

ISSN 0022-9202

化石 60

平成8年6月

Palaeontological
Society of Japan



日本古生物学会

「化石」編集委員会(1995-1996年度)

委員長：棚部一成，幹事：遠藤一佳

編集委員：石崎国熙，北里 洋，瀬戸口烈司，小澤智生，前田晴良，間嶋隆一，松岡數充

「化石」の編集方針

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

1. 論 説

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

2. 総 説

- 1) 広い意味での古生物学に関連するテーマ（学史・テクニクを含む）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（コンピーナーなどが全体をまとめたもの）

3. 討 論

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

4. 書 評

広い意味での古生物学に関する重要な著書や論文の紹介・論評

5. ニュースなど

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

6. 学会記事

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

投稿・問い合わせは下記をお願いします。

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

化石 60号

1996年6月

目次

論説	
北海道・沼田町の上部中新統から発見された新たな海牛化石	古沢 仁 1
シンポジウム特集	
沈み込み帯における化学合成底生生物群集	
－相模湾のシロウリガイ類群集の過去・現在・未来－	
シンポジウム開催趣旨	蟹江康光・服部陸男・秋元和實・間嶋隆一 12
相模湾の沈み込み帯の冷湧水域に伴う炭酸塩類と化学合成独立栄養動物群集の環境	
.....	服部陸男・蟹江康光・大場忠道・秋元和實 13
相模トラフ・南海トラフにおけるシロウリガイとハオリムシの分布と系統	
.....	小島茂明・太田 秀・橋本 惇 23
現生チューブワーム生管における元素分布とその生息環境における炭酸塩類生成	
.....	長沼 毅・服部陸男・橋本 惇・蟹江康光 26
相模湾の“冷湧水”	増澤敏行 32
シロウリガイに共産する現生および化石底生有孔虫群集（I）	
－初島沖現生シロウリガイ群集における底生有孔虫の鉛直分布－	
.....	秋元和實・佐治智江・堤 礼子・吉原絵奈 41
冷湧水に伴う底生有孔虫 ー特徴と適応機構についての考察ー	北里 洋 48
中新統葉山層の化学合成動物群集の生息環境と三浦・房総地域新生界の群集	蟹江康光 53
追悼	
小林貞一先生を悼む	松本達郎 59
ノート	
自然史科学の意味論（自然史科学という言葉の意味）	花井哲郎 63
書評	
秋山雅彦ほか著：新版地学教育講座6「化石と生物進化」	小笠原憲四郎 67
国際会議報告	
第7回化石クニダリア・海綿国際会議報告	森 啓 68
学会記事	70

Ⓒ <学協会著作権協議会委託>

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

日本古生物学会入会申込書

日本学会事務センター内

〒113 東京都文京区本駒込 5-16-9

氏名 _____ ローマ字 _____

生年月日 _____

現住所 _____

所属機関（在学校名）・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2名）

氏名 および署名または捺印	所属または住所
1. _____	_____
2. _____	_____

本会の会則を了承し、日本古生物学会に入会を申し込みます。

日付 19 年 月 日 _____

入会申込者 _____ 署名（捺印） _____

論 説

北海道・沼田町の上部中新統から発見された新たな海牛類化石

古沢 仁*

New material of sirenian fossil from the upper Miocene of Numata-cho, Hokkaido, Japan

Hitoshi Furusawa*

Abstract New material of sirenian fossil was recognized from the upper Miocene of Numata-cho, Hokkaido, Japan. This specimen belongs to the genus *Dusisiren* of the subfamily Hydrodamalinae, because of its size of vertebrae and ribs.

Another genus of the Hydrodamalinae, *Hydrodamalis spissa*, has been found from the lower Pliocene of this area before (Furusawa *et al.*, 1990). Detailed relationship of these specimens and the evolution of North Pacific sirenia may be clear by new specimens from this region in the future.

