

Primula malacoides FRANCH. の細胞学的研究

六浦 修*, 伊藤五彦**, 中平良一*

Cytological studies on *Primula malacoides* FRANCH.

OSAMU MUTSUURA*, ITSUHIKO ITO** and RYOICHI NAKAHIRA*

I 緒言

Primula malacoides は交雑育種により、現在多数の品種が作出されている。本学に於ても交雑育種を行っているが、その基礎としての細胞学的研究が充分でなかった。

筆者等は1956年より、栽培品種及び、その子孫並びに品種間交雑による子孫の、体細胞分裂及び成熟分裂の観察を行い、更に四分子形成と花粉稔性の調査をも行ってきた。その結果のうち、育種上の基礎となることからここに報告する。

II 材料及び方法

本実験に用いられた材料は、以前より本学に栽培されていた4系統、戦後渡来したものを含めた13の園芸品種 (Table 1)、及びこれらの自家授精並に交雑による子孫である (Table 2, 3)。

Table 1 品種及び系統の体細胞染色体数

品種又は系統	個体番号	2n
'Ball lavender'	56-22	36
'Blood red'	56-15	36
'Brilliancy'	56-6	36
'Koiki'		36
'Glory of River side' (1)	56-1	36
" " (2)	56-12	36
'Luminousa'	56-9	36
'Mrs. Elikson Peach Blossum'	56-8	36
'Mrs. Elikson River side'	56-2	36
'New Giant'	56-5	36
'New Growing red'	56-25	36
'Ruby'	56-24	36
'Snow Queen'	56-3	36
D-1 line	56-13	18
D-2 line	56-17	18
D-4 line	56-16	18
A line	56-11	27

体細胞分裂観察の為のプレパラートは、若い蕾の花弁を材料とし、六浦・中平(1956)により改良された“おしつぶし法”により作製した。処理時間は15~20°Cで、HCl 処理15分、chromo-acetic mixture 処理5秒、ammonia alcohol 処理5秒である。染色は acetic-lacmoid で行った。

花粉母細胞における成熟分裂、及び四分子形成の観察の為のプレパラートは、“なすりつけ法”で作製した。薬の処理時間は15~20°C、HCl 処理10分、染色は acetic-lacmoid で行った。

花粉稔性及び花粉の大きさの測定は、Table 4 に示す8品種と、13系統を材料とした。これらはいずれも、体細胞染色体数決定以来、栄養繁殖されて来たものである。

調査の時期は、前年の予備観察より、開花初期、開花最盛期及び、開花末期の3期とした。

花粉については、各期とも、第1層花のうち、開花後数日を経過し、開花した花5個より、薬を1個宛採取し、それぞれの薬の花粉200粒について、cotton blue 法による稔性調査と、長径の測定を行った。又花茎別、花層別の花粉の調査は、D-1(2x) 及び 'Brilliancy' (4x) で行った。

花粉の発芽試験は、Table 6 に示す2品種及び、3系統を材料として、開花初期、最盛期及び末期の花粉1000粒を、1%寒天、10%蔗糖、PH 6.5 の人工発芽床に、室温で18時間培養したものを、cotton blue で染色し調査した。

III 実験結果

1 体細胞染色体について

本種の体細胞染色体は、花弁の分裂中期像では、長さ、1.0~2.5 μ 、一般に小型で、大きさは不揃いである。不染の一次狭窄部位は明瞭に観察され、また二次狭窄を認められるものが多い。附随体をもつものは見られないようである。D-4(2x)、A line(3x) 及び 'Glory of River side'(2) の体細胞染色体を Fig. 1 に示す。

* 京都府立大学生物学教室 (Biological Laboratory, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan)

