

ISSN 0022-9202

化石 54

平成5年6月

Palaeontological
Society of Japan



日本古生物学会

「化石」編集委員会(1993-1994 年度)

委員長：速水 格，副委員長：山口寿之，幹事：大路樹生

編集委員：石崎国熙，北里 洋，小澤智生，前田晴良，松岡數充

「化石」の編集方針

簡潔にまとめた次のような内容の原稿を歓迎します。投稿規定は従来のものを遵守しますので、奮ってご投稿下さい。

1. 論 説

広い意味での古生物学に関するオリジナルな論文（内容が同著者の既出版または投稿中の欧文論文と著しく重複するものや、通常欧文で書くことになっている分類学的記載などの内容の論文は除く）。刷り上がり 4 ページ以内のものは短報とする。

2. 総 説

- 1) 広い意味での古生物学に関連するテーマ（学史・テクニックを含む）について論評し、そのテーマについて広く知見と展望を提供するもの（編集部が研究者に執筆を依頼することもある）
- 2) 日本古生物学会が主催・共催したシンポジウムなどの要約（コンビーナーなどが全体をまとめたもの）

3. 討 論

古生物学上の問題について質疑・応答をまとめた記事（編集部がとりつぐことがある）

4. 書 評

広い意味での古生物学に関する重要な著書や論文の紹介・論評

5. ニュースなど

- 1) 古生物の研究者・同好者に広く知らせる意義がある情報
- 2) 世界の古生物学界の動向（国際会議を含む）に関する情報
- 3) 古生物学上の重要な新知見や有用なテクニックに関する情報
- 4) 内外の研究機関・学術団体・ワーキンググループの活動の紹介
- 5) 祝賀文・紀行文・追悼文
- 6) 各地の化石同好会などの活動に関する記事
- 7) 会員・友の会会員による連絡・案内・希望・意見（化石茶論）
- 8) その他、速報する意義のある記事

6. 学会記事

- 1) 日本古生物学会の年会・例会など運営・活動に関する記事
- 2) 同学会の規則など
- 3) 同学会からの会員への連絡・案内
- 4) 会員名簿

投稿・問い合わせは下記をお願いします。

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学理学部地質学教室内 化石編集部 速水 格
(☎ 03-3812-2111 内線 4518), 大路樹生 (☎ 同 内線 4521) (FAX 03-3815-9490)

化石 54号

1993年6月

目次

論説

- 沖縄県瀬底島周辺海域の現生放散虫……………松岡 篤 1

シンポジウム特集

新生代化石生物温度計の試み—その論理と適用（その1）

- まえがき……………小笠原憲四郎・植村和彦 10

- シンポジウム「新生代化石生物温度計の試み—その論理と適用」その背景と課題…小笠原憲四郎 11

- 大型植物化石に基づく新生代の古気候変遷と気温……………植村和彦 24

- 植物化石群による第三紀気温変化の推定……………棚井敏雅 35

- 花粉化石が示す古気温……………山野井 徹 53

短報

- 北海道達布地域のチューロニアン階産の鞘形類 *Naefia matsumotoi* とそのタフォノミー的意義
……………早川浩司・高橋達弥 61

海外学会出席報告

- 第52回古脊椎動物学会年会報告 ……………富田幸光 66

- 「極東における生層序・生物の地域性および生物事変」に関する国際討論集会
……………大花民子・木村達明・小高民夫 69

書評

- ピーター・D・ワード：メトセラの軌跡—生きた化石と大量絶滅……………高柳洋吉 71

- 糸魚川淳二著「日本の自然史博物館」……………濱田隆士 73

化石茶論

- 「恐竜の切手」の本……………高柳洋吉 74

- 学会記事…………… 76

日本古生物学会

古生物学事典

日本古生物学会 編集/A5判 496頁・定価9888円

古生物学に関連する重要な用語約500語を、地質、脊椎動物化石、無脊椎動物化石、植物化石、人名などにわたって並び五十音順に配列。本事典にとりあげられた項目は、現在扱われている古生物のほぼ全部の分類群を網羅するとともに、古生物に関連のある関連諸科学の分野についてもとりあげた。最近の知見を充分盛込んで解説し、巻頭に標準化石を中心とした写真図版を収録し、巻末には生物分類表、地質年代表、海陸分布変遷図などの付録を掲載。

化石の科学

日本古生物学会 編集/B5判 136頁(カラー69頁)・定価7725円

本書は、日本古生物学会が古生物の一般的な普及を目的として編集したもので、数多くの興味ある化石のカラー写真を中心に、わかりやすい解説をつけた。内容は三部に分かれ、第1部では化石とはどのようなものか、第2部では古生物の営んできた生命現象、第3部では化石を通して多くの隣接する基礎科学や現実の経済活動に与えた影響などが解説されている。その大半がわが国のオリジナルな研究の紹介であり、最新の動向へのよき入門書ともなっている。

図説古生態学

森下 晶・糸魚川淳二 著/B5判 180頁・定価5768円

古生態学は、古生物の生態すなわち古生物と生活環境の相互関係を研究する古生物学の一分野で、過去の自然環境と生物群集の生活様式をダイナミックに科学する学問である。本書は、写真と図表を多数用いながら、第I部で古生態学の基礎知識を簡潔・平易に解説し、第II部で群集古生態学や個体古生態学の例、フィールド観察などの古生態学の実際的内容について、初心者でも容易に理解できるように配慮し、図説的に興味深く解説した古生態学の入門書である。

古生物百科事典

スチール・ハーベイ 編/小島郁生 監訳/B5判 256頁・定価18540円

英国の古生物学者 R. スチール博士と A. P. ハーベイ博士の編集のもとに第一線の研究者23名が共同執筆した“The Encyclopaedia of Prehistoric Life”の日本語版。内容は古生物学全般にわたり、専門研究者が利用できる高いレベルを保ちながらも、化石などに関心をもつ多くの人びとが楽しみながら興味深く読めるように配慮された百科事典。この事典によって、過去の生物へのつきぬ魅力に惹かれ、地球と生物の現在および未来について多くの示唆が得られよう。

日本化石図譜 植物化石図譜

鹿間時夫 著/B5判 296頁・定価17510円

日本における化石をほとんど網羅し、多数の図版をもって構成した名著。初版刊行後の新知見を加えた増訂版。〔内容〕化石／東亜における化石の時代分布／化石の時代分布表／東亜の地質系統表／化石図版とその説明／化石の形態に関する術語。

遠藤隆次 著/B5判 328頁・定価18540円

先カンブリア紀から洪積世までの各地質時代に生育した陸上および海生の両植物化石について、その種属・分布・古地理・古気候・進化の動向などを、多数の図版を用いて詳述した、わが国ではじめての植物化石図譜。好評の『日本化石図譜』の姉妹書。

定価は消費税込みです。

 朝倉書店

〒162 東京都新宿区新小川町6-29/振替東京6-8673
電話 (03)3260-0141(代)・営業部 (03)3260-7631(代)
〔本誌名ご記入の上お申込次第総合図書目録進呈〕

沖縄県瀬底島周辺海域の現生放散虫

松岡 篤*

Living radiolarians around the Sesoko Island,
Okinawa Prefecture

Atsushi Matsuoka*

Abstract Living radiolarians were collected from the surface water around the Sesoko Island by using a plankton net. The fauna is composed of more than 30 species. The dominant species are *Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus*, *Euchitonia elegans*, *Tetrapyle octacantha*, *Pterocanium praetextum praetextum*, *Pterocorys zancleus*. This paper documents the result of light microscopic observation of the following nine species; *Dictyocoryne profunda*, *Dictyocoryne truncatum*, *Euchitonia elegans*, *Lophophaena hispida*, *Eucyrtidium hexastichum*, *Pterocanium praetextum praetextum*, *Carpocanistrum coronatum*, *Acanthodesmia vinculata*, *Zygocircus productus*.

はじめに

放散虫は古生代のはじめに出現して以来、現在まで脈々と生き続けてきた海生のプランクトンである。6億年にわたる顕生累代の海洋環境の変遷を明らかにしていくうえで、放散虫は環境指示者として大きな期待がもたれている。放散虫化石にかんする知識は近年急速に蓄積されたが、放散虫が殻をつくるメカニズムや物理的・化学的な環境因子が殻形成におよぼす影響など、放散虫の生物学的な検討はあまり進んでいない。これまでに、数多くの研究者が放散虫の化石や遺骸を観察しつづけてきた。しかし、放散虫の生物学的な知識が乏しいために、重要な情報が見逃されてきた可能性が高い。生きている放散虫についての理解が深まるとき、放散虫化石の価値はさらに増すにちがいない。

筆者は、中米バルバドス島において放散虫の飼育実験 (Matsuoka, 1992; Matsuoka and Anderson, 1992) を手掛けたのち、国内でも現生放散虫の研究を開始した。現在、いくつかの海域で放散虫の生息状況についての調査を進めつつある。本

論文では、沖縄県本部町の瀬底島周辺海域より得られた放散虫のリストおよび写真を示し、生体群集にかんする基礎データを提供する。また、得られた放散虫のうち9種について、生体の観察結果を記載する。

放散虫の採取と観察方法

放散虫の採取は瀬底島周辺の表層海水 (5m 以浅) より、開口部の直径 20cm のプランクトンネット (メッシュは 40 μ m) を曳いて行った。採取日時は 1992 年 11 月 5 日の 15~17 時である。試料の採取地点を図 1 に示す。地点 A では船の動力を止め、数回ネットを曳いた。その間、船は風に流されて西方に移動した。地点 B および C では、船を微速で走らせながら、それぞれ数回ネットを曳いた。地点 A では垂直曳きに近く、地点 B, C では水平曳きとなっている。したがって、地点 A の試料採取水深は、地点 B, C よりやや深い。

放散虫生体の観察には光学顕微鏡と双眼実体顕微鏡を併用し、プランクトン試料を少量ずつシャーレに移して行った。詳細な生体観察や写真撮影には倒立型の光学顕微鏡をもちいた。生体観察の一部は、雑多なプランクトンから放散虫だけ

*新潟大学教養部地学教室

1993 年 3 月 20 日受付, 1993 年 4 月 26 日受理

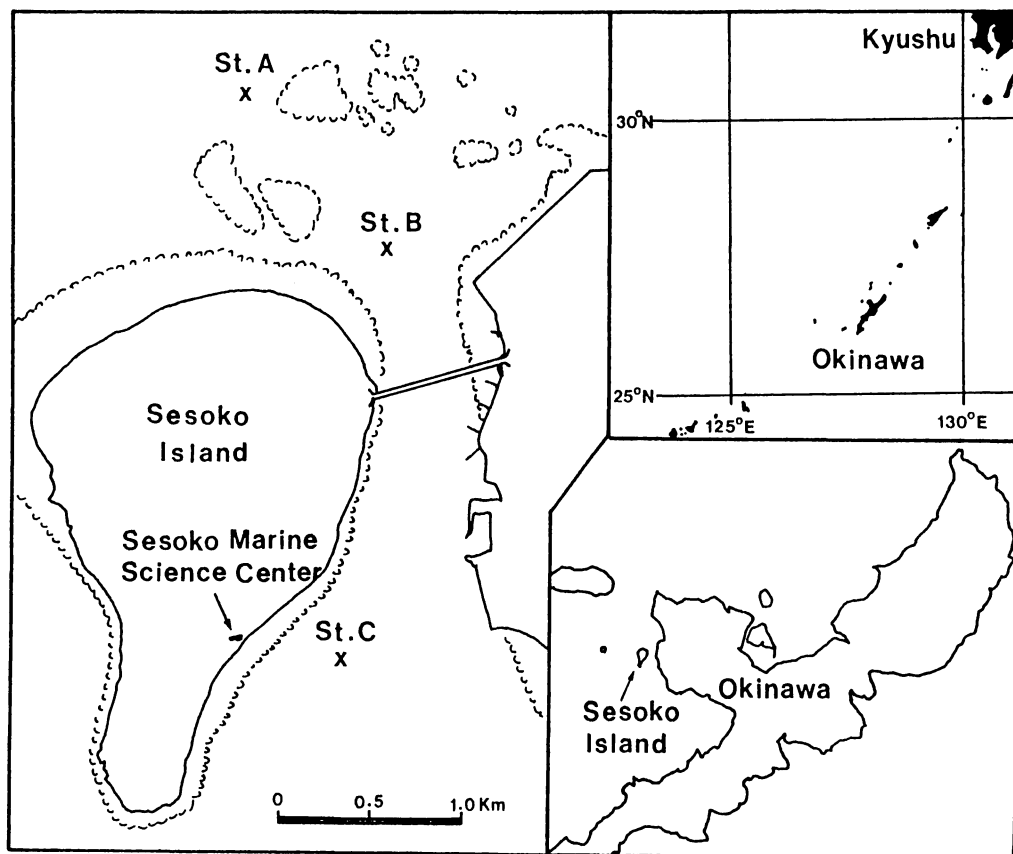


図 1. 試料採取地点.

を分離したのち行った。電子顕微鏡観察のための放散虫の殻は、プランクトン試料を硫酸で煮沸し、有機物や炭酸塩殻などを溶解した残渣から拾い上げた。

放散虫の群集組成

今回の調査の結果、地点 A および B ではそれぞれ約 100 個体の、地点 C では約 50 個体の放散虫が得られた。各地点ごとの放散虫のリストを表 1 に示す。代表的な放散虫生体の光学顕微鏡写真および殻の電子顕微鏡写真をそれぞれ図 2 および図 3-4 に示す。3 地点をつうじて個体数の多い放散虫としては、*Didymocytis tetrathalamus tetrathalamus*, *Euchitonia elegans*, *Tetrapyle octacantha*, *Pterocanium praetextum praetextum*, *Pterocorys zancleus* があげられる。また、地点 B からは 20 個体以上の *Siphonosphaera* sp. aff. *S. mar-*

tensi が得られた。この放散虫はコロニーをつくる種なので、ネットを曳いたときにコロニーを捕獲したものと考えられる。

今回得られた放散虫のうち、種レベルで同定されたすべての種は、Nishimura and Yamauchi (1984) が南海トラフのピストンコア試料から報告した第四紀の放散虫群集に含まれる。また、かれらが卓越種としてあげた 11 種のうち、*D. tetrathalamus tetrathalamus*, *T. octacantha*, *P. praetextum praetextum*, *P. zancleus* の 4 種が瀬底島周辺でも卓越種となっている。

バルバドス島周辺のカリブ海表層海水から得られた放散虫群集は、約 100 種から構成されている。今回、瀬底島周辺で得られた放散虫のうち、ほとんどの種がバルバドス島周辺海域からもみいだされている。

表 1. 瀬底島周辺海域 (図 1) から得られた放散虫.

Species	Station		
	A	B	C
<i>Acrosphaera</i> sp. aff. <i>A. cyrtodon</i> (Haeckel)	+		
<i>Acrosphaera</i> sp. aff. <i>A. flammabunda</i> (Haeckel)		+	
<i>Buccinosphaera invaginata</i> Haeckel		+	+
<i>Disolenia zanguebarica</i> (Ehrenberg)			+
<i>Siphonoshaera</i> sp. aff. <i>S. martensi</i> Brandt		+	+
<i>Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus</i> (Haeckel)	+	+	+
<i>Heliodiscus</i> sp.	+		
<i>Euchitonia elegans</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>Dictyocoryne profunda</i> Ehrenberg	+		
<i>Dictyocoryne truncatum</i> (Ehrenberg)	+		+
<i>Dictyocoryne</i> sp. aff. <i>D. truncatum</i> (Ehrenberg)			+
<i>Hymeniastrum</i> sp.			+
<i>Spongaster tetras tetras</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Spongodiscus</i> sp.	+		
<i>Tetrapyle octacantha</i> Müller	+	+	
<i>Lophophaena hispida</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>Peridium</i> sp.	+		
<i>Peromelissa</i> sp.	+		
<i>Eucyrtidium acuminatum</i> Ehrenberg	+	+	
<i>Eucyrtidium hexastichum</i> (Haeckel)	+		
<i>Lipmanella dictyoceras</i> (Haeckel)		+	
<i>Pterocanium praetextum praetextum</i> (Ehrenberg)	+	+	+
<i>Stichopilidium kruegeri</i> (Popofsky)		+	
<i>Anthocyrtidium ophirensense</i> (Ehrenberg)	+		
<i>Pterocorys zancleus</i> (Müller)	+	+	
<i>Theocorythium trachelium trachelium</i> (Ehrenberg)		+	
<i>Botryocyrtis</i> sp.	+		
<i>Spirocyrtis scalaris</i> Haeckel	+	+	
<i>Carpocanistrum coronatum</i> (Ehrenberg)	+		
<i>Acanthodesmia vinculata</i> (Müller)	+	+	
<i>Zygocircus productus</i> (Hertwig)	+	+	

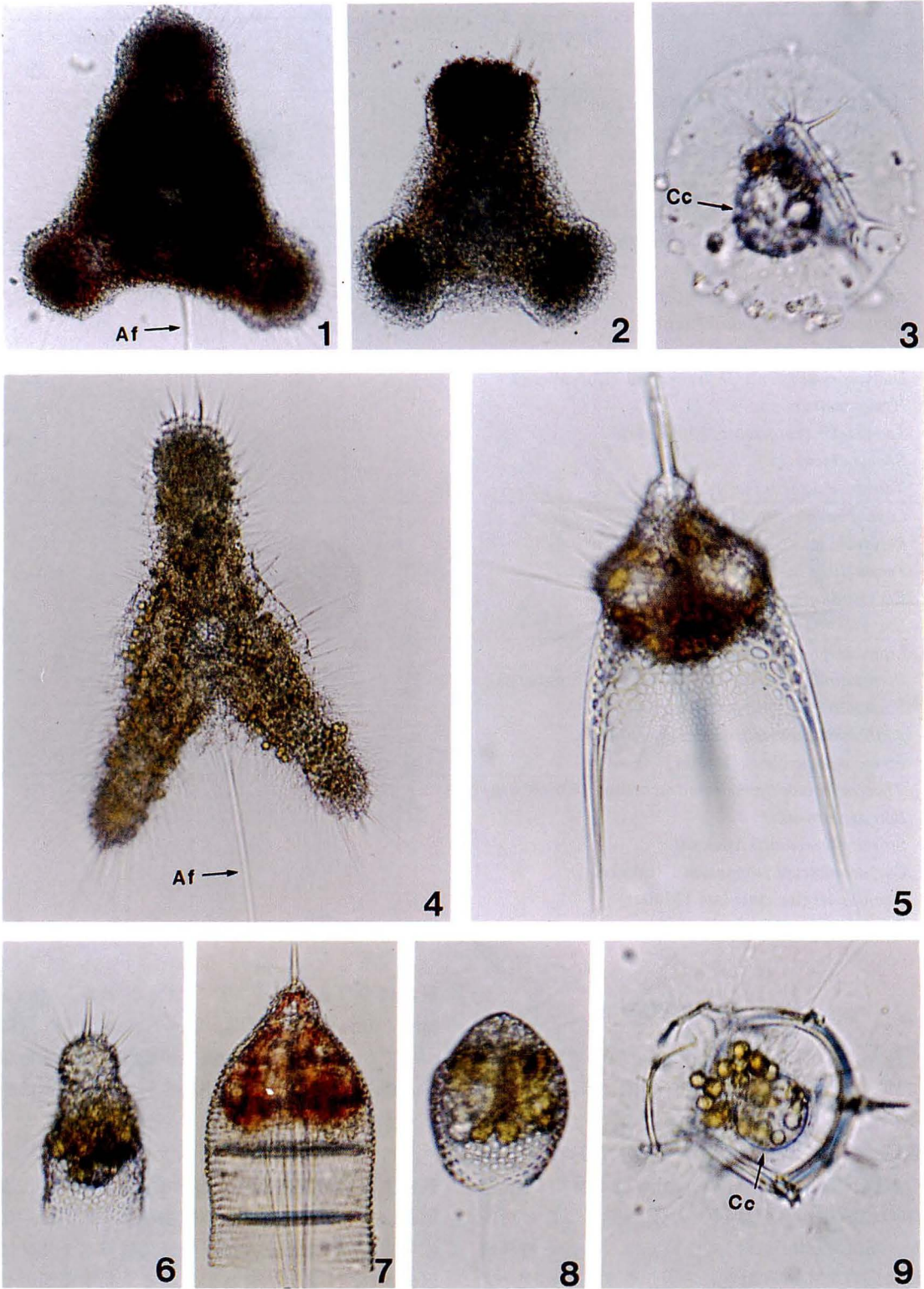
放散虫生体の観察事項

個々の種についての記述に先だち、光学顕微鏡で観察される項目について一般的な事柄を以下に述べる。

仮足：放散虫が外界に向けて放射している繊維状の軟体部を仮足 (pseudopodia) と総称する。1 個体の放散虫が 2 種類以上の仮足をもつことが多い。Spumellarida 目については、殻から外部環境に向けて多数放射される仮足をアクソポディア (axopodia), アクソポディアより太く 1 本だけ

鞭状にのびる仮足をアクソフラジェルム (axo-flagellum) として区別する。Nassellarida 目についても、いく種類かの仮足が観察される場合があるが、ここでは特別な用語をもちいて区別はせず、すべて仮足とよぶ。

共生生物：瀬底島周辺の表層海水から得られた放散虫は、かなりの種が共生生物をもっている。共生生物は大別すると共生藻類と共生バクテリアに区分され、両者は大きさが異なる。共生藻類のサイズは、直径 5~8 μ m 程度である。一方、共生バ



クテリアの粒径は、光学顕微鏡での計測限界(1.5 μm)より小さい。放散虫の共生藻類は電子顕微鏡による微細構造の観察から、Dinoflagellate, Prasinophyte などいくつかの分類群からなることが明らかにされている (Anderson, 1983)。しかし、光学顕微鏡での観察だけではそれらを区別することはむずかしいので、ここでは一括して共生藻類として取り扱う。共生生物の分布場所は、同一個体であっても観察する時刻によって変化することが明らかにされている (松岡, 1992)。共生生物が放散虫の細胞の深部に分布するときは、光学顕微鏡で観察されないこともある。

軟体部の色：放散虫の軟体部は、赤・黄・茶色などの色彩をもつ場合が多い。軟体部が色づいて見える原因としては、放散虫自身の細胞質や細胞内器官が色をもっている場合と、共生生物や捕食物質の色による場合とが考えられる。共生生物が実際に観察される場合をのぞいて、光学顕微鏡をとおして観察される色調が何によるものかを特定することはむずかしい。ここでは光学顕微鏡で観察される色を軟体部の色とよぶ。本論文で示す軟体部の色は、瀬底島周辺で11月初めに採取された放散虫について観察されたものであり、別の場所あるいは他の時期に採取される放散虫は異なる色調を呈する可能性も考えられる。

中心嚢：放散虫は細胞内に中心嚢をもつ。中心嚢は一般に殻の中にあるため、光学顕微鏡での観察は困難であることが多い。しかし、Spumellarida 目の Collosphaeridae 科 や Nassellarida 目の Acanthodesmiidae 科に属する種では、比較的観察しやすい場合もある。ここでは Acanthodesmiidae 科の2種について、中心嚢の形状や大き

さについて述べる。

放散虫の生体観察

図2に示した9種について、放散虫の生体についての観察結果を述べる。また、バルバドス島近海で採取した同種の個体について生体観察がなされている場合には、関連する事項について記述する。

1. *Dictyocoryne profunda* Ehrenberg (図2-1)

本種は Spumellarida 目, Spongodiscidae 科に属する。殻は、平板・スポンジ状で3本の腕をもつ。仮足には、アクソポディアとアクソフラジェルムとがある。アクソフラジェルムは鞭状で、通常アクソポディアより長い。アクソポディアはスポンジ殻のメッシュのあいだから、放射状に外部環境にでる。観察した個体では共生生物は認められなかった。軟体部は全体に赤味がかっているが、中心部や腕の付け根には無色の部分がある。赤色部は、アクソフラジェルムとその対角の腕を結ぶ線に対して対称に分布する。

バルバドス島近海から得られた同種の個体(松岡, 印刷中)も、瀬底島周辺の個体と同じ色調および赤色部の分布形態をもつ。バルバドス島近海産のものは、共生生物としてバクテリアをもつ個体があることが知られている (松岡, 1992)。

2. *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg) (図2-2, 図3-7)

本種は Spumellarida 目, Spongodiscidae 科に属する。殻は、平板・スポンジ状で3本の腕をもつ。仮足には、アクソフラジェルムとアクソポディアとがある。仮足の性質は前記の *D. profunda* と同様である。本種は共生生物として、茶褐色粒状の共生バクテリアをもつ。図2-2に示

図2. 放散虫生体の光学顕微鏡写真。Af：アクソフラジェルム，Cc：中心嚢。

1. *Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, $\times 185$, St. A
2. *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg), $\times 185$, St. A
3. *Zygocircus productus* (Hertwig), $\times 370$, St. A
4. *Euchitonia elegans* (Ehrenberg), $\times 185$, St. A
5. *Pterocanium praetextum praetextum* (Ehrenberg), $\times 370$, St. A
6. *Lophophaena hispida* (Ehrenberg), $\times 370$, St. A
7. *Eucyrtidium hexastichum* (Haeckel), $\times 370$, St. A
8. *Carpocanistrum coronatum* (Ehrenberg), $\times 370$, St. A
9. *Acanthodesmia vinculata* (Müller), $\times 370$, St. A

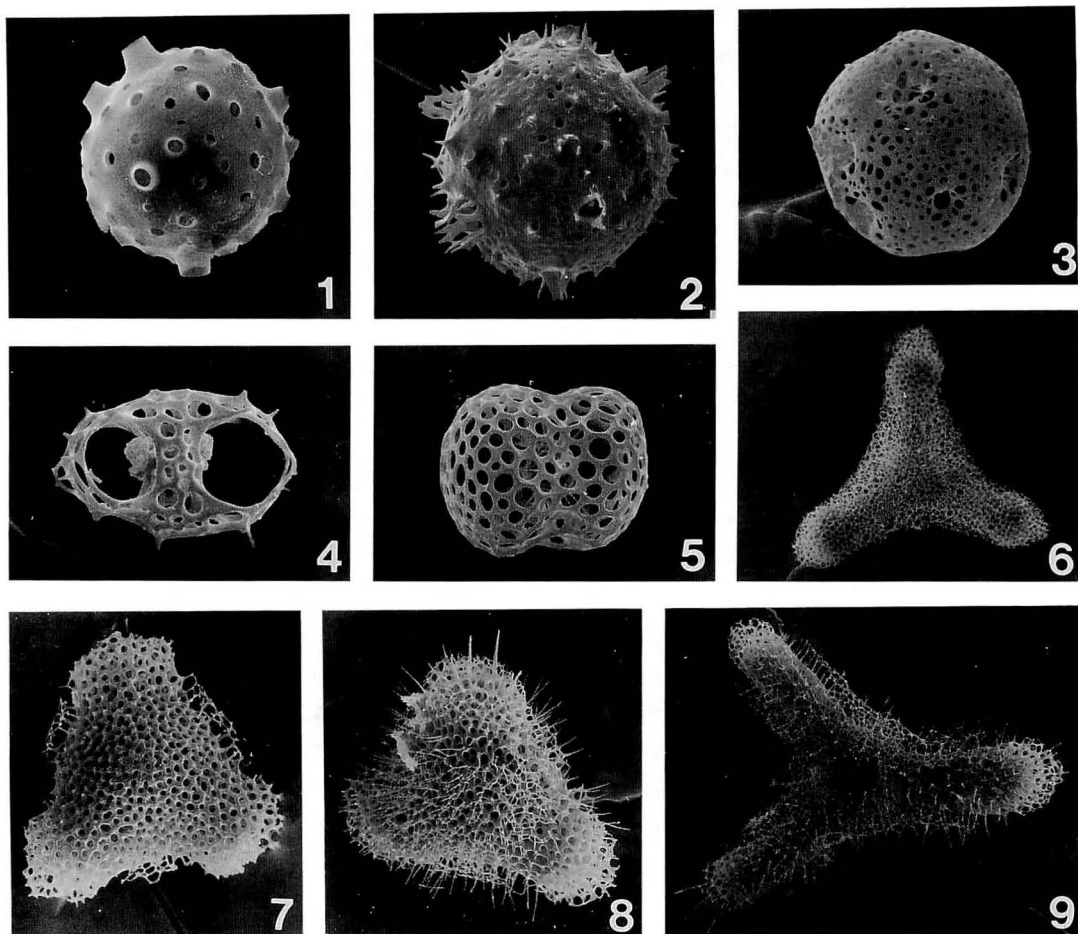


図3. 放散虫殻の電子顕微鏡写真.

1. *Siphonosphaera* sp. aff. *S. martensi* Brandt, $\times 375$, St. B
2. *Acrosphaera* sp. aff. *A. flammabunda* (Haeckel), $\times 250$, St. B
3. *Buccinosphaera invaginata* Haeckel, $\times 250$, St. B
4. *Tetrapyle octacantha* Müller, $\times 375$, St. B
5. *Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus* (Haeckel), $\times 250$, St. B
6. *Hymeniastrum* sp., $\times 100$, St. C
7. *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg), $\times 250$, St. C
8. *Dictyocoryne* sp. aff. *D. truncatum* (Ehrenberg), $\times 250$, St. C
9. *Euchitonina elegans* (Ehrenberg), $\times 150$, St. C

した個体では、共生バクテリアは1本の腕の表面近くに濃集している。殻の内部は、中心部や周辺部をのぞいて黄色に色づいて見える。これが放散虫の軟体部そのものの色なのか、共生藻類によるものであるのか、あるいはそれらが複合した結果であるのかは不明である。

バルバドス島近海で得られた同種の個体も殻内の軟体部は黄色を示し、他の3本腕をもつ Spon-

godiscidae 科の放散虫とを区別する際の有効な指標となっている(松岡, 印刷中)。バルバドス島近海で得られた *D. truncatum* の透過型電子顕微鏡による観察の結果、中心嚢内に共生藻類とバクテリアの存在が認められている (Anderson and Matsuoka, 1992)。

3. *Euchitonina elegans* (Ehrenberg) (図2-4, 図

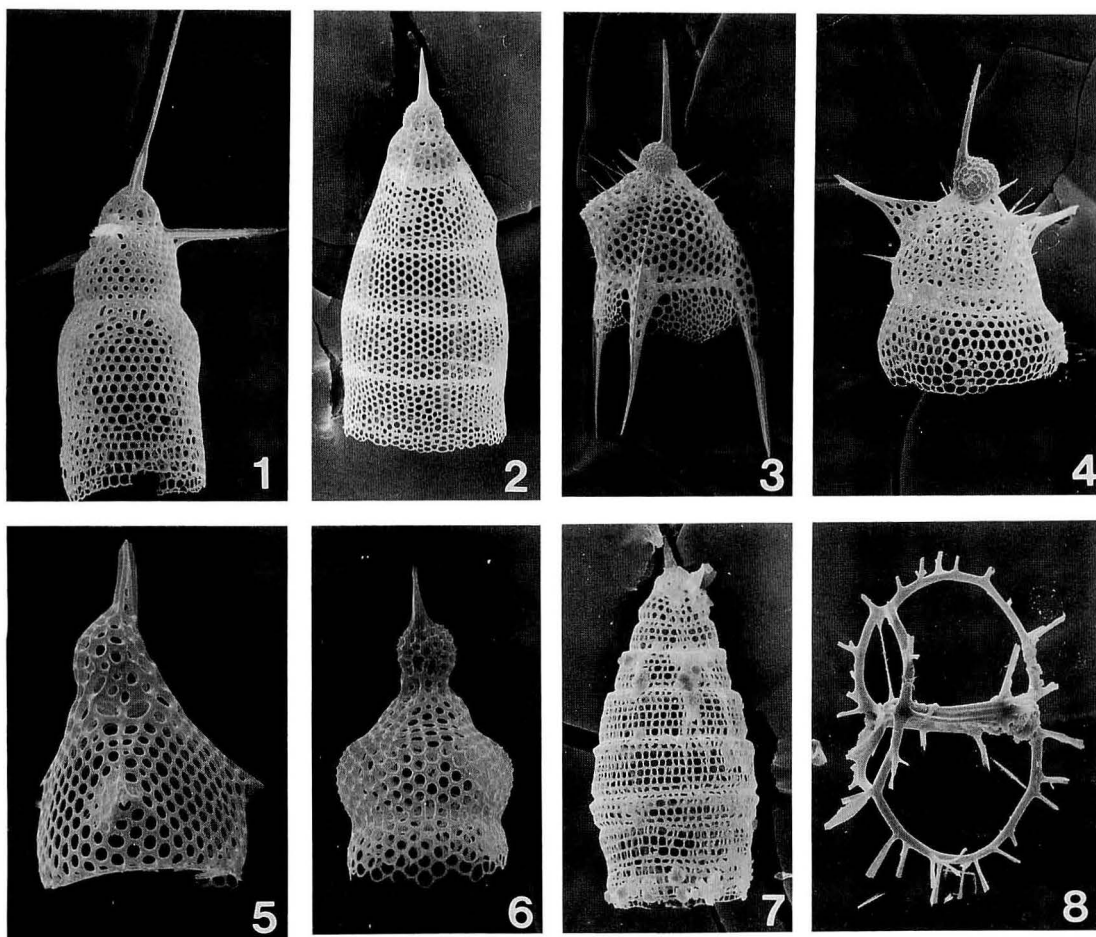


図4. 放射虫殻の電子顕微鏡写真.

1. *Stichopilidium kruegeri* (Popofsky), $\times 375$, St. B
2. *Eucyrtidium acuminatum* Ehrenberg, $\times 250$, St. B
3. *Pterocanium praetextum praetextum* (Ehrenberg), $\times 250$, St. B
4. *Lipmanella dictyoceras* (Haeckel), $\times 250$, St. B
5. *Pterocorys zancleus* (Müller), $\times 375$, St. B
6. *Theocorythium trachelium trachelium* (Ehrenberg), $\times 250$, St. B
7. *Spirocyrtes scalaris* Haeckel, $\times 250$, St. B
8. *Acanthodesmia vinculata* (Müller), $\times 250$, St. B

3-9)

本種は Spumellarida 目, Porodiscidae 科に属する。殻は、平板・スポンジ状で3本の腕をもつ。幼体殻である中心部は殻孔をもたないドーム状の殻からなる。腕の先端を結ぶ三角形は、正三角形ではなく高さ方向にのびた二等辺三角形である。仮足にはアクソポディアとアクソフラジェルムとがある。仮足の性質は前述の2種と共通する。アクソフラジェルムは必ず二等辺三角形の底辺に相

当する部分からのびる。共生生物としては赤褐色の共生バクテリアと黄色球状の共生藻類がみられる。軟体部の色は無色に近いが、共生バクテリアが濃集する場合は赤褐色にみえる。中心部のドーム状殻の部分は、まわりより淡色で透明感がある。

今回の観察結果は、バルバドス島近海産の個体の観察結果(松岡, 1992, 印刷中)に一致する。バルバドスでの飼育実験から、藻類は外部共生、

バクテリアは内部共生していると考察されている(松岡, 1992)。

4. *Lophophaena hispida* (Ehrenberg) (図 2-6)

本種は Nassellarida 目, Plagiacanthidae 科に属する。本種の殻は、球状の cephalis と筒状の thorax とからなる。軟体部の主要部は殻の中に収納されている。本種は cephalis に多くの突起物をもつが、それに沿って仮足が放射状にのびる。球状で黄色の共生藻類が thorax 内の下部に認められる。

5. *Eucyrtidium hexastichum* (Haeckel) (図 2-7)

本種は Nassellarida 目, Theoperidae 科に属する。本種の殻は、球状の cephalis, 円錐台状の thorax および abdomen とそれらに続く円筒状の post-abdominal chamber とからなり、全体として塔状をなす。軟体部の主要部は塔状の殻の上部に収納されている。2 種類の仮足が認められ、1 つは塔状からの表面に多数みられる殻孔から放射状にのびる細い仮足で、もう 1 つは殻の開口部から下方にのびる太い仮足である。殻内の軟体部は赤色を呈する。

6. *Pterocanium praetextum praetextum* (Ehrenberg) (図 2-5, 図 4-3)

本種は Nassellarida 目, Theoperidae 科に属する。本種の殻は、球状の cephalis と円錐状の thorax の 2 室からなる。cephalis には内部骨針の apical spine の延長である apical horn と vertical spine の延長である小さな刺がみられる。thorax の上部には多数の短い刺がみられる。thorax の下部からは 3 本の底足がのびる。底足のあいだをつなぐように、thorax の下端から多孔質の薄い膜状の殻が発達する。軟体部の主要部は、cephalis および thorax に収納されている。仮足は、apical horn, vertical spine の延長の刺、thorax 上部の小刺、3 本の底足など殻にみられる突起部に沿うようにのびる。共生生物としては、球状で黄色の共生藻類が認められる。それらは、thorax 内あるいは底足のあいだの薄膜に囲まれるように分布する。殻内の軟体部の一部には淡い

赤色の部分が認められる。

今回の観察結果は、バルバドス島近海産の個体の観察結果(松岡, 印刷中)に一致する。ただ、バルバドス島近海産の同種の個体には、軟体部が鮮明な赤色を示す個体が含まれる。

7. *Carpocanistrum coronatum* (Ehrenberg) (図 2-8)

本種は Nassellarida 目, Carpocaniidae 科に属する。本種の殻は、半球状の cephalis と下方に開口部をもつ thorax の 2 室からなる。軟体部の主要部は全体として球状をなす殻内に収納されている。多数の仮足が殻に多数あいている殻孔をとって放射状にのびる。球状で黄色の共生藻類が thorax 内に認められる。

8. *Acanthodesmia vinculata* (Müller) (図 2-9, 図 4-8)

本種は Nassellarida 目, Acanthodesmiidae 科に属する。本種の殻は、複数の環状の殻が合わさった形状をなす。殻は細胞の中に埋没しているように見える。細胞の内部には球状で直径が約 30 μm の中心嚢が認められる。細い仮足が外界に向けて放射状にでる。球状で黄色の共生藻類が中心嚢を取り囲むように細胞内に分布する。

9. *Zygocircus productus* (Hertwig) (図 2-3)

本種は Nassellarida 目, Acanthodesmiidae 科に属する。本種は、突起のある環状の殻をもつ。殻は細胞の中に埋没しているように見える。細胞の内部には球状で直径が約 35 μm の中心嚢が認められる。球状で黄色の共生藻類が中心嚢の近くに分布する。

おわりに

放散虫は、採取したのち運搬しているあいだに衰弱しやすい。生きた放散虫を使って飼育実験などを行うためには、実験設備のある研究施設の近くで試料を採取する必要がある。今回の調査の結果、沖縄県本部町瀬底島周辺では陸域にかなり近い地点で放散虫生体の入手が可能であることが確認された。瀬底島にある琉球大学熱帯海洋セン

ターは、現生放散虫の研究を行ううえで恵まれた立地条件にあるといえる。さらに、黒潮の影響の強い外洋域には、より高密度の放散虫群集が分布すると予想され、容易に多量の放散虫生体を手に入れることができるであろう。今後、放散虫群集の地理的分布や深度ごとの群集組成を明らかにするとともに、生きた放散虫をもちいて各種の実験を行う予定である。また、黒潮域の放散虫群集とカリブ海の放散虫群集との比較は生物地理学的に興味深く、今後の検討課題としたい。

謝 辞

琉球大学理学部の氏家 宏教授には、今回の調査に際しさまざまな便宜を計っていただいた。琉球大学熱帯海洋センターの中野義勝技官には、試料採取にご協力いただいた。また、同センターの竹村明洋博士をはじめスタッフの方々にはたいへんお世話になった。西村昭子さんには原稿を読んでいただき、放散虫の同定にかんしてご教示を得た。以上の方々に心よりお礼申し上げる。研究費の一部として文部省科学研究費補助金 (no. 04854089) を使用した。

文 献

- Anderson, O. R., 1983: Radiolaria. Springer Verlag, New York, 365pp.
- and Matsuoka, A., 1992: Endocyttoplasmic microalgae and bacteroids within the central capsule of the radiolarian *Dictyocoryne truncatum*. *Symbiosis*, **12**, 237-247.
- 松岡 篤, 1992: 放散虫と共生生物の観察—平板状の Spumellarida 目について—化石, **53**, 20-28.
- , 印刷中: カリブ海の表層海水から採取した放散虫の生体観察. 大阪微化石研究会誌, 特別号, No. 9.
- Matsuoka, A., 1992: Skeletal growth of a spongiouse radiolarian *Dictyocoryne truncatum* in laboratory culture. *Mar. Micropaleontol.*, **19**, 287-297.
- , and Anderson, O. R., 1992: Experimental and observational studies of radiolarian physiological ecology: 5. Temperature and salinity tolerance of *Dictyocoryne truncatum*. *Mar. Micropaleontol.*, **19**, 299-313.
- Nishimura, A. and Yamauchi, M., 1984: Radiolarians from the Nankai Trough in the Northwest Pacific. *News of Osaka Micropaleontol.*, Spec. Vol. no. 6, 148 pp.

