

宇宙と海洋の花粉学

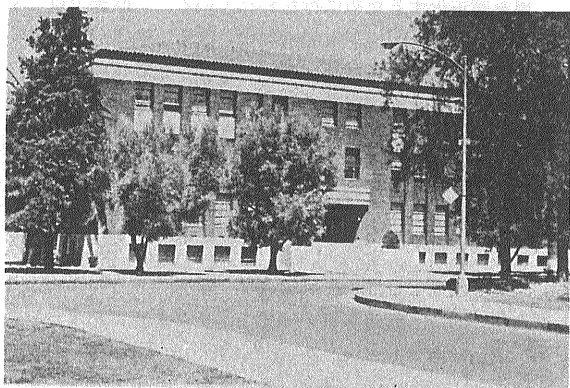
徳永重元

この古植物学講座の最終回に当って とくに微生物学の分野における現在から将来への発展の道すぢに興味あるものと考えられている宇宙と海洋の花粉学についてふれてみることにした この2つの道は非常に魅力的な話題を提供してくれるとともに また未知のものを多く含んでいる

1. 宇宙の花粉学

宇宙についての科学的知識は年と共に急速に積み重なり 昨日の予想が今日の事実の姿となって現われていることすら珍しい 月の表面の科学的資料その他が具体的にえられる 今日 宇宙の他の天体に生物がいるか またいないのか 宇宙における生物の存否を花粉学的に論じようとするのが この宇宙花粉学(Space palynology)である。こうした生物の存否について現在 生物学者・生化学者・地球化学者の間でかなりの意見の相異がみられている「他の天体に生物はいない」とする意見では 地球上に現在見られるいわゆる“炭素質隕石”(carbonaceous meteorite)は無機的に形成されたものであり また現在までにすでに明らかになっている人工衛星による資料においてすら生物体の存在を確認することができないではないかというのである。 他方他の天体に生物が存在するのでないかという考えは SFの小説はさておいても やはりわれわれにとって非常に興味のあるテーマである。 花粉学者の立場からこの問題に取り組んでいる人々を紹介しながら この話題を取り上げてみよう。

1961年米国のアリゾナで開かれた第1回国際花粉学会



第1回 国際花粉学会の開かれたアリゾナ大学地質学教室

の席上ナジ博士(B. Nagy 現在カリフォルニア大学)は TVを通じて 隕石の中から見出された胞子状物体の存在を報告した。 この時この講演を聞いた人々の中にも果たしてそのようなものが隕石中にあるのか もしあったとしても後の汚染によって付着したものでなからうか という疑いを持った人々も少なくなかったと思う 私もその1人で ひいき目にはみたいのだが それにしてもやはり半信半疑であったことは否定できない。ところがTVを通じて見せられたものは 明らかに胞子と考えられる物体であるし またその後今日に至る7年間にこうした生物体に関する研究について注目していたところ 最近ますますこれに関する論文が目につくようになった。 さらに“宇宙生物”なるものの写真も多数出て来たので ここに紹介することを思い立った。

しかし私自身は実際に未だ隕石の花粉分析を行なったことはないので 存在論をうのみにしているわけではないことをお断りしておこう。

隕石にもいろいろの種類がある そのうち炭質物が含まれているとみなされるものは 炭素質隕石・コンドライト(condorite)とよばれている このものの形成について 鉱物合成専門の学者によれば 低温・還元環境等で形成されたものと考えられている。 宇宙花粉学の焦点はまずこのコンドライトにあてられた。

2. コンドライトについて

地球以外からの物質として われわれが見ることのできる隕石の仲間には いくつかの種類がある。 隕鉄は主としてFeからなり Fe 90.78% Ni 8.59% Co 0.67%が おもな成分といわれているが 内部の断面を酸で腐蝕させると縞模様が現われ それがFe-Niの合金の相平衡を示す現象であるとされている。 このような現象を示すことについて 隕鉄は摂氏数百度になったあと2~10℃/百万年 すなわち百万年ごとにこの程度で冷却したのだという説がウッド(Wood)やゴールドシュミット博士らによって提唱されている。

