

花粉のゆくえ

徳永重元

花粉の見わけ方 (その1)

5 見方のもとになる考え

前号の2回目には 花粉分析の意義とその方法について説明した。この号では 花粉や胞子をどういうことに基づいて鑑定してゆくのか そのもとになっている考えを説明してみよう。前にあげたエルドマン (Erdtman) ウッドハウス (Wodehouse) などという人たちは 自分でたくさんの現生植物の花粉をしらべ それらの中から基本的な形をまとめ これを整理している。そしてできあがったものが 形態分類・半自然分類・自然分類のどの表現を用いてあるにせよ 彼らの取りあげた要素は同じものである。それでは ここにそれら花粉の見どころともいべきものを述べることにしよう。

1例を人体にとれば からだについての測定の要素は 体重・身長・胸囲その他であることはいままでもない。それと同じように 花粉を鑑定する場合でもごく概括的な要素から さらに細かい部分の要素へ見てゆくということが大切である。化石を専門家にみてもらおうとそれが破片であってもその種類をピタリとあてるといふことがある。驚くやら感心するやらで 私にもこうした経験はよくあるのだが そこには一概に「名人芸」などといって片付けられないものが含まれている。

その人の頭の中にはその化石にみられる鑑定要素が記

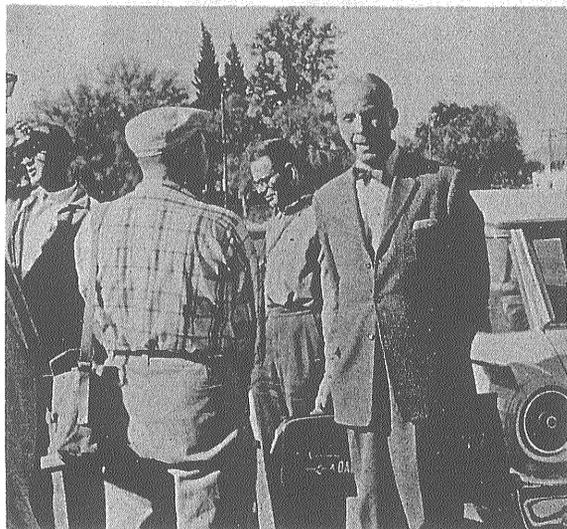
憶の中から浮かび上がってきて その特徴の順序をつかんで結論がでるのである。それではこうした要素を順序立てて頭の中から引き出して見たらどうか、私はこう考えて花粉鑑定要素を1枚のホールソートカードに表わしてみたところ あとで説明するようにそれは「誰でも化石を機械的に索引し鑑定することができる」ということに一歩近づいたという結果が得られた。さて花粉の形態上の特徴を大から小へと順に並べてみることにしよう。

6 花粉の形態上の特徴は何か

以下に述べる要点は 私が世界の多くの著名な研究者たち たとえば ドイツのホトニエ (Potonié) フルーク (Pflug) クルッチ (Krutze) スウェーデンのエルドマン (Erdtman) デンマークのフェグリ (Faegri) ノルウェーのイヴァーセン (Iversesch) ソ連のナウモヴァ (Naumova) などの論文を参考にしてまとめてみたものである。まだその中には多少整理しきれぬ部分があるのは否定しないが この程度のことが花粉の見方となっていることがわかっていただければ幸いである。

〔一次の要素〕

- I 粒形……Ia 花粉粒の集合状態 (assemblage)
- Ib 花粉粒の外形 (form or shape)
- Ic 花粉粒の大きさ (size)



エルドマン (G. Erdtman) 博士 (右はし)



ホトニエ (R. Potonie) 博士 (中央横向きの白髪の人) とフルーク (H. Pflug) 博士 (向かって右側左手に本をかかえている)

〔二次の要素〕

- II 花粉管孔と溝 (pore & furrow)
 - IIa 花粉管孔および溝の配列 (arrangement)
 - IIb 花粉管孔および溝の数 (number)
 - IIc 管孔の構造 (structure)
 - IId 管孔の大きさ (size)

〔三次の要素〕

- III 花粉膜 (membrane)
 - IIIa 花粉膜の構造 (structure)
 - IIIb 花粉膜の厚さ (thickness)

