



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	倍数性品種栽培用甜菜種子の種球の大きさと染色体数の関係 : 甜菜の倍数性品種に関する研究 (第ⅩⅡ報)
Author(s)	木下, 俊郎; KINOSHITA, Toshiro; 高橋, 萬右衛門 他
Citation	北海道大学農学部附属農場報告, 16, 49-56
Issue Date	1968-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13306
Type	departmental bulletin paper
File Information	16_p49-56.pdf



倍数性品種栽培用甜菜種子の種球の 大きさと染色体数の関係^{1),2)}

甜菜の倍数性品種に関する研究 (第 XII 報)

木下俊郎・高橋萬右衛門

交雑親として組合せ能力の高い二倍体と四倍体を用いるならば、てん菜の三倍性一代雑種は根重及び糖分含量に於いて優れた生産力を期待し得ることが多くの試験成績になって示されている(松村 1953, 長尾, 高橋, 木下 1955, KNAPP 1956, HELMERICK, FINKNER and DOXTATOR 1965, その他)。

これらの三倍性種子の生産に当っては通常二倍と四倍体を適当な比率に混植し、自然交雑を行なわしめて採種する。従って実用的にいう倍数性品種の多くは、二倍体(以下 $2x$ とも記す)、三倍体(以下 $3x$ とも記す)、四倍体(以下 $4x$ とも記す)の混合集団である。最近二倍体の交雑親に雄性不稔性のものを用いた三倍性品種が作成されつつあるが、これらを除くならば大部分の倍数性品種では三倍体の含有率は 50% 前後である(長尾, 高橋, 木下 1960)。

著者等は二倍体, 三倍体, 四倍体の混合集団である倍数性品種において, 利用度の高い三倍体の含有率を, 種子や幼苗に人為的選別を加える事によって高める方法を研究している。今回は種子の選別効果について得られた結果を報告する。

本文に入るに先立ち, 実験材料を供与せられ, 種子調査に御協力を賜った日本甜菜製糖株式会社農務部の方々並びに染色体数調査に御協力をいただいた安藤桜嬢と福島朝子嬢に深く感謝の意を表する。

実験材料及び方法

倍数性品種として用いたのは K. W. Polybeta

である。隔離採種を委託した農家を種子生産量が 10 a 当り 240 kg 以上, 180~240 kg, 180 kg 以下の 3 つのグループに分け, それぞれの代表として 2 戸づつ合計 6 戸をえらび, その生産種子を実験に用いた。まず種球の直径によって大粒 (4 mm 以上), 中粒 (3.5~4.0 mm), 小粒 (3.0~3.5 mm), 極小粒 (2.5~3.0 mm) の 4 階級に区分し(これを粒大別ともいう), 各採種種子中の階級別の含有率と千粒重を調査すると共に, 階級毎の発芽率と発芽個体 100 個体について染色体数を検討した。染色体数検定にあたっては, 発芽翌日乃至 2 日後の 2~3 cm の種子根の根端部, または発芽後数日目の生長点の幼苗を対象にこれに約 3~5°C の冷蔵庫中で 24 時間低温処理を行なった。その後フアーマー液で固定し通常のコイルゲン染色法または醋酸カーミン染色法により染色して検鏡した。

実験結果

各採種農家毎に種球を粒大により選別した結果が第 1 表である。すなわち大粒 (L と略称), 中粒 (M と略称), 小粒 (S と略称), 極小粒 (VS と略称) の 6 農家平均含有率はそれぞれ 59.9%, 21.5%, 15.4%, 及び 3.3% であった。

