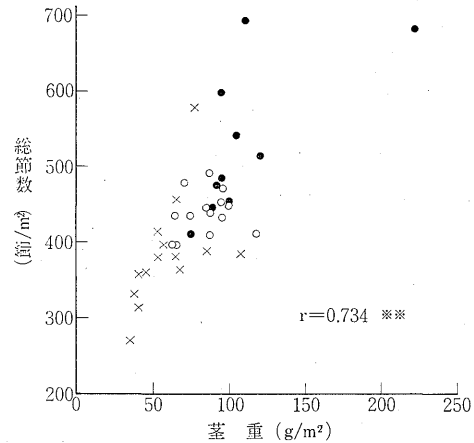
	品 種 名	開花ま で日数	頂葉展開期 まで日数	結実 日数	生育 日数	頂葉展開期 の LAI	粒 重 g/m ²
1	早 生 大 豆	31	43	49	80	1.6	37
2	金 川 早 生	31	43	48	79	0.5	70
3	西 海 20 号	33	43	56	89	2.2	85
4	ヒ ゴ ム ス メ	34	43	58	92	2.7	64
5	ヨ	35	48	57	92	2.4	67
6	オ リ ヒ メ	38	51	57	95	3.2	78
7	白 目 長 葉	32	43	66	98	1.6	95
8	コ ガ ネ ダ イ ズ	38	48	61	99	3.7	108
9	新 4 号	36	48	63	99	2.9	107
10	生 娘 茨 城 1 号	35	48	65	100	2.5	108
11	農 林 2 号	35	48	65	100	2.6	116
12	ボ ン ミ ノ リ	38	50	61	99	2.5	111
13	栃 木 2 号	34	48	72	106	3.4	74
14	コ ケ ン ジ ロ	36	48	70	106	3.4	130
15	農 林 1 号	36	48	70	106	3.1	72
16	満 州	32	43	75	107	2.8	92
17	ラ イ デ ン	34	44	73	107	2.0	77
18	タ チ ス ズ ナ リ	36	48	75	111	3.6	131
19	鼠 茨	41	51	71	112	4.1	116
20	借 金 な し	41	53	74	115	4.9	141
21	房 成	42	55	74	116	3.7	163
22	光 豆	37	—	64	101	2.8	140
23	白 中 42 号	41	49	60	101	4.2	118
24	益 山	38	49	64	102	3.7	133
25	光 教	41	51	61	102	4.4	172
26	水 系 51 号	38	49	69	107	3.0	152
27	抱 太	41	49	68	109	4.0	142
28	長 湍 白 目	37	51	72	109	5.0	103
29	陸 羽 3 号	41	53	69	110	4.4	147
30	鳳 儀	41	51	70	111	4.9	145
31	威 南	41	55	70	111	4.4	167
32	金 剛 大 粒	35	49	80	115	2.8	70
33	オ エ ル コ ン	41	49	74	115	3.0	90
34	蔚 山	43	66	74	117	10.3	318
35	Harosoy	30	56	60	90	3.0	157
36	Patten	36	51	56	92	2.6	133
37	Extra	30	56	62	92	3.4	114
38	Beeson	31	53	62	93	3.1	84
39	Wayne	32	56	69	101	3.2	132
40	Hill	46	—	—	120	3.0	142

注) 1~21: 日本品種, 22~34: 韓国品種, 35~40: USA 品種.

34, 35, 37, 38, 39, 40: 無限伸育型品種.



