



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダイズ品種の競争力に関する研究
Author(s)	中井, 周治; NAKAI, Syuji; 由田, 宏一 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 13(1), 52-60
Issue Date	1981-09-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11963">https://hdl.handle.net/2115/11963</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	13(1)_p52-60.pdf



# ダイズ品種の競争力に関する研究

中井周治・由田宏一・後藤寛治

(北海道大学農学部食用作物学教室)

(昭和56年3月20日受理)

## Evaluation of Competitive Ability in Soybean Varieties

Syūji NAKAI, Kōichi YOSHIDA  
and Kanji GOTOH

(Department of Agronomy, Faculty of Agriculture,  
Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

### 緒言

植物の競争に関する研究は古くから行われており、とくに農学的観点からは、イネ<sup>1,4,10)</sup>、コムギ<sup>5,6)</sup>、オオムギ<sup>8)</sup>、エンバク<sup>13)</sup>あるいはイネ科牧草<sup>3)</sup>など主としてイネ科作物を中心に進められてきた。一方、マメ科作物ではダイズには限られている。これらの研究の主要な目的の第1は、育種上の問題で、品種保存栽培、集団育種法あるいは系統育種法などにおいて、個体間または畦間に競争が生じた場合、集団の遺伝的組成がいかに変化するか、また遺伝子型のもつ本来の生産力がどの程度歪められるかを知ることである。第2は、品種混播による増収効果を実際栽培に応用しようとするもので、適当な品種を組合せることにより、単独で栽培された場合にくら

べ収量性とその安定性がどれだけ高まるかを知ることである。つまり、競争の効果を積極的に利用できるかどうか、その可能性を確かめる試験といえる。この点については、アメリカ合衆国の北部ダイズ生産地帯で、混合品種がすでに実用化されている<sup>2,14)</sup>。

しかしながら、競争の機作については遺伝学的にも生理生態学的にも未だ不明な点が多い。本実験は、主として北海道のダイズ品種を供試し、これらの競争力について競争条件を変えてそれぞれ評価を試み、その安定性をみるとともに、競争力といくつかの形態のおよび生理的形質との関連について検討を加えたものである。

### 材料および方法

Table 1 に供試品種の主要な特性を示した。カナダ原

Table 1. Some characters of 10 competitors and 3 testers (1979)

Variety*	Competitor										Tester		
	OKU	TOY	ISH	NAG	YUZ	WAS	114	COM	OHO	OSH	TOK	KOG	HAR
Growing period (Days after seeding)	120	126	133	142	147	123	137	121	142	151	138	131	133
No. of nodes on branches	9.3	11.0	14.7	14.4	10.8	11.3	9.5	16.0	18.7	15.9	12.5	12.1	12.0
Main stem length (cm)	51	43	69	76	78	73	75	75	87	98	72	71	93
Stem termination**	D	D	D	D	D	S	S	I	I	I	D	S	I

\* OKU : Okuhara No. 1  
TOY : Toyosuzu  
ISH : Ishikari-shiro  
No. 1  
NAG : Nagaha-jiro  
YUZ : Yuzuru

WAS : Wase-kogane  
114 : To-iku No. 114  
COM : Comet  
CHO : Ohoshu  
OSH : Oshima-shirome

TOK : Tokachi-nagaha  
KOG : Kogane-jiro  
HAR : Harosoy

\*\* D : Determinate  
S : Semi-indeterminate  
I : Indeterminate

産の Harosoy と Comet および中国原産の黄宝珠を除く 10 品種 (系統) は北海道で育成されたものである。13 品種のうち十勝長葉, コガネジロおよび Harosoy の 3 品種を検定品種 (Tester) とし, 他の 10 品種 (本試験では Competitor と呼ぶ) の競争力を検定した。Tester はそれぞれ伸育性を異にするが, 平年時における熟期並びに子実収量は比較的類似している。Competitor は伸育型, 熟期あるいは分枝生長度のそれぞれ異なるものを選んだ。実験は 1979 年と 1980 年に北海道大学農学部附属農場で行われたが, 両年とも同じ品種を Tester および Competitor にそれぞれ用いた。播種日は 1979 年が 5 月 22 日, 1980 年は 5 月 28 日である。肥料は豆類 6 号を 10a 当 80 kg (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgO: 3.2-10.4-8.0-2.4 kg) の割合で全量基肥として施与した。