〔付随要素〕

- IV 透明度 (transparent)
- V その他

以上が要素の概略だが さらに詳しくみるためには電子顕微鏡による観察も行なわれている。しかしそれは私たちの鑑定の限度を越えるものなのでここでは取り上げないことにする。

一次の要素

花粉を顕微鏡でみた場合 きれいなうちはどれも同じようにみえてしまう。また花粉化石が珪藻や他の微生物と共存している場合も どれが花粉なのか判断に迷うことがある。そうした場合の判定は この花粉の見方を一とおりに学べばわかることだが 一応それに先立って要点だけを述べておこう。『花粉は 15~200 μ の大きさで 球または楕円体。だいたい対称的な形を示しているものにはいくつかの花粉管の孔があり時にはこれに溝も伴う。花粉膜は1~3重 その表面に種々の模様がある。胞子はふくらみをおびた三角形 また扁豆状 管孔はみられず溝のあるもの または三稜

石のようにY形をした条のあるものなどがある』以上の説明は不完全だが、まずまとめるとこのようになる。

Ia 粒の集合状態

花粉の集合状態は前に述べたように その生成にあたって偶数分裂する性質に関連があり 1コ以外の場合は2・4・8・多数と偶数のものが集合している。集合状態をまとめると次のようなものとなる(第1図参照)。

単粒(1コ)〔monad〕A

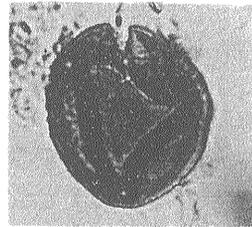
- { 無翼—非常に多くの潤葉樹
- { 有翼—おもにマツ科
- { 有縁—ツガ

複粒(2~4コ)

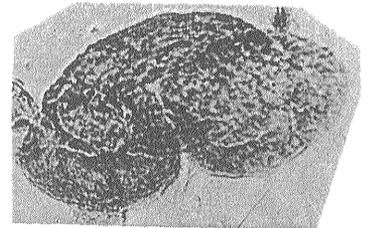
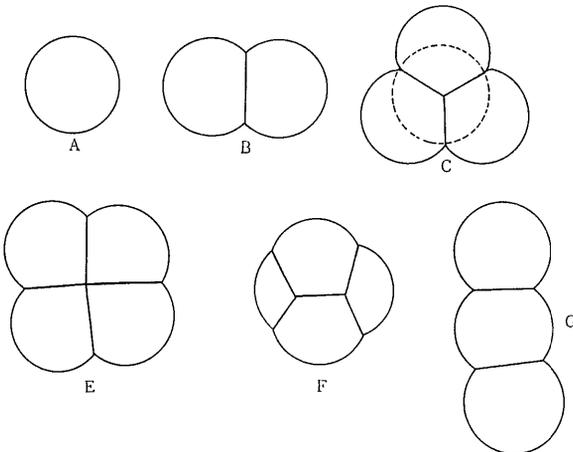
- { 2集粒〔dyad〕 B ホロムイソウ他
- { 4集粒〔tetrad〕 C 正4面形 D レンゲツツジ他
- { E 十字形 D ポーポー他
- { F 正方形 E ガマ他
- { G 菱形 F ガマ他
- { H 線形 G ガマ他

多集粒〔polyad〕

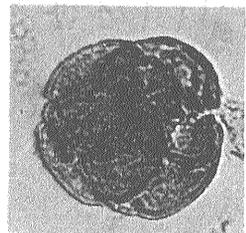
- { 花粉塊〔pollinia〕—カガイモ他
 - { 花粉小塊〔massula〕—オニノヤガラ他
- (以上 幾瀬 1956 による)



