

Coix 属の改良に関する育種学的研究 (I)

種間雑種ハトムギ×ジユズダマの F₁ 植物について

村上道夫・原田賢之

MICHIO MURAKAMI and KENSHI HARADA: Studies on the breeding of genus

Coix. I. On the F₁ plants of interspecific hybridization: Hatomugi,

Coix Ma-yuen ROMAN. × Juzudama, C. Lacryma-Jobi L.

I 緒 言

飼料作物の栽培及び改良に関する研究は、最近急速に発達し、外来牧草はもとより、我が国固有の野草の改良に関しても種々の試験が行なわれる様になった。即ち酪農を主体とする農業経営に於ける飼料問題の解決に、極めて有用な指針を与えるに至った。中でも、corn は米国に於ける一代雑種利用の顕著な成果をとり入れ、我が国夏作飼料作物としてその需要度は益々高まりつつある。然し乍ら該作物も、種々の不良環境条件に於いては高い生産力を期待し得ない。従つて、瘠薄地、過湿地又は乾燥地等の不良地に於いてもかなりの生産を上げうる飼料作物を改良する事は、之等の土地利用の観点からも重要な事である。この点我が国在来の野草の中には、外来牧草に比して之等の悪条件に対する抵抗力が強く、又我が国の土壤、気候等に対する適合度の極めて高いものが存在すると思われる。かくる見地より筆者等は、我が国暖地に広く自生する Coix 属を改良して、Zea 属に代る有用な飼料作物を育成せんと企図し、数年来、諸種の実験を遂行中である。

Coix 属 (ジユズダマ属) は分類学上タウモロコシ類 (Maydeae) に属し、Zea 属 (タウモロコシ属) と近縁植物である。現在、我が国に於いて広く見られる Coix 属は、ジユズダマ及びハトムギの 2 種である。Coix 属に関する研究は極めて少いが、MIMEUR, G. (1951) は花序の形態より Coix 属の組織的分類を行った。更に NIRODI, N. (1955) は染色体の形態より、Coix 属は Maydeae に属する事を認め、更に Coix 属には *Coix poilanei* (2n=10), *C. lacryma-jobi* (2n=20), *C. gigantea* (2n=40) の 3 種があり、之等の間には倍数関係の存在する事を報告している。筆者等 (1954) は先に Coix×Zea の属間交雑を

試み、6.2%の交雑成功率を得た事を報告したが、Coix 属の改良に関する研究としては未だ見るべきものはない。筆者等は近来青刈飼料作物として栽培利用される様になったハトムギを育種素材として選び、之にジユズダマの越年性及び耐湿性等を導入して、河川沿岸等の過湿地にも適する永年性の飼料作物を育成する目的で、両者の間に交雑試験を行った。その結果その F₁ 植物に極めて顕著なヘテロシスが認められ、又ジユズダマの越年性が完全に導入された。即ち交雑によるハトムギの改良上、特に多収性の飼料作物の獲得に対し大きい期待をもち得たので、こゝに主としてその F₁ 植物の生育経過及びその外部形態について報告する。

本実験の実施に当り、供試用材料を提供された京都学芸大学反田嘉博教授に対し深甚の謝意を表する。

II 実験材料及び方法

1. 実験材料 従来ハトムギの学名は、*Coix Ma-yuen ROMAN.*, *C. agrestis* MIA. 等と報告され、ジユズダマ (*C. Lacryma-Jobi* L.) とは異種としているもの、又ジユズダマの変種として *C. Lacryma-Jobi* L. var. *Ma-yuen* STAPP., *C. Lacryma-Jobi* L. var. *Fruventacea* L. 等と記述するものもあつて、未だ明らかに決定されていない。然し乍ら、ジユズダマは野生種として広く分布し、ハトムギは古くより薬用、食用作物として栽培の続けられて来たものであり、植物体の各種形態及びその生理的特性、更に両者の F₁ の細胞学的観察及び花粉、種子稔性等の結果より、筆者等は一応両作物を異種とみなし、その交雑を種間交雑として取扱つた。供試ハトムギは、京都学芸大学高原農場より分譲されたもの、ジユズダマは本学圃場にて1952年以来栽培中のものを使用した。

2. 方法 両作物共、1956年4月上旬に播種箱

に播種し、6月上旬に1尺の素焼鉢に2個体ずつ間隔2寸で移植し、夫々40個体を育成して供試用とした。交雑は8月10日より24日迄ガラス室内で行った。交雑に先立ち母本はすべて除雄したが、Coix 属は雌雄花序を異にし、雄花は雌花の総苞中より長い穂梗を抽出し、その先端に雄性花序を着生する。従つて雄花の開花する以前に雄性花序を摘除しなければならないが、次々と新しい雄性花序を生ずるので、絶えず除雄を反覆して自家授粉の起るのを防がなければならない。交雑はハトムギ×ジュズダマ及びその逆交雑を行つた。授粉後雌花の花梗にラベルを以つて標示し、直ちに袋掛けをなし結実期に採種した。

