

Coix 属の改良に関する育種学的研究 XIII

タイ国産 *Coix* と本邦産 *Coix* の F₁ 雑種の形態

ならびに細胞遺伝学的研究

村上 道夫・堀 雅明・原田 賢之

MICHIO MURAKAMI, TADAOKI HORI and KENSHI HARADA: Studies on the improvements by means of breeding of the genus *Coix* XIII
Morphological and cytogenetical studies of F₁ hybrids between Thailand and Japanese *Coix* varieties.

要旨: *Coix* 属植物の飼料作物化試験に対する育種素材として, タイ国より野生系統を導入し, 本邦産 *Coix* のハトムギ, ジュズダマおよびその雑種 F₁ 系統との間に交雑を行ない, F₁ 雑種の形態と細胞遺伝学的所見より, 育種の可能性ならびに本邦産 *Coix* との類縁性について考察した。導入 *Coix* 16系統はいずれも *Coix Lacryma-Jobi* L. ($2n=20$) に属し, 4変種群にわけられる。2系統を除いて出穂は認められないが, F₁ 雑種は9系統中7系統が出穂し, 3系統が結実した。F₁ 雑種の生育は概して旺盛で, 草丈, 分けつ数などの主要形質にヘテロシスを現わす系統も多く, 本邦産 *Coix* の早生遺伝子の導入によって, 本雑種の利用性ならびに後代育成の可能性は高い。F₁ 雑種の花粉母細胞における染色体対合は, 10II がもっとも多く, 1価の出現頻度は交雑組合せによりかなり差異が認められるが, 本邦産 *Coix* の染色体との相同性は概して高く, 両者の近縁性もかなり高いと考えられる。

I 結 言

筆者らは1957年以来, 本邦に広く自生する *Coix* 属植物の耐湿性に着目し, 河川敷を中心とする低湿地帯用の多収性飼料作物の育成を企図して諸種の試験を遂行して来た。その結果, 本邦産 *Coix* 属の種間雑種の後代において, 高程, 多収, 耐湿, 越年性の系統を多数創成することが出来た。これらの育成経過ならびに生産性に関してはすでに報告したとおりである。

Coix 属植物は, 従来より Valleys (1948), Mimeur (1951), Nirodi (1955) および Bor (1960) などによって植物学的に分類されているが, これらの間には統一の見解は認められない。しかし, 現在本属には7種, 7変種が存在することは明らかであり, その内, わが国に広く分布するジュズダマの属する *Coix Lacryma-Jobi* L. はもっとも普遍的な種とされている。これらの種および変種は, すべて *Coix* 属植物の起源であるインド乃至は東南アジア地域に広く分布している。したがってこれらの中より, すぐれた遺伝子源を探索

かつ導入することは, 本属の飼料作物化の育種にとってきわめて重要なことと考えられる。かかる見地より筆者らは, まずタイ国より *Coix* 属植物の野生系統を導入し, 本邦産 *Coix* 属植物との間に交雑試験を実施し, F₁ 雑種植物の育成を試みた。環境の著しく異なる低緯度産 *Coix* 属を交雑母本とすることは, 技術的にかなり困難であるが, 獲得された数系統の F₁ 雑種の中には, それぞれの両親系統に比べて, 草丈, 分けつ数その他の主要形質に著しい雑種強勢をあらわす系統がえられた。本報は, これら両国産 *Coix* 属植物の F₁ 雑種の育成経過ならびに形態と, さらに細胞遺伝学的所見とによって, タイ国産 *Coix* 属植物の本邦導入の価値および育種の可能性, ならびに両国系統の類縁性などについて考察したものである。

なお, 本実験に供試したタイ国産 *Coix* 属植物の種子は, 大阪市立大学・京都大学第2次東南アジア学術調査隊によって採集, 寄贈されたものである。ここに関係各位に対し衷心より感謝の意を表する次第である。

京都府立大学農学部作物学育種学研究室

Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture,

Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

要旨は昭和40年日本育種学会第27回講演会にて発表

昭和44年8月31日受理

Table 1. The mean value of some characters of Thailand *Coix* varieties.

Strain number	Collection date	Station	Classification	Germination rate (%)	Plant height (cm)	Number of tillers of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (ratio)	Heading date	** Culm diameter (cm)	Pollen fertility (%)
T 1	'62. 1. 28.	Doi Pa Taek		85.0	165.2	9.3	75.1	5.6	430.6	4/10	2.13	
T 2	'62. 1. 3.	Ban Mae Kon		80.0	181.3	5.8	74.1	6.0	444.6	24/9	2.45	90.9
T 3	'62. 1. 2.	Ban Mae Kon		26.7	175.5	7.0	73.7	6.1	451.6	21/9	2.36	96.2
T 4	'61. 10. 26.	Chieng Mai	<i>Coix Lacryma-</i>									
T 5	'61. 11. 12.	Fang	<i>Jobi L. var.</i>									
T 6	'61. 11. 3.	Chieng Dao	<i>major Mimeur</i>									
T 7	'61. 12. 25.	Ban Pong Ang		80.0	164.8	9.4	73.8	6.1	450.2	22/9	2.15	87.0
T 8	'61. 11. 11.	Near Ban Mae ka										
T 9	'62. 2. 15.	Ban Nong Lu		75.0	170.7	9.7	62.9	5.3	333.4	23/9	2.05	89.1
T 10	'62. 2. 22	Amo	<i>Coix Lacryma-</i>	80.0	177.4	9.6	72.9	5.0	364.5	23/10	1.79	
T 11	'62. 1. 10	Ban Lo Pa Han	<i>Jobi L. var.</i>	90.0	108.8	35.5	56.1	3.9	218.8	2/10	1.26	91.2
T 12	'62. 1. 31.	Kaleti, Ulu Limbang	<i>monilifer Watt</i>	50.0	188.0	8.6	71.7	4.6	329.8	25/9	1.61	88.4
T 13	'61. 11. 13.	Fang	<i>Coix Lacryma-</i>	33.3	147.8	23.4	60.8	5.2	316.2	12/9	1.44	
T 14	'62. 2. 8.	Ban Nong Lu	<i>Jobi L. var.</i>	37.5	174.0	11.7	54.4	4.0	217.6	7/10	1.46	
T 15W	'61. 11. 30.	Ban Mae Sah	<i>typica Watt</i>	16.0	118.3	23.3	55.7	3.9	212.2	1/9	1.38	75.3
T 15B	'61. 11. 30.	Ban Mae Sah		71.4	144.5	25.6	59.0	4.2	256.8	1/9	1.40	75.3
T 16	'62. 1. 9	Ban Yan	<i>Coix Lacryma-Jobi L. var. stenocarpa Stapf.</i>	80.0	175.5	16.8	56.5	3.4	192.1	12/11	1.20	98.9
Juzudama				70.0	133.5	9.4	37.2	3.4	126.5	24/8	0.86	99.2
Hatomugi				76.7	127.1	13.0	30.2	3.3	100.0	11/8	0.69	98.5

* The numerical value of leaf area shows the index number based on the value of Hatomugi.

