

ISSN 0022-9202

# 化石 66

平成11年 9月

Palaeontological  
Society of Japan



日本古生物学会

## 「化石」編集委員会(1999-2000年度)

委員長：池谷仙之，幹事：塚越 哲

編集委員：天野和孝，金沢謙一，北村晃寿，小竹信宏，西 弘嗣，真鍋 真

66号より「化石」の編集委員が交代しました。新編集委員会は、これまでの編集方針を踏襲しながらも、「化石」をより新しい性格の会誌として発展させてゆく所存です。特に古生物学の情報を広く読者に提供するため、新しい研究分野や手法に関する解説や特定分野の総説などの記事を多く盛り込みたいと考えております。皆様からの原稿をお待ちしております。

### 「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・問い合わせは下記にお願いします。

〒422-8529 静岡市大谷836 静岡大学理学部地球科学教室内「化石」編集部

池谷仙之（☎054-238-4784; FAX 054-238-0491; E-mail senikey@ipc.shizuoka.ac.jp）

塚越 哲（☎054-238-4800; FAX 054-238-0491; E-mail satukag@ipc.shizuoka.ac.jp）

# 化石 66号

1999年9月

## 目次

### 論説

- 表層堆積物に残された渦鞭毛藻シスト群集の変化と閉鎖系沿岸海域での富栄養化  
—長崎湾の場合— ……………松岡數充・金 亨信 1  
琉球列島沿岸海草帯に生息する葉上性有孔虫類の季節変化 ……藤田和彦・西 弘嗣・斎藤常正 16  
メアリ・アニング (Mary Anning 1799-1847) 研究に学ぶこと……………矢島道子 34

### シンポジウム特集

- 生物事変：復元の科学3 ……………海保邦夫・西 弘嗣・大野照文 42  
先カンブリア紀—カンブリア紀境界の生物事変 ……………箕浦幸治 43  
プルームの冬—古生代・中生代 (P-T) 境界の大量絶滅・環境変動シナリオ— ……………磯崎行雄 45  
白亜紀中期の生物事変と古環境変動 ……………平野弘道・利光誠一・松本 崇・高橋一晴 47  
分子化石からみた白亜紀/第三紀境界の古環境変動  
……………有信哲哉・石渡良志・海保邦夫・Marcos A. Lamolda 50  
暁新世/始新世の温暖化事変と絶滅事変 ……………野村律夫 51  
新生代の哺乳類進化と絶滅事変 ……………瀬戸口烈司 54  
生物事変の総合研究 ……………海保邦夫 56

### 書評

- 堆積学研究会編：堆積学辞典 ……………勘米良亀齡 59  
箕浦幸治：ひとかけらの化石に宇宙を見る ……………高柳洋吉 61  
兼岡一郎著：年代測定概論 ……………小泉 格 62

### 国際会議報告

- はじめて見た白亜の崖—第13回国際オストラコーダシンポジウムに参加して—  
……………加世田祐作・加藤昌子 63  
第5回テチス浅海域に関する国際シンポジウム参加報告 ……………小笠原憲四郎・上野勝美 67  
現生および化石渦鞭毛藻国際会議 (Dino-6) —ノルウェー・トロンハイム— ……………松岡數充 71

- 学会記事・その他 …………… 73

#### 複写される方へ

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(株)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 学術著作権協会

TEL: 03-3475-5618 FAX: 03-3475-5619 E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone: (978) 750-8400 FAX: (978) 750-4744 www.copyright.com

「化石」投稿規定  
(1988年1月27日制定)  
(1991年編集部移動に伴い一部改訂)

1. 原稿の種類  
邦文で書かれた古生物学に関する原著論文・短報・解説・論壇(評論・討論・アイデア・主張など)・新刊紹介・書評・抄録・ニュースその他の記事。
  2. 原稿の分量と体裁
    - s. 原稿は14印刷頁以内とする(1論文の長さは、400字詰原稿用紙で、図表のない場合に70枚程度となる)。
    - b. 原著論文には欧文の要旨をつける。
    - c. 原著論文・短報・解説・論壇の原稿には、欧文の表題およびローマ字綴りの著者名をつける。
    - d. 原稿第1頁に脚注として著書の所属機関を記す。
  3. 投稿
    - s. 所定の様式の投稿原稿整理カード(コピーして使用されたい)を添える。
    - b. 原著論文・短報・解説・論壇の投稿の際には、正規の論文原稿のほかに、図(写真版を含む)・表などを含む完全なコピー1組を添える。
  4. 原稿の送付先  
当分の間下記宛とする。  
〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1  
東京大学大学院理学系研究科地質学教室内  
日本古生物学会「化石」編集部
  5. 著者の責任
    - s. 著者は編集手続きに関する編集委員会の指示にしたがう。初校に対する校正は著者の責任において行う。
    - b. 原稿(図・表を含む)は14印刷頁を限度とし、これを越える部分、およびカラー写真・折込図表の出版費用は著者の負担とする。
    - c. 別刷の印刷に要する費用は著者の負担とする。
- 著者への指針
1. 原稿
    - s. 原稿は400字詰め、横書き原稿用紙を使用する、ワードプロセッサ使用の場合もこの規格に合わせるか、1頁を400字の倍数とし、原稿にそのむね明記する。
    - b. 文章は「である体」とし、現代かな使い、当用漢字を用いる。ただし、固有名詞や学界での慣用の術語はこの限りでない。句読点は、. を用いる。欧語綴りの人名を引用する場合は、タイプするか活字体で明瞭に記し、小キャピタル字体は用いない、また、生物の学名はタイプするか活字体で明瞭に

記し、学名や変数のイタリック体の指定を行う。

- c. 図・表をいれる位置を原稿の余白に指定する。
- d. 欧文要旨は、欧語論文に堪能な外国人または適当と思われる人に、著者自身の責任で校閲してもらう。
- e. 図表の説明は日本語もしくは日本語・英語並記とする。
- f. 図の作成要領は本学会報告・紀事「著者への指針」に従う。複雑な表は図と同じようにそのまま製版できるように、著者自身が黒の活字またはタイプライターで作成する。
- g. 引用文献は、著者名をabc順に、また同一著者を発表順に並べ、「文献」として、論文末尾に一括する。体裁は以下の例の様式に従い、ページまでを完記し、特に必要のないかぎり図、表の数は省略する。

(例)

Braisier, M. D., 1980. Microfossils. 193 p., George Allen and Unwin, London.

Carter, J. G., 1990. Shell microstructural data for the Bivalvia. Part V. Order Pectioidea. In Carter, J. G., ed., Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends, 363-389. Van Nostrand, New York.

Griggs, G. B., Carey, A. G. Jr. and Kulm, L. D., 1969. Deep-sea sedimentation and sediment-fauna interaction in Cascadia Channel and on Cascadia Abyssal Plain. Deep-Sea Res., **16**, 157-170.

半沢正四郎, 1963. 大型有孔虫について(演旨). 地質雑, **69**, 298-302.

畑井小寅・小林貞一, 1963. 腕足動物. 小林ほか9名, 古生物学, 上巻, 103-126. 朝倉書店.

藤岡一男, 1963. 阿仁合型植物群と台島型植物群. 化石, (5), 39-50.

Oishi, S., 1940. The Mesozoic floras of Japan. Hokkaido Imp. Univ., Jour. Fac. Sci., **4** (5), 123-480.

付記: 「化石」誌を欧文で引用する際には、次のようにされたい。

Fossils (Palaeont. Soc. Japan) No. 00.

著作権: 「化石」誌に掲載された論文の著作権(著作財産権, (copyrite))は、日本古生物学会に帰属する。

## 論 説

表層堆積物に残された渦鞭毛藻シスト群集の変化と  
閉鎖系沿岸海域での富栄養化—長崎湾の場合—

松岡 數充\*・金 亨信\*\*

Process of eutrophication in enclosed seas recorded in dinoflagellate cyst  
assemblages and sediments – the case in Nagasaki Bay, west Japan –

Kazumi Matsuoka\* and Hyeung-Sin Kim\*\*

**Abstract** The change of water quality in Nagasaki Bay, West Japan after reclamation of the Koyagi Channel are reconstructed on the basis of analysis of sedimentary facies and dinoflagellate cyst assemblages in two cores collected at the stations NGB-1 and NGB-2 (86 cm and 60 cm in length respectively).

Sedimentation rates of these cores estimated by  $^{210}\text{Pb}$  method were approximately 9.9 mm/year at St. NGB-1 and 4.3 mm/year at St. NGB-2. The median diameter of the sediments varied from 3.9 to 7.1  $\phi$  at St. NGB-1, and from 1.9 to 8.2  $\phi$  at St. NGB-2. The proportion of silt and clay increased upward at St. NGB-1 after reclamation of the Koyagi Channel in 1968, because larger sediment particles derived from the rivers became unable to be transported to this point. At NGB-2, the median diameter of the sediments became 3.9  $\phi$  from 1.9  $\phi$  around the 1943 year horizon, concordant with the remarkable increase of human population in Koyagi Town.

Dinoflagellate cysts mainly consisted of the autotrophic Gonyaulacoid *Spiniferites* spp., the heterotrophic Protoperidinioid *Brigantedinium* spp., and the autotrophic Gymnodinioid *Pheopolykrikos hartmannii*. At both stations, cyst abundance decreased approximately from 1969 to 1995, but cysts of heterotrophic species increased during this period. At St. NGB-2, the abundance of heterotrophic species recorded a maximum (ca. 64%) at the horizon deposited in about 1948. Since reproduction of heterotrophic dinoflagellate cysts is stimulated by foods such as diatoms and other smaller phytoplankton, the increase of these cysts indicate that primary production of diatoms and other phytoplanktons might have been accelerated, and that in that period nutrients for these autotrophic micro-algae such as nitrogen and phosphates probably increased. These data suggest that eutrophication started in around 1950 and was accelerated after reclamation of the Koyagi Channel.

## はじめに

渦鞭毛藻化石（シスト）の研究は、これまで主

に石油資源開発に寄与するための生層序学的観点から推進されてきたが、最近では古海洋環境復元にも有効な道具であることが証明されつつある（例えば Versteegh *et al.*, 1996; Versteegh, 1997）。しかし、それらの研究は $10^6 \sim 10^3$ 年間規模の環境変化を捉えたものであり、数カ月から数年間規模での渦鞭毛藻に関する生態学的知識に基づく議論とはかみ合わない点もある。例えば、シスト形成を行う渦鞭毛藻の大多数は沿岸性であるにもか

\*長崎大学水産学部資源生物学講座沿岸環境学研究室  
Laboratory of Coastal Environmental Sciences, Faculty of Fisheries, Nagasaki University

\*\*長崎大学海洋生産科学研究科海洋資源学専攻,  
〒852-8521 長崎市文教町1-14 Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan  
1998年8月10日受付, 1999年1月21日受理

かわらず、半遠洋性から遠洋性堆積物に含まれる沿岸性渦鞭毛藻シストの群集組成を基に環境変化を論じていることなどである。この点では近年注目されつつある沿岸域での10<sup>2</sup>~10年ほどの間に生じた環境変化と渦鞭毛藻シスト群集の変化とを対応させた研究 (Dale and Fjellsa, 1994; 松岡, 1995; 金・松岡, 1998) が、渦鞭毛藻シストの生態学的知識を化石群集に応用するにあたって有益な基礎的情報を知る意味でも重要である。古環境復元のための基礎的情報を獲得する目的で表層堆積物中の渦鞭毛藻シスト群集を研究対象とする場合、戦術として海洋環境が変化した時期が明確である場を活用することが有利である。そしてこのような研究から得られた情報を活用して、逆に堆積物中に記録された渦鞭毛藻シスト群集の変化から、水質環境や堆積環境の変化を論理的に推定することが可能になると考える。本論は海洋環境が人為的に改変させられた記録が明確な長崎湾で、以上の観点に立って進めた研究の成果の一つである。

#### 長崎湾の概要と人為的な環境変化の記録

長崎湾は面積7.1 Km<sup>2</sup> 湾長7.5 Km, 湾口幅0.9 Kmで、湾口部での最大水深が45 mに達する。湾奥部では水深10 m前後で浅く、勾配も穏やかで、湾中央部から湾口部にかけては水深が20~40 m前後で深くなる。一般的に最大湾奥長/湾口長比が4以上の場合を閉鎖性内湾とする区分 (Heaky and Harada, 1991) に従うと、長崎湾では最大湾奥長/湾口長比が8.3になり、閉鎖性内湾の一つとなる (図1)。

長崎湾奥部には長崎港があり、港内には浦上川、中島川、大浦川、鹿尾川が流入している。なかでも浦上川の流域面積は38.63 Km<sup>2</sup> で最も広く、流域には多くの住宅や事業場がある。それらから海湾域への流入負荷量が大きく、特に生活系・産業系排水の割合が高い (長崎県, 1997)。それは長崎市人口の約75% (約325,000人) が長崎湾周辺及びその集水域内に居住し、CODから発生負荷量を見ると、浦上川が全体の約51%、中島川が22%を占めている (長崎県, 1997) からである。

長崎湾の水質に影響を与えたとされる時期が明確な人為的事変は2件ある。一件は1943年ごろに香焼町の人口が一時的に急増したこと、他の一つは香焼瀬戸の埋め立てである。長崎湾口部に位置する香焼島は伊王島や沖の島と同様に、1960年代前半まで古第三系から多量の石炭を産していた。特に第二次世界大戦中は香焼炭坑最盛期であり、1936年では2,200人であった香焼町人口は23,000人余りに急増した。しかし、1964年の炭坑閉山と共に人口は減少し、最近では約5,000人になっている (香焼町, 1982)。

香焼島はかつては香焼瀬戸をへだてて長崎半島から離れていた。香焼瀬戸の人工埋立ては1966年に開始され、1968年に完了した。香焼瀬戸埋め立て前の長崎湾の海水の出入は、西方に開いた湾口部からとこの瀬戸を介して行われていた。下げ潮の時には湾全体の流水がおおむね港口に向い、上げ潮は下げ潮とは反対に全体が湾の長軸方向に平行し、やや東岸に片寄りながら湾奥に向かっていった (辻田, 1956) (図2)。

香焼瀬戸埋め立てによる潮流変化の事前予測によると、港内では埋め立てられる前とほとんど変わらないが、蔭尾~高鉾島間では潮流が若干強くなるものの、埋立地の北側水域では弱くなり、外海との水の交換が少なくなると推測された (長崎海洋気象台, 1964)。香焼瀬戸埋め立て前の長崎湾に入る二つの湾入口のうち、香焼島~高鉾島方面よりも深堀~香焼島方面が海水中のCl<sup>-</sup>が高く、また大腸菌群が少なく清浄であることから、外海水の流入率は後者が多い状態にあった (相沢ほか, 1966)。長崎湾内における香焼瀬戸埋め立てによる影響は単に流向のみにとどまるとは考えられない。相沢ほか (1966) は、外海に隣接する中の島沖で大腸菌群が出現することから港内汚濁の影響がその当時すでに湾全体的に及んでおり、香焼瀬戸が埋め立てられると外海水の流入口は香焼島~高鉾島の一か所となり、加えるに埋立地からの下水や排水の流入も予想されるので周辺海域の水質汚濁が進行する可能性のあることを指摘していた。

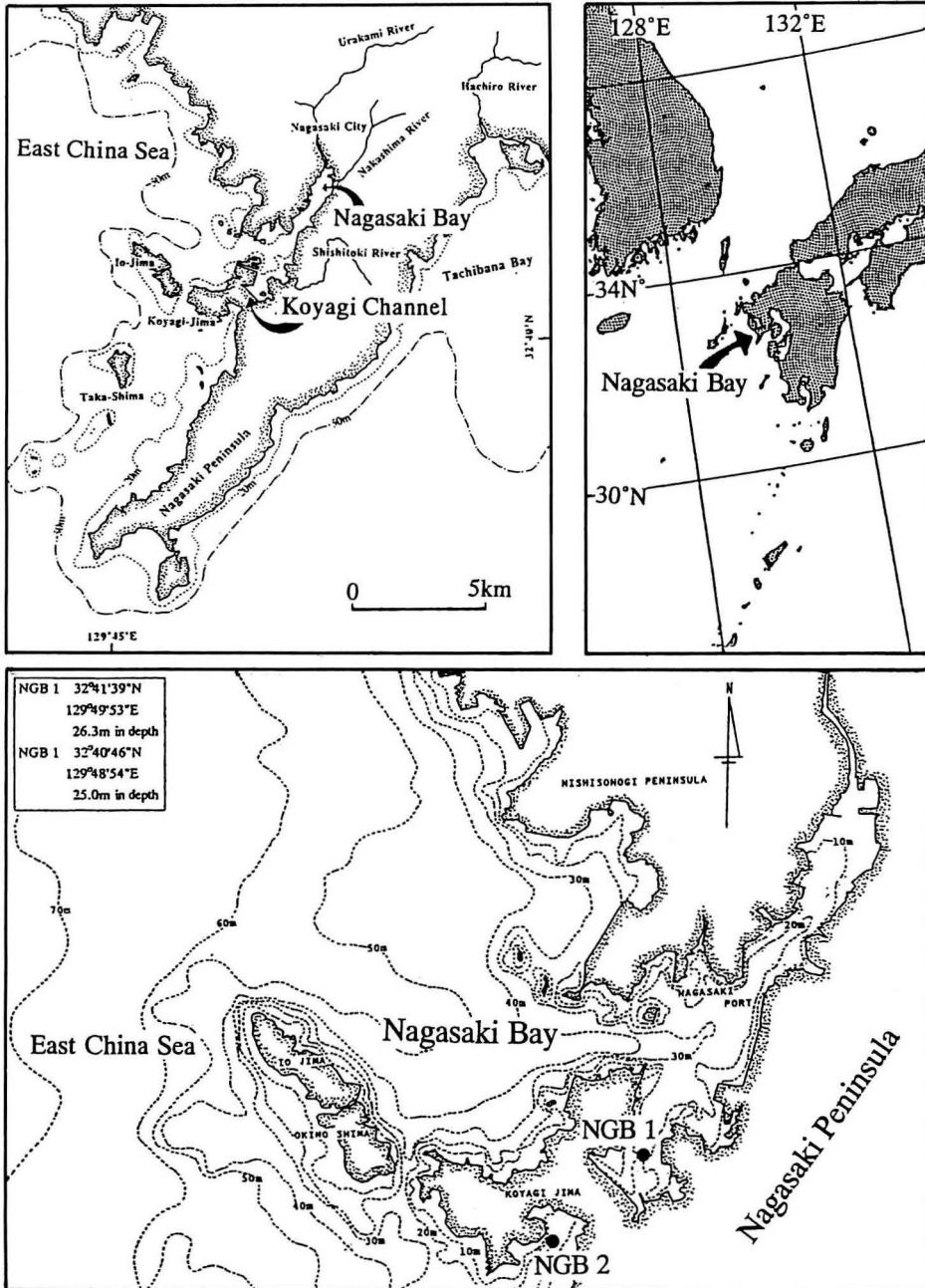


図1. 試料採取地点と長崎湾の現在の海底地形.

Fig. 1. Sampling locations and submarine topography of Nagasaki Bay.

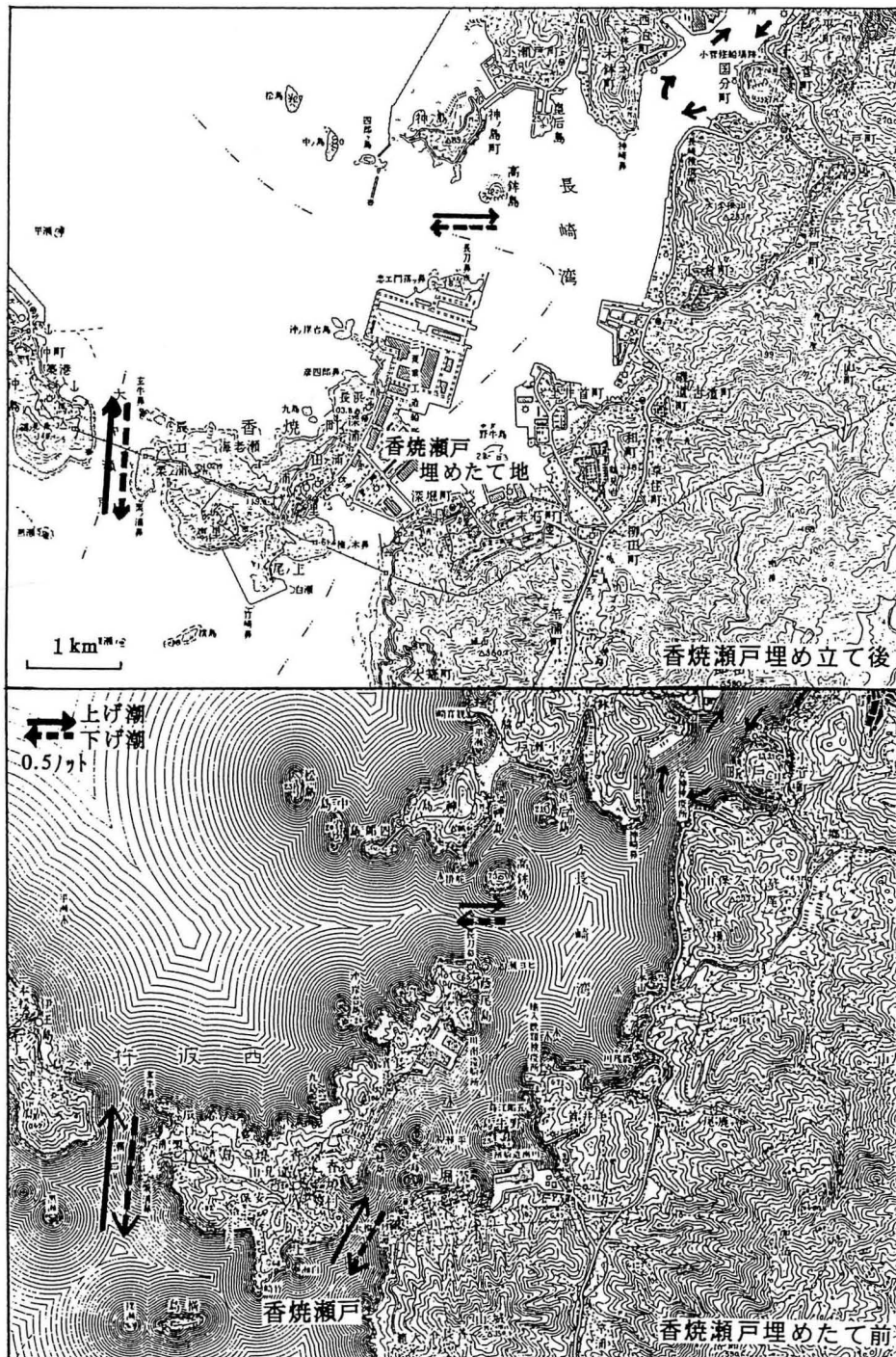


図2. 香焼瀬戸埋め立て前(A)と埋め立て後(B)の潮流変化予測図。Aは国土地理院1953年発行「長崎図幅」、Bは同じく1985年発行。潮流変化予測は長崎海洋気象台(1964)による。

Fig. 2. Change of flow in Nagasaki Bay after artificial recalmination in the Koyagi channel estimated by Nagasaki Marine Observatories (1964). A; Before recalmination (Map published in 1953 by Geographical Survey Institute). B; After recalmination (Map published in 1985 by Geographical Survey Institute).



### 試料及び分析方法

長崎半島と埋め立てによって人工的に接続した香焼島を挟んだ南北2地点、即ち湾内側である水深26.3 mの地点(32°41' N, 129°49' E, 以下NGB-1とする)と、外海側である水深25.0 mの地点(32°40' N, 129°48' E, 以下NGB-2とする)でダイバーに依頼して堆積物表層部の柱状試料を内径80 mm, 長さ1 mのアクリルパイプを用いて採取した(図1)。採取した柱状試料はNGB-1では86 cm, NGB-2では60 cmの長さであった。

堆積物の平均堆積速度は放射性鉛( $^{210}\text{Pb}$ )の減衰状態の測定によって求めた。実際の測定はNGB-1については堆積物表層より2-3, 15-16, 30-31, 45-46, 60-61, 75-76 cmの深さから、NGB-2については2-3, 10-11, 20-21, 34-35, 45-46, 59-60 cmの深さからそれぞれ試料を採取し、分析はテレダインアイソトープ社に依頼した。

粒度分析は沈降法(ピペット法)や篩分法(Mcmanus, 1988)で行い、各柱状試料の表層から5 cm間隔で採取した30個の試料を分析した。その方法は次の通りである。ビーカーに10~15 gの堆積物試料を入れ、さらに蒸留水と20 mlの分散剤(二リン酸ナトリウム)を加えて1 lに定容し、約5分間超音波をかけ堆積物粒子をよく分散させた。一定温度条件下で分散させた試料を1 lのメスシリンダーに入れ、Stoke式に基づいて計算された堆積粒子の沈降時間から得た各時間ごとに、水面下10 cmから20 mlの試料を採取し、乾燥させて重さを計った。メスシリンダーに残った試料を目合63  $\mu\text{m}$ のステンレス製篩にかけて砂を分離し、砂を除いた試料に凝集剤として硫酸アルミニウムを入れ、細かな粒子を凝集し、乾燥後に重さを計った。また、分離した砂を乾燥し目合-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4  $\phi$ の篩にかけて、各篩の上に残った砂の重さを計った。

渦鞭毛藻シスト分析用試料はMatsuoka *et al.* (1989)の方法によって処理した。堆積物試料2 mlを100 mlの耐薬品性のある樹脂製ビーカーに入れ、約10%のHClを加えて炭酸カルシウム粒子を、さらに約20%のHFを用いて珪酸質粒子

を除去し、目合125  $\mu\text{m}$ のステンレス製の篩にかけ、20  $\mu\text{m}$ の篩上に残った試料を集めて蒸留水を加え、全試料が10 mlになるように懸濁させて濃縮精製試料とした。濃縮試料は十分攪拌した後、1.0 mlの試料を界線入計数板に移し、さらに蒸留水を1.0~1.5 ml加えて希釈し、倒立型光学顕微鏡(OLYMPUS IMT-2)や正立型光学顕微鏡(Nikon AFX-IIA)を用いてシストの同定及び計数を行った(表1, 2)。

### 結 果

#### 1) 堆積速度及び堆積物の年代

$^{210}\text{Pb}$ 測定によって求めた平均堆積速度はNGB-1で9.9 mm/yearとなり、採取した86 cmの柱状試料は過去約90年間の記録を残していた。NGB-2での平均堆積速度は4.3 mm/yearであり、採取した60 cmの柱状試料からは過去約140年間の記録を得た。この結果に基づき、各グラフ(図3, 5)の縦軸に柱状試料表層からの深度と各平均堆積速度に基づいて換算した堆積物の年代を示した。

#### 2) 粒度組成

NGB-1地点での柱状試料では砂成分が約8~52%、シルト成分が約22~65%、粘土成分が21~34%の範囲内で変化したが、粘土成分の割合は試料全体を通して大きく変化しなかった。シルト成分は柱状試料下部から1964年頃までは22~32%で、大きな変化はなかったが、1968年頃以降増加をはじめ、表層部(1995年頃)では約65%に達した。砂成分の割合は表層部に向け減少傾向にあったが、特にシルト成分が増加に転じた1968年頃から急激に減少をはじめ、表層部では約8%になった。中央粒径値(Md  $\phi$ )は1944年頃は3.9  $\phi$ であったのが、その後細粒化し表層部では7.1  $\phi$ になった(図3)。

NGB-2地点での柱状試料では砂成分が約23~88%、シルト成分が約6~25%、粘土成分が6~52%の割合であった。砂成分は表層部を除いた試料全体を通してシルトや粘土成分より高い割合を占めていたが、1963年頃から表層部に向け少しずつ減少する傾向を示した。特に1970年頃

表 1. NGB-1コア試料中の渦鞭毛藻シスト産出表.

Table 1. Occurrence table of dinoflagellate cysts in NGB1 core sample.

SPECIES NAME	0-1cm	5-6cm	10-11cm	15-16cm	20-21cm	25-26cm	30-31cm	35-36cm	40-41cm	45-46cm	50-51cm	55-56cm	60-61cm	65-66cm	70-71cm	75-76cm	79-80cm	85-86cm
<b>Coccolithoid group</b>																		
<i>Spiniferites</i> spp.	2	12	5	17	29	26	10	31	19	18	27	25	22	25	34	39	47	14
<i>Spiniferites bellus</i>		1				3	1	6	1	1	2	2	3	3	9	3		2
<i>Spiniferites bentorii</i>	9	14	15	18	50	22	14	44	23	27	36	31	40	40	88	64	122	50
<i>Spiniferites bullockii</i>		1				5	5	3	3	2	3	3	4	2	1	11		4
<i>Spiniferites delicatus</i>		1	2	1	5	1	5	1	3	3	3	3	3	5	4	3	5	4
<i>Spiniferites cf. delicatus</i>																		
<i>Spiniferites hyspanicus</i>	2	3	2	8	10	15	8	15	7	14	17	12	9	12	23	16	42	5
<i>Spiniferites hyspanicus</i>	5	4	6	8	7	4	4	4	6	8	6	9	6	4	4	6	7	1
<i>Spiniferites ramosus</i>	1	4	8	9	2	7	7	4	7	5	12	9	4	16	12	10	18	9
<i>Operculodinium centrocarpum</i>																		
<i>Operculodinium israelianum</i>	8	4	7	13	17	15	20	49	39	41	49	22	40	83	27	20	17	17
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	27(33.8)	40(30.1)	41(38.7)	76(49.7)	121(54.5)	101(42.4)	69(55.2)	163(66.5)	101(68.7)	121(65.4)	157(68.6)	118(70.2)	129(69.4)	197(78.2)	209(77.4)	173(77.5)	256(65.5)	107(88.2)
Subtotal (%)																		
<b>Tubercolithoid group</b>																		
<i>Protoperidinium venustum</i>	0	0	0	2	2	2	2	2	0	1	1	0	4	1	1	4	4	1
Subtotal (%)																		
<b>Protoperidinioid group</b>																		
<i>Brigantinedinium</i> spp.	5	17	9	13	21	30	10	22	8	6	21	6	9	9	12	10	32	20
<i>Brigantinedinium carlense</i>	5	7	4	2	5	5	3	4	7	2	6	6	8	10	9	5	11	24
<i>Brigantinedinium simplex</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4
<i>Protoperidinium detriticum</i>																		
<i>Protoperidinium detriticum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Senecopongia quanta</i>	4	5	3	3	4	2	2	5	4	7	5	5	3	6	4	1	8	2
<i>Stellidium abei</i>																		
<i>Trinovantidium capitatum</i>																		
<i>Voradinium curvum</i>	2	5	2	4	6	6	8	6	2	3	4	5	3	4	5	7	16	2
<i>Voradinium spinosum</i>																		
<i>Protoperidinium micranium</i>																		
<i>Protoperidinium micranium</i>	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1
<i>Protoperidinium lewisii</i>																		
<i>Protoperidinium lewisii</i>	2	1	1	3	8	9	6	5	7	3	3	1	2	4	1	1	12	10
Subtotal (%)																		
<b>Cyst of <i>Protoperidinium minutum</i></b>																		
<i>Scopellapha proclada</i>	21(26.3)	40(30.1)	22(20.8)	28(18.3)	50(22.5)	59(24.8)	30(24.0)	52(21.2)	30(20.4)	28(15.1)	41(17.9)	26(15.5)	38(20.4)	39(15.5)	37(13.7)	34(15.2)	99(25.1)	42(22.8)
Subtotal (%)																		
<b>Calceoloid group</b>																		
<i>Scopellapha proclada</i>	8	10	2	5	4	18	6	5	0	10	12	1	0	8	10	3	18	13
<i>Diposella</i> group																		
<i>Diposella fenestrata</i>	2	6	1	1	14	2	4	2	1	1	3	3	1	1	1	1	4	6
<i>Diposella parva</i>																		
<i>Dubinkium caperatum</i>	1	1	2	5	2	18	8	8	6	9	3	6	1	4	4	4	7	6
Subtotal (%)	3(3.8)	7(5.3)	4(3.8)	10(6.5)	6(2.7)	36(15.1)	10(8.0)	15(6.1)	8(5.4)	10(5.4)	30(1.3)	11(6.5)	1(0.5)	5(2.0)	8(3.0)	6(2.7)	8(2.0)	7(3.8)
<b>Gymnodinioid group</b>																		
<i>Phaeodactyloides harmeriif</i>	18	32	29	20	22	13	6	4	1	5	5	3	3	1	1	2	7	4
<i>Phaeodactyloides harmeriif</i>	1	1	1	2	2	2	2	1	1	3	2	2	3	2	2	3	7	4
<i>Polysphaera sp.</i>	2	11	8	10	9	6	5	5	6	7	8	7	10	2	2	3	7	6
<i>Cochlodinium</i> sp.																		
<i>Gymnodinium crenatum</i>																		
Subtotal (%)	21(26.3)	44(33.1)	37(34.9)	32(20.9)	39(17.6)	22(9.2)	8(6.4)	10(4.1)	7(4.8)	15(6.1)	15(6.6)	12(7.1)	14(7.5)	2(0.8)	5(1.9)	3(1.3)	7(1.8)	14(7.6)
<b>Dinoflagellate cysts counted</b>	80	133	106	153	222	238	125	245	147	185	229	168	186	252	270	223	394	184
Number of cysts/1 cm <sup>3</sup>	400	665	530	765	1110	1190	623	1225	735	925	1145	840	930	1260	1350	1115	1970	920

表 2. NGB-2コア試料中の渦鞭毛藻シスト産出表.

Table 2. Occurrence table of dinoflagellate cysts in NGB 2 core sample.

species name	0-1cm	5-6cm	10-11cm	14-15cm	20-21cm	25-26cm	31-32cm	35-36cm	40-41cm	44-45cm	50-51cm	55-56cm	59-60cm
Gonyaulacoid group											3		
<i>Spiniferites bentoni</i>											23		
<i>Spiniferites bulloideus</i>	22	21	32	47	11	18	11	7	15	21	23	38	30
<i>Spiniferites hyperacantus</i>						1	1		2				2
<i>Spiniferites mirabilis</i>	5		3	12	2	10	4	3	2	13	6	7	5
<i>Spiniferites ramosus</i>						1			3	3	2	2	5
<i>Spiniferites</i> spp.	5	4	8	9	6	13	10	7	20	5	19	23	15
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	2	2	14	5	5	9	6	4	15	4	9	16	11
<i>Operculodinium israelianum</i>	2				1								
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>		5	5	4	10	4	5	1	3	4	12	3	9
Subtotal (%)	36(36.7)	32(25.0)	62(41.1)	77(37.9)	35(28.7)	56(41.2)	37(41.6)	22(43.1)	60(53.6)	50(61.7)	74(66.7)	89(58.9)	77(67.0)
Tuberculodinioid group													
<i>Tuberculodinium vancamppae</i>	2	1			1			2		1	1		1
Subtotal (%)	2(2.0)	1(0.8)	0	0(0)	1(0.8)	0	0(0)	2(3.9)	0	1(1.2)	1(0.9)	0	1(0.9)
Protoperidinioid group													
<i>Brigantedinium</i> spp.	9	16	18	33	26	23	12	8	11	16	7	12	10
<i>Brigantedinium cariacense</i>	8	6	3	24	20	7	16	3	7	4	3	6	11
<i>Brigantedinium simplex</i>		2	5		2	1	1	1				1	
<i>Selenopemphix nephroides</i>									1		1		
<i>Selenopemphix quanta</i>		5	5	2	4	1	1	1		1		4	5
<i>Stelladinium abei</i>					1	1			1				
<i>Stelladinium reidii</i>			1	1							1		
<i>Trinovantedinium capitatum</i>		2	1		2	5	2		2		4	2	1
<i>Votadinium carvum</i>	8	4	7	3	4	2	3	1	4		3	4	
<i>Votadinium spinosum</i>			1	2	2	1					1		
<i>Protoperidinium americanum</i>	1											1	
<i>Protoperidinium lattisium</i>		1			1			2	1				
<i>Protoperidinium leonis</i>	4	5	2	13	7	4	3	2	7	2	4	1	2
<i>Protoperidinium minutum</i>		1											2
Subtotal (%)	30(30.6)	42(32.8)	43(28.5)	78(38.4)	69(56.6)	45(33.1)	38(42.7)	18(35.3)	34(30.4)	23(28.4)	24(21.6)	31(20.5)	31(27.0)
Calciodinoid group													
<i>Scrippsiella trocoidea</i>	10	12	15	29	6	15	9		10	4	2	10	1
Subtotal (%)	10(10.2)	12(9.4)	15(9.9)	29(14.3)	6(4.9)	15(11.0)	9(10.1)	0	10(8.9)	4(4.9)	2(1.8)	10(6.6)	1(0.9)
Diplopsalid group													
<i>Diplopsalis lenticula</i>		1			1						1		
<i>Diplopelta parva</i>	1	1	1	5	2	6	3	3	3	2	3	2	5
<i>Dubndinium caperatum</i>	2	1	1		3	1		1	3		4	2	
Subtotal (%)	3(3.1)	3(2.3)	2(1.3)	5(2.5)	6(4.9)	7(5.1)	3(3.4)	4(7.8)	6(5.4)	2(2.5)	8(7.2)	4(2.6)	5(4.4)
Gymnodinioid group													
<i>Pheopolykrikos hartmannii</i>	9	26	14	13	2	9	2	3		1		13	
<i>Polykrikos</i> cf. <i>kofoidii</i>	3	6	9	1		1		1	2		1	3	
<i>Polykrikos schwartzii</i>	4	6	6		3	3		1					
<i>Cochlodinium</i> sp.	1												
<i>Gymnodinium catenatum</i>											1	1	
Subtotal (%)	17(17.3)	38(29.7)	29(19.2)	14(6.9)	5(4.1)	13(9.6)	2(2.3)	5(9.8)	2(1.8)	1(1.2)	2(1.8)	17(11.3)	0(0)
Dinoflagellate cysts counted	98	128	151	203	122	136	89	51	112	81	111	151	115
Number of cysts/1 cm <sup>3</sup>	490	640	755	1015	610	680	445	255	560	405	555	755	575

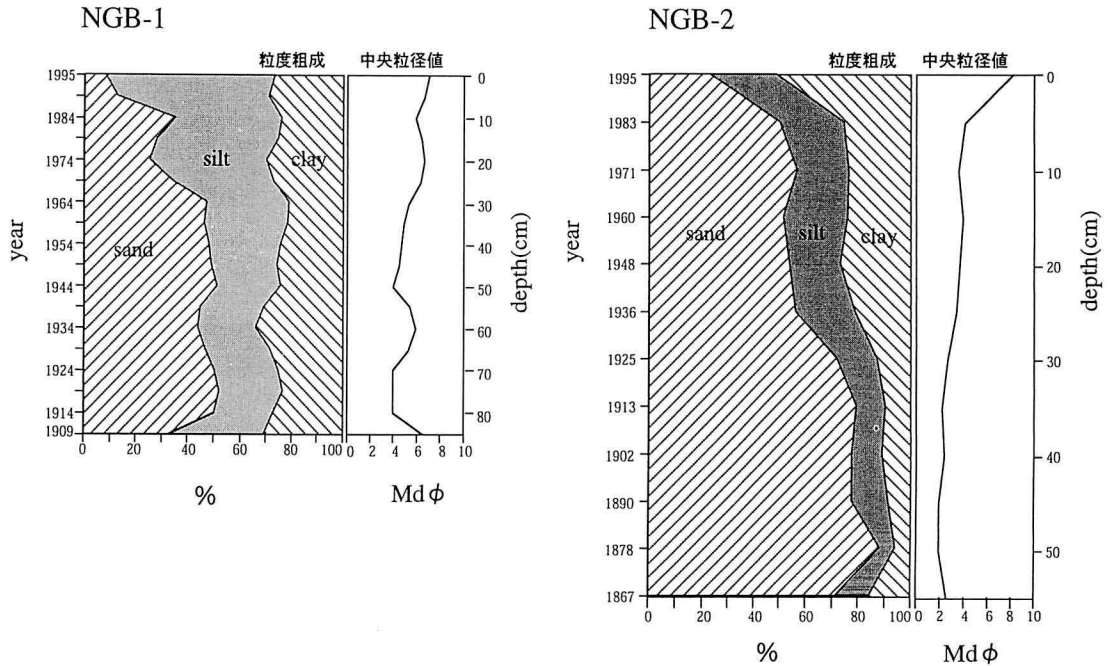


図3. NGB-1およびNGB-2コア試料の粒度組成と中央粒径値. 左の縦軸は $^{210}\text{Pb}$ 測定によって得た平均堆積速度を基にした堆積物の年代を, 右の縦軸は海底面からの深さを示す.

Fig. 3. Temporal distribution of grain size components and median diameter of NGB 1 and NGB 2 core samples. Vertical axis of the left side represents the age of sediments inferred from the sedimentation rate according to  $^{210}\text{Pb}$  measurement.

から砂の割合は急激に減少しはじめ, 表層部では22%になった. それに伴って試料下部では1.9~3.9 $\phi$ であった中央粒径値が表層部では8.2 $\phi$ になった. シルト成分の割合は大きく変動することなく, 表層部に向けてわずかに増加した. 粘土成分は砂成分の減少が始まっていた1970年頃から増加をはじめ, その割合は最低の約6% (1878年頃, 表層から-50 cm) から表層部では最高の約52%にまで増加した (図3).

### 3) 渦鞭毛藻シスト群集組成

渦鞭毛藻では栄養細胞と休眠細胞 (シストとも呼ばれ, 化石になり得る細胞) に与えられた学名が異なる種もあり, その場合には単一の生物種に異なった二つの学名が慣用されている. 本論ではシスト名の表記として古生物学的に記載・命名された名称を用いるが, シスト名が与えられていない場合には, それに\*印を学名の後に付けて区別

した.

今回観察できた渦鞭毛藻シストは独立栄養種群として Gonyaulacoid 類の *Spiniferites* 属, *Protoceratium*\* 属 (化石名 *Operculodinium* 属), *Lingulodinium*\* 属, *Tuberculodinium* 属, Calciodinoid 類の *Scrippsiella* 属, Gymnodinioid 類の *Pheopolykrikos hartmannii* (Zimmermann)\* や *Cochlodinium*\* 属, *Gymnodinium*\* 属, (*G. catenatum*\*; 図3-3, 4) など, 従属栄養種群としては Protoperidinioid 類の *Brigantadinium* 属, *Selenopemphix* 属, *Stelladinium* 属, *Trinovantedinium* 属 (図4-1), *Votadinium* 属, その他の *Protoperidinium*\* 属 (図4-2), *Xandarodinium* 属 と Diplopsaloid 類の *Diplopsalis*\* 属, *Diplopelta* 属, *Dubridinium* 属, Gymnodinioid 類の *Polykrikos*\* 属などであった.

両地点で産出したシストの種類はほとんど同じであったが, 未記載の *Protoperidinium*\* spp. (金・

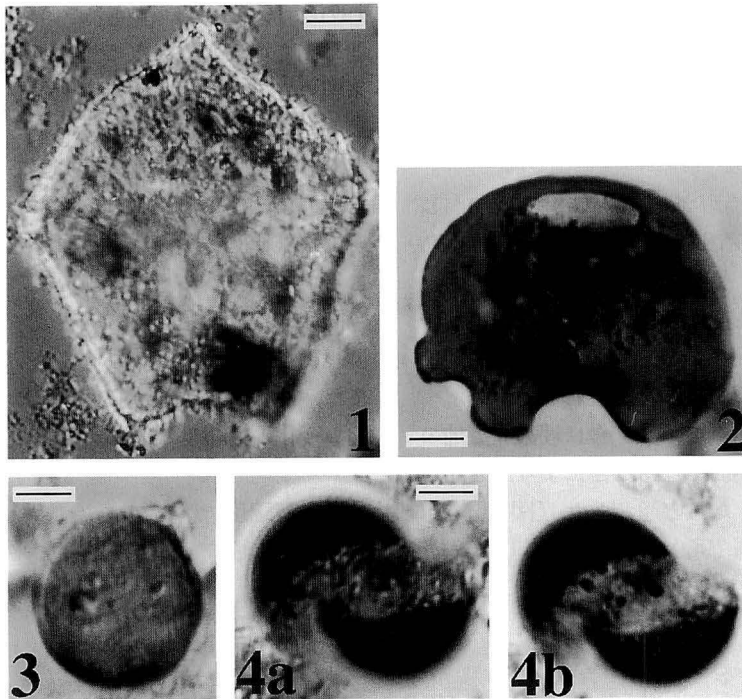


図4. NGB-1コア (40-41 cm depth) 試料から産出した渦鞭毛藻シスト。

Fig. 4. Dinoflagellate cysts found in sample of 40-41 cm depth in NGB-1. 1. *Trinovantedinium capitatum* Reid (heterotrophic), 2. *Protopteridinium* sp. indet. (heterotrophic), 3. *Gymnodinium catenatum* Graham (autotrophic; reticulate surface), 4. *Gymnodinium catenatum* Graham (autotrophic; chasmic archeopyle); scale bar is 20  $\mu$ m.