はじめに

北海道沼田町は石狩川に沿って広がる低地帯の北端に位置し、石狩川水系の雨竜川とその支流の幌新太刀別川の合流地点にある(図1)。沼田町を広く覆う新第三系からは多くの海生哺乳類化石が発見され、その年代と古環境については古沢ほか(1993)によって報告されている。このうち海牛類化石については異なる2層準からそれぞれ1標本が産出しており、一つは *Hydrodamalis spissa* (NFL15) としてすでに報告されている(古沢ほか, 1990)。今回、残る海牛類化石(NFL11)について記載・分類を行った結果、本種が先に報告した海牛類と同一亜科に含まれる別属の海牛類であることが判明したので報告する。

なお本研究では、沼田町自然史研究室(NFL)、滝川市美術自然史館(TMNH)、山形県立博物館(YPM)、カリフォルニア大学古生物博物館(UCMP)に收藏される標本をそれぞれ略号を用いて記述し、比較研究を行なった。

地質概説および化石産出層の検討

今回の海牛類化石の産出地域には中部中新統の西徳富層群を最下部として、それを不整合に上部中新統の新十津川層群とその上位に上部中新統から鮮新統の深川層群が覆い、さらにその上位に新第三紀末から第四紀にかけての陸成堆積物である奥美葉牛層が不整合で覆っている。

これまでに多くの海生哺乳類化石が産出したのは深川層群である。深川層群は下位から、幌加尾白利加層、一の沢層、美葉牛層の3累層に区分されており(小林ほか, 1969)、幌加尾白利加層は厚さ10 m以下のOps凝灰岩層によってさらに上部層と下部層とに分けられている(前田, 1991)。化石の産出は幌加尾白利加層の上部層に集中している(古沢ほか, 1993)。

本標本は幌新太刀別川中流の幌加尾白利加層が露出する河床から、遊離したノジュールとして採取された。本地域に分布する地層の走向は、一般に北西-南東で、20°以下で南西に傾斜することから、沼田町を南北に流れる幌新太刀別川においては、上流に向うにしたがって順次下位の地層が露出する(古沢ほか, 1993)。したがって、本標本の産出層準については幌加尾白利加層および

*沼田町自然史研究室 Numata Fossil Laboratory.
Numata-cho, 078-22
1996年2月5日受付, 1996年4月18日受理

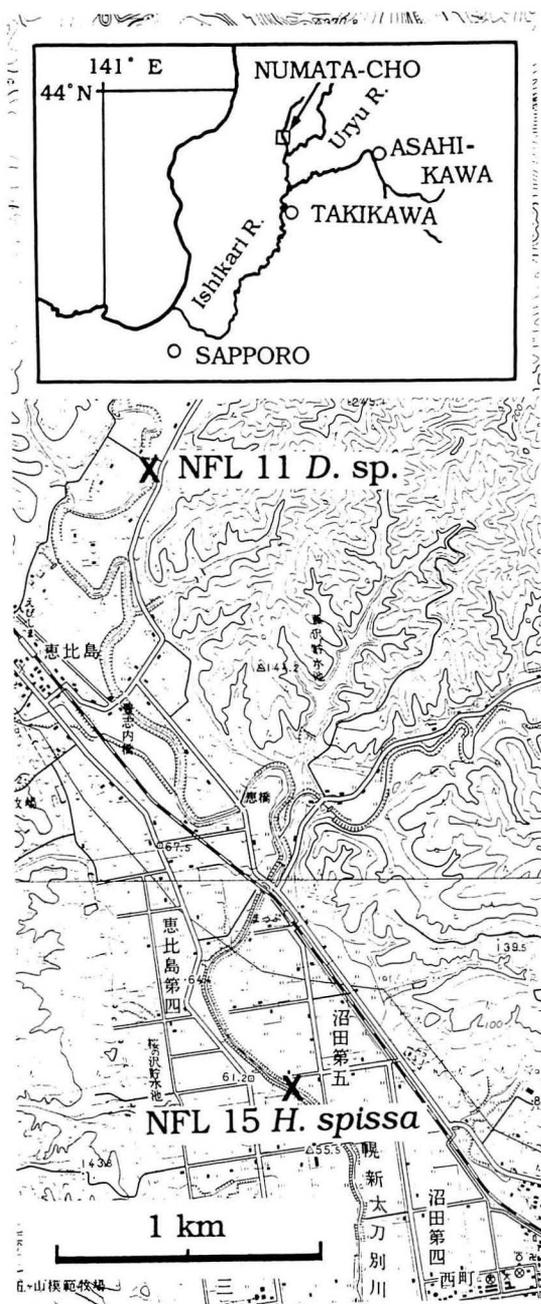


Fig. 1. Locality map of sirenian fossils (NFL11; NFL15). Parts of the topographic map "Ebishima" and "Ishikari Numata", scale 1:25,000, by the Geographical Survey Institute.

