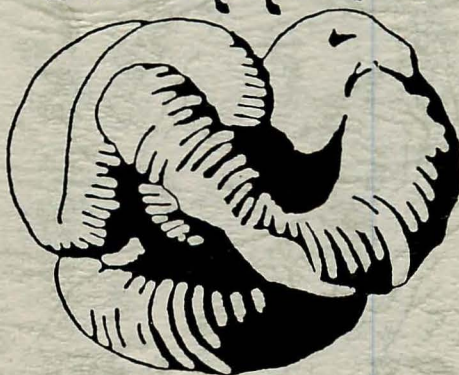


化石 69

平成13年 3 月

Palaeontological
Society of Japan



日本古生物学会

「化石」編集委員会(1999-2000年度)

委員長：池谷仙之，幹事：塚越 哲

編集委員：天野和孝，金沢謙一，北村晃寿，小竹信宏，西 弘嗣，真鍋 真

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

「化石」の編集方針

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

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

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

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

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

化石 69 号

2001 年 3 月

目 次

論説

- 下北半島東部近川付近に分布する浜田層の有孔虫化石群根本直樹・吉本直一 1
リュウキュウサルボウ亜科 (Anadarinae) の分子系統と分類形質松本政哲・速水 格 25

書評

- 化石研究会編：化石の研究法 ―採集から最新の解析法まで―鎮西清高 35
ピーター・D・ウォード著 (犬塚則久訳)：マンモス絶滅の謎真鍋 真 36

国際会議報告

- 第1回中生代および第三紀十脚甲殻類ワークショップ参加報告柄沢宏明・加藤久佳 37
学会記事・その他 40

複写される方へ

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

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 学術著作権協会
TEL: 03-3475-5618 FAX: 03-3475-5619 E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

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

「化石」投稿規定
(1988年1月27日制定)
(1999年編集部移動に伴い一部改訂)

1. 原稿の種類

邦文で書かれた古生物学に関する原著論文・短報・解説・論壇(評論・討論・アイデア・主張など)・新刊紹介・書評・抄録・ニュースその他の記事。

2. 原稿の分量と体裁

- a. 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頁に脚注として著者の所属機関を記す。

3. 投稿

- a. 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。

〒442-8529 静岡市大谷836

静岡大学理学部地球科学教室

日本古生物学会「化石」編集部

5. 著者の責任

- a. 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

- a. 原稿は400字詰め、横書き原稿用紙を使用する。ワードプロセッサ使用の場合もこの規格に合わせるか、1頁を400字の倍数とし、原稿にそのむね明記する。
- b. 文章は「である体」とし、現代かな使い、当用漢字を用いる。ただし、固有名詞や学界での慣用の術語はこの限りでない。句読点は、. . . を用いる。欧語綴りの人名を引用する場合は、タイプするか活字体で明瞭に記し、小キャピタル字体は用いない、また、生物の学名はタイプする

か活字体で明瞭に記し、学名や変数のイタリック体の指定を行う。

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

(例)

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

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

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

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

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

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

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

付記:「化石」誌を欧文で引用する際には、次のようにされたい。

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

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

論 説

下北半島東部近川付近に分布する浜田層の有孔虫化石群

根本直樹*・吉本直一**

Foraminiferal fossils from the Pleistocene Hamada Formation
in the Chikagawa area, eastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan

Naoki Nemoto* and Naokazu Yoshimoto**

Abstract Foraminiferal fossils from the Pleistocene Hamada Formation in the Chikagawa area, eastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan, are examined to reconstruct the depositional environment of the formation.

Eleven species of planktonic foraminiferal fossils were identified among 16 samples. Common occurrence of *Globigerina quinqueloba* and *Neoglobobquadrina incompta*, and co-occurrence of *Globorotalia inflata inflata* and dextral *Neoglobobquadrina pachyderma* in the lowermost part of the Chikagawa Sandstone Member suggests that most of the member and the overlying Okunai Siltstone Member are Lower Pleistocene.

One hundred and thirty two species of benthic foraminiferal fossils were identified among these samples. Q-mode cluster analysis shows that 16 samples are divided into three clusters. Almost all the samples from the Chikagawa Sandstone Member belongs to Cluster 1. Cluster 2 is recognized near the boundary between the Chikagawa Sandstone Member and the Okunai Siltstone Member. Cluster 3 is recognized in the middle of the Okunai Siltstone Member. Faunal composition implies that each cluster is indicative of a distinct environment: Cluster 1, the outer sublittoral to uppermost bathyal where foraminiferal tests transported from the inner to middle sublittoral; Cluster 2, the inner to middle sublittoral influenced cold current; Cluster 3, the cold inner sublittoral.

The stratigraphic distribution of the clusters indicates that relative sea-level fall and cooling occurred during the final depositional stage of the Hamada Formation. The relative sea-level fall was controlled not only by the eustasy but also tectonic uplift related with shift of the boundary fault of sedimentary basin, such as the Shimokita Fault. The cooling event recognized in the uppermost part of the formation might reflect the establishment of the Oyashio Cold Current.

はじめに

新生代後半は、大局的に見れば寒冷化の歴史である。北半球では 7 Ma に氷床の発達が始まり

*弘前大学理工学部地球環境学科 Department of Earth and Environmental Sciences, Hirosaki University, Hirosaki, Aomori 036-8561, Japan

**北海道大学大学院地球環境科学研究科 Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0810, Japan
2000年5月22日受付, 2000年11月16日受理

(Larsen *et al.*, 1994), その後数次にわたる段階的寒冷化を経て (Koizumi, 1986; Sancetta and Silvestri, 1986), 更新世には北太平洋域に親潮が成立したとされる (Ogasawara, 1994; Suzuki and Akamatsu, 1994; 古屋, 1995). また, 氷床の消長に伴う振幅100 m を越える氷河性海水準変動が, 鮮新世以降の日本列島の隆起・離水と相まって, 各地でさまざまな環境変動を引き起こした。北日本の上部鮮新統～下部更新統より産す

る化石相はこれらの環境変化を記録しており、これまで主として軟体動物化石に基づいて古環境の変遷過程が推定されてきた（例えば小笠原, 1996; Suzuki and Akamatsu, 1994）。筆者らはこれまで北日本の上部鮮新統～下部更新統より産出する底生有孔虫化石群集の究明を目的とし、青森県津軽地域に分布する上部鮮新統～下部更新統より産する底生有孔虫化石群集を記載してきた（例えば亀丸・根本, 1991; 根本・千田, 1994）。

下北半島東部に分布する浜田層の微化石に基づく年代は、花井・山口（1987）が浮遊性有孔虫化石にもとづけば鮮新世最末期、石灰質ナノ化石にもとづけば更新世中期であるとした。その後浮遊性有孔虫化石および珪藻化石から更新世とするデータが出されている（Tsuchi and Working group for Japanese Neogene bio-and chrono-

stratigraphy, 1981; 芳賀・山口, 1990）。最近では菅原ほか（1997）が石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石を検討し、花井・山口（1987）が鮮新世最末期を指標するとして浮遊性有孔虫種は二次化石と解釈し、本層を下部更新統とした。しかし、石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石が示す年代には若干のずれがある。一方浜田層の堆積環境は、貝形虫化石（花井・山口, 1987）や軟体動物化石（Kanazawa, 1990）にもとづいて推定されてきた。しかし、底生有孔虫化石については散点的な産出報告はあるものの（桑野, 1956; 北村・藤井, 1962）、その詳細な吟味やそれに基づく古環境の推定はなされてきていない。本論では、下北半島東部のむつ市南部を西流する近川流域（図1）に分布する浜田層の底生有孔虫化石群集を明らかにし、本層の堆積環境の変遷を推定

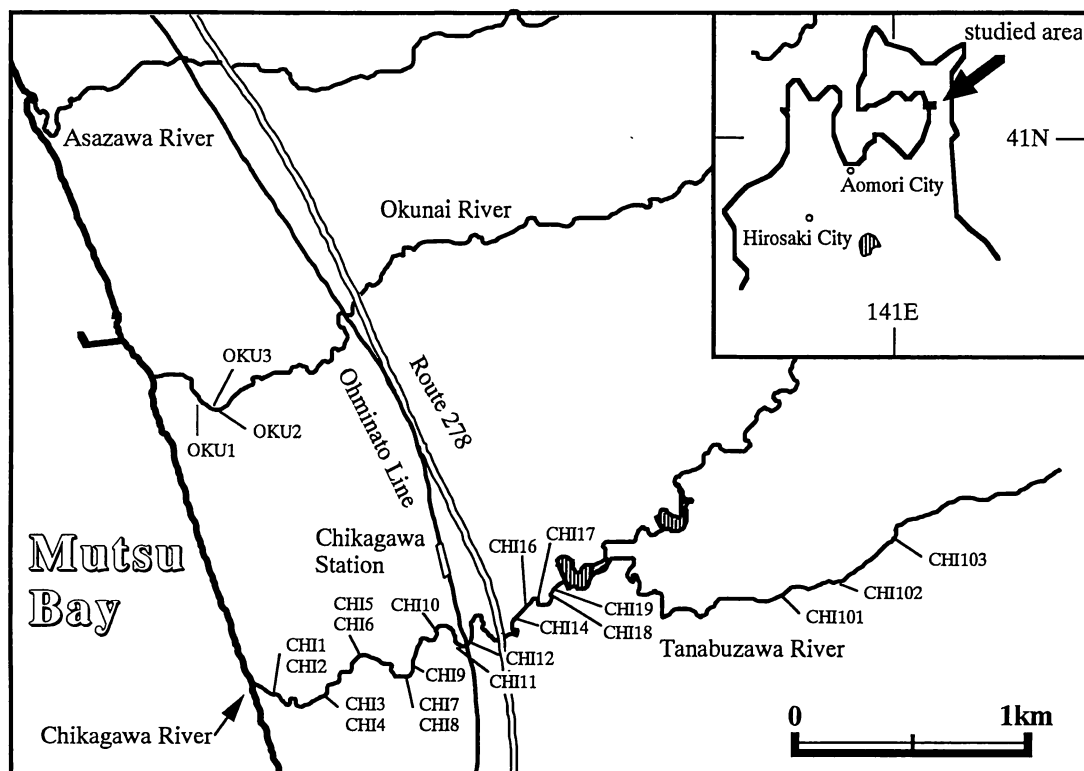


図1. 調査ルートおよび試料採取地点の位置。

Fig. 1. Location of study routes and sample localities.

するとともに、浮遊性有孔虫から地質年代を再検討する。

地質概説

近川流域では、中新統泊層に浜田層が不整合に重なり、それらを段丘堆積物が不整合に覆う（図2）。泊層および浜田層はほぼ南北方向の走向をもち、西に緩傾斜する。

泊層は今井（1961）により泊累層として提唱された。本論での本層の定義は北村・藤井（1962）の泊安山岩質集塊岩のそれに従う。今井（1961）の泊累層冷水相、山口（1970）の泊層泊安山岩部層に相当する。下北郡東通村泊付近を模式地とし、調査ルートでは近川支流の田名部沢上流に分布する。下限が見られなかったため層厚は不明であるが、15 m 以上はある。本層は、複輝石安山岩質凝灰角礫岩、同質溶岩および同質凝灰岩より成る。15.2±0.5 Ma~13.7±0.9 Ma の K-Ar 年代が報告されている（Watanabe *et al.*, 1993）。

浜田層は半沢（1954）により命名され、山口（1970）によって再定義された。北村・藤井（1962）の砂子又層の一部に相当する。上北郡横

浜町浜田を模式地とし、層厚は約480 m である。近川付近では、下位より近川砂岩部層、蜆沢砂岩部層および奥内シルト岩部層に3分される。

蜆沢砂岩部層は北村・藤井（1962）により蜆沢赤褐色砂岩部層として提唱された。本論での本部層の定義は、北村・藤井（1962）に従う。むつ市近川東方の蜆沢中流域を模式地とし、調査ルートでは近川大池より上流の田名部沢に分布する。層厚は約160 m である。主に淘汰不良で赤褐色を呈する中粒砂岩から成り、粗粒砂岩を挟む。基底礫岩をもって泊層を不整合に覆う。

近川砂岩部層は北村・藤井（1962）により近川細粒砂岩部層として提唱された。本論の本部層は、北村・藤井（1962）の定義に従う。むつ市近川を模式地とし、調査ルートでは近川大池より下流の近川に分布する。層厚は約130 m である。明灰色の細粒砂岩を主体とし、厚さ10 cm 前後の粗粒砂岩および軽石凝灰岩を挟む。

奥内シルト岩部層は北村・藤井（1962）により命名された。本論での本部層の定義は、北村・藤井（1962）に従う。今井（1961）の砂子又層の南部相最上部に相当する。むつ市奥内付近を模式地とし、調査ルートでは奥内川および近川の河口付近に分布する。上限は確認されなかったが、層厚15 m 以上と推定される。青灰色〜灰色のシルト岩を主体とし、細粒凝灰岩の薄層を挟む。

試料および方法

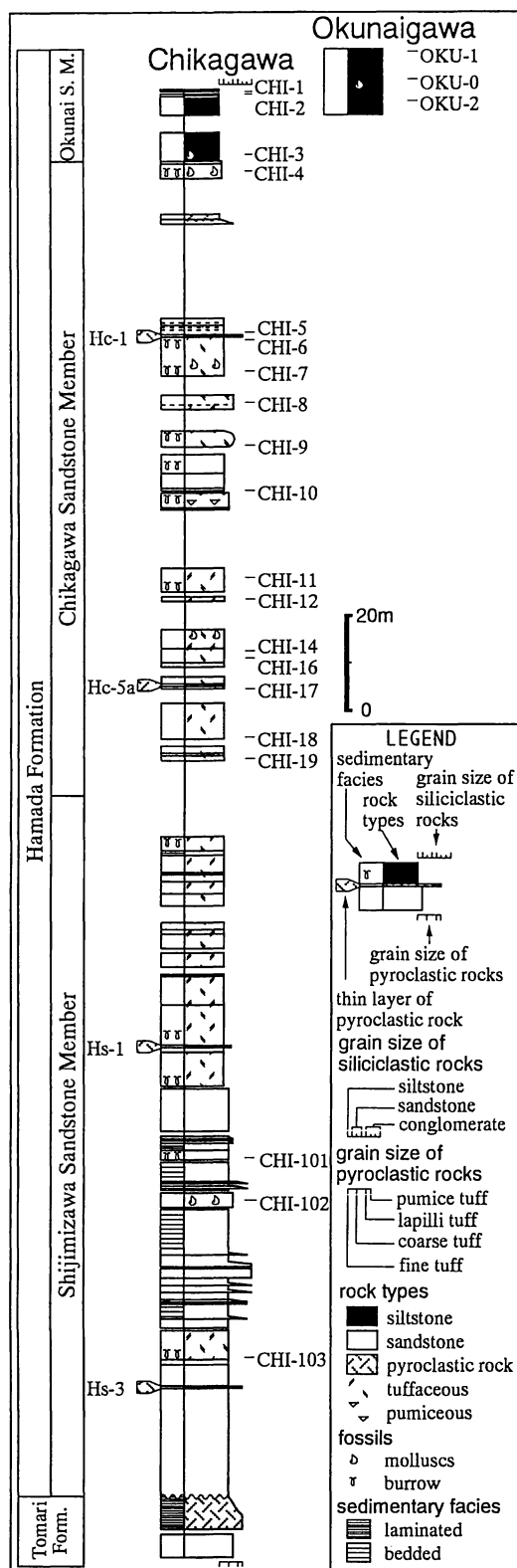
1) 試料および処理方法

本研究では近川流域より20試料、奥内川下流域より3試料の計23試料を採取した（図1, 3）。試料は乾燥後80 g を秤量し、硫酸ナトリウム法とナフサ法の併用法（尾田, 1978）により処理し、75 μm のふるいで水洗した。乾燥後、有孔虫化石を含む16試料を、1分割中に含まれる浮遊性有孔虫化石および底生有孔虫化石の個体数がそれぞれ200前後になるまで分割し、その分割に含まれる浮遊性有孔虫化石および底生有孔虫化石をそれぞれ全個体拾い出して、同定した。なお、CHI-4 は分割前に710 μm より粗粒な粒子を除去した。CHI-102, CHI-3 および OKU-3 の浮遊性有孔虫化石は四塩化炭素により浮選したが、これ

geol. age		formation	thick.	lithofacies
Pleistocene	L.	terrace deposits	5m	gravel, sand, tephra
		Okunai S. M.	>15m	siltstone intercalating fine tuff
	Early	Chikagawa S. M.	130m	fine-grained sandstone intercalating pumice tuff
		Shijimizawa S. M.	160m	medium-grained sandstone with basal conglomerate
		Tomari Formation	>15m	andesite lava, andesitic tuff breccia, andesitic tuff
Mio.	Mid.			

図2. 調査地域の模式柱状図。geol. age=地質年代, Mio.=中新世, L.=後期, Mid.=中期, Okunai S. M.=奥内シルト岩部層, Chikagawa S. M.=近川砂岩部層, Shijimizawa S. M.=蜆沢砂岩部層, thick.=層厚。

Fig. 2. Schematic geologic column of study area. geol. age=geological age, Mio.=Miocene, L.=Late, Mid.=Middle, Okunai S. M.=Okunai Siltstone Member, Chikagawa S. M.=Chikagawa Sandstone Member, Shijimizawa S. M.=Shijimizawa Sandstone Member, thick.=thickness.



らの試料では80 g 全量を用いても充分な数の浮遊性有孔虫化石は得られなかった。

2) 群集解析

底生有孔虫化石群集の組成の特性を明らかにするため、各試料について乾燥重量 1 g 中の底生有孔虫化石の個体数 (benthic foraminiferal number, 以下 BFN と略記)、全底生有孔虫化石数に占める膠着質種の割合 (A/BT 比)、全有孔虫化石に占める浮遊性有孔虫化石数の割合 (P/T 比) および底生有孔虫化石の種多様度 (H) を算出した。種多様度 (H) は Shannon-Wiener 情報関数 (MacArthur and MacArthur, 1961) を用いて求めた。

また、底生有孔虫化石群集を客観的に検討するために、エス・ピー・エス・エス (株) のソフトウェア SPSS 6.1J を用いて Q モードクラスター分析を、Klovan and Imbrie (1971) のプログラム CABFAC (Calgary and Brown Factor Analysis) を用いて Q モード因子分析を行った。使用したデータセットは % データである。石崎 (1978) の方式に基づき計算すると、棄却率を 5 % とした場合、本研究で扱った 182~363 個体を含む試料での有意な産出は 3 個体以上となる。そこでこれらの分析では、3 個体以上産出した 82 タクサを用いた。ただし、ある試料では 3 個体以上産出した種であっても、3 個体未満しか産出なかった試料では産出なかったものとして扱った。また、クラスター分析では類似度としてユークリッド距離を、クラスターの形成には 2 つのクラスターに属する全ての試料間の距離の平均をクラスター間の距離とするグループ間平均連結法

図 3. 近川および奥内川下流における浜田層の柱状図と試料採取層準。Okunai S. M.=奥内シルト岩部層, Tomari Fm.=泊層。凝灰岩層の左の記号は金沢・山口 (1988) が用いた名称。

Fig. 3. Geologic columnar sections and sample horizons along the Chikagawa and lower Okunai Rivers. Okunai S. M.=Okunai Siltstone Member, Tomari Fm.=Tomari Formation. The codes left of tuffs represent key tuff layers of Kanazawa and Yamaguchi (1988).

を用いた。因子分析ではバリマックス回転を行い、また重み付けをした因子評点を用いて解釈を行った。

結 果

1) 浮遊性有孔虫化石

浮遊性有孔虫化石は蜆沢砂岩部層の1試料、近川砂岩部層の14試料および奥内シルト岩部層の1試料から産出し、5属11種が同定された(図4, 表1)。全層準を通して *Globigerina bulloides*, *Globigerina quinqueloba* および *Neogloboquadrina incompta* が優勢であった。また、*Neogloboquadrina pachyderma* は CHI-17 および CHI-12~CHI-7 で比較的多く産出し、その殻の巻方向は CHI-17 を除き左が卓越する。*Globorotalia inflata inflata* は CHI-16 で浮遊性有孔虫化石群集の約20%を占めて産出した。

2) 底生有孔虫化石

a. 種構成

底生有孔虫化石は浮遊性有孔虫化石と同じ試料から産出し、71属132種2亜種が同定された(図5, 6, 表2)。蜆沢砂岩部層および近川砂岩部層の大部分では *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens* および *Cibicides* spp. の *Cibicides* 属が優勢であるが、その相対頻度は大局的には上位に向かって低下する(図7)。*Astrononion hamadaense*, *Bolivina decussata* および *Cassidulina norvangi* は CHI-14~CHI-12 および CHI-9~CHI-8 の層準で多産した。*Buccella tenerrima*, *Elphidium excavatum* および *Nonionellina labradorica* は近川砂岩部層と奥内シルト岩部層の境界付近に産出のピークを持つ。OKU-3 では *Buliminellina elegantissima* が卓越し、*Elphidium subarcticum* を伴う。

b. 群集組成

底生有孔虫の個体数は上位に向かって増加し、BFN は CHI-12 で一旦極大値に達するが、CHI-9 に向かって激減し、さらに上位へ向かって増加し、CHI-5 で最大値を示す(図8)。その上位では再び CHI-3 に向かって減少する。A/BT 比は CHI-10 および CHI-5 で5%を超える程度で、全体的に膠着質種は少ない。浮遊性種(P/T比)

は下位から CHI-14 に向かって増加し、CHI-9 までは比較的高い値を維持するが、CHI-3 に向かって漸減する。タクサ数および種多様度は若干の増減はあるものの大局的には下位から CHI-6 ないし CHI-5 に向かって徐々に増加し、さらに上位へは漸減する。

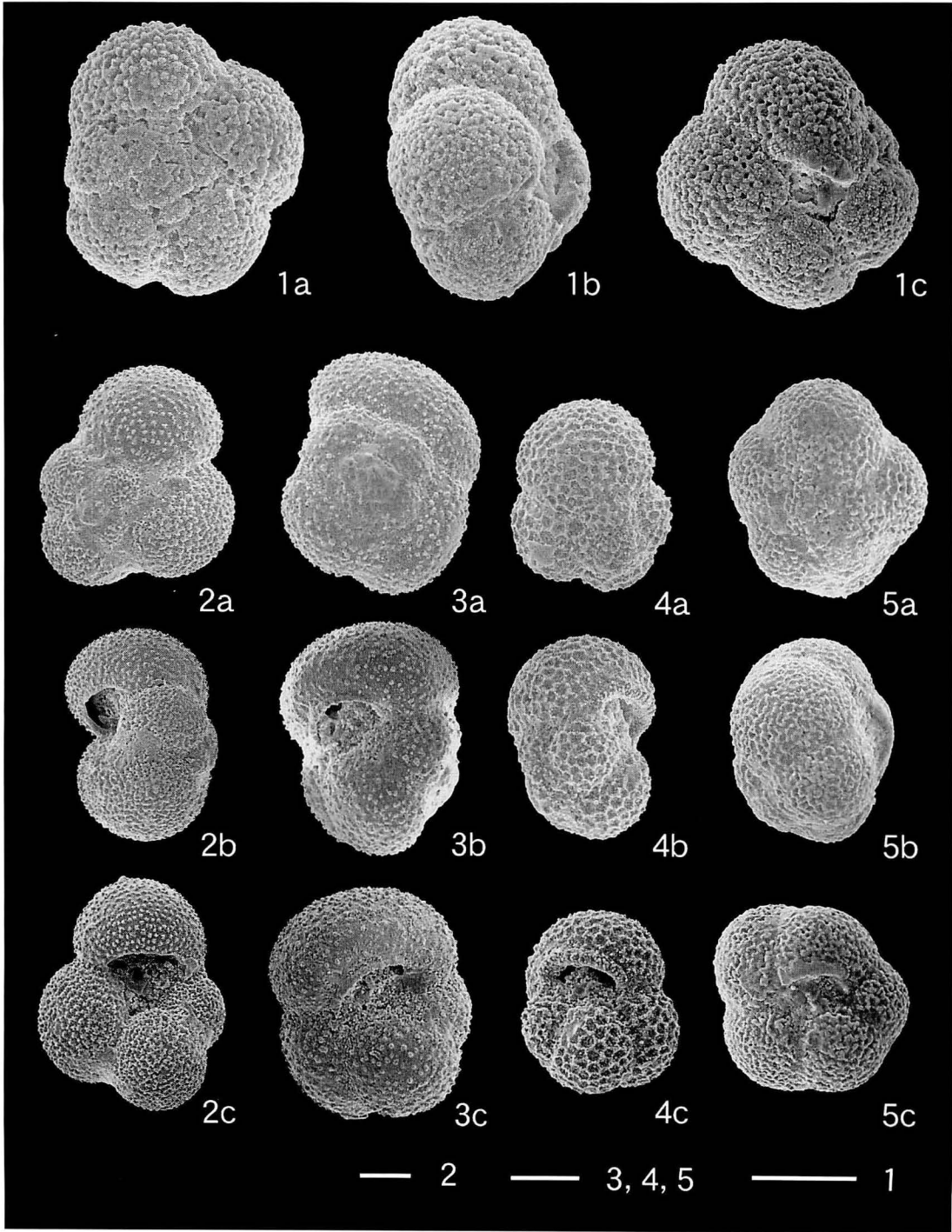
c. クラスタ分析

クラスタ分析の結果、3つのクラスタが識別された(図9)。これらをクラスタ1, 2 および3と呼ぶ。クラスタ1は今回検討した試料の大部分である CHI-102~CHI-5 から、クラスタ2は CHI-4 と CHI-3 から、クラスタ3は OKU-3 のみから構成される。これらのクラスタは下位から1, 2, 3と重なる(図7)。クラスタ1の試料は *C. lobatulus*, *C. refulgens* および *Cibicides* spp. の多産で特徴づけられる。クラスタ2の試料は *B. tenerrima*, *E. excavatum* および *N. labradorica* が優勢である。クラスタ3では *B. elegantissima* が卓越し、*E. subarcticum* を伴う。

d. 因子分析

因子解析の結果、上位の第4バリマックス(varimax)因子(以下バリマックス因子を単に因子と表記する)までで全体の約70%の分散が説明される(表3)。これら4因子について検討した。

