

IV 試験方法による遺伝母数の変動

圃場試験の精度は気象条件、地力の不均一、欠株、周縁効果および競争現象などの要因によって影響される。選抜試験におけるこれらの要因に基づく試験誤差は、選抜の効率を低下させる大きな要因の一つにもなっている。試験誤差を軽減する方法としては色々あるが、そのうちの反復数、供試数および試験区の形・大きさは地力の不均一の精度、供試材料などによって決定されている。

一方、育成試験の各選抜世代には、供試できる材料および反復数にそれぞれ制約があるため、試験設計および試験精度は異なり、得られる結果にも限界がある。このようなことから、選抜対象形質について、これら反復数、供試数および試験区を変えた場合の地力変異の程度を明らかにしておくことは、選抜世代ごとの試験精度および選抜の効率を高める上から重要なことからである。

本章では、選抜の効率を向上させるために、反復数および供試数、ならびに試験区の形・大きさの違いが主要形質の遺伝母数および変異係数に及ぼす影響について検討した。

1 反復数および供試品種数が主要形質の遺伝母数に及ぼす影響

選抜世代によっては、試験に供試できる反復および供試数に制約がある。そのため試験の精度は選抜世代ごとに異なる。これまでバレイショの形質を適正に判定するための反復数について実施した報告^{51,54,123)}はあるが、これらは本試験で取り扱うような遺伝母数から検討したものではない。一方、供試数について実施した報告はみあたらない。

本節では、反復数ならびに供試品種数の多少が

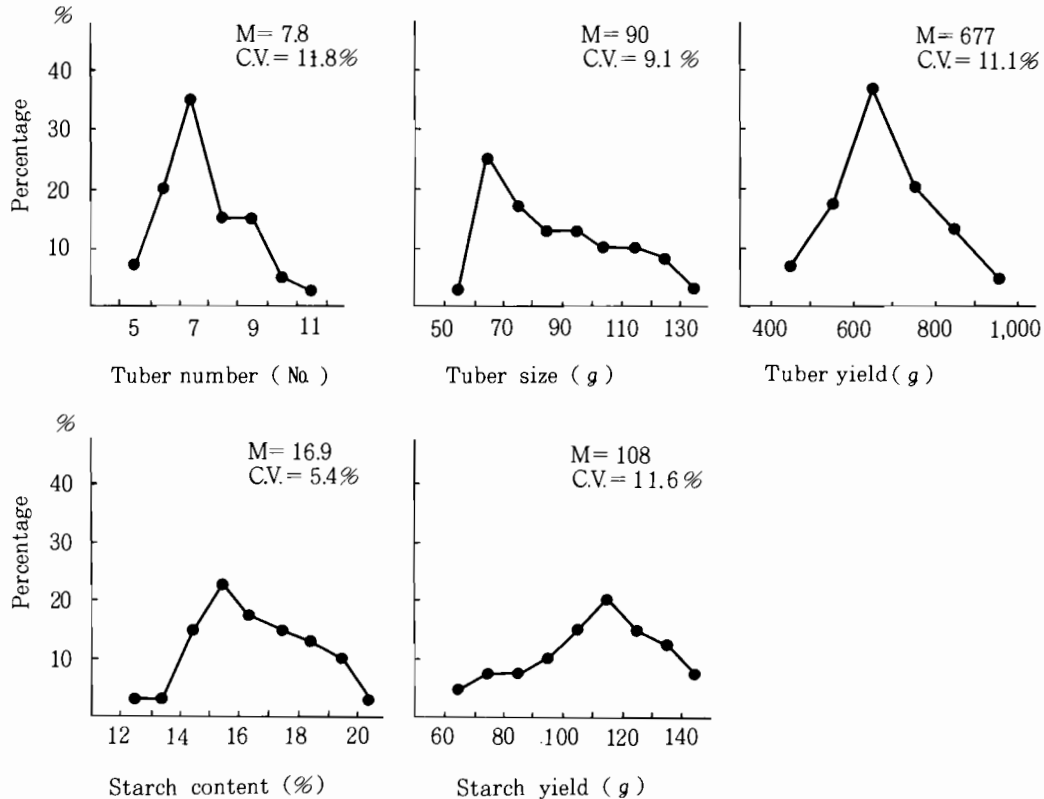


Fig. 23 Frequency distributions of varieties, mean values (M) and coefficient of variations (C.V.) for main agronomic characters

遺伝率、遺伝変異係数および遺伝相関に及ぼす影響について検討した。

試 験 方 法

材料は熟期の異なる表75に示した40品種である。なお、図23には供試品種の主要形質の頻度分布を示した。試験は1981年に一区15個体、5反復乱塊法で実施した。栽植密度はうね幅69cm、株間42cmである。調査形質は上いも数、一個重、上いも収量、でんぷん価およびでんぷん収量である。反復区の設定は5個の反復をそれぞれ組合せた。すなわち、1反復区は5組、2および3反復区は各10組、4反復区は4組、5反復区は1組より成立っている。一方、供試品種数区の設定は40品種をランダムに4組に分け、各組をそれぞれ組合せた。すなわち、10および30供試区は4組、20供試区は6組、40供試区は1組より成立っている。そして、各組は表27に示した分散分析法により分散成分を推定し、遺伝率、遺伝変異係数、遺伝および表現型相関係数を求めた。なお、反復区および供試品種数区の値は区内の組の平均値である。

試 験 結 果

1) 反 復 数

反復数と遺伝率および遺伝変異係数、反復区内

の変異係数の関係を表39に示した。反復数が増加すると、各反復区の反復に基づく分散および遺伝分散は、反復区内の組数の平均値で示しているので一定となり、環境分散は減少を示した。その結果、各形質の遺伝率は高くなる傾向を示し、その傾向は遺伝率の低い上いも収量および上いも数で大きかった。遺伝変異係数は反復区間に遺伝分散の変化が認められなかったので一定であった。一方、反復区間の組間の遺伝率および遺伝変異係数の変異は、反復数の増加に伴っていずれも減少し、その傾向は上いも数で大きかった。

表40には、反復数と形質間の遺伝および表現型相関係数との関係を示した。遺伝相関関係では反復数との間に変化が認められなかったが、表現型相関では反復数が増加すると、一個重と上いも数、上いもおよびでんぷん収量との間、でんぷん価とでんぷん収量の間でやや密接となるが、上いも収量とでんぷん収量の間では逆の関係が認められた。なお、反復区間の相関係数の変動は、相関関係の低い形質間ほど大きくなる関係が認められた。

2) 供試品種数

表41には、供試品種数と遺伝率の関係を生反復数ごとに示した。供試品種数が増加すると、遺伝および環境分散は僅かながら減少し、反復に基づく分散は著しく増加した。その結果、各形質の遺伝率は高くなる傾向が認められ、反復数の場合と同様であった。その傾向は上いも収量、上いも数お

Table 39 Heritabilities (h^2_B) and genetic coefficients of variation (G.C.V.) of the agronomic characters for number of replications

Items	Repli- cations	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
h^2_B (%)	5	91.6	96.7	84.2	97.1	88.5
	4	89.8(2.0)	96.1(0.3)	82.7(1.7)	96.5(0.9)	87.3(0.9)
	3	86.9(4.2)	95.0(0.6)	80.3(3.3)	95.5(1.8)	85.4(3.1)
	2	81.5(9.8)	93.0(1.4)	75.8(6.9)	93.5(4.3)	81.7(4.2)
G.C.V. (%)	5	17.6	24.5	16.8	14.7	20.8
	4	17.6(4.9)	24.5(2.1)	16.8(1.6)	14.7(3.0)	20.8(2.3)
	3	17.6(7.8)	24.5(3.2)	16.8(2.7)	14.7(4.9)	20.8(4.1)
	2	17.6(12.1)	24.5(4.8)	16.8(4.3)	14.7(7.4)	20.8(5.7)

Numbers in (); coefficients of variation(%) of among plots

Table 40 Genetic and phenotypic correlation coefficients among the agronomic characters for number of replications

Characters	Repli- cations	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Tuber number	5		-.700	-.056	.256	.110
	4		-.700 (3)	-.056 (48)	.256 (17)	.110 (26)
	3		-.700 (4)	-.056 (68)	.256 (27)	.110 (44)
	2		-.700 (7)	-.056 (120)	.256 (41)	.110 (68)
Tuber size	5	-.682**		.737	-.180	.460
	4	-.677**(3)		.737 (4)	-.180 (6)	.460 (4)
	3	-.669**(5)		.737 (6)	-.180 (10)	.460 (6)
	2	-.654**(9)		.737 (8)	-.180 (15)	.460 (8)
Tuber yield	5	.005	.712**		-.066	.739
	4	.019 (83)	.706**(3)		-.066 (54)	.739 (2)
	3	.041 (55)	.697**(4)		-.066 (86)	.739 (4)
	2	.080 (47)	.680**(6)		-.066 (142)	.739 (6)
Starch content	5	.235	-.175	-.065		.623
	4	.231 (16)	-.174 (6)	-.064 (50)		.623 (1)
	3	.225 (23)	-.173 (10)	-.064 (77)		.623 (3)
	2	.212 (33)	-.169 (17)	-.063 (121)		.623 (4)
Starch yield	5	.147	.451**	.747**	.608**	
	4	.154 (11)	.449**(3)	.749**(2)	.605**(2)	
	3	.166 (15)	.447**(5)	.752**(3)	.597**(4)	
	2	.192 (15)	.439**(6)	.759**(4)	.592**(6)	

Number in (); coefficients of variation(%) of among plots

Right diagonal;genetic

Left diagonal;phenotypic

Table 41 Heritabilities(%) of the agronomic characters for number of replications and number of used varieties

Repli- cations	No. of examined varieties	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
5	40	91.6	96.7	84.2	97.1	88.5
	30	89.8	95.7	81.8	96.8	86.8
	20	88.9	96.2	77.3	96.2	82.6
	10	85.8	95.2	65.4	94.5	70.0
4	40	89.8	96.1	82.7	96.5	87.3
	30	88.3	96.0	80.6	96.2	85.3
	20	87.2	95.7	76.6	95.8	81.4
	10	84.3	94.7	64.4	93.2	70.8
3	40	86.9	95.0	80.3	95.5	85.4
	30	85.9	95.0	78.3	94.3	83.2
	20	85.5	94.9	74.1	93.9	80.3
	10	82.5	94.0	62.9	91.3	70.1
2	40	81.5	93.0	75.8	93.5	81.7
	30	78.5	92.3	72.1	93.4	78.3
	20	76.1	92.1	67.6	93.0	73.1
	10	74.9	91.6	60.5	89.0	64.3

よびでんぷん収量で著しかった。これは反復数および供試品種数の増加に伴って、各区の全分散に占める遺伝分散の割合が増加したためである。したがって、供試品種数および反復数と遺伝率との関係から、例えば、4反復区の20品種供試区の遺伝率は、2反復の40品種供試数に比較して同等な

いし高くなることが認められた。

供試品種数と遺伝変異係数の関係を表42に示した。遺伝分散は供試数の増加に伴って若干増加するため、遺伝変異係数はやや増加する傾向が認められた。表43には、供試品種数と形質間の遺伝および表現型相関係数との関係を示した。形質間の

Table42 Changes of coefficients of variation(%) of the agronomic characters

No. of examined varieties	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
40	17.7	24.8	16.8	14.7	20.7
30	17.6	24.6	16.7	14.1	20.7
20	17.5	24.5	16.5	13.1	19.9
10	17.2	24.5	16.0	11.6	18.2

表現型相関は遺伝相関と環境相関の結果によって得られているため、表現型的な関連性は遺伝相関関係の場合と同様の傾向を示した。そして、供試品種数が増すと、遺伝および表現型的な関連

性はでんぷん価とでんぷん収量の間でやや密接となるが、一個重と上いも数、上いもおよびでんぷん収量、上いも収量とでんぷん収量の間では逆の傾向が認められた。

Table43 Genetic and phenotypic correlation coefficients among the agronomic characters for number of varieties examined

Characters	No. of examined varieties	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Tuber number	40		.700	-.056	.256	.110
	30		.713	-.082	.252	.079
	20		.724	-.106	.204	.040
	10		.742	-.147	.189	-.079
Tuber size	40	.671**		.737	-.180	.460
	30	.681**		.741	-.154	.473
	20	.688**		.746	-.136	.505
	10	.703**		.753	-.067	.599
Tuber yield	40	.036	.699**		-.066	.752
	30	.017	.701**		-.054	.754
	20	.006	.702**		-.033	.761
	10	-.023	.708**		.020	.794
Starch content	40	.229	-.173	-.064		.623
	30	.226	-.161	-.056		.624
	20	.215	-.117	-.033		.615
	10	.168	-.085	-.018		.541
Starch yield	40	.164	.447**	.752**	.601**	
	30	.134	.455**	.750**	.588**	
	20	.112	.474**	.759**	.569**	
	10	.029	.553**	.811**	.521**	

Right diagonal;genetic

Left diagonal;phenotypic

考 察

中山(1949)⁷²⁾は作物の圃場試験において、その試験結果には予期することの不可能な偶然の誤差と必然的に起る組織的誤差が含まれており、前者の誤差は無数の原因によって生じ、取り除くことができないが、後者の誤差は若干の原因によるもので、補正あるいは工夫して合理的な結果を得ることのできるものであると述べている。この組織的な誤差の主なものとしては、圃場の地力の不均一、周縁効果、異品種または異処理間の競争などが挙げられる。これらのうち地力の不均一による誤差は反復数の工夫によって減少させる方法がとられ、他の作物において多くの研究がある(中村1950⁷¹⁾、神田1952⁴⁵⁾など)。一般に、使用できる圃場面積に制限がある場合には、作業が困難でない限り一区面積が小さく、反復数が多いほど反復間の誤差が小さくなり、結果は正確になるといわれている。しかし、この誤差の減少には限界があり、反復数がある数以上になると、その試験の誤差の減少率は非常に僅かになり、反復数の増加も誤差の減少に対して効果がなくなる。これまで反復数に関してパレイショでは、Westover (1924)¹²³⁾、Köch(1925/26)⁵¹⁾、Küpper(1927)⁵⁴⁾の研究がある。これらはいずれも4反復が適当であるとしている。育種試験における各選抜世代の反復数の決定は、求められる試験結果の精度および供試可能な種いも量などによって主として決めている。本試験では、反復数の増加によって、反復に基づく分散および遺伝分散は変化しないが、環境分散は減少した。すなわち、品種に基づく遺伝分散は40品種が各反復区に共通に供試されるために、反復間で一定となったものである。また、反復に基づく分散は各反復区に各反復が共通に計算されるために、反復区間で一定となったものである。一方、環境分散は全体の誤差分散から反復および品種間に基づく分散を差し引いて求める関係上、反復数の少ない区で大きくなった。その結果、遺伝率は反復数が多くなると高くなった。その関係は上いも数および上いも収量で大きく、5反復区は2反復区に比べ10%も増加していた。そして、

反復区内の遺伝率の変異係数は少反復区ほど大きかった。これは反復の少ない区ほど遺伝分散が増加したためである。また、反復数の多少による形質間の関連性は、表現型的には反復数の増減に伴う環境分散の増減によって若干変動することが認められた。しかし、遺伝的な関連性では反復数の増減に伴う遺伝分散の変化がみられないために、差異が認められなかった。なお、反復区内の相関係数の変動は相関関係の高い形質間で小さく、その低い形質間で大きいことが認められた。

一方、供試品種数が増加すると、反復に基づく分散は増加した。つまり、これは反復に基づく分散が品種数の増加とともに拡大したためである。しかし、遺伝および表現型分散は減少する傾向が認められた。供試品種数が増加すると、各形質の遺伝率は高まることが明らかとなった。これは主として供試区間の遺伝分散の増加に基づくものである。このようなことから、圃場面積が一定の場合あるいは同じ個体数を調査する場合には、各形質の遺伝率は一区当りの供試品種を増すより、反復数を増した方が向上することが明らかとなった。なお、東北農業試験場(1958)*での試験の結果、変異係数について各形質とも試験区ごとの個体数を増すと減少するが、同じ個体数を調査するならば反復数よりも一区当り個体数を増加させた方が変異係数は小さくなり信頼性が高くなることをみいだしたが、本試験とは異なった。供試数の変化により、形質間の相関係数は若干異なることが認められた。これは反復数の場合と同様に、形質間の分散成分の増減によるものである。

なお、本試験では、一区15個体および40品種を供試して実施したが、各処理区間の差異は比較的小さかった。さらに、この一区当りの供試数を種々変えることにより、試験結果は異なるものと予想される。

2 試験区の形・大きさの違いが主要形質の試験精度に及ぼす影響

圃場試験を行う場合の適正な試験区の形・大きさ

* 印4頁に示す

の決定は、使用できる面積の広さおよび形・地力の不均一の程度、試験処理数などによって影響されるが、試験精度を高める上で重要なことである。選抜過程における試験精度は世代によって異なるので、選抜対象形質の地力変異の程度を選抜世代ごとに把握しておくことが、育種能率の向上に役立つと考えられる。

これまで、バレイショの試験区の形・大きさに関して、Lyon (1911)⁵⁸⁾、Westover (1924)¹²³⁾、Justesen (1932)⁴¹⁾、Kalamar et al. (1932)⁴³⁾、Terman (1956)¹¹⁶⁾ および 上野 (1957)¹²²⁾ などの研究がみられるが、それらの研究は比較的簡単な試験設計で実施しているものが多く、病虫害防除技術および肥培管理の進んだ今日の試験方法に比べ著しく異なる。

本節では、当場の標準栽培における試験区の形・大きさの違いが、主要形質の試験精度に及ぼす影響について検討するとともに、施肥量、栽培密度および種いもの異なる各試験区の形・大きさの違いがでんぷん収量の試験精度に及ぼす影響について検討を加えた。そして、各選抜世代における調査個体数と変異係数の関係から、多収系統選抜の方法および効率について考察した。

試験方法

材料は農林1号である。試験は1977年から1979年にかけて表44に示したような処理について試験した。すなわち、当場の標準栽培(標肥・標植)、施肥量(少肥、標肥、多肥)、栽植密度(密植、疎植)および種いも(50g全粒、50g半切、100g全粒)である。調査形質は標準栽培が上いも収量、でんぷん価およびでんぷん収量、施肥量、栽植密度および種いもに関する試験ではでんぷん収量である。なお、図24には、各処理における供試個体の平均値、変異係数および頻度分布を示した。調査は試験圃の外側の各1畦と両端の2株を除く内側の個体について、個体ごとに行った。試験区の

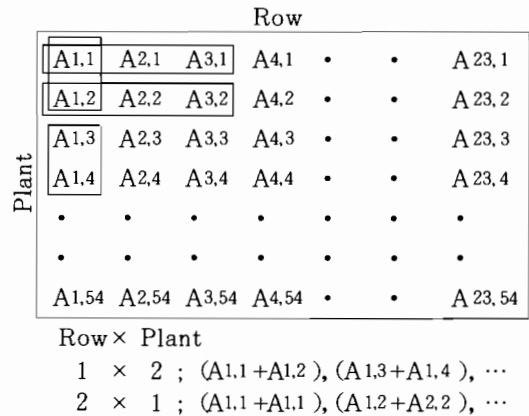


Fig. 25 Design of plot size and shape in the experiments

Table 44 Cultivation method in the experiments

Items	Planting density	Levels of fertilizer	Seed tuber size
Standard cultivation	69cm×36cm	Standard	90-110g half-cut
Low fertilizer	69×36	Half of standard	90-110g half-cut
Standard fertilizer		Standard	
High fertilizer		1.5 double of standard	
Dense planting	69×24	Standard	90-110g half-cut
Spare planting	69×48		
50g non-cut	69×36	Standard	40-60g non-cut
50g half-cut			90-110g half-cut
100g non-cut			90-110g non-cut

Standard; N-12, P₂O₅-20, K₂O-15kg/10a

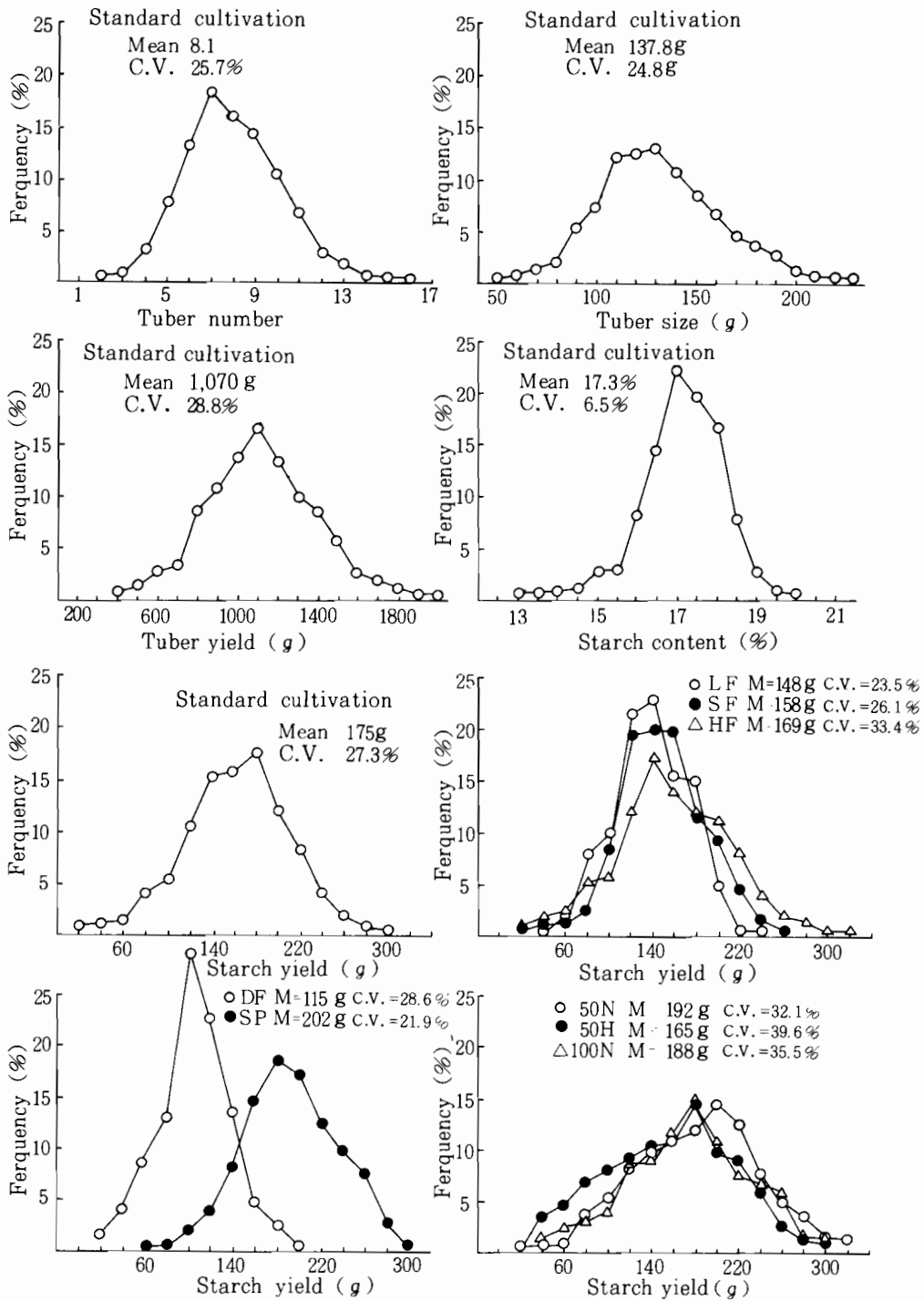


Fig. 24 Frequency distributions of tuber number, tuber size, tuber yield, starch content and starch yield in standard cultivation(SC), and starch yield in amount of fertilizer(LF, SF, HF), planting density(DF, SP) and seed tuber size (50N, 50H, 100N), respectively

形・大きさの設定は図25に示した方法で実施した。すなわち、1×2 試験区とは、1畦ごと2個体ずつの2個体の区とし、2×1 試験区とは、2畦ずつ1個体ごとの2個体の区を示し、各試験区は個体が重複しないように区切った。なお標準栽培では、1個体調査の1×1試験区を1,242区、20個体調査の1×20試験区を46区、100個体調査の5×20試験区を8区それぞれ設定することができた。各試験区の区数は調査個体数との間に反比例の関係にある。そして、同型の試験区間の変異係数を形質ごとにそれぞれ求めた。

試 験 結 果

1) 標準栽培における形・大きさの異なる試験区間の変異係数の変化

上いも収量について、試験区の形・大きさと試験区間の変異係数の関係を表45、図26に示した。

試験区間の変異係数は、各畦とも調査個体が10まで急激に減少し、その後緩やかとなり、20個体以上ではほぼ一定となった。一方、同一調査個体数による試験区間の変異係数についてみると、例えば、6個体調査では、1×6 試験区が10.7%、2×3 試験区が11.3%および3×2 試験区が10.7%であった。同様に、20個体調査では、1×20試験区が6.9%、2×10試験区が6.7%および5×4 試験区が5.3%であった。したがって、同一調査個体数を示す畦間では、どのような形・大きさの試験区を設定しても、試験区間の変異係数の変化は比較的小さいことが認められた。このようなことから、試験区間の変異係数を10%以内にするためには、1畦区および3畦区が7個体、2畦区が9個体、4畦区が8個体および5畦区が10個体の調査を必要とし、同様に、5%以内では、3、4および5

Table45 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of tuber yield affected by plot size and shape in standard cultivation

No. of plants	1 row plot row × C.V. plant (%)	2 row plot row × C.V. plant (%)	3 row plot row × C.V. plant (%)	4 row plot row × C.V. plant (%)	5 row plot row × C.V. plant (%)
1	1×1 25.7				
2	1×2 17.2	2×1 18.8			
3	1×3 13.9		3×1 15.4		
4	1×4 12.3	2×2 12.2		4×1 12.7	
5					5×1 11.8
6	1×6 10.7	2×3 11.3	3×2 10.7		
8		2×4 10.5		4×2 8.7	
9			3×3 8.6		
10	1×10 8.6				5×2 8.1
12		2×6 7.5	3×4 7.5	4×3 7.3	
15	1×15 7.2				5×3 6.5
16				4×4 6.8	
18			3×6 6.6		
20	1×20 6.9	2×10 6.7			5×4 5.3
24				4×6 5.2	
30		2×15 6.0	3×10 4.9		5×6 4.3
40		2×20 5.4		4×10 4.8	
45			3×15 4.5		
50					5×10 3.4
60			3×20 4.0	4×15 3.8	
75					5×15 3.2
80				4×20 3.3	
100					5×20 2.5

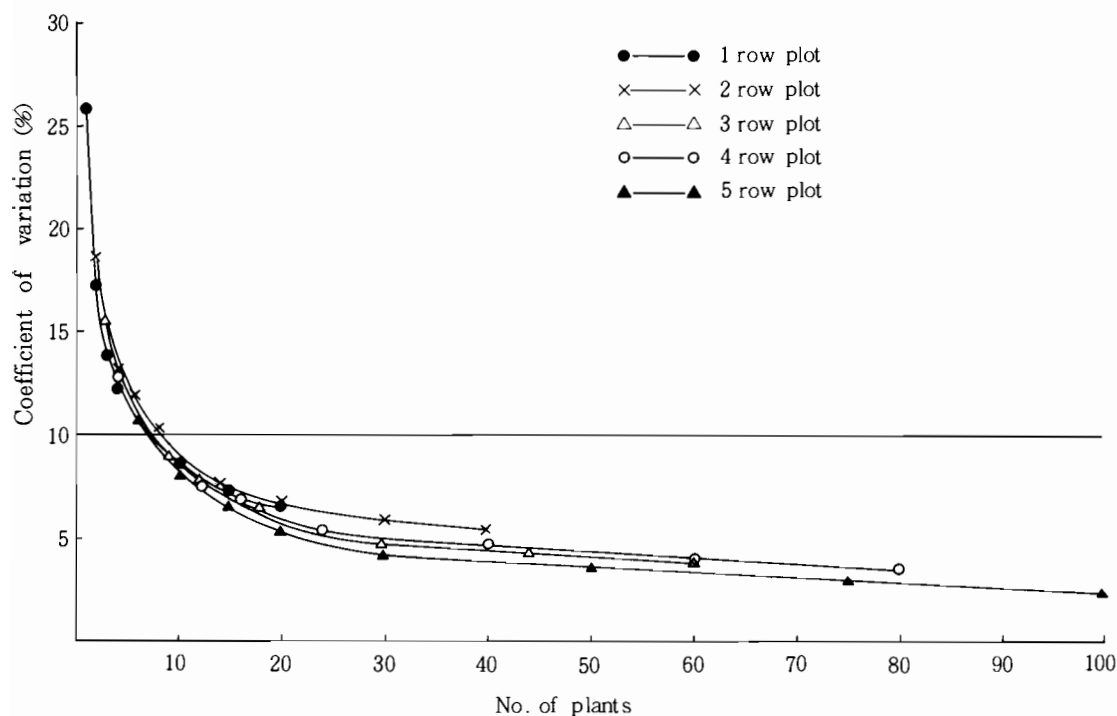


Fig. 26 Changes of coefficient of variation(C.V.) of among plots of tuber yield affected by plot size and shape in standard cultivation

