

Coix 属の改良に関する育種学的研究 (IV)

ハトムギ, ジュズダマ及びその雑種 F₁ 植物の 細胞遺伝学的研究

村上 道夫・安田 嘉和・原田 賢之

MICHIO MURAKAMI, YOSHIKAZU YASUDA and KENSHI HARADA : Studies on the breeding of genus *Coix*. IV. Cytogenetical studies of Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.), Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.) and its F₁ hybrid.

摘要 わが国に広く分布する *Coix* 属のハトムギ (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) とジュズダマ (*C. Lacryma-Jobi* L.) の近縁関係を調べる目的で, 細胞遺伝学的方法によつて両植物の核型と, その雑種 F₁ 植物における染色体の行動を観察した.

ハトムギ及びジュズダマの根端細胞における体細胞染色体を, aceto carmine によるおしつぶし法によつて観察した. その結果, 両植物の核型を次の如く決定した.

ハトムギ: $K(2n) = 20(2b) = 2^{ts} \cdot esA^m + 2B^m + 2C^m + 2^cD^m + 2^{es}E^m + 2F_1^m + 2F_2^m + 2F_3^m + 2G^{st} + 2H^{st}$

ジュズダマ: $K(2n) = 20(2b) = 2^{ts} \cdot esA^m + 2B^m + 2C^m + 2^cD^m + 2E^m + 2F_1^m + 2F_2^m + 2F_3^m + 2G^{st} + 2H^{st}$

両植物の核型中第5染色体(E)において若干の形態変

化が観察された. 即ちハトムギでは第二次狭窄とみられるくびれが観察されたのに反し, ジュズダマでは全く発見されなかつた. E以外の染色体の形態及び大きさには顕著な差が認められず, 両核型には高い類似性が存在するものと思われる.

花粉母細胞の減数分裂における染色体対合は, ハトムギ及びジュズダマでは夫々10 IIを示したが, その雑種 F₁ においては観察総数の82%は10 IIを示し, 他に9 II + 2 I が約14%, 4及び6 Iも僅少なから観察された. これらの現象は両植物の染色体間に部分相同性の存在を意味し, 之の主たる原因は核型のE染色体によるものであろう.

以上の結果より, ハトムギ及びジュズダマの2種に関しては, 核学的に高い類似性を有するとみてよいが両植物のゲノムは完全に相同ではなく, 部分相同の染色体が存在すると考えられる.

I 緒 言

筆者らは, 前報 (1958, '59) 迄において, わが国に普遍的にみられる *Coix* 属植物の代表種であるハトムギとジュズダマの雑種 F₁ 植物及びその人為四倍体植物が, 茎葉を主とする外部形質にヘテロシスを示し, 将来青刈飼料として有望な育種素材となりうることを報告した. しかしながら従来より *Coix* 属植物は育種の対照としてとり上げられたことはなく, またその基礎的研究に関する報告も極めて少い. すなわち MIMÉUR (1951) は, 形態学的方法によつて *Coix* 属植物を整理し, 組織的な種の分類を試みた. また NIRODI (1955) は, アジアに分布するトウモロコシの近縁植物に関する研究を行い, この中において *Coix* 属には *Coix*

poilanei (2n=10), *C. Lacryma-Jobi* (2n=20), *C. gigantea* (2n=40) の如く, 染色体数に倍数関係の存在することを報告している. 更に同氏は, タバート細胞の smear method により染色体の形態を観察し, 次いで meiosis における染色体対合より, 夫々の種の特長を論じている.