** Heading date shows the date of heading by means of short day treatment, except T14 and T15.

II 実験材料および実験方法

本実験に供試したタイ国産 *Coix* 属植物の種子は、上述のように、東南アジア学術調査隊によって採集され、1962年5月に本学に寄贈されたものである。すなわち、第1表に示すとおり16系統が導入されたが、その中 T15系統は黒色種子と白色種子が混在していたために、それぞれを T15B, T15W と記載した。採集地はタイ国北西部を主とし、採集期間は1961年10月より1962年2月の間である。

交雑試験の一方の親植物である本邦産 *Coix* 属植物は、ハトムギ (*Coix Ma-yuen* Roman.), ジュズダマ (*Coix Lacryma-Jobi* L.) およびその雑種 F₆ 系統の3種類であるが、F₆ 系統は既報 (村上：1965) の F₅ 系統より選抜育成した高稈多収性の1系統である。

タイ国産系統は、導入後直ちに播種箱に播種してその発芽性を調査し、植物体は鉢植にて育成した。自然日長下では、2系統を除いて全く出穂を認めなかったため、株のまま温室内で越冬させた。1963年7月下旬より短日処理 (日長約7時間) を施し、出穂開花をみたタイ国産8系統に対して本邦産3系統を交雑した。その結果、8系統中6系統 (11交雑組み合わせ中、9組み合わせ) に F₁ 種子を獲得することが出来た。これら雑種種子は1964年4月に播種、6月に交雑組み合わせのそれぞれの両親系統とともに圃場に定植した。以後の栽培管理は慣行に従った。形質調査は本邦産系統は成熟期に、タイ国系統および F₁ 雑種は生育停止期の10月下旬に行なった。

一方、細胞遺伝学的所見をうるために、根端細胞における体細胞分裂と、F₁ 雑種の花粉母細胞における

成熟分裂とを観察し、導入系統の染色体数の決定ならびに本邦産系統との間にみられる染色体対合状態により、両系統の親和性に関して考察した。染色体の観察に際しては、すべて既報 (村上ら：1960) の方法に準拠して行なった。

III 実験結果および考察

1. タイ国産 *Coix* 属植物の形態

導入したタイ国産 *Coix* 系統は、1962年に鉢栽培で育成し、それぞれの生育停止期に諸形質を調査したが、その結果は第1表に示すとおりである。系統番号は、便宜的に導入種子容積の大きい順につけたが、Mimeur (1951) の種子形質による *Coix* 属の分類に準拠すれば、これら導入系統は、いずれも *Coix Lacryma-Jobi* L. (2n=20) に属し、相互の近縁性も高く、本邦産 *Coix* と変種関係にあると考えられる。16系統中 T1~T9の9系統は *var. major* に、T10~T12の3系統は *var. monilifer* に、T13~T15の3系統は *var. typica* に、T16系統は *var. stenocarpa* にそれぞれ属するものと推定される。植物体の生育は、鉢栽培のためかなり抑制されているが、系統によって種子発芽率を始め、茎葉形質の値にはかなり大きい差異が認められ、高稈型、多けつ型およびその中間型の3草型に分類することが出来る。これらの草型は、固定した変種群との間にやや関連性を示すようである。なお、自然日長下では、導入系統中2系統を除いて出穂しないが、幼穂の分化はいずれの系統も正常に行なわれている。

2. 交雑試験結果

短日処理によって出穂したタイ国 *Coix* 8系統に対し、これと同一出穂期にある本邦系統を交雑したが、

Table 2. The result of crossing between Thailand and Japanese *Coix* varieties.

Combination	Number of pollinated flowers	Seed set (%)	Germination rate of hybrid seed (%)	Survived F ₁ plant (%)	Crossability (%)
T 2×F ₆	7	42.9	100.0	100.0	42.9
T 3×F ₆	12	33.3	100.0	100.0	33.3
T 7×F ₆	5	0.0	—	—	0.0
T 9×F ₆	14	42.9	66.7	100.0	28.6
T11×F ₆	2	0.0	—	—	0.0
T12×F ₆	2	50.0	100.0	100.0	50.0
T13×F ₆	6	100.0	100.0	100.0	100.0
T15B×CM*	8	25.0	50.0	100.0	12.5
T15W×CM	19	5.3	100.0	100.0	5.3
T15B×CL*	11	18.2	100.0	100.0	18.2
T15W×CL	10	10.0	100.0	100.0	10.0

*CM and CL show Hatomugi and Juzudama respectively.