各年次における栽植様式について Fig. 1 に示した。

図中, T, K, H は Tester を, 数字は Competitor を表わす。株間競争の栽植様式は, 20 cm×20 cm の方形植で 1 株 1 本立 (25,000 個体/10 a) とし, 混植区は Competitor と Tester が互に四方を囲み合う交互植とした。一方, 株内競争では畦幅 60 cm, 株間 15 cm で 1 株 2 本立 (22,222 個体/10 a) とし, 混植株は Competitor と Tester が約 5 cm の距離で含まれるように栽植した。試験区は両年とも主区を Competitor, 細区を各 Tester との混植区および単植区とする 2 反復分割区法で配置した。

開花後約 2 週間目に各 Competitor の混植区と単植区から各 10 個体を掘り取り, 熱風乾燥後乾物重を秤量し, 収穫期には同様に各 20 個体について茎長, 節数および子実重 (風乾) を測定した。

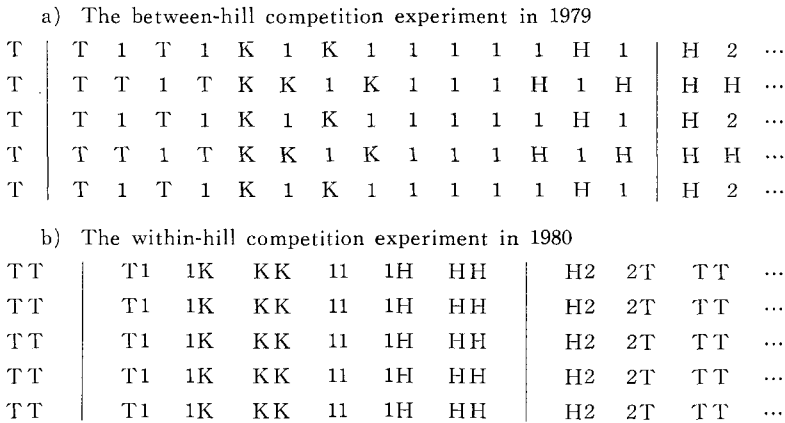


Fig. 1. Planting pattern in each competition experiment.

Note: Numbers in the figure represent competitors and T, K and H represent testers.

The plot between two lines includes 3 mixtures and pure stand of competitor.

- a) Equidistant square pattern (20 cm×20 cm) and one plant per hill.
- b) Row planting (the spacing between rows and that between hills are 60 cm and 15 cm, respectively) and two plants per hill.

実験結果

1. 株間競争

Table 2 は 1979 年の株間競争下における個体当り乾物重および子実重について分散分析を行った結果である。Tester の項は 3 混植区に単植区を加えて 4 処理とした。両形質ともに Competitor と Tester の主効果, 並に Competitor と Tester の交互作用が有意と認められた。これは用いた Tester により競争の効果が異なる

ばかりでなく, 同じ Tester でも Competitor によって反応に差異が生じたことを示している。

次に, 各 Competitor の競争力を評価するために, 混植区の値を, 単植区を 100 とした相対値で表わし比較した。乾物重 (Table 3 a) をみると, Competior は Tester がコガネジロのとき一様に最も強い競争力を示したが, 十勝長葉と Harosoy に対しては Competitor により反応が異なった。また, 石狩白 1 号が平均値 132 で最も競争力が強く, トヨスズと十育 114 号が弱かった。

石狩白1号はどの Tester に対しても強い競争力を示すが、十育114号は逆にすべて抑制され、ワセコガネはほとんど反応しないことが特徴的であった。

子実重でみた競争力 (Table 3 b) は、乾物重と同様に、どの Competitor もコガネジロが Tester のとき最も大きく、また、十勝長葉のとき最も小さかった。各 Competitor の競争力を相対値の平均値と比較すると、オン

マシロメ、石狩白1号、黄宝珠が強い競争力を、トヨスズ、奥原1号および十育114号が弱い競争力を示した。とくに、奥原1号とトヨスズは、どの Tester との競争においても劣勢となった。

## 2. 株内競争

Table 4 は1980年の株内競争下における乾物重と子実重に関する分散分析を示すが、前年とは異なった結果

**Table 2.** Analysis of variance of total dry weight and seed yield under the between-hill competition (1979)

Source of variation	df	M.S.	
		Total dry weight per plant	Seed yield per plant
Block	1	115.61**	1.10
Competitor	9	81.51**	50.55**
Error a	9	8.74	5.11
Tester	3	35.00**	70.22**
Competitor × Tester	27	7.05**	6.36**
Error b	30	2.56	0.98

\*\* Significant at 1% level

Dry weight was measured 2 weeks after flowering.  
Item of tester includes the plot of pure stand.

