

花粉学の現状とその問題点

その1 —花粉学の現状—

徳永重元(元所員)
Shigemoto TOKUNAGA

花粉を対象とする科学的分野を示す 花粉学 (Palynology) という言葉は 最近 日常の新聞紙上あるいはテレビなどにも載るようになって来た。しかし私が花粉の化石を手掛けた昭和24年 (1949) 頃には 我国ではこの分野は全く知られていなかったのである。当時私は地質調査所において 古生物関係の海外文献を調べていた際 花粉化石についての論文を見つけた。地層の中に花粉化石が保存されているという 単にその珍しさから私は花粉学の道にふみこんだのである。そして今日花粉学全体の隆盛をみるとき 誠に感慨深いものを覚える。

その花粉学がどう発展し またどのように私達の生活にかかわりあいを持つに至ったのか その概況をたどることにしたい。

1. 歴史的回顧

花粉がいつ人類によって注目されるようになったのか。

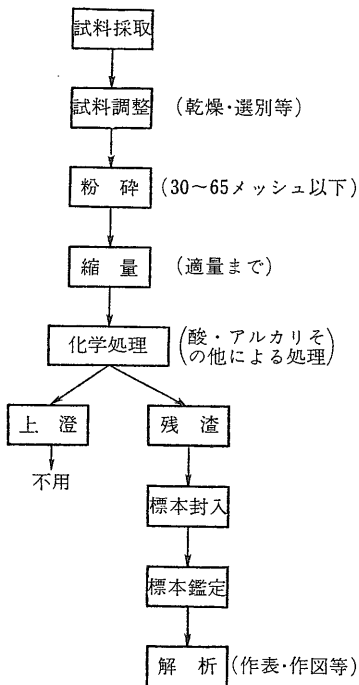
それは現在知られている遺物による他はない。よくあげられている例としては アツシリア後期文化 (紀元前800年代) の石壁の浮彫りの中に 花粉の受粉作業をしているのがあり 当時の人々が花粉によりさらに実りのある収穫をえようとしていた姿がのこっている。その当時すでに人々は花粉の存在はおろか これを利用することも知っていたということになる。

その後自然科学の発達とともに人々が実際に花粉をみるようになった。それは顕微鏡が発明され 初期のフック (HOOKE) マルピギー (MALPIGHI) らが作ったものから次第によいものが利用されるようになったからである。その頃の花粉のスケッチなどがのこっている。

しかし近代花粉学の発展に大きな足跡をのこした人としてウエデハウス (WODEHOUSE) の名があげられよう。彼の著書 “Pollen grain” (1935) は 花粉の形態・花粉の生理的作用など全般的な広い見識をもってまとめてあり 空中を飛ぶ花粉のもたらす花粉病 (hayfever) にま



アツシリア時代のレリーフ
(花粉受粉作業のもよう) (Stanley・Linskens
1974より)



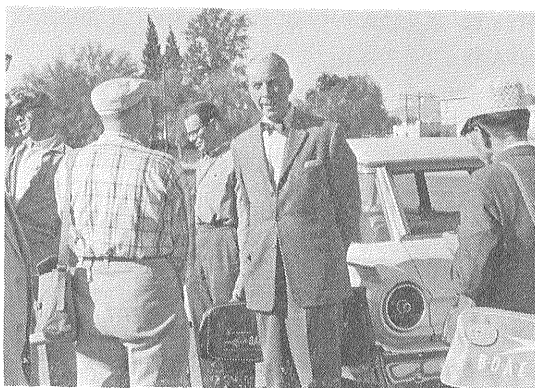
花粉分析法の1例

でふれている。こうして花粉そのものの興味から花粉の飛ぶことにまで関心がむけられて来た。

飛び散った花粉は地上におちる そのうち僅かのものが受粉—受精という役目を果し 他の何千何万というものは空しく地上に落ちてしまうのである。しかし“空しく地上に落ちたもの”を再びよみがえらせたのは 北欧の花粉研究者達ラーゲルハイム(LAGERHEIM) レナート フォン ポスト(LENNART VON POST)らであった。