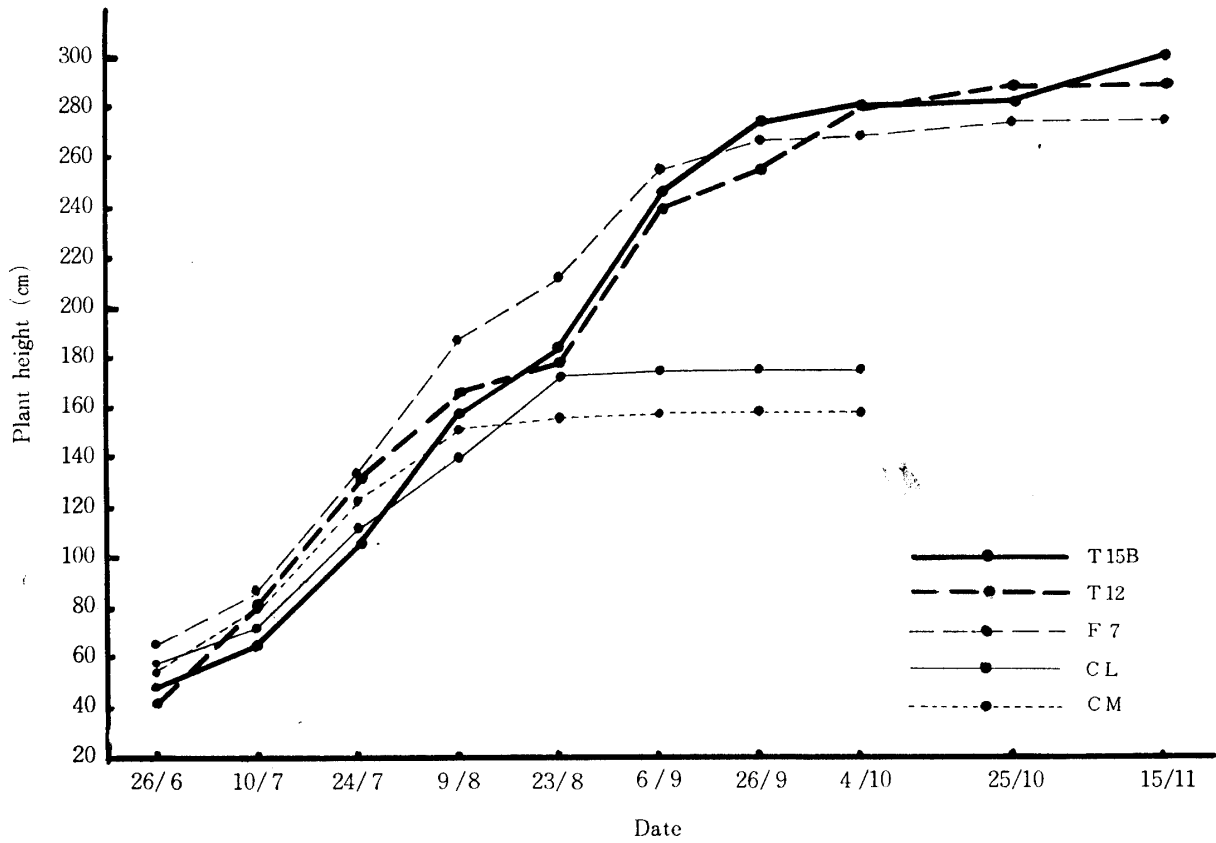


Fig. 1. The growth curve of plant height of Thailand and Japanese *Coix* varieties.

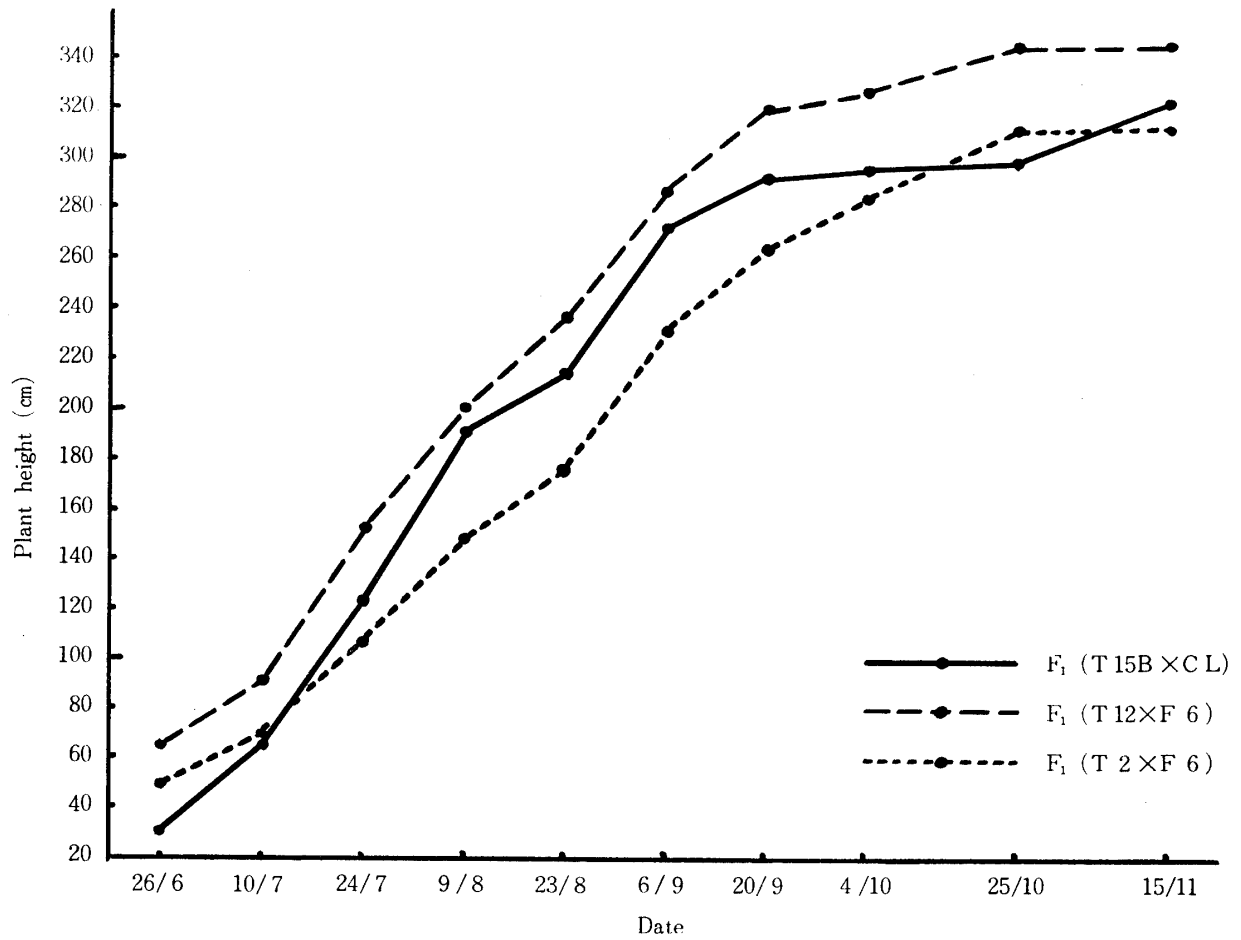


Fig. 2. The growth curve of plant height of F₁ hybrids between Thailand and Japanese *Coix* varieties.