**Table 3.** Relative value (pure stand=100) of competitors in mixtures under the between-hill competition (1979)

### a) Total dry weight 2 weeks after flowering

	Competitor										
	OKU	TOY	ISH	NAG	YUZ	WAS	114	COM	OHO	OSH	Mean
Tester											
TOK	85	86	139	95	99	106	82	101	92	94	98
KOG	99	96	134	109	119	103	89	121	115	121	111
HAR	94	79	124	98	97	101	80	87	105	102	97
Mean	93	87	132	101	105	103	84	103	104	106	102

### b) Seed yield

	Competitor										
	OKU	TOY	ISH	NAG	YUZ	WAS	114	COM	OHO	OSH	Mean
Tester											
TOK	73	61	102	84	93	68	80	82	97	100	84
KOG	82	87	144	108	121	112	101	101	136	185	118
HAR	77	61	106	89	105	91	83	94	103	126	94
Mean	77	69	118	94	106	91	88	92	112	137	98

See Table 1. for the abbreviations of varieties.

がえられた。すなわち、乾物重では Tester の主効果および Competitor と Tester の交互作用はともに有意ではなく、子実重では Tester の主効果に有意差は認められたが、Competitor と Tester の交互作用は有意とはならなかった。

乾物重について、Competitor の Tester に対する反応を相対値で示したのが Table 5a であるが、一定の

傾向は認められず、Tester 間の差異は比較的小さかった。同様に子実重の反応を Table 5b でみると、Competitor は Tester がコガネジロのとき強い競争力を示す傾向が認められるが、十勝長葉と Harosoy に対しては Competitor により反応が異なった。Competitor 間の競争力については、株間競争の場合と同様に、黄宝珠とオシマンロメの競争力が強く、奥原 1 号と十育 114 号

**Table 4.** Analysis of variance of total dry weight and seed yield under the within-hill competition (1980)

Source of variation	df	M.S.	
		Total dry weight per plant	Seed yield per plant
Block	1	4.24	1.13
Competitor	9	164.09**	22.22*
Error a	9	19.49	6.53
Tester	3	16.58	57.46**
Competitor×Tester	27	23.12	14.68
Error b	30	22.31	10.23

\*, \*\* Significant at 5% and 1% levels, respectively  
 Dry weight was measured 2 weeks after flowering.  
 Item of tester includes the plot of pure stand.

**Table 5.** Relative value (pure stand=100) of competitors in mixtures under the within-hill competition (1980)

a) Total dry weight 2 weeks after flowering

	Competitor										Mean
	OKU	TOY	ISH	NAG	YUZ	WAS	114	COM	OHO	OSH	
Tester											
TOK	86	146	93	118	113	87	80	62	133	102	102
KOG	115	97	111	123	91	100	92	87	127	110	105
HAR	79	116	88	125	78	103	99	84	85	108	97
Mean	93	120	97	122	94	97	90	78	115	107	101

b) Seed yield

	Competitor										Mean
	OKU	TOY	ISH	NAG	YUZ	WAS	114	COM	OHO	OSH	
Tester											
TOK	63	93	89	81	140	80	65	101	88	115	92
KOG	118	100	105	111	141	69	92	131	175	140	119
HAR	76	91	69	97	98	71	89	98	111	174	97
Mean	86	95	88	96	126	73	82	110	125	146	103

See Table 1. for the abbreviations of varieties.

