

キンギョソウのF₁雑種に関する研究II : 4倍体F₁雑種の示す生態的諸特性について

上本, 俊平
九州大学農学部園芸学教室

<https://doi.org/10.15017/23022>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 23 (4), pp.283-293, 1968-09. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

キンギョソウの F₁ 雑種に関する研究 II4 倍体 F₁ 雑種のしめす生態的諸特性について*

上 本 俊 平

Studies on the F₁ hybrids of snapdragon, *Antirrhinum majus* L. II

On the several ecological characteristics of various tetraploid hybrid forms

Shunpei Uemoto

緒 言

2 倍体キンギョソウは園芸的に早くから活用され、F₁ 育種における実績も相当あげられているが、4 倍体キンギョソウにおける F₁ 雑種育成の実際は、未だ研究の域を越えず、園芸的にも花色によつて分けられた数種の固定品種が市販されているにすぎない。キンギョソウにおける 4 倍体は、Blakeslee, および Avery (1937) によつてコルヒチン処理法が発表されて以来、数多くその育成がこころみられてきたが、そのうちでも Little (1942) による sanguinarine hydrochloride 法によるものなどが有名である。しかしながら、4 倍体キンギョソウは同質 4 倍体植物の通性とも考えられる極めて低い種子稔性のため、栄養繁殖にたよるほかはなく、1950 年頃までは園芸的にも殆んど実用化されなかつた (Post 1952, Emsweller 1953)。そのうち、今世紀の後半におよんで Emsweller らによる選抜育種の結果、稔実歩合が比較的高く、種子繁殖の可能な切花用 4 倍体キンギョソウが作出され、一般に市販されるまでになつた。もちろん、米園種苗商による極めて大規模な集団採種による稔性維持も大きく寄与している。いずれにしても 4 倍体キンギョソウにおける研究歴は非常に浅く、市販の固定品種そのものもまだ問題とされる点が多数存在するのが現状である。著者はそれら 4 倍体キンギョソウ品種を多数固定維持しているが、F₁ 世代においてかなりの稔性を期待できることを見出した。これは将来 synthetic variety として、あるいは F₂ 世代利用、または戻し交雑による比較的齊一な特性をえられる 3 元交配ならびに 4 元交配による品種育成などに対する予備的な考察を行なう可能性を見るとともに 4 倍体キンギョソウ

の F₁ 世代そのものの利用についても基礎的な資料を得るために本研究を実施した。

4 倍体品種の固定維持は 1949 年より、F₁ 雑種育成に関する研究を 1953 年より開始し、以降 1960 年まで実施した分につき、その概要をここに報告する。

本研究の遂行に際して指導を頂いた九州大学名誉教授福島栄二博士、および常に助言を賜った九州大学名誉教授伊藤寿刀先生に対して深く謝意を表する。

材料および方法

1949 年、坂田種苗株式会社を経て米園市販品種を導入、さらに 1950 年、タキイ種苗株式会社農場における採種種子を導入し、直ちに分系育種を行なつた。また 1952 年よりは著者の育成した 3 倍体キンギョソウの後代に出現した 4 倍体系統を加えた。その育種系統図、および F₁ 世代育成のための交配図は第 1 図のごとくである。

栽培の方法、および調査方法は 2 倍体キンギョソウの場合とほぼ同様であるが (上本 1964)、2 倍体の場合に比して供試系統数が少なく、また発芽不良などの障害 (高温時の休眠による) により、トップクロス、ダイアレルクロスなど統一的な試験を採用できなかったため、個々の試験について、一部推論を加えて報告する。

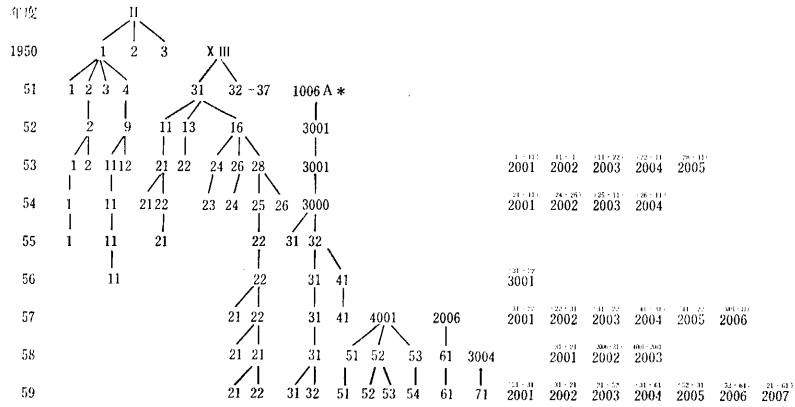
結 果

1. 到花日数について

1) 全般的に見たヘテロシス現象について

4 倍体キンギョソウにおける F₁ 雑種はその到花日数について第 1 表にしめすごとく、各年度とも平均して極めて安全に有意な差をもつてヘテロシス現象を顕わしており、いずれも両親の中間値より低い値をし

