

A. c. VII.

地質調査所報告第177号

本邦炭の花粉学的研究

I. 分析法

地質調査所

昭和33年2月



56 : 581.3 : 552.57 (52)

地質調査所報告

所長 兼 子 勝

本邦炭の花粉学的研究  
I. 分析法

通商産業技官 徳永重元



## 目 次

要 旨	1
I. 緒 言	1
II. 定 義	2
III. 研究史	3
IV. 研究計画の立案	5
IV.1 泥炭層の場合	5
IV.2 石炭層の場合	6
V. 野外調査	8
V.1 試料の採取	8
V.2 試料の整理・記帳	10
V.3 試料の発送	11
VI. 室内作業	11
VI.1 機械的処理	11
VI.1.1 粉 碎	11
VI.1.2 篩 分	13
VI.1.3 縮 量	13
VI.2 化学的処理	14
VI.3 標本作製	15
VI.3.1 封 入	16
VI.3.2 染 色	17
VI.4 化石の鑑定と記載	17
VI.4.1 鑑定基準	17
VI.4.2 観察・写真撮影	23
VI.4.3 資料の整備	27
VI.5 標本の整理保管	29
VI.6 実験・作業器具と実験室	29
VI.6.1 実験器具	29
VI.6.2 実験室	30
VII. 統計的処理	30
VII.1 扇形図表	31
VII.2 構成変化図表	31
VII.3 分解図表	31
VII.4 ヒストグラム	33
VII.5 化石産出層準図表	33
VII.6 植生復元図	36
VIII. 資料の集成とその解析	36
IX. 薄片法・紫外線法などによる花粉・孢子化石研究法	39
X. わが国における花粉分析研究の概観	41

XI. 結語	48
文献	48
付. 本邦花粉学文献集	51
Abstract	
Plate	

# 本邦炭の花粉学的研究

## I. 分析法

通商産業技官 徳永 重元

### 要 旨

石炭の花粉分析学的研究は、石炭中に含まれている花粉や胞子の古生物学的研究に止らず、最近ではその分析結果を、炭田や油田の開発に応用しようという面が強調されるようになった。

しかしその方法のうち基礎的な部門である分析の技術は最も重要であるので、この報告では本邦炭を対象として行つた実験の内容について詳論した。とくにわが国においては経済的に古第三紀の炭田が重要であるので、研究の目標もこれらの地域におき、石狩・釧路・留萌・樺戸・久慈・常磐などの炭田から得た瀝青炭と粘結炭の試料などによつて実験を行つた。

分析の技術的な過程を分解すれば(1) 試料採取、(2) 粉碎や縮量などの機械的処理、(3) 化学的処理、(4) 標本作製などの4段階に分けられ、これらの操作を経たのち、得られた結果に花粉層位学的考察を行つて始めて応用面に用いることができる。

本稿では試料採取から鑑定に至るまでの段階について、当所で得た結果を基にして詳述し、応用のための基礎的資料を提示した。

試料の採取についてはそれぞれの目的に応じた方法を説明し、試料の粉碎法については粉碎・摩砕の2方法を述べ、それらの得失を示した。

化学的処理については Schultze 法を基にして考案した方法を用いて得た結果を示した。

これらの処理法を通じて得た結果からみても、わが国では瀝青炭を始め粘結炭中においても多量の花粉・胞子化石がよく保存されていることが判明し、目下行いつつある石狩平野周辺の諸炭田における花粉層位学的研究において、よい見通しをたてることのできた。

花粉・胞子化石の命名と分類の方法については種々議論されているが、当所においては Erdtman の分類法を基にした表現で Faegri, Iversen, Thomas van der Hammen らが用いている方法を採用した。

最後に花粉分析学の発展の過程を顧みて、さらに今後の見通しをたてるために、わが国における研究の総覧を行つた。

## I. 緒 言

本邦炭を対象とする花粉分析法は最近各方面において関心もたれ、その操作の技術的過程や理論的な問題などについて種々論及される機会も多くなつた。

したがつて現在まで当所において行つてきた研究のうち、技術的部門の内容を具体的に明ら

かにすることはこの方面の研究に役立つことも多いと考えられるので、野外研究調査の成果とは別個に、主として分析技術の実際的な面について得た成果を纏めて報告する註1)。

本稿に収録した写真・図版・カットなどは大部分当所における研究の成果から引用したものである。なお実験に用いた試料は北海道および本州における下記の諸炭田・含炭地などから採取したものである。

石炭—〔北海道〕 石狩・留萌・樺戸・茅沼・釧路の諸炭田

〔本州〕 久慈・常磐・西田川・宇部の諸炭田

褐炭—〔北海道〕 石狩平野周辺諸地域

〔本州〕 最上炭田・置賜含炭地

泥炭—〔北海道〕 根室・釧路の諸原野

〔本州〕 下北・上北泥炭地(青森)・尾花沢(山形)泥炭地

石炭課尾上亭は実験の一部を担当し、また本稿に掲げた写真の一部については資料課正井義郎、石炭の薄片作製については技術部工作課薄片係員らの協力を受けた。

他の研究者諸氏からの助言および、海外研究者から送付された業績から引用した必要事項などは参考資料として載せ、出所を明らかにした。

なおこの研究を行うにあたっては、東京大学植物学教室互理俊次博士を始め、同教室の諸先生、東邦大学久内清孝教授・幾瀬まさ助教授、農林省林業試験場栗田勲技官、石炭総合研究所所長浅井一彦、中柳靖夫同所所員など、各位の御好意を受けつつあり、こゝに改めて厚く謝意を表する次第である。

## II. 定 義

花粉分析法 (Pollenanalysis, *pl.-ses*, Pollenanalyse) とは堆積物中から過去に生育していた植物の花粉・胞子化石などを取り出し、それらの種類や相互の量的な割合、構成などからその地域における古気候、あるいは古植生の変化などを研究する方法である。

最初この方法は泥炭層の研究に利用され、長い間泥炭層の堆積や生成などについての調査研究に役立つてきた。ところが取り扱う対象が次第に拡がり、単に泥炭ばかりでなく水成岩や炭田・油田などにおける炭質物堆積層の分析にまで適用されるようになって、さらに炭層の対比という応用面が浮び上つてきたのである。

普通われわれが花粉分析という場合には、顕花植物の花粉と陰花植物(羊歯類)の胞子との両方を含めた研究を総称しているが、ドイツではとくに対象別に表現し、花粉分析 (Pollenanalyse) ・胞子分析 (Sporenanalyse) ・クチクラ分析 (Kutikularanalyse) として明示している。

ドイツにおいては古生代の石炭について胞子化石がおもに研究され、一方第三紀褐炭においては花粉化石を研究対象としているため方法的にも区別できる。わが国における第三紀の石炭においては、従来“大胞子”(megaspore) ・“小胞子”(microspore) などの表現が行われているが、これらのうちの大部分は花粉 (pollen) であり、古生代の石炭で定めた植物体の表現をそのまま引用するのは不適當である。欧州において古生代の石炭を構成していると考えられている植物は第1表に示した通りで、それらの胞子も発見されている。

最近花粉分析を含め、種々の分野にわたる花粉に関する研究を纏めて花粉学 (Palynology) というようになった。花粉学の研究者は花粉分析学が進歩するにつれ広い知識が必要となつてきており、関連諸科学との提携を望んでいる。花粉学として綜括されている研究分野について

註1) 花粉分析による石炭原植物の研究 第4報 (昭和26~29年) } 合併  
炭層の母材変化機構の研究 第3報 (昭和30年)

第1表 石炭紀の代表的な植物

Pteridospermae (羊歯植物)	<i>Neuropteris</i> , <i>Alethopteris</i> , <i>Pecopteris</i> , <i>Sphenopteris</i>
Equisetales (トクサ目)	<i>Calamites</i> , <i>Sphenophyllales</i>
Lycopodiales (ヒカゲノカヅラ目)	<i>Lepidodendron</i> (鱗木), <i>Bathorodendron</i> , <i>Sigillaria</i> (封印木)
Filicales (シダ目)	ferns
Gymnospermae (裸子植物)	Cordaitales

(1954, W. Francis)

以上は北半球におけるもの

第2表 花粉学の分野

関連分野	おもな研究課題
化学	花粉中の蛋白質の研究
医学	アレルギー性疾患(花粉病)の原因究明
養蜂学	蜂蜜源植物の研究 蜜の栄養価の研究
林学	土壌・湿原堆積物の花粉分析 森林の樹木変遷の研究 優良品種交配・品種改良
農学	土壌中の花粉 泥炭の花粉分析研究
考古学	古墳・遺跡などの土の花粉分析 古気候の解明
地理学	花粉分析による古気候の研究
植物学	花粉形態の研究 発生・受精機構の研究 花粉の物理・化学的性質の研究
地質学	花粉・孢子化石の古生物学的研究 古気候の研究 花粉分析による石炭構成植物の研究 炭層対比への応用 炭質と含有花粉・孢子など有機物質の量的関連性

(徳永編集)

は第2表に纏めて示した。

第2表に掲げたように自然科学の分野ばかりでなく、他の方面においても関連があり、その間の関係はますます密接となつてきている。

最初は定性的な方面に進んでいた花粉分析法も次第に量的な取り扱いに重点がおかれるようになり、そのため一時は花粉統計学 (pollen statistics) と呼ばれたこともあつた。また最近では炭層の対比をこの方法で行つた研究について花粉層位学 (pollen stratigraphy) という言葉が用いられている。

### III. 研究史

花粉に関する研究は近世に至り自然科学が進歩し、顕微鏡が発明されるに及んで盛んとなつた。そして花粉自体の諸性質が次第に明らかとなるにつれ、前に述べた花粉分析法が考え出さ

れ、利用されるようになったのである。

欧州における泥炭地は北東部の北欧、東独、ソ連などに広く分布しているが、スエーデン、ノールウェー、デンマークなどでは19世紀の初め頃から泥炭に関する研究が行われた。まず泥炭の性質を究明するために、そのなかに含まれている植物の樹幹・実・根などを調べたところ、これらが層準別に異なつた種類から構成されていることがわかつた。G. Anderson, R. Sernander らがこの方法によつて古植生を研究した。

ところがこの堆積物中には花粉や胞子の化石がともに含まれており、これらを H. R. Göppert, C. Ehrenberg などが研究した。さらに花粉・胞子化石を量的に取り扱つて層準別に含有傾向の特徴があることを認めたのは N. G. Lagerheim である。

1900年代の初期においてはこの量的な取り扱いに研究の重点がおかれ、1916年のオスローにおける学会で Lenart von Post はその基礎となる系統的な研究を発表した。

花粉分析研究の初期において Lagerheim と von Post は卓越した研究者である。

北欧の一角で起こつたこの方法はやがて理論的な裏付けや多くの実例、資料の蓄積などとともに全世界に広がつて行つた。

この泥炭を対象とした研究法の正統的な流れは、そのうち農林学や植物学の方面の人々に受け継がれ、スエーデン、ノールウェー、デンマーク、ドイツ、オーストリア、ニュージーランド、アメリカ、日本などにおいてこれまで総計、数千にのぼる業績が発表されている。

なかでもスエーデンの首都ストックホルム近郊プロムナには Gunner Erdtman 博士によつて花粉学研究所が設けられ、全世界の花粉学の資料はほとんどここに集まつている。最近ではまたパリの自然科学博物館内に CIP (La Commission Internationale de Palynologie) が設けられ、全世界の研究者相互の連絡機関となつている。このように泥炭に由来した花粉分析法は多面的にその研究分野を拡げて行き、さらに古生代の石炭を対象とするようになった。イギリスにおける古生代の大炭田やドイツにおけるルール、ザールおよび上部シレジア（現在ではポーランドとチェコに分割）などの大炭田では石炭中から大形の胞子が多く発見され、層序の解明に利用された。これら古生代の石炭については R. Potonié, G. Kremp らドイツの研究者、A. Raistrick, E. M. Knox らのイギリスの研究者が立派な業績を発表しつつある。

一方アメリカにおいてもほぼこれと平行して花粉の研究が進められ、1935年 R. P. Wodehouse によつて名著 *Pollen Grain* が刊行された。北米の北東部の Appalachian Region には古生代の大炭田があるが、これらについては Illinois, Ohio 両州における地質調査所において胞子分析が進められ、J. M. Schopf, R. M. Kosanke, R. Bentall らが基本的分類を行い、試錐コアの解析や炭層の対比に応用し、化石の分類法の方面ではドイツに一步先んじている。

古生代の石炭資源をもつ諸国ではこの胞子分析が盛んに行われ、オランダの S. J. Dijkstra, ソ連の S. N. Naumova らの業績は著しい。とくにソ連においては1951年までに泥炭から石炭までを含め926篇にのぼる研究が発表されている。

わが国の主要炭田における夾炭層は第三系に属しているが、このような比較的新しい炭田から産する瀝青炭および褐炭に関する花粉分析研究は世界においてもやゝ遅れて発達してきている。その理由としては多くの国においてこれらが燃料資源として重要性をもつていなかつたためである。しかし最近低品位炭の利用面が拡がつたのでこれらの開発も盛んとなり、したがつて花粉分析も行われるようになった。現在第三紀の褐炭田について花粉分析研究を行つているのはドイツ、ソ連、アメリカ、インド、ヴェネズエラ、コロンビア、日本その他の国々で、いずれも着々と研究が行われている。とくに西独クレーフェルト市にある Nordrhein-Westfalen 州地質調査所では R. Potonié, G. Kremp, U. Rein, H. Karrenberg らの花粉学者によつてラ

イン沿岸褐炭田における炭層対比がこの方法で行われた。そして大きな成功を収めた結果、目下大規模な調査研究が進められている。

油田における花粉学的研究作業は最近急速に実用に供されつつあり、アメリカ Texas 州にある Humble Oil & Refining Co. や Shell Oil Co., また California 州にある California Research Corporation, さらにヴェネズエラの Maracaibo にある Dutch Shell Oil Co. などでは花粉学者を採用し業績が発表されつつある。

このように花粉分析法は泥炭から古生代の石炭へ、さらに第三系の褐炭から油田第三系へと対象が拡がっている。

わが国へは 1928 年その方法が紹介され、すでに約 25 年が経過しているがその発展は必ずしも順調とはいえない。その原因を考えてみれば、それはわが国における炭層堆積の複雑性や炭質の特殊性（若年炭にかゝらず炭化が進んでいる）などによる分析のむずかしさのためばかりではなく、むしろ研究作業の規模が小さく速かに総合的な成果を上げえない点に帰するようである。

筆者らが石狩炭を分析した結果からみても、精結炭においてさえ保存良好な化石を多く含んでおり、組織的な研究を継続して行えば成果は期待できる。

このためにも多くの方面で花粉分析が利用できるように分析方法の内容を明らかにしておくことが必要である。

#### IV. 研究計画の立案

花粉分析法を用いて地質学的問題を解析し、あるいはさらに応用面にまで利用しようとする場合、研究者は作業の目的に応じてはつきりした研究計画をあらかじめ立てる必要がある。

ことに研究の対象となる化石が肉眼ではまったく認めることのできないものであり、取り扱いいかんによつては誤差もは入りうるものであるから、研究調査の目的をどこに向け、どのように纏めるかは処理の能力と作業の費用・精度などを検討して行わなければならない。

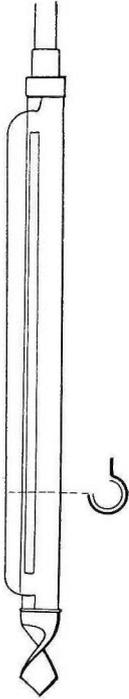
従来の研究を例にとつてみれば次の 2 方法に分かれる。

##### IV.1 泥炭層の場合

泥炭を対象として花粉分析を行つた結果においては、ほとんど例外なく有用な樹木種<sup>註2)</sup>の花粉のみを取り上げている。これは泥炭層の最下部から最上部に至る間の各部分に含まれている花粉群から、泥炭層形成の全期間中の植物群集の変化を知ろうとする目的のためである。これら樹木種とともに当然みいだされる多くの双子葉・単子葉植物の花粉や、羊歯類の孢子については全然ふれていないものが多い。また泥炭地内の泥炭模式的発達地において 1~2 本の柱状試料を採取し、これをもつて代表的供試試料としている。

このような僅かな試料から古植生の変化を究明することには問題があるように思われる。しかし作業の実施面についてみると、普通わが国の泥炭層は 1~2 m の厚さがあるので 1 柱状試料において 5~10 cm ごとに分析試料をとると、大体 100~200 個の試料が得られ、処理能力を考慮に入れるとき、さらに多くを望むのは無理であることがわかる。また最近簡易試錐機の進歩によつて容易に試料を得ることができるようになった(第 1 図)。

註2) *Pinus, Picea, Abies, Quercus* など 10 数種



第1図 Hiller  
式試錐機 (Fae-  
gri & Iversen  
1950 から)

## IV.2 石炭層の場合

泥炭層においては堆積物の質がもろく、たやすく切断できるので希望どおりの間隔をもつて試料採取を行うことができる。これに較べ石炭層の場合では質が硬く、計画どおりの試料をうることは容易でない。

まず石炭中に含まれている化石の種類を究明する場合(定性的)と、これら種類相互間の量比を求め、炭層対比などに利用する場合(定量的)とに分けて考えてみる。

### 定性的方法

従来花粉分析法を用いて古植生を研究するためにはまず花粉から母植物の名前を知り、それらの植物群から生育していた気候的環境を研究する方法をとっていた。

花粉・胞子については最近非常に詳しい分類と命名が行われてきており、第三紀以後の新しい堆積層から化石を取り出した場合、これらから類推される植物名はほとんどわかるようになった。このため石炭または褐炭中から花粉・胞子化石を検出しても、現生植物花粉および第四紀堆積層の分析結果を参照すれば分類の点ではかなりの成果があげられる。

しかし第三紀初期の堆積層となると、化石自体が現生植物と関連性が少なくなるうえに、試料処理のむずかしさが加わってくる。したがって化石葉におけるように新種として細かい命名や記載(属・種名)を行いたい場合もあり、形態の特徴による区分も必要となってくる。

この花粉分析の有効な使い方は化石葉や他の大形化石 (macrofossil) が産出せず、肉眼では無化石と思われる地層から花粉・胞子化石を検出することにあつて、試錐コアなどは最もよい試料である。

もし大形植物化石が豊富に産出する地層について花粉分析を行つたとすれば、産出する植物化石名を追加し、あるいは大形・小形化石相互の産出状態を比較するのに用いられることにもなる。

産出微化石を量的に扱い、応用面における成果をあげるためには、炭質物堆積層を垂直的にも水平的にも系統立てて分析する必要がある。

第3表は筆者が作製した石狩炭田美唄地域における大形・小形植物化石産出比較表である。

### 定量的方法

微植物化石を量的に扱えるという点でこの花粉分析は重要であるが、その目的は下記の2点に集約される。

- (1) 炭層の形成環境、とくに気候条件や堆積盆地周囲の植生の状態を知る場合
- (2) 炭層の対比に応用しようとする場合

これらの場合いずれでも量的な研究成果をだすには相当の労力と時間がかかるので、理想的な実験計画に従がいえない場合が往々にしてある。そのためあらかじめどの炭層を主体としてどの地域で試料を採取すべきか、また限られた調査期間のうちで成果を纏めるにはいずれを省くかなど、主題と目的の選択がかなり重要となってくる。

試料の採取範囲の1例を示せば、アメリカ Ohio 州においては数 10 km ごとに計 215 本の試錐を行い、それらのコアを分析してよい結果を収めている。

筆者が行つた石狩平野周辺の諸炭田における研究では、諸地層がよく分布して層序が明らかに把握できる地域を選んで最初の試料採取地とした。

第3表 花粉および化石葉産出状態比較表  
 (三菱美唄における石狩層群美唄・登川層)

科名	同定された属数	
	化石葉による	花粉・胞子による
PTERIDOPHYTA (羊歯植物)		
Equisetaceae (トクサ)	1	1
Lycopodiaceae (ヒカゲノカヅラ)	0	1
Polypodiaceae (ウラボシ)	8	1
Osmundaceae (ゼンマイ)	1	1
Lygodiaceae (カニクサ)	0	1
SPERMATOPHYTA (種子植物)		
Gymnospermae (裸子植物)		
Cycadaceae (ソテツ)	0	1
Ginkgoaceae (イチョウ)	1	1
Taxaceae (イチイ)	2	2
Podocarpaceae (マキ)	0	1
Pinaceae (マツ)	0	5
Taxodiaceae (スギ)	2	3
Angiospermae (被子植物)		
Salicaceae (ヤナギ)	2	2
Myricaceae (ヤマモモ)	0	1
Juglandaceae (クルミ)	2	2
Betulaceae (カバノキ)	4	5
Fagaceae (ブナ)	3	3
Ulmaceae (ニレ)	1	1
Moraceae (クハ)	1	0
Nymphaeaceae (スイレン)	1	0
Cercidiphyllaceae (カツラ)	1	0
Magnoliaceae (モクレン)	1	1
Lauraceae (クスノキ)	3	1
Hamamelidaceae (マンサク)	1	0
Platanaceae (スズカケノキ)	1	0
Rosaceae (バラ)	4	0
Leguminosae (マメ)	1	0
Aquifoliaceae (モチノキ)	0	1
Celastraceae (ニシキギ)	1	0
Aceraceae (カエデ)	1	1
Rhamnaceae (クロウメモドキ)	2	0
Vitaceae (ブドウ)	2	0
Tiliaceae (シナノキ)	1	1
Malvaceae (アオイ)	1	0
Araliaceae (ウコギ)	1	1
Alangiaceae (ウリノキ)	1	0
Cornaceae (シズキ)	1	1
Ericaceae (ツツジ)	0	3
Ebenaceae (カキノキ)	1	0
Oleaceae (モクセイ)	1	0
Caprifoliaceae (スイカツラ)	1	0
Typhaceae (ガマ)	1	1
Potamogetonaceae (ヒルムシロ)	0	1
Graminae (イネ)	0	1
Cyperaceae (カヤツリグサ)	0	1
Palmae (ヤシ)	1	3
Iridaceae (アヤメ)	1	1
Musaceae (バショウ)	1	1
Liliaceae (ユリ)	1	0

石狩炭田では北から赤平・歌志内・砂川・美唄・奔別・朝日・夕張など7カ所において主要炭層から試料を採取し、登川層から高根層までに含まれる花粉化石群の垂直的な変化を把握するため目下分析中である。試料の採取地はさらに細かく取る必要があるが、まずこの範囲におけ

る分析結果を纏め註3)、次に精査的な段階に進む予定である。

このほか各炭田における産出化石種を知る目的から、樺戸炭田の2カ所、留萌炭田の2カ所から分析試料を採取した。

このようにして、まずある炭田において主要炭層中にどのような種類の化石が含まれているか、試料を処理するにはどのような方法がよいかなどを研究し、これらの結果を整理しつつ詳しい段階に進んで行くべきであろう。

炭層の対比をこの方法で行おうとする場合、もとの植物名を知ることはさほど重要ではない。したがって顕微鏡下に現われる化石を形態の特徴によつて区別し、それらの組合せをみて炭層の模式的な花粉図表 (standard pollen diagram) を作り比較する。

古生代の孢子化石についてはこの方法が通用され、化石は約22の型に分類されており、それらの組合せによつて炭層対比が行われている。

またドイツにおける Thomson と Pflug は形態による表現法を第三紀の花粉孢子化石に適用している。

これは植物名との関連を重要視しないまったく的人為的分類であるが、その表現がやゝ複雑なことから、植物名が主となつていないため、堆積盆地周縁の植生などを考察するうえに不便であることなどから、理論的には明確であつても、実際に用いる場合むづかしくまだ普及していない註4)。

筆者の発表した中間報告においては花粉・孢子化石を鑑定するにあつてその形から類推される植物名(属程度の単位)に主眼をおき、その大区分は形態名で小区分は植物名を取り、所属のわからぬものは大区分のなかで纏めておくという方法をとつてきた。

また1堆積盆地で主要炭層を分析して花粉図表が得られても、他の盆地ではこの図形が基本となるとは限らず、堆積盆地が異なれば周縁の植生も異なり、改めて分析する必要がある。

分析試料が海底試錐コアであるとか、氷成堆積層である場合も分析の理論には変わりはないが、化学的処理において弗化水素酸 (HF) を使用するなど多少注意が必要である。

## V. 野 外 調 査

### V.1 試料の採取

石炭を花粉分析するに際しては、単に石炭の標本、あるいは入手した塊炭を分析するだけでなく、その試料の産地・地層名・炭層名などを明確に把握しなければ得られた結果を有効に利用できない。なるべく他人から送付された試料以外に、自らの野外調査によつて炭層の賦存の実態を的確に把むことが望ましい。この際の試料採取の場所は野外と坑内の2つに分けて考えられるが、おのおのの場合の採取法を以下に記す。

#### 野外における試料採取法

石炭の工業分析用試料を採取する時と同じように炭層の露頭部から深さ約5cm、幅約5cm程度のブロックを掻き取り、布製のサンプル袋 (例えば22×28cm) に収める。泥炭の場合は湿気を逃さぬようポリエチレン製の袋に入れるが、石炭や褐炭の場合は試料が堅いので破れるおそれもありその必要はない。

また石炭組織学的研究に用いる試料は塊炭のまま上下関係を誤らぬように印をつけ整理す

註3) これらの結果は「本邦炭の花粉学的研究 (II.) 北海道中部留萌炭田における花粉層位学的研究」に総括する予定。

註4) この表現は古第三紀炭の花粉分析の場合のように化石を現生植物と関連づけることがむづかしい場合には便利である。

るが註5)、花粉分析試料の場合は1柱状標本の各部分内においては混合してもさしつかえないので、その部分の層位を明記しただけでよい。しかし石炭層の表面についた砂・泥などはよく取り除いておく。

