

ダイズ品種の光エネルギー変換効率と受光態勢 ならびに葉身窒素濃度との関係*

白岩立彦・橋川 潮・高 進吾**・酒井綾子***

(滋賀県立短期大学農業部)

1993年2月9日受理

要旨:ダイズ品種の乾物生産力を、個体群の補捉日射エネルギー (PAR) 当たりの乾物生産量 (EPAR) で評価し、それに関連する要因を解析した。1989年にダイズ11品種を、1990年に27品種を滋賀県立短期大学農業部畑圃場で栽培した。個体群補捉日射量の推移、地上部全乾物重の推移、群落吸光係数 (KPAR)、葉面積当たり窒素濃度 (SLN) および地上部全窒素含量 (1990年のみ) を測定した。EPARの全品種平均値は両年とも 2.48 gMJ^{-1} であった。変動係数でみると品種間には $\pm 9\%$ (1989年)あるいは $\pm 17\%$ (1990年)の変異がみられ、全体に新しい品種が旧品種よりも勝っていた。EPARはSLNとの間に正の相関関係を示した (1989年 $r=0.548$, 1990年 $r=0.651^{**}$) が、KPARとの間には相関関係がみられなかった。SLNが比葉重 (SLW) と密接な関係 (1989年 $r=0.954^{**}$, 1990年 $r=0.710^{**}$) を示したことから、EPARにみられる新旧品種間差異は、主として葉身の形態特性の改善による個葉光合成能力の増大によるものと推察された。SLNはさらに、地上部全窒素含量と正の相関を示し (1990年, $r=0.736^{**}$)、個体全体の窒素蓄積量の制限を受けるようであった。

キーワード: SLW, 乾物生産, 吸光係数, ダイズ, 光エネルギー変換効率, 品種間差異, 葉身窒素濃度。

Effects of Canopy Light Distribution Characteristics and Leaf Nitrogen Content on Efficiency of Radiation Use in Dry Matter Accumulation of Soybean Cultivars: Tatsuhiko SHIRAIWA, Ushio HASHIKAWA, Shingo TAKA and Ayako SAKAI (*Division of Agriculture, Shiga Prefectural Junior College, Nishi-shibukawa, Kusatsu 525, Japan*)

Abstract: The amount of dry matter produced per photosynthetically active radiation (PAR) intercepted by the canopy (EPAR) and factors which might affect EPAR were determined for various soybean cultivars, and their relationships were also analyzed in two field experiments. In 1989 and 1990, 11 cultivars and 27 cultivars respectively, were grown on an experimental field in Shiga Prefectural Junior College. Changes of intercepted PAR, top dry matter weight, light extinction coefficient (KPAR), nitrogen content per leaf area (SLN) and nitrogen accumulation in the top (1990 only) were measured. EPAR averaged for all the cultivars was 2.48 g MJ^{-1} in both years and its coefficient of variance among cultivars was $\pm 9\%$ in 1989 and $\pm 17\%$ in 1990. In general, recent cultivars showed greater EPAR than older ones. The correlation coefficients between SLN and EPAR were 0.548 in 1989 and 0.651^{**} in 1990, while there was no correlation between KPAR and EPAR. Since SLN showed close correlation with SLW ($r=0.954^{**}$ in 1989, $r=0.710^{**}$ in 1990), the difference in EPAR between old and new cultivars was considered to be attributable mainly to the improved leaf morphological trait and consequently greater leaf photosynthesis of newer cultivars. SLN further correlated with total top nitrogen content ($r=0.736^{**}$ in 1990) thus seemed to be limited by nitrogen accumulation.

Key words: Dry matter production, Leaf nitrogen content, Light extinction coefficient, Radiation conversion efficiency, SLW, Soybean, Varietal difference.

作物個体群の乾物生産量は補捉日射量とその乾物への変換効率に分けて考えることができる^{3,8,11,15)}が、ダイズの乾物生産は多くの栽培場面で、その前者により強く依存する¹⁶⁾と思われる。しかしそれは、土壌条件の改善をはじめ、密植による葉面積の早期拡大、あるいは播種を早めることによる生産期間の拡大など、栽培技術的な対策による改善が可能である。比較的好適な条件を前提にしてさらに増収

をはかろうとすると、補捉日射エネルギーの乾物変換効率 (以下 EPAR) を高めることが必要になる。

ところで、ダイズ個体群の乾物生産力向上には、葉群内への光の透過すなわち受光態勢の改善が重要であることがかねてから指摘されており^{4,12,14,17)}、また受光態勢における品種間差異も認められている^{1,12)}。一方、葉身窒素濃度が個葉光合成を介して個体群乾物生産力に強く関与することも、理論的¹⁹⁾、実験的¹³⁾にある程度明らかにされている。