** 京都府立大学蔬菜園芸学教室 (Laboratory of Olericulture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan)

Table 2 栽培品種の自家授精によって生じた変異個体の染色体数並に形状

個体番号	親	性 状	2n
56-4	A line	痕跡状花瓣	36
56-10	"	小輪花, 花形良	18
56-21	"	矮性, 花瓣に白斑, 雄蕊不稔	36
56-38	"	大輪, 不整形花	34*
56-43	"	Virus 病状小花, 裂状花瓣	36
56-24	'Ruby'	大輪花, 發育良好	36
56-30	"	大輪花, 發育不良	36
56-14	'New Growing red'	赤色花	36
56-20	"	赤色花	36
56-26	"	中心赤紫輪花	36
56-28	"	淡紫色最大輪花, 雄蕊不稔	36**
56-29	"	淡紫色大輪花	36
56-34	"	同 上	36
56-39	'Snow Queen'	雄蕊不良, 生育良	36
56-41	"	大輪花, 雄蕊不稔, 生育不良	36
56-40	'Mrs. Elikson Peach Blossum'	花瓣裂, 雄蕊瓣化	35*
56-48	'Glory of River side'	大輪花, 莖太	36

*: 染色体数変異

**: 不染染色体がある

Table 3 1956年の交雑によって生じた染色体変異個体並に 3x, 2x 個体

	個体番号	交 雑 組 合	2n	形 状
I 染色体数異常個体	57-A	56-28×56-3	37	裂 瓣
	57-U	"	38	"
II 染色体異常個体	57-O	56-39×56-6	36	裂瓣反転
	57-T	"	36	"
	57-Q	"	38	裂 瓣
III 3x 個体	57-4	56-9×56-17	27	
IV 2x 個体	57-27	56-11自家授精	18	

戦後の栽培品種は、いずれも $2n=36$ を示す $4x$ であった。また本学に古くから栽培されてきた品種は、いずれも $2n=18$ の $2x$ であった (Table 1)。 $4x$ は $2x$ に比して、花径は一般に大で、花色、花形も美しいものが多く、草勢も概して強健である。

$3x$ であることが明かとなった A line (Table 1) は、'Glory of River side' (2) の子孫で、栄養繁殖されて来た系統である。本系統は挿芽による栄養繁殖が、 $4x, 2x$ に比して容易である。また $4x$ ('Luminosa') と $2x$ (D-2) の雑種である個体番号 57-4 (Table 3) も $3x$ であった (Fig. 1:2)。ほかに A line 自家授精により、少数の $2x$ を得た。

個体番号 56-38 ($2n=34$) (Table 2, Fig. 1:11) 56-

40 ($2n=35$) (Table 3, Fig. 1:12), 57-A ($2n=37$) (Table 3, Fig. 2:6), 57-U ($2n=38$) (Table 3, Fig. 1:7) 及び 57-Q ($2n=38$) (Table 3, Fig. 1:18) は、染色体数の異常な個体であった。前の2個体は、 $4x$ の染色体数より、1又は2個少ないもので、後の3個体は1又は2個多いものである。前2者は、A line, 'Mrs. Elikson Peach Blossum' の自家授精の F_1 に発見されたものであるが、後の 57-A 及び 57-U は、不染染色体1個を有する 56-28 を母とする組合せの交雑より出現している。57-Q は 56-39×56-6 の組合せの交雑より出現したもので、染色体異常をも有している。