← 単粒



↑ 有翼粒



4 集粒

第 1 図 粒 集 合 状 態 模 型 図

| Erdtman (1954) | | | 幾瀬(1956) | Pflug (1953) | | |
|----------------------|---------|---------|---------------|--------------|---------|------------|
| | P/E | 100×P/E | | P/E | 100×P/E | |
| Peroblate | < 1/4 | < 50 | 逆扁平体形 | < 1/4 | < 20 | Ruge |
| Oblate | 1/4-1/2 | 50-75 | 扁平体形 | > 1/4 | > 20 | elliptisch |
| Suboblate | 1/2-3/4 | 75-88 | 稍扁球形 |) |) | äquatorial |
| Spheroidal | 3/4-1 | 88-114 | Subspheroidal | | |) |
| 1. Oblate Spheroidal | 1/2-3/4 | 88-100 | | 扁球形 | < 1/2 | |
| Peroblate Spheroidal | 3/4-1 | 100-114 | 長球状形 | 1/2 | 100 | elliptisch |
| 2. Subprolate | 1/2-3/4 | 114-133 | 稍長球形 | > 1/2 | > 100 | |
| 3. Prolate | 3/4-1 | 133-200 | 長球形 | < 3/4 | < 500 |) |
| 4. Perprolate | 1/2 > | > 200 | 過長球形 | > 3/4 | > 500 | |

第 1 表
形態分類表

| 植 物 名 | I | | | II | | | III | | |
|--------------------|--------------|------------------------|---------|------------|--------------|---------------------|-----|-------------|------|
| | Ia | Ib | Ic | IIa | IIb | IIc | IId | IIIa | IIIb |
| <i>Myrica Cale</i> | 単 粒 (無 翼) | やいふくら んだ三角 (極 観) | 23±×27± | 赤 道 線 土 | 孔 3~4 溝 0 | Atrium -aspidote | 1μ | 3 層 粗・網状 | 1μ± |

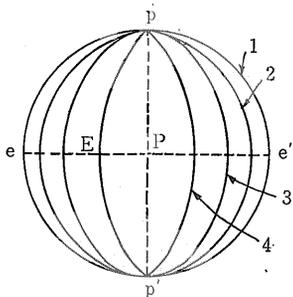
第 2 表 形態分類例

要素の記号は本文参照

こうして整理してみると複粒や多集粒の形を示すのはシヤクナゲ科をのぞけば 俗にいう草本類に属するものが非常に多いことがわかる。またこうした形の表わし方にも専門的な言葉が多く用いられているので そのうち重要なものだけは 以後順々にあげていくようにしたい。

Ib 外形

次に花粉粒の外形を見ることにしよう。その形は円またはだ円と一口にいっても それでは互いに区別がつかねる。それで粒の大きさをはかって その値によって形を表現しようということになる。第2図は花粉粒の外形を模式的に示したものだが 測定するのはEとPの長さである。この測定に基づいて エルトマンは第1表に示したような区分を行なった。それでその術語を見れば だいたいどんな形のだ円形をしているかわかるだろう。花粉は極から見た場合と 赤道面や側面からみた場合とは 異なる形を示すものがあるのはちょうど私たちがラグビーのボールを見るのと同じことである。次にこうした数値をもってする区別でなく 外形全体を模式化して名称を与えることも行なわれ フルーク(ドイツ) トーマス・ファン・デア ハンメン



第 2 図
赤道面から見た花粉粒のスケッチ (Erdtman 1954 から)
p: 極 (Pole)
P: 両極間の長さ (p-p')
E: 赤道面における長さ (e-e')

(Thomas van der Hammen) (コロンビア) などの例があるが ここでは省くことにする。

Ic 大きさ

花粉の中には 外形は似ていても大きさに差のあるものが多い。単粒の花粉では一番小さいものでは 3μ (1μ = 1/1000 mm) 一番大きいものは 1mm (1000μ) にも達するが しかし私たちが対象として扱うものは 15~200μ の間に大体おさまる。もちろん1つの属の中でも粒に多少の大小はあるが カバノキ (Betula) のようにその値によって種間の区別ができるものもある。現生植物の花粉のうちで 私たちに関係の深いものをあげれば第2表のようになる。粒全体の外形と大きさについて一応の見方がすんだがこれでは非常に大きな群別しかできない。次に属の単位でその特徴をとらえるためさらに細かく見てゆくことになる。

