Kiyoshi SAITO: Studies on the occurrence of polyploidy and its contribution to flower breeding. I. On the role of polyploidy in breeding of Freesias. (With English summary, p.9). Jap. Jour. Breed. Vol. 11, No. 1. 1961.

花卉育種における倍数体の領域とその利用性に関する研究

第1報 フリージア育種における倍数性品種の役割について*

斎 藤 清

(宇都宮大学農学部)

I. 緒 言

近年花卉園芸の進展に呼応してその育種の領域も次第に拡大され、既存品種群を素材としての観賞価値増進や変異形質探求に各方面の努力が払われているとともに遠隔特産地からの新種類導入もさかんで、個別的には小規模ながら花卉育種の内容は極めて複雑多様でかつ活潑な動きをみせている。しかしこの分野における特殊事情として一般に指摘されているように、対象となる花卉の種類数がすこぶる多いことは到底普通作物の比でなく、したがって育種の重点的なねらいがぼけて散漫になりやすく、かつ従来ほとんど個人または商社の経営規模において経験的また趣味的判断につよくたよりながら表型的形質選択に終始していたことなどがとくにあげられる。ことに広く認められる実態として、実用的に価値の高い新形質の獲得にあまりに急であつて、それらがよつてくる遺伝的根拠についての考察へまではほとんど手がとどかず、さらにゲノムの変化・組合わせや重複を考慮した育種方式のごときは特定の少数材料を除いては意識されることさえなく長い間放任されてきたとまでいうことができる。ここにおいて筆者はすこしく以前から花卉育種の分野に埋もれているこの方面の開拓に努力をそそぎ、数多くの1~2年草、宿根草および球根類などを材料として、それらの品種進化の大きな要因として花形や花色などに関係する周知の遺伝子的変異の存在とならんで、染色体の量的増加による倍数体的変異が部分的に重要な役割を演じている事実のいくつかを証明するとともに、しばしばそれが特定種類の育種を方向づける主要々素であることを明らかにしようとしている。しかしその内容についてはもとより個々の種類によつて相違があり、自然発生の倍数性品種が支配的にその種類の観賞的価値を担っている場合もあるし、他方普通の2倍性品種が圧倒

的でごくわずかに倍数性品種がその特異な形質を維持しているにすぎない場合もあるなど、その実態はまちまちであるが、全体として特殊形質を広い範囲に包蔵する倍数体が花卉育種構成の一端を従前から担いながらさらに今後一層その重要性を強めてゆくことはたしかである。このような意味で本報告においては球根・宿根性などいくつかの実例の種類に見出される倍数体育種の実態をさぐるとともに、それらの特異的な諸形質を解明し、さらにあたらししく人為的倍数体作出をも試みることなどによつて今後の花卉育種における倍数体の領域とその役割を検討しようとするものである。

第1報に取扱われるフリージア (*Freesia hybrida* HORT.) は、アフリカ南部原産の野生種である *F. refracta* KLATT., *F. Armstrongii* W. WATS. などが19世紀にヨーロッパへ伝えられ主として英国で交雑が重ねられて育成された園芸種で、現在いくつかの系統に分化してそれぞれに多彩な花色をもつ品種群が形成されるに至り、欧米における球根花卉の重要な一部分となつている。したがって近時のわが国における品種構成もそれら欧米系統の中の代表的なものが根幹となり、さらにそれらを素材として専門的栽培家の努力によつて育成されたいくつかの新品種を加えて成立しているものであるが、それらは導入・育成の過程、形態的また生態的特性などにより大きく3型に区別することができる。その第1は戦前から普及している小中輪咲多花性の白色花 *Refracta Alba*, 不二や有色花の *Chapmanii*, *Old Rose*, *Sunset* など、第2は戦争直前から戦後にわたり主として米国から導入された大輪咲中晩生で稔性の低い品種群で *Golden Buttercup*, *Mammoth Giants*, *White Mary* など、そして第3は比較的近年北欧で育成された高性大輪咲の *Tubergenii* 系統で俗に *Super Giants* とよばれ、種子稔性が高く実生養成が極めて容易であり豊富

* 1960年8月10日受領

な花色をもつてはいるが花卉がややうすくて芳香性に乏しい短所をもつものである。

このように現在わが国で栽培されている市販フリージアの品種群をみると、その成因にいくつかの流れがみられるとともにそれらの形態的・生理的性状も明らかに相違しており、系統進化の方面から考察するならばそれら品種群を若干の集団に区別することが可能のようである。ことにそれを端的にあらわす倍数性的系列の存在はたしかに推察され、すでに LAWRENCE (1945) によつて $2n=22, 33, 44$ という3段階の品種群の存在を指摘されていることは、このものの育種実施に重要なよりどころ