* 九州大学農学部園芸学教室業績



* 3倍性個体 3001より4倍性となった

第1図 4倍体キンギョソウ系統，および交配図

第1表. 4倍体 F₁ 雑種のしめす到花日数におけるヘテロシス現象.*

年次	F ₁ 値		t-値	有意性
	項目	中間親値		
1953-54	74%		t _[3] =11.388	0.001 > p
1954-55	86		t _[1] =8.485	0.1 > p > 0.05
1956-57	97		—	—
1957-58	92		t _[3] =2.890	0.05 > p > 0.02
1958-59	98		—	—
1959-60	95		t _[5] =2.837	0.05 > p > 0.02
全体	91		t _[18] =4.345	0.001 > p

* 各年度とも系統の平均によつてあらはした。

めしている。しかも4倍体キンギョソウにおけるF₁系統育成に際して供用された両親系統は、その性質上、すべての品種・系統が、開花期から見て中生系の晩い方に属するか、または晩生系に属するものがほとんどである。すなわち中間親値と早生（ここでは単に早く開花する方をさす）親値とがほとんど等しいことであり、この表中におけるF₁値に対する中間親値の百分率はF₁値に対する早生親値の百分率にほぼ等しいと見なしてよい。ただ、4倍体F₁雑種を論ずるに際して考慮せねばならないことは、それらの親として使用される系統を温室内で促成栽培した場合、同一系統内での開花期（到花日数）の差が甚だしく、個々のF₁雑種について見ると有意な差があると考えられるのはわずかに数組み合わせを数えるに過ぎない。それにもかかわらず4倍体F₁雑種において到花日数に表われたヘテロシス現象が大であることは2倍体におけるF₁雑種のしめすヘテロシス現象よりも著しいものと見ることができよう。

2) 4倍体キンギョソウにおけるF₁雑種のしめす

開花期は、そのほとんどの組み合わせの場合、例外的でないヘテロシス現象によつて、大よそ2倍体キンギョソウの中生系あるいは早生系固定品種に近ずいており（第2表参照）、しかも4倍体特有の甚だ雄大な花房をつけるため、採種上困難とされる問題点さえ除去できれば、近い将来において切花用および花壇用キンギョソウとして重きをなすであろう。

第2表. 4倍体 F₁ 雑種の開花月日 2xF₁ 雑種との比較.

年次	系統	2001	2002	2003	2004	2xF ₁ 1001
1953		4/XII	27/XI	22/XII	8/XII	13/XII
		2001	2004			1011
1954		3/I	4/II			31/XII
		2001	2002	2003		1001
1957		9/I	19/XII	19/XII		2/I
		2001	2002	2004	2005	1006
1959		13/II	1/II	14/II	10/II	7/II

2. 草丈その他の形質について

4倍体F₁キンギョソウにおける草丈に現われたヘテロシス現象は、有意な差に乏しく、全体的に見ても第3表下欄に示したごとく、その差に有意性は見られなかつた。各年次別の4倍体F₁雑種の草丈がしめす数値も、1953年度におけるF₁雑種を除いては、ほとんど有意の差が見られなかつた。1953年におけるF₁雑種の草丈が、中間親値に比較して72%と著しくネガティブな効果をしめすのは、前記の到花日数にお

第3表. 4倍体 F₁ 雑種しめす草丈におけるヘテロシス現象.*

年次	項目 F ₁ 値 中間親値	t-値	有意性
1953-54	72%	t _[33] =5.932	0.05 > p > 0.01
1954-55	92	t _[11] =8.546	0.1 > p > 0.05
1956-57	107	—	—
1957-58	103	t _[33] =1.134	p > 0.2
1958-59	108	—	—
1959-60	102	t _[57] =0.608	p > 0.5
全体	97	t _[118] =1.037	0.3 > p > 0.2

* 各年度とも系統の平均値をもつて表した。

いて著しいヘテロシス現象をしめしたため、それらの間に正の相関関係にある(上本 1964)ことから理由づけられよう。この相関関係は2倍体 F₁ 雑種におけると同様にポジティブな値をしめすことが明らかである。またこれらの現象は相反交雑に際しても差がみとめられず、2倍体のものと同様母系の影響は各形質には表われないものと解してよい。1959年度における F₁ 雑種の草丈は、同年度の到花日数においてある程度のヘテロシス現象をしめすにもかかわらず、草丈においてネガティブな効果がないのは、生殖生長そのものに対するヘテロシス効果が強いものと判断される。

葉数における F₁ 雑種のしめすヘテロシス効果は第4表にしめすごとくであった。すなわち、全般的には中間親値に比較して F₁ 雑種は葉数が少なく、この差は有意である。とくに 1953年度における葉数の減少は著しいものであり、同年度の F₁ 雑種のしめす生長が、栄養生長、生殖生長ともに急速に進むことをしめしているといえよう。