シンポジウム特集

新生代化石生物温度計の試み—その論理と適用（その1）

まえがき

近年、地球環境問題への関心が高まり、地球科学の多くの分野で古環境に関する活発な研究が進行中である。また、国内外で古気候に関する総括的な教科書も急増しつつある。過去の地球環境に関連して様々な地質・古生物学上の現象・事件が認められる。我々はこれらを多角的かつ総合的に把握して、地球システムとして捉える必要があるが、多くの現象の間の因果関係の解明にはまだまだ時間を要するであろう。

古生物研究者は古くから化石を通じて地球環境と生物の相互関係を探究してきたが、その課題の一つに陸上および海中気候の解明があった。即ち生物と温度との対応や、種属と気候変動との関係についての研究である。すでに第四紀については、気候変動の周期性にもとづいて多くの論議がなされ、変動の原因の解明についても画期的な研究が進んでいる。物理・化学的方法による堆積物の解析と並んで、化石群集や種属の消長にもとづいて動的な古環境を把握することが大切である。化石を古環境の解明に利用する場合、その再現性や現在主義的思考の限界などに問題があるとしても、古生物研究者は地球古環境に対してより積極的に発言することが望まれている。

このような中で、具体的に古環境を把握する試

みとして、第三紀を中心とした新生代化石に基づく生物温度計に関する討論会を、1992年1月26日の日本生物学会年会（九州大学）の折に開催することができた。このシンポジウムに関する論文9編は、紙数の関係で2回に分けて「化石」に掲載されることになった。シンポジウムでの講演コメントの内、若干のものは本特集に収録できないが、これは世話人の責任である。また一部の講演の内容は既に公表されているので、それを参照されたい（糸魚川淳二、1992、海の古環境の復元—軟体動物化石による。豊橋自然史博研報, no. 2, p. 41-52, など）。また第29回万国地質学会（京都）でのシンポジウム「太平洋地域の新生代古地理と古気候」の論文集は、*Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* の特別号として1993年に出版されるので、あわせて参照頂くと幸いである。

シンポジウム世話人として本特集の出版が大幅に遅れ、関係者各位に多大のご迷惑をおかけしたことを深くお詫びする。本シンポジウム開催に関して多くの便宜をはかって頂いた日本古生物学会と九州大学地球惑星科学教室の関係各位に心より御礼申し上げる。

1993年1月

小笠原憲四郎（筑波大学地球科学系）

植村和彦（国立科学博物館地学研究部）

シンポジウム「新生代化石生物温度計の試みーその論理と適用ー」

その背景と課題

小笠原憲四郎*

Symposium "Approaches to the Cenozoic fossil-biotic thermometer
-Its logic and implication" Background and subjects

Kenshiro Ogasawara*

Abstract It is very important for paleontologists to estimate the substantial thermal conditions on the basis of fossil-biota, because species extinction and/or appearance may have taken place in relation to environmental changes (e. g. environmental deterioration). Among various environmental factors, paleoclimate (especially thermal condition) has been noticed by many paleontologists. However, there are many problems to be concurred such as "ecogenesis" and "limitation of uniformitarianism". This symposium, as above titled, was held at the Annual Meeting of the Palaeontological Society of Japan in 1992 at Kyushu University. Presentations were arranged in the order of paleobotany, pollen, molluscs, foraminifers, ostracods, diatoms, calcareous nannofossils, radiolarians and so on.

For the estimation of paleo-thermal conditions, paleobiogeographic consideration is one of the fundamental bases both in land and marine areas. Japanese Islands have been situated in a characteristic geographic region under various climatic conditions from subtropical to subboreal. As an example of modern marine biogeographic provinciality, Nishimura's division is shown with some practical data on thermal conditions.

For the estimation of paleo-temperature, relationship between the total number of species of Cypraeidae (X) and minimum monthly mean surface temperature (Y) are calculated.

It seems that paleontologists can contribute more to the geological events from paleontological point of view. Cenozoic major geological events and related paleoclimatological problems are roughly noted.

シンポジウムの開催経過とその主旨

齊一説的地球観などに基づいて、化石から古気候や古海中気候など地質時代の環境を推定する多くの研究が行われてきた。これら古環境に関する研究は地球科学分野の研究の進展にあわせてほぼ10年をめぐり何らかの総括がなされている。日本古生物学会は日本地質学会と共催で1975年に「陸の古生態」と題するシンポジウムを開催し、その論文集（日本地質学会・日本古生物学会共編、1976）を出版している。

周知のように、地質時代の生物やその痕跡である化石には、時代を決める示準化石としての側面と古環境の推定に有効な示相化石としての側面が

ある。しかし、この二面性は生態進化 (Eco-evolution; Ecogenesis) などにまとめられるように、相互に強く関連している。更に齊一説の適用限界などで、化石に基づく時代と環境の解釈は分解能や精度の問題を抱えている。また「古環境」には多くの生物的・物理的・化学的な複合要素を抱えている。その中で、生物の生存や分布を規制する要因の一つと考えられる温度（気温・水温）に焦点を絞って、この討論会を企画した。

一般に、生物の消長と温度変化との関係は不鮮明な部分が多いが、古生物学研究者の多くは、進化と古気候・古海中気候の間に少なくとも何らかの因果関係の存在を予測している。

新生代地史は、近年の生層序学、年代層序学、同位体地質学、古地磁気学、海洋学、プレート・テクトニクスなど地球科学の諸分野の発展にとも

*筑波大学地球科学系

1993年1月28日受付、1993年4月26日受理

なって大きく進展した。即ち、地史的事件の精度の高い年代決定、事件の空間的広がりやその経過・原因などの数万年―数十万年単位での認識、事件そのものの発生（発現）―発展―転換―絶滅（消滅）などのより詳しい時系列的な中での認識などがなされつつある。更に従来ある特定のタクサ内での変化や地域的な変化に留まっていたのを、他のタクサ・他の地域との関連についても視野が広まり、加えて、その事件の原因や原動力などにまで考察が進みつつある分野もある。

地球の古環境に関しては生物の消長とは独立に多くの議論があり、Nairn *ed.* (1961), Schwarzbach (1962, 英訳; 1963), 浅野 (1971), Laporte (桑野 訳, 1971) などの古気候学や古環境学の啓蒙書を経て、近年の気候変遷に関連する総説 (Frakes, L. A., 1979; Crowley, T. J. & North, G. R., 1991) にその現状がまとめられている。また古気候変遷に深く関連して、海水準の変動曲線 (Haq *et al.*, 1987) と酸素・炭素同位体比の変遷 (Miller *et al.*, 1987), 更に、北半球新生代の古植物に基づく気候 (平均気温) 変遷 (Wolfe, 1979; 棚井, 1991) の総括は注目される。

新生代古環境変動に関しては、高柳 (1980), 斎藤 (1983) により海洋微生物を中心に総括的な内容が紹介されている。最近の研究動向を見ると、気候や水温変化・変遷に関してその詳しい実態を解明しようとする意欲的な研究もある。例えば丸山 (1987) の珪藻温度計の試み, Tanaka (1991) の石灰質ナノ化石による海洋環境解析, 山内 (1986) の放散虫化石温度計, Cronin and Dowsett (1990) の貝形虫群集の温度変換法, 佐藤 (1989) の花粉化石解析, 棚井 (1991) の大型植物化石からの古気候復元などで、その他にも古気候・古水温に触れた論文が多い。しかしこれらの研究は基本的に個々の化石分類群の研究を通じて時空的变化の特性を議論したもので、分類群やそれらの研究者間での十分な討論や相互理解に欠ける面があった。

生物の絶滅、進化とそれを取り巻く環境の因果関係には循環論の問題が存在するが、一部のタクサでは形態の時間的変化が Heterochrony (異時性) で説明され、生物進化過程と環境変動の関連

に考察が加えられている。これらの進化過程ではその原因が環境の悪化 (気温や水温低下・溶存酸素や塩分濃度の変化, など) に関連していると予測されているものの、一般に詳しい古環境変化と種属の消長に関する研究考察は多くない。このような古生物学の一つの課題である生物進化と絶滅の考察には、気温・水温の変化との対応を考察することは欠かせない要件の一つであろう。

複数のタクサによる微化石層序の基準面の評価では、相互に一致することもある一方、かなり異なる事も指摘されており、この時間的差異の原因を考察するためにも環境的背景の考察は興味ある問題である。さらに本論文集で多くの議論がある斉一説・現在主義の限界について予察すると、Chinzei and Iwasaki (1967) や Chinzei (1984) が指摘した浅海性貝類群における時代的・生態的・地理的相同群集 (平行群集) (Parallel Community) の成立過程を考えるうえでも、古水温変遷との対応関係は注目しなければならないと思われる。

新生代の地史的事件については後に触れるが、南極およびその周辺地域が雪氷圏として地球規模の環境に果してきた過程が解明されつつあり (Kennett *et al.*, 1975; Kennett and Barker, 1990, など), 太平洋地域ではインドシナ地塊の消長とインドー西太平洋の交流, パナマ鎖に関連するカリブ海―東太平洋の交流, さらにベーリング陸橋と関連した北太平洋―北大西洋の交流など, 地球規模での古地理・古環境変動が検討されており, これらに関連して本邦新生代古環境変遷史も再考すべき時期にある。

このような現状を踏まえ、化石の特性を生かした古環境復元を推進しようと、今回は生物群の地史的消長に最も関連することが予想される温度的背景に焦点をあて、化石に基づく古水温・古気候の推定、即ち「温度計としての生物をどの様に見るか」を検討しようとしたのが本シンポジウムのねらいである。

シンポジウムでの講演は、時間的關係で制限せざるを得なかったが、各専門とするタクサの関連するレビューや研究の現状、温度推定の基本的考え方やその具体的手法、適用に関するタクサの特

性や問題点などを基本に、実例に沿ってできるだけ具体的な温度条件を提供して頂けるようお願いした。また、酸素や Sr 同位体などに基づく古水温推定法は時間的問題で省略したが、Sr は増田 (1986) に、酸素は Miller *et al.* (1987) などの他、多くの著書論文にまとめがあるので、これらを参照して頂きたい。

生物温度指標

古環境背景に関する多くの研究は、生物季節、自然の保全や公害の指標としての生物など、適応した生物の存在を指標としてその場その時代の環境を経験的に捉えてきた。生物にとっての環境は、いわゆる無機的な要因と生物間の相互作用に区分して考えられる。更に、無機的環境には多くの要素・因子が関連し、深度、高度、湿度、温度、塩分濃度、ph、溶存酸素量、透明度、日照量、など観測機器での測定数値として求める事ができる。また生物の相互作用に関しては、生態的地位などで表される種間関係を通しての諸要因（環境圧、捕食圧、摂取方法による住み分け、 $K \cdot r$ 戦略、個体数の維持など）があるが、それぞれ複雑な問題が多い。

生物の温度に対する適応は、基本的には生命体を維持する生理作用が、一種の化学反応であると見る立場から、生命維持—その基本物質と代謝—化学的反応—温度依存の図式で理解されていると考えられる。しかし生物の分布は同時に温度に対する耐性に支配され、タクサにより様々な温度的適応範囲が存在すると考えられる。そこで、生物と温度との関係を化石を通じて考察しようとする際に、最もよりどころとなるのは現生生物の地理的分布であると思われる。

生物地理区は気温・水温に対応して区分される事が多く、概略的には気候帯に対応している。気候帯とはその地域の気候条件の統計量として表現され、平均温度、最高温度、最低温度、平均湿度、平均雨量などが指標として重要であるとされている。

第1表に現実的（経験的）に考えられてきた生物と気温・水温との対応や自然界で一般的な化学反応温度など、温度に関する諸現象を羅列した。

表1 生物・化学・気候・化石等の条件温度や推定温度（摂氏）

112.8~119	：硫黄の融点
99.974	：水の沸点（標準気圧下）
64	：カリウムの融解点
49~6	：定温動物の運動神経刺激伝導性の範囲
42~-7	：変温動物の運動神経刺激伝導性の範囲
40.8	：日本での最高気温（山形，1933，7/25）
36~18	：造礁性サンゴの分布範囲（年平均水温）
34.6	：エーテルの沸点
32.38	：硫酸ナトリウムの遷態点
32±	：エゾアカガエルの100%雄ふ化飼育実験
30~25	：Tropical rain forest（Wolfe，1981）
30~24	：PFの熱帯区分（Be & Tolderlund，1971）
28	：海水温度の平均月最高温度（理科年表）
25	：黒潮前線の最暖月平均水温
24.5	：熱帯海中気候の目安となる年平均水温
25~20	：Paratropical rain forest（Wolfe，1981）
24~18	：PFの亜熱帯区分（Be & Tolderlund，1971）
23~20	：宇部植物化石群の推定年平均気温（棚井，1991）
22.4	：那覇の年平均気温
22	：亜熱帯区の最高年平均水温（西村，1981）
21.3	：名瀬の年平均気温
20~17	：暖温帯区（年平均水温）（西村，1981）
20~13	：micro- & notophyllous broad-leaved evergreen f.（Wolfe，1981）
18	：樹林帯／無樹林帯の最寒月平均気温
18~10	：PFのTransition（Be & Tolderlund，1971）
17.3	：鹿児島島の年平均気温
17~14	：中間温帯区（年平均水温）（西村，1981）
17	：Mid-Miocene Climatic Optimumの年平均気温（最高）（沖縄植物化石群の推定；棚井，1991）
16	：赤色土生成の年平均気温の最低温度
15.3	：東京の年平均気温
15±	：打当化石植物群の推定年平均気温（棚井，1991）
15	：黒潮前線の最低月平均水温
14~9	：冷温帯区（年平均水温）（西村，1981）
10±	：阿仁合植物化石群の推定年平均気温（棚井，1991）宮古～青森の年平均気温に相当
10~5	：PFのSubarctic~Subantarctic区分（Be & Tolderlund，1971）
9	：タチカラウシナイ層（13Ma北海道天北）の推定年平均気温（棚井，1991）
9	：亜寒帯区の最高年平均水温（西村，1981）
7.2	：PF；G. <i>pachyderma</i> の左右巻同率の最寒月水温（Ericson，1959）
6.3	：稚内の年平均気温
5	：吉良の植物成長限界温度（吉良の温量指数）
5~0	：PFのArctic，Antarctic海中気候区分（Be & Tolderlund，1971）
4.2	：ウラジオストックの年平均気温
3.98	：一気圧下の水の最大密度対応温度
1.5	：ハバロフスクの年平均気温
0.01	：水の三重点
-1.9	：海水の融点
-3.5	：ミカメムシ（稲の害虫）南岸線

これらの温度反応が過去の生物（化石）を通して温度指標として捉える事ができれば、化石生物温度計として過去の生物群の消長過程をより実質的に考えることが可能になると期待される。実際には斉一説（uniformitarianism）的に過去の事変を解釈する事も大きな課題であるが、絶滅種属については、その原因の特定が極めて困難な現状で

は、循環論になる恐れがある。しかし、化石研究者の多くは、斉一説的解釈の限界や不自然さに気が付いており、ここでその矛盾点を明確にする事も今後の研究のためにも重要である。

日本列島の気候・海中気候の特性

すでに奥谷・鎮西（1976）が日本列島の海洋特

表2 西太平洋地域の緯度的水温変化と海洋気候区分。
海洋気候区分は西村（1981）に準じ、それぞれの気候帯の年平均・最高（8月）・最低（2月）月平均の海水温度及び年較差を示す。

地域 Area	緯度 Latitude	年平均水温 Ann. mean T	最低月平均水温 Min. T (Feb.)	最高月平均水温 Max. T (Aug.)	年較差 Range (°C)	海洋気候 Marine Climate
	80°N		0°C			
	75		0			Boreal (Arctic) (寒帯区)
北極海	70		0	8°C	8°C	
ベーリング海	65		0	8	8	
カムチャッカ基部	60		0	10	10	
カムチャッカ先端	52		0	10	10	Subboreal (Subarctic) (亜寒帯区)
	50		0	10	10	
	48	4°C	0	10	10	
	46	5	0	10	10	
	45	6	0	12	12	
	44	7	0	16	16	
釧路一帯広沖	43	8	1	18	17	Cool-Temperate (冷温帯区)
襟裳沖	42	9	2	20	18	
下北沖	41	10	4	21	17	
三陸沖	40	12	7	22	15	
仙台湾	39	13	8	23	15	
	38	14	10	23	13	
	37	15	12	24	12	Mild-Temperate (中間温帯区)
銚子沖	36	16	15	25	10	
房総沖	35	18	16	26	10	Warm-Temperate (暖温帯区)
紀伊沖	34	20	16	27	11	
宮崎沖	32	22	18	28	10	Subtropical (亜熱帯区)
種子島	30	24	20	28	10	
奄美南沖	28	24.5	21	28	7	Tropical (熱帯区)
沖縄南沖	26	25	21	28	7	
台湾中央	24		22	28	6	
台湾南端	22		25	28	3	
台湾／フィリピン	20		25	28	3	
	15		26	28	2	
フィリピン中央	10		27	28	1	
	5		28	28	0	
ボルネオ	0		28+	28+	0	

水温資料は理科年表と水路部の資料による。緯度変化を明確にするため一部の沿岸域では実際の観測温度と1度C前後異なる場合がある。

性を詳しく述べているが、南北に長い日本列島は北緯 24 度から 46 度にわたる南北約 2400km の中緯度帯を占め、そこには熱帯－亜熱帯から亜寒冷帯に至る温度帯（気温帯）が存在している。植生に基づく気候区分は植村（本論文集）を参考にするとして、日本近海の海洋生物群に基づく生物地理区は貝類に基づく区分（Nomura and Hatai, 1936）、世界的規模での位置づけの区分（堀越, 1977）、浅海性生物群に基づく区分（西村, 1981）などがある。しかし熱帯区ひとつを例にしてもその統計的・経験的気候帯区分の定義は研究者によって微妙な差がある（例えば Hedgpeth, 1957）。さらに暖流域と寒流域やその混合区についても明確な定義を設けることが難しく、むしろ生物種属の消長を基本に生物気候帯としての意味での帯区分が用いられているのが現状であろう。また、亜熱帯と亜寒冷帯の収れんとして黒潮・親潮の対立を考える立場と、これを順次、熱帯－亜熱帯－暖温帯－中間温帯－冷温帯－亜寒冷帯－寒冷帯－極寒冷帯と細分してとらえる立場がある。現在の日本列島を取り巻く海洋環境が黒潮・親潮の対立にあるとしても、新生代における地球の寒冷化の歴史を考えると、過去の海洋環境を考える際には後者の漸移的区分をモデルにする方が妥当であると考えられる。

海上保安庁水路部での統計資料や理科年表などに代表される海洋表層の年平均水温・最高月平均水温・最低月平均水温などを活用すると、50m 以浅の浅海性海洋生物はその深度での年較差がほぼ夏と冬の季節変化の変動に対応し、50m 以浅の生物相を基本に海洋生物気候帯を設定してもよいと考えられる（小笠原, 1988）。その意味で、ここでは西村（1981）の区分を基本にその緯度と平均水温、最高月・最低月平均温度との対応、更に水温の年較差を概略化した表を示す（表 2）。

寒帯の生物は大きな地史的変遷を考えると、暖温地域の種属に起源を求められると考えており、北極海やベーリング海の貝類相などはその例である。西村（1981）が述べているように、暖温性の先祖がある地域に閉息される過程でより寒冷な地域へと適応分散を起こしてきた事は十分予想される。日本海など南方から幼生が供給される海域で

かつ温度の年較差などが急激に生じる地域であれば、このような適応分散を可能にする事が期待される。これは中緯度帯での背弧海盆（縁海）として日本海をもつ日本列島の特性の一つでもあろう。そのような意味で何度も指摘されてきた事であるが、本邦固有種や寒冷系生物相の進化過程を具体的に研究できるのが日本のおかれている特質であるとも言えよう。

熱帯・亜熱帯・暖温帯などの区分とタクサの特性

熱帯生物の特徴は種の多様性にあると考えられる。その好例は礁性サンゴで、過去の地球史研究でも化石サンゴ礁の存在を熱帯－亜熱帯環境の証拠として用いてきた。地球上の気候帯配置を巨視的に見ると、この暖流指標のサンゴ礁と対照されるのが寒い代表としての氷床、氷河の存在であろう。地球上の温度（水温）勾配を地史的に概観すると常に熱帯－亜熱帯が赤道を中心にして存在していたと考えるのは当然であろう。しかし、地質時代や地域によっては海陸の分布など古地理的変遷によっても気候は変化するであろうし、高緯度地域に常に氷河・氷床が存在していたわけではない（表 4 の地史年表参照）。即ち、古気候推定には熱帯から南北への温度勾配を生物（化石）群の記録を基に比較考察をする事が重要である。

生物地理区分は経験則で、どうしてそこに境界が存在するのかは種の分散方法にも起因し、同時にプレート移動に関連した古地理や古海洋環境の変化が深く関連する。

本来自然界の動植物の分布に、ある範囲で水平的・垂直的区分や境界が引かれるのは、その生存繁栄が色々な環境因子に依存しているからであり、初期の生物地理学で提唱された蜂須賀線、八田線、ブラキストン線などは陸上生物の分布が海峡を境して大きく異なる点を認めた事にある。

その一方、海洋生物でも浅海性生物を指標に多くの地域性が認められてきた。特定の群集が水塊や海流系に応じた分布をしているとした海洋生物地理区分は、Ekman (1935, 英訳 1953) による世界的な沿岸地域の区分に続き、本邦近海では貝類相（Kuroda and Habe, 1952）、海藻を含めた浅海生物相（西村, 1981；堀越, 1977）などの他、タ

クサに基づく区分（浮遊性有孔虫，珪藻，石灰質ナノプランクトン）などが行われている。

生物地理区系の研究が最も進んでいる陸上植物相（植生）区分では、一般に吉良の温量指数（吉良，1949，1951）で代表される月平均温度，湿度，年較差などが，植生分布を規制する大きな要因であると考えられている。このような温度条件を海の生物にも適用できないであろうか？

奥谷・鎮西（1976）で指摘されているように陸上植物の熱帯／亜熱帯は台湾／フィリピン，海中浅海生物のそれは奄美／種子島に設定されるように緯度的には大きな違いがある。この事は黒潮の存在が大きな理由であるとされているが，新生代生物地理を考察する際に陸上植物と海洋生物の見解の相違を理解する上で重要である。更に海洋生物の多くの分類群についても，個々の立場からの温度特性が把握され，その特徴を生かした古環境推定が出来ればと考える。

生物温度計としての例（巻貝のイモガイとタカラガイ類の例）

種の多様性とその地理的変化の例として，イモガイ，タカラガイ類の単純積算種数が低緯度から中緯度に減少する事が知られている（表3；Horikoshi, 1957; 波部，1978）。この種数積算には調査の精度や分類の問題を内在するが，基本的に高緯度に向かってその種数は減少する。ここで，あえてその特性を評価するなら，南方系生物の北への分散は冬期の最低温度に規制されるとする基本理念で，瀬戸内を除く15産地のタカラガイ種数（X）と最低月平均表層水温の関係を計算すると， $水温 = 10.51 + 0.15X$ ($r = 0.89$) となる。イモガイ科の種数と月平均最低温度の回帰式は相関係数 ($n = 12, r = 0.71$) が低く，また両者の種数合計と最低月平均水温の対応では ($Y = 11.43 + 0.06X$; Y: 水温, X: 種数, $n = 14, r = 0.82$) などが導かれる。これは経験的に指摘されてきた貝類相と水温

表3 日本近海のタカラガイとイモガイ科の地域的多様性（種数）

地域（緯度）	タカラガイ科	イモガイ科	計	最高月平均水温	最低月平均	年平均
台湾（22～25°）	49 (45)	55 (55)	104 (100)	28℃	22℃	26℃
琉球列島（26～27）	63 (49)	80 (66)	143 (115)	28	20	25－24.5
奄美諸島（28）	65	91	156	28	19	24.5
宮崎県（32）	33	22	55	28	18	22.5
高知県（33）	54 (40)	74 (19)	128 (59)	27	17	21－20
潮ノ岬（33.5）	55 (48)	93 (40)	148 (88)	27	17	21
伊豆大島（35）	(22)	(12)	(34)	26	16	20
伊豆・三浦（35.5）	(15)	(4)	(19)	26－25	15	19
相模湾（35）	34	15	49	26	16	19
仙台－銚子（36～38）	4	0	2	25－23	14－10	17－14
岩手県（39）	1	0	1	23	8	14－13
北海道（41）	0	0	0	22	7	13
天草灘（32）	11	3	19	27	15	21
福岡県（33.5）	16	8	23	27	14	20
山口県（34）	13	4	18	27	13	19.5
瀬戸内海（33～35）	7	0	7	27	17	20
福井県（35.5）	8	1	9	27	11	19
佐渡（38）	3	0	3	27	10	16.5
秋田（39～40）	2	1	3	26－25	9	16

種数は波部（1978），（ ）は Horikoshi（1957）などに基づく，水温は理科年表から概算

の関連を試算しただけであるが、方法を工夫すれば、より具体的に亜熱帯から中間温帯への変遷過程の水温に関して一つも目安を与えてくれると考えられる。

イモガイの仲間は種によって摂取物を特定している例（ハワイ諸島などの例；Kohn, 1980）などがあり、多様性の原因を水温だけに求めることは妥当ではない。しかし、緯度的な種数の変化を概観すると 50 種以下の範囲では緯度的な減少がかなり明瞭である（図 1）。この事は、イモガイとタカラガイが数種でも産する地域は、明かに暖流の影響を受けていると共に、その種数によって目安

となる温度が齊一説的に導かれる事になる。

元村の個体数と種数の等比級数や熱帯から寒帯にいたる種の多様性（木元, 1976）も温度条件との対応を検討する必要があるが、多様性が即温度に対応するよりも生物の消長における多様な環境変動を示すかもしれない。上に挙げた巻貝の他、特定の分類群、例えば Shimamoto (1986) が議論したような本邦における浅海性二枚貝の科レベル（Veneridae, 二枚貝）内での緯度的多様性を検討することで、水温との対応が近似的に把握できる事も予想できる。更に中緯度帯で化石として豊富な浅海性貝類で、本邦で系統的分類の総括がある

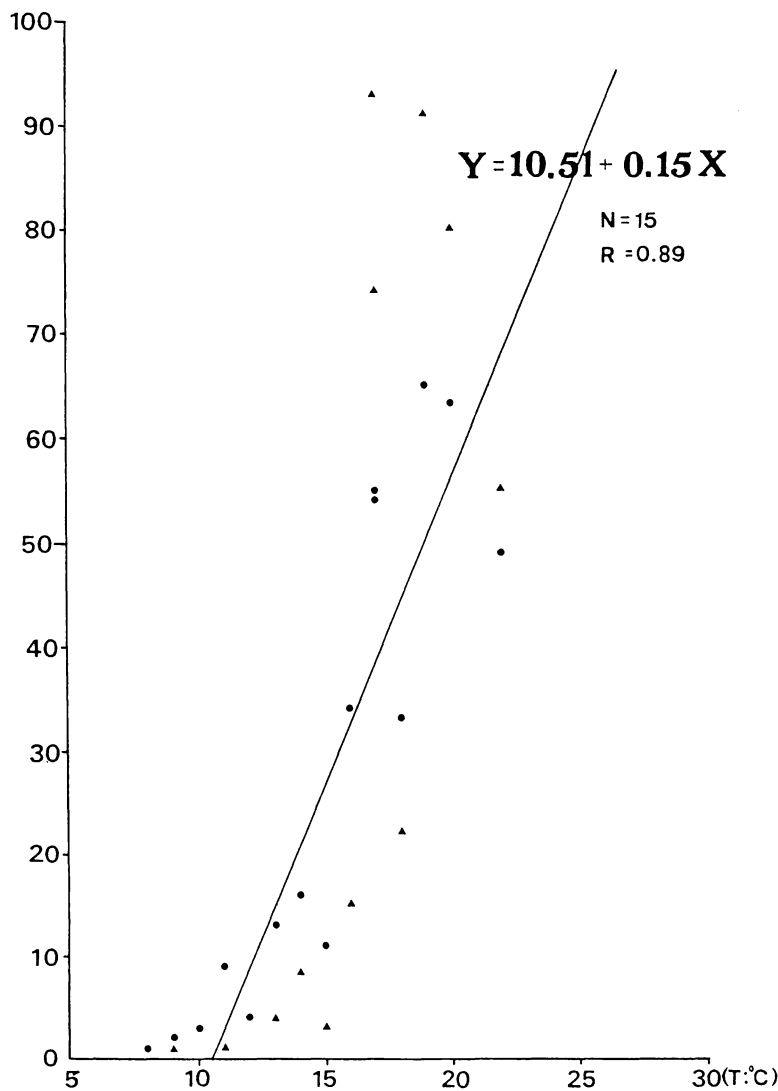


図 1. タカラガイ温度計の試算 (Y: 最低月平均水温, X: 種数)

Pectinidae (Masuda, 1962), Arcidae (Noda, 1966)などは好材料で、既に多くの議論が有るとは言え、古環境的、特に古水温的再解釈が望まれる。

高緯度の気候区分と温度的構造

南極・北極の生物相や深海の生物相の成立過程の予察的研究を通じて、いわゆる両極相の生物がどの様な経過を経て現在に至っているのか大変興

味深い。Knudsen (1970) の貝類相の研究では深海と北極の生物相の起源は異なり、北極や深海への進出は最近の地史事件（多分第三紀－第四紀）である事が指摘されている。

北方系貝類の生物地理的分布区の成立過程を考える上で、現在の北方・寒冷生物相がいかなる特徴をもっているのかを把握する必要がある。また北極圏が雪氷圏として世界の冷凍庫としての役割を果たすようになった地史的経過を明らかにする

Characteristic genera/species of boreal region (Shallow water elements)

species	province	N-Japan		S-Sakhalin		Okhotsk	N-Kuril	Komand.	Anad.	E-Chukot
		1	2			4	3	5	6	7
<i>Chlamys albidus</i>						4	3	5		
<i>C. behringiana</i>							3	5	6	
<i>C. derjugini</i>			2			4	3			
<i>C. erythromomatus</i>						4	3			
<i>C. hindsi asiaticus</i>							3	5	6	
<i>C. islandica</i>						4	3	5	6	7
<i>C. nipponensis</i>		1								
<i>C. rosealbus</i>			2							
<i>Swiftopecten swiftii</i>		1	2							
<i>Mizuhopecten yessoensis</i>		1	2							
<i>Callista trigonoovata</i>			2							
<i>Callithaca adamsi</i>		1	2							
<i>Dosinia angulosa</i>		1								
<i>D. japonica</i>		1								
<i>Ezocallista brevisiphonata</i>		1	2							
<i>Mercenaria stimpsoni</i>		1	2							
<i>Prothothaca euglypta</i>		1	2							
<i>P. jedoensis</i>		1								
<i>P. staminea</i>			2		4		3	5	6	7
<i>Saxidomus purpurata</i>		1								
eury-bathyal species										
<i>Heteromacoma irus</i>		1								
<i>Macoma calcarea</i>		1	2		4		3	5	6	7
<i>M. incongrua</i>		1								
<i>M. middendorfi</i>			2		4		3	5	6	7
<i>M. nipponica</i>		1								
<i>M. orbiculata</i>			2							
<i>M. orientalis</i>			2		4		3			
<i>M. tokyoensis</i>		1								
<i>Nuttallia commoda</i>			2		4		3			
<i>N. ezonis</i>		1								
<i>N. olivacea</i>		1								
<i>Peronidia lutea</i>			2		4		3	5	6	7
<i>P. venulosa</i>		1	2							
<i>P. zygoensis</i>		1								
<i>Clinocardium ciliatum tshuktohense</i>						4	3	5	6	7
<i>C. nuttalli</i>			2			4	3	5	6	7
<i>Keenocardium californisense</i>		1	2			4	3	5	6	7

図2. 寒冷系浅海性二枚貝類の生物地理 (Scarlato, 1981 に基づく)

Characteristic species of boreal region

species	province	N-Japan	S-Sakhal.	Okhot.	N-Kuril	Koman.	Anad.	E-Chuk.
		1	2	4	3	5	6	7
<i>Crasscardia crassidens</i>		1	2	4	3	5	6	7
<i>Cyclocardia crebricostata</i>			2	4	3	5	6	7
<i>C. ferruginea</i>		1						
<i>C. isaotakii</i>		1	2		3			
<i>C. rjabiniinae</i>			2					
<i>C. ventricosa ovata</i>						5		A
<i>Miodontisucs annakensis</i>			2		3			
<i>M. prolongatus</i>		1	2		3			
<i>Astarte ioani</i>					3	5	6	
<i>A. multicostata</i>					3		6	
<i>Elliptica alaskensis</i>			2	4	3	5	6	7 A
<i>E. a. derbeki</i>				4				
<i>Nicania inequilatera</i>				4				
<i>N. montagui orientalis</i>				4				
<i>N. m. vermicosa</i>				4				
<i>Tridonta borealis borealis</i>		1	2	4	3	5	6	7
<i>T. b. placenta</i>				4				7 A
<i>T. rollandi</i>					3	5	6	7 A

A: Arctic region

図 3. 寒冷系貝類相 (Astartidae, Carditidae) の地理的分布 (Scarlato (1981) を改作)

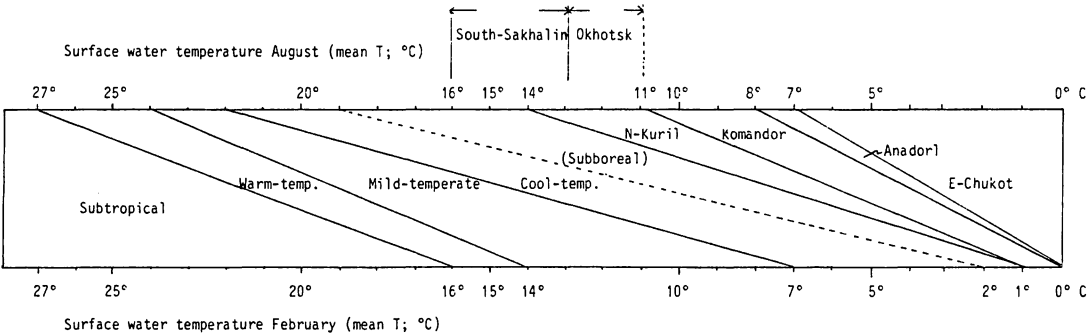


図 4. 気候帯区分・表層水温の最高・最低月平均水温と浅海性生物群集の対応

事も重要である。海水の物理化学的特性の水平的な変化幅は基本的に垂直的な変化幅に対応すると考えられ、酸素同位体比などから指摘されている表層・深層の相対的同位体比の地史的变化も注目しなければならない。

北西太平洋地域における二枚貝貝類相に基づく生物地理区系は Scarlato (1981) によって細分されている。この Scarlato による地理的区分には一部に沖合性の貝類を含み地域的固有種及び亜種の存在をもって区分されているものもあるが、高

緯度地域における生物地理と水温との対応を見る上で参考になる (図 2, 3)。各生物区を夏期の月平均最高水温と冬期の月平均最低温度をその地域の一般的な水温勾配と見て水温範囲を示す (図 4)。

この図では気候的な区分でなく地域名を区分帯の名称としているが、注目される事は夏期表層月平均水温で 14-11 度 (北千島区)、11-8 度 (コマンドール区) など 3 度程度で二枚貝相が区別されている事である。一般的に寒冷系の生物の分布は夏期の最高水温が分布の障壁となる事が予測され、

冬期の水温は2度以下で大変狭い温度範囲を示している。

南樺太区やオホーツク区は沿海としての性格から地域性がよく反映したものと考えられるが、ここでも水温だけで見ると、16-13度前後、13-11度前後と数度の範囲で生物区が対応している事になる。

新生代地史年表

新第三紀の地史事件に関しては CPNS や IGCP -246 プロジェクトで総括がなされつつあるの
で、それらを参考にしていただくとして、本邦新
生代の主要な事件とその年代との対応を整理した
(表 4)。

表 4 新生代地史年表

年代 (Ma)	地質事件・生物事件
65	: Mesozoic/Cenozoic 境界 (中生代型動物群の大量絶滅)
53-38	: Eocene: 気候温和 (氷河は南極高地に限られる)
38	: Eocene/Oligocene: 全地球的寒冷化 (南極氷河海水準まで降下), 海水と南極底層水の形成・CCD 急降下
38-22	: Oligocene: 長期化した氷河作用・活発な底層水の活動・深海底の侵食の発達
30-25	: Late Oligocene: 南極環流の発達・深海堆積物の分布様相の変化
24.6	: Paleogene/Neogene 境界 (新第三紀型動物群の出現繁栄)
22	: Early Miocene: 南極収れん線 (低緯度の湧昇流を伴う) の発達
17.5	: Early Miocene: 台島型植物化石群 (温暖型) の出現
16.5-15	: E-E. M. Miocene: 海中気候の温暖期 (1st Climatical Optimum)
13.8	: (Blow Nll or <i>D. nicobarica</i> Zone): 寒冷化の開始時期
13.5	: Miocene: 深海底ハイエタス顕著
13.3-9.0	: Miocene: 珪藻 (<i>D. praedimorpha</i> 出現) の示す寒冷化
13-10	: M-L Miocene: 東部南極大陸での主要氷冠の発達・流水ニュージーランド南方に初出現
8.0	: Late Miocene: 東北脊梁が形成され日本海/太平洋が分断される
6.5	: Late Miocene: 深海底ハイエタス顕著
6.2-5.1	: L Miocene: メッシニアン塩分危機 (地中海大半が干上る)
6.0	: Late Miocene: 丹沢山地の本州弧への衝突 (?)
5-4.2	: E Pliocene: 南極氷床の大発達・大海退・全地球寒冷化・西部南極大陸での氷床発達・南極収れん線での湧 昇の激化・浮氷の増加
3.6-3.2	: Pliocene: 南極周辺比較的暖温
3.5	: Pliocene: バタゴニア山岳氷河発達
3.5-3 (or 3.25-2.1)	: Pliocene: ベーリング陸橋の消滅
3.1-2.7	: Pliocene: シェラネバダの山岳氷河発達
3.4-2	: Pliocene: パナマ陸橋の形成
3.0	: Pliocene: アルプスの山岳氷河発達
2.6	: Pliocene: 北半球での氷河発達
1.63	: Pliocene/Pleistocene 境界
1.6-1.3	: Pleistocene: 小氷河期
1.0-0.7	: Pleistocene: 小氷河期
1.0	: Pleistocene: 伊豆半島の本州弧への衝突・アカシゾウの絶滅
0.8	: Pleistocene: アケボノスギ (<i>Metasequoia</i>) の絶滅
0.7	: Pleistocene: 南極収れん線での湧昇大激化・浮氷の増加
0.6	: Pleistocene: トウヨウゾウ日本列島に移住
0.55-0.5	: Pleistocene: 氷河期
0.3	: Pleistocene: ナウマンゾウ日本列島に出現
0.13-0.12	: Pleistocene: 下末吉海侵
0.08-0.01	: Pleistocene: 氷河期

Kennett *et al.*, 1975; Koizumi, 1981, 1985, 1986 等に基づく

古気候変遷の視点から注目しなければならないのは両極の雪氷圏の消長と地域的气候変化の問題、浮遊性と底生有孔虫の殻に基づく酸素同位体変遷から指摘されている始新世における表層と深層水の温度勾配（10度以下）の少なさ、16Ma前後の世界的規模での熱帯海中事件など地球規模での変動である。これらの事件の内容についてはまだ多くの解明すべき問題があるが、古生物研究者はその研究を通じて種属の消長や発展過程を最も理解している。その過程をより明確に把握する一方、このような地史事件との対応にも注意を払う必要があると考えられる。

最後に、本邦を中心にして指摘されている第三紀の地史的・古生物的事件について、特に古気候・古水温に関連する事項を以下にメモする。

a) 古第三紀

1) 始新世末の寒冷化 (Eocene terminal event)

始新世の海水温度は表層と深層でも数度（10～5度前後）しか差が無かったと考えられており (Boersma *et al.*, 1987), 海保 (1989) などの深海性底生有孔虫集の消長史にその考察が述べられている。陸上動植物や浅海性生物ではいかなる消長とその温度変遷が考えられるのか多くのタクサで検討されるべき課題の一つであろう。

2) 古第三紀と新第三紀の生物相の変化と古環境の対応

温度的背景が新第三紀の誕生に関連しているとした指摘はないと思われるが、海水の循環系の変化、南極での氷床の発達から予想される緯度による季節変化が検討課題であるかも知れない。

b) 新第三紀

1) 初期中新世の冷温時代

佐藤 (1989) が指摘しているように、阿仁合型植物群から台島型植物群への変遷とそれらの古気候的解釈を古植物学の分野から具体的に解明する必要がある。

2) 熱帯海中事件

海洋古生物からは認知された事として議論が進められているが、古植物研究者からは暖温

帯であるとされる。本邦におけるマングローブ林花粉の発見 (山野井ほか, 1980) を含めて、これとともに産する熱帯-亜熱帯貝類種 (山野井・津田, 1986) の存在を合理的に解釈する必要がある。また従来の解釈の相違は年較差に求めるべきか、地質時間の分解能に原因があるのか、また他に原因があるのか、検討課題である。

3) 日本固有種属の形成過程と古環境の対応

すでに小笠原 (1988) で述べたが、幼形進化の過程と温度低下の関連が予測される。多方面から固有種形成プロセスの具体的例とその古環境的背景の因果関係の考察が期待される。

4) 第二温暖期と亜熱帯気候スパイク

仙台付近の青麻層・七北田層の化石から想定される事件で、より詳しい実態の把握が望まれる。

5) 鮮新世温暖化

中新世末期の寒冷化と連動して鮮新世初期の温暖化が指摘されているが、その実態は本邦での把握が遅れている。日本海側秋田県では天徳寺層中に暖流系の貝類と浮遊性有孔虫の存在が指摘されているが、より広域的な解明はなされていない。

6) 親潮の寒冷海の成立

日本列島を取り巻く現在の海流系が明確になったのは、竜の口動物群の出現時であると考えたが (小笠原, 1988), 多方面からの再検討が望まれる。

文 献

- 浅野 清, 1971: 古環境論. 朝倉書店, 199 pp.
- Be, A. W. H. and Tolderlund, D. S. 1971: Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In B. Funnel and W. R. Riedel (eds.), *Micropaleontology of oceans*. Cambridge Univ. Press, London, 105-149.
- Boersma, A., Silva, I. P. and Shackleton, N. J., 1987: Atlantic Eocene planktonic foraminiferal paleohydrographic indicators and stable isotope paleoceanography. *Paleoceanography*, 2, 287-331.

