

講演要旨*

上部新生界の浮遊性有孔虫による 微化石層位学的研究の現状

名取 博夫

浮遊性有孔虫化石が汎世界的な層位学的対比に有効であることは THALMANN (1934) によって初めて指摘された。以来、多くの重要な研究がなされ、1957年には BOLLI によって本格的な帯区分が発表されるにいたった。BOLLI はトリニダッドにおいて白亜系を11帯、第三系を29帯に分帯した。ベネズエラでは、BLOW (1959) が中新統を13帯に、また、日本の本州においても、SAITO (1963) が中新統を10帯に分帯している。しかし、いずれも上部中新統以上の層準については未区分のまま残されていた。この層準の分帯が試みられるようになったのは1964年頃からであり、BANDY (1964), BANNER and BLOW (1965), BOLLI and BERMÚDEZ (1965), BOLLI (1966) および BLOW (1969) などが代表的なものであろう。これらのうちでは、BLOW による分帯が体系的によく整っており、適用性の点でも優れている。BLOW はその分帯にあたって、正式帯名と並行して Paleogene の P および Neogene の N を接頭辞とする番号システムを採用し、上部中新統以上だけでも N. 15~N. 23 の9帯に分帯している。浮遊性有孔虫化石帯と絶対年数、古磁気層序およびヨーロッパ標準時階との関係も急速に明確にされつつある。1960年代の後半以降は、この面での深海底コアの研究による貢献の比重が急激に大きくなっている。このような、上部新生界浮遊性有孔虫による微化石層位学の最近の流れと、主要な研究の概要とは、高柳洋吉 (1970, 浅野清編, 微古生物学, 朝倉書店) および氏家宏 (石油技術協会誌, 36巻, 5号, 1971; 37巻, 1号および5号, 1972) によって詳細に紹介されているので、以下では、筆者自身の研究を通じて得られた成果と若干の方法論上の問題について述べることにしたい。

BLOW の分帯も含めて、これまでの浮遊性有孔虫による分帯は、全て基本的には range zone のカテゴリーに属する区分単位で構成されている。しかしながら、それら分帯は個々に定義の異なった多種類の range zone の積み上げによってなされていることが多く、理解困難なほど錯綜しているのが現状である。したがって、最近では、混乱を避けるために、年代基準面 (datum plane) によって層位上の位置を示す方法が広く取り入れられるよ

うになってきた。第1表に示される南西諸島および西南日本の上部新生界には、9つの年代基準面がみいだされる。これら基準面は、世界的に広く分布する浮遊性有孔虫種の初出現層準に基づくものであり、暖流系水圏下に形成された上部中新統~更新統および深海底コアなどの従来より細かい対比を可能にした。このような年代基準面は、対比の手段としては便利であるが、二次元的存在であるから、層位学的単元として成立しないことは明らかである。そこで、年代基準面を区分界とする ISSC (1971, 1972) による interval-zone を狭義に再定義して導入し、表の左欄に示すような分帯を試みた。Interval-zone は2つの化石層位学的基準面に挟まれる岩体からなり、それ自体は特定の range や assemblage を代表する必要はないと規定されている。この定義によれば、区分単位は対象セクションの基準面の間隔に応じた大きさに規定できる。したがって、個々の研究成果をそのまま分帯の上に反映させ、また、異なった種類の化石層位学的年代基準面を織り込むことさえ可能である。また、その分帯においては、例外的な場合を除いて、異種類の区分単位を組み込むことなく、interval-zone のみで積み上げることができる。さらにまた、従来の range zone には、その個々の名前だけでは内容がわからないという不便さがあったが、interval-zone 名には、基準面の名前とその性格とが織り込まれているため明解であり、今後の分帯のあり方を示す重要な方法であるといえよう。

(燃料部)

コノドント研究の最近の動向について

—西南日本内・外帯の二疊系・三疊系
境界問題に関連して—

神戸 信和

1. はじめに：全世界に知られているコノドント化石は年代層序学的にいろいろの問題を包括しているが、示準化石として有効であるということが最近ようやく認識されてきた。しかしながら、その分類学上の位置については、いまだに所属不明の動物化石であるということ以外は明白でない。なお、コノドント化石の形態変化は著しく、カンブリア紀から三疊紀までの約4億年間に繁栄していたことが判明している。

2. コノドントの研究史：1856年、C. H. PANDER がソ連のシルル系から魚類の歯として報告されたのに始まり、その後、G. J. HINDE, E. O. ULRICH, R. S. BASSLER,

* 昭和48年2月27日日本所において開催。

Table. 1 Correlation of some Late Cenozoic successions in Nansei-shotō Islands and Southwest Japan, and comparison of zonation by Blow (1969) and present author.