しかし、ダイズ個体群の乾物生産力の品種間差異を圃場条件で調査し、それと上記の要因との関連を検討した例は少なく、実態としてそれぞれがどれほ

* 大要は、第191回講演会 (1991年4月) において発表。

** 現在、青年海外協力隊ホンデュラス事務局。

*** 現在、石原産業中央研究所。

ど支配的な影響を与えているかを検証するには、なお見の蓄積が不十分である。

筆者らは既に、ダイズ個体群の EPAR が作期、栽植密度および畦幅といった栽培条件によってはあまり変動しないことを指摘している¹⁷⁾。よって EPAR を指標として用いることにより、熟期や最適個体密度が異なる品種の乾物生産力を個体群生長速度 (CGR) などに比べてより妥当に比較することができるとされる。さらに EPAR に関与する生理生態的要因を解析することは、多収品種育成の方向を明らかにする上で有効であろう。

そこで本報では、生育特性および子実生産力が明らかに異なると思われる様々なダイズ品種の乾物生産力を、EPAR を指標として評価するとともに、それと受光態勢および葉身態勢および葉身窒素濃度との関係について、特に新旧品種間における差異に着目しながら検討を行った。

材料と方法

第1表にあるようなダイズ品種を、1989年と1990年のそれぞれ11品種と27品種、滋賀県立短期大学農業部付属農場(草津市)にて圃場栽培した。供試品種は、滋賀県において栽培可能な品種から、生育特性と収量性の面で、できるだけ変化に富むように選んだものである。一部に外国品種も含めた。

1989年は6月13日に条間60 cm、株間20 cmとして、1990年は5月30日に条間70 cm、株間14.2 cmとして、それぞれ手播きにより播種した。1株1個体とした。用いた圃場は、水稻作からの転換後15年以上が経過した畑圃場(微砂質植壤土)である。窒素施用は行わず、CaO、P₂O₅ および K₂O をそれぞれ10アール当たり40 kg、12 kg、11 kg、基肥として施した。中耕、培土および病害虫防除は貫行法に従い適宜行った。実験は無反復で行い、1区の面積は1989年が22.5 m²、1990年が35 m²であった。

本実験では、可能な限り好適な条件下において品種の生産力を比較しようとしたので、耐倒伏性の著しく劣る旧品種に対しては、2か年とも7月下旬に支柱とネットを用いて倒伏防止設置を施すとともに、1990年には8月の乾燥時に畝間灌水で干ばつを防いだ。

個体群の積算補捉日射量の測定および EPAR の計算は、白岩・橋川¹⁷⁾と同様の以下のような方法で行った。生育期間中約1週間ごとに、Decagon Devices社製のサンフレック・セフトメータ SF 80 を用い

て、地際と群落上の光合成有効放射 (PAR) 強度を測定し、その差を群落上の値で割ることによって各個体群の PAR 補捉率を求めた。測定日間の補捉率は計算により補完推定した。日々の全天 PAR 量の値は全天日射量×0.444²²⁾で求め、これと PAR 補捉率との積を補捉 PAR 量とした。一方、生育期間中4回にわたって、0.72 m² または 0.89 m² から、地上部を採取し全乾物重 (gm⁻²) を測定した。これを、出芽時からの積算補捉日射量に対して図中にプロットし、両者がなす回帰直線の傾きをもって、その品種の EPAR とした。

白岩・橋川¹⁷⁾が指摘したように、ダイズの EPAR は厳密にいうと生育期間中一定とは言い難く、生育の最も旺盛な時期に安定的かつ高く推移し、その前後でやや小さくなる傾向がある。本実験でも一部の品種でそのような傾向は認められたので、それらの EPAR の計算にあたっては、生育のごく初期と後期の測定値を除外した。すなわち本報に示される EPAR 値は、生育の旺盛な期間における平均的な補捉 PAR 量当たりの乾物生産量を表している。

なお、PAR 遮蔽率の測定は以下に述べる層別相対 PAR 強度の測定とともに、原則として南中時頃を除く10時から14時の間に行い、また直達光下での測定はできるだけ避けた。

4回の地上部サンプリングのうち、1989年は開花期間中の2回、1990年は開花期間と子実肥大期間の2回(一部の品種は1回のみ)において、地際より群落頂部まで15 cm (1989年) または 10 cm (1990年)の間隔で層別葉面積指数と群落上に対する相対 PAR 強度の測定を行った。1990年は上述以外にサンプリング時期にも全層込みにした葉面積測定を行った。

