

VI 耐冷性に関する選抜実験

IV、およびV.において、大豆品種の耐冷性は低温気象条件下における着莢の良否に依存しているところが大きく、また初期生育力も耐冷性と密接に関連していることが明らかにされた。

一方、低温気象条件下において生育遅延のとくに少ない品種は見当らず、早生多収品種の育成も冷害克服の有力な手段と考えられた。

本実験は、低温気象条件の大樹(T)と気象条件に恵まれた芽室(M)の2ヵ所(第10図)に、大豆の雑種集団を栽培し、それぞれの場所で、初期生育力、熟期(早生)、莢数のそれぞれに重点を置いた選抜を行い、選抜された個体の後代系統群を比較することによって、選抜方法、選抜効果について検討したものである。

(1) 実験材料および方法

十交4315(「イスズ」×「十育140号」)および十交4317(「十支第7910号」×「十育127号」)の2組合せの雑種集団を低温気象条件をもつ大樹(T)の現地選抜圃と気象条件に恵まれた芽室(M)の北海道立十勝農業試験場圃場に栽培し、初期生育力、熟期(早生)、莢数のそれぞれに重点を置いた選抜を行った。

MおよびTにおける各年の供試材料および選抜の手続を第30表に示した。なお、以後、各場所におけるそれぞれの選抜群に対して、次に示す記号を用いた。

MG: 芽室で初期生育力を重点に選抜。

TG: 大樹で初期生育力を重点に選抜。

第30表 供試材料と選抜方法

世代	F ₂ (集団)	F ₃ (集団)	F ₄ (集団)	F ₅ (系統)	F ₆ (系統)
年	1970	1971	1972	1973	1974
M	無選抜集団	MG ¹⁾ →	MG	MG →	MG
		MP →	MP	TG →	TG
		MM →	MM	MP →	MP
T	無選抜集団	TG →	TG	TP →	TP
		TP →	TP	MM →	MM
		TM →	TM	TM →	TM
各群の ²⁾	100	50	40	20	20
選抜率	1000	500	250	40	無選抜
					無選抜

注、1) MG, TGはそれぞれ芽室, 大樹で初期生育力を重点に選抜。

MM, TMはそれぞれ芽室, 大樹で熟期(早生)を重点に選抜。

MP, TPはそれぞれ芽室, 大樹で莢数を重点に選抜。

2) 分母は各群の供試個体数, 分子は選抜個体数。各群とも選抜個体より5粒ずつを採種し, 次年度の集団とした。

3) 十交4317の後代検定は1974年のみである。

MM：芽室で熟期（早生）を重点に選抜。

TM：大樹で熟期（早生）を重点に選抜

MP：芽室で莢数を重点に選抜。

TP：大樹で莢数を重点に選抜。

選抜は、F₂代（1970）からF₄代（1972）まで行い、F₅代（1973）およびF₆代（1974）は、MおよびTの2ヵ所で選抜した合計6群の種子を折半して、系統2反復で栽培し、特性および収量を調査した。

選抜は圃場における肉眼判定により行い、MGおよびTG群については、初期生育力の高い個体をマークし、成熟期に熟期、草型等の極不良な個体を除外した。MMおよびTM群では、成熟期に早生で草型のよい個体を選び、MPおよびTP群では多莢で、草型の望ましい個体を選抜した。

MおよびTの2ヵ所で、各群について、F₂代では1,000個体より100個体を選抜し、選抜個体より5粒ずつ採種し翌代の種子とした。F₃代では500個体より50個体を選抜し、同様の手順をとって、F₄代では250個体より40個体を選んだ。

F₄代にM、Tのそれぞれにおいて選抜した各群40個体の種子を折半し、翌F₅代にMとTでそれぞれ240系統2反復で栽培した。F₆代には、各群を任意に20系統に減らし、各場所で120系統を2反復で供試した。

なお、十交4317はF₅代にMで採種を行い、後代検定はF₆代のみである。

栽植密度は1970から1972年は60cm×20cm、1本立であり、1973、1974年は60cm×15cm、1本立である。F₅、F₆代の1区面積は、2.4m²である。

(1) 実験結果

第31表に2つの組合せの両親の特性を示し第32表および第33表にそれぞれ、1973年および1974年の各群の平均値を示した。

1973年は気象条件が比較的好かった年で供試された十交4315のいずれの群も一般によい生育および収量を示した。

第32表で、MG、TG群は他の群と比較して、明らかに初期生育力が高く、選抜効果は顕著であった。MG、TG群は長稈であり、莢数はやや少ないが、100粒重が重く、MおよびTとともに他の群より多

収を示した。

MM、TM群は明らかに熟期は早い、初期生育力が劣り、やや短稈で、子実も小さく、子実収量はMとTとともに他の群より少なかった。

MP、TP群は初期生育が劣り、やや短稈でありながらも多莢を示した。子実収量は、MではMG、TG群と同程度であったが、Tではやや低かった。

一般にMGとTG、MMとTM、MPとTPのそれぞれの群間の差は小さかった。

MおよびTにおける子実収量の分散分析の結果、十交4315では群間の分散は2ヵ所とともに大きく、高い有意性が認められた（第34表）。

1974年は、生育の前半がやや低温であったので、全般にやや収量が低かった。

第33表で、十交4315は前年と同様の傾向を示した。すなわち、MG、TG群は初期生育力が高く、少莢、大粒型であり、MとTとともにMM、TM群より多収を示した。MM、TM群は熟期が早く、他のどの群よりも少収を示した。MP、TP群は多莢でMとTとともにMG、TG群と同程度の多収を示した。

また、MGとTG、MMとTM、MPとTPのそれぞれの群間の差は小さかった。

子実収量の群間の分散は、MとTの2ヵ所とともに高い有意性を示した（第35表）。

一方、十交4317では、MG、TG群の初期生育力がMで高かったことを除いて、他のいずれの形質でも群間の差は非常に小さかった。また子実収量の群間の分散は十交4315と比較して小さく、Mでは有意性がなく、Tでは5%水準で有意性が認められた（第36表）。

第37表に、1974年における各組合せの各群内の分散を示した。十交4315では、初期生育力、莢数および子実収量の群内分散は、一般にMよりもTにおいて大きい傾向を示し、十交4317でも、莢数および子実収量については同様の傾向を示した。

十交4315では、いずれの形質でもMM群がTM群よりも分散が大きい傾向を示したが、他の群間には一定した傾向はなかった。十交4317では、いずれの形質についても群の間の差は明らかではなかった。

第31表 両親の特性 (1974年のM, T平均)

交配番号	両親	初期生育力	成熟期 月日	茎長 cm	莢数	100粒重 g	子実収量 g
十交 4315	イスズ	2.9	10.2	37.3	37.9	23.3	18.9
	十育 140号	3.9	4	53.9	47.5	31.9	25.3
十交 4317	十支第7910号	2.6	9.19	25.5	22.0	30.1	9.6
	十育 127号	2.7	10.3	37.7	33.3	31.7	20.5

注 M:芽室, T:大樹

第32表 各群の平均 (1973, n=40)

交配番号	群	初期生育力		成熟期 9月,日	茎長 cm		莢数		100粒重 g		子実収量 g	
		M	T	M	M	T	M	T	M	T	M	T
十交 4315	MG	3.76	3.54	32.7	59.4	58.7	46.9	46.2	30.1	27.5	28.9	25.8
	TG	3.69	3.35	31.0	56.6	56.5	46.2	48.6	28.3	26.4	27.5	25.8
	MM	2.19	2.32	27.5	50.5	49.7	49.2	51.9	24.0	21.6	26.4	22.7
	TM	2.07	2.32	28.4	47.1	45.7	48.1	47.5	24.0	21.4	25.6	21.3
	MP	2.19	2.36	31.2	51.1	52.1	52.3	54.4	24.6	22.4	27.6	24.0
	TP	2.24	2.23	31.5	49.5	48.1	50.8	50.1	25.0	22.8	27.6	24.0

注 M:芽室, T:大樹

第33表 各群の平均 (1974, n=20)

交配番号	群	初期生育力		成熟期 9月,日	茎長 cm		莢数		100粒重 g		子実収量 g	
		M	T	M	M	T	M	T	M	T	M	T
十交 4315	MG	3.93	3.52	35.6	55.6	42.7	37.9	39.1	31.1	30.7	25.9	23.5
	TG	3.77	3.38	34.3	51.7	45.7	39.2	43.2	29.1	28.5	25.5	24.7
	MM	3.07	2.96	32.1	47.8	45.0	41.4	46.8	25.3	23.0	24.0	21.6
	TM	2.83	2.97	32.3	42.3	35.1	38.4	36.1	25.6	24.0	22.6	17.9
	MP	2.82	2.82	34.7	56.2	45.9	49.1	49.1	25.8	24.1	26.2	23.4
	TP	2.57	3.02	35.8	48.3	43.6	41.3	45.9	26.2	24.0	24.7	23.5
十交 4317	MG	3.64	2.82	32.0	51.3	43.9	36.2	38.5	30.7	29.6	24.0	21.2
	TG	3.66	2.83	31.7	49.2	38.4	34.8	34.5	30.9	29.2	22.4	18.0
	MM	3.41	2.81	32.2	52.5	38.8	38.1	37.3	29.9	27.5	23.3	19.3
	TM	3.13	2.58	31.8	51.2	39.5	36.9	36.7	29.9	27.0	23.2	18.7
	MP	3.12	2.45	33.6	56.9	42.3	38.1	37.2	29.7	27.2	23.9	18.9
	TP	2.98	2.64	33.8	57.9	41.2	37.4	38.4	29.8	27.6	23.4	19.9

