

花粉学の現状とその問題点

その3 —花粉学の研究手法の発展—

徳 永 重 元 (元所員 現パリノ・サーヴェイ株式会社)
Shigemoto TOKUNAGA

これまで花粉学と地質学や花粉学と社会一般に関連することの一部をのべて来たが この両者の間にあってもまだいろいろ研究すべき点がある。

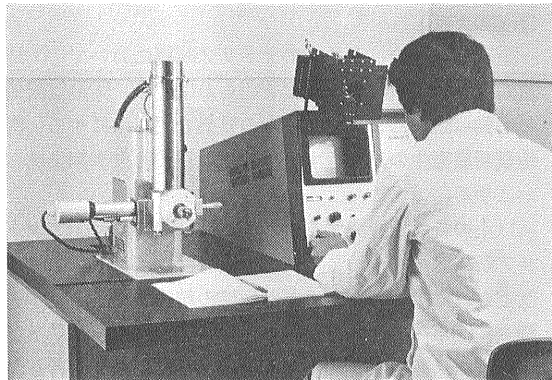
花粉学というものが あまりにも間口が広いため 個々の問題ということになると 私も知識不足を痛感する。この中において 別の見方として花粉学が進む道は 最近の進歩した機器のために著しく広がったといえよう。

以下にそのいくつかを取上げてみよう。

1. 電子顕微鏡による観察

今から10年以上も前 私達が花粉の構造とくに表面の外膜 (exine) をくわしく見るために用いたのは 主としてレプリカ法 (面上に金属膜を作り 表面の凹凸を膜にうつしとる方法) であった。又外国の研究論文では まれに花粉切片を電子顕微鏡で観察するといった研究があり 内膜 (intine) の構造や普通の光学的顕微鏡ではみられない柱状構造 (columellae) の拡大などの解明に大いに貢献した。とくに花粉のもつスポロポレニンという “高分子脂質” の存在がどの部分にあるのか その物質が非常に抵抗力があるために 花粉が植物の種属の生命持続に大きな役割を果しているといわれる丈に意義があった。

しかし近年走査型電子顕微鏡 (SEM) が進歩するにつれ花粉の表面の細部にわたる立体観が正確に把握することができ 走査線の映像は年々鮮かなものを我々にみせてくれるようになった。今日では花粉のモノグラフに



走査型電子顕微鏡 (明石アルファナイン) による花粉観察

SEM による写真のついでにあるものは非常に多い。

この技法や観察の目的とするところは より細部などを見たいという単純な興味や その一部にみられる発芽機構にむけられたものもある。

農業方面では花粉の X線蛍光分析により 微量元素の植物体内における挙動を探っている。

2. 植物化石による地質年代測定

先にのべたように化石を鑑定し その種類および群集等の内容から古生態の判定あるいは 地質時代や層位の決定等が行われて来た。それは今後もグローバルな規模に拡大発展してゆくことであろう。

それと共に地質年代を数字的にとらえてゆくということにも関心がますます深まってゆくという傾向にある。化石以外鉱物を利用する方法は既知のものが多くが 化石を利用するという段になると意外に少ないのである。ここに云う “化石を利用する” ということは 化石の個体そのものの構成物を素材として研究するというのである。

例えば軟体動物の貝類については 早くから殻のコラーゲン・アミノ酸含量 微量元素の構成・殻の電頭による構造とくに形成の過程の考察などが研究されている。

又頭足類オーソラックスが 酸素同位体 O^{16} , O^{17} , O^{18} 等の相互の比による古水温の推定に使われていたり サングの構成層の数によりその生長日数が計算されたりしている。

しかし植物化石となると これも極めて限られている。手許にある文献集をみても 研究対象が葉・種子その他微化石でも種類の鑑定が主となっている。材化石となるとアセチルブロマイド処理などが工夫され 材の中に残っているセルローズとリグニン等の内容や 残存するホロセルローズの構成比から堆積時の温度環境との関連をしらべる研究はある。

その他に現在最も多くの事例のあるのは 材の木質部や炭質物さらに貝殻等を用いての C^{14} による年代測定であり 前2者は植物化石を使つての年代測定である。

ここで以下に述べるのはこれらと視野を
ことにする分野で 化石の物理的性質のあ
るものを用いて解析の展開を試みる方法で
ある。

化石は通常色が残っていないが しかし
第四紀の新しいものになると介殻の外表面の
色があるものも見られる。 また私が聴講
した例によれば コノドント(微化石)の色
によって地質時代が判定できる(米国テキ
サス州の学会にて)こともある。

