

走査電子顕微鏡による 日本産蜜源植物の花粉形態

2. 草本類について

三好 教夫・板野 博行

第1報の木本類では、双子葉植物綱に属する17科22種の花粉について紹介した。第2報の草本類では、単子葉植物綱1科2種と双子葉植物綱11科17種の合計12科19種について報告する。花粉の処理法・試料作成法・走査電子顕微鏡の機種・大きさの表示などは、すべて第1報と同様である。

I 花粉の形態

1. 単子葉植物綱 Monocotyledoneae

a. トウモロコシ *Zea mays* Linn. (イネ科 Gramineae, 図5: 18a-b)

長球形。極観は円形で、赤道観は長円形であるが、向心極側よりも遠心極側の方がやや幅が広い。単孔型。孔は円形で約 $5\mu\text{m}$ 。孔の周辺は $5\mu\text{m}$ ぐらいの幅で隆起した口環となっている。口蓋はアセトリシス処理で取り除かれるが、まれに残って観察できることもある。外壁は顆粒状紋。口環・口蓋も含めた全表面が、 $0.3\mu\text{m}$ 前後の顆粒によっておおわれている。この顆粒が1個ずつ単独突起となって、ほぼ等間隔に分布しているのが、本種の特徴である。大きさ: $80\sim 88\times 70\sim 85\mu\text{m}$ 。

岡山県赤磐郡山陽町。1980, 5, 14. (三好)

b. イネ *Oryza sativa* Linn. (イネ科 Gramineae, 図5: 19a-b)

前種とはほぼ同じであるが、外壁の顆粒は、1個だけの単独突起と、数個の顆粒が接合した島状突起が、混在しているのが特徴である。大きさ: $33\sim 38\times 25\sim 40\mu\text{m}$ 。

場所・年月日不詳。(三好)

2. 双子葉植物綱 Dicotyledoneae

A. 離弁花類 Choripetalae

a. ギシギシ *Rumex japonicus* Houtt. (タデ科 Polygonaceae, 図4: 14a-b)

ほぼ球形。極観・赤道観ともほぼ円形。3~4溝孔型。溝は両極近くまで長くのびるが、その溝膜が内側に入りこんで線状となり、孔は観察できないことが多い。外壁は、小穴状紋と不規則な畝状紋からなる。畝は $0.5\mu\text{m}$ 前後の顆粒が連続したように見える。畝の間は、網目というより微孔に近い $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ の穴が多数みられる。畝の上には、 $0.1\mu\text{m}$ ぐらいの微小刺状突起が、 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ の間隔で密に分布している。大きさ: $24\sim 29\times 25\sim 30\mu\text{m}$ 。

岡山市牟佐, 旭川, 1981, 5, 18. (三好)

b. ソバ *Fagopyrum esculentum* Moench (タデ科 Polygonaceae, 図2: 8a-b)

長球形。極観は亜三角形で、赤道は長円形。3溝孔型。溝は両極近くまで長くのび、その幅は狭いが、まれに長円形の孔を観察できる。外壁は、小穴状紋~網目状紋でおおわれる。その畝は幅が約 $1\mu\text{m}$ で、 $1\sim 3\mu\text{m}$ の不規則な四~七角形網目を形成している。網目はすりばち状に凹んで、不規則に枝分れをした穴になっている。大きさ: $38\sim 51\times 29\sim 38\mu\text{m}$ 。

高梁市井倉。1973, 10, 5. (波田)

c. ミソソバ *Polygonum thunbergii* Sieb. et Zucc. (タデ科 Polygonaceae, 図2: 7)

球形。極観と赤道観の区別はなく、外観は円形である。多散孔型(表面観で10~15個)。孔は直径が $4\mu\text{m}$ ぐらいで網目の中にあり、 $10\mu\text{m}$

前後の間隔で分布している。外壁は、網目状紋からなる。各網目の中に並んだ柱状層は、頂部で融合して幅2~3 μm の畝を形成し、四~七角形の網目となっている。畝の中心部は稜線状に突出し、1つの網目を形成する小柱の数は、20~40本である。網目の中には、頂部の径が0.1~1 μm の大小さまざまなこん棒~棒状突起が30~70本も入っている。大きさ: 63~72 μm 。

岡山市半田町。1982, 10, 8. (三好)

d. タケニグサ *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br. (ケシ科 Papaveraceae, 図4: 15a-b)

球形。極観と赤道観の区別はなく、外観は円形である。多散孔型(表面観で8個前後)。孔は円形で直径が2 μm 前後あり、ほぼ等間隔に分布している。外壁は、小穴状紋からなる。不規則な畝と、その畝にかこまれた凹みに小さな穴が分布する。穴が大きいところは、網目状紋にみえることもある。畝が交叉するところでは、やや刺状に突出している。孔内には小穴状紋がまったくみられず、外壁との境界が凹みとなり、明瞭に区別されている。大きさ: 18~20 μm 。

岡山市金山口。1982, 6, 6. (太田)

e. タカナ *Brassica juncea* Coss. (アブラナ科 Cruciferae, 図2: 6)