第1図 頂葉展開期以降落葉期までの乾物生産量と粒重との関係。
注) 日本品種：○早生，□中生，△晩生，韓国品種：●早生，■中生，▲晩生，USA 品種：⊙早生，⊠中生，⊡晩生。



第2図 頂葉展開期における莖重と成熟期における総節数との関係。
注) ●：多収品種，○：中収品種，×：少収品種

あつた。子実収量について統計分析した結果品種間に有意な差のあることが認められ、韓国品種群は供試した日本、USA 品種群より明らかに高く、晩播を主体とする栽培体系のもとにある韓国品種は晩播適応性がより高いことが認められた。

収量は生育日数の長い品種で高い傾向があつた ($r=0.480$)。さらに、大豆は開花後も莖葉が生長するので、頂葉展開期までを莖葉の生長期間、開花後成熟期までを結実期間とすると、両者の和である実質生育日数は91~140日となり、有限伸育型品種は8~14日、無限伸育型品種は22~26日延長し、生育日数と収量との相関係数はさらに高まつた ($r=0.618^{**}$ 、ただし光豆と Hill は頂葉展開日を記録しなかつたので計算から除いた)。

収量が m^2 当り 100 g 以下を少収品種、101~140 g を中収品種、141 g 以上を多収品種、また生育日数が100日以下を早生品種、101~110日を中生品種、111~120日を晩生品種とさし当つて呼ぶこととする。各熟期群での多収品種をみると、早生品種では Harosoy、中生品種では光教、水系51号、陸羽3号、抱太、晩生品種では蔚山、咸南、房成、鳳儀、Hill 借金なしであつた。

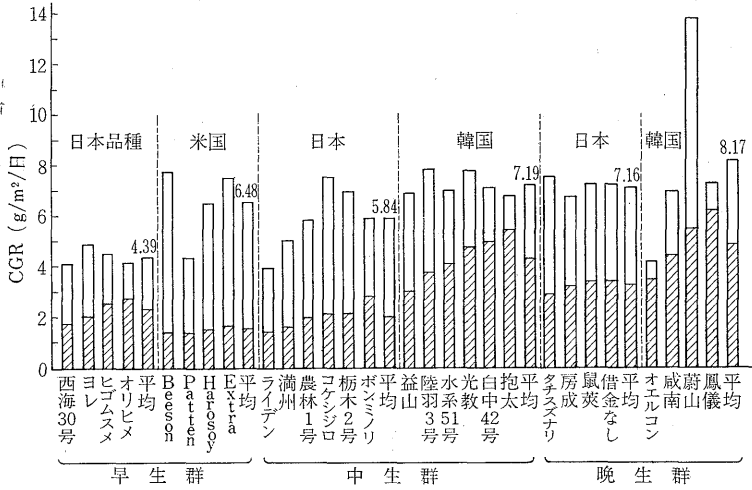
一般に大豆は、晩播栽培を行なうと高温短日下で生長するため開花までの日数がいちぢるしく短縮し、結実日数も短日のために短縮する^{2,3)}。生育日数の減少は生育量の不足をもたらす、さらに生育量の不足は減収の主要因となる。関東地方平坦部では6月下旬播は5月中旬播に対比して約20%減収するといわれている⁹⁾。したがつて、収量低下を少なくするためには後作あるいは降霜までの期間を十分に利用し、しかも生

育の旺盛なタイプの大豆が要求される。本実験の多収品種のなかで最も収量の高かつた蔚山や早生品種のなかで最多収の Harosoy は無限伸育型品種であり、実質的な生育日数は有限伸育型品種よりも約2週間長く、生育日数の問題の解決に一つの示唆がえられた。

収量は頂葉展開期以降の乾物生産量と密接な関係を示した(第1図)。また、収量は頂葉展開期までの莖葉重(葉柄を含む)との間にも高い相関関係があり ($r=0.848^{**}$)、各熟期群内でも同様の傾向がみられた。これは莖葉生長量が花芽分化数と密接に関連している⁷⁾とともに、登熟期における乾物生産の基礎となっているからである。頂葉展開期の LAI を第1表に示したが、収量との相関関係は高く ($r=0.811^{**}$, $y=31.6+25.6x$)、収量 $150 g/m^2$ 以上の品種の LAI は3以上であり、最も多収の蔚山は LAI が10であつた。