茎径、および花数に対する F₁ 雑種のしめすヘテロシス効果は全く有意の差をしめさなかつた。

第4表. 4倍体 F₁ 雑種の葉数におけるヘテロシス現象.*

年次	項目 F ₁ 値 中間親値	t-値	有意性
1953-54	65%	t _[33] =11.558	0.005 > p > 0.001
1954-55	96	t _[22] =0.257	p > 0.5
1956-57	106	—	—
1957-58	97	t _[33] =0.337	p > 0.5
1958-59	100	—	—
1959-60	96	t _[57] =1.266	0.4 > p > 0.2
全体	97	t _[118] =2.275	0.05 > p > 0.025

* 各年度とも系統の平均値で表した。

3. 種子稔性について

4倍性キンギョソウにおける種子稔性は2倍性キン

ギョソウに比較して著しく劣ることは緒論において述べた通りである。しかし、その種子稔性のしめす系統間の傾向は、全く2倍性キンギョソウの場合(上本 1964)と同じ程度であった。すなわち、白花授粉による種子稔性は、系統間または品種間による交配組合せに際しての種子稔性に比して優れており、通常、倍数化により引き起される稔性低下の傾向をしめさなかつた。

第5表に示したごとく、系統間または品種間交配において示す種子稔性は、自家授粉において、より優れた種子稔性を有する系統を母系統として供用した場合は、その逆の場合(種子稔性において劣る系統を母系統とした場合)に比してはるかに優れていた。このことは、1958年度におけるごとく、トップ・クロスによつても同様の結果を示した。したがつて、4倍体キンギョソウの F₁ 雑種育成に際しては両親となるべき各系統の種子稔性を十分調査すべきである。4倍体キンギョソウにおける種子稔性は、Emsweller (1953) が報告しているごとく、2倍性キンギョソウに比較して稔性に関する遺伝因子に左右されることが多いものと考えられる。第6表中各年次にわたつて調査された同系統のものを観察すればこのことが明らかとなる

第5表. 4xキンギョソウにおける種子稔性(一朔中平均種子数)。

年 度	系 統	自家授粉	系統間交配授粉	
			組 合 せ	
1952	2 9o	117	2×9	93
		77	9×2	53
1953	22 28△ 29 11o	51	22×11	33
		11	28×11	10
		81	29×11	44
		36	—	—
1956	22△ 31 41 3001*	54	32×31	37
		60	31×22	116
		41	41×31	35
		151	3001×31	178
1957	22 31 51 52 53 2006*	38	—	—
		43	—	—
		20	—	—
		79	—	—
		14	—	—
1958	21 31 51 52 53 61	34	21×他品種	37
		37	31×他品種	40
		53	—	—
		85	52×他品種	56
		39	—	—
		86	—	—

* F₁ 世代(前年交配された), o, △ 同記号は同系統を表わす。

う。

4 倍性 F_1 世代における種子稔性は、2 倍性 F_1 世代における種子稔性と同様に、著しく増加することが観察された。すなわち、1956 年度における系統 3001 および 1957 年度における系統 2006 のように、両親系統おのこの白花授花による種子稔性の 2 倍ないし 3 倍の数値を示し、1956 年度において行なわれた F_1 世代の戻し交雑においては更に優れた稔性を示した。

4. 花粉稔性および減数分裂の染色体対合

倍数体種子稔性の良否に対する原因を解明するため、自然系統およびその F_1 系統における不稔花粉、小粒花粉 (microspore) および PMC における染色体対合状況を調査した。不稔花粉および小粒花粉は

第 6 表のごとくであつた。これによれば、不稔花粉は F_1 世代において減少しており、また、自殖系統においても種子稔性の劣つた系統に不稔花粉が多くなつている。不稔花粉出現の状態は第 3 図 A, B, C に、また不稔花粉出現の主たる原因と目される減数分裂に際しての染色体対合の状況は第 2 図、および第 4 図に示めた。染色体対合に際しての多価 (4 価) および 1

第 6 表. $4x F_1$ における不稔花粉.

