

原 著

螺旋口花粉について

上 野 実 朗*

On the spiraperturate pollen grains

Jitsuro UENO*

(受付：1980年5月5日)

I 序 INTRODUCTION

生物はラセン spiral と深い関係がある。極微な世界では染色体の二重ラセン構造があり、細菌でもラセン形のラセン菌がある。また肉眼で見られる形質としてはツルの巻き方に右マキ・左マキがある。その他、茎の螺旋葉序や強振 (torsion) の問題。さらに被子植物亜門双子葉植物綱リンドウ目は回施花目 Contortae と呼ばれ、花蕾はねじれており、例えばキョウチクトウ科 Apocynaceae キョウチクトウ *Nerium* などがある。またシソ目 (管状花目) Tubiflorae のヒルガオ科 Convolvulaceae のアサガオ *Pharbitis* ・ヒルガオ *Calystegia* も花蕾はねじれている。以上は合弁花亜綱 Sympetalae であるが、もっと原始的な離弁花亜綱 Archichlamydeae にもある、テンニンカ目 Myrtiflorae のアカバナ科 Oenotheraceae マツヨイグサ *Oenothera* でも見られる。

花粉や胞子に関係して見られるラセン構造としては粘糸 viscin fiber や弾糸 elater がある。単子葉植

物綱ショウガ目 Scitamineae バショウ科 Musaceae ゴクラクチョウバナ *Strelitzia* の花粉袋の中には花粉として発育できなかった細胞が弾糸状となっていて残っている。しかし植物界で正式に弾糸とよばれているのは、セントアイランド類ゼニゴケ属 *Marchantia* などの胞子囊にある。細長い不実性のねじれたラセン状の弾糸が胞子と混在する。吸水した弾糸は急に伸びる。その力によって胞子は飛散する (井上 浩 1976 など)。また真正変形菌類 (真正粘菌綱) ツノホコリカビ *Ceratomyxa*、ムラサキホコリカビ *Stemonites* などは変形体上に胞子囊をつくり、その内容は胞子と弾糸 (糸状の細毛体) となる。しかしシダ類の胞子で一番有名な弾糸はトクサ綱 Articulatae トクサ目 Equisetales、トクサ科 Equisetaceae のスギナ・トクサ *Equisetum* の胞子の外面に付着している2本の弾糸である。上野 (1963・1975) は「スギナ胞子弾糸の運動機構」の報告で、電子顕微鏡による観察によって、その発生・構造について記している。これによるとスギナは11月中旬に胞子表面にラセ

* 静岡大学名誉教授 (理学部生物学) ・常葉学園大学教育学部教授 (〒420 静岡市瀬名 1000)

Emeritus Professor of Shizuoka University. Professor of Tokoha Gakuen University (〒420 Shizuoka Sena 1000)

ン文のシワが出現し、そこから裂けて2本の弾糸になる。このラセン文が出現する原因は不明だが、胞子表面にヒズミ作用 Tasithynic (Wodehouse 1935 P.544) がでるのではないかと考えられる。

この胞子表面のヒズミ作用またはネジレ・ラセン文が花粉の発生途中で見られるのが前記のゴクラクチョウバナと同じ目のショウガ科 Zingiberaceae ミョウガ *Zingiber* である。発生途中の四分子集合状態で、花粉母細胞膜にまだ包まれている時に、各分子の遠心面にネジレの割れ目が見られる。生長するにつれて、この割れ目は赤道方向に長く伸びる。赤道の両端には2個の円板状の付着板がのこる。割れ目でない部分は厚くなる。割れ目は外皮が薄くて、裂けやすく、発芽溝ともなる(上野 1967・1978 Pl. 135)。幾瀬(1956)はミョウガ花粉を花粉型模型図では1Bb(長球螺旋口型)としている。螺旋口を幾瀬は spiraperture とよび、上野(1978)は spirostoma とよぶ。ギリシヤ語で speira は英語の a coil。ラテン語 aperture とギリシヤ語 trema (sing), tremata (pl) はともに英語 openina である。初めは spiral pollen と書こうとしたが、これでは花粉がラセン形にねじれているように誤解されるので spiraperturate pollen grains と書いて螺旋口花粉と訳した。spiral pollen ではない。幾瀬(1956)も述べている 1Ba(球状螺旋口型)は Erdtman(1952)・黄増泉 Huang Tseng-Chieng(中国式では Tseng-Chieng Huang 1972)などにも多くの例が出ている。これらからそのいくつかの花粉を形態・分類・系統・進化などの立場から検討している。系統樹は Brewbaker(1967)に花粉形質を加味した上野(1973)を用いた。データを使用させて頂いた Erdtman・幾瀬・黄の3先生に深謝する。引用文の英語花粉用語の訳は上野(1978)によった。また原著の光学顕微鏡写真や図は上野が適宜にスケッチに書き直して使用させて頂いた。

II 実例記録 DESCRIPTION OF EXAMPLES

今回の研究は、いくつかの報告を引用して記録し

たので、もとの報告を著者ごとにまとめた。全体についての考察は後述する。

I 双子葉植物綱 図版 I (Dicotyledoneae Plate I)

A~D キンポウゲ目 メギ科 RANALES Berberidaceae

A メギ仲間 *Berberis dictyophylla* Erdtman (1952 pp.70—71 Fig.29 A) : Pollen grains Spiraperturate (*Berberis*, *Mahonia*). *Berberis* : generally spiraperturate. Sexine thicker than nexine, faintly reticulate. Example : *B. dictyophylla* (cult. Lund 1935). Fig. 29 A. Grains 花粉直径 46μ 、スエーデン Lund の栽培品からの花粉である。外皮は中皮より厚く、ややアミ目型の文様がある。

B マルバヘビノボラス *Berberis amurensis* var. *brevifolia* 幾瀬(1956 p. 76 Plate 15—11) II 型は spiraperturate 1Ba 彫紋は綱アミ目、大きさは $34—39 \times 34—39\mu$ 1952. 5. 3 至仏山(群馬) 原

C メギの仲間 *Berberis Kawakamii* 黄(1972 p. 67 Pl. 22 10—15) : Grains 4—6 colpate ; subspheroidal ; $35—46\mu$ wide ; aperture irregularly furoved ; tectum psilate ; sexine finely reticulate. Tahsuehshan, *Chen* 14. 台湾名 黒果小檗原著プレートは光学顕微鏡写真である。黄はラセン溝(口)とは考えず、4—6溝としている。

黄は同ページに *Berberis aristato-serrate* 針録葉小檗の説明として、Grains 4—5 colpate ; subspheroidal ; $49—50 \times 36—37\mu$; colpi 溝 $45 \times 3\mu$; tectum 外表膜 psilate 平滑型 ; sexine 外皮 finely reticulate 細アミ目、the lumina アミ目 $0.5—1\mu$ wide 幅。Hualien, Shimizu et al. 11747.

