

ダイズ個体群の純生産に関わる要因

池田武*

(新潟大学)

要旨: ダイズ個体群の純生産に関わる要因のうち、栽植密度、栽植様式、草型、葉の調位運動と光合成の要因についてまとめた。栽植密度の試験より、収量は主に m^2 当り莢数と粒数に強く支配されていることが、また栽植様式の試験より、収量は畦間を広くして株間を狭めると減少することがわかった。草型については、ラケット型を示すミヤギシロメの特徴を収量を高めることに利用した。光合成要因については、光合成有効放射と光合成速度との関係は、シンクとソースの能力に影響されることを示唆した。

キーワード: 草型、栽植密度、栽植様式、ダイズ、葉の角度、みかけの光合成。

乾物生産は、作物群落が光をどれだけ吸収するかによって左右される。その光の吸収に影響する諸要因として、葉面積指数、分枝または葉の角度（上下の角度、畦間への発達角度）、葉の分布などがあげられ、これらの要因に直接影響する栽培方法として、栽植密度、栽植様式、使用する作物の草型などが考えられる。

1. 栽植密度

ダイズの栽植密度については、Lueschen and Hicks (1977), 国分 (1988), 松本・朝日 (1970), Miura ら (1987), 中世古・後藤 (1975), 大庭ら (1961), Parks ら (1983), Wright ら (1984), 池田・佐藤 (1990) などが報告している。

中世古・後藤 (1975) は、2 品種を正方形植にして m^2 当り 16 株で、Wright ら (1984) は、畦間を 76 cm と一定にして株間を変えた時に 26 株で、また大庭ら (1961) は、27 株でそれぞれ最高の収量を得ている。また、Miura ら (1987) は、正方形・長方形・正三角形植について、株の占有面積という立場にたって収量解析を行った。国分 (1988) は、一般に密植によって増収すること、この際主茎型の品種が特に有効で、個体群全体のソース能の向上と、耐倒伏性の向上に適するとしている。

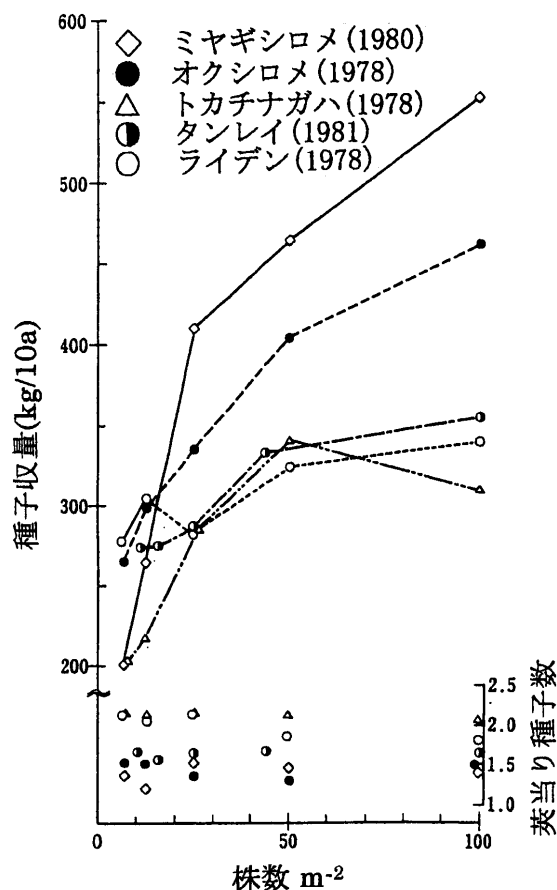
池田・佐藤 (1990) は、栽植密度の増減による収量構成要素の変動を調べ、密植による収量増に貢献することの大きい要因が何であるかを 3 年間のデータから検討した。

3 年間の 10 a 当たりの収量は (第 1 図), '80 年の 100 株区のミヤギシロメが最高 555 kg を、同年の 6 株区が最低の 200 kg を示した。各品種とも、収量は栽植密度を高めていくと高まる傾向にあったが、約 300 kg 以上を安定して収穫するためには、少なくとも 25 株以上の栽植株数が必要のように思われた。品種別に収量をみると、十勝長葉は m^2 当り 50 株で頭打ちになるのに対して、タンレイ、ライデンでは 100 株まで僅かながら増加し、オクシロメ、ミヤギシロメは 100 株以上でもかなり増加した。

次に、 m^2 当りの収量構成要素とその関連要因の栽植密度増に伴う相対値をみた (第 1 表)。 m^2 当り 6 株時の m^2

当りの各要素の相対値をそれぞれ 100 とした時、主茎分枝数、節数を除いて、 m^2 当り 100 株の値は 6 株の値の約 2.1~3.4 倍の範囲内にあった。しかし、 m^2 当り分枝数および全節数はそれぞれ約 5.5, 6.1 倍と高く、これが収量増に大きく寄与した可能性がある。

収量は主に m^2 当り莢数と粒数に強く支配されていることが示唆された。また、開花期、登熟期の LAI は、 m^2 当り 25 株の場合、5 品種の平均で 6.0 以上を示しており、これ以下では著しい増収は望めない。