Table 46 Changes of coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch content affected by plot size and shape in standard cultivation

No. of plants	1 row plot		2 row plot		3 row plot		4 row plot		5 row plot	
	row	C.V. plant (%)	row	C.V. plant (%)	row	C.V. plant (%)	row	C.V. plant (%)	row	C.V. plant (%)
1	1 × 1	6.5								
2	1 × 2	5.3	2 × 1	4.9						
3	1 × 3	4.6			3 × 1	4.0				
4	1 × 4	4.2	2 × 2	3.6			4 × 1	3.6		
5									5 × 1	3.4
6	1 × 6	3.7	2 × 3	3.2	3 × 2	3.3				
8			2 × 4	3.0			4 × 2	2.9		
9					3 × 3	3.0				
10	1 × 10	3.1							5 × 2	2.8
12			2 × 6	2.6	3 × 4	2.8	4 × 3	2.7		
15	1 × 15	2.7							5 × 3	2.6
16							4 × 4	2.4		
18					3 × 6	2.7				
20	1 × 20	2.6	2 × 10	2.3					5 × 4	2.4
24							4 × 6	2.3		
30			2 × 15	2.2	3 × 10	2.3			5 × 6	2.3
40			2 × 20	1.8			4 × 10	2.1		
45					3 × 15	2.2				
50									5 × 10	2.1
60					3 × 20	2.1	4 × 15	1.9		
75									5 × 15	1.8
80							4 × 20	1.8		
100									5 × 20	1.6

畦とも約30個体の調査が必要であることが明らかとなった。

つぎに、でんぷん価について、試験区の形・大きさと試験区間の変異係数の関係を表46、図27に示した。個体間の変異係数は6.5%を示し、調査形質の中で最も小さかった。したがって、畦数および調査個体数の増加に伴う試験区間の変異係数の変化は、10個体までは急激に減少を示すが、それ以降ほぼ一定となった。このようなことから、

試験区間の変異係数を5%以内にするための調査個体数は、試験区の形・大きさに関係なく、2、3個体で十分であることが明らかとなった。

そして、でんぷん収量について、個体間の変異係数は上いも収量よりやや小さく、27.3%であった。試験区の形・大きさと試験区間の変異係数の関係を表47、図28に示した。調査個体数の増加に伴う試験区間の変異係数の変化は、上いも収量の場合とほぼ類似した傾向を示した。一方、同一調

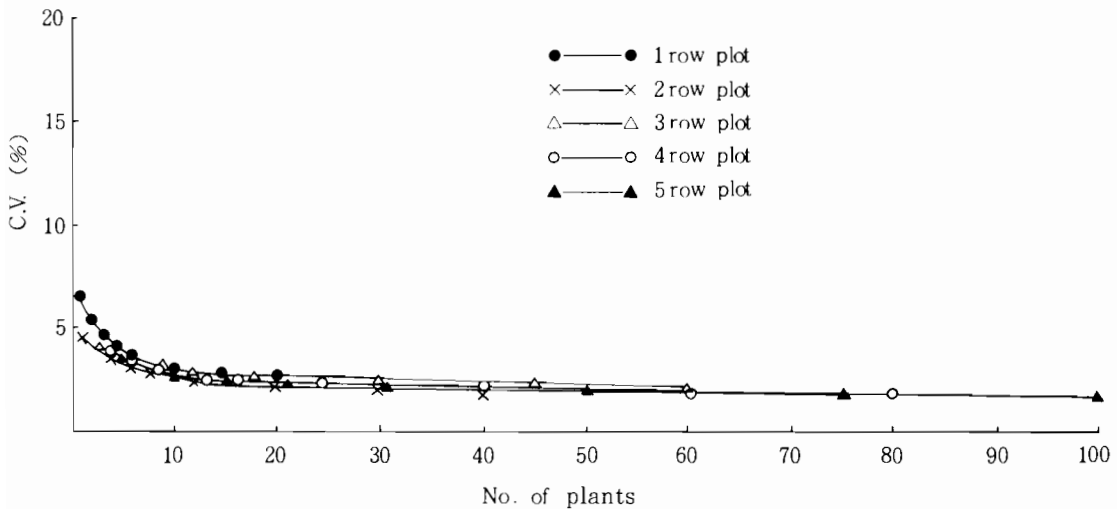


Fig. 27 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch content affected by plot size and shape in standard cultivation

査個体数による試験区間の変異係数では、例えば10個体調査の1×10試験区が10.0%、5×2試験区が9.3%、同様に、20個体調査の1×20試験区が8.2%、2×10試験区が7.6%、5×4試験区が6.0%であった。このように、同一調査個体数を示しながら畦数を増すと、試験区間の変異係数は僅かながら減少する傾向が認められた。このようなことから、試験区間の変異係数を10%以内にするためには、1畦区が10個体、3畦区が9個体および4畦区が8個体、同じく、5%以内では、3畦区が45個体、4畦区が40個体および5畦区が30個体の調査が必要であることが明らかとなった。

2) 施肥量、栽植密度および種いもにおける形・大きさの異なる試験区間の変異係数の変化

少肥、標肥および多肥区におけるでんぷん収量の試験区の形・大きさと試験区間の変異係数の関係を図29に示した。個体間の変異係数は増肥によっていずれも拡大する傾向が認められた(23.5、26.1、33.4%)。試験区の形・大きさの違いによる試験区間の変異係数は、調査個体数が増えると各畦で減少する傾向が認められた。また、同一調査個体数を示す試験区間の変異係数は、畦数が増えるといずれも減少し、その減少割合は多肥区で最も大きく、少肥区で小さかった。一方、試験区間の変異係数を施肥量間で比較してみると、例えば、10個体調査の1×10試験区および5×2試験区では、少肥区が8.1%、9.8%、標肥区が8.4%、7.1%、多肥区が16.2%、11.6%を示し、多肥区が少肥および標肥区に比べやや大きい傾向が認め

Table 47 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch yield affected by plot size and shape in standard cultivation

No. of plants	1 row plot		2 row plot		3 row plot		4 row plot		5 row plot	
	row × plant	C.V. (%)	row × plant	C.V. (%)	row × plant	C.V. (%)	row × plant	C.V. (%)	row × plant	C.V. (%)
1	1 × 1	27.3								
2	1 × 2	20.3	2 × 1	19.7						
3	1 × 3	16.0			3 × 1	17.0				
4	1 × 4	13.9	2 × 2	13.6			4 × 1	14.8		
5									5 × 1	12.9
6	1 × 6	11.7	2 × 3	11.9	3 × 2	11.7				
8			2 × 4	10.6			4 × 2	10.0		
9					3 × 3	9.0				
10	1 × 10	10.0							5 × 2	9.3
12			2 × 6	9.2	3 × 4	8.2	4 × 3	8.1		
15	1 × 15	8.4							5 × 3	7.2
16							4 × 4	7.2		
18					3 × 6	6.6				
20	1 × 20	8.2	2 × 10	7.6					5 × 4	6.0
24							4 × 6	5.6		
30			2 × 15	6.7	3 × 10	5.3			5 × 6	5.0
40			2 × 20	6.3			4 × 10	5.0		
45					3 × 15	4.5				
50									5 × 10	4.3
60					3 × 20	4.1	4 × 15	4.3		
75									5 × 15	3.3
80							4 × 20	3.8		
100									5 × 20	2.6

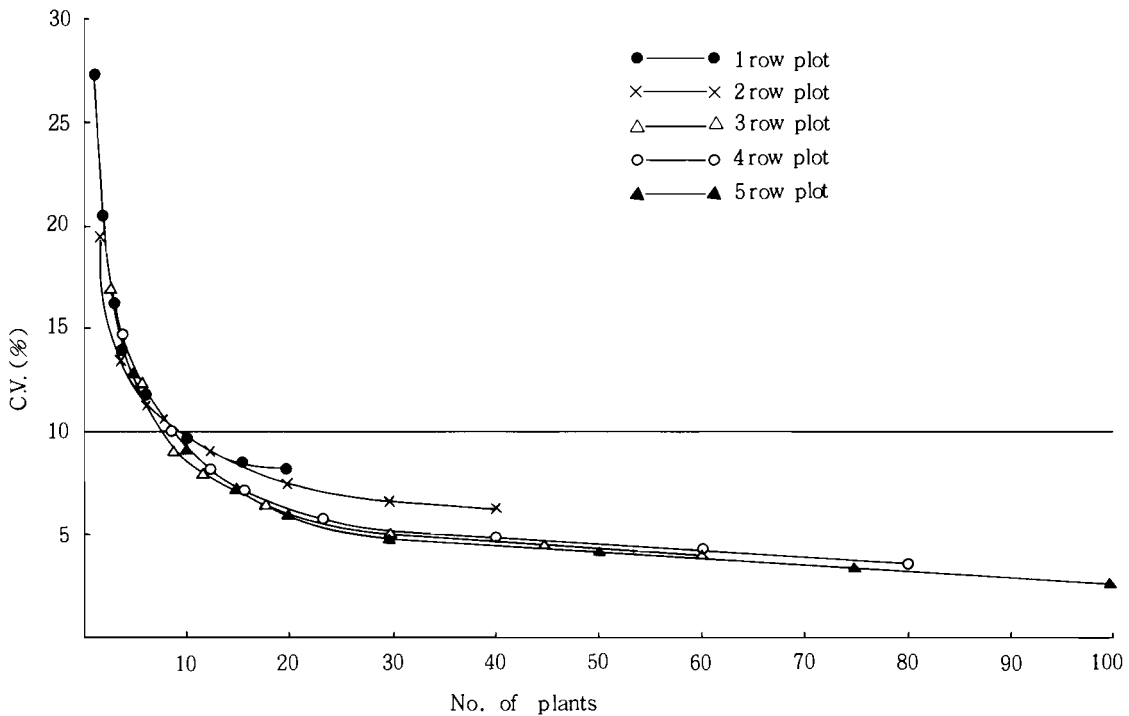


Fig. 28 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch yield affected by plot size and shape in standard cultivation

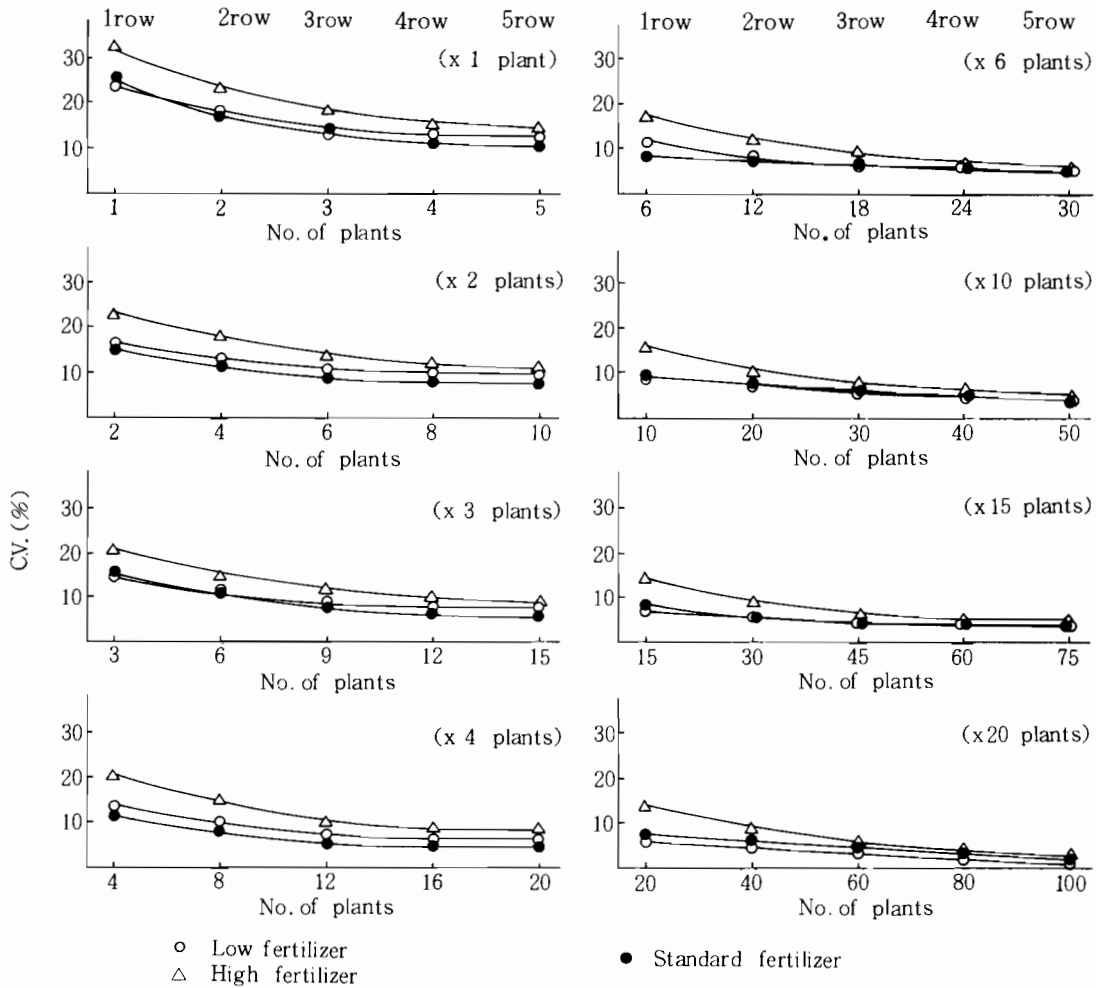


Fig. 29 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch yield in fertilizer levels

られた。このようなことから、試験区間の変異係数を10%以内にするためには、少肥および標肥区では、各畦とも7～8個体の調査で十分であるが多肥区では、2畦区が約40個体、3畦区が約20個体、4畦区が約18個体、および5畦区が約15個体の調査が必要であることが明らかとなった。

つぎに、栽植密度について、密植および疎植におけるでんぷん収量の試験区の形・大きさと試験区間の変異係数の関係を図30に示した。個体間の変異係数は密植区(28.6%)が疎植区(21.9%)より大きかった。試験区の形・大きさの違いによって、試験区間の変異係数は調査個体数が増えると各畦で減少し、密植が疎植より減少割合が大きかった。

また、同一調査個体数を示す試験区間の変異係数は、畦数が増えるといずれも減少を示した。例えば、10個体調査の1×10試験区および5×2試験区では、密植区が8.5%、7.9%、疎植区が11.0%、9.5%であった。このようなことから、試験区間の変異係数を10%以内にするためには、密植では、1畦区が約15個体、2畦区が8～9個体の調査が必要であり、同じく、疎植区では、各畦とも15～20個体の調査が必要であることが明らかとなった。

そして、種いもについて、個体間の変異係数は50g半切区が39.6%で最も大きく、100g全粒区が35.5%でこれにつき、50g全粒区が32.1%で最も

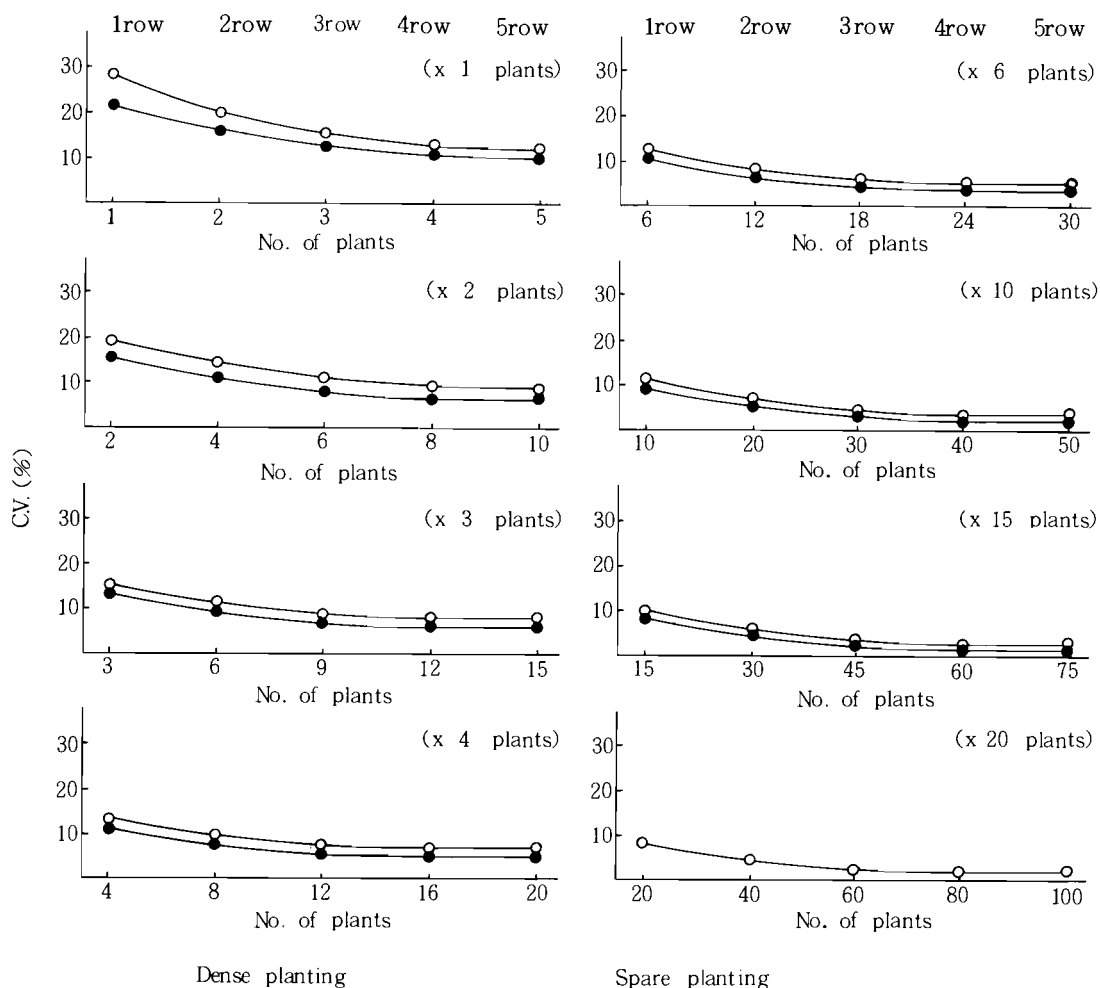


Fig. 30 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch yield in planting density levels

小さかった。50g 全粒、50g 半切および100g 全粒区におけるでんぷん収量について、試験区の形・大きさと試験区間の変異係数の関係を図31に示した。試験区の形・大きさの違いによる試験区間の変異係数は、調査個体数が増すと各畦とも減少を示した。また、試験区間の変異係数を種いも間で比較してみると、各畦とも50g 半切区が最も大きく、100g 全粒区が最も小さかった。一方、同一調査個体数を示す試験区間の変異係数についてみると、例えば、10個体調査の1×10試験区および5×2試験区では、50g 全粒区が18.0%、13.9%、50g 半切区が17.7%、19.8%、100g 全粒区が10.8%、10.2%を示した。すなわち、畦数が増

えると、試験区間の変異係数は50g 半切区でやや大きくなるが、50g 全粒区でやや小さくなり、100g 全粒区では変化しなかった。このようなことから、試験区間の変異係数を10%以内にするためには、50g 全粒区が15~20個体、50g 半切区が30個体以上、そして、100g 全粒区が約10個体の調査が必要であることが明らかとなった。

考 察

品種試験などにおける地力の不均一に基づく個体変異の誤差と試験区の大きさ・形および反復回数との関係についての研究は他の作物で数多くな

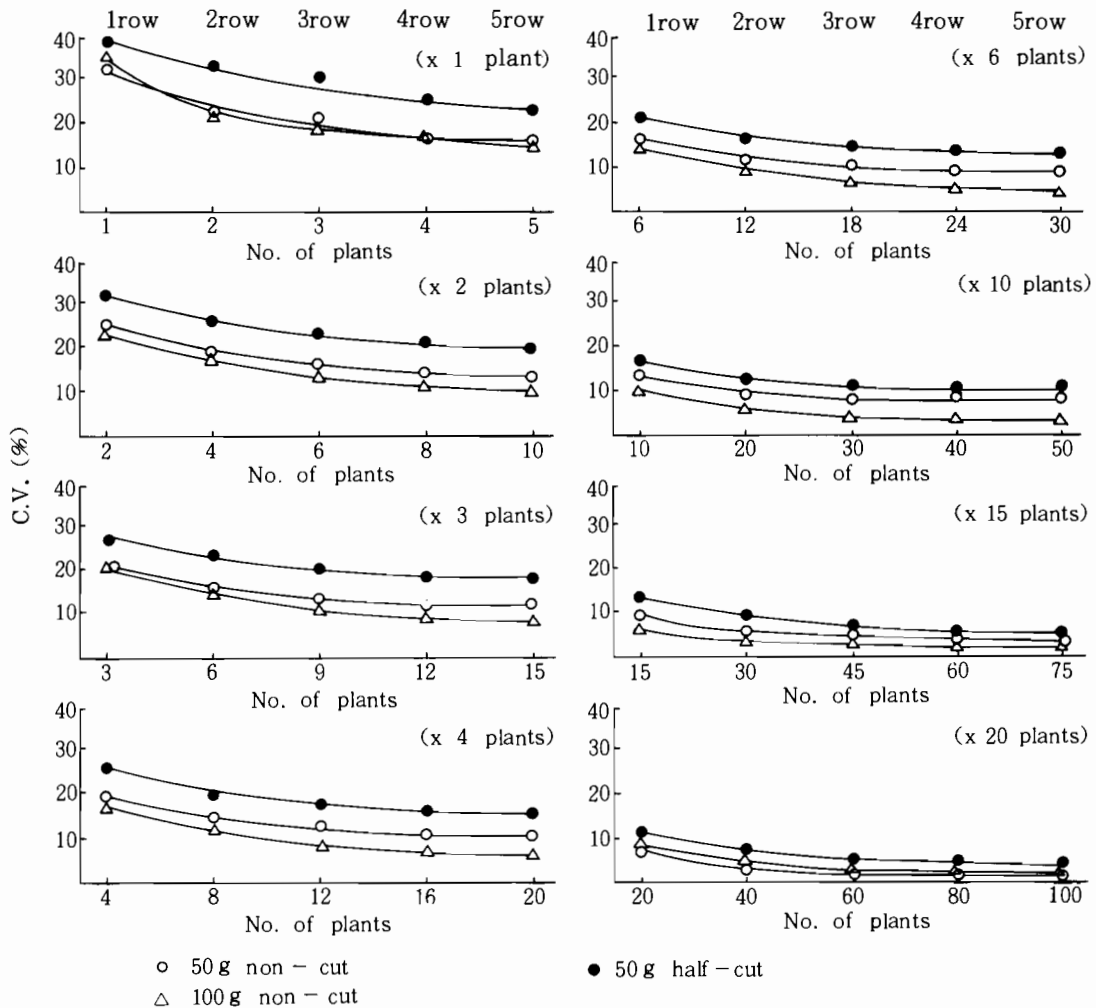


Fig. 31 Changes in coefficients of variation(C.V.) of among plots of starch yield in seed tuber size

されており、それらの大部分は同様の結論に達している。すなわち、試験区の面積は広いほど、形は同一面積であれば正方形に近いよりは長方形に近いものが(中山 1949)⁷²⁾、反復回数は多いほど、いずれも誤差が小さくなり、正確になることが明らかにされている。

パレイショにおいて、試験区の大きさに関していくつかの研究報告がある。すなわち、Westver¹²³⁾、Köch^(1925/26)⁵¹⁾ および Küpper⁽¹⁹²⁷⁾⁵⁴⁾ は一区当り 15~30 m² が適当とし、Lyon⁽¹⁹¹¹⁾⁵⁸⁾、Justesen⁽¹⁹³²⁾⁴¹⁾ および Kalamkar et al.⁽¹⁹³²⁾⁴³⁾ は非常に大きく約 150 m² が適当な

面積であると述べている。これらの差は試験を行った場所の土壌的、気象的または栽培方法の違いによるものと考えられるが、いずれも試験区間の変異係数が一定になるまでの大きさを適当な面積と決めている。本試験では、標準栽培における試験区間の変異係数は、上いも収量では各畦とも 20 個体(5.0 m²)、でんぷん価は各畦とも 10 個体(2.5 m²) およびでんぷん収量では 3 畦以上で 20 個体(5.0 m²) でほぼ一定となった。これは既往の研究報告よりかなり少面積となっている。また、調査個体数と変異係数の関係について、上いも収量では 20 個体、でんぷん価では 5 個体を限度として、

これ以上調査個体数を増しても精度は著しく増加しないという報告*がある。これを面積に換算してみると、でんぶん価以外では4.8㎡に相当し、本試験で得られた面積とほぼ同様であった。

なお、カンショの試験区間の変異係数について、長谷川・中俣(1950)²⁷⁾は一区13.2㎡以上でほとんど変化なく、適当な区の大きさは一区13.2~16.5㎡であると述べた。本試験の結果では、収量は試験区の形に関係なく、3畦以上では20個体(5.0㎡)で一定になることから、パレイショの方が少面積でよいことが明らかとなった。本試験では、でんぶん収量の試験区の変異係数を5%以内を示す試験区の形・大きさとしては、3畦区が45個体(11.2㎡)、4畦区が40個体(9.9㎡)および5畦区が30個体(7.5㎡)必要である。

つぎに、本試験で得られた調査個体数と変異係数の関係から、各選抜世代におけるでんぶん多収系統育成のための選抜の方法および効率について考察してみる。

各選抜世代の試験規模から個体間あるいは系統

*印4頁に示す。

間の有意差の推定は、Snedecor(1956)の理論を進めて、田口ら(1957)¹¹³⁾および坂井(1964)⁹¹⁾の方法によって求めることができる。すなわち差異係数がCの標本をとった場合、有意水準 α で母集団平均 m が標本平均値 \bar{x} からP%の範囲内は、 $P=t(\alpha, \infty)C.V./\sqrt{n}$ で求められる。さらに、2個体(系統)間の母集団平均値の差を有意に検定するための系統間差(D)は、t検定の理論($D=P \times \sqrt{2} \times$ 形質の値)から算出される。標準栽培($n=1,242$)における各形質の値および変異係数(上いも数8.1個、25.7%、一個重137.8g、24.8%、上いも収量1,070g、28.8%、でんぶん価17.3%、6.5%、でんぶん収量175g、27.3%)を基準として、各選抜世代で2個体(系統)間を5%水準で有意差を推定できる値(D)を各世代の一区当り調査個体数と反復数から求めて表48に示した。表から、各選抜世代の各主要形質の調査個体数とそれによる母集団平均値の推定の精度から、現行の各選抜世代における選抜の方法と効率について検討してみよう。

実生個体(Seedling)は毎年、十数万粒の交配種

Table 48 Least significant difference(D) between two lines(plants) in tuber number, tuber size, tuber yield, starch content and starch yield in each clonal generation under the conditions defined below

Years	Generations	No. of plants per plot	Blocks	Tuber ¹⁾	Tuber ²⁾	Tuber ³⁾	Starch ⁴⁾	Starch ⁵⁾
				number D6)	size D	yield D	content D	yield D
1	Crossing	—	—	—	—	—	—	—
2	Seedling gene.	1	1	—	—	—	—	—
3	1 st clonal gene.	1	1	5.8/plant	94.7 g	853g/plant	3.1%	132g/plant
4	2 nd clonal gene.	10	1	1.8/plant	30.0 g	1,084kg/10a	1.0%	168kg/10a
5	3 rd clonal gene.	15	2	1.1/plant	17.3 g	628kg/10a	0.6%	98kg/10a
6	4 th clonal gene.	15	3	0.9/plant	14.0 g	512kg/10a	0.5%	80kg/10a