ほぼ球形。極観は円形~垂三角形、赤道観もほぼ円形。3溝型。溝は極近くまでのび、0.5 μm 前後の顆粒におおわれるが、アセトリシス処理で壊れることが多い。外壁は、不規則な網目状紋からなる。畝は柱状層に支えられて形成され、網目は円形・だ円形・長方形などさまざま、溝間域と溝の周辺域での網目の大きさに差はみられない。大きさ: 16~21 \times 15~24 μm 。

香川県大川郡大内町。1982, 4, 1. (三好)

f. オランダイチゴ *Fragaria ananassa* Duchesne (バラ科 Rosaceae, 図3: 11)

ほぼ球形。極観・赤道観ともほぼ円形。3溝孔型。溝は両極近くまで長くのび、孔は赤道軸にそって横に長く開いて突出している。外壁

は、線状紋~指紋状紋からなる。その線状紋は極軸にそって走り、両側から斜にせり上って稜線状~刀状に鋭く細くなっている。大きさ: 19~25 \times 13~21 μm 。

香川県大川郡大内町。1981, 5, 2. (三好)

g. ソラマメ *Vicia faba* Linn. (マメ科 Leguminosae, 図3: 12a-b)

長球形。極観は垂三角形、赤道観は長円形。3溝孔型。溝は両極に長くのび、溝縁は肥厚して隆起し、2本の経線にみえる。孔は3 μm 前後で、外壁下で横に長く開いている。外壁は、網目状紋・小穴状紋・しわ状紋が混在するような不規則な模様をしている。これらの模様は溝間域では顕著であるが、極域では発達が悪く、無紋に近くなっている。大きさ: 23~25 \times 10~12 μm 。

岡山市上道。1986, 5, 10. (三好)

h. ゲンゲ *Astragalus sinicus* Linn. (マメ科 Leguminosae, 図2: 5a-c)

長球形。極観は垂三角形、赤道観は長円形。3溝孔型。溝は両極近くまで長くのび、0.5 μm 以下の顆粒でおおわれている。孔は1 μm 前後で、たてに長い。外壁は網目状紋。畝は柱状層が上部で連結して網を形成し、その網目は溝間域の中央部で小さく、周辺では大きくなり、再び溝に近づくと次第に小さくなり、溝縁では無紋となる。極域の網目の大きさは、ほぼ均一である。大きさ: 13~15 \times 12~14 μm 。

岡山県赤磐郡山陽町。1981, 5, 2 (三好)

i. シロツメクサ *Trifolium repens* Linn. (マメ科 Leguminosae, 図3: 10a-b)

長球形。極観は垂三角形、赤道観は長円形。3溝孔型。溝は両極近くまでのび、溝内は顆粒でおおわれ、孔は5 μm 前後である。外壁は小穴状紋~網目状紋である。畝が不規則に連なり網のようになっているが、網目にあたる凹みはごくわずかで、網目というよりも小穴に近く、ゲンゲのような明瞭な網目を形成しない。大きさ: 25~28 \times 18~20 μm 。

岡山市理大町. 1992, 4, 12. (藤木)

j. タチアオイ *Althaea rosea* Cav. (アオイ科 Malvaceae, 図 1: 3a-b)

球形. 極観と赤道観の区別はなく, その外観は円形. 多散孔型. 孔は円く直径が2~3 μ mでやや凹み, 数個の顆粒でおおわれ, 比較的均等に全表面に分布し, 200個以上あるとみられる. 外壁は, 刺状紋と柱状紋. 刺は大きく幅が約4 μ m, 高さが7~9 μ mあり, 先端は鋭くとがり, 基部は少しくびれた円錐形で, 孔数の半分ぐらいの数のものが, 比較的均等に林立している. 柱状紋は刺状紋より小さく, 幅が2~3 μ m, 高さが約4 μ mで, 刺の2倍以上分布している. 柱状といても先端は鈍刺状に近い. 大きさ: 90~125 μ m.

岡山市理大町. 1992, 10, 20. (竹中)

k. スミレ *Viola mandshurica* W. Becker (スミレ科 Violaceae, 図 4: 13a-c)

長球形. 極観は三裂円形~亜三角形で, 赤道観はだ円形~円形. 3溝孔型. 溝は細長く両極近くまでのび, よく開くと幅が8 μ mもある. 溝内には外壁と大差のない顆粒がおおっている. 孔はややたて長で, 5 μ mぐらいある. 外壁は光顕ではほぼ無紋に近いが, 走電でみると微細な顆粒が密に分布し, 小さな穴が散在している. 大きさ: 27~34 \times 26~29 μ m.

岡山市上道. 1983, 4, 17. (三好)

l. ヤナギラン *Epilobium angustifolium* Linn. (アカバナ科 Onagraceae, 図 5: 16a-c)

やや扁平な三~四角球形. 極観は三角形か四角形, 赤道観は横長のだ円形. 3~4孔型. 孔は15 μ mもの径をもち, その周辺は肥厚して大きく隆起している. 外壁は無紋. 外表面はほぼ平滑に近くて, 粘着糸をもっている. 大きさ: 73~76 \times 83~96 μ m.

