

総 説

電子顕微鏡を用いた花粉による生薬の鑑別

山崎 太*

Discrimination of crude drugs by pollen grains used electron microscope

Futoshi YAMAZAKI*

(受付：1981年2月15日)

生薬の鑑別において、その基原を確認する方法には 1) 生薬の形状の観察による方法 2) 植物体各部位の剖見による方法 3) 理化学的手段による方法 4) 嗅覚、味覚等による方法等がある。生薬には開花期に採集するものが多く、それゆえ花類生薬はもとより全草類生薬でもその植物体に付着する花粉は相当多数にのぼると考えられる。幾瀬¹⁾によれば花粉の生産量は植物により相違はあるがかなりの数にのぼることが明らかにされている。したがって生薬の鑑別にその花粉の形態を観察する方法が近年とられるようになってきた。しかし花粉は微小であるから光学顕微鏡(光学系)でみた場合にはその大きさ、形、彫紋模様だけが観察の要点となり植物の属までしか確認できなかった。

著者は生薬の鑑別を目的として近年電子顕微鏡により花粉の形態を観察し、種までも十分に確認できるという結果を得て報告してきた。²⁻⁹⁾また幾瀬^{10,11)}も同様に生薬中の花粉の形態を走査電子顕微鏡で観察し、それを鑑別している。

本稿ではどんな花粉が電子顕微鏡により観察されているか、その帰属は如何になされるか、それを生薬の鑑別にどう応用するか、また花粉の形態からみ

た植物分類への示唆といった点につき論述する。

I. 電子顕微鏡による花粉の形態観察の歴史

電子顕微鏡には透過電子顕微鏡(TEM)と走査電子顕微鏡(SEM)とがある。花粉の形態観察においてTEMは主として花粉膜の構造ならびに原形質の微細構造をみるのに用いられる。SEMは花粉表面の形態をみるのに用いられる。TEMは1939年から1941年の間に欧米4ヶ国から相次いで市販された。しかし試料の包埋剤ならびにマイクロームの開発が遅れ、超薄切片がなかなか得られなかった。Newmanら¹²⁾は試料の送りに熱膨張を利用し、包埋剤にn-ブチルメタクリレートを用いる方法を導入し比較的良好な結果を得た。TEMによる花粉の研究においてはAfzelius^{13,14)}が*Clivia miniata*等11種の花粉でそれぞれ厚さ50 μ あるいはそれ以下の超薄切片を得て初めて観察した。Faegri¹⁵⁾は*Zostera*, *Juncus*, *Juniperus*各属の花粉を5000倍の倍率で観察し、花粉膜の微細構造を明らかにした。しかし超薄切片作製は種々の困難を伴い、この類の研究は低迷をつづけた。ところが1963年にSkvarla¹⁶⁾が、1968年にはSkvarla¹⁷⁾とJohnson¹⁸⁾がそれぞれ独自の処方エポキシ樹脂包埋法を開発した。これによりTEMによ

* 高山赤十字病院薬剤部 〒506 高山市天満町3-11

る花粉膜ならびに花粉の原形質内部の微細構造に関する論文が多数報告されるようになった。

SEMは1964年にイギリスで、1965年には日本でそれぞれ市販されるに到った。SEMによる観察の利点はその焦点深度の深さと高倍率が得られることにある。SEMによって花粉が最初に観察されたのは1968年で、Echlin¹⁹⁾が *Impatiens grandiflora* 等10種を、Heslop-Harrison²⁰⁾が *Lilium longiflorum* (テッポウユリ) の花粉を観察した。以来花粉の同定確認、種の識別等がSEMにより行われている。

II, 花粉の識別に関する諸条件

1) 花粉の形

花粉の観察において最初にみるのはその形(shape)である。一般的にはほぼ円形(球形)花粉が多いが、その他に楕円形, 三角形, 多角形をなすものもある。また観察する方向によって様々な形にみえることも多い。そこで花粉の極を中心とした輪郭を amb と称し花粉形は16大別されている²¹⁾。花粉には単粒だけでなく複粒もある。さらに粘結糸(viscin strand)²²⁾によって結ばれ集合花粉のようにみえるものもある。花粉の形にはもうひとつの分け方がある。すなわち軸の考えられる花粉については P/E ratio(極軸部の径(P)/赤道部の径(E))として形の基準ができている。^{23,24)}花粉の識別において形の観察は重要で、特に球形以外の花粉あるいは複粒花粉ではその帰属範囲が大いに狭まり、後の検索が容易になる。

2) 花粉の大きさ

花粉の大きさは単粒では3 μm から200 μm 以上まで、アマモの花粉では3 mmにも達する。複粒でも10 μm 以下から大きいものでは花粉塊となりエビネの花粉では4 mmにもおよんでいる。大きさはP×Eとして表されるが、軸の判別がつき難いものや花粉塊では測り方が異ってくる。その測定法については幾瀬の著²³⁾に詳述してある。

花粉の大きさに関して問題になるのは光学系とSEMで観察する際のその膨潤状態の差である。光学系による観察では大抵グリセリン水で封じてあるので花粉は十分に膨潤している。しかしSEMの場合に

は真空中に入れるので花粉は収縮し易い。著者は3%グルタルアルデヒド-0.05 M カコジル酸ナトリウム緩衝液を用いて花粉を膨潤固定させる方法⁹⁾を用いている。しかし口の大きな花粉では膨潤状態をとり難い傾向にある。したがって花粉の大きさについては光学系とSEMとではかなりの差が生じるので、SEMによる観察では光学系の大きさをそのまま参考にすることはできない。