第 1 図 異なる栽植密度下における 10 a 当りのダイズ収量 (上図) と英当り種子数 (下図)。

第1表 各年次の生長要因の平均値をもとに算出した栽植密度によって影響される
m² 当りの生長要因と植物体当りの生長要因のそれぞれの相対値。

株数 m ⁻²		6	12	25	50	100
数 m ⁻²	種子	100 (100)	103 (52)	110 (28)	146 (18)	212 (13)
	莢	100 (100)	107 (54)	110 (28)	157 (20)	223 (14)
	花	100 (100)	108 (54)	177 (43)	197 (24)	280 (17)
	分枝	100 (100)	167 (84)	236 (60)	339 (43)	548 (35)
	節	100 (100)	141 (71)	205 (52)	326 (41)	607 (38)
乾物重 m ⁻²	開花期	100 (100)	132 (66)	210 (30)	272 (34)	304 (19)
	登熟期	100 (100)	130 (65)	171 (43)	221 (28)	322 (20)
	成熟期	100 (100)	110 (56)	120 (30)	166 (21)	238 (15)
葉面積指数(LAI) 開花期		100	141	214	266	338
登熟期		100	139	181	222	317
植物体当りの占有面積		(100)	(50)	(24)	(12)	(6)
100 粒重		(100)	(101)	(100)	(100)	(96)
莢当り種子数		(100)	(96)	(103)	(94)	(96)

m²当り 6 株の各値を 100 として算出した。

() 内の数字は、植物体当りの生長要因の相対値を示す。

2. 栽植様式

ダイズへの栽植様式の影響については、Wiggans (1939), Wilcox (1974), Egli (1976), Nishiiri (1976), Cooper (1977), Parks and Manning (1980), Duncan (1986), Miura ら (1987), Ikeda (1992) などの報告がある。しかしながら、結論はまちまちである。

Wiggans (1939) は、高収量は正方形植で得られる傾向のあることを示したが Wilcox (1974) や Nishiiri (1976) らは、栽植様式を違えてもはっきりした収量の違いが見いだせなかった。Duncan (1986) は、高収量はしばしば狭い畦幅でえられ、栽植様式による収量の違いは、良好な環境の時に得られることを示唆した。

Ikeda (1992) は、どんな栽植様式が収量に影響し、高収量が得られるかを検討した。m² 当りの栽植密度を 25 株と一定にして、畦間と株間を変えたとき (第2表)、収量は、畦間を広くして、株間を狭めると減少した (第3表)。これらの結果は、Egli (1976), Cooper (1977) および Duncan (1986) の結果とほとんど同じであった。株当りの莢数や分枝数は、収量と同様に畦間の増加につれて減少する傾向があったが、これらの傾向は莢当りの種子数や種子重には見出せなかった。

2 畦でジグザグの栽植様式 (第2図) の収量は、1 畦の

第2表 畦間の長さとは株間の長さの割合を異にする4つの栽植様式 (1985 年)。

株間と畦間の比	植物空間	
	株間	畦間
	cm	
1:1	20	20
1:2	14	28
1:4	10	40
1:8	7	57

2 粒植や 2 畦で長方形植の収量より高かった (第4, 5表)。

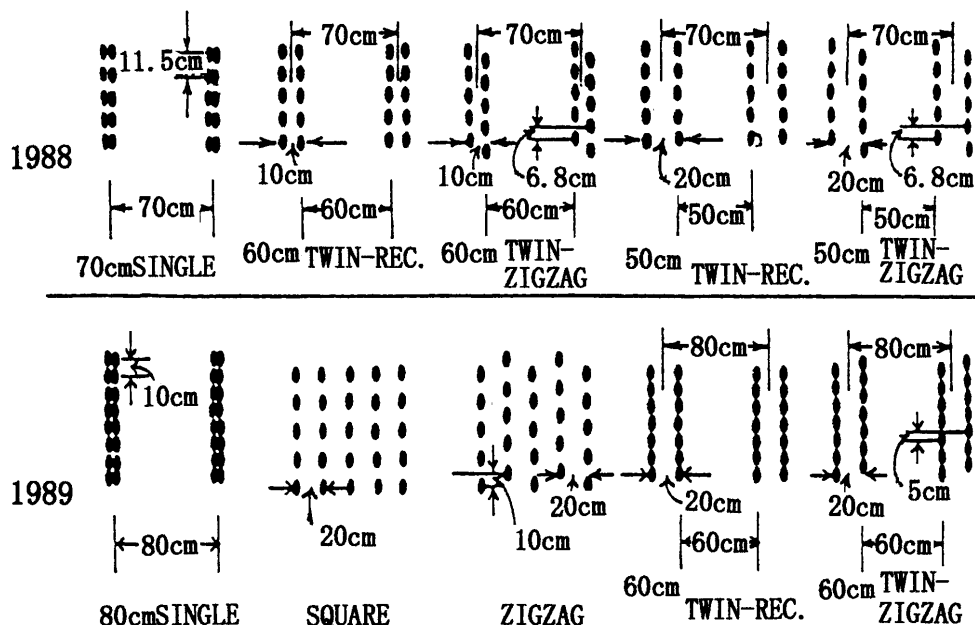
1989 年の収量は、次のような順序であった。60 cm の畦間で 2 畦のジグザグ植 > 80 cm の畦間で 2 粒植 > 正方形植 > 60 cm の畦間で 2 畦の長方形植 > 正方形植をずらしたジグザグ植、である。60 cm の畦間で、2 畦のジグザグ植の収量は、2 畦の長方形植の収量より高かった。この傾向は、1988 年の結果と同じであった。1989 年、正方形植は、最高収量を示さなかったが、ジグザグ植よりは収量が高かった。この場合の収量増は、植物当りの種子数により、100 粒重には影響されなかった。