二次の要素

II 花粉管孔と溝

花粉には花粉管の出る孔 (germinal pore) がみられるが あるものはその場所にさらに溝 (furrow) のあるものもあり また孔はなく溝だけのものもある。またこれら両者とも見られないものがあり この4形式以外の組み合わせはない。"管孔と溝の配列様式"こそは属の単位における分類の最も重要な基準といえよう。

前に述べたフェグリとイヴァーセンらはこれらのことを基準として 第3図に示した分類を行なった。この分類名称はそのまま形態で分類した場合の属名に用いられている。

例: Tricolpate-3 溝粒-Tricolpopollenites (形態属名)

IIa 花粉管孔および溝の配列

第3図で見られるように管孔と溝との組み合わせはいろいろあるが そのおもなものをここではあげて見よう。

- 花粉管孔が赤道線上に配列 ハンノキ (Alnus) ケヤキ (Zelkova) ニレ (Ulmus) その他
- 花粉管孔が赤道線と半球に配列 クルミ (Juglans) その他
- 花粉管孔が赤道線の上に配列 サワグルミ (Pterocarya) その他
- 溝のみが赤道線に配列 コナラ (Quercus) その他
- 溝と花粉管孔が赤道線に配列 ウルシ (Rhus) その他

これらの手がかりによって 各々の配列形式の中にどのような種類が含まれているかは 後に検索表によって示すことにする。

IIb 花粉管孔および溝の数

花粉管孔の数は 0, 1, 3~4~6~8 多数といういろいろあり その各々には多くの種類が含まれているがこの数を手がかりにしてもある程度の区別を見出すことができる。 各々について 2, 3 の例をあげて見よう。

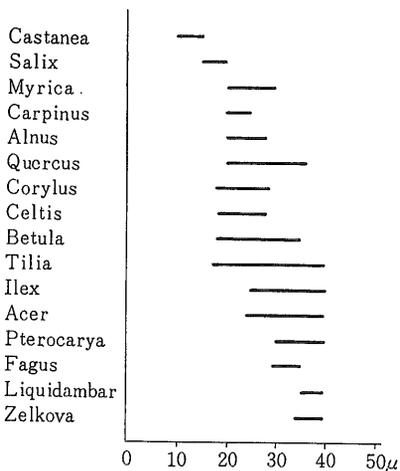
- 0……ミクリ (Potamogeton) ポプラ (Populus)
- 1……セコイア (Sequoia) 水松 (Glyptostrobus)
- 3……ヤマモモ (Myrica) カバノキ (Betula)
- 4~6……ハンノキ (Alnus)
- 多 数……フウ (Liquidambar)

溝と孔とが共存しているものでは同じ組み合わせである。

- 3……クルミ (Castanea)
- 4~6……アカテツ科 (Sapotaceae)

溝のみがある時にも同様の組み合わせがある。

- 3……ナラ (Quercus) ヤナギ (Salix) スズカケ (Platanus)
- 4~6……トネリコ (Fraxinus)



第2表 樹木種花粉の大きさ

多数……Surracenia

IIc 管孔の構造

以上のべた管孔の配列の他に 管孔の構造も大切な区別の要素となる。 管孔の形は第4図と第5図の構造とが組み合せて 第6図のような表現を示すことが用いられている。 第6図のような管孔を Atrium-Anulus 組み合わせという。