長野県八ヶ岳. 1984, 7, 20. (浅野)

m. オオマツヨイグサ *Oenothera lamarckiana* Ser. (アカバナ科 Onagraceae,

図 5: 17)

扁平な三角球形. 極観は亜三角形, 赤道観はだ円形. 3孔型. 孔は直径が2~3 μ mあり, 孔周辺の膜は薄く, 不規則に破れている. 孔域は前種よりももっと大きく肥厚して隆起し, 幅も高さも花粉本体の赤道径の半分以上もある花粉管口が三方に突出している. 外壁は無紋~線状紋. 十分膨潤した状態では無紋とみられるが, 乾燥すると線状紋~ひだ状の畝が観察される. じゅう玉状の粘着糸をもつ. 大きさ: 100~116 μ m (極軸径のみ).

岡山市理大町. 1981, 7, 13. (三好)

B. 合弁花類 Gamopetalae

a. タバコ *Nicotiana tabacum* Linn. (ナス科 Solanaceae, 図 3: 9a-b)

亜球形. 極観は亜三角形, 赤道観はだ円形. 3溝孔型. 溝は極近くまで長くのび, 溝内は無紋. 孔は横長で, やや隆起している. 外壁は線状紋. その線は幅0.5 μ m, 長さ3~4 μ mで比較的短く, 極軸にそって走っている. 極に向うにしたがい線状紋の発達が悪くなり, 極域では無紋にちかくなる. 大きさ: 21~30 \times 18~21 μ m.

新見市. 1980, 6, 20. (三好)

b. セイヨウカボチャ *Cucurbita maxima* Duch (ウリ科 Cucurbitaceae, 図 1: 4)

球形. 極観・赤道観の区別はなく, 円形. 多散孔型. 孔の数は6~8個で, 径が10~15 μ mの円形をした口蓋をもつ. その表面は孔以外の部分と同じ模様をつけ, 1本の長刺と多数の微小刺が分布する (ニホンカボチャは2本の長刺をもつ). 外壁は刺状紋. 長刺は幅が約5 μ m前後, 長さが10 μ m前後で, 先鋭の円錐状をしており, 10~15 μ mぐらいの比較的等間隔で分布している. 長刺以外の部分は, 微小刺が無数に分布している. 大きさ: 100~110 μ m.

岡山市半田町. 1992, 7, 20. (蜂須賀)

c. ヒマワリ *Helianthus annuus* Linn. (キク科 Compositae, 図 1: 1a-b)