	31 (♀) (%)	2001 (F_1) (%)	22 (♂) (%)
不 稔 花 粉	37.8	23.7	34.5
小 粒 花 粉	8.3	8.1	15.5

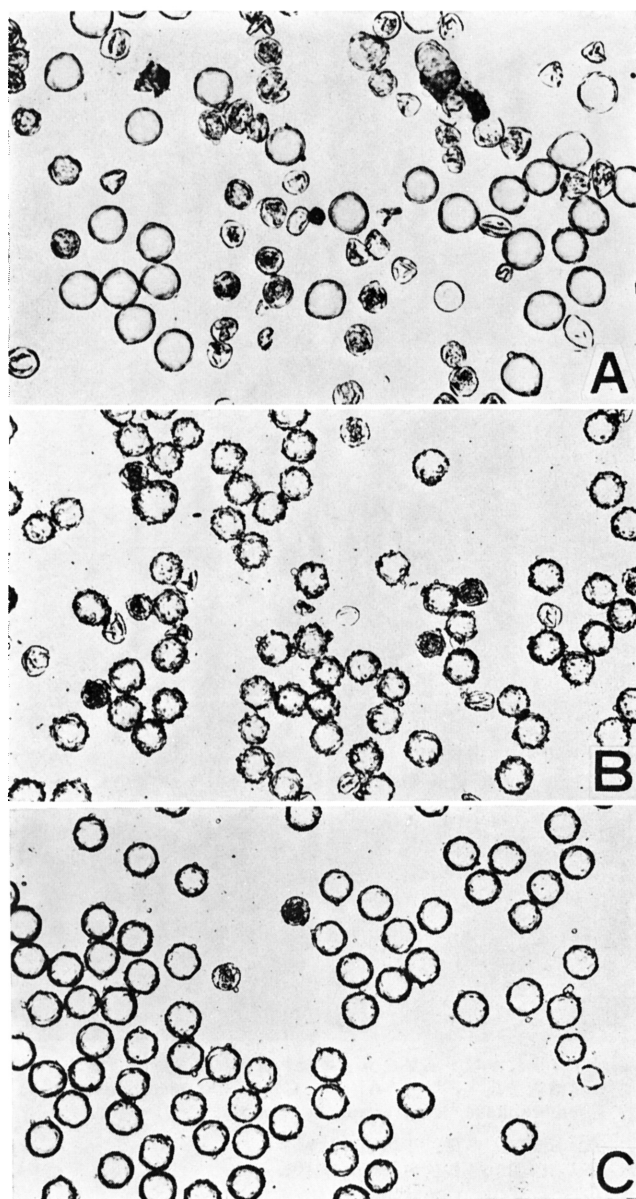
第 7 表. 4 倍性 F_1 および固定 (純系) 系統 PMC の 1st-metaphase における 1 価, 2 価および多価染色体出現の頻度表.

項 目	調 査 PMC 個体数	2 価染色体数による頻度								4 価染色体				3 価染色体		1 価 染 色 体						
		16	15	14	13	12	11	10	8	6	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	6	
固定系統	22	18	1	1	4	2	5	1	2	1	1	6	4	3	1	6	0	4	1	2	1	0
	31	8	3	1	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	51	11	4	3	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	4	0	0	1
F_1	2003	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2001	53	42	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	0	0	0	0



第 2 図. 4 倍性 F_1 雑種, およびその両親系統 (固定系統) の PMC の 1st-metaphase における染色体対合の状態 (1959).

- A. St. 22-1 (多価染色体の形成が多い)
- B. St. 31-9
- C. St. 2003-7 (F_1 雑種)
- D. St. 2003-2 (F_1 雑種)

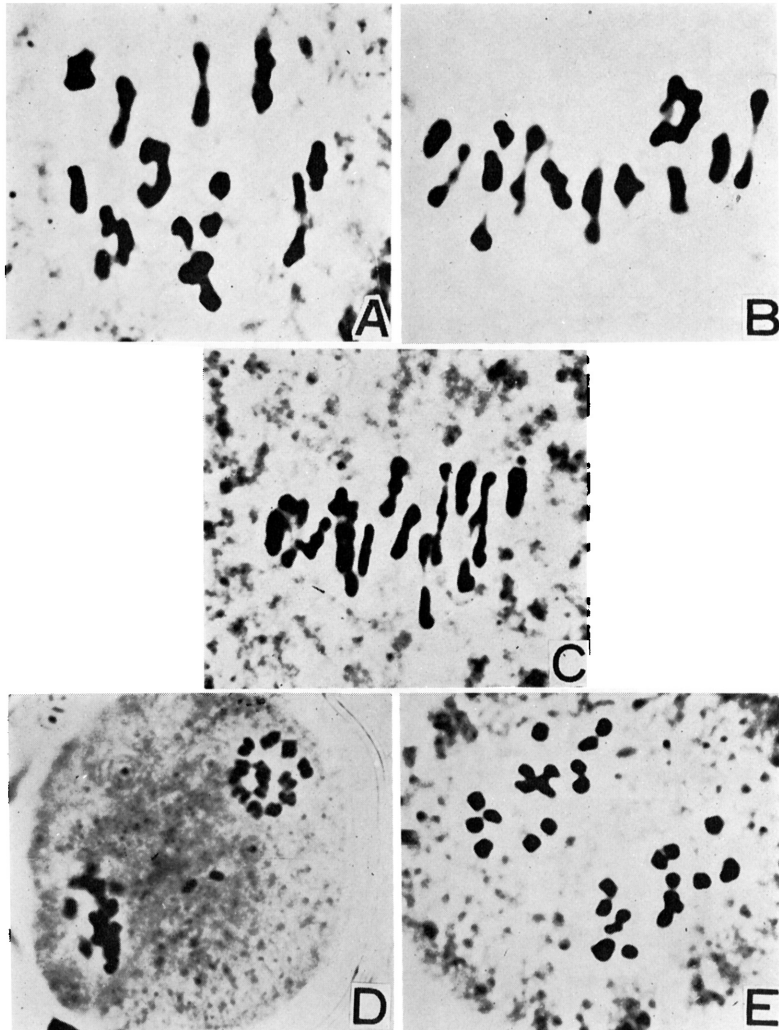


第 3 図. 4 倍性キンギョソウ F₁ 雑種および両親系統の花粉稔性 (1959).

