

緒 言

ラン科植物は世界に広く分布し、種の数も植物のなかでは最も多く、17000種（里見および土肥，1979）に達するとされており、本邦にはそのうち176種（前川，1975a）の存在が知られている。またラン科植物は、種の分化が著しく、それぞれの種内においても変異の幅が極めて大きいことから、厳密な意味で種を特定することは、現段階では不可能であるとされている（里見および土肥，1979）。

さらに、ラン科植物では、園芸上人為的な種間雑種、属間雑種の作出されている例がかなり多くみられ、これらの多くの雑種には、稔性が認められる。このように、雑種形成が簡単に起こるのは、ラン科植物の分類体系が、まだ不完全であることと深く関連しているものと考えられ、種間、属間雑種の起こる種や属の再検討が必要であるとされている（里見および土肥，1979）。

ラン科植物は受粉後受精までの期間が長く、6～10か月を要する種類もあるとされている（伊藤，1968）。また、ラン科植物には、開花中に胚珠を完成する種類と受粉後に胚珠を完成する種類があるなど、胚珠形成の時間経過にも多様性が認められている（伊藤，1968）。

以上述べたように、ラン科植物はいろいろな面で多様性に富んだ植物群とみられるが、本邦産のラン科植物に関する従来の研究を通覧すると、1)胚発生過程に関しては、Abe, (1967, 1968ab, 1971ab, 1972ab), Kimura (1968, 1971), Kusano (1915), Tohda (1967, 1969, 1971ab, 1974abc), Terasaka, et al. (1979), 2)子房肥大に関しては、伊藤および唐沢 (1975a), 3)種子および胚の形態に関しては、伊藤及び唐沢 (1975a), 田原 (1986), 加古 (1968) などの諸報告がある。しかし、ラン科植物における生殖器官の形成過程を経時的に行った研究報告は見あたらない。

上記した従来の研究経過を考慮して本研究は、本邦産のラン、とくにエビネ属のランを中心として、ラン科植物の生殖器官の形成過程に関する諸問題につき、従来試みられることの少なかった側面にとくに焦点を当てて観察を行った。

本研究には、主にエビネ属（20種）を中心に、エビネ属に近縁とされる5種、およびその他の本邦産および台湾産の野生ラン（以下、野生ランと略記する）13種、洋ラン9種の計47種を供試した（第1表）。ただし、各章に供試した材料は、それぞれ異なっている場合が少なくない。本論に先立って、供試材料の分類学上の位置づけを明確にしておくため、ラン科植物の分類およびエビネ属の分布について、従来の知見をもとに若干の解説を加えておく。

ラン科植物の分類史：ラン科植物の分類については、古くから雄しべの数におかれており、大部分のランにみられる雄しべの数が1個のもの（monandrous）と Apositasioideae や Cyripedioideae のように雄しべの数が2個（diandrous）のものとの、2つの亜科に大別する方式が採用されている（Schlechter, 1926；大井，1956a；前川，1975a；Dressler, 1981ad）。さらに、一時圧倒的に認められた Schlechter (1926) の分類系は、やくの付着様式と花粉塊の形質の2点に着目して細分類が行われている。ただしこの分類は、一部では、Bletia（プレチア）と Bletilla（シラン）のように、外観その他がきわめて類似しているにもかかわらず、単に花粉塊の性質が蠟質であるか否かによって、遠縁のものと位置づけられるなどへの抵抗を生じた。このような批判の上に立って Dressler and Dodson (1960) は新たな分類系を体系づけた。Dressler and Dodson (1960) の分類体系では、花粉塊の形態および柱への付着様式に基礎がおかれ、さらに、生態学および細胞遺伝学的要素が加味されている。この分類体系では、ラン科植物を6つの亜科（subfamily）に分け、その下に族（tribe）、亜族（subtribe）、属（genus）および種（species）を置いている（Dressler, 1981d）。ラン科植物は現在、Dressler (1981d) の体系を採用しているのがほとんどである（前川，1975a；里見および土肥，1979）。

Table 1. Position in classification system of examined materials and each cultivation condition and date of pollination in this study.

Subfamily	Tribe	Subtribe	Genus	Species	pollination year, month, day
Cypripedi- oideae			Cypripedium	<i>C.japonicum</i> Thumb. △	'84. 5. 11
			Paphio- pedilum	<i>P.insigne</i> var. <i>sanderæ</i> Rchb. f. ○	'77. 12. 20
Spiranthoideae	cranichideae	Spiran- thinae	Spiranthes	<i>S.sinensis</i> Ames ○	'78. 6. 22
Orchidoideae	Neottieae	Limodori- nae	Cephalan- thera	<i>C.falcata</i> Lindl. ○	'77. 4. 29
	Orchideae	Orchidinae	Orchis	<i>O.graminifolia</i> Rchb. f. ○	'80. 7. 1
		Habenari- nae	Habenaria	<i>H.radiata</i> Sprengel ○	'78. 7. 12
Epidendroideae	Arethuseae	Blettiinae	Bletia	<i>B.purpurea</i> DC. ○	'81. 3. 20
			Bletilla	<i>B.striata</i> Rchb. f. ○	'75. 5. 7
				<i>C.amamiana</i> Huku- yama ○	'79. 4. 11
				<i>C.aristulifera</i> Rchb. f. ○	'78. 4. 28
				<i>C.discolor</i> Lindl. × <i>C. sieboldii</i> Decne. ○	'79. 4. 23
				<i>C. discolor</i> Lindl. ○	'75. 4. 30
				<i>C.izu-insularis</i> Ohwi et Satomi ○	'78. 4. 28
				<i>C.kawakamii</i> Hayata ○	'83. 2. 9
				<i>C.sieboldii</i> Decne. ○	'78. 4. 28
				<i>C.tokunoshimensis</i> Hatsusima et Ida ○	'84. 4. 24
				<i>C. discolor</i> × <i>C.izu-insularis</i> ○	'80. 4. 22
				<i>C.sieboldii</i> × <i>C.aristulifera</i> ○	'79. 4. 22
				<i>C. discolor</i> × <i>C.aristulifera</i> ○	'79. 4. 22
	Calanthe				

			<i>C. discolor</i> × <i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i> ○	'80. 4. 22
			<i>C. nipponica</i> Makino ○	'84. 6. 4
			<i>C. reflexa</i> Masxim. ○	'79. 7. 21
			<i>C. tricarinata</i> Lindl. ○	'83. 4. 30
			<i>C. furcata</i> Bateman ○	'78. 8. 31
			<i>C. okinawensis</i> Hayata ○	'83. 7. 4
			<i>C. venusta</i> Schltr. ○	'79. 11. 29
			<i>C. elmeri</i> Ames ○	'81. 3. 20
			<i>C. cardioglossa</i> Schltr. ○	'79. 12. 29
		Chysis	<i>C. bractescens</i> Ldl. ○	'83. 4. 5
		Phaius	<i>P. tracarvilleae</i> Blume ○	'83. 3. 26
			<i>P. minor</i> Blume ○	'80. 5. 22
Coelogyneae	Coelogy- ninae	Pleione	<i>P. formosana</i> Hayata ○	'83. 3. 26
Malaxideae		Liparis	<i>L. nervosa</i> Lindl. ○	'81. 6. 23
Gastrodieae	Gastrodi- nae	Gastrodia	<i>G. elata</i> Blume ○	'82. 6. 22
Epidendreae	Laeliinae	Cattleya	<i>C. BLC. Panaela</i> Farrell. ●*	'83. 10. 29
	Dendro- biinae	Dendrobium	<i>D. Sagimusume</i> (Kaga × Agnus) Hort. ●*	'77. 5. 15
			<i>D. Phalaenopsis</i> Fitzg. ●*	'83. 10. 29
	Sarcant- hinae	Neofinetia	<i>N. falcata</i> Hu ○	'81. 7. 23
vandeae		Phalaenop- sis	<i>P. schilleriana</i> Rchb.f. ●	'78. 1. 20
			<i>P. Dos Pueblos</i> (Doris × Grace Palm) Hort. ●*	'77. 6. 4
		Vanda	<i>V. Rothshildiana</i> Hort. ●*	'83. 10. 29

Vandoideae	Maxillarieae	Corall- orchizinae	Cremastra	<i>C.appendiculata</i> Makino	○	'81. 5. 19
	Cymbideae	Cytopo- diinae	Cymbidium	<i>C.goeringii</i> Rchb. f.	○	'77. 4. 9
				<i>C.hosai</i> Makino	●	'82. 6. 19
				<i>C.kanran</i> Makino	○	'81. 12. 2
				<i>C.Inasa</i> Hort.	○*	'83. 12. 28
	Oncidiinae	Miltonia	<i>M. Kongozan</i> Hort.	●*	'81. 2. 23	

Notes △ : Cultivation was made outside, ○ : Cultivation was made inside, ● : Cultivation was made in green house, * : Foreign orchids.

本研究の供試材料を Dressler (1981d) の提唱した分類にしたがって分類すると5亜科, 11族, 13亜族, 22属, 47種(第1表)となり, ラン科植物の大部分の亜科を網羅している。

以下, 本論文では供試材料を和名または通称で呼ぶことにするが適切な和名がない場合, あるいは和名が種名に対応しないなどの場合は, 学名を略して用いた。すなわち, *Calanthe elmeri* は‘カ・エルメリ’, *Calanthe cardioglossa* は‘カ・カルデイオグロッサ’, *Dendrobium phalaenopsis* は‘デンファレ’, コチョウランの *Phalaenopsis schilleliana* は‘Phal.シレリアナ’, 同じくコチョウランの *Phalaenopsis. Dos Pueblos* は‘Phal.ドス・ブエブロス’, *Cymbidium. 'Inasa'* は‘Cym.イナサ’とそれぞれ略記した。

なお本論文では, 一般に慣用されている‘洋ラン’および‘東洋ラン’の呼称を用いている場合がある。東洋ランは, 東洋の主として日本と中国で栽培しているシンビジウム属の地生種(着生種に対する用語)で, ふつう常緑性で, 地味な花の咲くシュンラン類やカンラン類に用いられ, 芳香と清楚な葉の美しさが主な観賞対象である。一方, 洋ランは, 東洋ラン以外の外国種の栽培ランで, 花形が主な目的として栽培され, 花色が美しく, 花も大型に改良された種間雑種や属間雑種である。日本では温室栽培の種類がほとんどである(田中, 1968; 橋本および木村, 1983)。

エビネ属の分布: エビネ属は, Dressler (1981d) の分類にしたがえば, Epidendroideae 亜科, Arethuseae 族, Blettiinae 亜族, *Calanthe* 属に分類される。世界に分布するエビネ属の種類は, 約100種(伊藤, 1969; 長野および三枝, 1977)とも, 約150種(Tanaka, et al., 1981; 唐沢, 1985a)とも, あるいは約200種(大井, 1956b; 前川, 1975b)とも報告されている。東南アジアを中心にヒマヤラから西はマダガスカル, アフリカ熱帯におよび, 東はニューギニア, オーストラリア北部に達する広い地域に分布し, 中米にも1種記録されている(伊藤, 1969; 長野および三枝, 1977; 唐沢, 1985a)。

日本には約19種(大井, 1956b; 前川, 1975b), 約20種(伊藤, 1969; 伊藤および唐沢, 1975a), あるいは27種(長野および三枝, 1977)のエビネ属が分布すると報告され, 北海道(サルメンエビネ)から奄美大島(ツルラン, オナガエビネ, ヒロハノカランなど)に至るまで, 全国に分布している。すべて地生種であり温帯~暖帯産の常緑性である(伊藤, 1969)。茎は通常短く, 球茎を形成して連なり, 2~数葉をつける。葉は縦にしわがあり, 熱帯産の種は落葉性である。花茎は頂生または腋生で, 総状に数花~多数花をつける。また, 本邦産のエビネ属の種の染色体数は, $2n=38, 40, 42, 60$ が報告されている(Miduno, 1940; Mitsuura and Nakahira, 1958; Tanaka, et al., 1981)。

第1章 花粉発芽および花粉管伸長の様相

ラン科植物の人工培地上での花粉の発芽（花粉が吸水して膨潤し、発芽孔から花粉の内膜が外に突出した状態をいう。岩波, 1980）および花粉管の伸長に関する従来の研究（Curtis and Duncan, 1947; Rao and Chin, 1973）は、この問題に答えるには、必ずしも十分とはいえない。

一方、ラン科植物には、開花期に胚珠を完成している種類が少なく、受粉後に胚珠を完成する種類がほとんどであり、受粉が行われないと胚珠形成が行われず、受粉と胚珠形成との間には密接な関係があることが知られている（Swamy, 1949a; Wirth and Withner, 1959）。受粉後の花粉の発育の状況は、この点に関連しても注目すべき問題となる。この問題に対して(1) *in vitro* では正常な発芽能力を持つ花粉であっても、*in vivo* で同じ能力を発揮するのか、(2)種によっては花粉発芽に柱頭の状態その他の相互関係で、何等かの制約が及ぶ場合があるのではないかと、などが問題となろう。従来の研究は、*in vitro* あるいは *in vivo* でのいずれか一方のみの研究が中心で、また対象種も限られており、この点についても、ほとんど検討されていない。

本章においては、上記した研究の現状を考慮し、従

来の研究に欠けていたラン科植物の花粉の発芽および花粉管の伸長について、人工培地上および柱頭上での観察を試みた。供試材料には花粉塊の種類、花粉母細胞形成期から開花期までの所要日数、および開花期の子房の発育程度などを異にする種を選定した。

第1節 材料および方法

人工培地上での花粉の発芽ならびに花粉管の伸長に関する実験に関しては、エピデンドラム亜科（Epidendroideae）に属するエビネ（硬い蠟質花粉）、エビネ属に近縁とされるシラン（柔らかい非蠟質花粉）およびデンドロビウム（蠟質花粉）の3種を供試した。また、柱頭上での花粉の発芽ならびに花粉管の伸長に関する実験に関しては、エピデンドラム亜科に属するエビネ、ラン科植物の中で最も進化していると考えられているバンダ亜科（Vandoideae）に属する *Phal.* ドス・プエロスおよびスピランテス亜科（Spirantheoideae）に属するネジバナの3種を供試した。これら柱頭上での実験に供した3種は、それぞれ開花期における子房の発育程度を異にするものである（第1図）。

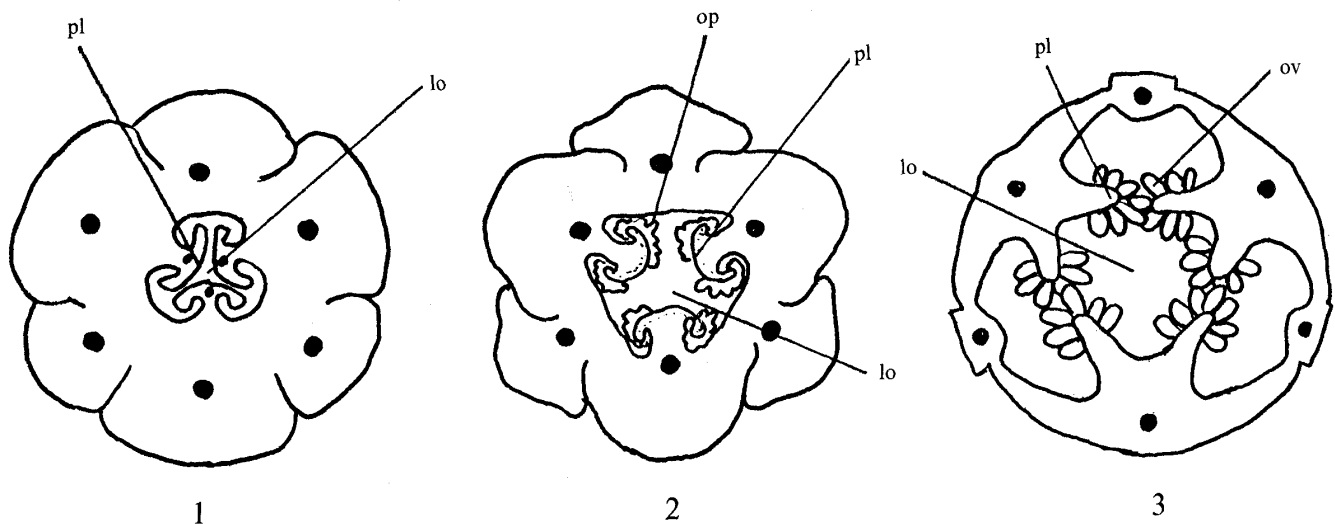


Fig. 1. Developmental progress of ovary in flowering time of *Phal. Dos Pueblos*, *Calanthe discolor* and *Spiranthes sinensis*.

1. *Phal. Dos Pueblos*, 2. *Calanthe discolor*, 3. *Spiranthes sinensis* (Degree of development in ovary are shown from 1 towards 3 indicating much more progressing conditions).

pl.: placenta, lo: loculus, op: ovule primodium, ov: ovule, ●: position of vascular bundle.

エビネ、シラン、およびネジバナは無加温ガラス室で栽培し、*Phal.*ドス・プエブロスおよびデンドロビウムは温室で栽培した。なお、これらのうち、シランはプランターに、その他のランは鉢植えとし、*Phal.*ドス・プエブロスおよびデンドロビウムは水苔に、その他のランは赤玉土・鹿沼土・畑土の混合土に栽植した。元肥としてマグアンプK (W. R. グレース社製：中粒) を少量施し、追肥として受粉後、ハイポネックス (N : P : K = 6.5 : 6 : 19) 1000倍水溶液を週に1回灌水をかねて施した。

人工培地上での実験に供した材料は、1986年4月12日から1986年7月25日の間に採取した。エビネ、シランおよびデンドロビウムにおいては、開花期を選んで開花後2日～7日の花粉塊を人工培地上に置床した。培地としては、寒天1%，ショ糖濃度0～0.8モルの9区およびpH4.8, pH5.2の2区を設け、培養温度 $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、暗所条件下で培養した。pHはpHメーター (モデルPH82型、横河電機製) を用い、pHの調整はHClおよびNaOH水溶液で行った。培地は、径9cmのペトリ皿に約2mmの厚さとし、花粉塊をそれぞれ5個置床した。花粉および花粉管の伸長の様相は、経時的に採取した材料を酢酸カーミンで染色し、光学顕微鏡で観察した。

柱頭上での実験に供したエビネ、*Phal.*ドス・プエブロスおよびネジバナについては、上記した条件下で生育したものを対象に、開花後2日～7日に自家受粉を行い、経時的に花粉の発芽および花粉管の伸長の様相を観察した。また、受粉後の花粉の発芽および花粉管伸長についての光学顕微鏡による観察には、ずい柱および子房をパラフィン法による縦断 (20 μm) 切片と

し、デラフィールド・ヘマトキシリンあるいはコットンブルー (岩波, 1980) で染色した。また、暗視野法 (DC-W型集光器、オリンパス製) による観察に際しては、ずい柱および子房を、亜硫酸水素ナトリウム ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 50g/l水溶液に浸漬し、オートクレーブを用い、 121°C 、 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ で1分間かけて解離した後、材料をスライドガラスにのせ、グリセリンを適下し、カバーガラスで、押しつぶして組織を平にし検鏡した (Marubasi and Nakajima, 1981)。

第2節 観察結果

第1項 人工培地上の花粉の発芽と花粉管の伸長

1. エビネ

硬い蠟質花粉塊をもつエビネの花粉は、開花期には花粉四分子を形成しているが、これらの花粉四分子は人工培地上で発芽とともに分離し単粒となり、ほとんどの場合、花粉管を伸長させた (第2図1～4)。置床後1日には、供試したほとんどの条件下 (pH4.8, ショ糖濃度0.6モルの場合を除く) で、花粉の発芽および花粉管の伸長がみられた (第1表)、その後の経過を観察した結果では、概してpHが高く (5.5) ショ糖濃度が低い (0.1モル～0.3モル) 場合に花粉管の伸長は著しく、水だけ (0モル) の寒天培地においても伸長がみられた。花粉管の伸長にともない、花粉内の生殖核と花粉管核は、徐々に花粉管の先端方向へ移動した (第2図5, 6)。

Table 1. Condition of germination of pollen and elongation of pollen tube on culture medium after one day by *Cal. discolor*, *Bletilla striata* and *Dendrobium*.

species	pH4.8									pH5.5								
	molarity of sucrose									molarity of sucrose								
	0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8
<i>C. discolor</i>	+	+	+	+	+	+	-	/	/	+	+	+	+	+	+	+	/	/
<i>B. striata</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dendrobium</i>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	+	+	+	+	+	+	+	±	±

+ : having elongated pollen tube. ± : germinating pollen was observed.

- : no germinating pollen was observed.

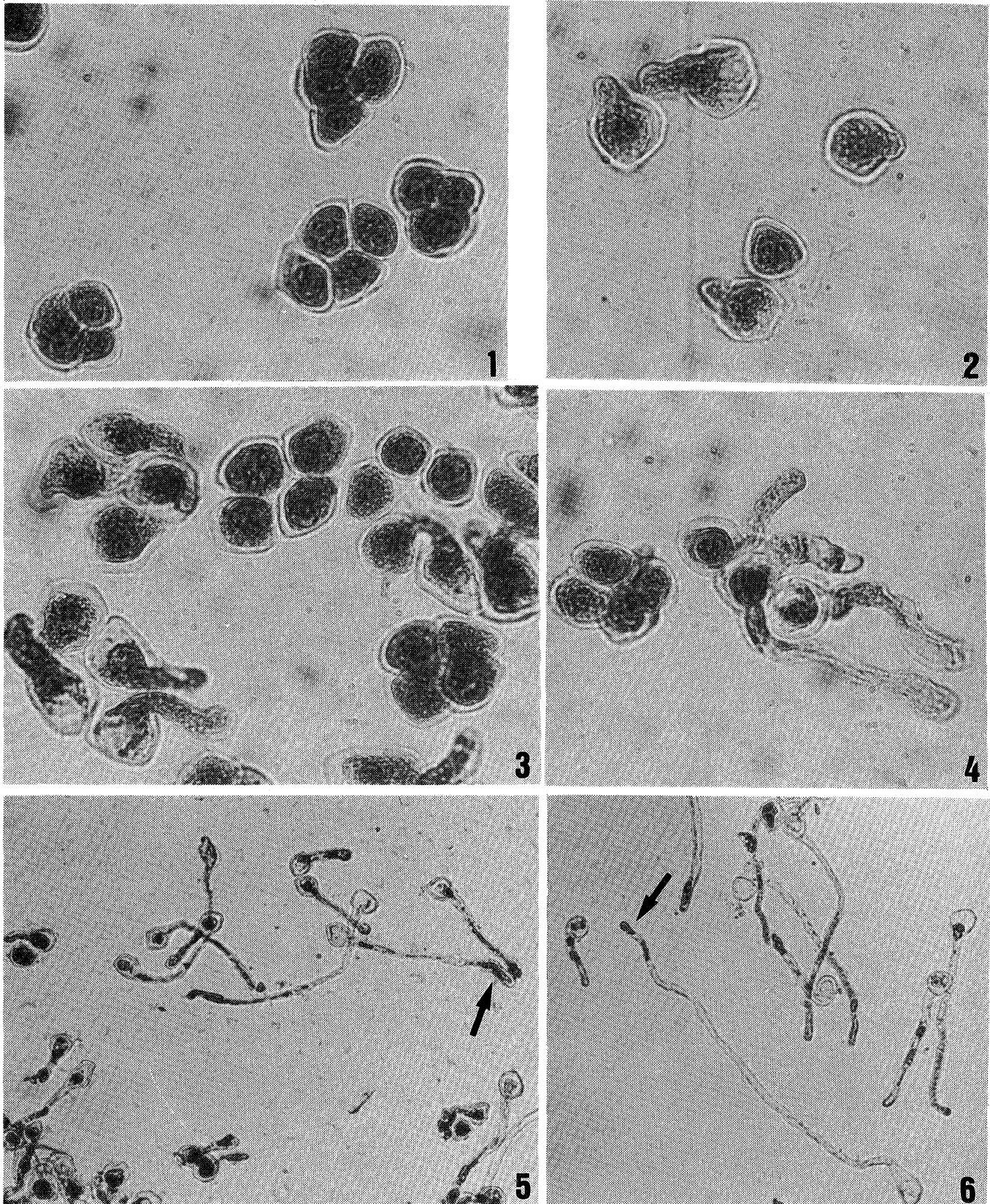


Fig.2. Conditions of germination and of elongation on pollen tubes of *Calanthe discolor* pollen on artificial culture medium.

1. Pollen tetrad in flowering (x400), 2. Germination of pollen (1 day, x400), 3. Elongation of pollen tube (2 days, x400), 4. Elongation of pollen tubes (3 days, x400), 5 & 6. Generative nucleus and pollen tube nucleus moved to the pointed end. (arrowed, 3 days, x150). (Each days showed days after putting the materials on medium, pH 5.5, consistency of sucrose 0.5 mol)

2. シラン

柔らかい非蠟質花粉塊をもつシランの花粉の発芽の様相も、エビネの場合と極めて類似していた。置床後1日には、供試したほとんどの条件下 (pH4.8, ショ糖濃度0.7モル~0.8モルの場合を除く) で、花粉の発芽および花粉管の伸長がみられたが (第1表), その後の経過を観察した結果では、概してpHが高く (5.5) ショ糖濃度が低い (0.1モル~0.4モル) 場合に花粉管の伸長が著しく、水だけ (0モル) の寒天培地においても伸長がみられた。花粉管の伸長にともない花粉内の生殖核と花粉管核は、徐々に花粉管の先端方向に移動したが、ショ糖濃度の高い (0.7モル~0.8モル) 場合は、花粉管がわずかに伸長したにすぎず、両核は花粉内にとどまっていた。

3. デンドロビウム

硬い蠟質花粉塊をもつデンドロビウムの花粉の発芽の様相もまた、エビネの場合と同様であった。置床後1日には、供試したほとんどの条件下で花粉の発芽および花粉管の伸長 (0.7モル~0.8モルの場合を除く) がみられたが (第1表), その後の経過を観察した結

果では、概してショ糖濃度の低い (0.2モル~0.3モル) 場合に、花粉管の伸長は著しく、水だけ (0モル) の寒天培地においても伸長がみられた。花粉管の伸長にともない、花粉内の生殖核と花粉管核は、徐々に花粉管の先端方向に移動したが、ショ糖濃度の高い (0.7モル~0.8モル) 場合は、花粉が発芽したにすぎず、両核は花粉内にとどまっていた。

第2項 柱頭上の花粉の発芽と花粉管の伸長

1. エビネ

1. 開花期のずい柱の誘導組織の形態ならびに子房の発育程度： 開花期のずい柱の横断面をみると、V字型の誘導組織 (conductive tissue, 雌ずいの中の花粉管の通路で、柱頭から子房室の頂部まで連続している。岩波, 1980) がみられ (第3図1, ctおよび第4図1, 2, ct), 誘導組織の縦断面は、ずい柱を構成する柔組織に囲まれ、疎に従列する細長い細胞群として認められた (第4図3, 4)。なお、子房においては、胚珠原基が分化していた (第1図2および第4図5, op)。

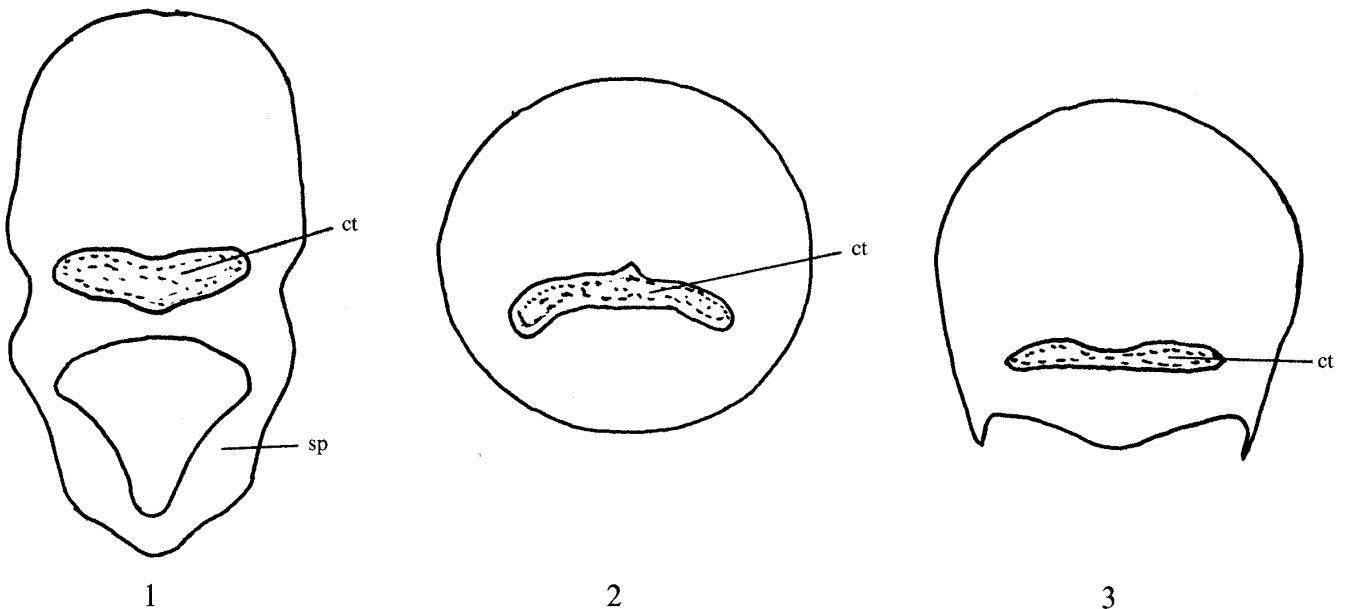


Fig.3. Conductive tissue of column in cross section shown by *Calanthe discolor*, *Phal. Dos Pueblos* and *Spiranthes sinensis* during the flowering time.

1. *Calanthe discolor*: spur of labellum was adhered to column, 2. *Phal. Dos Pueblos*, 3. *Spiranthes sinensis*
ct: conductive tissue, sp: spur.

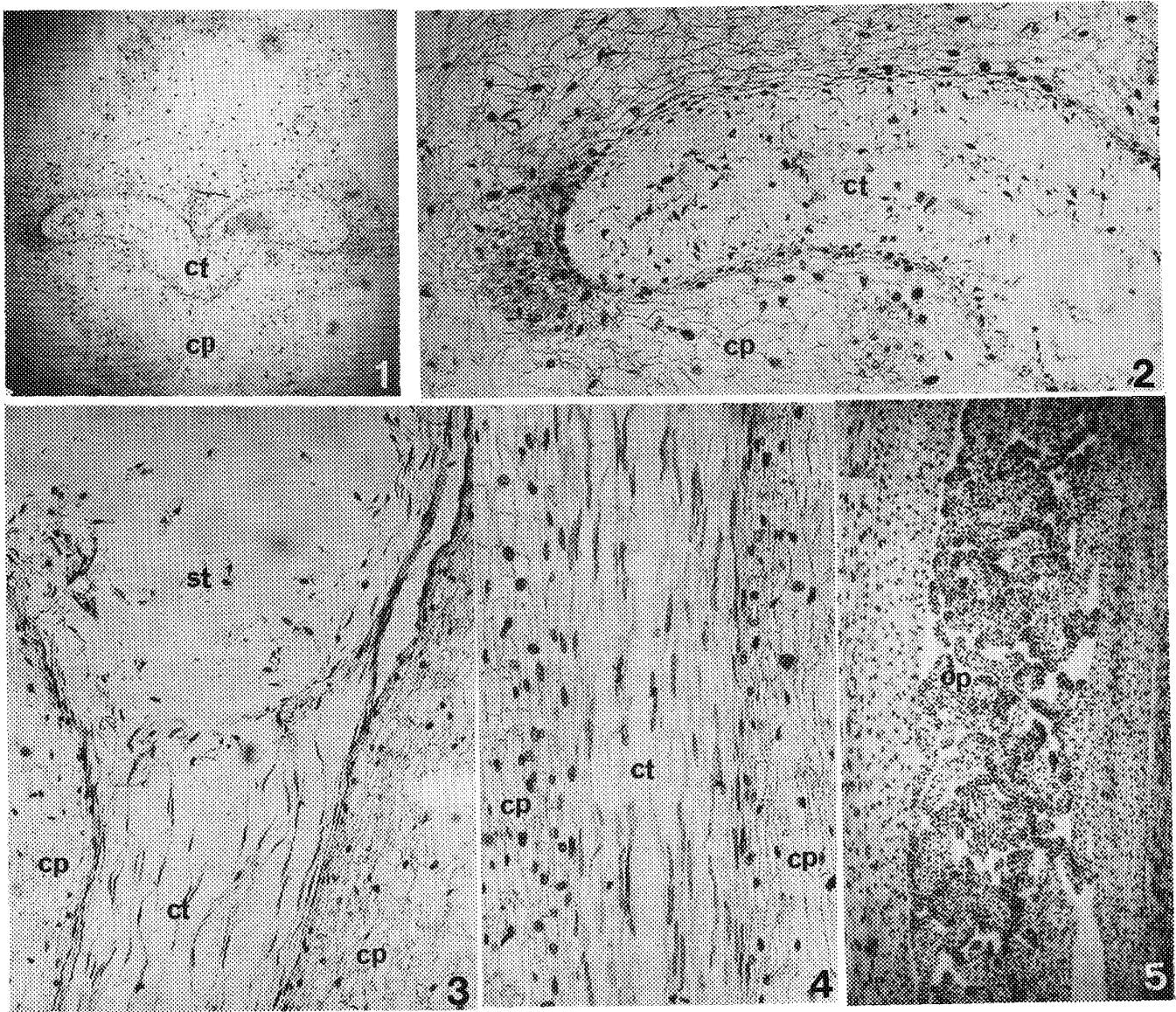


Fig.4. Developmental degree of stigma, column and ovary shown by *Calanthe discolor* in flowering time.

1. Cross section of column (x28), 2. A part of cross section of column (x100), 3. A part of longitudinal section of stigma and column (x70), 4. Longitudinal section of column (x100), 5. Longitudinal section of ovary (x40).

ct: conductive tissue, cp: parenchyma of column, op: ovule primodium, st: stigma.

2. 花粉の発芽および花粉管伸長の時間経過： エビネの受粉後の花粉の発芽および花粉管の伸長をみると、下記したような時間経過が認められた（日数は受粉後の日数，第2表）。

- 1日： 柱頭に接している花粉が発芽し，誘導組織に向かってわずかに伸長する（第5図1）。
- 2日： 花粉管は集合体をなして誘導組織へ到達する（第5図2）。
- 3日： 誘導組織中を子房室の頂部に向かって伸長する（第5図3）。
- 6日： 子房室に侵入し子房室の基部へ向かって伸長する（第5図4）。

なお，花粉管は，誘導組織の細胞とともに伸長する（第5図5）。

- 8日： 子房室の長さの約1/3まで伸長する。
- 10日： 子房室の長さの約1/2まで伸長する。
- 14日： 子房室の基部へ達する。胚珠形成が開始される。

以上を要約すると，受粉後1日に花粉管の伸長が始まり，受粉後2日には誘導組織へ到達するのが観察された。誘導組織中での花粉管の伸長は早いですが，子房室では緩慢で，子房の頂部から基部へ達するまでの所要日数は11日であった（第2表）。

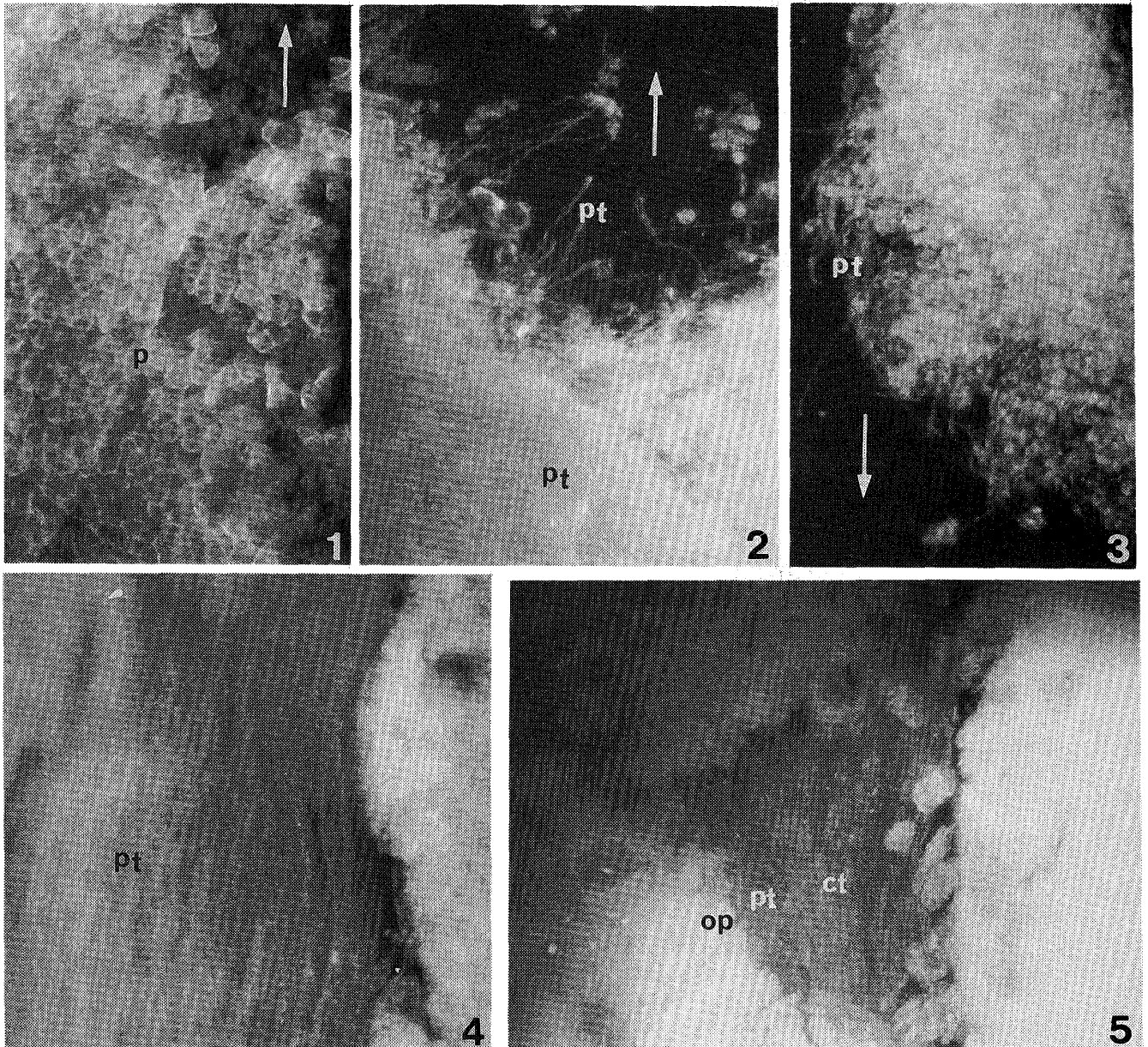


Fig.5. Conditions of germination of pollen and length of pollen tubes after pollination of *Cal. discolor* under the dark field method.

1. Stigma (1 day), 2. Stigma (2 days), 3. Stigma (7 days), 4. Top of loculus (6 days), 5. loculus (8 days). Each day showed days after pollination, 1~4: x100, 5: x40.

p: pollen, pt: pollen tube, op: ovule primodium, ct: conductive tissue, arrows: direction of conductive tissue (1, 2) and direction of top in loculus (3).

Table 2. Conditions of elongation in pollen tubes after pollination by *Calanthe discolor*, *Phal. Dos Pueblos* and *Spiranthes sinensis*.

days after pollination	Species		
	<i>C. discolor</i>	<i>Phal. Dos. Pueblos</i>	<i>Sp. sinensis</i>
1	elongated towards conductive tissue.		invaded into conductive tissue by aggregated tubes.
2	reached to conductive tissue by aggregated tubes.		reached to loculus.
3	elongated towards top of loculus.		
4			pollen tubes penetrated into embryosac through micropyle.
5		elongated a little formation of ovule started.	
6	penetrated into loculus and elongated towards basal part of the cavity.	reached to conductive tissue by aggregated tubes.	
7		elongated towards top of loculus differentiation of ovule primodium started.	
8	elongated to 1/3 of the length of loculus.		
10	elongated to 1/2 of the length of loculus.	Penetrated into loculus and elongated to basal part of cavity.	
14	reached to loculus, began to form ovule.		
20		elongates to 1/4 of the length of loculus. elongated towards ovule primodium.	
40		reached to loculus.	

3. 花粉管の伸長と胚珠形成： 上記した時間経過の中で、花粉管が集合体をなして子房室へ侵入した段階で、花粉管に接している子房室の内壁の1~2層の細胞が、とくに濃く染色されるようになる(受粉後8日, 第6図1)。花粉管はこの濃く染色された細胞の方向へ伸長し、これらの細胞内、あるいは細胞間を通

って胚珠原基の方向へ伸長する(第6図矢印)。胚珠原基からの胚珠形成は、このころから開始される(受粉後14日)。胚珠形成が完了する(受粉後31日ごろ)と、まもなく花粉管は珠孔から侵入し、胚のう方向へ伸長する。

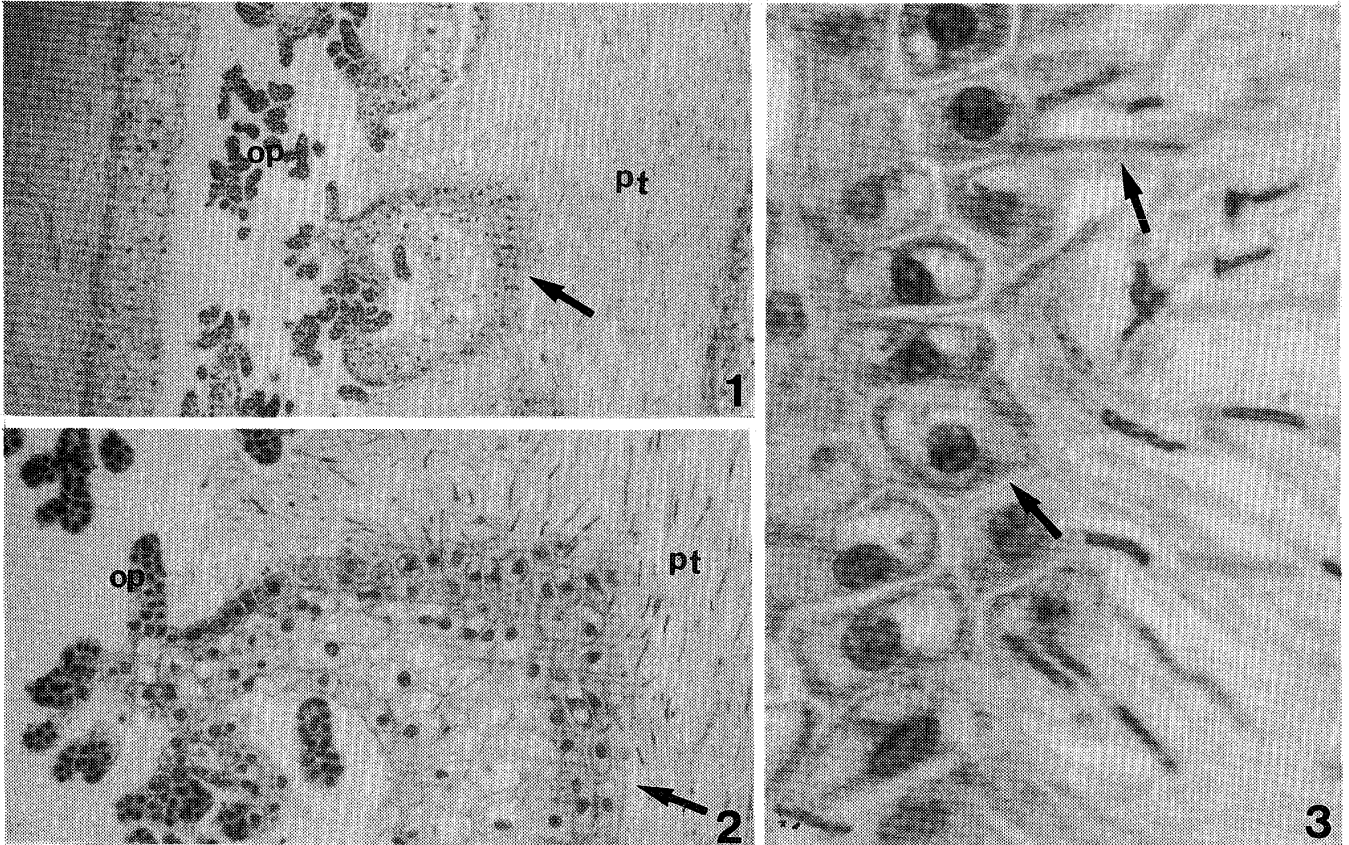


Fig. 6. Conditions of elongation of pollen tubes in loculus by *Cal. discolor*.

1. deeply stained cell touched to pollen tube (arrow, x40), 2. high magnification of 1. deeply stained cell (arrow, x100), 3. high magnification of 2, pollen tube penetrated into deeply stained cells (arrow, x400).
pt: pollen tube, op: ovule primodium.