北欧の地には広く泥炭が分布しているので 人々の生活圏自体泥炭地の上にあるといってもよい。その泥炭の利用と開発という見地から それらの組成や層の成り立ちが研究されていた。その際泥炭層の中には 多くの花粉や胞子の化石が含まれており 層別にそれらの構成に変化のあることがわかった。いくつかの氷期あるいは間氷期における花粉の構成の変化は 層を対比する上に非常に役立った。そしてその泥炭から花粉・胞子化石を取出すという手法(花粉分析法 Pollen analysis)が確立し エルドマン(ERDTMAN)等の有名な学者がさらに発展させ 今日に至っている。

北欧はこのように古花粉学発祥の地であるが 現世植物を対象とした花粉学はむしろ中欧において根づいていたといえる。フランスにおける自然科学の伝統ある中



第1回国際花粉学会における
エルドマン博士(中央こちら向)
神保博士(向って右 向こうむき) 1964.5

で 現在自然史博物館を中心とする花粉の研究は その基礎的な面での評価は高く 現在でもヴァン カンポ(VAN CAMPO) 女史にうけつがれている。

1900年代になって欧州の花粉の研究は アメリカ大陸に伝わり 急速に応用の面で華をひらくことになった。1つは空中花粉分布の研究であり 他は花粉層序学(Pollen stratigraphy)である。

花粉化石群の種類およびその含まれ方によって 地質時代の判定や地層の対比(同一層かどうかの判定)ばかりでなく 最近では花粉化石の色や蛍光の性質など物理的手法を利用する段階にきている。欧州で立てられた諸法則・諸理論が米大陸で実用化されるというパターンを取っているが 以下地質に関連ある分野についてふれてみよう。

前にのべたような花粉を いかによく堆積物から取出すかという手法 すなわち花粉分析法の実際は やがてドイツやソ連にもたらされ ルール・ザール・ドンパスなどの炭田で石炭を対象とした調査・研究に発展した。

莫大な石炭資源をもつドイツでは 早くから石炭に関する石炭組織学の研究があったが それに加えて古生代の石炭より 肉眼でもみえる程の大形の胞子化石が出るに及んで 炭層区別にこの胞子化石の構成が使えるのではないかと考えおよんだのは当然のことである。これらは見事な化石図版となって Palaeontographica という雑誌にのっている。第二次大戦後 我国と同じように極度の社会機構の破壊をうけ 隣国にも主要炭田をゆずったドイツは 自国内でエネルギー資源を探ることになった。そして今迄重要視されていなかったライン川沿岸の褐炭田における大規模な開発が行われるようになった。その際いわゆる花粉化石による層序(地層判定)

が行われ 古生代より一気に第三紀のものに应用研究の主体が移ったのである。

これと同じように後年北海油田が開発されたとき 英国とドイツの花粉学者が協力し 英国における資源開発会社が大いに成果を上げたということである。

1900年半ばより 花粉化石の応用面は米大陸において発展をみることになる。その理由としては 石油資源探査において対象地が従来のように 必ずしも海成層の分布地のみと限らず 大陸棚地域を含めて海成・陸成両相が相半ばする堆積盆地の辺縁部を狙うようになったことであった。その結果 海棲微化石のみに頼ることなく 海成・陸成両相に含まれている (空から降るので岩相には関係なし) 花粉・胞子化石によって解析に役立つ有効なデータがえられるということになった。

こうして応用面における最も力強い背景である石油資源開発に花粉学が応用されるに及んでさらに発展して来たのである。最近私は北米の石油開発会社を数ヶ所訪れる機会があったが いずれも数名ないし十数名の花粉専門の研究者が働いているのをみてこのことが裏付けられた。