- A. 花粉ならびに種子稔性の低い系統 (St. 21). 微小花粉, 巨大花粉など不稔花粉が多い.
- B. 花粉ならびに種子稔性の高い系統 (St. 31). 異常花粉が比較的少ない.
- C. 上掲 2 系統の交配により育成された 4 倍性 F₁ 雑種 (St. 2001). ほとんど正常花粉である.

価染色体は St. 21, 22, 31 など 4 倍体 固定 系統に多く出現し, 各種不稔花粉の発生原因となるのに対して St. 2001, 2003 など 4 倍体 F₁ 雑種は染色体対合も正常なものも多く, 不稔花粉の出現頻度も極めて少な

い. また染色体対合の際の多価染色体出現の頻度, および 2nd metaphase における染色体数 (両極に分れた) は第 7 表のごとくであった. 自殖系統においては, F₁ 雑種に比して多価染色体を作る機会が多いこ



第4図. 4倍性キンギョソウ F_1 雑種および両親系統の PMC における減数分裂 (1959). A, B, C は 1st metaphase, D は 2nd metaphase, E は anaphase を示す.

- A. St. 21, 多価, 1価染色体が多い.
- B. St. 31, 比較的多価染色体が少ない.
- C. St. 2001, 染色体の対合, 分裂は正常である.
- D. 2娘核の中間に1価染色体が残留している (St. 21).
- E. 両極に規則正しく分れている (St. 2001 (F_2)).

とがうかがわれる.

5. キンギョソウ種子の休眠について

地中海沿岸に原産するキンギョソウは、その特性として、夏季の乾燥条件に耐えるため、一定の休眠期をもつに到つたと思われる。現在切花用に改良された品種においても、その名残りと思われる現象をしめすものがあり、とくに4倍体の系統には、この傾向が著しい。一般にこの形質においては、晩生性の強いものは

ど休眠期が長い傾向にある。小河原 (1959) は、市販キンギョソウ種子を使用して、低温による休眠打破が行なわれうることを実証し、キンギョソウが光発芽種子であることをも確かめた。しかし、著者の研究途上において種子発芽の習性を見るに、早生性の強い品種は、いずれもほとんど休眠期をもたず、特に4倍性キンギョソウにおいても2倍性キンギョソウの形質を3倍体を通じて導入したのでは、休眠期が短いことを

確かめた。また、4倍性 F₁ 雑種においては、ややこの傾向が強まることを見出した。

考 察

1. 到花日数について

4倍体 F₁ 系統の到花日数は、そのほとんどが著しいヘテロシス現象を示して、早生2倍体品種に近い早期開花の傾向をもつことが明らかとなつたが、その両親いずれの系統も晩生系とみられる1958年以降両親系統のうち到花日数が減少した系統が見られるが、これは、たまたま播種期が遅延したためにおこつた現象である。したがつて、さきの2倍性品種または、それらの間の F₁ 雑種においてしめしたと同様、両親の中間親との比較を基準としたヘテロシス現象も、早生親からのふれでみたヘテロシス現象も、同様に有意な現象として認められた。すなわち2倍体に比較して関与する因子数の増加および頻度の増加がヘテロシス現象を顕著に現わすのではなからうか。

次に、4倍体キンギョソウにおける到花日数は、その相反交配による差をあらわさない。このことは2倍体の場合と同様、細胞質因子によつて影響されることがまれであることを物語つている。とくに4倍体キンギョソウにおいては、開花または花芽の分化に関与する因子数は他の形質に関する因子数と同様2倍に増加しており、もし細胞質因子との間に何らかの関係（例えば細胞質遺伝因子の明らかな存在など）があれば、当然相反交雑によつてその影響が現われるはずである。

2. 2倍体 F₁ 雑種の比較

4倍体 F₁ 雑種においては、ある程度近縁関係にある系統間の F₁ 雑種においても到花日数、草丈などの形質においてヘテロシス現象を顕わしている。これに対して2倍体 F₁ 雑種における近縁系統間において顕われるヘテロシス効果は少ない（第8表参照）。4倍

体 F₁ 雑種においては、2倍体のそれに比してヘテロ接合の機会が多いために現われた現象と考えられる。

3. 葉数、その他の形質について

葉数における4倍体 F₁ 雑種のヘテロシス効果は全く異なる数値をしめしたが、全般を通して見ればネガティブの効果、すなわち葉数減少という効果が存在する。前記草丈においてしめされたヘテロシス効果と考え合わせれば中間親に比較して早期に花芽分化を引き起こしたものと考察される。