Planktonic Foraminiferal Zones	Miyako-shotō	Okinawa-jima	Kume-jima	Miyazaki-ken	Kōchi-ken	Shizuoka-ken	Blow 1969	Age		
<i>Globorotalia (G.) truncatulinoides</i> Partial-range-zone	Shimajiri G. Gusukube mud. Ikema sand Ogami sand	Chinen sand (Ryukyu group)					N.22	Pleistocene		
<i>Globorotalia (T.) tosaensis</i> to <i>Globorotalia (G.) truncatulinoides</i> Interval-zone		Shinzato Formation				Nobori Formation	N.21	2±0.2m.y.		
<i>Globorotalia (T.) humerosa humerosa</i> to <i>Globorotalia (T.) tosaensis</i> Interval-zone		Shimajiri Group of Shimajiri section	Yonabaru Formation	Aka Formation	Takanabe Formation	Kakegawa Group	N.20			
<i>Globorotalia (G.) unglata</i> to <i>Globorotalia (T.) humerosa humerosa</i> Interval-zone										
<i>Sphaeroidinella dehiscens dehiscens</i> to <i>Globorotalia (G.) unglata</i> Interval-zone										
<i>Globorotalia (G.) tumida tumida</i> to <i>Sphaeroidinella dehiscens dehiscens</i> Interval-zone					Kunitomi alternation Tsuma mudstone	Sagara Group	N.18	6±0.5m.y.		
<i>Fulleniatina primalis</i> to <i>Globorotalia (G.) tumida tumida</i> Interval-zone					Boroishi congl.					
<i>Globorotalia (G.) tumida plesiotumida</i> to <i>Fulleniatina primalis</i> Interval-zone			Tomigusuku Formation					N.17	Late Miocene	
<i>Globorotalia (T.) acostaensis</i> to <i>Globorotalia (G.) tumida plesiotumida</i> Interval-zone							N.16			

E. B. BRANSON, M. G. MEHL らにより主としてアメリカを中心として研究が続けられてきたが、第2次大戦後はアメリカだけではなく、ドイツ、北欧、イギリスなどの古生物学者がすぐれた業績をあいっいで発表し、コノドントは化石層位学上、重要な微化石の一つとして注目されるにいたった。

コノドントに関する研究論文はすでに1,000有余の數に達したといわれ、最近ではとくに毎年300を越える論文が報告されている。

日本においては、1962年ボン大学の K. J. MÜLLER 教授が来日したのを契機として石灰岩やチャートからのコノドント抽出実験が、大学や研究所を中心として数多く試みられ、すでに日本のシルル紀から三疊紀までの石灰岩、チャートあるいは粘板岩からも数多くのコノドント化石が発見されるにいたり、その一部については、吉田尚の講演“日本におけるコノドント生層序問題”のなかで述べている。

一方、林信悟はすでに1958年8月群馬県勢多郡黒保根村大字上田沢の古生層からコノドントを発見し、1963年9月地球科学68号に“足尾山地より発見したコノドントについて”と題して発表した。なお、MÜLLER 教授も1964年日本古生物学雑誌上に“Discovery of conodonts and holothurian sclentes in Japan”と題して発表した。猪郷久義・小池敏夫も1963年・1964年に青海石灰岩から発見された石炭紀コノドントについて発表した。

日本におけるコノドントの研究の問題点や詳細については吉田尚の講演のなかで述べられているし、また1972年の地学雑誌789号に掲載されている猪郷久義の論文“新しい示準化石—コノドント—”のなかでも論述されているので、ここでは省略する。

3. コノドントとその研究方法の概要：コノドントは一般にキチン質であるといわれ、その化学成分はリン酸カルシウムからなるもので、鉱物種としてはリン灰石 (Apatite) のグループからなっている。コノドントの大きさは一般に1mm以下の大きさで、化石の硬度は3~5で、比重は2.8~3.1で、方解石よりやや重い。

コノドントの形態について述べるならば、その外形は一般に歯状を呈し変化に富み、単歯状またはツノ型 (distacodontid)、複歯状または複合型 (compound) および台状またはプラットフォーム型 (platform) に大別される。

