

Coix 属の改良に関する育種学的研究 X

ハトムギとジュズダマの雑種 F_4 および F_5 世代
における高稈系統の選抜効果

村上道夫

MICHIO MURAKAMI : Studies on the breeding of genus *Coix* X
Selection effect on tall culm strains of F_4 and F_5 generations
between Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) and
Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.)

摘要

1. ハトムギとジュズダマの雑種 F_3 系統群中より、高稈で草丈の系統内変異の小さい系統を選抜して F_4 系統を、さらに F_4 世代より高稈系統を選抜して F_5 系統をそれぞれ培養し、草丈に関する選抜効果について検討を行なった。

(i) F_4 世代の草丈の系統内変異は概して小さく、草丈が著しく分離する系統は F_3 に比べて少ない。また、高稈系統ほど草丈の変動係数は小さい。 F_5 世代においては、さらに分離系統は少なく、草丈の変動係数も減少し、ほとんどすべての系統はハトムギおよびジュズダマの系統内変異よりも小さい。また、 F_5 世代の系統間分散は F_4 世代に比べて減少し、全系統平均値の両親植物に対する増加割合は F_4 世代よりも大きい。

(ii) F_4 世代における草丈と主要形質間の相関では、とくに出穂期との間に正の有意相関が認められ、遺伝相関も表現型相関とほぼひとしい。また、 F_3 世代までに認められた草丈と分けつ数との間の負の有意相関は認められない。草丈と花粉稔性および種子稔性との間にはそれぞれ正の相関が存在する。 F_5 世代においても、草丈と出穂期との間には高い有意相関が認められ、両形質の遺伝的関連性は強いが、他の形質との間には有意相関は存在しない。

(iii) F_4 世代の親子相関および回帰による諸形質の遺伝力は、いずれも有意の値を示し、とくに出穂期は相関および回帰ともきわめて高い。この傾向は、 F_4 の系統にもまた系統群についてもほぼ同様であり、 F_3 の高稈選抜によっても諸形質の遺伝力はかなり高いと考えられる。 F_5 世代の諸形質の遺伝力は、出穂期にのみ有意性が認められ、本世代においても出穂期の遺伝力は大きい。他の形質にはいずれも有意性はなく、とくに草丈の遺伝力はかなり低い。すなわち、 F_5 世代における高稈性の選抜効果は $F_2 \sim F_4$ 世代ほど大きくなく、草丈の固定度はかなり進んでいると考えられる。

(iv) 以上の結果、 F_5 系統中に 230cm 以上の高稈性で系統内分散が小さく、栄養生長期間の長い晩生系統で、ハトムギ程度の分けつ数を有し、かつ、90%以上の高稔性を有する系統を多数獲得することができたが、これらの育成系統は飼料作物としての利用はもちろん、今後の研究素材としてもかなりすぐれたものと思われ。

2. 育成系統の種子発芽力はきわめて高く、発芽率は雑種世代の進むにつれて向上し、 F_6 種子においては、90%以上の発芽率を示す系統数は、全系統の84%をしめている。この結果より、育成系統の種子繁殖はきわめて容易であると考えられる。

I 緒 言

ハトムギとジュズダマの雑種 F_1 植物の茎葉形質に現われる雑種強勢は、 F_2 世代においてもかなり強く維持されており、とくに草丈を支配する遺伝子の作用力は比較的強く、草丈と諸形質間の遺伝相関がきわめて高いことはすでに報告したとおりである(村上: 1958, 村上: 1961)。さらに、雑種 F_3 世代における系統育成試験の結果(村上: 1964)から、草丈の系統内分散が比較的小さく、かつ高稈性の晩生系統がかなり多く出現し、その遺伝力も比較的高いことより、選抜よろしきをうれば、本雑種後代に、飼料価値の高い高稈多収性の系統を育成する可能性の高いことが予想された。そこで著者は、 F_3 系統中より稈長について、系統選抜および個体選抜を行なって F_4 系統を培養し、諸形質の変異の様相ならびに遺伝力の推定を行なった。その結果、比較的多数の高稈系統を獲得するとともに、草丈の系統内の均一度も著しく増すことができた。さらに、引続き F_4 系統群中より、稈長について系統選抜および個体選抜を行なって F_5 系統を培養し、 F_4 世代と同様の方法によって諸形質の世代間変動と遺伝力について考察を行なった。なお、 F_4 の採種は系統内放任受粉によった。その結果、純度も高く実用的にすぐれていると考えられる高稈性の系統を育成することができた。本報は、それら F_4 および F_5 世代における高稈性系統の育成経過の概要について述べたものである。

II 実験材料および
実験方法

ハトムギとジュズダマの雑種 F_3 系統の中から、草

丈が高く、系統内分散の小さい系統から、さらに高稈個体を4ないし7個体ずつを、また、別に選抜系統以外の数系統からも高稈個体を1ないし2個体選抜し、それぞれの選抜個体の自殖種子によって合計51の F_4 系統を培養した。それらの様相を示したのが第1図である。なお、 F_3 までの結果から、茎葉および稈性には、正・逆交雑の違いによる差異が認められなかったので F_4 系統の培養にあたっては両交雑を一括処理した。1961年4月13日に播種し、同年6月5日に各系統10個体ずつ、2回反復の乱塊法で本圃に定植し、栽培、管

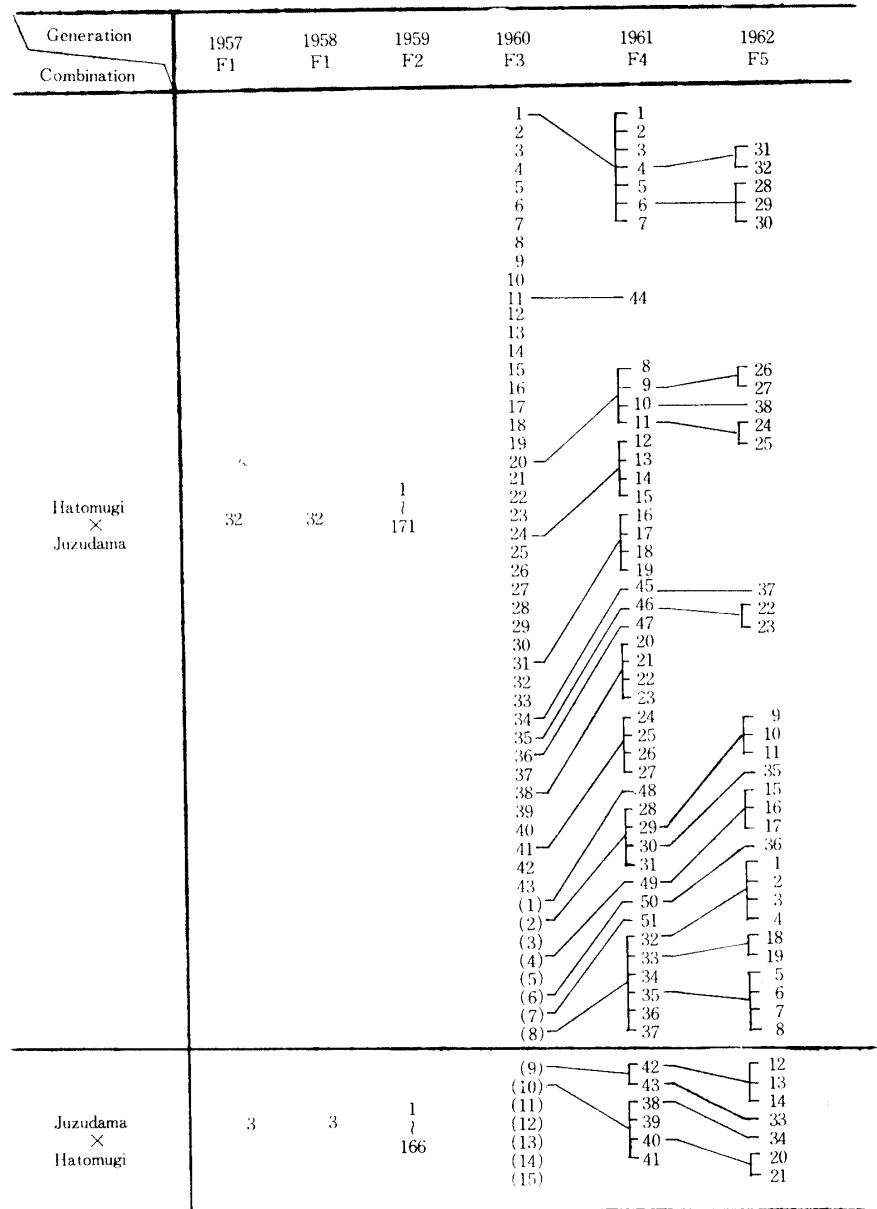


Fig. 1. The process of breeding and selection of tall strain in inter-specific hybridization between Hatomugi and Juzudama. F_1 in 1958 shows winter-surviving F_1 bred out of those of 1957 and the number show individual number of F_1 , out of which F_2 population was bred. The number of F_2 show number of cultivated individual plant in 1959. No. 1~43 in F_3 generation show strain of random sampling and No. (1)~(15) show selected strain for tall culm. The number in F_4 and F_5 show strain number respectively.