#### 坑内における試料採取法

坑内においては作業時間に制限があり、照明、足場なども充分とはいえないので、入坑に先立つて試料採取の準備を充分に整えておく必要がある。あらかじめ坑内において案内してくれる人に対しては研究の意図を充分に説明し、採炭作業のじやまにならず、しかも炭層の上下盤までみえ、その炭層の性質をよく代表できるような箇所て採取する。

採取する方法としては研究の規模、期間などによつて幾通りにも分かれるが、必ずしも理想的な試料採取が常に可能であるとはいえず、むしろ障害の多い場合もある。

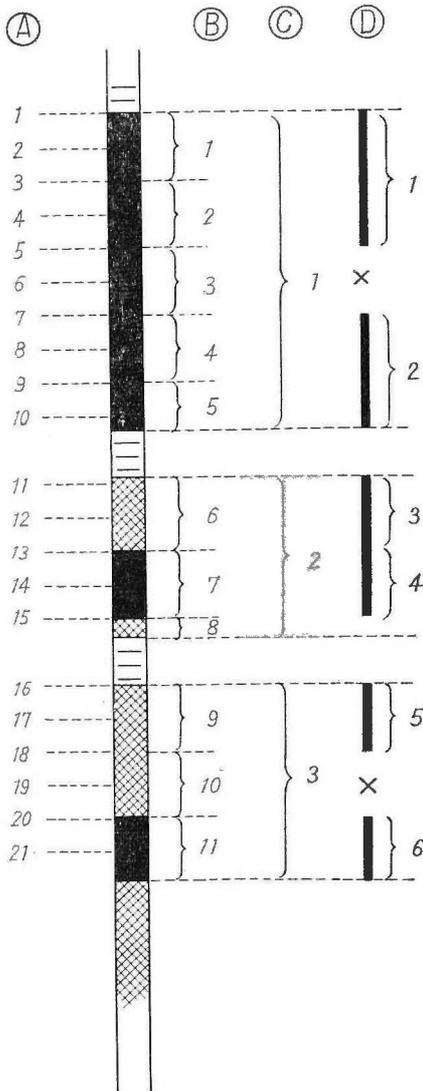
第2図は石狩炭田空知地区美唄地域の登川下11番層を例にとつて、試料の採取法がいろいろあることを示したものである。

第2図におけるAの方法は従来泥炭層について行われてきたもので、層準別試料採取法ともいうべきである。堆積の時間面を細かくとらえて、その面つまりその堆積時における植物群の構成を知ろうとするもので、炭層を細かく区切り、各層準ごとにその点で試料を採取する。しかし褐炭および石炭層についてこれを理想的に行うことはまず不可能に近い。炭層は堅くそのうえハンマーには厚みがありこれらの線上の試料を正確に集めることは至難である。

後述するように炭層は続成作用 (diagenesis) によつて著しく圧縮を受けており、その状態は一様でないから2地点において炭層の上限から測つて同一距離にある2点が互に同一時間面にあるとは限らない。

しかしこの両点の分析結果を照合して、含有花粉群の傾向のズレをみつけることも行われている。したがつてこの方法はある狭い範囲で炭層の生成過程を詳しく調べるときに用いられる。

第2図のBとCの方法は炭相別試料採取法ともいうべきもので、炭層の肉眼的区別 (炭層および夾み・暗炭・輝炭・炭母など) を基準として試料をおのおのの部分に分けて採取する。これは炭層堆積過程における変化が、炭相の変化となつて表現されているという事実に基づき各部の植生を知ろうとするのである。



第2図 試料採取法の例

註5) アメリカにおいては上下関係を明示したテープを石炭に貼付け、整理する。

CはBよりも試料採取の尺度をあらく取つた場合である。炭層を対比する場合、現場では、“炭かざり”（炭層中における夾みの入り具合）を参考にすが、このような堆積の変化性は同一坑内においては横に連続するので分析試料採取の参考にもなる。もし同一炭相が厚い場合は調査計画に応じて区切る<sup>註6)</sup>。

試料採取の最小単位が決まったならば、定めた幅・深さに基づいて石炭を掻き取り、混合試料として袋に納める。Aの方法と比較すれば、石炭中に含まれている化石種をほゞもれなく採取することができると考えられても、総合的な結果が示されているので花粉図表による精密な対比には不適當である。概査的な結果を速かに知るのに適する。

Bの方法の1～5の間の等間隔試料採取法ともいべきもので、試料を細かく得るときに用いられる。ドイツにおいてはこの方法がしばしば用いられており、1つの試料は1～5cmの幅をもっている。この間の試料を混ぜて分析する。このような精密な花粉図表はわが国ではまだ発表されたことがないが、完全な柱状標本があれば容易に実施できよう。しかしこれらの試料を処理するにあつては大きな処理能力（労力・時間・費用など）が必要となり、ドイツにおけるような数十人による系統的な作業が実施できなければ速かな成果は望めない。わが国において成果のあがらぬ一因もこゝにある。

Dの方法は試料任意採取法ともいべきもので、得られた断片的な試料を分析し、その層準を柱状図に明記して公表する方法である。

坑内においては種々の自然的障害（作業場所の不適、坑木の落下、坑道コンクリート巻など）のため連続した試料を得ることが不能の場合“A cm～B cm”と試料を明記して分析する。

坑内での作業としてはまず折尺を炭壁面にあて、白墨でサンプリングの区分を記し、ハンマー（とくに刃先を平らに鋭くしたもの）をもつて試料を掻き取る。この際坑道の床面にビニール布を敷いて試料の散逸を防ぐ。サンプルカードにはあらかじめ炭層名と採取順（上または下限から個数番号を書いておく）を書き入れておき、現場で試料とともに直ちに封入する。

瀝青炭の炭層などにおいては粉炭化している部分や、いわゆる含煤部などもあり、完全な柱状試料を短時間に採取することは非常にむずかしい。

試料採取の時には同時に炭柱図を作ることはぜひ必要なことであつて、サンプリングの坑道中における位置、個数、採取坑道名などを細かく記載する。坑内においては同一炭層を多くの場合で採取したり、同一坑道中で多くの炭層の試料を採取することもあるので、後で混乱を生ずることのないよう充分の注意が必要である。

#### 採取量

普通のサンプル袋（18cm×22cm）に石炭を8分程度入れれば、炭質によつて多少差があるが約700gはいる。前述した諸種の試料採取法においては、試料を多量に取るというよりも、むしろ平均化したものを得るということに留意すべきである。

供試試料の縮量を繰り返しているうちに、最後に化学処理を行う量は2～5gとなつてしまふ。したがつて炭壁面からの掻き取り試料はそれが平均化したものであれば袋の半分位でもよい。したがつて試料を採取する時にはブロックの幅・深さなどはできるだけ一定にする。坑内における筆者らの体験ではくずれ易い部分が袋のなかに多く入り勝ちで、この点充分に注意すべきである。

## V.2 試料の整理・記帳

坑内から地表に出たのち直ちに炭層別、坑道別に袋を整理する必要がある。とくに袋のなかのラベルは坑内水などによつて汚れ、時が経つと字は判読しにくくなる場合が多いから、筆者

註6) 石狩炭田の場合は同一炭相の部分を一応20cmごとに区切つた。

は袋の外面に一連の番号を付けこれを記帳している。炭層の組織分析試料に較べて袋のなかにおける試料の混合、粉碎などはさしつかえないので袋は積み重ねてもよい。

ラベルの記載例

Collection of Geological Survey of Japan

No. 30 (袋の外面の番号)
<u>Name</u>
6尺層 (炭層番号)
⑤ (上限から)
<u>Locality</u>
夕張鉱第2 鉱
〇〇坑道

Tokyo, Japan

### V.3 試料の発送

野外調査においては1地域の試料採取が終つたのち直ちに試料を発送する。

近接した地域で採取した石炭標本では外観のみで炭層を区別することは難しいので、異なつた坑内からとつた石炭試料を同一の箱に納めることは避けた方がよい。

坑内試料はおもに木綿の袋に入れ、紙袋などの使用は破れて混合するおそれがあるのでさけた方がよい。1地域ごとに木箱に納め、各箱ごとに内容のリストをつけて発送する。

## VI. 室内作業

花粉分析の研究においては野外における試料採取よりも、時間的に大きな比重をしめるのはその後の室内作業である。

花粉・胞子化石は実験の最終段階において標本となり顕微鏡下で認められるまではその有無が確認できないので、その間にはいる実験誤差については充分注意する必要がある。そのため予備試験を行つて分析法を定めておくか、または定量的に扱うのでなければ、途中で抽出してその状態をみるかすればよい。

しかし一面においては大形化石採取におけるような視覚による選択の誤差はほとんどはらない。化学分析と同じような方法によつて実験を進めれば結果は信頼すべきものとなる。

以下に述べるように実験計画は地質学的に意味のある問題を主として取りあげるべきで、野外から採取してきた試料すべてを分析するとか、取りあげた問題に関連のない細かい点については極力取捨選択すべきで、分析において結果を速かにだすことは最も望ましいことである。

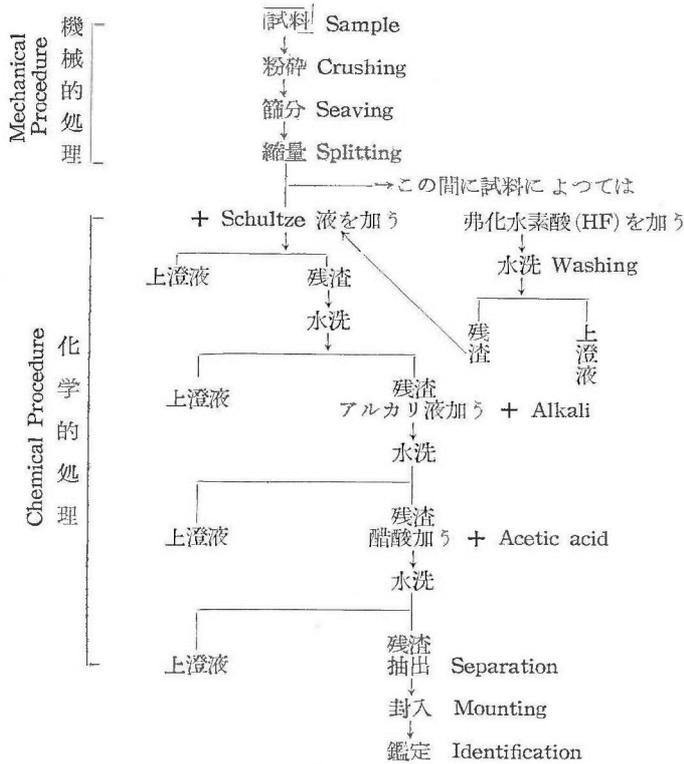
第3図は作業の内容を系統的に図示したもので、機械的処理と化学的処理に大別できる。

### VI.1 機械的処理

機械的処理は塊炭試料の粉碎とさらに細かくする摩砕との2工程に分かれ、篩分・縮量を行つて後はじめて分析試料が得られる。

#### VI.1.1 粉碎

野外から採取してきた石炭試料の多くは中・小塊炭であるから、分析に際してはこれらを粉碎



第3図 作業の系統図



しなければならない。石炭の質によつてその難易が決まるが、図版IIに掲載した4種類の褐炭および石炭を例にとれば、1の最上炭（山形県最上炭田産）のような木質褐炭は葉片に剥げるが粉化するのにはやゝ手数がかゝる。2のような朝日炭（石狩炭田夕張地区朝日炭産）は眼紋岩という特殊状態を示しているだけに、打撃によつて容易に粉化する。3の久慈炭（岩手県久慈炭田産）は堅い木質炭であるため粉化には最も困難である。4の奔別炭（石狩炭田夕張地区住友奔別炭業所産）は普通の瀝青炭で、粉化は比較的容易である。したがつて炭種によつて若干粉砕法を変

えなければならない。

粉砕法

瀝青炭あるいは褐炭の塊炭試料はまず径1cm程度の大きさに粉砕するため、鉄製乳鉢のなかで砕かねばならない。その際衝撃によつて石炭中の花粉・孢子化石が破壊されはしないかも考えられるが、これらは大体20~200μm程度の大きさで、筆者の実験の結果ではこの点についてはあまり考慮を払う必要はないように思う。しかし乳鉢のなかで摩擦することはさけた方がよく、上下運動による動作によつた方がよい。

註7) ドイツの褐炭については西独ノルドライン・ウエストフアーレン州地質調査所では炭層から10cmごとに試料を採取し紙袋に入れて叩く方法をとつている。またG. Kremp(1949)は磁製のルツボのなかで石炭を叩いて砕いている。

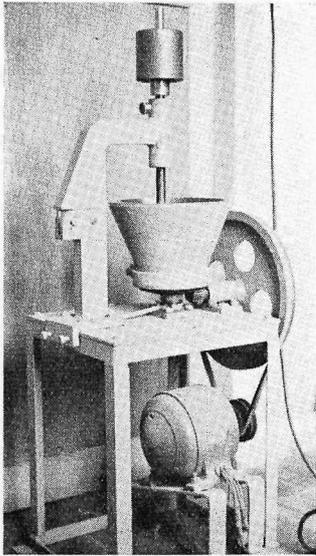


写真1 回転乳鉢式  
試料摩砕機

### 摩砕法

乳鉢内で1 cm 以下程度に砕かれた試料をさらに細かく粉砕する。そのために使用する機械にはいわゆる衝撃式・回転式・摩擦式ミルがあり、製品としてはボールミル・ロッドミル・ディスクグラインダーなどがある。石炭試料の粉砕に使用するためにこれらの機械について実験を行った結果写真1に示したような回転乳鉢式摩砕機を試作した。

この機械の利点は石炭試料の粉化の状況を観察しながら2段ベルトによつて回転速度を調節し、堅い試料については上部の錘りを増減することによつて粉砕状態を調節できることなどである。鉢の周囲につく炭粉はヘラ(spatula)で落す。

木質炭では粉砕に際して試料が飛散することがあり、また砕けやすい試料では炭粉が飛散するから注意註8)を要する。

### VI.1.2 篩分

一応乳鉢のなかで粉化した試料は30 mesh 以下にすることが望ましく、少なくとも60 mesh 以下にならないようにする。石炭はその組織成分によつて砕けやすい部分(暗炭部 'Durite')と砕けにくい部分(輝炭部 'vitrite', 'clarite')とがあり、この粉砕機によつておのおのの部分を求める粒度にすることも可能である。

粉化した試料は標準篩で粒度をそろえて集める。第4表にTylerの篩の網目の寸法を示した。花粉・孢子化石の大きさを考慮すると註9) 65 mesh 以下に粉砕された試料では数種の花粉・孢子化石が破壊されてしまつているおそれもあるが、一方において篩分操作終了後も8 mesh 以上のような大粒のものが残つていると、化学処理のときそれが硝酸などに作用されにくく、最後の封入の段階に際してデッキグラスが固着せず、障害が起きる。したがつて一応40~60 mesh 程度にして化学処理過程にはいつた方がよい註10)。

第5表には現生植物の花粉・孢子の大きさを示した。

### VI.1.3 縮量

粉砕し粉化した試料は化学的処理を行う前に縮量する必要がある。それには粉化試料を清浄な紙の上にあげ4分割して相対的な2部分を除いて行くいわゆる4分法を繰り返してもよいが、リップルサンプラーを用いて機械的に分割すると操作が迅速となる。

写真2は当所において使用している卓上型リップルサンプラー

第4表 Tyler 篩の  
網目寸法

mesh	網目の幅(mm)
3	6.680
4	4.699
6	3.327
8	2.362
10	1.651
14	1.168
20	0.833
28	0.589
35	0.417
48	0.295
65	0.208
100	0.147
150	0.104
200	0.074

註8) 木質炭の場合あらかじめ乳鉢内で細かくしてのち機械乳鉢に入れる。最初は錘りをのせず回転させ、次第に軽量のものから始めて行くことよい。

註9) 第三紀石炭中に含まれる花粉・孢子化石の大きさは普通針葉樹および裸子樹花粉では200~10 $\mu$ 程度、草本類花粉では300~10 $\mu$ 程度、羊歯類の孢子では50~10 $\mu$ 程度の大きさである。まれに500 $\mu$ を超えるものもあるがほとんど考慮する必要はない。

註10) 微古生物を岩石から分離するのに用いるために重液を使用することがあるが、花粉・孢子化石の選別にも用いられることもある。使用する薬品はCCl<sub>4</sub>(四塩化炭素)である。詳細は文献8)参照。

第5表 花粉胞子の大きさ

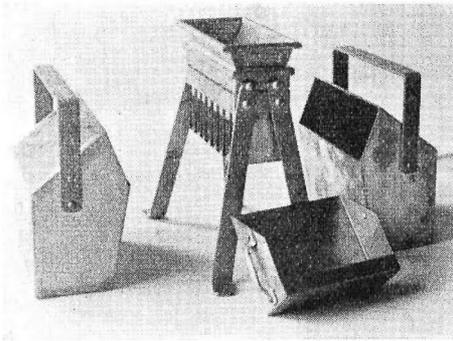
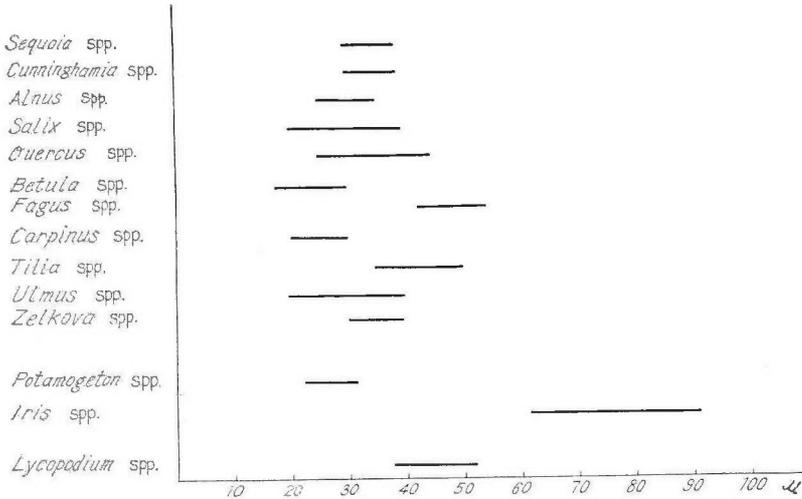


写真2 リッフルサンプラー

(JIS 4 型 ; 横 13 cm × 縦 10 cm × 高さ 16 cm) である。上部の受けから粉炭を入れれば下部の両側に均等に排出される。この操作を何度も繰り返し、最後に実験に供する試料は大体 1 ~ 5 g 程度となる。

この供試試料を 100 cc 以下の小ビーカーまたは目盛付遠心分離管<sup>註1)</sup>に入れ化学薬品を加える。

## VI.2 化学的処理

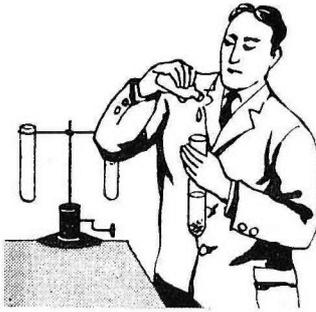
粉化した石炭試料に化学薬品を作用させる際には、できるだけ化石を痛めぬようにすることが必要である。しかし花粉胞子などは肉眼では認められぬ位小さいものであるため、処理法の良否は最後の過程ではじめてわかる。研究者は用いた処理法を報告書中に明記しておく必要がある。

現在知られている処理方法には数 10 種類あるが、当所において行つた実験に基づいて総括すれば大体下記の 5 方法に分かれる。

- 1) シュルツェ (Schultze) 液による処理 (石炭)
- 2) 過酸化水素による処理 (褐炭)
- 3) 硝酸による処理 (石炭・褐炭)
- 4) アルカリ液 (KOH または NaOH) による処理 (褐炭・泥炭)
- 5) 硫酸・氷醋酸などによる処理 (褐炭・泥炭)

試料の炭化度と処理法とはある程度関連はあるが、むしろ石炭中の鉱物質の量の多少や粘結性の有無などによつて操作を考えなければならない。しかし一般的にいつて炭化の進んだ石炭

註1) 長さ 15 cm, ガラス製。



ほど強酸を作用させ、低品位炭ほど弱酸で分解させることは通則である。

#### 処理法1：瀝青炭・粘結炭用

粉末化した試料の2～3gを遠心分離管またはビーカー<sup>註12)</sup>に入れ、ほぼ等量の塩素酸カリ (KClO<sub>3</sub>) 粉末を加えてよく混ぜる。次に濃硝酸 (Conc HNO<sub>3</sub> sp. 1.42) を加える。24時間放置したのち水洗数回。上澄液の黄褐色の色が薄くなるまで残渣を洗う。遠心分離機を用いて上澄液を除き残渣を集める<sup>註13)</sup>。

次に残渣に苛性カリ (KOH) 10%液を加えてのち前と同じ方法によつて数回水洗し、アルカリ反応がほとんど失われてから残渣を室温または恒温乾燥器中で、僅かに湿分が残っている程度まで乾かす。

#### 処理法2：褐炭用

粉末化した試料に過酸化水素 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) を加えて24時間放置する。たゞしこの時間は実験に供する試料の質によつて調節する。数回水洗したのち遠心分離を行い、酸性を薄めて上澄液の着色が淡くなつた程度するとき、苛性カリ10%液を加えて遊離フミン酸を生じさせ上澄液を除く。残渣を数回洗滌したのち、室温で自然乾燥を行い封入の段階に移る。

#### 処理法3：褐炭および低度瀝青炭用

粉末化した試料に発煙濃硝酸 (sp. 1.42) を加える。反応は急激には起こらないが、室温で24時間放置すればほぼ反応は終わる。残渣は水洗し、さらに醋酸を加えて脱色化を行い、また水洗したのち残渣を抽出する。

その他多くの処理法があり<sup>註14)</sup>、試料の性質に応じて使用している。

注意1 処理法1において、硝酸+塩素酸カリの操作を急激に行えばこれによつて爆発的な反応が起きる。これをさけるために硝酸は徐々に加える。

注意2 粉末の塩素酸カリを硝酸注入後に加えると試料に反応を与えないことがある。あらかじめ試料と塩素酸カリ末とをよく混合しておけば作用はほぼ完全となる。

注意3 この反応によつて発生する亜硝酸ガスは有毒である。なるべくドラフト中で行うことが必要である。

注意4 管壁についた粉末試料は洗滌水でよく流し落とし反応させることが必要。未作用の炭粉が残ると標本に厚みがあるため封入不能となる。

注意5 処理法3は新第三紀の褐炭によい。褐炭には Schultze 法は強すぎ不適当なことがある。

### VI.3 標本作製

化学的処理を終わつて濃集した残渣が得られたならば、そのなかから化石を取り出して顕微鏡下でこれらを観察する段階となる。

古生代の石炭中に含まれている孢子化石は1～5mmの大きさがあつてピンセットなどで取り出すこともできるのであるが、第三紀の石炭中の化石は大体200μ以下でこのような操作は

註12) この場合の量は5～10gでもよい。

註13) 手廻遠心分離機は沈澱の程度をみて廻転を加減できるので、少量の試験には便利である。

註14) 文献 5) 8) 11) その他。



カバーガラスはなるべく大きなもの(18×24 mm 以上)がよく、封入剤の量はカバーガラス下からはみださぬ程度に加減して加える。

そのほか封入法については鳥倉巳三郎氏によるよい方法もある<sup>註18)</sup>。

### VI.3.2 染色

泥炭や現生植物の花粉を観察するとき標本を高倍率(400~1500倍)でみる必要があるのですが、あらかじめグリセリンゼリーのなかに gentiana violet (紫色素) や methylene blue (青色素) を溶かしておいて外皮膜を染色する。筆者らを取り扱った古第三紀の石炭では花粉・孢子化石は淡黄色または褐色を呈しているのど、とくに染色する必要はなかつた。

単子葉植物のあるものでは花粉の外膜がうすく透明に近いので、細部をみるために位相差顕微鏡装置 (phase contrast) を併用してもよい。とくに天然色写真を撮影する場合は染色しない方が実際の感じを再現できる。標本と封入剤の関係については両者の屈折率を調べてその差のあるものを使う方がよい<sup>註19)</sup>。

筆者の集めた現生植物の花粉(約400種)は黄・淡黄色などを帯びていたが、ハシバミ (*Corylus avellana*) は淡緑、ニレ (*Ulmus procea*) は灰色、ハタンキョウ (*Prunus amygdalous*) は紫褐色というように固有の色を帯びているという報告もある。

## VI.4 化石の鑑定と記載

石炭中から検出した花粉孢子化石の種類を決めることは、花粉分析における重要な作業である。現生植物の花粉や泥炭中に含まれている花粉化石などは、保存がよく細部まで観察できるが、石炭中から検出したものすべてを現生植物の属名と一致させることはむずかしい。そのため化石の鑑定について2つの考えが生れる。

(1) 石炭中から検出した化石でも、できる限り現生植物の花粉と関連づけて研究し、植物命名規約に基づいて2命名法をもつて表現する。

(2) 第三紀中・前期の化石においては現生植物と関連づけるのは無理であるとし、顕微鏡下の観察による形態上の特徴に基づいて人為的分類を行い、もし現生植物と関連がついたものはその植物名を学名の末尾に記す。

この自然分類・人為分類のいずれをとるかは統一されていない。古生代や中生代の化石は人為分類によるものが全面的に承認されており、第四紀の化石は自然分類によつても大誤はない。第三紀の化石はこの点最も議論のあるところである。現在世界中の研究者について調べてみると、第三紀石炭の花粉分析において(1)と(2)の中間をとる表現が最も多く行われており<sup>註20)</sup>、(2)の方法をとる研究者はきわめて少数である。