- Chinzei, K., 1984: Ecological parallelism in shallow marine benthic associations of Neogene molluscan faunas of Japan. *Geobios, Mem. Spec.* no. 8, 135-143.
- and Iwasaki, Y., 1967: Paleoecology of shallow sea molluscan fauna in the Neogene deposits of northeast Honshu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 67, 93-113.
- Cronin, T. M. and Dowsett, H. J., 1990: A quantitative micropaleontologic method for shallow marine paleoclimatology: Application to Pliocene deposits of the western north Atlantic Ocean. *Marine Micropaleont.*, 16, 117-147.
- Crowley, T. J. and North, G. R., 1991: *Paleoclimatology*. Oxford Univ. Press, New York, 339pp.
- Ekman, S., 1935: *Tiergeographie des Meeres*. Leipzig, Aca. Verlag, 542pp.
- 1953: *Zoogeography of the sea*. London, Sidgwick and Jackson, 417pp.
- Ericson, D. B., 1959: Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. *Science*, 130, 219-220.
- Frakes, L. A., 1979: *Climates throughout geologic time*. Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam, 310pp.
- 波部 忠重, 1978: 日本の貝類. 自然科学と博物館, 45, 58-63.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. and Vail, P. R., 1987: Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235, 1156-1166.
- Hedgpeth, J. W., 1957: Marine biogeography. In Hedgpeth ed, *Treatise on marine ecology and paleoecology*, Vol. 1. Ecology. *Geol. Soc. America, Memoir* 67, Vol. 1, 359-382.
- Horikoshi, M., 1957: Note on the molluscan fauna of Sagami Bay and its adjacent waters. *Sci. Rep., Yokohama Nat. Univ., Sec. II.* no. 6, 37-64, pl. 11.
- 堀越 増興, 1977: 海洋生物地理区(浅海系). 岩波生物学事典, 第2版, 159-160, 岩波書店.
- 海保 邦夫, 1989: 新生代における深海底生有孔虫の殻形態の変遷と古環境的意義. 化石, no. 47, 1-23.
- Kennett, J. and Barker, P., 1990: Late Cretaceous to Cenozoic climate and oceanographic developments in the Weddell Sea, Antarctica; An Ocean-Drilling Perspective. *Proc. ODP Sci. Resul.*, 113, 937-960.
- et al., 1975: Cenozoic paleoceanography in the south-west Pacific Ocean, Antarctic glaciation, and the development of the Circum-Antarctic Current. *Initial Rep. D. S. D. P.*, 29, 1155-1169.
- 木元 新作, 1976: 動物群集研究法 I - 多様性と種類組成 -. 共立出版, 生態学研究法講座 14, 192 pp.
- 吉良 龍夫, 1951: 日本の森林帯. アジアと日本・日本の森林帯, p. 105-140. (1949年の再版).
- Knudsen, J., 1970: The systematics and biology of abyssal and hadal Bivalvia. *Galathea Rep.*, 11, 1-237.
- Kohn, A. J., 1990: Tempo and mode of evolution in Conidae. *Malacologia*, 32, 55-67.
- 小泉 格, 1981: 珪藻群からみた日本における初-中期中新世の海洋古環境. 化石, no. 30, 87-100.
- Koizumi, I., 1985: Diatom biochronology for Late Cenozoic Northwest Pacific. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 91, 195-211.
- , 1986: 中新世の珪質堆積物と海洋事件. 月刊海洋科学, 18, 146-153.
- Kuroda, T. and Habe, T., 1952: *Check list and bibliography of the Recent marine Mollusca of Japan*. Hosokawa Print. Co., Tokyo, 210 pp.
- Laporte, L. F. (桑野 幸夫訳), 1971: 古環境学入門. 地球科学入門シリーズ 6. 共立出版, 142 pp.
- 丸山 俊明, 1987: 中新世用珪藻温度計の試作と東北日本太平洋側南北断面に沿った古海洋変動史. 日本古生物学会第136例会講演予講集, p. 14.
- 増田 富士雄, 1986: 炭酸塩生物殻中の元素含量は古水温計となりうるか. 地学雑誌, 95, 1-26.
- Masuda, K., 1962: Tertiary Pectinidae of Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, 33, 117-238, pls. 1-10.
- Miller, K. G., Fairbanks, R. G. and Mountain, G. S., 1987: Tertiary oxygen isotope synthesis, sea level history, and continental margin erosion. *Paleoceanography*, 2, 1-19.
- Nairn, A. E. M. ed., 1961: *Descriptive paleoclimatology*. Intersci. Pub. Inc., New York., 380pp.
- 日本地質学会・日本古生物学会共編, 1976: 陸の古生態, 古生態学論集 I. 共立全書 210, 共立出版, 153pp.
- 西村 三郎, 1981: 地球の海と生命 - 海洋生物地理学序説 -. 海鳴社, 東京, 284pp.
- Noda, H., 1966: The Cenozoic Arcidae of Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)* 38, 1-161. pls. 1-14.
- Nomura, S. and Hatai, K., 1936: A note on the zoological provinces in the Japanese seas. *Bull. Biogeogr.*

- Soc. Japan*, 6, 207-214, pl. 13.
- 小笠原憲四郎, 1988: 東北日本の暖・寒流系貝類の消長からみた新第三紀の生物事件. 大阪市自然史博, 特別号, 49-70.
- 奥谷 喬司・鎮西清高, 1976: 日本をめぐる海とその生物. 科学, 46, 248-258.
- 斎藤 常正, 1983: 年代層序樹立の手法としての古気候変遷と海水準変動. 石油技誌, 48, 21-34.
- 佐藤 誠司, 1989: 常磐炭田第三系の花粉層序学的研究. 地質雑, 95, 171-187.
- Scarlato, O. A., 1981: Bivalvia Mollusca from mid-latitude of western Pacific Ocean. Akademy Nauka SSSR, Zoological Inst., 479 pp with 489 photo. (in Russian, title translated).
- Schwarzbach, 1963: *Climate of the past* (English translation of 1962, *Das Klima der Vorzeit*).
- Shimamoto, M., 1986: Shell microstructure of the Veneridae (Bivalvia) and its phylogenetic implications. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, 56, 1-39, pls. 1-20.
- 高柳 洋吉, 1980: 過去の気候変動. 気象研究ノート, no. 140, 423-457.
- 棚井 敏雅, 1991: 北半球における第三紀の気候変動と植生の変化. 地学雑誌, 100, 951-966.
- Tanaka, Y., 1991: Calcareous nannoplankton thanatocoenoses in surface sediments from seas around Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, 61, 127-198, pls. 1-7.
- Wolfe, J. A., 1979: Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of the northern hemisphere and Australasia. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 1106, 1-37.
- 山野井 徹・津田 禾粒, 1986: 富山県黒潮谷層(中部中新統)に見出されるマングローブ林の様相. 国立科博専報, no. 19, 55-66, pls. 3-4.
- ・———・糸魚川 淳二・岡本 和夫・田口 栄次, 1980: 西南日本の中新統中部から発見されたマングローブ林植物について. 地質雑, 86, 635-638.
- 山内 守明, 1986: 日本近海表層堆積物中の放散虫群集. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 7, 141-156.

大型植物化石に基づく新生代の古気候変遷と気温

植 村 和 彦*

Cenozoic climate and temperature on the basis of plant megafossils

Kazuhiko Uemura*

Abstract Climatic factors controlling plant growth and distribution, and methods of paleoclimatic reconstructions based on plant megafossils are briefly reviewed. Of the two basic methods, the nearest living relative and leaf physiognomy methods, the latter provides more reliable interpretations for older fossil assemblages consisting of many species whose taxonomic affinities are uncertain. As evidenced by leaf physiognomic characters and other geologic informations, overall trends indicated by Japanese Cenozoic floras are changes in temperature under the humid climate. Estimated temperature curves are provided by leaf margin analysis of dicotyledons for these floras. Around the Early/Middle Miocene boundary is the warmest period during the Miocene. The plant megafossil evidence for this warm period indicates a warm-temperate climate: mean annual temperature is less than 20°C and mean annual range of temperature is nearly the same as or greater than that of the present. The result is inconsistent with that by pollen and molluscan assemblages, and possible explanations for this discrepancy are given.

はじめに

陸上の気候環境は海洋の環境に比べてはるかに複雑である。このため古気候の推定には様々な問題が内在しているが、陸上植物は、こうした複雑な気候環境を考察するために、もっとも有用な古生物からの情報を与えてくれる。

植生と気候との関係は、ケッペンの気候区分などで一般によく知られている。針葉樹と広葉樹、高木-低木-草本、常緑樹と落葉樹など、植物の生活型にもとづいた植生区分と大気候区分とはよく対応する。たとえば、熱帯多雨林は、アフリカ、東南アジア、アメリカ大陸にそれぞれ分布するが、森林のフローラ（植物相）組成は異なっても、植生は極めて高い類似性を示す。同様に、乾燥地域には、刺植物など乾燥気候に適応した植物からなる疎林が、あるいは、中緯度の温帯湿潤地域には、落葉広葉樹林が発達する。これらの場合も、フローラ組成は異なっているが、景観的植生はそ

れぞれ類似していることが指摘できる。

ある地域のフローラは、構成種それぞれの進化の結果であり、その地域の古地理変遷や環境変動史が強く関与している。植生は、それを構成する個々の植物（すなわちフローラ組成）とは無縁ではないが、上に述べた例からも明らかのように、環境に適応した一種の表現型と考えることができる。同様なことは、葉や材の適応形質についてもあてはまり、ここに化石群への応用が開けてくる。

小論では、植物と気候との関連を最初に述べ、大型植物化石による陸上の古気候推定について紹介する。とくに、広葉樹葉の相親的特徴を用いた方法を中心として従来の研究を要約し、日本の新生代植物群の例を述べたい。また、前期／中期中新世境界前後の温暖期の気候・気温について触れ、花粉や海生動物化石による古気候論と比較してみる。

植物と気候

植物の分布や生育に影響を与える要因には、気

*国立科学博物館地学研究部

1993年4月3日受付, 1993年4月26日受理

温, 降水量 (湿度), 風, 光 (日射量) などの気候要因と, 土壌, 地形, 火山活動や野火, 地史, 生物間の関係などの非気候的要因がある (たとえば, Box, 1981). このうち, 大気候に対応した植物分布の規制要因として, 気候の2大要因 (気温と降水量) が重要であることは容易に考えられる.

気温要因は, さらに, 年平均気温, 年較差, 夏および冬の月平均気温あるいはそれらの極値, 植物の生育に極端な障害となる 0°C 以下, あるいは, 30°C 以上になる期間, 降雪および降霜などがある. また, 降水量は, 年間降水量, 降水量と蒸散量の収支 (可能蒸発散量), 降水の季節勾配 (とくに生育期の降水量) などが重要な要因になる. 単に気候条件といっても, その中身はかなり複雑な内容でそれらが密接に関連していることも少なくない.

気温と降水量のうち, 植物の形態の変化をもたらすのは, 後者の乾湿条件といわれている. 陸上に植物が上陸してから後の進化が, 陸上という乾性環境への多様な適応であったことや, 現在の乾燥地域に特有な形態の植物を見てもわかるように, より本質的な要因が乾湿条件であることが理解できよう.

植物と気候との関係については, 作物の栽培という必要から, 詳しく調べられている. 植物の生育に必要な有効水分があるとき, 多くの植物はおよそ 5°C になると成長を始めることが経験的に知られている. そして, 開花・結実までには種類ごとに一定の積算温度が必要であることも調べられている. 吉良 (1948, 1949) は, これらのことを勘案し, 温量指数 (暖かさの指数) と寒さの指数で日本の植生分布が説明できることを示した (5°C を境に月平均単位で, それ以上の温度を加算したのが温量指数, それ以下の温度を加算したのが寒さの指数である). また, 吉良 (1967) は温量指数と乾湿度の組合せで世界の生態気候区分を試みている. 温量指数と同様なものに生物温度 (bio-temperature; Holdridge *et al.*, 1971) がある. この場合は, 月平均気温で 0°C 以下および 30°C 以上の温度を差し引いた積算温度で, その年平均値で示される. いずれの指数も植物の生理的活性温度

を考慮したものといえるが, それらを化石群に直接適用することはできない. しかし, これら指数で示される内容は, 年平均気温と年降水量や, 年平均気温と年較差の組み合わせで近似が可能である. なお, 以下の議論での気候区分の名称は, 吉良 (1967) の生態気候区分にしたがった. 亜熱帯と暖温帯の境は温量指数 180 で, この場合は年平均気温 20°C と同義である.

植物化石による古気候推定

植物化石に限らず, 古生物から過去の気候を推定する場合, 化石の分類結果や系統的類縁関係にもとづき, 現生種と同じ種類, 化石種に近縁な現生種, さらに, 属あるいは属以上の高次分類群について, それらの分布や生態環境のデータから論じられることが多い. こうした近似現生群 (nearest living relatives) による方法は, 時代が新しい資料については信頼性が高いが, 時代が古くなるに従って信頼性が低くなる. 仮に, 化石群の中の現生種だけをとりあげる場合も, それらが現在と同じ分布や環境を示すという保証はなく, 現生種の割合が少なくなればなるほど信頼性は低くなる. 人によって分類結果が異なることや, さらに, 誤同定ということも現実にはあり, その場合は当然のことながら, 結論が異なってくる. また, 特定の分類群を強調する場合は, とりあげる分類群によって解釈が異なってくる. 一方, 近似現生群を用いる方法とは別に, 生物の形態と気候を含めた環境との関係に着目した古気候の推定法がある. たとえば, 材化石にみられる年輪構造の解析や葉の相観的特徴 (physiognomic character) を用いる方法がこれにあたる. 礫性石灰岩や炭層発達に着目した大スケールの古気候復元も前者の分類結果によるものではない.

植物化石は, 葉, 果実・種子, 材幹, 花粉・胞子など, 一般に, 部分の化石として産出することが多い. 果実・種子を中心とした化石群や, 花粉・胞子群にもとづいた気候論はおもに近似現生群による方法である. 材や葉の化石群では, 近似現生群と相観的特徴を用いた両者の方法が可能である. 地質時代の気候を復元するには, 両者の方法を併用すべきであるが, 第三紀の植物化石群を

扱う場合、研究者の主観に左右されやすい近似現生群を用いる方法よりも、後者の相観的特徴を用いた方法が優れている。日本の新生代の植物化石群には、葉を中心とした化石群が多いので、以下に、そうした化石群の解析に必要な葉の相観的特徴（葉状相観）をみてみよう。

葉状相観

葉状相観と気候との関連は、おもにアメリカの研究者によって調べられてきた (Bailey & Sinnott, 1915, 1916; Sinnott & Bailey, 1915; Chaney & Sanborn, 1933 など)。最近では、Wolfe (1971, 1978, 1979, 1990 など) の一連の研究で、葉状相観による古気候解析や方法論的改良が試みられている。葉状相観による古気候論は、日本でも遠藤 (1931, 1939) によっていち早く紹介され、その後の研究でも踏襲されている (例えば, Tanai & Onoe, 1961; Huzioka & Takahasi, 1970), これらの研究で葉状相観としてとりあげられた形態は、葉縁 (全縁-非全縁), 葉面積 (大きさ), 組織の厚薄 (常緑-落葉), 器官 (単葉-複葉), 脈系 (羽状脈-掌状脈), 葉頂形態 (滴下尖端の有無など), 葉脚形態などである。これらは重要な分類形質としては用いられない形態である。化石群への適用例は多くないが、つる植物や刺植物の多寡, 脈系密度や表皮細胞組織の残った化石での組織の厚薄, 毛状突起 (多毛-無毛), 気孔形態, 気孔密度, 細胞壁の湾曲度なども補助的に使われる, 気候との関連のあるこれら形質のほとんどは, 木本の双子葉植物 (すなわち広葉樹) についてである。

草本の双子葉植物については, こうした形質と気候との関連は薄い (Bailey & Sinnott, 1916)。同様なことは, 草本の種類が大部分を占める単子葉植物についてもいえる。生活環の短い草本類は, 気候よりも他の環境要因なり系統が葉状に反映されているものと理解できる。しかし, 新生代の植物化石群は大部分が広葉樹から構成されるので, こうした点は古気候解析に問題とはならない。針葉樹については, 化石群の中でそれらの占める割合が重要となる。

広葉樹の葉状相観で, 気候ともっとも密接な関

係にある形質は, 葉縁 (Bailey & Sinnott, 1915, 1916; 佐藤, 1946; Richards, 1952; Wolfe, 1971 など) と葉面積 (Raunkiaer, 1934, 佐藤, 1946; Webb, 1959; Dilcher, 1973; Dolph & Dilcher, 1978 など) である。常緑葉か落葉かは重要な性質であるが, 化石群への適用は不確かさが残るので, 厚葉と薄葉の割合で判定する (Chaney & Sanborn, 1933)。厚葉には, 常緑樹に半落葉樹や一部の落葉樹の種類が含まれることになる。

さて, 上にあげた葉状相観は, いずれも気温と降水量 (乾湿) に密接に関係している。植物の形態に変化をもたらす気候要因が乾湿条件であることをすでに述べたが, 古気候を判断する場合はこのことを最初に検討しなければならない。

十分な降水量 (とくに生育期) のもとでは, 多くの高木を含んだ森林が発達する。降水量が十分でないと, 高木の成長は阻害され, 極端な場合は砂漠の様な森林のない環境となる。一般に, 乾燥気候の葉は小型・硬質あるいは針状の葉を有するなど, 葉状相観でも容易に判定することができる。

葉面積は, おもに気温, 降水量および光条件によって規制される。温暖多湿条件では大型の葉が多くなるのに対し, 乾燥化あるいは低温化するにしがって, 一般に小型葉が多くなる。また, 同一気候下にあっては, 林冠を形成する高木の葉に比べて下層の中木・低木の葉が大きくなる。これは光合成に関係して少ない光を有効に利用するための適応であることを示している (Richards, 1952)。光条件は第三紀初めの高緯度地域 (極地) の化石群を対象にした古気候論では無視できないが, その他の場合は微気候の範疇に含めてよいだろう。したがって, 葉面積は気温および降水量についてのよい指標となる。常緑 (厚質) で大型の葉が多い場合は温暖多湿条件を, 落葉 (薄質) の大型葉が多い場合は多湿条件をそれぞれ示す。すなわち, 葉面積は降水量の尺度として有用である。葉面積の特徴は, 微小葉, 小葉, 小型中葉, 中葉, 大葉, 巨大葉の葉面積クラス (Raunkiaer, 1934; Webb, 1959) に分けて考察するが, 葉長 (Chaney & Sanborn, 1933) あるいは葉長と葉幅 (Dolph & Dilcher, 1978) で近似することもある。

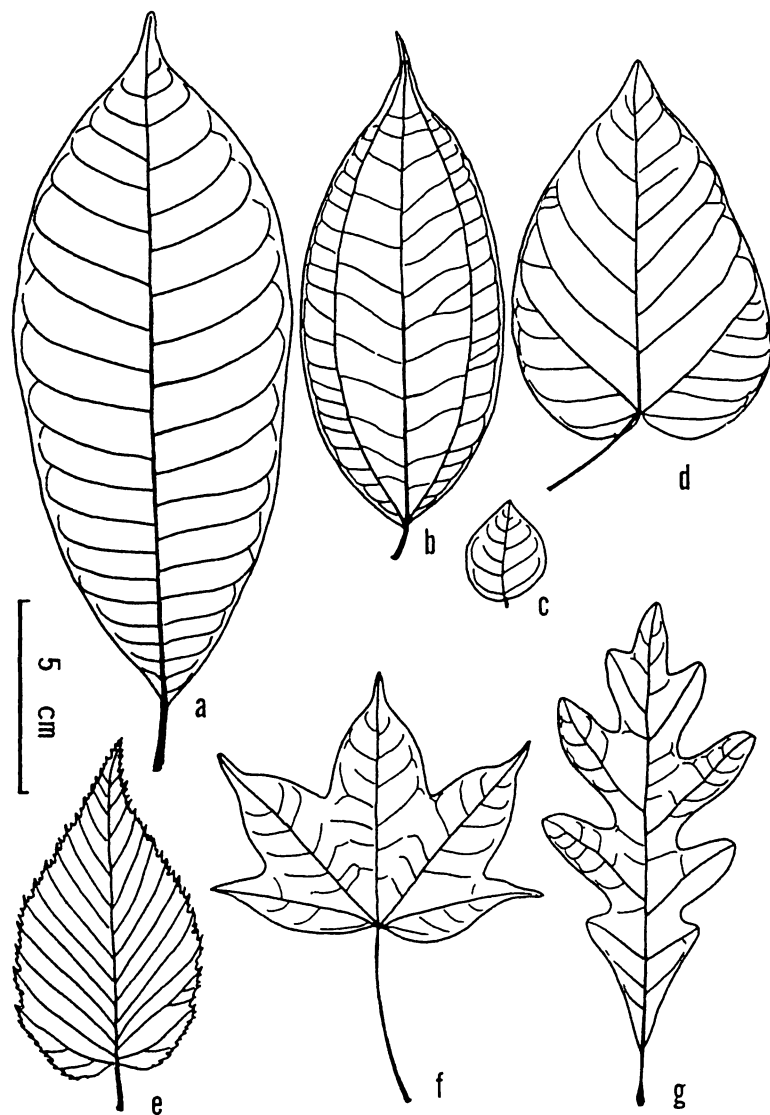


図1. 全縁葉(a-d)と非全縁葉(e-g). a, bのような葉先端を滴下尖端という.

葉面積のほかに葉頂形態も乾湿条件を考える目安となる。熱帯多雨林に典型的にみられる滴下尖端を有した葉(図1a, b)や温帯湿潤林に多い漸先-鋭先形の先端を有した葉の存在は湿潤環境を示す目安とされる(Wolfe, 1990)。

葉縁の特徴は、全縁葉と非全縁(鋸歯縁、裂片葉など)葉に分け(図1), 全縁の種類割合(全縁率)で示される。全縁か非全縁かは、気温と降水量の条件に規制され、後者の条件がより本質的と考えられている。また、鋸歯を有する種類には、明らかに系統関係を反映したものが含まれるの

で、葉縁特徴がすべて環境適応形質とはいえない一面がある。しかし、適潤ないし多湿気候下の森林では、全縁率と気温との間に極めて高い相関関係があることが知られている(Wolfe, 1979)。植物化石群の解析にあたって、それが湿潤気候下であるという前提条件に立てるとき、全縁率は気温の推定にもっとも有用である。Wolfe (1979)によると、全縁率3%が1°Cに相当する。本稿ではこれを用いて、年平均気温($T^{\circ}\text{C}$)換算を $1/3E + 1.7$ (Eは全縁率)で求めた。

全縁率の産出にあたっては、種類を見分けられ

る程度の分類知識は必要であるが、名前の同定までは必要ない。産出全個体で全縁率を算定する方法もあるが、この場合は、比較すべき現生林の資料がほとんどない。同じ種類でありながら、全縁と非全縁の葉が同一化石群で存在する例は少ないけれども、あり得ることである。現生の一本の木で両者の葉が存在することや、個体成長の過程で葉縁や葉形が変化することは普通にみられる。しかし、このような例でも成木では大多数が全縁葉となるので、全縁葉と非全縁葉が混在する場合は全縁として算出する。また、複葉の小葉は単葉と機能的に同じと考えられるので、小葉単位で葉縁特徴を判定する。

葉状相観から古気候を解析する場合、扱う化石群が気候的極相森林の組成で、タフォノミーの要因による選別を受けていないことが理想的である。また、局所的影響を少なくするために多くの産地から採集され、少なくとも20(～30)種以上の種類数からなり、化石採集上の偏りのない化石群が望ましい。しかし、こうした条件をすべて満たす化石群は、森林下の落葉がそのまま保存されたような一部の例を除いて、現実には望めない。原地性の植物化石群はこの条件を満たすように思えるが、これらは一般に水生植物や湿地性の群集からなり、気候以外の環境要因にも左右される。したがって、多少とも異地性の化石群を対象とすることが多いが、タフォノミーに起因する選別を強く受けた化石群ではその信頼性が低くなる。極相森林はある地域の気候条件のもとでもっとも安定した森林を指すが、化石群にはしばしば遷移途中の群集も含まれている。たとえば、火山砕屑岩や河床性堆積物中に認められる化石群は、火山活動による森林破壊後の遷移途中の森林や、森林更新が常に行われやすい森林の組成を示していることが少なくない。全縁率の場合、これらの例では一般に低く(低温側に)表現される。化石採集上の偏りや堆積の選別による影響は、葉面積の考察の際に注意が必要である。含植物化石層の堆積学的検討は、化石群の性質を把握するために重要であるが、日本の資料については今後の検討によるところが大きい。Wolfe (1990)の最近の研究では、葉縁、葉面積、葉形、鋸歯の数と規則性、葉

頂および葉脚の形などについて、気候要因との関連を多変量解析の手法(correspondence analysis)を用いて調べている。葉縁と葉面積がそれぞれ気温環境と水分(降水量)環境に高い相関関係にあることを明らかにしているが、一方で、たとえば葉縁といった一つの葉状相観形態をとりあげて議論することの危険性を指摘している。

日本の新生代気候変遷と気温

新生代を通じて日本が湿潤な気候下にあったことは、炭層が各層準に発達すること、蒸発岩など乾燥気候を支持する堆積岩がみられないこと、陸成層があってもしばしば海成の地層と相接すること、乾燥気候を示す硬質小型葉の顕著な化石群が存在しないことなどから明らかである。葉面積の解析は十分に行っていないが、日本の新生代植物群には小型中葉(ノトフィル; notophyll)クラス以上の中型-大型葉を多数含んでいる。さらに、鋭先-漸先形の葉頂を有した種類を普通にも含むことも湿潤気候を暗示するものである。湿潤気候の中で、その程度や成長期の降水量などの季節勾配を今後検討していく必要はあるが、日本の新生代気候変遷が気温条件を主因とすることには問題がない。すなわち、おもな気候変化を全縁率をもとにした気温変化で示すことが可能である。

図2は、日本から今までに記載報告された論文をもとに、広葉樹の全縁率を求めたものである。古第三紀植物群については、化石群単位の研究が不足しており、時代的な位置付けも十分でない。図中で縦細線で示した区分は、化石群として時代的まとまりがあると考えたもので、この範囲内で時代的新旧があり得る。これとTanai & Huzioka (1967)や棚井(1991)の古気候カーブを比較すると、古第三紀から新第三紀にかけ、寒暖の変動はあるものの気温の一般的低下が認められるという点で基本的な差はない。細部については、植物化石群の時代的位置付けの変更や、かつて中新統とされていた神戸層群の植物化石群など漸新世植物群の新しい資料を加えたことが従来の結果と異なっている。

日本の新生代植物群でもっとも温暖な組成を示すのは、中期始新世の宇部植物群(Huzioka &

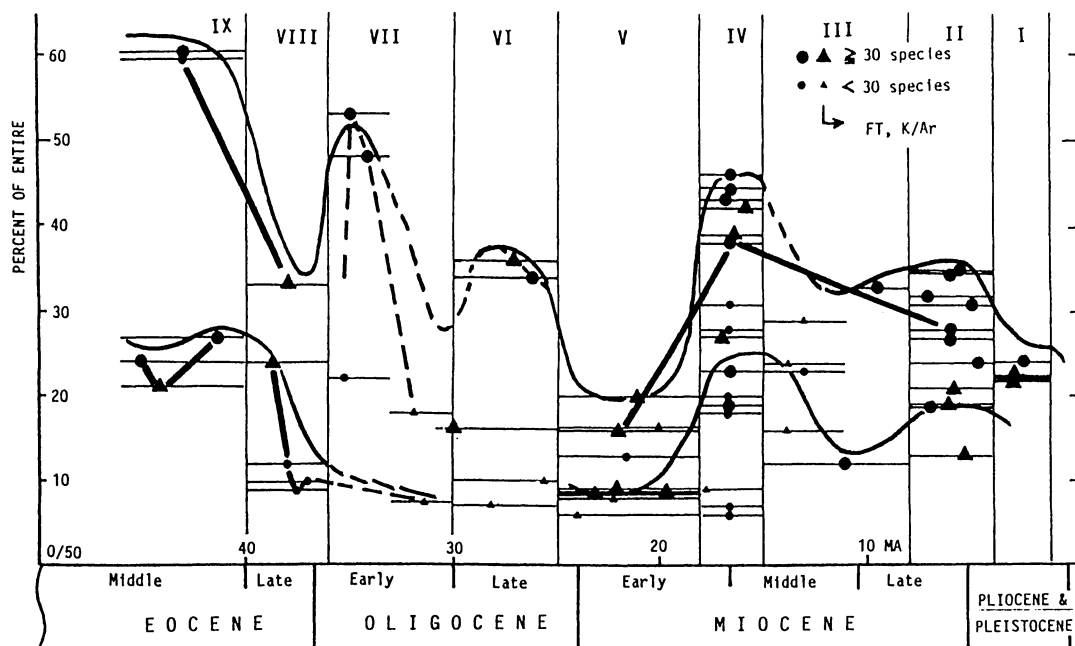


図2. 広葉樹全縁率より求めた陸上気温の変遷. 縦軸の全縁率が高いほど気温も高い. 上のカーブは中部日本以南, 下のカーブは北海道の資料に基づく. 同一地域で気温変化を示す重要な植物化石群については, 太い実線または破線で表現した. I からIXは, 植物化石群による時代区分. 新第三紀のものについては, Tanai (1961) の阿仁合型 (V), 台島型 (IV), 三徳型 (II), 新庄型 (I) の植物群にそれぞれ相当する. IIIについては名称がないが, 基本的には, IIの三徳型に近い. それぞれの植物群資料は付録に収録.

Takahasi, 1970) と高島植物群 (Matsuo, 1967)

で, これらは亜熱帯気候下にあったことが容易に推定できる. その後の顕著な気温変化は, 後期始新世の冷温化, 漸新世については不明な点が多いがその前半は温暖, 後半は冷温化, 阿仁合型植物群で示される前期中新世前半の冷温化, 台島型植物群で示される前期中新世—中期中新世前期の温暖化, およびその後の一般的冷温化などがあげられる. 北海道の古第三紀植物群の全縁率が予想よりも低く示される点については今後の検討が必要である. 棚井 (1991) は北海道の古第三紀植物群について, 未公表の資料を加えて全縁率を算定しているが, これによると, 図2で示したものよりも高い全縁率 (気温) になるとされている.

近似現生種に基づいて推定された気温条件と広葉樹の全縁率から求められた気温とに大きな差異は認められない (棚井, 1991). このことは, 日本の新生代植物群については, 全縁率から気温変化を求めることが簡便でかつ信頼できることを示し

ている.

中新世前期／中期の温暖気候

中新世前期／中期の境界付近の時代は, 中新世を通じてもっとも温暖な気候下にあったことが知られている (例えば, 土, 1981). この事実, 浅海性貝化石群や *Lepidocyclina* などの大型有孔虫, あるいは, フーコンプトニア植物群 (*Liquidambar-Comptonia* Flora) の存在から 1930 年代ごろから指摘されていた. Oyama (1950) は, 富山県八尾層群の貝化石群にセンニンガイ (*Telescopium*) やヒルギシジミ (*Geolina*) など, マングローブ沼に特有な群集を発見した. 同様な群集は, その後各地で発見されている (Itoigawa, 1978). さらに, ヒルギ科 (オヒルギ属 *Bruguiera* や cf. *Rhizophoraceae*), ヒルギダシ属 (*Avicennia*) など, マングローブ植物の花粉の化石が日本各地から相次いで発見されるようになった (山野井ほか, 1980; 山野井・津田, 1986). こうした

マングローブに伴った貝類や植物、あるいは、ラテライトに酷似した“赤色層”の存在(津田ほか, 1981)から、当時の日本が熱帯の気候に覆われていたと考えられるようになった。すなわち、化石の類縁現生種や属の分布からは熱帯域、控え目にみても、現在の八重山諸島以南の温暖で年較差の少ない亜熱帯気候が考えられるとされている(津田ほか, 1981, 1986; 鎮西, 1981; 堀越, 1981)。

この時期の大型植物化石群は台島型植物群と呼ばれ、フウ属やコンプトニア属のほか、カシ類や常緑のクスノキ科など多くの温暖系の植物を伴っている(藤岡・植村, 1979)。上記の海生動物群を含む地層は、浮遊性有孔虫の生層序区分でいうN8-N9帯にはほぼ含まれる(土, 1981など)。台島型植物群は、これら海生動物群をふくむ地層中、あるいは、それよりも下位の陸成層から産出す

る。火山岩類の放射年代を考慮すると、台島型植物群を含む地層は、およそ18Maから15Maの時代と考えられる(植村, 1988)。

台島型植物群は日本、サハリン、朝鮮半島などの各地から知られている。広葉樹の全縁率の示す年平均気温は、渡島半島の虻羅植物群(Tanai & Suzuki, 1963)のような内陸型の植物群を除いて、およそ5°Cから17°Cの範囲に入る(図2)。中部日本から北方のサハリンにかけては、緯度的な地理的变化も明らかで(棚井・植村, 1988)、南から北に向けて、全縁率(気温)が低くなる。また、化石群の組成も、常緑広葉樹を多く含んだ群集から北海道以北の落葉広葉樹の優勢な群集へと変化する。日本周辺の台島型植物群の中でもっとも温暖な組成を示す化石群は、能登半島から報告された能登中島植物群(Matsuo, 1963)や狼煙植物群

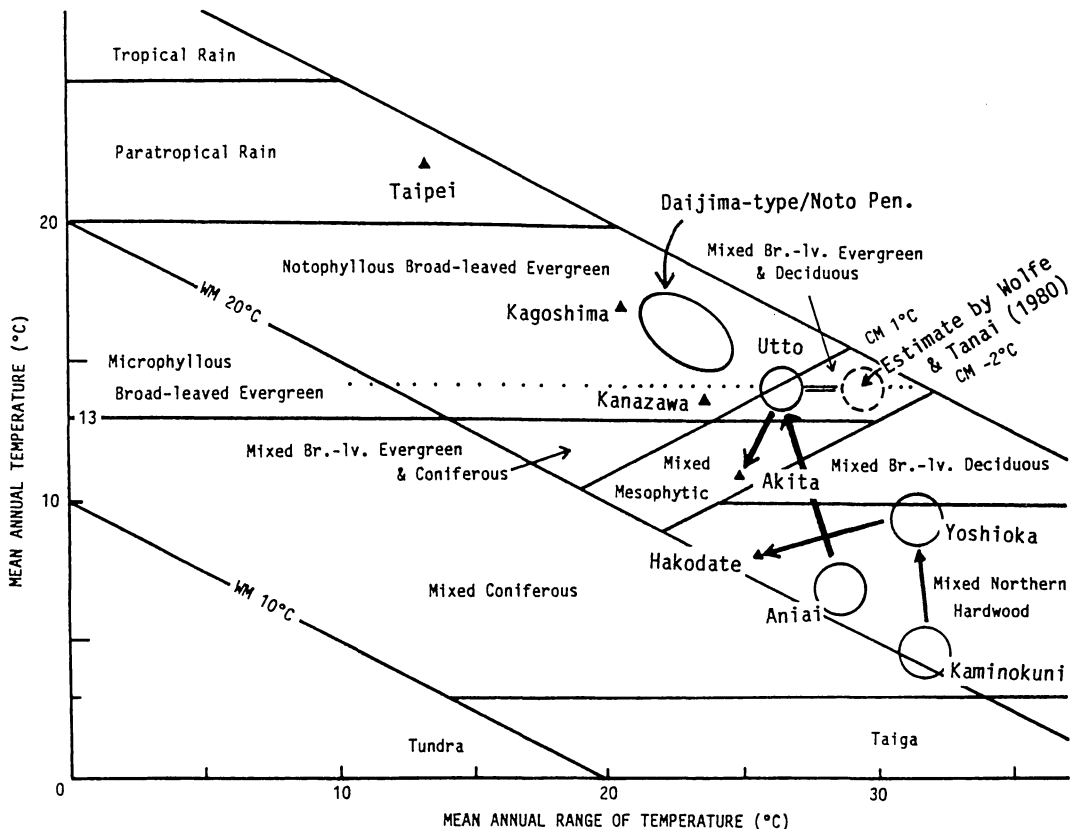


図3. 阿仁合型および台島型植物群の気温・年較差の推定。Wolfe & Tanai (1980) に加筆。ノモグラフはWolfe (1979) による。植生区分で“Forest”は省略している(例: Tropical Rain は Tropical Rain Forest)。参考のため、台北、鹿児島、金沢、秋田、函館の現在の年平均気温と年較差を▲で示した。

(Ishida, 1970) である。植物化石群の一般的組成や近似現生種との比較から、両植物群とも暖温帯気候下のものと推定されている。年平均気温にして、およそ 15°C 前後とする結論 (Ishida, 1970) は、広葉樹葉の全縁率から求められるそれ (15–17°C) と矛盾しない。能登半島よりも南の西南日本については、化石資料が断片的であったり、十分な研究が行われていないことにも一部理由があるものの、期待されるような緯度の温暖化は認められない。少なくとも、本州地域の台島型植物群の示す当時の気候は、暖温帯気候であったと結論できる。その範囲で、一部の亜熱帯要素植物の生育が許容できる気候と考えたい。これと同様な指摘は、すでに棚井 (1985) によってなされている。

年較差は、年平均気温とならんで温度条件を考察する上で重要なパラメーターである (冬の寒さや夏の暑さを規定することに注意)。年較差を定量的に推定する方法は確立されていないが、図 3 で示した植生区分で、同じ年平均気温領域で異なる植生型が存在するときには、その相対的程度を知ることが可能である。阿仁合型 (前期中新世前半) および台島型植物群の 2, 3 の例を示したが、いずれも現在と同じ程度か、それ以上の年較差が暗示される。また、材化石の年輪構造は、成長の休止する季節性 (低温または乾燥) を示す直接の証拠である。この方面からの研究が日本ではなされていないが、少なくとも、熱帯気候を示すような材化石は産出例がない (鈴木三男, 1992, 私信)。

この年較差の問題は今後の検討課題として残しておくが、阿仁合型植物群で示される前期中新世前半の気候が、中緯度地域に落葉広葉樹林が広く発達するようになった漸新世の気候環境 (Wolfe, 1978, 1985) を基本的に引き継いでいることと関係しているものと考えられる。漸新世の気候環境とは、始新世末あるいは始新世 / 漸新世の気候悪化 (Wolfe, 1978), 南極大陸の分離と海況変化 (Kennett, 1977), 海退と陸地増大 (Haq *et al.*, 1988) などに関連した地球規模のものである。台島型植物群の時代は、日本海の生成に関連した古地理変化を生じたが、阿仁合型植物群やそれ以前の気候環境の影響が残ったとしても不思議ではな

い。

大型植物化石群による中新世前期 / 中期の気候の推定と、マングローブ要素の動植物 (花粉) 群の存在を強調した推定とは著しく異なり、許容の範囲を越えている。大型植物化石群による推定に対しては、陸成層を対象とした資料を含むこと、生層序学的な位置づけが 18 Ma–15 Ma という時代幅を含むこと、化石群集の性質が一様でないことなどが問題となろう。一方、マングローブ要素を過大に強調することは、近似現生群による古気候推定で常に問題となる危険性を含んでいる。

マングローブという植生型は、古生代にも中生代にも存在した (Krassilov, 1975)。現生属を含んだマングローブ植生 (たとえば、ニッパヤシ *Nypa* を伴った植生) は、始新世の温暖期に広く発達したことが知られている (Tralau, 1964)。現在のマングローブに特有とされる属 (種) の出現や発達については、おもに花粉化石で調べられている (Germeraad *et al.*, 1968) が、不明な点も多い。日本の中新統でマングローブ植物とされた花粉化石については、種類ごとの進化とマングローブ植生への適応を明らかにしていくことが必要である。中新世前期 / 中期の日本が熱帯的環境にあった証拠としてサンゴ礁や「赤色層」があげられている (津田ほか, 1981)。しかし、前者については発達の規模に依然として問題が残る、後者については高温多湿環境での風化生成物であるという鉱物学的地球化学的検討が望まれる。

古生物の分布は古気候推定に有力な情報である。ある時間面において、熱帯地域から (あるいは極地から) の分布や頻度・多様性が押さえられる場合は、もっとも確証度の高い結論が得られる。中新世前期 / 中期の温暖期の問題を考察するとき、さしあたって八重山諸島や台湾の同時代の動植物化石群に注目する必要がある。植物化石については限られた資料しかないが、西表島の花化石群 (高橋・松本, 1964) や台湾北部の石底 (Shihti) 層の葉化石群 (Chaney & Chuang, 1968) からは、現在と同じ程度かむしろ冷温気候すら考えられる。

以上のことから、日本の中新世前期 / 中期の温暖気候は、年平均気温にして 20°C を越えない暖温

帯気候の範囲内であったと考えたい。少なくとも陸上の気候は、熱帯の気候が拡大したのではなく、前期中新世前半に狭められていた暖温帯気候の範囲が拡大した方の可能性が高い。

むすび

葉の相観的特徴を用いた古気候推定法を中心に従来の研究を紹介し、日本の新生代植物群の例を述べた。新生代を通じて日本は湿潤環境にあったと考えられるので、気候変化の主因は気温変化である。広葉樹の全縁率は、そうした変化を明らかにする上でよい指標となる。中新世前期／中期境界前後の時代は、新第三紀を通じてもっとも温暖な時期であったが、当時の日本が広く熱帯的環境に覆われたとする考えには多くの問題が残る。当時の陸上の気候は、大型植物化石の証拠から年平均気温にして 20℃を越えない暖温帯であったと考えた。

古生物とそれを取りまいた環境を復元することは、地質学的な古生物学の重要な課題である。生物にはそれぞれ生理的耐性があり、その範囲の限られた領域で適応している。気温あるいは水温という条件は多様な環境適応の一部であり、化石でも現生種でもその限界をわきまえた議論は必要である。新生代古気候論で、酸素同位体比による古水温からの貢献は計りしれない。しかし、この方法も続成作用の影響や多様な海洋環境から水温という条件を抽出する場合の解釈の問題など、決して確立されたものではない（たとえば、Adams *et al.*, 1990）。さらに、水温を含む古海洋環境が明らかにされたとしても、これで陸上の古気候環境が解明されたことにはならない。陸上、沿岸、海洋それぞれの情報を検討することによって、より質の高い古気候論が展開される。そのためには、時空系列に沿った古生物記録を蓄積すること、反復検証可能な解析方法の改良が必要となろう。

葉状相観による方法は、古気候復元にもっとも有効な方法であるが、現在の森林での基礎資料が必ずしも十分ではない。これは、通常の植生調査資料がそのままでは化石群解析に使えないこと、フローラと植生の両者の膨大な資料を必要とすることに起因している。日本を含むユーラシアの東

岸は、湿潤森林が熱帯から寒帯へ切れ目なく続く世界で唯一の地域で、温度だけの勾配で森林植生がいかに変化することを明らかにできる恵まれたフィールドである（吉良ほか、1976）。そこでの葉状相観の資料を蓄積していくことが新生代の陸上気候論で強く望まれる。

文 献

- Adams, C. G., Lee, D. E. and Rosen, B. R., 1990: Conflicting isotopic and biotic evidence for tropical sea-surface temperatures during the Tertiary. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **77**, 289-313.
- Bailey, E. W. and Sinnott, I. W., 1915: A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. *Science*, N. S., **41**, 831-834.
- and ———, 1916: Investigations upon the phylogeny of the angiosperms, 6. The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *Amer. J. Bot.*, **3**, 24-39.
- Box, E. O., 1981: Macroclimate and Plant Forms: An Introduction to Predictive Modeling in Phytogeography. Tasks for Vegetation Science, 1. 258 pp., Dr. W. Junk Publ., The Hague.
- Chaney, R. W. and Sanborn, E. I., 1933: The Goshen flora of west central Oregon. *Carnegie Inst. Washington Publ.*, **415**, 1-103, pls. 1-40.
- and Chuang, C. -C., 1968: An oak-laurel forest in the Miocene of Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China*, (II), **3**, 1-18, pl. 1.
- 鎮西清高, 1981: 底生貝化石群からみた中新世における日本列島の海洋生物地理。化石, (30), 7-15.
- Dilcher, D. L., 1973: A paleoclimatic interpretation of the Eocene floras of southeastern North America. In Graham, A., ed., *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*, pp. 37-59. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Dolph, G. E. and Dilcher, D. L., 1978: Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. *Palaeontographica*, B, **170**, 151-172.
- 遠藤誠道, 1931: 気候帯と闊葉樹木の葉縁との関係略報。地学雑誌, **43**, 231-234.
- , 1939: 双子葉植物の葉の形態と気候との関連。地質学雑誌, **46**, 334-335.
- Germeraad, J. H., Hopping, C. A. and Muller, J., 1968: Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **6**, 189-348.