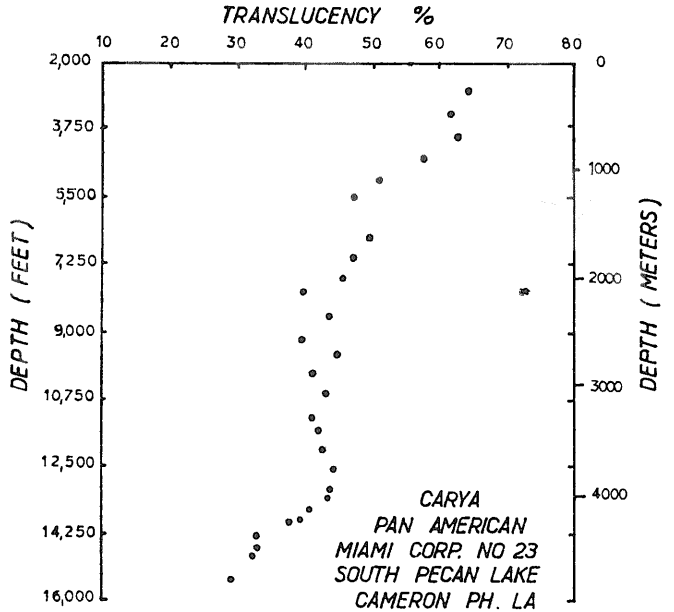
3. 花粉の色について

現生植物の花粉の色は 多少の差はあっ
ても 大半は淡黄色それも透明に近いもの
である。 とくに外膜のうすいものは草本
類に多く 黄色のやや濃いものは針葉樹や
外皮(exine)の厚いものに限られる。 胞
子は全般的に色がこい。

しかしこれらが地層中に埋れ 地質時代
を経ると 地中のフミン酸その他有機物を
吸収して次第に色が濃くなってゆく。 第
四紀から古生代まで地層中の花粉・胞子化石を追ってゆ
くと 色の変化だけ把握しても時代の推定は不可能ではな
い。

そしてやがて石炭層の中にあるもののように石炭化し
た黒色のものも見られる。 しかし地層中のものは同時
代であっても必ずしも黒化していないし 時代の若い地
層の中でも火成岩の進入や火成岩体の近くの岩石中のも
のは黒化している。

その花粉の色を幾つかの程度(grade)にわけ ダイア
ゼネシスのパラメーターとして使うことは 化石による

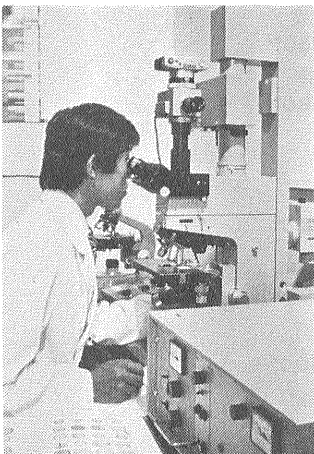


花粉の透過率と深度との関係
Carya: カリヤグルミ花粉を用う (Grayson 1973)

新しい見方を示すものである。 私はかねてこの点に
注目し米大陸における地質変動の少ない試料について
テキサスにおいて学ぶ機会をえた。

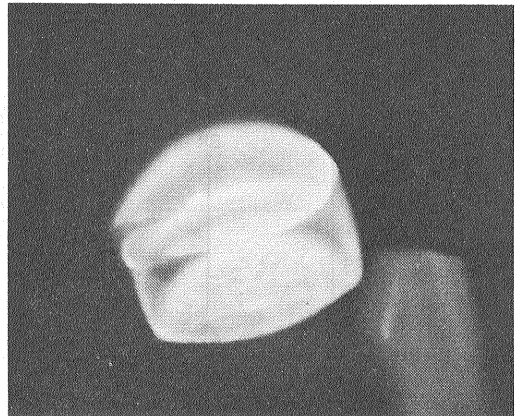
色を区分する場合の 視覚表現の個人差は その化石
の光透過率を測定し併用することで避けられる。