また石鉄隕石はFe-Ni合金と珪酸塩鉱物とをほぼ同量含んでおり そのものは由来したものと天体の表面層とマントルの境付近のサンプルであるといわれている。

表1 炭素質コンドライトについての諸説

説明すべきこと	Lovering (1957, 58) Ringwood(1959, 66)	Urey(1656, 57, 58)	Mason(1960, 61)	Eich, Goles & Anders(1960)	Wood(1958, 62, 63) Anders(1963, 64)	Urey(1964, 66)
コンドラールの成因	還元は脱水反応→ 中心部でH ₂ O, CO ₂ の発生→火山活動 →噴出物の冷却	衝突時に表面層が 破片となってから 低温で凝集	脱水反応による 再結晶 (固相のまま)	中心での還元によ ってガス噴出(S ₂ , SiS) → 火山噴 出物の急冷	星雲中で凝集前す でに粒子として凝 結	固体球の衝突で粒 子となりその際衝 突エネルギーで瞬 間的に急冷
コンドライトのグ ループインク	還元の種類	還元の種類 衝突破砕後再び 凝集	—	還元の種類	初期の非平衡 小惑星に凝集後に 衝突したものはFe 逸散しグループに 分れる	衝突時の酸化 逸散の種類
コンドライトの急冷	噴出時	衝突時	—	母体の表面層故	ガス逸散による急 冷	衝突後急冷
炭素質コンドライト の低温	始源物質のまま	—	融点以上の時期な し	母体の最表面層故	コンドライトと H ₂ Oの反応	コンドライトと H ₂ Oの反応

注：コンドラールとは粒状をしめす現象（島津康男「地球の進化」表Ⅲ-7より抜粋 1967）

石質隕石は主として珪酸塩と輝石とからなり Fe-Niの合金相は0~25% FeS(トロイライト)を5~6%含むという。

さて問題のコンドライトは直径1mmぐらいの丸い粒の集合してできたもので 質は基質も粒も共に橄欖石と輝石を主とするものである。このコンドライトの中でも非常に特長のあるのが炭素質コンドライト(carbonaceous chondrite)である。地球化学者の研究によると それは中に有機物や OH を含む鉱物をもつのが特長で S, H₂O, C等もみとめられる その成因について諸説あり表1に島津康男博士のまとめられたものを掲げておいた。これを見てもわかるように 少なくともこの隕石は 高温の状態において生成されたものでないことがたしかなようである。そうするとその中に生物体に類似する物体が含まれている可能性はきわめて濃いということになるが この地球上における先カンブリア紀の地層中からも 最近胞子あるいは花粉状の物質が続々発見されつつあるので このよなものを見くらべても 形の上ではさほど差がないように思われる。

3. 隕石中の胞子

後に掲げた文献にあるように 隕石に関連のある生物体についての研究はかなり見られるようになった。

大部分のサンプルはフランスのオルゴイユ (Orgueil) で1864年に発見されたもので 地球上において見出された19個の炭素質隕石のうちの1つである。これは現在ニューヨークの自然史博物館と ワシントンの自然科学博物館に所蔵されている。

スタブリン博士(F.L. Staplin, Imperial Oil Co.Canada)による研究では まずこれを細かく碎き弗化水素・硝酸

・塩素酸カリで処理し その残渣について顕微鏡下で観察が行なわれた。その結果 その残渣の中に写真で示した単細胞の藻類のようなものが認められ これにカエレスティテス (Caelestites sexangulatus) とクラウシスフェラ (Clausisphaera fissa) と命名された こうした物の存在は前にのべたように後からの付着という点についてさらに詳しく調べられた結果 このものの他に白亜紀の胞子と現生植物の花粉が付着していた。こうした事実からこの隕石は白亜紀に地球上に落下し 白亜紀の堆積層中に埋れ さらに発見される時に現在の植物の花粉がついたという考えが打ち出されている。

