

# むべ、ポポウ及び時計草の倍数体

(果樹の人為倍数体に関する研究 第I報)

島津 齊徳・樫村 勝司・板倉 昭

On the Polyploid Plants of Mube, Papaw and Passion Fruit

(Studies on artificial polyploids of fruit trees I)

NARIYASU SHIMADZU, KATSUJI KASHIMURA and AKIRA ITAKURA

## I. 緒 言

人為倍数体の育成に関しては現在までに非常に多数の植物について報告されているが、木本性のものでは比較的その例が少なく、林木を除けば桑樹・茶樹等の2・3のもので作出されているにすぎない。特に果樹における人為倍数体の育成はまだその例が少ない現状である。

そこで筆者らは1953年以来、果樹の染色体倍加を企図し、現在までにむべ *Stauntonia hexapylla* DECNE., ポポウ *Asimina triloba* DUN., 果物時計草 *Passiflorae dulis* SIMS., ゆすら梅 *Prunus tomentosa* THUNB. 及びいわ梅 *Prunus japonica* THUNB. 等を対象として薬品による処理を行い、現在までにむべ、ポポウ及び果物時計草において倍数体(推定)を作出しえた。いずれも永年性植物であるので大部分の個体がまだ開花年令に達せず、そのため性細胞の染色体数による倍加の確認はまだ行われていない。しかし形態的な諸特性の調査結果から、倍加確実と思われるものが各果樹についてそれぞれ数個体ずつえられたので、ここに現在までの観察・測定の結果を予報する次第である。

木本性植物の人為倍数体に関しては、林木では日本と北歐において特に研究されており、現在までにまつ<sup>26)</sup>・すぎ<sup>28)</sup>・ひのき<sup>12)</sup>・きり<sup>9)</sup>・くす<sup>8)</sup>・みつまた<sup>17)</sup>・はぜ<sup>24)</sup>等を初めかなり多くの樹種が報告されている。特にくろまつの4倍体については外山氏によって詳細な観察が加えられ、また金沢氏らは多数の樹種を用いてその倍加を試みられた。また桑樹<sup>21)</sup>、<sup>25)</sup>他及び茶樹<sup>6)</sup>、<sup>23)</sup>他に関しても、それぞれ種々の面から研究されている。しかるに果樹の人為倍数体に関しては、これまでに各地で倍加処理が行われて、既に幾種類かの倍数体が作出されてい

ると聞いてはいるが、まだまとまった研究の行われているものは極めて少ない。僅かにもも (Dermen & Scott '39), りんご (Nebel '40), つるこけもも (Dermen & Bain '44), あけび (小野 '48, 足立 '50, 斎藤 '57) 及びパパヤ (門田 '58) が報告され、その他に梨・木莓・柑橘類等で試みられているにすぎない。なお、果樹ではないがコーヒー (Mendes '39) の倍数体も報告されている。

この研究を行うにあたって、貴重な種子及び種苗を分与せられた埼玉県立植物見本園 柴芳夫氏、鹿児島大学指宿植物試験場 中山定徳氏及び株式会社島津興業に、調査に協力された上田義之君に対し、それぞれ感謝の意を表する。

また本研究の一部は、株式会社島津興業からの研究費の助成によったもので、ここに記して謝意を表する。

## II. 材料及び方法

供試材料の来歴

むべ(郁子): わが国の比較的温暖な中部以南に産し、かなり古くから果実が食用に供され、庭園にも栽植されてはいるが、特に果樹として栽培されているものは殆んどない。しかし、果実は南九州の都市の果物店で取扱われている。宮沢氏 (1954) によればむべには果実の形状によって2・3の系統が存することである。筆者らの供試したものは第1回は鹿児島市内で販売されていた果実から採種したもの、第2回は埼玉県立植物見本園から分譲をうけた種子、第3回は株式会社島津興業から寄贈された種子を用いた。第1回供試のものは無処理の個体がすでに開花年令に達しているが、花弁状萼片の内側