当所においてはこれらの研究について充分比較検討を加えた結果、古第三紀の石炭から検出した化石については大区分は形態的分類を用いて纏め、小区分についてはできるだけ植物名をもとした表現を用いた。

### VI.4.1 鑑定基準

前述のように花粉・孢子化石の分類法には統一されたものはなく、各国によつてそれぞれ独

註18) Coal Microscopy 参照。

註19) Conifer 花粉の封入剤には Emola oil (佳油) がよいことを幾瀬がのべている文献13)。

註20) (1)の方法と(2)の中間の表現を用いる研究者(植物学名の末尾を変化させるか、接尾語をつける): R. Potonié, G. Kremp, F. Kirchheimer, U. Rein,

(1)の表現を用いる者 Traverse, (2)の表現を用いる者 Thomson, Pflug. 6。

自の表現を用いている。

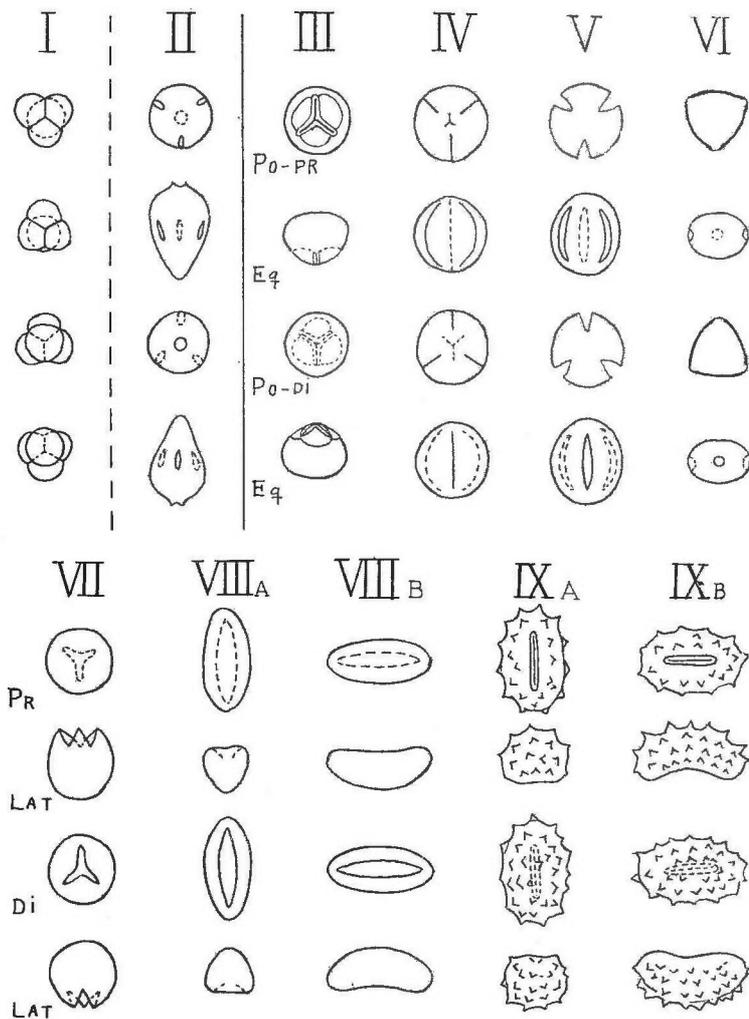
しかしこれらを分析すると次の4系統に分けられる。

- (1) Erdtman-Faegri-Iversen-Thomas van der Hammen らの表現
- (2) Potonié-Kremp らの表現
- (3) Thomson-Pflug らの表現
- (4) 幾瀬の表現

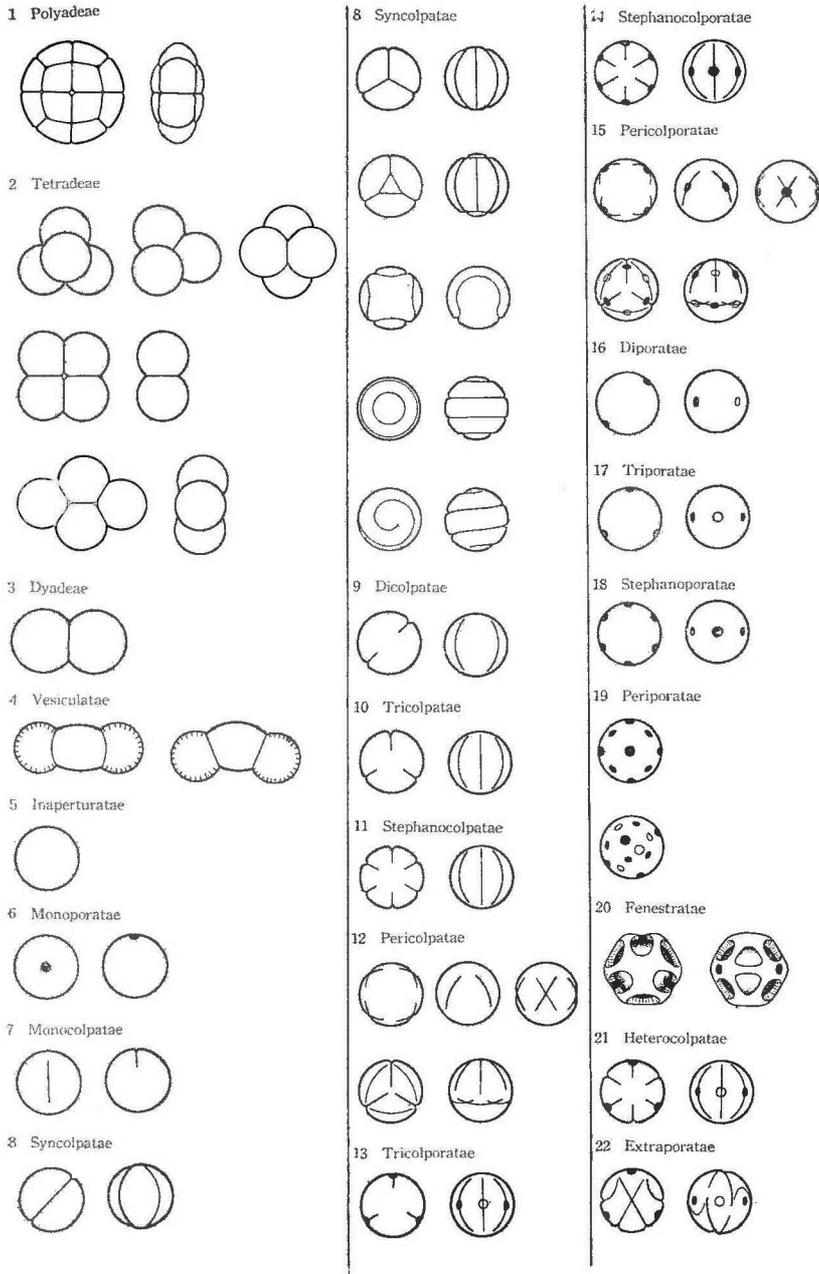
これらの研究者の発表した綜括的な分類図を第4～8図に掲げた。

第4図はスウェーデンの Erdtman によるもので、その内容としてはあまり細かい表現は行わず、花粉粒の外形・花粉管孔の位置と数などに重きをおいている。現生植物および泥炭中の花粉化石に基づく分類であるため型態分類はとっていない。

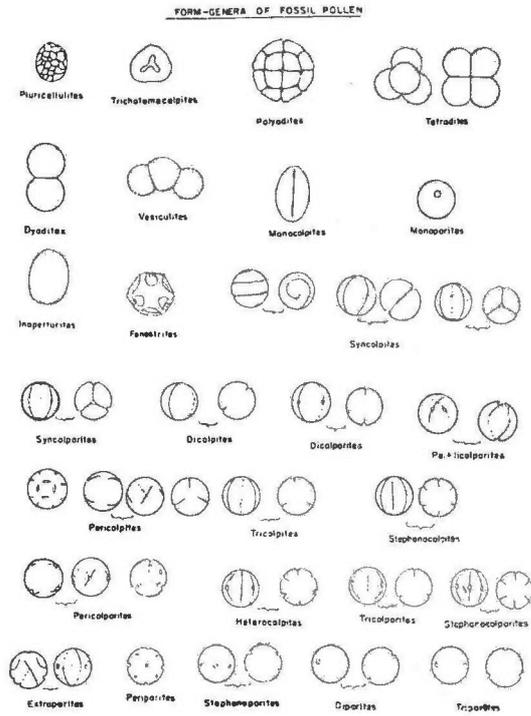
第5図はデンマークの Faegri とノールウエーの Iversen らの共同研究による分類法で、基準とするところは Erdtman と同じであるが、さらに詳しく花粉を22の型に分け分類して



第4図 Erdtman の花粉・胞子分類図 (1954, 文献11)

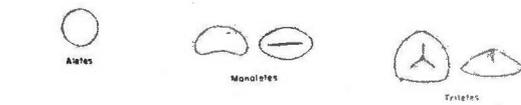


第5図 Faegri と Iversen による花粉分類図 (1950, 文献8)

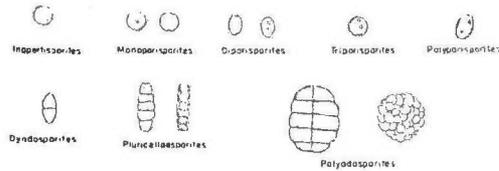


FORM-GENERA OF FOSSIL SPORES

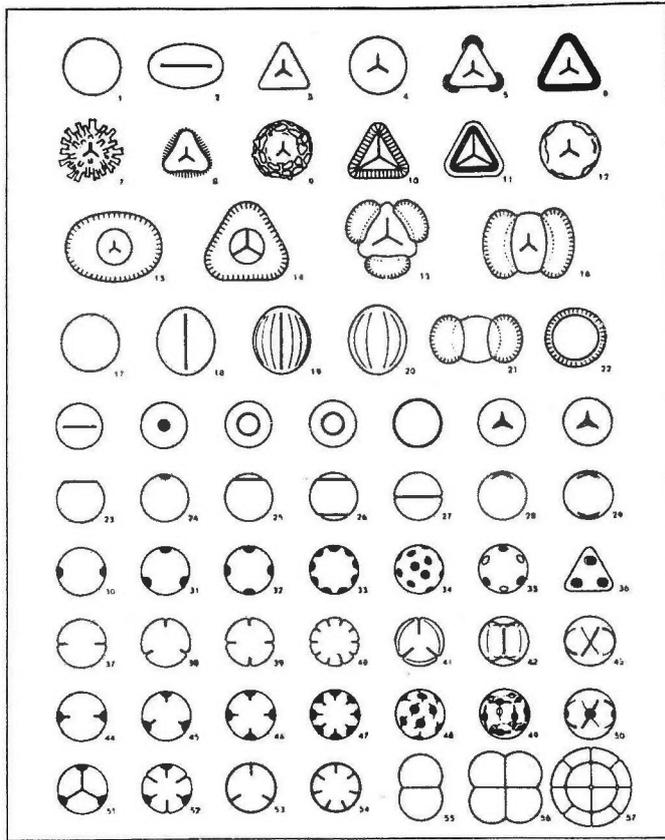
PTERIDOPHYTE-LAND BRYOPHYTE SPORES



FUNGI-SPORES



第6圖 Thomas van der Hammen の花粉・胞子分類図 (1954, 文献40)



第7図 Kuyi の花粉・胞子分類図 (1955, 文献 24)

いる。この表現は顕微鏡下で化石を観察する場合に使用するのにはなはだ便利で、大きな目安を立てるのによい。

第6図はコロンビアの Thomas van der Hammen の分類であるが、オランダにおける花粉学研究の流れを汲んで Faegri と Iversen の分類に多少の改変を加えたものである。菌類の胞子まで分類しているため、石炭・褐炭中から検出する化石に利用するのにはなはだ都合がよい。

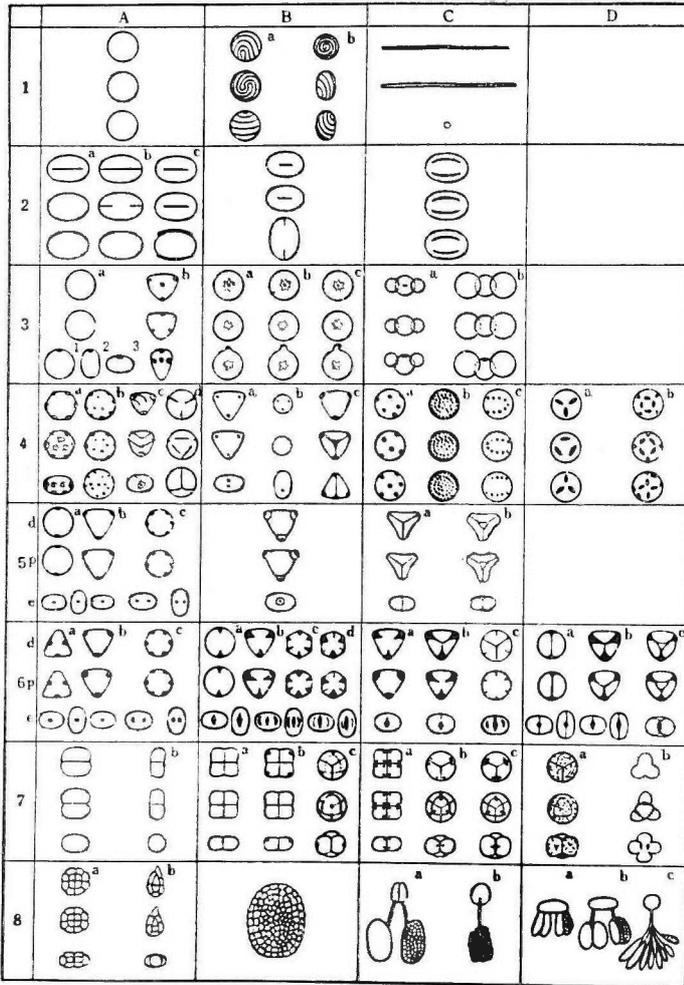
第7図はヴェネズエラ・オランダの Kuyi, Waterbolk, Muller らの分類である。Erdtman 系統の表現によつて花粉・胞子を計 57 の型態に分けているが、前記の Thomas van der Hammen の分類と大差はない。

第8図はわが国における現生植物の花粉をもとにした幾瀬の分類である。この分類は花粉の管孔・溝などの位置配列の関連性に重きをおいて分類したもので、1から8までの群に分け、さらに各群をAからDまでに区分している。

この分類はわが国に生育している植物によつているため重要であるが、各群の細分された内容については目下研究が進められているようである。

第4図から第8図までに示した5つの分類図によつてもわかるように、分類の基礎とするところは花粉の外形・花粉管孔の位置・配列などである。

一方においては古生代胞子の分類のようにまったくの人為的分類によつて統一させる考えが



第8図 幾瀬の花粉分類図 (1956, 文献13)

ある。古生代胞子については全世界ほぼ共通した形態分類が採用されており、ほとんど問題はない。この考えを第三紀前期の石炭の分析にまで応用したのがドイツの Thomson と Pflugらである。

第6表はその表現を示した。これによればすべて新たに定義された区別に従がつて再分類されており、現生植物名との関連が不明であるものでも整理できるが、表現が難解であるためか、まだあまり用いられていないようである。

当所においても全面的にはまだ採用するに至っていない。

ドイツにおける Potonié, Thiergart, Rein らの表現は植物学名を基幹としてこれに改変を加えたもの、例えば *Sequoia* と思われる花粉には *Sequoioid-poll. polyformosus* THIERGART, *Abies* と思われる花粉には *Abietinae-poll.* というように表現し、また所属のわからないものには例えば *Poll. liyarvensis* THIERGART などと名付けている<sup>30)</sup>。これらは半自然分類である。

当所ではすでに発表した論文中において現生植物学名を type にとる表現を行つたが、次第

第6表 Thomson と Pflug による花粉分類表

A. Oberabteilung : Sporites (孢子)		II. Abt. Inaperures
I. Abt. Triletes		1. Inaperturopollenites
1. Form Genus	Cicatoricosisporites	III. Abt. Saccites
2.	Concavisporites	1. Zonalapollenites
3.	Divisisporites	2. Pityopollenites
4.	Undulatisporites	IV. Abt. Brevaxones
5.	Streisporites	1. Extratriporopollenites
6.	Laevigatisporites	2. Triatriopollenites
7.	Reticulatisporites	3. Trivestibulopollenites
8.	Corrugatisporites	4. Triporopollenites
9.	Regulatisporites	5. Subtriporopollenites
10.	Baculatisporites	6. Intratriporopollenites
11.	Tuberculatisporites	7. Stephanoporopollenites
12.	Punctatisporites	8. Polyvestibulopollenites
II. Abt. Zonales		9. Polyporopollenites
1.	Cingulatisporites	10. Porocolpopollenites
III. Abt. Triplanes		V. Abt. Asymmetres
1.	Triplanosporites	1. Multiporopollenites
IV. Abt. Monoletes		VI. Abt. Longaxones
1.	Laevigatosporites	1. Tricolpopollenites
2.	Verrucatosporites	2. Tricolporopollenites
3.	Punctatosporites	3. Tetracolporopollenites
4.	Reticuloidosporites	4. Periporopollenites
5.	Cicatoricosporites	VII. Abt. Massuloides
B. Oberabteilung : Pollenites (花粉)		1. Polyadopollenites
I. Abt. Bilateres		2. Tetradopollenites
1.	Monocolpopollenites	

に研究が進展するにつれて化石の記載が必要となり、これらの半自然分類よりも人為的形態分類を採用する予定である。

#### VI. 4. 2 観察・写真撮影

プレパラートとして作られた標本は普通の生物用顕微鏡を用いて観察するが、概査的な研究では100倍、個々の標本の細部の鑑定には400~1,500倍の倍率を用いる。標本をふたたびチェックすることもあるので、当所では第9~11図に示したカードを使用している。

#### 記入の方法

まず顕微鏡下で化石を観察し、各個鑑定カード(第9図)にその属種名を記入する。その記載の順序は化石のうち大きさを測定する必要のあるものはLの欄にマイクロメーターの読みの値を記入し、これから計算した標本の大きさを $\mu$ 単位で記入する。

このように1枚のプレパラート中で視野下に現われる種類を逐次記載してゆき、同一型を同一行に纏めておく。写真撮影の必要のあるもの、または後刻記載を要するものは下方欄外のプレパラート見取図中に位置を記入しておく。

このように1枚のプレパラート中で化石を鑑定し終わつたならば同じ方法で同一試料の数枚のプレパラートを鑑査し、これらのなかに含まれる化石の総計を種類別集計カード(第10図)

No.	各個鑑定カード		Loc.	
	Slide No.	Seam No.	Horiz	
	Gn. Name	L. M	合計	
1	<i>Alnus</i> sp. 1	5 20	正 F	
2				
3	以下順次記載			
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ラベル	
-----	--

第9図 各個鑑定カード

No.	種類別集計カード		Loc.	
	Slide No.~No.	Seam No.	Horiz	
	大区分	小分類	$\Sigma$	%
		<i>Alnus</i> sp. 1	5	
	以下順次記載			

第10図 種類別集計カード

の  $\Sigma$  の欄に書く。%の欄にはこれら化石の相互の割合を書く。

この種類別集計カードは1試料から作った数枚のプレパラートを観察した結果できあがるが、これらを各層準の試料について行い、最後に集計カードの値を層準別集計カードに纏めておく。

この集計カード(第11図)は1炭層中の各部分の分析結果について記してもよく、また異なつた炭層ごとの分析値を記すのに使用してもよい。

標本観察の順序

- (1) 標本の大きさや外皮膜の特徴・形態などをみる。
- (2) マイクロメーターによる粒の大きさの正確な測定。
- (3) すでに知られている化石種の記載・図版などを参照し同定する。
- (4) 種類不明のものはさらに現生植物花粉カード(約4,000枚)によつて調べる。
- (5) さらに既知のものとは異なつている化石は新種として記載する。
- (6) 必要ならばスケッチ・写真撮影などを行つておく。

以上の順序によつて化石の鑑定と分類を行つているが、図版 III と IV に示したように現生植物の花粉と第三系始新統中の石炭から検出した花粉とを比較すると、両者間には関連性があることがわかる。

顕微鏡視野下の花粉・胞子化石はマイクロメーターによつて大きさを測定するが、第7表のような測定表をおらかじめ作つておく必要がある。

この表を使い接眼鏡のなかに入れた scale によつて標本の大きさを測る。1プレパラート中で計上する化石の数はその試料を代表する花粉図表の基礎数値となるので最も吟味を要するところである。

当所においては Barkley の理論に従つて200個を計算し、その間における種類相互の比率を出している。

系統的な作業が大規模に行われた結果、1試料中で500~1,000個を計上する作業も最近行われている。さらに試料中の化石全個数を計算することも行われてきた。



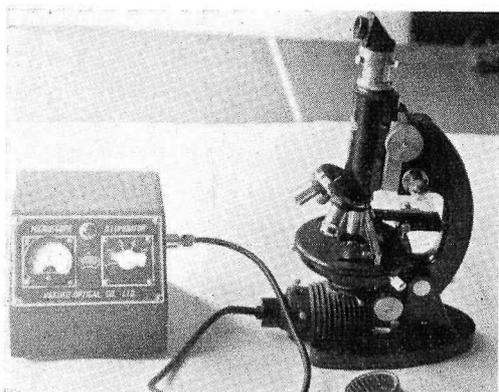


写真4 映像投影器

この装置の利点としては焦点板Aを上下することによって、所要の倍率の像がスリ硝子板上に求められることと普通観察の際装置を廻転させておけば作業の障害とならず、必要に応じて装着できることなどである。これらの写真は大名刺判の乾板に撮影しているが、花粉・胞子の場合には引蓋を半分引いて2枚撮りを行っている。添付したI, III, IV, V, VIの5図版の写真はこの方法で撮影した。さらに上部にプロローグフィルム用ホルダーを装着できるようにして天然色写真の撮影を行っている。写真5における左方の立桿上の目盛によって焦点板(A)上における倍率が知れるように作ったのが第8表である。

化石図版を添付して記載の不備をおぎない、他の研究結果と比較ができるように努めている。顕微鏡写真を撮影する方法には鏡胴に直接カメラを装着する型式と蛇腹式暗箱を用いて上部の焦点板に映つた像を撮影する型式との2種類がある。これらは互に一長一短があり、当所においてはカメラ式を一応使用したが現在では写真5のような蛇腹式のものを使用している。

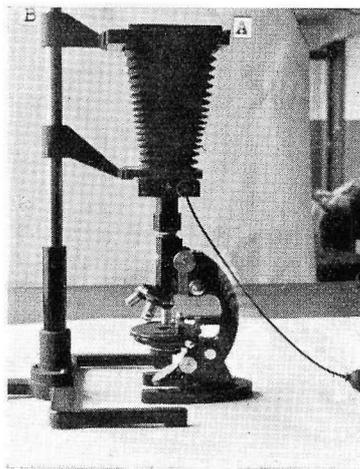


写真5 蛇腹式顕微鏡写真機

第8表 焦点板上に焦点を求める表

桿上の目盛の読み (数字は写真5によるBの位置)

対物レンズ		接眼レンズ		影像の倍率							
				×50	×75	×200	×300	×400	×500	×600	
×10	× 5	30.5	41.8			43.0					
	× 6										
	× 10										
	× 15										
×80	× 5				24.0		31.9	40.0	47.8		
	× 6										
	× 10										
	× 15										
×100	× 5						24.4	30.4	31.0	44.0	
	× 6										
	× 10										
	× 15										

単位は cm

花粉・胞子化石や植物組織の写真を撮影する場合、モノクロームに較べ天然色写真の撮影では細かい注意が必要である。図版Iに示した天然色写真は写真6に示した装置で撮影した。

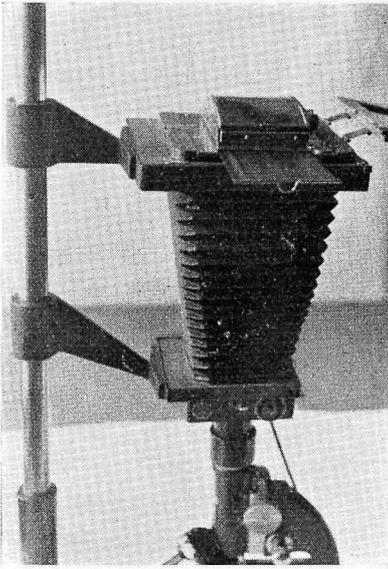


写真6 フィルム式撮影ホルダー

図版Iの2・3の2枚はフィルターとして青色(POB)を、1・4の2枚は琥珀色(ワルツA系統)を使用した。

花粉・孢子化石および石炭、褐炭薄片についての天然色写真撮影の際の露出は第9表に示した。

花粉化石の撮影にあたっては色温度転換フィルターをコンデンサーの下部に装着し、光源からの光は電燈光のため赤色を帯びているので、B系列(青色系)のフィルターを使用する。

石炭・褐炭の薄片の場合では人工光にA系列(琥珀色系)のフィルターを使用すると植物組織の色彩がさらに強調されてよい結果をえることができた。当所においてはB4, A2, A4(ワルツカラーフィルター)などを使用している。

モノクロームの場合写真撮影終了ののち原板の現像焼付などについては普通の操作と変わった点はないが、花粉・孢子類が封入剤と屈折率上大差ないため、原板からの焼付に際してとくに硬調の

第9表 写真撮影露出時間表

使用感光材料 映像の倍率		乾板			ロールフィルム		
		ネオパン	プロセス パンクロ	プロセス ハード	フジカラー	フジ ネオパンSS	みのり パンクロSS
薄片の場合	×50	3''	—	—	1/15 <sup>78</sup> (WA4)	±2''	—
	×75	3~4''	5''	7~10''	—	—	1~3''
	×200	—	8''	—	—	—	—
	×300	—	8~10''	—	—	—	—
花粉の場合		—	—	10~15''	1.5~3''(POB) (WB4)	—	—