3) 花粉膜

花粉膜とは花粉の原形質を保護するための膜質である。その形成に関しては Ehrlich²⁵⁾が *Saintpaulia ionantha*、Larsonら²⁶⁾が *Parkinsonia aculeata*、Heslop-Harrisonが *Cannabis sativa* (アサ)²⁷⁾とテッポウユリ^{20,28)}、Skvarlaら²⁹⁾が *Zea mays* (トウモロコシ)、Angold³⁰⁾が *Endymion non-scriptus*、Godwinら³¹⁾が *Ipomoea purpurea* (マルバアサガオ)、Christensenら³²⁾が *Sorghum bicolor* (モロコシ)、Dunbar³³⁾が *Campanula rapunculoides*、Horner^{34,35)}が *Helianthus annuus* (ヒマワリ) の花粉膜の形成過程を花粉母細胞形成から成熟花粉に到るまで詳細に観察した。その結果花粉母細胞中で細胞質分離が完了した時点において母細胞中には callose が充満し、やがて原形質膜と callose との境界部に primexine が生じること、つづいて columella (bacula)、tectum、medine が形成され、さらに endexine、foot layer 最後に intine が形成されることを明らかにしている。

花粉膜外層には様々な彫紋模様があるが、これは指紋にも例えられるもので Kumazawa³⁶⁾は Ranunculaceae (キンポウゲ科)、Lardizabalaceae (アケビ科) および Berberidaceae (メギ科) の3科46属230種の花粉を観察し、“彫紋模様は1属の種すべてについて同一型である”と結論している。また花粉膜断面(exine stratificationあるいはwall stratification)と彫紋模様のいずれもが花粉の識別に関しては大きな要点となる。

a) 表面からみた彫紋模様

光学系による彫紋模様の表現はSEM観察においても十分に利用できる。幾瀬²³⁾はそれらを刺状紋、小刺

状紋等 10 型に分け、島倉²¹⁾はこれをさらに細分化して 16 型に分けている。また Kremp²⁷⁾が Kosanke の彫紋模様の 15 分類を解説している。彫紋模様は光学系では観察し難く、*Pueraria lobata* (クズ) の花粉の彫紋を幾瀬は小網状紋とし島倉は顆粒状紋としている。これは著者が SEM で観察したところ小網状紋⁶⁾であった。また SEM 観察では光学系による彫紋模様の型にあてはまらないものもある。*Elaeis guineensis* の花粉において著者はその彫紋を“疣状の小塊が切れ目なく複雑に屈曲している”と表現³⁸⁾した。また *Plantago asiatica* (オオバコ) の花粉についても幾瀬は刺状紋、島倉は疣状紋としているが著者は SEM 観察からこれを“tuberculata-spinoid (類刺を有する半球状彫紋)”と表現⁹⁾した。さらに著者は *Pueraria* 属花粉⁶⁾では網目の中に gemma (短乳頭状突起) を認め、この網目を“蜂の巣珊瑚様”と表現した。*Pueraria* 属のうちでもクズと *P. chinensis* にはこの gemma が存在するが *P. montana* には無く、網目中の gemma の有無からも種の確認ができた。また花粉による種の識別条件として著者は新たに単位面積あたりの彫紋数を報告した。ジャノヒゲ属・ヤブラン属⁴⁾、*Swertia* 属⁵⁾、*Pueraria* 属⁶⁾、*Typha* 属⁷⁾、*Sophora* 属⁸⁾では単位面積あたりの網目数 (lumen number per unit area) を、*Plantago* 属⁹⁾では同様に類刺数 (spinoid number per unit area) を求めることにより種の識別を可能にした。

一般的に花粉の形態観察は成熟花粉について行われる。しかし生薬のうちには花蕾を用いるものもある。また葛花などは開花したものと花蕾とが混在している。著者は葛花⁶⁾と槐花⁹⁾の花粉の形態について研究し、未熟花粉でも彫紋模様は形成されており、その彫紋模様は SEM で観察すれば成熟花粉の形態的特徴を十分に有していることを報告した。

花粉の表面には葯壁の tapetum (タペート層) の断片が付着している。また花粉は最外層がワックス様の物質で被れており、これを perine (外被層)³⁹⁾という。したがって花粉の表面を観察する際にはアセトリシス処理したものと無処理のものとは処理

したものの方が彫紋模様が鮮明にみえるのは当然である。しかし著者が SEM で観察する花粉は常に前処理として超音波によるアセトン脱水を行うため perine はアセトンに溶解し tapetum も除去される。そのためオオバコの花粉⁹⁾ではアセトリシスした花粉と超音波処理した花粉の表面とを比べたが何らの相違も認められなかった。したがって花粉の形態を変えることなく手法も簡単な著者の方法はその形態観察に適している。

b) 花粉膜の断面

花粉膜の断面は幾瀬²³⁾の光学系による観察ではほぼ 3 層とされているが、TEM による観察ではさらに多層からなることが明らかにされた。Faegri¹⁵⁾は *Juniperus* 属 (ヒノキ科) の花粉膜を TEM で観察し大きく 2 層 (exine と intine) に分けた。exine は染色性の違いからさらに ektexine と endexine とに分けられ、ektexine はその形態からさらに 3 層 (tectum, columella, foot layer) に分けられた。一方、Erdtman⁴⁰⁾は *Ecballium elaterium* (ウリ科) の花粉膜を Faegri のそれと同じく大きく 2 層に分けたのち、染色性の違いから exine を sexine と nexine とに分け、sexine をその形態からさらに 2 層 (tegillum と bacula) に分けた。また nexine もさらに 3 層 (nexine 1, nexine 2, nexine 3) に分けられた。花粉膜の構成に関してはこの他にも多数の報告があるがその紹介は徳永⁴¹⁾および中村⁴²⁾の著に譲る。しかし花粉膜構造の表現は余りに複雑であるため Larson ら⁴³⁾はこれを模式図として解説している。この他花粉膜には口周囲にのみ存在し、吸水すると著しく膨潤するラメラ構造を呈する一層 (medine) があることを Saad⁴⁴⁾は *Pinus* 属 (マツ科) 等 10 種の花粉を光学系と TEM を併用して観察することにより見い出している。