北海道におけるてん菜配付種子は粒径 3 耗以上でなければならぬが, この基準をはずれる種子である極小粒の含有率は, 種子生産量の低い農家でやや高かった。

25°C の恒温器中で行なった発芽試験の結果によると, 発芽率は大粒がもっとも良く平均 89.8% であり, 極小粒が最低で 65.0% であった(第 2

1) 北海道大学農学部育種学教室業績

2) 北海道大学農学部附属農場育種部業績

第1表 大きさ別種球の含有率

種子生産量 kg (10a当り)	農家番号	種球の大きさ			
		L (4.0 mm 以上)	M (4.0~3.5 mm)	S (3.5~3.0 mm)	VS (3.0~2.5 mm)
240 以上	1	66.3%	20.0%	12.1%	1.6%
	2	61.5	22.0	14.5	2.0
240~180	6	61.7	20.3	14.6	3.4
	7	50.6	24.2	20.0	5.2
180 以下	11	57.2	22.2	16.1	4.5
	12	61.8	20.1	14.9	3.2
平均		59.9	21.5	15.4	3.3

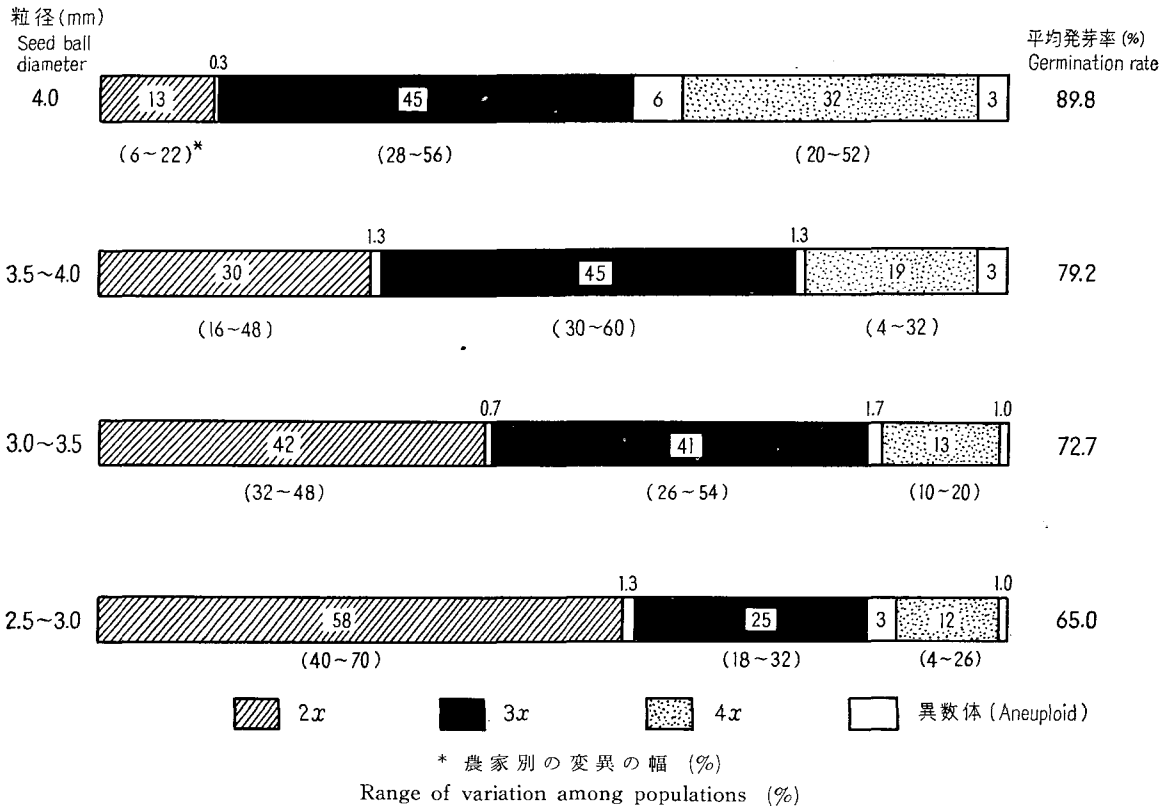
測定方法：200g中の各型の重量比をとり各農家5回づつの平均値をもって示した。

第2表 種球の大きさ別の発芽率と染色体数

種子生産量 kg (10a当)	農家 番号	種球 ¹⁾ の大きさ	発芽率	染 色 体 数 ²⁾															計
				18	19	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
240	1	L	96	14		46									40				100
		M	86	22		60									18				100
		S	83	48		40									12				100
		VS	77	60		28	2						2		8				100
	2	L	82	22	2	32	2				2	4	4		22	6	4		100
		M	64	40	2	30						2			22	2			100
		S	57	44		26	6						2		20				100
		VS	57	66		18	4							2	8		2		100
240~180	6	L	86	18		62									20				100
		M	88	48		48									4				100
		S	85	48		42									10				100
		VS	78	70		26									4				100
	7	L	90	6		44						4		6	34	2	2	2	100
		M	73	16		38				2				2	32	6	2		100
		S	63	32		54									14				100
		VS	49	40		18	6							2	26	4			100
180	11	L	89	10		56						2		2	2	26		2	100
		M	78	34		52									14				100