D ホソバヒイラギナンテン *Mahonia Fortunei* 図は黄(1972 pl. 22—16)による。Erdtman(1952 pp. 70—71) : Pollen grains spiraperturate (*Berberis*, *Mahonia*). *Mahonia* : as in *Berberis* (Kumazawa 熊沢 1936)。幾瀬(1956 p. 76) ホソバヒイラギナンテン *Mahonia Fortunei* 型は spiraperturate

1B^a彫紋は granula 顆粒状紋 1 μ 大きさは 41—44 $\times$ 41 $\times$ 44 μ 1951. 9.28 1952.10.11 習志野栽培。またヒイラギナンテン *Mahonia japonica* もほぼ同じだが、大きさは 44—48 $\times$ 44—48 μ 1954. 4.6 京都大学栽培となっている。黄 (1972 p. 67 Pl. 22 16—22) : *Mahonia fortunei* 細葉十大功劳 Grains spiraperturate ; 43—46 μ wide ; exine 外皮 2 μ thick 厚 ; tectum 外表膜 with scabrate processes 微小突起型。s.loc., Kuo s. n. June 1957. また同ページに *Mahonia japonica* 十大功劳 Grains subprolate 亜長球形 to spheroidal 球形 ; 41—54 $\times$ 35—50 μ ; colpi 溝 37—45 $\times$ 2 μ ; tectum 外表膜 psilate 平滑型, Taipei, Huang 黄 s. n. Mar. 23, 1968, Kao 7506. また *Mahonia oiwakensis* 阿里山十大功劳 Grains subolate 亜長球形 ; 32—49 $\times$ 26—40 μ ; colpi 溝 20—40 $\times$ 3 μ ; tectum 外表膜 with scabrate processes 微小突起型 Alisan, Huang 黄 4529. 黄は *Ma ania* 十大功劳属のまとめとして、Grains 6-colpate (溝) or spirapeturate ; sabrolate 亜長球形 to spheroidal 球形 ; 32—55 $\times$ 26—50 μ colpi 溝 20—45 $\times$ 2—3 μ ; tectum 外表膜 usually spilate 平滑型 ; sexine 外皮 reticulate アミ目型 ; muri ウネ simpli-baculate 単円柱型。

E キンボウゲ目キンボウゲ科 RANALES Ranunculaceae *Anemone pavonia* 張 Chuang (1979 植物分類学報 17—2 pp. 1—8 図 3—6) II 銀蓮花 (アネモネ) 属の花粉形態及其系統分類の各類型花粉演化関係図式の 6・螺旋状萌発孔花粉類形の例として *Anemone pavonina* を図示している。花粉直径や外表膜彫紋、溝などの記録はないので詳細はわからない。この論文を張氏におくり、その形態などを問い合わせたいと考えている。ただ *Anemone* は原始的な属なので分類系統上もつと調べたいが、これと *Anemone fulgens* (Erdtman 1952) の螺旋口については III 考察で述べる。

F バラ目ユキノシタ科 ROSALES Saxifragaceae スグリの仲間 *Ribes pringlei* は螺旋口花粉の類似型の例である。Erdtman (1952 pp.

399—402 Fig. 231—C) : Saxifrageceae A

eurypalynous 異型花粉群、heterogenous family 異種雑多の科。Pollen grains isopolar 等極性、radiansymmetric, 2—about 10—aperturate [colpate 溝型、colpor (oid) ate 類内口式溝型、ruporoidate 類内口式対溝型、porate 孔型、forate 散孔型 etc.]、ablate 扁平型—prolate 長球型 ; grains united in tetrads in *Carpodetus*. その一般説明のあとで *Ribes pringlei* (Mexico ; Pringle 6811). Fig. 231C. Grains about 8—9 aperturate, Spheroidal 球形 (diameter 34 μ). Sexine 外皮 Thinner than nexine 中皮 Apertures situated in rugoid 類散溝、faintly granulate areas. 丸い発芽孔は微粒文地帯にとりまかれた散溝に類似した配列となる。この配列がラセン状に連ると spiraperturate に似てくる。

幾瀬 (1956 pp. 82—83 Plate 17—2, 3, 4) では、ザリコミ *Ribes Maximowiczianum* 型は 7—8—forate (散孔型) 4 C^a 彫紋は granula 顆粒状紋 大きさは 23—26 $\times$ 23—26 μ 1954. 5. 8 武甲山 (崎) 1955. 4. 22 富士山麓→東京。ヤブサンザシ *Ribes fasciculatum* 型は 6—forate 散孔型 4 C^a 彫紋は granula 顆粒状紋 大きさは 22—24.5 $\times$ 22—24.5 μ 1953. 4. 12 小豆島 (香) 1955. 5. 16 軽井沢 (長野)。コマガタケスグリ *Ribes japonicum* 型は 4—6—rugate 散溝型 4 D^a 彫紋は granula 顆粒状紋 大きさは 24—25 $\times$ 24—25 μ 1953. 7. 12 ハヶ岳 (長野)。ヤシヤビシヤク *Ribes ambignum* 型は 6—7—colporate 内口式溝型 6 B^a 彫紋は granula 顆粒状紋 大きさは 26—27 $\times$ 27.5—28.5 μ 1955. 4. 4 上高地 (長野) →東京。スグリ *Ribes sinanensis* 型は 6—7—colporate 内口式溝型 6 B^a 彫紋は granula 顆粒状紋 大きさは 28—30 $\times$ 29—31 μ 1955. 5. 28 松原湖 (長野)。マルスグリ *Ribes Grossularia* 型は 4—5—colporate 内口式溝型 6 B^a 彫紋は granula 顆粒状紋 大きさは 23.5—25 $\times$ 23.5—25 μ 1955. 5. 16 軽井沢 (長野)。発芽装置を散孔型とも内口を備えた溝内口式溝型とも記している。とくに幾瀬 Plate 17—4 C はこの内口式溝

が色々と変化する形（1溝無孔・1溝1孔・1溝2孔・分枝溝2孔など）を示している。

G シソ目キツネノマゴ科 TUBIFLORAE Acanthaceae ゲツケイカズラの仲間 *Thunbergia erecta* (1—6) *Thunbergia grandiflora* (7—10). Erdtman 1952 pp. 30—32) : Acanthaceae A distinctly eurypalynous 異型花粉群 family. Pollen grains isopolar 等極性、radiansymmetric, or less frequently bilateral (2面相称)、di-poly aperturate (3—8—colpate 溝型、3—colpoidorate 内口式類溝型、3—5—colporate 内口式溝型、2—4 porate 孔型、forate 散孔型、zon 帯—or spiraperturate 螺旋D型；colporate 内口式溝型 grains sometimes provided with pseudocolpi 偽溝) Peroblate 過偏平型—perprolate 過長球型。 *Thunbergia coccinea* (Thunbergioideae) : spiraperturate. Diameter 80μ . *T. fragrans* (cult. ; New York 1938!) : spiraperturate (diameter about 85μ). Sexine with large blunt, spinoid adornments (about 9.5μ long ; breadth at base about 11μ , halfway between base and top 7μ). These adornments have a thin cortex merging in a central nucleus of indistinct texture. The general sexine consists of piloid elements and is but slightly thicker than the nexine. — *T. friesii* (Rhodesia ; Fries 319) 70μ —*T. grandiflora* : 110μ .

幾瀬 (1956 p. 136, Plate 41—6) : *Thunbergia laurifolia* ゲツケイカズラ (Plate 41—6 は写真である) 型は spiraperturate $1B^a$ 、彫紋は spinules 小刺状紋 $< 1\mu$ 大きさ $58-67 \times 58-67\mu$ 1953. 9. 4 松戸、園 (千)。 *T. alata* ヤバネカズラ型は spiraperturate $1B^a$ 彫紋は spinules 小刺状紋 $< 1\mu$ 大きさ $49-53 \times 49-53\mu$ 1954. 9. 24 東京、下郡山

黄 (1972 p. 50 Plate 8 II 1—10) : *Thunbergia* 鄧伯花属 Grains spiraperturate ; spheroidal to subspheroidal ; $60-110\mu$ wide ; exine $1-1.5\mu$ thick ; tectum 外表膜 psilate 平滑型 or with scabrate 微小突起型 processes ;

sexine finely granulate, with LO pattern. *Thunbergia erecta* 立鶴花 Grains $74-96 \times 60-83\mu$ Taipei (台北)、Huang 黄 5478. Pl. 8 II 1—6 (上野本又 Plate I—G II 1—6)。 *Thunbergia grandiflora* 大鄧伯花 Grains $65-110\mu$ wide. Taipei 台北, Huang 黄 5611. Pl. 8 II 7—10 (上野本文 Plate I—G II 7—10、黄の Plate では 1—10 すべて光学顕微鏡写真であるが、上野はこれを図にかきなおした)。