2. *Phal.* ドス・プエブロス

1. 開花期のずい柱の誘導組織の形態ならびに子房の発育程度： 開花期のずい柱の横断面をみると、ハンガー型の誘導組織がみられ（第3図2），その縦断面は、エビネの場合（第4図3，4）と同様であった。なお、子房においては胎座のみであった（5ページ，第1図1）。

2. 花粉の発芽および花粉管伸長の時間経過：
Phal. ドス・プエブロスの受粉後の花粉の発芽および花粉管の伸長をみると，下記したような時間経過が認められた（日数は受粉後の日数，第2表）。

- 5日： 花粉管がわずかに伸長する。また，胚珠形成が開始される。
- 6日： 花粉管は集合体をなして誘導組織に到達する。
- 7日： 子房室の頂部に向かって伸長する。また，胚珠原基の分化がみられる。
- 10日： 子房室に侵入し，子房室の基部に向かっ

て伸長する。

- 20日： 子房室の長さの約1/4まで伸長する。また，胚珠原基に向かって伸長する。
- 40日： 子房室の基部へ達する。

以上を要約すると，花粉の発芽および花粉管の伸長は，受粉後5日に初めて開始され，極めて遅かった。花粉管が，子房の頂部から子房室の頂部へ到達するまでの所要日数は7日，さらに子房室の基部へ達するまでが25日であり，伸長速度がきわめて緩慢であった（第2表）。

3. 花粉管の伸長と胚珠形成： 上記した時間経過の中で，花粉管が伸長を開始する（受粉後5日）段階で，胚珠形成が開始された。花粉管が胚珠原基に向かって伸長する様相は，エビネの場合（第6図1～3）と同様であった。胚珠形成が完了する（受粉後55日ごろ）と，まもなく花粉管は珠孔から侵入し，胚のう方向へ伸長した。

3. ネジバナ

1. 開花期のずい柱の誘導組織の形態ならびに子房の発育程度： 開花期のずい柱の横断面をみると、山型の誘導組織がみられ（第3図3），その縦断面は、エビネの場合（第4図3，4）と同様であった。なお、子房においては、すでに胚珠形成が完了していた（第1図3）。

2. 花粉の発芽および花粉管伸長の時間経過： ネジバナの受粉後の花粉の発芽および花粉管の伸長をみると、下記したような時間経過が認められた（日数は受粉後の日数，第2表）。

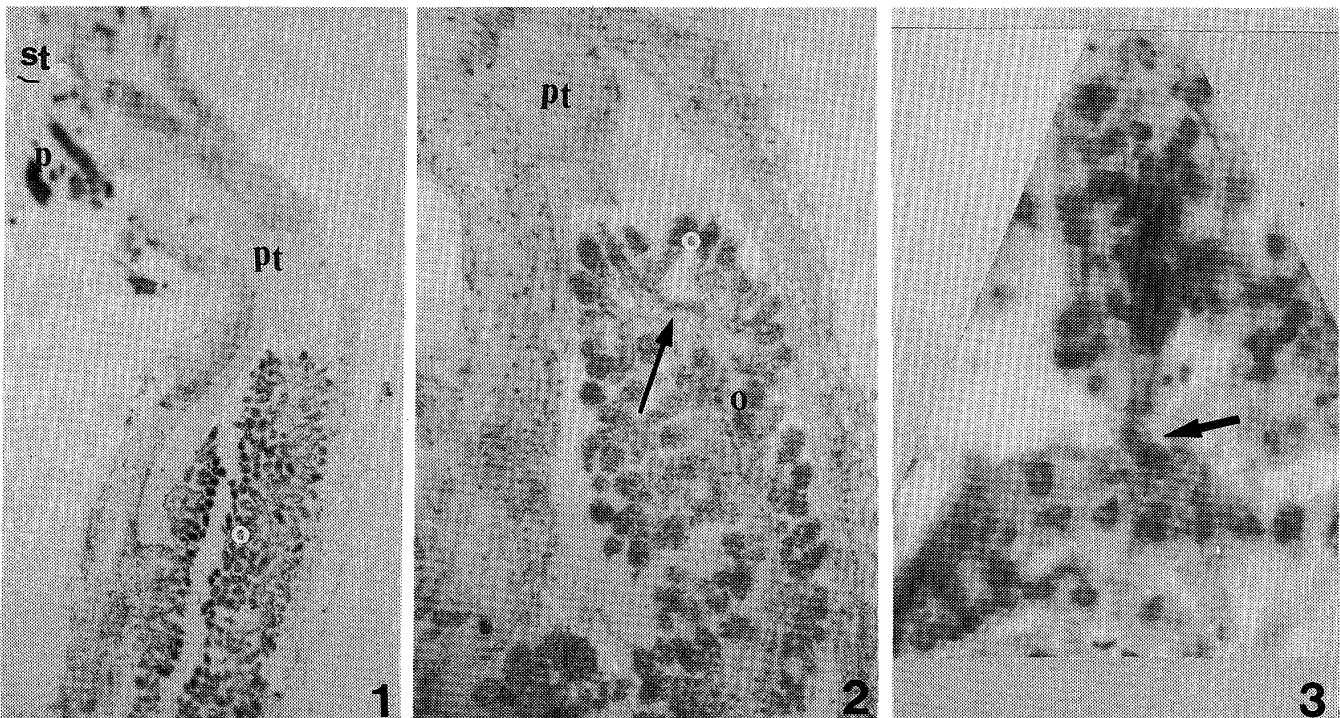


Fig.7. Conditions in elongation of pollen tubes after pollination by *Spiranthes sinensis*.

1. Stigma (1 day, x10), 2. loculus (2 days, x40), 3. loculus (fertilizing ovule, 5 days, x400). Each days showed days after pollination.

st: stigma, p: pollen, pt: pollen tube, o: ovule, arrow: deeply stained cell.

- 1日： 花粉管が集合体をなして誘導組織の中に侵入している（第7図1）。
- 2日： 子房室の基部へ達する（第7図2）。
- 4日： 花粉管は珠孔から侵入し，胚のうに達する。

以上を要約すると，開花期に胚珠形成が完了しており，花粉の伸長がきわめて早かった。花粉管が胚珠に向かって伸長する様相は，エビネの場合（第6図1～3）と同様であった。また，受粉後5日に受精しているのが観察された（第7図3）。

第3節 考察

1. 人工培地上での花粉の発芽ならびに花粉管伸長

1). pH およびシヨ糖濃度： ラン科植物7属11種を対象とした Curtis and Duncan (1947) の実験によれば，pH4.8, 28°C, シヨ糖濃度0.2モルの人工培地条件下において，花粉の発芽ならびに花粉管の伸長は最も良好であったという。本実験の結果についてみると，エビネ，シランおよびデンドロビウムのいずれにおいても，概してpHが高く（5.5）シヨ糖濃度が低い（0.1モル～0.3モル）場合に，花粉の発芽ならびに花粉管の伸長が最も良好であり（6ページ，第1

表），好適pHについては彼らの報告と異なった。花粉の発芽や花粉管の伸長に対する最適温度，pH，シヨ糖濃度などは，植物の種類によって異なることが知られており（岩波，1980），最適pHについて本研究結果がCurtis and Duncan (1947) と異なっていたのは，用いた種が異なっていたためではないかと考えられる。

また，いずれの種においても水だけの寒天培地において，花粉管の伸長がみられた（第1表）。実験に供したのがラン科植物に固有の花粉塊（花粉は密な集塊状になっている）であったため，花粉の密集効果（花粉を密にまいた場合は，疎にまいた場合に比較して花

粉の発芽率がよくなる現象。岩波, 1980) が現われたのではないかと推察される。

2). 花粉塊の相違: 花粉発芽ならびに花粉管伸長は, 柔らかい非蠟質花粉塊をもつシラン, および硬い蠟質花粉塊をもつエビネならびにデンドロビウムのいずれにおいても, ほとんど大差は認められなかった(6ページ, 第1表)。花粉塊の相違は, 遺伝的な特性にもとづくものであるが, 花粉の発芽ならびに花粉管伸長には, 影響しないと考えられる。

2. 柱頭上の花粉の発芽および花粉管伸長

1). 開花期の子房の発育程度と花粉塊の性質が及ぼす影響: 受粉後の花粉の発芽ならびに花粉管の誘導組織および子房室内の伸長速度は(第2表), 開花期において子房の発育程度の進んでいる種ほど速い傾向がみられた。受粉後, 花粉管が子房室の基部へ達するまでの所要日数は, 開花期に胚珠形成が完了しているネジバナ(柔らかい非蠟質の花粉塊をもっている)では2日, 胚珠原基が分化した段階にあるエビネ(硬い蠟質花粉塊をもっている)では14日, さらに子房の発育が最も遅く胎座しか形成されていない *Phal.* ドス・プエブロス(硬い蠟質花粉塊をもっている)では40日であり, 子房の発育程度による所要日数の変動がきわめて大きかった。また, 子房室の頂部から基部へ達するまでの所要日数は, *Phal.* ドス・プエブロスではエビネの約2倍で, 花粉管の伸長はきわめて緩慢であった。受粉後の花粉管の伸長速度は, 花粉塊の相違によるよりは, むしろ開花期の子房の発育程度の差によるのではないかと考えられる(5ページ, 第1図および第2表)。

2). 花粉管の伸長と胚珠形成: 開花期に胚珠形成が完了していないエビネおよび *Phal.* ドス・プエブロスでは, Swamy (1949a) および Wirth and Withner (1959) が指摘しているように, 花粉管の伸長と胚珠形成との間には密接な関係が認められた。胚珠形成を始める細胞分裂は(第2表), *Phal.* ドス・プエブロスでは, 花粉管が伸長を開始する(受粉後5日)ころから, また, エビネでは, 子房室の基部へ達する(受粉後14日)ころからであった。いずれも胚珠形成が完了すると, まもなく花粉管は珠孔から侵入し胚のう方向へ伸長する。受粉後, 胚珠形成を始める細胞分裂の時期は, 開花期の子房の発育程度が遅れている種ほど早いことが明らかとなった。

3. 人工倍地 (*in vitro*) 上, 柱頭 (*in vivo*) 上での実験の比較: 両種の実験に共通して用いたエビネについてみると, *in vitro* ならびに *in vivo* (第1表および第2表) のいずれの場合も, 置床後(受粉

後) 1日に花粉管が伸長し, とくに柱頭が花粉の発芽ならびに伸長の初期の段階に特異に影響を及ぼすとはみられなかった。すなわち, 花粉の発芽および花粉管伸長の能力は, いずれの場合も大差はみられなかった。*in vivo* では胚珠形成が完了するまで(受粉後31日ごろ)花粉管は伸長を続けるが, 花粉管の伸長速度は, *in vivo* では, 細胞内あるいは細胞間を通して伸長することから *in vitro* の場合に比較してきわめて緩慢であった(第1表および第2表)。

第4節 摘要

花粉の発芽ならびに花粉管伸長について, 人工倍地上では, 硬い蠟質花粉塊をもつエビネおよびデンドロビウム, ならびに柔らかい非蠟質花粉塊をもつシランの3種, および柱頭上では, 開花期の子房の発育程度を異にする *Phal.* ドス・プエブロス, エビネおよびネジバナの3種を供試し, 観察した。

1. 蠟質花粉塊および非蠟質花粉塊のいずれの花粉四分子も, 発芽すると単粒になる。人工倍地上では, いずれの花粉塊も, pHが高(5.5)シヨ糖濃度が低い(0.1~0.3モル)場合に花粉管の伸長が著しく, また, 水だけの寒天培置においても伸長した。

2. 柱頭上での花粉の発芽およびその後の花粉管の伸長速度は, 開花期の子房の発育程度の進んでいる種ほど速かった。花粉管が子房室の基部へ達するまでの所要日数は, 胚珠形成が完了しているネジバナでは2日, 胚芽原基が分化しているエビネでは14日, 胎座しか形成されていない *Phal.* ドス・プエブロスでは40日であった。

3. 柱頭上では, 花粉管は集合体をなして誘導組織へ伸長し, さらに, 子房室の頂部から基部へ達する。花粉管に接している子房室の内壁の1~2層の細胞は, とくに濃く染色される。花粉管は, これらの濃く染色された細胞内, あるいは細胞間を通して, 胎座(*Phal.* ドス・プエブロス), 胚珠原基(エビネ)あるいは胚珠(ネジバナ)の方向へ伸長する。胚珠形成が完了すると, まもなく珠孔から侵入し, 胚のう方向へ伸長する。受粉後, 胚珠形成を始める細胞分裂の時期は, 開花期の子房の発育程度が遅れている種ほど早かった。

4. 花粉の発芽および花粉管伸長の能力は, *in vitro* および *in vivo* のいずれにおいても, 初期状態では大差はみられなかった。なお, *in vivo* で, 子房室内へ侵入して後の花粉管の伸長速度はきわめて緩慢であった。

第2章 胚珠形成および胚発生の経過

ラン科植物の胚珠形成については、Swamy (1949 a), Wirth and Withner (1959) および Veyret (1974) の詳細な報告があり、胚のうは8核の種だけでなく、7核、6核、5核および4核を生じることが知られている。また、受精後の胚発生過程については、Wirth and Withner (1959) および Veyret (1974) による広範な研究がある。

前章の結果から、開花期に胚珠形成が完了していない種においては、受粉と胚珠形成は密接な関係があり、また、開花期の子房の発育程度によって受粉後の胚珠

形成に時間経過の差を生じることが明らかにされた。したがって開花期の子房の発育程度は、胚珠形成および胚発生過程に関連し注目すべき問題となる。しかも開花期の子房の発育程度については、従来全く検討されていないし、また、受粉後からの胚珠形成および胚発生過程の時間経過についても、ほとんど検討されていない。

なお、ラン科植物の胚発生に関しては、Veyret (1974) は、4細胞期 (tetrad stage) の前胚を A 1, A 2, C 1, C 2 の4型に分類している (第1図)。

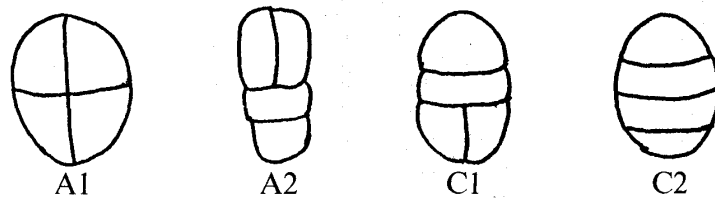


Fig. 1. The different form of proembryonic tetrads among orchids, according to Veyret.

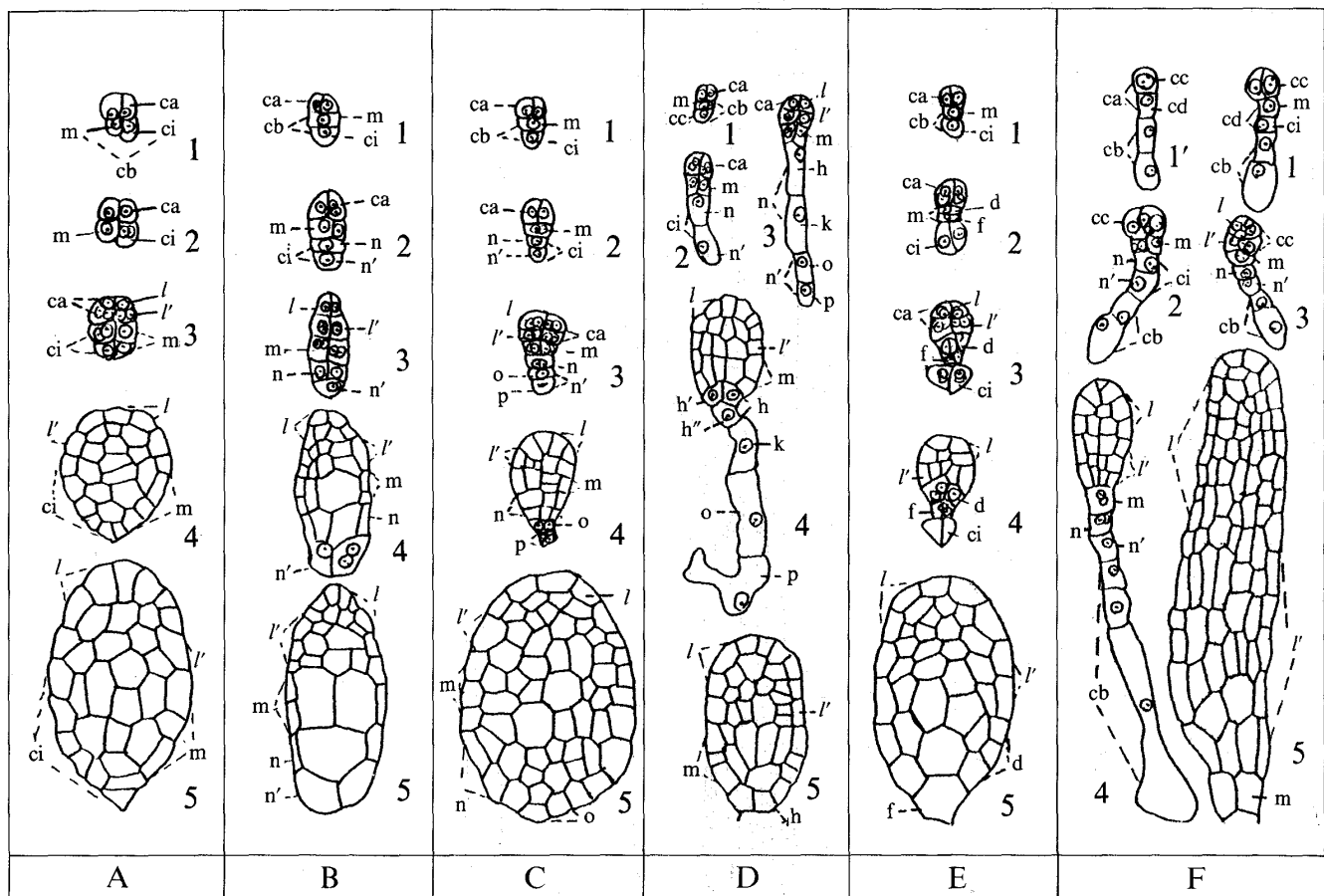


Fig. 2. Stages of embryogenesis among regular species.

A: *Epipactis atrorubens*, B: *Mannilla gustavi*, C: *Limodorum abortivum*, D: *Serapias longipetala*, E: *Liparis pulverulenta*, F: *Coeloglyne parishii*, all according to Veyret, 1974.

1: second cellular generation (tetrad), 2: third cellular generation (quadrant stage), 3: fourth cellular generation (octant stage), 4: intermediary stage, 5: adult embryo.

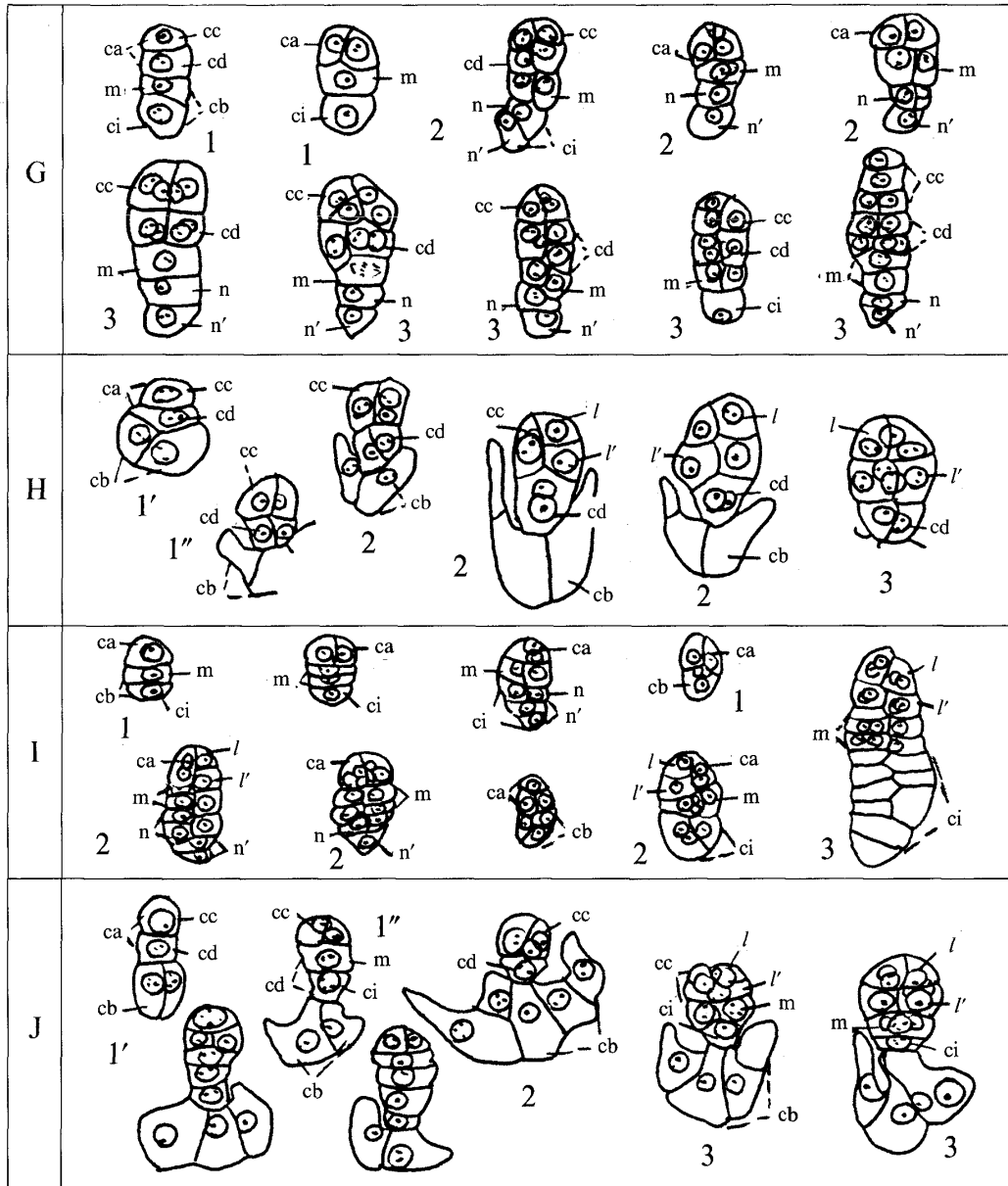


Fig.3. Stage of embryogenesis among irregular species.

G: *Eulophia oedoplectron*, H: *Angraecum distichum*, I: *Epidendrum radicans*, J: *Polystachya microbambusa*, all according to Veyret. Same stages as for Fig.2.

さらにその後の胚発生型に着目して 'regular' 群と 'irregular' 群に分け (第2図および第3図), 前者をA型 (*Epipactis atrorubens* 型), B型 (*Manniella gustari* 型), C型 (*Limodorum abortivum* 型), D型 (*Serapias longipetala* 型), E型 (*Liparis puruvelenta* 型) およびF型 (*Coelogyne parishii* 型) の6型に分類し, 後者をG型 (*Eulophia oedoplectron* 型), H型 (*Angraecum distichum* 型), I型 (*Epidendrum radicans* 型) およびJ型 (*Polystachya microbambusa* 型) の4型にそれぞれ分類している。種がきわめて多い, ラン科植物の胚発生は複雑で, 変異も大きく, まだ研究されていない種が多数存在する (Swamy, 1949a).

本章においては, 上記した研究の現状を考慮し, 多数の材料を供試し胚発生型の分類 (Veyret, 1974にしたがう) を試みるとともに, 従来の研究に欠けている開花期の子房の発育程度を観察し, これと胚珠形成および胚発生過程の時間経過との関係について, 組織学的観察をも含めて検討した。さらに上記した諸問題について亜科の特性を検討し, 加えて従来の研究成果を再検討した。

第1節 材料および方法

材料として, 5亜科 (subfamily), 11族 (tribe), 13亜族 (subtribe), 22属 (genus) に属する計47種

(species) を供試し、屋外 (1種)、無加温ガラス室 (39種) および温室 (7種) でそれぞれ栽培した (緒言: 2~4 ページ, 第1表参照)。

供試した材料のうち、クマガイソウは半日陰の場所に露地植えとし、その他のランは鉢植えとして栽培した。チシス、カトレヤ、デンドロビウム、デンファレ、フウラン、*Phal.* シレリアナ、*Phal.* ドス・プエプロス、バンダおよびミルトニアは水苔に植え、その他のランは赤玉土・鹿沼土・畑土の混合土に植えた。

肥料としては、元肥としてマグアンプK (W. R. グレース社製: 中粒) を少量施し、追肥として受粉後、ハイポネックス (N:P:K=6.5:6:19) 1000倍水溶液を週に1回灌水をかねて施した。

供試材料は、1977年4月9日から1984年6月4日の期間に、開花期を選んで他家受粉を行い、受粉直後から子房を3~4個づつ経時的に採取した。

種により子房の大きさが著しく異なっていたため、胚珠形成および胚発生過程の組織学的観察に供した子房の部位を、下記のようなa~dの4種類に分けた。いずれも、それぞれの子房のほぼ中央部近辺に相当する部位である。

- a. 子房の頂部より5 mm~20mmの間のもので、エビネ属20種、シラン、カクチョウラン、チシス、クマガイソウ、キンラン、タイリントキソウ、フウラン、カンランおよびパフィオペディラムの29種。
- b. 子房の頂部より5 mm~30mmの間のもので、ブレチア、ガンゼキラン、シュンラン、ホウサイラン、カトレヤ、デンドロビウム、デンファレ、*Phal.* シレリアナ、*Phal.* ドス・プエプロス、バンダ、*Cym.* イナサおよびミルトニアの12種。

- c. 子房の頂部より2 mm~15mmの間のもので、サギソウ、オキノヤガラおよびサイハイランの3種。
- d. 子房の頂部より1 mm~10mmの間のもので、ネジバナ、ウチョウランおよびコ克蘭の3種。

採取した子房は、FAA (ホルマリン・酢酸・アルコール) で固定し、パラフィン法による縦断 (7~8 μ) 切片とし、デラフィールド・ヘマトキシリンで染色した。

なお、受精後の胚発生型については、Veyret (1974) の分類にしたがった。

第2節 観察結果

第1項 エビネ属

1. 胚発生過程: エビネ属の20種の胚発生過程の様相をみると (第1表, 代表としてエビネの胚発生過程の様相を第4図に示す), 開花期の子房の发育過程についてみると、観察したすべての種において、胚珠原基が分化した段階にあった。受粉後胚珠形成が始まり、胞原細胞、外珠皮、内珠皮、胚のう母細胞の順に分化がみられ、胚のう細胞の分裂が全て終了し、卵装置、極核および合点核の形成をもって胚珠形成が完了した (第4図1, 2, 2')。受粉後から胚珠形成完了までの所用日数は、20日 (ナツエビネ) から70日 (カワカミエビネ) の範囲にあり、種による変動が大きかった。エビネ属の20種のいずれにおいても、胚のうは5~6核で、卵装置、1~2個の合点核および1個の極核をもっていた (第4図2, 2'および第2表)。受

Table 1. Degree of development in ovary in flowering time, and progress of period in embryo development process.

species	Degree ^z of development in ovary in flowering time	Days after pollination			After completion of ovule formation to fertilization (days)	After completion of ovule formation to embryogenesis (days)	After completion of ovule formation to embryogenesis (days)	Ratio in days of completion of ovule formation and completion of embryogenesis (%)	Ratio in days to completion and to embryogenesis (%)
		Completion of ovary formation	Fertilization	Completion of embryogenesis					
<i>Calanthe</i>									
<i>C. amamiana</i>	O	45	50	100	5	55	50	45	50
<i>C. aristlifera</i>	"	40	"	"	10	60	"	40	"
<i>C. discolor</i> × <i>sieboldii</i>	"	"	"	"	"	"	"	"	"
<i>C. discolor</i>	"	31	40	90	9	59	"	34	44
<i>C. izu-insularis</i>	"	40	45	100	5	60	55	40	45
<i>C. kawakamii</i>	"	70	80	120	10	50	40	58	67

<i>C. sieboldii</i>	〃	45	50	100	5	55	50	45	50
<i>C. tokunoshimensis</i>	〃	50	60	〃	10	50	40	50	60
<i>C. discolor</i> × <i>C. izu-insularis</i>	〃	45	50	〃	5	55	50	45	50
<i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i>	〃	40	〃	〃	10	60	〃	40	〃
<i>C. discolor</i> × <i>C. aristulifera</i>	〃	45	〃	〃	5	55	〃	45	〃
<i>C. discolor</i> × <i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i>	〃	40	〃	〃	10	60	〃	40	〃
<i>C. nipponica</i>	〃	25	27	60	2	35	33	42	45
<i>C. reflexa</i>	〃	20	30	〃	10	40	30	33	50
<i>C. tricarinata</i>	〃	35	40	90	5	55	50	39	44
<i>C. furcata</i>	〃	40	45	〃	〃	50	45	44	50
<i>C. okinawensis</i>	〃	30	35	80	〃	〃	〃	38	44
<i>C. venusta</i>	〃	31	〃	100	4	69	65	31	35
<i>C. elmeri</i>	〃	37	41	70	〃	33	29	53	59
<i>C. cardioglossa</i>	〃	35	40	80	5	45	40	44	50

Specimen closely related to *Cal.*

<i>Bl. purpurea</i>	O	31	35	60	4	29	25	52	58
<i>Bl. striata</i>	〃	〃	40	100	9	69	60	31	40
<i>Ch. bractescens</i>	〃	45	50	140	5	95	90	32	36
<i>Pha. tricarvilleae</i>	〃	〃	〃	90	〃	45	40	50	56
<i>Pha. minor</i>	〃	〃	〃	100	〃	55	50	45	50

Wild orchid

<i>Cyp. japonicum</i>	O	45	50	90	5	45	40	50	56
<i>Spi. sinensis</i>	M	0	4	14	4	14	10	0	29
<i>Ceph. falcata</i>	O	31	40	80	9	49	40	39	50
<i>Orch. graminifolia</i>	E	9	13	40	4	31	27	23	33
<i>Hab. radiata</i>	〃	1	8	26	〃	22	13	15	31
<i>Ple. formosana</i>	O	35	40	100	5	65	60	35	40
<i>Lip. nervosa</i>	〃	41	45	70	4	20	25	59	64
<i>Gas. elata</i>	E	3	5	15	2	12	10	20	33
<i>Neo. falcata</i>	O	25	30	80	5	55	50	31	38
<i>Cre. appendiculata</i>	〃	26	〃	〃	4	54	〃	33	〃
<i>Cym. goeringii</i>	〃	45	50	120	5	75	70	38	42
<i>Cym. hosai</i>	P	110	120	210	10	100	90	52	57
<i>Cym. kanran</i>	〃	131	140	230	9	99	〃	57	61

Foreign orchid

<i>Paphiopedilum</i>	O	60	70	200	10	140	130	30	35
<i>Cattleya</i>	〃	110	130	230	20	120	100	48	57
<i>Dendrobium</i>	P	75	90	140	5	65	60	54	〃
<i>Den. phalaenopsis</i>	〃	90	100	160	10	70	〃	56	63
<i>Phal. schilleriana</i>	〃	65	70	120	5	55	50	54	58
<i>Phal. Dos Pueblos</i>	〃	55	60	〃	〃	65	60	46	50
<i>Vanda</i>	〃	130	200	250	20	70	50	72	80
<i>Cym. Inasa</i>	〃	90	100	275	10	185	175	33	36
<i>Miltonia</i>	O	60	70	160	〃	100	90	38	44

^z Degree of development in ovary in flowering time. P: placenta only, O: differentiation in ovule primodium, E: differentiation of cells in embryosac, M: completion of ovule.

粉後27日 (キンセイラン) から80日 (カワカミエビネ) の範囲において重複受精が観察され (第4図3), 受粉後50日 (受精後10日) ごろから胚発生が始まった (第4図4). 受粉後70日 (受精後20日) ごろに胚および胚柄が明確となり (第4図5), 受粉後60日 (キン

セイランおよびナツエビネ) から120日 (カワカミエビネ) の範囲において胚乳核が消失し, 胚のうが胚で満たされ, 胚発生が完了した. 受精後の胚乳核は, いずれの種も3~5個に増殖し, 胚発生完了までにすべて消失した (第4図6および第2表). また, 胚珠形

Table 2. Composition of nuclei in completed embryo and process of embryogenesis after fertilization.

species	No. of nuclei in embryo	No. of nuclei in endosperm	days after pollination	Type of proembryo	Type of process in embryogenesis (by Veyret)
Calanthe					
<i>C. amamiana</i>	5 ~ 6	3 ~ 5	100 (100) ^z	A 2	E-similar type
<i>C. aristulifera</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. discolor</i> × <i>C. sieboldii</i>	"	"	90 (")	"	"
<i>C. discolor</i>	"	"	" (90)	"	"
<i>C. izu-insularis</i>	"	"	100 (100)	"	"
<i>C. kawakamii</i>	"	"	120 (120)	"	"
<i>C. sieboldii</i>	"	"	100 (100)	"	"
<i>C. tokunoshimensis</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. discolor</i> × <i>C. izu-insularis</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. discolor</i> × <i>C. aristulifera</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. discolor</i> × <i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. nipponica</i>	"	"	60 (60)	"	"
<i>C. reflexa</i>	"	"	" (")	"	"
<i>C. tricarinata</i>	"	"	90 (90)	"	"
<i>C. furcata</i>	"	"	80 (")	"	"
<i>C. okinawensis</i>	"	"	" (80)	"	"
<i>C. venusta</i>	"	"	90 (100)	"	"
<i>C. elmeri</i>	"	"	65 (70)	"	"
<i>C. cardioglossa</i>	"	"	70 (80)	"	"
Specimen closely related to <i>Cal.</i>					
<i>Bl. purpurea</i>	8	3 ~ 5	60 (60)	A 2	Variation of E-type ^y
<i>Bl. striata</i>	"	4 ~ 8	80 (100)	"	Variation of C-type
<i>Ch. bractescens</i>	"	3 ~ 5	140 (140)	C 1	J-type + E-similar type
<i>Pha. tricarvilleae</i>	6	"	90 (90)	A 2	E-similar type
<i>Pha. minor</i>	8	"	100 (100)	"	"
Wild orchid					
<i>Cyp. japonicum</i>	5	3 ~ 5	90 (90)	C 2	Variation of F-type
<i>Spi. sinensis</i>	8	"	7 (14)	A 2	B-similar type
<i>Ceph. falcata</i>	"	"	70 (80)	"	E-similar type
<i>Orch. graminifolia</i>	"	"	20 (40)	C 2	Variation of F-type
<i>Hab. radiata</i>	"	"	15 (26)	"	"
<i>Ple. formosana</i>	"	"	100 (100)	"	"
<i>Lip. nervosa</i>	"	"	70 (70)	"	G-type + variation of E-type
<i>Gas. elata</i>	"	"	10 (15)	A 2	Variation of D-type
<i>Neo. falcata</i>	"	"	70 (80)	C 1	J-type + Variation of F-type
<i>Cre. appendiculata</i>	"	"	60 (")	C 2	Variation of F-type
<i>Cym. goeringii</i>	"	4 ~ 8	110 (120)	C 1	J-type + Variation of F-type
<i>Cym. hosai</i>	"	"	200 (210)	"	"
<i>Cym. kanran</i>	"	"	" (230)	"	"
Foreign orchid					
<i>Paphiopedilum</i>	8	3 ~ 5	190 (200)	C 2	Variation of F-type
<i>Cattleya</i>	"	6 ~ 8	220 (230)	A 2	I-type + Variation of F-type

<i>Dendrobium</i>	„	3 ~ 5	120 (140)	„	E-similar type
<i>Den.phalaenopsis</i>	„	6 ~ 8	140 (160)	C 2	Variation of F-type
<i>Phal.schilleriana</i>	„	„	110 (120)	C 1	J-type+B-similar type
<i>Phal.Dos Pueblos</i>	„	„	90 („)	„	„
<i>Vanda</i>	„	3 ~ 5	240 (250)	„	„
<i>Cym.Inasa</i>	„	4 ~ 8	250 (275)	„	J-type+Variation of F-type
<i>Miltonia</i>	„	3 ~ 5	130 (160)	„	„

^z Number in () showed days until completion of embryogenesis after pollination.

^y Type of variation means differences in type of embryogenesis classified by Veyret(1974), When a little differences were found in embryo, suspensor or embryonal tube.

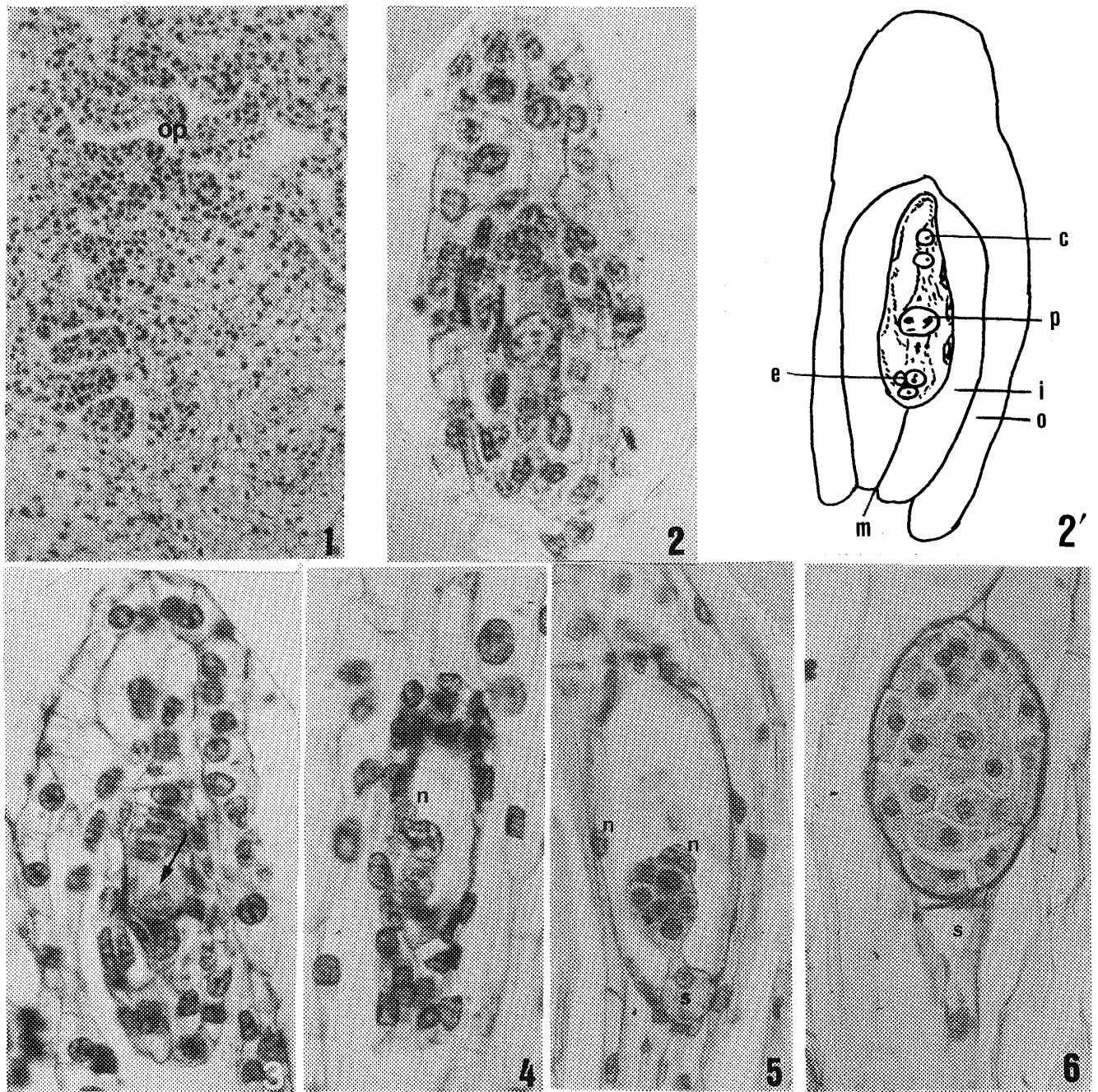


Fig.4. Process of ovule formation and embryogenesis in *Cal. discolor*.

1. Non-pollinated: differentiation of ovule primodium was seen (x100), 2. 30 days: completion of ovule formation, 2'. model of the 2, 3. 40 days: fertilization (arrow: x400), 4. 50 days: started to ovule formation (x100), 5. 70 days: embryo, suspensor and neclei of endosperm clearly recognized (x280), 6. 90 days: disappeared

nuclei of endosperm and completion of embryogenesis (x280). Each days showed days after pollination.

op: ovule primodium, c: chalazal nuclei, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, n: endosperm nuclei, s: suspensor.

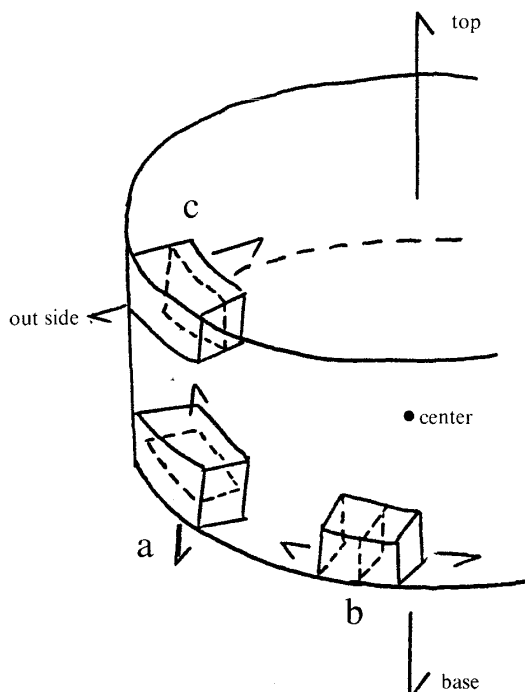


Fig.5. Model of division in cells.

a : transverse division } anticlinal division
 b : radial division }
 c : tangential division } periclinal division
 (according to Yamada)

成完了後から受精までの所要日数は2日(キンセイラン)から10日(キリシマエビネ, タカネ, カワカミエビネ, トクノシマエヒ, サツマおよびナツエビネ)の範囲にあり(第1表), 種による変動が小さく, 胚珠形成が完了するとまもなく受精するのが観察された。

細胞の分裂様式(第5図)から受精後の胚発生過程をみると, エビネ属の20種はほとんど同様で第6図に示すような形成過程をたどった。すなわち, 4細胞期(前胚, tetrad stage)はA2型に属し, 8細胞期(quadrant stage)では, m細胞は横分裂を行い, 2層の細胞となり, 頂部方向の細胞はd細胞, 基部方向の細胞はf細胞に分かれた。d細胞はさらに接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となった。16細胞期(octant stage)では, ca細胞は横分裂を行い, 2層の細胞となり, 頂部方向の細胞はl細胞層, 基部方向の細胞はl'細胞層に分かれた。f細胞は接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となった。中間期(intermediary stage)およびそれ以降となると, l細胞層およびl'細胞層は, 横分裂を行い, それぞれ2層の細胞となった。l細胞層の頂部の細胞は, 放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞となった。l細胞層の基部方向のl層の細胞およびl'細胞層は, それぞれ接線分裂および放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。このようにして生じた構成細胞が垂層分裂および並層分裂を繰り返し, 細胞数を増加し, 胚は肥大した。d細胞は, 接線分裂を行い, 胚の周辺

の細胞および内部の細胞となった。f細胞は, ほとんど分裂せず, 胚の基部に位置していた。ci細胞は, 全く分裂せず, 胚の生長とともに大きさを増し, 珠孔の外側へ伸長し, 胚柄を形成した。以上の胚発生過程は, Veyret (1974) のいうE型に類似するものとみられる(第2表)。

2. 受粉後から胚発生完了までの時間経過

1). 胚珠形成完了まで: 第1表により, エビネ属20種の受粉後から胚発生完了までの全所要日数に占める胚珠形成完了までの所要日数の比率(以下, 胚珠形成完了と胚発生完了日数比と呼ぶ)をみると, 31%(トクサラン)から58%(カワカミエビネ)の範囲にあった。50%以下に18種(エビネ, ナツエビネ, サルメンエビネ, リュウキュウエビネ, トクサラン, 他), 51%以上に2種(カワカミエビネおよびカ・エルメリ)であり, 種による変動が大きかった。

2). 受精まで: 同じく第1表により, エビネ属20種の受粉後から胚発生完了までの全所要日数に占める受精までの所要日数の比率(以下, 受精までの日数と胚発生完了日数比と呼ぶ)をみると, 35%(トクサラン)から67%(カワカミエビネ)の範囲にあった。50%以下に17種(エビネ, キンセイラン, トクサラン, 他), 51%以上に3種(カワカミエビネ, トクノシマエビネおよびカ・エルメリ)があり, 種による変動が大きかった。

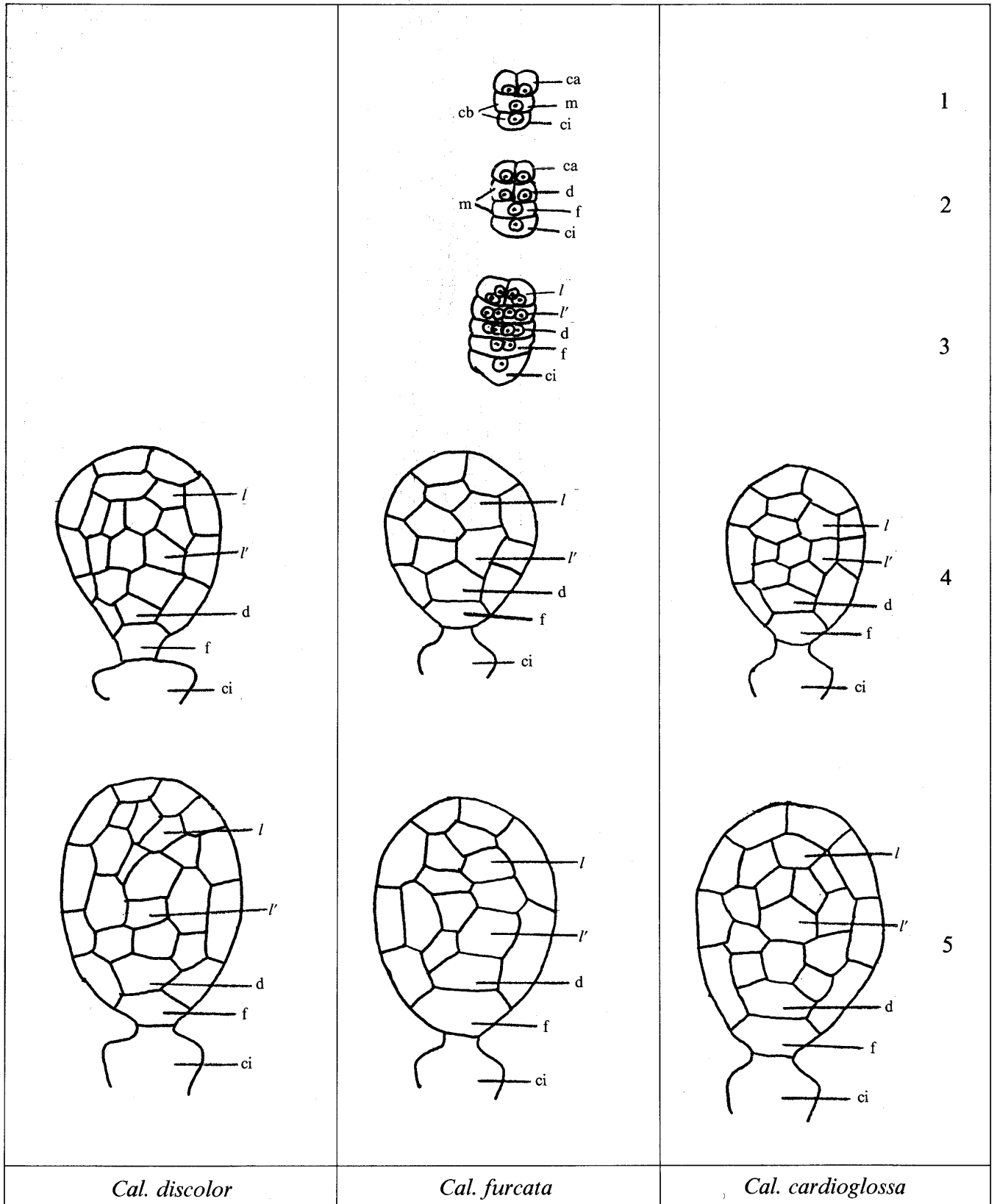


Fig.6. Process of embryogenesis in *Cal. discolor*, *Cal. furcata* and *Cal. cardioglossa*.