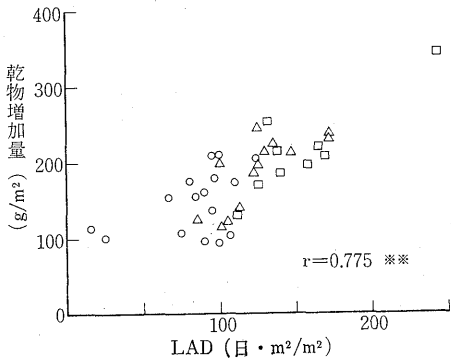
川嶋ら(1966)⁴⁾によると晩播大豆(フジミジロ)の収量は最高値の LAI と正の相関関係があり ($r=0.72$)、LAI が約7までは粒重が直線的に増加する。また、播種期の遅れによる生育量の低下は密度を高めることによつてかなり補いうるが、その割には収量が増加しない。しかし、7月3日頃までの播種では a 当り 25 kg 以上の収量を得る可能性がある⁸⁾と述べている。本実験の蔚山の収量 ($318 g/m^2$) は晩播適応性の高い品種の採用によつて収量水準をさらに高めうる可能性のあることを示唆している。

着莢の場である節の数は頂葉展開期の莖重の重い品種ほど多く、しかも同じ莖重を示す品種のあいだでは



注) 斜線: 開花始期まで 白: 頂葉展開期まで

第3図 同一熟期群内における発芽後開花始まで、および発芽後頂葉展開期までの乾物重増加速度の比較。



第4図 頂葉展開期以降落葉期までの葉積と乾物増加量との関係。

注) ○: 早生, △: 中生, □: 晩生. 光豆と Hill を除く。

より多収の品種の節数が多い傾向を示している (第2図). 莢数も茎重の重い品種ほど多い傾向のあることが認められた ($r=0.691^{***}$).

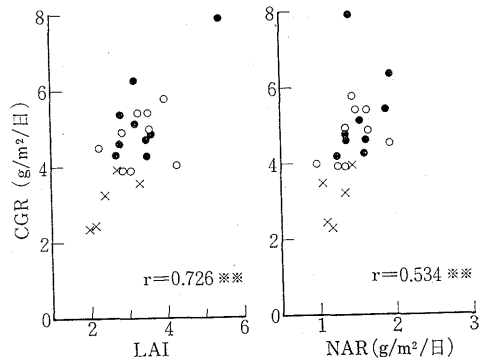
2. 栄養生長期および登熟期間の乾物生産

発芽後開花始まで、あるいは頂葉展開期までの乾物重増加速度 (CGR) を熟期のほぼ類似した品種について第3図に示した。開花始までの場合、韓国品種群は日本品種群より中生群で平均 217%, 晩生群で平均 151% 大きかったが、頂葉展開期までをとると日本品種のなかにも韓国品種に匹敵するものがいくつか認められた。晩生の蔚山はいちぢるしく大きな値を示した。発芽後開花始までおよび開花後頂葉展開期までの

CGR はどの時期も LAI の大きさに支配され ($r=0.974^{**}$, 0.936^{**}), LAI が約 3.5 までほぼ直線的に増加し、3.5 以上では相互遮蔽の増大によつて増加率は低下した。NAR の影響は両期間とも小さかつた ($r=0.298$, 0.074).

頂葉展開後落葉期までの乾物重増加速度は落葉・落葉柄の収集が不十分であつたので、この期間の莢実重増加量を乾物重増加量とみなすこととする。乾物重増加量は葉積 (LAD) と正の相関関係があり (第4図), また、この期間の CGR は

平均 LAL とも相関関係がみられた ($r=0.715^{**}$). CGR と平均 NAR の間には全品種をこみにすると相関関係がほとんどみられなかつた。しかし、頂葉展開期の LAI が 3.0 以上を示す 23 品種では第5図に示すように正の相関関係が認められた ($r=0.534^{**}$). なお、第5図には 23 品種についての CGR と平均 LAI との関係も示してある。供試品種の中で光教は平均 NAR が高く、CGR が蔚山に次いで大きく、晩播多収性品種であることを示した。これに対してチヌズナリや嵐成は生育日数が光教より長く、LAD が大きかつたにもかかわらず NAR が小さいことによつて



第5図 頂葉展開期以降落葉期までの乾物重増加速度と平均 LAI および平均 NAR との関係。

注) 頂葉展開期の LAI が 3 以上の 23 品種。
●: 多収品種, ○: 中収品種, ×: 少収品種。

第2表 地上部各器官の構成比.

