

原 著

図解 裸子植物の花粉学的系統樹 (II)

上野 實朗*

Illustrated PALYNOLOGICAL FAMILY TREE OF GYMNOSPERMAE (II)

Jitsuro UENO

(受付：1985年5月30日)

第I報で核相系統樹 (Fig. 1, Fig. 2) と形態系統樹 (Fig. 3) を説明した。第II報は染色体数 (Fig. 4) からはじまり、系統樹における花粉学的結論 (Fig. 22) で終了している。

いずれも上野のオリジナリチーを主として、他からのデータは必要最小限に引用した。また、この系統樹を書きながら多くの問題を提供し、その解決のヒントも出来るだけ記した。私にとって系統樹は終着点ではなく、新しい研究の出発点としたかったからである。

またマキ科については Fig. 5 しか示してないが、別に2篇の論文を脱稿しているのでここでは省略することにした。

多くの学友がこの系統樹について質問・討論してくれれば望外の幸である。

IV 第4図：染色体数による系統樹 Fig. 4: Family tree by number of chromosomes

前記の核相系統樹 (第1図、第2図) に染色体数を Darlington ら (1950)、Gray ら (1948-1956) などによって記入した。これを見るとイチイ科 (11・

12)、ヒノキ科(11)、スギ科(11)、コウヤマキ科(10)、マツ科 (11・12・13)、ナンヨウスギ科 (13)、ソテツ科 (8・9・11・12) など比較的に変化がない。しかしマキ科は9・10・11・12・13・15・17・18・19 など極めて変化がはげしい。スギ科セコイアがセコイアデンドロンの3倍体であることは注目したい。何故ならば他には例がないからである。

V 第5図：マキ科の花粉学的系統樹 Fig. 5: Palynological family tree of Podocarpaceae

マキ科の染色体数・形態・直径・核性・属・節のマークをつけたマキ科の系統樹である。サクセゴテアは全く別の系統と思われる。それはマツ科のカラマツとトガサワラが球形・粒状膜をもっていることと似ている。有翼花粉により配置すると図の如くなる。マキ科の花粉学的報告は別に報告する。

VI 第6図：花粉母細胞分裂形式による系統樹 Fig. 6: Family tree by cell division type of pollen mother cell

*〒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.

花粉母細胞の分裂は大別すると次の3型式となる。

- (1) PMC ○ ⊕ ⊗ ⊙ 連続分裂 Successive division
 (2) PMC ○ ⊕ ⊗ ⊙ 同時分裂 Simultaneous division
 (3) PMC ○ ⊕ ⊗ ⊙ 中間分裂 Intermediate division

裸子植物全体としては同時分裂が多い。しかしこの分裂はナンヨウスギやソテツでは乱れていることがある。しかし系統樹を画くにあたっては重要な条件のひとつである。マキ科マキにつけた ⊗ はマキ属、真正マキ節・B 垂節のマークで、ここではラカンカキを示す。マキ科花粉については別に報告する。中間分裂とは連続分裂と同時分裂の中間型式のことである。実際にはソテツの巨大な雄花の上から下まで花粉母細胞分裂型式を調べると、いろいろな型式がみられるので中間分裂なる型を考えた。ナンヨウスギでも同じである。

裸子植物では同時分裂が一般的で、次が連続分裂である。しかしどちらが原始的であるかは分らない。

VII 第7図：環状肥厚と3痕跡線を示す系統樹

Fig. 7: Family tree by annular thickening and triradiate streak

◎環状肥厚も3痕跡線も裸子植物花粉の原始的で重要な形質である。発生のメカニズムは図示した通りである。環状肥厚は粒状膜をもつ連続分裂花粉に多いが、カラマツは同時分裂をする。

⊕3痕跡線は板状膜をもつ同時分裂花粉に多いが、トガサワラは粒状膜である。ダクリマキの3痕跡線は上野(1960)が偶然発見したが、その後クランウエル(1961)はダクリマキの若木花粉にのみ見られ老木花粉には見られないという面白い報告をした。この話は拙著「花粉百話(第38話)」にゆずる。

3痕跡線はモミやマキでも見られるが、トウヒ・ケテレリア・マツ・シーダー・イヌカラマツ・アクモビル・ダクリジウム・フェロスフェラ・ミクロカクリス・フィロクラデスなども再調査する必要がある。興味ある発見が期待できる。若い花粉学者に絶好の走査電子顕微鏡用資料である。私はダクリマキ

の老木花粉では3痕跡線が退化して見にくくだけではないかと考えている。いつかニュージーランドを訪れて花粉を入手したいという夢をもっている。

環状肥厚も3痕跡線も系統的には原始的な花粉形質である。被子植物花粉にはほとんど見られない。

VIII 第8図：ペリンの有無による系統樹 Fig. 8: Family tree with or without Perine (*Ubisch body, orbiculi, perisporium, tryphine*)

ペリンは粒状膜の外被に存在する金米糖状の物質である。別名をユービシシュ体 *Ubisch body, orbiculi, perisporium, tryphine* などとよぶ。裸子植物花粉膜で超薄切片をつくり透過型電子顕微鏡で観察すると粒状膜の外にあるペリンを確認できる。しかしナンヨウスギではペリンとよぶのは不適当である(1959 Fig. 3-E, 1978 Pl. 53-E)。

ペリン発生のメカニズムはまだよく分っていない。しかしイチイ科・ヒノキ科・スギ科ではペリンは存在する。コウヤマキにもペリンはある。これらは系統樹ではすべて2核相花粉か1核相花粉である。そこでペリンの有無による系統樹は重要な意味をもつものとする。図では黒星(ペリン有り)と白黒(ペリン無し)で示した。花粉粒の直径・形態は本論文第3図を用いている。

花粉学的裸子植物系統樹の点線(1・2核相)はペリンを有している。しかし実線(多核相)はペリンがない。完全にペリンの有無と系統は一致している。

IX 第9図：脱水率による系統樹 Fig. 9: Family tree by Dehydrate %

生体花粉の耐乾力・吸水力は花粉の生理・生態・保存などと重要な関係がある。それは花粉の外皮・内皮の構造とも密接な関係がある。脱水率% = $1/100 [(湿度 100\%, 25^\circ C 中での最大重量) - (湿度 0\%, 25^\circ C 中での最小重量)]$ (花粉学研究 p. 46~47)。

脱水率が小さいほど耐乾力が強くて丈夫である。マツは塩分のある海岸の空気中でもよく育つ。つまり生理的乾燥に強い。その反対がコウヤマキである。コウヤマキが日本の多湿地帯にだけ生き残った理由のひとつと考えられる。

有翼花粉(マツ・マキなど)は発芽溝を乾燥から守る自働開閉装置の翼があることも9%による理由のひとつと思われる。地球上での気候変化と花粉分析を考える時に花粉が物語る重要なヒントである。マツ科が北半球で、マキ科がゴンドアナ大陸を母体とする南半球で誕生した歴史を脱水率から検討するのは興味がある。花粉学的生態学 Palynological ecology は虫媒花粉・風媒花粉以外に耐乾花粉と耐水花粉なども加えたい。私は調べられなかったが、是非調べたいのはフタバマツ亜属(クロマツ、アカマツ脱水率9%)に比較してゴヨウマツ亜属(ハイマツ・ヒメコマツなど)はどのようになっているかである。花粉発芽溝の表面構造が、この2亜属では明らかに差がある(上野 1058)。この構造上の差は生理学でも説明がつくものであろうか。

X 第10図：糖による系統樹 Fig. 10: Family tree by Sugars

花粉の糖を二次元ペーパークロマトグラフィーで調べた(花粉学研究 第67図版)。これを系統樹に配置すると糖の種類数が3-4-5-6と科によりほぼ定っている。種類数だけで順に比べると、3(イチイ・ヒノキ)-4(ソテツ・イチヨウ)-5(スギ・コウヤマキ)-6(マキ・マツ・ツガ)となる。化学成分による系統樹の例として試みた。この研究は花粉が多量にとれる裸子植物は適当な資料である。将来、林業試験場や造林学で追試してほしい。とくにカラマツ・カヤなどは興味がある材料である。

XI 第11図：Nadi反応による系統樹 Fig. 11: Family tree by Nadi-reaction

生きている花粉の Cytochromes の存在と Nadi 試

薬による細胞内の酸化の関係は生物(細菌・動物・植物)の生化学的特質を示すものとして知られている。新家・重永・平岡(1954)は裸子植物花粉8属12種と被子植物花粉23属26種について Nadi 反応と Cytochromes を報告した。これによるとコウヤマキとコウヨウザンは反応がプラスである。新家らはこれに注目してコウヤマキを特に重視している。上野(1970)も裸子植物の系統樹ではコウヤマキとコウヨウザンはスギ科とは別の位置においてある。

この Nadi 反応は花粉の生化学的研究としては重要であり、将来さらに多くの花粉について精査されることが望ましい。Nadi とは試薬の d-Naphthol と Dimethyl-p-phenylene diamine の頭文字である。

XII 第12図：メッツ教授の血清学的系統樹(1926) Fig. 22: Serological Family tree of Prof. Mez (1926)

ドイツの Kenigsburg 大学 Mez 教授一門は植物系統樹を種子蛋白血清反応により作った。その一部分の裸子植物のみをとり出して実線(多核相花粉)と点線(1核相・2核相花粉)で示し、花粉粒の形態・直径と染色体数を記入した。とくに注意したいのは G4 の 19(コウヤマキ)である。スギ科とは全く別の位置にある。また G7 の 38(ナンヨウスギ)はイチヨウ・ソテツに近い処におかれている。G6 の 35(マキ)はマオウに近いとすしている。マキ科材料が少ないのは残念である。しかし立派な系統樹である。メッツ学派は多くの報告を出しているので、ここでは最も有名な系統樹(1926)を引用した。

XIII 第13図：糖によるメッツ系統樹 Fig. 13: Mez Family tree by Sugars

第10図の糖による系統樹をメッツ系統樹の上におきかえてみた。血清反応と生理的産物である糖とが関係があるか否かを考えたかったからである。その結果、G4 の 19 コウヤマキはイチヨウよりもスギ科

に似ているということになった。このことは糖は系統関係を論ずるのに有効でないのかも知れない。しかし第13図で示した通り、スギ科とかマツ科などではまとまっていることを考えると、コウヤマキの属としての複雑性を示すものとする。広く被子植物でも調べてから系統を論ずべき性質のひとつが「糖」である。

XIV 第14図：花粉管による系統樹

Fig. 14: Family tree by pollen tube

花粉管の発芽・伸長・分枝・授精などの型式は分類・系統上から重要な意義がある。大別すると次の4型式がある(1978 Pl. 71)。

- (1) Taxoid type: イチイ科・ヒノキ科・スギ科・コウヤマキ。外皮を脱ぎすててから内皮の中で花粉管が生長する。被子植物花粉ではほとんど見られない発芽・伸長の型式である。この型式の原型は次の(2)だと考えられる。
- (2) Araucoid type: ナンヨウスギ・カラマツなど。外皮を完全に脱ぎすてないで花粉管が生長する。つまり外皮はまだ若干の必要性を示している。とくにナンヨウスギの花粉管は鱗片上で空気中を分枝しながら生長する。非常に原始的な形質を示している。紫外線・太陽熱・乾燥にも細菌・昆虫などの外敵にも耐えて、ひたすら分枝し、先端は珠孔 Micropyle めがけて伸長する。珠孔に入ってから初めて管(サイフォン siphon 花粉管)となる。そのためナンヨウスギ花粉管型式を前管型式(Protosiphonogam 前管式授精・初期有管受精)とよぶ。
- (3) Pinoid type: マツ・ツガ・マキなど。外皮をつけたままで花粉管が発芽・伸長する。外皮は若干の必要性を示している。
- (4) Gincoid type: イチョウ・ソテツなど。外皮をつけたままで第一次花粉管が発芽する。しかし生長すると、この第一次花粉管は栄養吸収管となる。第二次花粉管はその反対方向に射精管として形成

