

論 説

ツルボおよびシクラメンの花粉成熟過程における微細構造

岡田 力*・中澤 潤**

The fine structure during maturation of pollen grains in *Scilla chinensis* Benth. and *Cyclamen persicum* Miller

Chikara OKADA* and Zyun NAKAZAWA**

Abstract

The fine structure of the pollen grains of two species, *Scilla chinensis* and *Cyclamen persicum*, was observed from pollen mitosis to maturation.

In *Scilla* pollen just after pollen mitosis, spherical amyloplasts, containing many starch grains, remarkably increase in number in vegetative cytoplasm, and 1-12 layers of ER enclose the vegetative nucleus. As pollen develops, amyloplasts decrease in number and cell organelles, such as mitochondria, ER, Golgi bodies and vesicles increase. In mature pollen, numerous microtubules arrange along the long axis of the spindle-shaped generative nucleus.

Cyclamen pollen just after pollen mitosis has a large vacuole in vegetative cytoplasm. As pollen develops, the large vacuole disappears and mitochondria and granular substances increase. In mature pollen before anthesis a few layers of ER enclose the generative cell. And in mature pollen after anthesis a number of ER stacks being in 27 layers in maximum are observed in vegetative cytoplasm, and these ERs release vesicles.

The roles of the amyloplast, microtubules and ER stacks in pollen grains were discussed.

*弘前大学理学部 〒036 弘前市文京町

現住所：青森県立七戸高校 〒039-25 青森県上北郡七戸町

*Faculty of Science, Hirosaki University, Bunkyo-cho, Hirosaki 036, Japan.

Present address : Shichinohe Senior High School, Shichinohe-cho 039-25, Aomori, Japan.

**弘前大学教養部 〒036 弘前市文京町

現住所：岩手県立盛岡短期大学 〒020 盛岡市住吉町

**Faculty of General Education, Hirosaki University, Bunkyo-cho, Hirosaki 036, Japan.

Present address : Morioka Junior College, Morioka 020, Japan.

花粉の発育期の微細構造については、*Endymion non-scriptus* (Angold 1968), *Haemanthus katerinae* (Sanger and Jackson 1971), *Helleborus foetidus* (Echlin 1972) など多くの報告がなされている。当研究室では、ムラサキツユクサについて、花粉母細胞から成熟花粉及び花粉管伸長までの一連の段階の微細構造を調べてきた(仁木・中沢, 1974, Nakazawa, Tanaka and Hikage 1975, 中沢, 1976)。今回はムラサキツユクサ及び他の花粉の微細構造と比較研究するために、ツルボとシクラメンについて pollen mitosis 終了以後成熟期までを電子顕微鏡で観察したので、その概要を報告する。

材料および方法

弘前市内で採集したツルボ (*Scilla chinensis* Benth.) と栽培品種のシクラメン (*Cyclamen persicum* Miller) を材料に用いた。

花粉の発育段階は次の4段階に分けた。

Stage 1 : Pollen mitosis 終了後、生殖細胞が花粉壁より離れる前までの時期。

Stage 2 : 生殖細胞が花粉壁より離れ、紡錘形を呈しはじめる時期。

Stage 3 : 開葯前の成熟花粉。

Stage 4 : 開葯後の成熟花粉。

ツルボでは Stage 1-3, シクラメンでは Stage 1-4 まで観察した。

電子顕微鏡観察のための材料の処理の仕方は、前報(仁木・中沢, 1974)にしたがった。

結 果

ツルボ

Stage 1 では、栄養細胞質に、多いもので56個のでんぶん粒を含む、大きさ4~8 μ の amyloplast が顕著にみられ、特に mitosis 終了直後には細胞質の大部分を占める程になる(図1)。amyloplastの間には、mitochondria や Golgi 体が存在する(図2)。この時期には、栄養核の周囲に1層から多いものでは12層の ER の層状構造がみられ、中にはこ

の ER の層が栄養核から離れて細胞質中にのびているものもある(図3)。また lipid 様の電子密度の高い物質が、生殖細胞壁をとり囲む像がよくみられる(図4)。栄養核には仁があり、染色質部分は核内に分散している。

生殖細胞は細胞質部分が少なく、mitochondria, Golgi 体、amyloplast などがわずかに存在する。生殖核は仁をもち、染色質部分は凝縮している。生殖細胞壁が花粉壁より離れる直前には、細胞壁はうすくなり、microtubules が生殖細胞質に認められるが、数が少なく、不規則な配列をとる(図4, 5)。

