

ISSN 0022-9202

化石 62

平成9年6月

Palaeontological
Society of Japan



日本古生物学会

「化石」編集委員会(1997-1998年度)

委員長：棚部一成，幹事：遠藤一佳

編集委員：阿部勝巳，北里 洋，瀬戸口烈司，小澤智生，大野照文，間嶋隆一，松岡敷充

「化石」の編集方針

簡潔にまとめた次のような内容の原稿を歓迎します。投稿規定は従来のもを遵守しますので、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クに関する情報
- 4) 内外の研究機関・学術団体・ワーキンググループの活動の紹介
- 5) 祝賀文・紀行文・追悼文
- 6) 各地の化石同好会などの活動に関する記事
- 7) 会員・友の会会員による連絡・案内・希望・意見（化石茶論）
- 8) その他、速報する意義のある記事

6. 学会記事

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

投稿・問い合わせは下記をお願いします。

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院理学系研究科地質学専攻内 化石編集部 棚部一成
(☎ 03-3812-2111 内線 4519 ; E-mail ammon@tsunami.geols.u-tokyo.ac.jp),
遠藤一佳 (同, 内線4520; E-mail endo@tsunami.geols.u-tokyo.ac.jp) (FAX 03-3815-9490)

化石 62号

1997年6月

目次

論説

- 有孔虫殻壁の光学的組織の生態・古生態解析への応用野村律夫 1
下北半島東部の浜田層の地質年代菅原晴美・山口寿之・川辺鉄哉 15
二枚貝類の体サイズ変化と大量絶滅の要因に関する一仮説速水 格 24
飛騨外縁帯金山地域・福地地域の酸性凝灰岩層からのペルム紀中世放散虫化石
.....梅田真樹・江崎洋一 37

書評

- 渡部哲光著: バイオミネラリゼーション高柳洋吉 45
野尻湖発掘調査団編著: 最終氷期の自然と人類八尾 昭 47

追悼

- Fred B Phleger 教授 (1909-1993) を偲ぶ金谷太郎 48

ニュース

- 第5回テチス浅海域に関する国際シンポジウムの案内小笠原憲四郎 51

学会記事

- 52

Ⓜ <学協会著作権協議会委託>

本誌からの複製許諾は、学協会著作権協議会（〒107 東京都港区赤坂9-6-41, 電話03-3475-4621, Fax 03-3403-1738）から得てください。

日本古生物学会入会申込書

日本学会事務センター内

〒113 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 _____

（コピーして使用して下さい）

論 説

有孔虫殻壁の光学的組織の生態・古生態解析への応用

野村律夫*

Application of optical structure of foraminiferal test walls to analyze
the ecology and paleoecology

Ritsuo Nomura*

Abstract A new method using foraminiferal test walls was introduced to infer the ecology and paleoecology of foraminifera and the paleoenvironment of sediment/water interface. Two optically different walls known as a radial texture and a granular one, which have been used for the systematic criteria, can be applied for the analysis of foraminiferal microhabitat. Their variations have been recognized for distinctly and indistinctly radial textures, and jagged and mosaic granular textures, respectively. A microgranular texture is another type of the granular texture. The variations of the granular texture can be quantitatively examined by measuring the area and the perimeter of a crystal unit. The ratios of the perimeter (P) to the area (A) of the crystal units are reasonably discriminated for three different types of granular textures. Despite little knowledge of foraminiferal ecology, the taxa with higher P/A ratios indicate deep infaunal and lower oxygen microhabitat and in turn those with lower ones indicating epifaunal or shallow infaunal and higher input of phytodetritus to the sediment surface.

はじめに

有孔虫の殻壁は、分類学的研究の初期段階ですでにその基本的な構造が明らかにされている（たとえば、野村, 1986）。Williamson (1858) は、現在使用されている殻壁構造のなかに膠着質 (agglutinated), 磁器質 (porcelaneous), ガラス質 (hyaline) といった特徴を認識し、有孔虫の大分類の基礎を築いた。さらに Wood (1949) は、ガラス質殻の光学的性質に言及し、放射状 (radial) と粒状 (granular) の殻壁構造を認識した。このような殻壁構造の光学的性質の違いを石灰質殻種の第一義的分類基準として認め、形態を重視した Galloway (1933) や Cushman

(1948) の有孔虫分類学とは異なる大規模な分類の改変を Loeblich and Tappan (1964a, b, 1974) が提唱したことは、記憶に新しい。その後、1980年代前半まで殻壁構造の分類基準について議論が続き（たとえば、Nomura, 1983a, b, 1984a, 1985）、最終的に Loeblich and Tappan (1984, 1987, 1992) は、その適用を属レベルの基準として扱った。

しかしながら、ガラス質殻のこのような殻壁構造について、生態的立場から議論した例は極めて少なく、筆者の知る限りでは Nomura (1984b, 1988; 野村, 1986) があるにすぎない。Nomura (1984b) は粒状や放射状の殻壁構造を有する Cassidulinidae 科の日本近海での地理的分布をもとにして、放射状の殻壁を有す種は日本海側に多く、粒状殻壁の種は太平洋側に多いことを指摘した。その上で、殻壁構造が水塊の温度を反映しているものと結論した。本論では、かつて筆者が

* 島根大学教育学部地学研究室 Laboratory of Foraminifera, Faculty of Education, Shimane University, Matsue 690

1996年4月30日受付, 1996年10月7日受理

認識した放射状と粒状ガラス質殻の意義について、最近の有孔虫の生態の情報から吟味し、ガラス状の殻壁構造のなかに認められる変異は有孔虫の生態を反映していることを指摘する。そして、粒状における結晶単位の光学的な定量化を試み、新たな有孔虫の生態・古生態の解析手段となりえることを示す。

ガラス状有孔虫殻の殻壁構造

ガラス状殻壁に認められる粒状や放射状という構造は、有孔虫の殻を樹脂に包埋したのち、殻壁を破壊してみられる殻の偏光像である。多くの種類の殻壁は一軸性結晶の方解石よりなり、結晶の光軸方向は殻壁の表面に対して直交またはいくらかの角度をなして配列している(図1)。放射状組織(radial texture)と呼ばれる構造は、方解

石の幅 $2\mu\text{m}$ 程度の針状の結晶要素(crystal element)が殻面に垂直であったり、または花束状をなしている。普通有孔虫の室は湾曲しているため、これの偏光像は、一般に鉱物の単結晶をコンスコープで見たときに現われるアイソジャイヤーと呼ばれる像のようにみえる。しかし、有孔虫の室の湾曲がそれほど著しくない場合、殻壁は直消光する。二軸性のアラゴナイトよりなる殻壁の種類でも、針状の結晶要素そのものが殻壁に垂直であるため、みかけの光学的特徴は同じようにみえる。ここで留意すべきは、このような偏光像ではなくて、消光部位の不規則性にある(図2)。Nomura(1983a)は、消光パターンから消光時に完全に消光する殻を *distinctly radial* (ここでは放射状明瞭組織とする)と呼び、斑点状の消光部分を伴いながら不規則に消光する殻を *indis-*

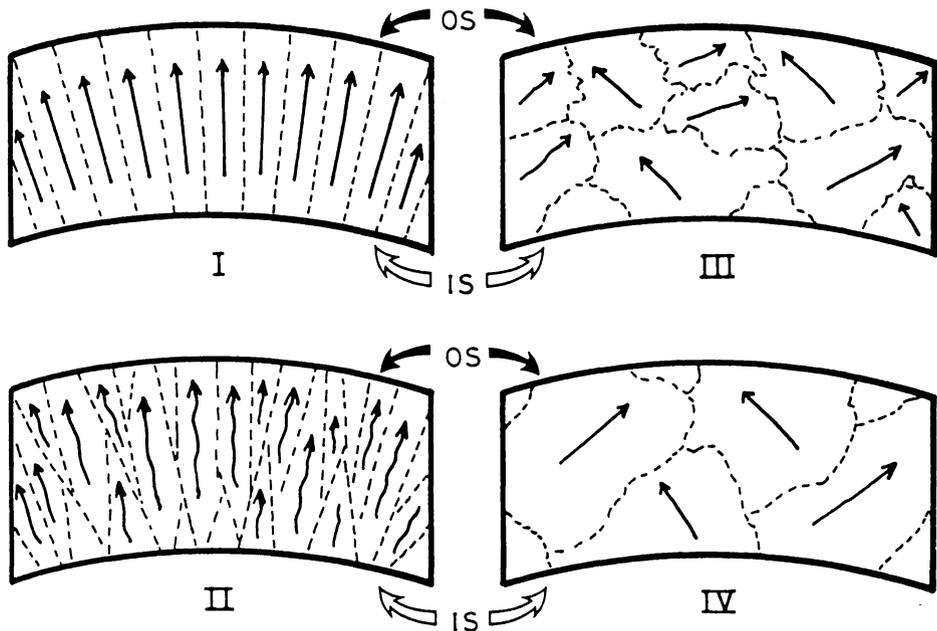


図1. ガラス質殻壁における結晶要素と結晶単位の配列様式。殻の断面での結晶の伸長方向を矢印で示している。波線は結晶単位の境界を模式的に示している。I: 放射状明瞭組織, II: 放射状不明瞭組織, III: 粒状ジグザグ組織, IV: 粒状モザイク組織。OS: 殻の外表面, IS: 殻の内表面。Nomura (1984b) による。

Fig. 1. Diagrammatically illustrated crystal units in the cross section of hyaline foraminiferal walls. Note the direction of crystal elements (indicated by arrows) constituting the crystal unit. I: distinctly radial texture, II: indistinctly radial texture, III: jagged-granular texture, IV: mosaic-granular texture. OS: outer surface, IS: inner surface. After Nomura (1984b).

tinctly radial (ここでは放射状不明瞭組織とする)と呼んだ。放射状不明瞭組織に表れる小さな斑点状の消光は、一部には殻壁を貫いている細孔(perforation)によるものであり、細孔の周囲には他の結晶要素と高角度で斜交する別の結晶要素が形成される(Nomura, 1983a)。一般に、放射状不明瞭組織は、結晶要素が殻壁表面に対して完全直交していないこと、結晶要素に湾曲構造がみられること、さらに細孔周囲に形成される結晶要素の複雑な配列によるものである。

一方、ガラス状殻壁のもうひとつの構造である粒状組織(granular texture)には、それぞれ異なる角度を有す結晶要素の集合体である結晶単位(crystal unit)が複雑に組合った構造を有するものであり、偏光像では蛇行したスーチャーによって各結晶単位が認識できる。この結晶単位の相対的な大きさやその形の複雑さの程度からmosaic-granular(ここでは粒状モザイク組織とする)とjagged-granular(ここでは粒状ジグザグ組織とする)に区分される(図3)。粒状モザイク組織は比較的大きな結晶単位と単純なスーチャーよりなり、粒状ジグザグ組織は小さな結晶単位の複雑な組み合わせからなる。これらの光学的像は放射状殻壁の結晶配列より、さらに複雑な構造のために起こるものである。一般に結晶要素の殻壁表面に対する角度は30-60度である(Nomura, 1983a)。粒状組織には、さらに微粒状組織(microgranular)を有するものもある(Nomura, 1988)。

底生有孔虫の生態的情報と殻壁構造との関係

最近、堆積物中における有孔虫の深度分布に関するデータが蓄積されるようになってきた。多くの種は堆積物表面に存在したり、堆積物中を摂食のために行動する様子が記録されている。また、堆積物表面より突出した部分に群がっていることも知られている(たとえば、北里, 1989; Linke and Lutze, 1992)。このような有孔虫の生態は、水温、塩分、有機物量(食物として)、底質、酸素濃度などの複雑な相互作用のものに支配されている。なかでも、酸素は生体の新陳代謝を直接つかさどる環境要因として重要である。そのため、

有孔虫自体に生息場の酸素濃度との関係性を求めようとする考えが1990年ころに現われた。これには有孔虫殻の形態が生息環境を反映していることに基づいて、古環境を推定しようとする試みも含まれる。この研究の発端となったのは、Corliss and Chen(1988)やCorliss and Fois(1991)による現生深海有孔虫の殻形態(たとえば、球形、棒状といった概略的な形態のこと)と堆積物中での生息深度との関係が議論されたことによるものである。さらにBernhard(1986)やTyszka(1994)は、ジュラ紀以降の無酸素堆積相と有孔虫の形態との関係を論じた。このなかで、彼らは地質時代ごとに殻の形態と無酸素堆積相との間に明瞭な関係のあることを認めた。しかしながら、その後の研究では、有孔虫の形態と堆積物中での深度分布が常に一定しているわけではないことが指摘されている(Bernhard, 1992)。海保(1989)やKaiho(1991)もまた、有孔虫の形態と海洋環境との関係を論じ、新生代の深海環境に酸素濃度の低下に関連する何らかのイベントを設けている。しかし、形態の認識には個人差のあることが考えられるが、この手法を検証するためのデータの提示は残念ながら極めて少ない(たとえば、Keller, 1988; Thomas, 1990)。このように、一過性のごとく主要な研究対象として底生有孔虫の殻形態が古環境復元に利用されたが、さらなる発展には未確定部分が多すぎる嫌いがある。

これに関連した研究分野で、有孔虫種の低酸素環境に対する抵抗性の室内実験やグローバルな分布様式から酸素濃度に対する生態的反応を見積もる作業も行なわれている。飼育実験でも無酸素環境で有孔虫が24時間生存できた観察もある(Moodley and Hess, 1992)。一方で、生物活動を維持するための生息環境の区分として、酸素濃度の高い順にaerobic(8.0-2.0ml/l), dysaerobic(2.0-0.0ml/l), anaerobic(0.0ml/l)といった生物相の区別(たとえば、Tyson and Pearson, 1991)がなされているように、有孔虫の分布も酸素濃度の多寡によって支配されている(Sen Gupta and Castelo-Machavello, 1992; Jorissen *et al.*, 1995)。とくに、有孔虫の場合、酸素濃度の少ない環境に対応した生理的区分として

RADIAL WALL TEXTURE

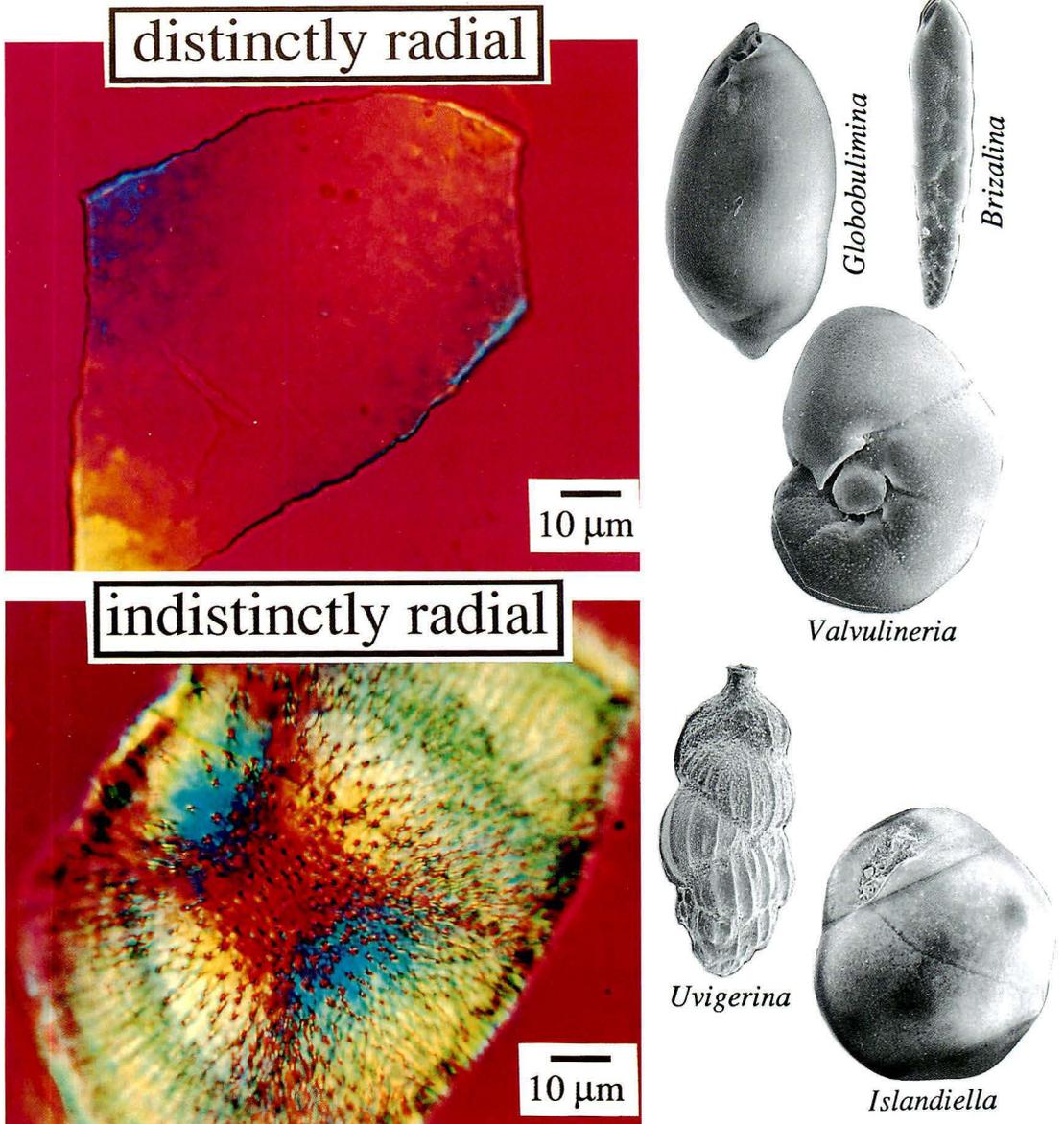
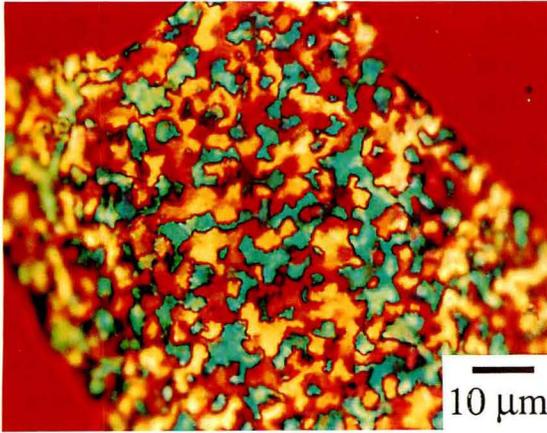


図2. ガラス状隔壁の放射状組織における2つの組織: 放射状明瞭組織と放射状不明瞭組織。右側の有孔虫写真は、それぞれを代表しているタクサを示している。

Fig. 2. Two variations of optically radial walls: distinctly radial and indistinctly radial textures. Some foraminiferal taxa for these textures indicated on the right side, respectively.

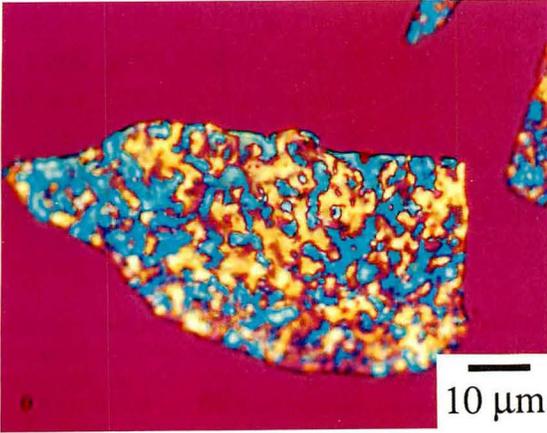
GRANULAR WALL TEXTURE

mosaic-granular

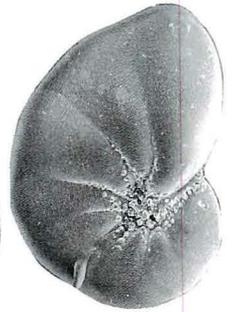


Chilostomella

jagged-granular

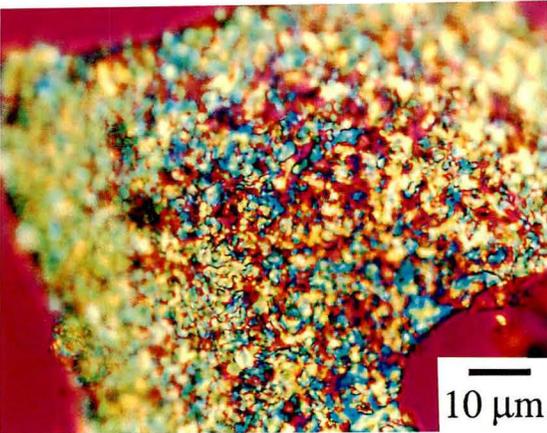


Nonionellina



Pseudononion

microgranular



Cibicidoides

図3. ガラス状隔壁の放射状組織における3つの組織: 粒状モザイク組織, 粒状ジグザグ組織, 微粒状組織. 右側の有孔虫写真は, それぞれを代表しているタクサを示している.

Fig. 3. Three variations of optically granular walls: mosaic granular, jagged-granular, and microgranular textures. Some foraminiferal taxa for these textures indicated on the right side, respectively.

は2.0-0.0ml/lの範囲に相当する低酸素 (hypoxic) と0.0ml/lの無酸素 (anoxic) が一般的に使われている (Sen Gupta and Castelo-Machavello, 1992). 酸素の多寡は、また堆積場の有機物の分解速度にも関係している。底質の違いも有孔虫の分布を規制する環境要素として古くから注目されている。Kitazato (1994) は、種々の生息場における有孔虫の行動を観察し、酸素濃度の違いを反映した有孔虫の生態を示している。基本的に、酸素が深くまで浸透する粗粒堆積物中では有孔虫の生息深度は深くなり、細粒で有機物の多い堆積物中では表面に近いところに多いことを紹介している。耐低酸素型の有孔虫は堆積表面から深くまで生息可能であるが、あくまでも酸素濃度と有機物の性質に支配されて分布していることから、厳密に生息深度を決めることよりも生息環境 (microhabitat) との関係の評価することのほう

に意義があるように思える。すなわち、Linke and Lutze (1993) や Jorissen *et al.* (1995) が論じているように、有孔虫の生態を生息深度という情報で一元化してしまうことには慎まなければならない。このようなことから、ここでは明瞭な堆積物中での深度分布が限定できない種 (indeterminable や intermediate のような種) も存在しているため、Buzas *et al.* (1992) に従い、泥質堆積物の中と堆積表面に生息する有孔虫は浅内生 (shallow infaunal) と深内生 (deep infaunal) に単純に区分し、固着性のものは表生 (epifaunal) とする表現が適切であろう。表1は、McCorkle *et al.* (1992) の統計的検定で有意な結果として認められている種のなかより、最も代表的なものを選び、上記の区分との関係を示したものである。この特徴として、浅内生や表生の種は、*Hoeglundina* のように例外もあるが殻の透明

表1. McCockle *et al.* (1990) や Buzas *et al.* (1993) によって示されている底生有孔虫の堆積物中または堆積物表面での生息深度を区分したもの。この表では、彼らによって示されている種のなかより属レベルを代表する種を選んである。生息深度そのものに一定の区分はなく、研究者によって異なっている。また、深度分布が同じように区分 (たとえば、0-1cmのように) されていても、その名称も異なって使用されている。

Table 1. Foraminiferal depth distribution in the sediments and/or on the sediment surface, and the division of the depth habitat. These foraminiferal taxa selected from the results of McCockle *et al.* (1990) and Buzas *et al.* (1993). Note that no definitive depth divisions of the habitat and the terms are used by authors: For the depth habitat of 0-1cm, McCockle *et al.* use epifaunal, while Buzas *et al.* use shallow infaunal.

Buzas *et al.* (1993)

Shallow infaunal (0-1cm):

Uvigerina peregrina, *U. curtica*, *Bolivina spissa*, *Brizalina* spp. *Hoeglundina elegans*, *Cancris inaequalis*, *Bulimina mexicana*

Deep infaunal (>1cm):

Takayanagia delicata, *Cassidulina laevigata*, *Fursenkoina bramletti*, *F. fusiformis*, *Elphidium excavatum*, *E. mexicanum*, *Globobulimina affinis*, *G. hoeglundi*, *G. pacifica*, *Chilostomella oolina*, *C. ovoidea*, *Bulimina exilis*, *Melonis barleeaanum*, *Stainforthia concava*, *Nonionellina labradorica*

Indeterminable:

Ammonia beccarii, *A. batavus*, *Nonionella turgida*, *Nonion grateloupi*

McCorkle *et al.* (1990)

Epifaunal (0-1cm): *Cibicides*, *Cibicidoides*, *Hoeglundina elegans*, *Planulina*

Shallow infaunal (0-2cm): *Bulimina*, *Uvigerina*, *Pullenia bulloides*

Intermediate infaunal (1-4cm): *Melonis barleeaanum*, *Pullenia* spp.

Deep infaunal (> 4cm): *Chilostomella oolina*, *Globobulimina affinis*, *Nonion grateloupi*, *Nonionellina labradorica*, *Virgulina*

度が悪く、殻の表面に装飾を伴うものが多いのに対して、深内生の種は殻が脆弱で、装飾もなく透明度の高いものが多い傾向が認められる。このような特徴は、明らかに殻の結晶単位の大きさや、その配列様式に反映された結果である。次に、この結晶単位の測定方法について述べる。

殻壁の結晶単位の定量化の方法

ここで定量化を試みるのは、粒状殻壁に関するものであり、光学レベルでの結晶単位が認識できない放射状殻壁は除外している。

一軸性結晶の方解石は直消光するため、ステージの360度回転で4回消光する。ここでは単なる偏光像ではなく、他の隣接する結晶単位と明瞭に区分するために、偏光像にジプサム板を挿入した。これによって、結晶単位の光学的振動方向と偏光の振動とが相加と相減によって示されるため、結晶単位を基本的に赤と青の2値色とそれらの合成された黄色系統で表現することができる。前述したように、結晶単位の結晶軸は殻壁に垂直に見るとランダムに配列しており、種による違いも存在している。したがって、結晶単位の光学的振動方向もランダムとなっている。消光時に相加となる結晶単位が多い種や反対に相減となる結晶の多い種もある。このため、隣接する結晶単位の大きさや識別が相加と相減で大きく異なる場合が生じる。以上のようなことから、本研究では相加と相減の間像(45度)から結晶単位を計測することにした。

計測部位として、結晶単位の面積(area)と周囲長(perimeter)を求めた。一般に利用される形状係数を適用するより、単純な面積と周囲長の比が粒状モザイク組織と粒状ジグザグ組織を明瞭に区別できるため、この比をタクサごとに比較した。

偏光像は、実倍率400倍で写真撮影のあと、任意のサイズに拡大したなかで相減している結晶単位の輪郭のみをトレースし、画像解析ソフトのImage (Version 1.4; Rasband, 1991) を使い上述の計測を行なった。しかし、今後は量的な解析をこなすためにも、偏光像を直接コンピュータへ取り込む方が効率的であるにちがいない。

殻壁構造の生態・古生態復元への応用

今回上述の方法で検討した標本は、各殻壁構造に相当する種を日本海沖の表層堆積物中より選んだものである。各標本は、*Fursenkoina* を除き、成体殻よりなる。また、検討した部位は最終室の殻壁断片である。各標本の結晶単位の計測は、1個体についてひとつの殻壁断片の中より無作為に10-20の単位を選んで行なった。結果として、ここで選んだ標本は、結晶単位の面積と周囲長の比(A/P)が基本的に3つのグループに区分できることを示すとともに(図4)、それらが見かけの上で区分していた構造と対応していることを示している。A/P値は標本によってオーバーラップすることもあるが、標本の50%分布範囲と平均値には、明瞭な傾向がみられる。*Fursenkoina* や *Chilostomella* の平均値はA/Pが約2であり、*Stainforthia complanata* や *Elphidiella somaense* などの5種は平均1.6-1.7程度、そして *Cibicidoides* はその平均値がかなり低く1.2である。同じ属であっても、*Fursenkoina pauciloculata* の成体殻と幼体殻のように、A/P値の平均が異なっているものもある。成体殻では約1.7であるのに対して、幼体殻は約2である(図4)。これは殻の大きさとも関係しており、大きな殻を有するものほど結晶単位の形態は小さく、複雑になる(結果として、A/P値は小さくなる)(図5)。すなわち、個体によってA/P値は異なる。典型的な例として、顕球型の初室は最終室の殻壁のA/P値より高い。現在、この関係は殻の厚さによるものと考えて検討中である。すなわち、3グループのなかでも *Chilostomella* などは半透明の薄い殻を有すのに対して、厚い殻を有す *Cibicidoides* では低いA/P値となることから、殻の厚さに関係していることは明らかである。これは、殻の石灰化の程度の違いを反映している。

次に、深内生型と浅内生型(表生を含む)の有孔虫でA/P値が異なる理由について考察してみる。ひとつの見方として、生息場所の酸素濃度が0.3ml/l以下になると、貝類などは正常な新陳代謝が阻害されると考えられている(Thompson et al., 1984)。この現象は、有孔虫細胞による石

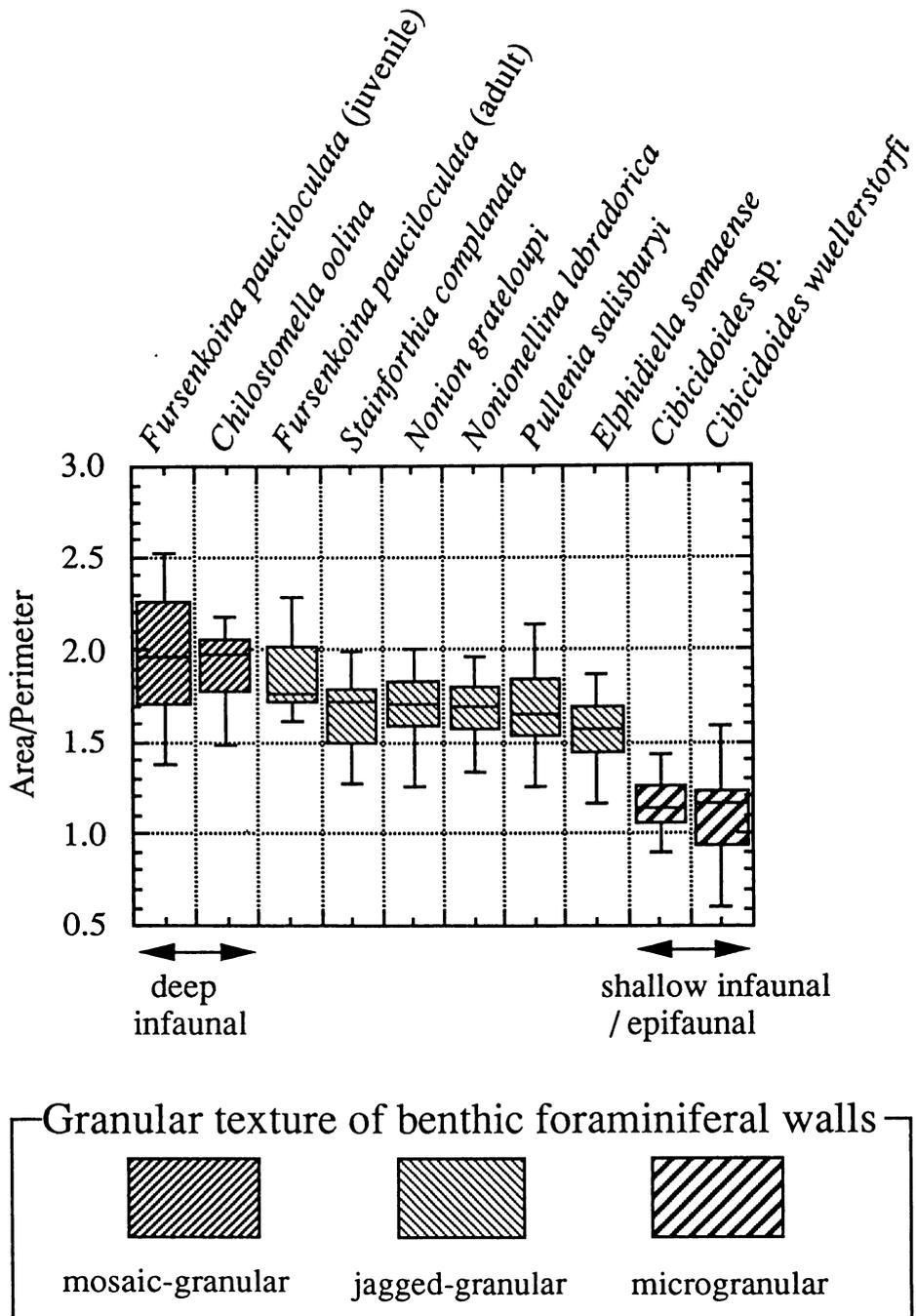


図4. 最終殻壁を構成する結晶単位の面積とその周囲長の比によってタクサを比較した図。これまでに得られている有孔虫の生態（堆積物中での生息深度）を比較のために図の下に示す。図中の各ボックスは、計測値のなかで全体の50%を示す。平均値は、ボックス中の横線。

Fig. 4. Comparison of foraminiferal taxa using the ratios of perimeter to area of crystal unit in the final chamber. Note that three groups of averaged A/P ratios corresponding to the ecological preference. Square of each box includes 50% of the ratios.