注 M:芽室, T:大樹

第34表 子実収量の分散分析-1
十交4315, 1973年

要因	自由度	平均平方	
		M	T
系統	239	19.63**	22.56**
群	5	105.25**	236.54**
MG	39	15.59**	13.59**
TG	39	14.17**	22.66**
MM	39	16.36**	16.59**
TM	39	8.71*	9.66
MP	39	21.03**	18.82**
TP	39	30.94**	26.61**
反復	1	0.03	23.94
誤差	239	5.68	7.39

注. M:芽室, T:大樹
・は5%水準で有意, **は1%水準で有意

第36表 子実収量の分散分析-3
十交4317, 1974年

要因	自由度	平均平方	
		M	T
系統	119	25.86**	49.26**
群	5	11.56	48.99*
MG	19	52.61**	74.50**
TG	19	15.68**	35.41*
MM	19	22.72**	42.10**
TM	19	24.63**	42.97**
MP	19	29.37**	65.62**
TP	19	19.93**	35.13*
反復	1	135.30**	148.84**
誤差	119	6.10	18.08

注. M:芽室, T:大樹
・は5%水準で有意, **は1%水準で有意

第35表 子実収量の分散分析-2
十交4315, 1974年

要因	自由度	平均平方	
		M	T
系統	119	21.12**	38.03**
群	5	70.80**	236.29**
MG	19	14.77**	25.35**
TG	19	14.39**	48.05**
MM	19	28.87**	23.33*
TM	19	6.62	8.04
MP	19	21.76**	15.77
TP	19	27.25**	55.44**
反復	1	6.01	34.51
誤差	119	4.63	11.85

注. M:芽室, T:大樹
・は5%水準で有意, **は1%水準で有意

子実収量の群間の分散は、1973年の十交4315、1974年の十交4315および十交4317のいずれの場合もMよりTで大きかった（第34表、第35表および第36表）。

子実収量について、 $T/M \times 100$ (%) の式を用いて、各系統の耐冷性指数 (CTI) を求め、第38表に各組合せの群平均値を示した。また第39表および第40表に分散分析表を示した。

十交4315では、TG 群の CTI が 2 ヶ年ともに高く、MG 群もやや高かった。1974年には、TP 群が TG 群と同様に高かった。

十交4317では、CTI の値が一般に低く、群間の差も比較的小さかった。

CTI の分散分析の結果、十交4315における群間分散は、1973年および1974年の 2 ヶ年ともに 1% 水準で有意であった（第39表および第40表）。

また1974年の十交4317では、十交4315と比較して誤差分散が大きいことも影響しているが、群間分散は小さく有意性を示さなかった（第40表）。

第41表に、十交4315のそれぞれの年次および場所における全供試系統をこみにして求めた初期生育力、成熟期および英数と子実収量の CTI との間の相関係数を示した。

第37表 各群内の分散(1974)

交配番号	群	初期生育力		成熟期	茎長		莢数		100粒重		子実収量	
		M	T		M	T	M	T	M	T	M	T
十交 4315	MG	0.09	0.27	4.5	28.7	30.7	23.7	46.2	8.7	8.0	7.4	12.6
	TG	0.04	0.16	4.4	26.9	47.9	33.8	87.6	5.6	6.3	7.2	24.0
	MM	0.07	0.13	1.0	68.0	39.2	49.9	59.7	1.9	2.3	14.4	11.6
	TM	0.05	0.10	0.4	10.3	8.4	10.1	13.7	1.5	1.7	3.4	4.0
	MP	0.06	0.20	4.1	28.8	17.7	44.7	44.2	3.6	5.9	10.9	7.9
	TP	0.06	0.05	6.6	26.7	118.1	30.5	79.0	3.5	4.1	13.7	27.7
十交 4317	MG	0.08	0.12	16.1	114.5	82.9	36.1	80.8	8.0	7.7	26.3	37.3
	TG	0.05	0.11	2.4	41.5	47.5	32.5	64.2	4.7	5.8	7.8	17.7
	MM	0.03	0.06	2.6	54.0	46.5	16.3	58.1	3.2	3.4	11.4	21.0
	TM	0.11	0.04	3.6	68.2	56.0	22.1	60.6	1.9	2.1	12.2	21.5
	MP	0.19	0.11	3.6	99.9	81.8	24.4	74.0	2.7	4.0	14.7	33.0
	TP	0.06	0.03	3.4	95.3	91.3	19.5	54.1	2.4	3.4	6.9	17.6

注: M: 芽室, T: 大樹

第38表 各群の子実収量のCTI平均

群	十交4315		十交4317
	1973	1974	1974
MG	89.3	91.1	87.4
TG	93.5	96.2	80.7
MM	86.0	90.6	83.0
TM	83.1	79.3	80.3
MP	87.2	90.1	78.2
TP	86.7	96.6	85.3

この表で相関係数の値は必ずしも高くはないが、Tにおける初期生育力および莢数と子実収量のCTIとの間の相関はいずれの場合も正で、有意性が認められたのに対し、Mでは1973年の初期生育力以外は、相関がほとんど認められないかもしくは負の相関を示した。

(3) 考察

本実験の結果、十交4315では、初期生育力に重点を置いて選抜したMG、TG群は他の群より初期生育力が高く、熟期を重点としたMM、TM群は他の群よりも早熟であり、そしてまた莢数に重点を置いたMP、TP群は多莢性を示し、それぞれ

の形質の選抜効果は顕著であった。

MG、TG群は莢数が少なく、大型粒となり、MP、TP群は多莢型でやや小粒になった。これは、大粒系統が一般に初期生育力が高いため、莢数と子実の大きさの間には、負の遺伝相関(Johnsonら1955など)があるためと考えられる。

MM、TMはともに少収であったが、熟期と子実収量の間には高い正の相関があり(Weberら1952, Johnsonら1955など)早生多収型の頻度が非常に低かったものと推察される。

一方、十交4317ではMG、TG群の初期生育力がMで高かった点以外、選抜効果はほとんど認められず、子実収量の群間分散も有意性が低かった。これは、この組合せでは、両親の初期生育力や100粒重に差がなく、集団の中で熟期にもとづく変異以外は小さかったためと推察される。また、MM、TM群でも熟期の選抜効果が小さかったことは、早生個体が極端な短稈少収型であったので、望ましい草型が少なく、選抜が無意識に、やや晩い方へと偏したためであろう。

十交4315では2ヵ年を通して、TG群の子実収量がMとTでともに安定しており、CTIも高く、耐冷性の選抜効果をもっとも大きかったものと推

察された。MG 群および MP, TP 群も M と T で比較的安定した収量を示し、選抜効果が大きかったと思われる。

MM, TM 群は、予想に反して、子実収量が低いばかりでなく、CTI もやや低い傾向を示した。これは、T では大豆生育期間中の気温は低いが、初霜が遅くいずれの材料も完熟し、早生の利点を発揮できなかったためと推察される。

各群内の分散は、耐冷性と密接に関連性のある初期生育力、莢数および子実収量について、M におけるよりも T で大きい傾向が認められ、T が選抜の場としてより適しているものと考えられた。

十交4315の全系統の初期生育力および莢数と子実収量の CTI との間の相関係数が、T において正でかつ有意性が高かったことから、T における選抜が効果的なものと推察できる。

しかし、本実験では、実際には M と T の間の選抜効果の差は小さかった。この理由の 1 つとして、1971 年は M でも著しい冷害年であったため、選抜環境が T に類似しており、選抜が効果的であったと考えられる。正常年においては、M よりも T における高い選抜効果が明確にあらわれるであろう。

本実験の結果、組合せによる差もあるが、低温気象条件をもつ現地選抜圃における初期生育力や莢数に対する肉眼選抜が耐冷、多収型の選抜に効果が高いものと考えられた。

後藤ら (1968) は、莢数および粒大についての冷害年の正常年に対する割合 (%) である着莢比および粒大比の積を稔実度として、F₂ 系統における稔実度の遺伝力が高いことから、大豆の耐冷

第39表 子実収量の CTI の分散分析-1
十交4315, 1973年

要因	自由度	平均平方
系統	239	250.27**
群	5	977.20**
MG	39	130.77
TG	39	226.59**
MM	39	281.18**
TM	39	136.54
MP	39	384.54**
TP	39	248.82**
反復	1	318.00
誤差	239	104.27

注. は 1%水準で有意

第40表 子実収量の CTI の分散分析-2
十交4315, 十交4317, 1974年

要因	自由度	平均平方	
		十交4315	十交4317
系統	119	433.96**	525.87*
群	5	1472.20**	500.00
MG	19	487.57**	537.26
TG	19	370.47**	375.36
MM	19	279.68	576.31*
TM	19	215.73	497.94
MP	19	304.42*	597.26*
TP	19	672.68**	577.89*
反復	1	654.00	2456.00**
誤差	119	182.88	347.35

注. * は 5%水準で有意, ** は 1%水準で有意

第41表 十交4315の全系統(n=120)を含めて求めた初期生育力、成熟期および莢数と子実収量の CTI との相関

1973年					1974年				
初期生育力		成熟期	莢数		初期生育力		成熟期	莢数	
M	T	M	M	T	M	T	M	M	T
0.26**	0.29**	0.15	-0.25**	0.22*	0.09	0.24*	0.13	-0.03	0.57**

注. 1973年は、1974年に供試された同一系統について分析を行った。

T では成熟期の調査を行っていない。

* は 5%水準で有意, ** は 1%水準で有意

性に関する早期選抜の可能性を報告しているが、本実験の結果からも、大豆の耐冷性に関する特性は、水稻における場合（烏山ら1960, 1961）と同様に、雑種の初期世代ですでに選抜に耐えうる遺伝力の高さを持っていると推察される。

初期生育力の高い型と多莢型とは共通している場合が少ないので、初期生育力をマークすると

もに、同一材料について莢数で選抜を行えば、高いレベルの耐冷、多収型が選抜できる可能性が大きいといえよう。また本実験では個体選抜にもとづいているが、労力および圃場等に余裕があり、 F_3 代もしくは F_4 代で系統選抜を開始できるならば、肉眼判定の精度がよくなり、選抜の効率をさらに向上できるだろう。