収量構成要素については、Egli (1988), Parves ら (1989), 池田・佐藤 (1990), Board ら (1990), Beatty ら

第3表 4つの栽植様式に対する収量構成要素 (1985)。

株間と畦間の比	最大茎長	分枝	莢	種子	莢当り種子数	1 粒重	収量
	cm	株当り				g	kg/ha
1:1	77.0 ^{ab}	5.0	63.9 ^a	94.4 ^a	1.5	0.29	4440 ^a
1:2	82.4 ^a	4.6	52.7 ^{ab}	75.0 ^{ab}	1.4	0.28	3714 ^a
1:4	75.4 ^{ab}	3.5	51.3 ^{ab}	80.9 ^a	1.6	0.29	3389 ^{ab}
1:8	72.4 ^b	3.2	38.0 ^b	57.7 ^b	1.5	0.27	2293 ^b

項目内の同一記号間は 5% レベルの有意差がないことを示す (以下、同じ)。



第2図 栽植様式 (1988と1989)。

Single 単畦, Square 正方形植, Zigzag ジグザグ植, Twin 2列, Rec. 長方形。

第4表 5つの栽植様式下におけるダイズ収量と収量構成要素 (1988)。

栽植様式	主茎 cm	主茎節数	分枝	莢 株当たり	全節数	種子数	莢当り種子数	1粒重 g	収量 kg/ha
70 single	50.7 ^b	14.3	2.6	47.5 ^a	18.8	50.0 ^b	1.1	0.26	3300 ^b
60 rec.	75.8 ^a	15.8	1.8	31.2 ^b	21.0	54.7 ^{ab}	1.8	0.29	4007 ^b
60 zigzag	72.9 ^a	14.8	3.2	42.5 ^a	21.7	57.3 ^{ab}	1.4	0.28	4024 ^{ab}
50 rec.	70.2 ^a	16.0	3.0	40.0 ^{ab}	20.5	54.7 ^{ab}	1.4	0.28	3843 ^b
50 zigzag	67.3 ^{ab}	16.2	3.0	41.8 ^{ab}	22.5	67.1 ^a	1.6	0.29	4834 ^a

栽植様式は第2図を参照。

第5表 5つの栽植様式下におけるダイズ収量と収量構成要素 (1989)。

栽植様式	茎長 cm	分枝	節	莢 株当たり	種子数	種子割合 %	完全粒数	1莢種子数	1粒重 g	収量 kg/ha
80 single	77.9	3.2	26.2	50.2 ^{ab}	113 ^{ab}	44.0 ^a	53.3 ^{ab}	2.1	0.34	4533 ^{ab}
Square	71.9	3.1	24.1	46.8 ^{ab}	91 ^{ab}	41.4 ^a	52.6 ^{ab}	2.0	0.33	4379 ^{ab}
Zigzag	81.1	3.3	31.7	60.4 ^a	114 ^a	43.0 ^a	44.9 ^b	1.9	0.32	3634 ^b
60 rec.	79.9	1.7	20.4	41.6 ^b	79 ^b	22.6 ^b	45.9 ^b	2.0	0.34	3849 ^b
60 zigzag	74.5	2.7	30.4	60.0 ^a	119 ^a	43.2 ^a	60.7 ^a	2.1	0.33	5024 ^a

栽植様式は第2図を参照。

(1982) の報告がある。

Egli (1988) は、栽植密度が m^2 当り 0.6 から 25 株までは、収量増は m^2 当り種子数の増加によることを報告した。Parves ら (1989) は、単位面積当りの節数や莢数が栽植密度が高まるにつれて、ある栽植密度までは増加することを述べた。池田・佐藤 (1990) は、高い栽植密度による高収は、主に m^2 当りの分枝と節数によるとした。Board ら (1990) は、播種適期ないし遅い時、分枝の乾物重は、狭畦で大きくなることを報告した。また、分枝乾物重の増加は、分枝の収量構成要素すなわち分枝数、分枝

節数、分枝の莢生産等と、深く関係しているとした。

一方、Beatty ら (1982) は、株当りの分枝数は、畦幅を 18 cm から 96 cm へと大きくするにつれて増加すること、しかし有意でないことを示した。

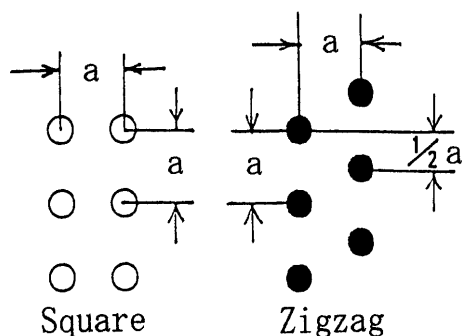
Ikeda ら (1994) は、収量と収量の構成要素の違いを、栽植密度 m^2 当り 16 株から 25 株までで、正方形植とジグザグ植 (第3図) で比較した。栽植密度を3段階 (m^2 当り 16, 20, 25 株) にし、正方形植とジグザグ植について収量の比較を行った (第6表)。収量は栽植密度の増加につれて増加した。また、20 株を除いて、ジグザグ植が正方