コノドントは一般に石灰岩、チャートおよび粘板岩から産出することが多く、肉眼により観察し抽出することもあるが、一般には石灰岩に対しては酢酸法を、チャートに対してはHF法—弗化水素法を、粘板岩に対しては

温度差法を適用している。

コノドントは一般に石灰岩、チャートあるいは粘板岩中に賦存し、化学処理により一般に容易に多数抽出することが可能であるので、従来二疊紀・石炭紀の示準化石として知られている紡錘虫が一般に石灰岩からのみ産出するのに比べると、コノドントに示準化石としての役割りを果たし、さらに地層区分においても大いに威力を発揮するであろうことが思考される。

従来、コノドントの観察には双眼実体顕微鏡を用いることが多かったが、神戸と青木は1973年度の日本地質学会第80年総会において走査型電子顕微鏡を用いた研究成果を公表した。すなわち、四国の西南日本外帯に属する秩父帯中帯の寒谷層 (三疊紀中・後期) から数多くのコノドント化石を発見し、とくに *Neogondolella momburgensis*, *Paragondolella navicula* について走査電顕を用いて、18倍・90倍・180倍・450倍・900倍・9,000倍により観察を試みた。その結果、従来、生物顕微鏡 (双眼実体顕微鏡) では極めて不鮮明であった小歯 (Denticle)、歯板 (Blade) などの状態が極めて明瞭に撮影され、とくに小歯のある部分に“枝状突起”が観察された。このような結果から今後のコノドント研究には走査電顕による観察が是非とも必要であることを強調する。

4. 西南日本内・外帯の二疊系・三疊系問題に関連して：従来、神戸 (1963年) は西南日本外帯においては、九州高千穂町および津久見市では中上部二疊系岩層から下部三疊系上村層との間には不整合も断層もなく、整合一連であると考えていたが、その後勸米良亀齡 (1970年) は上村層の基底部から二疊系最上部の紡錘虫化石帯“*Palaeofusulina-Reichelina* 帯”を発見し、二疊系・三疊系境界は従来より上部に位置するが、両系の境界は不明と考えている。しかしながら神戸は、勸米良の研究により上村層の基底は従来より上部に位置するという考えに賛成であるが、岩層層と上村層との関係は構造的関係から整合一連であるとみなしている。このような考えをさらに立証するには、菊石類、二枚貝類、紡錘虫類などの古生物学的研究をさらに進めることは勿論であるが、二疊系にも三疊系 (コノドント化石が上村層の石灰岩から産出することはすでに報告した) にも産出するコノドント化石の発見が重要であり、それにより層序分類区分をする必要がある。

四国の秩父帯南帯では一般に秩父古生層から斗賀野層群まで一連整合であるといわれ、三宝山層群と呼ばれている。このような考えをさらに支持するものとして、神戸・青木 (1971年) は高知市東方の三宝山石灰岩から *Epigondolella abneptis*, *Hindeodella* sp. を発見し、同石灰岩

を Ladino-Carnic から Noric にまで及ぶものであるとした。

さらに、西南日本内帯(舞鶴帯)については、神戸(1963年)は従来つぎのように考えてきた。すなわち、二疊系舞鶴層群と中下部三疊系夜久野層群との境界には著しい傾斜不整合はなく、平行不整合ないし非整合関係である。さらに両者は構造上、帯状配列を形成しており、舞鶴・夜久野両層群はともに上部三疊系志高・御祓山両層群の基底に見られる著しい傾斜不整合の示す著しい地殻変動により帯状配列を形成するに至ったものである。

なお、従来神戸のこのような結論と中沢圭二らの上部二疊系と下部三疊系間の著しい不整合を強調する考えとは同じくしないものがあつた。

その後、中沢圭二・野上裕生(1967年)は京都西山の二疊系の上位から *Halobia* spp. および *Conodont* を含む石灰岩を発見し、三疊紀カーニック期と考え、不確かであるが二疊系中に断層で挟みこまれたものと考えている。さらに、吉田光広・脇田全啓(1973年)は京都西北山地の中部二疊系地帯のチャートおよび石灰岩から三疊紀カーニック後期およびノーリック前期を示す *Conodont* を発見している。なお、近年、猪郷久義らにより美濃山地や木曾山地の従来古生層とされている地域のチャートから三疊紀中・後期の *Conodont* が発見されている。

以上の事実から、西南日本内帯において、従来、古生層あるいは二疊系とされている地帯からさらに三疊系が広く分布していることは間違いない。さらに二疊系・三疊系間の境界問題、上部三疊系志高・御祓山両層群の基底に見られる著しい傾斜不整合の示す著しい地殻変動に対して再認識する必要があると考えている。そのためには益々コノドントの研究が重要となるであろう。