- Haq, B. U., Hardenbol, J. and Vail, P. R., 1988: Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, (42), 71-108.
- Holdridge, L. R., Grenke, W. G., Hatheway, W. H., Liang, T. and Tosi, J. A., Jr., 1971: Forest Environments in Tropical Life Zones. A Pilot Study. xxxi + 747 pp., Pergamon Press, Oxford.
- 堀越増興, 1981: 熱帯性沿岸海域における地域生態系の中でのマングローブと珊瑚礁との立地関係, 並びに西太平洋域の海洋生物地理. 化石, (30), 105-120.
- Huzioka, K. and Takahasi, E., 1970: The Eocene flora of the Ube coal-field, Southwest Honshu, Japan. *J. Min. Coll., Akita Univ.*, [A], 4(5), 1-88, pls. 1-21.
- 藤岡一男・植村和彦, 1979. 中新世中期, 台島階における *Comptonia-Liquidambar* forest. 秋田大学鉱山学部地下資源研究施設報告, (45), 37-52.
- Ishida, S., 1970: The Noroshi flora of Noto Peninsula, central Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ.*, [Geol. Miner.], 37, 1-112, pls. 1-22.
- Itoigawa, J., 1978: Evidence of subtropical environments in the Miocene of Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, (5), 7-21.
- Kennett, J. P., 1977. Cenozoic evolution of Antarctic glaciation, the Circum-Antarctic Ocean, and their impact of global paleoceanography. *J. Geophys. Res.*, 82, 3843-3860.
- 吉良竜夫, 1948: 温量指数による垂直的な気候帯のわかれについて. 寒地農学, 2, 143-173.
- , 1949: 日本の森林帯. 林業解説シリーズ, 17. [吉良, 1971: 生態学からみた自然, 105-141, 河出書房新社(東京)の再録による]
- , 1967: 日本文化の自然環境. *Energy*, 4. [吉良, 1971: 生態学からみた自然, 149-157, 河出書房新社(東京)の再録による]
- ・四手井綱英・沼田真・依田恭二, 1976: 日本の植生—世界の植生配置のなかでの位置づけ. 科学, 46, 235-247.
- Krassilov, V. A., 1975: Paleocology of Terrestrial Plants-Basic Principles and Techniques. 243 pp., John Wiley & Sons, New York.
- Matsuo, H., 1963. The Notonakajima flora of Noto Peninsula. In *Tertiary Floras of Japan. Miocene Floras*, pp. 219-243, pls. 1-16, *Geol. Surv. Japan*, Kawasaki.
- , 1967: Palaeogene floras of northwestern Kyushu. Part 1: The Takashima flora. *Ann. Sci. Kanazawa Univ.*, 4, 15-90.
- Oyama, K., 1950: Studies of fossil molluscan biocoenosis, no. 1. Biocoenological studies on the mangrove swamps, with descriptions of new species from Yatsuo Group. *Geol. Surv. Japan, Rep.*, (132), 1-16, pls. 1-3.
- Raunkiaer, C., 1934: The Life-forms of Plants and Statistical Plant Geography. 632 pp., Clarendon Press, Oxford.
- Richards, P. W., 1952: The Tropical Rain Forest: An Ecological Study. Cambridge Univ. Press. [植松真一・吉良竜夫(訳), 1978: 熱帯多雨林—生態学的研究. 共立出版, 東京. 506 pp. による]
- 佐藤和韓鶴, 1946: 日本西南部植物気候の研究, I-V. 金沢高師理科紀要, 1, 1-107, pls. 1-7.
- Sinnot, I. W. and Bailey, E. W., 1915: Investigations on the phylogeny of the angiosperms. 5. Foliar evidence as to the ancestry and early climatic environment of the angiosperms. *Amer. J. Bot.*, 2, 1-22, pls. 1-4.
- 高橋清・松本征夫, 1964: 八重山群島西表島の八重山層群石炭の花粉分析. 九州大学海外学術調査委員会学術報告, (2), 35-46, pls. 1-4.
- Tanai, T., 1961: Neogene floral change in Japan. *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, [4], 11, 119-398, pls. 1-32.
- 棚井敏雅, 1985: 第三紀フローラによる気候推定の2・3の問題. 千地万造(編), コロキウム: 新第三紀地史的イベント, 17-19. 橘女子大学(京都).
- , 1991: 北半球における第三紀の気候変動と植生の変化. 地学雑誌, 100, 951-966.
- and Huzioka, K., 1967: Climatic implications of Tertiary floras in Japan. In Hatai, K. ed., *Tertiary Correlations and Climatic Changes in the Pacific*, pp. 77-87, Sasaki Print. Publ. Co., Sendai.
- and Onoe, T., 1961: A Mio-Pliocene flora from the Ningyo-toge area on the border between Tottori and Okayama Prefectures, Japan. *Geol. Surv. Japan, Rep.*, (187), 1-62, pls. 1-18.
- and Suzuki, N., 1963. Miocene floras of southwestern Hokkaido, Japan. In *Tertiary Floras of Japan. Miocene Floras*, pp. 9-149, pls. 1-27. *Geol. Surv. Japan*, Kawasaki.
- 植村和彦, 1988: 北海道西南部および本州北端部の台島型植物群(中新世). 国立科学博物館専報,

- (2), 7-16.
- Tralau, H., 1964: The genus *Nypa* van Wurmb. *Kungl. Svenska Vet. -akad. Handl.*, [4], 10(1), 1-29, pls. 1-5.
- 土隆一, 1981: 中新世前 / 中期における日本の海洋生物地理の特徴—序言に代えて. 化石, (30), 1-5.
- 津田禾粒・糸魚川淳二・山野井徹, 1981: 日本の中新世中期の古環境—マングローブ沼の存在をめぐって. 化石, (30), 31-41.
- Tsuda, K., Itoigawa, J. and Yamanoi, T., 1986: Mangrove swamp fauna and flora in the Middle Miocene of Japan. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, (29), 129-134.
- 植村和彦, 1988: 環日本海地域のグリンタフ下部層の比較層序—古植物と古地理学的意味. 昭和63年度科学研究費(一般C)研究成果報告書. 41 pp., 国立科学博物館, 東京.
- Webb, J. L., 1959: Physiognomic classification of Australian rain forests. *J. Ecol.*, 47, 551-570, pls. 14-17.
- Wolfe, J. A., 1971: Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 9, 27-57.
- , 1978: A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere. *Amer. Sci.*, 66, 694-703.
- , 1979: Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 1106, 1-37, pls. 1-3.
- , 1985: Distribution of major vegetational types during the Tertiary. *Geophy. Monogr.*, 32, 357-375.
- , 1990: Palaeobotanical evidence for a marked temperature increase following the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature*, 343, 153-156.
- and Tanai, T., 1980. The Miocene Seldovia Point flora from the Kenai group, Alaska. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 1105, 1-52, pls. 1-25.
- 山野井徹・津田禾粒, 1986: 富山県黒瀬谷層(中部中新統)に見出されるマングローブ林の様相. 国立科学博物館専報, (19), 55-66, pls. 3, 4.
- ・———・糸魚川淳二・岡本和夫・田口栄次, 1980: 西南日本の中新統中部から発見されたマングローブ林植物について, 地質学雑誌, 86, 635-638.
- 付録 図2に示した植物化石群資料の出典(著者名).
- I: 茂木 (Tanai, 1976), 新庄 (Tanai, 1961), 花山 (Murai, 1968), 小柳津 (鈴木, 1959).
- II: 上部御明神 (Murai, 1962), 高峰 (Uemura, 1988), 天王寺 (鈴木, 1959), 西羽賀 (鈴木, 1959), 宮田 (Huzioka & Uemura, 1973), 中山 (伊奈・石川, 1982), 御所 (Murai, 1962), 根の白石 (Okutsu, 1955), 田山 (Uemura, 1988), 下部御明神 (Murai, 1962), 三途川 (Huzioka & Uemura, 1974).
- III: 菱内 (Murai, 1969), 米ヶ脇 (植村・安野, 1991), 美深・歌登地域の4化石群 (Tanai, 1961; 棚井ほか, 1981).
- IV: 能登中島 (Matsuo, 1963), 狼煙 (Ishida, 1970), 小国 (Onoe, 1974), 台島 (藤岡・植村, 1990, MS), 岩稲 (藤岡・植村, MS), 打当 (Huzioka, 1963), 山野内 (伊奈, 1981), 藤倉 (棚井・植村, 1988), 平牧 (伊奈, 1977), 吉岡 (Tanai & Suzuki, 1963), 宗谷 (Tanai, 1961), 若松 (Tanai & Suzuki, 1972), 滝ノ上 (棚井・植村, 1988), 久遠 (Tanai & Suzuki, 1972), サキペンベツ (Tanai, 1971), 蛇羅 (Tanai & Suzuki, 1963).
- V: 蜂屋 (Ina *et al.*, 1983), 日吉, 阿仁合, 岩館, 関, 西田川および紫竹 (Huzioka, 1964), 上ノ国 (Tanai & Suzuki, 1963), 賀老 (Tanai & Suzuki, 1972).
- VI: 野田 (Tanai & Uemura, 1991), 大坊 (Huzioka, 1974), 相ノ浦, 柚木および福井 (Tanai, 1961).
- VII: 神戸層群の4化石群 (堀, 1976), 北見 (植村・棚井, 1981; 植村, MS)
- VIII: 崎戸・杵島 (Matsuo, 1970, 1971), 春採, 天寧, 雄別および尺別 (Tanai, 1970).
- IX: 宇部 (Huzioka & Takahasi, 1970), 高島 (Matsuo, 1968), 登川 (下河原, 1963), 夕張 (藤岡・小林, 1961), 幾春別 (Endo, 1968: *Woodwardia* flora).

植物化石群による第三紀気温変化の推定

棚井 敏 雅*

Paleoclimatologic Inferences from Tertiary Floras

Toshimasa Tanai*

Abstract Climatic history during the Tertiary has been studied more in detail than those of any other geologic age except for Quaternary time. Based on plant megafossils and microfossils (pollen/spore) a terrestrial paleoclimate has been inferred principally by three distinct methods. A method introduced from Quaternary palynology has been applied to Tertiary pollen floras; paleoclimate is inferred from the relative abundance of certain genera which are now distributed mainly either in warm or cold regions. Climatic requirements of Tertiary plants, however, are difficult to be determined only by generic level. The second method based on climatic requirements of the extant related taxa has been most commonly applied to megafossil floras. Paleotemperature and paleoprecipitation are estimated from climatic parameters of the region which shows a closest floristic affinity to fossil flora, or which has modern communities closely similar to fossil assemblage. This method depends on accuracy of taxonomic determination and assumption of unchanging ecologic tolerance of plants through the Cenozoic. It is difficult to be applied to early Tertiary floras including many extinct genera. Misidentification of fossils also is apt to lead an incorrect paleoclimatic inference. The relative abundance of the Arcto-Tertiary and Paleotropical elements in Tertiary floristic sequence of the middle latitudes was used as an indication of climatic changes. These elements are determined also by the nearest living species. The best method, so far as we can apply to fossil leaf assemblage at the present time, is based on general correlation between some foliar physiognomic characters and climatic parameters (especially, between the percentage of entire-margined species and mean annual temperature). This is independent of taxonomy of a given fossil; it can afford the most reliable result for paleotemperature inference, although its application to fossil assemblage has been debated. To obtain more accurate estimates of Tertiary climatic changes, a further investigation is needed to resolve some fundamental problems: a thorough understanding of relationships between fossil assemblage and source vegetation, for instance by taphonomic study; validly determining paleoaltitudes of fossil flora; a further refinement of method in physiognomy/climate relation of the modern vegetation.

はじめに

古植物学の中心課題は、過去の植物の形態学的な研究を通じて植物の系統関係を検討し、植物界の変遷を明らかにすることである。植物の進化や分布の変遷史は環境と密接な関係にあったので、化石植物群によって示される環境、とくに古気候を解析する努力が、多くの研究者によってなされてきた。属レベルでも現生植物との類縁関係が遠い古生代や中生代前半の化石群の場合には、種類

の多様性・大型葉の存在・気孔構造・材年輪の有無などに基づいて、また、含化石層に挟在されるある種の堆積物（石炭層・赤色岩・岩塩・氷河堆積物など）などの資料と併せて古気候が推定されてきた。一方、新生代の化石群では属・種レベルで現生植物と比較され、化石に近縁な現生植物の気候要件 (climatic requirements) に基づいて一般に古気候が推定されてきた。

第三紀化石群の研究において近年では古生態学的な解析方法の改善が試みられ、第三紀の古気候変化や植生分布に関する知識は著しく進歩した。とくに、現生の植生分布と気候との関係を再検討

*静岡県函南町ダイヤランド 23-546

1993年1月28日受付, 1993年4月26日受理

し、それらの結果を化石群による古気候解析に応用する試みが進められている。そして、寒暖という相対的な気候変化ではなくて、第三紀における古気温変化として捉えられるようになった。したがって、第四紀以前の各地質時代の中では、第三紀の気候変化がもっとも詳細に検討されて今日に及んでいる。古植物学の基礎が確立した19世紀始め以来の気候推定についての研究の歴史や、1960年代までの新生代植物による古気候の推定方法については、それぞれDorf (1964, 1969) の総括がある。したがって、ここでは近年の研究動向を中心として概括し、今後の研究課題をまとめることにする。

古気候（古気温）の推定方法

陸域における現在の植物分布は、土壌・他の生物活動などにも一部は関連するが、主として気候条件（気温・降水量など）によって規制されるので、植生の分布は主要な気候型とほぼ一致している。したがって、「過去の陸上植物はその最も近縁な植物が生育していると同じような気候条件下にあった」という、いわゆる齊一説の立場にたって植物化石は過去の“温度計”として一般に用いられてきた。これまでの第三紀古気候の推定方法は研究者によってやや異なるが、それらは1)特定の属、またはそれらの組み合わせ、2)化石植物相の組成解析、3)葉相観の解析、による3つの方法に大別される。

1. 特定の属、またはそれらの組み合わせによる方法

化石群を構成する植物の中で、とくに現在の分布中心が温暖～熱帯、または冷温～寒冷な地域にある属（または種）の消長とそれらの産出頻度の変化に基づいて、化石群の示す古気候の寒・暖を推定する方法がある。この方法は第三紀花粉化石群の場合にしばしば用いられるが、寒暖の指標とされる属の気候要件の規定が曖昧で、推定された気候の寒暖変化は多分に叙述的・主観的になりがちである。たとえば、日本の中新世花粉群で温暖気候の指標とされる *Liquidambar*・*Carya* 属、寒冷気候の指標とされる *Abies*・*Pinus*・*Picea*・

Tsuga 属などのマツ科植物は（嶋崎ほか, 1972; 山野井, 1978; 佐藤, 1989; 秦・佐藤, 1989）、属レベルでの気候要件はかなり広い幅をもっている。たとえば、*Carya* 属は中国と北アメリカ東部のいわゆる Mixed Mesophytic Forest に分布の中心をもっているが（Wang, 1961; Braun, 1950）、そこでは *Fagus* と共存し（中国では *F. engleriana* と *F. longipetiolata*、北アメリカでは *F. grandifolia*）、さらに北アメリカの数種は北方の五大湖周辺の落葉広葉樹林にまで分布する。また、*Tsuga* 属や *Abies* 属には高山～亜高山性の寒冷種のみでなく、暖温帯常緑広葉樹林の直上部にも分布する種があり、それは日本ではモミ (*Abies firma*)・ツガ (*Tsuga sieboldii*)、中国では *Tsuga longibracteata* である。第四紀花粉資料の場合には、花粉組成から判断して針葉樹の属から推定される比較現生種をある程度特定できることもある。しかし、第三紀の場合には大型化石群の資料が示すように多様な組成からなるので、花粉のみからは比較現生種の限定が難しいことが多い。したがって、気候指標とする属を取り上げる場合には、各現生種の分布とそれが含まれる植生を検討して判断することが望ましい。たとえば、花粉と種子・葉化石とを併せて古植生を考察した試みは（Matsuoka, 1990）、花粉群による古環境解析の一つの方向を示すものである。花粉ダイアグラムに示される属の消長はある層序の中での気候変化を示すものかも知れないが、堆積相による相違（陸成～海成）や後背地の複数の群集から花粉が供給された可能性などについても考慮することがさらに必要であろう。

特定の属を強調した例として、日本の下部中新統上部～中部中新統下部に数属のマングローブ植物の花粉が含まれることから、当時の陸域は熱帯気候下にあったという推定がある（山野井, 1986）。さらに、それらの中で最も含有率の高いコヤブシキ属 (*Sonneratia*) について、現在の分布北限である石垣島の気温をとって当時の古気温が推定された（Yamanoi, 1989）。しかし、共産する花粉は *Pterocarya*・*Carya*・*Carpinus*・*Quercus*・*Pasania*・*Ulmus*・*Liquidambar* など、*Abies*・*Tsuga*・*Picea*・*Pinus* などのマツ科

を伴い、いわゆる台島型植物群に普通に認められる属である。したがって、当時の植生は琉球諸島のような亜熱帯植生ではなく、マングローブ植物の存在は冬季の気温が氷点下にならなかったことを示すものであろう(棚井, 1985)。熱帯～亜熱帯植生ではないという根拠のひとつは、マングローブ沼の後背地の海岸台地の常緑広葉樹林を特徴づける *Barringtonia*・*Terminalia*・*Calophyllum*・*Heritiera*・*Hernandia* などの属 (Wang, 1961: p. 167-168) の花粉が含まれていないことである。山野井(1986)は、中期中新世始めの温暖化が短期であったために、これらの亜熱帯広葉樹が北上できなかったとしているが、第四紀における寒暖気候に対応した植生の移動や後氷期中緯度地域の植生の復活などが短期間に行われたことを考えれば、山野井の解釈には無理があることは明らかであろう。

陸上植物の気候要件が第三紀を通じて変わったことが、多くの例をあげて論じられている (MacGinitie, 1962; Wolfe, 1969, 1987)。もともと熱帯～亜熱帯性の植物の中で、第三紀の環境変動を通じて温帯～冷温帯の気候に生育できるように気候耐忍性 (climatic tolerance) を獲得して、分布を広げていったと考えられる属は少なくない。わずかな特定の植物によってではなく、化石群の全群集の組成に基づいて古気候を推定することが望ましいことは言うまでもない。

2. 化石植物相の組成解析による方法

植物化石群の示す植物相 (flora) の組成から古気候 (気温・降水量など) を推定する試みは、多くの研究者によっていろいろの方法で進められてきたが、それらは次の3つに要約することができる。

A. 近縁現生種の地理的分布

化石植物群の構成種に分類学的にもっとも近縁な現生種を求め、近縁現生種のそれぞれの地理的分布がもっとも重なり合う地域の気候資料に基づいて古気候が推定される。たとえば、スイスの中期中新世化石群について詳細な研究をした Heer (1859) は、ヨーロッパ・アジア・アメリカ・アフ

リカの植物地理的区分に、さらにそれらの一部を温帯～熱帯域に分けて検討し、近縁現生種の分布頻度の高い数地域の気候を参考にして古気温を推定した。また、ヨーロッパ中部での後期始新世から鮮新世の古気温変化を簡単に論じている。このような方法は現生種の分布域の地理的区分または気候帯区分に精粗の違いはあるが、多くの研究者によって試みられてきた。植物地理区のとりに方に多少の違いはあるがほぼ同じ方法で、Szafer (1946, 1954) はポーランドの中新世から更新世の種子・花粉化石群に基づいて、古気温が変動したことを指摘した。さらに、ポーランド各地の漸新世～更新世化石群の構成種を近縁種の分布域によって11の要素に分けて検討し、熱帯～亜熱帯要素が鮮新世末に向かってしだいに減少し、一方、周北極温帯要素が第三紀末から急に多くなり、更新世には寒帯要素の急増が3回繰り返されたことを指摘し、気温変化との関係を論じた (Szafer, 1961)。

Heer や Szafer の例で明らかのように、この方法は化石種の近縁植物がもっとも多く含まれる地域の現在の気候に基づいて当時の気温を推定したもので、主として植物相としての近似性に基づいたものである。更新世後期の塩原化石群の例のように (Endo, 1934) 大半が現生種からなる場合には、東アジアという限られた地域内で連続して分布する植生 (vegetation) と比較したのとほぼ似たような結果となる。しかし、第三紀化石群の組成は複雑で、ある1地域の化石群でも近縁現生種は北アメリカ・東アジア・ヨーロッパなどの数地域に地理的に離れて分布するので、植物相の比較のみではよい結果は得られない。

B. 近縁な現生植生との比較

化石群から当時の群集組成を解析し、それに近縁な群集を現在の森林植生の中に求め、その群集が占める地域の現在の気候条件から古気候を推定することができる。近縁現生種が植物地理的に集中して分布する地域を求める方法は、化石群の種構成を重視したものであった。これに対して、さらに化石の各器官 (葉・種子・球果・葉枝条など) の採集個体数の比率から構成種の数度 (ab-

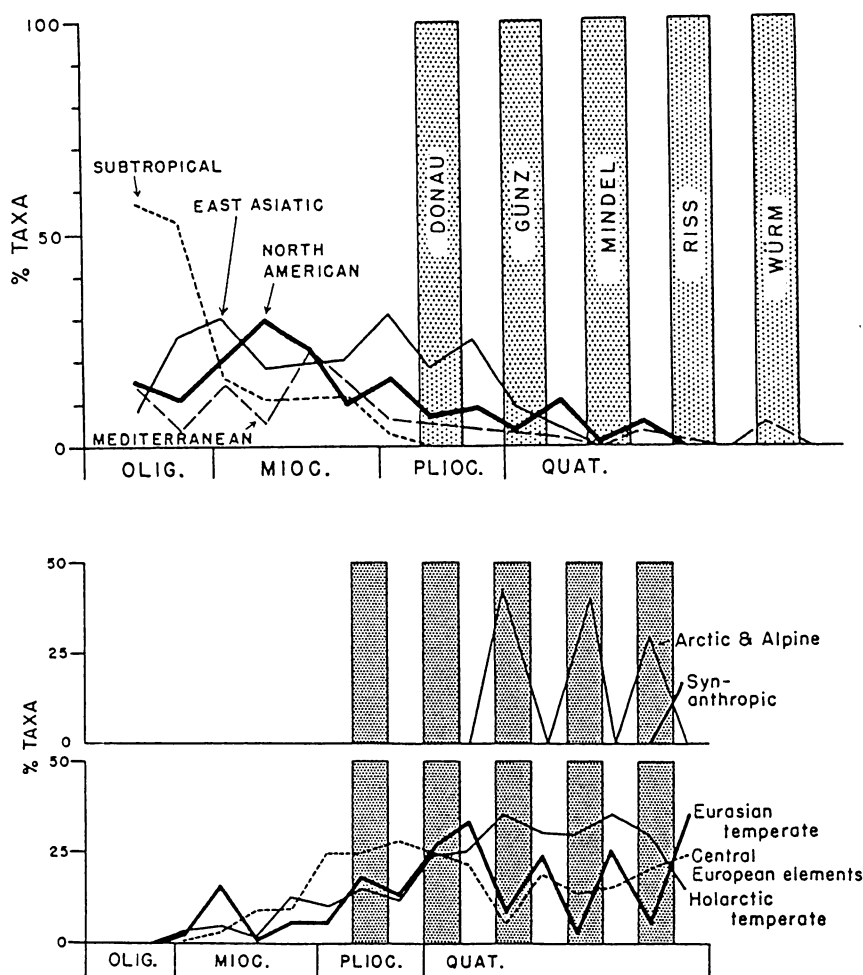


図1. 中部ヨーロッパ（ポーランド南部）の新生代植物相における地理的要素の増減変化。各要素は化石種にもっとも近縁な現生種の分布に基づいている。Szafer (1961) の図に基づいて Leopold (1967) 書き直したもの。

undance) を決定し、化石群集として解析してその古環境（地形・気候など）を推定しようという、いわば古生態学的方法である。このような研究は Chaney (1924, 1925) によって始められ、さらに Chaney 及びその弟子たちによって北アメリカ西部の第三紀化石群について広く進められた。

オレゴンの初期漸新世の Bridge Creek 植物化石群が、オレゴンからカリフォルニアの海岸山脈のセコイアメスギ林の中にもっとも多く近縁種をもつことから、Chaney (1924) は両者の構成植物の量的な検討によって植生比較を試みた。すなわち、Bridge Creek 化石群では、3産地から採集された 20,000 個体以上の化石の 86% が、Se-

quoia langsdorfi, Alnus carpinoides, Quercus consimilis, Umbellularia sp. の 4 種で占められる。一方、サンフランシスコ北方の Muir Woods 州立公園のセコイアメスギ林中の河川に沿った 52 地点で採集した約 8400 個の葉・種子・球果・枝条は、Bridge Creek 化石群の近縁種である Sequoia sempervirens, Alnus rubra, Quercus densiflora, Umbellularia californica の 4 種であった。これらの 4 種は Muir Woods の現生林の優占種であるが、各採集地点周辺での樹木の数度と河川堆積物中の植物器官の個体頻度は密接な相関関係にあることが確かめられた。したがって、Bridge Creek 化石群は前述の 4 種を優占種とする植生

で、セコイアメスギ林にもっとも近縁であり、当時の気候はこの現生林が占める海岸山脈西斜面の気候をもとに推定できるとしている。しかし、Chaney (1924) も述べているように、Bridge Creek 化石群には北アメリカ西部に現生しないで北アメリカ東部や東アジアの温帯林に普通に見られる属（たとえば、*Carpinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Tilia* など）が含まれ、植物相の組成はセコイアメスギ林よりも多様である。さらに、*Sequoia langsdorfi* とされた化石はその後すべて *Metasequoia* であることが分かったので、セコイアメスギ林との植生比較は疑問となった (Chaney, 1951; p. 221)。現在の知識では、Chaney (1924) の研究は多くの誤りを含んでいるが、植物化石の量的な産状の検討からもとの植生を復元することを試み、さらに、現在の森林における樹木と河川によって運ばれる植物器官との関係を検討したことは、近年試みられるようになった phytotaphonomy の先駆的な研究である。

北半球の第三紀植物化石群の構成種は極めて多様で、その近縁種は北半球の熱帯から寒帯の各地域に分かれて分布するような植物が混在し、主として次の 8 要素に分けられる (Axelrod, 1960; 棚井, 1971)。

- 1) 旧熱帯要素 (東南アジアの熱帯降雨林や東アジアの亜熱帯常緑樹林に固有なもの)
- 2) 新熱帯要素 (中央アメリカの熱帯降雨林や南アメリカ北部の亜熱帯林に固有なもの)
- 3) ヨーロッパ要素 (ヨーロッパ温帯落葉広葉樹林に典型的なもの)
- 4) コルシカ要素 (ヨーロッパ東南部から小アジアの広葉樹林に固有なもの)
- 5) 東アジア要素 (日本及び中国などの温帯落葉広葉樹林に固有なもの)
- 6) 北アメリカ東部要素 (北アメリカ東部の温帯落葉広葉樹林に固有なもの)
- 7) 北アメリカ西部要素 (北アメリカ西部のセコイアメスギ林に固有なもの)
- 8) 寒帯要素 (周北極地域にやや連続して分布する系統)

しかも、各要素の構成比率は地域や年代によって異なり、熱帯要素は古第三紀に多く、中新世初期

末からしだいに減少する。また、ヨーロッパ・東アジア・北アメリカでは、各温帯要素の比率が同時代でも異なるが、新第三紀後期からそれぞれの地域に固有な植物がしだいに多くなる。たとえば図 1 は、ヨーロッパ中部における各要素の構成比率の変化を示したものである。このように第三紀植物化石群には多くの要素が含まれているので、それぞれの地域における近縁な現生植生または群集と比較され、それらの結果を総合して当時の気温・降水量が推定されている (たとえば、Chaney, 1959; Tanai, 1963)。

C. 化石群の構成要素の量的な変化

化石群の構成種を旧熱帯要素と北極地第三紀温帯要素とに分け、その構成比率の変化によって第三紀の気候 (寒暖) の時代変化を推定する方法が、ヨーロッパの研究者によって行われてきた。たとえば、ポーランドを中心として Szafer (1961)、ドイツを中心として Mai (1965, 1970) 及び Krutzsch (1967)、パラテーチス地域について Hably (1979) などの研究はこの例である。この方法の基礎とするところは、「後期白亜紀～第三紀初期には高緯度地域に温帯広葉樹と針葉樹から主となる北極地第三紀要素 (Arcto-Tertiary Element) (Engler, 1879) が分布し、気温が低下するにしたがって中緯度地域に南下し、そこにあった熱帯～亜熱帯の植物を多く含む旧熱帯要素 (Paleotropical Element) (Engler, 1882) としだい交代した」という古典的な考え方にある。この仮説はその後の多くの古植物学者や植物地理学者によって受け入れられ、植物相の移動の歴史として第三紀植物地理や古気候考察の基礎となってきた (Chaney, 1940; Kryshstofovich, 1955)。北半球の第三紀初期の植物相が南北で組成が異なっていたことは多くの研究者の認めるところではあるが (Mai, 1991)、暖温・冷温の 2 つの要素で分けられるような簡単な組成ではないし、また、それぞれの時代の海陸分布や地形によって植物の移動はもっと複雑なものであった (Wolfe, 1975, 1985; Tiffney, 1985)。

いずれにしてもこの方法では、古気候の相対的な寒暖変化を推定したに過ぎなかったため、さら

に化石植物相が示すもとの古植生タイプに分け、それらにもっとも近縁な現在の森林植生に基づいて古気温・降水量・気温年較差などの推定が試みられた (Mai, 1981; Mai & Walther, 1983; Gregor, 1982). しかし、これらは個々の化石群についてではなく、始新世から中新世の化石群を年代ごとにまとめた植物相についての考察である。

Krutzsch (1967) はドイツ中部の古第三紀花粉群について旧熱帯と北極地第三紀植物相の2要素に分けてそれらの量的な変化に基づいて古気候変化を推定したが、形態属で識別された花粉化石は現生植物との関係の推定に多くの問題がある (Boulter, 1979). そこで、花粉化石による第三紀

の気候解析について新しい方法が試みられた (Boulter & Hubbard, 1982; Boulter, 1984). すなわち、イギリス南部からパリ盆地の始新世花粉群を例として、多変量解析 (主成分分析とクラスター分析) によって識別された形態属の分類学的な関係を推定し、古生態または古気候的に意味をもつ花粉を選び出し、それらを3つの植生グループ (落葉樹林, シダ・針葉樹林・亜熱帯降雨林) に分類した. 次いで、東アジアの現生植生が示す年平均気温 (Wolfe, 1979) を参考にして、落葉樹林を 10°C , シダ・針葉樹林を 14°C , 亜熱帯降雨林を 22.5°C として、花粉ダイアグラム中のこれら3要素の頻度にしたがって古気温変化を推定した.

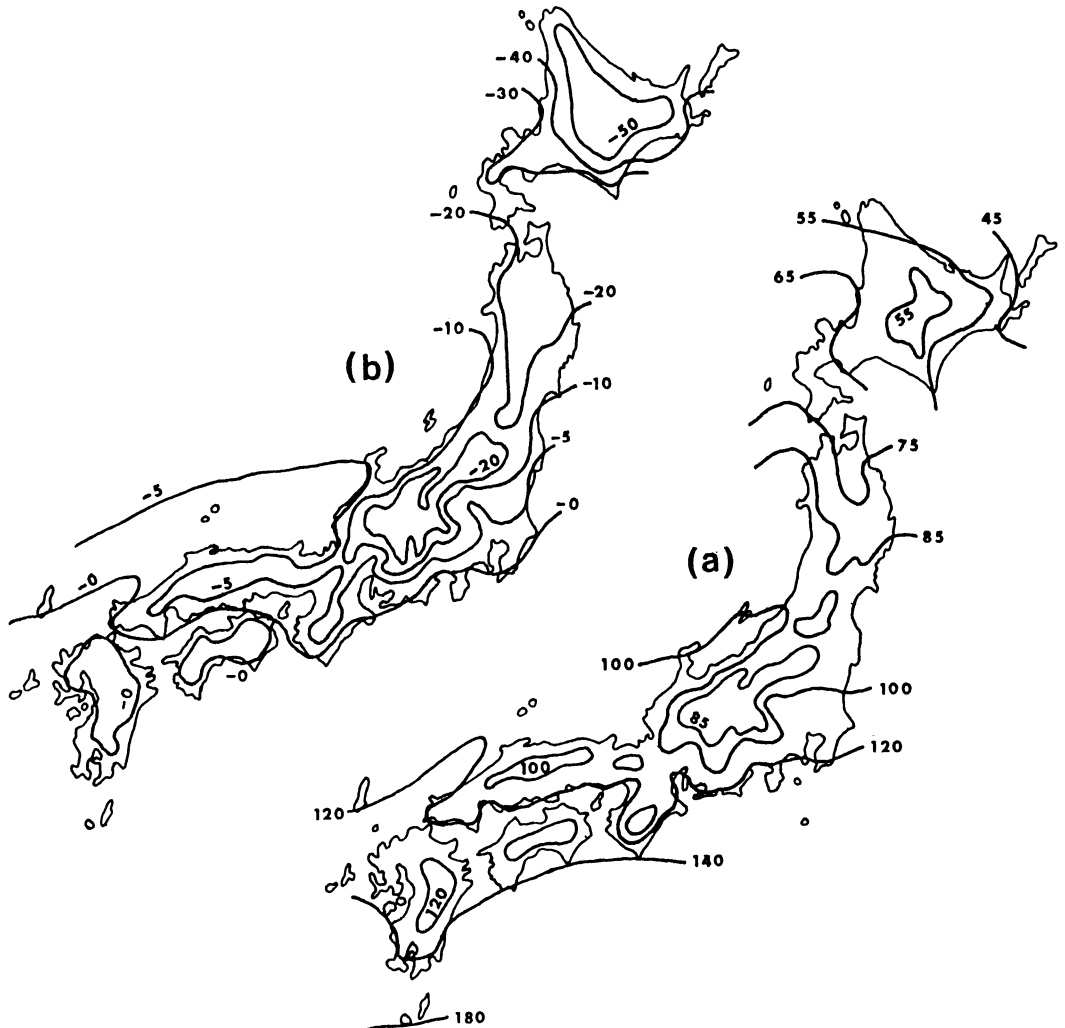


図2. 日本における温量指数の分布. a) 暖かさの指数, b) 寒さの指数. (吉良, 1949)

Boulter らの方法は気温推定の基礎となる現生植生の示す気温値のとり方などが今後の課題であるが、長距離を運ばれた花粉を除外したこと、花粉組成から古植生の推定を試みたことなどの点において注目される。

D. 化石群の示す積算温度

ある植物が正常な生育ができるためには、一定量以上の生活作用が営まれるような一定以上の積算温度が必要で、それ以下の積算温度の地域ではその植物は生育できない。すなわち、樹木や作物の分布と積算温度の値とは密接な関係にあることが、林業や農業で古くから知られている。気温の違いを年平均気温に代わって積算温度で表現して、森林植生の分布との関係を論じたいくつかの研究がある。吉良 (1948, 1949) は、植物が一般に生理的に活性となる 5°C を基準とした積算温度を温量指数 (暖かさの指数と寒さの指数) として表現し、それらによってアジアの森林植生や樹木種の分布をよく説明できることを明らかにした (図 2)。暖かさの指数は月平均気温が 5°C 以上の月についてその月平均気温から 5°C を引いた数値を加算したもので、一方、寒さの指数は月平均気温が 5°C 以下の月について 5°C 以下の部分の数値を加算してマイナス記号をつけたもので示される。化石群に近縁な現生植生の分布地域の温量指数から、古第三紀化石群の示す温量指数 (暖かさ及び寒さ) を考察した 1 例はあるが (Tanai, 1970), 古気温変化を温量指数によって論じた研究例はこれまでにほとんどない。

積算温度に似た考えに基づいた研究は、Bailey (1960, 1964, 1966) によって提案された暖かさ (W: Warmth または ET: Effective Temperature) と温和度 (M: Temperateness または Equability) によるノモグラムである (図 3)。暖かさ (ET) は植物の成長季の尺度を示し、あるレベルに平均気温が達している日数を示す一連の放射線としてノモグラムに表現される。ET 10°C の線に沿っては 10°C より暖かい日はなく、これは極地の端、すなわち森林限界である。いっぽう、ET 18°C の線は 18°C より暖かい 365 日を有し、これは熱帯の外端である。温和度 (M) は、地球表面

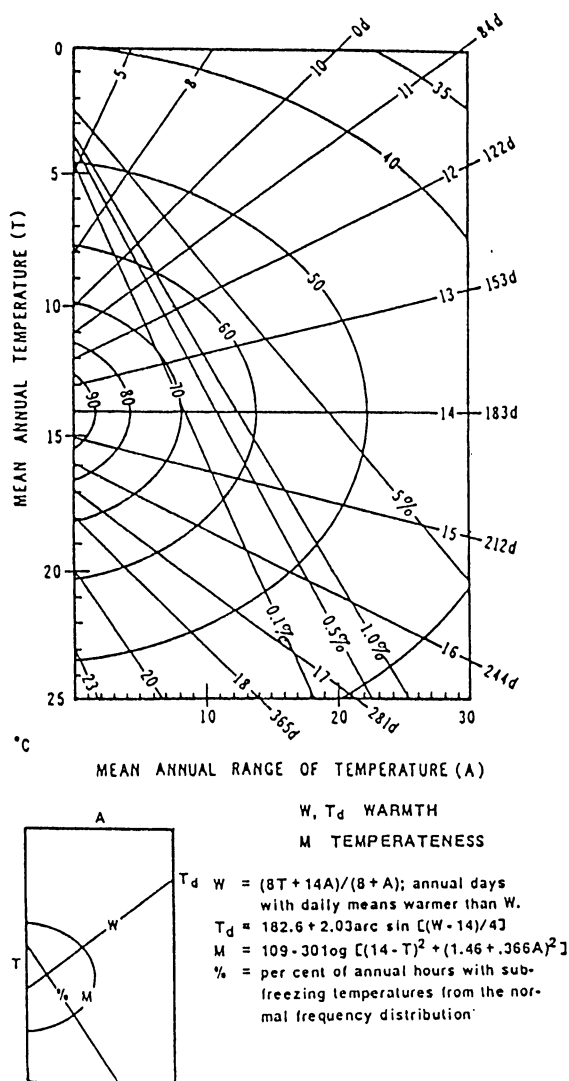


図 3. 気候の暖かさ (W または ET) と温和度 (M) の関係を示すノモグラム。 (Bailey, 1960, 1964, 1966).