Fursenkoina pauciloculata (Brady)

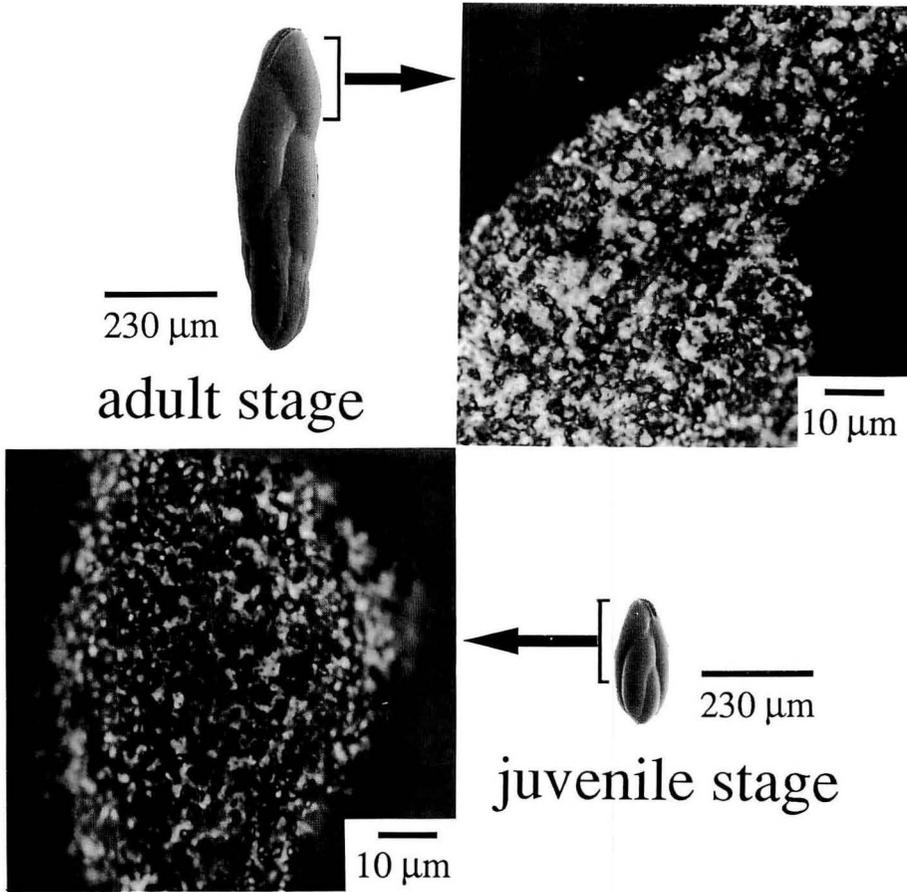
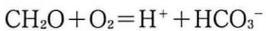


図5. 個体の成長段階によっても、粒状組織の結晶単位のみかけの組織が異なることを *Fursenkoina pauciloculata* の最終殻壁で示した例.

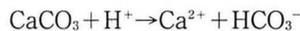
Fig. 5. Different patterns of crystal units between the juvenile and adult *Fursenkoina pauciloculata*.

灰化機能の低下とも関連する。次に、堆積物中の有機物の分解過程で生じる間隙水の pH 低下による石灰化の阻害作用がある。すなわち、有機物の分解は次に挙げられるような簡略化した反応で HCO_3^- を形成する (Froelich *et al.*, 1979).



また、海水中の水素イオン濃度は、 $[\text{HCO}_3^-]$ に対する $[\text{CO}_3^{2-}]$ の濃度によって決まるから、過剰の HCO_3^- の形成は水素イオン濃度を上げることになる。これは、下のように炭酸塩を解離す

る反応を引き起こす。



そのため、有孔虫が生息するところの間隙水は、有孔虫の殻形成を阻害する環境へと変化する。一般に、堆積物中の水素イオン濃度は、わずかに増加する傾向にある (Rhoads, 1974)。有機物量の多い (酸素濃度は低い) 環境で殻の薄いタクサが多いのは、このような環境を反映しているものと考えられる。しかし、浅内生型で、A/P 値の低い種は新生の有機物嗜好に加えて、間隙水では

なく、堆積物と海水のインターフェース上の海水から Ca^{2+} と HCO_3^- イオンを効率的に利用していることが考えられる。さらに、酸素の乏しい、または無酸素環境における有孔虫のエネルギー代謝として、メタンや硫化水素を利用するバクテリアとの共生によってエネルギーを得ていることも報告されている(北里, 1989; Bernhard, 1993; Kitazato, 1994)。したがって、そのエネルギー型の新陳代謝レベルに応じた石灰化機構もあるかもしれないが、この種類で形成される殻壁は基本的に結晶単位の比較的大きな組織(殻の厚さは薄い)になっている。

有孔虫の成長速度、すなわち殻形成の速度の A/P 値へ及ぼす影響については現在のところ未知であり、殻壁構造との関係を明らかにする必要がある。Corliss and Silva (1993) が報告しているように、有孔虫(たとえば、*Nonionella*, *Buliminella*) は第一次生産によって形成された有機物の海底への沈降が増加した3ヶ月間に成長速度が大きくなる。比較的殻の薄いこれらの分類群は、食物としての有機物の供給が短期間に有孔虫の成長を促した結果かもしれない。一方で同じような殻の薄い分類群(たとえば、*Valvulineria*, *Bolivina*, *Chilostomella*, *Fursenkoina*) では、それらの成長の時期と海底への有機物の流入量とが異なっており(Corliss and Silva, 1993)、さらに複雑な環境要因及び生物間相互作用が有孔虫の成長を支配しているようである。

ここでは、殻壁構造が生態を反映していることの可能性を指摘する意味で、あくまでもこの3つのグループを表1で掲げた有孔虫の生態と比較することに留めたい。すなわち、*Chilostomella* のようなモザイク組織は深内生にみられ、ジグザグ組織は浅内生に多い。*Cibicidoides* のように典型的な表生種には、微細組織に限って認められる。このような有孔虫の殻壁構造は、種としての遺伝的側面に大きく支配されながら、特定の生息環境へ適応した表現形であると考えられる。その構造に見られる変化は生息環境によっても成長過程(成長速度も含めて)によっても微妙な変化を示している。そこに殻壁構造による有孔虫の古生態が復元可能となる。

ODP Leg 127, Site 797B における殻壁構造からみた古海洋の変遷過程: 殻壁組織の適用例として

Site 797B は、大和海盆の水深2826mで、初期中新世以降の堆積物の掘削に成功している(Tamaki *et al.*, 1990)。中期中新世の有孔虫群集は、すでにNomura (1992) が報告しているように、2つの無化石帯に挟まれた3群集帯(下位より *Cyclammina* sp. A-*Cyclammina*? sp. 群集, *Gyroidinoides orbicularis*-*Gyroidinoides planu-latus* 群集, *Cibicidoides wuellerstorfi* 群集)が認められ、いわゆる中期中新世初期の石灰質を主とする群集から無化石帯へと変化する層準としての Foram Sharp Line の発達も確認された。図6には、このなかで17Maから14.5Ma頃までの有孔虫群集を上述したような殻壁構造で区分したものである。ここでは、有孔虫の殻壁が変質していることもあったため、具体的に定量化した表現はとれなかったが、現生種の殻壁を定量化した種が含まれているため、ここではそこで認められた殻壁区分をあてがうことにした。また、殻のサイズについても厳密に検討しなければならないが、後述のタクサではその組織の A/P 比に大きな変異が見られないため、ここでは言及しないことにする。図6から明らかなように、17-16Ma頃には *Globobulimina* 属を代表とする放射状明瞭組織や *Chilostomella* 属を代表とする粒状モザイク組織を有す個体が多い。その総計は50%に達する。しかし、このような殻壁構造を有すものは、その後減少し、反対に *Cibicidoides wuellerstorfi* で代表される微粒状組織が多くなる。とくに、Foram Sharp Line が出現する層準の下部ではその割合が70%にも達する。

Globobulimina は薄い殻壁構造を有し、深内生型の生態を有すことで知られている。前述のように粒状モザイク組織は深内生の種に多い。このことは、17-16Ma頃に、日本海の海底に低酸素環境が形成された可能性を示唆する。この時期、日本列島では熱帯ないし亜熱帯の、いわゆる climatic optimum の環境が形成されていたことはよく知られている(たとえば、Tsuchi, 1989; Itoigawa, 1989)。さらにグローバルな観点でみ

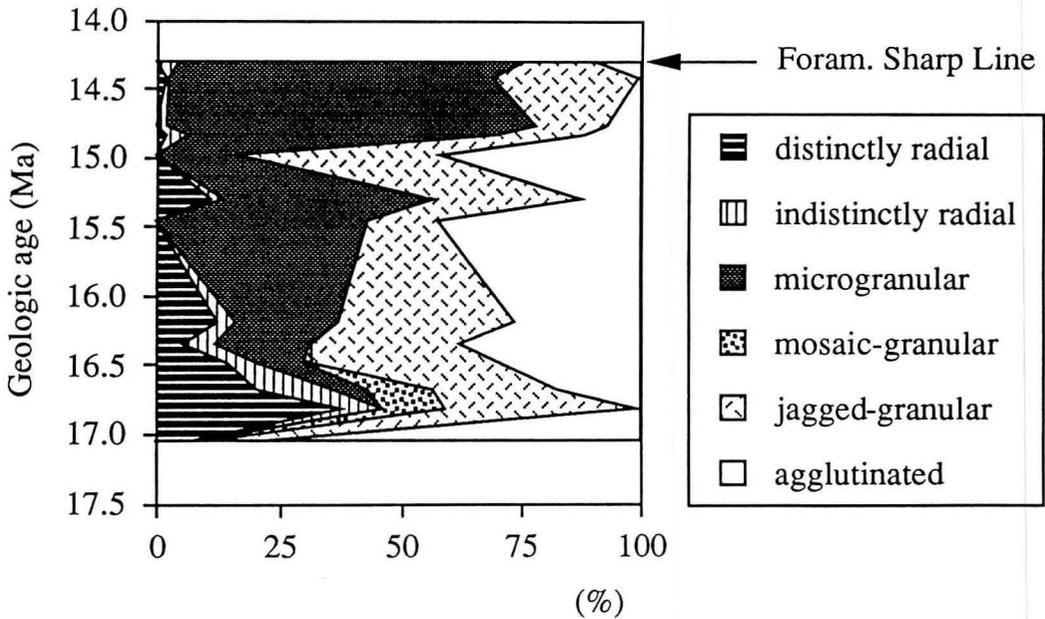


図 6. 日本海 ODP Site 797 の中期中新世の前期から中期 (Foram Sharp Line の出現まで) における底生有孔虫の個体数による隔壁組成の割合の層位的な分布. Climatic optimum 期には放射状明瞭組織や粒状モザイク組織の殻壁構造を有す深内生のタクサが多く、寒冷化が進行する 14~15Ma 頃にかけて、表生や浅内生の微粒状組織が多くなる. このような殻壁構造の組成の層位的変化は、古海洋の環境解析の手段となりえることを示す.

Fig. 6. Stratigraphic distribution of wall textures in lower middle to middle middle Miocene sequence at ODP Site 797 (the Sea of Japan). Note that higher relative abundance of the mosaic-granular and distinctly radial textures in the climatic optimum of the early middle Miocene, and an increase of the microgranular texture with an onset of the oceanic cooling of the middle middle Miocene. These variations can be useful for the analysis of paleoceanographic reconstruction.

ると、インド洋北部では Tethyan Indian Saline Water が形成されていたことが指摘されている (Woodruff and Savin, 1989). すなわち、中ないし低緯度の海洋の表層水は温暖化し、しかも高緯度における深層水の生産はそれほど活発化していなかった. このような海洋状況から導かれる海洋循環は、中ないし深層水に供給される酸素が少なかったものと考えられる. したがって、この時期に低酸素環境を示す殻壁構造のタクサが多産するのは、このような海洋状況を矛盾なく説明している.

一方、15Ma 以降に微粒状組織を有す種の割合が多い. この殻壁構造を有すものは上述したように表生または浅内生の種に多い. 深海での

Cibicidoides wuellerstorfi の生態は、海洋の表層生産が活発化し、植物デトリタス (phytodetritus) の深海底への供給量が増加する中期中新世 (15Ma 頃) にグローバルに産出するようになる (Nomura, 1995). 一方でこの種は、浮遊物食として乏しい食物の供給にも耐える能力を有す (Altenbach, 1988) とともに、浮遊物を運搬する水の流れを必要としている (Linke and Lutze, 1993). したがって、*C. wuellerstorfi* の個体数の増加は表層生産の活発化と深海底層流の発達を基本的に意味する. これもグローバルな観点でみると、南極で海水が発達し始めたところに相当する. 深海では深層循環が活発化し、大陸沿岸では湧昇流が形成され、有機物が蓄積された

(Monterey Excursion; Vincent and Berger, 1985). 日本海でも、太平洋側から低酸素の中層水が流入するとともに、日本海内部の表層で生産された有機物の付加が海底で進んだ。14.4Maに Foram Sharp Line と呼ばれる石灰質の殻壁を有する有孔虫類が一時的にも消滅するのは、このような有機物の付加と日本海沿岸地域における堆積盆地のシル化した海底地形に影響されて導かれた低酸素環境の形成による事変と考えられている (Nomura, 1992a, b)。この過程については、さらに石灰質殻の (有機物の分解過程における) 溶解現象も考えられるため、詳細な検討を今後していかなければならないが、現時点では殻壁構造から導かれることと古海洋環境の復元とは調和的である。

まとめ

有孔虫の殻壁構造 (とくに石灰質ガラス状殻壁) の光学的性質は、主に分類学的な利用のもとに論議されていた。これについて、Nomura (1983a, b, 1984) が議論してきたように、放射状や粒状の各組織には変異的な組織が存在し、これら是有孔虫の生態を反映していることを指摘した。とくに粒状組織は結晶単位の定量化ができることを指摘する。定量化することで、これまでのような種名を参照した生態や古生態の復元では、その適用に限界があったにもかかわらず、その適用の幅を広げられる可能性ができたといえる。とくに、現世種との共通性が少なくなる後期中新世以前の有孔虫の生態や古環境の解析には重要な手段となりうることを指摘したい。そのためにも、有孔虫の生態を殻のサイズや殻壁の光学的性質でもって定量的に検討し、基礎的な情報をさらに追加していく必要がある。

文 献

- Altenbach, A. V., 1988. Deep-sea benthic foraminifera and flux rates of organic carbon. *Rev. Paleobiol., Vol. Spec.*, 2, 719-720.
- Bernhard, J. M., 1986. Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. *Jour. Foram. Res.*, 16, 207-215.
- Bernhard, J. M., 1992. Benthic foraminiferal distribution and biomass related to pore-water oxygen content: central California continental slope and rise. *Deep-Sea Research*, 39, 585-605.
- Bernhard, J. M., 1993. Experimental and field evidence of Antarctic foraminiferal tolerance to anoxia and hydrogen sulfide. *Marine Micropaleont.*, 20, 203-213.
- Buzas, M., Culver, S. J. and Jorissen, F. J., 1993. A statistical evaluation of the microhabitats of living (stained) infaunal benthic foraminifera. *Marine Micropaleont.*, 20, 311-320.
- Corliss, B. H. and Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian deep sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, 16, 716-719.
- Corliss, B. H. and Fois, E., 1991. Morphotype analysis of deep-sea benthic foraminifera from the north-west Gulf of Mexico. *Palaios*, 5, 589-605.
- Corliss, B. H. and Silva, K. A., 1993. Rapid growth of deep-sea benthic foraminifera. *Geology*, 21, 991-994.
- Cushman, J. A., 1948. Foraminifera: Their Classification and Economic Use. 3rd edition. 478pp, Harvard University Press, Massachusetts.
- Froelich, P. N., Klinkhammer, G. P., Bender, M. L., Luedtke, N. A., Heath, G. R., Cullen, D., Dauphin, P., Hammond, D., Hartman, B., and Maynard, V., 1979. Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlantic: Suboxic diagenesis. *Geochim. Cosmochim.*, 43, 1075-1090.
- Galloway, J. J., 1933. A Manual of Foraminifera. 483pp. The Principia Press, Inc.
- Itoigawa, J., 1989. Tropical spike in early middle Miocene (ca. 16Ma) of Southwest Japan. In Gengwu, L., Tsuchi, R., and Qibin, L., (eds.), *Proc. Internat. Symposium on Pacific Neogene Continental and Marine Events*, 19-26, Nanjing Univ. Press.
- Jorissen, F. J., de Stigter, H. C., Widmark, J.-G. V., 1995. A conceptual model explaining benthic foraminiferal micro-habitats. *Marine Micropaleont.*, 26, 3-15.
- 海保邦夫, 1989. 新生代における深海底生有孔虫の殻形態の変遷と古環境的意義. 化石, 47, 1-23.
- Kaiho, K., 1991. Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep-sea circulation. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 64, 163-196.
- Keller, G., 1988. Biotic turnover in benthic forami-

- nifera across the Cretaceous/Tertiary boundary at El Kef, Tunisia. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **66**, 153-171.
- 北里 洋, 1989. 底生有孔虫類の堆積物中での垂直分布 (予報). 日本ベントス研究会誌, (35/35), 41-51.
- Kitazato, H., 1994. Foraminiferal microhabitats in four marine environments around Japan. *Marine Micropaleont.*, **24**, 29-41.
- Linke, P. and Lutze, G. F., 1992. Microhabitat preferences of benthic foraminifera - a static concept or a dynamic adaptation to optimize food acquisition? *Marine Micropaleont.*, **20**, 215-234.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1964a. Foraminiferal classification and evolution. *Jour. Geol. Soc. India*, **5**, 5-40.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1964b. Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida. In Moore, R. C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C, Protista 2*, 1C-900C, University of Kansas Press, Kansas and United State Geological Survey.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1974. Recent advances in the classification of the Foraminiferida. In Hedley, R. H. and Adams, C. G. (eds.), *Foraminifera*, 1-53, Academic Press, New York.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1984. Suprageneric classification of the Foraminiferida (Protozoa). *Micropaleontology*, **30**, 1-70.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1987. Foraminiferal Genera and Their Classification. 970pp. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1992. Present status of foraminiferal classification. In Takayanagi, Y. and Saito, T. (eds.), *Studies in Benthic Foraminifera, Benthos'90, Sendai*, 93-102. Tokai University Press, Tokyo.
- McCorkle, D. C., Keigwin, L. D., Corliss, B. H. and Emerson, S. R., 1990. The influence of microhabitats on the carbon isotopic composition of deep-sea benthic foraminifera. *Paleoceanography*, **5**, 161-185.
- Moodley, L. and Hess, C., 1992. Tolerance of infaunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentrations. *Biol. Bull.*, **183**, 94-98.
- Nomura, R., 1983a. Cassidulinidae (Foraminiferida) from the Uppermost Cenozoic of Japan (Part 1). *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, **53**, 1-101.
- Nomura, R., 1983b. Cassidulinidae (Foraminiferida) from the Uppermost Cenozoic of Japan (Part 2). *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, **54**, 1-93.
- Nomura, R., 1984a. Cassidulinidae (Foraminiferida) from the eastern part of Lutzow-Holm Bay, Antarctica. *Tran. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, (136), 492-501.
- Nomura, R., 1984b. Cassidulinid foraminiferal provinces around Japan during the latest Cenozoic. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **46**, 185-202.
- Nomura, R., 1985. On the genus *Tosaia* (Foraminiferida) and its suprageneric classification. *Jour. Paleont.*, **59**, 222-225.
- 野村律夫, 1986. 環境指示者としての有孔虫の殻壁構造. 月刊海洋科学, **18**, 583-587.
- Nomura, R., 1988. Ecological significance of wall microstructure of benthic foraminifera in the southwestern Sea of Japan. *Rev. Paleobiol., Vol. Spec. 2*, 859-871.
- Nomura, R., 1992a. Miocene benthic foraminifers at Sites 794, 795, and 797 in the Sea of Japan with reference to the Foram Sharp Line in the Honshu Arc. *Proc. ODP, Sci. Results*, **127/128**, part 1, 493-540, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Nomura, R., 1992b. Miocene benthic foraminifera from the Bihoku Group: The geologic age of the Foram. Sharp Line in Southwest Honshu and the relations to the opening of the Sea of Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **98**, 587-610.
- Nomura, R. 1995. Paleogene to Neogene deep-sea paleoceanography in the eastern Indian Ocean: benthic foraminifera from ODP Sites 747, 757, and 758. *Micropaleontology*, **41**, 251-290.
- Rasband, W., 1991. NIH Image Version 1.41 for Macintosh.
- Rhoads, D. C., 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanogr. Marine Biol., Annual Review*, **12**, 263-300.
- Sen Gupta, B. K. and Machain-Castillo, M. L., 1993. Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. *Marine Micropaleontol.*, **20**, 183-201.
- Tamaki, K., Pisciotto, K., Allan, J., et al., 1990. *Proc. ODP, Init. Repts.*, 127: College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Thomas, E., 1990. Late Cretaceous through Neogene deep-sea benthic foraminifera (Maud Rise, Weddell Sea, Antarctica), *Proc. ODP, Sci. Results*, **113**, 571-594. College Station, TX (Ocean Drilling Program).

- Thompson, J. B., Mullins, H. T., Newton, C. R., and Vercoutere, T. L., 1984. Alternative biofacies model for dysaerobic communities. *Lethaia*, **18**, 167-179.
- Tsuchi, R., 1989. Neogene marine climatic events in Japan and the Pacific. In Gengwu, L., Tsuchi, R., and Qibin, L., (eds.), *Proc. Internat. Symposium on Pacific Neogene Continental and Marine Events*, 1-6, Nanjing Univ. Press.
- Tyson, R. V. and Pearson, T. H., 1991. Modern and ancient continental shelf anoxia: An overview. In Tyson, R. V. and Pearson, T. H., (eds.), *Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia*, 1-24, Geol. Soc. Spec. Publ., 58.
- Tyszká, J., 1994. Response of Middle Jurassic benthic foraminiferal morphogroups to dysoxic/anoxic conditions in the Pieniny Klippen Basin, Polish Carpathians. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **110**, 55-81.
- Vincent, E. and Berger, W. H., 1985. Carbon dioxide and polar cooling in the Miocene: The Monterey hypothesis. In Sundquist, E. T. and Broecker, W. S., (eds.), *The Carbon Cycle and Atmospheric CO₂: Natural Variations Archean to Present*, Geophysical Monograph Series **32**, 455-468. Washington, D. C.: American Geophysical Union.
- Williamson, 1858. The recent foraminifera of Great Britain. *Ray. Soc. Publ.*, 1-107.
- Wood, A., 1949. The structure of the wall of the test in the foraminifera: Its value in classification. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, **104**, 229-255.
- Woodruff, F. and Savin, S. M., 1989. Miocene deep-water oceanography. *Paleoceanography*, **4**, 87-140.

下北半島東部の浜田層の地質年代

菅原晴美*・山口寿之**・川辺鉄哉**

Geological age of the Hamada Formation
in the eastern Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture

Harumi Sugawara*, Toshiyuki Yamaguchi** and Tetsuya Kawabe**

Abstract Biostratigraphy of planktonic foraminifers and calcareous nannofossils were examined on the Pleistocene Hamada Formation of the eastern part of the Shimokita Peninsula, northern Japan. The geological age of the upper part of the Hamada Formation was estimated about 1.2Ma and from 1.36 to 1.10Ma based on the biostratigraphy of the planktonic foraminifers and nannofossils, respectively.

はじめに

青森県下北半島の東部には下位から泊層^{とまり}、蒲野沢層^{がまのさわ}、砂子又層^{すなごまた}、浜田層^{はまた}の順に不整合関係で重なる上部新生界が広く分布する(芳賀・山口, 1990)。泊層は含まれる植物化石から前期中新世と考えられる。蒲野沢層は主に細粒堆積岩から構成され、その珪藻化石層序は *Denticulopsis lauta* Zone から *Thalassiosira yabei* Zone に至る中期中新世初頭～後期中新世初頭のほぼ 15.7～9 Ma である(芳賀・山口, 1990)。また砂子又層は珪藻化石の *Neodenticula koizumii*, *N. sp. A* を比較的多く含み、Akiba and Yanagisawa (1986) の後期鮮新世を示す可能性が高い(芳賀・山口, 1990)。

浜田層の海棲軟体動物化石群集は、大桑一万願寺化石動物群に属すと考えられ、古くはその時代が鮮新世とされてきた(Otuka, 1936, 1939; 半沢, 1954; Hatai *et al.*, 1961など)。浜田層の地質時代は、新第三紀以降の浮遊性微化石による生層序学的研究が進むにつれて、第四紀と理解されるようになった。土編(1981)には、浜田層の年

代が我々の採集した試料からのナノ化石に基づいて更新世と示されている(高山私信)。ここではナノ化石の他に浮遊性有孔虫化石を用いて、浜田層の年代を明らかにする。

調査地域

浜田層は主に下北半島の南北に伸びた“柄”部の陸奥湾沿いの丘陵部に分布する。比較的保存の良い貝化石が得られる青森県むつ市南方の奥内川、近川および近川田名部沢、近川蜷沢^{しじまざわ}、前川、畑沢川、境川および上北郡横浜町の林崎川流域(図1)において地質調査および微化石用試料の採集を行った。

浜田層の記載

金沢・山口(1988)の浜田層の定義から、芳賀・山口(1990)においてむつ湾側の境川流域に分布が確認され、新たに再定義された砂子又層(芳賀・山口, 1990)を除いたものに相当する。浜田層の岩相(部層)区分および火山灰鍵層名は全て金沢・山口(1988)に基づく、それらの詳細は上記の文献に示されているので、以下にその概要を示すにとどめる。

浜田層は、下北半島の青森県上北郡横浜町浜田海岸の崖(本研究の調査外)を模式地として、半沢(1954)によって命名された。調査地域内には、最下位の火山岩と同時に異相関係にある内湾性

*北海道立白糠高校 Shiranuka High School, Hokkaido

**千葉大学理学部地球科学教室 Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba University

1996年6月10日受付, 1996年10月7日受理

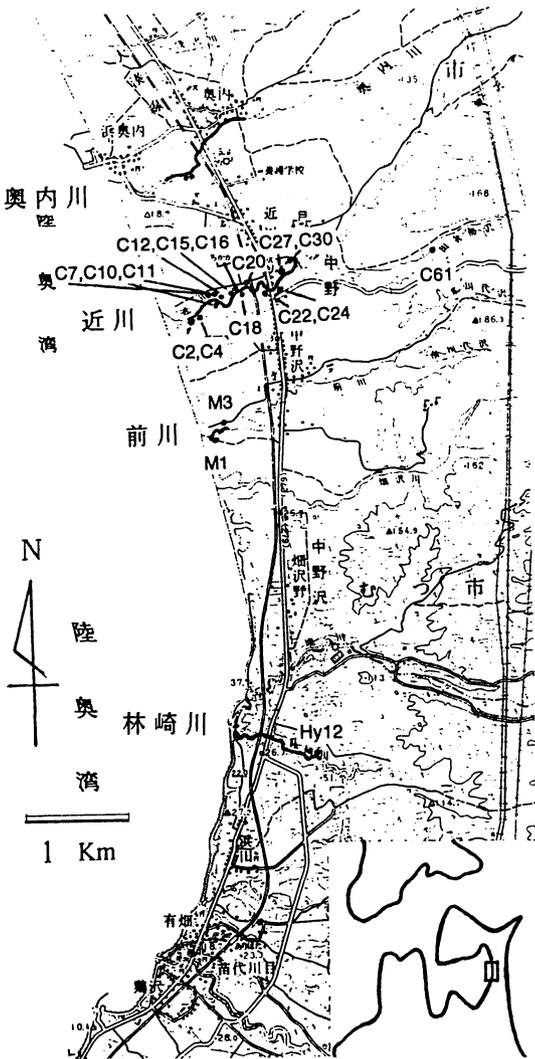


図1. 資料採集地点, (地形図は国土地理院発行の5万分の1地形図・近川, 陸奥横浜を使用).

の堆積物よりなる泊層, それらに不整合関係で重なる主に深海性の細粒堆積物からなる蒲野沢層, 蒲野沢層を不整合に覆う浅海性の堆積物からなる砂子又層が分布し, 浜田層はそれらに不整合関係で直接重なる. 浜田層の層厚は, 調査域北部の近川蜷沢では約350m, 南部の境川では約100mである (芳賀・山口, 1990).

岩相は主にシルト質砂岩, 砂岩-シルト質砂岩互層, 粗-中粒砂岩, 軽石質砂岩, 軽石, シルト岩, 石灰質砂岩などから成る. 水平・垂直方向の

岩相変化が著しいが, 狭在する13枚の火山灰鍵層 (金沢・山口, 1988) を用いて岩相の時間的空間的分布を明らかにし, 岩相の特徴から5部層に分けられる (金沢・山口, 1988).

堆積物試料の採取および処理

本研究では奥内川から林崎川に至る7河川ルート of 68地点70層準から87堆積物試料を採取した. サンプルは対比に用いた13枚の火山灰鍵層直下またはそれらの間の層準から採取した. その際, 露頭表面から約20~50cm程掘って, 新鮮な堆積物試料を採取した (図2~6).

乾燥重量80gの堆積物試料を硫酸ナトリウム法とナフサ法を用いて分散し, そこに含まれている0.125mm以上の大きさの浮遊性有孔虫化石200個体以上を顕微鏡下でピックアップした.

結果

地質年代の明らかな微化石を得た層準は, 上部浜田層に限られた. 産出有孔虫化石リスト, 層準および *Neogloboquadrina pachyderma* の巻き方向などの情報が, 奥内川ルートを図2に, 近川ルートを図3に, 前川ルートを図4に, 林崎川ルートを図5に, それらのまとめを図6に示し, 時代決定に有効な有孔虫およびナノ化石の層位分布を図7に示す.