松岡, 1998; 図6) のシストがNGB-1から産出し、NGB-2地点では全く産出しなかった。

渦鞭毛藻シスト数はNGB-1地点では400~1350 cells/cm<sup>3</sup> の範囲にあり、平均で925 cells/cm<sup>3</sup>、NGB-2地点では255~755 cells/cm<sup>3</sup> で、平均すると588 cells/cm<sup>3</sup>であった。種類数ではNGB-1地点では20~27種、NGB-2地点では18~23種であった。NGB-1地点はNGB-2地点に比べてシスト数の変動幅が大きかった。総シスト数は両地点とも柱状試料下部から表層部に向け減少したが、その傾向はNGB-1で顕著であった。

NGB-1 地点では1905年頃から1965年頃までは、*Spiniferites* 属や *Lingulodinium machaerophorum* などの独立栄養種群シストが多産した。1968年頃以降表層部までは独立栄養種群シストの割合は減少傾向を示したのに対して、従属栄養

種の *Brigantedinium* spp. や独立栄養種の *Pheopolykrikos hartmannii* などは増加した。

NGB-2 地点では、1855年頃から1936年頃までの間は独立栄養種群シストの *Spiniferites* 属が多産したが、1945年頃には一度急減した。この属は1971年頃に再びやや増加したが、その後表層部に向けて再び減少した。特に1940年代から1960年頃までの間は *Brigantedinium* 属などの従属栄養種群シストの割合が増加し、最高値の約64%にまで達した。1913年頃には柱状試料全体を通してシスト数は最低値の255 cells/cm<sup>3</sup> まで減少したが、それでも *Brigantedinium* 属などの従属栄養種群シストの割合は約47%にまで増加した。

両地点ともシスト数は1982年頃に減少した。また独立栄養種群シストの *Spiniferites* 属も減少

したが、同じ独立栄養種の *Pheopolykrikos hartmannii* は増加し、NGB-1地点で約27%、NGB-2地点では約20%の割合を示した(図5)。

### 考 察

1945年前後の香焼町での急激な人口増加が長崎湾の水質に与えるであろう影響を事前に推察した例はない。一方、長崎湾南部の香焼瀬戸埋め立てが水質環境に与える影響に関しては次の事前予測がある。1)長崎海洋気象台(1964)は、港内では埋め立ての影響がほとんど現れないが蔭尾～高銚島間で潮流が強くなり、さらに埋め立て地の北側水域ではそれが弱くなることにより、外海との海水交換が少なくなると予測した(図2)。2)寺田ほか(1968, 1969)や伴ほか(1969,

1970, 1971)は、香焼瀬戸の締め切りによって埋め立て地北側の海水の流れが悪くなり、かつ将来埋め立て地に工場や住宅地が建設されることによって産業・生活排水が増加することから、この海域の水質汚濁は急速に進行すると推測した。

このような事前予測は、埋め立てが完了してからほぼ30年ほど経過した現在どのように評価できるのだろうか、埋め立て後の水質環境変化は、今回採取した堆積物の粒度組成や渦鞭毛藻シスト群集にどのように反映されているのだろうか。また、柱状試料全体から取り出すことが出来る環境の変化の情報はどうなものだろうか。

#### 1) 堆積速度

$^{210}\text{Pb}$  測定によって求めた平均堆積速度は

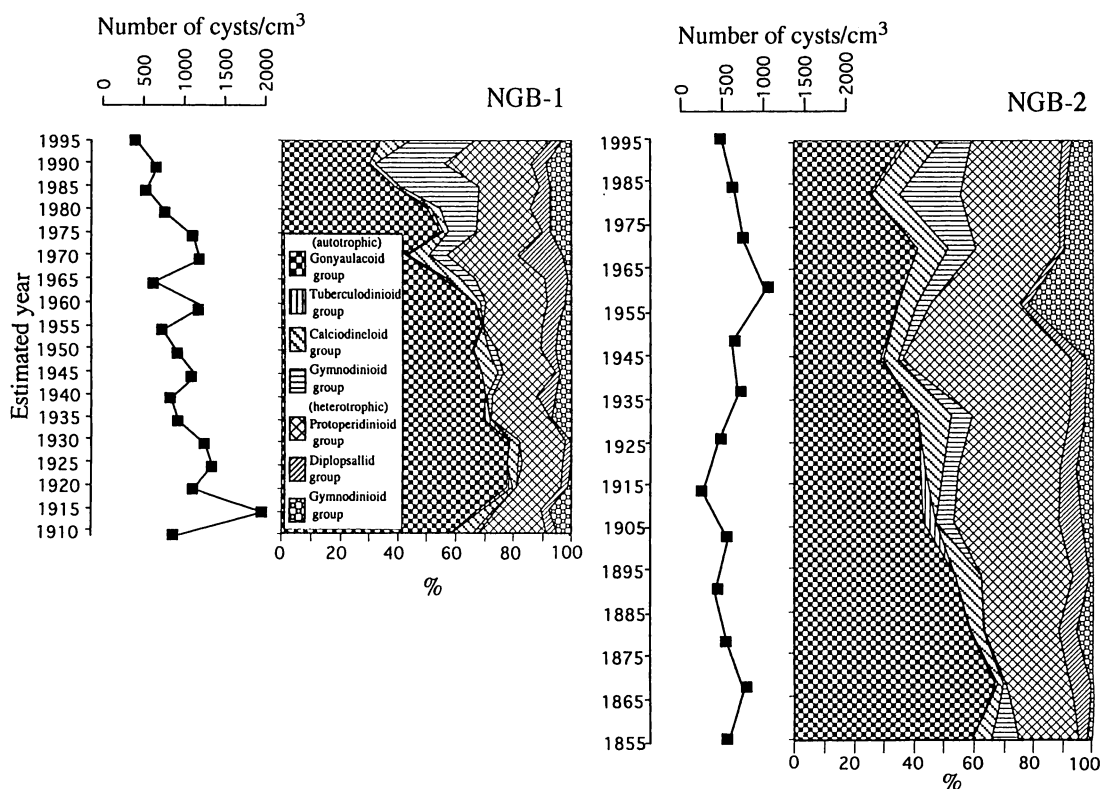


図5. NGB-1およびNGB-2コア試料の渦鞭毛藻シスト数および群集組成の変化。縦軸は $^{210}\text{Pb}$ 測定によって得た平均堆積速度を基にした堆積物の年代を示す。

Fig. 5. Temporal change of dinoflagellate cysts' number and their assemblages in NGB-1 and NGB-2 core samples. Vertical axis represents the age of sediments inferred from the sedimentation rate according to  $^{210}\text{Pb}$  measurement.

NGB-1 地点で9.9 mm/year, NGB-2地点で4.3 mm/yearであった。長崎湾の両地点での平均堆積速度は大村湾中央部から奥部での2.1~2.7 mm/year (金・松岡, 1998) に比較すると大きい。大村湾の総海域面積は320 Km<sup>2</sup>, 総流入量は160 万 m<sup>3</sup>/日 (飯塚・田北, 1985) であるのに対して, 長崎湾の総海域面積は17.1 Km<sup>2</sup>, 河川水の総流入量は44万 m<sup>3</sup>/日である (長崎県, 1997)。長崎湾での平均堆積速度が大きいのは湾内に搬入される堆積物量が海域面積に比較して多いことに起因すると考えられる。また NGB-2での平均堆積速度が NGB-1よりも小さいことは, そこに流入する河川が小規模で, 搬入される堆積物量が少ないことに原因がある。

## 2) 粒度組成

NGB-1と NGB-2の両地点で表層部を除いた柱状試料全体を通して, 砂成分は約12~88%であり, 大村湾での砂成分の割合が10%以下である (金・松岡, 1998) ことと比較するとかなり高率である。これは前述のように大村湾より長崎湾の方が海域面積に比べて河川からの総流入量が多いこと, また試料採取位置が河口に近かったことによるものである。

NGB-1 地点での砂成分の割合は表層部に向けて減少した。特に1968年頃からシルト成分が急激に増加し, 砂成分は減少しはじめた。これは埋め立て以前に香焼瀬戸を通して行われていた湾内側と外海側との海水交換が埋め立てによってなくなり, 長崎湾奥部への海水入出流路が変化したためであると考えられる。つまり, 埋立地の北側水域で流れが弱くなり, 外海との水の交換が少なくなったために湾奥の河川から搬入される比較的大きな粒径の堆積物が NGB-1地点まで運搬されなくなり, NGB-1地点でシルトの大部分が沈積するようになったと推察される。それに伴って中央粒径値も1944年頃 (表層から-50 cm 層準) は3.9φであったのが香焼瀬戸の埋立以降急速に細粒化し, 1969年頃には6.3φに, 表層部では7.1φになった。

長崎湾では含泥量の割合が高いほど水質環境汚濁指標の一つとなる COD が高くなる (長崎県水

産試験場, 1971)。これに従うと, NGB-1地点では1968年頃から堆積物中の含泥量が増加したことから, COD が高くなったと考えられる。

NGB-2地点でも柱状試料全体を通して砂成分の割合は表層部に向けて減少した。特に香焼町の人口が24,000人以上に達した1943年頃に砂成分は減少し, 逆に粘土成分は増加した。このことから, 前述 (長崎県水産試験場, 1971) のように, その周辺海域で水質汚濁が進行したことがうかがえる。さらに NGB-1地点と同様に, 1968年頃から砂成分は再び減少し, 逆に粘土成分は増加した。これは香焼瀬戸の埋め立てによって, 湾内での潮流が変化した結果, 粗粒堆積物の供給がなくなったことによるものであろう。1878年頃には1.9φであった中央粒径値が1943年頃には3.9φになり, 香焼瀬戸が埋め立てられた1968年以降表層部では8.2φになっていることにも現れている。

以上に述べたことから, 香焼島と長崎半島を隔てた香焼瀬戸の人工埋め立てが完了した1968年頃を境にして, 長崎湾の海水移動流路が大きく変化した。特に今回柱状試料の採取地点である NGB-1地点から NGB-2間の流路が遮断されたことによって, 湾内からの堆積物運搬経路も大きく変化し, 結果として細粒堆積物が沈積するようになったことが粒径分布の変化から読み取ることができる。

## 3) 渦鞭毛藻シスト群集組成

長崎湾の2地点で採取した柱状試料から産出した渦鞭毛藻シスト群集の種構成は Matsuoka (1984), 小林ほか (1986), 金・松岡 (1998) によって報告された大村湾や長崎湾など対馬暖流域の沿岸性表層堆積物から産出するものと同様であった。また約1万年前以降の対馬西岸海底堆積物に保存されている渦鞭毛藻シストの種構成 (Matsuoka, 1994) とも類似することから, 堆積物中での続成作用や処理方法が原因となって群集組成が変質した可能性は低い。

渦鞭毛藻シストの平均個体数は NGB-1地点で925 cells/cm<sup>3</sup>, NGB-2地点で588 cells/cm<sup>3</sup>で, 隣接する大村湾 (金・松岡, 1998) で産出した平均シスト個体数1046~1835 cells/cm<sup>3</sup> に比べ

ると少ない。長崎湾の平均堆積速度が大村湾より著しく大きいことから、この違いは河川から流入した多量の堆積物によってシスト量が希釈されていることによると思われる。さらに、NGB-1地点はNGB-2地点（1913年頃を除いて）に比べてシスト個体数が最低400 cells/cm<sup>3</sup> から最高1350 cells/cm<sup>3</sup> まで増減し、変動幅が大きい。これはNGB-1地点が比較的河川に近く、湾奥から運搬されてくる堆積物量の増減によりシスト量が希釈されることによると考えられる。両地点ともに下部から表層部に向けシスト個体数は減少傾向を、従属栄養種群シストの割合は増加傾向を示した。従属栄養性渦鞭毛藻シストの増加と栄養塩類の増加、すなわち富栄養化進行との間には以下のような生態学的関連性があり、海水中の栄養塩を利用した植物性プランクトンの増殖は一般的には次のように起こると説明されている。まず、栄養塩類の増加にしたがって光合成能が独立栄養性渦鞭毛藻よりも高い珪藻類が増殖し、ついで珪藻などの植物プランクトン細胞から分泌される溶存態有機物を利用してバクテリアが増殖する（高橋ほか、1996）。それと相まって珪藻類やバクテリアなどを捕食する従属栄養性渦鞭毛藻が増殖する（Gaines and Taylor, 1984; Jacobson and Anderson, 1986; Lessard and Swift, 1985; Hansen, 1991; Jeong and Latz, 1994; Neuer and Cowles, 1995）（図6）。したがって堆積物中で従属栄養性渦鞭毛藻シストが増加することは、一次生産者としての珪藻類などの増殖を反映しており、ひいては藻類の増殖を促した栄養塩類（窒素やリン）の増加を伴う富栄養化の進行を示唆している。

NGB-1地点では香焼瀬戸埋め立て後の1969年頃には、*Brigantedinium* 属や *Diplopsalid* 類が増加するなど、従属栄養種群シストの割合は約43%にまで増加した。しかし同じ時期に、独立栄養種群シストの *Spiniferites* 属や *Lingulodinium machaerophorum* などは減少した。香焼瀬戸埋め立て完了後から観測が開始されたNGB-1付近のCODは5年ほどの間に2.5 ppmまで急増した後、2 ppm前後で推移しながら徐々に小さくなり、1995年には1.4 ppmになっている（長崎市保健環境部環境保全課、1995）。渦鞭毛

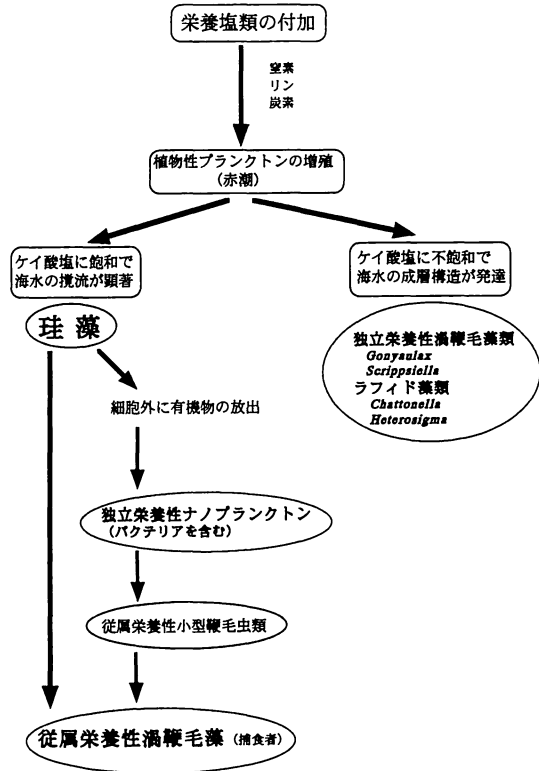


図6. 栄養塩類の増加と独立栄養性渦鞭毛藻および従属栄養性渦鞭毛藻の増殖関係。

Fig. 6. Relationship between increase of nutrient, and autotrophic and heterotrophic dino-flagellates.

藻シスト個体数も1970年頃に10<sup>3</sup> cells/cm<sup>3</sup> にまで増加した後、表層部の1995年には0.5×10<sup>3</sup> cells/cm<sup>3</sup> にまで減少している。このような状況は水質改善取り組みの成果が現れてきた可能性を示しているとも考えられるが、その一方で従属栄養種群が表層に向かって増加傾向にあるので、栄養塩類の負荷が少なくなったのかどうかは明言できない。一方、NGB-2地点では、1940年代から1960年頃の間、*Spiniferites* 属や *Pheopolykrikos hartmannii* など独立栄養種群シストが減少した。逆に *Brigantedinium* 属や *Diplopsalid* 類などの従属栄養種群シストが1948年頃には64%にまで達した。これらの現象は、NGB-2地点周辺の人口増加による水質汚濁の進行を反映していると考えられる。すなわち1943年頃に香焼町の人口が



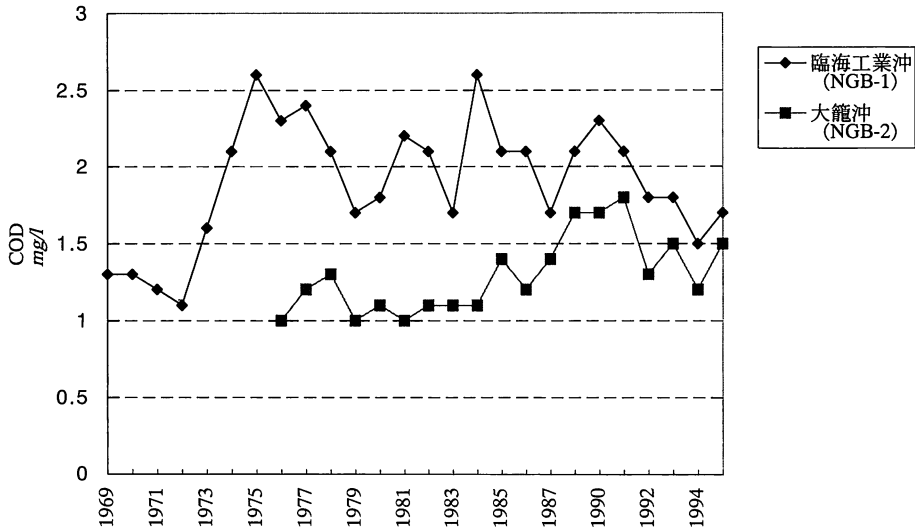


図7. 長崎湾における最近のCODの変化(長崎市保健環境部環境保全課 1995). 本論では同報告書に置いてNGB-1地点は臨海工業沖の測点に、NGB-2は大龍沖での測点に近接しているので、それぞれの観測記録を引用した。

Fig. 7. Temporal change of COD in Nagasaki Bay after Environment Conservation Section in Devision of Public Health and Environment of Nagasaki City (1995).

23,000人以上になった(香焼町, 1982)ことは、生活排水量の増加をもたらし、加えて長崎市街からの汚濁水流入によっても周辺海域の富栄養化が促進された可能性のことである。さらに前述のように、同じ時期に堆積物中の砂成分が減少し、粘土成分が増加していることは、長崎県水産試験場(1971)が示唆するように、CODの増加に帰因していると考えられる。これらの資料は、人口の急激な増加による周辺海域の汚濁が進行したことがうかがわせる。その一方で、NGB-2地点では香焼瀬戸埋め立ての影響はNGB-1地点ほど著しくはなかったようである(図7)。NGB-2地点付近でのCODの増加は埋め立て直後ではなく1990年以降に生じ、それも最近では減少傾向にある(長崎市保健環境部環境保全課, 1995)。渦鞭毛藻シスト個体数が、埋め立て前の1965年頃にやや増加するもののそれ以降では減少していることや、群集組成では独立栄養種群が増加していることなどからみると、NGB-2地点では富栄養化の進行は止まっているようである。このことは香焼炭坑閉鎖に伴う急激な人口減少や、香焼埋め

立てによって汚濁が進行している長崎港からの海水がNGB-2地点へ到達しなくなったこと、さらに水質改善への取り組みなどの効果が複合して現れてきていることを示唆している。

### 結 論

長崎湾ではNGB-2地点の1940年代から1960年代の試料に従属栄養種群渦鞭毛藻シストの増加として記録されているように、沿岸域の開発に起因する人口増や工場進出によって生活排水や産業排水が増加し、その結果として富栄養化が進行した。さらに1960年代中頃の香焼瀬戸の埋め立てによって潮流系に変化が起き、NGB-1地点付近には外洋水の流入する割合が少なくなった。それによって埋め立て北側(NGB-1地点)と南側(NGB-2)地点で海水の流動が少なくなり、細粒堆積物の沈積が促進された。また埋め立て地に住宅地や工場が建設されたことによって、そこからの汚濁水が増加し、富栄養化が促進された。それが原因でNGB-1では埋め立て直後の1965年頃には渦鞭毛藻シスト個体数が増加したとともに、そ

れ以降の堆積物では従属栄養種群シストの比率が増加する事になった。

この様に、堆積物に残された渦鞭毛藻シスト群集は、水質とりわけ栄養塩類の挙動をよく反映しており、水質環境変遷を復元する際の良好な指標となりうる。

### 謝 辞

本研究を進めるについて数々の有益なご助言をいただいた長崎大学水産学部夏莉 豊教授、長崎大学平山和次名誉教授、また本論の査読を通して有益な議論をしていただいた静岡大学北里 洋教授に感謝する。

本研究の一部は文部省科学研究費一般研究 C (課題番号06640600, 代表; 松岡数充) および基盤研究 C (課題番号10640452, 代表; 松岡数充) による。記して当局に感謝の意を表します。

### 引用文献

- 相沢 龍・山口道雄・野見山季治, 1966. 長崎市内河川, 及び港湾の水質汚濁の実態. 長崎県衛生研究所報, 103-116.
- 伴与一郎・山口道雄・赤枝 宏, 1969. 長崎港の水質について (第3報). 長崎県衛生研究所報, 57-58.
- 伴与一郎・赤枝 宏・松本紘明・吉弘誠子・井上 亨, 1970. 長崎港の水質について (第4報). 長崎県衛生研究所報, 31-32.
- 伴与一郎・赤枝 宏・松本紘明・白井玄爾・吉弘誠子・井上 亨・朝長宗樹・松尾礼三・熊 正昭・萱場正一・上田成一, 1971. 長崎港の水質について (第5報). 長崎県衛生研究所報, 13-14.
- Dale, B. and Fjellsa, A., 1994. Dinoflagellate cysts as paleoproductivity indicators: state of the art, potential, and limits; *In* Zahn, R. *et al.* (eds.), *Carbon cycling in the glacial ocean: constrains on the ocean's role in global change*, 521-537, Springer-Verlag, Berlin.
- Gaines, G. and F. J. R. Taylor, 1984. Extracellular digestion in marine dinoflagellates. *J. Plankton Res.*, **6**, 1057-1061.
- Hansen, P. J., 1991. Quantitative importance and trophic role of heterotrophic dinoflagellates in a coastal and pelagical food web. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **73**, 253-261.
- Healy, T. and Harada, K., 1991. Definition and physical characteristics of the world's enclosed coastal seas. *Marine Pollut. Bull.*, **23**, 639-644.
- 飯塚昭二・田北 徹, 1985. 大村湾 (I 地質, II 物理, III 化学, IV 生物)・日本海洋学会沿岸海洋研究部会 (編). 879-900, 日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会.
- Jacobson, D. M. and D. M. Anderson, 1986. Thecate heterotrophic dinoflagellates: Feeding behavior and mechanisms. *J. Phycol.*, **22**, 249-258.
- Jeong, H. G. and M. I. Latz, 1994. Growth and grazing rates of the heterotrophic dinoflagellates *Proto-peridinium* spp. on red tide dinoflagellates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **106**, 173-185.
- 金 亨信・松岡数充, 1998. 渦鞭毛藻シスト群集組成から見た大村湾における富栄養化の過程. 日本プランクトン学会報, **45**, 133-147.
- 香焼町, 1982. 香焼町史. pp. 303.
- 小林 聡・松岡数充・飯塚昭二, 1986. 日本沿岸表層堆積物中の渦鞭毛藻シストの分布-I 大村湾. 日本プランクトン学会報告. **33**, 81-93.
- Lessard, E. J. and E. Swift, 1985. Species-specific grazing rates of heterotrophic dinoflagellates in oceanic waters, measured with a dual-label radioisotope technique. *Mar. Biol.*, **87**, 289-296.
- 松岡数充, 1995. 横浜港 St. 1 底質柱状試料中の渦鞭毛藻シスト群集. 「横浜港・生物と環境の変遷-底質柱状試料中の生物化石調査-」, 横浜市環境科学研究所試料, No.116, 45-61, 横浜市.
- Matsuoka, K., 1984. Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Nagasaki Bay and Senzaki Bay, West Japan. *Bull. Fac. Liberal Arts, Nagasaki Univ.*, (*Natural Science*), **25**, 21-115.
- Matsuoka, K., 1994. Holocene dinoflagellate cyst assemblages in shallow water sediments of the Tsushima Islands, West Japan. *Rev. Palaeobotan. Palynol.*, **84**, 155-168
- Matsuoka, K., Y. Fukuyo and D. M. Anderson, 1989. Methods for modern dinoflagellate cyst studies. *In* Okaichi, T., Anderson D. M. and Nemoto T. eds. *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology*, 461-479, Elsevier, New York.
- Mcmanus, J., 1988. Grain size determination and interpretation. *In* Tucker, M. ed. *Techniques in sedimentology*, 63-95, Blackwell Sci. Publ. London.
- 長崎海洋気象台, 1964. 長崎港の潮流について. 1-3.
- 長崎県水産試験場, 1971. 長崎湾及び周辺漁場環境保全基礎調査報告. 長崎県水産試験場資料集, 第18冊

- 1-102.
- 長崎県, 1997. 長崎県統計年鑑, 第43版, 1-409.
- 長崎市保健環境部環境保全課, 1996. 平成7年版環境保全行政, 1-171, 長崎市.
- Neuer, S. and Cowles, T. J., 1995. Comparative size-specific grazing rates in field population of ciliates and dinoflagellates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **125**, 259-267.
- 高橋正征・古谷 研・石丸 隆 (監訳), 1996. 動物プランクトン/生物サイクル. 生物海洋学3, 東海大学出版会, pp. 3-64.
- 寺田精介・山口道雄・川本 功・伴与一郎・山口昌昭, 1968. 長崎港の水質について. 長崎県衛生研究所報, 97-103.
- 寺田精介・山口道雄・赤枝 宏・伴与一郎・西河昌昭, 1969. 長崎港の水質について (第2報). 長崎県衛生研究所報, 53-56.
- 辻田時美, 1956. 長崎湾. 長崎市制六十五年史-前編-, 298-308, 長崎市.
- Versteegh, G. J. M., Brinkhuis, H., Visscher, H. and Zonneveld, K. A. F., 1996. The relation between productivity and temperature in the Pliocene North Atlantic at the onset of northern hemisphere glaciation: a palynological study. *Global and Planetary Change*, **11**, 155-165.
- Versteegh, G. J. M., 1997. The onset of major northern hemisphere glaciations and their impact on dinoflagellate cysts and acritarchs from the Singa section, Calabria (southern Italy) and DSDP Holes 607/607A (North Atlantic). *Marine Micropaleontology*, **30**, 319-343.

## 琉球列島沿岸海草帯に生息する葉上性有孔虫類の季節変化

藤田和彦\*・西 弘嗣\*\*・斎藤常正\*

Seasonality of living epiphytic foraminifera from seagrass beds  
in nearshore zones of the Ryukyu Islands, Japan

Kazuhiko Fujita\*, Hiroshi Nishi\*\* and Tsunemasa Saito\*

**Abstract** Seasonality of epiphytic foraminiferal populations living on leaves of seagrass has been studied in seagrass beds in the nearshore zone of Irabu Island, the Ryukyu Islands. For this study, seagrasses in a 100 cm<sup>2</sup> sample area were collected monthly between February 1996 and November 1996, and in April 1997.

The epiphytic foraminiferal assemblage consists predominantly of calcareous taxa, being dominated by a phytal form species, *Calcarina calcar* d'Orbigny, throughout the year. The assemblage is also associated with *Hauerina pacifica*, *Vertebralina striata*, *Lamellodiscorbis* sp. and *Glabratella millettii* during late winter and spring, and with *Quinqueloculina seminulum*, *Q. semireticulosa*, *Bolivina striatula*, and *Cymbaloporeta plana* during fall. Therefore, crawling forms increased in spring, and free living and attached forms are relatively abundant in fall. The species diversity increases in spring and fall, but drops in summer. The total abundances of foraminifers fluctuate seasonally from 2,258 individuals/g seagrass dried in spring to 128 individuals/g seagrass dried in late summer. Population dynamics of the dominant species *C. calcar* controls strongly these seasonal changes of total assemblage. The percentage of adult specimens with reproduction chambers and a large increase in the specimens smaller than 500 μm indicate that asexual reproduction typically occurs during spring.

The spring is, therefore, most comfortable season for all epiphytic foraminifers, whereas summer season is so severe for survival and most of foraminifers die during late spring through summer. These seasonal variations in the epiphytic foraminifers are probably related to the changing regional environmental conditions within seagrass beds, such as food supply or physical factors, e. g. temperature, salinity and vertical circulation of water column.

### はじめに

熱帯海域では、サンゴ礁によって外洋から遮蔽された内側の礁湖（礁池）の砂底に、リュウキュウスガモなどの海草類（seagrass）の群落が広がっており、海草帯（西平，1996）、あるいは大型海藻類を伴うため海草藻場と呼ばれている（向井，1995）。この海草の葉上には微小藻類・ホヤ類・

多毛類・二枚貝類・ヨコエビ類など多種多様な生物が生息しており、造礁サンゴを基盤とするサンゴ礁生物群集に劣らない多様性の高い群集が形成されている（向井，1995）。しかし、海草の葉の部分は絶えず生長し、約1ヶ月ほどで枯れ落ちる不安定な生息場所であるため、葉上生物はそれに合わせて形態・行動・繁殖様式などに様々な適応戦略を用いている（向井，1995）。

原生動物の有孔虫類もこの海草生物群集の構成員として葉上に生息しており、葉上性有孔虫（Epiphytic foraminifera）と呼ばれている（Kitazato, 1988; Langer, 1988, 1993）。葉上性有孔虫は、海草（海藻）上の微小環境の違いによって棲み分けを行い、それぞれの環境に適応し

\*東北大学大学院理学研究科地圏進化学講座 Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai 980-8578

\*\*九州大学大学院比較社会文化研究科地球自然環境研究室 Department of Earth Science, Kyushu University, Graduate School of Social and Cultural Studies, Fukuoka 810-8560

1998年12月28日受付，1999年5月24日受理

た食性・殻形態・殻構造・生殖様式をもっている。そのため、違う分類群であっても生息場所に適応した形態に収斂する傾向がみられる。このことを、最初に指摘したのは北里による一連の研究である。北里 (1986) 及び Kitazato (1988, 1994) は、岩礁地の海藻類に生息する葉上性有孔虫は以下の4つの生活型に区分できることを指摘した。

1) 葉上生活者 (phytal form): *Elphidium crispum* や *Pararotalia nipponica* に代表され、海藻の葉上に頑丈な仮足 (pseudopodia) を張り、殻を起こして (45度以上) 生活する。

2) 付着可動生活者 (crawling form): *Glauertella* spp. や *Spirillina vivipara* のように平らな殻の下側を海藻の表面に密着させ、動き回りながら微小藻類などの餌をかじり取る。

3) 膠着生活者 (attached form): *Rosalina globularis* や *Cibicides lobatulus* に代表され、海藻の表面に膠着性物質を分泌して固着生活をする。

4) 自由生活者 (free living form): *Quinqueloculina* spp. や *Bolivina* spp. のように、海藻の隙間に溜まった堆積物の中や海藻の表面を仮足を伸ばして動き回る。

その後、Langer (1988, 1993) も殻形態から葉上性有孔虫類を4つの形態グループ (morphotypes) に区分し、海藻 (海草) 類の形態・大きさ・寿命に応じて、各々のグループの組成や群集の多様性が異なることを論じた。たとえば、地中海の海草 *Posidonia oceanica* には葉の部分と茎の部分という葉上性有孔虫にとって2つの異なる微小環境が存在する。平らな表面をもつ葉の部分には、膠着性の平坦な形態をもつグループの比率が高く、複雑な構造をもつ地下茎 (rhizome) の部分には、4つのグループがほぼ均等な比率で生息していることを示した。また Fujita and Hallock (1999) は、フロリダ湾に繁茂する海草 *Thalassia testudinum* と *Syringodium filiforme* には、全体として葉上生活者の *Archaias angulatus* や自由生活者で小型の磁器質殻有孔虫の比率が高いこと、そしてこれらの有孔虫は、海草の表面に生育している葉上性藻類 (繊維状のらん藻群体など) の中に多く生息

しているが、膠着生活者の *Sorites orbiculus* は海草の葉の表面に多いことを明らかにした。さらに、Faber (1991) は、アカバ湾の海草帯 (*Halophila meadow*) で *Peneroplis* 属の微小空間分布と基質選択性について検討し、*P. planatus* は直立した葉の表面よりも水平な葉の表面や地下茎の部分に多く生息することを統計的に示した。これらの研究にみられるように、葉上性有孔虫類の生活型と微小環境との関係は明らかになりつつある。

また、熱帯海域の葉上性有孔虫類の生態分布 (Martin, 1986; Severin, 1987 など) や季節変動に関する研究 (Zohary *et al.*, 1980; Sakai and Nishihira, 1981; Hallock *et al.*, 1986) も数多く行われ、有孔虫による炭酸塩殻生産量もこれらのデータを用いて計算されている。しかし、これらの研究のほとんどが、有孔虫群集のある特定の種 (特に大型有孔虫) に焦点をあてており、海草上に生息する葉上性有孔虫類の群集全体の構造やその季節変動を明らかにする研究はほとんど行われていない。さらに、Severin (1987) 以外は太平洋海域以外における研究であり、熱帯太平洋海域の海草帯の葉上性有孔虫類に関する研究は非常に少ない。琉球列島の沿岸にも海草帯が広く分布しているが、海草上にはどのような種類の有孔虫が、どれくらいの密度で生息しており、季節的にどのような変化を示すのかはほとんど知られていない。また、琉球列島では海草帯はもとよりサンゴ礁海域の現生有孔虫に関する研究も、大型有孔虫の生態分布 (Kuwano, 1956; Hohenegger, 1994; Hohenegger *et al.*, 1999) や *Baculogypsina sphaerulata* の個体群動態と炭酸塩殻生産量の見積もり (Sakai and Nishihira, 1981) に限られている。

そこで本論の目的は、琉球列島の沿岸海草帯に生息する葉上性有孔虫類の群集構造とそれらの季節変化を明らかにし、有孔虫群集の季節変動からみた沿岸海草帯の環境について考察することである。このような葉上性有孔虫の群集構造や個体群動態に関する研究は、海草生物群集の中での有孔虫類の役割や生態的な位置を明確にする上で基礎的な情報を提供してくれるだけでなく、葉上性有孔虫群集がどのような環境要因によって影響を受

けているのかを考える手がかりも与えてくれる。さらに、海草帯の有孔虫群集における生体から遺骸への形成過程を明らかにするためにも、個体数や種構成などの季節性に関する情報は欠かせない。本研究は、日本の熱帯海域に分布する海草帯に生息する有孔虫群集の全ての種を取り扱い、その季節変動を報告する最初の論文である。

#### 研究定点の環境

本研究では、宮古島諸島（琉球列島）伊良部島北西に位置する佐和田の浜の沖合約300 m に分布する海草帯の中に観測定点を設置し、試料採集を行った（図1）。定点は潮下帯に位置し、平均海面より約60 cm ほど深く、干潮時にも海面上には露出しない。この海草帯には、葉の幅が約5 mm、底質からの高さが20 cm 以下の海草（未同定）が密生している。この海草は葉部が生え替わることはあっても、全体が一年を通して枯れることはなく、葉上性有孔虫の生息場所となっている。海草類の間には、石灰質緑藻のサボテングサ (*Halimeda opuntia*) や紅藻のシマテングサ (*Gelidiella acerosa*) あるいは *Laurencia* sp. も観察される。底質は砂粒サイズの有孔虫の遺骸を主体とするが、礫サイズの二枚貝や巻貝の破片も含まれる。この砂礫底上にはナマコ類や海綿類が観察され、大型底生生物によって造られた小砂丘や巣穴も確認される。

宮古島諸島の気候データのうち、月平均気温・月間降水量に関しては1961年から1990年まで、月平均風速・最多風向については1975年から1990年までの統計値が、日本気象協会沖縄支部（1995）にまとめられている。これらのデータによると、宮古島諸島は亜熱帯気候に属し、年平均気温は23.1°Cで（図2 A）、月平均気温は7月に最も高く（28.3°C）、1月に最も低い（17.2°C）。年間降水量は2,033 mm で、毎月150 mm 近い降

図1. 研究地域 (A, B) と試料採集定点 (C) の位置図。

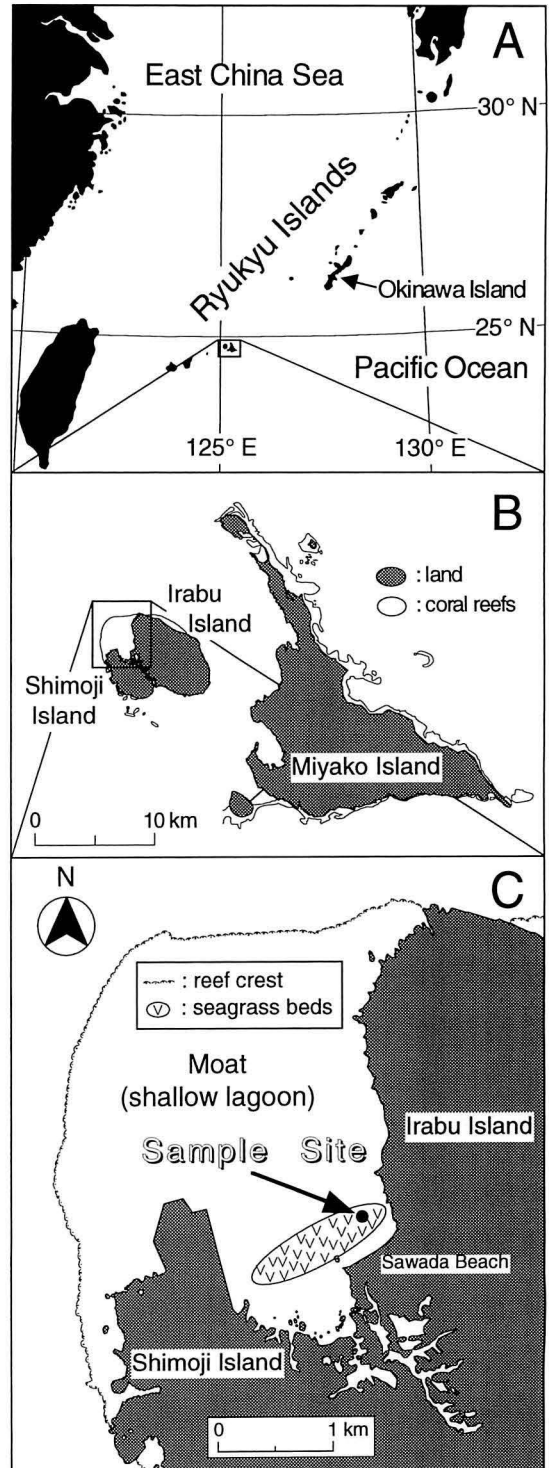


Fig. 1. Sampling site in seagrass beds in the nearshore zone of a fringing reef flat (C), northwest off Irabu and Shimoji Islands (B), the Ryukyu Islands, Japan (A).

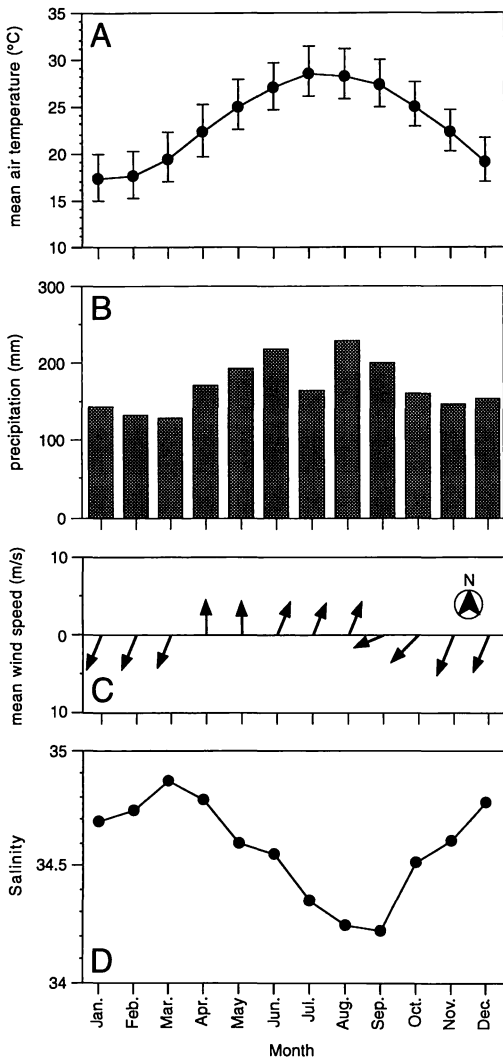


図 2. 宮古島の気候データ (A-C) と宮古島諸島近海の表層塩分 (D) の周年変化。A. 月平均気温 (エラーバーは最高気温と最低気温の月平均値を示す), B. 月間降水量, C. 月平均風速および最多風向。気候データは日本気象協会沖縄支部 (1995) から, 表層塩分は日本海洋データセンターの塩分統計データから引用した。

Fig. 2. Annual variations of meteorological data (A-C) and surface salinity (D) around Miyako Islands. A. Mean monthly air temperature with the mean range between the highest and the lowest air temperatures, B. Monthly precipitation, C. Mean monthly wind speed and prevalent wind direction. Data from the Okinawa branch office, Japan Weather Association (1995) (A-C) and Japan Oceanographic Data Center (D).

水量があるが, 夏に多い傾向がある (図 2 B). 季節風は, 4 月から 8 月まで南から北へ吹くのに対して, 9 月から 3 月までは北東から南西方向へとほぼ逆向きの風になる (図 2 C). 研究地域のサンゴ礁は, 島の北側に位置するので, 南風が卓越する春から夏にかけて波浪が弱まり, 逆に北風が卓越する秋から冬にかけては波浪が強まることになる。ただし, 風速は年間を通して 4~6 m/s 程度 (年平均 4.8 m/s) と安定している。

本研究では, 観測定点で試料採集時に水温を測定した以外, 海水の特性を明らかにするような観測を行っていない。そこで, 水温については IGOSS (Integrated Global Ocean Services System) から公表されている水温データを利用した。このデータは, 観測船・漂流ブイ・人工衛星によって測定された表層水温のデータを各週もしくは各月ごとにまとめたもので, インターネット (<http://ingrid.ldeo.columbia.edu/SOURCES/IGOSS/products.bulletin.html>) 上で利用することができ, 緯度・経度一度単位ごとの表層水温を知ることができる。本研究では, 宮古島諸島付近の表層水温の変動を推定するために, このデータベースを利用し, 宮古島諸島を取り囲む北緯 24.5~25.5 度, 東経 124.5~126.5 度までの範囲にある各緯度・経度の交差点 6 地点について, 一週間ごとの表層水温を調べ, その平均値を算出した (図 3)。1996 年の年平均は 26.0°C であり, 7 月の初旬に最も高く (30.0°C), 2 月中旬に最低 (22.3°C) となる。一方, 定点で実測された試料採集時 (昼間) の水温は, 17.5°C (2 月) から 34.5°C (7 月) と計算された表層水温よりばらつきが大きくなっている。

塩分については, 日本海洋データセンターによる塩分統計データを利用した。これは, 観測値から抽出した 1906 年から 1994 年までの各月・各水深ごとの塩分データを, 緯度・経度一度単位ごとにまとめたものである。本研究では, このデータベースを用い, 宮古島諸島を取り囲む北緯 23~26 度, 統計 124~127 度までの範囲にある表層塩分の各月の平均値を計算した。塩分の年平均値は 34.58 で, 最大値は 3 月の 34.86, 最低は 9 月の 34.22 である (図 2 D)。しかし, 観測定点の海藻

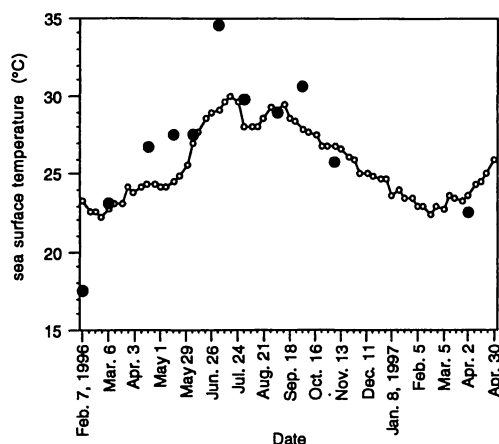


図3. IGOSS (Integrated Global Ocean Services System) による宮古島諸島近海の調査期間中(1996年2月~1997年4月)の週別表層水温(白色の円)と観測地点における試料採集時に測定した水温(黒色の円)との比較。

Fig. 3. Weekly sea surface temperature around Miyako Islands from February 6, 1996 through April 30, 1997 (open circle; data from IGOSS products bulletin), compared with the sea surface temperature measured at the sample site (filled circle).