F₁ 種子は1957年4月に播種箱に播種し、6月上旬圃場に畦巾80cm、株間70cmにて移植した。其の後の管理は、中耕、除草、土寄を各々2回行つた。又施肥は基肥として堆肥を、追肥は硫酸を7月10日に施した。両親及びF₁植物の調査は、生育調査と成熟期に於ける各種形質の調査とを行つた。其の後根際より刈取り、茎葉種実を包含した、植物体の飼料分析を行つた。両親及びF₁の全個体は、刈取後その株を圃場に放置し、翌春にその越年性を調査した。

III 実験結果及び考察

1. 交雑試験

1956年8月にガラス室内でハトムギ×ジュズダマ及びその逆交雑を行い、10月に結実種子を採種した。その結果は第1表に示す如くである。之によれば、交雑

の組合せにより交雑花数に幾分差はあつたが、結実率は正逆交雑で略々50%前後の値を示し、両者の間には有意の差はなかつた。又ハトムギとジュズダマの種間交雑の難易の程度は、この結果よりすればかなり容易であると言える。一般に種間交雑に於いては、両親の染色体数が等しい場合には容易に種子を生じ、且つその結実率も高い事は、SINSKAYA, E. N. (1927), 盛永(1928) 始め多くの研究者により報告されている。然しCHRISTOFF, M. (1928) 其他の報告にある如く、高度の不稔性を示す場合もある。又両親の染色体数が等しい場合、両親が高い近縁度を有するならば、種子の着生は正逆交雑に於いて差がないのが普通である。(若桑: 1930, 1933, 1934, CHRISTOFF: 1928). ハトムギ及びジュズダマは共にその染色体数は $2n=20$ で等しく、その交雑はかなり容易で、且つその方向による結実の差が認められなかつた事より、両種の近縁度はかなり高いものとする。

2. 交雑種子の発芽

本実験に於ける正逆交雑に於いて、結実した夫々のF₁ 種子は、母親に用いた作物の正常の形態及び発育を示し、皺を生じたり小型或いは大型化する等の異常は認められなかつた。又交雑不稔種子は、すべて総苞の象牙質の発育がなく、白色且つ軟質を示す為外観より容易に鑑別し得た。又不稔種子の解剖観察の結果によれば、之等はすべて胚乳を欠除し、胚の全く未発育に終つているもの、或いは胚発育の早期に破壊されたと思われるもの等があつた。結実種子の発芽は第2表に示す如くである。シャーレ上の人工発芽床では両親

Table 1. The result of crossing between Hatomugi, Coix Ma-yuen ROMAN. and Juzudama, C. Lacryma-Jobi L.

Combination	Number of flower	Number of seed setting	Percentage of seed setting
Hatomugi × Juzudama	253	109	43.08
Juzudama × Hatomugi	167	84	50.30

Table 2. The germination of seed

Variety	On the artificial germinator			On the seed bed		
	No. of seed	No. of germination	Percentage of germination	No. of seed	No. of germination	Percentage of germination
Hatomugi	200	26	13.00	112	94	83.93
Juzudama	200	4	2.00	128	58	45.31
F ₁ (Hato. × Juzu.)	—	—	—	109	75	68.81
F ₁ (Juzu. × Hato.)	—	—	—	84	48	57.14

種子の発芽は極めて悪かつたが、播種試験によれば表示の如く発芽率はかなり高くなつた。F₁ 種子の発芽率は、ハトムギ×ジユズダマの方がその逆交雑よりも少しく劣つたが、両者の間に特に有意の差は認められなかつた。多くの作物に於ける種間交雑の結果、その交雑の方向により F₁ 種子の発芽力に著しい差を認める場合もあり、又差のない場合もあつて、両親の染色体数、交雑方向、着粒率、種子の発芽率等の間に見られる関係は必ずしも単純ではない(片山：1933)。育種上多数の F₁ 植物を得るのを目的とする場合には着粒率×発芽率の積で成功度を示す事が有用とされているが、本実験に於いてはこの積の値は、ハトムギ×ジユズダマでは 2.96、その逆交雑では 2.87 であつて両者共略々同様の値を示した。

3. 両親及び F₁ 植物の形態及び生育

種、属間雑種では品種間交雑に於けると同様に、F₁ 植物は、両親に比して植物体全体として、或いは個々の器官につき著しく生育が旺盛で、強健な事が屢々起る。即ち F₁ に於けるヘテロシスの出現であり、この事は RENNER, O. (1929), BLEIER, H. (1928) 及び香川 (1944. a) 等多くの研究者によつて既に報告されて来た所である。この場合一般に茎は長大となり、分枝数も多く更に葉数、葉長、花形、花数等にも両親のそれ等をはるかに凌駕する傾向がみられる。本実験に於いても、その正逆交雑のいずれの F₁ 植物も著しいヘテロシスを表わした。即ち草丈、分蘖数、葉数の 3 形質を生育の数時期に於いて調査した結果を第 1 図～第 3 図に示す。猶調査はすべて両親は 5 個体、F₁ 植物は正逆交雑共各 10 個体の平均を以つて示した。之によれば調査開始の 7 月 23 日に於いて、既に 3 形質、特に分蘖数に強度のヘテロシスを示した。猶生育が進むにつれて両親との差は大となり、草丈、葉数では