(地質部)

日本におけるコノドント生層序問題

吉田 尚

コノドントは、カンブリア紀から三疊紀末まで産出する微化石で、ヨーロッパ・アメリカなどでは地層の年代区分に有効な役割を果すものとして知られている。

日本では林信悟によって初めて発見され、1963年に報告として現われた。その後、林(1968)は足尾山地の古生層から多数のコノドントを報告した。その産出層は、中期二疊紀のフズリナ石灰岩からなる鍋山層上位に整合はかきながら考えられていたアド山層のチャートであつた。そこから産出したコノドント群集は、意外にも欧米などで三疊紀の示準化石とされていたものであり、秩父

古生層の時代論およびコノドント生層序に大きな問題を投げかけた。なお、林はこの研究においてチャートを弗酸処理し、その不溶解残渣からコノドントを抽出するという世界で最初の新しい方法を考案した。この方法はチャート相の多い日本の古生層の研究におおきく貢献するものであつた。この方法により林(1969)はさらにアド山層以外の足尾山地の古生層から多くのコノドントを発見した。丹波団体研究グループも丹波地方の古生層チャートから多数の三疊紀型コノドントを発見した。またこの新しい抽出法をとり入れることにより、猪郷久義たちは日本各地の秩父古生層から、コノドントを発見するにいたつた(小池ほか, 1970; KOIKE et al., 1971; 猪郷久義, 1972)。

このように、これまで二疊・石炭紀を主とすると考えられている秩父古生層の無化石の石灰岩・チャートから数多くの地点においてコノドントが産出しているが、その多くがヨーロッパ・アメリカでは三疊紀の示準化石とされているものである。この事実によって生ずる問題の一つは、*Epigondolella abneptis*, *Gondolella navicula*, *Gondolella excelsa*, *Gondolella polygnathiformis*, *Enantignathus zieglerei* などのコノドントが、ヨーロッパ・アメリカの基準どおり三疊紀中・後期を指示するとすれば、秩父地向斜堆積物が上部三疊系まで含むことになる。これは日本の地史のうへで、おおきな問題であり、中後期三疊紀に起こつたとされている秋吉造山運動の変動時期や、後期三疊紀の浅海・ひん海性地層との関係でもいちじるしい矛盾を生ずる。また、もう一つの問題として、三疊紀型コノドントのレンジ(生存範囲)が二疊紀に下がるのではないかということである。これまでヨーロッパ・アメリカで確立されたコノドント生層序、とくに *Gondolella* の系統進化によつた整然とした生層序をくつがえすことになるわけで、林(1968)によつてその可能性が一時指摘されたことがある。猪郷(1972)によつてその可能性は否定されているが、フズリナなどによつて二疊紀層と判明している地層と三疊紀型コノドント産出地層と見かけ上整合の関係が知られる地域もあるので、これからの研究がさらに必要であろう。コノドントが汎地球的な分布を示すかどうかはまだ不明であり、地理的隔離などによる地域分布も考えなければならないであろう。いずれにせよ、林(1968)の報告いらいの日本のコノドントの研究が投じた波紋はおおきなものがある。

足尾山地の葛生町付近のコノドント産出状況は、林(1963, 1968, 1971)、コノドント団研グループ(1972)、小池ほか(1970)によればつぎのとおりである。二疊紀フズリナを多産する鍋山層の下位とされている中妻層・

大平山層からは三疊紀型コノドントが産出し、また上位のアド山層からも三疊紀型コノドントが多産する。鍋山層からは *Parafusulina* と共存するコノドントが発見され(林, 1971), それらは二疊紀およびこれまで石炭紀のものとしていたものである。つまり、二疊紀の鍋山層石灰岩は、その上下のチャートの多い三疊紀型コノドントを産する地層によってはさみ打ちの状態にあるといえる。その後、伊藤 (1971) によって、鍋山層と上位のアド山層との関係は不整合関係とされ、下位の会沢層との関係は小池ほか (1972) により衝上関係であると指摘されている。しかし、まだ地質時代を決めるためには、コノドント以外の示準化石と共存するコノドントの抽出とそのレンジの決定を日本の古生層中生層下部について試みなければならない。