II 単子葉植物綱 図版 II A—F (Monocotyledoneae Plate II A—F)

A—B ホシクサ目ホシクサ科 FARINOSAE Eriocaulaceae

A イヌノヒゲ *Eriocaulon Miquelianum* 幾瀬 (1956, P 46, Plate 5—5) : 型は spiraperturate $1B^a$ 彫紋は spinules 小刺状紋 $< 1\mu$ 大きさ $31-33 \times 31 \times 33\mu$ 1954. 8. 30 茂原 (千) (上野本文 Plate II—A は幾瀬より転写)。幾瀬 (1956) にはこのほかに次の種が記されている。ホシクサ *Eriocaulon Sieboldianum* 型は spiraperturate $1B^a$ 彫紋は spinules 小刺状紋 大きさ $27.5-28.5 \times 27.5-28.5\mu$ 1951. 9. 8 茂原 (千) クロホシクサ *Eriocaulon parvum* 型は spiraperturate $1B^a$ 彫紋は spinules 小刺状紋 $< 1\mu$ 大きさ $26-27.5 \times 26-27.5\mu$ 1954. 4. 8. 30 茂原 (千) ゴマシオホシクサ *Eriocaulon senile* 型は spiraperturate $1B^a$ 彫紋は spinules 小刺状紋 $< 1\mu$ 大きさ $30-31 \times 30-31$ 1951. 9. 8 茂原 (千) イトイヌノヒゲ *Eriocaulon nicum* 型は spiraperturate $1B^a$ 彫紋は spinules 小刺状紋 $< 1\mu$ 大きさ $31-33 \times 31-33\mu$ 1954. 8. 30 茂原 (千)

B ホシクサの仲間 *Eriocaulon septangulare* Erdtman (1952 p. 163 Fig. 94—A) : Eriocaulaceae Pollen grains spiraperturate, spheroidal (diameter $22-34\mu$). Sexine thicker than nexine, provided with small spinules. *Eriocaulon septangulare* (Connecticut). —Fig. 94A. Diameter 34μ . Pollen grains

± similar to those in Eriocaulaceae occur in *Aphyllanthes* (Liliaceae; other characters common to Eriocaulaceae and *Aphyllanthes*: ovary superior 子房上位; ovules solitary and pendulous in ell 胚珠は独立・県垂; fruit loculicidal 房性果; seeds with copious endosperm 種子は豊富な内胚乳 etc.) (上野本文 Plate II—B は Erdman より転写)。

Eriocaulon について黄 (1972 pp.260—261 Plate 171 : 4—7) は次のごとく記している。 *Eriocaulon cinerum* var. *sieboldianum* 穀精草 Grains 17—30 μ wide. Nanton, Huang (黄) 3477 Pl. 171 : 4—5 *Eriocaulon merrillii* 米利氏犬鬚草 Grains 23—25 μ wide. Lanhsu Sasaki 327. *Eriocaulon nantoense* 南投犬鬚草 Grains 21—25 μ wide. Taipei, Nakamura 4221. 23—24 μ wide. Lienhua-chih, Hibino et al, s. n. July 1936. Pl. 171 : 6—7. *Eriocaulon truncatum* 穀精 Grains 34 μ wide. Taoyuan, Yamamoto s. n. May 1929.

C ユリ目ユリ科アフィランテス LILIFLORAE Liliaceae *Aphyllanthes monspeliensis* Erdtman (1952 p. 236 Fig. 140—C) : Liliaceae A comparatively eurypalynous 異型花粉群 family. Pollen grains usually 1-sulcate 類長口型 [less frequently trichotomosulcate 遠心面合流 3長口型、2—sulcate 類長口型、zonisulcate 帯状長口型、nonaperturate 無口型、or irregular aperture (± spiraperturate in *Baxteria* and *Lomandra* spp.)] .

Aphyllanthes monspeliensis.—Fig. 140—C. Grains ± spiraperturate (46 μ) . Sexine 外皮 baculate 円柱状断面構造、probably thicker than nexine 中皮、provided with low, pointed spinules 小刺、A

± isolated pollenmorphological type, possibly related to the pollen types in *Lomandra*. Cf. also the pollen grains in Eriocaulaceae. (上野本文 Plate II—C は Erdtman より転写)。

Erdtman (1952) は *Baxteria* については説明がないが、*Lomandra* については次の如く記している。 Erdtman (1952 p. 236 Fig. 140—D) : *Lom-*

andra (Australia : 11 species investigated) : zonisulcate 帯状類長口型、± spiraperturate, or irregular; longest axis 19—33 μ . In some species, e. g. *L. effusa* (Fig. 140—D), *L. endlicheri*, and *L. purpurea*, the grains are provided with small spinules (Fig. 140—D は外皮の彫紋と断面図である)。

D ショウガ目ショウガ科ミョウガ SCITAMINEAE Zingiberaceae *Zingiber Mioga* 幾瀬 (1956 p. 55 Plate 6—5) によるとミョウガ *Zingiber Mioga* 型は spiraperturate 1B^b 彫紋は fine reticulum 微小網状紋 大きさ 98—110×165—193 1951. 7. 27 1951. 10. 1 習志野 (千) (上野本文 Plate II—D は幾瀬より転写)。 Erdtman (1952 pp. 454—455) によると、この科は Pollen grains usually nonaperturate [in *Costus* and *Tapeinochilus* spp. (subfam. Costoideae) forate 散孔型。 or spiraperturate or ± intermediate between both], spheroidal 球形 (diameter about 40—150 μ , exceptionally up to 210 μ according to Fischer), spinuliferous 小刺状 or ± psilate 平滑型。 Exine usually thin (without apparent stratification) and not very resistant to acetolysis. *Zingiber officinale* : psilate (Berg and Schmidt). —*Z. squarrosus* : according to kuprianova 1—sulcate (about 60×105 μ). 黄 (1972 pp.272—273) : *Zingiber kawagooi* 三奈 Grains 1—sulcate? 長口型? ; 19×25—32×18—24 μ ; exine 1 μ thick ; tectum 外表膜 psilate? 平滑型? . Kaohsiung, Hosokawa s. n.

E—F サトイモ目サトイモ科 SPATHIFLORAE Araceae

E スパチカルバ *Spathicarpa sagittifolia* Erdtman (1952 pp. 55—59 Fig. 19) : この科は Pollen grains 1—sulcate 長口型、2—4 sulcate 類長口型、zonisulcate 帯状類長口型、3—porate 孔型、oligorate 少数散孔型、nonaperturate 無口型、etc. ; small—large (15—20 μ in *Acorus calamus*, *Anthurium* spp., and *Arisaema consanguineum* ; about 75 μ in *Montrichardia arborescens*) ;

sometimes united in tetrads (*Caladium striatipes*, *Xanthosoma cubense*, *X. robustum*). Exine stratification often obscure. Sexine—when well defined—reticulate アミ目型、 tegillate 外表層状、 scrobiculate 貫通小孔型、 plicate ひだ型、 or provided with a ± faint and vague pattern. Small spines or spinules 小刺 occur in several species. 同書p. 58に *Spathicarpa hastifolia* (Brazil ; Dusen 15496) ; nonaperturate, $28 \times 59 \times 35 \mu$. Pattern very faint.— *S. sagittifolia* (cult.; Copenhagen 1938!)—Fig. 19 下。Grains as in *S. hastifolia*, $29 \times 59 \times 35 \mu$. A very distinct pollen type so far not found outside this genus (grains slightly suggestive of psilate 平滑型 monolete 1条溝 spores). (上野本文 Plate II—Eは Erdtman より転写)。

F スパチフィルム *Spathiphyllum patinii*. Erdtman (1952 p. 56) : *Spathiphyllum cannaefolium* [Br. Guiana ; Hitchcock (7570 ?)] ; nonaperturate (?), ovoid 卵形、 $28 \times 19 \mu$. Sexine slightly thicker than nexine, distinctly polylicate 多類溝型、 The exine probably cracks longitudinally (at this stage the grains present a 1—sulcoid 類長口 appearance). The sexine at the ends of the grains is smooth. (The pollen grains in *Ephedra* マオウ・裸子植物と被子植物の中間? —上野注 are ± similar to those in this species ; the smooth areas are however, comparatively smaller than those in *Spathiphyllum*).—*S. patinii*.—Fig. 19 G · Grains as in *S. cannaefolium* although slightly larger ($33 \times 25 \mu$). (上野本文 Plate II—Fは Erdtman より転写)。

スパチカルバもスパチフィルムも非常に独特でユニークな形態だとして、Erdtman (1952 p. 59) : Some of the pollen types are most peculiar or even unique (of. the polylicate 多類溝型、 ephedroid マオウ型 grains in *Spathiphyllum* and the nonaperturate grains in *Spathicarpa*).

