

原 著

図解 裸子植物の花粉学的系統樹（I）

上野 實朗*

Illustrated PALYNOLOGICAL FAMILY TREE of GYMNOSPERMAE
(I)

Jitsuro UENO*

(受付：1984年10月31日)

I 序

花粉の形態・生理・生態などの研究は多い。しかしこれらの形質をまとめて系統樹を書いた例は少ない。ここに裸子植物の花粉学的系統樹を試作したが、不完全なものである。この未熟さに対して多くの学友から批判と助言を頂くことが本文の目的のひとつである。そして著者自身も疑問点・問題点を記し、併せて将来の研究課題をも示したい。

題名に図解としたのは図で示した場合に、より理解しやすいと考えたからである。この方法はカナダ・カルガリー大学で開かれた第6回国際花粉学会議におけるポスター展示が好評であったからでもある。

したがって各系統樹についての符号・図式などは説明するが、論文式の記載はつとめて避けることとした。

この発表について北村四郎・京都大学名誉教授と重永道夫・奈良女子大学名誉教授の懇篤な御助言を深謝する。

II 系統樹の符号

Mark of Family tree

裸子植物を便宜上、8群に分けG1からG8とした。GはGymnospermaeの略である。1から43までは属である。省略した属・科もある。

点線は花粉完成時に前葉体核（細胞）をもたぬもの。実線は花粉完成時に前葉体核（細胞）をもつものである。

その他の符号の説明は各図ごとに記す。

III 第1図、第2図：核相系統樹

Fig. 1, Fig. 2 Nuclear Family tree

A 花粉完成放出時における核の種類・数を核相とよび、その型によって示した系統樹を核相系統樹とよぶこととした。その核相を次の3型とした。

[I] 1核相 Mono-nuclear phase

1種類の1核しかもたない場合を1核相とよぶ。その核は蔵精器核（A）である。つまり花粉母細胞

* 〒420 静岡市瀬名189 静岡大学名誉教授

Professor Emeritus of Shizuoka University, Sena 189 Shizuoka, 420 JAPAN

(PMC, Pollen mother cell) が分裂して4分子の核(A)となったままの相 Phase である。最も原始的な段階である。

外見上は1核である。しかし受粉後受精するためには花粉管核(B)と生殖核(C)が必要である。したがって1核相の場合は潜在的に2核相となる能力を有する花粉と考えねばならない。

例：2カヤ・4ヒノキ・6アスナロ・7イトスギ・8ネズ

〔II〕 2核相 Bi-nuclei phase

2種類の核を1核ずつ、合計2核もつ場合を2核相とよぶ。その核は花粉管核(B)と生殖核(C)である。1核相より更に核分裂が進んだものである。つまり進化した段階と考えられる。

例：1イチイ・3イヌガヤ・8クロベ・16スギ・19コウヤマキ・31フェロスフェラ

〔III〕 多核相 Poly-nuclei phase

花粉管核(B)と生殖核(C)以外に前葉体核(D)をもつ場合を多核相とよぶ。前葉体核(D)は数・形は変化することがある。

例：G 5 マツ科・G 6 マキ科・G 7 ナンヨウスギ科・G 8 イチョウ・ソテツ科

B この系統樹は次の問題点を有している。

〔I〕 核相の識別が明白なものと困難なものがある。とくに1核相がいつ2核相になるかは興味ある問題である。生理的的刺激として気温・受粉液などが考えられる。

〔II〕 核か細胞かの識別が困難な場合がある。光学顕微鏡では裸の核でも、その表面に微量の細胞質が付着していたら核とよべるかが問題である。

〔III〕 核相とよんだが細胞相ともよべるのではないか。

〔IV〕 マキ科は31フェロスフェラを除いて、すべて多核相である。したがってフェロスフェラが果して完全な2核相なのか確認する必要がある。もしも退化した微小の前葉体核(D)の痕跡が将来発見されないだろうか。A. A. Lawson (1923) の報告により記したままであるので、その後の精密な研究を