の競争力が弱い傾向がみられた。

### 3. 競争力と環境

個体当子実重について、第1要因を環境、第2要因を Competitor、第3要因を Tester とする2段分割区試験法に従って分散分析を行ない、Table 6 の結果をえた。本試験では、年次間で異なった栽植様式を用いたため、第1要因の環境には年次と栽植様式の両効果が含まれる。また、個体の占有面積は兩年次で等しいとみなした。Tester の主効果および Competitor と Tester の交互作用は1%水準で有意と認められたが、環境との交互作用はすべて有意でなかった。したがって、Competitor の競争力および Tester の効果は環境の影響を受けなかったと判断される。

各 Competitor における子実重の相対値(単植区=100)の平均値を競争力の指標として、環境間の関係をみたのが Fig. 2 である。両者の間には正の有意な相関関係 ( $r=0.678^*$ ) が認められ、Competitor の競争力は安定していたと考えられる。しかしながら、石狩白1号のように、1979年の株間競争下では強い競争力を示した品種が、1980年の株内競争下では逆に弱い競争力を示したのもみられた。

一方、茎葉のはほぼ最大期に相当する開花2週間後の乾物重に示される競争力と、収穫期の子実重に示される競

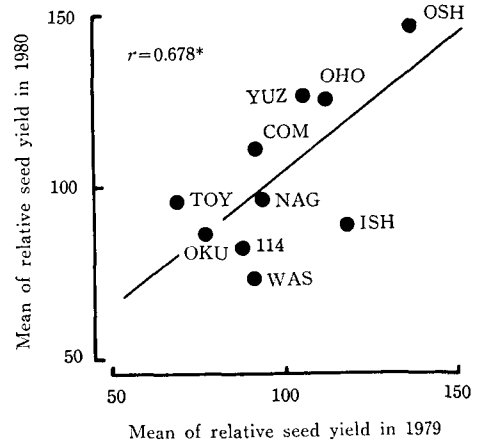


Fig. 2. Relationship between mean yield under the between-hill competition (1979) and that under the within-hill competition (1980).

Note: 1) Abbreviated letters in the figure show competitors (see Table 1).  
2) Relative value was based on pure stand (=100).  
3) These are same in Fig. 3 and 4.

Table 6. Analysis of variance of seed yield

Source of variation	df	S.S.	M.S.	F value
Main plot				
Block	1	0.001	0.001	
Environment (E)	1	173.47	173.47	76.76
Error a	1	2.26	2.26	
Sub-plot				
Competitor (C)	9	557.64	61.96	10.60**
E × C	9	98.62	10.96	1.88
Error b	18	105.12	5.84	
Sub-sub-plot				
Tester (T)	3	380.88	126.96	22.67**
E × T	3	1.74	0.58	
C × T	27	347.46	12.87	2.30**
E × C × T	27	219.67	8.14	1.45
Error c	60	335.70	5.60	

\*\* Significant at 1% level

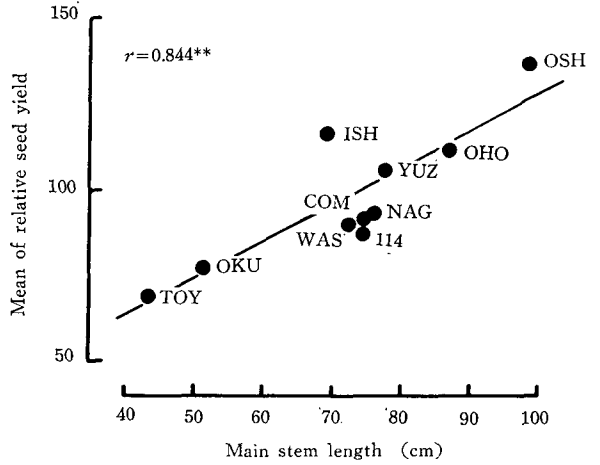
Environment includes both years and planting patterns.

Item of tester includes the plot of pure stand.