される。射精管はもと外皮がついていた部分である。したがって外皮は射精に先立ち消失する。つまり外皮は最後まで役立っている。

花粉管形式としては Gincoid type は非常に変わった型だが、極めて合理的な型である。

XV 第15図：N. C. Sp による系統樹

Fig. 15: Family tree by N. C. Sp (Male nucleus, Male cell, Sperm)

N は精核 Male nucleus、C は精細胞 Male cell、Sp. は精虫 Sperm である。授精の時に花粉管の先端から放出される状態を示す。第13図の中で(1) Taxoid type と(2) Araucoid type は精細胞を放出する。しかし精細胞の形態には大小あるものもある。(3) Pinoid type は精核を放出する。しかしマツでは大小あるものと同大のものが存在する。(4) Gincoid type はすべて精虫である。

精核か精細胞かの区別は細胞膜の有無による。しかし光学顕微鏡の研究では不正確なことがある。透過型電子顕微鏡による超薄切片の観察も極めて困難である。杉原(1947)などの研究を受けついでゆることが必要である。

かりに精虫が変化して精細胞となり、さらに膜をぬぎすてて精核となったとしたら、 $Sp \rightarrow C \rightarrow N$ への進化のコースが推定できる。これを系統図で示せば、Cycadaceae \rightarrow Taxaceae, Cupressaceae, Taxodiaceae Araucariaceae \rightarrow Pinaceae, Podocarpaceae となる。

XVI 第16図：雄花による系統樹

Fig. 16: Family tree by male flower

雄花は花粉袋 Pollen sac と鱗片 Scale からできていて。その詳しい図と写真は花粉学研究(Pl.60、62、63、64、65、66)にでているので、ここでは系統樹に整理した。

進化の法則のひとつに数の減少がある。この点から考えると、原始的なのはナンヨウスギとイチイの

花粉袋の数が6～8である。次がスギ科の仲間で花粉袋は2～6である。最も少ないのは花粉袋が2個でマツ・マキ・コウヤマキ・イチヨウ・ソテツなどである。マキ科は変化にとんだ科で、ここに示した④はマキ属・真正マキ節・B亜節のマークで、ラカンマキの雄花である。マキ科は花粉については別報を参照されたい。

進化のコースとしては、*Araucaria*, *Taxus* → *Taxodiaceae*, *Cupressaceae* → *Pinaceae*, *Podocarpaceae*, *Cycadaceae* が考えられる。

一番興味があるのはイチイ→カヤ→イヌカヤと花粉袋が減少して退化してゆくコースである。ナンヨウスギはイチイを原型として考えればよい。花粉袋が2個になるためには永い間かかって色々に変化した結果である。つまり直進説 Orthogenesis では説明できない。

XVII 第17図：雌花による系統樹

Fig. 17: Family tree by female flower

雌花の胚珠 ovule は珠皮 integument、種衣 arillus、子衣 epimatium、苞片 bract、鱗片 scale などと包まれている。花粉管が進入するのは珠孔 micropyle からである。そこで珠孔の位置・方向などから作図した雌花を系統樹に配置した。直立型（イチイ科・コウヤマキ科・マキ科の一部・イチヨウなど）と倒立型（マキ科マキ）と水平型（スギ・マツ・ナンヨウスギなど）に大別できる。

変化のコースとして直立型→水平型→倒立型がひとつ考えられる。しかしそれぞれに多くの問題があるので簡単には論ぜられない。ただナンヨウスギは前記したように鱗片上で花粉管が生長・分枝するという前管型式をするのが特徴である。花粉管培養保護装置を仮定していくつかの雌花変化コースを考えれば次の如くなる。

- (1)完全無菌型花粉培養室（イチヨウ・ソテツ）→
- (2)不完全無菌型花粉培養室（イチイ・ヒノキ・スギ・コウヤマキ・マツ・マキ）→(3)空气中雑菌混在型花

粉培養床（ナンヨウスギ）。

花粉もこれに適応した形質をもっていると考える。雌花の構造は系統樹を考えるのに重要である。しかしほとんど花粉学的には論ぜられていない。

XVIII 第18図：性別による系統樹

Fig. 18: Family tree by sexualization

裸子植物はすべて単性花 unisexual flower で、両性花 bisexual flower はない。したがって雌雄同株 monoecism では雄花 male flower と雌花 female flower とが生ずる。マツ・スギなどはその例である。これを①MON とする。雌雄異株 dioecism では雄花 male flower が咲けば②MfT はオスの木である。もしも雌花 female flower が咲けば③FfT (Female flower Tree)でメスの木である。しかし栄養状態や老化するとイチヨウのオスの木に一枝だけ雌花が咲くことがある。これを間性 Intersex とよぶ。長い間、裸子植物の花粉を探していると雌雄性や間性の問題によく当面する。普通の植物図鑑ではほとんど記していない。イチヨウの原産地中国では「雌雄異株、稀同株」(中国高等植物図鑑 第1冊 p.286)とある。かつて北京の中国植物研究所所長の徐仁博士は2000年以上のイチヨウの老木が雌雄同株であったことを話してくれた。またコウヤマキは雌雄同株か雌雄異株かについても花粉学講話 I (日本花粉学会誌 27-1, 1981)で記している。系統樹では大型のマーク④⑤⑥は普通に見られる性で、小型のマーク⑦⑧⑨は時々、発現する間性を示している。

系統発生的に考えられるひとつのコースはイチヨウ・ソテツ・イチイにみられる雌雄異株の型が古く、スギ・マツなどの雌雄同株の型は新しい。この考え方から推論するとマキ科は雌雄異株が多くマツ科より古いのではないと思われる。

性別による系統樹はあまり論ぜられないが、進化の上からも検討すべき問題である。また間性によって生じた花粉の形態・生理などについてもほとんど分っていない。将来の研究テーマである。早田文蔵

博士の植物分類学・第一巻・裸子植物篇 (1933 p. 483) にもヒマラヤスギは雌雄異株ではないかと記している。樹木愛好家やナチュラリストには重要でしかも楽しい研究テーマである。その意味からこの系統樹は従来画かれなかったが重要な系統樹である。

XIX 第 19 図：常緑・落葉による系統樹

Fig. 19: Family tree by evergreen and deciduous

常緑樹 ▲ E (Evergreen) か落葉樹 △ D (Deciduous) を系統樹に記してみた。進化の上からは常緑樹が古く、生態的に適応した落葉樹が新しいことになっている。したがって裸子植物は原始的なので常緑樹が多い。マツ科のカラマツとイヌカラマツ、スギ科のメタセコイア・タクソジウム・グリプトストロブスは落葉である。イチヨウは落葉樹としては古いものである。またマキ科はまだよく調べられていない科なので将来さらに詳しく検討したい。

XX 第 20 図：ゴヨウマツ亜属とフタバマツ亜属の発芽溝比較図、パピラ反応による系統樹

Fig. 20: Gerinal furrow of Subgenus *Haploxyton* and Subgenus *Diploxyton* (Genus *Pinus*), family tree by Papilla reaction

マツ科マツ属の花粉は空中でも地中でも多量発見される。したがって花粉分析では古生態調査に重要な意味をもつ。マツ属を 2 亜属にわけて、寒冷高地性のハイマツなどのゴヨウマツ亜属と、温暖低地性のアカマツなどのフタバマツ亜属にする。しかしこの 2 亜属の花粉形態学的な識別法は困難であった。最近までは気嚢形態・マージナルクレスト (縁辺隆起)・大きさを比較して区別していた。しかしもっと簡単で容易な識別は上野 (1958) によって発見報告された。それは発芽溝表面構造の相違である。ゴヨウ

ウマツ亜属では発芽溝表面がイボ状で、フタバマツ亜属では発芽溝表面が平滑である。上野はマツ花粉を永らく見ていたが仲々この特徴は発見できなかった。それはイボの大きさが光学顕微鏡分解能ギリギリの 0.01 ミリ前後であるからである。しかし一度でも見れば誰でも利用できる特徴である。

最初にこの特徴を教授したのは塚田松雄博士 (現アメリカ・シヤトル・ワシントン大学教授) であった。彼は当時、大阪市立大学理工学部の大学院生で、私の研究室にいた。塚田博士はその後、アメリカ・ミネソタ大学陸水学研究室を訪れたとき、ハーブ・ライト教授や彼の研究仲間が、マツの花粉を識別することに困難していると話した。そこで塚田博士は上野式識別法を紹介し、やがて全米からヨーロッパ、いまは世界中で利用されている。図は最初に報告した時のものである。A はクロマツ *Pinus Thunbergii*、B はアカマツ *Pinus densiflora*、C はリウキウマツ *Pinus luckuensis*、D はブンゲアナマツ (白皮松) *Pinus bungeana*、E はチョウセンゴヨウマツ *Pinus Koraiensis*、下はバルビフロラマツ *Pinus parviflora*、G はハイマツ *Pinus pumila* である。I はフタバマツ亜属型の発芽溝、H はゴヨウマツ亜属型の発芽溝である。

フタバマツはキシレムが葉内に 2 本あるので *Diploxyton* とよび、ゴヨウマツはキシレムが葉内に 1 本あるので *Haploxyton* とよぶ。早田文蔵博士 (1933 pp. 486-500) は Untergatt. *Haploxyton* Koehne を単維管束亜属、Untergatt. *Diploxyton* Koehne を複維管束亜属とよんでいる。上野は理解しやすいように前者をゴヨウマツ亜属、後者をフタバマツ亜属とよぶことにした。

パピラ反応 Papilla reaction とはスギ科・ヒノキ科などのパピラを特異的に TTC と JJK で染色する方法である。光学顕微鏡的には区別しにくい特徴が識別できるので系統樹に配置した。その例としてスギとコウヨウサンとコウヤマキを拡大して比較した。このパピラ反応は被子植物のヤマモモ・モクマオウ・ハンノキ・クルミ・オオバコなどでも利用できる。

多孔粒の発芽孔の数や形を調べるのにも便利である (上野 1959)。

パピラ反応：花粉 (生死いずれでもよい) を少量用意し、小管 (径 5 ミリ長さ 20 ミリ位) に 2-3-5 Triphenil Tetrazolium Chloride (2 ppm) 水溶液少量とともに入れる。これを 40°C、24 時間、明所におく。その後、花粉をスライドグラスに滴下し、ヨードヨードカリ液を加えて顕微鏡でみると、パピラがそれに相当する部分だけ茶褐色にそまってくる。長時間放置すると花粉全体が着色するので、必要な部位が染ったら顕微鏡写真をとっておくと便利である。花粉学研究図版 44 に 12 属の写真がある。

XXI 第 21 図：裸子植物花粉 7 科 12 属の三次元関連図

Fig. 21 : Cubic relationships of pollen characters (7 Fam., 22 Genera)

7 科 12 属の花粉母細胞分裂型・ペリン有無・膜構造・脱水率を三次元に配置した。花粉学研究図版 72 を改訂したものである。コウヤマキが独特な位置にあることと、同時分裂型でペリンが有って板状膜の花粉がないことは注目すべき将来の問題である。またペリンの有る花粉の脱水率が大きく、ペリンの無い花粉の脱水率が小さく耐乾性の強いのも面白い傾向である。

XXII 第 22 図：系統樹における花粉学的結論

Fig. 22 : Palynological conclusion in family tree

系統樹の上に上野のオリジナリチーを示す要素を記入して花粉学的結論とした。それぞれのマークは前記した通りである。

スギ科ヒノキ科イチイ科マツ科などは花粉が入手しやすいので比較に便利である。その結果はコウヤマキを科として独立させることとなった。コウヨウザンはスギ科の亜科と考えている。

マキ科は南半球に多いので調査が不十分である。サクセゴテアの花粉管を培養したいし、フェロスフェラが 2 核性なのかも確かめたい。

ナンヨウスギ科ナンヨウスギの花粉管を培養して前管式授精法を追試してみたいと思う。これはイチヨウ・ソテツの花粉管培養よりも系統上きわめて重要な花粉管生理の謎を解明してくれるからである。これにバイオテクノロジーの技術を加えたらイチヨウの精虫発見 (平瀬作五郎 1896) にも匹敵する面白い発見ができないかと夢をみている。ナンヨウスギ花粉にはペリンは無いと判断している。しかし問題はペリンの形態と発生がまだナンヨウスギでは詳しく調べられていないことである。花粉母細胞から花粉になるまでを超薄切片をつくり透過型電子顕微鏡 TEM で精査することが必要である。