1900年の後半すなわち過去10年間に 化石を対象とす

る花粉学の分野において新しい面に関しての発展が行われた。それは単に化石の種類の鑑定というのではなく 花粉化石のもつ特性 とくにその物理的性質に注目したものであった。例えば花粉を含め一般に生物体に波長の短い光 (4000Å 前後) をあてれば蛍光 (fluorescens) が出ることは知られているが その方法を化石にまで適用したわけである。

石炭の中に含まれている生物源の物質については ソ連のアムゾフ (AMMOSSOV) がこの性質を指摘 (1956) しているが 化石の新旧とその変化にむすびつけたのは欧州の諸学者 とくにオランダのハイゼル (PETER VAN GIJZEL) である。彼はベルギー盆地を中心とする地域でこの研究をまとめ 化石の蛍光の変化と地層の新旧をむすびつけることに成功した。その結果ある特定の種の花粉化石の蛍光の強さと構成を知れば その試料の時代の新旧がわかるのである。現在彼は米国の石油開発会社において この方法により成果を上げている。

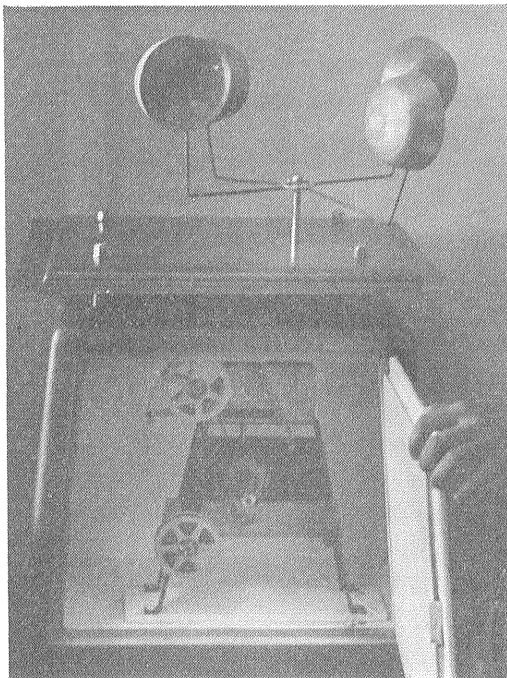
もう1つの画期的なことは 花粉の色の問題が取り上げられたことである。古い時代の地層中に含まれている花粉や胞子の化石は色が濃く 第四紀の地層中のものは色がうすく 現生植物の花粉の色は半透明のものが多く、こうした事実をふまえて 古地温が変化したら色はどうなってゆくかということを追及し 石油が熟成するのに好適な古地温をうけた地層中の化石の色はどうかという研究にまで発展した。今日では花粉の色調の変化は 石油形成条件を考える上では なくてはならぬ要素の1つとなっている。化石で色・蛍光・変質等を追求するといった例はきわめて少く わずかにコノドントの色において知られているにすぎない。

花粉学の本命である花粉の植物学的な面は 当然深くくわしく追求されつつある。しかしとくに植物の受精という重要な課題に直接関連ある問題については私の専門ではないので他にゆずることにしたい。

なお花粉の運動にからむ有名な話としては 花粉の原形質内における粒子の動きから ブラウン (BROUN) が水中における細粒子の運動機構としてのブラウン運動を提示したことがあげられる。

花粉や胞子の表面が いかにか強い物質でできているか 驚くほかはない。例えば何億年もの昔の岩石の中に胞子状物体が発見されたり 古生代の石炭の中から見事な胞子化石が残っているなどからして より新しい地層中のものはいうまでもなくさらに原形をとどめている。

岩石を酸やアルカリでとかし化石をとり出すと ほとんどのものは可撓性を示し膨らむ。硝酸や弗化水素酸に作用させても その表面は何等の影響はみられない。



花粉捕集器の1種 (インドにて)