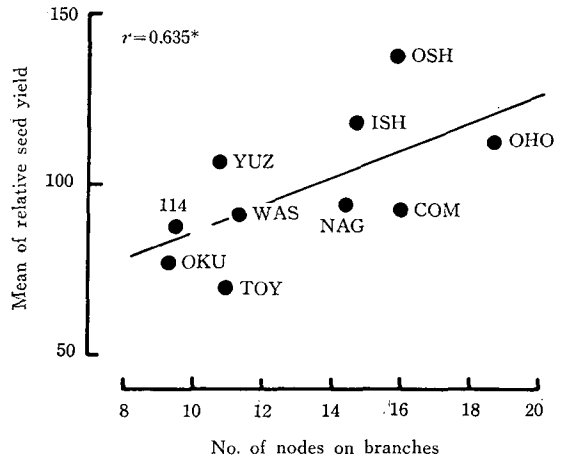
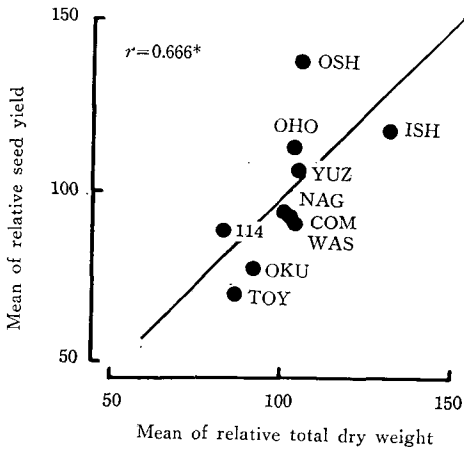
争力との間には、Fig. 3 のように、1979 年には正の有意な相関関係 ( $r=0.666^*$ ) が見出されたが、1980 年にはその関係がみられなかった。このことは、株間競争下では、株内競争下に比してより早い時期に競争が始まることを示唆している。

4. 競争力と諸形質との関係

形態的あるいは生理的諸形質のうち、本試験では主茎長、分枝性および早晩性と競争力との関係を明らかにしようとした。なお、分枝性は単植区に分枝節数で、早晩性は生育日数で表わした。主茎長、分枝節数、生育日数と子実重に示される競争力(相対値の平均値)との間には、株間競争下で有意な正の相関関係(それぞれ  $r=0.844^{**}$ ,  $0.635^*$ ,  $0.721^*$ ) がえられた (Fig. 4)。一方、株



a) The between-hill competition



b) The within-hill competition

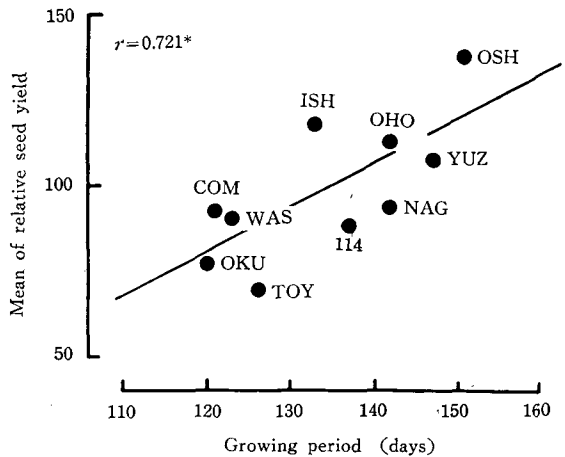
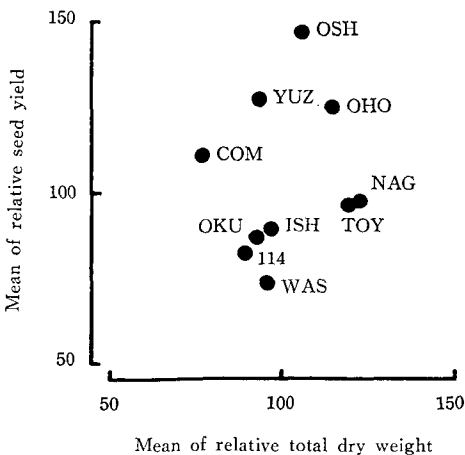


Fig. 4. Relationship between mean of relative seed yield and main stem length, no. of nodes on branches, and growing period under the between-hill competition (1979).

Fig. 3. Relationship between mean of relative total dry weight and mean of relative seed yield.

内競争下では、主茎長および生育日数との間の相関係数はそれぞれ0.733\*, 0.761\*であったが、分枝節数との間には有意な関係が認められなかった。一般に主茎長が大であるほど、晩生であるほど、また場合によっては分枝が旺盛な品種ほど、強い競争力を示すといえよう。競争力と伸育性との関連は明らかでなかった。

### 考 察

本実験に用いた Tester 3 品種の競争力については、それらの単植区を試験区として設けていないため、厳密には評価できないが、Competitor の Tester に対する反応から推定すると、十勝長葉 $\geq$ Harosoy>コガネジロとなろう。Competitor が十勝長葉と Harosoy に対して一定の反応を示さなかったのは、両 Tester の競争力の差異が小さかったことも一因と考えられる。コガネジロの競争力がきわめて弱いことについては、少なくとも主茎長、分枝性あるいは早晩生との関係からは説明が困難であった。Tester の選択にあたっては、伸育性を含め、これら諸形質の isogenic line を用いることが有効となろう。