III 弾糸・粘糸 図版 II G—Q (Elater and viscinfiber Plate II G—Q)

G—K 弾糸 Elater, L—N 粘糸 Viscinfiber, G—I トクサ類 トクサ目 トクサ科 ARTICULATAE EUISETALES Equisetaceae スギナ *Equisetum arvense* の胞子に付着している弾糸 G : 2本の弾糸が付着点から両側に伸びているので4本にみえる。乾燥すると弾糸は伸びる。これを乾燥運動 Xerochasis (郡場 1953 p. 362) とよぶ。H : 弾糸断面を電子顕微鏡でみたスケッチ。黒色部分はペクチン質類似の物質で、吸水してふくれるらしい。下半のシマ模様部分はセルロース質とペクチン質とが交互に存在し、吸水しても黒色部分はふくれない。下半は吸水しにくいから、乾きやすい。この構造の差が乾くと伸び、吸水して縮んで丸く胞子本体に弾糸がまきつくことになる。実際には黒色部分は弾糸の外側になる。I : 吸水すると弾糸はちぢみ、胞子に螺旋状にまきつく。これを湿润運動 Hydrochasis (郡場 1953 p. 362) とよぶ。弾糸が胞子にまきつくのと分るように、弾糸の全長・全面積は胞子の表面積に等しい。

J—K センタイ類ゼニゴケ科 BRYOPHYTA Marchantiaceae ゼニゴケ *Marchantia polymorpha* の弾糸。胞子嚢内のある細胞が細胞膜に螺旋状の肥厚を生じ糸状になったもの。J : 脱水乾燥すると螺旋状にまいて短縮し小さくなる。K : 吸水すると急に伸びて胞子を胞子嚢から弾き出す。乾燥運動と湿润運動はゼニゴケとスギナでは正反対であるのは面白い。図では弾糸だけを示しているが、実際には1本の弾糸に数個の胞子が付着している。この図は模型化してある。

L—Q フトモモ目アカバナ科 MYRTIFLO-RAE Oenotheraceae L&M : ヤマモモソウ *Gaura Lindheimeri* の粘糸は左右不規則なねじれ方をしている。Mは両方に引かれて切断する時の形である。透過型電子顕微鏡の資料台(メツシュ)に粘糸を直接おいて観察した写真(上野 1949)からのスケッチである。

N : ザウシュネリア *Zauschneria californica* の粘糸。Ting (1966) の図から転写。細い糸が数本から人でねじれている。Ting が電子顕微鏡で見たか否かは不明である。Erdtman (1952 pp. 291—294 Fig. 170・171) : *Oenotheraceae* Pollen single or — less frequently — united in tetrad 4 集粒、often subisopolar 等極性 (example : long “viscin threads” 粘糸 often protrude near the proximal pole 向心極)。(2—)3(—4)—aperturate [copate 溝型、colporate 内口式溝型、or— usually — por (or) atc (内口) 孔型]、peroblate 過扁平型—spheroidal 球形 (equatorial diameter 35μ in *Ludwigia palustris*, 200μ in *Megapterium missouriense*). Amb 極観輪郭像 often $\pm$ triangular (grains angulaperturate 角度部発芽装置型; apertures situated in accordances with Fischer’s law). *Gaura parviflora* (cult.; Stockholm 1938!). —Fig. 170 Aには粘糸の記録はない。*Zauschneria californica* (California; Skottsberg s.n.). —Fig. 170 B. Grains united in $\pm$ loose tetrads 4 集粒、3—aperturate (aperture lolongate 縦長型, about $16.5 \times 3.5\mu$; crassimarginate 肥厚縁型)。Sexine 外皮 thicker than nexine 中層、provided with a fine radial texture. Three “viscin threads 粘着糸” up to about 500μ in length (maximum diameter about 4μ) emerge from near the proximal pole 向心極; each thread contains a number of fine fibrils twisted spirally 微糸が数本よじりあって螺旋にまいている。Erdtman (1952) は 1956 年頃までは光学顕微鏡だけで研究をしていた。上野は Erdtman を 1956 年 5 月に訪れて、その研究室を知っている。したがって、前記の粘着糸の長さ 500μ とか、最大直径 4μ はすべて光学顕微鏡によるデータである。Erdtman Fig. 170—B は *Zauschneria* の発芽孔の断面図で、B—6 は粘着糸を示しているが、太さ 5 mm に示してある図はただよじれた糸である。その点 Ting (1966) の図がはるかに詳細である。

O—Q : マツヨイグサ *Oenothera odorata* の粘

糸。O は光学顕微鏡でみられる糸で、細い数珠状微糸の何 10 本か集まった束。P は 1 本の微糸 fine fibril。Q はその微糸が伸びた状態、数珠玉が小さく細長くなる。透過型電子顕微鏡の資料台 (メツシュ) に粘糸を直接おいて観察した写真 (上野 1949) からのスケッチである。粘糸 (マツヨイグサ・ヤマモモソウ・ツツジ) の電子顕微鏡写真は上野 (1949, 1979 Pl. 101) にある。

III 論考 DISCUSSION

螺旋構造は弾糸・粘糸・胞子・花粉などに色々な形態で出現した。そのいくつかは機能的に生活してゆく上から合理的な機構と考えられる。以下各項目に分けて考察してみる。

A 弾糸 Elater (Plate II G—K)

スギナ *Equisetum* の胞子葉茎 (ツクシ) が土中から出てくるところを微速度撮影で観察すると、先端にある円錐体 strobilus (小倉 1944) の胞子嚢托 sporangiophore が土中の圧力がとれ、伸びて胞子嚢が割れるのがわかる。その場合、乾いて弾糸を伸ばした沢山の胞子が緑色の綿のようにでてくる。そして風によって胞子は飛散する。

ゼニゴケ *Marchantia* の雄株にある造精器托 male receptacle は上面に沢山孔がある。この孔は造精器 antheridium の出口である。水がこの孔から入ると、造精器の中にある弾糸は吸水して急に伸びる。その伸びる力で胞子は造精器の出口から外部におし出される。

弾糸は乾いて伸びる場合 (スギナ) もあり、吸水して伸びる場合 (ゼニゴケ) もある。スギナの弾糸は乾いている時は船の帆となり、吸水して巻きつく時は船の錨の役をする。スギナの胞子はこうして適地を求めて、定着し発芽する。ゼニゴケの弾糸は胞子の発射装置だけである。スギナ弾糸の微細構造は上野 (1975) が報告したが、ゼニゴケ弾糸の微細構造はまだよく知られていない。研究の余地がある。

B 粘糸 Viscinfiber (Plate II L—Q)