		S	73	42		42									12		2		100
		VS	68	54	2	28								2	14				100
	12	L	96	8		28	2								8	52	2		100
		M	86	20		44									2	26	6		100
		S	75	40		42	2								12	4			100
		VS	61	56		32									10				100

註. 1) L……径4mm以上, M……径4.0~3.5mm, S……径3.5~3.0mm,
VS……径3.0~2.5mm.

2) $2n=18$ …… $2x$, $2n=27$ …… $3x$, $2n=36$ …… $4x$.



第1図 種球の大きさと染色体数の関係

Fig. 1. Relationship between chromosome numbers and size of seed balls.

表)。農家毎に、粒大別に分けて、幼苗各100個体の染色体数を検定した結果、6農家を平均すると3xの含有率は、大粒、中粒ではそれぞれ45%、小粒では41%、また極小粒では25%と低下した。2xと4xの含有率は相反する傾向にあり、種球の大きさが大になるに従い、2xは減少して、代わりに4xが増加した(第2表、第1図)。

異数体の含有率については、2n=25以上の異数体がほとんどで、特に27±1、36±1及び36±2の染色体数を有する個体が多かった。異数体の含有率は採種農家を異にすることにより、全然生じないものから、比較的高率に生じるものまで種々の変異がみられた(第2表)。発芽率と、2x、3x、4x、異数体の含有率の各々について百分率の数値を角度変換して分散分析を行なったところ、第3表の如く、種球の大きさの間と農家の間の両方に有意性がみられたのは発芽率と2x、4xの含

有率であり、農家の間のみ有意性がみられたのは異数体含有率であった。

つぎに極小粒を除外して千粒重を調査したところ、平均千粒重は大粒が31.6g、中粒が18.6g、小粒が13.4gであった(第4表)。

第1表の種球の大きさ別の含有率(重量比)と第2表の千粒重の結果とを用いて、100粒中に含まれる大粒、中粒、小粒の種子数を算出すると、6農家の平均では100粒中、大粒が約45粒、中粒が約28粒、小粒が約27粒となった(第5表)。

幼苗中における2x、3x、4x及び異数体の含有率は、各農家毎に第2表の染色体数調査結果をもとにして、これと発芽率並びに100粒中の種球の大きさ別種子数の結果から算出した。なお、農家に配付されない極小粒は除外した(第6表、第2図)。

6農家を平均した場合、幼苗集団中の染色体構

第3表 分散分析によるF値

要因	発芽率	2x	3x	4x	異数体
種球の大きさ間	23.81**	92.64**	3.27	10.07**	1.13
農家間	8.64**	11.70**	1.11	3.37*	4.66**

有意水準：種球の大きさ間 $F_{0.05}=3.29$ $F_{0.01}=5.42$
 農家間 $F_{0.05}=2.90$ $F_{0.01}=4.56$