放射線はその線に示された気温よりも暖かい日数を示す。温和度を示す弧は年平均気温 14°C と気温年較差 0°C の点を中心として描かれている。

における平均気温 14°C から熱帯または極地の両極端の温度に向かった大きさと頻度を示し、年平均気温 14°C と年較差 0°C を中心点として ET 線にほぼ直交する一連の弧で示されている。Axelrod and Bailey (1969) はこのノモグラムを北アメリカの第三紀植物相の古気候解析に応用し、化石群に近縁な現生植生の ET 及び M を考慮して化石

群の ET と M を決定し、「第三紀初期から第四紀に向かって暖かさ (ET) が一方的に減少し、その間には著しい気温変動がなかった」という、それまでの多くの北半球における第三紀気温変動と異なる結論に達している。

Bailey のノモグラムは異なる温度領域を正確・簡単に示すことができ、臨界の気候要因を比較するのに極めて便利である (Walter, 1979) かも知れない。しかし、ET や M は多くの変数を用いて算出されているにしても、基本的には年平均気温と気温年較差の函数であり、これらの値は植物化石相及びそれに近似な現生植生との関係によって推定されるべきである (MacGinitie, 1969)。したがって、Bailey のノモグラムが現在の植生や植物分布と気候との関係を説明できるとしても、それを第三紀の植物相の気候解析に応用する場合には、化石の正確な同定・化石種と近縁現生種の気候要件の同一性・化石群に近縁な現生植生の解釈などの多くの問題が残されている。北アメリカ東部の中新世花粉群について Bailey のノモグラムを用いて古気候推定をした研究例があるが (Greller and Rachele, 1983)、属レベルでの ET や M の決定には多くの問題がある。

この他に積算温度ではないが、植物分布と気候との関係を検討するために、植物の生育を考慮して年平均気温に代わる温度指標として Biotemperature, 年降水量を補足する乾湿指標として最大蒸通発量 (Potential Evapotranspiration ratio) を用いる提案がある (Holdridge, 1967)。前者は月平均気温が 30°C 以上及び 0°C 以下の月を除外して算出された年平均気温を指し、後者は $58.93 \times \text{biotemperature (°C)} / \text{年降水量}$ で算出される。これらの指標によって植物化石群の示す古気候を解析した例はないが、現生植物相と葉相関の関係の検討に用いられることがある (Dolph, 1979)。

これまで述べてきた多くの古気温推定方法は、化石種に最も近縁な現生種または化石群に近縁な現生群集に基づいているので、化石の誤同定によって推論は大きく左右され易く、また、絶滅属や未同定の種がしばしば多く含まれる古第三紀化石群では推論に不確定要素が多くなる。さらにまた、現生の森林植生・群落及びそれらの生態につ

いての研究者の知識と理解の違いが、気候条件の推定に大きく影響する欠点がある。とくに、これまでの研究には植物相と植生の概念の混同がしばしば認められる。

3. 化石群の葉相関 (Foliar physiognomy) の解析による方法

葉相関の特徴の解析に基づいて、葉化石群の値にもっとも近い現生の極相森林植生を求め、その植生が分布する地域の気候条件から古気温・気温年較差などを推定する方法である。現生の森林の広葉樹の葉形態 (大きさ・葉縁・葉脈系・葉質など) は気候と関係があり、たとえば、大型葉・全縁葉・羽状脈・複葉などをもった樹木種は熱帯地域にもっとも多く、温帯に向かってしだいに少なくなる。とくに、葉縁の特徴が気候にもっとも直接に関連し、全縁葉をもった樹木種の比率 (全縁葉率) が気候の指標となり、これが後期白亜紀～第三紀植物化石群の気候解析に適用できることが、Bailey and Sinnott (1915, 1916) によって初めて示唆された。その後、1930 年以降漸く古植物研究者によって、近縁な現生森林との比較による方法の傍証として古第三紀の化石群の気候解析について試みられ (Chaney and Sanborn, 1933; Potbury, 1935; MacGinitie, 1941; など)、または各年代の気温変化の相対的な比較に用いられた (Wolfe & Hopkins, 1967)。

葉相関解析による方法の化石群への適用を体系化したのは、Wolfe (1971, 1978, 1979, 1985) の一連の研究である。北半球の第三紀植物化石群の大半は中湿性 (mesic) 植物からなるので、東アジアの森林植生を基準とすることがもっとも適当であると考え、それらを 12 の植生に分けて気温 (年平均気温・気温年較差など) との関係を再検討した (図 4)。さらに、熱帯降雨林から温帯北部の針・広葉樹混交林について全縁葉率と気温との関係を検討し、とくに全縁葉率と年平均気温がよく対応した関係 (図 5) にあることが確かめられた。そして、この相関関係を葉化石群に適用し、アラスカ・ワシントン～オレゴン海岸地域、カリフォルニア北部、メキシコ湾岸地域の 4 地域に分けて、暁新世から中新世の気温変化を推定した

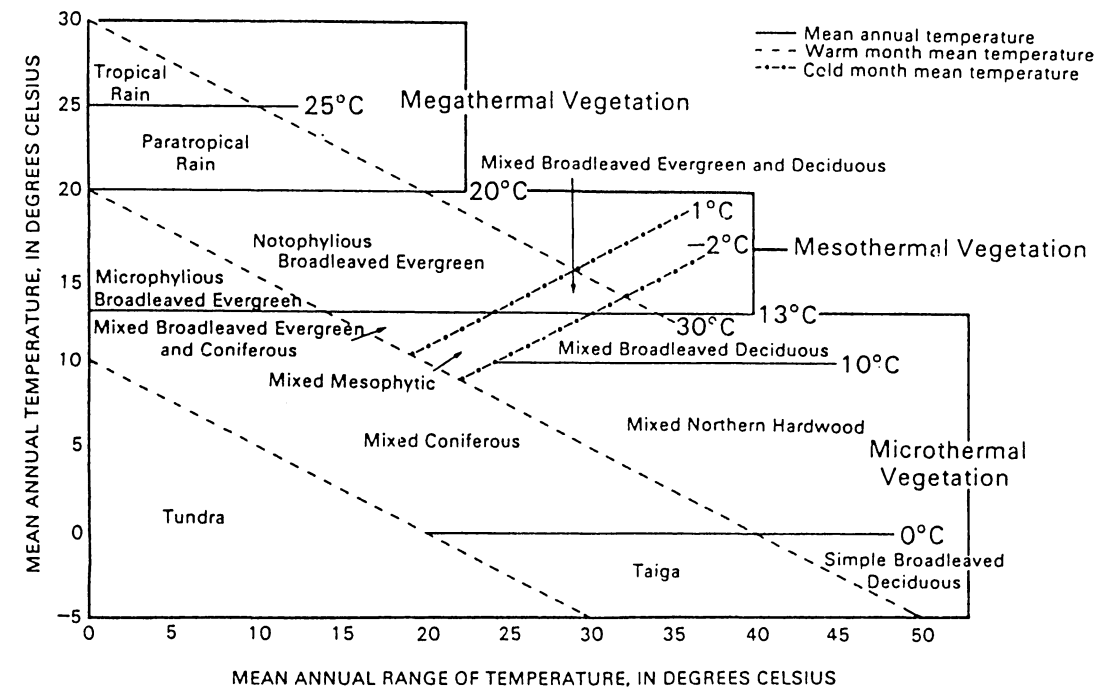


図4. 東アジアにおける現生植生に基づく主要森林タイプと気温との関係。(Wolfe, 1979, 1985).

(Wolfe, 1971, 1978).

近縁な現生種による方法と違って、葉相関による方法の利点は化石群の中に誤同定・未同定の種や絶滅属の植物が含まれていても、それらが葉形態によって正しく識別されている限りでは解析の結果には関係がないことである。しかし、信頼度の高い結果を得るためには、十分な採集量に基づ

いて識別された20種以上の広葉樹からなり、化石葉が後背地の広い範囲から集積された化石群でなければならない。たとえば、30種以上の化石群ではその後の再採集による種の追加または訂正によって、その全縁葉率は5%、20-29種の化石群では10%の増減があることがある(Wolfe, 1971)。全縁葉率と気温の関係(図5)は約3%/1°Cであ

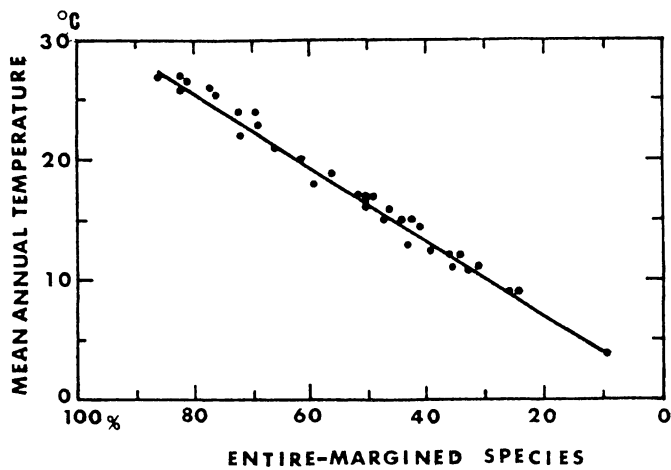


図5. 東アジアにおける適湿～中湿性森林における全縁葉広葉樹種の百分率と年平均気温との関係。(Wolfe, 1979).

るので、化石の採集が不十分な30種以下の化石群の場合には古気温推定値に約3°C以上の誤差が含まれることになる。化石群には一般に当時の河畔または湖岸の植物群集からもたらされた植物遺体が量的にも多いので (MacGinitie, 1953; Wolfe, 1971), 採集が不十分であると化石の大半がこれらの樹木種で占められ、その結果、化石群は当時の山腹斜面も含めた広域の植生を示さず、葉相関の解析結果の信頼度は著しく低くなる。したがって、化石群が local でなく regional な植生を代表するように十分な化石採集を行うとともに、得られた化石群の植物相から群集解析によって regional な植生を示すことを確かめることも必要である。

今後の課題

これまで述べてきたように、植物化石群から当時の気温を推定するために多くの方法が試みられてきた。化石群の近縁現生種による方法は、主としてもっとも近縁な組成をもった植物相または植物群集が占める地域の気候資料によっているが、化石群の組成は多様で現在の植物相または群集に一致するものはない。したがって、推定された古気温値はおおよその目安を示したにすぎず、第三紀を通じての気候変化に関するこれまでの多くの研究は、寒暖という相対的な変化を示したものが多い (Dorf, 1964; Tanai and Huzioka, 1967; Mai, 1970)。これに対して、葉相関の全縁葉率による方法は、葉化石群の全縁葉率の検討によって化石植物相の植生タイプをまず決定することにより、次いでその現在の植生タイプから気温を推定するのである。したがって、古気温変化の大きさが推定され、また、第三紀における気候と植生の変化の歴史を明らかにすることができる。さらに、全縁葉率による方法は、Wolfe (1971, 1978, 1981) がしばしば強調するように、推定結果が化石の誤同定に無関係なことである。現在の段階ではこの方法による古気温推定がもっとも妥当と考えられるが、今後さらに検討すべき次のような問題が残されている。

1. 葉化石群と原植生との関係

化石植物群がそれらをもたらしした原植生をどの程度反映しているかという最も基本的な、そして解決の困難な問題が残されている。第四紀の花粉ダイアグラムにおける花粉組成の変化と原植生の変化との関係を明らかにするために、現生堆積物の花粉組成と後背地の森林組成との関係については膨大な研究があるが、いまだにこの基本的な問題は完全に解決されていない。一方、大型化石群の組成と原植生の組成との間の量的および質的な関係についてはこれまでほとんど知られていなかったが、近年漸く taphonomy の研究が盛んになるにしたがって、この問題が多くの古植物研究者によって検討されるようになった。これらの研究は、各種の堆積の場における植物片 (plant litter) を含む現生の堆積物についての野外調査または室内実験を通じて、運搬・堆積作用・植物群集の混合・葉の保存に適した堆積の場などが論じられている (たとえば, Mueller, 1959; Birks, 1973; McQueen, 1969; Spicer, 1981; Rex and Chaloner, 1983; Scheihing and Pfefferkorn, 1984; Ferguson, 1985; Gastaldo, 1986; Spicer and Wolfe, 1987; Burnham, 1989)。phytotaphonomy の現状を要約することは本論文の主旨ではないので、別の機会の述べることにするが、百原・南木 (1988) の review があることを付言しておく。

一つの植生地域の中には組成の異なるいくつかの群集があるが (図6), 化石群はこれらの多様な群集から堆積盆にもたらされた植物遺体の混合からなる。原地性のものを除くと化石群の組成は、河川の運搬力力の強弱と堆積地の違いによっていづれも大きく規制される。これまでの多くの taphonomy の研究の結論が一致しているわけではないが、堆積地における植物片とそれらをもたらしした群集または植生との間には、少なくとも次の関係が認められる。

(1) 河川に沿った堆積場では、堆積物中の植物葉片 (leaf litter) の多くはその周辺の植物からもたらされ、広域の植生を代表していない (Burnham 1989; Greenwood, 1992)。とくに、チャンネル堆積物では、大半が河畔の植物からなる (Burnham, 1989)。

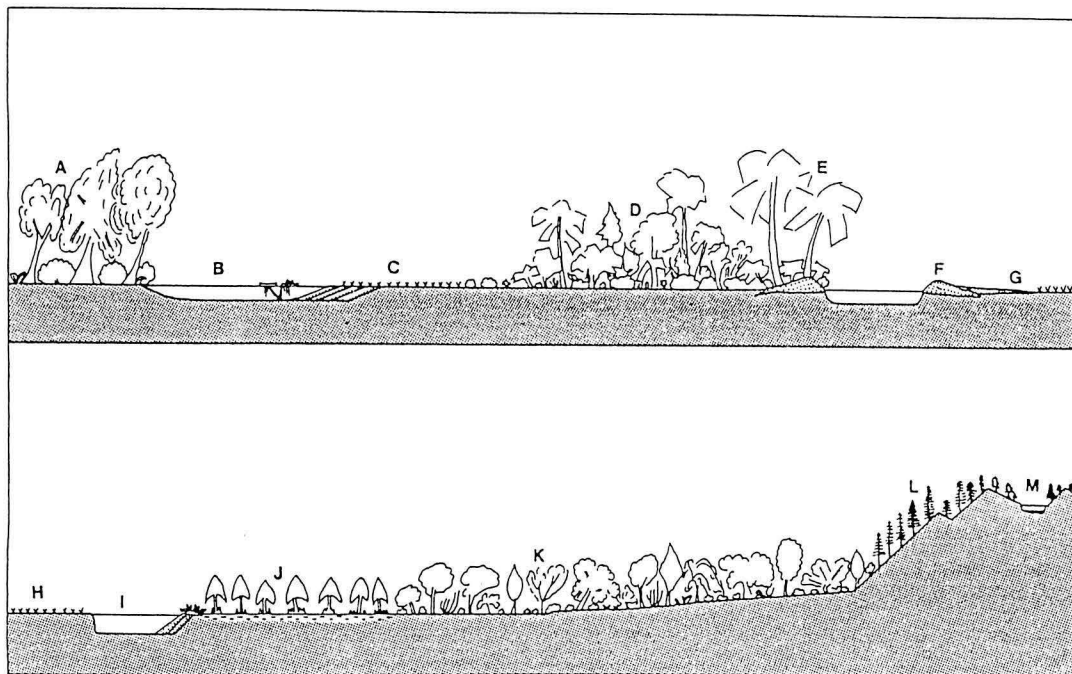


図 6. 植物群集の模式分布断面図 (Spicer and Greer, 1986).

A. 氾濫原上の発達した群集. B. 水生植物群落を含む氾濫原の湖. C. デルタ堆積物上の遷移初期. D. よく発達した遷移期の多様な種をもった群集. E. 乾性土壌の自然堤防上の特殊な群集. F. 新たに形成された自然堤防. G. 植物が未侵入な氾濫堆積物. H. 最近に氾濫した河間地域上の遷移初期の群集. I. 旧流路. J. 少ない種からなる特殊な湿原群集. K. 多様な組成からなる低地の植生. L. 山地斜面の群集. M. 山間盆地の群集.

(2) 湖沼の河川流入口では、デルタ堆積物中の植物葉片の組成は河川の流れの緩急によって2つのタイプに分けられる。緩流河川では下部層の植物葉片は湖沼周辺の植物から、上部層では河畔の植物からそれぞれ主として成る (Spicer, 1981)。これに対して急流河川では、植物片は河川流域の広い範囲の植物からもたらされ、堆積物中の植物葉片はその地域の広い植生を代表する (Spicer and Wolfe, 1987)。

(3) 海岸に沿ったデルタ平原は、植物片がいろいろの堆積場を集積し、しばしば泥炭層を形成する場合である。上流デルタ (Upper delta) 地域では、自然堤防・チャンネル・氾濫原湿地～湖などの堆積層に、それらの近くの local な林床の植物片が含まれるが、保存のよい葉などは氾濫による多量の碎屑性堆積物の中に含まれる。一方、下流デルタ (Lower delta) 地域では、支流間の湾・支流河口・干満潮汐のチャンネル・海岸砂浜などの堆積

層に、上流地域から運搬された植物片が主として含まれる (Scheiing and Pfefferkorn, 1984; Gastaldo, 1986)。

(4) 堆積物中の植物片の種としての含有頻度は、それをもたらした植生中の種の優占度と必ずしも一致しないので (Spicer and Wolfe, 1976; Burnham, 1989; Greenwood, 1992)、原植生を構成する植物の相対頻度を正しく反映していない。

Greenwood (1992) はオーストラリア東北部の熱帯降雨林の河川に沿う林床や河川堆積物中の樹木葉片 (leaf litter) について、葉相関と気温とがほとんど関係がないことを述べ、葉相関を第三紀葉化石群に適用できないことを主張している。しかし、林床や河川堆積物の葉片はそれらに近接した地域の植生しか代表していないし、また、同定された種数が各地点で大半が20種以下であるので、それらに基づいた葉相関と気温との関係の論議は問題が多い。これまでの phytotaphonomy

の多くの研究結果は、含植物化石層の堆積学的な検討の重要性を示唆している。葉相関による古気温推定の場合には化石群の堆積の場の検討も加えて、それが広域の植生を代表していることを予め確かめることが必要である。

2. 化石群の示す古高度

低緯度から高緯度に、また低地から山岳高地に向かって、異なる植生が現在占めていることはよく知られている。第三紀においてもその初期以来すでに緯度および高度によって異なる植生が分布したことが、これまでの多くの研究によって指摘されてきた (Chaney, 1959; Axelrod, 1966a, b; 棚井, 1963; Tanai, 1967; Wolfe, 1985, 1987)。したがって、第三紀を通じての古気温変化は化石群の古緯度および古高度を考慮して比較することが必要で、たとえば、北アメリカではアラスカ・オレゴン・ワシントン・カリフォルニア北部・メキシコ湾岸の4地域 (Wolfe, 1978) に、日本では北海道・東北地方・中部地方・西部地方～九州の4地域 (棚井, 1991) にそれぞれ分けて、海岸低地の古気温を基準として述べられている。

日本・カムチャッカ・樺太の多くの第三紀含植物化石層のように層序的に海成層と整合に相前後する場合には、その堆積地は海岸低地と考えられ、化石群は主として海岸低地～山地低斜面の植生から由来した植物遺体である。一方、中国・シベリア・シホタリンなどのアジア大陸やロッキ山脈地域・グレートベイスン地域などの北アメリカ西部では、内陸盆地に第三紀含植物化石層がよく発達し、それらの堆積地は大陸内部のある高度をもった湖盆と考えられ、化石群も山地斜面や山岳地の植生から主として由来したものからなる。

化石植物群の示す堆積地の高度を復元する試みは、多くの研究者によって進められてきたが、化石種の産出頻度・近似現生種の生態などから化石群を化石群集に解析し、最も主要な化石群集に近縁な現生群集の分布高度によって推定する方法が一般にも用いられてきた (たとえば, MacGinitie, 1953; Chaney, 1959; Tanai, 1963)。この方法は、化石群に近縁な現生群集の決定が研究者によって異なることがあって、推定された古高度に個人的

な相違を生じる結果となる。Hsü (1978) や Guo (1981) はこの方法を応用して、青海とチベット高原における始新世から更新世植物化石群の古高度と化石産地の現在の高度を比較し、ヒマラヤ山脈が中新世後期以降急激に上昇したと述べている。しかしこの考察には、後期新生代に向かって気温が低下したことが無視されているので、後期新生代の山脈上昇が過大に推定されているという疑問がある (Molnar and England, 1990)。

Axelrod (1966a) は現生森林の分布高度が暖かさ (ET) と密接な関係にあることを検討し、化石群の示す暖かさの指数や気温漸減率 ($5.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$) などに基づいて古高度を決定する方法を提案した。前述の Bailey のノモグラムを使った Axelrod の古高度算定方法はやや複雑であるが、「未知の高度にある化石群の示す古気温値と同時代でほぼ同緯度にある海岸低地の化石群の示す古気温値との差について気温漸減率から算定する」とことと基本的に変わりはない。しかしいずれの場合でも、一般に考えられている $5\sim 6^{\circ}\text{C}/\text{km}$ という陸域における現在の漸減率が、第三紀にも適用できるであろうかという問題がある。この問題について Wolfe (1992) は、北アメリカ西部における約 870 地点の気温資料を検討し、カスケード山脈とロッキー山脈の間の山岳地帯では気温漸減率はほとんど $3^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 以下であることを明らかにした。さらに、これらの地域は冬季の北極寒気団が山脈によって遮られていることによると考え、その影響が未だなかった第三紀中頃までのアメリカの内陸地域では、化石群の古高度の算定に気温漸減率として $3^{\circ}\text{C}/\text{km}$ が用いられると述べている。アジア大陸の内陸地域の第三紀植物化石群の古植生の解釈は、気温漸減率と古高度・ヒマラヤ山脈やモンゴル高原の形成時期などを考慮して再検討すべきであろう。

3. 葉相関の基礎

植物生理学的な意義付けは未だ不十分ではあるが、現生の植生において葉相関と気候とが一般に密接な関係にあることは多くの研究者が認めるところである (Raunkiaer, 1943; Richard, 1952)。しかし、この関係を古気候推定のために植物化石

群に適用することについては、現在でも一部の古植物研究者の間に異論がある。すでに述べた taphonomy の研究によるものの他に、現生森林における全縁葉率の地域的な変化がそれぞれの地域の気温分布と密接に関連していないということに基づいている。

北・南カロライナ州 (Dolph & Dilcher, 1979), インディアナ州 (Dolph, 1984) およびコスタリカの森林 (Dolph, 1979; Dolph and Dilcher, 1980) について、葉相関の特徴 (全縁葉率・葉の大きさ・葉質など) と気候 (気温・降雨量など) との関係を county (郡) の単位で整理・検討すると、両者の値の地域的な分布 (等値線) には密接な関係が認められないという。しかし、これらの研究には植生単位での考察が欠け、また、検討資料にも不適当なものがある。たとえば、カロライナ州には大西洋沿岸平野の常緑広葉樹林からアパラチア山脈の落葉広葉樹林が分布するが (Braun, 1964), これらの植生単位で Dolph らの結果を再検討すると、全縁葉率と年平均気温とはよく対応し第 5 図に示された両者の関係にほぼ一致する。また、コスタリカの研究では、Holdridge (1967) の life zone の植生帯によっているが、38 資料採集地点の 2/3 は 20 種以下であるので気候との関係を検討するには適当ではない (Wolfe, 1981)。

古気温推定に用いられた全縁葉率と気温との関係は、東アジアの森林植生の資料によっている。それは、1) 山岳氷河を除けば、東アジアの大部分は第四紀にも氷河に覆われなかったため、氷河の植生への影響が極めて少ないこと、2) 北半球の他地域に比べて、東アジアの現生植生は多様で多くの相関単位が連続して存在すること、3) 北アメリカ東部と違って、東アジアでは東西方向の一連の山脈によって極地の寒気団が低地に襲来することがしばしば阻止されたこと、などの理由によって東アジアの森林植生がもっとも適当と考えられたからである (Wolfe, 1979)。一方、葉相関と気候との関係に一貫して疑問を述べてきた Dolph は (1979, 1980 など) これに反論し、中国の植生が新生代を通じて多くの気候変動を受けて安定したものではなかったこと、とくに第四紀には厳しい寒

気にしばしば襲われたことなどを強調し、北アメリカ東部の森林植生が葉相関の検討に適さないならば東アジアの植生も同様であると述べている (Dolph, 1990)。

Dolph (1990) の中国の第三紀植生変遷及び古気候変化の資料の大半は、Wang Pinxing (1984)・Wang Xinzeng (1984)・Guo (1984) によっているが、これらは古第三紀 (始新世) 及び新第三紀 (中新世) という年代単位での植生分布を述べたもので、詳細な生層序や化石群組成の検討を伴った資料ではない (棚井, 1992)。これら中国の研究者による第三紀植生分布資料と Wolfe (1985) の第三紀植生分布図が著しく異なるからといって、東アジアの森林植生が葉相関の検討に不適当であるという Dolph (1990) 見解は必ずしも妥当ではない。北アメリカ東部～東南部を現在占める落葉広葉樹林と落葉・常緑広葉樹混交林は多くの第三紀残存属を含み、東アジアのそれらと多くの共通した植物を含むことはよく知られている (たとえば, Li, 1952)。しかし、北アメリカ東部の植物相は属及び科レベルでの多様性は東アジアに比べてはるかに低く (Tiffney, 1985; p. 247, 表), 森林の樹木組成もはるかに貧弱である。したがって、葉相関と気候資料の検討に東アジアの植生が中心として取り上げられたことは当然であろう。

化石群の葉相関とくに全縁葉率を古気温推定に応用することに対する疑問が一部の研究者によって (Dolph and Dilcher, 1979; Dolph, 1990; Greenwood, 1992) 述べられているが、それらは葉相関と気候との関係を否定しているわけではなく、むしろ問題はその関係をいかに正確に現生の森林植生の中に見いだすかということである。全縁葉率の適用は化石群による古気温推定方法を一步進めたが、このような一つの変数ですべてが解決されたのではない。たとえば、現生森林を構成する樹木種の葉の大きさ (leaf size class) と気温及び降水量との関係などが検討され (Raunkiaer, 1934; Webb, 1959; Dolph and Dilcher, 1979, 1980; Greenwood, 1992), 化石群への適用も試みられている (MacGinitie, 1978; Wolfe, 1978, 1985; Christophel, 1981; Wolfe and Upchurch, 1987;

など)。植生と気候との関係をさらに正確・精密に明らかにするために、Wolfe (1990a, b) は気候資料が整った 40 以上の地域の植生において葉を採集し、葉相関の約 34 形質（大きさ、葉形、葉縁の諸特徴、葉先、葉基部）と気温・降水量との関係について多変量解析が進められ、その成果は一部の化石群にも応用されつつある。この研究は進行中で未だその詳細は明らかにされていないが、今後の研究の発展が期待される。

むすび

大陸移動・海陸分布・山脈と平原の消長などともに、気候変化は地球の陸上生物の進化・絶滅・分布に大きな影響を与えてきた。現在の地球上に広く発達する被子植物の初期の発達も、中生代後期から第三紀初期のある気候発達と密接な関係があるといわれる (Doyle and Hickey, 1976)。現在の森林植生の起源と分布の歴史を解明するために、化石群の古植物学的研究とともに、それらが生育した環境とくに古気候変化の解析が古植物研究者によっていろいろの方法で進められてきた。これらの中で、古気温推定方法の概要について研究経過と現状を概括し、今後の問題点をまとめた。近年では、phytotaphomy を基礎とした現生植生と気候との関係、各種の現生植生における葉相関と気候との関係などを明らかにし、その結果を植物化石群による古気候推定に応用しようとする努力が続けられている。地球上の現在の多様な植生と気候との関係を明らかにすることは、国際的な研究協力なくしては完成が難しい。北半球の中で東アジアにはもっとも豊富な植物と多様な植生が発達しているので、東アジアの研究者が今後努めるべき役割は重要なものとなろう。

引用文献

- Axelrod, D. I., 1960. The evolution of flowering plants. In, Tax, S., ed., *Evolution after Darwin*, 3, 227-305, Univ. Chicago Press, Chicago.
- , 1966a. A method for determining the altitudes of Tertiary floras. *Palaeobotanist*, 14, 144-171.
- , 1966b. The Eocene Copper basin flora of northeastern Nevada. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, 59, 1-83.
- and Bailey, H. P., 1969. Paleotemperature analysis of Tertiary floras. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 6, 163-195.
- Bailey, H. P., 1960. A method of determining the warmth and temperateness of climate. *Geograf. Ann.*, 42, 1-16.
- , 1964. Toward a unified concept of the temperate climate. *Geograph. Rev.*, 54, 516-545.
- , 1966. The mean annual range and standard deviation at measures of dispersion of temperature around the annual mean. *Geograph. Ann.*, 48A, 183-194.
- Bailey, I. W., and Sinnott, E. W., 1915. A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. *Science*, 41, 831-834.
- and ———, 1916. The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *Amer. J. Botany*, 3, 24-39.
- Birks, H. H., 1973. Modern macrofossil assemblages in lake sediments in Minnesota. In, Birks, M. J. B. and West, R. G., eds., *Quaternary Plant Ecology*, 173-189, Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Boulter, M. C., 1979. Taxonomy and nomenclature of fossil pollen from the Tertiary. *Taxon*, 28, 337-344.
- , 1984. Palaeobotanical evidence for Land-surface temperature in the European Palaeogene. In, Brenchley, P., ed., *Fossils and climate*, 35-47, John Wiley & Sons, London.
- and Hubbard, R. N. L. B., 1982. Objective palaeoecological and biostratigraphic interpretation of Tertiary palynological data by multivariate statistical analysis. *Palynology*, 6, 55-68.
- Braun, E. L., 1950. *Deciduous forests of eastern North America*. 596 p., (reprinted in 1964 by Hafner Publ. Co., New York).
- Burnham, R. J., 1989. Relationships between standing vegetation and leaf litter in a paratropical forest: implication for paleobotany. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 58(1), 1-46.
- Chaney, R. W., 1924. Quantitative studies of the Bridge Creek flora. *Amer. J. Sci.*, 5th ser., 8, 127-144.
- , 1925. A comparative study of the Bridge Creek flora and the modern red wood forest. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, (34), 1-22.

- , 1940. Tertiary forests and continental history. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 51, 469-488.
- , 1951. A revision of fossil *Sequoia* and *Taxodium* in western North America based on the recent discovery of *Metasequoia*. *Trans. Amer. Philos. Soc.*, new ser., 40(3), 171-239.
- , 1959. Miocene floras of the Columbia Plateau. Part I. Composition and interpretation. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, (617), 1-134.
- and Sanborn, E. I., 1933. The Goshen flora of West-central Oregon. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, (439), 1-103.
- Christophel, D. C., 1981. Tertiary megafossil floras of Australia as indicators of floristic associations and paleoclimate. 380-390, In, Keast, A., ed., *Ecological biogeography of Australia*. W. Junk Publ., Hague.
- Dolph, G. E., 1979. Variation in leaf margin with respect to climate in Costa Rica *Bull. Torrey Bot. Club*, 106, 104-109.
- , 1984. Leaf from of the woody plants of Indiana as related to environment. 51 - 61, In, Margaris, N. S., Arianoustou-Farragitaki, M. and Oechel, W. C., eds., *Being alive on land*, Task for vegetation Science, 13, W. Junk Publ., Haegue.
- , 1990. A critique of the theoretical basis of leaf margin analysis. *Proc. Indiana Acad. Sci.*, 99, 1-10.
- and Dilcher, D. L., 1979. Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. *Palaeontogr. B.*, 170, 151-172.
- and ———, 1980. Variation in leaf size with respect to climate in Costa Rica. *Biotropica*, 12 (2), 91-99.
- Dorf, E., 1964. The use of fossil plants in paleoclimatic interpretation. 13-31, In, Nairn, A. E. M., ed., *Problems in Palaeoclimatology*. Interscience, London.
- , 1969. Paleobotanical evidence of Mesozoic and Ceneozoic climatic changes. *Proc. North Amer. Paleont. Convent*, 1969, Part D, 323-346.
- Endo, S., 1934. The Pleistocene flora of Japan and its climatic significance. *John Hopkins Univ. Studies in Geol.*, 11, 251-267.
- Engler, A., 1879. *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der extratropischen Florengebiete der nördlichen Hemisphäre*. 202 p., Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- , A., 1882. *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der extratropischen Florengebiete der südlichen Hemisphäre und der tropischen Gebiete*. 386 p., Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Ferguson, D. K., 1985. The theory of leaf assemblages. —new light on an old problem. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 46, 117-188.
- Gastaldo, R. A., 1986. Selected aspects of plant taphonomic processes in coastal deltaic regimes. In, Broadhead, T. W., ed., *Land Plants, notes for a short course*. 27-44, Univ. Tennessee, Dept. Geol. Sci., Studies in Geol., 15.
- Greenwood, D. R., 1992. Taphonomic constraints on foliar physiognomic interpretations of Late Cretaceous and Tertiary paleoclimates. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 22, 121-190.
- Gregor, H. -J., 1982. *Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, phytostratigraphie, paläoökologie, paläoklimatologie*. 278 p., Ferd. Enke, Stuttgart.
- Greller, A. M. and Rachele, L. D., 1983. Climatic limits of exotic genera in the Legler palynoflora, Miocene, New Jersey, U. S. A. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 40, 149-163.
- Guo Shuang-xing, 1981. On the elevation and climatic changes of the Qinghai-Xizang plateau based on fossil angiosperms. In, *Geological and ecological studies of Qinghai-Xizang Plateau*. 1, 201-206, Sci. Press, Beijing.
- , 1984. The Tertiary climates of China, as indicated by plant megafossils. In, Whyte, R. O., ed., *The Evolution of the East Asian Environment*. 2, 467-469. Univ. Hongkong, Center Asian Studies, Hongkong.
- Hably, L., 1979. Climatic changes in the area of central Paratethys during the Tertiary (based on macroflora). *Stud. Bot. Hungary*, 13, 39-46.
- 秦光男・佐藤誠司, 1989. 松前半島南部の中新世前～中期における気温変化. 地質学論集, 32, 207-216.
- Heer, O., 1859. *Die tertiäre Flora der Schweiz*. Winththur, 3, 1-378.
- Hickey, L. J. and Doyle, J. A., 1977. Early Cretaceous fossil evidence for angiosperm evolution. *Bot. Review*, 43(1), 3-104.
- Holdridge, L. R., 1967. *Life zone ecology*. 205 p., Trop-

- ical Sci. Center, San Jose, Costa Rica.
- Hsü, J., 1978. On the palaeobotanical evidence for continental drift and Himalayan uplift. *Palaeobotanist*, **35**, 131-145.
- Hubbard, R. N. L. B. and Boulter, M. C., 1983. Reconstruction of Palaeogene climate from palynological evidence. *Nature*, **301**, 147-150.
- 吉良龍夫, 1948. 温度指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて. 寒地農学, **2**, 143-173.
- , 1949. 日本の森林帯. 林業解説シリーズ, (17), 42 p., 日本林業技術協会, 東京.
- Krutzsch, W., 1967. Der Florenwechsel im Alttertiär Mitteleuropas auf Grund von sporenpaläontologischen Untersuchungen. *Abh. zentr. geol. Inst.* (10), 17-37.
- Krystofovich, A. N., 1955. Development of the phytogeographical regions in the Northern Hemisphere during the Tertiary. *Vopr. Geol. Azii*, **2**, 824-844. (in Russian).
- Leopold, E. B., 1967. Late Cenozoic patterns of plant extinction. 203-246. In, Martin, P. S. and Wright, Jr., H. E., eds., *Pleistocene extinctions*. Yale Univ. Press, New Haven.
- Li Hui-lin, 1952. Floristic relationships between Eastern Asia and Eastern North America. *Trans. Amer. Philos. Soc.*, new ser., **42**(2), 371-429.
- MacGinitie, H. D., 1941. A Middle Eocene flora from the central Sierra Nevada. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, (534), 1-178.
- , 1953. Fossil plants from the Florissant beds, Colorado. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, (599), 1-198.
- , 1962. The Kilgore flora. A Late Miocene flora from Northern Nebraska. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, **35**(2), 67-158.
- , 1969. The Eocene flora from the Green River beds in northwestern Colorado and north-eastern Utah. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, **83**, 1-140.
- , 1974. An Early Middle Eocene flora from the Yellowstone-Absaroka volcanic province, northwestern Wind River Basin, Wyoming. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, **108**, 1-103.
- MacQueen, D. R., 1969. Macroscopic plant remains in recent lake sediments. *Tuatara*, **17**: 13-19.
- Mai, D. H., 1965. Florenwechsel in jüngerem Tertiär Mitteleuropas. *Fed. Repert.*, **70**, 157-169.
- , 1970. Change of climate and biostratigraphy in the continental younger Tertiary of boreal province. *Giorn. Geol.* **35**, 85-90.
- , 1981. Entwicklung und klimatische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. *Flora*, **171**, 525-582.
- , 1991. Palaeofloristic changes in Europe and the confirmation of the Arctotertiary-Palaeotropical concept. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **68**, 29-36.
- and Walther, H., 1983. Die fossilen Floren des Weissester-Beckens und seiner Randgebiete. *Hall. Jb. f. Geowiss.*, **8**, 59-74.
- Matsuoka, K., 1990. The Early Middle Miocene inland paleoclimate around the central Kinki, Southwest Japan. In, Tsuchi, R., ed., *Pacific Neogene Events. Their timing, Nature and Interrelationship*. 15-22, Univ. Tokyo Press, Tokyo.
- 百原新・南木陸彦, 1988. 大型植物化石群集のタフ・ノミー. 植生史研究, (3), 13-23.
- Molnar, P. and England, P., 1990. Late Cenozoic uplift of mountain ranges and global climatic change: chicken and egg? *Nature*, **346**, 29-34.
- Muller, J., 1959. Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropaleontology*, **5**(1), 1-32.
- Potbury, S. S., 1935. The La Porte flora of Plumas County, California. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, (465), 29-81.
- Raunkiaer, C., 1943. *The life-forms of plants and statistical plant geography*. Oxford Univ. Press, Oxford, 632 pp.
- Rex, G. M. and Chaloner, W. G., 1983. The experimental formation of plant compression fossils. *Palaeontology*, **26**(2), 231-252.
- Richards, P. W., 1952. *The tropical Rain Forest; an ecological study*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 450 pp.
- 佐藤誠司, 1989. 常盤炭田新第三系の花粉層序学的研究. 地質雑, **95**(3), 171-187.
- Scheiing, M. H. and Pfefferkorn, H. W., 1984. The taphonomy of land plants in the Orinoco Delta: a model for the incorporation of plant parts in clastic sediments of Late Carboniferous age of Euramerica. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **41**(3/4), 205-240.
- 島崎統五・徳永重元・尾上亨, 1972. 裏日本油田地域に

- おける花粉層序学的考察. 石油技協誌, 37, 391-393.
- Spicer, R. A., 1980. The importance of depositional sorting the biostratigraphy of plant megafossils. 171-183. In: Dilcher, D. L. and T. N. Taylor, eds., *Biostratigraphy of Fossil Plants. Successional and Palaeoecological Analysis*. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.
- , 1981. The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire. England. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 1143, 1-77.
- and Greer, A. G., 1986. Selected aspect of plant taphonomic processes in coastal deltaic regimes. 10-26. In: Broadhead, T. W., ed., *Land plants, notes for a short course*. Univ. Tennessee, Dept. Geol. Sci., studies in Geol. (15).
- and Wolfe, J. A., 1987. Plant taphonomy of late Holocene deposits in Trinity (Clair Engle) Lake, northern California. *Paleobiol.*, 13(2), 227-245.
- Szafer, W., 1946. The Pliocene flora of Krosno in Poland. I. General Part. *Rozr. Wydz. Mat. -Przyr. PAN*, Dz. B, 72(1), 1-162 (in Polish with English summary).
- , 1954. Pliocene flora from the vicinity of Czorztyn (west Carpathians) and its relationships to the Pleistocene. *Inst. Geol. Prace*, 11, 1-238. (in Polish with English summary).
- , 1961. Miocene flora from Stare Gilwice in Upper Silesia. *Inst. Geol. Prace*, 23, 1-205. (in Polish with English summary).
- Tanai, T., 1963. Miocene floras of southwestern Hokkaido, Japan. part I, Composition and interpretation. In: *Tertiary floras of Japan, Miocene floras*. 9-96, Collab. Assoc. Commit. 80th Anniv., Geol. Surv. Japan, Tokyo.
- 棚井敏雅, 1963. 北海道における新第三紀植物群の変遷. 化石, (5), 51-62.
- Tanai, T., 1967. Miocene floras and climate in East Asia. *Abh. zentr. Geol. Inst. Berlin*, (10), 195-205.
- , 1970. The Oligocene floras from the Kushiro coal field, Hokkaido, Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, ser. 4, 14(4), 383-514.
- 棚井敏雅, 1971. 北半球の第三紀植物地理について. 松下久道教授記念論文集, 201-216.
- , 1985. 第三紀フローラによる気候推定の2・3の問題. 千地万造編, 新第三紀地史的イベント. 17-19, 京都.
- , 1991. 北半球における第三紀の気候変動と植生の変化. 地学雑誌, 100(6), 951-966.
- , 1992. 東アジアにおける第三紀森林植生の変遷. 瑞浪市化石博物館研報, (19), 125-163.
- Tanai, T. and Huzioka, K., 1967. Climatic implications of Tertiary floras of Japan. In: Hatai, K., ed., *Tertiary correlation and climatic changes in the Pacific*. 89-94. Sasaki Print. Co., Sendai.
- Tiffney, B. H., 1985. The Eocene North Atlantic land bridge: its importance in Tertiary and modern phytogeography of the Northern Hemisphere. *Jour. Arnold Arb.*, 66, 243-273.
- Walter, H., 1979. *Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere*. 2nd ed. 274 pp., Springer, New York, N. Y.
- Wang Chi-Wu, 1963. *The forest of China, with a survey of grassland and desert vegetation*. 313 p., Maria Moors Cabot Foundation Publ. (5), Harvard Univ., Cambridge.
- Wang Pinxian, 1984. Progress in Late Cenozoic palaeoclimatology of China: a brief review. In: Whyte, R. O., ed., *The Evolution of the East Asian Environment*. 2, 165-187, Univ. Hongkong, Center Asian Studies, Hongkong.
- Wang Xianzeng, 1984. The Palaeoenvironment of China from the Tertiary. Ditto, 472-482.
- Webb, L. J., 1959. A physiognomic classification of Australian rain forests. *J. Ecol.*, 47, 551-570.
- Wolfe, J. A., 1969. Neogene floristic and vegetational history of the Pacific Northwest. *Madroño*, 20, 83-110.
- , 1971. Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 9, 27-57.
- , 1975. Some aspect of plant geography of the Northern Hemisphere during the late Cretaceous and Tertiary. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 62, 264-279.
- , 1978. A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere. *Amer. Sci.*, 66, 694-703.
- , 1979. Temperature parameters of humid to mesic forests of Eastern Asia and relation to forests of other regions of Northern Hemisphere and Australasia. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 1106, 1-

- 37.
- , 1981. Paleoclimatic significance of the Oligocene and Neogene floras of the northwestern United States. In: Niklas, K. J., ed., *Paleobotany, Paleocology and Evolution*. 2, 79-101, Praeger, New York.
- , 1985. Distribution of major vegetational types during the Tertiary. *Geophys. Monogr.*, **32**, 357-375.
- , 1987. An overview of the origin of the modern vegetation and flora of the Northern Rocky Mountains. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **74**, 785-803.
- , 1990 a. Palaeobotanical evidence for a marked temperature increase following the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature*, 343, 153-156.
- , 1990b. Estimates of Pliocene precipitation and temperature based on multivariate analysis of leaf physiognomy. In: Gosnell, L. B and Poore, R. Z., eds., *Pliocene climates: scenario for global warming*. 39-42. U. S. Geol. Survey, Open-File Report 90-64.
- , 1992. An analysis of present-day terrestrial lapse rates in the western conterminous United States and their significance to paleoaltitudinal estimates. *U. S. Geol. Survey Bull.*, (1964), 35 pp.
- and Hopkins, D. M., 1967. Climatic changes recorded by Tertiary land floras in northwestern North America. In: Hatai, K., ed., *Tertiary correlations and climatic changes in the Pacific*. 67-76, Sasaki Print. Co., Sendai.
- and Upchurch, G. R., Jr., 1987. North American nonmarine climates and vegetation during the Late Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **61**, 33-77.
- 山野井徹, 1978. 男鹿半島における新第三系の花粉層序. *地質雑* 84(2), 69-86.
- , 1986. 花粉からみた新第三紀の海岸気候事件. *海洋科学*. 18(3): 140-145.
- Yamanoi, T., 1989. Neogene palynological zones and event in Japan. *Proc. Int'l. Symp. Pacific Neogene continental and marine events*, p. 83 - 90, Nanjing Univ. Press, Nanjing.

