

# 花粉のゆくえ

(8)

徳永重元

## 日本の花粉分析

### 18. 発展の経過

1932年(昭和7年)といえは 欧州においても花粉分析の研究が発展しだして間もないころである。当時すでに沼田大学・神保忠男博士らによってこの方法がわが国にも紹介され 研究も行なわれ ぽつぽつと研究論文が発表されていた。しかしこの当時の研究をふりかえてみると まだ花粉学という体系が打ち立てられていたわけではなく おもに泥炭の花粉分析や林学関係での参考資料を得るといった程度のものであった。その対象となったものといえは わが国の中部地方に分布している高位湿原などに限られている。そしてこうした研究は第二次大戦前まで たえずつみ上げられていった。

戦後の混乱と研究の障害が徐々にとりのぞかれていくとともに 地質学の近代化という声が上がりに さらにその一端として地質現象にたいする新しい方法による新しい解釈という気持が 地質学者の間に強くなった。それと共にこの花粉分析の研究法が 新しい芽をふき出したかのように わが国にも広がって行った。

これは次回に述べるが わが国だけの現象ではない。ドイツでの褐炭田開発やアメリカの石油開発への応用は各国における花粉分析研究を著しく刺激して 今日の隆盛をみつつあるといえるだろう。その分野はむしろ広がりがすぎたかのような感じを抱くことさえある。したがってこの稿では それを花粉分析という比較的せまい範囲に限り わが国の堆積層についてこの方面から見れば どんなことがわかっているのか ごくかんたんに展望を試みることにする。

### 19. 第四紀層の花粉分析

わが国における花粉分析研究の最も大きな部分を占めているのは 第四紀層についての研究である。最近第三

紀層や中生層についての研究が増えてきているので 必ずしもこのまますすむとはいきれないが その研究論文は過去30年間において最も多い。その理由として考えられることは 第四紀層が広い分布を占め またこの研究が欧州においても 第四紀層をもって出発点としていることに外ならない。わが国の第四紀層は海成層以外のものも広い分布を示し 層位的にもかなり多くあり これを見すごすわけにはゆかないことにもよる。こうした理由から研究された個所は付図に示したが そのおもな試料は泥炭である。北は北海道から南は屋久島までの研究結果をたどってみることにしよう。

#### 低位湿原

北海道の各所にはほぼ水準面に近い所に泥炭層が分布しているが そのうち釧路・石狩・天塩川流域のサロベツ・網走湖畔などの原野が研究対象となっている。泥炭層はところによって違いますが 石狩平野などでは厚さも4~5m 最も厚い所で10m前後である。こうした泥炭地の形成の過程について これを花粉分析の結果から考えて いくつかの時代に区分することができる。山崎(1947)は釧路のこれら泥炭の中におけるカラマツ(Larix)の花粉の消長に注目し さらにモミ(Abies)マツ(Pinus) カバノキ(Betula) ハンノキ(Alnus)などの花粉の含有傾向をとり上げて 次のように区分した。

洪積世後期	Picea Abies 時代
	Betula Picea 時代
	Picea Abies 時代
	Betula Picea 時代
	Picea Abies 時代
洪積世前期	Betula Picea 時代
	Picea Abies 時代
	Betula Picea 時代
	Picea Abies 時代

これを当時の気候変化と考えあわせるために Picea と Abies の出現状態をとりあげ Picea が Abies よりも多く見られる点から 洪積世は現在より寒冷であったとしている。この考え方はその後北海道における洪積世気候の考え方の1基準となっている。石狩平野の南野幌丘陵における泥炭層では Abies が Picea より多いので北海道の現在の状態に近いけれども 現在北海道に自生していないカラマツ(Larix)があるので 樺太南部

過去30年間における花粉分析論文一覽表

	論文数
現世堆積物	2
第四紀堆積層	78
第三紀堆積層	51
中生代堆積層	1
計	132

(解説的なものは含まず)

に近い植生を示すといわれている。また岡崎(1957)によると 網走湖畔美幌層の花粉分析についても 釧路泥炭の分析と同じような結果が得られており 洪積世後期には気温の低下が考えられ その後再び上昇して現在の状態になったことが示されている。

一方天塩川流域において行なわれた阪口(1958)の研究でも沖積層中の泥炭では 上位にゆくに従ってモミが減り その他の試錐によってもその状態がよくとらえられている。本州においては花粉分析の研究の対象となる泥炭層をその高度によって2つに分けることができる。その1つは東北地方から関東・中部地方の平野部にある低湿原の泥炭地で 他のもは高原の標高1,000m前後にできている高層湿原である。それらのうち おもなものについて その研究のあとをたどってみよう。