56-40 及び 57-A の不足又は余分の1染色体は、相同染色体を欠くものと見られるが、これらの個体では

Table 4 成熟分裂, 四分子形成及び花粉の性状

	成熟分裂 第1分裂中期	接合 状態	分離状態	四分子 形成	調査 月日	花粉稔性 %	花粉長径 平均値μ	花粉の大き さの分布μ	σ	Fig. 3 の 中の No.
'Brilliancy'	18II	良好	時に 異常	時に 異常	I 24/1	78.0	14.8	11~19	1.01	1
					II 24/2	70.0	14.5	11~21	2.08	
					III 24/3	66.0	15.5	11~20	2.29	
'Ball lavender'	18II	不良	少数の 異常	少数の 異常	I 24/1	62.0	14.3	11~18	1.55	2
					II 24/2	75.5	14.1	11~18	1.41	
					III 24/3	70.5	14.5	11~18	1.64	
'Buby'	18II	良好	正 常	正 常	I 24/1	70.0	14.0	10~17	1.62	3
					II 24/2	80.0	13.6	12~16	1.21	
					III 24/3	80.0	15.1	11~21	2.59	
'New Giant'	18II	やや 不良	少数の 異常	少数の 異常	I 24/1	75.0	14.9	12~19	1.76	4
					II 24/2	82.0	14.4	12~19	1.57	
					III 24/3	68.0	14.8	10~19	1.86	
'Glory of River side'	18II	良好	正 常	正 常	I 24/1	86.0	14.9	11~18	1.33	5
					II 24/2	86.0	15.1	11~20	1.43	
					III 24/3	86.0	15.7	12~19	1.61	
'Snow Queen'	18II	不良	多くの 異常	多くの 異常	I 16/2	74.0	15.2	11~21	1.54	6
					II 24/2	64.5	15.6	11~23	2.74	
					III 24/3	60.0	17.1	12~23	2.21	
'Blood red'	18II 時に異常	不良	多くの 異常	多くの 異常	I 24/1	46.0	14.4	10~18	1.79	7
					II 24/2	40.0	14.6	11~19	1.37	
					III 24/3	38.0	15.3	12~20	1.84	
'Luminousa'	18II	不良	少数の 異常	少数の 異常	I 24/1	76.5	13.4	10~17	1.17	8
					II 24/2	62.0	13.0	9~17	1.62	
					III 24/3	31.5	13.6	10~18	1.75	
A line	9II+9I	良好	異 常	異 常	I 8/2	66.0	12.2	9~18	1.87	9
					II 24/2	57.5	14.8	10~24	3.15	
					III 24/3	29.5	18.7	12~28	1.20	
56-4	9II+9I 時に異常	不良	異 常	異 常	I 8/2	36.0	11.9	9~22	2.14	10
					II 24/2	31.0	12.3	9~23	2.30	
					III 24/3	30.5	12.7	10~18	1.60	
D-1	9II	良好	正 常	正 常	I 24/1	98.5	13.7	12~15	0.64	11
					II 24/2	96.0	14.3	11~16	0.58	
					III 24/3	96.0	14.8	12~16	0.65	
57-27	9II	不良	少数の 異常	時に 異常	I 24/1	94.0	11.5	9~15	1.49	12
					II 24/2	83.5	13.3	9~21	2.26	
					III 24/3	62.0	16.1	11~27	1.56	
57-A	17II+1III 18II+1I 他	異常	多くの 異常	多くの 異常	I 24/1	79.0	14.1	11~18	1.56	13
					II 24/2	70.0	16.3	12~19	1.83	
					III 24/3	76.0	15.4	12~19	1.44	
57-O	15II+6I 17II+2I 他	異常	多くの 異常	多くの 異常	I 20/2	53.5	14.3	11~18	1.54	14
					II 1/3	36.0	14.7	10~20	2.11	
					III 24/3	27.0	16.2	12~24	2.14	
57-Q	不 定	異常	少数の 異常	少数の 異常	I 8/2	83.0	15.5	13~21	1.64	15
					II 24/2	67.5	15.6	12~23	2.43	
					III 24/3	71.0	15.3	12~23	2.20	
57-U	2III+15II+2I 1V+1III+15II 他	異常	異 常	異 常	I 8/2	36.0	15.7	12~20	1.69	16
					II 24/2	32.0	14.1	9~17	2.11	
					III 24/3	25.0	15.4	10~21	1.99	
56-2	18II	良好	正 常	正 常	I 24/1	98.0	16.7	14~19	1.13	17
					II 24/2	94.0	17.3	14~19	1.07	
					III 24/3	94.0	17.8	12~21	1.54	
57-K	18II	やや 不良	少数の 異常	少数の 異常	I 8/2	85.5	15.8	11~21	2.02	18
					II 24/2	74.5	15.9	11~21	1.89	
					III 24/3	76.0	16.3	12~21	2.11	
56-18	18II	やや 不良	少数の 異常	多くの 異常	I 8/2	89.5	14.7	12~18	1.07	19
					II 24/2	72.0	15.4	12~21	1.90	
					III 24/3	57.5	15.7	12~21	1.92	
56-22	18II	良好	時に 異常	時に 異常	I 24/1	95.5	14.7	12~17	1.05	20
					II 24/2	76.0	15.9	12~21	1.70	
					III 24/3	81.5	15.1	12~18	1.24	
56-23	18II	良好	時に 異常	時に 異常	I 24/1	86.0	15.0	11~19	1.54	21
					II 24/2	72.0	15.1	12~19	1.38	
					III 24/3	76.0	15.4	12~23	1.96	