ソテツ・ザミヤ・イチヨウなどの花粉は最近ようやく TEM や SEM で調べられはじめた。もっと多くの研究報告がでてくるのを期待したい。

最後に 3 痕跡線の問題がある。もしも同時分裂花粉の特徴のひとつだとすればモミ・ダクリマキ・マキ以外にも発見できる筈である。SEM によるとトウヒ・シーダー・ケテレリア・イヌカラマツ・マツなどは 3 痕跡線は発見できない。ウーズハウス (1935) ははじめノビリスモミを 3 痕跡線のある例として記したが、日本のモミ *Abies firma* にもあり (上野 1974)、将来は続々と発見されるであろう。その時に問題となるのがダクリマキである。若木の花粉にだけ 3 痕跡線がみられ老木の花粉にはみられないというクラウンウエル (1961) の報告はニュージーランドへゆき確認しながら、他の花粉についても SEM と TEM によって研究をしたい宿題である。

この一枚の系統樹には追加・改訂すべき多くの問題がある。それを若い花粉学者諸君へ将来の遺産としたい。最後にオリジナリチー (創意発見) の要点を記す。

- (I) ハイマツ型花粉とクロマツ型花粉の識別法
- (II) コウヤマキをスギ科から独立させコウヤマキ科にする花粉学的根拠

(III) パピラ反応

(V) ペリンの有無と核相との関係

(IV) ダクリマキの3痕跡線

Summary

In this paper, Illustrated Palynological family tree of Gymnospermae was analysed Number of chromosome (Fig. 4), Palynological family tree of Podocarpaceae (Fig. 5), Cell division type of pollen mother cell (Fig. 6), Annular thickening and triradial streak (Fig. 7), Existence or missing of Perine (Fig. 8), Dehydrate % (Fig. 9), Paper chromatography of sugars (Fig. 10), Nadi-reaction (Fig. 11), Serological family tree of Prof. Mez (Fig. 12), Mez family tree by sugars (Fig. 13), Pollen tube (Fig. 24), Male nucleus, male cell and sperm (Fig. 15), Male flower (Fig. 16), Female flower (Fig. 17), Sexualization (Fig. 18), Evergreen and deciduous (Fig. 19), *Haploxyton*, *diploxyton* and Papilla reaction (Fig. 20), Cubic relationships of pollen character (Fig. 21), and Palynological conclusion (Fig. 22).

Originality

- (I) Discrimination of *Haploxyton* and *Diploxyton*. (Pinaceae, 1958). (Fig. 22).
- (II) My palynological conclusion of *Sciadopitys* approves of Family *Sciadopityaceae* after Arnoldi (1900). (Fig. 22).
- (III) Papilla reaction. (Fig. 21).
- (IV) Discovery of triradial streak in *Podocarpus dacrydioides* (Podocarpaceae, 1960). (Fig. 7).
- (V) Existence or missing of Perine is characteristic of Family. (Fig. 8).

参考文献

- Arnoldi 1900 Beitrage zur Morphlogi der Gymnospermen, Bull. Soc. Nat. M. Tom. 24 p.33 (早田文蔵 1933 p.540 による)
- Cranwell, L. M. 1961 Coniferous pollen types of the Southern Hemisphere I Aberation in *Acropyle* and *Podocarpus dacrydioides*. Jour. Arn. Arc. XLII-4: 416-433
- 早田文蔵 1933 植物分類学第一巻 裸子植物篇 内田老鶴圃
- Sinke, N., M. Sigenaga and T. Hiraoka 1954 Nadi-Reaction and Cytochromes in the Pollen grains of some Higher plants. Mem. Col. Sci. Univ. Kyoto B21: 63-68.
Mem. Col. Sci. Univ. Kyoto B21: 63-68
- 杉原美徳 1947 The male gametophytes of *Cephalotaxus drupacea*. Bot. Mag. TOK. 60: 45-46
- 上野実朗 1978 花粉学研究 風間書房
- 上野実朗 1982 花粉百話 改訂版 風間書房
- 上野実朗 1984 図解裸子植物の花粉学的系統樹(I) 日本花粉学会会誌 30-2: 43-49