Ⅶ 早生品種における収量安定性の回帰分析

スウェーデンの Fiskeby においては、1941年に大豆育種を開始し、育種目標は耐冷性に重点がおかれ、主として樺太、千島および北海道東部からの材料が用いられ、「Fiskeby III」や「Fiskeby V」を育成した (Holmberg 1955, 1973)。

これらの品種は北海道で極早生種に属し、低温気象条件下でもよい生育を示し、着莢もよいので強い関心もたれていた。

本章ではスウェーデンから導入した早生品種と北海道の早生および中生種について低温気象条件下における収量の安定性を比較するために以下に示した回帰分析を行った。

(1) 実験材料および方法

スウェーデン産の早生種25、北海道産の早生および中生種24を他の外国産品種22とともに、気象条件のよい芽室(M)、冷涼な条件をもつ陸別(R)および大樹(T)の3カ所に、1968(正常年)、1969

(低温年)の2カ年栽培し、これらの異なる気象条件下における子実収量の安定性を回帰分析 (Finlayら1963, Eberhartら1966, 熊谷1968)によって推定した。

1区2.4m²、2反復で行われた。

第42表に各年次および場所の平均気温、スウェーデン産品種および系統の育成地 Fiskeby (Lat. 58°36'N)の平均気温を示した。

(2) 実験結果

全品種について年次および場所を含めた子実収量の分散分析の結果を第43表に示した。

この表で、品種間分散は誤差および交互作用の分散より有意に大きい、一次および二次の交互

第43表 年次および場所を含めた子実収量の分散分析

要因	自由度	偏平方和	平均平方	F(E)	F _(Y,L,V)
全体	851	37,658.92			
反復	6	84.34	14.06	..	
年次(Y)	1	875.16	875.16
場所(L)	2	8,217.97	4,108.99
品種(V)	70	20,388.89	291.27
L×Y	2	744.56	372.28	..	
V×Y	70	989.68	14.14	..	
V×L	140	2,631.32	18.80	..	
V×L×Y	140	1,394.60	9.96	..	
誤差(E)	420	2,332.40	5.55		

注. F(Y, L, V)は1次および2次の交互作用を含めた分散による有意性検定。

..は1%水準で有意

第42表 年次、場所の月別平均気温(°C)

年	場所	平均気温					
		5下	6	7	8	9	10上
1968	M	10.8	15.9	19.9	19.8	15.1	9.5
	R	10.6	15.8	19.1	19.2	14.5	8.0
	T	9.7	13.9	18.5	18.8	15.1	9.5
1969	M	8.7	15.6	19.8	18.8	15.4	8.7
	R	7.0	15.2	19.5	18.8	14.5	7.9
	T	7.7	14.6	18.4	18.2	15.3	9.1
1970-1972 ¹⁾	Fiskeby	-	15.4	17.0	15.6	10.6	-

注. 1) Holmberg (1973) より抜萃。

M: 芽室, R: 陸別, T: 大樹

作用, $L \times Y$, $V \times Y$, $V \times L$ および $V \times L \times Y$ はいずれも有意であり、個々の品種が年次および場所に対して複雑な反応差を示していることが推察できる。

ここで、各年の各場所を一連の環境と考え、各環境における全品種の平均値によりその環境に評価(環境指数)を与え、各品種の環境指数に対する直線回帰係数(b)と回帰からの残差分散(s^2_d)から個々の品種の収量安定性を推定した(Finlayら1963, Eberhartら1966)。

全品種の平均値により評価した各年の各場所についての環境指数(I)は次のとおりである。

1968	M	:	5.13
	R	:	-1.41
	T	:	-0.68
1969	M	:	2.93
	R	:	-5.64
	T	:	-0.33

環境指数 I は、各環境における全品種の平均から総平均を引いたもので、

$$I_j = \left(\sum_i Y_{ij} / v \right) - \left(\sum \sum / vn \right)$$

で示され、

$$\sum_j I_j = 0 \text{ である。}$$

ここで i は i 番目の品種、 j は j 番目の環境をさし、 v および n は品種数および環境数を示す。

このようにして求めた各年の各場所の環境指数は、第42表に示した低温気象条件の傾向とよく一致し、個々の品種の環境指数に対する直線回帰係数(b)は低温気象条件に対する反応、すなわち耐冷性と高い一致性を示すものと考えられた。

第44表に北海道産品種とスウェーデン産品種の b と s^2_d の例を示したが、北海道産品種は24品種中、半数以上の13品種が $b > 1$ であったのに対し、スウェーデン産品種は25品種中1品種のみが $b > 1$ であり、 s^2_d も一般に小さかった。

第45表に回帰に関する分散分析表を示したが回帰係数の品種間差の分散は回帰直線からの残差分散に対して1%水準で有意であった。

第14図に北海道産品種とスウェーデン産品種について、平均収量(Y)と回帰係数(b)との関係を示し、また第15図には成熟期(m)と回帰係

数(b)との関係を示した。

回帰係数(b)は平均収量(Y)が高いほど大きい傾向を示した。

スウェーデン産品種は収量性が低く、 b も小さいが、同一収量レベルの北海道産品種と比較しても、 b は一般に小さかった。

第44表 各品種の収量安定パラメーターの例

品 種	産 地	平均収量 成熟期		b	s^2_d
		g/0.12m ²	9月,日		
極早生千島	北海道 ¹⁾	12.5	10	0.83	0.14
坂本早生		11.4	11	0.85	2.83
十支第7910号		14.8	10	0.91	4.81
三春大豆		19.9	17	0.86	3.11
奥原1号		20.5	17	1.00	4.35
天北早生		23.5	23	1.35	5.04
霜不和1号		22.4	22	1.70	3.92
樺太1号		14.7	11	0.68	4.38
鈴 成		25.6	25	1.32	7.58
イ ス ズ		25.4	26	0.99	1.95
シンセイ		26.4	24	1.04	12.51
大谷地2号		25.6	27	1.25	13.64
早生隼		21.2	27	1.43	4.34
小抽振		14.6	13	0.89	2.83
青岡中粒		15.1	14	0.93	2.03
634-13-108-9A	スウェーデン	18.2	14	0.60	1.98
634-13-130-10		12.8	13	0.51	4.04
634-31-15A		21.6	15	0.56	4.32
634-13-46-16		24.5	16	0.79	8.43
840-2-7		10.1	14	0.43	1.26
843-20-1		13.6	16	0.53	3.49
856-3-15		19.2	14	0.71	4.28
856-3-34		14.9	14	0.42	1.64
882-27A		14.2	15	0.76	12.46
882-27B		12.6	15	0.43	1.45
1040-3-23-1		15.5	15	0.57	11.49
1040-3-23-2		15.5	14	0.57	5.32
1040-1-4-1		18.5	15	0.66	1.56
827-4-23-46		13.7	15	0.78	1.64
856-33		15.3	14	0.36	5.87

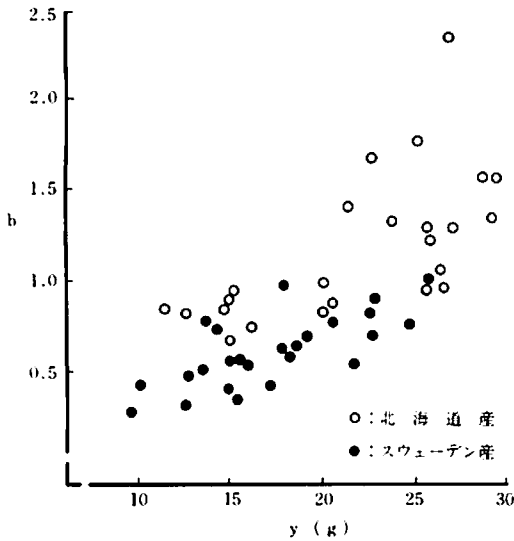
注: 1) 1部に樺太および千島産を含む。

bは成熟期(m)が早いほど大きい傾向を示した。一熟期レベルの北海道産品種と比較しても、bはスウェーデン産品種は一般に熟期が早いが、一般に小さかった。

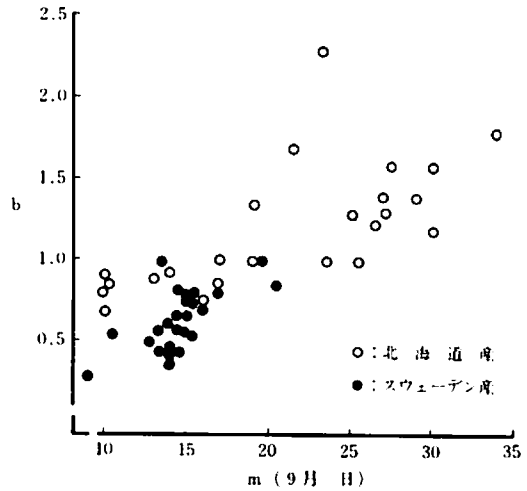
第45表 回帰に関する分散分析

要因	自由度	偏差平方和	平均平方	F (Pool.D.)	F (Pool.E.)
Env. + (V × Env.)	355	7,426.64	20.92		
Env. (Lin.)	1	4,918.85	4,198.85		
V × Env. (Lin.)	70	918.92	13.13	**	
Pool. Dev.	284	1,588.88	5.59		**
Pool. E.	420	2,332.40	5.55		

注、 Env. + (V × Env.) ……環境効果+品種×環境効果
 Env. (Lin.) ……全品種平均値の環境指数に対する回帰。
 V × Env. (Lin.) ……回帰係数の品種間差。
 Pool. Dev. ……全品種についてプールした回帰直線からの残差。
 Pool. E. ……各環境ごとの品種×反復項をプールした誤差。
 **は5%水準で有意。