を与えているものといえることができる。しかしわが国においては現有品種群についてそのような細胞学的調査が従来ほとんどおこなわれていないため、それらの特性判断や実生養成に多大の不便を与えてきたものである。

ここにおいて筆者は昭和29年以来市販の主要な品種群のとり集めに着手し、それらの一般的な形質を比較調査するとともに染色体数、花粉および種子稔性などをしらべ、さらに自家ならびに品種間交配による和合性程度の判定、特殊な雑種の実生養成とその形質調査などにより、近時次第にこれらフリージア品種間に見出されている自然倍数体の育種的作用の実態を推知しようようになったので、ここにその概要をあきらかにしたいと思う。なお本報告作成に際して、実験材料入手に格別の御援助をいただいた浅沼次作・川畑寅三郎・坂田種苗株式会社の各位ならびに交配操作実施に多大の煩勞を提供された杉田勇治・渡辺泰・山野昌敏・渡辺忠朗・中山健司および大久保寛の諸氏に深謝の意を表する次第である。

II. 実験材料および方法

供試材料は戦後わが国において普通に市販されている実用品種を中心に、なお特殊形質をもつ品種保存的のものや実生養成による栄養系統で未だ品種としては認められないものまで加えて、第1表に掲げた36品種および系統である。種球は毎年9月上旬鉢植としてフレーム内で発芽させ、葉の伸長につれて硝子室内にうつして開花結実をおこなわせた。またしばしば得られた交配種子はいつも初秋に箱まきして芽生にまで育て、その後えられた小球根は前者と同じく扱つて2~3年で成株にまでつくりあげた。染色体数調査のためには秋末に根端細胞を採取して鉄明ばんヘマトキシリン法により、さらに蕾の発育につれてあらわれる花粉母細胞の成熟分裂像および開花直後における健全充実花粉粒算定はともに鉄酢酸カーミン法によつて観察調査をおこなつた。

Table 1. The main characteristics and chromosome numbers of Freesia varieties

No. of var. and strain	Variety and strain	Characteristics	No. of chromosomes (2n)
1	Chapmanii	橙黄・心褐斑・中輪咲	22
2	Cherry Red	淡紅・小輪早咲	"
3	Elder's Giant White	純白・大輪咲	"
4	不二	純白・中輪早咲・多花	"
5	Old Rose	淡桃・中輪咲	"
6	Purity	純白・大輪咲	"
7	Refracta Alba	白・心淡黄・小輪早咲・多花	"
8	紫泉	青紫・心白・大輪咲・強直茎	"
9	Sunset	朱紅・小輪早咲	"
10	Tecorotte Hyb. Red	緋紅・過剰花卉・強勢	"
11	Super Giants Mxd.	高茎・中輪咲・芳香少	"
12	" Bright Red (花王園)	朱紅	"
13	" Finest Blue (")	淡藤	"
14	" "Tetra" (")	淡桃・大輪咲	"
15	" Crimson King (第一園芸)	濃赤	"
16	" Sapphire (")	淡藤	"
17	" Blue (")	濃藤	"
18	" Red (")	濃赤	"
19	" White (")	純白	"
20	" Yellow (")	鮮黄	"
21	富士の嶺	純白・中大輪咲・高茎	33
22	Apocoon	赤桃・先白・中輪咲	44
23	Blue Pennant	藤藍・中輪咲	"
24	Cereste	淡藍・中輪咲	"
25	Cote d'Azur	藤・心白・中輪咲	"
26	Golden Buttercup	濃黄・大輪咲・高性	"
27	Mammoth Giant White	純白・大輪咲・晩生	"
28	Mammoth Giant Yellow	濃黄・大輪咲・晩生	"
29	Orion	濃黄・中輪咲・葉狹立	"
30	Princess Marijke	鮭肉橙・大輪咲・広葉	"
31	雪嶺	純白・大輪咲・太茎	"
32	Snow Queen	純白・大輪咲	"
33	White Madonna	純白・大中輪咲	"
34	White Mary	純白・極大輪咲	"
35	瑞香	緋赤・大輪咲・高性	"
36	"Tetra"-No.7 (花王園)	鮮黄大輪咲(名称不明)	"

Tecorotte Hyb. Red (2x)

Fuzi-no-Mine (3x)

Golden Buttercup (4x)