に紫褐色の斑点がかなり多い。しかし、第3回供試の種子と同時期に数本の成木の寄贈もうけたが、この個体の萼片には殆んど斑点はみられず、いわゆる白花品である。

ポボウ (Common Papaw) : 北米南部原産でわが国に渡来したのは明治中期であるが、特殊な風味と貯蔵・輸送の困難な点で、その栽培は余り多くはない。しかし、濃厚な熱帯果実的な香気と甘味とは、一部の人に嗜好されている。本邦で栽培されているポボウには種々の系統が存在しており、井上、平井<sup>2)</sup> 両氏によってその異同が論ぜられている。筆者らが供試した系統は、1936年頃に新宿御苑産の果実から採種して実生した個体が、現在成木に達して年々多数の着果をみており、この母本から

同法による幼苗又は枝条の生長点滴下及び幼苗のアセナフテン処理のいずれかを行った。その詳細は第1表に示す通りである。

管理と調査

供試個体はポボウのNo. 1 個体を除き、他はすべて鉢植栽培を行っている。植木鉢は圃場の土壌中に上縁部を僅かに残して埋めておいた。時計草のみは温室に入れ、冬季は 20~30°C に加温して栽培した。しかし、むべとポボウは上方に霜除けの覆いをした程度で越冬させた。無処理の2 倍体もそれぞれ同様の管理のもとで栽培した。鉢植栽培の個体は野生のものや果樹園栽培のものに較べて、すべて少し矮化した生育をしているのはやむをえない。

第1表 処 理 方 法

植 物 名	播 種 期	処 理					
		年次	種 類	開始期	濃 度	日 数	個体数
む べ (1)	年 月 日	1954	種 子 浸 漬	2. 28	0.1	7, 10及び14	180
"	'54. 3. 7~14	1955	生 長 点 滴 下	5. 9	0.4	5	14
"	"	1956	アセナフテン処理	6. 15	—	10~40	12
"	"	1957	生 長 点 滴 下	5. 6	0.4	5, 7及び10	2
む べ (3)	—	1959	種 子 浸 漬	2. 11	0.2及び0.4	7, 9及び11	250
ポ ボ ウ	'56. 11. 27	1957	生 長 点 滴 下	7. 13	0.2	5, 7及び10	18
果物時計草	'59. 4. 23	1959	"	5. 15	0.4	"	60

註 (1) 種子浸漬及び生長点滴下はすべてコルヒチン水溶液を用いたものである。

(2) 滴下処理は むべ (1955) は幼苗、むべ (1957) は枝条、ポボウと果物時計草は芽生のそれぞれ生長点に対して行った。

採種した種子を用いたものである。倍数体の調査の比較に用いる2 倍体としては、冬季土壌中に鉢の上縁部まで埋めてあった鉢植えの処理個体を、春になってほり起して他の場所に移したあとの土地から生じた2 倍性の根莖 (No. 1) を用いた。この個体のみは露地で生育しているため、他の鉢植えの供試個体とは栽培条件がかなり異なっている。

果物時計草 (Passion Fruit) : 供試した種子は鹿児島大学指宿植物試験場から寄贈をうけたものである。この果樹はブラジル原産で、熱帯各地に広く栽培されており、食用になる数種の時計草のなかでも品質良好、多収と称されている。現在わが国では九州・四国等の暖地で栽培が増加しており、新しい亜熱帯性果樹として重視されてきている。

処理方法

薬品処理の方法はコルヒチン水溶液による種子浸漬、

染色体の倍加はまず葉の気孔と葉緑体及び花粉 (時計草のみ) の鏡検の結果に基いて判定した。いずれも永年性植物であるために、時計草の少数個体を除き、大部分は開花年令に達せず、性細胞の観察もまだ行うことができない。時計草は挿木が容易であるので、花粉母細胞による染色体数の算定と並行して、根端細胞を観察することによって、各個体の倍加を検定するように努めている。