知りたい。

〔V〕 花粉の核・細胞の研究は電子顕微鏡その他を利用すべき点が多い。

C 進化への推察を試みると次の如くである。

〔I〕 1核相から2核相へ進んだとすれば、1核相が原始的と考えられる。

〔II〕 1核相と2核相のグループは互いに関係が密だと考えられる。多核相のグループとは別の系統とした方がよさそうである。

〔III〕 マキ科31フェロスフェラがもしも前葉体核(D)が退化したとすれば、やはり2核相のグループには入れない方がよい。

〔IV〕 前葉体核(D)だけについて考えれば、細胞から核へ変り、さらに退化して消失のコースをとったものであろう。しかしこれは直ちに多核相から2核相へと進化したものととは結論づけられない。

〔V〕 核相だけで花粉の進化は論ぜられない。しかし重要なコースを決定する材料として第1図と第2図を作った。

IV 第3図：形態系統樹

Fig. 3 Formal Family tree

A 花粉完成時における形と大きさを示した系統樹である。大きさはすべて下のスケール100ミクロンに対比させてある。

〔I〕 無翼型 Without air sac type

球形か卵形を示す花粉である。

例：G 1 イチイ科・G 2 ヒノキ科・G 3 スギ科・G 4 コウヤマキ・28カラマツ・29トガサワラ・30サクセゴテア・G 7 ナンヨウスギ科・G 8 イチョウ科・ソテツ科

〔II〕 有翼型 With air sac type

外皮が張り出して中空となった翼をもつ花粉。

例：1翼型 20ツガ、2翼型 3翼型 31フェロスフェラ・32ミクロカクリス・33ダクリマキ

B この系統樹は次の問題点を有している。

〔I〕 翼の発生と系統。石炭期のステファノスペルマム *Stephanospermum* のドウナツツ型の肥厚した

帯が翼の発生起源だと考えられている。この1翼型に近いのが20ツガだとすれば20ツガは原始的と考えられる。2翼型でも23フィロクラズスは小さい2翼である。これは原始的な形なのか進化した形なのか退化した形なのか問題である。いずれにせよ翼型をふくめて有翼型はひとつのコースに関連している系統である。

〔II〕 翼の構造と機能。花粉膜の微細構造と吸水脱水(乾燥)の実験から翼の機能は発芽装置の保護と水分自動調節装置と考えられる。つまり乾燥した地質時代の適応形質と推察できる。この脱水率につ

いては別の系統樹でさらに論じたい。

〔III〕 直径のもつ意義。G1・G2・G3・G4・G8はすべて小型である。またG5マツ科に比較してG6マキ科は小型である。大型花粉より小型花粉が進化的だとする説もある。しかし直径だけで進化を論ずるのは危険であろう。

むしろ数量的に意義を考えるべきであろう。それには次の5種の花粉を球形と考えて、その半径 r に対するA表面積($4\pi r^2$)とB体積($4/3\pi r^3$)を比較してみよう。

表1 表面積と体積 Table 1. Surface area and Volume

	Radius r (μ)	A Surface area ($4\pi r^2$)	B Volume ($4/3\pi r^3$)
1 イチイ	10	12.56	4.18
16 スギ	16	33.15	10.70
11 コウヨウサン	20	50.24	16.72
38 ナンヨウスギ	27	91.56	30.46
29 トガサワラ	41	200.96	66.88