1. tetrad stage, 2. quadrant stage, 3. octant stage, 4. intermediary stage, 5. adult embryo. Type of embryogenesis was E-similar type in every orchids.

ca: apical cell of the two-celled proembryo, cb: basal cell of the two-celled proembryo, m: the upper daughter cell of cb, ci: the lower daughter cell of cb, d: the upper daughter cell of m, f: the lower daughter cell of m, l: the stage of the upper octants, l': the stage of the lower octants.

第2項 エビネ属近縁種

1. 胚発生過程： エビネ属に近縁とされる5種の胚発生過程の様相をみると（第1表および代表的な胚発生過程の様相を第7図ならびに第8図に示す），開花期の子房の発育程度は，いずれの種も胚珠原基が分化した段階にあった（第7図1および第8図1）．受

粉後から胚珠原基が分化した段階にあった（第7図1および第8図1）．受粉後から胚珠形成完了までの所要日数は，31日（ブレチアおよびシラン）から45日（チシス，カクチョウランおよびガンゼキラン）の範囲にあり（第7図3のシランおよび第8図2，2'のチシスの事例を参照されたい），種による変動が小さかった．胚のうの構造をみると，カクチョウランは5

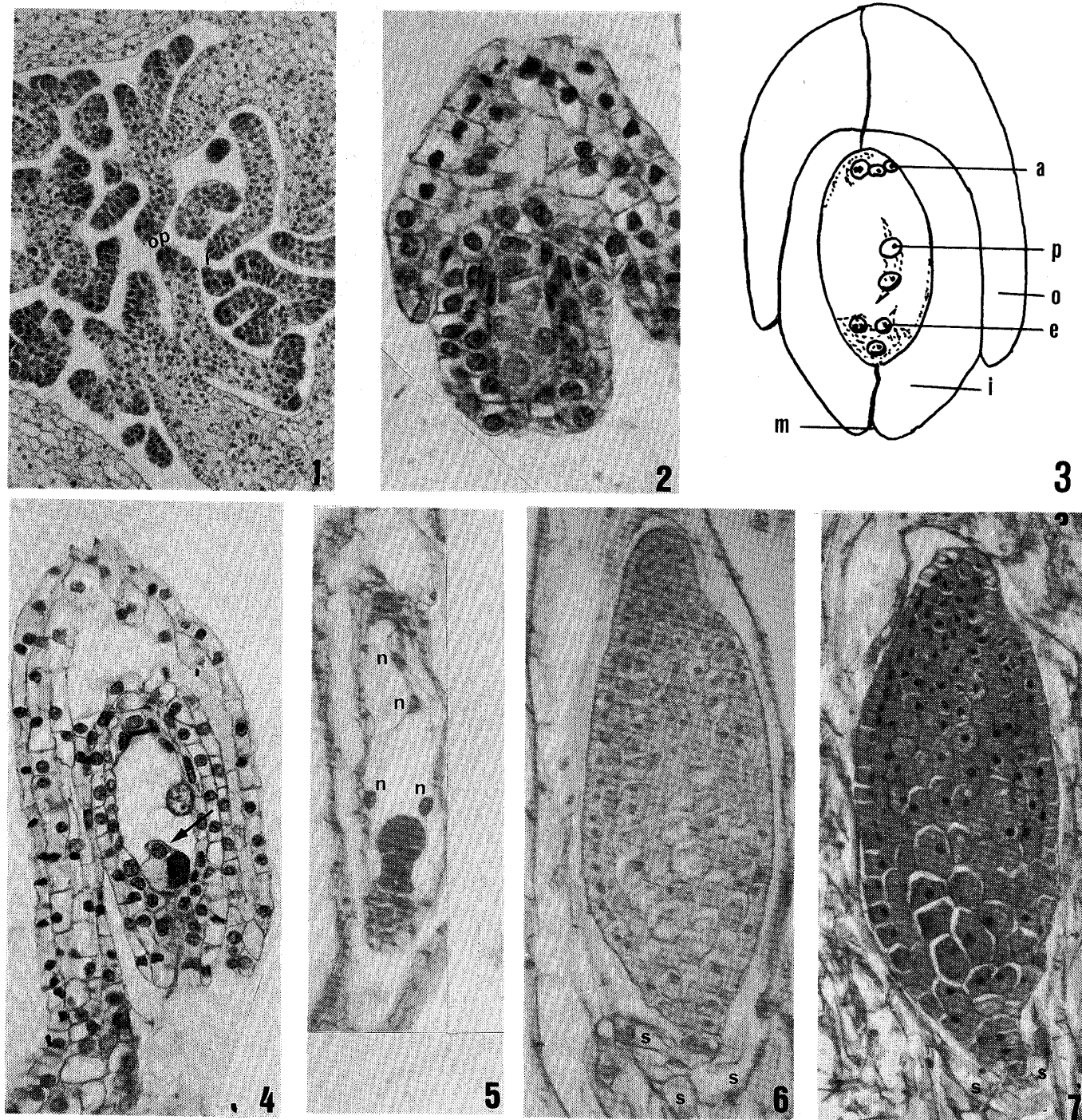


Fig. 7. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Bletilla Striata*.

1. non-pollinated: differentiation of ovule primodium (x100), 2. 25 days: second division was recognized in cells of embryo sac (x400), 3. 30 days: completion of formation in ovule (x400), 4. 40 days: fertilization (arrowed x400), 5. 60 days: early differentiated embryo, nuclei in endosperm proliferated into 4 (x150), 6. 80 days: nuclei in endosperm were disappeared, suspensor elongated towards top. differentiation of cotyledon was recognized (x150), 7. 100 days: completion of embryogenesis (x150). Each days showed days after pollination.

op: ovule primodium, a: antipodal cell, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei, s: suspensor.

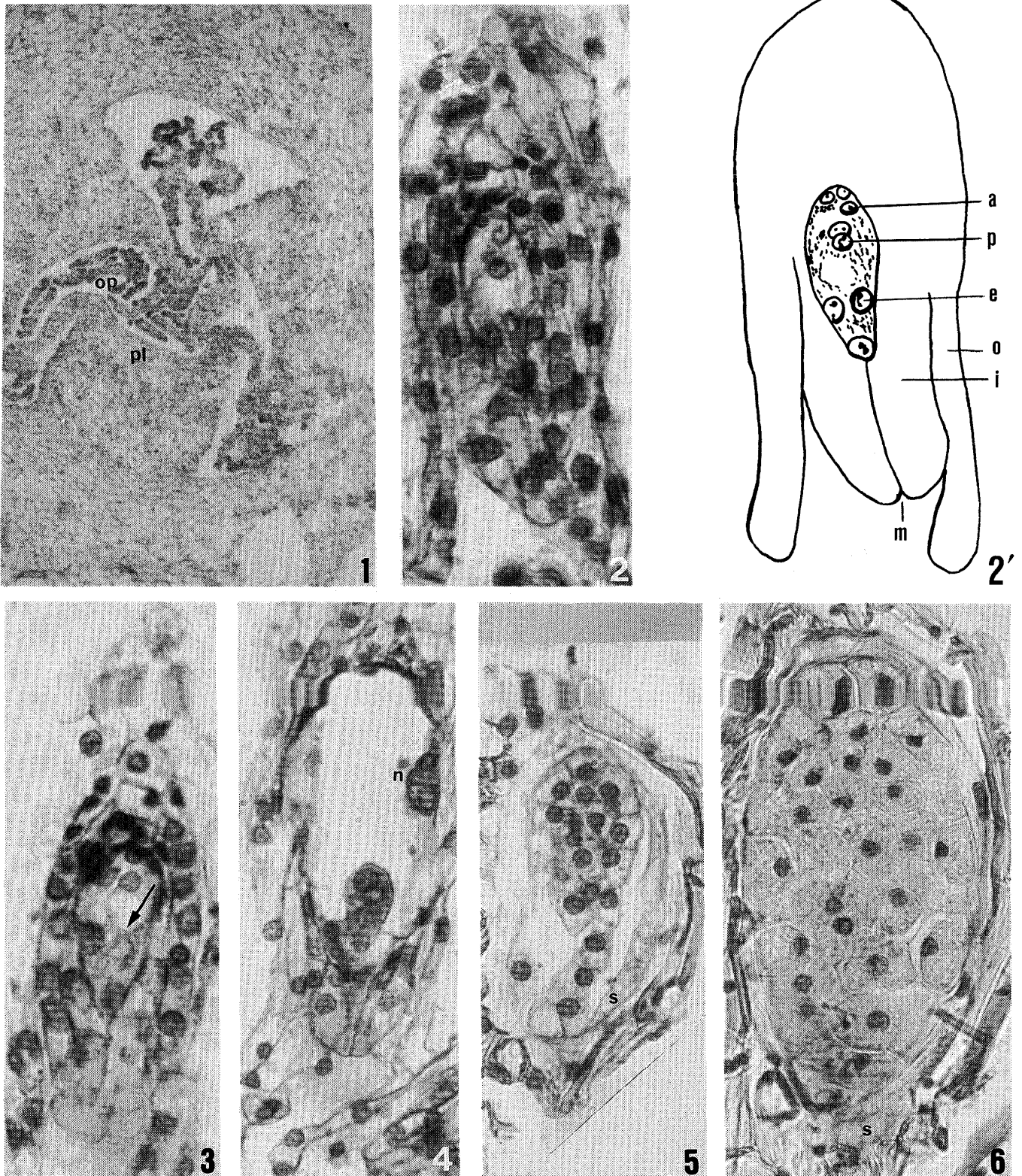


Fig.8. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Chysis bractescens*.

1. Non-pollinated: differentiated of ovule primodium (x40), 2. 40 days: completion of formation in ovule (x600), 2'. Model of the 2, 3. 50 days: fertilization (arrowed. x600), 4. 80 days: embryo and endosperm nuclei clearly recognized (x100), 5. 100 days: suspensor elongated toward top (x400), 6. 140 days: nuclei in endosperm were disappeared, completion of embryogenesis (x400). Each days showed days after pollination.

pl: placenta, op: ovule primodium, a: antipodal cell, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei, s: suspensor.

～6核を有し、ブレチア、シラン、チシスおよびガンゼキランは8核で、卵装置、3個の反足細胞および2個の極核をもっていた(第2表, 第7図3および第8図2, 2')。受粉後31日(ブレチア)から50日(チシス, カクチョウランおよびガンゼキラン)の範囲において重複受精が観察され(第7図4および第8図3), 受粉後50日～60日(受精後10日～20日)ごろから胚発生が始まった。受粉後60日～80日(受精後20日～40日)ごろから胚および胚柄が明確となり(第7図5および第8図4), 受粉後60日(ブレチア)から140日(チシス)の範囲において胚発生が完了し, 種による変動が大きかった。受精後の胚乳核は, ブレチア, チシス, カクチョウランおよびガンゼキランでは3～5個に, シランでは4～8個に増殖し, 胚発生完了までにすべて消失した(第2表, 第7図6, 7および第8図6)。また, 胚珠形成完了後から受精までの日数は, 4日(ブレチア)から9日(シラン)の範囲にあり(第1表), 種による変動が小さかった。

細胞の分裂様式から受精後の胚発生過程をみると, カクチョウランおよびガンゼキランは, エビネ属の種(22ページ, 第6図参照)とほとんど同様の様相(E型類似)を示した。

ブレチアの胚発生過程をみると(第9図), 4細胞期はA2型であり, 8細胞期では, m細胞は横分裂を行い, 2層の細胞となり, 頂部方向のd細胞, 基部方向のf細胞に分かれた。d細胞はさらに接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となった。16細胞期では, ca細胞は横分裂を行い, 2層の細胞となり, 頂部方向の細胞は*l*細胞層, 基部方向の細胞は*l'*細胞層に分かれた。f細胞は横分裂を行い, 2層の細胞となった。ci細胞は接線分裂および放射分裂を行い4個の細胞となった。中間期およびそれ以降となると, *l*細胞層および*l'*細胞層は, 横分裂を行い, それぞれ2細胞層となった。*l*細胞層の頂部方向の細胞は放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞群となった。*l*細胞層の基部方向の細胞および*l'*細胞層は, それぞれ接線分裂および放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。このようにして生じた構成細胞が垂層分裂および並層分裂を繰り返し, 細胞数を増加し, 胚は肥大した。d細胞は接線分裂および放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。f細胞は胚の基部に位置し, 4個のci細胞は, それぞれ頂部方向に伸長し, 管状の胚柄を形成した。以上の胚発生過程は, E型の変異した型のものともみられる(第2表)。

シランの胚発生過程をみると(第9図), 4細胞期はA2型であり, 8細胞期では, ci細胞は横分裂を行い, 頂部方向の細胞はn細胞, 基部方向の細胞は

n'細胞に分かれた。m細胞は接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となった。16細胞期では, ca細胞は横分裂を行い, 頂部方向の細胞は*l*細胞層, 基部方向の細胞層は*l'*細胞層に分かれた。n細胞は接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となった。n'細胞は横分裂を行い, 頂部方向の細胞はo細胞, 基部方向の細胞はp細胞に分かれた。p細胞はさらに横分裂および接線分裂を行って, 4個の細胞となった。中間期およびそれ以降となると, *l*細胞層および*l'*細胞層は, それぞれ横分裂を行い, それぞれ2層の細胞となった。さらに, *l*細胞層の頂部の1層の細胞は, 横分裂を行い, 2層となった。したがって*l*細胞層は3層の細胞となった。3層になった*l*細胞層の基部方向の2層の細胞および*l'*細胞層の2層の細胞は接線分裂および放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群として細胞数を増し, 胚は肥大した。一方, 3層になった*l*細胞層の頂部の1層の細胞群は, 横分裂および接線分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。このようにして生じた構成細胞が垂層分裂および並層分裂を繰り返し, 小型な細胞群を形成した。この小型な細胞群の一部が, まずへこみ, 丸みを帯びた突起が胚の頂部の片側に生じて, わずかに分化した子葉となった。m細胞は, 横分裂を行い, 2層の細胞となり, さらにそれぞれの細胞は, 接線分裂および放射分裂を行い, 2層の細胞となり, さらにそれぞれの細胞は, 接線分裂および放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。このようにして生じた構成細胞は, 垂層分裂および並層分裂を繰り返し, 細胞数を増加した。n細胞は放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞となった。o細胞は横分裂を行い, 2層の細胞となり, さらにそれぞれの2個の細胞となり, さらにそれぞれの2個の細胞は放射分裂を行い, 4個の細胞となって, 胚の基部に位置していた。p細胞の4個の細胞は頂部方向および基部方向に伸長し, 管状の胚柄を形成した。以上の胚発生過程は, C型の変異した型のものともみられる(第2表)。

チシスの胚発生過程をみると(第9図), 4細胞期はC1型であり, 8細胞期では, cd細胞は横分裂を行い頂部方向の細胞はm細胞, 基部方向の細胞はci細胞に分かれた。16細胞期では, cc細胞は横分裂を行い, 頂部方向の細胞は*l*細胞層, 基部方向の細胞層は*l'*細胞層に分かれた。cb細胞は, それぞれ接線分裂を行い4個の細胞となり, 頂部方向および基部方向へ伸長した。中間期およびそれ以降となると, *l*細胞層および*l'*細胞層は, 横分裂を行い, それぞれ2層の細胞となった。さらに*l*細胞層の頂部方向の細胞は放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞となった。*l*細胞層の基部方向の1層の細胞および*l'*細胞層は, それぞ

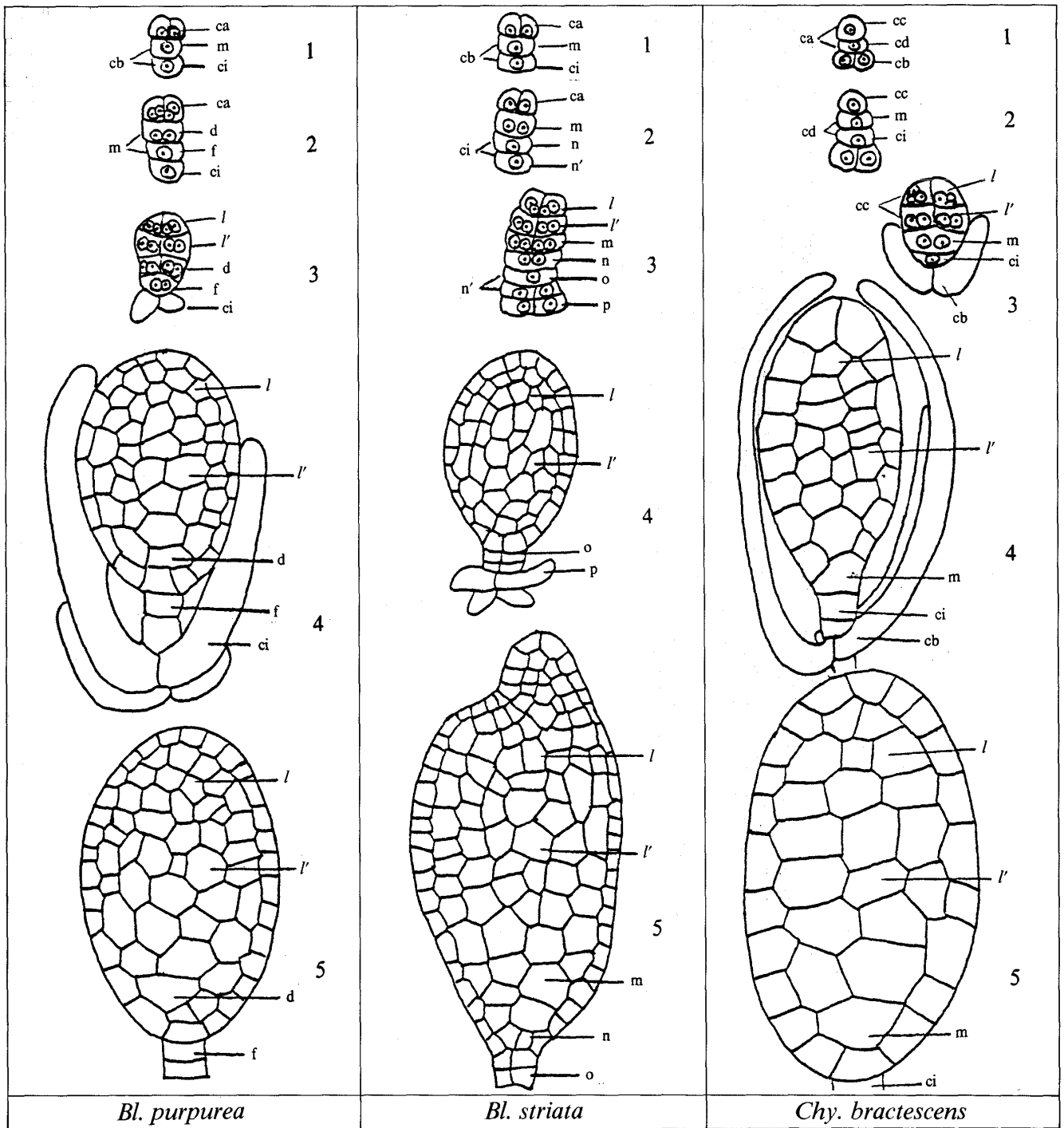


Fig.9. Process of embryogenesis in *Bletia purpurea*, *Bletilla striata* and *Chysis bractescens*.

1. tetrad stage, 2. quadrant stage, 3. octant stage, 4. intermediary stage, 5. adult embryo. Type of embryogenesis were variation of E-type in *Bl. purpurea*, variation of C-type in *Bl. striata* and J-type + E-similar type in *Chy. bractescens*.

n: the upper daughter cell of ci, n': the lower daughter cell of ci, o: the upper daughter cell of n', p: the lower daughter cell of n', m: the upper daughter cell of cb, ci: the lower daughter cell of cb.

れ接線分裂および放射分裂を行い、胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。このようにして生じた構成細胞が垂層分裂および並層分裂を繰り返す、細胞数を増加し、胚は肥大した。m細胞は、接線分裂および放射分裂を行い、胚の周辺の細胞および内部の細胞と

なった。ci細胞は横分裂を行い、2層の細胞となった。cb細胞の4個の細胞は、頂部方向および基部方向に伸長し、管状の胚柄を形成した。以上の胚発生過程は、J型とE型に類似するものとの混合型とみられる(第2表)。

2. 受粉後から胚発生完了までの時間経過

1). 胚珠形成完了まで: エビネ属に近縁とされる5種の胚珠形成完了と胚発生完了日数比をみると(18ページ, 第1表続き), 31% (シラン) から52% (プレチア) の範囲にあった。50%以下に4種 (シラン, チシス, カクチョウランおよびガンゼキラン), 51%以上1種 (プレチア) であり, 種による変動が大きかった。

2). 受精まで: エビネ属に近縁とされる5種の受精までの日数と胚発生完了日数比をみると(第1表), 36% (チシス) から58% (プレチア) の範囲にあった。50%以下に3種 (シラン, ガンゼキランおよびチシス), 51%以上に2種 (プレチアおよびカクチョウラン) であり, 種による変動が大きかった。

第3項 野生ラン

1. 胚発生過程: 野生ラン13種の胚発生過程の様相をみると(第1表続き, 代表的な胚発生過程の様相を第10図~第12図に示す), 開花期の子房の発育程度はすでに胚珠形成が完了しているもの1種 (ネジバナ), 胚のう細胞が分化しているもの3種 (ウチョウラン, サギソウおよびオニノヤガラ), 胚珠原基が分化しているもの7種 (クマガイソウ, タイリントキソウ, シュンラン, キンラン, コ克蘭, フウランおよびサイハイラン) および胎座のみのも2種 (ハウサイランおよびカンラン) が観察され, 種による相違がきわめて大きかった(第10図1, 第11図1および第12図1)。受粉後から胚珠形成完了までの所要日数は, 0日 (ネジバナ) から131日 (カンラン) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった(第10図2, 2', 第11図1, 1'および第12図2, 2')。胚のうは(クマガイソウを除く) 8核であり, クマガイソウでは5核で, 卵装置, 1個の合点核および1個の極核をもっていた(第1表, 第10図2, 2', 第11図1, 1'および第12図2, 2')。受粉後4日 (ネジバナ) から140日 (カンラン) の範囲において重複受精が観察され(第10図3, 第11図2および第12図3), 受粉後6日 (受精後2日, ネジバナ) から160日 (受精後20日, カンラン) ごろから胚発生が始まった(第11図3)。受粉後8日 (受精後4日) ~180日 (受精後40日) ごろから胚および胚柄が明確となり(第10図4, 5, 第11図4および第12図4, 5), 胚発生完了は受粉後14日 (ネジバナ) から230日 (カンラン) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった(第1表)。受精後の胚乳核はシュンラン, カンランおよびハウサイランの3種では, 4~8個に, その他の種では, 3~5個に増殖し, 胚発生完了までにすべて消失した(19ペ

ージ, 第2表, 第10図6, 第11図5, 6および第12図5, 6)。

細胞の分裂様式から受精後の胚発生過程をみると, クマガイソウ, ウチョウラン, サギソウ, タイリントキソウおよびサイハイランの5種は, ほとんど同様な胚発生過程の様相を示した(第13図)。すなわち, 4細胞期は, C2型であり, 8細胞期では, cd細胞は横分裂を行い, 頂部方向のm細胞, 基部方向のci細胞に分かれた。cc細胞は横分裂を行い, 頂部方向の細胞はl細胞層, 基部方向の細胞はl'細胞層に分かれた。ci細胞は横分裂を行い, 頂部方向のn細胞, 基部方向のn'細胞に分かれた。さらに, l細胞層およびl'細胞層は横分裂を行い, それぞれ2細胞層となった。中間期およびそれ以降となると, l細胞層の頂部方向の細胞は, 放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞群となった。l細胞層の基部方向の細胞およびl'細胞層においては, 構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され, 胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は, さらに垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し, 胚は肥大した。m細胞は接線分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞となった。n細胞およびn'細胞はほとんど分裂しないか, あるいは横分裂を行い2細胞層となり, 胚の基部にとどまった。cb細胞はまったく分裂せず, 胚の生長とともに大きさを増し, n細胞およびn'細胞とともに胚柄を形成した(第12図)。なお, タイリントキソウにおいては, n細胞およびn'細胞は横分裂を繰り返し, 6~8層の細胞となり, cb細胞の頂部方向の細胞とともに胚柄を形成した。また, タイリントキソウでは, cb細胞の基部方向の細胞が接線分裂を行い4~6個の細胞となり, 胚の生長とともに, 頂部方向あるいは基部方向に伸長し, 管状の胚管 (embryonic tube, 二次けん垂糸。胚柄の下端についている管状の細胞) を形成した。以上の胚発生過程は, F型の変異した型のものとみられる(第2表)。

シュンラン, ハウサイラン, フウランおよびカンランの胚発生過程はほとんど同様な様相を示した(第13図)。すなわち, 4細胞期はC1型であり, 8細胞期では, cc細胞およびcd細胞はそれぞれ接線分裂を行い, それぞれ2層の細胞に分かれた。2個のcb細胞はそれぞれ接線分裂を行い, 4個の細胞となった。16細胞期では, 2層のcc細胞の頂部方向の細胞はl細胞層, 基部方向の細胞はl'細胞層に分かれた。l細胞層およびl'細胞層は接線分裂を行い, それぞれ左右に並んだ2個の細胞となった。2層のcd細胞は, それぞれ横分裂を行い, 4層の細胞となった。中間期およびそれ以降となると, l細胞層およびl'細胞層は横分裂を行い, それぞれ2細胞層となった。l細胞層の

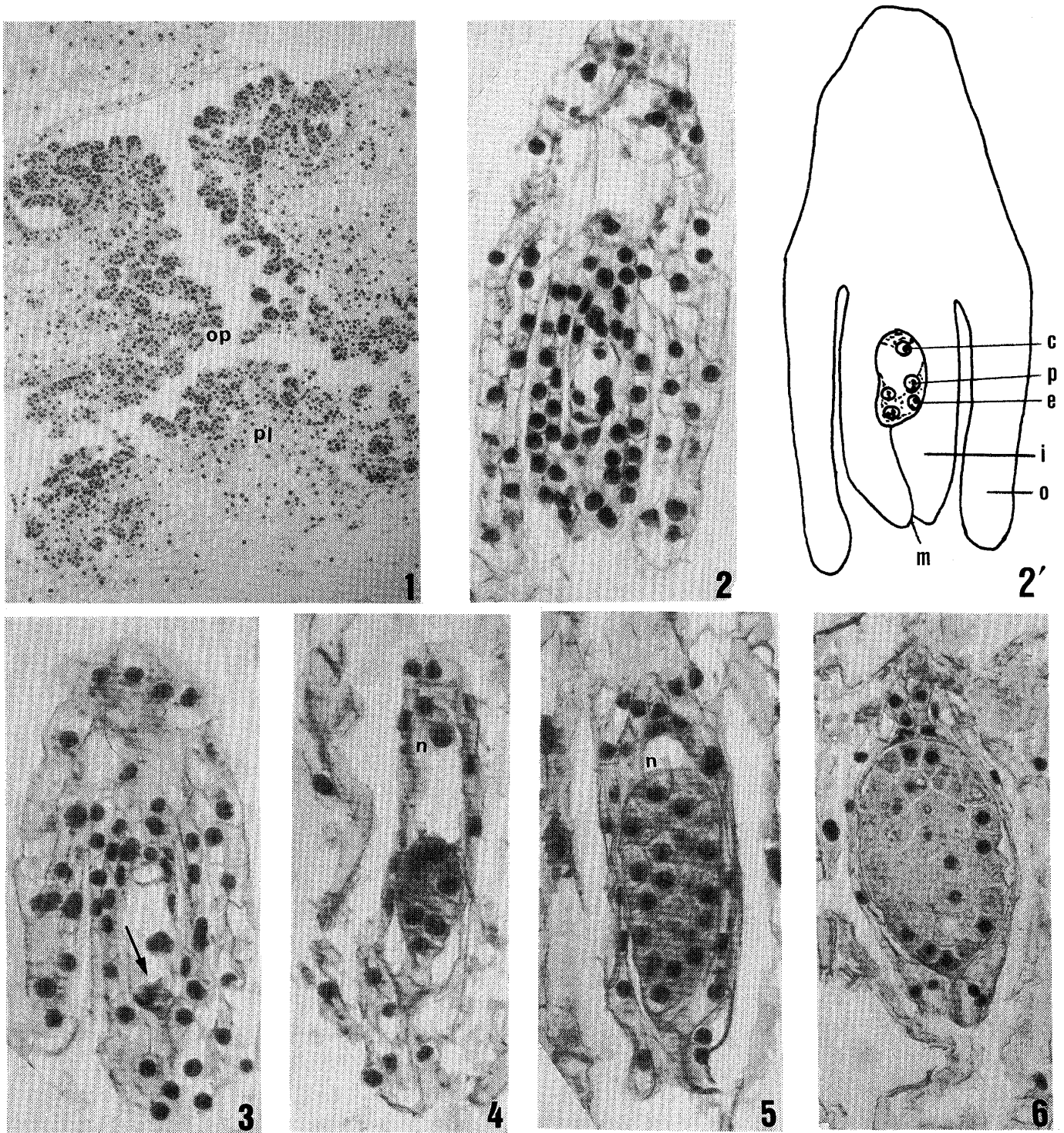


Fig.10. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Cyripedium japonicum*.

1. Non-pollinated: differentiated of ovule primodium (x100), 2. 45 days: completion of formation in ovule (x200), 2'. Model of the 2, 3. 50 days: fertilization (arrowed. x200), 4. 70 days: embryo and endosperm nuclei clearly recognized (x200), 5. 80 days: started to endosperm nuclei dissociation (x200), 6. 90 days: disappeared nuclei of endosperm and completion of embryogenesis (x150). Each days showed days after pollination.

pl: placenta, op: ovule primodium, c: chalazal nuclei, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei.

頂部方向の細胞は、放射分裂を行い、胚の周辺の細胞群となった。1細胞層の基部方向の細胞および1'細胞層においては、構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され、胚の周辺および内部の細胞群となった。

内部の細胞群は、さらに垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し、胚は肥大した。4個のcd細胞はそれぞれ横分裂を行い、6~12層の細胞となり、胚柄を形成した。4個のcb細胞はそれぞれ接線分裂

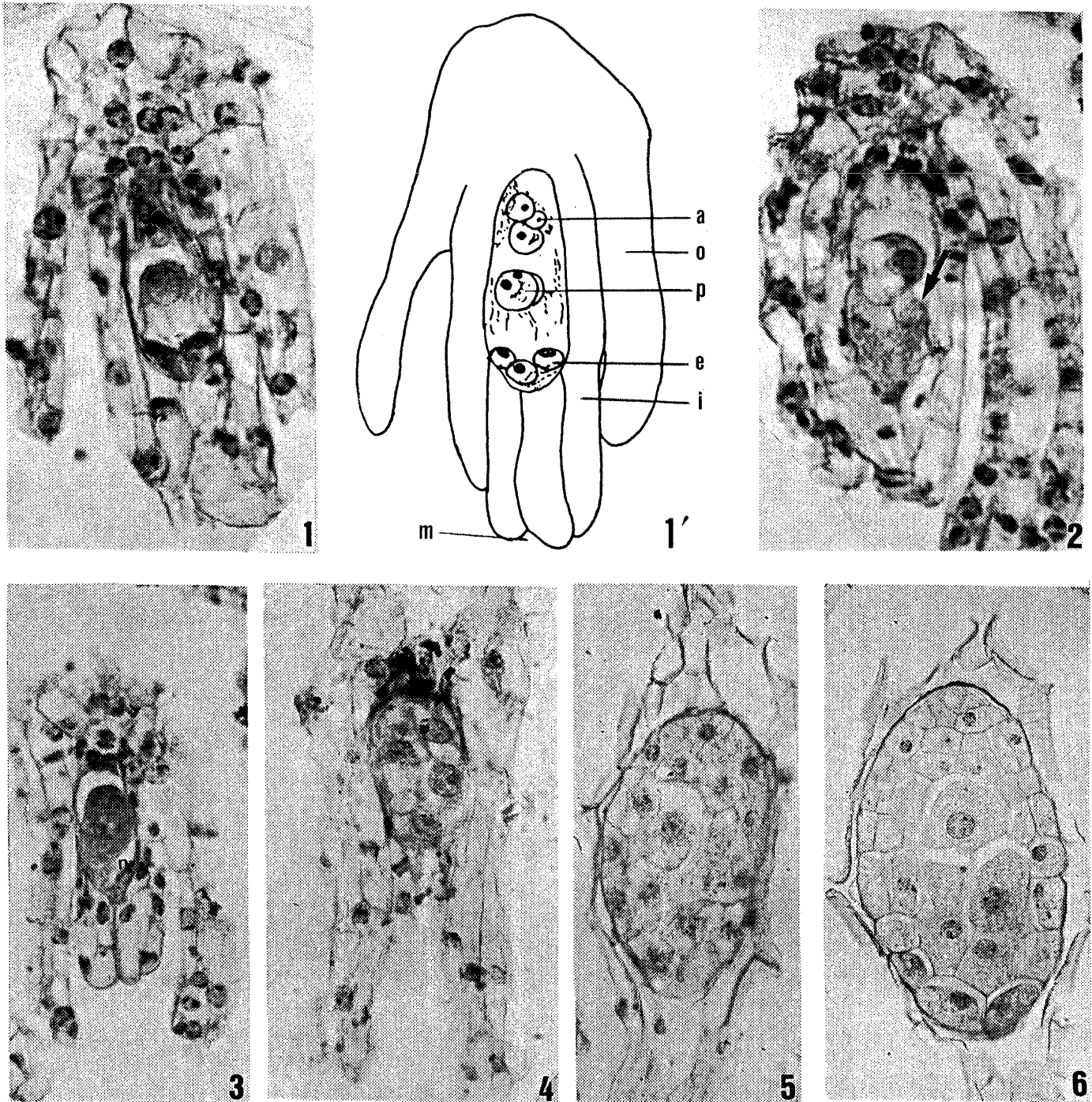


Fig.11. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Spiranthes sinensis*.

1. Non-pollinated: completion of formation in ovule (x600), 1': Model of the 1, 2. 3 days: fertilization (arrowed, x600), 3. 6 days: embryo and endosperm nuclei clearly recognized (x400), 4. 7 days: started to endosperm nuclei dissociation (x100), 5. 10 days: disappeared nuclei of endosperm (x280), 6. 13 days: completion of embryogenesis (x280). Each days showed days after pollination.

a: antipodal cell, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei.

を行い、6～8個の細胞となり、胚の生長とともに頂部方向および基部方向に伸長し、管状の胚管を形成した。以上の胚発生過程は、J型とF型の変異したものとの混合型とみられる(19ページ、第2表)。

キンランの受精後の胚発生過程は、ほとんどエビネ属の種と同様(22ページ、第6図参照)の様相を示した。

ネジバナの胚発生過程をみると(第14図)、4細胞

期はA 2型であり、8細胞期ではci細胞は横分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となった。16細胞期では、ca細胞は横分裂を行い、頂部方向の細胞はl細胞層、基部方向の細胞はl'細胞層に分かれた。n細胞およびn'細胞は、それぞれ接線分裂を行い、それぞれ左右に並んだ2個の細胞となった。中間期およびそれ以降となると、l細胞層およびl'細胞層はそれぞれ横分裂を行い、それぞれ2細胞層となった。さらに、

l細胞層の頂部方向の細胞は放射分裂を行い、胚の周辺の細胞群となった。l細胞層の基部方向の細胞およびl'細胞層においては、構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され、胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は、さらに垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増し、胚は肥大した。m細胞、n細胞およびn'細胞は、それぞれ接線分裂を行い、胚の周辺の細胞および内部の細胞となった。以

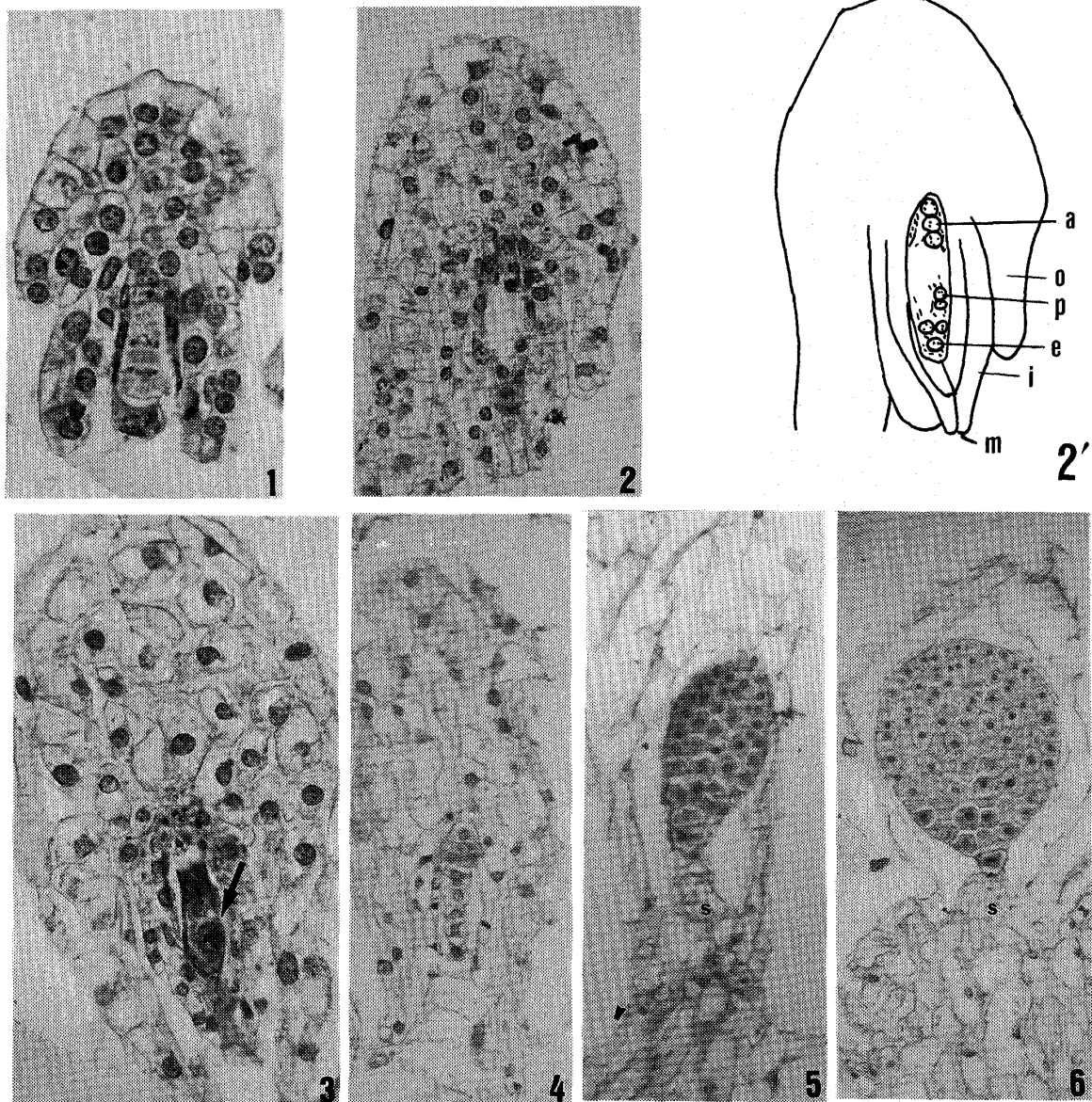


Fig.12. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Habenaria radiata*.

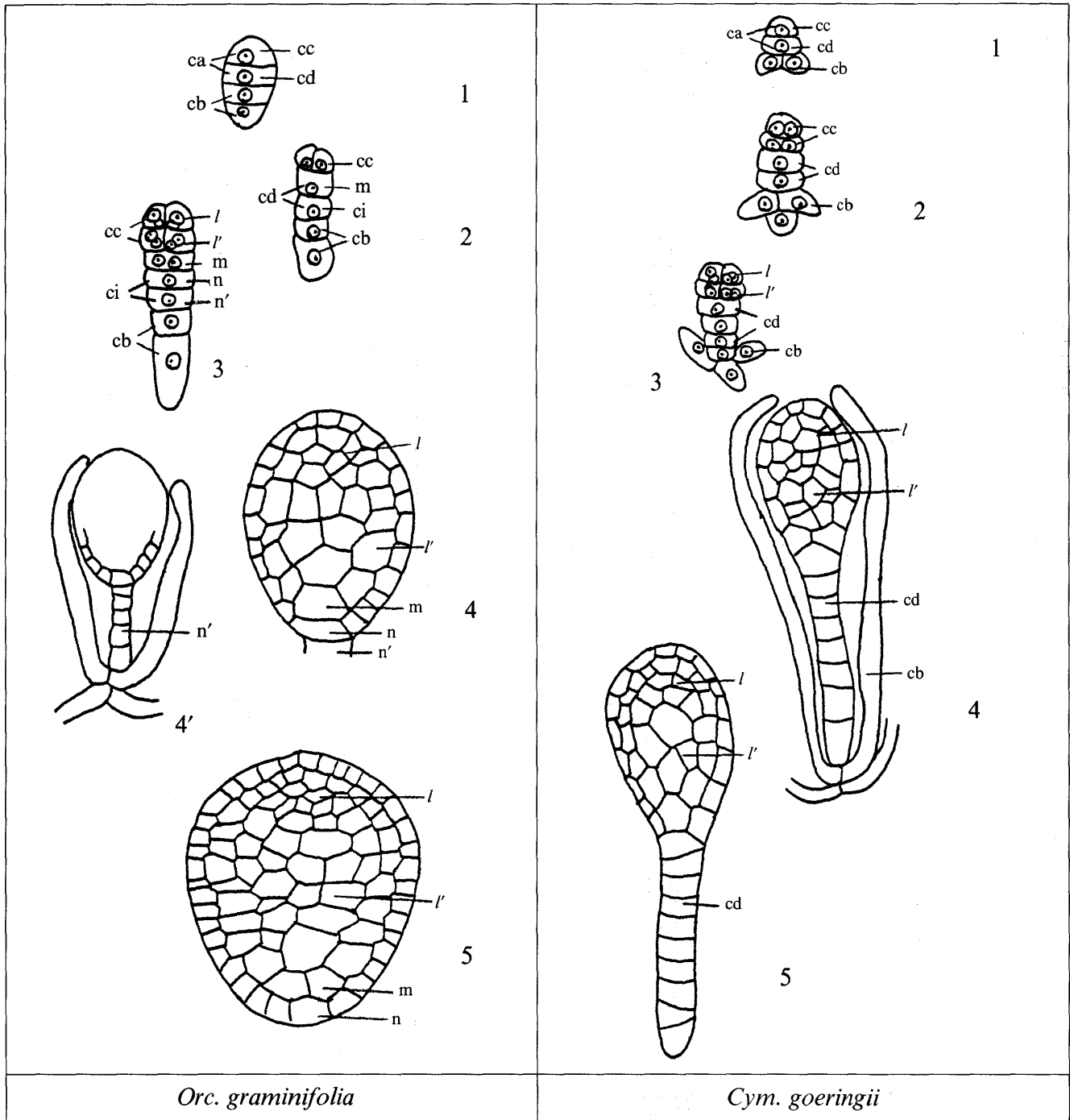
1. Non-pollinated: first division of embryo sac cell recognized (x600), 2. 3 days: completion of formation in ovule (x280), 2'. Model of the 2, 3. 7 days: fertilization (arrowed. x280), 4. 15 days: embryo and suspensor clearly recognized (x150), 5. 20 days: disappeared nuclei of endosperm (x100), 6. 25 days: completion of embryogenesis (x100). Each days showed days after pollination.

a: antipodal cell, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei, s: suspensor.

上の胚発生過程は、B型に類似するものとみられる(19ページ、第2表)。

コ克蘭の胚発生過程をみると(第14図)、4細胞期はC2型であり、8細胞期では、cc細胞およびcd細胞はそれぞれ接線分裂を行い、それぞれ左右に並んだ2個の細胞となった。16細胞期では、cc細胞およびcd細胞は、それぞれ横分裂を行い、それぞれ2細胞層に分かれ、頂部方向の2層の細胞はl細胞層、基

部方向の2層の細胞はl'細胞層に分かれた。ci細胞は横分裂を行い、2細胞層となり、頂部方向のn細胞および基部方向のn'細胞に分かれた。中間期およびそれ以降となると、l細胞層の頂部方向の細胞は放射分裂を行い、胚の周辺の細胞群となった。l細胞層の基部方向の細胞およびl'細胞層においては、構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され、胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は、さら



Orc. graminifolia

Cym. goeringii

Fig.13. Process of embryogenesis in *Orchis graminifolia* and *Cymbidium goeringii*.

1. tetrad stage, 2. quadrant stage, 3. octant stage, 4. intermediary stage, 5. adult embryo. Type of embryogenesis were variation of F-type in *Orchis graminifolia* and J-type + variation of F-type in *Cym. goeringii*.

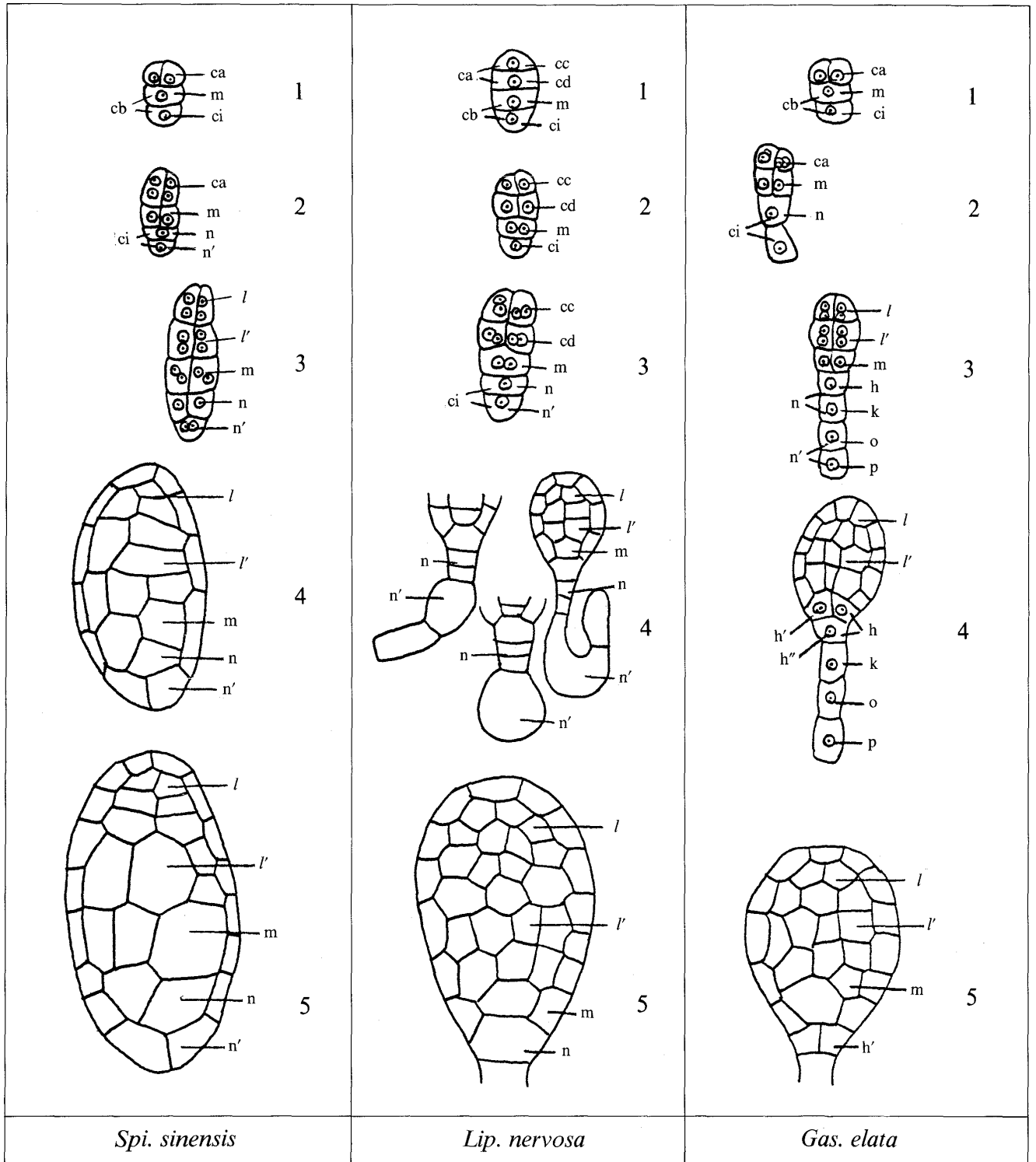


Fig.14. Process of embryogenesis in *Spiranthes sinensis*, *Liparis nervosa* and *Gastrodia elata*.