Mean and C.V. of each character are as follows:

- 1) C.V. per plant of tuber number;25.7%, Tuber number per plant;8.1
- 2) C.V. per plant of tuber size;24.8%, Tuber size per plant;137.8g
- 3) C.V. per prant of tuber yield;28.8%, Tuber yield per plant;1070g, Tuber yield per 10a;4,308kg
- 4) C.V. per of starch content;6.5%, Starch content per plant;17.3%
- 5) C.V. per plant of starch yield;27.3%, Starch yield per plant;175g, Starch yield per 10a;705kg
- 6) $D=P \times \sqrt{2} \times$ (value of character), $P(\%)=t(\alpha, \infty) \times C.V./\sqrt{n}$

C.V.=coefficient of variation of each character

t;value($t=1.960$) of significant level ($\alpha=0.05$, P 5%) at ∞ of free degree

n;No. of samples, (No. of plants per plot) \times (No. of blocks)

子数を温室に播種し、約4、5万個体を本圃に定植し、個体ごとに収穫しているが、個体の特性は十分発現していない場合が多い。したがって、地力の不均一による変異の少ない形質、すなわち、でんぷん価に基づく選抜が望ましい。でんぷん収量に関する多収個体の育成としては、永田(1957)⁷⁰が明らかにした塩水比重によって、高でんぷん価個体を大まかに選抜するのが適当である。

個体選抜は実生養成した個体を植え、収穫調査は個体ごとに実施する。この世代では個体の特性はかなり発現されている。そこで、この世代で2個体間の有意差を5%水準で推定できる値は、上いも数が5.8個、一個重が94.7g、上いも収量が853g、でんぷん価が3.1%およびでんぷん収量が132gである。これらの各形質の値に基づき個体選抜すると、でんぷん価を除く各形質では収穫個体数の半分以上を選抜しておくことを意味しており、選抜個体数が多く實際上非効率である。このようなことから、この世代では個体間の変異係数の小さいでんぷん価についてのみ選抜を行い、その他の形質での選抜は著しく劣る個体の淘汰にとどめるべきである。

系統選抜は一系統一区10個体で実施するので、地力の不均一による試験区間の変異は個体選抜より小さくなる。したがって、選抜の効率はかなり向上するので、各形質の判定基準は狭くすることが可能である。調査10個体について、2系統間の有意差を5%水準で推定できる値は、上いも数が1.8個、一個重が30.0g、上いも収量が1,084kg/10a、でんぷん価が1.0%およびでんぷん収量が168kg/10aとなった。これらの値は個体選抜世代に比べかなり小さくなっている。そして、でんぷん収量を10a当り705kgとした場合、最高収量を示す系統から168kg/10aまでの範囲内の系統は、いずれも有意差がみられないことを意味している。換言すれば、最高収量を示す系統の値から537kg/10aまでを示す系統を選抜すれば、最高でんぷん収量の系統を選抜している可能性を示している。また、上いもおよびでんぷん収量は個体間の地上部の競争の影響など他の要因を考慮すると、収量の少ない系統について淘汰するにとどめるべきで

ある。さらに、第Ⅲ章で明らかにしたように、でんぷん収量はでんぷん収量構成形質の上いも数、上いも収量およびでんぷん価との間に遺伝的に密接な関連性(表36)を有することから、上いも数および一個重についての選抜を主として行い、上いもおよびでんぷん収量では極端に劣る値を示す系統の淘汰にとどめるべきである。

生産力検定予備試験(3rd clonal gene.、以下、生検予備と呼ぶ)は、一区30個体2反復で実施し、調査は一区15個体である。その結果2系統間の有意差を5%水準で推定できる値は、上いも収量が628kg/10a、でんぷん価が0.6%およびでんぷん収量が98kg/10aとなった。とくに、でんぷん収量の値は多収性品種の育成としては、概ね満足し得る精度であると考えられる。この世代では2反復のため調査個体数が多く、でんぷん価以外の量的形質についてもかなり正確に推定できるので、それらの形質による選抜は可能である。したがって、でんぷん収量に関する多収系統の選抜は、上いも数および一個重について重点的に行い、収量性についてはこれまで通り予備的な選抜とする。

そして、生産力検定(4th clonal gene.)は一区30個体、3反復で実施するので各形質についてかなり正確に把握できる。調査は一区15個体であるので2系統間の有意差を5%水準で推定できる値は、上いも数が0.9個、一個重が14.0g、上いも収量が512kg/10a、でんぷん価が0.5%およびでんぷん収量が80kg/10aとなった。したがって、でんぷん収量に関する多収系統の選抜は、上いも収量とでんぷん収量に重点を置いて行い、上いも数および一個重については前世代の反復として選抜を行うこととする。

以上から、でんぷん収量に関する多収系統の選抜方法は、田口ら(1957)¹¹³も述べているように、変異係数の小さい形質を初期選抜世代に、その大きい形質を後期選抜世代に行なうことが合理的と考える。すなわち、初期世代の個体選抜では、主としてでんぷん価で行い、上いも数、一個重、上いもおよびでんぷん収量については、極端に劣る個体の淘汰にとどめる。中期世代の系統選抜では、主として上いも数および一個重について選抜

を行い、でんぶん価に関する選抜を終える。そして、後期選抜世代の生検予備および生産力検定においては、上いもおよびでんぶん収量を中心に選抜し、これらの形質以外については、前世代の基準通りの方法によりそれぞれ選抜する。ただし、この世代でも高でんぶん価系統を棄てないように注意しなければならない。なお、現行の選抜方法は、本試験の研究結果からみても一致するところがあるが、今後、でんぶん収量に関する多収品種の育成にあたっては、選抜の主要目標をいも多数

型あるいは高でんぶん価に重点を置き、選抜試験を進める必要があると思われる。

なお、施肥量、栽植密度および種いもについて、試験区の形・大きさの違いによる試験区間の変異係数、および試験区間の変異係数の差を10%以内にするための必要な調査個体数をそれぞれ明らかにした。したがって、これらの試験結果は、施肥量、栽植密度あるいは種いもの異なる栽培条件下ででんぶん収量の多収系統を選抜または試験する場合において参考になるとと思われる。

V 育種過程における選抜の効率

形質の表現は遺伝的組成、気象および栽培条件などの環境要因によって規制されるが、他殖性栄養繁殖であるパレイショは、自殖性作物に比べ各形質の環境要因に対する感応性は比較的鈍い作物である。したがって、育種過程においては、選抜対象形質の遺伝的組成および環境要因の影響によって起る変異の程度、および試験規模を異にする選抜世代間および選抜世代ごとの形質の関連性、などを明らかにしておくことが重要である。

これまで、パレイショの主要形質の年次間変異⁴⁾、¹¹³⁾、単純相関^{62,86,127)} および遺伝相関⁵⁾ による形質間の関連性、単純相関による選抜世代間の関連性¹¹³⁾、および遺伝率による選抜の効率^{13,39,61~63)} について、それぞれ検討した報告はある。しかしこれらはいずれも試験年数および供試品種が少ない。

本章では、これまでの選抜試験成績から、主要

形質について、主として組合せ別に選抜世代間の変異の程度、両親と後代の間、選抜世代間および選抜世代ごとにおける関連性について、変異係数、遺伝率、遺伝および表現型相関から検討した。

試 験 方 法

材料は3つより成立っている。一つは、1965年から1978年にかけて、個体選抜、系統選抜および生検予備に共通に供試されたワセシロ×64030-5 25(晩生)〔実生個体年1971、選抜個体(系統)数22、以下同様〕、ワセシロ×WB60015-7(晩生)(1974、15)、トヨシロ×WB66201-10(晩生)(1975、13)、シレットコ×WB60015-7(1975、15)、シレットコ×H-och.(晩生)(1972、12)、シレットコ×K69008(晩生)(1973、17)、紅丸×エニワ(1964、20)、根育10号(晩生)×WB60015-7(1971、20)および根系28号

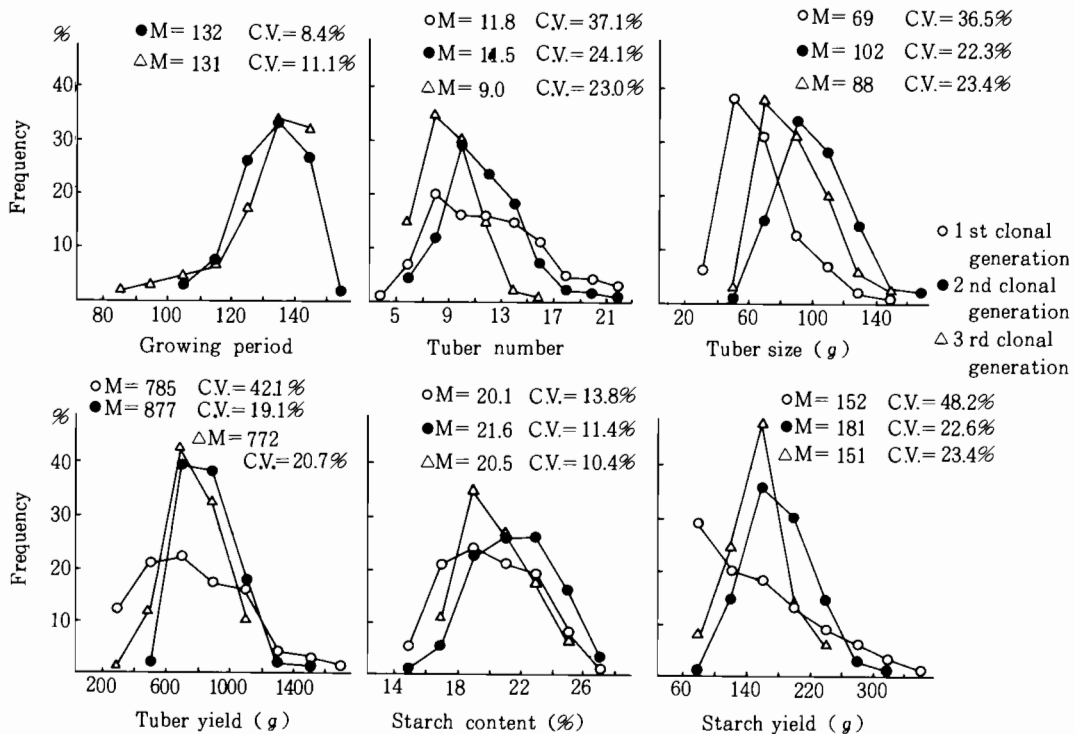


Fig. 32 Frequency distributions of agronomic characters in 1 st clonal, 2 nd clonal and 3rd clonal generation

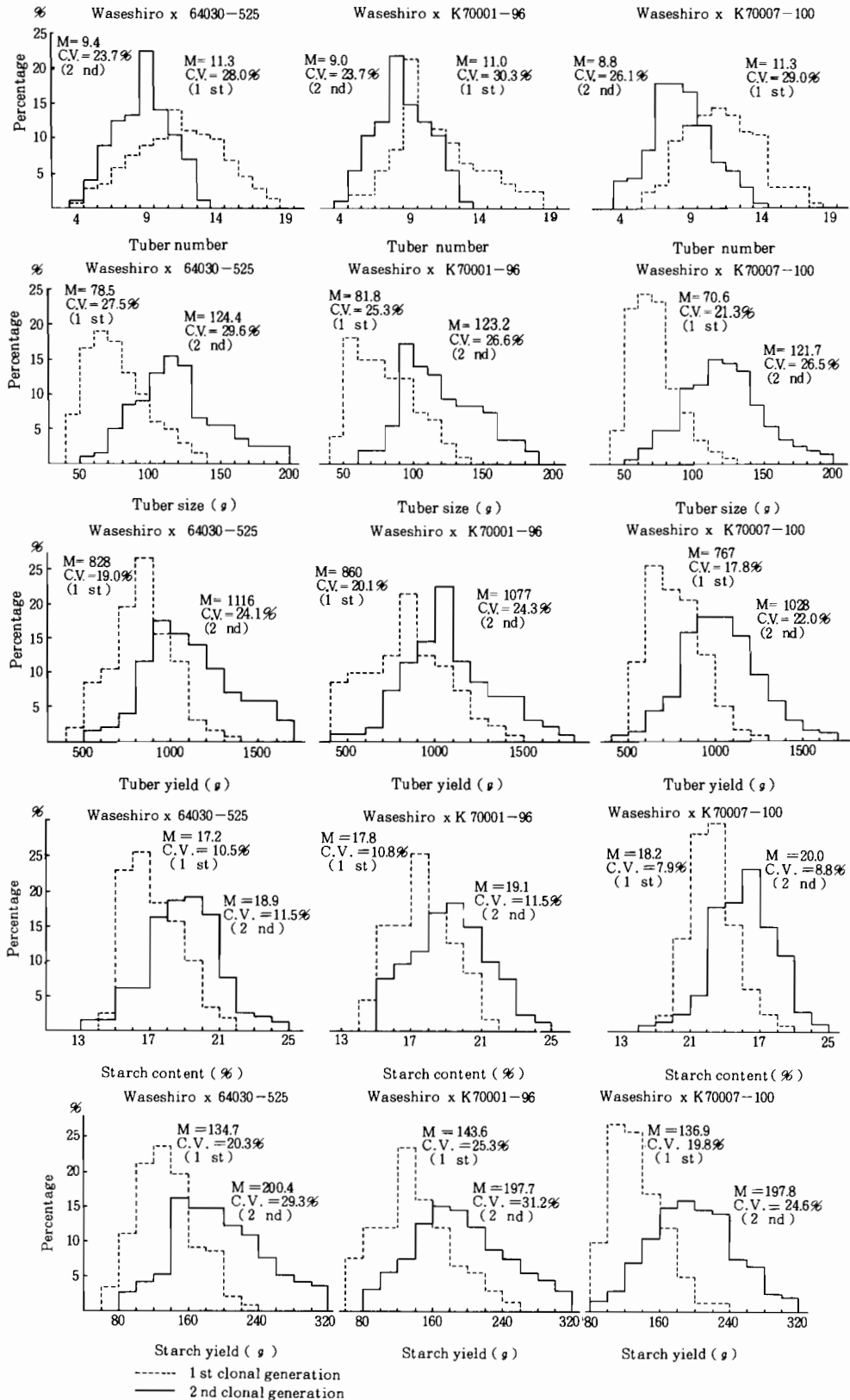


Fig.33 Frequency distributions of lines in 1 st clonal generation and 2 nd clonal generation for main agronomic characters

(晩生)×64030-525(1964、41)の9組合せ計175選抜個体(系統)である。なお、図32には、175選抜個体(系統)の主要形質について、世代別の平均値、変異係数および頻度分布を示した。二つめは、1976年の個体選抜および1977年の系統選抜に供試されたワセシロ×64030-525(1975、143)、ワセシロ×K70001-96(晩生)(1975、93)およびワセシロ×K70007-100(晩生)(1975、210)の両親と選抜個体(系統)である。なお、図33には、主要形質について組合せ別に平均値、変異係数および頻度分布を示した。そして、1959年から1977年にかけて系統選抜において組合せ当り2系統以上選抜した137組合せ(表17)の両親と選抜系統である。各形質の遺伝率、遺伝および表現型相関は表27および本章の各表に示す方法によって求めた。

試 験 結 果

1) 選抜世代における主要形質の変異

個体選抜、系統選抜および生検予備における各形質の変異係数を組合せごとに求め表49に示した。世代ごとに組合せ平均値で変異をみると、個体ごとの調査の個体選抜では、上いも数、上いもおよびでんぶん収量がほぼ同程度の31~35%を示し、一個重は23%台でこれにつき、でんぶん価は9.0%の変異であった。一系統10個体ずつ調査の系統選抜では、変異幅が前世代に比べ著しく減少し、一区15個体2反復調査の生検予備と同程度であった。すなわち、上いも数、上いもおよびでんぶん収量は15~22%の変異を示し、一個重は19%台、でんぶん価および生育日数は7%前後の変異であった。

一方、組合せごとの変異では、選抜世代間に大きな変異が認められた。その変異幅は初期選抜世代ほど大きかった。なお、ワセシロ×64030-525の組合せは、系統選抜においても変異幅が大きかった。

2) 世代間の主要形質の遺伝率

Table 49 Coefficient of variations in each cross combination in each selection generation

Generations	Cross combinations	Growing period	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
1 st clonal	Waseshiro × 64030-525	—	34.7	32.7	28.7	8.5	35.0
	Shiretoko × WB60015-7	—	30.0	15.4	35.3	5.9	38.1
	Benimaru × Eniwa	—	36.2	18.3	31.3	7.2	33.9
	Kon-iku 10 × WB60015-7	—	30.5	22.0	32.4	11.3	33.6
	Konkei 28 × 64030-525	—	31.9	29.0	29.8	11.9	30.3
	Mean	—	32.7	23.5	31.5	9.0	34.2
2 nd clonal	Waseshiro × 64030-525	8.9	22.3	22.6	22.3	9.7	25.6
	Shiretoko × WB60015-7	8.1	19.6	17.7	16.3	6.5	18.9
	Benimaru × Eniwa	6.2	21.0	19.9	12.0	7.7	13.7
	Kon-iku 10 × WB60015-7	4.8	22.3	18.1	13.7	6.6	13.4
	Konkei 28 × 64030-525	7.5	20.6	19.2	14.0	8.0	13.4
	Mean	7.1	21.2	19.5	15.7	7.7	17.0
3 rd clonal	Waseshiro × 64030-525	5.6	22.8	24.5	13.4	7.8	13.4
	Shiretoko × WB60015-7	1.9	20.4	17.0	16.2	4.1	17.5
	Benimaru × Eniwa	2.4	18.0	20.7	19.1	7.0	23.2
	Kon-iku 10 × WB60015-7	6.1	23.0	16.3	13.9	7.0	14.2
	Konkei 28 × 64030-525	18.3	16.2	17.4	17.9	7.3	17.5
	Mean	6.9	20.1	19.2	16.1	6.6	17.2

Numeric number ; C.V.(%)

両親と系統選抜における後代間の主要形質の遺伝率を、両親および後代の分散値から組合せごとに求めて表50に示した。なお、後代の分散は組合せごとに一系統10個体よりなる数系統を求め、それを全分散(σ^2_F)とし、親の分散は一区10個体よりなる花粉親および母本の各20区から求め、そ

の平均値を環境分散(σ^2_P)と表した。遺伝率は組合せ間で若干差異が認められたが、全体的にはでんぶん価が70%以上で最も高く、でんぶんおよび上いも収量が60%前後でこれにつき、上いも数および一個重が40%前後であった。

表51には、137組合せを用いて、主要形質の両

Table 50 Estimates of heritability(h^2_B) of agronomic characters based on parents and selected lines in 2 nd clonal generation

Cross combinations	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Waseshiro × 64030-525	35.1	44.0	61.3	70.2	68.2
Waseshiro × K70001-96	44.9	42.4	62.0	77.4	66.2
Waseshiro × K70007-100	45.2	32.2	54.9	72.4	54.2
Mean	41.7	39.5	59.4	73.3	62.9

$$\text{Heritability}(\%) = (\sigma^2_F - \sigma^2_P) / \sigma^2_F \times 100$$

Where, σ^2_P ; environmental variance which was calculated as the mean variance of the parents.

σ^2_F ; total variance of the selected lines.

親平均値と個体および系統選抜における後代間の相関関係を示した。生育日数の長い両親の組合せでは、個体選抜において上いもおよびでんぶん収量は多く、系統選抜において熟期は遅くなる傾向が認められた。また、上いも収量の多い両親の組合せでは、両親世代において上いもおよびでんぶん収量がいずれも多く、系統選抜において熟期が遅くなる傾向が認められた。同様に、でんぶん価の高い両親の組合せでは、個体選抜において高でんぶん価を示し、でんぶん収量が多収となり、系統選抜において晩生化し、上いも収量、でんぶん価およびでんぶん収量はいずれも多くなった。そして、でんぶん収量の多収な両親の組合せから

は、両親世代において上いも収量、でんぶん価およびでんぶん収量がいずれも多い傾向が認められた。

表52には、3組合せを用いて、個体選抜と系統選抜の間の主要形質の遺伝率を、個体選抜における上位20%の選抜差と次代の遺伝獲得量から求めて示した。上いも数および一個重の遺伝率は、組合せ間で著しく変異を示した。組合せごとの遺伝率を平均値で見ると、形質間の差が大きく、でんぶん価は90.1%で最も高く、上いも収量は71.0%でこれにつき、でんぶん収量および一個重はやや低く64.3、54.1%をそれぞれ示し、上いも数は最も低く21.8%であった。一方、組合せごとの遺伝

Table 51 Correlations between the characters of mid-parents and selected individuals and lines in 1 st and 2 nd clonal generation

MP \ \bar{F}	1 st clonal gene.			2 nd clonal gene.			
	Tuber yield	Starch content	Starch yield	Growing period	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Growing period	0.228*	0.046	0.236*	0.207*	0.124	0.104	0.115
Tuber yield	0.379**	0.038	0.366**	0.298**	0.478**	0.126	0.381**
Starch content	-0.013	0.694**	0.246**	0.434**	0.413**	0.638**	0.519**
Starch yield	0.357**	0.307**	0.446**	0.435**	0.594**	0.351**	0.567**

\bar{MP} ; mean value of female and male parents
 \bar{F} ; mean value of selected individuals lines

Table52 Estimates of heritability(h^2_B) of agronomic characters based on selected lines in 1 st clonal generation(1976) and selected lines in 2 nd generation(1977)

Cross combinations	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Waseshiro × 64030-525	20.3	48.1	69.5	89.0	61.6
Waseshiro × K70001-96	31.6	68.4	73.5	91.4	65.9
Waseshiro × K70007-100	13.8	45.9	69.9	89.9	65.4
Mean	21.8	54.1	71.0	90.1	64.3

Heritability(%); $\Delta G/i \times 100$

i; upper 20% selected differential of each character in 1 st clonal generation

 ΔG ; genetic gain in 2 nd clonal generation

率は、ワセシロ×K70001-96の組合せが各形質でいずれも高い値を示した。

つぎに、9組合せ175系統を用いて、系統選抜と生検予備の間の主要形質の遺伝率を、系統選抜における上位、下位各20%の選抜差と後代の遺伝的進歩から求めて表53に示した。組合せ間の遺伝率は各形質で著しい差異が認められた。とくに、根育10号×WB60015-7およびワセシロ×WB60015-7の組合せは高い値を示したが、シレットコ×Hoch.の組合せでは著しく低かった。形質間の遺伝率を組合せの平均値でみると、でんぶん価は55.1%で最も高く、生育日数は46.0%でこれにつき、その他の形質は30%台ではほぼ同程度の値であった。

同様に、同じ材料を用いて生検予備における主要形質の遺伝率を、分散分析法から組合せごとに求め表54に示した。遺伝率はシレットコ×K69008および紅丸×エニワの組合せが各形質で比較的高い

値を示し、ワセシロ×64030-525の組合せは上いもおよびでんぶん収量で低い値を示すなど、組合せ間に差異が認められた。一方、形質ごとの遺伝率は組合せの平均値で、一個重およびでんぶん価は約90%と高く、生育日数および上いも数は80%台でこれにつき、でんぶんおよび上いも収量は70%台であった。

3) 選抜世代ごとおよび世代間の主要形質の関連性

表55には9組合せ175選抜系統を用いて、個体選抜(1st)、系統選抜(2nd)および生検予備(3rd)における形質間の相関関係を示した。各選抜世代において、生育日数とでんぶん価およびでんぶん収量の間、上いも数と上いもおよびでんぶん収量の間、一個重と上いも収量の間、でんぶん収量とでんぶん価および上いも収量の間では正の、上いも

Table53 Estimates of heritabilities(h^2_B) of agronomic characters based on each cross combination of 2 nd clonal generation and 3 rd clonal generation

Cross combinations	Growing period	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Waseshiro × 64030-525	66.7	57.7	20.9	29.9	46.6	22.6
do. × WB60015-7	48.8	36.8	45.1	74.4	42.5	86.8
Toyoshiro × WB66201-10	40.0	19.0	17.8	20.1	69.8	15.5
Shiretoko × WB60015-7	20.0	54.4	59.9	28.4	19.5	10.0
do. × Hoch.	23.3	10.0	19.9	12.9	42.7	25.5
do. × K69008	61.5	36.0	60.6	20.6	50.0	21.3
Benimaru × Eniwa	26.7	27.7	27.2	23.3	83.4	38.6
Kon-iku10 × WB60015-7	98.0	44.7	48.3	57.3	81.5	57.6
Konkei 28 × 64030-525	28.9	24.5	47.7	16.6	60.2	19.8
Mean	46.0	34.5	38.6	31.5	55.1	33.1

Heritability(%); $(M_1' - M_2'') / (M_1' - M_2'') \times 100$ M_1', M_2'' ; upper and under 20% selection differential in 2 nd clonal generation, respectively M_1', M_2'' ; upper and under genetic gain in 3 rd clonal generation, respectively

Table54 Estimates of heritabilities(h^2_B) in each cross combination in 3 rd clonal generation

Cross combinations	Growing period	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Waseshiro × 64030-525	84.6	85.5	91.6	35.9	81.8	38.1
do. × WB60015-7	90.1	74.4	84.0	74.1	92.4	77.7
Toyoshiro × WB66201-10	88.7	85.7	91.5	80.3	95.5	76.0
Shiretoko × WB60015-7	87.5	90.8	88.3	89.7	75.0	78.3
do. × Hoch.	21.7	90.1	86.3	60.0	94.3	61.9
do. × K69008	97.1	90.0	94.9	85.2	88.1	85.4
Benimaru × Eniwa	95.3	79.9	91.9	89.6	97.4	93.3
Kon-iku 10 × WB60015-7	91.7	87.1	90.8	72.4	92.9	64.7
Konkei 28 × 64030-525	92.6	77.8	87.9	53.5	88.6	61.5
Mean	83.3	84.6	89.7	71.2	89.6	70.8

Heritability(%); $\sigma^2_v / (\sigma^2_e + \sigma^2_b + \sigma^2_v) \times 100$

$\sigma^2_e, \sigma^2_b, \sigma^2_v$; environmental variance, block variance and genetic variance which was calculated as parameter of analysis of variance, respectively

数と一個重の間では負の、それぞれ有意な相関関係が認められた。しかし、生育日数と上いも数の間、でんぷん価と上いも数および一個重の間では、いずれの選抜世代でも有意な相関関係が認められなかった。なお、生育日数と一個重および上いも収量の間、一個重とでんぷん収量の間、上いも収量とでんぷん価の間では、選抜世代間で形質間の関連性に著しい差異が認められた。

表56には、個体選抜と系統選抜の間、系統選抜と生検予備の間における形質間の相関係数を主要

形質について求めて示した。表からわかるように、系統選抜と生検予備の間では個体選抜と系統選抜の間に比較し、有意な相関関係が多数みられる。これらの選抜世代間で有意な相関関係を示した形質間は、でんぷん価との間で最も多く、一個重との間では最も少なかった。一方、系統選抜と生検予備の間の同一形質においては、全形質が有意な相関関係を示したが、個体選抜と系統選抜の間では、上いも数およびでんぷん価のみであった。したがって、選抜世代間の各形質の関連性は、後期

Table55 Correlation coefficients among agronomic characters in each selection generation

Characters	Generations	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Growing period	1 st	—	—	—	—	—
	2 nd	.034	.067	.193*	.428***	.382***
	3 rd	-.100	.214**	.111	.352***	.251**
Tuber number	1 st		-.150*	.670***	.119	.637***
	2 nd		-.625***	.498***	.125	.467***
	3 rd		-.507***	.483***	.148	.460***
Tuber size	1 st			.545***	.044	.502***
	2 nd			.254***	-.133	.145
	3 rd			.471***	-.031	.387***
Tuber yield	1 st				.176*	.953***
	2 nd				.070	.847***
	3 rd				.098	.879***
Starch content	1 st					.455***
	2 nd					.574***
	3 rd					.547***

Table56 Correlation coefficients between 1 st and 2 nd clonal generation, and between 2 nd and 3 rd clonal generation