Fig. 1. Appearance of Freesia plants

III. 実験結果

A. 倍数性の存在

この属の植物は本来南アフリカ喜望峰原産の好冷涼性のもので、1815 年はじめて欧州へ伝えられて以来強い芳香と美しい色彩をもつ現在の園芸種がつくりあげられてきたものである。染色体数については原種の 1 である *Freesia refracta* について $2n=22$ (BRITTINGHAM 1934) という古い記述があり、また前記のように交雑種としての *F. hybrida* について LAWRENCE (1945) による倍数性的系列の存在が報告されている。したがって現有品種群についても個別的な実用的特性とならんで染色体数の調査がまず必要であると判断されてきたので、品種別におこなわれたその結果は第 1 表の通りである。

すなわち予期されたようにわれわれが現在保持してい

るフリージアの品種群は $x=11$ を基本数とする 2 倍体と 4 倍体の両群に大きく区別され、ごく特定の 1 品種「富士の嶺」だけが 3 倍体となつている。ちなみにこの「富士の嶺」は八丈島において浅沼次作氏が 20 余年の経過をへて育成した新品種で、その来歴は 2 倍性の在来種 *Refracta Alba* × 不二 (昭 7) にはじまり、その実生株に Elder's Giant White (昭 14) が交配され、さらにそれに 4 倍性の White Mary が配されて (昭 24) 生じた多元的雑種の栄養繁殖系統といわれ、3 倍体独特の強勢さと細長な草姿をもっているものである。つぎにいくつかの品種を材料として花粉母細胞にあらわれた成熟分裂像の観察をおこなった結果によれば、2 倍性品種は普通正常な経過をみせて第 1 分裂中期に 11 個の 2 価染色体を形成しているが、4 倍性品種ではしばしば

Sunset (2x)

Fuzi-no-Mine (3x)

Princess Marij. (4x)

Fig 2. Somatic chromosomes of Freesia varieties

Table 2. Stomata cell size in Freesia varieties (average of 20 cells)

Variety	Polyploidy	Length	Width
不二	2x	28.0 μ	28.7 μ
Refracta Alba	"	30.2	25.5
Tecorotte Hyb. Red.	"	27.5	24.2
Super Giants-No.18	"	28.7	28.7
" No.23	"	29.7	29.0
" Bright Red	"	30.0	27.5
" "Tetra"(花王園)-4	"	28.0	26.7
" " -6	"	30.2	29.5
富士の嶺	3x	30.3	29.2
Apoceon	4x	32.9	30.0
Blue Pennant	"	34.8	27.7
Cereste	"	38.3	30.9
Cote d'Azur	"	31.5	26.5
Golden Buttercup	"	35.7	33.9
Mammoth Gt. White	"	32.3	28.4
Mammoth Gt. Yellow	"	35.5	33.7
Orion	"	34.8	27.5
Princess Marijke	"	28.6	29.1
Snow Queen	"	33.6	30.9
White Madonna	"	27.2	28.9
White Mary	"	31.6	32.5
"Tetra"(花王園)-No.7	"	33.0	37.2
" -No.8	"	33.7	33.7

不定数の 3~4 価染色体をあらわして、元来異質的であると考えられるこの倍数体に部分的な同質的要素の存在をうかがうことができる。

さらに外観上花卉として重要な形質である花容・草姿についてみれば、全体として 4 倍体の花器各部は 2 倍体に比べてあきらかに大きく厚く芳香にとみ、葉も大型で数は少ないが高性強茎で観賞的価値を著しく増大させており、3 倍体もほぼこれと似た性質をもっている。このような傾向は従来多くの花卉種類で見出されてきた倍数性品種群の一般性状とよく合致しているの、フリージア育種の今後の方向が強く倍数体利用の途を進むことは明らかである。そして構造的にも 4 倍体は 2 倍体に比べて拡大された花粉粒や表皮細胞をもつことが通性となっておりこの種類もその好例であるが、たとえば若干の品種について気孔開閉細胞の大きさを比較すれば第 2 表の通りで、個々の品種によるいくぶんのちがいは認められるが、長さでみれば大よそ 30 μ が境界となつて 2 倍体はそれよりやや短かく 4 倍体はかえつて長くなっている。

B. 稔実の特異性

他種の球根類でも経験されているように、フリージアの普通栽培でも稀に開花後の花穂に種子をつける場合が

Table 3. Percentage of fully matured pollen grains, average for 6 years (1955~1960)