1. tetrad stage, 2. quadrant stage, 3. octant stage, 4. intermediary stage, 5. adult embryo. Type of embryogenesis were E-similar type in *Spi. sinensis*, G-type + variation of E-type in *Lip. nervosa* and variation of D-type in *Gas. elata*.

h: the upper daughter cell of n, k: the lower daughter cell of n, h': the upper daughter cell of h, h'': the lower daughter cell of h.

に垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し、胚は肥大した。m細胞は放射分裂を行い、胚の周辺の細胞および内部の細胞となった。n細胞は横分裂を行い、2～4層の細胞となった。n'細胞は横分裂

を行い2細胞層となり、頂部方向の細胞は膨らみ長楕円型となり、基部方向の細胞は伸長し、筒状型となった。n細胞およびn'細胞は、胚柄を形成した。以上の胚発生過程は、G型とE型の変異したものとの混合

型とみられる (19ページ, 第2表)。

オニノヤガラの子実の胚発生過程をみると (第14図), 4細胞期はC2型であり, 8細胞期では, m細胞は接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞とたった。ci細胞は横分裂を行い, 2細胞層となり, 頂部方向のl細胞層, 基部方向のl'細胞層に分かれた。n細胞は横分裂を行い, 2細胞層となり, 頂部方向のh細胞, 基部方向のk細胞に分かれた。n'細胞は横分裂を行い, 2細胞層となり, 頂部方向のo細胞, 基部方向のp細胞に分かれた。中間期およびそれ以降となると, l細胞層およびl'細胞層は, それぞれ横分裂を行い, それぞれ2細胞層となった。さらに, l細胞層の基部方向の細胞は放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞群となった。さらに, l細胞層の基部方向の細胞およびl'細胞層においては, 構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され, 胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は, さらに垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し, 胚は肥大した。m細胞は, 接線分裂および放射分裂を行い, 胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。さらに, m細胞は垂層分裂および並層分裂を繰り返し, 細胞数を増加し, 胚は肥大した。h細胞は横分裂を行い, 2細胞層となり, 頂部方向のh'細胞, 基部方向のh''細胞に分かれた。さらに, h'細胞は接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となり, 胚の基部に位置していた。以上の胚発生型は, D型の変異したものとみられる (第2表)。

2. 受粉後から胚発生完了までの時間経過

1). 胚珠形成完了まで: 野生ラン13種の胚珠形成完了と胚発生完了日数比をみると (18ページ, 第1表続き), 0% (ネジバナ) から59% (コクラン) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。50%以下に10種 (ネジバナ, サギソウ, キンラン, ウチョウラン, シュンラン, タイリントキソウ, サイハイラン, フウランおよびオニノヤガラ, 他), 51%以上に3種 (コクラン, カンランおよびホウサイラン) があり, 開花期に胚珠形成が完了しているネジバナを除いて, 受粉後から胚発生完了までの全体に占める胚珠形成完了までの所要日数はサギソウではきわめて短く, コクランでは長かった。

2). 受精まで: 野生ラン13種の受精までの日数と胚発生完了日数比をみると (第1表), 29% (ネジバナ) から64% (コクラン) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。50%以下に9種 (ネジバナ, ウチョウラン, オニノヤガラ, サイハイラン, 他), 51%以上に4種 (クマガイソウ, コクラン, ホウサイランおよびカンラン) があった。

第4項 洋ラン

1. 胚発生過程: 洋ラン9種の胚発生過程の様相をみると (18ページ, 第1表続き, 代表的な胚発生過程の様相を第15図および第16図に示す), 開花期の子実の発育程度は胚珠原基が分化しているもの3種 (パフィオペディラム, カトレヤおよびミルトニア) および胎座のみのもの6種 (デンドロビウム, バンダ, *Phal.* シレリアナ, *Phal.* ドス・プエブロス, デンファレおよび *Cym.* イナサ) が観察された (第15図1および第16図1)。受粉後から胚珠形成完了までの所要日数は, 55日 (*Phal.* ドス・プエブロス) から80日 (バンダ) の範囲にあり (第1表, 第15図2, 2'および第16図2, 2'), 胚のうはすべて8核であった (19~20ページ, 第2表, 第15図2, 2'および第16図2, 2')。受粉後60日 (*Phal.* ドス・プエブロス) から200日 (バンダ) の範囲において重複受精が観察され (第15図3および第16図3), 受粉後70日~220日 (受精後10日~20日) ごろから胚発生が始まった。受粉後80日~230日 (受精後20日~30日) ごろから胚および胚柄が明確となり (第15図4, 5および第16図4), 胚発生完了は受粉後120日 (*Phal.* シレリアナおよび *Phal.* ドス・プエブロス) から275日 (*Cym.* イナサ) の範囲にあり (第15図6および第16図5), 種による変動がきわめて大きかった。受精後の胚乳核はパフィオペディラム, デンドロビウム, バンダおよびミルトニアでは3~5個に, カトレヤ, デンファレ, *Phal.* シレリアナおよび *Phal.* ドス・プエブロスでは6~8個に, *Cym.* イナサでは4~8個にそれぞれ増殖し, 胚発生完了までにすべて消失した (第2表, 第15図6および第16図5)。また, 胚珠形成完了後から受精までの所要日数は, 5日 (デンドロビウム, *Phal.* シレリアナおよび *Phal.* ドス・プエブロス) から20日 (カトレヤおよびバンダ) の範囲にあり, 種による変動がみられた (第1表)。細胞の分裂様式から受精後の胚発生過程をみると, パフィオペディラムおよびデンファレは, ウチョウラン (F型変異, 31ページ, 第13図参照) に, *Cym.* イナサは, 同属のシュンラン, ホウサイランおよびカンラン (J型+F型変異, 第13図参照) に, デンドロビウムは, エビネ属の種 (E型類似, 22ページ, 第6図参照) にそれぞれ類似していた。

カトレヤの胚発生過程をみると (第17図), 4細胞期はA2型であり, 前胚のm細胞が1個からなるものと, 2層の細胞からなるものの2種類の型がみられた。8細胞期においても, ca細胞が横分裂を行い, 2細胞層となり, 頂部方向のl細胞層, 基部方向のl'細胞層に分かれるものと, ca細胞がまったく分裂しないものの2種類の型がみられた。8細胞期では, m細胞

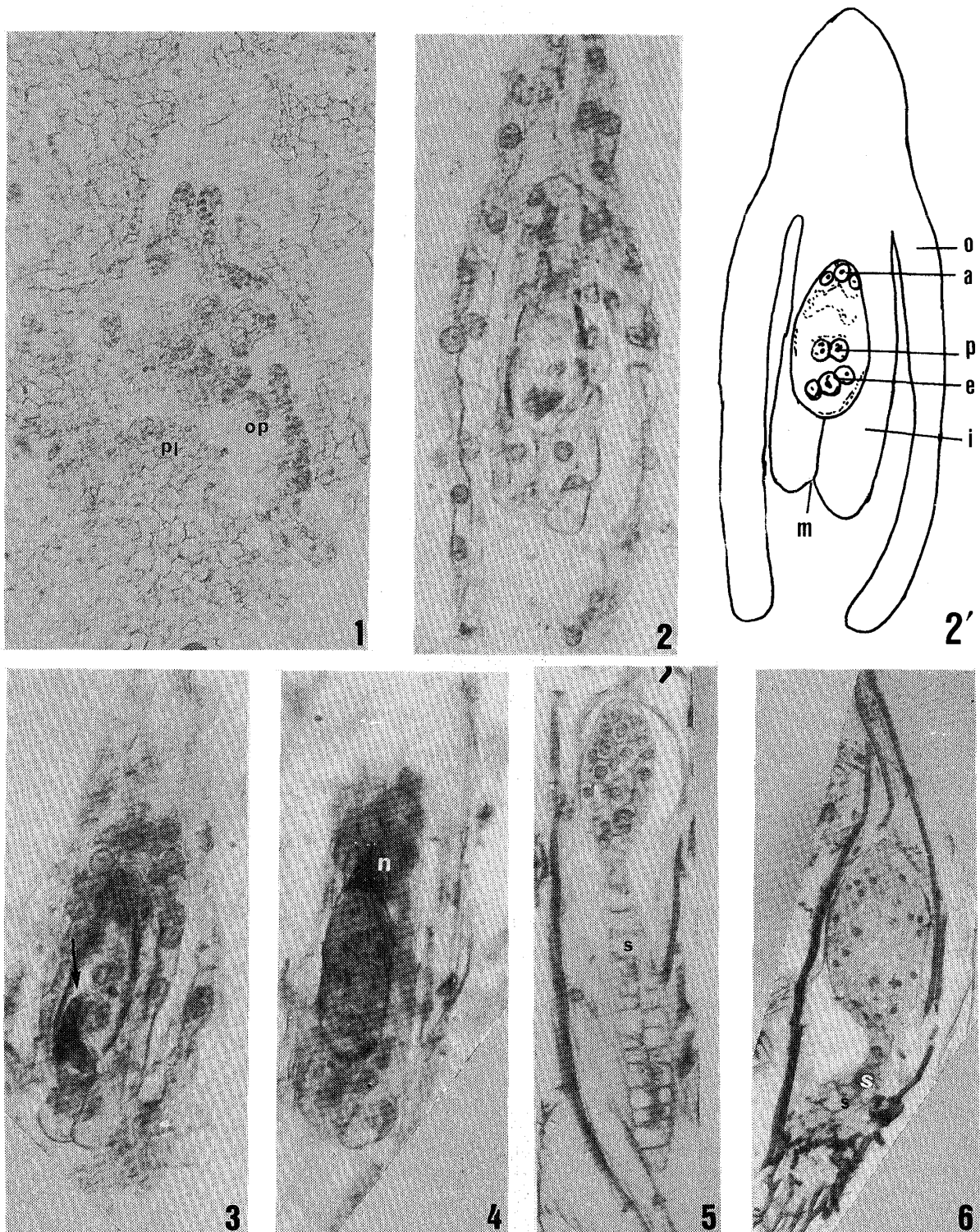


Fig.15. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Cattleya* BLC. *Panel.*

1. Non-pollinated: differentiation of ovule primodium (x100), 2. 100 days: completion of formation in ovule (x400), 2'. Model of the 2, 3. 120 days: fertilization (arrowed, x400), 4. 170 days: embryo, suspensor and endosperm nuclei clearly recognized (x400), 5. 200 days: suspensor of ladder like clearly recognized (x200), 6. 230 days: disappeared nuclei of endosperm and completion of embryogenesis (x150). Each days showed days after pollination.

pl: placenta, op: ovule primodium, a: antipodal cell, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei, s: suspensor.

は接線分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となった。ci細胞は横分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となり、n'細胞は横分裂を行い、2細胞層になった。

16細胞期では、l細胞層およびl'細胞層は接線分裂を行い、それぞれ横に並んだ4個の細胞となった。m細胞は横分裂を行い、2細胞層となり、さらに、接線分

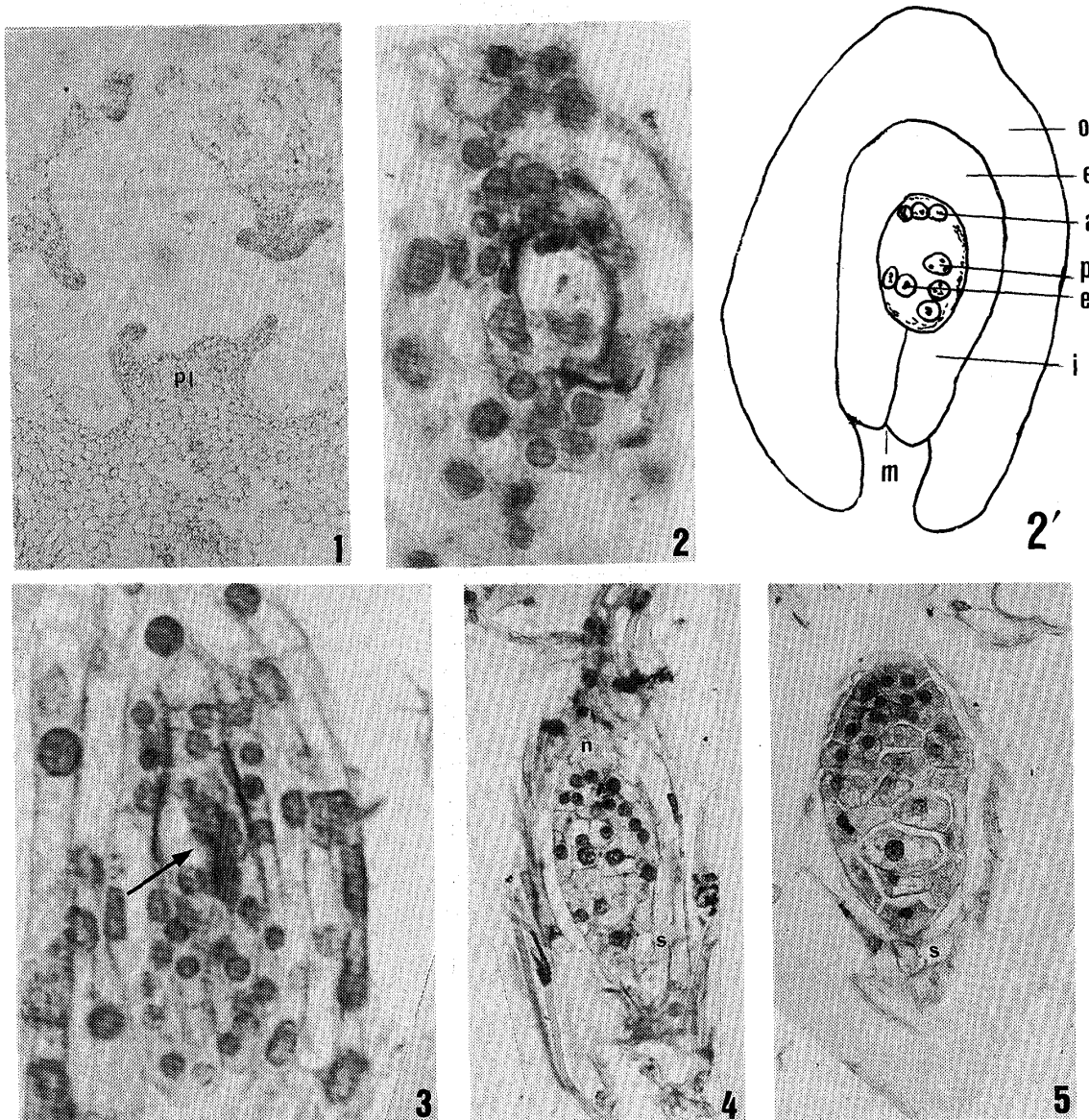


Fig. 16. Formation of ovule and process of embryogenesis in *Vanda Rothshildiana*.

1. Non-pollinated: only placenta (x70), 2. 180 days: completion of formation in ovule (x600), 2': Model of the 2, 3. 200 days: fertilization (arrowed, x600), 4. 230 days: endosperm nuclei recognized and suspensor elongated towards top (x280), 5. 250 days: disappeared nuclei of endosperm and completion of embryogenesis (x280). Each days showed days after pollination.

pl: placenta, a: antipodal cell, p: polar nucleus, e: egg apparatus, o: outer integument, i: inner integument, m: micropyle, n: endosperm nuclei, s: suspensor.

裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となった。n細胞およびn'細胞 (ci細胞) は、それぞれ横分裂を繰り返して、8~10層の細胞となった。さらに、それぞれの細胞は接線分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となり、はしご状を呈した細胞列を形成した。中間期およびそれ以降となると、l細胞層の頂部方向の細胞は、放射分裂を行い、胚の周辺の細胞群となった。l細胞層の基部方向の細胞およびl'細胞層においては、構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され、胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は、

さらに垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し、胚は肥大した。m細胞は接線分裂および横分裂を行い、胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。ci細胞は、さらにそれぞれ横分裂を行い、16~20層の細胞となった。さらに、先端部の2細胞層を除いて、それぞれの細胞は接線分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となり、はしご状の長い胚柄を形成した。以上の胚発生過程は、I型とF型の変異したものとの混合型とみられる (19ページ, 第2表)。

Phal. シレリアナ, *Phal.* ドス・プエブロスおよびバ

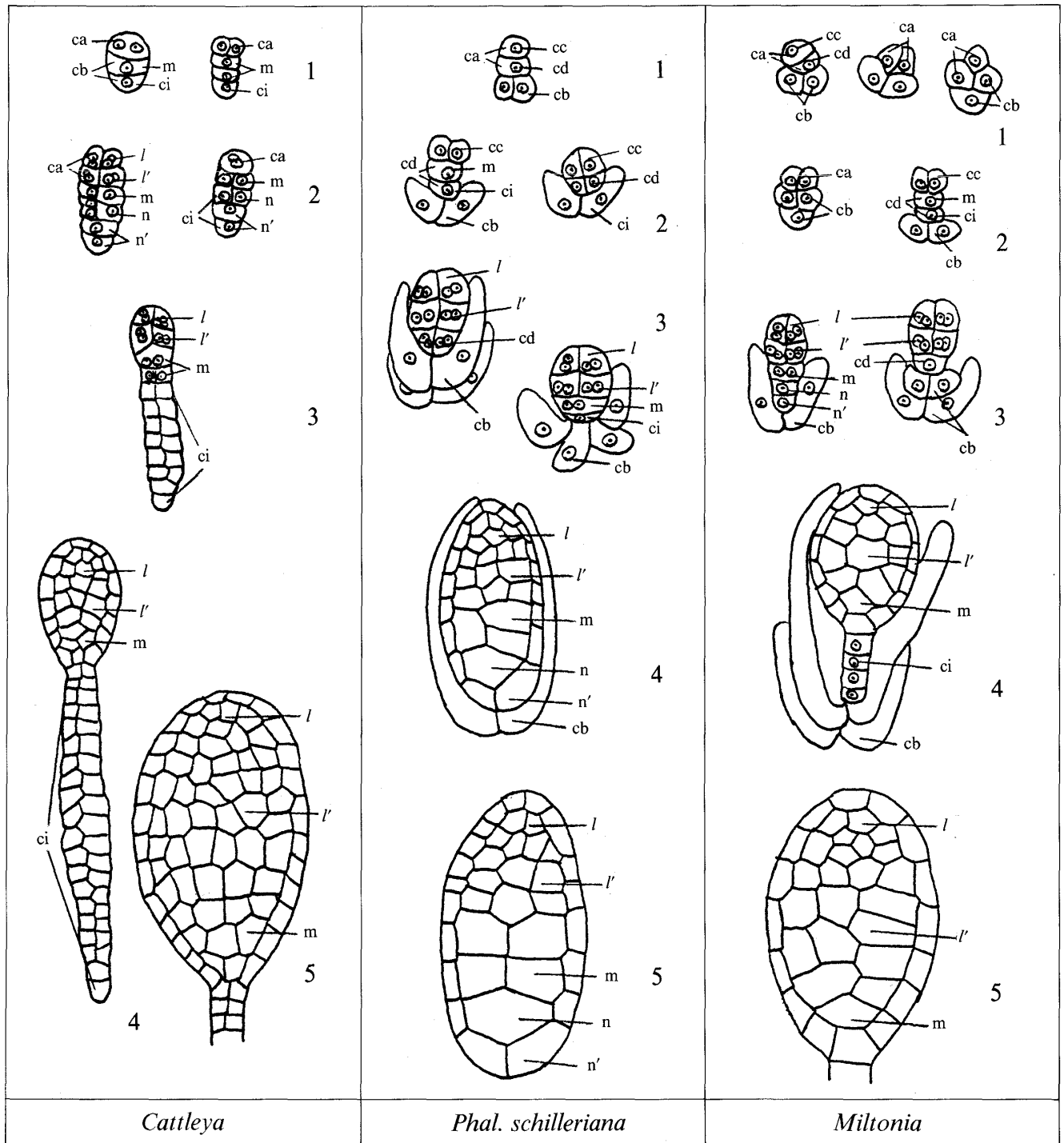


Fig.17. Process of embryogenesis in *Cattleya* BLC. *Phalaenopsis schilleriana* and *Miltonia* Kongozan.

1. tetrad stage, 2. quadrant stage, 3. octant stage, 4. intermediary stage, 5. adult embryo. Type of embryogenesis were I-type + variation of F-type in *Cattleya*, J-type + B-similar type in *Phal. schilleriana* and J-type + variation of F-type in *Miltonia*.

ングの胚発生過程はほとんど同様な様相を示した (第17図, *Phal.* シレリアナの場合を示した)。すなわち, 4細胞期はC1型であり, 8細胞期では, cc細胞は接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となった, cd細胞は横分裂を行い, 頂部方向のm細胞, 基部方向のci細胞に分かれるものと, cd細胞が接線分裂を

行い, 左右に並んだ2個の細胞となるものの2種類の型がみられた。16細胞期では, cc細胞は横分裂を行い, 頂部方向のl細胞層, 基部方向のl'細胞層に分かれた。cd細胞は接線分裂を行い, 横に並んだ細胞になるものと, m細胞が接線分裂を行い, 左右に並んだ2個の細胞となるものの2種類の型がみられた。16細胞

胞期では、cc細胞は横分裂を行い、頂部方向の*l*細胞層、基部方向の*l'*細胞層に分かれた。cd細胞は接線分裂を行い、横に並んだ細胞になるものと、m細胞が接線分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となり、ci細胞が分裂を行わないものの2種類の型がみられた。2個のcb細胞はそれぞれ接線分裂を行い、4個の細胞となり頂部方向、あるいは基部方向へ伸長した。中間期およびそれ以降となると、*l*細胞層の頂部方向の細胞は、放射分裂を行い、胚の周辺の細胞群となった。*l*細胞層の基部方向の細胞および*l'*細胞層においては、構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され、胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は、さらに垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し、胚は肥大した。m細胞、n細胞およびn'細胞は、それぞれ接線分裂を行い、胚の周辺の細胞および内部の細胞群となった。cb細胞の4個の細胞は、頂部方向あるいは基部方向へ伸長し、胚柄を形成した。以上の胚発生過程は、J型とB型に類似したものとの混合型とみられる(20ページ、第2表続き)。

ミルトニアの胚発生過程をみると(第17図)、4細胞期はC1型であり、ca細胞の2個の細胞が斜方へ向いているものがほとんどであった。8細胞期では、cc細胞が横分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となった。cd細胞は分裂しないものと、横分裂を行い、頂部方向はm細胞、基部方向はci細胞に分かれるものの2種類の型がみられた。cb細胞は分裂しないが、斜方へ伸長するものと、ほとんど伸長しないものの2種類の型がみられた。16細胞期では、cc細胞は横分裂を行い、頂部方向は*l*細胞層、基部方向は*l'*細胞層に分かれた。m細胞は接線分裂を行い、左右に並んだ2個の細胞となった。ci細胞は横分裂を行い、頂部方向はn細胞、基部方向はn'細胞に分かれた。cb細胞の2個の細胞は、それぞれ横分裂を行い、それぞれ2細胞層となり、頂部方向へ伸長した。中間期およびそれ以降となると、*l*細胞層の頂部方向の細胞は放射分裂を行い、胚の周辺の細胞群となった。*l*細胞層の基部方向の細胞および*l'*細胞層においては、構成細胞の接線分裂および放射分裂が繰り返され、胚の周辺および内部の細胞群となった。内部の細胞群は、さらに、垂層分裂および並層分裂を繰り返して細胞数を増加し、胚は肥大した。m細胞は接線分裂を行い、胚の周辺および内部の細胞群となった。n細胞およびn'細胞は、それぞれ横分裂を行い、それぞれ2細胞層となり、胚柄を形成した。cb細胞の4個の細胞は、それぞれ頂部方向へ伸長し、管状の胚管を形成した。以上の胚発生過程は、J型とF型の変異したものとの混合型とみられる(第2表)。

2. 受粉後から胚発生完了までの時間経過

1). 胚珠形成完了まで：洋ラン9種の胚珠形成完了と胚発生完了日数比をみると(18ページ、第1表続き)、30%(パフィオペディラム)から72%(バンダ)の範囲にあり、種による変動がきわめて大きかった。50%以下に5種(パフィオペディラム、*Phal.* ドス・プエブロス、カトレヤ、*Cym.* イナサおよびミルトニア)、51%以上に4種(バンダ、デンドロビウム、*Phal.* シレリアナおよびデンファレ)があった。

2). 受精まで：洋ラン9種の受精までの日数と胚発生完了日数比をみると(第1表)、35%(パフィオペディラム)から80%(バンダ)の範囲にあり、種による変動がきわめて大きかった。50%以下に5種(パフィオペディラム、*Phal.* ドス・プエブロス、*Cym.* イナサ、およびミルトニア)、51%以上に5種(カトレヤ、デンドロビウム、デンファレ、バンダおよび*Phal.* シレリアナ)があった。

第3節 考 察

1. 開花期の子房の発育程度と胚発生過程の時間経過

1). 開花期の子房の発育程度：供試材料47種の開花期は子房の発育程度からみると(17~18ページ、第1表)、下記したような4群に分けられた。すなわち、

胎座のみのもの(8種)：バンダ亜科に属するホウサイラン、カンラン、バンダ、*Phal.* シレリアナ、*Phal.* ドス・プエブロスおよび*Cym.* イナサの6種、エピデンドラム亜科に属するデンドロビウムおよびデンファレの2種。

胚珠原基が分化しているもの(35種)：エピデンドラム亜科に属するエビネ属の20種、エビネ属に近縁とされる5種、タイリントキソウ、コクランおよびカトレヤの28種、シプリペジウム亜科に属するクマガイソウおよびパフィオペデラムの2種、オルキス亜科に属するキンランの1種、バンダ亜科に属するフウラン、ミルトニア、サイハイランおよびシュンランの4種。

胚のう細胞が分化しているもの(3種)：オルキス亜科に属するウチョウランおよびサギソウの2種、エピデンドラム亜科に属するオニノヤガラ1種。

胚珠形成が完了しているもの(1種)：スピランテス亜科に属するネジバナの1種。

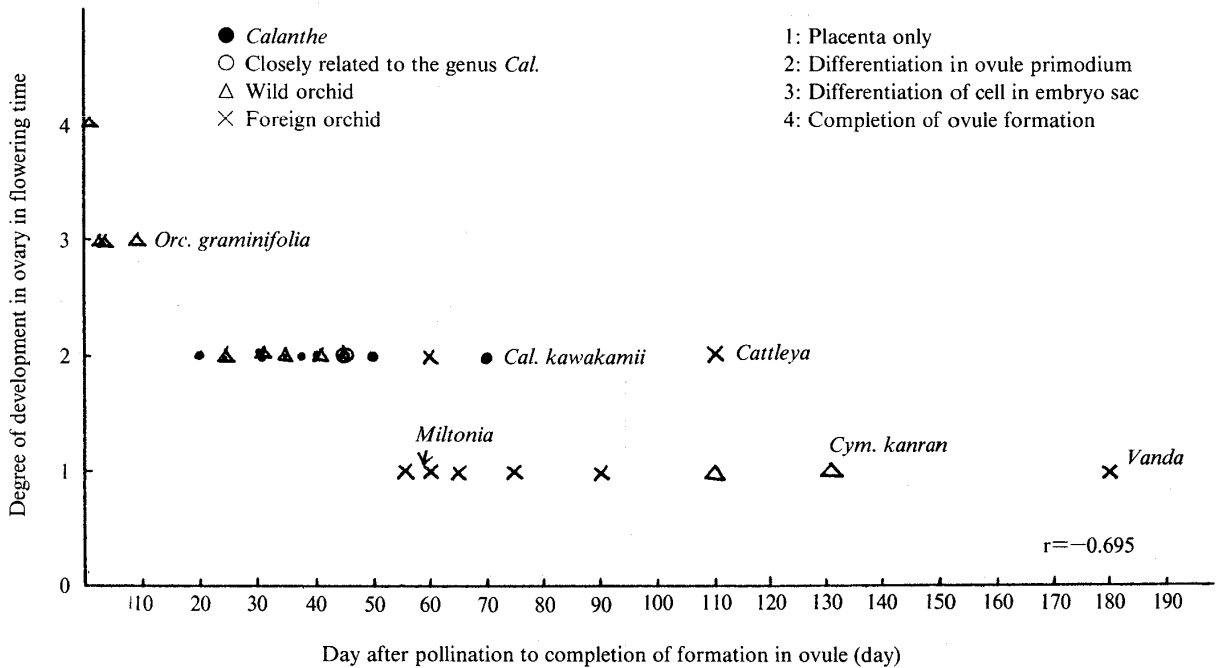


Fig.18. Relation between degrees of development in ovary in flowering time and formation of ovule.

ネジバナ、ウチョウランおよびサギソウなどの植物体の小型の種では、開花期の子房の発育程度がより進んでおり、デンドロビウムやバンダのような植物体の大型の種では、子房が未発達の状態にある傾向が認められた。また、同属内の種においても同様な傾向がみられ、シンピジウム属のハウサイラン、カンランおよび *Cym.* イナサのような植物体の大型の種では、胎座のみの分化がみられたが、小型の種のシュンランでは、すでに胚珠原基が分化しているのが認められた(17~18ページ, 第1表)。

2). 胚珠形成過程: 前章の結果から、開花期に胚珠形成が完了していない種においては、受粉と胚珠形成とは密接な関係があり、開花期に胎座のみが分化し段階にある種では、胚珠形成の細胞分裂は、花粉管が伸長を始めるとまもなく開始されるが、受粉後の花粉発芽および花粉管の伸長は、胚珠原基が分化している種に比較して緩慢であった。本章の結果によれば、胚のう細胞が分化しているサギソウおよびウチョウランでは受粉後の胚珠形成過程の進行がきわめて早かった(4日~9日)。また、胚珠原基が分化している種では20日(ナツエビネ)から70日(カワカミエビネ)、胎座のみが分化していた段階の種では55日(*Phal.* ドス・プエロス)から180日(バンダ)の範囲にあり(第1表)、子房の発育が進んでいる種ほど胚珠形成完

了までの所要日数が短くなる傾向がみられた。しかし、開花期の子房の発育程度が同じであっても、胚珠形成過程の進行に遅速がみられた。この点については、なお不明なところが少なくないが、花粉管の伸長の遅速あるいは花粉管が胚珠形成の細胞分裂を開始させる時期の相違によるのではないかと推察される。

以上述べた開花期の子房の発育程度と、受粉後の胚珠形成完了までの時間経過との間には、相関係数 $r = -0.695$ の関係が認められ、子房の発育が進んだ種ほど、胚珠形成完了までの所要日数が短くなる傾向が認められた(第18図)。

3). 胚発生完了: 受粉後から胚発生完了までの所要日数は、14日(ネジバナ)から275日(*Cym.* イナサ)の範囲にあり、種による変動がきわめて大きかった(第1表)。開花期の子房の発育程度と受粉後から胚発生完了までの所要日数との相関関係をみると(第19図)、相関関係 $r = -0.691$ であり、比較的高い相関関係が認められた。すなわち、子房の発育が進んでいる種(ネジバナ、オニノヤガラ、ウチョウランなど)では、受粉後から胚発生完了までの所要日数が短く、遅れている種(*Cym.* イナサ、バンダ、カンランなど)では、長くなる傾向が認められた(第18図および第19図)。

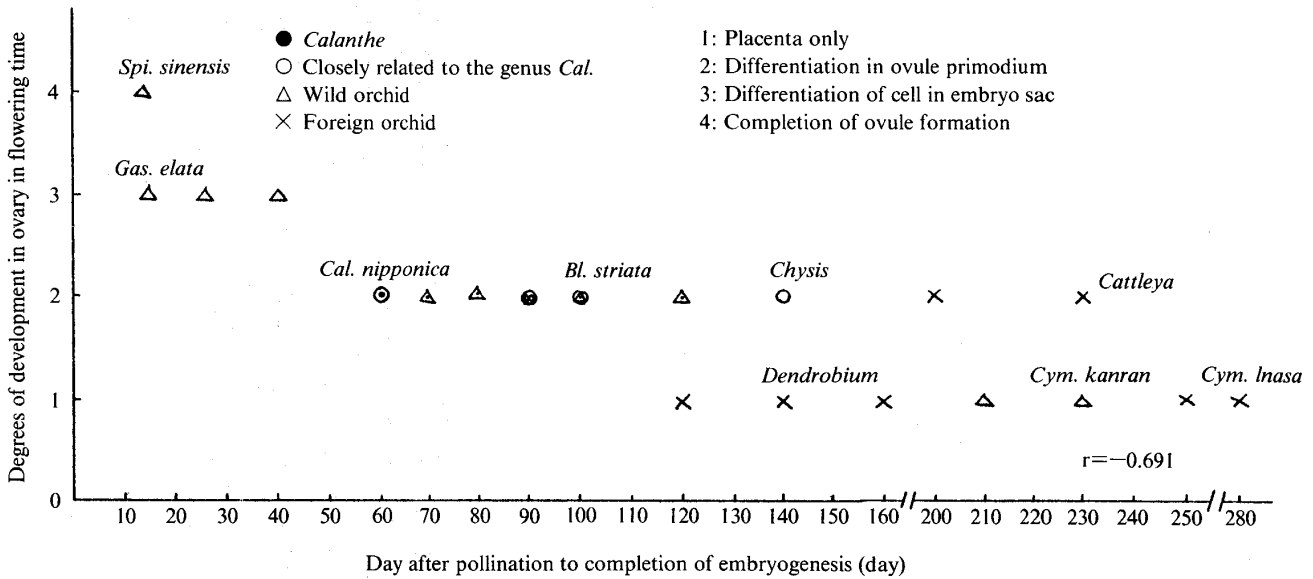


Fig. 19. Relation between degrees of development in ovary in flowering time and days necessary to complete embryogenesis.

2. 受粉後から胚発生完了までの時間経過

1). 胚珠形成完了まで： 受粉後から胚珠形成完了までと胚発生完了までの日数比をみると (17~18ページ, 第1表), 0% (ネジバナ) から72% (バンダ) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。供試材料47種は同比率からみると, 下記したような2群に大別された。

50%以下のもの, 37種： エピデンドラム亜科に属するエビネ属のエビネ, ヒゴ, トクサラン, タカネ, コオズ, 他の18種, シラン, カクチョウラン, チシス, ガンゼキラン, タイリントキソウ, オニノヤガラおよびカトレヤの計25種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種, オルキス亜科に属するウチヨウラン, サギソウおよびキンランの3種, バンダ亜科に属するシュンラン, *Phal.* ドス・プエブロス, フウラン, サイハイラン, *Cym.* イナサおよびミルトニアの計6種, シプリベジウム亜科に属するパフィオペディラムおよびクマガイソウの2種。

51%以上のもの, 10種： エピデンドラム亜科に属するカワカミエビネ, カ・エルメリ, ブレチア, コ克蘭, デンドロビウムおよびデンファレの6種, バンダ亜科に属するハウサイラン, *Phal.* シレリアナ, バンダおよびカンランの4種。

供試材料のほとんどが50%以下 (37種, 79%) の値を示し, 51%以上の値を示したのは, ラン科植物のなかでもっとも進化していると考えられている。バンダ亜科とエピデンドラム亜科に属する種のみであった (第1表)。

2). 胚珠形成完了後から受精まで： 胚珠形成完了後から受精までの所要日数は, 2日 (キンセイランおよびオニノヤガラ) から20日 (カトレヤおよびバンダ) の範囲にあり, 比較的種による変動が小さかった, 一方, 受粉後から胚発生完了までの所要日数は, 14日 (ネジバナ) から275日 (*Cym.* イナサ) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった (第1表)。受粉後から胚発生完了までの所要日数をみると, 胚珠形成完了後から受精までの所要日数が, 例えば約10日の種についてみると, 60日 (ナツエビネ) から210日 (ハウサイラン), また, 同日数が約20日の種では, 230日 (カトレヤ) から250日 (バンダ) の変異を示した。しかし, 胚珠形成完了後から受精までと, 受粉後から胚発生完了までの所要日数の相関係数は, $r = 0.692$ であり, 胚珠形成完了後から受精までの所要日数が短いものは, 胚発生完了までの所要日数も短くなる傾向が認められた (第20図)。

3). 受精まで： 受粉後から受精までと胚発生完了までの日数比をみると (第1表), 29% (ネジバナ) から80% (バンダ) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。供試材料47種は同比率からみると, 下記するような2群に大別された。

50%以下のもの, 33種： エピデンドラム亜科に属するエビネ属のトクサラン, エビネ キンセイラン, リュウキュウエビネ, サルメンエビネ, 他の17種, ガンゼキラン, チシス, タイリントキソウ, シランおよびオニノヤガラの計22種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種, オルキス亜科に属するキンラン, ウチヨウランおよびサギソウの3種, シプリベジウム亜科に属するパフ

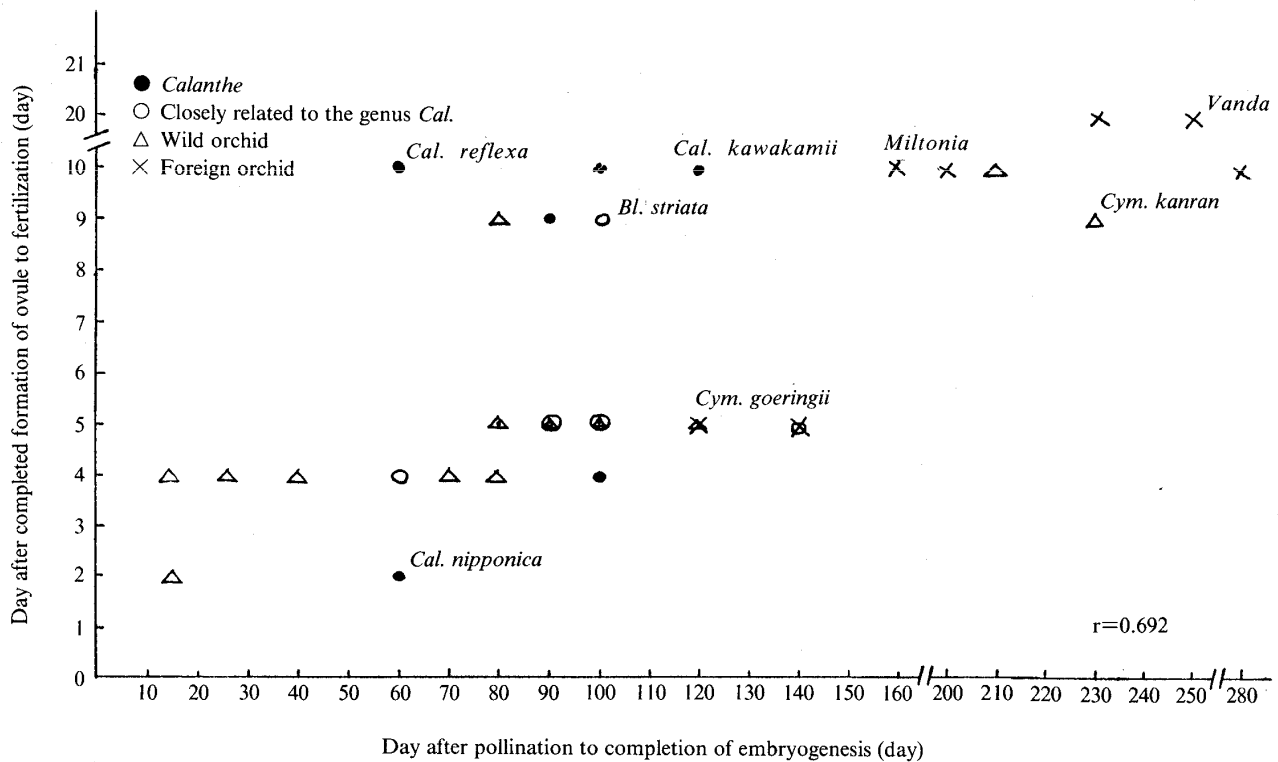


Fig.20. Relation between after completed formation of ovule to fertilization and days necessary after pollination to complete embryogenesis.

イオペディラムの1種、バンダ亜科に属するサイハイラン、フウラン、シュンラン、*Phal.* ドス・プエプロス、*Cym.* イナサおよびミルトニアの計6種。

51%以上のもの、14種： エピデンドラム亜科に属するカワカミエビネ、トクノシマエビネ、カ・エルメリ、カクチョウラン、ブレチア、コクラン、デンファレ、デンドロビウムおよびカトレヤの計9種、シプリベジウム亜科に属するクマガイソウの1種、バンダ亜科に属するバンダ、ハウサイラン、*Phal.* シレリアナおよびカンランの計4種。

供試材料のほとんどが50%以下(33種, 70%)の値を示し、受精までの所要日数が短い種が多い傾向が認められた(17~18ページ, 第1表)。

受粉後から受精までと胚発生完了までとの所要日数の相関係数は、 $r=0.902$ であり、きわめて高い相関関係が認められた(第21図)ことは、受精までの所要日数が短い種では、胚発生完了までの日数も短く、同日数の長い種では長くなることを示している。この点は開花期の子房の発育程度とも密接に関係しており、開花期に胚のう細胞の分化がみられ、かつ植物体の小

型の種(ウチョウラン、サギソウおよびオニノヤガラ)では、受粉後、受精までの日数が短く、胚珠原基が分化している種(カトレヤ)や胎座のみの種(バンダ)で、花径および植物体の大型の種では同日数が長くなる傾向が認められた(第1表)。なお、エビネ属の種においては、花径および植物体の大型の種において、同日数が長くなる傾向が認められた。

受粉後から胚珠形成完了および受精までの胚発生過程は、開花期の子房の発育程度と植物体の大小が、影響しているのではないかと考えられる。受粉後から胚発生完了までの時間経過に対して、亜科の特性は認め難かった。

3. 胚珠形成完了後から胚発生完了までの様相

1). 胚のう核の数： 供試材料47種は完成した胚のう核の数により、下記したような3群に分けられた(19~20ページ, 第2表)。

5核のもの(1種)： シプリベジウム亜科に属するクマガイソウの1種。

5~6核のもの(21種)： エピデンドラム亜科に属するエビネ属20種のすべておよびカクチョウランの計21種。

8核のもの(25種)： エピデンドラム亜科に属

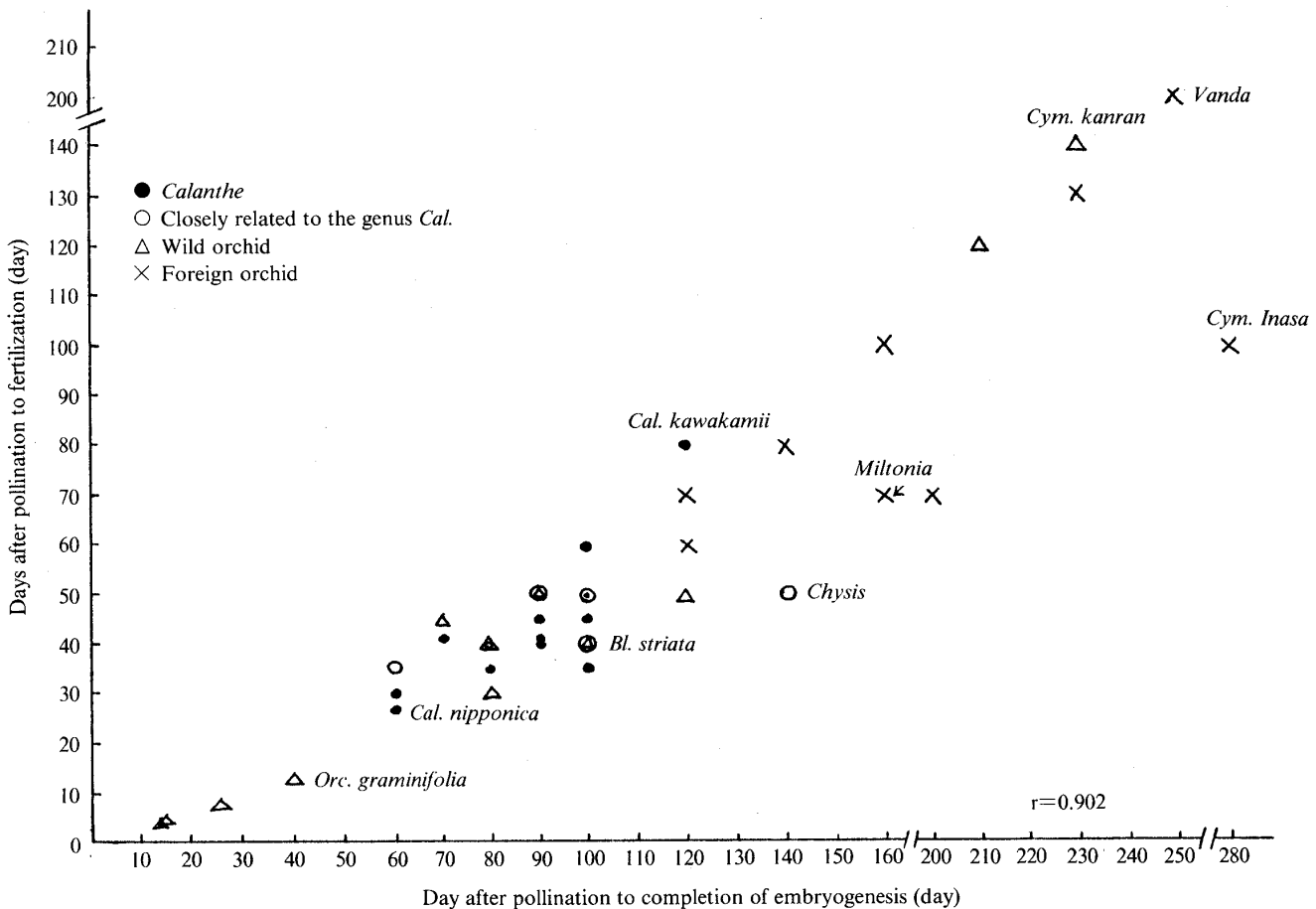


Fig.21. Days necessary of after pollination to fertilization and completion of embryogenesis.