帯は沿岸付近に位置し、降雨など陸域から流入する淡水の影響を受けやすいので、これらの平均値よりも低い値になると推定される。

#### 試料と方法

試料の採集は、1996年2月から11月までの毎月1回と1997年4月の合わせて11回、大潮の干潮時に行った。まず、定点で方形区(10 cm × 10 cm)を海草にかぶせ、枠内にあるすべての海草を砂礫底の直上部分からハサミで切り取った。それを水中でプラスチック製の広口瓶に入れて持ち帰った後、すぐに5%中性ホルマリン海水溶液で固定した。採集した海草は、実験室でローズベンガル染色液(1 g/l)に浸した。1日間放置した後、63 μmのふるい上で水洗いし、有孔虫類など葉上に付着している生物を洗い落とした。さらに、海草を顕微鏡下で観察して、取り残した有孔虫個体がないことを確認した。取り除いた有孔虫を含む残渣は、熱湯で洗い、ローズベンガル

染色液を除去した後、海草と別にして約60°Cのオーブンの中で乾燥させた。海草に関しては乾燥重量も測定した。

乾燥後、有孔虫を含む残渣は、分割器で染色個体数が200から400になるまで分割し、ふるいを用いて5つのサイズ(>1,410, >600, >180, >125, >63 μm)に分別した。各々のふるいから染色した個体を全て拾い出し、種の同定、個体数の計測を行った。ローズベンガル染色法による生体識別に関しては疑問視する意見もあるが(例えば、Le Calvez and Cesana, 1972; Bernhard, 1988)、本研究では染色した個体を生体であるとみなし、以後の解析を行った。

また、観測地点に生息する葉上性有孔虫群集の優占種である *Calcarina calcar* d'Orbigny に関しては、すべての試料から生体と遺骸を合わせて100個体以上拾い出し、個体群動態を検討するための試料とした。拾い出した個体は、染色の有無によって生体と遺骸を識別し、両者の個体数を計測した。さらに、各々の個体の殻の最大直径を双眼実態顕微鏡に備え付けたマイクロメーターを用いて測定した。

観測地点の有孔虫群集の代表的な種について、JEOL製の電界放射走査電子顕微鏡JSM-6330Fを用いて観察および写真撮影を行った。

## 結 果

### 群集構造の季節変化

#### (1) 生息密度

本研究では、底面積100 cm<sup>2</sup>内に繁茂する海草に付着していた個体数(図4A)と海草乾燥重量1 gあたりの個体数(図4B)を計算し、海草上の葉上性有孔虫類の生息密度とみなした。単位面積内に繁茂する海草の株数は空間的にも季節的にも変化することが予想される。しかし、両者の季節変動を比較すると、計算値は異なるが各月の変動パターンはよく一致した。そこで、本研究では海草乾燥重量に基づく個体数の値を生息密度とみなした。

生息密度は晩冬から春にかけてと秋の2つの時期に増加し、夏季に激減するという顕著な季節変動を示す。調査期間を通しての平均密度は936



個体で、3月に最大値(2,258個体)、10月に最小値(128個体)を記録する。1997年と1996年の4月の個体数は、それぞれ1,918個体と1,800個体で、非常に近い値を示す。1996年12月から1997

年3月までの観測データはないが、この期間に生息密度は増加していくと推測される。

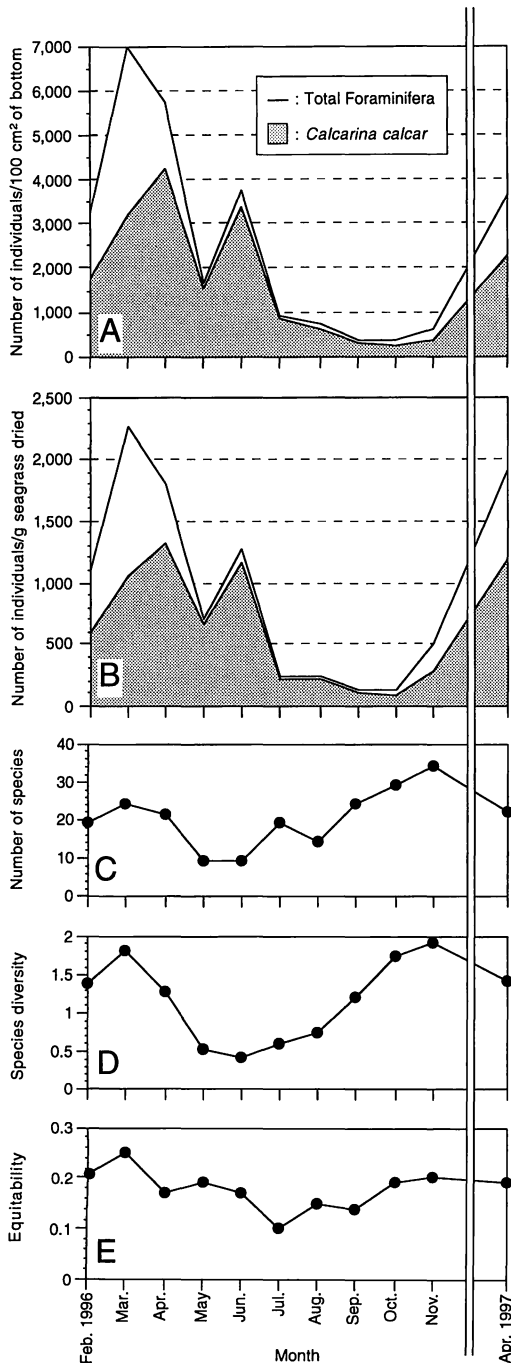
(2) 群集の多様性(種数・種多様度・均衡度)

群集の種数および Shannon-Weaver 関数に基づく種多様度 ( $H: H = -\sum p_i \ln p_i$ ,  $p_i$  は  $i$  番目の種の比率) は、ともに春と秋に増加し、似たような季節変動を示す。両者とも、11月に最大(種数34種、種多様度1.91)で、5月と6月に最小(9種、0.44)となる(図4C,D)。調査期間を通じた種数の平均値は約20種、多様度のそれは1.19である。これに対して、群集の均衡度 ( $E$ ) は  $E = e^H/S$  (Buzas and Gibson, 1969) で表されるが、3月に最も高く(0.25)、7月に最も低くなる(0.10)。年平均値は0.18と全体的に低く、種数や種多様度ほど大きな季節変動はみられない(図4E)。1997年4月と前年の4月では、種数、多様度、均衡度はいずれも、ほぼ同様の値を示す。種多様度は、種数と均衡度の2つの因子によって左右される(Buzas and Hayek, 1998)。したがって、観測地点の有孔虫群集に関して、均衡度の季節的な変化は小さいので、種数の季節変化が群集の多様性に大きく影響を及ぼしていると考えられる。

また、種数と個体数の関係をみても、個体数が最大となる3月には種数・種多様度・均衡

図4. 観測地点における調査期間中(1996年2月~1996年11月と1997年4月)の葉上性有孔虫群集の季節変動。A. 底面積100 cm<sup>2</sup>内に繁茂する海藻に付着していた有孔虫の総個体数と優占種 *Calcarina calcar* d'Orbigny の個体数, B. 海藻乾燥重量1gあたりの有孔虫の総個体数および *C. calcar* の個体数, C. 種数, D. Shannon-Weaver 関数に基づく種多様度, E. 均衡度。

Fig. 4. Seasonal changes of the epiphytic foraminiferal assemblage at the sample site between February 1996 and November 1996, and in April 1997. A. Abundances of total epiphytic foraminifera and *Calcarina calcar* d'Orbigny per seagrasses in 100 cm<sup>2</sup> sample area, B. Abundances of total epiphytic foraminifera and *C. calcar* per dried seagrass weight, C. Number of species, D. Index of species diversity using Shannon-Weaver information function, E. Equitability.



度はともに増加している。これに対して、種数・種多様度が最大となる11月には個体数は約500個体と3月の生息密度の4分の1以下の値しかない。このことから、海草帯の有孔虫類にとって、秋から冬の時期は多数の種が生息できるが、個体数を増やすことができない環境にあることがわかる。春になると、冬を生きのびた種が急速に個体数を増加させ、全体の生息密度にも影響を及ぼしたと判断される。

### (3) 種構成

本研究では、調査期間を通して37属54種の葉上性有孔虫を同定することができた(図5, 表1)。一年間を通して最も多産する種は *Calcarina calcar* d'Orbigny (46~93%; 図版1-1) で、特に5月から7月にかけて全体の90%以上を占める。*Calcarina hispida* Brady (図版1-4) も一年を通してみられるが、その頻度は2%前後と低い。晩冬から春(2月から4月)にかけて多くなる種は、*Vertebralina striata* d'Orbigny (3~6%; 図版2-7), *Lamellodiscorbis* sp. (2~12%; 図版2-2), *Glabratella millettii* (Wright)

(5~26%; 図版1-5), *Hauerina pacifica* Cushman (9%, 1997年4月のみ; 図版2-4) の4種である。*V. striata* はこの時期にしか観察されない。また、*G. millettii* は有性生殖を示す合体個体(plastogamous pair; 図版1-6)が、この時期に数多く観察される。合体個体の占める割合は11月~3月まで8~13%と低く、4~5月になると33%に達する。

一方、秋(9月から11月)に増加する種は、*Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus) (6%, 10月のみ; 図版2-5), *Quinqueloculina semireticulosa* Cushman (4%, 10月のみ; 図版2-6), *Bolivina striatula* (Cushman) (4%, 11月のみ; 図版2-3), *Cymbaloporetta plana* (Cushman) (2~7%; 図版2-1) の4種である。これらのうち、*Q. semireticulosa* は秋にしか見つからない。また、*C. plana* は8月にも4%と多く、他の種とは異なる変動を示している。

### (4) 生活型

既に述べたように葉上性有孔虫は、4つの生活型グループ(葉上生活者・付着可動生活者・膠着

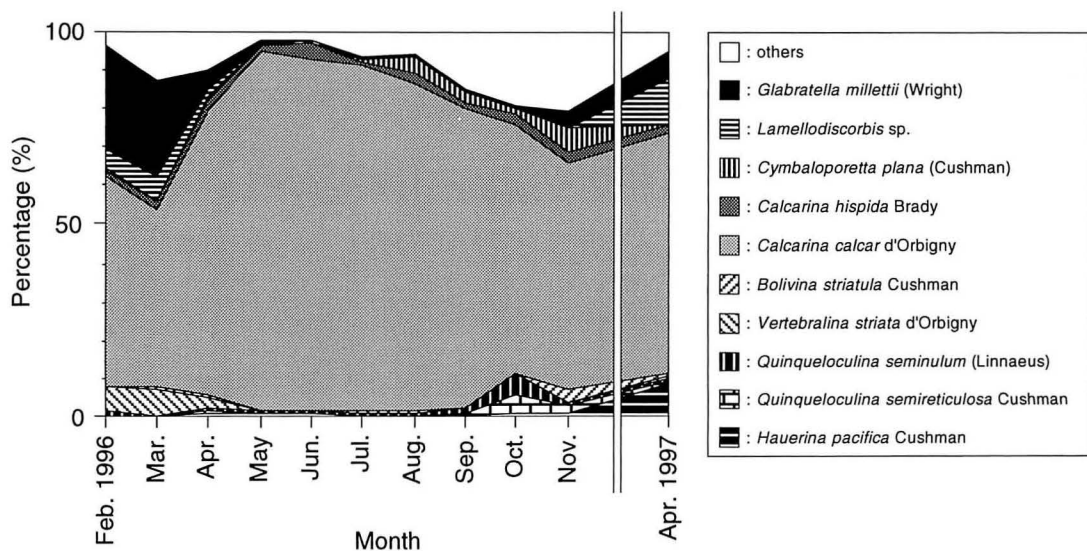


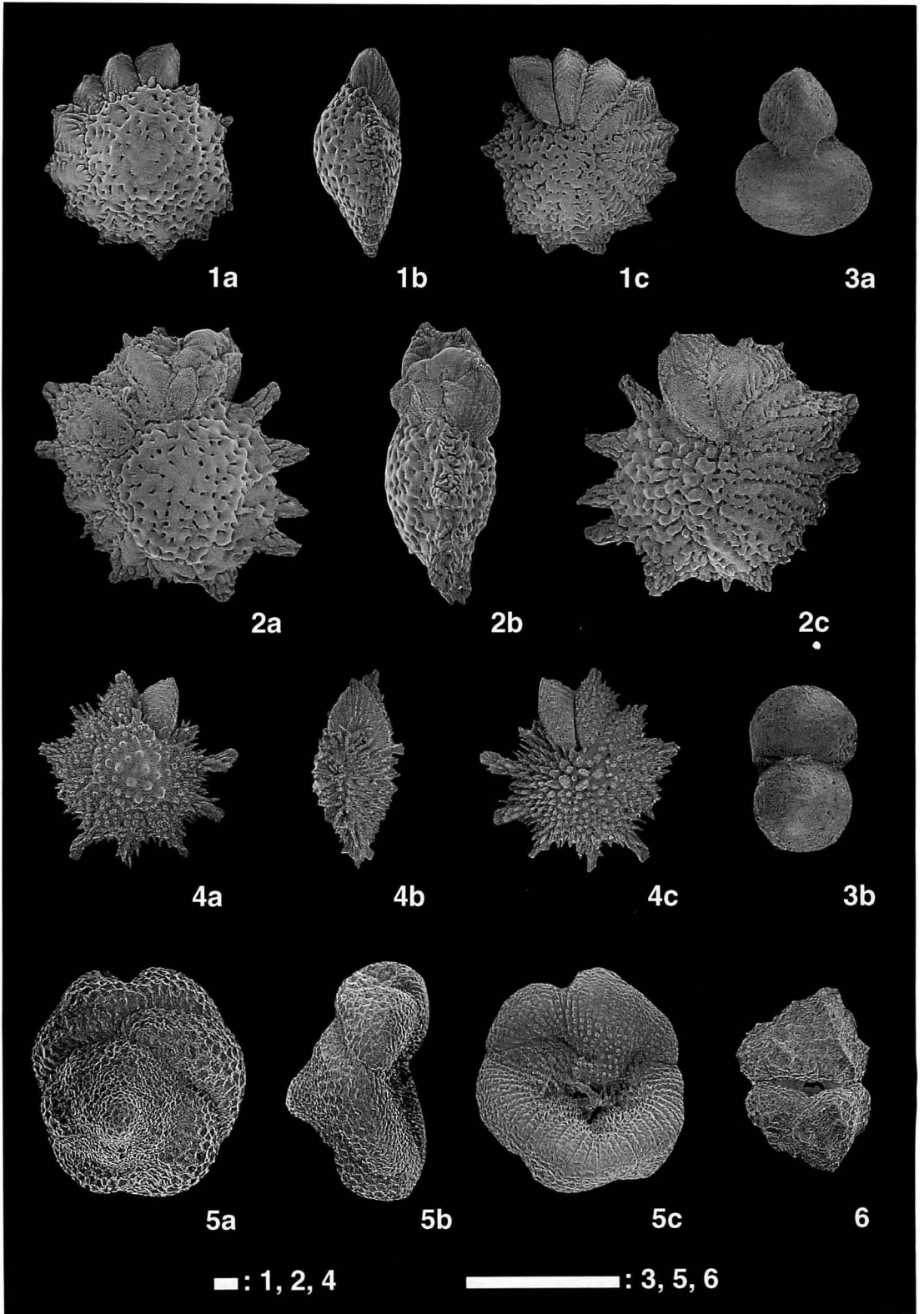
図5. 観測地点における葉上性有孔虫群集の種構成の季節変化。

Fig. 5. Monthly variations in the species composition of epiphytic foraminiferal assemblages at the sample site.

表 1. 琉球列島伊良部島の沿岸海草帯に生息する葉上性有孔虫類の各種の個体数と群集の多様度 (種数・種多様度・均衡度). 表中の生活型区分の省略形は以下の通り: 膠着生活者 (A), 自由生活者 (F), 附着可動生活者 (C), 葉上生活者 (P).

Table 1. Abundances of epiphytic foraminifera living in seagrass beds in the nearshore zone of Irabu Island, the Ryukyu Islands, with the number of species, index of species diversity and equitability. Abbreviations for the modes of life are as follows: attached form (A), crawling form (C), free living form (F) and phytal form (P).

Species	mode of life	month											
		Feb. '96	Mar. '96	Apr. '96	May '96	Jun. '96	Jul. '96	Aug. '96	Sep. '96	Oct. '96	Nov. '96	Apr. '97	
<b>Agglutinated Foraminifera</b>		0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	1	
<i>Paratrochammina</i> sp.	A						2	2			3		
Gen. et sp. indet.												1	
<b>Porcellaneous Foraminifera</b>		44	24	22	6	4	6	7	12	46	36	65	
<i>Amphisorus hemprichii</i> Ehrenberg	A										1	1	
<i>Comuspira involvens</i> (Reuss)	C	1	1	1									
<i>Hauerina pacifica</i> Cushman (young form)	A			2	2	2	1			2	2	41	
<i>Miliolinella cf. australis</i> (Parr)	A	1		3									
<i>M. oceanica</i> (Cushman)	A	1	2										
<i>M. sp.</i>	A									1			
<i>Paneroplis pertusus</i> (Forsk.)	F									1			
<i>P. planatus</i> (Fichtel and Moll)	F						1						
<i>P. sp.</i>	F										1	3	
<i>Pseudolachlanella incisura</i> (Todd)	F	1		1					1		2		
<i>P. sp.</i>	F												
<i>Pyrgo</i> sp.	F							2					
<i>Quinqueloculina funafutiensis</i> (Chapman)	F	2		2	1			1	3	5	1	3	
<i>Q. granulocostata</i> Germeraad	F										3		
<i>Q. laevigata</i> d'Orbigny	F				1			2	1		2		
<i>Q. neostriatula</i> Thalmann	F									1			
<i>Q. seminulum</i> (Linnaeus)	F	7	1	1	1	1	1	1	3	11	3	2	
<i>Q. semireticulosa</i> Cushman	F			1					1	8	7	2	
<i>Q. sulcata</i> d'Orbigny in Fornasini (1900)	F						1						
<i>Q. spp.</i>	F									6	3		
<i>Sigmoihauerina involuta</i> (Cushman)	A				1	1						1	
<i>Spiroloculina corrugata</i> Cushman and Todd	F									2			
<i>Triloculina affinis</i> d'Orbigny	F										2		
<i>T. austriaca</i> d'Orbigny var. A	F		1	2									
<i>T. irregularis</i> (d'Orbigny)	F		1										
<i>T. oblonga</i> (Montagu)	F									3		3	
<i>T. cf. sommeri</i> Tinoco	F		1	1						2		2	
<i>T. subgranulata</i> Cushman	F	1	2	3						2	3	1	
<i>Triloculinella circularis</i> (Bomemann)	F	4	1				2		1	1			
<i>T. pseudooblonga</i> (Zheng)	F								2				
<i>Vertebralina striata</i> d'Orbigny	F	26	14	5				1				5	
Gen. et sp. indet.											5	1	
<b>Hyaline Foraminifera</b>		361	194	158	200	229	225	177	174	137	267	392	
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus)	P									1		1	
<i>Angulodiscorbis corrugata</i> (Millett)	C											2	
<i>Bolivina striatula</i> Cushman	F		2	1			1	1			11	1	
<i>B. variabilis</i> (Williamson)	F		2				1				1		
<i>B. spp.</i>	F	1	4						1		9	1	
<i>Calcarina calcar</i> d'Orbigny	P	220	101	133	192	213	210	158	144	117	178	285	
<i>C. defrancii</i> d'Orbigny	P					2			1	1		1	
<i>C. hispida</i> Brady	P	4	4	4	3	9	1	5	3	5	8	11	
<i>Cribroelphidium cf. articulatum</i> (d'Orbigny)	P	1	2						2		3		
<i>Cymbaloporeta bradyi</i> (Cushman)	A	1											
<i>C. plana</i> (Cushman)	A	3	1	2			3	8	5	3	21		
<i>C. squamosa</i> (d'Orbigny)	A					1	1						
<i>Elphidium reticulosum</i> Cushman	F				1								
<i>Eponides</i> sp.	P								1				
<i>Fissurina</i> sp.	F						2						
<i>Floresina durrandi</i> Revets	F												
<i>F. philippinensis</i> (McCulloch)	F									1	2		
<i>Gevelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen and Earland)	A		5	1				1					
<i>G. sp.</i>	A	1								2	1		
<i>Glabratella cf. chasteri</i> (Heron-Allen and Earland)	C		1	1			1		3				
<i>G. globigeriniformis</i> (Heron-Allen and Earland)	C								1				
<i>G. milletii</i> (Wright)	C	107	55	9	3		1		2	2	13	32	
<i>G. sp.</i>	C		1	2							1		
<i>Globocassidulina</i> sp.	F									1			
<i>Lamellocorbis</i> sp. nov. In Jones (1994)	A	21	13	4		2	1	1				54	
<i>Murrayinella minuta</i> (Takayanagi)	P								4				
<i>Mychostomina peripora</i> Zheng	C									1	1		
<i>M. cf. revertens</i> (Rhumbler)	C									1			
<i>Neoconorbina</i> sp.	A		1						1				
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)	A									1			
<i>R. globularis</i> d'Orbigny	A										2		
<i>R. viardebocana</i> d'Orbigny	A						1		1		2	1	
<i>R. sp.</i>	A										1		
<i>Rosalina ? pacifica</i> (Hofker)	A											2	
<i>Rotorbis aff. auberii</i> (d'Orbigny)	A										7		
<i>R. sp.</i>	A						1	1	1				
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i> (Brady)	F		1								2		
<i>Sprillina ? sp.</i>	C	2								1			
<i>Streblodes</i> sp.	P												
<i>Tortolictella rhomboidalis</i> (Millett)	F			1		2	1	2	1		4	1	
Gen. et sp. indet.					1							1	
Number of specimens picked		405	218	180	206	233	233	186	186	183	306	458	
Number of species (S)		19	24	21	9	9	19	14	24	29	34	22	
Index of species diversity (H)		1.40	1.79	1.29	0.52	0.44	0.60	0.76	1.20	1.73	1.91	1.41	
Equitability (E)		0.21	0.25	0.17	0.19	0.17	0.10	0.15	0.14	0.19	0.20	0.19	



生活者・自由生活者)に区分することができる(北里, 1986; Kitazato, 1988). 本研究では, 有孔虫群集をこれらの生活型で区分し, その相対頻度を算出した(図6A, 表1). 生活型が確実にわかっていない種や特定できない種に関しては, Kitazato (1988)で指摘された殻形態の特徴を用いて, 最も可能性のある生活型に含めた.

各生活型の相対頻度の年平均値は葉上生活者(*C. calcar*)が75.4%, 付着可動生活者(*G. millettii*)が9.7%, 膠着生活者(*Lamello-discorbis* sp.)が7.4%, 自由生活者(*Q. seminumulum*, *Q. semireticulosa*, *B. striatula*)が7.5%であった. 葉上生活者は5月から9月(春から夏)にかけて特に多く, この期間には群集の80%以上を占めるようになる. 付着可動生活者は2月から3月(晩冬から春)にかけて25%以上, 自由生活者は10月と11月(秋)に20%以上の頻度に達する. 1997年と1996年の4月を比較すると, 1997年に膠着生活者の比率が著しく高くなっている. 以上の結果, 葉上生活者は一年間を通して多いが, 春には付着可動生活者が増加し, 秋には自由生活者や膠着生活者が増加する傾向があることがわかる.

#### (5) 群集の殻サイズ

本研究の結果, 有孔虫群集の殻サイズにも季節変動が認められることが明らかとなった. 小型個体(63 $\mu$ m以上180 $\mu$ m未満)の占める割合は, 2月に最大値(49%)を示し, その後5月まで減少する. 大型個体(600 $\mu$ m以上)は, これとは逆に4月から8月にかけて増加し, 特に5月から7月の期間には20%以上に達する. 8月から9

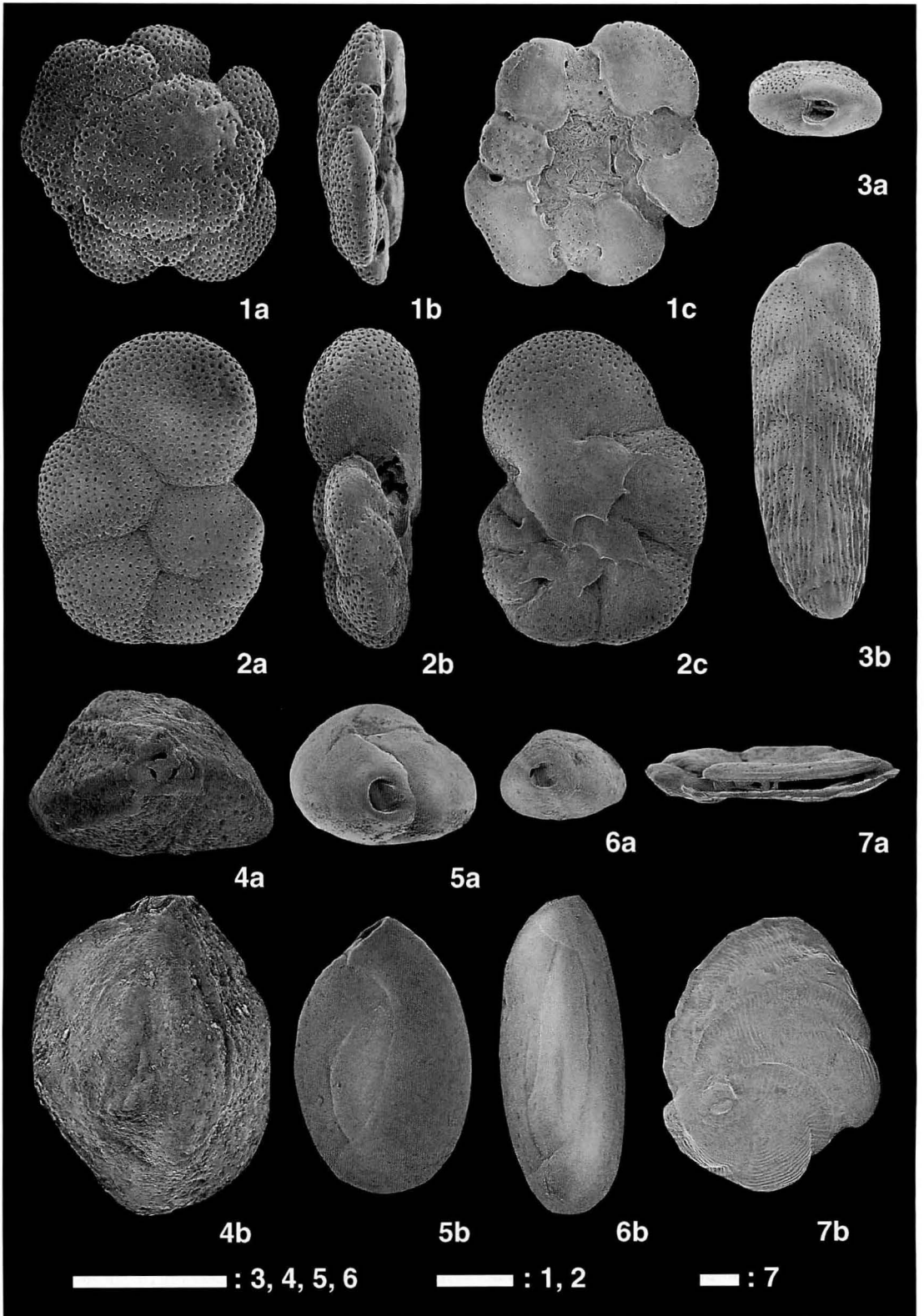
月にかけては, 小型の個体が再び増加し始め, 9月から11月まで30%前後の頻度で観察される. また, 1997年4月は前年の4月と比較すると, 63 $\mu$ m以上125 $\mu$ m未満の大きさをもつ個体はやや多い傾向がみられた.

#### 優占種 *Calcarina calcar* の個体群動態

調査地域の海草帯の葉上性有孔虫群集は, *Calcarina calcar* d'Orbignyが1年を通して大きな割合を占めることで特徴づけられる. この種は熱帯サンゴ礁海域に特徴的に生息する“大型有孔虫”の一種で, トロコイド状旋回(trochospiral)型の室配列をもつ石灰質殻の有孔虫である(図版1-1). 地理的には, 紅海から西太平洋にかけての熱帯・亜熱帯浅海域に分布する(Reiss and Hottinger, 1984; Hallock, 1988). 沖縄本島の瀬底島周辺の礁原では, 礁嶺の潮だまりに最も多く生息しているが, 岸近く海藻類の中にも多く発見される(Hohenegger, 1994). 礁斜面側の生息深度は10m以浅に限られる(Hohenegger, 1994; Hohenegger *et al.*, 1999). 生息場所としては砂質堆積物の表層よりも海藻類やサンゴ瓦礫の表面を好む傾向をもつ(Hallock, 1984; Hohenegger, 1994; Hohenegger *et al.*, 1999). これらの基質に殻の先端の棘(spine)から粘着性物質を分泌して付着している(Röttger and Krüger, 1990). また, 本種は細胞内に珪藻類(Diatoms)を共生藻類として宿している(Lee and Anderson, 1991). 本研究では, 以下の3点に関して*C. calcar*の個体群構造を検討した.

← 図版1 琉球列島伊良部島の沿岸海草帯に生息する主な葉上性有孔虫の走査型電子顕微鏡写真, その1.

Plate 1. Scanning electron micrographs of common epiphytic foraminifera from seagrass beds in the nearshore zone of Irabu Island, the Ryukyu Islands, Part 1 (scale bars = 100  $\mu$ m). 1a-3b. *Calcarina calcar* d'Orbigny. 1. Adult specimen, a: spiral side view, b: edge view, c: umbilical side view, sample in June 1996. 2. Adult specimen with reproduction chambers, a: spiral side view, b: edge view, c: umbilical side view, sample in April 1997. 3. Megalospheric juvenile, a: side view, b: edge view, sample in October 1996. 4. *Calcarina hispida* Brady, a: spiral side view, b: edge view, c: umbilical side view, sample in June 1996. 5a-6. *Glabratella millettii* (Wright). 5. Megalospheric specimen, a: spiral side view, b: edge view, c: umbilical side view, sample in March 1996. 6. Lateral view of a plustogamous pair, sample in April 1997.



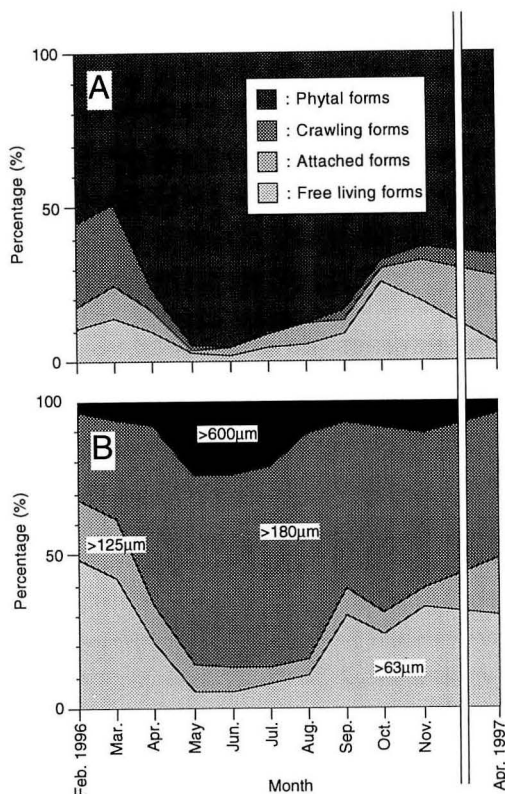


図 6. 観測地点における各月の葉上性有孔虫群集の生活型 (A) および殻サイズの相対頻度 (B).

Fig. 6. Monthly changes in the relative abundances of four modes of life (A) and shell size classes (B) among epiphytic foraminiferal assemblages at the sample site.

(1) 個体群密度

定点における *C. calcar* の個体群密度を、群集の生息密度と同様に、単位面積 (100 cm<sup>2</sup>) 内に繁茂する海草に付着していた個体数と海草の乾燥重量 1g あたりの個体数として求めた (図 4 A, B). この種においても、両者の変動パターンはよく一致しているので、ここでも海草乾燥重量 1g あたりの個体数を個体群密度とみなした. 個体群密度は、葉上性有孔虫群集の生息密度とほぼ同様に、晩冬から春にかけてと秋に増加し、夏季に激減する季節変動のパターンを示す. 調査期間を通しての平均密度は 626 個体で、4 月に最大 (1,330 個体) となり、10 月に最小 (82 個体) となる. 1997 年 4 月 (1,330 個体) および 1996 年 4 月 (1,194 個体) の密度は、同じような個体数を示す.

(2) 生殖室をもつ個体

*Calcarina calcar* の大型の個体には、通常よりも著しく大きく膨らんだ室をもち、その中に多数の幼生個体が含まれている場合がある (図版 1-2, -3). このような室は無性生殖 (多分裂) を行うときの生殖室 (reproduction chamber) であると考えられる. 本研究では、生殖の時期や無性生殖を行った個体の割合を明らかにするために、生殖室をもつ個体を計数し、生体個体数に対する比率を計算した (図 7 A). その結果、3 月から 5 月にかけて (1% 未満) と 9 月 (1.44%) の 2 つの時期にのみ、生殖室をもつ個体が認められた. この比率を底面積 100 cm<sup>2</sup> 内に繁茂する海草あたりの個体数に換算すると、生殖室をもつ個体は、

← 図版 2. 琉球列島伊良部島の沿岸海草帯に生息する主な葉上性有孔虫の走査型電子顕微鏡写真, その 2.

Plate 2. Scanning electron micrographs of common epiphytic foraminifera from seagrass beds in the nearshore zone of Irabu Island, the Ryukyu Islands, Part 2 (scale bars = 100 µm). 1. *Cymbaloporeta plana* (Cushman), a: spiral side view, b: edge view, c: umbilical side view, sample in March 1996. 2. *Lamellodiscorbis* sp. nov. in Jones (1994), a: spiral side view, b: edge view, c: umbilical side view, sample in February 1996. 3. *Bolivina striatula* Cushman, a: apertural side view, b: side view, sample in November 1996. 4. Young form of *Hauerina pacifica* Cushman, a: apertural side view, b: side view, sample in April 1997. 5. *Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus), a: apertural side view, b: side view, sample in May 1996. 6. *Quinqueloculina semireticulosa* Cushman, a: apertural side view, b: side view, sample in October 1996. 7. *Vertebralina striata* d'Orbigny, a: apertural side view, b: side view, sample in March 1996.

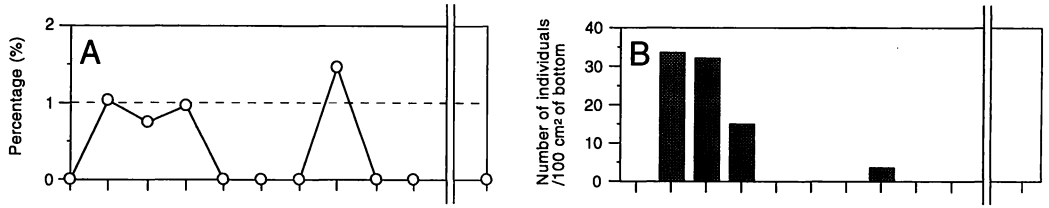
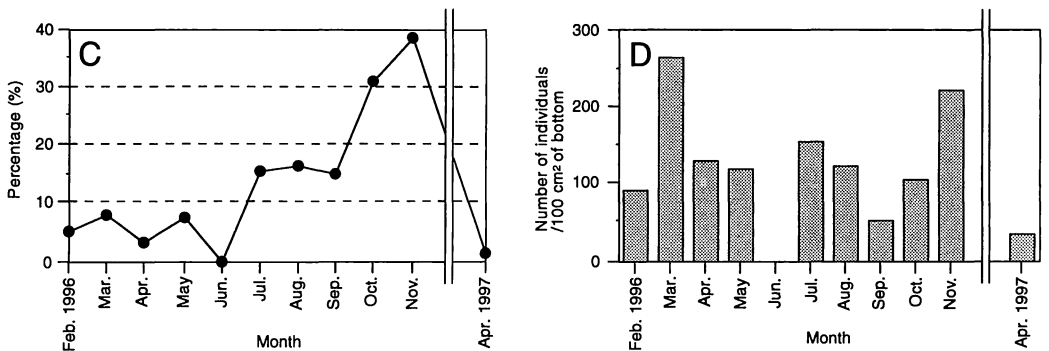
Living *C. calcar* specimens with reproduction chambersDead *C. calcar* specimens on seagrass leaves

図7. 観測地点における *Calcarina calcar* の生殖室をもつ個体の比率と個体数 (A, B) および海草上の遺骸個体の比率と個体数 (C, D) の季節変化. 個体数はいずれも底面積100 cm<sup>2</sup> 内に繁茂する海草あたりの数.

Fig. 7. Percentages and abundances (the number of individuals per seagrasses in 100 cm<sup>2</sup> sample area) of living specimens with reproduction chambers (A and B, respectively) and of dead specimens on seagrass leaves (C and D, respectively) in *Calcarina calcar* populations at the sample site between February 1996 and November 1996, and in April 1997.

3月から5月は15~33個体, 9月には4個体となる (図7B).

## (3) 殻サイズ頻度分布

本研究では, *C. calcar* に関してのみ, 生体個体と遺骸個体の殻サイズの頻度分布も検討した (図8). 生体個体の殻サイズは, 1996年2月から4月にかけてと1997年4月に小さい殻サイズ (500 μm 未満) のピークが認められる. その他の時期には100 μm から1,600 μm まで, ほぼ一様なサイズ分布を示し, 特定の大きさの殻が卓越することはない. 遺骸個体のサイズ頻度分布では, 計測数が少ないためか, 目立ったピークは認められない. 7月から11月にかけては, さまざまな殻サイズの遺骸個体が確認される.

## (4) 海草上の遺骸個体

遺骸個体に関しては, 計測された個体数から, 全個体数 (生体+遺骸) に対する比率と単位面積あたりの個体数を計算した (図7C, D). 遺骸個体の比率は, 2月から6月までは10%以下であるが, 7月から段階的に増加し始め, 7月~9月まで15%前後, 10月には30%をこえ, 11月に最大 (38%) となる. これらの比率を単位面積あたりの個体数に換算すると, 3月 (264個体) と11月 (219個体) にピークが認められる. しかし, 一年間を通して約100個体前後の遺骸個体が観察される.



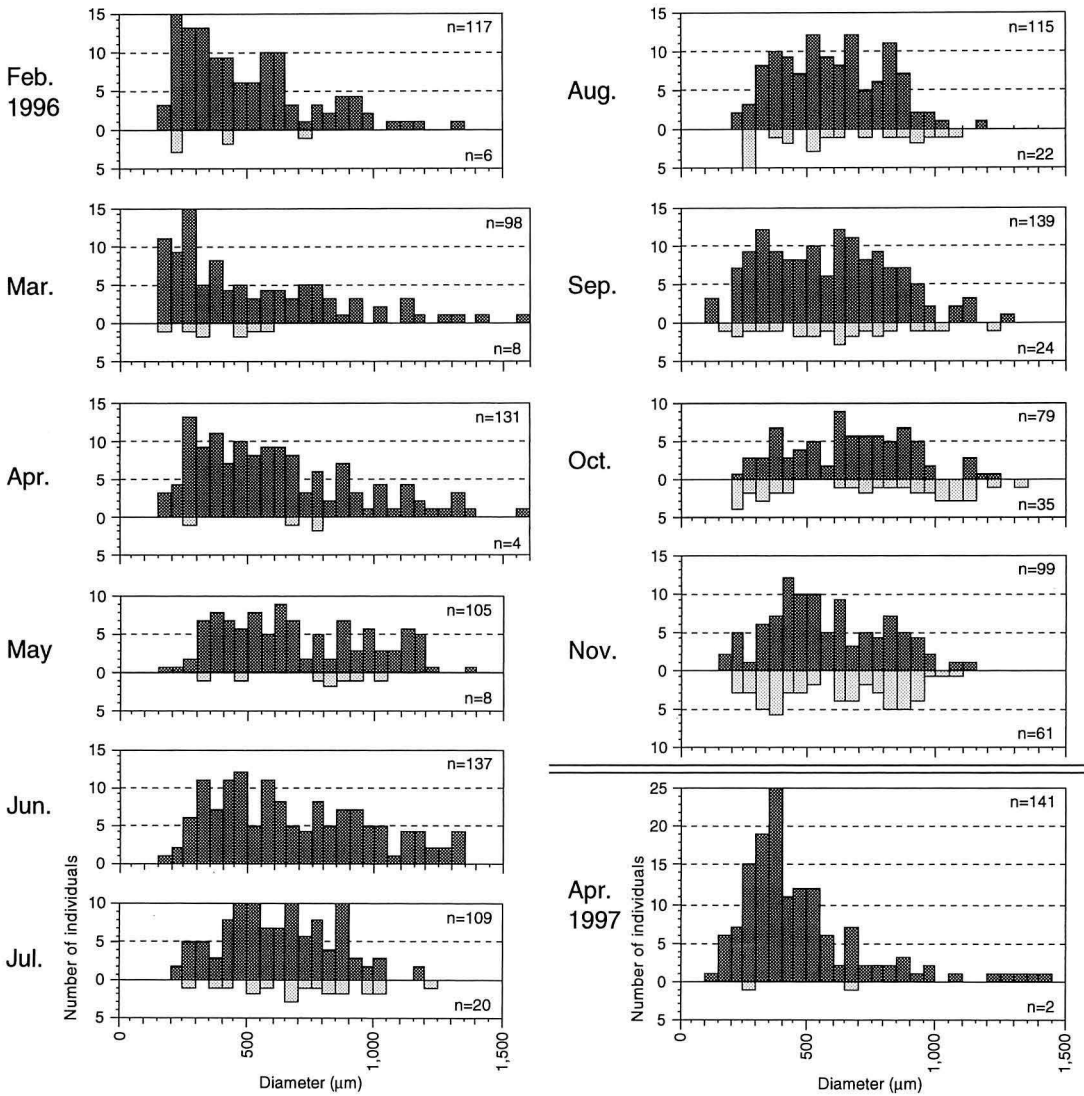


図8. 観測地点における *Calcarina calcar* 個体群の殻サイズ頻度分布の季節変化. 各月のヒストグラムの上側は生体個体, 下側は遺骸個体のサイズ分布を示す.

Fig. 8. Size-frequency distributions of *Calcarina calcar* populations at the sample site during February 1996 through November 1996, and in April 1997. Upward and downward histograms in each graph show the size-frequency distributions of living and dead specimens, respectively.