青森県下北半島方面から同県の東部にかけては広い泥炭地があちこちに散在している。泥炭の中にはハンノキ・コナラなどの花粉その他広葉樹のものが多く含まれ 沖積世の時代には 次の3区分がみとめられている。

(相馬1958)

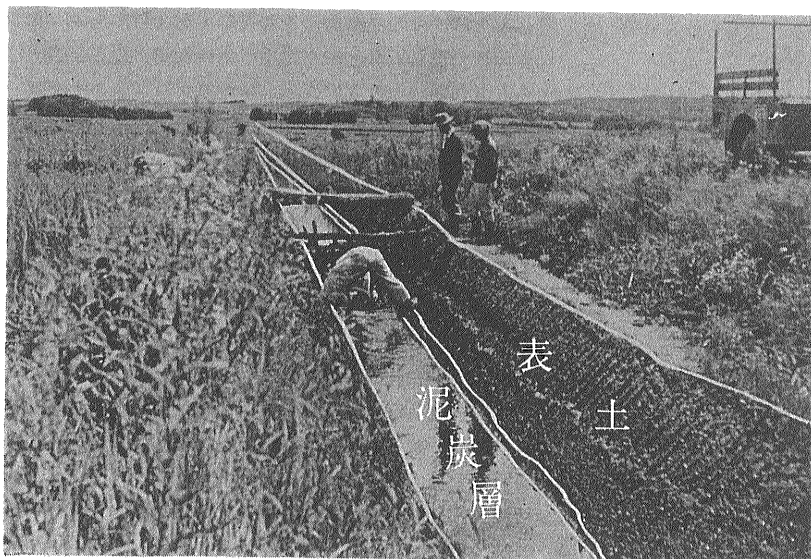
- Pinus Taxus (マツ・イチイ) 優勢
- Salix Ulmus (ヤナギ・ニレ) 優勢
- Fagus Castanea (ブナ・クリ) 優勢

そしてスギなどは ずっと上位の地層中から見出されている。

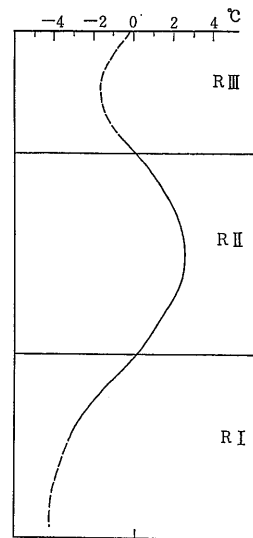
四国の南部高知平野における低位湿原には 禾本科の植物の花粉が多く 裏日本能登半島基部の金沢市周辺の沖積層中には 裏日本特有のスギ花粉が40~60%も含まれていることが知られている。尾崎・藤(1958)によればクルミ花粉も局地的に多産することがあり 海中に残っている立木や埋木などから こうした地域には スギ

・クルミ・タブノキ・タデ・メダケ・ナラ・ヤナギなどが繁茂していたと考えられている。また太平洋沿岸地域の第四紀層の花粉分析をみると 渥美半島や志摩半島に分布する洪積層がその対象となっている。島倉(1962)によれば 両地とも有翼型の針葉樹花粉とくにマツが多く またブナなどが優勢でナンキンハゼの花粉もみられる。その他の花粉構成からみても 当時の気候は現在より寒くはなかったと考えている。これとほぼ同じ時期の名古屋市周辺東山の礫岩層中に含まれている泥炭層からは相馬(1958)によればハンノキと ブナ花粉の多産が報告されている。このように本州の海岸に分布する第四紀層とくに湿原や泥炭層はごく限られた地域的堆積をあらわしているのも まだ第四紀全体を通じての沖積・洪積世の気候変化は 海岸平野の堆積層の分析からのみではとらえられていない。これに比べて 本州から九州にかけての山岳地帯に分布する高層湿原についての研究をまとめてみると かなり詳しく区分することができる。まず岩手県岩手山に近い所にある泥炭層は標高680~720mのところにあるが その中から数種のナラ花粉が多く 次いでハンノキ・マツの順となっているが 石塚・藤原・渡辺(1957)によれば とくにナラとブナが多い。またこの付近の地層の上半部にスギが現われ 中ほどにはモチノキが非常に多い所がある。