するブレチア、シラン、チシス、ガンゼキラン、タイリントキソウ、コ克蘭、オノノヤガラ、カトレヤ、デンファレおよびデンドロビウムの子計10種、シプリベジウム亜科に属するパフィオペディラムの1種、スピランテス亜科に属するネジバナの1種、オルキス亜科に属するキンラン、ウチョウランおよびサギソウの子計3種、バンダ亜科に属するフウラン、シュンラン、ホウサイラン、ミルトニア、サイハイラン、バンダ、カンラン、*Phal.* シレリアナ、*Phal.* ドス・プエブロスおよび *Cym.* イナサの子計10種。

胚のうが8核であったのは、供試材料の5亜科に属する種に、5核のものはシプリベジウム亜科に属する種に1種、5~6核のものはエビデンドラム亜科に属する種に観察された。とくに、エビネ属の20種はすべてが5~6核であり、エビネ属固有のものともいえる顕著な特徴を示した(19ページ、第2表)。

ラン科植物の胚のう形成型は、1胞子型がほとんどであり、少数の種において2胞子型が認められ(Swamy, 1949a; Wirth and withner, 1959; Veyret, 1974. 第22図)、とくに1胞子型の *Polygonum* type

の胚のう形成がラン科植物の特徴であるといわれている(Swamy, 1949a)。胚のう核が5核であったのは、最初に形成された合点核が全く分裂しないことによって生じ、また、6核であったのは、合点核が第2回分裂を行わないことによって生じることが観察され、Swamy (1949a) および Wirth and Withner (1959) の報告と一致した。

ラン科植物では同属内の種の相違により、胚のう核の数が異なっているものが多く、また、同一種であっても、胚のう核の数が異なっているものも知られている(Swamy, 1949a; Abe, 1972ab)。

2). 胚乳核の数: ラン科植物においては、胚のう内部では、1つの精核は卵細胞と融合し、他の核は極核と完全に三重融合するか、あるいは融合しないで消失する。三重融合する場合、一般にただちに胚乳核は消失しはじめるか、あるいは消失する前に2個から16個に増殖するが、胚発生が完了するまでに、すべて消失する(Swamy, 1949b; Sood, 1985)。供試材料47種における胚乳核の数をみると(19~20ページ、第2表)、3~8個の範囲にあり、胚乳核の数は下記したような3種類に分けられた。

3~5個のもの(38種): エビデンドラム亜科に属するエビネ属の20種、ブレチア、カク

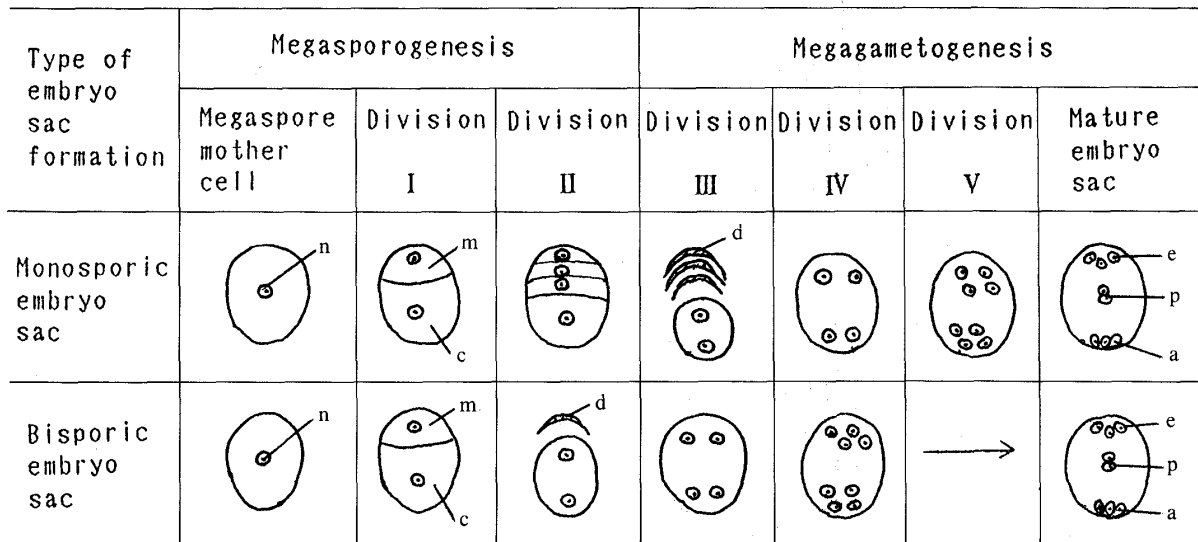


Fig.22. Diagram of embryo sac formation in Orchidaceae.

n: nucleus, m: micropylar cell, c: chalazal cell, e: egg apparatus, p: polar nucleus, a: antipodal cell, d: degenerated cell. (Wirth and Withner, 1959)

チョウラン, チシス, ガンゼキラン, コクラン, タイリントキソウ, オニノヤガラおよびデンドロビウムの計28種, シプリペジウム亜科に属するクマガイソウおよびパフィオペディラムの2種, バンダ亜科に属する, バンダ, ミルトニア, フウランおよびサイハイランの計4種, オルキス亜科に属するウチョウランキンランおよびサギソウの計3種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種.

4~8個のもの(5種): エピデンドラム亜科に属するシランの1種, バンダ亜科に属するシンビジウム属の4種.

6~8個のもの(4種): バンダ亜科に属する *Phal.* シレリアナおよび *Phal.* ドス・プエブロスの2種, エピデンドラム亜科に属するカトレヤおよびデンファレの2種.

6~8個の多数の胚乳核が認められたのは, 洋ランの種に多かった。これらの増殖した胚乳核は発達することなく胚発生完了までにすべて消失した(19~20ページ, 第2表)が, この点は Swamy (1949a) らの報告と一致した。なお, *Sobralia* では, 胚に子葉がわずかに分化しているが, 受精後の胚乳核の分裂はみられない (Swamy, 1949b)。一方, 胚の形態がこれに類似し, 子葉がわずかに分化しているシランでは, 4~8個の胚乳核が観察された(第2表および23ページ, 第7図)。受精後の胚乳核の分裂増殖は, 子葉の分化・未分化の相違によるとは考え難く, 種固有の特性ではないかと推察される。

3). 4細胞期の胚の型: ラン科植物の4細胞期は4型に分けられているが(15ページ, 第1図), 供試材料47種には, 下記したような3型が観察された(第2表)。

A2型のもの(29種): エピデンドラム亜科に属するエビネ属の20種, カクチョウラン, ガンゼキラン, プレチア, シラン, オニノヤガラおよびカトレヤの計26種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種, オルキス亜科に属するキンランおよびサギソウの2種.

C1型のもの(10種): エピデンドラム亜科に属するチシスの1種, バンダ亜科に属するフウラン, シュンラン, *Phal.* シレリアナ, *Phal.* ドス・プエブロス, バンダ, ホウサイラン, カンラン, *Cym.* イナサおよびミルトニアの計9種.

C2型のもの(8種): シプリペジウム亜科に属するクマガイソウおよびパフィオペディラムの2種, オルキス亜科に属するウチョウランおよびサギソウの2種, バンダ亜科に属するサイハイランの1種, エピデンドラム亜科に属するデンファレ, デンドロビウムおよびコクランの計3種.

エピデンドラム亜科に属するエビネ属の20種はすべてA2型, バンダ亜科に属するシンビジウム属の4種(シュンラン, カンラン, ホウサイランおよび *Cym.* イナサ) およびコチョウラン属の2種 (*Phal.* シレリアナおよび *Phal.* ドス・プエブロス) は, いずれもC1型であり, 同属内の種は同型を示した。一方, エピ

デンドラム亜科に属するデンドロビウム属では、デンドロビウムがA 2型、デンファレがC 2型であり、同属内であっても種によって型が異なっていた (19~20ページ, 第2表)。

4細胞期の型を亜科別にみると (第2表), エピデンドラム亜科に属する種ではA 2型, C 1型およびC 2型の3型, ラン科植物のなかでもっとも進化していると考えられているバンダ亜科に属する種ではC 1型およびC 2型の2型, ラン科植物のなかでもっとも進化の遅れていると考えられているシプリペジウム亜科に属する種ではC 2型であり, 4細胞期の型には亜科の特性が現れているとは認め難かった。

4). 胚発生型: 4細胞期以降から胚発生完了までの胚発生過程を Veyret (1974) の分類にしたがって 'regular' 群および 'irregular' 群に大別し, それぞれの群を各型に分けた場合, 供試材料47種は下記したような11型に分類された (15ページ, 第2図, 16ページ, 第3図, 19~20ページ, 第2表, 22ページ, 第6図, 26ページ, 第9図, 31ページ, 第13図, 32ページ, 第14図および36ページ, 第17図)。

'regular' 群 (6型, 35種)

E型に類似した型 (24種): エピデンドラム亜科に属するエビネ属の20種, カクチョウラン, ガンゼキランおよびデンドロビウムの計23種, オルキス亜科に属するキンランの1種。

E型の変異した型 (1種): エピデンドラム亜科に属するブレチアの1種。

C型の変異した型 (1種): エピデンドラム亜科に属するシランの1種。

B型に類似した型 (1種): スピランテス亜科に属するシランの1種。

F型の変異した型 (7種): シペリペジウム亜科に属するクマガイソウおよびパフィオペラムの2種, オルキス亜科に属するウチョウランおよびサギソウの2種, エピデンドラム亜科に属するタイリントキソウおよびデンファレの2種, バンダ亜科に属するサイハイランの1種。

D型の変異した型 (1種): エピデンドラム亜科に属するオニノヤガラの1種。

'irregular' 群 (5型, 12種)

J型+E型に類似した型 (1種): エピデンドラム亜科に属するチシスの1種。

J型+F型の変異した型 (6種): バンダ亜科に属するシンビジウム属の4種, フウランおよびミルトニアの計6種。

J型+B型に類似した型 (3種): バンダ亜科

に属するコチョウラン属の2種およびバンダの計3種。

G型+E型の変異した型 (1種): エピデンドラム亜科に属するコ克蘭の1種。

I型+F型の変異した型 (1種): エピデンドラム亜科に属するカトレヤの1種。

エビネ属の20種のすべてが, E型に類似した型であり属の特徴が現れていた, また, シランを除きエビネ属に近縁とされる4種が, E型に類似した型, あるいはE型の変異した型を示し, 胚発生型においてもこれらの両属が近縁であることが推察された (第2表, 第6図および第9図)。とくにエビネ属に近縁とされるファイアス属のカクチョウランおよびガンゼキランは, エビネ属の種と同様な胚発生型を示し, 胚発生型からみれば, もっともエビネ属に近縁な種ではないかと考えられる (第2表および第6図)。

シンビジウム属の4種 (J型+F型の変異した型), およびコチョウラン属の2種 (J型+B型に類似した型) は, それぞれの属に共通した特徴が現れていた (第13図および第17図)。一方, デンドロビウム属は, ラン科植物のなかでも種が多く (約1600種), ノビル (*nobile*) 型とファレノプシス (*Phalaenopsis*) 型に分類 (塚本, 1979) されているが, ノビル型のデンドロビウム (E型に類似した型) とファレノプシス型のデンファレ (F型の変異した型) では胚発生型が異なっていた (第2表), 'regular' 群にはバンダ亜科を除いた4亜科に属する35種が, 一方, 'irregular' 群にはラン科植物のなかでもっとも進化していると考えられているバンダ亜科およびエピデンドラム亜科に属する12種が属していた。洋ランの胚発生型には, 'irregular' 群に属するものが多いが, 洋ランの園芸品種では交配の繰り返しによって, 染色体倍加や異数体も認められていることから, これらは人為操作が, 胚発生型にもなんらかの影響を及ぼしているのではないかと推察される (第2表および第17図)。

完成した胚は, 主として4細胞期のca細胞から形成される種が多いことが知られており (Veyret, 1974), 供試した47種のランの完成した胚についても, 同様の傾向がみられた。ca細胞およびm細胞から形成されるのは, ネジバナ, オニノヤガラおよびカトレヤの3種のみであった (32ページ, 第14図および第17図)。

5). 胚柄の形態: 胚柄の形態をみると (第6図, 第9図, 第13図, 第14図および第17図), 供試材料の完成した胚には胚柄 (スピランテス亜科に属するネジバナを除く) が, また, エピデンドラム亜科およびバンダ亜科に属する種に胚管が認められた (第9図, 第13図および第17図)。

Swamy (1949b) は、胚柄の形態をラン科植物の分類の一つの手段として考え、胚柄の形態を5つのタイプに分類し(第23図)、亜族(subtribe)として明確に分類している。本研究では同一属内でも種によって胚柄の形態に相違がみられたが、同一属内の種についてデンドロビウム属の場合を除いて、胚柄の形態には類似した特徴がみられた。エビネ属の20種およびファイアス属の2種はタイプIに、コショウラン属の2種はタイプIVに、シンビジウム属の4種はタイプVに属していた。なお、デンドロビウム属では、デンドロビウムがタイプIに、デンファレがタイプIIに属していた(第6図、第14図および第23図)。デンドロビウム属の胚柄の形態の相違は、ノビル型とファレノプシス型(塚本, 1979)の相違によるのではないかと推察される。

ラン科植物の5亜科に属する47種を対象として、開花期の子房の発育程度および受粉・受精に伴う胚珠、胚の形成過程を観察し、相互に比較検討した。

1. 開花期の子房の発育程度は、胎座のみのもの、胚珠原基が分化しているもの、胚のう細胞が分化しているものおよび胚珠形成が完了しているものの4種類がみられた。なお、エビネ属の20種はすべて胚珠原基が分化した段階のものであった。受粉後から胚珠形成完了、受精、胚発生完了までのそれぞれの所要日数は、開花期の子房の発育が進んでいる種ほど短く、遅れている種ほど長かった。また、発育程度が同じであっても植物体が大型となる種では、上記した所要日数が長くなる傾向が認められた。

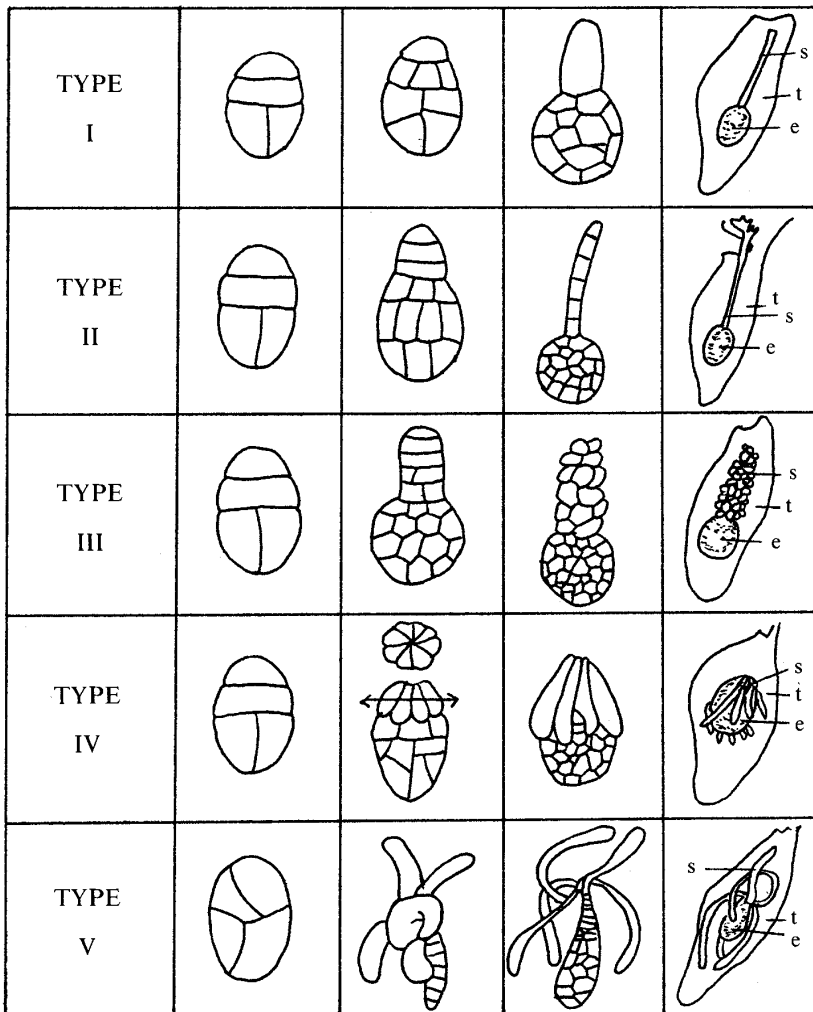


Fig.23. Diagrammatic representation of the type of suspensors in orchid embryos.

e: embryo, s: suspensor, t: testa.

(Swamy, 1949b)

2. 完成した胚の中の核数については、5核、5～6核および8核の3種類がみられた。エビネ属の20種およびオルキス属の3種の胚の核数は、属内では共通しており、属の特徴を示すものと認められた。また、受精後の胚乳核は、3～5個、4～8個および6～8個に増殖するタイプがみられ、エビネ属の20種、シンビジウム属の4種およびコチョウラン属の2種では、属内での胚乳核数は共通しており、属の特徴を示すものと認められた。

3. 胚発生過程の4細胞期およびそれ以降の胚発生型は、従来の研究とほとんど同様であり、4細胞期の前胚には、A2型、C1型およびC2型がみられ、4細胞期以降では、‘regular’群の6型（E型に類似した型、E型の変異した型、C型の変異した型、B型に

類似した型、F型の変異した型およびD型の変異した型）、‘irregular’群の5型（J型+E型に類似した型、J型+F型の変異した型、J型+B型に類似した型、G型+E型の変異した型およびI型+F型の変異した型）の11型がみられた。完成した胚には胚柄（スピランテス亜科を除く）が、さらに、エピデンドラム亜科およびバンダ亜科に属する種には胚管が認められた。エビネ属の20種、シンビジウム属の4種およびコチョウラン属の2種の胚発生型は属に共通の特徴が認められた。なお、完成した胚は、主として4細胞期のca細胞あるいはca細胞およびm細胞から形成された。

4. 供試材料5亜科47種における胚珠形成ならびに胚発生過程の経過は、亜科固有の特性が現れているとは認め難かった。

第3章 子房の肥大の経過

ラン科植物における受粉後の子房肥大の経過については、デンドロビウムおよびカトレヤの子房の幅の経時的な観察の成果（伊藤，1968，子房の器外培養法による），ならびにエビネについての報告（伊藤および唐沢，1975a）があるが，対象が特定な種にのみ限られ，子房肥大の時間経過についての詳細な検討に欠け充分でない。

前章の結果から，開花期の子房の発育程度が種により異なり，受粉後の胚珠形成および胚発生過程の時間経過と密接に関わっていることを考えると，子房肥大の経過についても，この点に関連し観察すべき問題は少なくなく，また，従来の研究では全く検討されてこなかった問題でもある。

本章においては，上記した研究の現状を考慮し，従来の研究に欠けている子房肥大の様相に焦点を当て，開花期の子房の発育程度，胚発生完了までの時間経過，ならびに1茎花数および花の大きさと子房肥大との関連について，検討を加えた。さらにこれらの諸問題について，亜科の特性を検討し，加えて従来の成果の再検討を試みた。

第1節 材料および方法

供試材料は，第2章で用いたもの（17～18ページ，第1表参照）とまったく同様であり，それぞれ屋外（1種），無加温ガラス室（39種）および温室（7種）で栽培した計47種（5亜科，11族，13亜族，22属）で，栽培法，施肥および受粉方法もまた，第2章に準じた。

いずれの供試材料についても，1977年4月9日から1984年6月4日にかけて，開花期を選んで受粉を行った。受粉後，それぞれ3～5花を選び経時的に子房の大きさ（長さおよび最大値を示す部分の幅—単に幅という—）できるだけ障害を与えないように物差しで，測定し，子房肥大の様相を観察した。なお，受粉時の子房の大きさに比較して，受粉後の子房に長さあるいは幅の増加が認められた時期をもって，子房の肥大開始と判定した。なお，以下，「肥大」なる用語を，長さの増加，幅の増加の何れの場合にも用いることを断っておく。

第2節 観察結果

第1項 エビネ属

1. 開花期および肥大完了した子房の大きさ・肥大

率ならびに形態

1). 開花期の子房の大きさ：開花期の子房の大きさをみると（第1表），子房の長さは14mm（ヒゴ）から32mm（カ・エルメリ），その幅は1.5mm（アマミエビネ）から3mm（カワカミエビネ，キエビネ，キンセイラン，サルメンエビネおよびリュウキュウエビネ）の範囲にあり，熱帯産落葉性のカ・エルメリおよびカ・カルディオグロッサは，温帯産の種に比較して，開花期の子房がやや大きくなる傾向がみられた。

2). 肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態：肥大完了した子房の大きさをみると（第1表），子房の長さは26mm（ヒゴ）から55mm（カ・エルメリ），その幅は6mm（アマミエビネ）から16mm（カワカミエビネ）の範囲にあった。さらに，子房肥大率（長さ・幅のいずれについても，開花時のそれを100とした百分率で示した）をみると（第1表），子房の長さは130%（ニオイエビネ）から233%（サツマ），その幅は233%（キンセイラン）から600%（エビネおよびツルラン）の範囲にあり，種による変動がきわめて大きかった。肥大率は，子房の長さに比較してその幅において大きくなる傾向が認められた。とくに，カワカミエビネの子房は肥大率が大きく，大型（幅が大）となった（第1表，第1図D）。一方，トクサランの肥大完了した子房は小型であり，肥大率も，エビネ属のなかではもっとも小さかった。また，熱帯産落葉性のカ・エルメリの肥大完了した子房およびその肥大率は，温帯産の種に比較して大きかった（第1表，第1図F）。

エビネ属20種の肥大完了した子房の形態をみると（第1図），楕円型（カワカミエビネの1種，第1図D），細長型（カ・エルメリおよびカ・カルディオグロッサの2種，第1図F）および長楕円型（上記3種を除いた17種，第1図A，B，C，E）の3種類の型がみられ，長楕円型が多かった。

2. 子房肥大完了までの時間経過：エビネ属20種の子房肥大の時間経過をみると（第1表，代表的な種の肥大経過の詳細を第1図A～Fおよび第2図に示す），子房は受粉後急速に肥大を開始した。すなわち，いずれの種においても，受粉後4日～5日ごろには子房が肥大し初め，長さおよび幅ともに急速に増加するのが認められた。子房の長さは受粉後30日（エビネおよびリュウキュウエビネ）から70日（カワカミエビネおよびトクノシマエビネ）ごろまでに，一方，その幅は受粉後40日（キンセイランおよびナツエビネ）から

Table 1. Number of flowers on a stem, size of flowers, size of ovary in flowering time and conditions of hypertrophy of ovary.

species	No. of flowers	Size ^z of flowers (cm)	Size of ovary in flowering time (mm)		Day of beginning hypertrophy	Days to complete hypertrophy of ovary		Size of ovary after ^y completion of ovary (mm)		Form of ^x ovary after completion of ovary	Ratio of days when complete hypertrophy of ovary and complete embryogenesis
			Width	Length		Width	Length	Width	Length		
Calanthe											
<i>C. amamiana</i>	15	3	15	1.5	5	60	70	34(227)	6(400)	L	70
<i>C. aristulifera</i>	12	2	16	2	”	40	60	31(194)	9(450)	”	60
<i>C. discolor</i> × <i>C. sieboldii</i>	15	3	18	”	4	50	”	34(189)	8(400)	”	”
<i>C. discolor</i>	”	2.5	20	”	”	30	50	35(175)	12(600)	”	55
<i>C. izu-insularis</i>	”	”	23	”	5	40	”	30(130)	9(450)	”	50
<i>C. kawakamii</i>	”	6	14	3	4	70	100	31(221)	16(533)	E	83
<i>C. sieboldii</i>	”	4	17	”	5	40	50	” (182)	11(367)	L	50
<i>C. tokunoshimensis</i>	”	2.5	18	2	”	70	70	34(187)	10(500)	”	70
<i>C. discolor</i> × <i>C. izu-insularis</i>	”	2	15	”	”	50	60	” (227)	11(550)	”	60
<i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i>	”	2.5	14	”	”	60	”	26(186)	9(450)	”	”
<i>C. discolor</i> × <i>C. aristulifera</i>	”	”	17	”	4	50	”	32(188)	11(550)	”	”
<i>C. discolor</i> × <i>C. sieboldii</i> × <i>C. aristulifera</i>	”	”	18	”	”	40	50	42(233)	”(”)	”	50
<i>C. nipponica</i>	8	2	23	3	5	”	40	34(148)	7(233)	”	67
<i>C. reflexa</i>	10	2.5	21	2	4	”	”	32(152)	”(350)	”	”
<i>C. tricarinata</i>	”	4	20	3	”	60	60	37(185)	10(333)	”	”
<i>C. furcata</i>	30	3	28	2	5	50	70	47(168)	12(600)	”	78
<i>C. okinawensis</i>	15	”	29	3	”	30	50	43(148)	10(333)	”	63
<i>C. venusta</i>	”	2.5	17	2	”	40	”	27(159)	7(350)	”	50
<i>C. elmeri</i>	10	4	32	”	”	”	60	55(172)	9(450)	S	86
<i>C. cardioglossa</i>	15	2	29	”	”	60	”	54(172)	8(400)	”	75
Specimen closely related to Cal.											
<i>Bl. purpurea</i>	15	5	25	2	5	50	60	70(280)	8(400)	S	100
<i>Bl. striata</i>	7	4	16	”	”	”	”	49(306)	10(500)	”	60
<i>Ch. bractescens</i>	5	6	18	8	”	80	80	50(278)	33(413)	E	57
<i>Pha. tracarvilleae</i>	7	7	37	4	”	60	70	77(208)	21(525)	L	78
<i>Pha. minor</i>	12	5	22	”	”	40	50	54(245)	20(500)	”	50
Wild orchid											
<i>Cyp. japonicum</i>	1	8	30	4	5	60	60	56(187)	10(250)	S	67
<i>Spi. sinensis</i>	30	0.2	6	1	2	6	8	7(117)	3(300)	L	57
<i>Ceph. falcata</i>	6	2	23	3	5	60	60	29(126)	8(267)	S	75
<i>Orch. graminifolia</i>	10	1	11	1	4	7	10	13(118)	2(200)	”	25
<i>Hab. radiata</i>	3	3	19	2	2	4	18	22(116)	4(”)	”	69
<i>Ple. formosana</i>	1	6	16	3	4	40	50	39(244)	9(300)	”	50
<i>Lip. nervosa</i>	7	1	6	1	5	”	40	18(300)	4(400)	L	57
<i>Gas. elata</i>	25	1	10	4	2	10	10	21(210)	10(250)	”	67
<i>Neo. falcata</i>	5	1	46	1.5	5	20	40	59(128)	6(400)	S	50
<i>Cre. appendiculata</i>	15	2	8	”	”	30	45	21(263)	7(467)	L	56
<i>Cym. goeringii</i>	1	4	19	2	4	60	100	85(447)	20(1000)	”	83
<i>Cym. hosai</i>	12	5	21	”	5	110	140	60(286)	13(650)	”	67
<i>Cym. kanran</i>	8	”	23	”	”	140	190	53(230)	12(600)	”	83
Foreign orchid											
<i>Paphiopedilum</i>	1	10	54	6	15	0	110	54(0)	9(150)	S	55
<i>Cattleya</i>	3	13	60	7	5	80	160	120(200)	50(714)	E	70
<i>Dendrobium</i>	15	7	51	3	”	”	100	100(196)	18(600)	L	71
<i>Den. phalaenopsis</i>	10	8	32	”	”	100	110	60(188)	16(533)	”	69
<i>Phal. schilleriana</i>	”	”	”	4.5	”	90	80	120(375)	11(733)	S	67

<i>Phal.Dos Pueblos</i>	"	10	53	4	"	50	50	110(208)	" (275)	"	42
<i>Vanda</i>	7	"	60	5	"	60	70	" (183)	18(360)	"	28
<i>Cym.Inasa</i>	15	7	30	3	"	130	160	62(207)	20(667)	L	58
<i>Miltonia</i>	5	8	50	2	"	80	80	102(204)	9(450)	"	51

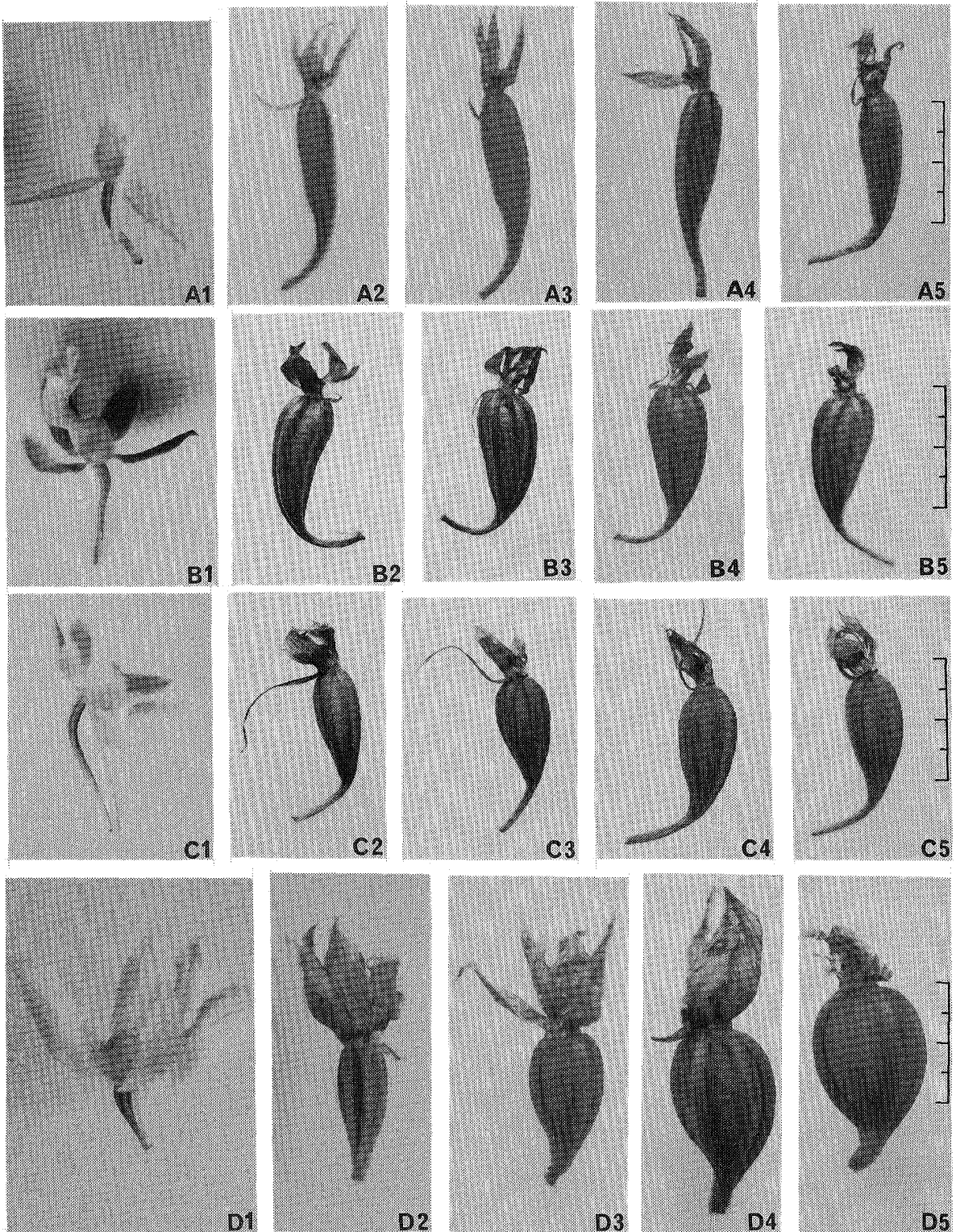
(Note) Each days showed days of after pollination. Numbers in () showed ratio of hypertrophy of ovary (%).

^x maximum diameter of flower (refer to the figure below).



^y maximum value of length and width of ovary.

^x L; long ellipsoid. S; slender, E; ellipsoid.



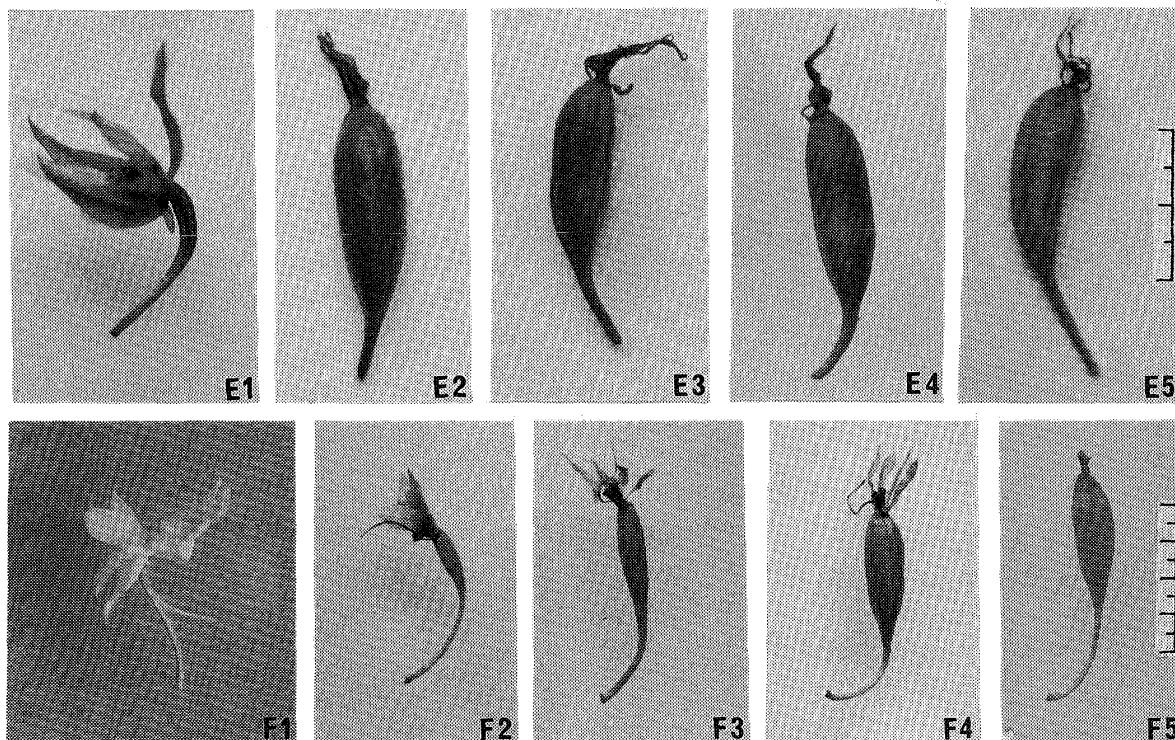


Fig.1. Conditions of hypertrophy in ovary of species within the genus *Calanthe*.

A. *C. amamiana* (A1: un-pollinated, A2: 50 days, A3: 60 days, A4: 110 days, A5: 150 days), B. *C. discolor* (B1: un-pollinated, B2: 40 days, B3: 60 days, B4: 100 days, B5: 140 days), C. *C. izu-insularis* (C1: un-pollinated, C2: 40 days, C3: 80 days, C4: 100 days, C5: 140 days), D. *C. kawakamii* (D1: un-pollinated, D2: 40 days, D3: 60 days, D4: 90 days, D5: 120 days), E. *C. nipponica* (E1: un-pollinated, E2: 40 days, E3: 60 days, E4: 80 days, E5: 100 days), F. *C. elmeri* (F1: un-pollinated, F2: 20 days, F3: 30 days, F4: 50 days, F5: 65 days). (Each days showed after pollination, scale 5mm)

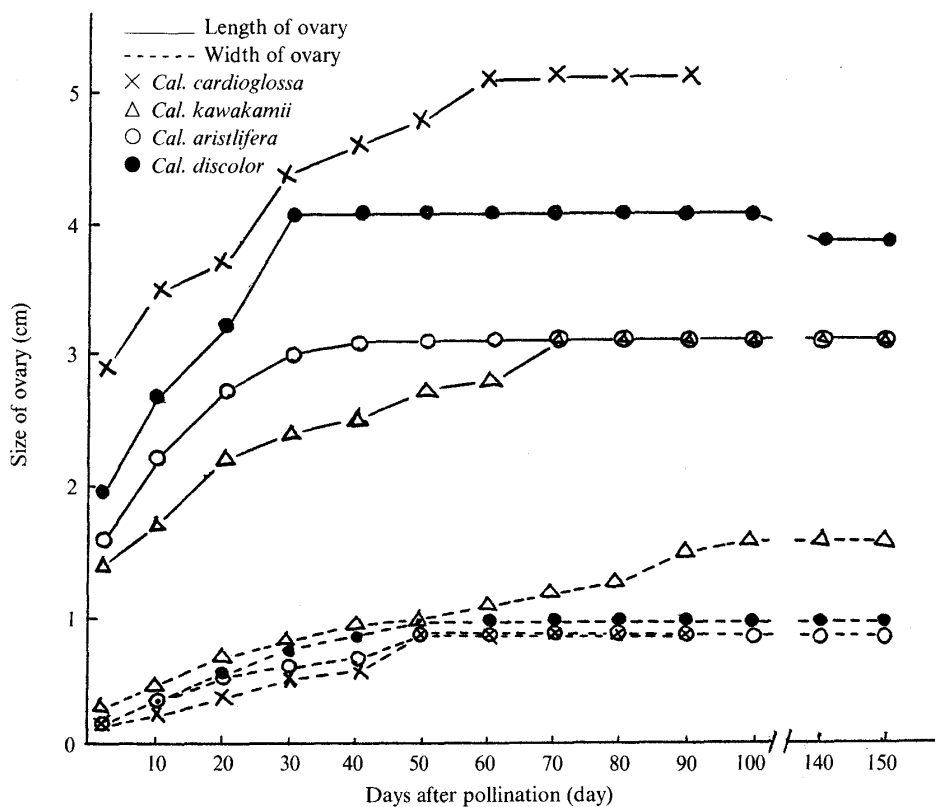


Fig.2. Process of hypertrophy in ovary of species within the genus *Calanthe*.

100日(カワカミエビネ)ごろまでに、それぞれ最大値に達した(第1表)。

子房の長さや幅が最大値に達するまでの所要日数を比較してみると、両者がほぼ同じであったもの(トクノシマエビネ、ヒゴ、キンセイラン、ナツエビネ、サルメンエビネおよびカ・カルディオグロッサ)と子房の長さが最大値に達した後、およそ10日(アマミエビネ、タカネ、コオズ、ヒゼン、サツマおよびトクサラン)から30日(カワカミエビネ)遅れてその幅が最大値に達するものの2種類の型が認められた。またやや特異な事例として、エビネの子房の長さは受粉後30日ごろに最大値に達したが、受粉後130日以降わずかに減少するのが認められた。カワカミエビネは観察したエビネ属のなかでは、子房肥大がもっとも緩慢で長期間持続する点で特徴的であった(第2図)。

3. 子房肥大完了までと胚発生完了までとの時間経過

子房肥大完了までの所要日数(ここでは子房の幅が最大値に達するまでの所要日数とした)と第2章で観察した胚発生完了までの所要日数の平均値との比率をとって比較してみると(第1表、子房肥大および胚発生完了日数比として表示)、50%(ニオイエビネ、キエビネ、サツマおよびトクサラン)から86%(カ・エルメリ)の範囲にあった。熱帯産落葉性のカ・エルメリおよびカ・カルディオグロッサ、暖帯産のカワカミエビネおよびツルランは、温帯産の種に比較して比率がやや大きく、胚発生完了までの全体に占める子房肥大完了までの所要日数が長く、一方、ニオイエビネ、キエビネ、サツマおよびトクサランでは、短かった。

4. 1茎花数および花の大きさと子房肥大の様相

エビネ属20種の1茎花数および花の大きさと子房肥大の様相をみると(第1表)、1茎花数と子房肥大の様相との密接な関係は認め難かった。花の大きさとの関係については、とくに大型の花を形成するカワカミエビネでは、子房の肥大完了までの所要日数が長くなる傾向が認められ、一方、小型の花を形成するキンセイランでは、子房の肥大率が小さく、また、同じく小型の花を形成するトクサランでは肥大完了した子房が小型であった。

第2項 エビネ属近縁種

1. 開花期および肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態

1). 開花期の子房の大きさ: エビネ属に近縁とされる5種について、開花期の子房の大きさをみると(第1表)、子房の長さは16mm(シラン)から37mm

(カクチョウラン)、その幅は2mm(ブレチアおよびシラン)から8mm(チシス)の範囲にあり、シランの子房は小型であり、カクチョウランはやや大型であった。

2). 肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態: 肥大完了した子房の大きさをみると(第1表)、子房の長さは49mm(シラン)から77mm(カクチョウラン)、その幅は8mm(シラン)から33mm(チシス)の範囲にあった。さらに、子房の肥大率をみると(第1表)、子房の長さは208%(カクチョウラン)から306%(シラン)、その幅は400%(ブレチア)から525%(カクチョウラン)の範囲にあり、種による変動が大きかった。肥大率は、子房の長さに比較して、その幅において大きくなる傾向が認められた。とくに、シランの子房は、エビネ属に近縁とされる種のなかではもっとも小型であったが肥大率は大きかった(第1表)。

エビネ属に近縁とされる5種の肥大完了した子房の形態をみると(第3図)、楕円型(チシスの1種)、細長型(シランおよびブレチアの2種、第3図A)および長楕円型(カクチョウランおよびガンゼキランの2種、第3図B、C)の3種類の型がみられた。

2. 子房肥大完了までの時間経過: 子房肥大の時間経過をみると(第1表、代表的な種の肥大経過の詳細を第3図A~Cおよび第4図に示す)、子房は受粉後急速に肥大を開始した。すなわち、いずれの種においても受粉後5日ごろから子房は肥大し初め、子房の長さは受粉後40日(ガンゼキラン)から80日(チシス)ごろまでに、一方、その幅は受粉後50日(ガンゼキラン)から80日(チシス)ごろまでにそれぞれ最大値に達した。

子房の長さや幅が最大値に達するまでの所要日数を比較してみると、両者がほぼ同じであったもの(チシス)と子房の長さが最大値に達した後、約10日(ブレチア、シラン、カクチョウランおよびガンゼキラン)遅れてその幅が最大値に達するものとの2種類の型が認められた。

3. 子房肥大完了までと胚発生完了までとの時間経過

子房肥大完了までの所要日数と胚発生完了までの所要日数の平均値との比率をとって比較してみると(第1表)、50%(ガンゼキラン)から100%(ブレチア)の範囲にあった。ブレチアでは、子房の肥大完了と胚発生の完了がほとんど同時であり、一方、ガンゼキランでは、胚発生完了までの全体に占める子房肥大完了までの所要日数が短かった。

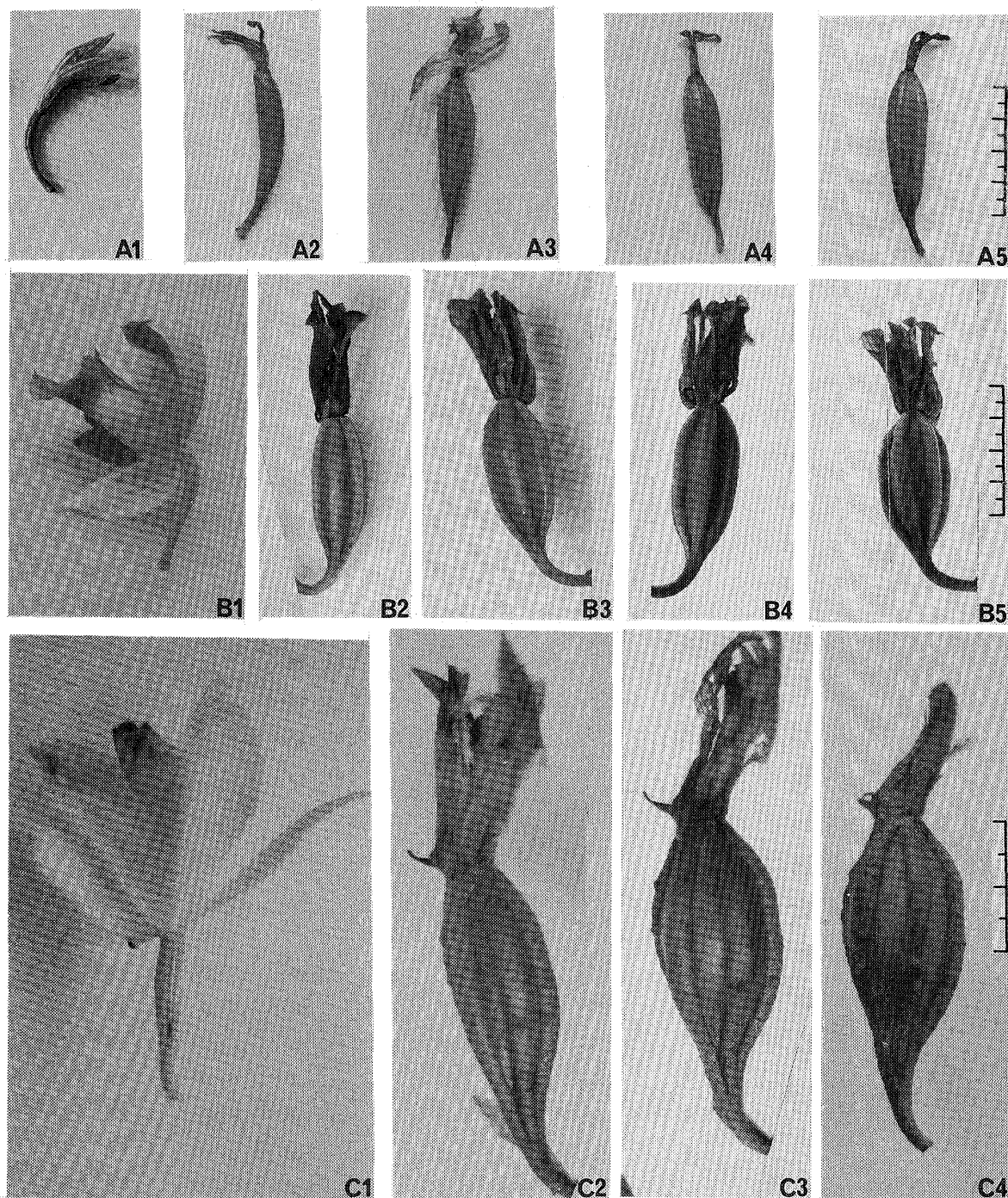


Fig.3. Conditions of hypertrophy in ovary of species in closely related to the genus *Calanthe*.