Polyploidy	Variety	Percentage of full pollen grains
2x	Cherry Red	45.5%
"	不二	86.2
"	Tecorotte Hyb. Red	20.7
"	Sup. Gt. Bright Red	76.0
"	" Finest Blue	19.0
"	" "Tetra"(花王園)混合	32.4
"	" " -4	81.0
"	" " -8	28.0
"	" Crimson King	87.9
"	" Sapphire	70.0
"	" Blue	49.2
"	" Red	68.9
"	" White	43.8
"	" Yellow	63.4
3x	富士の嶺	54.5
4x	Apoceon	50.1
"	Cereste	51.9
"	Golden Buttercup	78.1
"	Mammoth Gt. Yellow	75.9
"	Princess Marijke	81.0
"	Snow Queen	78.0
"	White Madonna	77.0
"	White Mary	61.0
"	"Tetra"-7 (花王園)	66.5
"	瑞香	52.6

あるし、とくに Super Giants 系統ではその特徴として種子利用の実生繁殖が正常な様式として採用されているほどである。しかし一方球根類にはかなり原因不明の不稔性の存在も知られている場合も多いので、雑種作成のための予備知識をうるために次の 2~3 の事項をとりあげて品種あるいは系統の内外にみられる稔実性の実態を明らかにしようと試みた。まず第 3 表は酢酸カーミン液染色によつて識別された主要品種別の充実花粉粒率であつて、種子繁殖を普通としている 1~2 年草にみられる傾向とちがつて、2 倍体においても比較的不稔粒率の高いものや逆に 4 倍体において稔実性の高いものの存在が認められるが、その不規則さは恐らくその栽培場環境の特殊性と、異質的 4 倍体の遺伝的性状によつていものである。

ついで 1956 年から 4 カ年引続いておこなわれた品種および系統間の自家ならびに他家授粉成績は第 4 表の通りで、表内の分数は分母が交配花数、分子がその際にえられた充実種子数をあらわしており、全体交配 380 組合わせ、2,342 花に及んでいる。

すなわち第 4 表に掲げられた実験数字はフリージアの

Table 4. Results of varietal crossing in Freesias (1956~1959) (No. of seeds obtained / No. of flowers pollinated)

♂	Group		Common diploids		Super Giants (diploid)						Triploid	Tetraploids																					
	Variety	Variety	不	Ref. Alba	Sunset	Tecor. Hy. Red.	Bright Red	Finest Blue	"Tetra"(花王)	Crimson King	Sapphire	Blue	Red	White	Yellow	混合球	富士の嶺	Apocoon	Blue Pen.	Cereste	Cote p'A.	G. Butter.	Mamm. W.	Mamm. Y.	Orion	Pr. Marij.	Snow Queen	White Mad.	White Mary	"Tetra"(花王)			
Common diploids			Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids	Common diploids		
♀	Variety	不	二	22/20	1/10	3/9	0/1	0/6	0/2	10/3	0/1	0/2	0/6	0/2	76/7	2/18	1/15	0/5	0/5	0/24	6/5	8/15	5/7	4/13	0/5	0/13	3/26	0/4					
		Sunset		35/2	21/10	0/17	0/2	0/7	28/5	19/12	11/4	71/6	14/3	2/7	4/3	90/6	0/3	1/15	0/3	0/3	0/3	1/8	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	1/4			
		Tecor. Hy. Red					0/17								26/4	0/5	6/6	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/8	0/8	0/6	0/5	1/6						
		Bright Red					0/1	0/6	0/2	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7	7/5		0/1	0/1	0/2	0/4	0/4	0/3											
		Finest Blue					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			44/6		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
Super Giants (diploid)	Variety	"Tetra"(花王園)					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			58/13		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Crimson King					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/7		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Sapphire					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/7		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Blue					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Red					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			44/6		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
Triploid	Variety	富士の嶺					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Apocoon					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Cereste					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Cote d'Azur					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Gold. Buttercup					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
Tetraploids	Variety	Mamm. G. White					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Mamm. G. Yellow					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Orion					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Princ. Marij.					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		Snow Queen					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
Tetraploids	Variety	White Mad.					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		White Mary					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		"Tetra"(花王園)					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		White Mary					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											
		"Tetra"(花王園)					0/1	0/6	0/13	12/7	0/2	14/7			7/5		0/1	0/2	0/3	0/3	0/4	0/4											

Table 5. Number of seeds obtained per one flower pollinated, summarized from the Table 4 (1956~1959)

♀ \ ♂	Common diploids	Super Gt. (diploids)	Triploid	Tetraploids
Common diploids	self 0.91 cross 1.85	5.41	0.07	0.17
Super Giants (diploids)	4.22	self 1.77 cross 3.03	0.04	0.34
Triploid	0.36	0.45	self only 0	0.14
Tetraploids	0.31	0.40	0	self 0.02 cross 0.70