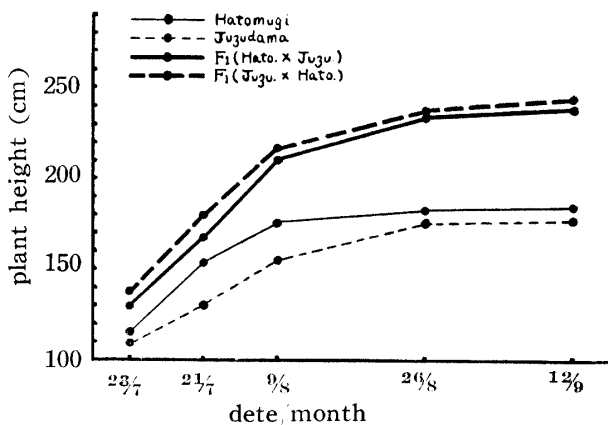


Fig. 1. The growth of plant height at several growing stages.

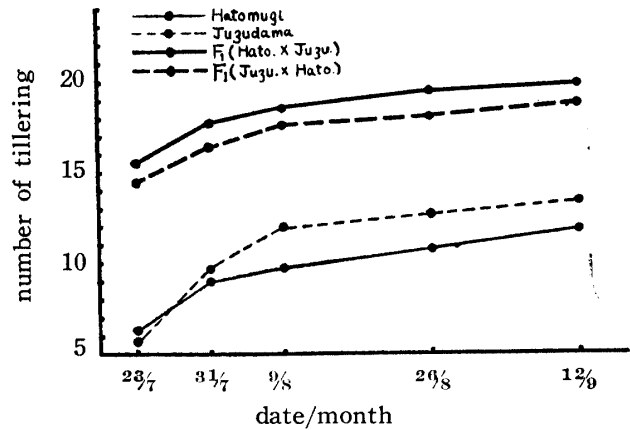


Fig. 2. The growth of number of tillering at several growing stages.

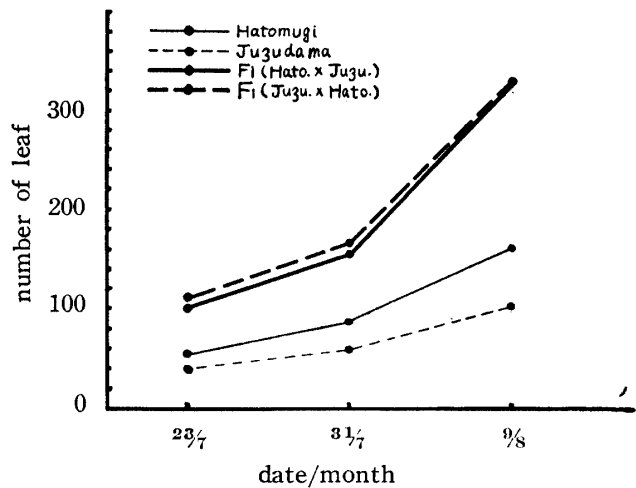


Fig. 3. The growth of number of leaf at several growing stages.

8月上旬より F₁ 植物は急速に増大の傾向を示した。以後葉数は、各親の葉腋より多数の小葉を叢生する様になり、調査に困難を来したので 8 月 9 日を以つて一応打切つた。種、属間雑種の F₁ 植物には、往々にして 2 又はそれ以上の表現型を示す多型現象や、種々の畸型を現わす事もあるが、本実験ではいずれも単型でよく揃つていた。又図に示す如く、正逆交雑の F₁ の 3 形質の値に幾分差がみられるが、いずれも統計的に有意でなく、従つて本交雑に於いてはその方向により形質に差を生ずるという事は考えられない、猶この事は以下に述べる各種の形質に於いても全く同様であつた。

次に両親及びその F₁ 植物の各種の主要形質の値を示せば第 3 表の如くである。上述の 3 形質以外の諸形質に於いては、水分含量%のみはやゝ両親より劣つたがその他の葉長、葉巾、葉面積、葉厚、稈径及び生体重等の形質は両親の中間値よりいずれも大きい値を示

Table 3. The main characters of Hatomugi, Juzudama and F₁ hybrids.