花粉表面にある付着物質が何らかの原因によって細長い形態となったものが粘糸である。その微細構造を透過型電子顕微鏡で見ると糸状(ツツジ) filament (*Rhododendron*) ; 数珠状微糸の束(タバ) (マツヨイグサ) Bundle of beads fine fibrils (*Oenothera*) ; 不規則螺旋糸(ヤマモモソウ) Irregular spiral filament (*Gaura*) ; 螺旋状微糸の束(タバ) (ザウシュネリア) Bundle of spiral fine fibrils (*Zauschneria*) などがある。ただし *Zauschneria* は Erdtman (1952) と Ting (1966) によるので、電子顕微鏡観察かどうかは不明である。幾瀬 (1978) はアナバナ科の粘糸を電顕写真から模型図で示しているが、属・種名は記していない。

粘糸の生態的形態的意義は虫媒花粉にとっては重要である。花粉は昆虫の体に粘着しやすいし、ミツバチなどが花粉団子 Pollen load をつくる時にも便利である。昆虫が花から移動する時に花粉も自然に移動する。また花粉が栓頭に付着する割合も多い。実際に野外で観察し、実験してみると、マツヨイグサが最もよく伸び 5 cm 位にもなる。次に伸びやすいのはヤマモモソウで 1 cm 位は伸びる。一番伸びにくいのはツツジである。ザウシュネリアは観察したことはない。伸びる理由はマツヨイグサでは粘糸の最小単位は数珠状微糸 beads fine fibril (Plate II—P) で、伸びる時には数珠玉 bead が細くなり、玉と玉と間が伸びる (Plate II—Q)。微糸は細く伸びた個所で切れる。微糸は何本も付着して太くなる。光学顕微鏡で見えるのは何本かの微糸の集まった束 bundle である。最小単位の数珠状微糸は光学顕微鏡では見られない。ヤマモモソウは太さも方向も不規則なねじれた糸で、光学顕微鏡で見られる。伸びる時は細くなりながら伸び、細くなりすぎると切れる (Plate II M)。マツヨイグサほどは伸びない。ツツジの粘糸はただの棒状の糸で、細くなりにくく、切れやすい。弾糸は伸びたり縮んだりするが、粘糸は伸びたら縮むことはない。

粘糸を 2 種に区別したことがあった。Erdtman

(1952 p.294) はアカバナ科ザウシュネリア *Zauschneria* の粘糸を viscin strands とよび向心面 proximal face から出ていると説明した。幾瀬 (1956 p.110) はこれを粘着糸と訳した。また Erdtman (1952 p.161) はツツジ *Rhododendron* では粘糸を viscin strands と記し、幾瀬 (1956 p.115) はこれを粘結糸と訳し、遠心面から出ていると説明した。また Erdtman (1952 p.161) はツツジの項で、According to Bowers (1931) segments of viscin fibrils are adherent to the tetrad ; their average width being approximately 0.5μ , their length 150μ or more ; individual strands occasionally branched. According to the same author these strand originate from the primary bounding membrane of the archesporial cells 胞原組織細胞 and may be fully formed while the special mother-cell wall are still present. The “viscin strands” are not, or but partially, dissolved by acetobysis mixture. しかしその後、Erdtman (1969 p.102, 107, 486) は viscin strands の語をやめ、viscin threads に統一した。同書 (p.102) では、Ericaceae : The “viscin threads”, which occur in certain genera, e. g. *Rhododendron*, are very slender とあり、また p.107 では “viscin threads” (see under Ericaceae, p.102) are also found in Onagraceae (Erdtman 1952 p.298 では Onagraceae, see Oenotheraceae となっている)。They are very slender and long up to 500μ or more, and emerge from near the proximale pole 向心極。

上野は Erdtman (1969) と同じ考えで、粘着糸 viscin threads と粘結糸 viscin strands の区別をやめて粘糸 viscin fiber に統一した。同じアカバナ科の中でも属により粘糸の形態がことなる理由は何か。また花粉表面にある花粉母細胞などの崩壊物質が、粘糸になったり、スギ・ヒノキ・クルミなどの花粉表面に散在する金平糖状物質 comfit type pectine (コンペイトウ型外被層) になるのは何故か。分類・系統に関係があるのではないか。裸子植物のマ

ツ科とマキ科の花粉には金平糖状物質はないが、スギ科ヒノキ科の花粉にはあり、重要な分類学的特徴である(上野 1960)。そのほか、粘糸の形態・微細構造・発生・分類・系統・化学などの研究は将来なすべき課題である。

C 花粉 Pollen grains (Plate I & II A—F)

螺旋口花粉の型式は一定したものではない。Erdtman (1969 p.243) では、「螺旋口とは一または数本の口からなる」*spirotrema*, with one or several spiral apertures (*tremata*) とあり、特に形態については説明していない。いまこれをいくつかの型に分けてみる。

(1) メギ型 *Berberis* type (Plate I—A) は一または数本の口が伸び、位置と形がねじれている。メギ属の中で種によって少しの変化は見られる。

(2) イヌノヒゲ型 *Eriocaulon* type は何本かの長溝・長口 *salcus* が、花粉本体を完全に包囲し、まきついている。イヌノヒゲ(Plate II—A)は溝と溝の間が離れているが、これは幾瀬がプレバートをつくる時に、グリセリンゼリーで封じた膨潤形をみたためと思われる(幾瀬 1956 p.2)。ゲッケイカズラの仲間(Plate I—G)も黄(1972 p.2)によると幾瀬式(1956)のグリセリンゼリーに封じた膨潤形である。黄は幾瀬式を用いた理由として、*Acanthaceae* (*Thunbergia*), *Asclepiadaceae*, *Cannaceae*, *Lauraceae*, *Marantaceae*, *Orchidaceae* and *Zingiberaceae* were prepared by Ikuse method, for the pollen walls of these grains are very weak and are not resistant to the treatment with acid, thus they easily rupture into fragments after acetolysis とあって、エルトマン式アセトリンス処理では花粉膜がバラバラになって、花粉の形を保持できないからである。アセトリンス処理は強酸・強アルカリを使用する。上野(1967, 1970, 1978 Pl.135)は上記の *Zingiberaceae* の *Zingiber Mioga* ミョウガを弱酸処理して、花粉膜の薄弱部を溶かし、花粉膜だけを完全に細胞から脱皮させた。それは花粉膜の螺旋状

紋部が厚くて丈夫で、弱酸では溶けないからである。

イヌノヒゲと同属のホシクサの仲間 *Eriocaulon septangulare* (Plate II—B) は幾瀬の画いた国(Plate II—A)とは少し違ってみえる。これはプレバート作製法の差と思われる。Erdtman (1952) の図はほとんどアセトリンス処理してグリセリンゼリーに封じた花粉である。幾瀬式では花粉細胞がのこっているが、Erdtman 式では花粉膜だけで細胞は溶かして除去してある。このホシクサの仲間とよく似ているのがアフィランテス *Aphyllanthes monspeliensis* である(Plate II—C)。この両者はホシクサ科とユリ科で全く別な種である。さらにイヌノヒゲ型の花粉としてアネモネの仲間 *Anemone pavonina* がある。ただしこの図について張(1979)の説明はほとんど無い。したがってプレバート作製法も分らない。Erdtman (1952 p.373) は *Anemone fulgens* がやや螺旋口粒だとして、次のように記している。More or less spiraperturate grains were found in *Anemone fulgens* (Greece, Pichler s. n. ; 31μ), polycolpate grains in *A. hortensis* (France, Malmgren s. n. ; grains suboblate 亜扁平型, $28\times 35\mu$, provided with about 10 colpi 溝 not of exactly the same length). したがってアネモネに螺旋口型の花粉があるのは確かだが、Erdtman は *Anemone fulgens* を図示していない。