また同じくオルゴイユの隕石はナジ博士によっても研究され この隕石の中の微構造が研究されている。これにはマイクロアナライザーを使って鉱物成分が明らかにされている。その結果をみると鉄・マグネシウムの珪酸塩を主とし 塩酸その他でとけないものは炭素質であることが明らかになっている。

またウルトラマイクロ・スペクトロメーターや電子顕微鏡によるこの隕石の超薄片の観察も行なわれており その結果 この隕石の中に生物体が確実に存在しそれが天体固有のものであるかどうかは断言できぬにしても事実として認められている。

こうして唯一の手掛りであるコンドライトを中心としてすすめられている宇宙の花粉は 資料の蓄積とともに宇宙地質学(Space geology)の一分野としてなり立っていくものと思われる。ことに最近先カンブリア紀層における胞子あるいは花粉型の発見と共に 地球の歴史の上での生物の起源ということにも 人々の興味はむけ

MARINE PALYNOLOGY

Special issue of **Marine Geology** (volume 4, no. 6)

edited by A. A. MANTEN

200 pages, 46 illus., 2 colour plates, 11 tables, 65s., US\$9.00, Dfl. 32.50

One of the things which the Second International Conference on Palynology revealed, was the rapid expansion which marine palynological research has undergone in recent years. This was the main stimulus to organize this special issue of *Marine Geology*.

Spore and pollen analysis of samples taken from marine sediments is the only universal method through which these sediments can be correlated with sediments that are found on the surrounding land. For the palynologist, historical geologist, palaeoecologist and palaeoclimatologist, the greatest value of marine palynology lies, moreover, in the unique chance to obtain a relatively continuous record of major vegetational and climatic changes over a considerable span of time.

Not only the prospects but also the present-day problems in the palynological investigation of marine deposits are thoroughly discussed, in particular that of the common occurrence of reworked pollen grains and spores.

CONTENTS: Editorial: Marine palynology in progress (A. A. Manten, Utrecht, The Netherlands). Marine palynology: possibilities, limitations, problems (J. J. Groot, Newark, Del., U.S.A. and C. R. Groot, Palisades, N.Y., U.S.A.). The problem of reworked pollen and spores in marine sediments (E. A. Stanley, Athens, Ga., U.S.A.). Some observations on pollen grains in suspension in the estuary of the Delaware River (J. J. Groot, Newark, Del., U.S.A.). Palynology of the surface sediments of Great Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation (A. Traverso and R. N. Ginsburg, Houston, Texas, U.S.A.). Analyse palynoplantologique de sédiments prélevés par le bathyscaphe "Archimède" dans la fosse du Japon (C. Bouliouard, Pau, France and H. Delauze, Paris, France). Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of Gulf of California (A. T. Cross, G. G. Thompson and J. B. Zaitzeff, East Lansing, Mich., U.S.A.). Pollen spectra from deep-sea sediments as indicators of climatic changes in southern South America (J. J. Groot and C. R. Groot, Palisades, N.Y., U.S.A.). A pollen-analytical study of cores from the Outer Silver Pit, North Sea (W. H. Zagwijn, Haarlem, The Netherlands and H. J. Veenstra, Groningen, The Netherlands). Malacology and palynology of the two cores from the Adriatic Sea floor (S. Bottema and L. M. J. U. van Straaten, Groningen, The Netherlands). Marine palynological researches in the U.S.S.R. (E. V. Koreneva, Moscow, U.S.S.R.).