1989年は1回のサンプリング時のみ(8月16日)、1990年はすべてのサンプリング時に採取した試料について、葉身の平均窒素含有率 (gg⁻¹) をセミマイクロケルダール法によって定量した。さらにそれを比葉重 (葉身の面積当たり乾物重, SLW gm⁻²) と掛け合わせることで葉身の面積当たり窒素濃度 (SLN gm⁻²) を求めた。また、1990年は、葉身以外の器官の窒素含有率の定量も行うことによって地上部全窒素含量を求めた。

結 果

1. EPAR の品種間差異

供試品種の中には、1989年と1990年の2か年を

Table 1 Soybean cultivars tested and measured values of radiation conversion efficiency (EPAR), light extinction coefficient (KPAR), and specific leaf nitrogen content (SLN).

Year	Cultivar	Year named or released	Date of R5**	EPAR		KPAR		SLN
				gMJ ⁻¹	lst.***	2nd.***	gm ⁻²	
1989	MIZUKUGURI	native	AUG.23	2.18	0.757	0.745	1.14	
	AKAZAYA	1926	AUG.25	2.22	0.674	0.804	1.29	
	LEE	1954	SEPT.3	2.64	0.773	0.733	1.37	
	FUSANARI	1961	AUG.19	2.71	0.796	0.838	1.43	
	FUKUSEN-NARI	1969	AUG.18	2.19	0.967	0.797	1.38	
	ENREI	1971	AUG.16	2.68	0.747	0.676	1.45	
	TAMAHOMARE	1980	AUG.26	2.39	0.658	0.572	1.20	
	TACHINAGAHA	1986	AUG.16	2.66	0.578	0.686	1.67	
	TŌSAN61	1962*	AUG.19	2.54	0.713	0.684	1.61	
	TŌSAN69	1962*	AUG.18	2.72	0.756	0.732	1.34	
	TŌSAN155	1979*	AUG.17	2.32	0.688	0.676	1.38	
	MEAN ± S.D.****				2.48 ± 0.22	0.737 ± 0.098	0.722 ± 0.075	1.39 ± 0.16
	1990	MIZUKUGURI	native	AUG.16	2.42	0.907	0.513	1.49
		MINEYAMA	native	AUG.26	2.60	0.507		1.35
PEKING		1910	AUG.5	2.25	0.579	0.666	1.11	
TAMANISHIKI		1921	SEPT.4	3.15	0.717		1.54	
SHIROBANASAI1		1923	AUG.24	2.36	0.909	0.812	1.04	
AKAZAWA		1926	AUG.18	2.40	0.589		1.39	
HAROSoy		1951	JUL.28	2.11	0.716	0.624	1.37	
JACKSON		1953	SEPT.1	2.28	0.633		1.20	
LEE		1954	AUG.30	2.61	0.438		1.56	
FUSANARI		1961	AUG.6	1.50	0.546	0.650	1.13	
BONMINORI		1961	AUG.1	2.07	0.501		1.45	
SHIROTAE		1965	AUG.14	2.37	0.653	0.726	1.45	
FUKUSEN-NARI		1969	AUG.7	2.10	0.668	0.554	1.26	
TAMAHIKARI		1971	SEPT.1	2.14	0.479	0.576	1.36	
MIYAGIOJIRO		1978	AUG.15	2.80	0.389	0.376	1.50	
TAMAHOMARE		1980	AUG.19	2.80	0.623	0.481	1.51	
FUKUYUTAKA		1980	SEPT.1	2.92	0.466		1.50	
AKISHIROME		1980	AUG.20	2.71	0.552	0.591	1.63	
TACHINAGAHA		1986	AUG.5	3.20	0.537	0.520	1.57	
HOREI		1987	JUL.31	2.20	0.426	0.603	1.23	
TACHIYUTAKA		1987	AUG.5	2.38	0.565	0.622	1.48	
TŌSAN61		1962*	AUG.6	2.99	0.668	0.474	1.61	
TŌSAN69		1962*	AUG.7	2.65	0.439		1.32	
TŌSAN152		1974*	AUG.27	2.65	0.441		1.35	
TŌSAN155		1979*	AUG.5	2.27	0.537	0.595	1.29	
TŌSANQ310		1979*	AUG.11	1.70	0.605	0.753	1.36	
TŌSAN-VR159-5		1982*	AUG.19	3.22	0.622	0.525	1.53	
MEAN ± S.D.				2.48 ± 0.43	0.582 ± 0.130	0.592 ± 0.107	1.39 ± 0.16	

*:The year of crossing. **Beginning of grain filling²⁾. ***:the first measurement was conducted at early flowering (1989) or before R5(1990), and the second one was conducted at late flowering (1989) or after R5(1990). ****:Standard deviation.