第四紀の4期ある氷河期のうち 最後のヴェルム氷期後の花粉による分帯にあてはめると R IIからR IIIの時期に堆積したものと考えられている。北関東から中部地方にかけての高原にある沖積世の湿原の花粉分析も 以前から行なわれ その対象となっている所も10数カ所におよんでいる。そのおもな所は 霧ヶ峯・尾瀬沼などで堀(1957)によれば 次のような区分が可能である。



石 狩 地 方 の 泥 炭 地



後氷期の気温変化(塚田氏による)  
[0は現在の気温]

上部 Pinus (マツ) 期…やや暖かい  
 ↑ 上部 Quercus (ナラ) 期…暖かい  
 上部 Picea (トウヒ) 期…寒い  
 ↓ 下部 Quercus (ナラ) 期…暖かい  
 下部 Picea (トウヒ) 期…寒い

花粉分析の結果からこうした古気候の変化が示されている。長野県中部の志賀高原や北アルプス地方に点する温原の花粉分析を総合した結果は 塚田(1958)により発表されているが 後氷期についても前期から後期へ R I 期は寒冷 R II 期は温暖 R III 期は寒冷という結果が出ており その全体の植生は現在の北海道大雪山地帯標高800m付近の表層花粉構成に非常に似ているという。その結果当時の気温を年平均3°C 現在より低かったと考え 寒冷期は現在より-3°C 温暖期は+2~3°C 現在と差があったと推論している。このように第四紀の堆積物について かなり具体的な区分がなされているといってもよいだろう。

### 20. 第三紀層の花粉分析

次に さらに古い第三紀層についてはどのようなことがわかっているだろうか。第三紀のうちでも比較的若い時代 新第三紀の鮮新統については その中に含まれている褐炭層が その主要研究対象となっている。

北海道における釧路地方の池田層 天塩地方の羽幌夾炭層 本州では仙台付近の仙台層群 愛知・岐阜県下の中村累層 四国唐ノ浜層群 島根県の数カ所についての花粉分析が知られている。北海道東部に分布する池田層と本別層群(鮮新—中新世)については 岡崎(1958)によれば 現在同地方ではみられぬツガ・カラマツ・スイショウ・ヌマスギ・スギ・ブナ・ケヤキ・クリなどの花粉が褐炭中に多く入っており こうした種類の組合せによって下に述べるような気候変化がうち立てられている。

	階	
上	III	少し寒冷期
	II—III	第2次漸移期
	II	温暖期
	I—II	第1次漸移期
下	I	現在と同じ

このように上部に至ると スギ科の花粉の消長によって 花粉学的にいくつかの時期を限ることが可能といわれる。さらに北海道の西部における新第三系については 苫前炭田の羽幌を中心とする地域の羽幌夾炭層について 佐藤(1958)の研究がある。この炭田において20カ所におよぶ花粉分析の研究を行なった結果をみると その主炭層である築別本層の下部にハンノキ花粉が著しい産出を示すこと ナラ花粉がこれと反する相関を示すこ

と などが明らかにされ この結果を炭質の変化と結びつけて考えると 良質の炭層ができ上がる条件としては そのはじめにおける植生が重要な要素となる ということを述べている。こうして炭質の変化の多い炭層は 原植物の差異の反映であるという理論は 花粉分析の上からも考えられる。本州になるとまず仙台付近に広く分布する仙台層群についての研究に注目しなければならないだろう。この地域では 以前から多くの研究者が花粉分析を行っておりここでは相馬その他(相馬 1956—58)の研究を総合した結論を述べてみよう。仙台市を中心とする地域に分布する仙台層群の下位より 亀岡・八木山・北山・大年寺の4層に含まれている褐炭層の花粉群を比較すると まず最下位の亀岡層ではハンノキ花粉が多く ついでフウ・ユリノキ ついでスイショウ・セコイアなどが多い。しかし同じ層でも 塩釜付近のものからは ブナが著しく多く見出されている。北山層では多い順にセコイア・ブナ・ハンノキ 大年寺層では再びハンノキが多くなり 全数の70~80%を示すものもある。

ここでは現在自生していない植物 たとえばニッサ・フウ・ユリノキ・セコイア などがあるので 亀岡・大年寺両層の堆積時は現在よりも 温暖であったことが堆積されている。その他東北のいくつかの褐炭田でも花粉分析が行なわれているが ある層準に限られているため長い時期の気候変化を考察するには不適当である。