Character	Hatomugi	Juzudama	F ₁ (Hato. × Juzu.)	F ₁ (Juzu×Hato.)
Plant height (cm)	183.14±6.60 100.0	178.40±6.91 97.4	238.64±13.00 130.3**	244.26±11.65 133.4**
No. of tillering	11.60±2.41 87.9	13.20±2.67 100.0	19.80±5.29 150.0*	18.50±5.08 140.2*
No. of leaf	163.00±25.47 100.0	103.60±18.04 63.6	329.60±165.33 202.2	326.80±129.79 200.5
Leaf length (cm)	49.22±0.72 75.3	65.40±3.06 100.0	64.94±4.68 99.3	66.56±2.25 101.8
Leaf width (cm)	4.55±0.20 100.0	3.95±0.44 86.8	5.09±0.24 111.9**	5.25±0.33 115.4**
Leaf area (m ²)	3.65 100.0	2.68 73.4	10.89 298.4	11.42 312.9
Leaf thickness (μ)	160.76±9.10 89.1	180.44±2.32 100.0	174.02±8.82 96.5	172.30±9.57 95.5
Culm diameter (mm)	13.66±1.66 85.4	16.00±0.86 100.0	16.70±1.90 104.4	16.80±1.21 105.0
Plant weight (g)	883.33±116.76 100.0	746.67±231.54 83.4	1864.33±445.01 211.1*	1553.33±309.25 175.8*
Water contents (%)	74.36 94.9	78.32 100.0	73.10 93.3	71.49 91.3
Heading date	5-7th/Aug.	10-14th/Aug.	5-10th/Aug.	5-10th/Aug.
Starch of endosperm	glutinous	non glutinous	non glutinous †	non glutinous †
Seed character ††	oblong, brown, soft.	ovate, black- brown, hard	ovate, black- brown, hard	ovate, black- brown, hard
Stigma colour	white	white	red-violet	red-violet
Ability of regeneration				
{ Plant height	weak	strong	strong	strong
{ Tillering	weak	medium	strong	strong

Notes : Figures in gothic show the index numbers based on the superior parent.

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

† The starch of endosperm of F₁ seeds.

†† The characters show seed shape, colour of seed coat and solidity of seed coat.

した。猶ここに葉長、葉巾、葉厚は各個体の最大葉より5葉の平均をその個体の値とし、又、葉面積はこの葉長、葉巾の積に葉数を乗じた値を以つて一応仮の葉面積と決定した。水分含量は成熟期に於ける新鮮物水分含量である。出穂期は両親の中間に分布した。胚乳内澱粉の性質はハトムギは糯性、ジユズダマは稈性であり、F₁種子はいつでも稈性を示した。表示の如く種子形状は、F₁に於いてはすべてジユズダマ型を示し、ハトムギ種子の特長である長楕円形、茶褐色及び軟質はいつでも消失した。又柱頭色は両親共白色であったが、F₁はすべて鮮明な赤紫色を呈した。又再生力の調査は、8月7日に地上1寸より刈取り以後の再生状況をみたのであるが、個体数の関係でその傾向を

みるにとどめた。即ち F₁は草丈、分蘖数共ジユズダマと同等或いはそれ以上の強勢を示しハトムギは両形質共最も悪かつた。

以上の如く2、3の形質にヘテロシスがみられたが、更にこの関係を指数を以つて示した。之はいつでも両親の内、大なる値を示した方を100とした比数であり、ヘテロシスの検定は、すべて之に対して行つた。之によれば、草丈、分蘖数、葉巾及び生体重にはいつでも統計的に有意の差を認めた。猶葉数では F₁はハトムギの2倍以上を示して極めて有望と思われたが、F₁と親の葉数の分散比が大であつた為、検定から除外した。猶ヘテロシスの増加程度は、従来より両親の中間値と比較する場合も多かつたが、本実験に

於いてこの方法に従えば、更に増加割合は大となる事は当然である。猶假の葉面積は、 F_1 植物はハトムギの約3倍ジュズダマの4倍以上の値を示した。この事は草丈、分蘖数の増大と共に反当生産量の著しい増加を期待する事が出来、従つて多収性青刈飼料作物として、この F_1 植物の価値は注目に価するものであらう。猶、写真1及び2は生育中（7月下旬）の F_1 植物に表われたヘテロシスを、圃場及び1個体につき示した。又写真3～5は成熟期に於ける両親及び F_1 植物の形態を示した。

4. 花粉及び種子稔性

同一種内の品種間雑種に於いては、花粉及び種子稔

性は高く両親と大差ないのが普通である。然るに種、属間雑種では通常種々の程度に不稔性を示し、完全に種子を生じないものもみられる。本実験に於いても、花粉及び種子稔性共に両親より著しく低下を示した。即ち花粉稔性に関しては第4表に示す如くである。花粉の観察に於いて両親の花粉粒の大きさと略々同じ大きさを有し、且つ充実度の完全なものを正常花粉とした。又充実完全であるが正常花粉に比し、著しく粒径の小さい花粉が出現したが、之を小形花粉として区別し、不充実花粉、不稔花粉と共に之等は授精力のない花粉として一応無能花粉と考えた。猶花粉粒の大きさは第5表に示す如くであり、交雑の方向による大きさ