通じて供試されたものが10品種含まれる。まず、それらの品種の測定値を年次間で比較したものが第1図である。品種によってはEPAR測定値に年次間差異が認められるものの、品種間差異の傾向は、一つ

の品種を除き1989年と1990年の間でよく一致していることがわかる。このことから、本実験の結果は補捉日射量当たりの乾物生産力の品種による違いをよく反映しているものと判断した。

第1表に示したように、EPAR測定値の供試品種平均値は両年とも 2.48 gMJ^{-1} であった。変動係数で表した品種間の変異は、1989年は約 $\pm 9\%$ 、1990年は約 $\pm 17\%$ であった。EPARが栽植様式によってはあまり変動しないことが指摘されている^{16),17)}のに比べて、品種間ではより明瞭な変異があるのがわかる。

第1表の供試品種の育成年次（一部交配年次）に着目すると、EPARの高い品種には比較的最近に育成もしくは交配された品種が、逆にEPARの低い品種には在来品種を含む古い品種が、それぞれ多いのが特徴的だった。そこで供試品種を、1969年に品種登録されたふくせんなりを境として、それより古い品種群（ふくせんなりと在来品種を含む）、およびそれよりも新しい品種群に二分し、それぞれの平均値を求めた（第2表）。品種登録されていないものについては、それらの交配年次が1962年以降であり、品種化されたとしても少なくとも10年近く経過するのが通常であることを考慮して新しい品種群に含めている。それぞれの品種群内においても、標準偏差

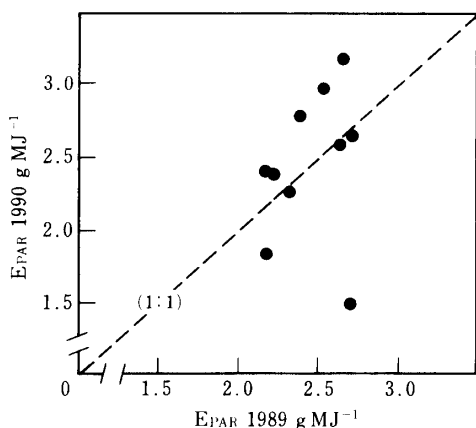


Fig. 1. Relationship between EPAR values measured in 1989 and 1990 of the 10 cultivars tested in both two years.

からみて品種によるかなりのばらつきがあるものの、平均的にみる限り新しい品種群（ $2.55, 2.62 \text{ gMJ}^{-1}$ ）は古い品種群（ $2.33, 2.39 \text{ gMJ}^{-1}$ ）よりもEPAR値において明らかに勝っていた。ダイズ品種は、その収量増大を目指した品種改良の過程で、EPARで表した場合の乾物生産力の面でも明らかに改良が加えられてきたものと考えられる。

一方、供試品種のうち Harosoy, Peking および東山 69 号の 3 品種は無限伸育性であるが、これらを他の有限伸育性品種と比較しても、それらのいずれか

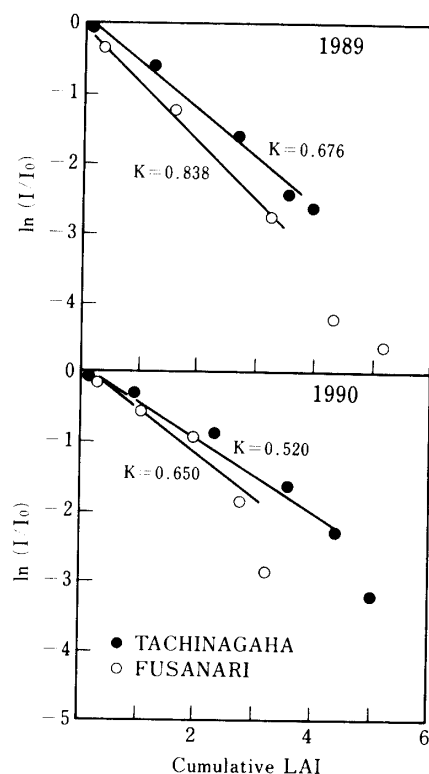


Fig. 2. Relative PAR intensity in the canopy (logarithms) plotted against cumulative LAI, of soybean cultivar Tachinagaha and Fusanari at late flowering in 1989 and after R5 in 1990.