茎径および花数におけるヘテロシス効果については、傾向的な現象を見出すには至らなかつた。ただし環境要素による（肥料など）影響加はなほはしいためであらう。

4. 種子稔性について

4倍体キンギョソウにおける種子稔性の著しい低下は、その園芸的利用度をはなはだしく制限し、現在に至るまで優良なる品種が育成されていない主な原因となつている。その間の品種改良により、ようやく種子繁殖1、2年草として市販されるまでに至つた現在もなお、2倍体キンギョソウに比し種子稔性が著しく劣ることは否定できない。Emsweller (1953) によれば、4倍体キンギョソウにおける種子稔性は、相当広い変異の巾を有し、しかもそれに関する形質は遺伝するとされている。Emsweller は米国農商務省試験場において、2倍体キンギョソウの種子稔性の15%から20%程度の稔性を有する4倍体個体を見出し、さらに選抜を加えた結果、2倍性キンギョソウの50%まで稔性を向上させることに成功した。著者も1957年より系統51、52、53に選抜を加え、一回の選抜において約20%前後の種子稔性の向上を観察することができた。

4倍体キンギョソウにおける種子稔性においても、白花授粉による稔性が他花授粉によるそれをしのぐことは、キンギョソウが、他花交配授粉に際して部分的な不適合性をもつ植物であることを示すものであらう。さらに、白花授粉において稔性が優れている系統が、その劣る系統に比較して、交配授粉に際しての稔性が優れていることは、種子稔性形質が遺伝形質であるとの推定(Emsweller 1953)と関連して、興味ある事実である。この現象は、Brink (1952) のいうごとく種皮と胚乳との間における養分配分の差をもつてする説をも肯定するものである。すなわち、種子形成に与る維管束群から種皮の要求する養分の程度が種皮の生長する程度を支配する因子によつて左右されるということ仮定することが可能である。

第8表. 4x および 2x における近縁系統間 F₁ 雑種の比較.

年 次	4x 近縁系統間 F ₁		2x 近縁系統間 F ₁	
	到花日数 (%)*	草 丈 (%)*	到花日数 (%)	草 丈 (%)
1958~59	87	113		
1957~58	100	104	96	94
1959~60	96	103	105	112
平 均	94	107	101	103

* いずれも中間親値を100とした場合の百分率によつて表わした。

また、 F_1 世代において著しい稔性向上を示すことは、2 倍体キンギョソウの場合と同様に、多くの組織形成にヘテロシス効果が好影響をおよぼしていると考えることが出来る。

他方、倍数体キンギョソウにおいては、雄性配偶子の影響を考慮に入れる必要がある。すなわち、花粉稔性の良否は、これが授精の際稔性に与える影響は大きく、特にその発芽の良否もないがしろにできない。花粉稔性の調査結果は、第 9 表に示したごとく、その差に大きな開きはみられない。しかし、小粒花粉の示す差異は相当大きく、これが種子稔性に対する効果に与える影響の大なることが察知される。PMC における染色体対合の様相は、さらに詳細な調査を必要とするが、それら小粒花粉の形成、ひいては種子稔性に対して少なからざる影響を与えるものと推定される。多価染色体数の多少は、間接的に巨大花粉または小粒花粉の形成を助長する。

以上のように、4 倍体キンギョソウにおける種子稔性が、種々の要因によつて影響されることは、これが園芸的利用において問題となる点が多い。すなわち、4 倍体キンギョソウは固定品種として利用するよりも、今後の方向として F_1 , F_2 世代、バック・クロス世代または 4 元交配雑種を、活用することが、より経済性をもつ方向というべきであろう。幸い花壇用草花として、より華麗なキンギョソウが要求されつつある今日においては、時宜を得たものであり、またとくにボーダー花壇植栽用には、最も適した品種群となることが期待される。

第 9 表. $4x F_1$ 雑種における不稔花粉.

	31 (♀) (%)	2001(F_1) (%)	22 (♂) (%)
不 稔 (小 粒)	37.8 (8.3)	23.7 (8.1)	34.5 (15.5)

5. 種子の休眠について

小河原 (1959) によれば、キンギョソウにおける好適発芽温度は、 $17\sim 20^\circ C$ とされているが、実際の発芽可能温度はさらに広汎である。著者の観察した結果によれば、前記のごとく、晩生性の強いものほど発芽に低温度を要し、早生系のものほどより高温度で、発芽することが確認された。キンギョソウの原産地においては、夏季高温乾燥がはなはだしいため、環境条件に対する適応現象として、高温による発芽を抑制する形質をもつに到つたと推定されるが、切花用品種として改良される際、高温による発芽遅延は栽培上文