品種内外における稔実性を察知させるに充分な価値をもつものと考えられ、いくつかの共通的な特異性を引き出しうるものであるが、その1として染色体数や生態的特性によつてあらかじめ区分した個々の種類の中でも、品種のちがひによつてそれら種類間交配で比較的種子を結びやすいものの存在が指摘される。たとえば2倍性の「不二」は多くの4倍性品種との和合性が高く、4倍性の Apocoon や Mammoth Giant 系統も2倍体と種子をつくりやすい。つぎに種類全体としての和合状況を明らかにするため、第4表を基礎として交配1花当稔実粒数を算出してみると第5表の通りとなり、類型別にまとめた集団の性質がきわめて明りようになってくる。とくに、(1) フリージア品種群にはかなり強い程度に自家不和合性が存在していること、(2) 3倍体も健全花粉の授粉によつて種子を結びうること、(3) 2倍体、3倍体、4倍体のいずれを組合せても僅かながら種子がえられること、(4) 3倍体、4倍体を他の類型と交配させるとき

は母株とした方が種子をとりやすいこと、などは容易に指摘することができる。

C. F₁ 雑種の形質

前述のように1956年以来多数の交配種子が生産され、それらのごく一部分が播種されて実生個体として育てられているが、それらを全部ここに記述することは適當ではない。ただ興味をうむ材料として染色体数を異にした遠縁の両親からえられた雑種の实生で、すでに現在成球に達している10数個体を例として第6表に掲げ、一般のF₁雑種の形質のあらわれかたをも推定してみよう。

この表にあげた実生個体は主として「富士の嶺」のような特色ある形質をもつ3倍体育成をねらつて養成したものであるが、結果は必ずしも3倍体ばかりでなく多くの4倍体や2倍体の出現をみている。この現象は恐らくフリージアの稔実にみられる特異性であつて、正常な2倍体から稀に非還元で生機のある生殖細胞が、また4倍体(2n=44)からも稀にn=11をもつ生殖細胞が形成されて受精にあずかる場合のあることを示しているわけである。このことは3倍体そのものである「富士の嶺」を母株とした例でも明らかに起つており、2n=33の母体からn=11または22の生機ある卵細胞が形成されて受精したものがF₁-16, 17, 18であると説明されよう。そして極めて例外的な個体として注意をひくものはF₁-4の2n=32(3x-1)という異数性のものである。この個体の詳細についての説明は別報にゆずるが、芽生当時若死直前の弱いものをようやく育てあげたほどのもので、矮性小輪咲で全く実用的といえるものではない。し

Table 6. Characters of F₁ hybrids obtained from crosses between parents with different chromosome numbers

Individual No.	Combination	Parental varieties	Appearance	Pollen fertility	No. of chromosomes (2n)	Remarks
F ₁ -1	4x×2x	G. Buttercup×不二	純白・小輪咲	18.2%	22	3x-1
2	"	"	白・中輪咲	79.6	44	
3	"	"Tetra"-7×S. Gt. mxd.	淡桃・小輪咲		22	
4	"	"	黄樺・極小輪	0	32	
5	"	White Mary×Finest Bl.	淡藤・筒咲	1.5	44	
6	"	Princ. Marij.×S. Gt. Red	淡樺・中輪咲	85.1	33	
7	"	Apocoon×S. Gt. Blue	桃白・中輪咲	63.2	22	
8	"	"×Finest Bl.	淡藤・小輪咲	44.4	22	
9	"	"×Sapphire	淡紅・中輪咲	55.1	22	
10	"	"×不二	純白・小輪咲	62.3	22	
11	2x×4x	不二×White Mary	白・厚弁・中輪	30.5	33	4個体共
12~15	"	S. Gt. mxd.×G. Buttercup	—		22	
16	3x×2x	富士の嶺×S. G. Yellow	乳樺・籌咲	0	22	
17	"	"×不二	純白・長弁	68.0	33	
18	3x×4x	"×White Mary	白・高性	21.3	44	

かし他種球根類のヒヤシンスなどちがつて異数性品種の存在をついに許すことがなかつたフリージアの倍数性進化の実態をさぐる特殊材料としてこの異常個体の存在価値がつよく認められるのである。