第14図 平均収量(y)の回帰係数(b)との関係



第15図 成熟期(m)と回帰係数(b)の関係

(3) 考察

Finlayら(1963)の回帰係数による品種の環境適応性の分析方法は、これまでも大豆でTsaiら(1967)や三分一ら(1969)によって適用されているが、この方法は、個々の品種についての相対的な安定性の程度を数的に表現できるという点ですぐれている。しかし、全品種の平均値によって

評価される一連の環境で作物の安定性に影響を及ぼす支配的な要因が何であるかによって品種の回帰係数の相対的な大きさが変る点に注意しなければならない。

本実験で求めた各環境の評価である環境指数は栽培条件や土壌条件の影響も加わっていると考えられるが、各年の各場所の環境指数は、気象条件

の恵まれたMで高く、冷涼なR、Tで低いこと、また正常年の1968年で高く、低温年の1969年で低くなっている。つまり個々の環境指数が、その環境の気象条件とよく一致しており、個々の品種の回帰係数(b)は主として各環境の気象条件に対する反応であり、bが小さい品種ほど耐冷性が強いと考えてよいであろう。

第45表に示したように回帰係数の品種間差の分散は回帰直線からの残差分散に対して1%水準で有意であり、回帰係数(b)の信頼性の高いことが明らかにされた。

回帰直線からの残差分散(s^2)の解釈は難しい

VIII 耐冷、多収品種「キタムスメ」の特性と適応地域

現在、北海道の大豆栽培面積の約75%を占める十勝地方では、気象的に恵まれた中央部地帯には、主として「トヨスズ」が栽培され、気象条件の劣る山麓および沿海地帯では「キタムスメ」が中心となっており、この2品種がこの地方の基幹品種となっている。

本章では、「キタムスメ」の育成経過と特性、適応地域について述べ、今後の大豆耐冷性育種の課題についてふれた。

(1) 育成経過と特性

IV、で述べたように「シンセイ」、「キタムスメ」、「カリカチ」および「北見白」は耐冷性が強く、年次間の収量性が安定しているが、これらの品種は相互に近縁であり、系統図を示すと第16図のようになる。

「キタムスメ」は北海道立十勝農業試験場で1958年に「カリカチ」×「北見白」の組合せで交配を行い、多収で、中粒良質種であるが、耐倒伏性に欠ける「カリカチ」に「北見白」の強稈性を導入することを主目的とし、熟期的には両親並の安全な中生種を目標としていた。

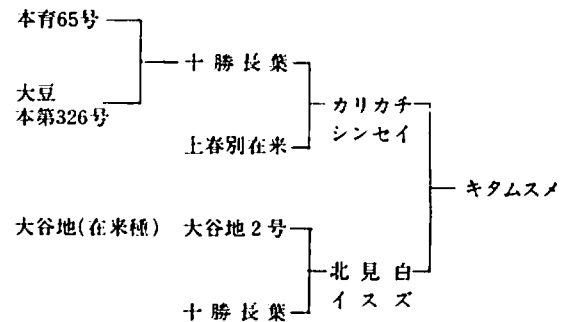
1962、1963年(F₄、F₅代)に生産力検定予備試験および系統適応性検定試験に供試され、その結果にもとづき、1964年より「十育122号」の地方番号

が、品種に変動をもたらした支配的な環境要因(ここでは気象条件)以外の環境要因に対する反応と考えるとよいであろう。

本実験の結果、スウェーデン産品種は極早生で、収量も低いのが、同一熟期および収量レベルの北海道産品種と比較しても、bが低いことが認められ、耐冷性が強いものと推察された。

スウェーデンにおける「Fiskeby III」や「Fiskeby V」の育成の成功は、第42表に示したように育成地の気象条件が低温できびしく、耐冷性の選抜に適していたことが大きな理由の1つとしてあげることができよう。

を付して、生産力検定本試験および奨励品種決定基本調査に供試された。



第16図 「キタムスメ」の系統図

1964年および1966年は著しい冷害年であったが、これらの年にも減収率が少なく、また1965、1966年と耐冷性の現地選抜圃でも「北見白」や「カリカチ」よりも多収を示し、有望度が確認された。

第46表に「キタムスメ」および両親の「カリカチ」、「北見白」について、北海道立十勝農業試験場における5カ年の成績を平均値で示した。また第47表には、十勝、北見および上川における子実収量の年次間安定性を示した。

前述の耐冷性の強い「シンセイ」、「キタムスメ」、

「カリカチ」、「北見白」の中で、「北見白」は初期生育力がや、劣り、一連の試験結果からも他の3品種よりは耐冷性がわずかながら劣ると推察されている。

現在、耐冷性が強いと判断されている「シンセ

イ」、「カリカチ」および「大谷地2号」はいずれも初期生育が旺盛であるが、これらの品種は、旺盛な生育を生育中期以後も継続し、過繁茂となり、著しい倒伏を示すことが多い。

第46表 「キタムスメ」とその両親の特性 (1964-1968 平均)

品 種	開花期 月日	成熟期 月日	倒伏 ¹⁾	茎 長 cm	主茎節数	分枝数	英 数	100粒重 g	子実収量 kg/a	子実重率 %
キタムスメ	7.25	10.7	1.3	76.4	12.2	4.8	63.9	29.0	27.2	50.0
カリカチ	30	8	3.2	92.5	13.7	5.5	64.8	26.0	25.5	46.1
北 見 白	28	9	1.0	76.4	14.3	6.0	74.0	23.2	24.6	48.3

注. 1) 倒伏は0:無~5:甚とする。

この生育パターンは現在北海道の水稲でもっとも耐冷性が強いとされている「はやゆき」(佐々木ら1968)によく似ている。

「キタムスメ」の育成における1つの成果は、初期生育は旺盛であるが、上述の品種とは異なり、生育中期以後の過繁茂が少なく、倒伏しにくい点にある。これは「キタムスメ」が「カリカチ」と比較して茎長が短く、主茎節数も少ないので、栄養生長量の増加が比較的早く停止するためである。しかし、このような生育型をもつ品種では、個々の葉の光合成能力の持続期間が長いことが必要と考えられ、今後それを明らかにするとともに、その向上をめざす育種が課題となるであろう。

「北見白」の耐冷性は、「大谷地2号」に由来し、「カリカチ」および「シンセイ」の耐冷性は「上春別在来」からきていると考えられる。

「上春別在来」は北海道東部の根釧地方の在来種である。根釧地方は、十勝地方よりもはるかに低温気象地帯なので、自然淘汰によって耐冷性の強い材料が残っている可能性が大きいと考え、1969年にこの地方の在来種の収集を行った。34系統を収集したが、既存品種と同定されたものを除外し、早生種を主体に最終的に7系統を選抜した。これらの系統はいずれも「奥原1号」と同程度の熟期かもしくはそれより早い系統である。現在、これらの材料について育種素材としての価値を検討している。

第47表 「キタムスメ」とその両親の収量の年次間安定性 (1964-1968)

場 所	品 種	平均収量 kg/a	変動係数 %	b ¹⁾
十勝(芽 室)	キタムスメ	27.2	20.2	0.84
	カリカチ	25.5	27.8	0.96
	北 見 白	24.6	23.6	0.88
北見(訓子府)	キタムスメ	22.0	20.5	0.76
	カリカチ	20.8	26.0	0.93
上川(上 別)	北 見 白	20.8	31.3	1.17
	キタムスメ	27.1	15.1	0.79
	カリカチ	24.9	19.7	1.02
	北 見 白	25.6	14.1	0.70

注. 1) bは供試全品種(8品種)平均に対する回帰係数。

(2) 適応地域

著者ら(三分一ら1976)は北海道の各地の気象条件を大豆栽培の立場から6段階に区分し、大豆品種の熟期からみた適応地帯区分図を作成したが、その中から北海道産品種の熟期の分類と「キタムスメ」の適応地帯について述べる。

大豆品種の熟期の分類には、全国的視野による福井ら(1951)の分類、アメリカで一般に用いられている00からⅧの10段階の成熟期分類(Morseら1949)がある。福井らの分類は開花日数(播種翌日から開花までの日数)および結実日数(開花翌日から成熟までの日数)による方法で、この

第48表 北海道大豆品種の熟期の分類

熟期群	生育日数の幅 ¹⁾	所属する品種
0-1	106-110 (十)	—
0-2	111-115 (十)	極早生千島, 十支第7910号, 坂本早生, 樺太1号
0-3	116-120 (十)	三春大豆, 奥原1号, 小油振
I-1	121-125 (十)	霜不知1号, 天北早生, テンボクシロメ
I-2	126-130 (十)	イスズ, シンセイ, 早生隼, 大谷地2号, 鈴成
I-3	131-135 (十)	キタムスメ, 北見白, カリカチ, ワセコガネ, ホッカイハダカ, 早生探
II-1	136-140 (十)	トヨスズ, ホウライ, アサミドリ, 十勝探, コガネシロ, 中生探, 吉岡大粒
II-2	141-145 (十)	十勝長葉, 中生光黒, トカチシロ, ナガハジロ, 白花大粒探, 石狩白1号, 細葉1号
II-3	146-150 (中)	ユウヅル, 早生鶴の子
III-1	151-155 (中)	オシマシロメ
III-2	156-160 (中)	白鶴の子
III-3	161-165 (中)	—

注. 1) 生育日数の幅は, (十)は北海道立十勝農業試験場, (中)は主として北海道立中央農業試験場のデータによる。

分類で北海道品種の大部分は Ia, Ib, IIa, IIb に属するが, これは北海道における実際の栽培結果と非常に異なる。この理由は, 北海道品種を本州で生育させた場合, 日長および温度の効果により, 生育日数が大きく変動するためである。