I : 開花初期, II : 開花最盛期, III : 開花末期

Table 5 花茎別, 花層別に調査した花粉の性状

D-1 (2x)

花 茎	花層	調査月日	花粉総性 (%)	花粉の大きさの分布 (μ)	花粉の平均長径 (μ)	標準偏差 σ
I	1	24/1	98.5	12~15	13.7	0.47
	2	4/2	98.0	13~17	14.3	0.95
	3	14/2	97.0	13~17	15.0	0.58
	4	24/2	98.0	14~16	15.1	0.40
	5	4/3	97.0	11~16	14.5	0.78
	6	14/3	98.0	12~17	15.2	0.86
	7	24/3	97.5	12~17	14.7	0.81
	8	4/4	97.0	12~16	13.5	0.80
II	1	4/2	98.5	13~16	14.4	0.61
	2	14/2	97.5	13~17	14.8	0.69
	3	24/2	97.0	13~16	14.5	0.68
	4	4/3	97.0	12~18	14.8	0.83
	5	14/3	96.5	12~16	14.8	0.78
	6	1/4	96.5	12~17	14.5	0.74
III	1	14/2	98.5	14~17	15.0	0.60
	2	24/2	97.5	13~16	14.4	0.65
	3	4/3	97.0	12~17	14.6	0.78
	4	14/3	96.0	12~17	14.6	0.80
	5	1/4	96.0	12~16	13.7	0.84
IV	1	24/2	98.5	12~16	14.1	0.78
	2	4/3	97.0	11~16	13.9	0.80
	3	14/3	96.0	12~16	14.8	0.77
V	1	4/3	97.0	11~15	14.2	0.85
	2	14/3	97.0	12~16	14.7	0.75
VI	1	1/4	97.5	12~16	13.9	0.71

'Brilliancy' (4x)

花 茎	花層	調査月日	花粉総性 (%)	花粉の大きさの分布 (μ)	花粉の平均長径 (μ)	σ
I	1	24/1	78.0	11~19	14.9	1.53
	2	4/2	83.0	12~22	15.4	1.77
	3	14/2	75.0	12~27	16.2	2.25
	4	24/2	70.0	11~20	14.6	2.19
	5	14/3	60.0	12~20	15.6	1.97
II	1	4/2	88.0	12~21	15.9	1.62
	2	14/2	78.5	12~21	15.7	2.02
	3	24/2	63.0	11~21	14.9	2.01
	4	24/3	62.0	12~21	15.2	2.03
III	1	14/2	80.0	12~21	15.2	1.30
	2	24/2	74.5	11~22	14.5	1.88
	3	14/3	74.0	11~19	15.6	2.00
	4	4/4	63.5	11~19	13.9	1.89
IV	1	24/2	62.5	11~18	14.0	1.96
	2	24/3	66.0	12~20	14.8	1.70
V	1	24/3	62.5	12~22	15.7	2.11