Table 4. The pollen fertility

Variety	Fertile pollen		Small pollen		Incomplete pollen		Empty pollen		Total
	No. of pollen	%	No. of pollen	%	No. of pollen	%	No. of pollen	%	
Hatomugi	327	98.49	—	—	3	0.90	2	0.60	332
Juzudama	383	99.22	—	—	1	0.26	2	0.52	386
F_1 (Hato. × Juzu.)	311	52.80	146	24.79	94	15.96	38	6.45	589
F_1 (Juzu. × Hato.)	249	58.04	100	23.31	57	13.29	23	5.36	429

Table 5. The size of fertile and small pollen grain.

Variety	Fertile pollen	Small pollen
	$M \pm \sigma (\mu)$	$M \pm \sigma (\mu)$
Hatomugi	60.43 \pm 2.72	—
Juzudama	62.49 \pm 3.18	—
F_1 (Hato. × Juzu.)	65.16 \pm 3.35	44.61 \pm 5.48
F_1 (Juzu. × Hato.)	65.34 \pm 3.47	43.46 \pm 4.45

の変化は全く認められなかつた。正常花粉のみを以つて稔性花粉とすれば、両親は略々100%近い値を示すに比し、 F_1 ではいずれも60%以下の値を示した。葯の開裂とその中に含まれる発芽能力を有する花粉の数との間には密接な関係があり、不稔花粉を多く含む葯の開裂は悪いといわれているが、本実験の F_1 の葯の開裂も著しく両親のそれに劣つた。又異常花粉が F_1 に於いて増加する事は、種間交雑に於いては普通の現象であるが、この事は F_1 の花粉母細胞の減数分裂に於ける染色体接合の不整による結果と考えられる。本実験に於ける F_1 の減数分裂に於いても、染色体接合は両親に比しやや不整で、且つその接合程度もゆるいものが多かつた（次報）。

次に種子稔性の結果を第6表に示した。表中の自然交雑は各種類共同場に於ける夫々の集団内に於いて自然に交雑せしめたものである。調査種子数に幾分不同はあつたが、結実率は両親共90%前後の良好なる値を示した。之に対し F_1 は30%前後を示し約3/5に低下した。猶自家受精の結果は F_1 では特に著しい低下を示した。種子稔性は花粉稔性に比べかなり劣つていたが、種子稔性を決定する要因が単に花粉稔性のみにあるとは考えられず、雌性配偶子の稔性又は其他多くの生理的原因が関係しているものと考えられる。

5. F_1 植物に表われた2, 3の形質の遺伝（予報）

前述の如く本交雑実験に於いて、柱頭色及び種子形状に特異の遺伝現象が観察された。即ち両親の柱頭色

Table 6. The seed fertility

Variety	Natural crossing			
	No. of seed	No. of fertile seed	No. of sterile seed	Percentage of fertile seed
Hatomugi	1279	1210	69	94.61
Juzudama	989	882	107	89.18
F ₁ (Hato. × Juzu.)	2193	678	1515	30.92
F ₁ (Juzu. × Hato.)	1764	487	1277	27.61

Variety	Selfing			
	No. of seed	No. of fertile seed	No. of sterile seed	Percentage of fertile seed
Hatomugi	325	165	156	50.77
Juzudama	682	398	284	58.36
F ₁ (Hato. × Juzu.)	595	57	538	9.58
F ₁ (Juzu. × Hato.)	461	35	426	7.59

は共に白色であるに拘らず、F₁ はすべて鮮明な赤紫色を呈した。又種子形状はすべて卵形、黒褐色、硬質のジユズダマ型であつた。本年度試験に於いて F₂ は僅か35個体のみ育成したにすぎなかつたが、この内柱頭色の赤紫色：白色の分離及び種子形状のジユズダマ型：ハトムギ型の分離は、両者共 18:17 であつた。之は両性雑種の分離比 9:7 に適合したので、一応補促因子による作用と考えた。従つて柱頭色では両親は異なる 1 因子に関してホモ優性にもち、種子形状ではハトムギは 2 因子共劣性ホモ、ジユズダマは優性ホモにもつていて考えられる。猶柱頭色と種子形状の間には連鎖関係はみられなかつた。然し乍ら個体数の少い関係で上述の分析は更に次年度の結果により詳細に報告したい。