第6表 3栽植密度と2栽植様式下における収量と収量構成要素 (1991, 1992, 1993)。

年	処理 m ⁻²	収量 g m ⁻²	種子	莢	分枝 m ⁻² 当り	全節	主茎節	100粒重 g	茎長 cm
1991	25 Squ. †	284 ^c	829 ^b	933 ^b	134 ^{ab}	572 ^d	338 ^b (59%) §	34.2	75 ^a
	25 Zig.	371 ^b	1223 ^a	1175 ^a	146 ^a	799 ^a	377 ^a (47%)	30.4	74 ^a
	20 Squ.	398 ^{ab}	1273 ^a	1136 ^a	122 ^b	699 ^{bc}	307 ^c (44%)	31.3	71 ^{ab}
	20 Zig.	383 ^b	1378 ^a	1089 ^{ab}	141 ^a	727 ^{ab}	288 ^d (40%)	27.8	71 ^{ab}
	16 Squ.	416 ^{ab}	1293 ^a	1051 ^{ab}	131 ^{ab}	640 ^c	220 ^c (34%)	32.2	59 ^b
	16 Zig.	444 ^a	1313 ^a	1082 ^{ab}	136 ^{ab}	670 ^{bc}	216 ^c (32%)	33.9	57 ^b
1992	25 Squ.	369 ^{ab}	1219 ^{ab}	885 ^{ab}	37 ^c	628 ^a	323 ^b (51%)	32.5	72 ^{ab}
	25 Zig.	418 ^a	1274 ^a	980 ^a	56 ^b	648 ^a	398 ^a (61%)	32.8	75 ^a
	20 Squ.	335 ^{bc}	1070 ^b	807 ^{ab}	67 ^{ab}	597 ^{ab}	313 ^b (52%)	31.3	68 ^{ab}
	20 Zig.	350 ^{bc}	1182 ^{ab}	905 ^{ab}	75 ^a	654 ^a	309 ^b (47%)	29.6	67 ^{ab}
	16 Squ.	312 ^c	977 ^b	763 ^b	66 ^{ab}	525 ^b	236 ^c (45%)	31.9	61 ^b
	16 Zig.	362 ^b	1134 ^{ab}	778 ^b	77 ^a	611 ^{ab}	242 ^c (40%)	31.9	55 ^b
1993	25 Squ.	296 ^{ab}	950 ^{ab}	558	13 ^b	403 ^b	375 ^a (93%)	32.0	83 ^a
	25 Zig.	317 ^a	1036 ^a	580	38 ^{ab}	483 ^a	385 ^a (80%)	30.6	83 ^a
	16 Squ.	298 ^{ab}	872 ^{ab}	601	43 ^a	438 ^{ab}	240 ^b (55%)	31.9	70 ^b
	16 Zig.	262 ^b	824 ^b	520	45 ^a	483 ^a	238 ^b (49%)	32.0	72 ^b

† 栽植密度と栽植様式 (正方形植とジグザグ植)。

§ 全節数に対する主茎節数の割合。



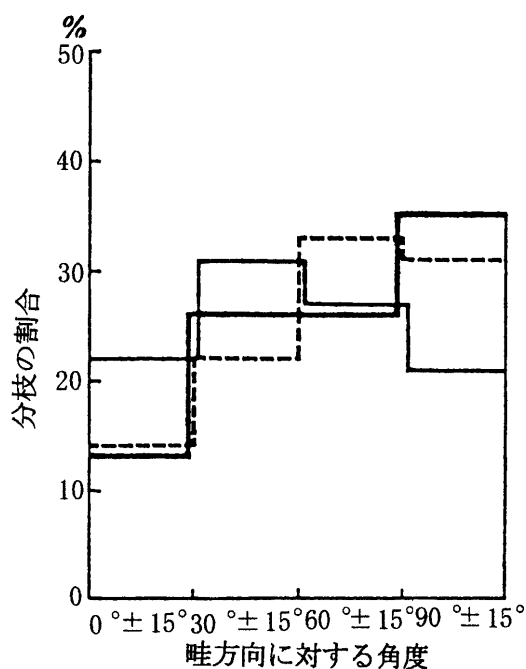
第3図 正方形植とジグザグ植 (正方形植の一行おきの畦の株を株間半分ずらす) の2栽植様式。

株間 20 cm (25 株 m⁻²), 22.4 cm (20 株 m⁻²), 25 cm (16 株 m⁻²)。

形植よりも高い収量を示す傾向にあった。この収量増にもとづく m² 当り種子数は、分枝の節数と高い相関があった。収量増は、m² 当り全節数の増加に基づき、特に分枝節数の増加によった。16 株では、分枝節数の寄与割合は約 60% に達し、25 株では約 40% であった。

3. 草型

野崎 (1967) によると、ミヤギシロメは、10 a 当り 786 kg の多収実績を示したことのある品種である。有賀 (1943) による草型の分類では、ラケット型に属し、分枝の出方は比較的平面的である。池田・佐藤 (1978) は、広畦として株間を狭めて密植栽培すると、分枝が畦と直角方向に伸びやすく、速やかに畦間を覆うようになり、高収を得たことから、次の試験を行った。