調査は主として葉及び花 (時計草のみ) の形態的な特性に関し、各果樹の倍数体とそれぞれの原種2 倍体とを比較して行った。葉は各個体の中央位に着生した、その果樹の特性を備えているものを用いた。葉裏の気孔及び葉肉組織の観察・測定には生葉の中央部の主脈を含まない部分を用いた。顕微鏡による長さの測定には、接眼移動測微計を用い、一定面積内の気孔数の算定には5 mm平方の網状マイクロメーターを使用した。その1 辺の実際値

は約 230 $\mu$  であった。

### III. 結果及び考察

#### 1) 倍数体の出現

気孔・葉緑体及び花粉の観察によって、一応倍数体であると判定した個体のなかで、染色体数によって倍加を確認しえた個体はまだ数が少ない。しかし形態的調査の結果によって倍加確実と判定された個体は、本報では4倍体(以下4xと記載)と仮称することにした。この4xのほか、外観的に4xよりさらに高度の倍数体ではないかと思われる個体、キメラ状の個体(混数体)及び種々の喙形個体等を一括して変異体と称しておく。これらの中には異数体もあるかもしれないが、それらはすべて今後の細胞学的な検定をおえてから、結果をとりまとめたいと思う。

また種子浸漬後、処理種子の中には発芽に至らないもの、生育の途中で枯死したものもある。果物時計草では冬季保温の関係で、外部形態から倍加していないと判定された個体の大部分のものは処分してしまった。また、むべにおいても倍加不成功と思われた個体は露地に放置してあるため、枯死したものも少なくない。したがって、倍数体出現率の正確な算出は困難な点がある。しかし、一応その出現の様相をとりまとめると第2表の通りであって、ポボウと果物時計草では共にかなり成績良好であった。むべは4xの発生が最も悪かったが、これは恐らく処理方法が適当でなかったためと思われる。

第2表 処理成績

植物名	処理 個体数	残存個体数				処理 年次
		4x(推定)	変異体	2x	合計	
	粒又は本	本	本	本	本	
むべ(1)	208	1	1	3	5	1954~ 57
むべ(3)	250	4	6	83	93	1959
ポボウ	18	2	5	11	18	1957
果物時計草	60	6	15	3	24	1959

註 変異体の中には、4xよりさらに高度の倍数体と思われるもの、キメラ状の個体(混数体)、異数体等の原種2xとは異なった外観を呈するものをすべて含む。いずれも染色体数は確認されていない。

現在までにむべでは計5個体、ポボウ2個体、果物時計草6個体の倍加確実と思われるものがえられている。本報ではそのうちの、むべは個体番号43(4x)と1(2x)、ポボウは8(4x)と1(2x)、果物時計草は18(4x)と6(2x)をそれぞれ調査に用いた。

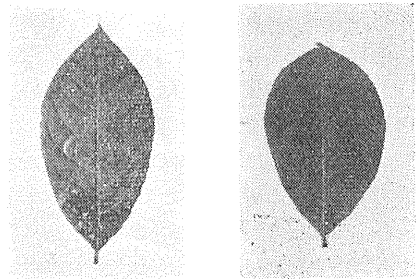
#### 2) 葉の形状と組織

むべと果物時計草の葉はその形状がやや複雑で、成木に達しないとそれぞれの特有な葉形を示す葉を多数にすることが困難であるので、葉形の調査は行わなかった。ポボウ4xの葉は、今日までに報告された多くの4x植物の場合と同様に、2xに較べて幅広となっている(第3表及び第1図)。

第3表 葉形(ポボウ, 1960)

倍数性	調査数	葉幅	葉長	長/幅
		cm	cm	
2x	5	7.43	15.80	2.127
4x	//	7.36	12.20	1.658

第1図 葉形(ポボウ)