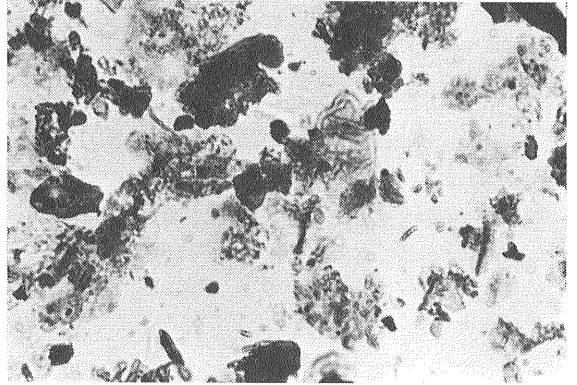
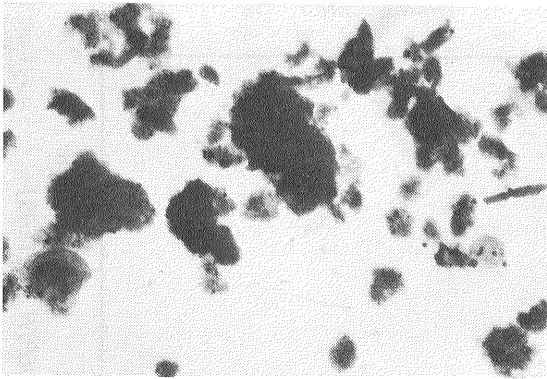
我国における地熱調査における 潜在地熱による岩石
の変質は野外調査による方法 あるいはゼオライト等鉱
物に注目した研究の成果で知られているが この花粉化
石を利用することは興味あることである。



蛍光顕微鏡での観察

マツ花粉の蛍光





ケロジエンのタイプ
 左：腐泥質 (sapropelic)
 右：植物質および炭質物 (herbaceous, coaly matter)

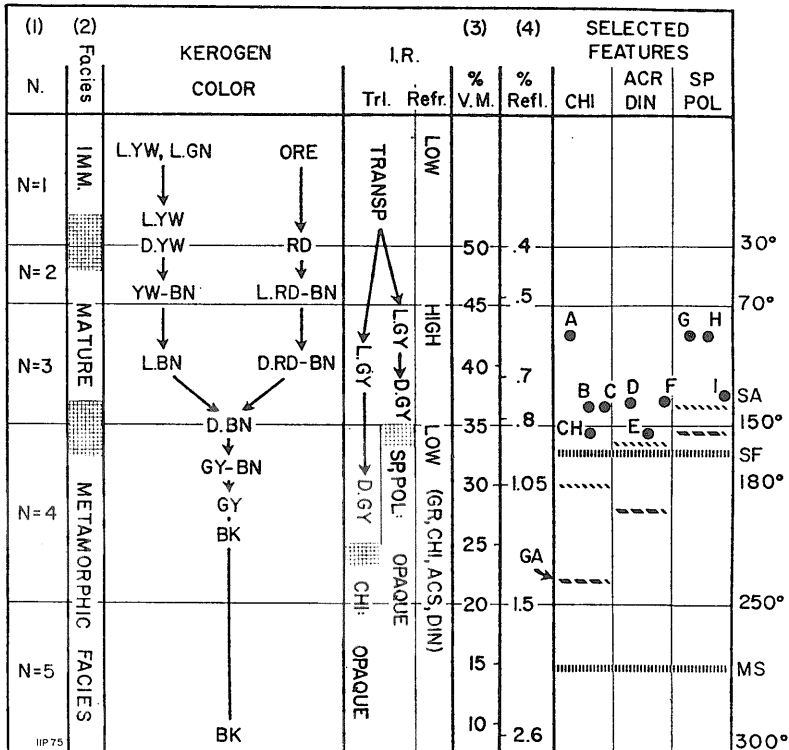
4. 花粉の螢光について

すでにのべたように1956年ソ連のアンモゾフは 石炭が 短波長の光によってルミネッセンスを発することを発表している。

以後石炭とそこに含まれている螢光 (fluorescence) 発光物質については研究がすすみ すでに最近では石炭

の研磨面による螢光の観察と成因論とのむすびつきが地質調査所燃料部石炭課の業績として発表されている。このように螢光を発する物質は何であろうか。

それらを古植物学的にみる時は 花粉・孢子・植物組織およびその分解物等である。 研磨面でみるときは断



ケロジエンとしての花粉の色と関連要素 (CRAMER 1976)