Table 2 The average values and standard deviations of EPAR, KPAR and SLN calculated for old and new cultivar group.

Old cultivars are ones named or released prior to 1970. New cultivar group includes cultivars released after 1970 and unreleased lines.

Year	Number of cultivars	EPAE gMJ^{-1}	KPAR		SLN gm^{-2}
			1st.	2nd.	
1989	Old	2.39 ± 0.26	0.793 ± 0.107	0.783 ± 0.044	1.32 ± 0.11
	New	2.55 ± 0.17	0.690 ± 0.066	0.671 ± 0.053	1.44 ± 0.18
1990	Old	2.33 ± 0.38	0.643 ± 0.144	0.649 ± 0.100	1.33 ± 0.17
	New	2.62 ± 0.43	0.525 ± 0.086	0.556 ± 0.098	1.45 ± 0.13

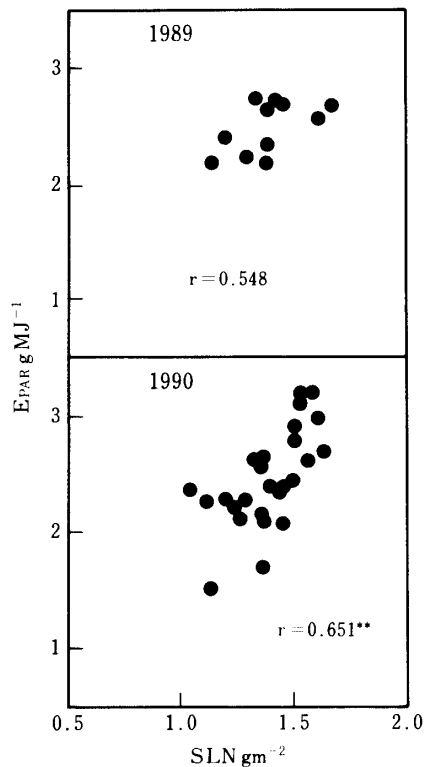


Fig. 3. Relationship between specific leaf nitrogen content (SLN) and radiation conversion efficiency (EPAR) in 1989 and 1990. SLN for 1989 is the value on Aug. 16 (late flowering stage) and SLN for 1990 is the averaged value for the period when EPAR of each cultivar was evaluated. **: Significant at 1% level of probability.

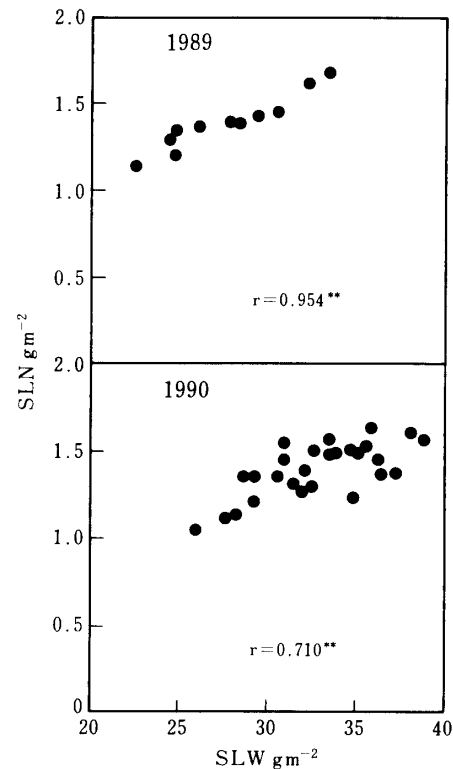


Fig. 4. Relationship between specific leaf weight (SLW) and specific leaf nitrogen content (SLN) in 1989 and 1990. SLW and SLN for 1989 are the values on Aug. 16 (late flowering stage) and those for 1990 are the averaged values for the period when EPAR of each cultivar was evaluated. **: Significant at 1% level of probability.

が高いといった傾向は認め難く、本実験の範囲では伸育性が EPAR に特に影響するとは言えなかった。

2. 群落吸光係数の品種間差異

第2図に群落頂部からの積算 LAI と層別相対 PAR 強度の対数(以下 $1n(I/I_0)$) との関係を、各年次2品種ずつ例示した。ダイズ葉群内への光の透入は、頂部からの積算 LAI に対して、全層にわたり一様であるとは言え難く、概して下層よりも上層で光の透過性の高いことが知られている^{7,12)}が、本実験でも同様のことがうかがわれた。そこで群落吸光係数の計算にあたっては、葉群が入射光のほぼ90%を補捉する範囲、すなわち葉群頂部から I/I_0 がおよそ0.1(図中縦軸の $1n(I/I_0)$ では-2.3)になる層まで対象を限定し、その範囲での積算 LAI と $1n(I/I_0)$ との直線回帰から群落吸光係数を求めた(第2図)。ただし、分級された葉層の数が少ない理由から $1n(I/I_0) = -2.3$ 付近の値が得られていない場合は、その前後の測定点のうち近い方を計算範囲の下限と