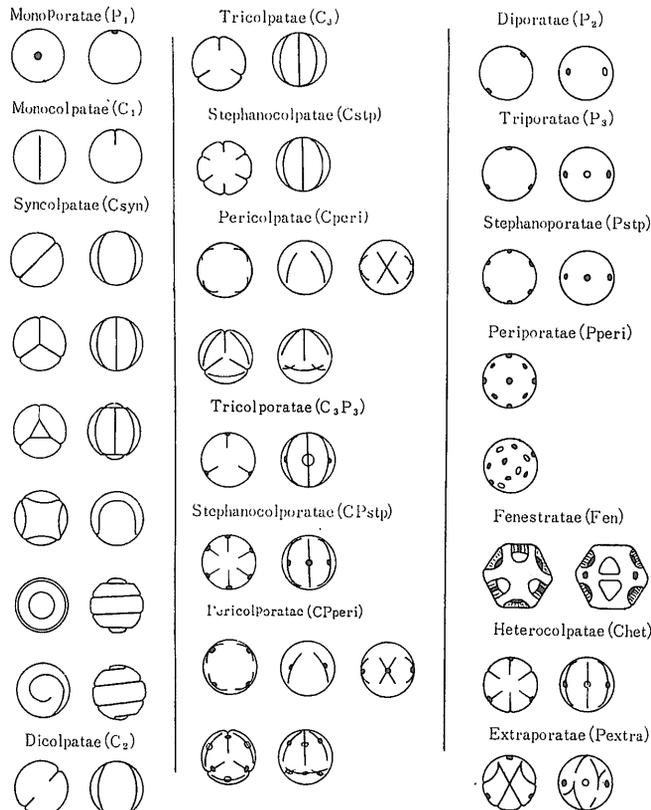
IIId 管孔の大きさ

管孔の大きさはその花粉を記載する場合 分類の補助的役割りをする。 管孔は普通円形またはだ円形で大きさも2~3μであるが 中には5μ (例えば Pterocarya) などもある。

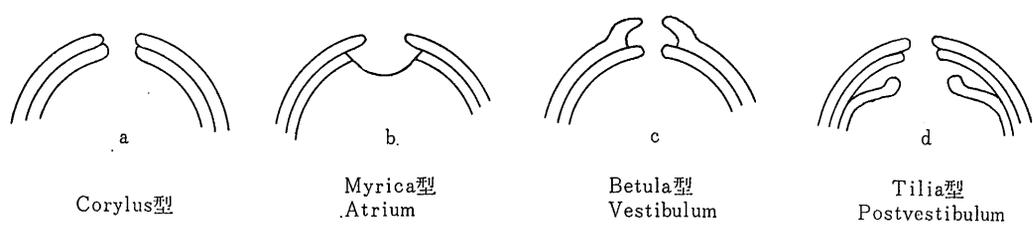
三 次 の 要 素

IIIa 花粉膜の構造

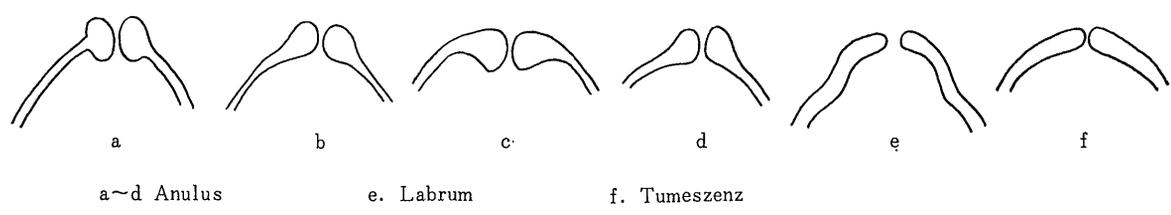
花粉を詳しくみると粒の外壁は第2~3層からなっている。 これを模式的に描くと第7図ようになる。 この外壁の一番外側にはいろいろな突起物 (ornamentation) があり これらの形態がまた鑑定の手がかりとなる。 花粉を断面によって図示して見ると 第8図のようになるが これを少し見方を変えて詳しく見ると第



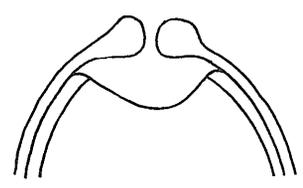
第3図 花粉分類図 (K. Faegr1 & J. Iversen, 1950)



第 4 図 花粉管孔の断面 (Pflug 1953)



第 5 図 花粉管孔外皮の構造 (pflug 1653)



第 6 図
管孔組み合わせ
Atrium-Labrum

9図に示したようになる。しかし いずれにしてもその花粉の外壁のもようを記載するには いろいろな術語が使われていて 図の下にあげたものこの点から重要なものである。こうした花粉断面を見ずに 表面に顕微鏡の焦点を合わせると 第8図の下に描いたように見える。こうした表面模様についても またいろいろ表現されているが ここでは省くことにする。