浮遊性有孔虫化石

奥内川シルト岩部層のHo-2タフから近川シルト質砂岩部層のHc-5bタフに至る層厚約50mの範囲の21層準から採取した30試料, および林崎川の境川互層部層のHs-1タフから8m上位から採取した1試料の合計22層準31試料にのみ産する (図2~7) 同定された浮遊性有孔虫化石は7属26種である.

浮遊性有孔虫が20個体以下の試料については, 産出のみを記録した. 以下に本研究で明らかになった事実を示す.

- (1) *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Neogloboquadrina pachyderma* の3種の占める割合の合計がいずれの試料でも60~85%と高い.
- (2) *N. pachyderma* は近川および前川ルートに

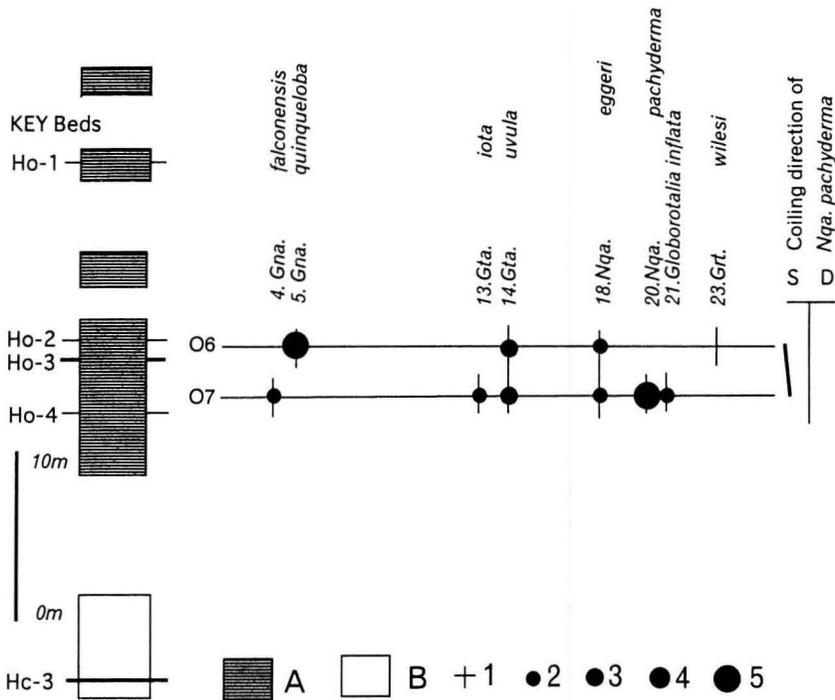


図2. 奥内川流域の浜田層の資料採集層準および産出浮遊性有孔虫化石および *Neogloboquadrina pachyderma* の殻の巻き方向. A: 泥岩 (奥内川シルト岩部層), B: シルト質細粒~中粒砂岩 (近川シルト質砂岩部層), 柱状図の左側の英数字は火山鍵層名 (金沢・山口, 1988に基づく), 柱状図の右側の英数字は資料番号, 1. 相対的産出頻度<1%, 2. 1~5%, 3. 6~30%, 4. 31~50%, 5. >50%.

においてC16を除き, Hc-1タフからHc-3タフ下約8mまでの間の層準で最優占種であり, その上下の層準では *G. quinqueloba* が最優占種である.

(3) 1.2Ma以降, 右巻き優占から左巻き優占に変化する事が知られている *N. pachyderma* の殻の巻きは, C20より上位の層準では92%以上が左巻, C20より下位の層準では55~85%が左巻である.

(4) Oda (1977) および Hasegawa (1979) によって鮮新世末以降に出現するとされた *Globorotalia inflata inflata* (sensu Maiya, 1976) がHy12層準より上位の試料に見られる. その個体数の割合は約20%の高い値を占めるC27およびC4eを除き, 1%未満にすぎないが連続的に産出した.

(5) Maiya et al. (1976) によって1.8Maで絶滅したとされた *Neogloboquadrina asanoi* がC7およびM3から産出した. しかし, その産出は2

層準に限られ, 個体数も少なく, かつ後述の石灰質ナノ化石の示す最も古い地質年代値との重複がないので, 再堆積と考えた.

(6) 出現が1.9Ma以降とされる *Globorotalia truncatulinoides* がC30から産出した. つまり, 浮遊性有孔虫による浜田層の地質年代は1.2Ma以降と考えられる.

石灰質ナノ化石

上位から順にC4c, C10, M3c, C20, C24, C30, Hy12およびC61の8試料から12属14種の石灰質ナノ化石が得られた(図7). その特徴を以下に示す.

(1) *Gephyrocapsa caribbeanica* と *Gephyrocapsa oceanica* とがC61で共産した. それらは, それぞれ1.66Maおよび1.57Maに出現し, Takayama and Sato (1987) の基準面12および11の指標種である.

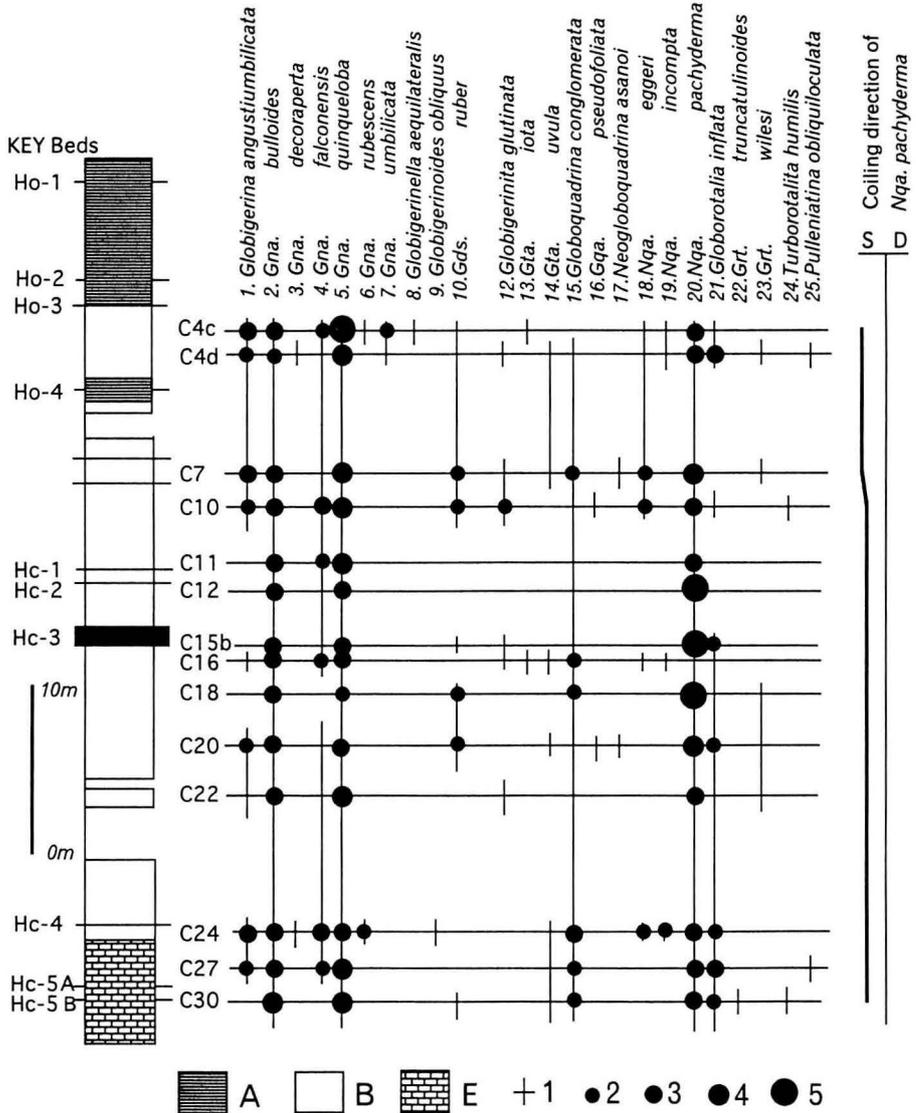


図3. 近川流域の浜田層の資料採集層準および産出浮遊性有孔虫化石。E: 石灰質砂岩（近川シルト質砂岩部層），その他は図2の説明と同じ。

(2) 1.36Ma（基準面10）に出現し，1.10Ma（基準面8）に絶滅した6 μm以上の大型の *Gephyrocapsa* spp. がC24, C30およびHy12の3試料から産出した。

(3) 最上位のC4cからは，基準面6の指標種である0.89Maに出現する *Gephyrocapsa parallela* が産出しなかった。

以上，Takayama and Sato (1987) によって DSDP-IPOD Leg.94（北東大西洋）で更新統に設

けられた11の石灰質ナノ化石基準面データに照らして，浜田層のナノ化石産出順序の層位学的な逆転は認められなかった。そして浜田層上部の石灰質ナノ化石年代は，Takayama and Sato (1987) のナノ化石基準面7から9までの範囲に相当し，1.36Ma～1.10Ma（更新世初期）と考えられる。

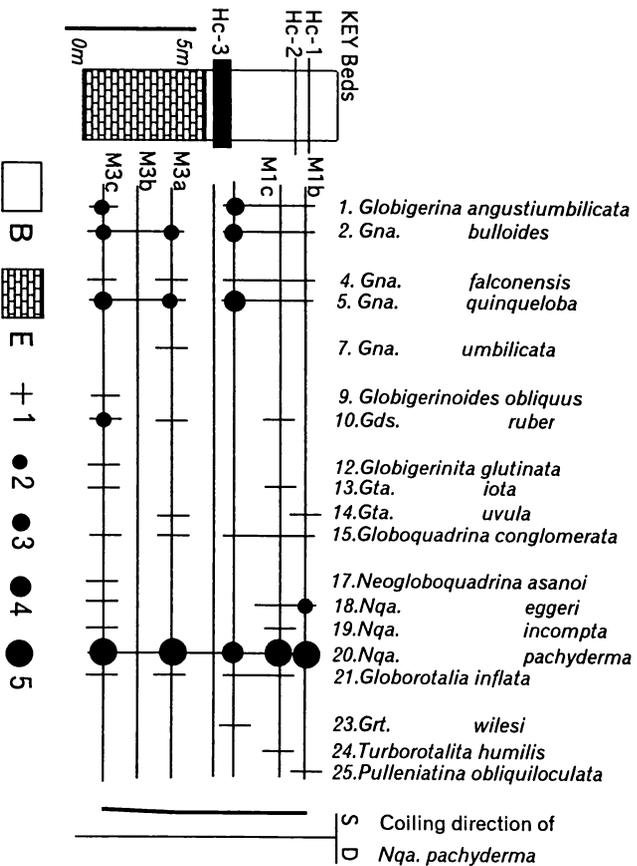


図 4. 前川流域の浜田層の資料採集層準および産出浮遊性有孔虫化石。凡例は図 3 以前の図の説明と同じ。

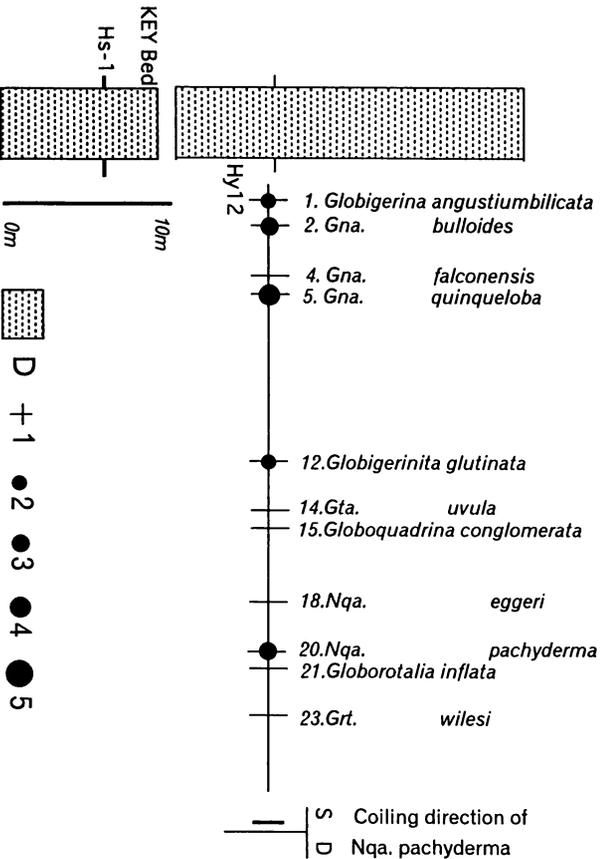


図 5. 林崎川流域の浜田層の資料採集層準および産出浮遊性有孔虫化石。D: 砂岩優勢の砂岩とシルト質砂岩の互層(境川互層部層), その他は図 4 以前の図の説明と同じ。

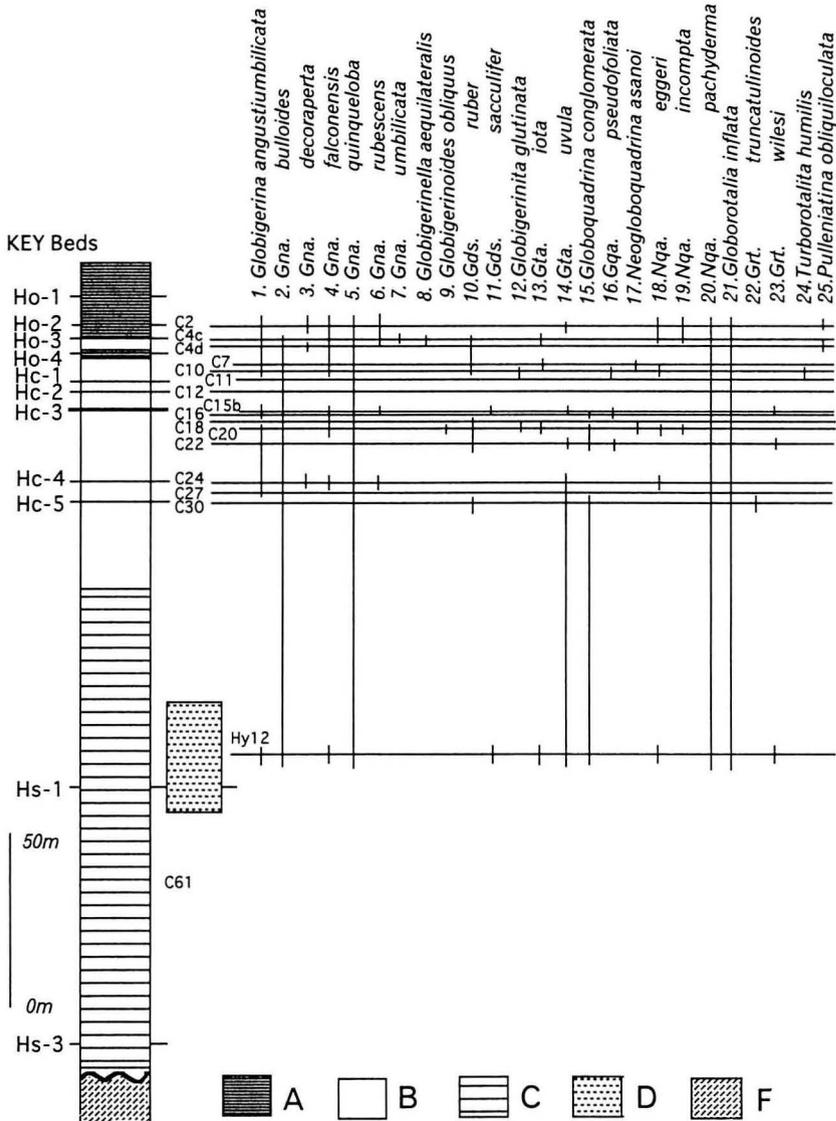


図6. 奥内川, 近川, 前川, 林崎川流域の浜田層の有孔虫産出状況のまとめ. C: シルト質砂岩と細粒~中粒砂岩の互層(蜆沢砂岩部層), F: 砂子又層(金沢・山口, 1988), その他は図5以前の図の説明と同じ.

浮遊性有孔虫化石と石灰質ナノ化石が示す年代値のずれについて

浜田層の同一試料から得られた浮遊性有孔虫化石と石灰質ナノ化石が示す地質年代値が多少ずれている。しかし、浮遊性有孔虫化石 *G. inflata inflata* の多産層準をNo. 2 *inflata* bed (工藤, 1967; 佐藤・工藤, 1986) に相当すると見なせば、石灰質ナノ化石の示す年代と矛盾はない。ま

た、浮遊性有孔虫化石による年代の根拠とした *N. pachyderma* の殻の巻方向の変化には温度依存性がある (Ericson, 1959; Arikawa, 1983)。したがって、出現と絶滅に基づく生層序基準面とは性質が異なり、より寒冷な気候の影響下にあった地域ほど殻の巻方向が変化した可能性がある。事実、石灰質ナノ化石によると浜田層とほぼ同じ時期に堆積した大桑層, 北浦層, 西山層は米谷

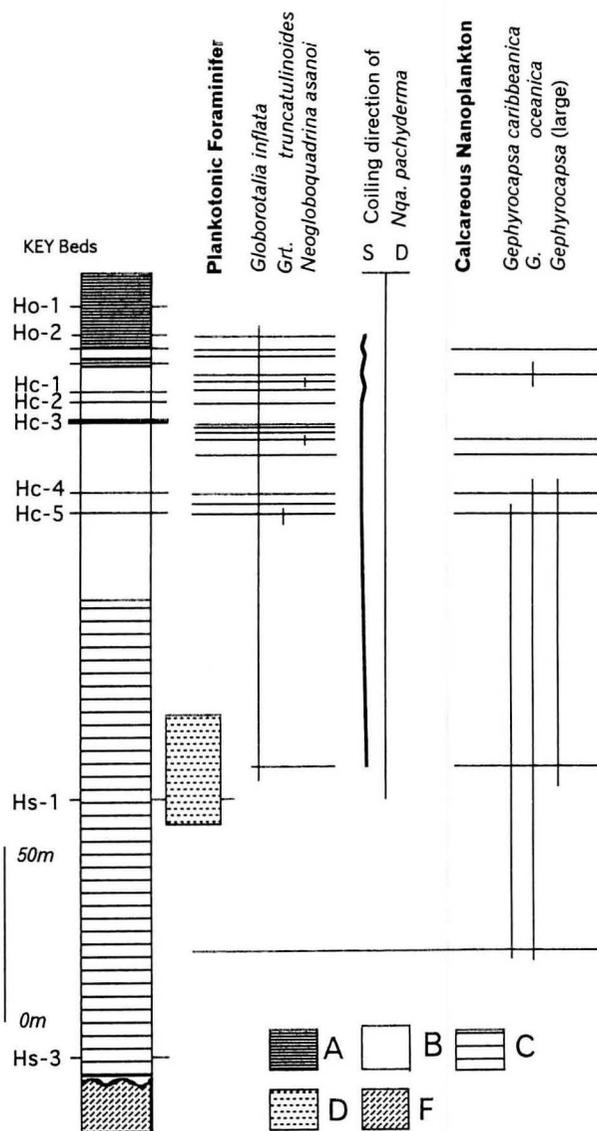


図7. 調査地域の浜田層から採集された浮遊性微化石(有孔虫化石・ナノ化石)の内、時代決定に有効な化石の層位的分布, その他は図5以前の図の説明と同じ。

(1978) の *Globigerina pachyderma* (右巻き) / *Globorotalia orientalis* ZONE に相当するが、浜田層は種構成からそれらの地域より新しい *G. pachyderma* (左巻き) / *G. incompta* ZONE に相当することになる。

Takayama and Sato (1987) の石灰質ナノ化石基準面は、佐藤ら (1987, 1988a, 1988b) によって、日本各地の鮮新-更新統において古地磁

気層序との対応関係が明らかにされており、信頼性が高い。したがって、浜田層上部の堆積年代は浮遊性有孔虫化石は *G. pachyderma* (右巻き) / *G. orientalis* ZONE 上部相当 (更新世初期)、石灰質ナノ化石は Takayama and Sato (1987) による年代値 1.36~1.10Ma (古地磁気層序の松山逆磁極期のコブマウンテン亜期) を採用した。

浜田層の地質年代

以上要するに、浜田層の地質年代は、浮遊性有孔虫化石 *G. pachyderma* (右巻き) / *G. orientalis* ZONE の上部に相当すると考えられ、更新世初期 (ただし 1.2Ma より古い可能性が強い) と考えた。

まとめ

浮遊性有孔虫化石から推定される浜田層の地質年代は、浮遊性有孔虫化石試料が得られた全ての層準で *Neogloboquadrina pachyderma* が左巻き優占であることから、Hs-1 タフ上 8m より上位に関しては 1.2Ma 以降 (更新世初期) と考えられる。

石灰質ナノ化石から推定される浜田層の地質年代は、最も下の層準の試料から *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica* が共産すること、*Gephyrocapsa* (large) の出現および絶滅が確認されること、最上位の試料から *G. parallela* が産出しなことから、C61 の層準から C4c の層準の範囲で 1.36~1.10Ma (更新世初期) と考えられる。すなわち浜田層上部の堆積年代は浮遊性有孔虫化石は 1.2Ma 以降を示し、石灰質ナノ化石は 1.36Ma~1.10Ma という更新世初期を示した。

浮遊性有孔虫化石の暖流系種の割合は近川シルト質砂岩部層最上位付近で最高となるが、金沢 (1986MS) および Kanazawa (1990) の貝化石、花井・山口 (1987) の貝形虫化石から得られた結果と調和的である。

謝辞

この研究をまとめるに当たり、東北大学理学部斎藤常正教授に浮遊性有孔虫化石の鑑定を指導して頂いた。金沢大学理学部高山俊昭教授には石灰質ナノ化石を鑑定して頂いた。千葉大学理学部小竹信宏博士、芳賀正和博士、宇都宮大学教育学部松居誠一郎博士および東京大学総合研究博物館金沢謙一博士には、野外調査および論文作成に関して貴重な助言を得た。査読者から貴重な助言を得た。また田名部高校の奈良正義教諭には現地調査の便宜を計っていただいた。以上の方々に厚く御

礼申し上げる。

文 献

- Akiba, F. and Yanagisawa Y., 1986. Taxonomy, morphology and phylogeny of the Neogene diatom zonal marker species in the middle-to-high latitudes of the north Pacific. Initial Rep. DSDP, 87, 483-554, U. S. Government printing office, Washington.
- Arikawa, R., 1983. Distribution and taxonomy of *Globigerina pachyderma* (Ehrenberg) off the Sanriku coast, northeast Honshu, Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, 53, 103-157.
- Ericson, D. B., 1959. Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. *Science*, 130 (3369), 219-220.
- 芳賀正和・山口寿之, 1990. 下北半島東部の新第三系—第四系の層序と珪藻化石. *Bull. Natl. Sci. Mus., ser. C (Geol. & Paleont.)*, 16, 55-78.
- 花井哲郎・山口寿之, 1987. 青森県下北半島の鮮新—更新世貝形虫群集 (予報). 国立科学博物館専報, (20), 45-51.
- 半沢正四郎, 1954. 東北地方. 日本地方地質誌, 204-216, 朝倉書店.
- Hasegawa, S., 1979. Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku Province, Central Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, 49, 89-163.
- Hatai, K., Masuda K. and Suzuki Y., 1961. A note on the Pliocene mega-fossil fauna from the Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture, Northeast Honshu, Japan. *Saito Ho-on kai Mus., Res. Bull.*, (30), 18-38.
- 金沢謙一, 1986MS. 下北半島東部の第四系浜田層の古生態学的研究. 千葉大学理学研究科専攻修士論文. 155p.
- Kanazawa, K., 1990. Early Pleistocene glacio-eustatic sea-level fluctuations as deduced from periodic changes in cold- and warm-water molluscan associations in the Shimokita Peninsula, Northeast Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 79, 263-273.
- 金沢謙一・山口寿之, 1988. 下北半島中部の鮮新—更新統浜田層の地質. *Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo., Ser. C*, 14, 45-57.
- 伊藤哲朗, 1967. 新潟ベーズンにおける Foraminiferal Ratio の利用について. 第32回石技協講演要旨, 13-14.
- 米谷盛寿郎, 1978. 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 池辺展生教授記念論文集,

- 35-60.
- Maiya, S., Saito T. and Sato T., 1976. Late Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy of north-west Pacific sedimentary sequences. *In* Takayanagi, Y. and Saito T. eds., Prof. Asano commemorative Vol. Amer. Mus. Nat., 395-422.
- Oda, M., 1977. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Late Cenozoic sedimentary sequence, Central Honshu, Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, **48**, 1-72.
- Otuka, Y., 1936. Pliocene mollusca from Manganzi in Kotomomura, Akita Prefecture, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **43**, 726-736.
- Otuka, Y., 1939. Mollusca from the Cainozoic System of Eastern Aomori Prefecture, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **46**, 23-31.
- 佐藤時幸・工藤哲朗, 1986. 有孔虫化石による古環境解析—新潟油田地域を例として—. *海洋科学*, **18**(9), 593-598.
- 佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗1987日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序その1: 新潟地域. *石技誌*, **52**(3), 231-242.
- 佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗, 1988a. 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序, その3: 秋田地域および男鹿半島. *石技誌*, **53**(3), 1-14.
- 佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗・亀尾浩司, 1988b. 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序, その4: 総括—太平洋側および鮮新統/更新統境界の模式地との対比. *石技誌*, **53**(6), 13-29.
- Takayama, T. and Saito, T., 1987. Coccolith biostratigraphy of the North Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 94. *Init. Rept., Deep Sea Drill., Proj.*, **94**, 651-702.
- 土 隆一, 1981, 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料「続編」. IGC P-114, 国内ワーキンググループ, 126p.

二枚貝類の体サイズ変化と大量絶滅の要因に関する一仮説

速水 格*

Size changes of bivalves and a hypothesis
about the cause of mass extinction

Itaru Hayami*

Abstract A number of studies concerning shell-size changes of bivalves in time and space are reviewed from an ecological viewpoint. Although various environmental factors may influence the body size of organisms, recent knowledge of deep-sea and submarine cave faunas indicates that food supply is of prime importance as a factor controlling the adult size and adaptive strategy of bivalves. Significant shell-size reduction of bivalves seems to have occurred at the same time with P/Tr and K/T mass extinctions, probably because large-sized species (or groups) were more or less selectively eliminated. I present here a hypothesis that oligotrophic conditions (especially reduction of primary production on a global scale) are responsible for these mass extinctions, even if such a condition may arise from various geologic and astronomical events.

はじめに

軟体動物の殻サイズは、現生種・化石種を通じてごく普通に記述され、定量的データが得やすい形質である。古今の多くのモノグラフ類や大きな博物館のコレクションなどを参照すれば、さまざまな軟体動物群についてサイズ分布の概要を知り比較することができる（ただし、記載にあたっての人為的なバイアスや個体の成長段階には十分注意する必要がある）。筆者が軟体動物群の殻サイズの時空的变化に関心をもつのは、この量的形質が化石の保存状態の良し悪しにかかわらず認識できること、この形質が単純ではないにせよ環境要因と密接な関わりがあると考えられること、さらに古生代末や中生代末のような大量絶滅時に矮小化が起きているように見えることによる。

古生物研究者は、時に発見される異常な体サイズの化石動物群と環境との関係について、以前から強い関心を寄せてきた。日本でも赤坂石灰岩の大型種が多い軟体動物群についてその原因が論議

されたことがある（Hayasaka and Hayasaka, 1953）。欧米では特に矮小種からなる動物群が目され、栄養、塩分濃度、水温、溶存酸素、pH、懸濁度、金属イオン、底質、生息密度などさまざまな環境要因と矮小化との関係が論じられた（Stauffer, 1937; Cloud, 1948; Kummel, 1948; Tasch, 1953; Snyder and Bretsky, 1971, ほか）。Hallam (1965) はそれまでに行なわれた底生無脊椎動物の体サイズの矮小化とその原因を論じた研究をレビューして要因ごとに可能性と問題点を考察したが、同時に要因を特定することの難しさも指摘している。

このような問題を考察する時、化石や堆積物から直接得られる生息環境を表す情報のほかに、特定の海域に生息している現生動物群の体サイズ特性と環境との関係が参考になる。ただし、ここで注意しなければならないのは、認められた相関が直ちに因果関係を示すと短絡してはならないことである。例えば、矮小化した二枚貝を多く産するバルト海は外海に比べて著しく海水の塩分濃度が低い。いかにも低塩分が制限要因になっているように見えるが、そう簡単に片付けてはいけない。バルト海が外海と異なっている環境要因には他にもいろいろあるからである。

*神奈川大学理学部応用生物科学科

Department of Biology, Kanagawa University,
Hiratsuka 259-12

1996年10月7日受付, 1997年3月5日受理

動物群の体サイズを規制する環境要因が複雑で多岐にわたることは疑いないが、問題にする動物群自体についてもきめ細かい分析が必要である。例えば、生活様式の違いや栄養段階の違いによって矮小化の程度が大きく異なる場合がありうる。また、単一の種について、異なった海域の間で成体のサイズや成長速度を比較したり、異なった条件下で飼育して成長速度の違いを観察することも重要な意味をもつであろう。

Ager (1963) は、それまでに多少混乱のあった用語を整理して、遺伝的な原因で集団中に矮小な個体が現れる現象を dwarfing とし、集団全体あるいは動物群全体が何らかの要因によって矮小化する現象を stunting と呼んで区別した。ここで論議するのはもちろん Ager がいう stunting である。かつては、矮小動物群は単に何らかの環境要因が個体の正常な成長を妨げた結果であると考える人が多かった。しかし、もし stunting が遺伝子レベルの変化によって生じたとすれば（単なる生態表現型でなければ）、それはおそらく自然選択による進化であり、環境に対する積極的な適応戦略であると考えられる。さらに、小型化はしばしば異時性（特にプロジェネシス）を伴うので、この視点からの研究も盛んになっている (Gould, 1977; McKinney and McNamara, 1991)。

近年になって、深海底の熱水域および冷湧水域に化学合成細菌が造り出す有機化合物を栄養源とするシロウリガイ類を含む大型の動物群集が続々と発見された (Corliss *et al.*, 1979; Hessler and Smithey, 1983; Ohta and Laubier, 1987, ほか)。しかし、通常の深海の二枚貝類は浅海に比べると著しく小型である。また、浅海でも多くの海底洞窟に多数の微小種で構成される特異な動物群集が発見されている (Hayami and Kase, 1993, 1996)。この洞窟群集の中で一次消費者の二枚貝類は、外界の二枚貝群に比べて構成種の平均的な体サイズが桁違いに異なっているので、この問題に重要な示唆を与えている。小論では、現生二枚貝群の体サイズと生活戦略をコントロールしている要因を従来の研究を紹介しながら考察する。さらに、まだ仮説の域を出ていないが、その考察結果を化石

二枚貝群に適用することによって、大量絶滅の要因を生態学的に予察してみたい。

海生二枚貝群の体サイズの地理的变化

Nicol (1966a) はモノグラフ類や博物館の大きなコレクションにもとづいて海生二枚貝群の体サイズの地理的な変化を広く調査した。彼は、体サイズを規制する要因については全く触れていないが、世界のいくつかの海域の二枚貝群について、種数、平均サイズ、および殻長が 10mm 以下、10-20mm、100mm 以上の種が全体に対して占める比率を示して傾向を論じた。小論でも二枚貝類のサイズを、小型種 < 殻長 10mm < 中型種 < 殻長 100mm < 大型種、と便宜的に区分して考察する。Nicol のデータは興味深いものであるが、人為的なバイアスを多分に含んでいると見られる。例えば、日本付近の二枚貝群は他の海域に比べて平均サイズが著しく大きく、小型種の比率が低くなっているが、これは明らかに中大型の種を多く取り上げている文献（この場合は戦前に刊行された「平瀬図鑑」の改訂版）に基づいているからである。その後の文献に基づいてきめ細かく再調査すれば、このような不都合はある程度は正されるであろうが、日本近海では 10mm 以下の未記載種がなお数多く残されていることも否定できない。つまり、多くの場合平均サイズは見かけの値であって、それぞれの海域に生息する全部の種を対象にしていない限り信頼することはできない。小型種は実際にはどの海域にも存在すると考えられるから、異なった海域の間での殻サイズの比較は、今のところ最大種のサイズや大型種の有無と頻度に頼るほかはない。