筆者らは, *Coix* 属植物の改良に関する試験の一環として, 属中に含まれる種及び変種間の雑種における染色体対合を, 夫々の両親植物と比較することによつて, *Coix* 属の種の相互関係を明らかにすべく実験を遂行中である. NIRODI によれば, すでに筆者らが改良の母体として採用したハトムギ及びジュズダマに関しては, 両者の体細胞染色体の形態には極めて高い類似性が存在することを報告するに止り, その間の微細

な差異にふれていない。しかしながら筆者らは、その両植物の雑種 F₁ 植物が、花粉及び種子稔性にかんがひの低下を示した事実より、両植物の染色体間に非相同性乃至は部分相同性が存在するものと考え、夫々の染色体の形態を分析して核型を決定し、更に両者の雑種 F₁ の PMC における染色体対合の程度を観察し、これらの結果より両植物の近縁性に関して二、三の考察を試みたのでここに報告する。

II 実験材料及び方法

1. 実験材料 本実験の材料であるハトムギ (*Coix Ma-yuen* ROMAN., *C. Lacryma-Jobi* var. *Ma-yue*_n STAPF.) 及びジュズダマ (*Coix Lacryma-Jobi* L.) の2種は、本学圃場にて栽培中のものを使用し、両者の雑種 F₁ 植物は、1957年に育成したのものを使用した。

2. 方法 ハトムギ及びジュズダマの体細胞染色体の観察のために、両植物の種子を4月上旬に播種箱に播種し、発芽後その芽生を抜取り、水洗後直ちに種子根の先端 1.0~1.5 mm を切断し、主として六浦・中平 (1956) によつて改良されたおしつぶし法によつて標本を作成した。処理時間は、ハトムギでは HCl 20分, chromo acetic mixture 30秒, ammonia alcohol 30秒であり、ジュズダマでは上記処理中 HCl 25~30分が適当であつた。猶これ以外にカルノア液 (無水酒精 2 + 氷醋酸 1) による固定法も併用した。Coix 属の染色体観察のためには、芽生長 3~5 mm, 種子根長 10~50mm 程度に伸長した時期に、短小肥大種子根の先端を供試するのが適当と思われる。

花粉母細胞における meiosis の観察のためには、雄穂が未だ葉鞘中に存在する出穂前 5~7日頃に雄花を摘出し、葯長 1~2 mm のものをカルノア液で1時間以上固定し、aceto carmine によるおしつぶし法によつて標本を作成した。前述の HCl 処理を併用したが、両者の間に顕著な差はみられなかつた。

以上の方法による染色体観察の外に、筆者らは位相差顕微鏡 (千代田製 NDL) による染色体観察を試みた。この場合根端は固定後直ちにおしつぶし、無染色状態で観察したが、本方法は PMC の meiosis における染色体対合の観察に適するようである。

III 実験結果及び考察

1. ハトムギ及びジュズダマの核型

ハトムギ及びジュズダマの染色体の観察は、主として4~6月の期間に行つたが、之と別に1月に定温器中で発芽せしめた種子によつても同様の処理を行つてその形態を観察した。時期による染色体形態及び大き

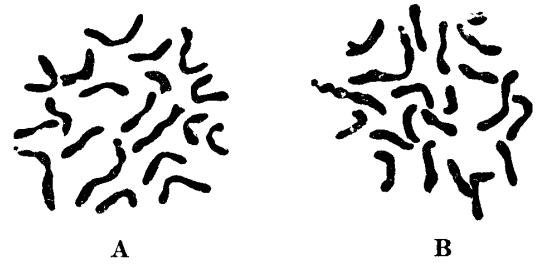


Fig. 1 Somatic chromosome in root tip cell of Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.)

A : Hatomugi B : Juzudama

さの差はみられなかつた。従つて核型の決定及びその長さの値はこれら全観察結果の平均をもつて示した。

両植物の体細胞染色体は Plate の 1, 2 及び Fig. 1 に示す如くである。染色体数は共に $2n=20$ であり、之以外の染色体数を有する細胞は発見されなかつた。細胞による染色体形態及び大きさの差はなかつたが、1細胞内の染色体の大きさにはかなりの変異が認められた。両植物共最長染色体は付随体を有する SAT-chromosome であり、最短染色体の略々2倍の長さを有した。他の染色体の長さはこの間に連続的に分布した。両植物の染色体の形態を長さの順に配列すれば Fig. 2 に示す如くである。猶 Fig. 3 にはこの染色体の形態的構造を核型模式的に基本数について図示したものである。