ところが花粉膜はすべて Larson らの模式図どおりに構成されているのではない。Kress ら⁴⁵⁾の Scitamineae (ショウガ目) 8 科 90 属の花粉の研究によるとそれらは殆ど exine を欠いており、exine に相当する部位には若干の刺と電子密度の濃い薄層 (厚さ 80 nm) とが存在し、その内側に 8 μm もの厚さの intine

があると報告されている。しかし著者は Kress らの報告の写真から Heliconiaceae の花粉はいずれも遠心極側は薄い exine の内側に厚い medine、最内層は薄い intine の 3 層からなること、向心極側は薄い exine の内側に厚い intine の 2 層構造からなることを見出した。著者のこの考察の妥当性は Heliconiaceae の花粉は無口粒でありながら必ず遠心極側から発芽する事実⁴⁵⁾からも裏付けされる。また Skvarla ら⁴⁶⁾と菅谷ら⁴⁷⁾はそれぞれカンナ科およびショウガ科の花粉膜を観察した。その結果いずれも非常に薄い exine と intine との間に厚い medine があり花粉膜全体が口膜の形状を呈していると報告している。この両科はともにショウガ目に属し、これがこの目の花粉膜の特徴であることをよく示している。

また Nowicke ら⁴⁸⁾は *Tournefortia* 属(ムラサキ科) 65 種の花粉膜の構造を観察した結果、*T. bicolor* のみは columella が無くそのため他種と識別できると報告している。さらに Skvarla ら⁴⁹⁾は *Nigella* 属(キンポウゲ科) 8 種の花粉膜の構造を観察し *N. integrifolia* のみは標準的な花粉膜構造を呈する(他の 7 種はいずれも tectum と foot layer との間に水平な inner tectum 層をもつ)ので、他種とは識別できると報告している。

花粉膜の断面は彫紋模様が psilate なら tectate-imperforate 構造、fine reticulate なら tectate-perforate 構造、reticulate なら semitectate 構造、baculate なら intectate 構造を呈することが Walker⁵⁰⁾により報告されている。先にも述べたように彫紋は 1 属の種すべてについて同一型を示すので、その断面構造も当然類似してくる。したがって花粉膜の断面構造からその種まで識別することは難しい。しかし網状紋の場合 murus (畝)の高さに種による相違が認められ、それが tectum と columella の厚さに現われることから *Pueraria* 属⁶⁾、*Typha* 属⁷⁾および *Sophora* 属⁸⁾等では花粉膜断面の構造も種の識別の条件のひとつになり得た。

4) 発芽口

花粉は受精に際して発芽するが、この花粉管の出

口として形成された膜質の弱い部分を発芽口という。この口は科、属により形態的および数的特徴を有している。*Pulsatilla* 属(キンポウゲ科)⁵¹⁾の *P. nipponica* (ツクモグサ)では 6 散溝粒であり、*P. cernua* (オキナグサ)では 3 溝粒のように稀には 1 属中でも種によりその口数が異なることもある。さらに *Clematis* 属(キンポウゲ科)^{23,36)}の *C. patens* (カザグルマ)では約 15 散孔粒であり、*C. williamsii* では 3 類溝孔粒のように 1 属中でも種によりその口型が異なることもある。数の上では無口型もあれば、多いものでは 150 個以上の多孔型もある⁵²⁾。幾瀬²³⁾はこの口の有無と形態により花粉を 12 分類している。

1963 年 Erdtman は花粉をその口型によって分類した。すなわち NPC システム²¹⁾である。この分類は NPC=444 なら 4 孔粒、NPC=343 なら 3 溝粒というように全て数字で表わされる。それゆえ多数の花粉について分類整理するのに都合が良く、花粉分析の分野で孢子形態にまで拡大して用いられるが花粉の形態研究においても Nowicke⁵³⁾や Praglowski^{54,55)}の報告にみられる。

光学系による花粉の口径観察は対象が微小すぎて種の識別条件として利用することは困難であった。しかし著者は SEM による *Typha* 属花粉の形態研究²⁾において *T. angustata* (ヒメガマ)の孔径と *T. orientalis* (コガマ)のそれとに相違を認め、これにより両種を識別し得た。また Canada 産 *Typha* 属花粉⁷⁾においては同様に *T. angustifolia* と *T. glauca* とが識別できた。*Plantago* 属花粉 6 種⁹⁾においてもこれを種の識別条件として全て識別し得た。

口の上には operculum (口蓋)が付いていることがかなりの種類の花粉について知られている。これについては現在まで花粉の識別という面からは余り関心が払われていなかった。しかし著者は *Plantago* 属花粉において口蓋上の彫紋が種により様々であり、オオバコ等 4 種では "granula with spinoids" であるのに対し *P. lanceolata* (ヘラオオバコ)では "fringe around spinoids"、*P. virginica* (ツボミオオバコ)では "spinoids" であることを明らかにした。この結果