中部地方では 愛知・岐阜県下の美濃褐炭田において 徳永・尾上(1960)は中新世中期の主要炭層の花粉分析を行なったが これらの炭層中からはスギ科とマツ科の花粉をかなり多数見出し その割合は総数の20~30%位に達するものもあった。その他カバノキ科 ブナ科 クルミ科などに属すると思われる花粉も産した。大形葉化石では この主要炭層をふくむ中村累層からは 阿仁合型植物群という やや寒冷な気候を示す化石が産出することが報告されていたが 花粉群からみるとやや暖帯性の植物の花粉を含んでいる。このように大形化石と小形化石との産出の傾向のちがいがなど いくつかの点が明らかになっている。

そのほか西日本における山陰・四国の褐炭田でも 花粉分析が行なわれ その炭層のなり立ちを解釈する上により手がかりを与えている。さらに古い 古第三紀の地層についてはどんなことがわかっているだろうか。

わが国では 経済的に価値のある炭田といえば ほとんどこの古第三紀の中に入ってしまふ。それで炭田における花粉分析といえば こうしたおもな炭田がとり上げられている。そしてまず炭層の対比という問題あるいは炭層が堆積した時の環境がどうであったか という

ことなどについて研究がすすめられている。

北海道においては 中央部の石狩・留萌・樺戸の諸炭田 東部では釧路炭田がその研究の対象となっており 本州では常磐・宇部 九州では筑豊をはじめ北九州の諸

炭田において研究されている。 釧路炭田では岡崎が1952年以来研究しているので その結果の一部をまとめてみよう。 釧路市の東部に分布する春採夾炭層中からはセコイア型の花粉が60~70%も含まれており ついで

### 第三紀層・第四紀層花粉分析主要個所



マツ・モミ型の花粉が多い。その後の研究によると春採層の下位にある別保層からはハンノキ花粉がもっとも多く総数の30%に達し 以下ナラ・メタセコイア型などが産出する。これらの中には現在北海道では自生していない スイシヨウ・メタセコイア・カリア・イチョウ・コウヨウザンなどと考えられる花粉を含んでいる。

石狩炭田における花粉学的研究は 1953年頃からはじめられたが おもに石狩層群の各層の中に含まれる花粉群の特徴をつかむことに重点がおかれた。

私たちの研究した結果(徳永 1958)によると 石狩層群最下部登川層では暖帯性植物とくにヤシ科と考えられるものが見出され 引き続き 上部の美唄層でも産した。そのほか全般的な傾向としては 非常に針葉樹花粉が少ないことは 今までにいくたびかのべたとおりである。石狩平野をへだてた樺戸炭田では こうした結果と比較すると かなりはつきりとした差がでている。その主要な炭層の花粉分析の結果では 針葉樹とくに有翼型のマツ科のものが50~70%程度も含まれていて これを平野の東側の石狩炭田の各層にくらべても 該当するものがない。釧路と石狩の両炭田について花粉学的比較を行なった岡崎の研究結果によると 石狩層群上部の幾春別・芦別層中の花粉群は 浦幌層群下部のものに近似し雄別層とは異なるという。また釧路炭田の浦幌層群全体を見る時 下部の方の ナラ・ブナ花粉はモミ・マツ等針葉樹花粉より多く 雄別層以上の上部では その逆の関係を示している。

本州における古第三紀の炭田のうち常磐炭田の主炭層である石城夾炭層については 高橋の研究によると 花粉構成上 北九州の古第三系である大辻層群遠賀層と似ていることが指摘されている。またこの炭田の湯長谷層群五安層の花粉群は佐世保層群のものに似ているという。こうした花粉群による各炭田の対比は花粉分析研究の1つの方法でもある。宇部炭田においてもっとも多く見出されるのは 高橋および私の研究では スギ科またはヒノキ科の花粉であり つぎに多いものは広葉樹とくに3溝型のものが多い。有翼型の花粉はほとんどみとめられない。北九州における筑豊・小倉・朝倉・福岡の諸炭田については 高橋による非常に詳しい研究(1961)が行なわれている。そしてさらに唐津・三池・佐世保の諸炭田の研究が加えられて 下位より有明・直方・唐津・遠賀の4花粉群が設定されている。

有明花粉群は三池炭田大牟田層群 朝倉炭田宝珠山層群のものを中心として研究され 形態分類による属 *Inaperturopollenites pseudodubius* (無孔型)が著しく少ないこと また *Tricolpopollenites umiensis* (3溝型)の出現が増し *T. liblarensis fallax* その他の特徴のある型のものがみられる。また Normapolles 類といわれるヤマモモ科 カバノキ科植物花粉の祖先型のもが見出され 有翼型花粉はまれである。直方花粉群の特徴は朝倉炭田土師層群の花粉によって代表されているが *Inaperturopollenites* 型の含まれている率が大きく 20~50%となることがあり *Tricolpopollenites ditis* などという特徴種がましていることがあげられている。唐