染色体の形態を基礎とした研究、すなわち核型 (Karyotype) に関する研究は、DELAUNAY (1922) が始めて Caryotypus と命名して以来、今日に至る迄多くの植物について行なわれ、又夫々の研究者によつてその意義が討議されて来た。BRUN (1932) は核型を核系統学の単位とし、篠遠・佐藤 (1940) は基本数に相当する染色体形態、すなわち基本核型 (basikaryotype) の概念を定義した。しかし多くの供試材料において、その強調する特長に相違があるため、従来発表された核型表示法には統一性がみられない、即ち HEITZ (1926), BRUN (1932), SOROKIN (1927.'29) らは夫々の立場において適当な方法を考案した。篠遠 (1944) は、この核型表示法に新しい提案を行い、簡潔且つ普遍的な方法としてその効用をのべた。筆者らは、本実験の核型に対しては、これらの多くの表示法の中最も明確且つ妥当と思われる篠遠の方法に準拠して表わした。即ちハトムギ及びジュズダマの夫々の核型は下記の如くである。

ハトムギ (*Coix Ma-yuen* ROMAN. *C. Lacryma-Jobi* var. *Ma-yuen* STAPF.)

$$K(2n) = 20(2b) = 2^{2,cs}A^m + 2B^m + 2C^m + 2^cD^m + 2^{cs}E^m + 2F_1^m + 2F_2^m + 2F_3^m + 2G^{st}$$

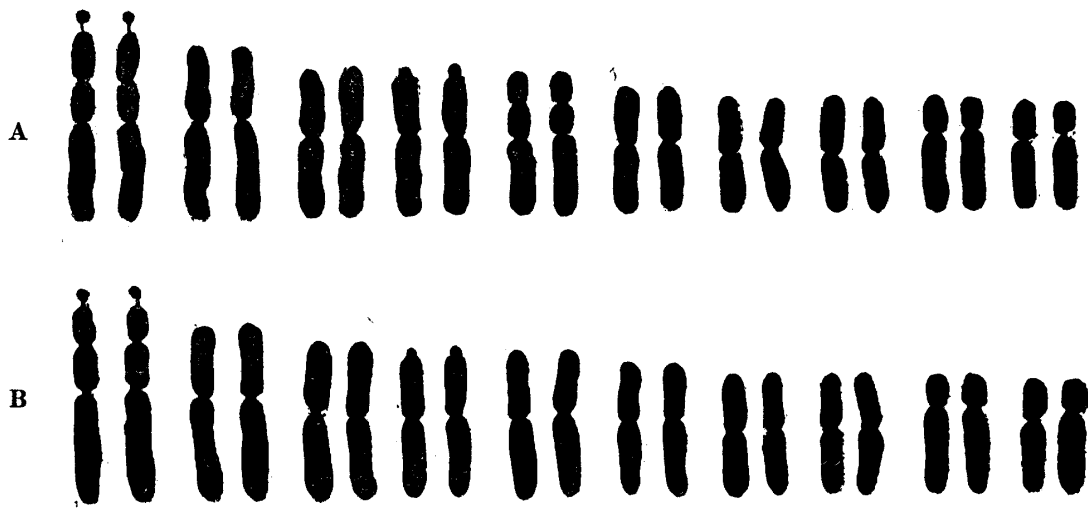


Fig. 2 Somatic chromosomes of Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.)
A : Hatomugi B : Juzudama