アメリカにおける分類は, 北海道立十勝農業試験場における結果と比較的的一致性が高いが, 北海道における各品種の適応地帯を決めるには, 熟期の早い群の中が広すぎるため, 実用的ではない。

そこで, 実際に北海道における栽培結果から, 各品種の生育日数を求め, 熟期の早いものから, 0, I, II, IIIの大きな群に分類し, さらに各群を1, 2, 3の3段階の小級に分けた(第48表)。冷害年には成熟期を明確にとらえることのできない品種が多いため, 生育日数の推定に冷害年は含めていない。

0群の中には, 現在子実用を目的とした品種は含まれておらず枝豆用品種のみである。

気象地帯区分は, まず, 6月から9月までの平均気温により区分し, さらに無霜期間および収穫期の降雨条件等によって修正を加えた。

このようにして作成した, 熟期からみた適応地

帯区分図が第17図である。

第17図に示されているように, 「キタムスメ」の主な適応地帯は, 上川, 網走, 十勝のCおよびD地帯である。上川のCおよびD地帯は他のC, D地帯よりも, 大豆生育期間中の気象条件はやや恵まれているが, 秋の気象条件が悪いということが配慮されている。

十勝のD地帯では, ダイズシストセンチュウの棲息地域が多く, 「キタムスメ」は抵抗性をもっていないので, 実際に栽培可能な面積は少ない。

十勝のB地帯では, 「キタムスメ」でも晩熟に過ぎ, 現在この地帯に適した熟期の多収品種はない。

現在, 「キタムスメ」はC地帯を中心に栽培されているが, 耐冷, 多収品種にダイズシストセンチュウ抵抗性を導入することおよび「キタムスメ」より約5日程度生育期間が短く, B地帯でも安全に栽培できる熟期をもつ耐冷, 多収品種の育成は当面の重要な課題である。

新たに, 耐冷性の素材を探索するとともに, 「キタムスメ」よりもさらに高いレベルの耐冷, 多収品種の育成は今後に課せられた目標である。



図柄の区分

地帯記号	図柄	適応する熟期	現在の代表品種	備考
A		-	-	非耕地地帯
B		0-1~0-3	奥原1号	気象条件がもっとも劣る地帯
C		1-1~1-2	イスズ	気象条件が悪く、冷害頻度の高い地帯
D		1-2~1-3	キタムスメ	Eに次いで大豆栽培面積が多いが、気象条件がやや劣る地帯
E		1-3~II-1	トヨスズ	現在の大豆栽培のもっとも多い地帯
F		II-2~1-3	ユウヅル	Gに次いで気象条件の恵まれている地帯
G		II-3~II-2	白鶴の子	気象条件のもっとも恵まれている地帯

第17図 北海道における大豆品種の熟期からみた適応地帯区分図

IX 総合論議および結論

大豆の冷害や品種の耐冷性に関する研究は、これまで主として人工気象室（ファイトトロン）を用いて行われ、かつ大部分は開花期前後の低温による着莢もしくは稔実障害（障害型冷害）に力点がおかれてきた。これに対し実際の冷害現象に重点を置いて解析したものは、少なく、北海道内の農業試験機関による1964年の冷害調査報告（1966）、後藤ら（1968）、およびHolmberg（1973）等があるのみである。

著者は、本論文の中で実際の冷害年における大豆の生育および収量変動の解析から、大豆の冷害では生育初期からの低温による生育の劣勢が、着莢および稔実にも影響を及ぼし、最終的な収量を大きく左右する重要性をもっていることを明らかにし、品種の耐冷性もまた、生育初期の低温下における栄養生長の安定性と密接に関連していることを認め、これらの結果にもとづいて、低温気象条件をもつ現地選抜圃で行った耐冷性の選抜が有効であることを示唆した。

II. では時期別気象要因と大豆の生育および収量の関係を重回帰分析および相関係数によって解析したが、大豆の生育および収量は、6、7月の気象条件、つまり生育前半の気象条件に左右されるところが大きいことが明らかになった。この結果は、大豆における同様の研究報告（桑原1950、北海道立農業試験場1967）の結果ともよく一致している。

III. では冷害年における生育推移の特徴を調べた結果、冷害年における大豆は、生育初期の栄養生長量が著しく劣り、夏季高温時になって見かけ上の生育量が急激に回復する傾向を示した。

水稲の冷害研究では、まず、花粉母細胞分裂期の低温が稔実を著しく低下させることが明らかにされた（榎本1933、酒井1937a、1937b）が、その後、生育時期別の低温処理実験（高杉1938、寺尾ら1942、近藤ら1948）から、生殖細胞分裂期に加えて、穎花分化期、出穂開花期も低温障害の感じ

易い時期であることが認められ、また生育初期からの栄養生長期間の低温によっても、草丈伸長、分けつ、節間伸長に抑制があらわれ、出穂および登熟の遅延が起ることが報告されている。

現在、水稲の冷害は穂ばらみ期の低温による障害型冷害と生育期間中の低温による遅延型冷害に分けられ、耐冷性もそれぞれの型に対する抵抗性に分けて考えられているが、以前に、近藤（1952）は水稲の冷害抵抗性を耐冷性とイモチ病抵抗性に大別し、さらに耐冷性を低温抵抗性と環境適応性に分けて考えた。つまり、強度の低温（たとえば短期間でも）による細胞組織の直接的破壊（稔実障害）に対する低温抵抗性と長期間の比較的軽度の低温による栄養障害および生理的機能の低下を環境適応性という表現を用いた。近藤の用いたこの環境適応性という用語には、いわゆる生育遅延型冷害に対する抵抗性と生育不良型冷害に対する抵抗性の意味が含まれていると考えることができる。

近藤は、水稲の耐冷性は実用的には低温抵抗性によって代表できるとしているが、著者は本論文の中に示した一連の試験結果から、大豆の冷害では、強弱を含めた低温による栄養障害および生理的機能の低下つまり生育不良型冷害抵抗性の比重が水稲におけるよりも大きいと推論した。

大豆の冷害現象が水稲と大きく異なる点に、大豆の開花習性と収量構成形質からくる違いがある。

大豆は開花期間が長く、北海道の有限伸育型の中生種で15-20日間、無限伸育型品種では40日以上に及ぶものも少なくない。さらに正常な気象条件でも50%以上の花は結実しない。

大豆の収量構成形質の組み立て方にはいくつかあるが、もっとも一般的な英数、1莢内粒数、1粒重をとり上げてみても、英数決定から1莢内粒数の決定には時間的間隔があり、さらに子実の肥大期間は水稲のそれよりはるかに長く、これらの

形質の間には莢数を起点とした相互の補償作用が存在している。

このような大豆の特性から判断しても、大豆では水稲よりも障害型冷害の比重が小さくなるであろうと推察される。

岡(1967)は、作物の耐冷性や耐病性を、収量の安定性であらわされる作物品種の環境適応性における「一般適応性」には含めるべきでないと述べているが、著者ら(三分一ら1969)は、北海道における大豆品種の正常年における収量の年次間安定性が品種の耐冷性とよく一致していることを認めた。したがって、大豆においては、正常年の比較的軽微な低温によって引き起される生理的機能の変化と同質の要因が、冷害年においても重要な役割りを演じているものと推察される。

これまでの大豆に対する生育時期別の低温処理試験(鳥山ら1957, 斎藤ら1962, Saitoら1970, 成河ら1970)の結果が、いずれも開花期前後の処理で着莢および稔実に及ぼす影響が大きかったとしているが、十勝地方における大豆の開花は通常、7月下旬から8月上旬にわたって行われるので、もし大豆の冷害が開花期前後の低温による障害型冷害を主因とすると、気象要因と大豆の生育および収量との回帰係数や相関係数は、7月および8月でさらに高くあらわれてくるはずである。実際には6月の気象との関連性も高いことは、上述の開花期の低温障害とは異なる要素が大きな比重を占めていると考えることができる。

また、阿部(1957)が相関係数で示しているように、6月と7月、7月と8月の気象は連続性を持っている場合が少なくないので、冷害年には、生育初期の生育不良型冷害と開花期前後の障害型冷害が総合されて表現される現象も起り易いと考えられる。

本論文の中に示したように、冷害年における大豆の低温感応は、生育の初期の段階ですでに始っており、それが、7月中旬頃に、莖長、主莖節数および分枝数の著しい減少になって示された。その後、8月には、見かけ上急激に回復する傾向を示すが、高温時の急激な生育は、徒長もしくは莢花を伴う軟弱な生育であり、生理的機能の低下が

開花、着莢の時期にも及んでいると思われる。

本実験の結果から、大豆の生育不良型冷害は、単に最終的な栄養生長量の不足によって示されるべきではなく、むしろ初期生育の劣勢およびそれに起因するその後の生理的機能の低下が本質であると考えらるべきであり、冷害年には明らかに莢数や1莢内粒数の減少が大きいのが、この減少は、1964年の冷害調査報告(1966)および後藤ら(1968)のように、単なる栄養体の減少や障害型冷害のみによって説明されるものではなく、生育初期からの低温による生理的機能の低下に起因している部分の大きな比重をもつものと考えなければならない。

Ⅳ. では低温気象条件下における個々の大豆品種の生育および収量を正常年のそれで除して求めた耐冷性指数(CTI)の分散分析および共分散分析の結果、子実収量のCTIは莢数および子実重率のCTIとの間に高い正の遺伝相関を示し、品種の耐冷性が低温気象条件下における着莢の多少に依存しており、また耐冷性の強い品種ほど同化産物の子実への移行が効率的に行われていることが明らかになった。これらの結果は実際の冷害年と低温気象条件をもつ耐冷性の現地選抜圃でよく一致しており現地選抜の有効性が示唆された。

低温気象条件下における開花期および成熟期の遅延程度がとくに少ない品種は見当らなかった。

莢数や子実収量のCTIの高い「シンセイ」、「キタムスメ」、「カリカチ」および「北見白」は耐冷性が強いとみなされ、これらの形質のCTIの低い「コガネジロ」、「ホッカイハダカ」および「ホウライ」は耐冷性が弱いと判断することができた。