時代	炭田名 花粉帯	崎 戸	唐 津 佐世保	粕 屋	福 岡	津尾崎	筑 豊	小 倉	西 市	油谷湾
中新世下部	佐世保		佐世保層群							日置層群
漸新世	花粉群	大島	杵津行合野佐里		姪浜	楯崎層群 ククリ岩 京浜	芦屋	脇田坂水	脇田坂水	
		西彼杵		層群			津尾崎層群	遠賀	遠賀	
新世	遠花賀粉群	板ノ浦	杵島		愛宕	渡會根鼻	遠賀	遠賀	西市	
		唐津	松島層群	相知層群	須惠新原名島	浦谷	層群	出山		

高橋による花粉帯による地層の対比(西日本) [高橋清1962 化石4号から]

津花粉群は 他の花粉群と同じように *Inaperturopoll pseudodubius* が多いが とくに三角型または多角型の花粉である Triporopollenites, Subtriporopollenites(以上3孔型) Polyporopollenites, Polyvestiburopollenites (以上多孔型) のものがめだっている。

遠賀花粉群はおもに小倉炭田遠賀層 唐津炭田芳ノ谷層などで調べられている。これによれば Inaperturopoll. 型の花粉はやはり多いが その中でも *I. crassatus* その他の新しい形のものが見られるようになる。

また *Tricolp. ditis* が多く この3溝型にしても新しい形のものが見られるようになる。こうして地質層序を裏付けとして花粉群を整理してゆくと たとえば佐世保層群の花粉学的特徴が むしろ下位のものに似ているとか 暁新世の存在の問題など 今後多くの研究をしなければならぬことが浮かび上がってきている。

21. 中生層の花粉分析

わが国では中生代三畳紀以前の炭田というのが わずかしかない。それで三畳紀以後の炭層あるいは地層が花粉分析研究の対象となっているわけだが 残念なことには 三畳紀の石炭は大半無煙炭化しているものが多い。

かつて私は山口県大嶺炭田で花粉分析研究を行なったことがあるが 石炭が火成岩の影響で無煙炭となっているため満足すべき結果を得ることができなかった。

白亜系のものについては 断片的に研究が行なわれており 北海道の函淵層群中の石炭については佐藤(1961)の研究がある。それによるとウラボシ科の孢子と考えられる *Laevigatosporites* また小さい3面型の孢子である *Deltoidospora enbetsuensis* や *Fasciatisporites divergens* などというものがみられ それらが明らかに第三紀のものと違うのである。こうして中生代特有の花粉・孢子を見つけることによっても 白亜系と第三系

の境界を決めるという問題に役立つことが 次第にまとまってきた。

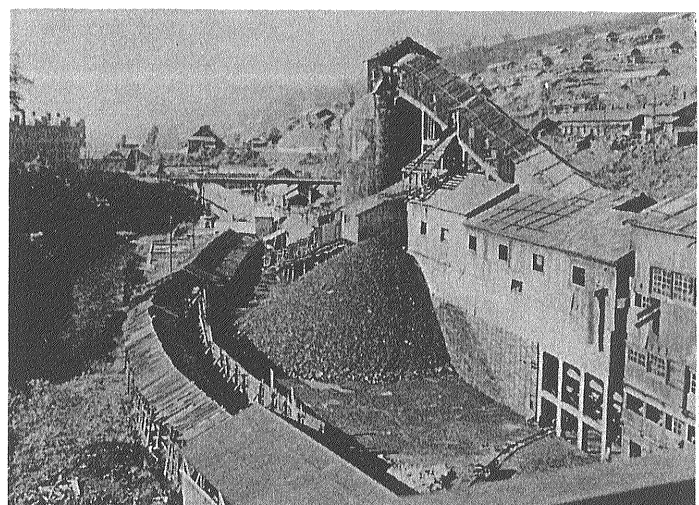
以上わが国で今まで行なわれてきた研究の内容を いくつかに選んでとりあげてみた。しかしこれ以外にもたくさん研究が行なわれているのはもちろんである。

とくに第四紀の研究は大きくまとめる傾向に 第三紀のものはある範囲内のものをまとめ さらに応用面にすすもうとし 中生代についての研究は 個々の資料をあつめる段階である。

22. わが国花粉学の今後すすむ道

いままでにいくつかの研究の結果をあげて 花粉分析という方法を通じて 地質学に役立っている一面を述べた。しかしこの花粉分析というのは花粉学研究の一部にすぎないので さらに視野をひろげて わが国の花粉学の現状をながめてみよう。