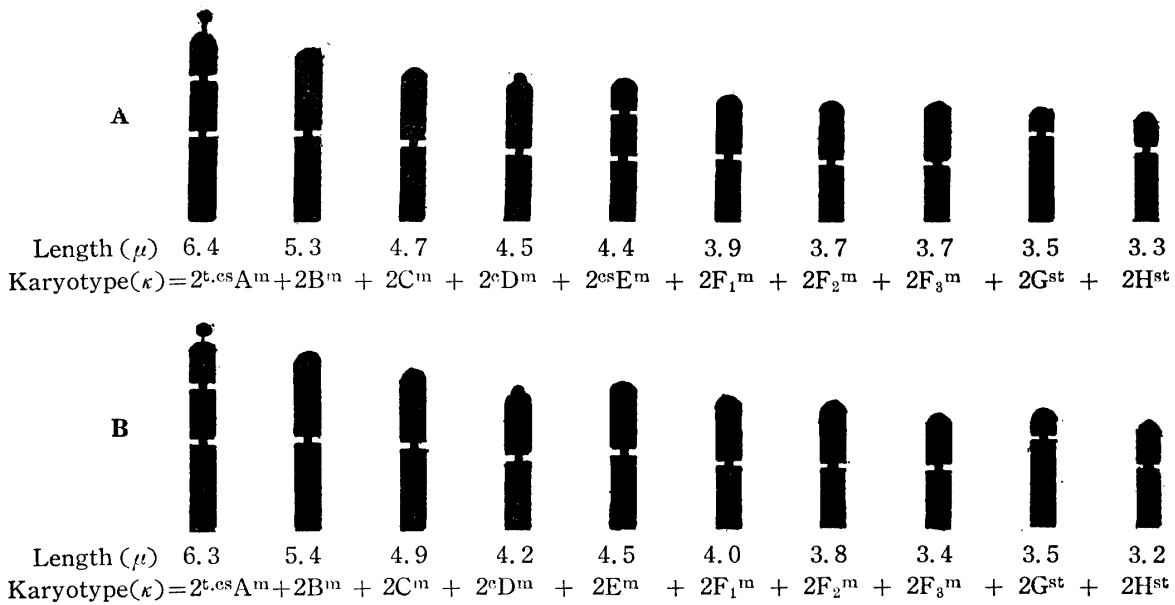


Fig. 3 Karyotypes of somatic chromosomes of Hatomugi and Juzudama
A : Hatomugi B : Juzudama

+2Hst
 ジュズダマ (*Coix Lacryma-Jobi* L.)
 $K(2n) = 20(2b) = 2^{ts,cs}A^m + 2B^m + 2C^m + 2^cD^m$
 $+ 2E^m + 2F_1^m + 2F_2^m + 2F_3^m + 2G^{st}$
 $+ 2H^{st}$

(但し t, cs, c は夫々付随体, 第二次狭窄, 頭を示し, m, st は動原体位置が夫々 median, subterminal であることを示す)

ハトムギの A 染色体は付随体を有する SAT-chromosome であり, 又第二次狭窄とみられるくびれが観察されたが, これは一次狭窄に比較して明瞭ではない. D 染色体には頭がみとめられた. 又 E 染色体にも

二次狭窄と思われるくびれが存在するようであり, これは特に前期の終りに於いて明らかである. F₁~F₃ 染色体はその形態及び長さには明らかな差異はなく, 同型染色体と思われる. A~F 染色体の動原体はすべて median であり, 所謂 V 型染色体とみられた. 猶 G 及び H 染色体の動原体は共に subterminal であるが, G 染色体は H よりも更に端部に近く着糸点をもつものと思われる.