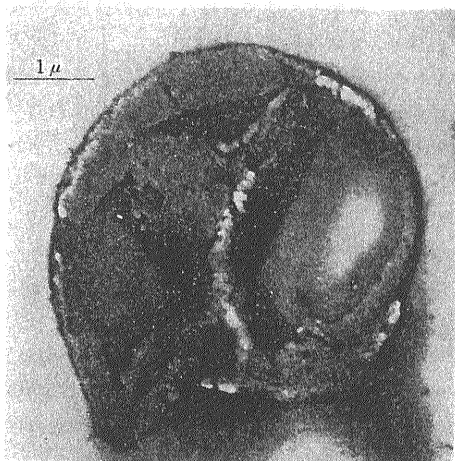
Subscribers to *Marine Geology* have automatically received this special issue free of any extra charge.

図1 海洋花粉学の雑誌

られている。わが国でもこうした面について 今後何等かの試料がえられ 貢献できることができればというのが当面ののぞみであろう。

4. 海洋の花粉学

はるか空の彼方から 深い海の底へ花粉学研究の場を移して考えてみると ここにもまた広いそして興味のある研究が展開されてきた。



オルゴイニ隕石中から発見された酸不溶解物体 (電子顕微鏡写真)

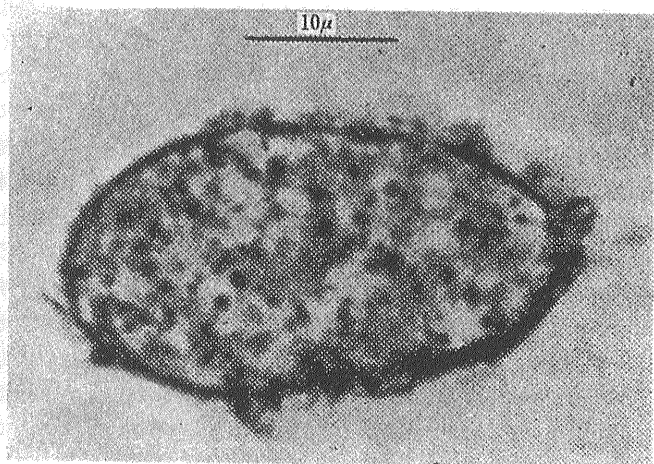
海洋花粉学(Marine palynology)ということばは最近とみに使われるようになり 堆積学関係の雑誌にも特集号がでるようになった。その内容をみると大きくわけて2つになる。その1つは 海洋調査とくに海底地質調査研究の1つの部門として 海底に堆積している軟らかい新期の堆積物に対しての花粉学的な研究である。その堆積物は 洪積層である場合もあろう またさらに新しい堆積物である時もある。いずれにしてもその中にある花粉・胞子化石の入り方を調べて 堆積のあり方 海底堆積物と陸上の岩層との関係などを研究する。とくに陸地における植生と花粉堆積との関連性など広い面積にわたって調べられている場合が多い。

もう1つの面は 海底に下した試錐のコアを花粉分析し あるいは海底から採取した堆積岩を花粉分析し その結果 その地層の地質時代や層位あるいは堆積の状況の面を明らかにしようとするのである。

このようなやり方をすでに大規模に実施しているのはソ連・米国・フランスなどであり ついで北欧などがある。わが国でも海洋の調査研究が進展しつつある最近の段階でもまだ花粉分析についてはほとんど手が付けられていないといってもよい状況である。従って ここにまとめたのも主として諸外国の研究だが そのうちでも日本にきわめて関連のふかい問題を取り上げてみた。これらは われわれがやらなければならない海域という感じがつよいが 残念ながら未だ組織的な研究はないという現状である。

5. -9000m の海底の花粉

日本列島の東側にそって深い海溝のあるのはすでによく知られている。先年フランスのパチスカーフ型深海調査船“アルキメデス号”は 日本の近海 -4500m



オルゴイニ隕石中からみいだされた物体 (12μ)