Stage 2 では、徐々に amyloplast が減少し、これと同時に mitochondria, Golgi 体、ER、vesicle などの細胞内器官が増加する。lipid 様の物質が生殖細胞壁の周囲に配列し、中には全く細胞壁にとりこまれたような像もみられる(図6)。

生殖細胞質には、amyloplast が認められなくなるが、amyloplast が消化されつつあるような構造体が存在する(図7)。この時期には microtubules の数が増加し、配列も規則正しくなってくる。

Stage 3 では、amyloplast はますます減少し、cristae の発達した mitochondria、1~8層の cisternae をもちさかんに vesicle を放出している Golgi 体(図10)、ER、ribosome などが著しく増加する。この時期には vesicle が花粉壁にとりこまれるような像がよくみられる(図9)。栄養核は非常に不規則な形となる。

生殖細胞質には、電子密度の高い渦を巻いたような構造体がみられることがある(図11)。生殖核は細長く不規則な形をとるようになり、この長軸にそって microtubules が多数認められる(図12, 13)。また microtubules が束になっている時に観察されている構造体である cross-bridge (佐藤 1975) も存在する(図14)。

シクラメン

Stage 1 では、栄養細胞は大きい vacuole をもち、ER、mitochondria, Golgi 体を含む。生殖細胞質はごく少ない(図15)。

Stage 2 では、栄養細胞質に小さい vacuole が存在し、mitochondria が豊富になる。栄養核は大きい仁をもち、染色質部分は分散している (図 16)。

生殖細胞質はほとんど細胞内器官を含まない。生殖核の染色質部分は凝縮している (図 16)。

Stage 3 では、ER の層が生殖細胞の周囲を囲み、栄養細胞質にも 2~3 層みられてくる。栄養核は不規則な形をとる (図 18)。

生殖細胞はだ円状になり、microtubules がわずかに存在する (図 17)。

Stage 4 では、栄養細胞質に ER の stacks が多いもので 27 層みられ、さかんに vesicle を膨出している (図 20, 21)。中には rough ER が lipid body をとり囲んだ像がみられる (図 21)。mitochondria や顆粒状の物質も非常に豊富になる。

生殖核は不規則で細長い形をとる。microtubules は長軸にそってみられるが、数が少ない。

考 察

pollen mitosis 終了後の著しい amyloplast の存在は、とくにツルボで特徴的である。 *Helleborus foetidus* (Echlin 1972) や *Endymion non-scriptus* (Angold 1968) でも同様の構造が観察されているが、ツルボのように栄養細胞質全体を占める程顕著ではない。花粉の成熟につれて amyloplast は減少し、これと同時に細胞内器官が多くなり、vesicle 状のものが花粉壁にとりこまれている像がよく認められることから、花粉内で徐々にでんぷんが消化されて受粉後の花粉管の伸長の準備がなされていると推量される。

lipid 様の顆粒が生殖細胞壁をとり囲む像は *Endymion* (Angold 1968), *Haemanthus* (Sanger and Jackson 1971) でもみられている。この像がともに細胞壁がさかんに新生されている時期にみられていることや、lipid 様の物質が細胞壁にとりこまれているような像 (図 6) が得られていることから、細胞壁の形成に関連があるのではないかと考えられる。

Sanger and Jackson (1971) は *Heamanthus* で、仁木・中沢 (1974) は *Tradescantia* で紡錘形をした生殖核の長軸方向に平行に走る microtubules を観察している。これについて、Sanger and Jackson はコルヒチンなどの microtubules 形成阻害剤で処理すると、紡錘状の生殖核が球状になることから、microtubules は紡錘形の形態を保持する役割をしていると報告している。三木・中村 (1977) はテッポウユリ、スイセンで microtubules を観察しているが、顆粒の両極への移動と関連していることを示唆している。一方、Echlin (1972) は *Helleborus foetidus* について詳しい観察を行っているが、ランダムな microtubules しか観察していない。また Jensen ら (1974) はゴマノハグサ科の植物で microtubules を観察しているが、この構造は恒常的なものでないと報告している。ツルボではムラサキツクサと同様に、生殖核の長軸方向にそって規則的な microtubules の配列が認められる。一方、シクラメンでは、成熟花粉で microtubules はわずかしか認められない。植物の種類によって microtubules の状態がさまざまなことから、microtubules の機能が Sanger らがいうように単なる核の形態保持だけか否かは、今後の課題であろう。