IV. 考 察

フリージア育種の主なねらいは芳香性の強い大輪咲花の作出にあるといわれ、その一端はすでに純白色の White Mary や濃黄色の Golden Buttercup などの4倍性品種によつて満たされており、ことにそれらの太く長い茎は切花用に好適したものであるが、さらに難をいえばそれら4倍体は一般に晩咲で花茎数少なく花色変異の品種的幅が狭くとくに鮮紅や青紫色系統を欠いていることなどがあげられよう。一方2倍性の「不二」、Sunset などの在来系統は早咲多花性で栽培容易であるが花形小さく色彩の華美さに乏しく旧態そのままの感が強く、わずかに後進の Super Giants 系統に豊富な花色と高茎性をみることができるが、これとても花卉がうすく芳香性が弱いうらみがある。したがつてこれら両型を結ぶ3倍体の作出が、すでに浅沼氏の「富士の嶺」で示されたように、新形質発現の期待をもたせうる1方法であるとも考えられるので、本報告の交配実験の方向をまず3倍体作成にしぼつてみたわけである。

Table 7. The occurrence of abnormal-sized pollen grains in Freesias (1960)

Polyploidy	Variety	Full pollen grains			Empty pollen grains
		Large	Medium	Small	
2x	紫 泉	0%	1.6	88.3	10.1
3x	F ₁ -11 (不二×White Mary)	0	5.4	25.1	69.5
4x	雪 嶺	2.7	31.7	43.0	22.6

Fig. 3. Somatic chromosomes and pollen grains, showing an unreduplicated giant one, of F₁-11 (Fuzi×White Mary, 2n=33)

従来多くの種類について2倍体と4倍体との交配実験をみると、糸瓜やつるれいしのように比較的雑種々々のとれやすいものから、ペチュニアやストックで経験されたようにごく稀に完稔種子がとれる程度に至るまで種々の段階が識別され、さらにそれから得られる実生個体が予期通りの3倍体であることは比較的少なく、ペチュニアや金魚草の場合のように4倍体が普通であることも異としないほどである。そこでこれらの事柄についてフリージアがどのような実態を示しているかを知るためには前掲の第5、6表が適切に利用される。第5表によれば2倍体と4倍体との交雑において、両者をどのように組合わせてもわずかながら種子がとれるが、やはり4倍体を母株にした方がやや多くとれ、その程度は大体10交配花について3~4粒の歩留りが期待できるほどである。つぎに第6表ではそれら結実種子のごく一部分だけの調査に止つていますが、それらの染色体数が意外に2n=22および44という両親型のものが多くて、真正の3倍体(2n=33)は15株中わずかに2株、その他に矮性奇形の異数個体(2n=33-1)1株を生じているばかりである。さらに3倍体「富士の嶺」を母体に用いた3例でもそれぞれ父本がちがつているとはいえ2n=22, 33および44という実生をうんでおり、それらの発生的しくみも恐らく

前述の場合と原理的に同一のものと思われる。

すなわち共通的に指摘される点はこの3倍体や4倍体の配偶子形成においてしばしば受精能力のあるn=11構成の卵あるいは花粉が生成されること、また正常の2倍体においても非還元性n=22の生

殖細胞が稀に生成されて受精にあずかっていると考えられることである。そしてこのような現象は従来も他種の作物においてとくに倍数体発生が問題となる際にしばしば観察されしかもそのしくみについての説明もなされてきており、必ずしもフリージアにおける特異なものに限られたわけではないが、それらが頻発する原因については若干推察を下しておかなければならない。既述のように現存のフリージア品種群はいくつかの野生原種を組合わせて成立した園芸的雑種であるが、x=11という基本的なゲノム構成は固く維持しているものと思われる。しかし周年温と冷涼な野生地南阿の環境から欧米さらに東洋各地の変温多湿さまざまな気象条件の場

所にうつされるとともに種型別的な交雑による部分異質的な倍数性品種への分化, さらに不自然な栄養繁殖の強制などによつて起された内部的また環境的不安定さが配偶子形成をかく乱させているものであろう。