第1因子は全分散の約30%を説明し、*C. lobatulus* が高い正のバリマックス因子負荷量(以下バリマックス因子負荷量を単に因子負荷量と表記する)を、*E. subarcticum*, *Islandiella sublimbata* 等がやや高い正の因子負荷量を持ち、*B. decussata* がやや高い負の因子負荷量を持つ(表4)。バリマックス因子評点(以下バリマックス因子評点を単に因子評点と表記する)は本層下部で高い正の値を示し、大局的には上部に向かって減少する(図8)。第2因子は全分散の15%余を説明し、*E. excavatum*, *N. labradorica* および *B. tenerrima* が高い正の因子負荷量を持つ。因子評点は CHI-9, 8, 4 および3で高い正の値を示す。第3因子は全分散の13%を説明し、*B. decussata* および *C. norvangi* が高い正の因子負荷量を持つ。因子評点は CHI-14, 12 および9



で高い正の値を示す。第4因子は全分散の13%弱を説明し、*C. refulgens* が高い負の因子負荷量を、*Hanzawaia nipponica* がやや高い負の因子負荷量を持つ。因子評点は CHI-11~CHI-7 および CHI-5 で高い負の値を示す。

考察

1) 浜田層の堆積年代

浜田層からは花井・山口 (1987) により鮮新世最末期を示す浮遊性有孔虫化石が報告されたが、その後他の分類群にもとづき更新世とする見解がいくつか出されているので (Tsuchi and Working group for Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy, 1981; 芳賀・山口, 1990), 本層が更新統であることはほぼ確実と考えられる。したがって、菅原ほか (1997) が解釈したように、花井・山口 (1987) が報告した鮮新世最末期を指標する浮遊性有孔虫化石は二次化石であろう。

菅原ほか (1997) によると、浜田層の浮遊性有孔虫化石群集は米谷 (1978) の *Neoglobobulimina pachyderma* (sinistral)/*Neoglobobulimina incompta* Zone を示すが、石灰質ナノ化石ではそれより古い *N. pachyderma* (dextral)/*Globobulimina orientalis* Zone に相当する基準面が認められた。彼らは本地域がより寒冷な気候の影響下にあったため、温度依存性がある *N. pachyderma* の巻き方向が本地域と秋田県以南の地域とでは異なり、この食い違いが生じたと考えた。そして、本層に認められた *Globobulimina inflata*

inflata の多産層準を No. 2 *G. inflata* bed と解釈した。

日本海沿岸地域に分布する上部新生界では *G. inflata* (s.l.) は3層準で多産するとされ (工藤, 1967), 上位よりそれぞれ No. 1, 2 および 3 *G. inflata* bed と呼ばれる。このうち No. 2 *G. inflata* bed では *Globobulimina inflata paraeinflata* および *G. inflata inflata* が多産し、*N. pachyderma* (sin.)/*N. incompta* Zone の基底では *G. inflata inflata* が多産する (米谷, 1978)。鮮新世以降の対馬海峡は開閉を繰り返しており (Iijima and Tada, 1990), 日本海には間欠的に暖流が流入していた。この暖流の流入に対応するのが *G. inflata* (s.l.) の多産層準と考えられる。*G. inflata paraeinflata* から *G. inflata inflata* への変化は進化系統と考えられているので (Maiya et al., 1976), 本地域が寒冷であったことは No. 2 *G. inflata* bed 中の *G. inflata paraeinflata* と *G. inflata inflata* の比の変化の説明にはならない。そこでここでは、石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石が示す年代に差が生じた原因を再検討してみたい。

米谷 (1978) によると *N. pachyderma* (sin.)/*N. incompta* Zone の基底付近では *N. pachyderma* は右巻個体が優勢であるが、それを除く全層準で左巻個体が卓越する。また、この化石帯では *Globigerina quinqueloba* および *N. incompta* が多産し、基底部から *G. inflata inflata* などの暖海性有孔虫化石が産出するとされている。今回検討した試料では *G. quinqueloba* および *N.*

← 図4. 下北半島東部に分布する浜田層の主要な浮遊性有孔虫化石の走査型電子顕微鏡写真。スケールはすべて100 μm 。1a-c. *Globigerina quinqueloba* Natland, 試料 CHI-18; 2a-c. *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 試料 CHI-8; 3a-c. *Globobulimina inflata inflata* (d'Orbigny), 試料 CHI-16; 4a-c. *Neoglobobulimina incompta* (Cifelli), 試料 CHI-16; 5a-c. *Neoglobobulimina pachyderma* (Ehrenberg) (sinistral), 試料 CHI-9. a: 旋回側面, b: 端側面, c: 臍側面。

Fig. 4. Scanning electron micrographs of selected fossil planktonic foraminifers from the Hamada Formation in the eastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan. Scale bars = 100 μm . 1a-c. *Globigerina quinqueloba* Natland, Sample CHI-18; 2a-c. *Globigerina bulloides* d'Orbigny, Sample CHI-8; 3a-c. *Globobulimina inflata inflata* (d'Orbigny), Sample CHI-16; 4a-c. *Neoglobobulimina incompta* (Cifelli), Sample CHI-16; 5a-c. *Neoglobobulimina pachyderma* (Ehrenberg) (sinistral) Sample CHI-9. a: spiral view, b: peripheral view, c: umbilical view.

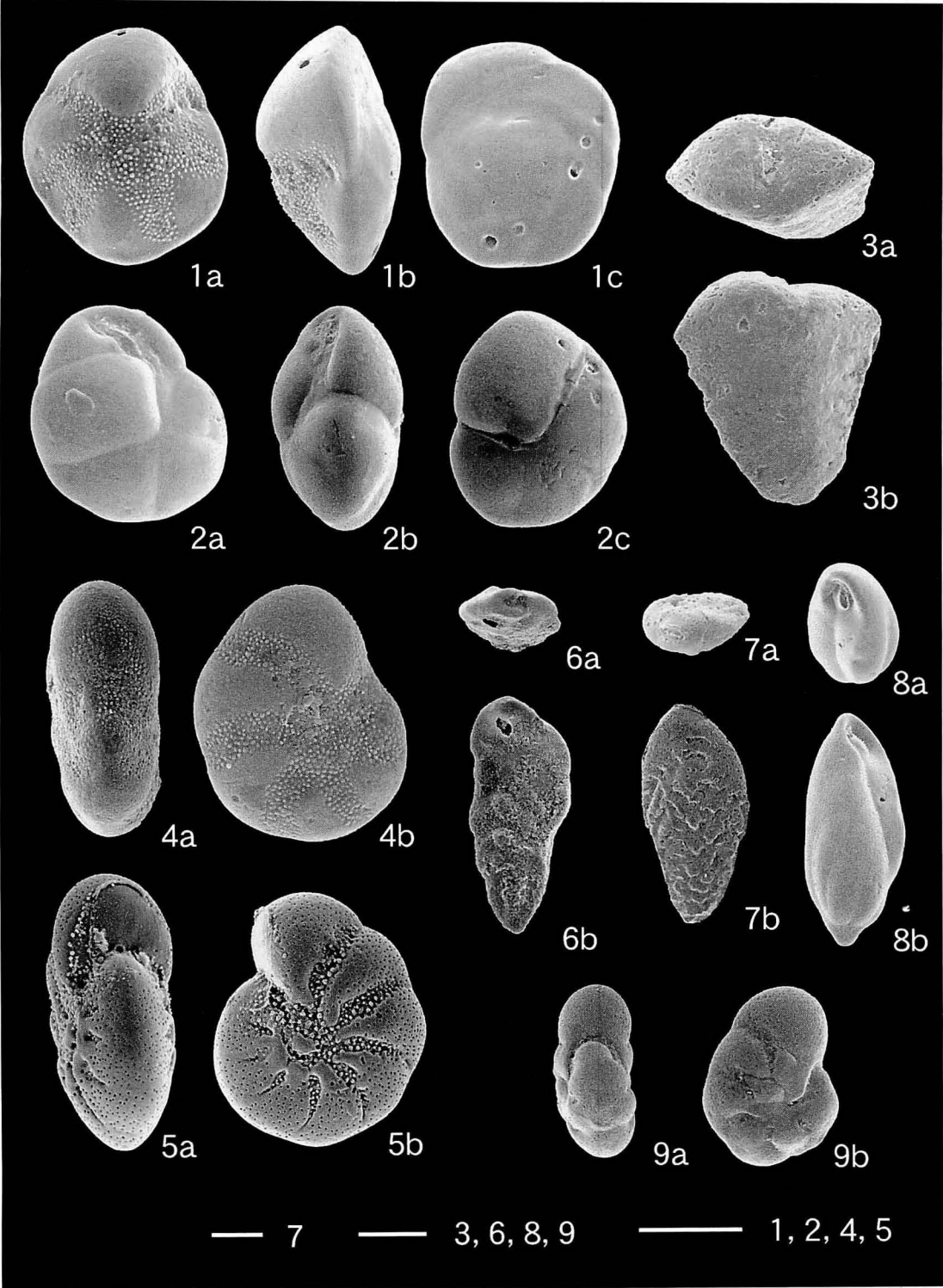
表 1. 研究地域の浜田層より産出した浮遊性有孔虫化石。S.=蜆沢砂岩部層, Okunai S.M.=奥内シルト岩部層, 最下段は *Neogloboquadrina pachyderma* 中の右巻個体の割合 (本種の個体数が 10 以上の試料のみ計算) を示す。

Table 1. Planktonic foraminiferal fossils from the Hamada Formation in the study area. S.=Shijimizawa Sandstone Member, Okunai S.M.=Okunai Siltstone Member, Lowermost line shows percentages of dextral to total number of individuals of *Neogloboquadrina pachyderma*, calculated if the samples contain more than ten specimens of *N. pachyderma*.

route member sample number	CHI															OKU	
	S.	Chikagawa Sandstone Member														Okunai S.M.	
	102	19	18	17	16	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	3
<i>Globigerina angustumillicata</i> Bolli						2	2	5	7	7	12	2	19	1			
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	1	71	42	44	13	33	22	41	1	52	18	9	47	74	16		2
<i>Globigerina falconensis</i> Blow					4					1							
<i>Globigerina quinqueloba</i> Natland		35	106	144	94	183	147	51	54	109	84	74	48	89	126	3	62
<i>Globigerina</i> spp.		8	28	4	13	9	15	11	10	40	9	14		34	15		9
<i>Globigerina</i> ? sp.	1																
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)			1										2	9			
<i>Globigerinita iota</i> Parker							1	1	1	2							
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)			7	13	5	11	2	1	7	8	3	4	16	55	19		7
<i>Globigerinita</i> sp.						2								1			
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)		1						3	2		1	1	9	6	1		
<i>Globigerinoides</i> ? sp.			1														
<i>Globorotalia inflata</i> (d'Orbigny) (s.s.)		5	4	2	48			2			2						
<i>Globorotalia inflata praeinflata</i> Maiya, Saito and Sato					2												
<i>Globorotalia</i> spp.			2	1	2	1	1		1		3	1					
<i>Globorotalia</i> ? sp.										1							
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'Orbigny)					1			3	1				1	2	1		1
<i>Neogloboquadrina</i> cf. <i>dutertrei</i> (d'Orbigny)										1		1					
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli)	1	43	21	40	31	48	42	4	7	30	12	17	30	29	11		9
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) (dextral)		15	3	4	3	2	2	2	4	6				1			
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) (sinistral)		21	2	6			14	74	67	96	40	38	10	5	7		4
<i>Neogloboquadrina</i> sp.										3	1	3	1		1		1
<i>Neogloboquadrina</i> ? sp.						5											
Gen. et sp. indet.		12	4	14	6	24	7	7	31	22	9	13	18	11	8	1	16
TOTAL	3	211	221	272	222	320	255	205	193	378	194	177	201	317	205	4	111
dex. / total <i>N. pachyderma</i> (%)	-	41.7	-	40	-	-	12.5	2.63	5.63	5.88	0	0	0	-	-	-	-

→ 図 5. 下北半島東部に分布する浜田層の主要な底生有孔虫化石の走査型電子顕微鏡写真。スケールはすべて 100 μm 。1a-c. *Buccella tenerrima* (Bandy), 試料 CHI-4, a: 臍側面, b: 端側面, c: 旋回側面; 2a-c. *Cassidulina norvangi* Thalmann, 試料 CHI-12, a, c: 旋回面, b: 端側面; 3a-b. *Spiroplectinella higuchii* (Takayanagi), 試料 CHI-5, a: 口孔面, b: 端側面; 4a-b. *Elphidium subarcticum* (Cushman), 試料 CHI-8, a: 端側面, b: 旋回面; 5a-b. *Elphidium excavatum* (Terquem), 試料 CHI-4, a: 端側面, b: 旋回面; 6a-b. *Bolivina decussata* Brady, 試料 CHI-14, a: 口孔面, b: 端側面; 7a-b. *Bolivina robusta* Brady, 試料 CHI-5, a: 口孔面, b: 端側面; 8a-b. *Buliminellina elegantissima* (d'Orbigny), 試料 OKU-3, a: 口孔面, b: 端側面; 9a-b. *Astrononion hamadaense* Assano, 試料 CHI-14, a: 端側面, b: 旋回面。

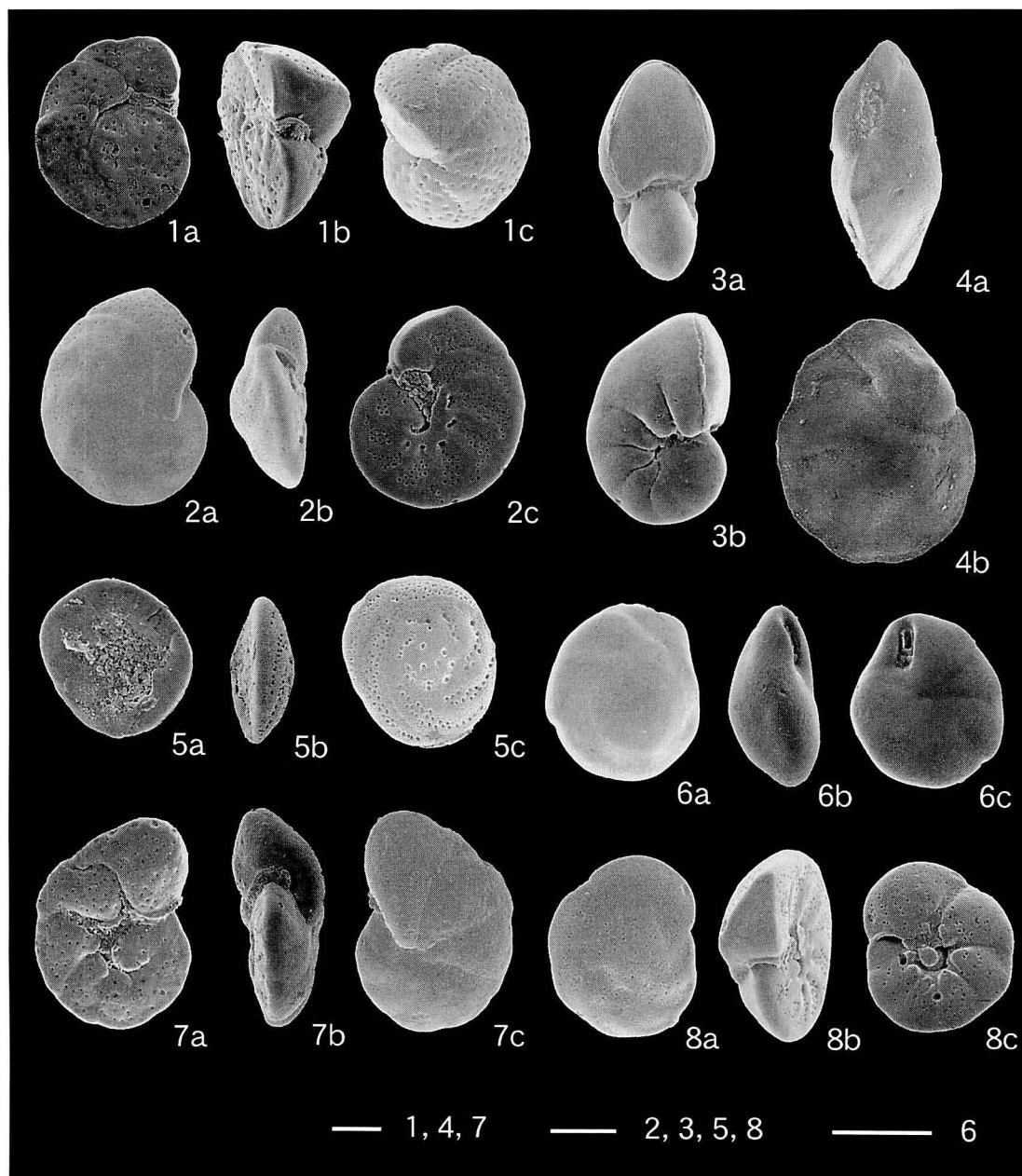
Fig. 5. Scanning electron micrographs of selected fossil benthic foraminifers from the Hamada Formation in the eastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan. Scale bars = 100 μm . 1a-c. *Buccella tenerrima* (Bandy), Sample CHI-4, a: umbilical view, b: peripheral view, c: spiral view; 2a-c. *Cassidulina norvangi* Thalmann, Sample CHI-12, a, c: side view, b: peripheral view; 3a-b. *Spiroplectinella higuchii* (Takayanagi), Sample CHI-5, a: apertural view, b: side view; 4a-b. *Elphidium subarcticum* (Cushman), Sample CHI-8, a: peripheral view, b: side view; 5a-b. *Elphidium excavatum* (Terquem), Sample CHI-4, a: peripheral view, b: side view; 6a-b. *Bolivina decussata* Brady, Sample CHI-14, a: apertural view, b: side view; 7a-b. *Bolivina robusta* Brady, Sample CHI-5, a: apertural view, b: side view; 8a-b. *Buliminellina elegantissima* (d'Orbigny), Sample OKU-3, a: apertural view, b: side view; 9a-b. *Astrononion hamadaense* Asano, Sample CHI-14, a: peripheral view, b: side view.



incompta が優勢である。CHI-19および CHI-17 では *N. pachyderma* 中の右巻個体は40%程度を占めるが、CHI-12より上位でその割合は減少する(表1)。また、CHI-16では *G. inflata inflata* が多産する。これらの種構成および *N. pachyderma* の巻方向の変化から、近川砂岩部層およ

び奥内シルト岩部層は米谷(1978)の定義に従えば *N. pachyderma* (sin.)/*N. incompta* Zone に対比される。

佐藤ほか(1987)は米谷(1978)が *N. pachyderma* (sin.)/*N. incompta* Zone の模式地に指定した新潟県出雲町の相田ルートで石灰質微化



石を検討した際に、灰爪層最上部に *G. inflata* (s.l.) の多産層準を認めたため、米谷 (1978) が灰爪層最下部および西山層中部にそれぞれ認めた *N. pachyderma* (sin.)/*N. incompta* Zone の基底部の *G. inflata* (s.l.) の多産層準と No. 2 *G. inflata* bed を合わせて No. 2 *G. inflata* bed とした。この場合米谷 (1978) が記載した *N. pachyderma* (sin.)/*N. incompta* Zone の基底部の浮遊性有孔虫化石群集組成の特徴は、No. 2 *G. inflata* bed の上部にも認められることになる。そうであれば浜田層に認められた *G. inflata inflata* の多産層準は No. 2 *G. inflata* bed に対比され、近川砂岩部層中に認められた *N. pachyderma* の右巻個体の減少は、*N. pachyderma* (dextral)/*G. orientalis* Zone と *N. pachyderma* (sin.)/*G. quinqueloba* Zone の境界を示す可能性もある。したがって、石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石が示す浜田層の年代の差は、No. 2 *G. inflata* bed の定義の変更に伴う混乱によって生じたと説明できる。

以上のように、古く見積もっても近川砂岩部層の大部分および奥内シルト岩部層は No. 2 *G. inflata* bed より新しい。この bed の基底は Takayama and Sato (1987) による石灰質ナノ化石の基準面 9 と 10 の間に位置し (佐藤ほか、

1988b)、それらの年代はそれぞれ 1.45 および 1.65 Ma である (佐藤ほか, 1999)。したがって、近川砂岩部層の大部分および奥内シルト岩部層は下部更新統と判断される。佐藤らの一連の研究 (佐藤ほか, 1987, 1988a; 高山ほか, 1988) では、No. 2 *G. inflata* bed は近接した 2 層準の *G. inflata* (s.l.) の多産層準から成るか、No. 2 *G. inflata* bed の上位にも *G. inflata* (s.l.) の多産層準が存在する。これらの研究では明らかにされていない *G. inflata* (s.l.) の細分化を、相田ルート No. 2 *G. inflata* bed で検討することにより、さらに精密な対比の基準が構築できると考えられる。

2) 浜田層の堆積環境

a. クラスタ分析から推定される堆積環境

クラスタの主要な構成要素となっている種について、主に現在の東北日本沿岸海域における分布と比較検討し、各クラスタから推定される環境について考察する。

クラスタ 1 では、*Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens* および *Cibicides* spp. が優勢で、*Bolivina decussata*, *Cassidulina norvangi*, *Elphidium crispum*, *Glabratella subopercularis*, *Islandiella sublimbata*, *Porosorotalia makiyamai*, *Rosalina vilardeboana*, *Rosalina* spp.