その結果は第2表に示すとおりである。タイ国系統の雄穂は、出穂後ほとんど開花せず、かつ花粉もきわめて少ないので、逆交雑を行なうことは出来ないが、表に示すとおり、同一短日処理条件下では T15系統を除いて他の7系統は出穂がおくれ、本邦産の晩生系統である F₆とわずかに交雑可能であった。結実種子数はきわめて少ないが、F₁種子の発芽力はかなり高く、F₁雑種植物は9組合せについて育成することが出来た。なお、交雑成功歩合は、結実率、発芽率および生存率の積をもってあらわしたが、ハトムギとジュズダマの交雑成功歩合(村上ら:1958)とほぼ同程度である。本交雑結果より、直ちに供試した両国産 Coix

の近縁度を明らかにすることは出来ないが、後述する細胞学的所見とあわせ考えれば両者間にかなり高い親和性が存在するものと推定される。

3. 両親植物および F₁ 雑種の生育ならびに形態

両親植物および F₁ 雑種は、1964年に圃場において育成したが、その草丈の伸長状況は第1図および第2図に示すとおりである。タイ国系統および F₁ 雑種の草丈の伸長は、それぞれの系統間において著しい差異を示していないので、タイ国系統については2系統、F₁ 雑種は3系統を任意に抽出して図示した。

すでにハトムギとジュズダマの F₁ 雑種について指

Table 3. The comparison of the mean value of some characters between F₁ hybrids and their parent plants.

Varieties	Plant height (cm)		Number of tillers		Number of leaves		Leaf length (cm)		Leaf width (cm)		Leaf thickness(μ)		Culm diameter(mm)	
	Mean	Ratio	Mean	Ratio	Mean	Ratio	Mean	Ratio	Mean	Ratio	Mean	Ratio	Mean	Ratio
F ₁ (T2×F ₆)	321.0	114.6	19.0	118.8	475.0	87.4	90.3	126.5	6.0	98.4	245.9	95.3	19.3	96.7
	(115.8)		(131.0)		(103.4)		(147.1)		(114.9)		(105.1)		(116.0)	
T2	289.0	100.0	13.0	81.3	375.0	69.0	71.4	100.0	6.1	100.0	258.0	100.0	20.0	100.0
F ₇	273.3	95.6	16.0	100.0	543.7	100.0	51.4	70.2	4.3	71.0	209.8	81.3	13.3	66.7
F ₁ (T3×F ₆)	326.3	93.5	21.0	91.3	964.0	133.1	69.3	90.4	5.5	104.0	217.6	103.7	23.1	120.1
	(101.3)		(107.7)		(152.1)		(108.2)		(114.2)		(104.4)		(142.4)	
T3	349.0	100.0	23.0	100.0	724.0	100.0	76.6	100.0	5.3	100.0	207.2	98.8	19.1	100.0
F ₇	273.3	78.3	16.0	69.6	543.7	75.1	51.4	67.7	4.3	82.3	209.8	100.0	13.3	70.0
F ₁ (T9×F ₆)	346.0	117.7	17.0	106.3	825.5	151.3	63.8	86.6	5.4	94.4	199.5	86.9	18.6	86.3
	(122.0)		(138.2)		(226.0)		(102.0)		(107.2)		(90.8)		(106.8)	
T9	294.0	100.0	8.7	53.8	186.7	34.3	73.7	100.0	5.7	100.0	229.7	100.0	21.6	100.0
F ₇	273.3	94.6	16.0	100.0	543.7	100.0	51.4	64.5	4.3	85.6	209.8	91.3	13.3	67.9
F ₁ (T12×F ₆)	347.0	120.1	23.0	56.1	966.0	100.2	72.5	81.0	4.5	88.9	183.8	87.6	16.8	90.2
	(123.4)		(80.7)		(128.2)		(110.6)		(95.9)		(88.1)		(105.1)	
T12	289.0	100.0	41.0	100.0	964.0	100.0	79.7	100.0	5.1	100.0	207.4	98.9	18.6	100.0
F ₇	273.3	94.6	16.0	39.0	543.7	56.4	51.4	64.5	4.3	85.6	209.8	100.0	13.3	67.9
F ₁ (T15B×CM)	274.0	85.6	31.5	164.3	594.0	128.7	63.7	95.7	4.2	89.1	169.5	89.9	15.3	98.0
	(114.8)		(209.9)		(177.2)		(130.0)		(114.0)		(98.8)		(134.7)	
T15B	320.0	100.0	20.7	100.0	580.3	100.0	66.5	100.0	4.7	100.0	188.6	100.0	15.7	100.0
CM	157.3	49.2	11.7	56.5	263.0	45.3	31.2	46.8	2.6	56.0	154.6	82.0	7.1	45.6
F ₁ (T15W×CM)	299.0	99.2	22.0	131.7	708.0	157.8	68.8	91.0	5.0	94.9	244.8	117.9	17.7	108.9
	(130.4)		(154.9)		(199.0)		(129.0)		(126.7)		(135.2)		(151.2)	
T15W	301.3	100.0	16.7	100.0	448.7	100.0	75.6	100.0	5.3	100.0	207.6	100.0	16.2	100.0
CM	157.3	52.2	11.7	70.1	263.0	58.6	31.2	41.2	2.6	49.7	154.6	74.5	7.1	44.0
F ₁ (T15B×CL)	321.0	100.3	23.5	113.5	820.5	141.4	66.8	100.4	4.5	97.3	197.7	99.4	14.3	91.1
	(130.2)		(129.1)		(195.1)		(112.6)		(107.6)		(160.2)		(111.4)	
T15B	320.0	100.0	20.7	100.0	580.3	100.0	66.5	100.0	4.7	100.0	188.6	100.0	15.7	100.0
CL	173.3	54.2	19.7	95.2	372.3	46.9	43.0	64.2	3.2	68.0	187.3	99.3	9.4	59.9
F ₁ (T15W×CL)	304.0	100.9	28.0	142.1	793.0	170.7	66.5	87.9	4.4	83.1	187.4	95.2	15.7	95.6
	(128.1)		(172.8)		(186.0)		(121.5)		(111.2)		(99.7)		(125.2)	
T15W	301.3	100.0	16.7	84.8	448.7	100.0	75.6	100.0	5.3	100.0	207.6	100.0	16.2	100.0
CL	173.3	57.5	19.7	100.0	372.3	83.0	43.0	56.8	3.2	60.4	187.3	90.2	9.4	57.8

** Significant at the 1% level

The ratio and parenthesized ratio show the index numbers based on the value of superior parent and midparent respectively.