一方ジュズダマにおいては, 染色体の形態は殆どハトムギのそれと大差なく, 又その夫々の染色体の長さ及び全染色体の長さの総和も略々等しかつた. 即ちそ

の形態において、動原体の位置、付随体及び頭の存在等の特長も両植物を通じて略々同様であり、両染色体間にはかなり高い類似性が存在すると思われる。然し乍ら詳細に観察すれば、E染色体の形態に少しく変化がみとめられる。即ちジュズダマのE染色体には、ハトムギのそれにみられた第二次狭窄の如きくびれが全く存在しなかつた。このE染色体にみられた形態の差異が、いかなる原因によつて生じたかは本段階においては不明であるが、両植物の核型を比較した場合、この点が最も著しい相違点であり、これが後述する両植物の雑種の PMC における染色体対合に、かなりの一価染色体を生じた原因となつていと考えられる。NIRODI は *Coix Lacryma-Jobi* var. *Ma-yuen* に属する2植物を供試したが、その中の一方には *Coix Lacryma-Jobi* と同様に SAT-chromosome を有しているが、他方には SAT-chromosome の片方には付随体が存在しなかつたと述べている。var. *Ma-yuen* における付随体のこの変化の原因にはふれていないが、筆者らの観察したハトムギにはかかる異常は発見されなかつた。又同氏は *C. Lacryma-Jobi* と *C. La.* var. *Ma-yuen* の夫々の染色体の形態の比較を行つていないが、その図示する形態をみれば、同氏の用いたタペート細胞の染色体は、筆者らの根端細胞における染色体に比較して、一般に太く、且つ狭窄の位置も不明瞭のようである。又その長さについても SAT-chromosome は必ずしも最長染色体と考えられない。一般に染色体の数は同一植物では部分による差異はないが、その大きさに関しては、部分及び処理の方法等によつてかなりの変化がみられる。又染色体の形態の分析すなわち核型分析は、核型が外部形態よりも環境の影響を受けないと言う観点に立つて分類学的手段に用いられているが、現在では種々の生態環境によつて核型にも少しく変化を生じるものと考えられて来た(佐藤, 1949)。筆者の使用したハトムギ及びジュズダマの核型が NIRODI のそれと少しく異なることは、おそらく両者の供試材料の差異によるか、又は観察細胞の部分の差異にもとづくものであろう。同一 *Coix* 属及び種にふくまれる植物の中にも、生態環境による分化がかなり頻繁に行われていることは容易に考えられ、之にもなつて染色体の種々の形態乃至は構造変化もかなり生起しているものと思われる。従つて今後、かかる核型における差異を究明することによつて、*Coix* 属植物の分類乃至は植物相互間の類縁性が一層明確にされるものとする。

2. ハトムギ及びジュズダマの雑種 F_1 の PMC における染色体対合

佐藤(1941, '42)は、同一属内の植物の染色体はそ

の数は勿論形や大きさも類似性が高く、核型は略々相同とみられることが多いが、一方染色体数の変化や、形及び大きさ等の染色体の構造変化を来している場合もあり、このような場合には核型分析による核型の相同、非相同の推定のみでは正鵠を期し得ない。かかる際にはゲノム分析と同様に、減数分裂における染色体の対合状況より判定する所謂基本核型分析によつて、染色体又は染色体部分の相同性を分析しなければならないことを述べ、ツルボ (*Scilla thalictroides*) 属の多くの異数体の基本核型構成を決定している。筆者らは、*Coix* 属の多くの種、変種間の近縁関係の決定においても、核型及び基本核型分析を併用して考察すべきであると考え、本実験の供試材料であるハトムギとジュズダマに関して、両者の雑種 F_1 (ハトムギ×ジュズダマ) 植物を育成し、その PMC の減数分裂に現れた染色体対合を観察して前述の核型についての観察結果とあわせて両植物の近縁関係を考察することを試みた。

ハトムギ及びジュズダマの夫々の PMC の減数分裂における染色体対合は Fig. 4 に示す如くである。即

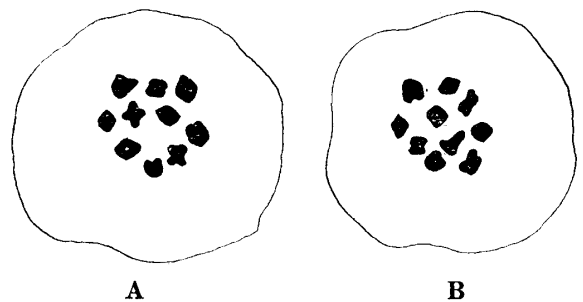


Fig. 4 Chromosome association at MI in meiosis of PMC's of Hatomugi and Juzudama

A : Hatomugi, 10 II, B : Juzudama, 10 II

ち両者とも 10 II を示し、これ以外の如何なる対合型も示さなかつた。又その対合は両植物ともかたい二価染色体を示し、所謂 closed bivalent であつて時に一端のわづかに開いた V 型を示すものもあつたが、その頻度は極めて少なく、NIRODI (1955) が *C. Lacryma-Jobi* の Diakinesis において環状及び V 型が夫々 5 個存在したと報告しているが、かかる規則性はみられなかつた。