G6 **PODOCARPACEAE**

(NC) 染色体数 Number of chromosomes

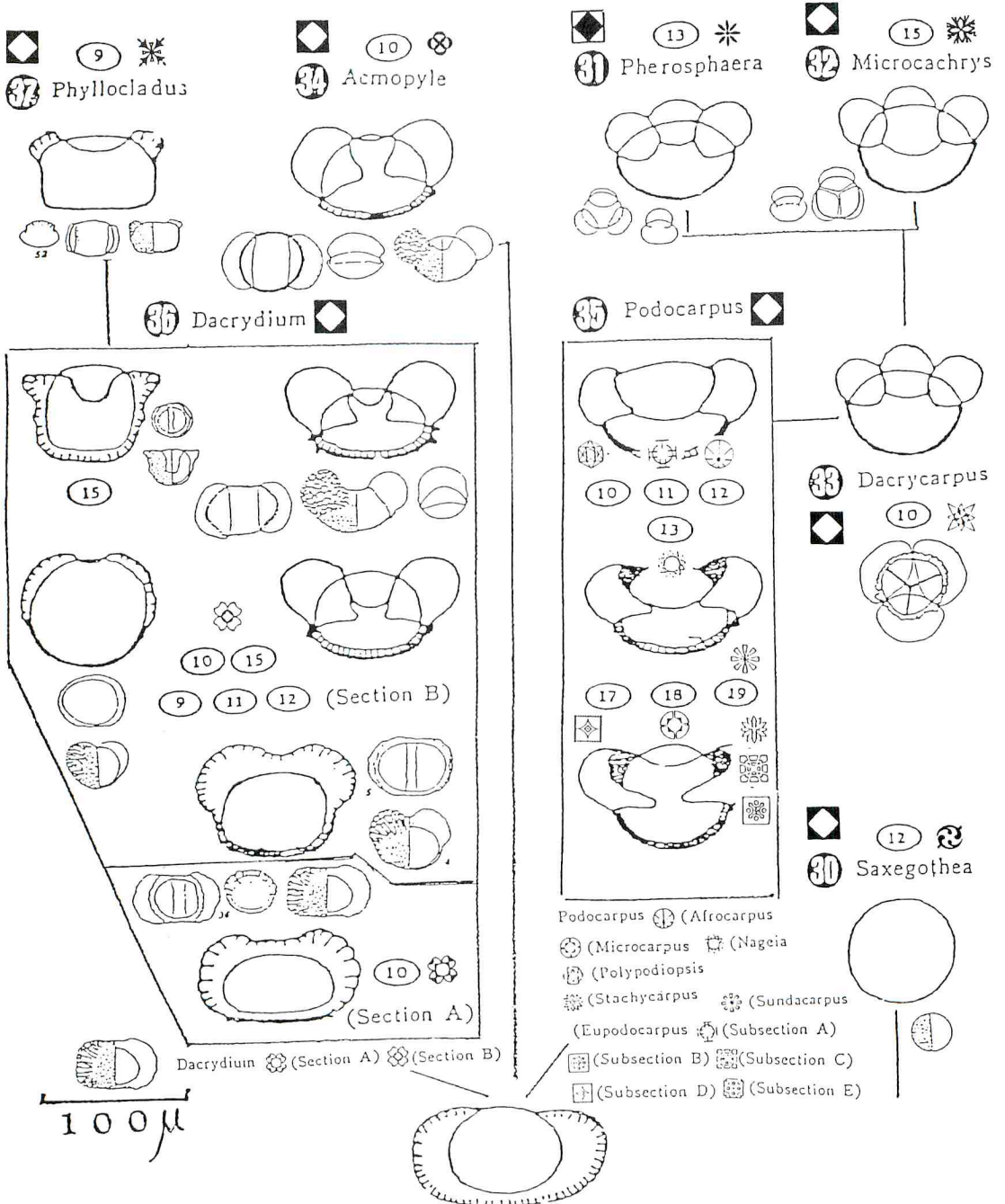


Fig. 5 Family tree of Podocarpaceae

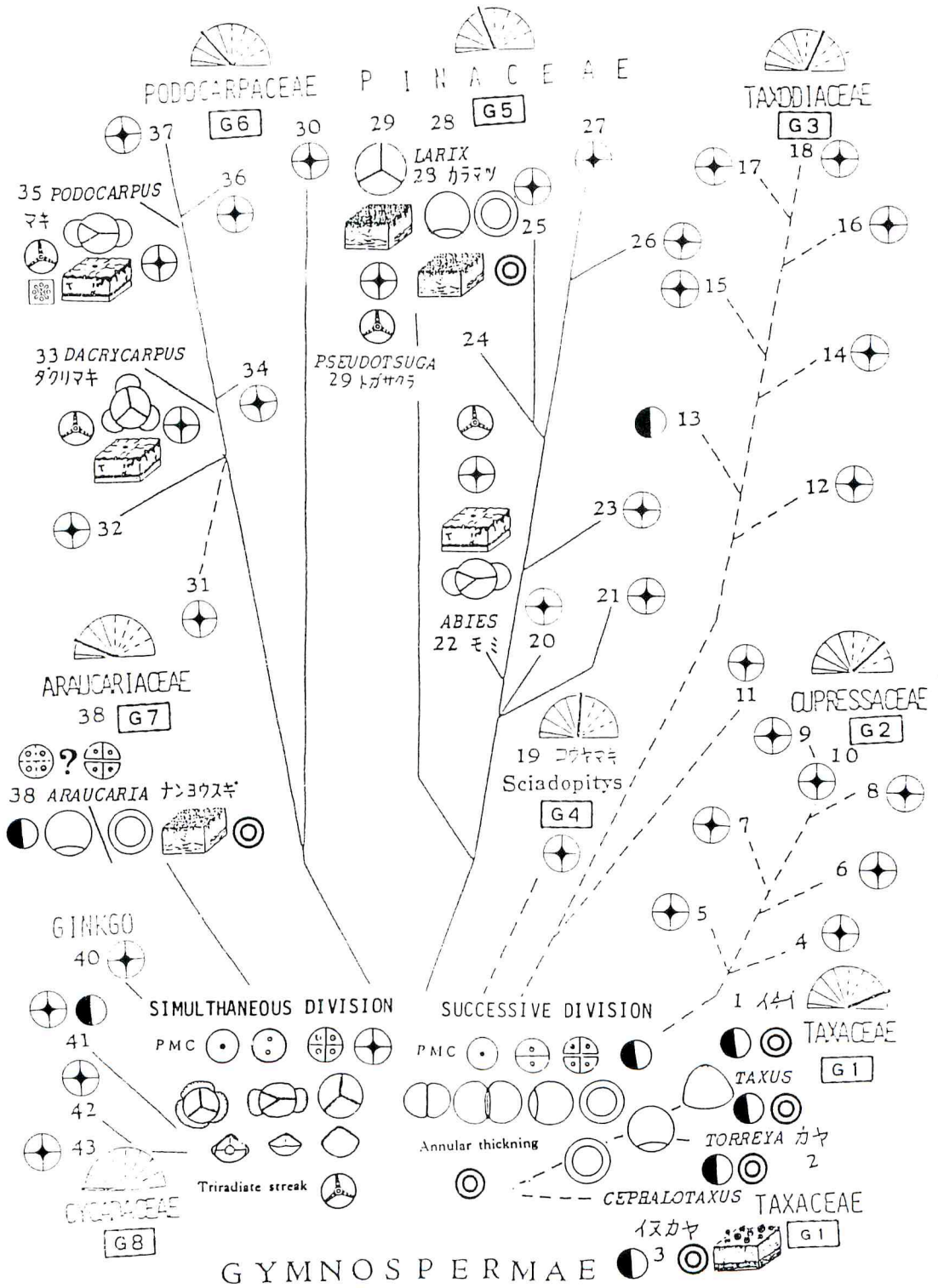


Fig. 7 Family tree by annular thickening and triradiate streak

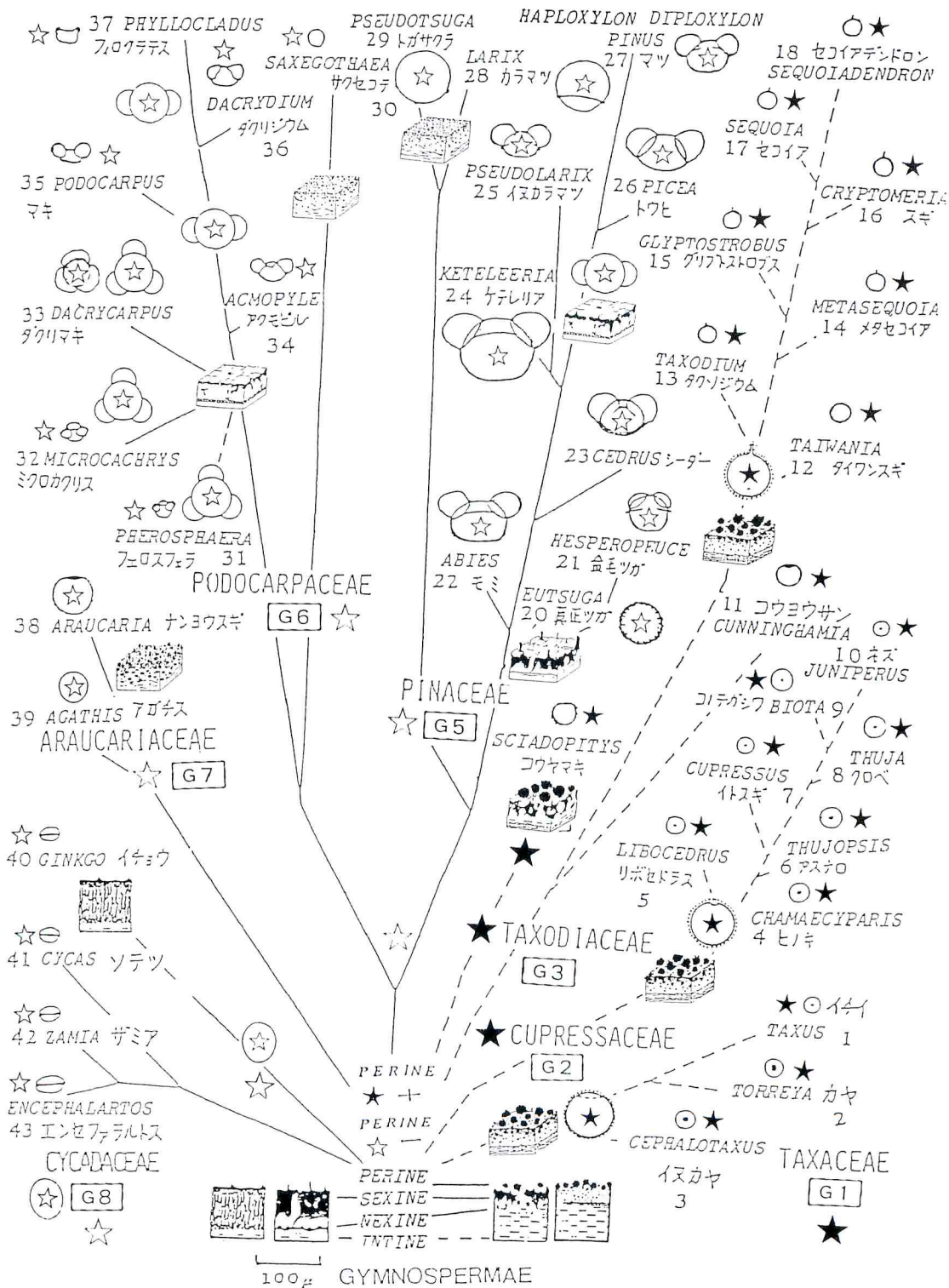


Fig. 8 Family tree with or without Perine

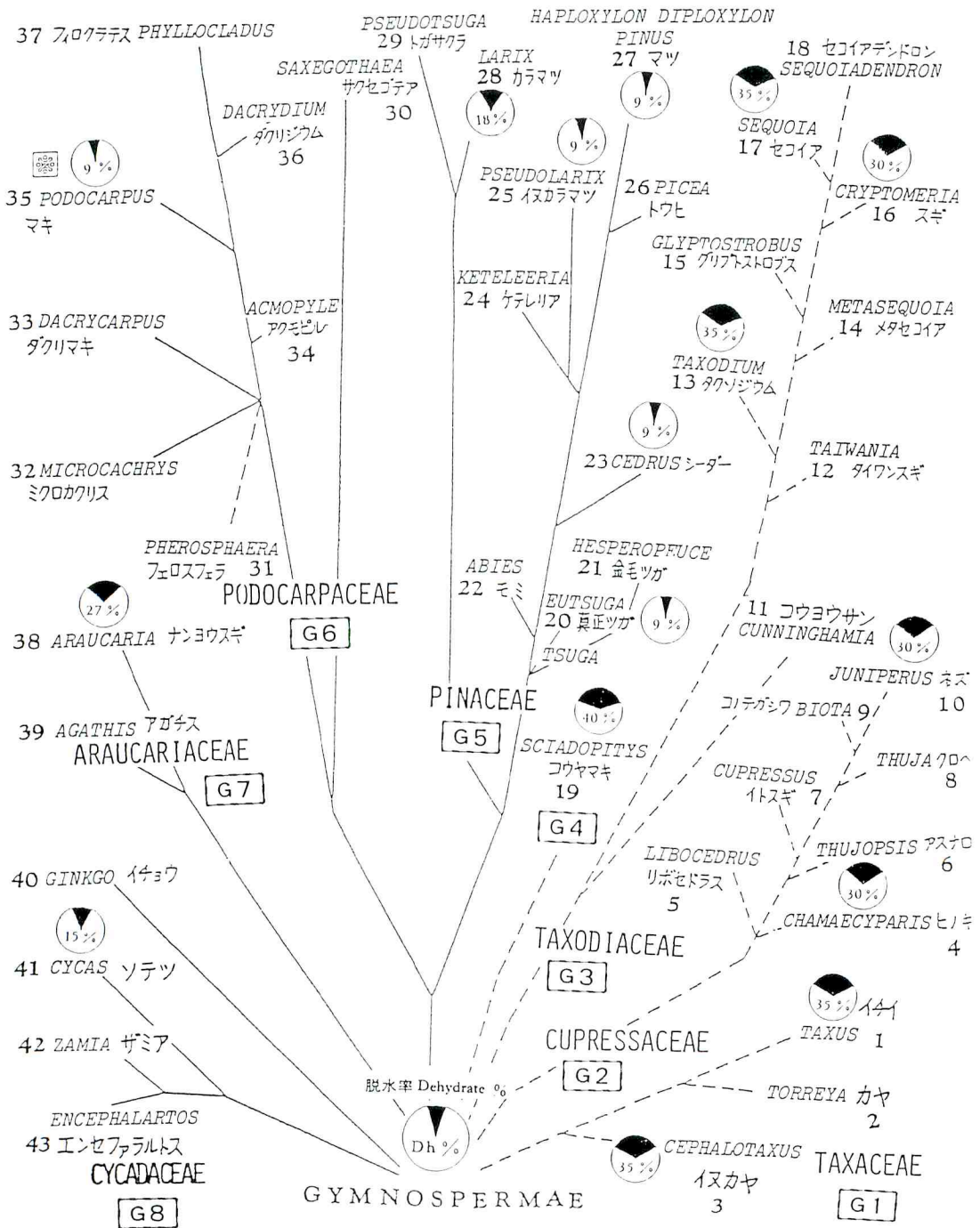
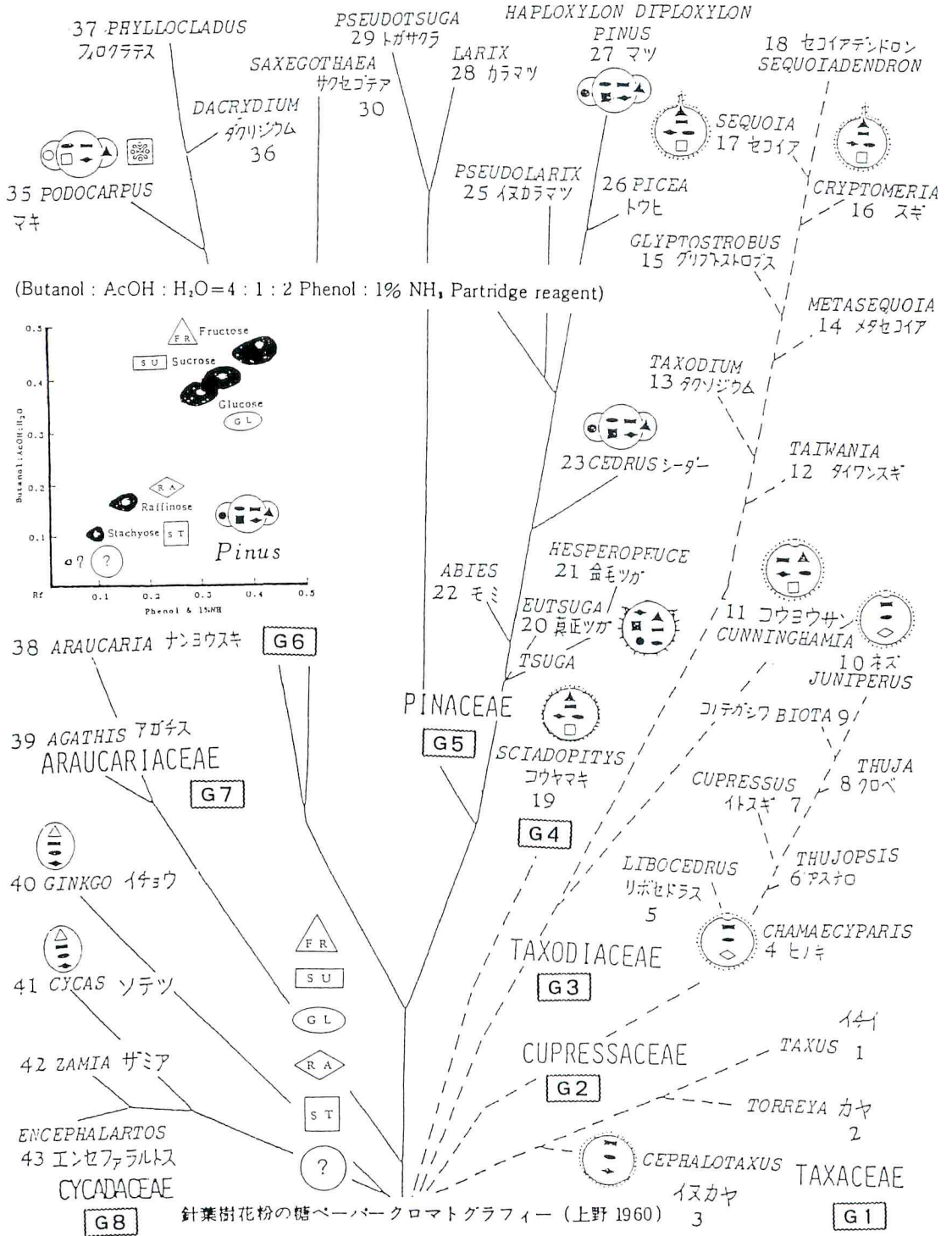