第4図 3栽植密度が畦方向に対して 30° 毎の側枝の方向に及ぼす影響。

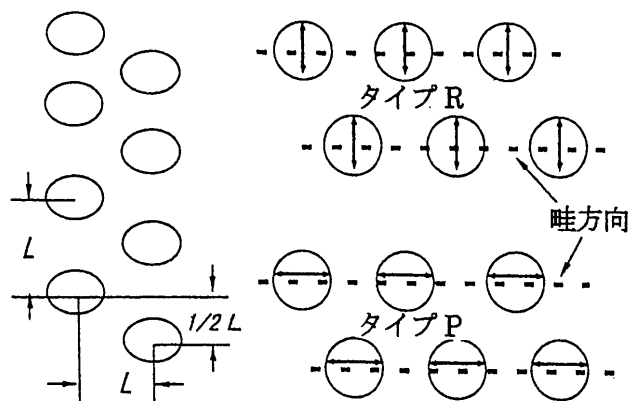
— 密植, -- 標準, ... 疎植。

第4図は分枝の方向を畦方向に対して 30° 間隔で示したものである。密植区に分枝は 90° ± 15°, すなわち畦に直角の方向のものが 35% と高い割合を占め、標準・疎植区の順にその割合は低下し、疎植区では 21% 程度であった。これを 45° を境にしてみると、密植・標準両区に分枝は 45° 以上のものは 60% 以上を占めるのに対し、疎植区は 48% であった。疎植区においては、直角方向の 90° から平行方

第7表 畦上の種子方向が、分枝の方向に及ぼす影響。

畦方向に対する角度	E—W	N—S
$90^\circ \pm 15^\circ$	68.8%	20.0%
$60^\circ \pm 15^\circ$	18.8	20.0
$30^\circ \pm 15^\circ$	0.0	30.0
$0^\circ \pm 15^\circ$	12.4	30.0

注 E—W：種子の臍を畦方向と平行に播種。
N—S：種子の臍を畦方向と直角に播種。



第5図 ジグザグ植(左)と一定の分枝方向(右)。

Lを20, 25, 33.3 cm (それぞれ25株, 16株, 9株 m^{-2}) と変えた。円はダイズ個体を示し、矢印は分枝方向を示す。

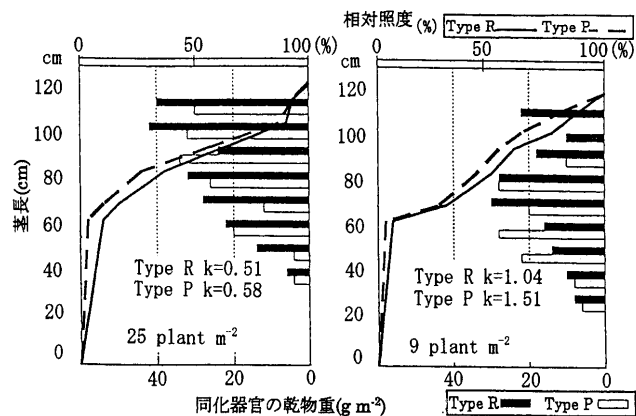
向に近い 30° になるほど順次にその割合を増し、畦方向の分枝の割合が残り2区に比べて高く、 45° 以内の分枝の割合は50%強であった。なお、密植区のみについて翌年も調べた結果、両年で同様の傾向を得た。

第7表には、種子の置床方向を一定にした場合の分枝の方向を示した。分枝の方向は、種子の縦方向を東西(畦方向と平行)にして置床した場合には、分枝の約90%が畦方向から 45° 以上の角度で南北方向に展開した。一方、種子の縦方向を南北にして置床した場合には、畦方向に対して 45° 以上の南北に展開する割合が減少した(約40%)。

以上の結果から、ミヤギシロメのように草型がラケット型で分枝の出方が比較的平面的な品種では、一つには種子の置床方向によって、二つには密植によって分枝をある程度望む方向、すなわち畦と直角の方向に速やかに展開させ、比較的速やかに、受光態勢を良好にすることができるであろう。

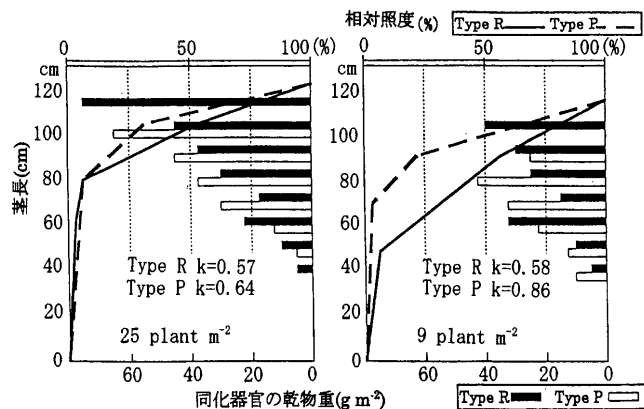
そこで、Asanome and Ikeda (1998) は畦に対する分枝方向を揃えた場合(第5図)のダイズの収量と収量構成要素に及ぼす試験を行った。

全乾物重は、分枝が畦に対して直角(タイプR)の植物が分枝が畦に対して平行(タイプP)の植物より大きかった。葉面積指数も乾物重と同じ傾向を示した。群落内の透過光は、タイプRがタイプPよりも大きかった(第6, 7図)。透過光についての大きな違いは、高い栽植密度の80-120 cmに観察された。この違いは、低い葉群落では、観



第6図 R5 ステージでの2栽植密度間での群落構造の比較(1995)。

Kは吸光係数を示す。



第7図 R5 ステージでの2栽植密度間での群落構造の比較(1996)。

Kは吸光係数を示す。

察されなかった。高い栽植密度では、大きな光合成器官が高い葉群に分布しているにもかかわらず、中間の葉群への透過光は、3年間ともタイプPよりもタイプRでより大きかった。それゆえに、この全乾物重と葉面積指数の増加は、タイプRの有効な光透過によってもたらされたものと推察された。