註 標本の良否によつて露出時間は多少異なる

( )内は使用フィルター名 W:ワルツカラー用フィルター

光源:トランス全開,絞りは開放

印画紙を用いた方が好い結果がえられる。筆者らは薄片撮影についてはプロセスパンクロ乾板を、また花粉・孢子化石撮影についてはプロセスハード・A1などの乾板を使用している。

#### VI.4.3 資料の整備

検出した標本を鑑定する場合、得た標本は前に述べたようにすでに知られている化石種および現生植物の花粉と比較対照しなければならないが、実験に使用している顕微鏡のほか、比較標本を観察する副顕微鏡があると便利である。当所ではこのため携帯用小型顕微鏡を使用しているが、野外調査にも携行できて研究の進歩に役立つ。

現生植物の花粉標本を揃えることも必要である<sup>註21)</sup>。外国において発表された図版中にはわが国では生育していない植物の花粉がかなり掲載されており、この逆の場合も多くある。

註21) 化石の場合変形され原形質が失われていることが多いので、現生植物の花粉を酸で処理し収縮させて観察した方がよいという意見もある。

当所では入手できる限りの外国文献から複製した化石図版を第13図のような花粉カードに作って利用している(註22)。

		Fig.
Type-No.	Japanese Name	
Description		表
Form		
Length		
External Character		
Other Character		
Comparison		裏
Occurrence Locality		
Geological Horizon		
Recent Distribution		
Bibliography		

第13図 花粉カード

析および花粉化石の形態の研究, 第四系分析に関するもの)。

- 〔日本〕 地質調査所月報。地質調査所報告。地質ニュース。北海道学芸大紀要。植物研究雑誌。日本植物生態学会報。九大紀要。九州鉱山学会誌。西京大研究報告。高知大学術報告・同研究報告。京大農学部演習林報告。大阪市立大研究報告。石油技術協会誌。北海道地質要報。岩石鉱物鉱床学会誌。新生代の研究。
- 〔ドイツ〕 Abh. Preuß. Geol. L.-Stalt: Arb. Inst. Paläobot. Petro. Brennsteine: Beih. Bot. Centralbl.: Braunkohle: Braunkohle, Wärme u. Energie: Brennstoff Geol.: Geol. Jahrb.: Jahrb. für Geol. u. Mineral.: Jahrb. Preuß. Geol. Lands: Neues Jahrb. Geol. u. Paläont. Abhandl.: Notizblatt hess. Land-Amt. Bodenforsch.: Palaeontographica: Paläont. Zeitschrift: Planta: Schr. Brennstoff-geol.: Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellsh.
- 〔U.S.A.〕 Amer. Jour. Bot.: Bot. Gazett: Bull. Torrey Bot. Club: Ecology: Jour. Palaeont.: Micropalaeontology: Rept. Invest. Bureau of Mine: Rept. Wisconsin Acad. Sci.: Science
- 〔スウェーデン〕 Bot. Notiser: Geol. Föhr. Föhr.: Sv. Bot. Tidskr: Arkiv Mineral. Geol.
- 〔インド〕 Proc. National Inst. Sci. India: Rept. Birbal Sahni Paleob. Inst.: Trans. Min. Geol. & Metal Sci. India: Jour. Indian Bot. Soc.
- 〔U.S.S.R.〕 Trudi Inst. Geol. Nauk
- 〔オランダ〕 Geologie en Mijnbouw: Medd: Geol. Stichtung
- 〔ニュージーランド〕 Bull. Auckland Inst. & Mus.: Trans. Royal Soc. New Zealand
- 〔オーストリア〕 Mikroskopie
- 〔南ア連邦〕 South Africa Jour. Sci.: Trans. Geol. Soc. S. Africa

註22) 現在では約4,000枚整備されたが今後さらに増加する見込である。

註23) 図名の掲載順は筆者の利用度の順による。

わが国の古第三紀炭田から産する花粉・胞子化石の図版は筆者らがすでに数回にわたって発表したが、そのほかはまだ詳しくは明らかにされていないので、一応海外各国の研究成果を参考にしなければならない。

このような特殊な微古生物についての論文は限られた学術雑誌に掲載されており、研究者がこれらを探するのも容易ではない。

したがって以下に筆者が数年にわたって集録した研究論文の項目を調べ、掲載誌の総覧を行った(註23) (主として第三系の分

[コロンビア] Boletin Geologico

[イギリス] Geol. Mag.

以上のほかに古生代の孢子に関する研究論文および古生代炭田の孢子分析についての掲載誌は多いがすべて省略した。

## VI.5 標本の整理保管

プレパラート中に封入し終わった標本は薄片収納箱 (20×25×3.5 cm) に入れ、おのこのプレパラートにはラベルを貼つて試料の炭層名と採取位置番号を記入する。

従来の花粉分析研究においては前述の作業が終わつたのも標本を廃棄してしまったこともあるようだが、古生物の新種を記載する段階においては標本は必ず残さねばならない。

しかし永年にわたる間には封入剤の収縮や標本の腐敗を招くことも往々にあるので、カバーガラスの周囲をエナメルまたは透明ラッカーなどで固定しておくこともよい。たゞエナメルでは縁部における標本がかくれることもあるので注意を要する。

収納箱についても最近防塵の工夫を行つたものことができ、当所においてもこれを使用しているが好い結果を得ている。

## VI.6 実験・作業器具と実験室

花粉分析に使用する実験器具や薬品は研究の対象とする試料によって多少異なるが、こゝでは第三系の褐炭と石炭の分析に適当な材料を示すに止める。

たゞしこれらは一応理想的な条件下における操作に使用するものを示したもので、研究者の環境や実験の規模、目的などによって変えうるものである (とくに準備しなければならないものには \*印をつけた)。

### VI.6.1 実験器具

#### 野外調査用

ハンマー\*・タガネ(ともに先平のもの)・サンプル袋\*・折尺\*・ラベル\*・ノート\*・白墨\*・荷札・ビニール布\*・マジックインキ・ルーペ・クリノメーター\*・走向板\* その他

ハンマーは石炭層の場合は双先が平らで鋭利の方がよい。サンプル袋は布製で野外作業の際は1カ所100枚を用意すれば充分である。石狩炭田における概査的な調査でも炭層数の多い場合60~70枚を1カ所において使用した。折尺は鋼製のくり出し式も便利ではあるが、坑内における照明では目盛がみにくいので木製で簡単なものがよい。ビニール布は坑道の床に敷いて試料が散逸した場合集める。

#### 室内作業用

室内実験を行うにあたっては肉眼でみえぬ標本を扱うため、とくに厳密な精度が要求される。窓外から飛来する現生植物の花粉が器具に付着する例も時折みうけるが、石炭の分析の場合では外来の花粉はその着色度、腐蝕度などによって化石と見分けることができる。しかし泥炭などの第四紀の堆積物を分析する場合は一応注意することが肝要である。

機械的処理器具：クラッシャー・鉄乳鉢\*・メノウ乳鉢・篩1組\* (25~60 mesh の範囲必要)

化学的処理用品：濃硝酸\* (Conc HNO<sub>3</sub> sp. 1.42)・塩素酸カリ\* (KClO<sub>3</sub>)・苛性カリ\* (KOH)・弗化水素酸 (HF)・醋酸 (CH<sub>3</sub>COOH)・塩酸 (HCl)・塩素酸ナトリウム (Na<sub>2</sub>ClO<sub>3</sub>)・アンモニア (NH<sub>4</sub>OH)・過酸化水素\* (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

硝子器具：遠心分離管\* (15×4 cm) ・ ビーカー\* (100~500 cc) ・ 洗滌瓶\* ・ スポイト\* ・ スライドグラス\* (76 mm×26 mm) ・ デッキグラス\* (18×18 mm または 18×25 mm) ・ ガラス棒\* その他。

試験管立\* ・ 湯煎 ・ 鉄製ハサミ ・ アルコールランプ ・ 銀銅製ルツボ ・ ‘障子’ (マッペ) ・ アニゾール\*

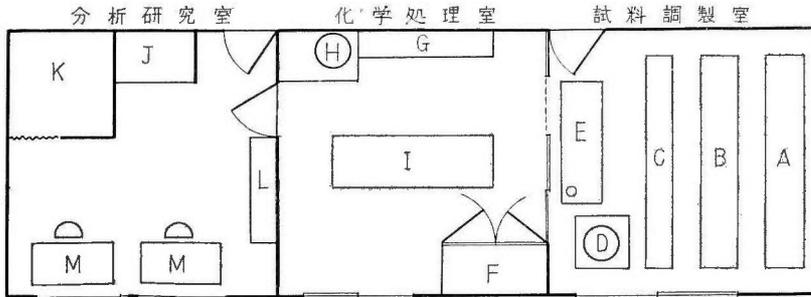
封入剤用薬品：グリセリン\* ・ アラビアゴム末 ・ 抱水クロラール ・ セラチン\* ・ カナダバルサム ・ エチルアルコール ・ ブチルアルコール ・ フェナセチン ・ レークサイトセメント ・ 荏油 (Emola Oil) ・ Diaphane ・ 石炭酸\* その他

染色用薬品：ゲンチアンヴァイオレット ・ メチレンブルー ・ サフラニン ・ 塩基性フクシン  
器械類：顕微鏡\* (生物用透過光線使用) (卓上・携帯各1台) ・ 遠心分離器\* (電動, 手廻各1台) ・ 映像投影器 ・ リップルサンプラー ・ 紫外線照射装置 ・ 定温乾燥器 ・ 文献複写器\*

感光材料：印画紙\* (密着および引伸用硬調) ・ フィルム\* (カラー・ポジ) ・ 乾板\* (プロセスパネクロなど) ・ 現像定着用薬品\*

## VI. 6. 2 実験室

実験室は作業が能率よく行われるように整備されることが望ましい。1例としてノールウェーのベルゲン大学における Faegri 教授の研究室を基本として第14図のような理想的な実験



第14図 実験室見取図

- A, B: 塊炭試料棚, C: 粉末試料棚, D: クラッシャー, E: 試料調整台  
F: ドラフト, G: 化学薬, H: 遠心分離器, I: 実験機, J: 映像投影器  
K: 暗室, L: 書棚, 標本格納棚, M: 机

室を図示してみた。これらは3室に分かれ、2室は実験室、1室は研究室とし、各窓には細かい金網を張り、外部から飛来する現生植物の花粉を防ぐ。

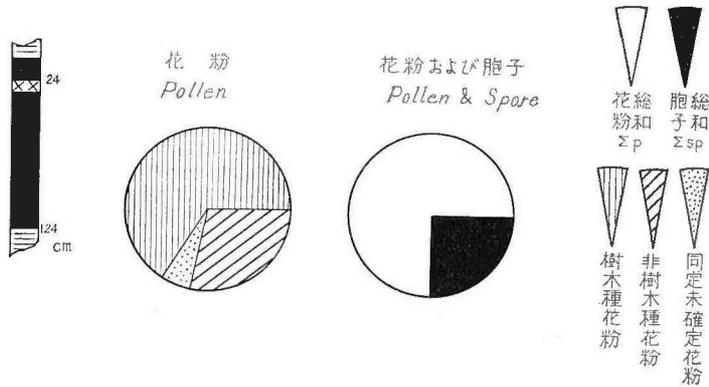
## VII. 統計的処理

花粉分析は花粉統計学ともいわれているように、微化石を量的に扱うことに重要な意義がある。したがって前述 (VI. 4. 2) したように層準別の集計で得られた花粉化石群の数をどのよ

うに纏め表現して行けば目的を達することができるかは重要な点である。  
以下研究目的に応じた図表の表現法を示す。

VII. 1 扇形図表<sup>註24)</sup>

一般に各調査地から採取した試料の花粉分析を行つた場合、その地点の植生の構成を示すのに用いる。ソ連やスエーデンのような広大な泥炭地のある所では、この扇形図表によつて各地点の分析結果を示している例は多くあるが、筆者は石炭中の花粉構成の表示にこれを応用してみた。



第 15 図 美唄本層中の花粉・孢子化石構成図表 (1955, 徳永)

この表現によれば一見して各植物群の構成が把握できる。第 15 図は石狩炭田空知地区美唄地域において行つた美唄本層の分析結果であるが、試料中に含まれていた花粉・孢子の化石数を種類別に組み分けて表示したもので、右図は花粉 200 個を観察する間にみいだされる孢子数と花粉数の比較を示したものである。

- ✕ *Abies*
- *Alnus*
- *Betula*
- ▲ *Carpinus*
- ◆ *Corylus*
- ▲ *Fagus*
- ◇ *Ilex*
- △ *Picea*
- *Pinus*
- *Quercus* の類
- ⊕ *Salix*
- ⊕ *Myrica*
- *Larix*
- ⊙ *Ericaceae*

第 16 図 花粉記号凡例 (1954, Erdtman)

VII. 2 構成変化図表<sup>註25)</sup>

花粉分析において柱状試料の分析結果を表示するのに最もよく使われる図表<sup>註26)</sup>で、各層準における花粉群の構成を線によつて連続させ、植生の変化を示したものである。しかし多数の種類を 1 つの表に示すと非常に複雑となり、わかりにくいので、大体 10 種類位の樹木種を取り扱うとき使われる。樹木の種類によつて表示する記号は大体定まつており、第 16 図にその例を示した。

VII. 3 分解図表<sup>註27)</sup>

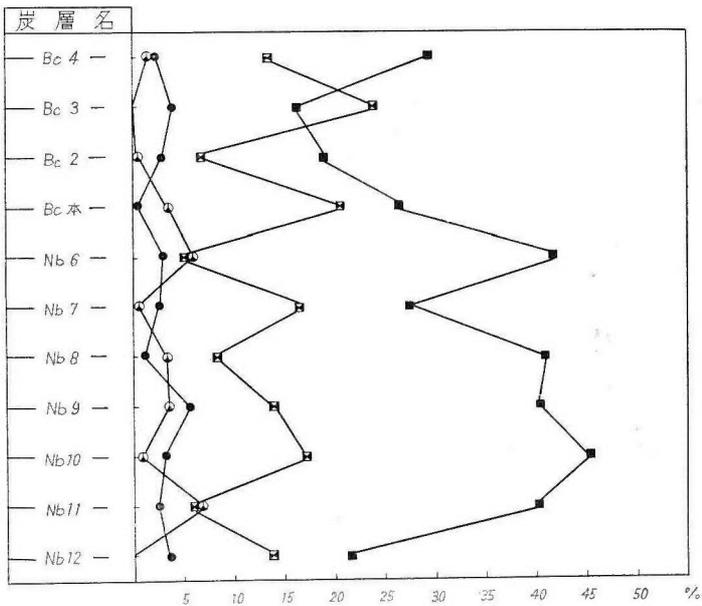
前項 (VII. 2) で示したのは各種類を 1 図表中に纏めたのであるが、これを各種類の割合がみやすいように、それぞれの欄に分けて表示したのが第 18 図である。

註24) 植生構成を示す扇状図形をとくに phytocoenose diagram ということもある。

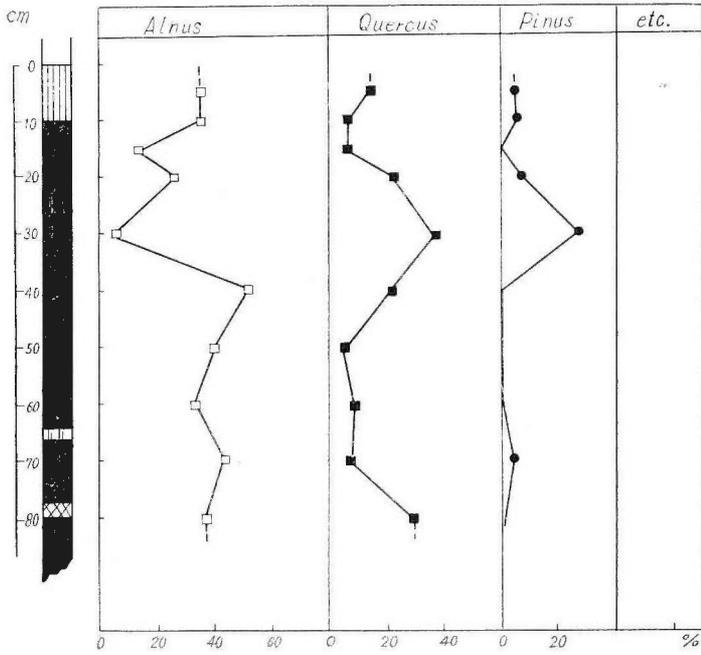
註25) 鋸歯図表 (saw blade diagram) ともいう、各種類一緒に表示したものを複合図表 (composite diagram) という

註26) 各植物群の値を直線で結んだ。

註27) dissolved diagram



第 17 図 花粉構成変化図表 (1955, 石狩炭田 美唄地域研究報告から作成, 徳永)



第 18 図 分解図表 (下北泥炭分析値からの 1 例, 1956, 徳永)

化石相互間の割合を比較する場合、含有されている割合が非常に異なつて同一縮尺では表示できない場合や、花粉群別に纏めて表示する場合にもよく使われる。

## VII. 4 ヒストグラム註28)

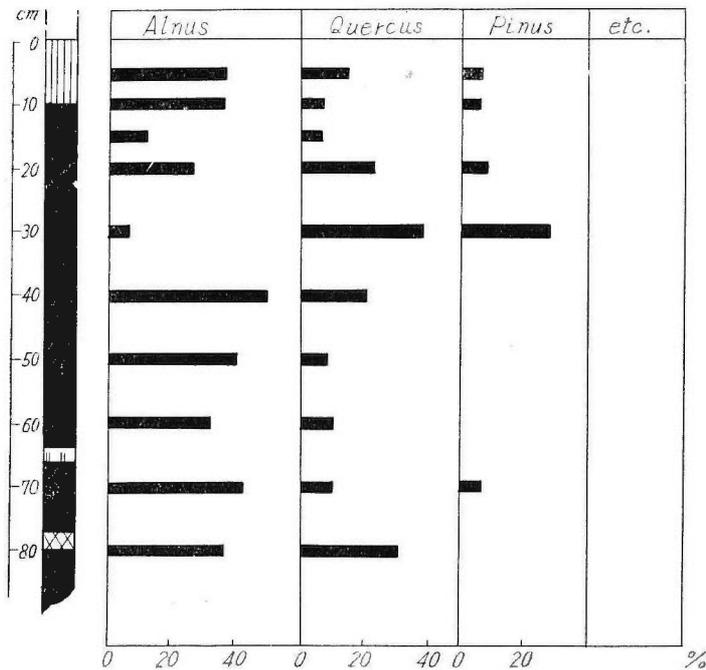
前項までに示したのは泥炭などにおいて試料が計画どおり採取でき、細かい分析が可能な場合に用いられるものである。石炭層などから試料を採取する場合には必ずしも連続的に取れるとは限らない。このような場合やある区分ごとに纏めて取った試料を分析してその結果を表示するときに用いられる方法である。

以下 A, B, C に示した例はいずれも分解図の形式(VII. 3)をとっているが、おのおの割合を柱状で表現している。試料が連続的でない場合、各層準の値を線で結ぶと図形の上に異常な変化が示されて適当でない。

柱状図 A: 1炭層中の各層準(この幅はその調査の目的によつて定める)において取った試料を分析しその結果を示した例……第19図

柱状図 B: 試料を採取した区分を明示し、図形の簡素化を示した例……第20図

柱状図 C: 炭層ごとの代表試料を分析し花粉構成を示した例……第21図

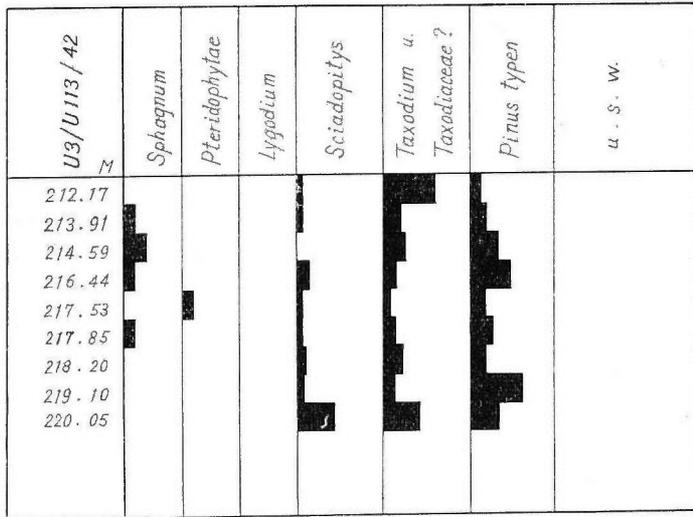


第19図 柱状図 A (下北泥炭層の分析値から作成, 1956, 徳永)

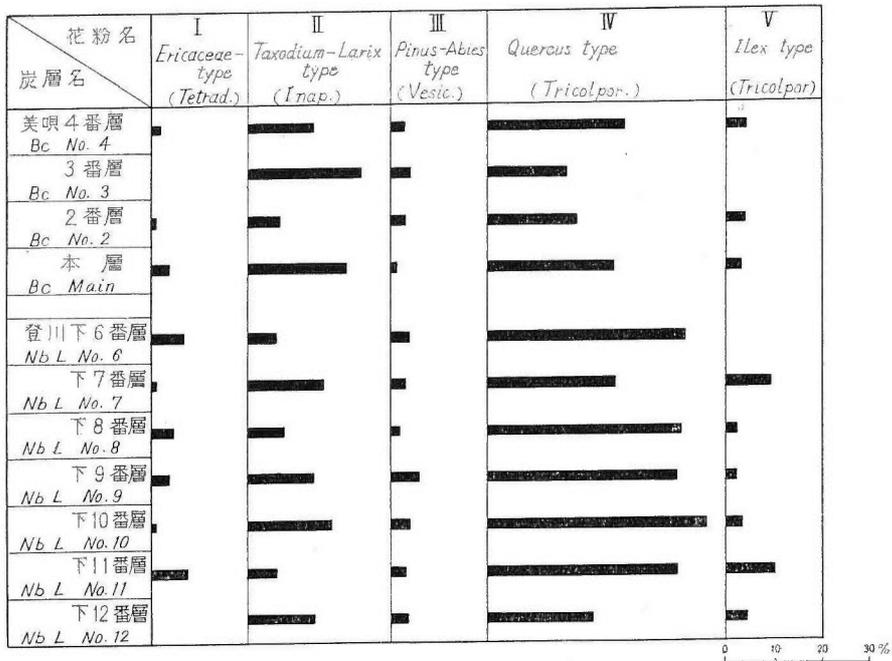
## VII. 5 化石産出層準図表

数多くの炭層あるいは地層を花粉分析し、さらに地質時代の異なる種々の炭層の分析を行うと特徴のある化石種の産出層準が次第に明らかとなってくる。大きな地質時代の尺度、例えば紀・世などを単位とする区分では第22図に示したような化石の産出層準図表 (range chart) ができる。わが国ではまだ新・古両第三系に及ぶ分析結果が整理されていないので、中部欧州における例を掲げた。

註28) 階段図表 (step diagram) ともいう。



第 20 図 柱状図 B (採取試料の区分ごとに分析値を表示した例, 1950, Thiergart)



第 21 図 柱状図 C (石狩炭田美唄地域主要炭層花粉図表, 1955, 徳永)

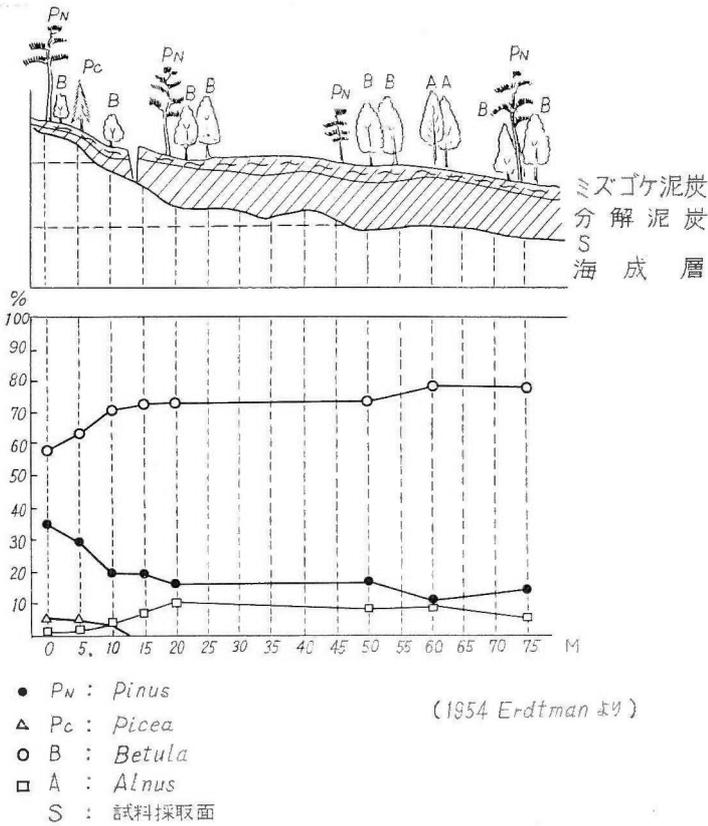
さらに石狩炭田というような 1 地域における炭層を分析すれば, 第 23 図に示したような短い時間内における産出層準表ができる。