花粉化石が示す古気温

山 野 井 徹*

Paleotemperature obtained from pollen fossils

Tohru Yamanoi*

Abstract Pollen fossils have an allochthonous character and have some difficulty in the identification at specific level. These problems make it difficult to estimate paleotemperature from pollen fossils. "Traverse effect" is found as a general rule between productions and sedimentations of pollen grains (Traverse, 1988). This Traverse effect will be the key to the solution of the problems for allochthonous pollen fossils. It will be possible to identify pollen taxa at specific level through the SEM observation.

Two types of paleotemperature obtained from pollen fossils are presented in this paper. One type is relative paleotemperature estimated from palyno-flora in the offshore sediments, and the other is paleotemperature with scale estimated from specified pollen taxa in the coastal sediments. The continuous palyno-floras obtained from Neogene nearshore sediments are useful to establish the five pollen zones and they were used to estimate a relative paleotemperature curve. Pollen fossils of the mangrove plant occurred from middle Miocene coastal sediment in Toyama Prefecture, Central Japan are almost autochthonous and can be identified at a specific level by SEM observation. These palynological data indicate that the mean temperature in winter season in Toyama district during the middle Miocene was nearly 18°C higher than the condition today.

はじめに

花粉化石は、泥質な水成の堆積岩であれば、陸成、海成を問わずに多産する。こうした特性は、花粉化石の最大の長所となっている。新生代の花粉化石は示相化石として利用されることが多い。示相化石は、その化石が成育していたときの環境に対して敏感であることと、埋積場所が原地性に近いことが、とくにその価値を高める条件となる。高等植物は、成育環境、とくに気温に対しては「種」に固有の適応範囲がある。そのために植物の各種は、陸域において、凄む「場所」を異にしている。したがって、花粉化石から、過去に成育していた植物の「種」とその「場所」を知ることができれば、現在の植物の生態を鍵にして当時の気温を求めることができる。このように花粉化石から古気温を知る原理は単純であるが、実際に花粉化石から「種」を鑑定し、その成育「場所」

を知るにはそれぞれかなりの障害がある。小論では、この2つの障害、すなわち、「場所」に関しては花粉化石の異地性の問題、「種」については同定の課題としてそれぞれを取り上げることにする。さらに、海成堆積物中の花粉化石から、こうした障害を越えて、古気温を求めた例を紹介したい。

花粉化石の異地性

花粉は、風媒花と虫媒花のものに大別される。風媒粉は、化石としての産出が多い。また、風媒花は、虫媒花に比べて花粉の生産量のはるかに多く、さらに、それ自体が空中を遠くまで飛散できる機能を備えている。水域に落下した花粉は比重の小さなシルト粒子として運搬され、やがて沈積して埋積することになる。他方、乾陸域に落下した花粉は、菌類などによって容易に分解されて残ることはない。よって、花粉化石は、そのほとんどが親植物から離れた水域で沈積したものである。堆積水域は、一般にそれが広いほど、広い範囲からの植物の花粉が集まることになる。した

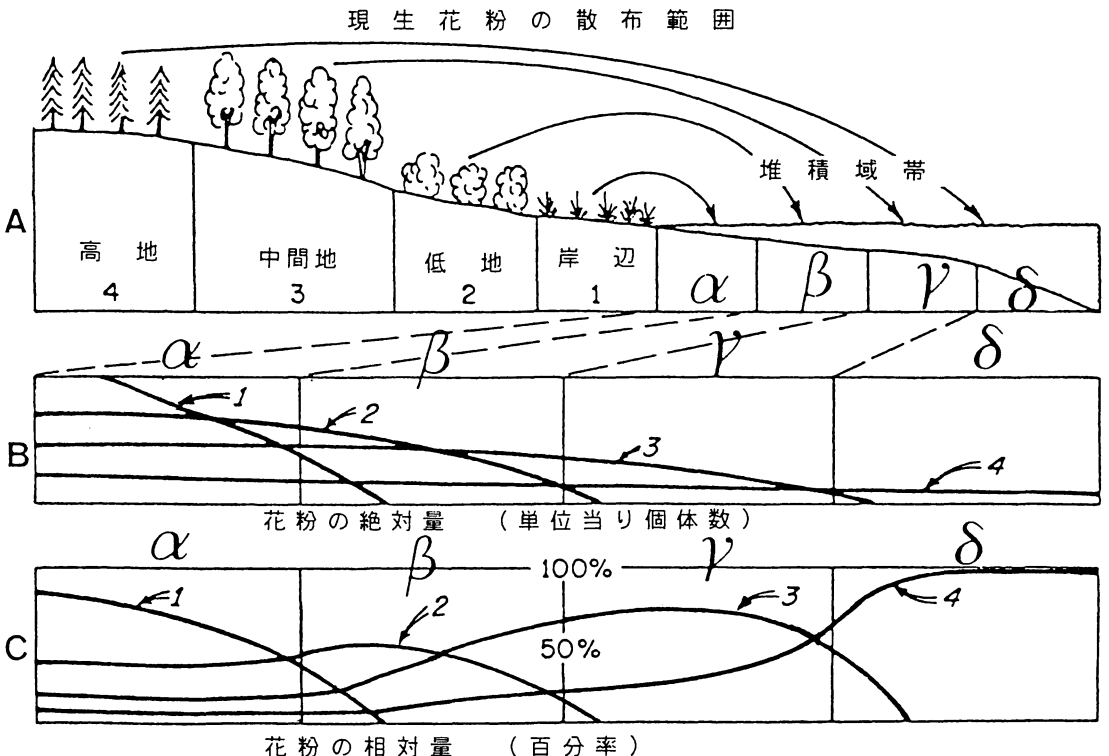
*山形大学教養部地学教室

1993年1月28日受付, 1993年4月26日受理

がって、具体的には、湿地、沼、湖、海などのように水域が広がる順に、そこの堆積物に含まれている花粉の異地性が高まる。

ある水域の堆積物から得られた花粉群集が、背後の陸域のどこどのような植生を反映したものかは花粉の異地性が高まれば一層考えにくくなる。そこで、花粉の異地性に、タクサごとの堆積特性があるならばそれを見出そうという研究が数多くなされてきた。代表的なものに、オリノコ川デルタ周辺を扱った Muller(1959)、デラウェア河口付近の Groot(1966)、グレートバハマバンクについての Traverse and Ginsburg(1966)、さらには地中海での Koreneva(1966)などを挙げることができる。我が国の水域を扱ったものとしては、島倉(1968)、山野井(1973)、松下(1981, 1982 など)、山形ほか(1988)などがある。こうした研究は、いずれもローカルな花粉粒子の堆積特性について論じられていて、類似した堆積環境で

の花粉化石群集の解釈には役立つ。多くのこうした研究に共通する法則性としては、岸から遠く離れた水域の底質では、マツ科の花粉が高率化することである。この現象は”Neves effect”と呼ばれている(Chaloner & Muir, 1968)。Traverse(1988)は花粉の異地性に關し、”Neves effect”をも包括するより普遍的な法則性を提示している。第1図はこの Traverse(1988)の見出した法則性を図解したもので、Aには花粉の生産帯と堆積域帯の關係が示されている(ここの地帯区分は、相対的な位置關係を示すもので、実際の広がりに対応するものではない)。すなわち、内陸の高地の植物の花粉ほど遠くまで散布されるのに対し、岸に近い植物の花粉ほど遠方には運ばれないという傾向(法則性)が示されている。その結果、各生産帯からの花粉の堆積については、単位当たりの絶対量はBの図のように、そして相対的な割合(百分率)はCの図のようにそれぞれ模式化されている。



第1図 Traverse(1988)による花粉の生産と堆積との関係(一部加筆)

Aは陸域の各区域で生産された花粉が水域に散布・運搬されて堆積するが、その堆積域は、堆積した群集の特徴により、 $\alpha \sim \delta$ の堆積域帯に区切られることを表わす。Bは各堆積域帯の花粉粒子の絶対量を、Cはその相対量を表わす。

る。A に示された生産地帯から堆積地帯に運ばれる花粉の関係は、岸辺から遠い内陸部のものほど岸辺から遠距離の堆積地にまで運ばれることから、花粉の飛散距離は、単純に岸辺からの距離に規制されたもののように見える。しかし A に示されるような花粉の生産と散布との関係を生む要因は、遠くまで散布されやすい花粉を生産する植物ほど一般に岸から離れた生産帯域に分布しているという自然の実態によるものであることを補足したい。

以上の Traverse(1988)の見出した法則性（以後、「Traverse の法則」という）は、各地の現生花粉の堆積現象を、大まかにではあるが、ほぼ統一的に説明できることが多い。しかし一方では、地域的に特殊な堆積環境や植生によるものと考えられる例外も目立つ。したがって、Traverse の法則は、特殊な堆積環境が少ない水域では、基本的、大局的には、有効であると評価できる。特殊な堆積環境が、堆積物の岩質から求まるならば、一般的な水域の堆積物では Traverse の法則が花粉化石の異地性を定性的に判断する手掛りを与えてくれる。

さて、堆積物の中から求められた花粉群集の構成は百分率で表わされることが多い。こうした組成は堆積水域が違えば同一の陸域の植生からもたされた花粉であっても異なった組成として表現される（第 1 図）。そこで、堆積域帯ごとに、その花粉組成から陸域の植生を復元できるのか、あるいはどうしたら復元できるかについて考察を進めたい。

まず、堆積域帯の δ （遠洋）であるが、ここでは、高地の植物（主としてマツ科）が 100% に近い組成を占めてしまう部分がある。このような組成からは、当時の陸域を高地の植物（マツ科）がほとんど覆っていたのか、あるいは、わずかに高地に生えていたことの表現なのかの区別がつけ難い。よって、こうした堆積域での花粉組成からは、当時の植生の復元は困難であるから、古気温の推定も難しい。

次に、 δ の γ に近い部分や、 γ （岸からかなり離れた湖や近海、内海などの水域）での花粉組成は、中間地からの植生の花粉の割合が多い。中間地の

植生は、その中の植物の構成が分かれば、古気候を推定する道具として役に立つ。ただし、これらの堆積域では、高地の花粉（主としてマツ科）が、かなり高率に含まれる。この要因は、その多くは Neves effect によるものと理解されるが、その程度と、実際の高地のマツ科の植生の反映による割合とをそれぞれの比率に分けることは不可能である。よって、こうした堆積水域での高地のマツ科の花粉の組成を、古気温の推定に使うことは極めて難しい。このような花粉が高率な組成を占めることは、他の中間地の花粉の比率を相対的に低下させることになる。したがって、この堆積水域では古気温の推定に有効な中間地の花粉の組成をより一層有用にするには、高地のマツ科の花粉を全体の組成から除いて考えることである。この際、高地のマツ科と、中間地以下にあるマツ科を区別することは難しいので、マツ科は一括して除いて考察することが実用的である。

β のような堆積水域（内湾や湖沼の沿岸部など）では、中間地、低地の花粉が主体になる。両地の植物の組成はこれもまた古気温を推定するには役立つ。この区域のマツ科の組成は Neves effect が小さいので、あえてマツ科を除いて考える必要はない。ただし、 γ などと入れ替る一連の堆積水域の花粉を連続的に扱う場合は、マツ科を除くことで統一したほうが考えやすい。

α は植生地に最も近接する水域で、海ならば、塩沼地、淡水域ならば、小さな沼や湿地といった堆積域である。ここでは岸辺の植生による花粉が高率に堆積しているほか、その背後や近辺の花粉も多い。また、この堆積域では、花粉の異地性が最も小さくなるので、原地性に近づき岸辺の特定の植物の花粉のみが高率になることもある。高率に産する花粉が、イネ科やハンノキ属のように、古気温の推定にあまり有効でないものの場合、これを組成から除いて考えることもある。一般にこの堆積域の花粉組成は、異地性が小さいという意味では価値が高い。したがって、この堆積域の花粉組成から復元される岸辺の植生が、気温に敏感な植物を含む群落であるならば、その花粉群集は気温の推定には最適なものとなる。

以上、花粉化石から古気温を推定するには、得

られた花粉群集が異地性の化石集団として扱われることがまず必要である。そのうえで、当時の植生を具体化するが、その際、推定される古気温の精度は、求める古気温の「場所」とその植生が具体化される程度にかかっている。

花粉化石の同定

当時の植生をより具体的に復元しようとするとき、もう一つの課題は、花粉化石の鑑定についてである。花粉化石は、「種」を区分する外壁の形態が微細で、それが光学顕微鏡の分解能の限界に近いことなどにより、普通は「種」まで鑑定できることは少なく、「属」段階にとどまることが多い。光学顕微鏡で観察する場合、分解能を極限まで高めようすると、焦点の深度が非常に浅くなってしまふ。このため、焦点の位置をわずかずつ移動させながら、そのつど観察される浅い焦点の像を連続的に捕らえていくと立体的な構造が把握できる(LO-分析, Erdtman, 1966)。しかし、この方法は、熟練を要するなどの困難が多い。

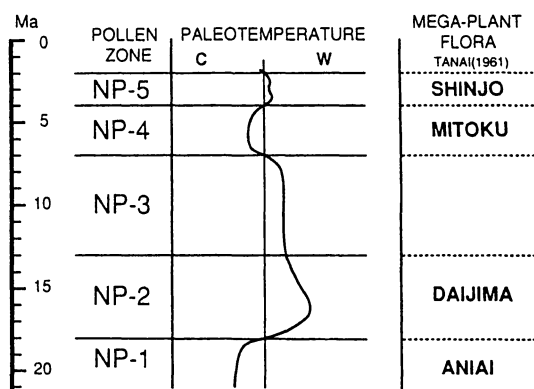
こうした光学顕微鏡に代って、最近では走査型電子顕微鏡(SEM)による像が、比較的簡単に得られることから、SEM像が化石の鑑定に利用されることが多くなってきた。ただし、化石を種まで同定しようとするとき、多くの場合、原理的には、その「属」の地球上における全種の形態が明らかにされている必要がある。しかしながら、現生植物の花粉のSEMによる観察が、未だ一部の植物でしか実施されていない。したがって、花粉化石の種の鑑定は、その道具(SEM)や方法論があっても一部のものを除いて、その実用は困難を伴うのが現状である。

ヨーロッパを中心に、全世界の現生植物の花粉を対象としたSEMレベルでの記載が進められている。我が国でも、現生植物の花粉の中途半端なSEMの観察・記載ではなく、こうした世界規模でのプロジェクトに少しでも寄与できる基礎研究を並行させたいものである。

花粉化石から得られる古気温

(1) 近海性堆積物の場合

筆者はこれまで、日本海側各地の新第三系の花



第2図 近海性の堆積物の花粉群集から得られる新第三紀の古気温の相対的变化

粉群集を扱ってきた。これまでの成果は、山野井(1990)に概略をまとめたとおり、扱った試料のほとんどは海成層である。したがって、そうした試料(近海域での堆積物)から得られた花粉化石群集は、その異地性の特性を意識して、前述のとおりマツ科を除いて考察し、主として当時の陸域の中間地の植生の変遷を知ろうとした。その結果、当時の植生の相対的な変遷が推定された。これを受けて、第2図に示す化石帯が設定され、さらに、古気温の変遷の曲線を得た。このカーブの横軸の両端に「W」(暖)、「C」(寒)を示したが、この間がどの程度の気温であったかを目盛ることはできない。なぜならば、当時の近海域に花粉を集積させた、おそらく広大な、中間地という空間に成育していた植物のタクサの相対的な比率は分かっていても、その中間地の広がりや地形が推定できないので、そこに当時の植物を配置して考えられないからである。すなわち、前述のように、異地性の花粉化石については、それを原地に戻し、その群落を復元しない限り具体的なその「場所」の古気温を知る手だては見つからない。したがって、近海域の堆積物の花粉群集から求められる古気温は、第2図のように、陸域の中間地という漠然とした場所における相対的な変化である。

(2) 塩沼地の堆積物の場合

花粉化石の異地性が最も小さくなるのが α の堆積域であり、それが、海なら塩沼地、陸域ならば湿・沼地などであることは前記のとおりであ

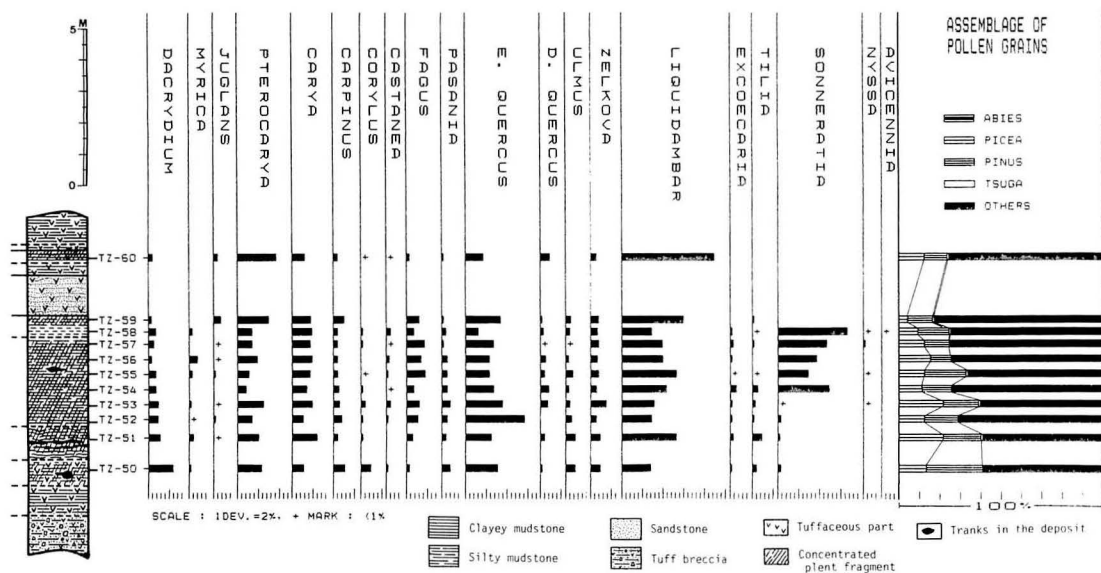
る。新しい時代に作られた湿・沼地の花粉分析では、背後の地形が現在とほとんど同じであることと、堆積物の最上部（表層部）では現在の植生を反映している花粉群集が得られることにより、そこから得られる一連の花粉群集から、当時の周辺の植生の変遷が把握し易く、古気温の変移も、かなりの確に推定できる。このため、陸域の湿・沼地の堆積物は、花粉分析の対象として適し、とくに最終氷期以降のものが多く扱われている。小論ではこうした最新の堆積物ではなく、新第三紀の堆積物の例をあげたい。

日本列島では新第三紀の地層として、当時の陸域の湿・沼地の堆積物が侵食されずに残っていることは期待できない。これに対し、塩沼地の堆積物は、一連の新第三系（海成層）の最下位の海進初期の地層に保存されている可能性がある。

以下にあげる例は、富山市東方立山町栃津川流域における黒瀬谷層（下位）の花化石についてである（山野井・津田，1986）。この黒瀬谷層（下位）は、砂岩、礫岩、泥岩の互層からなり、海進初期の地層である（津田，1955）。泥岩は植物の破片を多く含み、その一部は亜炭もしくは腐植質泥状を呈している。こうした栃津川流域の一連の

互層のうち、泥岩を花粉分析した結果、マングローブ植物の花粉を見出すことができた。それらは、*Excoecaria*（シマシラキ）、*Sonneratia*（マヤブシキ）、*Bruguiera*（オヒルギ）、*Rizophora*（ヤエヤマヒルギ）、*Avicennia*（ヒルギダマシ）であった。とくに、*Excoecaria* と *Sonneratia* が突発的に高率に産する層準が見出された。

Excoecaria と *Sonneratia* が高率に産する層準では、これらの化石をそれぞれ SEM で詳しく観察することができた。現生の *Excoecaria* のうちマングローブ植物としては、*E. agallocha* L.（シマシラキ）のみである（Chapman, 1976）。化石の *Excoecaria* と現生の *E. agallocha* L. との SEM による比較観察では、両者の間に形態的な差は認められなかった（山野井・津田，1986）。他方、現生の *Sonneratia* は、マングローブ植物としては 5 種が知られている（Chapman, 1976）。現生種との比較観察により、化石は新種であることが見出され *Sonneratia* の花粉形態種として、*Florschuetzia claricolpata* Yamanoi と命名された（Yamanoi, 1983）。この種は絶滅したが、現生の *Sonneratia alba* Smith（マヤブシキ）の祖先として位置付けられた（Yamanoi, 1983）（第 6 図）。



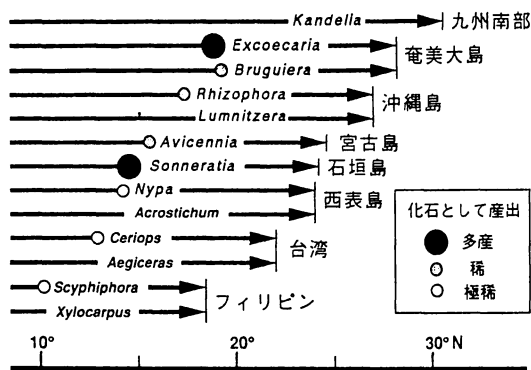
第 3 図 塩沼地の堆積物（富山県立山町栃津の黒瀬谷層下部）から得られた花粉組成（山野井・津田，1986）
マングローブ植物である *Sonneratia*（マヤブシキ）がとくに高率に産する層準がある。

こうした SEM による種の同定をふまえ、さらに *Sonneratia* が多産する単層を主体にその付近を詳しく分析した結果が、第3図に表わされている。この単層は岩質的にもマングローブ沼の堆積物と考えられる（山野井、津田、1990）ので、*Sonneratia* が多産する部位では、岸辺の植物の花粉の堆積特性から、この場所に極めて近接して、*Sonneratia* を含むマングローブ群落が発見されていたことがかなりの確度をもって推定される。なお、この地域で見出されたマングローブ植物のうち、*Excoecaria* と *Sonneratia* は、とくに花粉

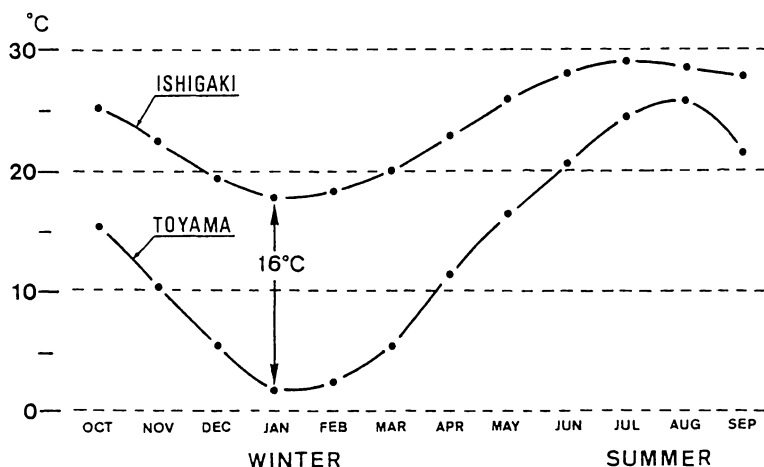
の生産量が多い植物であることを考慮すると、この区域の黒瀬谷層（下位）の堆積時に存在していたマングローブ沼には、両者のほかに、*Bruguiera*、*Rizophora* あるいは *Avicennia* もかなり混在したマングローブ群落が復元できることを付記しておきたい。

以上のように、富山の黒瀬谷層（下位）の地層から、復元されたマングローブ群落から、当時の古気温を推定してみたい。黒瀬谷層からは、マングローブ植物の花粉として、上記の栃津産以外のものも含めて、8属が見出されている（Tsuda et al., 1986）。これらの化石のうち、*Excoecaria* と *Sonneratia* (*Florschuetzia claricollata*) はそれぞれ *E. agallocha* と *S. alba* とほぼ同様な性質の植物と考えられる。黒瀬谷層（下位）では、このような *Excoecaria* と *Sonneratia* が共存していたマングローブ群落が復元できる。

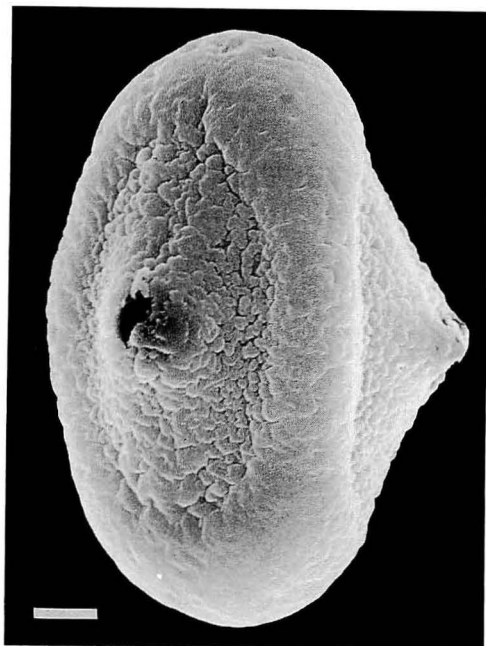
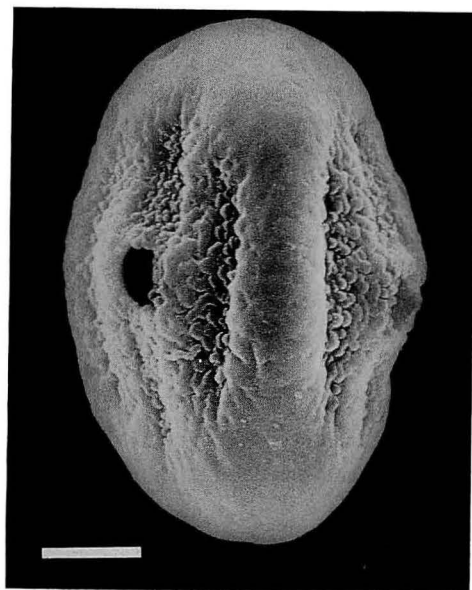
現在の東南～東アジアの主要なマングローブ植物の分布は第4図に示すとおりである。この図に示されるマングローブ植物の北限は、それぞれの植物がもつ耐寒気温によって決まるものである。したがって、この図の各植物の北限を鍵として、化石から復元される群落が発立する気温条件を導くことができる。すなわち、当時の気温は、その時期のマングローブ群落を構成するメンバーのうち、より南方に北限をもつ *Sonneratia* の生存条



第4図 東南～東アジア沿岸におけるマングローブ植物の構成メンバーと北限
化石としての産出は富山県の黒瀬谷層下部のもの（山野井・津田、1966）



第5図 花粉化石から復元されたマングローブ群落とそのメンバーの北限（石垣島）から求められる富山の古気温（最寒期の月平均気温は現在の富山の2°Cより16°C高い18°Cであった。Yamanoi, 1989）



第6図 黒瀬谷層から多産するマングローブ植物の花粉 (*Florschuetzia claricolpata* Yamanoi) (左) と、それに対応する現生のマングローブ植物のマヤブシ (*Sonneratia alba* Smith) の花粉 (右) の SEM 像。

双方とも赤道観像で、スケールはそれぞれ、5 μ m。

件を満たしていたはずである。現在、*S. alba* は西表島に群落の北限がある（個体としての生存は、石垣島で認められている：宮城康一氏からの私信）。そこで、現在の石垣市と富山市の気温を比較したのが第5図である。*Sonneratia* が生存できた当時の富山の気温は、冬期の最寒期の気温が現在の石垣島における冬期の気温より高かったと考えられる。よって、黒瀬谷層（下部）が堆積していた当時の富山の最寒期の月平均気温は、現在の富山市の2℃よりも約16℃以上高い18℃以上であったと結論される。

おわりに

海域に運ばれる花粉粒子は異地性が大きい。この異地性は、Traverseの法則をもって理解されることを指摘した。花粉化石の異地性を考える基準をこの法則におき、海成堆積物のうち、近海性と沿岸性の塩沼地の堆積物から得られた花粉化石からそれぞれ古気温を求めた例を示した。

近海性の堆積物から得られた花粉群集からは、

個々の花粉が生産された「場所」が特定できないので当時の具体的な古気温は求めようがない。ただし、この花粉群集は当時の陸域の広範囲のトータルな植生を反映しているものである。したがって、トータルな植生に変化を与えるような大きな気候の変動があれば、それはこの花粉群集に変化を与えるはずである。東北日本の新第三系から見出された5つの花粉化石帯の境界は、当時の古気候（古気温）の大きな変化の時期を区切るものとして理解される（第2図）。

他方、沿岸域の堆積物の花粉群集は、ローカルな植生が強く反映しているが、具体性がある。沿岸域の堆積物として、塩沼地における堆積物からマングローブ植物の花粉を見出し、その群落を復元することで、当時の古気温を求めたが、その意義を総括しておきたい。

塩沼地の堆積物に含まれ多産するマングローブ植物の花粉化石は異地性が小さい。そのことによる特定植物（マングローブ植物）の花粉の多産はSEMによる観察を容易にし、種レベルまでの鑑

定を可能にした(第6図)。またマングローブ植物は熱帯・亜熱帯の塩沼地という生態的地位を占有する特有の群落である。その上、マングローブ林の構成員は気温が変化しても、決して垂直移動はせずに、常に海拔0mの塩沼地をほぼ南北に水平移動するのみである。そのため、化石から復元される当時のマングローブ群落が、現在の南北分布では、どこに相当するかを特定することができた。

このように、ここでとり上げた塩沼地堆積物から得られたマングローブ植物の花粉は、花粉化石から古気温を具体的に推定する際の「場所」とその群落を構成する「種」の特定といった2つの花粉化石にまつわる障害をそれぞれ越えることのできた貴重な化石であるといえる。いずれは同時期の西南日本の地層からは、黒瀬谷層の花粉化石から復元されたと同様なマングローブ植物群落のメンバーが発見されることが予想される。

近海性の堆積物中の花粉群集から明らかになったNP-2帯(台島型植物群に対応)から求められる古気温は、新第三紀を通じて相対的に、最も暖かいものであった。そしてこの時期の堆積物からマングローブ植物の化石が見つかり、具体的な古気温が求められた。しかし、この時期全般を通じて富山での冬期の月平均気温が、18℃以上であったことを述べているものではないことを念のため付言しておきたい。

文 献

- Chaloner, W. G. and Muir, M., 1968: Spores and floras. In D. G. Murchison and T. S. Westall (ed.), "Coal and coal-bearing strata," 126-146, Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Chapman V. J., 1976: Mangrove vegetation. Cramer, Vaduz.
- Erdtman, G., 1966: Pollen morphology and plant taxonomy, angiosperms. Hafner Pub. Co., New York.
- Groot, G., 1966: Some observation on pollen grains suspension in the estuary of Delaware River. *Marine Geol.*, **4**, 409-416.
- Koreneva, E. B., 1966: Marine palynology researched in U. S. S. R., *Marine Geol.*, **4**, 565-574.
- Muller, J., 1959: Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments: Reports of the Orinoco Shelf Expedition. *Micropaleontology*, **5**, 1-32.
- 松下まり子, 1981-1982: 播磨灘表層堆積物の花粉分析. 第四紀研究, **20**, 89-100, **21**, 15-22.
- 島倉巳三郎, 1968: 現生堆積物の花粉分析. 奈良教育大学紀要, 自然科学, **16**, 33-46.
- Tanai, T., 1961: Neogene floral change of Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 4*, **11**, 199-398.
- Traverse, A., 1988: Paleopalynology. Unwin Hyman, Boston.
- and Ginsburg, R. N., 1966: Palynology of the surface sediments of Great Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation. *Marine Geol.*, **4**, 417-459.
- 津田禾粒, 1955: 八尾層群の堆積環境について。—いわゆる green tuff 地域の中新統に関する堆積環境の研究(その1)—。地質学雑誌, **61**, 532-542.
- Tsuda, K., Itoigawa, J. and Yamanoi T., 1986: Mangrove swamp fauna and flora in the Middle Miocene of Japan. *Palaeont. Soc. Japan. S. P.*, No. 29, 129-134.
- 山形 理・山野井 徹・立川正久・中野聰志, 1988: 琵琶湖底質の花粉学的研究. 山形大学紀要, 自然科学, **12**, 87-95.
- 山野井 徹, 1973: 古湖底(魚沼層群上部)における花粉粒子の堆積特性. 地質雑報, **79**, 599-610.
- Yamanoi, T., 1983: Presence of Sonneratiaceous pollen in Middle Miocene sediments, central Japan. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **40**, 347-357.
- , 1989: Neogene palynological zones and event in Japan. *Proc. International Symposium on Pacific Neogene continental and marine events*, Nanjin Univ. press, 83-90.
- 山野井 徹, 1990: 新第三系の花粉化石—とくに中新世前期・中期の花粉群集—. 瑞浪市化石博物館専報, no. 7, 13-23.
- ・津田禾粒, 1986: 富山県 黒瀬谷層(中部中新統)に見出されるマングローブ林の様相. 国立科博専報, no. 19, 55-66.
- ・———, 1990: 富山県, 黒瀬谷層下部に見られる“マングローブ沼様”堆積物. 日本地質学会第97回学術大会講演要旨, 192.

短 報

北海道達布地域のチューロニアン階産の鞘形類
Naefia matsumotoi とそのタフォノミー的意義

早川浩司*・高橋達弥**

Turonian coleoid *Naefia matsumotoi* from Tappu area, Hokkaido and
its taphonomical significance.

Hiroshi Hayakawa* and Tatsuya Takahashi**

はじめに

北海道の上部白亜系、特にサントニアン階中部から上部にかけてからは小型の鞘形類 *Naefia matsumotoi* が多産することが古くから知られていた (対馬ほか, 1958; 棚部ほか, 1977; 利光, 1985). Hewitt *et al.* (1991) は羽幌地域のサントニアン階産の標本を基にこの鞘形類を分類学的に調べ、南インドの Pondicherry のカンパニアンから Wetzel (1930) によって最初に記載され、チリやカリフォルニアからも報告のある *Naefia neogaeia* Wetzel, 1930 として記載した。その後、Hirano *et al.* (1991) は古丹別地域および羽幌地域のサントニアン階より産出した標本を基に再検討し、*N. neogaeia* とは別種であるとして新種 *N. matsumotoi* を提唱した。彼らによればその産出レンジは中期セノマニアン期から前期カンパニアン期とされている。*Naefia* は現生の *Spirula* の仲間とされており (Doyle, 1989; Hewitt, 1991; Hirano *et al.*, 1991), 化石として残っているのはその房錘部分である。*N. matsumotoi* は部屋がバラバラになって産出することが多く、holotype のように長さ 38mm に達する標本は少ない。この論文では、転石ではあるが非常に保存がよく、

かつ共存化石から明らかにチューロニアン階産であることがわかる標本を得たのでその産出報告を行うとともに、その産状から埋没場についての考察を行う。

地質概説と産出地点

北海道留萌郡達布地域には軟体動物化石を多産する上部白亜系中部及び上部蝦夷層群が広く分布している。この地域の地質学的、古生物学的研究は多い (棚部ほか, 1977; Maeda, 1987; など)。

標本を採集した地点は Fig. 1 に示した小平薬川上流域である。この地域の地質構造は複雑で、5 万分の 1 地質図幅「幌加内」(猪木ほか, 1958) によると、Mh 部層 (セノマニアン階上部) が露出する。しかし、*Naefia* を含む転石にはチューロニアン期を特徴付ける *Otoscaphtes puerculus* (Jimbo), *Eubosttrychoceras japonicum* (Yabe), *Inoceramus hobetsensis* Nagao and Matsumoto などが産出し、この転石は小平薬川本流にわずかに露出するチューロニアン階か、あるいは枝沢に露出するチューロニアン階から由来したかのどちらかと思われる。

標本について

標本はノジュール中に保存されている。標本の錐殻 (conotheca) の長さは約 41mm, 円錐の角度 (apical angle) は約 13°, 室 (camerae) の数は少なくとも 21 までは確認されたがプロトコンクや

*早稲田大学理工学総合研究センター
(連絡先: 早稲田大学教育学部理学科地学教室)

**北海道立旭川西高等学校

1993 年 2 月 25 日受付, 1993 年 4 月 26 日受理

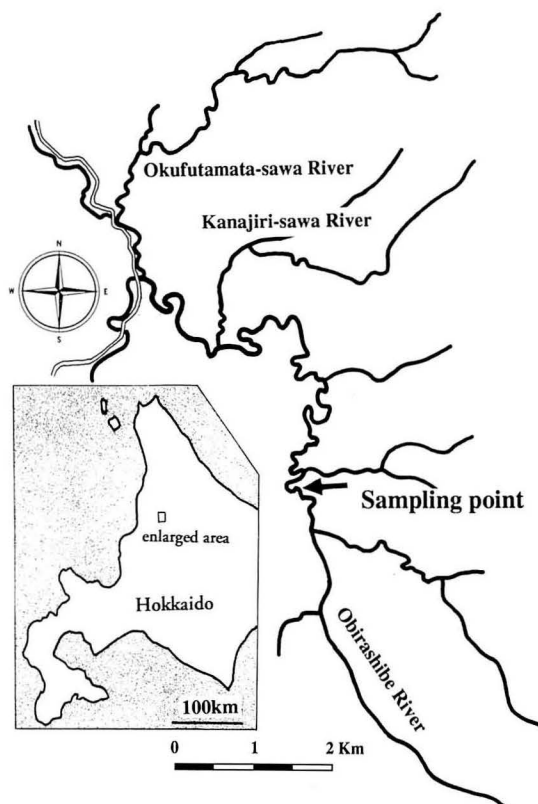


Fig. 1. Map showing the sampling point of *Naefia matsumotoi*, Tappu area, northern Hokkaido.

前甲 (Proostracum) は保存されていないようである (Fig. 2). 最終室の直径は 8mm である。サイズのことは Hirano *et al.* (1991), Pl. 1, Fig. 1 の holotype とほぼ同じである。

Hirano *et al.* (1991) が指摘しているように、*N. matsumotoi* と *N. neogaeria* はその外形の違いに加えて産出レンジと地理的分布が互いに異なる事で区別されている。当標本はその外形およびチューロニアン階産である事から *N. matsumotoi* と同定される。

共産化石

N. matsumotoi の標本を含むノジュールは転石ではあるがその他に多くの化石を含んでいる。ノジュールに含まれていた化石は、*N. matsumotoi* Hirano, Obata and Ukishima, *Neophylloceras subramosum* Spath,

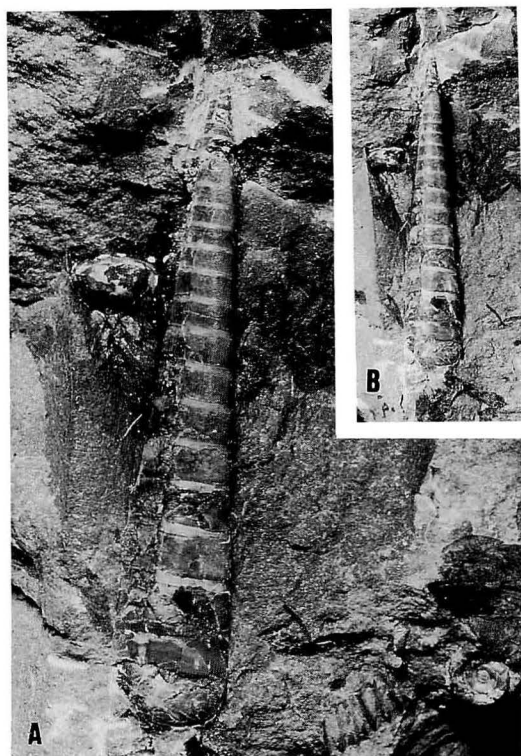


Fig. 2. *Naefia matsumotoi* Hirano Obata and Ukishima

A: $\times 2$.