Ⅴ. では大豆品種の初期生育力の評価を行い、耐冷性との関連を解析したが、肉眼判定によって圃場で評価した大豆品種の初期生育力は、莖長、葉面積および乾物重のような生育の量を表わす形質とよく一致した。また初期生育力は莢数、全重および子実収量のCTIと正の相関を示し、大豆の初期生産力は生育不良型冷害抵抗性の1要因と考えられた。

初期生育力は100粒重と正の高い相関を示し、子実の大きい品種ほど初期生育力が高い傾向を示し

た。しかし一方、北海道立十勝農業試験場では次のような試験結果も得ている。すなわち、既述の試験に供試された大粒種は、100粒重が30—35g程度のものであるが、最近北海道立十勝農業試験場が府県産の極大粒種を母本として育成した100粒重が40—50gにも達する系統は耐冷性が必ずしも強くはなかった。この理由として、これらの育成系統には、北海道という環境に適した遺伝的背景が十分に入っていないことなども推測されるが、今後明らかにしなければならない問題である。

初期生育力は毛茸性、葉形および伸育型とも関連性があり、無毛性、長葉、無限伸育型の品種は初期生育力が劣った。

佐々木(1968)は水稻で低温発芽性の高い品種は初期伸長性が大きいと報告しているが、大豆では、初期生育力の高さが、発芽の速さに起因しているところは全くない。大豆では、初期生育力の高い大粒種は一般に発芽が遅く、むしろ初期生育力の低い小粒種は発芽が早い傾向を示す。

低温気象条件下における大豆品種の耐冷性は初期生育の旺盛さとそれに伴う栄養生長の安定、着実の良否に依存するところが明らかとなり、肉眼観察によって評価された初期生育力は、低温気象条件下の着実とともに耐冷性の選抜基準となり得ることが示唆された。

Ⅵ. では、上述の結果にもとづいて、十勝の山麓や沿海に設けた現地選抜圃で初期世代について耐冷性に対する選抜実験を行った。現地選抜圃における大豆品種の生育および収量の変動は、実際の冷害年における場合との一致性が高く、現地選抜圃における初期生育力や莢数に対する肉眼選抜が、耐冷性の選抜として有効であることが明らかになった。本実験では、初期生育力、熟期(早生)および莢数のそれぞれの単一形質についての個体選抜を行い、各選抜群を後代検定によって評価したが、初期生育力の高い型と多莢型とは共通している場合が少ないので、初期生育力をマークするとともに同一材料についてさらに莢数による選抜を加えれば、高いレベルの耐冷、多収型を選抜できる可能性が大きいといえよう。

Ⅶ. では、スウェーデン産と北海道産の早中生

種を低温気象条件の異なる年次および場所に栽培し、子実収量の安定性について回帰分析を行った。その結果、スウェーデン産品種は一般に熟期が早く、収量性は低い、同一熟期および同一収量レベルの北海道産早生品種と比較しても、収量の安定性が高く、耐冷性が強いものと推察された。スウェーデンにおける大豆育種(Holmberg 1973)は、耐冷性を主要目標として、北海道東部や樺太産等の品種を母本として進められてきたが、これらの系統や品種の耐冷性に関する選抜効果の前進は、育成地の気象条件が低温できびしく、選抜に好適であることが1つの大きな理由と考えられる。

Ⅷ. では耐冷、多収品種「キタムスメ」の特性と適応地域について述べた。前述したように、「シンセイ」、「キタムスメ」、「カリカチ」および「北見白」は耐冷性が強く、年次間の収量性が安定しているが、これらの品種は相互に近縁であり、これらの品種の耐冷性は北海道東部の根釧地方の在来種「上春別在来」および、北海道における古くからの在来種「大谷地」より選抜した「大谷地2号」のいずれかもしくは両方に由来していると考えられる。「キタムスメ」は、現在、北海道東部地域の気象条件の劣る地帯に主に栽培されている。

「キタムスメ」は初期生育力は高いが、同じく耐冷性の高い「カリカチ」、「シンセイ」および「大谷地2号」と異なり、生育中期以後に過繁茂になったり、倒伏することが少ない。これは「キタムスメ」の茎長や主茎節数が上述の品種より少なく、栄養生長を比較的早く終了するためである。しかし、このような生育型をもつ品種では個々の葉の光合成能力の持続期間が長いことが必要と考えられ、今後それを明らかにするとともに、その向上をめざす育種が課題となるだろう。

北海道の各地の気象条件に応じた大豆品種の熟期からみた適応地帯区分図を作成したが、「キタムスメ」の主な適応地帯にダイズシストセンチュウ棲息地域がかなり含まれている。また北海道東部や北海道北部には「キタムスメ」でも晩熟に過ぎる不良な地帯が広く分布しており、現在この地帯に適する熟期の多収品種はない。

耐冷, 多収品種にダイズシストセンチウ抵抗性を導入することおよび「キタムスメ」よりも約5日程度生育日数の短い耐冷, 多収品種の育成は当面の重要な課題である。

既存品種の中では、「キタムスメ」、「シンセイ」、「カリカチ」、「北見白」、「大谷地2号」、「奥原1号」等が耐冷性が高いと認められ, またスウェーデン産品種や根釧地方の在来種の中にも耐冷性育種のための有望な素材が含まれていると考えられる。さらにまた, 多毛性系統や最近北海道で見つかった野生大豆(三分一1974)について, 現在, 耐冷性について検討が加えられている。

今後さらに新たな耐冷性素材を探索することが必要であり, これらの材料を用いて, さらに高いレベルの耐冷, 多収品種を育成することが今後に課せられた目標である。

X 摘 要

本研究は, 実際の冷害年における大豆の生育および収量の解析によって大豆冷害の主要因を明らかにするとともに品種の耐冷性に関与する特性を見出し, その結果にもとづいて低温気象条件をもつ現地選抜圃において行った耐冷性の選抜が有効であることを実証しようとしたものである。

一連の実験の経過と得られた結果を要約すると次のとおりである。

1. 長期および短期の気象資料にもとづいた月別気象条件と大豆主要形質の間の標準偏回帰係数および相関係数から, 大豆の生育および収量は生育前半の6月および7月の気象条件によって大きく左右され, 晩生の品種では8月および9月の気象条件によっても影響を受けることが認められた。
2. 冷害年および正常年における大豆の生育時期別の莖長, 分枝数および主莖節数を比較した結果, 冷害年におけるこれらの形質は生育初期の6月および7月において明らかに劣り, その後, 高温時になって見かけ上急激に回復する傾向を示した。生育初期におけるこれらの形質は, 積

著者は, 従来の研究報告および一連の実験結果から, 本論文の中で大豆の耐冷性として, 開花期前後の低温による主として莢数および1莢内粒数の減少の程度によって示される障害型冷害抵抗性, 成熟期および開花後の子実の肥大速度によって評価される遅延型冷害抵抗性および生育初期の低温下における莖長や乾物重の増加速度(初期生育力)によって示される生育不良型冷害抵抗性を考え, とくに, 北海道東部地域のように高緯度で海洋型気候をもち生育前半から冷涼な地域では大豆のような生育特性をもつ作物では, 生育不良型冷害抵抗性がとくに重要であることを強調するとともに低温気象条件下における大豆の初期生育力および着莢能力が, 耐冷性の選抜基準となりうることを明らかにした。

算平均気温と高い正の相関を示し, また最終的な収量構成形質や子実収量と有意な相関を示した。

この結果から, 大豆の冷害では, 生育初期の低温による栄養障害および生理的機能の低下が重要な役割りを果しているものと推察された。

3. 低温気象条件下における大豆品種の生育および収量を正常な気象条件のそれらで除して求めた耐冷性指数(CTI)を実際の冷害年および低温気象条件をもつ現地選抜圃に適用し, 各形質のCTIの分散分析および共分散分析を行った。

その結果, 子実収量のCTIの高い「シンセイ」、「キタムスメ」、「カリカチ」および「北見白」は耐冷性が強く, 一方, 子実収量のCTIの低い「ホウライ」、「ホッカイハダカ」および「コガネジロ」は耐冷性が弱いとみなされた。

子実収量のCTIは莢数および子実重率のCTIとの間に高い遺伝相関があり, 品種の耐冷性が低温気象条件下における着莢の良否に依存しており, また耐冷性の強い品種ほど同化産物の子実への移行が効率的に行われていることが

明らかになった。

4. 圃場において肉眼観察によって評価された大豆品種の初期生育力は莢数や子実収量のCTIと有意性の高い正の相関を示し、初期生育力は生育不良型冷害抵抗性の重要な1要因と考えられ、低温気象条件下の着莢能力とともに、耐冷性の選抜基準となり得ることが明らかにされた。

初期生育力は一般に子実の大きい品種ほど高い傾向を示した。

初期生育力は、毛茸性、葉形および伸育型と関連性があり、無毛は有毛より初期生育が劣り、長葉は円葉より劣り、また無限伸育型は有限伸育型より劣った。

5. 低温気象条件をもつ沿海の現地選抜圃および恵まれた気象条件をもつ北海道立十勝農業試験場圃場に、2組合せの F_2-F_4 集団を栽培し、初期生育力、熟期（早生）および莢数に重点を置いた。選抜を行った。

この結果、熟期以外の特性について両親に差が小さかった1つの組合せでは選抜効果が小さかったが、一方の組合せでは、初期生育力および莢数に重点を置いた選抜で、耐冷、多収型の選抜効果が認められ、かつその効果は、低温気象条件の現地選抜圃で高い傾向が認められた。