摘したとおり、(村上ら:1958), *Coix* 属植物の種間ならびに変種間雑種には、著しい雑種強勢が出現する機会が多いが、本交雑においても同様の現象が認められる。概してタイ国系統の初期生育速度は本邦系統に劣るが、8月以降の生育が著しく育成系統である F_1 系統と同程度以上の高稈性を示すに至る。これに対し F_1 雑種もほぼこれらと同様の生育経過をたどるが、とくに9月以降においても伸長の継続が認められるために雑種強勢の現象をあらわすようである。一方、分けつ数の増加についてはとくに F_1 雑種は強勢を示すとは認められないが、葉数の増加速度はきわめて著しい。なお、 F_1 9系統中7系統は自然日長下で出穂し、その中の3系統には結実種子が認められる。わが国はタイ国に比べてかなり高緯度にあるため、秋の温度低下が早く大部分のタイ国系統は栄養生長期間中に生育を停止し、わずかに出穂の認められる系統においても、受粉、受精乃至は結実生理に対する低温障害が著しく、したがって稔性もきわめて低い。これに反して F_1 雑種は上述のように9月以後の生育を継続しながら、一

方において幼穂形成も進みタイ国系統に比べてかなり出穂が促進されている。このことは本邦産 *Coix* の早生遺伝子が導入された結果であり、本邦におけるタイ国産 *Coix* 系統の育種の可能性を示唆するものである。

両親および F_1 雑種の主要形質の値およびその比較は第3表に示すとおりである。 F_1 雑種種子の獲得がきわめて少なく、わずかに1個体の F_1 植物がえられたにすぎない組合わせもあって、形質の系統内変異については殆んど考察できなかった。したがって両親と F_1 雑種の形質の比較も、一応その傾向をみるにとどめた。形質の比較は、大きい値を示す親を指標とし、それを100とした場合の比数で示したが、これによれば草丈は、 F_1 の組合わせの如何をとわず高稈性のタイ国系統に近く、その中、T2, T9, T12と F_1 との F_1 はかなり著しい雑種強勢を示している。一方、本邦産の短稈性のハトムギとジュズダマを親とする場合にも、その F_1 は一方の親であるタイ国系統と同程度の値を示し、短稈性の影響が認められないが、このことは該組合わせにおける雑種強勢の程度が大きいことを示す

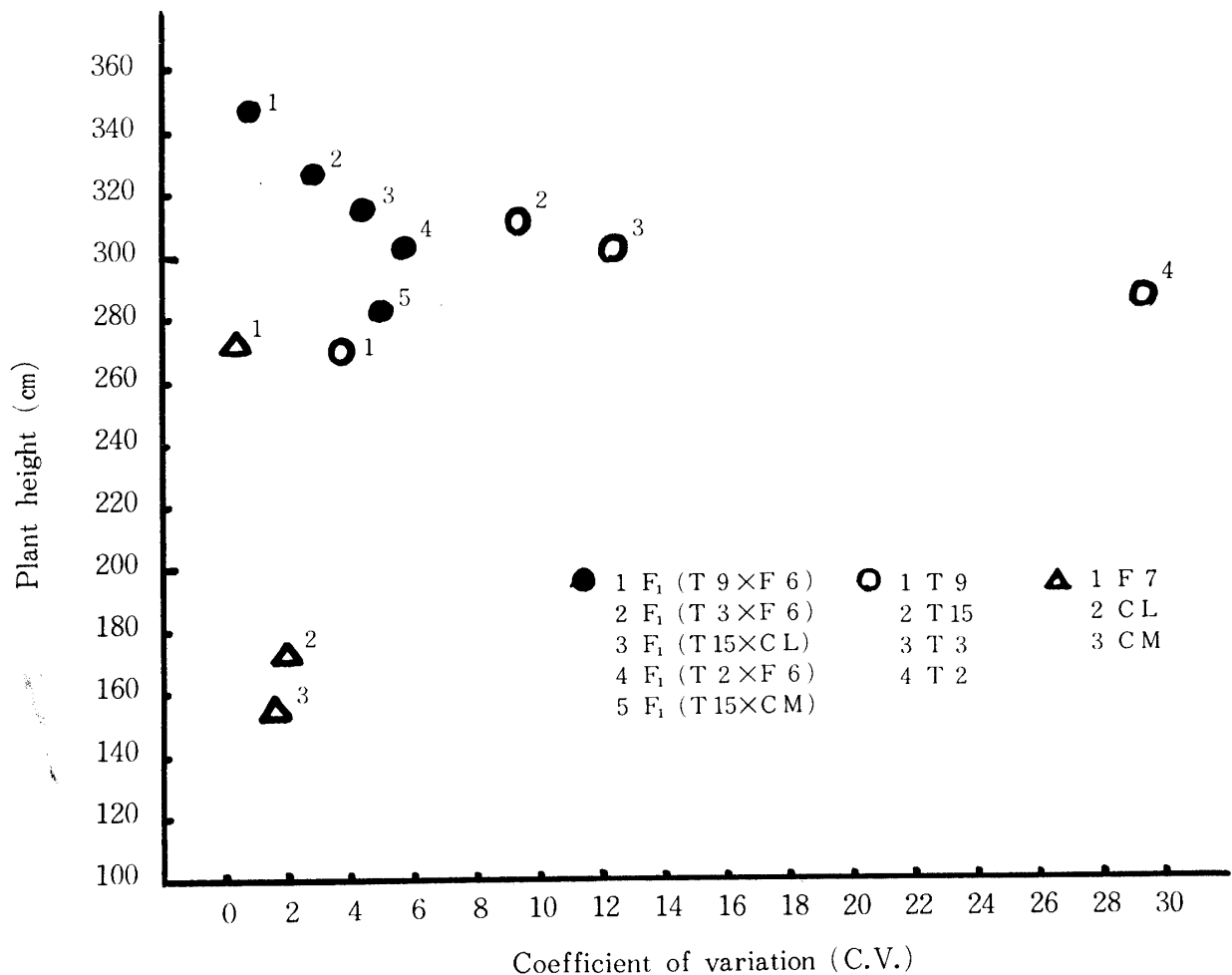


Fig. 3. The relation between mean of plant height and coefficient of variation of plant height of F_1 hybrids and their parent varieties.