第4表 種球の大きさ別の千粒重

種子生産量 kg (10a 当り)	農家番号	種球の大きさ		
		L (4.0 mm 以上)	M (4.0~3.5 mm)	S (3.5~3.0 mm)
240 以上	1	32.0 g	18.7 g	13.5 g
	2	34.1	19.2	14.1
240~180	6	31.8	18.6	13.7
	7	30.8	18.9	13.5
180 以下	11	29.0	17.5	12.8
	12	32.0	18.4	12.9
平均		31.6	18.6	13.4

測定方法：500粒の重さを10回測り、平均値を求め、それを2倍した。

第5表 100粒中に含まれる大粒、中粒及び小粒の種子数

種子生産量 kg (10a 当り)	農家番号	種球の大きさ		
		L (4.0 mm 以上)	M (4.0~3.5 mm)	S (3.5~3.0 mm)
240 以上	1	51.4	26.5	22.1
	2	45.3	28.8	25.9
240~180	6	47.3	26.7	26.0
	7	37.4	29.2	33.4
180 以下	11	43.8	28.2	28.0
	12	46.3	26.2	27.6
平均		45.3	27.6	27.2

成は2xが24.5%、3xが43.9%、4xが24.4%、異数体が7.1%となった。つぎに小粒を除き、すなわち粒径3.5mm以上の種子につき含有率を算出すると、3xは44.7%となり、原集団とほとんど変わらないが、2xは5.5%減少し、4x及び異数体はそれぞれ3.5%及び1.3%だけ増加した。すなわち種子選別の効果は2xを少なくし、代わりに4xを多くする点では認められるが、3xを多くする上では直接的には余り有効に働かなかっ

た。3x及び異数体の含有率は農家毎にかなり異なったので、3xの含有率が低く、しかも異数体の含有率の多い農家番号2及び11を除外して染色体構成を算出すると、3xの含有率は原集団より5.6%増加し、また4xと異数体含有率はそれぞれ2.1%及び3.1%減少した。なお2xの含有率にはほとんど変化はなかった。農家の10a当り種子生産量と3x含有率の間には一定の関係はみられないようであった。

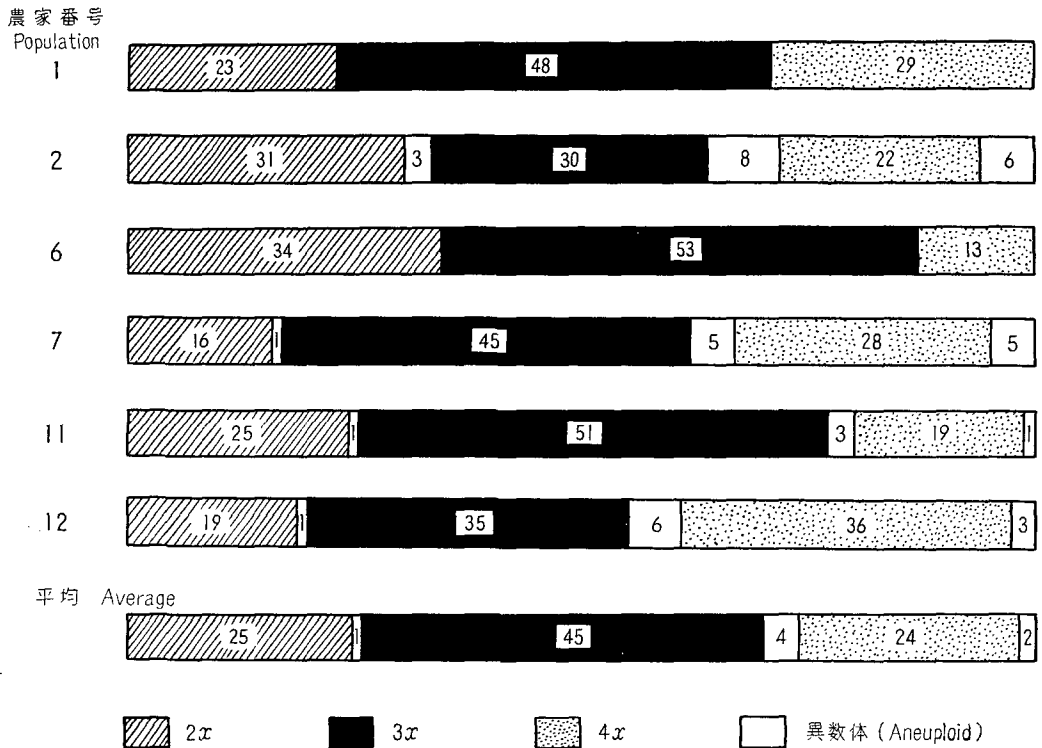
第6表 幼苗における2x, 3x, 4x, 異数体の含有率 (%)