した。ダイズ葉群の光の透過性は下層で劣る傾向があるので、計算対象を上述のように限定すると、全葉層を対象としたよりも群落吸光係数が小さくなるが、それよりも下層の葉群によって補捉される日射エネルギーはおよそ10%と見積られるため、そこでの光り透過パターンが葉群全体の乾物産生に与える影響は小さいものと思われる。なお、光強度は PAR として測定されたので、本報では群落吸光係数を KPAR と表記している。

1989年の KPAR 測定値はほとんどの品種で0.6から0.8の範囲にあり、開花前期頃(第1回測定)と開花後期頃(第2回測定)における全品種平均値はそれぞれ0.74と0.72であった。1990年の全品種平均値は0.58(子実肥大始前, 第1回)と0.59(子実肥大期間, 第2回)と前年に比べて低かった。そして0.5から0.75の間にほとんどの KPAR 測定値が含まれている。

ただし、ダイズ葉身の傾斜角は、特に晴天日にお

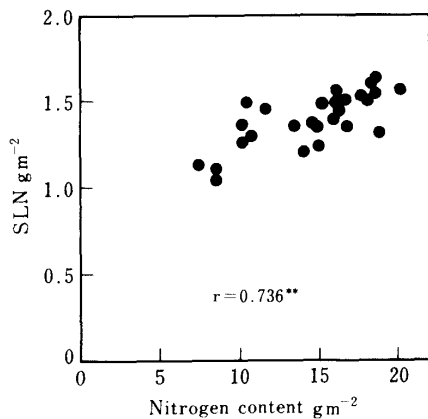


Fig. 5. Relationship between total top nitrogen content and specific leaf nitrogen content (SLN). Total top nitrogen content and SLN are the averaged values for the period when EPAR of each cultivar was evaluated. **: Significant at 1% level of probability.

いては活発な調位運動のために著しい日変化を示す¹⁰⁾。よってダイズ個体群内の光分配の様相を評価するには、一時の層別光測定のみでは限界がある。全品種平均 KPAR に 1989 年と 1990 年で違いが生じた原因は特定できないが、測定条件の影響が含まれている可能性が強い。しかし、両年においてそれぞれ 2 回行った群落吸光係数の測定値を比較すると、品種ごとによく似た値が得られることが多く (第 1 表)、また第 1 回目と第 2 回目の測定値の間の相関係数を求めると、1989 年が $r=0.65$ ($n=11$, 5%水準で有意)、1990 年が $r=0.34$ ($n=18$) と、両者の間には関連性が認められた。これらのことから、ここで示した KPAR は品種の受光態勢の相対的な良否をある程度反映しているものと判断した。

品種による違いをみると、タチナガハとタマホマレが両年を通じて相対的に低い KPAR を示した。これに対して、KPAR の高い品種すなわち葉群内への光の透過の悪い品種としては、みずくぐり、房成およびフクセンナリ (1989 年)、白花埼 1 号、Harosoy、シロタエおよび東山 Q 310 (1990 年) といった品種が挙げられ比較的旧い品種が多かった。第 2 表の新旧品種別平均値からも言えるように、受光態勢の面でも新しい品種が相対的に改善されていることがわかれる。

3. SLN の品種間差異

第 1 表の SLN は、1989 年は子実肥大始頃に当たる 8 月 16 日時点の値、1990 年はそれぞれの品種の EPAR を求めた期間の平均値である。

SLN は両年ともおよそ 1.1 から 1.7 gm^{-2} の範囲で変異した。両年を通じて SLN の高かったのはタチナガハと東山 61 号であり、それらはおよそ 1.6 gm^{-2} という値を示した。SLN の低かったのは、1989 年がみずくぐり、タマホマレおよび赤莢、1990 年は Peking、房成および白花埼 1 号であった。新旧品種間差異を平均的に比較すると SLN の面でも新しい品種が優れる傾向があった (第 2 表)。

4. EPAR を左右する要因

EPAR に影響を及ぼす要因を検討するために以下のような相関分析を行った。

まず、KPAR と EPAR との関係それぞれの年次で検討したが、第 1 回と第 2 回のいずれの時期の KPAR 測定値も EPAR とは有意な相関を示さなかった。一方、SLN と EPAR との関係を見ると (第 3 図)、1989 年が $r=0.548$ 、1990 年は $r=0.651$ (1%水準で有意) と、両者は正の相関を示す傾向にあった。