前にいくたびか述べたように 地質学の面ばかりでなく 農学・林学・植物学それぞれの分野で花粉についての研究が行なわれているが 花粉だけを研究の対象としている研究者は現状では比較的少ない。植物学においては千葉県下習志野にある東邦大学薬学部で 幾瀬助教授その他の研究者が 花粉の形態の研究から次第に電子顕



石狩炭田夕張地区〔北炭夕張鉱業所〕

		石狩炭田	樺戸炭田	留萌炭田				
		幾春別層	美唄層	夕張層	登川層	樺戸炭層	雨電炭層	白木層
POLLEN (花粉)								
Tetradaceae	Ericaceae A	×	×	×	×	×	×	
	Ericaceae B	×	×		×	×		
	Typha ? sp.			×				
Vesiculatae	Pinus sp. 1	×	×	×	×	×	×	×
	Pinus sp. 2		×	×	×	×		
	Abies sp.		×	×	×	×		
	Picea sp.			×				
Inaperturatae	Populus sp.	×	×	×	×		×	×
	Musa ? sp.		×					
	Inap. poll. A		×	×				×
Monoporatae	Sequoia sp.	×	×	×	×	×	×	
	Glyptostrobus sp.	×	×	×	×	×	×	
	Taxodiaceae	×	×	×	×	×	×	
Monocolpatae	Ginkgo ? sp.		×	×				
	Sabal ? sp.		×	×				
Tricolpatae	Castanea sp.	×	×	×	×	×	×	×
	Cupuliferaceae	×	×	×	×	×	×	×
	Ilex sp. 1		×	×	×	×	×	×
	Araliaceae		×	×	×	×	×	×
Tricolporatae	Fagus sp.		×	×	×		×	
	Nyssa ? sp.	×	×	×	×		×	
Triporatae	Carya sp.	×	×	×	×	×		
	Myricaceae	×	×	×	×	×	×	
	Betula sp.		×	×				
	Carpinus sp.		×	×				
	Cornus sp.		×	×				
	Tilia sp.	×						×
Stephanoporatae	Pterocarya sp.	×	×	×	×	×	×	×
	Alnus sp. 1	×	×	×	×	×	×	×
	Ulmus sp. ?	×	×	×				
	Zelkova ? sp.		×					
Periporatae	Juglans sp.	×	×	×	×			
	Liquidambar sp.		×	×				
SPORE (孢子)								
Monolete	Polyodiaceae A	×	×	×	×	×	×	
	Equisetum sp.	×	×	×	×	×		
Trilete	Lygodium sp.	×	×	×	×			
	Gleicheniaceae	×	×	×	×			

石狩・樺戸・留萌 3 炭田における主要花粉孢子化石

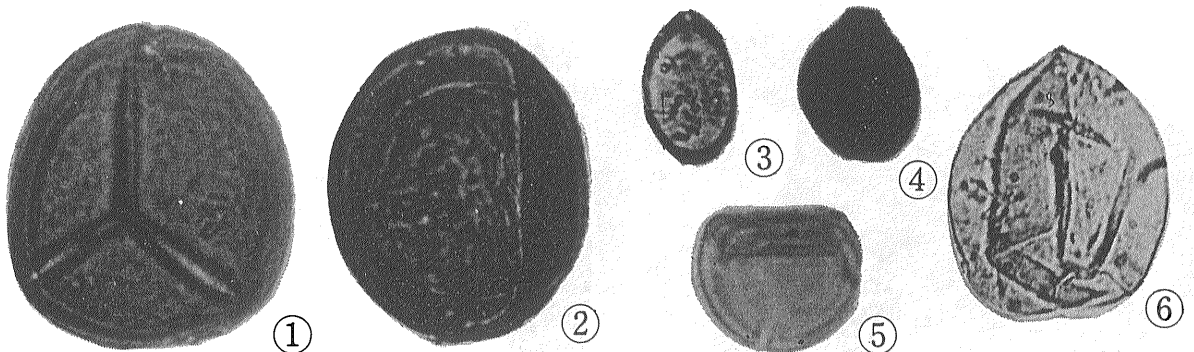
微鏡などによる微細構造の観察にすすもうとされている。町田市の玉川学園においては岡田教授が養蜂学の立場から花粉の栄養と薬効について研究をしておられる。大阪市立大学の野野助教授は花粉そのものの物理・化学的性質や花粉形態分類について永年研究をつづけられ同じ関西にあっては京都府立大学で山崎教授や竹岡氏らが電子顕微鏡による花粉の形態の観察をつづけておられる。そのほか農林関係のことは詳しくわからないが農事試験場や林業試験場においてかねてこうした面からの研究がすすめられていた。このような各方面での研究は今後も深くすすんでゆくことが予想されるが花粉というものについてのお互の知識の交換の場が作られてゆく傾向にある。昨年世界の花粉学者がはじめて一堂に会した第1回国際花粉学会議が開かれたようにわが国の中でもやがて花粉学者が集まって互いの研究成果を発表しあう機会はくることだろう。しかし地質学の分野における発展の道はまだ遠い。わが国の石炭あるいは石油会社で花粉学をその開発の面に用いているのはほとんどまだないといってよくその機運はみえているにしても完成は早急にはできかねている。私たち日本の花粉学者は各々その分野を深くほりさげるとともにあるテーマについては共同で研究するといった場が必要である。そして研究者の層を厚く広くすることも花粉学発展のためになることである。