Fig. 1:12, 13 に示した様に、1個の染色体が、34又は36個の染色体の群の外に、はなれて存在することが多い。個体番号 56-28(2n=36) (Table 2, Fig. 1:15), 57-O(2n=36) (Table 3, Fig. 1:16), 57-T(2n=36) (Table 3, Fig. 1:17) 及び 57-Q(2n=38) (Table 3, Fig. 1:18) の4個体では、染色体の異常が見られた。56-28は 'New Growing red' の実生より得られたもので、aceto-carmine 及び acetic-lacmoid で不染の1染色体を有し、これは普通顕微鏡では見難いが、位相差顕微鏡では明に観察出来る。57-O 及び 57-T では、2個の染色体が末端で連らなっているものが、1~5組見られる。57-Q では、普通の染色体が2個縦続したものが、2組見られる。それで、2n=36と見誤り易いが、実は38である。以上のものは染色体の1端に於て、何かの異状を生じ、他の染色体と接続するようになったものと見られる。

染色体の接続の見られるこれらの個体は、いずれも、雄蕊不良の 'Snow Queen' x 'Brilliancy' の組合せより出現したものである。

2 花粉母細胞における成熟分裂及び四分子形成

花粉母細胞における成熟分裂での、第1分裂中期において、2x は9IIを形成し、接合は良好で、四分子形成も正常である。しかし3x(A line)の自家授精により生じた個体番号 57-27(2x)は、接合は不良で、後期の分裂異常などが観察され、四分子形成も時に異常である (Fig. 2:25)。

4x品種で、1958年に観察した8品種 (Table 4) ではいずれも18IIを形成するが、その接合は一般に不完全で、多価染色体を形成することもある。分裂及び四分子形成も、異常を示すことが多い。

3x(A line, 57-4) は9II+9Iを形成し、9Iは第1分裂において随意に両極に配分される様であるが、多

くの遅滞染色体が観察され、四分子形成は異常で、2胞子、3胞子等の形成が見られる (Fig. 2:1, 2, 9, 10)。

染色体数の異常の個体では、多くの末端接合、染色体環等の異常が見られ、第1、第2分裂、四分子形成ともに異常なものが多い (Fig. 2:6, 9, 10, 14, 15, 16, 19, 21)。

異常染色体をもつ個体のうち、個体番号 56-28では、不染の染色体と相同と思われる1染色体が、後期に移動群からはなれているもの、また後れているものがある。

四分子形成は、少数の異常が認められる。

その他の異常染色体をもつ個体では、接合状態は、染色体数異常個体よりも更に大きい異常を呈し、又染色体橋も見られる。四分子形成も異常なものが多い (Fig. 2:5, 11, 12, 13, 20, 22)。

3 花粉の性状

供試8品種2系統、及び11個体についての、花粉稔性及び大きさを Table 4 に示す。表により明かな様に、四分子形成が異常なものは、花粉稔性が低い。

花粉稔性を時期的に見ると、開花初期に最高を示すものが大部分で、少数のものが、開花最盛期に最高を示している。

花粉の大きさは、前者とは逆に、多くのものが、開花初期に最小であり、開花最盛期、開花末期の順に大きくなっている。

花粉稔性と、花粉粒の平均長径の時期的変動を見ると (Fig. 3)、この二者の間には、明かに負の相関がある。

花粉粒の大きさの標準偏差(σ)は、一般に開花初期において最小で、開花最盛期、又は開花末期に於て最大を示している (Table 4)。開花末期と、最盛期の σ の差を求めると、値が(+)となるものは、21個体中18個体、(-)となるものは3個体である。この3個体は、A line (2n=27), 56-4(2n=27) 及び 57-A(2n=35) で、す

Table 6 花粉の発芽率

	月 日	24/1	24/2	24/3	低下率
		I (%)	II (%)	III (%)	$\frac{I-III}{I} \times 100 (\%)$
'Brilliancy' (4x)	花粉稔性	78.0	70.0	66.0	15.4
	発芽率	29.5	22.4	13.6	57.2
'Glory of River side' (2) (4x)	花粉稔性	86.0	86.0	86.0	0
	発芽率	36.7	33.1	15.5	57.7
A line (3x)	花粉稔性	(8/1) 66.0	57.5	29.5	55.3
	発芽率	12.3	2.1	0.4	96.7
57-4 (3x)	花粉稔性	(8/2) 36.0	31.0	30.5	15.3
	発芽率	10.2	1.4	0	100
D-1 (2x)	花粉稔性	98.5	96.0	96.0	1.6
	発芽率	65.6	47.3	21.8	66.7