6. 両親及び F₁ 植物の飼料分析

両親及び F₁ の植物の夫々 5 個体を成熟期に刈取り風乾後粉碎、混合し、風乾物組成の分析を行つた。その結果は第 7 表に示す如くである。一般に飼料作物と

しての分析は、植物体の各部位毎に詳細に行うのが普通であり、又、青刈飼料として利用する作物にあつては、その生育の途中に刈取つて分析しなければならないが、本実験に於いては個体数其他の関係で、一応成熟期に茎葉子実を包含して分析するに止めた。その結果両親作物と F₁ との間には、各成分に関して特に著しい差を認めなかつた。之等の結果は、更に可消化養分の決定と反当可消化養分収量を算出する事により、明確に飼料価値を決定しうるが、前述の如く F₁ 植物は両親に比して草丈、葉数、分蘖数及び生体重等が著しい強勢を示した事より、当然反当収量の著しい増加を期待し得べく、従つて又反当可消化養分収量も両親に比して大となるものと推定される。本分析は大略の結果を示したに過ぎないが、植物体の部位別及び生育時期別の分析はもとより、同一栽培条件下に於ける青刈トウモロコシとの飼料価値の比較検討等、今後に残された問題は多い。

7. F₁ 植物の越年性

Table 7. The chemical composition of dry sample

Variety	Moisture	Crude protein	Aether extracts	Crude fiber	N-free extract	Crude ash
Hatomugi	13.5	5.4	2.5	25.7	42.1	10.8
Juzudama	13.5	5.3	1.9	27.2	44.0	8.0
F ₁ (Hato. × Juzu.)	13.5	5.6	2.3	27.3	41.5	9.7
F ₁ (Juzu. × Hato.)	13.5	5.6	2.1	29.1	38.9	10.8

Notes : All values are expressed as the percent of the 86.5% dry matter.

本実験の育種目標の1つはハトムギにジユズダマの越年性を導入する事である。F₁ 及び両親は刈取後圃場に放置して越年させた。その結果、ハトムギは本学圃場に於いては完全な一年生作物ではなかつたが、越年35個体中生存し得たのは僅か7個体のみすぎなかつた。又その越年した個体は、再生した分蘖枝も少な

く草丈も極めて矮小であつた。之に反しジユズダマ及び F₁ 植物は全個体越年し、3月下旬より芽生を生じ、以後急速に分蘖枝を叢生し、草丈の伸長も早く、且つ葉数の増加も著しい。6月上旬に調査した結果を第8表及び写真6~8に示す。之によれば F₁ は、草丈、分蘖数共にジユズダマより強勢を示したが、特に

Table 8. The plant height and number of tillering of the both parents and F₁ hybrids which spent the rest of the year.

Variety	Plant height	No. of tillering
Hatomugi	47.54 ± 8.70 62.2	4.86 ± 1.35 10.0
Juzudama	76.44 ± 12.74 100.0	47.80 ± 17.73 100.0
F ₁ (Hato. × Juzu.)	103.04 ± 9.70 134.8**	61.20 ± 20.75 128.0
F ₁ (Juzu. × Hato.)	105.55 ± 11.78 138.2**	69.70 ± 26.06 145.8

Notes : Figures in gothic show the index numbers based on the value of Juzudama.

** Significant at the 1% level.

草丈に於いては既に極めて高い有意差を示している。即ち越年 F₁ 個体も初年度と同様ヘテロシスを維持し、且つ生育初期に於いて既に顕著な傾向を示した。猶その測定値を指数で示したが、之によれば両形質の増加割合は、初年度に示した比率と略々同程度であつた。分蘖数はジユズダマと F₁ との間に未だ有意差は認められなかつたが、この時期に於いて既に両者共前年の成熟期に於ける分蘖数の3倍以上の値を示した。一般に F₁ に於いて出現するヘテロシスの利用に当つては、先づ F₁ 種子の獲得の難易が問題となる。この点 Coix 属はその花器の構造上幾分 Zea 属に劣る様である。然し乍ら上述の如く F₁ がすべて越年し、且つ生育初期よりヘテロシスを示すという事は、採種上の難点を十分克服しうるものとする。

8. 結 論

現在、飼料作物の改良に関しては諸種の試験が行なわれ、夫々最も効果ある育種法がとられている。交雑によつて出現するヘテロシスを利用する、所謂ヘテロシス育種も、その大きい問題の1つである。特に Corn に於いて、同系繁殖系統の交雑によるヘテロシスの利用が極めて成果を上げた事は、他の飼料作物に対する将来への期待をいだかせるものである。又一方種、属間雑種に於いて出現するヘテロシスの利用も最近 Pennisetum, Paspalum 及び Sorghum 等の飼料作物で行なわれる様になつた。然しこの場合も