IIIb 花粉膜の厚さ

花粉外壁の厚さは種類によって多少異なっている。Larix のような単粒無翼型の針葉樹花粉は 1μ 程度の厚さを示し Ulmus の類は 3μ 位の厚さを示すものがある。一概にはいえないが 樹木種の花粉は 厚手の感じがあり 草本類のものは薄いということは事実である。

以上粒の形・花粉管孔・外壁などについてどういう形態があるかを述べたが その他種類によっては 下記の要素も参考となる。

〔付随要素〕

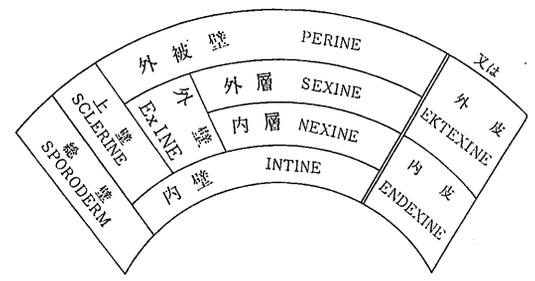
IV 透明度

粒を顕微鏡で見ると外壁またはその内部の物理的要素で その粒が透明や不透明に見えることがある。この点は種類によって特徴のあるものがわかっており 鑑定に利用できる。

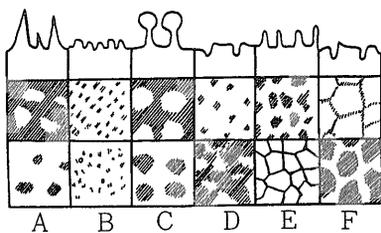
V その他

上に述べたようなおもな要素のほかに ある種の花粉に独特な形態上の特徴があり たとえば Alnus 花粉の花粉管孔から管孔へとつながって 堤のようになって見える肥厚部 (Arcus) 有翼花粉 Pinus の本体の上部にみられる冠部 (Crest) などいろいろある。これらをいちいち説明する訳にはゆかないが 次号以下に述べる各論の中で少し取り上げることにしよう。さてここに 1例としてヤチヤナギ (Myrica Gale) を取り上げてみよう。この花粉を上記述べた要素について観察してみると第1表のようになる。このように現生植物の花粉は形によってまとめてゆくことができる。しかし 私たちが地質学の立場から これを利用するというになると はじめはその植物の名前はわからずここにあげた Ia・Ib・Ic……IIIa・IIIbというような要素を調べてその後植物名が何であるということ鑑定することになる。

このように明りように鑑定できれば問題はないわけだが I~IIIの間の要素が不明りようであったり 植物のうちには非常に似ている要素を示すものも多いので ここにむずかしい点があるのは事実である。



第 7 図 花粉外壁の模式図 (幾瀬 1956, Erdtman 1954. Pflug 1953 による)



第8図 花粉外壁模様 (Erdtman 1953)

- | | |
|---------------|------------------------|
| A. echinate | D. scrobiculate |
| B. granulate | E. reticulate |
| C. piliferous | F. negative reticulate |

それならばどうしたら良いのだろうか？

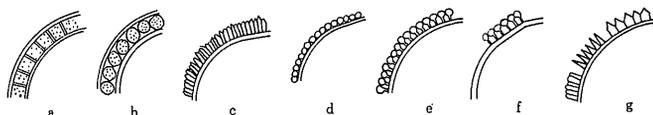
結局は現生植物の花粉の形態をたくさん研究し その特徴をよく理解し 整理し 形態上から見た検索表を利用して鑑定するのが一番正当な方法といえよう。

こうしたことに利用される花粉検索表はいくつか発表されている。たとえば ポイク (Hans-Jürgen Beug 1961) ウッドハウス (1935) フェグリとイヴァーセン (1950) など各自研究した範囲で検索表を発表している。しかし私たちが注意しなくてはならないのは これらの中には わが国で全く自生していない種類を多く含んでいることがあり またわが国で重要な属がぬけていたりする。私はこうしたことを調べたので その欠点を補いこの講座の中で実用的な検索表をまとめて後述する予定である。そしてわが国における化石種に密接に関係のある種類をまず知らなければならないという考えから現生植物の花粉をその自然分類によって 次号から解説してゆくことにした。前に述べたように花粉化石の鑑定においては 第3紀後期以後の地層から出たものは現生植物の花粉に同定することが可能であるという結論が出ていて これは先頃行なわれた世界花粉学会議でも認められたところである。