### 考 察

#### 春の個体数の爆発的増加

本研究の結果から, 海草帯における葉上性有孔虫の個体数は, 春(3月から4月)に最も多く, 夏から初秋(7月から10月)にかけて激減する

ことが明らかとなった. 今回の観測では, 6月にも個体数の増加がみられたが, 全体からみるとそれほど大きな変動ではない(図4 A, B). 個体数の増加は11月から始まり, 3月で極大に達している. すなわち, 海草帯では葉上性有孔虫が爆発的に増えるのは春の時期であると結論できる. しか

しながら、群集全体の種数は春よりもむしろ秋の方が多し。群集の均衡度は一年間を通してあまり変化がないので、秋の方が個体数は少ないが、群集の多様性は高くなっていることになる。

観測定点の葉上性有孔虫群集の大部分は葉上生活者である *C. calcar* から構成されるため、生息密度、生活型、殻サイズなどのデータは、この種の増減によって大きな影響を受けている。たとえば、*C. calcar* では春の時期に生殖室をもつ個体が確認されたり、小型の殻サイズの頻度が増加しており、この時期に幼生個体が増加したことを示唆する。それに伴い、群集全体の個体数や小型個体の比率も増加している。しかし、*C. calcar* の個体数のピークは4月にあり、全体の傾向と少しずれているので、3月には *G. millettii* のような付着可動生活者、*H. pacifica* や *Lamello-discorbis* sp. のような膠着生活者、*V. striata* などの自由生活者など、すべてのグループが増加していることになる。すなわち、春の時期（3月～4月）にはあらゆる生活様式の有孔虫が増加し、海草帯の有孔虫にとって最も棲みやすい環境にあったと考えられる。

一般に、有孔虫類（特に表生種）の個体数は、微小藻類のバクテリアなどの餌量の増加に反応して増加することが、様々な海域の有孔虫類で報告されている（例えば、Erskian and Lipps, 1987; Murray, 1991; Gooday, 1993）。海草帯でも、葉の表面には珪藻類などの葉上性植物（epiphytes）が付着しており（Langer, 1988; 向井, 1995）、それらの現存量の増加が、春の時期の葉上性有孔虫類の個体数の変動に影響を与えているのかもしれない。また、*C. calcar* などの大型有孔虫類は共生藻類を宿しているため、水温条件などが共生藻の活動を活性化させた可能性も考えられる。

#### 夏の個体数の急激な減少

夏になると、葉上性有孔虫群集の個体数と種数とともに減少する。特に、付着可動生活者や自由生活者のグループが減少し、*C. calcar* も急速に減少する。その原因として、まず台風による影響が考えられる。夏季には、大型台風が琉球列島を

毎年数回ほど通過するため、造礁サンゴの破壊や海藻（海草）類の剥離などの生息場所の擾乱が引き起こされる。実際、最初の台風が1996年7月31日に調査地域を襲い、それ以後何度か通過した。しかし、個体数の減少は台風の通過より早く生じており、その影響とは考えられない。

筆者らは、同じサンゴ礁内の礁池と礁嶺の2地点の海藻類から同様に有孔虫試料を採集していたが、そこでは夏季に有孔虫の個体数が激減するような傾向は認められなかった。したがって、ここで報告した個体数の減少は、この沿岸海草帯に限ったものであり、夏季の海草帯に特有な環境の変化に起因していると考えられる。また、Hallock (1984) は、西太平洋に位置するパラオ諸島のサンゴ礁に2つの観測定点を設置し、*C. calcar* の個体群密度の季節変動を検討した。ここでも、この種の単位面積あたりの個体数は夏季に減少するような傾向は示さなかった。礁湖（水深2m）では、個体数は5月から10月にかけて増加し、10月に最大値に達する。その後12月まで減少し、12月から6月まで低い値で安定する。礁嶺（水深1m）では、個体数は毎月の変動が激しく、周年変化を全く示さなかった。

一方、Sakai and Nishihira (1981) は、同じ琉球列島の久高島の礁嶺の潮だまりで、同じ Calcarinidae 科に属する *Baculogypsina sphaerulata* の季節変動を観察した。単位面積あたりの個体数は、春（4月）と秋（11月）にそれぞれ6,728個体、6,058個体と多く、夏（6月と8月）と冬（2月）に5,457および5,518個体、3,888個体に減少する傾向がみられる。特に冬の個体数は春の約半分になっている。ただし、夏季に著しく減少することはない。また、殻サイズの頻度分布から、この種は主に6月から7月にかけて無性生殖をしていると考えられ、また飼育実験では150個体のうち、10個体が生殖を行ったことも確認された（Sakai and Nishihira, 1981）。

このように個体数の増加・減少する時期が各海域や底質の条件で異なることは、生息域の微小環境の違いが、有孔虫の生活史（生殖・成長）に大きな影響を及ぼしていることを示唆している。しかし、同じ海域内、たとえば琉球列島の中では、

本研究と Sakai and Nishihira (1981) の研究を比較してわかるように、個体数の値に差はあるものの、有孔虫の個体数が春に多く、夏に少ないという、一般的な傾向は一致しているように見える。本研究では、冬のデータがないので、今後冬季の有孔虫群集の変動も明らかにしたいと考えている。

本調査海域周辺における夏季の環境の変化には、1) 水温が30℃近くまで上昇する、2) 塩分がわずかながら34.2まで減少する、3) 南風によりサンゴ礁の礁池内の波浪が弱まったり、夏の高温により成層構造が発達し、海水の循環が悪くなるなどの要因が考えられる。実際、浜名湖やフロリダ沖などの浅海域では、水温や溶存酸素量などの変化によって夏季に有孔虫の個体数が減少することが報告されている (Ingmanson and Ross, 1969; Matsushita and Kitazato, 1990)。これらの条件の悪化は、有孔虫の代謝機能に対して直接影響を及ぼしたり、あるいは、これらの原因により微小藻類などの餌や共生藻類に影響を与え、最終的に有孔虫に影響が現れることも考えられる。しかし、現時点では観測定点で実測された水温・塩分・溶存酸素量などの詳細なデータがないため、その原因を完全に絞り込むことができなかった。

#### 有孔虫はいつ死亡するか？

海草の葉上で生活する有孔虫が死亡すると、その殻は表面から落下し海草上には残りにくいと予想される。しかし、実際には海草試料からは遺骸個体が少なからず発見される。*Calcarina calcar* を含む Calcarinidae 科の有孔虫は、先端の棘 (spine) から粘着性物質を分泌して海草に付着する (Röttger and Krüger, 1990)。そのため、個体が死亡しても、粘着物質の効果により海草の表面から落ちずに残るものと考えられる。このとき、礁原内に強い波浪や潮流が生じれば、葉上に付着した個体は海草から取り除かれる。したがって、葉上の遺骸個体数は、海草上で死亡した個体から落下した個体を差し引いた値をみていることになる。

一方、単位面積あたりの個体数変動の結果から、春から夏にかけては葉上性有孔虫の死亡率は高く、*C. calcar* も夏には個体数が激減する。この *C.*

*calcar* のような大型有孔虫では、幼生時期の死亡率が非常に高いことが知られており、*Amphisorus hemprichii* や *Amphistegina* 属では500  $\mu\text{m}$  以下の幼体の死亡率は95~97%と高く、成長して500  $\mu\text{m}$  を超えると死亡率は30~50%に減少することが報告されている (Hallock, 1985)。殻サイズの頻度分布から、観測定点における *C. calcar* の春の個体群には、無性生殖による小型の幼生個体が数多く含まれていたと推定されるので、本地域でも幼体 (500  $\mu\text{m}$  以下の小型個体) の多くが、春から夏の時期に死亡していると考えられる。

ところが、*C. calcar* の遺骸個体が一番多く観察されるのはむしろ秋であり、この時期のほうが死亡率が高いように見える。この遺骸個体の産状に関しては、次のように説明できるかもしれない。*C. calcar* の死亡率が最も高いのは春の時期で、このとき死亡した個体の大部分が小型の幼生個体であるため、基質との粘着力が比較的弱く、大潮による春の強い潮流の影響も加味されて、葉上からほとんど除去された。夏から秋にかけては、死亡した個体は相対的に少ないが、その多くは成体であるため、葉上への粘着力が比較的強く取り除かれにくく、葉上から除去されずに残った。このことは、遺骸有孔虫殻が底質上に沈積する量は、夏から秋よりも春の方が大きいことを示しているのかもしれない。しかし、一年を通した潮流の強さに関するデータはなく、今後の課題である。また、正確な遺骸個体数の季節変動を求めるためには、海草から落とされる個体を捕まえる新しい方法も開発する必要がある。

#### まとめ

熱帯の沿岸海草帯に生息する葉上性有孔虫類の季節変化を明らかにするために、琉球列島伊良部島の沿岸付近に分布する海草帯で、約1年間海草試料を採集して、有孔虫群集の構造やその季節変動を解析した。

海草帯の葉上性有孔虫群集は主に石灰質殻有孔虫で構成されており、年間を通して葉上生活者の *Calcarina calcar* が優占することで特徴づけられる。有孔虫の生息密度は、2月から3月 (冬から

春)にかけてと11月(秋,あるいは秋から春)の時期に増加し,7月から10月(夏から秋)まで激減する。群集の種構成,多様性,生活型,殻サイズに関しても,季節による違いが明瞭にみられる。*Calcarina calcar* 以外では,冬から春にかけては膠着生活者の *Hauerina pacifica* や *Lamellodiscorbis* sp, 自由生活者の *Vertebralina striata*。および付着可動生活者の *Glabratella millettii* が相対的に増加し,秋は自由生活者の *Quinqueloculina seminulum*, *Q. semireticulosa*, *Bolivina striatula* や膠着生活者の *Cymbaloporetta plana* が増加する。一方,この海草帯の優占種である *C. calcar* の個体群動態は,この葉上性有孔虫群集の季節変化に大きな影響を及ぼす。生殖室をもつ個体の数や小型個体の増加から,この種は主に春に無性生殖を行っているとは推定される。

このような海草帯における葉上性有孔虫類の季節変化は,海草上の餌量の変化や海草帯付近における海水特性の変化など,海草帯に特有の環境要因の変化に原因があると考えられる。その原因は特定できていないが,夏季の海草帯は葉上性有孔虫類にとって厳しい生息環境になるようである。今後は海草帯の葉上性有孔虫類の生息密度に影響を与える環境要因を検討していく必要がある。

#### 謝 辞

静岡大学理学部生物地球環境科学科の北里 洋教授には,粗稿を読んで頂くとともに葉上性有孔虫の生態や生活型区分に関して御教示をいただいた。東北大学大学院理学研究科の亀丸文秀氏には研究全般に関する助言を,山崎和仁氏には研究結果に関する討論を,林 広樹氏と根本 潤技官には図版作成の手助けを,井龍康文博士には海藻類の同定を,山田 努博士には宮古島近海の表層水温・塩分データを収集する際に多大なる御協力をそれぞれ賜った。伊良部町の渡久山健一氏ならびに御家族・御親戚の方々には,調査期間中の宿泊施設を提供して頂くとともに,現地での生活に関して多くの御支援を,伊良部町役場教育委員会の仲間明典氏には調査を行うにあたって便宜を図って頂いた。(株)ジオプランニングの初貝隆行氏には

藤田の現地での長期滞在中,本研究を陰ながら支援していただいた。以上の方々に深く感謝の意を表す。海水特性データに関して,IOCとWMOのIGOSS Products Bulletinによる週別表層水温データと日本海洋データセンターの経緯度1度メッシュの塩分データを引用した。藤田は本研究費の一部に文部省科学研究費補助金(特別研究員奨励費)を使用した。

#### 文 献

- Bernhard, J. M., 1988. Postmortem vital staining in benthic foraminifera: duration and importance in population and distributional studies. *Jour. Foram. Res.*, **18** (2), 143-146.
- Buzas, M. A. and Gibson, T. G., 1969. Species diversity: benthonic Foraminifera in Western North Atlantic. *Science*, **163**, 72-75.
- Buzas, M. A. and Hayek, L.-A. C., 1998. SHE analysis for biofacies identification. *Jour. Foram. Res.*, **28** (3), 233-239.
- Erskian, M. G. and Lipps, J. H., 1987. Population dynamics of the foraminiferan *Glabratella ornaticissima* (Cushman) in northern California. *Jour. Foram. Res.*, **17** (3), 240-256.
- Faber, W. W., Jr., 1991. Distribution and substrate preference of *Peneroplis planatus* and *P. arietinus* from the *Halophila* meadow near Wadi Taba, Eilat, Israel. *Jour. Foram. Res.*, **21** (3), 218-221.
- Fujita, K. and Hallock, P., 1999. A comparison of phytal substrate preferences of *Archaias angulatus* and *Sorites orbiculus* in mixed macroalgal-seagrass beds in Florida Bay. *Jour. Foram. Res.*, **29** (2), 143-151.
- Gooday, A. J., 1993. Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus: Characteristic features and controls on distribution. *Mar. Micropaleontol.*, **22**, 187-205.
- Hallock, P., 1984. Distribution of selected species of living algal symbiont-bearing foraminifera on two Pacific coral reefs. *Jour. Foram. Res.*, **14** (4), 250-261.
- Hallock, P., 1985. Why are larger Foraminifera large? *Paleobiology*, **11** (2), 195-208.
- Hallock, P., 1988. Diversification in algal symbiont-bearing foraminifera: a response to oligotrophy? *Revue Paléobiol., Spec. Vol.*, (2), 789-797.
- Hallock, P., Cottey, T. L., Forward, L. B. and Halas, J.,

1986. Population biology and sediment production of *Archaias angulatus* (Foraminiferida) in Largo Sound, Florida. *Jour. Foram. Res.*, **16** (1), 1-8.
- Hohenegger, J., 1994. Distribution of living larger foraminifera NW of Sesoko-Jima, Okinawa, Japan. *Mar. Ecol.*, **15** (3/4), 291-334.
- Hohenegger, J., Yordanova, E., Nakano, Y. and Tatzreiter, F., 1999. Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Mar. Micropaleontol.*, **36**, 109-168.
- Ingmanson, D. and Ross, A., 1969. Seasonal changes in Foraminifera at Seahorse Key. *Quarterly Jour. Florida Acad. Sci.*, **32** (2), 108-118.
- 北里 洋, 1986. 岩礁地底生有孔虫類の生態. 的場保望・加藤道雄編, 新生代底生有孔虫の研究, 1-12. 秋田大学鉱山学部.
- Kitazato, H., 1988. Ecology of benthic foraminifera in the tidal zone of a rocky shore. *Revue Paléobiol., Spec. Vol.*, (2), 815-825.
- Kitazato, H., 1994. Foraminiferal microhabitats in four marine environments around Japan. *Mar. Micropaleontol.*, **24**, 29-41.
- Kuwano, Y., 1956. Invertebrate fauna of the intertidal zone of the Tokara Islands: XII. Foraminifera. *Publ. Seto Marine Biol. Lab.*, **5** (2), 273-282.
- Langer, M., 1988. Recent epiphytic foraminifera from Vulcano (Mediterranean Sea). *Revue Paléobiol., Spec. Vol.*, (2), 827-832.
- Langer, M. R., 1993. Epiphytic foraminifera. *Mar. Micropaleontol.*, **20**, 235-265.
- Le Calvez, Y. and Cesana, D., 1972. Detection de l'état de vie chez les foraminifères. *Annales de Paléontologie (invertébrés)*, **58**, 129-134.
- Lee, J. J. and Anderson, O. R., 1991. Symbiosis in foraminifera. In Lee, J. J. and Anderson, O. R., eds., *Biology of Foraminifera*, 157-220. Academic Press, London.
- Martin, R. E., 1986. Habitat and distribution of the foraminifer *Archaias angulatus* (Fichtel and Moll) (Miliolina, Soritidae), northern Florida Keys. *Jour. Foram. Res.*, **16** (3), 201-206.
- Matsushita, S. and Kitazato, H., 1990. Seasonality in the benthic foraminiferal community and the life history of *Trochammina hadai* Uchino in Hamana Lake, Japan. In Hemleben, C., Kaminski, M. A., Kuhnt, W. and Scott, D. B., eds., *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*, 695-715. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 向井 宏, 1995. サング礁の草原-熱帯海草藻場. 西平守孝ほか4名, サング礁 生物がつくった<生物の楽園> (シリーズ共生の生態学5), 169-225. 平凡社.
- Murray, J. W., 1991. *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. 397 p., Longman Scientific & Technical, Harlow.
- 日本気象協会沖縄支部, 1995. 平成8年 沖縄の気象暦. 108p., 財団法人日本気象協会沖縄支部.
- 西平守孝, 1996. 南の島における海の生態系. 中村和郎ほか4名, 南の島々 (日本の自然 地域編8), 60-62. 岩波書店.
- Reiss, Z. and Hottinger, L., 1984. *The Gulf of Aqaba: Ecological Micropaleontology*. 354p., Springer-Verlag, New York.
- Röttger, R. and Krüger, R., 1990. Observations on the biology of Calcarinidae (Foraminiferida). *Mar. Biol.*, **106**, 419-425.
- Sakai, K. and Nishihira, M., 1981. Population study of the benthic foraminifer *Baculogypsina sphaerulata* on the Okinawan reef flat and preliminary estimation of its annual production. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp., Manila*, **2**, 763-766.
- Severin, K. P., 1987. Spatial and temporal variation of *Marginopora vertebralis* on seagrass in Papua New Guinea during a six week period. *micropaleontology*, **33** (4), 368-377.
- Zohary, T., Reiss, Z. and Hottinger, L., 1980. Population dynamics of *Amphisorus hemprichii* (Foraminifera) in the Gulf of Elat (Aqaba), Red Sea. *Eclogae geol. Hely.*, **73** (3), 1071-1094.

## メアリ・アニング (Mary Anning 1799-1847) 研究に学ぶこと

矢島道子\*

What do we know through the historical study of Mary Anning (1799-1847)?

Michiko Yajima\*

**Abstract** Mary Anning has been famous for fossil hunting since her lifetime. Among many palaeontologists studying Lias fossils from Lyme Regis, Dorset, William D. Lang (1878-1966) and Hugh Torrens (1940-) stand at the head of the study of life and work of Mary Anning. The historical study of Mary Anning makes clear the change of historical study of general sciences and throws light on the relationship between palaeontologists and fossil collectors.

### はじめに

1999年はメアリ・アニングの生誕200年の年で、それを記念して国際シンポジウムが、イギリスはライムリージス (Lyme Regis) で開かれる。ライムリージスはメアリ・アニングが生まれ、生活し、死亡した地である。彼女の生誕100年記念も150年記念も開かれなかった。今、突然200年記念が行われる。出席者は130人強のようである。1997年にはハットン・ライエル200年記念会議が開かれたが、ほぼそれと同数くらいの出席となる。世界中から、メアリ・アニングに、ハットンやライエルを超えそうなほどの熱い眼差しが注がれるようになったのは、地質学史、古生物学史の視点が大きく変わり、その焦点にメアリ・アニングが存在しているからと考える。メアリ・アニング研究の流れを見直してみたい。

### 背景

#### メアリ・アニング

メアリ・アニングの生涯は、後述するように、1900年代に入ってから少しずつ明らかになってきた。ここでは Torrens (1995) と吉川 (1996) を参考にして簡略にまとめる。

貧しい家具職人の父リチャードと母モーリーのもとに、メアリ・アニングは1799年5月21日誕生した。3歳上の兄ジョセフとメアリだけが長生した。メアリが1歳の時に落雷事故にあい、一緒にいた乳母たちは全員死亡したが、メアリは奇跡的に助かった。地元ではここからメアリの神がかった生活が始まったと噂された。1810年メアリ10歳の時に、父は怪我也も引き金となって結核で死亡し、一家は貧困に陥った。ジョセフ、メアリ兄妹はライムリージスに多産する化石を観光客に売って家計を助けた。父は生前から副業として、小さな“化石商”を営んでいた。1811年、メアリ11歳の時に最初の魚竜を発見した。その後、数多くの化石を発見している。有名なものだけでも、1818年2度目の魚竜の発見、1824年メアリ24歳の時の首長竜の発見、1828年の翼竜の発見等を挙げることができる。当時はイギリスの地質学、古生物学の勃興期であり、メアリ・アニングは著名な学者、王族、貴族と化石を通して商売をしていた。メアリは、研究者や蒐集家の間に有効なネットワークを作り、ほぼ歴史上初めて、化石販売業を成立させた。1847年3月9日メアリは乳ガンで死亡。享年47歳。

メアリ・アニングの肖像画は、ロンドンの自然史博物館の大きな首長竜の標本のそばに展示されている。当時のロンドン地質学会がメアリ・アニングにお金を渡し、メアリが画家を雇って描かせ

\*東京成徳学園 Tokyo Seitoku Gakuen, Oji, Kita-ku, Tokyo 114-0002  
1999年4月18日受付, 1999年5月24日受理

たものである。もう1枚の肖像画は、ロンドン地質学会のアーサー・ホームズの部屋という小さな会議室にある。もちろん、アーサー・ホームズの肖像画がかかっており、イギリスの誇るライエルと並んで、比較的大きなメアリ・アニングの肖像画がある。メアリの死後、素人が模写したという (Lang, 1960)。はたしてこれらは、メアリ・アニングの実像を伝えているであろうか。私には、デ・ラ・ベージュ (1796-1855) によって描かれたといわれる水彩スケッチのほうが、メアリの雰囲気을伝えているように思われる (図1)。

ライムリージス

イギリス南部、ドーセット (Dorset) 海岸にあるライムリージスは、イギリス海峡に面した小さな田舎町である (図2)。夏は、海水浴客で賑わう。海岸沿いには、ブラックベン (Black Ven) 山や、ゴールデンキャップ (Golden Cap) 山が並び、美しい光景を提供している。メアリの生きていた時代から、観光地バース (Bath) と道が通じ、多くの金持ちの観光客がライムリージスを訪れていた。ライムリージスはまた、イギリスの下部ジュラ系ライアスを代表する地層が露出して、

それこそ踏みつけなければ歩けないほど化石を多産する。地層はゆるく東に傾斜しているから、海岸を東へ歩くと、だんだんと上位の地層が観察できるようになる。

ライムリージスはいろいろな文学作品にも登場している。ジェーン・オースティン (1775-1817) は、小説『説きふせられて』(オースティン, 1942) でルイーザ・マスグロウヴの墜落の舞台とすることで、ライムリージスのコブ (The Cobb, 海に突き出た防波堤) を不滅のものとした。また、ジョン・ファウルズ (1926-) の小説『フランス軍中尉の女』(ファウルズ, 1982) の舞台はライムリージスであり、ハンマーを持って化石を探している青年が登場する。この小説の映画化にあたっては、現在のライムリージスの町でロケが行われた。道路から自動車をしめ出し、道路に砂利を敷くと町そのものが19世紀中期になってしまったそうである。映画の冒頭シーンは荒れる海を前にして、コブに立つ黒いマントを着た女性の描写から始まる。

メアリ・アニングに魅せられた人

メアリ・アニングは、もちろん論文も本も書い



図1. 水彩スケッチのメアリ・アニング (Tickel, 1995).

Fig. 1. A water-color sketch of Mary Anning (Tickel, 1995).

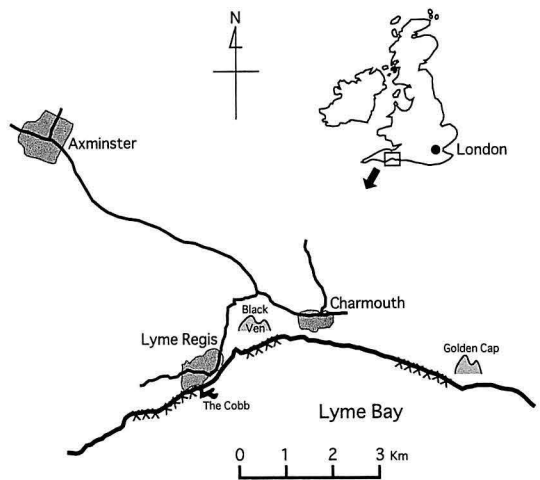


図2. ライムリージス近辺。斜線部は化石の多産するところ。

Fig. 2. Index map of Lyme Regis. Fossiliferous localities are shown by shadow.

ていない。彼女がどんなことをしたのか、何があったのかは、その後の人間が探さなければ確実に埋もれたままである。彼女の何が魅力なのか、なぜ、彼女の全貌を明らかにしようとしているのか。

### メアリ・アニングと同時代の人々

メアリ・アニングは魚竜発見、化石の連続的発見、化石商としての成功により、小さな田舎町で一躍有名となった。最初にメアリのことを記したのは、ライムリージスで学校を開き、校長となり、郷土の歴史をまとめたジョージ・ロバーツ(1804-60)である(Roberts, 1834)。メアリは生きながらにして歴史的人物となった。もちろん、当時の著名な作家チャールズ・ディッケンズ(1812-70)の筆でも書かれている(Dickens, 1856)。ジェーン・オースティンも、その書簡の中で、1803, 04年にライムリージスに行き、メアリの父にあったことを記している(Tickel, 1995)。

### ウィリアム・D. ラング (William D. Lang, 1878-1966)

ライムリージスでジュラ紀の化石を研究した人は、なぜか、メアリ・アニングに魅せられてしまうようである。1939年から1963年まで、精力的にメアリ・アニングの一次資料を掘り出して発表したラングは、ライムリージスの地層や化石を精力的に研究している(Lang, 1939; 1945; 1950; 1953; 1956; 1959; 1960; 1963)。私が1988年にオストラコダ用の資料を採集した露頭は全部ラングの層準番号がついていた。

ロンドンの自然史博物館の歴史(Stern, 1998)を読むと、ラングはインドで生まれ、ケンブリッジで動物学を修めた後、1902年からロンドン自然史博物館に勤めた。原生動物、腔腸動物、海綿動物の部門の助手から始まり、1928年から1938年まで地質部門の長をしている。博物館のキュレーターを専らし、1928年にはロンドン地質学会からライエルメダルを授与された。また、1929年には王立協会会員となっている。彼の興味は実はライムリージスに住む若い女性にあった。ついに10年間かかって、両親の反対を押し切って彼女

と結婚することに成功した。彼は60歳で退官するとロンドンには何の興味もなく、ライムリージスの隣のチャーマス(Charmouth)に移り住み、その自然史の研究に没頭した。こうしてラングは、退官後の生涯をメアリ・アニング研究に捧げた。

ラングが依拠した一次資料は、地域の年報、ロバーツの郷土史の本、当時の地方新聞、同時代の有名な地質学者の伝記、書簡、日記等にわたる膨大なものであった。そして、メアリ・アニングのバックランド(1784-1856)あての手紙とマーチソン夫人(c.1788-1869)宛の手紙を発見し、紹介している(Lang, 1945; 1950)。

ラングの研究は、メアリに関するどんな些細なことももらすまいとする貴重な報告で、後のメアリ・アニングの紹介記事(たとえば、ヴェルンホフナー, 1993)のほとんどは、情報源をラングに負っている。生前から伝説化され、実像のぼやけたメアリではあるが、少なくともラングの報告によれば、メアリ・アニングの実像は、厳しい生活環境にありながら科学者を超越するほどの化石ハンターであり、地域の人々に施す誠実な女性であり、また時には自らの業績を誇る尊大な一面があったことがあきらかにされている。

多面的で、矛盾するからこそ真実性の強い、生々しい人物像がラングによって示されたにもかかわらず、その後の多くの著者は、彼女を紋切り型の紹介にとどめ、あるいは特定のイメージだけを与えるような表現に終始した。カナダの博物館に勤めていたヘレン・ブッシュ(Helen Bush)は、ライムリージスで現地調査をして、こども向けの本を書いた(Bush, 1967)。メアリの子供時代のみを扱っており、メアリ・アニングと、後にロンドン地質学会会長となり、メアリ・アニングの弔辞を述べたデ・ラ・ベージュは、いいお友達同士として扱っている。日本語でも『海辺のたから』として訳されており(ブッシュ, 1977)、これもメアリの原イメージとなっている可能性がある。

### ヒュー・トレンズ (Hugh Torrens, 1940-)

トレンズは現在、イギリスはキール大学の教授であり、国際地質学史学会の会長でもある。彼自



身の言葉によれば、「半分は地質学，半分は科学史を研究している」そうで，イギリス南部の地質学者であり，ジュラ紀アンモナイトの研究者であると同時に，1991-1993年はイギリス科学史学会会長を務め，1997年のライエル・ハットン200年記念会議のロンドン会議（主にライエルについての会議）の議長であり，巡検の案内者でもあった。

トレنزは，1993年イギリス科学史学会会長講演でメアリ・アニングについて語った（Torrens, 1995）。この論文は，1970年代後半以降のメアリ・アニング研究の総決算である。メアリ・アニング研究を個人の歴史から科学史の世界に載せたのである。有名人としてのメアリーではなく，実際に化石を掘り起こしていたメアリーの実相に迫ろうとする，科学史家の活躍が集約されている。トレنزの研究は，もちろん彼以前の研究をまずレビューし，さらなるメアリーの一次資料の発掘に努力している。ロンドン自然史博物館に保存されていたメアリーの手紙を解読し，また，教会の洗礼記録をあたって，メアリーの出自を明らかにしている。メアリーの手紙は図3のように，表裏の文字が透き通っていて，まことに読みにくく，解読せねばならないことがしばしばある。

ラングの研究と大きく異なっているのは，あくまで標本にこだわろうとしたことにある。驚いたことには，ほとんどの標本のラベルには，メアリーのことが何も書いていなかった。標本を購入したときの領収書，あるいは，小さなメモ，そういったものが大変重要となった。メアリーの手紙に書かれている図と標本を較べて，ひとつずつメアリーの業績を明らかにしていくしかなかったのである。メアリ・アニングの発見した化石の全貌はいまだわかっていない。いったい，何をいくつ発見したのかわかっていない。ケンブリッジ大学標本がようやく明らかにされただけで（Price, 1986），オックスフォード大学の標本もロンドン自然史博物館の標本の調査も終わっていない。

トレنزは一次資料の散逸を大きく嘆いている。彼女の発見した標本は，イギリスから，ヨーロッパ各地，アメリカ，あるいはオーストラリア等へ散らばっていた。まさかと思うが，メアリ・ア

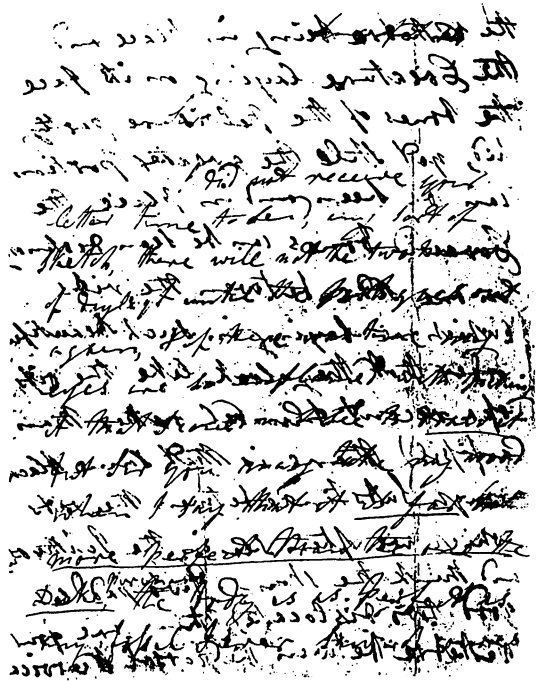


図3. バックランド宛てメアリ・アニングの手紙。日付不明。「本日はあなたからの手紙を受け取れなかった。素晴らしい首長竜の標本を発見した」と書いてある。

Fig. 3. The beginning part of Mary Anning's letter to Buckland. Date unknown. "Sir I did not receive your letter time to send any sort of sketch, there will not the two hour of daylight until the post goes out again! if there was time my eyes are to be certain with picking it that I could not see the...it but Sir you may take my word when I say that it is far more perfect than the one the Birmingham Dukê the body is as perfect as any fossil I ever sh...of co...rs"

ングの標本が日本にまで来ている可能性もないとはいえない。また，当時顧客としての地質学者にメアリーが送った多くの書簡類も，散逸していた。これはあってはならないことである。

### 地質学史の変化

メアリ・アニングに熱い眼差しが注がれるようになったのは，科学史の進め方が大きく変化したことが強く影響している。トレنزのメアリ・アニング研究にもその一端がうかがわれる。

1970年代のなかごろ，イギリスの科学史家た

ちは、科学史が、そして地質学史がどうもおもしろくないと感じ始めていた (Jordanova and Porter, 1979). いつも、決まったありきたりの研究を繰り返しており、なぜおもしろくないのだろう、どうやったらこの状態を切り開けるのだろうかと考えた。まず、いわゆる科学史研究家ばかりではなく、宗教史家や、社会史家、美術史家、地図制作者、博物館員などに集まってもらって、1977年に「地質学史の新しい展望」と題するシンポジウムを開いた。それまでに研究してきた地質学史を再検討してみた。明らかになってきたのは、18世紀くらいから始まったといわれる地質学の歩みの中に、その歩みを肯定する形で地質学史が編まれてきたことである。ほんとうに18世紀にハットンやライエルが地質学を始めたのであろうか、いわゆる大学者だけが地質学を進めてきたのであろうか等の疑問を投げかけ始めた。急進派は「ハットン・ライエル神話の崩壊」なることまで言い出した。地質学史はおもに Zittel (1901) や Geikie (1897) の編んだ教科書が有名であるが、その内容に疑問を投げかけた。いわゆる英雄列伝ではなく、広い意味の地球について普通の人々がどのように考えてきたか、その考えの中に地質学の歩みがあると考えるようになった。もちろん、この地質学史のゆさぶりは、地質学自身がグローバルな地球科学へと新しい形へ踏み出していったことも大いに関係していると私は考える。

#### メアリ・アニングの魅力

多くの研究者を引きつけるメアリ・アニングの魅力は、彼女がいわゆる研究者、学者ではないことにある。古生物学の研究には標本が必要であり、メアリは素晴らしい標本の発掘に寄与したにもかかわらず、当時も現在も正当に評価されていない。メアリは研究者・学者ではないにもかかわらず、時に彼等を凌駕することがしばしばあった。メアリの魅力の一端をいくつかを述べる。

#### 採集者と蒐集家

メアリ・アニングは実際に化石を見つけて掘った(大きい化石は他人の手を借りて掘った)人間である。これに対して、標本を集めている人間が

メアリ・アニングのまわりにはたくさんいる。ライムリージスに住む裕福なフィルポット姉妹が幼いメアリ・アニングの採集した化石をかなり買い取ってくれた。採集した化石の競売は、まずロンドンで1820年(メアリ21歳)に開かれ、バーチ大佐なる人物が競売に介在した。この競売はどん底状態にあったアニング家の経済状態に光をもたらした。次第にメアリは、もっと大きな蒐集家と接触し始めた。1844年にはサクソニア王自らがメアリを訪問した。メアリの大きな発見は地方新聞ですぐに報道され、バックランド、デ・ラ・ベッシュ、コニベア(1787-1857)、マーチソン(1792-1871)、セジウィック(1785-1873)などの古生物学者がすぐ行動を起こせるように待機するようになった。

このように、メアリ・アニングは、古生物学の勃興期に、まさに科学者として大きく貢献したにもかかわらず、化石のラベルには名前が記されていない。実際の仕事への評価がなされてこなかったのである。現在の科学史家たちは実際に化石を集めた人、すなわち「手の仕事」がもっと評価されてよいと考え始めた。

一般に化石の種名には、著名な研究者や採集者の名前が用いられることが多い。フィルポット姉妹や、バーチ大佐は、化石の種名に献名されたり、標本のラベルに名前が記されていたりする。ところが、イギリスの地質学界は、メアリ・アニングから多くの化石の標本を購入しながら、メアリの生前には彼女に献名することをしてこなかった。1841年と1844年にスイスの古生物学者アガシー(Luis Aggasiz, 1807-1873)によってイギリスの魚化石に *anningiae* という種名が献名されているだけである (Torrens, 1995)。

メアリの死後、イギリスでは、1878年 R.F. Tomes がライアスのサンゴに *anningi* を献名した。1936年には Cox が中生代二枚貝に *Anningia* を献名したが、これはホモニム(1927年、南アフリカの R.Broom が爬虫類に *Anningia* という属名をつけた)であったので、1958年 *Anningella* に改名された (Torrens, 1995)。

オストラコーダには *Cytherelloidea anningi*

(Lord, 1974) という種がある。メアリに献名したロードもジュラ紀のオストラコダの研究者であり、ライムリージスのオストラコダ巡検の案内者でもあった。メアリ・アニングの肖像画を見るために、英国地質学会の建物に私を案内してくれた人物でもある。

研究者を凌駕する

メアリ・アニングは正規の教育をほとんど受けていないが、当時の研究者あるいは、現在の研究者を凌駕するような化石や生物の知識を有していた。彼女は化石標本を高く売りつけるために、その標本がどれだけ高い価値を持つかを各研究者あての手紙で綿々と述べた。その文は研究者の記載論文に匹敵し、学術用語は正確に使われ、鑑定のはうは必要十分に押さえられている。

現在尾部のみオックスフォード博物館に保管されている魚化石 *Squaloraja* の例が有名である。メアリ・アニングは1929年に、図4のように奇妙な格好をした化石を発見し、古生物学者に売ろうとした。研究者であるリレイ (Riley, H., 1797-1848) やアガシーは *Squaloraja* という名前が示すように、サメ *squalus* とエイ *raia* の中間に位置すると考えた。時代はダーウィンの『種の起源』以前である。研究者の頭の中には、「失われた環」があり、この化石はそれをつなぐものと考えられた。それに対してメアリ・アニングは、ライムリージスで魚が容易に入手できるので、エイを解剖して、その骨格を調べ、*Squaloraja* はエイの仲間であると主張したのである (Taylor and Torrens, 1987)。現在では、*Squaloraja* はキメラをもったエイと考えられている。

メアリのしたたかさ

メアリ・アニングは化石標本を高く売るために、ある研究者には値段を告げずに売り込み、他の研究者にも話を持ち込んでいることを黙っていたり、また他の研究者にはもっと高い値段をふっかけるというしたたかな商人であったことが、メアリの手紙を丹念にたどることでわかってきた。自分で発見した化石の値段をどのようにつけたのだろうか。その価格を現在で評価すると、どれくらいに

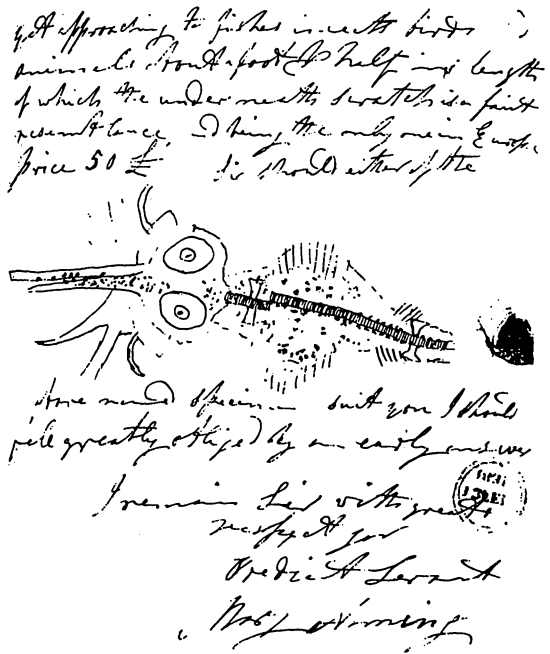


図4. 1831年2月11日付、セジウィック教授宛のメアリ・アニングの手紙。魚化石 *Squaloraja* のスケッチが描かれている (Taylor and Torrens, 1987)。

Fig. 4. Part of Mary Anning's letter of Feb. 11th, 1831 to Professor Sedgwick (Taylor and Torrens, 1987). yet approaching to fishes insects birds and animals about a foot! half in length of which the underneath scratch is a faint resemblance, and being the only one in Europe price 50 £ Sir should either of the above named specimens suit you I should feel greatly obliged by an early answer I remain sir with great respect your obedient Servant Mary Anning.

なるだろうか。

*Squaloraja* 標本については、メアリ・アニングはセジウィックに50ポンドという値段を要求している。その後、中間の化石蒐集家には35ポンドに値段を落として要求している。実際にはいくらで買われたかは不明である (Taylor and Torrens, 1987)。この50ポンドは現在ではいくらになるか。単純に貨幣価値の変動率をかければいいのか。おそらくこの変動率はロンドンや都市部を中心としたものである。ライムリージスのような田舎町では貨幣価値はもっと高いと思われる。メアリ・アニングの要求額の中には、

化石掘りの人夫賃、梱包費、船または汽車や馬車の輸送費等の必要経費とともに、もちろん、化石業としての生活の糧、そして事業の運用費が入っていたと思われる。

メアリ・アニングの発見した化石標本で最も高い値段のついた標本は、1820年に競売に付された最初の完全な首長竜と考えられている。競売の最初は300ポンド（単純計算で1988年現在6156ポンド）の値が付いたが、最終的に152ポンドで売られたという記録が残っている。

### 宗教、その他

メアリは生まれてすぐ非国教会派の教会（現在は何と恐竜博物館）で洗礼を受けている。父も母もそのもっと前の家系も、非国教会派であった。おそらくデボンのコリトンの家系と考えられている。ところがお墓は国教会派の教会にある。彼女の死後、彼女に献呈されたステンドグラスも国教会派の教会にある。非国教会派からなぜ国教会に変わったのか、その理由は私にはいまだ不明である。これはこれから開かれるシンポジウムで明らかになるとと思われる。

メアリ・アニングは生涯独身であった。女性としていったいどのように生きたのであろうか。メアリ・アニングの生きた時代はヴィクトリア朝前期であり、イギリスで婦人参政権運動の起こる前のことである。くわしい研究が待たれる分野である。

### まとめ

メアリ・アニング研究が進んできて、メアリの全貌が少しずつ明らかにされてきた。これは古生物学史が、英雄伝説ではなく、社会全体の古生物学への認識がどのように変化してきたかを探る、新しい方向で進み始めたことでもある。ただし、トレنزが1995年に強く批判しているにもかかわらず、実際には、メアリの紹介がまだ、子供時代の発見に集中している。新しい古生物学史もまだ歩み始めたばかりである。科学史家がさらに声を大きくして主張していかねばならない。

1998年、イギリス古生物学会はアマチュアへの賞をメアリ・アニング賞と改名した。メアリ・

アニングは真のアマチュアであろうかという問題もあるが、ここには、古生物学を誰が担っていくのかという大きな問題がかくれているように思う。メアリ・アニングの生きていた時代には、化石の発見そのものが学問を大きく進めていたから、古生物学者と化石採集家が共同作業をしていたと思う。現在のように化石について研究すること、コレクターとして化石を蒐集することが別ではなかった。化石の研究者と採集者が協力して、化石への理解を深めていたように思う。現在でも古生物学の本質は変わらないと思う。古生物学者はその学問の意図を多くの人々に明確に示さなければならぬだろうし、コレクターは学問の動向を警戒するとはいわないまでも、もっと注目していかなければならないであろう。メアリ・アニングの研究史を通して、もっと古生物学が身近なものになり、実り豊かな古生物学の研究が生まれてくることを祈る。

### 謝 辞

私自身のメアリ・アニング研究は、1996年、フランツ・ヒルゲンドルフ（1839-1904）展の準備を通して、威友吉川惣司氏（脚本家・日本放送作家協会会員）に出会うことから始まった。吉川氏はまさに日本での「メアリ・アニングに魅せられた人」であった。1997年のライエル・ハットン200年記念会議で、メアリ・アニング研究の大家であるとは知らずに、ヒュー・トレنز氏にうっかりメアリ・アニングのことを話しかけたために、1998年には、ヒュー・トレنز夫妻、アラン・ロード夫妻、そして吉川惣司氏とライムリーズで現地調査を行うことに発展した。トレنز氏を通して、ロンドン自然史博物館のジョン・サックレイ氏からメアリ・アニングの書簡のコピーを送っていただいた。この小文を書くにあたっては、もちろん吉川惣司氏を始め、千葉県立中央博物館の森田利仁氏、福井県立博物館の佐野晋一氏、千葉県立千葉高校の山田俊弘氏に有益なるご助言をいただいた。なお図の一部は東京大学地質学教室の大和田正人氏に手伝っていただいた。衷心より感謝する。

## 引用文献

- オースティン, J., 1942. 説きふせられて. 358 p., 宮田あきら訳, 岩波文庫, 東京.
- Bush, H. B. 1967. *Mary Anning's treasures*. London Heinemann Educational Books Ltd., London. 128 p. (2nd ed.)
- ブッシュ, H. B., 1977. 海辺のたから. 254 p., 沢登君恵訳, めぶん児童図書出版, 心の児童文学館 1, 東京.
- Dickens, C., 1856. Mary Anning and the Fossil finder. *All the Year Round*, 13, 60-63.
- ジョン・ファウルズ, 1982. フランス軍中尉の女. 沢村灌訳, サンリオ, 東京, 417 p.
- Geikie, A., 1897. *The founders of geology*. Macmillan, London. 297 p.
- Jordanova, L. and R. Porter, 1979. Introduction. In Jordanova, L. and Porter R. eds., *Images of the Earth*, 1-14, British Society for the History of Science, London.
- Lang, W. D., 1939. Mary Anning (1799-1847.), and the pioneer geologists of Lyme. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 60, 142-164.
- Lang, W. D., 1945. Three letters by Mary Anning, "Fossilist" of Lyme. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 66, 169-173.
- Lang, W. D., 1950. More about Mary Anning, including a newly-found letter. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 71, 184-188.
- Lang, W. D., 1953. Mary Anning and the fire at Lyme in 1844. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 74, 175-177.
- Lang, W. D., 1956. Mary Anning and Anna Maria Pinney. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 76, 146-152.
- Lang, W. D., 1959. Mary Anning's Escape from Lightning. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 80, 91-93.
- Lang, W. D., 1960. Portraits of Mary Anning' and other items. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 81, 89-91.
- Lang, W. D., 1963. Mary Anning and a very small boy. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 84, 181-182.
- Lord, A., 1974. Ostracods from the Domesian and Toarchian of England. *Palaeontology*, 17, 599-622.
- Price, D. 1986. Mary Anning specimens in the Sedgwick Museum, Cambridge. *The Geological Curator*, 4, 319-24.
- Roberts, G., 1834. *The History and Antiquities of the Borough of Lyme Regis and Charmouth*. 385 p., Samuel Bagster, London.
- Stern, W. T., 1998. *The Natural History Museum at South Kensington*. 414 p., The Natural History Museum, London.
- Taylor, M. A. and Torrens, H. S., 1987. Saleswoman to a new science: Mary Anning and the fossil fish *Squaloraja* from the Lias of Lyme Regis. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 108, 135-148.
- Taylor, M. A. and Torrens, H. S., 1995. Fossils by the Sea. *Natural History*, 104 (10), 66-71.
- Tickel, C., 1995. *Mary Anning of Lyme Regis*. 32 p., Lyme Regis Philpot Museum, Lyme Regis.
- Torrens, H. S., 1995. Presidential Address Mary Anning (1799-1847) of Lyme; 'the greatest fossilist the world ever knew'. *the British Journal for the History of Science*, 28, 257-284.
- ヴェルンホーファー, P., 1993. 化石発見をめぐる歴史『翼竜』. 動物大百科別巻 2, 平凡社, 渡辺政隆訳, 長谷川義和監修, 24-43.
- 吉川惣司, 1996. 自然科学者メアリー・アニングー古生物学の偉大な素人たち. 千葉中央博物館編, 恐竜の足跡と謎の先カンブリア生物, p. 64, 65.
- Zittel, K. A. von, 1901. *History of Geology and Palaeontology*, 562 p., London. [translated by M M. Ogilvie-Gordon].