ものである。本交雑試験における F_1 の草丈は、一般に組合わせの如何をとわず両親の中間値よりもすぐれている。表に示すように、形質の種類および組合わせによって、 F_1 雑種の形質発現力にはかなりの差異があって、一定の傾向を示すにいたらないが、分けつ数および葉数などの主要形質がかなり増大する系統が認められ、とくにハトムギ、ジュズダマと T15 系統との F_1 の雑種強勢は顕著である。また、高稈性でタイ国系統に近い形質をもつ F_6 系統を交雑親とする組合わせでは、その F_1 の雑種強勢の程度は諸形質とも概して著しくない。しかし今後、交雑技術の改善とくに短日処理の適正化によって、すべての組合わせの交雑が可能となり、多数の F_1 雑種が育成されるならば、組合わせ能力を検定することにより F_1 利用の可能性もより明らかとなるであろう。

両親および F_1 雑種の草丈とその変動係数との関係は、第 3 図に示すとおりである。図には草丈変動の測定しうる交雑組合わせについて示しておいたが、概してタイ国系統は本邦系統よりも草丈の系統内変異は大きく、さらに系統間にも著しい差異が認められる。勿論、供試個体数が少ないので、この結果をもって草丈を支配する遺伝子の作用力に言及することは出来ないが、タイ国系統の該遺伝子は、環境要因との相互作用

の程度、ないしは形質発現に対する遺伝子作用力の強さにかなり著しい差異があると考えられる。さらにこれらの形質変動は、系統内における草丈遺伝子のヘテロ性に起因する場合もあり、これが生育環境の変化に伴って強く発現して来たとも考えられる。換言すれば、タイ国の野生 *Coix* 属植物は、草丈遺伝子に関してヘテロの状態で存在し、その程度は、系統間にかんがりの差異があるものと思われる。これに反して、供試した本邦 *Coix* 3 系統の草丈変動はきわめて小さく、草丈遺伝子のホモ性と環境適応程度の均一性を示している。これら両国系統の F_1 雑種の草丈変動係数は図に示すようにほぼ両親の中間に分布している。しかし、タイ国系統の変動係数の大きい系統を母本に用いるほど、 F_1 雑種のそれもまた大きくなる傾向を示しているが、このことは上述の遺伝子作用力の差異およびヘテロ性を示唆するものである。なお、既報（村上ら：1964）のように同一雑種集団内では、草丈と変動係数との間に負の相関が認められている。本実験の場合は、 F_1 雑種群内であるため、これと同一の視点で論ずることは出来ないが、雑種強勢の程度の高い F_1 系統ほど草丈の均一性が高い傾向にあることは、遺伝子構成と形質分離の関連性を示すものである。以上の結果ならびに考察より、タイ国 *Coix* 系統の導入による F_1 雑

Table 4. The chromosome configurations and their frequencies at MI in meiosis of PMC's and the average of pollen fertility.

Varieties	Chromosome number (2n)	Frequency of chromosome configuration					Total	Pollen fertility (%)
		10 II	9 II + 2 I	8 II + 4 I	7 II + 6 I	6 II + 8 I		
F_1 (T3 × F_6)	20	68 (70.83)	26 (27.08)	2 (2.09)	0	0	96	90.9
F_1 (T9 × F_6)	20	41 (75.54)	14 (25.46)	0	0	0	55	91.3
F_1 (T12 × F_6)	20	44 (63.86)	20 (28.57)	6 (8.57)	0	0	70	89.9
F_1 (T13 × F_6)	20	28 (70.00)	9 (22.50)	2 (5.00)	1 (2.50)	0	40	81.9
F_1 (T15W × CM)	20	25 (80.64)	6 (19.36)	0	0	0	31	87.6
F_1 (T15B × CL)	20	17 (42.50)	10 (25.00)	9 (22.50)	2 (5.00)	2 (5.00)	40	78.7
CM	20	150 (100.00)	0	0	0	0	150	96.7
CL	20	120 (100.00)	0	0	0	0	120	95.4
F_7	20	71 (88.75)	9 (11.25)	0	0	0	80	92.6
T3	20	37 (92.50)	3 (7.50)	0	0	0	40	93.5
T16	20	35 (87.50)	5 (12.50)	0	0	0	40	96.9

The parenthesized value shows percentage to the sum total of observed cells.

種の育成とその直接利用に際しては、両親系統における遺伝子作用力の程度ならびに均一性を検討することが母本選抜上まず重要な事項であると考えられる。

4. 両親植物および F₁ 雑種の細胞遺伝学的観察

1) タイ国産 *Coix* 系統の染色体

Coix 属植物に関する細胞学的研究は比較的少ないが、染色体数の決定に関しては Kuwada (1919) 以来、Longley (1924), Reeves ら (1935), Mangelsdorf ら (1939), 山浦 (1942), Darlington ら (1955) および Tateoka (1955) などによって次々と報告されている。しかし Nirodi (1955) にいたって始めて *Coix* 属内に倍数性系列 (2x, 4x, 8x) の存在することが発見され、さらに同氏によって染色体の詳細な形態ならびに対合状態の観察が行なわれている。筆者ら (1960) も本邦産のハトムギとジュズダマについて、その核学的ならびに細胞遺伝学的研究を報告した。本実験に供試したタイ国産系統については染色体数を決定するにとどまり、詳細な形態観察を行なうことは出来なかった。根端細胞の観察の結果、導入系統はすべて 2n=20 の染色体を有し、これ以外のものは発見されない。なお、出穂のみられた系統についてはタペート細胞についても調査したが、根端細胞における場合と全く同様であった。すなわち導入したタイ国系統は、おそらく *Coix Lacryma-Jobi* L. に属するものと考えられるが、前述のように系統間に変種関係が存在することは明らかであるので、今後、供試種子数を増加して詳細な核型分析を行なうことが必要である。