B: natural size

Otoscapites puerculus (Jimbo), *Tetragonites glabrus* (Jimbo), *Mesopuzosia* sp., *Inoceramus hobetsensis* Nagao and Matsumoto, *Ezonucula mactraeformis* (Nagao), 平板状サンゴ, 針葉樹の球果であった。 *I. hobetsensis*, *O. puerculus*, *Mesopuzosia* sp. が共産する事から転石のノジュールは付近の中部チューロニアン階から由来したと考えられる。

小型の化石と大型の *Mesopuzosia* の破片と一緒に掃き寄せられているような産状を示すが、*N. matsumotoi* は比較的保存が良いことは注目すべき点である。

考 察

N. matsumotoi はすでに述べたように、北海道上部白亜系の *I. amakusensis* 帯と *I. japonicus* 帯

の境界付近の層準に多く産出する。古丹別地域のその層準の岩相は、生物擾乱を受けたシルト岩を主体とし、ハンモック状斜交葉理 (HCS: Hummocky cross stratification) の発達した砂岩層 (Fig. 3) を挟む。斎藤 (1989) によると陸棚域での平均的ストーム波浪限界深度は 50–80m 程度とされている。シルト岩中に含まれるノジュールには化石が多く含まれ、主な化石は、*Polyptychoceras* をはじめ多様なアンモナイト類、表生・内生の二枚貝類、甲殻類、植物片、ウニの破片、魚の鱗などである。この *Polyptychoceras* を中心とした多様な生物相をここでは *Polyptychoceras* facies と呼ぶ (Fig. 4)。一方その様なノジュール

を含むシルト岩中の化石の産状はやや異なっている。*I. amakusensis* (s. l.) はシルト岩中に層理面に平行に合併の状態に含まれている。*I. naumanni* は合併または離弁の状態、層理面上に密集して含まれている。いずれもその産状から生息場所からあまり運搬されないで堆積した。これに対し、ノジュール中の産状はおそらくストームによる波浪、あるいはストーム起源の底層流によって掃き寄せられた産状と考えられる。すなわち *Polyptychoceras* facies の化石群集は最も浅く見積るとストーム波浪限界付近、平均するとそれよりもやや深い堆積場に掃き寄せられた遺骸群集で代表される生物相であるといえる。

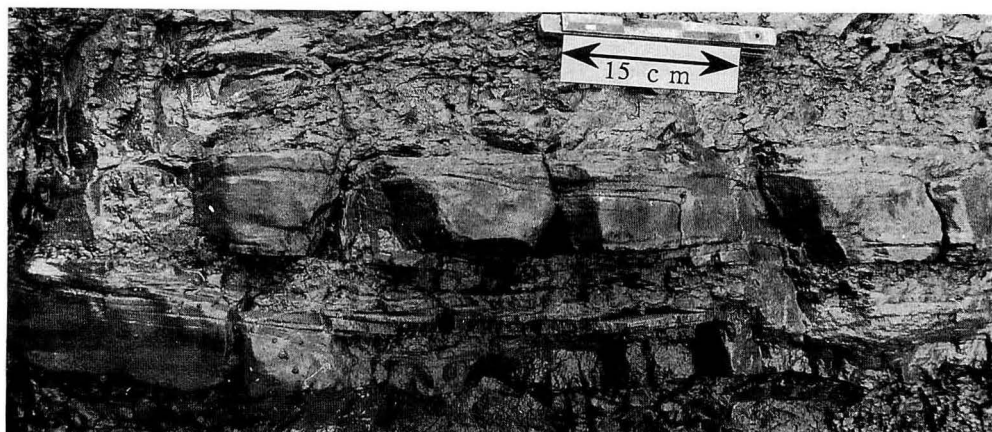


Fig. 3. Hummocky cross stratified sandstone (Loc. K1012), Kotanbetsu area.

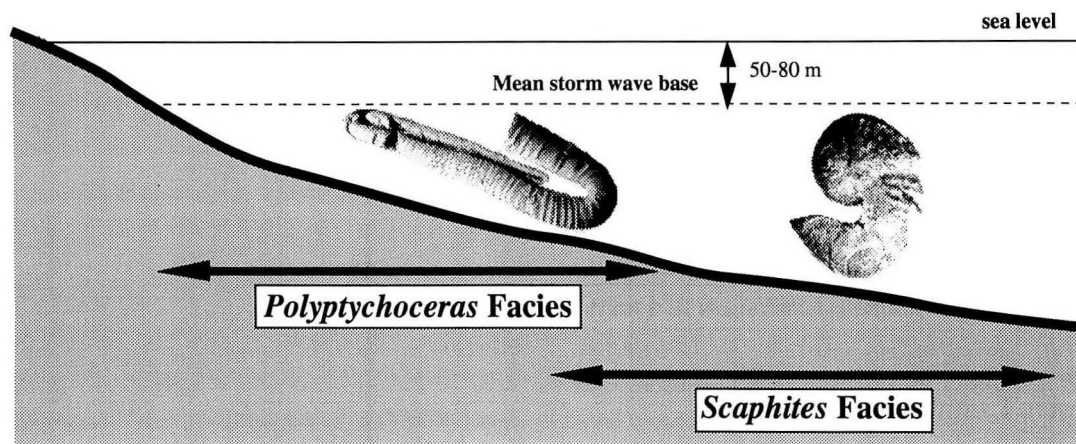


Fig. 4. Schematic reconstruction for the bathymetry of *Polyptychoceras* facies and *Scaphites* facies.

N. matsumotoi の最古の産出記録はセノマニアン階中部 (Hirano *et al.*, 1991) とされているが産出は稀である。今回標本を得た層準はチューロニアン階中部である。達布地域のチューロニアン階中部からは *Scaphites*, *Otoscaphtes*, *Nipponites*, *Eubosttrychoceras* をはじめとする異常巻きアンモナイト類, その他の多様な保存のよい化石が産出し, *Scaphites* facies と呼ばれている (松本・岡田, 1973; Tanabe, 1979). *Scaphites* facies は HCS 砂岩をあまり伴わないような岩相や化石群集・産状から, *Polyptychoceras* facies よりやや沖合いの相 (堆積相・生物相) であると推定される。

現生 *Spirula* や *Sepia* の死殻の産状から推定すると, この鞘形類は死後海岸に打ち上げられる個体もあれば, ある程度の期間漂流した後海底に沈む個体もあったであろう。もし, 死後長い間漂流していたとすれば, その分布はもっと広い範囲に及んだはずである。しかし, *N. matsumotoi* が HCS の発達する砂岩を挟在する泥岩相に圧倒的に多いことは彼らの好んだ環境が比較的浅海域であったことを示唆する。今回得られた標本は房錐部がつながった状態で産出している。このことは死後漂流期間が比較的短く, 軟体部によって保護された状態で海底に沈み, まもなく埋没し, 波や底層流による攪乱をあまり受けずに化石化したと推定される (Fig. 4)。

N. matsumotoi の生存期間はセノマニアン期からカンパニアン期であるが (Hirano *et al.*, 1991), その期間中連続的に産出するのではない。種のレンジはこのように長い, その産出は比較的浅海相の *Scaphites* facies や *Polyptychoceras* facies に限られるようである。保存の問題もあるが, アンモナイト類と比べるとその産出岩相はより限定されており, 古環境との密接な関係が予想される。*N. matsumotoi* は房錐のつながった個体がストーム波浪限界より若干深い堆積相から多産することから, 浅海域を中心とした海底近くに群れをなして棲息していたのではないだろうか?

付 記 (早川)

最後に Hirano *et al.* (1991) の記載に早川が提

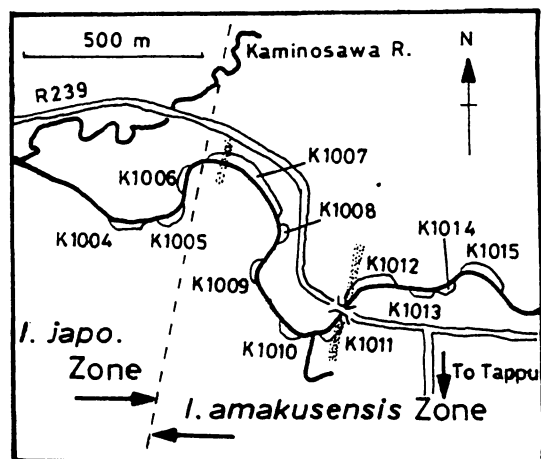


Fig. 5. Locality map along the Kotanbetsu River, Kotanbetsu area, northern Hokkaido.

供した標本の産出層準について補足的な説明を加えておく。早川は古丹別地域の露頭番号をこれまでに公表していないのでこの機会に古丹別地域の熊追橋周辺の露頭番号を示す (Fig. 5)。Type-locality は K1012 の露頭である。古丹別標本の産地番号, K1007 から K1011 の層準は下部サントニアン階とされているが, *Hyphantoceras orientale* (Yabe) を特徴的に伴う層準で *I. amakusensis* 帯と *I. japonicus* 帯の境界の直下に相当する。古丹別地域で *N. matsumotoi* の産出が最も多いのはこの層準を中心にした上下の地層であるが *I. japonicus* と同一ノジュールに産出することは稀である。また, 羽幌地域の露頭番号 H4402 と H307 (Hirano *et al.*, 1991, p. 204, Table 2) は古丹別地域の K1012 とほぼ同層準である。

謝 辞

早稲田大学教育学部地学教室平野弘道教授には早川が *N. matsumotoi* についてご教授頂いた。達布営林署, 小平町教育委員会, 古丹別営林署, 羽幌営林署には国有林内での調査に際し多大な支援をしていただいた。また, 調査期間中は紅屋旅館をはじめとする達布の方々にはいろいろとお世話になった。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

文 献

- Doyle, P., 1989: *Naefia* (Coleoidea) from the late Cretaceous of southern India. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Geol.*, **40**, 133-139.
- Hewitt, R. A., Yoshiike, T. and Westermann, G. E. G., 1991: Shell microstructure and ecology of the Cretaceous coleoid cephalopod *Naefia* from the Santonian of Japan. *Cretaceous Research*, **12**, 47-54.
- Hirano, H., Obata, I. and Ukishima, M., 1991: *Naefia matsumotoi*, a unique coleoid (cephalopoda) from the Upper Cretaceous of Japan. *Saito Ho-on Kai Spec. Pub.*, **3**, 201-221.
- 猪木幸男, 田中啓策, 秦 光男, 佐藤博之, 1958: 5 万分の 1 地質図幅「幌加内」および同説明書. 55+9pp, 1 map. 地質調査所.
- Maeda, H., 1987: Taphonomy of ammonites from the Cretaceous Yezo Group in the Tappu area, north-western Hokkaido, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, No. 148, 285-305.
- 松本達郎・岡田博有, 1973: エゾ地向斜の佐久層について. 九大理研報 (地質), **11**, 257-309.
- 斉藤文紀, 1989: 陸棚堆積物の区分と暴風卓越型陸棚における堆積相. 地学雑誌, No. 98, 350-364.
- 棚部一成・平野弘道・松本達郎・宮田雄一郎, 1977. 北海道小平地域の上白亜系層序. 九大理研報 (地質) **12**, 181-202.
- Tanabe, K., 1979: Palaeontological analysis of ammonoid assemblages in the Turonian *Scaphites* facies of Hokkaido, Japan. *Palaeontology*, **22**, 609-630. 利光誠一, 1985: 北海道羽幌川上流地域白亜系の生層序と堆積相. 地質雑., **91**, 599-618.
- 対馬坤六・田中啓策・松野久也・山口昇一, 1958: 5 万分の 1 地質図幅「達布」および同説明書. 74+8pp., 1 map., 地質調査所.
- Wetzel, W., 1930: Die Quirigina-Schichten als sediment und paläontologisches Archiv. *Palaeontographica* **73**, 49-104.

海外学会出席報告

第 52 回古脊椎動物学会年会報告*

富 田 幸 光**

古脊椎動物学会 (Society of Vertebrate Paleontology=以下 SVP と略す) は、本来はアメリカにおける国内学会のひとつである。しかし、International の語こそ含まれていないものの、その創設当時から国際学会の役割を担ってきた経緯がある。他の各国とも古脊椎動物学だけで独立の学会を設けられるほど研究者が多くなかったためであるが、その状況は現在もあまり変わっていない。America (n) の語が入っていない理由は、SVP が世界で最初の古脊椎動物学の学会であったことによるのだろうが、この辺の事情ももうひとつの理由としてあげられるのではないかと想像している。そういうわけで真の国際会議ではなかったが、この第 52 回 SVP は日本の古脊椎動物学界にとってはマイルストーン的な年会になったと思うので、以下にその概要を報告する次第である。

1. 年会全体の概要

第 52 回年会は 1992 年 10 月 28 日から 31 日までの 4 日間、カナダ最大の都市トロント市のロイヤル・ヨークホテルで開かれた。筆者には学会参加者総数の詳しい数値を知るすべはないが、学会最終日に催された晩餐会の椅子の数から推定して、550 人前後に達していたはずである。89 年以来 600 人を越していたのと比較すると、やや少なめであった。講演数は、初日に行われたシンポジウム及びポスターセッションも含め、193 件+α (講演の取り消しと追加が数件ずつあったが、追加の方が多かった) であった。参加者の国別比較をする詳しいデータも筆者はもっていないが、ア

メリカ・カナダ・メキシコは当然として、その他気がついただけでもイギリス・イスラエル・イタリア・インド・オーストラリア・スウェーデン・中国・ドイツ・日本・ブラジル・フランス・南アフリカ、さらに留学中の大学院生ではあったが韓国・マラウィーと、たいへん“インターナショナル”である。

個人講演に先だち 28 日には次の 3 つのシンポジウムが開かれた: "Functional morphology in vertebrate Paleontology", "Stable isotopes and trace element geochemistry of fossil verte-



第 52 回古脊椎動物学会年会が開かれたロイヤル・ヨークホテル。

*52nd annual meeting of the Society of Vertebrate Paleontology: a report.

**Yukimitsu Tomida 国立科学博物館地学研究部

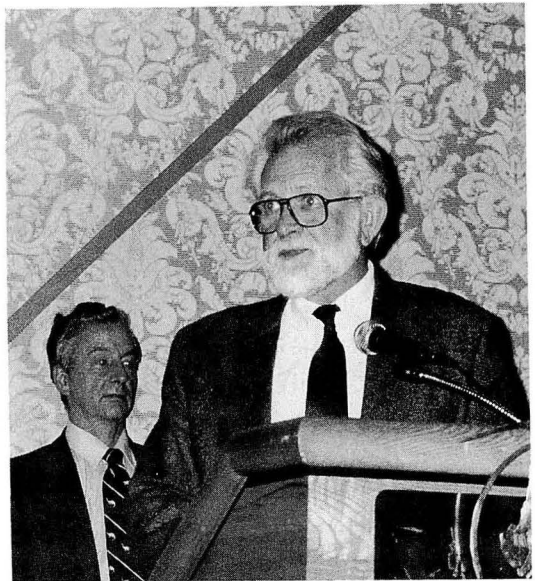
brates: interpretation of ancient diets and climates", "Enamel microstructure in mammalian evolution". 朝8時から始まったにもかかわらず、どの会場もはじめてから終わりまで満席で、多数の立見が出るほどの大盛況であった。

個人講演は29日から31日までほぼ丸3日間、ふたつの会場に分かれて行われた。ポスターセッションも同時進行だったので、すべてを聞くことはもちろん不可能であった。また紙数のこともあるので、全体についての印象を述べてその概要としたい。目立った点の第一は恐竜をはじめとする主竜類(鳥類を含む)についての講演が非常に増加したことである。哺乳類は講演全体の中ではやはり主流であるが、その内訳でみると齧歯類が目立って減少している。このふたつのことは、元々哺乳類を専門にしていた研究者で、最近恐竜という二足目のわらじをはいた人がかなり増加したことと呼応している(かく言う筆者も今回の発表は哺乳類についてではなかった)。その他の哺乳類では、海棲哺乳類に関するものが少なかった。SVPでは海生哺乳類は例年少ないのであるが、前年のサンディエゴ大会で海生哺乳類のシンポジウムがあったことと、92年夏のIGC(京都)で同様なシンポジウムがあったことが影響したものと思われる。最後にもうひとつ目立った点は、モンゴルやラオスといった、つい1~2年ほど前までは西側の研究者が立ち入ることすらできなかった地域や、アラスカの北側斜面、南極、チリのアンデス高地など、これまで研究者をなかなか寄せつけなかった地域の野外調査や化石を扱った報告が目についたことである。

30日の午後3時半から開かれた総会は座席がいっぱいになるほどの大盛況であったが、これにはわけがあった。そのわけを説明するには、まずこれまでの経緯を先に述べる必要があろう。多くのアメリカの研究機関がフィールドシーズンのたびに化石を採集している研究地の多くは合衆国の国有地である。しかし、アメリカ西部を中心とするこの広大な国有地から採集・報告された化石の所有権、管理、保管等については、これまであまりはっきりした規定がなかったと言ってよい。そこで、これを法的に規制しようとの動きが10

年ほど前から続いてきたのである。しかし、会員の間にはその内容について賛否両論があり、長い間討論されてきたにもかかわらず、なかなか結論が出ないできた経緯がある。それがここに来て賛成派の強硬グループ(?)が、会則の付則の改訂案文を今総会に提案することになったため、両派が激突するのではないかと、との予想も加わって大多数の参加者の関心を集めた次第だったのである。結果的には事なきを得て、手直しを行った案文が現在(92年12月)全会員による投票に付されている状況である。問題をさらに複雑にしている点として、アメリカには化石(ほとんどは脊椎動物)を採集・クリーニングして標本としての付加価値をつけて生計をたてている業者がかなりあるが、彼らの活動とこの法律とのかねあいをどうするかという問題がある。しかし、紙面の都合もあり、ここではこれ以上深入りしないことにする。

今年は会長の改選の年に当たっており、トロント大学のC. S. Churcher教授からカリフォルニア大学パークレイ校のW. A. Clemens教授にバトンタッチされた。



10月31日に開かれた晩餐会であいさつする新会長W. A. Clemens教授。後方は前会長のC. S. Churcher教授。

フィールド・トリップは今回はひとつも計画されなかったが、かわりにトロントから車で1時間半ほどのところにある University of Guelph へ、ブラジルのサンタナ層から産した魚類化石を見学するツアーが11月1日に行なわれた。他の行事がすべて終わってしまった次の日であったためか、参加者は数えるほどしかなかったが、日本からは1人（薮本美孝氏）が参加した。

2. 日本からの参加者に関連して

この学会へ日本から出かけて行って講演を行った人と題目は以下のとおりである。

三枝春生（兵庫県立人と自然の博物館）& J. Shoshani: A stylohyoideum of *Stegodon* (Proboscidea, Stegodontidae) from the Pleistocene of Java and its phylogenetic significance.

冨田幸光（国立科博）・東 洋一（福井県博）：
The earliest known bird footprints from the lowermost Cretaceous, Tetori Group, Japan.

薮本美孝（北九州市博）：Early Cretaceous freshwater fish fauna of the Kwanmon Group in Kitakyushu, Japan.

渡部真人（（株）林原）：Spanish *Hipparion* (Perissodactyla, Mammalia): origin of *H. prostylum*.

ここで日本人のSVP年会への参加者について、少しふりかえてみたい。筆者の知る限り少なくとも1986年までは、日本人の研究者がSVPの年会で講演を行ったのは、留学又は在外研究などで長期にアメリカに滞在していた人がその機会を利用して行った場合に限られており、しかも過去20～30年間で数回程度（筆者の知る範囲では3回）であった。SVP年会に合わせて日本から参加

して講演を行ったのは、1987年の筆者が最初だったと記憶している。筆者はその後89年にも参加し講演を行った。90年は日本からの参加はなかったと記憶している。91年は会場がサンディエゴと近かったことに加え 上述のように海生哺乳類のシンポジウムがあったこと、さらにIGCでのシンポジウムの打ち合わせもかねて、日本から4人が参加したが、講演をするには至らなかった。一方、実は89年のもう一人の参加者と91年の参加者の一人は強い留学希望をもっており、この人と決めた教官に直接会って話をするを最大の目的にしての日本からの参加であった。さらに92年のトロントにも同様の動機で参加した学生がいたのである。このような状況を経た上での92年のトロントにおける4篇の発表だったのである。最初に今回のSVP年会が日本の古脊椎動物学界にとってマイルストーン的な学会となったと述べたが、その理由をご理解いただけるだろうか。日本の古脊椎動物学界もようやく世界の仲間入りをはたしたとの感を強くした次第であった。

3. おわりに

92年のSVPを主催したトロント大学を含めて、現在アメリカ、カナダ、イギリスの3ヵ国に古脊椎動物学の分野で4人の大学院生と2人の学部学生が日本から留学している。SVPで研究発表をした学生はまだいないようだが、多くは毎回のように参加している熱心な学生である。近い将来、彼らが留学を終える頃には、日本の古脊椎動物学界も真に世界に伍していけるとの意を強くして、トロントをあとにした次第である。

なお、蛇足ながら筆者は1992-93年度の新体制において、会員係・幹事をおおせつかりました。SVP入会ご希望の方はそのお手伝いを致しますので、是非ご連絡下さい。

「極東における生層序・生物の地域性および生物事変」 に関する国際討論集会*

大花民子**・木村達明**・小高民夫***

韓国古生物学会主催による表記の国際討論会が、1992年10月5～11日に韓国ソウル大学において開催された。

この討論集会は大韓民国・中華人民共和国の国交樹立を記念し、両国間の友好と文化・学術の交流を祈念して開催されたといわれる。そして、中国と日本（日本は地質学古生物学に関しては、朝鮮半島、中国大陸とも関連が深いということもあり）の数名に講演依頼があり、中国からは7名、日本からは2名の申込があり、最終的には日本からは木村達明、大花民子および小高民夫が、中国からは北京、南京から5名が参加することとなった。

参加者は韓国古生物学会員、日本、中国からの参加者を含めて、約80名プラス10名ほどのソウル大学地質科学科大学院生の協力者があった。ソウル以外からの参加者は、おもにキャンパス内のゲストハウスに滞在し、コーヒータイムや、食事時に情報交換なども行われた。

講演会は10月6～7日の2日にわたって行われ、講演17件、代読1件があった。

日本からの木村達明、大花民子（東京：自然史研）はこもごも立ち、木村はユーラシア大陸東部の中生代植物地理区の大略とその成立について述べ、大花は *Brachyphyllum* 属の走査型電子顕微鏡下での観察にもとづく再検討について発表した。小高民夫（東北学院大）は新生代の浅海性動物群が、古大陸の分裂移動につれて分散適応し、新生代初期のインド亜大陸のユーラシア大陸への衝突によって、さらに海洋古動物地理区が細分されたこと、鮮新世～更新世の *Turritella* 属が平行

進化をとげた理由などについて述べた。

南京の李星学 (X. X. Li) (中国古生物学会理事長) は「極東の二畳紀植物地理区」の詳細について、周明鎮 (M. Z. Zhou) (北京自然博物館館長) は「中国における古脊椎動物学の地質学的背景」、項礼文 (L. W. Xiang) (北京：中国地質科学院) は「中国南部の先カンブリア紀～カンブリア紀境界にまたがる生物事変」、顧知微 (Z. W. Gu) (南京：中国科学院南京地質古生物研) は、「中国黒竜江省東南のジュラ系の二枚貝化石による時代判定の再検討」、李裕激 (Y. C. Li) (北京：国家地震局) は「中国山東省の中生代非海成層層序およびおもな化石層準」に関する最近の研究成果が発表された。

また、地元である韓国からは、全希永 (H. Y. Chun) (大田：韓国資源研) の「各地に分散している下部中生代層の対比について」、林成圭・梁承榮 (S. K. Lim & S. Y. Yang) (慶北大) の「韓国慶尚 (Gyeong-sang) 層群産恐竜化石およびその足跡」(3000点以上の足跡の計測による生態復元)、李河榮・李秉洙・李明錫 (H. Y. Lee, B. S. Lee & M. S. Lee) (延世大) の「韓国南部産のカンブリア紀微小貝および海綿骨片化石の生層序と生物地理的意義」、崔徳根 (D. K. Choi) (ソウル大) の「南部韓国の三葉虫の研究—その回顧と展望」(豊富かつ保存良好な南部韓国産の三葉虫化石の戦前・戦後の研究を総括し、新たな研究体制の展望といえる)、尹銑 (S. Yoon) (釜山大) 「韓国南部の第三紀陽南 (Yangnam) および浦項 (Pohang) 堆積盆地の古環境変遷」、梁承榮 (S. Y. Yang) (慶北大) の「韓国中生代の非海生軟体動物の層位学的分布と分類上の問題」のほか、許民 (M. Huh) (全南大)、白光浩 (K. H. Paik) (高麗大)、鄭恵京 (H. K. Cheong) (慶山大)、李成淑・尹恵洙 (S. Lee & H. Yoon) (忠南大) などの若干

*International Symposium on Biostratigraphy, Bioprovincialism and Bioevents in the Far East, Seoul, Korea, 1992- A Report

**東京, (財) 自然史科学研究所

***仙台, 東北学院大学

研究者による微化石（貝形虫，有孔虫やナノ化石）の生層序，古環境，生態分布に関する研究も発表され，韓国古生物学界の今後の発展が期待される。

講演会終了後，2班の野外巡検が実施された。小高は中国からの参加者2名とともに，釜山大学の尹教授の案内で，江原道南部にある大韓石炭公社の長省炭田と咸白炭田の層序を見学した。長省炭田では，日本には分布していない先カンブリア紀の花崗片麻岩や，古生代の変質した砂岩や粘板岩を見ることができ有益であった。また，咸白炭

田では二畳紀の植物化石を採集した。

韓国古生物学会では，この討論集会を一定間隔で，各地域で開催したいという希望も示された。

これらの成果は，後日“Proceedings”として刊行される予定とのことである。

なお，本国際研究集会開催のための経費は，韓国教育部，韓国科学財団，韓国産学財団，韓国科学技術団体総联合会および大宇財団の提供によるもので，私どもの訪韓の経費もこれから提供されたとのことである。ここに記して厚く御礼申し上げる次第である。

書 評

ピーター・D・ウォード（瀬戸口烈司・原田憲一・大野照文訳）： メトセラの軌跡—生きた化石と大量絶滅

青土社, 1993, 352+vi pp., 196×138mm, 2400 円

オレゴン州はワシントン大学の P. D. Ward 教授の近著 “On Methuselah’s Trail: Living Fossils and the Great Extinctions” が、瀬戸口氏らの手によって翻訳された。アンモナイトの研究者でない私たちにも、著者の名前は白亜紀／第三紀境界事件をめぐる論争についての書物のひとつ (Geol. Soc. America, Spec. Publ., no. 247, 1990) の編集者の一人として、見覚えがある。聞き慣れない標題中のメトセラとは、旧約聖書の創世記中に登場するアダムの直系のユダヤの族長の一人で、969 歳まで生きたという長寿者。訳者あとがきによれば、生きた化石の代名詞だという。そして「生きた化石」が実は C. Darwin の造語であったことを、本書の S. M. Stanley のまえがきにより初めて覚った。

生物が多彩な進化の道をたどった中で、ある限られたグループだけは取り残されたように、ほとんど形態の変化を生ずることなく、連綿と生き延びているようにみえる。本書を通読した後では、かねてから不思議に思いながらも、この問題を正面から取り上げて考えてみるのがなかったのが恥ずかしくなった。本書は、絶滅した古生物を現生生物と統一的に理解し、生物の進化の本質に迫ろうという傾向が一段と強まっている、古生物学界から世に送る最近の秀作のひとつと思われる。

まえがきに続く本書の組み立てを章を追って記すと、次のようになっている。

初めの『現象としての生きた化石』の章は、種の生命とはなにを指すかを説き、生きた化石の存在の意味を問い、その断続平衡説との関連や、大規模進化のメカニズムとしての大量絶滅を考える序論である。続く『骨格の夜明け』の章は、フィー

ルドワークに始まる巧みな導入部を経て、カンブリア系の基底についてのダーウィンの悩みが紹介され、あらためて『種の起源』を引っ張り出して読み直すきっかけを作ってくれる。生物の栄養様式にみる戦略の発展、骨格形成の効果、カンブリア紀の腕足類の興亡などが記された後で、生き残りのシャミセンガイを捜す著者のスキューバダイビングのスリルでおさめられる。評者自身もこれを読み、かつて東北大学にあって腕足類の権威であった畑井小虎先生が、若い時浅虫湾で生きたシャミセンガイの研究にはげまれたことを思い起こした。

『現代の捕食以前』の章では、二枚貝が主人公である。カキ、イガイ、ホタテガイなどが登場するが、腕足類が衰えてその生態的地位を襲った二枚貝の盛衰が、中生代に出現した捕食者たちに対抗する二枚貝の生き残り戦略を通じて、いきいきと語られる。

『海の怪物クラークンの目覚め』の章は、ノルウェー沖に出る伝説上の怪物の骨とかつて信じられていたアンモナイトの話である。古生代のオウムガイの出現に対抗した三葉虫の進化的反応、魚類に対抗したアンモナイトの殻構造の強化や増殖戦略、大量絶滅の危機を幾度か乗り越えたが、新たな捕食者の出現にはついに耐えられなかったアンモナイト。そのことを捕食されるオウムガイの観察から著者は洞察する。次は『ポリピーの死』の章で、ポリピーとはアンモナイトのあだ名らしい。ビスケー湾岸で白亜紀／第三紀境界の事件を著者は探る。アンモナイトの絶滅と隕石衝突事件との結びつきをとことん追って、ついにビアリッツ（フランス）で境界粘土層の直下にアンモナイ

トを発見する。なぜそこには産出して同じ層準のスマヤ（スペイン）にないのか。なぜ後進のアンモナイトは絶滅して、先進のオウムガイが生き残ったのか。繰り広げられる著者の推理はすばらしい。そしてバヌアツで生きているオウムガイを捕まえる話で、頭足類の生活を覗くことができる。

『時間を越えたデザイン』はカプトガニの章である。かくべつ活発な行動力も持たぬこの三葉虫に似た生物が、カンブリア紀？以来の長い進化の歴史の中で、どの時代でも少数種として生き永らえたことは大きい問題である。「生命の歴史において成功とはどのようにして決められるのだろうか。…誰がカプトガニは成功しなかったといえるのだろうか」と著者は問いかける。

『春のおとずれ』の章では植物が登場する。植物の上陸。過酷な陸上の環境への適応によってクチクラ、維管束系と新構造が生み出された。なかでも生殖様式の進化—孢子に続いて種子による繁殖法の開発に伴って、シダ植物、裸子植物が出現し、さらに白亜紀には被子植物が出現して成功に至った経緯が語られる。植物をあさる恐竜群の交代、そして白亜紀末のシダ類の狂い咲きなど、興味深い事実が紹介される。

『深海底からの発見』の章はシーラカンス発見をめぐる話である。両生類を生んだ肉鰭類の末裔であるこの魚をめぐる話は有名で、もはや珍しくはなさそうだが、ラティマー女史の発見に始まった一連の科学的かつ政治・社会的紛争は欲がからんで生臭く、シーラカンスの繁殖様式や行動様式についての数々のエピソードも圧倒される感じである。本書最後の『結び』では、著者はパリの植物園内の自然史博物館を訪れてドルビニーのアンモナイト標本を見学し、きわめて感傷的に締めく

くっている。

この「生きた化石」の本では、大なり小なり古生物学者としての著者の体験に発するテーマが記述され、フィールドワークを通じて、実践的に対象が語られるという点で、いわゆるサイエンス・ジャーナリストの手になる書物とは一線を画している。「生きた化石」はその本質を定性的にとらえることができるほど、単純ではない。著者の述べているように「生きながらえた原因をひとことで表現するなら、幸運というしかない」のかも知れない。本書の随所で生態学的観点が強調され、空いたニッチへの進出、過酷な辺境的環境への逃避の適応、効率的生殖方式の開発、捕食者への防御手段の獲得など、適応戦略の数々が指摘されているが、最近わが国で注目を浴びている珊瑚礁の海底洞窟動物群の問題とも関連して、もっとも興味を呼ぶ点であろう。これからの古生物学の展開する一方向を暗示している。巻末に索引がついているが、適切かつ有用である。

一般に、翻訳という仕事はなかなか容易ならぬことで、母国語ならぬ言語で書かれた文章の細やかな言い回しまで、正確に訳出することは、自然科学書といえども困難である。その意味で本書が、海外体験の豊富な専門研究者たちによって翻訳されたことは、幸いであった。訳者註記も親切である。ただ最後につけ加えるとすれば、近年ワープロ使用による誤字の問題（異字同音）が一般に目立つ。本書にもそれがわずかながら目についていた。また、終わりの方にせっかく原註がついているが、はっきりしない。第4章とあるのは第2章のあやまりであり、第8章の註は本文中に指定がない。優れた訳書であるだけに、機会があれば改訂してもらいたいものである。

（高柳洋吉）

糸魚川淳二 著 「日本の自然史博物館」

東京大学出版会 (1993. 1. 8) A5, 228pp. 4, 120 円

著者のライフワークといえる博物館学の実践と啓蒙活動の、待望の一冊が世に贈り出された。氏の名古屋大学定年退官にタイミングを合わせ、今後ますます重要になってくるこの分野に、不動のマイルストーンが置かれた感がある。

近年、日本では博物館ブームと称すべき、博物館ならびにその相当施設の建設ラッシュが起っているのは周知の通りである。テーマパークをはじめとする文化・レジャー総合施設を併せると、まさに雨後の筍の感がある。このような現象は、偏に一般社会が抱きはじめてきた自然への回帰志向が支えるものであり、水族館のあの異常なまでの人気振りにそれがよく表わされている。

広大・多彩に過ぎる自然世界から、テーマを決め、目的をしぼって施設の中にショウアップする仕事は、広義の博物館活動である。かつては営利から程遠い仕事と見なされていたこの世界に、今や新しい流れが起こってきたのである。この注目すべき時点にタイミングを合わせるかのように本書が登場したのも、やはり一つの必然といえよう。

本書の特色は二つある。豊富な体験から語られる著者の博物館への愛情こもる発言は、羅列的になりがちなこのテーマをして、逆に、総合的かつ分析的な視点を活かした自然史論ともいべきレ

ベルにまで引き上げている。形式論を排し、いかに自然と人とを結びつけるかに関して幾多の高説が展開される。加えて、一般論に流れがちな現況批判から一步踏み込んで、個別館への善意に満ちた注文が随所に折り込まれている。比較の基礎をもつ人物でなければ、この方式にはとまどいもある。

著者は、自然史を説きながら、アートの色合いを濃く持つ偉大な存在である。自らも半原版画館を主宰する。したがって、博物館の在り方に対して、独特の感性が働く。それは、本書を貫く蔭の柱とも言えよう。

博物館ブームはさらに続く。しかし、いずれは厳しい生存競争の時代が到来するのも見えている。総合を傘に“巨大化”を目ざす館と、私的にじっくりと構えた、彼のいうミニウムとの両端成分の間に広く散る各館の特性は、今後放置の策を許されない。更なる特性化を求めるとき、本書の示唆する諸点がいかに重きをなすか、自ずと証明されることになるのであろう。

造る人も訪れる人も、共に一読に値する、類例のない博物館文献として心から推奨したい一冊である。

(放送大学 濱田隆士)

化石茶論

『恐竜の切手』の本

高 柳 洋 吉

とりわけ熱心なコレクターというわけでもないが、私が少年時代から切手に凝っていることを知っている友人 S から、こんな本が出たよと贈られたのが Baldwin と Halstead の著したカラー版の本『世界の恐竜切手』(1991)である。

世の中は広いから、『…の切手』というような標題の本は少なくない。しかし古生物の、しかも恐竜の切手となると、切手のコレクターのバイブルとされるスコットのカatalogを年ごとにすみずみまで目を通す余裕のない人間には、世界でどのくらい発行されているものやら見当もつかない。察するところ、とことん化石の好きな著者たちの手になったこの本には、対象となっている恐竜を中心とする知識だけでなく、これらの切手を発行している国々のことまで整理された情報が盛り込まれており、一度手にすれば、ページを繰返しめくって飽きることがないだろう。主題別に切手を収集しようとしてる者にとり貴重な参考文献であるのはもちろんだが、古生物学の普及書としてもたいへんユニークな本が現れたものである。

本書巻末の著者紹介によると、著者たちは英国の人だが、ボールドウィンはグラマースクール卒業後、電子工学、薬学、コンピュータと職業を転々としながら、その間に化石の収集をして、40代の終わりには10万点を超えるコレクションをまとめ上げ、ついに趣味を本業へ乗り換えて、独立して化石のレプリカ製造、化石博物館、地質・古生物の古書店経営、著作、出版業と間口を広げており、目下放送大学で学位を取るべく勉強中という1930年生まれのマルチ人間。一方ホールステッドの方は、地質学者・古脊椎動物学者として英国や国外の多くの大学で教鞭を執りながら、著作、科学の啓蒙、編集、放送、恐竜研究と幅の広い活動を続け、ロンドン地質学会の会長としても

功績のあった人物で、本書の出版された1991年に交通事故によって58歳で亡くなっている。先年来日して、進化論争に加わったことを記憶している向きもあろう。

この本の発行された1991年は、実は恐竜研究にとってたいへんに意義深い年である1841年から数えて150周年に当たる。というのは、1841年の7月30日プリモスで開催された英国学術振興協会の会議報告で、Richard Owen が“Dinosauria”という言葉をはじめて英語に導入したのであった。いうまでもないが、巨大な爬虫類の化石の存在は当時すでに知られており (*Megalosaurus*, 1824; *Iguanodon*, 1825; *Hylaeosaurus*, 1833), 巨大爬虫類としてイグアノドンも R. W. Buckland の手によって復元されていた。だがオーウェンは慧眼にも、それらがまったく新しいグループであることを見抜いた。そして、大きさにおいて現存の爬虫類の最大のものをはるかに上回る、トカゲとワニを組み合わせたような骨格を持つこの生物を、爬虫類の中での別種の族ないし亜目として、Dinosauria を新設する提案を行ったのである。これに相当する日本語の『恐竜』とは、原語に忠実でしかも適切な訳語と今更のように感じ入るばかりである。ところで、オーウェンは更に進めて、ワニと同じような胸郭の構造を持っているので、おそらく4心室の心臓を有していたのであろうし、陸上生活に優れて適応してる点から見て、それはほぼ温血の脊椎動物に近い高度の循環系の中心的役割を果たしていたのであろう、と洞察しているのは今日の恐竜温血説に先鞭をつけた卓見と思われる。

オーウェンについての興味深い話は1節にまとめられている。ビクトリア朝時代の華やかな出来事のひとつであった大博覧会(1851)の、会場跡

の水晶宮に、彼の提案により絶滅動物の等身大の復元模型が展示されることになったこと。イグアノドンの体内に 11, 脇に 10 の座席をしつらえて「オーウェン教授のための晩餐会」が催され、E. Forbes 教授作曲の歌が合唱されたりして、飲めや歌えの宴は午後 4 時からえんえん夜更けまで続けられたこと。1854 年の水晶宮の開館式はピクトリア女王の手により行われ、4 万人もの観衆が集まったが、Charles Darwin 一家は女王のお客として臨席していたこと。数々のエピソードは恐竜に対する人々の興奮ぶりを十分にうかがわせる。

この本で扱われた切手には、恐竜・始祖鳥と同時代ないしそれ以前の爬虫類や両生類までは含まれているものの、元来は厳密に恐竜に限定するつもりだったようだ。したがって白亜紀より後の生物は対象外になっている。本書がなぜ誕生したのか、これが単なる恐竜マニアの動機でなかったことは、次のような経緯で明らかである。世界で初めて切手が発行されたのは英国で、そこで生まれたのは有名なブラック・ペニーだったが、それは奇しくも Dinosauria が英語に入れられた年の 1 年前の 1840 年のことである。Owen's Dinosauria 150 周年を記念して切手の発行をという考えが最初にホールステッドの頭に生まれた。記念切手の発行がどういう基準で行われるのか、たいへん面倒な拘束があって、単なる思い付きではどうにもならないのは英国も我が国も同様らしい。それらをクリアしても、発行者である郵政当局で何段階にも内部的検討が加えられ、最後に女王の裁可を経てようやく日の目を見るのが英国のシステムだという。ホールステッドの意見は地質学者や古生物学者のみならず、他の科学者たちに支持さ

れて、結局実現することになったが、これを機会に恐竜の切手の本を書こうと誘ったのはボールドウィンだった。

そのようないきさつは本書に詳しいが、類書にない楽しみは切手にならなかった切手、つまり内部的選考過程で落ちた切手図案がカラーで全部紹介されていることであろう。かなり奇抜なものもあるが、あるいは本物の切手よりましだと見る向きもあるかもしれない。だが選ばれたものは、流石に科学者が満足するだけあって、片隅にヒトとの大きさの比較が示され、単なる図案の面白さに留まっていない。全部で 57 国の切手が収録され、短い解説がついている。巻末にはいろいろ統計が出ており、これがまた楽しい。厳密に恐竜を図案化した切手を発行している国は、1991 年までに 44 か国（当然日本は除外される）に達し、中には切手でしか目にするのしない国まである。176 種にのぼる切手のなかで、*Stegosaurus*, *Tyrannosaurus*, *Triceratops*, *Iguanodon*, *Apatosaurus* がベストファイブだが、恐竜を中心に全部で 116 属の古生物が登場している。両生類、爬虫類については分類上の位置も示されて、恐竜図鑑的な役割も果たしている点など教育効果にも十分配慮されている。科学的好奇心と趣味をとともに満足させるこのような本作りについては、我々はおおきに学ばねばならないだろう。なお、Owen's Dinosauria 記念切手（5 枚 1 組）は、国内でも入手可能である。

(Stuart Baldwin & Beverly Halstead: Dinosaur stamps of the world. 1991, Baldwin's Books, Fossil Hall, Boars Tye Road, Silver End, Witham, Essex, England, CM8 3QA)



学 会 記 事

日本古生物学会評議員会（第3回）議事要録

平成5年1月28日（木）9:32-13:37

於 筑波大学大学会館第6会議室

出席者：鎮西会長，猪郷，小笠原，加瀬，木村，野田，斎藤，高柳，棚部，浜田，速水，平野，森各評議員

委任状：池谷→平野，糸魚川→鎮西，小沢→速水，小島→加瀬，加藤→森，長谷川→野田

欠席：小泉

書記：浅井，大路両庶務幹事

〈報告事項〉

1. 常務委員会報告（平野君）

1992年度に計5回の常務委員会を開き，通常業務を処理した。12月4日，会員の金沢謙一君立会の下，1993-94年度の評議員選挙開票が行われ，有効投票数402票，無効票1，第19位に3名が同票で並ぶ結果となった。IGCには外国人約2,600人，日本人約1,700人，計約4,300人の参加者があった。古生物学会のブースを展示会場に開いた。IGC開催中にIPA総会があり，新役員が選出された（後述）。IPAの日本代表を鎮西君が勤めることになった。6月の評議員会で選出された，平成5年度科研費配分審査員候補（層位・古生物）および地球化学の1段委員）のリスト等を日本学術会議第4常置委員会および地球化学・宇宙化学研連に送付した。7月13日に地学関連5学会が集まり，2段審査委員（地質系）の順位および各細目の1段委員の氏名・所属を確認した。本会が編集委員会に参加しているIsland Arcの創刊号が出版された。本会在外会員にも今後，年会，例会のプログラムや評議員選挙の選挙用紙を送付することとした。Elsevierの出版物を40%引きで販売するセルの広告を化石に無料で掲載することとした。1992年6月20，21日に第141回例会を岩手県立博物館で行い，125名の参加者があった。1993年6月26，27日に例会を大阪教育大学

で開催予定。1994年1月下旬に総会，年会を国立科学博物館分館で開催予定。報告・紀事No.165-168，計339ページを発行，115万円の出版助成金を文部省から受ける。同じく文部省に1993年度分の出版助成の申請をした。今後報告・紀事の体裁変更にとりかかる予定。特別号No.17を再版した。化石No.52，53を発行した。

2. 賞の委員会報告

12月26日に賞の委員会を開き，長谷川四郎君を学術賞，杉山和弘君を論文賞の候補者に推薦することとした。

3. 長期計画委員会報告

当初2年間の予定を1年延長し，昨年東北大学に於けるシンポジウム以来，白書の製作にとりかかり，「古生物学研究教育の課題と展望」と題する白書を完成，会長に提出した。

4. 学術会議・研連報告

学術会議の15期の2年目，16期にむけて研連の見直し，自己評価を求められ，これを提出。古生物研連関係では，昨年8月のIGCの際IPAの評議委員会が開かれ，役員の改選が行われた。新役員は以下の通り。

President: Chang (Zhang) Meemann (China), Vice President: D. L. Kaljo (Estonia), R. A. Cooper (New Zealand), A. C. Riccardi (Argentina), M. Randriamanatera (Madagascar), P. Taquet (France), Secretary General: D. L. Bruton (Norway), Treasurer: R. L. Kaesler (U. S. A.), Member-at-Large: S. Bengtson (Sweden), B. Runnegar (U. S. A.)