6. 低温気象条件の異なる年および場所に栽培したスウェーデン産および北海道産品種の収量の安定性を回帰分析によって推定した結果、スウェーデン産品種は一般に熟期が早く、子実収量も低いが、同一熟期および同一収量レベルの北海道産品種より回帰係数が低く、耐冷性が強いものと推察された。

7. 現在、北海道東部地域の気象条件の冷涼な地

帯に主として栽培されている耐冷、多収品種「キタムスメ」の特性および適応地帯から判断して、耐冷、多収品種にダイズシストセンチュウ抵抗性を導入することおよび「キタムスメ」より5日程度生育期間の短い耐冷、多収品種の育成は当面の重要な課題と考えられた。

また新しい耐冷性素材を探索し、それらを用いた、「キタムスメ」よりさらに高いレベルの耐冷性品種の育成は今後に課せられた大きな目標と認められた。

謝 辞

本論文のとりまとめに当っては、北海道大学教授細川定治博士（現名誉教授）、高橋萬右衛門博士ならびに後藤寛治博士よりご懇篤なるご指導を賜わり、さらにご校閲の労をいただき、津田周彌博士からは貴重なるご教示をいただいた。

前北海道立十勝農業試験場長楠隆氏、北海道立十勝農業試験場長中山利彦博士および北海道立北見農業試験場長斉藤正隆氏からは研究実施上の便宜を与えられ、終始激励と助言をいただいた。

本研究の実施に当っては、北海道立十勝農業試験場豆類第一科長砂田喜与志氏および同科の各位には終始協力と助言をいただいた。とくに研究職員土屋武彦氏は大豆耐冷性育種の共同研究員として終始協力していただいた。また、統計分析のための計算は、大部分農林研究計算センターに依頼して行い、プログラム作成者および指導員の方々から多くの御指示をいただいた。

ここに、以上の各位に対し、謹んで感謝の意を表す次第である。

引用文献

1. 阿部亥三。(1957), 冷害気象の解析, 第1報, 気象推移の特徴から見た東北地域の冷害年次について, 農業気象, 13(1), 37—40.
2. Bernard, R.L. (1972), Two genes affecting stem termination in soybeans. *Crop Sci.*, 12, (2), 235—239.
3. Eberhart, S.A., and W.A. Russel. (1966), Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6(1), 36—46.
4. 榎本中衛。(1933), 水稲における開花期前後の低温と稔実との関係に就いて, (第1報), 日作紀, 5(2), 192—203.
5. Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. (1963), The analysis of adaptation in plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14, (6), 742—752.
6. 藤盛郁夫。(1963), 大豆の栽培条件に対する反応の品種間差異, 第1報, 栽植密度と施肥量の組合せに対する反応, 北海道立農試集報, 10, 31—41.
7. ———, (1964), 大豆の有限・無限型品種の地域適応性, 北海道立農試集報, 14, 29—40.
8. 藤村稔彦, 佐々木多喜雄, 山崎信弘。(1975), 水稲新品種「きたこがね」の育成について, 北海道立農試集報, 33, 1—10.
9. 藤原 忠。(1966), 北海道における気象条件と冷害被害との関係, 農業技術, 22(1), 29—33.
10. 福井重郎, 荒井正雄。(1951), 日本における大豆品種の生態学的研究, 1, 開花日数と結実日数による品種の分類と地理的分布について, 育種, 1(1), 27—39.
11. Fu-Sheng Tsheng, and S. Hosokawa. (1972), Significance of growth habit in soybeans. I, Varietal difference in characteristics of growth habit. *Japan. J. Breed.* 22(5), 261—268.
12. Ghorashy, S.R., J.W. Pendleton, R.L. Bernard, and M.E. Bauer. (1971), Effect of leaf pubescence on transpiration, photosynthetic rate and seed yield of three near-isogenic lines of soybeans. *Crop Sci.* 11(3), 426—427.
13. 後藤寛治, 成河智明。(1968), 大豆の耐冷性に関する育種学的研究, 福井重郎編, 大豆の育種, ラティス社, 80—97.
14. 後藤和男, 山本 正。(1972), 豆類の冷害に関する研究, 第3報, 大豆の開花前低温が, 花粉の発芽および受精に及ぼす影響, 北海道農試集報, 100, 14—19.
15. 橋本鋼二, ———。(1970), 同上, 第1報, 低温下の窒素供給条件が大豆の結実, 稔実に及ぼす影響, 日作紀, 39(2), 156—163.
16. ———, ———。(1970), 同上, 第2報, 大豆の低温障害に及ぼす窒素供給時期の影響, 日作紀, 39(2), 164—170.
17. ———, ———。(1973), 同上, 第4報, 大豆の生育・収量に及ぼす生殖生長初中期の低温と窒素質肥料との関係, 日作紀, 42(4), 475—486.
18. ———, ———。(1974), 同上, 第5報, 大豆の生育・収量に及ぼす生殖生長初中期の低温と磷酸肥料ならびに施肥水準との関係, 日作紀, 43(1), 40—45.
19. Hicks, D.R., and J.W. Pendleton, R.L. Bernard, and T.J. Jonston. (1969), Response of soybean plant types to planting patterns. *Agron. J.* 61(2), 290—293.
20. 北海道立農業試験場編。(1967), 北海道における農作物の収量と気象要因との関係について。
21. Holmberg, S.A. (1955), スウェーデン大豆品種の適応性, とくに日本産品種を用いた育種について, 永田忠男訳, 農及圃, 30(11), 1,427—1,430.
22. ———, (1973), Soybeans for cool temperate climate. *Agric. Hortique Genetica*. XXXI, 1—20.
23. Johnson, H.W., H.F. Robinson, and R.E. Comstock. (1955), Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implication in selection. *Agron. J.* 47(10), 477—483.
24. ———, and R.L. Bernard. (1962), Soybean genetics and breeding. *Adv. Agron.* 14, 149—221, (1948).
25. 近藤頼己, 鈴木俊彦。(1948), 水稲品種の冷害抵抗性及び其検定方法に関する研究, (1), 水稲の生育過程と低温障害との関係, 日作紀, 17(1), 57.
26. ———, (1952), 水稲品種の冷害抵抗性に関する生理学的研究, 農技研報告, D 3, 113—228.
27. 熊谷甲子夫。(1967), 多数系統を乱塊法で反復供試した場合の分散分析とヘリタビリティおよび形質間相関係数の計算, 農林研究計算センター報告, A(1), 213—233.
28. ———, (1968), 回帰分析による品種の環境適応性パラメーターの推定, 農林研究計算センター報告, A(3), 217—220.
29. 桑原武司。(1950), 十勝地方における主要農作物の特性と年次変異並びに収量と気象との相関々係に関する調査, 北農, 17(9), 4—18.
30. Littlejohns, D.A., and J.W. Tanner. (1976), Preliminary studies on the cold tolerance of soybean seedings. *Can. J. Plant Sci.* 56(2), 371—375.
31. 松本 蕃, 黒沢 強。(1954), マメシクイガによる大豆被害粒数の品種間差について, 北海道農試集報, 67, 18—27.
32. ———, (1962), マメシクイガによる大豆被害の品種間差異に関する研究, 北海道農試報告, 58, 1—58.
33. 三留三千男。(1960), 多重比較, 農業実験計画法, 朝倉書店, 106—126.
34. Morse, W.J., J.L. Cartter, and L.F. Williams. (1949), Soybeans; Culture and Varieties. U.S.D.A. Farmers Bull. 1,520, 1—38.
35. Nagai, I., and S. Saito. (1923), Linked factors in soybeans. *Japan. J. Bot.* 1, 126—136.
36. 永田忠男。(1956), 農学大系, 大豆編, 養賢堂。
37. Nagata, T. (1959), Studies on the differentiation of soybeans in Japan and the world. *Mem. Hyogo Univ.*