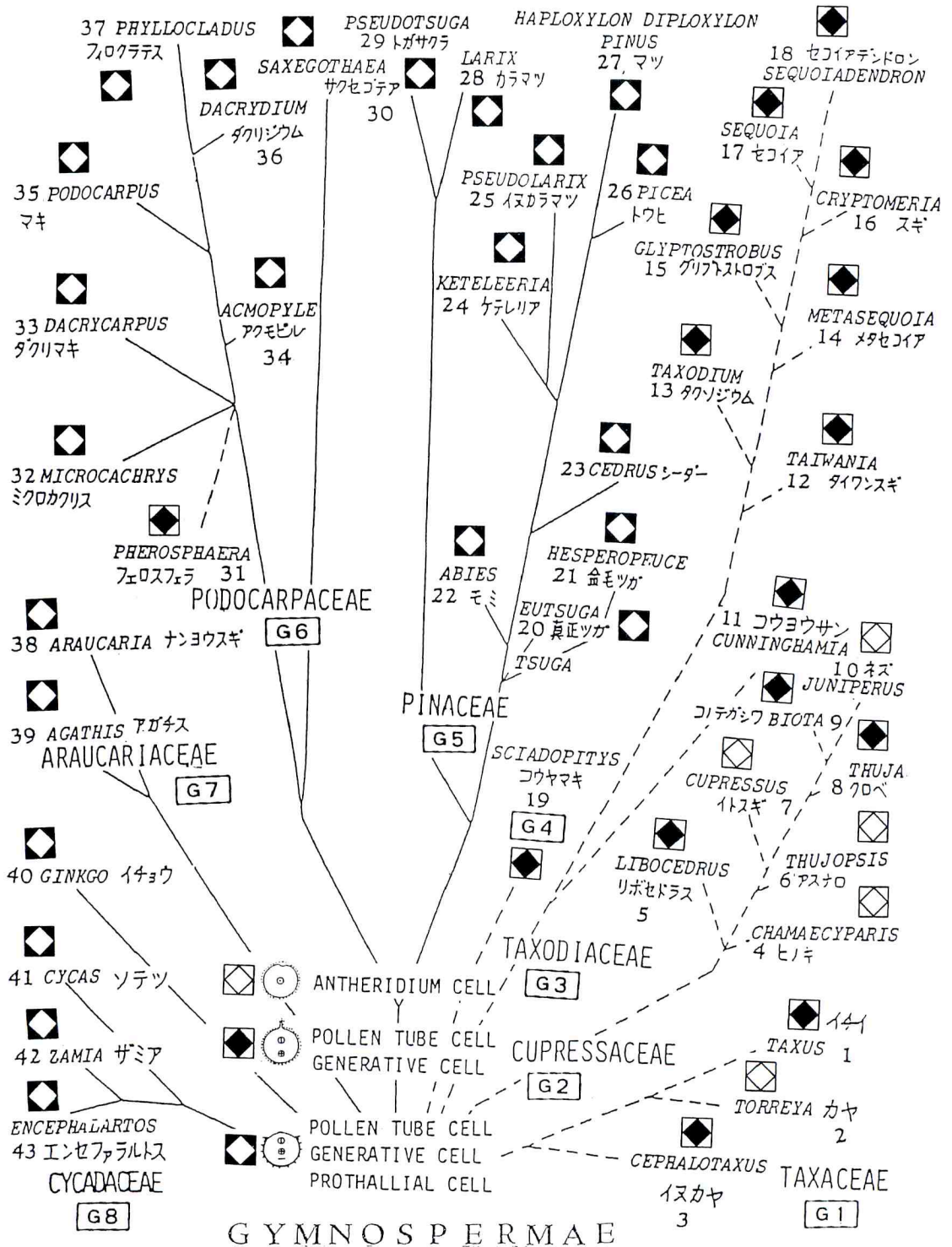
この数字は花粉が飛散する時の重量・空気抵抗をはじめ乾燥による脱水率、脱水変形、生活能力の保存期間。空気湿度による吸水率の変化、つまり重量や飛散距離との関係などに大いに影響がある。しかしまだ全部について調べていない。

現存する花粉がこれ以上、大型化しても生理上、生態上に無理があると思われる。石炭期などに、これよりはるかに大型の花粉が存在していたとしても、結局は死んでしまった。その絶滅の理由は、この計