Fig. 9 Family tree by Dehydrate %



Paper chromatography of sugars of pollen grains of coniferae

Fig. 10 Family tree by Sugars

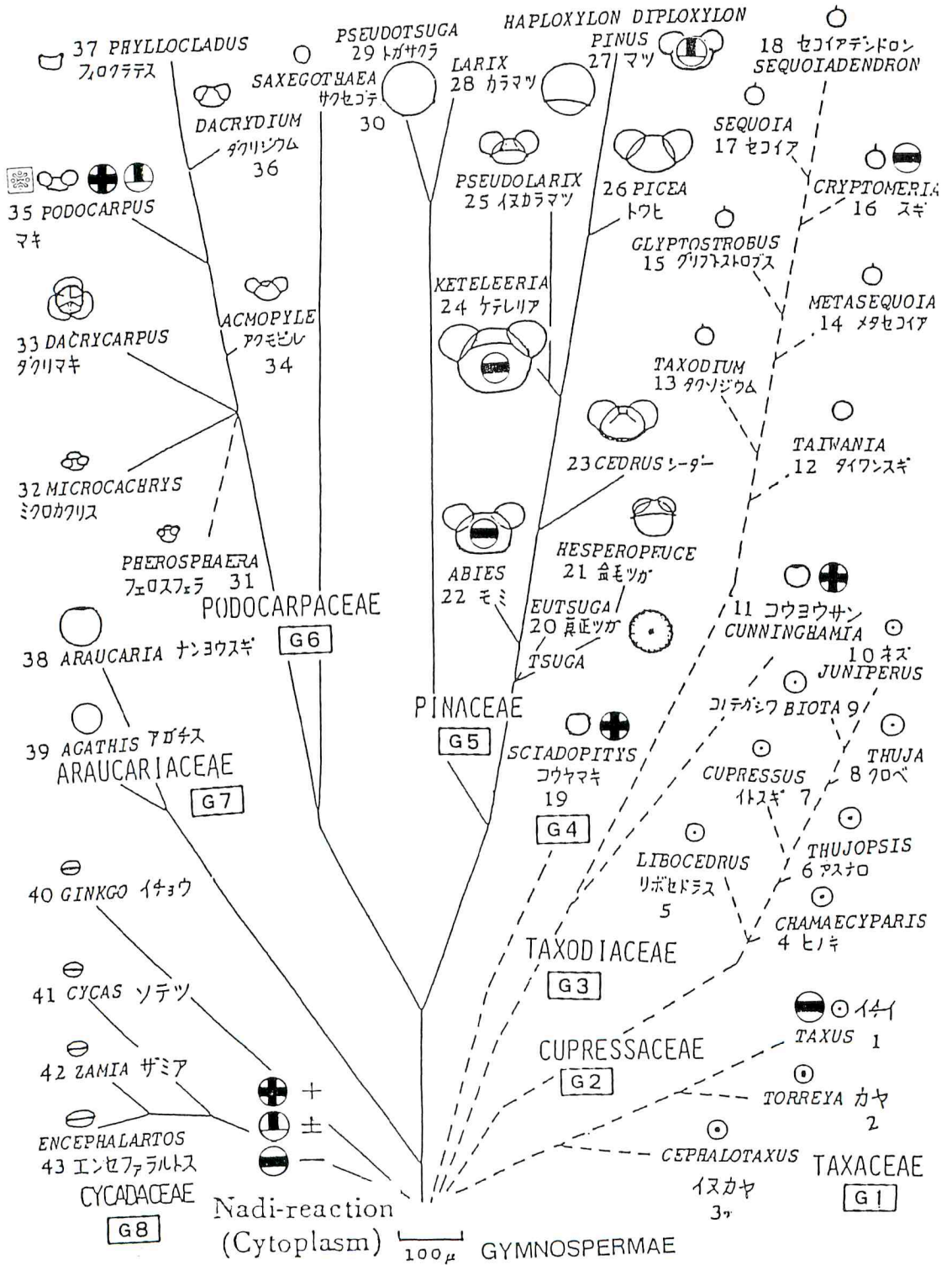


Fig. 11 Family tree by Nadi reaction (Sinke et al. 1954)

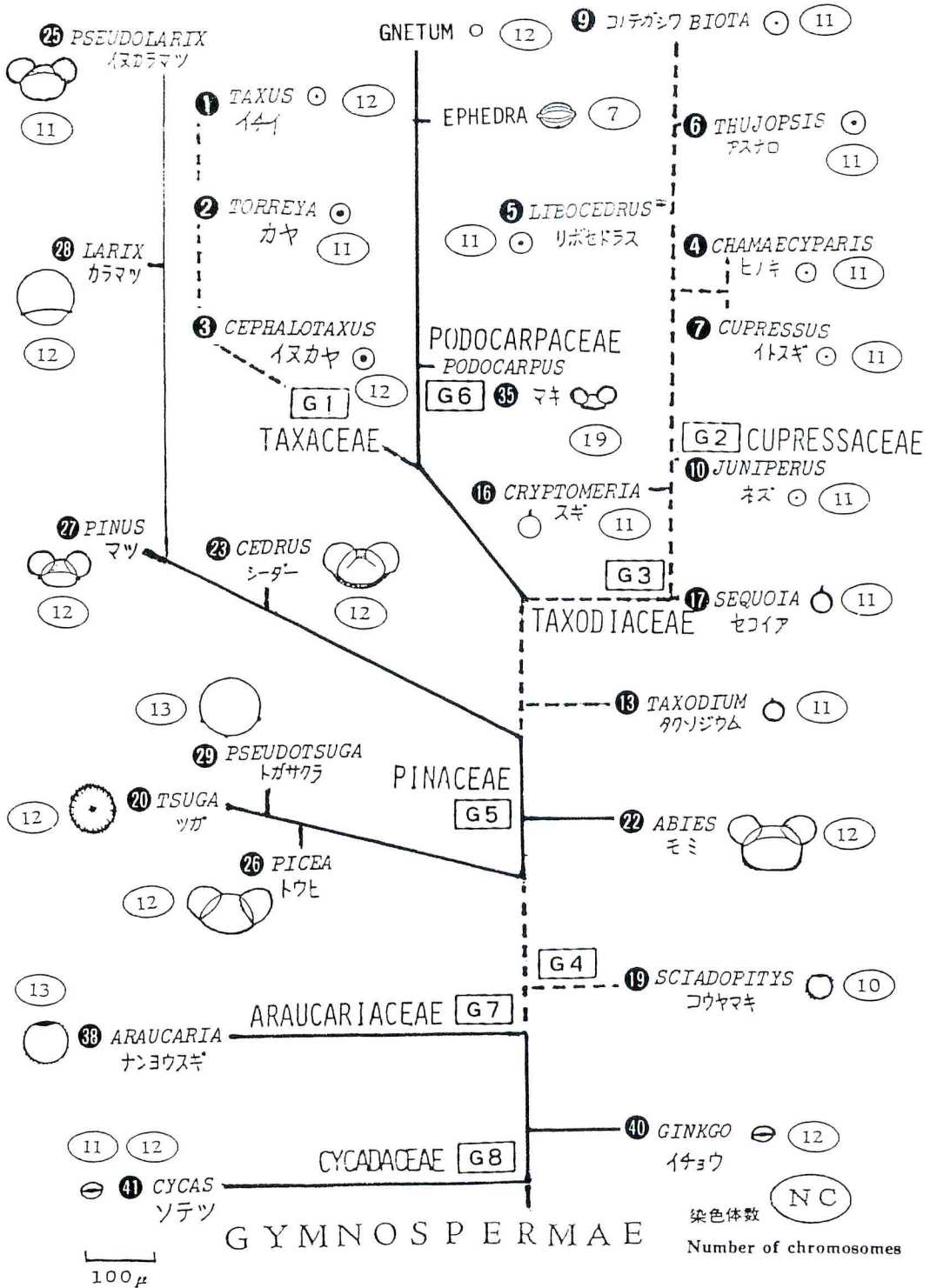


Fig. 12 Serological family tree of Prof. Mez (1926)

Serological Family tree with serum albumin of seed, after Professor Mez, University of Kenigsburg, Germany (1926). Solid line, broken line, [G1] and 24 etc. by Ueno (1984).

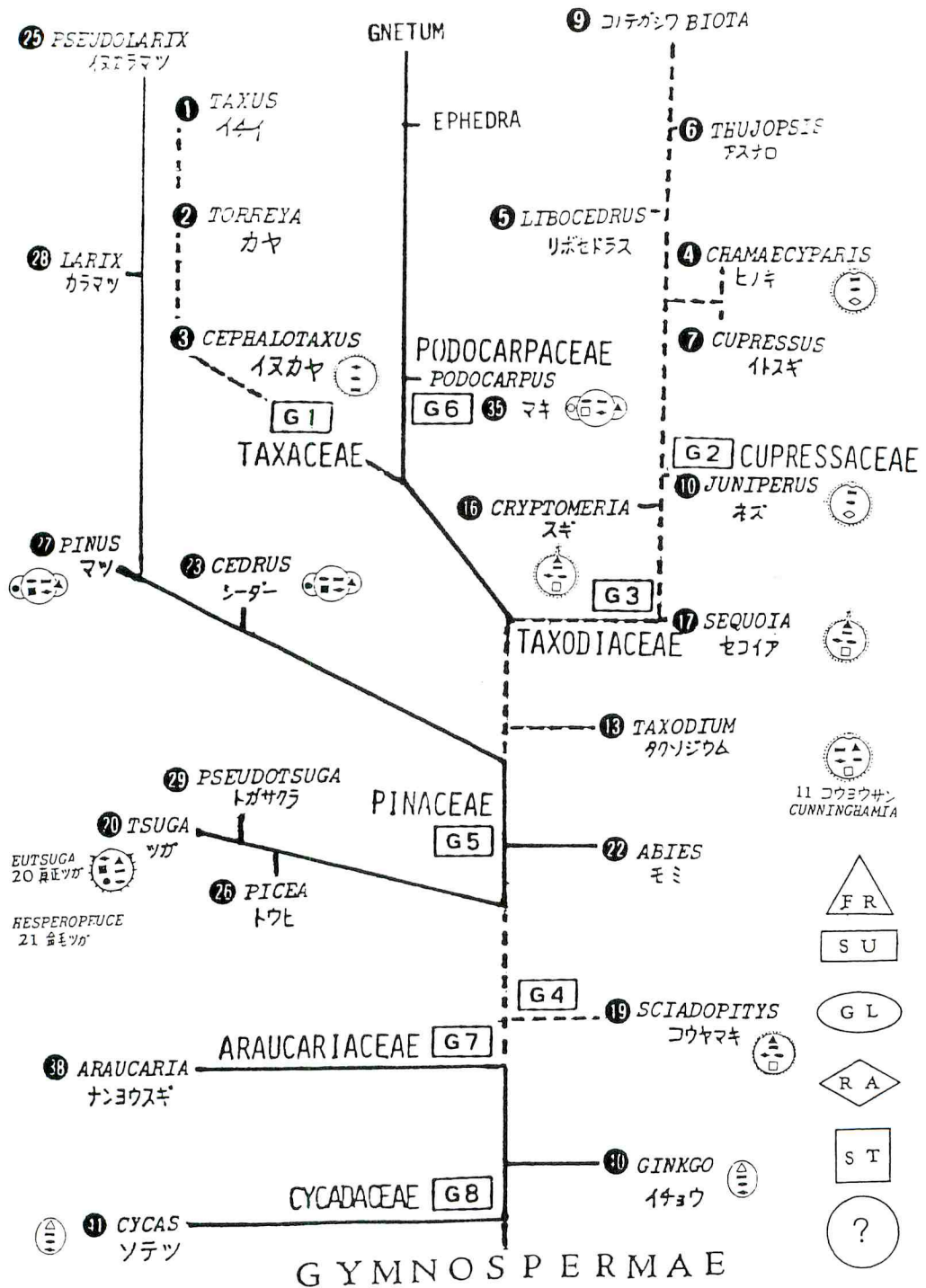


Fig. 13 Mez's Family tree by Sugars

Serological Family tree with serum albumin of seed, after Professor Mez, University of Kenigsburg, Germany (1926). Solid line, broken line, [G1] and ② etc. by Ueno (1984).