## シンポジウム特集

## 生物事変：復元の科学 3

海保邦夫\*・西 弘嗣\*\*・大野照文\*\*\*

大量絶滅や爆発的な進化など、生物に関する地球史上の大変化を生物事変 (bioevent) と呼ぶ。これらの生物事変の多くは、古くから年代区分の境界として用いられていたため、原因は特定できないにもかかわらず、その重要性は認識されていた。近年、地球環境問題が注目を集めるようになったこともあり、このような世界的な規模で生じた生物事変 (bioevent) と地球環境との相互関係を再認識しようとする研究が盛んに行われている。その際、古生物学的な手法だけでなく、元素、同位体比、バイオマーカーなど地球化学的な検討、またシュミレーションなどの手法も用いられた結果、これらの生物事変は小天体の衝突やスーパープレュームなどによって引き起こされた地球規模の環境変動に起因したことが明らかとなりつつある。

今回のシンポジウムでは、地球生命の進化史にとってきわめて重要であり、かつ研究がかなり進行している5つの境界事件を取り上げ、最新の手法を用いてどのように研究が進められているか、また生物の絶滅・進化をもたらした変動の原因がどこまで解明されているか、などを総括する目的で企画された。また、人類の未来を見つめるためにも、われわれ哺乳類の進化についても話題を提供していただいた。この「生物事変：復元の科学3」シンポジウムは次のような講演者・演題で行われた。

先カンブリア紀-カンブリア紀の生物事変

箕浦幸治

コメント

大野照文

ペルム紀/三畳紀境界の大量絶滅と古環境変動

磯崎行雄

コメント

江崎洋一

白亜紀中期の生物事変と古環境変動

平野弘道

コメント

長谷川卓

分子化石からみた白亜紀/第三紀境界の

古環境変動

有信哲哉

コメント

斉藤常正

暁新世末の温暖化事変と底生生物の絶滅事変

野村律夫

コメント

西 弘嗣

新生代の哺乳類進化と絶滅事変

瀬戸口烈司

生物事変の総合研究：白亜紀/第三紀境界と

ペルム紀/三畳紀境界

海保邦夫

今回のシンポジウムでは、古生物関係の話題提供を中心に行ったが、天文学、地球物理学、地球化学、生物学など多岐にわたる研究者もこれらの生物事変の研究に強い関心を示し、地球史プロジェクトを始めとして既に共同研究がなされている。古生物学会としても、この分野における研究は将来、基幹となるプロジェクトとなる可能性を秘めており、その意味からも復元の科学3として開催した。この特集では、講演者の方々に講演内容を簡潔にまとめていただいた。最後に、講演者、コメンテーターを始めとして、シンポジウムに参加し活発な議論をしていただいた会員の皆様に感謝の意を表するとともに、大量絶滅の原因やその後の環境回復と進化の関係などを明らかにする研究が、他分野の研究者と積極的に行われるようになるきっかけとなることを希望している。

\*Kunio Kaiho, 東北大学大学院理学研究科

\*\*Hiroshi Nishi, 九州大学大学院

\*\*\*Terufumi Ohno, 京都大学総合博物館

## 先カンブリア紀—カンブリア紀境界の生物事変

箕浦幸治\*

### 後生動物の出現と骨格の獲得

エディアカラ化石が発見される以前に知られていた最も古い化石動物は、カンブリア紀に入って多産する有骨格無脊椎動物であった。これより古い地層からの化石の産出は今世紀の中頃まで未知であり、カンブリア紀化石動物が明らかな先祖を持たない事実は、種の漸移的進化を信念の拠り所とした Charles Darwin を多いに悩ませた。後生動物の突然の誕生が与える進化論への矛盾と批判に、不安を感じないわけにはいかなかったのである。限られた当時の知識では、化石によってのみ生物の歴史が明らかにされ、化石が語られなければ進化論は意味をなさなかった。エディアカラ動物の存在を知る我々にとっても、バージェス動物にみる生体諸器官のみごとな完成度をみると、飛躍的生物進化の解釈をためらいもなく受け入れてしまいそうになる。Davidson *et al.* (1995) は、多細胞動物の初期発生過程で進化により基本的な器官形成が行われ、種の多様性が創出されたと解釈した。これに従えば、記録されなかった先駆的動物が存在することになる。

明らかに骨格を持った動物は、原生代最終期(5.9~5.7億年前)の地層から産出する *Cloudina* である。マグネシウム方解石 (Grant, 1990) でできていると考えられる骨格表面には円筒状の穿掘孔がしばしば認められ (Bengtson and Yue, 1992), 捕食—被食の関係がこの時期既に成り立っていたと推定される。エディアカラ化石動物群の消滅後間もなく原生代は終了し、続く新たな時代は、顕生代型動物の直接の祖先種の台頭により始まった。エディアカラ生物の絶滅から4,000万年の時を経て出現したその動物種は、体躯が数 mm と小さいが、リン酸塩質或いは炭酸塩質の外骨格を持ち、一部は明らかに海綿や軟体動物の特徴を有している。古生物学者は、これらを化石群集と

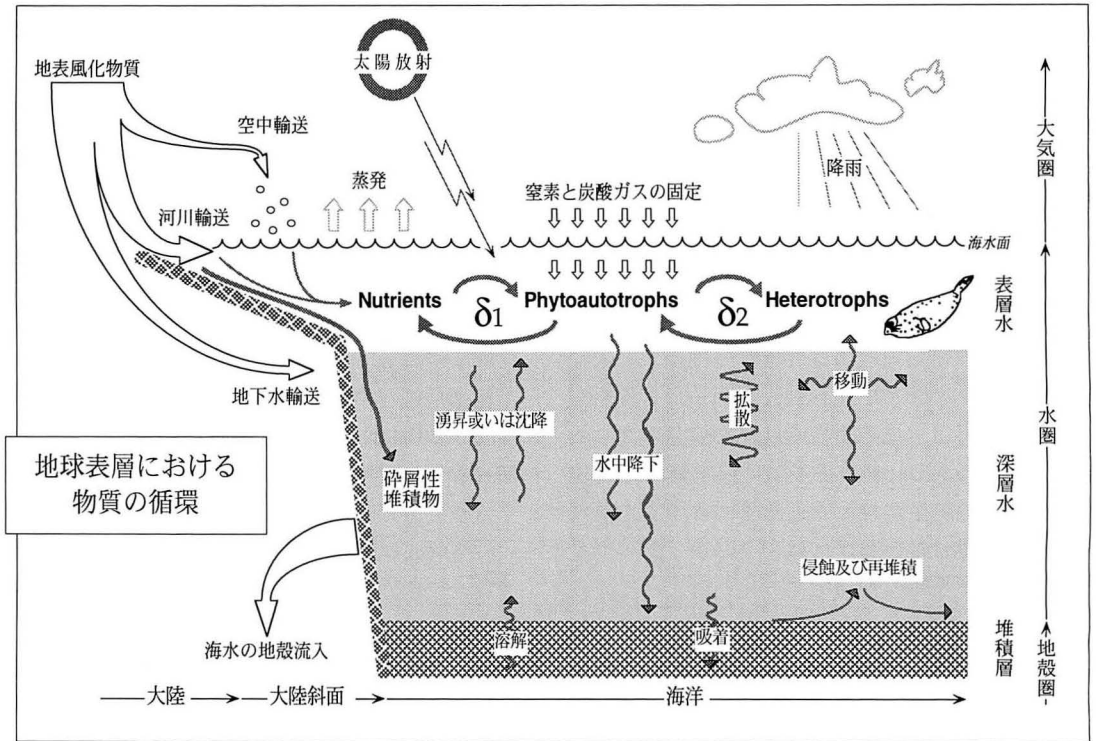
して認識し、カンブリア紀最初の時代区分である Tommotian に因んでトモチ化石動物群と命名した。この出現を持って、以後に継承される壮大な生物進化の幕開けとなった。生物化石の産出を詳細に検討してみると、原生代末期からカンブリア紀初期にかけての凡そ1,000万年間で動物の基本的な骨格化が完了しており (Lowenstam and Margulis, 1980), 骨格の獲得と種多様性創出はやはり突然であったことになる。

骨格形成に関しては特別な環境要因は存在せず、捕食—被食行動による生態学的効果が骨格の必要性をもたらしたとする解釈がある (例えば, Bengtson, 1994)。鉱物の沈殿は生態機能を維持するための本質的な代謝現象であり、突然進んだ骨格化を生存競争の所産とするのは当然ありうる見方なのかもしれない。しかし、*Cloudina* 化石殻の表面に穿たれた穴は生態的淘汰圧が加わった可能性を示唆するものの、骨格の獲得が捕食—被食効果だけで十分に説明がなされるとは考えにくい。事実、このころ地球環境は大きく変動し (箕浦, 1998), 新たな物質循環への適応が生物のさまざまな階層で試みられ、絶滅を回避し生存を勝ち得た有骨格無脊椎動物はやがて食物網の頂点を占めていったのである。

### カンブリア紀直前の食物網と生態系

骨格の獲得により、動物の運動・防御機能は向上し、捕食—被食作用を通して極めて効率的な食物網が古生代の始めに形成されることとなった。前期古生代動物群の出現である。Stanley (1876) は、穿掘性肉食動物が原生代の終わりに出現し、これらより逃避する行動が強い選択圧となって骨格が発達したと考えた。この考えを継承した Bengtson (1994) は、捕食—被食効果が骨格形成を促したと解釈した。動物による殻の穿掘と侵蝕は自然界で普遍的に認められる行動であり、現在の珊瑚礁で最も顕著に現われて物質循環の効

\*Koji Minoura, 東北大学大学院理学研究科



地表に於ける物質循環. 地球システムは相互作用 $\delta_1$ と相互作用 $\delta_2$ として記述され, これらの成り立ちを理解することにより, 生物-環境共生系の復元が過去に遡り可能となる.

率を高めている. こうした生態的機能は, 食物網が完備されることにより始めて発現されたはずである. カンブリア紀始めの海に, それまでとは大きく異なる生物の生存様式が出現したことが暗示される. それでは, 新たな生存系の発生を許容した地球環境に, 構造的革命がみられたのであろうか.

生命が地球上に誕生して以後, 生物の積極的な環境利用により, 物質循環のシステムが効率的に発展してきた. 現在の海洋における物質環境と合成及び堆積の過程を, 模式化して図に描いてある. 流体圏から除去される堆積物の質と量にみあう物質が, 様々な輸送系を通して絶えず海洋に供給される. 物質利用の行為を通して生物は地殻内部にまでその影響を及ぼし, 今や地球は生物-環境共生系と化している. 化石から類推される被食-捕食関係は, こうした地球システムの起源が, 先カンブリア紀終りの海に求められる可能性を示唆している.

原生代型植物の多くが, *Cloudina* の出現直前に絶滅している. 藻類の石灰分泌機能も低下しており (Riding, 1992), これ以降, 藍藻の石灰化によるストロマトライトの発達は大きく限られていった. ヴァレンジャー氷期が終了 (5.9億年前) して間もなく, エディアカラ動物が出現し, 原生代始めに出現した浮遊性藻類 *Acritarch* が絶滅している (Knoll and Walter, 1992). 真核生物が出現して以後最も激しい地球環境の変動は, ゴンドワナ大陸の出現をもって終息の時を迎え, カンブリア紀以降の新しい物質循環のシステムに受け継がれていった. 地殻の分裂→海洋構造の崩壊→地球寒冷化→生物爆発事件の図式は, Darwin を悩ませた突然とも言うべき種多様性創出の原因を理解する, 重要な地球史の手掛かりとなる. 生物群の交代に重複して骨格化石の産出が始まっており, 動物による骨格の獲得は, カンブリア紀直前の劇的な物質循環の変動と深い因果関係にあるに違いない.



## ブルームの冬 —古生代・中生代 (P-T) 境界の大量絶滅・環境変動シナリオ—

磯崎行雄\*

P-T境界(約2億5千万年前)の大量絶滅は、顕生代でおきた絶滅事件の中でも最大規模であった(Sepkoski, 1984など)。海底に固着生活をしていた動物やプランクトンの被害が甚大で、反対に遊泳能力のある動物には生き延びたものが比較的多かった。また陸上でも森林の大規模崩壊と昆虫類などの絶滅が認められ、当時の地球表層の様々な部分に生息していた多様な生物群が一斉に姿を消した(Erwin, 1993など)。

この汎世界的に同時におきた顕生代生物界最大のカタストロフィーは、汎地球規模の環境変化に起因すると一般的にみなされているものの、地球規模の環境変化をおこした根本的な原因については未解明である。中生代・新生代(K-T)境界事件の様な巨大隕石の衝突を示す直接的証拠は皆無で、惑星地球内に原因が求められる。気候の温暖化/寒冷化、海水塩分濃度の増減、生息域の減少など、様々の解釈が提案されてきたが、当時おきた地質現象の全てを合理的に説明できるものはなかった。

最近の10年間にP-T境界事件に関する研究熱がたかまり、新しい観点や研究手法を用いた研究によって次々に新知見がもたらされつつある。それによって境界の正確な年代決定、絶滅したグループの生物分類上の偏り、また16万年以内という短期間での炭素同位体比変化などが解明された(Bowring *et al.*, 1998; Knoll *et al.*, 1996など)。また日本での研究から、1) 超海洋パンサラサの遠洋深海における約2000万年間の酸素欠乏事件(Isozaki, 1997a)、2) 遠洋深海相境界層の硫黄同位体比の正シフト(Kajiwara *et al.*, 1994)、3) 遠洋浅海の石灰岩中の生物絶滅および炭素同位体の負シフト(Isozaki *et al.*, 1995; Musashi

*et al.*, in prep.), 4) 大量の有機炭素の超海洋への搬入(Isozaki, 1997b)、5) 遠洋深海相境界層からのバイオマーカーの産出(Suzuki *et al.*, 1998)などが解明された。これらが意味することは、次のように要約される。P-T境界では大きな環境改変イベントがおこり、それは当時の陸上、超大陸縁辺の浅海および超海洋のすべてにおける生物大量絶滅を導き、さらには未曾有の長期に及ぶ海洋酸欠事件や短期の炭素循環システムの急変をおこした。

大量絶滅と並んで、顕生代の中でこのP-T境界のタイミングだけにおきた全地球規模の特異な地質現象として、超大陸パンゲアの分裂開始と長期酸素欠乏事件が挙げられる。P-T境界事件の原因解明とは、汎地球規模でかつ数億年に一度しかおきない非日常的なこれら3つの特異な事件の因果関係の解明にはかならない。筆者は、P-T境界事件の究極原因をマントル内のスーパーブルームの活動に求めている(磯崎, 1995)。

固体地球は内部熱の最も効率的な放出プロセスとして、マントル内で間欠的に発生する巨大な上昇・下降流(スーパーブルーム)をもつ。超大陸の分裂はスーパー(ホット)ブルームの上昇に関連し、パンゲアの最初期分裂の場合、複数のスーパーブルームが南アフリカから欧州北部まで並んで上昇したことによって引き起こされた。高温のブルームの頂部が既存の大陸プレート下に到達すると、大規模な部分融解がおこり異常な火山活動がおきる。この火山活動は、通常の沈み込み帯、海嶺あるいはホットスポットのものとは比較できないくらい大規模で、しばしば洪水玄武岩が噴出する。特に初期活動はきわめて爆発性の高いキンパーライト噴出を伴うらしい。

異常な火山活動によって大量の粉塵とエアロゾルが成層圏まで噴き上げられると、太陽光の遮断がおこり、短期間の気温低下がおきる。また植物

\*Yukio Isozaki, 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系宇宙地球科学教室

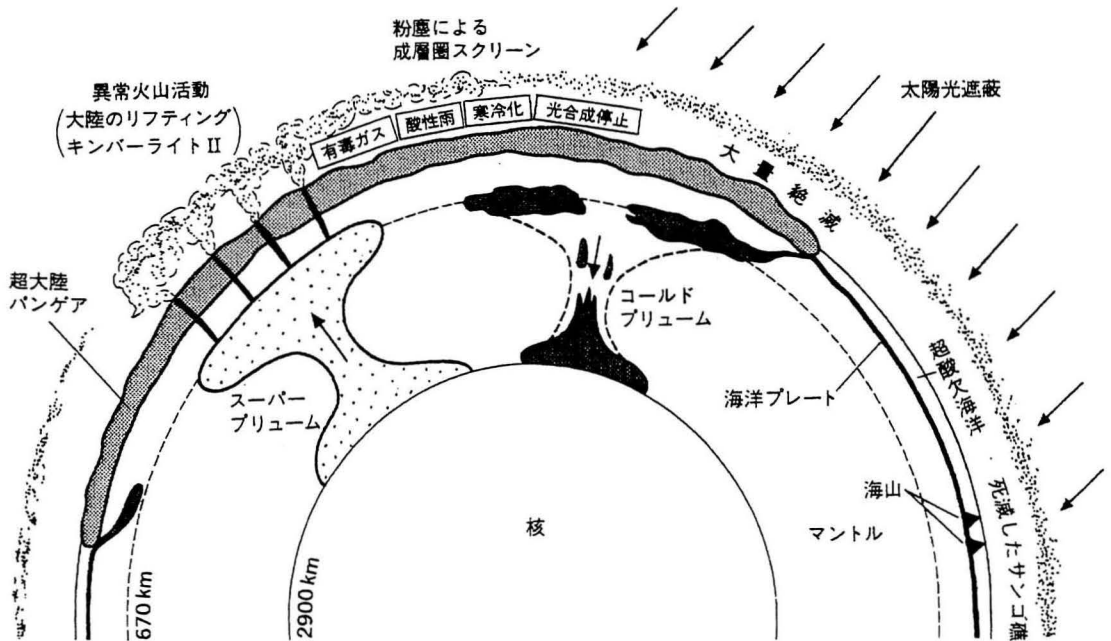


図1. P-T境界(約2.5億年前)時におきた「プルームの冬」の概念図(磯崎, 1995). 核・マントル境界で発生したスーパー(ホット)プルームの上昇により, 異常な火山活動がおこり, 成層圏に巨大なダスト・スクリーンを作った. その結果, 光合成停止をはじめ表層環境は激変し, 生物の食物連鎖が崩壊し, 大量絶滅や長期酸欠が導かれた. また上昇したプルームに引き裂かれるように, 超大陸パンゲアも分裂し始めた.

は光合成不能となり, 食物連鎖の基盤が崩壊する. その後, 地表は火山ガスの集積と温室効果によって温暖化に転じる. このような状態が長期間続くと, 植物そしてそれに依存する動物も大きな打撃を被り, 一方で大気・海洋, とくに超海洋の深海では酸素欠乏がおきると考えられる. この一連の事件連鎖は, 核爆発や巨大隕石の衝突という異なった原因を想定した「核の冬」あるいは「衝突の冬」というシナリオに類似するので, 「プルームの冬」と呼ぶことにする.

P-T境界でおきた3つの特異なグローバル事件(大量絶滅, 長期酸欠, 超大陸分裂開始)を统一的に説明できる仮説として「プルームの冬」は有望である. P-T境界事件の究極原因は固体地球内最大の物質移動であるスーパープルームの上昇にあり, 超大陸が分裂し始めた時に「プルームの冬」シナリオにそってグローバル環境変化がおきたと推定され, 生物大量絶滅や特異な酸欠地層の堆積はその結果とみなされる. P-T境界研究は, まだ状況証拠から原因を推定する段階にあるが, 今後スーパープルーム活動の直接的証拠の解明が期待

される. ちなみにスーパープルームの活動と超大陸の分裂はP-T境界以前にも何度かおきており, 各々の時期にも同様な「プルームの冬」と大量絶滅がおきたことが推定される. 先カンブリア時代の大きな生物入れ替わり事件についても, このような観点からのアプローチが必要である.

## 文 献

- Bowring, S. A. *et al.*, 1998, *Science*, **280**, 1039-1045.  
 Erwin, D. H., 1993, *The great Paleozoic crisis*. Columbia Univ. Press, 327p.  
 Isozaki, Y., 1997a, *Science*, **276**, 235-238.  
 Isozaki, Y., 1997b, *Geol. Soc. Amer. Abst. Program*, **29**, 339.  
 Isozaki, Y. *et al.*, 1995, *Eos*, **76**(43), F306.  
 磯崎行雄, 1995, *科学*, **65**, 90-100.  
 Kajiwar, Y. *et al.*, 1994, *Paleogeogr., paleoclim., paleoecol.*, **111**, 367-379.  
 Knoll, A. H. *et al.*, 1996, *Science*, **273**, 452-457.  
 Sepkoski, J. J. Jr., 1984, *Paleobiol.*, **10**, 246-267.  
 Suzuki N. *et al.*, 1998, *Paleogeogr., paleoclim., paleoecol.*, **141**, 53-65.

## 白亜紀中期の生物事変と古環境変動\*

平野弘道\*\*・利光誠一\*\*\*・松本 崇\*\*\*\*・高橋一晴\*\*\*\*\*

## はじめに

白亜紀の環境諸要素の変動については、Larson (1991) の第 1 図が便利でよく引用されている。その示している内容を簡略に述べると、白亜紀はその中期をピークに海洋地殻の生産量の著しい増加があり、これはスーパープルームの上昇によるもので、すべての環境要素の変化はこのことに由来するとしている。他の時代の 2 倍を越える海洋地殻の供給の結果、海水準・気温・水温の上昇が起こったとしている。白亜紀は多くの証拠から温室時代と言われてきた (Price *et al.*, 1998)。しかし、最近の General Circulation Model (Price *et al.*, 1998) によれば、白亜紀前期に高緯度には小規模な通年性の氷冠 (small permanent icecap) が存在するというので、そうであれば氷河起源の礫の存在も説明できる。

白亜紀の 12 の期の境界の多くはアンモナイト類で定義されてきたので、アンモナイト類の多様性や種構成などの変化と時代境界が一致すること自体は当然である。House (1989) によると白亜紀の始まりとともにアンモナイト類の科の多様性は増大し、後期 Albian 期から前期 Cenomanian 期にかけて多様性のピークを形成している。この科の多様性変動も Larson がとりまとめた環境の諸要素の変動パターンとかなり良い一致を示している。

## 日本のアンモナイト類の種の多様性の変動

私たちは日本のアンモナイト類について全白亜

紀を通じて種レベルでの多様性の変動を求めた。900 余種をリスト・アップし、詳細は未だ解析中であるが、多様性の高い幾つかのピークが認められた。それらは、前期 Barremian 期、後期 Aptian 期、後期 Albian 期、中期及び後期 Turonian 期、中期 Coniacian 期、Santonian 期であり、白亜紀を通じて最大の多様性を示すのは後期 Albian 期である。当然のことながらこれらのピークの間には多様性の極小期がパターン上認められる。それらの内多様性の実数 (種数) から見て顕著な時代は、前期 Aptian 期、中期 Albian 期、後期 Cenomanian 期、前期 Coniacian 期である。また一方の軸に放射年代を入れて変化の傾きを見ると全体を通じて、多様性の増加は比較的急速に、減少は比較的緩やかに推移している。白亜紀後期については、Santonian 期のピーク以降概ね減少の一途を辿っているとみることが出来る。

## 白亜紀の海洋無酸素事変について

現在、白亜紀には 3 回の海洋無酸素事変 (Oceanic Anoxic Events ; 以下略して OAE と記す) が知られ、古い方から OAE 1 ~ 3 と番号が付されこれらのうち OAE 1 については OAE 1a ~ 1d の 4 回が識別されている (例えば Bralower *et al.*, 1993)。

OAE は典型的には生物攪乱を受けていない有機物の多い地層、具体的には黒色泥岩や黒色の泥灰岩が、特定の層準で広域に存在することにより示される。そして、炭素同位体比が、その層準で正方向にシフトすることが多くの例で知られている。このような現象を説明するモデルには幾つかあるが、良く議論されているのに 2 モデルある。一つは、OAE 2 (C/T 境界) のように海水準の上昇と一致し、温暖期を示すこと、堆積物が前述のように有機物に富んでいること、炭素同位体比が地球規模で同時に正方向にシフトすることから、

\*Bioevents and paleoenvironmental changes in Mid-Cretaceous

\*\*Hiromichi Hirano, 早稲田大学教育学部地球科学教室

\*\*\*Seiichi Toshimitsu, 地質調査所地質標本館

\*\*\*\*Takashi Matsumoto, 早稲田大学大学院理工学研究科物理・応用物理学専攻

\*\*\*\*\*Kazuharu Takahashi, 早稲田大学大学院理工学研究科資源及材料工学専攻 (現: 日鉄鉱業株式会社)

海洋の植物プランクトンに代表される一次生産の増加が挙げられている (Jarvis *et al.*, 1988).

今一つは、多量の有機物が碎屑物とともに海洋に運搬された結果とするもので、海水準が低下したとき、或いはその他の気候的な原因から陸源の有機物・碎屑物の供給量が増加したときに生じ得る (Erbacher and Thurow, 1997). この場合は、後背地の諸条件、堆積盆の形状によって違いがあり、炭素同位体比の変動は必ずしも生じるとは限らない。

### 日本の前期白亜紀 OAE

OAE 1 は前述のように 1a~1d の 4 回が識別されている。日本では私たちが蝦夷累層群の夕張岳の麓の北大夕張のセクションで実例を示してきた (例えば Hirano and Fukuju, 1997; 高橋ほか, 1997). 北大夕張のセクションでは、露頭の連続が必ずしもそれほど良くはなく、構造的にも高嶋ほか (1997) の優れた成果が示しているように必ずしも簡単ではない。それでも TOC および  $\delta^{13}\text{C}$  の変動曲線、年代からそれぞれ OAE 1a~1d に対比できると考えている。

炭素同位体比の変動について Erbacher and Thurow (1997) によるイタリアのセクションでは、OAE 1c については  $\delta^{13}\text{C}$  の正のシフトが得られず、これは碎屑性の OAE であろうと著者らは述べている。しかし、北大夕張では  $\delta^{13}\text{C}$  の正のシフトが得られている。前弧海盆は石灰岩プラットフォームに比べはるかに地層が厚いので記録の欠落が少ないと考えられる。そのように見ると OAE 1c は碎屑性でなく、1a, b, d と同じ海洋一次生産の増加によると考えられる。

OAE を地球科学的に立証する海底の溶存酸素量の見積もりについては、生痕相の有無、あればその程度から推測することがなされているが、私たちは環境復元に関係のある主要元素、微量元素、それらの元素比、ホパン・ビスノルホパン・ダイアホパン・トリホモホパン・テトラホパン・ペンタホパン・オレアナン等のバイオマーカー、その他ステランの分析等により堆積時の海底付近の酸化還元状況を求めた。それらの結果は、OAE 1a~1d に対比した層準では全有機炭素量

(TOC) が高く  $\delta^{13}\text{C}$  に正のシフトがあり、還元環境と結論され、大変良い一致を示している。

### 日本の白亜紀中期の OAE

Cenomanian/Turonian 両期境界の OAE 2 については Hasegawa (1997) が国際的に見ても高い精度で優れた成果を上げている。1996年に私達は夕張白金澤の C/T 境界を挟んで 1 m 毎に試料をとって主要元素・微量元素・希土類元素等の分析をおこなった (Arai and Hirano, 1996). これに先立って Orth (1989) によって北米で Ir の分析がなされ、OAE 2 の事変発生の契機としては Hot spot の活動があったという高い可能性が指摘された。しかし、私達の分析結果では分析値を規格化して比較したが、特段の情報は得られなかった。ところが、Reyment (1998年私信) によると OAE 2 の層準とその上下の層準の間で、多変数解析を行うと違いが見出されると言うので、目下共同作業中である。

### 日本の後期白亜紀の OAE

白亜紀には以上紹介した 2 回の OAE のほかに Coniacian 期に始まる OAE 3 が知られている。これは換言すると *Didymotis* event (例えば Wood *et al.*, 1984) と同義と思われる。底生生物が殆ど産しないヨーロッパの当該層準で、底生とは思いにくい薄殻の二枚貝 *Didymotis* が黒色泥岩中に多数産出する。蝦夷累層群においても場所によりそのような現象が認められ、黄鉄鉱の産出を伴い、黒色泥岩のラミナが良く保存されている例があるが、未だバイオマーカー分析や炭素同位体比分析は行われていない。

### OAE と古生物多様性の変動

進化古生物学にとって重要なことは、OAE の生じたときにアンモナイト類の種多様性に相関のある変化が認められるかどうかを明らかにすることである。年代を整理すると、現在の知識で OAE 1a は Barremian 期の終わりから Aptian 期にかけて、1b は前期 Albian 期、1c は中期 Albian~後期 Albian 期の前期、1d は後期 Albian 期となる。後期 Albian 期からアンモナイト類の多

様性が高くなることは知られていることであるが、日本全国のアンモナイト類産出記録においては、OAE 1d とその後を区別するだけの分解能がない。その他の時代ではいずれも OAE の時に低い多様性、高い絶滅率を示している。興味あることとして、そのようなときにも拘わらず、放散率は高いことが指摘できる。

C/T 境界の OAE 2 になるとデータは豊かで、年代分解能も高い。この時、絶滅率はやや高いがそれ以上に放散率がゼロであること、すなわち後期 Cenomanian 期を二分してみるとその間に新しい種の出現がないことがわかる。

OAE 3 についても、高い絶滅率と大変に低い放散率が読みとれる。

まだ解析中であるが、一部の年代分解能の低い時代を除いて、日本のアンモナイト類の種多様性の変動は OAE と極めて良い相関があると言えるようである。

#### 今後の課題

まとめに替えて今後の課題を示すと(1)大型化石、底生生物化石が産しないところでは浮遊性化石により年代分解能を上げること、(2)酸化還元環境指標のバイオマーカー分析のデータを全時代に渡って増やすこと、(3)炭素同位体比のデータを増やし、生物一次生産の変動に注意を払って、炭素循環の立場から全地球的視野で地球環境の解析をすること、(4)また、炭素同位体比変動は年代対比の新しい尺度となりうるので、炭素同位体比変動標準曲線を確認することが今回の課題と考えられる。

この様な観点から、1998年秋にパリの UNESCO-IUGS の IGCP 委員会に新しい国際共同研究プロジェクトを申請していたところ、本年春、IGCP-Project 434として承認された。多くの研究者の参加を得て、この課題を解決したい。

#### 文 献

Arai, Z. and Hirano, H., 1996. Geochemical study of the Cenomanian-Turonian boundary oceanic anoxic event in the northwestern Pacific forearc basin: An example from the Cretaceous Yezo Supergroup, Hokkaido, Japan. *Geol. Soc. India*,

*Mem.*, **37**, 231-249.

Bralower, T., Sliter, W. V., Arthur, M. A., Leckie, R. M., Allard, D. and Schlanger, S. O., 1993. Dysoxic/Anoxic episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous). *The Mesozoic Pacific: Tectonics, and volcanism, Geophysical Monogr.*, **77**, 5-37.

Erbacher, J. and Thurow, J., 1997. Influence of oceanic anoxic events on the evolution of mid-Cretaceous radiolaria in the North Atlantic and western Tethys. *Mar. Micropaleontol.*, **30**, 139-158.

Hasegawa, T., 1997. Cenomanian-Turonian carbon isotope events recorded in terrestrial organic matter from northern Japan. *Paleogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **130**, 251-273.

Hirano, H. and Fukuju, T., 1997. Lower Cretaceous Oceanic Anoxic Event in the Lower Yezo Group, Hokkaido, Japan. *Jour. Geol. Soc. Philippines*, **52**, 173-182.

House, M. R., 1989. Ammonoid extinction events. *Phil. Trans. R. Soc. London*, **B325**, 307-326.

Jarvis, I., Carson, G. A., Cooper, M. K. E., Hart, M. B., Leary, P. N., Tocher, B. A., Horne, D. and Rosenfeld, A., 1988. Microfossil assemblages and the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) oceanic anoxic event. *Cretaceous Res.*, **9**, 3-103.

Orth, C. J., 1989. Geochemistry of the bio-event horizons. *In* Donovan, S. K. ed., *Mass extinctions*. 37-72. Belhaven Press, London.

Price, G. D., Valdes, P. J. and Sellwood, B. W., 1998. A comparison of GCM simulated Cretaceous greenhouse and icehouse climates: implications for the sedimentary record. *Paleogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **142**, 123-138.

高橋一晴・福寿智明・平野弘道, 1997. 北海道大夕張地域下部白亜系の炭素同位体比変動と有機地球化学的特徴. *Res. Org. Geochem.*, **12**, 41-49.

高嶋礼詩・西 弘嗣・斎藤常正・長谷川卓, 1997. 北海道シュエパロ川流域に分布する白亜系の地質と浮遊性有孔虫化石層序. *地質雑*. **103**, 543-563.

Larson, R. L., 1991. Latest pulse of earth: Evidence for a mid-Cretaceous superplume. *Geology*, **19**, 547-550.

Wood, C. J., Ernst, G. and Rasemann, G., 1984. The Turonian-Coniacian stage boundary in Lower Saxony (Germany) and adjacent areas: the Salzgitter-Salder Quarry as a proposed international standard section. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **33**, 225-238.

## 分子化石からみた白亜紀／第三紀境界の古環境変動

有信哲哉\*・石渡良志\*\*・海保邦夫\*\*\*・Marcos A. Lamolda\*\*\*\*

Paleoenvironmental changes inferred from the distributions of molecular fossils at the Cretaceous/Tertiary boundary

Tetsuya Arinobu\*, Ryoshi Ishiwatari\*\*, Kunio Kaiho\*\*\* and Marcos A. Lamolda\*\*\*\*

約6500万年前に起きた白亜紀/第三紀 (K/T) 境界の大量絶滅事変では、種レベルで70%の生物が絶滅したと見積もられている (Jablonski, 1994)。大量絶滅が発生した時には地球規模の環境変動や炭素循環システムの大変動が起きたと考えられており、それらの実態を解読することは重要な課題である。堆積物、堆積岩中には植物プランクトンに由来の有機分子、陸上高等植物由来の有機分子、原核生物由来の有機分子などが含まれており、これまでの研究からそれぞれの生物の指標となる有機分子 (バイオマーカーまたは分子化石) が数多く提案されている。有機分子は堆積物が古くなるにつれて化学変化を起こすために、化学構造的に特徴があり、比較的安定なものがバイオマーカーとして古環境解析に用いられている。これらのバイオマーカーの濃度及び組成の特徴から、当時の陸上・海洋の生物生産活動、原核生物活動、陸から海への物質輸送過程などについての情報が得られるものと期待される。本稿では、有機地球化学的手法を導入し、K/T境界の上記情報の解析を行った結果の一部を紹介する。試料はK/T境界粘土層の境界付近を欠損なく保存されている世界的にも数少ないスペイン南部のカラバ

カ K/T セクションで採取したものを使用した。各堆積岩試料は塩酸で炭酸塩を除去した後、有機物をベンゼン/メタノール混液 (6 : 4) で超音波抽出した。抽出液は酸性成分と中性成分に分画した後、中性成分はさらにシリカゲルクロマトグラフィーにより脂肪族炭化水素および PAH (多環芳香族炭化水素) に分画し、ガスクロマトグラフィー/質量分析計 (GC/MS) による同定、定量を行った。

K/T境界直上の層準 (0 to +0.5 cm) の脂肪族炭化水素画分のマスフラグメントグラム ( $m/z85$ ) を示す (図1)。 $n$ -アルカンの分布は奇数優位性が認められ、 $C_{29}$  を頂点とするものであった。奇数優位を示す長鎖  $n$ -アルカン ( $C_{27}$ - $C_{31}$ ) は陸源の高等植物に由来するものであり (Tissot and Welte, 1984), K/T境界直後は陸から海へ

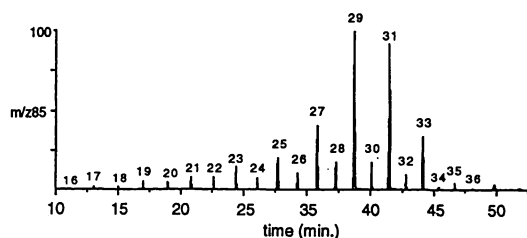


図1. カラバカ K/T 境界直上 (0 to +0.5 cm) の脂肪族炭化水素画分の  $m/z85$  フラグメントグラム。数字は  $n$ -アルカンの炭素数を示す。

Fig. 1. Mass fragmentgram at  $m/z85$  of saturated hydrocarbons in the sample (0 to +0.5 cm) just above the K/T boundary at Caravaca, Spain. Numbers denote the carbon number of  $n$ -alkanes.

\*地質調査所資源エネルギー地質部 科学技術特別研究員 Mineral and Fuel Resource Department, Geological Survey of Japan, Tsukuba 305-8567

\*\*東京都立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University, Hachioji, 192-0364

\*\*\*東北大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai, 980-8578

\*\*\*\*Facultad de Ciencias, Universidad del Pais Vasco, Lejona 48940, Spain

の物質移動が盛んであったと推測される。一方藻類など植物性プランクトンに由来する *n*-アルカンは C<sub>19</sub>以下である (Gelpi *et al.*, 1970) が、その存在量は極めて少なく、クロロフィル色素に由来すると考えられるイソプレノイド炭化水素 (プリスタン, フィタン) も検出されなかった。

また、K/T 境界直上の層準で異性体を含めると30種以上の PAH が検出された。特に高温を経験したと考えられる peri-condensed PAH が K/T 境界直上の層準で濃集しており、その量は分析された K/T 境界直下の白亜紀層と比較して100倍以上であった (Arinobu *et al.*, 1999) この結果は、Wolbach ら (1985) が提案した K/T 境界での大規模な火災の発生を支持するものである。

さらに K/T 境界直上の層準から C<sub>29</sub>, C<sub>30</sub>, C<sub>31</sub>, C<sub>32</sub> ホパン及び C<sub>27</sub>, C<sub>29</sub>, C<sub>30</sub> ホペンという一連のホパノイド炭化水素が検出された。これらのホパノイド化合物は原核生物に固有なものである。C<sub>29</sub>, C<sub>31</sub>, C<sub>32</sub> ホパンは光合成細菌 (シアノ細菌), 従属栄養細菌, 化学栄養細菌に由来し, C<sub>30</sub> ホパンは従属栄養細菌, メタン生成細菌, メタン酸化細菌に由来する。このうち、優勢細菌の推定には分子レベルの安定炭素同位体比の測定が必要であり今後の課題である。

これまで有機分子を用いた古環境解読は、有機溶媒に可溶性比較的分子量の小さい有機物 (ピチュ

メン) が主な分析対象であった。しかし、一般に古い時代の堆積岩中の有機分子の大部分は、続成作用の過程で互いに重合した巨大有機分子 (ケロジェン) を構築しており、ピチュメンの割合は全有機物の僅か数%でしかない。そのため堆積岩有機物の大部分を占めるケロジェンから古環境指標としての「結合性バイオマーカー」を穏和な選択的化学分解法によって系統的に遊離させる技術が今後期待されている。

## 文 献

- Arinobu, T., Ishiwatari, R., Kaiho, K. and Lamolda, M. A., 1999. Spike of pyrosynthetic polycyclic aromatic hydrocarbons associated with an abrupt decrease in  $\delta^{13}\text{C}$  of a terrestrial biomarker at the Cretaceous-Tertiary boundary at Caravaca, Spain. *Geology*, in press.
- Gelpi, E., Schneider, H., Mann, J. and Oro, J., 1970. Hydrocarbons of geochemical significance in microscopic algae. *Phytochemistry*, **9**, 603-612.
- Jablonski, D., 1994. Extinctions in the fossil record. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, **B344**, 11-17.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H., 1984. *Petroleum Formation and Occurrence*. 699p., Springer-Verlag, New York.
- Wolbach, W. S., Lewis, R. S. and Anders, E., 1985. Cretaceous extinctions: Evidence for wildfires and search for meteoric material. *Science*, **230**, 167-170.

## 暁新世/始新世の温暖化事変と絶滅事変\*

野村律夫\*\*

### はじめに

新生代のなかで最も顕著な生物界の事変が暁新世の末期 (~55.5 Ma) に起こっている。この事変は底生生物において顕著にみられるもので、深

海の底生有孔虫群集がグローバルに解析されるようになった1980年代の初めに注目されはじめた (Tjalsma and Lohmann, 1983)。さらに、注目されたのがこの事変が酸素・炭素の同位体比の変動と一致して起こっていたことである (Kennett and Scott, 1991)。急激な温暖化と事変がむすびついたこの現象によって、地球環境の変動が生

\*Benthic extinction event and global warming at the end of Paleocene and in the early Eocene

\*\*Ritsuo Nomura, 島根大学教育学部

物群に与える具体的な影響を明らかにしようとする気運が高まった (Thomas and Shackleton, 1996). 実際, この事変に続く前期始新世は地球が温暖化した時期にあたるため, 現在の温暖化の問題と関連して重要な研究対象といえる.

### 事変の特徴

この事変は深海底生有孔虫群集の約20~40%が消滅することである. しかし, 消滅する種類は後期白亜紀・暁新世の優占種, いわゆるベラスコ型 (または白亜紀型) の有孔虫に限っていることに留意する必要がある.

酸素・炭素同位体比の急激な低下 (後期暁新世のピークから-3‰低下) は, 前述のように群集の絶滅と対比され, 古海洋事変のなかでも極めて特異な現象を示している. 酸素の同位体比から導かれる古水温は, 極域の底層水 (~2000 m) で17℃にも達する. 古水温が最も温暖化する始新世の初期には温室効果ガス (CO<sub>2</sub>, メタン, 蒸気) が最も多く存在した. さらに, 炭素同位体比の急激な低下は, 陸域の生物遺骸にも認められ, 著しい量の<sup>13</sup>Cが海洋と大気に遊離したことが明らかである.

### 古環境変動の考え方

高い水温では大気中の酸素の溶解度が低下するため, なんらかの意味で海洋中の低酸素化が事変に関係していることは否定できないし, 事実であろう (Kaiho, 1991). 絶滅事変の後の底生有孔虫の種類に殻の矮小化した種が目立って出現するようになることは, 絶滅事変を考える場合の重要な視点である. さらに, 有孔虫群集に水深による移動現象がみられたり, 地理的分化が起こるのもこの絶滅事変の後の特徴である (Thomas, 1998). すなわち, 絶滅事変より前のベラスコ型の有孔虫群集は, 低緯度と高緯度の温度較差が少ない気候帯を反映して地理的な分化がほとんどなく, 水深分布においても変化の少ない群集を特徴づけていた. このようにみると, このベラスコ型の絶滅事変を一過性の現象としてではなく, いわゆる白亜紀・暁新世型の群集から新生代型の群集への変換事変として捉えるべきである.

炭素同位体比の低下時には, 深層水の浅い部分も深い部分も同位体比に差がないため深層水の循環速度が低下したとみられる (たとえば, 野村ほか, 1997). また, グローバルな温暖化は南極域での底層水の形成を阻害していた可能性を示唆する. 一方で, テーチス域の高塩分底層水のインド洋への流出 (塩熱循環の形成) も推定される. しかし, エジプト・イスラエルの大陸棚から斜面の有孔虫の同位体分析結果から導かれる温度・塩分ダイアグラムは, インド洋, 太平洋赤道域, そして南大洋のいずれの深層水よりテーチスの海水密度が低い結果になるという (Charisi and Schmitz, 1998).

以上のような点を踏まえて, 筆者は暁新世/前期始新世を通じて原南極底層水が基本的に形成されていたこと, そして海洋が大きく見て2つの層状構造をなしていたものと考えている (図1). 一般によく使われるボックスモデルで説明すると, 絶滅事変以降に蒸発地帯では上層のボックス内が高密度化し, またボックスの厚さは拡大し, 塩熱循環が極めて活発になったにちがいない. しかし, 今まで考えられていたような高塩分底層水 (warm saline deep water) によって駆動される大規模な深層循環はなかった. 上層と下層を全体でみると, 海洋の深層循環は高緯度から低緯度へ流れ, その速度はゆっくりしている. また, 地域性のある群集の出現からすると, その上層のボックス内での鉛直循環の程度は地域性をもっていたと考える. 一般に, 酸素極小層が事変後に深くなっている. 底生有孔虫で殻サイズが小さく, 多数の個体数が産出する特徴 (たとえば *Nuttallides truempyi*) は, 表層生産の活発化を反映したもので, r-淘汰に適應した opportunistic な群集を示す. また, ベラスコ型の有孔虫の特徴は, 口孔構造が単純で個体サイズに比べ小さなものが多く, 新第三紀以降の口孔にみられるような歯板構造の発達極めて悪い. ベラスコ型有孔虫の絶滅は安定した環境 (食物の安定的な供給を含めて), すなわち k 淘汰に適應した群集が新生代型の不安定な海洋循環の環境 (r-淘汰) へ切り換わるなかで起こった結果であると考えられる.



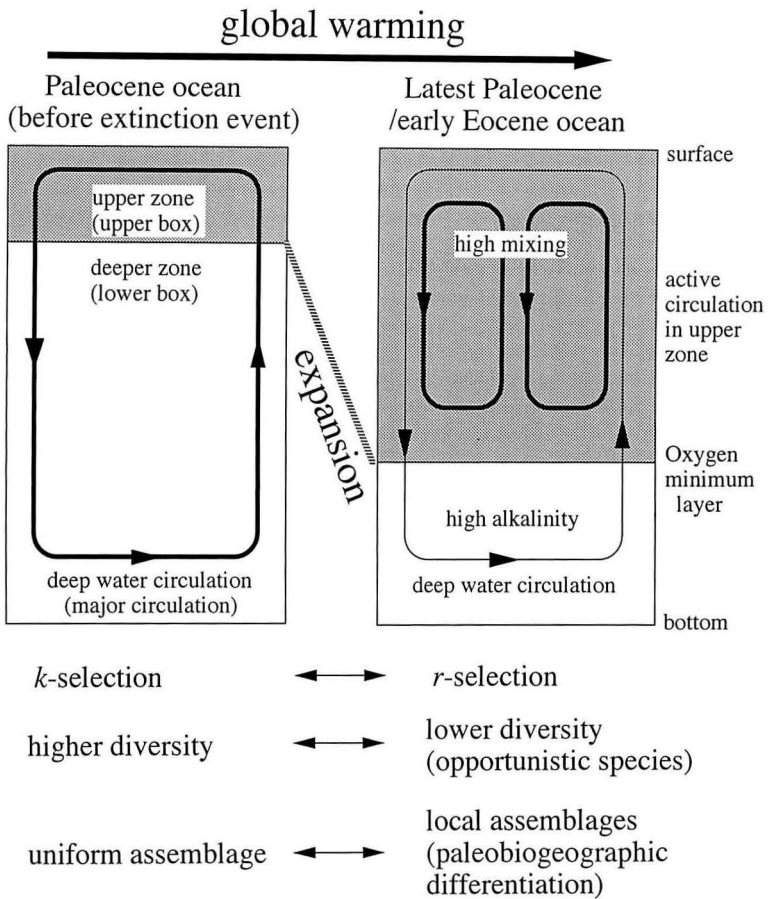


図1. 暁新世末の絶滅事変の前後の古海洋の概念図。

文 献

Charisi, S. D. and Schmitz, B., 1998. Paleocene to early Eocene paleoceanography of the Middle East: The  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  isotopes from foraminiferal calcite. *Paleoceanography*, **13**, 106-118.

Kaiho, K., 1991. Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep-sea circulation. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **83**, 65-86.

Kennett, J. P. and Stott, L. D., 1991. Abrupt deep-sea warming, paleoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Paleocene. *Nature*, **353**, 225-229.

野村律夫, 瀬戸浩二, 西 弘嗣, 竹村厚司, 岩井雅夫, 本山 功, 丸山俊明, 1997. インド洋の新生代古海洋-モンスーン発達以前の古海洋の変遷. *地質学雑誌*, **103**, 280-303.

Thomas, E. and Shackleton, N. J., 1996. The Paleocene-Eocene benthic foraminiferal extinction and stable isotope anomalies. *In* Knox, R. W. O'P., Corfield, R. M. and Nunay, R. E. eds., *Correlation of the early Paleogene in Northwest Europe*, Geol. Soc. Spec. Pub., No. 101, 401-441.

Thomas, E., 1998. Biogeography of the late Paleocene benthic foraminiferal extinction. *In* Aubry, M. -P., Lucas, S. and Berggren, W. A. eds., *Late Paleocene-Early Eocene Climatic and Biotic Events in the Marine and Terrestrial Records*, Columbia Univ. Press, New York, 214-243.

Tjalsma, R. C. and Lohmann, G. P., 1983. Paleocene-Eocene bathyal and abyssal benthic foraminifera from the Atlantic Ocean. *Micropaleontology Spec. Pub.*, **4**, 90 pp.

(引用は主要なものに限った.)