生殖細胞壁は、生殖細胞が花粉壁に接している時には、明らかに存在する。しかし花粉の成熟とともに、生殖細胞壁がうすくなることを Angold (1968), Mephram and Lane (1970) らが報告している。また、Górska-Bryllass (1967), Heslop-Harrison (1968) は生殖細胞壁がうすくなるのは callose が分解されることによるとし、一方、Dunwell and Sunderland (1976) は、*Datura innoxia* の薬培養した花粉では callose が完全に分解されないとしている。ムラサキツクサでは、花粉の成熟とともに callose が分解されて、生殖細胞は 2 枚の形質膜に包まれているように見える (中沢 1976)。ツルボ、シクラメンともに、生殖細胞壁は花粉の成熟とともにうすくなるが、花粉壁から生殖細胞壁が離れても、電子密度の高い物質が細胞壁部分を満たしているようである。

ER の stacks に関しては、Jensen ら (1974) がゴマノハグサ科の数種で、Maruyama (1966) がムラサキツユクサで観察し、当研究室でもムラサキツユクサで類似の構造を観察している。Jensen らは、組織化学的な方法によって、この ER stacks はのちの花粉管伸長のためのエネルギー貯蔵の働きをすると報告している。シクラメンでは、開葯後の花粉が

さかんに ER から vesicle を膨出している像がみられ、Jensen らの考えを支持しているように思われる。

なお今後、amyloplast の形成、microtubules や ER stacks の機能について、さらに詳しく追究されることが期待される。

参 考 文 献

- Angold, R.E. : J. Cell Sci. 3, 573-578 (1968).
 Dunwell, J.M. and N. Sunderland : J. Cell Sci. 22, 481-491 (1976).
 Echlin, P. : J. Cell Sci. 11, 111-129 (1972).
 Górska-Bryllass, A. : Naturwissenschaften 9, 230-231 (1967).
 Heslop-Harrison, J. : J. Cell Sci. 3, 457-466 (1968).
 Jensen W.A., M. Ashton and L.R. Heckard : Bot. Gaz. 135, 210-218 (1974).
 Maruyama, K. : Cytologia 31, 257-269 (1966).
 Mepham, R.H. and G.R. Lane : Protoplasma 70, 1-20 (1970).
 三木壽子・中村澄夫 : 日本花粉学会々誌 19, 11-19 (1977).
 中澤 潤 : 遺伝 30 (5), 18-23 (1976).
 Nakazawa, Z., M. Tanaka and M. Hikage : Sci. Rep. Hirosaki Univ. 22, 73-78 (1975).
 仁木輝夫・中澤 潤 : 日本花粉学会々誌 13, 1-7 (1974).
 Sanger, J.M. and W.T. Jackson : J. Cell Sci. 8, 303-315 (1971b).
 佐藤七郎 : 細胞 東京大学出版会 (1975).

Abbreviations of Plates

A, amyloplast ; ER, endoplasmic reticulum ; G, Golgi body ; gn, generative nucleus ; L, lipid-like body ; M, mitochondria ; mt, microtubules ; va, vacuole ; ve, vesicle ; vn, vegetative nucleus.