障をきたすので、極力、除去すべく努力されたものと思われる。事実、早生系の品種は、8 月上旬 $30^\circ C$ 以上の高温下においても高い発芽率をしめしている。この高温発芽の形質、すなわち休眠の消失は、優性因子として行動するものか、ヘテロシス現象として顕われるものか不明確であるが、片親に高温発芽性の系統を供用すれば、その F_1 雑種における種子発芽は、高温発芽性の片親を凌駕する発芽勢をしめすことがしばしば観察された。発芽に要する日数の差によつて、観察結果を誤認する場合も考えられるが、一種のヘテロシス現象と見なすこともできるのではなからうか。

摘 要

人工交配によるキンギョソウ $4x F_1$ 雑種のしめす生態的諸特性について 1951 年から 1960 年まで行なつた研究の概要について報告する。

1) $4x F_1$ 雑種はその親系統に比較して 到花日数は少なく、早生性においてヘテロシス現象をしめした。

2) 草丈においては F_1 雑種にはヘテロシスは引きおこされなかつたが、葉数に関しては明確なヘテロシスを確察した。

3) $2x$ キンギョソウにおいて見られたと同様、交雑授粉よりも、自家授粉によつてより高い種子稔性をしめす系統を供用することによつてより高い種子稔性で F_1 雑種が得られた。一般に $4x$ キンギョソウは極めて低い種子稔性をしめすか、 F_1 雑種は高い種子稔性をしめした。また、その減数分裂は、 F_1 雑種世代は、その母系統に比して規則正しいことが観察された。これらの結果から、 F_2 利用によつて $4x$ キンギョソウのすぐれたものが実際に利用されるようになると考えられる。

参 考 文 献

1. Brink, R. A. (1952): Inbreeding and cross-breeding in seed development. Heterosis, 81—97, Iowa State Coll. Press.
2. Brock, R. D. (1955): Chromosome balance and endosperm failure in Hyacinths. Heredity 9, 199—222.
3. Darlington, C. D. & K. Mother (1950): The elements of genetics. Allen and Unwin, London.

4. Emsweller, S. L. (1953): Developments in plant breeding due to the use of colchicin. Rep. 13th Internat. Congr., 696—706.
5. Little, T. M. (1942): Tetraploidy in *Antirrhinum majus* induced by sanguinarine hydrochloride. Science 96, 188—189.
6. Little, T. M. (1958): Gene segregation in autotetraploids II. Bot. Rev. 24, 5.
7. 中村直彦 (1961): ヘテロシス理論の進歩. 育種学雑 11(2), 91—95.
8. Post, K. (1952): Florist crop production and marketing. Orange Judd, New York
9. 上木俊平 (1964): キンギョソウの F₁ 雑種に関する研究 I, 2 倍性 F₁ 雑種のしめす生態的諸特性について. 九大農学雑 21(2, 3), 185—213.

Summary

Several ecological characteristics in tetraploid F₁ hybrids of snapdragon ($2n=32$), *Antirrhinum majus*, raised artificially had been studied from 1951 through 1960. The author also carried out some trials on the breeding features of these F₁ forms in order to make their intensive use to be practicable. Results obtained are summarized as follows:

1. On the flowering time of F₁ hybrids definite heterosis was uniformly obtained in the earliness of blooming.

2. A positive heterotic phenomeon in the plant height of F₁ hybrids could not be observed. However, on the number of leaves developed distinctive heterosis was observed in several F₁ hybrids.

3. The grade of fertility through cross-pollinations was somewhat lower than that through self-pollinations as well as diploid snapdragon, and mother strains showing higher fertility by selfing could produce heigher yield of seeds. Though the seedfertility of $4x$ snapdragon usually showed low degree, their F₁ hybrids had, in general, a good yield of seeds. And $4x$ F₁ hybrids had higher regularity of mitosis as compared with their mother strains. From such results, the further progress of introducing superior $4x$ forms will become available by utilizing F₂ generations.

Horticultural laboratory, Faculty of
Agriculture, Kyushu University

付表Ⅰ. 4倍体キンギョソウの F₁ 雑種, およびその両親系統のしめす各種特性. (1953)

世代	系統番号	到花日数		百分率		草丈		百分率		葉数		百分率	
		平均値 (日)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : E. P. (%)	平均値 (cm)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : T. P. (%)	平均値 (枚)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : L. P. (%)
親系統	1 (A)	107	23.8	—	—	44.8	6.2	—	—	26.5	12.0	—	—
	11 (B)	187	23.9	—	—	96.4	22.8	—	—	60.2	42.6	—	—
	22 (C)	169	21.9	—	—	122.5	23.6	—	—	62.0	10.2	—	—
平均		155	23.2	—	—	87.9	17.5	—	—	49.6	21.6	—	—
F ₁ 雑種	2001(A×B)	115	1.9	78.2	107.5	56.2	1.8	70.6	58.3	29.6	2.9	68.5	49.1
	2002(B×A)	109	9.0	77.1	101.9	55.2	15.9	78.2	57.3	26.9	7.2	61.9	44.7
	2003(B×C)	134	10.4	75.3	78.3	75.3	20.2	68.8	61.5	44.0	8.8	72.0	70.9
	2004(C×B)	120	2.7	67.4	71.0	64.2	3.2	58.8	52.4	35.5	10.3	58.1	57.3
平均		119.5	6.0	73.8	88.7	62.7	10.3	69.1	57.4	34.0	7.3	65.1	55.5

注, C. V. : 変異係数. M. P. : 中間親値. E. P. : 早生親値. T. P. : 高性親値.