口蓋の形態的特徴も花粉の種の識別条件になることを認めた。

5)花粉型

基原の確認できない生薬あるいは生薬粉末から選別した花粉を観察するときには、まずその花粉の形と口型とを観察する。花粉の形と口型を組み合わせる花粉を人為的に分類したものが花粉型である。これには幾瀬²³⁾、Faegriら⁵²⁾、Hammen⁵⁶⁾および Kuylら⁵⁷⁾の諸型がある。未知の花粉の帰属をするときこの人為的な形態分類(artificial classification)が決まれば少なくとも自然分類における科ないしは属までが推定できる。次に花粉の大きさ、彫紋模様等から、

より確実に花粉の分類を行い最終的に標品花粉とSEM、TEMを用いて細部にわたり比較観察すれば種の確認までができる。

III, 電子顕微鏡による花粉の識別

電子顕微鏡による花粉の種の識別はどの程度行われているのか、どんな条件から識別したかを著者の報告も含めて Table I とした。この Table I に示したように花粉はその大きさ、形、口型、口径、彫紋模様、彫紋の微細構造、単位面積あたりの彫紋数、花粉膜の厚さ等を識別条件として電子顕微鏡により観察すれば十分に種までの識別が可能である。

Table I. 電子顕微鏡による花粉の識別

科名	種名	識別条件
Aceraceae ⁵⁸⁾	<i>Acer campestre</i> 他39種 <i>Dipteronia sinensis</i>	大きさ、溝の長さ、彫紋模様、花粉膜の厚さ
Araliaceae ⁵⁹⁻⁶²⁾	<i>Boerlagiodendron palmatum</i> 他7種 <i>Pterandra pickeringii</i> 他3種 <i>Schefflera paraensis</i> <i>Tetraplasandra kaalae</i> 他6種 <i>Tupidanthus calytratus</i>	大きさ、形、P/E、口型、溝の長さ 彫紋模様、網目径、畝幅、花粉膜の厚さ
Atherospermataceae ⁶³⁾	<i>Laurelia sempervirens</i> 他1種	彫紋模様
Betulaceae ⁶⁴⁾	<i>Alnus glutinosa</i> 他1種 <i>Betula verrucosa</i> 他2種 <i>Carpinus betulus</i> <i>Corylus avellana</i>	大きさ、溝の長さ、彫紋の畝の長さ
Boraginaceae ⁶⁵⁾	<i>Cordia bifurcata</i> 他28種	口型、彫紋模様、花粉膜の状態
Caesalpinaceae ⁶⁶⁾	<i>Bauhinia acuminata</i> 他34種	大きさ、形、溝の長さ、彫紋模様、花粉膜の厚さ
Caryophyllaceae ^{67,68)}	<i>Arenaria foliacea</i> <i>Cerastium indicum</i> 他3種 <i>Corrigiola capensis</i> <i>Dianthus angolensis</i> <i>Drymaria cordata</i> <i>Krauseola gillettii</i> <i>Melandrium lomalinense</i> <i>Minuartia filifolia</i> <i>Pollichia campestris</i> <i>Polycarpaea eriantha</i> 他3種 <i>Polycarpon prostratum</i> 他1種 <i>Sagina abyssinica</i> 他1種 <i>Silene alba</i> <i>Stellaria media</i> 他2種 <i>Uebelina abyssinica</i> 他6種	大きさ、口数、溝の長さ、口蓋の有無 口環の有無、花粉膜の厚さ
Centrolepidaceae ⁶⁹⁾	<i>Aphelia cyperoides</i> 他2種	大きさ、口型、彫紋模様

科名	種名	識別条件
Compositae ^{70,73)}	<i>Centrolepis aristata</i> 他3種	
	<i>Trithuria submersa</i>	
	<i>Anisocoma acaulis</i>	大きさ、形、口径、刺の長さ
	<i>Anthemis nobilis</i>	刺基部の断面
	<i>Atrichoseris platyphylla</i>	
	<i>Calycoseris wrightii</i>	
	<i>Carthamus tinctorius</i>	
	<i>Chaetadelpa wheeleri</i>	
	<i>Chrysanthemum coccineum</i> 他1種	
	<i>Glyptopleura marginata</i> 他1種	
	<i>Lygodesmia juncea</i>	
	<i>Malacothrix glabrata</i> 他2種	
	<i>Matricaria chamomilla</i>	
	<i>Pinaropappus roseus</i> 他1種	
<i>Prenanthes exigua</i>		
<i>Rafinesquia neomexicana</i>		
<i>Stephanomeria exigua</i>		
Dipterocarpaceae ⁷²⁾	<i>Dipterocarpus humeratus</i> 他1種	大きさ、形、P/E、口型、溝の長さ
	<i>Hopea nervosa</i>	彫紋模様、花粉膜の厚さ
	<i>Monotes katangensis</i>	
	<i>Shorea atrinervosa</i> 他2種	
	<i>Stemonoporus zeylanicus</i>	
Eremolepidaceae ⁷³⁾	<i>Vatica wallichii</i>	
	<i>Antidaphne viscoidea</i>	大きさ、P/E、口型、溝の大きさ
	<i>Eremolepis angustifolia</i> 他2種	
	<i>Eubracion ambiguum</i>	
	<i>Isidium schottii</i> 他1種	
<i>Lepidoceras kingii</i> 他1種		
<i>Tupeia antarctica</i>		
Ericaceae ⁵⁾	<i>Rhododendron aureum</i> 他6種	大きさ、溝の長さ、彫紋模様
Flacourtiaceae ⁷⁴⁾	<i>Hydnocarpus calophylla</i> 他33種	大きさ、形、P/E、口径
Gentianaceae ⁵⁾	<i>Swertia japonica</i> 他5種	大きさ、彫紋模様、網目数/単位面積
Geraniaceae ⁷⁵⁾	<i>Geranium thunbergii</i> 他19種	大きさ、口径、 <i>clava</i> 数/単位面積、 <i>clava</i> の大きさ <i>Pneraria lobata</i> 他2種
Gramineae ⁷⁶⁾	<i>Avena canariensis</i> 他12種	大きさ、彫紋模様
Haloragaceae ^{54,77)}	<i>Loudonia aurea</i> 他2種	大きさ、形、口型、溝の長さ、花粉膜の厚さ
	<i>Myriophyllum spicatum</i> 他8種	
	<i>Hemiangium excelsum</i>	
Hippocrateaceae ⁷⁸⁾	<i>Hippocratea volubilis</i>	大きさ、彫紋模様、花粉膜の厚さ
<i>Pristimera andina</i> 他1種		
Iridaceae ⁷¹⁾	<i>Crocus sativus</i>	彫紋の微細構造
Juglandaceae ⁷⁹⁾	<i>Carya cordiformis</i> 他5種	花粉膜の厚さ
<i>Juglans nigra</i>		
Labiatae ⁸⁰⁾	<i>Nepeta subsessilis</i>	大きさ、彫紋の微細構造
<i>Prunella prunelliformis</i> 他1種		
<i>Schizonepeta tenuifolia</i> var. <i>japonica</i>		
Leguminosae ^{6,8)}	<i>Pueraria lobata</i> 他2種	大きさ、彫紋模様、網目径、網目数/単位面積
<i>Sophora japonica</i> 他3種	花粉膜の厚さ	
Liliaceae ⁵⁾	<i>Liriope platyphylla</i> 他3種	大きさ、形、彫紋模様、網目数/単位面積
<i>Ophiopogon japonicus</i> 他7種	花粉膜の厚さ	