← 図 6. 下北半島東部に分布する浜田層の主要な底生有孔虫化石の走査型電子顕微鏡写真。スケールはすべて 100 μm 。1a-c. *Cibicides refulgens* (Montfort), 試料 CHI-7, a: 臍側面, b: 端側面, c: 旋回側面; 2a-c. *Hanzawaia nipponica* Asano, 試料 CHI-11, a: 旋回側面, b: 端側面, c: 臍側面; 3a-b. *Nonionellina labradorica* (Dawson), 試料 CHI-4, a: 端側面, b: 旋回側面; 4a-b. *Islandiella sublimbata* (Asano and Nakamura), 試料 CHI-7, a: 端側面, b: 旋回側面; 5a-c. *Neoconorbina stachi* (Asano), 試料 CHI-5, a: 臍側面, b: 端側面, c: 旋回側面; 6a-c. *Pseudoparrella naraensis* (Kuwano), 試料 CHI-4, a: 旋回側面, b: 端側面, c: 臍側面; 7a-c. *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob), 試料 CHI-19, a: 臍側面, b: 端側面, c: 旋回側面; 8a-c. *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny, 試料 CHI-7, a: 旋回側面, b: 端側面, c: 臍側面。

Fig. 6. Scanning electron micrographs of selected fossil benthic foraminifers from the Hamada Formation in the eastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan. Scale bars = 100 μm . 1a-c. *Cibicides refulgens* (Montfort), Sample CHI-7, a: umbilical view, b: peripheral view, c: spiral view; 2a-c. *Hanzawaia nipponica* Asano, Sample CHI-11, a: spiral view, b: peripheral view, c: umbilical view; 3a-b. *Nonionellina labradorica* (Dawson), Sample CHI-4, a: peripheral view, b: side view; 4a-b. *Islandiella sublimbata* (Asano and Nakamura), Sample CHI-7, a: peripheral view, b: side view; 5a-c. *Neoconorbina stachi* (Asano), Sample CHI-5, a: umbilical view, b: peripheral view, c: spiral view; 6a-c. *Pseudoparrella naraensis* (Kuwano), Sample CHI-4, a: spiral view, b: peripheral view, c: umbilical view; 7a-c. *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob), Sample CHI-19, a: umbilical view, b: peripheral view, c: spiral view; 8a-c. *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny, Sample CHI-7, a: spiral view, b: peripheral view, c: umbilical view.

表 2. 調査地域の浜田層より産出した底生有孔虫化石. S.=蜆沢砂岩部層, Okunai S.M.=奥内シルト岩部層.

Table 2. Benthic foraminiferal fossils from the Hamada Formation in the study area. S.=Shijimizawa Sandstone Member, Okunai S.M.=Okunai Siltstone Member.

route member sample number	CHI															OKU	
	S.	Chikagawa Sandstone Member														Okunai S.M.	
AGGLUTINATED FORAMINIFERA	102	19	18	17	16	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	3
<i>Gaudryina</i> sp.					1									1			
<i>Karrerella baccata japonica</i> Asano										1							
<i>Siphonotextularia saulcyana</i> d'Orbigny									4					3	1		
<i>Spiroplectinella higuchi</i> (Takayanagi)		9						2	6		2	2	9	15			
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny									3								
<i>Textularia</i> cf. <i>aoki</i> Asano									1								
<i>Textularia secasensis</i> Lalicker and McCulloch									1				2	4			
<i>Textularia</i> sp.									1								
CALCAREOUS FORAMINIFERA																	
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus)	2							1			1	3					
<i>Ammonia japonica</i> (Hada)																1	
<i>Ammonia takanabensis</i> (Ishizaki)																1	
<i>Ammonia</i> sp.												2				1	
<i>Amphicoryna</i> spp.					2		1										
<i>Angulogerina angulosa</i> (Williamson)													5	3			
<i>Angulogerina hughesi</i> Galloway and Wissler		6	2	6	1	2	3	2	1	11	1	2				3	1
<i>Angulogerina ikebei</i> Husezima and Maruhasi		3	1			1	2	4									
<i>Angulogerina</i> sp.																	
<i>Angulogerina</i> ? sp.																1	
<i>Anomalinoidea globulosa</i> (Cushman and Parr)													1	1			
<i>Anomalinoidea grablatus</i> (Cushman)	1				2		1			1	1	2	3	8	5		
<i>Anomalinoidea nobilis</i> (Brotzen)									1			1	4	1			
<i>Anomalinoidea</i> spp.			2								1			1			
<i>Anomalinoidea</i> ? sp.				1													
<i>Astrononion hamadaense</i> Asano	1					19	3			1	1	4					
<i>Astrononion</i> spp.		1	2	2		7	5	2		4	2						
<i>Astrononion</i> ? sp.					1												
<i>Baggina</i> sp.																	
<i>Bolivina decussata</i> Brady		1	4	6	19	47	39		1	23	12	19	2			1	
<i>Bolivina robusta</i> Brady		1				1		2		2	5	3	6	13	3		
<i>Bolivina</i> sp.							1										
<i>Brizalina bradyi</i> (Asano)					1	1	1										
<i>Brizalina pacifica</i> (Asano)													2	1			
<i>Brizalina pseudodiformis</i> (Asano)														1			
<i>Brizalina seminuda</i> (Cushman)										1		4	1	1			
<i>Brizalina subangularis ogaensis</i> (Asano)									1					2			
<i>Brizalina</i> sp.A													6	8			
<i>Brizalina</i> sp.				1		1			1				1	1	1		
<i>Buccella frigida</i> (Cushman)		2		1	2	2		1			1	1	1	3	6	1	3
<i>Buccella nipponica</i> (Husezima and Maruhasi)		4	3	2	1	2	3	4	3	17	4	3	4	5	4		1
<i>Buccella tenerima</i> (Bandy)		19	5	15	10	4	13	1		14	11	9	3	7	21	39	
<i>Buccella</i> sp.							2										1
<i>Buccella</i> ? sp.	1																
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny													2				
<i>Bulimina striata</i> d'Orbigny							1										
<i>Bulimina</i> sp.															1		
<i>Bulimina</i> ? sp.						1											
<i>Buliminellina elegantissima</i> (d'Orbigny)																	
<i>Burserolina pacifica</i> (Cushman)															1	3	122
<i>Cancris</i> sp.																	
<i>Cassidulina carinata</i> Silvestri																	
<i>Cassidulina norvangi</i> Thalmann	-																-
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)	42	92	44	111	69	13	29	4	1	9	13	7	3	9	1		
<i>Cibicides refulgens</i> (Montfort)	6	25	32	11	7	3	3	25	14	19	20	75	19	16	4		
<i>Cibicides subdepressus</i> (Asano)				1	1			4			3	1	2	1			
<i>Cibicides</i> spp.	39	71	57	76	107	73	81	33	22	8	12	18	16	23	2		1
<i>Cibicides</i> ? sp.					1	2											
<i>Cibicides medietis</i> (Finley)		5			1			2	6	2		1		2			
<i>Cibicides yabei</i> Asano										3					5		3
<i>Cymbaloporella tabellaeformis</i> (Brady)		1										2	1				
<i>Cymbaloporella</i> ? sp.													1	1			
<i>Eilohedra nipponica</i> (Kuwano)																	
<i>Elphidium naga</i> Asano	5		1							5	1						
<i>Elphidium advena</i> (Cushman)		4	2	2	1		2		3	2			1	4	3		
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)	35	14	10	13	6	1	8	4	8	7	5	16	6	6	1		
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem)		2	7	10	3	1	2	11	1	33	37	10				67	
<i>Elphidium fimbriatum</i> (Cushman)		1			1					1				3			
<i>Elphidium jensen</i> (Cushman)	1			1					1	1	1						
<i>Elphidium kushiroense</i> Asano					1		1			2		7			1		
<i>Elphidium sendaiense</i> Takayanagi				8		2	11			7	4	6	3	1			
<i>Elphidium</i> cf. <i>sendaiense</i> Takayanagi					4												
<i>Elphidium subarcticum</i> (Cushman)	3	26	14	11	16	2	10	18	1	14	14	1	4	4	8	14	23
<i>Elphidium</i> spp.	2		1	3	5	3	4	5	7	3	3	12	1	9			3
<i>Epistominella</i> sp.															1		
<i>Evolocassidulina brevis</i> (Aoki)		2		1		1			3		3			1			
<i>Evolocassidulina</i> sp.				1							1						
<i>Fissurina circuloecosta</i> Asano																	
<i>Fissurina marginata</i> Montagu	1	1	1	2	1			1				1	2	2	1	1	
<i>Fissurina orbignyana</i> Segueza					1	2				1	3						1
<i>Fissurina seminudata</i> Reuss						1											
<i>Fissurina</i> sp.				1						1							
<i>Fissurina</i> ? sp.		1															
<i>Glabratella</i> cf. <i>australensis</i> Heron-Allen and Earland									2								
<i>Glabratella opercularis</i> (d'Orbigny)		2			2							16	8	3			

表 2. (つづき)

Table 2. (continued)

route member sample number	S.	CHI												OKU		
		Chikagawa Sandstone Member													S.M.	
		19	18	17	16	14	12	11	10	9	8	7	6			5
<i>Glabratella</i> cf. <i>opercularis</i> (d'Orbigny)	102	1	1													
<i>Glabratella</i> <i>ozawai</i> Asano								1								
<i>Glabratella subopercularis</i> (Asano)								15			8	2	7			
<i>Glabratella</i> spp.	2			1	3	2	2	1	3	1		2	5	1		
<i>Glandulina laevigata</i> d'Orbigny																11
<i>Globobulimina auriculata</i> (Bailey)																7
<i>Globobulimina perversa</i> (Cushman)																1
<i>Globobulimina</i> ? sp.																
<i>Globocassidulina bisecta</i> Nomura								3					1			
<i>Globocassidulina jamesoni</i> (McCulloch)					2		1						7			
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Bandy)					1	1	1									
<i>Globocassidulina</i> sp.							1	1	1	1		3	1			
<i>Globocassidulina</i> ? sp.								2		1						
<i>Gutulina sadoensis</i> (Cushman and Ozawa)							1									
<i>Gutulina yabei</i> Cushman and Ozawa									1							
<i>Gutulina</i> sp.	1															
<i>Gyroldina orbicularis</i> d'Orbigny												1				
<i>Gyroldinoides nipponicus</i> (Ishizaki)												1				
<i>Gyroldinoides</i> sp.									1				2			
<i>Gyroldinoides</i> ? sp.												1				
<i>Hanzawaia hamadaense</i> Asano						1				1						
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano	5		4	2	3		1	15	8	3	2	3	7	2	1	
<i>Heronallenia stellata</i> Takayanagi					1	1	1					1				
<i>Heterolepa haidingeri</i> (d'Orbigny)									3			1	3	4		
<i>Heterolepa praecinctus</i> (Karrer)									3					3		
<i>Heterolepa</i> sp.													1			
<i>Heterolepa</i> ? sp.													1			
<i>Hyalinea</i> sp.														3		
<i>Islandiella japonica</i> (Asano and Nakamura)	2	1							1							
<i>Islandiella norcrossi</i> (Cushman)									6		2				3	
<i>Islandiella setanaensis</i> (Asano and Nakamura)	8					1		1								
<i>Islandiella sublimbata</i> (Asano and Nakamura)	12	17	19	42	23	21	8	2	1	24	3	3		1	3	
<i>Islandiella yabei</i> (Asano and Nakamura)	4															
<i>Islandiella</i> spp.	5		2	5	1	1								2	3	
<i>Islandiella</i> ? sp.										1						
<i>Lagena apileptera</i> Loeblich and Tappan					1			1	2							1
<i>Lagena distoma</i> Parker and Jones																1
<i>Lagena gracilis</i> Williamson								1								
<i>Lagena laevis</i> (Montagu)														1		
<i>Lagena</i> cf. <i>semilineata</i> Wright																2
<i>Lagena sulcata spicata</i> Cushman and McCulloch		1	2					1	1					1		
<i>Lagena</i> sp.																
<i>Lenticulina</i> sp.					1				1	1	1	1			1	
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)					1								2	1		
<i>Miliolinella</i> sp.	2				3				5			1	8	2		
<i>Neoconorbina stachi</i> (Asano)		7	3		5				2		1	12	9	17		
<i>Nonion grateloupi</i> (d'Orbigny)			1				1	1		1			1	1		
<i>Nonion japonicum</i> Asano															1	
<i>Nonion marukajitense</i> Otsuka															1	
<i>Nonion</i> sp.										1						
<i>Nonionella stella</i> (Cushman and Moyer)															12	
<i>Nonionella</i> sp.	-	1														11
<i>Nonionella</i> ? sp.																2
<i>Nonionellina labradorica</i> (Dawson)										1	1				34	65
<i>Oolina caenulata</i> (Williamson)			1	2						2						1
<i>Oolina hexagona</i> (Williamson)	1															
<i>Oolina melo</i> d'Orbigny			2	1												1
<i>Oolina</i> sp.									1							
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)									2							
<i>Paracassidulina nipponensis</i> (Eade)													2			
<i>Paracassidulina quasicarinata</i> Nomura										1						
<i>Paracassidulina sagamiensis</i> (Asano and Nakamura)								1						1		
<i>Pararotalia nipponica</i> (Asano)	2							2		1						
<i>Patellinella hanzawai</i> Asano					1		1	2		1	1	1	1	6		
<i>Polymorphina</i> ? sp.	1								2							
<i>Polystomellina discorbinoidea</i> Yabe and Hanzawa	1			1			1			3						1
<i>Poroeponides cribroropandus</i> Asano and Uchio		1							3	2						
<i>Poroeponides</i> ? sp.	1															
<i>Porosorotalia makiyamai</i> (Chiji)	18	1	3					4	3	3	5	5	2			
<i>Porosorotalia</i> ? sp.																2
<i>Pseudoepionides nakazatoensis</i> (Kuwano)						1										
<i>Pseudononion japonicum</i> Asano			1											1		
<i>Pseudononion</i> sp.					1			1								
<i>Pseudoparrella naraensis</i> Kuwano					2	2		1			1	2	8	9	5	2
<i>Pseudoparrella tamana</i> Kuwano															7	
<i>Pseudoparrella</i> sp.					1			1								
<i>Pseudoparrella</i> ? sp.					1			1					7			
<i>Pullenia apertura</i> Cushman							1									
<i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss)													2			
<i>Pullenia</i> ? sp.									1							
<i>Pyrgo</i> sp.						1										
<i>Quinqueloculina</i> cf. <i>agglutinata</i> Cushman													2			
<i>Quinqueloculina albertiana</i> d'Orbigny									5							
<i>Quinqueloculina contorta</i> d'Orbigny									2							
<i>Quinqueloculina elongata</i> Natland	1															

表 2. (つづき)
Table 2. (continued)

route member sample number	S.	CHI															OKU	
		Chikagawa Sandstone Member															Okunai S.M.	
		19	18	17	16	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4		3	3
<i>Quinqueloculina sawanensis</i> Asano	2	3	2		3	2			2			7	1	1				
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linneous)	2		4		3	2						2	2					
<i>Quinqueloculina subagglutinata</i> Asano			1				2											
<i>Quinqueloculina subarenaria</i> Cushman	1				1													
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> d'Orbigny	3								2									
<i>Quinqueloculina</i> cf. <i>yezoensis</i> Asano	1																	
<i>Quinqueloculina</i> sp.	6	1	1		7	1						1						
<i>Quinqueloculina</i> ? sp.		1																
<i>Rectobolivina raphana</i> (Parker and Jones)															2			
<i>Reussella haizumensis</i> Asano									1						1			
<i>Reussella</i> sp.			1															
<i>Rosalina australis</i> (Parr)		2			1			3	1			1	1	1				
<i>Rosalina bartheloti</i> d'Orbigny						1	1											
<i>Rosalina bradyi</i> (d'Orbigny)	6	3	5					3	1			2	9	11	6			
<i>Rosalina</i> cf. <i>concinna</i> (Brady)			1															
<i>Rosalina vilardeboana</i> d'Orbigny		7	3		11	12	3	4	6	2	6	26	22	18	1			
<i>Rosalina</i> spp.			4	2	2	2		2	4		4	9	10	24				
<i>Sigmomorphina ozawai</i> (Hada)	1																	
<i>Sigmomorphina</i> cf. <i>ozawai</i> (Hada)		1																
<i>Sigmomorphina</i> ? sp.									1									
<i>Sphaeroidina bulloides</i> d'Orbigny															2			
<i>Stainforthia</i> ? sp.																		2
<i>Triloculina tricarinata</i> d'Orbigny													1					
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)								1										
<i>Uvigerina akitaensis</i> Asano																		3
<i>Uvigerina</i> cf. <i>yabei</i> Asano																		1
<i>Uvigerina</i> sp.			1				2	1										
<i>Uvigerinella</i> sp.																		
<i>Valvulineria japonica</i> Asano													4	7				
Gen. et sp. indet.	5		3	6	15	9	4	7	2		1	12	9	25	2	1	2	
TOTAL	232	333	266	353	363	280	295	202	210	258	207	362	264	352	219	226	182	
benthic foraminiferal number (individual/g)	23.2	2131	3405	4518	4646	3584	7552	1293	672	413	2650	4634	6758	9011	1402	22.6	1165	
A/B ratio (%)	0.00	0.00	2.63	0.00	0.28	0.00	0.00	0.99	7.62	0.39	0.97	0.55	5.30	5.97	0.00	0.00	0.00	
P/T ratio (%)	0.16	24.1	29.3	27.3	38.1	53.3	30.2	33.6	31.5	42.3	31.9	32.8	29.2	31	10.5	0.22	23.4	
number of benthic taxa	39	38	41	34	47	44	40	42	56	51	49	53	58	68	38	24	14	
diversity	2.77	2.51	2.82	2.33	2.63	2.68	2.65	3.01	3.48	3.26	3.23	3.24	3.58	3.58	2.65	2.06	1.24	
equitability	0.41	0.32	0.41	0.30	0.30	0.33	0.35	0.48	0.58	0.51	0.52	0.48	0.62	0.53	0.37	0.33	0.25	

などを伴う。 *C. lobatulus* と *C. refulgens* の組合せは、富山湾では水深45~140 mに見られる (Hasegawa, 1988)。 *C. lobatulus* は北北沖では外部垂沿岸帯に (Ikeya, 1971a)、東北日本日本海沿岸では内~中部垂沿岸帯に (的場, 1976; 的場・本間, 1986; Matoba and Fukasawa, 1992) 多く見られ、陸奥湾内からも産する (Hada, 1931)。 *C. refulgens* は内部浅海帯の種とされている (長谷川, 1993)。 *E. crispum* は、東北日本太平洋沿岸では内~外部垂沿岸帯に (Matoba, 1970; Ikeya, 1971a; 海保・長谷川, 1986)、東北日本日本海沿岸では内部垂沿岸帯に (的場, 1976) 多い。 *Glabratella* 属は東京湾では藻場種群に含まれる (小杉ほか, 1991)。 *P. makiyamai* は福島県小名浜沖の水深15~50 mに分布する (海保・長谷川, 1986)。 *R. vilardeboana* は、東北日本太平洋沿岸では内~外部垂沿岸帯に (Ishiwada, 1964; Matoba, 1976a; 海保・長谷川, 1986)、東北日本日本海沿岸では内部垂沿岸帯に (的場, 1976) 多い。したがって、これらの種構成からは内~中部垂沿

岸帯が推定される。しかしその一方、 *B. decusata* は現在の東北日本周辺海域では太平洋でも日本海でも主に上部漸深海帯に分布する (Hasegawa, 1979, 1988; 海保・長谷川, 1986; Matoba, 1976a; 的場・本間, 1986; 的場・中川, 1972)。また *C. norvangi* は、仙台沖では水深170~220 mで優勢であり (Matoba, 1976a)、西津軽沖では大陸斜面最上部に見られる (的場・本間, 1986)。さらに *I. sublimbata* が優勢な群集は、佐渡島の島棚およびその周辺の堆 (Tsukawaki *et al.*, 1993) および隠岐島周辺の大陸斜面最上部から報告されている (Inoue, 1989)。このように、クラスター1の試料には外部垂沿岸帯~大陸斜面最上部に分布する種も含まれることから、内~中部垂沿岸帯を示唆する種はすべて死後に遺骸がより深い深度へ流下したものと解釈される。したがって、クラスター1からは内~中部垂沿岸帯から有孔虫遺骸が多く供給される外部垂沿岸帯~大陸斜面最上部の環境が推定される。

クラスター2では、 *Buccella tenerrima*, *Elphidium excavatum* および *Nonionellina lab-*

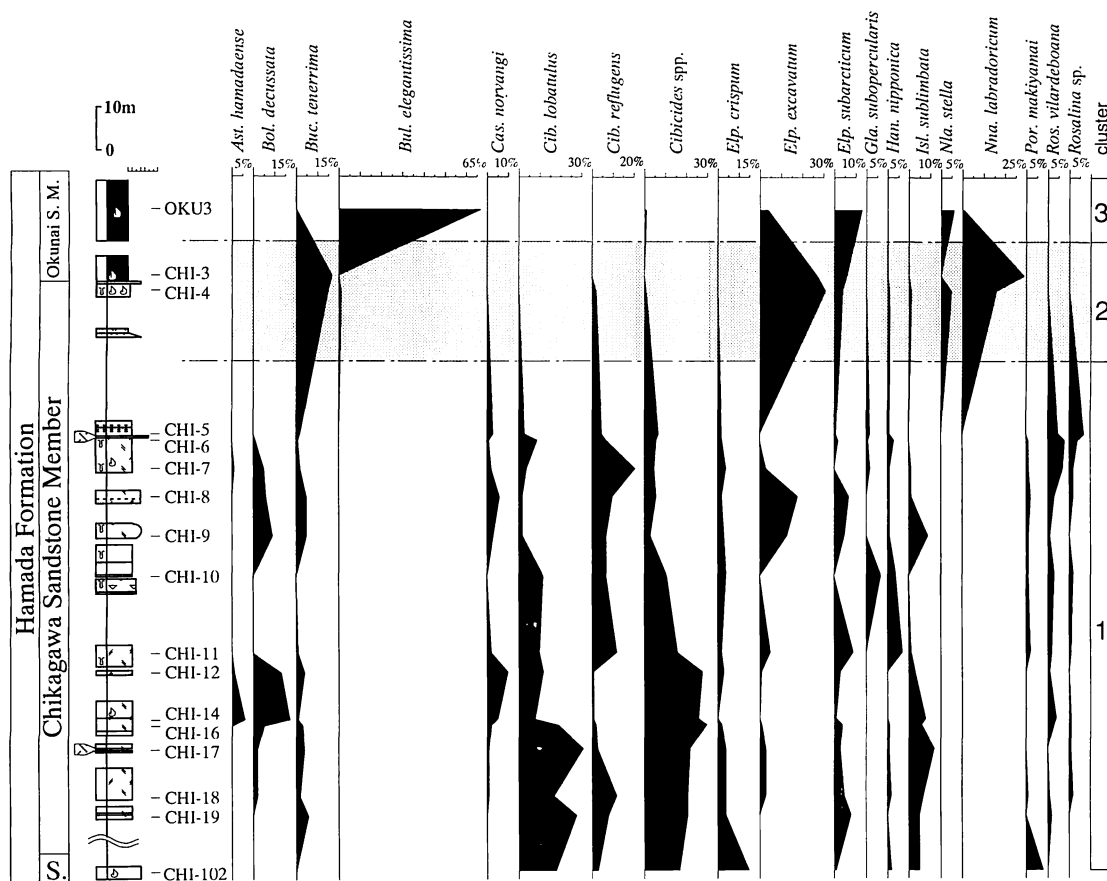


図 7. 調査地域の浜田層より産出した主要な底生有孔虫化石タクサの層準による相対頻度の変化。クラスターの層位分布を右端に示す。柱状図の凡例は図 3 に同じ。S.=蜆沢砂岩部層、Okunai S. M.=奥内シルト岩部層。

Fig. 7. Stratigraphic variations of relative abundances of major benthic foraminiferal taxa from the Hamada Formation in the study area. Stratigraphic distribution of clusters is shown at the right side. The legend of columnar section is same as Fig. 3, S.=Shijimizawa Sandstone Member, Okunai S. M.=Okunai Siltstone Member.

radorica が優勢である。 *B. tenerima* は多くの研究者により *Buccella inusitata* Andersen として記載され、秋田沖では内部垂沿岸帯に見られるが (的場・中川, 1972), 仙台沖では大陸斜面に多く (Matoba, 1976a), 小名浜沖では *B. cf. tenerima* が大陸斜面上部に見られる (海保・長谷川, 1986)。さらに本種は北西太平洋では亜北極中層水塊に多産するとされる (Inoue, 1989)。 *N. labradorica* は、純親潮域では表層水中に生息するが、それ以南の水域では中層以深に分布する

(長谷川, 1993)。男鹿半島周辺や秋田沖では大陸棚中～外部に分布し (的場, 1976; 的場・中川, 1972), 東北日本の太平洋沖では大陸斜面中部に多い (Ikeya, 1971a; Matoba, 1976a; 海保・長谷川, 1986)。以上のように、これらの種は寒流域では浅海に見られるが、それ以南では漸深海帯に見られる。一方、 *E. excavatum* は東京湾では内湾沖部泥底種群に含まれ (小杉ほか, 1991), 東北日本周辺では太平洋沿岸、日本海沿岸とも内～外部垂沿岸帯に多い (Ishiwada 1964; 的場・