このようにダイズ品種の乾物生産力は、SLN が高まること、ひいては個葉光合成能力の向上^{6,13)}に強く依存しながら改善されてきたものと推察される。そこでさらに、SLN の品種間差異がどのような要因からもたらされるのかを以下に検討した。

第 4 図に示されるように、両年とも SLN は葉身の面積当たり乾物重である SLW と極めて密接な正の相関を示した (1989 年 $r=0.954$ 、1990 年 $r=0.710$ 、両年とも 1%水準で有意)。一方、SLW とともに SLN を構成する乾物当たり葉身窒素含有率は、1989 年は無相関、1990 年は $r=0.523$ (1%水準で有意) と、SLW に比べて SLN との相関が低かった。このことから、SLN の品種間差異は植物体の栄養特性よりも、品種の形態特性に強く起因していることが推察される。小島¹³⁾によると、SLW のような形態特性は遺伝的に改良し得ると思われるが、品種改良を通じてそういった方向の改良が進んできたことは容易に理解される。

ただし、日射を遮蔽するのに充分なだけの葉面積を確保した上で、上述のような厚い葉に窒素を蓄えるためには、それに見合う窒素供給が前提として必要になる。そこで、SLN を算出した期間の平均地上部全窒素含量を求め、これと SLN との関係を表したものが第 5 図である。

個体全体の窒素含量を測定したのは 1990 年だけであるが、図から明らかなように密接な正の相関 ($r=0.736$, 1%水準で有意) がみとめられた。よって、高い乾物生産力を可能にする SLN は、より豊富な

窒素の供給を伴うことによって可能になったことがうかがえる。第1表および第3図のうち、特に1990年の結果には、早熟品種のSLNとEPARの両方が低いという傾向が含まれているが、それは、これらの品種の生育期間が限られるために窒素蓄積も制限を受けること¹⁸⁾が一因であると推察される。ダイズの生産力に関しては、乾物生産力とともに、このような窒素蓄積面からの検討も重要であろう。

考 察

第1図から明らかなように、両年を通じて供試した10品種のEPARは、全体に1990年が1989年よりも高い値を示すことが多く、また15%以上の年次間差異を示した品種が4品種あった。こういった差異が生じた原因は本実験の範囲では明らかではないが、年次によるSLNの違いがEPARの違いと対応している例が房成をはじめとして10品種中の半数を占めることから、葉身窒素レベルの変化が関与している可能性がある。結果で述べたように、本実験でのEPAR測定値は少なくとも乾物生産力の相対的な品種間差異を反映しているものと考えられる。

変動係数でみると、供試品種のEPAR測定値には±9% (1989年) または±17% (1990年) といった変異が観察され、また、平均値として7% (1989年) あるいは12% (1990年) の新旧品種間差が認められた (第2表)。およそ50年におよぶ範囲でダイズ品種の変遷を扱ったいくつかの報告によると、ダイズの子実収量性が25%^{9,21)} あるいは46%⁵⁾ も遺伝的に改良されてきたと見積られている。本実験でのEPARの変異は、上述の収量性の変異に必ずしも匹敵するとは言えないが、それが、ダイズ品種の子実生産力を高めることに実質的に寄与してきたことは疑いないものと思われる。

既に述べたように作物個体群の乾物生長 (CGR) は栽培および気象要因に強く支配されるが、それは主として葉面積展開と日射条件、すなわち日射補捉量による制限を受けるからである。これに対してEPARは、入射光の強度と組成の影響を受けるものの²⁰⁾、基本的には日射補捉量の影響を除去した特性と考えてよい。このことを考慮すると、EPARの品種間差異の存在は、ダイズ作物個体群の生産力を遺伝的にさらに改良する可能性を探る上で重要である。

ところでEPARの品種間異は、本実験の結果から、受光態勢よりも葉身窒素濃度と、実態として強く関連していることが示唆された。ところが白岩・橋川¹⁷⁾

は、栽植様式の異なるダイズを対象として検討した結果、EPARがSLNよりもKPARと明瞭に関連することを見だしており、本実験の結果はこれと矛盾している。それについては以下のように考えられる。