今回は世界の花粉分析研究の現在の様子と将来の見通しについてふれてみよう。(筆者は燃料部 石炭課)

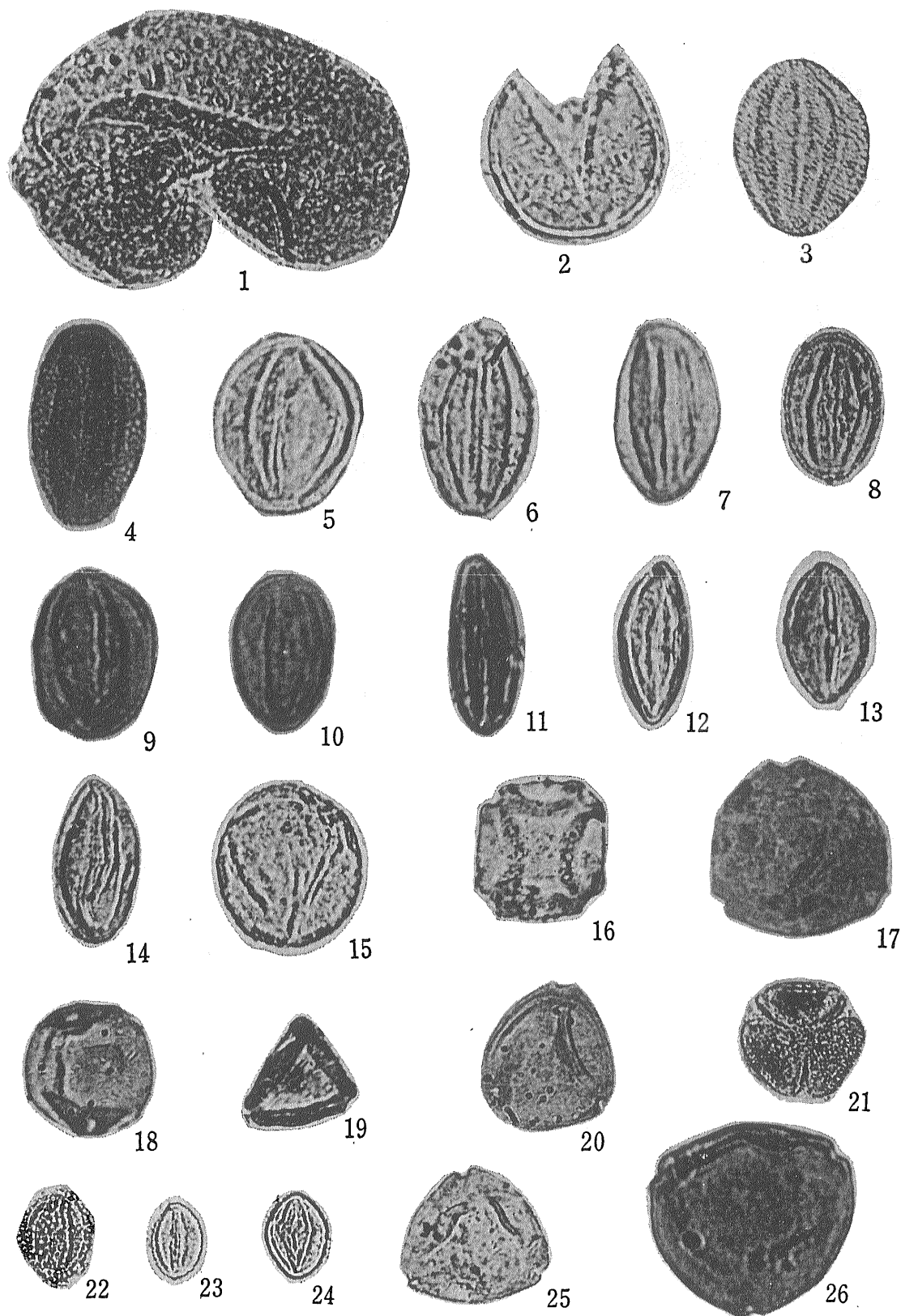
この回の参考文献(引用順)