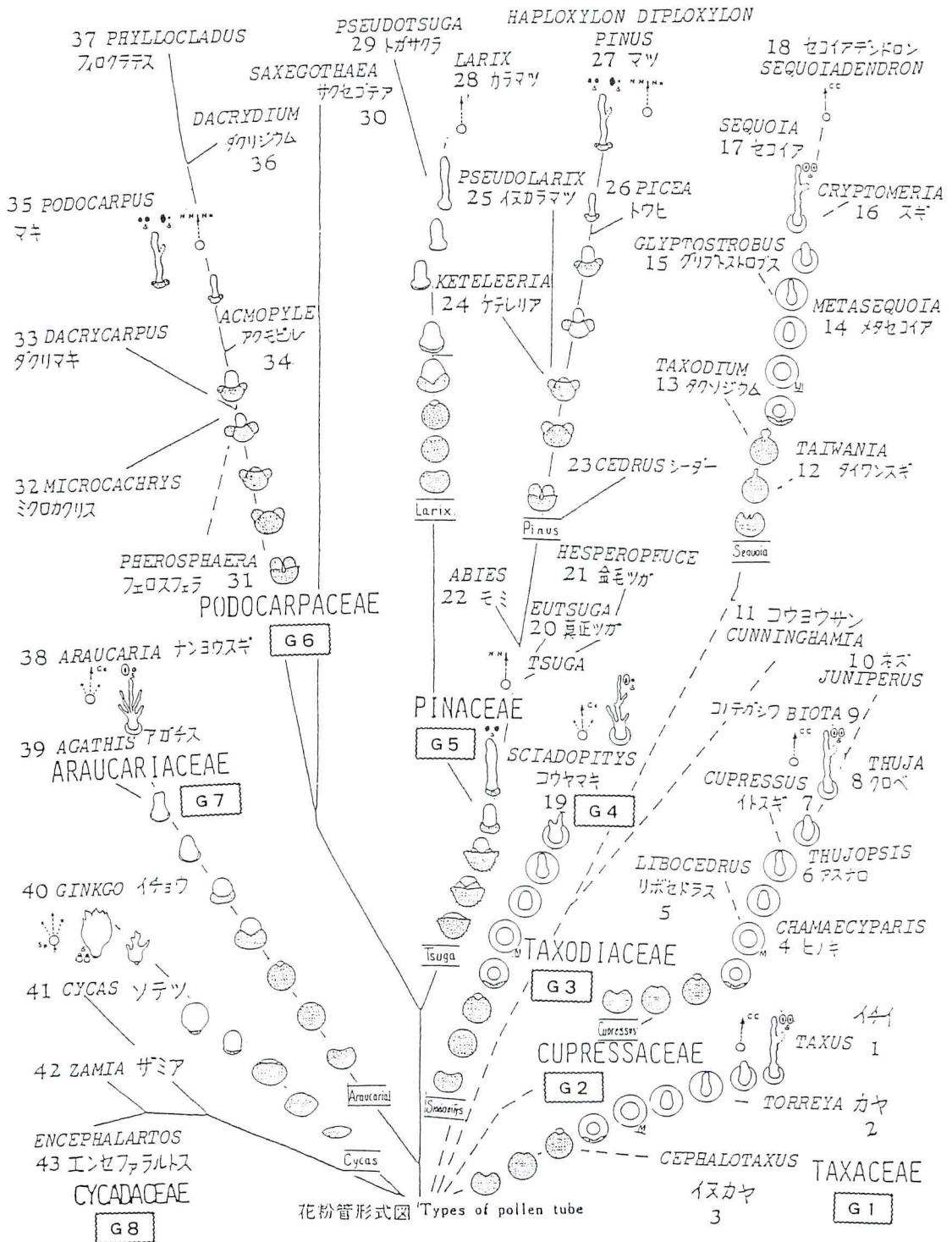


Fig. 14 Family tree by pollen tube

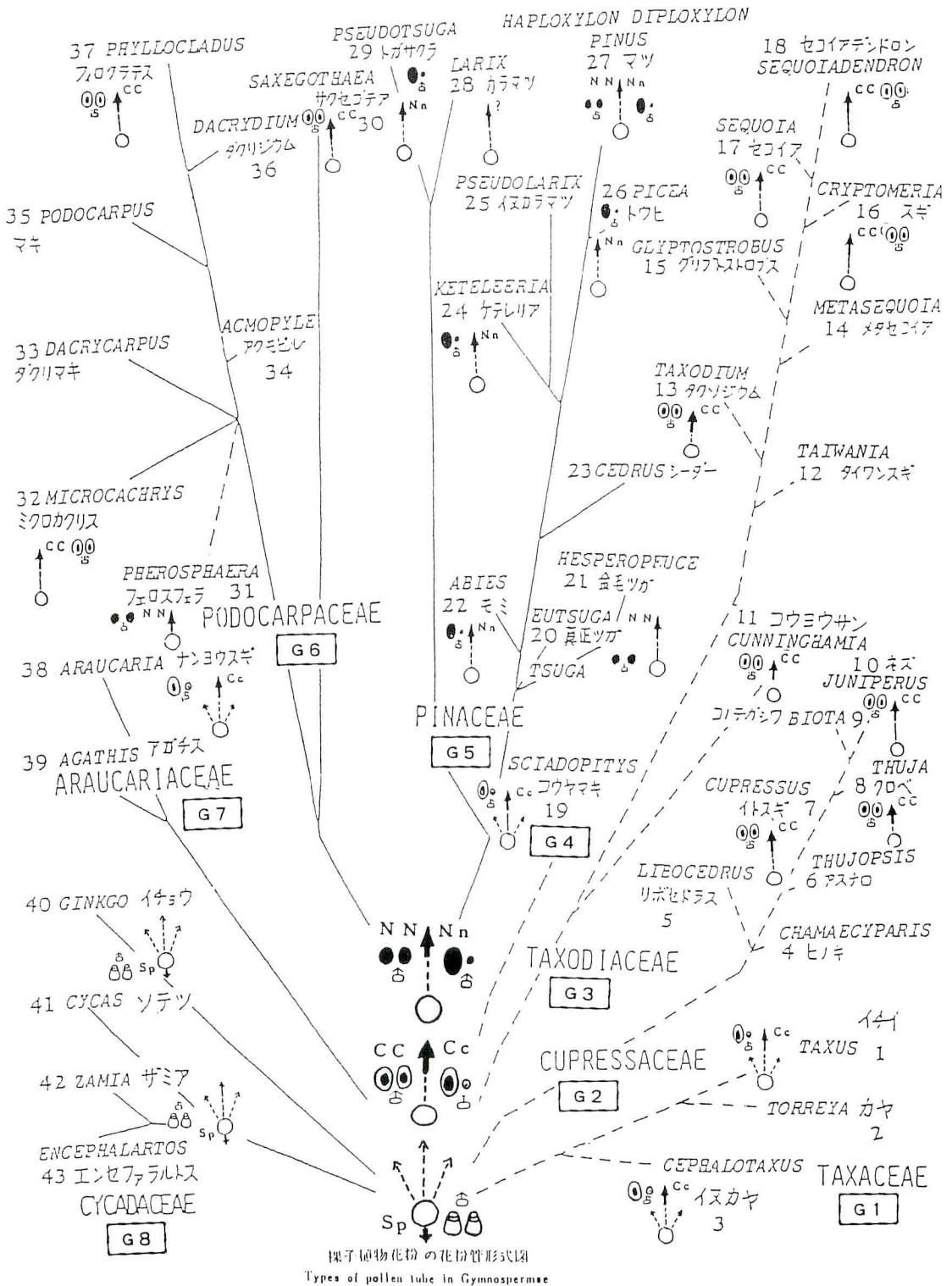


Fig. 15 Family tree by male nucleus, male cell and sperm

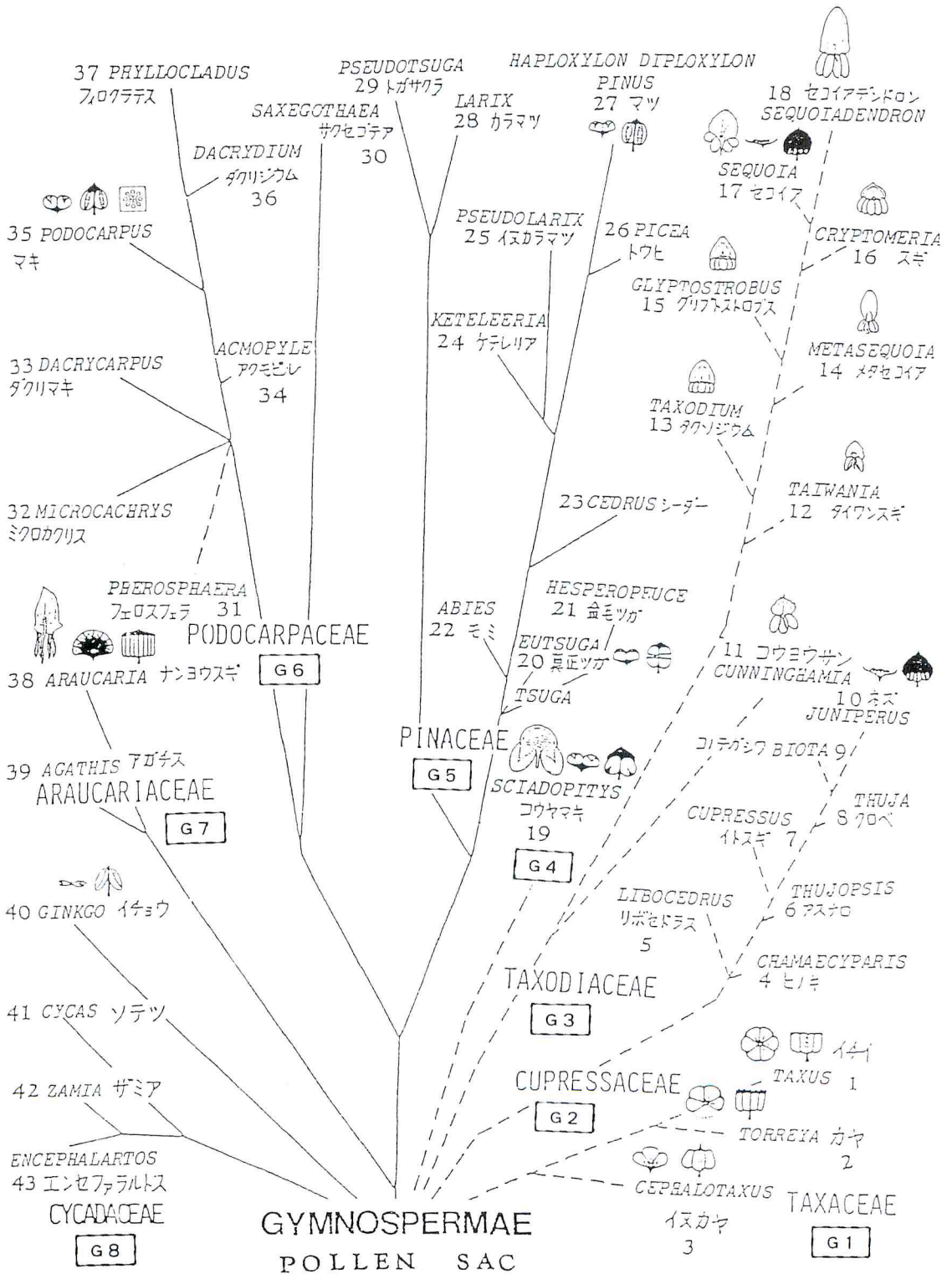


Fig. 16 Family tree by male flower