べて奇数染色体数をもつものである。

花茎別、花層別の花粉の性状は D-1(2x), 'Brilliancey' (4x) における調査を Table 5 に示す。表に見られるように、上のように花粉稔性は、開花期の順に低下し、 σ の値はその順に大となるが、一方四分子形成は、一般に開花の末期になるに従って乱れてくる傾向がある。

人工発芽床に於ける花粉の発芽率は、開花初期が最高で、最盛期、末期となるに従って下っている (Table 6)。

開花末期に四分子形成の異常がひどくなり、また多くの不良花粉を生じることが、栄養状態の低下のほか、高温による影響があるかもしれない。

IV 考 察

戦前に渡来した栽培品種 ($2n=18$) は、成熟分裂の接合は正常、花粉稔性も良好で子孫の変異少く、遺伝学的に安定のことが多い。これに反して現在の栽培品種 ($2n=36$) の多くのものは、 18II を形成するが、一般に接合がゆるく、中には多価染色体や、遅滞染色体の見られる品種もある。それらの自家授精による子孫、また品種間交雑による子孫は、花瓣の変異、矮性、雄性不稔等を生じ、これらの中には異数体、又は異常な染色体をもつもの

のが見られる。この点より考えると、現在の栽培品種には遺伝学的に不純のものが多様である。

4x, 2x の交雑より生じた 3x は、 $9\text{II}+9\text{I}$ を作るが、成熟分裂の乱れが多く、花粉稔性は不良である。この 3x の自家授精で、少数の 4x 及び 2x を得た。これらはいずれも外形、成熟分裂ともに異常である。

花粉稔性は、4x, 2x とともに一般に開花初期、最盛期、末期の順に低下する。また花茎別、花層別の花粉の性状調査によると、開花初期の第 1 層花の花粉が、最も稔性がよく、又花粉粒の大きさの偏差の値が小さい。それで交雑のためには、開花初期の第 1 層花の花粉を用いるがよいと考えられる。

文 献

- 1) H. G. Bruun, *Symb. bot. upsaliens.* 1, 1(1932).
- 2) E. K. Janaki Ammal, *J. R. hort. Soc.* 77, 287 (1952).
- 3) O. Mutsuura and R. Nakahira, *Sci. Rep. Saikyo Univ., Nat. Sci. & Liv. Sci.*, 2, No. 3, A, 187 (1956).

Summary

17 garden varieties and their offsprings of *Primula malacoides* were studied cytologically. 13 varieties are found to be tetraploids, and 4 varieties, garden primroses cultivated from old, to be diploids ($2n=18$), and one to be a triploid ($2n=27$) (Table 1, Fig. 1).

In meiosis of tetraploids 18II are shown, but pairing of bivalents is incomplete in general, and separation at anaphase is irregular in some varieties. Some of tetraploid offsprings are found to be aneuploids, somatic numbers being 34, 35, 37, 38 and some of them have abnormal chromosomes (Table 2, 3, Fig. 2). These offsprings are dwarf or male sterile, or have abnormal petals. So some of tetraploid varieties are assumed not to be genetically pure.

Diploid varieties, on the other hand, exhibited regular meiosis, and chromosome numbers of their offsprings are normal. Triploid plants are found in the cross tetraploid \times diploid.