科名	種名	識別条件	
Moraceae ⁸¹⁾	<i>Cannabis sativa</i>	口径、彫紋の微細構造	
Nyctaginaceae ⁸³⁾	<i>Andradaea floribunda</i>	大きさ、形、彫紋模様、花粉膜の厚さ	
	<i>Boldoa lanceolata</i> 他4種		
	<i>Colignonia acutifolia</i> 他3種		
	<i>Cryptocarpus pyriformis</i>		
	<i>Leucaster caniflorus</i>		
	<i>Paeoptilum spinosum</i>		
	<i>Ramisia brasiliensis</i>		
	<i>Reichenbachia hirsuta</i>		
	<i>Salpianthus macrodontus</i>		
Olacaceae ⁸²⁾	<i>Agonandra brasiliensis</i>		大きさ、彫紋模様
	<i>Aptandra lirusmoides</i>		
	<i>Cathedra caurensis</i>		
	<i>Chaunochiton angustifolium</i>		
	<i>Heisteria maytenoides</i>		
	<i>Schoepfia flexuosa</i>		
	<i>Ximenia americana</i>		
Onagraceae ⁸³⁾	<i>Camissonia cardiophylla</i>	大きさ、形、P/E、口数、溝の大きさ 花粉膜の厚さ	
	<i>Epilobium hirsutum</i> 他2種		
	<i>Ludwigia alternifolia</i> 他4種		
Plantaginaceae ⁹⁾	<i>Plantago asiatica</i> 他5種	大きさ、孔径、刺数/単位面積、口蓋の彫紋、 花粉膜の厚さ	
Polemoniaceae ⁸⁴⁾	<i>Allophyllum gilioides</i>	大きさ、形、口型、孔径、彫紋模様 花粉膜の厚さ	
	<i>Bonplandia geminiflora</i>		
	<i>Cantua querciflora</i>		
	<i>Cobaea scandens</i> 他2種		
	<i>Collomia debilis</i> 他2種		
	<i>Eriastrum densifolium</i>		
	<i>Gilia rigidula</i> 他4種		
	<i>Gymnosteris nudicaulis</i>		
	<i>Huthia coerulea</i>		
	<i>Ipomopsis multiflora</i> 他2種		
	<i>Langloisia punctata</i>		
	<i>Leptodactylon pungens</i>		
	<i>Linanthus nuttallii</i> 他5種		
	<i>Loeselia glandulosa</i> 他1種		
	<i>Microsteris gracilis</i>		
	<i>Navarretia atractylodes</i> 他3種		
	<i>Phlox paniculata</i> 他2種		
	<i>Polemonium foliosissimum</i> 他2種		
Polygalaceae ⁸⁵⁾	<i>Polygala alba</i> 他1種		大きさ、溝数
Restionaceae ⁶⁹⁾	<i>Calorophus gracillimus</i> 他1種		大きさ、口型、彫紋模様
	<i>Coleocarya gracilis</i>		
	<i>Hopkinsia anoectocolea</i>		
	<i>Hypolaena exsulca</i> 他3種		
	<i>Lepidobolus drapetocoleus</i>		
	<i>Leptocarpus brownii</i> 他1種		
	<i>Lepyrodia anarthria</i> 他4種		
	<i>Loxocarya cinerea</i>		
	<i>Lyginia barbata</i>		