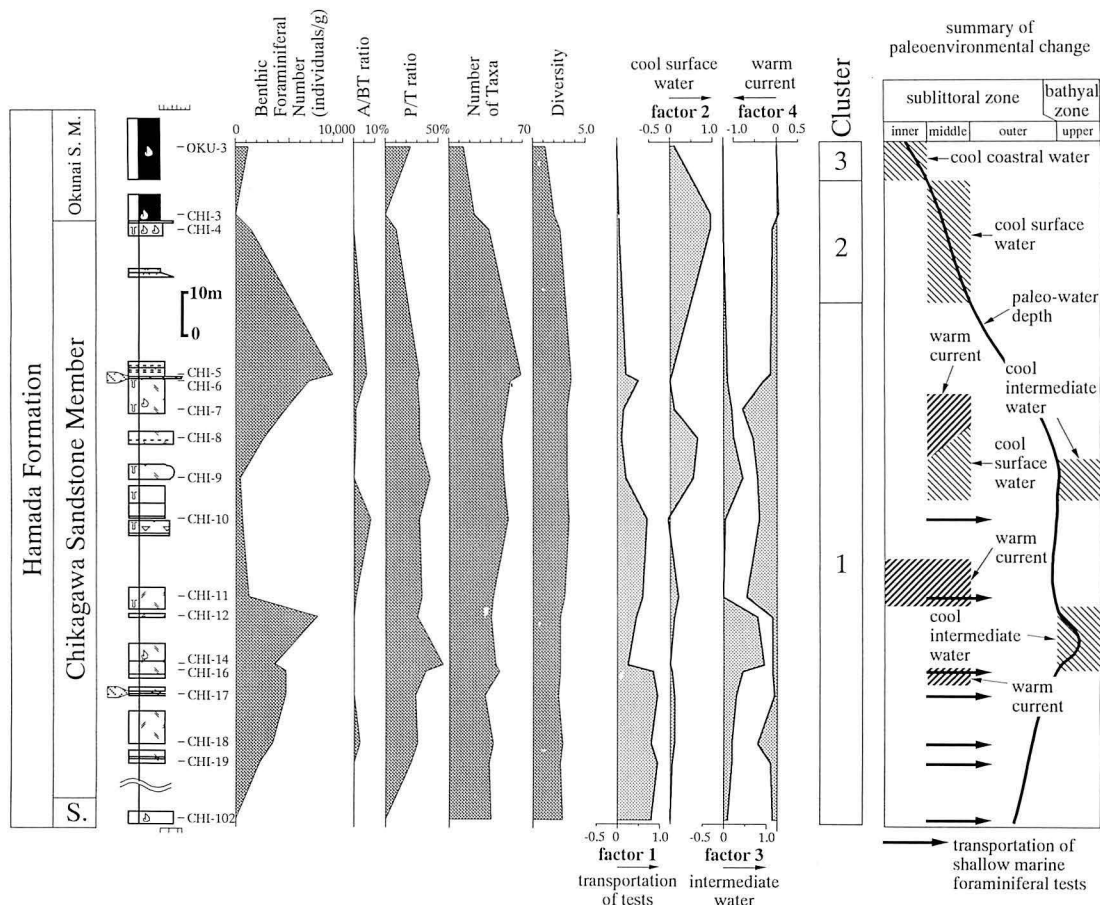


図8. 浜田層の底生有孔虫化石の群集組成およびバリマックス因子評点の層準による変化、クラスターの層位分布および古環境の変化の概要。第1バリマックス因子は浅海からの有孔虫殻の移動を、第2バリマックス因子は寒冷な表層水の影響を、第3バリマックス因子は中間水の影響を、第4バリマックス因子は暖流の影響を、それぞれ表す。柱状図の凡例は第3図に同じ、Okunai S. M.=奥内シルト岩部層、S.=蛭沢砂岩部層。

Fig. 8. Stratigraphic variations of faunal composition of benthic foraminiferal fossils and varimax factor scores, stratigraphic distribution of clusters, and summary of paleoenvironmental change of the Hamada Formation. Varimax factor 1 to 4 represent transportation of shallow-marine foraminiferal tests, influences of cool surface water, intermediate water, and warm current, respectively. The legend of columnar section is same as Fig. 3, S.=Shijimizawa Sandstone Member, Okunai S. M.=Okunai Siltstone Member.

中川, 1972; Matoba, 1976a, b; 海保・長谷川, 1986; Matoba and Fukasawa, 1992)。したがってクラスター2は、*E. excavatum* が現地性であれば寒流域の内～中部亜沿岸帯を、異地性であれば混合域の上部漸深海帯を表すことになる。後述のように OKU-3 からは内部亜沿岸帯が推定されるので、クラスター2が上部漸深海帯を示すな

らば、CHI-3 が堆積してから OKU-3 が堆積する間に本地域が中～外部亜沿岸帯の環境をへて急速に浅海化したことになる。しかしながら、CHI-3 と OKU-3 の間には顕著な岩相上の差は見られなかった。このことから、クラスター2は寒流域の内～中部亜沿岸帯を示唆すると判断される。

クラスター3では、*Buliminella elegantissima*

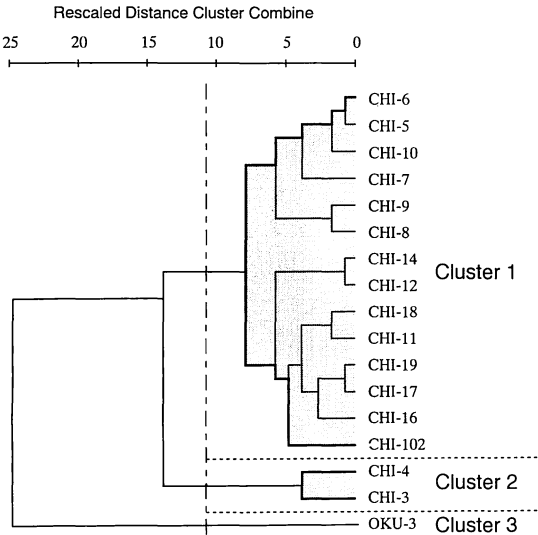


図 9. 浜田層の16試料について行った Q-モードクラスター分析の結果を示すデンドログラム。

Fig. 9. Result of Q-mode cluster analysis on 16 samples from the Hamada Formation.

表 3. 浜田層産底生有孔虫群集の Q モード因子分析の概要。

Table 3. Summary of Q-mode factor analysis on 16 benthic foraminiferal samples from the Hamada Formation.

Factor	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
1	8.45	31.0	31.0
2	2.70	15.6	46.6
3	1.56	13.0	59.6
4	1.21	12.2	71.8
5	0.98	9.3	81.1
6	0.64	5.9	87.0

が卓越し、*Elphidium subarcticum* を伴う。*B. elegantissima* は釧路沖の水深36 m から報告され、亜寒帯の浅海を特徴づける種とされている (Ishiwada, 1964)。また、この種は松川浦沖の浅海帯に見られ (高柳, 1955)、松島湾では生体

表 4. 因子分析により得られた主な底生有孔虫種のバリマックス因子負荷量

Table 4. Varimax factor loadings of major benthic foraminiferal species.

Factor	1	2	3	4
<i>Spiroplectinella higuchii</i>	-0.045	-0.040	-0.417	2.790
<i>Astrononion hamadaense</i>	-0.501	0.023	1.824	-0.252
<i>Bolivina decussata</i>	-1.228	0.128	6.827	-0.621
<i>Bolivina robusta</i>	-0.390	0.118	-0.153	2.442
<i>Brizalina</i> sp.A	-0.210	-0.028	-0.104	1.737
<i>Buccella tenerrima</i>	0.508	2.810	0.947	0.890
<i>Cassidulina norvangi</i>	-0.549	0.095	2.670	1.388
<i>Cibicides lobatulus</i>	7.523	-0.381	1.296	0.785
<i>Cibicides refulgens</i>	0.717	-0.086	-0.734	1.366
<i>Elphidium excavatum</i>	0.022	6.059	-0.441	-0.522
<i>Elphidium subarcticum</i>	1.787	0.682	-0.392	-0.029
<i>Islandiella sublimbata</i>	1.667	-0.064	1.997	-0.886
<i>Neonorbina stachi</i>	-0.244	-0.036	-0.118	3.118
<i>Nonionellina labradorica</i>	0.149	4.625	-0.138	-0.114
<i>Pseudoparrella naraensis</i>	-0.323	0.222	0.142	2.029
<i>Rosalina bradyi</i>	0.007	-0.075	-0.327	1.502
<i>Rosalina vilardeboana</i>	-0.567	0.079	1.028	3.870
<i>Valvulineria japonica</i>	-0.178	-0.025	-0.085	1.419

が塩釜湾の一部で多産する (Matoba, 1970)。東京湾では内湾沖部泥底種群に含まれる (小杉ほか, 1991)。*E. subarcticum* は東北日本周辺の太平洋沿岸、日本海沿岸ともにさまざまな深度の亜沿岸帯に分布する (Matoba, 1970, 1976b; Ikeya, 1971a; 的場, 1976; 海保・長谷川, 1986; 亀丸, 1996)。したがって、本試料からは寒流域の内部亜沿岸帯が推定される。

以上の解釈とそれらの層序関係から、浜田層堆積時の本地域は、内～中部亜沿岸帯に生息していた底生有孔虫殻が混入する外部亜沿岸帯～大陸斜面最上部から、寒流域の内～中部亜沿岸帯を経て、寒流域の内部亜沿岸帯へと変化したと推定される。

地史的背景から日本海の深海に生息する底生有孔虫群集は、太平洋の同深度に分布する底生有孔虫群集とは異なることが指摘されている (的場・本間, 1986)。しかし、本項で検討した現生種の生息深度には、太平洋と日本海で顕著な差異が見られなかった。これはこれらの種の生息深度が、太平洋と日本海で類似している表層水および中層水 (日本海では中間水) 上部に対応する水深であ

るからと考えられる。よって、以下の現生種の生息深度に関する議論では太平洋と日本海の区別はしない。

b. 因子分析から解釈される古環境

次に因子分析から得られた上位 4 つの因子について、高い因子負荷量をもつ種の現在の東北日本沿岸海域およびその周辺海域における分布を主として検討し、各因子評点の垂直変化から推定される古環境の変遷について考察する。

第 1 因子で高い正の因子負荷量をもつ *Cibicides lobatulus* は、内～中部亜沿岸帯に多い (Hada, 1931; Ikeya, 1971a; 的場, 1976; 的場・本間, 1986; Matoba and Fukasawa, 1992)。やや高い正の因子負荷量をもつ *Elphidium subarcticum* は東北日本周辺海域のさまざまな深度の亜沿岸帯に分布し (Matoba, 1970, 1976b; 的場, 1976; Ikeya, 1971a; 海保・長谷川, 1986; 亀丸, 1996), *Islandiella sublimbata* が優勢な群集は、佐渡島の島棚およびその周辺の堆 (Tsukawaki *et al.*, 1993) および隠岐島周辺の大陸斜面最上部から報告されている (Inoue, 1989)。一方、やや高い負の因子負荷量をもつ *Bolivina decussata* は現在の東北日本周辺海域では主に上部漸深海帯に分布する (的場・中川, 1972; Matoba, 1976a; Hasegawa, 1979, 1988; 海保・長谷川, 1986; 的場・本間, 1986)。また、因子評点が高い試料はいずれもクラスター 1 に属し (図 8)、クラスター 1 からは内～中部亜沿岸帯と外部亜沿岸帯～大陸斜面最上部の群集の混合が考えられる。以上から、第 1 因子は浅海からの底生有孔虫遺骸の流れ込みを表すと考えられる。

第 2 因子で高い正の因子負荷量をもつ種は *Elphidium excavatum*, *Nonionellina labradorica* および *Buccella tenerrima* である。前述のように *E. excavatum* は東北日本周辺海域では内～外部亜沿岸帯に多い (Ishiwada, 1964; 的場・中川, 1972; Matoba, 1976a, b; 海保・長谷川, 1986; Matoba and Fukasawa, 1992)。*N. labradorica* は、純親潮域では表層水中に、それ以南の水域では中層以深に分布するが (長谷川, 1993)、本層では前者を表すと解釈された。*B.*

tenerrima は仙台沖や小名浜沖では大陸斜面に見られるが (Matoba, 1976a; 海保・長谷川, 1986), 秋田沖では内部亜沿岸帯に見られる (的場・中川, 1972)。以上から第 2 因子は寒冷な表層水の影響を表すと考えられる。因子評点はクラスター 2 に属する 2 試料以外にも、CHI-9 および CHI-8 で高い値を示す (図 8)。したがって、近川砂岩部層上半部堆積時には、本地域が寒冷な表層水の影響を受けていた時期が断続的にあったことが分かる。Kanazawa (1990) は本論の CHI-9 より上位にほぼ相当する層準の軟体動物化石を検討し、寒流系の群集が断続的に産出することを示した。これは上述の第 2 因子の解釈を支持する。

第 3 因子で高い正の因子負荷量をもつ *B. decussata* は、前述のように現在の東北日本周辺海域では主に上部漸深海帯に分布し (的場・中川, 1972; Matoba, 1976a; Hasegawa, 1979, 1988; 海保・長谷川, 1986; 的場・本間, 1986), 中間水に対応する (Hasegawa, 1988)。また、*Cassidulina norvangi* は現在の仙台沖では水深 170～220 m で優勢であり (Matoba, 1976a), 西津軽沖では大陸斜面上部に見られる (的場・本間, 1986)。以上から第 3 因子は中間水の影響を表すと考えられる。因子評点が CHI-14, 12 および CHI-9 でピークを示すので、本地域が断続的に沈降してこれらの層準が堆積した時期に水深が増加したか、表層水の厚さが減少し、中間水の上限の深度がこれらの時期に浅くなったと推定される。

第 4 因子で高い負の因子負荷量を持つ *Cibicides refulgens* およびやや高い負の因子負荷量を持つ *Hanzawaia nipponica* は、日本周辺海域の陸棚上の様々な深度の砂底に見られる (桑野 1953; 高柳, 1955; Ikeya, 1970, 1971a; Matoba, 1976a, b; 海保・長谷川, 1986; 的場・本間, 1986; Inoue 1989)。*H. nipponica* は暖流系の種と考えられており (Uchio, 1959; Ishiwada, 1964), その分布深度は西津軽沖では対馬暖流中層水に対応する (的場・本間, 1986)。また、長谷川 (1993) によるとこの 2 種は分布が黒潮、対馬暖流、津軽暖流、宗谷暖流と一致する。以上

から、第4因子は暖流の影響を表すと考えられる。第4因子の評点の絶対値はCHI-11からCHI-7で高い。CHI-11付近より上位の層準から産出する貝形虫化石群集には中緯度種や黒潮系種が混入するという報告(花井・山口, 1987)は、この推定を支持する。CHI-16の浮遊性有孔虫化石群集は、*Globorotalia inflata inflata*が多い。*G. inflata*は暖流域および遷移帯で多産する(Bradshaw, 1959; Coulborn *et al.*, 1980)。したがって、CHI-16の層準が堆積した時期の本地域は暖流の影響を受けていたと判断されるが、第4因子の因子評点の絶対値は低い。この層準の堆積時の本地域は、表層は暖流の影響を受けていたが、海底までには表層水の影響は及ばなかったと推定される。一方、第4因子の評点の絶対値が特に高いCHI-8およびCHI-7では、*Globigerina bulloides* および *Globigerina quinqueloba* は多いが、*G. inflata* は多産しない。バミューダ沖では、*G. bulloides* は水深300 m以浅のあらゆる水深で多く(Be, 1960)、三陸沖の親潮域では、*G. bulloides* および *G. quinqueloba* は約100 mより浅い水深に多い(Arikawa, 1983)。一方、バミューダ沖では *G. inflata* は水深100~150 mに産出のピークがあり、75 m以浅では産出数が極めて少ない(Be, 1960)。これより *G. inflata* は浮遊性有孔虫としては比較的深い深度に生息すると判断されるので、CHI-6およびCHI-5が堆積した時期の本地域は、*G. inflata* の生息に適さない程度に浅くなっていたか、この時期に流入した暖流は薄かったと考えられる。

c. 群集組成の検討

クラスター分析および因子分析によって推定された古環境の変遷の妥当性について、群集組成の変化から検討する。

BFNは一般に陸棚外縁から大陸斜面上部にかけて最大になる(Bandy, 1961; Ikeya, 1971b)。外部垂沿岸帯~大陸斜面最上部が推定されるクラスター1の試料の多くでは、それより浅い深度が推定されるクラスター2や3に比べBFNが高い。よって、BFNの変化はクラスター分析から推定された古環境の変遷を支持する。クラスター1の試料では第1因子の因子負荷量が高く、浅海

からの有孔虫や堆積物の供給があったと推定される。これがクラスター1の試料でBFNの値が大きく変動する一因と考えられる。また、CHI-102およびCHI-9は他の試料より粗粒であるが、これは水流により細粒な堆積物が堆積しなかったためと考えられる。その場合多くの有孔虫の殻も一緒に流され堆積しなかったと考えられるので、これはBFNを低下させたと考えられる。特にBFNが低いCHI-102では殻の大きい底生有孔虫化石が多く見られたことは、この推定を裏付ける。なお、CHI-3は鏡下の観察では有孔虫化石の保存状態が不良であった。よってCHI-3でBFNが低い値を示した原因は、有孔虫殻の溶解と考えられる。

今回検討した試料のA/BT比はいずれも8%未満の低い値を示す。膠着質種は一般に潟、内湾、河口域といった縁辺水域や下部漸深海帯以深に多い(Bandy and Arnal, 1957)。今回検討した試料での膠着質種の保存は良好であり、膠着質種の多くが死後の破壊で消失したとは考えられない。よって、A/BT比から推定される古環境も、クラスター分析および因子分析から推定された堆積深度と矛盾しない。

P/T比もクラスター1の試料の多くで、クラスター2や3に比べ高い値を示す。さらに、中間水の影響を表す第3因子の因子負荷量が高いCHI-14およびCHI-9で、P/T比は上下の層準より高い割合を示す。浮遊性種の割合は、一般に水深が増すと増加するので(Grimsdale and Morkhoven, 1955)、P/T比の変化もクラスター分析および因子分析から推定された堆積深度の変化と矛盾しない。なお、CHI-102およびCHI-3ではP/T比は低い値を示す。前述のようにCHI-102では水流により細粒堆積物が流されてしまったと推定され、軽い浮遊性有孔虫殻もあまり堆積しなかったと考えられる。CHI-3では殻の溶解が認められた。一般に浮遊性有孔虫殻は多孔質であり、底生有孔虫殻より溶解に弱い(Douglas, 1973)。したがってCHI-3での低いP/T比は、溶解の影響を表すと考えられる。

底生有孔虫の種数は、陸棚外縁から大陸斜面上部にかけて最大になる(Bandy and Arnal, 1957;

Uchio, 1960). 種数および種多様度はクラスター1の試料で高く、クラスター3で低く、クラスター2の試料で中間の値を示す。したがって、種数および種多様度の変化もクラスター分析から推定された堆積深度の変化と調和的である。

以上のように、クラスター分析および因子分析から推定された古環境の変遷は、上述の群集組成を表す各指標の変化から妥当であると判断される。

d. 浜田層の堆積環境の変化の要因

底生有孔虫化石の解析から、浜田層堆積末期の堆積深度の減少と水温の低下が推定された。同一ルートで浜田層上部の貝形虫化石を検討した花井・山口(1987)は、本層上部に水深200~300 mを示唆する自生貝形虫化石群集を、本層最上部には内湾を示唆する貝形虫化石群集を認めた。この水深200~300 mから内湾へという古水深の変化は、底生有孔虫化石から今回得られた結果と一致する。Kanazawa (1990)の軟体動物化石の検討では、浜田層上部(近川砂岩部層上部相当)の堆積深度は20~60 mと50~120 mの間で周期的に変化し、最上部(奥内シルト岩部層相当)で内湾環境となる。大局的な浅海化と奥内シルト岩部層の堆積環境は本論や花井・山口(1987)の推定と一致するが、近川砂岩部層の堆積深度はやや浅く見積もられている。水深50~120 mは *Limopsis crenata*-*Limatula-Nuculana* Association を構成する4種の現在における深度分布から推定されている。このうち120 m以浅を示すのは、*Venericardia ferruginea* であるが、この種については現地性・異地性の検討がなされていない。この種を異地性とすれば推定される水深の下限は250 mに及び、貝形虫や底生有孔虫からの推定と調和する。一方、本論ではクラスター1に属する試料の1部から *B. decussata* や *I. sublimbata* が産出することからこれらの種にもとづいて水深を推定した。しかし、これらの種が含まれない試料はより浅い水深に堆積した可能性は否定できない。なお、Kanazawa (1990)が検討した層準は、本論で大局的な寒冷化が起こったと推定した層準より上位の近川砂岩部層の上半部に相当する。したがって、軟体動物化石から本部層堆積時に大局的な寒冷化があったことが推定さ

れるかは明らかではない。また、貝形虫化石からは寒冷化は報告されていない。

以下に前期更新世の広域イベントとの比較から、浜田層の堆積環境の変化の要因を考察する。

外部亜沿岸帯~大陸斜面最上部を示唆するクラスター1に属するCHI-5と内部亜沿岸帯を示唆するOKU-3の層位間隔は約50 mに過ぎない。したがって、浜田層上部に認められる堆積深度の減少は、単なる堆積空間の埋積では説明不可能で、相対的海水準の低下に起因すると判断できる。Kanazawa (1990)は本層最上部に認められる内湾環境への変化は地域的造構運動によるものと推定した。また、浜田層の堆積には、浜田層堆積域の東方に認められるNNE-SSW走向で東側隆起の下北断層が関与したとの指摘がある(北村・藤井, 1962)。浜田層上部に認められる堆積深度の変化からは、下北断層の活動により、下北断層以西の地塊が沈降し、浜田層の堆積空間を創出したが、浜田層堆積末期には下北断層の活動が衰退し、浜田層堆積域も隆起に転じたことが示唆される。今日の浜田層分布域の西方には、陸奥湾や田名部低地が広がっている。また、陸奥湾海底の東西方向の地質断面図(国土地理院, 1982)によれば、更新統砂礫層は下北半島の海岸付近で西へ傾斜を増している。したがって、下北断層のような東の隆起帯と西の沈降域を分けていた断層は、浜田層堆積末期には本層分布域の西へ移動し、撓曲として活動したと考えられる。一方、浜田層堆積時の下北断層以東の地塊は、この断層の活動によって断続的に隆起していたと推定される。これにより、海底は不安定になって、ここから浅海生物の遺骸が浜田層堆積域へ流下したのであろう。これが浜田層に他生の貝形虫や底生有孔虫化石群集が見られる原因と考えられる。

底生有孔虫化石群集に認められる寒冷化の層準はCHI-9であり、浮遊性有孔虫 *Neoglobobulimina pachyderma* が左巻き優勢になる層準であるCHI-12より上位である。*N. pachyderma*の殻の巻方向には温度異存性があり、寒冷であれば左巻き個体が卓越する(Ericson, 1959; Bandy, 1960; Kitazato, 1978)。したがって、本層に認められるこの種の巻方向の変化も寒冷化を表す。

N. pachyderma の巻方向の変化の層準は、石灰質ナノ化石の大型の *Gephyrocapsa* の消滅層準 (1.21 Ma; 佐藤ほか, 1999) より上位である (佐藤ほか, 1988b). 一方、本層からは初出現層準の年代が 0.95 Ma とされる (佐藤ほか, 1999) 石灰質ナノ化石 *Gephyrocapsa parallela* が産出しない (菅原ほか, 1997). したがって、浜田層堆積末期の寒冷化は、1.21 Ma から 0.95 Ma の間に起こったと推定される。

今日的な親潮に対応する軟体動物群の出現年代は約 1 Ma であり (Ogasawara, 1994), また三陸沖の珪藻化石からは、現在の親潮の成立時期は 1.0~0.9 Ma とされる (古屋, 1995). これらの年代は、浜田層中に認められる寒冷化の年代と一致する。したがって、浜田層堆積中の寒冷化は、もし当時陸奥湾が太平洋と連絡していたとしたら親潮の成立を反映している可能性がある。ただし、浜田層とはほぼ同時期に津軽地域に堆積した大釈迦層の堆積深度も、上位に向かい減少する (亀丸・根本, 1991). よって、浜田層上部に認められる寒冷化は、津軽半島の付け根に存在し陸奥湾と日本海を結んでいた海峡が浅くなり、近川地域へ到達する暖流が衰退したことを反映している可能性もある。これらの可能性の正否は、今後北日本の更新統のより詳細な年代決定に基づく古地理、海流系の復元によって明らかにされるであろう。

結 論

下北半島東部、むつ市近川に分布する浜田層の有孔虫化石を検討し、以下の結論を得た。

- (1) 石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石が示す浜田層の年代の差は、米谷 (1978) の浮遊性有孔虫化石帯の再定義に伴う混乱によって生じた可能性が高い。
- (2) 浜田層の底生有孔虫化石群集は、クラスター分析により 3 つに区分され、それらからはそれぞれ内~中部亜沿岸帯から有孔虫遺骸が混入した外部亜沿岸帯~大陸斜面最上部、寒流域の内~中部亜沿岸帯、寒流域の内部亜沿岸帯が推定される。なお、因子分析から、本地域が外部亜沿岸帯~大陸斜面最上部であった時期の後半には、本地域は暖流の影響を受

けていたことが示唆される。

- (3) 浜田層の底生有孔虫化石群集の層位変化から、本層堆積末期には相対的海水準の低下と寒冷化があったことが明らかになった。
- (4) 浜田層堆積末期に認められる寒冷化は、親潮の成立を反映している可能性がある。

謝 辞

東北大学の高柳洋吉名誉教授および北海道大学大学院地球環境科学研究科の長谷川四郎助教授には粗稿を読んでいただき、有益なご助言をいただいた。北海道大学大学院理学研究科の小泉 格教授および塩野正道博士には、電子顕微鏡操作において御協力頂いた。北海道教育大学教育学部岩見沢校の高田裕行博士、北海道大学大学院地球環境科学研究科の黒澤一男氏および阿部恒平氏には、結果に対して御討論いただいた。査読者である延原尊美博士および匿名査読者の方には、有益なご指摘・ご助言をいただいた。記して以上の方々に感謝する。

文 献

- 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.
- Bandy, O. L., 1960. The geologic significance of coiling ratios in the foraminifer *Globigerina pachyderma* (Ehrenberg). *Jour. Paleontol.*, **34**, 671-681.
- Bandy, O. L., 1961. Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California. *Micropaleontol.*, **7**, 1-26.
- Bandy, O. L. and Arnal, R., 1957. Distribution of Recent foraminifera off the west coast of Central America. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **41**, 2037-2053.
- Be, A. W. H., 1960. Ecology of Recent planktonic foraminifera: part 2-Bathymetric and seasonal distributions in the Sargasso Sea off Bermuda. *Micropaleontol.*, **6**, 373-392.
- Bradshaw, J. S., 1959. Ecology of living planktonic foraminifera in the north and equatorial Pacific Ocean. *Contr. Cushman Found. Foraminiferal Res.*, **10**, 25-64.