競争力と環境との交互作用は、生態的な面から興味深い問題である。1979年の気象条件はダイズの生育に適していたが、1980年は低温、多雨、寡照が重なり、いわゆる冷夏であった。しかしながら、Competitor の競争力については、石狩白1号のような例外がみられたものの、環境との交互作用に有意差は認められなかった。一方、長内と後藤<sup>8)</sup>はオオムギで競争力と地域との交互作用を見出し、競争力は環境条件に左右されると述べている。本試験でも石狩白1号の競争力は年次により大きく異なった。これは、Competitor の気象条件あるいは栽植条件に対する反応の差異ともみることができ、その生態的な解明にはさらに検討を要する。

開花2週間後の乾物重をみると、個体間の競争は株内よりも株間でより早い時期に起り、しかもより激しいと考えられる。個体間の距離は株間(20 cm)よりも株内(5 cm)の方が小さいのであるから、むしろ逆の結果がえられてよいはずである。そうならなかった理由のひとつに、畦間における補償を挙げることができよう。すなわち、光に対しては分枝を畦間に伸長させることにより、また、養水分に対しては根系を拡張して補償する結果、競争の効果が検出されなかったと考えられる。秋浜<sup>9)</sup>も、イネで、本試験と同様の株内競争下において競争力の弱い品種に損失がみられないのは、補償が行なわれたためと推察している。

競争の機作を解明し、競争の効果を予想する上で、競争力がどのような形質と関連しているかを知ることはきわめて重要である。ダイズではこれまで、主茎長については SCHUTZ & BRIM<sup>12)</sup>, SUMARNO & FEHR<sup>14)</sup> らが、分枝性については MUMAW & WEBER<sup>7)</sup>, SCHUTZ & BRIM<sup>12)</sup> らが、また早晩性については SCHUTZ & BRIM<sup>12)</sup>, WILCOX & SCHAPAUGH<sup>15)</sup> らが競争力との関係を論じている。著者らも主茎長、分枝性および早晩性と競争力との間に密接な関係のあることを見出した。コムギ<sup>5,6)</sup>, エンバク<sup>13)</sup>, トウモロコシ<sup>9)</sup> などイネ科作物において、光に対する競争で得長や草高の重要性が指摘されているように、ダイズでも主茎長が垂直方向の競争に深く関わっているものと思われる。一方、分枝性は水平方向の競争と関係するとみることができ、補償性との関連を含めて今後の研究が必要と認められる。競争状態で晩生品種が有利となることは、イネ<sup>1)</sup>, エンバク<sup>13)</sup>, バレイショ<sup>11)</sup> など他の作物でも観察されているが、生育期間の長短だけでなく、生育段階の推移との関連も重要である。この点ダイズでは、熟期とともに伸育性との関連が興味深いところである。本実験の結果によると、一般に無限型品種が最も競争力が強く、ついで有限型、そして半無限型が最も弱いという傾向はみられるが、伸育性と競争力との関係については、早晩性に広い変異をもたせてさらに実験を重ねた上で結論を出したい。以上述べた形質のほかにも光や養水分の吸収に関わる形態的あるいは生理的諸形質が競争力に関与するものと考えられるが、SAKAI<sup>10)</sup> のように競争力と形態形質および vigor は関係がないとする見解もあり、さらに知見の集積が必要である。

### 摘 要

ダイズ13品種を供試し、3品種を検定品種 (Tester) として他の10品種 (Competitor) の競争力を、1979年株間競争下で、1980年株内競争下でそれぞれ評価し、比較検討するとともに、諸形質との関係について考察を加えた。

1. 株間競争では、開花2週間後の乾物重と収穫期の子実重について Competitor の競争力および Tester の効果に有意な差異が認められたが、株内競争では子実重で Tester の効果のみが有意であった。

2. 環境 (年次と栽植様式を含む) × Competitor × Tester および環境 × Tester との交互作用は有意ではなかった。したがって、Competitor の競争力と Tester の効果は安定していたと考えられるが、石狩白1号のよ

うに環境間で競争力の強弱が逆転する品種もみられた。

3. 開花2週間後の乾物重に示される競争力と、収穫期の子実重に示される競争力との間には、有意な正の相関関係が株間競争下で認められ、株内競争下では認められなかったことから、株内よりも株間でより早い時期に競争が起るものと推察された。