ハトムギ及びジュズダマの雑種における染色体の対合状況は Table 1, Fig. 5 A~C 及び Plate C に示す通りである。観察は F_1 個体より任意に 5 個体を抽出して夫々の葯について前述の aceto-carmin によるおしつぶし法で行つた。表示の如く観察総数中 10 II の対合型を示したものは 82% で最も多く、他に 9 II + 2 I が約 14% 観察され、個体によつては、8 II + 4 I 及

Table 1 Chromosome configurations and their frequencies at MI in meiosis of PMC's of F₁ (Hatomugi×Juzudama)

	F ₁ Individual	Chromosome configuration				total
		10 I	9 II+2 I	8 II+4 I	7 II+6 I	
Frequency	1	23	4	1	1	29
	2	22	4	0	0	26
	3	14	3	1	0	18
	4	18	3	0	0	21
	5	7	0	1	0	8
	total		84	14	3	1
	%	82.34	13.72	2.96	0.98	100.00

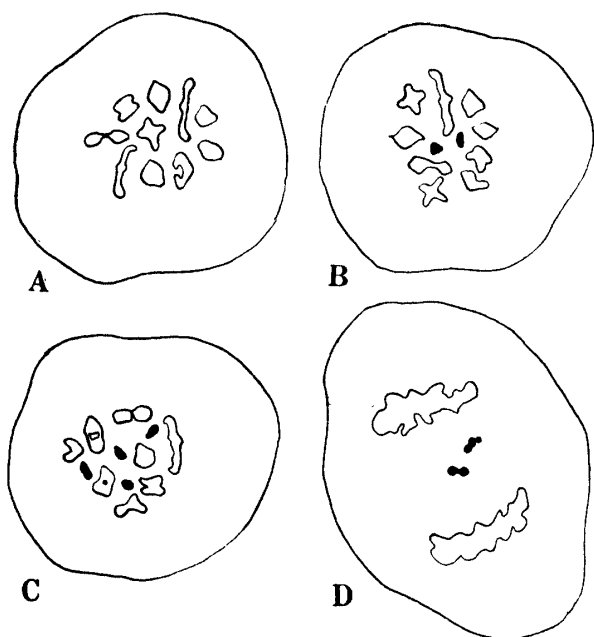


Fig. 5 Chromosome behavior in meiosis of PMC's of F₁ (Hatomugi×Juzudama)

A : 10 I, B : 9 II + 2 I,
C : 8 II + 4 I, D : laggards

び 7 II + 6 I をもつものも僅少なから観察された。図に示す如く、二価対合の場合その対合程度は両親における場合と同様のかたい closed bivalent を示すものもあり、又単なる末端接合の open bivalent を示して接合度の極めてゆるい場合も観察された。猶これらの対合程度の差は、個体又は観察細胞を通じて一定の傾向を示さず、従つて両植物の夫々の染色体の相同性の程度を推論することは出来なかつた。然し乍ら対合のゆるいものがかなり出現したことより、二価を構成する染色体は、夫々の親自身の染色体と全く同程度の相同性を有するとは考えられない。又一価染色体が14%以上出現したことと併せ考えれば、これら両植物の染色体間には部分相同性が存在するものとみてよい。Fig.

5-D 及び Plate の D には anaphase における lagging chromosome を示すが、不接合の一価染色体の遅延と考えられる。この lagging chromosome は主としていづれの染色体に起因するかは、該染色体の形態、特に狭窄等の状態が不明確であつたため確定はし得ないが、恐らく、前述した両植物の核型中、特に顕著な相違のみられた E 染色体によつて起るのではないかと思われる。即ちハトムギ及びジユズダマの基本数 n = 10 の染色体間には少くとも 1 個の部分相同染色体を有し、更に 4 I 及び 6 I が僅少なから観察されたことより、他に 2 ~ 3 個の部分相同染色体を予想することが出来る。