(3) ミョウガ型 *Myoga* type を螺旋口型としているのは幾瀬(1956 p.55 Plate 6—5, 41—7)である。Erdtman (1952 pp.454—455)は *Zingiberaceae* の発芽装置の中に spiraperturate は記しているが、例は書いていない。また *Zingiber* については、*Z. squarrosus* : according to Kuprianova 1-sulcate 長口型 (about $60\times 105\mu$) とある。黄(1972 p.273)も *Zingiber Kawagooi* 三奈 Grains 1-sulcate ? 長口型 ? とある。ミョウガを螺旋口型とするのは、全体としてネジレているからで、上野は幾瀬に従って螺旋口型とした。このネジレが弱いのが *Spathiphyllum* (Plate II—E) や *Spathiphyllum* (Plate II—F) と考えられる。

これらの花粉の中で、イヌノヒゲ（ホシクサ科）*Eriocaulon* とアフィランテス（ユリ科）*Aphyllanthes* とアネモネ（キンボウゲ科）*Anemone* とは互によく似ている。しかしこれは偶然の類似であって、郡場（1952 p.215）の言う外貌一致 *ep-harmony*, 収斂現象・帰一現象 *convergence phenomena* であろう。調査すればこれ以外にも縹旋口花粉はあるかも知れない。

D 個体発生 Ontogeny

縹旋口がどのようにして発生するかを調べるには個体発生の研究が必要となる。ミョウガでは花粉母細胞の中で4分子 *tetrad* になると、遠心面に小さく短い斜めの方向をむいたシワ *wrinkle* が沢山生ずる。このシワは花粉のネジレの最初におこる結果ではないかと考えられる。Wodehouse(1935 p.544)はこのネジレを歪（ヒズミ）*tasithynic* とよんだ。（上野 1970 科学の実験 21—9 図7—D）。このシワが花粉全体をとりまくように成長して縹旋口花粉になる。スギナでは前年11月に土中から採った孢子葉茎（ツクシ）の孢子囊 *sporangium* をつぶして検鏡すると、孢子母細胞中の4分子状態の各分子に縹旋状のシワが見られる（上野 1975）。メギ・イヌノヒゲなどの花粉発生はまだ見ていない。形の成り立つ原因を調べる形態学を、郡場（1952 p.8）は形理学 *Formphysiologie* または形因学 *Kausalmorphologie* とよんでいる。縹旋口花粉の形成は形理学のテーマである。この分野は将来発展すべき新たな方面である。

E 分類と系統 Taxonomy and Phylogeny (Plate III)

縹旋口花粉を系統樹（上野 1973）に記入すると

図版IIIのようにになる。双子葉植物綱では原始的なキンボウゲ目と進化したシソ目に見られる。また単子葉植物綱ではホシクサ目・ショウガ目・ユリ目にある。花粉の核性（Brewbaker 1967）を調べると、ホシクサ目だけは進化した核性の3核性花粉 *Trinucleate pollen grains* であるが、その他はすべて原始的な核性の2核性花粉 *Binucleate pollen grains* である。また縹旋口花粉への移行型と考えられるスグリ（バラ目）・スパチカルパ（サトイモ目）も原始的な2核性花粉である。さらに最も原始的と考えられるキンボウゲ目ではキンボウゲ科とメギ科に縹旋口花粉が出現する。これらの事から考えて、縹旋口花粉は原始的な形質と密接な関係があると判断できる。しかし系統樹では進化した位置にあるシソ目にも縹旋口花粉が存在することは、進化はすべての点で一斉に揃って進化するのではなく、ある点では原始的な形質も残っている場合のあることを示している興味ある例である。

IV 結論 CONCLUSION

- 1 縹旋口花粉には色々な形式がある。メギ型・ホシクサ型・ミョウガ型などである。
- 2 よく似た縹旋口花粉が全く違った科に出現することがある。この現象は単なる外貌一致であろう。
- 3 縹旋口花粉は系統的には原始的な科から進化した科までみられる。しかし縹旋口花粉の多くが2核性花粉であるので、花粉形質としては原始的と考えられる。
- 4 縹旋構造を形成する原因のひとつは、花粉・孢子の4分子時代に生ずる歪（ヒズミ）であろう。
- 5 孢子や花粉に関連して縹旋構造がみられる例として弾糸や粘糸がある。

Summary

- 1 Among the spiraperturate pollen grains, there are some types. They are for example : *Berberis*-type, *Eriocaulon*-type (*Anemone*, *Aphyllanthes*) and *Zingiber*-type.
- 2 Though I often find the similiar spiraperturate pollen grains among the different families. This

phenomena is, I may call, "Epharmony (convergence phenomena)."

- 3 Phylogenetically, spiraperturate pollen grains are found not only in primitive families, but in the advanced ones.

But most of them are binucleate pollen grains, so they may be regarded primitive.

- 4 There are many factors which generate spiral structure of pollen grains and spores. And one of them is the "Tasithynic" in the tetrad stage of spore mother cell.

- 5 Connected with pollen grains and spores, I can find spiral structure in elator (*Equisetum* and *Marchantia*) and viscin fiber (*Gaura* and *Zauschneria*).

REFERENCES

- Bowers, C.G. 1931 The development of pollen and viscin strands in *Rhododendron catawbiense*. Bull. Tor. Club 57 : 285—316.
- Brewbaker, J.L. 1967 The distribution and phylogenetic significance of binucleate and trinucleate pollen grains in the angiosperms. Amer. J. Bot. 54—9 : 1069—1083.
- Chang King-Tang 張金談 1979 The spore and pollen morphology in relation to the Taxonomy and phylogeny of some plant groups. 植物分類學報 Acta phytotaxonomica Sinica XVII — 2 : 1—8. 北京
- Erdtman, G. 1952 Pollen morphology and Plant taxonomy. Angiosperms Stockholm
- Erdtman, G. 1969 Handbook of Palynology. Munksgaard
- Huang Tseng-Chieng 黃增泉 1972 Pollen flora of Taiwan 台灣植物花粉圖誌 台北
- 幾瀬マサ 1956 日本植物の花粉 広川書店
- 幾瀬マサ 1978 花粉の形態と分類 空気清掃 16 : 11—20.
- 幾瀬マサ教授定年退任記念誌 1980 広川書店 (非売品)
- 井上 浩 1976 続日本産苔類図鑑 築地書館
- 郡場 寛 1952 植物の形態 岩波書店
- 郡場 寛 1953 植物生理生態 養賢堂
- 熊沢正夫 1936 Pollen grain morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaceae Jap. Jour. Bot. 8.
- 小倉 謙 1944 植物形態学 養賢堂
- Roland-Heydacker, F. 1979 Aspects ultrastructuraux de l'ontogenie du pollen et du tapis Chez *Mahonia aquifolium* Nutt. Berberidaceae. Pollen et Spores XXI—3 : 259—278.
- Ting, W.S. 1966 Pollen morphology of Onagraceae. Pollen et Spores VIII — 1 : 9—36.
- 上野実朗 1949 電子顕微鏡による粘糸の微細構造 科学 19—7 : 327—328.
- 上野実朗 1967 ミョウガ花粉について 第32回日本植物学会大会報告F—27 (神戸)
- 上野実朗 1970 花粉学とその実験法(2) 科学の実験 21—9 : 60—71.
- 上野実朗 1973 被子植物系統樹の花粉学的研究 日本花粉学会会誌 12 : 1—12.
- 上野実朗 1975 スギナ胞子弾糸の運動機構 日本花粉学会会誌 15 : 67—71.
- 上野実朗 1978 花粉学研究 風間書房
- Wodehouse, R.P. 1935 Pollen grains N.Y.