算のワクから外れたためと想像される。自然界では花粉の場合、大は小を兼ねられないと思われる。

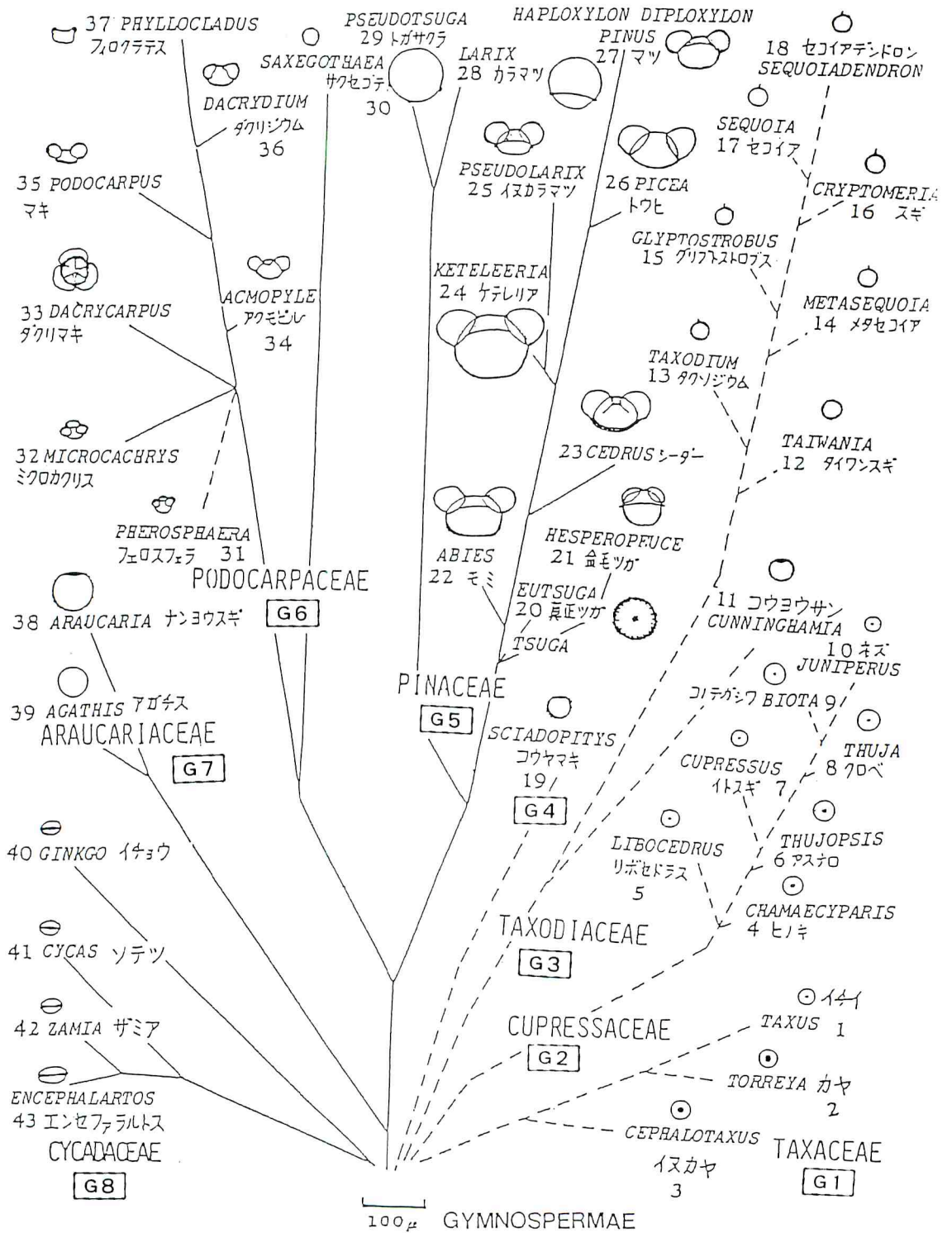
花粉がどこまで大きくなるかという可能性と、大きくならねばならない必要性和、大きくなった利時の利点・効率を考察することは面白い。またその逆の小型化の場合はいかがであるか。