このような粒の表面にある強い物質は sporopollenin とよばれ 高分子脂質といわれているが 複雑な物質であり最近でも研究がつけられている。

このように強い花粉や孢子が樹木や草の花から空中に飛び散った場合 人間の呼吸と共に口腔より吸いこまれ その坑原性物質により反応がおき いわゆるアレルギーの現象がおこる。この研究の歴史はふるく 前にのべたように アメリカ大陸における花粉の季節的分布の調査 また最近では我国でも全国の季節的花粉分布図も作成された。しかしその発病の予防 原因等についての研究はまだ完成というわけではなく 今後さらにこうした自然界とのかかわりあいや 人工的な公害問題をもふくめて 全世界的に空中生物学 (Aerobiology) という大きな視野の下に研究が進展している。昨年暮にはその学会の幹事であり また世界的な花粉雑誌の編集者である スウェーデンのニルソン (S. Nilsson) 博士が来日した。

2. 花粉学の分野

前章では花粉学を年代を追ってのべて来たが この章では花粉学の横へのひろがり 即ち領域の内容にふれてみよう。

研究者によって花粉学の内容の区分はことなるが 大要次のようにいわれている。

- geopalynology—花粉・孢子化石に関すること
- aeropalynology—空中にとぶ諸物質に関すること
- iatropalynology—花粉病に関する医学的分野
- pharmacopalynology—薬用花粉・孢子に関すること
- melitopalynology—蜂蜜中の花粉その他に関するもの
- Copropalynology—糞石中の花粉に関するもの

この他にも対象があるかもしれないが 大体以上の範囲に入る (主として対象による分類)。

geopalynology は palaeopalynology ともいわれ 要するに花粉・孢子化石に関するすべての研究を含む。この分野の時代的変遷は前にのべたが パリノロジーの中で最も目ざましい進歩をとげた分野である。研究の手段としての花粉分析法も 改良と考察の下に進歩し 以前炭質物のみを分析の対象としていたものが 現在ではむしろ岩石の方によりよい化石が含まれていることがわかり 容易に取出せるようになった。また化石の観察の段階においても 光学機器の改善と精度向上でますます解析の精度が増しつつある。

aeropalynology と **iatropalynology** は共に近年ますます関心の高まってきた領域で 皮肉な見方からいえば花粉病なくしてはこの分野の発展はなかつたのである。我国でのこの方面の研究は 終戦後米軍兵士の中に起ったアレルギーの原因をつかむために花粉の研究が指示され そのために東邦大学を中心としての花粉形態の研究がはじまったのが 今日我国の花粉学の重要な基礎となった。

pharmacopalynology は花粉や孢子を薬として認める分野である。現在でも花粉粒が薬用でなく食用として売出されているのを見ることがあるが 古来植物の受精に関係するもの すなわち生の源であるということから当然貴重品扱いされて来たことであろう。

melitopalynology に至っては さらに私達の身近なものとなる。普段食用にしている蜂蜜の中には 蜂が花から運んで来た蜜と それについてきた花粉も入っている筈である。ところが食用に供する段階で夾雑物は混入してはならないという規定で 濾過するため我国のものはほとんど蜜中の花粉はみられない。ところが外国の蜂蜜の中にはいろいろな花粉が入っていることがある。このように蜂蜜と花粉の関係は 主として養蜂の盛んな国々 例えばスイスなどでよい研究がなされており 美しい花粉図譜なども刊行されている。

Copropalynology はこれと反対に糞の中に入っている花粉や孢子の化石を研究する分野である。動物や古人類が排泄した糞は 乾燥した環境や静かに成層が行われた場合往々に保存されることがある。私がみた例では アメリカ アリゾナにおける古インディアンの糞石はあまりにも生々しく閉口したことがある。我国でも福井県鳥浜遺跡の例が研究されている。