一方、傍島 (1972) は赤坂の *Pseudodoliolina* を含む石灰岩から、林 (1971) の鍋山 *Parafusulina* 石灰岩に産するコノドント群集と同一の群集を発見した。フズリナによる同一分帯において、コノドントも同一群集を示すもので、このようなデータの積みかさねがこれから重要であると考えられる。

東北日本岩泉帯と西南日本外帯の三宝山帯とにおいては、坂上ほか (1969), 神戸・青木 (1971), 吉田・青木 (1972), 村田・杉本 (1971), 村田・永井 (1972) によるコノドントの報告があり、これらは三疊紀型であって、三宝山帯において知られている二枚貝・珊瑚・アンモナイトなどの化石と時代的によく一致している。現段階では、西南日本外帯および東北日本ではヨーロッパ・アメリカにおけるコノドントによる年代区分が適用されようである。しかし、西南日本内帯側ではかならずしもそれが適用されず、まだ混乱した状況にあるといえる。

(地質部)

硬組織研究と古生物学

—その日本における現状紹介—

真野 勝友

化石硬組織の研究といったことについて、この序で話をするのははじめてのことなので今回は日本の化石硬組織研究の現状を広く紹介することにした。

1. 化石の硬組織研究の目的および意義

化石の硬組織研究とは、その名のとおり、化石となった過去の生物の遺骸、しかもその大部分は無機物質からなる硬組織についての研究である。これは、かつて生きて生活していた生物体の一部であった硬組織の内部の有機質、あるいは微量存在する有機質の微細な構造形態を

明らかにしたり、それらの化学成分を分析することにより、それら硬組織の成因、形成の機構といったものを明らかにしようとするのが目的である。このような化石の研究によって、古生物の進化の実体を単に形態に止まらず、その内部から明らかにしようというのである。こうした、古生物への新たなアプローチにより、進化の要因論を古生物の立場から展開しようとするのである。

2. 日本における化石硬組織の研究の現状

現在、日本で進められている化石硬組織の研究にはおよそ次のような方面から行なわれている。

化石の微細構造の研究

これは化石を形態的な面より、微細な内部構造を明らかにしようというのが目的である。このような化石の微細な構造は、かつて生体中でそれが形成されるときに生理的諸条件を反映していると考えられるのである。この生理的諸条件などというものは、化石については確かめる手段がないので、現生生物にこれを求めなければならない。その上で、さらに、現生生物と異なる事実の発見やそのもつ意味、現生生物では行なえない、いろいろな地質時代における長い時間の中でのそれらの変化、といったことを明らかにしていくのである。

一般に化石となって産する硬組織には、貝殻、骨ノ歯、その他各種無脊椎動物の外骨格等がある。とくに日本の地層からは貝化石が多く産するので、主にこの方面の研究が行なわれているのが実情である。

貝殻でも二枚貝の無機的な微細構造は小林 (1964, ほか多数) その他により行なわれている。二枚貝類の貝殻は方解石あるいはアラレ石の微細な結晶の集合体からできている。そして、それらの結晶の形・大きさおよびそれらの集合様式によってさまざまな構造があり、現在のところ13種類の構造が認められている。1つの殻にはこのうち2~3種類の構造が層状に重なって認められている。これらの構造の組み合わせは二枚貝の系統関係が反映しているものとみられている。また、二枚貝の殻の有機的な微細構造については、魚住ら (1969ほか) が研究し、同一種類 (たとえばイガイ類) ではほぼ類似の構造が認められ、地質時代の異なるものについても同様に認められることを明らかにした。さらに、有機質の一部の微細な構造には種としての違いが反映しているという。その他、靱帯や咬歯の構造の研究 (真野, 1969ほか) も行なわれ興味ある事実が明らかにされている。

化石の古生化学的研究

化石硬組織の化学組成の研究では有機分析が興味あるものとして進められている。この分野は最近古生化学として確立され、とくにアミノ酸分析の成果は注目に値す

る。このうち秋山(1966ほか)は化石二枚貝中の有機組織を形成するコンキオリンタンパク質の分析を行なった。その結果、先に述べた貝殻構造の種類により、そのコンキオリンタンパク質のアミノ酸組成が異なることが明らかとなった。このことは貝殻の構造の決定とコンキオリンタンパク質の組成とが何らかの関係があるのではないかと考えられている。なお、貝殻の無機質の沈着には、アミノ酸のほか糖類も関係していると考えられているので、どのようなアミノ酸の配列とそれらと糖類の結びつき(糖タンパク質)が貝殻構造の決定に影響あるか今後注目していかねばならない。その点で赤外吸収スペクトル法その他による、有機物の分子の結合状態を明らかにする研究(堀田, 1969ほか)も大いに注目すべきものがある。これらの研究が一体となって今後さらに進展していくことが望まれる。また、これとならんで有機物の変質の問題も検討されている(市原, 1969ほか)。現在見る化石のアミノ酸その他は地層中での続成作用というフィルターを通して見ているのであり、化石アミノ酸の“復元”にはこの問題の解決は見のがせない。