目的とする形質全部が両親より優れる事は少なく、高度の不稔性や茎葉の粗剛化等の形質の劣変化も屢々起り、この分野の研究も今後待つべきものが多い。筆者等が Coix 属の飼料化特にハトムギの改良を目的として行つたジユズダマとの交雑 F₁ に於いて、諸種の有用形質に強勢を示し、加うるに越年生が F₁ に導入され、且つ次年度に再びヘテロシスの傾向を示し、其他形質の劣変化も何等認められなかつた事は、Coix 属の改良上特にヘテロシス育種に関して、今後に多大の期待をもたしめるものとする。又一方近縁作物である Corn に於いて確立されたヘテロシスの合理的利用に関する育種法は、Coix 属に対するこの種試験法に多くの示唆を与えるものと思う。猶 Coix 属に関する研究は現在殆どなされていない。従つて、交配技術の改善による雑種種子の多量獲得の方法を始め、細胞学的研究による核型分析、Coix 属内に於ける種の確立と近縁関係の問題、或いは Coix 属の倍数性育種の価値、更には Zea 属、Euchlaena 属等の近縁植物に対する交雑可能度の問題等、その改良に関する多くの育種上の問題も、すべて今後の研究に待たねばならない。

IV 摘 要

1. Coix 属は分類学上 Zea 属の近縁種である。Coix 属を改良して Zea 属に代る飼料作物を育成する

目的をもつて、1956年以来 *Coix* 属内の種間交雑を開始した。即ち、ハトムギにジユズダマの越年性、耐湿性等を導入する為に交雑試験を行つた。交雑は正逆2方向について行つたが、結実率は夫々43.08%、50.30%であり、両者の交雑は比較的容易である。又交雑の方向により結実率に有意の差は認められなかつた。

2. 種子の発芽試験の結果、ハトムギは83.93%の発芽率を示して最も高く、ジユズダマは45.31%で最も悪かつた。F₁ はいづれも両親の中間の値を示し、正逆交雑により夫々68.81%、57.14%を示したが、両者の間に有意差はなかつた。交雑の成功度として、結実率との相乗積を算出すれば、夫々2.96及び2.87で、略々同様の結果を示した。

3. 本交雑に於ける F₁ 植物は、諸種の形質に関して著しくヘテロシスを表わした。即ち、草丈、分蘖数、葉数の3形質は、生育の初期より旺盛な生育を示し、特に分蘖数は生育のごく初期に、草丈及び葉数はその後期に増加程度が著かつた。諸種の形質を成熟期に測定した結果、草丈、分蘖数、葉数、葉巾、葉面積、稈径及び生体重等は大きい値を示した方の親よりも更に増量したが、就中草丈、分蘖数、葉巾、生体重には有意の差を認めた。出穂期は両親の中間に分布し8月5~10日であつた。刈取後の再生力は、草丈、分蘖数共に両親より強い傾向を示した。猶正逆交雑による2つの F₁ の諸形質の間には有意差はみられなかつた。

4. 花粉及び種子稔性は、両親はいづれも良好であり、略々90%以上の値を示した。之に対し F₁ は正逆交雑共に両稔性の低下を示し、花粉稔性に於いて60%以下、種子稔性では30%前後に低下した。

5. 両親の柱頭色は共に白色であるが、F₁ のそれは鮮明な赤紫色を呈した。又種子形状は F₁ はすべてジユズダマ型を示し、卵形、黒褐色、硬質であり、ハトムギの長楕円形、茶褐色、軟質の特長は見られなかつた。育成した F₂ 個体の数が少なかつたが、その分離より、之等はいづれも補促因子による作用と思われる。

6. 成熟期に於ける風乾物の飼料分析の結果、両親及び F₁ の間には、特に著しい増減がみられなかつたが、ヘテロシスによる F₁ の収量の増加に伴つて、必然的に反当可消化養分収量は増大するものと思われる。

7. F₁ の全個体は圃場に於いて完全に越年した。即ち、ジユズダマの越年性が F₁ に導入された為であり、且つ越年後の F₁ の生育は旺盛で、再びヘテロシスを表わした。

8. 本実験の結果、ハトムギとジユズダマの種間交

雑に於いて、その F₁ 植物の主要形質にヘテロシスを示し、且つ、越年性が附与され、其他に形質の劣化を認めなかつた事は、飼料作物としての *Coix* 属の改良という見地より、極めて有意義であると考えられる。

引用文献

1. BLEIER, H. (1928): Genetik und Cytologie teilweise und ganz steriler Getreidebastarde. *Bibliogr. Genetica* 4.
2. CHRISTOFF, M. (1928): Cytological studies in the genus *Nicotiana*. *Genetics* 13.
3. 原田賢之・村上道夫・福島章好・中島正文(1954) 飼料作物の育種学的研究, *Zea* 属と *Coix* 属との属間交雑に関する研究 (1), *西京大学報, 農学*, 6.
4. 平吉 功・松村正幸・野崎達三・林 文雄(1956) ソルゴ雑種の育種学的研究 I. ロゾク×スダンダラスの F₁ の諸形質. *岐阜大学報*, 6.
5. JENKIN, T. J. (1933): Interspecific and intergeneric hybrid in herbage grasses. Initial crosses. *J. Gen.* 28.
6. 片山義勇(1931): *Aegilops*, *Triticum* 及 *Aegilotriticum* の属間及種間交雑に於ける着粒歩合と発芽能力並に F₁ 個体の不稔性について. *農園*, 6.
7. ——— (1933): Crossing experiments in certain cereals with special reference to different compatibility between the reciprocal crosses. *Mem. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ.* 27.
8. 香川冬夫(1944): 新作物「糊麻」について. 日本作物学会講演及び個人出版.
9. ——— (1957): 種・属間交雑による作物育種学産業図書
10. 木原 均・西山市三(1932): Different compatibility in reciprocal crosses of *Avena*, with special reference to tetraploid hybrids between hexaploid and diploid species. *Jap. J. Bot.* 6.
11. MIMÉUR, G. (1951): Systematique specifique du genre *Coix* et systematique varietale de *Coix lacryma-jobi*. Morphologie de cette petite cereale et etude de sa plantule. *Rev. Bot. Appl.* 31.
12. 盛永俊太郎(1928): Preliminary note on in-