理および諸形質の調査はすべて慣行法に従った。

F₄系統の調査結果に基づいて、第1図に示すようにF₃におけると同様、系統および個体選抜を行なってF₅系統計40系統を培養した。なお、選抜個体はいずれも系統内の放任受粉によった。1962年4月16日に播種し、同年6月12日に各系統11個体ずつ、2回反復の乱塊法で本圃に定植した。1962年度は、圃場の局地的

な乾燥と、アワノメイガの発生加害によって、生育を抑制された個体がかかなり認められたが、諸形質の調査は、これらの被害個体を除去して行なった。

III 実験結果およびその考察

1. F₄~F₅系統における草丈の変異，形質間相関および遺伝力

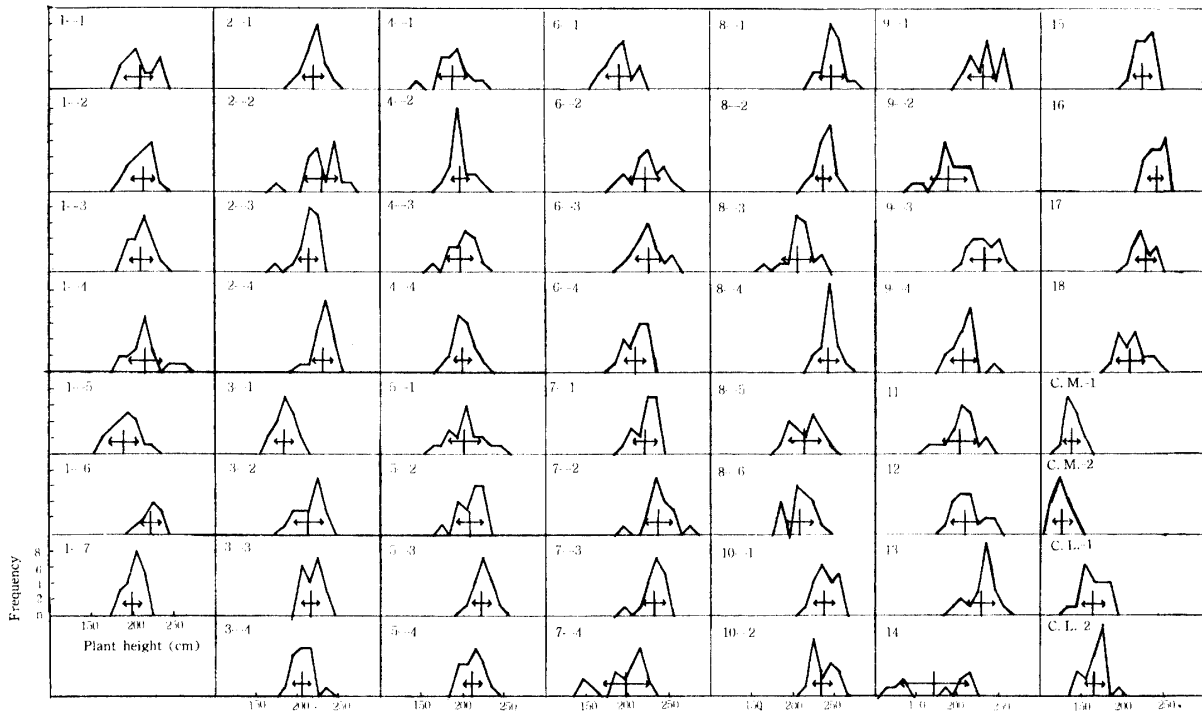


Fig. 2. The frequency distribution of plant height of Hatomugi, Juzudama and F₄ strains bred out of selected tall F₃ individuals.

Each number, C. M. and C. L. in figures show the F₄ family and strain number, Hatomugi and Juzudama; vertical and horizontal lines show mean and standard deviation respectively.

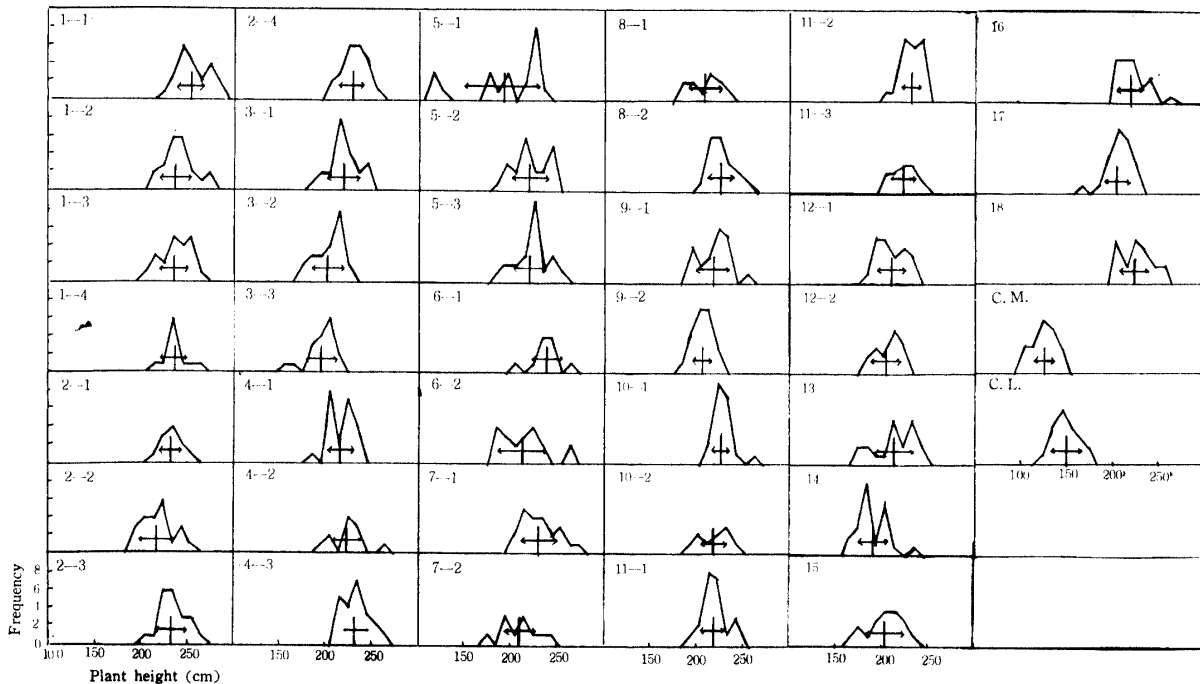


Fig. 3. The frequency distribution of plant height of Hatomugi, Juzudama and F₅ strains bred out of selected tall F₄ individuals.

Table 1. The mean and variation of plant height and mean of some characters of Hatomugi, Juzudama and F₄ strains bred out of selected tall F₃ individuals.