左：2倍体，右：4倍体

その関係は葉長と葉幅との比を較べてみると明らかである。なお、供試個体は殆んど鉢植栽培であるため、やや矮化した生育を示しており、葉の大きさも露地のもの(2x)に較べると、かなり小さいのはやむをえない。

4xの葉色はポボウと果物時計草では、2xに較べて濃緑色を呈している。しかしむべでは若葉と成葉とで葉色の差異が著しく、2xと4xとの間の違いはあまり明瞭でなかった。また果物時計草には4xよりもさらに緑色が濃く、やや縮緬状となり、周縁に欠刻の現われた葉を有するものが数個体ある。これは朝顔<sup>22)</sup>や鶏頭<sup>18)</sup>、つくばねあさがお<sup>15)</sup>等で観察された8xと推定される個体の外観に類似している。またその他に、淡黄色の斑紋を有する葉、内側に縦に抱えた葉、外側に横に巻いた葉等を有する種々の変異体も現われている。同時に播いた無処理個体(2x)にはそのような変異は見られないが、個体数が少ないのでとの種子が遺伝的に雑駁であったためか否かは速断ができない。恐らく前記の種々なる変異体の中には、処理の結果に基いた染色体変異或いはキメラ(特に周縁キメラ)によるものがあると思われる。それらは非常に興味ある試料と考えるので、今後さらに追究したいと思っている。

一方、外山氏の作出されたくろまつ  $4x$  の 7 個体では、形態的な変異の程度が個体によって相当の差異を有していたとのことである。すなわち、 $4x$  の個体変異の差の程度は、 $2x$  の個体変異の差の程度より遙かに大であって、倍数性の利用によって相当異なる形質をもった個体をうる可能性が大きいといわれている。林木の場合と同様に、果樹においても一般にその種子は雑種性であり、遺伝子の差異の多いことが想像される。むべとポボウにおいては、そのような意味の形質の変異は現在までのところ殆んど見られていないが、果物時計草における各種の変異は、染色体変異やキメラによるもののほかに、或いはそのような  $2x$  の雑種性に起因するものがあるかもしれない。倍加は成功しなかったが、にわ梅の実生の場合は果物時計草よりもさらに極端であって、樹姿・茎色・葉色・葉形等の点で、殆んど全個体に僅かずつではあるが変異がみられて、供試した  $2x$  の種子が遺伝的にかなり雑種性であったことがうかがえる。

草本性の植物で倍数体が  $2x$  に還元する現象については種々の報告があり、しばしば問題となっている事柄である。しかしその原因については、まだ十分な説明がなされておらず、今後の研究にまたねばならない点が多いようである。それらの現象の中には、実験上の誤りによる場合もあるかもしれない。この還元現象は木本性のものでは、特にその傾向が著しいとされている<sup>15)</sup>。この中には草本性の場合にみられるものと同様な、真の意味の還元現象もあると思われるが、しかしこれまでに取扱った実例から考えて、筆者らは後記のようにキメラによる場合も相当に含まれているものと推察している次第である。

くろまつにおける外山氏の コルヒチン 処理の結果では、変異体の大多数は数年のうちに原形 ( $2x$ ) に復帰したという。しかし数年後まで復帰せずに残った変異体の 7 個体はすべて  $4x$  であり、混数体はなかったといわれている。これは、恐らく稚苗時代の変異体の大半が混数性のキメラ (mixoploid) であったため、生育に伴って  $2x$  の細胞が生長点をしめてそのまま枝条が伸長し、その個体の大部分が  $2x$  の組織からなるようになってしまったものではないかと想像される。

筆者らの処理個体の中にも気孔観察の結果、 $2x$  枝条と  $4x$  枝条を分枝している個体もかなり発見できた。それらの個体はその都度、 $2x$  枝条を剪除するように努めた。恐らく放置すれば、 $2x$  枝条は一般に生育が早いと考えられるので、 $2x$  部分はその個体の大半をしめてしまつて、いわゆる復帰 (戻る) 現象がみられることもあるのではあるまいか。しかしむべの処理個体などでは、