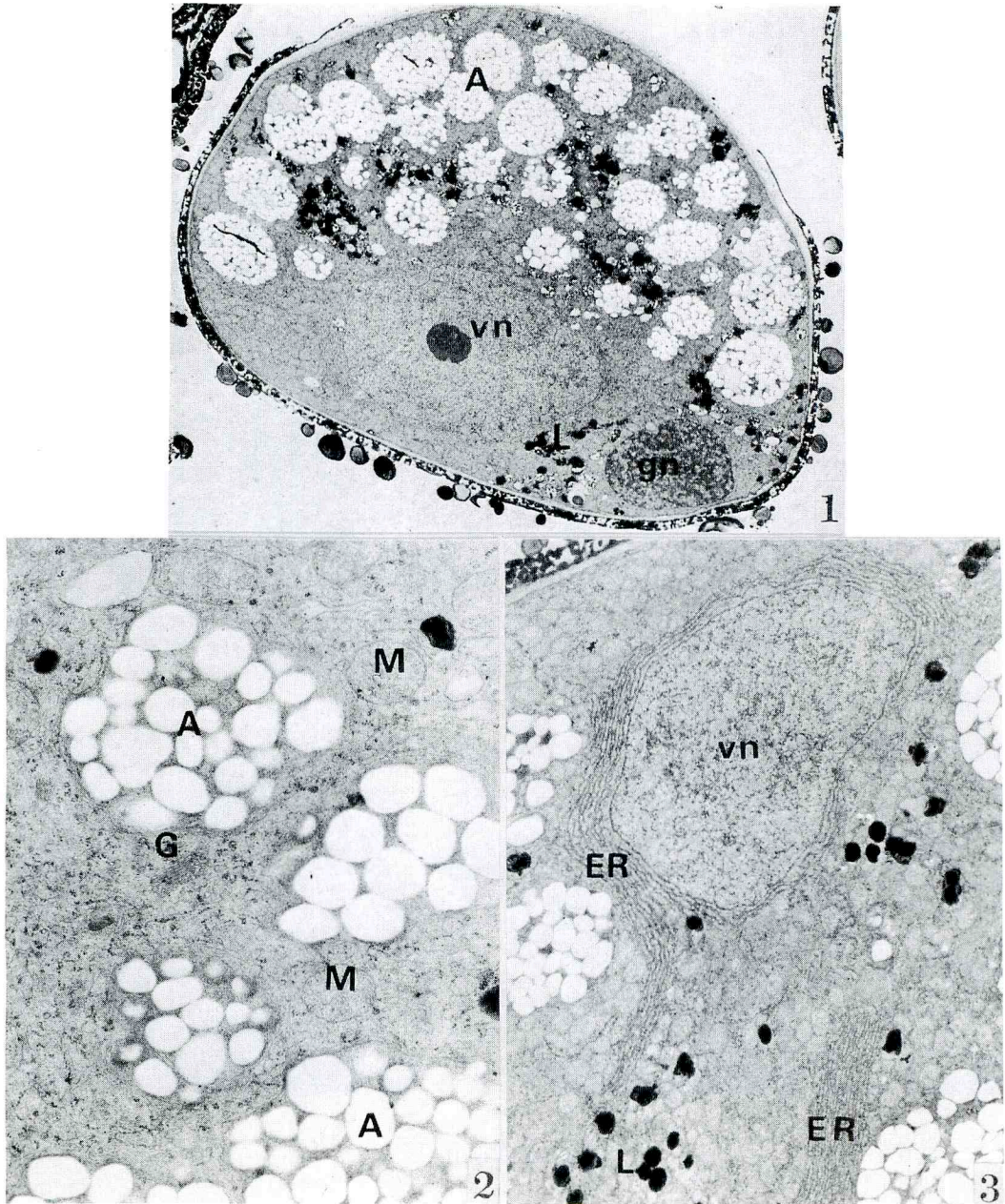


PLATE I

1-3. Pollen grain just after pollen mitosis in *Scilla chinensis*.

1. Amyloplasts containing starch grains occupy the greater part of the vegetative cytoplasm. $\times 1,800$. 2. Mitochondria and Golgi bodies are observed among amyloplasts. $\times 11,500$. 3. Stratified ERs enclose the vegetative nucleus. Some of them run into vegetative cytoplasm. $\times 5,000$.