A. *Bl. striata* (A1: 10 days, A2: 20 days, A3: 40 days, A4: 70 days, A5: 100 days) B. *Pha. tricarvilleae* (B1: un-pollinated, B2: 40 days, B3: 60 days, B4: 90 days, B5: 130 days), C. *Pha. minor* (C1: un-pollinated, C2: 30 days, C3: 50 days, C4: 100 days). (Each days showed after pollination, scale 5mm)

4. 1 茎花数および花の大きさと子房肥大の様相：

エビネ属に近縁とされる5種の1茎花数および花の大きさと子房肥大の様相をみると(第1表), 1茎花数と子房肥大の様相との密接な関係は認め難かった。花の大きさととの関係については, とくに大型の花を形

成するカクチョウランでは, 肥大完了した子房は大型であったが, 子房の長さの肥大率が小さかった。一方, 比較的小型の花を形成するシランでは, 肥大完了した子房は小さかったが, 長さの肥大率が大きかった。

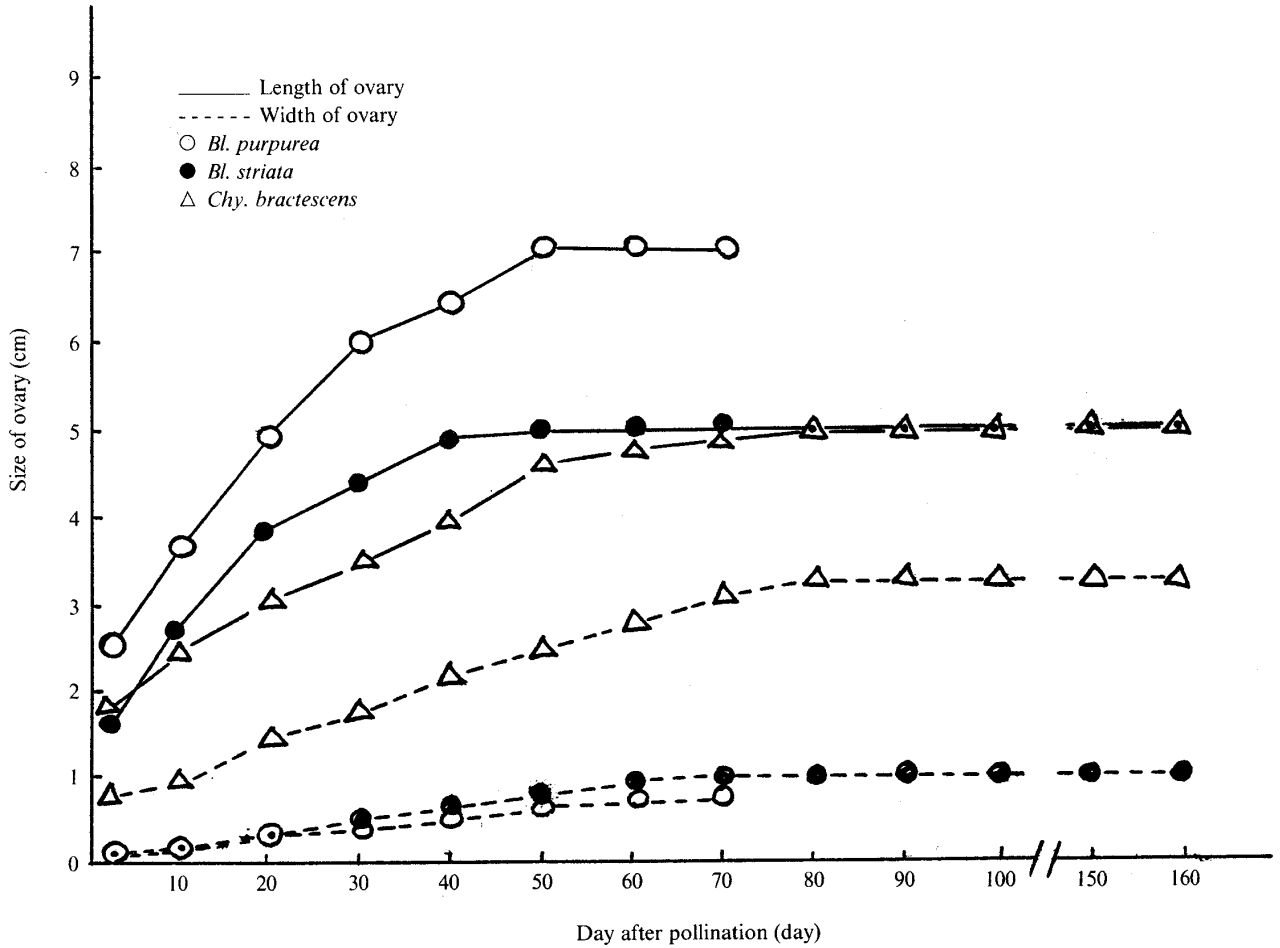


Fig.4. Process of hypertrophy in ovary of species in closely related to the genus *Calanthe*.

第3項 野生ラン

1. 開花期および肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態

1). 開花期の子房の大きさ：野生ラン13種の開花期の子房の大きさをみると(47ページ, 第1表), 子房の長さは6mm(ネジバナ)から16mm(フウラン), その幅は1mm(ネジバナ, ウチョウランおよびコ克蘭)から4mm(クマガイソウおよびオニノヤガラ)の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。

2). 肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態：肥大完了した子房の大きさをみると(第1表), 子房の長さは7mm(ネジバナ)から85mm(シュンラン), その幅は3mm(ネジバナ)から20mm(シュンラン)の範囲にあった。さらに, 子房の肥大率をみると(第1表), 子房の長さは117%(ネジバナ)から447%(シュンラン), その幅は200%(ウチョウランおよびサギソウ)から1000%(シュンラン)の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。肥大率は子房の長さに比較して, その幅において大きい傾向が認められた。ネジバナおよびウチョウランの子房は小型で, 肥大率も小さかった。一方, シンビジウム属の種(シュンラン, ホウサイランおよびカンラン)では, とくに子房の幅の肥大率が大きかった(第1表)。

野生ラン13種の肥大完了した子房の形態をみると(第5図, 代表例を示した), 長楕円型(コ克蘭, オニノヤガラ, サイハイラン, ネジバナ, シュンラン, ホウサイランおよびカンランの7種)および細長型(タイリントキソウ, クマガイソウ, フウラン, ウチョウラン, サギソウおよびキンランの6種)の2種類の型がみられた。

2. 子房肥大完了までの時間経過：子房肥大の時間経過をみると(第1表, 代表的な種の肥大経過の詳細を第5図A~Cおよび第6図に示す), 子房は受粉すると急速に肥大を開始した。すなわち, ネジバナ, サギソウおよびオニノヤガラの子房は受粉後2日ごろから, その他のランにおいては受粉後4日(ウチョウラン, タイリントキソウおよびシュンラン)から5日(クマガイソウ, キンラン, コ克蘭, フウラン, サイハイラン, ホウサイランおよびカンラン)ごろから肥大し始めた。子房の長さは受粉後4日(サギソウ)から140日(カンラン)ごろまでに, 一方, その幅は受粉後8日(ネジバナ)から190日(カンラン)ごろまでにそれぞれ最大値に達し, 種による変動がきわめて大きかった(第1表)。

子房の長さおよび幅が最大値に達するまでの所要日数を比較してみると, 両者がほぼ同じであったもの(クマガイソウ, キンラン, コ克蘭およびオニノヤガラ), 子房の長さが最大値に達した後, およそ2日(ネジバナおよびサギソウ)から50日(カンラン)遅れてその幅が最大値に達するものの2種類の型が認められた(第1表)。

3. 子房肥大完了までと胚発生完了までとの時間経過：子房の肥大完了までの所要日数と胚発生完了までの所要日数の平均値との比率をとって比較してみると(第1表), 25%(ウチョウラン)から83%(シュンランおよびカンラン)の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。胚発生完了までの全体に占める子房肥大完了までの所要日数は, ウチョウランではきわめて短く, 一方, シュンランやカンランでは, きわめて長かった。

4. 1茎花数および花の大きさと子房肥大の様相：

野生ラン13種の1茎花数および花の大きさと子房肥大の様相をみると(第1表), 1茎花数と子房肥大の様相との密接な関係は認め難かった。花の大きさと関係においては, とくに小型の花を形成するネジバナ, サギソウ, オニノヤガラおよびウチョウランでは, 子房の肥大完了までの所要日数が短く, 肥大完了した子房も小型で, 肥大率も小さくなる傾向が認められた。

第4項 洋ラン

1. 開花期および肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態

1). 開花期の子房の大きさ：洋ラン9種の開花期の子房の大きさをみると(第1表), 子房の長さは30mm(*Cym.* イナサ)から60mm(カトレヤ), その幅は1.5mm(*Phal.* シレリアナ)から7mm(カトレヤ)の範囲にあり, 比較的大きくなる傾向がみられた。

2). 肥大完了した子房の大きさ・肥大率ならびに形態：肥大完了した子房の大きさをみると(第1表), 子房の長さは54mm(パフィオペディラム)から120mm(カトレヤ), その幅は9mm(パフィオペディラムおよびミルトニア)から50mm(カトレヤ)の範囲にあり, 比較的大きくなる傾向が認められた。さらに, 子房の肥大率をみると(第1表), 子房の長さは0%(パフィオペディラム)から375%(*Phal.* シレリアナ), その幅は150%(パフィオペディラム)から733%(*Phal.* シレリアナ)の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。肥大率は, 子房の長さに比較してその幅において大きくなる傾向が認めら

れた。パフィオペディラムは極めて特異的で、肥大完了した子房の長さは、開花期とほとんど同じでその幅の肥大率も150%であり、洋ランのなかでは、もっとも肥大率が小さかった。一方、*Phal.* シレリアナでは、子房の肥大率が大きく、またカトレヤでは、子房の幅の肥大率が大きかった。

洋ラン9種の肥大完了した子房の形態をみると（第

7図）、長楕円型（デンドロビウム、デンファレ、ミルトニアおよび *Cym.* イナサの4種、第7図B）、細長型（*Phal.* シレリアナ、*Phal.* ドス・プエブロス、パフィオペディラムおよびバンダの4種、第7図A、C）および楕円型（カトレヤの1種）の3種類の型がみられた。

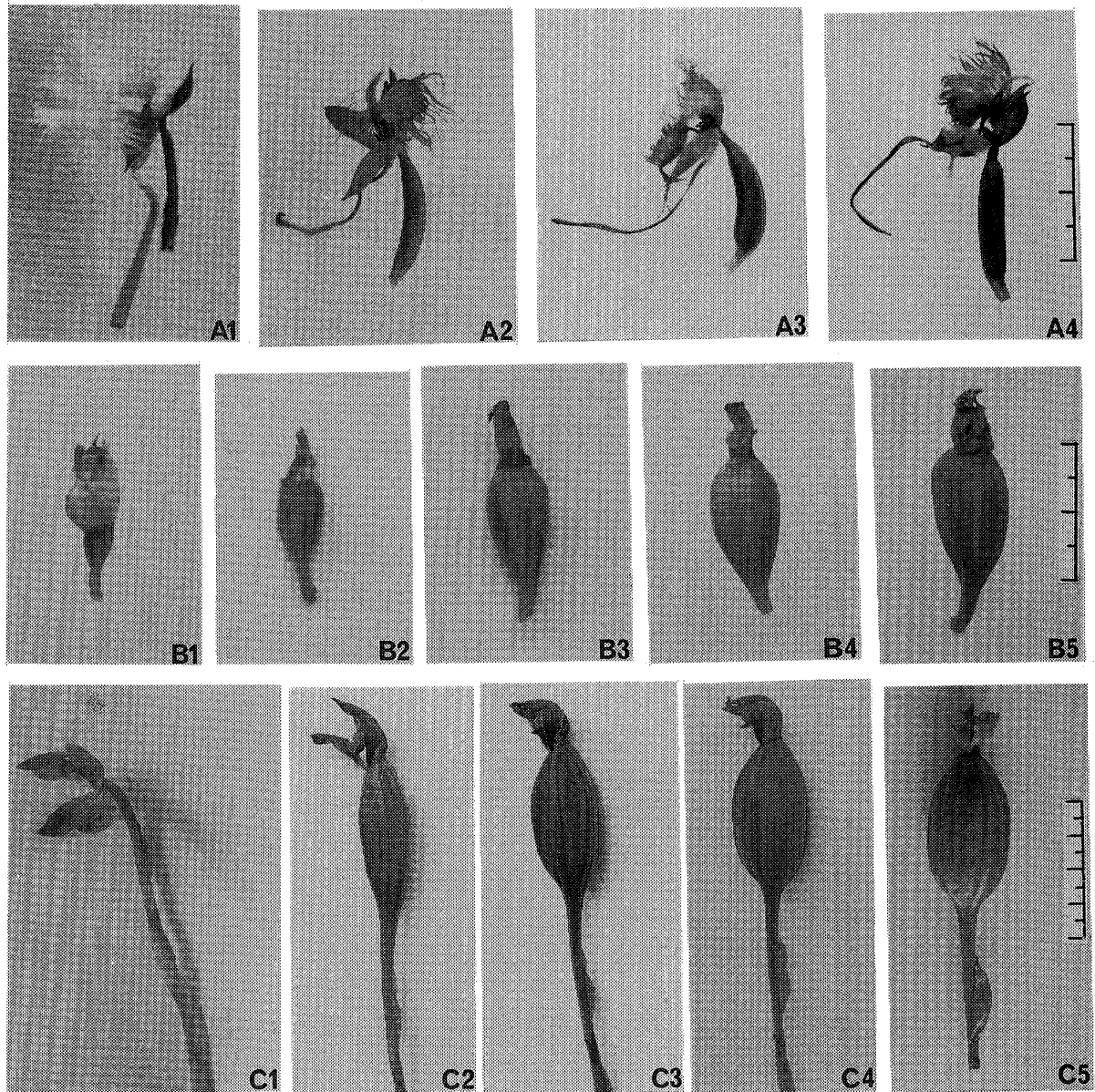


Fig.5. Conditions of hypertrophy in ovary of species in wild orchid.

A. *Hab. radiata* (A1: un-pollinated, A2: 10 days, A3: 20 days, A4: 30 days), B. *Gas. elata* (B1: un-pollinated, B2: 3 days, B3: 7 days, B4: 10 days, B5: 15 days), C. *Cym. goeringii* (C1: 10 days, C2: 50 days, C3: 80 days, C4: 110 days, C5: 150 days). (Each days showed after pollination, scale 5mm)

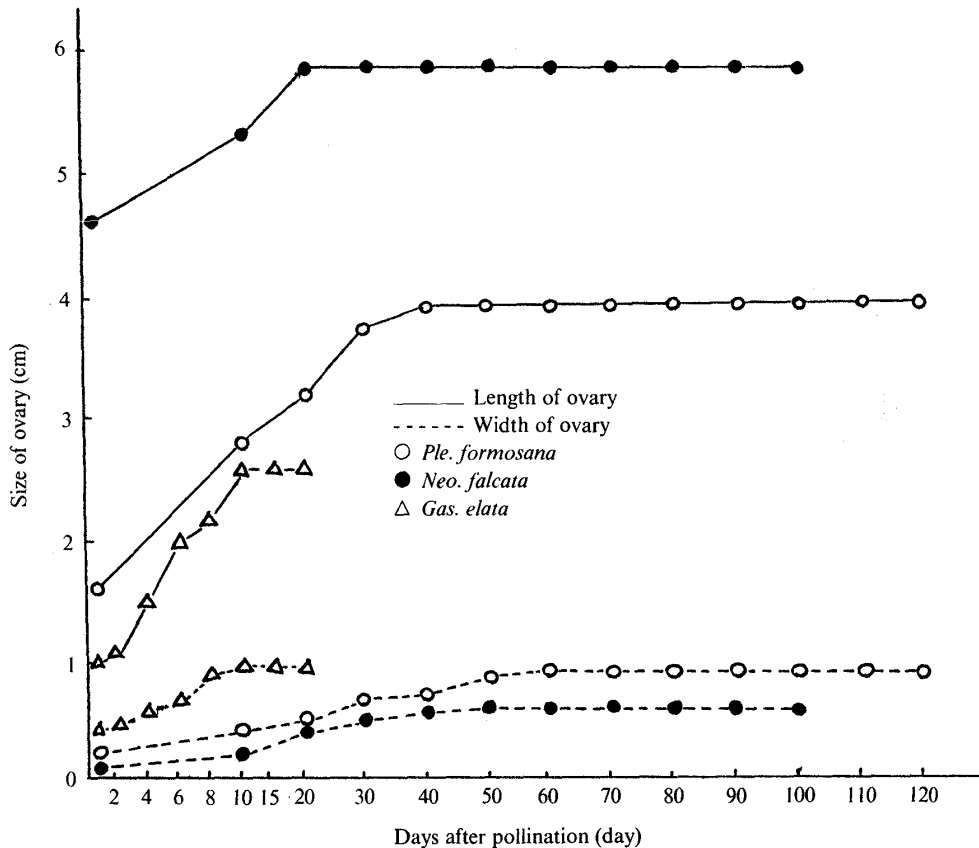


Fig.6. Process of hypertrophy in ovary of species in wild orchid.

2. 子房肥大完了までの時間経過： 子房肥大の時間経過をみると（第1表，代表的な種の肥大経過の詳細を第7図A～Cおよび第8図に示す），パフィオペディラムを除いて，子房は受粉すると急速に肥大した。パフィオペディラムの子房の長さは，胚発生完了以降も開花期とほとんど同じであり，受粉後15日ごろから，その他の洋ランの種においては受粉後5日ごろから肥大し始めた。子房の長さはパフィオペディラムを除いて，受粉後50日（*Phal.* ドス・プエプロス）から130日（*Cym.* イナサ）ごろまでに，一方，その幅は受粉後50日（*Phal.* ドス・プエプロス）から160日（カトレヤおよび *Cym.* イナサ）ごろまでにそれぞれ最大値に達した（47ページ，第1表）。

子房の長さとおよび幅が最大値に達するまでの所要日数を比較してみると，両者がほとんど同じであったもの（*Phal.* ドス・プエプロスおよびミルトニア），子房の長さが最大値に達した後，およそ10日（デンファレおよびバンダ）から80日（カトレヤ）遅れてその幅が最大値に達するもの，子房の幅が最大値に達した後，およそ10日（*Phal.* シレリアナ）遅れてその長さが最大値に達するものの3種類の型が認められた（第1表）。

3. 子房肥大完了までと胚発生完了までとの時間経過： 子房肥大完了までの所要日数と胚発生完了までの所要日数の平均値との比率をとって，比較してみると（第1表），28%（バンダ）から70%（カトレヤ）の範囲にあった。バンダでは，胚発生完了までの全体に占める子房肥大完了までの所要日数がきわめて短く，一方，カトレヤではきわめて長かった。

4. 1茎花数および花の大きさとおよび子房肥大の様相： 洋ラン9種の1茎花数および花の大きさとおよび子房肥大の様相をみると（第1表），パフィオペディラムを除いて，1茎花数および花の大きさとおよび子房肥大の様相との密接な関係は認め難かった。パフィオペディラムは，1茎1花で，大型の花を形成するが，子房の長さは開花期から肥大完了までほとんど同じで，その幅の肥大率も小さく，肥大開始日も他の洋ランに比較してきわめて遅く，特徴的であった。

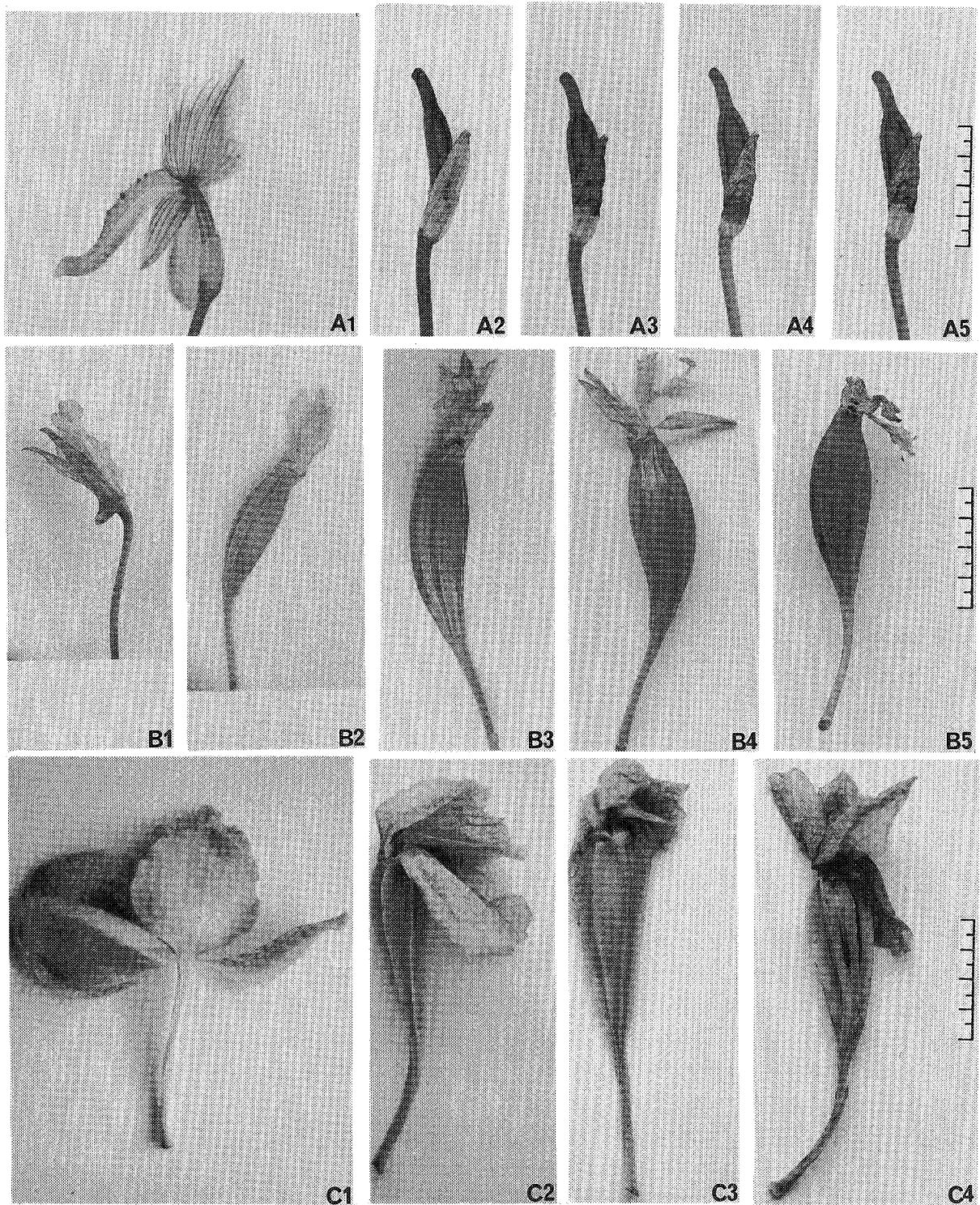


Fig.7. Conditions of hypertrophy in ovary of species in foreign orchid.

A. *Paphiopedilum* (A1: un-pollinated, A2: 50 days, A3: 110 days, A4: 160 days, A5: 220 days),
 B. *Dendrobium* (B1: 10 days, B2: 50 days, B3: 70 days, B4: 100 days, B5: 150 days), C. *Vanda* (C1: un-
 pollinated, C2: 100 days, C3: 160 days, C4: 250 days). (Each days showed after pollination, scale 5mm)

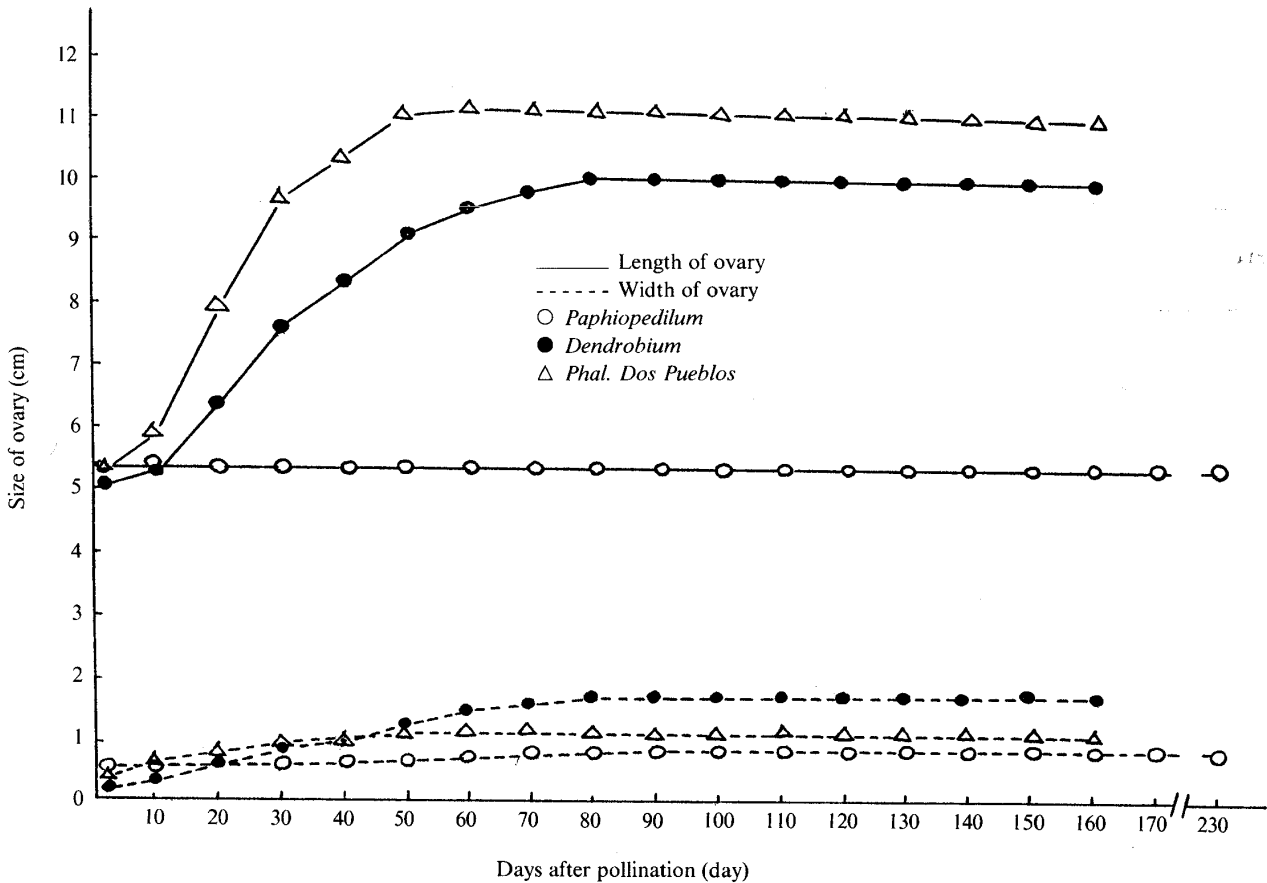


Fig.8. Process of hypertrophy in ovary of species in foreign orchid.

第3節 考察

1. 開花期の子房の発育程度と子房肥大の様相

1). 開花期の子房の大きさ と 肥大開始日の相違：

開花期の子房の大きさについてのデータ (第1表) と、それぞれの種の開花期の子房の発育程度 (別途調査した) とを、関連づけて整理したのが第2表である。開花期に胎座のみの種の子房は、開花時においても、肥大完了時においてももっとも大きく、次いで胚珠原基が分化している種、胚のう細胞が分化している種、胚珠形成が完了している種の順に小さくなった。また、子房の肥大開始日をみると、受粉後2日 (ネジバナ) から15日 (パフィオペディラム) の範囲にあり、種による変動がきわめて大きかった。開花期の子房の発育程度と肥大開始日の平均値をみると、概して開花期に胚珠の形成が遅れている種が遅く、胚珠形成が進み完了している種ほど早かった (第2表)。すなわち、開花期の子房の大きさ、ならびに肥大の開始日は、開花期の子房の発育程度と密接な関係があり、発育の遅れている種ほど開花期の子房は大きく、肥大開始日は遅くなる傾向が認められた (47~48ページ, 第1表および第2表)。

2). 肥大完了した子房の大きさと肥大率の相違：

開花期の子房の発育程度と肥大完了した子房の大きさをみると (第2表), 開花期に胎座のみしか分化していない種の子房がもっとも大型となり、次いで胚珠原基が分化している種、胚のう細胞が分化している種、胚珠形成が完了している種の順に小型となった。また、子房の肥大率をみると (第1表および第2表), 胚珠原基が分化している種では肥大率の変動がきわめて大きい, 平均値をみると、胎座のみしか分化していない種の肥大率がもっとも大きく、次いで胚珠原基が分化している種、胚のう細胞が分化している種、胚珠形成が完了している種の順に小さくなった。子房の長さおよび幅の肥大率の間には、相関係数 $r=0.668$ の相関関係のあることが認められた (第9図)。なお、子房の長さの肥大率に比較して、その幅の肥大率が大きくなるという一般的な傾向が認められた。

開花期の子房の発育程度と子房の肥大率, ならびに肥大完了した子房の大きさとの間には密接な関係があり、発育の遅れている種ほど、子房の肥大率および肥大完了した子房の大きさが大きくなる傾向が認められた (第2表)。

Table 2. Conditions of examined materials in degree of development in ovary in flowering time and in hypertrophy of ovary.

Size of ovary in flowering time and conditions of hypertrophy in ovary	Degree of development of ovary in flowering time				
		only placenta (8 Spp.)	differentiated ovule primodium (35 spp.)	differentiated cells embryo sac (8 spp.)	completed for- mation of ovule (1 sp.)
Sizes of ovary in flowering time (mm)	length	21~60 (37.8) ^z	6~60 (25.0)	10~19 (13.3)	6
	width	1.5~5 (2.9)	1~15 (3.0)	1~4 (2.3)	1
Sizes of ovary when completed hypertrophy (mm)	length	53~12 (84.8)	18~120 (51.4)	13~22 (18.7)	7
	width	11~20 (14.9)	4~5 (13.8)	2~10 (5.3)	3
Ratios of hypertrophy of ovary (%)	length	183~375 (234.4)	0~447 (218.5)	116~210 (148.0)	117
	width	275~667 (552.3)	150~1000 (450.0)	200~250 (216.7)	300
Day of beginning hypertrophy in ovary (Days after pollination)		5 (5.0)	4~15 (5.2)	2~4 (2.7)	2
Form of ovary when complete hypertrophy and Ratio of days to complete hypertrophy of ovary and embryogenesis	long ellipsoid	5 58~83 (69.6)	25 50~83 (61.4)	1 67 (67)	1 57 (57)
	slender	3 28~67 (45.7)	8 50~100 (70.4)	2 25~69 (47.0)	—
	ellipsoid	—	2 57~70 (63.5)	—	—

^z() : average value.

3). 肥大完了した子房の形態ならびに時間経過：開花期の子房の発育程度と肥大完了した子房の形態との関係を見ると(第2表), 発育程度の異なるいずれの種においても長楕円型がみられ, 子房の発育程度と子房の形態との間には密接な関係は認め難かった。また, 胚発生完了までの全体に占める子房肥大完了までの所要日数の比率と, 肥大完了した子房の形態との関係を見ると(47~48ページ, 第1表および第2表), 開花期の子房のいずれの発育程度においても, 長楕円型および楕円型の比率の差はほとんど認められなかった。また, 細長型においては, 胎座のみの種および胚のう細胞が分化している種に比較して, 胚珠原基が分化している種の比率が大きくなる傾向が認められるが, 子房肥大完了までの時間経過と肥大完了した子房の形態との間に, とくに密接な関係は認め難かった。

2. 子房肥大完了までの時間経過：受粉後の子房肥大の時間経過をみると(49ページ, 第2図, 52ページ, 第4図, 55ページ, 第6図および57ページ, 第8図), 供試材料のいずれにおいても, 子房は受粉後急速に肥大し, それぞれ最大値に達する傾向が認められた。子房肥大完了までの所要日数をみると(第1表および第10図), 子房の長さは, 受粉後0日(パフィオペディラム)から140日(カンラン), その幅は受粉後8日(ネジバナ)から190日(カンラン)の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。供試材料47種の子房肥大完了までの時間経過をみると(第1表, 第2図, 第4図, 第6図および第8図), 下記したような3種類の型に分けられた。

a型. 子房の長さと同様に幅がほとんど同時期に最大値に達するもの(13種)：エピデンド

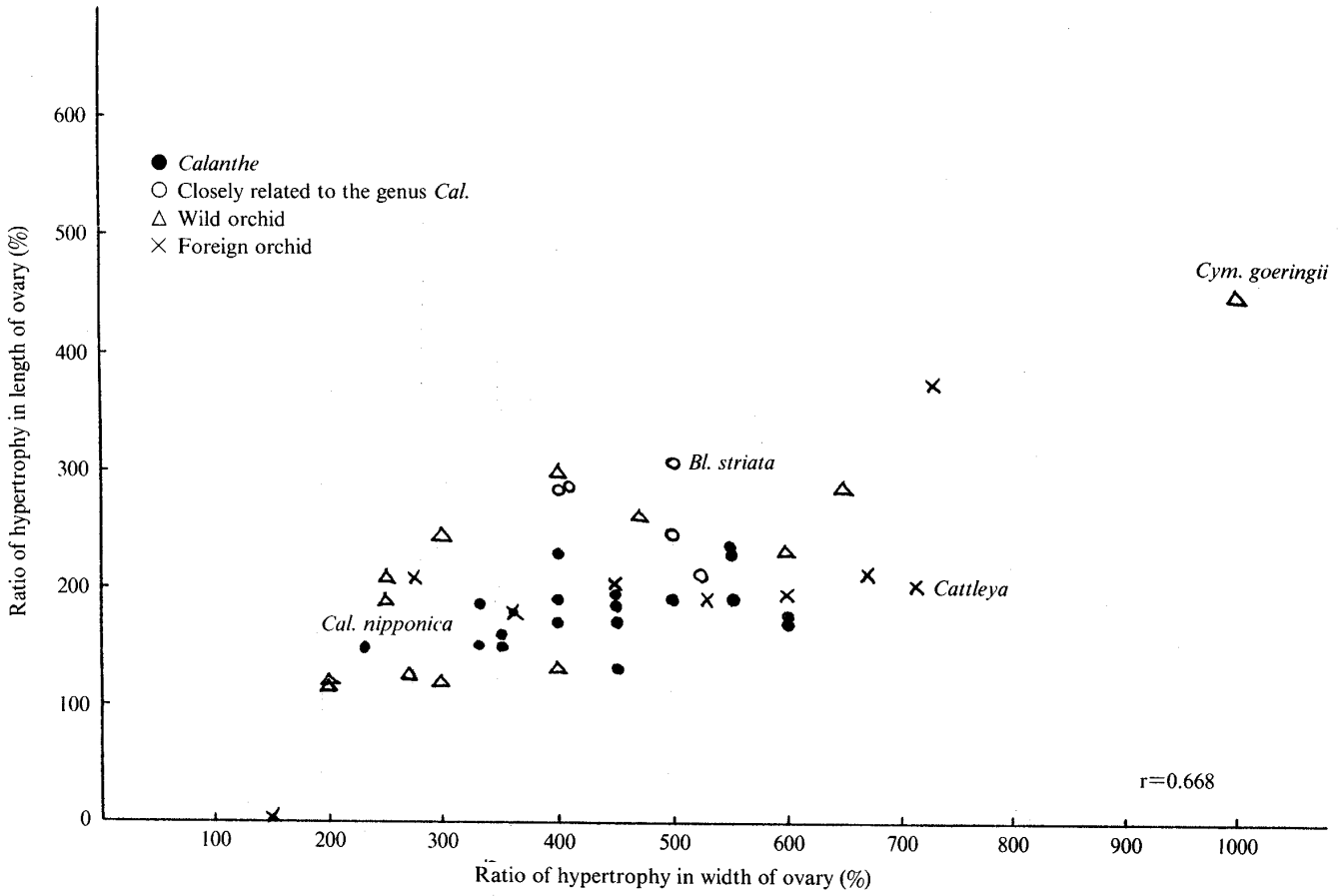


Fig.9. Ratio of hypertrophy of ovary examined.

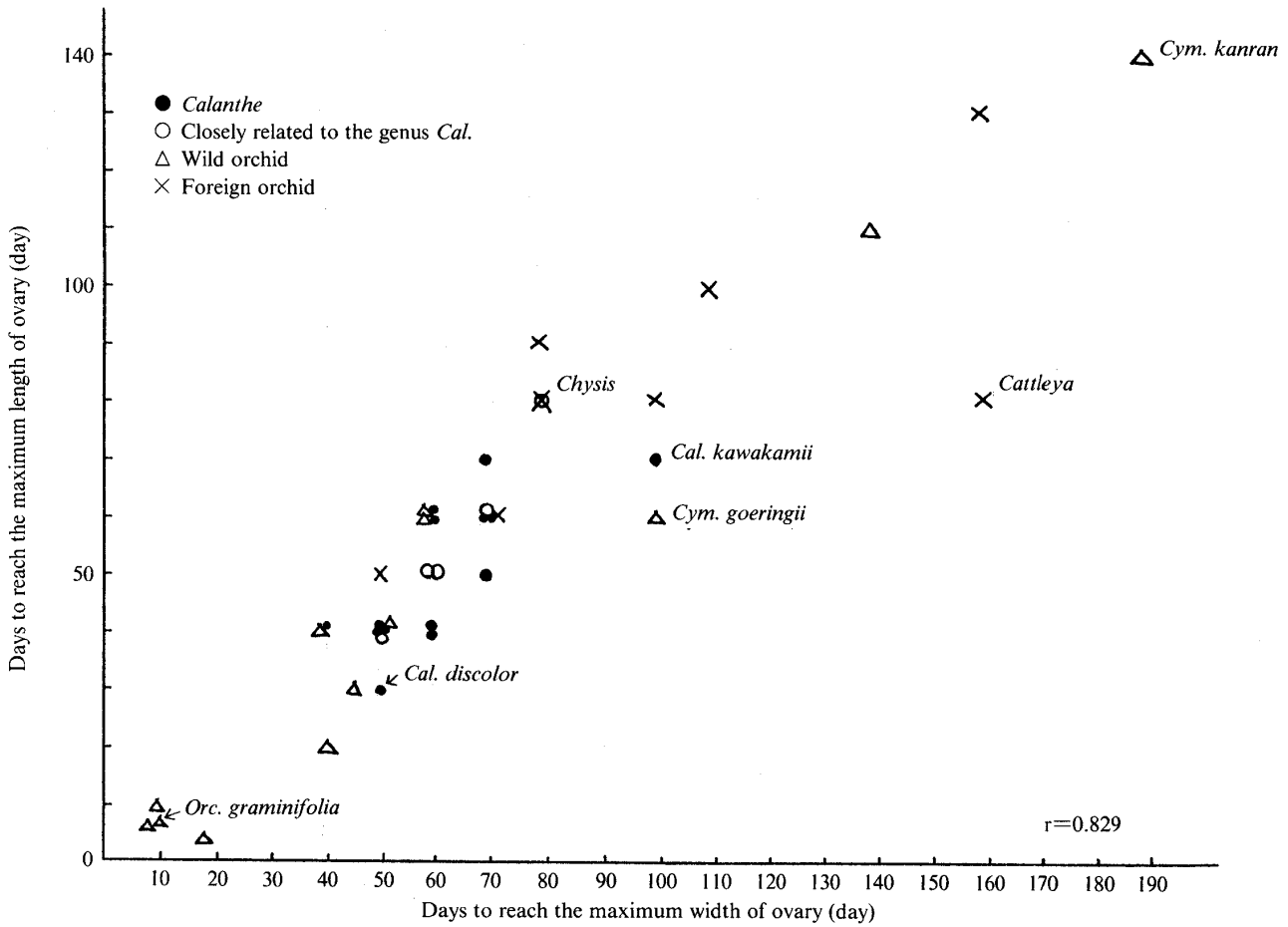


Fig.10. Days to complete hypertrophy of ovary examined.

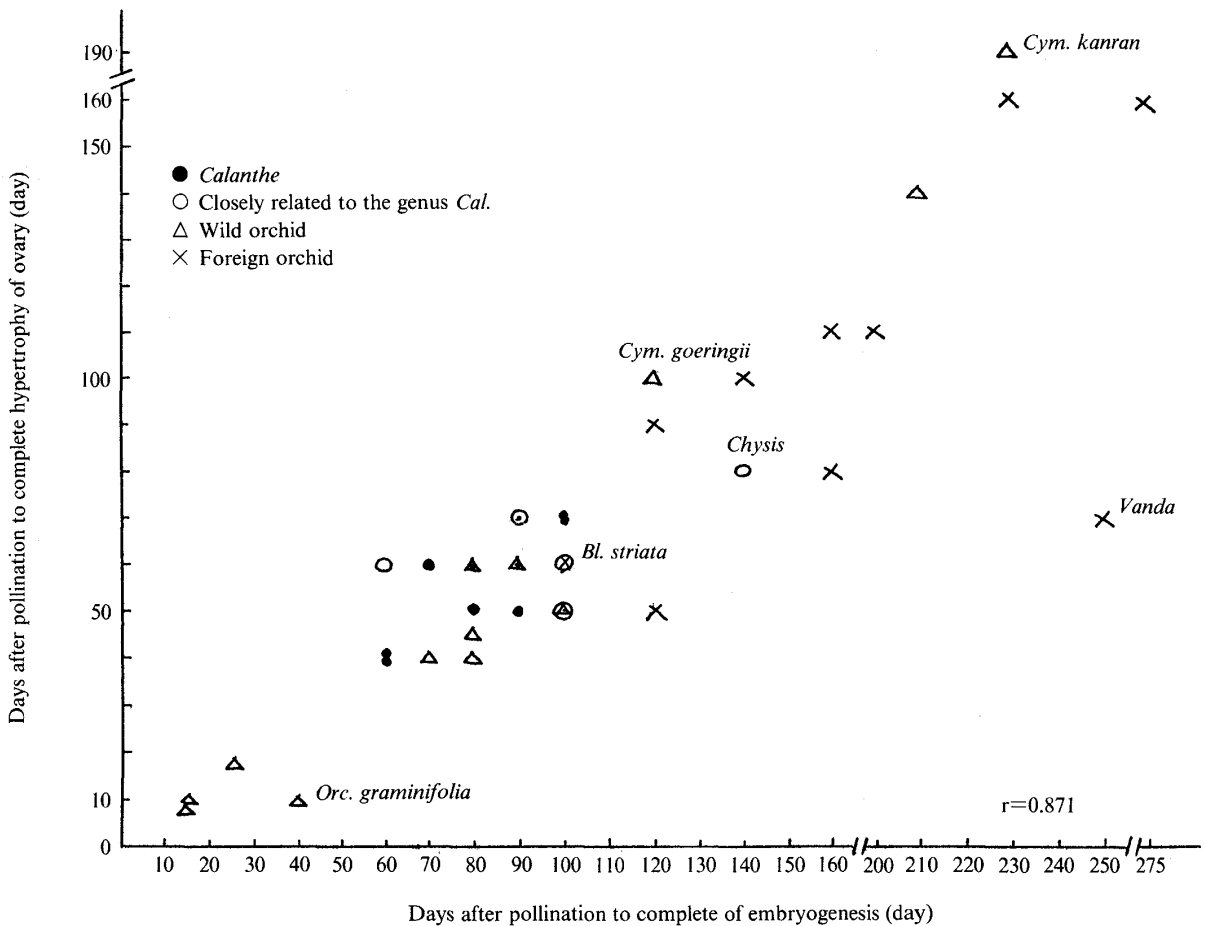


Fig.11. Relation in progress of time in examined materials between completion of hypertrophy of ovary and completion of embryogenesis.