調査時期	収量性・ 伸育型	葉	莖	葉柄
		%	%	%
開花始期	少収群	56	29	15
	中収群	54	28	18
	多収群	51	27	22
	有限型	54	27	18
	無限型	52	30	18
頂葉展開期	少収群	54	26	20
	中収群	52	27	21
	多収群	48	28	23
	有限型	51	27	21
	無限型	49	29	22

頂葉展開後の乾物生産量は劣った。

LAI の増加にともなう NAR の低下は、開花始から頂葉展開期、頂葉展開期から開花後 40 日目のいずれの期間においても多収および中収品種群で小さく、少収品種群で大きかった(第6図)。少収品種は晩播条件下で受光態勢が劣化しやすいと考えられる。

頂葉展開期における葉、莖、葉柄の構成比は第2表のとおりで、多収品種は葉の割合が低く、少収品種は高く、莖はわずかに多収品種で高い傾向があつた。乾物の分配を多収品種についてみると、節の形成および受光態勢を良く維持する上で関連の深い莖にむけられていた。葉柄の構成比も高収品種で高いが、増大する葉量を支えるための必然的方向であろう。粒重当りの莢殻重比は多収品種が少収品種より低い(第7図)。晩播栽培における収量増大の障害要因の1つに百粒重の低下が指摘されているが⁴⁾、莢実へ転流したあとの光合成産物の種子への配分に品種間差異があり、多収品

種でその割合が高いことは、晩播栽培における子実の肥大にとって一つの好都合な特性であるといえる。

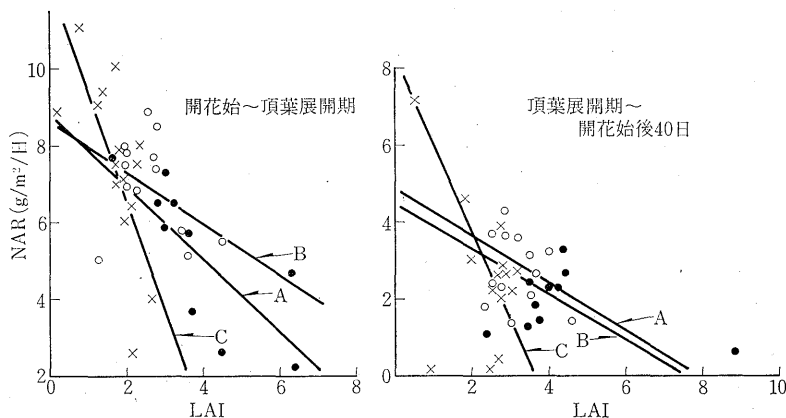
3. 単位光合成速度の品種間差異と収量性との関係

22品種の単位光合成速度を第3表に示した。第1回と第2回の測定は単位光合成速度がほぼ最大となる葉令時におこなつたので2回の平均値で示した。第3回は粒肥大期にあたりほとんどの品種において単位光合成速度の増大がみられたが、早生の有限伸育型品種では葉令がすすんでいたため光合成速度が低下していた。

単位光合成速度の品種間差異は明瞭で Harosay, Patten, オリヒメは高く、オエルコン, 金剛大粒, 長湍白目は低かつた。ボンミノリや Wayne は Harosoy より低く、これらの結果は小島ら(1968)⁹⁾, Dornhoff ら(1970)¹⁾の報告と一致する。韓国品種群の単位光合成速度は USA 品種群より低かつた。