図1. 海牛化石の産出地点 (NFL11; NFL15). この地図は、国土地理院発行の1/25,000地形図「恵比島」と「石狩沼田」の一部を使用した。

その下に堆積する地層の岩相および珪藻化石群集の対比によって検討を行なうこととした (図2).

新十津川層群は中～粗粒砂岩・礫岩などの浅海堆積層からなる峠下層とその上位のシルト質極細～細粒砂岩・珪質頁岩などからなる増毛層の2累層に区分される。一方、幌加尾白利加層下部層はシルト岩と細粒砂岩、上部層は中粒砂岩を主体としている (渡辺・吉田, 1995)。化石を包含していた岩石は、硬質細粒砂岩であり、岩相は幌加尾白利加層の下部層あるいは新十津川層群の増毛層に一致する。

本標本を包含する母岩に含まれていた珪藻化石群集については、古沢ほか (1993) によって、Koizumi (1985) における *Thalassionema schraderi* 帯 (9.20-7.30 Ma), Akiba (1986) に

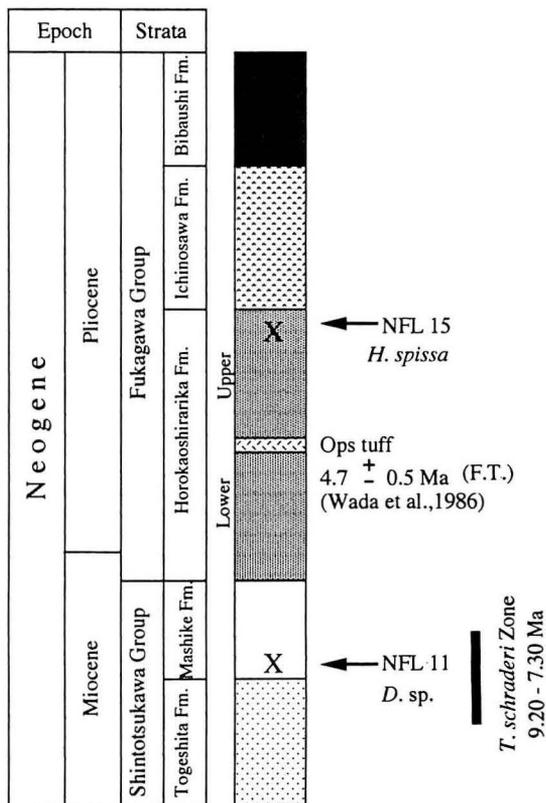


Fig. 2. Stratigraphic column of rock units in the investigation area. F. T.: Fission Trackway date.

図2. 調査地域の層序。
F.T.: フィッショントラック年代。

おける *T. schraderi* 帯 (9.0-7.4 Ma) に対比されている。渡辺・吉田 (1995) によると, *T. schraderi* 帯は増毛層下部の砂岩層と峠下層上部の中～粗粒砂岩から確認されていることから, 岩相と併せて判断すると, 本標本は増毛層下部の後期中新統から産出したと考えられる。しかし, 化石が産出した幌新太刀別川上流には, 新十津川層群は露出しておらず, 本地域の南西およそ 3 km の地点で薄化・尖滅している。この薄化は, 新十津川層群と深川層群が東へ被覆しながら堆積したことに伴うとされていることから (小林ほか, 1969; 和田ほか, 1985), 本標本は新十津川層群増毛層の一部が深川層群幌加尾白利加層の下部に二次的に堆積したものと考えられる。

なお, 同じ幌新太刀別川から発見された海牛類化石 NFL15 (*Hydrodamalis spissa*) は, 下部鮮新統の幌加尾白利加層上部層から産出している (古沢ほか, 1993) (図 2)。

標本およびその産状

本標本は1977年8月, 沼田町幌新に住む松原一雄氏によって採取された岩塊 (a ブロック) に, 1987年に地元の中学校教諭である山下茂氏が化石の包含を確認したものである。また, 同じ年の9月, このブロックが発見された場所とほぼ同じ地点から松原氏の長男, 利浩氏がこれと異なる岩塊 (b ブロック) を発見し, 採取した。両ブロックとも沼田町自然史研究室に寄贈され, 沼田化石研究会のメンバーによって剖出作業が行われた。