Paläogen			Neogen		Namen der Sporomorphen
Paleozän	Eozän	Oligozän <small>(Chart.)</small>	Miozän	Pliozän	
	-----	-----	-----		<i>Polypodiaceisp. speciosus</i> u. <i>macrospicosus</i>
	-----	-----	-----		<i>Mori</i> sp. <i>dorogensis</i>
	-----	-----	-----		<i>Schizae</i> sp. <i>pseudodorogensis</i>
	-----	-----	-----		<i>Lygod</i> sp. <i>adriennis</i> u. <i>solidus</i>
	-----	-----	-----	-----	<i>Osmunda</i> sp. <i>primarius</i>
	-----	-----	-----	-----	Abietineen m. Flügeln
	-----	-----	-----	-----	Abietineae poll. <i>Iabdacus</i> <i>maximus</i>
					以下略

第 22 図 中部欧州第三系産花粉・孢子化石地質時代別  
産出図表 (1951, Potonié)

地層名 炭層名 花粉型	Bibai 美 唄				Noborikawa 登 川						
	4 番	3 番	2 番	本層	下 6 番	下 7 番	下 8 番	下 9 番	下 10 番	下 11 番	下 12 番
<i>Cycas</i> sp.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Ginkgo</i> , sp.				●	●	●					
<i>Podocarpus</i> sp.			●		●						●
<i>Abies</i> sp.			●		●					●	●
<i>Larix</i> sp. 1, 2.	●		●		●				●	●	●
<i>Picea</i> sp.					●						
<i>Pinus</i> sp.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Glyptostrobus</i> sp.	●	●	●		●		●	●			
<i>Taxodium</i> sp.	●	●	●		●	●	●	●			●
<i>Salix</i> sp.	●	●	●		●	●				●	●
<i>Juglans</i> sp.	●	●	●		●	●	●	●			●
<i>Pterocar</i>				●							
<i>Pterocarya</i> sp.				●							
<i>Alnus</i> sp. 1, 2.	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
<i>Butula</i> sp.			●		●		●				
<i>Carya</i> sp.	●	●	●		●					●	●
<i>Carpinus</i> sp.	●								●		
<i>Corylus</i> sp.	●										●
<i>Quercus</i> sp. 1.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Quercus</i> sp. 2.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Ilex</i> sp. 1.	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
<i>Ericaceae</i> A	●	●	●		●		●	●	●	●	
<i>Ericaceae</i> B	●	●	●		●	●	●				●
<i>Potamogeton</i> sp.			●							●	
<i>Carex</i> sp.					●						
<i>Musa</i> sp.				●							
<i>Sabal</i> sp.?				●	●	●	●				

第 23 図 石狩炭田石狩層群産花粉・孢子化石層準別産出図表  
(1955, 徳永)



第24図 植生関係図

### VII. 6 植生復元図

1 炭層から同一層準の水平的試料採取を行つて分析した結果に基づいて、炭層の堆積当時の植生を復元して考えてみる事ができる。

ドイツでは各炭層を細かく分析するので、炭層の生成初期から末期に至るまでの周辺地域の植生を連続的に復元している<sup>(註29)</sup>。

第24図はスウェーデンにおける泥炭分析の結果<sup>(註30)</sup>と現在の植生との特徴をその泥炭層の上方に表したものである。

## VIII. 資料の集成とその解析

花粉分析の技術的な過程とその結果の表現はIからVIIの項目にわたつて詳述したが、はいりうる諸種の誤差について充分の注意を払つて試料の内容を正しく表現できるように操作を行えばその結果は信頼すべきものとなる。

しかし得られた値がそのまま古植生を表現しているかということになると問題の点が多い。

註29) しかしこの場合は炭層が堆積盆地で in situ に生成された Authochtonous のものであるという考えが強く取入れられている。

註30) 分析した層準は海成層と分解泥炭との境界(S)において、泥炭層の最下位からとつてある。

従来の花粉分析研究においても、得られた結果から直ちに古気候や炭層対比に結びつける傾向があつた。筆者は炭層の堆積状態や炭層の層序的關係、植物の大形化石の産出頻度などを充分に参考にして結論を出すことに留意している。

花粉は古生物とはいつても自ら運動を行うものではなく、風や流水の作用によつて移動を行い、また比重や腐敗度によつても堆積の差が生ずると考えられる。しかし堆積物中に花粉や胞子が存在することはその地点を中心としてある範囲内にそれらをもたらしした原植物が繁茂していたことを示している。地質時代の1時期における風力・風向などという資料はほとんど得がたいので、花粉自体の物理化学的性質の解明が重要となる。考慮に入れるべき参考条件を列記すれば次のようになる。

- (1) 花粉の分布時期
- (2) 花粉の生産量
- (3) 花粉の飛翔能力
- (4) 花粉の比重
- (5) 花粉の腐敗性
- (1) 花粉の分布時期

第三紀の炭層のような堆積層ではその堆積のはじまりから終りまで相当永い地質年代が経過している。その間において植物群は年々の季節的变化を繰り返しつつ変遷して行つたと考えられるが、この状況は古第三紀炭田のある地域においても明らかに認められる。区版 VI の第6

第10表 花粉胞子年間分布表

植物名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ハンノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ニレ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
カエデ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ハシバミ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ハコヤナギ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鐘 菌	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ヒマラヤスギ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
カバノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マ ツ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
カシワ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ヤナギ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
サワグルミ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ク ワ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
イチヂク	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
トネリコ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ブ ナ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
黒 穂 菌	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
イ ム ウ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
バナナ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
イナゴマメ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
スカンボ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
禾本科植物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
トウモロコシ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ニガヨモギ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(1949 Grafton Tyler Brown)

図は筆者が観察した宇部炭田五段炭の木質部であるが、細胞は春材および秋材に相当する変化、すなわち年輪を示している。また年間を通じては花粉・胞子がどのように分布するかということは花粉病と関連して研究されている<sup>註31)</sup>が、このような細かい変化は炭層の分析には直接表示されない。

しかし樹木種の花粉分布状態が気候に敏感に反応し、一方胞子は年間を通じて普遍的に分布されることを示している。第10表は北米コロンビア州で測定された花粉の空中分布状態である。

(2) 花粉の生産量

樹木の種類または草本の種類によつて花粉の生産量に相当の開きがあることが知られており、“雄しべ1本当り”，または“花1個当り”の花粉数においてもこの関係がある。第11表は測定された値の1例を示した。

(3) 花粉の飛翔能力

花粉が分布する距離はその形態上の特徴と密接な関係がある。粒の両側に気翼のある“有翼型”の花粉例えば第5図4，第6図の Vesiculites などのものは空中をよく

註31) 日本では花粉病と認められるアレルギー性疾患が少ないので、花粉の空中分布の研究がほとんどない。

第11表 花粉生産量表

雄しべ1本あたり		<i>Pinus montana</i>	300,000
<i>Rumex acetosa</i>	30,000	<i>Pinus silvestris</i>	158,000
<i>Secale cereale</i>	19,000	Angiospermae	
<i>Fraxinus excelsion</i>	12,500	<i>Rumex acetosa</i>	180,000
<i>Acer platanoides</i>	1,000	<i>Secale cereale</i>	57,000
<i>Calluna vulgaris</i>	500	<i>Tilia cordata</i>	43,500
花1個あたり		<i>Quercus sessiliflora</i>	41,200
Gymnospermae		<i>Fagus silvatica</i>	12,000
<i>Pinus nigra</i>	1,480,000	<i>Acer platanoides</i>	8,000
<i>Picea excelsa</i>	590,000	<i>Calluna vulgaris</i>	4,000
<i>Juniperus communis</i>	400,000		

(1954 Pohl, Erdtman)

風に乗って飛び分布範囲も広い。したがって炭層中にもこの種の花粉である *Pinus*, *Picea* *Abies* 型のものが広く普遍的に含まれている事実はこれを裏書している。

また粒の表面に突起またはいぼのある花粉、例えば *Ilex* や *Compositae* の花粉は虫媒花であるため、遠隔の地に飛ぶという性質をもたず生物に付着して移動する。したがってこれらの花粉は密集し多産する傾向があり、炭層中においてもある層のみに多く出るのが普通である。

その他双子葉植物の花粉はその生産量や大きさなどによつて炭層中にみだされる量にも若干相違を生ずる。

#### (4) 花粉の比重

花粉は水に浮びやすい性質のものと、沈みやすいものがある。このことは次に述べる花粉の比重の腐敗性と関連してくるが、水に浮びやすい性質のものは流動性があり、集中堆積する傾向と空気による腐敗作用を多分に受けることが考えられる。比重の差は花粉によつて多少あり左にその例を示した。風媒花の花粉は軽く、*Typha* のような水生植物の花粉は重く水中に沈みやすいと考えられる。

花粉の比重	(5) 花粉の腐敗性
<i>Typha</i> 1.161	堆積物中にほとんど花粉・孢子化石がみられないことがあり、この場合の多くは当初これらが堆積しても埋没されぬ前に腐敗して失われてしまったことも考えられる。水中などの完全な嫌気性の状態の方が保存がよいわけで、風成層例えば関東ローム中から検出がむずかしいのも、一つにはこの原因によるものであろう。
<i>Corylus</i> 1.008	
<i>Dactylis</i> 0.981	
<i>Betula</i> 0.808	
<i>Alnus</i> 0.752	
<i>Fagus</i> 0.713	
<i>Taxus</i> 0.579	
<i>Picea</i> 0.550	
<i>Pinus</i> 0.496	
<i>Juniperus</i> 0.405	

(1937, Pohl, 1944 Erdtman)

筆者が現生植物の花粉を採集した経験においても *Juglans*, *Pterocarya*, *Castanea* などは速かに腐敗し *Pinus*, *Cryptomeria* などは保存可能である。

これは要するに花粉中に含まれている蛋白質の有機的な性質にもよるのであろう。

以上花粉堆積を論ずるうえに考えられる要素を示したが、これらを量的に表示することはむずかしい。石炭を構成する原植物をできる限り正しく把握しようとするためこれらの要素を考慮することは必要ではあるが、花粉の数量等の表示が、得られた結果のなかでの相対的なものであるためできるだけ考慮している。

## IX. 薄片法・紫外線法などによる花粉・孢子化石研究法<sup>註32)</sup>

花粉分析の研究は普通溶蝕法 (maceration) によつて石炭中から花粉・孢子化石を検出するが、当所においてはこれと平行して薄片法によつても褐炭と石炭の植物組織の研究を進めている。すでに筆者が報告したように、合成樹脂を主とした膠着剤を用いて薄片作成上よい結果を得た。

この薄片作成法はおもに新第三紀の褐炭に用いたが、さらに石狩・留萌・樺戸・宇部炭田産の石炭の薄片作成にも使われ、図版 V, VI, に掲げたような結果を得た。

### 薄片法

これらの方法の内容を略記すれば次のようである。

- (1) 試料をまず扱いやすい程度の大きさ (25×35×20 cm) に切り、一面を sand paper (No. 180) で研磨し厚さを1~1.5 cm 程度にする。
- (2) 次にコランダム (No. 2500) を用いてガラス板上で研磨するが、水の代りに工業用ガソリンを用いる。さらに研磨面をガソリンで洗つて3日間 (乾燥の程度によつて時間は不定) 室温中に放置する。
- (3) 一面をリポラックでスライドガラスに貼りつけたのち、約50時間室温で自然乾燥し、さらに標本をガラス板に貼りつけたまま切断して厚さ1 mm 程度にまで薄くする。
- (4) 次に sand paper あるいはコランダムによつて(1)と同じ過程によつてまだ貼りつけていない他の1面の仕上げをする。
- (5) カバーガラスをバルサムで研磨面に貼りつける。仕上げはカーホランダム (No. 300 および No. 1000) とコランダム (No. 2500) を用い、サンドペーパー (No. 80 または No. 180) でさらに研磨する。

この方法はアメリカの Bureau of Mine で Thiessen が確立した薄片・研磨法とは若干異なつており、わが国のような第三系の褐炭や石炭には好適であろう。またこの薄片法によつて植物質を観察する際にはそれらの植物質の判別が必要である。薄片中にみられる形態ばかりでなく固有の色彩が重要であるから、当所では写真6で示したような装置によつて図版Iの天然色写真を撮影した。

溶蝕法においては前に述べたように試料を20~60 mesh に砕いてしまうため花粉・孢子以上の大きさの植物体は大半破壊されてしまう。この欠点を補うため、できれば溶解に用いたと同じ標本の一部を薄片に作り、積算器によつて各植物組織成分を測るならば石炭の植物学的研究のうえに役立つ資料が得られる。

石炭および褐炭の塊炭標本の研磨面についての石炭組織学的研究は当所の炭質研究室において行われているのでこゝではふれないが、研磨面に現われた花粉・孢子化石の種類を観察によつて決定するのは非常にむずかしい。

研磨面においては花粉の圧縮された形のまゝが示されているので大体の大きさと皮膜の厚さがわかるだけである。

欧州における古生代の石炭中に含まれている孢子類は1~5 mm あり、皮膜の突起も顕著で断面においても明らかに種類が区別できる。このため Potonié は 'Crassidurain' という組織成分を定め、これら孢子の種類の違いによつて炭層区別の材料に用いている。

しかしわが国の石炭や褐炭についてはこんにちまで筆者らの観察した結果によると、炭層の

註32) この項目は炭層母材変化の研究第3報  
薄片作成は当所技術部薄片係で行われた。

断面で見られるものは20~100 $\mu$ 程度の花粉・胞子がおもで、これらを単に大きさによつて‘大胞子’‘小胞子’と表現することは内容と一致していないことが明らかとなつた。また花粉では皮膜の突起が小さく、断面で種類を区別することはほとんど不可能である。

### 紫外線法

褐炭または石炭の薄片において種々の植物体が観察されることはすでに述べたが、石炭組織学の分野においても組織成分の最小単位(マセラル)は構成植物体によつておもに決定されている<sup>註33)</sup>。したがつてこれらの植物体を正しく判定しえなければ分類の命名は行いえないといつてもよい。その判定法の1つとして紫外線を用いることがあり、その予察的な結果についてはすでに報告<sup>註14)</sup>したが、以下その概要を述べる。

石炭中の鉱物質のあるものが紫外線によつて蛍光現象を呈することは鉱物学および岩石学の方面において研究されていることであらう新しい事実ではないが、最近 Ammossov (ソ連)によつて石炭中の植物体の蛍光現象について興味ある事実が報告された。それによれば石炭中の花粉・胞子化石はそれらが含まれている石炭の新旧<sup>註34)</sup>(地質時代に関する)によつて蛍光の色・強さなどが異なり、これらの結果を系統的に研究することは地質年代測定の方法となるというのである。

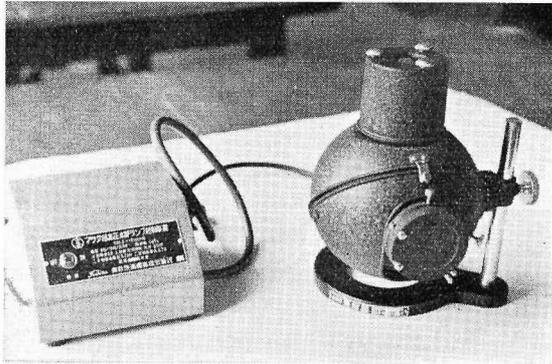


写真7 紫外線照射装置

では白色または淡紫色に発光し、山形県の褐炭(最上炭田および置賜含炭地産)では微細な粒状をなして混入していることが判明した。薄片はリゴラックで固定されているため全体としては淡青色を帯びて見え、紫外線分析を行うには他の封入剤を選ぶ必要がある。

このほか石炭中の植物体についての研究法としては、花粉中に含まれている蛋白質の種類について分析を行う方法がある。現生植物の花粉にはプロテイン・アミノ酸・炭水化物・ビタミン・脂体・ホルモンなどが含まれているが、ある種の植物には独特なアミノ酸が含まれている。泥炭などあまり炭化していない堆積物中から花

その研究の内容については調査中であるが、当所においてもその方法を試みるためまずミネラライトによる観察を行い、ついで写真7に示した紫外線照射装置を使用して研究続行中である。

Ammossovの研究による各植物体の蛍光の差は第12表に示した。

筆者がいままでに得た結果によれば樹脂質の蛍光現象はとくに著しく、樺戸・石狩炭などの樹脂粒

第12表 植物体の蛍光の種類  
植物体の蛍光の種類

石炭中の植物質		発光の色		発光の強さ
藻	類	青	緑	強
樹	脂	黄	緑	強・中唐
腐	泥	黄	褐	中 唐
胞子・花粉・クチクラ		黄		中 唐
褐炭のフミン質		淡灰・褐		弱・中唐
ヴィトレイン		無		無
フゼイン		無		無

(1955, Ammossov)

註33) レヂニット(樹脂を主体とする)・クチニット(表皮細胞からなる)・スケレロテイニット(菌核)など。

註34) この新旧の程度は、古生代・中生代・新生代というような大単位であるように思える。

粉・胞子の化石を集め、含有する上記の諸物質の有無を検することによつてある程度地層の層序その他のことがわかるのではないかと考えられるので、目下試料を準備中である。

## X. わが国における花粉分析研究の概観

わが国における花粉分析は前に述べたようにまず泥炭を対象として研究が進められてきたので、こんにちまでに第四紀の泥炭堆積層の分析は相当ある。研究論文を対象別に分類してみると泥炭 46, 褐炭 19, 石炭 8<sup>註35)</sup>となつており、それらの分析試料採取箇所(公表されているもののみ)は第 13, 14 表および第 25, 26 図に掲げた。

泥炭における花粉分析の目的は泥炭生成時の堆積環境、とくに古気候を解明することにあつて、同時に古植生の変化をも研究しているので、有用樹木種の花粉のみを取り扱つてそれら相互間の変遷を明らかにしている。

したがつて上述の多くの研究成果のなかで取り上げられている花粉は‘針葉樹’としては *Taxus*, *Podocarpus*, *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Tsuga*, *Pinus*, *Cryptomeria*, *Sequoia*, *Taxodium* などで、双子葉植物中のいわゆる潤葉樹類としては *Salix*, *Myrica*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Quercus*, *Shiia*, *Celtis*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Rhus*, *Fraxinus* その他である。

これらの植物は上記の 40 数編の泥炭研究論文中にほとんど使われており、これ以外の樹木種の花粉は取り上げられていない。

またこれらの化石は属程度の区分に止め、種は明らかにされていない。例えば屋久島泥炭産の *Abies* と釧路泥炭産の *Abies* が同一種か否か判明しない。この点については種々論議のあるところであつて、*Abies Mariessii* MASTERS は標高 2,850 m にも生育し、*Abies firma* SIEB. et ZUCC. は関東中部地方では標高 100 m 以下の地域にも生育している。*Abies* の存在必ずしも寒冷期を表わすものではないことがこれによつてもわかる。最近ではこれら化石の種名決定にまで研究進んできたのでより合理的な解析がなされてきた。

泥炭分析中においてはこのほかにキク科(Compositae)の *Artemisia* や禾本科(Gramineae)などのものが多くみいだされ、羊歯類の胞子としては *Osmunda*, 蘚苔類としては *Sphagnum* の胞子の存在が報告されている。

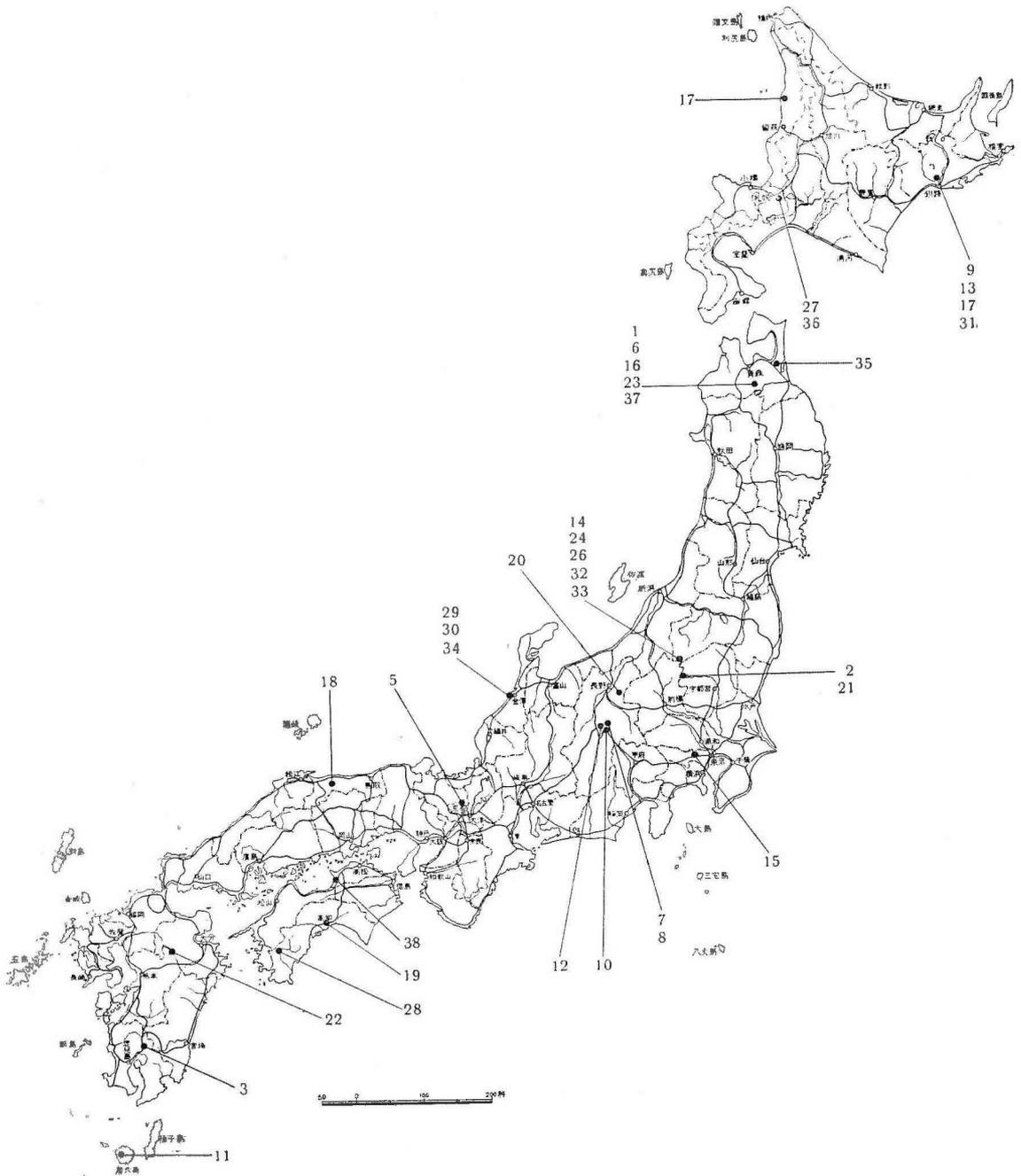
わが国における泥炭層は本州の南部に至るに従つてその分布が限定され、鹿児島県屋久島・霧島山などでは標高 1,000~1,600 m の高位置にあり、北に行くに従つて高度を低め北海道地方では海拔数 m に広大な面積を占めている。

本州南部の高位置の泥炭層では *Taxus*, *Abies*, *Tsuga*, *Pinus* などの球果植物の花粉が多いことと、現在では泥炭層のある位置から下方にこれらの植物群が繁茂しているので、上昇気流によつて花粉が飛来したといわれていることが興味あることである。

四国の南半部には低位湿原が所々に存在するが、これらの泥炭質土壌からは *Taxus*, *Abies* のほか数属の針葉樹類と 12 属の潤葉樹類の花粉の存在が報告されている。また泥炭層のある深さにはとくに Gramineae の花粉が多い層があり、低位湿原の特徴を示している。

中部地方から関東地方にかけては点々と小規模ながら泥炭地が存在し、以前から花粉分析のよい対象となつている。これらのうち尾瀬ヶ原の泥炭層は最もよく分析が行われている。中村純の研究によれば、泥炭層は下層においては針葉樹優勢時代を示し、次いで針葉樹・潤葉樹混合時代、潤葉時代、針・蘚混合時代を経て現在に至つているという。このように泥炭が形成される際の樹木群の変遷から古気候の区分を行う試みが発表されている。

註35) 1956年7月末現在。



第 25 図 第四系花粉分析箇所位置図 (公表された論文による)



第 26 图 第三系花粉分析箇所位置图

第13表 第四系花粉分析箇所一覧表

番号	研究者氏名	調査地	文献番号	発表年
1	神保忠男	八甲田(青森)	59	1932
2	宮井嘉一郎	日光(群馬)	60	1933
3	宮井嘉一郎	霧島山(鹿児島)	61	1935
4	山崎次男	樺太	62	1935
5	沼田大	京都附近	63	1936
6	神保忠男	八甲田山(青森)	64	1936
7	中野治房	霧ヶ峯(長野)	67	1937
8	沼田大	御岳・蓼科山(長野)	68	1937
9	山崎次男	釧路附近	69	1937
10	堀正一	八島ヶ原(長野)	71	1938
11	宮井嘉一郎	屋久島(鹿児島)	72	1938
12	堀正一	踊場(長野)	75	1939
13	佐々保雄	釧路附近	76	1939
14	堀正一	尾瀬ヶ原(群馬)	81	1941
15	堀正一	三宝寺池(東京)	82	1941
16	中村純	八甲田山(青森)	87	1942
17	山崎次男	釧路・羽幌	88	1942
18	山崎次男	裏日本(菅原)	90	1943
19	中村純	高知(稲生・十市)	92	1947
20	堀正一	菅平(長野)	94	1948
21	堀正一	白根山(群馬)	95	1948
22	宮井嘉一郎	九重山(大分)	96	1949
23	中村純	八甲田山	97	1949
24	中村純	尾瀬ヶ原	98	1949
25	中村純	ノガマイヶ山(長野)	100	1950
26	中村純	尾瀬ヶ原	102	1951
27	佐々保雄・森谷虎雄	野幌(北海道)	107	1951
28	中村純	宿毛(高知)	117	1953
29	瀬嵐哲夫	安原(石川)	120	1953
30	瀬嵐哲夫	安原(石川)	121	1953
31	岡崎由夫	大楽毛(釧路)	124	1954
32	中村純・尾木澄	尾瀬ヶ原	126	1954
33	堀正一	尾瀬ヶ原	127	1954
34	瀬嵐哲夫	北陸	129	1954
35	徳永重元	上北(青森)	131	1954
36	井口休夫	野幌(北海道)	136	1955
37	相馬寛吉	八甲田山	138	1955
38	甲藤次郎・中村純	讚岐・高知	128	1954