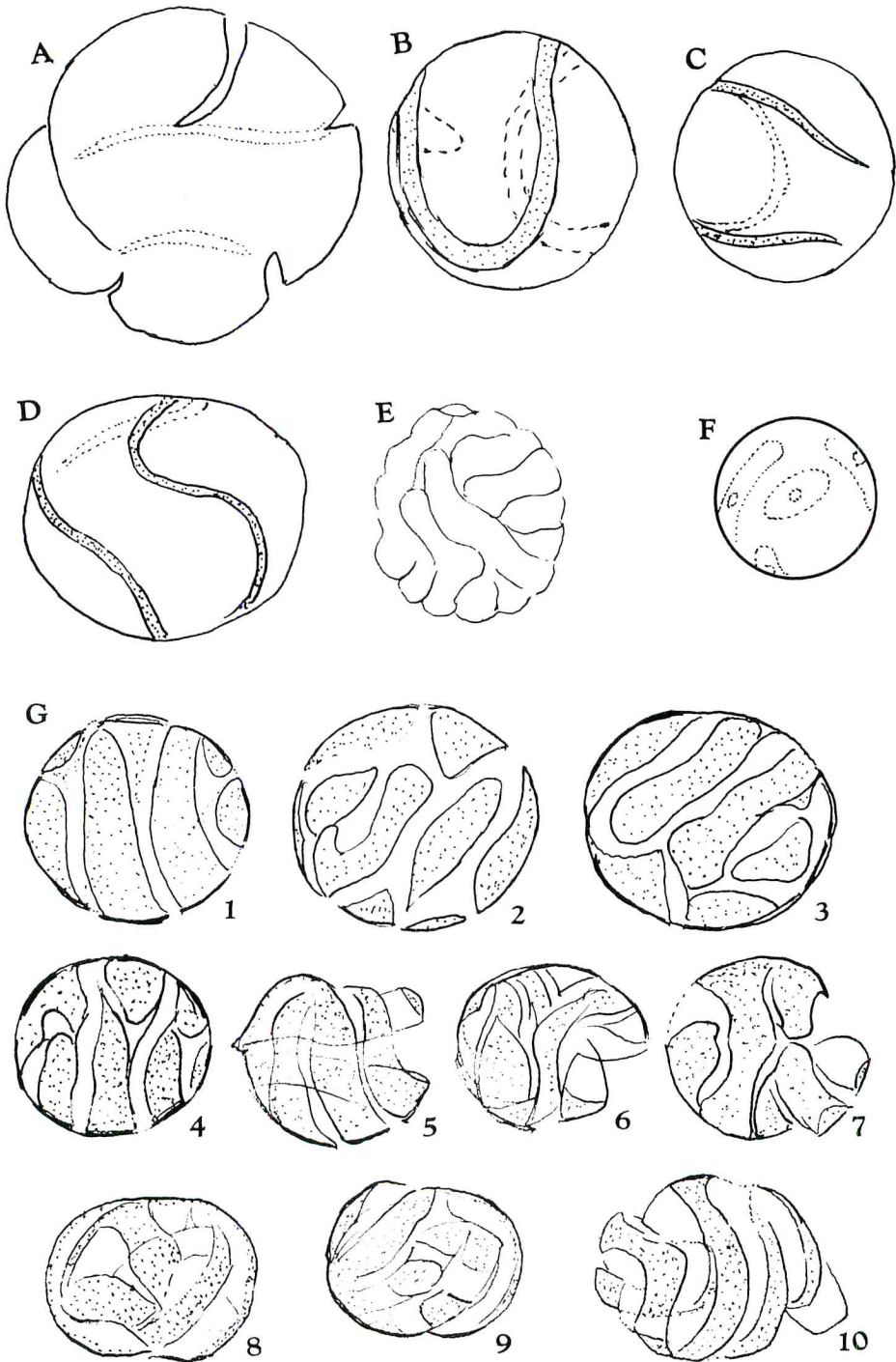


Plate I

Spiraperturate pollen grains I

(Dicotyledoneae)

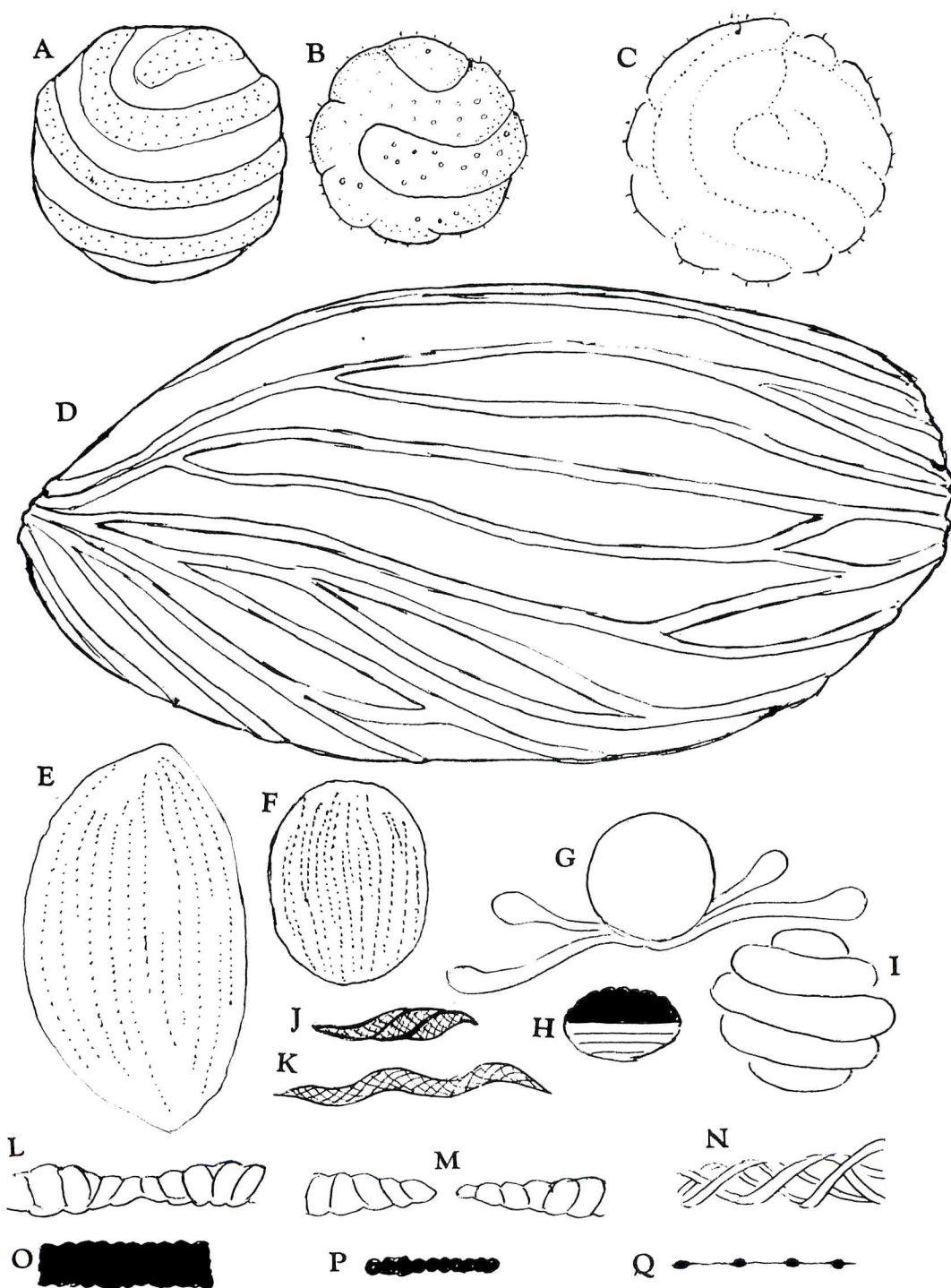


Plate II

Spirapertuate pollen grains etc II

(Monocotyledoneae etc.)