収量と収量構成要素は(第8表)、高い栽植密度で大きく、タイプRがタイプPよりも大きい傾向にあった。収量増は、 m^2 当たりの種子数、莢数と節数によった。タイプRの収量構成要素の増加は、タイプPに比較して群落内の光環境が好ましいことにもとづくことが示唆された。

すなわち、主茎葉と分枝葉がいかに群落内の受光に対して好ましい配置をするかの結果で、増収がもたらされるものと思われた。

4. 葉の調位運動と光合成要因

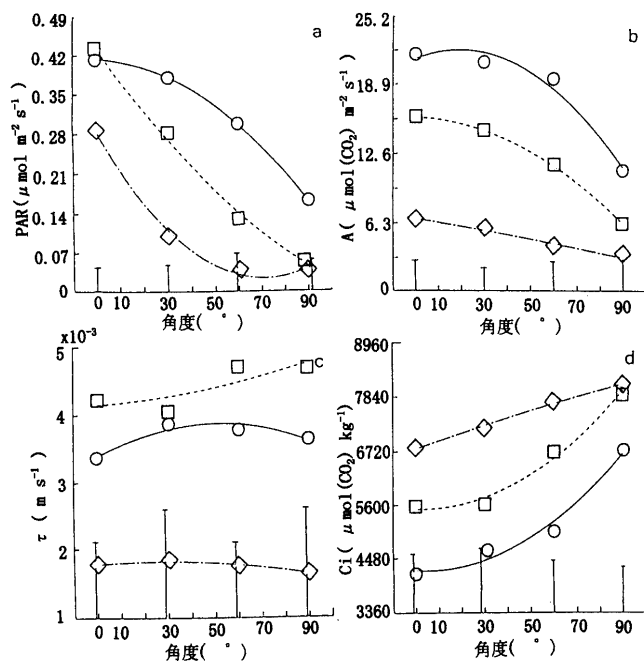
ダイズ葉の角度は、太陽の位置に反応して、調位運動をする。この動き方には、2通りあり、平行向日性(Paraheliotropic)と直角向日性(Diaheliotropic)とである。

第8表 3栽植密度と2分枝方向を違えた場合の収量と収量構成要素 (1994, 1995, 1996)。

年	処理	種子収量 (g m ⁻²)	全種子	主茎種子	分枝種子	全莢 数 m ⁻²	主莢	分枝莢	全節	主莢節	分枝節	分枝	100粒重 (g)
1994	25-R*	515a	1338a	859a	479a	942a	605a	337a	698a	422a	277a	55a	38.5
	25-P	467b	1185b	806b	379b	840b	571a	269b	588b	412a	176c	33c	39.4
	16-R	366c	998c	637c	361c	649c	414b	235b	489c	269b	220b	43b	36.7
	16-P	362c	967c	609c	358c	607c	382b	225b	490c	274b	216b	41b	37.4
1995	25-R	254a	750a	415a	293ab	415a	291a	124bc	560a	390a	170b	46ab	35.8
	25-P	222ab	614b	310b	304ab	391ab	291a	100bc	558a	391a	167b	43ab	36.1
	16-R	218ab	609bc	407bc	202b	308c	164bc	144b	461b	257b	204ab	46ab	35.9
	16-P	205b	556bc	396bc	160b	435a	194b	241a	497ab	249b	248a	57a	36.8
	9-R	214ab	590bc	226c	364a	438a	182bc	256a	338c	141c	197ab	38b	36.3
	9-P	195b	540c	220c	320a	360b	145bc	215ab	310c	126c	184ab	39c	36.1
1996	25-R	511a	1393a	931a	463b	887a	603a	300b	662a	425a	237b	62a	36.7
	25-P	394b	1070b	762b	309d	602c	430b	172d	573b	397b	177cd	40bc	36.8
	16-R	456c	1295a	591c	704a	819ab	390b	461a	582b	285c	298a	48b	35.2
	16-P	336d	909c	489d	420bc	586c	314c	272b	467c	269d	192bc	35c	37
	9-R	320de	884c	393e	491b	472d	211d	261bc	350d	148e	203bc	35c	36.2
	9-P	276e	749d	397e	352cd	423d	220d	202cd	281e	146e	136d	24d	36.8

分枝方向が, R は畦方向に直角, P は平行を示す。

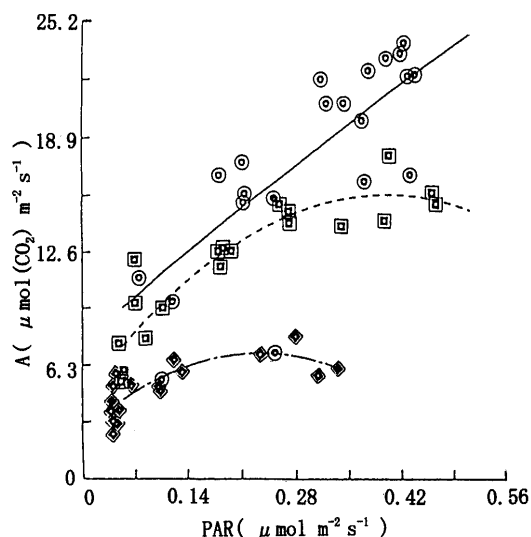
25, 16 と 9 は, 25 株, 16 株と 9 株 m⁻² をそれぞれ示す。