と-9200mの海底から多くの試料を採取した。

その試料について花粉分析が行なわれたが その結果いくつかの興味のある事実が発見されている

その場所の1つ(図2のA点)は北緯38°10′ 東経143°46′ 東京を去ること北東約500kmの地点で 深度-4500mのところである。 他の点は 北緯33°30′ 東経141°59′ 東京の南東300kmに当り 深度-9200mのB点である。

このうち -9200mの海底の堆積物は黄灰色の均質の泥で 1~2cm の小さなノジュールが一樣にちらばっていると報告されている。 この堆積物の中からは 花粉分析の結果写真で見られるような きわめて保存のよい花粉の多くが見出された。 そのおもなものは カバノキ(Betula) ブナ科(Fagaceae)の花粉 針葉樹であるマツ(Pinus) ツガ(Tsuga)等であり 後者はとくに多量に見出されている。 この他ウラボシ科 (Polypodiaceae) や淡水性の緑藻類(Botryococcus)の胞子があった。

またこの堆積物の中から中生代のものである花粉化石 オバリポリス(Ovalipollis)とクラソポリス(Classopollis)が見出され これらのことは明らかに付近海底における中生層露岩の存在を推定する1つの手掛りを与えている この1点の分析はこれを中心とする地域の問題に新しい考察を与えるものだろう。

6. 日本をめぐる海域での研究

目を転じてみると日本海からオホーック海にかけて海底の堆積物および海底下の地層についての花粉分析の研究は ソ連の独断場である。 まずオホーック海を眺めてみると 海底堆積物の数10点の試料はすでに細かに分析され その花粉構成図が発表されている。 そ

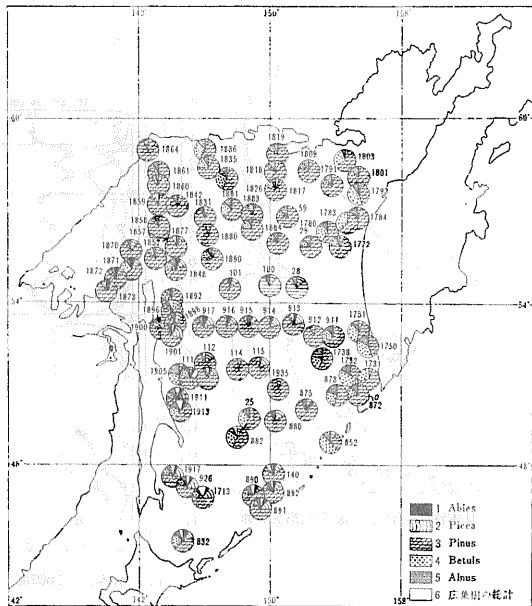


図3 オホーック海底堆積物の花粉分析結果
各点において花粉構成の扇状図形が示されている

してその成果の中で 花粉構成の変化が鉱物の組成と密接に関連があり すなわち花粉の堆積が鉱物と共に移動していることを示している。 従って海底面の傾斜がもっとも関連ふかくこれらが多くたまっているのは海底面の凹みである。

コレネバ (Koreneva) 博士の調査によると一番多く入っているのは北緯52~54° 東経146°における海盆の中の堆積物で 1grの堆積物中 400個の花粉が入っていたと記されている。 そしてオホーック海周辺の植生と花粉の内容の関連性から 海底堆積物の花粉構成による区