Plate I

螺旋口花粉 I (双子葉植物綱)

Spiraperturate pollen grains I (Dicotyledoneae)

A—D : RANALES Berberidaceae

A : *Berberis dictyophylla* メギの仲間 (メギ科)B : *Berberis amurensis* var. *brevifolia* マルバノヘビノボラズ (メギ科)C : *Berberis kawakamii* メギの仲間 (メギ科)D : *Mahonia Fortunei* ホソバヒイラギナンテン (メギ科)E : RANALES Ranunculaceae *Anemone Pavonina* アネモネの仲間 (キンボウゲ科)F : ROSALES Saxifragaceae *Ribes pringlei* スグリの仲間 (ユキノシタ科)G : TUBIFLORAE Acanthaceae *Thunbergia* : 1—6 ; *Thunbergia erecta*
7—10 ; *Thunbergia grandiflora* ゲツケイカズラの仲間 (キツネノマゴ科)

Plate II

螺旋口花粉など (単子葉植物綱など)

Spiraperturate pollen grains etc. II (Nonocotyledoneae etc.)

A—B : FARINOSAE Eriocaulaceae A : *Eriocaulon Miquelianum* イヌノヒゲ (ホシクサ科)B : *Eriocaulon septangulare* ホシクサの仲間 (ホシクサ科)C : LILIFLORAE Liliaceae *Aphyllanthes monspeliensis* アフィランテス (ユリ科)D : SCITAMINEAE Zingiberaceae *Zingiber Mioga* ミョウガ (ショウガ科)

E—F : SPATHIFLORAE Araceae

E : *Spathicarpa sagittifolia* スパチカルパ (サトイモ科)F : *Spathiphyllum Patinii* スパチフィルム (サトイモ科)

G—K : Elater 弾糸

G—I : ARTICULATAE Equisetales *Equisetum arvense* スギナ (トクサ科)

G : Xerochasia of dry spore 乾燥運動

H : Cross section of elater 弾糸断面

I : Hydrochasia of moist spore 湿潤運動

J—K : *Marchantia polymorpha* ゼニゴケ (ゼニゴケ科)

L—Q : Viscinifer of MYRTIFLORAE Oenotheraceae アカバナ科の粘糸

L & M : *Gaura Lindheimeri* ヤマモモソウ (Mはのびて切れた状態) (アカバナ科)N : *Zauschneria californica* ザウシュネリア (アカバナ科)O—Q : *Oenothera odorata* マツヨイグサ (アカバナ科)

O : Viscin fiber (Bundle of beads fibrils) 数珠状微糸の束

P : Beads fine fibril (shorten) 数珠状微糸 (短縮型)

Q : Beads fine fibril (extend) 数珠状微糸 (伸長型)

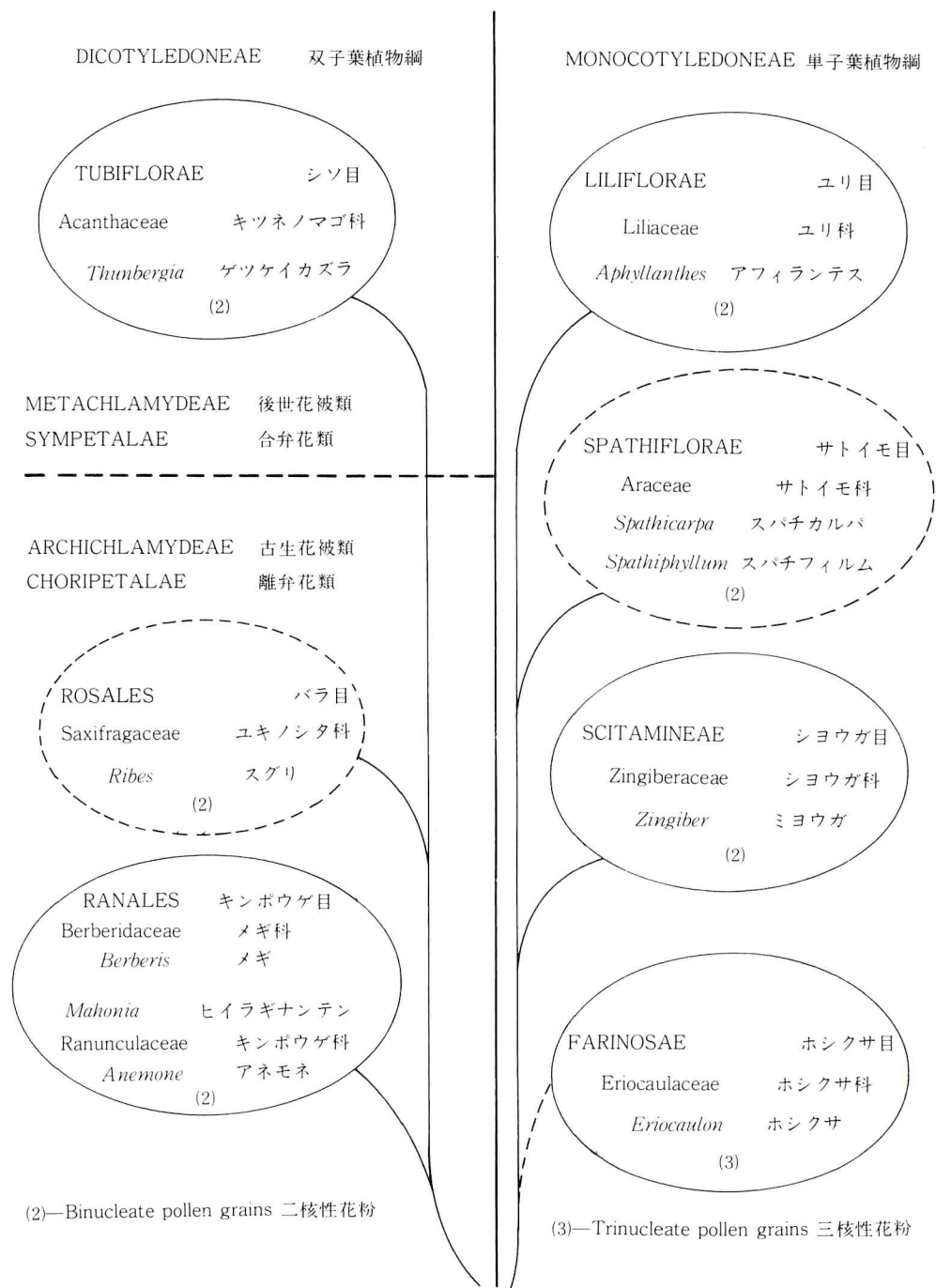


Plate III

Family tree of spiraperturate pollen grains

☆ 新著紹介 齊藤洋三編：スギ花粉症

—アレルギー性鼻炎のあなたに—

近年激増が問題にされているスギ花粉症にスポットをあて、アレルギー全般についても解説された、患者向けの書である。患者には少し難解と思われる語句が用いられたり、誤解を招く表現もみられる（スギ花粉が血液に侵入するなど）が、単独の花粉症をとりあげた本邦初の単行本であり、患者の体験談が「スギ花粉症の苦しみ」として収録されるなど、ユニークな企画で編集されている。

スギ花粉症に関する最新の知見が紹介され、患者自身の苦心談、生活上の工夫には見るべきものがある。

日本における植物花粉の抗原としての重要度が一括表示されているのも便利である（p.66）。植物学的な分類としては、1.木本 2.草本とし、更に細分して単子葉と双子葉にしたら、イネ科草本としてイグサ科、ガマ科が含まれる問題も解決されたと考えるが、どうだろうか。

A 5 版、頁数 230、すずさわ書店発行、編者：齊藤洋三、著者：齊藤洋三・幾瀬マサ・佐橋紀男・宇佐神篤・清水章治・信太隆夫・三国郁夫・池森亨介・矢野信昭・松岡良樹・田辺 功（執筆順）、1,100 円
1980 年 2 月 10 日発行。

（宇佐神 篤）

An Illustrated Guide to Pollen Analysis 著者 P.D. Moore and J.A. Webb. 133 ページ、48 図版 A
Halsted Press Book, Division of John Wiley & Sons, Inc., New York. 価不明。第 4 紀の花粉分析用。
International Commission for Palynology の Newsletter Vol.2, No.2 Dec. 1979 （上野実朗）