第8図 R5 ステージにおける13頂小葉角度の変化に伴う光合成有効放射 PAR(a), 小葉のみかけの光合成速度 A(b), 気孔伝導度 τ (c) と葉内 CO₂ 濃度 Ci(d) の傾向。午前 (○) 9:00-10:30, 昼 (□) 11:30-13:00, 午後 (◇) 14:00-15:30, 棒線は 5% レベルでの有意水準を示す。

水不足や強光度の場合, 葉は平行向日性を示すことを Meyer and Walker (1981) また Berg and Heuchelin (1990) が報告している。一方は葉が太陽と直角になる直角向日性である。これらの動きは, 葉枕のカリウムイオンの違いの結果であることを Wofford and Allen (1982) や Donahue and Berg (1990) が報告している。

群落における光合成との関係は, 玖村・浪花 (1965) による報告がある。強光度下では (1396-2303 W m⁻²) 光飽和を示し, また葉が完全展開した時, 光合成能力が最大

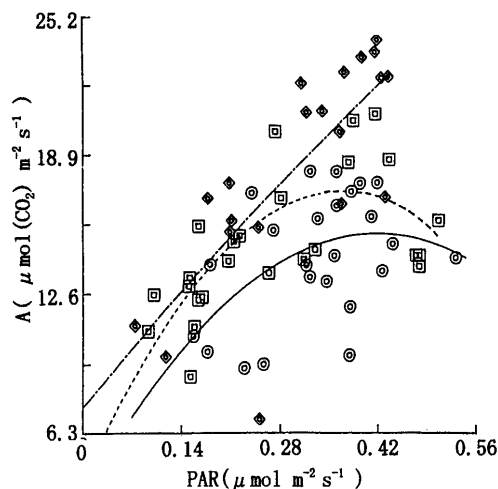


第9図 R5 ステージの13葉について1日3回(午前 ○, 昼 □, 午後 ◇)の測定時間のみかけの光合成速度 (A) と光合成有効放射 (PAR) との関係。

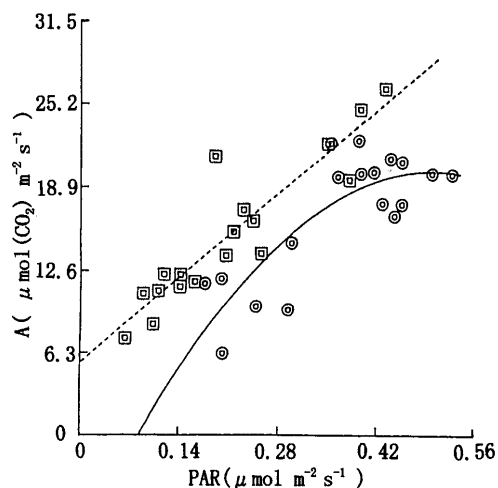
に達することを示した。Oosterhuis ら (1985) は, 葉の動きと水欠乏の関係を, Eheringer and Forseth (1989) や Isoda ら (1993) は光強度との関係を, 川島 (1969) は群落内の受光状態との関係から, それぞれ述べている。

しかしながら, 葉の動きと光合成要因との関係を, 生育時期や1日を追って調べた報告は少ない。Ikeda and Matsuda (1998) は, 最上位展開葉を用いて, 自然の調位運動の葉と水平に固定した葉について, 2栽植密度下で, 2-3の光合成要因について調べた。

葉が立てば立つほど, 光合成有効放射と光合成速度は低くなった (第8図)。午前中に測定した光合成速度は飽和点を示さなかったが, 昼のものは, 0.48 μmol m⁻² s⁻¹ で飽和点を示した (第9図)。生育時期の結莢始期 (R5) の光合成速度は飽和点を示さなかったが, 栄養後期と開花盛



第10図 3ステージ(V13 ○, R3 □, R5 ◇)における午前測定第13葉の光合成有効放射 (PAR) とみかけの光合成速度 (A) との関係。



第11図 同じ方位を示す頂小葉 (水平葉 (○) と調位運動をしている自然葉 (□)) の R3 ステージでのみかけの光合成速度 (A) と光合成有効放射 (PAR) との関係。

期 (R3) には飽和点を示した (第10図)。自然の調位運動をしている葉では、光合成有効放射と光合成速度との間に高い相関がみられたが、水平固定の葉にはそのような関係がみられなかった (第11図)。

これらのことから、光合成有効放射と光合成速度との関係はシンクとソースの能力に影響されることが示唆された。

5. 今後の研究

現在、ダイズ群落内の光環境を改善するために、畦間にシルバーシートを敷く試験を行っている。さらに、晴れた日の太陽の光をエネルギーに蓄え、その蓄えを雨天や曇りの日に再利用できないかと考えている。ただし、これには相当の費用がかかり、実用化にはまだ道のりは遠いように思う。

植物が利用できる太陽の光は僅かである。いかに効率よく、また無駄のないようにするかが、今後の課題である。収穫物が穫れすぎた穫れすぎたという嘆きは、幸せな嘆きである。私達は、まだまだそこまでいっていないと思う。

謝辞: 本総説については、富山県立大学の葭田隆治先生と国際農林水産業研究センターの国分牧衛博士から貴重なご意見をいただいた。ここに深謝いたします。

引用文献

- 有賀武典 1943. 草性に依る大豆品種の分類. 農及園. 18: 669—670.
 Asanome, N. and T. Ikeda 1998. Effect of branch direction's arrangement on soybean yield and yield components. J. Agronomy & Crop Science. 181(2): 95—102.
 Beatty, K.D., I.L. Eldridge and A.M. Simpson Jr. 1982. Soybean response to different planting patterns and dates. Agron. J. 74: 859—862.
 Berg, V.S. and S. Heuchelin 1990. Leaf orientation on soybean seedlings. I. Effect of water potential and photosynthetic photon