Gene-rations	Characters	Growing period	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
1 st clonal generation							
2 nd clonal gene.	Growing period	—	.186**	.044	.246**	.211**	.283***
	Tuber number	—	.160*	.006	.086	.084	.093
	Tuber size	—	-.177*	.113	-.035	-.055	-.048
	Tuber yield	—	.018	.027	.051	.038	.047
	Starch content	—	.008	-.004	.067	.552***	.214**
	Starch yield	—	.007	.020	.067	.314***	.144
2 nd clonal generation							
3 rd clonal gene.	Growing period	.264***	-.014	.214**	.228**	.237**	-.086
	Tuber number	-.044	.617***	-.432***	.282***	.272***	.372***
	Tuber size	-.196**	-.339***	.428***	.046	-.186*	-.080
	Tuber yield	.150*	.278***	.000	.354***	.023	.308***
	Starch content	.127	.036	-.020	.034	.681***	.332***
	Starch yield	.197**	.248**	-.001	.290***	.373***	.411***

世代間になるほど密接であることが明らかとなった。

表57には、組合せごとに系統選抜と個体選抜、系統選抜と生検予備の間の形質間の相関関係を示した。選抜世代間の相関関係は系統選抜と生検予備の間が個体選抜と系統選抜の間に比べ有意性を示すものが多かった。一方、系統選抜と生検予備の間の関連性を組合せごとにみると、根育10号×WB60015-7の組合せが全形質、ワセシロ×64030-525の組合せが5形質、シレットコ×WB60015-7および紅丸×エニワの組合せが4形質、および根系28号×64030-525の組合せが3形質で有意性を示

し、組合せ間において形質間の相関関係に差異が認められた。形質別では、でんぶん価、上いも数および生育日数において有意な相関関係を示す組合せが多く、選抜世代間で選抜の効率が高い形質であることが認められた。

表58には、3組合せについて、生検予備における形質間の遺伝および表現型相関係数を示した。形質間の遺伝および表現型相関関係はほぼ同様の傾向を示したが、組合せ間には著しい差異が認められた。すなわち、上いも収量とでんぶん収量の間では、全組合せが遺伝および表現型的に密接な相関関係を示したが、生育日数と一個重、上いも

Table57 Correlation coefficients of each cross combination between 1 st and 2 nd clonal generation, and between 2 nd and 3 rd clonal generation

Gene-ration	Cross combinations	Growing period	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
1 st to 2 nd	Waseshiro × 64030-525	—	.457*	.441*	.385	.429*	.480*
	Shiretoko × WB60015-7	—	.126	.491*	.472*	.145	.557*
	Benimaru × Eniwa	—	.210	.190	.095	.520*	.364
	Kon-iku 10 × WB60015-7	—	.299	-.029	.068	-.159	.090
	Konkei 28 × 64030-525	—	-.109	.005	-.049	.012	-.116
2 nd to 3 rd	Waseshiro × 64030-525	.680***	.712***	.378	.429*	.678***	.532*
	Shiretoko × WB60015-7	.636**	.575*	.684**	.324	.617**	.247
	Benimaru × Eniwa	.688***	.531*	.277	.243	.772***	.446*
	Kon-iku 10 × WB60015-7	.723***	.639***	.705***	.723***	.790***	.687***
	Konkei 28 × 64030-525	.106	.365	.481**	.183	.753***	.070

収量、でんぷん価およびでんぷん収量の間、上いも数と一個重および上いも収量の間、一個重と上いもおよびでんぷん収量の間、でんぷん価と上い

もおよびでんぷん収量の間では、組合せによって遺伝および表現型の相関関係が異なることが認められた。

Table 58 Genetic and phenotypic correlation coefficients among the agronomic characters in each cross combination in 3 rd clonal genetation

Characters	Cross combinations	Growing period	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Growing period	Waseshiro × 64030-525		-.327	.479	.467	.559	.760
	Shiretoko × WB60015-7		-.149	.184	.009	.492	.140
	Benimaru × Eniwa		-.005	.515	.535	.691	.635
Tuber number	Waseshiro × 64030-525	-.314		-.876	.160	-.011	.219
	Shiretoko × WB60015-7	-.146		-.745	.543	-.238	.322
	Benimaru × Eniwa	.015		-.367	.275	.211	.262
Tuber size	Waseshiro × 64030-525	.481*	-.787***		.285	-.163	.101
	Shiretoko × WB60015-7	.156	-.739***		.138	.408	.327
	Benimaru × Eniwa	.493*	-.359		.794	.388	.762
Tuber yield	Waseshiro × 64030-525	.290	.288	.296		-.214	.817
	Shiretoko × WB60015-7	.001	.514*	.169		.275	.937
	Benimaru × Eniwa	.514*	.331	.754***		.564	.965
Starch content	Waseshiro × 64030-525	.408	.007	-.176	-.181		.425
	Shiretoko × WB60015-7	.331	-.128	.306	.242		.629
	Benimaru × Eniwa	.674**	.186	.367	.522*		.758
Starch yield	Waseshiro × 64030-525	.433*	.300	.181	.869***	.286	
	Shiretoko × WB60015-7	.106	.332	.278	.873***	.529*	
	Benimaru × Eniwa	.615**	.304	.731***	.964***	.727***	

Right diagonal;genetic

Left diagonal;phenotypic

考 察

個体変異の大きさは遺伝子型固有のものと環境の効果、および遺伝子型と環境との相互作用から成立つことが知られており(後藤 1973²⁵)Jinks・Mather 1955³⁹)、ある環境条件下での個体間変異の変動程度もまた遺伝的支配を受ける。事実、同一遺伝子型内の個体間変異は、非遺伝的要因によって引き起こされたと推定されるが、変異の大きさは遺伝的に異なる場合が多い。

各選抜世代における主要形質の変異の程度を組合せごとに見たところ、上いも数、上いもおよびでんぷん収量は大きく、一個重はこれにつき、生育日数およびでんぷん価は比較的小さく安定していた。これらの形質別の変異について考えてみる

と、上いも数は塊茎固有の目数によって規制される茎数と遺伝的に正の関連性を示す。したがって、茎数は遺伝子型によって決定される部分が多いが、気象要因によっても影響され易く、そのため上いも数も気象要因により比較的左右される。一個重は上いも数との間に遺伝的に拮抗的な関係を示すとともに、茎数とも関係がある。したがって、一個重はこれら変異性の大きい形質の影響を受けて、変異幅が大きくなったのである。上いも収量は変異性の大きい上いも数と一個重の積として構成される関係から必然的に変異が大となる。そして、でんぷん収量は変異性の大きい上いも収量とそれの小さいでんぷん価の相乗作用によって構成されるが、変異の大きい上いも収量に支配される割合が大きく、そのため変異が拡大される。でんぷん

価は他の形質に比べ変異性が低く、遺伝性が最も高く比較的確実に表現する形質である。一方、生育日数は他の形質に比べ環境変異の程度が小さく、全分散に占める遺伝分散の割合が大きい形質である。

親子間の遺伝率についてみると、遺伝率は組合せ間で比較的類似した値を示し、でんぶん価が最も高く、でんぶん収量、上いも収量がこれにつき、上いも数および一個重が低かった。このような形質間の順位は田口(1957)¹¹³⁾が単純相関や、Maris(1966⁶¹⁾, 1969a⁶²⁾, 1969b⁶³⁾および Sanford et al.(1971)⁹⁴⁾が2、3の形質からそれぞれ遺伝率を求めた結果とほぼ同様であった。なお、でんぶん含有率について、遺伝子型はheteroであり、その高いものは低いものに比べ優性であるという(Akely・Stevenson 1944)²⁾。また、両親と後代の間のでんぶん価の遺伝率について、Akely・Stevenson(1944)²⁾、Johansen et al.(1967)⁴⁰⁾、Stevenson et al.(1954)¹⁰⁵⁾および浅間(1976b)¹¹⁾はいくつかの組合せから検討し、本試験結果と同様に、高いでんぶん価の両親の組合せから、両親平均程度かやや高い後代が分離することを報告した。本試験では、両親と後代間の相関関係は、生育日数、上いも収量、でんぶん価およびでんぶん収量で密接な関連性が認められた。これらの関連性はBlonquist・Lauer(1962)¹³⁾、Johansen et al.(1967)⁴⁰⁾、Maris(1966,⁶¹⁾ 1969a⁶²⁾, 1969b⁶³⁾、および田口(1957)¹¹³⁾が2、3の形質から試験した結果を補強するものである。パレイショの育種においては、F₁雑種がそのまま一系統となるため、親の能力が即F₁雑種に現われる。したがって、ヘテロシス効果の利用も育種の重要な手段といえる。個体選抜と系統選抜の間の遺伝率は、でんぶん価が最も高く、ついで、上いも収量であり、でんぶん収量および一個重はこれらについて比較的高い形質であった。一方、系統選抜と生検予備の間の遺伝率は、でんぶん価が最も高く、ついで、生育日数であり、一個重、上いも収量、上いも数およびでんぶん収量は同程度の遺伝率を示した。このようなことから、栄養繁殖

系統選抜世代における選抜の効率は、でんぶん価が最も高い形質であり、ついで、生育日数であるといえる。

選抜世代における遺伝率について、生検予備で組合せごとに求めた結果、遺伝率は組合せ間で著しく異なった。とくに、シレトコ×Hoch.の組合せの生育日数で低かったのは、この組合せの後代の大部分が降霜で枯凋したために、分散分析の結果遺伝分散が小となり、環境分散の増大によるものと推察される。一方、組合せ平均では、一個重およびでんぶん価が同程度を示し最も高く、生育日数および上いも数が80%台を示した。これらの形質間の遺伝率の大小関係はKaminski(1977)⁴⁴⁾、Maris(1966)⁶¹⁾および浅間(1963)⁴⁾が示した結果とほぼ類似していた。形質間の関連性についてみると、選抜世代ごとに求めた形質間の相関関係は、世代によって異なることが明らかになった。これは初期選抜世代における調査個体数の少なさに基づく試験精度の低下によるものであり、環境分散が初期世代ほど大きいことから推察できる。したがって、初期選抜世代において選抜効率を高めるためには環境分散をいかに小さくするかが大きな課題である。これまで単純相関係数を求めて形質間の関連性について試験した報告は多数みられるが^{62,86,127)}、組合せごとに形質間の関連性を遺伝的に明らかなにしたものは少ない。本試験では、組合せによる形質間の遺伝的な関連性は著しく異なることが明らかとなった。これは交配組合せごとの後代の示す遺伝および環境分散の差異によるものであるが、主として両親の遺伝子型の差異の大小に起因するものと推察される。

本試験に用いた組合せごとの集団はそれぞれ試験年次を異にし、各選抜世代において地上部形質、ストロンの長短、塊茎の形状などで選抜が加えられている。したがって、得られた試験結果は無選抜集団から求められる値と若干異なると考えられる。しかし、本試験で得られた遺伝母数は、多数の異なる組合せおよび雑種集団に基づき推定しているので、選抜世代間の関連性および選抜の効率などを理解するのに役立つものと考えられる。

VI 選抜の場と選抜の効率

選抜過程における選抜の場の設定は、常に育種目標との対応において適正であるかどうか検討して決められている。これまでの実験から、バレイショの主要形質は遺伝子型と栽植密度、施肥量、収穫時期などの栽培条件との間に交互作用のあることが明らかにされている。つまり、それぞれの品種には、厳密には環境に対する固有の適応性をもっている。

現行の選抜過程は、標準耕種法の下で行われる。つまり、選抜環境としての栽培条件は固定されている。このように固定された栽培条件はでんぷん多収性に関与する形質の選抜効率を最大にする条件であるとは限らない。選抜過程における選抜の場は、育成系統の特性が十分に発揮される適正な栽培環境を目的に設定されなければならない。

本章では、施肥量および収穫時期を異にしたそれぞれの栽培環境における主要形質の遺伝母数の変異から、効率的な選抜を行うための栽培環境および条件について検討した。

1 施肥量の差異

バレイショにおいて選抜の効率を高めるための選抜の場(環境)に関して試験したものはこれまでみられない。後藤・長内(1959)²³⁾、Gotoh・Osainai (1959)²⁴⁾は小麦について、仮谷・山本(1963)⁴⁷⁾、柴田(1962)⁹⁸⁾、Yamamoto (1975)¹²⁶⁾は水稲について、成河(1966)⁷⁴⁾は大豆についてそれぞれ試験し、施肥量、栽植密度および栽培時期などの違いによって、遺伝率および遺伝相関などの遺伝母数が変化し、選抜効率の向上する栽培環境が存在する可能性を示唆している。

本節では、施肥量の異なる栽培条件を設定し、それらの栽培環境における主要形質の遺伝母数および形質相互間の関連性から、選抜効率が向上する施肥条件について検討した。

試 験 方 法

材料は表75に示した熟期の異なる43品種である。試験は1975および1976年の2回実施した。ここでは兩年の試験結果がほぼ同様の傾向を示したので、1975年の結果について示した。施肥量は表59に示したとおりである。試験区は1品種、一区10個体、3反復、分割区配置法で実施した。調査形質は上いも数、一個重、上いも収量、でんぷん価およびでんぷん収量である。各形質の遺伝率、遺伝変異係数、遺伝および表現型相関係数は、表27に示した分散分析法により求めた。

Table 59 The amount(kg/10a) of fertilizer

Level of fertilizer	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Low(L)	6	10	8	2.5
Standard(S)	12	20	16	5.0
High(H)	18	30	24	7.5

試 験 結 果

1) 平均値および分散分析

施肥量の差異が主要形質に及ぼす影響をみるために、分散分析の結果を表60に、全品種の平均値を表61に示した。品種間では各形質において、施肥量間では上いも数を除く各形質においていずれも有意差が認められた。すなわち、一個重および上いも収量は多肥区が少肥区に比べて有意に多かった。しかし、でんぷん価は施肥量間に有意差が認められたが、増肥により減少する傾向を示した。上いも収量とでんぷん価の積で求められるでんぷん収量は、これら両形質で増減の比較的少なかった標肥区において最も多収を示した。なお、施肥量と品種の交互作用では各形質においていずれも

Table 60 Analyses of variance in the agronomic characters

Source of variation	d.f.	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Blocks	2	8.700	737.18	3,315.4	7.292	498.55
Fertilizers(F)	2	16.811	6,149.34*	294,025.2*	38.272*	1,370.61*
Error(a)	4	4.291	514.15	20,719.5	2.830	733.67
Varieties (V)	42	35.193**	3,238.27**	208,442.2**	84.850**	9,220.08**
F × V	84	4.523	243.46	15,258.2	1.202	782.07
Error(b)	252	3.963	200.27	15,539.4	1.406	679.12

Table 61 Mean values each character of 43 varieties under different levels of fertilizer

Level of fertilizers	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Low	8.23a	88.14a ⁹	696.7a ⁹	15.97%	104.3a ⁹
Standard	8.80a	92.84ab	779.5ab	15.30	111.5 b
High	8.76a	96.09 b	807.0 b	14.42	108.1ab

Means followed by common letters are not significantly different at the 5% level according to the Q-test of the analysis of variance

有意差が認められなかった。

2) 分散と遺伝率

主要形質の遺伝および環境分散、遺伝変異係数 (Falconer et al. 1952¹⁶⁾, Falconer 1960¹⁷⁾) ならびに遺伝率を表62に示した。上いも数およびでんぶん収量では、遺伝分散は標肥区が最も大きかった。遺伝変異係数は環境分散が増肥により増加するため、少肥区において最も大きかった。また、遺伝率は増肥により低下する傾向が認められ、少肥区において大きかった。一個重では、遺

伝および環境分散は増肥により著しく増加し、遺伝変異係数および遺伝率は多肥区で最も大きな値を示した。上いも収量では、遺伝および環境分散は増肥により増加するが、遺伝変異係数および遺伝率は環境分散の著しく小さかった少肥区において大きかった。そして、でんぶん価では、遺伝および環境分散は施肥量間の差異が小さく、遺伝変異係数は増肥により若干増加する傾向を示した。

3) 遺伝および表現型相関

遺伝および表現型相関を表63に示した。形質相

Table 62 Analyses of variance, variance components, genetic coefficients of variation(G.C.V.) and heritabilities(h^2_B) in the agronomic characters

Source of variation	Levels	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield	
Variance component	σ^2_V	L	10.505	1,246.14	93,165.2	24.788	2,843.41
		S	11.580	1,714.51	105,214.5	26.133	2,995.27
		H	10.553	2,171.54	117,243.8	25.875	2,726.12
	σ^2_B	L	3.593	267.89	16,552.9	1.339	422.46
		S	4.272	281.20	29,323.8	1.330	743.00
		H	4.614	358.96	34,235.1	1.326	872.34
G.C.V.(%)	L	39.4	40.1	43.8	31.2	51.3	
	S	38.7	44.6	43.1	33.4	49.1	
	H	37.1	48.5	42.4	35.3	48.3	
h^2_B (%)	L	59.4	69.9	73.8	90.2	77.1	
	S	56.8	72.2	68.2	90.6	66.8	
	H	53.3	75.2	63.1	90.8	61.0	

互間の関連性についてみると、上いも収量とでんぶん収量の間ではいずれも正の密接な相関が認められた。また、上いも数と上いもおよびでんぶん収量との間、上いも収量と一個重の間、ならびにでんぶん価とでんぶん収量の間では、遺伝的にはやや密接な相関を示し、表現型的には有意な正の

相関が認められた。一方、上いも数と一個重の間、およびでんぶん価と一個重の間では、表現型的には有意な負の相関が認められた。しかし、でんぶん価と上いも数および上いも収量との間では、遺伝および表現型相関はいずれも低かった。

つぎに、施肥量の差異が遺伝および表現型相関

Table 63 Genetic and phenotypic correlation coefficients among the agronomic characters

Characters	Levels	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Tuber number	L		-0.385	0.596	0.044	0.544
	S		-0.497	0.477	0.195	0.536
	H		-0.495	0.316	0.121	0.325
Tuber size	L	-0.410**		0.535	-0.278	0.315
	S	-0.481**		0.540	-0.359	0.372
	H	-0.379*		0.551	-0.258	0.449
Tuber yield	L	0.628***	0.426**		-0.171	0.797
	S	0.450**	0.512***		-0.108	0.781
	H	0.429**	0.641***		-0.177	0.775
Starch content	L	0.060	-0.325*	-0.188		0.403
	S	0.148	-0.333*	-0.090		0.506
	H	0.085	-0.301*	-0.140		0.443
Starch yield	L	0.627***	0.218	0.833***	0.356*	
	S	0.493***	0.256	0.798***	0.494***	
	H	0.447**	0.313*	0.758***	0.438**	

Right diagonal;genetic, Left diagonal;phenotypic

に及ぼす影響についてみると、でんぶん収量と上いも数および上いも収量との間、ならびに上いも数と上いも収量の間では、両相関係数は増肥により減少する傾向が認められた。しかし、一個重と上いもおよびでんぶん収量との間では、両相関係数は増肥により高まる傾向が認められた。また、一個重と上いも数およびでんぶん価との間、ならびにでんぶん価とでんぶん収量との間では、両相関係数は標肥区においてやや大きくなる関係が認められた。

を高めるための選抜の場に関する試験から遺伝分散が大きくあるいは小さくなる栽培条件のあることを推測した。さらに、Gotoh・Osanai (1959)²⁴⁾は同じ作物について、遺伝子型の差異が顕著に現われる場とその逆の場がみいだされたことから、量的形質の表現型の変異幅が広がるような栽培条件下で選抜効率を高めることができそうだとした。これらの試験結果は選抜の場としての栽培条件により量的形質の選抜効率を高めることのできる可能性を示唆している。本試験では施肥量の異なる栽培条件、すなわち、少肥、標肥および多肥区を設定して、上いも数、一個重、上いも収量、でんぶん価およびでんぶん収量の遺伝母数を推定した。その結果、各形質の遺伝および環境分散、ならびに遺伝変異係数は施肥量の変化に対して一定の傾向が認められず、一つの施肥条件に収れん

考 察

1) 分散および遺伝率

後藤・長内(1959)²³⁾は小麦について、選抜効率

されないことが明らかとなった。したがって、形質ごとに遺伝分散が拡大する施肥条件は異なり、各施肥区の環境分散の変動にまして、各形質に関する遺伝的な差異の発現に有利な環境がそれぞれ存在していることが認められた。

一方、施肥量の差異が各形質の遺伝率に及ぼす影響について試験したものは、バレイショでみられないが、他の作物ではいくつか知られている。成河(1966)⁷⁴⁾はダイズについて、子実収量の遺伝率を少肥および多肥条件で比較した結果、多肥で大きな遺伝率を得た。また、Gotoh・Osanaï(1959)²⁴⁾はコムギについて、収量の遺伝率は少肥区の育成環境で最も高い値を得た。本試験の結果、でんぷん価の遺伝率は各施肥区による変動が小さかった。また、上いも数、上いもおよびでんぷん収量の遺伝率は増肥により低下する傾向を示したが、一個重のそれは低下する傾向が認められた。このように、各形質の遺伝率は施肥量の変化との間に一定の関係が認められなかった。したがって、各形質共通の最適な選抜の場としての施肥条件の設定は困難であることを示している。これは前述したように各施肥区における各形質の遺伝および環境分散の変動に基づくものである。なお、選抜効率の向上について、後藤(1973)²⁵⁾は、遺伝分散の大きさと遺伝率によって大きく左右され、しかも、遺伝率の大きさは環境条件によって影響をうける遺伝母数であるから、選抜環境を無視して選抜効率を考えることはできないと述べている。また、Falconer・Latyszesky(1952)¹⁶⁾は、①環境分散の減少に伴う遺伝率の増大、②環境分散は一定していても、遺伝分散が増大すること、③環境分散と遺伝分散が共に増大することにより、達成されるとした。このようなことから、本試験の結果、選抜効率の向上する施肥条件についてみると、遺伝および環境分散、遺伝変異係数の拡大、または遺伝率の高まる施肥量は形質により異なった。したがって、形質ごとに遺伝的な変異の発現が大きく、遺伝率が増加し、選抜効率が向上する施肥条件(環境)としては、上いも数、上いもおよびでんぷん収量では少肥区、一個重では多肥区となり、でんぷん価では施肥区の間には差がなかった。

一般に、バレイショは施肥量に対する反応が鈍く、耐肥性の強い作物であるといわれているが、本試験のような多肥条件は供試品種の育成選抜過程における施肥量に比較して著しく多いため、地上部形質が過繁茂の状態となり、光合成産物の分配が効率よく行なわれなかった。そのため正常な生育を示さず、適確な評価を下しうるデータが得られなかったのに対し、少肥区においては比較的良好な結果を示したものと推察される。

2) 遺伝および表現型相関

主要形質の遺伝および表現型相関を選抜の実施に利用するためには、それらの推定値をできるだけ信頼度の高いものにするとともに、環境(栽培条件)によって推定値が異なるので、形質ごとにその変動の程度を知っておくことが大切である。これまで、バレイショの主要形質の遺伝⁵⁾および表現型相関^{62,86,127)}に関する報告は多いが、本試験のように施肥量の差異が相関係数に及ぼす影響について試験したものはみられない。

遺伝相関は遺伝分散と遺伝共分散より得られるものであるから、これらの変動は主として遺伝子型の環境の複雑な相互作用に基づくものと考えられている(赤藤ら1958¹⁰³⁾、後藤1973²⁵⁾)。さらに、Falconer(1960)¹⁷⁾および酒井(1956)⁹⁰⁾は、遺伝相関は①遺伝子の多面発現、②連鎖、③自然淘汰または人為淘汰が異なる形質に働く別々の遺伝子が同じ行動をとるように結びつける淘汰の結果、の3つの要因によるとしている。このようなことから考えて、バレイショでは交配して得た種子の実生個体は分離がみられるが、選抜した個体についてはその後分離することがない。したがって、系統集団から得られた遺伝相関はその殆んど全部がある遺伝子の多面発現と連鎖に基づくものと推察される。本試験のように品種群から遺伝相関を求めた場合には、品種の育成過程における選抜の方向が関与している可能性がある。例えば、でんぷん原料用としてでんぷん価が強い淘汰を行った場合などである。しかし、供試した品種集団は表57に示したように各形質の遺伝分散が大きいので、各形質間の遺伝相関は③の影響は無いものと思わ

れる。本試験の結果、いくつかの形質間においては、施肥量の差異によって遺伝および表現型相関の増減が認められた。これは各施肥条件下における各形質の遺伝および環境分散の変動に基づくものである。

2 選抜時期の比較

パレイショの育種過程における収量形質の選抜は、茎葉の枯凋後に実施する場合が多い。これは植物体の生育が停止した後に選抜すると、収量形質の値に変動が少なく、選抜の効率が低いことに基づいている。

一方、生育途上における選抜操作は、労働力の集中の緩和に役立つなど、試験費用の面から育種事業にとって利点が多い。そのため一部の世代では生育途上において、限られた形質について選抜を実施しているが、選抜の効率の面からも枯凋後と同等ないし勝っている形質があれば、その選抜時期を特定して活用することができる。これまで、パレイショにおいて生育途上における主要形質の選抜の効率について検討した報告はみられない。

テンサイにおいて、Savitsky (1950)⁹⁵⁾ は7月または8月の最も生育の盛んな時に変異係数が高いことから、選抜は生育初期に行う方が効果的であると報告している。また、同じ作物でShimamoto-Hosokawa (1969)¹⁰⁰⁾ は生育初期において形質の安定性が高いことから、選抜は生育初期の方が有利であるとした。

本節では、生育途上と枯凋後における収量形質の遺伝変異係数、遺伝率、遺伝および表現型相関関係の比較などから、生育途上における選抜の効率について検討した。

試 験 方 法

材料は、表75に示した早生5、中生17、晩生21の計43品種である。なお、供試品種の頻度分布を図34に示した。試験は1978および1982年に1品種一区12個体、3反復乱塊法で実施した。選抜時期は生育途上の生育中期(8月31日)と各品種のそれ

ぞれの枯凋後の2回である。調査形質は上いも数、一個重、上いも収量、でんぶん価およびでんぶん収量である。各形質の遺伝変異係数、遺伝率、遺伝および表現型相関係数は、供試品種が幅広い熟期を示すので早・中生種の群と晩生種群の2つに分けて、表27に示した分散分析法により求めた。

試 験 結 果

表64には、年次ごとの早・中生種と晩生種の平均値、遺伝変異係数および遺伝率を示した。各形質の生育中期から枯凋後までの増加量は、年次により異なり、一個重、上いもおよびでんぶん収量は著しく多く、熟期別では晩生種が早・中生種に比べ大きかった。一方、でんぶん価のそれは晩生種が早・中生種よりやや多かったが、前記3形質に比べその割合はいずれも小さかった。そして、上いも数では早・中生種は若干減少し、晩生種は僅かの増加であった。

遺伝変異係数についてみると、生育中期において有意に大きかったのは、晩生種の一つ重、上いもおよびでんぶん収量であり、枯凋後においては各熟期のでんぶん価、早・中生種のでんぶん収量であった。しかし、各熟期の上いも数、早・中生種の一つ重および上いも収量は生育中期と枯凋後が同程度の値を示した。

熟期別および選抜時期別の各形質の遺伝率では、生育中期において早・中生種の上いも収量、晩生種の一つ重、上いもおよびでんぶん収量は高かったが、各熟期の上いも数、早・中生種の一つ重は枯凋後と同程度の値を示した。

表65には、熟期別および選抜時期に形質相互間の遺伝および表現型相関係数を示した。遺伝および表現型相関係数はほぼ同程度の傾向を示した。形質間の関連性が生育中期において比較的密接であったのは、晩生種のでんぶん収量と一個重および上いも収量の間であった。同様に、枯凋後では晩生種の上いも数と一個重の間、でんぶん価とでんぶん収量の間であった。