- Coulborn, W. T., Parker, F. L. and Berger, W. H., 1980. Faunal and solution patterns of planktonic foraminifera in surface sediments of the North Pacific. *Marine Micropaleontol.*, 5, 329-399.
- Douglas, R. G., 1973. Benthonic foraminiferal biostratigraphy in the central North Pacific, Leg 17, Deep Sea Drilling Project. *Init. Rep. DSDP*, 17, 607-671.
- Ericson, D. B., 1959. Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. *Science*, 130, 219-220.
- Grimsdale, T. and Morkhoven, F., 1955. The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. *IV World Petrol. Cong. Proc., Sec. I/D*, 4, 473-491.
- Hada, Y., 1931. Report of the biological survey of Mutsu Bay. 19. Notes on the Recent foraminifera from Mutsu Bay. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 4th Ser. (Biol.)*, 6, 45-148.
- 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. 国立科博研究報告, C 類 (地質学・古生物学), (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). 国立科博専報, (20), 45-51.
- 半沢正四郎, 1954. 東北地方, 日本地方地質誌. 344 p. 朝倉書店, 東京.
- Hasegawa, S., 1979. Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku Province, Central Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, 49, 89-163.
- Hasegawa, S., 1988. Distribution of Recent foraminiferal fauna in Toyama Bay, Central Japan. *Revue de Paleobiol., Spec. Vol.*, (2), 803-813.
- 長谷川四郎, 1993. 底生有孔虫からみた日本の周辺海域の水温分布—新生代海洋構造の解明に向けて—. 化石, (55), 17-33.
- Iijima, A. and Tada, R., 1990. Evolution of Tertiary sedimentary basins of Japan in reference to opening of Japan Sea. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II*, 22, 121-171.
- Ikeya, N., 1970. Populational ecology of benthonic foraminifera in Ishikari Bay, Hokkaido, Japan. *Records Oceanogr. Works Japan*, (10), 173-191.
- Ikeya, N., 1971a. Species diversity of Recent benthonic foraminifera off the Pacific coast of north Japan. *Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, 6, 179-201.
- Ikeya, N., 1971b. Species diversity of benthonic foraminifera, off the Shimokita Peninsula, Pacific coast of north Japan. *Records Oceanogr. Works Japan*, 11, 27-27.
- 今井 功, 1961. 近川, 5 万分の 1 地質図幅説明書. 45+4 p. 地質調査所, 川崎.
- Inoue, Y., 1989. Northwest Pacific foraminifera as paleoenvironmental indicators. *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba Sec. B*, 10, 57-162.
- Ishiwada, Y., 1964. Benthic foraminifera off the Pacific coast of Japan referred to biostratigraphy of the Kazusa Group. *Geol. Serv. Japan Rep.*, (205), 1-45.
- 石崎国熙, 1978. 解析法: データの処理. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 129-140. 朝倉書店, 東京.
- 海保邦夫・長谷川四郎, 1986. 福島県小名浜沖底質堆積物中の底生有孔虫の深度分布. 的場保望・加藤道雄編, 新生代底生有孔虫の研究, 43-52. 秋田大学鉱山学部, 秋田.
- 亀丸文秀, 1996. 1960 年代から 1990 年代の松島湾における底生有孔虫群集の変化. 化石, (61), 1-20.
- 亀丸文秀・根本直樹, 1991. 青森県浪岡町に分布する大釈迦層の有孔虫群集. 弘前大理科報告, 38, 147-161.
- Kanazawa, K., 1990. Early Pleistocene glacio-eustatic sea-level fluctuations as deduced from periodoc 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. 国立科博研究報告, C 類 (地質学・古生物学), (14), 45-57.
- 北村 信・藤井敬三, 1962. 下北半島東部の地質構造について—とくに下北断層の意義について—. 東北大学理学部地質学古生物学教室邦文報告, (56), 43-56.
- Kitazato, H., 1978. Distribution of the *Globigerina pachyderma* (Ehrenberg) in the Kuril and Japan basins, and the fluctuation of coiling direction of *G. pachyderma* in the core P 109. *Geol. Surv. Japan Cruise Rep.*, 11, 56-59.
- Klovan, J. E. and Imbrie, J., 1971. An algorithm and fortran IV program for large-scale Q-Mode factor analysis and calculations of factor scores. *Jour. Int. Ass. Mathematical Geol.*, 3, 61-77.
- Koizumi, I., 1986. Pliocene and Pleistocene diatom datum levels related with paleoceanography in

- the Northwest Pacific. *Marine Micropaleontol.*, **10**, 309-325.
- 国土地理院, 1982, 沿岸地域利用事業調査成果図(陸奥湾地域). 国土地理院.
- 小杉正人・片岡久子・長谷川四郎, 1991. 内湾域における有孔虫の環境指標種群の設定とその古環境復元への適用. 化石, (50), 37-55.
- 古屋克江, 1995. 東北日本三陸沖 DSDP コアの珪藻化石群集に記録された鮮新世後期以降の海洋環境の変遷. 地質学雑誌, **101**, 148-161.
- 工藤哲朗, 1967. 新潟ベーズンにおける Foraminiferal Ratio の利用について. 石油技誌, **32**, 304-305.
- 桑野幸夫, 1953. 日本近海の現世有孔虫類の研究 I. オホーツク海南部の有孔虫遺骸群集(1). 資源研彙報, (32), 71-83.
- 桑野幸夫, 1956. 田名部低地帯の第四系, 下北半島北部の第四系第一報. 資源研彙報, (40), 29-40.
- Larsen, H. C., Saunders, A. D., Clift, P. D., Beget, J., Wei, W., Spezzaferri, S. and ODP Leg 152 Scientific Party, 1994. Seven million years of glaciation in Greenland. *Science*, **264**, 952-955.
- MacArthur, R. H. and MacArthur, J. W., 1961. On bird species diversity. *Ecology*, **42**, 594-598.
- 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. 池辺展生教授記念事業会編, 日本の新生代(池辺展生教授記念論集), 35-60. 池辺展生教授記念事業会, 大阪.
- Maiya, S., Saito, T. and Sato, T., 1976. Late Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy of northwest Pacific sedimentary sequences. In Takayanagi, Y. and Saito, T., ed., *Progress in micropaleontology*, 395-422. Micropaleontol. Press, New York.
- Matoba, Y., 1970. Distribution of recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, **42**, 1-85.
- Matoba, Y., 1976a. Recent foraminiferal assemblages off Sendai, Northeast Japan. *Maritime Sed. Spec. Pub.*, **1**, 205-220.
- Matoba, Y., 1976b. Foraminifera from off Noshiro, Japan, and postmortem destruction of tests in the Sea of Japan. In Takayanagi, Y. and Saito, T., ed., *Progress in Micropaleontology*, 169-189. Micropaleontol. Press, New York.
- 的場保望, 1976. 男鹿半島周辺海域の有孔虫の分布. 鉄鉱業における排出物等の健康及び生活環境に及ぼす影響調査報告書, 182-216. 大規模開発環境保全調査研究会, 秋田.
- Matoba, Y. and Fukasawa, K., 1992. Depth distribution of Recent benthic foraminifera on the continental shelf and uppermost slope off southern Akita Prefecture, Northeast Japan (the eastern Japan Sea). In Ishizaki, K. and Saito, T., ed., *Centenary of Japanese Micropaleontology*, 207-226. Terra Sci. Pub. Co., Tokyo.
- 的場保望・本間 登, 1986. 西津軽沖日本海の現世底生有孔虫の深度分布. 的場保望・加藤道雄編, 新生代底生有孔虫の研究, 53-78. 秋田大学鉱山学部, 秋田.
- 的場保望・中川 洋, 1972. 秋田沖大陸棚および大陸斜面の現世有孔虫群集. 岩井淳一教授退官記念会編, 岩井淳一教授記念論文集, 657-671. 岩井淳一教授退官記念会, 仙台.
- 根本直樹・千田良一, 1994. 青森県津軽半島南端部に分布する大釈迦層の有孔虫群. 弘前大理科報告, **42**, 259-275.
- 尾田太良, 1978. 試料処理と標本の作成: 有孔虫・貝形虫. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 33-46. 朝倉書店, 東京.
- Ogasawara, K., 1994. Neogene paleogeography and marine climate of the Japanese Island based on shallow-marine molluscs. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **108**, 335-351.
- 小笠原憲四郎, 1996. 大桑・万願寺動物群の古生物地理学的意義. 北陸地質研究所報告, (5), 245-262.
- Sancetta, C. and Silvestri, S., 1986. The Pliocene-Pleistocene evolution of the North Pacific ocean-atmosphere system, interpreted from fossil diatoms. *Paleoceanogr.*, **1**, 163-180.
- 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲, 1999. 石灰質ナンノ化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ層序. 地球科学, **53**, 265-274.
- 佐藤時幸・高山俊明・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. 石油技誌, **52**, 231-242.
- 佐藤時幸・高山俊明・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. *ibid.*, **53**, 119-212.
- 佐藤時幸・高山俊明・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. *ibid.*, **53**, 475-491.

- 菅原晴美・山口寿之・川辺鉄哉, 1997. 下北半島東部の浜田層の地質年代. 化石, (62), 15-23.
- Suzuki, A. and Akamatsu, M., 1994. Post-Miocene cold water molluscan faunas from Hokkaido, Northern Japan. *Palaeogeogr. Paleoclimtol. Palaeoecol.*, **108**, 353-367.
- 高山俊明・加藤道雄・工藤哲朗・佐藤時幸・亀尾浩司, 1988. 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2: 北陸堆積盆. 石油技誌, **53**, 9-27.
- Takayama, T. and Sato, T., 1987. Coccolith biostratigraphy of the North Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 94. In Ruddiman, W. F., Kidd, R. B., Thomas, E. *et al.*, *Init. Repts. DSDP*, **94**, 651-702, Washington (U. S. Govt. Printing Office).
- 高柳洋吉, 1955. 松川浦付近の有孔虫. 東北大学地質学古生物学教室邦文報告, (45), 18-52.
- Tsuchi, R. and Working group for Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy, 1981. Bio- and chronostratigraphic correlation of Japanese Neogene sequences: a synthesis based upon biostratigraphic datum levels, zones, stages, magnetostratigraphy and radiometric ages. In Tsuchi, R., *ed.*, *Fundamental data on Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy—supplement—*, 109-123. Working Group "Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy", Shizuoka.
- Tsukawaki, S., Nemoto, N., Maruyama, T., Shimamoto, M., Sasaki, O., Motoyama, I., Irizuki, T., Kato, H., Chatterjee, D., Fujimoto, E. and Hasegawa, S., 1993. Preliminary results from the *R. V. Tansei-maru* Cruise KT92-13 (leg 2) in the eastern marginal area of the Japan Sea. *Sci. Rep. Hirosaki Univ.*, **40**, 61-99.
- Uchio, T., 1959. Ecology of shallow-water foraminifera off the coast of Noboribetsu, southwestern Hokkaido, Japan. *Seto Mar. Biol. Lab., Pub.*, **7**, 295-302.
- Uchio, T., 1960. Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego area. *Cushman Found. Foram. Res., Spec. Pap.*, (5), 1-72.
- Watanabe, N., Takami, T., Shuto, K. and Itaya, T., 1993. K-Ar ages of the Miocene volcanic rocks from the Tomari area in the Shimokita Peninsula, Northeast Japan Arc. *Jour. Min. Petr. Econ. Geol.*, **88**, 352-358.
- 山口寿之, 1970. 下北半島北東部の新第三系—泊・蒲野沢・“砂子又”層の層位関係について—. 地質雑, **76**, 185-197.

リュウキュウサルボウ亜科 (Anadarinae) の分子系統と分類形質

松本政哲*・速水 格*

Molecular phylogenetics and taxonomic characters of the Anadarinae (Bivalvia)

Masahiro Matsumoto* and Itaru Hayami*

Abstract A molecular phylogenetic study of the subfamily Anadarinae (Mollusca: Bivalvia) was carried out based on the amino acid sequences of the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) in seven extant species from Japan and its adjacent areas. The obtained phylogenetic tree seems to be consistent with the existing classification system that is currently popular in Japan. Though the number of examined species is still limited, identities of *Anadara* (s. s.), *Scapharca*, *Diluvarca* and *Tegillarca* as well as their phylogenetic relations were recognized at the molecular level. The present result also enabled us to distinguish a few uniquely derived characters, e.g. inequivalveness (probably resulting from pleurothetic life) and some features of radial ribs, which are applicable to the subgenus-level classification. The sudden appearance and great success of this subfamily in mid-Tertiary times may have resulted from the change of life habit from epibyssate to free-living, and the expected rapid morphological change probably represents a case of quantum evolution.

はしがき

近年、筆者らの研究室では、二枚貝類翼形亜綱のいくつかの分類群についてミトコンドリアのサイトクロムオキシダーゼ サブユニット I 遺伝子 (COI) などを指標とする分子系統解析を行っている。すでにイタヤガイ科の解析で示したように、COI は塩基の置換速度が適度に大きく、二枚貝類では科ぐらいの大きさの分類群内で系統解析を行うのに適した分子マーカーとなる (速水・松本, 1998; Matsumoto and Hayami, 2000)。この一連の研究の目的は、単に分子系統樹を作成するだけでなく、収斂が起こりにくいと考えられる分子進化の性質を利用して、既存の分類体系と分類形質を評価することにある。系統学と分類学は自ずから目的が異なり、得られた分子系統樹が

そのままリンネ式階級制をもつ分類体系になるわけではない。しかし、分子系統樹の中の高低さまざまなクレードに固有の派生的形質を見きわめることによって、伝統的な分類で取り上げられている形質がどのレベルの高次分類に有効であるかを評価することが可能になる。明らかに多系統の分類群が見い出された場合には、生活様式や生活史の類似などによって形態に収斂が起こっている可能性を指摘することができる。このような事例研究を通して系統分類のより良い方法を模索できると考えている。

一般に *Anadara* 類と呼ばれるリュウキュウサルボウ亜科 (Anadarinae) は、フネガイ科 (Arcidae) の中の 1 群で、食用に供される中・大型種を多く含み、水産上の重要種は発生や生態も比較的良好に調べられている (吉田, 1964, ほか)。いくつかの形質を組み合わせることによって、多くの現生種は明確に識別することができる (Habe, 1965)。化石も種数・個体数ともに中新世以降の浅海層に豊富で、多くの種名が提唱され、

* 神奈川大学理学部生物科学科 Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Kanagawa University, Hiratsuka, Kanagawa Pref. 259-1293
2000年9月7日受付, 2000年12月7日受理

一部の種は時代や古環境の指示者として利用されている (Noda, 1966, ほか)。これは地質時代においても種の多様性が高かったことを示しているが, *Anadara* 類の多くが堆積物の保存されやすい内湾の平坦底に生息することにもよると考えられる。なお, *Bathyarca*, *Bentharca*, *Samacar* などの小型種からなる属も本亜科に含まれることがあるが, まだ分子的解析を行っていないのでここでは論じない。

Anadara 類は, 世界中の熱帯-暖温帯の浅海に多産し, 北西太平洋, 南太平洋, 東太平洋, インド洋 (および紅海), 西大西洋, 東大西洋 (および地中海) の海洋生物地理区にそれぞれ数種から十数種が知られている (波部, 1977; Lamprell and Healy, 1998; Keen, 1971; Oliver, 1992; Hertlein, 1951; Abbott, 1974; Poppe and Goto, 1993; ほか)。これらの地域の間で共通する種は比較的少なく, それぞれの地域で独自で基準の異なる分類が行われている。意外な亜属名や属名が用いられていて戸惑うこともしばしばある。分類研究者は種や種群の間に形態上のギャップを見出し亜属や属を識別するが, ギャップの位置と大きさは地域によって様ではない。世界全域の *Anadara* 類を視野に入れた分類も提示されている (Reinhart, 1935; Schenck and Reinhart, 1938; Newell, 1969) が, 必ずしも多くの研究者が認める体系とはなっていない。認められたそれぞれの種群を *Anadara* の亜属にするか独立の属にするかについても見解が分かれている (ここでは亜属として扱っておく)。また, 粗分か細分かは別として, 分類形質の重みづけや優先順位が研究者によって異なっている。いくつかの形質を組み合わせると, モザイク状に多くの分類群が識別されるが, それだけでは系統に沿った体系を見きわめにくい。このような事情があって, *Anadara* 類の属・亜属レベルの分類は, 研究者や地域の間で意見の一致がなく, むしろ混乱している。

日本から東南アジアにかけて記載された中新世以降の化石 *Anadara* 類は70種以上におよぶ。しかし, 化石種には形態の差異だけに基づいて命名された形態種が多く, 同種か別種かについて意見

が異なることが少なくない。亜属の範囲や扱いも研究者によってかなり異なっている。なお, 日本の分類研究者は *Anadara* 類を “anadarids” と称することがあるが, “-ids” はラテン語の科を表す語尾の “-idae” を英語化したものであるから, *Anadara* 類を独立の科として扱わない限りこの用語は意味をなさない。

分子系統解析は, このような地域ごとの分類を横断して, 共通の基準のもとに世界中の種を対象とした系統分類体系を構築する上に役立つはずである。化石種の分子的性質を知ることにはできないが, 化石記録を分子系統樹と比較して, その上に位置づけることはある程度可能であると思う。ただし, DNA 分析用の資料の収集と解析には長期の努力を要するので, まず日本近隣の種から分析を始め, 次第に範囲を広げたいと考えている。小論では, 日本および近隣海域の *Anadara* 類7種の分子系統解析を行い, その結果から系統と分類形質について何がいえるかを考察する。また, 今後の課題について筆者らの見解を若干述べる。

資料と方法

今回解析した資料と決定した塩基配列の DNA Data Bank of Japan へのアクセッションナンバーは次の通りである (最後の2種は外群として用いた)。

- Anadara (Anadara) antiquata* (Linné) リュウ
キュウサルボウ フィリピン・マクタン
AB050895
- Anadara (Scapharca) broughtonii* (Schrenck)
アカガイ 神奈川県横浜 (市場) AB050894
- Anadara (Scapharca) satowi* (Dunker) サトウ
ガイ 千葉県九十九里 AB050898
- Anadara (Scapharca) subcrenata* (Lischke) サ
ルボウ 福岡県柳川 AB034692
- Anadara (Diluvarca) tricenica* (Nyst) ハゴ
ロモ 高知県大方 AB050896
- Anadara (Tegillarca) granosa* (Linné) ハイガ
イ 長崎県諫早および韓国・釜山 AB050897
- Anadara (Tegillarca) nodifera* (v. Martens)
ホソウネハイガイ 中国・上海 AB050893
- Barbatia bicolorata* (Dillwyn) ベニエガイ 沖

縄県名護 AB050899
Cucullaea labiosa granulosa Jonas ヌノメアカガイ 高知県大方 AB050892

これらの種の生殖巣または筋組織から全 DNA を抽出して精製し、PCR 法によって COI の一部の領域 906 塩基を増幅した。PCR 産物を精製の後、ダイレクトシーケンスによって塩基配列を決定した。実験の手順はイタヤガイ類の場合と同じなので、Matsumoto and Hayami (2000) を参照されたい。一般に二枚貝類の COI は塩基置換速度が大きい(松本, 未公表データ)ので、対象とする分類群が高次になるほど多重置換されている可能性が高くなる。多重置換による系統樹推定のノイズの影響を避けるため、得られた塩基配列から推定されるアミノ酸配列(302座位)を基に分子系統樹を作成した。アミノ酸配列は、*Anadara* 類 7 種の間では最大 37 残基(12.3%)、外群を含めたフネガイ上科 9 種の間では最大 79 残基(26.2%)が異なっていた(表 1)。因に、先に検討したイタヤガイ科 17 種の中では、同じ領域のアミノ酸 296 座位の中で最大 91 残基(30.7%)が変化していた(Matsumoto and Hayami, 2000)。これらの比率は、COI のアミノ酸配列が科程度の高次分類群の中で適度に变化し、分子系統樹を作成するための良好な基礎的情報を与えることを示している。

表 1. *Anadara* 類の種間におけるアミノ酸の相違 (302 残基中)

	Clg	Bbc	Aaq	Tgr	Tnd	Dtr	Ssc	Sbr	Sst
Clg	0								
Bbc	67	0							
Aaq	62	68	0						
Tgr	65	77	32	0					
Tnd	64	79	34	13	0				
Dtr	63	73	21	25	28	0			
Ssc	67	75	33	32	36	18	0		
Sbr	69	73	33	32	37	18	6	0	
Sst	70	73	34	34	37	19	9	6	0

略称 Clg: ヌノメアカガイ, Bbc: ベニエガイ,
Aaq: リュウキュウサルボウ, Tgr: ハイガイ,
Tnd: ホソウネハイガイ, Dtr: ハゴロモ,
Ssc: サルボウ, Sbr: アカガイ, Sst: サトウガイ

分子系統樹の樹形の信頼性を確かめるために最尤法, 近隣結合法, 最節約法を並用した。最尤法は Morphy ver 2.3 (Adachi and Hasegawa, 1996) を, 近隣結合法および最節約法は PHYLIP ver 3.5c (Felsenstein, 1993) を利用した。また, 系統樹の頑健性は, 最尤法では REL 法(10,000 回再抽出)(Kishino *et al.*, 1990), 近隣結合法と最節約法ではブートストラップ法(100 回再抽出)によってテストした。最尤法におけるアミノ酸の置換モデルとしては JTT-F (Jones *et al.*, 1992) を用いた。ここで -F はアミノ酸平衡組成頻度を考慮したモデルであることを示している。