それがキメラ状態であることを発見するのが遅かったので、すでに枝条がかなり伸長しており、それを春から夏にかけての生育の旺盛な時期に、 $2x$  枝条を除去するというかなりの強剪定を行ったため、残存の変異部分 ( $4x$  倍性、混数性等) の生育に悪影響し、そのまま成長がとまってついに枯死してしまった個体もあった。したがって一旦、 $4x$  と推定された個体も、その数年間はたびたび枝別に観察を行つてキメラ発生 of 早期発見に努めると共に、キメラ個体の  $2x$  部分を除去した場合は、事後に適切な管理が必要であると考ええる。筆者はこれまで西瓜・甜瓜・朝顔等の蔓性草本植物において、それぞれ数品種の  $4x$  を作成したが、その場合にもキメラ個体はかなり発生した。それらは、一部の複雑な状態のキメラ個体を除いて、その大半は  $2x$  蔓茎の剪除によって、比較的容易にそのごは一応  $4x$  個体として取扱うことができるようになった。木本の場合は草本と異なり、短期間にキメラの状態を鑑別することは、やや困難であるとは思ふが、前記のように  $2x$  部分をなるべく早く発見して除去することによって、いわゆる復帰現象の一部は防止することができるものと考えている。

ただし、林木や果樹のように個体変異が大きいものでは、えられた倍数体の形質も一様ではないので、枝分れをしたキメラ個体は、倍数体と原植物 ( $2x$ ) との形質を比較する上には貴重なものといわれている<sup>20)</sup>。したがって  $2x$  部分の伸長が  $4x$  部分の成長に特に悪影響を及ぼさないような場合には、 $2x$  枝と  $4x$  枝とを両立させて、貴重な試料とすることも大切である。しかし、植物の種類によってはむしろ  $2x$  の方が  $4x$  よりも生育の早い場合が少なくない。或いはまた、 $2x \cdot 4x$  両枝の発生部位の状態等によっては、 $4x$  部分が殆んど伸長せず、 $2x$  組織がその個体の大半を占めるようになってしまつて、いわゆる復帰の状態になる可能性も強い。このようなおそれのあるときは、安定した  $4x$  をうるのが先決問題であると考えるので、やはり  $2x$  部分の剪除を第 1 にしなければならない。

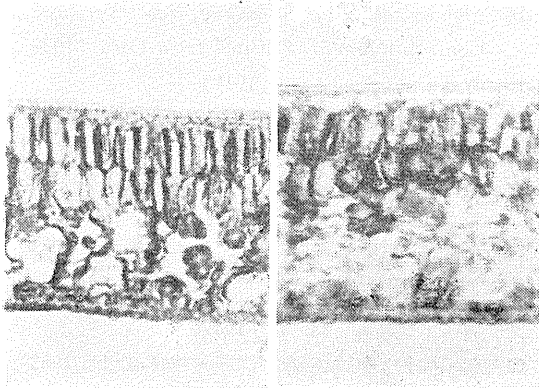
葉の組織に関しては、各果樹ともそれぞれの厚さを測定した。その結果は第 4 表に示す通りであつて、各  $4x$  とともにそれぞれの原種  $2x$  に較べて優つており、一般の倍数体の場合と同様に巨態性を示していた (第 2 図)。特にポボウと果物時計草では触覚によって識別できる程度の差を示していた。しかしむべでは葉色の場合と同様に、若葉と成葉とで葉の厚さに差異が著しく、 $2x$  と  $4x$  との間の違いはあまり明瞭でなかつた。また、むべ  $4x$  では海綿状組織はかなり厚さをましているが、柵状組織 (2 層) はその配列が  $2x$  に較べてやや不規則になつ

第4表 葉肉組織 (1960)