4. 競争力と主茎長、分枝性および早晩性とは密接な関係のあることが知れた。しかしながら、伸育性との関係は明らかではなかった。

### 引用文献

1. 秋浜友也：イネ育種における競争の役割の究明とその応用に関する研究，農技研報，D，22：23-69. 1971
2. BRIM, C. A.: *In Soybeans: Improvement, Production and Use* (edited by B. E. CALDWELL), *Am. Soc. Agron., Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA*: 177-183. 1973
3. EAGLES, C. F.: Competition for light and nutrients between natural populations of *Dactylis glomerata*, *J. Appl. Ecol.*, 9: 141-151. 1972
4. JENNINGS, P. R. and HERRERA, R. M.: Studies on competition in rice. II. Competition in segregating populations, *Evolution*, 22: 332-336. 1968
5. JENSEN, N. F. and FEDERER, W. T.: Competing ability in wheat, *Crop Sci.*, 5: 449-452. 1965
6. KHALIFA, M. A. and QUALSET, C. O.: Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. I. In mechanical mixtures, *Crop Sci.*, 14: 795-799. 1974
7. MUMAW, C. R. and WEBER, C. R.: Competition and natural selection in soybean varietal composites, *Agron. J.*, 49: 154-160. 1957
8. 長内俊一・後藤寛治：大麦地方系統の競争力と地域との交互作用，育種，8：83-88. 1958
9. PENDLETON, J. W. and SEIF, R. D.: Role of height in corn competition, *Crop. Sci.*, 2: 154-156. 1962
10. SAKAI, K.: Competitive ability in plants: Its inheritance and some related problems, *Symp. Soc. Exp. Biol.*, 15: 245-263. 1961
11. SCHEPERS, A. and SIBMA, L.: Yield and dry matter content of early and late potatoes, as affected by monocultures and mixed cultures, *Potato Res.*, 19: 73-90. 1976
12. SCHUTZ, W. M. and BRIM, C. A.: Intergenotypic competition in soybeans. I. Evaluation of effects and proposed field plot design, *Crop Sci.*, 7: 371-376. 1967
13. SMITH, O. D., KLEESE, R. A. and STUTHMAN, D. D.: Competition among oat varieties grown in hill plots, *Crop Sci.*, 10: 381-384. 1970
14. SUMARNO and FEHR, W. R.: Intergenotypic competition between determinate and indeterminate soybean cultivars in blends and alternate rows, *Crop Sci.*, 20: 251-254. 1980
15. WILCOX, J. R. and SCHAPAUGH, W. T. Jr.: Competition between two soybean isolines in hill plots, *Crop Sci.*, 18: 346-348. 1978

### Summary

The competitive ability of 10 soybean varieties (competitors) was tested by 3 testers under the between-hill competition in 1979 and under the within-hill competition in 1980 (Fig. 1). The purposes of this study are to evaluate the competitive ability of competitors in each year, to confirm its interaction between years and to make clear the relation to some agronomic traits.

1) Under the between-hill competition, difference in the competitive ability between competitors and that in the effects between testers were statistically significant in total dry weight per plant 2 weeks after flowering and seed yield per plant at maturity (Tab. 2). On the other hand, under the within-hill competition the latter difference was only found in seed yield (Tab. 4). This suggests that under the within-hill competition the competitive effects are liable to be masked by the compensation due to space between rows.

2) Although the weather of the growing season was not similar between years, results of variance analysis for seed yield showed that variances due to competitor-tester-environment and tester-environment interaction were non-significant (Tab. 6). It means that the competitive ability of competitors and the effects of testers were relatively stable between years. However, Ishikari-shiro No. 1 showed the reverse values in the degree of competitive ability between years (Fig. 2).

3) Under the between-hill competition the competitive ability in seed yield was positively correlated with that in total dry weight ( $r=0.666^*$ ), while under the within-hill competition the correlation

between them was not significant (Fig. 3). Thus, it is presumed that under the between-hill competition the competition occurs in earlier growing stage than under the within-hill competition.

4) It was found that competitive ability was

generally related with main stem length, no. of nodes on branches and growing period in pure stand (Fig. 4). However, the relationship between competitive ability and stem termination habit was not clear.