古生物研連（15期）では，自然史科学の振興を目標に，関係する他研連・学術会議へ呼びかけを行い，今後この問題に関する提言を行うことを目指すことが報告された。

〈審議〉

1. 会員の入退会

以下の28名の入会が承認された。山崎哲司、佐々木和久、中島経夫、真野勝友、平野真史、小沢広和、池上直樹、伊藤泰弘、佐藤信一、長谷川清史、島田賢舟、木下和弥、吉野 篤、渡邊竜一郎、山崎和仁、Robert M. Ross、富田一夫、市村武雄、山崎啓司、岸 克彦、杉澤 学、牧口貴久、江木直子、吉田勝彦、西村英一、小栗 宏、北村直司、于 浩。以下の5名が退会した。小林博明、重井美香、柳井修一、金森邦夫、須山俊明。以下の2名の会員の逝去が報告された。松下 進、太田喜久。

特別会員の推薦が行われ、以下の12名が承認された。郡司幸夫、井龍康文、狩野彰宏、近藤康生、二上政夫、瀬戸口烈司、鈴木清一、柳沢幸夫、早川浩司、田中 均、斎木健一、野田芳和。

中沢圭二君、大山桂君の2名を名誉会員に推薦する件を総会に諮ることとした。

以上の会員資格移動が認められると、会員総数898名、内普通会員563名、特別会員286名、名誉会員14名、賛助会員10名、在外会員25名となる。

2. 学術賞・論文賞の決定

学術賞に長谷川四郎君の「新第三紀底生有孔虫の群集生態学的研究」、論文賞に報告・紀事No. 167に掲載の杉山和弘君著「Lower and Middle Triassic radiolarians from Mt. Kinkazan, Gifu Prefecture, central Japan」を決定した。

3. 決算報告

1992年度一般会計、特別号会計の決算が報告された。学会で研究委員会等助成基金をつくることとした。また、基金を会員に還元するための方策を考えることとした。

4. 評議員定数の特例措置について

前回の評議員選挙で19位が3名となり、今期に限り評議員の数を21名とすることが承認された。

5. 会則変更

学会会則15条付則2)として、「評議員選挙で第20位に得票同数の者が出た場合は、年少者から順に当選者とする」を加えることを総会に諮ることとした。

6. 長期計画委員会報告書の刊行

600部印刷することとし、報告書を学会で1部500円で会員に販売することとした。また150-200部を他学会、研究機関、官公庁等に配布することとした。

7. 報告・紀事体裁の検討

常務委員会レベルで進めている方向を承認し、今後の申し送り事項とすることで一致した。

8. 自然史科学振興に関する他学会への提案

文案が速水君より示され、長期にわたる働きかけになること、また前向きに取り組むため、長期計画委員会を発足させることが決まった。

9. 賞表彰規定の変更

学会賞表彰規則第3条に「(4) 貢献賞、1~3項のほか本会の目的を達成する上で貢献のあった者。」を加え、また、第4条に、「貢献賞の受賞候補者は、会員の推薦と評議員2名以上の紹介により常務委員会が受け付け、審議を賞の委員会に付託する。」を加えることを総会で報告することとした。

10. 常務委員の常務委員会出席旅費の支給について

遠距離からの出席者に他からの旅費の支給がない場合、これを支給することとした。

11. 学会図書の保管場所について

学会図書(国内外機関との交換)を従来東大資料館に保管していたが、スペースの問題から、自然史科学研究所(東京、高田馬場)へ移すこととした。

12. 申し送り事項

新評議員会への申し送り事項として、以下の7項目が挙げられた。1. シンポジウムが複数申請された場合の採択のルール作り、2. 学会、古生物学の将来、自然史科学振興等に関する長期計画検討委員会を組織すること、3. 報告・紀事の体裁変更を進めること、4. 60周年事業の具体案を検討すること、5. 財政改善に伴い事業の多角化を図ること、6. 特別号として編集集中のBibliographyの発行、7. 会員名簿(付会則等)の作成。

日本古生物学会評議員会(第1回)議事要録

平成5年1月28日(木) 13:47-18:00

於 筑波大学大学会館第6会議室

出席者：猪郷，小笠原，加瀬，木村，野田，斎藤，高柳，棚部，鎮西，浜田，速水，平野，森，八尾各評議員

委任状：池谷→平野，糸魚川→鎮西，小沢→速水，小島→加瀬，加藤→森，長谷川→野田

欠席：小泉

書記：浅井，大路両庶務幹事

1. 会長選挙

投票の結果，猪郷久義君が会長に選出された。

2. 申し送り事項の紹介

前評議委員会からの申し送り事項7項目が紹介された。

3. 常務委員の選出

以下の常務委員が選出された。小笠原（庶務），加瀬（会計），棚部（行事），斎藤，森（報告・紀事），柳田，野田（特別号），速水（化石），野田（会員），平野（国際交流），木村（会長委嘱，化石友の会）。また，学会評議員会運営規則の申し合わせ（2）の括弧内（特別号と化石の編集係に関する事項）を削除することとした。

4. 会計監査の選出

猪郷久治君が会計監査として選出された。

5. 賞の委員の半数改選

1993，1994年度の賞の委員として，鎮西，八尾の2氏が選出された。

6. 事業計画，予算案の承認

1993年度の事業計画，予算案が示され，評議委員会の承認を受け，総会にこれを諮ることとした。主な事業計画として，報告・紀事 No. 169-172 の計 320 頁，化石 No. 54，55 の計 100 頁を出版予定であること，例会，年会・総会の予定が示されたこと等である。

7. 年会，例会について

6月26，27日に大阪教育大学で例会，1994年1月に国立科学博物館新宿分館にて総会・年会を行う予定が示された。

8. 総会議題の決定

I. 開会（池谷），II. 会務報告（平野），III. 学術会議・研連報告（速水），IV. 名誉会員の推戴（平野），V. 学術賞・論文賞授与（鎮西），VI. 会則改正（平野），VII. 決算報告（加瀬），VIII. 事業計画及び予算案（加瀬），IX. 閉会（棚部）

9. その他

報告・紀事の新編集委員（Editorial Board）の一部交代が承認された。長期計画検討委員会の今後として，1. 刊行される「白書」に対する諸意見の受け皿，具体化，2. 自然史科学振興の推進，3. 新しい古生物学の独自の将来の課題の問題，等の課題に対し活動することとした。新委員は6月の評議員会までに常務委員会で検討することとし，名称は「第2次長期計画委員会」とした。

1993年総会報告

平成5年1月29日 17:10-18:10 於筑波大学大会館国際会議場 参会者94名（委任状11名）

1. 平成4年6月の評議員会の報告・審議事項（化石53号掲載），並びに上記の報告・審議事項を中心とした重要案件を報告し，了承された。総会次第は次の通りであった。I. 開会，II. 会務報告，III. 学術会議・研連報告，IV. 名誉会員の推戴，V. 学術賞・論文賞授与，VI. 会則「選挙付則」改正，VII. 決算報告，VIII. 事業計画及び予算案，IX. 閉会。

1992年度日本古生物学会論文賞

杉山和弘君：Lower and Middle Triassic radiolarians from Mt. Kinkazan, Gifu Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*. N. S., No. 167. pp. 1180-1223.

本邦における三畳紀放散虫類の生層序学的研究は前後のペルム紀・ジュラ紀のそれに比較して，著しく遅れている。とりわけ下部三畳系については地質学的情報もいまだに十分ではなく，研究の進展が望まれていた。杉山君は岐阜県金華山に分布する下部～中部三畳系珪質岩類より得られた放散虫群から，4新属26新種を記載すると共に，三畳紀古世～中世にかけて *Parentactinia nakatsugawaensis* 群集（Spathian），*Hozmadia gifuensis* 群集（Anisian 初期），*Triassocampe coronata* 群集（Anisian 中期）の各時代に特徴的な3つの放散虫群集を識別した。

Parentactinia nakatsugawaensis 群集は，世界的にも中生代放散虫群集の中では最も古い年代を示すものであり，古生代／中生代境界における

大量絶滅イベント後の放散虫群集の概要がここで初めて明らかになった。分類基準として重要である内部骨針を詳細に記載し、またそれが直接観察できない場合においても、外骨格全体の構造から可能な限り内部構造を評価するなど、質の高い分類・記載を推し進めた結果、同群集がペルム紀あるいは三疊紀中世以降の群集とは大きく異なり、殻の発達が未熟な、あるいは殻を持たない骨針状の *Entactinaria* 目放散虫類で特徴づけられることを明らかにしたこと。また層位学的に重要とみなされている *Nassellaria* 目放散虫類に関しては、石炭紀に知られている分類群と *homo-eomorph* の関係がある点を指摘したことなど、放散虫類の系統進化の解明に極めて重要な知見を多くもたらした。さらに *Hozmadia gifuensis* 群集、*Triassocampe coronata* 群集へと、放散虫類が比較的短時間の間に形態変化を遂げ、Anisian 初期から中期にかけて、従来から知られている三疊紀型の群集が急速に成立した事実を明らかにした。

また杉山君は、珧質岩類の腐食面において放散虫化石の産状を観察することにより、従来金華山地域から産出報告があったペルム紀放散虫化石が、三疊系中の異地性岩塊からの産出、あるいは三疊系中へ二次堆積したものであるという、地質学的に非常に興味ある事実をも同時に明らかにしている。

このように、本論文における杉山君の三疊紀古世～中世放散虫類の研究は、基礎的な地質学的・分類学的記載を忠実に踏まえた上で、単に生層序学的な視点にとどまらず、古生代～中生代における大量絶滅や系統進化といった古生物学の重要問題にも貢献している点で高く評価される。よって日本古生物学会は杉山和弘君に論文賞を贈り、今後の一層の発展を期待する。

1992 年度日本古生物学会学術賞

長谷川四郎君：新第三紀底生有孔虫の群集生態学的研究

我が国において有孔虫研究が開始されて以来、すでに一世紀を経過し、この間に多数の研究者が活動してきたが、それらの成果の中には世界的な

反響を招き、現在に至るまで古典的業績とみなされているものも少なくない。なかでも後期新生代の有孔虫研究は、従来もっとも強力に推進された分野であり、人材も多く、質的にも優れた貢献がなされつつある。

長谷川四郎君は、大学院在学中に北陸地域の上部新生界の層位学的調査に基づいて有孔虫化石相と堆積岩相を検討し、数理解析的手法を駆使して、永見層群の有孔虫群の古生態を追究し、群集と古水塊との対応を論じた。以来、同君は上部新生界の生層序研究を深めるとともに、主要目標のひとつを古海洋環境問題への有孔虫の群集生態学的なアプローチにすえ、その基礎となる日本近海、特に日本海沿岸域の現世底生群集の分布の解析に努力している。富山湾における群集の分布を規制する生態要因としての水塊の性格の究明をはじめ、東北日本の大陸棚縁辺部の沿岸性群集の起源などについての考察を行ったが、さらにそれより進んで、後期新生代海洋の古水深指標としての、底生有孔虫種の深度帯の設定とその吟味に関する共同研究は、日本列島の古海洋環境変遷過程の解明のための重要な基礎を提供した。

有孔虫学では、国際的な研究交流の進行につれて、形態分類の基礎を一層強固にする必要性が高まっている。日本のタイプ標本の整理がそれとともに急がれているが、長谷川君もこれに強く関心を抱き、日本人研究者の記載したタクサのチェックリストを共同研究者とともにまとめた。1985 年から翌年にかけて、国際深海掘削計画によるチレニア海域の調査航海に参加して、鮮新世－更新世有孔虫生層序と群集解析などを通じて、地中海域のフォーナに親しんだ。続いて 1987 年には、欧州のタイプ標本との比較研究のため再度渡欧して、d'Orbigny などの記載した標本を直接調査し、タクサの概念を検討して、分類学的識見を高めた。長谷川君は近年、底生有孔虫のバイオメトリーによる形態解析に力を注いでいる。*Melonis pompilioides* を中心とするグループについて、種の時空分布を明らかにし、古生態的進化を示唆したのは、その代表的研究といえよう。微小標本を対象とする微古生物学のこの分野はいまだ日が浅く、いわゆる小型有孔虫の系統進化解明を指向した将

来の展開が期待されている。

以上のように、長谷川四郎君は数理解析の手法を積極的に導入して、底生有孔虫の古生態学に新しい視角をもたらすと同時に、分類学的基礎を再

検討して、有孔虫学の新展開への道を開いた。日本古生物学会はここに同君の貢献と努力を高く評価し、学術賞を贈って今後の一層の発展を期待する。

1992 年度一般会計決算及び 1993 年度一般会計予算

収入の部	予算額	決算額	1993 年度予算額
前年度繰越金	3, 748, 093	3, 748, 093	2, 598, 299
会費収入	6, 443, 310	6, 790, 513	6, 764, 000
普通会员	3, 484, 600	3, 767, 000	3, 770, 000
特別会員	2, 168, 435	2, 261, 000	2, 250, 000
賛助会員	330, 000	300, 000	330, 000
外国会員	106, 275	198, 513	150, 000
友の会会員	354, 000	264, 000	264, 000
会誌等売上	950, 000	1, 082, 413	1, 000, 000
報告紀時刊行助成金	1, 090, 000	1, 150, 000	1, 150, 000
広告料（化石）	390, 000	390, 000	390, 000
国際交流基金	300, 000	434, 478	300, 000
醸金	150, 000	40, 000	100, 000
利息	100, 000	76, 009	60, 000
年会例会参加費	800, 000	659, 000	800, 000
報告紀事著者負担金	100, 000	0 ¹⁾	0
雑収入	150, 000	186, 025	250, 000
計	14, 221, 403	14, 556, 531	13, 412, 299

1) 著者負担金（501, 222）は計上せず

支出の部	予算額	決算額	1993 年度予算額
会誌発行費	5, 400, 000	5, 269, 644	5, 500, 000
会誌送料	480, 000	507, 717	560, 000
通信・運搬費	380, 000	330, 975	560, 000
諸印刷費	950, 000	434, 418	1, 250, 000
業務委託費	1, 780, 000	1, 878, 231	1, 800, 000
研究委員会等助成費	0	0	275, 000
国際交流補助費	300, 000	364, 439	300, 000
雑費	1, 803, 000	1, 842, 808	1, 701, 000
振替手数料	17, 000	17, 625	20, 000
庶務事務費	5, 000	0	10, 000
編集費	201, 000	140, 450	201, 000
謝金	50, 000	70, 000	70, 000

年会例会会場費	265,000	263,060	250,000
I P A会費	25,000	24,871	25,000
賞関係費	920,000	913,700	75,000
消耗品費	30,000	140,627	50,000
学会図書整備費	0	0	500,000
その他	290,000	272,475	500,000
予備費	3,128,403	0	466,299
助成基金	0	1,330,000	1,000,000
次年度繰越金	0	2,598,299	0
計	14,221,403	14,556,531	13,412,299

1992 年度特別号関係経理報告及び 1993 年度予算

収入の部	予算額	決算額	1993 年度予算額
繰越金	2,966,801	2,966,801	3,446,265
特別号売上金	1,000,000	1,727,453	1,000,000
預金利息	120,000	136,644	150,000
計	4,086,801	4,830,896	4,596,265

支出の部	予算額	決算額	1993 年度予算額
謝金	40,000	40,000	40,000
販売促進費	30,000	20,000	30,000
事務雑費	50,000	32,292	50,000
印刷費 (No. 17)	0	1,292,341	0
予備費	3,966,801	0	4,476,265
繰越金	0	3,446,265	0
計	4,086,801	4,830,898	4,596,265

日本古生物学会欧文刊行誌の名称を公募します

1995 年、日本古生物学会は創立 60 周年を迎えますが、その記念事業の一つとして、学会の欧文誌「日本古生物学会・報告記事」の名称と、表紙のデザインなどの変更が学会評議員会において計画されております。

変更の理由は、現行の学会誌名が古生物学という科学の内容を直接反映したものではなく、単に

学会の活動の記録というような印象を与える点です。また、誌名が長すぎ、海外の研究者に、名称をすぐには記憶してもらえないというような問題の指摘もあります。表紙についても、白紙に黒の単色印刷の現行の学会誌は、図書館などで多くの雑誌と並んで陳列されますと、まったく目立たず、また魅力に欠けるという意見があります。

そこで、学会評議員会は、このような問題の改善策として、学会誌の名称の変更と、表紙の色刷

りを含めた体裁の変更を、創立 60 周年の記念事業の一つとして計画致しました。とくに名称については、会員全員に魅力的な名称を考えていただくのが、もっとも望ましいというのが評議員会の結論です。ついては、下記要領で会員から、学会欧文誌の名称を公募いたしますので、多くの会員からの応募を期待しております。

学会誌の名称：古生物学という科学の内容を良く伝え、しかも国際誌としてふさわしい欧文の名称。

応募の方法：編集委員長（斎藤常正：東北大学）まで郵送のこと。

送付先：〒980 仙台市青葉区荒巻字青葉
東北大学理学部地圏環境科学教室

締 切：1993 年 11 月 30 日

採用する名称の命名者には、新しい学会誌カバーの額装用のプリントと薄謝を差し上げます。

また名称の変更をきっかけに、雑誌のテキスト頁の体裁、活字のスタイルなどの改善も編集委員会では検討しておりますが、このような点についてご意見がありましたら、ぜひお知らせ下さい。その際、お考えのページ・レイアウトに合致するような雑誌、あるいは見本とすべきであるとお考えの雑誌がありましたら、その雑誌のページを 2・3 枚複写してお送りいただくと、大変参考になります。

日本古生物学会会長 猪郷久義

別冊についてのお知らせ

化石編集部では、著者が投稿のさいに投稿原稿整理カードに記入された別刷希望部数を印刷会社へ申し送り、印刷会社から直接著者へ別刷が送られるような仕組みにしております。したがって、別刷の仕上がりや別刷代金の請求に関しては、編集部としては関与しておりません。これらの点でご不審の点が生じた場合には下記に直接ご連絡ください。

○別刷代金は次の式で算定されます（表紙を含む）：

$$(P \times 9 + 50) \times \sqrt{N} \times 10$$

p ：本文の頁数

N ：別刷の部数

○表紙付を希望される場合には、このほかに表紙印刷費と不要部分の削除の手数料を申受けますので、あらかじめ御了承下さい。

〒176 東京都練馬区豊玉北 2-13-1

学術図書印刷株式会社 TEL 03-3991-3754

FAX 03-3948-3762

年会・例会における個人講演申込手順と予稿集原稿の書き方

- (1) 申込先：行事係に直接郵送して下さい（係の住所・氏名は報告・紀事に掲載されています）。
- (2) 申込期日：報告・紀事に掲載される申込期日（必着）にご注意下さい。
- (3) 講演予稿集の原稿：個人講演の申込と同時に郵送して下さい。
- (4) 予稿集原稿の書き方：次頁の例を参照して下さい。
- (5) 講演区分および日時の指定：以下の区分から、第1、第2希望を氏名と共に別紙に書いて同封して下さい（なお、例会においては区分を指定する必要はありません）。区分指定がされていない場合は、行事係の判断で区分を決めさせていただきます。また、日時を特に限定しなければならない場合は、お知らせください。出来るだけ配慮いたします。
- (6) 講演方法：特に指定したい場合（スライドプロジェクター2台同時使用、スライドとOHPの同時使用、ビデオの使用など）は、お知らせ下さい。ただし、会場の都合によっては希望に添いかねる場合があります。
- (7) ポスターセッション：おおよそのスペース等をお知らせ下さい。

講演区分

分類	系統進化	古生態	古環境	生層序
古生物地理	形態解析	古陸上植物	古脊椎動物	
ポスターセッション	その他（上記のカテゴリーに入らない場合は特定の区分名をお書き下さい）			

- *原則として講演資格者は日本古生物学学会員に限ります。ただし、発表者が非会員であっても、共同発表者に会員がいる場合は、講演を受け付けます。
- *講演申込は共著者を含めて1人2題までです。
- *講演時間は講演12分、質疑討論3分です。厳守して下さい。
- *講演申込後、発表をキャンセルする場合は、早めに行事係までご連絡下さい。

行事係

日本古生物学会年会・例会講演予稿集原稿の書き方*

横山又次郎(東京大・理)・矢部長克(東北大・理)**

アケル

本文はここから書きはじめて下さい。

注意事項

1. *, ** 講演題目および氏名(所属)は、上の枠内にバランス良く中央に印字または書き入れてください。講演題目および氏名(所属)が長くなって上の枠内に入りきらない場合は枠をはみ出しても構いませんが、本文との間は必ず8mm開けて下さい。
2. 用紙は任意のA4紙(297mm×210mm)を用い、この図に記した周囲の縁取り寸法からはみださないように印字するか、手書きして下さい。
3. 原稿は横書き(厳守)とし、タイプライター(和文・英文)、ワープロ、楷書体の手書きのいずれでも結構です。印刷時にB5版に縮小されます。見にくくならないように、字の大きさや印字濃度(ワープロの場合)に注意して下さい。
4. タイプ・ワープロの場合には、0.5~1行間隔で印字して下さい。
5. 手書き用原稿用紙は、希望者に行事係が配布します。手書き原稿には、行事係が配布する原稿用紙を使う必要はありませんが、まず目の入った原稿用紙を使用する場合には必ず青で印刷されたものを使用して下さい。
6. 個人講演は1ページ、特別講演とシンポジウム講演は2ページ(例外あり)におさめて下さい。
7. 表・線画を書き入れたり、張り付けてもかまいません。写真は入れないで下さい。B5版に縮小されますので、見にくくならないように注意して下さい。
8. 提出後に修正・校正は出来ませんので、誤字などないように清書して下さい。
9. 新しい分類名を予稿集に出すと、命名上の混乱のもとになりかねませんので受理できません。ただし口述されるのは差し支えありません。

*, ** 講演題目および氏名(所属)の英文対訳あるいは和文対訳を入れる際は、この場所に入れて下さい。

会員名簿作成についてのお願い

日本古生物学会では通常2年毎に会員名簿を作成し、化石に掲載して参りました。この度名簿利用の便宜を計り、別冊で作成・印刷することになりました。つきましては、会員各位への学会からの会誌の配布や諸連絡を敏速且つ、確実にすべく、名簿の修・訂正をいたしたく、会員方々には大変お手数ですが、今一度所定の事項を綴じ込みのカードに御記入の上折り返し、お知らせ下さいますようお願いします。

その後の住所等の変更は、その都度ご連絡下さいますよう、重ねてお願いいたします。

(日本古生物学会・会員係)

日本化石集【第4期】

全10集 刊行開始 ●既刊4点 白ヌキ

【第59集】野尻湖層の化石1

【第60集】野尻湖層の化石2

【第61集】野尻湖層の化石3

【第62集】石狩低地帯の化石

【第63集】日本の海生脊椎動物化石1

【第64集】日本の海生脊椎動物化石2

【第65集】日本の節足動物・棘皮動物化石

【第66集】日本の古生代・中生代の放散虫化石1

【第67集】日本の古生代・中生代の放散虫化石2

【第68集】日本の古生代・中生代の放散虫化石3

●責任編集／大森昌衛・市川浩一郎・亀井節夫・
水野篤行・小島郁生・真野勝友・後藤仁敏

●A4変型判 各集2060円(税60円含む)

【第1期】～【第3期】全58集

＋別集(総目次・総索引) ●好評発売中

●各集2,060円(税60円含む)揃価121,540円(税3,540円含む)

④築地書館 東京都中央区築地2-10-12 ☎03-3542-3731 書店もしくは直接小社へ電話でご注文ください。

恐竜 その発生と絶滅 ●新装版第1刷

スウィントン[著] 小島郁生[訳] A5判 1957円(税込)
恐竜のそれぞれの種類の分類と記述を中心に、恐竜発見の
いきさつから、骨格の特徴・生理・病理・生活環境・起源・
絶滅まで、あらゆる問題を包括的に論じた名著である。

ディノサウルス ●2刷

恐竜の進化と生態

Ｌ・Ｂ・ホールステッド[著] 亀井節夫[監訳] A4判
4017円(税込)

新版 脊椎動物の進化

上巻 魚類の出現から爬虫類時代まで

下巻 哺乳類の出現から人類の時代まで

Ｅ・Ｈ・コルバート[著] 田隅本生[訳]

各冊 A5判 2987円(税込) ●上巻 8刷 下巻 5刷

新訂 地球の科学

関 利一郎・稲森 潤・木村達明 編著
四六判 216頁 定価1,648円(消費税込) 送料260円

歴史的生成物としての固体地球の解明という
立場で編集された大学の教養課程のテキスト。
精密な図版と写真を多用し、自然科学を専攻
しない学生にも平易に学べるよう配慮した。
とくに「4章 生物の変遷」では、古生物学
の知識に基づいて、地質時代の生物の変遷を
解説した。

主な内容

- | | |
|------------|------------|
| 序章 地球の概観 | 4章 生物の変遷 |
| 1章 固体地球の解剖 | 5章 年代決定と編年 |
| 2章 漂う大陸 | 6章 日本の地史 |
| 3章 造山運動 | |

三訂 新しい地球像

D. ヨーク著／日本地学教育学会 訳編
四六判 248頁 定価1,545円(消費税込) 送料260円

地球の誕生、大陸移動説からプレートテクト
ニクスまで、固体地球物理学のパラダイム転
換に自ら参画した著者による克明な解説。
日本の著者による「第6章 補遺・プレート
テクトニクスの最近の話題」では、日本にお
けるプレートテクトニクスの検証例や最新の
話題を詳しく述べた。

主な内容

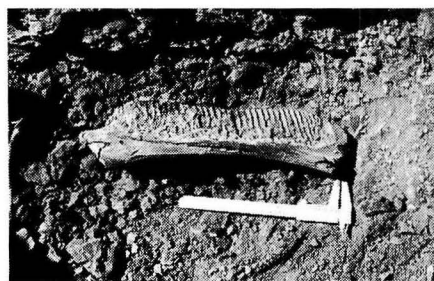
- | | |
|-------------|-----------------------------|
| 第1章 地球の創生 | 第5章 大陸移動とプレ
ートテクトニクス |
| 第2章 固体地球の構成 | |
| 第3章 地球の年齢 | 第6章 補遺・プレートテクト
ニクスの最近の話題 |
| 第4章 磁気と地球 | |



秀潤社

〒108 東京都港区白金台3-19-1 第31興和ビル6階 振替 東京3-7875
TEL.(03)3440-6371(代表) (03)3441-9781(営業部直通) FAX.(03)3444-4092

外国産実物化石標本販売



当社の恐竜クォーリー モンタナ アメリカ

シーラカンス	石炭紀	モンタナ
〃	三疊紀	カナダ
〃	ジュラ紀	ドイツ
〃	白亜紀	レバノン

その他、各種一級品の化石を各種とり揃えて、来社をお待ちしています。

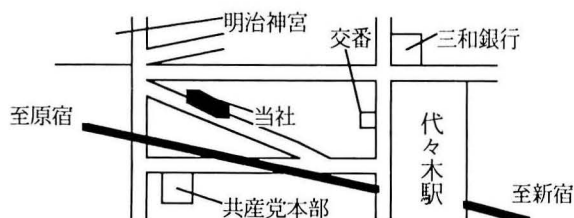
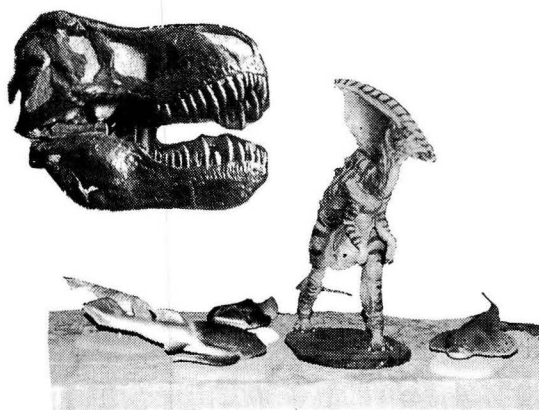
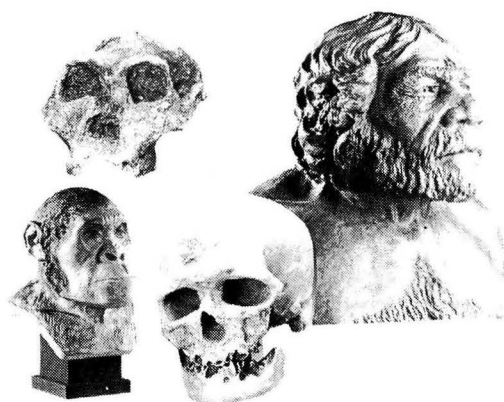
アンモナイト	¥ 300～
三葉虫	¥ 300～
鯨の歯	¥ 250～
魚化石	¥ 500～



軟骨魚類 クセナカントス ペルム紀

古生物の生体復元模型と化石の複製

三葉虫から恐竜、人類まで各種



好評発売中！ 図説 哺乳類の進化

定価 13,000円 (税込)

2億年前、恐竜とほぼ同じ時期に、この地球に姿を現わした哺乳類の歴史を、300点を超える復元図と、豊富な図版で書き表わした動物世界への最良入門図書。

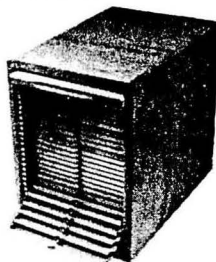
※ 注文制につき最寄の書店にご注文下さい。
又は弊社まで直接ご注文をお願いします。

株式会社 テラハウス

〒151 東京都渋谷区代々木1-21-3
振替 東京2-558291
TEL & FAX (03) 3320-1505

IMC**調査機器から研究機材まで**

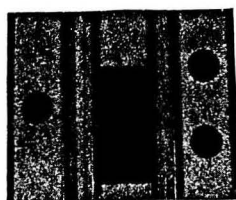
マイクロスライドキャビネット
(有孔虫スライド500枚用)



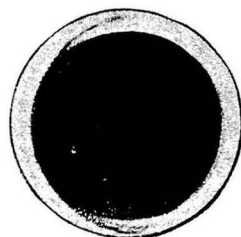
標準フルイ



[各種サイズ]
メッシュ



有孔虫スライド各種



方眼シャーレー
(有孔虫分離用)

岩 本 鉱 産 物 商 会

〒151 東京都渋谷区代々木1-26-1
☎03(3379)3466~8 FAX03(3379)9205

古環境・地質時代の解明に

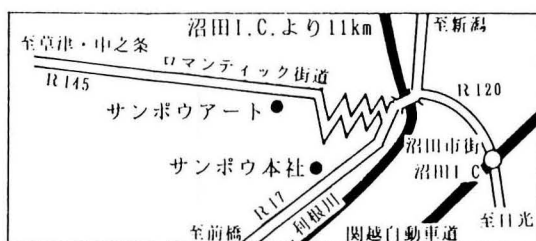
花粉・微化石分析調査

- 岩石・土壌・泥炭・石炭等の花粉分析
野外採取・坑内採取・海外採取試料の花粉分析による地質時代・層序の判定
- 試錐コアの花粉分析
油田・ガス田・炭田など鉱床地域・土木建設の試錐コアを花粉層序より解析
- 珪藻・有孔虫分析 材・種実化石同定
- 鉱物分析・岩石同定・土壌化学分析
- 研究調査用簡易試錐・岩石薄片作製
- ケロジェン分析
- 野外地質・植生調査
- その他学術研究協力
遺跡調査・空中花粉分布調査その他

パリオ・サーヴェイ株式会社

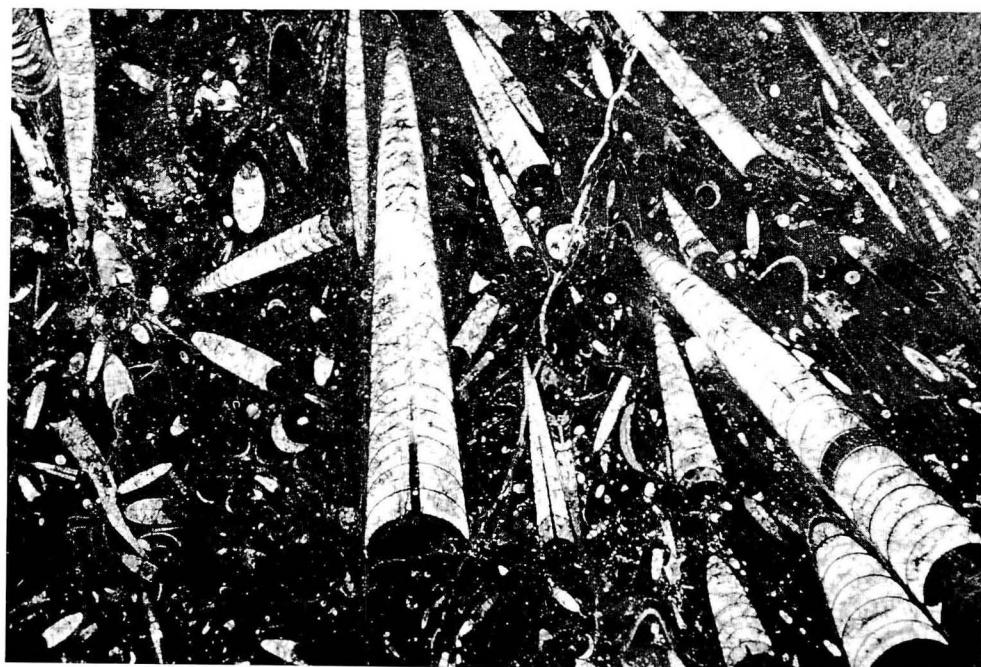
本 社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1(三井ビル内) ☎(03)3241-4566 FAX03-3241-4597
研 究 所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎5 5 9 - 3 ☎(0274)42-8129 FAX0274-42-7950

大理石村へのお誘い



新しいアート・ビリジ「大理石村」が平成元年6月群馬県吾妻郡高山村のロマンティック街道沿い（中山峠）に開館しました。サンポウアートは、イタリアンモダンアートを中心に世界の石のアートおよび鉱物や化石を集めた、新しいアート・ビリジです。楽しさあふれるアート・ビリジへお気軽にご来館下さいませ。なお、レストラン（イタリア料理）も併設しております。

「展示石材の一部・直角貝（軟体動物）の化石」



10cm

〔営業内容〕

各種石材の輸入・石材を用いた建築や造営物の設計・加工・施工、墓石・霊園諸設備の施工・販売、石材加工品・仏壇・仏具・神具・鉱物・化石標本などの販売

SANPO ART

株式会社 サンポウアート

本社 ■群馬県沼田市屋形原町1407 TEL 0278-24-4114(代)
大理石村 ■群馬県吾妻郡高山村中山5583 TEL 0279-63-3515(代)

社 長 平 井 良 明

展 示 指 導 (財) 自然史科学研究所

“化石”バックナンバーの在庫

(価格は送料込み)

[増刊号] コロキアム：化石硬組織内の同位体	(1000 円)
[13号] マラヤ・タイ国産古植物化石，古生物分類の理論と方法，その他	(500 円)
[16号] ダニアン問題，鮮新統・漸新統論考，その他	(500 円)
[17号] シンポジウム “日本新生代貝類化石群の時空分布とその一”，その他	(600 円)
[18号] シンポジウム “日本新生代貝類化石群の時空分布とその二”，その他	(600 円)
[21号] シンポジウム “化石硬組織内の同位体”，	(800 円)
[22号] 特集 “中国地方新生界と古生物”	(800 円)
[23・24号] 特集 “化石硬組織内の同位体 (第3回：ム)，その他	(1600 円)
[25・26号] シンポジウム “古植物の分布とその問題”	(1600 円)
[27号] 深海底堆積物中の炭酸塩溶解量の測定，その他	(1700 円)
[28号] 太平洋側と日本海側の新第三系の対比と編年	諸問題，その他 (1900 円)
[31号] 本邦白亜系における海成・非海成層の対比，	生態学(1) (1500 円)
[32号] 四万十帯のイノセラムスとアンモナイト，	生態学(2) (1500 円)
[33号] ジャワの貝化石，三疊紀 <i>Monotis</i> ，その他	(1500 円)
[34号] 進化古生物学の諸問題，その他	(1500 円)
[35号] 後期三疊紀二枚貝 <i>Monotis</i> の古生物学的意義	(1500 円)
[36号] 中山層貝化石，放散虫チャートの起源，異常	イト，その他 (1500 円)
[37号] 創立 50 周年記念号。付：会員名簿	(2000 円)
[38号] 北海道小平地域北東部上部白亜系の化石層序	その他 (1500 円)
[40号] ジュラ紀・白亜紀境界付近における放散虫化石	，その他 (1500 円)
[41号] 西南日本白亜系の古地理と古環境，その他	(1500 円)
[42号] 青森県尻屋層群の放散虫年代，その他	(1500 円)
[43号] <i>Cyrtocapsella terapera</i> Haeckel (Radiolaria) の	の微細構造，その他 (1500 円)
[44号] 日本産のフジツボ類の時空分布，その他	(1500 円)
[45号] 日本産 <i>Glossaulax</i> (Gastropoda: Naticidae) の	その他 (1500 円)
[46号] 石灰質ナンノ化石からみた秩父盆地新第三系最	年代，その他 (1500 円)
[47号] 新生代における深海底生有孔虫の殻形態の変遷と	意義，その他，付：会員名簿 (2000 円)
[48号] 化石密集層形成における堆積学的制約と古環境	その他 (1500 円)
[49号] 姫浦層群上部亜層群の化石カキ礁，その他	(1500 円)
[50号] シンポジウム “古生物学の課題と展望”，その他	(1500 円)
[51号] 鮮新世貝化石群集，分子古生物学，その他	(1500 円)
[52号] <i>Sphenoceramus</i> の産状と古生態，日本海溝域の浮	虫群集，その他 (1500 円)
[53号] シンポジウム “白亜紀—古第三紀のバイオイベン	” (1500 円)

29, 30, 39 号の残部はありません。

バックナンバーを御希望の方は，代金を払い込みの上，
大学研究機関等で購入の際は，見積請求書等必要書類を
申込みと送金先：

日本学会事務センター内日本古生物学会

さい。
すので御請求下さい。

1993 年 6 月 25 日印刷

1993 年 6 月 30 日発行

発行者

化石第 54 号

編集者

印刷者

古生物学会

都文京区本駒込 5-16-9

日本学会事務センター内

編集委員会

書印刷株式會社

(03) 3991-3754

Fossils

Number 54

June 30, 1993

Contents

Living radiolarians around the Sesoko Island, Okinawa Prefecture	Atsushi Matsuoka	1
Symposium "Approaches to the Cenozoic fossil-biotic thermometer -Its logic and implication"		
Forward	Kenshiro Ogasawara and Kazuhiko Uemura	10
Background and subjects	Kenshiro Ogasawara	11
Cenozoic climate and temperature on the basis of plant megafossils	Kazuhiko Uemura	24
Paleoclimatologic inferences from Tertiary floras	Toshimasa Tanai	35
Paleotemperature obtained from pollen fossils	Tohru Yamanoi	53
Turonian coleoid <i>Naefia matsumotoi</i> from Tappu area, Hokkaido and its taphonomical significance	Hiroshi Hayakawa and Tatsuya Takahashi	61
52nd annual meeting of the Society of Vertebrate Paleontology: a report	Yukimitsu Tomida	66
International Symposium on Biostratigraphy, Bioprovincialism and Bioevents in the Far East, Seoul, Korea, 1992 - A report	Tamiko Ohhana, Tatsuaki Kimura and Tamio Kotaka	69
Peter D. Ward: "On Methuselah's Trail", translated by Takeshi Setoguchi, Kenichi Harada and Terufumi Ohno	Yokichi Takayanagi	71
Junji Itoigawa: "Museums of Natural History in Japan"	Takashi Hamada	73
Books about "Dinosaur stamps"	Yokichi Takayanagi	74
Proceedings of the Society		74