F ₄ strain		Plant height (cm)			Number of tillers	Heading date	Pollen fertility (%)	Seed fertility (%)
No.	Section	\bar{x}	$\pm s$	C. V.				
1	1-1	208.80	17.64	8.45	13.50	4.85/9	—	95.12
2	-2	213.00	14.04	6.59	14.90	27.25/8	76.09	84.33
3	-3	210.85	12.55	5.95	15.45	29.55/8	77.30	76.66
4	-4	215.85	19.78	9.16	13.35	30.75/8	93.71	86.24
5	-5	190.25	17.44	9.17	14.80	31.70/8	—	94.87
6	-6	223.30	10.83	4.85	15.20	23.70/8	91.76	80.21
7	-7	199.85	9.88	4.94	18.55	22.70/8	86.20	87.49
8	2-1	221.35	11.32	5.11	11.55	18.10/8	81.44	86.62
9	-2	230.21	19.76	8.58	12.42	20.74/8	97.24	87.06
10	-3	213.45	12.22	5.72	12.05	16.20/8	—	81.46
11	-4	232.10	9.80	4.22	10.45	24.10/8	97.65	85.67
12	3-1	184.95	11.50	4.04	15.50	7.00/8	—	64.72
13	-2	214.45	15.26	7.12	15.30	10.25/8	93.49	88.96
14	-3	216.35	10.36	4.79	14.25	11.35/8	97.69	89.23
15	-4	205.63	12.42	6.04	15.26	7.68/8	88.41	82.50
16	4-1	188.28	17.78	9.44	12.78	7.00/8	90.70	87.75
17	-2	197.21	9.98	5.06	11.84	8.00/8	90.62	74.61
18	-3	198.88	15.90	7.99	10.76	13.35/8	90.63	96.34
19	-4	200.30	10.51	5.25	14.50	8.80/8	91.46	69.23
20	5-1	203.79	19.83	9.73	13.63	14.63/8	75.69	78.01
21	-2	209.55	13.41	6.40	13.75	26.30/8	94.07	88.25
22	-3	222.76	10.41	4.67	15.53	12.59/8	93.18	78.80
23	-4	211.42	12.44	5.88	16.79	15.05/8	83.23	75.19
24	6-1	189.90	15.85	8.35	11.35	8.65/8	89.83	76.77
25	-2	222.37	16.40	7.38	13.47	22.21/8	80.57	80.72
26	-3	226.05	13.82	6.11	14.05	15.32/8	92.31	83.24
27	-4	210.80	12.02	5.70	12.65	14.80/8	88.18	83.40
28	7-1	222.55	13.50	6.07	12.70	17.05/8	93.02	84.29
29	-2	237.21	15.19	6.40	15.32	17.79/8	82.63	85.80
30	-3	232.00	12.39	5.34	12.72	18.33/8	92.58	89.04
31	-4	197.40	24.81	12.57	15.05	14.85/8	89.12	68.84
32	8-1	247.95	12.28	4.95	15.90	27.80/8	93.18	91.76
33	-2	237.89	9.21	3.87	16.95	22.58/8	90.14	90.89
34	-3	206.89	16.59	8.02	12.11	2.37/9	82.29	88.93
35	-4	243.90	9.45	3.87	14.00	26.70/8	90.00	80.60
36	-5	214.47	16.39	7.64	12.11	27.47/8	87.55	89.43
37	-6	209.20	14.89	7.12	17.00	29.85/8	91.43	80.80
38	9-1	230.10	17.82	7.74	13.55	26.20/8	96.88	91.09
39	-2	188.00	19.30	10.27	16.89	15.21/8	85.81	68.03
40	-3	234.20	15.89	6.78	12.75	23.80/8	—	86.40
41	-4	207.58	13.50	6.50	10.74	26.95/8	92.78	79.34
42	10-1	239.30	11.10	4.64	15.50	24.90/8	96.60	82.40
43	-2	235.53	10.24	4.35	12.82	20.82/8	—	92.69
44	11	204.70	17.13	8.37	17.90	11.90/8	94.25	87.24
45	12	210.55	11.42	8.27	12.85	16.75/8	—	82.36
46	13	229.55	14.55	6.34	16.80	19.00/8	86.58	86.51
47	14	172.90	40.86	23.63	14.70	24.60/8	58.29	46.21
48	15	223.45	9.10	4.07	14.85	29.80/8	86.52	85.58
49	16	240.25	9.70	4.04	15.20	24.10/8	88.03	91.28
50	17	227.36	12.10	5.32	17.93	29.29/8	—	78.70
51	18	209.32	16.48	7.87	11.42	24.79/8	83.46	86.75
52	C.M. -1	139.20	7.73	5.55	16.07	24.47/7	96.54	89.19
53	-2	128.06	9.32	7.28	13.41	23.12/7	98.05	90.44
54	C.L. -1	164.60	13.34	8.10	14.85	3.90/8	96.65	83.37
55	-2	166.10	12.22	7.36	17.65	3.20/8	97.74	89.24

The number in section of F₄ strain show number of family and strain. C. M., C. L., \bar{x} , $\pm s$ and C. V. show Hatomugi, Juzudama, mean, standard deviation and coefficient of variation respectively.

Table 2. The mean and variation of plant height and mean of some characters of Hatomugi, Juzudama and F₅ strains bred out of selected tall F₄ individuals.

F ₅ strain		Plant height (cm)			Number of tillers	Heading date	Pollen fertility (%)	Seed fertility (%)
No.	Section	\bar{x}	$\pm s$	C.V.				
1	1-1	254.45	16.96	6.67	11.68	5.20/9	89.95	87.16
2	-2	238.68	18.28	7.66	15.27	4.10/9	92.48	90.25
3	-3	236.95	16.92	7.14	15.48	27.70/8	91.35	88.41
4	-4	237.36	13.86	5.84	14.68	2.10/9	95.43	93.79
5	2-1	233.45	11.90	5.10	15.05	6.60/9	96.18	61.50
6	-2	218.27	18.13	8.31	12.95	2.00/9	91.71	82.22
7	-3	234.52	14.87	6.34	12.67	8.50/9	97.02	82.73
8	-4	228.95	13.28	5.80	14.64	4.90/9	94.06	78.08
9	3-1	218.64	15.95	7.30	10.68	29.00/8	92.52	91.42
10	-2	202.91	15.01	7.40	11.00	20.60/8	94.69	96.91
11	-3	195.06	16.49	8.45	15.94	23.80/8	89.83	92.60
12	4-1	216.86	13.28	6.12	13.95	25.20/8	95.74	93.92
13	-2	223.64	16.38	7.32	15.32	1.00/9	92.91	95.09
14	-3	232.86	14.05	6.03	16.41	30.00/8	96.17	96.52
15	5-1	191.36	40.76	21.30	15.32	23.90/8	93.78	93.78
16	-2	219.48	18.67	8.51	19.71	30.90/8	88.53	90.73
17	-3	220.91	17.33	7.84	13.86	1.90/9	91.66	91.39
18	6-1	239.36	15.31	6.40	13.86	8.90/9	98.42	95.41
19	-2	212.95	24.20	11.36	16.90	30.20/8	93.95	94.04
20	7-1	231.18	18.53	8.02	13.82	26.10/8	95.07	94.33
21	-2	210.18	17.90	8.52	14.55	24.70/8	94.38	85.37
22	8-1	207.36	16.27	7.85	18.82	1.40/9	91.03	90.87
23	-2	226.37	13.23	5.84	12.53	30.70/8	94.30	94.47
24	9-1	219.38	16.20	7.38	14.90	25.20/8	91.60	93.77
25	-2	207.91	11.05	5.31	12.32	26.10/8	91.92	94.56
26	10-1	229.40	10.48	4.57	14.10	8.00/9	94.95	85.28
27	-2	220.60	14.60	6.62	13.67	10.70/9	95.86	92.55
28	11-1	220.86	12.43	5.63	15.41	2.20/9	88.33	91.69
29	-2	232.55	11.43	4.92	14.32	3.70/9	95.04	91.35
30	-3	224.82	13.79	6.13	12.62	31.40/9	97.67	96.17
31	12-1	211.00	14.97	7.09	12.81	31.00/8	94.24	90.91
32	-2	206.53	14.25	6.90	16.67	23.20/8	92.53	95.82
33	13	215.00	22.63	10.53	13.60	31.70/8	83.93	87.59
34	14	191.68	15.74	8.21	16.09	31.80/8	85.03	88.48
35	15	203.21	20.81	10.24	13.42	22.20/8	97.89	95.69
36	16	222.24	16.69	7.51	14.86	1.00/9	83.78	91.73
37	17	204.86	13.38	6.53	11.55	26.00/8	96.78	94.37
38	18	224.20	16.48	7.35	10.75	26.20/8	95.68	91.56
39	C.M.	127.15	11.79	9.27	15.61	6.10/8	96.08	86.95
40	C.L.	150.25	14.30	6.51	21.05	16.60/8	93.63	89.16

The number in section of F₅ strain show number of family and strain. C. M., C. L., \bar{x} , $\pm s$ and C. V. show Hatomugi, Juzudama, mean, standard deviation and coefficient of variation respectively.