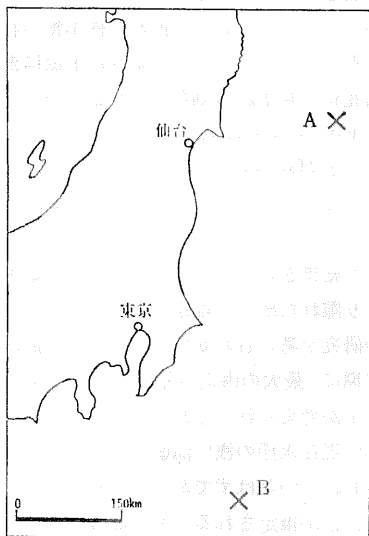
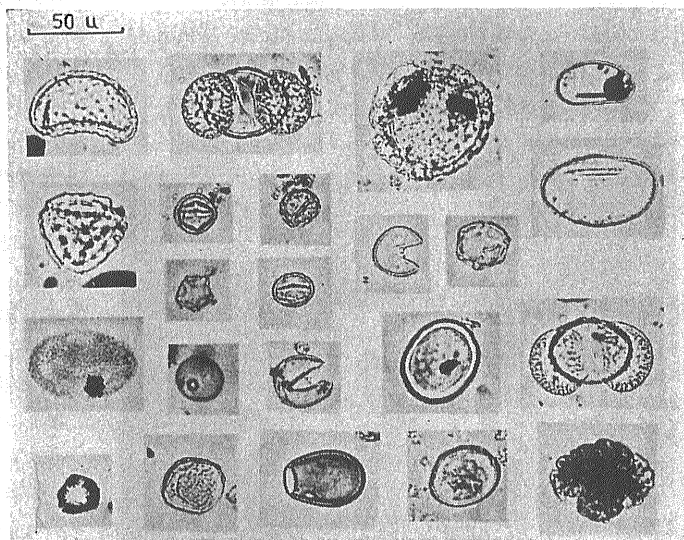


図2 アルキメデス号試料採取位置図



-9,200mの海底堆積物中の花粉胞子化石

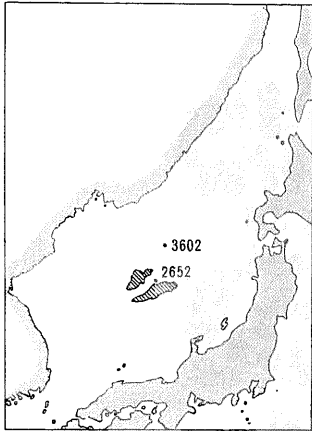


図4 日本海におけるソ連の花粉分析地点

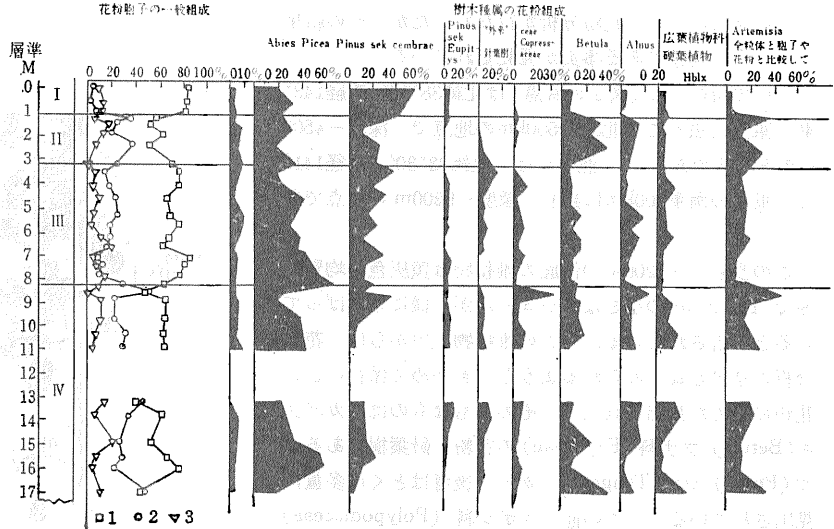


図5 日本海 3602地点における花粉分析結果 (コレネバ 1961 地調月報17-4)

分が行なわれている。

一方広大な太平洋についても 写真に示したヴィチャージ号をはじめ ソ連の調査船も広い範囲にわたって調査を行なっている。こうした研究のうちでもニュージーランド近海のデータによると 陸地あるいは島から 500 km ほど離れると 海底堆積物中の花粉・胞子の量も少なくなり また陸地の植生に影響されることも少ないということである。