註：文献番号は文献集参照

(1956・7 現在)

このほか長野・群馬両県下には標高1,300~1,500 m の位置に泥炭層が点在し、八島ヶ原・踊場・御岳・蓼科山などの泥炭の分析が行われている。

これら泥炭層の分析結果を総括して中村は第15表のような花粉帯による気候区分を行っている。

第14表 第三系花粉分析箇所一覧表

	研究者氏名	調査箇所	文献番号	発表年
1	島倉巳三郎	仙台	77	1939
2	島田正雄	〃	101	1950
3	中村純	穴内(高知)	103	1951
4	島田正雄	仙台	104	1951
5	庄司誠一・高橋清康	常磐	105	1951
6	甲藤次郎・中村純	島根	110	1952
7	島田正雄・高橋信雄	新庄(山形)	111	1952
8	岡崎由夫	釧路	112	1952
9	中村純	高知	113	1952
10	甲藤次郎・中村純	唐ノ浜(高知)	116	1953
11	島田正雄	山形	117	1953
12	豊田正修	江ノ島(神奈川)	123	1953
13	中村純・甲藤次郎	山陰	125	1954
14	島田正雄	男鹿半島(秋田)	130	1954
15	高橋信雄	新庄	134	1954
16	豊田清修	片瀬(神奈川)	133	1954
17	島田正雄	裏日本	137	1955
18	徳永重元	石狩・美唄	139	1955
19	徳永重元	〃	140	1955
20	相馬寛吉	仙台	141	1956
21	相馬寛吉	〃	142	1956
22	徳永重元	石狩・赤平	144	1956

註：文献番号は文献集参照

(1956.7. 現在)

第15表 中部日本第四紀花粉帯区分表

中部本州	
RIII	Conifer 増大 <i>Fagus, Quercus</i> 減
RII 現在よりやゝ温暖	<i>Fagus, Quercus</i> 増大 <i>Pinus, Picea</i> <i>Abies, Tsuga</i> 減
RI-II	Conifer 多 <i>Fagus, Quercus</i> 出現
RI 現在よりやゝ寒冷	Conifer 多 Birch 多 (1952, 中村)

たほか、現在同地附近ではみられぬ *Tsuga diversifolia* type の花粉が含まれていることを明らかにした。

このように第四系に対する花粉分析はほとんど泥炭層に限られ、その泥炭層の分析がごく小範囲(本州では)であるためまだ気候の完全な連続的な変化が捉えられていない。しかし中村は多くの資料によつて泥炭形成期を下位から RI(寒冷期)、RI-II(漸後期)、RII(温暖期)、RIII

東北地方(青森県の一部)および北海道の低位平原には広大な泥炭層が分布しているが、花粉分析の対象となっているのは八甲田山・下北・上北・釧路・羽幌などの泥炭地である。

北海道の泥炭については山崎・岡崎らの研究があり、山崎は羽幌および釧路の泥炭(釧路統に相当)の分析結果(*Picea* > *Abies*)から現在よりもその泥炭層の生成時は寒冷であつたとしている。

青森県上北泥炭地については筆者が分析を行つており、*Abies* > *Picea* の傾向が認められ、その他 *Compositae* の花粉が著しく多く産した

(温暖→寒冷期)の4期に分けている。

北欧および北米においては花粉帯による気候の区分がよくできており、RI~RIIIの区分が示されている。

わが国の第三系堆積物についての花粉分析的研究はそれらのなかに含まれている化石の種類と含有傾向による炭層の対比ということに重点がおかれている。前記の泥炭に関する研究が農林学者・植物学者によつて行われていたのに較べ、この分野では地質学者の関心をとくにひいている。

鮮新世の褐炭についてはまず島倉巳三郎によつて仙台市内の下部埋木層の分析が行われ、*Abies* や *Tsuga* 花粉の存在が報告されている。その後鮮新世の仙台層群中の褐炭の分析が数人の研究者によつて行われ(島田正雄 1950, 相馬寛吉 1955), 最近著しく成果があがつた。仙台層群中の最上位八木山層中の褐炭には *Alnus* と *Fagus* がとくに多く、下位の亀岡層産の褐炭には *Quercus* と *Liriodendron* が著しく、この両者の違いが明らかとなつた。

これらの資料はまだ断片的なものであるが、系統的な研究が進むにつれて宮城亜炭田における炭層対比の可能性が明らかとなる。

東北裏日本の内陸亜炭田である山形最上炭田と同県置賜含炭地については数編の研究があり(高橋信雄 1954), これらによれば鮮新世の新庄層群中の炭層では *Alnus* type の花粉が全体の50%近く含まれることがある。分析の行われた3炭鉱の炭層は同一炭層ではないが、いずれも *Alnus* 花粉が著しく多く *Fagus*, *Liquidambar*, *Taxodium*, *Pinus* などがこれについて多い。これらの産出傾向をみると仙台方面の亜炭田産褐炭と花粉組成がよく似ている。置賜含炭地産の褐炭については最上炭とほぼ同じ構成を示すといわれるが、たゞ *Pinus* が多いということが報ぜられている。

中新世の褐炭については秋田県男鹿半島台島附近に分布する炭層の分析が行われ、その結果が示されている(島田正雄 1955)。この分析によれば樹種においては鮮新世の褐炭中におけるものと大差はないが、量比が異なつている。双六層におけるものは *Sequoia*, *Taxodium*, *Fagus* などの type のものが著しく多く、台島層の褐炭では *Abies*, *Pinus*, *Pterocarya*, *Liquidambar*, *Cunninghamia* type が多い。

その他第14表で示したように高知および島根両県下における鮮新および中新世の炭層についての分析が行われており、いずれも花粉帯による気候区分を行いこれによつて炭層対比を示している。

わが国における古第三紀の炭田については、従来、分析結果が口頭で発表されていたが、釧路炭田における分析結果がまず明らかにされた(岡崎由夫 1952)。その結果によれば *Sequoia*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Gramineae* その他の花粉がみいだされており、なかでも *Sequoia* の花粉が50%以上を占めているとされている。分析された炭層は浦幌統の春採炭層中のもので、釧路市東部の太平洋炭砒春採坑において採炭中のものである。この報告によれば釧路市周辺において互に9km離れた2坑において礫行炭層の分析を行つた結果 *Sequoia* type を主とする同じような花粉含有傾向を示し、ある程度の炭層対比の可能性を示している。

その他には当所において目下行いつつある石狩平野周辺諸炭田における分析結果がある。筆者が、現在までに公表したのはそのうち石狩炭田空知地区の美唄・赤平両地域における分析の概査結果である。そのほか同地区砂川・歌志内と夕張地区の奔別・彌生・夕張・朝日の諸地域、樺戸炭田の浦臼・晩生内、留萌炭田の浅野・昭和の2地域などにおいて採取した試料について研究を進めており、これらの結果については別に公表する予定である。

現在までに明らかにした点を要約すると、石狩炭田においては粘結、非粘結を問わず炭中には多量の花粉・孢子化石が含まれており、Schultze 法を多少改良した検出法によれば保存

第 16 表 石狩炭田産花粉・孢子化石一覧表

## 種子植物門

## SPERMATOPHYTA

## 裸子植物亞門

## GYMNOSPERMAE

*Cycas* sp.*Ginkgo* sp.*Taxodium* sp. 1, 2*Podocarpus* sp.*Abies* sp.*Larix* sp.*Picea* sp.*Tsuga* sp.*Pinus* sp.*Sequoia* sp.*Glyptostrobus* sp.*Sciadopitys* sp.

## 被子植物亞門

## ANGIOSPERMAE

## 双子葉植物綱

## DICOTYLEDONEAE

*Populus* sp.*Salix* sp.*Myrica* sp.*Nyssa* sp.*Engelhardtia* sp.*Carya* sp. 1, 2*Juglans* sp.*Pterocarya* sp. 1, 2*Alnus* sp. 1, 2*Betula* sp. 1, 2*Carpinus* sp.*Ostrya* sp.*Castanea* sp.*Fagus* sp.*Quercus* sp. 1, 2, 3, 4, 5*Celtis* sp.*Ulmus* sp.*Cinnamomum* sp.*Platanus* sp.*Buxus* sp.*Ilex* sp. 1, 2, 3*Rhus* sp.*Tilia* sp.*Aralia* sp. 1, 2*Hedera* sp.

Ericaceae A, B, C, D

Cuplifereae

Sapotaceae

Cyrillaceae

Compositae

## 単子葉植物綱

## MONOCOTYLEDONEAE

Nymphaeaceae

*Potamogeton* sp.

Gramineae

*Arundo* sp.*Sabal* sp.

Palmae sp. A, B

*Carex* sp.

Restionaceae

Cyperaceae

Liliaceae

Amaryllidaceae

*Musa* sp.

形態分類 (被子植物亞門にはいるべきもの)

Inap.-poll. A, B, C, D, E, F

Monopor. -poll. A, B, C

Monocolp. -poll. A, B, C, D

Tricolp. -poll. A, B, C, D, E, F

Tricolporo. -poll. A, B, C, D, E, F

Tripor. -poll. A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K

Tetracolporo. -poll. A

## 羊歯植物門

## PTERIDOPHYTA

*Equisetum* sp.*Lycopodium* sp.*Osmunda* sp.*Lygodium* sp.*Gleichenia* sp.

Polypodiaceae

*Dryopteris* sp.

Alete A

Monolete A

Trilete A, B

良好な化石を取り出しうるということ，登川層から高根層に至る間の石狩層群中の主要炭層には第 16 表に示したように裸子植物 (針葉樹) 花粉 14 type, 双子葉植物花粉 46 type, 単子葉植物花粉 13 type がみいだされており，所属不明のもの 38 type, 羊歯類の孢子 10 type がある。

これらを現生植物の花粉形と比較してみると形態上の類似点も多く (図版 III, IV 参照)，古第三紀始新世の石炭でも化石保存の点については心配する必要がないことを示している。

各地域における主要炭層中における花粉の内容をみれば針葉樹よりもむしろ潤葉樹の花粉が量的に多く、これはほとんどすべての炭層に共通した現象であつた。また美唄層下部の美唄本層（美唄地域）中には特徴のある単子葉植物（*Musa*, *Sabal* など）が含まれており、登川層と美唄層とでは花粉構成上の類似点も多い。

花粉の種類についていえば *Quercus*, *Alnus*, *Ilex* type のものが多く、針葉樹では *Taxodium*, *Larix* type のものがかなり多い。

目下各炭層における花粉学的特徴を示す図表を作製中で、化石種の整理と記載も進めている。

以上は公刊された研究論文によつて成果の概観を試みたが、1956年現在このほか中生代の炭田（島倉巳三郎）、北海道の新第三紀の炭田（佐藤誠司）、北九州の諸炭田（高橋清）、裏日本の新第三紀の炭田（山形理）などについて研究が進められているので、近い将来有益な成果が多く発表されることが期待できる。

わが国においてはこのようにまだ基礎的な研究段階にあり、企業会社によつて試錐コアや炭層対比の解析などにこの方法が実際に用いられるということはまだ行われていない。

当所においては世界各国におけるこの花粉分析の実用化を詳しく検討した結果、研究の過程としては

- (1) 本邦炭に適する検出法を確立すること
- (2) 石炭中の含有化石の実態をまず明らかにすること
- (3) 稼行価値のある古第三紀の諸炭田において主要炭層の花粉図表を作成すること

などにまず重点をおき、基礎的段階の完成を当面の目標としている。

この報告は(1)の事項に関するもので(2)の項については別に報告する予定である。

## XI. 結 語

この報告は本邦炭の花粉分析法について主として技術的な実際面について述べたものであるが、これ以外にも種々の分析法が公表されており、当所におけるこの方法も断えず改良工夫すべきものと考えている。したがつて現在の段階における本邦炭のうち、瀝青炭および粘結炭を対象とした研究法を提示した。

野外調査研究については北海道石狩平野周辺炭田における概査的な作業が一応完了したので、逐次本州の古第三紀炭田をその研究対象として作業を進めつつある。

これらの研究の結果については北海道と本州の二部に分け綜括する予定である。

### 引用文献および参考文献

(石炭・褐炭の花粉分析に有用なもの)

#### A. 一般（単行本）

- 1) Jeffrey, H.: Coal and civilization, McMillan, U. S. A., 1925
- 2) Potonié, R.: Lehrbuch der Kohlenmikroskopie, Glückauf, G., 1943
- 3) Stach, E.: Lehrbuch der Kohlenpetrographie, Gebrüder Borntraeger, G., 1935
- 4) Wodehouse, R. P.: Pollen grain, McGraw-Hill, U. S. A., 1935
- 5) Bertsch, K.: Lehrbuch der Pollenanalyse, Enke, G., 1942
- 6) Raistrick, A. & Marshall, C.E.: The nature and origin of coal and coal seams, English Univ. Press. E., 1948
- 7) Neishtadt, M. I.: Sporobopilitseboi Metod b S. S. S. R., Akademija Nauk, U. S. S. R., 1952

- 8) Faegri, K. & Iversen, J. : Text book of modern pollenanalysis, Ejnar Munksgaard, Den., 1950
- 9) Erdtman, G. : Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms, Almqvist & Wiksell, Sw., 1952
- 10) Freund, H. : Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. II, Teil I, Umschau, G., 1952
- 11) Erdtman, G. : An introduction to pollen analysis, Chronica Botanica, U. S. A., 1954
- 12) Francis, W. : Coal, Edward Arnold, E., 1954
- 13) 幾瀬まさ : 日本植物の花粉, 広川書店, 1956

B. 参考文献 (日本の論文をのぞく)

- 14) Barkley, F. A. : The statistical theory of pollen analysis, Ecology, Vol. 15, No. 3, p. 283~289, 1934
- 15) Cranwell, L. M. : New Zealand pollen studies, Monocotyledons, Bull. Auckl. Inst. Mus., No. 3, 1952
- 16) Dijkstra, S. J. : Megaspores and some other fossils from the Aachenian (Senonian) in South Limburg, Netherland, Medd. Geol. Sticht. N. S., No. 3, p. 19-32, 1948-1949
- 17) Dijkstra, S. J. : Wealden megaspores and their stratigraphical value, Medd. Geol. Sticht. N. S., No. 5, p. 7-21, 1951
- 18) Erdtman, G. : Literature on palynology, I-XVIII, Geol. För. Förh. Sw., 1927-1955
- 19) Erdtman, G. : Palynology, aspects and prospects, I-III, Sv. Bot. Tidskr., 1948-1951
- 20) Erdtman, G. : Grana Palynologica, Vol. 1, No. 1-2, Almqvist & Wiksell. Sw., 1955-1956
- 21) Faegri, K. : An unrecognized source of error in pollen analysis, Geol. För. Förh., Vol. 73, No. 1, p. 51-56, 1951
- 22) Faegri, K. : The pollen-analytic laboratory of the University Botanical Museum in Bergen, Geol. För. Förh., Vol. 75, No. 1, p. 108-112, 1953
- 23) Jimbo, T. : Palynology in Japan, Geol. För. Förh., Vol. 75, No. 3, p. 400, 1953
- 24) Kuyf, O., Muller, J. & Waterbolk, Th. : The application of palynology to oil geology with special reference to western Venezuela, Geol. en Mijnbouw 17e, No. 3, p. 49-75, 1955
- 25) Klaus, W. : Zur Einzelpräparation fossiler Sporomorphen, Mikroskopie, Bd. 8, No. 1-2, s. 1-14
- 26) Leschik, G. : Die oberpliozäne Flora von Hünfeld (Hessen), Senk. leth, Bd. 35, No. 3-4, s. 247-262, 1954
- 27) Norem, W. L. : Pollen, spores and other organic microfossils from the Eocene of Venezuela, Micropalaeontology, Vol. 1, No. 3, p. 261, 1955
- 28) Pflug, H. : Palynologie und Stratigraphie der eozänen Braunkohlen von Helmstedt, Paläont. Z., Bd. 26, No. 1-2, s. 112-137, 1952
- 29) Pflug, H. : Sporen und pollen von Tröllatunga (Island) und ihre Stellung zuden Pollenstratigraphischen Bildern Mitteleuropas, Neu. Jhrb. Geol. u. Paläont., Bd. 102, No. 3, s. 409-430, 1956
- 30) Potonié, R., Thomson, P. W. & Thiergart, F. : Zur Nomenklatur und Klassifikation der neogenen Sporomorphae, Geol. Jahrb., No. 65, s. 35-70, 1950
- 31) Potonié, R. : Revision stratigraphisch wichtiger Sporenmorphen des Mitteleuropäischen Tertiärs, Palaeontographica, Ausgabe B, Bd. 94, s. 131-151, 1951
- 32) Rein, U. : Die palynologische Flözstratigraphie im Braunkohlen-bergbau, Congres Geologique Inter., Sect. 7, Fas. 7, 1954
- 33) Ross, N.E. : On a cretaceous pollen and spore bearing clay of Scania, Bull.

- Geol. Inst. Uppsala, No. 34, p. 25-43, 1949
- 34) Selling, O. : The spores of the Hawaiian Pteridophytes, B. P. Bishop Mus., Spec. Pub. No. 37, 1946
  - 35) Selling, O. : The pollens of the Hawaiian Phanerogams, B. P. Bishop Mus., Spec. Pub. No. 38, 1947
  - 36) Thomson, P. W. u. Pflug, H. : Die alttertiäre Braunkohle der Tongrube Ziebel im Antweiler Graben bei Satzvey, Neu .Jb. Geol. u. Paläont. Bd. 96, No. 1, s. 1-26, 1952
  - 37) Thomson, P. W. u. Pflug, H. : Pollen und Sporen des mitteleuropäischen tertiärs, Palaeontographica, Ausgabe B, Bd. 94, s. 1-138, 1953
  - 38) Traverse, A. : Pollen analysis of the Brandon lignite of Vermont, Bureau of Mine Rept. Invest., No. 5151, 1955
  - 39) Traverse, A. : Occurrence of the oil-forming alga *Botryococcus* in lignites and other tertiary sediments, Micropalaeontology, Vol. 1, No. 4, p. 343-349, 1955
  - 40) Thomas van der Hammen : Principios para la Nomenclatura Palinologica sistemática, Boletín Geológico Colombia, Vol. 2, No. 2, p. 5-21, 1954
  - 41) Woods, R. D. : Spores and pollen-A new stratigraphic tool for the oil industry, Micropalaeontology, Vol. 1, No. 4, p. 368-376, 1955
  - 42) Wilson, L. R. & Webster, R. M. : Plant microfossils from the Fort Union formation, Amer. Jour., Bot. Vol. 33, No. 4, p. 271-278, 1946
  - 43) Wodehouse, R. P. : Tertiary Pollen-I, Bull. Torrey, Bot. Club, Vol. 59, No. 6, 1932
  - 44) Wodehouse, R. P. : Tertiary pollen-II, The oil shales of the Eocene Green River formation, Bull. Torrey, Bot. Club, Vol. 60, p. 479-524, 1933

## 付. 本邦花粉学文献集

## I. 文献紹介, 綜括

- 1) 神保 忠男: 花粉分析に関する文献, 生態学研究, Vol. 1, p. 72, 1935
- 2) 熊沢 正夫: Wodehouse の "Pollen grain" 紹介, 植物及動物, Vol. 4, No. 3, p. 670, 1936
- 3) 中村 純: "Pollen and spore circular" について, 科学, Vol. 19, No. 9, p. 427-428, 1949
- 4) 神保 忠男: Palynology in Japan, Geol. För. Förh., Vol. 75, No. 3, p. 400, 1953
- 5) 久内 清孝: 最近の花粉学から, 科学, Vol. 26, No. 1, p. 6-9, 1956

## II. 花粉形態・発生・化学

- 6) 山羽 儀平: Über zytokinese bei der Pollentetradenbildung, zugleich weitere Beiträge zur Kenntnis über zytokinese in Pflanzen reich, 植物学雑誌, 40, 1926
- 7) 松田 秀雄: Further studies on the origin of giant pollen grains in *Petunia*, Proc. Crop. Sci. Soc. Japan, Vol. 2, 1930
- 8) 熊沢 正夫: 花粉形態の研究方法, 植物及動物, Vol. 1, No. 12, p. 1767, 1933
- 9) 志 佐 誠: 花粉の形態, 植物及動物, Vol. 1, No. 9, p. 1311-1318, 1593-1604, 1933
- 10) 山崎 次男: 花粉及孢子形態, 京大演習林報告, No. 5, 1933
- 11) 神保 忠男: The diagnoses of the pollen of forest trees, 東北大理科報告, Ser. 4, Vol. 8, p. 267, 1933
- 12) 石川 光春: 秋の七草の花粉, 植物及動物, Vol. 2, No. 1, p. 120-122, 1934
- 13) 斎藤雄一外 3 名: アカマツ花粉分化の人工管理, 第 II 報, 日本林学会誌, Vol. 36, No. 3, 1934
- 14) 市川 親文: 花粉の生物化学的研究, 農芸化学雑誌, Vol. 12, p. 1117, 1936
- 15) 神保 忠男: 森林樹木の花粉の標徴, 生態学研究, Vol. 1, No. 2, p. 19, 1936
- 16) 熊沢 正男: Pollen grain morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae, and Berberidaceae, Jap. Jour. Bot., Vol. 8, No. 1, 1936
- 17) 松田 秀雄: The effect of abnormal temperature upon the pollen formation of *Petunia*, Jour. Coll. Agric. Univ. Tokyo, Vol. 14, 1936
- 18) 百瀬 静男: 羊歯類の Gametophyte に関する研究, 其一, 植物研究雑誌, Vol. 13, No. 2, p. 113, 1937
- 19) 百瀬 静男: 羊歯類の Gametophyte に関する研究, 其二, 植物研究雑誌, Vol. 13, No. 6, p. 414, 1937
- 20) 百瀬 静男: 羊歯類の Gametophyte に関する研究, 其三, 植物研究雑誌, Vol. 14, No. 1, p. 56, 1938
- 21) 百瀬 静男: 羊歯類の Gametophyte に関する研究, 其四, 植物研究雑誌, Vol. 14, No. 4, p. 267, 1938
- 22) 正宗 敬敬: 台北市昭和町で発見された泥炭中に見出された植物の遺骸について, 科学の台湾, Vol. 9, No. 3, 1941
- 23) 田中 信徳: Chromosome studies in Cyperaceae XII, 植物学雑誌, Vol. 55, No. 650, 1941
- 24) 正宗敬敬外: Pollen and spores in the peat found at Kodak, Taiwan, Acta Phytotax. Geobot., Vol. 13, p. 172-173, 1942

- 25) 市川 親文：花粉の化学的組成の1例，植物及動物，Vol. 6, No. 11, p. 439, 1949
- 26) 上野 実朗：On the pollen of *Filifolium*, 植物学雑誌，Vol. 62, No. 729-730, 1949
- 27) 上野 実朗：Pollen morphology in the Ericaceae, 植物学雑誌，Vol. 63, No. 741-742, 1950
- 28) 斎藤 雄一：赤松の花弁発芽について，日本林学会誌，Vol. 32, No. 6, p. 217, 1950
- 29) 上野 実朗：On the pollen of *Metasequoia*, 植物学雑誌，Vol. 63, No. 749, p. 231, 1950
- 30) 上野 実朗：On *Enkianthus*, 大阪市立大研究報告，Vol. 1, p. 55-62, 1950
- 31) 上野 実朗：“Viszinfaden” in the electron-microscope, 科学，Vol. 19, p. 7, 1950
- 32) 上野 実朗：Morphology of pollen of *Metasequoia*, *Sciadopitys* and *Taiwania*, 大阪市立大研究報告，Vol. 20, 1951
- 33) 上野 実朗：Cyto-morphologic Studies on the pollen in Taxodiaceae, 植物学雑誌，Vol. 64, No. 759, 1951
- 34) 岩波 洋造：花粉の形態研究，I, 植物学雑誌，Vol. 65, p. 137-144, 1952
- 35) 千葉茂・渡辺操：高温によるスギの異常花粉の形成，林業試験場集報，No. 64, p. 13-22, 1952
- 36) 岩川盈夫・千葉茂：スギ及マツの自然における異常花粉の形成，林業試験場集報，No. 64, p. 1-12, 1952
- 37) 島田 正雄：亜炭中に検出される非現存植物花粉の標徴，尚絢女学院創立60周年記念論文集，1952
- 38) 幾瀬 まさ：花粉粒の示す屈接率について，植物研究雑誌，Vol. 28, No. 6, p. 26-29, 1953
- 39) 桑田 義成：Behaviour of chromonemata in Mitosis I, 京都大紀要，Vol. 9, No. 2, p. 129-139, 1953
- 40) 竹内 正幸：Studies on the germination of pollen grain in conifer I, 植物学集報，Vol. 14, No. 1, 1953
- 41) 石平谷 勉：花粉粒の微細特徴の顕微鏡撮影にスンプ薄板の新利用法，植物研究雑誌，Vol. 29, No. 2, p. 59, 1954
- 42) 幾瀬 まさ：日本産マメ科植物の花粉粒，植物研究雑誌，Vol. 29, No. 1, p. 1-10, 1954
- 43) 幾瀬 まさ：The presence of the viscid threads among pollen grains in Phylloceae etc. of Ericaceae, 植物研究雑誌，Vol. 29, No. 5, p. 146-148, 1954
- 44) 幾瀬 まさ：*Isopyrum* 属 (Ranunculaceae) の花粉粒について，植物研究雑誌，Vol. 29, No. 11, p. 331-332, 1954
- 45) 幾瀬 まさ：Juglandaceae のうちことに *Pterocarya* 及び *Platycarya* の花粉について，植物研究雑誌，Vol. 29, No. 11, p. 333-335, 1954
- 46) 中柳 靖夫：高松炭鋳三へダ三尺層から発見された特殊な花粉・孢子類及び不透明物質，炭研，Vol. 5, No. 4, p. 97-99, 1954
- 47) 佐藤義夫・武藤憲由：木材の花弁の生存期間について，日本林学会誌，Vol. 36, No. 3, 1954
- 48) 新家浪夫外2名：Nadi-Reaction and Cytochromes in the pollen grains of some higher plants, 京都大紀要，Ser. B, Vol. 21, No. 1, 1954
- 49) 斎藤雄一外3名：クロマツ花粉の分化の人工管理，第1報，日本林学会誌，Vol. 36, No. 3, 1954
- 50) 幾瀬 まさ：日本産植物の花粉粒総説 (2)，植物研究雑誌，Vol. 30, No. 2, p. 45-55, 1955