(i) 草丈の系統内変異

F₃の系統および個体選抜によって培養した F₄ 10系統群, 51系統の系統別草丈の頻度分布は第2図に, F₄系統の高稈選抜によって培養した F₅ 12系統群, 38系統の系統別草丈の頻度分布は第3図にそれぞれ示すとおりである. また, F₄ および F₅ の各系統の草丈平均値, 標準偏差および変動係数, ならびに分けつ数, 出穂期, 花粉稔性および種子稔性の系統平均値は, 第1表および第2表にそれぞれ示すとおりである. これらによれば, F₄ 系統は概して高稈で, 草丈平均 200cm をこえる系統数は全系統の80.4%に達し, さらに, そのうち約半数の系統は 220cm 以上である. F₅ 世代においては, 高稈系統の出現はさらに増加し, 200cm 以下の系統はわずか 3 系統にすぎない.

第4図および第5図は, F₄ および F₅ の両世代の草丈の系統平均値とその変動係数との相関を図示したも

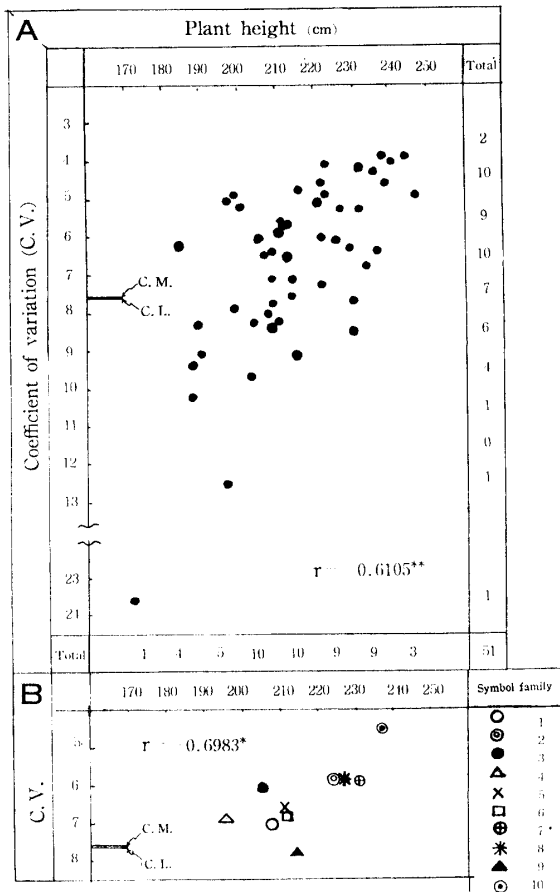


Fig. 4. The correlation between mean of plant height and coefficient of variation of plant height of F₄ strains and family.

A: strain, B: family
 C.M. and C.L. show coefficient of variation of plant height of Hatomugi and Juzudama.
 ** Significant at the 1% level.
 * Significant at the 5% level.

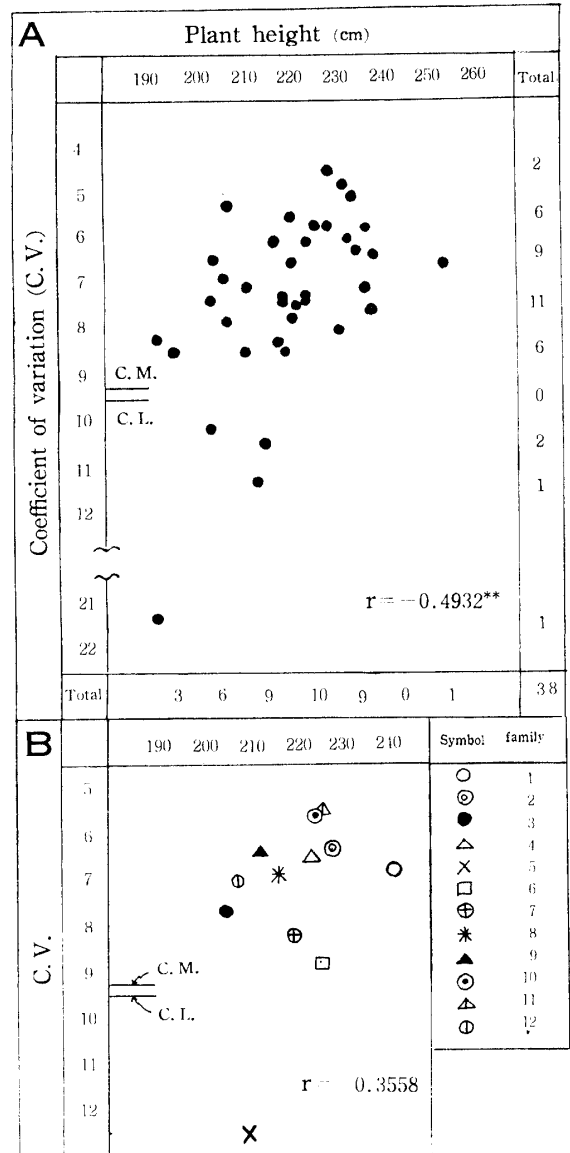


Fig. 5. The correlation between mean of plant height and coefficient of variation of plant height of F₅ strains and family.

A: strain, B: family
 C.M. and C.L. show coefficient of variation of plant height of Hatomugi and Juzudama.
 ** Significant at the 1% level.

のである. F₄世代の相関係数は -0.6105 で高い有意性が認められる. F₄10系統群の草丈平均値による相関係数は, -0.5222で, 統計的に有意性は認められないが, 系統群中, 明らかに分離系統と認められる 1 系統 (F₄, No. 7-4) を除いた非分離系統群については, -0.6983 とかなり高い有意相関が認められる. これらの値は, F₃世代における相関係数, -0.8228 (村上ら, 1964) に比べればかなり低い. F₅ 世代においても, 第5図に示すように, 高稈系統ほど系統内変異は小さいが, その相関係数は F₄ 世代に比べてやや低下している. ハトムギおよびジュズダマの草丈の変動係数は, P₄ 世代はそれぞれ 7.60および7.65 であるが,

F₅ 世代ではこれよりやや高く、9.27および9.51で年次による環境差の大きいことを示しているが、F₅ 系統の変動係数は、4系統を除いてすべて両親よりも小さい値を示している。すなわち、両親以上の系統内分散を示す分離系統と認められるものは、F₄ 世代に比べて著しく少なくなっている。

第6図および第3表は、F₄ および F₅ 両世代における、草丈の系統平均値の頻度分布とその変異を、両年度のハトムギおよびジュズダマの草丈平均値と比較して示したものである。F₅ 世代の全系統の平均値は、F₄ 世代に比べてかなり増大しており、系統間分散は小さくなっている。両親の草丈には両年度でかなり差