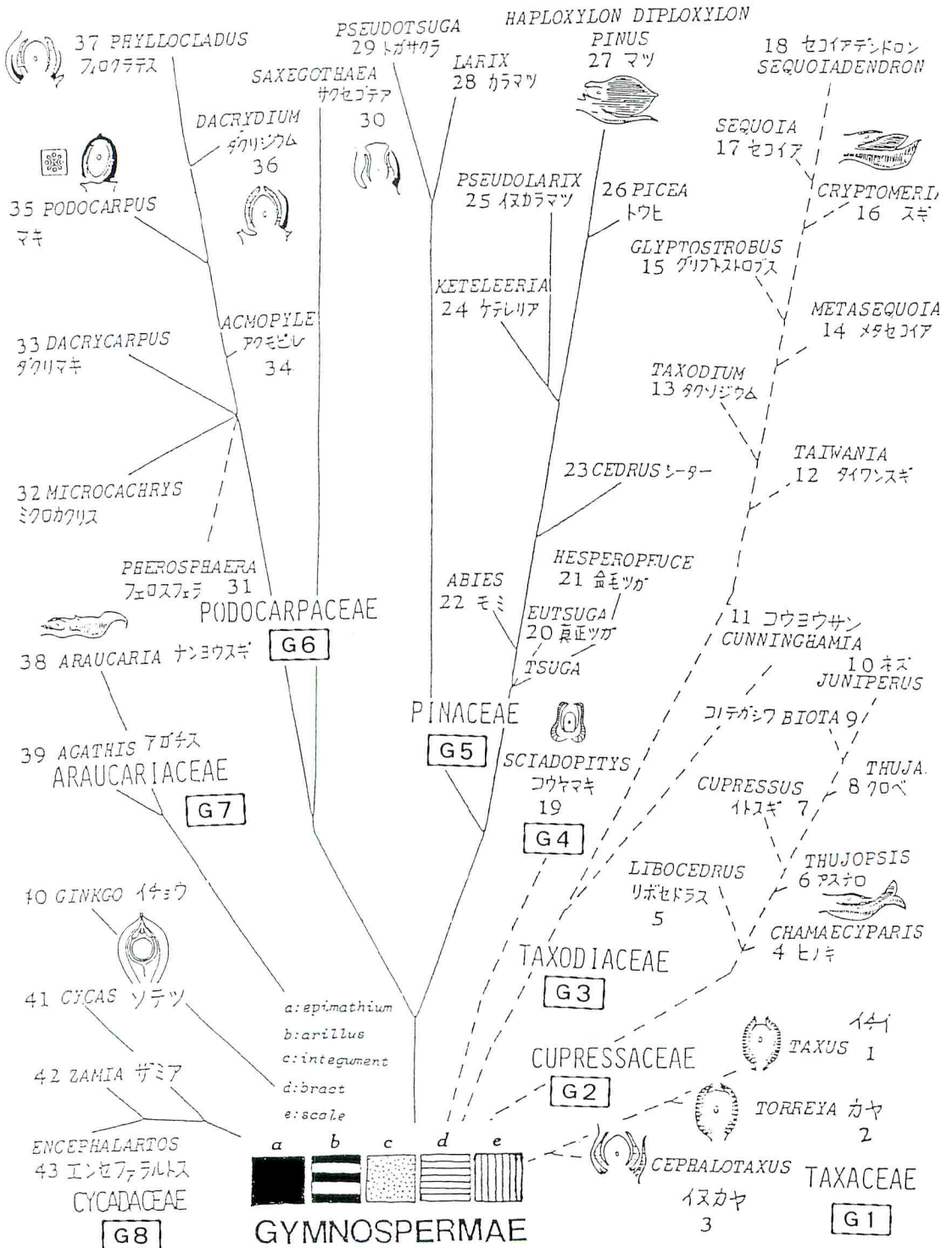


Fig. 17 Family tree by female flower

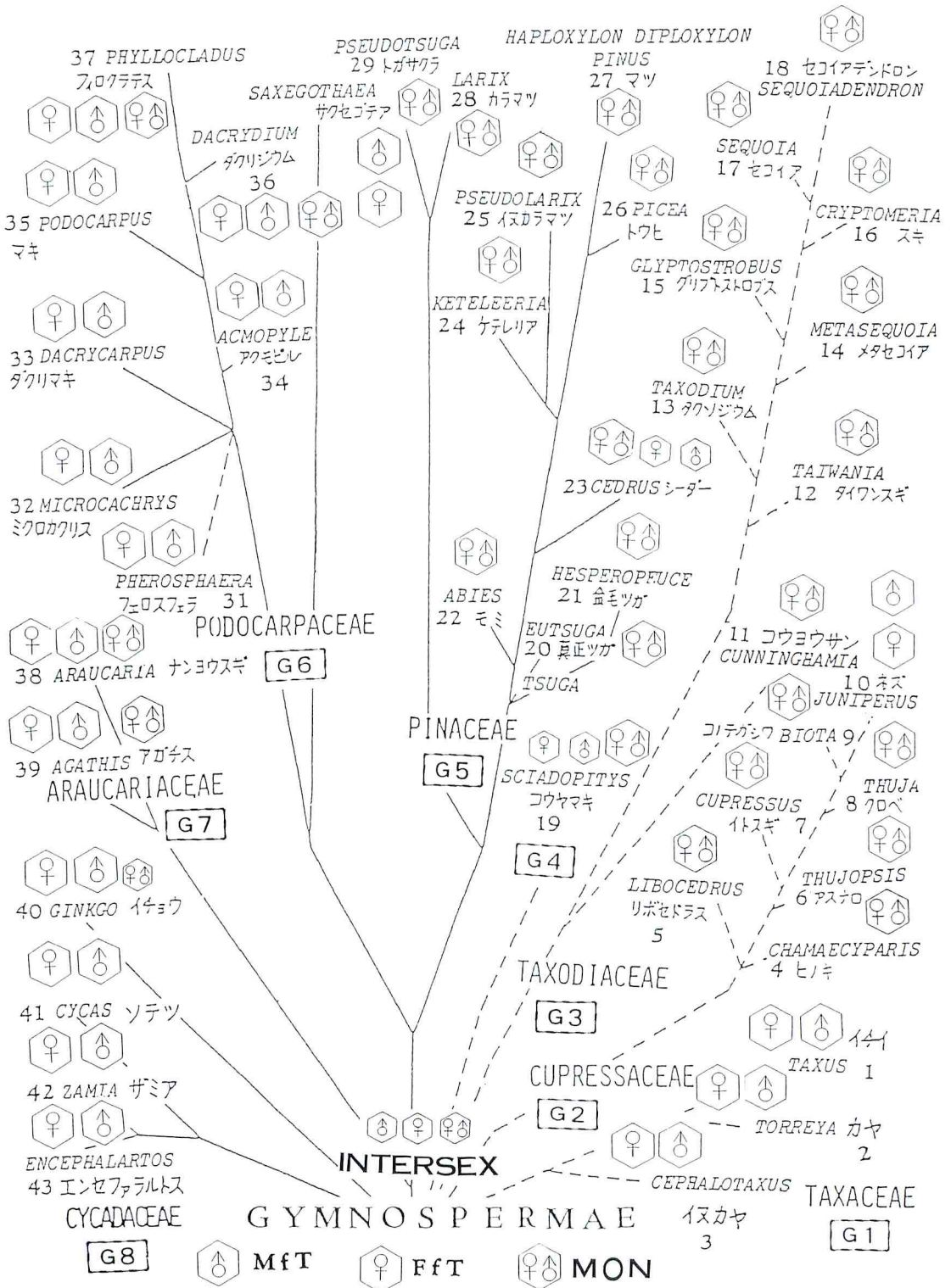


Fig. 18 Family tree by sexualization

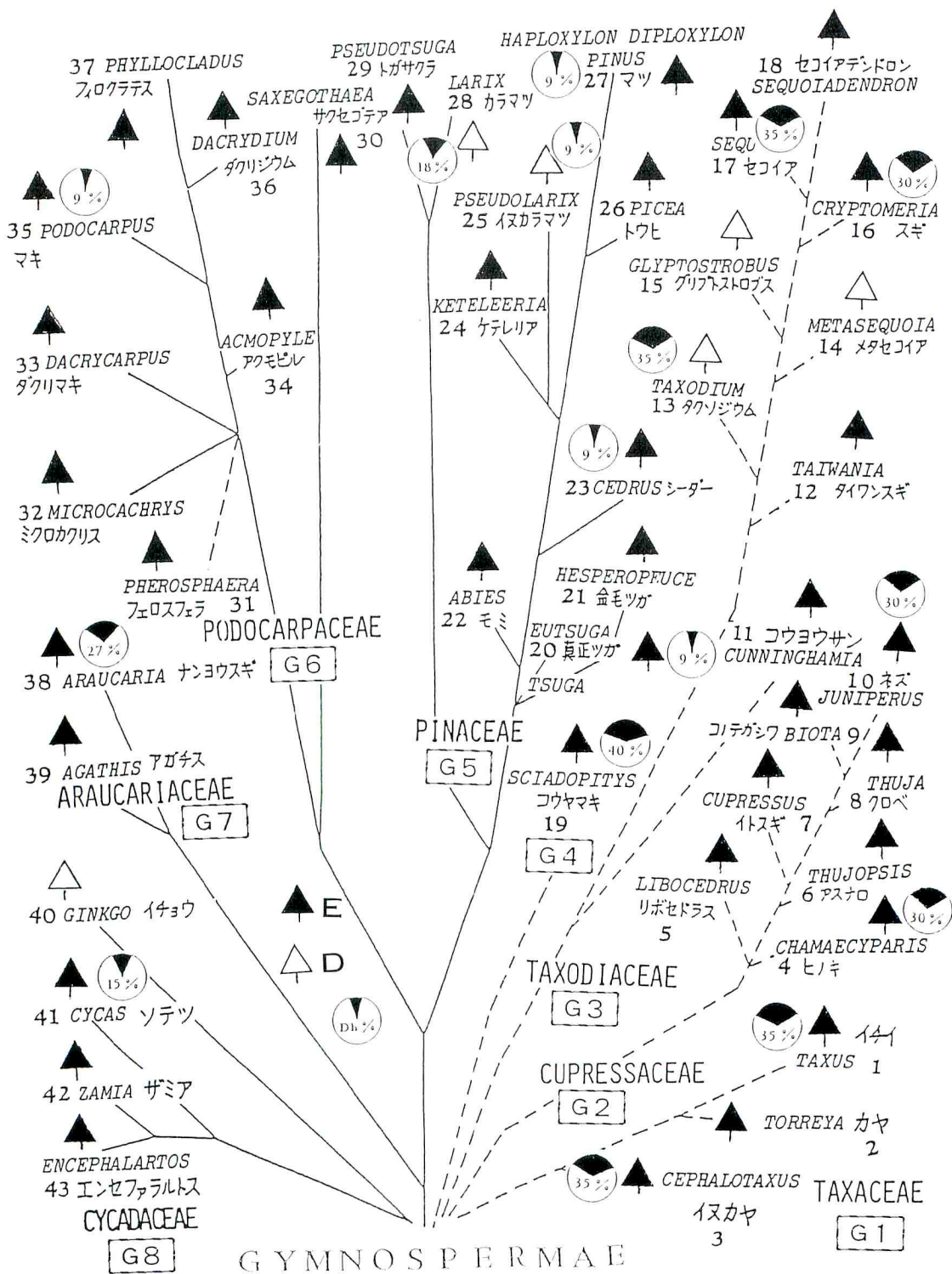
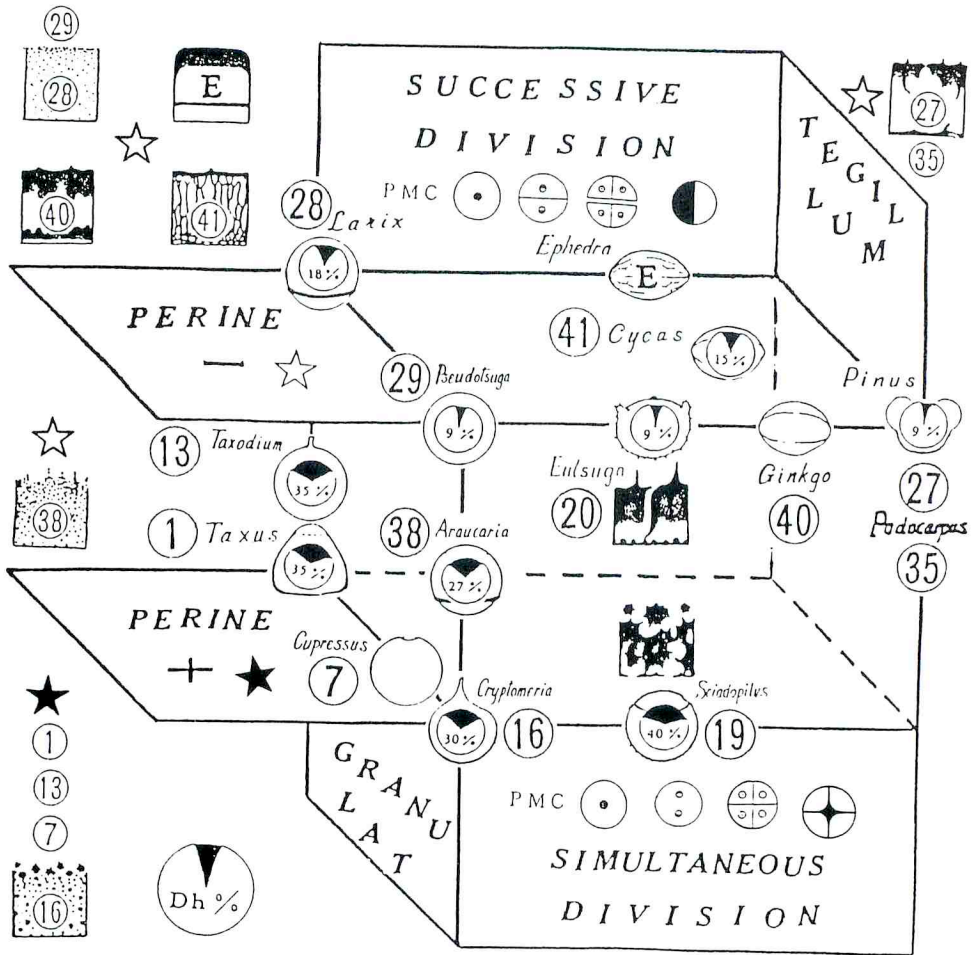