次に研究の場で分類したらどうなるだろうか (主として研究の場による分類)。

marine palynology (海洋花粉学) は海洋において ソフトおよびハードの堆積物を花粉分析することによって地質的なデータをえようとするものであって 海底地質図の作成 海底岩盤の地質的データの取得などに役立っている。各国で協力して行われている深海底ボーリング DSDP (深海掘きくプロジェクト) などの報告の中に 試料の花分析の結果がのっているのを頻々にみることができる。

地球をはなれ スペースシャトルの飛ぶ空間から他の天体のことまで この花粉学の話はひろがってゆく **Space palynology** (宇宙花粉学) ともいえるこの分野はすでに宇宙科学の進歩によって 未知のものから既知のものになりつつある地球以外の天体のことに関連している。宇宙花粉学の主対象は 地球上におちて来た炭素質隕石 (コンドライト) である。私はかつてアリゾナ大学において このコンドライトの花粉学的研究についての報告をきいたことがある。

フランスのオルゴイユに落ちた炭素質隕石を花粉分析したところが 白亜紀の花粉と共に 胞子状物体を認めることが出来たとナジ (NAGY) 博士はのべていた。付着していたのは現生植物の花粉・白亜紀の胞子・胞子状物質等であったので 他の天体の炭素からなるコンドライトは 地球が白亜紀の時代におち現在に至っているという。現在他の天体から降ったコンドライトについては 無機成因説が宇宙科学の研究がすすむにつれて有力となっている。

Archaeo-palynology は遺跡における過去の環境を復元するとき 花粉や胞子の化石から 当時繁茂していた植物を知り さらにそれからわかる古気候の問題などを考察するもので 農耕の開始の起源にからんで イネの



遺跡における花粉分析用試料のサンプリング (朝霞遺跡)

花粉の存在などが注目されている。

そのためにイネ科の花粉の電子顕微鏡を用いての形態研究などがすすめられた。イネ科の花粉はすべて単口 (monolete) の形をしているので その粒の表面の模様や口の形態など 電顕による観察が行われている。

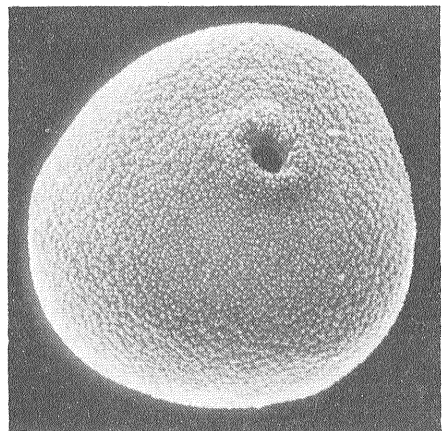
このように花粉学というと自然科学の広い分野に関連するので 1人の者がすべての知識をもつというは大変なことである。外国においては「花粉学」という体系の下に学び このような総合的な観点から眺めることのできる環境があるとときが 我国ではそれぞれの専門の中で花粉学のことを学ぶ (例えば地質学の中で花粉化石を研究の対象とする) という態勢にあるので 各々のテーマについて学界別の一覧表を示しておいた。

3. 花粉学の将来の展望

上述した花粉学のすすんで来た道のうち 最近においての大きな変化は 定性的な研究 (花粉・胞子化石の鑑定とそれに基づく考察) と共に 定量的な研究 (花粉のもつ物理的な諸性質) も平行して発展して来たことである。元来化石については 種類の鑑定の他に化石そのものの微細構造の研究や有機・無機成分の分析等があり いずれにしても分析機器の発達のため可能となったものである。

すでに今迄述べてきたように 花粉学の研究対象の展開に伴って解析に必要な基礎的なデータ不足という面が生じて来ていることも事実である。

例えば「花粉が地層中にあるという事実」が珍らしがられた時期 「花粉の種類」に興味をもたれた時期 そして「花粉が役に立つ」時期にすすむにつれ「花粉過信



イネ (*Oryza japonica*) の走査型電子顕微鏡写真 (×4000)