植物名	倍数性	調査数	表皮(上面)		柵状組織		海綿状組織	表皮(下面)		合計(厚さ)
			厚さ	厚さ	幅	厚さ		厚さ		
むべ	2x	100	24.55	131.68	20.00	141.86	14.09	312.18		
〃	4x	〃	29.38	122.28	29.85	207.05	18.38	377.09		
〃	4x/2x	—	1.197	0.929	1.493	1.460	1.304	1.208		
ポボウ	2x	100	15.30	48.21	14.97	54.68	10.91	129.11		
〃	4x	〃	25.38	50.12	15.47	69.54	17.24	162.27		
〃	4x/2x	—	1.659	1.039	1.033	1.272	1.580	1.257		
果物時計草	2x	100	25.08	61.85	17.56	81.54	13.72	182.19		
〃	4x	〃	47.01	115.36	22.79	136.93	25.03	324.32		
〃	4x/2x	—	1.875	1.865	1.298	1.679	1.824	1.780		

註 生葉を用い、接眼移動測微計によって測定。

第2図 葉の組織(むべ)



左：2倍体，右：4倍体

ており、厚さも 2x と大差はなかった。しかし、柵状組織を構成している各細胞は幅(横径)が広く、細長い 2x の細胞に較べるとかなり太短い外観を有している。

3) 気孔と葉緑体

むべ(2x)の葉裏の気孔は、一般の植物に較べて2・

3のやや特殊な点がある。すなわちその1つは、葉の裏面に一様に散在するのではなく、集団的に群生して存在していることである。その2つは、稀に非常に大きな気孔が存在していることである。これは前記の気孔群の中に混在する場合もあり、また普通の表皮細胞の中に1個だけ独立して存在する場合も極めて稀にはあった。この大型の気孔の機能に関しては、まだ何ら検討を加えていないが、その存在の位置や形態から考えて、水孔ではないと考えている。この大型気孔は一応、本報の測定値からはすべて除外しておいた。なお、むべでは一般の気孔の大きさも、他の植物に較べると大小の変異の幅が広いようである。また、むべにおいてみられるほどの顕著な差ではなかったが、果物時計草においてもやや大型の気孔が散在しているので、一応それらも除いて測定しておいた。

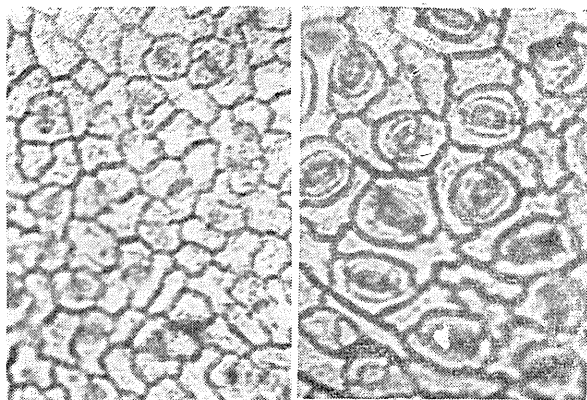
気孔の孔辺細胞は 2x の長さを 100 とすると、4x のそれは むべ において 148、ポボウ 124 で果物時計草は 189 であった(第5表及び第3図)。

第5表 気孔の大きさと数 (1960)

植物名	倍数性	調査数	長さ	比数	幅	比数	一定面積内の数*	比数	試料
むべ	2x	100	21.27	100	5.49	100	119.76	100	スンプ
〃	4x	〃	31.55	148.3	9.44	171.7	67.04	56.0	〃
ポボウ	2x	100	28.48	100	6.23	100	8.92	100	スンプ
〃	4x	〃	35.42	124.4	8.15	130.9	4.35	48.8	〃
果物時計草	2x	100	26.33	100	6.64	100	17.56	100	生葉
〃	4x	〃	49.65	188.55	13.82	207.9	4.01	22.8	〃

註 \* 5mm角網状マイクロメーター中に算えられる気孔数で、その1辺の実際値は約230 μ。

第3図 葉の表皮(果物時計草)