またニュー・カレドニア・ニューヘブリデス島近くの海溝では 三稜型(Trilete)の胞子が非常に多く認められこれはむしろ海流のため流れやすいものばかりが集った現象と考えられている。

以上は前にのべた1つの方法である海底堆積物についてなのだが 次に第2の方法 すなわち海底下の堆積岩についての花粉学的な研究は どうなっているのだろうか この方面の研究は日本海をはじめ太平洋東部・北海・スカゲラック海峡・地中海等々 非常に多くの所で行な

われている。それらの目的には燃料資源を採るための試錐コアの分析 あるいは海峡の下の岩石の地質時代を判定するための調査・海嶺の地質の調査などいろいろの面がある。身近なものとして日本海で行なわれた2~3の例を紹介しよう。すでによく知られているように日本海のほぼ中央部から南西よりに 大和海嶺または大和堆とよばれる浅所があるが ソ連によって花粉分析が行なわれたのは 北緯 41°09' 東経 135°18' 水深3504m の地点(図の3602)とこの大和堆の南東北斜面(図の2652) 水深1337m 北緯39°45' 東経134°50' の2個所である。

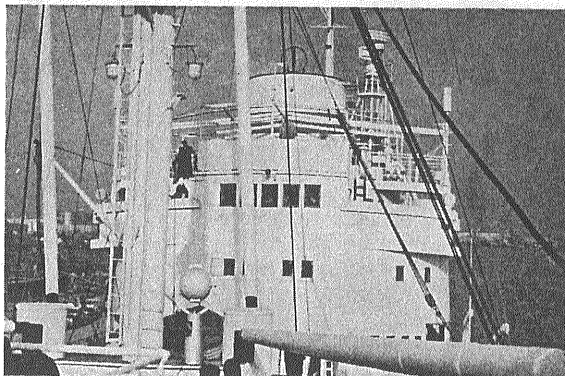
水深3504mの3602の地点では 海底下17.02m掘りこみ この岩層について花粉分析が行なわれている。

コアの最下部の岩層中における花粉構成をみると 花粉構成中草本類の花粉が全体の46%を占め 樹木種の花粉44% 胞子10%を示している。このように上位に至るに従い 針葉樹花粉の含まれる割合がましている。草本類の中ではヨモギ (Artemisia) が52~78% アカザ (Chenopodium) イネ (Graminae) などがある。また針葉樹の花粉の中には ツガ(Tsuga) やマキ (Podocarpus) などがある。

こうして分析した結果をみていると このような草本類は陸地からあまり離れた所には堆積していないこと他の有孔虫化石の研究を考え合わせても コア最下部あたりの堆積層の時期に 最大の海退が見込まれ 約100m におよぶ水位の低下が考えられると結論づけている。

そうするとさらに現在水深の浅い海底は当然陸地となって 海上にあらわれていたはずであって そこには草本類の茂る地域の存在が推定されることになる。

日本海海底における試錐のコアは2652地点におけるも



ソ連海洋調査船 ヴィチャージ号

のはわずか数mであるが かつて花粉の含有は少なく化石の含まれ方からいって むしろ2回程の水面上への上昇すら考えられている

このように海洋の花粉学的研究は2面の方向にすすみつつあるのだが さらに数多いデータがほしいところである。

7. 世界の海洋花粉学

世界各地の海底調査研究のうち花粉学に関連あるものは非常に多くなってきた。たとえば 先にあげた雑誌 (Marine geology) の特集号にあげられているものを始め 古生物学の方面ばかりでなく 資源開発の会社まで海洋試錐解析のデータの1つの方法として花粉学を採用している。

海洋における花粉堆積の問題についてみれば 米国の東側バハマ諸島の浅い海域においては 海流とマツの花粉堆積との関連性が論じられている。この方面では流れの強い所には花粉は少なく むしろ島陰のような静かな海底に非常に多く集っている。しかしその傍の島の上の植生とは無関係である というような結論がでてい る この場合はむしろ空から降る花粉の堆積よりも 流れによって生じた移動の方が重要視されるということになるだろう。