異が認められ、年次による差の著しいことを示しているが、全系統の平均値を、ジュズダマおよび両親の平均値と比較すれば、第3表に示すように、F₅ 系統では46%および58%とそれぞれ増大し、F₄ 系統の増加割合に比べてかなり上まわっている。F₅ 系統の培養にあたっては、前述のとおり、F₄ 系統内の放任受粉によったために、ヘテロ性による強勢効果も考えられるが、第5図の変動係数において認められるように、ヘテロ性に起因すると思われるような、系統内分散の増大は認められないので、F₅ 世代における高稈性の増大は、選抜の効果とみるのが妥当であると考えられる。

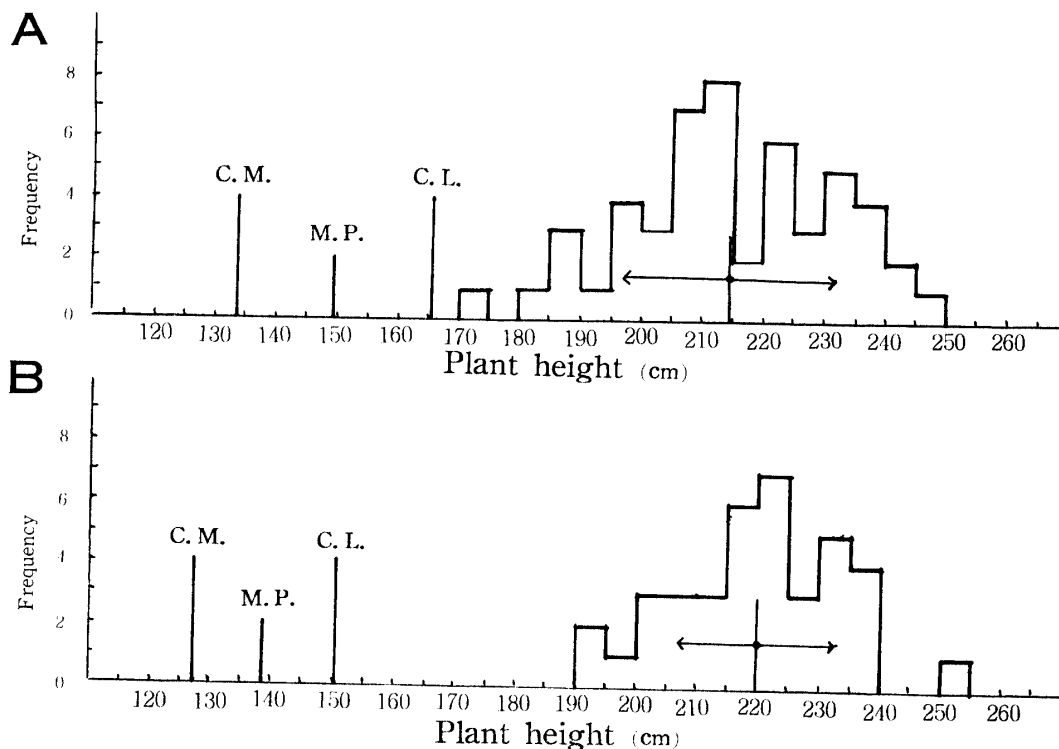


Fig. 6. The frequency distribution of mean of plant height of F₄ and F₅ strains and plant height of Hatomugi and Juzudama.

A: F₄, B: F₅

C. M., C. L. and M. P. show plant height of Hatomugi, Juzudama and midparent respectively.

Table 3. The mean and variation of plant height of whole strains in F₄ and F₅ generation and mean of plant height of Hatomugi and Juzudama.

Generation	Hatomugi	Juzudama	Midparent	Strain		
				\bar{x}	$\pm s$	C.V.
F ₄	133.63	165.35 (100)	149.49	214.85	± 17.10	7.96
			(100)	(129.94)		
F ₅	127.15	150.25 (100)	138.70	220.00	± 13.55	6.16
			(100)	(146.42)		
				(158.62)		

The index number in F₄ and F₅ strain based on Juzudama and midparent.

なお、第8図は高稈性の F₄ 系統を、第9図は F₅ 系統の全貌をハトムギとともに示したものである。

(ii) 草丈と諸形質間の相関

F₄ 世代の諸形質の系統平均値について、草丈と諸形質の間の表現型相関を求めて示したのが第4表である。F₄ 世代においても、草丈と出穂期との間には正の有意相関が存在するが、F₂ および F₃ 世代で認められるような、草丈と分けつ数との間の負の有意相関は認められず、高稈系統内においては両形質の関連性は

Table 4. The phenotypic correlation coefficient between plant height and some characters and between pollen fertility and seed fertility of F₄ strains.

Character	Correlation coefficient
Plant height—Number of tillers	0.0179
Plant height—Heading date	0.3308*
Plant height—Pollen fertility	0.4080**(0.2266)
Plant height—Seed fertility	0.5026**(0.3876**)
Pollen fertility—Seed fertility	0.5585**(0.2414)

Number in () show correlation coefficient except one strain with short culm and low fertility.

** Significant at the 1% level

* Significant at the 5% level

低いものと考えられる。また、草丈と花粉稔性との間にも正の相関が認められるが、これは F₄ 系統中もっとも短稈である 1 系統の花粉稔性が、異常に低いことに影響されたためであり、この系統を除けば両形質の間には有意相関は認められない。なお、参考のために花粉稔性と種子稔性との相関を示しておいたが、両稔性の間にはかなり高い正の有意相関が認められる。

さらに、草丈と分けつ数および出穂期との間の遺伝相関を検討するために、井山 (1958)、赤藤ら (1958) が、水稻について行なった方法によって相関の分割を行なった。第5表はそれらの分散分析および共分散分析の結果を、第6表は表現型相関遺伝相関および環境相関を示したものである。草丈と分けつ数との間には、負のかなり大きい環境相関が存在するにもかかわらず、上述の系統平均値によって算出した相関と同様に、表現型相関は低く、その遺伝相関もまたきわめて低い。一方、草丈と出穂期との間の表現型相関は 0.3 程度ではあるが、高い有意性が認められ、その遺伝相関もほぼ同じ程度の値を示している。

F₅ 世代においては、虫害および早害により、完全な反復区がえられない系統を生じ、草丈と諸形質間の遺伝相関を求めることができなかつ

Table 5. The analysis of variance of plant height, number of tillers and heading date and the analysis of covariance between plant height and other characters of F₄ strains.

Factor	Degree of freedom	Variance			Covariance			
		Plant height	No. of tillers	Heading date	Plant height × No. of tillers	Plant height × Heading date		
Total	101	$\hat{\sigma}_p^2$	290.402733	4.935386	61.107248	$\hat{\sigma}_{pij}$	-1.375597	41.689925
Repetition	1		16.480522	7.468510	0.014353		-11.094118	-0.482353
Strain	50	M ₁	573.483520	7.894080	118.113840	N ₁	1.168290	82.359650
Error	50	M ₂ ($\hat{\sigma}_e^2$)	12.800390	1.926030	5.322513	N ₂	-3.725113	1.863645
(M ₁ - M ₂)/2 (N ₁ - N ₂)/2		$\hat{\sigma}_g^2$	280.341565	4.984025	56.395664	$\hat{\sigma}_{gij}$	2.446702	40.248003

Table 6. The phenotypic, genetic and environmental correlation coefficient between plant height and some characters of F₄ strains.

Correlation	Plant height~No. of tillers	Plant height~Heading date
r _P	-0.0363	0.3130**
r _G	+0.0655	0.3201
r _E	-0.7518	0.2258

r_P, r_G and r_E show phenotypic, genetic and environmental correlation coefficient respectively and those were calculated by next formula.

$$r_P = \frac{\hat{\sigma}_{pij}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{pi}^2 \cdot \hat{\sigma}_{pj}^2}} \quad r_G = \frac{\hat{\sigma}_{gij}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{gi}^2 \cdot \hat{\sigma}_{gj}^2}} \quad r_E = \frac{\hat{\sigma}_{eij}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{ei}^2 \cdot \hat{\sigma}_{ej}^2}}$$

** Significant at the 1% level.

たので、系統平均値による表現型相関によって考察を行なった。第7表は F_3 世代の草丈と諸形質間の表現

Table 7. The phenotypic correlation coefficient between plant height and some characters.