- 51) 幾瀬 まさ：日本産植物の花粉粒総説(3)，植物研究雑誌，Vol. 30, No. 4, p. 102-113, 1955
- 52) 幾瀬 まさ：日本産植物の花粉粒総説(4)，植物研究雑誌，Vol. 30, No. 6, p. 165-170, 1955
- 53) 幾瀬 まさ：日本産植物の花粉粒総説(5)，植物研究雑誌，Vol. 30, No. 8, p. 225-232, 1955
- 54) 幾瀬 まさ：日本産植物の花粉粒総説(6)，植物研究雑誌，Vol. 30, No. 10, p. 303-311, 1955
- 55) 上野 実朗：花粉の化学，玉川学園大ミツバチ通信，No. 10, p. 2, 1955
- 56) 幾瀬 まさ：日本産植物の花粉粒総説(7)，植物研究雑誌，Vol. 30, No. 12, p. 365, 1955
- 57) 幾瀬 まさ：日本植物の花粉，広川書店，1956

### III. 花粉の空中分布

- 58) 中村 純：空気中における花粉散布について(予報)，生態学研究，Vol. 12, No. 1, 2, 1948

### IV. 花粉分析

- 59) 神保 忠男：Pollen-analytical studies of peat formed on Volcanic ash, 東北大紀要, Ser. 4, Vol. 7, p. 129-132, 1932
- 60) 宮井嘉一郎：奥日光兔島の泥炭湿原地，地球，Vol. 20, p. 275-286, 1933
- 61) 宮井嘉一郎：霧島山の湿原とその花粉，生態学研究，Vol. 1, No. 4, p. 295, 1935
- 62) 山崎 次男：花粉分析法による水蘚湿野の研究，日本林学会誌，Vol. 17, No. 8, p. 637-645, 1935
- 63) 沼田大学・玉井和夫：花粉分析よりみたる京都附近2, 3森林の変遷について，日本林学会誌，Vol. 18, No. 7, p. 484-497, 1936
- 64) 神保 忠男：八甲田山湿原の花粉分析，生態学研究，Vol. 2, 1936
- 65) 中野 治房：泥炭採集器について，植物生理及生態学実験，p. 540, 1936
- 66) 山崎 次男：樺太原生林におけるエゾマツ・トドマツの混淆状態の研究，京都大演習林報告，No. 9, p. 120, 1936
- 67) 中野 治房：Report on the high moor of Kirigamine, 天然紀念物調査報告，No. 17, 1937
- 68) 沼田 大学：御岳及蓼科山麓湿原における花粉分析，日本林学会誌，Vol. 19, No. 9, p. 143-153, 1937
- 69) 山崎 次男：釧路附近の下部洪積世泥炭の花粉分析，日本林学会誌，Vol. 19, No. 12, p. 551, 1937
- 70) 山崎 次男：花粉分析法による邦領樺太の樹種変遷に関する考察，日本林学会誌，Vol. 19, No. 9, p. 133-142, 1937
- 71) 堀 正一：信州八島ヶ原高層湿原の花粉分析の研究，日本生物地理学会報，Vol. 8, No. 9, p. 133-140, 1938
- 72) 宮井嘉一郎：屋久島湿原の花粉分析，日本林学会誌，Vol. 20, No. 7, p. 20, 1938
- 73) 山崎次男・佐々保雄：花粉分析法によりて推定さるゝ第三紀末以降の北日本の自然地理的変遷，日本学術協会報告，Vol. 13, No. 3, 1938
- 74) 山崎 次男：花粉分析法による邦領樺太の樹種変遷に関する考察(II)，日本林学会誌，Vol. 20, No. 11, p. 1-6, 1938
- 75) 堀 正一：信州踊場湿原の花粉分析の研究，植物及動物，Vol. 8, No. 5, p. 844, 1939
- 76) 佐々保雄：北海道下部洪積統・釧路統につきて，矢部教授還暦記念論文集，Vol. 2, p. 569-585, 1939

- 77) 鳥倉巳三郎 : The past distribution and origin of coniferous plants in Japan, 矢部教授還暦記念論文集, Vol. 1, p. 253, 1939
- 78) 山崎 次男 : 花粉分析法による邦領樺太の樹種変遷に関する考察 (III), 日本林学会誌, Vol. 21, No. 4, p. 20-24, 1939
- 79) 山崎 次男 : 花粉分析法による朝鮮南部の樹種変遷に関する考察, 日本林学会誌, Vol. 22, No. 2, p. 17-29, 1940
- 80) 山崎 次男 : 花粉分析による朝鮮北部の樹種変遷に関する考察, 日本林学会誌, Vol. 22, 1940
- 81) 堀 正一 : 尾瀬原湿原の花粉分析の研究, 植物及動物, Vol. 9, No. 5, 1941
- 82) 堀 正一 : 三宝寺池湿原の花粉分析の研究, 植物及動物, Vol. 9, No. 5, 1941
- 83) 松島 真次 : 花粉統計による朝鮮の森林変遷の考察, 日本林学会誌, Vol. 23, No. 8, 1941
- 84) 鳥倉巳三郎 : 東亜に産する石炭のミクロフロラ第1報, 地質学雑誌, Vol. 48, No. 570, p. 159, 1941
- 85) 鳥倉巳三郎 : Vegetable remains in the Paleozoic Coals from the Lower Yangtze region, China, 上海研彙報, No. 3, p. 28-48, 1941
- 86) 山崎 次男 : 花粉分析法による邦領樺太の樹種変遷に関する考察 (IV), 日本林学会誌, Vol. 23, No. 3, p. 47-54, 1941
- 87) 中村 純 : 八甲田山の2, 3湿原の花粉分析的研究, 生態学研究, Vol. 8, No. 1, 1942
- 88) 山崎 次男 : 花粉分析法による北海道洪積世における *Larix* 分布の研究, 京都大演習林報告, No. 17, 1942
- 89) 鳥倉巳三郎 : 杭州西湖の湖底堆積物, 科学, Vol. 13, No. 5, 1943
- 90) 山崎 次男 : 裏日本泥炭地の花粉分析とくにスギ分布, 日本林学会誌, Vol. 25, No. 2, 1943
- 91) 山崎 次男 : 花粉分析法による北日本洪積世以降の気候変遷史, 科学, Vol. 13, No. 5, 1943
- 92) 中村 純 : 土佐における湿原の花粉分析, 生態学研究, Vol. 11, No. 3, 4, 1947
- 93) 丹 信実 : 化石花粉標本の作製法, 地質と動物, Vol. 1, No. 2, p. 59-60, 1947
- 94) 堀 正一 : 長野県菅平湿原の植物群落, 生態学研究, Vol. 11, No. 1-2, p. 22, 1948
- 95) 堀 正一 : 草津白根山東北斜面における火山荒原植物群落の研究, 生態学研究, Vol. 12, No. 3-4, 1948
- 96) 宮井嘉一郎 : 九重山の花粉分析と植生, 大阪自然科学雑誌, No. 9, p. 41-44, 1949
- 97) 中村 純 : 湿原の生物学的研究 (11), 生態学研究, Vol. 12, No. 3-4, p. 106, 1949
- 98) 中村 純 : 湿原の生物学的研究 (12), Vol. 12, No. 3-4, p. 108, 1949
- 99) 鳥倉巳三郎 : 石炭中の植物遺体について, 地質学雑誌, Vol. 55, No. 648-649, p. 179, 1949
- 100) 中村 純 : ノガノイケ山の泥炭の花粉分析, 植物学雑誌, Vol. 63, 1950
- 101) 島田 正雄 : Pollen grains found in lignite from the environment of the city of Sendai, 植物学雑誌, Vol. 63, 1950
- 102) 中村 純 : 尾瀬原の花粉分析 (1), 上田代湿原, 植物生態学会報, Vol. 1, No. 1, p. 36, 1951
- 103) 中村 純 : 土佐穴内産亜炭の花粉分析, 植物生態学会報, Vol. 1, No. 3, 1951

- 104) 島田 正雄 : Pollen analysis of lignite I, three pliocene lignites in the environs of Sendai, 東北大紀要, Ser. 4, Vol. 19, No. 1, 1951
- 105) 庄司力衛・高橋清康 : 石炭の花粉分析法, 岩石鉱床鉱物学会誌, Vol. 35, No. 2, p. 62-63, 1951
- 106) 庄司力衛・高橋清康 : 花粉分析法, 常磐技報, Vol. 4, No. 1, 1951
- 107) 佐々保雄・森谷虎雄 : 北海道石狩国野幌丘陵の地質, 石油技術協会誌, Vol. 16, No. 5, p. 236-251, 1951
- 108) 高橋 清康 : 花粉分析による亜炭層の対比, 九州鉱山学会誌, Vol. 19, No. 12, 1951
- 109) 山崎 次男 : 花粉分析法による南樺太及北海道の森林並気候の変遷に関する研究, 京都大演習林報告, No. 21, 1951
- 110) 甲藤次郎・中村純 : 島根炭田の層序学並びに花粉分析学的研究, 高知大学術報告, Vol. 1, No. 29, p. 1-19, 1952
- 111) 島田正雄・高橋信雄 : Pollen Analyses of Lignite II, Pliocene lignites from the Neighbourhood of Shinjō, 東北大紀要, Ser. 4, Vol. 19, No. 3, p. 270-273, 1952
- 112) 岡崎 由夫 : 北海道釧路炭田石炭層の花粉分析の研究, 岩石鉱物鉱床学会誌, Vol. 36, No. 3, p. 85, 1952
- 113) 中村 純 : Pollenanalyses from two pliocene Beds in Shikoku, 高知大研究報告(自然科学), No. 2, p. 25-28, 1952
- 114) 中村 純 : A comparative study of Japanese pollen record, 高知大学術研究報告, Vol. 1, No. 8, 1952
- 115) 徳永 重元 : 花粉分析による炭田堆積環境の研究, 新生代の研究, No. 13, p. 1-8, 1952
- 116) 甲藤次郎外2名 : 唐ノ浜群の層序と微古生物学的考察, 高知大学術研究報告, Vol. 2, No. 32, p. 1-15, 1953
- 117) 中村純・甲藤次郎 : 花粉分析と第4紀(I), 高知県宿毛及び高知市附近の沖積層について, 高知大学術研究報告, Vol. 2, No. 16, p. 1-5, 1953
- 118) 島田 正雄 : 東北地方の2,3の亜炭の花粉分析について, 植物生態学会報, Vol. 3, No. 3, 1953
- 119) 坂口 豊 : 花粉分析覚書, 地理学評論, Vol. 26, No. 8, p. 368-374, 1953
- 120) 瀬嵐哲夫外2名 : 安原海岸泥炭層の花粉分析と埋木(I), 北陸の植物, Vol. 2, No. 2, 1953
- 121) 瀬嵐哲夫外2名 : 安原海岸泥炭層の花粉分析と埋木(II), 北陸の植物, Vol. 2, No. 3, 1953
- 122) 徳永 重元 : 本邦炭田における花粉分析, 地球科学, No. 9, p. 22-30, 1953
- 123) 豊田 清修 : 江の島第三系より発見した炭質物中の植物遺体について, 自然科学と博物館, Vol. 20, No. 3-4, 1953
- 124) 岡崎 由夫 : 釧路平原泥炭地の生成過程, 第1報, 大楽毛の沖積泥炭層の花粉分析, 岩石鉱物鉱床学会誌, Vol. 38, No. 1, p. 19-25, 1954
- 125) 中村純・甲藤次郎 : 新生代夾炭層の花粉分析学的研究, II, 山陰地方の2,3の亜炭田の花粉分析について, 高知大学術研究報告, Vol. 3, No. 31, p. 1-5, 1954
- 126) 中村純・尾木澄 : 花粉分析と第4紀(3), 再び尾瀬ヶ原湿原について, 日本生態学会報, Vol. 4, No. 1, 1954
- 127) 堀 正一 : Studoj pri polen-analizo en Ozegahara, 尾瀬ヶ原総合学術調査団研究報告, p. 305-312, 1954

- 128) 甲藤次郎・中村純：花粉分析と新生代層(2)，讃岐財田及び高知市万々附近の新生代層について，植物生態学会報，Vol. 3, No. 4, p. 162-167, 1954
- 129) 瀬嵐 哲夫：北陸沿岸泥炭層の花粉分析と埋木，金沢大教育学部紀要，Vol. 2, p. 79-84, 1954
- 130) 島田 正雄：Pollen analyses of lignite III, Miocene lignite in the neighbourhood of Daijima, Oga peninsula, 植物生態学会報，Vol. 13, No. 4, p. 277, 1954
- 131) 徳永 重元：Palynological study on the Kamikita lignite, Aomori Prefecture in Japan (Pt. 1), 地質調査所月報，Vol. 5, No. 6, p. 253-258, 1954
- 132) 徳永 重元：石炭の花粉分析とその応用，地質ニュース，No. 11, 1954
- 133) 豊田 清修：片瀬泥層より採集した植物遺体，自然科学と博物館，Vol. 21, No. 7-8, p. 8-12, 1954
- 134) 高橋 信雄：山形県炭田の花粉分析学的研究，第1報，植物生態学会報，Vol. 3, No. 4, p. 174-179, 1954
- 135) 山崎 次男：花粉分析法による秋田スギの成因に関する考察，日本林学会誌，Vol. 36, No. 3, 1954
- 136) 井口 休夫：花粉分析による野幌層中の亜炭の研究，北海道学芸大学紀要，Ser. 2, Vol. 6, No. 1, 1955
- 137) 島田 正雄：Pollenanalyses of lignite beds in Northeastern Honshu especially along the Coast of the Japan Sea, 斎藤報慰会報告，No. 24, 1955
- 138) 相馬 寛吉：Pollendiagramme der Torfablagerungen von Hachimantai im Vergleich mit denen von Hakkōda, 生態学会報，Vol. 14, No. 1, p. 11-14, 1955
- 139) 徳永 重元：石狩炭田空知地区美唄地域の主要炭層中の花粉・孢子化石について，新生代の研究，No. 22, p. 9-18, 1955
- 140) 徳永 重元：北海道石狩炭田空知地区美唄地域における主要炭層の花粉分析報告，地質調査所月報，Vol. 6, No. 9, p. 509-530, 1955
- 141) 相馬 寛吉：Pollenanalytische Untersuchungen der Pliozänen Braunkohlen der Sendai-Gruppe I, 生態学会報，Vol. 14, No. 2, p. 121-132, 1956
- 142) 相馬 寛吉：Zur Pollenflora einer Miozänen Braunkohle in Sendai, 生態学会報，Vol. 14, No. 2, p. 133-136, 1956
- 143) 徳永重元・尾上亨：山形県最上炭田産褐炭中の微植物体について(I)，地質調査所月報，Vol. 7, No. 2, p. 75-82, 1956
- 144) 徳永 重元：石狩炭田空知地区赤平地域における炭層の花粉分析報告，地質調査所月報，Vol. 7, No. 3, p. 119-130, 1956
- 145) 徳永重元・尾上亨：山形県最上炭田産褐炭中の微植物体について(II)，地質調査所月報，Vol. 7, No. 4, p. 177-184, 1956

# Palynological Study on Japanese Coal

## I. Method of Pollenanalysis on Japanese Coal

By

Shigemoto TOKUNAGA

### Abstract

In 1938, the pollenanalytical method was introduced in Japan by the late Dr. Numata. From that year, the method has been applied to clarify the history of peat formation.

In many peat deposits of Honshū and Hokkaidō, especially Oze and Hakkōda moor, pollenanalysis has been done by some foresters and botanists. In the geological world, the stratigraphical value of this method has been gradually attracted to geologists since a few years.

From 1953, the author began to study the pollenstratigraphy in the Paleogene coal fields in Japan, and in this report, he described the some new technics of pollenanalysis on Japanese coal.

The coal samples analysed have been taken from the Ishikari, Rumoi, Kushiro, and Kabato coal fields in Hokkaidō and the Kuji, Jōban, Nishitagawa, and Ube coal fields in Honshū.

These fields except Nishitagawa coal field, are of Paleogene in age and are economically important in Japan. The lignite samples analysed have been taken from some localities around the Ishikari plain, Hokkaidō and the Mogami coal field and Okitama coal-bearing area.

The coals analysed are almost bituminous, belonging to B, C, D, and E classes of the Standard Classification of Japanese Coal. Coal samples were collected in coal pits or outcrops and are crushed by an electric crusher. For the oxidation of these coals, Schultze's reagent was used.



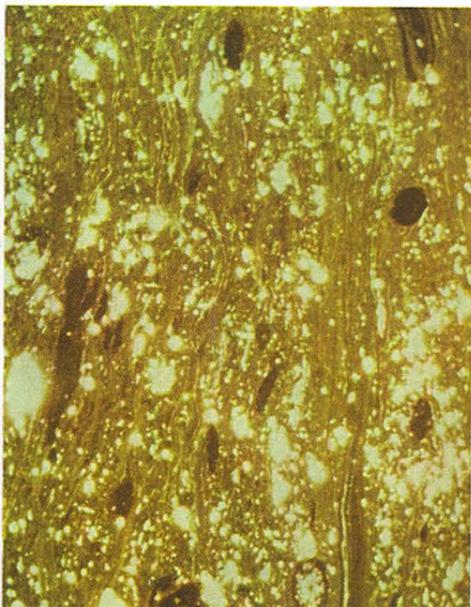
PLATES  
AND  
EXPLANATIONS

(with 6 Plates)

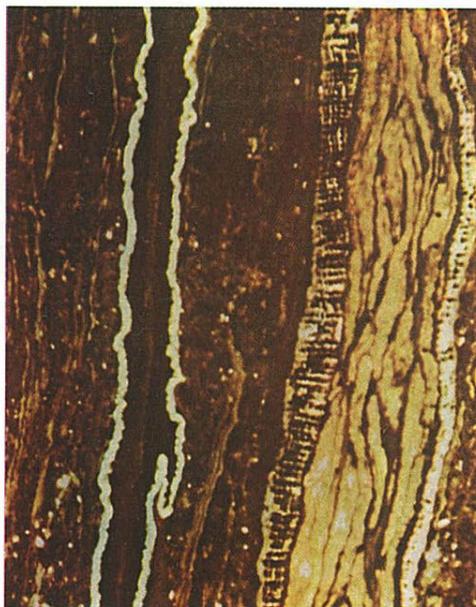
図 版 I

図	産 地	薄片番号	植 物 組 成	倍率
1	山形県最上炭田 木友炭鉱 (Kitomo C. M.)	M-13	圧縮された葉の断面と植物組織	50
2	同 千代田炭鉱 (Chiyoda C.M.)	M-8	いわゆる '大孢子' の形である がおそらく植物体基部の断面か	40
3	山形県置賜含炭地 富本炭鉱 (Tomimoto C.M.)	O-4	花粉, 樹脂等が鉱物質とともに 混在している	50
4	山形県最上炭田 天狗炭鉱 (Tengu C.M.)	M-35	セルク層をもつ樹木部の断面	50

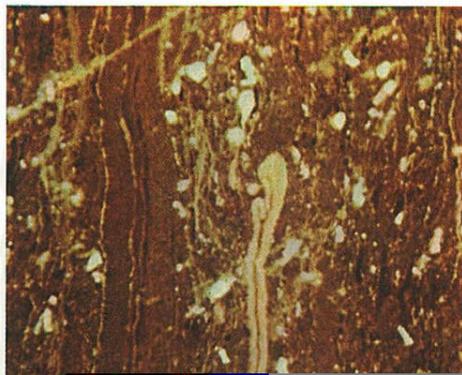
使用フィルム：富士カラー



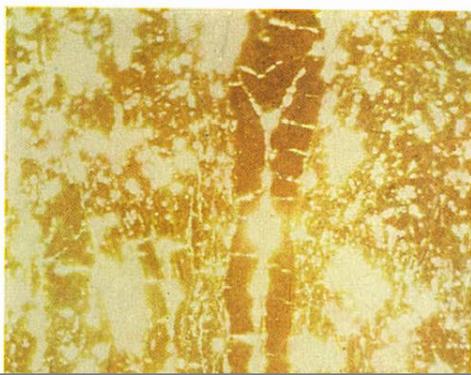
3



4



1



2

(photo. by S. Tokunaga & T. Onoe)

図 版 II

図	産 地	性 状
1	山形県最上炭田 木友炭鉱産褐炭	木質褐炭，乾燥すれば葉片状に割げる
2	岩手県久慈炭田 大成久慈炭鉱産石炭	堅い木質部からなり黒光沢著しい
3	北海道石狩炭田 朝日炭鉱産眼紋炭	表面には眼紋多し
4	北海道石狩炭田 住友奔別鉱業所産石炭	縞状炭を呈している。石狩炭の代表的なもの



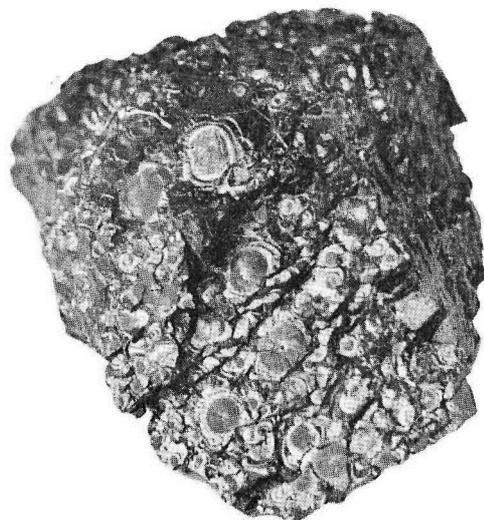
3



4



1



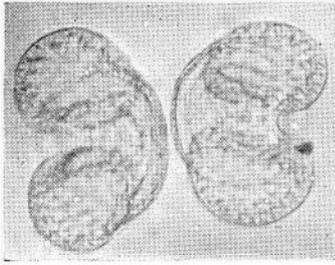
2

(photo. by Y. Masai)

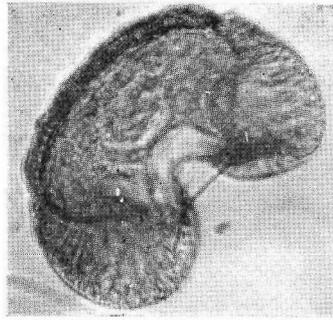
図版 III

	属 種 名	和 名	大 き さ ( $\mu$ )	標 本 写 真 番 号	倍 率	採 取 地
1	<i>Podocarpus macrophyllus</i> D. DON	ク サ マ キ	GL 44	309 (60)	500	浅 川 (東京)
2	<i>Cedrus Libani</i> BARR	ヒ マ ラ ヤ ス ギ	GL 64	170 (30)	500	植 物 園 (東京)
3	<i>Abies firma</i> SIEB. et ZUCC.	モ ミ	GL 50	51 (24)	200	市 川 (千葉)
4	<i>Glyptostrobus pensilis</i> K. KOCH	ス イ シ ヨ ウ	34	238 (15)	500	*宝 塚 (兵庫)
5	<i>Sciadopitys verticillata</i> SIEB. et ZUCC.	カ ウ ヤ マ キ	35	75 (17)	500	浅 川 (東京)
6	<i>Sequoia Sempervirens</i> ENDL.	イ チ キ モ ド キ	37.5	206 (1)	400	" (東京)
7	<i>Magnolia Watsoni</i> J. D. HOOKER	ヤ マ レ ノ グ	79.8	298 (232)	500	林業試験場 (東京)
8	<i>Rhododendron pentaphyllum</i> MAXIM.	ア カ ヤ シ オ	22	248 (42)	500	*日 光 (群馬)
9	<i>Betula Ermani</i> CHAMISO	エゾノダケカ ンバ	29.5	208 (230)	500	*日 高 (北海道)
10	<i>Carpinus yedoensis</i> MAX.	イ ヌ シ デ	32	211 (F160)	Ca 600	*鎌 倉 (神奈川)
11	<i>Quercus variabilis</i> BLUMÉ	ア ベ マ キ	45	193 (F149)	Ca 600	林業試験場 (東京)
12	<i>Rhus ambigua</i> LAVELLÉ	ツ タ ウ ル シ	24	130 (9)	500	"
13	<i>Cytisus scoparius</i> LINK	エ ニ シ ダ	44	137 (227)	500	東 京
14	<i>Alnus japonica</i> STEUDEL	ハ シ ノ キ	55	6 (23)	400	植 物 園 (東京)
15	<i>Alnus Sieboldiana</i> MATSU.	オホバヤシヤ ブシ	30	216 (F89)	600	東 京
16	<i>Juglans Sieboldiana</i> MAXIM.	オニグルミ	46.4	91 (225)	400	軍 畑 (東京)
17	<i>Liriodendron trilipifera</i> LIN.	ハンテンボク	64.0	126 (41)	500	林業試験場 (東京)
18	<i>Castanea crenata</i> SIEB. et ZUCC.	ク サ リ	13.6	149 (228)	500	*市 川 (千葉)
19	<i>Itea japonica</i> OLIV.	ズ キ ナ	15.9	305 (233)	500	東 京
20	<i>Carex japonica</i> THUNB.	ヒ コ グ サ	38.6	98 (220)	500	軍 畑 (東京)
21	<i>Iris ensata</i> var. <i>hortensis</i> MAK. et NEMOTO	ハナシヨウブ	79.8×57	312 (234)	500	茂 原 (千葉)
22	<i>Pleioblastus chino</i> MAKINO	アヅマネザサ	47.8	240 (221)	500	"
23	<i>Sasaella ramosa</i> MAKINO	アヅマザサ	34.2	69 (219)	500	林業試験場 (東京)