## 新生代の哺乳類進化と絶滅事変

瀬戸口烈司\*

哺乳類や爬虫類などの脊椎動物の絶滅については、恐竜の絶滅で代表される白亜紀末の大量絶滅がとくに興味をひく。陸生の大型動物の恐竜や、長頸竜、魚竜、モササウルスなどの海生の爬虫類は絶滅したが、カメやトカゲ、ヘビ、それにワニの仲間は絶滅せずに、新生代にも生き延びた。哺乳類も、基本的には絶滅していない。

Bakker (1977) はペルム紀末、三畳紀末、ジュラ紀末、白亜紀末の4回の脊椎動物(両生類、爬虫類、哺乳類)の大量絶滅の内容を吟味し、科レベルの存続期間、絶滅時期を明示した。大量絶滅期とされる時期に絶滅するのは、陸生の大型動物と海生動物である。その時期には絶滅せずに生き延びて、絶滅する時期がまちまちなのは、陸生の小型動物と淡水生動物である。この現象は、上記の4回の大量絶滅期に共通して見られる。白亜紀末に恐竜(陸生の大型動物)と長頸竜、魚竜、モササウルス(海生動物)が絶滅したが、トカゲ、ヘビや哺乳類(陸生の小型動物)とカメ、ワニ(淡水生動物)がこの時期に絶滅しなかったのは、けっして特殊な事例ではない。古生代から中生代にかけての脊椎動物の絶滅と生き残りの一般法則が、ここでも繰り返されていた。

このような脊椎動物の絶滅と生き残りの一般的傾向が明確なかたちで示された直後に、恐竜の絶滅に関する隕石衝突原因説が提唱された。隕石衝突では恐竜の絶滅は説明できたとしても、ワニや哺乳類が連続的に増加をし続けていることが説明できない。また、ペルム紀末や三畳紀末、あるいはジュラ紀末にも同様な隕石衝突の現象があったとは仮定できない。イリジウムの異常な濃集層は白亜紀-第三紀の境界付近でしか確認されていない。他の時期に隕石が衝突したという確実な証拠は、存在しないのである。

結論として、脊椎動物の絶滅と隕石の衝突を結びつけることは困難である。環境の変動のなかでの動物群の交替という現象に注目すべきである。

新生代の哺乳類の進化の歴史にあっては、始新世から漸新世に移る時期に最大規模の動物群の交替があった(Lillegraven, 1972)。気候・環境の激変にともなって、古いタイプの動物群が新しい動物群に置き換えられるので、一般に turnover と呼ばれる。置き換えられた古い動物群だけに着目すればその現象は「絶滅事変」ということになるが、それだけでは交替、置換という現象の一面しかとらえていないことになる。

ヨーロッパにおける始新世-漸新世の移行期に哺乳動物相が大幅に交替する現象は20世紀の初頭にすでに気付かれていた。スイスの古生物学者、Stehlin (1909) は La Grande Coupure (大断絶) とこの交替、置換を表現した。アメリカの古生物学者、Osborn (1910) もほぼ同じ時期の北米大陸で、哺乳動物相が大幅に交替している現象を認めた。近年にあっては、Black & Dawson (1966)、Lillegraven (1972) らが北米の始新世-漸新世の移行期の哺乳動物相の交替を論じている。近年のこれらの研究に共通するのは、北米のこの時期の哺乳動物相の交替がヨーロッパにおける Grande Coupure に対応すると認識していることである。

古植物学的解析によれば、始新世から漸新世への移行の時期に、北米大陸では急激に気候が悪化し、平均気温で13°C低下する。この現象を Wolfe (1971) は Oligocene Deterioration (漸新世の気候の悪化) と表現した。同じ現象を Wolfe (1978) は Terminal Eocene Events (始新世終末事変) を表現を変えている。

北米大陸の第三紀の哺乳動物相を対比する必要があるから、North American Land Mammal 'Age' (Wood Committee, 1941) が編年されている。この編年にしたがうと、始新世と漸新世の境界は

\*京都大学・理学研究科

Chadronian の基底部に置かれ, Uintan と Duchesnean は始新世後期に対比される. Black ほかの研究者の対比も, この考えに立脚していたことは共通する.

1980年代の後半に, この対比が根本的に改められた. 始新世と漸新世の境界は3350万年前とされ, この年代はChadronianとOrellanの境界に一致すると改められた (Prothero, 1989). これにしたがうと, Chadronian は始新世後期, Uintan と Duchesnean は始新世中期となる. 北米における Uintan-Duchesnean の動物群と Chadronian の動物群の交替は始新世の中期から後期にかけて引き起こされ, ヨーロッパの Grande Coupure, 北米の Oligocene Deterioration とは対応しない.

北米の Uintan-Duchesnean の動物群は, 奇蹄類や霊長類などの熱帯森林の生活者で特徴づけられるのに対して, Chadronian の動物群は偶蹄類やゲツ歯類, ウサギ類などのより寒冷なオープン・ランドに適応した動物群が主体である. ララミー造山運動によるロッキー山脈の高山化にともなう熱帯多雨林の後退, 北米大陸中西部の高原化という環境変動が動物群交替の引き金になった.

ヨーロッパの Grande Coupure は何が原因しているのか.

北大西洋は白亜紀後期の初頭, セノマニアン後期に南から開き始め, 始新世前期に北極海と連絡を持つようになる. 北米大陸はヨーロッパとは白亜紀を通じて一連の大陸塊であり, この連結は始新世前期まで存在した. 気候は熱帯-温帯であり, 両大陸間の動物の交流は活発であった. 両大陸間の連絡は, 北大西洋が北極海と連結したため, 始新世中期までに消滅してしまった. ヨーロッパの東部にあっては, テーティス海と北極海を結ぶ残海が白亜紀から始新世まで存在しており, Turgai Straits (トゥルガイ海峡) の名で呼ばれている. この海峡が, ヨーロッパとアジアの間で動物群が交流することをさまたげていた. したがって, 北米大陸との交流が絶たれたヨーロッパは, 始新世前期以降は島大陸の性格をつよめるにいたった.

漸新世前期に南極大陸に氷河が形成され, 北半

球では気候が悪化し, 海水準が低下した. この気候の悪化が北米では Oligocene Deterioration となって現れる. 旧大陸では海水準の低下にともないトゥルガイ海峡は消失し, ヨーロッパとアジアの動物群の交流が可能となった. その結果, 始新世後期までの熱帯多雨林の生活者で代表されていたヨーロッパの哺乳動物群は, 漸新世前期により寒冷で乾燥した, 森林のまばらな地域に生息する動物群がアジアから移住してきて, 置き換えられてしまった. この交替が Grande Coupure である.

ヨーロッパの Grande Coupure の特徴は, 交替した新型の動物群は交替された古型の動物群の直接の子孫ではない, というところにある. 他地域 (たぶん, アジア) から移住してきた動物群によって席卷された, と解釈するのである. その“他地域”がどこであるかもふくめて, その実態は不明のままであった.

近年のモンゴルにおける発掘の結果, その実態が明らかにされた (Meng & McKenna, 1998). モンゴルの始新世から漸新世にいたる哺乳動物群の変遷は, ヨーロッパにおける Grande Coupure と同様に, 熱帯多雨林の動物群がより寒冷で乾燥した, 森林のまばらな地域に生息する動物群に置き換えられるものであった. しかも Grande Coupure と同じ時期に交替がおこり, 新型の動物群は古型の動物群の子孫であった. この現象は Mongolian Remodelling と呼ばれる.

## 文 献

- Bakker, R. T., 1977. Tetrapod Mass Extinction. In Hallam, E., ed., *Patterns of Evolution, as Illustrated by the Fossil Record*, 439-468. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Black, C. C. and Dawson, M. R., 1966. A Review of Late Eocene Mammalian Fauna from North America. *Amer. Journ. Sci.*, **264**, 321-349.
- Lillegraven, J. A., 1972. Ordinal and Familial Diversity of Cenozoic Mammals. *Taxon*, **21**, 261-274.
- Meng, J. and McKenna, M. C., 1998. Faunal Turnovers of Palaeogene Mammals from the Mongolian Plateau. *Nature*, **384**, 364-367.
- Prothero, D. R., 1989. Stepwise Extinctions and

- Climatic Decline during the Later Eocene and Oligocene. In Donovan, S. K. ed., *Mass Extinctions: Processes and Evidence*. 217-234, Belhaven Press, London.
- Stehlin, H. G., 1909. Remarques sur les faunules de mammiferes des couches eocenes et oligocenes du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Geol. France*, 9, 488-520.
- Wolfe, J. A., 1971. Tertiary Climate Fluctuations and Methods of Analysis of Tertiary Floras. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 9, 27-57.
- Wolfe, J. A., 1978. A Paleobotanical Interpretation of Tertiary Climates in the Northern Hemisphere. *Amer. Scientists*, 66, 694-703.

## 生物事変の総合研究

海保邦夫\*

生物の大量絶滅や多様化事変など生物に関する地球史上の大変化を生物事変 (bioevent) と呼ぶ。生物事変のうち、多細胞生物の最大の多様化事変である先カンブリア紀/カンブリア紀境界、五大量絶滅のオルドビス紀/シルル紀境界、デボン紀後期のフラスニアン/ファミニアン境界、ペルム紀/三畳紀境界、三畳紀/ジュラ紀境界、白亜紀/第三紀境界、温暖化事変と底生生物の絶滅事変の後期暁新世を含む世界の最も良いセクションから採取した試料を用いて、多種の地球化学的古生物学的データを求めることにより、(1)生物事変時にどのような環境変動が起きたか、(2)その環境変動が、生物界にどのような変化を及ぼしたか、(3)各々の生物事変の原因はなにかを明らかにするための総合的研究を、文献と文章内に記した方々と共に行っている。ここでは、すでに論文に発表した内容について後期暁新世と白亜紀/第三紀境界について要旨を述べ、現在研究中のペルム紀/三畳紀境界については経過報告をするに留める。また、深海掘削試料を用いた白亜紀以降の底生有孔虫の研究結果から白亜紀と第三紀の生物事変について述べる。

### 後期暁新世

ニュージーランド北島タフヌイの暁新統最上部試料を分析した結果、暁新世末の底生有孔虫の絶

滅事件の原因は、地球の温暖化による海洋環境の変化が原因で、溶存酸素の減少が主因であることを明らかにした (Kaiho *et al.*, 1996)。陸上の温暖化が深海の底生有孔虫の絶滅事件より約3千年早く起きたことを始めて指摘した。この時間差は、高緯度域の温暖化と降水量の増加により温暖高塩分深層水の優勢化または中層水循環の停滞化が起こるまでにかかる時間として説明できる。また、陸上高等植物起源の $\delta^{13}C$ の炭素同位体比の減少が底生有孔虫の絶滅事件および海洋の炭素同位体比の減少と同時に起きたことを始めて明らかにした。この炭素同位体比の減少は、深層水の温度と上昇温度によって計算した堆積物中からのメタンハイドレイトの溶出により量的に説明できた。

### 白亜紀/第三紀境界

白亜紀の浮遊性有孔虫が白亜紀/第三紀 (K/T) 境界において急激に絶滅したとする説と、境界を挟んで徐々に絶滅したとする説があって、どちらが正しいのか未解決であった。この問題を解決するために、イタリアのカラバカの K/T 境界の試料について浮遊性有孔虫の12種について個体数/g 炭酸塩と炭素酸素同位体比の研究を行った。その結果、すべての種の個体数/g 炭酸塩は K/T 境界において激減しており、それらの有孔虫殻の炭素酸素同位体比は白亜紀/第三紀境界の上下で変化していないことが明らかになった。この事実は

\*Kunio Kaiho, 東北大学大学院理学研究科

小天体衝突の証拠が記録されている K/T 境界より上位に産出する白亜紀型浮遊性有孔虫は再堆積によるもので第三紀に生息していたものではないことを示している。浮遊性有孔虫は K/T 境界に急激に絶滅した (Kaiho and Lamolda, 1999)。

スペインのカラバカの K/T 境界の上下 80 cm 間の堆積物試料について堆積物中の炭酸塩と底生有孔虫殻の炭素酸素同位体比, 有機炭素同位体比, TOC, sulfide と sulfate の硫黄同位体比, Rock Eval, 粘土鉱物, 元素分析, 底生有孔虫溶存指標の研究をした。K/T 境界直上の堆積物中の炭酸塩と底生有孔虫殻の炭素酸素同位体比の差の減少と Ca, Ba の減少は海洋一次生産量の激減を示した。TOC, sulfide と sulfate の硫黄同位体比の差, HI の増加, OI の減少, Mn の減少, 底生有孔虫溶存指標の減少は, 中層水の溶存酸素量の低下が K/T 境界において起こったことを示した。堆積物中の炭酸塩の酸素同位体比と粘土鉱物の分析結果はその後千年以内に温暖化が低緯度表層水と陸上で起きたことを暗示している。北海道の川流布の K/T 境界においても, 溶存酸素量が境界粘土層において極小値を示すことを, 以前報告したが (Kajiwara and Kaiho, 1992), 今回の結果から, K/T 境界における溶存酸素量の減少がグローバルな現象である可能性が高くなった (Kaiho *et al.*, 1999 in press)。

### ペルム紀/三畳紀境界

南中国のペルム紀/三畳紀 (P/T) 境界の上下 60 cm 間の堆積物試料について堆積物中の炭酸塩の炭素酸素同位体比, n-アルカンの有機炭素同位体比, TOC, sulfide と sulfate の硫黄同位体比, Rock Eval, 粘土鉱物, 元素分析, 古生物の解析をした。これらはいずれも P/T 境界で急激に変化し, 環境と生物が急激に崩壊したことを示している。(Kaiho, Kajiwara, Miura, Mochinaga, Ohashi, Arinobu, Ishiwatari, Kawahata, Tazaki, Ueshima, Ishida, Takeda, Hirai, and Chen)。

### 白亜紀以降の生物事変

過去 1 億 2 千万年間の深海底生有孔虫につい

て, 試料中の最大の殻サイズが気候変動と同調して変化してきたことを初めて明らかにした。アプチアン前期, セノマニアン末-チューロニアン前期, 暁新世末に顕著な殻サイズの減少が認められる。暁新世前期, 漸新世後期-中新世前期, 中新世後期-更新世前期にも殻サイズの減少が認められる。これら 6 回の殻サイズの極小期は地球の温暖化期に相当する。またこれら極小期の間の極大期は地球の寒冷化期に相当する。これらの同調的变化は, 寒冷化により深海の溶存酸素量が増えたために, 底生有孔虫の殻サイズが増加し, 逆に温暖化により深海の溶存酸素量が減ったために, 底生有孔虫の殻サイズが減少したために起きたと解釈できる (Kaiho, 1998a)。属レベルで同様の研究をした結果も同じだった (Kaiho, 1999)。

過去 1 億 2 千万年間の深海底生有孔虫について, 中間的形態に基づいた新しい分類体系と系統樹を明らかにした。その結果, アプチアン後期とコニアシアンからカンパニアンにかけての時期の 2 回, 属レベルの多様化事変が起きたことが初めて明らかになった (Kaiho, 1998b)。これらの多様化事変は, 溶存酸素が極小からの増加期に起きており, 溶存酸素の増加が多様化を導いたと考えられる。深海底生有孔虫の多様化事変の時期は, 新生代初期に多様化が起きている陸上や海洋表層の生物のそれとは対照的である。この事実は, 異なる環境要因が深海底生有孔虫と地球表面の生物の進化に作用してきたことを示している。

### バイオマーカー分析

平成 7 年度から 9 年度にかけて, 分子レベルの有機物分析を行うための研究設備を東北大学に設置した。分子レベルの有機物分析については, 平成 7 年度に都立大学理学部の分析化学教室に 1 カ月滞在し, 分析法のトレーニングを行った。平成 9 年度に設備が整ったため, テスト試料により分析を繰り返し, 分析精度の向上に努めた。その結果, 数億年前以後の堆積有機物を分析する準備が整った。現在, ハイチとスペインの白亜紀/第三紀境界と南中国のペルム紀/三畳紀境界の試料を分析しており, 興味深い結果が続出している (Kaiho, Ohta, Mochinaga, Ohashi, Arinobu,

Ishiwatari).

文 献

Kaiho, K., 1998a. Global climatic forcing of deep-sea benthic foraminiferal test size during the past 120 m.y. *Geology*, **26**, 491-494.

Kaiho, K., 1998b. Phylogeny of deep-sea calcareous trochospiral benthic foraminifera: evolution and diversification. *Micropaleontology*, **44**, 291-311.

Kaiho, K., 1999. Evolution in the test size of deep-sea benthic foraminifera during the past 120 m.y. *Mar. Micropaleontol.*, **37**, 53-65.

Kaiho, K., Arinobu, T., Ishiwatari, R., Morgans, H. E. G., Okada, H., Takeda, N., Tazaki, K., Zhou, G., Kajiwar, Y., Matsumoto, R., Hirai, A., Niitsuma, N. and Wada, H., 1996. Latest Paleocene benthic foraminiferal extinction and environmental changes at Tawanui, New Zealand. *Paleoce-*

*anography*, **11**, 447-465.

Kaiho, K., Kajiwar, Y., Tazaki, K., Ueshima, M., Takeda, N., Kawahata, H., Arinobu, T., Ishiwatari, R., Hirai, A. and Lamolda, M. A., 1999 in press. Rapid decrease in oceanic primary productivity and dissolved oxygen levels at the Cretaceous/Tertiary boundary, subsequent warming, and their recovery. *Paleoceanography*.

Kaiho, K. and Lamolda, M. A., 1999. Catastrophic extinction of planktonic foraminifera at the Cretaceous-Tertiary boundary evidenced by stable isotopes and foraminiferal abundance at Caravaca, Spain. *Geology*, **27**, 355-358.

Kajiwar, Y. and Kaiho, K., 1992. Oceanic anoxia at the Cretaceous/Tertiary boundary supported by the sulfur isotopic record. *Palaeogeog., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **99**, 151-162.

## 書 評

## 堆積学研究会編：堆積学辞典

(朝倉書店, 1998年11月刊, B 5 版 2 段横組, 446pp. + 索引|24pp., 20,000円+税)

堆積学辞典がわが国の堆積学研究会から出版された。堆積学は堆積物(岩)とその生成作用・過程を究明する学問で、地球表層部の構成・生成史および地表での自然現象・自然環境に係る広範多岐な内容を含んでいる。多年に亘る陸上での知識の蓄積に加えて、1960年代からの新たな観測・探査機器と技術の開発による調査研究領域の拡大と急速な知見の進展、特に海底地域の音響探査解析の進展の結果、堆積学および関連分野の用語が著しく増大し、その統一と明確な共通概念の解説が求められていた。

これまで堆積物(岩)・堆積作用を取り扱った教科書、大項目解説事典や部門ごとの用語解説(グロッサリー)は少なくなかったが、“堆積学の基本的事項からシーケンス層序学などの先端的分野に至る重要な用語約4000項目”(はしがき)を含む小項目辞典は、国際的に本書が初めてである。先ずこの快挙を称えたい。そしてこの出版を堆積学研究会に提起し指導した編集委員長並びにこの企画を支持し推進した編集委員・分担執筆者に対して敬意を表する。

本書の収録部門を紹介すると、さまざまな環境と種々の成因による堆積物(岩)、堆積構造、堆積物の運動に係る水理・物性、生物自生枠組・生痕を含む諸種の生物源構造、続成作用およびその過程における変形構造はもちろん、各種(岩相・生・地磁気極性・年代)層序学、資源地質、海洋地質、プレートテクトニクス、海洋水系、生態、化石化、重要地層名等を含み、堆積学に貢献した主要な人名、研究所や学史も取り入れている。本書は9ポイント活字印刷で、字の細かい多くの

辞書と異なり、非常に読み易い、索引は英語で、重要参考論文がある場合には、項目ごとに掲げている。他に類書がないので、広く活用されるものと考えられる。

本書は地質・古生物学を始め、関連分野の自然地理学・地形学・土壌学を含む自然環境科学の学生・研究者・教育者はもとより、応用地質学分野の地下資源・地盤-地下構造・防災・環境の調査研究・開発に携わる技術者・研究者には、理解の土台として座右に欠かせない辞典である。また大学・専門学校のほか、研究機関・官公庁や公共図書館、上記応用分野の技術コンサルタント事業所にも必備すべきものである。

多くの人が必要品として身近に置く書物は辞典(書)であろう。技術者や研究者は専門並びに関連分野の辞典(事典)は欠かせない。辞典を引く時には、記述内容には無条件の信頼がある。従って辞典には、少なくとも内容に誤りが無いことは勿論、重要術語の欠落が無いこと、術語・事柄の意味・内容が簡潔・明確に分かり易く解説されていること、容易に検索できることなどが求められる。しかし初版で完全を期することは難しい。特に関連分野を拡げるほど、項目選定に洩れや不統一を生じ易い。本書では第一線の研究者による項目選定・執筆で、内容的に妥当な解説がなされているが、180人の多人数による集成で4000を越える多数の項目であり、同様な不備が散見される。将来の改版に当たっての充実を期待して、敢えて粗探しをしておきたい。

目立つものから取り上げると、まず同義語の重複記述がある。具体的項目名はここには挙げない

が、(1)邦訳語と英語読み(カタカナ)の場合、(2)邦訳語が違い英語用語が同じ場合、(3)邦訳語は同じで英語用語が異なる場合の三者がある。内容は大部分ないし殆ど完全に同じであることが多いが、(3)の場合は異なる場合もある。このような同義語の重複記述や異なった解説は、多くの場合執筆者が別人であることに原因している。

本書では同一概念の用語(同義語)の重複記述を避けるため、⇒印の“見よ項目”が指示されている。ところで、この指示により本項目を辿った場合に、関連はあるものの同一概念のものでなかったり、全く触れられていなかったり、解説が不十分であったりすることが稀ではない。時には類義語に変わっていることもある。

次に重要語の項目洩れ・記述のアンバランス・不統一の問題で、次のような場合が往々見られる。即ち、重要術語でありながら、(1)総合的名称の項目中の解説の一部として含められ、項目に上がっていないもの；(2)一連の同等に重要な内容を持つ数個の術語があり、その一部の術語のみ解説され、他のものが脱けている場合；(3)項目になく、関連の総合名称の項目の中でごく簡単にしか書かれていないか、全く記述されていないもの；(4)項目に

なく、関連項目にも解説が無いもの。以上のいずれも検索は困難である。(1)の場合でも項目・索引に掲げ、利用価値を高めることが望ましい。なお、ここで重要語としたものは、具体的には重複記述の多い項目に比べて、より大きい内容のものを言っている。

次に編集方針に触れることであるが、若干提言したい。挿図や写真は術語の解説の仕方および読者の理解を大きく助けるものであるが、本書では少なすぎる感がある。ところで堆積学分野では地層に関する種々多数の記載用語があり、それらの理解は言葉だけでは難しいことが少なくない。堆積構造の物痕や削痕、生痕などがその例である。このような具象には、小さくてもよいから挿図または写真を添えることが望ましい。

以上、忌憚ない意見を述べたが、本書が多くの研究者や技術者にとって極めて有益な辞典であることは言うまでもない。紹介者としては、関係者がより完全を期して改訂・充実に努め、遠からずこの辞典が原著として諸外国語に翻訳出版されるようになることを期待している。

勘米良 亀齡



## 箕浦幸治：ひとかけらの化石に宇宙をみる

(岩波書店, 自然の窓 5, 1999, 142+5+vi pp., 1900円)

近年、津波堆積物の研究において注目すべき成果をあげている著者の手により、サザエを狂言回しにして地球環境システムの成り立ちを考える本が生まれた。著者の言を借りるならば、「サザエの殻なる箱舟の窓から壮大な生物史の世界を覗きこむ」という構想の本である。

本文の目次を拾ってみると、「1. 主人公はサザエの化石」「2. サザエと関係のなさそうで関係のある津波の話」「3. サザエとは何ものだろう」「4. サザエにも歴史がある」「5. サザエにはなぜ殻がある」「6. サザエのリズム宇宙のリズム」「7. サザエも宇宙を思考する」と、章を追って話が展開されている。各章の導入部にはサザエのつぶ焼きならぬ「サザエのつぶやき」が現れて、内容予告がなされる仕組みである。

安政元年(1854)の東海地震津波が残した津波砂丘のなかに埋もれているサザエの殻から、環境変動が進化の原動力であるというテーマがまず引き出される(章1)。章2は著者の専門とする古今東西の津波堆積物の話に費やされる。

章3ではサザエの生物学が中心となり、とりわけ環境と形態・成長リズムが説かれている。浅海域での物質循環過程において生物がはたす役割に関連して、著者らが陸奥湾で調査した泥底生活者であるゴカイに代表される多毛類の活動の紹介も興味深い。

章4に進み、はじめてサザエの化石記録を探って白亜紀までたどりつく、さらにサザエ類の誕生以前にさかのぼって、前期太古代初めに原始海洋に降り注いでいた隕石群の衝突で相次いで発生した巨大津波が生命の誕生を促した可能性に触れられる。そして地球の物質循環過程を根底においた生物進化の筋道が一望のもとに納められる。

章5では生物の骨格が論じられている。生物が骨格を持つことの意味、環境との関係、骨格獲得の背景、骨格形成の要因、バージェス動物群出現をはさむ生物世界の対照などについて、著者の

得意とする地球生物化学的な視点から縦横に論じられている。

章6は、科学者としての著者の美学が展開されるところで、独自の味わいを持っている。自然界には秩序と無秩序の間を繰り返し往復する環境の〈揺らぎ〉がある。地球では、地殻-海洋-大気-生物の4構造圏の相互作用があり、また各構造圏において働くフィードバック機能、さらにそれらに天体との相互作用が加わって、環境の〈不確定性〉がもたらされる。それに対する生物の反応が進化であり、種の多様性である、と著者は説く。言い換えれば、生物進化は宇宙的秩序(リズム)との調和であるというのが、著者の哲学となっている。

このような論議の結びとして、章7では、人類と環境との関わりについて省察が行われ、人類による物質循環の操作が地球環境システムに何をもたらすか、問題を投げかける。

手のひらにのるようなサザエの化石から、地球の過去をたどり、地球システムを考え、環境問題における人類の責任に思いを及ぼすという、本書の内容は、最近の古生物学者たちの考え方の一端をよく反映しており、説得力に富む重厚な書物である。

広く一般の読者を対象として、地球環境システムの成り立ちの科学的解説を進めることは、適所に図をさし挟むにしても、専門研究者にとって決して容易なことではない。さまざまな概念で組み立てられたメカニズムをどう解きほぐしてみせるか、その苦心にサザエのつぶやきならぬためいきが聞こえるような気がする。しかし、研究者が自分の主張を、自然観を明確に表現するには、こういう書物が絶好の機会となることは間違いない。著者自身による今後の展開を期待するところである。地球環境を考える人達に捧げる好著としてお勧めしたい。

高柳洋吉

## 兼岡一郎著：年代測定概論

(東京大学出版会, 1998, 315pp., 4,200円)

46億年におよぶ地球史のなかで生じた様々な事象を取り扱う「歴史科学」の学問分野では、それらの事象を時間軸の上に並べてから、それらの事象が何時起きたかを明らかにし、かつ変化や変遷に要した時間の長さを割り出した後に、諸事象の因果関係と発生の機構を解きほぐすことを目的としている。この時間軸を定める直接的な方法が年代測定である。年代測定は、対象とする年代の範囲や事象、使用する試料の種類に応じて様々な方法があるが、これまでは各々の特定な場合に使用される測定法が個別的に紹介されてきた。また、測定を専門家に依頼する場合の対処の仕方、すなわち年代範囲に応じた測定法や試料の選び方・取り扱い方、さらに得た年代数値の評価を如何にするか、などについて本書のように具体的に解説した本はこれまでなかった。筆者は国内外において実際に年代を測定し、新しい年代測定法を開発してきた最も適任の書き手と言える。

本書は8章からなる。第1章及び第2章で年代についての考え方と年代測定の歴史、年代測定の基本的な原理と基礎について述べている。第3章「放射壊変を利用した年代測定Ⅰ－親核種と娘核種の同位体比の時間変化を利用」、第4章「放射壊変を利用した年代測定Ⅱ－宇宙線生成核種・放射平衡からのずれ・放射線損傷などを利用」、第5章「その他の原理に基づく年代測定」が本書の中核部分で、各種の年代測定法について開発の経緯と特色、原理、前提となる必要条件、測定法、問題点、対象となる試料、などについて多くの項目を設けて分かりやすく説明している。例え

ば事例については選択が妥当であり、記載が正確である。第6章「年代値の評価」は年代値を利用する多くの読者にとって有用な部分である。ここでは各種の年代測定法で得られた年代数値や測定誤差の内容について概説し、年代測定値が予想された値と異なる場合の多くは、用いた試料にその原因があることを指摘している。第7章「対象に応じた年代測定－地球の形成から現在まで」では、視点を変えて各々の年代範囲における具体的な年代測定の実例を取り上げ、年代測定法や対象とする試料の問題点を解説している。特に46億年間の地球史における地球事象の年代がどのように測定されてきたかは、地史学や地球年代学の解説としても興味深い。第8章「年代測定の新しい展開」では、1980年以降に急速に実用化された分析技術によるごく微量の試料や極微ポイントでの年代測定法を紹介している。分析精度が上がったことによって年代値の示す意味を再考せざるをえなくなったことを強調し、さらに新しい測定法が今後開発される展望を述べている。

付録として、地質年代表、主な分析機器の概要、年代測定に関する文献・参考書があがっている。充実した引用文献と索引は特定の年代測定法をもっと詳しく知りたい場合にきわめて有用である。

過去を取り扱う「歴史科学」においては、裏付けとしての正当な年代値とその適切な評価が必要最低条件となっている。この現状のもとで、本書は年代測定に直接たずさわる学生や年代値を利用する研究者たちにとって必読の書である。

小泉 格

## 国際会議報告

はじめて見た白亜の崖  
—第13回国際オストラコーダシンポジウムに参加して—

加世田祐作・加藤昌子\*

第13回国際オストラコーダシンポジウム (The 13th International Symposium on Ostracoda) が、1997年7月にイギリス、Greenwich 大学 Chatham 校で開催された。学部学生としてはじめて参加した国際会議とそれに伴う野外巡検は、それらの全てが新鮮で貴重な体験であった。またシンポジウムでは「清水の舞台」から飛び降りるつもりで講演もさせてもらった。それらの内容は入月 (1998) によってすでに報告されているので、ここでは駆け出しの学生から見た野外巡検について、その様子を紹介する。

## 白亜の崖

イギリスにはじめて入国し、汽車を乗り継いで Greenwich 大学に到着したのは7月24日夜の7時であった。高緯度のため、辺りはまだ日暮れには遠い昼間の明るさであった。大学の学生寮で一泊してから、Pre-symposium Excursion である Kent 州南東部の Dover および Folkesone の白亜紀層 (25日) と Margate 海岸および Canterbury 近隣の Stodmarsh (26日) での化石および現生介形虫類の採取旅行に参加した。

最初の目的地 Folkesone の Copt Point は北海に面した高さ20メートルの白亜の崖からなり、風化して砕けやすい斜面を下りながらの試料採取であった。この地層からは介形虫はもちろん、アンモナイト、ベレムナイト、魚類などが多産する。参加者の多くは、私たちもそうであったが、ついこれら的大型化石に目を奪われ、斜面にはり

つきながら微化石はそっちのけでアンモナイトなどの化石探しに熱中してしまった。こんな風に道路脇に車を止めて、ハンマーも使わずに中生代の化石を容易に採取できる恵まれた環境をまずはうらやましく感じた。イギリス人の古生物に対する関心の高さは、このように身近に化石にふれる機会があるからなのだろう。

この露頭 (Albian) の最下部は Folkestone Sand, 中・上部は Gault Clay からなり、介形虫については Jones (1849, 1870) をはじめとする多数の研究があり、*Cytherella ovata* (Roemer, 1841) や *Schuleridea jonesiana* (Bosquet, 1852) などのよく知られた種の標本を入手できる期待感で岩片を必要以上に採集してしまった。試料を採取しながら、東方に続く有名な「Dover の崖」なるものを初めて見た。日の光に輝く「白亜の壁」は青い海にそびえ立ち、絵画的であった。かつて船で日本からイギリスに渡った留学生達が、船窓から最初に見たこの「白亜の崖」はまさに未知の世界の象徴だったであろうなどと思いを馳せてみた。

ここから7 km 北東の次の目的地 Shakespeare Cliff は先ほど Copt Point から眺めた崖であった。北海の波浪で円磨されたフリントの礫が敷き詰められた海浜から40メートルにもおよぶ、真っ白なチョークの断崖がそびえ立っていた。そこから得た白い岩片を手にして、「白墨」の元祖はこれだったのかとハンマーにこすりつけて字を書いてみたりした。このチョーク (Chalk) が主としてココリスから成ることが分かったのが19世紀後半で、偏光顕微鏡で確かめたことが、イギリスの生物学者 Thomas Henry Huxley の「On a piece

\*静岡大学理工学研究科生物地球環境科学専攻

of Chalk」(イギリスに来る前に先生から見せていただいた)に書いてあったことを思い出した。

Cenomanian から Turonian にあたるといこの露頭は下部から Abbots Cliff Chalk, Plenus Marl, Dover Chalk と呼ばれ, Jarvis *et al.* (1988) が *Bairdopilata southerhamensis* Weaver, 1982に代表される Cenomanian の介形虫を数多く記載した地層である。介形虫が沢山含まれているというチョークの塊を持ち帰ることにした。

白亜の崖が延々と続く礫浜に腰を下ろし、濃青の北海を眺めながらのお昼はサンドイッチに小さな器量の悪いリングとオレンジジュースであった。参加者は20人と少なかったが、4年ぶりに旧交を温めあう各国の研究者達の談笑は絶えることなく続いていた。その仲間になかなか入れなかったのは少々残念であった。

午後は車で北東4kmの次の目的地 Langdon Stairsに向かった。ちょっとしたハイキングコースといった牧歌的な野原を2kmほど歩いて、再び険しくむき出しの「白亜の崖」の上に立った。Huxleyも「On a piece of Chalk」の中で次のように述べている。

「The undulating downs and rounded coombs, covered with sweet-grassed turf, of our inland chalk country have a peacefully domestic and mutton-suggesting prettiness but can hardly be called grand or beautiful.」

目測で150mほどのChalkの断崖絶壁を狭い歩道を伝って海岸まで降りた。海と空の間にそそり立つ白い壁は畏怖の念を感じさせる。この崖沿いの小道は19世紀初頭の英仏戦争時に崖を切り抜いて作られた砲台への通路であった。TuronianからこのConiacianのこの露頭はRamsgate Chalkからなり、flint noduleを含む点でShakespeare Cliffとは大きく異なっている。

崖の上部にあるTuronian-Coniacian境界の下部3mの層準からは*Cytherelloidea granulosa granulosa* (Jones, 1894)をはじめ、44種の多様性に富むTuronian介形虫が産出することが知られている。崖から落ちそうになりながらハンマーをふるった。

「牧歌的なイギリスの風景は、人間の営みとは無縁で、長大な時間の流れが作り出した産物の上に成り立っている」というHuxleyの記述を全くその通りだと実感した。ヨーロッパ大陸との接点であるDoverの港を見おろす丘に立って夕日を眺めながらその日の巡検を終えた。

### 北海を臨んで

この日の巡検は2地点での現生介形虫の採集であった。昨日の化石採集とは違って水に入るので、日頃からサンプリングの際に愛用(?)している古いズックと短パンにはきかえ、準備万全の体制で臨んだ。Kent州東部のMargate海岸はチョークの壁を背にしたRocky beachで、一面に海藻が打ち上げられ、見渡す限り黒い絨毯を敷き詰めたようであった。こんなに滑りやすい“絨毯”の上を歩くことは日本では経験したことがなかった。潮だまりの石灰藻・緑藻・褐藻を採取するのだが、海藻の豊富な潮だまりは意外と深く、波をかぶらないようにタイミングよく海藻を引きちぎるのは大変だった。*Aurila convexa* (Baird, 1850)というtype-speciesが採取できるということで頑張ったが、かけた時間の割に収穫物は少なかった。真夏とはいえ、イギリス独特の曇り空は、肌寒さを感じさせ、日本での冬のサンプリングを思い出すほど厳しかった。こんな状況でも現地の人達はわずかな陽の光を待って泳いだり、水遊びを楽しんでいたのには驚いた。

午後の採集地Stodmarshでは大粒の雨となり、体が震えるほどの寒さであった。「イギリスは一日のうちに四季がある」というが、まさにこれを体験できて幸せだった。

この湿原は自然保護区なので、今回は特別の許可を得たとのことであった。車の乗り入れが禁止されているので、雨の中、湿原を2kmも歩いた。ようやく辿り着いたところは直径5mほどの水たまりで、*Cypria opthalmica* (Jurine, 1820)など8種が産出するというので、表層堆積物を手ですくってポリ袋に入れていた。ところがサンプリングが始まると、各々の研究者が自分で設計・制作したお手製のメッシュや採泥器をザックから取り出して、それぞれにその効用を自慢しながら、

こうやって採るのだと実演して見せてくれた。みんなよりよい器具を工夫しているのだと普通の自分たちの工夫の無さを少々恥ずかしく思った。帰途は林の中、湖を臨む美しい景色を見ながらハイキングを存分に楽しんだ。

### T. R. Jones の足跡を訪ねて

4日間のシンポジウムの後、T. R. Jones の介形虫研究のフィールドをたどって英国南部を5日間にわたって訪ねた。案内者は Leicester 大学の David J. Siveter, London 大学の Alan R. Lord, East Anglia 大学の Ian D. Boomer, Greenwich 大学の David J. Horne と Ian J. Slipper という現在イギリスで最も活躍している介形虫学者達であった。イギリスは地質・古生物学の発祥地であり Lyell や Darwin などを輩出した国でもある。Jones の名前はそれほど有名ではないが、これらの偉大な学者達と肩を並べる博物学者の一人である。

T. R. Jones は介形虫学の第一人者であるばかりでなく、micropaleontology の開拓者でもあった。彼は1819年ロンドンに生まれ、最初の論文(1849)は Folkestone の白亜紀介形虫の記載であった。1905年までに100編以上の論文を発表し、これらの論文は後の介形虫研究者の“touchstone and guide” になったと Robinson (1978) は記している。論文数もさることながらその業績は、Cambrian から Quaternary までの各時代を扱い、介形虫を生層序の指標にまで押し上げたことである。また海生だけでなく淡水生の介形虫も手がけ、イギリスだけにとどまらず、シベリアからアメリカ大陸にわたる広大な地域の試料を扱い、それらの記載を精力的に行った。そして、「1 mm にも満たない生物を数億年の年月を語る生物に変えた人」と言われているようである。

巡検参加者は我々の他に英国、ドイツ、イタリア、中国、ロシアからの16人であった。各国の著名な学者の中に紛れ込んで、我々二人だけが何か場違いに感じた。しかし少人数のためか、はたまた我々が彼らの子供くらいの年齢であったためか、終始一大家族で旅をしているような雰囲気の中で接してくれたことがうれしかった。

Jones の足跡をたどる旅は、Greenwich 大学をマイクロバスで出発し、西方100km ほどの Chesham Bois にある St. Leonard 教会で、彼の墓参りをするところから始まった。深い緑に囲まれた静かな教会の片隅に、その功績とは不釣り合いなほどひっそりとした Jones の墓があった。その墓前で、彼への敬意と我々のこれからの旅の安全を願って黙祷した。

2日目の朝は England 西部の田舎町 Ludlow で目を覚ました。出発前の慌ただしさとはほど遠く、イギリス流のゆったりとした雰囲気での Breakfast を楽しんだ。

最初の露頭は、郊外の early Ordovician の Smeathen Wood 層であった。腕足類や三葉虫と一緒に *Harperopsis scripta* (Harper, 1947) のような大型の介形虫が産出する。古生代の地層であるにも関わらず、保存は良好で岩塊を層理面に沿って割りまくった。介形虫とは思えない、まるで二枚貝化石を捜すような作業だった。

次に訪れた Caer Caradoc は牧草に覆われた標高200m の小高い丘で、その頂上には、そびえたつ城のように Pre-Cambrian の火山岩が露出していた。山頂からは眼下に Pre-Cambrian から Carboniferous までの地層の連なりを望むことができ、その景観は教科書のスケッチそのままであった。

3日目は Ludlow の南、Bengry Track の Silurian の地層 (Upper Leintwardine Formation) を目指して、深いブッシュをかき分けるようにして押し入った。頁岩の層理面に密集する体長 2 mm くらいの *Neobeyrichia lauensis* (Kiesow, 1888) を採取した。肉眼でも観察可能なので、岩片を食い入るように見つめ、ひとつひとつ良い化石が見つかる子供のように歓声を上げた。Jones もこのように無邪気にはしゃぎながら採集していたのであろうか、などと彼の採集姿が想像できるようであった。

4日目の目的地は、イギリス海峡に面した Swanage の近接で Purbeck Limestone が露出する Durlston Bay であった。海岸沿いの露頭は Jurassic-Cretaceous 境界層 (Cinder Bed) からなり、案内者の D. J. Horne が長年に渡って研究

してきたフィールドとのことであった。そんなわけで彼の説明は特に熱が入っていた。英語に弱い我々はその一部しか聞き取れなかったが、それでもイギリス中生代の地質について理解を深めた。

今回の旅は T.R. Jones という介形虫学の先駆者を通じて、我々の知的好奇心を大いに刺激してくれただけでなく、世界の著名な研究者と旅を共にできた喜びを与えてくれた。巡検中は採集した化石を自慢し合ったり、それらを交換したり、また地域の博物館や城を見学したり、宿では Horne のギター、我々のピアノ演奏を披露したりして、かけがえのない多くの思い出をつくることができた。

イギリス南部地域をほぼ一周する 700km の旅でたくさんのサンプルを持ち帰った。我々が手がけ始めた介形虫の研究がどこでどのようにして始まったのか、その歴史を垣間見る貴重な体験であった。

T. R. Jones が扱った標本のすべては現在 London の Natural History Museum に大切に保管されている。

#### 参考文献

- Jones, T. R., 1849. A Monograph of the Entomostraca of the Cretaceous Formation of England. *Monogr. palaeontogr. Soc. London*, 3.
- Horne, D. J., 1995. A revised ostracod biostratigraphy for the Purbeck-Wealden of England. *Cretaceous Research*, 16.
- Huxley, T. H., 1893. On a piece of Chalk. *Charles Scribner's sons, New York*, 1967.
- Robinson, E., 1978. An outline history of ostracod studies. In Bate, R. H. & Robinson, E. (eds.), A stratigraphical index of British Ostracoda. *Geol. Jr. spec. iss.*, 8.
- Siveter, D. J. and Lord, A. R. (eds.), 1997. In the footsteps of T. R. Jones. *British Micropalaeontological society field guide*, 10.

## 第5回テチス浅海域に関する国際シンポジウム参加報告\*

小笠原憲四郎\*\*・上野 勝美\*\*\*

第5回テチス浅海域に関する国際シンポジウムがタイ国チェンマイ市のチェンマイプーカムホテルを会場に、1999年2月1日から2月5日の期間開催され、シンポジウム前の3日間とシンポジウム中日には野外巡検が実施された。シンポジウムに登録したのは13カ国約130名で、タイ以外の外国からはほぼ40名の参加者があった(日本8名;イタリア8名;中国6名;オーストラリア5名;イスラエル4名;フランス2名;ハンガリー2名;マレーシア, インドネシア, インド, スイス各1名など)。この会議の出版物は497頁に達する Proceedings と Pre- 及び Mid-Symposium Excursion Guidebook である。日本からの参加者8名は、筑波大学の指田勝男, 上野勝美(当時), ティティマ・チャロエンティティラット(タイ国からの博士課程留学生), 小笠原憲四郎, 地質調査所の利光誠一, 佐藤善男, 神戸大学の波田重熙, 兵庫県立人と自然の博物館の三枝春生の諸氏であった。小笠原は地質調査所の利光氏とともにすべての行事に参加し, 上野はシンポジウムと Mid-Symposium Excursion に参加したので, その概要を報告する。

### チェンマイ開催の経緯とシンポジウム

テチス浅海域に関する国際シンポジウムは, 第1回を1982年にイタリアのパドバ大学で開催して以来, 4年毎開催を基本に, 第2回をオーストラリアのワグガワグガ(1986年), 第3回を仙台(1990年), 第4回をオーストリアのアルブレヒトベルグ(1994年)で開催してきた。第5回は1998年度にアジア地域でと, 当初タイのバンコク開催を模索していたが, 諸事情でチェンマイ大学が中心になり開催の運びとなった。特にチェ

\*Report on the International Symposium on Shallow Tethys 5, Chiang Mai, Thailand, February 1-5, 1999

\*\* Kenshiro Ogasawara, 筑波大学地球科学系

\*\*\* Katsumi Ueno, 福岡大学理学部地球圏科学科



写真1. シンポジウム前巡検の様子(シュコタイ近傍にて)。

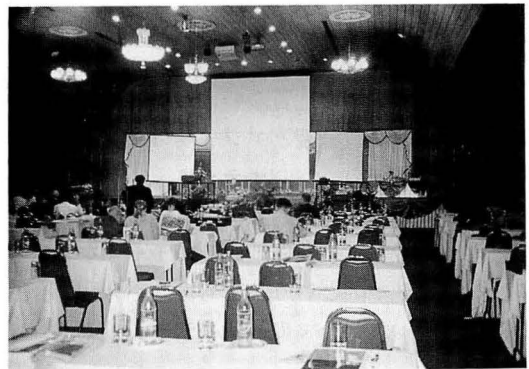


写真2. シンポジウム会場の風景。

ンマイ大学地質科学教室の Benjavun Ratanasthien 博士が本会議開催の中心となり, 国内組織委員会から事務局等ほぼすべての運営にご尽力頂いた。シンポジウムは, タイ国北東部の中心都市で古都でもあるチェンマイ市で, 5日間の日程で始まった。

シンポジウム初日の2月1日は, チェンマイ大学キャンパス近くにあるプーカムホテル2階の大広間会場にてオープニングセレモニーがあり,

組織委員会を代表してチェンマイ大学理学部地質科学教室の学科長、チェンマイ大学学長（副学長が代理）とタイ国鉱産資源局（DMR）所長のあいさつ、続いてタイ国鉱産資源局所長の Nopadon Mantajit 氏の「Thailand and Tethys sea」と、東アジアのゴンドワナ/テチス問題で著名なオーストラリア、ニューイングランド大学の Ian Metcalfe 氏による「The Tethys: How many? How old? How deep? How wide」の2件の基調講演が続いた。その後、約40件の個人講演と11件のポスターセッションが4日間にわたり行われた。また、初日夕刻からはホテルのプールサイドを会場に歓迎レセプションが開催され、そこでのチェンマイ大学の学生さんによる約2時間にわたるタイの民族音楽とダンスは大変好評を博したとともに、参加者の何人かは飛び入りでタイダンスを楽しんだ。

シンポジウムでは日本からの講演、特に指田勝男氏、久田健一郎氏、上野など筑波大学の関係者が近年携わってきたタイ国との共同研究の成果公表が数多くあり、その成果が参加者多くの注目を浴びたのは何よりも頼もしく感じた。タイを中心とした東南アジアの地質全般については、ゴンドワナからの地塊の分裂とアジアへの衝突・付加、またその過程での、パレオテチス、メソテチス、ネオテチスという段階的なテチス海の発展・消滅が想定されており、開催地がこのテーマを論ずるには最適のタイ国ということもあり、今回の会議ではこういったテーマの最新のデータが提示され、



写真3. 歓迎レセプションでのタイダンス。

議論がなされたことが目立った。また、イスラエルやインドのテチス研究事例も新たな展開を見せ、さらに古生物地理学の根本的な問題や、化石に基づいた比較検討を行う上での問題点といった討論などが、あらためて再認識させられたといえる。なお、日本人研究者の関係した講演・ポスターセッションは以下の10件である。

- (1) Charoentitirat, T.・上野勝美: Latest Carboniferous - Early Permian fusulinacean faunas from Loei, northeast Thailand.
- (2) Wang Xiang-dong・すぎ山哲男・上野勝美・水野嘉宏: Peri-Gondwanan sequence of Carboniferous and Permian age in the Baosha Block, west Yunnan, southwest China.
- (3) 上野勝美: Gondwana/Tethys divide in east Asia: Solution from the Late Paleozoic foraminiferal paleobiogeography.
- (4) Bunyongkul, T.・久田健一郎・Charusiri, P.・荒井章司: Tectonic significance of detrital chromian spinels from Paleozoic rocks in the Southern Kitakami Terrane, northeast Japan.
- (5) 指田勝男・上野勝美・Nakornsri, N.・Sardsud, A.: Lithofacies and biofacies of the Khlong Kon Limestone, southern peninsular Thailand.
- (6) 佐藤善男・鎌田耕太郎・石橋毅・村田正文: Discovery of a Middle Triassic ichthyosaur from Kudanohama, Utatsu Town, Miyagi Prefecture, northeast Japan.
- (7) 利光誠一: A new Maastrichtian (Cretaceous) inoceramid bivalve from Japan.
- (8) 小笠原憲四郎: Cenozoic geological events of the Pacific and their responses in the Oligocene to Early Miocene Japanese molluscan faunas.
- (9) 三枝春生・Rathanasthien, B.・仲谷英夫: A new Miocene mammalian locality, Mae Soi, and the occurrence of partial skeletons of rhinocerotids and gomphotheres from northern Thailand.
- (10) Chutakositkanon, V.・久田健一郎・



Charusiri, P.・荒井章司: Detrital chromian spinels from the Nam Duk Formation: a key to elucidate the tectonic evolution of central mainland Southeast Asia and Loei Suture Zone in Thailand.