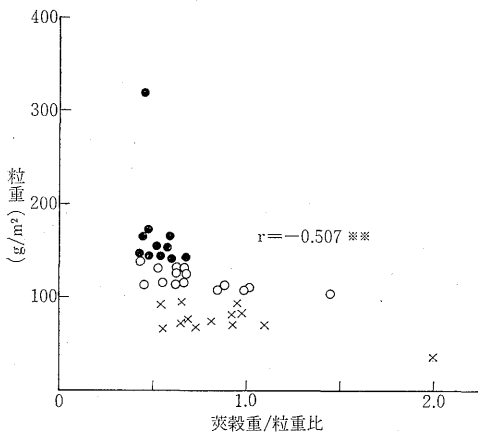
供試品種の子実 1g を生産するに要した葉積は、発芽後落葉期までの全期間あるいは頂葉展開期以後落葉期までのいずれにおいても、単位光合成速度の高い品種で少なく、光合成速度の低い品種で多い傾向が認められた(第8図)。

以上の結果、生育日数が短かく生長量の少ない晩播栽培では、開花期まで日数および結実日数延長の方法として両者の重複による実質的な生育日数の増大が重要であり、そのための一つの方法として無限伸育型の遺伝子の導入が試みられるべきであろう。さらに、頂葉展開期以降の乾物生産量は LAI と最も関連が高く、収量 200 g/m² を得るためには本実験の回帰直線からは頂葉展開期の LAI が 6.6 であることを必要と



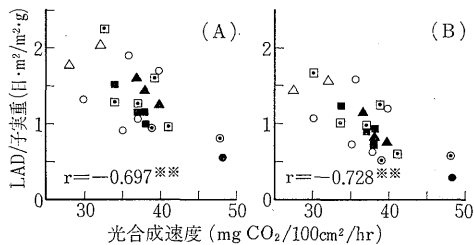
第6図 生育時期別平均 LAI と NAR との関係。

注) ●: 多収品種, ○: 中収品種, ×: 少収品種. 光豆, Hill を除く。
回帰直線: A: 多収品種群, B: 中収品種群, C: 少収品種群。



第7図 成熟期における粒重対莢重比と粒重との関係。

注) ●: 多収品種, ○: 中収品種, ×: 少収品種。



第8図 単位光合成速度と子実1gの生産に要したLADとの関係。

注) A: 発芽～落葉期, B: 頂葉展開期～落葉期。品種の表示法は第1図に同じ。

していることがうかがわれる。そのためには分枝型品種による葉数の増加を考慮しなければならない。これは同時に節数を増し莢数増加の基礎をつくることとなる。この期間のNARはLAIが3以上の場合CGRに大きく影響を与えており、葉面積の確保とともに受光態勢および単位光合成速度の改善、高い光合成速度の維持の重要性が指摘される。単位粒重当りの葉積が単位光合成速度の高い品種で少ない傾向にあることは、葉積の増大による収量増加の可能性が単位光合成速度の高い品種で大きいことを示唆しており、今後の晩播多収性品種の育成にとって重要である。さらに、種子への乾物配分の高い品種の存在は、晩播栽培での種子肥大の改善に有利な遺伝子源となるであろう。

摘 要

晩播栽培における単位土地面積当りのたんばく質収

第3表 単位光合成速度の品種間差異。

品種名	光合成速度			ほ場での収量性
	第1, 2回平均	第3回	平均	
西海20号	34.0	22.6	30.2	少
ヒゴムスメ	34.9	37.7	35.8	少
オリヒメ	39.5	40.3	39.8	少
白目長葉	35.7	33.7	35.0	少
ボンミノリ	35.0	31.3	33.7	中
白中42号	36.6	38.9	38.9	中
益山	36.5	38.2	36.9	中
光教	36.9	40.9	38.2	多
水系51号	35.8	39.7	37.1	多
抱太	33.2	34.9	33.8	多
長湍白目	29.6	38.3	32.5	中
陸羽3号	32.9	48.1	37.9	多
鳳儀	35.1	40.2	36.8	多
咸南	35.1	41.1	37.7	多
金剛大粒	29.3	37.3	32.0	少
オエルコン	27.4	27.6	27.5	少
蔚山	38.6	42.2	39.8	多
Harosoy	43.1	58.5	48.2	多
Patten	44.4	55.1	47.9	中
Extra	34.9	47.3	39.0	中
Beeson	34.7	45.7	38.4	少
Wayne	34.0	55.8	41.2	中