3. 総合考察

MIMEUR (1951) 及び NIRODI (1955) らによれば、Coix 属植物は、トウモロコシ類 (Maydeae) に属し Zea 属と近縁植物であるとされている。又 Coix 属にふくまれる多くの種及び変種は、本属の起源と考えられる印度及び東南アジアを中心として広く分布し、その種成立の経過も一応の推論が試みられている。然し乍らこの点に関する明確な結論をうるためには、これらの種、変種及び近縁属植物間の交雑親和性、更に細胞遺伝学的方法による核型乃至はゲノム分析等がなされなければならない。かかる見地より筆者らは、先づわが国の代表的 Coix 属植物であるハトムギ (Coix Ma-yuen ROMAN.) とジユズダマ (C. Lacryma-Jobi L.) の 2 種を供試して上述の如き分析を試みた。C. Ma-yuen は C. Lacryma-Jobi の進化過程に栽培化された一変種とみられ、核学的にも一応類似性の高いものと推定されるが、上述の実験結果よりもこのことが証明された。筆者らの供試材料が、印度その他に分布するものと全く同形質のものであるか、又は種々の変異を来しているかは今後の研究にまたねばならないが、ハトムギ及びジユズダマの 2 種に関しては、両者の核型に類似性が高く、雑種の染色体対合よりして

も、殆どの染色体は相同性を有することが考えられる。然し乍ら両植物のゲノムは完全に相同ではなく、基本核型中1本の染色体(6)に形態上の差異を認め、且つ雑種の染色体対合の結果からしても、両者の間には部分相同性が存在することが推定された。即ち *Coix Ma-yuen* は、その野生型である *Coix Lacryma-Jobi* の進化中に、その染色体構成中少く共1本に何らかの形態変化を来したものと考えられる。

植物の核学的研究は勿論、雑種の染色体対合に関しても、従来より極めて多数の報告がみられる。両親植物を構成するゲノムの相同性に関して香川(1957)は非相同とされているゲノム間、又は同一のゲノムとされている染色体間にも、部分的対合の起ることが多く、むしろ2つのゲノムが完全に非相同の場合は少いかも知れないと述べている。多くの種・属間交雑で、両親のゲノムが種々の程度に相同、部分的相同及び非相同の場合における雑種の染色体行動に関しては、木原(1924, '29), 木原及び西山(1928, '30)らの *Triticum* 属, WEBBER(1935)の *Gossypium* 属などを始め、その他多くの事例について報告されている。本実験の *Coix* 属に関しても、これらと同じ区分に入るものと思われるが、*Coix* 属におけるこの種の報告はなく、そのゲノム構成についても現在の所全く不明である。筆者らはハトムギ及びジュズダマを一応二倍体として以上の考察を行つて来た。然し NIRODI は *Coix poilanei* MIMÉUR が $2n=10$ をもつことを報告し、*Coix* 属の染色体の基本数を $n=5$ として、従来より知られた *C. Lacryma-Jobi* L. ($2n=20$) 及び *C. gigantea* KOEN EX ROXB ($2n=40$) との間には $2x:4x:8x$ の倍数性関係が存在するのでないかと述べている。*Coix* 属におけるかかる関係を猶一層明確に把握し、これらの植物を構成するゲノムを決定し、更にそのゲノムの相同性を判定するためには、夫々の染色体の核学的研究はもとより、当然これら3種間の雑種における染色体行動の分析がなされなければならない。又これによつて始めて *Coix* 属植物の成立の経過に対する推論もなしうものとする。