(1959年6月30日受理)

Explanation of Figures

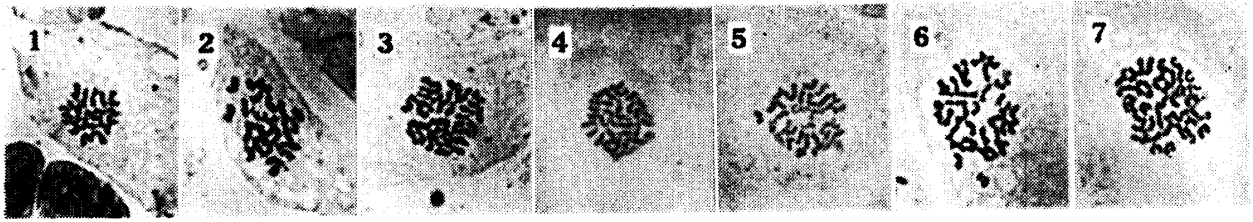
Fig. 1 Photomicrographs and diagrams of somatic chromosome

1-7: photo micrographs (ca. $\times 1000$), 1: 57-27 ($2n=18$), 2: 57-4 ($2n=27$), 3: 'Glory of River side' (2) ($2n=36$), 4: 56-38 ($2n=34$), 5: 57-40 ($2n=35$), 6: 57-A ($2n=37$), 7: 57-U ($2n=38$).
8-18: diagrams (ca. $\times 200$), 8: D-4 ($2n=18$), 9: A line ($2n=27$), 10: 'Glory of River side' (2) ($2n=36$), 11: 56-38 ($2n=34$), 12: 56-40 ($2n=35$), 13: 57-A ($2n=37$), 14: 57-U ($2n=38$), 15: 56-28 ($2n=36$, one abnormal chromosome), 16: 57-0 ($2n=36$, few abnormal chromosomes), 17: 57-T ($2n=36$, few abnormal chromosomes), 18: 57-Q ($2n=38$, two connected chromosomes).

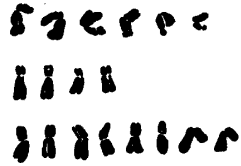
Fig. 2 Photomicrographs and diagrams of abnormal meiosis and pollen

1-9: 1st metaphase in PMC., 1, 2: 57-4 ($2n=27$), 3, 4: 56-38 ($2n=34$), 5: 57-0 ($2n=36$), 6: 57-U ($2n=38$), 7: 'Blood red' ($2n=36$), 8: A line ($2n=27$), 9: 57-A ($2n=37$).
10-17: 1st or 2nd division in PMC., 10: 57-A ($2n=37$), 11, 12: 57-0 ($2n=36$), 13-Q ($2n=38$), 14, 15, 16: 57-U ($2n=38$), 17: 'New Giant' ($2n=36$).
18-23: tetrads, 18: 'Blood red', 19: 57-A, 20: 57-Q, 21: 57-U, 22: 57-Q, 23: 56-18.
24-33: pollens, 24: D-1 (2x), 25: 57-27 (2x), 26: A line (3x), 27: 57-4 (3x), 28: 57-A ($2n=35$), 29: 57-U ($2n=38$), 30: 'Brilliancey' (4x), 31: 'Snow Queen' (4x), 32: 'Blood red' (4x), 33: 'Luminousa' (4x).

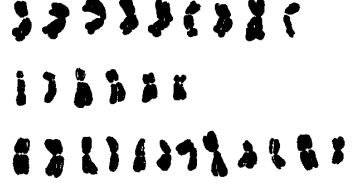
Fig. 1



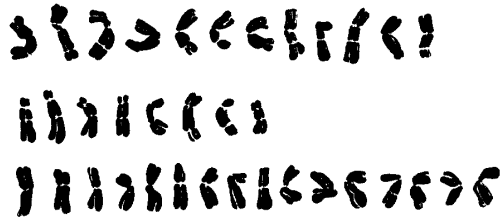
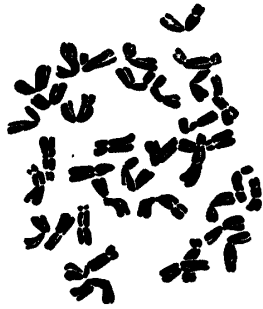
8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