最後に この章をまとめるにあたって参照した文献を示しておこう。ここにあげたのは形態の基本的な問題を取り扱ったものばかりである。

(筆者は燃料部石炭課)

Hans-Jürgen Beug: 1961, Leitfaden der Pollenbestimmung (G. Gustav Fischer)
 G. Erdtman: 1954, An introduction to pollen analysis (A. Chronica Botanica)
 G. Erdtman: 1952, Pollen and spore morphology and plant taxonomy I (S. Almqvist Wiksell)
 G. Erdtman: 1957, Pollen and spore morphology and plant taxonomy II (S. Almqvist Wiksell)
 K. Faegri & J. Iversen: 1950, Text-book of modern pollen analysis (D. Ejnar Munksgard)
 幾瀬まさ: 1956, 日本植物の花粉 (J. 広川書店)
 W. Krutzsch: 1959, Einige neue Formgattungen und-Arten von Sporen und Pollen aus der mittel europäischen Oberkreide und dem Tertiär (G. Palaeontographica Bd 105 B)
 I. M. Pokrovskaja: 1950, Analyse Pollinique (in Russian)



- | | |
|-----------------|------------|
| a intrabaculat | e gemmat |
| b intragranulat | f clavate |
| c baculat | g echinate |
| d verrucate | |

第9図 花粉外壁の付属物 (Pflug 1953)

(U. Moscow)

P. W. Thomson & H. Pflug: 1953, Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs (G. Palaeontographica Bd 94 B)
 R. P. Wodehouse: 1935, Pollen grain (A. Mc Graw-Hill)

(略字 A:アメリカ D:デンマーク G:ドイツ J:日本

S:スウェーデン U:ソ連)

・・・地質調査所の出版物・・・

○地質調査所月報 (第13巻 第7号)

報 文

島津光夫・河内洋佑: 山形県東田川郡朝日村砂川付近の地質および含ウラン礫岩について

林昇一郎・五十嵐俊雄: 群馬県勢多地区の放射能調査

浜地忠男: 新潟県北蒲原郡中条町の含ウランノジュールについて

林昇一郎・丸山修司: 長野県西筑摩郡下の放射能調査

佐藤良昭・星野一男・須貝貫二: 岡山県真庭郡八束村付近の地質および放射能強度

浜地忠男・坂巻幸雄: 愛媛県宇和島地区のマンガン鉱床に伴うウランについて

概 報

秋田県阿仁田町付近の放射能強度について

岩手県和歌地区の放射能強度 第1報

筑豊炭田田川地区の古第三紀層放射能強度調査

資 料

地殻の発達とその過程における交代作用の意味について

○地質調査所月報 (第13巻 第8号)

報 文

早川正巳・森喜義: 松川地熱地帯における地震探査

中条 純輔: 東京海谷の音波探査

松下 敏夫: 帯水層の常数とその測定についての考察

鎌田 清吉: 爆発孔を利用した表層地質について

～深部物理探査研究 第9報～

広渡文利・竹田英夫: 栃木県加蘇・飛駒および菱村地域のマンガン鉱床 ～珪酸マンガ 第5報～

概 報

Potassium-Argon Ages of Granitic Rocks from the Kitakami Highlands (K. Shibata & J.A. Miller)

Potassium-Argon Ages of Granitic Rocks from the Outer Zone of Kyushu, Japan (J.A. Miller, K. Shibata & Y. Kawachi)

Potassium-Argon Ages of Granitic Rocks from the Outer Zone of Kyushu, Japan (J.A. Miller, K. Shibata & Y. Kawachi)

Potassium-Argon Ages of Granitic Rocks from the Outer Zone of Kyushu, Japan (J.A. Miller, K. Shibata & Y. Kawachi)

Potassium-Argon Ages of Granitic Rocks from the Outer Zone of Kyushu, Japan (J.A. Miller, K. Shibata & Y. Kawachi)

高知県斗賀野盆地の電気探査略報