これに対して、極海の二枚貝群が 100mm 以上の大型種を欠き、小型種が非常に多いという指摘 (Nicol, 1955, 1967, 1978) は注目してよいであろう。大型種は、もし存在すれば真っ先に記載されているはずである。特に南極大陸周辺の二枚貝群にはこの傾向が顕著で、殻長 10mm 以下の小型種が全体の約 60% を占めている (Soot-Ryen, 1951; Dell, 1964, 1990; Nicol, 1966b, 1978)。また、化学合成細菌を共生させたり、その生成物に栄養源を依存しているシロウリガイ類、シンカ

イヒバリガイ類などを別とすれば、通常の深海の二枚貝群のほとんどが10mm以下の小型種であることも周知の事実である (Knudsen, 1967, 1970; Nicol, 1978, ほか)。これらのほかに、小型化した二枚貝群が見られる浅海域として、バルト海や黒海のようなほとんど閉じた内海が知られる。バルト海では、*Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Mya arenaria* など西欧の二枚貝の普通種が湾口部から湾奥に向かって一斉に著しく小型化する (Sorgenfrei, 1958)。また、大きな陸地から隔絶された大洋島の二枚貝群には一般に小型種が多い。南大西洋の中央海嶺上にあるトリスタン・ダ・クーニャ諸島の矮小二枚貝群 (Soot-Ryen, 1960) はその極端な例であろう。

殻サイズを規制する環境要因を考える上に、同一の種の中に見られる地理的変異は重要な示唆を与える。日本のような温帯の海域では南北の個体群の間で成員の究極的な殻サイズ (最大サイズと呼ぶ) に違いがみられることが少なくない。このような場合、まず水温の影響を考えたいが、問題はそれほど単純ではない。殻の最大サイズは年間成長量と成長期間 (寿命) の兼ね合いで決まる。一般に冬期に成長がほとんどあるいは全く停止する二枚貝種では、低緯度の個体群は成長する年間日数が長く、年間成長量も大きい、寿命は高緯度の個体群の方が長いとされている (Coe and Fox, 1944, ほか)。実際に、低緯度から高緯度に向かって最大サイズが大きくなる種もあれば小さくなる種もある。

Sato (1994) は、北は北海道の石狩湾から南は九州の鹿児島湾まで、6つの内湾のカガミガイ (*Phacosoma japonicum*) の個体群について、生活史を反映する成長線と生殖巣の発達を詳細に解析して、最大サイズ、年間成長量、成長パターン、性成熟年齢とサイズ、寿命などの地理的変異を明らかにした。この研究によると、一般に北方の個体群ほど最大サイズは大きくなるが、生殖巣が完熟に達するまでの期間は長く (南方では3年、北方では7年程度)、寿命も長い。年間成長量は性成熟に達するとかなり急速に低下するが、それ以前はどの個体群でも大きくは変わらないようである。水温と殻成長の関係や最大サイズの地

理的変異の意味を明らかにするには、個々の種についてこのような詳しい生活史を調査する必要がある。

水温や塩分濃度のような無機的環境要因の最適値は種によって異なるであろうから、それらが二枚貝群のサイズ構成にどのような影響を与えているかは、個々の種の地理的変異を調査しなければ判断できない。これに対して、栄養物質の多少が底生動物の成長量に正の相関をもつような影響を与えることは明らかである。Vermeij (1990) は熱帯太平洋のマイクロネシアおよびポリネシアにおける浅海生二枚貝群の殻サイズについて興味深い傾向と解釈を示した。この海域では西側の大陸や大きな島から離れるにつれて (この生物地理区の東縁にあるハワイやイースター島に向かって)、二枚貝類の多様性が著しく低下するとともに、小型種が相対的に多くなるのが統計的に示された。東方に向かって小型化する傾向は近似種の間やいくつかの同一種の中でも知られている。Vermeij は、仮説であるとしながらも、この現象は西側の陸地から遠ざかるにつれて浮遊物食者の栄養が減少するためであると解釈している。同じ軟体動物でもより高次の消費者である腹足類では、多様性の低下は二枚貝類ほど顕著ではなく、小型化の傾向は不明瞭である。おそらく高次消費者では、一次生産量よりも捕食する生物の形状やサイズが体サイズを強く規制しているのであろう。

一般に大陸に近い沿岸域では河川の流入や湧昇流によって豊富な栄養塩類が供給される。加えて太平洋西側の熱帯浅海域には大規模なサンゴ礁が発達し、光合成による一次生産が盛んに行われている。これに対して、大洋島では、外洋水が卓越し、沿岸域に比べて浮遊物食者が依存する植物プランクトンの量は著しく減少すると考えられている。これを大量に消費する二枚貝の大型種や成長速度の大きい種は、もし大洋島への移住に成功したとしても、生殖に必要な個体密度を維持することが難しく、著しく不利であることは免れない。二枚貝の殻の膨らみは、外套膜を大きく伸縮することができる一部の翼形類を除くと、成長速度にある程度関係があるとみられている。例えば、イガイ類のある種では、殻の成長が遅い個体群は殻

の膨らみが強くなる傾向が知られている (Seed, 1968, 1980). Vermeij (1990) は熱帯西太平洋では東方に向かって二枚貝類が小型化するとともに、殻の膨らみが強い種 (成長の遅い種) が相対的に多くなる傾向があることを示し、前記の仮説を支持するとした。

特殊な環境における二枚貝群の体サイズ

ここで近年になって急速に研究が進みつつある深海と海底洞窟の二枚貝群について、殻サイズの特徴とこれを規制している要因を考察してみよう。

大洋の海面近くの有光層で生産された植物プランクトンや遠い陸地から運ばれた有機化合物は、そのごく一部だけが数千メートルの水柱の中を沈降して深海底に達する。通常の深海底の生態系はこの僅かな栄養に支えられているので、単位面積あたりの生物量はきわめて小さい。深海の二枚貝類の体サイズが著しく小さいのは主としてこのような恒常的な貧栄養によると考えてよいと思う。

1970年代末に、ガラパゴス沖の大洋底拡大軸の調査が行われ、硫化物に富む熱水の噴出孔付近に殻長200mmを超えるシロウリガイ類 (*Callyptogenia*) を含む特異な生物群集が発見された (Corliss *et al.*, 1979)。その後の海洋底の調査が進むにつれて、巨大なシロウリガイ類は、熱水生態系だけでなく、メタンなどの低分子炭化水素を含む冷水の湧出孔付近にも高密度で生息しているのが知られた。また、組織学および酵素学的研究によって、シロウリガイ類は硫化水素を酸化する時に生じるエネルギーを使って有機化合物を化学合成する独立栄養細菌を細胞内に共生させていることが明らかになった (Felbeck *et al.*, 1981; Cavanaugh, 1983, 1985; Endow and Ohta, 1990)。さらに、このような熱水域や冷湧水域に限らず、硫化物に富む海底に生息するシンカイヒバリガイ類 (*Bathymodiolus*)、キヌタレガイ類 (*Solemya*) やツキガイモドキ類 (*Lucinoma*) の大型種も消化管が退化しており、鰓などに共生する化学合成細菌に栄養を依存していることが広く知られるようになった (Reid, 1990, ほか)。これは、サンゴ礁に生息するシャコガイ類 (*Tridacna*) が共生する褐虫藻 (*Zooxantella*) の管む

光合成の産物を栄養源とすることによって巨大なサイズを得ていることに類似している。これらの事実から、同じ深海の二枚貝でも栄養源が異なれば、非常に大きな殻サイズの違いが生ずること、深海底に共通する他の無機的な要因 (例えば、恒常的な低温、大きな水圧、炭酸石灰の高い溶解度など) がサイズを大きく制約しているのではないことが理解される。

一方、海底洞窟の動物群にはきわめて特徴的な微小二枚貝類が含まれている。これが最初に発見されたのは沖縄の伊江島の海面下30-40mにある二つの鍾乳洞で、暗黒の洞窟奥部に「生きている化石」として有名は腹足類アマガイモドキとともに数種の二枚貝類が生息しているのが確認された (Kase and Hayami, 1992)。その後、フィリピン海周辺の多くの島々の洞窟調査を実施したところ、種の構成は少しずつ異なるが、宮古諸島、与那国島、久米島、南大東島、小笠原諸島、ボホール島、セブ島、パラオ諸島、グアム島などの海底洞窟にも共通性の強い二枚貝群が生息しているのが知られた。現在までに筆者らが同定した洞窟性二枚貝は、未記載種を含めると63種に達する

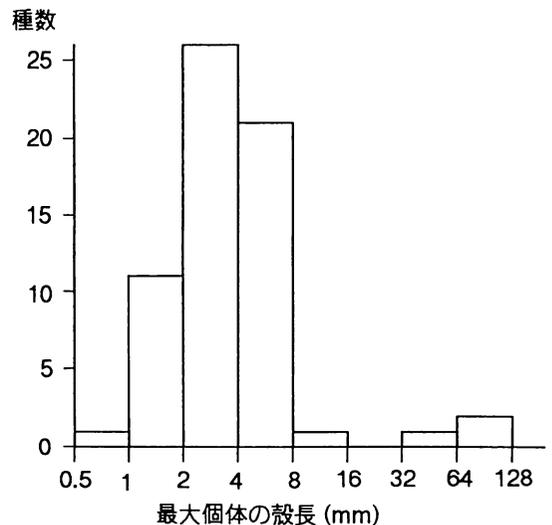


図1. 洞窟性二枚貝類の殻サイズ分布。フィリピン海周辺の島々の海底洞窟から知られた二枚貝63種の最大個体の殻長。因に同地域の通常の浅海で知られている二枚貝類は、ヒストグラムのピークが32mmの付近にあり、洞窟性種とはおよそ1桁サイズが異なる。

(Hayami and Kase, 1996).

洞窟の二枚貝群には多くの共通的特徴があるが、ここで注目するのはその微小な殻サイズである。これら63種のサイズ（最大個体の殻長）の頻度分布を示すと図1のようになる。殻長2-4 mmの微小種が最も多く、全体の90%以上が8 mm以下の種で占められている。その矮小性は極海や通常の深海の二枚貝群以上に顕著である。各種のサイズ分布や幼生を保育する種が多いことから、これらの群集は未成熟個体の集まりではなく、洞窟内で生殖が営まれていると考えられる。例外的に大きな種には、洞窟の入口付近の壁面に付着するオオベッコウガキ (*Pycnodonte taniguchii*) と砂底に住むツキヨミガイ (*Glossocardia obesa*) があるが、両種とも殻サイズに比べて軟体部が驚くほど小さい。

洞窟内に生息する微小二枚貝類は多くの新種（一部は記載済み）を含むが、そのうちのどれだけがこのような隠生的環境に固有であるのかは必ずしも明らかでない。しかし、洞窟外の底質や近くのビーチ砂に含まれる微小貝の遺骸群とは明らかに構成が大きく異なっている。先に報告したように (Hayami and Kase, 1993, table 3), 確実に半深海や深海底に共通する種は認められないが、これまで浅海下部に深に分布が限られると思われていた属が多いのは洞窟性二枚貝群の著しい特徴である。特に、深海二枚貝群の重要属と考えられる *Bentharca*, *Dacrydium*, *Parvamussium*, *Kellie-lla*, *Halonympha* などに属する種が、しばしば浅海上部の洞窟の中に多産することは注目に値する。 *Huxleyia*, *Pronucula*, *Cyclopecten*, *Chlamyde-lla*, *Carditella* についても、洞窟種に近似する既知種の多くは浅海下部から半深海に知られている。これらの洞窟種は半深海-深海の近似種に比べて殻サイズがさらに小さい。洞窟の二枚貝群の生物量はきわめて小さいが、生息密度はかなり高いことがあり、特に *Philobrya*, *Cosa*, *Dacrydium*, *Chla-myde-lla*, *Carditella* に属する種は、底質上に驚くほど多数の生体が発見されることがある。

この矮小二枚貝群には、①洞窟性環境への適応にともなって矮小化した種と、②もともと小型種だけからなる分類群に属する種が適応している場

合があると考えられる。おそらくこのような起源の異なる種の混合であろう。また、同じ①でも、前記のような深海・半深海に由来する種は、大部分がすでに種分化を完了していると考えられるのに対し、浅海の特徴属である *Septifer*, *Malleus*, *Lima*, *Coralliophaga*, *Irus* の洞窟内個体群は、洞窟外に普遍的に生息している既知種の生態表現型 (ecophenotype) である可能性がある。例えば、洞窟内の壁面の割れ目に群棲する *Malleus* (*Malvufundus*) sp. は外界の *M. (M.) regula* (ヒリョウガイ) の成貝に比べると著しく小型であるが、他に明らかな形態上の違いは認められないので、遺伝的な分化があるかどうかは今後の分子レベルの研究に待たなければならない。②の好例としては、シラスナガイモドキ科 (*Philobryidae*) の諸種をあげることができる。本科は南太平洋から南極海にかけて多くの種が知られているが、いずれの種も非常に小型である (Tevesz, 1977; ほか)。これまで日本近海では本科は稀であると思われていたが、海底洞窟には *Philobrya*, *Cosa*, *Cratis* に属する合計7種 (種の構成は洞窟によって異なる) がきわめて豊富で、しばしば二枚貝群中の優占種をなしている。これらはそれぞれ同属の既知種に比べて特に小型であるわけではない。

筆者らが調査している海底洞窟のほとんどは第四紀の礁性石灰岩の中に地下水によって形成され、後氷期に海面上昇によって沈水した鍾乳洞である。現在は地下水の流入は少なく、洞窟中の海水の温度と塩分濃度は外界とほとんど変わらない。洞窟奥部の水流は弱い、深部まで腐泥質にはならない明色のさらさらした底質から考えて、酸欠状態にあるとは考えられない。洞窟の環境が外界と大きく異なっているのは、光と栄養が極度に乏しいことであろう。光合成がほとんどあるいは全く行われない環境であるから、植物プランクトン食の動物はすべて外界からわずかに流入する栄養に依存しなければならない。洞窟に出入りする夜行性の魚類や甲殻類の排泄物が栄養の一部になっている可能性はあるが、いずれにしても二枚貝類にとって極端な貧栄養環境であることは疑いない。

筆者は栄養が動物の体サイズを規制する唯一の要因であると主張するつもりはない。しかし、通

常の深海に加えて海底洞窟の事例は、貧栄養が二枚貝群の著しい矮小化を起こさせることを確信させた。洞窟性二枚貝の矮小化はしばしばプロジェネシスによる幼形進化と著しい少産性を伴っている。Philobryidae はもともとこれらの特徴を合わせ持っていたために洞窟環境によく適応できたのであろう。

ここで、このように極端な貧栄養環境では浮遊食物の動物にとってどのような戦略が有利になるかを理論的に考えてみる。まず、多量の栄養を消費する体サイズの大きな種は、そのままの形では生存に必要な個体数を維持することができない。小型化は種の生存に有利に働くであろう。仮に成体のサイズを1/10に矮小化できれば、同量の栄養で1000倍の個体が生存できるはずである。また、多数の幼生が栄養を浪費する多産戦略は不利になるだろう。限られた栄養を最も有効に利用して個体群が生き延びるには、体サイズを小型化するとともに、少数の子を生んで幼生の死亡率を低下させる保護戦略（この場合直達発生や保育）をとるのが有利である。さらに、個体発生の早い時期にエネルギー分配を体細胞から生殖細胞にまわすようなプロジェネシスによる幼形進化が有利になると思われる。

実際に洞窟性の二枚貝類はこのような貧栄養環境に対する積極的な適応戦略をとっていると考えられる。原殻の形状とサイズから判断すると、約70%の種が卵黄栄養型または直達発生型の幼生生態をもち、卵サイズを暗示する原殻1の大きさはしばしば成殻サイズの1/10を越える。母貝による保育は数種で確認されているが、保育する稚貝の数は一般に10個体以下である。このような事実は洞窟性二枚貝の著しい少産性と保護戦略を示している。成長速度や寿命はほとんど分かっていないが、多くの種で幼生特有の蝶番構造（プロビキュラム）が成体にまで残存するなど、プロジェネシスによる幼形進化の傾向も明らかである。このように海底洞窟の二枚貝群は、世界が極端な貧栄養に見舞われたとき、どのような戦略が種の生存に有利になるかを暗示している。いわば自然が行った実験であると理解することができる。

大量絶滅の要因に関する仮説

地質時代に起こった数回の大量絶滅の原因については、これまでに古生物学を含む地球科学の研究者から数多くの異なった見解が提出された。しかし、筆者はこれまでのアプローチにはなぜか生態学的な議論が欠落しているように感じている。一般に生物個体群や種の絶滅には、それらを取りまく環境（特に生息のスペースや栄養源）の変化が最も直接的な影響を与えているはずである。天体学的・地学的事変は、それが実際に起こり、地球規模の大きな環境変化の引き金になった可能性はあっても、大規模な絶滅を一瞬にもたらしたものでない限り大量絶滅の直接原因ではない。つまり、直接的な原因を不問に付したまま事変と大量絶滅の時間的關係だけで要因を議論しているようなところがある。

ペルム紀末 (P/Tr 境界)、三畳紀末 (Tr/J 境界) の海洋、白亜紀末 (K/T 境界) の海陸両方に起こった動物界の大量絶滅は、広い範囲の研究者の関心を呼び、以前から多くの推論がなされてきた (平野, 1993, 参照)。P/Tr では海生動物の約96%の種が、K/T では60-80%の種が子孫を残さずに絶滅したと推定されている (Raup and Sepkoski, 1982)。これらの大量絶滅時に見られる造礁生物の衰退は特に著しい。このような大量絶滅は偶然の複合とみなすにはあまりにも劇的である。大規模な海退によって海洋動物の主要な生息域である陸棚が狭くなったとする「常識的な」解釈が古くからあるほか、近年では、P/Tr についてはパンゲア超大陸の成立により浅海の面積が狭くなり種の収容力が低下したとする説、K/T では彗星や小惑星の衝突による大量の粉塵が太陽光線を遮り地球上の光合成量が大きく低下したとする説が有力視された。また、大量絶滅の2600万年周期説や大規模な火山活動、地球磁場の逆転、地球規模の気温低下、海の酸欠事変などを主因とする説もあり、実地に検討されている (それぞれ反証もあげられている)。

化石生物の時代的変遷に最も詳しい古生物研究者は、例えばK/Tのような大量絶滅時に消えた分類群はその少し以前から絶滅の兆候が現れてい

ることを知っており、彗星の衝突のような瞬時の出来事にすべてを帰す学説にはにわかには賛成できない事情がある。また、生物科学者は、地球科学者が強調するような地学的事変についてはほとんど口を出すことができない。筆者も地学的事変について特に意見を持っているわけではない。しかし、大量絶滅の引き金となった事変が何であれ、地球規模の貧栄養（特に一次生産量の低下）が直接的な原因であるとする仮説は検証してみる価値があると思う。筆者は、世界が極度の貧栄養に見舞われた時にどのようなパターンで絶滅と適応戦略の転換が起こるかを生態学的に予測し（あるいはモデル化し）、それを化石記録と比較する方法が有効であると考え、この場合、研究対象は絶滅した分類群だけでなく、生き残った分類群が大量絶滅時にどのようなインパクトを受けているかを分析することが重要であろう。例えば、体サイズ、食性、栄養段階や繁殖戦略の違いによって差別的な絶滅や衰退が起きていることが明らかになれば、要因を推定する重要な手がかりとなるに違いない。

古生物学者は古くから化石動物の体サイズの時間的変化に注目してきた。「Copeの法則」は種々の動物の進化系列で体が大型化する傾向をいうもので、1930年代までは定向進化説による目的論的・生氣論的な説明がなされた。実際によく研究された化石動物の進化系列を見ると、時間の経過とともに大型化する事例が圧倒的に多い。Newell (1949) は種々の化石動物の体サイズの時間的変化を調査して、「Copeの法則」には例外も少なくないが一般的な傾向としては広く認められることを示した。また、Stanley (1973) は、一般に動物の大分類群（綱・目など）の最古の種はほとんど例外なく小型であることを示し、小型の種の方が適応帯の境界を突破して新しい分類群の開祖になるポテンシャルが高いと考えている。

Stanley (1973) はいくつかの分類群について体サイズ分布の時間的変化を統計的に示した。そこで結論されたように、すべての進化系列で一斉に大型化が起こるのではなく、小型の祖先種から出発した分類群の体サイズの範囲が時間とともに広がると考えることができる。そのために個々の

分類群の最大種のサイズは時間とともに増大することになる。それにもかかわらず、顕生時代を通じて動物の大分類群が一方的に大型化していないのは、大型種の方が小型種よりも絶滅しやすいからであろう。大型種はもともと個体数が少なく、生態的に特殊化していることが多いので、環境の悪化に際して個体群を維持できなくなりやすい。特に地球規模で一次生産量が著しく低下した時、大型種が相対的に多く絶滅して、存続する分類群の平均的な体サイズが大きく低下しても不思議ではない。これは極度の貧栄養環境にある通常の深海や海底洞窟の二枚貝群の矮小性からもある程度予測されることである。

では、実際に大量絶滅時には動物の体サイズがどのように変化しているだろうか。詳しくはそれぞれの分類群について専門研究者の検討に待つほかはないが、筆者が研究している二枚貝類に関しては変化の傾向をある程度示すことができる。原始的な二枚貝類はすでにカンブリア紀に出現しているが、カンブリア紀の種はいずれも殻長1~2 mm程度の微小種で、中・大型種はオルドビス紀以後になって初めて現れている。二枚貝類は、全体として次第に多様性を増して現在に及んでいるが、P/Tr, Tr/J, K/T境界などの大量絶滅時には大きな打撃を受け、一時的に多様性が著しく低下している（図2）。例えば、イタヤガイ類（Pectinidae）は、三疊紀から白亜紀にかけてある程度繁栄したが、K/T境界を無事くぐり抜けたのはきわめて少数の小型種だけであつたらしい（Waller, 1991）。我々は危うくスキャロップ料理が食べられなくなるところだった。暁新世にはもちろん、始新世にもイタヤガイ類の多様性は世界的に低く、漸新世以降になって改めて大きな適応放散が起こっている（図3）。K/T境界付近ではイノセラムス類（Inoceramidae）、サンカクガイ類（Trigoniidae）や厚歯二枚貝（rudists）のような大型種を多く含み中生代の後半に大発展を遂げた分類群の急速な絶滅や衰退が目立つ。

Nicol (1964) は、各地質時代に知られる最大の化石種などに基づいて、二枚貝群の殻サイズの大まかな時代的变化を次のように論じている。「大型二枚貝はシルル紀とデボン紀にはかなり多

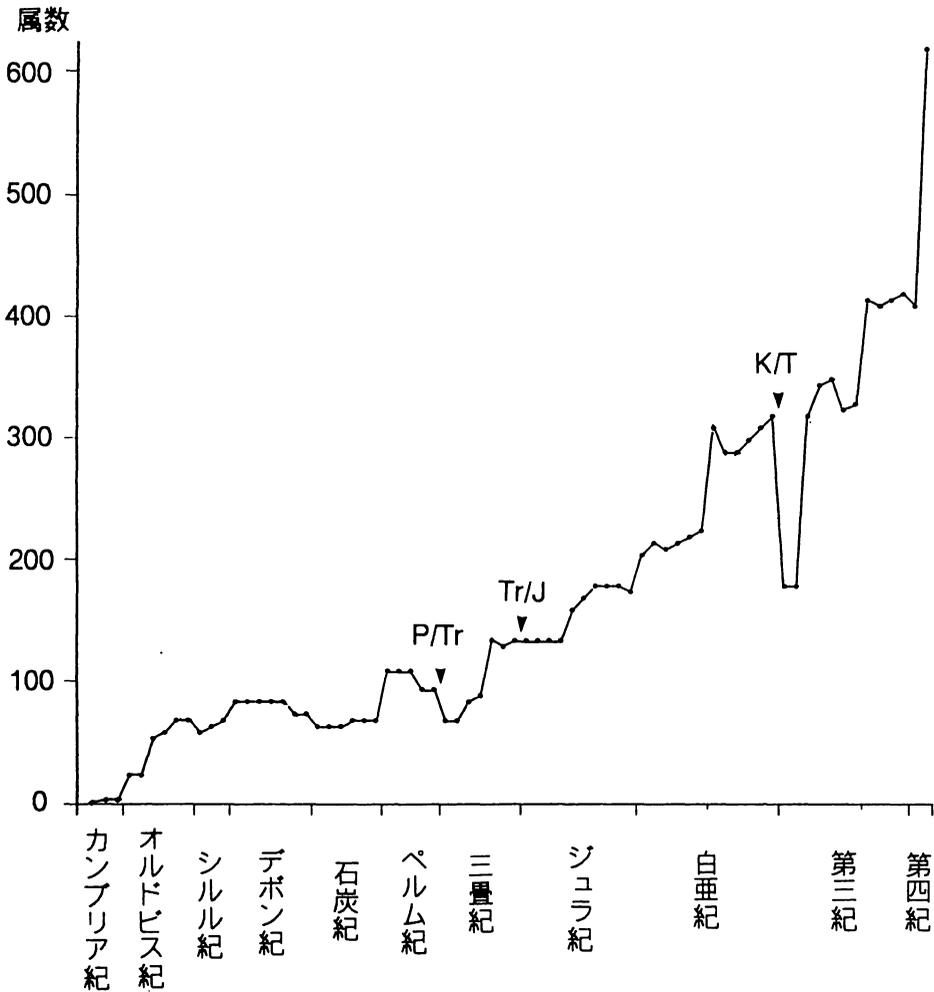


図2. 二枚貝類の多様性(属数)の時代的变化。古生代末(P/Tr), 中生代末(Tr/J)に著しい低下が見られる。三疊紀末(Tr/J)では属数はあまり変化しないが, その内容は大きく入れ代わっている。資料は Gould and Calloway (1980, Table 1) による。

いが, 石炭紀には比較的少ない。古生代で最大の二枚貝類はペルム紀に出現するが, これを凌駕するサイズの種は三疊紀-ジュラ紀前期には現れない。ジュラ紀中期から白亜紀後期になると巨大な種を含むグループが出現するが, これらの多くは白亜紀末に絶滅するので, 暁新世の二枚貝類は大きくない。始新世になると大型種がいくらか現れ, 中新世以降になると, 古第三紀よりも大型の種が数多く出現する。」その後にも多くの化石二枚貝群が記載されたが, Nicolが指摘した傾向は一般に認められるように思う。例えば, 北米の

Myalina 類の進化系列は, フズリナや腕足類の多くの進化系列と同様に, 石炭紀からペルム紀にかけて著しく大型化している (Newell, 1942)。史上最大の二枚貝である *Alatoconchia* や赤坂石灰岩に知られる *Shikamaia* の巨大種もペルム紀のものである。しかし, このような時代の二枚貝がすべて大型であったわけではない。赤坂石灰岩には確かに大型種が多いが, 未記載の小型種も数多く産出している (山田, 1995)。体サイズの時代的变化を考察する時にも人為的なバイアスには注意しなければならない。

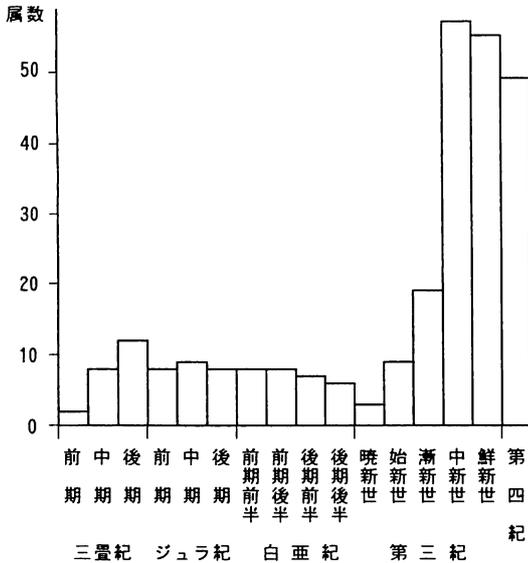


図3. イタガイ科 (Pectinidae) の属数の時期的変化. 本科の属レベルの分類は研究者によって大きく異なるが、ここでは筆者の判断で有効属の数を示した. 中生代末に絶滅に瀕したことがわかる.