光合成速度: mg CO₂/100cm²/hr

量を高める一つの方法として、子実収量を高めるための品種の乾物生産特性を明らかにしようとし、次の結果をえた。

1. 晩播栽培では生育日数の延長をはかり茎葉の生育量を増大させることが重要であるが、そのための一つの方法として、無限伸育型の導入が検討されるべきである。
2. 多収を示した韓国品種の多くは、開花期までの平均CGRが供試した日本品種より高かった。
3. 多収品種は頂葉展開期以後落葉期までの葉積が大きく、乾物生産量が高かった。この期間のCGRは平均LAIと正の相関関係をもち、平均NARも頂葉展開期のLAIが3以上の品種では正の相関関係が認められた。
4. 登熟期におけるLAIの増大にともなうNARの低下は少収品種でいちぢるしく、多収品種では小さかった。
5. 粒重1gを生産するに要した葉積は、単位光合成速度の高い品種で少ない傾向が認められた。
6. 莢実へ転流した後の光合成産物の種子への配分は、多収品種で高い傾向がみられた。

実験の遂行にあたりご指導と援助をいただいた生理第2科小田桂三郎科長および畑作第2研究室昆野昭農長に謝意を表する。

引用文献

1. DORNHOFF, G. M. and R. M. SHIBLES 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.* **10**: 42—45.
2. 福井重郎・鎗水寿 1951. 開花後の短日が大豆の登熟に及ぼす影響の品種間差異. *育雑* **1**: 86—90
3. 福井重郎・鎗水寿 1956. 開花後の温度が大豆の登熟に及ぼす影響の品種間差異. *育雑* **6**: 192—196.
4. 川嶋良一・御子柴公人・丸山宣重・萩原英雄 1966. 大豆の晩播栽培に関する研究. 第1報 播種期の限界とその適応栽植密度について. *長野農試研報* **29**: 32—37.
5. 熊本司・百島敏男・吉富進 1968. 大豆の高タンパク品種の育成に関する研究. 福井重郎編, 大豆の育種. ラテイス, 東京, 98—147.
6. 中沢秋雄・中山兼徳 1967. 関東地方における主要畑夏作物の晩播適応性に関する研究. *農事試研報* **10**: 23—49.
7. 小島睦男・福井重郎 1966. 大豆の子実生産に関する研究. 第4報 乾物生産と収量との関係. *日作紀* **34**: 453—456.
8. 小島睦男・川嶋良一 1968. 同上 第5報 大豆の光合成能力の品種間差異とその安定性. *日作紀* **37**: 667—675.

Studies on the Increase in Protein Yield of Soybeans

I. Dry matter production of soybean varieties under late-planting culture

Eun Hi HONG* and Mutsuo OJIMA**

(*Crop Experiment Station, Suwon, Korea,** National Institute of Agricultural Sciences, Kitamoto, Saitama, Present address: Chugoku Agricultural Experiment Station, Fukuyama, Hiroshima)

Summary

The investigation was made to clarify the characteristics of dry matter production of high yielding soybean varieties as a way to increase protein yield per unit land area under late-planting culture.

Soybeans were planted on late in June.

High grain yields were obtained in the varieties which showed high dry matter production after the unfolding time of terminal leaves. The dry matter production after the terminal leaves unfolding time was closely related to the leaf area duration (LAD), and in the varieties which showed higher LAI than 3 that was also highly correlated to the NAR.

Under the late-planting culture the growing period is shorten due to the high temperature and the short day length, consequently, the grain yield is kept at lower level, therefor, it is necessary to extend the period of vegetative growth and ripening by introduction of an indeterminate growth habit gene to the varieties.

Some of Korean varieties showed high adaptability to the late-planting culture.

The leaf area duration per unit grain weight was smaller in the varieties having high photosynthetic rate per unit leaf area than in the low photosynthetic varieties, so it can be considered that the high photosynthetic varieties have high possibility to increase the yields by increase the LAD.

The ratio of photosynthetate distributed to the seeds was higher than that to the pod shells in the high yielding varieties.