2) F₁ 雑種の花粉母細胞における染色体対合

両親および F₁ 雑種系統中、出穂した系統について、その花粉母細胞における成熟分裂の状態を観察した。成熟分裂第 1 中期における染色体の対合型とその出現頻度は第 4 表に示すとおりである。なお表には各系統の平均花粉稔性についても示しておいた。両親植物の中、ハトムギおよびジュズダマはすべて固い 10 II の対合型のみを示しているが、F₁ 系統とタイ国 2 系統とは観察細胞中、約 10% に 2 I が認められる。しかしその 1 価染色体は、その観察位置より推定して、きわめてゆるく対合する 2 価対合が何らかの原因で離れたと考えられるものが多い。一方、F₁ 雑種系統の成熟分裂においては、10 II, 9 II + 2 I, 8 II + 4 I, 7 II + 6 I および 6 II + 8 I の 5 種類の対合型が観察される。しかしその中、各系統を通じてもっとも高い頻度で観察される対合型は 10 II である。1 価染色体を含む 4 種類の対合型の出現頻度は、交雑組合せの種類によりかなり著しい差異を示している。このことは、*Coix* 属内の変種相互間においては、染色体の相同性の程度に差異があることを示唆するとともに、核型に

おける変化の存在を類推させるものである。

つぎに、上述の染色体対合の状態およびその変異を解析したが、その結果は第 5 表に示すとおりである。2 価染色体の中、対合程度が固く、環状または塊状を呈するものを「Closed type」とし、対合がゆるく末端対合によって棒状を呈するものを「Open type」となづけて区別した。F₁ 雑種の 1 価染色体の出現範囲は 0—8 個であるが、各系統とも 1 価染色体を全く含まない出現がもっとも多い。各系統を通じて、観察される Open と Closed の両型の 2 価対合はそれぞれ 0—5 個および 4—10 個である。そのモードは、Open type の対合では 1 系統をのぞいていずれも 2 であるが、Closed type を示す相同性の高い対合は 7—10 の値を示している。すなわち、本実験の F₁ 雑種においては、観察される 2 価染色体のほとんど大部分は、対合程度の固く相同性の高い Closed type を示すようである。なお、3 価対合以上の多価染色体は本 F₁ 雑種においては全く観察されない。

以上のように、F₁ 雑種の染色体対合型は 10 II がもっとも多く、かつその対合程度は固いこと、さらに 1 価染色体の観察頻度が少ないことなどの点より考察すれば、供試したタイ国産 *Coix* 6 系統の親植物と、本邦産 *Coix* 3 系統の染色体の相同性はかなり高いものと推察され、わずかに部分的非相同の染色体の存在のために染色体の対合状態が乱れると考えて良いであろう。しかし、1 価染色体の出現頻度が、交雑組合せによって差異があるところから、導入系統の種類によって、本邦産 *Coix* の染色体との間にはその非相同性の程度が幾分異なるものと思われる。筆者はすでにハトムギとジュズダマの核型について、両者の間には基本核型中少なくとも 1 本の染色体に形態上の差異が認められ、部分相同性の存在を指摘しておいたが、ハトムギとジュズダマを交雑親とする T15W × ハトムギと T15B × ジュズダマの両組合せにおいて、前者は後者よりも 1 価染色体の出現頻度が少ない。前述のように、T15W は種子色によって便宜的に分離したにすぎず、形態的に類似性は高いのでこれらの雑種の対染色体対合状態の差異は、おそらくハトムギとジュズダマの核型の異同に起因し、T15 とハトムギの染色体相同性はジュズダマのそれよりも高いものと考えられる。本実験の F₁ 雑種における染色体対合型を、ハトムギとジュズダマの F₁ 雑種のそれと対比すれば、いずれも 1 価染色体が 6 個以上観察される頻度はきわめて少ないが、9 II + 2 I の対合型の出現頻度は明らかに本実験の F₁ の方が高い。交雑技術の欠陥により同一変種内および異なる変種間の交雑組合せが少ないので、この結果より直ちに類縁性を判定出来ないとしても、

Table 5. The meiotic behaviour of chromosomes at MI of PMC's of F₁ hybrids between Thailand and Japanese *Coix* varieties.

Varieties	Items researched	Type of chromosome association				Number of cells observed	
		I	Open bivalent	Closed bivalent	Total		
F ₁ (T3×F ₆)	Range	0-4	0-4	6-10	8-10	0	96
	Mode	0	2	8	10		
	Average	0.63	1.66	8.03	9.69		
F ₁ (T9×F ₆)	Range	0-2	0-4	6-10	9-10	0	55
	Mode	0	2	8	10		
	Average	0.51	1.67	7.98	9.74		
F ₁ (T12×F ₆)	Range	0-4	0-5	5-10	8-10	0	70
	Mode	0	2	7	10		
	Average	0.92	2.10	7.74	9.54		
F ₁ (T13×F ₆)	Range	0-6	0-4	5-10	7-10	0	40
	Mode	0	0	10	10		
	Average	0.82	0.65	8.92	9.06		
F ₁ (T15W×F ₆)	Range	0-2	0-5	5-10	9-10	0	31
	Mode	0	2	8	10		
	Average	0.39	2.00	7.81	9.81		
F ₁ (T15B×F ₆)	Range	0-8	0-4	4-10	6-10	0	40
	Mode	0	2	7	10		
	Average	2.10	1.65	7.32	9.20		
CM	Range	0	0-1	9-10	10	0	150
	Mode	0	0	10	10		
	Average	0	0.04	9.96	10		
CL	Range	0	0-1	9-10	10	0	120
	Mode	0	0	10	10		
	Average	0	0.03	9.97	10		
F ₇	Range	0-2	0-2	8-10	9-10	0	80
	Mode	0	0	10	10		
	Average	0.32	0.40	9.49	9.89		
T3	Range	0-2	0-4	6-10	9-10	0	40
	Mode	0	0	10	10		
	Average	0.15	0.65	9.12	9.92		
T16	Range	0-2	0-2	8-10	9-10	0	40
	Mode	0	0	10	10		
	Average	0.25	0.30	9.55	9.87		