白岩・橋川¹⁷⁾が報告した栽植様式の違いによるSLNの範囲は、およそ1.1~1.4 gm⁻²であったのに比べて、本実験で観察されたSLNの範囲は1.1~1.7 gm⁻²と大きかった。さらにSLNはSLWという品種の形態特性と相関関係が強いことが認められた。よって、形態特性に著しい変化が生じない単一品種の中では、栽植様式による受光態勢の若干の変化の影響が比較的明瞭に観察されたものと推察される。逆に本実験では、品種間におけるSLNの変異幅が相対的に大きかったために、受光態勢による乾物生産力の変異が見かけ上認め難かったものと思われる。よって、EPARの品種間差異にも、部分的ではあるが受光態勢の違いによる影響が含まれていると考えるのが妥当であろう。

いずれにしても、以上のような相関分析の結果のみでは、2要因がそれぞれ量的にどの程度の影響をEPARの大小に及ぼしているか、また今後どの程度の改良の可能性が残されているかまでは明らかになっていない。これらの点については、個体群乾物生産モデルを用いた検討がさらに必要と思われる。

謝辞: 本研究を実施するに当たり、京都大学農学部 堀江武教授には御助言を頂いた。また本実験に用いた種子の一部は長野県中信農業試験場より割譲を受けたものであり、品種選定には同試験場の重盛勲研究員 (当時) に御助言を頂いた。これらの方々に深く感謝いたします。

引用文献

1. Blad, B.L. and D.G. Baker 1972. Orientation and distribution of leaves within soybean canopies. *Agron. J.* 64: 26-29.
2. Fehr, W.R. and C.E. Caviness 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State Univ., Ames, IA, 11PP.
3. 堀江 武・桜谷哲夫 1985. イネの生産の気象的評価・予測法に関する研究. (1) 個体群の吸収日射量と乾物生産の関係. *農業気象* 40: 331-342.
4. 国分牧衛 1988. 大豆のIdeotypeの設計と検証. *東北農試研報* 77: 77-142.
5. Luedders, V.D. 1977. Genetic improvement in yield of soybeans. *Crop Sci.* 17: 971-972.
6. Lugg, D.G. and T.R. Sinclair 1981. Seasonal changes in photosynthesis of field-grown soybean leaflets 2. Relation to nitrogen content.

- Photosynthetica 15: 138-144.
7. Luxmoore, R.J., R.J. Millington and H. Marcellos 1971. Soybean canopy structure and some radiant energy relations. *Agron. J.* 63: 111-114.
 8. Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 281: 277-294.
 9. 中村茂樹・松本重男・渡辺 巖 1979. 東北地域のダイズ新旧奨励品種の特性比較. *東北農試研報* 60: 151-160.
 10. 中世古公男 1984. 豆類における葉の調位運動と光エネルギー利用率との関係. *文部省科研費一般研究B成果報告*.
 11. ———・後藤寛治 1981. 大豆, 小豆, 菜豆の生産生態に関する比較作物学的研究. 第7報 エネルギー吸収量ならびにその乾物変換効率からみた生産力の作物間差異. *日作紀* 52: 49-58.
 12. ———・野村文雄・後藤寛治・大沼 彪・阿部吉克・今野 周 1984. 水田転換畑多収ダイズの乾物生産特性. *日作紀* 53: 510-518.
 13. 小島睦男 1972. ダイズ品種における光合成能力の向上に関する研究. *農技研報* D23: 97-154.
 14. Sakamoto, C.M. and R.H. Show 1967. Light distribution in field soybean canopies. *Agron. J.* 59: 7-9.
 15. Shibles, R.M. and C.R. Weber 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci.* 5: 575-577.
 16. ———・——— 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. *Crop Sci.* 6: 55-59.
 17. 白岩立彦・橋川 潮 1993. ダイズ個体群の光エネルギー変換効率の変動要因の解析. *日作紀* 62: 1-8.
 18. Shiraiwa, T., T.R. Sinclair and U. Hashikawa. 1994. Variability in daily nitrogen fixation among soybean cultivars grown under field conditions. *Jpn. J. Crop Sci.* 63: 111-117.
 19. Sinclair, T.R. and T.Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency. *Crop Sci.* 29: 90-98.
 20. ———, T. Shiraiwa and G. L. Hammer. 1992. Variation in crop radiation-use efficiency with increased diffuse radiation. *Crop Sci.* 32: 1281-1284.
 21. Wilcox, J.R., W.T. Schapaugh, J. R.L. Bernard, R. L. Cooper, W.R. Fehr and M.H. Niehaus. 1979. Genetic improvement of soybeans in the Midwest. *Crop Sci.* 19: 803-805.
 22. Williams, W.A., R.S. Loomis, W.G. Duncan, A. Dovrat and F. Nunez A. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *Crop Sci.* 8: 303-308.