Fig. 19 Family tree by evergreen and deciduous



PERINE ————
 — SEXINE ————
 — NEXINE ————
 — INTINE ————

GYMNOSPERMAE

Fig. 20 Cubic relationships of pollen character

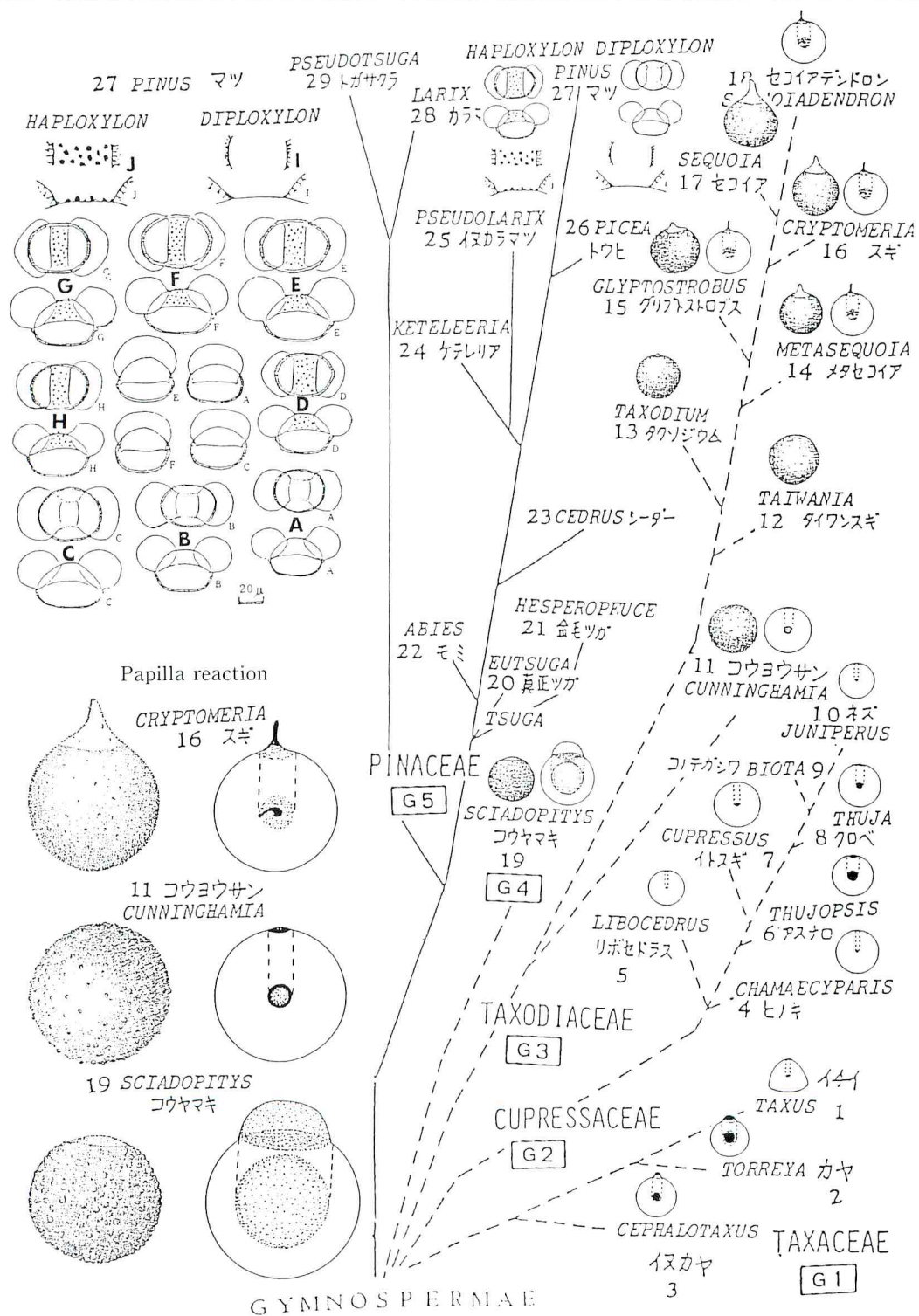


Fig. 21 Germinal furrow of Subgenus *Haploxyylon* and *Diploxyylon* (Genus *Pinus*), family tree by Papilla reaction

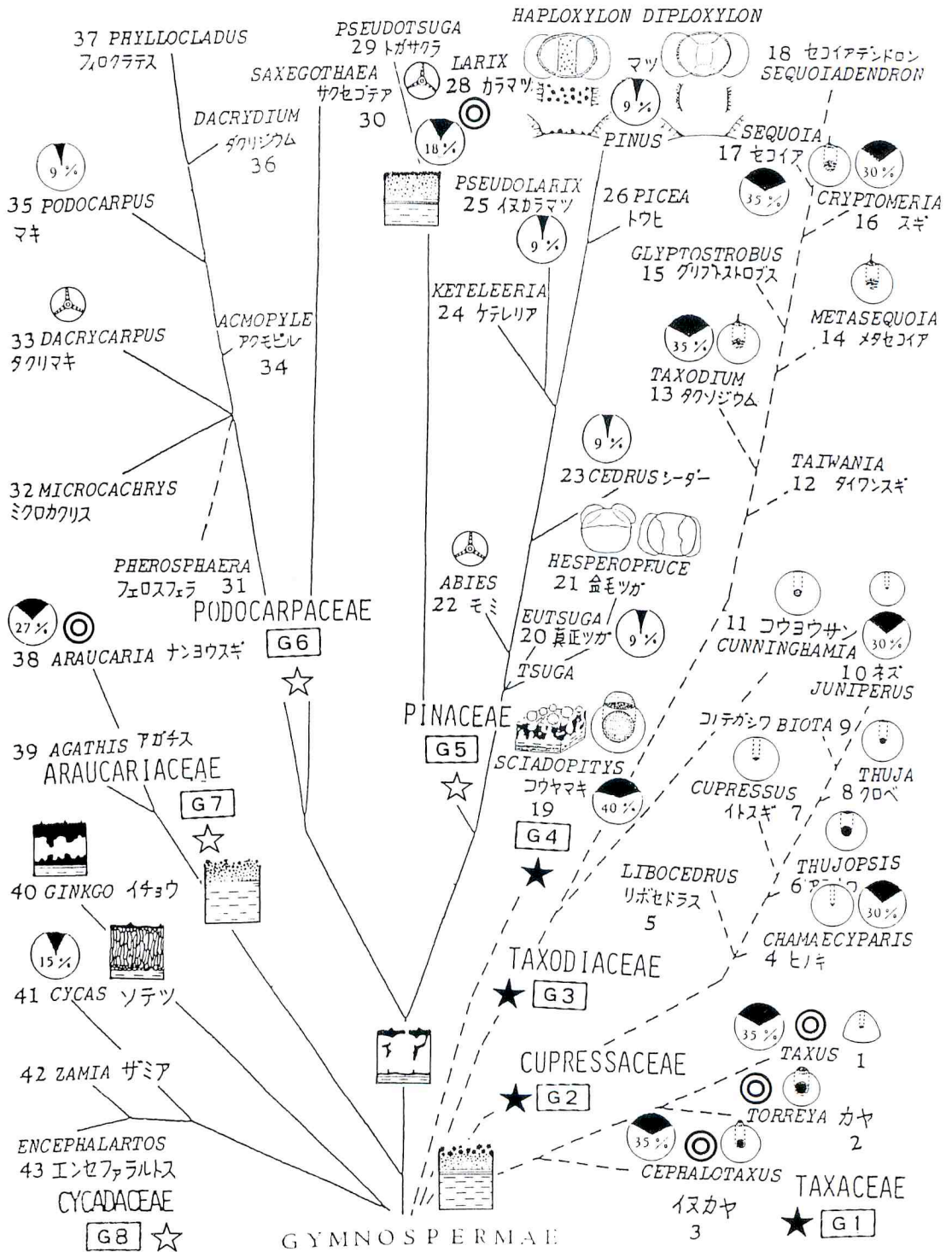


Fig. 22 Palynological conclusion in family tree

花粉学 研究

上野 実朗 著

文部省助成学術図書
B5判・542頁
定価 23,500円

花粉の構造と機能を中心として論述。花粉の定義、特に裸子植物の花粉についてその形態学的形質、発生の形質、実験結果などに加え、被子植物の花粉におよんで研究結果を報告する。

また、著者自ら体験した花粉症などの広範囲の研究をわかり易く、しかも学術的に解説するほか、難解な花粉学の専門用語に多くのページをあてている。光学・電子顕微鏡写真やスケッチを豊富に収載！

東京都千代田区 風間書房 電話 03-291-5729
神田神保町1-34 振替東京1-1853

TOKOHA GAKUEN UNIVERSITY

常葉学園大学

教育学部 (初等教育課程)

外国語学部 (英米語学科・ス
ペイン語学科)

〒420 静岡市瀬名1000 TEL.(0542)63-1125

理事長 木宮和彦

中学生レベルの実験書・入門書

花粉百話

昭和54年6月15日 初版発行
昭和57年4月30日 改訂版発行

改訂版 花粉百話——楽しい入門書——

定価 950円

著者 上野実朗
発行者 風間務
印刷者 西村弥満治

発行所 株式会社 風間書房

〒101 東京都千代田区神田神保町1-34
電話03(291)5729・振替東京1-1853番

(精文堂印刷・製本)

ISBN4-7599-0514-6

【本書の内容】

100の項目からなるこの本は、著者の40余年の経験から生まれた花粉についての分りやすい入門書です。▶花粉研究の歴史や、いろいろな国々の花粉学研究の現状を紹介したり、花粉の物理的・化学的実験の具体例を示しながら花粉の仕組みと働きを説明したりします。▶また、著者もかかった花粉症の話や、花粉模型の作り方・花粉の食べ方・花粉のための顕微鏡の選び方などの楽しいお話も多く載せてあります。