種子生産量 kg (10a 当り)	農家 番号	種球の 大きさ	染 色 体 数				計
			2x	3x	4x	異 数 体	
240	1	L	7.6	25.1	21.8	0	100
		M	5.5	15.1	4.5		
		S	9.8	8.1	2.5		
		計	22.9	48.3	28.8		
	2	L	11.6	16.9	11.6	12.7	100
		M	10.5	7.9	5.8	2.1	
		S	9.2	5.4	4.2	2.1	
		計	31.3	30.2	21.6	16.9	
240~180	6	L	8.5	29.3	9.4	0	100
		M	13.0	13.0	1.1		
		S	12.3	10.8	2.6		
		計	33.8	53.1	13.1		
	7	L	2.7	19.5	15.0	7.1	100
		M	4.5	10.7	9.0	3.9	
		S	8.8	14.9	3.9	11.0	
		計	16.0	45.1	27.9		
180	11	L	4.8	26.9	12.5	3.8	100
		M	9.2	14.0	3.8		
		S	10.5	10.5	3.0	1.0	
		計	24.5	51.4	19.3	4.8	
	12	L	4.0	14.2	26.4	6.1	100
		M	5.1	11.3	6.7	2.6	
		S	9.5	9.9	2.8	1.4	
		計	18.6	35.4	35.9	10.1	
平 均 A (6 農家平均)	L	6.5	22.0	16.1	5.0	99.9	
	M	8.0	12.0	5.2	1.4		
	S	10.0	9.9	3.2	0.8		
	計	24.5	43.9	24.4	7.1		
平 均 B ¹⁾			19.0	44.7	27.9	8.4	100
平 均 C ²⁾			24.3	49.5	22.3	4.0	100.1

農家間の Heterogeneity d.f. = 17 $\chi^2 = 64.14$ $P < 0.001$

註 1) Sを除いた平均

2) 農家番号 2, 12を除いた平均



第2図 幼苗における2x, 3x, 4x, 異数体の頻度 (%)
 Fig. 2. Frequencies for diploid, triploid, tetraploid and aneuploid in six populations.

論 議

三倍性種子を大きさや形態によって識別する試みは、ダイコン(西山 1949), 西瓜(松本, 下間, 根津 1955)などで成功している。BØGH はてん菜に於いて小粒の二倍体の一部を選別する事が可能で、単胚種子を用いるならば更に有効な選別が可能となる事を報告している (KNAPP 1956)。

著者等の得た実験成績にもとづくならば、小型種子(直径 3.5 mm 以下)を除外しても、3x の含有率はほとんど変わらず、ただ 2x が 5% 程度減少し、代わりに 4x が増加する。てん菜に於いて種子の大きさによる 2x, 3x, 4x の識別を困難にしている理由としては、次の3点を特に指摘したい。すなわち、(1) てん菜ではダイコンや西瓜などと異なり、3x の種子は 2x×4x, 4x×2x のいずれの方向からも得られる。つまり 3x 種子の