剖出作業の結果, a ブロックからは後位の胸椎 6 点と第 1, 第 2 腰椎および順位の判明しない後位の尾椎 1 点, 左肋骨 5 点, 右肋骨 4 点が産出した。胸椎は生体の位置で関節しているが, 腰椎, 尾椎および左右の肋骨は生体の位置から離れて産出している。b ブロックからは前位胸椎の椎弓部 1 点, 第 3 腰椎, 仙椎, 第 1～第 3 尾椎および左

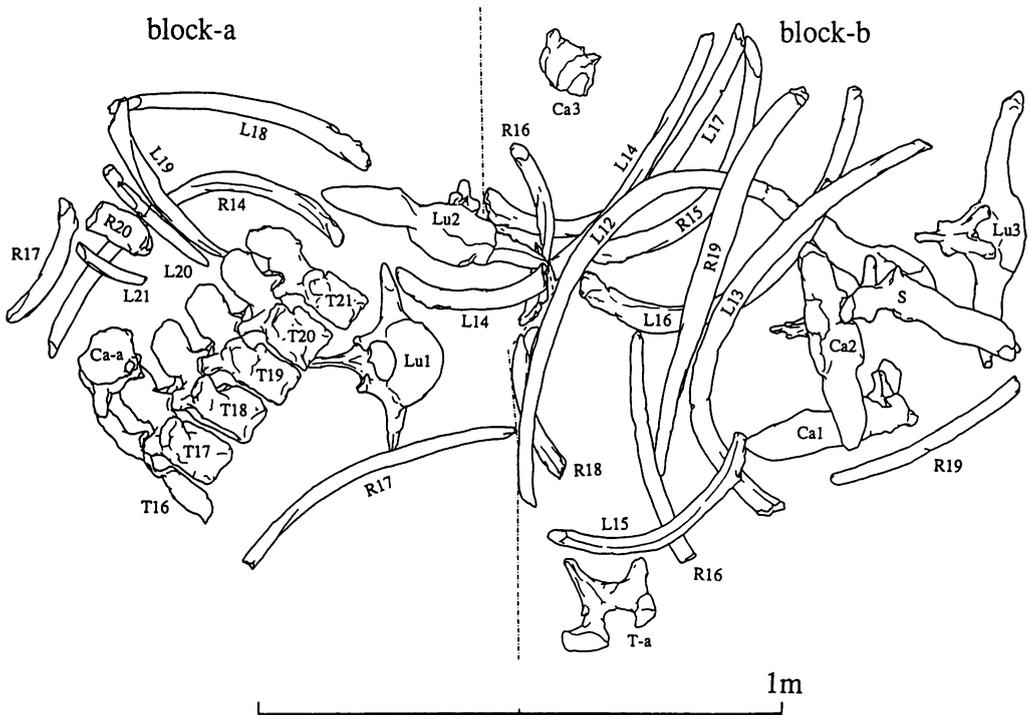


Fig. 3. Sketch map of sirenian fossil (NFL11).
Abbreviations: R=right rib, L=left rib, T=thoracic vertbrae, Lu=lumbar vertebrae, S=sacral vertebra, Ca=caudal vertebrae.

図 3. 海牛化石の産状 (NFL11).
略号: R=右肋骨, L=左肋骨, T=胸椎, Lu=腰椎, S=仙椎, Ca=尾椎.

肋骨6点、右肋骨が6点が確認され、いずれも成体の位置から離れて産出している(図3)。

本標本は、転石として採取された時期は異なるものの、2個のノジュール(aブロック、bブロック)の採取地点がほぼ同じであること、包含されていた化石が同程度の大きさの海牛類であること、また、産出部位に重複する部位がなく、bブロックはaブロックの後位に隣接する部位が保有されていること、散乱の仕方が類似すること、さらに、aブロックとbブロックにある左肋骨の一部はその形状と部位から、分断された同一の肋骨(第14肋骨)と同定されることから、これらを同一個体の標本と判断した(図3)。

標本の記載

MAMMALIA Linnaeus, 1758

SIRENIA Illiger, 1811

DUGONGIDAE Gray, 1821

Hydrodamalinae (Palmer, 1895 [1833])

Simpson, 1932

Dusisiren Domning, 1978

Dusisiren sp.