科名	種名	識別条件
	<i>Meeboldina demarkica</i>	
	<i>Restio australis</i> 他 6 種	
	<i>Staberoha cernua</i>	
Theligonaceae ⁵⁹⁾	<i>Theligonum cynocrambe</i> 他 2 種	大きさ、孔数、花粉膜の厚さ
Typhaceae ^{2,7)}	<i>Typha latifolia</i> 他 4 種	大きさ、孔径、畝幅、網目数/単位面積、花粉膜の厚さ
Ulmaceae ⁸⁶⁾	<i>Ulmus glabra</i> 他 4 種	孔数、彫紋模様
Umbelliferae ⁸⁷⁾	<i>Klotzschia glaziovii</i> 他 2 種	大きさ、彫紋模様、花粉膜の厚さ

おわりに

花粉の人為的な形態分類にしたがって生葉中に含有される花粉からその生葉の基原を確認するのも花粉学 (palynology) のひとつの方向である。しかし指紋にも例えられる花粉の彫紋からは逆に植物の自然分類 (natural classification) に何らかの示唆を及ぼしても良いのではないと思われる。そして電子顕微鏡により花粉の詳細な観察を行った結果、植物分類学上の興味ある問題を花粉は提起してくれた。Praglowski⁵⁴⁾は *Haloragis* 属 (アリノトウグサ科) 81 種の花粉のうち *H.monosperma*, *H.racemosa* および *H.lucasi* の 3 種はその形態が他の *Haloragis* 属花粉とは著しく異り同科の *Loudonia* 属花粉の形態によく一致することを確認した。その結果これら 3 種を *Loudonia* 属中の亜属あるいは節として分類すべきであると報告した。1935年Johnstone⁸⁸⁾は *Tournefortia* 属 (ムラサキ科) のうち *T.argentea*, *T.gnaphalodes* および *T.sibirica* の 3 種を *Messerschmidia* 属として分類した。以来どちらの説もあるが Nowicke⁴⁸⁾は花粉形態からは両属の区別は容易であり、この 3 種は *Tournefortia* 属として分類すべきであることを示唆している。Nowicke⁸⁹⁾は Centrospermae (中心子目) 16 科 190 種の花粉の観察から Achatocarpaceae, Betaceae, Gyrostemonaceae および Theligonaceae の 4 科の花粉は他の 12 科の花粉とは形態的に異り、これらが中心子目として分類されるのは支持できないと報告した。また Skvarla⁹⁰⁾は *Nigella* 属 8 種の花粉膜を観察し、先に花粉膜の項で述べたように *N.integrifolia* 1 種を識別し得たが、この種を *Komaroffia* 属として分類し *K.integrifolia* とした。このように電子顕

微鏡を用いるようになってからは植物分類学に花粉の形態が占める割合は大きくなってきている。

花粉の帰属をする際に最も困難なもののひとつがキク科である。これについては Skvarla^{90,91)} Southworth⁹²⁾, Jones⁹³⁾ および Feuer⁹⁴⁾ がその形態研究に従事した。そして族あるいは亜族まで識別できてもそれ以上の識別は難しく、植物分類学的に分けられた関係を支持するという結論を得るのみであった。しかし Tomb⁷⁰⁾はキク科 11 属 19 種を種まで識別している。キク科植物を材料とする生葉は多いことから今後その方面への研究が待たれる。

Roland⁹⁵⁾は 4 集粒花粉の接合部を観察し、その部位で ektexine が切れ目なく癒合したものを calymmate tetrad と称しスイレン科がこれに属すると報告した。また接合部が bacula だけで結合しているものを acalymmate tetrad と称し Winteraceae, Oenotheraceae (アカバナ科) および Mimosaceae がこれに属すると報告している。4 集粒花粉の形態はこの他に Skvarla⁹⁶⁾, 瀧²⁾ および水野⁷⁾ により Typhaceae (ガマ科) が、Brown⁹⁷⁾ により Onagraceae が、Walker⁹⁸⁾ により Annonaceae が、水野³⁾ により Ericaceae (ツツジ科) が報告されている。さらに多くの 4 集粒花粉の観察がなされれば、接合部位の花粉膜の構造ならびに外部形態も花粉の識別の条件になると思われる。

以上のように生葉中に含有される花粉の形態を電子顕微鏡により観察すればその植物の種までの識別が十分に可能である。この結果その基原が確認でき、本方法は生葉の鑑別に応用できる。