P/Tr 大量絶滅時の二枚貝群の殻サイズの変化は、ペルム紀最後期と三疊紀最前期が世界的な海退期で化石記録が乏しいので明確なことはいえない。ただ、三疊紀前期 (Skytian) の海生二枚貝群は、一般に多様性が低く、世界的な分布を示す種が多く含まれ、大型種を欠いているのが特徴である。ただし、大型種が知られていないのは多様性が低いことに関係があるかもしれないので、今後の検討課題ではある。二枚貝以外の分類群でも多様性の回復には相当の時間を要しているようである。

Tr/J の大量絶滅は軟体動物ではかなり著しいものであったが、これは厳密には三疊紀末ではなく、Rhaetian (最近では Norian の後期とする) にすでに始まっている。二枚貝類の多様性は属数で見るとかぎりでは大きな変化はないが、構成属は大きく入れ替わっている。この時期も世界的な海退期であったために化石記録はあまり多くはないが、*Rhaetavicula contorta* で特徴づけられる二枚貝群が西ヨーロッパ、ビルマ、ネバダなどに知られている (Healey, 1908; Richardson and Tutcher, 1914; Arkell, 1933; Hallam, 1995)。

いずれも小型種が多く、ジュラ紀に繁栄するグループの先駆となるものが多い。ジュラ紀初頭 (Hettangian など) の二枚貝群も一般に比較的小型の種で構成されている。

Hallam (1975) は、豊富な化石記録がある西ヨーロッパのジュラ紀二枚貝に基づいて、殻の最大サイズの時間的変化を詳細に調べた。ジュラ紀前期から後期にかけて全部で41の進化系列を扱っているが、驚くことにすべての系列で著しい大型化が見られる。それらはジュラ紀のある期間に1.3倍から5.6倍のサイズ増加を示し、その形態進化速度は17-396ミリダーウインである (Hallam の進化速度の計算方法は誤っていると思われるので修正した)。アンモナイトの進化系列ではさらに急速な大型化が起こっているようである。

K/T の大量絶滅に伴う軟体動物の小型化はさらに著しいように見える。デンマークにある Danian 階の模式地域から100種以上の二枚貝・腹足類が記載されたが、多くが殻長10mm に満たない小型種で占められている (Ravn, 1933, ほか)。ここでは Maastrichtian 階からの連続堆積が見られるので、厳密な K/T 境界面でのどのようなサイズ変化が起こったか興味をもたれる。ただし、詳細な研究が進められた微小腕足類の化石層序 (Johansen, 1987) を見る限りでは、Maastrichtian 階の種群と Danian 階の種群の間に殻サイズの有意な差は検出できなかった。第三紀初頭の二枚貝群の矮小性は局地的なものではないと思う。Palmer and Brann (1965) がカタログにあげた米国東南部の暁新世の二枚貝類を調べてみても、そのほとんどが小型種であり、大型種は全く欠けていることが分かる。ニュージーランドの第三紀最前期 (Wangaloan 階) の二枚貝群は、かなり多くの中型種を含んでいるが、全体としては小型である (Finlay and Marwick, 1937; Fleming, 1966)。未記載であるが、北海道の根室層群上部 (暁新世) に産する二枚貝群もその例に漏れない。

Jablonski and Raup (1995) は、筆者と同様の興味から、二枚貝類が K/T の大量絶滅時に体サイズによって差別的なインパクトを受けているかどうかを統計的に調査した。彼らは K/T に絶

滅したと思われる属とこの危機を乗り越えて存続した属の殻サイズの分布パターンを比較したが、著しく大型属が多い rudists (厚歯二枚貝) と Inoceramidae (イノセラムス科) とを除くと両者のヒストグラム間に統計的な有意差は検出されなかった。また、Jablonski (1996) はこの結果を再考察するとともに、白亜紀後期の二枚貝類を小型種 (78種) と中・大型種 (347種) に分けてそれぞれの生存期間を比較したが、やはりヒストグラムの分布パターンに有意差は認められなかった。これらの統計的結論は、筆者にとって意外で、前記の経験的事実や Stanley (1973) による大型種は絶滅しやすいとする予測を裏付けていない。しかし、このような統計のベースとなった基礎資料には様々な人為的バイアスが含まれていると考えられる。例えば、上記の絶滅属と存続属の比較では Treatise に図示されている属の模式種のサイズを取り上げているが、模式種が属の平均的な殻サイズをもつという保証はない。小型種の産出は大型種よりも見落とされている可能性が高い。つまり、経験に基づく直感とバイアス含みの統計的結果のいずれに信を置くかという問題になる。もちろん、K/T 直前と直後の世界中の二枚貝群のサイズ分布を種レベルで直接比較することができれば、より信頼の置ける結論が得られるであろう。

以上のように、統計的には必ずしも立証されていないが、大量絶滅時直後の二枚貝群は多様性が低だけでなく、一般に殻サイズが小さいように見える。また、この傾向はその後かなり長期にわたって持続するようである。このような小型化は、それぞれの進化系列で起こることもあろうが、主に大型種が差別的に絶滅したことによるとと思われる。いずれにしても大型種が生存しにくいグローバルな環境変化が到来したことはまず疑いない。

「貧栄養の仮説」を検証するには、体サイズ以外に繁殖戦略や異時性の変化を知ることも重要であろう。洞窟性二枚貝に関連して論じたように、極端な貧栄養は著しい少産性やプロジェネシスをもたらすと考えられるからである。米国大西洋岸で行われた研究によると、Maastrichtian の二枚貝群には多産性を示すプランクトン栄養型の幼生

期をもつ種が多いのに対して、Danian の二枚貝群は一般に非プランクトン栄養型であるといわれている (Gallagher, 1991)。このような幼生生態の変化は化石でも原殻の形状とサイズからある程度知ることが可能である。ただし、幼生の栄養型の比率は現在の暖海から寒海にかけて、また浅海から深海にかけて大きく変化することが知られている (Ockelmann, 1965; Knudsen, 1970) ので、地球規模の問題に適用するにはより広汎な調査が必要であろう。異時性の変化を知ること化石の保存が良ければ不可能ではない。

地球上で一次生産が著しく低下した時、生態ピラミッドはその横幅が単純に縮小するのではなく、栄養段階によって多少とも差別的な絶滅が起こると予測される。すなわち、絶滅は低次の消費者 (植物食者) よりも高次の消費者 (肉食者) に起こりやすいと思われる。なぜなら二次・三次の消費者は常時でも集団を構成する個体の数が少ないのが普通で、飢餓によって生存に必要な個体数を割り込んで絶滅しやすい運命にあるからである。二枚貝類はほとんどがプランクトン食の一次消費者であるから、それだけでは栄養段階別の検討はできない。この問題は多様な食性を示す分類群の分析と比較にまつほかはない。ただ、K/T 境界では、陸上・海洋の生態ピラミッドの頂点に君臨していた恐竜や大型の海生爬虫類は絶滅したが、同じ爬虫類でも比較的小型の分類群は生き残った。ほぼ同時に絶滅したアンモナイト類やベレムナイト類も比較的高次の消費者であったと思われる。やはり栄養段階によっても差別的な絶滅が起こっている可能性がある。

以上はかなり荒っぽい議論で偏見があるかも知れないが、一次生産量の低下と大量絶滅の因果関係は検証可能で有力な仮説であると思う。これは生物科学と地球科学の一つの接点であり、今後生態学からのアプローチが期待される課題である。化石記録から一次生産量の変化を直接知るのは困難と思われるが、その影響は二枚貝のような低次の消費者に最も端的に現れるはずである。光合成による一次生産を大きく低下させる地学的事変にはさまざまなものがありうるので、この「貧栄養

養の仮説」が検証されても問題の解決とはならないと考える人も多いだろう。確かに道は遠いといわざるをえない。しかし、われわれは大量絶滅を引き起こした直接的原因についてまず何が確実にいえるのかをはっきりさせた上で、その背景となった事象を限定していくのが正攻法ではないかと思う。

文 献

- Ager, D. V., 1963. Principles of Paleocology. 371p. McGraw-Hill, New York.
- Arkell, W. J., 1933. The Jurassic System in Great Britain, 681p. Oxford University Press.
- Cavanaugh, C. M., 1983. Symbiotic chemoautotrophic bacteria in marine invertebrates from sulfide-rich habitats. *Nature*, **302**, 58-61.
- Cavanaugh, C. M., 1985. Symbioses chemoautotrophic bacteria and marine invertebrates from hydrothermal vents and reducing sediments. *Bull. Biol. Soc. Washington*, (6), 33-388.
- Cloud, P. E., 1948. Assemblages of diminutive brachiopods and their paleoecological significance. *Jour. Sed. Petrol.*, **18**, 56-60.
- Coe, W. R. and Fox, D. L., 1944. Biology of the California sea-mussel (*Mytilus californianus*). III. Environmental conditions and rate of growth. *Biol. Bull. Woods Hole*, **87**, 59-72.
- Corliss, J. B., Dymond, J., Gordon, L. I., Edmond, J. M., von Herzen, R. P., Ballard, R. D., Green, K., Williams, D., Bainbridge, A. Crane, K. and van Andel, T. H., 1979. Submarine thermal springs on the Galapagos Rift. *Science*, **203**, 1073-1083.
- Dell, R. K., 1964. Antarctic and subantarctic Mollusca: Amphineura, Scaphopoda and Bivalvia. *Discovery Reports*, **33**, 99-250.
- Dell, R. K., 1990. Antarctic Mollusca with special reference to the fauna of the Ross Sea. *Royal. Soc. New Zealand, Bull.*, (27), 1-311.
- Endow, K. and Ohta, S., 1990. Occurrence of bacteria in the primary oocytes of vesicomid clam *Calyptogena soyoeae*. *Marine Ecology*, **64**, 309-311.
- Felbeck, H., 1983. Sulfide oxidation and carbon fixation by the gutless clam *Solemya reidi*: an animal-bacteria symbiosis. *Jour. Comp. Physiol.*, **152**, 3-11.
- Finlay, H. J. and Marwick, J., 1937. The Wangaloan and associated molluscan faunas of Kaitangata-Green Island subdivision. *New Zealand Geol. Surv., Paleont. Bull., Bulletin*, (15), 1-140.
- Fleming, C. A., 1966. Marwick's illustrations of New Zealand shells. *New Zealand Dept. Sci. Indust. Res. Bull., Bulletin*, (173), 1-456.
- Gould, S. J., 1977. Ontogeny and Phylogeny. 501p. Harvard Univ. Press.
- Gould, S. J. and Calloway, C. B., 1980. Clams and brachiopods - ships that pass in the night. *Paleobiology*, **6**, 383-396.
- Hallam, A., 1965. Environmental causes of stunting in living and fossil marine invertebrates. *Palaeontology*, **8**, 132-155.
- Hallam, A., 1975. Evolutionary size increase and longevity in Jurassic bivalves and ammonites. *Nature*, **258**, 493-496.
- Hallam, A., 1995. Oxygen-restricted facies of the basal Jurassic of north west Europe. *His. Biol.*, **10**, 247-257.
- Hayami, I. and Kase, T., 1993. Submarine cave Bivalvia from the Ryukyu Islands: systematics and evolutionary significance. *Univ. Mus. Univ. Tokyo, Bull.*, (35), 1-133.
- Hayami, I. and Kase, T., 1996. Characteristics of submarine cave bivalves in the northwestern Pacific. *Amer. Malacol. Bull.*, **12**, 59-65.
- Hayasaka, I. and Hayasaka, S., 1953. Fossil assemblages of molluscs and brachiopods of unusually large sizes from the Permian of Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, (10), 37-44.
- Healey, M., 1908. The fauna of the Napeng beds or the Rhaetic beds of Upper Burma. *Palaeontologia Indica*, new series, 2, memoir (4), 1-70.
- Hessler, R. R. and Smithey, W. M. Jr., 1983. The distribution and community structure of megafauna at the Galapagos Rift hydrothermal vents. In Rona, P. A., Bostrom, K., Laubier, L. and Smith, K. L. (ed.) Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Centers. NATO Conference Series, 4: Marine Science. Plenum Press, New York. 735-770.
- 平野弘道, 1993. 絶滅. 小畠郁生(編) 恐竜学. 東京大学出版会. 295-337.
- Jablonski, D., 1996. Body size and macroevolution. In Jablonski, D., Erwin, D. H. and Lipps, J. H. (ed.) Evolutionary Paleobiology. The University of Chicago Press. 256-289.
- Jablonski, D. and Raup, D. M., 1995. Selectivity of end-Cretaceous marine bivalve extinctions. *Science*, **268**, 389-391.

- Johansen, M. B., 1987. Brachiopods from the Maastrichtian-Danian boundary sequence at Nye Kløv, Jylland, Denmark. *Fossils and Strata*, (20), 1-99.
- Kase, T. and Hayami, I., 1992. Unique submarine cave mollusc fauna: composition, origin and adaptation. *Jour. of Molluscan Studies*, 58, 446-449.
- Knudsen, J., 1967. The deep sea Bivalvia. *Scientific Report of John Murray Expedition*, 11, 235-343.
- Knudsen, J., 1970. The systematics and biology of abyssal and hadal Bivalvia. *Galathea Report*, 11, 7-241.
- Kummel, B., 1948. Environmental significance of dwarfed cephalopods. *Jour. Sed. Petrol.*, 18, 61-64.
- McKinney, M. L. and McNamara, K. J., 1991. Heterochrony. The Evolution of Ontogeny. 437p. Plenum, New York.
- Newell, N. D., 1942. Late Paleozoic pelecypods: Mytilacea. *Kansas Geol. Surv. Bull.*, 10, (2), 1-115.
- Newell N. D., 1949. Phyletic size increase, an important trend illustrated by fossil invertebrates. *Evolution*, 3, 103-124.
- Nicol, D., 1955. An analysis of the Arctic marine pelecypod fauna. *The Nautilus*, 38, 115-122.
- Nicol, D., 1964. An essay on size of marine pelecypods. *Jour. Paleont.*, 38, 968-974.
- Nicol, D., 1966a. Size of pelecypods in Recent marine faunas. *The Nautilus*, 79, 109-113.
- Nicol, D., 1966b. Descriptions, ecology, and geographic distribution of some Antractic pelecypods. *Bull. Amer. Paleont.*, 51, 1-102.
- Nicol, D., 1967. Some characteristics of cold-water marine pelecypods. *Jour. Paleont.*, 41, 1330-1340.
- Nicol, D., 1978. Size trends in living pelecypods and gastropods with calcareous shells. *The Nautilus*, 92, 70-79.
- Ockelmann, W. K., 1965. Developmental types in marine bivalves and their distribution along the Atlantic coast of Europe. In Cox, L. R. and Peake, J. F. (ed.) Proceedings of the 1st European Malacological Congress, London, 1962. The Conchological Society of Great Britain and Ireland and the Malacological Society of London. 25-35.
- Ohta, S. and Laubier, L., 1987. Deep biological communities in the subduction zone of Japan from bottom photographs taken during "Nautilite" dives in the Kaiko Project. *Earth Planet. Sci. Let.*, 83, 329-342.
- Palmer, K. V. W. and Brann, D. C., 1965. Catalogue of the Paleocene and Eocene Mollusca of the southern and eastern United States. Part 1. Pelecypoda, Amphineura, Pteropoda, Scaphopoda, and Cephalopoda. *Bull. Amer. Paleont.*, 48, 1-466.
- Raup, D. M. and Sepkoski, J. J. Jr., 1982. Mass extinctions in the marine fossil record. *Science*, 215, 1501-1503.
- Ravn, J. P. J., 1933. Études sur les pélecypodes et gastropodes daniens du calcaire de faxe. *Mus. Minéral. Géol. Univ. Copenhagen, Com. Paléont.*, (47), 1-74.
- Reid, R. G. B., 1990. Evolutionary implications of sulphide-oxidizing symbioses in bivalves. In Morton, B. (ed.) The Bivalvia. Proceedings of a memorial symposium in honour of Sir Charles Maurice Yonge (1899-1986), Edinburgh, 1986. Hong Kong University Press. 127-140.
- Richardson, L. and Tutcher, J. W., 1914. On *Pteromya crowcombera* Moore, and some species of *Pleuromya* and *Volsella* from the Rhaetic and Lower Lias. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, new series, 19, 51-58.
- Sato, S., 1994. Analysis of the relationship between growth and sexual maturation in *Phacosoma japonicum* (Bivalvia: Veneridae). *Marine Biology*, 118, 663-672.
- Seed, R., 1968. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis*. *Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 48, 561-584.
- Seed, R., 1980. Shell growth and form in the Bivalvia. In Rhoads, D. C. and Lutz, R. A. (ed.) *Skeletal Growth of Aquatic Organisms*. Plenum, New York. 23-67.
- Snyder, J. and Bretsky, P. W., 1971. Life habits of diminutive bivalve molluscs in the Maquoketa Formation (Upper Ordovician). *Amer. Jour. of Sci.*, 271, 227-251.
- Soot-Ryen, T., 1951. Antarctic pelecypods. *Scientific Results of the Norwegian Antarctic Expeditions*, (32), 1-46.
- Soot-Ryen, T., 1960. Pelecypods from Tristan da Cunha. *Results of Norwegian Scientific Expedition, Tristan da Cunha*, (49), 1-47.
- Sorgenfrei, T., 1958. Molluscan Assemblages from the marine Middle Miocene of South Jutland and their Environments. 2 vols. 503p. Reitzel, Copenhagen.
- Stanley, S. M., 1973. An explanation for Cope's rule.

Evolution, 27, 1-26.

- Stauffer, C. R., 1937. A diminutive fauna from the Shakopee dolomite (Ordovician) at Cannon Falls, Minnesota. *Jour. Paleont.*, 11, 55-60.
- Tasch, P., 1953. Causes and paleoecological significance of dwarfed fossil marine invertebrates. *Jour. Paleont.*, 27, 356-444.
- Tevesz, M. J. S., 1977. Taxonomy and ecology of the Philobryidae and Limopsidae (Mollusca: Pelecypoda). *Postilla, Peabody Mus. Yale Univ.*, (171), 1-64.
- Vermeij, G. J., 1990. Tropical Pacific pelecypods and productivity: a hypothesis. *Bull. Mar. Sci.*, 47, 62-67.
- Waller, T. R., 1991. Evolutionary relationships among commercial scallops (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae). In Shumway, S. E. (ed.) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, Amsterdam. 1-73.
- 山田敏弘, 1995. 二枚貝類. 浅見化石会館刊行会(編) 浅見化石会館化石図集. 金生山の化石. 美彩社, 名古屋. 182-209.

飛騨外縁帯金山地域・福地地域の酸性凝灰岩層からの ペルム紀中世放散虫化石

梅田真樹*・江崎洋一*

Middle Permian radiolarian fossils from the acidic tuffs of the Kanayama and Fukuji areas in the Hida "Gaien" Terrane, central Japan

Masaki Umeda* and Yoichi Ezaki*

Abstract The acidic tuffaceous strata in the Kanayama and Fukuji areas of the Hida "Gaien" (=Marginal) Terrane were previously designated as the Rosse Formation of Early Devonian time and the Mizuyagadani Formation of Early Permian time, respectively. However, the age of the extracted radiolarian fossils is different from the previously known age of the tuffaceous successions. The radiolarian fauna from the acidic tuffs is commonly characterized by *Pseudoalbaillella fusiformis*, *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* and *Follicucullus monacanthus*, indicative of the *F. monacanthus* Zone of late Middle Permian. The stratigraphy should be revised thoroughly in those areas. The Middle Permian acidic tuffs are pervasive not only within the terrane but also among the adjacent terranes, indicating the prevalence of volcanic activity in the provenance. The present results are indispensable for the reconstruction of Permian paleogeography around Hida "Gaien" Terrane.

はじめに

飛騨外縁帯は、飛騨帯の南縁に沿って新潟県西部から福井県にかけて狭長に分布し、日本列島の中で最も複雑な地質構造を有する地帯の一つである(図1)。飛騨外縁帯は主として超苦鉄質岩類・高圧型変成岩類・非変成古生層・ペルム紀付加体などの岩石・地層から構成される。非変成古生層はオールドビス系-ペルム系からなり、岐阜県北東部丹生川村-上宝村に模式的に分布する。その中でもデボン系・石炭系の石灰岩相は、三葉虫やサンゴなどの大型化石のほか有孔虫・介形虫・コノドントなどの微化石を多産し、古くから層序学的・古生物学的検討がなされ、日本の模式層序の一つとみなされてきた(Adachi, 1985; 猪郷, 1956; Hamada, 1961; 新川, 1980など)。一方、

砂岩や泥岩などの碎屑岩相から構成されるペルム系からは古生物地理の検討に有用な腕足類化石が産し、そのフォナの検討から東北日本の南部北上帯や中朝地塊-シベリア地塊間の褶曲帯との高い共通性が指摘されている(田沢, 1989, 1992, 1996)。それらの情報は、日本列島の各地帯間の比較のみでなく、東アジアを構成する諸地塊群との古地理的關係や、中・古生代における日本列島のテクトニクスの研究を進める上で重要な鍵を握っている。

最近、従来ペルム系に一括されてきた碎屑岩相から新たにデボン系(田沢ほか, 1997)が識別され、石灰岩相に比べて研究の遅れている碎屑岩相の層序についても関心が高まっている。従来の紡錘虫化石に基づいたペルム系の年代論については、詳細な系統学的な研究とともに分解能が高まり、再検討の必要性が指摘されている(Watanabe, 1991)。

近年、主に日本の上部古生界・中生界の遠洋性堆積物の連続層序断面において放散虫生層序学的検討が飛躍的に進展し、浅海成被覆層の細粒碎屑

*大阪市立大学理学部地球学教室, 〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138
Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University, Osaka 558, Japan
1997年3月4日受付, 1997年5月6日受理

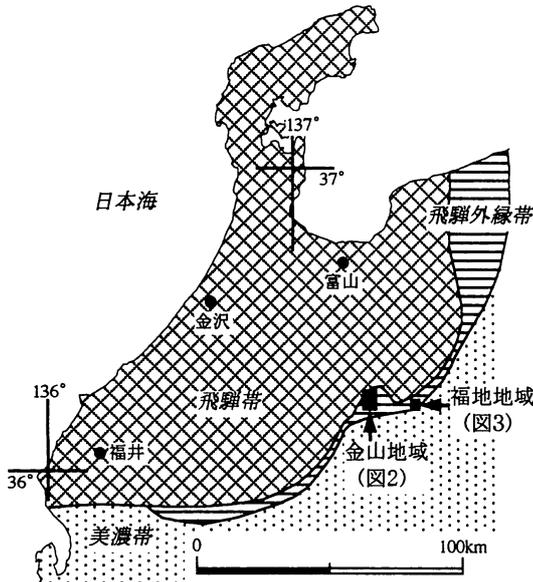


図1. 飛騨外縁帯の分布と検討地域の位置.

岩の詳細な年代決定が可能となっている。しかし、飛騨外縁帯の砕屑岩相においては、放散虫化石を用いた地層の年代決定や層序の検討は少ない。今回、丹生川村金山地域と上宝村福地地域に分布する飛騨外縁帯の古生層（整然層）において、放散虫生層序学的検討を行った。その結果、両地域の砂質岩に挟在する酸性凝灰岩層からペルム紀中世後期を示す放散虫化石が得られた。その年代は他の分類群による見積もりとは異なり、飛騨外縁帯の従来の古生界の層序に大幅な改訂をせまるものである。さらにこのことは、飛騨外縁帯の後背地の特性及び古地理上の位置づけの考察を行う上でも重要である。

地質概説

1. 金山地域

丹生川村北西部には飛騨外縁帯の非変成古生層や船津花崗岩類が分布し、それらの古期層は白亜紀以降の火山岩類に覆われる（図2）。上部古生界は石炭系荒城川層・石炭-ペルム系上広瀬層及びペルム系森部層に区分されてきた（礒見・野沢, 1957; 山田・山野, 1981）。荒城川層は主に中性-塩基性の火砕岩、上広瀬層は礫岩・砂岩・安山岩質凝灰岩からなる。森部層は下部の頁岩-石灰岩

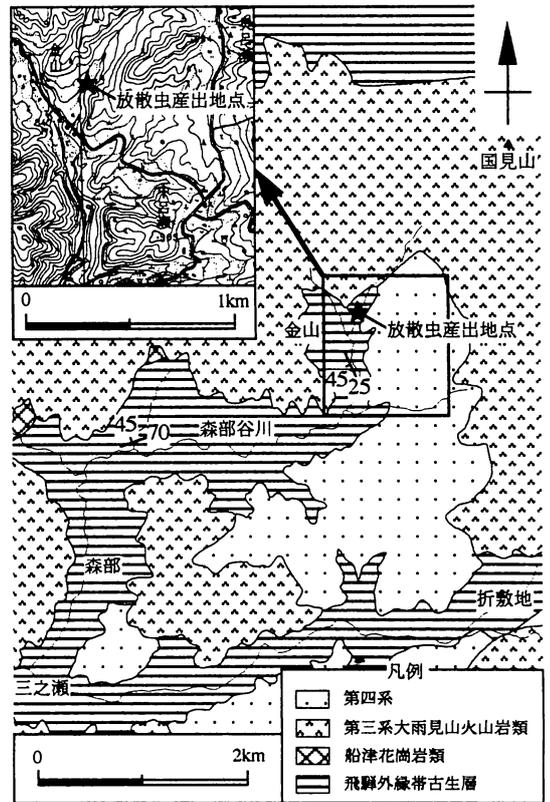


図2. 金山地域の地質概略図（礒見・野沢, 1957を改変）と放散虫化石産出地点.

部層、中部の砂岩部層、上部の頁岩部層に区分されている（田沢, 1996）。森部層頁岩-石灰岩部層からペルム紀古世末期-中世初期の腕足類化石 (*Yakovlevia*, *Leptodus* など)（堀越ほか, 1987）、砂岩部層からペルム紀中世の紡錘虫化石 (*Monodiexodina*) が報告されている（田沢ほか, 1993）。頁岩部層からの化石はまだ知られていない。

金山地域には酸性凝灰岩や砂岩などが分布し、それらは従来森部層に位置づけられてきた（礒見・野沢, 1957）。最近、田沢ほか（1996）は淡緑色酸性凝灰岩から古生代中期のサンゴ化石 (*favositids*, *heliolitid*) を見出し、新たに呂瀬層を提唱し、サンゴ化石産出層より東側の金山東方にかけて分布する砂岩層や酸性凝灰岩層も呂瀬層に含めた。その後、田沢ほか（1997）は呂瀬層の淡緑色酸性凝灰岩からデボン紀古世を示すウ

ミユリ類 (*Permerocrinus cf. hayasakai*) を報告している。

2. 福地地域

福地地域にはオルドビス系からペルム系にかけての碎屑岩相・石灰岩相が知られている (図3)。そのうち上部古生界は石炭系一の谷層とペルム系水屋ヶ谷層に区分されてきた (猪郷, 1956; 原山, 1990)。主に玄武岩-安山岩質火山岩類から構成される空山層中の石灰岩礫やブロックから、石炭紀-ペルム紀の紡錘虫化石やサンゴ化石が報告されている (猪郷, 1956) が、空山層の層序や形成年代については不明な点が多い。一の谷層は主として四射サンゴ (加藤, 1959) ・紡錘虫化石 (新川, 1980) ・小型有孔虫化石 (Adachi, 1985) を多産する石灰岩からなり、砂岩や酸性凝灰岩 (児子ほか, 1984) を伴う。

水屋ヶ谷層は岩相と分布状況に基づいて下位よりP1相からP4層に区分される (新川, 1980)。P1層-P3層はそれぞれ断層で接し、一連の連続層

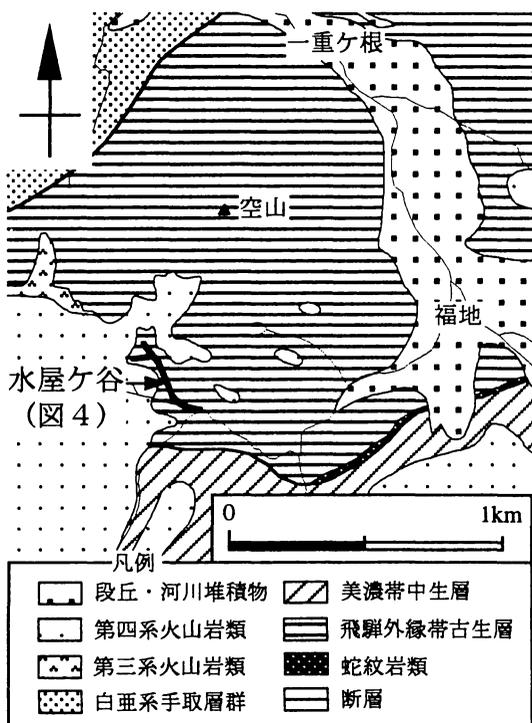


図3. 福地地域の地質概略図 (原山, 1990 を改変) と検討ルート (水屋ヶ谷) の位置。

序ではない。P1層とP3層は石灰岩相、P2層とP4層は碎屑岩相から構成される。産出する紡錘虫化石からP1層は *Pseudoschwagerina* 帯、P3層は *Pseudofusulina* 帯に対比され、ペルム紀古世とされた (新川, 1980)。しかし、最近の紡錘虫化石の検討では、P1層とP3層は石炭系一の谷層に含まれている (Watanabe, 1991)。筆者らも石灰岩相からなるP1層とP3層は、岩相層序区分から一の谷層に含まれるべきと考えている。本論では碎屑岩相からなるP2層とP4層を水屋ヶ谷層として扱う。P2層からはペルム紀古世の放散虫 (児子ほか, 1987) ・無孔性有孔虫 (沖村ほか, 1984) ・紡錘虫 (猪郷, 1956) ・サンゴ化石 (Kamei, 1952; 猪郷, 1956) が報告されているが、P4層からは年代決定に有効な化石は得られていない。

放散虫化石産出層

今回報告する放散虫化石は、金山東方の沢沿いと福地西方の水屋ヶ谷の酸性凝灰岩層から得られた (図2, 3)。

金山東方の沢沿いには、凝灰質砂岩に挟まれて層厚約20mの細粒な酸性凝灰岩層が露出する。酸性凝灰岩層は灰白色を呈し、3-20cmの層厚でよく成層する。平行葉理がしばしばみられる。鏡下での観察では、粗粒な部分には斜長石や石英の自形結晶が多く含まれ、細粒な部分には放散虫化石が多く認められる。

水屋ヶ谷の水屋ヶ谷層P2層は約250mの層厚を持ち、下位は灰緑色石灰岩からなる一の谷層 (P1層) と断層で接し、上位は第四系の火山岩類に覆われる。一の谷層とP2層の間には、幅数mの多色石灰質泥岩が断層に挟まれて露出する。P2層の下部には主に酸性凝灰岩・凝灰質砂岩・砂岩泥岩互層、中-上部は砂岩・礫岩・泥岩から構成される (図4)。礫岩の礫種は花崗岩、塩基性火砕岩・酸性凝灰岩・石灰岩などからなる。凝灰質砂岩は数cm~数10cmの層厚で成層し、緑色・灰色・暗赤色を呈する。鏡下では、石英や長石のほかに中性-塩基性の火山岩片が観察される。酸性凝灰岩は淡緑色・暗緑色・青緑色を呈し、数cm-50cmの層厚でよく成層する。平行葉理や級

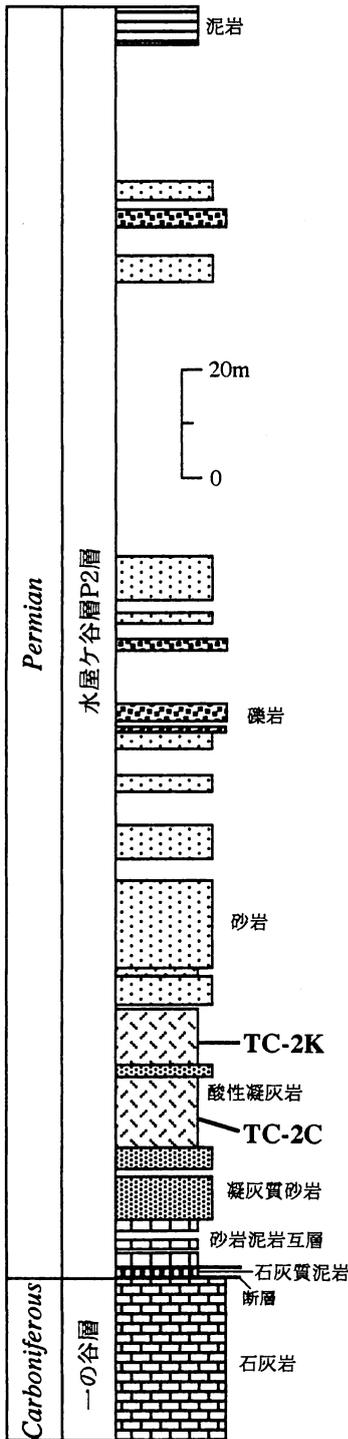


図4. 水屋ヶ谷層 P2層のルート柱状図.