またミシシッピ—川や南米の大河オリノコ河の川口付近における堆積物の中の花粉は現生に関連のふかい植物ばかりではなく 中生代白亜紀の孢子や花粉もまざっている これは川が流れてくる間に削剝した岩石の中に含まれていたものである。このように堆積物の新期のものには古いものも混ざるといふ可能性についての検討に有効な解釈をあたえる材料となっている。

欧州における海洋花粉学は 北海におけるガス田に対する試錐のコア あるいはスウェーデンとデンマークの間の海峡における海底地質の探査などに使われている。

とくにスカゲラック海峡においては 海底岩盤のドレッジによる試料の花粉分析で その岩石が白亜系であることが判明している。

以上海洋地質の方面でわが国でも調査の1つの方法として将来花粉学を取り入れることによって いくたの興味ある事実がやがて判明することだろう。

.....

10回にわたって続けてきたこの古植物学講座は 話題と 見聞を中心としてとり上げてきた。

古植物学も伝統的な基礎面が大切であることはいうまでもないが 一方においては次々と提起されてくる今日

の問題を反映しつつ進んでゆく面も備えることは ぜひ必要であるというのが私の考えである。この講座もその1つの現われであったが 他日改め補うべきものを加えて まとまった形でよんでいただけることになると思う。

(筆者は石炭課長)

参 考 文 献

宇 宙 花 粉 学

1. Claus G. & B. Nagy: A microbiological examination of some carbonaceous chondrites, *Nature* v. **192**: 594—596 (1961)
2. Nagy, B, W, G. Meinschein & D. J. Hennessy: Mass spectroscopic analysis of the Orgueil meteorite, *N. Y. Acad. Sci. Ann.* **93**, 25—35 (1961)
3. Mueller G: Interpretation of micro-structures in carbonaceous meteorites, *Nature* **196**, 929, 932, (1962)
4. Nagy, B. G. Claus & D. J. Hennessy: Organic particles embedded in minerals in the Orgueil and Ivana carbonaceous chondrites, *Nature* **193**, 1129—1133, (1962)
5. Park, P: Further life-forms in the Orgueil meteorite' *Nature* **194**, 1065, (1962)
6. Staplin, F: Microfossils from the Orgueil meteorite, *Micropaleont.* **8** (1962)
7. Urey, H. C.: Biological matter in meteorite, a review, *Science* **151** (1966)
8. Naggy, B: The possibility of extraterrestrial life, *Rev. Paleobotany & Palynology* **3** (1967)

海 洋 花 粉 学 (日 本 近 海 の み)

1. Neischadt, M. I.: Palynology in USSR, *Acad. Nauk* (1960)
2. Koreneva, E. V.: Research according to the method of spore-pollen analysis of two core of marine sediments from the Japanese Sea *Oceanology* **1**, 4 (1961)
3. Koreneva, E.V.: Spore and pollen from bottom sediments in the Westren part of the Pacific Ocean, *Tr. Acad. Nauk, USSR*, 9 (1964)
4. Koreneva, E. V.: Spore-pollen analysis of bottom sediments from the Sea of Okhotsk, *Jr. Inst Oceanog. Acad Nauk USSR* **22** (1965)
5. Koreneva, E.V.: Marine palynological researches in the USSR *Marine geology* **4**, 6 (1966)
6. Boulouard, C. et H. Delauze: Analyse palynoplantologique de sediments prélevés par le Bathyscaphe "Archimède" dans la fosse du Japan, *Marine geol.* **4**, 6 (1966)
7. Stanly, E. A; Palynology of six ocean-bottom cores from the Southwestern Atlantic Ocean, *Rev. Paleobot & Paly.* **2** (1967)