結果と考察

図 1 は最尤法によって得られた *Anadara* 類の分子系統樹である。近隣結合法, 最節約法でも同様の樹形が得られた。分岐点に示した数字は最尤法(ML), 近隣結合法(NJ), 最節約法(MP)によるブートストラップ確率をそれぞれ表している。今回分析した *Anadara* 類 7 種は, 日本では一般に *Anadara* (s. s.), *Scapharca*, *Tegillarca*, *Diluvarca*, の 4 亜属(または属)に分類されている。これらの種が同時に分析したフネガイ上科の外群 2 種(ベニエガイおよびヌノメアカガイ)とは異なる 1 つのクレードを形成することが, ML, NJ, MP のどの系統樹においても 100% のブートストラップ確率をもって支持された。この論文では用いなかったフネガイ目に含まれる他の外群(*Barbatia* 属 2 種, *Arca* 属 1 種, *Glycymeris* 属 2 種, *Limopsis* 属 1 種)を加えた解析でも, これらの *Anadara* 類 7 種は必ず単系統群を形成する。この結果は, 今のところ Anadarinae (リュウキュウサルボウ亜科)を高次分類群として認定することが妥当であることを示している。以下, 既存の分類群と分子系統樹に認められるクレードとの対応について考察する。

1. *Scapharca* (クイチガイサルボウ亜属)
- Scapharca* は, 左右の殻の大きさに差異がある(左殻がやや大きく, 腹縁で左殻が右殻を覆う)ことが特徴とされ, 内外の多くの研究者によって

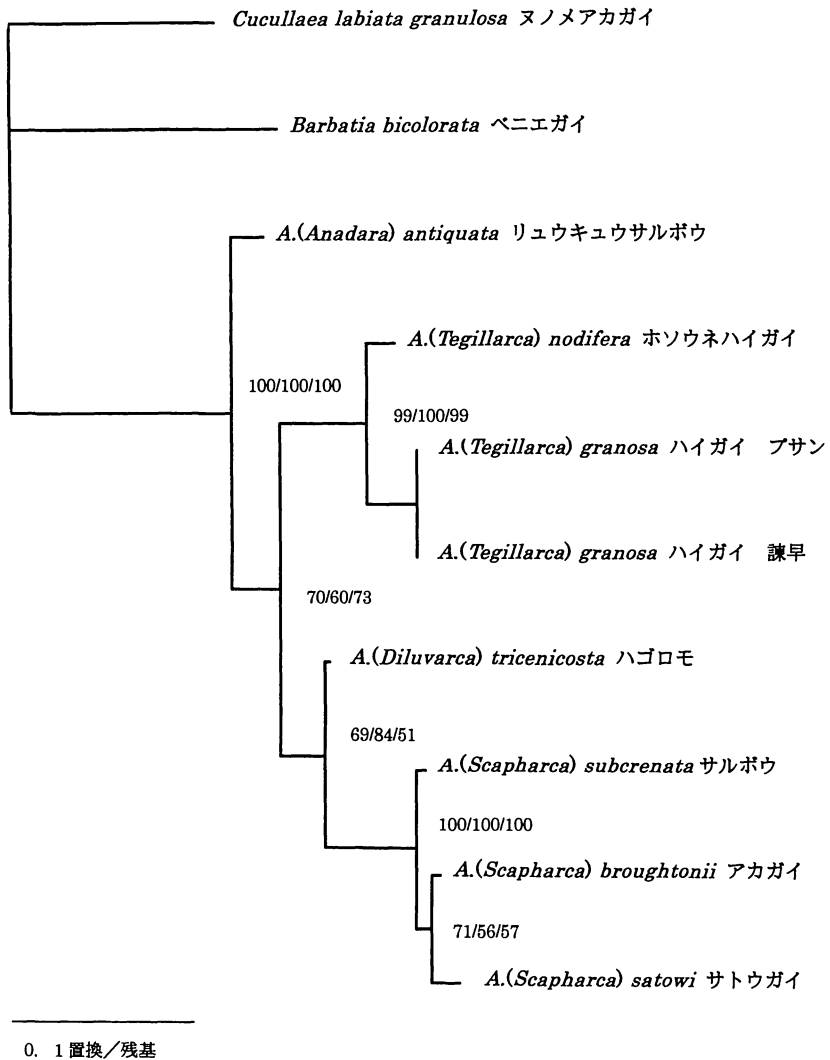


図 1. *Anadara* 類 7 種のミトコンドリア COI のアミノ酸配列に基づく分子系統樹. 分岐点における数字は最尤法/近隣結合法/最節約法によるブートストラップ確率をそれぞれ表す. 枝の長さは最尤法によって推定された.

有効な分類群(亜属または属)と考えられている. 今回の解析はこの形質評価の妥当性を支持する結果となった. すなわち, 一般に *Scapharca* に含まれるサルボウ, アカガイ, サトウガイの 3 種は互いに近縁で, 1 つのクレードを形成する. このグルーピングは, どの系統樹作成方法でも 100% のブートストラップ確率をもって支持される. ただし, この 3 種の間の結合順序は微妙である. 分子系統樹では, アカガイとサトウガイが近

縁であることが示唆されるが, これを支持するブートストラップ確率は, ML, NJ, MP でそれぞれ 71, 56, 57% で, あまり高くない. 塩基配列のデータはこのような近縁種の比較においては多重置換の影響を受けず, またアミノ酸配列の比較より情報量が多いため, 良い指標になると考えられる. そこで塩基配列による解析を行ったところ, アカガイはサトウガイよりもサルボウに近縁であることが強く示唆された (ML, NJ, MP = 77, 96,

77).

Anadara 類には、浮遊幼生が直接砂泥底に降下して自由な底生生活に入る種と、底質に埋もれない地物や海藻に足糸で付着する時期を経てから砂泥底に移行する種が知られている (吉田, 1964). *Scapharca* の諸種に見られる不等殻性はこの付着期の後半に生じる形態である. 不等殻性の機能的意味はよく分かっていないが、稚貝が地物に左殻を外側にして側面付着するときに生息姿勢を安定に保つ効果があると考えられる. 左右の殻の腹縁部の「くい違い」はこの時期に最大になり、底生生活に入ると次第に解消して左右等殻に近くなる. しかし、その解消の程度は種によって異なり、クイチガイサルボウやサトウガイでは成貝になっても左右の殻の大きさの違いが目立つ. この不等殻性は幼期の生活様式に関連して生じると考えられるから、これが系統的に如何なる意味をもつかは速断できない. 左右の殻サイズが異なる *Anadara* 類のすべての種が幼期に側面付着するかどうかは明らかではないが、足糸付着期をもたない *Anadara* 類 (例えばハイガイ) や地物に垂直方向に足糸付着する *Barbatia*, *Arca* のようなフネガイ科の所属では、幼期にも左右の殻のサイズの違いは見られない. また今回解析したサルボウ、アカガイ、サトウガイが近縁な単系統群をなすことは、今のところ、幼期の著しい不等殻性は、少なくともフネガイ科の中では *Scapharca* (および後述の *Diluvarca*) の系統だけに生じた派生形質とみなしてもよさそうである. 同様の不等殻性はヌノメアカガイ科 (*Cucullaeidae*) にも見られるが、直接の類縁関係はないので、*Scapharca* の場合とは独立に生じた特徴であろう. *Scapharca* の一部の種 (サルボウ、クイチガイサルボウなど) では、左殻にだけ殻頂部の放射肋上に結節を生じるが、これも足糸付着期に現れる形質であると考えられる.

放射肋数は *Scapharca* を含む *Anadara* 類の分類にしばしば利用される量的形質である. *Anadara* 類の放射肋は分岐・挿入がないので、その数は成長に伴って変化せず安定している. 筆者らの経験では、放射肋数は正規分布型の個体変異を示すことが多く、個体群の生物統計学的識別

に有用な形質となる. *Scapharca* の邦産種では、アカガイが40-42本、サトウガイが37-40本、クマサルボウ (*A. globosa ursus*) が34-36本、クイチガイサルボウ (*A. inaequalvis*) が31-34本、サルボウが28-32本、ヒメアカガイ (*A. troscheli*) が24本程度であるとされている (Habe, 1965). 個体変異・地理的変異を踏まえて統計学的に扱えば、化石でも近似種の便宜的な識別の基準として利用できそうである. ただし、放射肋数は遺伝的に近縁な *Scapharca* の3種の間でも大きく異なり、その範囲は他の系統の分類群と重複するので、高次分類群を特徴づける固有の派生形質にはならない. また、今回の分析結果は、*Scapharca* の中でも放射肋数が近似するほど系統的に近縁であるとは限らないことを示している.

Scapharca の起源はこの分類群をどのように定義するかによって多少異なるが、確かな化石記録は比較的新しい時代 (鮮新世以降) に限られるようである. COI の分析からも、日本産の *Scapharca* は比較的新しい時代に分化したクレードであることが示唆される. 岩崎 (1964) は、鮮新世の *Anadara castellata* と現生のサトウガイ・アカガイの形態的類似を指摘し、多肋型の *Scapharca* 類はさらに中新世の *Anadara ninohensis* などに由来している可能性を示したが、これらを確実に繋ぐような中間的な化石種は見つかっていない. この問題の解決には、日本だけでなく、多様な *Scapharca* の分布域である東南アジアの現生および化石種の検討にまっはかはない.

2. *Diluvarca* (ハゴロモ亜属)

日本から東南アジアにかけて分布するハゴロモ (*Anadara tricenica*) は、この地域の *Anadara* 類の中では鉸線の長い独特の殻形を示し、地中海の *Arca diluvii* を模式種とする *Diluvarca* 亜属に含められることが多い. 実際にその形態はこの地中海の種に類似し、近縁であると思われる. 生息環境も他の *Anadara* 類とは異なり、外洋性で浅海下部に及ぶ. 一方、海外の多くの研究者は *Diluvarca* を *Anadara* の同物異名

と見なしている。今回の分析結果では、ML, NJ, MP のどの系統樹でも、ハゴロモはリュウキュウサルボウとは遺伝的に疎縁で、*Scapharca* のクレードと姉妹群をなすことが判明した。これを支持するブートストラップ確率は、ML, NJ, MP でそれぞれ69, 84, 51%という値を示している。図1では樹形の末端の長さが揃っていない。特にハゴロモは他の種に比べて枝が短い。これは系統間で進化速度が異なっていることを示唆している。一般に系統間で進化速度が異なっている場合、最節約法では誤った系統関係を導きやすい(Hasegawa and Fujiwara, 1993)。そのため最節約法ではML, NJと同様の樹形を支持しながらも、低いブートストラップ値になったと考えられる。

ハゴロモの成貝は左右等殻に見えるが、幼貝では*Scapharca*と同様に左殻が右殻よりも大きく、明かな食い違いがある。したがってハゴロモの成殻の等殻性は二次的な特徴であり、幼期の不等殻性はハゴロモと(おそらく*Diluvarca*と)*Scapharca*が共有する形質であるといえる。ハゴロモは中新世から存続したとされている(岩崎, 1964)が、筆者らはまだその記載例を知らない。しかし、鮮新世になると、近縁の*Anadara takaoensis*や*A. suzukii*とともに台湾や西南日本の各地から産出が報告されている(Noda, 1966)。COIの分子系統解析は、*Diluvarca*がこの研究で調査された*Scapharca*の3種間内の分岐するよりも以前に分岐したことを示唆しており、現在までのところ化石記録と整合的である。

3. *Tegillarca* (ハイガイ亜属)

Schenck and Reinhart (1938), Newell (1969) は*Tegillarca*を*Anadara* (s. s.)の同物異名と見なしているが、この種群の主要な分布域である西太平洋地域の研究者の多くは*Tegillarca*を有効な亜属あるいは独立の属と考えている。事実、形態を比較すると、ハイガイとリュウキュウサルボウは多くの形質で大きく異なっている。COIの解析でも、*Tegillarca*は*Scapharca*+*Diluvarca*と姉妹群を形成し、*Anadara* (s. s.)とは遺伝的にかけ離れた分類群であることが判明した(図1)。

これを支持するブートストラップ確率は、ML, NJ, MP でそれぞれ70, 60, 73%であるが、今回分析した日本および韓国のハイガイと南支那海に分布するホソウネハイガイはほぼ100%のブートストラップ確率でクレードを形成するので、*Tegillarca*の独自性は分子系統学的にも立証されたといえる。なお、ハイガイは有明海産と韓国プサン産のサンプルの間で僅かに2塩基だけが異なり、アミノ酸レベルの配列では全く違いがなかった。

*Tegillarca*の化石記録は日本では更新世—完新世にほとんど限られ、第三紀に確かな産出は知られていないようである。しかし、Martin (1883–87, 1909–22), Shuto (1971), Noda (1979)らによって記載された東南アジア(ジャワ、フィリピン)の中新世—鮮新世の*Anadara*類には、*Tegillarca*の系統がすでに成立していたことを想わせる種が含まれている。例えば、鮮新世の*Anadara tambacana*は、放射肋上の結節が*Tegillarca*の現生種に比べて細かく密であるが、殻形その他の特徴はホソウネハイガイやフクレハイガイ(*A. paucigranosa*)に近く、この亜属の先駆者であると考えられる。また、この時代には*Tegillarca*と*Diluvarca*の中間的な形態を示す種も知られている(Shuto, 1971; Noda, 1979)。これらの第三紀の化石記録は今回の分子系統樹とも矛盾しない。

*Tegillarca*の現生種は放射肋上にまばらで強い結節をもつことで特徴づけられるが、*Scapharca*の一部の種の左殻や*Diluvarca*の両殻にも結節が存在する。一方、*Anadara* (s. s.)には結節がなく、この状態は原始的であると推察される。一部の*Scapharca*(アカガイ、サトウガイなど)が結節を欠いているのは二次的に消失したと考え、結節の存在が*Tegillarca*, *Scapharca*, *Diluvarca*が共有する派生的形質となる。しかし、これらの亜属に見られる結節が、同じ起源をもつのか独立に生じたものであるかはさらに検討を要する。

4. *Anadara* (s. s.) (リュウキュウサルボウ亜属)

*Anadara*属の模式種リュウキュウサルボウ(*A. antiquata*)はインド—西太平洋に広く分布

する種である。海域や生息環境によって殻形が変化するので、いくつかの種名が提唱されたことがあるが、単一種の地理的変異と見なすべきであろう。この種は左右等殻で前傾し、放射肋は低平で結節を欠き、その幅広い頂部にはしばしばこれを中央で二分する溝と数本の細条が発達する。つまり、日本産の他の *Anadara* 類とは形態的に明らかに区別され、孤立している。COI の分析でも、リュウキュウサルボウは他の 6 種が構成するクレードとは早い時期に分化していることが示唆された。

Anadara 類は、少なくとも西太平洋地域では中新世に入ってから出現し、著しい分化が始まっている。北米南東部、南米北部、中部ヨーロッパなどの古第三紀層から *Anadara* や *Scapharca* の属名のもとに記載された化石種がいくつかあるが、その多くは小型で腹縁が湾入するので、足糸付着種であったと思われる。ここで問題にする *Anadara* 類には含められない。日本の中新統に産する *Anadara* 類の化石種を概観すると、放射肋上に結節を有する種群と細かい条線をもつ種群に二分される。結節をもたない種がすべて *Anadara* (s. s.) に属するとはいえないが、少なくとも結節と条線を併せもつ種や結節と条線とともに欠く種は見られない。このことは、*Anadara* 類が早い時期に 2 つの系統に分かれたことを示し、今回の COI による系統復元とも整合的である。

今後の課題

1. その他の種群 (予察)

中新世中期の地球温暖期には、日本列島周辺でも熱帯性の海中気候が卓越したことが知られている。この時代には前記の 4 亜属とは形態が異なる *Anadara* 類の種群が存在した。*Anadara kakehataensis* や *A. daitokudoensis* で代表される種群で、一部は *Vicarya*, *Telescopium*, *Geloina* などと共存し、当時のマングローブ動物群を構成していたと考えられている。この種群は、等殻で、狭く高い放射肋上に強い結節をもつ点で *Tegillarca* に似ているが、殻が重厚・箱型で、殻頂が鉸線上に高く突出し、強い背稜が発達して殻

の後部が明らかに区分されるのが特徴である。*A. kakehataensis* の種群は、日本本土では中新世のごく短い期間にだけ出現する (岩崎, 1964) が、沖縄では鮮新世にも化石記録がある (Noda, 1971)。さらに東南アジアでは明かにこの種群に属する *Anadara rhombea* が現在でも存続し、基本的な形態は中新世からあまり変化していない。タイのプーケット島周辺ではこの種がマングローブ的環境に多産する。Noda (1966) は *A. kakehataensis* を模式種として *Hataiarca* 亜属を提唱した。Noda は現生のサルボウとヒメアカガイもこの亜属に含めたが、不等殻性と放射肋の形状からみて、両種はクイチガイサルボウ (*Scapharca* の模式種) により近縁であろう。現生種の分子系統解析を行った上で判断すべきことであるが、この種群は中新世に大きく二分した系統の一方を表し、今回の分子系統樹では *Scapharca*, *Diluvarca* および *Tegillarca* の共通祖先のあたりに位置づけられる。

中米および南米の太平洋沿岸の熱帯・亜熱帯域でも、中新世に上記の種群に類似した形態をもつ化石種が出現し、*Larkinia* という属名が与えられている (Reinhart, 1935)。実際に *A. kakehataensis* や *A. rhombea* の形態は *Larkinia* の模式種 *A. larkinii* によく似ている。*Larkinia* の分布域は鮮新世のパナマ地峡の成立によって分断されたらしく、現在では太平洋側とカリブ海側にそれぞれ少数の種が生息している。したがって、問題の西太平洋の種群に対して *Hataiarca* を亜属名として適用するには、これら東西の化石・現生種を比較して、異なった系統であるかどうかを確認する必要がある。形態は収斂によって類似することがあるので、分子の特性を比較するのが最も手っ取り早いであろう。

西太平洋の熱帯・亜熱帯域の現生 *Anadara* 類には、その他に *Potiarca*, *Mabellarca*, *Kikaiarca* の亜属名で呼ばれる種群がある (波部, 1977)。*Potiarca* の模式種 *A. pilula* は球形の殻を有するが、不等殻性と放射肋の形状から見て、*Scapharca* の系統に属すると思われる。*Mabellarca* は *Tegillarca* に殻形が類似し、放射肋上の結節が二分することが特徴である。この 2 つの

亜属は前述の *A. tambacana* のような化石種を共通祖先とする姉妹群になると予測している。*Kikaiarca* は、断面がコの字形の角張った放射肋と強い背稜で特徴づけられる。これは南太平洋で提唱されている *Imparilarca Iredale, 1939* に形態的に近く、その異名とするのが妥当であると思う。類似した形状の放射肋は中新世の *A. valentula* グループ (岩崎, 1964) に見られるが、中間を繋ぐ化石記録が乏しいので、祖先-子孫の関係にあるかどうかは明らかでない。いずれにしてもこれらの種群の系統上の位置付けは分子系統解析にまつところが多い。

2. *Anadara* 類の起源 (予察)

Anadara 類はフネガイ科の他のグループとは生活様式が異なり、成貝は足糸を失って平坦な砂泥底に半内生的に自由生活する。フネガイ科の中では新しい環境に適応することによって大きな成功を収めている分類群である。サルボウやアカガイの足糸付着期前半の稚貝は、著しく横長で足糸が出る腹縁の中部が湾入し、その殻形は終生足糸付着する小型のフネガイ類 (例えば *Arca*, *Barbatia* など) の成貝によく似ている。一方、同じ *Anadara* 類でも、足糸付着期を経ることなく自由な底生生活に移るハイガイでは、稚貝の形態はサルボウやアカガイと大きく異なり、殻高が大きく、腹縁の湾入は生じない (吉田, 1964)。これらの事実は、フネガイ科二枚貝の殻形が生活様式に密接に関連して柔軟に変化することを示す。また、進化の過程で生活様式が変われば、それに伴って形態が大きく変化することも示唆している。

Anadara 類の起源はよく分かっていない。白亜紀後期の *Grammatodon* 類は、自由生活型の殻形を示す中・大型種が多いので、*Anadara* 類に類似した生態的地位を占めていた可能性がある。しかし、鉸歯構造などの基本的な形態に違いがあり、生存期間のギャップも大きいので、両者が祖先-子孫の関係にあるとは考えられない。また、白亜紀から存続している *Noetia* 類には *Anadara* 類に類似した外観や放射肋を呈する種が知られているが、系統分類上で重視される靱帯の構造が大きく異なっている。結局、*Anadara* 類の祖先は

古第三紀に存在したフネガイ科の足糸付着型の種に求めるほかはない。Noda (1986) は、オトギノワシノハ属 (*Hawaiarca*) に含め得るいくつかの種が始新世以降に世界各地に見られることを示し、*Anadara* 類は *Hawaiarca* から生じたと推定している。サルボウやアカガイの足糸付着期前半の稚貝はフネガイ類の中でも特に *Hawaiarca* に形態が類似しているので、その可能性は十分にある。ところが、*Anadara* 類の成貝が示す自由生活型の形態や体サイズは古第三紀に知られている *Hawaiarca* を含むフネガイ科の諸属とは大きくかけ離れている。いずれにしても、*Anadara* 類の出現時には非常に急速な形態変化が起こったに違いない。

一般に、動物が新しい適応帯に移行する時には急速で大きな形態変化が起こりやすいと考えられている。Simpson (1953) はこれを大進化の重要な原因であるとした。おそらく、*Anadara* 類の祖先は適応帯間の移行に伴って急速に形態を変化させた。大型化も同時に起こったと考えられる。これは、規模は小さいかも知れないが、Simpson がいう量子的進化 (quantum evolution) の好例になるであろう。しかし、分子進化は形態変化の遅速とはほとんど無関係に進行すると考えられる。*Hawaiarca* には現生種があるので、これを含む多くのフネガイ科の種を対象とする分子系統解析が進展すれば、*Anadara* 類の起源についても何らかの新しい手掛かりが得られると思う。

結 論

今回作成した *Anadara* 類の COI 分子系統樹は、日本で一般に採用されている亜属 (または属) レベルの分類体系 (例えば、波部, 1977, が示した体系) を支持する結果となった。解析した種数はまだ少ないが、これまでに明らかに多系統の分類群は見い出されていない。このことは、これまでの研究者が亜属・属レベルの分類にとりあげた形質の優先順序が概ね妥当であったことを示唆する。具体的には、不等殻性、放射肋の形状、結節の有無を他の形質よりも重みづけた体系が分子系統樹によく一致するといえる。*Anadara* 類の成貝はどの種も足糸を失って砂泥底に自由生活す

るので、異なった系統の間でイタヤガイ科のような生活様式の類似による著しい収斂は起こりにくいであろう。一方、放射肋数や殻の外形は、近縁種の間でも大きく変化する可能性があり、亜属のような高次分類群を特徴づける形質とはなりにくい。これらは種を識別する場合には有効であっても、高次分類群間の系統関係を推測するための情報は失われている。

Anadara 類の分類では、この他に、成員のサイズ、殻の長さ高さの比、膨らみの程度、靱帯面の形状と広さ、靱帯溝の形と数、殻頂の間隔と向きなどが分類形質に取り上げられる。これらの形質には個体の成長ともなって変化するものが多く、種群によって多少異なる傾向はあるにしても、分類への適用はせいぜい種の識別にとどまるであろう。殻皮の性質や鉸歯の形状と配列は重要な分類形質になり得るが、今のところ高次分類群との明らかな対応関係は見い出せないでいる。いずれにしても、これまでの *Anadara* 類を含む多くの二枚貝類の分類に見られる混乱は、命名上の異論の他に、分類対象のレベルによって使い分けべき形質を評価せずに用いたことに主な原因がある。