ラム亜科に属するトクノシマエビネ、ナツエビネ、ヒゴ、キンセイラン、サルメンエビネ、カ・カルディオグロッサ、チシス、コ克蘭およびオノノヤガラ計9種、バンダ亜科に属する *Phal.* ドス・プエプロスおよびミルトニアの2種、シプリペジウム亜科に属するクマガイソウの1種、オルキス亜科に属するキンランの1種。

b型. 子房の長さが最大値に達した後、遅れてその幅が最大値に達するもの(33種): エピデンドラム亜科に属するアマミエビネ、エビネ、カワカミエビネ、サツマ、ツルラン、タカネ、コオズ、ヒゼン、トクサラン、カ・エルメリ、キリシマエビネ、ニオイエビネ、キエビネ、リュウキュウエビネ、シラン、ガンゼキラン、ブレチア、カクチョウラン、タイリントキソウ、デンドロビウム、デンファレおよびカトレヤ計22種、スピランテス亜科に属するネジバナの1種、オルキス亜科に属するサギソウおよびウチョウランの2種、バンダ亜科

に属するシュンラン、カンラン、バンダ、サイハイラン、フウラン、ハウサイランおよび *Cym.* イナサ計7種、シプリペジウム亜科に属するパフィオペディラムの1種。

c型. 子房の幅が最大値に達した後、遅れてその長さが最大値に達するもの、1種: バンダ亜科に属する *Phal.* シレリアナの1種。

供試材料の大部分がb型に属し、5亜科に属する種に認められ、ファイアス属、デンドロビウム属およびシンビジウム属では、いずれも属内の種はすべてb型であった。一方、同属内においてもエビネ属の種ではa型およびb型に、コチョウラン属の種ではa型およびc型にそれぞれ分かれた。子房肥大完了までの時間経過には、亜科の特性が現れているとは認め難かった。

子房の長さとは幅が最大値に達するまでの所要日数の相関関係をみると、相関係数 $r = 0.829$ の高い相関関係が認められた(第10図)。子房の長さが最大値に達するまでの所要日数が長いものは、その幅が最大値に達するまでの所要日数も長くなる傾向が認められた。

3. 子房肥大完了までと胚発生完了までの時間経過： 子房肥大完了までの所要日数と胚発生完了までの所要日数の平均値との比率をとって比較してみると(47~48ページ, 第1表および第11図), 25% (ウチョウラン) から100% (ブレチア) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。ブレチアは, 子房の肥大完了と胚発生完了までの所要日数が一致するとともにきわめて長いという特性があり, 一方, ウチョウランは, 胚発生完了までの全体に占める子房肥大完了までの所要日数がきわめて短いという特殊な種であった。供試材料47種について同比率をみると(第1表), 下記したような2種類の型に分けられた。

50%以下のもの, 10種: エピデンドラム亜科に属するニオイエビネ, キエビネ, トクサラン, サツマ, ガンゼキランおよびタイリントキソウの計6種, オルキス亜科に属するウチョウランの1種, バンダ亜科に属するフウラン, バンダおよび *Phal.* ドス・プエブロスの3種。

51%以上のもの, 37種: エピデンドラム亜科に属するエビネ, アマミエビネ, キンセイラン, サルメンエビネ, キリシマエビネ, タカネ, トクノシマエビネ, コオズ, ヒゴ, ヒゼン, カ・カルディオグロッサ, ナツエビネ, リュウキュウエビネ, カワカミエビネ, ツルラン, カ・エルメリ, シラン, カクチョウラン, ブレチア, チシス, コクラン, オニノヤガラ, カトレヤ, デンドロビウムおよびデンファレの計25種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種, シプリペジウム亜科に属するパフィオペディラムおよびクマガイソウの2種, オルキス亜科に属するサギソウおよびキンランの2種, バンダ亜科に属するミルトニア, *Cym.* イナサ, サイハイラン, *Phal.* シレリアナ, シュンラン, カンランおよびホウサイランの計7種。

ブレチアを除いて, 供試材料のいずれの種においても子房肥大完了までの所要日数は, 胚発生完了までの所要日数日に比較して短い傾向が認められた。とくに, バンダおよびウチョウランでは著しかった(第1表)。供試材料の大部分が同比率51%以上を示し, 5亜科に属する種に認められ, 同比率は亜科の特性が現れているとは認め難かった。

受粉後から胚発生完了までと子房肥大完了までの所要日数の間には, 相関係数 $r=0.871$ の高い相関関係(第11図)が認められた。子房肥大完了までの所要日

数が短いものは, 胚発生完了までの所要日数も短くなる傾向が認められた。

エビネ属の20種については, 同比率50%から83%の範囲にあり, とくに比率の小さい種は認められなかった(第1表および第11図)。

4. 1茎花数および花の大きさと子房肥大の様相:

供試材料47種の1茎花数と子房肥大の様相をみると(第1表), いずれの種においても, 1茎花数と子房肥大の様相との密接な関係は認め難かった。また, 花の大きさと子房の肥大率をみると(第1表), とくに, 小型の花を形成するネジバナ, サギソウ, オニノヤガラおよびウチョウランでは, 肥大率が小さい傾向が認められた。一方, 大型の花を形成するカクチョウラン, パフィオペディラム, バンダ, カトレヤおよび *Phal.* ドス・プエブロスの肥大率は, 種による変動が大きく, 花の大きさと子房の肥大率との密接な関係は認め難かった(第1表)。エビネ属の20種においては, 小型の花を形成する種(キンセイランおよびカ・カルディオグロッサ)では肥大率が小さく, 大型の花を形成する種(カワカミエビネ)では, 肥大完了までの所要日数が長くなる傾向が認められた(第1表)。

第4節 適要

ラン科植物の47種を対象として, 子房の肥大経過を開花期の子房の発育程度, 胚発生完了までの時間経過, ならびに1茎花数および花の大きさと子房肥大とを関連づけて比較観察した。

1. 子房は受粉後急速に肥大し, それぞれ最大値に達した。子房の長さが最大値に達するまでの所要日数が長いものは, その幅が最大値に達するまでの所要日数も長くなる傾向がみられた。また, 子房肥大完了までの所要日数は, 胚発生完了までの所要日数に比較して短い(ブレチアを除く)傾向が認められ, 子房の肥大完了までの所要日数が短いものは胚発生完了までの所要日数も短く, 同所要日数が長いものは長くなる傾向が認められた。

2. 開花期の子房の発育程度と開花期および肥大完了した子房の大きさ, ならびに肥大率とは密接な関係があり, 子房の発育程度が進んでいない種ほど子房は大きくなり, 発育の進んでいる種ほど小さくなる傾向がみられた。子房の肥大開始日は, 発育の進んでいない種ほど遅く, 進んでいる種ほど早い傾向がみられた。また, 子房の肥大率は, 長ささと幅とで相関関係を示したが, 長さの肥大率に比較してその幅の肥大率が大きかった。なお, パフィオペディラムの子房の長さは,

開花期から子房の肥大完了までほとんど変わらないという特異性を示した。

3. 子房肥大完了までの時間経過は、a型（子房の長さおよび幅がほとんど同時期に最大値に達するもの）、b型（子房の長さが最大値に達した後、遅れて子房の幅が最大値に達するもの）およびc型（子房の幅が最大値に達した後、遅れて子房の長さが最大値に達するもの）の3種類の型がみられ、ファイアス属、デンドロビウム属およびシンビジウム属では、属内の種はすべてb型であり、エビネ属では、a型およびb型の2種類の型がみられた。

4. 肥大完了した子房の形態は、開花期の子房の発育程度および肥大完了までの時間経過との密接な関係は認め難く、長楕円型、細長型および楕円型の3種類の型がみられ、長楕円型が多かった。

5. 1茎花数と子房肥大の様相との密接な関係は認め難かったが、小型の花を形成する種では、肥大完了した子房および肥大率が小さく、子房肥大完了までの所要日数が短くなる傾向がみられた。

6. 子房肥大の経過の様相は、亜科の特性が現れているとは認め難かった。

第4章 種子および胚の肥大の経過

ラン科植物の種子はきわめて微細であり、エビネの種子はわずか数10個の細胞から構成され、その長さは $800\mu\text{m}$ 、その幅は $100\mu\text{m}$ 、胚の長さは $80\mu\text{m}$ 程度である。一般に、ラン科植物の種子は、1層の薄膜状の種皮と未分化の胚から形成されている（伊藤および唐沢, 1975b）。

肥大を完了した種子の形態についてはエビネ、ツルラン、シュンラン、その他についての報告があり（伊藤および唐沢, 1975b；田原, 1986；加古, 1968；Barthlott, 1976）、また、Ye et al. (1988) は、*Dendrobium candidum* の受粉後の胚の形態の変化を、ある一定期間にわたって経時的に観察している。肥大完了した種子および胚の大きさ、ならびに形態については、従来の研究は特定な種にのみ限られ充分でない。

前章においては、開花期の子房の発育程度が種により異なり、受粉後の胚発生過程ならびに子房肥大の経過に密接に関わっていることを明らかにしたが、この点に関連して、種子や胚がいかに肥大してくるかは、注目すべき問題となる。にもかかわらず、従来、子房の肥大および胚発生過程における種子および胚の肥

大の実態を経時的に観察した報告は、ほとんど見あたらない。

本章においては、上記した研究の現状を考慮し、従来の研究に欠けている、種子および胚の肥大の時間経過、肥大を完了した種子および胚の大きさについて観察を行い、これらの諸問題と、前章までに取り扱ってきた開花期の子房の発育程度との関係について検討を加えた。さらにそれぞれの問題について亜科の特性を検討し、併せて従来の成果を再検討した。

第1節 材料および方法

供試材料は、第2章で用いたもの（17～18ページ、第1表参照）とまったく同様であり、それぞれ屋外（1種）、無加温ガラス室（39種）および温室（7種）で栽培した計47種（5亜科、11族、13亜族、22属）で、これらの栽培法、施肥および受粉方法は第2章に準じた。

それぞれのランの受粉後の子房を経時的に採取し、それぞれの種の平均的な発育像を把握するために子房

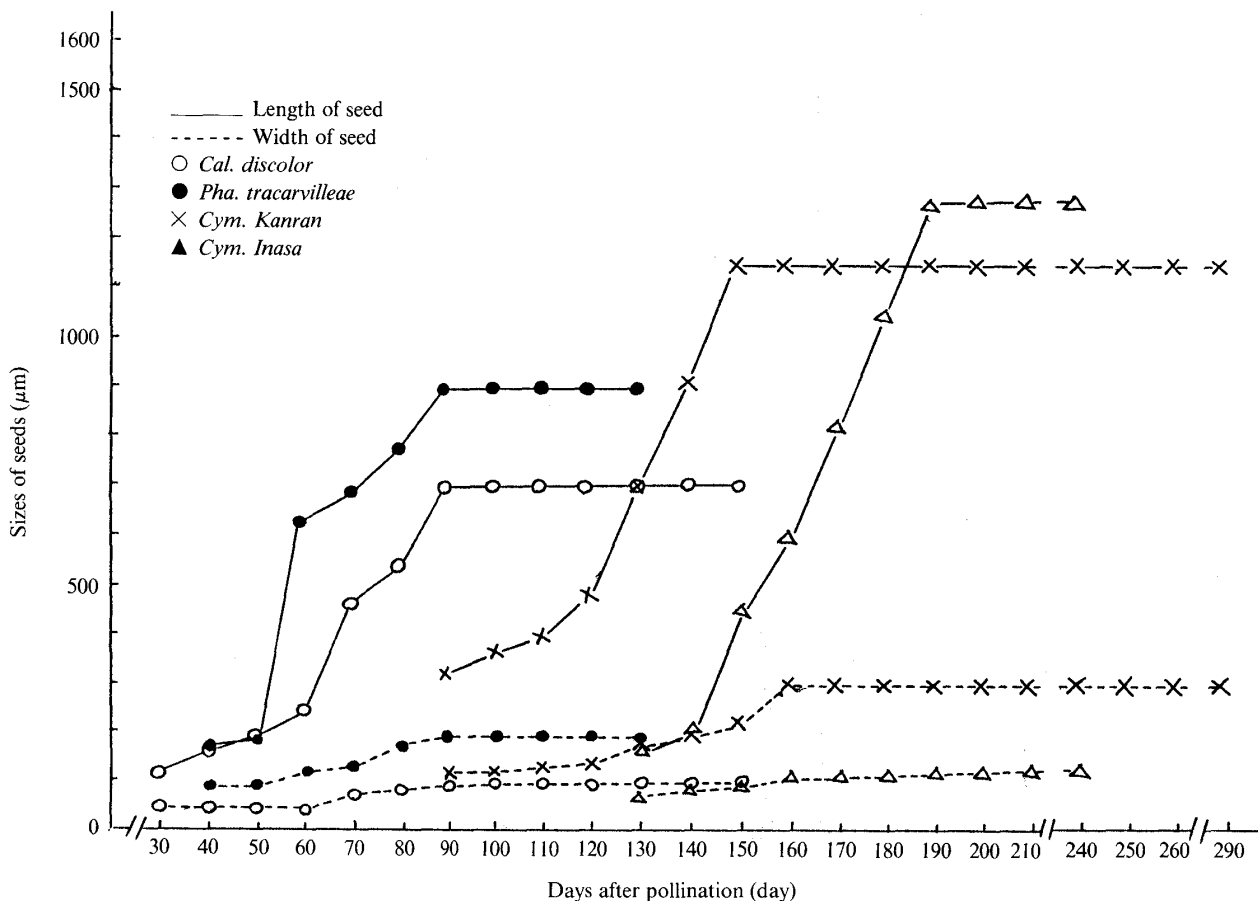


Fig. 1. Progress of hypertrophy in seeds of *Calanthe discolor*, *Phaius tricarvilleae*, *Cymbidium kanran* and *Cym. Inasa*.

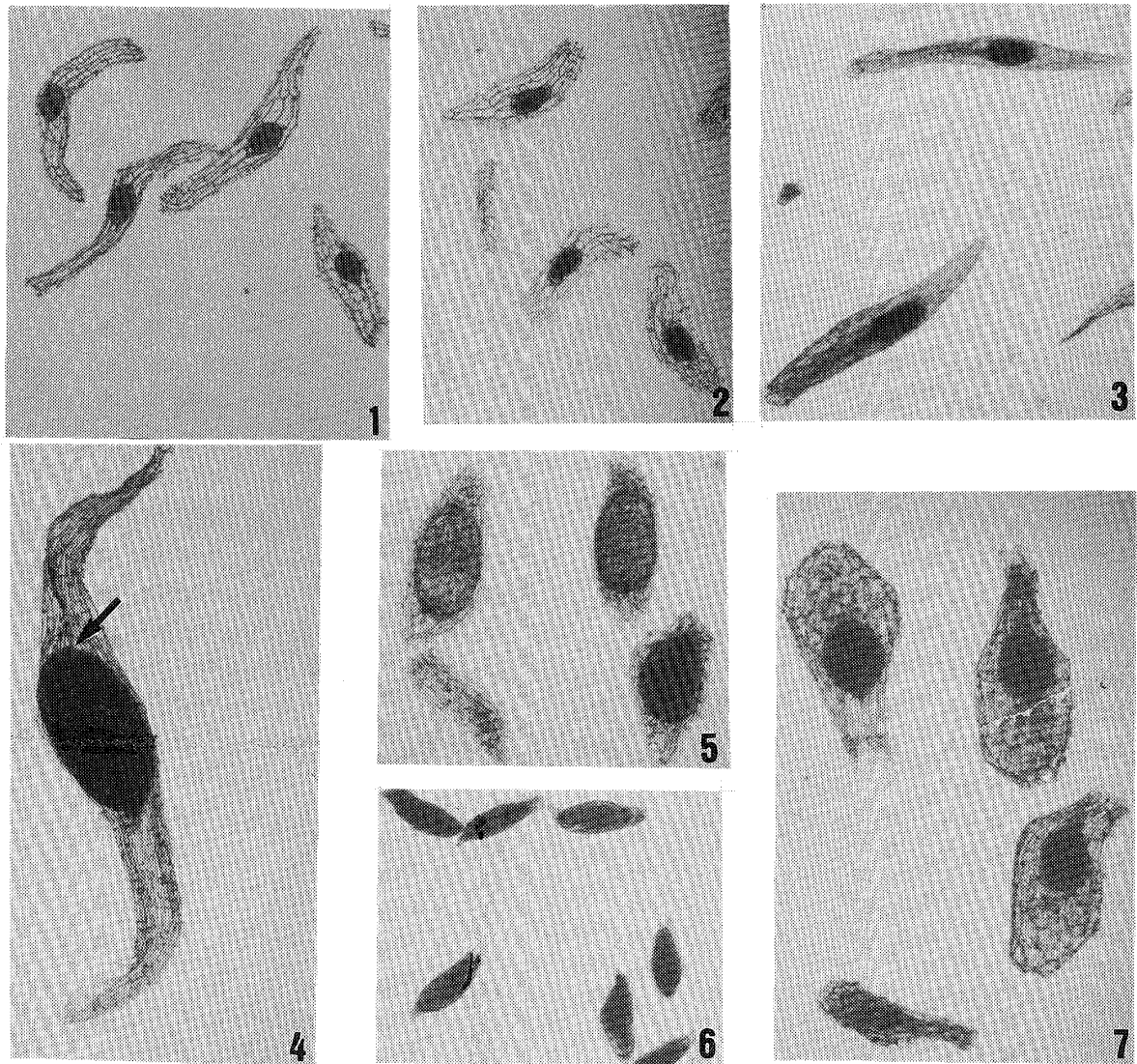


Fig.2. Seeds of completed hypertrophy in typical orchids examined.

1: *Calanthe discolor*, 2: *Cal. elmeri*, 3: *Cattleya*, 4: *Bletilla striata*, 5: *Paphiopedilum*, 6: *Neofinetia falcata*, 7: *Habenaria radiata*. (1~4: slender type, 5~6: rectangle type, 7: clavated type. x40)
 arrow: Cotyledon slightly differentiated.

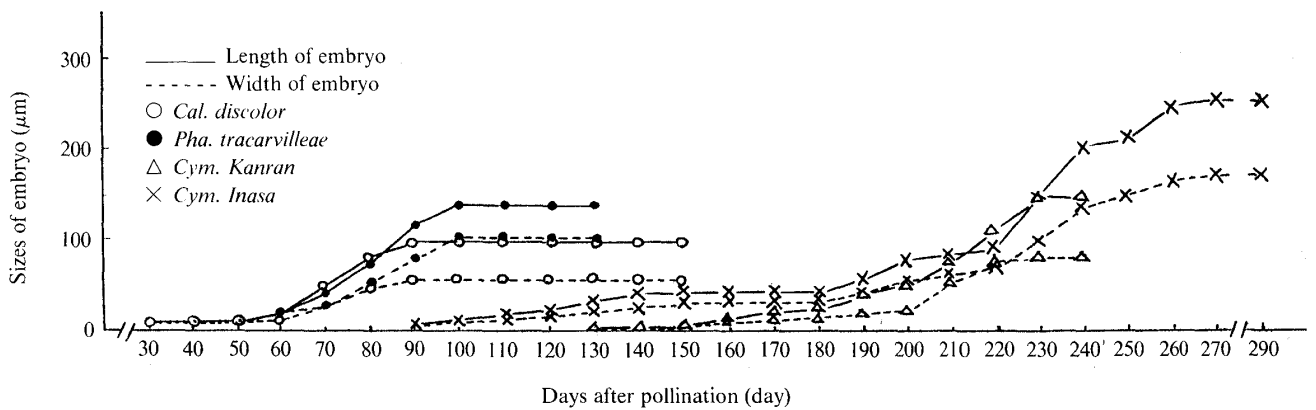


Fig.3. Progress of hypertrophy in embryos of *Calanthe discolor*, *Phaius tricarvilleae*, *Cymbidium kanran* and *Cym. Inasa*.

Table 1. Process for hypertrophy of seeds and embryo, and forms of seeds.

species	Days necessary to ^z complete hypertrophy of seeds		Sizes of seeds after finishing hypertrophy (μm)		Days to finish ^z hypertrophy of embryo		Sizes of embryo after complete hypertrophy (μm)		Ratio of time process for hypertrophy of embryo and seeds	Form ^y of seeds
	Length	Width	Length	Width	Length	Width	Length	Width		
Calanthe										
									%	
<i>C. amamiana</i>	80	80	941	124	100	100	112	72	80.0	S
<i>C. aristulifera</i>	70	70	1013	115	"	"	102	68	70.0	"
<i>C. discolor</i> \times <i>C. sieboldii</i>	"	"	710	446	"	"	108	80	"	"
<i>C. discolor</i>	80	80	788	102	90	90	102	82	88.9	"
<i>C. izu-insularis</i>	"	70	990	116	100	100	120	88	80.0	"
<i>C. kawakamii</i>	100	100	975	135	120	120	113	86	83.3	"
<i>C. sieboldii</i>	80	80	990	116	100	100	120	84	80.0	"
<i>C. tokunoshimensis</i>	90	"	780	105	"	"	105	79	90.0	"
<i>C. discolor</i> \times <i>C. izu-insularis</i>	70	70	990	124	"	"	128	92	70.0	"
<i>C. sieboldii</i> \times <i>C. aristulifera</i>	"	"	908	107	"	"	84	64	"	"
<i>C. discolor</i> \times <i>C. aristulifera</i>	"	"	677	99	"	"	"	"	"	"
<i>C. discolor</i> \times <i>C. sieboldii</i> \times <i>C. aristulifera</i>	"	"	1020	123	"	"	104	76	"	"
<i>C. nipponica</i>	50	50	825	135	60	60	94	68	83.3	"
<i>C. reflexa</i>	"	60	"	132	"	"	140	96	100	"
<i>C. tricarinata</i>	70	70	"	116	90	90	88	64	77.8	"
<i>C. furcata</i>	"	60	1073	124	"	"	100	72	"	"
<i>C. okinawensis</i>	"	70	870	120	80	80	113	79	87.5	"
<i>C. venusta</i>	"	80	947	157	90	90	132	88	88.9	"
<i>C. elmeri</i>	60	70	445	116	70	70	108	78	100	"
<i>C. cardioglossa</i>	70	"	495	122	80	80	116	72	87.5	"
Specimen closely related to Cal.										
<i>Bl. purpurea</i>	55	50	825	231	60	60	264	156	83.3	R
<i>Bl. striata</i>	80	80	1950	244	100	100	328	164	80.0	S
<i>Ch. bractescens</i>	"	50	225	75	140	140	105	56	57.1	R
<i>Pha. traccarvilleae</i>	90	90	900	195	90	90	143	105	100	S
<i>Pha. minor</i>	60	70	710	116	100	100	100	68	70.0	"
Wild orchid										
<i>Cyp. japonicum</i>	70	70	1650	225	90	90	218	135	77.7	S
<i>Spi. sinensis</i>	14	10	545	140	14	14	200	100	100	"
<i>Ceph. falcata</i>	50	50	1188	248	70	90	"	128	55.6	"
<i>Orch. graminifolia</i>	20	40	338	206	40	40	260	182	100	C
<i>Hab. radiata</i>	15	15	693	297	26	26	248	220	60.0	S
<i>Ple. formosana</i>	60	60	750	180	100	100	240	150	"	C
<i>Lip. nervosa</i>	65	55	578	91	70	70	76	42	92.9	S
<i>Gas. elata</i>	10	10	693	173	15	15	207	119	66.7	"
<i>Neo. falcata</i>	40	55	255	90	80	80	188	90	68.8	R
<i>Cre. appendiculata</i>	50	40	1188	132	"	"	220	116	62.5	S
<i>Cym. goeringii</i>	110	80	1573	170	120	120	170	119	91.7	"
<i>Cym. hosai</i>	190	190	1425	135	210	210	150	79	90.5	"
<i>Cym. kanran</i>	"	"	1275	120	230	230	"	86	82.6	"
Foreign orchid										
<i>Paphiopedilum</i>	150	160	660	215	200	200	260	188	75.0	R
<i>Cattleya</i>	140	130	750	113	230	230	169	90	60.9	S
<i>Dendrobium</i>	100	110	369	116	140	140	150	82	78.6	R
<i>Den. phalaenopsis</i>	110	120	525	120	160	160	188	105	75.0	"

<i>Phal.schilleriana</i>	90	80	329	69	120	120	100	56	〃	〃
<i>Phal.Dos Pueblos</i>	〃	100	342	82	〃	〃	178	82	83.3	〃
<i>Vanda</i>	220	200	255	85	250	250	150	83	88.0	〃
<i>Cym.Inasa</i>	150	160	1140	300	275	275	255	173	58.2	〃
<i>Miltonia</i>	100	100	297	83	160	160	136	72	62.5	〃

^z Days after pollination.

^y S: slender type, R: rectangle type, C: clavated type.

の中央近辺の部分で、子房の小型の種（ネジバナ、オニノヤガラ、ウチョウラン、コクランおよびサギソウ）では約2 mm、その他の種（エビネ属、エビネ属近縁属、上記以外の野生ランおよび洋ラン）では約10 mmの長さに切断し、ホルマリン・酢酸・アルコール（FAA）で固定し、随時観察に供した。種子および胚の大きさ（長さおよび最大値を示す部分の幅—以下、単に幅という—を示す）をマイクロメーターで測定することによって、種子および胚の肥大の経過を観察した。

第2節 観察結果

第1項 エビネ属

1. 種子の肥大の時間経過： エビネ属20種の種子の肥大の時間経過をみると、種子の長さは受粉後32日～70日ごろまでは徐々に、それ以降急速に増加し、一定値に達する傾向が認められた。一方、種子の幅は受粉後徐々に増加し、一定値に達する傾向が認められた（第1図、代表的な種について示した）。

種子肥大完了までの所要日数（第1表）は、受粉後50日（キンセイラン）から100日（カワカミエビネ）の範囲にあった。種子の長さおよび幅の肥大完了までの時間経過をみると、下記したような3種類の型に分けられた。

- a型. 種子の長さおよび幅がほとんど同時期に一定値に達するもの（14種）： アマミエビネ、キリシマエビネ、タカネ、エビネ、カワカミエビネ、キエビネ、コオズ、ヒゴ、ヒゼン、サツマ、キンセイラン、サルメンエビネ、リュウキュウエビネおよびカ・カルディオグロッサ。
- b型. 種子の長さが一定値に達した後、遅れてその幅が一定値に達するもの（3種）： ナツエビネ、トクサランおよびカ・エルメリ。
- c型. 種子の幅が一定値に達した後、遅れてその長さが一定値に達するもの（3種）： ニオイエビネ、トクノシマエビネおよびツルラン。

エビネ属の20種においては、b型およびc型に属する種に比較して、a型に属する種が多かった。

2. 肥大を完了した種子の大きさおよび形態： エビネ属20種の肥大を完了した種子の大きさをみると（第1表）、種子の長さは445 μ m（カ・エルメリ）から1073 μ m（ツルラン）、その幅は99 μ m（ヒゼン）から157 μ m（トクサラン）の範囲にあったが、長さについては900 μ m前後、幅については120 μ m前後のものが多かった。熱帯産落葉性のカ・エルメリおよびカ・カルディオグロッサの種子の長さは500 μ m以下であり、エビネ属の種のなかでは小型に属していた。また、エビネ属20種の肥大を完了した種子の形態は、すべて細長型であった（第2図1、2にその代表例を示した）。

3. 胚の肥大の時間経過： 胚の肥大の時間経過をみると（第1表および代表的な種の胚の肥大の詳細を第3図に示す）、胚の長さは受粉後45日（トクサラン）から受粉後90日（カワカミエビネ）の間に急速に増加し、一定値に達する傾向が認められた。一方、胚の幅は、受粉後32日（キンセイラン）から受粉後90日（カワカミエビネ）の間に増加し初め、受粉後42日（キンセイラン）から受粉後100日（カワカミエビネ）ごろから急速に増加し、一定値に達する傾向が認められた。エビネ属20種の胚の肥大完了までの所要日数は、第2章で観察した胚発生完了までと同じであり、胚の長さおよび幅は、ほとんど同時期に一定値に達する傾向が認められた（第1表）。

4. 肥大を完了した胚の大きさおよび形態： エビネ属20種の肥大を完了した胚の大きさをみると（第1表、第2図1、2および第3図）、胚の長さは84 μ m（ヒゴおよびヒゼン）から140 μ m（ナツエビネ）、その幅は64 μ m（ヒゴ、ヒゼンおよびサルメンエビネ）から88 μ m（ニオイエビネ、エビネおよびトクサラン）の範囲にあり、長さは100 μ m前後、幅は80 μ m前後のものが多かった。また、エビネ属20種の肥大を完了した胚の形態をみると、すべて楕円型であった（第2図1、2）。

第2項 エビネ属近縁種

1. 種子の肥大の時間経過： エビネ属に近縁とされる5種の種子の肥大の時間経過をみると（第1表および代表的な種の種子の肥大の詳細を第1図に示す）、種子の長さは受粉後45日（シラン）から受粉後70日（チシス）ごろまでは徐々に増加し、それ以降急速に増加し、一定値に達する傾向が認められた。一方、種子の幅は受粉後徐々に増加し、一定値に達する傾向が認められた。

種子の肥大完了までの所要日数は、受粉後55日（ブレチア）から90日（カクチョウラン）の範囲にあった。種子の長さおよび幅の肥大完了までの時間経過をみると、下記したような3種類の型に分けられた。

- a型. 種子の長さおよび幅がほとんど同時期に一定値に達するもの（2種）：シランおよびカクチョウラン。
- b型. 種子の長さが一定値に達した後、遅れてその幅が一定値に達するもの（1種）：ガンゼキラン。
- c型. 種子の幅が一定値に達した後、遅れてその長さが一定値に達するもの（2種）：ブレチアおよびチシス。

エビネ属に近縁とされる5種の種子の肥大完了までは、b型に属する種が1種、a型およびc型に属する種がそれぞれ2種であり、とくに特定な型に偏する傾向は認められなかった。

2. 肥大を完了した種子の大きさおよび形態： 肥大を完了した種子の大きさをみると（第1表、代表的な種の肥大を完了した種子の詳細を第1図および第2図4に示す）、種子の長さは225 μm （チシス）から1950 μm （シラン）、その幅は75 μm （チシス）から244 μm （シラン）の範囲にあり、種による変動が大きかった。チシスの種子は小型で、シランは大型であった。また、エビネ属に近縁とされる5種の肥大を完了した種子の形態は、シラン、カクチョウランおよびガンゼキランは細長型、ブレチアおよびチシスは長方形型であり2種類の型が観察された（第2図4）。

3. 胚の肥大の時間経過： 胚の肥大の時間経過をみると（第1表および代表的な種の胚肥大の詳細を第3図に示す）、胚の長さは受粉後45日（ブレチア）から90日（チシス）の間にそれぞれ急速に増加し、一定値に達する傾向が認められた。一方、胚の幅は受粉後徐々に増加し、受粉後45日（ブレチア）から受粉後90日（チシス）の間にそれぞれ急速に増加し、一定値に

達する傾向が認められた。

エビネ属に近縁とされる5種の胚の肥大完了までの所要日数は、第2章で観察した胚発生完了までと同じであり、胚の長さおよび幅がほとんど同時期に一定値に達する傾向が認められた（第1表）。

4. 肥大を完了した胚の大きさと形態： エビネ属に近縁とされる5種の肥大を完了した胚の大きさをみると（第1表、第2図4および第3図）、胚の長さは100 μm （ガンゼキラン）から328 μm （シラン）、その幅は56 μm （チシス）から164 μm （シラン）の範囲にあり、種による変動が大きかった。チシスの胚は小型で、シランおよびブレチアは大型であった。また、エビネ属に近縁とされる5種の肥大を完了した胚の形態は、すべて楕円型であった。なお、シランの肥大完了した胚には、わずかに子葉の分化が認められた（第2図4）。

第3項 野生ラン

1. 種子の肥大の時間経過： 野生ラン13種の種子の肥大の時間経過をみると（第1表および代表的な種の種子肥大の詳細を63ページ、第1図に示す）、種子の長さは受粉後6日（ネシバナ）から受粉後160日（カンラン）ごろまでは徐々に増加し、それ以降急速に増加し、一定値に達する傾向が認められた。一方、種子の幅は受粉後徐々に増加し、一定値に達する傾向が認められた。

種子の肥大完了までの所要日数は、受粉後14日（ネシバナ）から190日（ハウサイランおよびカンラン）の範囲にあり、種による変動がきわめて大きかった。種子の長さおよび幅の肥大完了までの時間経過をみると、下記したような3種類の型に分けられた。

- a型. 種子の長さおよび幅がほとんど同時期に一定値に達するもの（7種）：クマガイソウ、キンラン、サギソウ、タイリントキソウ、オニノヤガラ、ハウサイランおよびカンラン。
- b型. 種子の長さが一定値に達した後、遅れてその幅が一定値に達するもの（2種）：ウチョウランおよびフウラン。
- c型. 種子の幅が一定値に達した後、遅れてその長さが一定値に達するもの（4種）：ネシバナ、コ克蘭、サイハイランおよびシユンラン。

野生ラン13種の種子の肥大完了までは、b型およびc型に比較してa型に属する種が多い傾向が認められた。

2. 肥大を完了した種子の大きさと形態： 野生ラン13種の肥大を完了した種子の大きさをみると（65ページ，第1表，代表的な種の肥大を完了した種子の詳細を63ページ，第1図および64ページ，第2図6，7に示す），種子の長さは255 μm （フウラン）から1650 μm （クマガイソウ），その幅は90 μm （フウラン）から297 μm （サギソウ）の範囲にあり，種による変動がきわめて大きかった。フウランの種子は小型で，クマガイソウ，サイハイラン，シュンラン，ハウサイラン，キンランおよびカンランは大型であった。また，野生ラン13種の肥大を完了した種子の形態は，クマガイソウ，ネジバナ，オニノヤガラ，キンラン，コ克蘭，タイリントキソウ，サイハイラン，ハウサイラン，シュンランおよびカンランでは細長型，ウチョウランおよびサギソウでは棍棒状型およびフウランでは長方形型の3種類の型が観察された（第2図6，7）。

3. 胚の肥大の時間経過： 野生ラン13種の胚の肥大の時間経過をみると（第1表および代表的な種の胚の肥大の詳細を64ページ，第3図に示す），胚の長さは受粉後5日（ネジバナ）から受粉後160日（カンラン）の間に増加し始めた。受粉後7日（ネジバナ）から受粉後80日（ハウサイラン）の間にそれぞれ急速に増加し，一定値に達する傾向が認められた。一方，胚の幅は受粉後5日（ネジバナ）から受粉後160日（カンラン）の間に増加し初め，受粉後8日（ネジバナ）から受粉後200日（カンラン）の間にそれぞれ急速に増加し，一定値に達する傾向が認められた。

野生ラン13種の胚の肥大完了までの所要日数は，第2章で観察した胚発生完了までと同じであり，キンランを除いて，胚の長さとはほとんど同時期に一定値に達する傾向が認められた。キンランでは胚の長さが一定値に達した後，遅れてその幅が一定値に達する傾向が認められた（第1表）。

4. 肥大を完了した胚の大きさと形態： 野生ラン13種の肥大を完了した胚の大きさをみると（第1表，第2図6，7および第3図），胚の長さは76 μm （コ克蘭）から260 μm （ウチョウラン），その幅は42 μm （コ克蘭）から220 μm （サギソウ）の範囲にあり，種による変動が大きかった。コ克蘭の胚は小型で，ウチョウラン，サギソウ，タイリントキソウ，クマガイソウ，キンランおよびサイハイランは大型であった。また，野生ラン13種の肥大を完了した胚の形態は，すべて楕円型であった（第2図6，7）。

第4項 洋ラン

1. 種子の肥大の時間経過： 洋ラン9種の種子の肥大の時間経過をみると（第1表および代表的な種の種子の肥大の詳細を第1図に示す），種子の長さは受粉後70日（*Phal.*ドス・プエブロス）から受粉後150日（バンダ）ごろまでは徐々に増加し，それ以降急速に増加し，一定値に達する傾向が認められた。なお，パフィオペディラムの種子の長さは，受粉後80日ごろから増加し始めたが，受粉後90日から130日の間はほとんど増加が認められず，受粉後130日以降再び急速に増加し一定値に達した。一方，種子の幅は受粉後徐々に増加し，一定値に達する傾向が認められた。なお，パフィオペディラムの種子の幅は，受粉後100日～130日の間はほとんど増加が認められなかったが，受粉後130日以降徐々に増加し一定値に達した。

種子の肥大完了までの所要日数は，受粉後90日（*Phal.*シレリアナ）から220日（バンダ）の範囲にあり，種による変動がきわめて大きかった。洋ラン9種の種子の長さとは幅の肥大完了までの時間経過をみると，下記したような3種類の型に分けられた。

- a型. 種子の長さとは幅がほとんど同時期に一定値に達するもの（1種）： ミルトニア。
- b型. 種子の長さが一定値に達した後，遅れてその幅が一定値に達するもの（5種）： パフィオペディラム，デンドロビウム，デンファレ，*Phal.*ドス・プエブロスおよび*Cym.*イナサ。
- c型. 種子の幅が一定値に達した後，遅れてその長さが一定値に達するもの（3種）： カトレヤ，*Phal.*シレリアナおよびバンダ。

洋ラン9種の種子の肥大完了までは，a型に属する種が少なく，b型に属する種が多い傾向が認められた。

2. 肥大を完了した種子の大きさと形態： 洋ラン9種の肥大を完了した種子の大きさをみると（第1表および代表的な種の肥大完了した種子の詳細を第2図3，5に示す），種子の長さは255 μm （バンダ）から1140 μm （*Cym.*イナサ），その幅は69 μm （*Phal.*シレリアナ）から300 μm （*Cym.*イナサ）の範囲にあり，種による変動がきわめて大きかった。バンダの種子は小型で，*Cym.*イナサは大型であった。また，洋ラン9種の肥大を完了した種子の形態は，カトレヤでは細長型，その他の洋ランの種は，すべて長方形型であり2種類の型が観察された（第2図3，5）。

3. 胚の肥大の時間経過： 洋ラン9種の胚の肥大の時間経過をみると(65~66ページ, 第1表, 代表的な種の胚の肥大の経過を64ページ, 第3図に示す), 胚の長さは受粉後70日 (*Phal.*ドス・プエブロス) から受粉後210日 (バンダ) の間に増加し始めた。受粉後80日 (*Phal.*ドス・プエブロス) から受粉後230日 (バンダ) の間に急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。なお, パフィオペディラムの胚の長さは, 受粉後100日~130日の間はほとんど増加が認められなかった。一方, 胚の幅は受粉後70日 (*Phal.*ドス・プエブロス) から受粉後220日 (バンダ) の間に増加し始めた。受粉後80日 (*Phal.*ドス・プエブロス) から受粉後230日 (バンダ) の間に急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。なお, パフィオペディラムの胚の幅はその長さと同様, 受粉後100日~130日の間はほとんど増加が認められなかった。

洋ラン9種の胚の肥大完了までの所要日数は, 第2章で観察した胚発生完了までと同じであり, 胚の長さとはほとんど同時期に一定値に達する傾向が認められた。

4. 肥大を完了した胚の大きさと形態： 洋ラン9種の肥大完了した胚の大きさをみると(第1表, 64ページ, 第2図3, 5および第3図), 胚の長さは100 μm (*Phal.*シレリアナ) から260 μm (パフィオペディラム), その幅は56 μm (*Phal.*シレリアナ) から188 μm (パフィオペディラム) の範囲にあった。*Phal.*シレリアナの胚は小型で, パフィオペディラムおよび*Cym.*イナサは大型であった。また, 洋ラン9種の肥大完了した胚の形態は, すべて楕円型であった(第2図3, 5)。

第3節 考 察

1. 種子および胚の肥大の時間経過

1). 種子の肥大： 供試材料47種の受粉後の種子肥大の時間経過の様相をみると(63ページ, 第1図), パフィオペディラムを除いて, いずれも種子の長さは受粉後6日 (ネジバナ) から受粉後150日 (バンダ) ごろまでは徐々に増加し, それ以降急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。一方, 種子の幅は受粉後徐々に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。パフィオペディラムの種子の長さは受粉後80日ごろまで徐々に増加したが, 受粉後90日~130日の間はほとんど肥大が認められず, 受粉後130日以降再び急速に増加し, 一定値に達した。一方, 種子の幅は受粉後徐々に増加したが受粉後100日~130日の間はほとんど増加が認められず, 受粉後130日以降再び徐々に増加し, 一定値に達した。

種子の肥大完了までの所要日数は, 受粉後10日 (ネジバナ) から220日 (バンダ) の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった(第1表)。エビネ属の20種においては, 受粉後50日 (キンセイラン) から100日 (カワカミエビネ) の範囲にあり, 受粉後70日の種が多かった。

種子の肥大完了までの時間経過をみると(第1表および第1図), 種子の長さとは幅について, 肥大完了までの時間経過に差が認められ, 供試材料47種は下記したような3種類の型に分けられた。

- a型. 種子の長さとは幅がほとんど同時期に一定値に達するもの(24種)：エピデンドラム亜科に属するアマミエビネ, タカネ, エビネ, コオズ, サルメンエビネ, リュウキュウエビネ, キエビネ, サツマ, キンセイラン, ヒゴ, ヒゼン, カワカミエビネ, キリシマエビネ, カ・カルディオグロッサ, シラン, カクチョウラン, タイリントキソウおよびオニノヤガラ計18種, シプリペジウム亜科に属するクマガイソウの1種, オルキス亜科に属するキンランおよびサギソウの2種, バンダ亜科に属するハウサイラン, カンランおよびミルトニアの3種。
- b型. 種子の長さが一定値に達した後, 遅れてその幅が一定値に達するもの(11種)：エピデンドラム亜科に属するトクサラン, カ・エルメリ, ナツエビネ, ガンゼキラン, デンドロビウムおよびデンファレの6種, シプリペジウム亜科に属するパフィオペディラムの1種, オルキス亜科に属するウチョウランの1種, バンダ亜科に属するフウラン, *Phal.*ドス・プエブロスおよび*Cym.*イナサの3種。
- c型. 種子の幅が一定値に達した後, 遅れてその長さが一定値に達するもの(12種)：エピデンドラム亜科に属するニオイエビネ, トクノシマエビネ, カ・エルメリ, プレチア, チシス, コクランおよびカトレヤの7種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種, バンダ亜科に属するサイハイラン, シュンラン, バンダおよび*Phal.*シレリアナの4種。

供試材料47種のうち, a型およびb型は, エピデンドラム亜科, オルキス亜科, シプリペジウム亜科およびバンダ亜科の4亜科に, c型は, エピデンドラム亜科, スピランテス亜科およびバンダ亜科の3亜科にそれぞれ属する種に認められ, これら3種類の区分が亜

科の特性を示しているとは認め難かった。

2). 胚の肥大： 胚の肥大についての時間経過をみると(65~66ページ, 第1表および64ページ, 第3図), 胚の長さは受粉後5日(ネジバナ)から受粉後220日(バンダ)ごろから増加し始めた。受粉後7日(ネジバナ)から230日(バンダ)ごろから急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。一方, 胚の幅は受粉後5日(ネジバナ)から220日(バンダ)ごろから増加し始めた。受粉後7日(ネジバナ)から230日(バンダ)ごろから急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められ, 種による変動がきわめて大きかった。胚は受粉後50日~100日ごろから増加し始める種が多く(第3図), 増加を初めてからある一定期間を経て後急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。なお, エビネ属20種の胚は, 受粉後45日~90日ごろからそれぞれ急速に増加し, 一定値に達する傾向が認められた。

胚の肥大完了までの時間経過をみると(第1表および第3図), 長さとの増大に時間経過の差が認められ, 下記したような2種類の型に分けられた。

- a型. 胚の長さとの幅がほとんど同時期に一定値に達するもの: 供試材料47種のうちの46種。
b型. 胚の長さとの幅が一定値に達した後, 遅れてその幅が一定値に達するもの: オルキス亜科に属するキンランの1種。

キンランのみがb型に属していたが, キンランの胚発生型は, 第2章で観察したようにエビネ属の種と同様のE型類似型であり, 胚の肥大時における並層分裂が垂層分裂に比較して緩慢であったためではないかと推察される。

3). 種子および胚の肥大の時間経過: 胚の肥大完了までの所要日数と種子の肥大完了までの所要日数の平均値との比率をとって比較してみると(第1表), 55.6%(キンラン)から100%(ナツエビネ, カ・エルメリ, カクチョウラン, ネジバナおよびウチョウラン)の範囲にあり, 種による変動がきわめて大きかった。供試材料47種における比率は, 下記したような2種類に大別された。

70%以下(胚の肥大完了までの所要日数に占める種子の肥大完了までの所要日数が比較的短いもの)に17種: エピデンドラム亜科に属するチシス, タイリントキソウ, キリシマエビネ, タカネ, コオズ, ヒゴ, ヒゼン, サツマ, ガンゼキラン, オニノヤガラおよびカトレヤの11種, オルキス亜科に属するキンランおよびサギソウの2種, バンダ亜科に属する *Cym.*イナサ, フウラン, ミル

トニアおよびサイハイラン4種。

71%以上(胚の肥大完了までの所要日数に占める種子の肥大完了までの所要日数が長いもの)に30種: エピデンドラム亜科に属するアマミエビネ, ニオイエビネ, キエビネ, サルメンエビネ, ツルラン, エビネ, カワカミエビネ, トクノシマエビネ, キンセイラン, リュウキュウエビネ, トクサラン, カ・カルディオグロッサ, ナツエビネ, カ・エルメリ, カクチョウラン, シラン, ブレチア, コ克蘭, デンドロビウムおよびデンファレの20種, シプリペジウム亜科に属するクマガイソウおよびパフィオペディラムの2種, スピランテス亜科に属するネジバナの1種, オルキス亜科に属するウチョウランの1種, バンダ亜科に属するカンラン, *Phal.*ドス・プエブロス, バンダ, *Phal.*シレリアナ, ホウサイランおよびシュンランの6種。

比率をみるとシプリペジウム亜科に属する2種は75%前後であるが, エピデンドラム亜科, オルキス亜科およびバンダ亜科に属する種では50%~100%の範囲にあり, 亜科の特性が現れているとは認め難かった。なお, エビネ属の20種においては, 70%以下の種は認められず, 70%~80%の範囲にある種が多かったが, 熱帯産落葉性の種では81%以上となり, 種子の肥大完了までの所要日数がきわめて長くなることが明らかとなった(第1表)。

4). 開花期の子房の発育程度と種子および胚の肥大の時間経過: 供試材料47種の開花期の子房の発育程度と種子および胚の肥大の時間経過をみると(第1表および第2表), 開花期に胚珠形成が完了している種では, 種子および胚の肥大完了までの所要日数がかつとも短く, 次いで胚の細胞が分化している種, 胚珠原基が分化している種, 胎座のみの種の順に長くなった。開花期の子房の発育程度と種子および胚の肥大完了までの時間経過との間には極めて密接な関係があり, 子房の発育の進んだ種ほど胚の肥大完了までの所要日数が短く, 発育の遅れた種ほど長くなる傾向が本研究結果から明らかにされた。

2. 肥大を完了した種子および胚の大きさの相違

1). 種子の大きさ: 供試材料47種の肥大を完了した種子の大きさをみると(第1表, 63ページ, 第1図および64ページ, 第2図), 種子の長さは225 μ m(チシス)から1950 μ m(シラン), その幅は69 μ m(*Phal.*シレリアナ)から300 μ m(*Cym.*イナサ)の範

圃にあり、種による変動がきわめて大きかった。シンビジウム属の種（シュンラン、ホウサイラン、カンランおよび *Cym.*イナサ）の種子は、他の属の種に比較して大型となる傾向が認められた。なお、エビネ属の20種における種子の長さは445 μ m~1073 μ m、その幅は99 μ m~157 μ mの範囲にあり、熱帯産落葉性の種は、温帯産の種に比較して小型であった（65~66ページ、第1表）。

2). 胚の大きさ： 供試材料47種の肥大を完了した胚の大きさをみると（第1表、64ページ、第2図および第3図）、胚の長さは76 μ m（コ克蘭）から328 μ m（シラン）、その幅は42 μ m（コ克蘭）から220 μ m（サギソウ）の範囲にあり、種による変動が大きかった。コ克蘭、ヒゼンおよびサツマの胚は小型で、シラン、パフィオペディラム、ウチョウラン、*Cym.*イナサおよびサギソウでは大型であった。なお、エビネ属の20種においては、胚の長さが84 μ m~140 μ m、その幅は64 μ m~96 μ mの範囲にあり、供試材料47種のなかでは小型のグループに属していた。

3). 開花期の子房の発育程度と種子および胚の大きさととの関係： 供試材料47種について開花期の子房の発育程度と肥大を完了した種子および胚の大きさととの関係をみると（第1表および第2表）、開花期における子房の発育程度が胎座のみの種および胚珠原基が分化している種では、胚のう細胞が分化している種に比較して種による変動がきわめて大きかった。また、肥大完了した種子および胚の大きさの平均値をみると、種子の長さを除いていずれも胚のう細胞が分化している種がもっとも大型であった。以上、開花期の子房の発育程度と肥大を完了した種子および胚の大きさととの間には、必ずしも密接な関係は認め難かった。

4). 種子および胚の大きさと植物体ならびに花の大きさととの関係： 供試材料47種について、肥大を完了した種子および胚の大きさ（第1表）と植物体ならびに第3章で観察した花の大きさととの関係をみると、小型の植物体および花を形成するネジバナでは、種子および胚の大きさのいずれも比較的大型であった。一方、大型の植物体および花を形成するカトレヤでは、種子および胚の大きさのいずれも比較的小型であった。小型の植物体のサギソウ、キンランおよびシュンランにおいてもネジバナと同様の傾向が認められ、一方、大型の植物体の *Phal.*ドス・プエブロス、バンダ、カクチョウランおよびミルトニアにおいてもカトレヤと同様の傾向が認められた（65~66ページ、第1表）。しかし、上記したような植物体および花の大きさと肥大を完了した種子および胚の大きさととの関係は、必ずしも他の供試材料については当てはまらなかった（第1表）。

3. 肥大を完了した種子の形態の相違： 供試材料47種の肥大を完了した種子の形態をみると（64ページ、第2図）、下記したような3種類の型に分けられた。

細長型（34種）： エピデンドラム亜科 属するエビネ属の20種のすべて、シラン、カクチョウラン、ガンゼキラン、コ克蘭、オニノヤガラ、タイリントキソウおよびカトレヤの27種、シプリペジウム亜科に属するクマガイソウの1種、オルキス亜科に属するキンランの1種、スピランテス亜科に属するネジバナの1種、バンダ亜科に属するシュンラン、サイハイラン、ホウサイランおよびカンランの4種。

長方形型（11種）： エピデンドラム亜科に属するチシス、ブレチア、デンドロビウムおよびデンファレの4種、シプリペジウム亜科に属するパフィオペディラムの1種、バンダ亜科に属するフウラン、ミルトニア、*Cym.*イナサ、バンダ、*Phal.*シレリアナおよび *Phal.*ドス・プエブロスの6種。

棍棒状型（2種）： オルキス亜科に属するウチョウランおよびサギソウの2種。

供試材料47種についていえば、肥大を完了した種子の形態は、ほとんどが細長型であった。エビネ属の20種においては、すべてが細長型で属の特徴を示すものと考えられた。細長型は、5亜科に、長方形型はエピデンドラム亜科、シプリペジウム亜科およびバンダ亜科の3亜科に、および棍棒状型はオルキス亜科に属する種にそれぞれ共通して認められ、肥大を完了した種子の形態には、亜科の特性が現れているとは認め難かった。

開花期の子房の発育程度と、肥大を完了した種子の形態との関係についてみると（第2表）、胎座のみの種では細長型および長方形型、胚珠原基が分化している種では3種類の型、胚のう細胞が分化している種では細長型および棍棒状型、胚珠形成が完了している種では細長型であり、開花期の子房の発育程度と、肥大を完了した種子の形態との間には密接な関係は認め難かった。

4. 種子および胚の肥大完了までの時間経過と肥大完了したその大きさならびに形態との関係： 供試材料47種について胚の肥大完了までの全所要日数に占める種子の肥大完了までの所要日数の比率と、肥大を完了した種子の形態との関係をみると（第1表および第2図）、比率が最も小さかったキンランおよびチシスでは、種子の形態は前者が細長型、後者が長方形型、

Table 2. Relationship between degree of development in ovary of examined species at the flowering time and progress of development in seed and embryo.