付表Ⅱ. 4倍体キンギョソウの F₁ 雑種, およびその両親系統のしめす各種特性. (1954)

世代	系統番号	到花日数		百分率		草丈		百分率		葉数		百分率	
		平均値 (日)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : E. P. (%)	平均値 (cm)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : T. P. (%)	平均値 (枚)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : L. P. (%)
親系統	11 (B)	189	—	—	—	166.0	—	—	—	88.4	—	—	—
	22 (C)	175	—	—	—	125.3	—	—	—	66.4	—	—	—
	26 (D)	179	—	—	—	100.0	—	—	—	58.6	—	—	—
平均		181	—	—	—	130.4	—	—	—	71.1	—	—	—
F ₁ 雑種	2001(C×B)	141	14.6	77.5	80.6	137.5	8.2	94.4	82.8	92.3	12.0	119.3	104.0
	2004(B×D)	173	29.0	97.4	96.6	115.6	15.1	102.6	92.3	73.8	25.1	100.0	83.5
平均		157	21.8	87.6	88.6	126.6	11.7	98.5	87.6	83.1	18.6	109.7	93.8

付表Ⅲ. 4倍体キンギョソウの F₁ 雑種, およびその両親系統のしめす各種特性. (1957)

世代	系統番号	到花日数		百分率		草丈		百分率		葉数		百分率	
		平均値 (日)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : E. P. (%)	平均値 (cm)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : T. P. (%)	平均値 (枚)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : L. P. (%)
親系統	22 (C)	156	10.4	—	—	98.8	6.1	—	—	64.1	11.2	—	—
	31 (E)	155	6.8	—	—	123.1	14.5	—	—	68.1	13.7	—	—
	41 (F)	228	9.0	—	—	160.7	4.8	—	—	120.8	24.8	—	—
平均		179.7	87.3	—	—	127.5	8.5	—	—	84.3	166.0	—	—
F ₁ 雑種	2001(E×C)	145	22.2	92.9	93.5	120.5	28.1	108.7	98.0	77.7	4.5	117.5	114.1
	2003(E×C)	124	25.0	79.5	80.0	99.4	29.7	89.3	80.7	48.0	25.1	72.6	70.5
	2002(C×E)	149	9.5	95.5	96.1	131.0	26.6	118.1	106.4	68.2	24.0	103.2	100.1
	2004(F×E)	190	11.0	98.2	122.6	136.3	9.1	96.1	84.8	89.5	25.9	94.7	74.1
平均		152	16.8	91.5	98.1	121.8	23.4	103.1	92.5	70.9	19.9	97.0	89.7

付表IV. 4倍体キンギョソウの F₁ 雑種, およびその両親系統のしめす各種特性. (1959)

世代	系統番号	到花口数		百分率		草丈		百分率		葉数		百分率	
		平均値 (口)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : E. P. (%)	平均値 (cm)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : T. P. (%)	平均値 (枚)	C. V. (%)	F ₁ : M. P. (%)	F ₁ : L. P. (%)
親系統	21 (C)	170	—	—	—	78.8	—	—	—	52.0	—	—	—
	31 (E)	160	—	—	—	102.5	—	—	—	54.7	—	—	—
	52 (G)	157	—	—	—	102.0	—	—	—	58.9	—	—	—
	61 (H)	155	—	—	—	95.0	—	—	—	61.0	—	—	—
平	均	160.5	—	—	—	94.6	—	—	—	56.7	—	—	—
F ₁ 雑種	2001(C×E)	151	1.0	91.5	94.4	88.0	23.9	97.0	85.9	47.0	23.2	88.0	85.9
	2002(E×C)	139	0.2	84.2	86.9	100.0	0.5	110.3	97.6	55.0	0.2	103.0	100.5
	2004(E×H)	152	2.0	96.2	98.1	101.0	6.7	102.2	98.5	60.0	3.5	103.6	98.4
	2005(G×E)	148	5.6	93.1	94.3	103.0	12.5	100.7	100.5	52.2	4.9	91.9	88.6
	2006(G×H)	149	3.0	95.5	96.1	103.0	29.6	104.6	101.0	52.7	4.7	88.0	86.4
平	均	147.8	2.4	92.1	89.9	99.0	14.6	103.0	78.5	53.4	7.3	94.9	92.0