岩崎 (1964) と Noda (1966) は、それぞれ日本産の第三紀 *Anadara* 類の分類を概括するとともに、一部の種群について種レベルの祖先-子孫関係を推定している。しかし、彼らが示した系統樹はさまざまな化石記録のギャップによって断片的なものに留まっていて、その後このような試みは行われていない。一般に、開放的な進化の場をもつ海生動物では、限られた地域の不完全な化石記録から祖先種-子孫種の直接的な関係を導くことは難しい。*Anadara* 類はかなり化石の豊富な分類群ではあるが、既知の化石種の間を繋いだだけの系統樹は信憑性に乏しい。日本列島は *Anadara* 類の進化が繰り返された地域の北限に近く位置し、多くの種は南方地域から繰り返し移住、定着、進化、地域絶滅したと考えられる。したがって、種レベルで系統を復元するには、日本の資料だけでは不十分で、広く東南アジア方面の化石・現生種の多様性と分布を明らかにすることが必要がある。今回の分子系統解析でも、外国

(特に東南アジア) の現生種の分析の必要性を痛感した。

系統を復元するには、古生物学的方法や分子系統学的方法と並んで、形態上の多くの派生的形質を等価と見なして最節約基準によって最も矛盾の少ない分岐図を選ぶ分岐分類学的方法がある。しかし、二枚貝類の科や亜科程度の分類群では、その内群の間で状態が変る派生的形質を数多く見出すことは困難である。このような場合には、分子系統樹に基づいて各クレードが共有する固有の派生的形質を見出し、それを重みづけることによって、少数の形質からでも系統に沿った体系を導くことが可能になるのではなからうか。これは、伝統的な分類学とは独立に行われる分子系統学の利点と結果を取り入れることにより、信頼性の高い系統分類体系の構築を目指すことを意味する。

文 献

- Abbott, R. T., 1974. *American seashells*. 2nd edition. 663p. van Nostrand, New York.
- Adachi, J. and Hasegawa, M., 1996. MOLPHY Version 2.3: Programs for molecular phylogenetics based on maximum likelihood. *Computer Science Monographs*, 28: 1-150. Institute of Statistical Mathematics, Tokyo.
- Felsenstein, J., 1993. PHYLIP (Phylogeny inference package) version 3.5c. Distributed by the author. Department of Genetics, University of Washington, Seattle.
- Habe, T., 1965. The arcid subfamily Anadarinae in Japan and its adjacent areas (Mollusca). *Bulletin of the National Science Museum*, 8 (1): 71-85.
- 波部忠重, 1977. 日本産軟体動物学. 二枚貝綱/掘足綱. 372p. 北隆館, 東京.
- Hasegawa, M. and Fujiwara, M., 1993. Relative efficiencies of the maximum likelihood, maximum parsimony, and neighbor-joining methods for estimating protein phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2: 1-5.
- 速水 格・松本政哲, 1998. イタヤガイ類の系統分類と分類形質の評価. 化石, 64: 23-35.
- Hertlein, L. G., 1951. Description of new Pelecypoda of the genus *Anadara* from the Gulf of Mexico. *Texas Journal of Science*, 3 (3): 486-489.
- 岩崎泰顕, 1964. 日本の第三紀 *Anadara* の変遷. 貝

- 類学雑誌 (*Venus*), 22 (4): 377-389.
- Jones, D. T., Taylor, W. R. and Thornton, J. M., 1992. The rapid generation of mutation data matrices from protein sequences. *CABIOS*, 8: 275-282.
- Keen, A. Myra., 1971. *Sea shells of tropical west America*. 2nd edition. 1064 p. Stanford University Press, California.
- Kishino, H., Miyata, T. and Hasegawa, M., 1990. Maximum likelihood inference of protein phylogeny and the origin of chloroplasts. *Journal of Molecular Evolution*, 30: 151-160.
- Lamprell, K. and Healy, J., 1998. *Bivalves of Australia*. volume 2. 288p. Backhuys Publishers, Leiden.
- Martin, K., 1883-87. Paläontologische Ergebnisse von Tiefbohrungen auf Java nebst allgemeinen Studien über Tertiär von Java, Timor und einigen anderer Inseln. *Samml. Geol. Reichs-Mus. Leiden*, 3: 1-381.
- Martin, K., 1909-22. Die Fossilien von Java. *Samml. Geol. Reichs-Mus. Leiden*, N. F., 1 (2): 333-538.
- Matsumoto, M. and Hayami, I., 2000. Phylogenetic analysis of the family Pectinidae (Bivalvia) based on mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I. *Journal of Molluscan Studies*, 66: 477-488.
- Newell, N. D., 1969. Arcidae p.N250-N256. in Cox, L. R. *et al. Treatise on invertebrate paleontology*. Part N, Mollusca, Bivalvia. vol.1 (of 3). Geological Society of America and University of Kansas.
- Noda, H., 1966. The Cenozoic Arcidae of Japan. *Science Report of the Tohoku University, Sendai*, 2nd series, 38 (1): 1-161.
- Noda, H., 1971. New anadardid and associated molluscan fauna from the Haneji Formation, Okinawa-jima, Ryukyu Islands. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan*, new series, (81): 27-51.
- Noda, H., 1979. Some Neogene arcids from the Philippines. *Geology and Palaeontology of Southeast Asia*, 20: 159-176.
- Noda, H., 1986. Origin and migration of *Anadara*—especially the genus *Hawaiarca* (Bivalvia). *Palaeontological Society of Japan, Special Papers*, 29: 57-76.
- Oliver, P. G., 1992. *Bivalved seashells of the Red Sea*. 330p. National Museum of Wales, Cardiff.
- Poppe, G. T. and Goto, Y., 1993. *European seashells*. vol. 2. 221p. Verlag Christa Hemmen, Wiesbaden.
- Reinhart, P. W. 1935. Classification of the pelecypod family Arcidae. *Muséum de royal d'Histoire naturelle Belgique, Bulletin*, 11 (13): 1-68.
- Schenck, H. G. and Reinhart, P. W., 1938. Oligocene arcid pelecypods of the genus *Anadara*. *Muséum de royal d'Histoire naturelle Belgique, Bulletin*, 2nd series, 14: 1-73.
- Shuto, T. 1971. Neogene bivalves from Panay Island, the Philippines. *Memoir of the Faculty of Science, Kyushu University*, series D, 21 (1): 1-73.
- Simpson, G. G., 1953. *The major features of evolution*. 434p. Columbia University Press, New York.
- 吉田 裕, 1964. 貝類種苗学. 221p. 北隆館, 東京.

書 評

化石研究会編
化石の研究法 ―採集から最新の解析法まで―

(共立出版株式会社, 2000, 388pp., 8,500円)

本書の前身である同名の「化石の研究法」が出版されたのは1971年のことであった。旧書は、それまで見よう見まねで修得し、あるいは遠くの研究室に脚して教を乞わなくてはならなかった化石の近代的な研究法を解説し、古生物研究の技術的基盤を押し上げるのに大きな貢献があった。その出版から30年、古生物学の理論や研究法、技術の進歩は実に著しい。本書はそれを受け、全面的に書き改められた「研究法」のハンドブックである。

1971年出版の同名の旧書は、大きく、器官レベルの研究法、組織微細構造の研究法、生化学・分子構造解析、合成及び生物実験法、の4部から構成されていた。いま見ても意欲的なタイトルの下に先端的なテーマを取り上げ、新しい手法で切り込んでいこう、と言う意欲がみなぎっていた。しかし反面、基礎的な研究に関する手引きが欠落、あるいはごく簡略に述べられているに過ぎず、古生物学の初心者には使いにくいものであった。本書ではこの問題点が克服され、その内容は以下に紹介するように、広く気を配ってバランスのよいものになっている。

本書は大きく4部構成になっている。第I部は基礎編で、野外における産状の記載、タフォノミーの検討に始まり、運搬、標本処理、観察、統計処理、文献検索など、化石の研究で共通に必要な一般的、基礎的方法が解説される。第II部は各論で、分類群毎にその分類群の概説、採集と試料処理、分類など、各分類群に即した技術の解説から

なる。第III部は機器分析法である。光学顕微鏡のような基本的器具からX線分析、質量分析、各種有機分析の方法の解説や、これまであまり利用されることがなかった各種の新型顕微鏡類の紹介もある。第IV部は新しい研究方法と題し、分子化石の研究、コンピュータシミュレーション、統計解析、飼育実験、その他、が紹介されている。巻末には国内の化石展示博物館の一覧がついている。

本書の構成、執筆には、初心者にも理解できるよう、また全体をバランスよく記述するよう工夫がされている。しかし、なんといっても多様な種類の化石に関して各種の取扱方法を一通り解説するので、この400頁に満たない1冊では無理がある。初心者が本書の記述と解説だけを頼りに観察研究を始めるのは相当大変なことで、多くの人がこれでは不十分と感じ、もう一步踏み込んだあるいは具体的な解説、指示を望むことと思う。しかし、いくらでも増やすわけに行かないことも自明である。そのギャップを埋めるのは参考になる文献の紹介だが、これは、各部末（各論では適当な区切り毎に数カ所）に引用文献表がついている。もっとも掲載文献はまだ十分とは言えない。また入手しにくいものも少なくない。

本書の旧版が出て30年、類書である「大型化石研究マニュアル」が出て20年、本書の出版は時宜を得たものといえ、広く古生物関係の研究者、学生、アマチュアの皆さんにお勧めできる。

鎮西清高（2000年9月20日記）

ピーター・D・ウォード著
(犬塚則久訳)：マンモス絶滅の謎

(ニュートンプレス, 2000, 264pp., 2,400 円)

1997年に出版された *The call of distant mammoths: Why the Ice Age Mammals Disappeared?* の翻訳である。タイトルから、マンモスの生物学や化石の形態学的な記述を期待される読者がいるかも知れないが、本書はマンモスやマストドンなど大型哺乳類が絶滅した更新世末の大絶滅を、K/T境界の恐竜の大絶滅などと対比させながら、大絶滅の解明の手法を解説した本である。これは著者のことを知れば納得がいく。ピーター・ウォードは米ワシントン大学地球科学部教授で、アンモナイトや二枚貝化石などの研究からK/T境界の絶滅を議論するなど、古脊椎動物学者ではなく大絶滅をテーマとする古生物学者である。ウォードは、更新世末と中生代末の大絶滅に多くの共通点を指摘している。いずれも大型の脊椎動物が絶滅の最大の犠牲者となり、いずれもゆっくりとした気候変動がその絶滅の主因だと長く考えられてきたが、前者はヒトによる過剰殺戮、後者は隕石衝突という急激な絶滅を示す対立仮説が提唱されている。対立仮説に対して、絶滅が急激に起こったのならば、マンモスもしくは恐竜の屍が累々と続く化石層があるはずなのにそのような地層はないという反論があることまで共通している。

マンモスの絶滅に代表される更新世末の大絶滅

はなぜ起こったのか？ これまでの議論の歴史をレビューしながら、絶滅が何時起こったのかを特定するための年代測定法、化石は突然の短期間に起こった絶滅を記録できるのかどうかを議論したシーニョ・リップス効果などの統計モデル、その生態系が大絶滅に向かいつつあるのかどうかを見極めるための背景絶滅率や殺戮曲線、毎年2%多く狩猟することによって、遠い将来の絶滅を導くコンピューターシミュレーションが物語る絶滅債、種が生存できる最低限の個体数を議論する絶滅閾の概念、生息面積の減少と種の減少との相関と「島嶼化」による種の減少などを説明する島の生物地理の均衡理論、飢餓などのストレスの有無、その同位体分析による食性の変化、そして出産の頻度まで象牙化石の成長輪から読みとる方法など、新しい着眼点、手法を解説し、最後は3001年の地球を予測するあとがきで締めくくられている。教科書というよりは読み物を目指したため、図版もデータよりはイメージ的なものが多く、ストーリーが優先され論理の展開が不明瞭になった部分があるが、大絶滅の解明する手法を解説するとともに、古生物学と保全生物学や“未来学”との橋渡しを試みる好著である。

真鍋 真

国際会議報告

第1回中生代および第三紀十脚甲殻類ワークショップ参加報告*

柄沢宏明**・加藤久佳***

第1回中生代および第三紀の十脚甲殻類に関するワークショップが、イタリア・ヴィチエンツァのモンテッチオ・マギオーレ市で、2000年10月6日から10月8日に開催された。このワークショップは開催国イタリアのモンテッチオ・マギオーレ市立博物館“G. Zannato” (Museo Civico “G. Zannato”, Montecchio Maggiore) ならびにミラノ自然史博物館 (Museo Civico di Storia Naturale di Milano) の化石十脚甲殻類研究者グループの呼びかけに、世界中の化石十脚甲殻類の研究者が賛同し、初めて実現したものである。参加国はアメリカ・イタリア・イギリス・オランダ・デンマーク・ドイツ・日本・ハンガリー・ポーランドの9カ国であった。ヨーロッパからの参加者がほとんどで、アメリカから3名・日本から2名の参加があり、結局、35名程度の参加者による小規模なワークショップとなった。化石十脚甲殻類研究者は世界中でも数少ないので、現在現役として活動している大半の研究者がこのワークショップに参加したと思う。しかしながら、化石十脚類研究を長年にわたってリードしてきた、イギリスのCollins博士が欠席されたことは大変残念であった。

10月6日・7日は、モンテッチオ・マギオーレ市にあるVilla Cordellinaを会場とし、口頭発表とポスターセッションが行われた。Villa Cordellinaは18世紀前半に建てられたヴィチエンツァの法律家の別荘で、内部を壮麗な壁画で、外部は庭園と多くの彫像で飾られた歴史的建築物

であった。ワークショップの基本テーマは、化石十脚甲殻類に関する、1) 起源と系統、2) 保存様式とタフノミー、3) 分類、4) 十脚甲殻類以外の甲殻類、であり、13の口頭発表と11のポ

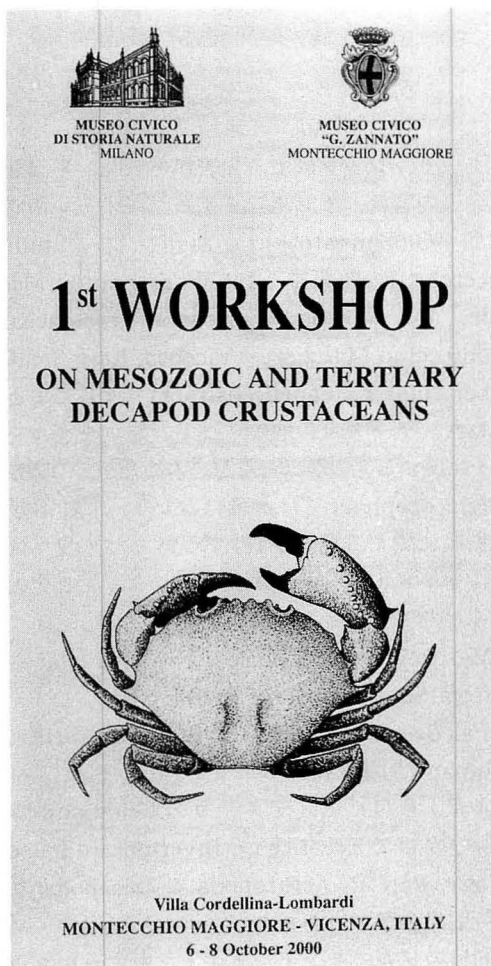


図1. 本ワークショップのシンボルマーク。

*Report on the 1st Workshop on Mesozoic and Tertiary Decapod Crustaceans, Montecchio Maggiore, Vicenza, Italy, 6-8 October, 2000

**Hiroaki Karasawa 瑞浪市化石博物館

***Hisayoshi Kato 千葉県立中央博物館



図2. ワークショップ会場前での記念写真。

スターセッションによる発表があった。各講演者の発表内容は、モンテッチオ・マギオーレ市立博物館 “G. Zannato” の定期刊行物「Studi e Ricerche」の特集号「1st Workshop on Mesozoic and Tertiary decapod crustaceans, Montecchio Maggiore—Vicenza, Italy 6–8 October 2000, Extended abstracts」としてまとめられた。テーマは各地の十脚甲殻類ローカルファウナに関する発表がほとんどを占めたが、口脚類・Thylacocephala（日本名はない）・十脚甲殻類の生痕に関する発表が1件ずつあった。我々は、次のタイトルのもとポスターセッションで発表を行った。

- Mesozoic and Cenozoic decapod crustaceans from Southwest Japan (柄沢宏明)
- Paleogene decapod fauna from Northeast Japan (加藤久佳)

また、6日には、アメリカの Feldmann 博士の呼びかけで Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R. Arthropoda 4. Decapoda の改訂版編集会議が行われた。

同日の夕方、モンテッチオ・マギオーレ市立博物館 “G. Zannato” の見学が開催された。この博物館は、考古・地質・古生物関係資料を主に展示

しており、図書館も併設されている。古生物関係では、特にヴィチェンツァ地方から産出した十脚甲殻類化石がメインとなった異色の展示構成であった。また、化石収蔵庫で主にヴィチェンツァ地方から産出した始新世十脚甲殻類を検討することも可能であった。この後、参加者は、夕食会の会場である、シェークスピアのロミオとジュリエットの舞台と伝えられる Castello di Bellaguardia (ジュリエットの城) に移動した。

10月8日には、パドバ大学・Mietto 博士の案内で、チャンボ・バレーの始新統および始新世の魚化石の展示で有名なボルカ化石博物館 (Museo dei Fossili di Bolca) を巡る野外巡検が行われた。残念ながらこの巡検の案内書は用意されなかったが、博士は地質図と柱状図を手に、始新統上部 Priabonian のタイプセクションである Priabona の露頭、そこに近い Lutezian の露出する Cava Rossi の採石場、始新世の魚類化石を産する有名な Monte Bolca の露頭などを案内してくれた。“Cava Rossi” の採石場では、立派な十脚甲殻類化石を産するとのことだったが、残念ながら *Nummulites* や貝・ウニなどの化石を採集するに終わった。なお、Monte Bolca の魚化石産地の露頭は、1998年に遊歩道や坑道が整備

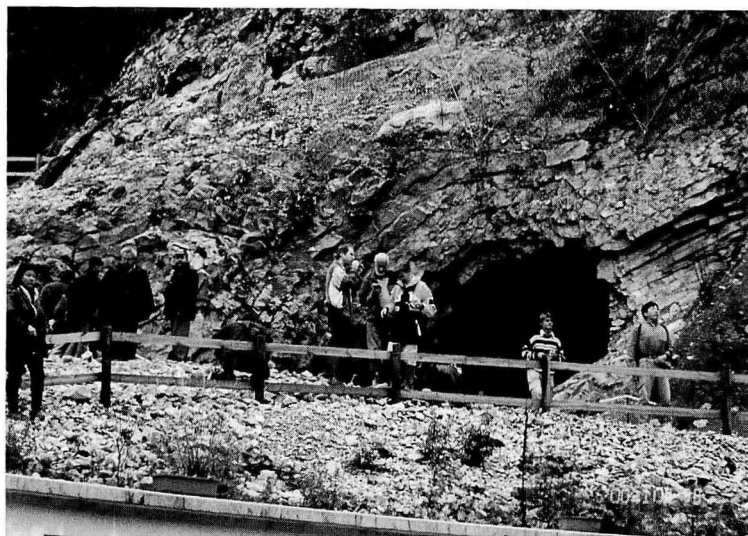


図3. フィールドトリップの様子. Monte Bolca にて.

され、一般に公開されている。

いずれにしても、少人数で開催されたこのワークショップは、研究者相互の意見交換の場として、また、人的交流の場として大変すばらしいものであった。10月7日の閉会式では、市立博物館“G. Zannato”のGhottio館長から、第2回ワークショップは、2003年の春か秋、オランダのボ

クステルカマーストリヒトで開催されることが紹介された。おそらくこれに前後し、Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R. Arthropoda 4. Decapodaの改訂版が出版されることと思う。最後に、第1回ワークショップ開催に当たって尽力されたイタリアのBeschin博士・Garassino博士・De Angeli氏に感謝の意を表したい。

学 会 記 事

日本古生物学会定例評議員会 (1999-2000年度, 第5回) 議事要録

平成13年1月26日(金) 13:30~17:00

場 所:「ミュージアムパーク」茨城県自然博物館講座室

出席者:森会長, 鎮西, 速水, 平野, 加瀬, 北里, 前田, 間嶋, 真鍋, 野田, 小笠原, 大路, 大野, 小澤, 瀬戸口, 棚部, 富田, 八尾
委任状:長谷川(→小澤), 池谷(→速水), 糸魚川(→小笠原), 小泉(→森), 小畠(→鎮西), 濱田(→大野), 齋藤(→北里)

書 記:島本, 生形庶務幹事

<報告事項>

1. 常務委員会報告(北里)

庶務:①故橋本 互名誉会員および故池辺展生名誉会員の葬儀に学会名で弔電および献花を送った。②学術著作権協会より平成10年度複写使用料分配(84,798円)の通知があった。③出版者著作権協議会より平成9年度複写使用料(50,000円)の分配があった。④科学技術庁研究開発局より科学技術会議生命倫理委員会による「ヒトゲノム研究に関する基本原則について」の冊子が送付された。⑤日本学術会議より, 第18期学術会議会員として地質科学3名(地質学, 斎藤常正氏; 鉱物学, 青木謙一郎氏; 地質科学総合, 米倉伸之氏)を推薦するとの連絡があった。⑥日本学術会議第18期会員斎藤常正氏より研連委員の推薦依頼があり, 第4回評議員会で決めたとおり, 古生物研連6名(小笠原, 野田, 北里, 加瀬, 大路, 瀬戸口)と地質研連1名(八尾)をそれぞれ推薦した。⑦2001年度「猿橋賞」および「研究助成」の推薦依頼があり, 学会のHPに掲載した。⑧大学評価・学位授与機構から大学評価委員会専

門委員および評価員候補者の推薦依頼があった。常務委員の了解を得た上で評議員に推薦依頼をした結果, 分野別教育専門委員に猪郷久義君, 池谷仙之君, 森 啓君を, 分野別研究専門委員に斎藤常正君, 小泉 格君, 速水 格君を, 研究評価員に棚部一成君, 平野弘道君, 小笠原憲四郎君, 小澤智生君, 北里 洋君を推薦した。池谷仙之君が大学教育評価専門委員に選出された。⑨地質研連に推薦した八尾 昭君が地質学会から古生物研連に推薦されたため, 会長と庶務が検討して, 地質研連委員を前田晴良君にお願いすることとした。

⑩「第8回バイオミネラルゼーション国際シンポジウム」への共催, 「第14回国際オストラコーダシンポジウム」への後援, および山口大学主催の国際フォーラム「International Forum of Earth Investigation」への協賛について依頼があり, これらを了承した。⑪学術会議ならびに日本第四紀学会と共同主催することが決まっている「第7回国際古海洋学会議」(2001年9月16-21日, 札幌)の運営委員会および組織委員会が開催された。⑫数研出版(株)編集部から, 「日本古生物学会創立50周年記念絵葉書」のうちアンモナイト2枚を教科書地学IBに引用したい旨の申し出があり, これを許可した。⑬学術著作権協会から米国税務登録用紙が送られてきた。免税措置を受けるため, 必要事項を記入し返送した。⑭渉外:①地質科学関連学会等懇談会に出席した。②地質科学関連学協会連合の活動について報告があった。③文部省学術定期刊行物助成金の申請を行った。会計:①第149回例会(群馬県立博物館)の収支報告があった(収入367,968円, 支出554,068円)。今後60名程度の参加者増がなければ収支バランスを取るのは困難である。②茨城県自然博物館から第150回例会運営補助金の申請があった(申請額18万円)。会員:次期評議員選挙のための被選

挙権者リストの確認作業を行っている。行事：①2001年年会・総会の日程がNAPC2001と重なってしまうため、日程の変更について常務委員の間で電子メール上で議論した結果、日程を変更しないことにした。②2001年年会・総会では特別講演を実施する時間が取れないので、151回例会で実施することを検討したい。③第151回例会は、鹿児島大学理学部で開催予定である。現在のところシンポジウムの申込みはない。④2002年年会・総会に福井県立博物館より申し込みがあった。⑤第152回例会に横浜国立大学より申し込みがあった。国際交流：①インドより学会誌のバックナンバーの交換依頼があった。②TPPSJ, no. 145-184の寄贈依頼があったが、対処できる量ではない。③リヨンの博物館からPaleontological Research, vol. 3, no. 2が未着であるとのクレームを受けたので、学会事務センターへ調査を依頼した。④オランダの地質調査所から出版物交換中止の申し出があった。広報：①古生物学会のホームページへのアクセス件数が11,000件を超えた。②ホームページでPRのアブストラクトを公開しているが、入力作業を簡略化するために編集委員会から各論文のタイトルとアブストラクトをテキストファイルで入手できるよう要望する。③ホームページから全国の古生物学関係教室のホームページにリンクできるよう準備中である。友の会：9月刊行の「化石」を10月に発送した。発送の際にヤマトのメール便を利用したが、約1割の未着があった。追跡調査不能のため再送付したが、次回からは業者を佐川に変更する。