Time process for hypertrophy of seeds and embryo, sizes of seeds and embryo after finishing hypertrophy, and forms of seeds		Degree of development of ovary in flowering time			
		Only placenta (8 spp.)	Differentiated ovule primodium (35 spp.)	Differentiated cells embryo sac (8 spp.)	Completed formation of ovule (1 sp.)
Days to complete hypertrophy of seed		90~200 (147.5) ^z	50~110 (77.3)	10~40 (21.7)	13 (13)
Days to complete hypertrophy of embryo		120~275 (188.1)	60~230 (101.2)	15~40 (27.2)	14 (14)
Sizes of seed(μm)	Length	255~1425 (707.5)	225~1950 (888.4)	338~693 (574.7)	545 (545)
	Width	69~300 (128.4)	75~297 (149.0)	173~297 (225.3)	140 (140)
Sizes of embryo(μm)	Length	100~255 (165.1)	76~328 (161.5)	207~260 (238.3)	200 (200)
	Width	56~173 (93.3)	42~188 (100.1)	119~220 (173.7)	100 (100)
Form of seeds	Slender type	2	29	2	1
	rectangle type	6	5	—	—
	clavated type	—	1	1	—

^z () : Average value.

大きさはキンランの胚はやや大型で、チシスの胚は小型であった。一方、比率が最も大きかったカ・エルメリおよびカクチョウランの種子は、いずれも細長型で、胚は小型であった。他の種についてみても、種子および胚の肥大完了までの時間経過と、肥大完了した種子および胚の大きさ、ならびに形態との間には、とくに密接な関係は認め難かった。

第4節 適 要

ラン科植物47種を供試し、種子および胚の時間経過、肥大を完了した種子および胚の大きさ、形態、ならびにこれらと開花期の子房の発育程度との関係について観察した。

1. 種子の長さは受粉後7日~160日以降から急速に、その幅は徐々に増加し、それぞれ一定値に達した。種子の肥大完了までの所要日数は、受粉後14日~220日の範囲にあった。なお、エビネ属の20種では、受粉後50日~100日の範囲にあった。

2. 種子の肥大完了までの経過には、a型、種子の長さと同幅がほとんど同時期に一定値に達するもの、b型、種子の長さが一定値に達した後、遅れてその幅が一定値に達するもの、およびc型、種子の幅が一定値

に達した後、遅れてその長さが一定値に達するものの3種類の型がみられ、a型がもっとも多かった。

3. 肥大を完了した種子の長さは225 μm ~1950 μm 、その幅は69 μm ~300 μm の範囲にあった。なお、エビネ属の20種では、長さが445 μm ~1073 μm 、その幅が99 μm ~157 μm の範囲にあった。

4. 肥大を完了した種子の形態は、細長型、長方形型および棍棒状型の3種類の型がみられ、細長型がもっとも多かった。なお、エビネ属の20種はすべて細長型であった。

5. 胚は受粉後5日~220日ごろから増加し初め、受粉後7日~230日ごろから急速に増加し、胚の長さと同幅はほとんど同時期に一定値に達した。キンランのみは、胚の長さが一定値に達した後、遅れてその幅が一定値に達した。なお、エビネ属の20種では、胚は受粉後42日~100日ごろから急速に増加し、一定値に達した。

6. 肥大を完了した胚の大きさは、長さが76 μm ~328 μm 、その幅が42 μm ~220 μm の範囲にあった。なお、エビネ属の20種では、長さが84 μm ~140 μm 、その幅が64 μm ~96 μm の範囲にあった。肥大を完了した胚の形態は、いずれも楕円型であったが、シランの胚にはわずかに子葉の分化が認められた。

7. 胚の肥大完了までの全所要日数に占める、種子肥大完了までの所要日数の比率は、70%以下に17種、71%以上に30種が属していた。なお、エビネ属の20種は、すべてが71%以上の比率を示し、とくにそのうちの熱帯産落葉性の種は比率がきわめて高かった。

8. 開花期の子房の発育が進んでいる種ほど、種子および胚の肥大完了までの所要日数が短く、発育の遅

れている種ほど長くなる傾向が認められた。しかし、開花期の子房の発育程度と、肥大を完了した種子および胚の大きさ、ならびに形態との間には密接な関係は認め難かった。

9. 以上の観察を通じ、種子および胚の肥大の経過に関しては亜科固有の特性が現れているとは認め難かった。

第 5 章 総合考察

本論文の目的とするところは、ラン科植物の生殖過程を、一貫して形態形成学的に追究することにあつた。供試材料とし得たのは、エビネ属を中心とする47種であり、高等植物の中、最も多数の種を包含するといわれるラン科植物を考えた場合、極めて僅かの種類であつたといわざるを得ないが、しかし、ラン科の亜科のほとんどを網羅することができ、また、多くの場合に、生殖に関わる主要な過程を把握することができた。

ただし、ラン科植物が上記したように巨大な分類群であつたため、得られた多くの知見もまた多様性に富んでおり、一括して論ずるには問題が複雑に過ぎるように考えられる。そこで、個々の過程に関する新知見の指摘や、問題点の論議は、各章の考察にゆずることとし、ここでは、各章で得られた知見を、ラン科植物ないしエビネ属植物の系統関係との関わりで整理・考

察してみたいと思う。

1. ラン科植物の分類と胚発生過程との関係： 供試材料の胚発生の初期段階である4細胞期の前胚には、A2型、C1型およびC2型の3型が観察されたが、A1型は観察されなかつた(第2章：15ページ、第1図)。第2章で観察した4細胞期の前胚の型を亜科別に整理してみると(第1表)、下記したような3種類に分けられた。

A2型： Spiranthoideae, Orchidoideae および Epidendroideae.

C1型： Epidendroideae および Vandoideae.

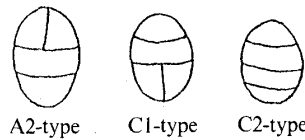
C2型： Cyripedioideae, Orchidoideae, Epidendroideae および Vandoideae.

Table 1. Classification and conditions of embryogenesis in examined plants of Orchidaceae.

Subfamily ^z	Genus	Species	No. of nuclei in embryo sac	No. of nuclei in endosperm	Type of ^y proembryo	Type of process ^x in embryogenesis	Forme of embryo
II	<i>Spiranthes</i>	<i>Spi. sinensis</i>	8	3~5	A2	B-simi.	Only embryo
I	<i>Cypripedium</i>	<i>Cyp. japonicum</i>	5	〃	C2	Vari. of F	Suspensor present
	<i>Paphiopedilum</i>	<i>Paph. insigne</i>	8	〃	〃	〃	
III	<i>Cephalanthera</i>	<i>Ceph. falcata</i>	〃	〃	A2	E-simi.	
	<i>Orchis</i>	<i>Or. graminifolia</i>	〃	〃	C2	Vari. of F	
	<i>Habenaria</i>	<i>Hab. radiata</i>	〃	〃	〃	〃	
IV	<i>Calanthe</i>	<i>Cal.</i> (20 spp.)	5~6	〃	A2	E-simi.	
	<i>Phaius</i>	<i>Pha. tricarvilleae</i>	6	〃	〃	〃	
		<i>Pha. minor</i>	8	〃	〃	〃	
	<i>Bletia</i>	<i>Bl. purpurea</i>	〃	〃	〃	Vari. of E	
	<i>Liparis</i>	<i>Lip. nervosa</i>	〃	〃	〃	G+Vari. of E	
	<i>Gastrodia</i>	<i>Gas. elata</i>	〃	〃	〃	Vari. of D	
	<i>Cattleya</i>	<i>Cat. SLC. Panaela</i>	〃	6~8	〃	I+Vari. of F	
	<i>Dendrobium</i>	<i>Den. Sagimsume</i>	〃	3~5	〃	E-simi.	
		<i>Den. phalaenopsis</i>	〃	6~8	C2	Vari. of F	
	<i>Chysis</i>	<i>Chy. bractescens</i>	〃	3~5	C1	J+E-simi.	
<i>Bletilla</i>	<i>Bl. striata</i>	〃	4~8	A2	Vari. of C		
<i>Vanda</i>	<i>V. Rothshildiana</i>	〃	3~5	C1	J+Vari. of F		
V	<i>Miltonia</i>	<i>Mil. Kongozan</i>	〃	〃	C2	〃	
	<i>Cremastera</i>	<i>Cre. appendiculata</i>	〃	〃	〃	Vari. of F	
	<i>Phalaenopsis</i>	<i>Pha. schilleriana</i>	〃	6~8	〃	J+B-simi.	
<i>Pha. Dos Pueblos</i>		〃	〃	〃	〃		
IV	<i>Pleione</i>	<i>Ple. formosana</i>	〃	3~5	〃	Vari. of F	
V	<i>Neofinetia</i>	<i>Neo. falcata</i>	〃	〃	C1	J+Vari. of F	Suspensor and embryonal tube present
	<i>Cymbidium</i>	<i>Cym. goeringii</i>	〃	4~8	〃	〃	
		<i>Cym. hosai</i>	〃	〃	〃	〃	
		<i>Cym. kanran</i>	〃	〃	〃	〃	
<i>Cym. Inasa</i>		〃	〃	〃	〃		

^z Subfamily I: Cypridioideae, II: Spiranthoideae, III: Orchidoideae, IV: Epidendroideae, V: Vandoideae.

^y Type of proembryo.



^x B-Simi.: B-Similar type, E-Simi.: E-Similar type, Vari.of C: Variation of C-type, Vari.of D: Variation of D-type, Vari.of E: Variation of E-type, Vari.of F: Variation of F-type, G+Vari.of E: G-type+Variation of E-type, I+Vari.of F: I-type+Variation of F-type, J+E-simi.: J-type+E-similar type, J+Vari.of F: J-type+Variation of F-type.

C 2 型は、ラン科植物のなかでもっとも進化の遅れていると考えられている Cypridioideae, およびもっとも進化していると考えられている Vandoideae にみられたことから, C 2 型はラン科植物全般にみられる型ではないかと推察される. 4 細胞期の A 型は, 系統発生的には C 型に比較して古い型であり, A 1 型は A 2 型に比較して原始的な型であると考えられている (Veyret, 1974). 系統発生的に最も古い型とされている A 1 型は *Epipactis atrorubens* (カキランの類) にみられる (Veyret, 1974) が本研究で取り扱った供試材料ではみられなかった. エビネ属およびエビネ属に近縁とされる 4 属のうちプレチア属, シラン属およびファイアス属は A 2 型で, 系統発生的には古い型に属したが, チシス属のみは新しい型である C 1 型に属した. 以上, 4 細胞期の前胚の型は, それぞれに亜科あるいは属と密接な対応関係を示したが, ある特定の型が亜科の特性を現す指標になるとは考えられなかった (第 1 表).

肥大完了した胚の形態をみると (第 1 表), 胚に胚柄を有しないもの (1 種) と胚柄を有するもの (46 種) に大別され, 後者はさらに, 胚柄のみを有するもの (40 種) と, 胚柄および胚管を有するもの (6 種) とに分けられた. 以上 3 種類の胚の形態区分と Veyret (1974) の示した胚発生型との関係を亜科別にみると, 下記したような対応関係にあった.

胚柄を有しないもの (1 種) : B 型に類似した型 (Spiranthoideae).

胚柄のみを有するもの (40 種) : B 型に類似した型 (Vandoideae), C 型の変異した型 (Epidendroideae), E 型に類似した型および E 型の変異した型 (Orchidoideae および Epidendroideae), F 型に類似した型および F 型の変異した型 (Cypridioideae, Orchidoideae および Epidendroideae) および D 型の変異した型 (Epidendroideae).

胚柄および胚管を有するもの (6 種) : F 型の変異した型 (Epidendroideae および Vandoideae).

胚柄および胚管を有する種は, ラン科植物のなかでもっとも進化していると考えられている Epidendroideae (プレオネ属のタイリントキソウ) および Vandoideae (シンビジウム属のシュンラン, カンラン, 他計 4 種およびネオフィニチア属のフウラン) の 2 亜科のみにみられ, 胚発生型は F 型の変異した型であり, F 型以外の胚発生型はみられなかった.

胚柄の形態をみると (第 2 章: 44 ページ, 第 23 図), 亜科の特性となり得るような胚柄の形態的特徴を指摘することはできなかったが, 属の段階では固有の特徴が認められた. すなわち, エビネ属およびファイアス属の胚柄は, 単細胞から形成された柱状をなし, シンビジウム属およびデンドロビウム属の胚柄は, 1 列に並んだ数個の細胞から形成され, さらにシンビジウム属の胚柄は基部から単細胞の細長い管状の胚管が数本発生しており, コチョウラン属では, 胚の基部から単細胞から形成された管状の胚柄が数本発生していた. 以上の観察結果は, 胚柄の形態が, 属によって異なっており, 属の特徴が表れるとした Veyret (1974) の見解と一致している. さらに, 供試材料の胚発生型とその細胞系譜を対応づけてみたところ (第 1 表), 両者の間に密接な関係のあることが明らかにされた. すなわち, 主として 4 細胞期の ca 細胞から形成されるものは, 胚発生型の C 型および F 型の変異した型, E 型に類似した型およびその変異した型を示した. また, 4 細胞期の ca 細胞と m 細胞との両細胞から形成されるものは, B 型および D 型に類似した型を示した (第 2 章: 32 ページ, 第 14 図ネジバナ, オキノヤガラおよび 36 ページ, 第 17 図カトレヤ).

供試材料の胚発生型には, 亜科固有の特性が現れているとは認め難かったが, エビネ属およびファイアス属では E 型に類似した型, シンビジウム属では J 型および F 型の変異した型の混合型など, 属としての特徴がみられる場合があった (第 2 章: 21 ページ, 第 5 図および 31 ページ, 第 13 図).

2. ラン科植物の分類学的位置と開花期から胚発生完了までの時間経過: 供試材料の受粉後から胚発生完了までの所要日数をみると (第 2 章: 17~18 ページ,

第1表), ネジバナおよびサギソウのように開花期の子房の発育の進んでいる種では, 胚発生完了までがきわめて短く, 一方, カンランやバンダのように開花期の子房の発育の遅れている種ではきわめて長く, 開花期の子房の発育程度と密接な関係がみられた。また, 後述するように, これと関連して受粉後から受精までの日数が短い(長い)ものは, 胚発生完了までの日数も短く(長く)なる傾向がみられた(第2章:第1表および41ページ, 第21図)。

第2章で得られた開花期の子房の発育程度についてのデータを, 亜科別に整理してみると(第2表), Spiranthoideaeのみが, 開花期に胚珠形成を完了しており, OrchidoideaeおよびEpidendroideaeでは, 胚のう細胞が分化していた。ラン科植物のなかでもっとも進化していると考えられている Vandoideae では, 胚珠原基が分化しているものおよび胎座のみが分化しているものの2種類がみられた。一方, ラン科植物のなかでもっとも進化が遅れていると考えられている Cypripedioideae では, 胚珠原基が分化していた。以上開花期の子房の発育程度には, 亜科それぞれの特性が現れているとみられたが, 亜科固有の特性とはいいがたい面もあり, また同一亜科中にも一定の変動がみられた。しかし, 属単位でみると, エビネ属, コチョウラン属およびファイアス属では胚珠原基が分化しており, コチョウラン属では胎座のみが分化しているなど, 属固有の特徴がみられた。

受粉後から胚発生完了までの全日数に占める受精までの所要日数の比率をみると(第2表), 29%(ネジバナ)から80%(バンダ)の範囲にあり, 両者の関係は下記したような3種類の型に分けられた。

- a型(19種): 受粉後から受精までの過程が相対的に短く, 受精以降の胚発生過程が相対的に長いもの。
- b型(14種): 受粉後から受精までと受精以降の胚発生過程が相対的にほぼ同じもの。
- c型(14種): 受粉後から受精までが相対的に長く, 受精以降の胚発生過程が相対的に短いもの。

開花期の子房の発育が進んだ種や植物体が小型の種においては, a型あるいはb型に属し, 発育の遅れている種や植物体の大型の種においては, c型に属する傾向がみられ, とくに亜科の特性が関与しているとはみられなかった。なお, エビネ属20種においては, a型およびb型に属する種がほとんどで, c型に属する種は少なく, c型に属するカワカミエビネは, 花径が大きく, 植物体も大型であった(第3章:47~48ページ, 第1表)。

子房の肥大完了までの時間経過をみると(第2表), 子房は受粉後急速に肥大し, 最大値に達した。受粉後2日(ネジバナ, サギソウなど)から受粉後15日(パフィオペディラム)の範囲で肥大し始めたが, 受粉後4日から5日ごろから肥大し始めるものが多かった(第3章:第1表)。子房の長さは受粉後急速に伸長し, その幅は徐々に増加し最大値に達する傾向がみられた。子房の肥大完了までの時間経過をみると, 下記したような3種類の型に分けられた。

- a型(28%): 子房の長さと同様に幅がほとんど同時に最大値に達するもの。
- b型(70%): 子房の長さが最大値に達した後, 遅れて子房の幅が最大値に達するもの。
- c型(2%): 子房の幅が最大値に達した後, 遅れて子房の長さが最大値に達するもの。

供試材料のほとんどはa型あるいはb型に属しており, c型は *Phal.* シレリアナ1種であった。子房の肥大完了までの経過は, いずれの亜科においてもa型に比較してb型が多い傾向がみられた(第2表)。

胚発生完了までの全日数に占める, 子房が最大値に達するまでの所要日数の比率をみると(第2表), Orchidoideaeのウチョウランが25%およびVandoideaeのバンダが28%できわめて小さく, その他のランにおいては, ほとんどが50%以上であったが, 亜科内の変異が大きく亜科の特性が示されているとは認め難かった。

胚の肥大完了までの全日数に占める種子の肥大完了までの所要日数の比率をみると(第2表), 55.6%(キンラン)から100%(ナツエビネ, ネジバナなど)の範囲にあり, 胚の肥大完了までの所要日数に対して, 種子の肥大完了までの所要日数が短い種がほとんどであった。なお, エビネ属の種では, この結果が70%以下となる種はみられず, すべて71%以上であり, とくに熱帯産落葉種のカ・エルメリおよびカ・カルディオグロッサは, 温帯産の種に比較して同比率が高かった。また, 同比率と肥大完了した胚および種子の大きさとの関係をみると(第2表), 同比率100%のウチョウランおよびカクチョウランの種子の長さは, 前者が338 μ m, 後者が900 μ m, 胚の長さは前者が260 μ m, 後者が143 μ mであった。一方, 同比率の小さいキンラン(56%)や *Cym.* イナサ(58%)では, 種子の長さが前者では1188 μ m, 後者では1140 μ m, 胚の長さが前者では200 μ m, 後者では255 μ mであり, 同比率と肥大を完了した種子および胚の大きさとの間の密接な関係はほとんど認められなかった。

Table 2. Classification and conditions from flowering time to completion of embryogenesis in examined plants of Orchidaceae.

Subfamily ^z	Genus	Species	Degree of development in ovary in flowering time	Ratio of days to complete embryogenesis and to fertilization (%)	Type of progress in hypertrophy of ovary	Ratio of days to complete embryogenesis and hypertrophy of ovary (%)	Ratio of days to complete hypertrophy of embryo and seed (%)	Length of seeds completed hypertrophy (μm)	Length of embryo completed hypertrophy (μm)	
I	<i>Cypripedium</i>	<i>Cyp.japonicum</i>	O	56	a	67	78	1650	218	
	<i>Paphiopedilum</i>	<i>Paph.insigne</i>	"	35	b	55	75	660	260	
II	<i>Spiranthes</i>	<i>Spi.sinensis</i>	M	29	"	57	100	545	200	
III	<i>Cephalanthera</i>	<i>Ceph.falcata</i>	O	50	a	75	56	1188	"	
	<i>Orchis</i>	<i>Orch.graminifolia</i>	E	33	b	25	100	338	260	
	<i>Habenaria</i>	<i>Hab.radiata</i>	"	31	"	69	60	693	248	
IV	<i>Bletia</i>	<i>Bl.purpurea</i>	O	58	"	100	83	825	264	
	<i>Bletilla</i>	<i>Bl.striata</i>	"	40	"	60	80	1950	328	
	<i>Calanthe</i>	<i>C.amamiana</i>		"	50	"	70	"	941	112
		<i>C.aristulifera</i>		"	"	"	60	70	1013	102
		<i>C.discolor</i> × <i>C.sieboldii</i>		"	"	"	"	"	710	108
		<i>C.discolor</i>		"	44	"	55	89	788	102
		<i>C.izu-insularis</i>		"	45	"	50	80	990	120
		<i>C.kawakamii</i>		"	67	"	83	83	975	113
		<i>C.sieboldii</i>		"	50	"	50	80	990	120
		<i>C.tokunoshimensis</i>		"	60	a	70	90	780	105
		<i>C.discolor</i> × <i>C.izu-insularis</i>		"	50	b	60	70	990	128
		<i>C.sieboldii</i> × <i>C.aristulifera</i>		"	"	a	"	"	908	84
		<i>C.discolor</i> × <i>C.aristulifera</i>		"	"	b	"	"	677	"
		<i>C.discolor</i> × <i>C.sieboldii</i> × <i>C.aristulifera</i>		"	"	"	50	"	1020	104
		<i>C.nipponica</i>		"	45	a	67	83	825	94
		<i>C.reflexa</i>		"	50	"	"	100	"	140
		<i>C.tricarinata</i>		"	44	"	"	78	"	88
		<i>C.furcata</i>		"	50	b	78	"	1073	100
		<i>C.okinawensis</i>		"	44	"	63	88	870	113
		<i>C.venusta</i>		"	35	"	50	89	947	132
<i>C.elmeri</i>		"	59	"	86	100	445	108		
<i>C.cardioglossa</i>		"	50	a	75	88	495	116		
<i>Chysis</i>	<i>Chy.bractescens</i>		"	36	"	57	57	225	105	
<i>Phaius</i>	<i>Pha.tracarvilleae</i>		"	56	b	78	100	900	143	
	<i>Pha.minor</i>		"	50	"	50	70	710	100	
<i>Pleione</i>	<i>Ple.formosana</i>		"	40	"	"	60	750	240	
<i>Liparis</i>	<i>Lip.nervosa</i>		"	64	a	57	93	578	76	
<i>Gastrodia</i>	<i>Gas.elata</i>		E	33	"	67	67	693	207	
<i>Cattleya</i>	<i>Cat.SLC.Panela</i>		O	57	b	70	61	750	169	

	<i>Dendrobium</i>	<i>Den.Sagimuseum</i> <i>Den.phalaenopsis</i>	P "	" 63	" "	71 69	79 75	369 525	150 188
V	<i>Neofinetia</i>	<i>Neo.falcata</i>	O	38	"	50	69	255	"
	<i>Phalaenopsis</i>	<i>Phal.schilleriana</i>	P	58	c	67	75	329	100
		<i>Phal.Dos Pueblos</i>	"	50	a	42	83	342	178
	<i>Vanda</i>	<i>V.Rothschildiana</i>	"	80	b	28	88	255	150
	<i>Cremastra</i>	<i>Cre.appendiculata</i>	O	38	"	56	63	1188	220
	<i>Cymbidium</i>	<i>Cym.goeringii</i>	"	42	"	83	92	1573	170
		<i>Cym.hosai</i>	P	57	"	67	91	1425	150
		<i>Cym.kanran</i>	"	61	"	83	83	1275	"
<i>Cym.Inasa</i>		"	36	"	58	58	1140	255	
<i>Miltonia</i>	<i>Mil.Kongozan</i>	O	44	a	50	63	297	136	

^z Numbers in subfamily are the same with Table 1.

^y Degree of development of ovary in flowering time.

P: only placenta, O: differentiated ovule primodium, E: differentiated cells embryo sac and M: completed formation of ovule.

^x Type of progress in hypertrophy of ovary.

Type a: To reach the maximum values in length and width of ovary almost at the same time.

Type b: To reach the maximum values in width behind reaching to the maximum values in length.

Type c: To reach the maximum values in length behind reaching to the maximum values in width.

3. エビネ属とエビネ属に近縁とされる5種の類縁

関係: エビネ属とエビネ属に近縁とされる5種について生態, 形態および胚発生過程の様相について, 第2章から第4章の各章で得られた結果を分類的位置づけに対応づけて整理してみると(第3表), エビネ属は系統発生的には, ブレチア属およびシラン属から進化してきていると考えられており(Dressler, 1981d), 本研究結果によれば, 両属は地生種で葉は落葉性, 春咲き, 胚発生過程の4細胞期はA2型, 子房の肥大経過はb型, 胚のうは8核, 花粉塊は黄色, といった共通形質をもっている(第3表). これに対してエビネ属では, 胚のうが5~6核に減少しており, ブレチア, シランの両属と異なっている. ブレチア属の花粉塊は

蠟質であるが, シラン属では, 非蠟質である. エビネ属の花粉塊は, 非蠟質から蠟質へ進化してきた形質なのではないかと考えられる. さらに, 系統発生的にエビネ属から進化したと考えられているチシス属とファイアス属の形質をみると, 両属の共通形質は, 葉が常緑性で春咲きであることである. エビネ属と対比した場合, チシス属に比べて, ファイアス属はエビネ属に類似した形質が多い(第3表).

エビネ属に近縁とされる4属5種とエビネ属との関係をみてみると(第3表), 系統発生的には, 胚発生過程の4細胞期はA2型からC1型へ, 葉は落葉性から常緑性へ, それぞれ移行しているのではないかと推察される.

Table 3. Ecology, morphology and conditions of progress in embryogenesis of the genus *Calanthe* and closely related species to the genus.

Genus	Species	Habitat ^z	Flowering time	Progress ^y type of hypertrophy in ovary	Days necessary to complete embryo genesis	Type of ^x hypertrophical progress in seeds	Color of pollinium	Leaves
<i>Bletia</i>	<i>Bl.purpurea</i>	T	Spring	b	60	C	Yellow	Deciduous leaves
<i>Bletilla</i>	<i>Bl.striata</i>	E	"	"	100	A	"	
<i>Calanthe</i>	<i>C.amamiana</i>	"	"	"	"	"	"	
	<i>C.aristulifera</i>	"	"	"	"	"	White	
	<i>C.discolor</i> × <i>C.sieboldii</i>	"	"	"	"	"	Yellow	
	<i>C.discolor</i>	"	"	"	90	"	"	
	<i>C.izu-insularis</i>	"	"	"	100	C	White	
	<i>C.kawakamii</i>	W	"	"	"	A	Yellow	
	<i>C.sieboldii</i>	E	"	"	"	"	"	
	<i>C.tokunoshimensis</i>	W	"	a	"	C	"	Evergreen
	<i>C.discolor</i> × <i>C.izu-insularis</i>	E	"	b	"	A	"	leaves
	<i>C.sieboldii</i> × <i>Cal.aristulifera</i>	"	"	a	"	"	Pale yellow	
	<i>C.discolor</i> × <i>C.aristulifera</i>	"	"	b	"	"	"	
	<i>C.discolor</i> × <i>C.sieboldii</i> × <i>C.aristulifera</i>	"	"	"	"	"	Yellow	
	<i>C.nipponica</i>	"	Summer	a	60	"	"	
	<i>C.reflexa</i>	"	"	"	"	B	White	
	<i>C.tricarinata</i>	"	Spring	"	90	A	Yellow	
	<i>C.furcata</i>	TW	Summer	b	"	C	Pale yellow	
	<i>C.okinawensis</i>	W	"	"	80	A	White	
	<i>C.venusta</i>	TW	Autumn	"	100	B	Yellow	
	<i>C.elmeri</i>	T	Winter	"	70	"	"	Deciduous leaves
	<i>C.cardioglossa</i>	T	"	a	80	A	White	
<i>Chysis</i>	<i>Chy.bractescens</i>	T	Spring	"	140	C	Yellow	Evergreen
<i>Phaius</i>	<i>Pha.tracarvilleae</i>	TW	"	b	90	A	"	leaves
	<i>Pha.minor</i>	W	"	"	100	B	"	

^z T: Tropical zone, E: temperate zone, W: Warm temperate zone, TW: Tropical zone to warm temperate zone.

^y Types of hypertrophical progress in ovary is the same with the marks of Table 2.

^x Types of hypertrophical progress in seed.

A: Reaching to the maximum values in length and width of seeds almost at the same time.

B: Reaching to the maximum values in width of seeds behind reaching to the maximum values in length.

C: Reaching to the maximum values in length of seeds behind reaching to the maximum values in width.

摘 要

ラン科植物は世界に広く分布し、種の数も植物のなかで最も多く(17,000種)、本邦にはそのうち176種が知られている。ラン科植物はまた、種子繁殖の困難な植物群としても知られている。本研究においては、主にエビネ属(20種)を中心に、エビネ属に近縁とされる5種、野生ラン13種、洋ラン9種の計47種(5亜科、11族、13亜族、22属)を供試し、花粉の発芽から種子の完成に至るまでの、生殖器官の形成に関わる一連の経過を詳細に追究したものである。

1. 花粉管の伸長

寒天培地上ではpHが高く、ショ糖濃度の低い場合には、花粉の発芽および花粉管の伸長が著しく、水だけの培地においても伸長し、種間差はほとんど認められなかった。柱頭上での花粉管の伸長は、開花期の子房の発育程度(胎座のみのも、胚珠原基が分化しているもの、胚のう細胞が分化しているもの、および胚珠形成が完了しているもの、の4種類がみられた)の進んでいる種ほど早く、また、花粉管が胚珠形成に関与する時期は、上記した子房の発育程度の遅れた種ほど早かった。胚珠形成が完了するとまもなく花粉管は珠孔から侵入し、胚のう方向へ伸長した。

2. 胚珠形成および胚発生の経過

胚珠の形成と、受粉との間に密接な関係があり、開花期の子房の発育が進んでいる種ほど胚珠形成の完了までの日数が短かった。また、開花期の子房の発育の進んでいる種ほど、受粉後から受精までの所要日数も、受粉後から胚発生の完了までの所要日数も短くなる、という平行的な現象がみられた。

胚のう中の核数については、5個、5~6個および8個の3種類がみられ、胚乳核については、3~5個、4~8個および6~8個の3種類がみられた。エビネ属20種では胚のう中には5~6核が認められ、胚乳核は3~5個であった。

ラン科植物の胚発生過程は、細胞分裂の様式により、4細胞期(前胚)は4型に、その後の胚発生型は2群10型に分類する方式が確立されている。供試47種の胚発生過程を綿密に観察し、それぞれの種がいずれの型ないし群に所属するかを明確にした。この分類方式に

よった場合、エビネ属、シンビジウム属およびコチョウラン属には属固有の特徴がみられた。また、胚柄に着目すると、エビネ属の種はすべて胚柄を有していたが、この他供試した種の中には胚柄を欠くもの、胚柄および胚管を有するものなどがみられた。しかし、これらのいずれの型あるいは形質も、ラン科植物の5亜科のそれぞれを特徴づける特性とはならなかった。なお関連して、付言すれば生殖・発芽の諸過程について、本研究で観察したその他のいずれの事項についても、亜科固有の特性を見出すことはできなかった。

3. 子房の肥大の経過

子房は、受粉後急速に肥大して最大値に達した。受粉後から子房の肥大の完了までの所要日数が短いものは、胚発生の完了までの所要日数も短くなる傾向がみられた。肥大を完了した子房の大きさは、開花期の子房の発育程度が遅れた種ほど大きく、進んだ種ほど小さく、また、肥大の開始日は、発育程度の遅れた種ほど遅く、進んだ種ほど小さく、また、肥大の開始日は、発育程度の遅れた種ほど遅く、進んだ種ほど早い傾向がみられた。なお、子房の肥大率は長さに対してその幅において大きかった。植物体が小型の種では大型のものに比べて、肥大を完了した子房の大きさや肥大率が小さく、肥大完了までの所要日数も短かった。子房の形態は、長楕円型、細長型および楕円型の3種類の型がみられた。

4. 種子および胚の肥大の経過

受精後種子の長さは急速に、その幅は徐々に増加して、それぞれ一定値に達した。肥大を完了した種子の形態は、細長型、長方形および棍棒状型の3種類がみられ、エビネ属の種はすべて細長型であった。

胚は、受精後一定期間を経てから急速に肥大し、種固有の大きさに達した。胚の形態は、いずれも楕円型であったが、シランではわずかに子葉の分化がみられた。なお、開花期の子房の発育程度が進んだ種ほど、種子および胚の肥大完了までの所要日数が短くなる傾向がみられたが、種子および胚の大きさ、ならびに形態との関係は認め難かった。

謝 辞

本研究をすすめるにあたり終始懇篤なご指導，ご助言を賜った東京大学名誉教授故川田信一郎博士，本研究をまとめるにあたり終始懇切なるご指導，ご助言を賜るとともに，本論文のご校閲の労をとられた東京大学教授山崎耕宇博士に対し，深甚なる感謝の意を表します。また，本研究をまとめるにあたり多大のご支援，ご助言を賜った佐賀大学助教授原田二郎博士，東京大学助教授森田茂紀博士，東京大学助手根本圭介博士をはじめ，東京大学農学部栽培研究室の各位および茨城

大学助教授丸橋亘博士に対し，謹んで感謝の意を表します。さらに，供試材料のエビネ類を提供して頂いた園芸研究家三池延和氏，本研究をまとめるにあたり，ご支援，ご協力を賜った恵泉女学園および恵泉女学園短期大学園芸生活学科の各位に対し感謝の意を表します。

なお，本研究の一部は，昭和62年度財団法人私学研修福祉会の助成金によって行いました。記して感謝の意を表します。

引用文献

- Abe, K. 1967. Contribution to the embryology of the family Orchidaceae. I. Development of the embryo sac in *Cymbidium goeringii* Reichb. f. Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. IV. 33: 79~82.
- . 1968a. ——. II. Development of the embryo sac in *Pogonia japonica* Reichb. f. Ibid. 34: 59~65.
- . 1968b. ——. III. Development of the embryo sac in *Cremastra appendiculata*. Ibid. 34: 119~123.
- . 1971a. ——. IV. Development of the embryo sac in *Bletilla striata*. Ibid. 35: 213~218.
- . 1971b. ——. V. Development of the embryo sac in *Oreorchis patens*. Ibid. 35: 219~224.
- . 1972a. ——. VI. Development of the embryo sac in 15 orchid. Ibid. 36: 135~178.
- . 1972b. ——. VII. A comparative study of the orchid embryo sac. Ibid. 36: 179~201.
- Barthlott, W. 1976. Morphologie der Samen von Orchideen in Hinblick auf Taxonomische und Funktionelle Aspekte. Proceedings of the Eight World Orchid Conference. 444~453.
- Dressler, R. L. and C. H. Dodson. 1960. Classification and phylogeny in the Orchidaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden. 47: 25~68.
- . 1981a. The Orchid. Natural History and Classification. p.25~31. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts, London.
- . 1981b. ——. p.44~66. Ibid.
- . 1981c. ——. p.72~72. Ibid.
- . 1981d. ——. p.142~266. Ibid.
- 橋本 保・木村 智. 1983. 原色洋ラン—原種—. p. 201. 家の光協会. 東京.
- 伊藤五彦. 1968. ランの子房培養と種子形成. 鳥瀧博高編: ラン科植物の種子形成と無菌培養. p. 77~92. 誠文堂新光社. 東京.
- . 1969. エビネ—花の色と形の変化を楽しむ— p.7~125. 主婦と生活社. 東京.
- . 唐沢耕司. 1975a. エビネとその仲間. p. 33~145. 誠文堂新光社. 東京.
- . ——. 1975b. ——. p.222~227. 誠文堂新光社. 東京.
- 岩波洋造. 1980. 花粉学. p.92~154. 講談社. 東京.
- 加古舜治. 1968. シュンランの種子の発芽に関する研究. 鳥瀧博高編: ラン科植物の種子形成と無菌培養. p.174~237. 誠文堂新光社. 東京.
- 唐沢耕司. 1985. 日本の野生ラン (12). エビネ属 (1). 新花卉. 125号: 68~72.
- Kimura, C. 1968. On the embryo sac of *Cypripedium debile* Reichb. F. Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. IV (Biol.). 34: 67~74.
- . 1971. Embryological studies of *Galeola septentrionalis* Reichb. Fil. (Orchidaceae). Ibid. 35: 253~258.
- Kusano, S. 1915. Experimental studies on the embryonal development in an Angiosperm. Jour. Coll. Agric. Univ. Tokyo. 6: 7~120.
- 前川文夫. 1975a. 原色日本のラン. p.1~8. 誠文堂新光社. 東京.
- . 1975b. ——. p.58~59. 誠文堂新光社. 東京.
- . 1975c. ——. p.188~189. 誠文堂新光社. 東京.
- Marubashi, W. and Nakajima, T. 1981. Pollen tube behavior in the ovary of *Nicotiana tabacum* L. Japan J. Breed. 3: 133~140.
- Miduno, T. 1940. Chromosomenstudien an Orchidazeen. IV. Chytologia. 11: 179~185.
- Mutsuura, O. and R. Nakahira. 1958. Chromosome numbers of the family Orchidaceae in Japan (1). Sci. Rep. Saikyo Univ., Nat. Sci. and Liv. Sci., 2, 5: 23~30.
- 長野正紘・三枝敏郎. 1977. えびね. p.8~155. 文化出版局. 東京.
- 大井次三郎. 1956a. 日本植物誌. p.395~399. 至文堂. 東京.
- . 1956b. ——. p.443~447.
- Rao, A. N. and L. W. Chin. 1973. Pollen viability and germination in some orchid hybrids. Gradens Bulletin. 26: 245~257.
- 里見住生・土肥 尚. 1979. ランの分類. 日本蘭協会編: 洋ラン. p.89~94. 誠文堂新光社. 東京.
- Schlechter, R. 1926. Das System der Orchidaceen. Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem. 9: 563~591.
- Sood, S. K. 1985. Gametophytes, integuments initiation and embryogey in *Microstylis cylindrostata*.

- chya* (Orchidaceae, Epidendreae). Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.). 95 : 379~387.
- Swamy, B. G. L. 1949a. Embryological studies on the Orchidaceae. I. Gametophytes. Am. Midland Naturalist. 41 : 184~201.
- . 1949b. ——. II. Embryology. Ibid. 41 : 202~232.
- 田中隆荘. 1968. ランの園芸品種の細胞遺伝学. 鳥瀉博高編: ラン科植物の種子形成と無菌培養. p. 46~52. 誠文堂新光社. 東京.
- Tanaka, R., Karasawa, K. and G. Ishida. 1981. Karyomorphological observation on *Calanthe* of Japan. Bull. Hiroshima Bot. Garden. 4 : 9~62.
- 田原望武. 1986. エビネの人工交雑種. p.33~52. 誠文堂新光社. 東京.
- Terasaka, O., Niitsu, T. and R. Tanaka. 1979. Single fertilization in *Spiranthes sinensis*. Bot. Mag. Tokyo. 92 : 59~67.
- Tohda, H. 1967. An embryological study of *Hetaeria shikokiana*, a saprophytic orchid in Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. IV (Biol.). 33 : 83~95.
- . 1969. Development of the embryo of *Bletilla striata*. Ibid. 34 : 125~131.
- . 1971a. Development of the embryo of *Orchis aristata*. Ibid. 35 : 239~243.
- . 1971b. Development of the embryo of *Lecanorchis japonica*. Ibid. 35 : 245~251.
- . 1974a. Development of the embryo of *Gymnadenia cucullata*. Ibid. 37 : 71~77.
- . 1974b. Embryological study on *Gymnadenia camtschatica*. Ibid. 37 : 79~87.
- . 1974c. Development of the embryo of *Pogonia* (Orchidaceae). Ibid. 37 : 89~93.
- 塚本洋太郎監修. 1979. 洋ラン. p.186~187. 保育社. 東京.
- Veyret, Y. 1974. Development of the embryo and the young seedling stage of orchids. p. 223~265. In: C. L. Withner (ed.). The Orchids. Scientific Studies. John Wiley and Sons. New York.
- Wirth, M. and C. L. Withner. 1959. Embryology and development in the Orchidaceae. p.155~188. In: C.L. Withner. (ed.). The Orchid. A Scientific Survey. John Wiley and Sons. New York.
- 山田常雄・前川文夫・江上不二夫・八杉竜一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆編. 1971. 生物学辞典. p. 914. 岩波書店. 東京.
- Ye, X. L., Cheng, S. J., Wang, F. X. and N. F. Qian. 1988. Immature seed morphology and the *in vitro* development of *Dendrobium candidum*. Acta Botanica Yunnanica. 10 : 285~290.

Summary

Orchidaceae plants are distributed widely in the world and a great numbers of the species, about 17,000 species, were recognized. Among them, 176 species are known in Japan. The plants of Orchidaceae is wellknown as plant groups with difficulty to propagate by seeds. In this study, a total 47 species (5 subfamilies, 11 tribes, 13 subtribes, 22 genera), such as mainly genus *Calanthe* (20 species), 5 species closely related to *Calanthe*, 13 species of wild orchids, 9 species of foreign ones were examined. A series of progress concerning formation of the reproductive organs from germination of pollen to completion of hypertrophy in seed and embryo was studied.

1. Elongation of pollen tubes

When pH value is high and concentration of sucrose is low in culture medium, vigorous germination and elongation of pollen tubes were observed. Even culture medium with only water, almost no differences were seen among species. Earlier elongation of the pollen tube at stigma was observed in species having earlier developmental degree of ovary at the time of flowering. The degrees of development were grouped into 4 types, such as only placenta, differentiated ovule primodium, differentiated embryosac and finished formation of ovule. The time concerning to formation of ovule by pollen is earlier than the species having lower developmental stages. As soon as finishing formation of ovule, the pollen tube penetrated through micropyle and elongated towards embryosac.

2. Development of ovule and progress of development in embryo

Formation of ovule was closely related with pollination, and species in condition of proceeded development of ovary formation showed much shorter days of finishing ovule formation. There was a parallel phenomenon with shorter necessary days from pollination to fertilization and from pollination to embryogenesis in case of species proceeded development of ovary in flowering time. Numbers of nuclei in embryosac were counted as 3 types, such as 5, 5~6 and 8 nuclei. Numbers of nuclei in

endosperm were counted as 3 types, such as 3~5, 4~8 and 6~8 nuclei. Five~six nuclei were recognized in embryosac of 20 species in the genus *Calanthe*. Nuclei in endosperm were counted as 3~5.

On the process of embryogenesis in Orchidaceae, a certain method of classification was established into two ways, such as 4 types in tetrad of proembryo and the later embryogenesis into 2 groups 11 types. Process of embryogenesis of examined 47 species were observed carefully and the author clearly reported on the belonged genera of each species of types of groups. When the classification method is used, inherent characteristics in *Calanthe discolor*, the genus *Cymbidium* and *Orchis* were found.

Suspensor was recognized in all species in the genus *Calanthe*, while in the other examined species, species having no suspensor or species having both suspensor and embryonal tube were found. However, those types or characters did not become characteristics of 5 subfamilies in Orchidaceae. In connection with the addition to every processes in reproduction, germination and every items of those, no clear characteristics in the subfamily were found.

3. Progress of hypertrophy of ovary

After pollination, ovary grows quickly and reaches to the maximum in hypertrophy. A tendency was recognized in shorter necessary days to complete embryogenesis with shorter necessary days to complete hypertrophy of ovary after pollination. In cases of size of completed ovary, larger ovary was recognized in later progressed species in flowering time, and smaller ovary was recognized in earlier progressed species.

Furthermore, beginning day of hypertrophy showed later in later degree of development and early in earlier development depending upon the species. The ratio of hypertrophy in ovary was larger in width than in length. In cases of species having smaller plant body, smaller ovary and smaller ratio in hypertrophy of ovary after completion of hypertrophy and shorter necessary days to finish hypertrophy were recognized. Forms of ovary were

3 types, such as long ellipsoid, slender and ellipsoid.

4. Progress of hypertrophy in seeds and embryo

After fertilization, the length of seeds increases rapidly and the width increased slowly and then both sized became constant values. Forms of seeds finished hypertrophy were three types, such as slender, rectangle and clavated.

Embryo began to hypertrophy after passing a certain period, and reached to certain sizes depend-

ing upon the species. Forms of embryo were all ellipsoid, but slightly differentiated cotyledone was found.

Furthermore, a tendency of shorter necessary days to complete hypertrophy of seed and embryo was found in species much progressed degree of ovary in flowering time, but no relationship among sizes of seeds and embryos and forms were recognized.