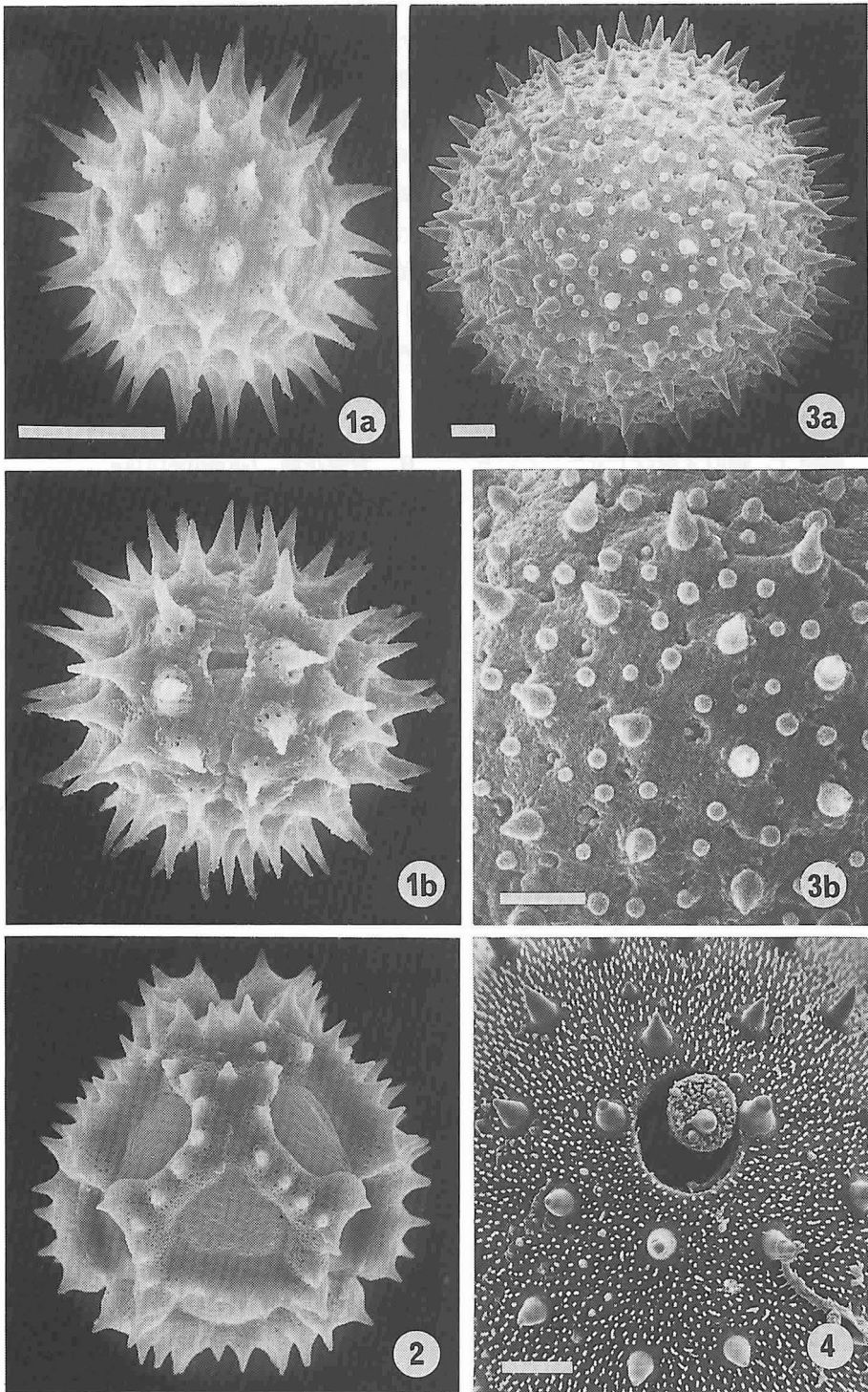


図1 1a-1b: ヒマワリ *Helianthus annuus* Linn. a-b. $\times 2000$.
 2: カンサイタンポポ *Taraxacum japonicum* Koiz. $\times 2000$.
 3a-b: タチアオイ *Althaea rosea* Cav. a $\times 560$, b. $\times 1200$.
 4: セイヨウカボチャ *Cucurbita maxima* Duch $\times 960$.

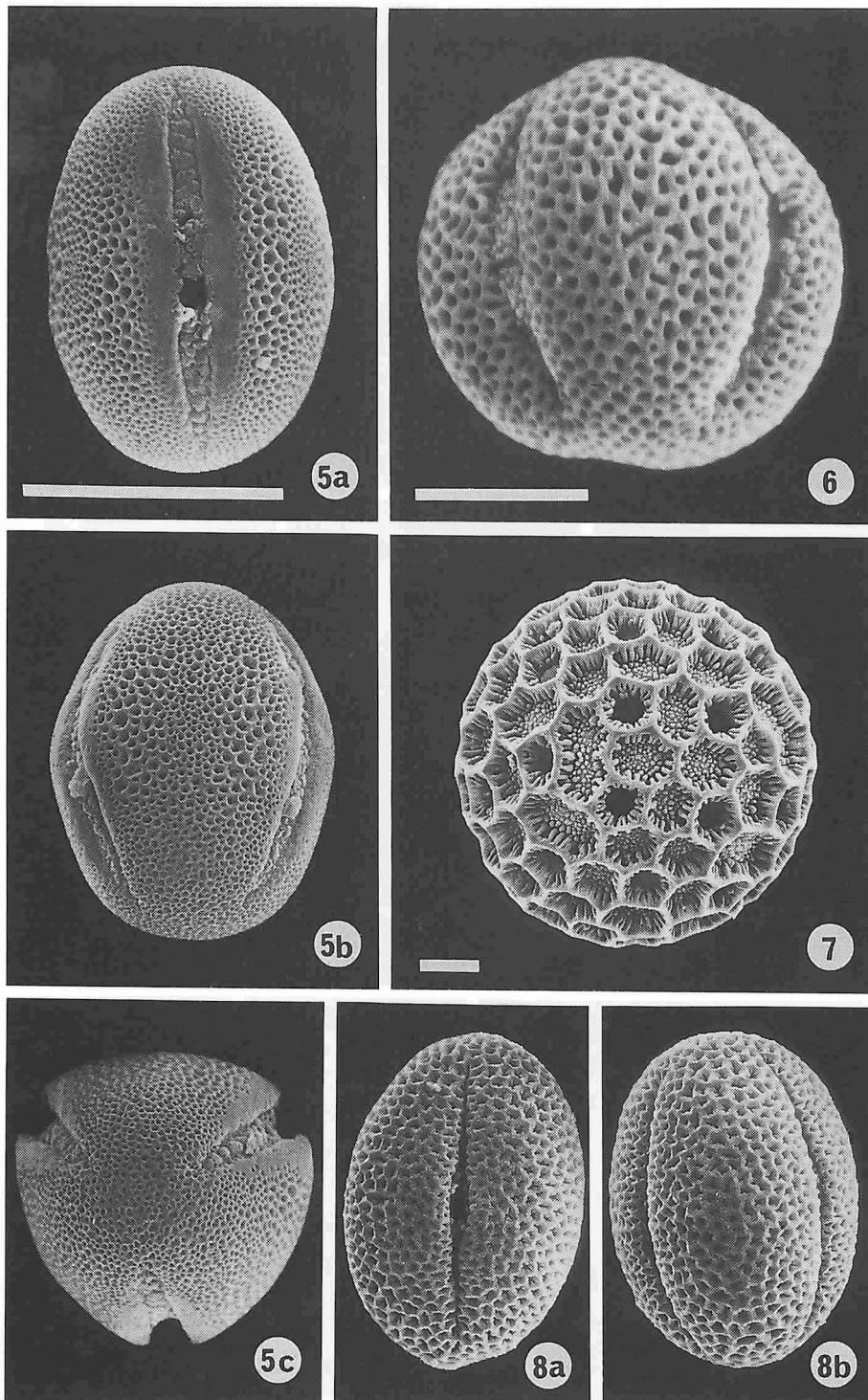


図2 5a-5c: ゲンゲ *Astragalus sinicus* Linn. a-c. $\times 3600$.
 6: タカナ *Brassica juncea* Coss. $\times 2400$.
 7: ミゾソバ *Polygonum thunbergii* Sieb. et Zucc. $\times 800$.
 8a-8b: ソバ *Fagopyrum esculentum* Moench $\times 1200$.