2. 会員の入退会報告 (平野)

前回の評議員会以降、19名の入会 (田上 響, 太田彩乃, 田邊満雄, 山崎俊博, 安原盛明, 瀬島諭蔵, 小原正顕, 北崎朋美, 川瀬基弘, 一色美絵, 坂井俊博, 岸本文宏, 高田孝大, 大西良亮, 宇都宮哲平, 池田和寛, 高梨恵一, 倉田智大, 橋本秀雄), 4名の逝去 (池辺展生, 川下由太郎, 牧島邦夫, 富永振作), 3名の退会 (衛藤俊治, 大越章, 吉池高行), 欧文誌購読申し込み1件 (Hartkopf-Froeder, C), 普通会員 (国内) から普通会員 (海外) への会員資格変更2件 (Dewi, S. H., Zekhara, M. S.) があった。会費滞納によ

り7名を除籍した (岡田 豊, 村本宏司, 安田守, 谷口拓也, 樋口素子, 徳山 明, 岩尾雄四郎)。現在, 総会員数は1097名 (普通国内723, 特別310, 名誉14, 賛助7, 普通海外43), 欧文誌購読13名である。

3. 編集状況報告

欧文誌 (棚部) : ①Paleontological Research, 4巻3, 4号を印刷した。②平成13年1月26日現在30編の論文原稿を受け付けている (受理6, 修正14, 査読7, 受付3)。③ホームページのアドレスを訂正し, 投稿先を明記するようにする。④Paleontological ResearchのISIデータベースへの登録を目指して準備中である。化石 (池谷, 北里代理報告) : 68号を発行した。特別号 (富田) : ①特別号への申し込みは今のところない。②松岡篤氏より古生物学トピックス第2号の企画を受け取った。

4. 学術会議・研連報告

古生物研連 (北里) : ①2000年11月22日に第18期第1回研連会議が開催され, 委員長に野田浩司君, 幹事に北里 洋・大路樹生両君が選出された。②公立博物館学芸員の科研費申請権についての現況調査を行っている。③第18期では, 今後の古生物学のあるべき姿, 研究テーマについて議論してゆく。地質研連 (前田) : 第18期第1回研連会議が開催された。科学研究費補助金の配分方法が大幅に変更される可能性があることについて議論がなされた。

5. 自然史学会連合報告 (加瀬)

①地域博物館の研究者に科研費申請の道を拓くためにアンケート調査を行っている。②ホームページ作りを進めている。③2000年10月14日にシンポジウム「21世紀の自然史科学における画像データベース」を開催した。④2001年度のシンポジウムは, 11月10日に国立科学博物館で「死体が語る自然史 (仮題)」を開催する予定である。

6. 学校科目「地学」関連学会間連絡協議会報告 (間嶋)

①第22回連絡協議会 (2000年9月19日) で, 各学会より教育関係の取り組み方法について報告があった。②連絡協議会の各学会における教育に関する取り組みの実態を把握するため, 教育活動

調査を行う。

7. 地質科学関連学協会連合報告 (大路)

①幹事として公文富士夫氏が選出された。②今後 JABEE (日本技術者教育認定機構) への対応策について検討してゆく。

8. その他

理学総合連絡会議で研連の見直しについて議論された (野田)。

<審議事項>

1. 特別会員の推薦

特別会員に推薦された14名 (国府田良樹, 北村晃寿, 奈良正和, 大島光春, 藻谷亮介, 栗原行人, 佐藤洋一, 佐藤慎一, 鎌田祥仁, 荻原成騎, 児子修司, 高橋啓一, 大久保敦, 由井誠二) について検討し, これを承認した。

2. 平成14年度科学研究費審査委員候補者の選出

層位・古生物1段委員の候補者として, 1位安藤寿男君, 2位天野和孝君, 3位大路樹生君, 4位北里 洋君, 5位山口寿之君, 6位千葉 聡君, 7位中森 亨君, 8位加瀬友喜君, 9位富田幸光君を推薦することとした。

3. 行事案

①2001年年会・総会は, 将来計画委員会主催で, 国立オリンピック記念青少年センター (6月29日~7月1日) にて開催される。統一シンポジウム「21世紀の古生物学」とそれぞれの課

題別シンポジウムを行う。一般講演はポスターに限って公募する。なお, 時間割案が将来計画委員会より提示され, これを了承した。②第151回例会の開催を鹿児島大学で行う。この例会で特別講演3件を行う。また, 公開講演「21世紀は自然史の時代—古生物学・フィールド科学からの提言—」を予定している。

4. 特別号関連

①古生物学トピックスの2号を出版する。②模式標本データベースを特別号として出版する。③特別号の印刷所については, 費用と印刷品位とを考慮して検討する。

5. 将来計画委員会の活動について

科研費の費目や研連が見直されることへの対応を組織的に行うよう自然史学会連合へ働きかける。

6. 評議員選挙について

1月の評議員会で特別会員への推薦が承認された会員は, 事務上の都合により, その年の4月の評議員選挙ではまだ被選挙権を持たない。

7. Bibliographyについて

次号の Bibliography の編集は, 猪郷久義氏を中心として, 他に科博の有志数名が加わって行う。

8. その他

①学会等で顕彰を受けた会員および拠金者の名前を化石に掲載する。②今後学会賞を積極的に出して行く方向で, 学会賞選考委員会で検討を続ける。

第14回オストラコーダ国際シンポジウム (ISO2001)
「21世紀のオストラコーダ学に向けて」のお知らせ

オストラコーダ（節足動物：甲殻類）は、水界に広く適応した微小生物で、二枚貝のように体全体を覆う石灰質の背甲をもつ分類群です。化石は古生代の初期（およそ5億年前）から連続して産出するため、地層の対比や古環境評価等に広く応用されてきました。また、近年は生物進化や種分化に地質時代という時間軸を考慮した議論ができる数少ない生物として、生命科学にも重要な情報を提供しています。このオストラコーダは、21世紀においても引き続き生物科学、環境科学、地球科学等の分野において研究素材として扱われ、個々の学問分野の発展に寄与するものと期待されております。このような背景のもとで、第14回オストラコーダ国際シンポジウム「21世紀のオストラコーダ学にむけて」は、日本で開催されることとなりました。本会議は、平成13年8月1日～4日、静岡大学が会場となります。オストラコーダを素材とした地球化学、環境学、生態学、生物地理学、分子生物学、系統分類学、進化学等について、各国第一線の研究者による最新の話題提供がなされる予定です。また今回は、オストラコーダに関連した分類群の専門家を招聘し、オストラコーダという分類群の枠をこえた議論の展開が期待されております。研究成果を日本古生物学会の皆様と共有したいと思います。ご参加を心よりお待ちしております。

主 催：第14回オストラコーダ国際シンポジウム組織委員会、静岡大学理学部

後 援：日本古生物学会、日本地質学会、日本第四紀学会、日本動物分類学会、日本ベントス学会（予定）日本動物学会、日本甲殻類学会

日 程：平成13年8月1日（水）～8月4日（土）

会 場：静岡大学・大学会館

大会長：池谷仙之（静岡大学理学部生物地球環境科学科）

連絡先：ISO2001事務局 塚越 哲

〒422-8529 静岡市大谷836 静岡大学理学部生物地球環境科学科

電話 054-238-4800 FAX 054-238-0491

E-mail iso2001@se-geomail.sci.shizuoka.ac.jp

（1st および 2nd Circular ご希望の方はお問い合わせください。3rd Circular は、5月に参加登録者に向けて発送の予定です。）

詳細は、大会ホームページ：<http://shp1.sci.shizuoka.ac.jp/~iso2001/> をご覧ください。

2000年度、日本古生物学会への醸金者御芳名

(敬称略, 50音順)

菅野三郎, 内藤源太郎, 松本達郎

(計 3 件, 180,000円)

平成12年1月1日から平成13年2月10日までに、以上の方々から本会に醸金を賜りました。古生物学および本学会の活性化のため、有効に使わせていただきます。ご厚志に対し、深く御礼申し上げます。

なお、醸金のお願いは、平成元年より化石47号に掲載の趣旨で、次の要領にて行っております。引き続きよろしく御協力下さいますようお願いいたします。

記

1. 拠金金額：とくに上限・下限はありません。いただいた醸金は、毎年一般会計に繰り入れます。
2. 次の醸金専用の振替口座を設けておりますので、随時この口座にお振り込み下さい。
郵便振替：00110-1-762037
日本古生物学会
3. 醸金をいただいた方々のご芳名は、随時「化石」に公表させていただきます。

日本古生物学会会長 森 啓

別刷についてのお知らせと料金改訂について

化石編集部では、著者が投稿のさいに投稿原稿整理カードに記入された別刷希望部数を印刷会社へ申し送り、印刷会社から直接著者へ別刷が送られるような仕組みにしております。したがって、別刷の仕上がりや別刷代金の請求に関しては、編集部としては関与しておりません。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：

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

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

P：本文の頁数

N：別刷の部数

○表紙付を希望される場合には、このほかに表紙印刷費としまして5,000円申受けますので、あらかじめ御了承下さい。

〒176-0012 東京都練馬区豊玉北 2-13-1

学術図書印刷株式会社 TEL 03-3991-3754

FAX 03-3948-3762

平成11年8月改正

行 事 予 定

◎2001年年会・総会は、2001年6月29日（金）、6月30日（土）、7月1日（日）に「国立オリンピック記念青少年総合センター」で開催されます。21世紀最初の年会ですので、「21世紀の古生物学」を統一テーマとし、29日に統一シンポジウム、30日と1日に17件の課題別シンポジウムが行われる予定です。現在、学会の「将来計画委員会」によってプログラムの詳細を立案中です。一般講演はポスター講演だけに限って受け付けます。口答発表形式による一般講演はありませんのでご注意ください。ポスター講演の申し込み締切日は2001年5月9日（水）です。

◎第151回例会（2002年1月下旬開催予定）は鹿児島大学理学部から開催申し込みがありました。シンポジウムの申し込みは今のところありません。

◎2002年年会・総会（2002年6月下旬開催予定）には福井県立博物館から開催申し込みがありました。

◎古生物学会では、小人数で実施されるワークショップやショートコースを主催しております。学会から金銭を含む援助を行なうことができますので、企画をお持ちの方は行事係までお問い合わせ下さい。

個人講演・シンポジウム案の申し込み先

個人講演の申し込みは予稿集原稿を直接お送り下さい。e-mail やファックスでの申し込みは、原則として受け付けておりません。

〒240-0067 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-2
横浜国立大学教育人間科学部自然環境講座
TEL 045-339-3349（直通）
FAX 045-339-3264（学部事務室）
E-mail majima@edhs.ynu.ac.jp
間嶋隆一（行事係）

お問い合わせは、行事係か下記の行事幹事までお寄せ下さい。

〒250-0031 小田原市入生田499
神奈川県立生命の星・地球博物館
TEL 0465-21-1515
FAX 0465-23-8846
E-mail taru@pat-net.ne.jp
樽 創（行事幹事）

「化石」投稿原稿整理カード

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

日本古生物学会入会申込書

日本学会事務センター内

〒113-0021 東京都文京区本駒込 5-16-9

氏 名 _____ ローマ字 _____

生年月日 _____

現住所 _____

所属機関（在学校名）・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 20 年 月 日 _____



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

PRI の出版物の購入について

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

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

最新号として次のような論文が出版されております。

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

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

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

これまでの出版物、バックナンバーはウェブサイトでご覧下さい。

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

問い合わせ、ご注文は下記まで。

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

日本初!ヨーロッパの古城移築・復元



ロックハート城

4つのアトラクションが楽しめる

★バンジーパーク

地ビール工場

★シャトーブルワリー

★展示コーナー

世界の石材

魚竜ほか 絶滅した古生物（化石）

美しい鉱物

世界の高峰の石

手作りパン工房

★レピドール

神秘体験のできる

★みちの世界

ドイツ料理店

ビッグハート

イタリア料理店

ロマーノ

フランス料理店

ソフィア



大理石村

〒377-0702 群馬県吾妻郡高山村中山5583-1

☎0279-63-2101(代)

＜予約専用＞0279-63-3515 FAX0279-63-3514

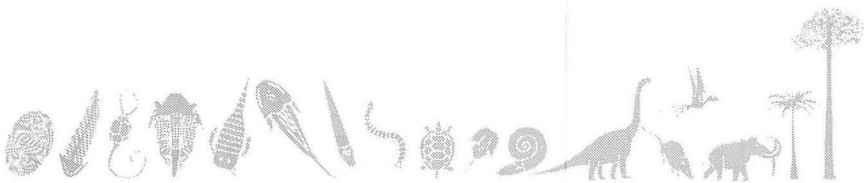
一億年を刻む！

■甲殻類メコチルスとその足跡 *Mecochirus longimanatus* ジュラ紀後期 Solnhofen, Bayern, Germany

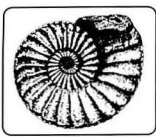
地学標本(化石・鉱物・岩石)
古生物関係模型(レプリカ)
岩石薄片製作(材料提供による薄片製作も受け賜ります。)

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



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



Fossils, Minerals & Rocks

株式会社 **東京サイエンス**

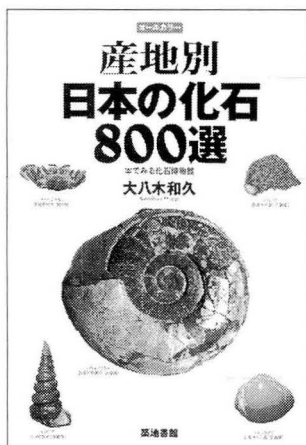
本社 〒150-0051 渋谷区千駄ヶ谷5-8-2 イワオ・アネックスビル

TEL.03-3350-6725 FAX.03-3350-6745

E-mail: science@oak.ocn.ne.jp

ショールーム 紀伊國屋書店新宿本店1F TEL.03-3354-0131 (大代表)

TOKYO SCIENCE CO., LTD.



産地別 日本の化石800選

本でみる化石博物館

大八木和久[著] 3,800円 ●オールカラー

【本書の5つの特徴】

1. フィールドで使える図鑑。
2. 著者自身が採集・クリーニングした化石コレクション832点をオールカラーで紹介。
3. 産地別・時代別に化石を配列。
4. 採集のときに役立つ産地情報を掲載。
5. クリーニングのポイントをアドバイス。(難易度つき)

日本全国化石採集の旅[全3巻]

正編・続編・完結編ともに大八木和久[著] 各2,200円

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

化石の楽しみ方のすべてを記したエッセイ+ガイド。

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



10年ぶりの全面改訂

埼玉の自然をたずねて

堀口萬吉[監修] ●新訂版 1,800円

自然探究派のためのフィールドガイドの決定版。10年ぶりの大改訂。コラム・カラーページも充実。

2001年3月刊行予定

北陸の自然をたずねて

北陸の自然編集委員会[編] 1,800円

《日曜の地学シリーズ 既刊14点》

- ④東京／⑤群馬／⑦広島／⑧茨城／⑨栃木／⑬静岡／
⑭沖縄／⑰愛媛／⑲千葉／⑳神奈川／㉑佐賀／㉓鳥取／
㉔東海／㉕島根

(既刊書の価格および詳しい内容は、ホームページか総合図書目録をご覧ください。)

脊椎動物の進化 原著第4版

コルバート+モラレス[著] 田隅本生[監訳] 12,000円

●地団研そくほう評＝脊椎動物化石やその進化を学ぶためのバイブルともいえる本。●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。

井尻正二・「新・人と文明」シリーズ全3巻

新・ヒトの解剖

井尻正二+後藤仁敏[著] ●2刷 2,200円

新・人体の矛盾

井尻正二+小寺春人[著] ●4刷 1,900円

新・文明のなかの未開 レリックの世界

井尻正二+真野勝友+堀田進[著] 2,500円

新刊・重版案内を中心としたメールマガジン「築地書館Book News」創刊。

配信をご希望の方は、小社ホームページでE-mail Addressをご登録ください。

URL=<http://www.tsukiji-shokan.co.jp/>

④**築地書館** 〒104-0045 東京都中央区築地7-4-4-201 TEL 03-3542-3731 FAX 03-3541-5799 ●総合図書目録進呈。
●ご注文は、最寄りの書店または直接上記宛先まで。●ホームページ=<http://www.tsukiji-shokan.co.jp/>

《価格税別》消費税が加算されます。

IMC

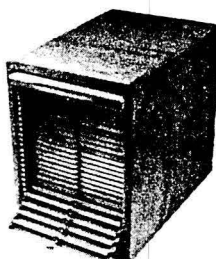
調査機器から研究機材まで



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

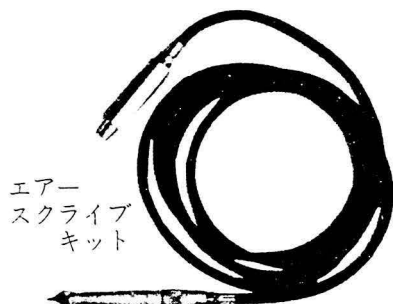
マイクロスライドキャビネット
(有孔虫スライド500枚用)



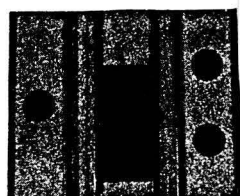
標準フルイ



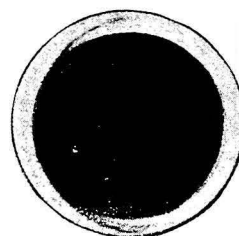
[各種サイズ]
メッシュ



エア-
スクライブ
キット



有孔虫スライド各種



方眼シャーレー
(有孔虫分離用)

岩 本 鉱 産 物 商 会

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

地球の過去から現在を考える。 自然環境の変遷を時間を追って解明します。

〈年代と古環境・地層対比の解明に〉

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

〈自然環境の解明に〉

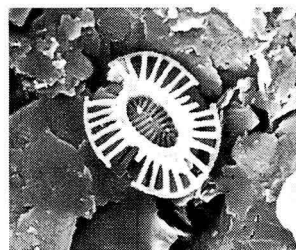
環境を植物と地質・土壌の関わりより考えます。
環境調査，地質調査，土壌調査，湖沼調査

〈人類の歴史の解明に〉

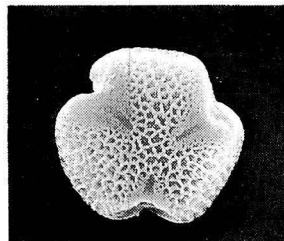
遺跡調査，遺構・遺物調査，立地調査

〈資源・資材の評価に〉

岩石鉱物分析，土壌分析，理化学分析，栽培試験



石灰質ナanno化石
Emiliania huxleyi
生存期間：24万年前～現在



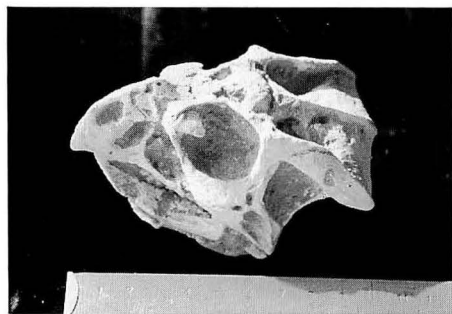
ミヤマガマズミ花粉



パリーノ・サーヴェイ株式会社

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

化石 鉱物 隕石 輸入地学標本の専門商社



BAGACERATOPSの頭骨 白亜紀 モンゴル ゴビ砂漠

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

PLANET 有限会社 プラニー商会

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

古生物の科学 全5巻

3. 古生物の生活史

最新刊 池谷仙之・棚部一成編

B5判 292頁 本体13000円 (16643-5)

古生物の多種多様な生活史を、最新の研究例から具体的に解説。〔内容〕生殖(性比・性差)／繁殖と発生／成長(絶対成長・相対成長・個体発生・生活環)／機能形態／生活様式(二枚貝・底生生物・恐竜・脊椎動物)／個体群の構造と動態／生物地理他

既刊

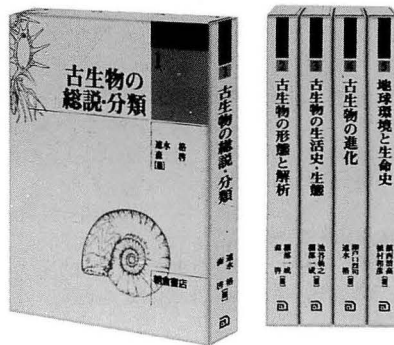
1. 古生物の総説・分類

速水 格・森 啓編 B5判 264頁 本体10000円 (16641-9)
古生物学の研究・略史／分類学の原理・方法／モネラ界／他

2. 古生物の形態と解析

棚部一成・森 啓編 B5判 232頁 本体10000円 (16642-7)
相同性とは何か／形態進化の発生的側面／形態測定学／他

◆古生物学の原理や方法を横断的に眺め、専門領域を越えた広い範囲の読者のための新しいテキスト



続刊

4. 古生物の進化

小澤智生・瀬戸口烈司・速水 格編
現代の進化説／形態進化と分子進化／種分化／小進化／他

5. 地球環境と生命史

鎮西清高・植村和彦編
化石の生成、タフノミー／生命の起源、先カンブリア時代の生命／他

朝倉書店

〒162-8707 東京都新宿区新小川町6-29

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

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

*本体価格は消費税別です。
(ISBN)は4-254-を省略

“化石”バックナンバーの在庫

- [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] ベルム紀放散虫, 日南石灰岩有孔虫, シンポジウム “生きている化石”(1500 円)
[58号] ステラーカイギュウ, 日本古生物学会史〔昭和60年-平成6年〕, その他(1500 円)
[59号] 内湾性貝化石群集と残存種の関係, その他.....(1500 円)
[60号] シンポジウム “沈み込み帯における化学合成底生生物群集” その他.....(1500 円)
[61号] 松島湾の底生有孔虫群集, 同シンポジウム, その他.....(1500 円)
[62号] 有孔虫殻壁の光学的組織の生態・古生態解析への応用, その他.....(1500 円)
[63号] シンポジウム “堆積サイクル・古環境・古生態”, その他(1500 円)
[64号] イタヤガイ類の系統分類, ナウマンの古生物学講義, その他.....(1500 円)
[65号] 放散虫殻の破損, 底生有孔虫によるタフォノミー, その他.....(1500 円)
[66号] “生物事変: 復元の科学 3”, その他(1500 円)
[67号] 大桑層有孔虫, ウチムラサキガイ形態解析, デボン紀放散虫, その他.....(1500 円)
[68号] アルビアン〜セノマニアン生層序, シンポジウム “白亜紀の炭素循環と生物多様性”, その他 …(1500 円)

バックナンバーを御希望の方は, 下記へお申込み下さい. 請求書を同封してお送り致します. (税・送料別) 品切れの場合はご容赦下さい.

申込みと送金先: 勸日本学会事務センター事業部 TEL 03 (5814) 5811
FAX 03 (5814) 5822

2001 年 3 月 15 日印刷

2001 年 3 月 19 日発行

化石第 69 号

発行者 日本古生物学会

113-8622 東京都文京区本駒込 5-16-9

日本学会事務センター内

編集者 化石編集委員会

印刷者 学術図書印刷株式会社

TEL (03) 3991-3754

Fossils

Number 69

March 19, 2001

Contents

Foraminiferal fossils from the Pleistocene Hamada Formation in the Chikagawa area, eastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan	Naoki Nemoto and Naokazu Yoshimoto	1
Molecular phylogenetics and taxonomic characters of the Anadarinae (Bivalvia)	Masahiro Matsumoto and Itaru Hayami	25
Fossil Research Society of Japan (ed.): Research methods for fossils	Kiyotaka Chinzei	35
P. D. Ward (translated by N. Inuzuka): The call of distant mammoths	Makoto Manabe	36
Report on the international meeting, "The First Workshop on Mesozoic and Tertiary decapod crustaceans"	Hiroaki Karasawa and Hisayoshi Kato	37
Proceedings of the Society		40

Notice about photocopying

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

Except in the USA

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

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

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

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA

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