N: CORREIA による段階区分

色: ORE オレンジ YW 黄 BN 褐 BK 黒 GY 灰 RD 赤 I.R.: 赤外線下の特性

Trl: 光透過率 CHI, ACR, DIN: 微化石 Refr: 屈折率 SP, POL: 花粉孢子 VM: 揮発分

Refl: 反射率

面であることが多く 従って花粉の種類を判定するのはむずかしいが これを酸・アルカリ等で溶解すればそれらが抽出できる。

花粉の蛍光は分光すればいくつかに別れ それらを分光光度計でグラフにとってみると 5,000Å から 8,000Å までの集合であることがわかるが そのうちでも波長の短い方すなわち青色域にそのピークがあるもの また赤色域にピークのあるものなど花粉の種類によって異なっている。

さらに面白いことは 一度標本に短波長の光線をあてさらに30分後に再びあてると 蛍光の強さが低下するもの、同じもの、さらに強くなるものなどが花粉によって異なることである。その傾向は花粉の表面にあるスポロポレニンの性質によるものとされているが むしろこの性質を組合せて応用面に利用するよう体系づけたのはオランダのハイゼル博士 (Pieter van Gijzel) である。

博士の研究はベルギーの盆地におけるもので 中生代から第四紀に亘る地層中の花粉化石 (ある特定のもの) の蛍光の強さが 時代の新旧と関連していることを明らかにした。この研究がきっかけとなって 米国における石油形成についての理論が展開したのであった。

5. 有機物熟成度を知る方法

有機物熟成度 (organic maturity) の判定という言葉は今日では燃料資源とくに石油開発関連の分野では周知のこととなっている。すなわち地層中に含まれている有機物が石油形成可能の条件にあてはまるほど熟成しているかどうか各種の手法をもって調べることである。

手段としては有機化学は勿論各種の機器が使われているが その中に Visual Kerogen (可視ケロジエン) を追究する分野がある。

ケロジエンとは有機溶剤にとけぬ物質で その中でも光学顕微鏡の下で捕捉することのできる可視のものをいう。それらは花粉・胞子・植物組織それに微動物化石に他ならない。

古花粉学として これは第3の面とも云うべき分野である。第1は 種類の鑑定を中心とする定性的な面。第2は 花粉のもつ物理性を把える面 第3は端的に云えば石油形成の素材の1つとして定量的な把え方である。

試料を塩酸や弗化水素酸で溶解し 残渣を各種分散剤でよく分離してみると そこには炭質物・花粉や胞子・植物細胞組織・腐泥質等がえられる。

それらの構成の割合から 石油形成の可能性を評価するのであって 花粉・胞子は植物質 (herbaceous) の重要な一員として取扱われる。

これと同時にそれらの花粉・胞子の色が時代の新旧を示すだけでなく その試料がうけた古地温の表示としてよみとれる。

例えばある試料の中に見られる花粉の色が黄色から褐色までとすると 世界の各所における研究および我国における実例等から 経験的に石油熟成度 (maturity) は充分であるとされる。もし褐色よりさらに色が濃い場合は metamorphic facies (熟成過度) ということになり ガスの賦存が推定されることもあり 色がうすければ immature (不充分) ということになる。

このように花粉を観察している者にとっては より正確に自然物からのデータがよみ取れるように努力し さらに見方をかえて新しい考え方を生み出してゆかねばならない。

過去33年に亘る古花粉学の歩みをふりかえてみると この先どのように研究が展開されてゆくが楽しみである。第4 第5の面が見出され 未だ知られざる花粉の本質が把握され 科学ばかりでなく資源の開発にもさらに応用される気がしてならない。

単に古花粉学という一分野でもこの展開があり 花粉学という大分野では到底私などでは予測がつかない。この5月世界空中花粉学の大会がカナダであり さらに大きく花粉学は広がることであろう。

参 考 文 献

- 1973 Gijzel, P. : Polychromatic UV-Fluorescence microphotometry of fresh and fossil substances. Colloq. Intern. Pétrograph. matière organique sédiment p.67-89
- 1973 J.F. Grayson : Relationship of palynomorph transparency to carbon and hydrocarbons in clastic sediments, 同上 p.261-273
- 1976 F.H. Cramer : Palynological determination of organic maturity, Congr, Inter Geoquim Organic, Madrid. p.891-899