表66には、生育中期と枯凋後の間の形質間の遺伝および表現型相関係数を示した。同一形質で生

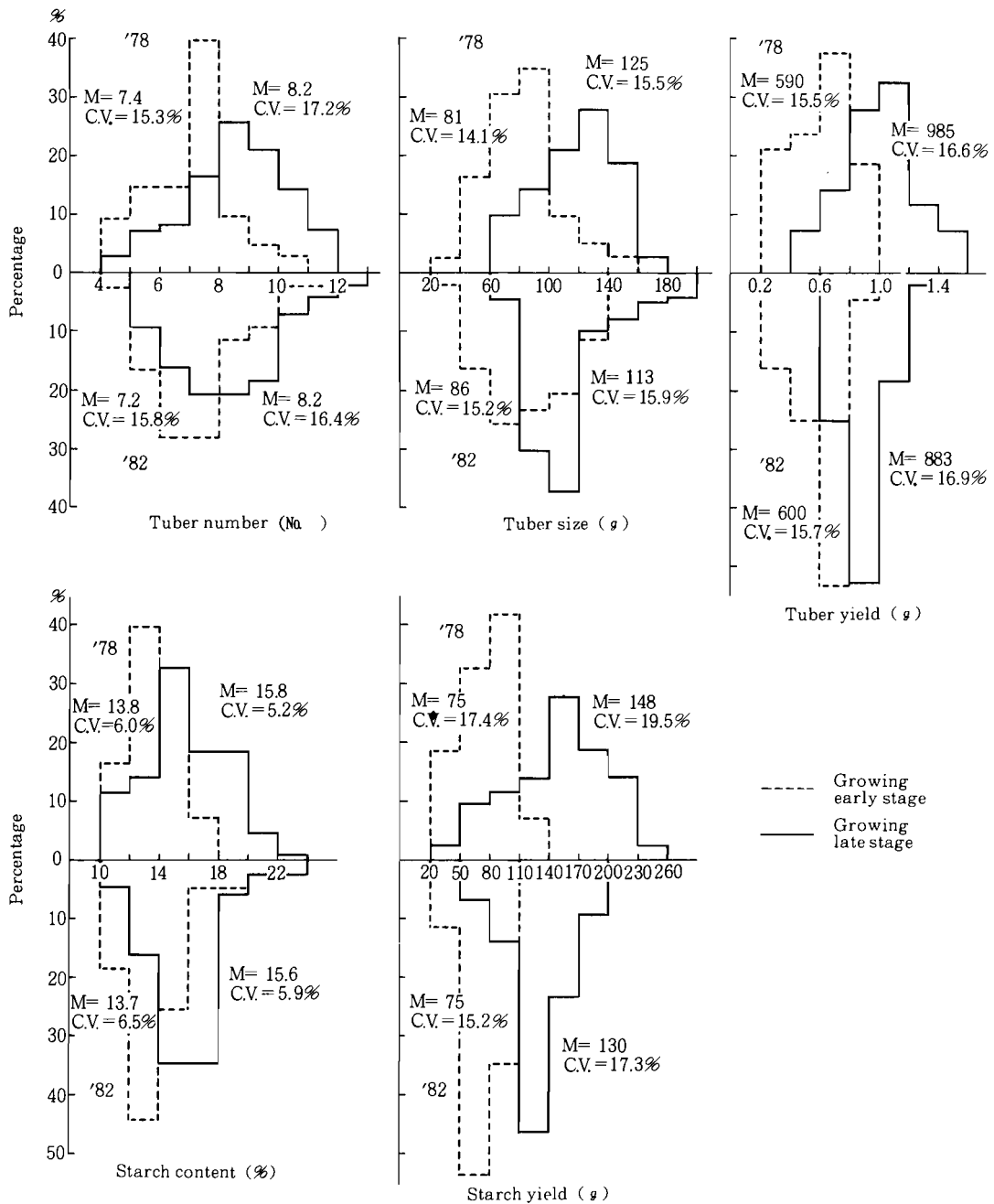


Fig. 34 Comparison of frequency between growing early stage and growing late stage in agronomic characters

Table 64 Mean values, genetic coefficients of variation(G.C.V.) and heritabilities (h^2_B) between medium growing stage and late growing stage for agronomic characters under early, optimum or later harvesting stage

Items	Maturities	Harvest stages	Tuber number		Tuber size		Tuber yield		Starch content		Starch yield	
			'78	'82	'78	'82	'78	'82	'78	'82	'78	'82
Mean	E,M	Early	7.7a ¹⁾	7.4a	91a	94a	676a	672a	13.3a	12.8a	84a	80a
		Late	8.1b	8.1b	132b	112b	953b	874b	14.8b	14.6b	132b	120b
	L	Early	7.2a	7.1a	71a	78a	509a	532a	14.2b	14.6b	67a	72a
		Late	8.4b	8.3b	118b	113b	1,017b	892b	16.8c	17.0c	161b	143b
G.C.V.(%)	E,M	Early	26	20	21	19	22	15	13	12	29	15
		Late	25	19	19	19	21	12	18	14	33	22
	L	Early	16	21	35	38	33	30	16	15	32	26
		Late	16	21	31	31	26	15	20	17	30	16
h^2_B (%)	E,M	Early	70	71	64	69	71	74	79	71	70	67
		Late	65	70	60	65	69	62	85	85	73	75
	L	Early	65	73	89	89	78	79	87	81	79	75
		Late	62	72	83	82	72	74	92	89	72	69

E;early maturity, M;medium maturity, L;late maturity
 1);numerals followed by the same latter are not significantly defferent at the 5% level according to Duncan's multiple test

Table 65 Genetic and phenotypic correlation coefficients among the agronomic characters in each growing stage

Characters	Maturities	Stages	Tuber number		Tuber size		Tuber yield		Starch content		Starch yield	
			'78	'82	'78	'82	'78	'82	'78	'82	'78	'82
Tuber number	E,M	Early			-.56	-.79	.76	.25	.57	.43	.81	.51
		Late			-.55	-.63	.70	.45	.83	.33	.84	.49
	L	Early			-.16	-.50	.29	.18	.18	.07	.28	.21
		Late			-.48	-.82	.06	.15	.29	.09	.11	.01
Tuber size	E,M	Early	-.54**	-.76**			.10	.37	-.30	-.55	-.03	-.15
		Late	-.54**	-.63**			.19	.40	-.41	-.19	-.13	.15
	L	Early	-.15	-.49*			.89	.75	-.29	-.55	.76	.65
		Late	-.44*	-.80**			.90	.67	-.05	-.33	.64	.25
Tuber yield	E,L	Early	.73**	.29	.14	.36			.44	.19	.90	.57
		Late	.70**	.43*	.19	.41			.42	.22	.90	.78
	L	Early	.36	.19	.85**	.75**			-.29	-.59	.91	.91
		Late	.09	.09	.84**	.65**			-.08	-.45	.79	.49
Starch content	E,L	Early	.54**	.40	-.27	-.48*	.40	.13			.78	.61
		Late	.77**	.34	-.35	-.20	.45*	.20			.75	.77
	L	Early	.11	.07	-.27	-.52*	-.25	-.62**			.11	.29
		Late	.27	.09	-.04	-.32	-.10	-.40			.67	.57
Starch yield	E,L	Early	.78**	.50*	-.08	-.09	.90**	.63**	.75**	.55**		
		Late	.81**	.48*	-.07	.16	.90**	.79**	.71**	.76**		
	L	Early	.36	.21	.72**	.63**	.91**	.92**	.14	.22		
		Late	.22	.04	.61**	.28	.81**	.56**	.66**	.54**		

E;early maturity, M;medium maturity, L;late maturity
 Right diagonal;genetic, Left diagonal;phenotypic

育中期と枯凋後の間の遺伝および表現型的な関連性では、全体的にでんぷん価が最も高く、一個重、上いも数および上いも収量の順に高く、でんぷん収量が最も低かった。熟期別では、でんぷん価を除いていずれも早・中生種において関連性が高く、とくに、晩生種のでんぷん収量では極端に低かつ

た。

一方、形質相互間の生育中期と枯凋後の間の関係を熟期をこみにしてみると、生育中期の上いも数は枯凋後の一個重との間、生育中期の一個重は枯凋後の上いも数との間、および生育中期のでんぷん価は枯凋後のでんぷん収量との間では、遺伝

Table 66 Genetic and phenotypic correlation coefficients between early growing stage and late growing stage for agronomic characters

Late	Early	Correlations	Maturities	Tuber number		Tuber size		Tuber yield		Starch content		Starch yield	
				'78	'82	'78	'82	'78	'82	'78	'82	'78	'82
Tuber number	G.		E.M	.86	.98	-.76	-.82	.46	.27	.69	.36	.64	.48
			L	.43	.87	-.70	-.75	-.56	-.24	.18	.12	-.51	-.24
	P.		E.M	.81**	.94**	-.67**	-.77**	.43*	.23	.65**	.32	.60**	.40
			L	.34	.81**	-.56**	-.72**	-.40	-.23	.17	.12	-.35	-.22
Tuber size	G.		E.M	-.50	-.63	.98	.83	.24	.35	-.36	-.40	-.02	-.07
			L	-.37	-.75	.84	.95	.64	.50	-.22	-.41	.52	.41
	P.		E.M	-.45*	-.58**	.86**	.76**	.18	.31	-.34	-.34	-.04	-.04
			L	-.31	-.69**	.80**	.91**	.60**	.50*	-.21	-.40	.47*	.39
Tuber yield	G.		E.M	.61	.47	-.09	-.05	.75	.71	.45	.03	.71	.52
			L	-.18	-.16	.60	.66	.46	.61	-.18	-.56	-.34	-.45
	P.		E.M	.58**	.42	-.10	-.04	.67**	.64**	.42	.02	.65**	.46*
			L	-.12	-.11	.56**	.60**	.43*	.57**	-.15	-.50*	-.33	-.40
Starch content	G.		E.M	.60	.41	-.46	-.56	.37	.24	.94	.94	.70	.59
			L	-.26	-.14	-.28	-.50	-.34	-.63	.95	.99	-.02	-.30
	P.		E.M	.58**	.37	-.43*	-.52**	.35	.21	.91**	.87**	.68**	.52*
			L	-.20	-.14	-.27	-.49*	-.31	-.61**	.93**	.94**	-.04	-.29
Starch yield	G.		E.M	.66	.56	-.31	-.38	.59	.30	.75	.61	.76	.70
			L	-.27	-.26	.28	.08	-.14	-.08	.45	.47	.28	.10
	P.		E.M	.41	.51*	-.30	-.35	.56**	.28	.71**	.55**	.71**	.61**
			L	-.19	-.20	.26	.08	-.15	-.04	.43*	.40	.28	.11

G;genetic. P;phenotypic
E.M;early and medium maturity L;late maturity

および表現型的に比較的高い関連性が認められた。同様に、熟期別にみても、早・中生種において、生育中期でいも数が多い品種では、枯凋後の上いもおよびでんぷん収量が多く、でんぷん価が高い関係が認められた。生育中期で大粒の品種では、枯凋後のでんぷん価が低い関係が認められた。生育中期で上いも収量が多い品種では、枯凋後のいも数およびでんぷん収量が多く、また、生育中期ででんぷん価が高い品種では、枯凋後のいも数およびでんぷん収量が多かった。

一方、晩生種において、生育中期で大粒の品種

では、枯凋後のいも数が少なく、上いも収量が多い関係が認められた。生育中期で上いも収量が多い品種では、枯凋後の一個重が大きく、でんぷん価が低い関係が認められ、生育中期ででんぷん価が高い品種は、枯凋後の上いも収量が少なく、でんぷん収量が多い関係が認められた。

考 察

バレイシヨの地上部の伸長繁茂は終花期ころまで継続し、葉面積指数および地上部乾物重は終花

期に最大を示す。そして、開花始めを境として伸長生長から蓄積生長に移行し、塊茎肥大を始め茎葉黄変期の直前まで肥大をみる。塊茎肥大期は開花始めから茎葉黄変期までであるが、終花期を境として前は肥大盛期、後は肥大後期¹¹³⁾となる。本試験の生育中期は、早生種が終花期を経過し塊茎肥大期である。そして、中生および晩生種は終花期にそれぞれ該当し、地上部の伸長繁茂がやや鈍化の状態である。また、各形質の生育中期の生育程度では、上いも数はどの品種でもほぼ最終的な値を示しており、でんぶん価では早・中生種は枯凋後になりに近い値に達していた。また、上いも収量は早生が枯凋の約2週間前に相当するので、枯凋後の約80%、中生が枯凋の約3週間前に相当し枯凋後の約60%、晩生種は10月上旬に概ね枯凋するので約50%に達している。このような肥大途上にある生育中期の変異係数は、でんぶん価においてのみ枯凋後より若干大きかった。これは早・中生種のでんぶん価が枯凋後の値を示すのに対して、晩生種のでんぶん価が枯凋後の値よりかなり少ないためである。一方、遺伝変異係数では、晩生種の一つ重、上いもおよびでんぶん収量は、生

育中期においてそれぞれ変異が拡大され、選抜し易いことが認められた。また、生育中期における各熟期の上いも数、早・中生種の一つ重および上いも収量の遺伝変異係数は、枯凋後と同程度の値を示し、枯凋後と同等に選抜し易いことが明らかになった。

熟期別および選抜時期別による遺伝率からみて、遺伝分散の増加する早・中生種の上いも収量、晩生種の一つ重、上いもおよびでんぶん収量において、生育中期で選抜の効率が低いものと推定された。さらに、各熟期の上いも数、早・中生種の一つ重では枯凋後と同程度の選抜効率が期待できることが明らかとなった。生育中期の選抜が枯凋後の値をどの程度推定できるかを遺伝および表現型相関係数から求めた結果、同一形質ではでんぶん価が最も選抜の効率がよく、ついで、一つ重、上いも数の順であり、上いもおよびでんぶん収量では選抜の効率がやや低いことが明らかとなった。これは枯凋後の値に比較し、生育中期後の生育によって値の変化の少ない形質ほど選抜の効率が低いことを示している。

VII 多収個体の選抜法

でんぶん収量の高い品種の育成においては、上いも数、一個重およびでんぶん価のでんぶん収量構成形質が同時に高まるように改良することが重要であるが、上いも数と一個重の間^{5,6,21,57,69,86,87,113}、一個重とでんぶん価の間には^{6,113}表現型的に負の相関関係のあることが明らかにされている。さらに、第Ⅲ章で明らかにしたように、これらの形質間には遺伝的に負の関連性がある。したがって、一個重を増加させるような育種あるいは栽培的な手段は、上いも数あるいはでんぶん価を低下させる結果となり、でんぶん収量の多収個体の育成を難かしくしている大きな原因の一つである。このようなことから、でんぶん収量の多収個体の選抜には、これら負の関連性を示す形質を総合的に評価して、優れた個体を選抜することが効果的な方法と考えられる。

本章では、個体選抜世代において、でんぶん価と他の形質との2形質の組合せによって優れた個体を同時選抜する方法としての棄却楕円の適用結果を述べ、さらに、施肥量の異なる栽培条件においてでんぶん収量構成形質がでんぶん収量自体に寄与する割合、および各施肥条件に最適な品種の選抜を、異なる施肥条件下での間接選抜が可能かどうか、などについて検討した。

1 個体選抜世代における棄却楕円の適用

個体選抜におけるでんぶん収量の多収個体の選抜は、遺伝率の高いでんぶん価に重点を置いて行ない、上いも数、一個重、上いもおよびでんぶん収量については、それぞれ信頼限界を設けて優れた個体について補完的に実施している。この選抜方法では負の相関関係にある形質が共に優れたものを同時に選抜することは難かしい。

これまで、数形質を一つの指数として表し選抜する方法としては、Fisher et al.(1932)¹⁹⁾ および Mather (1949)⁶⁴⁾ らの判別函数や選抜指数の適用があるが、細川・田辺(1965)³⁴⁾はテンサイに

ついて、負の相関関係を示す根重および根糖の2形質について優れた個体を同時に選抜する方法として、棄却楕円の適用が有効であることを明らかにした。

本節は、個体選抜において、でんぶん価と上いも数、一個重あるいは上いも収量を2形質ごとに同時に選抜する方法として棄却楕円を適用し、次世代の系統選抜における遺伝獲得量および選抜効率から、でんぶん収量の多収個体の選抜法について検討した。

試 験 方 法

試験1:材料は個体選抜において、地上部生態、塊茎の形状および着生などで選抜した16組合せ300個体である(表67)。なお、供試個体の主要形質の頻度分布を図35に示した。試験は個体選抜を1968年、系統選抜を1969年に実施した。個体選抜は一個体植えとし、個体ごとに収穫し、系統選抜は一系統10個体を植え、10個体収穫し、それぞれ主要形質について調査した。

試験2:材料はワセシロ×シレットコの組合せから、個体選抜において地上部生態、塊茎の形状および着生などで選抜した267個体である。試験は個体選抜を1979年、系統選抜を1980年に実施した。また、供試個体の主要形質の頻度分布を図36に示した。

なお、選抜方法は図37に示したように、個体選抜における各個体の上いも数、一個重および上いも収量をX軸、でんぶん価をY軸とした各2元表に、確率50%の棄却楕円(鳥居ら1952b)¹¹⁹⁾を当てはめ、楕円外の個体を長・短軸の延長線により4象限に分け、それぞれI—IV象限の選抜個体集団とした。そして、次世代の系統選抜において、象限別に選抜された個体の各形質の遺伝獲得量および選抜効率を求めた。棄却楕円の計算方法は鳥居ら(1952b)¹¹⁹⁾および細川・田辺(1965)³⁴⁾によった。なお、棄却楕円を適用するために、上いも数および上いも収量は対数変換、一個重およびでんぶん

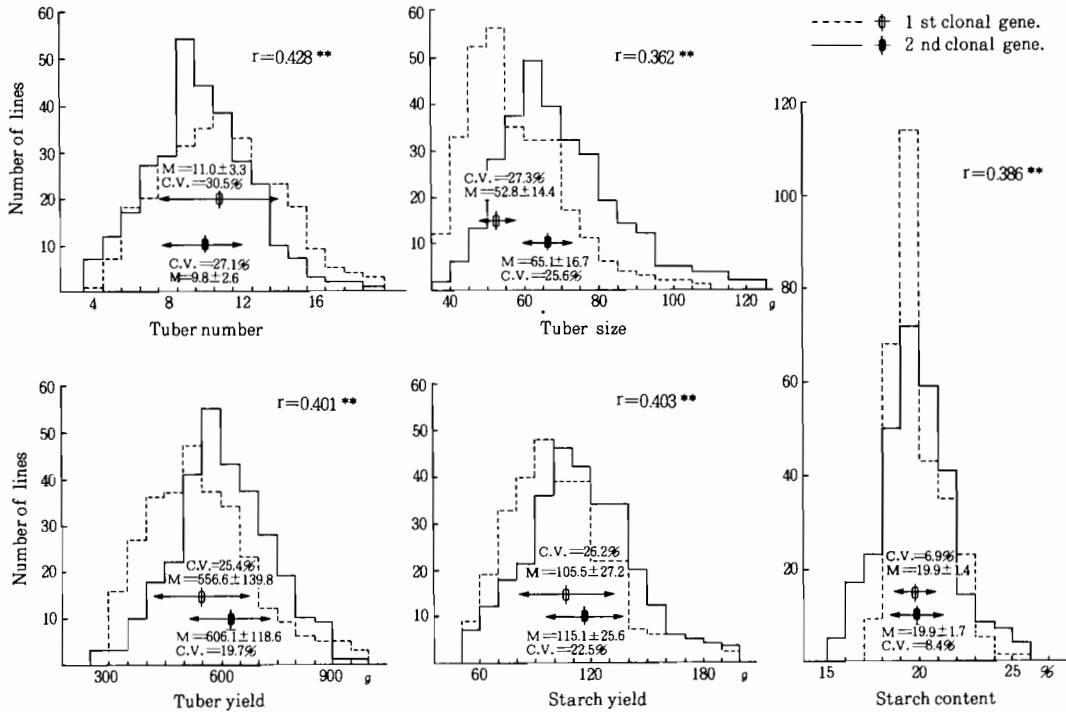


Fig. 35 Frequency distributions of lines, mean values (M), standard deviation and coefficient of variations(C.V.) of 300 lines in 1 st clonal generation and 2 nd clonal generation for main agronomic characters(Test 1)

Table 67 List of the cross combination and number of lines examined

Konkei 13 × 58103-510(8), Hokkai 43 × 58103-510(9), 60082-552 × 58103-510(43), K61007-45 × 58103-510(39), K62117-47 × 58103-510(17), Kon-iku 4 × Hoch.(7), Konkei 8×Hoch.(3), Konkei 5×Hoch(15), Konkei13×Hoch(19), Konkei 14 × Hoch.(4), Konkei 18 × Hoch.(76), Hokkai 29 × Hoch.(3), Hokkai 43 × Hoch.(10), Shimakei 476× Hoch.(17), K 61009-125×Hoch.(12), K 62089-75× 58103-510 (18)
--

() ;No. of lines

試 験 結 果

値については平方根変換をそれぞれ行い、個体の分布を正規化した。選抜差(i)は個体選抜における全体の平均値と選抜個体集団の平均値との差、遺伝獲得量(ΔG)は系統選抜における全体の平均値と選抜個体集団の平均値との差、および選抜効率(SE)は系統選抜における遺伝獲得量の全体の平均値に対する比とした。

1) 平均値および変異係数

試験1：上いも数は個体選抜(11.0、9.8個は個体、系統選抜での値を示す、以下同様)で多く、一個重(52.8、65.1g)、上いも収量(556.6、606.1g)およびでんぷん収量(105.5、115.1g)は系統選抜で勝った。各形質の変異は両選抜世代とも上いも数が30%前後で最も大きく、ついで、一個重(27.3、25.6%)、でんぷん(26.2、22.5%)およ

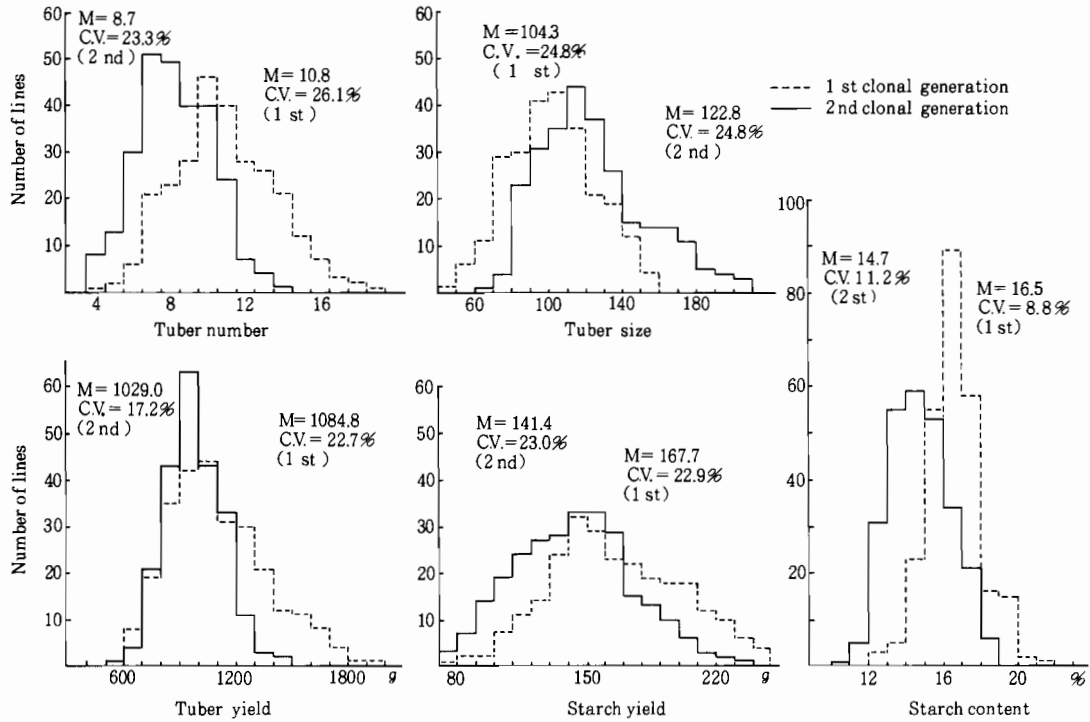
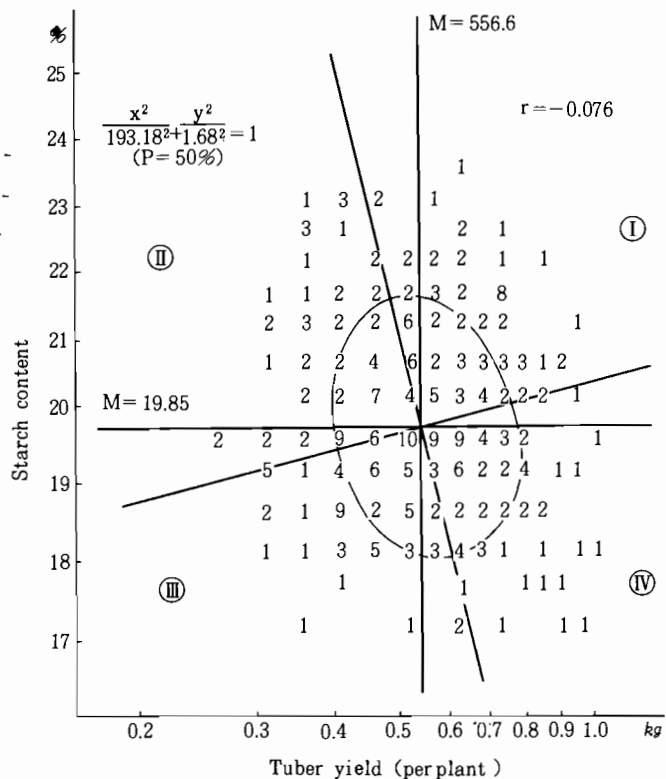


Fig. 36 Frequency distributions of lines, mean values (M) and coefficient of variances(C.V.) of 267 lines in 1 st clonal generation and 2 nd clonal generation for main agronomic characters (Test 2)

Fig. 37

Frequency distributions of mother lines selected by each quadrant in rejection ellipsis for starch content and tuber yield in 1 st clonal generation

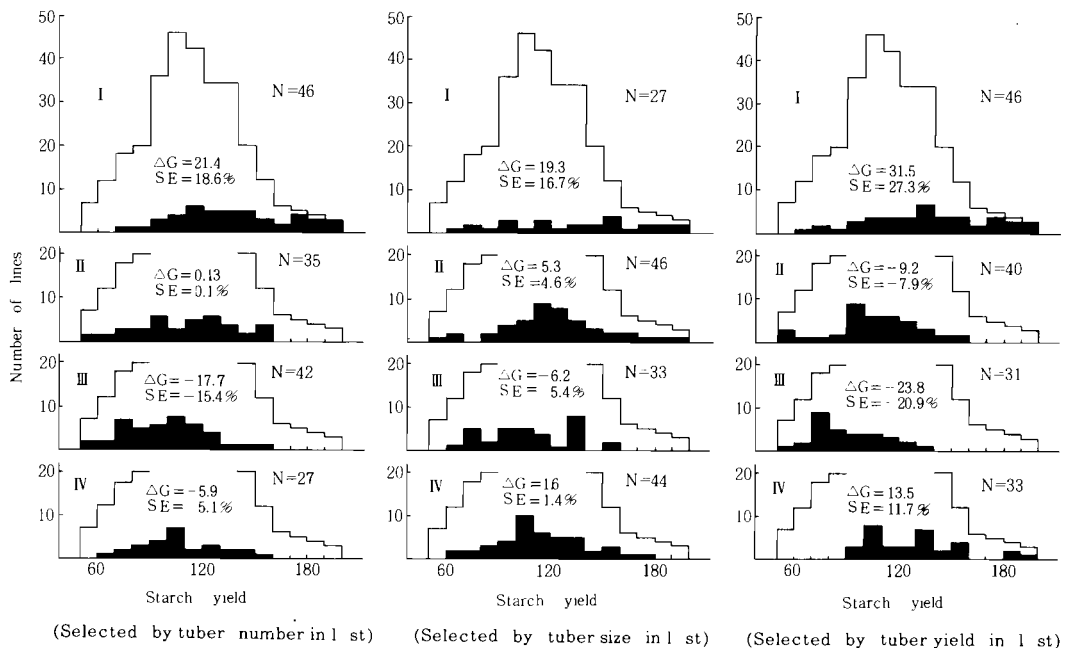


び上いも収量(25.4、19.7%)の順であり、でんぷん価が10%未満で最も小さかった。一方、選抜世代間の変異はでんぷん価を除く各形質が個体選抜で大きかった。そして、両選抜世代間の相関関係は、いずれの形質とも1%水準で有意であった。

試験2：一個重(104.3、122.8g)は系統選抜で勝ったが、その他の形質(上いも数10.8、8.7個、上いも収量1084.8、1029.0g、でんぷん価16.5、14.7%、でんぷん収量167.7、141.4g)では個体選抜において勝った。各形質の変異は両選抜世代とも上いも数、一個重およびでんぷん収量が23~27%の幅を示し比較的大きく、上いも収量が18、23%を示しこれにすぎ、でんぷん価が9、12%で最も小さかった。一方、選抜世代間の変異は、上いも数および上いも収量が個体選抜で、でんぷん価が系統選抜でともに大きく、一個重およびでんぷん収量は同程度であった。