この推定を肯定するようにわれわれは手近な観察例として花粉粒の形状や充実粒歩合の異常性を指摘することができる。実生繁殖を繰返している多くの1・2年生花卉たとえばコスモスなどの場合では充実花粉粒の形状・大きさはきわめて整一でそろっているものであるが, このフリージアではいずれの品種でもかなり広い変異の中をもつて巨大型のものから比較的小型の花粉粒に至る連続的变化を示している。その段階をかりに大・中・小粒に3分して2~3品種の実例をみると第7表の通りで, 非還元性と思われる巨大型花粉の生成をわずかながら認めることができる。つぎに前掲の第3表で指摘したように, 品種の類型別にみた充実花粉粒率が2倍体において意外に低いものがあり, 4倍体でかえつて高率を示しているものが少なくないことの別の1因として, 恐らく現在栽培環境の諸要素ことに温度条件が比較的前者に対して不適当であるためによるものと考えられる。さきに筆者(1958)は1・2年生花卉のいくつかの種類における同質4倍体の稔実性に関して, それらが最高の稔実能力を発揮するために必要な環境温度条件は, その原種2倍体が必要としている温度条件とやや異なつた事情にあり, 種類のちがひによつて4倍体の方が一層高温を好むものもあるしまた反対に冷涼環境を好適とするものもあることを明らかにしたが, 自然倍数体であるフリージアの一部品種群においても同様の稔実生理的特性が賦与されているようにうかがわれる。本実験に採用されている栽培環境は冬季とはいえビニール障子おおいの地床の中, さらに開花以後は昼夜の温度較差のはげしい硝子室内で鉢作りされているものであるから, とくに開花結実期に極端な高温多湿条件に遭遇することが稀でない。このために比較的冷涼を好む2倍体品種にとつてはことにその稔実を妨げる結果となり4倍体に対しても同様な影響はあるはずであるが, 性来好適環境条件を異にするこのものに対しては比較的その阻害度が少なく, したがつてかなり高率の充実花粉粒歩合をもつ品種も見出されるわけである。このように考えて, フリージアの4倍性系統はその稔実生理的にみて原種2倍体よりも一層好高温性のものであると推定されるのである。このようにして今後のフリージア育種における品種分化の進路をあえて方向づけてみるならば, 実生繁殖が容易な好冷涼性の2倍体品種群はひろく北方の寒冷地帯へ, 栄養繁殖によることが多い好高温性の4倍体品種群は温和な温暖地帯を

選んでおのずから型別的な進化の道をたどることが最も適当なたちであると判断されるのである。

V. 摘 要

(1) 従来個人的経験的なありかたでおこなわれるところが多かつた花卉育種の分野にひろく細胞学的遺伝学的知見を導入し, 今までの成果を一般的に解明するとともに今後の育種手続を効果的にこなわせる根拠を得ようと試みた。

(2) まずフリージアを材料として市販品種および系統を36点供試し, 体細胞染色体数の観察によつて2倍体($2n=22$)20点, 3倍体($2n=33$)1点および4倍体($2n=44$)15点を区別しえた。そしてそれら型別的にみた形質のちがひは従来多くの花卉種類で観察されたと同様に倍数体化によつて茎葉および花器の拡大, 分枝数の減少, 晩咲化などが顕著に指摘された。2倍体は以前からわが国でも営利栽培に用いられている「不二」などの中小輪咲のもので, さらに戦後欧州から伝えられた高茎実生養成種の Super Giants を含んでいる。4倍体は芳香性の強い大輪咲花が多く比較的小く輸入されたもので純白色の White Mary や濃黄色の Golden Buttercup などが代表的のものである。3倍体は両型の間形質を示し, 「富士の嶺」だけである。

(3) 充実花粉粒率をみると2倍体の中にも意外に低い品種があり, 逆に4倍体の中に高いものもあつてその傾向は一定でなく, 従来1・2年生草の同質倍数体で経験された結果と必ずしも一致しておらず, この倍数体は部分的にも異質性であると考えられる。

(4) これら全体にわたつて品種および系統の内外における種子生成能力を知るために28点を供試し380組合わせの交配をおこない, 第5表にまとめられた稔実成績をうることができた。その結果によれば, 一般にフリージアにはかなり強い程度に自家不和合性が認められ, また2倍体, 3倍体, 4倍体のいずれを組合わせてもわずかながら種子をうることが可能であつた。

(5) 3倍体作成をねらつて4倍体と2倍体との交雑がおこなわれ, 若干の F_1 個体の養成もできたが, それらの多くは2倍体や4倍体となつており, 求める3倍体は割合少数であつた。この原因は恐らく4倍体生産の $x=11$ また2倍体よりの非還元性 $x=22$ の配偶子が比較的強力に受精にあづかつたことによると思われる。非還元性とみられる大型花粉粒は多くの品種の葯内でしばしば観察されている。

(6) このような配偶子形成の異常性や倍数性類型別にみた充実花粉粒率の実態などより考察して, フリージアの2倍性系統は比較的好冷涼性で北方環境に好適し,

4 倍性系統は比較的温暖環境で充分な開花成熟をとげる好高温性のものであると推論することができる。

参考文献

- 1) BALL, V. (1952) : The Freesia boom. Grower Talks. Feb. : 15~17.
- 2) DARLINGTON, C.D. and A.P. WYLIE (1955) : Chromosome atlas of flowering plants. London.