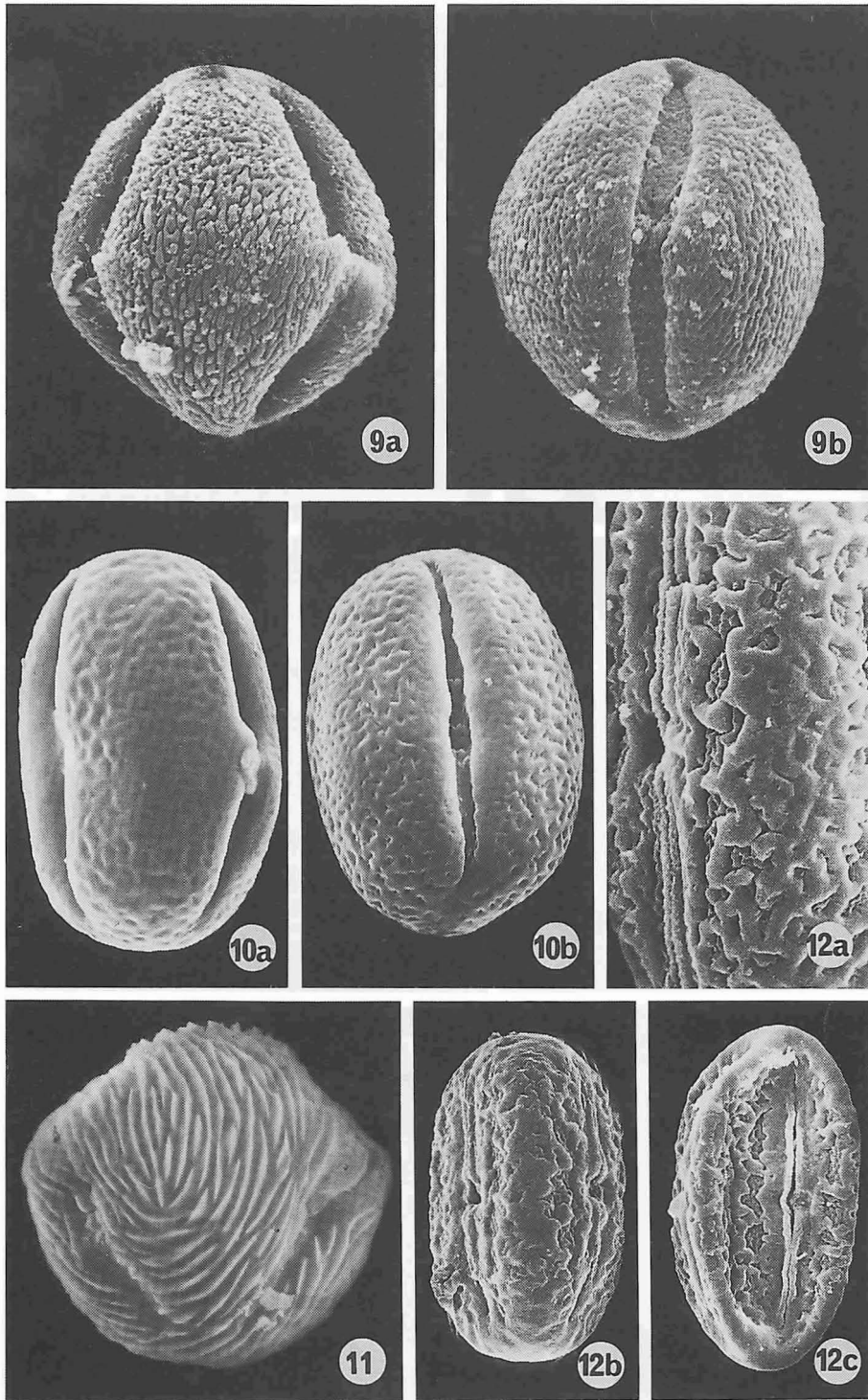


図3 9a-9b: タバコ *Nicotiana tabacum* Linn. a-b. $\times 2400$.
 10a-10b: シロツメクサ *Trifolium repens* Linn. a-b. $\times 2000$.
 11: オランダイチゴ *Fragaria ananassa* Duchesne. $\times 2400$.
 12a-12b: ソラマメ *Vicia faba* Linn. a. $\times 2400$, b. $\times 1200$.