- 山崎次男：釧路付近の下部洪積世泥炭の花粉分析  
(日本林学会誌 vol. 19, no. 12, 1947)
- 岡崎由夫：美幌層と花粉分析  
(北海道学芸大紀要 vol. 8, no. 1, 1957)
- 阪口 豊：サロベツ原野とその周辺の沖積世の古地理  
(第四紀研究 vol. 1, no. 3, 1958)
- 相馬寛吉：Palynological studies on pleistocene peaty lignites and a pliocene lignite from Aomori Prefecture  
(生態学研究 vol. 14, no. 4, 1958)

- 尾崎金右衛門・藤原純一：金沢市近郊日本海沿岸の沖積世泥炭層の地質学的並びにその花粉学的研究  
(自然と社会 no. 20, 1958)
- 島倉巳三郎：本邦新生代層の花粉層序学的研究 VI 先志摩および瀧美半島の洪積世堆積物  
(奈良学芸大紀要, 自然科学 vol. 10, no. 2, 1962)
- 相馬寛吉：Palynological studies on a peaty lignite and a peat from environs of Nagoya  
(生態学研究 vol. 14, no. 4, 1958)
- 石塚一男・藤原純一・渡辺光男：Palynological studies of moors in the deciduous-forest zone in Iwate Prefecture, Northeast-Japan  
(生態学研究 vol. 14, no. 3, 1957)
- 堀 正一：Pollen analytical studies on bogs of Central Japan, with special references to the climatic change in the alluvial age  
(植物学集報 vol. 16, no. 1, 1957)
- 塚田松雄：花粉分析からみた後氷期の気候変遷  
(第四紀研究 vol. 1, no. 2, 1958)
- 岡崎由夫：Stratigraphical and palynological studies of the Honbetsu group and the Ikeda Formation (Pliocene, Tertiary) in eastern Hokkaido  
(北海道学芸大紀要 vol. 9, no. 1, 1958)
- 佐藤誠司：石炭の花粉分析的研究の1例  
(新生代の研究 no. 28, 1958)
- 相馬寛吉：Pollenanalytische Untersuchungen der pliozänen Braunkohlen der Sendai-Gruppe I—III  
(生態学研究 vol. 14, No. 2—4, 1956—1958)
- 徳永重元・尾上亨：岐阜県美濃垂炭田・土岐・可児両地区ならびに天草・三池両炭田における主炭層の古植物学的研究報告  
(地調月報 vol. 11, no. 9, 1960)
- 岡崎由夫：Palynological and stratigraphical studies on the paleogene coals in the Kushiro Coal Field, Eastern Hokkaido  
(北海道学芸大紀要 vol. 8, no. 1, 1957)
- 徳永重元：Palynological study on Japanese coal II  
(地質調査所報告 181号 1958)
- 高橋 清：Pollen und Sporen des westjapanischen Alttertiärs und Miozäns I—II  
(九大紀要 vol. 9, no. 2—3, 1961)
- 佐藤誠司：Pollenanalysis of carbonaceous matter from the Hakobuchi group in the Enbetsu district, northern Hokkaido, Japan  
(北大紀要 vol. 9, no. 1, 1961)



わが国の第三紀層産孢子化石の1例 ① Trilete type (polypodiaceae) ② Monolete type  
③~④ 菌類孢子 ⑤ Triploano sporites type (3面型)



わが国の第三紀層産花粉化石の1例 1. Pinus type (マツ) 2. Taxodiaceae type (イチイ科) 3.~4. Ilex type (モチノキ) 5.~12. Tricolpate type (双子葉広葉樹花粉) 13.~14. Tricolporate type (双子葉広葉樹花粉) 15. Fagus type (ブナ) 16. Alnus type (ハンノキ) 17. Triporate type (双子葉広葉樹花粉) 18. Pterocarya type (サハグルミ) 19. Myrica type (ヤマモモ) 20.~25.~26. Triporate type (双子葉広葉樹花粉) 21.~22. Ilex type (モチノキ) 23.~24. Castanea type (クリ)