要約

生薬の鑑別における花粉の形態観察の意義が要約されている。

電子顕微鏡により花粉の形、大きさ、口型、彫紋の微細構造等を観察すれば植物の種までの識別ができ、生薬の鑑別ができる。

文 献

- 1) 幾瀬マサ, 遺伝, 30, 11(1976).
- 2) 瀧 和子, 山崎 太, 水野瑞夫, 生薬, 30, 29(1976).
- 3) 水野瑞夫, 山崎 太, Rhododendrons, 5, 31(1976).
- 4) 瀧 和子, 山崎 太, 田中俊弘, 水野瑞夫, 花粉誌, 18, 49(1976).
- 5) 瀧 和子, 山崎 太, 水野瑞夫, 久保道德, 生薬, 30, 118(1976).
- 6) 瀧 和子, 山崎 太, 水野瑞夫, 久保道德, 生薬, 31, 145(1977).
- 7) M. Mizuno, F. Yamazaki and K. Taki, Jap. J. Palyn., 20, 1(1977).
- 8) M. Mizuno, F. Yamazaki and K. Taki, Shoyakugaku Zasshi, 32, 129(1978).
- 9) M. Mizuno, F. Yamazaki and T. Tanaka, Shoyakugaku Zasshi, 33, 88 (1979).
- 10) 幾瀬マサ, 佐橋紀男, 武田敏子, 生薬, 31, 121 (1977).
- 11) 幾瀬マサ, 佐橋紀男, 大倉陽子, 生薬, 33, 21(1979).
- 12) S. B. Newman, E. Borysko and M. J. Swerdlow, J. Res. National Bureau Standards, 43, 183(1949).
- 13) B. M. Afzelius, Bot. Notiser, 108, 138(1955).
- 14) B. M. Afzelius, Grana Palyn., 1, 22(1956).
- 15) K. Faegri, Bot. Rev., 22, 639(1956).
- 16) J. J. Skvarla, Science, 140, 173(1963).
- 17) J. J. Skvarla, Stain Technol., 43, 139(1968).
- 18) U. G. Johnson and K. R. Porter, J. Cell Biol., 38, 403(1968).
- 19) P. Echlin, Sci. Amer., 218, 80(1968).
- 20) J. Heslop-Harrison, Science, 161, 230(1968).
- 21) 島倉巳三郎, "日本植物の花粉形態", 大阪市立自然科学博物館, 大阪, 1973.
- 22) C. G. Bowers, Bull. Torrey Bot. Club, 57, 285(1930-31).
- 23) 幾瀬マサ, "日本植物の花粉", 広川書店, 東京, 1956.
- 24) G. Erdtman, "Pollen Morphology and Plant Taxonomy", Hafner Publishing Co., New York, 1971.
- 25) H. G. Ehrlich, Exptl. Cell Res., 15, 463(1958).
- 26) D. A. Larson and C. W. Lewis, Grana Palyn., 3, 21(1962).
- 27) J. Heslop-Harrison, Grana Palyn., 4, 7(1963).
- 28) J. Heslop-Harrison, Can. J. Bot., 46, 1185(1968).
- 29) J. J. Skvarla and D. A. Larson, Amer. J. Bot., 53, 1112(1966).
- 30) R. E. Angold, Rev. Palaeobot. Palynol., 3, 205(1967).
- 31) H. Godwin, P. Echlin and B. Chapman, Rev. Palaeobot. Palynol., 3, 181(1967).
- 32) J. E. Christensen, H. T. Horner, Jr. and N. R. Lersten, Amer. J. Bot., 59, 43(1972).

- 33) A. Dunbar, *Bot. Notiser*, 126, 277(1973).
- 34) H. T. Horner, Jr., *Amer. J. Bot.*, 64, 745(1977).
- 35) H. T. Horner, Jr. and C. B. Pearson, *Amer. J. Bot.*, 65, 293(1978).
- 36) M. Kumazawa, *Jpn. J. Bot.*, 8, 19(1936).
- 37) G. O. W. Kremp, "Morphological Encyclopedia of Palynology", The University of Arizona Press, 1968, p.249.
- 38) 瀧 和子, 山崎 太, 水野瑞夫, アーネイニルソン, *花粉誌*, 16, 3(1975).
- 39) J. Ueno, *Reports of Faculty of Science, Shizuoka University*, 1, 91(1966).
- 40) G. Erdtman, *Bot. Notiser*, 113, 285(1960).
- 41) 徳永重元, "花粉分析法入門", 丸善, 東京, 1972, p.76.
- 42) 中村 純, "花粉分析", 古今書院, 東京, 1973, p.51.
- 43) D. A. Larson, J. J. Skvarla and C. W. Levis, *Pollen et Spores*, 4, 233(1962).
- 44) S. I. Saad, *Pollen et Spores*, 5, 17(1963).
- 45) W. J. Kress, D. E. Stone and S. C. Sellers, *Amer. J. Bot.*, 65, 1064(1978).
- 46) J. J. Skvarla and J. R. Rowley, *Amer. J. Bot.*, 57, 519(1970).
- 47) 菅谷愛子, 幾瀬マサ, *花粉誌*, 6, 1(1970).
- 48) J. W. Nowicke and J. J. Skvarla, *Amer. J. Bot.*, 61, 1021(1974).
- 49) J. J. Skvarla and J. W. Nowicke, *Amer. J. Bot.*, 66, 162(1979).
- 50) J. W. Walker, *Amer. J. Bot.*, 61, 891(1974).
- 51) 幾瀬マサ, *植物研*, 30, 102(1955).
- 52) 塚田松雄, "花粉は語る", 岩波書店, 東京, 1974, p.14.
- 53) J. W. Nowicke and T. J. Luikart, *Grana*, 11, 145(1971).
- 54) J. Praglowski, *Grana*, 10, 159(1970).
- 55) J. Praglowski, *Pollen et Spores*, 15, 385(1973).
- 56) T. Van der Hammen, *Boletin Geologico*, 4, 2(1956).
- 57) O. S. Kuyl, J. Muller and H. T. Waterbolk, *Geologie en Mijnbouw*, 3, 16(1955).
- 58) D. D. Biesbour, *Grana*, 15, 19(1975).
- 59) C. C. Tseng, *Amer. J. Bot.*, 58, 505(1971).
- 60) C. C. Tseng, *Grana*, 13, 51(1973).
- 61) C. C. Tseng, *Amer. J. Bot.*, 61, 717(1974).
- 62) J. R. Shoup and C. C. Tseng, *Grana*, 16, 81(1977).
- 63) F. B. Sampson, *Grana*, 15, 153(1975).
- 64) M. Takeoka and E. Stix, *Grana Palyn.*, 4, 161(1963).
- 65) J. W. Nowicke and J. E. Ridgway, *Amer. J. Bot.*, 60, 584(1973).
- 66) S. S. Larsen, *Grana*, 14, 114 (1975).
- 67) M. Iwarsson, *Grana*, 16, 15(1977).
- 68) J. McNeill and C. W. Crompton, *Can. J. Bot.*, 56, 1280(1978).
- 69) P. G. Ladd, *Grana*, 16, 1(1977).