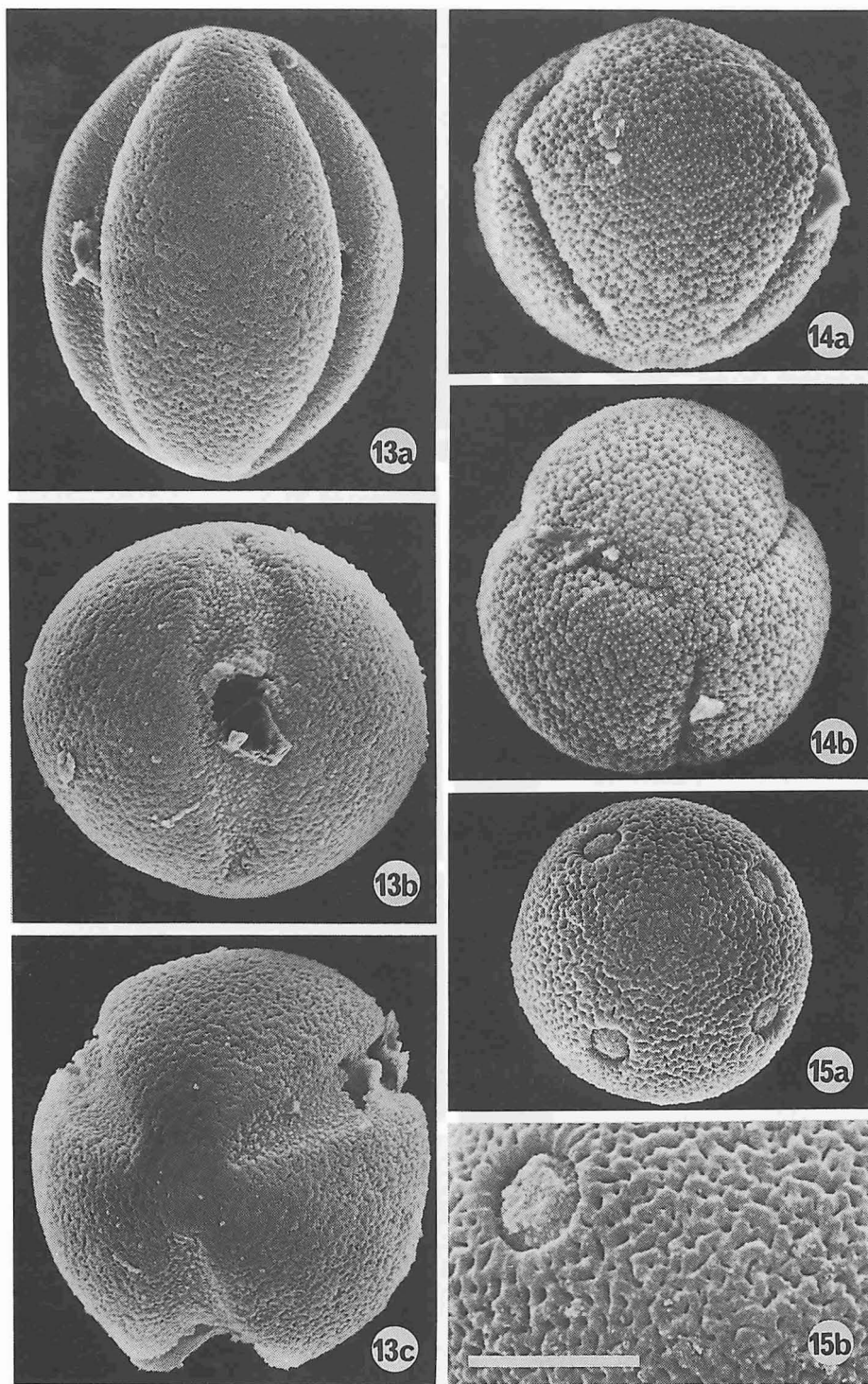


図4 13a-13b: スミレ *Viola mandshurica* W. Becker a-c. $\times 2000$.
 14a-14b: ギシギシ *Rumex japonicus* Houtt. a-b. $\times 2000$.
 15a-15b: タケニグサ *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br. a. $\times 2400$, b. $\times 4800$.