おそらく両国産 *Coix* の間には、ハトムギとジュズダマとの間に認められる程度以上の核学的差異があることは十分予想されることである。

一方、両親植物を構成するゲノムの相同性に関して、非相同ゲノム間または同一ゲノムとされている染色体間にも、部分的対合が多くみられることはすでに香川 (1957) によって指摘されたところであり、また両親のゲノムの相同性には種々の程度の差があることは Kihara (1924, 1929), Kihara ら (1928), Webber (1935) などによって早くから認められている。本実験における *Coix* 属の場合は、供試材料が同一種内の近縁性の高い変種関係にあると考えられるのでゲノム

の相同性もまた高いと考えられるが、相同性の程度については必ずしも同様でなく、部分相同性に幾分差異があるものと考えられる。

Coix 属植物はインドないしは東南アジアを起源とする古い植物であり、熱帯から温帯の各地域に分布しているが、その伝播過程において幾多の形態的变化を生じ、地域適応性を獲得して来たものと考えられる。それと同時に核学的にも染色体の形態と機能、あるいはゲノムの相同性にかんがりの変化を来しているものと予想される。従来より *Coix* 属内の種および変種などは、すべて外部形態、とくに種子形質に基礎をおいて分類されていて、核学的ないしは細胞遺伝学的に検討され

たものではない。任意に抽出された交雑母本による本実験の結果からしても、上述のように染色体の相同性にかなり差異を有すると考えられる。このような観点より、本属内の種および変種の分類的位置とその類縁性の程度に関しては、細胞遺伝学的手法をもって詳細に判別することが、今後の重要な問題点であると思われる。

引用文献

- 1) Bor, N.L. and G. Taylor (1960) : Grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan. 263-265.
- 2) Darlington, C.D. and E.K. Janaki Ammal (1945) : Chromosome atlas of cultivated plants. 325.
- 3) 香川冬夫(1957) : 種・属間交雑による作物育種学。産業図書。
- 4) Kihara, H. (1924) : Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B. No.1, Art 1 : 1-200.
- 5) Kihara, H. and I. Nishiyama (1928) : 植雑. 42 : 221-231.
- 6) Kihara, H. (1929) : Cytologia. 1 : 1-15.
- 7) Kuwada, Y. (1919) : 東大理紀要. 39-10 : 148.
- 8) Longley, A. E. (1924) : Jour. Agric. Res. 28 : 673-681.
- 9) Mangelsdorf, P. C. and R. G. Reeves (1939) : Texas agric. exp. station. bulletin no. 574 : 75.
- 10) Mimeur, G. (1951) : Rev. Internat. Appl. Agric. Trop. 31 : 197-211.
- 11) 村上道夫・原田賢之(1958) : 西京大学報・農10 : 111-120.
- 12) 村上道夫・安田嘉和・原田賢之(1960) : 京府大学報・農12 : 11-18.
- 13) 村上道夫・米沢梅太郎・原田賢之(1964) : 京府大学報・農16 : 1-10.
- 14) 村上道夫(1995) : 京府大学報・農17 : 1-14.
- 15) Nirodi, N. (1955) : Ann. Missouri Bot. Gard. 42 : 103-130.
- 16) Reeves, R. G. and P. C. Mangelsdorf (1935) : Amer. naturalist. 69 : 633-635.
- 17) Tateoka, T. (1955) : A review La Kromosomo. 22-24 : 865, 875.
- 18) Vallaeys, G. (1948) : Bull. Agric. Congo. Belge. 39 : 247-304.
- 19) Webber, J. M. (1935) : Jour. Agric. Res. 51 : 1046-1070.
- 20) 山浦篤(1942) : 医学と生物学. 2 : 577-581.

Summary

The present paper deals with the investigation on the morphological characters and cytogenetical observation of F_1 hybrid between Thailand and Japanese *Coix* varieties.

Sixteen varieties of genus *Coix* introduced from Thailand belong to *Coix Lacryma-Jobi* L. with twenty somatic chromosome number. According to the specific classification of genus *Coix* based on the shape of seed, these varieties are classified into four varieties, that is *var. major*, *var. monilifer*, *var. typica* and *var. stenocarpa*.

Thailand varieties except two varieties were not recognized heading. The crossing was attempted between eight varieties of Thailand *Coix* recognized heading after short day treatment and Hatomugi (*Coix Ma-yuen* Roman.), Juzudama (*C. Lacryma-Jobi* L.) and its F_6 strain showed vigorous type in some morphological characters. F_1 hybrids in these crossing were obtained in nine among eleven cross combinations. In the early stage of development, the plant height of F_1 hybrid shows a tendency to vigorous like Thailand *Coix* varieties and F_7

strains, but F_1 hybrid showed heterosis in plant height in date of maturity. Heading of F_1 hybrid was recognized in seven cross combinations and setting seed was obtained in three combinations among them. This suggests that the gene for early maturity of Japanese *Coix* varieties was introduced to Thailand *Coix* varieties. In some F_1 hybrids, number of tillers and number of leaves were vigorous as compared with both parent plants. Generally the coefficient of variation of plant height of Thailand *Coix* varieties were larger than Japanese *Coix* varieties, and that of F_1 hybrid was distributed between them. From this result, it can readily be imagined that the Thailand *Coix* varieties were heterogenous condition for genes which determine the plant height.

With a view to investigate of affinity between Thailand and Japanese *Coix* varieties, the authors have observed chromosome configurations and their frequencies in meiosis of PMC's of F_1 hybrid. The chromosome association in meiosis of Hatomugi and Juzudama was shown 10II in all divided cells, and

their forms were closed bivalent, but in the F_7 strains and a few Thailand varieties $9\text{II} + 2\text{I}$ was observed in about 10% cells. The chromosome configurations in the F_1 hybrids were observed five types with 0, 2, 4, 6 and 8 univalent, but the most frequency of appearance was 10II among them. The frequency of univalent in divided cells are variable due to difference of cross combination. As to this phenomena, it would be recognized that there are

difference of homology of chromosomes and variation of karyotypes between *Coix* varieties used in this experimentant.

From these morphological and cytogenetical investigation mentioned above, it will be concluded that the Thailand *Coix* varieties are very available as breeding materials for improvement of genus *Coix*.