2) 象限別のでんぷん収量の選抜効率

試験1：表68および図38には、個体選抜において、でんぷん価と上いも数、一個重および上いも収量の2形質ごとの組合せによって、4象限に区分された選抜個体集団の系統選抜におけるでんぷん収量の遺伝獲得量および選抜効率を示した。なお、表には個体選抜において、でんぷん価と組合せた形質の値(X)、およびそれら2形質により象限別に直接選抜された個体のでんぷん収量の値と選抜差(i)を示した。一方、系統選抜では象限別に選抜された個体の間接選抜に当るでんぷん収量の値、遺伝獲得量(ΔG)および選抜効率(SE)を示した。このようなことから、上いも数とでんぷん価により区分された選抜効率についてみると、いも数が多く高でんぷん価の方向への選抜を示すI象限が18.6%を示し最も大きく、いも数が少なく低でんぷん価の方向への選抜を示すIII象限が



□; 2nd clonal generation I, II, III, IV; quadrant of rejection ellipsis
 ΔG ; genetic gain by selection with each quadrant
 SE; selection efficiency of starch yield
 ■; selected lines

Fig. 38 Frequency distributions of selected lines in 2nd clonal generation derived from selection for I to IV quadrant in rejection ellipsis (P=50%) of each combination of two characters with starch content and tuber number, starch content and tuber size, starch content and tuber yield in 1st clonal generation

-15.4%を示し最も小さかった。つぎに、一個重とでんぷん価により区分された選抜効率は、大粒・高でんぷん価の方向への選抜を示すⅠ象限が16.7%を示し最も大きく、Ⅱ、ⅢおよびⅣ象限がいずれも小さかった。そして、上いも収量とでんぷん価により区分された選抜効率は、上いも収量が多く高でんぷん価の方向への選抜を示すⅠ象限が27.3%を示し著しく大きく、Ⅳ象限が11.7%でこれにつぎ、少収・低でんぷん価の方向への選抜を

示すⅢ象限が-20.9%を示し最も小さく、Ⅱ象限が-7.9%でこれについだ。

試験2：表69には、個体選抜において、でんぷん価と上いも数、一個重および上いも収量の各形質の2形質の組合せによって、4つの象限に区分された選抜個体集団のうち、2形質により象限別に直接選抜された個体のでんぷん収量について、最も選抜効率の高いⅠ象限の選抜集団のでんぷん収量の値と選抜差(i)を示した。そして、選抜さ

Table 68 Efficiency of selection for starch yield in 2 nd clonal generation derived from selection for I to IV quadrant in rejection ellipsis(P=50%) of each combination of two characters with starch content and tuber number, starch content and tuber size, starch content and tuber yield in 1 st clonal generation

Selected characters (X)	Control character	Quadrant	No. of lines	Direct selection (1 st clonal gene.)			Indirect selection (2 nd clonal gene.)		
				X	Starch yield	i	Starch yield	△G	SE(%)
Tuber number / Starch content	Starch content	I	46	15.9	144.7 g	39.0	136.5 g	21.4	18.6
		II	35	8.6	92.1	-13.4	115.2	0.1	0.1
		III	42	6.4	75.2	-30.3	97.4	-17.7	-15.4
		IV	27	13.3	114.1	8.6	109.2	-5.9	-5.1
Tuber size / Starch content	Starch content	I	27	62.3 g	120.0	14.5	134.4	19.3	16.7
		II	46	39.6	115.2	9.7	120.4	5.3	4.6
		III	33	43.1	89.8	-15.7	108.9	-6.2	-5.4
		IV	44	72.7	101.1	-4.4	116.7	1.6	1.4
Tuber yield / Starch content	Starch content	I	46	677.3 g	138.8	33.3	146.6	31.5	27.3
		II	40	387.6	79.1	-26.4	105.9	-9.2	-7.9
		III	31	410.6	68.5	-37.0	91.3	-23.8	-20.9
		IV	33	791.2	141.3	35.8	128.6	13.5	11.7

i;selection differential of starch yield

△G;genetic gain of starch yield

SE;effectiveness of selection for starch yield

された個体の系統選抜におけるでんぷん収量の値、遺伝獲得量(△G)および選抜効率(SE)を示した。でんぷん価と上いも数、一個重および上いも収量により区分された各Ⅰ象限は、いも数が多く高でんぷん価、大粒・高でんぷん価、および多収・高でんぷん価の方向への選抜を示す個体集団である。このような集団のでんぷん収量の遺伝獲得量は、上いも収量とでんぷん価の組合せによる場合が最も大きく、ついで、上いも数、一個重の順であった。したがって、選抜効率はでんぷん価と上いも

収量の同時選抜による場合が15.8%を示し最も多く、上いも数との組合せが12.9%でこれにつぎ、一個重との組合せが8.5%で最も小さかった。

考 察

試験1：象限別によるでんぷん価と上いも数、一個重あるいは上いも収量との2形質ごとの同時選抜がでんぷん収量の選抜効率に及ぼす影響では(表68)、象限別ではⅠ象限が、形質では上いも収

Table 69 Effectiveness of selection for starch yield in 2 nd clonal generation based on selection for I quadrant of rejection ellipsis(P=50%) for tuber number, tuber size and tuber yield in 1 st clonal generation

Selected characters	Control character	Quadrant	No. of mother plants	Direct selection (1 st clonal gene.)			Indirect selection (2 nd clonal gene.)		
				No. of lines	Starch yield	i	Starch yield	ΔG	SE (%)
TN / SC	I	267	33	204.7	37.0	159.7	18.3	12.9	
TS / SC	I	267	35	203.7	36.0	153.4	12.0	8.5	
TY / SC	I	267	34	234.5	66.8	163.8	22.4	15.8	

TN;tuber number, TS;tuber size, TY;tuber yield SC;starch content,
 i;selection differential of starch yield, ΔG;genetic gain of starch yield
 SE;effectiveness of selection for starch yield

量がそれぞれ最も大きく、ついで、上いも数、一個重の順であった。これは両選抜世代においてでんぶん収量が上いも収量との間に最も密接な相関関係(個体選抜0.644**, 系統選抜0.945**)を示し、ついで、上いも数との間(個体選抜0.736**, 系統選抜0.546**)で密接であり、一個重との間の関連性(個体選抜-0.041, 系統選抜-0.072)が低かった。このような関連性の差異が系統選抜におけるでんぶん収量の選抜効率に差異を生じた原因と推察される。

つぎに、でんぶん収量の選抜効率を個体選抜において、棄却楕円の適用によるI象限の選抜個体集団の場合と、上いも数、一個重および上いも収量を独立に上位20および50%の選抜強度で選抜した場合(表70)を比較してみると、各形質を独立に

20%の選抜強度で選抜したときの選抜効率は上いも数が12.2%、一個重が3.5%、上いも収量が17.0%であった。これは選抜個体集団が全体に比べ、上いも数において12.2%、一個重において3.5%および上いも収量において17.0%多収なでんぶん収量個体をそれぞれ選抜していることを示している。一方、棄却楕円の適用による選抜効率は、上いも数が18.6%、一個重が16.7%および上いも収量が27.3%であった。このようなことから、でんぶん収量の選抜効率は棄却楕円の適用によるでんぶん価と各形質の2形質ごとの組合せによる選抜方法が、各形質を独立に選抜する方法に比べ優れていることが明らかになった。

試験2：一組合せからの供試集団によるでんぶん価と上いも数、一個重あるいは上いも収量の2

Table 70 Effect of indirect selection for tuber number, tuber size and tuber yield in 1 st clonal generation on starch yield of 2 nd clonal generation

Character Selected	Population	Starch yield in 1 st clonal gene.			Starch yield in 2 nd clonal gene.		
		si(%)	Mean value	i	Mean value	ΔG	SE (%)
TN	300	20	139.0 g	33.5	129.1 g	14.0	12.2
TS	300	20	106.3	0.8	119.1	4.0	3.5
TY	300	20	151.7	46.2	134.7	19.6	17.0
TN	300	50	122.5	17.0	122.7	7.6	6.6
TS	300	50	109.1	3.6	116.0	0.9	0.8
TY	300	50	127.3	21.8	127.1	12.0	10.4

TN;tuber number TS;tuber size TY;tuber yield
 si;selection intensity i;selection differential
 ΔG;genetic gain SE;selected efficiency(ΔG/total mean)

形質ごとに区分された各象限のうち、得られた個体が属する I 象限の選抜個体集団によるでんぷん収量の選抜効率は、いずれの形質の組合せで試験 1 のその結果に比較して低かった。これは試験年次が異なるとともに、集団構成の相違によるものと考えられる。

でんぷん収量の選抜効率を棄却楕円の適用による I 象限の選抜個体集団と(表69)、上いも数、一

個重および上いも収量を独立に上位20および50%の選抜強度で選抜した場合(表71)を比較してみると、上位20%における各形質の選抜効率は、上いも数が8.1%、一個重および上いも収量が7.7%を示した。これは各形質の選抜によって選抜個体集団が全体に比べてそれぞれ8.1%、7.7%、7.7%多収なでんぷん収量の個体を選抜していることを示している。一方、棄却楕円の適用による選抜効

Table 71 Effect of indirect selection for tuber number, tuber size and tuber yield in 1 st clonal generation on starch yield of 2 nd clonal generation

Character selected	Population	Starch yield in 1 st clonal gene.			Starch yield in 2 nd clonal gene.		
		si (%)	Mean value	i	Mean value	△G	SE (%)
TN	267	20	213.0 _g	45.3	152.9 _g	11.5	8.1
TS	267	20	198.6	30.9	152.3	10.9	7.7
TY	267	20	198.9	31.2	152.3	10.9	7.7
TN	267	50	202.8	35.1	146.0	4.6	3.2
TS	267	50	187.9	20.2	144.3	2.9	2.1
TY	267	50	197.7	30.0	150.9	9.5	6.7

note; vid. note of table 70

果は、上いも数において12.9%、一個重において8.5%および上いも収量において15.8%を示した。このようなことから、棄却楕円の適用による選抜方法は各形質を独立に選抜する場合に比べ、上いも数および上いも収量において優れていた。さらに、選抜方法の相違による選抜効率の差異についてみると、両選抜世代間の相関係数は、上いも収量が0.438**の値を示し最も大きく、上いも数が0.295**、一個重が0.192**とやや低い値であった。このように世代間の関連性の程度から判断して、独立形質による選抜方法と棄却楕円による複数形質による選抜方法との間に、選抜効率に差異が生じたものと推察される。

従来、初期選抜世代におけるでんぷん収量の多収個体の選抜は、各形質についてそれぞれ独立に取り扱われて実施してきた。細川・田辺(1965)³⁴⁾は、棄却楕円がいろいろな作物の集団の中から優良個体の選抜、劣悪個体の除去などに広く適用するものと述べている。また、鳥居ら(1952a)¹⁸⁾は医学の肝機能の総合検査法に棄却楕円が有用で

あることを報告している。本試験では、棄却楕円による2形質ごとの同時選抜によるでんぷん収量の選抜効率は、形質を独立に上位20%ないし50%を選抜する方法に比べいづれも高かった。そして、棄却楕円は真に遺伝的に優れた個体を識別して選抜する方法として、2形質を複合してある集団から優れた個体を選抜あるいは淘汰するのに効果的であることを明らかにした。育種の場面における利用方法としては、2形質ごとの二元表の上に確率20または50%の棄却楕円をそれぞれ画いて、楕円外の個体の選抜に利用することが最も効果的と考えられる。

2 径路係数分析と間接選抜の利用

多収性個体の選抜を効率的に行うことができる環境がみいだせれば、育種事業を進めていく上に大変役立つものと思われる。これまで、間接選抜について試験したものはバレイショでみられず、コムギについて、仮谷・山本(1963)⁴⁷⁾、水稻でYa-

mamoto (1975)¹²⁶⁾らの試験がある。これらはいずれも間接選抜の有効性を明らかにした。一方、でんぶん収量構成形質がその収量に寄与する割合を径路係数分析を用いて解析した研究はいくつかある(Asama・Murakami 1968,⁷⁾久木村⁵²⁾1966)。これらはいずれもでんぶん収量構成形質の要因解析に役立つと述べている。

本節では、施肥量の異なる栽培条件を設定し、それらの栽培環境において、でんぶん収量構成形質がその収量に寄与する割合を明らかにするとともに、各施肥条件に最適な品種を異なる施肥条件で間接選抜が可能かどうかについて検討した。

試 験 方 法

材料は表75に示した熟期の異なる43品種である。試験は1975および1976年の2回実施した。ここでは兩年の試験結果がほぼ同様の傾向を示したので、1975年について示した。施肥量は表59に示したとおりである。1品種10個体、3反復、分割区配置法で実施した。調査形質は上いも数、一個重、上いも収量、でんぶん価およびでんぶん収量である。径路係数分析法および間接選抜法は試験結果の中で示した。

なお、計算の一部は、農林水産省農林研究計算センターに依頼してライブラリープログラム7-6 (24)(熊谷甲子夫 1967⁵³⁾)を使用して行った。

試 験 結 果

1) 径路係数分析

施肥量の増減によって、でんぶん収量構成形質の上いも数、一個重およびでんぶん価がでんぶん収量に寄与している割合を明らかにするために、表63の表現型相関係数を用いて径路係数分析(Dewey・Lu 1959¹⁴⁾、Wright 1921¹²⁴⁾)を行い、その結果を図39、表72に示した。

直接効果についてみると、少肥区および標肥区では上いも数が最も大きく、ついで、一個重、でんぶん価の順であった。しかし、多肥区では一個

重が最も大きく、ついで、上いも数、でんぶん価の順となった。そして、施肥量の増減による直接効果の変化についてみると、上いも数および一個重では増肥により減少する傾向が認められたが、でんぶん価では標肥区が最も大きく、増肥による一定の傾向が認められなかった。

一方、間接効果についてみると、各施肥区とも上いも数は一個重を通じて、一個重は上いも数およびでんぶん価を通じて、でんぶん価は一個重を通

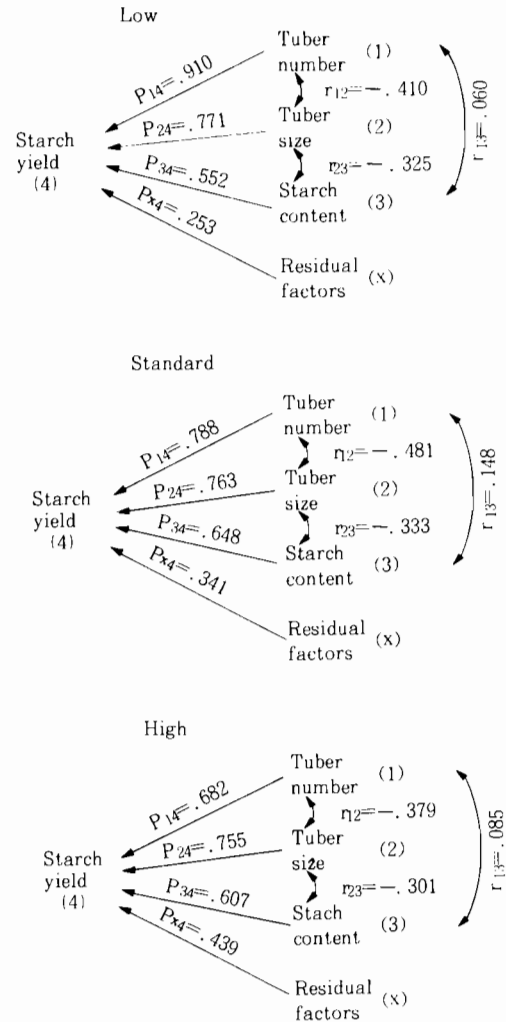


Fig. 39 A path diagram and coefficients of factors influencing starch yield in three different fertilizer levels

じて、でんぶん収量にそれぞれ負的作用をしていることが認められた。つまり、でんぶん収量構成

Table 72 Path-coefficients analysis of the influence of agronomic characters on starch yield in three different fertilizer levels

Items	Low	Standard	High
Tuber number(1) vs. starch yield(4)	r=.627	r=.493	r=.448
direct effect, P_{14} .....	.910	.788	.682
indirect effect via tuber size, $r_{12} P_{24}$	-.316	-.390	-.286
indirect effect via starch content, $r_{13} P_{34}$ .....	.033	.096	.052
Tuber size(2) vs. starch yield(4)	r=.218	r=.256	r=.313
direct effect, P_{24} .....	.771	.763	.755
indirect effect via tuber number, $r_{12} P_{14}$	-.373	-.291	-.259
indirect effect via starch content, $r_{23} P_{34}$	-.180	-.216	-.183
Starch content(3) vs. starch yield(4)	r=.356	r=.494	r=.438
direct effect, P_{34} .....	.552	.648	.607
indirect effect via tuber number, $r_{13} P_{14}$ .....	.055	.117	.058
indirect effect via tuber size, $r_{23} P_{24}$	-.251	-.270	-.228

形質がでんぷん収量に寄与する効果は、間接的に負の値を示すが、直接的な効果が正の大きな値を示すために、でんぷん収量構成形質とでんぷん収量との間の相関係数はいずれも正となっている。そして、施肥量の増減による間接効果の変化についてみると、増肥により一個重は上いも数を通じての効果が小さくなるが、そのほかの形質では増肥による一定の傾向が認められなく、標肥区においてやや大きな値を示した。

なお、残査効果の値は増肥により増加する傾向を示すが、各形質の直接効果の値に比べ小さかった。したがって、でんぷん収量に寄与しているでんぷん収量構成形質の効果の割合は、直接および

間接効果の示す係数によって大部分が説明されていることが認められた。

2) 間接選抜の効果

多肥、標肥あるいは少肥区のいずれかに最適な品種を育成する場合、施肥量の異なる条件下での選抜が可能かどうか、可能とすればどの程度の選抜効果を示すかをみようと試みた。例えば、多肥区(X)に最適な品種を少肥区(Y)で間接的に選抜した方が有利かどうかは、Falconer (1960)¹⁷⁾の理論に従い $CR_y = i \cdot h_x \cdot h_y \cdot r_g \cdot \sigma_{py}$ の式により計算することができる。すなわち、計算値 CR_y の値が多肥区(X)で直接選抜した効果 R_y より大き

Table 73 Indirect selection efficiency expressed by the ratio of expected responses under direct and indirect selection

Envi. 1 ¹⁾	Envi. 2 ²⁾	Tuber number	Tuber size	Tuber yield	Starch content	Starch yield
Standard	Low	0.978	1.028	0.903	0.928	0.918
High	Low	0.789	0.985	0.804	0.926	0.824
Low	Standard	1.019	0.973	1.033	0.918	1.085
High	Standard	0.950	1.007	0.973	0.996	0.958
Low	High	0.904	0.906	0.968	0.922	1.058
Standard	High	1.045	0.979	1.024	0.992	1.040

1); environment conducted indirect selection

2); environment conducted direct selection

Indirect selection (CR_y/R_y); $r_{gxy} \cdot i_x/i_y \cdot h_x/h_y$ $CR_y = r_{gxy} \cdot i_y \cdot h_y \cdot \sigma_{py}$ $R_y = i_x \cdot h_x \cdot \sigma_{py}$
 i_x, i_y ; selection intensities under environments, X and Y h_x, h_y ; the root of heritability of trait under environments, X and Y σ_{py} ; phenotypic standard deviation of trait under environment Y

ければ、少肥区条件下で間接的に選抜した方が有利ということになる。したがって、 CRy/Ry の値を計算し、その値が1.0より大きい否かを調べれば良い。 CRy/Ry は $CRy/Ry = rgxy \cdot ix/iy \cdot hx/hy$ の式から計算することができる。

表73には、各施肥区の2つづつの組合せによる実用形質の間接選抜の効果を計算して示した。すなわち、環境2に適する品種を形質ごとに環境1で間接的に選抜が効果的であるかを数字で示したものである。

その結果、間接選抜の効果が著しく高い施肥区の組合せは認められなかった。しかし、上いも数および上いも収量では、標肥区に適する品種を少肥区で、多肥区に適する品種を標肥区でそれぞれ間接選抜しても有効であることが認められた。また、一個重では、少肥区に適する品種を標肥区で、標肥区に適する品種を多肥区でそれぞれ間接選抜しても有効であるという結果が認められた。さらに、でんぷん収量では、標肥区あるいは多肥区に適する品種を少肥区で、多肥区に適する品種を標肥区でそれぞれ間接選抜しても、直接選抜する場合と同程度の効果のあることが認められた。しかし、でんぷん価については、いずれの標肥条件の組合せにおいても間接選抜による効果が有利とは認められなかった。

考 察

1) 径路係数分析

でんぷん収量構成形質がでんぷん収量に寄与している割合は、単にそれら形質間の相関係数を求めてもでんぷん収量構成形質がでんぷん収量への寄与の程度を正確に把握することが困難であるが、径路係数分析法は相関係数をでんぷん収量構成形質の直接および間接効果に分けるので、でんぷん収量に対するその収量構成形質の寄与をより具体的に知ることが可能である。

これまで、パレイショにおいて、径路係数分析法を用いて解析した試験はいくつかあるが^{7,52)}本試験のような施肥量の異なる栽培条件において、

でんぷん収量構成形質のでんぷん収量に対する寄与の割合を知るために行った試験はみられない。本試験の結果、でんぷん収量構成形質の直接効果では、少肥および標肥区において上いも数が、多肥区において一個重がそれぞれ最も大きいことが認められた。すなわち、上いも数はでんぷん収量との間の表現型相関が少肥および多肥区で大きい傾向を示している(表63)。また、一個重は多肥区で最も粒大化し、上いも数およびでんぷん価に比べてでんぷん収量増に寄与している。さらに、多肥区において一個重はでんぷん収量との相関が最も関連性が高いなどによるものと推察される。しかし、でんぷん価はでんぷん収量と比較的密接な関連性を示すが、直接効果はやや小さく、施肥量間に一定の傾向が認められなかった。なお、本試験と同じ形質について、Asama・Murakami (1968)⁷⁾は北海道内5場所における表現型の違いを検討するため径路係数分析を行った結果、でんぷん収量に対する直接効果では各品種とも上いも数が最も大きかったことをみいだした。なお、このAsama・Murakami (1968)⁷⁾の試験の低い施肥条件を考慮すると、本試験の結果と一致する。そして、間接選抜では、上いも数は一個重を通じて、一個重は上いも数およびでんぷん価を通じて、でんぷん価は一個重を通じて、それぞれ負の作用をしていることが明らかとなった。これらの負の間接効果は、それぞれの形質が径由する形質との間にいずれも負の相関関係を示すことから推察できる。なお、各施肥区とも上いも数、一個重およびでんぷん価とでんぷん収量との相関関係はそれぞれ正でありながら、他の形質を通じての間接効果が負、そして各形質の直接効果が正を示した。このような関係について、Maki et al.(1967)⁶⁰⁾は牧草の種子生産力および採種量に及ぼす各形質について、また、柴田(1962)⁹⁸⁾は水稻で収量に及ぼす収量構成形質について、それぞれ径路係数分析を行った結果、本試験と同様の関係を認めた。したがって、本試験の結果から、施肥条件の差異によるでんぷん収量構成形質がでんぷん収量に寄与している直接あるいは間接的な割合が明らかになったといえる。

2) 間接選抜の効果

バレイショのでんぷん収量の多収系統の選抜において、収量それ自体を用いて行う直接選抜とは別に、他の計量形質を用いて間接的に選抜効果を期待することが多い。本試験では、各施肥条件に最適な品種の選抜を目的とした間接選抜効果が、施肥量の差異によってどのように変動するかを検討した。これまで、バレイショでは施肥条件と間接選抜効果との関係について試験したものがみられない。Yamamoto (1975)²⁶⁾は水稻の直播栽培用品種の選抜において、また、仮谷・山本(1963)⁴⁷⁾は水稻の密植適応性品種の育成において、それぞれ間接選抜が効果的であることを明らかにした。

本試験の結果、各形質の間接選抜による効果は施肥量の差異によって異なった。そして、でんぷん価を除く形質では、間接選抜しても直接選抜とやや同程度の効果を示す施肥区の組合せが存在し、間接選抜の有効性が認められた。なお、この間接選抜の効果について、仮谷・山本(1963)⁴⁷⁾は、間接選抜が直接選抜に比べ有効なのは、遺伝子型と環境との相互作用が小さく、しかも、遺伝率が直接選抜の栽培条件におけるよりも、間接選抜の栽

培条件において高い場合に限られると述べている。本試験のように間接選抜の効果が小さかったのは、全般的に間接選抜する施肥条件での遺伝率が低く、さらに、直接および間接施肥量区間の遺伝相関係数が小さいものが多かったことによると推察される。

実際のでんぷん原料用品種の育種事業においては、でんぷん収量の多収系統の育成が最終目標であるが、単にでんぷん収量のみならず他の実用形質の改良も同時に考える必要がある。したがって、間接選抜の効果もそれがでんぷん収量に大きく影響しない限りそれ程重要な選抜方法となりえない。バレイショは栄養繁殖作物であるので、選抜されたものは分離しないが、後期選抜世代ほど一系統当り多数個体を扱うので抽出誤差が小さくなり、環境分散が減少する。したがって、各形質の遺伝母数は高くなる傾向がある。このようなことから、でんぷん収量についての各施肥条件における間接選抜の効果を上げるためには、間接的に選抜する形質が対象形質より遺伝率および両形質の環境内の遺伝相関が共に高くなるような施肥量を見つけ出すことが必要である。

VIII 総 合 考 察

1 交配母本の選定

250の導入品種および育成系統を材料として、でんぶん粘度特性と密接な関連性を示す粒径および無機成分について、優れた特性を有する品種・系統を探索した。これまで交配母本の選定は主として熟期、収量性あるいは病害虫抵抗性に重きを置き行なわれているが、これらの結果は今後の良質品種育成にとって役立つものと思われた。

一方、主成分分析法を適用して118導入品種から、実用形質について優れた特性を有する品種を探索した。ここでは育種上重要な形質および特異的な形質を総合的に評価して、交配育種上役立つ優良な特性を有する品種・系統を探索することができた。

また、Finlay・Wilkinson (1963)¹⁸⁾が提唱した方法を用い、主な収量形質について年次安定性を示す品種を選定した。この結果、安定性には品種の疫病罹病程度が密接に関連していることが明らかとなり、年次安定性は疫病抵抗性遺伝子の導入によって高めうる可能性が示唆された。北海道とくに道東地域のように気象条件が変動し易い地域において長期に亘り安定的に栽培されるためには、年次間で安定した収量関係の特性を育成系統に導入する必要がある。したがって、本試験で明らかになった結果は、育種選抜にとって貴重な示唆を与えるものと思われた。

そして、これまでの選抜試験成績を材料として、親の能力が初期選抜世代の選抜率および後代の主要形質の値に及ぼす影響について検討した。パレイショの交配母本の組合せ能力の検定には、広範囲な試験規模と長期の試験年数を必要とするところから、実際育種の場合、能力の検定を唯一の目標とした試験を実施することは殆んどみられず、親の能力は育種事業に伴う成績に基づき評価されていた。本試験で明らかになった優良な組合せ能力あるいは高いヘテロシス効果を示す親は、育種

に役立つものと思われた。なお、選抜試験における雑種集団の遺伝的変異は各世代で諸形質に対して選抜が加えられているため歪められている。したがって、得られた親の組合せ能力または後代の評価は無選抜の集団を扱って得られる評価とは若干異なるものと考えられるが、本試験では、多数の組合せを扱っているため、信頼性の高い評価がえられたものと思われた。

2 遺伝母数間の相互関係

育種上重要な形質および特異的な形質を対象として選抜効率および収量形質と他の形質との遺伝および表現型的な関連性について検討した。その結果、頂小葉、葉幅および葉面積の相互間、花冠長、花冠短および葯の長さの相互間などは共通の遺伝的要因により支配されているものと推察された。選抜における形質間の正の関連性は、個体に改良することの困難性を示唆しているが、葉部、茎部および花器などの地上部形質と収量形質との間に正の遺伝的な関連性が明らかになったことにより、選抜操作に効率性が示された。なお、取り扱った形質以外に育種上重要なものとしては、初期生育の遅速、二次生長および中心空洞の有無、病害虫抵抗性の程度、匍枝の長短およびでんぶんの最高粘度などがある。今後、これらの特性について選抜効率の可能性を明らかにする必要がある。