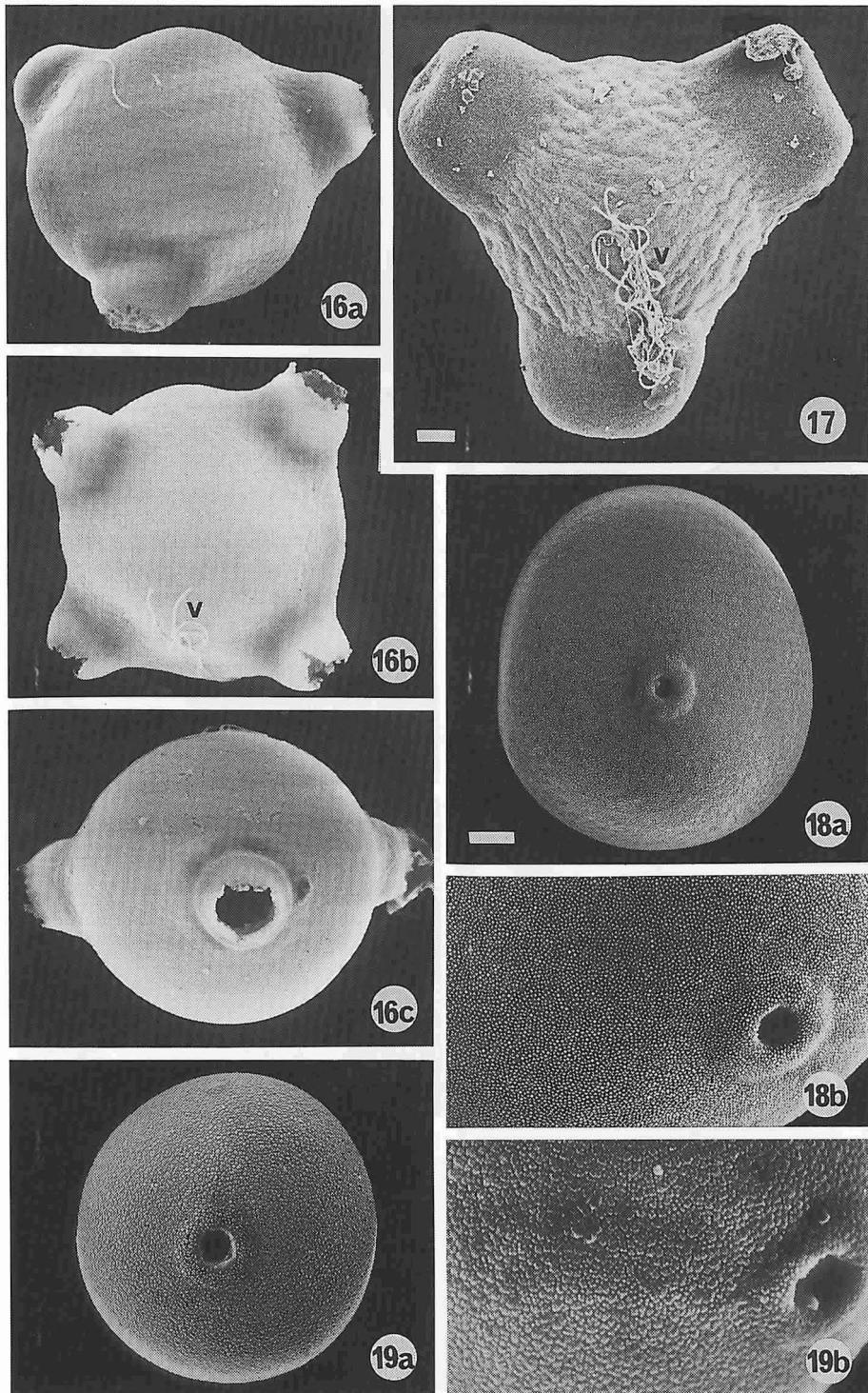


図 5 16a-16c: ヤナギラン *Epilobium angustifolium* Linn. a-c. $\times 560$.
 17: オオマツヨイグサ *Oenothera lamarckiana* Ser. $\times 480$.
 18a-18b: トウモロコシ *Zea mays* Linn. a $\times 600$, b. $\times 1200$.
 19a-19b: イネ *Oryza sativa* Linn. a. $\times 1200$, b. $\times 2400$.
 (1a, 3a-b, 4, 5a, 6, 7, 17, 18a の各左下白線目盛は $10\mu\text{m}$, 15b の白線目盛だけは $5\mu\text{m}$)

球形～長球形。極観は円形～垂三角形。赤道観はだ円形～円形。3溝孔型。溝は赤道部で大きく開くが、極に向って急に細くなっている。溝内には顆粒が点在する。孔は赤道軸方向に長く開いている。外壁は刺状紋。刺は基部が広くて4 μ m前後あり、小穴が多数点在している。長さは6～8 μ mあり、小穴のなくなる基部から2～3 μ mの高さのところ急に細くなった鋭い刺になっている。大きさ：33～36×38～40 μ m。

岡山市理大町。1992, 7, 27. (妹尾)

d. カンサイタンポポ *Taraxacum japonicum* Koiz. (キク科 Compositae, 図1: 2)

ほぼ球形。極観・赤道観とも、ほぼ円形。3溝孔型。3つの溝は刺の融合した畝で全表面が15の多角形に区切られており、1つの溝は3つの多角形から形成される。3つのうち真中の1つは孔として大きく開くので、小窓状孔と呼ばれる。残りの2つの多角形の溝は、無紋である。外壁は網目状紋と刺状紋。刺が4～5本融合した畝が多角形の一辺を形成し、畝の上には刺状突起が1列にならぶ。多角形のうち発芽溝・孔と関連しない6つの多角形の網目の中には、刺状突起が生じていることがある。また、畝を形成する刺の基部には、無数の小穴が点在している。大きさ：26～29×28～30 μ m。

場所・年月日不詳。(東)

II まとめ

草本類の蜜源植物花粉について、単子葉植物綱の2種と双子葉植物綱の17種、合計19種を走査電子顕微鏡で観察した。第1報の序文に記した文献の中から無差別に選んだけれども、双子葉植物綱では離弁花類の方が13種で、合弁花類4種の3倍以上も多い結果となった。これは、木本類とまったく同じ傾向であった。単粒と複粒については、すべて単粒で複粒は認められず、複粒をもつ木本類と異なる点である。ただ、草本類にもホロムイソウ科・ガマ科・ラン科・カワゴケソウ科・イチヤクソウ科のイチ