Fig. 2

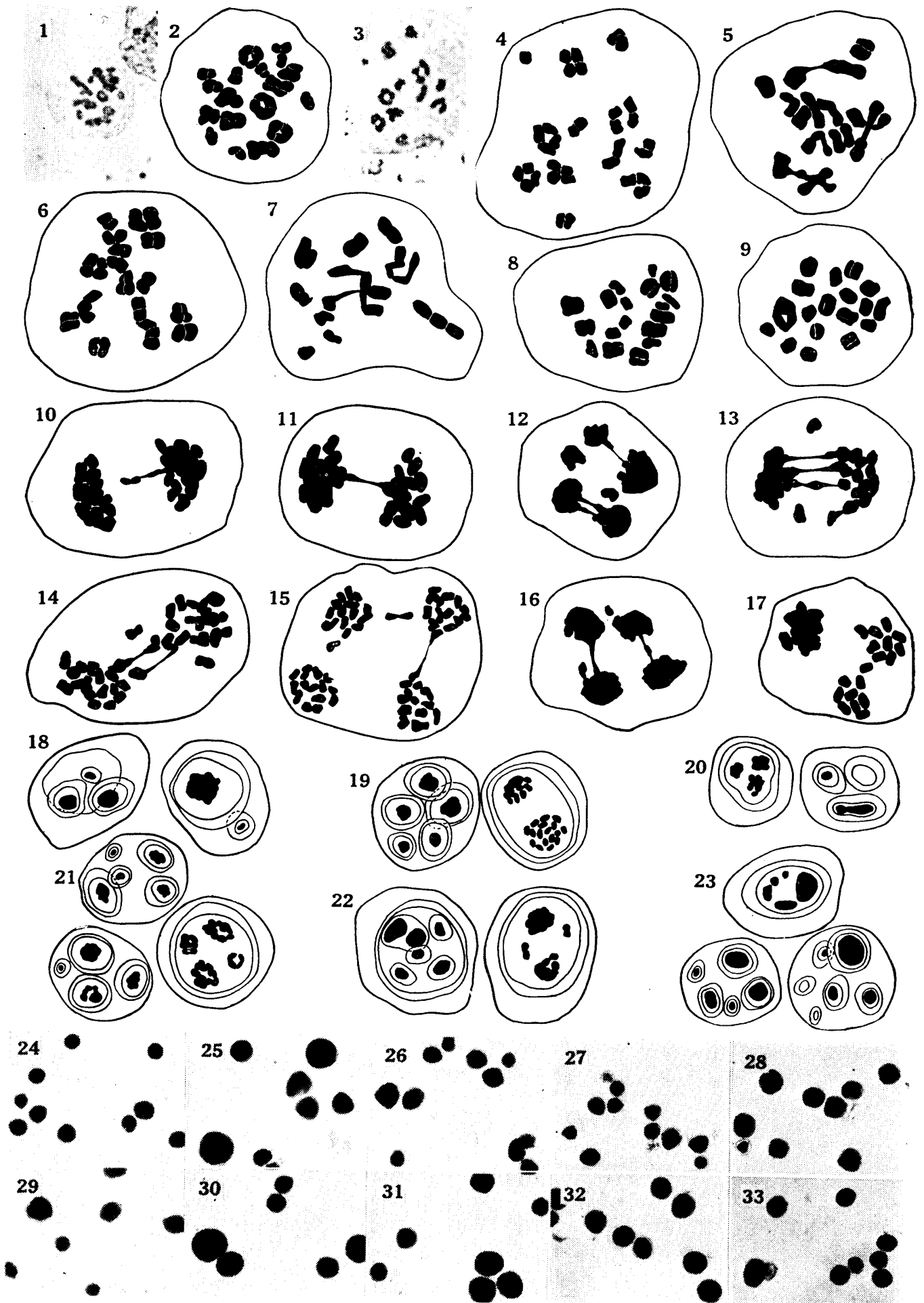


Fig. 3 花粉稔性と花粉粒の平均長径の時期的変動