3 試験方法による遺伝母数の変動

地力の不均一に基づく主要形質の遺伝変異係数、遺伝率および形質間の関連性を反復数および供試品種数について検討した。その結果、遺伝率は一区当りの供試品種数より反復数を増した方が向上する関係が得られた。さらに、形質間の関連性は反復数および供試品種数の増減で変化することが分かり、これらの結果は選抜世代の試験設計に役立つものであった。

一方、試験区の形・大きさの異なる試験区間の変異係数の変化について検討し、畦数および一畦当り調査個体数に基づき、試験区間の変異係数が一定となる調査個体数を明らかにした。これらの結果は選抜および品種試験などにおいて、試験精度を高めるための試験区の設定あるいはサンプリング誤差を小さくするための調査個体数の決定などに有効であることが明らかになった。さらに、選抜世代ごとの主要形質について、2個体(系統)間の差を5%水準で有意に推定するための値を求め、選抜の方法および効率について明らかにした。従来から、初期選抜世代における主要形質の選抜は、供試個体数が多いために経験と勘に基づいて形質ごとに選抜限度を設定して実施する場合が多かった。得られた結果は、そのような可視的な評価に対して統計的な基準を与え、選抜操作の確実性を向上させ得ることを示した。

4 選抜の効率

これまでの選抜試験成績を材料として、主要形質の選抜世代間、組合せ間および形質間の変異の程度について検討した。初期選抜世代では組合せごとに遺伝子型の異なる個体が同一条件で栽培され、個体間に遺伝的な変異の他に競争現象が含まれるために、変異の程度はいずれも大きく現われた。得られた変異の差異は選抜のための基準となりうるということが示唆された。

さらに、両親と後代の間、選抜世代間の選抜効率および関連性について明らかにした。選抜世代における形質間の相関関係は、選抜に有効なものはこれを利用し、選抜に不利なものはこれを破る努力がされる。例えば、一個重と上いも数およびでんぷん価の間に負、生育日数とでんぷん収量の間に正の相関関係が認められる。これらの関係からは大粒でいも数の多いもの、あるいは高でんぷん価のもの、早生で高でんぷん多収のもの育成は困難であることになる。しかし、1974年に育成したワセシロ(浅間ら 1975)⁹⁾は、早期肥大性が高く、熟期が早い割にでんぷん収量が多く、上述の相関関係を破った結果といえる。

施肥条件によって、遺伝的な変異の発現が大きく、遺伝率が増加し、選抜効率が向上する施肥条件としては、上いも数、上いもおよびでんぷん収量では少肥区、一個重では多肥区であることを明らかにした。また、生育途上において、晩生種の一つ重、上いもおよびでんぷん収量は選抜効率が向上することを明らかにした。これらの選抜効率の向上する条件は、選抜過程におけるでんぷん多収性個体の選抜に有効性が示唆された。

個体選抜において、でんぷん価と上いも数、一個重および上いも収量との2形質ごとに同時に選抜する方法として棄却楕円を適用し、でんぷん収量の選抜効果を検討した。その結果、本法は従来の形質ごとに選抜限界を設定し、独立に選抜する方法に比べ高い選抜効率を示し、本法による選抜が初期選抜世代において効果的であることを明らかにした。

施肥条件を変えた場合のでんぷん収量に及ぼすでんぷん収量構成形質の直接および間接効果について分析した結果、でんぷん収量に及ぼす直接および間接効果は施肥条件および形質間で異なった。さらに、最適な施肥条件をみいだすための間接選抜では、直接選抜と同程度の選抜効果を示す施肥条件を明らかにした。

5 でんぷん原料用バレイショの育種法

バレイショの育種法としては、主として交雑育種法が適用されている。バレイショは遺伝的にheteroな他殖性栄養繁殖作物であるため、 F_1 において複雑な分離を示すが、 F_1 集団から育種目標に合った個体を選抜すればそのまま品種となる可能性がある。これまで、バレイショの育種法に関する研究は、田口(1957)¹¹³⁾が育種事業の中から取りまとめた報告がある。また、選抜の方法および効率に関する研究は、Salaman (1926)⁹³⁾をはじめ、育種事業の中から単年あるいは選抜世代ごとに明らかにした報告は少なくない。本試験では、主として集団遺伝学あるいは生物統計学の手法を用いて、選抜に役立つ遺伝変異係数、遺伝率、遺伝および表現型相関係数などの遺伝母数を求め、

育種法をみいだそうとした。なお、遺伝母数とその育種上の意義については、後藤(1973)²⁵⁾が詳細に述べている。これらの手法は遺伝的に homo である自殖性作物について理論化されたが、遺伝的に hetero な栄養繁殖作物であるバレイショに適用したものは少なく、これまで得られた結果は

選抜操作上有効な役割を与えている。

一連の試験から得られた結果に基づいて、でんぷん原料用品種の選抜のための育種法を想定してみたのが表74である。この試案は育種事業の規模と年間に取り扱う組合せ数などを考慮して作成したものである。したがって、組合せの遺伝的変異

Table 74 A proposed model of breeding for high starch yield varieties

Years	Generations	Repl- cation	No. of plants per plot	Selected No. of true seeds plants or lines	Method of selection
1	Crossing	1	1	200,000- 300,000 true seeds	Well assessed parents should be used for crossing.
2	Seedling generation	1	1	40,000- 50,000 plants	High starch content plants are selected by based on specific gravity.
3	1 st clonal generation	1	1	600-700 plants	The cross combinations of many plants are selected mainly with regard to agronomic characters by the rejection ellipsis method. Selection of plants are conducted mainly for starch content, and with regard to tuber number, tuber size, tuber yield and starch yield select with very low plants.
4	2 nd clonal generation	1	10	60-80 lines	Selection of plants are conducted mainly on maturity, tuber number and tuber size. And selection of plants with regard to starch content finish in this generation.
5	3 rd clonal generation	2	15	20-30 lines	Selection is conducted mainly with tuber yield and starch yield, furthermore, the selection method in medium growing stage utilize. Moreover, selection intensities for agronomic characters in the each generation are able to refuse to the values to shown in the table 48.
6	4 th clonal generation	3	15	5-10 lines	ditto

および有望度、その他に応じて取り扱う個体数が異なる。これまで、でんぷん原料用品種の育種目標は主として紅丸、農林1号およびエニワに勝るものとし、生産コストが低下でき、良質多収品種の育成であるが、交配母本としては本試験で明らかにした優良なでんぷん特性、実用形質、主要形

質の年次安定性および親の組合せ能力を有するものを使用する。実生養成では、でんぷん価について大まかに選抜するために塩水による比重選を実施する。そして、個体選抜では、供試数の多い組合せでは棄却楕円法によって主要形質を大まかに選抜するとともに、この世代の試験規模および個

体間の変異係数の大きさから、選抜は主としてでんぶん価で行い、上いも数、一個重、上いもおよびでんぶん収量については極端に劣る個体の淘汰にとどめる。中期選抜世代の系統選抜では、主として熟期、上いも数および一個重で選抜を行い、でんぶん価に関する選抜を終える。後期選抜世代の生検予備および生産力検定では、上いもおよびでんぶん収量を中心に選抜する。さらに、本試験で明らかになった生育途上から選抜可能な形質について実施する。なお、各選抜世代におけるこれ

らの形質についての選抜基準は表48に示した値を参考にする。

これらの一部の手法を通じて、1981年にコナフブキ(浅間ら 1982¹²⁾)を育成した。この品種は高でんぶん価を示し、でんぶん収量が多く、疫病抵抗性を有するなど優点がある。しかし、まだ数多くの改良すべき特性がある。今後、本研究で明らかになったこれらの母材および育種法を用いて、さらに高いレベルの良質多収品種を育成することが課せられた目標である。

IX 摘 要

本研究は、バレイショにおけるでんぷん原料用品種の育種法に関して行ったものである。得られた結果はつぎのとおりである。

1 交配母本の選定

(1) 250品種・系統のでんぷん特性について分析した結果、根育6号、Mara、北海33号、Atleet、根系25号およびWB59177-4は灰分含量および粒径が優れていた。一方、118品種を実用形質について、主成分分析法で分類した結果、96-56、Tawa、529-1およびE5244-7など11品種は熟期別に優良な特性を有していることを明らかにした。

(2) 主要形質の年次安定性を Finly・Wilkinson (1963)¹⁸⁾ の提唱した回帰係数と形質の値から44品種を分類した。でんぷん収量については、Parnassiaおよび529-1など6品種が最も年次安定性を有していた。そして、年次安定性は疫病罹病率の高い品種で低下する関係が認められた。また、年次安定性は平均気温、畑地温および降水量によっても影響されることを明らかにした。

(3) 1957年から1975年までの選抜試験において、実生個体選抜に供試した組合せ数は301、種子数は約216万粒であった。選抜率は個体選抜世代が0.56%、系統選抜が0.04%であった。親の使用頻度は、母本ではトヨシロ、花粉親ではWB60015-7、Hochprozentige およびエニワが高く、とくに、エニワとの組合せからは優良な後代が多く出現した。

(4) 137組合せの両親(\overline{MP})と系統選抜世代における後代(\overline{F})の間には、主要形質について正の密接な相関関係が認められた。そして、両親平均より熟期が早く、上いも収量、でんぷん価およびでんぷん収量の勝る後代が多く出現した組合せを明らかにした。一方、主要形質のヘテロシス効果($\overline{F/MP}$)は、両親平均値の小さい組合せほど大きくなる関係が認められた。そして、形質ごとにヘテロシス値が2.0以上を示した組合せを明らかに

した。

2 諸形質の遺伝母数とそれらの相互関係

(1) 葉部の形質に関して、葉柄指数は選抜効率が最も高く、葉面積は遺伝的な変異の発現が大きかった。頂小葉の葉長、葉幅および葉面積は共通の遺伝的要因により支配されているものと推察された。葉型指数は上いもおよびでんぷん収量との間、複葉長はでんぷん価およびでんぷん収量との間に正の遺伝的に密接な関連性が認められた。

(2) 茎部の形質に関して、茎長は選抜効率が最も高く、遺伝的な変異の発現が大きかった。茎長は上いも数、でんぷん価およびでんぷん収量との間、茎の太さ是一個重との間に正、茎数は上いも数との間に負の遺伝的に密接な関連性が認められた。

(3) 花器の形質に関して、花柱および萼片の長さは選抜効率の高い形質であることが認められた。花冠長、花冠短および葯の長さの相互間、葯の長さと花柱の長さの間には、共通の遺伝的要因により支配されているものと推察された。萼片の長さは上いもおよびでんぷん収量との間に遺伝的に密接な関連性が認められた。

(4) 生理的形質に関して、生育および休眠日数は選抜効率が高く、遺伝的な変異の発現が大きかった。生育日数と休眠日数の間には、遺伝的に負の密接な関連性が認められた。生育日数は収量形質との間に正、休眠日数はそれとの間に負の遺伝的に密接な関連性が認められた。

(5) 収量形質に関して、遺伝率ではでんぷん価、遺伝変異係数ではでんぷん収量が最も大きかった。上いも数、でんぷん価、でんぷん収量の相互間、一個重と上いも収量の間、でんぷん収量と上いも収量の間では、正の遺伝的に密接な関連性が認められた。

(6) でんぷんの形質に関して、灰分含量および粒径は選抜効率が低い形質であることが認められ

た。粒径は灰分含量との間に負、灰分含量、P、K、Mg含量の相互間に正の、遺伝および表現型的に密接な関連性が認められた。また、粒径はでんぷん価およびでんぷん収量との間に正、Ca含量はそれとの間に負の遺伝的に比較的密接な関連性が認められた。

3 試験方法による遺伝母数の変動

(1) 反復数を増すと、主要形質の遺伝率は高くなる傾向が認められ、その傾向は遺伝率の低い形質で大きかった。また、一個重と上いも数、上いもおよびでんぷん収量の間、でんぷん価とでんぷん収量の間では、表現型的な関連性が密接となった。

(2) 供試数を増すと、主要形質の遺伝率および遺伝変異係数は増加する傾向が認められた。さらに、でんぷん価とでんぷん収量の間では、遺伝および表現型的な関連性は密接となった。したがって、遺伝率は一区当りの供試数を増すより、反復数を増した方が向上することを明らかにした。

(3) 畦数および一畦当りの個体数が異なる試験区間の変異係数(C.V.)は、調査個体数を増すと各形質とも急激に減少し、上いもおよびでんぷん収量では20個体、でんぷん価では10個体からほぼ一定となった。

(4) 試験区間のC.V.を5%以内にするための必要な一区当り調査個体数は、上いも収量では各畦(1~5)とも約30個体、でんぷん価では各畦が2、3個体、でんぷん収量では3畦区が45個体、5畦区が30個体であることを明らかにした。同様に、施肥量、栽植密度および種いもの異なる処理条件において、主要形質の試験区間のC.V.の変化を求め、試験区間のC.V.を10%以内にするための必要な一区当り調査個体数を明らかにした。

(5) 各選抜世代における反復数および調査個体数から、2個体(系統)間の差を5%水準で有意に推定するための値を求めた。その結果、個体選抜ではでんぷん価、系統選抜では一個重および上いも数、生検予備および生産力検定では上いもおよびでんぷん収量をそれぞれ主体に選抜することが

合理的であると考えられた。

4 育種過程における選抜の効率

(1) 組合せごとの主要形質のC.V.は、個体選抜では上いも数、上いもおよびでんぷん収量が31~35%、系統選抜および生検予備では一個重、上いも数、上いもおよびでんぷん収量が15~19%を示し、ともに大きかった。

(2) 両親と後代間の組合せごとの遺伝率は、でんぷん価が70%以上で最も高く、でんぷんおよび上いも収量が60%前後であった。個体選抜と系統選抜の間では、でんぷん価が最も高く、上いもおよびでんぷん収量がこれにつき、系統選抜と生検予備の間では、でんぷん価および一個重が高く、ついで、生育日数および上いも数であった。

(3) 個体選抜、系統選抜および生検予備における主要形質間の相関関係は、生育日数とでんぷん価およびでんぷん収量の間、一個重と上いも収量の間、でんぷん収量と上いも収量およびでんぷん価の間に正、上いも数と一個重の間に負の密接な関連性が認められた。一方、個体選抜と系統選抜、系統選抜と生検予備の間の主要形質の相関関係は、後期世代間ほど有意な相関関係を示すものが多かった。また、生検予備における組合せごとの形質間の遺伝および表現型相関は、組合せ間で著しく異なることを明らかにした。

5 選抜の場と選抜の効率

(1) 遺伝的な変異の発現が大きく、遺伝率が増加し、選抜効率が向上する施肥条件としては、上いも数、上いもおよびでんぷん収量では少肥区、一個重では多肥区であった。一方、施肥量が増加すると、でんぷん収量と上いも数および上いも収量の間、上いも数と上いも収量の間では、遺伝および表現型相関係数が減少し、一個重と上いもおよびでんぷん収量の間では増加する傾向が認められた。

(2) 生育中期が枯凋後に比べて、遺伝的な変異の発現が大きく、選抜効率が向上する形質として

は、晩生種の一つ重、上いもおよびでんぶん収量であった。生育中期と枯凋後の間の遺伝および表現型的な関連性は、同一形質ではでんぶん価が最も高く、ついで、一つ重であった。一方、形質間では、生育中期の上いも数と枯凋後の一つ重の間、および生育中期の一つ重と枯凋後の上いも数の間に負、生育中期のでんぶん価と枯凋後のでんぶん収量の間には正の遺伝および表現型的に密接な関連性が認められた。

6 多収個体の選抜法

(1) 個体選抜において、でんぶん価と上いも数、一つ重および上いも収量の2形質ごとに同時選抜する方法として、確率50%の棄却楕円の適用を試

みた。でんぶん収量の選抜効率は2形質により区分された楕円外のI象限で最も高かった。この方法は各形質を独立に選抜する方法に比べ選抜効率が勝っており、個体選抜世代における多収性個体の選抜に効果的であることを明らかにした。

(2) 異なる施肥条件において、でんぶん収量に寄与するでんぶん収量構成形質の直接および間接効果は施肥量間で異なった。直接的には少肥および標肥区で上いも数が、多肥区で一つ重が最も大きかった。

(3) ある施肥量に最適な品種を異なる施肥条件下で栽培した場合の間接選抜の効率は、上いも数、上いも収量、一つ重およびでんぶん収量が直接選抜と同程度を示し、間接選抜の有効性が認められた。

Table 75 List of varieties used in the experiment

No.	Variety or line	Combination Female × Male	1) Matu- rity	2) Bree- ding coun- ty	II	II	II	III	IV	VI	VI	VI	3)
					1	2	3	1	1	2	2		
1	Waseshiro	Konkei 7 × Hokkai 39	Early	Jap.	○				○	○	○	○	
2	Oojiro	Irish Cobbler × Norin 1	"	"	○	○	○	○	○	○	○	○	
3	Hon-iku 393	Tuno × Nemuro-murasaki	"	"	○		○						
4	Chitose	Irish Cobbler × Hon-iku 393	"	"			○						
5	Early Gem	Russet Burbank × 96-56	"	Ame.	○	○		○					
6	Early Norther	Seedling of Early Rose	"	"	○	○	○	○					
7	Irish Cobbler	Bud mutation of Early Rose	"	"	○		○		○	○	○	○	
8	Norland	ND 626 × Seedling E. rose	"	"	○								
9	Red Warba	Bud mutation of Warba	"	"	○		○						
10	Triumph	Peerless × Early Rose	"	"	○		○						
11	Warba	Triumph × Minesota 4-16	"	"	○		○						
12	Bliss	Peerless × Early Rose	"	"	○	○		○					
13	Early Rose	Seedling of Garnet Chili	"	"	○	○	○	○					
14	Red Beauty	Unknown	"	"	○								
15	Eerlaine	Irish Cobbler × USDA 43055	"	"	○		○						
16	La Soda	Triumph × Katahdin	"	"	○	○		○					
17	Early Ohio	Seedling of Early Rose	"	"	○	○	○	○					
18	Golden	USDA 43106 × USDA 43543	"	"	○	○		○					
19	Houma	Charles Dowing × Katahdin	"	"	○	○	○	○					
20	Charles Downing	Unknown	"	"	○	○	○	○					
21	Earlist of All	Unknown	"	"	○	○	○	○					
22	White Rose	Seedling of jackson Potato	"	"	○	○	○	○	○	○		○	
23	Tawa	USDA B76-23 × USDA B595-76	"	"	○	○		○					
24	96-56	3895-13 × Earlaine	"	Ger.	○	○		○		○	○	○	
25	Frühmölle	Samling 118 × Jubel	"	"	○								
26	Eersteling	Early Primrose × King Kindney	Early	Eng.	○	○		○					
27	May Queen	Unknown	"	"	○	○	○	○	○	○	○	○	
28	Prueski Rannij	Unknown	"	Ros.	○								
29	Kannan-aka	Unknown	"	Kor.	○	○		○					
30	Nemuro-murasaki	Unknown	Medium	Jap.	○	○		○					
31	Setoyutaka	Saikai 10 × Unzen	"	"	○								
32	Toyoshiro	Hokkai 19 × Eniwa	"	"	○				○		○		
33	Tarumae	Oojiro × Hochprozentige	"	"	○				○	○	○	○	
34	Hatsufubuki	Irish Cobbler × WB61037-4	"	"	○				○		○		
35	Shimabara	Norin 1 × Gineke	"	"	○				○	○	○	○	
36	Unzen	Norin 1 × Katahdin	"	"	○	○		○	○	○	○	○	
37	Hokkai-shiro	Irish Cobbler × Pepo	"	"	○	○	○	○					
38	Ofukuron	Unknown	"	"	○	○		○					
39	Rankoku 3	Unknown	"	"	○	○		○					
40	Kintoki-imo	Unknown	"	"	○	○	○	○					
41	Bifuka-shiro	Irish Cobbler × Deodara	"	"	○	○	○	○					
42	Iwate 4	Belgium × Nemuro-murasaki	"	"	○	○		○					
43	Rankoku 5	Unknown	"	"	○	○		○					
44	Eniwa	Shimakei 267 × Shimakei 232	"	"	○	○		○	○	○	○	○	

45	Nagasaki-zairai(B)	Unknown	"	"	○ ○ ○	
46	Hokkaikogane	Toyoshiro × Hokkai 51	"	"		○
47	Norin 2	Irish Cobbler × Pepo	"	"	○ ○ ○ ○	
48	Norin 1	Irish Cobbler × Deodara	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
49	E 5244-2	Irish Cobbler × 4912-25	"	"	○ ○ ○	
50	Kon-iku 1	Shimakei 259 × Cherokee	"	"	○ ○ ○	
51	Kon-iku 2	Benimaru × 96-56	"	"	○ ○ ○	
52	Long White	Unknown	"	Ame.	○ ○ ○ ○	
53	529-1	Unknown	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
54	Russet Rural	But mutation of Rural N. Y. 2	"	"	○ ○ ○ ○	
55	Wheeler	Unknown	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
56	Green Mountain	Dunmore × Excelsior	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
57	Mountain	Unknown	"	"	○ ○ ○	
58	Chenango	US 46110 × Bxs/1	"	"	○	
59	Vermont Gold Coin	Seedling of old J. Peachblow	"	"	○ ○ ○	
60	Pawnee	Rural New Yorker 2 × Katahdin	"	"	○ ○ ○ ○	
61	Plymouth	Mohawk × 96-56	"	"	○ ○ ○	
62	Katahdin	USDA 40568 × USDA 24642	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
63	Chippewa	USDA 40568 × USDA 24642	"	"	○ ○ ○	
64	41956	USDA 24642 × USDA G.S. 9-1	"	"	○ ○ ○	
65	Cherokee	96-56 × 528-170	"	"	○ ○ ○	
66	Essex	ABX/6 × 1152(F ₂ Triumph)	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
67	Pungo	96-44 × 528-170	"	"	○	
68	S 45208	USDA 43106 × USDA 44043	"	"	○ ○ ○ ○	
69	Rural N. Y. No.2	Seedling of Rural New Yorker	"	"	○ ○ ○ ○	
70	Sebago	Chippewa × Katahdin	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
71	Sequoia	Green Mountain × Katahdin	"	"	○	
72	Menominee	Richters Jubel × 44537	"	"	○ ○ ○ ○	
73	Pavo	Sämling × Sämling	"	Ger.	○	
74	Amyla	Flava × BRA-Stamm	"	"	○ ○ ○	
75	Deodara	Deutsches Reich × Jubel	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
76	Pepo	Deutsches Reich × Jubel	Med.	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
77	Tuno	Jubel × Klio	"	"	○ ○ ○ ○	
78	Fontana	Seedling of Fram	"	"	○ ○ ○ ○	
79	Erdgold	Industrie × Jubel	"	"	○ ○ ○ ○	
80	Bertita	USDA AC.25959 × USDA AC.25953	"	Max.	○ ○ ○ ○	
81	Phulwa	Unknown	"	Ind.	○ ○ ○ ○	
82	Bintje	Munstershe × Fransche	"	Hol.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
83	Saskia	Rodc Eersteling × Herald	"	"	○	
84	Record	Trenctnia × Energie	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
85	Mentor	Maritta × Matador	"	"	○	
86	Froma	Record × Triumph	"	"	○	
87	Alpha	Paul Kruger × Preferent	"	"	○ ○ ○ ○	
88	Eigenheimer	Blauen Riesen × Franschen	"	"	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
89	Gineke	Ultimus × Record	"	"	○ ○ ○ ○	
90	Libertas	Bato × F ₁ (Souvenir × Record)	"	"	○ ○ ○ ○	
91	Regina	Libertas × Voran	"	"	○	
92	Fina	(Edel.×Acker.)×MPI-(S.d×E.)	"	"	○	
93	Isola	(Sab.×Voran)×MPI-(S.d×F.)	"	"	○	
94	Glad Stone	Arran Chief×F ₁ (Maj.×G.Sco.)	"	Eng.	○ ○ ○ ○	

146 Capella	Edda × Sämling	"	"	○	○				
147 Susanna	(S.dem.×S.tub.)×Aquila	"	"	○					
148 Voran	Kaiser Krone × Shate Gold	"	"	○	○	○	○	○	○
149 Fortunia	Ella × S.andigenum	"	"	○	○	○			
150 Fabricia	Ostbote × Hochprozentige	"	"	○	○	○			
151 Stärkereiche Nr.1	Alma × Model	"	"			○			
152 Ackersegen	Hindenburg × Allerfrüheste Golbe	"	"	○	○	○	○	○	○
153 Adelheid	Samling × Tiger	"	"	○	○	○			
154 Hochprozentige	Blücher × Furst Bismark	"	"	○	○	○	○	○	○
155 SB 458/49	Ostbote × Hochprozentige	"	"	○	○	○			
156 SB 458/52	Capella × F ₁ (Erntedank × Aquila)	"	"	○	○	○			
157 Conchita	USDA AC.25959×USDA AC.25958	"	Max.	○	○	○			
158 Elenita	Unknown	"	"	○					
159 Gabriela	Unknown	"	"	○	○	○			
160 Anita	USDA AC.2131-3×USDA B25953	"	"	○	○	○			
161 MB 124-2	Unknown	"	"	○	○	○			
162 MB 135-1	Unknown	"	"	○	○	○			
163 MB 136-6	Unknown	"	"	○	○	○			
164 MB 184-1	Unknown	"	"	○	○	○			
165 Greta	Ackersegen × Flava	"	"	○	○	○	○	○	○
166 Ultimus	Rode Star × Pepo	"	Hol.	○	○	○	○	○	○
167 Noordeling	Bravo × Jam	"	"	○			○	○	○
168 Pimpernel	Populair × (Bravo × Alpha)	"	"	○					
169 Irene	Furore × Bato	"	"	○	○	○	○	○	○
170 Ehud	Panther × Karna 149	"	"	○					
171 1506-b(9)	Unknown	"	Eng.	○	○	○			
172 Kameraz	(S.dem.×G.Naradnyi)×Sickin.	"	Ros.	○	○	○	○	○	○
173 IAC 307	Unknown	"	Bra.	○	○	○			
174 IAC 2968	Unknown	"	"	○	○	○			
175 Magura	Katahdin × Merkur	"	Rum.	○					
176 Ezonishiki	Dunmore × Excelsior	Medium	Jap.	○					
177 Musa	Unknown	Early	"	○					
178 Russet Burbank	Bud mutation of Burbank	Medium	Ame.	○					
179 Teton	USDA 45146 × Earleine	"	"	○					
180 Lembke Capella	Unknown	Late	Gar.	○					
181 Rode Star	Prof. Wholtman×Erica	"	Hol.	○					
182 Sirtema	H. 123a×Fühmölle	Early	"	○					
183 Prevalent	Ambassadeur×Loman M54-106-1	Late	"	○					
184 Mara	Ehud × 22731	"	"	○					
185 1512-c(16)	Unknown	Medium	Eng.	○					
186 Dorita	Unknown	Late	Max.	○					

1) Maturity of varieties, based on data taken from 1969 to 1980. Early variety; shorter than 100 days. Medium variety; from 111 to 130 days. Late variety; longer than 131 days.