〔IV〕 形態を系統樹にあてはめたが、これはこの後につづく多くの系統樹でさらに検討されるであろう。



第2図 裸子植物花粉核相系統樹 (2)

Fig. 2 Nuclear Family tree (2)



第3図 裸子植物花粉形態系統樹 Fig. 3 Formal Family tree

第1図 核相系統樹（1）

花粉外形図の中にA・B・C・Dの核マークを記入した。⊙は1相核で葎精子1個。⊕は2相核で花粉管核と生殖核を1個ずつ、合計2個。⊖は多相核で花粉管核。一殖核のほか前葉体核を単数または複数もつ。点線は1相核と2相核。実線は多相核である。この核相はすべての系統樹の基本となる。

Fig. 1 Nuclear Family tree (1)

- ⊙ Mono-nuclear phase: Antheridium cell, nuclear. (Broken line)
 ⊕ Bi-nuclei phase: Pollen tube cell, nuclear and Generative cell, nuclear. (Broken line)

⊖ Poly-nuclei phase: Pollen tube cell, nuclear and Generative cell, nuclear and An Prothallial cell, nuclear, nuclear. (Solid line)

第2図 核相系統樹（2）

花粉外形を省略して、マークで核相を示した。⊠は1核相。⊡は2核相。⊣は多核相である。この核相マークは被子植物花粉学的系統樹でも用いる。

Fig. 2 Nuclear Family tree (2)

- ⊠ Mono-nuclear phase.
 ⊡ Bi-nuclei phase.
 ⊣ Poly-nuclei phase.

第3図 形態系統樹

Fig. 3 Formal Family tree

SUMMARY

In this paper, illustrated palynological family tree between plants in Gymnospermae was analysed from Nuclear phase (Fig. 1 & 2) and Form (Fig. 3). G is Gymnospermae. **G1** is Taxaceae (3 genera). **G2** is Cupressaceae (7 genera). **G3** is Taxodiaceae (7 genera). **G4** is *Sciadopitys*: endemic, unique, special, independent, important in pollen analysis and living fossil of Japan. **G5** is Pinaceae (10 genera). **G6** is Podocarpaceae (8 genera). **G7** is Araucariaceae (2 genera). **G8** is Cycadaceae and Gingoaceae (4 genera). Total 43 genera.

Broken line ----- is without Prothallial cell, nuclear. Solid line ——— is with Prothallial cell, nuclear.

- ⊙⊠ Mono-nuclear phase: Antheridium cell, nuclear.
 ⊕⊡ Bi-nuclei phase: Pollen tube cell, nuclear and Generative cell, nuclear.
 ⊖⊣ Poly-nuclei phase: Pollen tube cell, nuclear. Generative cell, nuclear. Prothallial cell, nuclear.

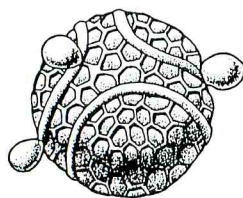
Other characters will be discussed in future papers.

「孢子と花粉」の「形態と機能」についての国際シンポジウム (1985年3月ロンドン)

International Symposium on Pollen and Spores : Form and Function

孢子・花粉の形態に関する報告は多い。しかし形態と機能とを結びつけた研究は少ない。その意味からこのシンポジウムは興味がある。そのプログラムを見るとカルガリーでの報告者が多い。ロンドンまで行って聞きたいものである。プログラムはできているが会場での飛び入りも不可能ではない。とくにポスターは外国語に弱い日本人が活躍できる舞台である(上野)。

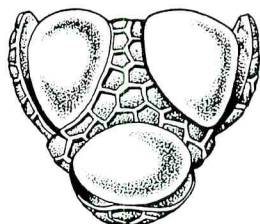
The Linnean Society of London
and
The Systematics Association
Joint International Symposium on
Pollen and Spores: Form and Function



27th-28th March 1985

at the Linnean Society's Rooms,

Burlington House, Piccadilly, London W1V 0LQ.