### 野外巡検

会議前に3日間の、また会議中日に日帰りの野外巡検が開催され、それぞれかなりのボリュームの巡検ガイドブックが用意された。

**Pre-Symposium Excursion** (巡検リーダー: B. Ratanasthein, S. Singharajwarapan and C. Chonglakmani)

チェンマイ南方のランパン、スコタイ、メーソド周辺の中古生界を見学する2泊3日の地質巡検で、20名の参加者があった。

巡検は1月29日午前8時にプーカムホテルを出発、国道11号線をひたすら南下、スコタイまでの道路沿いで石炭～三畳系の石灰岩・チャート、頁岩など9ヶ所を見学した後、スコタイのパイリンホテルに宿泊した。翌日の午前中は古都スコタイの遺跡が保存されている歴史公園を見学後、スコタイから南西にメーソドまでの国道12号線と急峻な山岳横断道路である国道105号線沿いの露頭を見学した。圧巻はプレカンブリアンのアウゲンナイス (Lansang Gneiss) から構成された滝のある国立公園で、ここで昼食後さらに北東山脈を横断し石炭～ジュラ系の石灰岩や砕屑岩類を見学した後、メーソドのセントラルメーソドヒルホテルに宿泊した。31日午前中は今回の巡検で最も新しいジュラ・白亜系の礫岩層とジュラ系の礁性石灰岩が露出する採石場を見学した。その後はミャンマー国境の町で昼食を取り、昼過ぎにメーソドを出発、途中日常生活物資を扱うマーケットなども見学した。チェンマイのホテルには19時頃に到着して、無事巡検を終えた。ミャンマーとの国境の町メーソドはルビー・サファイアなどの宝石が有名なところで、参加者はそれぞれ値段を交渉しながらお気に入りの宝石を手に入れたようである。

**Mid-Symposium Excursion** (巡検リーダー: B. Ratanasthien, S. Singharajwarapan, C. Chonglakmani and I. Metcalfe)

会議中の2月3日にはチェンマイ北方の中古生界を見学する日帰り巡検が催され、約50名の参加者があった。当日は、ホテルから約1時間のドライブでチャンダオのゾウ飼育センターに到着、そこで約1時間のゾウの演技ショーを鑑賞した後、さらに北へ進み国道107号線沿いに見学を行った。チェンマイ北方のチャンダオ周辺は、1960年代に小林貞一・猪郷久義両先生によりタイ国において初めて筆石が報告された場所である。また最近では上野や指田勝男氏らの研究によりパレオテチスの収束域であることが明らかになりつつある地域でもあり、デボン～三畳系の層状放散虫チャートや海山起源と思われる石炭～ペルム系の巨大炭酸塩岩体が分布している。今回の巡検では、国道沿いの幾つかの露頭だけを見たものではあったが、小林・猪郷両先生が報告したデボン系含筆石頁岩の露頭やデボン～ペルム系放散虫チャート、石炭・ペルム系の含フズリナ石灰岩、三畳系(?)の玄武岩類を順次見学し、パレオテチスの情報に直に触れることができた。また、ガイドブックに引用されていた論文のほとんどが日本人研究者による研究成果であり、タイ国の層序学・古生物学に対する日本人研究者の貢献の度合いをあらためて認識した。

### チェンマイシンポジウムの感想と次回第6回シンポジウム

2月5日11時からの閉会式では、国際組織委員会を代表してオーストラリアのマッケンジー教授が今回のシンポジウムを総括し、地元タイ国チェンマイ大学地質科学教室のスタッフの方々、そして会議の手助けをしてくれた大学院生と学生の方々に成功裏に閉会できた事を感謝した。今回のタイ側の開催に対する熱意は相当なもので、タイ国鉱産資源局やチュラロンコン大学、コンケン大学など国内主要研究機関の多くの方々が集い、意見交換していた姿に強い感銘を受けた。チュラロンコン大学とコンケン大学の知人から日本と共同での研究計画の提案もあり、今後タイ国と日本と

の相互研究を進展させる上でも、本シンポジウムの開催は重要な意義を持っていたと言える。またイタリアのピッコリ教授から第6回シンポジウムはハンガリーの首都ブダペストのエオトゥボス大学で開催する予定である事が紹介され、開催までの幹事長とシンポジウムニュースレターの編集責任者に小笠原が、またその補佐役に上野が指名された。さらに第7回会議はインドネシアが候補にあがっている事が紹介された。

小笠原は仙台の第三回会議以降オーストリアと今回のタイでの会議に、また上野は前回のオース

トリアと今回のタイでの会議に参加してきたが、前回オーストリアでの会議報告でも述べたように、100人規模の会議は参加者の大半の方々と接する機会に恵まれ、研究面だけでなく大変すばらしい人的交流が出来る会議であると言える。本会議は、回を重ねる毎に初期の「浅海性」テチスという絞られたテーマから徐々に講演内容の幅が広がりすぎた感はあるが、ヨーロッパ、アジア、ユーラシアという通常の国際会議にない組み合わせの国々の国際会議であり、今後さらに意義深い会議としてより発展してゆく事を強く期待している。

## 現生および化石渦鞭毛藻国際会議 (Dino-6) —ノルウェー・トロンハイム—\*

松岡數充\*\*

最近の国際会議には分類群の名称の付されたものが多い。その中でも「現生及び化石渦鞭毛藻国際会議—International conference on Modern and Fossil Dinoflagellates (Dino)—は比較的長い歴史をもつ会議であろう。第1回会議は1978年にアメリカ合衆国のコロラドスプリングスでGSA Penrose Conferenceを主催者として開催された。その後ほぼ4年に1回の頻度でヨーロッパと北米で開かれてきた。第1回会議の主催者がGSAであることからしてわかるように、この会議の出発は地質学・古生物学者がイニシアチブを取っていた。日本古生物学会では最近になってようやく渦鞭毛藻化石に関連した講演が増えてきたが、欧米では1960年代から既に油田開発での地層の対比や根源岩の推定、堆積環境の復元などに利用されてきたこともあって、化石渦鞭毛藻の研究、とりわけ生層序学的研究—が精力的に展開されていた。しかしその背後には化石渦鞭毛藻が遊泳期の栄養細胞ではなく休眠期細胞であることが古生物学研究者による現生シストの培養実験によって立証されていたこともあって、現生渦鞭毛藻研究者も積極的にこの会議に参加してきた。最近になって化石渦鞭毛藻の生層序学的研究が一段落すると、研究主題はそれに代わって古海洋環境学的研究や自然史科学的あるいは環境科学的研究へと移行し、それにつれ、生物学者の参加も増加の様相を見せている。1989年のDino-4 ウッズホールではカナダのMax TaylorとG.Gainsが「餌」として珪藻を捕食する従属栄養種の行動をビデオで紹介したこと、また1993年のDino-5ではJ.M. Burkholderが最近になって日本でも注目されている有毒渦鞭毛藻の*Pfiesteria piscicida*の生活史について講演したことは、生

物研究者のみならず古生物学者からも注目を浴びてきた。このように渦鞭毛藻化石の主要な研究課題が代わりつつある感が強くなるなかで開かれたのがDino-6であった。

会場はノルウェー北部の都市トロンハイムであった。この街はフィヨルドの奥部に位置し、およそ1000年以上も前から都市として栄え、中央部にはノルウェー最古のキリスト教教会がある。現在では人口が約14万人で、オスロやベルゲンについており、ノルウェー科学工科大学 (NTNU) を擁する。因みノルウェーには4校の国立大学しかない。トロンハイムはノルウェー海中部のHaltenbanken油田に近く、それもあって、IKU Petroleum Researchや民間石油会社 (Statoil) の研究センターが設けられている。Dino-6は1998年6月7日から13日までノルウェー工科大学 (The Norwegian University of Science and Technology; NTNU) を会場とし、M. Smelror (NTNU) やK. Tangen (OCEANOR) を中心としたノルウェー国内の現生・化石渦鞭毛藻研究者が中心になって開催された。参加者は30か国から約190名であった。内訳は化石研究者が3/5を占めていた。大学関係の研究者は化石・現生を合わせて50%以上で、ついで石油会社の研究者、政府機関 (地質調査所など) の研究者であった。地域別では北ヨーロッパ、ドイツ、フランス、イギリス、アメリカ合衆国、カナダが多く、日本からは大学・企業の研究者3名が参加した。これまでの会議と同様にアジア人研究者の出席は少なく、この方面での研究者の偏りを感じた。会議はテーマごとに招待講演者とそれに関連した口頭発表およびポスター発表から構成されていた。主要テーマは

1. Dinoflagellate evolution (Taxonomy, Molecular Phylogenetics, Life-Cycles)
2. Productivity of Recent and Ancient Seas

\*Dino-6 (Sixth International Conference on Modern and Fossil Dinoflagellates)—Trondheim, Norway—

\*\*Kazumi Matsuoka, 長崎大学水産学部

3. Biogeography and Ocean Circulation (Present and Past)
4. Dinoflagellates and the Climatic Record
5. Dinoflagellate habitats
6. Calcareous dinoflagellates
7. Biochemistry and Fossil Biomarkers
8. Harmful dinoflagellates

であった。この会議の歴史性からして、3、4、7と生層序とを結びつけた発表が多かったが、現生渦鞭毛藻研究者を中心に1、6、8のテーマとの関連での講演も目立った。

次回の現生及び化石渦鞭毛藻に関する国際会議 (Dino-7) はこれまでの開催間隔からして

2002年に予定されている。Dino-6開催以前に M. Smelror から Dino-7 の開催を日本で引き受けてくれないかとの打診があった。日本での渦鞭毛藻に関する研究者が少ない現状では簡単に引き受けられるものではないので、国内の化石渦鞭毛藻のみならず現生渦鞭毛藻研究者とともに相談した。その結果、これまでよりも現生渦鞭毛藻に関するテーマ例えば1、2、5、7などをより積極的に取り込むことができれば可能であろうとの判断の下に、Dino-7の開催を日本で行うとの提案をした。会議ではそれが採択された。開催の日程や場所等は未定であるが、2002年には Dino-7 が日本で開催されることになった。

## 案 内

地質図の凡例を標準化するためのアンケート調査にご協力を！

地質調査所では、地質図が誰でも理解できるようにすることを目指して、地質図に用いる凡例を標準情報化するための検討を行っております。この作業は、通商産業省工業技術院標準部の支援を得て行われるもので、「標準情報 (TR) 制度」のもとで、地質図を表現するために用いられる記号、色、模様などの標準化、及び地層・岩体の名称などの表現の標準化を図るための資料を提供し、標準となるものを提案することを目的としております。

このたび、この作業の一貫として、ISO710「詳細な地図、平面及び地質断面図に用いる図式記号」(Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross-sections) の翻訳を行いました。これは、標準情報 (TR) 「地質凡例基準の標準情報」の資料となるものです。ISO710は、「地質凡例基準の標準情報化」に関連した唯一の国際規格であり、「地質凡例基準の標準情報化」にあたっては、これをひとつの基礎として作業を進めたいと考えています。しかし、この規格については、国内では専門家にさえ知られていないという実態があります。そこで、地質調査所のホームページ上で、その翻訳を公開し、これについての皆様方のご意見を広く求めることにしました。下記 URL にアクセスして閲覧の上、ご意見をお寄せ下さい。

ISO710「詳細な地図、平面及び地質断面図に用いる図式記号」の URL :

<http://www.gsj.go.jp/GSJ/ISO.html>

なお、ホームページをご覧いただけない方、詳細を知りたい方は下記宛お問い合わせ下さい。

〒305-8567 茨城県つくば市東1丁目1-3

地質調査所地質部気付 地質凡例基準の標準情報化に関する研究グループ

電話 : 0298-54-3651

ファックス : 0298-54-3653

(地質凡例基準の標準情報化に関する研究グループ代表 : 鹿野和彦)

## 学 会 記 事

### 日本古生物学会定例評議員会 (97・98年度, 第5回) 議事要録

平成11年1月28日(木) 9:30~12:30

出席者: 池谷会長, 長谷川, 速水, 平野, 加瀬, 北里, 小泉, 前田, 間嶋, 森, 野田, 大野, 大路, 小澤, 斎藤, 棚部, 富田, 八尾

委任状: 鎮西(→池谷), 糸魚川(→北里), 小島(→前田), 小笠原(→野田), 猪郷(→加瀬), 瀬戸口(→大野)

欠席者: 濱田

書記: 千葉, 北村庶務幹事

#### <報告事項>

##### 1. 常務委員会報告(北里)

庶務: ①平成10年度科学研究費補助金研究成果公開促進費は Paleontological Research 出版助成, 特別号38号, 公開講演「化石が語る東北日本の自然史4億年」がそれぞれ採択された。②ニュートンプレス社主催の第1回「Newtonサイエンスセミナーゴンドワナの恐竜」, 鹿児島大学主催の「琉球列島-島嶼の適応放散と絶滅の舞台」, 大阪市立大学主催の「21世紀の地学を考える大阪フォーラム」, 日本学術会議が主催するアジア学術会議, および第12回「大学と科学」公開シンポジウムへの本会の後援を了承した。③図書館学会, 科学技術振興財団, 学術情報センター, 学術会議からのアンケートに答えた。④科学技術庁からクローン技術に関する意見「クローン技術に関する基本的考え方について(中間報告)」を求められたことを受け, 学会としての意見書を作成した。⑤古生物学会蔵書を静岡県自然系博物館準備室に寄託した。なお, 継続あるいは新規寄贈書籍の整理は引き続き自然史科学研究所が行っている。

る。⑥1999・2000年度評議員選挙を行った。鎮西清高, 濱田隆士, 長谷川善和, 速水 格, 平野弘道, 池谷仙之, 糸魚川淳二, 加瀬友喜, 北里洋, 小泉 格, 前田晴良, 間嶋隆一, 真鍋 真, 森 啓, 野田浩司, 小笠原憲四郎, 大野照文, 大路樹生, 小島郁生, 小澤智生, 斎藤常正, 瀬戸口烈司, 棚部一成, 富田幸光, 八尾 昭の25名が評議員に選出された。渉外: ①平成11年度定期刊行物の助成申請を文部省に行った。②平成11年度の科学研究費審査委員の層位古生物学一段委員の新規候補者に1位小笠原憲四郎君, 2位間嶋隆一君を, 地球化学一段委員に大場忠道君をそれぞれ推薦した。会計: ①1998年年会・総会(神奈川県立生命の星地球博物館)への参加者は325名で, 収入は1,016,000円, 支出は917,291円であった。②147回例会(北海道大学)の参加者は135名で, 収入は339,000円, 支出は252,192円であった。③学会の総収入に対する支出が増え, 赤字が年々拡大している。行事: ①8月に分子古生物学のショートコース, 11月に第1回フィールドワークショップをそれぞれ行った。②1999年年会・総会(東北大学), 148回例会(兵庫県立博物館)を企画した。③平成11年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費」の申請を行った。会員: ①入会54名, 退会19名(うち賛助会員1件)があり, 4名の会員が逝去された。現在, 会員総数は1078名(普通708名, 特別298名, 名誉17名, 賛助8, 海外37)となった。海外欧文誌講読会員は12名である。②学会規則・規定・内規の一部を変更することとした。国際交流: 定期刊行物交換依頼について, 現状の見直しを行った。現在, 交換件数は94である。広報: ①古生物学会ホームページを開設した。アドレスは, <http://www.museum.kyoto-u.ac.jp/palsoc.html> である。友の会: ①現会員240名中80名が会費未納である。

②ニュートンに友の会入会の広告と自然史科学研究所の研修会の報告を掲載した。③友の会への入会方法を65号の「化石」に掲載した。

## 2. 会員の入退会報告 (平野)

1998年に54名の入会者および5名の海外欧文誌購読会員申し込みがあった。入会者は(千代田厚史, 戸田健太郎, 岩岡 洋, 金 光男, 茨木洋介, 横山泰造, 岩村豊穂, 和田弘人, 對比地孝巨, 伊藤知佳, 関口智寛, 高橋正道, 山田 桂, 藤川将之, 桂 嘉志浩, Gerard J. McGowan, 鹿納晴尚, 篠原 晁, 鈴木千里, 櫻井和彦, 足立奈津子, 安原有美, 長谷宏司, 小荒井千人, 中田恒介, 橋本智雄, 黄 鐘日, 玄 明玉, 古川義雄, 田中 豊, 西原ちさと, 岩下智洋, 溝口秀勝, 柿原真二, 鶴飼宏明, 山岡隆信, 長森英明, 近藤洋一, 小丸恭平, 北村栄一, 一瀬めぐみ, 柏山祐一郎, 安倍清治, 石飛喜光, 北原弘次, 佐藤孝洋, 濱田哲夫, 本田彦一, 三宅幸雄, 矢島孝一, 小池美津子, 山口龍彦, 石河英作, 高橋昭紀)。また, 1賛助会員を含む19名の退会者(橋本 勇, 実崎悟郎, 花沢晃昭, 菅野 弘, 斎藤実篤, 田川正之, Davydo Vladimir I, 松永 孝, 徳永重元, 駒奇石博物館, 佐藤由理, 林 信一, 神田 要, 渡部景隆, 菊池伸二, Zaw Win, 武南 馨, 山岡裕二, 松村由利子, 金子智之), 4名の逝去者(小関 攻, 佐藤信一, 阿部勝巳(特別会員), 野田光雄(特別会員))があった。また, 会員資格の変更は, 普通会员から特別会員へ23名, 海外会員から海外欧文誌購読会員へ3名である。現在の総会員数は1078名である。

## 3. 編集状況報告

欧文誌(森): ①Paleontological Research vol. 2, no. 1-4を出版した。論文数31, 総ページ数300頁であった。②著作権協議会からPaleontological Research 図版引用についての許可申請に対応した。和文誌(棚部): ①「化石」64・65号を発行した。総ページ数131頁であった。②「化石」の掲載内容を見直し, 総説的なものとして解説記事を多く掲載することとした。特別号(富田): ①38号は最終校正の段階である。特別号投稿規定を改訂することとした。②特別号大判化にとまない, 表紙・文字種などの具体的なデザ

インを決定した。

4. 学術会議・研連報告(小笠原・八尾・池谷)  
第17期古生物研連: 研連の見直し, タイプ標準データベースの構築を行っている。第17期地質研連: 「21世紀の地球システム学」の進展を目指した諸方策の策定を行っている。第17期地質科学総合研連: 研連の見直し, および地質科学学会連合を引き続き検討している。

## 5. 自然史学会連合報告(加瀬)

①1998年10月24日に総会を行い, シンポジウム「干潟の自然史—干潟の過去, 現在, 未来—」を国立科学博物館分館で行った。②役員改選で連合代表に速水 格君が留任した。顧問を, 学術会議会員の鎮西清高, 斎藤常正君に依頼した。③科学研究費細目「自然史科学」の配分委員候補者として棚部一成君を推薦した。④地域博物館との連携を強化することとした。⑤新たに日本昆虫分類学会の参加を認めた。

## 6. 学校科目「地学」関連学会間連絡協議会報告(間嶋)

学校教科書の問題点が指摘され, チェックしている。

## 7. 賞の委員会報告(池谷・北里)

①学術賞に大路樹生君(有柄ウミユリ類の自然史学的研究)を推薦した。②論文賞には水野嘉宏君(西南日本, 日南石灰岩の中期石炭紀コノドント群集の生層序学的研究), 杉山和弘・O. Roger Anderson君(現生スピリダ放散虫細胞の微細構造とナッセラリアの分類)を推薦した。

## 8. 1999年度以降の行事計画(間嶋)

①1999年年会・総会は東北大学で開催する。斎藤常正会員による公開講演「化石が語る東北日本の自然史4億年」を行う。また148回例会は兵庫県立人と自然の博物館で開催する。②2000年年会・総会は早稲田大学で開催し, 国際シンポジウム「Land-Ocean Interactions of Carbon Cycle and Bio-Diversity Change during the Cretaceous in Asia」を早稲田大学と共催する。

## 9. 第三次長期計画委員会(小泉)

①科研費小委員会: 年会・例会の際に3回のシンポジウムを行った。②後継者育成問題小委員会: 「化石と分子」ショートコースを1998年8月

17日から21日まで東京大学本郷と三崎臨海実験所において開催した。フィールドワークショップ「海底表層環境と底生生物のダイナミクス」を1998年11月21日から23日まで千葉大学理学部海洋生態系研究センターと上総-下総層群露出地域(千葉県)において開催した。いずれの報告も化石65号に掲載予定である。③普及書出版小委員会:普及書の出版は継続中である。④一般への普及、博物館との連携委員会:友の会・国立科学博物館との共催講演会「中生代は虫類研究の最近の話題」および「ゴンドワナ大陸の恐竜」を行った。

#### 10. 賞の内規等の検討(池谷)

外国研究者からの Paleontological Research への投稿を奨励する意味で、賞の対象者を会員に限定しないこととした。

#### 11. 行事改革案(間嶋)

日本古生物学会総会・年會を6月末頃とし、例會は年1回とする案をまとめた。また、ショートコース、フィールドワークショップなどの企画を積極的に実施することとした。

#### 12. 会計(加瀬)

①行事改革に伴い、会計年度を4月1日から3月31日に変更する。②平成11年度学会費の値上げを見送り、毎年150万円の赤字分は当分の間学会基金を取り崩して補填することとした。

#### 13. 評議員の定年制

2001・2002年度の選挙から、評議員の被選挙権を65才未満の特別会員にするという案を提案することとした。

#### 14. PRI との出版物の交換(小笠原)

日本古生物学会とPRIとの出版物について、「化石」と American Paleontologists とにそれぞれ相互の宣伝ページを設け、Website アドレスを記し、それぞれの出版物購入希望者はそれぞれの購入方法にしたがって注文できるようにした。

#### <審議事項>

##### 1. 特別会員の推薦および名誉会員の推戴の確認

特別会員および名誉会員の推戴のないことが確認された。

##### 2. 学術賞・論文賞の決定

学術賞、論文賞が下記のように決定した。

学術賞:大路樹生君「有柄ウミユリ類の自然史学的研究」。

論文賞:水野嘉宏君「Conodont faunas across the Mid-Carboniferous boundary in the Hina Limestone, Southwest Japan. (西南日本, 日南石灰岩の中期石炭紀コノドント群集の生層序学的研究)」; 杉山和弘・O. Roger Anderson 君「The fine structures of some living Spongia (Nassellaria, Radiolaria) and their implications for nassellarian classification. (現生スピリダ放散虫細胞の微細構造とナッセラリアの分類)」。

#### 3. 99年例会のシンポジウムと2000年例会の開催地について

今回の兵庫県立人と自然の博物館での148回例会におけるシンポジウム案「日本の陸生哺乳類の起源」が承認された。2000年例会の開催地として、群馬県立自然史博物館からの応募申し込みがあった。正式な決定は、99-2000年度第2回評議委員会で行う。

#### 4. 行事改革

年會は毎年6月頃に1回、例會は1-2月頃に1回開き、定例総會は年會時に開催することとなった。

#### 5. 刊行物委員会の開催について

ワークショップ関係物を刊行するため、刊行物委員会を開催することとした。

#### 6. 会則改正

会則改正案について審議し、一部を訂正し、総会にかけることとした。

#### 7. 決算報告

会計からの決算報告を承認した。松川正樹会計監査による監査結果が提示された。

#### 8. 会費長期滞納者の取り扱い

5年以上の滞納者については会員係から「会費納入がなければ学会名簿から削除する旨を通知する」こととした。また、2~4年の滞納者については会計係が会費納入の督促状を送ることとした。

#### 9. 次期評議員会への申し送り事項

若手振興賞について、マルチメディアへの対応等に関しては次期委員会に申し送る。故阿部勝巳会員の貢献賞に関しては、次期委員会に申し送る

こととした。今後のビブリオグラフィーのあり方については、次期委員会で検討することとした。

## 10. その他

特別号投稿規定の改正案について検討した(「化石」次号で掲載予定)。

### 日本古生物学会定例評議員会 (99・2000年度, 第1回) 議事要録

平成11年1月28日(休) 13:30~17:00

出席者: 長谷川, 速水, 平野, 池谷, 加瀬, 北里, 小泉, 前田, 間嶋, 森, 野田, 大野, 大路, 小澤, 斎藤, 棚部, 富田, 八尾

委任状: 鎮西(→池谷), 糸魚川(→北里), 小島(→前田), 小笠原(→野田), 真鍋(→富田), 瀬戸口(→大野)

欠席者: 濱田

書記: 千葉, 北村庶務幹事

#### <審議事項>

##### 1. 会長選挙

投票の結果, 森 啓君が会長に選出された。

##### 2. 申し送り事項の紹介

故阿部勝巳会員の貢献賞について, ビブリオグラフィーのあり方について, 第3次長期計画委員会の活動等についての申し送り事項が紹介された。

##### 3. 常務委員の選出

次の通り常務委員の選出された。

庶務: 北里, 渉外: 大路, 会計: 真鍋, 行事: 間嶋, 会員: 平野, 国際交流: 小笠原, 広報: 前田, 欧文誌: 棚部・加瀬, 化石: 池谷(会長指名), 特別号: 富田, 友の会: 大花(会長指名), 自然史学連合: (会長指名)

##### 4. 会計監査の選出

候補者として, 小竹信宏君(千葉大学)(1位), 安藤寿男(茨城大学)(2位), 松居誠一郎(宇都宮大学)(3位)が選出され, 会長が交渉し決定することとなった。(付記: 交渉の結果, 小竹信宏君に決定した。)

##### 5. 賞の委員会半数改選

1999・2000年度の賞の委員会委員として小泉

格君と間嶋隆一君が選出された。

##### 6. 事業計画・予算案の承認(加瀬)

1999年度の事業計画・予算案について説明があり, それぞれ承認された。

##### 7. その他

総会議事の確認(北里)

1999年度総会次第の確認が行われ, 承認された。

### 1999年総会報告

平成11年1月29日, 16:15~17:30: 於東北大学理学部, 参加者118名, 内委任状5名(定足数108名)

総会では平成10年6月評議員会(化石65号に掲載)および上記平成11年1月の評議員会の報告・審議事項を中心として, 重要案件を報告した。また, 評議員選挙, 行事日程, 編集にかかわる会則改正を項目にしたがって提案し, すべての議事が承認された。総会次第は以下の通りである。

I. 開会, II. 会務報告, III. 学術会議・研連・自然史学会連合報告, IV. 学術賞・論文賞授与(学術賞: 大路樹生君, 論文賞: 水野嘉宏君, 杉山和弘君, O. Roger Anderson 君), V. 1998年度決算報告, VI. 会則改正, (議長交代: 新会長 森 啓君の就任挨拶), VII. 1999年度事業計画および予算案, VIII. 閉会

### 1998年度日本古生物学会学術賞

大路樹生君: 有柄ウミユリ類の自然史学的研究  
有柄ウミユリ類は, 地質時代とくに古生代に世界中の暖海に繁栄したが, 現在は主に半深海に若干の種が生き残っていて, 「生きている化石」の好例とされる棘皮動物である。現生ウミユリの分布・形態・生態・生活史などを知ることは, 化石ウミユリ類の分類・進化を理解する上に不可欠であるが, 欧米先進国周辺海域では生体資料が得にくいために, その基礎的研究が遅れていた。日本列島の黒潮海域は, 有柄ウミユリ類を陸棚上にも豊富に産し, 計画的に研究を進めることが可能な数少ないフィールドの一つである。

大路樹生君は, このような地の利を最大限に生かし, 内外の優れた研究者とも協力して, 有柄ウ



ミユリ類の自然史全般にわたる基礎的研究を大きく発展させた。同君のウミユリ研究は、①白亜紀宮古層群に産する例外的に保存の良い化石を始め、日本各地の中新世や南極半島の始新世の資料など、これまでほとんど手がつけられていなかった中・新生代の化石ウミユリ類の記載・分類、②インド-西太平洋海域のゴカクウミユリ科の多様性と分布にもとづく生物地理学的考察、③カリブ海の半深海に産する *Endoxocrinus parrae* の水深にとまなう変異に関する研究、④主に相模湾・駿河湾の *Metacrinus rotundus* (トリノアシ) を対象とした生活様式、莖板の成長、莖や腕の自切・再生能力などに関する一連の研究に大別される。現生ウミユリの研究では、酸素同位体比の検討、飼育実験、潜水艇による生態観察、深海カメラ撮影など、種々の新しい手法を導入している。

これらの研究を通じて同君が特に強い関心をもって検討しているのは、中生代以降に生じたと思われる捕食者の増加がウミユリ類の進化や分布に及ぼした影響である。これは古生物学の重要な仮説となっている「中生代の海洋変革」の検証につながっている。ウミユリ類の冠部の腕は、魚類により捕食される時に自切し、後に再生することが知られている。同君は腕の再生の頻度が捕食圧の示標になるのではないかと考え、幅広い深度に生息する *E. parrae* の一連のサンプルを調査して、深度を増すにつれて捕食圧が低下することを示した。また、ゴカクウミユリ科が三畳紀に出現して以来、①骨格の大型化、②腕の分岐数の減少、③腕の自切に適した靱関節を基部に備えた新しいグループの出現、④白亜紀以後にこのような靱関節を持たない古いグループの半深海への逃避が生じていることを化石記録から明らかにして、これら一連の現象を浅海における捕食圧の増大と関連づけて説明した。さらに、岡本 隆氏と協力して、トリノアシの腕の自切する靱関節の位置が捕食による被害を最小限にとどめ、腕の分岐パターンが最も効率よく採餌できるように造られていることをコンピュータ・シミュレーションによって確認した。両宮昭南氏と共同で行った飼育実験では、トリノアシの驚くべき再生能力を実証するとともに、莖だけの個体が長期間を生き続けることから、化石

で莖だけが産する場合でも生きている状態を示している可能性があることを示唆している。

このように大路樹生君は、我が国最初の現生・化石ウミユリ類の本格的な研究者であるとともに、広い視点から国際的に高く評価される独創的な基礎的研究を行って、多くの新しい重要な知見をもたらした。日本古生物学会は、ここに同君の努力と成果を高く評価し、学術賞を贈って古語の一層の発展を期待する。

#### 1998年度日本古生物学会論文賞

杉山和弘君・O. Roger Anderson 君: The fine structures of some living Spyrida (Nassellaria, Radiolaria) and their implications for nassellarian classification. *Paleontological Research*, vol. 2, no. 2, p. 75-88, 1998.

放散虫類の分類と形態進化の研究は、これまで主に珪酸質骨格の形態的特徴に基づいて行われてきた。新生代になってから繁栄する放散虫のうちナッセラリア類は、骨格構造に基づいてスピリダ亜目とシルティダ亜目に区分されている。しかし、スピリダ亜目についての分類学的研究はいくつかの区分案が提唱されてはいないが、まとまっていない。本亜目の分類上の混乱を解決することは、単にナッセラリア類の分類を整理するだけではなく、放散虫群集の主要構成グループであるスピリダ亜目を古海洋研究の有用な道具として確立していくことにつながる。

杉山君とアンダーソン君は、スピリダ亜目の分類を再検討することを目的として、透過型電子顕微鏡を用いて、本亜目の2種、*Acanthodesmia vinculata* と *Lithocirus reticulatus* の細胞微細構造の比較を行った。その結果、この2種は、核と核近傍の中心鞘 (central capsule) の形態と軸足体の配置、およびフスール (fusule) の位置が全く異なっていることを明らかにした。ことに、*L. reticulatus* の fusule は中心鞘のまわりに放射状に分布しており、これは、従来、ナッセラリア類ではなくスプレラリア類の典型的な特徴だとされていたものである。

このように、2種間では微細構造に多くの違い

があるにもかかわらず、スピリダ2種には中心鞘とフスールの構造にシルティダとは区別できる共通点があった。スピリダの鞘壁 (capsule wall) はシルティダよりも10倍厚く、層状になっていること、また、フスールはシルティダ特有のオスミウム染色層 (osmiophilic layer) を欠いていること、そしてフスールの一般的な形もスピリダとシルティダとでは異なっていることなどの形態的な相違は、スピリダとシルティダ垂目とがナッセラリア類の中で高次のレベルで区分されるべきことを示している。すなわち、何人かの研究者が提案しているように科レベルでスピリダを分類すべきではないことを意味している。

スピリダとシルティダにはそれぞれ2~4つの核と軸足体の組合せがあり、それらは科の分類を行う際に有効であることを示唆した。その中で、*Acanthodesmia* タイプと呼ぶ組合せはスピリダとシルティダにも見られ、このことは、放散虫の進化に何度も収斂が起こっている可能性があることを示している。以上のように、本研究では、鮮明な透過型電子顕微鏡写真を用いて細胞の微細構造を検討し、骨格だけではなく細胞組織をも用いたナッセラリア類の新たな分類を確立した。

日本古生物学会は、骨格形態情報だけでなく細胞学的な所見を加えて放散虫の分類を行うことの重要性と妥当性を示した本論文を高く評価して、ここに杉山和弘君とO. Roger Anderson君に論文賞を贈り、今後の一層の発展を期待する。

#### 1998年度日本古生物学会論文賞

水野嘉宏君: Condont faunas across the Mid-Carboniferous boundary in the Hina Limestone, Southwest Japan. Paleontological Research, vol. 1, no. 4, p. 237-259, 1997年.

本邦石炭系のコノドントについては、Igo and Koike (1967) による初の報告以来、数多くの研究が積み重ねられてきた。その中で、上・下部石炭系を区分する指標とされている種群が、阿哲

や秋吉石灰岩のセクションでは混在して産する疑いがあることが指摘された。しかし、西欧や北米の模式層序ではそのような事実が観察されないため、この問題はこれまであまり重視されていなかった。

この水野君の研究は、石炭系のコノドント層序にまつわる未解決の問題を解くため、新たに岡山県西部の日南(ヒナ)石灰岩の中に上・下部石炭系の境界を含む良好なセクションを見つけ、その詳細な調査および分析をおこなったものである。その結果、厚さ40mあまりの連続層序の中から8属16種を見だし、そのうち特に重要な1新属3新種を含む5属11種を記載した。そして、上・下部石炭系の境界をまたいで6つのコノドント化石帯が認められることを明らかにし、化石層序を世界各地のセクションとくわしく比較検討している。その結果、多少の地域差がみられるものの、日南石灰岩の化石層序が世界各地の層序と精度よく対比できることを示した。

また重要なのは、下部石炭系の標徴とされたいわゆる“Mississippian”の種群と上部石炭系を示す“Pennsylvanian”の種群が、日南石灰岩の上・下部石炭系の境界付近の層準から明らかに同所的に混在して算する事実を示した点である。そして両者の混在が決して例外的な現象ではなく、日本ばかりかマレーシアや中国にも広がっていることを指摘している。これは、今後の石炭系の対比の上で重要な問題を提起している。

この研究では混乱を避けるため、中部石炭系境界ワーキンググループが指示した従来どおりの位置に、暫定的に上・下部石炭系の境界を引いた。しかし同時に、日本含むアジア地域の研究から、今後、石炭系の国際対比について積極的に提言し、見直すべきものは見直してゆく必要があることを示した点は特筆される。

日本古生物学会はその努力と成果を高く評価し、ここに水野嘉宏君に論文賞を贈り、今後の一層の発展を期待する。

## 1998年一般会計決算および1999年一般会計予算

## 収入の部

科目	1998年予算額	1998年決算額	1999年予算額
前年度繰越金	2,141,699	2,141,699	1,802,334
学会基金	0	0	600,000
会費収入	8,023,000	7,874,625	7,962,300
普通会员	4,528,000	4,460,000	4,528,000
特別会員	2,500,000	2,453,500	2,500,000
賛助会員	345,000	195,000	195,000
外国会員	150,000	176,825	150,000
英文誌購読	0	61,300	61,300
友の会会員	500,000	528,000	528,000
会誌等売上	800,000	852,721	800,000
報告紀事刊行助成金	1,460,000	1,480,000	1,480,000
広告料(化石)	435,000	390,000	330,000
国際交流基金	300,000	0	300,000
醸金	100,000	530,000	100,000
利息	10,000	12,805	10,000
年会例会参加費	1,200,000	1,325,000	1,200,000
欧文誌著者負担金	186,400	0	0
雑収入	180,000	399,678	200,000
計	14,836,099	15,006,528	14,784,634

## 支出の部

科目	1998年予算額	1998年決算額	1999年予算額
会誌発行費	6,600,000	5,799,447	6,200,000
会誌送料	700,000	759,325	750,000
通信・運搬費	700,000	782,742	750,000
諸印刷費	700,000	741,405	1,600,000
業務委託費	2,100,000	2,194,126	2,100,000
研究委員会等助成費	300,000	0	300,000
国際交流補助費	300,000	0	300,000
雑費	2,988,000	2,927,149	2,145,000
振替手数料	25,000	25,285	25,000
庶務事務費	80,000	37,050	40,000
編集費	600,000	413,492	400,000
謝金	200,000	332,040	300,000
年会例会会場費	400,000	476,194	500,000
I P A会費	33,000	27,483	30,000
賞関係費	950,000	843,040	150,000
消耗品費	100,000	113,163	100,000
学会図書整備費	100,000	120,000	100,000
その他	500,000	539,402	500,000
予備費	448,099	0	639,634
次年度繰越金	0	1,802,334	0
計	14,836,099	15,006,528	14,784,634

平成10年度

学会基金(定額貯金5,000,000)  
研究委員会等助成基金(1,930,000)

平成11年度

学会基金(5,000,000)  
研究委員会等助成基金(1,330,000)

## 1998年特別号会計決算および1999年特別号予算

## 収入の部

科目	1998年予算額	1998年決算額	1999年予算額
前年度繰越金	2,586,919	2,586,919	3,913,786
特別号売上金	1,000,000	1,400,585	500,000
利息	5,000	1,908	2,000
刊行助成金	612,000 <sup>1)</sup>	0	300,000 <sup>2)</sup>
合 計	4,203,919	3,989,412	4,715,786

- 1) 特別号 No.38助成金申請額  
2) 特別号 No.38助成金決定額支出の部

## 支出の部

科目	1998年予算額	1998年決算額	1999年予算額
謝金	40,000	11,000	50,000
販売促進費	20,000	0	5,000
事務雑費	30,000	16,216	30,000
送金・振替手数料	1,500	0	1,500
送料	30,000	48,410	30,000
Bibliography 原稿作成費	60,000	0	60,000
特別号印刷費	761,250	0 <sup>1)</sup>	761,250 <sup>2)</sup>
予備費	3,261,169	0	3,778,036
繰越金	0	3,913,786	0
合 計	4,203,919	3,989,412	4,715,786

- 1) 特別号 No. 38印刷は99年度  
2) 特別号 No. 38印刷費見積額

## 日本古生物学会への醸金御芳名者

速水 格, 高橋俊雄, 広田 優 (敬称略)

(計 3 件, 530,000円)

平成9年9月30日より平成10年12月31日までに, 上記の方々から醸金を賜りました. 古生物学および本学会の活性化のため, 有効に使わせていただきます. ご厚志に対し, 篤く御礼申し上げます.

なお, 醸金のお願いは平成元年より化石47号に掲載の趣旨で, 次の要領にて行っております. 費詰好きよろしくご協力くださいますようお願いいたします.

## 記

1. 醸金金額: 特に上限・下限はありません. 頂

いた醸金は, 毎年一般会計に繰り入れます.

2. 送金方法: 次の振替口座を設けておりますので, 随時この口座にお振り込みください.  
郵便振替: 00110-1-762037 日本古生物学会
3. 醸金をいただいた皆様のご芳名は, 随時「化石」に公表させていただきます.