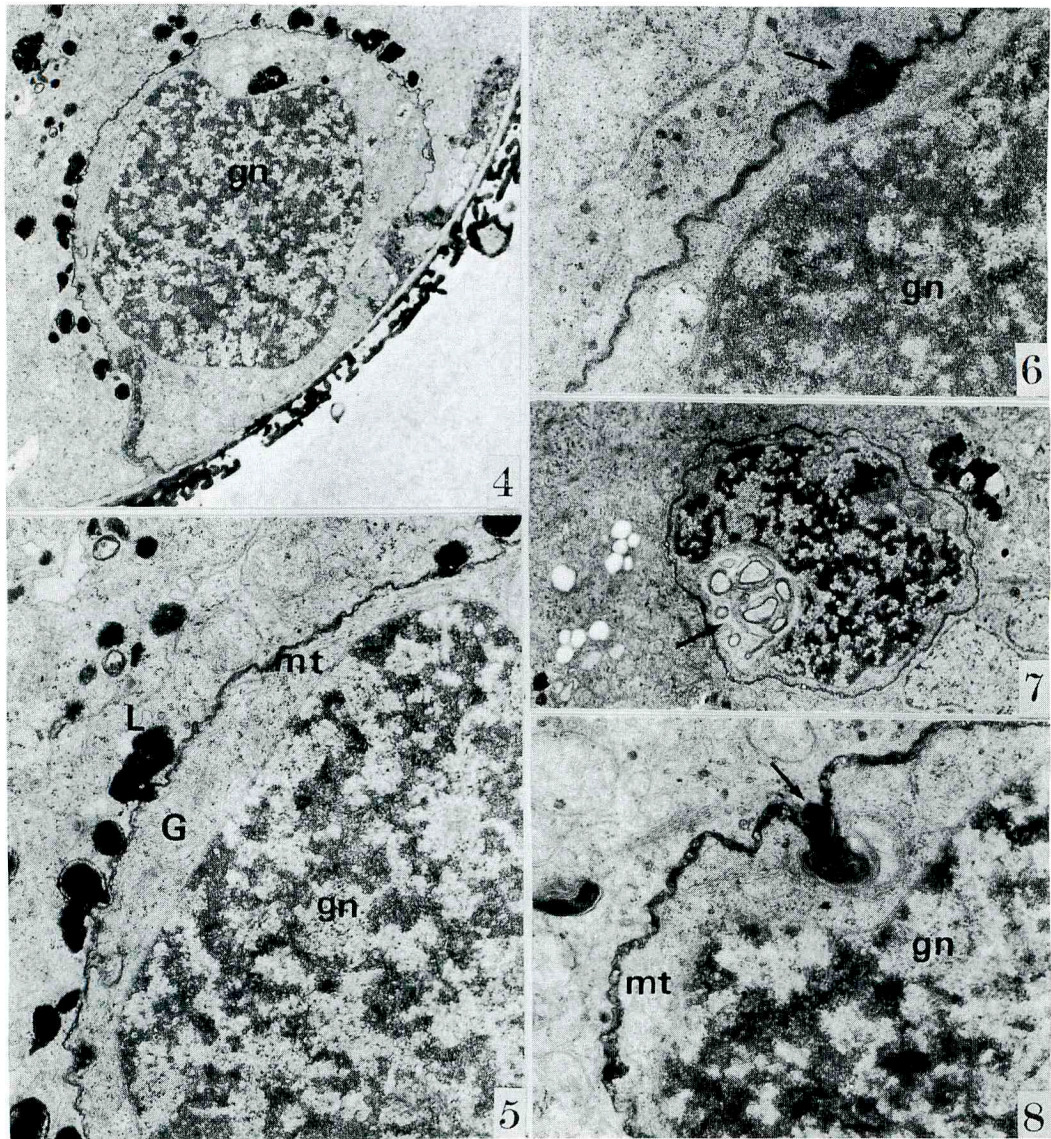


PLATE II

4-8. *Scilla chinensis*.

4. Generative cell just before detachment from pollen wall. Lipid-like electron dense bodies enclose the generative cell. $\times 5,000$. 5. The magnification of a part of fig. 4. Generative cytoplasm contains a few mitochondria, Golgi bodies, and microtubules randomly arranged. $\times 12,000$. 6. Lipid-like bodies may be fused into the generative cell wall (arrow). $\times 16,500$. 7. Amyloplast in the generative cytoplasm looks like to be digested (arrow). $\times 5,200$. 8. Lomasome-like body observed in the developing generative cell wall (arrow). $\times 11,200$.