- 70) A. S. Tomb, D. A. Larson and J. J. Skvarla, *Amer. J. Bot.*, **61**, 486(1974).
- 71) 山崎 太, 西岡五夫, *生薬*, **34**, 259(1980).
- 72) G. Maury, J. Muller and B. Lugardon, *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **19**, 241 (1975).
- 73) S. Feuer and J. Kuijt, *Can. J. Bot.*, **56**, 2853(1978).
- 74) J. Schaeffer, *Blumea*, **20**, 65(1972).
- 75) F. Yamazaki, M. Mizuno and I. Nishioka, *Shoyakugaku Zasshi.*, **34**, 75(1980).
- 76) R. J. Gornall, *Can. J. Bot.*, **55**, 2622 (1977).
- 77) S. G. Aiken, *Can. J. Bot.*, **56**, 976 (1978).
- 78) G. L. Waanders, J. J. Skvarla and C. C. Pyle, *Pollen et Spores*, **10**, 14 (1968).
- 79) D. E. Stone, J. Reich and S. Whitfield, *Pollen et Spores*, **6**, 379(1964).
- 80) 山崎 太, 西岡五夫, *生薬*, **34**, 266(1980).
- 81) 山崎 太, 西岡五夫, *生薬*, **34**, 271(1980).
- 82) B. Maquire, J. J. Wurdack and Y. Huang, *Grana*, **14**, 26(1974).
- 83) J. J. Skvarla, P. H. Raven and J. Praglowski, *Amer. J. Bot.*, **62**, 6(1975).
- 84) T. N. Taylor and D. A. Levin, *Grana*, **15**, 91(1975).
- 85) D. A. Larson and J. J. Skvarla, *Pollen et Spores*, **3**, 21(1961).
- 86) J. Stockmarr, *Grana*, **14**, 103(1974).
- 87) J. R. Shoup and C. C. Tseng, *Amer. J. Bot.*, **64**, 461(1977).
- 88) I. M. Johnstone, *J. Arnold Arbor.*, **16**, 1(1935).
- 89) J. W. Nowicke, *Grana*, **15**, 51(1975).
- 90) J. J. Skvarla and D. A. Larson, *Grana Palyn.*, **6**, 210(1965).
- 91) J. J. Skvarla and B. L. Turner, *Amer. J. Bot.*, **56**, 418 (1969).
- 92) D. Southworth, *Grana Palyn.*, **6**, 324(1965).
- 93) S. B. Jones, *Bull. Torrey Bot. Club*, **97**, 325(1970).
- 94) S. Feuer and A. S. Tomb, *Amer. J. Bot.*, **64**, 230(1977).
- 95) F. Roland, *Grana*, **11**, 41(1971).
- 96) J. J. Skvarla and D. A. Larson, *Science*, **140**, 173(1963).
- 97) C. A. Brown, *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **3**, 163(1967).
- 98) J. W. Walker, *Contriv. Gray Herb. Harvard*, **202**, 1(1971).

Summary

Significance of observation of pollen configurations on discrimination of crude drugs is summarized.

It was noted that the observation of shape, scale, porus type, fine structure of pattern and so on of the pollen grains by the electron microscope made possible to discriminate even the species of the plant. It would be, therefore, possible to discriminate the crude drugs by using these above mentioned factors.

☆ 校正は必ず期日までに速達で返送して下さい

初校・再校を著者に送る時には、必ず返送到着期日を明記した通知書を入れてある。それでも、これを無視して期日までに速達で返送してこない著者がいる。第26号は年末を控えて、賀状などのため多忙な印刷屋に予定を示して校正を渡すことにしていた。この印刷屋は土曜と日曜が休日である。返送期日は金曜にしておいた。速達ならば午前中に配達される。ハシラを記入して印刷屋に連絡すれば夕方には取りに行くことになっていた。それなのに期日に速達で返送してこない著者がいた。そのため、この計画は失敗した。木原先生などの再校は12月10日にはきていた。たった1人の著者のため大変に迷惑である。

指定した期日には私は外出・出勤などすべて休んで速達を待っている。もしも大学で教授会や会議があつて出てしまうと我家には留守番がいないことが多い。また書留や郵便料金不足などの郵便物は留守をしていると自動的に持ちかえってしまう。校了した校正を送る時には必ず重量をはかって切手を貼ってほしいものである。これら持ち帰られた郵便物は夜に静岡中央局に電話して翌日在宅して捺印・支払をして受けるという二重手間がかかり、少なくとも1日は入手が遅れる。

私は妻と二人なので各自の用事があると当然外出して留守になる。こんな時に花粉学会事務局を大学に移したらと思うことがある。しかし事実はきびしいのである。大学事務局としては余計な事務は取り扱わない。また私は毎日、大学へ出勤する訳でもない。そしてあと数年で今の大学は定年退職する。大学に学会事務局をおくのは無理である。学会事務局としては学会員が数名いる大学が望ましい。

著者が校正のくるのを待ちながら、出張や留守をすることもあると思う。その時は誰かに校達を依頼してほしい。もしも適任者がいなければ、その旨手紙で知らせて、ゲラを事務局に返送してほしい。事務局で校正をすることもできるからである。

毎年、毎号の校正返却の期日は、なるべく都合のつく限り外出・出勤を取りやめて、ゲラの帰ってくるのを待っている。それでもゲラがとどかないとガッカリする。そして今後は返送期日に遅れたゲラはそのままにして印刷屋に渡さねばなるまいかと考えている。

是非とも校正は期日までに速達で返送してほしい。(上野)。