化成層が発達し、しばしば数 cm-10 数 cm の凝灰質砂岩が挟在する。鏡下では、石英や長石のほかに放散虫化石が多く観察される。青緑色を呈する酸性凝灰岩はガラス質で、放散虫化石の含有量が多い。

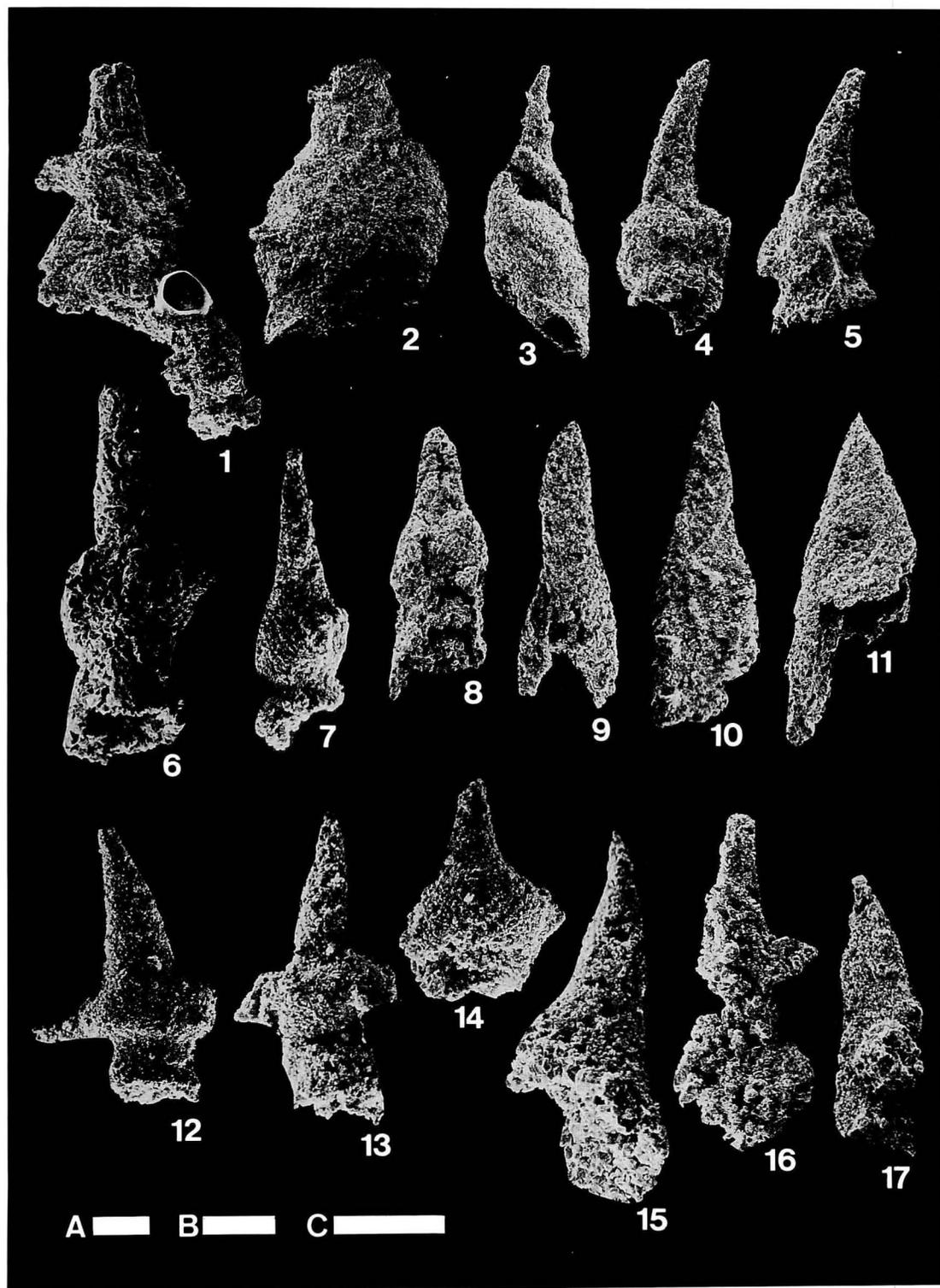
放散虫化石

採集した酸性凝灰岩をフッ化水素酸で処理し、放散虫化石の抽出を行った。その結果、金山東方の沢沿いの灰白色酸性凝灰岩 (TA-3E)、福地西方の水屋ヶ谷の青緑色 (TC-2C) 及び暗緑色酸性凝灰岩 (TC-2K) から年代決定に有効な放散虫化石を得た (図5)。

TA-3E から *Pseudoalbaillella fusiformis* (Holdsworth and Jones), *Pseudoalbaillella*? sp., *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* Ishiga, *Follicucullus* sp. cfr. *F. monacanthus*, *Follicucullus* sp., *Follicucullus*? sp., TC-2C から *Pseudoalbaillella*? sp., *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis*, *F. monacanthus*, *Follicucullus* sp., TC-2K から *Pseudoalbaillella*? sp., *Follicucullus* sp. cfr. *F. monacanthus* がそれぞれ得られた。

Pseudoalbaillella 属の放散虫化石は石炭紀新世-ペルム紀中世から知られている (Ishiga, 1990)。 *Pseudoalbaillella fusiformis* および Ishiga and Imoto (1982) による *P. sp. aff. P.*

- 図5. 金山・福地地域からのペルム紀放散虫化石。→
1. *Pseudoalbaillella fusiformis* (Holdsworth and Jones), TA-3E.
 - 2, 3. *Pseudoalbaillella*? sp., TA-3E.
 - 4, 5. *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* Ishiga, TA-3E.
 6. *Follicucullus* sp. cfr. *F. monacanthus* Ishiga and Imoto, TA-3E.
 - 7-10. *Follicucullus* sp., TA-3E.
 11. *Follicucullus*? sp., TA-3E.
 - 12, 13. *Pseudoalbaillella* sp. aff. *P. longicornis* Ishiga, TC-2C.
 14. *Pseudoalbaillella*? sp., TC-2C.
 15. *Follicucullus monacanthus* Ishiga and Imoto, TC-2C.
 16. *Follicucullus* sp. cfr. *F. monacanthus* Ishiga and Imoto, TC-2K.
 17. *Follicucullus* sp., TC-2C.
- Scale bar: 50 μ m, A: 3, 13, 15, B: 1, 2, 4, 5, 7-12, 14, 16, 17, C: 6.



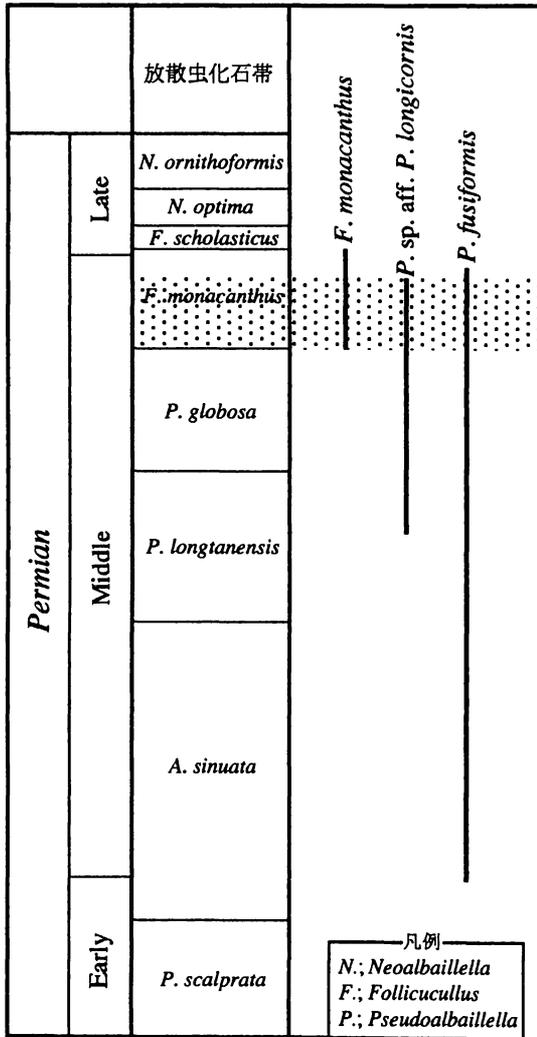


図6. 金山・福地地域からの産するペルム紀放散虫化石の各レンジと検討した酸性凝灰岩層の堆積時期。

longicornis のレンジはペルム紀中世に限られる (Ishiga, 1990). 一方, *Follicucullus* 属はペルム紀中世後期以降から報告され, *F. monacanthus* のレンジはペルム紀中世後期に限られる (Ishiga, 1990; 山下・石賀, 1990). 今回得られた放散虫化石は, ペルム紀中世後期を示す *F. monacanthus* 帯を構成する放散虫化石 (Ishiga, 1990) に比較される. 以上のことから, 上記2地域の酸性凝灰岩層はともにペルム紀中世後期に堆積したと考えられる (図6).

議 論

今回検討した金山地域の酸性凝灰岩層は, 最近下部デボン系呂瀬層に位置づけられている (田沢ほか, 1996; 新川ほか, 1996). しかし, 今回のペルム紀中世後期の放散虫化石の発見によって, 呂瀬層の西側 (森部層) だけでなく, 東側にもペルム系の存在が明らかになった. 田沢 (1996) は森部層中部の砂岩部層を中部ペルム系に位置づけ, その砂岩中に安山岩片に富むものがあることを報告した. 森部層上部の頁岩部層にも放散虫化石を含む酸性凝灰岩がみられる. 今回見出した酸性凝灰岩層は, 岩相的・年代的に森部層に対比可能である. デボン系呂瀬層に卓越する酸性凝灰岩層は, 特徴的に緑色を呈する点でペルム系のものとは区別される. 呂瀬層とペルム系の層序区分をはじめとする本地域の層序の再検討が急務である.

水屋ヶ谷層 P2層からペルム紀中世後期の放散虫化石が得られた. 児子ほか (1987) は P2層からペルム紀古世の放散虫化石を報告し, 石炭系一の谷層最上部の石灰岩層 (P1層) との間に大きな時間間隙が認められないことから, 一の谷層と水屋ヶ谷層を整合関係とした. しかし, 今回の検討結果は, P1層と P2層の間の有意な時間間隙の存在を示している. しかも, P2層と P3層は年代的に逆転し, P2層は P3層よりも上位に位置づけられる. P4層の堆積年代は不明であるが, その岩相は P2層の中-上部によく類似する. 今後, 福地地域の従来のペルム系の層序区分ならびに累重関係に大幅な改訂が必要である.

これまで水屋ヶ谷層 P2層からは, 石灰岩礫から紡錘虫化石 (猪郷, 1956), 最下部の石灰質凝灰岩からサンゴ化石 (Kamei, 1952; 猪郷, 1956), 淡灰緑色凝灰質泥岩よりペルム紀古世の放散虫化石 (児子ほか, 1987), 中-塩基性火山砕屑物に富む泥岩-砂岩から無孔性有孔虫化石 (沖村ほか, 1984) が報告されている. 紡錘虫化石は石灰岩礫から見い出されているので, 紡錘虫化石の示す年代は P2層の堆積年代より古い可能性が高い. サンゴ化石が報告された石灰質凝灰岩は, 上下を P2層・一の谷層と断層で接し, P2層

や一の谷層とは年代的に異なる別の地層の可能性がある。児子ほか (1987) は 4 種 12 個体の放散虫化石を図示しているが、そのうち露頭から産出した化石は *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga and Imoto のみである。有孔虫化石は産状などの検討から、死後に分離・運搬の過程があったとされている (沖村ほか, 1984)。以上の事実と今回のペルム紀中世後期の放散虫化石の発見を合わせて考えると、従来の P2 層からのペルム紀古世の放散虫・有孔虫化石は再堆積の可能性が高い。

これまで飛騨外縁帯の中部ペルム系は、金山地域の森部層 (田沢ほか, 1993) と伊勢地域の小椋谷層 (Yamada, 1967) が知られている。そして、森部層に含まれるペルム紀中世の腕足類化石を用いた古生物地理学的検討から、シホテアリンや中国東北部の動物群との高い類似性ならびに地理的な近縁関係が指摘されている (田沢, 1992, 1996)。シホテアリンや中国東北部ではペルム紀中世当時に酸性-中性火山活動が活発であり、その火山活動と森部層中の砂岩に富む安山岩片との関連性が指摘されている (田沢, 1996)。今回、金山・福地地域においてペルム紀中世後期の放散虫化石を含む酸性凝灰岩層が見い出されたことから、ペルム紀中世後期当時の飛騨外縁帯の後背地に活発な酸性火山活動が生じていたことが示唆される。

飛騨外縁帯は様々な年代の岩石・地層が混在化した地帯であり、西南日本内帯の中国地方に帯状に分布する秋吉帯・舞鶴帯・“三郡-蓮華帯”との関連性が議論されている (Komatsu, 1990; Nishimura, 1990)。岐阜県北東部の飛騨外縁帯中のペルム系は年代的・岩相的に中国地方の舞鶴帯の舞鶴層群に対比可能であり、舞鶴層群のペルム紀新世腕足類動物群は中朝地塊-シベリア地塊間の褶曲帯の動物群との類似性が高い (田沢, 1992)。舞鶴層群の中部ペルム系には厚い酸性凝灰岩層が知られている (鈴木, 1987; 西村, 1990)。さらに、秋吉帯の中部ペルム系にも酸性凝灰岩層が卓越する (Naka, 1995)。これらの事実は、今後飛騨外縁帯中のペルム系の形成場ならびに他の地質体との古地理的な位置関係の研究を行う上で重要である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、大阪市立大学八尾昭教授には終始懇切な御指導を賜った。新潟大学田沢純一教授・広島大学児子修司博士には粗稿について貴重な御助言を賜った。大阪市立大学桑原希世子博士には放散虫化石の名前をチェックして頂いた。梅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。記して感謝する。

文 献

- Adachi, S., 1985. Smaller foraminifers of the Ichinotani Formation (Carboniferous-Permian), Hida Massif, Central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Tsukuba Univ.*, **6**, 59-130.
- 原山 智, 1990. 上高地地域の地質 (地域地質研究報告, 5 万分の 1 地質図幅). 地質調査所, 175p.
- 堀越 勲・田沢純一・内藤直司・金田純子, 1987. 飛騨山地高山市北方森部のペルム紀腕足類化石. 地質雑, **93**, 141-143.
- 猪郷久義, 1956. 飛騨山地福地付近の石炭系及び二畳系, 特に一の谷層群の紡錘虫化石帯について. 地質雑, **62**, 217-240.
- Hamada, T., 1961. The Middle Paleozoic Group of Japan and its bearing on her geological history. *Jour. Fac. Sci., Tokyo Univ.*, **13**, 1-79.
- Ishiga, H., 1990. Paleozoic radiolarians. In Ichikawa K., Mizutani S., Hara I., Hada S. and Yao A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. IGCP Project, **224**, 285-295.
- Ishiga, H. and Imoto, N., 1982. Middle Permian radiolarian assemblages in the Tamba district and an adjacent area, Southwest Japan. *Earth Sci.*, **36**, 272-281.
- 磯見 博・野沢 保, 1957. 船津 (5 万分の 1 地質図幅説明書). 地質調査所, 43p.
- Kamei, T., 1952. The stratigraphy of Paleozoic rocks of the Fukuji district, the southern part of the Hida mountainland. *Jour. Fac. Lib. Art. Sci., Shinshu Univ.*, **2**, 43-74.
- 加藤 誠, 1959. 福地一の谷における石炭紀珊瑚化石の産出層準について. 地質雑, **65**, 561-562.
- Komatsu, M., 1990. Hida "Gaien" Belt and Joetsu Belt. In Ichikawa K., Mizutani S., Hara I., Hada S. and Yao A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. IGCP

- Project, 224, 25-40.
- Naka, T., 1995. Stratigraphy and geologic development of the Carboniferous to Permian strata in the Atetsu region, Akiyoshi Terrane, Southwest Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, **10**, 199-266.
- 新川 公, 1980. 岐阜県古城郡上宝村福地地域の地質と化石層序. 地質雑, **86**, 25-36.
- 兒子修司・鈴木盛久・沖村雄二, 1984. 飛騨外縁帯福地地域の一の谷層中の石炭紀酸性火山岩類. 日本地質学会第91年学術大会講演要旨, 226.
- 兒子修司・山北 聡・大藤 茂・柳井修一・濱田隆士, 1987. 飛騨外縁帯福地地域の水屋ヶ谷層より産出したペルム紀放射虫化石とその意義. 地質雑, **93**, 431-433.
- 西村貢一, 1990. 岡山県柵原東部地域におけるペルム系舞鶴層群の放射虫層序と構造. 島根大学地質学研究報告, **9**, 65-84.
- Nishimura, Y., 1990. "Sangun Metamorphic Rocks": Terrane Problem. In Ichikawa K., Mizutani S., Hara I., Hada S. and Yao A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. IGCP Project, **224**, 63-79.
- 沖村雄二・兒子修司・西田民雄, 1984. 飛騨外縁帯福地地域のペルム系水屋ヶ谷層より *micelinoceratine nautiloids* (Orthocerida) および無孔性石灰質殻有孔虫化石群集の発見. 地質雑, **90**, 211-214.
- 鈴木茂之, 1987. 舞鶴帯東部の堆積史と造構史. 広島大学地学研究報告, **27**, 1-54.
- 田沢純一, 1989. 南部北上山地と飛騨外縁帯の古生層の比較(予察). 地球科学, **43**, 224-230.
- 田沢純一, 1992. 東アジアの中期ペルム紀腕足類フォーナとその動物地理学的重要性. 地質雑, **98**, 483-496.
- 田沢純一, 1996. 北上・飛騨・シホテアリン山地に連続する陸棚相ペルム系. 月刊地球, **18**, 387-392.
- 田沢純一・対馬勝吉・長谷川美行・1993. 飛騨外縁帯のペルム系森部層より *Monodiexodina* の発見. 地球科学, **47**, 345-348.
- 田沢純一・新川 公・古市賢治・三宅幸雄・大倉正敏・古谷 裕・兼子尚知, 1996. 飛騨外縁帯森部地域よりハチノスサンゴ・日石サンゴ類の発見. 日本古生物学会1996年年会講演予稿集, 106.
- 田沢純一・新川 公・古市賢治・三宅幸雄・大倉正敏・古谷 裕・兼子尚知, 1997. 飛騨外縁帯森部地域よりデボン紀庄板サンゴ・ウミユリ類の発見. 地質雑, **103**, 399-401.
- Watanabe, K., 1991. Fusuline biostratigraphy of the Upper Carboniferous and Lower Permian of Japan, with special reference to the Carboniferous-Permian boundary. *Palaeont. Soc. Japan, Special Pap.*, **32**: 1-150.
- Yamada, K., 1967. Stratigraphy and geologic structure of the Paleozoic formations in the Upper Kuzuryu River district, Fukui Prefecture, Central Japan. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, **12**, 185-207.
- 山田一雄・山野秀一・1981. 高山市北方荒城川流域の古生層-森部層・荒城川層-について. 総研「飛騨外縁帯」研究報告, **2**, 105-108.
- 山下雅之・石賀裕明, 1990. 岡山県阿哲台における中部ペルム系上部の放射虫層序と紡錘虫層序の対比. 地質雑, **96**, 687-689.

書 評

渡部哲光著: バイオミネラリゼーション

(東海大学出版会, 1997, 200pp., 4,326円)

わが国では初めてのバイオミネラリゼーションに関する体系的教科書が現れた。

日本の大学を卒業してから外国に渡り、その地でもっぱら研鑽に努めて国際的な業績をあげている指導的研究者は少なくないが、本書の著者の渡部哲光(わたべ のりみつ)教授もその一人である。この分野の開拓者としての蘊蓄を傾けて、日本語による本書を書き下ろされたについては、さぞかしこれに託して母国の人達に伝えたいという熱い思いが籠められていることと推察し、刊行をよろこぶとともにその労に対してまず敬意を表したい。

これまでわが国では関係諸分野でバイオミネラリゼーションに関する記述や解説が行われ、その発展には古生物学者を含めて多数の研究者が貢献してきた。国内で開催された国際シンポジウム報告書なども本書と同じく東海大学出版会から発行されている。しかし、私の不勉強のせいもあるが、本書によって初めて理解したことが少なくない。関心を持つ者には絶好の入門書であり、探究心を大いに刺激してくれることは間違いない。

まず本書の基本的構成を明らかにしよう。「はじめに」に続いて、「1章. 人間生活とバイオミネラリゼーション」、「2章. 学問としてのバイオミネラリゼーション」、「3章. バイオミネラルとして形成される鉱物」、「4章. 生物が形成するバイオミネラル、および硬い組織の種類とその構造」、「5章. バイオミネラルおよび硬組織形成の仕組み」、「6章. 有機基質」、「7章. バイオミネラルや硬組織が生物にとってどんな利益があるのか」、「8章. バイオミネラリゼーションはいつごろから始まったのか」、「9章. バイオ

ミネラリゼーション研究の現状」、「10章. バイオミネラリゼーション研究の将来への展望」があった。「おわりに」で結ばれている。

いったいバイオミネラリゼーションとは何か。それは生物が鉱物を作ることであり、その産物が<生鉱物>であり、その研究が<バイオミネラリゼーション・リサーチ>である、という東北大学における著者の恩師大森啓一教授の定義が、そもそもの発端だったことが「はじめに」の中で明らかにされている。それならば、なぜ<生鉱化作用>というような表現が国内一般に流布しなかったのか分からないが、とにかく現在国際的に広く使用される<バイオミネラリゼーション>という述語が、日本で生まれたことを知った。さらに著者の定義に従えば、生物活動の関与の仕方によって、<生物制御起因のバイオミネラリゼーション>と<生物誘発のバイオミネラリゼーション>に区別される。前者は「生物体の生理生化学的活動によって鉱物体、硬組織が形成される現象」であり、後者は「生物活動に誘発されて、生物体表面を含めた生物体内外で鉱物が形成すること」をいい、「硬組織は発達しない」。ここで用いられる<硬組織>とは「バイオミネラルの集合で特定の形態を示し、解剖学的(形態的)に生物体の一部としてこれをおおうか、体内にあってこれを支持する構造体」と定義されている。

第1章の人間生活とのかかわり合いでは、貨幣・装飾品・医薬品などという古来の利用法から現在の工業生産の原料まで、そしてまた古環境学・古生物学・考古学などにおけるバイオミネラリゼーションの役割が説かれている。第2章は学史で、古代ギリシャに源流をたずねられるこの分野が、

透過型電子顕微鏡の開発にともなって科学として体系化され、国際的に活発化する経過が簡潔に述べられている。第3章はバイオミネラル概説で、第4章はその各論に相当し、バイオミネラルと硬組織の種類と構造についてバクテリアから脊索動物門ホヤ綱までの各タクサにわたって詳しく記述されている。ここには諸研究者の多年にわたる追究の成果である電顕写真などが豊富に取り込まれ、実態についての理解を助けるとともに、あらためて造化の妙を強く印象づける。

第5章はバイオミネラルと硬組織の形成の「仕組み」についてであり、形成の場、バイオミネラルの成分としてのイオンの取り込み・輸送、硬組織に伴われる有機基質の特性と役割などが論じられている。続く第6章では有機基質の組成・機能・バイオミネラル化に必要となるエネルギーについて説かれている。これらの2章こそ著者および共同研究者たちが精力を注いできた課題であり、精読を必要とする部分だろう。現時点での問題点がいろいろ指摘されたり、結晶形成のための有機基質の機能など結論の出ていないことの紹介など、刺激的である。化石研究者にも多くの示唆を与えることと思われる。

第7章は生物にとってこれらバイオミネラルや硬組織がもつ意義についての考察である。次の第8章で扱われるバイオミネラル化の起こりの問題とともに、ここらは古生物学ではいさばんなじみ深い。生命保持のための石灰化作用のことなど深い洞察を必要とする問題についても触れている。

第9章は研究の現状で、7回も重ねられた国際シンポジウムにおける動向を顧みて、硬組織の構造、地球環境問題とのかかわり、分子生物学的問題などへの貢献が紹介されている。第10章は

研究の将来への展望であり、著者をめぐるの研究環境を踏まえて、①バイオミネラル・硬組織の構造、化学組成の精密分析、②硬組織形成の細胞生物、生化学、分子生物学的研究、③生化学・分子生物学と系統進化の研究、④バイオミネラル・硬組織構造の医学工業への応用、の4項目に整理して、見解が披露されている。おそらくより高度の分解能をそなえた機器開発は新しい視野を広げることだろう。また今や盛りの分子生物学的アプローチについては、「遺伝子プログラムそれ自体は……表現型を作る青写真を供給するにすぎない……遺伝子型は……遺伝子を単に加算した集合ではない……遺伝子型の相互反応の存在を示唆する進化現象は無数にある」というE. マイヤーの言を引きながら、系統進化学への貢献が期待されている。

結びに当たる「おわりに」という見出しには「しかし、まだわからない」という一句がついている。ほとんどが生物制御起因によるバイオミネラル化は、巧妙にデザインされた青写真に従って発揮される生理と生化学的機能の総合的活動であるという著者の見地からすれば、道はまだまだ遠いのだろう。今や多年にわたる研究活動の場だったサウス・カロライナ大学の名誉教授である著者の、バイオミネラル化とともに歩んだ心境が淡々と「あとがき」に記されている。

高校生や大学生を読者対象に含めたせいだろうか、やさしい導入部には著者自身が楽しみながら書いた気配がうかがわれる。きれいな装丁のB5変形判の本で、レイアウトもたいへん行き届き、1列組ながら行が短くて読みやすいのは、人間工学的にも工夫がこらされた証拠だろう。なお些細なことだが、ワープロ原稿などに多くみかける不注意なミスは残念ながら本書でも免れなかった。再版の際の訂正をぜひ期待したい。(高柳洋吉)

野尻湖発掘調査団編著: 最終氷期の自然と人類

(共立出版, 1997, 229+viii pp., 3,400円)

「4万年前の尖頭器: 長野・野尻湖世界最古級; ナウマン象の狩りに使用か」(毎日新聞) という見出しで, 中期旧石器の発見が1997年3月29日の全国紙朝刊に報じられた。このニュースは第13次野尻湖発掘調査によって得られた成果の一部である。野尻湖発掘調査は, ナウマンゾウ化石の産出層準を明らかにすべく1962年3月に始まった。それ以降, 今までに13回の湖底発掘と7回の陸上発掘が実施された。この過程で地質が明らかになり, 多種多様な化石と旧石器時代の骨器や石器が多数発見された。これらの専門的な成果は, 野尻湖発掘調査団が論文として公表している。また, 発掘調査の記録や活動の経験は, 「一万人の野尻湖発掘」(1986)などにまとめられてきた。

本書は, 上記の成果を総合して最終氷期の野尻湖の自然と人類のかかわり及びその変遷をまとめた普及書である。著者は, 調査団の中核をなす13名の若手~中堅メンバーである。本書の構成を分野別に見れば, 人類, 動物・植物, 地質及び発掘を扱った8つの章と資料編「模式的な層序」からなる。いずれの章も独立してまとまりがあり, どの章から読みだしても理解できる。各章が分担執筆であるため多少の難易はあるものの, 全体を通して論文調にならないところがけられている。また, 各章の節・小見出しが多用され, 一見事典風であるが, 所々に重要語句の説明が挿入されていて, 一般読者には分かりやすい。

第1章「ナウマンゾウを追う人びと」は, 野尻湖発掘での代表的な発見をもとにして, ナウマンゾウハンターとしての野尻湖人を印象付けている。さらに, かれらが残した狩猟文化を“野尻湖文化”と位置付けている。第2章「ナウマンゾウ

のいた時代」では, ハンティングの対象となったナウマンゾウとヤベオオツノジカを詳細に解説し, 脇役の動物にも目を向けている。第3章「古地理の変遷」は, 野尻湖周辺の上部更新統の解説である。オーソドックスな地質学的研究から当時の堆積環境や火山噴出源を推察し, 化石や考古資料を産出する野尻湖層のおいたちを復元している。第4章「野尻湖文化」では, 石器と骨器による“野尻湖文化”を発掘現場の詳細な状況証拠などから推察し, その特徴をまとめている。第5章「氷河時代の森」では, 昆虫と花粉の化石から, 森の植生や気候などの古環境復元を詳細に論じている。第6章「湖の変遷」では, 水草・水生昆虫・貝・珪藻化石から湖の移りかわりを論じている。第7章「足跡を追って」では, “ラミナ掘り”などの足跡化石からの解析結果を示している。第8章「高らかな足音」では, 野尻湖発掘のいきさつや発掘の組織・運営の仕方, またその重要性が述べられている。最後に「尽きない夢」として野尻湖人の社会や精神構造の復元までふみこむために, さらなる発掘を進めたいと結んでいる。

野尻湖発掘調査は, 最終氷期の研究の中で最も成功した一つであることには誰も異論はないだろう。この本から人類の文化とその背景である自然環境の変遷およびそれらのかかわりの解明がどこまで進んでいるかがうかがい知れる。本書の中で論じられた自然環境の復元の様々な場面で, 少なからず野尻湖人が登場してくる。場合によっては強引と感じられないこともないが, そこまで踏み込んで論じることによって更なる発掘へと夢をつなぐことの積極性を評価したい。

八尾 昭 (大阪市立大学理学部地球学教室)

追悼

Fred B Phleger 教授 (1909-1993) を偲ぶ

金谷 太郎

1993年、サンディエゴ在の Jack Bradshaw 博士からのクリスマスカードに、Phleger 先生が12月14日に亡くなったとの一報があった。1986年に結婚53年の最愛の Marjorie 夫人を亡くされた気落ちもあって体調を崩され、カールスバッドの老人ホームで過ごされていると聞いていたが、1992年のクリスマスカードには、11月に SEPM の North American Micropaleontology Section の名誉会員に推挙された折の写真入りの新聞記事がそえられていた。写真はお祝いのケーキを前に、推薦証書を手にし、お嫁さんと保健婦さんを両脇にした立ち姿で、相応にお年を召されたとはいえ、なお往年の颯爽たる面影がうかがえるスナップであった。続いてご子息 Charles (Rick) Phleger 博士 (San Diego State Univ. 教授, 生物学) から届いたご葬儀の通知を手にして、ご家族の暖かい励ましを受けられながらのご最期だったなと家内と子ども先生ご夫妻の生前のご恩を想ったものだった。

フレーガー教授は、Kansas City のお生れ (1909) だが、Los Angeles で幼・少年期を過ごされ、1927年に高校を卒業、Univ. of Southern California でドラマを専攻、A. B. を取得したのち Calif. Inst. of Technology の修士課程に進み、オルドビス紀の化石で修士号 (MS) を取得 (1932)、のち Harvard 大で博士号 (Ph. D) をとられた (1936) のは三葉虫の論文による。この博士課程中 J. A. Cushman 博士から有孔虫を学ばれ、そこでクッシュマン門下で既に有孔虫分類学で知られた、ほぼ同年輩の F. L. Parker 女史との出会いがある。

この機縁から先生の有孔虫への傾倒が始まるのだが、学位取得後に Amherst 大の古生物学の講師となられる一方で、同大と Woods Hole 海洋研で海軍兵学校の生徒に海洋学を講義したことに

よって、海洋学全般への広い知識を身につけられる。そして準教授へと昇進される (1949) アムハースト大時代に、主としてウッズホール研採取のコアに基づいてまず北米東海岸の大陸棚斜面、ついでメキシコ湾底質中の有孔虫の分布を明らかにする論文を単独またはパーカー女史との協力で続々と発表された。Swedish Deep-Sea Expedition (アルバトロス号航海, 1947-1948) には有孔虫担当者として参加、1949年に La Jolla, Calif. の Scripps Inst. of Oceanography の客員準教授、1951年に同正教授となり、R. Revelle 所長のもと、SIO に Marine Foraminifera Lab を創設し、パーカー女史の合流を得て有孔虫研究の中心となり、1977年の退官までに目覚ましい研究の成果を生み、また多数の優れた研究者を育てたのは周



知の事実である。1980年には J. A. Cushman 賞を受けられた先生の業績とお人柄については先生の席を継いだ W. H. Berger 教授の追頌がある (1995 G. S. A., Memorials, vol. 25, p. 99-103).