左：2倍体，右：4倍体

また、4x の一定面積内の気孔数は、2x に較べて減少がみられ、分布の密度は粗くなっていた。

#### IV. 摘 要

(1) a. 果樹の人為倍数体の育成は、他の作物に較べてその例が比較的少ない。筆者らは1953年以降現在までに薬品処理によって、むべ、ポボウ及び果物時計草の3種の果樹において、形態的に倍数体と推定される個体をえた。

b. 永年性植物であるため、大部分の個体はまだ開花年齢に達せず、性細胞染色体数による倍加の確認は行われていない。本報では各果樹の葉の組織を主体とした形態的特性をとりまとめて予報し、その他の特性に関しては後日報告する予定である。

(2) a. 各果樹の倍数体は調査した大半の器官において、それぞれの原種 2x に較べて巨態性を示していた。

b. 気孔の孔辺細胞の長さは、各果樹の 2x をそれぞれ 100 とすると、むべ 4x 148、ポボウ 4x 124 で果物時計草 4x では 189 となっている。

#### 文 献

1) 足立：遺伝雑 25, 243 (1950)  
2) Derman, H. : Jour. Hered. 45, 159 (1954)

3) Dermen, H. and H. F. Bain : Amer. Jour. Bot. 31, 581 (1944)  
4) Dermen, H. and D. H. Scott : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36, 299 (1939)  
5) Eigsti, O. J. and P. Jr. Dustin : Colchicine Iowa (1955)  
6) 原田・稲葉・鳥屋尾：育種誌 7—別, 4 (1957)  
7) 平井：ポボウの作り方(第2版)京都(1950)  
8) 平吉：植及動 10, 766 (1942)  
9) —：生研時報 4, 17 (1950)  
10) 門田：昭33秋 園芸学会 研究発表要旨 P. 28 (1958)  
11) 梶浦：宗記念会編 育種学各論 P. 557 東京(1954)  
12) 金沢・郷：遺伝雑 23, 77 (1948)  
13) 木原・岸本：農及園 13, 2623 (1938)  
14) Mendes, A.J.T. : Bol. Téc. Sec. Agr. Ind. Com. S. Paulo 57, 21 Cited from Toda (1939)  
15) 宮林：植及動 9, 413 (1941)  
16) Nebel, B.R. : Em. Res., N. Y. St. Sta. 6, 10 Cited from Toda (1940)  
17) 西山・渡部：育種誌 8, 75 (1958)  
18) 野口：育種研究 4, 105 (1950)  
19) 小野：小熊記念 細胞学遺伝学論文集 上 P.66 札幌(1948)  
20) 齋藤：園学雑 25, 43 (1957)  
21) 関・押金：信大繊維学部 研究報告 3, 11 (1953)  
22) 島津・櫻村：次大農 學術報告 6, 17 (1958)  
23) 志村・稲葉：育種誌 2, 205 (1953)  
24) 戸田：植及動 10, 485 (1942)  
25) 外山：林試 研究報告 66 (1954)  
26) 東城：日蚕誌 23, 158 (1954)  
27) Zimmerman, G.A.: Jour. Hered. 32, 83 (1941)  
28) 陣内：東大演習林報告 35, 15 (1947)  
29) —：中村記念会編 育林学新説 P. 42 東京(1955)

#### Summary

1) Instances in which artificial polyploid plants of fruit trees are bred are few as compared with those in other cultivated plants. Thereupon, the authors attempted the breeding and obtained, up to the present since the year 1953, individuals presumed to be polyploid plants from three fruit plants such as Mube (*Stauntonia hexaphylla* DECNE.), Common Papaw (*Asimina triloba* DUN.) and Passion Fruit (*Passiflora edulis* SIMS.).

2) In the greater part of the individuals observation of germ cells has not been made because of their non-arrival at the flowering age.

3) In this report, morphological properties with leaf tissues of each fruit tree as the subject have been gathered and other properties are to be reported in the future.