中には 2x 株から由来するものと 4x 株から由来するものの両方が存在する。(2) 通常の倍数性品種は複胚型が多く、3乃至数個の胚がゆ合しているから、一種球内に 2x と 3x, または 3x と 4x の両胚が混生する。(3) てん菜は無限花序で基部の種球と先端部の種球でその大きさがかなり異なる。

しかし 2x の含有率が減少する事は、第2の段階としての間引の際に、生育の遅い 4x を淘汰する事により、相対的には 3x の含有率を高めるのに役立つとも考えられる。

農家別にみると 3x や異数体の含有率が明らかに異なるが、この原因としては 2x と 4x の開花期の不一致、花粉稔率が 2x と 4x で大きく異なること、x 花粉と 2x 花粉の間に受精競争があること、或いは 4x の発芽率の低下と生育不利などをあげうるであろう(松村 1953)。従って、もし

これらの原因を取り除くか或いは弱めることが出来るならば、 $3x$ の含有率を齊一にし、かつ高めることも出来るであろう。また異数体は正倍数体に比べ生育が劣るから (ROMMEL 1965, 三石 1965, 安藤, 高橋, 木下 1966) 異数体の含有率の少ない種子を生産する方法を研究することも望まれる。

摘 要

(1) てん菜の倍数性品種 K. W. Polybeta の種子につき種子生産能力の異なる 6 農家より採種した種子を対象に、種球の大きさによる 4 段階の種子選別を行ない、種球の大きさ別の構成割合、千粒重、発芽率、染色体数の調査を行なった。

(2) 種球の大きさを異にすると発芽率も異なり特に 3 mm 以下の種子は不良 (65%) であった。 $3x$ 含有率も 3 mm 以下の種子では低く (25%), 3 mm 以上では種球が大きくなっても $3x$ の含有率は変らなかった。また種球が大なるに従い、 $2x$ が減少し、代わりに $4x$ が増加した。

(3) 農家別に得られた採種種子を播種して生じた幼苗中の染色体数構成を算出したところ、 $2x$, $3x$, $4x$, 異数体の平均含有率はそれぞれ 24.5, 43.9, 24.4, 7.1% であり、農家を異にすることにより、染色体数構成にはかなりの変異がみられた。しかし種子生産能力との間に一定した関係はみられなかった。

(4) 直径 3.5 mm 以上の種子を選びあげた場合 $2x$ が約 5.5% 減少し、その代わりに $4x$ が増加したが、 $3x$ の含有率はほとんど向上しなかった。

(5) $3x$ の含有率が低く、異数体の含有率が高い農家の種子を除いた場合、他の農家では $3x$ の含有率は約 5.6% 増加した。

(6) 間引の際に、生育の遅い $4x$ を淘汰する事が可能となれば、小型粒を除くことは $2x$ を減少

させるのに役立っているから、間引後の集団の $3x$ の含有率の向上には効果があると考えられる。

(7) 正倍数性に比べ生育の劣る異数体の含有率は、農家を異にすることにより、0~16.9% までの変異がみられた。倍数性品種の生産力向上のために、異数体の含有率の少ない種子を生産する方法を研究する必要がある。