産出地: 北海道雨竜郡沼田町幌新
幌新太刀別川河床(図1)

産出層: 新十津川層群増毛層

年代: 後期中新世

所蔵: 沼田町自然史研究室(NFL11)

脊椎(図4)

本標本からは胸椎7点、腰椎3点、仙椎1点、尾椎4点が確認された。

胸椎は、左右の横突起遠位端(横突肋骨窩)に1個と椎体の側方(関節窩)に1個ないし2個の肋骨が関節する凹みをもつことから判別できる。本標本からは、生体の状態で関節して発見された6点の胸椎と順位の特定できない前位胸椎の椎弓部1点(T-a)が産出した。

腰椎は腎臓形の椎体前面観と側方に大きく伸びた横突起が特徴であり、横突起は第1~第3にかけて徐々に大きく側方に突出する。

仙椎は、一連の脊椎の中でもっとも大きな横突起をもち、その遠位端はやや膨隆し、先端に寛骨との関節窩をもつ。

尾椎は椎体腹側の前後に2個ずつV字骨と関節する関節窩をもつことを特徴とし、第1尾椎には後位の2個のみが観察される。本標本からは第1~第3尾椎、および順位の特定できない後位の尾椎1点(Ca-a)が発見されている。

本標本のすべての脊椎において、椎体と椎体骨端とは完全に癒合しており、成長の終わった成体の特徴を示す。以下に脊椎の計測位置(図5)および計測値(表1)を示す。

肋骨(図6)

肋骨は左側が10点、右側が7点確認された。肋骨の左右については近位に位置する肋骨結節を背側に向けたとき、近位の前腹側に骨軸に沿ってやや強い稜が見られることで判別することができる。

肋骨は全体に肥厚したいわゆる“バナナ状”の肋骨で、肋骨体の横断面形は全体に楕円から円形を示す。骨質も全体に緻密で海綿質組織は見られない。明瞭な肋骨角はなく、全体に緩い湾曲を示す。以上の特徴は海牛類の肋骨の属性を示している。

以下に肋骨の計測位置(図7)および計測値(表2)を示す。

比較検討および考察

北太平洋の海牛類

Domning(1978)は北太平洋の海牛類のうち、Hydrodamalinae 亜科を2属に分類した。ひとつは前期中新世から後期中新世に生息した *Dusisiren* 属であり、もうひとつは後期中新世から現世(1768年絶滅)まで生息した *Hydrodamalis* 属である。*Dusisiren* 属は体長が4~5mで機能歯を持ち、*Hydrodamalis* 属は体長が10mに達し機能歯を消失するという大きな形態的な相違を示す。

これまでに記載・報告された *Hydrodamalinae* 亜科は次の8種である。

Dusisiren reinharti Domning, 1978 (20-16 Ma?)