- flux density on paraheliotropism. Crop Sci. 30: 631—638.
 Board, J.E., B.G. Harville and A.M. Saxton 1990. Branch dry weight in relation to yield increases in narrow-row soybean. Agron. J. 82: 540—544.
 Cooper, R.L. 1977. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. Agron. J. 69: 89—92.
 Donahue, R. and V.S. Berg 1990. Leaf orientation of soybean seed-lings. II. Receptor sites and light stimuli. Crop Sci. 30: 638—643.
 Duncan, W.G. 1986. Planting patterns and soybean yields. Crop Sci. 26: 584—588.
 Egli, D.B. 1976. Planting date, row width, population, growth Regulators In L.D. Hill ed., Proc. World Soybean Res. Conf. Interstate Printer and Publisher, Danville, IL. 56—62.
 Egli, D.B. 1988. Planting density and soybean yield. Crop Sci. 28: 977—981.
 Ehleringer, J. and I. Forseth 1989. Solar tracking by plants. Science 210: 1094—1098.
 池田武・佐藤庚 1978. ダイズ「ミヤギシロメ」の分枝の方向性について. 日作紀 47: 438—439.
 池田武・佐藤庚 1990. ダイズ栽培における栽植密度と収量構成要素との関係. 日作紀 59: 219—224.
 Ikeda, T. 1992. Soybean planting patterns in relation to yield and yield components. Agron. J. 84: 923—926.
 Ikeda, T., H. Saito, R. Matsuda and S. Sato 1994. Soybean yield and yield components in two planting patterns. J. Agronomy & Crop Science 173: 73—78.
 Ikeda, T. and R. Matsuda 1998. Effects of soybean leaflet inclination on some photosynthetic related factors. Agron. J. Accepted.
 Isoda, A., T. Yosimura, R. Ishikawa, P. Wang, H. Nojima and Y. Takasaki 1993. Effect of leaf movement on radiation interception in field grown Leguminous crops. II. Soybean. Jpn. J. Crop Sci. 38: 306—312.
 川嶋良一 1969. 大豆の葉の調位運動に関する研究 第1報 調位運動と葉面受光. 日作紀 38: 718—729.

- 国分牧衛 1988. 大豆の Ideotype の設計と検証. 東北農試研報 77 : 77—142.
- 玖村敦彦・浪花勲 1965. 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 33 : 467—472.
- Lueschen, W.E. and D.R. Hicks 1977. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. Agron. J. 69 : 390—393.
- 松本重男・朝日幸光 1970. 暖地における畑作物の理想的生育経過型の解明に関する研究 第6報 収量および耕種条件と生育経過との対応. 日作紀 39(別1) : 69—70.
- Meyer, J.H. and S. Walker 1981. Leaflet orientation in water-stressed soybean. Agron. J. 73 : 1071—1074.
- Miura, H., K. Wijeyathungam and T. Gemma 1987. Variation in seed yield of soybean as affected by planting patterns. Japan. J. Crop Sci. 56 : 652—656.
- 中世古公男・後藤寛治 1975. 豆類の生産生態に関する比較作物学的研究 第3報 大豆の密度反応性について. 日作紀(別2) : 71—72.
- Nishiiri, K. 1976. Studies on the productivity of soybeans in mechanized cultivation. Bull. Tohoku Natl. Agric. Exp. Stn. 54 : 91—186.
- 野崎光夫 1967. 大豆の早播増収栽培 農及園 42 : 1801—1804.
- 大庭寅雄・大泉久一・工藤壮六・上田邦彦 1961. 大豆の開花結実性に関する研究—気象並びに耕種条件と大豆の部位別開花結実性との関係— 日作紀 30 : 68—71.
- Oosterhuis, D.M., S. Walker and J. Eastham 1985. Soybean leaflet-movement as an indicator of crop water stress. Crop Sci. 25 : 1101—1106.
- Parks, W.L. and C.D. Manning 1980. The effect of row spacing and plant population on the fruiting characteristics and yield of four soybean varieties. Tennessee Farm Home Sci. 6—7.
- Parks, W.L., J. Davis, R. Evans, M. Smith, T. Cutchen, L. Safley and W. Sanders 1983. Soybean yields as affected by row spacing and within row plant density. Tennessee Agric. Exp. Stn. Bull. 615.
- Parvez, A.Q., F.P. Gardner and K.J. Boote 1989. Determinate- and indeterminate-types soybean cultivar responses to pattern, density, and planting date. Crop Sci. 29 : 150—157.
- Wiggans, R.G. 1939. The influence of space and arrangement on the production of soybean plants. J. Am. Soc. Agron. 31 : 314—321.
- Wilcox, J.R. 1974. Response of three soybean strains to equidistant spacings. Agron. J. 66 : 409—412.
- Wooford, T.J. and F.L. Allen 1982. Variation in leaflet orientation among soybean cultivars. Crop Sci. 22 : 999—1004.
- Wright, D.L., F.M. Shokes and R.K. Sprengel 1984. Planting method and plant population influence on soybean. Agron. J. 76 : 921—924.

Some Factors Related with Net Production of Soybean Population : Takeshi IKEDA* (*Fac. Agr., Niigata Univ., Niigata 950-2181, Japan*)