GL. 有翼粒の主体の長さ ×印以外 徳永標本採集 撮影



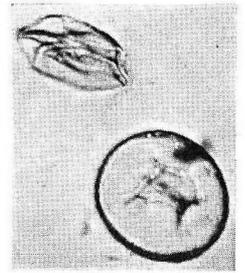
1



2



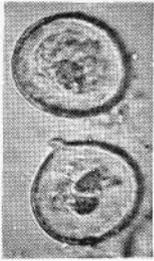
3



4



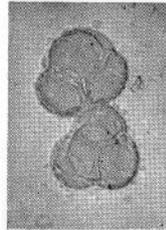
5



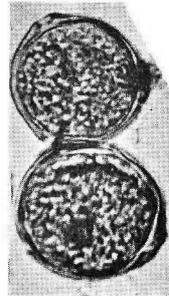
6



7



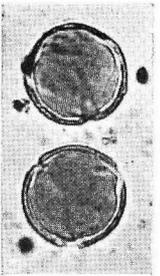
8



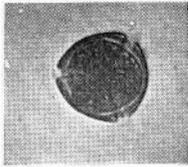
9



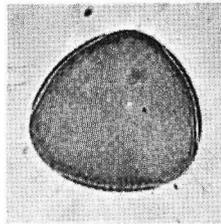
10



11



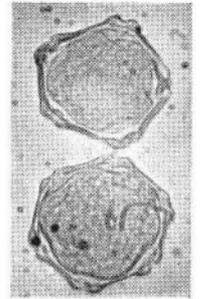
12



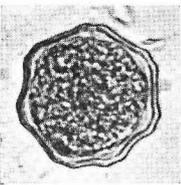
13



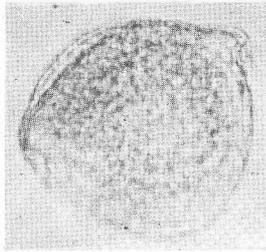
14



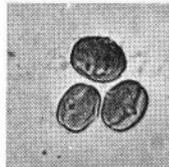
15



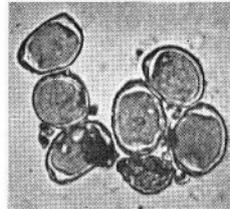
16



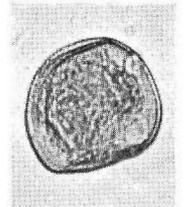
17



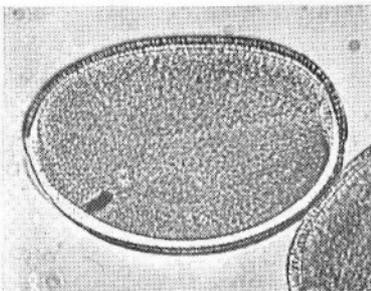
18



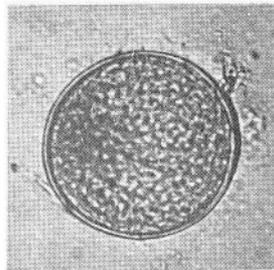
19



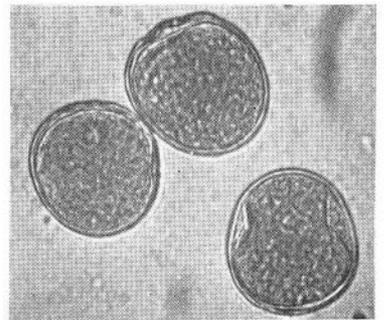
20



21



22



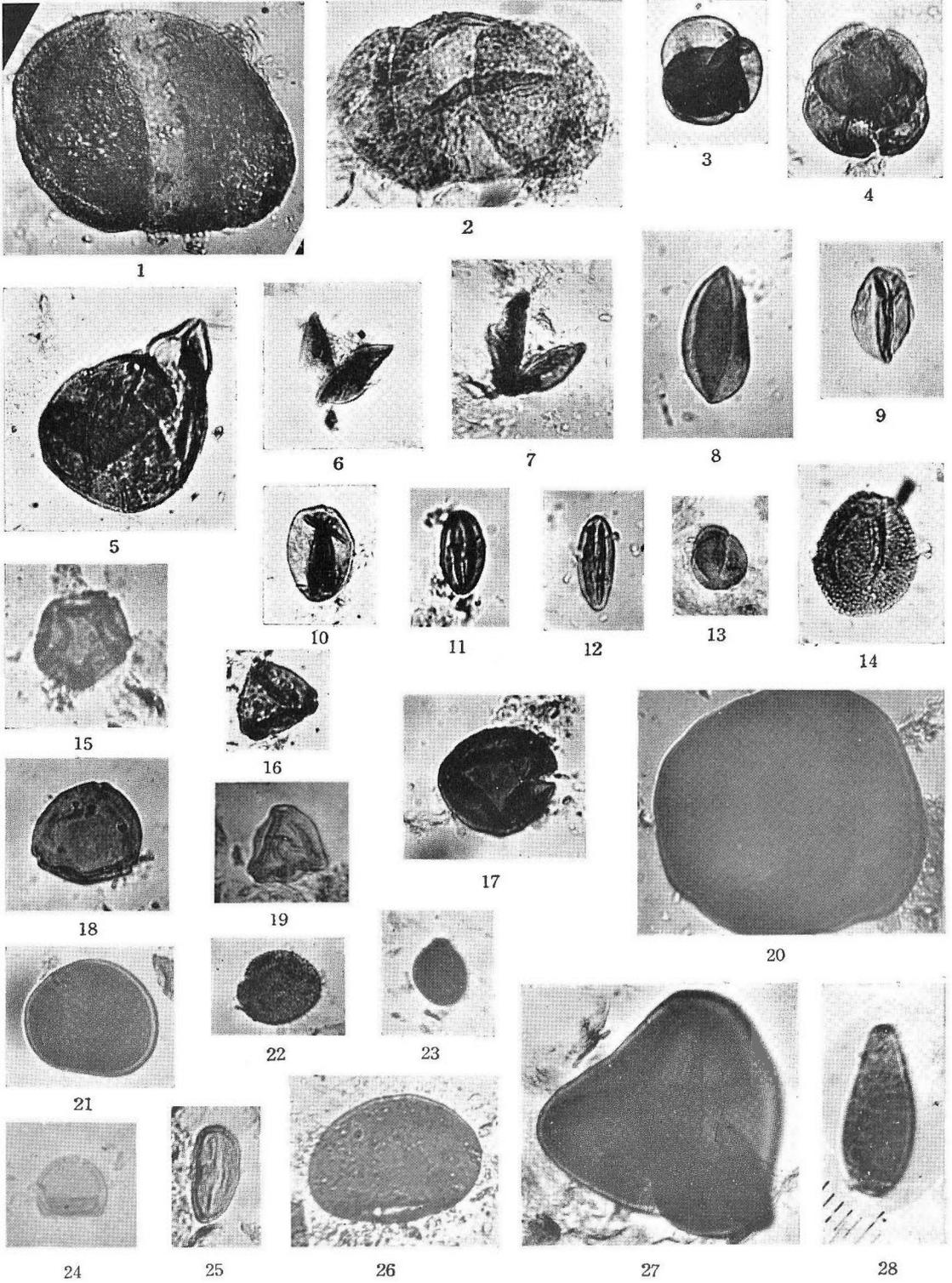
23

(collect. and photo. by S. Tokunaga)

図版 IV

	型態名	大きさ ( $\mu$ )	倍率	標本番号	産出炭層
1	<i>Picea</i> sp.	102	500	373-33 (204)	NbL11
2	<i>Pinus</i> sp.	64	"	133-60 (267)	NbL6
3	Ericaceae-C	30	"	252-56 (375)	NbL9
4	Ericaceae-A	40	"	133-61 (208)	NbL6
5	<i>Larix</i> sp.	50	"	373-37 (268)	NbL11
6	<i>Taxodium</i> sp.	26	"	234-9 (311)	NbL8
7	<i>Glyptostrobus</i> sp.	36	"	94-31 (297)	BC 2
8	<i>Cycas</i> ? sp.	44×20	"	104-16 (151)	BCM
9	<i>Cycas</i> sp.	30×20	"	373-64 (280)	NbL11
10	<i>Ginkgo</i> sp.	30×20	"	373-48 (272)	NbL11
11	<i>Quercus</i> sp. 3	24×14	"	373-33 (269)	NbL11
12	<i>Quercus</i> sp. 3	30×12	"	272-17 (166)	NbL10
13	<i>Salix</i> sp. 1	20	"	133-65 (210)	NbL6
14	<i>Ilex</i> sp. 1	30×40	"	272-7 (163)	NbL10
15	<i>Alnus</i> sp. 1	30	"	3-42 (135)	BC 4
16	<i>Myrica</i> sp.	24	"	94-50 (306)	BC 2
17	<i>Carya</i> sp. 1	36	"	104-53 (153)	BCM
18	<i>Carpinus</i> sp.	36	"	273-8 (170)	NbL10
19	<i>Betula</i> sp. 3	35	"	133-25 (189)	NbL6
20	<i>Musa</i> sp.	80	"	104-35 (148)	BCM
21	<i>Inap. poll.</i> A	34×40	"	104-44 (150)	BCM
22	<i>Potamogeton</i> sp.	32	"	104-64 (162)	BCM
23	<i>Monopor. poll.</i> A	20	"	3-38 (133)	BC 4
24	<i>Monopor. poll.</i> B	18	"	2-13 (105)	BC 4
25	<i>Sabal</i> sp.	30×14	"	133-70 (213)	NbL6
26	<i>Monocolp. poll.</i> B	34×54	"	94-13 (291)	BC 2
27	<i>Trilete spor.</i> A	70	"	130-29 (345)	BCM
28	菌類の孢子	34×24	"	3-3 (125b)	BC 4

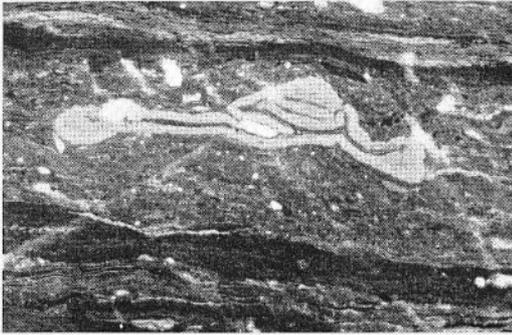
Nb: 登川炭層      BC: 美唄炭層



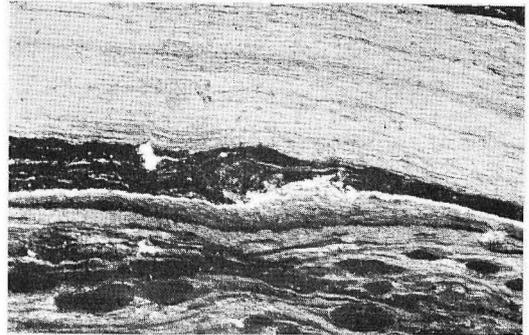
(photo. by S. Tokunaga)

図 版 V

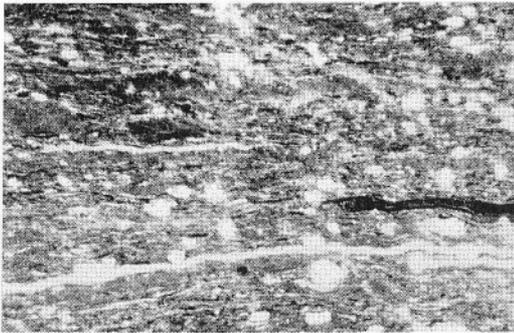
図	産 地	薄 片 写 真 番 号	記 載	倍率 (×)
1	山形県最上炭田 木友炭鉱本層	478	中央部植物体横断面は針葉樹の葉の断面	75
2	同 上	496	樹脂粒と植物体の小片が細かい成層をなしている	75
3	同 上	495	一見していわゆる大孢子といわれるものであるが、葉組織の断面と思われる	75
4	山形県最上炭田 井出炭鉱	526	樹木の表皮細胞の集積	75
5	山形県最上炭田 平沢炭鉱	501	上半部は植物繊維部	75
6	同 上	498	中央部の突起のある双粒状のものは果実?	75
7	山形県最上炭田 千代田炭鉱	518	網目状をなす細胞膜	200
8	山形県最上炭田 葉山炭鉱	492	淡黄色をおびており藻類とも考えられる。	75



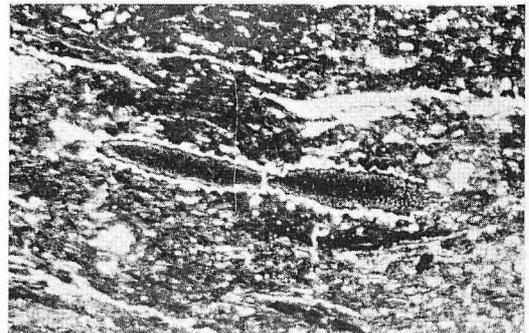
1



5



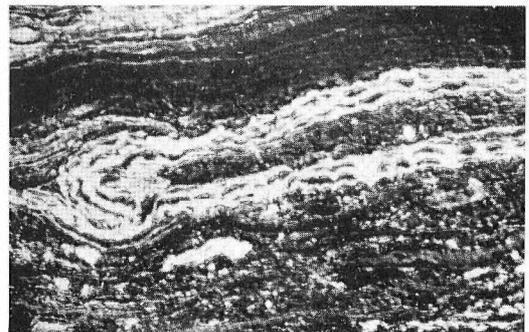
2



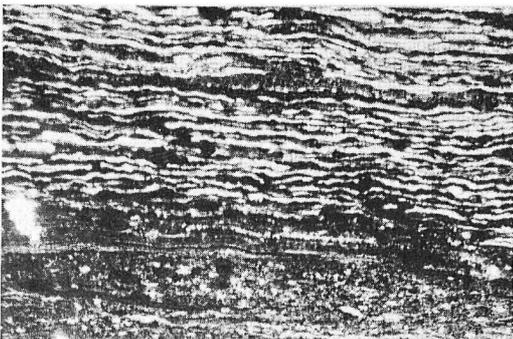
6



3



7



4

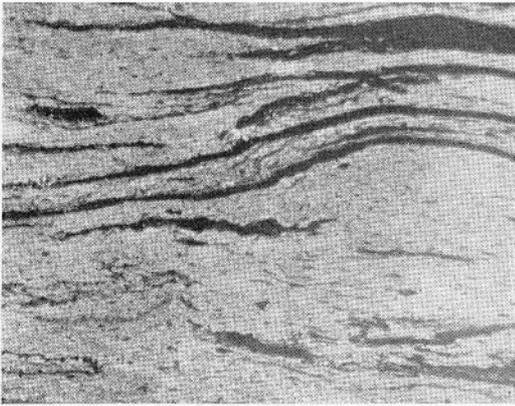


8

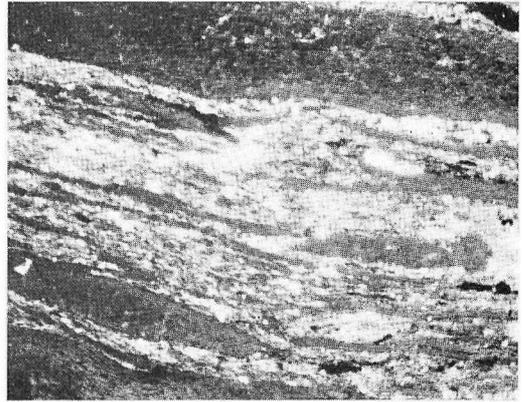
(photo. by S. Tokunaga & T. Onoe)

図 版 VI

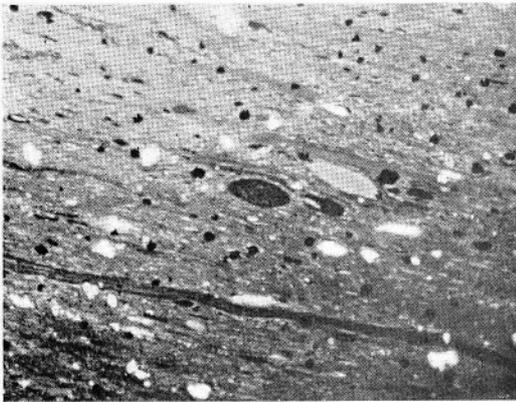
図	産 地	写真番号	記 載	倍率
1	留崩炭田 古河岡竜鉱業所 2 坑本層	474	基地は細かい植物微細片でほとんど組織が認められない	75
2	石狩炭田夕張地区 住友奔別鉱 1 番層	569	樹脂粒および鉱物質が散在する	75
3	石狩炭田夕張地区 北炭夕張 2 鉱 8 尺層	567	植物組織葉の部分	75
4	樺戸炭田 浦臼炭鉱稼行層	566	植物組織がやゝ成層している	75
5	宇部炭田 沖ノ山鉱 5 段炭	573	大形の菌核がある	75
6	同 上	572	植物組織細胞に春材・秋材の年輪がみられる	50



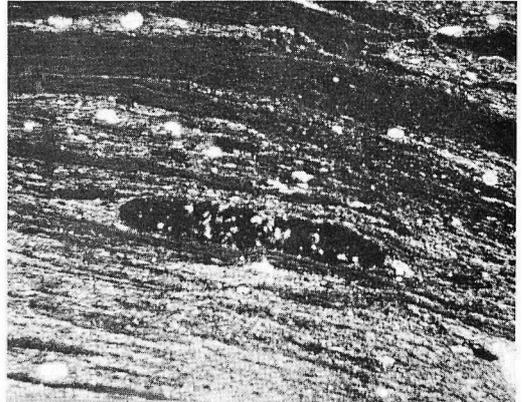
1



4



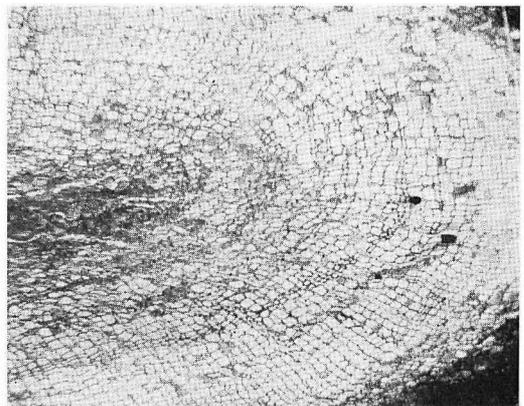
2



5

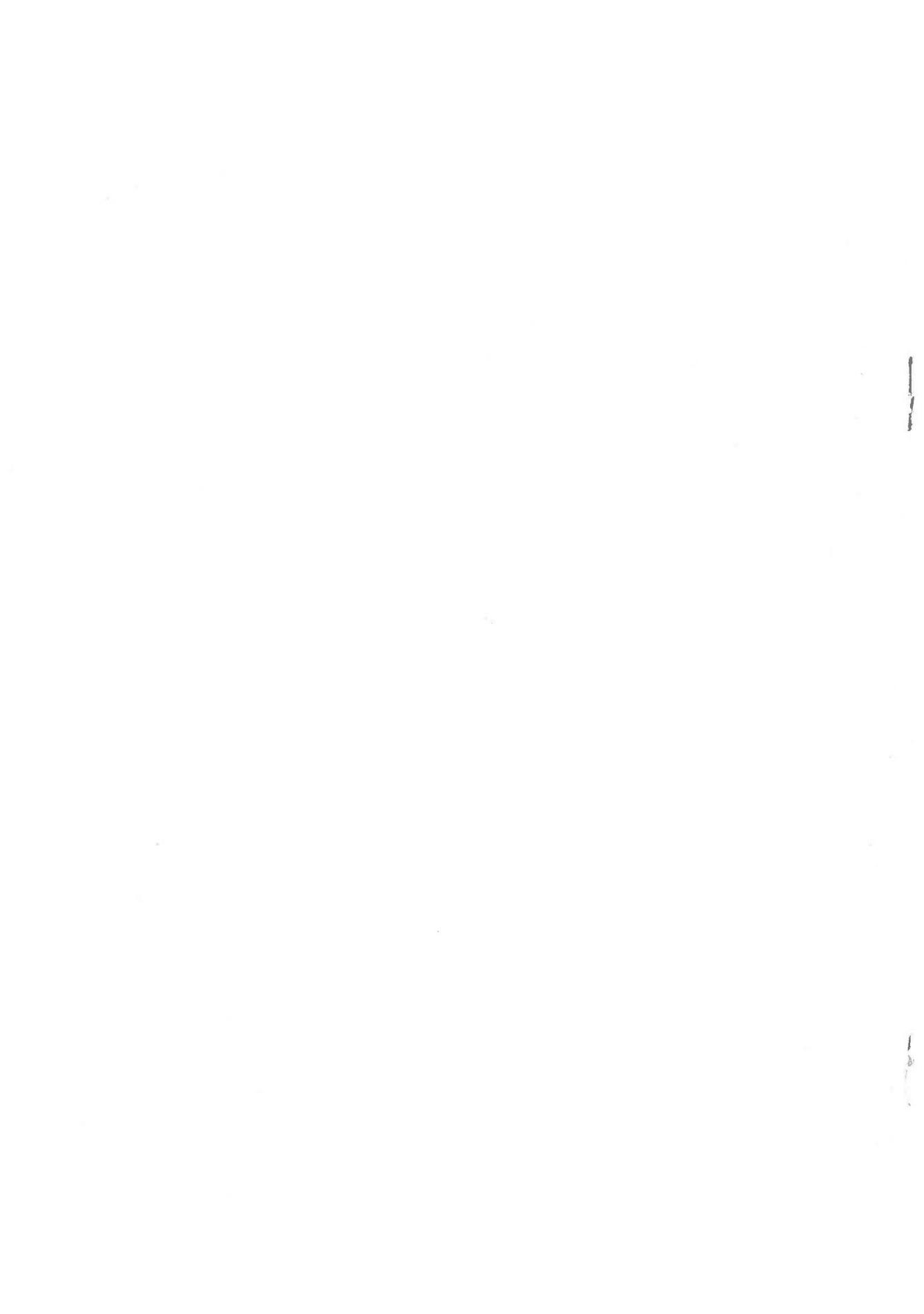


3



6

(photo, by S. Tokunaga & T. Onoe)



The Geological Survey of Japan has published in the past several kinds of reports such as the Memoirs, the Bulletin, and the Report of the Geological Survey.

Hereafter, all reports will be published exclusively in the Reports of the Geological Survey of Japan. The Report will be consecutive to the numbers of the Report of the Imperial Geological Survey of Japan hitherto published. As a general rule, each issue of the Report will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geology & allied sciences
  - a. Geology
  - b. Petrology and Mineralogy
  - c. Paleontology
  - d. Volcanology and Hot Spring
  - e. Geophysics
  - f. Geochemistry
  
- B. Applied geology
  - a. Ore deposits
  - b. Coal
  - c. Petroleum and Natural gas
  - d. Underground water
  - e. Agricultural geology  
Engineering geology
  - f. Physical prospecting,  
Chemical prospecting & Boring
  
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

Note: In addition to the regularly printed Reports, the Geological Survey is newly going to circulate "Bulletin of the Geological Survey of Japan", which will be published monthly commencing in July 1950.

本所刊行の報文類の種目には従来地質要報・地質調査所報告等があつたが、今後はすべて刊行する報文は地質調査所報告に改めることとし、その番号は従来の地質調査所報告を追つて附けることにする。そして報告は1報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために次の如くアルファベットによる略号を附けることにする。

- A 地質およびその基礎科学に関するもの
  - a. 地質
  - b. 岩石・鉱物
  - c. 古生物
  - d. 火山・温泉
  - e. 地球物理
  - f. 地球化学
- B 応用地質に関するもの
  - a. 鉱床
  - b. 石炭
  - c. 石油・天然ガス
  - d. 地下水
  - e. 農林地質・土木地質
  - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C その他
- D 事業報告

なお刊行する報文以外に、当分の間報文を謄写して配布したものに地下資源調査所速報があつたが、今後は地質調査所月報として第1号より刊行する。

---

昭和33年2月25日印刷  
昭和33年2月28日発行

工業技術院  
地質調査所

---

印刷者 向喜久雄  
印刷所 一ツ橋印刷株式会社

---

A. c. VII.

**REPORT No. 177**

**GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN**

**Katsu KANEKO, Director**

**PALYNOLOGICAL STUDY  
ON  
JAPANESE COAL**

**I. METHOD OF POLLENANALYSIS  
ON JAPANESE COAL**

By

**Shigemoto TOKUNAGA**

**GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN**

Hisamoto-chō, Kawasaki-shi, Japan

**1958**

地質調報  
Rept. Geol. Surv. J.  
No. 177, 1958