Character	Correlation coefficient
Plant height—Number of tillers	-0.1735
Plant height—Heading date	0.6746**
Plant height—Pollen fertility	0.2566
Plant height—Seed fertility	-0.2597

** Significant at the 1% level.

型相関を示したものである。草丈と出穂期との相関には高い有意性が認められ、相関の程度は F_4 世代よりもさらに強くなっている。これに反し、分けつ数との間には、 F_4 世代と同様にほとんど相関は認められない。また、花粉稔性および種子稔性との間の相関もそれぞれ有意ではない。

上述の結果より、本雑種の選抜高稈系統群中の形質間の関連性については、とくに目標とする草丈と他の諸形質との間に、系統育成を不利にするような相関現象は何ら認められない。また、草丈と出穂期との間には、高稈系統内においても、依然として正の有意相関が存在することから、両形質を支配する遺伝子の連関性はきわめて強いと考えられる。特定の形質に対する選抜は、それと強い遺伝相関を有する他の形質に対しても同時に選抜する結果となるが、この意味において本雑種初期世代より、草丈と強い遺伝相関を有する出穂期に対しても、晩生選抜を同時に行なって来たことになるが、青刈飼料作物として、栄養生長期の長いことは、草丈の伸長による生産量の増大とともに、刈取回数の増加という観点からきわめて有利な事項と思考される。

(iii) 諸形質平均値の親子相関および回帰による遺伝力

F_4 および F_3 世代における諸形質の遺伝力は、親子相関および回帰によって求めた。

第8表は F_4 世代の草丈、分けつ数、出穂期、花粉稔性および種子稔性の系統平均値と、それぞれの F_3 選抜親の諸形質測定値との間の親子相関係数および回帰係数を示したものである。相関および回帰による遺伝力は、ともに出穂期においてきわめて高い値を示しているが、他の諸形質においてもいずれも有意性が認められる。とくに分けつ数にはかなり高い値が認められ、 F_3 の高稈部分内における分けつ力は、かなり強く遺伝することを示している。一方、花粉稔性および

Table 8. The heritability calculated by means of correlation and regression between F_3 individual and F_4 strain.

Character	Correlation coefficient	Regression coefficient
Plant height	0.3532*	0.3679*
Number of tillers	0.4797**	0.1742**
Heading date	0.8116**	0.9945**
Pollen fertility	0.4902**	0.4494**
Seed fertility	0.5663**	0.3815**

** Significant at the 1% level.

* Significant at the 5% level.

種子稔性の遺伝力も比較的高いが、これは今後の選抜に際して、高稔性系統を選抜することが有利であることを示唆するものである。

以上の結果は、 F_4 の全系統についての親子相関および回帰を求めたものであるが、 F_4 系統群中の系統数が同一でないため、系統数の多い系統群の影響がかなり強く現われているものと考えられる。したがって F_3 の系統内の選抜個体平均と、それによって育成された F_4 系統群の総平均値との間に、いかなる関係が存在するかをさらに厳密に検討するために、 F_4 の 10 系統群について $F_3 \sim F_4$ の相関および回帰を求めた。第7図は諸形質についての相関図を、第9表は相関係

Table 9. The heritability calculated by means of correlation and regression between mean of the character of F_3 individual in selected strain and mean of the character in F_4 family.

Character	Correlation coefficient	Regression coefficient
Plant height	0.5604	0.4681
Number of tillers	0.7416*	0.3194*
Heading date	0.8778**	0.9275**
Pollen fertility	0.2407	0.2209
Seed fertility	0.4067	0.2804

** Significant at the 1% level.

* Significant at the 5% level.

数および回帰係数を示したものである。諸形質とも正の相関および回帰を示し、とくに出穂期の有意性はきわめて高い。なお、諸形質とも相関および回帰の両係数の値は、前述の全系統別の場合とほとんど同様の傾向を示している。

以上の結果より、 F_3 世代の選抜によって育成された F_4 系統群、およびそれにふくまれる各系統は、かなり F_3 親の形質に左右されるが、とくに F_3 における高稈性、晩生、多分けつ性および高稔性などの、飼料作

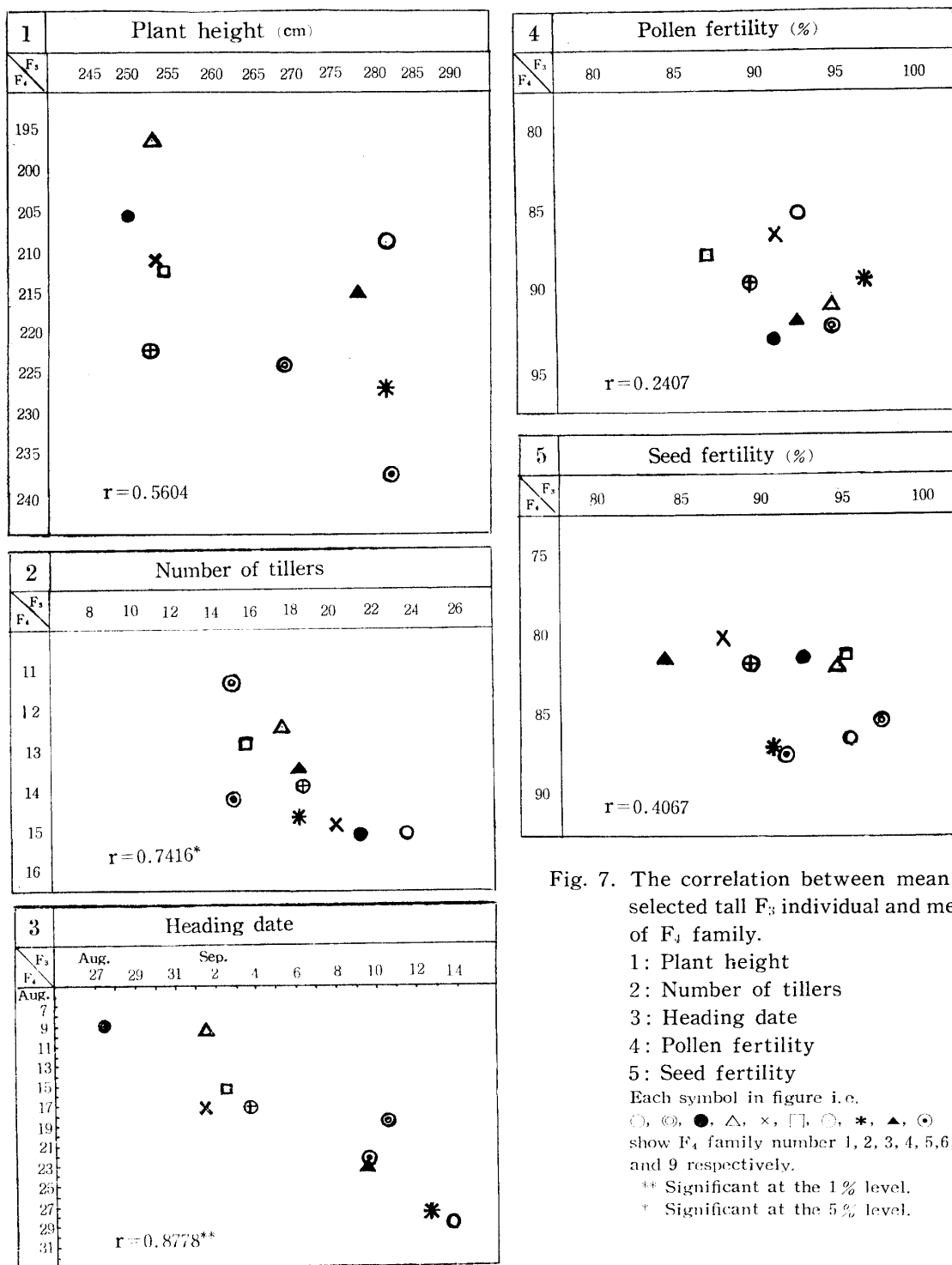


Fig. 7. The correlation between mean of selected tall F₃ individual and mean of F₄ family.