- Agric. 3(2), 63—102.
38. ————. (1961), Studies on significance of indeterminate growth habit in breeding soybeans, (I) Properties of American soybeans attributable to their indeterminate growth habit. *Japan. J. Breed.* 11(1), 24—28.
 39. 中山林三郎. (1951), 北海道における稲反収の年変異に関する研究. 北海道立農試報告. 2, 1—74.
 40. 成河智明, 三浦豊雄, 松川 勲. (1970), 豆類の耐冷性検定に関する一考察. *北農.* 37(12), 41—48.
 41. ————, ————, ————. (1970), 豆類の耐冷性に関する研究, 第1報, 低温と遮光に対する反応. 北海道立農試集報. 22, 10—19.
 42. ————, ————, ————. (1973), 同上, 第2報, 低気温と低地温に対する反応. 北海道立農試集報. 26, 28—35.
 43. ————, ————, ————, 野村信史. (1971), 豆類の低温と堆肥施用に対する反応. *北農.* 38(4), 29—39.
 44. 西島 浩, 黒沢 強. (1953), マメシクイガによる大豆被害率の品種間差異に影響する諸要因に就て. 北海道農試集報. 65, 42—51.
 45. 農業技術研究所物理統計部. (1963), 大豆品種の生態型に関する連格試験の統計的分析.
 46. 農林省北海道統計情報事務所. (1965—1977), 北海道農林水産統計年報. (農林編).
 47. 農林省農蚕園芸局畑作振興課. (1977), 大豆に関する資料.
 48. 農林水産技術会議事務局. (1963), 畑作物の新品種(昭和30—38年度). 65—68.
 49. ————. (1966), 昭和39年度北海道冷害調査報告.
 50. ————. (1969), 畑作物の新品種(昭和39—44年度). 1—5.
 51. 岡 彦一. (1967), 作物品種の季節適応性, 地域適応性および収量安定性, その機構と選抜. 育種学最近の進歩. 8, 42—47.
 52. 酒井寛一. (1937 a), 低温による稲の小孢子形成細胞分裂の阻害. *日作紀.* 9(2), 207—212.
 53. ————. (1937 b), 稲の減数分裂時の低温と不稔実との関係. (予報). *札農林報.* 29, 217—221.
 54. ————. (1947), 低温によるイネのタベート肥大, 特にその応用による耐冷性の検定について. *日作紀.* 17(3), 10.
 55. ————. (1949), 冷害におけるイネ不稔性の細胞組織学的並に育種学的研究特に低温によるタベート肥大に関する実験的研究. 北海道農試報告. 43, 1—46.
 56. 齊藤正隆, 高沢 寛. (1962), 大豆に対する低温の影響について, II, 生育時期別の低温処理が生育並びに収量におよぼす影響. 北海道農試集報. 78, 26—31.
 57. ————, 三分一敬, 佐々木絃一, 酒井真次, 土屋武彦. (1969), 大豆優良品種「キタムスメ」について. *北農.* 36(7), 1—13.
 58. Saito.M., T.Yamamoto, K.Goto, and H.Hashimoto. (1970), Influence of cool temperature before and after anthesis, on pod-setting and nutrients in soybean plants. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* 39(4), 511—519.
 59. 齊藤正隆. (1972), 畑作物の冷害研究の現況, 大豆の耐冷性育種について. 日本育種. 作物学会北海道談話会々報. 13, 63—65.
 60. 佐々木多喜雄. (1968), 水稲品種の低温発芽性と初期生育との関係, I, 初期伸長性との関係. 北海道立農試集報. 17, 34—45.
 61. ————, 山崎信弘, 三木英一. (1968), 水稲極耐冷性品種「はやゆき」の育成. *北農.* 35(7), 53—86.
 62. 三分一敬. (1964), 大豆の開花および着莢様式についての品種間差異. *北農.* 31(5), 1—5.
 63. ————. (1967), 大豆の品種および交雑系統における無限伸育程度と生態反応の関係について. 北海道立農試集報. 15, 10—14.
 64. ————, 後藤寛治. (1969), 大豆品種の適応性に関する研究. 北海道立農試集報. 19, 36—46.
 65. ————. (1974), 北海道におけるツルマメの自生について. *育種.* 24(3), 153.
 66. ————, 砂田喜与志. (1976), 北海道における大豆品種の熟期からみた適応地帯区分図. *北農.* 43(8), 5—13.
 67. 柴田和博. (1959), 北海道における水稲収量と気象条件. *農及園.* 34(3), 511—512.
 68. Singh,B.B., H.H.Hadley, and R.L.Bernard. (1971), Morphology of pubescence in soybeans and its relationship to plant vigor. *Crop. Sci.* 11(1), 13—16.
 69. 砂田喜与志, 後藤寛治, 齊藤正隆, 酒井真次. (1966), 大豆優良品種「ホウライ」および「トヨスズ」. *北農.* 33(11), 16—28.
 70. ————. (1977), 大豆 一品種と採種一. *北農会報.* 豆類. 21—30.
 71. スネディカー. (1956), 統計的方法. 畑村又好訳. 岩波書店. 372—402.
 72. 鈴木 茂. (1968), 重回帰分析(2). 農林研究計算センター報告. A(2), 143—164.
 73. 高橋良直, 福山甚之助. (1919), 大豆の特性に関する調査及試験成績. 北海道農試報告. 10, 1—98.
 74. 高杉成道. (1938), 生育の各期における一定低温が水稲に及ぼす影響について. (予報). *農及園.* 13(4), 965—972.
 75. 寺西外美, 仲野博之. (1969), 水稲新品種「かちほなみ」について. *北農.* 36(3), 10—24.
 76. 寺尾 博, 大谷義雄, 土井弥太郎, 泉 清一. (1941), 水稲冷害の生理学的研究, (Ⅳ), 挿秧より出穂に至る各期よりの各種低温の幼穂分化・出穂・稔実に及ぼす影響. *日作紀.* 13(3), (4), 317—336.
 77. 島山国士, 豊川良一. (1957), 大豆の低温障害に関する研究. *日作紀.* 25, (4), 197—198.
 78. ————, 蓬原雄三. (1960), 水稲における耐冷性の遺伝と選抜に関する研究, I, 耐冷性の遺伝分析. *育種.* 10(3), 143—152.
 79. ————, ————. (1961), 同上, II, 耐冷性と草型および収量性との関係. *育種.* 11(3), 191—198.
 80. Tsai,K.H., Y.C.Lu, and H.Oka. (1967), Studies on

- soybean breeding in Taiwan. 3. Yield Stability of strains obtained from disruptive seasonal selection of hybrid population. Bot. Bull. Acad. Scinica. 8, 209—220.
81. 角田重三郎, (1964), 作物品種の多収性の研究 —生育解析の立場より—, 日本学術振興会.
82. Weber, C.R., and B.R. Moorthy. (1952), Heritable and nonheritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F_2 generation of soybean crosses. Agron. J. 44, 202—209.
83. Woodworth, C.M. (1932), Genetics and breeding in the improvement of the soybean. Illinois Agric. Exp. Stn. Bull. 384, 297—404.
84. ———, (1933), Genetics of the soybean. J. Am. Soc. Agron. 25, 36—51.
85. Yamamoto, T. (1970), The Hokkaido National Agricultural Experiment Station Phytotron. J. A. R. Q. 5 (1), 1—7.

Studies on Cool Weather Tolerance in Soybean Breeding

by
Takashi SANBUICHI

Summary

In order to clarify the important characteristics of cool weather tolerance and to find out the effective methods of selection for cool weather tolerance in soybeans, a series of experiments were conducted in cool weather years and in the test nurseries located in the mountain area and the coast which had usually cool weather conditions.

The progress and results obtained are briefly summarized as follows ;

1. Multiple regression analysis and correlation analysis based on long and short periods of data for climate and for soybean growth and yield were carried out. Generally, standard partial regression coefficients and correlation coefficients of soybean growth and yield with climatic conditions of June and July were higher than the coefficients with those of August and September. This tendency was quite remarkable in early varieties, and the later varieties were affected also by the climate of later months (Chapter II).

2. Soybean growth was compared at the different stages between normal and cool weather years. Plant height, number of nodes on the main stem and number of branches in the cool weather years were markedly low during the periods of early stages, followed by rapid, spindly and viny growth after the air temperatures going up. Delay of flowering and maturing times in the cool weather years are clear.

Correlation coefficients between the growth in the early stages and the accumulated mean air temperatures were positive and very high. Poor growth in the early stages was closely associated with low level of yield components and seed yield.

The author surmised that the cool weather damages in soybeans were much attributable to the depression of nutrients and physiological function resulting in the decrease of yield components caused by the low temperatures during the early stages (Chapter III).

3. To estimate and analyze the cool weather tolerance of each variety, the following formula was applied for some agronomic characters ;

$$\text{Cool tolerance index} = A / B \times 100 (\%),$$

in which A is the value obtained under the cool weather conditions and B is the one under the normal weather conditions.

Cool tolerance index (later will be called as CTI) was applied to the soybean growth and yield in the cool weather years and in the normal years, and also those in the test nurseries located in the cool weather area and in the field of Tokachi Agricultural Experiment Station located in the favorable area.

It was recognized that "Shinsei", "Kita-musume", "Karikachi" and "Kitami-shiro" which showed high CTI of seed yield, were highly stable in the cool weather years and on the other hand,

"Kogane-jiro", "Hokkai-hadaka" and "Hourai" which showed low CTI of seed yield, were unstable.

The correlation coefficients between CTI of seed yield and those of number of pods and seed ratio to total dry weight (Harvest index) were positive and very high in all cases. It was recognized that the varietal difference in cool weather tolerance was mainly affected by the pod-setting capacity of each variety grown under the cool weather conditions (Chapter IV).

4. Growth vigor was visually evaluated in the early stages giving following scores ;

5: Very good, 4: Good, 3: Middle, 2: Poor, 1: Very poor.

This growth vigor was highly correlated with plant height, LAI and total dry weight at that stage. The correlation coefficients between growth vigor and seed yield were higher in the cool weather conditions and those between growth vigor and CTI of seed yield were highly significant in all cases.

It was clarified by comparisons of near-isogenic lines or varieties that growth vigor was different between some contrasting characters such as size of seed, pubescence, leaf-let shape and growth type. Big size of seed, pubescent, broad leaf-let shape and determinate growth types were vigorous and on the other hand, small size of seed, glabrous, narrow leaf-let shape and indeterminate growth types were poor.

It was recognized that the growth vigor in the early stages was one of the important characteristics in the cool weather tolerance of soybeans and it could be one of the reliable selection criteria for cool weather tolerance, together with pod-setting under the cool weather conditions (Chapter V)

5. An experiment of visual selection for growth vigor in the early stages, early maturity and number of pods was tried at two locations, one of which has cool weather condition and another favorable one.

It was suggested that visual selection for growth vigor in the early stages and number of pods at the test nurseries located in the cool weather area might be effective for cool weather tolerance and high yielding (Chapter VI).

6. Twenty four of Hokkaido and twenty five of Swedish varieties together with twenty two of others, most of which have early maturity were grown in various cool weather locations and years.

To estimate stability for yield in each variety, the methods of regression analysis was applied.

Most of Swedish varieties showed low coefficients of regression below 1.0 and more than half of Hokkaido varieties showed high coefficients above 1.0. The deviation from the regression line was also low in most of Swedish varieties.

It was surmised that the stable performance of Swedish varieties was based on cool weather tolerance and the successful breeding of these highly tolerant varieties should be due to the selection environment with the severe cool weather conditions (Chapter VII).

7. A cool tolerant variety "Kita-musume" is much grown in cool weather areas of the Tokachi District and it shows stable performance also in other ditrict.

A variety which has more vigorous growth in the early stages and more steady growth in the later stages with rather short plant height maintaining photosynthetic ability in leaves for longer periods will be one of the desirable types in soybean breeding for cool weather tolerance (Chapter VIII).