最後に、現生生物の飼育を通じて古生物の生理・生態の研究についてふれておこう。二枚貝の殻の中にはこれを貫通して走る管状構造が認められている。これは二枚貝特有のものであり、その生物的分布は、ある系統にそって見出されているので、この管状構造のもつ機能を明らかにすれば、二枚貝の進化の問題に新たなアプローチができるものである。その他に化石にみられる病形・奇形の問題を解決するには、飼育による研究はおろそかにできない。以上、二枚貝に限ってだが現状を紹介した。

(教育大学)

花粉層位学の現状と問題点

徳永重元

花粉・胞子化石による地質層位の研究は、試料の花粉分析・化石の鑑定・層位学的考察等からなるが、花粉が空中より堆積物中に降るといった特性のため下記の利点がある。すなわち海成・淡水成層をとわず含まれること、極微少のため保存が良好で、外膜のポレニン物質が地質学的変化すなわち続成作用などに強いこと、時代的には胞子化石はカムブリア紀以降にみいだされ、従って植物進化の系列を時代とともに追求できることなどである。

一般的に研究の対象となる試料は粘土・泥岩・頁岩等の細粒物質、泥炭・亜炭・石炭等の炭質堆積物、細砂岩などのやや粗粒物質で、礫岩などは基質の粘土・泥等を分析すればよい。ただ水によって運ばれたものと、一次的に降下したものととの区別はむずかしいことがある。

わが国では早くから花粉分析には興味もたれてきたが、実際に層位学に応用されてきたのは比較的最近である。微古生物ではとくに有孔虫化石の研究がかねて行なわれてきた。

わが国の現在までの研究によれば、花粉・胞子化石は、京都府下の二畳系から産したものを除いてはすべて中生代の下部白亜系以後の地層から産出し、ジュラ・三畳系についての花粉層位学的資料はまだほとんどない。

白亜系についても関東以北の地域からの資料のみえられている。このことはその時代西南日本外帯において、陸成層の堆積が少ないこと、岩質的に砂岩が多いことにもよるのであろうが、今後このこされた問題である。

しかし上部白亜系以後の地層については汎世界的な化石種の産出が多くみられ、層位学的に利用可能である。例えば常磐西部の双葉地方からは *Appendicisporites Anemia* *Cicatricosisporites*, *Laevigatisporites* など、またソテツ・イチヨウ・マツ科および *Classopollis* など代表的なものがみいだされる。

さらに北緯40°以北の白亜系からは *Aquilapollenites*, 北海道函館層からは *Wodehousia* および数種の *Aquilapollenites* などがみいだされる。

古第三紀になると著しく潤葉樹類の花粉が産出するが北海道および九州においてはすでに針葉樹種の構成がこととなっていることが示されている。

新第三紀の堆積盆地は比較的分散している傾向にあるため、この時代の地層を対象とする花粉層位学的研究は、限られた地域ごとに行なわれるのが望ましい。離れた盆地間では周辺植生の差異が化石群の構成に影響していると考えられるからである。

また全般的にはいわゆる Normapollis の増加すなわち樹木種中の *Betulaceae* の繁栄もみられ内容も多彩となる。

第四紀の堆積の場合、大阪平野や関東南部においては *Liquidambar*, *Ginkgo*, *Pseudotsuga* などの温暖針葉樹類の消滅層準や *Chamaecyparis*, *Pinus koraiensis*, *Menyanthes*, 等の寒冷気候を好むものの花粉の出現をとらえることによって、時代の境界を押えうる。

このような地域的資料の蓄積のほか、研究の多面的なものとしては、電子顕微鏡による花粉形態の研究、走査型電子顕微鏡による立体観察などがある。

これら花粉層位学の成果をあげるには、分析法の改良、化石命名の普遍化、研究作業システム化などは欠くことのできない要素である。とくに社会的要請の強い燃料資源開発に役立つ面の他に、将来は海洋地質調査研究、第四紀地質解明への貢献などの分野があろう。

(燃料部)