- 1: Plant height
- 2: Number of tillers
- 3: Heading date
- 4: Pollen fertility
- 5: Seed fertility

Each symbol in figure i.e. ○, ⊙, ●, △, ×, □, ⊕, *, ▲, ⊚ show F₄ family number 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9 respectively.

** Significant at the 1% level.
 * Significant at the 5% level.

物としてすぐれた形質の遺伝力は比較的大きく、選抜効果もかなり顕著であると考えられる。諸形質中、出穂期の遺伝力は、F₃世代におけると同様にF₄世代においてもきわめて高いが、草丈の遺伝力はF₃に比べてかなり減少している。

F₅世代の諸形質の系統平均値と、それぞれのF₄選抜親の諸形質測定値との間の親子相関係数および回帰係数は、第10表に示すとおりである。F₅世代においても、諸形質はいずれも正の相関と回帰を示している

しかしながら、全形質ともF₄世代に比べてその値はかなり減少し、わずかに出穂期に有意性が認められるにすぎない。とくに、草丈の遺伝力はF₄世代に比べてさらに減少し、F₄世代以後における高稈性の選抜効果の低いことを示唆しているが、これはおそらくF₃世代より、高稈性に関して選抜がくりかえされた結果育成された系統はすべて高稈系統となり、草丈の系統間変異も漸次小さくなり、遺伝的にとくに顕著な差異を認めるに至らない。換言すれば、選抜個体間および

Table 10. The heritability calculated by means of correlation and regression between F_4 individual and F_5 strain.

Character	Correlation coefficient	Regression coefficient
Plant height	0.2565	0.3448
Number of tillers	0.2820	0.1274
Heading date	0.4981**	0.4211**
Pollen fertility	0.2884	0.1140
Seed fertility	0.2421	0.1232

** Significant at the 1% level.

それによって育成された系統間には、草丈に関する遺伝的変異の幅が減少し、一方、草丈の変化に伴って、これと相関を有する他の形質の変異も、比較的小さい範囲に収れんしたためであろうと考えられる。

F_4 選抜系統内個体平均と、 F_5 系統群平均値との相関および回帰による遺伝力は、第11表に示すとおりで

Table 11. The heritability calculated by means of correlation and regression between mean of the character of F_4 individual in selected strain and mean of the character in F_5 family.

Character	Correlation coefficient	Regression coefficient
Plant height	0.1807	0.2686
Number of tillers	0.5677	0.1636
Heading date	0.2923	0.2530
Pollen fertility	0.5446	0.1717
Seed fertility	0.2277	0.1504

ある。分けつ数と花粉稔性の相関係数は比較的高いがその回帰係数は低い。これは両形質の F_5 系統群間の分散が、選抜個体の分散に比べて著しく小さいことに起因するものである。諸形質とも相関および回帰の相関係数の有意性は認められず、 F_4 選抜系統と F_5 系統群との間には、とくに強い関連性が存在するとは考えられない。

以上のように、 F_5 世代までの系統育成試験において、多数の高稈系統を育成することができたが、これらの育成系統の諸形質の系統平均値は、すでに第2表に示すように、草丈 220 cm 以上の高稈系統の分けつ数は、ほぼ12~16本の範囲にあって、ハトムギと同程度の分けつ数を有している。また出穂期は8月下旬より9月上旬の間にわたり、両親植物中、晩生のジュズダマよりもさらに2週間以上も栄養生長期間が長い。一方、花粉稔性および種子稔性は、少数の系統を除い

て90%以上の高稔性を示しており、ハトムギおよびジュズダマの稔性をしのぐ系統もかなり多い。これらの結果より、高稈性の F_5 系統は、飼料作物としての諸特性を十分具備しているものと思われる。

交雑育種法は、最近における集団遺伝学の急速な発展に伴って、従来の育種方法に対して理論的な解析が加えられ、集団育種法としての体系が確立されるようになって来た。とくに、自殖性植物に対する形質の遺伝力の推定、形質間の遺伝相関の判定、さらに選抜に対する効率の理論的基礎などに関して、多くの報告がなされている。酒井(1951)は、育種における分離世代の選抜を数量的に検討し、収量に関係する遺伝子数の決定は期待できないにしても、希望する表現型の数を知るために、未知の組換え価のみを仮定的にとりて選抜の効率を高めることができると述べ、その効率は初期世代で低く、世代を重ねるに従って上昇することを立証している。一方、赤藤ら(1958)は、選抜開始の時期および方法の合理的手段として、収量構成要素にそれぞれ適当な重み付けを行ない、総合的な選抜指数を求める必要性を述べ、さらに、稈長のように遺伝力の高い形質、出穂期のように作用力の大きく環境の影響を比較的うけにくい形質については、雑種初期世代より個体選抜を行なうことが効果的であると論じており、また酒井(1956)も、雑種後代の系統より個体選抜をするに際し、遺伝力の低い重要形質は、系統および系統群平均値によって重み付けを行なって選抜するほうが、より選抜効果を高めうることを指摘している。*Coix* 属においても、上述のように、葉数、葉面積、分けつ数、花粉稔性および種子稔性などの諸形質の、系統および系統群平均値によって、適当な重み付けを行ない、選抜指数を決定することができれば、さらに選抜効果を高めうるものと考えられる。また酒井(1958)は、育成系統の固定法の表示には遺伝力を用いるべきであると述べ、遺伝力が0か、あるいはそれにごく近い値を示すときには完全な固定といえるが実用的固定度としては、異なる型を分離しない程度の固定度をもってかえることが可能であり、結局は形質の遺伝力のある限界を定める必要があることを指摘している。*Coix* 属に関する諸形質の遺伝力は、 F_5 世代ではかなり低下しているが、実用的固定度とみなされる遺伝力の限界については、現段階では明らかではない。しかしながら、草丈に関しては、系統内に異型の出現する頻度が漸次減少することから、実用的固定度の限界にかなり近づいていることは容易に推察されるであろう。

育成高稈系統の今後の育種法としては、稈長選抜による形質の遺伝力の追究を続けるとともに、高稈系統

を新しい交雑母本として *Coix* 属の他種との交雑をはかり、また、育成系統間にも相互交雑を行なうこと
 によって、新たな雑種強勢を促し、さらにその中より transgression 系統の選抜を行なうことが必要と考え

られる。

2. 育成系統の種子発芽力

育成系統を種子繁殖によって増殖する場合には、種

Table 12. The germination percentages of seeds of Hatomugi, Juzudama and bred strains in each generation of interspecific hybridization between Hatomugi and Juzudama.