ヤクソウ属・モウセンゴケ科・ガガイモ科など複粒花粉をもつ種類はかなりあるので、もしこれらの種類の中に蜜源植物があれば、草本類にも複粒は存在することになる。

花粉塊(ポリニア)をもつラン科については、佐々木(1992)がキンリョウヘンにニホンミツバチが訪花することを報告しているが、この訪花は働き蜂が蜜や花粉の報酬を目的としていないとのことなので、本報では取り上げなかった。もし、ここに記した複粒花粉をもつ草本類7科の中に蜜源となる植物があれば、ぜひご教示いただければ幸いである。

発芽口については、3溝孔型が10種でもっとも多く、あとは多散孔型4種・3孔型2種・単孔型2種・3溝型1種となる。このうち、多散孔型と単孔型は、木本類にはみられないものである。このような分類群・粒数・発芽口の特徴は、離弁花類・単粒・3溝型が断然多く、木本類と同じ傾向を示している。

外壁の模様は、顆粒型は、顆粒状紋と網目状紋が各3種類でもっとも多く、小穴状紋と平滑状紋が各1種である。その他の種類は、2～3の模様から合成され網目状紋+刺状紋+棒状紋+小穴状紋+しわ状紋となった複雑なものが多い。このように模様についても、きわだって多いものが無い点では木本類と同じであるが、合成模様が多いことは草本類の特徴である。また、単粒の外形については、球形のものが離弁花類に3種、合弁花類に1種あり、完全な球形をもたない木本類とは異なっている。

以上の結果をまとめると、次のようになる。

1. 木本類と草本類に共通する特徴
 - 分類群は、離弁花類が多い。
 - 発芽口は、3溝孔型が多い。
 - 粒数は、単粒が多い。
 - 外壁の模様は、きわだって多いものがない。
2. 草本類にだけみられる特徴
 - 粒数は、単粒ばかりで複粒がない。
 - 発芽口に、多散孔型と単孔型がある。
 - 外壁には、合成模様が多い。
 - 外形には、完全な球状のものがある。

系統分類学では、花卉は散在→癒合を進化方

向と見るので、離弁花類よりも合弁花類が進化した群とみなされている。離弁花類には風まかせの風媒花粉が多く、合弁花類には受粉率の高い動物媒花粉が多いとされている。しかし、今回調べたミツバチの蜜源植物については、木本類・草本類とも離弁花類が多く（19科）、合弁花類が少ない（7科）という結果になった。これは一見矛盾しているように見えるが、離弁花類が大きなグループ（97科；大井，1978）であるのに対して、合弁花類が小さいグループ（39科）であるためである。両者の比率を算出すると、離弁花類に占める蜜源植物が19.6%であるのに対して、合弁花類では18.0%となり、大きな差はない。今後、ミツバチも含めた動物媒花粉すべてについても、両者の比率を調べてみる必要がある。

〒700 岡山市理大町 1-1

岡山理科大学理学部基礎理学科生物学教室

参考文献

- 浅生明美ほか. 1983. ミツバチ科学 4(4): 145-150.
 坊田春夫. 1990. ミツバチ科学 11(3): 125-128.
 幾瀬マサ. 日本植物の花粉. 広川書店. 東京. pp. 303 + 76 図版.
 幾瀬マサほか. 1981. ミツバチ科学 2(3): 97-104.
 石田 肇. 1963. 畜産の研究 17(2): 346-348.
 北島一良. 1981. ミツバチ科学 2(4): 175-184.
 三木順一. 1971. 花粉 1: 5-7.
 三好教夫. 1990. 日本花粉学会誌 36(1): 90-96.
 三好教夫. 1993. ミツバチ科学 14(2): 81-89.
 中村 純. 1980. 日本産花粉の標徴. I, II. 大阪自然史博物館収蔵資料目録 13. pp. 91+157 図版.
 大井次三郎. 1978. 日本植物誌（顕花篇）. 至文堂. pp. 1584.
 岡田一次ほか. 1968. 玉川大農研報 7/8: 175-180.
 岡田一次ほか. 1976. 玉川大農研報 16: 46-54.
 佐々木正己. 1992. ミツバチ科学 13(4): 167-172.
 嶋倉巳三郎. 1973. 日本植物の花粉の形態. 大阪自然史博物館収蔵資料目録 5. pp. 60+122 図版.
- MIYOSHI, NORIO and ITANO, HIROUKI. Pollen morphology of the Japanese honey plants using a scanning electron microscope. 2. Herbaceous plants. *Honeybee Science* (1994) 15(2): 49-58. Biol. Lab., Fac. of Sci., Okayama Univ. of Sci., 1-1 Ridai-cho, Okayama, 700 Japan.
- Nineteen species of pollen grains belonging to 12 families of Japanese honey plants were examined using a scanning electron microscope. Thirteen species belonged to Choripetalae, four to Gamopetalae of Dicotyledoneae and two to Monocotyledoneae. Characteristics such as shape, polar and equatorial view, germinal aperture, patterns on the pollen grain surface and size were described.
- There were 4 species of perfect spherical grains in herbaceous plants, while tree plants had no such type. The tricolporate type was extremely abundant in the germinal aperture of 10 species, while other types such as polyforate, monoporate and tricolporate remained consistently sparse. Pollen surface patterns were divided into two types, one with a single patterns such as granulate, reticulate, punctate and psilate, and another with patterns such as "reticulate with echinate", "echinate with baculate" and "reticulate with punctate and rugulate".