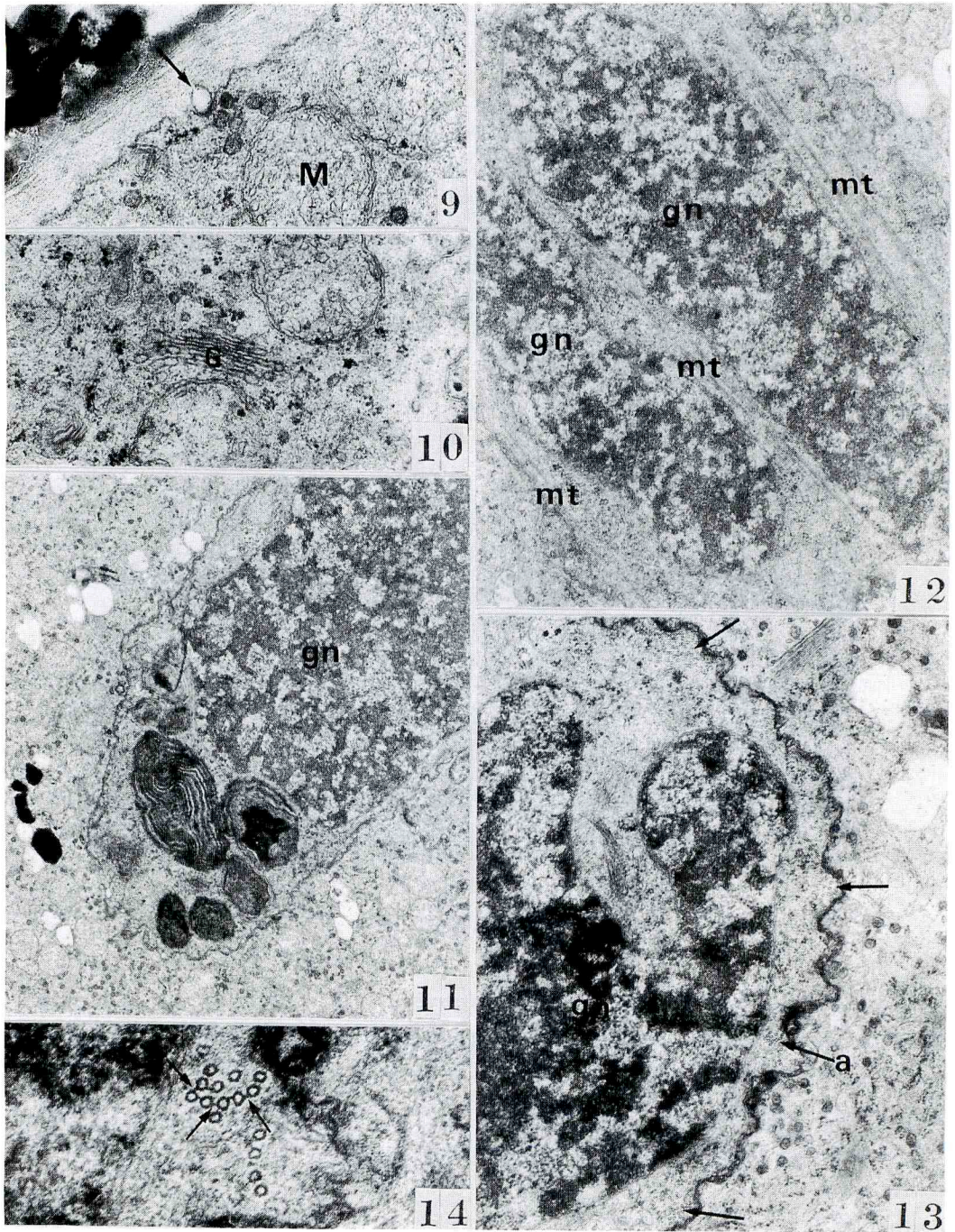


PLATE III

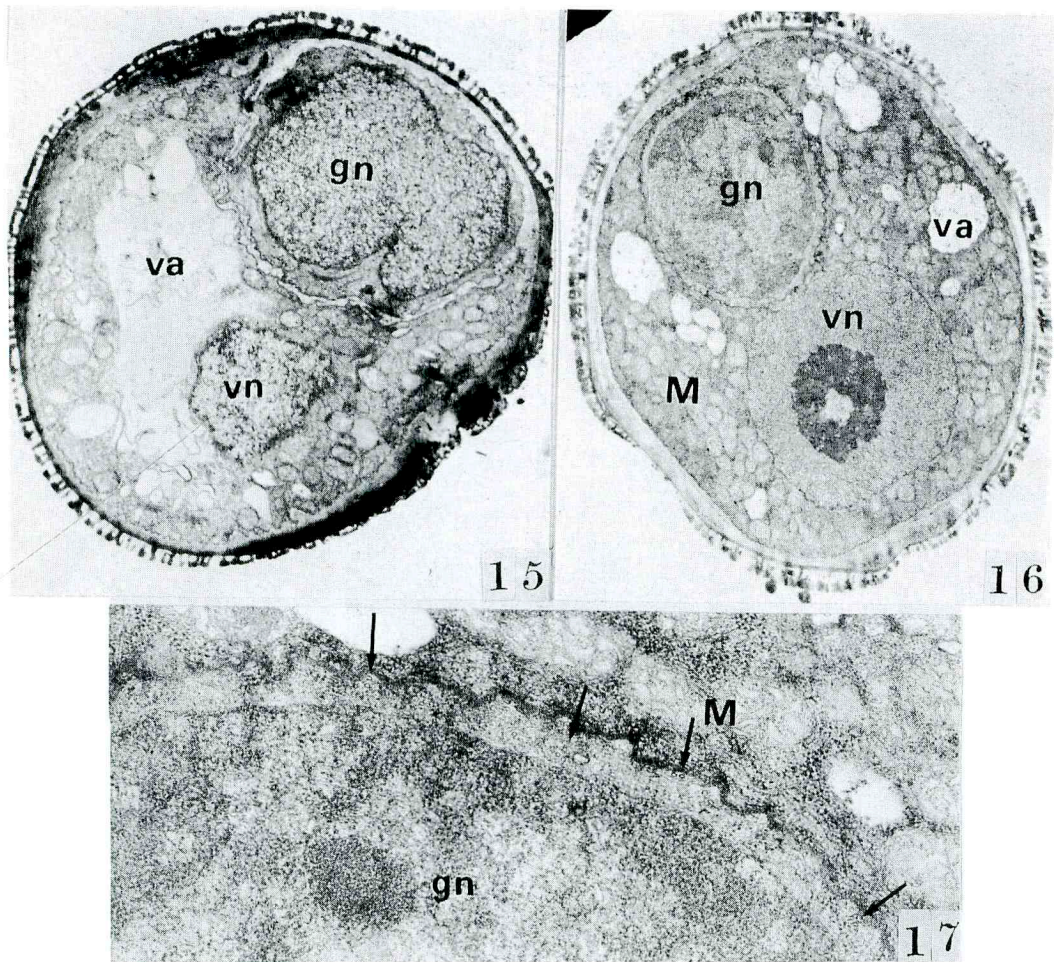


PLATE IV

9-14. Mature pollen grains before anthesis in *Scilla chinensis*.

9. The vesicle looks like to be absorbed into the intine (arrow). $\times 30,000$. 10. The Golgi body releases vesicles. $\times 24,000$. 11. Electron dense bodies in whirls observed in generative cytoplasm. $\times 8,000$. 12. Vertical section of microtubules around the generative nucleus. $\times 6,000$. 14. The magnification of the part of a in fig. 13. Cross bridges seen between microtubules (arrows). $\times 4,000$.

15-17. *Cyclamen persicum*.

15. Pollen grain just after pollen mitosis. The vegetative cytoplasm has large vacuoles. $\times 4,000$. 16. Generative cell detached from pollen wall. Small vacuoles and abundant mitochondria in the vegetative cytoplasm. $\times 5,800$. 17. Cross section of the spindle-shaped generative cell. A few microtubules seen in the generative cytoplasm. $\times 234,000$.