私は有孔虫の研究者ではない。しかし微古生物の隣接部門珪藻の研究者としてフレーガー先生やその一門から教えられる事が実に多かった。先生の聲咳に接することが前後4年と比較的長かったことを理由にこの追悼の文を書かせていただく。

フレーガー先生は、自分が有孔虫を選んだのは、それらの現棲の生態・分布をふまえた研究が堆積物から過去の海洋を類推する最も有効な手がかりとなると考えたからで、他にもっと適した手法があるのなら何でも取り入れるつもりだったと、よく口にされた。事実、ご自身の有孔虫の data には常に客観的な視点を保たれている。有孔虫を使った古気候・古海洋学の古典と云われる Swedish deep-sea core の論文 (1953, F. L. Parker, J. F. Pierson と共著) も、古海洋学へ結ぶ現世堆積物研究の古典と云われるメキシコ湾の総括 (1960, F. P. Shepard, Tj. H. van Andel と共編) でも、有孔虫を使って海洋の種々のパラメーターをどこまで掴めるかが中心の命題であり、それに向かって標本採取の手法を確立し、集計の方式を統一し、結果を冷静に解析して成果を問い直す姿勢が常に貫かれている。先生の Foram. Lab. 門下の数多くの博士論文 (e.g. W. R. Walton, R. R. Lankfort, J. Bradshaw, T. Uchio) がほぼそのまま学会誌に現れ、何れも今も引用されるのは、ご本人達の努力ももちろんながら、先生の与えたテーマ、フィールドが目的にそった的確なものであったからであらう。

私は2度目のスクリップス滞在 (1959~1962) で先生の近くで仕事をする機会に恵まれた。当時 Marine Foram. Lab. は新装の Ritter Hall の3階に移り、ディスクアスター (M. N. Bramlette, E. Martini)、放散虫 (W. R. Riedel ら) の研究陣と共に3階の一面を占めていた。私は化石珪藻の担当として、フレーガー教授を advisor の一人とする NSF の研究費を受け、Foram. Lab. の隣に1室をいただくと共にコーヒーアワーの常連になった。

Foram. Lab. のコーヒーアワーがいかに有意義であったかはフレーガー門下がいずれも回想にあげているが、私が参加した期間は、メキシコ湾の Project 51 が一段落したためか先生直轄の院生は居らず人数は限られたものになっていた。午後1回「coffee!」と叫ぶ Jean P. Hosmer (旧姓 Pierson) の声を合図にジーンが陣取り、J. ブラッドショーと R. ランクフォルトがそれぞれに席を持つ大部屋に集まり、パーカー女史とフレーガー先生が自室から出てこられる。それに海洋地質や海洋学プロパーの院生が2~3人自由に加わる。時には Ed. Goldberg, Jerry van Andre 等の論客も飛び込んでくる。話題は有孔虫を含む海洋研究関連の近著論文の評価から大統領選挙 (当時、ケネディ vs ニクソンの一騎打)、ブロードウェイのヒット作から街のスーパーマーケットの比較評判まで多様多岐。いつもおかしな話を仕込んでくるジーン、好き嫌いははっきり云うパーカー女史、懐疑派のジャック (有孔虫の飼育に苦闘中) の話に先生がわざと断定的な茶々を入れるといったあんばい。先生が珍しく興奮気味で語られた時がある。ちょうど博士課程の口頭試験 (Ph. D. オーラル) を終えた直後であったが「凄い奴が居る。私には答えられない事をよく知っているのには驚いた。彼は良い論文を書くぞ」。アメリカの博士課程はこのオーラルが最大の関門であり、普通指導教授を含む5人の試験委員で構成されたが、その中に学外からの委員が必ず含まれる。たまたま学外からの一人 (Stanford 大) はアンモナイトの標本の持参して、これらの特徴を述べよと問うたらしい。そのフランスからの院生 (海洋学?) は、海流の力学、酸素同位体による古水温の算定、残留磁場測定 of the principle 等の質問をこなしただ上、アンモナイトについても応分の考察を示したという。このときの先生の高揚は私の脳裏から今も離れない。

お若い頃のドラマ専攻の背景もあって先生はいつもスックと立って言語明晰であり、論理が明快で起承転結のついた話振りは水際だったものだったが謙虚さがあった。「もし君の話の内容を、利口な13歳の子供に説明できないのなら、それは君自身何を云っているのか本当にわかってないか

らだ」と云われていたのは有名である。13歳の子供に化けて学生の仕事に質問をし、テーマの核心を掴ませる指導をなさったのだと聞くと、私自身も珪藻群集のまとめ方でコーヒアワーでそれを喰らったことがある。ズバッと来るけれどユーモアにあふれ、勇気を持たせる寸評であった。根底に好意があるのである。

さて、私が帰国する段になって先生は持って帰りたいものはないか、と問われた。私が即座に「フレーガーのサンプラー」と申し上げたら、すぐに1本を用意して、それに30本もの内装プラスチックのチューブをつけて下さった。引越荷物の一部として持ち帰ったこのサンプラーは仙台によいお土産となった。先生は私が春に帰国して赴

任した1962年の秋、ご夫妻で仙台の地質・古生物学教室を訪れられた。今までと違った地誌的条件の field を日本に求めておられたのが一因である。その翌年から松島湾の底質の研究がの場・服部両君によって手がけられ、フレーガーのコアラーが日本で活躍し始める。

今回この稿を書くにあたって F.B フレーガー教授の退官直前の論文 *Interpretation of late Quaternary foraminifera in deep-sea cores* (in Takayanagi & Saito eds, 1976) を再読してみた。浅野教授の退官記念に寄せられたこの論文は *Foraminifera Paleoceanography* と呼ばれている新しい研究領域を確立したフレーガー先生の哲学が美事に凝結した学問上の遺言と私には思える。

ニュース

第5回テチス浅海域に関する国際シンポジウムの案内

テチス浅海域に関する国際シンポジウムは1982年に第1回がイタリアのパドバで開催されて以来、オーストラリア、日本（仙台）と、基本的に4年毎に開催し、前回の第4回は1994年オーストラリアにて開催され、これらの論文集もすべて刊行されてきました。本会議は「浅海域」と形容詞がついておりますが、これは発足に当たって、「テチス海」の名称提唱の基になった浅海性生物群集の古生物地理学を中心課題としたいとの考えがあつての事であると同っております。そのため本シンポジウムの参加者は、頭足類を含む貝類、サンゴ類、貝形虫、有孔虫、コケ虫などの浅海域に多産する分類群の古生物専門家が多数をしめてきました。しかし最近の話題の動向では、放散虫や花粉、渦ベンモウソウなどの微化石や陸上・海性脊椎動物などの話題や、さらに炭酸塩岩の堆積モデルや堆積学的見地からの古地理や構造発達史など、「テチス海に関連する地質学的事柄」は何でも取り上げられ議論される状況になっております。オーストラリア会議ではイタリアに次いで日本から多数の参加・講演があり注目を浴びました。この会議のポスターセッションでは地史的な隕石衝突などの話題も取り上げられております。また本シンポジウム開催に合わせて「テチス海に関連するIGCP-Project」の研究集会も開催されて来ました。過去2回の参加者はイタリア、オーストラリア、スペイン、ベルギー、ドイツ、イギリス、チェコ、ハンガリー、スロヴァキア、ロシア、中国、韓国、ベトナム、イラン、インド、オーストラリア、カナダ、アメリカなど多彩な顔ぶりで、それでいて100人規模の国際シンポジウムですから、大変家庭的な雰囲気以最新の情報交換ができる側面があります。

第5回はタイ国のチェンマイ大学を中心とする方々の御協力で1999年1月～2月にかけて開

催の運びとなりました。1997年初めに第5回テチス浅海域国際シンポジウムの1st Circularが日本側に届きましたので、その予定等概要を御案内致します。多くの日本の関係者が参加される事を希望しております。日本側の国際組織委員は下記の者が分担しておりますので、詳細は下記にお問い合わせ下さい。

第5回テチス浅海域に関する国際シンポジウム

課題: 新生代を含むテチス地域関連の地質学・古生物学など地球科学全般の研究発表

開催地: チェンマイ (タイ国) Chiang Mai Phucome Hotel

開催地主催組織: チェンマイ大学理学部地球科学教室

本会議開催期間: 1999年2月1日～5日 (講演会と日帰り巡検)

参加登録料: 150 US\$, 同伴者100 US\$ (巡検参加費も同じ Before 15/12/1998の価格)
 プレ巡検と参加費: 1月29日～31日 (タイ北部の石炭系～ジュラ系): 400 US\$

日帰巡検と参加費: 2月3日 (チェンマイ付近の中生界下部～古生界上部): 50 US\$

(Leaders; Benjavun Ratanasthien, Sampan Singharajwarapan, Chongpan Chonglakmani Organizers; Chiang Mai University and Department of Mineral Resources)

日本での問い合わせ先:

〒305 つくば市天王台1-1-1筑波大学地球科学系 小笠原憲四郎

Tel: 0298-53-4302 or 4465, Fax: 0298-51-9764, E-mail: ogasawar@arsia.geo.tsukuba.ac.jp

(小笠原憲四郎)

学 会 記 事

日本古生物学会定例評議員会 (95・96年度, 第5回) 議事要録

平成9年1月29日(水) 9:30~12:30

於: 京都大学理学部2号館3階第5セミナー室

出席者: 斎藤会長, 池谷, 猪郷, 糸魚川, 小笠原,
小澤, 加瀬, 小泉, 高柳, 棚部, 鎮西,
野田, 濱田, 速水, 平野, 森, 八尾 各
評議員

委任状: 小島→小笠原, 木村→加瀬

欠席: 長谷川

書記: 安達, 上野 両庶務幹事

<報告事項>

1. 常務委員会および97-98年度評議員選挙・第17期学術会議会員候補者信任投票の結果報告(小笠原)

庶務: ①前回評議員会以降, 平成8年10月12日, 12月7日, 平成9年1月25日に東京大学理学部地質学教室において3回の常務委員会を開催し通常業務を処理した。②1997-98年度の評議員選挙の結果, 年会プログラムに掲載した25名(猪郷久義, 池谷仙之, 糸魚川淳二, 大路樹生, 大野照文, 小笠原憲四郎, 小島郁生, 小澤智生, 加瀬友喜, 北里洋, 小泉格, 斎藤常正, 瀬戸口烈司, 棚部一成, 鎮西清高, 富田幸光, 野田浩司, 長谷川善和, 濱田隆士, 速水格, 平野弘道, 前田晴良, 間嶋隆一, 森啓, 八尾昭)が当選した。また, 評議員選挙と同時に行われた第17期学術会議会員候補者信任投票において, 斎藤会長が信任された。③7月1日開催された地質関連5学会懇談会において, 科学研究費の審査員候補者として, 加瀬友喜(留任), 大路樹生(1位), 松岡篤(2位: 地質学会推薦), 瀬戸口烈司(3位)を推薦した。時限付細目「自然史」の審査委

員候補選出については, 自然史学会連合が対応する。また, 地球化学の1段審査委員候補について, 古生物学会からの推薦の要請があり, 大場忠道君を推薦した。④第17期の学術会議会員候補者に関する手続きは, 9月10日に登録団体としての認定があり, 信任投票の結果を受けて, 現在候補者として斎藤会長を推薦する手続きを準備中である。また, 今評議員会で推薦人と予備推薦人を決める必要がある。⑤文部省に対する平成9年度定期刊行物出版助成金の申請は, Paleontological Research とタイトルを一新して行った。⑥科学研究費成果公開促進 B は神奈川県立生命の星・地球博物館において公開講座を開催する事で申請を行った。⑦新欧文誌タイトル変更に係わる問題として, 郵政省に変更の申請を提出し, 今年1月9日付けでその変更認可が届いた。また, ISSN番号については, 現在, 国会図書館に手続きを取っている。会計: ①「報告・紀事」バックナンバー販売の結果, 180万円程の収益があった。②96年度決算に基づき, 97年度予算編成の方針を常務委員会で審議し, 予算案を準備した。本年度はバックナンバー販売による一時収入の結果, 大幅な赤字は免れたが, 実質的には赤字会計となっており, 会費の値上げを検討する時期である。行事: ①今回の京都大学での年会・総会とシンポジウムの調整, プログラムの作成発送, 英文タイトルを従来のものから若干変更した講演予講集の発刊等を行った。②次回の146回例会は豊橋市立博物館にて6月28~29日に開催予定で, シンポジウム「古生物学と博物館」およびロシア科学アカデミー古生物研究所の研究者2名を招聘しての記念講演会(学会は後援か共催になる予定)の企画も常務委員会で承認された。③文部省への科学研究費成果公開促進 B の申請期限等の都合で, 次回年会・総会開催地を神奈川県立生命の星・地

球博物館として、準備を進めている。147回例会開催地として、北海道大学理学部と兵庫県立人と自然の博物館があがっている。⑤九州大学での地質学会連合大会(10月10~12日)では、古生物学会主催でシンポジウムの募集を言っているが、既に1件(世話人小笠原ほかの「タフノミーと堆積過程-化石層からの情報解読-」)が提案され、常務委員会で承認受理した。シンポジウム開催申し込みの締め切りは3月末になっているので、追加の提案があった場合は開催校と相談して常務委員会等で検討する予定である。会員: ①前回評議員会以降、37名の入会申し込み、2名の退会、5名の逝去会員があった。国際交流: ①Paleontological Researchの発刊に合わせて、静岡大学にサーバーを置き学会のホームページを開設し、Call for paperとGuide lineのアナウンスを設置した。②約3万円を投資し、外国の雑誌2誌に対して新欧文誌の発刊・投稿等の宣伝を行った。欧文誌: ①「報告・紀事」184号が発刊され、96年度の出版を終了した。総頁数は333頁となった。②新欧文誌Paleontological Researchについては、今年度4月より第1巻第1号として発刊すべくデザイン、体裁、投稿規定等を検討して、ほぼその骨子がまとまった。化石: 61号(78頁)を12月に発刊した。特別号: ①No. 36(松丸国照君のTertiary larger foraminifera (Foraminifera) from the Ogasawara Islands, Japan)を12月に出版した。その決算額は201万円であった。②静岡大学で編集を行っていたNo. 37の1991-95年のBibliographyは原稿がそろい、12月2日に文部省に対して平成9年度の出版助成金を申請した。③No. 37でB5版サイズでの出版は終了となるが、No. 38以降の国際版サイズでの出版準備がほぼ固まった。常務委員会提案の新版特別号のカラー表紙デザイン案について資料を配布した。④常務委員会で検討の結果、特別号の担当校を九州大学から他の機関へ移す事も含めて、次期の評議員会で検討するように申し送る予定である。友の会: ①会員数は現在243名である。創設以来598名を受け付けたが、学会の正会員に85名、誤入会6名、退会264名等があった。②NTTとの共催で講演会を開催する予定である。

2. 会員の入退会報告(野田)

前回評議員会以降、普通会員37名の入会申し込み(桑山 龍, 木村敏之, 箕輪深雪, 足立敬一, 石井 透, Charles Scott King, 野呂美幸, 四宮義明, 片木一郎, 池田修一, 福島浩三, 弘畑佳之, 鴻巣麻子, 加世田祐作, 加藤昌子, Franz Fürsich, 白倉俊也, 中野 系, 中村羊大, 鎌滝孝信, 朝美清孝, 萩野恭子, 花方 聡, 石野 学, 亀高正男, 金井美恵子, 熊沢慶伯, 河瀨俊吾, 中山善彦, 小野輝雄, 大場穂高, 斎藤 良, 佐藤貴美子, 徐 垣, 鶴野 光, Mohamed Zaakera, 大和田正人), 2名の退会(西山久美子, 後藤芳央)を受け付けた。また逝去会員5名(高安泰助, 上田哲郎, 小貫義男, 吉田照喜, 香川良道)があった。60周年の貢献賞受賞者の大山盛保氏が逝去された。この結果、総会員数は1032名(普通会員679名, 特別会員286名, 名誉会員17名, 賛助会員10名, 海外会員40名(内1名特別会員))となった。

3. 賞の委員会報告(池谷)

11月29日に日本学術会議会議室において委員会を開催し、本年度学術賞候補者として松川正樹君を、論文賞候補者として松原尚志君, 甲能直樹君を選定した。今後、受賞候補者に対して、常務委員会における賞の委員会からの報告の後に内定の旨を通知し年会への出席案内を送ることとなった。

4. 第三次長期計画委員会(加瀬)

今期の委員会で検討した結果、取り組むべき主要課題として、科学研究費問題、後継者育成問題、普及書の出版、一般への普及と博物館との連携について等を中心とし、新評議員会に申し送ることとした。

5. 学術会議・研連報告(森, 八尾)

①地質科学総合研連(森): 「地質科学関係学協会連絡協議会」が設立され、佐藤正氏が世話人になっている。②古生物研連(森): 古生物タイプ標本のデータベース化とその保全に関する提言を自然史学会連合に対して行う。また、以前大学等へ行ったアンケートの結果は、今後公表する予定である。研連の見直し、縮小に関連して、古生物研連が専門委員会へ「格下げ」となる見込みである。③地質研連(八尾): IGCP科学委員会委員、

地質学関連のシンポジウム開催，研連の見直しについての現状等に関する審議がなされた。

6. 自然史学会連合報告（速水）

①現在，参加学会数が31となり，会員数合計は33,400名を越えた。②文部省からの依頼により，科学研究費時限付分科細目「自然史科学」の審査委員候補者12名（うち6名が正式な委員となる）の推薦を行った。選出にあたっては，参加学会を植物科学，動物科学，生物科学一般，地球科学の4分野に分け，それぞれの分野が3名の候補者を出す原案を了承し，これに従って選出した。③6名の方に学会連合の顧問を依頼した。④来年度から原則として1学会2万円の分担金を申し受けることとなった。

7. 学校科目「地学」関連学会間連絡協議会報告（平野）

新たに間嶋隆一，矢島道子の2氏が委員に加わった。現在協議会では，各学問分野での現状の紹介を行っている。

8. 化石友の会報告（小笠原代理）

財団の運営等に関連して，友の会の運営方法を見直す時期に来ている。

9. 編集状況報告

①欧文誌の編集状況（森）：184号を出版し，「報告・紀事」の出版事業はすべて終了した。現在，手持ち原稿は24編で，Paleontological Researchの第1巻第1号掲載の原稿はそろっている。②化石の編集状況（棚部）：61号を出版した。手持ち原稿は5編である。③特別号の編集状況（野田）：12月15日にNo. 36を出版した。No. 38以降の国際版への移行を検討している。論文の投稿1件を受け付けた。

<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（野田）

特別会員に17名（後藤道治，白石健雄，根本直樹，栗本史雄，栗田裕司，東洋一，伊佐治鎮司，井上恵介，上野勝美，大江文雄，金沢謙一，兼子尚知，鹿島薫，小泉明裕，甲能直樹，蜂矢喜一郎，本山功）が推薦され，投票の後全員が承認された。高柳洋吉君と木村達明君の名誉会員への推戴が確認された。

2. 学術賞・論文賞の決定（池谷）

学術賞，論文賞が下記のように決定した。

学術賞：松川正樹君「白亜紀陸水域の古生物学的研究」

論文賞：松原尚志君「Fossil Mollusca of the Lower Miocene Yotsuyaku Formation in the Ninohe district, Iwate Prefecture, Northeast Japan. Part 1. General consideration of the fauna」

甲能直樹君「Miocene pinniped *Allodesmus* (Mammalia: Carnivora); with special reference to the "Mito seal" from Ibaraki Prefecture, Central Japan」

3. 新欧文誌「Paleontological Research」の編集方針と投稿規定の変更（森）

表記議題について森委員から説明があり，編集規定と投稿規定の変更が承認された。EuropeanとAmerican Paleontologistsの2誌に新欧文誌「Paleontological Research」の宣伝を掲載し，約3万円を支出した。

4. 特別号の編集方針と投稿規定の変更（小笠原）

国際版化に伴う特別号投稿規定変更案に関して，常務委員会で検討することが承認された。編集の詳細は，次期編集委員長決定後に検討する。

5. 運営規則等の変更，特に常務委員会の新たな係りについて（小笠原）

常務委員会の新係り（渉外係，広報係）の担当する業務分担についての常務委員会案が示され，承認された。

6. 1998年年会・総会および例会の開催地について（平野）

1998年年会・総会は，科学研究費成果公開促進B（シンポジウム助成）の申請締め切り時期との兼ね合いもあり，すでに神奈川県生命の星・地球博物館での開催の準備を進めているが，この開催についてはここで正式に承認された。1999年年会・総会開催地は，6月の評議員会で決定する必要がある。次回の豊橋市立博物館での146回例会におけるシンポジウム案が承認された。147回例会（1998年度）の開催地として，北海道大物理学部での開催が承認された。

7. 決算報告 (加瀬)

加瀬委員より決算報告があり、承認された。この決算は間嶋隆一会計監査の監査を受けている。特別号会計に関連して、著者への一定量の買い取りを規定化してはどうかとの提案がなされた。ここ数年の会計の状況から判断すると、会費の値上げは避けられない状況である。

8. 次期評議員会への申し送り事項の確認

- ・ 常務委員会の係りの役割分担
- ・ 会費の値上げ
- ・ Paleontological Research の内容を充実し、国際誌をめざす
- ・ 特別号の活性化、スタイルの変更
- ・ 第三次長期計画委員会の立ち上げによる学会の将来像を委員会の引き継ぎ
- ・ 学会賞 (横山賞) の検討

日本古生物学会定例評議員会
(97・98年度、第1回) 議事要録

平成9年1月29日 (水) 13:30~17:30

於: 京都大学理学部2号館3階第5セミナー室

出席者: 鎮西, 濱田, 長谷川, 速水, 平野, 猪郷, 池谷, 糸魚川, 加瀬, 北里, 小泉, 前田, 間嶋, 森, 野田, 小笠原, 大野, 大路, 小澤, 斎藤, 瀬戸口, 棚部, 富田, 八尾 各評議員

委任状: 小畠→小笠原

書記: 安達, 上野 両旧庶務幹事

1. 会長選挙

投票の結果、池谷仙之君が会長に選出された。

2. 申し送り事項の紹介

「涉外」及び「広報」担当の役割について、会費の値上げについて、新欧文誌「Paleontological Research」の国際誌としての内容の充実等について、特別号の国際版への移行に関わる諸問題等について、第三次長期計画委員会の活動等について等の申し送り事項が紹介された。

3. 常務委員の選出

次の通り常務委員が選出された。庶務: 北里, 涉外: 大路, 会計: 加瀬, 行事: 間嶋, 会員: 平野,

国際交流: 小笠原, 広報: 大野, 欧文誌: 森, 化石: 棚部, 特別号: 富田, 友の会: 大花 (会長指名), 自然史学会連合: 速水 (会長指名)。

4. 会計監査の選出

候補者として、松川正樹君 (東京学芸大) (1位), 相田吉昭君 (宇都宮大) (2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、松川君に決定した)。

5. 賞の委員会半数改選

1997・1998年度の賞の委員会委員として瀬戸口烈司君と北里 洋君が選出された。

6. 第三次長期計画委員会の委員選出と役割について (加瀬)

第三次長期計画委員会は、第二次長期計画委員会の意向を受け、すでに実動している2つを含めた4つの小委員会からなる常設の委員会とすることとし、委員の任期は2年とすることが承認された。委員長には選挙の結果小泉 格君が選挙により選出された。また、すでに実動している普及書出版小委員会および一般への普及、博物館との連携小委員会の委員長には、それぞれ森 啓君と加瀬友喜君で続行することが承認された。科学研究費問題小委員会および後継者育成小委員会の委員長にはそれぞれ大野照文君と棚部一成君が選出された。

7. 事業計画・予算案の承認 (加瀬)

今年度事業計画、予算案について説明がなされ、それぞれ承認された。学会の財政回復のための方策を常務委員会で検討し、6月の評議員会に試案を提出することとなった。

8. その他

a. 総会次第の確認 (小笠原)

1997年度総会次第の確認が行われ、承認された。

b. 第17期学術会議会員推薦人について (小笠原)

推薦人を池谷君にまた予備推薦人を猪郷君にお願いし、書類等は旧庶務が整えることとなった。

c. 海外講読会員制度の導入について (加瀬)

次回評議員会までに試案をつめて提案することとした。

d. 「Paleontological Research」のサンプルコピーの送付について(加瀬)

送付先についての検討等は常務委員会に任することとした。

e. 賞の検討委員会の発足について(池谷)

学会賞について検討してはどうかとの発言を受け話し合われた結果、学会の賞全般に関し検討する委員会を発足させてはどうか等の意見が出された。この件については常務委員会で継続審議し、次回評議員会までに会長が取りまとめを行い、報告することとした。

* 1997年度第1回常務委員会は3月8日(土) 13:30より東京大学理学部地質学教室会議室にて行われる(予定)。

1997年総会報告

平成9年1月30日, 11:00~12:15: 於京都大学理学部, 参加者115名, 内委任状33名(定足数103名)

総会では平成8年6月評議員会(化石61号に掲載)および上記平成9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、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: 松川正樹君, 論文賞: 松原尚志君, 甲能直樹君), V. 新英文誌「Paleontological Research」の編集方針について, VI. 1996年度決算報告(議長交代: 新会長 池谷仙之君の就任挨拶), VII. 1997年度事業計画および予算案, VIII. 閉会

1996年度日本古生物学会論文賞

松原尚志君: Fossil Mollusca of the Lower Miocene Yotsuyaku Formation in the Ninohe district, Iwate Prefecture, Northeast Japan. Part 1. General consideration of the fauna. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 180, pp. 303-320, 1995.

岩手県門ノ沢地域はOtuka(1934)の門ノ沢層を主体にした貝類化石の記載報告とその後の

Otuka(1939)による日本列島新生代の古地理と貝類化石群の総括以来、本邦中新統を代表する地域として、多角的な数多くの古生物学的・地質学的研究がなされてきた。この門ノ沢地域の中新統層序は東北日本の標準地域の一つとして早くから注目され、特に微化石層序や年代層序などの研究は、この地域の研究成果を通して日本各地に普及伝搬していった経過がある。しかし、四ツ役層は微化石等の産出が乏しく、さらに年代決定に有効な微化石が得られなかった事から、浮遊性有孔虫のN8帯に対比されている門ノ沢層の年代に整合的に考える位置づけに終始してきた感があった。

松原尚志君は、この古典的と言える多くの地層区分がなされて来た地域で、精力的な野外調査を実施し、地域の層序と年代を一層明確にし、さらに産出が少なくその実体が曖昧であった四ツ役層から20種の二枚貝類、15種の巻貝類、1種の角貝類の計36種の豊富な貝類化石を採集し、後に慎重な記載分類を行った。その結果従来は未知であった *Vicaryella* や *Dosinia* などを発見するとともに、古生態学的に大きく2つの貝類群集が存在する事を示した。その1つは下部層から産する浅海内湾型の貝類群集で、詳細にはaからgの7つの群集を識別し、さらに上部層準から2つに細分される中・下部浅海帯の群集を報告した。さらにこれらの貝類化石と、その上位の門ノ沢層から産する類似の環境下に生息した群集を比較し、その組成的特徴が異なり、門ノ沢動物群には相当しない事を明確にした。そしてこれらの貝類化石群と瀬戸内地域の群集比較を行い、特に *Dosinia kawagensis* の産出と Arcid (*Hataiarca* 属) の無産出、さらに特異な *Vicaryella* 種に注目する事で、四ツ役層の貝類群集が初期中新世の明世動物群に対比される事を示した。これらの結果に基づき、従来東北・北海道地域における「中新世に熱帯海中事件」とか「最温暖期」と考えられてきた海洋環境の変遷について年代的・古環境的に再検討の必要が有ることを示した。そしてその対象地域が貝類組成の特徴に基づいて特定できる事、さらに古環境的には暖温帯から亜熱帯的海洋環境が初期中新世に東北地域から北海道までに至っていた事などで、従来の中新世の環境変遷史に対して

大きな修正をせまる結果を導いた。

松原君の実際の四ツ役層貝類の記載論文は、本論文に続く1002号論文 (No. 180) と1005論文 (No. 181) であるが、すでに後の着実で慎重な分類記載に基づく種属の年代的・古環境的特性評価に基づいた議論が、本論文中に十分に伺える内容である。本論文では古環境や年代的な問題で、今後検討すべき課題もあるが、多くの研究者が議論し得なかった問題を、着実な研究の積み重ねと既存資料の慎重な再検討に基づいて明確にした点は高く評価できる。

日本古生物学会は松原尚志君の努力と成果を高く評価し、ここに論文賞を贈り、今後一層の発展を期待する。

1996年度日本古生物学会論文賞

甲能直樹君: Miocene pinniped *Allodesmus* (Mammalia: Carnivora); with special reference to the "Mito seal" from Ibaraki Prefecture, Central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 181, pp. 388-404.