- 3) 石井勇義編(1955) : 園芸大辞典 V. : 2127~2129.
- 4) 斎藤 清(1957) : フリージアの最近品種における倍数性 農及園, 32 (3) : 513~514.
- 5) ———(1958) : 人為同質 4 倍性花卉の稔実性低下に及ぼす環境温度の影響並びにその他 1, 2 の特殊形質に関する育種学的研究 宇大農学報特 4.
- 6) 安田 勲(1952) : フリージアの栽培と育種 農及園, 27 (8) : 989~902.

Summary

It will be admitted that the introduction of cytogenetical knowledge and techniques into the traditional field of present flower breeding to make the procedure more effective and popular than in the ordinary methods based upon dogmatic, empirical or secret workings has been strongly influential. The author has carried out investigations along this line for several years by means of induction or detection of the artificial and natural polyploids, mutants, etc. and under the light of cytological and genetical investigations. In this first report is given an account of Freesias which are becoming recently one of the main winter bulbous flowers in Japan. Although Lawrence (1945) had reported the existence of three levels of chromosomes, $2n=22$, 33, and 44, in the cultivated varieties of Freesias, the author was obligated to reexamine the chromosome numbers of the present popular varieties which have been rapidly dispersed in this country after the War by the improvement of existing varieties or introduction from abroad. Thus it was necessary to ascertain the exact chromosome numbers of each variety and to find out a general direction of the modern and future breeding programs. Through the observation of their somatic chromosomes by the author, 36 varieties and strains used for the experiment were divided into three levels, $2n=22$, 33, and 44, as expected.

The diploid group ($2n=22$) contains 20 varieties and strains classified into two different types. One type includes the well-known forcing materials grown in this country which are early flowering but small-flowered such as *Refracta alba*, FUZI, etc. The second type bred in northern European regions is the so-called Super Giants (*Tubergenii* strain) distinguished by their longer stems, abundant variation in flower color, thinner petals with weak scent, and of higher fertility than the former. FUZI-NO-MINE, the only variety in the triploid group ($2n=33$) and produced by a Japanese breeder from a diploid-tetraploid cross carried out over ten years ago, is outstanding for its vigorous growth and large white flowers. The tetraploid group ($2n=44$) contains 15 varieties, many of which are excellent with sweet-scented large flowers of bright colors on long strong stems. The leading varieties of this group are famous White Mary, Golden Buttercup, Mammoth Giants, etc.

Preliminary to carrying out process, viability of pollen grains by staining with aceto-carmin was

determined. Without regard to the chromosomal levels percentages of full pollen grains are peculiar to each variety or strain. For instance, diploids showed a range from 20.7 to 87.9%, the triploid 54.5%, and the tetraploids a range from 50.1 to 81.0% as shown in Table 3. So, it is rather an interesting fact that the pollen grains of the tetraploids are apparently as full or viable as those of diploids. In 1956~'59, a total of 2,342 flowerlets were pollinated in 380 different crosses or selfs to insure seeds from each cross and selfed variety. As a result of these crosses it was found that all varieties were highly self-incompatible, but cross-fertile in the same chromosome level combinations, $2X \times 2X$ or $4X \times 4X$. Furthermore, a few good seeds were obtained from crosses between varieties with different chromosome levels, diploid, tetraploid or triploid.

Several seedlings were grown to maturity from the seeds of crosses between different chromosome levels as shown in Table 6 for the purpose of obtaining triploid plants such as FUZI-NO-MINE. However, most of them were found to be diploid or tetraploid cytologically, except a few true triploids and a very weak slender hypotriploid ($2n=32$) plant. This anomalous phenomenon can be explained cytologically by the assumption that random combinations within the reduced ($n=11$) and unreduced ($n=22$) gametes might take place predominantly because the present Freesias in this country have been grown habitually under considerably high-temperature in very moist frames and always exposed to unsuitable conditions for growth and gametogenesis. In other words, the common garden Freesias, even though they are of hybrid-nature at present, would thrive properly under the cool mild climatic conditions such as in South Africa where their ancestral wild species have been growing very well for long periods. Then considering the viability of pollen grains as cited above, the polyploid forms which were derived from the primary groups as segmental allopolyploids are endowed with the peculiar physio-ecological adaptability for the abnormal environmental conditions such as higher temperature and humidity. Therefore, the author suggests that the triploid variety (FUZI-NO-MINE) and the recently introduced tetraploid varieties are more heat tolerant and have more extensive adaptability for the various climates in the temperate regions than the diploids.