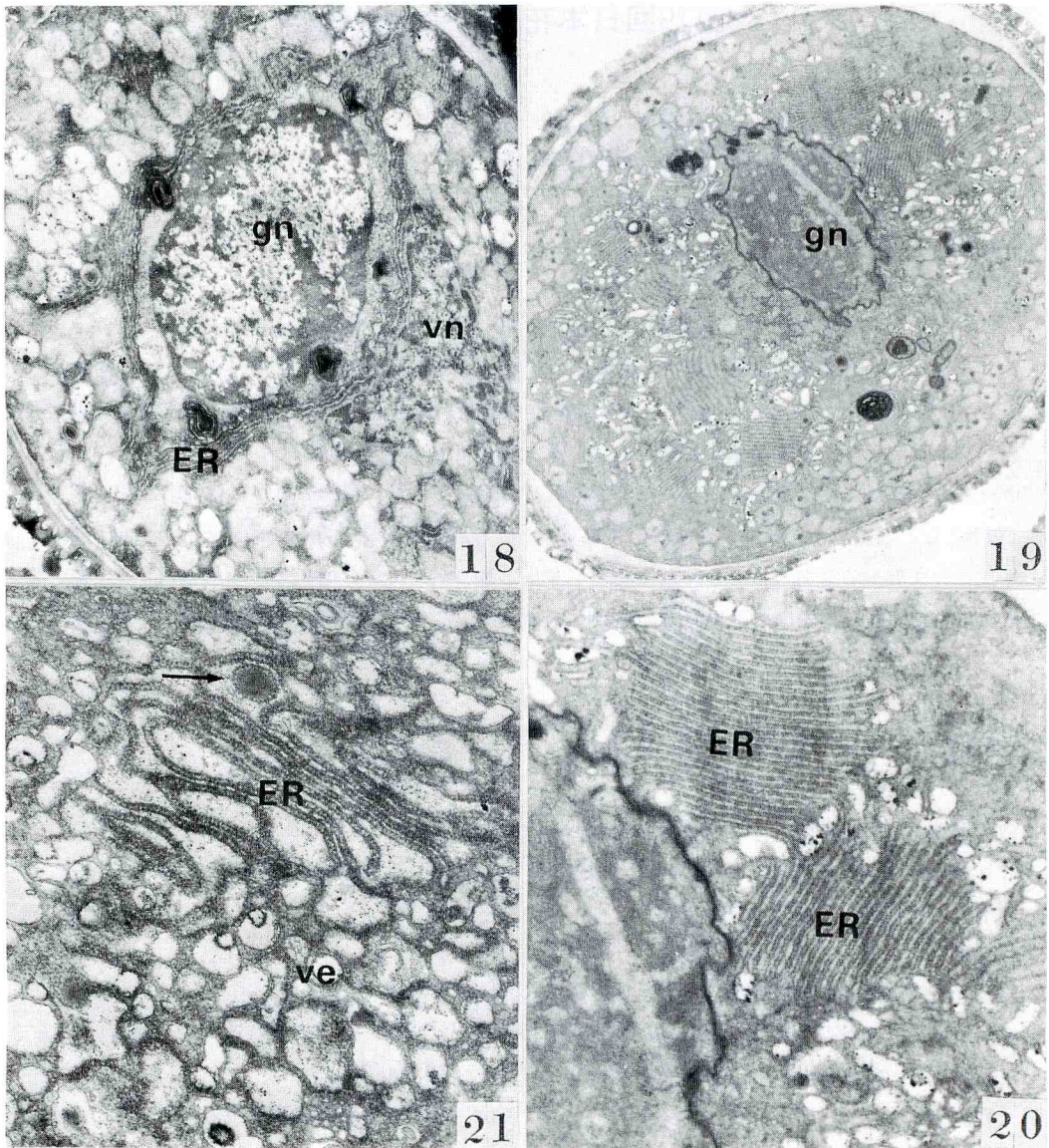


PLATE V

18-21. *Cyclamen persicum*.

18. Mature pollen before anthesis. ERs enclose the generative cell. Vegetative cytoplasm contains many granules and vesicles. $\times 8,400$. 19. Mature pollen after anthesis. ER stacks seen in vegetative cytoplasm. $\times 6,000$. 20. The magnification of the ER stacks of fig. 19. $\times 14,500$. 21. ER stacks release vesicles. Lipid body is enclosed by rough ER. $\times 20,700$.

☆第19回日本花粉学会大会報告

日 時 昭和53年11月5日（日曜日）9：30—18：00

場 所 京都市左京区吉田 京都大学楽友会館

世 話 市河三次（花粉研究会・京都）

参加者 約60名

第19回日本花粉学会大会は花粉研究会（京都）と共催で楽友会館で盛大に行われた。これは市河氏をはじめ花粉研究会のお陰で厚く感謝する。大会は第3回花粉科学ゼミナールとして二階大ホールで特別講演（10：00—11：00）と花粉症・空中花粉の報告を、二階1、2号室で花粉分析・形態を、一階ホールで生理の報告が行われた。また日本花粉学会総会は11：00—11：30に二階大ホールで行われた。学会運営についての活気ある討論もなされ、幾瀬会員からは誌名を花粉学雑誌（仮称）などと変えたらいかがかと提案があった。その理由は会誌では会の報告という意味が強く、オリジナリチーの論文としての評価に問題があり、他の学会員から批判があったという。会誌名変更は重大な問題なので広く会員諸氏の意見もききたい。これらの問題は幹事を開いて検討することとした。

会計報告

〔収入〕

前年度残金 88,640円 小塩報恩会 200,000円 当日寄付 101,000円(三木・徳永各幹事等)

会員会費 430,000円 バックナンバー 43,000円 製版・超過ページ代等 392,286円

利子 1,454円 計 1,256,380円

〔支出〕

会誌20号200部印刷 322,800円 同誌送料130部 5,200円

会誌21号200部印刷 229,600円 同誌送料135部 2,780円 大会費用 100,000円

送付用封筒 7,800円 雑費 10,500円 計 678,680円

〔残金〕

577,700円。

☆幾瀬マサ教授定年記念号のお知らせ

東邦大学薬学部教授の幾瀬先生は多くの業績をあげられて、来る昭和55年3月に定年を迎えられます。本会会誌第24号を先生の記念号に予定しております。詳細は次号でお知らせします（発行人一同）。