オットセイ、アザラシ、トドなどで代表される^{ききく}鯨脚類が、日本列島の新生代動物相の重要な一群を占めていたことが明らかになって来たのは、1980年代も半ばになってからのことである。Repenning と Tedford は、1977年、世界の第三紀アシカ科アザラシの膨大なモノグラフを著したが、西太平洋の記録は乏しく、僅かに日本列島から *Allodesmus courseni* の産出が、アメリカ合衆国自然史博物館に保存されていた頭骨部分の石膏標本をもとに示されている。この石膏標本は鹿間時夫が、栃木県宇都宮市のある神社に保存されていたという化石をもとに作成したとされたもので、原標本は第2次大戦中に失われたが、おそらく宇都宮市北部の中期中新世鹿股沢層から産出したものと考えられていた。しかし Repenning と Tedford が触れなかった「日本列島の哺乳動物の自然誌」(1944) の中で、著者の直良信夫は、茨城県水戸市の地層から、^{みみたぶ}“耳介無し”アザラシ化石の産出を述べ、標本は化石化のため歪んではいないが現生のゴマフアザラシに似た特徴があると書いている。

甲能直樹君の論文は、この直良の著書で触れられた水戸市産のアザラシ化石標本が鹿間の石膏模型の原型であるという立証から始まる。直良の没後、国立民族歴史博物館に寄託された彼のコレクションの中に“水戸市付近産”とラベルの付されたアザラシ頭骨標本があり、それが鹿間の石膏模型とまったく同一であることが確認されたからである。そして、この直良の原標本を詳細に検討するとそれは *A. courseni* とは形態的に異なり、標本は新種とされるべきもので、*Allodesmus naorai* と命名された。ついで、甲能君はこの新種の系統関係の解明を、外群比較による分岐分類学的解析により試みた。まず骨格の特徴を、頭蓋では29、下顎では1、歯系では10の形質に分けて検討し、それぞれについて、原始的、派生的形質状態を規定した。その上で、これまで日本列島の中新統から報告された *Allodesmus* 属の5種を内群に、その他の鯨脚類10グループを外群に設定し、これら15分類単位について上記40の形質状態を解析した。このようにして得られたデータ・マトリックスから、形質状態の変化の方向性を求め、*Allodesmus* 属の分岐図を描いた。それによると、新種 *A. naorai* は *A. packardii* と姉妹関係にあり、鼻先がつまって顔の巾広い Broad head 亜グループを作り、*A. kernensis* と *A. sinanoensis* は近縁種で、ともに鼻先がのびた Long head 亜グループを作る分岐関係が解明された。日本の中新世 *Allodesmus* は、すべて14~12Ma 期の暖温水塊に生息し、その後冷水塊の日本列島への進入とともに絶滅したものと思われる。

このように、甲能君の論文は、哺乳動物化石の理想的な研究方向を詳細な形質の観察・記載にもとづいて具現したもので、日本古生物学会は同君の努力と成果を高く評価し、ここに論文賞を贈り今後の一層の発展を期待する。

1996年度日本古生物学会学術賞

松川正樹君: 白亜紀陸水域の古生物学的研究

アジア大陸東縁に位置する日本は白亜紀高海水準期の海成層が広く分布するだけでなく、それらと複雑な指交関係を持った非海成層も各地に広く分布している。しかし日本の非海成層は国際対比

に有効な示準化石を産しないことから、それらの対比や動物群の研究は海成層に比べると多くの未解決の問題を含んでいた。そのような中であって松川正樹君は古生物学と地質学の広い視野をもって下部白亜系の研究を精力的に進め、日本だけでなく東アジアの下部白亜系の古生物学的研究に顕著な成果を上げてきた。

松川君の研究は1977年の山中白亜系の地質学的・古生物学的研究に始まる。1983年には詳細な地質調査と丹念な化石採集を基に二枚貝群集、アンモナイト類群集を詳しく解析して、山中白亜系を形成した古山中湾の詳しい復元を示した。この研究に並行して西南日本各地の白亜系を次々と丹念に調査し、日本に非海成下部白亜系の対比精度を年々高めていった。一連の非海成層とそこから産する軟体動物化石群集の解析から、1993年及び1995年には非海生二枚貝化石の群集や特徴種の産出は堆積環境の変化に対応して繰り返されることを明らかにし、その示準化石・示相化石としての分解能を明確に示した。さらに、この成果を基に広く東アジアの陸水域白亜系の対比の再検討を進めている。

松川君の研究は軟体動物化石の分類学・古生態学的研究にとどまらず、1984年頃より恐竜を始めとする脊椎動物の足跡化石の科学的研究を実施し、今日のわが国に於ける足跡化石の研究の発展

と議論の端緒を開いた。さらに同君は北米大陸西部において本格的な研究に従事し、彼の地の研究者と共に dinosaur freeway という用語を提唱し、足跡化石の研究を恐竜類の古生態学に貢献する水準にまで発展させた。これらの研究は広く国の内外の学術誌に掲載され、多くの研究者の注意を喚起している。また同君は国際的な学術誌の編集委員を務め国際的に活躍している。

以上の松川君の研究成果は、それぞれが単独で主として前期白亜紀の陸水域の古生物学的理解を著しく高める内容であるだけでない。近年は、日本はもとより東アジアの各地の海成層から得られたアンモナイト類化石群集を用いて前期白亜紀の暖流・寒流の流路の復元を試み、陸水域から得られた成果をこれに総合して、さらに堆積学、テクトニクスの専門家とも共同で研究を押し進めている。その結果、日本のみならず東アジアの白亜紀の古地理・古環境の復元にまで至り、古生物学の研究からテクトニクスを含む地史の解明にも貢献しつつある。

この様に、松川正樹君は日本の伝統的な化石層序学の実績の上に、新しい見方、総合的な解析の仕方を導入して、研究の水準を高めるのに大きく寄与した。よって、日本古生物学会は、同君のこれまでの貢献と努力を高く評価し、学術賞を贈って今後の一層の発展を期待する。

1996年度一般会計決算および1997年度一般会計予算

収入の部

科目	予算額	決算額	1997年度予算額
前年度繰越金	1,551,397	1,551,397	1,255,448
学会基金	1,330,000	0	1,600,000
会費収入	8,100,000	7,893,784	8,100,000
普通会员	4,400,000	4,459,000	4,500,000
特別会員	2,355,000	2,276,500	2,355,000
賛助会員	345,000	300,000	345,000
外国会員	150,000	156,094	150,000
友の会会員	850,000	702,190	750,000
会誌等売上	1,400,000	2,431,240	800,000
報告紀事刊行助成金	1,370,000	1,420,000	1,420,000
広告料 (化石)	315,000	300,000	360,000
国際交流基金	300,000	120,463	300,000
醸金	100,000	0	100,000
利息	15,000	8,071	8,000
年会例会参加費	800,000	1,294,000	1,200,000
報告紀事著者負担金	0	0	0
雑収入	55,000	106,955	80,000
計	15,336,397	15,125,910	15,223,448

学会基金 (定額貯金5,000,000)
 研究委員会等助成基金 (2,330,000)

支出の部

科目	予算額	決算額	1997年度予算額
会誌発行費	6,900,000	7,199,661	7,000,000
会誌送料	1,000,000	666,710	700,000
通信・運搬費	1,000,000	948,671	1,000,000
諸印刷費	700,000	730,444	1,330,000
業務委託費	2,100,000	1,745,716	1,800,000
研究委員会等助成費	300,000	0	300,000
国際交流補助費	300,000	120,000	300,000
雑費	2,170,000	2,459,260	2,332,000
振替手数料	40,000	27,058	40,000
庶務事務費	60,000	72,796	70,000
編集費	150,000	181,200	200,000
謝金	450,000	458,190	450,000
年会例会会場費	500,000	500,000	500,000
IPA 会費	20,000	21,090	22,000
賞関係費	350,000	16,213	350,000
消耗品費	100,000	80,426	100,000
学会図書整備費	100,000	100,000	100,000
その他	400,000	1,002,287	700,000
予備費	866,397	0	461,448
次年度繰越金	0	1,255,448	0
計	15,336,397	15,125,910	15,223,448

1996年度特別号会計決算および1997年度特別号予算

収入の部

科目	予算額	決算額	1997年度予算額
前年度繰越金	3,493,841	3,493,841	1,709,600
特別号売上	1,000,000	584,830	1,000,000
利息	60,000	6,876	15,000
刊行助成金	1,333,000	0	577,000
合 計	5,886,841	4,085,547	3,301,600

支出の部

科目	予算額	決算額	1997年度予算額
謝金	40,000	40,000	40,000
販売促進費	30,000	0	20,000
事務雑費	50,000	20,340	30,000
Bibliography 原稿作成費	60,000	300,000	60,000
特別号印刷費	1,933,310	2,015,607	726,871
予備費	3,773,310	0	2,424,729
繰越金	0	1,709,600	0
合 計	5,886,841	4,085,547	3,301,600

会員の入・退会の受付（1997年3月8日常務委員会提出分）

入会: 普通会員2名（吉川博章, 藤本艶彦）, および退会7名（朝賀正義, 里見和久, 於保幸正, 大山直見, 浅井秀彦, 岡嶋 昭（以上普通会員）, 竹内貞子（特別会員））を受け付けた。

1997年3月8日現在の会員は, 普通会員675名, 特別会員285名, 名誉会員17名, 賛助会員10名, 海外会員40名（内特別会員1名）の計1,027名で, 1997年1月25日現在の会員数に比べ5名減である。

会員の入・退会の受付（1997年5月24日常務委員会提出分）

入会: 普通会員12名,（内野温子, 内田淳一, 添田雄二, 栗原敏之, 伊達芳正, 井上貴央, 棕田崇生, 東條文治, 田中宏明, 荒井晃作, 藤田和彦, 松村由利子）および退会4名（藤田郁男, 西田範行, 大房盛彦, ジャパンエナジー石油開発(株)探査部）を受け付けた。また逝去会員1名（今村外治）が

あった。

1997年5月24日現在の会員は, 普通会員684名, 特別会員284名, 名誉会員17名, 賛助会員9名, 海外会員40名（内特別会員1名）の計1,034名で, 1997年3月8日現在の会員数に比べ7名増である。

行事予定

◎1997年例会（第146回例会）は, 1997年6月28～29日に豊橋市自然史博物館で開催の予定です。

◎1997年10月10～12日に九州大学で開催される地質学会104回年会では, 古生物学会主催でシンポジウム「タフオノミーと堆積過程—化石層からの情報解読—」（世話人 小笠原憲四郎ほか）が予定されている。

◎1998年年会・総会は1998年1月30日～2月1日に, 神奈川県立生命の星・地球博物館で開催の予定です。

1997年地球化学研究協会学術賞「三宅賞」の受賞候補者および研究助成候補者の推薦依頼について

地球化学研究協会より「三宅賞」および研究助成候補者の推薦依頼が来ております。「三宅賞」として推薦したい候補者をお持ちの方、あるいは地球化学研究協会から研究助成を受けたいとお考えの方は、古生物学会庶務（北里）までご連絡下さい。検討の上、学会として推薦いたします。また、内容の詳細をお知りになりたい方も庶務までご連絡下さい。なお、推薦の締め切りは8月31日となっておりますので、できるだけ早くご連絡いただけますと幸いです。

庶務: 北里 洋 (TEL: 054-238-4793, FAX: 054-238-0491, e-mail: sbhkital@sci.shizuoka.ac.jp)

自然史学会連合の活動報告

- 1996年8月1日に国立科学博物館分館で自然史学会連合の臨時総会を開き、次の事項を審議決定した。①日本動物行動学会、日本生物地理学会の連合への参加を承認した（その結果、参加学会数は30、会員数合計は33,400名以上となった）。②平成9年度より科学研究費時限付分科細目「自然史科学」が正式に認められ、文部省より自然史学会連合に推薦を依頼された審査委員候補者12名（うち6名が正式に委員となる）を参加各学会から各1名推薦された者の中から選出した。参加学会を植物科学・動物科学・生物科学一般・地球科学の4分野に分け、それぞれの分野が3名の候補者を出す原案を了承し、これに従って選出した。
- 1996年10月26日に東京大学教養学部で連合

の定期総会を開き、次の事項を審議して合意した。①日本蜘蛛学会の連合への参加を承認した（参加学会数は31となった）。②加納六郎・丸山工作・小野勇一・尾本恵市・岩槻邦男・佐藤 正の6氏にとりあえず1年間の任期で連合の顧問をお願いする。③来年度から原則として1学会2万円の分担金を申し受ける（ただし各学会の事情は考慮する）。④来年度以降もシンポジウムを行う。⑤科学研究費審査委員の改選が必要になった場合には今回の方針を踏襲するが、今回正式の委員を出さなかった学会からの推薦者を優先する。⑥日本動物学会で提唱しているガイアリスト21計画を支援する。⑦自然史関係の学史資料の保存につき情報交換し、アーカイブズの建設を目指す。⑧古生物研究連絡委員会から要望のあった学術標本保全・利用を自然史共通の問題として提言することを考える。⑨ホームページを開設する。⑩現在進行中のユニバーシティミュージアム、サイエンスミュージアム、国立科学博物館における自然史博物館の計画を全面的に支援しこれらに協力する。

3. 同日、引き続き自然史学会連合第2回シンポジウム「未来へ向けての自然史教育を探る」を行った。講演者・題名は、速水 格「みんなの科学、自然史」、矢島道子「今、子供に自然史を」、杉浦宏「本当の自然の海を残すために」、中静 透「森の時間、人の時間」、樋口広芳「鳥の渡りと地球環境の保全」、ジョージ・B・シャラー「野生のいのちを考えるー自然と生命との相関の不思議」（第4回コスモス国際賞受賞記念講演）。

文責: 速水 格（以上は連合の正式の議事録ではありません）

1996年度（平成8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館 c/o 財団法人自然史科学研究所

国外の出版物・定期刊行物

Australia:

Records of the South Australian Museum, vol. 28, pt. 2 (1995); vol. 29, pt. 1 (1996).

Austria:

Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 97A-B (1995).

Belgique:

Bull. de l'Inst. roy. des Sci. Natur. de Belgique, vol. 66 (1996).

Canada:

Geological Survey of Canada Bulletin, 424, 491, 499 (1996).

China:

Acta Geologica Sinica, vol. 70, nos. 1-4 (1996).

Acta Geologica Sinica (English edition), vol. 8, no. 4 (1995).

Annual Report, Chinese Academy of Geological Sciences (1994).

Vertebrata Palasiatica, vol. 34, nos. 1-2 (1996).

Czech:

Acta Musei Moraviae, vol. 80, nos. 1-2 (1995).

France:

Documents des Laboratoires de Géologie Lyon, nos. 138-142 (1996).

Mémoires de la Soc. géol. de France, n. s., no. 170 (1996).

Bull. du Muséum Natn. d'Histoire Natur., sec. C, t. 18, no. 4 (1996).

Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. elf aquitaine, vol. 20, no. 1 (1996).

Index 1994 des périodiques Français des sciences de la terre, t. 167, no. 2 (1996).

geodiversitas, t. 19, no. 1 (1997).

Germany:

Geologisches Jahrbuch, Reihe A, H. 141, 148 (1995).

Hungary:

Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae, sec. Geol., t. 30 (1995).

Hantkeniana. Barnabás Céczy Jubilee Vol., Budapest (1995).

Israel:

Geological Survey of Israel Current Research, vol. 10 (1996).

Geological Survey of Israel Bulletin, 85 (1996).

Italy:

Paleopelago, vol. 5 (1995).

Bollettino della Societa Paleontologica Italiana, vol. 34, no. 2 (1995).

Geologica Romana, n. s., vol. 31 (1995).

Paleontologia Lombarda, n. s., vols. 4-6 (1996).

Poland:

Geological Quarterly, vol. 40, nos. 1-4 (1996).

Biuletyn Państwowego Institute Geologicznego, no. 373; no. 374 (1996).

Russia:

Bulletin of the Geological Institute, Academy of Sciences, no. 253 (1992), no. 256 (1993), no. 258 (1994), no. 261 (1994).

Palaeontological Journal, 1994-no. 4, 1995-no. 4, 1996-nos. 1-4.

South Africa:

Navorsinge, vol. 11, deel 7 (1995), deel 9 (1995), part 10 (1995); vol. 11, deel 8 (1995), deel 11 (1995), part 12 (1995).

U. K.:

Bulletin of the Natural History Museum, Zoology Series, vol. 62, nos. 1-2 (1996).

U. S. A.:

Proceedings of the California Academy of Sciences, vol. 49, nos. 1-2 (1995), nos. 3-4 (1996), nos. 7-11 (1997).

Smithsonian Contributions to Paleobiology, nos. 80, 82 (1996).

U. S. Geological Survey Professional Paper: 1266 (1996), 1387, 1404-I, 1404-J (1996), 1406-A, D (1995), 1408-A, 1409-F, 1410-B, 1421-B, 1422-B, 1497-B, D, 1538-K, 1550-A, 1555, 1556, 1560, 1563, 1564, 1565-B (1966), 1567 (1995), 1568 (1996).

国内の出版物・定期刊行物 (順不同)

瑞浪市化石博物館研究報告. no. 23 (1996).

Ocean Research Institute, University of Tokyo. Publication Inst. 1994-1995.

秋吉台科学博物館報告. no. 30 (1995).

新潟大学理学部研究報告. E類, no. 10 (1995).

北海道開拓記念館だより. 1996-5, 7, 9, 11.

北海道開拓記念館調査報告. no. 35 (1996).

北海道開拓記念館研究報告. no. 24 (1996).

「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 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、著者自身が黒の活字またはタイプライターで作成する。

f. 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.

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

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

Howe, H. V., 1963. Ostracoda of the genus Eucythere from the Tertiary of Mississippi. Jour. Paleont., 10, 143-145.

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, (copyright) は、日本古生物学会に帰属する。

別刷についてのお知らせ

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

○別刷代金は次の式で算定されます：

$$(P \times 10 + 60) \times N$$

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 東京都練馬区豊玉北 2-13-1

學術図書印刷株式会社 TEL 03-3991-3754

FAX 03-3948-3762

平成8年4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、著者全員の上承により代表して署名します。 <div style="text-align: center;"> 代表者氏名 (ご署名下さい) _____ 日付 _____ </div>										
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			

HIGH QUALITY
LOW PRICE

【EARTH SCIENCE EDITING】

地球科学論文の英文校正

★あなたの研究の国際的インパクトが飛躍的に増します！

★研究能率が上がり、論文生産性が高まります！

◆古生物学 ◆堆積学 ◆土木地質学	◆古生態学 ◆地球科学	◆古生物地理学 ◆海洋地質学	◆地質学 ◆第四紀地質学
Journal articles	Abstracts	Theses	
Monographs	Proceedings Volumes		Symposia Volumes
Research Proposals	Meeting Announcements	Newsletters	

- ☆ あなたの研究成果をより効果的に世界に伝えるため、プロの**NATIVE SPEAKER**が格調高い英文に校訂します。
- ☆ 文法・構文・スペル・用語法をチェックし、論文形式など目的に適した英文スタイルに修正します。
- ☆ 私達は米国地質調査所で20年以上の研究歴を持ち、主として北太平洋地域の地質や古生物に関する100篇以上の論文を発表した実績を持つ地球科学の専門家(Ph D) 集団です。
- ☆ 私達の中には、学術振興会の招聘研究者として、長期間に渡り日本滞在の経験を持つ者がいます。日本の研究者の書かれる独特の英文の表現法を十分に理解しております。
- ☆ 私達は長年、日本の方々の地球科学論文の英文校正をやってきたベテランです。

- 原稿はファックス、電子メールまたは郵便でお送りください。
- 迅速に、ご要望に応じて、手修正原稿、電子メール原稿、またはレーザー印刷原稿でご返送します。
- 料金はA4、ダブルスペース、10頁の原稿で、15,000～20,000円程度です。ただし、校正料は所要時間に基づいていますので、修正が少なければもっと安くなります。
- 支払方法：校費、科研費、公費、私費。銀行振込、小切手、または国際為替。

EARTH SCIENCE EDITING
8 TYNAN WAY
PORTOLA VALLEY
CALIFORNIA 94028, USA

E-MAIL : lmarin@best.com
FAX : +1(650) 851-2310
TEL : +1(650) 851-1910
WWW : <http://www.best.com/~lmarin/>

※ 上記のFAX、TEL番号は1997年8月1日からのものです。8月1日以前については「化石」61号をご参照下さい。

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



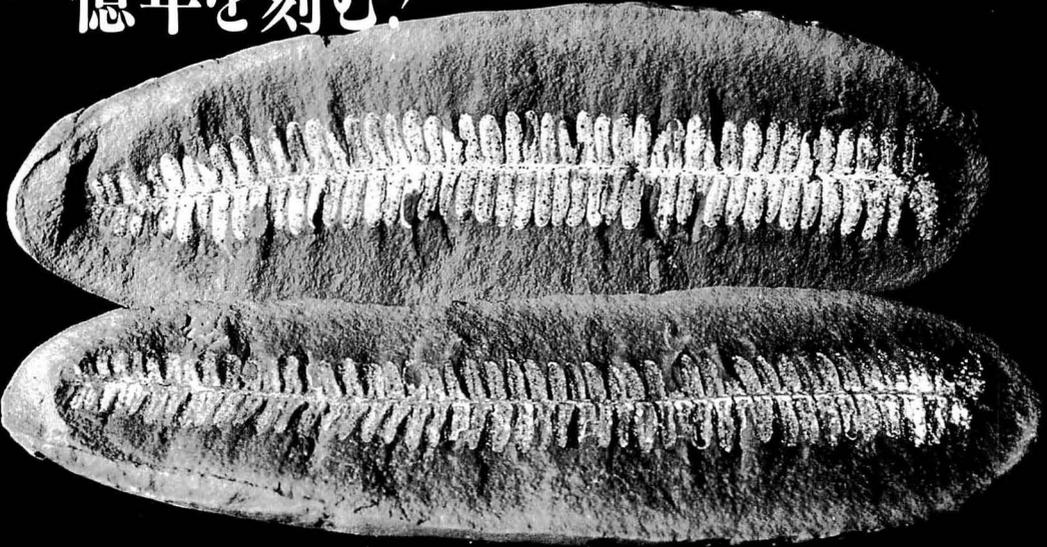
大礫石村

〒377-07 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

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せいせいご利用くださいませ。]



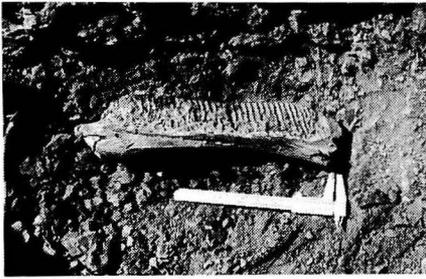
Fossils, Minerals & Rocks

株式
会社 **東京サイエンス**

本 社 〒150 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 紀伊屋書店新宿本店1F TEL.03-3354-0131(大代表)

TOKYO SCIENCE CO., LTD.

外国産実物化石標本販売



当社の恐竜クォーリー モンタナ アメリカ

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

その他、各種一級品の化石を各種とり揃えて、来社をお待ちしています。

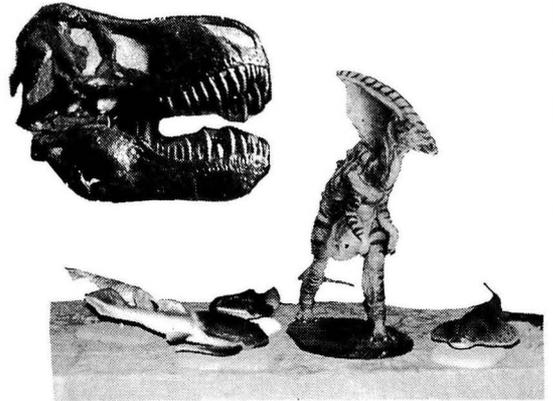
アンモナイト ￥300～
 三葉虫 ￥300～
 鯨の歯 ￥250～
 魚化石 ￥500～



軟骨魚類 クセナカントス ペルム紀

古生物の生体復元模型と化石の複製

三葉虫から恐竜、人類まで各種



好評発売中！ 図説 哺乳類の進化

定価 13,000円（税込）

所在地：〒408
 山梨県北巨摩郡長坂町大八田 657-5

TEL：0551-20-4300

FAX：0551-20-4301

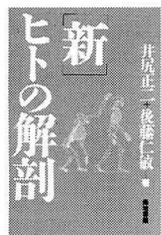
2億年前、恐竜とはほぼ同じ時期に、この地球に姿を現わした哺乳類の歴史を、300点を超える復元図と、豊富な図版で書き表わした動物世界への最良入門図書。

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

株式会社 テラハウス

新・ヒトの解剖

井尻正二+後藤仁敏[著] ●新刊 2,136円+税



古生物学者と解剖学者が協力して書き下ろした、人体の解剖学。

解剖実習をささえる献体の意義や、歴史的に人体がかかえている矛盾や機能障害、セクシュアリティや老化、労働力としての人体の考察や労働の人体への影響についても考察した。「人体」という視点から自然科学と社会科学を俯瞰するユニークな科学書。

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+税

●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。

新・人体の矛盾

井尻正二+小寺春人[著] ●3刷 1,845円+税

●地質学雑誌評=単なる人体の解剖学に関する解説書ではなく、古生物学的進化論を人体の器官を例として展開したものであり、古生物学者にたいしても、示唆に富む多くの問題が記されている。

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。

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+税

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)

- ①埼玉の自然をたずねて ●改訂新版5刷 1,600円+税
- ④東京の自然をたずねて ●改訂新版4刷 1,650円+税
- ⑦広島地質をめぐって ●増補版4刷 1,456円+税
- ⑧茨城の自然をたずねて ●改訂新版 1,800円+税
- ⑨栃木の自然をたずねて ●改訂新版 1,800円+税
- ⑬静岡の自然をたずねて ●改訂新版2刷 1,800円+税
- ⑰愛媛の自然をたずねて ●改訂版 1,800円+税
- ⑱宮城の自然をたずねて ●2刷 1,800円+税
- ⑲千葉の自然をたずねて ●3刷 1,800円+税
- ⑳神奈川の自然をたずねて ●2刷 1,800円+税
- ㉑佐賀の自然をたずねて ●新刊 1,800円+税
- ㉒長崎の自然をたずねて ●近刊(年内刊行予定)
- ㉓鳥取の自然をたずねて ●新刊 1,800円+税
- ㉔東海の自然をたずねて ●新刊 1,800円+税

話題の新刊・好評の既刊書

日本全国化石採集の旅 [正][続]

大八木和久[著] 各冊とも2,200円+税 ●正編2刷

大阪層群と中国黄土層

自然環境の変遷をさぐる
市原実[著] ●新刊 3,500円+税

日本の長鼻類化石

亀井節夫[編著] 10,000円+税 ●在庫僅少

恐竜 その発生と絶滅

スウィントン[著] 小島郁生[訳] ●新装版 1,900円+税

地学ハンドブック [第6版]

大久保雅弘+藤田至則[編著] ●2刷 2,200円+税

さまよえる大陸と海の系譜 [新訂版]

アンデル[著] 卯田強[訳] ●新訂版 3,786円+税

海の自然史

アンデル[著] 水野篤行+川幡穂高[訳] 3,500円+税

日本列島の成立 環太平洋変動

藤田至則[著] ●新版2刷 3,390円+税

日本海の成立 生物地理学からのアプローチ

西村三郎[著] ●3刷 1,900円+税

地質・古生物・貝類の 古書・新刊書販売

年に3回の目録販売のほか、主に日本国内を取り扱った
文献・絶版書・専門書・地質図等を探求いたします。



※古書目録ご希望の方は、ハガキ・FAX等でお問い合わせ下さい。(無料)

※現在取り扱い古書

(主に地質・古生物・海洋・貝類・動物・植物等の文献と入門書)

- ・ 学術雑誌・機関紙・図鑑・目録
- ・ 学術報告書・展示目録・地質図等

※自費出版されている図鑑・書籍なども取り扱っています。

御不要の雑誌・書籍の御整理は自然書房へ御申し付け下さい。

自然科学専門目録販売

古書 自然書房

〒262 千葉市花見川区千種町205-4-202

TEL&FAX 043(258)2646

留守番電話とFAXは24時間受付しております。

IMC

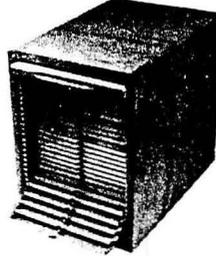
調査機器から研究機材まで



ピック型
ハンマー
(ナイロン柄)
600 g, 850 g

チゼル型
ハンマー
(ナイロン柄)
600 g, 800 g, 850 g

マイクロスライドキャビネット
(有孔虫スライド500枚用)



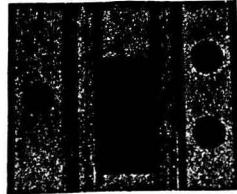
標準フルイ



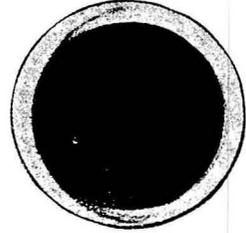
〔各種サイズ〕
#メッシュ



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 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〉

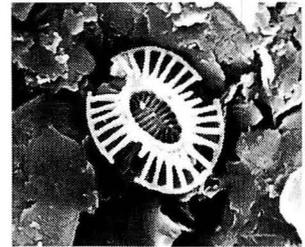
環境を植物と地質・土壌の関わりより考えます。
環境調査、地質調査、土壌調査、湖沼調査

〈人類の歴史の解明に〉

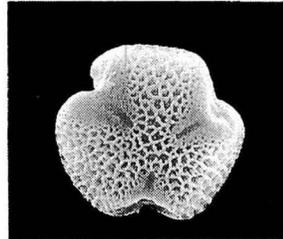
遺跡調査、遺構・遺物調査、立地調査

〈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

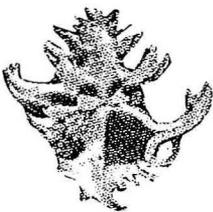
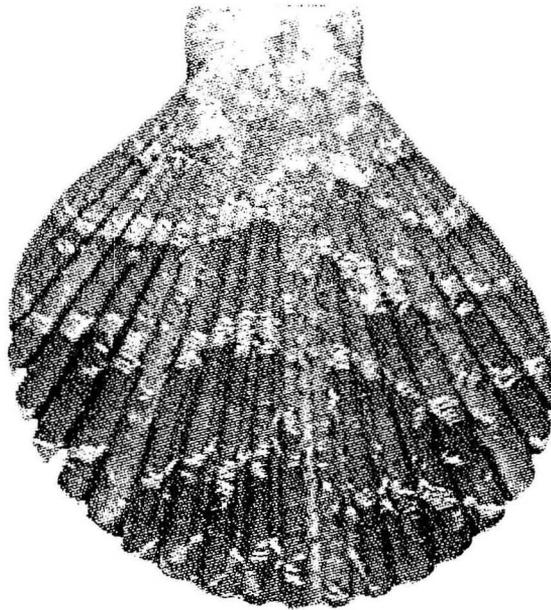


ミヤマガマズミ花粉

パリオ・サーヴェイ株式会社

本社 〒103 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 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3
TEL 0274-42-8129 FAX 0274-42-7950

- ◎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。



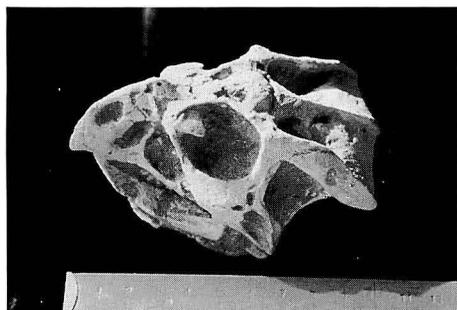
有限会社 沖縄シエル

担当者 松川

〒901-21 沖縄県浦添市港川564-3 E-5

PHONE/FAX 098 (874) 3126

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。

PLANET 有限会社 プラニー商会

〒160 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

会員名簿作成についてのお願い

日本古生物学会では通常2年毎に会員名簿を修・訂正し、これを別冊で発行しています。本年度も会員各位に会誌や諸連絡が敏速且つ確実に届くべく会員名簿の修・訂正を行います。つきましては、名簿をご覧頂き住所・連絡先などの修・訂正がございましたら、綴じ込みの会員名簿用カードにご記入の上、8月10日までにお知らせ下さい。なお、今回から名簿に電子メール番号も掲載する予定ですので、住所・連絡先に変更のない方でも、アドレスをお持ちの方は、葉書、ファックス、またはメールにて会員係へ番号をお知らせ下さい。なお、期限が過ぎましても住所変更等がございましたら、そのつどご連絡下さい。

日本古生物学会、会員係 平野弘道（早稲田大学教育学部地学教室）、Fax 03-3207-4950
電子メール hhirano@mn.waseda.ac.jp

会員名簿用カード

(年 月 日届)

ローマ字		生年月日	年 月 日
氏名		専門	
自宅住所	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>	電子メール (電話 - -) () Fax.	

所属先住所 および名称 (社名・部課名まで)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>	電子メール (電話 - -) () Fax.	

連絡事項

希望される会誌等学会からの連絡先を御指示（丸印）下さい。

会員名簿用カード

(年 月 日届)

ローマ字		生年月日	年 月 日
氏名		専門	
自宅住所	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>	電子メール (電話 - -) () Fax.	

所属先住所 および名称 (社名・部課名まで)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>	電子メール (電話 - -) () Fax.	

連絡事項

希望される会誌等学会からの連絡先を御指示（丸印）下さい。

郵便はがき

1 6 9 - 9 1

50 円
切手
貼付

東京都新宿区西早稲田一―六―一

早稲田大学教育学部地学教室

日本古生物学会会員係

平野弘道行

郵便はがき

1 6 9 - 9 1

50 円
切手
貼付

東京都新宿区西早稲田一―六―一

早稲田大学教育学部地学教室

日本古生物学会会員係

平野弘道行

“化石”バックナンバーの在庫

(価格は送料込み)

[増刊号]	コロキウム：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]	石灰質ナン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的意義，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]	ステラーカイギョウ，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)

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

1997年6月25日印刷

1997年6月30日発行

発行者 日本古生物学会

113 東京都文京区本駒込5-16-9

日本学会事務センター内

化石第62号

編集者 化石編集委員会

印刷者 学術図書印刷株式会社

TEL (03) 3991-3754

Fossils

Number 62

June 30, 1997

Contents

Application of optical structure of foraminiferal test walls to analyze the ecology and paleoecology	Ritsuo Nomura	1
Geological age of the Hamada Formation in the eastern Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture	Harumi Sugawara, Toshiyuki Yamaguchi and Tetsuya Kawabe	15
Size changes of bivalves and a hypothesis about the cause of mass extinction	Itaru Hayami	24
Middle Permian radiolarian fossils from the acidic tuffs of the Kanayama and Fukuji areas in the Hide "Gaien" Terrane, central Japan	Masaki Umeda and Yoichi Ezaki	37
Norimitsu Watabe: "Biomineralization"	Yokichi Takayanagi	45
Nojiri-ko Excavation Research Group (ed.): Natural history and hominid during the last glacial stage - Progress of the Nojiri-ko excavation since 1962	Akira Yao	47
Obituary: Prof. Fred B Phleger (1909-1993)	Taro Kanaya	48
News on the Shallow Tethys 5, Chiang Mai, Thailand	Kenshiro Ogasawara	51
Proceedings of the Society		52

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

The Copyright Council of the Academic Societies
41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107, Japan
Phone: 81-3-3475-4621
Fax: : 81-3-3403-1738

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive
Danvers, MA 01923, USA
Phone: (508) 750-8400
Fax: (508) 750-4744