2) Jap.; Japan Ame.; U.S.A. Ger.; Germany Hol.; Holland Ros.; U.S.S.R. Eng.; England
Max.; Mexico Bra.; Brazil Rum.; Rumnia Kor.; Korea Ind.; India

3) II-1; Chapter II Section 1 (n=178) IV-1; Chapter IV Section 1 (n=40)
II-2; Chapter II Section 2 (n=118) VI-1; Chapter VI Section 1 (n=43)
II-3; Chapter II Section 3 (n=44) VI-2; Chapter VI Section 2 (n=43)
III ; Chapter III (n=118) VII-2; Chapter VII Section 2 (n=43)

引 用 文 献

- 1) Abdalla ,M.M.F. and J.G.H.T Hermse-
n (1971) Inheritance of plant height and fl-
owering time in the wild potato species.
S.verrucosum schlechtd *Genetica* 42;393-403
- 2) Akelwy ,R. and F.T. Stevenson (1944)
The inheritance of dry matter content in
potatoes. *Am. Potato Jour.* 21:83-89
- 3) Anderson ,T.W. (1958) Introduction to
multivariate statistical analysis. Willy
- 4) 浅間和夫(1963)馬鈴薯形質の年次変異と選抜
の信頼性. *北農*30(7): 3-6
- 5) 浅間和夫(1964)馬鈴薯品種比較における形質
間の表現型相関、遺伝相関および環境相関. *北
農*31(2): 1-4
- 6) 浅間和夫、上野賢司(1967)馬鈴薯の育種法に
関する研究 第1報 交配母本の選定に関する
一考察. *北農*34(7): 25-30
- 7) Asama ,K. and N. Murakami (1968) St-
udies on the methods of breeding in potato
plants 2. Effect of year and location on the
manifestation of the characteristics of some
varieties. *Bull. Hokkaido Agr. Exp. Sta.* 17
:27-33
- 8) 浅間和夫、伊藤 武、伊藤平一、村上紀夫(197
0)ばれいしょ収量形質における地域適応性. *北
農* 37(1): 11-16
- 9) 浅間和夫、伊藤平一、村上紀夫、伊藤 武(197
0)ばれいしょ新品種「ワセシロ」の育成について
道農集報 33: 78-85
- 10) 浅間和夫(1976a)北海道における主要農作物
育種の現況Ⅲ 1. ばれいしょ. *北農* 43(3)
: 1-4
- 11) 浅間和夫(1976b) バレイショのでん粉含量と
育種. *農業技術* 31(4): 160-164
- 12) 浅間和夫、伊藤平一、村上紀夫、伊藤 武(198
2)ばれいしょ新品種「コナフキ」の育成につい
て. *道農集報* 48: 75-84
- 13) Blomqvist ,A.W. and F.I. Lauer (1962)
First clonal generation potato progeny pe-
rformance at the Minesota locations. *Am.
Potato Jour.* 39: 460-463
- 14) Dewey ,D.R. and K.M.Lu(1959) A cor-
relation and pathcoefficient analysis of co-
mponent of created wheatgrass seed produ-
ction. *Agro. Jour.* 51: 515-518
- 15) Eberhart ,S.A. and W.A. Russer (1966)
Stability parameters for comparing variet-
ies. *Crop Sci.* 6: 36-40
- 16) Falconer ,D.S. and M. Latyzseski (19
52) The environment in relation to selecti-
on for size in mice. *Jour. Genetics*51:67-80
- 17) Falconer ,D.S. and M. Latyzseski
(1960) Introduction to quantitative geneti-
cs. Oliver and Boyed p365
- 18) Finlay ,K.W. and G.H. Wilkinson (196
3) The analysis of adaptation in a plant
breeding programme. *Aust. Jour. Agr. Res.*
14: 742-752
- 19) Fisher ,R.A.,F.R. Immer and O. Tedin
(1932) The genetical interpretation of sta-
tistics of the third degree in the study of
quantitative inheritance. *Genetics* 17:107-
124
- 20) 藤瀬一馬、中俣敬道、湯之上 忠(1951)甘藷品
種の交配組合せ能力について 1. 過去におけ
る育種用交配組合せの検討. *九州農業研究* 8
: 49-50
- 21) Gaur ,P.C. Kishore ,H. and P.K. Cup-
ta (1978) Studies on character association
in potatoes. *Jour.Agr.Sci.UK*90(1): 215-219
- 22) Glendinning ,D.R. (1965) Regional var-
iation in leaf form and other characters
of *Solanum tuberosum* Group Andigena.
Eur. Potato Jour. 11(4): 277-280
- 23) 後藤寛治、長内俊一(1959)栽植密度と選抜の
効率. *育種* 9(1): 7-11
- 24) Gotoh ,K. and S. Osanai (1959) Effici-
ency of selection for yield under different

- fertilizer levels in a wheat gross.
Japan Jour. Breed. 9(2,3) : 101-106
- 25) 後藤寛治(1973)育種へのいざない—研究遍歴の道程—。北農会 札幌 p206
- 26) Groza ,H. (1976) Element of potato yield formation. Lucrari Stiintifice, Institutul de Cerecetari pentru Culture Cartofului si Sfeclei de Zahar, Cartoful 6 : 29-38
- 27) 長谷川 浩 中俣敬道(1950)甘藷圃場試験の区の大きさについて。九州農業研究 6 : 24-26
- 28) 樋口誠一郎、酒井寛一(1967)タバコの器官形成に関する統計遺伝学的研究。育雑 17(別冊1) : 190-191
- 29) 檜作進(1974)澱粉の構造と物性。澱粉科学 21 : 61-69
- 30) 北海道農業試験場(1965)馬鈴薯の育種ならびに研究経過の概要—作物部作物第5研究室の業績を中心として—。p 233
- 31) 北海道農務部畑作振興課(1955-1984)北海道における馬鈴しょの概況
- 32) 堀江正樹、山村 巖、細山利雄(1966)作物の諸特性についての統計的解析 I。水稻における形態的特性の品種間差異。日作紀 35(1) : 145-147
- 33) 堀江正樹(1967)大豆育種法についての研究—とくに集団育種法の理論についての実験的研究—農技研報告 A14 : 17-70
- 34) 細川定治、田辺秀男(1965)てん菜の育種における個体選抜について IV。個体選抜における棄却楕円の応用。育雑 15(2) : 60-64
- 35) 伊藤 武、浅間和夫(1980)ばれいしょでん粉収量構成要素の分解からみた多収穫技術の追求。北農 47(6) : 13-22
- 36) 井山審也(1955)葉タバコの中骨歩合と葉形の遺伝学的研究。育種 4 : 203-207
- 37) Iwama ,K., Nakaseko ,K., Isoda ,A., Gotoh ,K. and Y. Nishibe(1981) Relations between root system and tuber yield in the hybrid population of the potato plants. Japan Jour. Crop Sci., 50(2) : 233-238
- 38) 石間紀男(1969)主成分分析。農林研究計算センター報告A(5) : 70-72
- 39) Jinks ,J.L. and K. Mather (1955) Stability in development of heterozygotes and homozygotes. Proc.Roy.Soc.Bl43 : 561-578
- 40) Johansen ,R.H., Miller ,J.C., Newson , D.W. and J.F. Fontenon (1967) The influence of environment on the specific gravity, plant maturity and vigor of potato progenies. Am. Potato Jour. 44 : 107-122
- 41) Justesen ,S.H.(1932) Influence of size and shape of plots on the precision of field experiments with potatoes. Jour. Agr. Soci. 22 : 366-372
- 42) 貝沼圭二、鈴木繁男(1965)澱粉の物性とその応用。澱粉工誌 12 : 27-37
- 43) Kalamkar ,R.J. and B.Shg., B.Ag (1932) Experimental error and the field-plot technique with potato.Jour.Agr.Soci. 22 : 373-383
- 44) Kaminski ,R. (1977) Variability and heritability of morphological and physiological characters of potato. Genetica Polonica 18(2) : 115-123
- 45) 神田己季男(1952)圃場試験に於ける試験区的面積、形及び反覆回数に就て 第1報 水稻品種の生産力検定試験を対象とした場合に就て(予報)。日作紀 20 : 161-162
- 46) 金子一郎(1967) 肥料要素とばれいしょの澱粉粒子について。日作紀 36 : 537-538
- 47) 仮谷 桂、山本隆一(1963)水稻の栽植密度と選抜法。育種 13(1) : 25-30
- 48) Kawakami ,K. and M. Matsubayashi (1960) Studies on the haploid plants of *Solanum tuberosum* I.Morphological characteristics of the polyploid plants. Japan Jour. Breed.10 : 10-18
- 49) 川上幸次郎(1977)バレイショ産業の世界的展望(2)。農及園 52(7) : 22-26
- 50) 木原芳次郎、高橋静枝(1957)西南暖地産馬鈴薯の澱粉品質について。澱粉工誌 4:156-157

- 51) Köch ,H. (1925/26) Über die Rand- und Nachbarwirkung in Sortenversuchen. Pflanzenbau 2 : 6-7
- 52) 久木村 久(1966)バレイショ全粒播種に関する試験 I. 全粒播種における生産力と平均一粒重におよぼす他の形質について. 北農 33(2) : 30-32
- 53) 熊谷甲子夫(1967)径路分析. 農林研究計算センター報告A (1) : 263-272
- 54) Küpper ,H. (1927) Der einflu der fehlstellen und beitrage zur losung der fragen über die nachbarwirkung und teilstückgroße in kartoffelversuchen. Kuhn-Archiv 15 : 197-347
- 55) 栗原 浩、田畑健司(1962)馬鈴薯の生育相に関する研究 V. 栽植密度、施肥量ならびに1株当り茎数の相違と生育・収量との関係. 日作紀 30(3) : 215-219
- 56) 楠原 操、四方俊一、波止博明(1972)直播用甘藷の育種における交配母本の選定に関する研究 第1報 既存品種・系統の特性と母本の選定. 中国農試報告A 21 : 65-96
- 57) Longinov ,I. Ya. (1980) A study the correlation between breeding traits in potato seedling and hybrids of the first tuber generation. Nauch.tr.N II Kartof. Kh-va 36 : 47-53
- 58) Lyon ,T.L.(1911) Some experimental to estimate errors in field plat tests. Proc. Amer. Soci. Agron. 3 : 89-114
- 59) Maity ,S. and B.N. Chatterjee (1977) Growth attributes of potato and their inter-relationship with yield. Potato Research 20(4) : 337-341
- 60) Maki ,Y., Nakayama ,S. and T. Aota (1967) Studies on the seed production in timothy (*phleum pratense* L.) and orchard-grass(*Dactylis glomerata* L.), I. Path-coefficient analysis of agronomic traits influencing seed yield. J.Jour.G.13(1):71-80
- 61) Maris ,B. (1966) The modifiability of characters important in potato breeding. Euphytica 15 : 18-31
- 62) Maris ,B.(1969a) Studies on maturity, yield, under water weight and some other characters of potato progenies. Euphytica 18 : 297-319
- 63) Maris ,B.(1969b) Analyses of potato progenies for maturity, yield and specific gravity. Am. Potato J. 46 : 435
- 64) Mather ,K.(1949) Biometrical genetics (1st ed.) Methuen, London
- 65) Matsubayshi ,M. (1979) Genetic variation in dihaploid potato clones, with special reference to phenotypic segregations in some characters. Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe Uni. 13:182-192
- 66) Meister ,E. and N.R. Thompson (1976) Genetipic, environmental and allometric control of yield components in potato progenies. Am. Potato Jour. 53(10) : 365-374
- 67) 宮浦邦晃、津田周也、細川定治(1972)てん菜品種における生理学的、形態学的諸特性に関する統計的解析—品種分類への主成分分析適用に関する基礎的研究—。北大農学部邦文紀要 8(3) : 277-288
- 68) 望月 昇(1968)主成分分析によるトウモロコシの品種分類と育種材料探索に関する研究. 農技研報告 D19 : 45-149
- 69) 村上紀夫、浅間和夫(1969)ばれいしょにおける葉の特性と地下部形質との関係について. 北農 36(7) : 14-20
- 70) 永田利男(1957)馬鈴薯の高澱粉育種に関する研究 I. 塩水比重による実生塊茎の集団選抜について. 北農試彙報 72 : 36-40
- 71) 中村直彦(1950)圃場試験の反復回数. 農業技術 5 : 38-40
- 72) 中山林三郎(1949)試験圃場の大きさ、形及び反復回数. 農及園 24(9) : 602-604
- 73) 中山林三郎、斎藤健一(1969)リングにおける葉と果実の形質間相関について(予報). 育雑 19(別冊1) : 44-45

- 74) 成河智明(1966)大豆における選抜の場に関する研究 第1報 肥料水準と遺伝統計量の変化. 北農 33(12):33-35
- 75) Nechiporchuk, D.I., Timoshenko, I.I. and I.D. Kogut (1976) Correlations in the inheritance of some characters in hybrid populations of potato. Kartoplyarstvo. Res. mizhvid. temat. nauk zb. 7: 9-13
- 76) 二国二郎(1975)私どもの澱粉粒研究の今昔. 澱粉科学 22: 78-92
- 77) 西田正男(1955)北海道馬鈴薯澱粉の歩留りと品質に就て. 澱粉工誌 3: 10-16
- 78) 野田健児(1949)馬鈴薯塊茎形成に関する研究 第3報 花器分化発達過程及びそれと塊茎形成過程との関係について. 東北農業 3(2): 10-12
- 79) 生沼忠夫、吉田稔(1969)パーレー種タバコにおける量的形質の品種間差異と形質間相関. 盛岡たばこ試験場報告 4: 1-7
- 80) 生沼忠夫、吉田稔(1970)パーレー種タバコにおける量的形質の遺伝と選抜 I. 3交配組合せのF₂世代における遺伝力と遺伝子型相関. 育種 20:287-292
- 81) 岡 克、時津忠臣、村岡洋三(1955)たばこの品種間交配における2、3形質の遺伝. 育種 5: 123-126
- 82) 岡彦一(1966)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
- 83) 岡沢養三(1977)馬鈴薯. グリーンダイセン普及会 札幌 73-102
- 84) 奥野忠一、菊地文雄、熊谷甲子夫、奥野千恵子、塩見正樹、田淵ひろみ(1971)品種特性の環境による変動の評価法について—イネ国際協力試験データ(1968)の解析—. 農技研報告A18: 93-143
- 85) 奥野忠一、久米均、芳賀敏郎、吉澤正(1972)多変量解析法. p 430 日科技連
- 86) Pandita, M.L. and A.S. Sidhu(1980a) Correlation and path analysis of some economic characters in potato (*Solanum tuberosum* L.). Haryana Jour. of Horticultural Sci.9(1/2): 62-65
- 87) Pandita, M.L. and A.S. Sidhu and S.K. Arora (1980b) Variability and inter-relationships between yield and yield components in potato. Haryana Agr. Univ. Jour. of Research 10(3): 424-426
- 88) Piskun, G.I. (1979) Selection and evaluation of hybrids based on the establishment of high yield and starch content in the progeny. Sb.nauch.tr.Belous.NII Kart. i plodov. 4: 13-19
- 89) Ruttencutter, G.E. (1978) Estimation of narrow-sens heritability for specific gravity in diploid potato (*Solanum tuberosum* subsp. *phureja* and *stenotomum*). Am. Potato Jour. 56(9): 447-453
- 90) 酒井寛一(1956)集団遺伝学.p310 培凡館
- 91) 坂井健吉(1964)甘藷育種における変異の拡大と選抜法の改善に関する研究. 九州農試彙報 9(3): 247-397
- 92) 酒井寛一、広崎昭太(1965)甘藷高澱粉多収性品種育成の現状と将来(1). 農業技術 20(3): 124-128
- 93) Salaman, R.N. (1926) Potato varieties. Cambridge Univ. Press London p378
- 94) Sanford, L.L., Fitzpatrick, T.J. and W.L. Porter (1971) Selection potential for tuber total nitrogen and total solids content in a tetraploid breeding population. Am. potato Jour. 48: 428-437
- 95) Savifsky, V.F. (1950) A Method of selection for earliness of root development in sugar beets. Amer. Soci. Sugar Beet Tech.
- 96) Sedova, T.S. and K.Z. Budin (1978) Correlation between quantitative characters in hybrids. Kartoffel i Ovoshchi No. 2: 10
- 97) Segura, J., Moreno, J., Puente Cuidad and F. Dela (1975) Phenotypic correlations

- in diploid potato cultivars. In *Investigaciones Agropecuarias* (1975 publ.1976) 5(1/2): 147-160
- 98) 柴田和博(1962)水稲品種における収量成分の径路分析—年次および施肥量による変化—
道農集報 9: 69-87
- 99) 四方俊一、小林 仁(1974)甘藷における任意交配集団の育種利用に関する研究 第4報 主要形質間の相関. 育種 24(別冊1): 114-115
- 100) Shimamoto, Y. and S. Hosokawa (1969) Genetic variability of certain characters at various growth stages in sugar beet. *Japan Jour. breeding* 19(2): 100-105
- 101) 島本義也、細川定治(1970)てん菜における発育遺伝学的研究 II. 葉の大きさおよび形の差異とそれらの相互間の関係. 北大農学部邦文紀要 7(2): 191-120
- 102) 塩谷 格、川瀬恒男(1971) Ipomoea属における合成甘しょの育成に関する研究 I. Ipomoea 二倍体系統群の形質相互と系統の分類. 三重大学農学部育種学教室報告
- 103) 赤藤克己、根井正利、福岡寿夫(1958) 遺伝的パラメータと環境. 植物の集団育種法研究: 77-88 養賢堂
- 104) Snedecor, R.W. (1956) Statistical method. The Iowa State College Press, Ames, Iowa
- 105) Stevenson, F.J., Akeley, R.N. and John G. Mclean (1954) Potato utilization in relation to variety(Heredity) and environment. *Ame. Potato Jour.* 31: 327-340
- 106) 鈴木繁男(1961) ジャガイモデンプン. デンプンハンドブック(二国二郎編): 447-486 朝倉書店
- 107) 田畑健司、栗原 浩(1964) 馬鈴薯の生育相に関する研究 VIII. 作季の移動に伴なう適栽植密度の決定に関する研究. 日作紀 34(4): 293-396
- 108) 田端司郎、檜作 進(1975) 澱粉中のリンについて. 澱粉科学 22: 27-39
- 109) Tai, G.C.C.(1976) Estimate of general and specific combining abilities in potato. *Can. J. Genet.Cytol.* 18: 463-470
- 110) Tai, G.C. and D.A. Young (1984) Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. *Ame. Potato Jour.* 61: 419-434
- 111) 田口啓作(1941)馬鈴薯の就眠運動と育種. 農及園 16: 794-798
- 112) 田口啓作、金子一郎、栗原 浩(1954) 馬鈴薯の花器に関する研究. 日作紀 23: 136
- 113) 田口啓作(1957)馬鈴薯品種の交雑育種に関する研究. 東北農試報告 12: 1-212
- 114) 田口啓作(1964, 1965) 馬鈴薯における高澱粉遺伝子の解析並びにその集積法に関する研究. 昭和39、40年度農林水産業特別試験研究費補助金による研究
- 115) 高瀬昇、田畑健司、岡 啓、吉田稔、中世古公男、由田公一、上野賢司、浅間和夫、久木村久、山本貞一、折目芳明、畑山幸一(1974)ばれいしょの栽培条件に対する生育反応の地域差に関する研究. 北農試報告 109: 1-17
- 116) Terman, S.L., Mildred, R., Covell and C.E. Cunningham (1956) Effect of size of plot experimental design and replication on efficiency of potato fertilizer experiments.
- 117) Thompson, P.G. (1978) Estimation of genetic variance components and heritability for tuber dormancy in diploid potatoes (*Solanum tuberosum subsp. phureja and subsp. stenotamum*). *Dissertation Abstracts international* 39(2): 554B
- 118) 鳥居敏雄、高橋暁正、柏木 力(1952a) 肝機能検査法の分析と総合. 最新医学 7(2): 35-49
- 119) 鳥居敏雄、高橋暁正、土肥一郎(1952b) 医学生物学のための推計学 p350 東大出版会
- 120) 津田周弥、細川定治、八戸三千男(1969) てん菜の根重と糖分の間の負の相関関係に関する育種学的研究 VI. 選抜による諸形質の変化.

- 育種 19(別冊1) : 48-49
- 121) 津崎和夫、伊沢英隆(1967) タバコ品種間交配における二、三の形質の遺伝. 育種 17(別冊1) : 192-193
- 122) 上野正市(1957) 馬鈴薯の収量の推定について. 日作紀 26(2) : 126-127
- 123) Westover, K.C. (1924) The influence of plot size and replication on experimental error in field trials with potato. Agr. Exp. Sta. College of Agr. West Virginia Univ. Bull. 189 : 3-32
- 124) Wright, S. (1921) Correlation and causation. Journal of Agr. Res. 20 : 557-587
- 125) 矢木繁博、鈴木実、下村司、吉岡真一(1973) 品種、栽培法を異にする馬鈴薯澱粉の灰分について 第1報 馬鈴薯品種生産力検定試験試料による品種、産地の比較. 澱粉科学 20 : 51-58
- 126) Yamamoto, T. (1975) Studies on the breeding procedure of the high yielding variety for direct seeding in rice plant. Chugoku Nat. Agr. Exp. Sta., Series A 24 : 1-75
- 127) Yashina, I.M. (1976a) A study of the correlation between yield and starch content in the progeny of bred varieties and hybrids of potato. Nauch. tr. N II Kartoff. Kh-va No. 25 : 19-24
- 128) Yashina, I.M. (1976b) The inheritance of yield in potato and ways of breeding for this character. Nauch. tr. N II Kartoff. Kh-va No. 25 : 6-18
- 129) Yashina, I.M. (1977) Genetic control of starch content in potato. Nauch. tr. N II Kartoff. Kh-va No. 28 : 3-13
- 130) 吉田 稔(1970) ばれいしょ生理生態学的研究 第6報 花房分化について. 北大農学部邦文紀要 7 : 529-543
- 131) 吉田 稔、渡辺春雄、白井和栄(1979) ばれいしょ生理生態的研究 第13報 茎数調整した群落の生産力について. 北大農場報告 21 : 18-28
- 132) 吉岡真一、坂口進、奥山善直、浅間和夫、村上紀夫(1977) ばれいしょ品種とでんぷん物性との関係. 北農試報告 118 : 113-130
- 133) 湯村 寛、佐藤正人(1959) 馬鈴薯成分の環境による差異について 第1報 澱粉の蓄積、歩留および粒径の差異. 澱粉工誌 6 : 109-113

Studies on Breeding Methods for High Starch Yields in Potato

by

NORIO MURAKAMI

Summary

This study was conducted to find out ways of increasing the efficiency of breeding for high starch yields in potato.

1 Selection of parental materials for crossing

- (1) Starch characters were examined in 250 potato varieties and strains. It was observed that the 6 varieties, Kon-iku 6, Mara, Hokkai 33, Atleet, Konkei 25 and WB59177-4 have less ash content, and that the starch granules are larger in diameter and longer in length. Based on principal component analysis, 118 introduced varieties were evaluated for their agronomic characters. As a result, 11 varieties, such as 96-56, Tawa, 529-1 and E5244-7 proved to be useful varieties having excellent agronomic characters for breeding.
- (2) Finlay · Wilkinson's method was applied for estimating the parameters of seasonal stability in 44 varieties, and it was found that varieties such as Parnassia and 529-1 had higher seasonal stability in starch yield (SY). The varieties highly susceptible to late blight showed seasonal instability for each character. It was also shown that seasonal stability is influenced by such climatic conditions as air temperature, soil temperature and rainfall.
- (3) In this experiment 301 cross combinations were examined in the seedling generation (1957-1975) and the number of true seeds examined was about 2,160,000. Selection ratios were 0.56% in the 1st clonal generation, and 0.04% in the 2nd clonal generation. The Toyoshiro variety was used as the female parent. Similarly WB60015-7, Hochprozentige and Eniwa were used frequently as the male parents. Excellent progenies appeared in cross-combinations of Eniwa.
- (4) The main characteristics showed highly positive correlations between mid-parental values and progenie's performance in the 2nd clonal generation in 137 cross combinations. Further, it was elucidated that progenies from cross combinations had earlier maturity, higher tuber yield (TY) or higher starch content (SC) and SY than their mid-parents. Degrees of heterosis (\bar{F}/\bar{MP}) of some characters were generally higher in such crosses which have smaller mid-parental values.

2 Genetic parameters of the main characters and their mutual relationships

- (1) With regard to all the leaf characters, petiol index had the highest heritability value and terminal leaf area had the largest genetic variation, suggesting that such leaf characters are dominated by common genetic factors. There were relatively high genetic relations between leaf index and TY and SY, and also between leaf length and SC and SY.
- (2) The stem length as the stem characters had the highest heritability value and a large ge-

netic variation. The stem length was positively correlated with tuber number (TN), SY and SC. The stem diameter also was positively correlated with tuber size (TS). However, there were highly negative genetic correlations between stem number and TN.

(3) As to flower characters, style length and sepal length had the highest heritability values.

There were highly significant genetic correlations between the length of sepal and TY and SY.

(4) The growing period and dormancy period on the physiological characters had high heritability values and large genetic variations. There were highly negative genetic correlations between growing period and dormancy period, whereas highly positive genetic relationships were found to be between growing period and yield characters. On the other hand, highly negative genetic relationships were found to be between dormancy period yield characters.

(5) As regards yield characters, SC showed the highest heritability value and SY showed the largest genetic coefficient of variation (G.C.V.). There were positive genetic correlations between TN and SC and SY, between TS and TY, and between SY and TY.

(6) The ash content and starch granule diameter on the starch characters had the highest heritability values. There were highly negative genetic and phenotypic correlations between ash content and starch granule diameter, and highly positive genetic and phenotypic correlations among ash, P, K and Mg content. There were also positive correlations between starch granule diameter, and SC and SY. Ca content was negatively correlated with SC and SY.

3 Variations of genetic parameters with different experimental condition

(1) Heritability values of the main agronomic characters were increased as the number of replications increased. Such trend was remarkable in characters with low heritability values. Further, there were higher phenotypic correlations between TS and TN, between TY and SY, and between SC and SY, as the number of replications increased.

(2) The heritability values and G.C.V. of the main characters were increased, as the number of plants per plot increased. In such a case, genetic and phenotypic correlations between SC and SY were increased. It was concluded that heritability values of the main agronomic characters increased more as increasing replication numbers than plant number per plot.

(3) The coefficient of variation (C.V.) between plots was decreased as increasing the plant number per plot. The C.V. of TY, SY and SC showed the minimum values under the conditions where 20, 20 and 10 plants per plot are grown, respectively.

(4) It was estimated the number of plants necessary to decrease the C.V. between plots to 5% in some characters; 30 plants per row for TY, 2 to 3 plants per row for SC and 45 plants in 3 rows or 30 plants in 5 rows for SY. It was also estimated the number of plants necessary to decrease the C.V. between plots to less than 10% in several experiments concerning fertilizer, population density and seed size with different levels.

(5) Based on data obtained in each generation, it was estimated the least significant differences between 2 plants or lines at the 5% level. As a result, it was seemed to be reasonable that selection should be done for SC in the 1st clonal generation, for TS and TN in the 2nd clonal generation and for SY and TY in the 3rd and 4th clonal generations, respectively.

4 Efficiency of selection in the breeding process

- (1) The C.V. of TN, TY and SY in the 1st clonal generation were larger, than those in the 2nd and 3rd clonal generations; showing 31-35% in the 1st generation and 15-19% in the 2nd and 3rd generations.
- (2) The heritability value of SC estimated using mid-parent and their progenies was the highest, namely over 70%, followed that of SY and TY being around 60%. In the estimation based on the 1st and the 2nd generations the value of SC was higher than that of TY and SY. In the 2nd and 3rd clonal generations, the value of SC and TS was higher than that of growing period and TN.
- (3) In the 1st, 2nd and 3rd clonal generations there were highly positive correlations between growing period and SC and SY, between TS and TY, and among SC, TY and SY. On the other hand, a negative correlation was found to be between TN and TS. Generally the correlation coefficients were increased in the later generations. In the 3rd clonal generation it was found that there was a large difference between cross combinations in genetic and phenotypic correlations.

5 Efficiency of selection under different growing conditions

- (1) Genetic variations and heritability values were tested under the different fertilizer levels. Heritability values of TN, TY and SY were increased under the low level of fertilizer, whereas those of TS were increased under high fertilizer level. As the fertilizer level was higher the correlations between SY and TN, between SY and TY, and between TN and TY were decreased, but those between TS, and TY and SY were increased.
- (2) Genetic variations were generally larger in the medium growing stage than in the late one, and the efficiency of selection for TS, TY and SY in the late maturing varieties was remarkable. It was found that there were highly negative correlations between TN in the medium growing stage and TS in the late one, and highly positive correlations between SC in the medium growing stage and SY in the late one.

6 Selection methods for high yielding lines

- (1) Rejection ellipse method to select simultaneously the combination of main characters such as SC and TN, SC and TS or SC and TY, was applied in the 1st clonal generation. Selection efficiency for SY was the highest in the I st quadrant. Efficiency of this method was higher than that achieved by selecting each character individually, indicating that this method is effective for selection of high yield lines in the 1st clonal generation.
- (2) The direct and indirect effects of the factors determining SY were different with fertilizer levels. Under the low and standard fertilizer levels the direct of TN for SY were the largest, and under the high fertilizer levels that of TS was the largest, respectively.
- (3) Indirect selections for TN, TY, TS and SY under alternative fertilizer levels were generally efficiency as direct selection under a fertilizer level tested.