29th March 1985

at the Lecture Theatre,
British Museum (Natural History),

Cromwell Road, London SW7 5BD.

Programme

Wednesday 27th March 1985, Rooms of the Linnean Society

H.G. Dickinson & J.M. Sheldon (Reading) The role of the plasma membrane in exine pattern generation.

J.R. Rowley & J.S. Rowley (Stockholm) Ontogeny of *Ulmus* microspores.

M. Hideux & M. Abadie (Paris) Ontogenetic constraints on function based on pollen grains of some *Saxifraga* species.

A.O. Dahl (Philadelphia) Observations on pollen development in *Arabidopsis* under gravitationally controlled environments.

J.M. Pettitt (London) Germination of gymnosperm pollen.

J. Heslop-Harrison & Y. Heslop-Harrison (Aberystwyth) Pollen germination: the interplay of physiology, biochemistry and structure.

M.R. Bolick (Lincoln, Nebraska) Mechanical properties of pollen walls.

S. Blackmore (London) Harmomegathic mechanisms in pollen grains.

A. Le Thomas & D. Lobreau-Callen (Paris) Deux fonctions de la paroi pollinique: l'harmoméga-thie et l'adaptation de l'exine à la pollinisation.

Sherry Reception, Library of the Linnean Society.

Thursday 28th March 1985, Rooms of the Linnean Society

D.J. Batten (Aberdeen) Possible functional implications of the exine ultrastructure of some Normapolles angiosperm pollen.

P.R. Crane (Chicago) A palaeobotanical perspective on wind pollination.

T.N. Taylor (Columbus, Ohio) Developmental and functional aspects of Paleozoic and Mesozoic pollen.

J.W. Walker & A.G. Walker (Amherst, Mass.)

Ultrastructure of early Cretaceous angiosperm pollen and its evolutionary implications.

A.F. Tryon (Cambridge, Mass.) Structure, stasis and change in pteridophyte spores.

B. Lugardon (Toulouse) Ultrastructural data concerning the exospore function in pteridophyte spores.

G. Thanikaimoni (Pondicherry) Pollen apertures: form and function.

W. Punt (Utrecht) Environmental factors in relation to form and function.

E. Pacini (Siena) *Lagerstroemia indica* L. pollen: form and function.

R.B. Knox (Melbourne) The composite pollen grains of *Rhododendron* and *Acacia*.

Friday 29th March 1985, British Museum (Natural History)

W.J. Kress (North Carolina) Exineless pollen structure and pollination systems of tropical *Heliconia* (Musaceae s.l.).

W.G. Chaloner (London) Electrical phenomena and exine sculpture.

I.K. Ferguson (Kew) Relationships between pollen morphology, flower structure and pollination biology in *Bauhinia* (Leguminosae).

M.H. Grayum (Missouri) Correlations between exine sculpturing and pollinator type in the Araceae.

M. Hesse (Vienna) Pollen connecting threads in angiosperms: form and function.

S. Nilsson (Stockholm) The significance of pollen morphology in the Apocynaceae.

S. Feuer (Chicago) Pollen morphology in the Santalales *sensu stricto*.

E. Köhler (Berlin) Some functional aspects of the pattern of aperture evolution in the genus *Buxus* L.

P. Guinet (Montpellier) Geographic patterns of the main pollen characters in the subgenus Phyllodinae of the genus *Acacia* (Leguminosae).

M. Th. Cerceau & J. Challe (Paris) Biopalynology and maintenance of germination capacity in some Umbelliferae species.

J.W. Nowicke (Washington, D.C.) Fine structure of Centrospermae pollen.