- terspecific hybridization in Brassica. Proc. Imp. Acad. 4.
13. NIRODI, N. (1955): Studies on Asiatic relatives of maize. Annals of Missouri Botanical Garden 1955. 42.
14. RENNER, O. (1929): Arthastarde bei Pflanzen. Handb. f. Vererb. —wiss. Berlin.
15. SINSKAIA, E. N. (1927): Geno-systemaical investigations of cultivated Brassica Bull. Appl. Bot. Pl. Br. 17.
16. 若桑俊二郎 (1930): 小麦種間交雑に於ける着粒歩合と発芽能力との関係. 遺, 雑. 6.
17. ——— (1933): 小麦種間相反交雑に於ける胚及び胚乳發育の差異. 遺, 雑. 8.
18. ——— (1934): Embryological studies on the different seed development in reciprocal interspecific crosses of wheat. Jap. J. Bot. 7.

Explanation of Plate

- 1~2. Plants at the end of July.
1. Hatomugi and F_1 (Hato. \times Juzu.) in the field
2. Hatomugi, Juzudama and its F_1 (Hato. \times Juzu.)
- 3~5. Plants at the ripening stages.
3. Hatomugi (about 160 cm in plant height)
4. Juzudama (about 170 cm in plant height)
5. F_1 (Hato. \times Juzu.), (about 230cm in plant height)
- 6~8. Plants in June of the second year
6. Hatomugi
7. Juzudama
8. F_1 (Juzu. \times Hato.)

Summary

1. The present paper deals with the results of investigations on the interspecific hybridization in genus Coix. This crossing was attempted between two Coix species: Hatomugi, *Coix Ma-yuen* ROMAN. ($2n=20$) \times Juzudama, *C. Lacryma-Jobi* L. ($2n=20$) and its reciprocal combination. Now Hatomugi has been utilized for forage crops, but this crop is annual plant. On the contrary, Juzudama is perennial in growth and it has high resistance to bad conditions of environment.

2. In this interspecific hybridization the crossability in two crosses (Hatomugi \times Juzudama and its reciprocal cross) were easy comparatively. That is, the percentages of seed set showed 43.08% and 50.30% respectively. The germinating percentage of F_1 seeds, obtained in this crossing, was inferior to Hatomugi (83.93%), but superior to Juzudama (45.31%). The percentages of F_1 seed germination were 68.81% and 57.14% respectively.

3. F_1 plants in this interspecific hybridization showed "Heterosis" for several characters. Namely, plant height, number of tillering, number of leaf, leaf width, leaf area, culm diameter and plant weight were vigorous as compared

with both parents. Especially, in plant height, number of tillering, leaf width and plant weight the significant differences were recognized in statistically. In the early stage of development, all F_1 plants pointed out the heterosis. Heading date of F_1 plants was about 5th-10th August that is in the middle of the heading date of both parent plants. The ability of regeneration showed a more vigorous tendency in plant height and number of tillering than both parents. The significant differences were not recognized in statistically between the characters in both F_1 plants.

4. The pollen and seed fertility in F_1 plants were lower than both parents. That is, the fertility showed less than 60% in pollen and thereabout 30% in seed, in spite of the both fertility in parents showed more than 90%.

5. In this experiment, the inheritance in a few characters was observed. The stigma colour showed clear red-violet in all F_1 plants though both parents have white stigma. The character of seed ripened on F_1 plant showed Juzudama type, that is ovate in seed shape, black-brown and hard seed coat. Although F_2 plants were scanty

in this year, according to the segregation of F₂ plants, such phenomena will be explainable by complementary factors.

6. According to the chemical composition in dry samples at the ripening stages, between the both parents and F₁ plants there were no difference remarkably.

7. All F₁ plants spent the rest of the year at the field. In the next year, the growth of

F₁ plants was vigorously in compared with Juzudama that was perennial.

8. From these results mentioned above, it will be identified that the improvement of genus Coix as a forage crop is very significant, because the F₁ plants in this interspecific hybridization show heterosis and all F₁ plants show perennial type completely.



(Photo. by M. MURAKAMI)