文 献

- 安藤 桜・高橋萬右衛門・木下俊郎 (1966): 倍数性甜菜の交雑後代について (III). 異数性甜菜の二, 三の形質について. 育種学雑誌, 16 別冊 2: 192-193.
- HELMERICK, R. H., R. E. FINKNER and C. W. DOXTATOR (1965): Combining ability in autotriploid sugar beets, *Beta vulgaris* L. J. Am. Sugar Beet Technol., XIII: 538-547.
- KNAPP, E. (1956): Beta-Rüben bes. Zuckerrüben. Handbs. Pflanzenzüchtung, 3: 196-283.
- 松本賢三・下間 実・根津光也 (1955): 三倍性西瓜種子とその両親の四倍性並びに二倍性種子に於ける形態と染色体数の関係. 育種学雑誌, 5, 別冊: 38.
- 松村清二 (1953): 「甜菜の三倍体による育種」サイエンス社.
- 三石昭三 (1965): てん菜の人為四倍性系統における異数体の出現とその平衡について. 育種学雑誌, 15: 253-258.
- 長尾正人・高橋萬右衛門・木下俊郎 (1955): 甜菜の倍数性品種に関する研究, 第 IV 報. 三倍体の示す二, 三の形質. 北大農附属農場特別報告, 11: 31-48.
- 長尾正人・高橋萬右衛門・木下俊郎 (1960): 甜菜の倍数性品種に関する研究, 第 VII 報. 人為四倍体品種の染色体的純殖とそれに関連する二, 三の問題. 甜菜研究会報告, 2: 193-204.
- 西山市三 (1949): 人為倍数植物の研究, 第 15 報. 大根に於ける二倍及び四倍体間の自然交雑. 食糧科学研究, 2: 55-61.
- ROMMEL, M. (1965): Cytogenetics of autotetraploid sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Part I: Tetraploid varieties. Züchter, 35: 219-222.

Studies in Polyploid Varieties of Sugar Beets, XII
Relationship between Chromosome Numbers and Size of Seed Balls
in Commercial Polyploid Seeds grown for Beet Sugar Production.

Toshiro KINOSHITA and Man-emon TAKAHASHI

Summary

There have been a number of data that triploid hybrids of sugar beets are superior to parental diploid and tetraploid plants in the gross sugar production. Commercial seeds of so-called "polyploid varieties" consist of diploids, triploids and tetraploids, if they are produced from mix-planting of diploid plants and tetraploid plants without an employ of genetic male sterility. It is, therefore, reasonable to expect that an increase of triploid frequency in the seeds or seedlings of the "polyploid variety" will promote the sugar productivity of the said variety.

In the present experiment a possibility of artificial selection—screening—for triploids by the size of seeds was examined. The experimental seeds of "K. W. Polybeta" were produced in farmer's fields which were isolated each other in distance. The seeds were divided into four fractions by using a series of four sieves with round mesh of the following diameters; 4.0, 3.5, 3.0 and 2.5 mm. Frequencies (proportions) of the different classes of seeds were as follows; 59.9% (large, above 4.0 mm. in diameter), 21.5% (middle, 3.5–4.0 mm.), 15.4% (small, 3.0–3.5 mm.) and 3.3% (very small, 2.5–3.0 mm.). Germination rates of larger seeds were better than that of smaller seeds. Chromosome numbers of 100 plants were counted by examining root tips or young leaves of seedlings germinated from the seeds of the each class. Average percentages of triploids in the four classes, large, middle, small and very small, were 45, 45, 41, and 25% respectively. There was positive correlation between the percentage of tetraploids and the size of seeds, and was negative correlation between the percentage of diploids and the size of seeds (Fig. 1). Average weights of 1000 seeds in the large, the middle and the small seeds, were examined. The result was 31.6 g (large), 18.6 g (middle) and 13.4 g (small). Average frequencies for diploids, triploids and tetraploids and aneuploids in six populations were 24.5, 43.9, 24.4 and 7.1%, respectively (Fig. 2).

If the large and the middle seeds are screened from others, average frequencies of diploid, triploid, tetraploid and aneuploid in the selected seeds shift to 19.0, 44.7, 27.9 and 8.4%. Thus, as far as this experiment is concerned, this type of the screening does not result any noticeable promotion of the frequency of the triploids. However, it may also be possible to say that the increase of tetraploids and the decrease of diploids are favorable for the increase of triploid stands in field provided that the assortment of triploids from tetraploids become easier by an exploitation of the difference of growth habit in the thinning stage.