引用文献

- BRUUN, H.G. (1932) : Syml. bot. Upsal. 1. Upsala.
- DELAUNAY, L. (1922) : Bot. de Tiflis, Nr. 11. Ser. 1.
- HEITZ, E. (1926) : Zeit. f. Bot. 18. 625~681.
- 香川冬夫(1957) : 種属間交雑による作物育種学, 産業図書.
- 木原 均(1924) : Mem. Coll. Sci. Kyoto. Imp. Univ. Ser. B No. 1, Art 1.
- _____ (1929) : Cytologia 1. 1~15.
- _____・西山市三(1928) : 植物学雑誌, 42. 221~231.
- _____・_____ (1930) : Cytologia 1. 263~284.
- MIMÉUR, G. (1951) : Rev. Bot. Appl, 31. 197~211.
- 村上道夫・原田賢之(1958) : 西京大学報, 農10. 111~120.
- _____・_____ (1959) : 京府大学報, 農11. 1~8.
- 六浦 修・中平良一(1956) : 西京大学報, 理及家政 2-3. 57~61.
- NIRODI, N. (1955) : Annals of Missouri Botanical Garden. 42. 103~130.
- 小熊 稔(1942) : 遺伝学雑誌, 18. 205~216.
- 佐藤重平(1941) : 遺伝学雑誌, 17. 243~244.
- _____ (1942) : Jap. Jour. Bot., 12. 57~161.
- _____ (1949) : 遺伝学雑誌, 24. 84~85.
- 篠遠喜人(1938) : Cytologia 9. 254~271.
- _____ (1944) : 科学, 14. 76~78.
- _____・佐藤重平(1940) : Cytologia 10. 529~538.
- SOROKIN, H. (1927) : Genetics 12. 58~83.
- _____ (1929) : Am. Jour. Bot. 16. 407~420.
- WEBBER, J.M. (1935) : Jour. Agric. Res. 51. 1046~1070.

Explanation of Plate I

- 1.~2. Somatic chromosome in root tip cell of Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.)
 1. Hatomugi ($\times ca$ 2000)
 2. Juzudama ($\times ca$ 2000)
3. Chromosome association at MI in meiosis of PMC's of F₁ (Hatomugi \times Juzudama). 9 II + 2 I (left), 10 II (right) ($\times ca$ 2000)
4. Laggards at anaphase in meiosis of PMC's of F₁ ($\times ca$ 1900)

Summary

1. Cytological studies on genus *Coix* has ever been carried out by NIRODI (1955). But the karyotype and genome analysis for some species or varieties of the genus *Coix* have not been studied. With a view to conclude of affinity between Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.), the authors have studied the karyotype of these plants and the chromosome behavior in meiosis of PMC's of the F₁ hybrid. Both *Coix* plants have twenty somatic chromosome number.

2. The chromosome structure were observed in the metaphase of somatic cell division of root tip cell. The karyotype of Hatomugi and Juzudama were determined as follows :

Hatomugi : *Coix Ma-yuen* ROMAN. ; *C. Lacryma-Jobi* var. *Ma-yuen* STAPP.

$$K(2n) = 20(2b) = 2^{t,cs}A^m + 2B^m + 2C^m + 2^cD^m \\ + 2^{cs}E^m + 2F_1^m + 2F_2^m + 2F_3^m + 2G^{st} + 2H^{st}$$

Juzudama : *Coix Lacryma-Jobi* L.

$$K(2n) = 20(2b) = 2^{t,cs}A^m + 2B^m + 2C^m + 2^cD^m \\ + 2E^m + 2F_1^m + 2F_2^m + 2F_3^m + 2G^{st} + 2H^{st}$$

As showed in these formulas of karyotypes, there would be differences the structure of chromosome "E". That is to say, there is no secondary

constriction in chromosome "E" of Juzudama. All chromosomes except "E" of Hatomugi would be similar to the chromosome of Juzudama respectively in the shape and size.

As a result of above observation, it would be recognized that the karyotypes of Hatomugi and Juzudama have high affinity.

3. The chromosome association in meiosis of PMC's of Hatomugi and Juzudama was shown 10 II and their form were closed bivalent in most cases. In the F₁ hybrid (Hatomugi × Juzudama), 10 II was observed in 82% of all dividing cells, but 9 II + 2 I was about 14%, and few cells with 4 I or 6 I were observed.

As to this phenomena, it would be recognized that the both parental plants have partially homologous chromosome and almost all univalents have derived from E chromosome.

4. From these cytogenetical observation mentioned above, we have arrived at the conclusion that Hatomugi and Juzudama have fairly high affinity in karyotype, but the genomes of them would be at least partially homologous.