Gener- ation	Year	Variety and strain	Germi- nation per- centage	Variety and strain	Germi- nation per- centage	Variety and strain	Germi- nation per- centage	Variety and strain	Germi- nation per- centage	Variety and strain	Germi- nation per- centage	Variety and strain	Germi- nation per- centage
F ₁	1957	C.M.	83.93	C.L.	45.31	C.M.× C.L.	68.81	C.L.× C.M.	57.14				
F ₂	1958	C.M.	90.67	C.L.	88.13	C.M.× C.L.	63.67	C.L.× C.M.	74.31				
	1959	C.M.	95.00	C.L.	96.07	C.M.× C.L.	75.40	C.L.× C.M.	70.90				
F ₃	1960	C.M.	95.00	9	97.50	19	95.00	29	95.00	39	92.50	(6)	92.50
		C.L.	92.50	10	92.50	20	97.50	30	100.00	40	97.50	(7)	90.00
		1	95.00	11	95.00	21	92.50	31	97.50	41	97.50	(8)	92.50
		2	97.50	12	95.00	22	52.50	32	95.00	42	77.50	(9)	82.50
		3	100.00	13	65.00	23	97.50	33	95.00	43	90.00	(10)	85.00
		4	100.00	14	90.00	24	90.00	34	97.50	(1)	100.00	(11)	97.50
		5	100.00	15	77.50	25	90.00	35	92.50	(2)	92.50	(12)	85.00
		6	92.50	16	97.50	26	95.00	36	80.00	(3)	82.50	(13)	85.00
7	100.00	17	72.50	27	92.50	37	95.00	(4)	97.50	(14)	80.00		
8	90.00	18	82.50	28	97.50	38	87.50	(5)	87.50	(15)	67.50		
F ₄	1961	C.M.	93.33	8	100.00	17	97.50	26	97.50	35	95.00	44	92.50
		C.L.	91.67	9	97.50	18	82.50	27	95.00	36	87.50	45	97.50
		1	97.50	10	90.00	19	95.00	28	72.50	37	95.00	46	100.00
		2	87.50	11	97.50	20	70.00	29	100.00	38	97.50	47	80.00
		3	95.00	12	90.00	21	87.50	30	92.50	39	90.00	48	70.00
		4	97.50	13	100.00	22	100.00	31	100.00	40	90.00	49	65.00
		5	82.50	14	90.00	23	92.50	32	100.00	41	92.50	50	90.00
6	100.00	15	95.00	24	92.50	33	92.50	42	95.00	51	90.00		
7	95.00	16	85.00	25	97.50	34	97.50	43	97.50				
F ₅	1962	C.M.	90.63	6	97.50	13	87.50	20	87.50	27	85.00	34	82.50
		C.L.	91.25	7	95.00	14	100.00	21	97.50	28	80.00	35	95.00
		1	100.00	8	90.00	15	100.00	22	97.50	29	97.50	36	100.00
		2	100.00	9	72.50	16	97.50	23	82.50	30	77.50	37	100.00
		3	92.50	10	97.50	17	92.50	24	95.00	31	97.50	38	97.50
4	100.00	11	97.50	18	97.50	25	95.00	32	95.00				
5	97.50	12	100.00	19	97.50	26	100.00	33	100.00				
F ₆	1963	C.M.	92.86	6	100.00	13	97.22	20	97.22	27	100.00	34	100.00
		C.L.	95.00	7	100.00	14	86.11	21	91.67	28	100.00	35	83.33
		1	100.00	8	100.00	15	100.00	22	88.89	29	75.00	36	100.00
		2	97.22	9	100.00	16	91.67	23	91.67	30	100.00	37	100.00
		3	97.22	10	100.00	17	100.00	24	100.00	31	88.89	38	97.22
4	97.22	11	100.00	18	97.22	25	94.44	32	83.33				
5	94.44	12	100.00	19	97.22	26	94.44	33	97.22				

No. 1~43 in F₃ generation show strain of random sampling and No. (1)~(15) show selected strain for tall culm.

子発芽力の大小は、実用上の価値を決定する大きな要因となる。したがって著者は、育成された有望高稈系統について系統別に種子の発芽率を調査した。それらの結果は第11表に示すとおりである。参考のために、 F_1 以後の各世代の雑種種子の発芽率を示し、発芽力の世代間推移についても考察を行なった。供試種子数は年度によって異なり、 F_2 は各区分とも500~600粒、 F_3 、 F_4 および F_5 各世代は各系統とも40粒、 F_6 世代は36粒ずつである。 F_1 種子の発芽率は50~60%程度でかなり低く、 F_2 もほぼこれに近いが、 F_3 以後になると急速に向上し、90%以上の発芽率を示す系統数は全系統数に対して F_3 : 70.69%, F_4 : 78.43%, F_5 : 78.95%, F_6 : 84.21%と漸次増加している。すでに述べたように、花粉稔性および種子稔性は、 F_3 以後に急速に回復し、80%以上の高稔性系統がほとんどすべてをしめるようになるが、種子発芽力もこれらとほぼ類似の傾向を示している。このことは、育成系統の種子生産ないしは種子繁殖が、容易かつ安全に行ないうることを示唆するものである。

引用文献

- 1) 井山審也(1958): 水稻の遺伝相関と環境相関. 明峰他編: 植物の集団育種法研究. pp. 146—152.
- 2) 村上道夫・原田賢之(1958): *Coix* 属の改良に関

する育種学的研究 (I). 種間雑種ハトムギ×ジュズダマの F_1 植物について. 西京大学報, 農, **10**: 111—120.

- 3) ———— (1961): 同上. V. ハトムギとジュズダマの雑種 F_2 における遺伝的分離. 京都府大学報, 農, **13**: 1—9.
- 4) ————・米沢梅太郎・原田賢之(1964): 同上. IX. ハトムギとジュズダマの雑種 F_3 系統における形質の変異と遺伝力. 京都府大学報, 農, **16**: 1—10.
- 5) 酒井寛一(1951): 植物育種における個体選択と選択の効率に関する研究. 育種, **1**: 1—10.
- 6) ———— (1956): 植物育種法に関する理論的研究 III. 自殖性植物の個体選抜における系統群, 系統及び個体の測定値の重みづけ. 育種, **6**: 175—179.
- 7) ———— (1958): イネムギ育種法の理論的組立て 明峰他編: 植物の集団育種法研究. pp. 3—18.
- 8) 赤藤克己・根井正利・福岡寿夫(1958): 遺伝的パラメーターと環境. 明峰他編: 植物の集団育種法研究. pp. 77—88.
- 9) ————・林喜三郎・鈴木勲・福永公平・大川博道(1958): 水稻の個体選抜に関する実験的研究. 明峰他編: 植物の集団育種法研究. pp. 153—162.

Summary

From the results of statistic analysis of some morphological characters in F_3 generation between Hatomugi (*Coix Ma-yuen* Roman.) and Juzudama (*Coix Lacrma-Jobi* L.) (Murakami et al., 1964), it can be expected that we can breed up a tall, lately maturing strain of high yielding ability as fodder crops. The present paper deals with the selection effect on tall culm strains of F_4 and F_5 generations.

51 strains of F_4 were bred out of selection of tall F_3 strain and tall individual, and selection effect on characters was examined mainly with regard to plant height. Generally speaking plant height variance in F_4 strain was less than in F_3 and emergence of strain with tendency to plant height segregation was also few. Phenotypic and genetic correlation between plant height and heading date was high and significant. Significantly negative correlation between plant height and number of tillers recognized in former generation was not recognized in F_4 . Heritability

was estimated by means of correlation and regression between F_3 and F_4 , and significantly positive correlation was recognized in many characters, especially in heading date. In F_3 family selected according to tallness, relationship between tallness and lateness of maturity was remarkable and heritability was estimated to be high. Among F_4 strains appeared many useful strains tall and of less segregation of plant height. Out of F_4 strain F_5 was bred up by means of more rigorous selection as to the tallness of plant. Though it depended on natural pollination within F_4 strain, there was scarcely influence of heterozygosis and the variance of plant height in the strain was little. When we compared the increase in mean plant height of whole strains of F_4 and F_5 , taking parent plant of each as basis of comparison, it was greater in F_5 than in F_4 . In this generation too, high correlation of 0.67 was still recognized between plant height and heading date but among other

characters no correlation was recognized. Heritability of heading date was significant but it was not so in other characters. Germinating ability of seed became higher with the advance

of generation up to more than 80%. And it was proved that the strain with tall height and high yielding ability is available by means of seed propagation.



Fig. 8. F_4 strains bred out of interspecific hybridization between Hatomugi (*Coix Ma-yuen* Roman.) and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.).

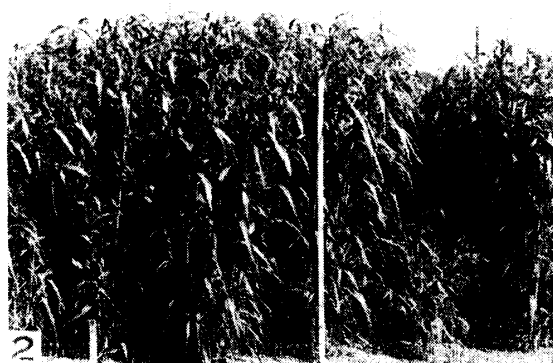


Fig. 9. F_5 strains bred out of selection of tall F_4 strain and tall individual. (One strain with short culm in figure shows Hatomugi.).