日本古生物学会会長 森 啓

日本古生物学会定例評議員会  
(1999・2000年度, 第2回) 議事要録

平成11年6月25日(金) 13:30~17:30

場 所: 兵庫県立人と自然の博物館第二会議室

出席者: 森会長, 鎮西, 速水, 平野, 池谷, 北里,

前田, 間嶋, 真鍋, 野田, 小笠原, 大路,  
大野, 小澤, 瀬戸口, 富田, 八尾

委任状: 長谷川 (→小澤), 小泉 (→北里), 小島  
(→鎮西), 加瀬 (→真鍋), 糸魚川 (→  
平野), 斎藤 (→富田), 棚部 (→大路)

欠席: 濱田

書記: 島本, 生形庶務幹事

## <報告事項>

### 1. 常務委員会報告 (北里)

庶務: ①1999・2000年度の新役員 (Paleontological Research 表紙裏参照) を紹介した。②Bibliography の編集に関する改革案を検討中である。③古生物学会の封筒を補充することとした。④地質科学学協会設立のための会合 (3月5日) への出席依頼があった。⑤文部省学術情報センターのオンライン・ジャーナルの説明会に北里 (庶務) が出席した。⑥1998年度古生物学会論文賞の賞状とメダルを O. Roger Anderson 氏へ郵送した。⑦中山賞, 同奨励賞および猿橋賞の推薦依頼があった。⑧学術情報センターから学会刊行物についての調査依頼があった。⑨平成12年度から科学研究費の交付義務が文部省から学術振興会に移管されるに伴い, 審査結果の報告方法, 委員数などが大幅に変更される。渉外: ①杉山和弘氏へ送られた1998年度古生物学会論文賞の賞状に誤字があったため, これを訂正して送り直した。②平成12年度から科研費配分委員の人数が倍増されることに伴い, 古生物学会は, 1段委員に3名+6名 (補欠), 2段審査委員に1名+1名 (補欠) を推薦する必要がある。③Paleontological Research に対する文部省定期刊行物助成金が採択され, 125万円 (昨年度より23万円減) 交付される。④学術会議第18期会員選出に係わる学術研究団体登録を5月30日に行った。会計: ①1999年年会・総会 (東北大学) への参加者は254名であった。②本年会・総会での収入は821,500円, 支出は367,000円であった。③平成10年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費 B」700,000円を本年会・総会での公開講演の運営費に充てた。④第148回例会の費用見積もりが兵庫県立人と自然の博物館より提出された。

会員: 入会13名, 退会14名, 資格変更1名, 英文誌購読申し込み1件, 英文誌購読停止1件があった。行事: ①次号の「Paleontological Research」と「化石」に掲載する行事案内に, 2001年から例会を2月に, 年会・総会を6月に行うことを記す。②1999年度野外ワークショップは近藤康生・金沢謙一の両氏が代表となって, 9月23日~26日に高知大学海洋生物研究センターで行われる。③2000年年会・総会の開催に対して, 早稲田大学から申し込みがあった。④第149回例会の開催に対して, 群馬県立自然史博物館から申し込みがあった。国際交流: Paleontological Research の交換手続き (4件) を完了した。広報: ①古生物学会のホームページ・アドレスを変更した。また, 学術情報センター, 地質学会などのウェブサイトとリンクさせ, Yahoo にも登録した。古生物学会への入会のための申込書を PDF ファイルで入手可能とした。②現在, 英語版のホームページを準備中である。友の会: 2月13日に国立科学博物館と共催して猪郷久義氏による講演会を行った。

### 2. 会員の入退会報告 (平野)

①前回の評議員会以降, 13名の入会 (原田和男, Robert G. Jenkins, 店崎美夕紀, 岩崎秀行, 吉本直一, 坂井三郎, 田島広嗣, 菅原憲博, 船山展孝, 田島知幸, 野口英之, 松橋義隆, 狩野泰則), 14名の退会 (中筋治雄, 斎藤 茂, 豊田 孝, 野口英常, 弘畑佳之, 武田純江, 伊藤知佳, 小村精一, 松下 訓, 野津一恭, 紺田 功, 程 延年, 永井節治, 金子寿衛男) があった。現在, 総会員数は1077名である。②5年以上の会費滞納者で, 前回評議員会で除籍が承認されている会員に対して, 会費納入の督促状を発送し, 会費の納入がない場合には自動的に除籍する。

### 3. 編集状況報告

欧文誌 (棚部, 大路代理報告): ①1999年度の Paleontological Research の表紙の色を緑色にする。②新しい associate editor に委嘱状を送付した。③著者校正の折りに, 別刷り申込書 (英文) を印刷所に直接送付してもらうようにする。和文誌 (池谷): 「化石」66号の編集状況を報告した。特別号 (富田): 第38号 (文部省の出版助成金に

よる)を出版した。

#### 4. 学術会議・研連報告

古生物研連(小笠原):①タイプ標本のデータベース作りを進めている。②メキシコで開催されるRCPNSに小笠原憲四郎君を派遣する。地質研連(八尾):①第5回委員会(3月4日)と第6回委員会(6月2日)の議事内容を報告した。②学術用語集(地学編)の改定に古生物学会も協力することとした。地球科学総合研連(池谷):地質科学関連学協会連合を紹介した。

#### 5. 自然史学会連合報告(加瀬;真鍋代理報告)

自然史学会連合・日本学術会議50周年記念・合同シンポジウム「博物館の21世紀—ナチュラルヒストリーの未来—」を10月16日に国立科学博物館(新宿分館)で開催する。

#### 6. 学校科目「地学」関連学会連絡協議会報告(間嶋)

連絡協議会の議事内容を報告した。

#### 7. 中山賞・同奨励賞推薦報告(北里)

中山賞および同奨励賞の推薦依頼があったが、具体的な推薦がなかったので学会としての推薦を見送った。

#### 8. その他(大路)

地質科学関連学協会設立のための第1回会合に大路(渉外)が出席した。

### <審議事項>

#### 1. 科学研究費配分委員候補者の推薦

①層位・古生物1段委員(新規3名)の候補者を、1位に植村和彦、2位に小笠原憲四郎、3位に近藤康生、4位に大野照文、5位に森田利仁、6位に中森亨、7位に大路樹生、8位に原田憲一、9位に野村律夫の諸氏を推薦することとした。②地球化学1段委員(新規1名)の候補者については、1位に大村明雄、2位に増田富士雄の両氏を推薦することとした。③地球科学2段委員(新規1名)の候補者については、1位に平野弘道、2位に瀬戸口烈司の両氏を推薦することとした。

#### 2. 第18期学術会議会員候補の推薦

第17期会員の斎藤常正君を会員候補として推薦することとした。また、推薦人として現会長森

啓と予備推薦人として前会長池谷仙之を推すこととした。

#### 3. 行事案

①2000年年会・総会は早稲田大学(1月28日~1月30日)で開催される。シンポジウムは「白亜紀の炭素循環と生物多様性の変動」を予定している。②1999年度の野外ワークショップに10万円の助成を行うこととした。

#### 4. 古生物学会将来計画委員会について

将来計画委員会の委員会組織案と活動方針案が示された。また、委員会の組織を常務委員会に一元することとした。

#### 5. Paleontological Research 印刷所の変更について

Paleontological Researchの印刷所を笹氣出版から学術図書印刷へ変更することとした。

#### 6. American Paleontologist への広告について

American Paleontologistに掲載予定の古生物学会の広告案が紹介され、文言を一部訂正した上で原案を承認した。

#### 7. 地質科学関連学協会の連合体への対応について

地質科学関連学協会連合の設立に対して古生物学会は前向きに対応することとした。

#### 8. その他

①日本古生物学会出版・編集規定の部分改訂案が示され、これを了承した(北里)。②第7回国際古海洋学会議(ICP7)を2001年に学術会議・古生物学会・第四紀学会の共同主催で開催することを承認した(北里)。③今年度の化石は、no.66を9月、no.67は来年2~3月に発行する予定である。「年2回発行」という規定を「年度2回発行」と解釈することを了承した(池谷)。④日本地質学会第104年年会で開催された日本古生物学会共催のシンポジウム「タフオノミーと堆積過程—化石層からの情報解読—」を地質学論集に掲載することを了承した(小笠原)。

古生物学会規則・規定・内規の改訂について(庶務,北里洋)

日本古生物学会は、1999年1月29日の総会に

において、会則および規則の改訂を、また、同年 6 月 25 日の定例評議員会において編集規定の一部 修正を提案し、これらは承認されました。以下に改訂部分を抜粋し、新旧対照して表記します。

(1999年 1 月 29 日部分改訂)

	旧	新
会則第 3 条 注 1)	1. 会誌そのほかの出版物の発行.	<u>本会は第 2 条の目的を達成するために次の事業を行う. 1. 会誌そのほかの出版物の発行.</u>
会則第 6 条 注 2)	会員を分けて普通会員・特別会員・賛助会員及び名誉会員とする.	<u>会員は普通会員・特別会員・賛助会員及び名誉会員からなる. 本条の会員とは別に欧文誌海外購読会員の制度を設ける.</u>
会則第 12 条 注 2)	在外の会員は年 8,500 円 (または等価の U.S. ドル) とする.	<u>在外の会員は年 8,500 円とする. また, 欧文誌海外購読会員の購読料は 6,000 円とする.</u>
会則第 15 条 注 3)	評議員は特別会員の中から会員の通信選挙によって選出される.	<u>評議員は 65 才未満の特別会員 (付則 3) の中から会員の通信投票によって選出される.</u>
会則第 24 条 注 4)	本会の会計年度は毎年 1 月 1 日に始まり 12 月 31 日に終わる.	<u>本会の会計年度は毎年 4 月 1 日に始まり, 3 月 31 日に終わる.</u>
会則 付則 3) 注 3)		<u>3) 評議員の被選挙権は, 特別会員のうち選挙のある年の 4 月 1 日の時点で 65 才に達していない者が有する.</u>
日本古生物学会評議員会運営 規則 申し合わせ 1) 注 5)	残りの者から得票順に必要な数 (当分の間は 3 名) までを常務委員とする.	残りの者から得票順に必要な数までを常務委員とする.
同上 申し合わせ 4) 注 4)	本学会年会は毎年 1-2 月に 1 回, 例会は 6 月頃 1 回開く.	本学会年会は毎年 6 月頃 1 回, 例会は 1-2 月頃 1 回開き, 定例総会は年会時に開催する.

注 1) 文章の欠落部分の補足

注 2) 海外購読会員の制度を新設したことによる改訂

注 3) 評議員に定年制を設けたことによる改訂

注 4) 2001 年から年会を 6 月に, 例会を 1, 2 月に開催することによる改訂

注 5) 余分な文言の一部削除

(1999年1月29日部分改訂)

	旧	新
出版・編集規定第1条, 1) 注6)	Paleontological Research は、年4回定期的に刊行する欧文誌で、会員より投稿の <u>日本古生物学に関する、英、独、仏文の原著論文及び短報</u> 、ならびに本会記事を掲載する。非会員の投稿も編集委員会及び常務委員会の議を経て掲載することができる。	Paleontological Research は、年4回定期的に刊行する欧文誌で、会員より投稿の古生物学に関する、 <u>主として英文による原著論文及び短報</u> 、ならびに本会記事を掲載する。非会員の投稿も編集委員会及び常務委員会の議を経て掲載することができる。
出版・編集規定第1条, 3) 注7)	日本古生物学会特別号は、不定期に刊行する欧文出版物で、著者または主たる著者が本会会員である <u>英、独、仏文の原著論文のうち分量がとくに多く</u> 、Paleontological Research に掲載不可能なもの、本会会員が編集者となっている古生物学の <u>特定の分野に関する論文集あるいは目録</u> 、ならびに本会の事業として編集した各種目録を単独で出版する。	日本古生物学会特別号は、不定期に刊行する欧文出版物で、著者または主たる著者が本会会員である <u>主として英文による原著論文のうち</u> 、Paleontological Research では通常印刷しきれない分量の論文、本会会員が編集者となっている古生物学に関する論文集および目録類、 <u>あるいは本会の事業として編集した目録類</u> を単独で出版する。

注6) Paleontological Research の投稿規定を変更したことに伴う改訂

注7) 特別号の投稿規定を変更したことによる改訂

### 学会所蔵図書の利用について

これまでの経緯: 日本古生物学会は交換や寄贈による内外の学術出版物を多数保有しております。これらの蔵書は、これまでに東京大学理学部、東京大学総合研究資料館で保管され、1992年からは財団法人自然史科学研究所に預かっていただいております。この間、蔵書は関係者の努力によって少しずつ整理され、閲覧利用できるようになっておりましたが、昨年より自然史科学研究所での保管が難しくなり、新しい保管場所を探しておりました。今回、静岡県企画部が保管場所を静岡県立大学短期大学部(浜松市)に確保してくれましたので、学会の蔵書を静岡県に寄託することにいたしました。現在、静岡県は自然史系博物館の設立を計画しており、その準備の一環として、浜松にある県立短期大学の旧教室の一部を図書や資料の一時的保管に利用しております。尚、日本古生物学会と静岡県との間で結びました図書寄託契約は当初平成15年7月9日までとし、5年ごとに再契約することになっております。

蔵書の保管場所: 〒432-8021 浜松市布橋3丁目2-3 静岡県立大学短期大学部1階

Tel 053-454-4486

図書の閲覧方法: 図書の閲覧に際しては、保管場所の都合もありますので、事前に静岡県企画部企画課(総合計画担当: Tel 054-221-2145)までご連絡いただき、閲覧される日時等を打ち合わせて下さい。企画課から県立大学に連絡し、閲覧できるように計らいます。また、企画課担当者が不在の場合や緊急の場合には、直接、県立大学事務部総務課(担当: 大場主幹 Tel 053-454-4486)へご連絡下さい。尚、図書室には、常時、司書はおりませんので、資料内容などの照会はできません。

蔵書目録: 学会所有の図書は次にあげる雑誌にリストアップされておりますのでご参照ください。

- 1) 日本古生物学会蔵書目録(外国雑誌類)、日本古生物学会報告・記事、No.120(1980), p.1-10.
- 2) 1993年度寄贈・交換出版物の目録、化石、No.56(1994), p.73-75.
- 3) 1994年度受け入れ寄贈・交換出版物の目録、化石、No.58(1995), p.82-83.



- 4) 1995年度受け入れ交換・寄贈出版物および定期刊行物目録, 化石, No.60 (1996), p.80-81.
- 5) 1996年度受け入れ交換・寄贈出版物および定期刊行物目録, 化石, No.62 (1997), p.62-63.
- 6) 1997年度受け入れ交換・寄贈出版物および定期刊行物目録, 化石, No.64 (1998), p.87-88.

1998年度(平成10年度)受け入れ交換・寄贈出版物および定期刊行物目録

日本古生物学会図書室 c/o(助)自然史科学研究所

国外の刊行物

Australia:

Memoirs of the Museum of Victoria, vol. 57, no. 1, 1998.

Records of the South Australian Museum, vol. 30, pt. 2, 1998.

Austria:

Annalen des naturhistorischen Museums in Wien, 98B (1999), 99A (1997), 100B (1998).

Belgium:

Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique, t. 115 (1985).

Sciences de la Terre, vol. 68 (1998).

Publicatie van de Belgisch Vereniging voor Paleontologie, no. 4 (1984), no. 6 (1985), no. 7 (1987), no. 9 (1989), no. 12 (1993), no. 13 (1993), no. 16 (1996), no. 17 (1998).

Bulgaria:

Geologica Balcanica (Sofia), 21.3 (1991), 21.5 (1991), 22.6 (1992), 23.5 (1993), 24.2 (1994), 25.3-4 (1995), 25.5-6 (1995), 26.1 (1996), 26.2 (1996), 26.3 (1996), 26.4 (1996).

Canada:

Geological Survey of Canada Bulletin, 425 (1998), 496 (1998), 503 (1998), 512 (1998), 516 (1998), 522 (1998).

Commission Géologique du Canada Bulletin, 514 (1998).

China:

Vertebrata Palasiatica, vol. 35, no. 3 (1997), no. 4 (1997), vol. 36, nos. 1-4 (1998).

Acta Geologica Sinica, vol. 72, nos. 1-4 (1998).

Acta Geologica Sinica (English edition), vol. 71, no. 4 (1997), vol. 72, nos. 1-4 (1998).

Acta Micropalaeontologia Sinica, vol. 12, nos. 2-4 (1995), vol. 13, nos. 1-4 (1996), vol. 14, nos. 1-4 (1997), vol. 15, no. 1 (1998).

Acta Palaeontologica Sinica, vol. 34, nos. 2-6 (1995), vol. 35, nos. 1-6 (1996), vol. 36, nos. 1-4 (1997), vol. 37, no. 1 (1998).

Annual report, Chinese Academy of Geological Sciences (1996).

Czech:

Acta Musei Moraviae, Scientiae, vol. 82 (1997), vol. 88 (1998).

Geologická bibliografie České Republiky, 1993-1, 1993-2.

Paleontologie, vol. 33 (1996, 1997).

Sbornik geologických věd, no. 34 (1998).

Antropozoikum-Anthropozoic, no. 21 (1994), no. 22 (1995).

## France:

- Documents des Laboratoires de Geologie Lyon, no. 147 (1998), no. 148 (1998), no. 149 (1998).  
 Bulletin du centre de recherches elf exploration production, vol. 2, nos. 1-2 (1997).  
 Mémoire de la Société géologique de France, no. 172 (1997).  
 Palaeovertebrata, vol. 26, Fasc. 1-4 (1997), vol. 27, Fasc. 1-2 (1998).

## Germany:

- Senckenbergiana Lethaea, Bd. 77 (1998), Bd. 78 (1998).  
 Senckenbergiana Biologica, Bd. 77, no. 2 (1998).  
 Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Humburg, (NF) 32, 33, 37 (1998).  
 Geologisch-Palaäontologische Mitteilungen Innsbruck, Bd. 22 (1997).  
 Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, Bd. 37 (1997).  
 Abhandlungen des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, Bd. 14 (1994).  
 Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe E, Bd. 19 (1996).

## Ireland:

- Proceedings of the Royal Irish Academy, sec. C, vol. 97, nos. 1-6 (1977), vol. 98, no. 1 (1998).  
 Biology and environment, vol. 97B, nos. 1-3 (1997), vol. 98B, no. 1 (1998).

## Israel:

- Geological Survey of Israel – Current research, vol. 11 (1998).

## Italy:

- Paleontologia Lombarda, n. s., vol. 5 (1996), vol. 7 (1997), vols. 8-10 (1998).  
 Bollettino della Società Paleontologica Italiana, vol. 36, nos. 1-3 (1997), vol. 37, no. 1 (1998).  
 Geologica Romana, n. s., vol. 32 (1996).

## Poland:

- Acta Palaeontologica Polonica, vol. 40, no. 4 (1995), vol. 41, nos. 1-2 (1996), vol. 43, nos. 1-4 (1998).  
 Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, nos. 378-382 (1998).  
 Geological Quarterly, vol. 42, nos. 1-4 (1998).  
 Polska Akademia Nauk, Prace Muzeum Ziemi, vol. 45 (1998).

## Romania:

- Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eo◇tvo◇s nominatae, sec. Geol., t. 331 (1996).  
 Hantkeniana, no. 2 (1998).

## Russia:

- Journal of Paleontology (Russian edition), nos. 3-4 (1995), nos. 1-4 (1996), nos. 2-6 (1997), nos. 1-4 (1998).  
 Journal of Paleontology (English edition), nos. 1-4 (1966), nos. 2-6 (1997).

## South Africa:

- Navorsinge, vol. 13, D-2, 4, 5; pt. 3, 6, vol. 14, D-2, pt. 1, 3, 4 (1998).

## Spain:

- Bolettin geológico y minero, vol. 109, nos. 1-6 (1998).  
 Revista Espanola de Micropaleontologia, vol. 29, nos. 2-3 (1997), vol. 30, nos. 1-2 (1998).

- U.K.:
- Journal of the Geological Society, vol. 155, pt. 3-6 (1998), vol. 156, pt. 1-2 (1999).  
 Bulletin of the Natural History Museum, Zoology, vol. 64, no. 1 (1998).
- U.S.A.:
- American Museum Novitates, nos. 3149, 3156 (1995), 3159, 3175, 3176, 3178, 3179, 3182, 3183, 3184, 3186, 3187 (1996), 3189, 3191, 3192, 3203, 3201, 3204, 3208, 3210, 3211 (1997), 3215, 3216, 3217, 3221, 3223, 3225, 3226, 3227, 3230, 3231, 3233 (1998).  
 Paleobios, vol. 16-3 (1997), 16-4 (1995), vol. 17, nos. 1-4, vol. 18, no. 1 (1997), vol. 18, nos. 2-3 (1998).  
 Smithsonian Contributions to Paleobiology, nos. 86-87 (1998).  
 Hancock Institute of Marine studies, University of Southern California. Irene McCulloch Foundation. Monograph ser. no. 3 (1998).  
 Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, vol. 86 (1998).  
 Monthly catalog of United States government publications. Periodicals supplement for 1998. Irene McCulloch Foundation, Monograph Series, no. 2 (1995).  
 Postilla, nos. 210-212 (1996), 213, 215 (1997).  
 Oklahoma Geological Survey, Circulars 1995 (1995), 98 (1996), 99 (1997), 100 (1997).  
 Bulletin of the American Museum of Natural History, nos. 227, 229 (1996), no. 232 (1997), no. 234 (1997), 235 (1998).  
 Discovery, vol. 24, no. 2 (1993), vol. 25, nos. 1 (1994), 2 (1995).  
 Proceedings of the California Academy of Sciences, vol. 49, no. 13 (1997), no. 19 (1997), vol. 50, nos. 3-4 (1997), nos. 10-13, 18 (1998), vol. 51, no. 1 (1999).  
 University of California Academy of Sciences, vol. 140 (1995), vol. 141 (1997).  
 U.S. Geological Survey Professional Paper, 1407, 1409-A, 1409-G, 1416-I, 1418, 1424 (1998), 1546 (1997), 1550-D (1998), 1557, 1560, 1572, 1573, 1574, 1579, 1584, 1585, 1589 (1997), 1592, 1594 (1998), 1597, 1605 (1998), 1416-A, 1552-D, 1584 (1998).

#### 国内の刊行物

- Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH-96-5 (1997).  
 Bulletin of the Ocean Research Institute the University of Tokyo, no. 23 (1998).  
 Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, no. 24 (1997).  
 Memoirs of Osaka Kyoiku University ser. 3, vol. 43, no. 1 (1994), no. 2 (1995).  
 The Island Arc, vol. 7 (1/2) (1998), vol. 7 (3) (1998), vol. 8 (1) (1999).  
 Geological map west of Akita. Geological Survey of Japan, nos. 47-48 (1996).  
 Journal of Science of the Hiroshima University, ser. C, vol. 10, no. 4 (1996).  
 西日本の新生代大型甲殻類. 瑞浪市化石博物館専報, no. 8 (1997).  
 広島大学地学研究報告, no. 28 (1996).  
 神奈川県温泉地学研究所報告, vol. 29, no. 1/2 (1999), vol. 30, no. 1/2 (1999).

## 行事予定

- ◎第2回日本古生物学会野外ワークショップは、「海産無脊椎動物の古生態学」をテーマとして、1999年9月23日～26日に高知大学を中心として行われます（世話人：近藤康生・金沢謙一）。参加申込・問い合わせ先：東京大学総合研究博物館 金沢謙一（電話：0888-56-0422；FAX：03-3815-7053；e-mail: kanazawa@um.u-tokyo.ac.jp）
- ◎2000年年会・総会は、2000年1月28日(金)～1月30日(日)に「早稲田大学」で開催されます。一般講演の申し込み締め切りは1999年12月3日です。
- ◎第149会例会（開催予定時期：2000年の6月末頃）には、「群馬県立自然史博物館」から開催申し込みがありました。
- ◎1999年総会で、2001年からの年会・総会と例会の開催時期の変更が決定されました。年会・総会は6月下旬から7月の初め頃（現在の例会の開催時期）、例会は1月下旬から2月の初め頃（現在の年会・総会の開催時期）開催されます。開催を計画されている機関がありましたら、お申し込み下さい。

講演の申し込み先：〒240-0067 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-2

横浜国立大学教育人間科学部自然環境講座 間嶋隆一（行事係）

問い合わせ先 間嶋隆一：TEL 045-339-3349 直通 FAX 045-339-3264 学部事務室

E-mail majima@ed.ynu.ac.jp HDA01631@nifty.ne.jp

樽 創（行事係幹事）：

〒250-0031 小田原市入生田499

神奈川県立生命の星・地球博物館

TEL 0465-21-1515 FAX 0465-23-8846

E-mail taru@pat-net.or.jp

## 別刷についてのお知らせと料金改訂について

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いません。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：

$$\text{旧) } (P \times 10 + 60) \times N$$

$$\text{新) } (P \times 10 + 20) \times N$$

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しまして5,000円申受けますので、あらかじめ御了承下さい。

〒176-0012 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

平成11年8月改正

# 「化石」投稿原稿整理カード

著者名	漢字：								
	ローマ字：								
表題	和文：								
	欧文：								
種別 (○でかこむ)	原著論文 短報 総説 書評 化石茶論 ニュース その他 ( )								
原稿の枚数	本文 (要旨・文献含む) 枚		図表の説明 枚		図 枚		表 枚		図版 枚
原稿1枚の字数	字 ( 字× 行)			別刷希望部数		部 (表紙： 有 無 )			
原稿の返却	希望する 希望しない		カラー印刷ページ (実費負担) の有無				有 無		
連絡責任者									
住所：〒									
氏名：									
電話：									
FAX： 電子メール：									
著作権の移転について									
私は、「化石」に掲載された際の本論文の著作権が、日本古生物学会に移転され、日本古生物学会に帰属することを了承し、著者全員の了承により代表して署名します。									
代表者氏名 (ご署名下さい) _____ 日付 _____									
編集部への通信欄									
編集部記入欄	原稿番号			受付： 年 月 日			受理： 年 月 日		

# 日本古生物学会入会申込書

日本学会事務センター内

〒113-0021 東京都文京区本駒込 5-16-9

氏名 \_\_\_\_\_ ローマ字 \_\_\_\_\_

生年月日 \_\_\_\_\_

現住所 \_\_\_\_\_

所属機関（在学名）・現職（学年） \_\_\_\_\_ あるいは職業 \_\_\_\_\_

所属機関の所在地 \_\_\_\_\_

連絡先 \_\_\_\_\_

専 門 \_\_\_\_\_

最終学歴 年月 \_\_\_\_\_ 学校・学科名 \_\_\_\_\_ 学位 \_\_\_\_\_

参考事項（主要な研究業績・他の所属学会等）

推薦者（本会会員 1 名）

氏名 および署名または捺印 \_\_\_\_\_ 所属または住所 \_\_\_\_\_

本会の会則を了承し、 \_\_\_\_\_ 年度から日本古生物学会に入会を申し込みます。

入会申込者 \_\_\_\_\_ 署名（捺印） \_\_\_\_\_

日付 19 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 \_\_\_\_\_



Paleontological Research Institution  
アメリカ古生物学研究協会

## PRI の出版物の購入について

PRI は1895年以来 *Bulletins of American Paleontology* を、また1916年以来 *Paleontographica Americana* を発行するなど、アメリカで最も古くから古生物学の学術雑誌類を発行している協会です。これらの出版物は、古生物学のモノグラフとして昔から定評があります。特に、古無脊椎動物のすべての分類群、中でも新生代の軟体動物に関する論文を多く出版しております。

また、1986年からは、ドミニカ共和国北部の新生代古生物に関する国際プロジェクト研究成果の出版に力を入れております。

最新号として次のような論文が出版されております。

Neogene Paleontology in the Northern Dominican Republic 18. The Superfamily Volutacea (in part) (Mollusca: Gastropoda), by Emily H. Vokes. *Bulletins of American Paleontology* no. 354

Frasnian (Upper Devonian) Rugose Corals from the Lime Creek and Shell Rock Formations of Iowa, by James Sorauf. *Bulletins of American Paleontology* no. 355

Upper Cretaceous Trochacean Gastropods from Puerto Rico and Jamaica. *Palaeontographica Americana* no. 60

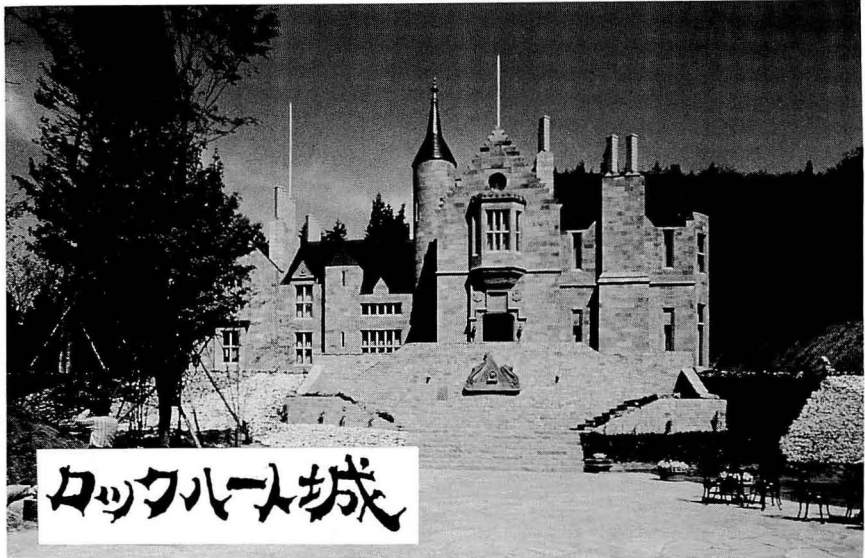
これまでの出版物、バックナンバーはウェブサイトでご覧下さい。

<http://www.english.cornell.edu/pri>

問い合わせ、ご注文は下記まで。

Paleontological Research Institution,  
1259 Trumansburg Road,  
Ithaca, NY 14850-1398, USA

# 日本初!ヨーロッパの古城移築・復元



ロックハート城

4つのアトラクションが楽しめる

★バンジーパーク

地ビール工場

★シャトーブルワリー

★展示コーナー

世界の石材

魚竜ほか 絶滅した古生物（化石）

美しい鉱物

世界の高峰の石

手作りパン工房

★レピドール

神秘体験のできる

★みちの世界

ドイツ料理店

ビッグハート

イタリア料理店

ロマーノ

フランス料理店

ソフィア



## 大塚石材

〒377-0702 群馬県吾妻郡高山村中山5583-1

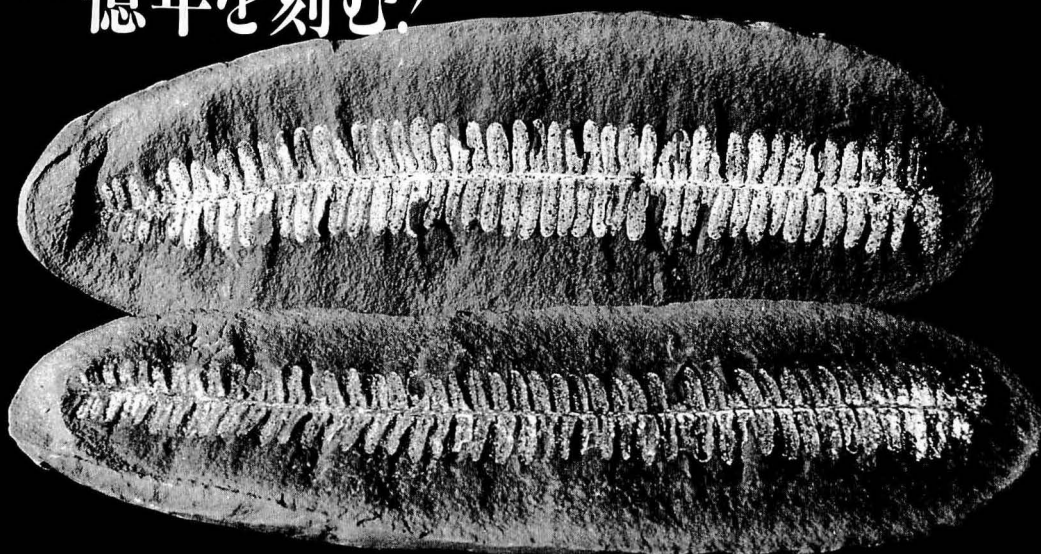
☎0279-63-2101(代)

<予約専用>0279-63-3515 FAX0279-63-3514



Practical Specimens for Study of Earth Science

一億年を刻む!



■ ヘコフテリス(シダ植物類) *Pecopteris milloni* 石炭紀後期 Illinois, U.S.A.

地学標本(化石・鉱物・岩石)  
古生物関係模型(レプリカ)  
岩石薄片製作(材料提供による薄片製作も受け賜ります。)

大英博物館/恐竜復元模型

縮尺: 実物の40分の1 精密教育用モデル、大英博物館製作による刻印入

TEL 03-3350-6725

上京時にはお気軽にお立寄り下さい。

[特に化石関係は諸外国より良質標本を多数直輸入し、力を入れておりますので教材に博物館展示等にぜひご利用くださいませ。]



Fossils, Minerals & Rocks

株式会社 **東京サイエンス**

本社 〒150-0051 渋谷区千駄ヶ谷5-8-2 イワオ・アネック  
スビル TEL.03-3350-6725 FAX.03-3350-6745  
ショールーム 紀伊國屋書店新宿本店1F TEL.03-3354-0131(大代表)

TOKYO SCIENCE CO., LTD.

# 日曜の地学シリーズ

●朝日新聞評＝地質や採取される化石などをやさしく解説。  
 ●千葉日報評＝案内図や露頭図・写真なども豊富。休日の自然観察のガイドブックとして推奨したい。

- |              |        |        |
|--------------|--------|--------|
| ①埼玉の自然をたずねて  | ●5刷    | 1,600円 |
| ④東京の自然をたずねて  | ●新訂版   | 1,800円 |
| ⑤群馬の自然をたずねて  | ●新刊    | 1,800円 |
| ⑦広島地質をめぐって   | ●増補版4刷 | 1,456円 |
| ⑧茨城の自然をたずねて  | ●2刷    | 1,800円 |
| ⑨栃木の自然をたずねて  | ●新刊    | 1,800円 |
| ⑬静岡の自然をたずねて  | ●3刷    | 1,800円 |
| ⑭沖縄の島じまをめぐって | ●増補版   | 1,800円 |
| ⑰愛媛の自然をたずねて  | ●改訂版   | 1,800円 |
| ⑱宮城の自然をたずねて  | ●2刷    | 1,800円 |
| ⑲千葉の自然をたずねて  | ●3刷    | 1,800円 |
| ⑳神奈川の自然をたずねて | ●3刷    | 1,800円 |
| ㉑佐賀の自然をたずねて  | ●新刊    | 1,800円 |
| ㉒鳥取の自然をたずねて  | ●新刊    | 1,800円 |
| ㉔東海の自然をたずねて  | ●新刊    | 1,800円 |
| ㉕島根の自然をたずねて  | ●新刊    | 1,800円 |

## フィールドガイド日本の火山

高橋正樹+小林哲夫[編] 各2,000円

●宇井忠英氏(日本火山学会会長)推薦

日本の代表的な火山の成り立ちや地質、地形を実際に見て歩く、日本初の本格的な火山ガイド。

- ①関東・甲信越の火山 [I]
- ②関東・甲信越の火山 [II]
- ③北海道の火山
- ④東北の火山
- ⑤九州の火山
- ⑥中部・近畿・中国の火山 (近日刊行予定)

## 新・ヒトの解剖

井尻正二+後藤仁敏[著] ●2刷 2,200円

解剖実習の手順で人体のしくみを詳しく解説。生命発生の不思議さを考えさせられる一冊。

## 新・人体の矛盾

井尻正二+小寺春人[著] ●4刷 1,900円

自分自身の体内にもつ、35億年の壮大な生物進化の歴史と、生命現象の本質ともいべき矛盾を人体のなかにさぐる。

# 脊椎動物の進化

[原著第4版]

コルバート+モラレス[著] 田隅本生[監訳] 12,000円

●地団研そくほう評＝脊椎動物化石やその進化を学ぶためのバイブルともいえる本であり、魚類から哺乳類までを体系的に解説した貴重な本である。ぜひ持つべき書籍である。

●地質学雑誌評＝旧版とくらべて1700ヶ所もの追加・訂正があり、図版も64点増。新しい重要な化石の発見や研究などの成果が盛り込まれているほか、特に最近の「大陸移動」の理論によって生物の分布の時代的变化を説明していることが、新しい要素として取り入れられている。

## 日本全国化石採集の旅[全3巻]

正編・続編・完結編ともに大八木和久[著] 各2,200円

全国の化石産地の情報や採集のノウハウ、整理のしかた、クリーニングの方法や整形のしかたを伝授。

化石の楽しみ方のすべてを記したエッセイ+ガイド。

未公開の貴重な化石のカラー写真(正編16頁60点、続編24頁86点、完結編24頁104点)を各巻に収録した。

## 日本化石集

【毎日出版文化賞特別賞/日本地学教育学会推薦】

各集6シート 各2,000円

日本産主要化石を集大成。時代別・地域別または対象化石別など、必要に応じて自由に再編集できる、国際的レベルのユニークな図集である。

第1期…1集～18集(品切=2集、7集、14集)

第2期…19集～38集(品切=20集、21集、28集)

第3期…39集～58集

(品切=47集、50集、52集、54集、55集、56集)

第4期…59集、62集、66集、68集

(休刊中=60集、61集、63集、64集、65集、67集)

## 新・文明のなかの未開

レリックの世界

井尻正二+真野勝友+堀田進[著] ●新刊 2,500円

生物界の生きている化石と似たような事柄を、長い進化の果てに出現した人間のなかのいろいろな面に見出す。

## ビーグル号世界周航記

ダーウィンは何を見たか

ダーウィン[著] 荒川秀俊[訳] ●8刷 2,200円

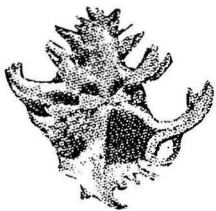
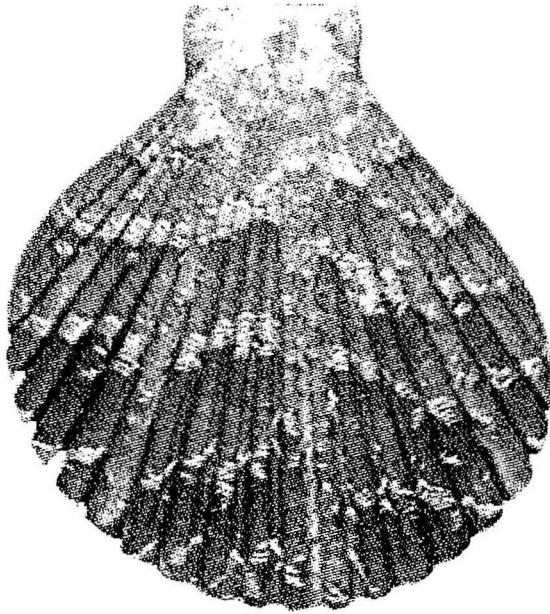
100年の風雪に耐えてきた不朽の名作の訳本。

## 築地書館

〒104-0045 東京都中央区築地7-4-4-201 TEL 03-3542-3731 FAX03-3541-5799 ●総合図書目録進呈。

●ご注文は、最寄りの書店または直接上記宛先まで。●ホームページ=<http://www.tsukiji-shokan.co.jp/>

- ◎世界の標本貝・貝細工・その他貝の加工品
- ◎貝に関することは、卸から小売りまで何でもお問い合わせ下さい。
- ◎珍貝・稀貝のリストも御座います。
- ◎お問い合わせはFAXにて承ります。



有限会社 沖縄シエル

担当者 松川

〒901-2134 沖縄県浦添市港川564-3 E-5

PHONE/FAX 098 (874) 3126

# IMC

## 調査機器から研究機材まで



ピック型  
ハンマー  
(ナイロン柄)  
600g, 850g

チゼル型  
ハンマー  
(ナイロン柄)  
600g, 800g, 850g

マイクロスライドキャビネット  
〔有孔虫スライド500枚用〕



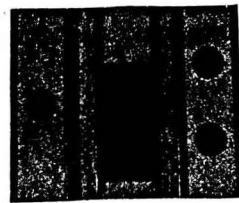
標準フルイ



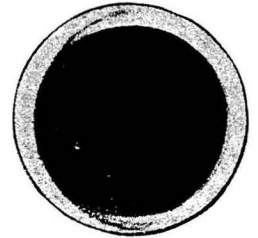
〔各種サイズ〕  
#メッシュ



エアー  
スクライブ  
キット



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

〒151-0053 東京都渋谷区代々木1-26-1  
☎03(3379)3466~8 FAX03(3379)9205

## 地球の過去から現在を考える。 自然環境の変遷を時間を追って解明します。

#### 〈年代と古環境・地層対比の解明に〉

生層位・古生態学的調査：微化石・大型化石分析  
岩石鉱物学的調査：岩石鉱物、火山灰、X線分析  
14C年代測定

#### 〈自然環境の解明に〉

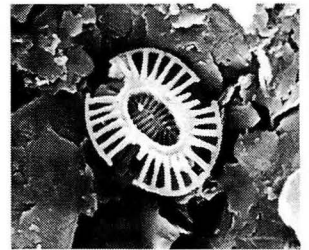
環境を植物と地質・土壌の関わりより考えます。  
環境調査、地質調査、土壌調査、湖沼調査

#### 〈人類の歴史の解明に〉

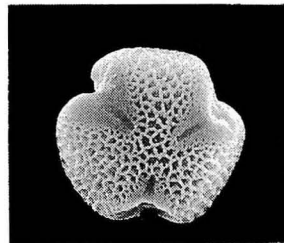
遺跡調査、遺構・遺物調査、立地調査

#### 〈資源・資材の評価に〉

岩石鉱物分析、土壌分析、理化学分析、栽培試験



石灰質ナノ化石  
*Emiliana huxleyi*  
生存期間：24万年前～現在

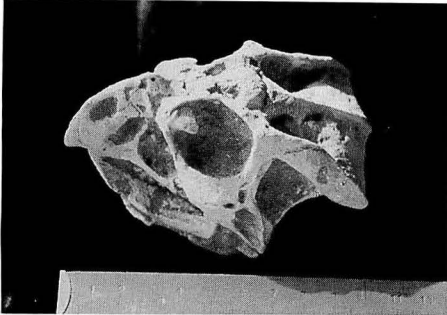


ミヤマガマズミ花粉

### パリオ・サーヴェイ株式会社

本社 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町1-10-5 日産江戸橋ビル2F  
TEL 03-3241-4566(代表) FAX 03-3241-4597  
研究所 〒375-0011 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3  
TEL 0274-42-8129 FAX 0274-42-7950

# 化石 鉱物 隕石 輸入地学標本の専門商社



BAGACERATOPSの頭骨 白亜紀 モンゴル ゴビ砂漠

弊社は世界各国の専門業者からの信頼と取引の実績をもって、数多くの貴重な標本や展示向け大型標本の輸入を手掛けております。また、年1回池袋サンシャインシティイベント場におきまして、国際化石鉱物ショーを弊社主催で開催し、自然科学への普及、向上に貢献してまいりたいと考えております。

## PLANEY 有限会社 プラニー商会

〒160-0022 東京都新宿区新宿4-3-30 らん山マンション205  
TEL.03-3341-8858 FAX.03-3225-9528

# 古生物の科学

全5巻

速水 格他編集

- ◆古生物学の原理や方法を横断的に眺め、専門領域を越えた広い範囲の読者のための新しいテキスト
- ◆第一線の研究者により、学生から専門外の読者まで理解できるよう有用な最新のデータを提供
- ◆網羅的な記述は避け、必要とされる基本事項や概念についてわかりやすく解説

## 1. 古生物の総説・分類

速水 格・森 啓編

B5判 264頁 本体10000円 円450

〔目次内容〕古生物の研究／古生物学の略史／古生物の分類／系統分類学の原理と方法／モネラ界／原生生物界／海綿動物門／古杯動物門／刺胞動物門／腕足動物／軟体動物門／節足動物門／棘皮動物門／コノドント動物／脊椎動物／シダ植物門／裸子植物門／被子植物門

## 2. 古生物の形態と解析

棚部一成・森 啓編  
(11月下旬刊行予定)

相同性とは何か／形態進化の発生的側面／形態測定学／成長の規則他

## 3. 古生物の生活史

池谷仙之・棚部一成編  
(近刊)

生殖／繁殖／発生／生活様式：生活型／個体群／生物地理

## 4. 古生物の進化

小澤智生、瀬戸口烈司、速水格編  
(近刊)

現代の進化説／形態進化と分子進化／種分化／小進化／他

## 5. 地球環境と生命史

鎮西清高、植村和彦編  
(近刊)

化石の生成、タフノミー／生命の起源、先カンブリア時代の生命／他

朝倉書店

〒162-8707 東京都新宿区新小川町6-29

電話 営業部 (03) 3260-7631 FAX (03) 3260-0180

http://www.asakura.co.jp \*ホームページで「書籍注文」ができます

\*本体価格は消費税別です

## “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(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(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”, その他	(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回シンポジウム)”, 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点”, その他	(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に関する諸問題, 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, カキの古生態学(1)	(1500円)
[32号] 四万十帯のイノセラムスとアンモナイト, カキの古生態学(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, その他	(1500円)
[36号] 中山層貝化石, 放散虫チャートの起源, 異常巻アンモナイト, 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学的研究, 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群の変化, 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) の頭部殻室の微細構造, 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) の進化, その他	(1500円)
[46号] 石灰質ナノ化石からみた秩父盆地新第三系最下部の地質年代, 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古環境の意義, 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について, 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, 日本海溝域の浮遊性有孔虫群集, 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ト” その他	(1500円)
[54号] 現生放散虫, シンポジウム “新生代化石生物温度計の試み”, その他	(1500円)
[55号] 底生有孔虫からみた古水温分布, 同シンポジウム, その他	(1500円)
[56号] 放散虫殻の構造, 生痕化石, シンポジウム “生きている化石”, その他	(1500円)
[57号] ペルム紀放散虫, 日南石灰岩有孔虫, シンポジウム “生きている化石”	(1500円)
[58号] ステラーカイギュウ, 日本古生物学会史〔昭和60年-平成6年〕, その他	(1500円)
[59号] 内湾性貝化石群集と残存種の関係, その他	(1500円)
[60号] シンポジウム “沈み込み帯における化学合成底生生物群集” その他	(1500円)
[61号] 松島湾の底生有孔虫群集, 同シンポジウム, その他	(1500円)
[62号] 有孔虫殻壁の光学的組織の生態・古生態解析への応用, その他	(1500円)
[63号] シンポジウム “堆積サイクル・古環境・古生態”; その他	(1500円)
[64号] イタヤガイ類の系統分類, ナウマンの古生物学講義, その他	(1500円)
[65号] 放散虫殻の破損, 底生有孔虫によるタフォノミー, その他	(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, お申込み下さい。

大学研究機関等で購入の際は, 見積請求書等必要書類をお送りしますので御請求下さい。

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

1999年9月3日印刷

1999年9月10日発行

化石第66号

発行者 日本古生物学会

113-0021 東京都文京区本駒込5-16-9

日本学会事務センター内

編集者 化石編集委員会

印刷者 學術図書印刷株式會社

TEL (03) 3991-3754

# Fossils

Number 66

September 10, 1999

## Contents

Process of eutrophication in enclosed seas recorded in dinoflagellate cyst assemblages and sediments – the case in Nagasaki Bay, west Japan – .....Kazumi Matsuoka and Hyeong-Sin Kim	1
Seasonality of living epiphytic foraminifera from seagrass beds in nearshore zones of the Ryukyu Islands, Japan .....Kazuhiko Fujita, Hiroshi Nishi and Tsunemasa Saito	16
What do we know through the historical study of Mary Anning (1799–1847)? .....Michiko Yajima	34
Bioevents : Science of reconstruction 3 .....Kunio Kaiho, Hiroshi Nishi and Teruhumi Ohno	42
Cambrian biological event.....Koji Minoura	43
Plume Winter: Mass extinction and environment catastrophe across the Permo-Triassic boundary .....Yukio Isozaki	45
Bioevents and paleoenvironmental changes in Mid-Cretaceous ...Hiromichi Hirano, Seiichi Toshimitsu, Takashi Matsumoto and Kazuharu Takahashi	47
Paleoenvironmental changes inferred from the distributions of molecular fossils at the Cretaceous/Tertiary boundary .....Tetsuya Arinobu, Ryoshi Ishiwatari, Kunio Kaiho and Marcos A. Lamolda	50
Benthic extinction event and global warming at the end of Paleocene and in the early Eocene .....Ritsuo Nomura	51
Evolution and extinction events seen in the Cenozoic Mammals .....Takeshi Setoguchi	54
Multiple studies on bioevents .....Kunio Kaiho	56
The Sedimentological Society of Japan (ed.): Dictionary of sedimentological terms .....Kametoshi Kanmera	59
K. Minoura: Viewing cosmos in the light of a piece of fossil .....Yokichi Takayanagi	61
I. Kaneoka: Principles of dating .....Itaru Koizumi	62
First view of the Chalk Cliff .....Yusaku Kaseda and Masako Kato	63
5th International Symposium on Shallow Tethys ...Kenshiro Ogasawara and Katsumi Ueno	67
Dino-6 (Sixth International Conference on Modern and Fossil Dinoflagellates) -Trondheim, Norway- .....Kazumi Matsuoka	71
Proceedings of the Society ..... 73	

### Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

#### Except in the USA

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

TEL: 81-3-3475-5618 FAX: 81-3-3475-5619 E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp

#### In the USA

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA

Phone: (978) 750-8400 FAX: (978) 750-4744 www.copyright.com