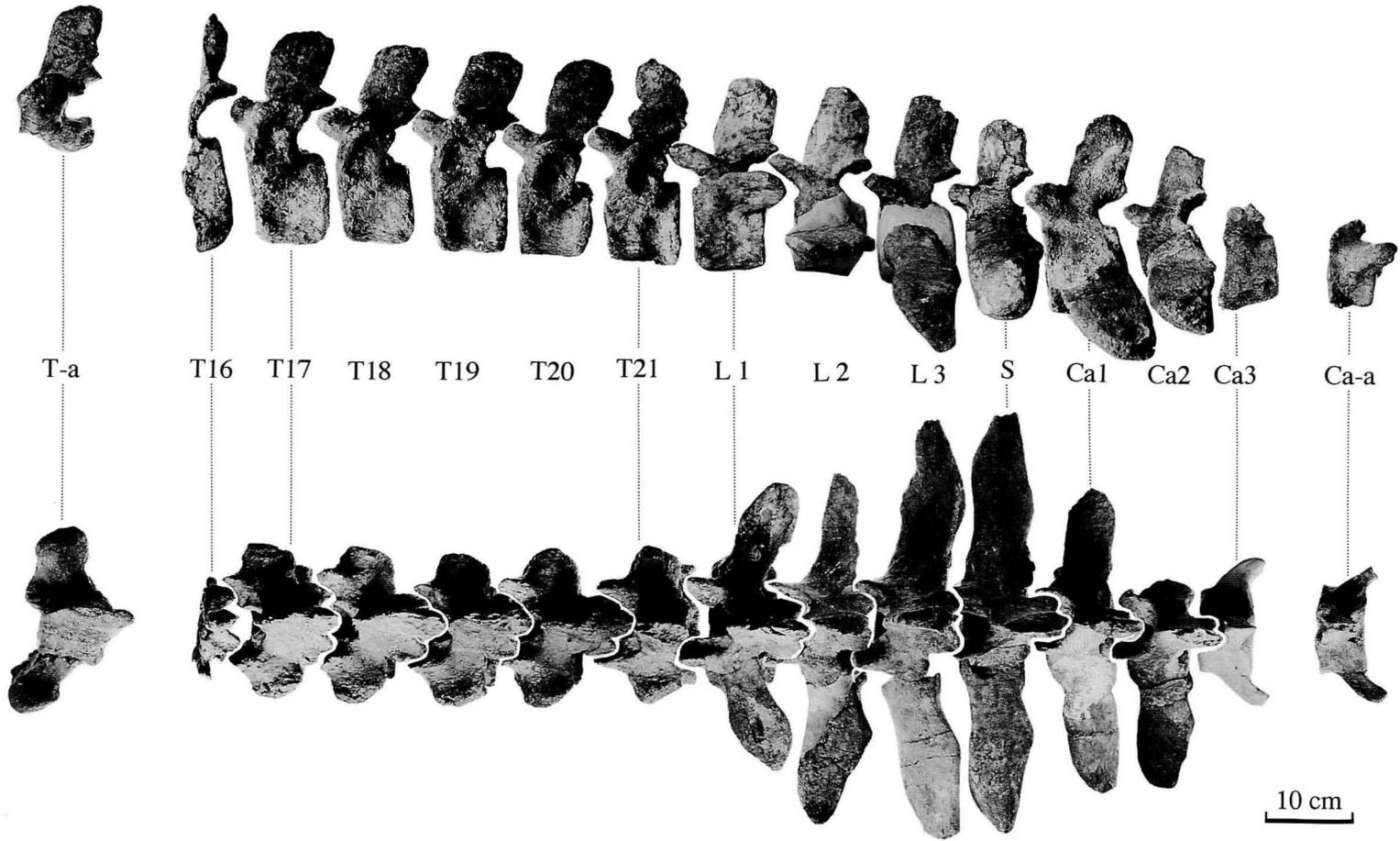


Fig. 4. Vertebrae of NFL11. Upper row: lateral view, Lower row: dorsal view.

図4. NFL11の脊椎（上段：側面観，下段：背面観）。

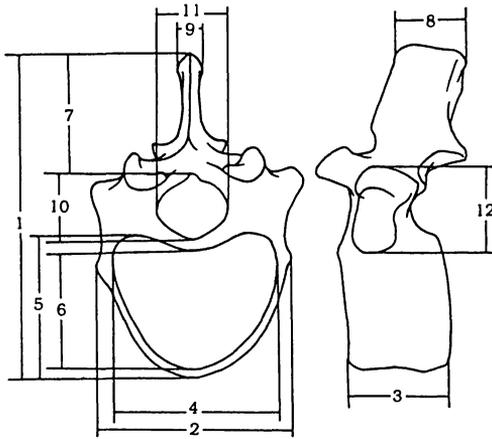


Fig. 5. Key to measurements of the vertebrae. 1. total height, 2. breadth between tip of the transverse process, 3. length of the centrum, 4. breadth of the centrum, 5. height of the centrum, 6. height of the centrum in the middle, 7. height of the spinal neural, 8. length of the spinal neural in the distal, 9. breadth of the spinal neural in the middle, 10. height of the neural canal, 11. breadth of the neural canal, 12. height of the costal fossa.

図5. 脊椎の計測位置。

- 1.全高, 2.横突起間幅, 3.椎体長, 4.椎体幅,
- 5.椎体高, 6.椎体正中高, 7.棘突起高, 8.棘突起遠位端長, 9.棘突起中位幅, 10.椎孔高, 11.椎孔幅, 12.横突肋骨高高。

D. species B (14–12 Ma?)

D. jordani (Kellogg, 1925) (12–10 Ma)

D. dewana Takahashi, Domning and Saito, 1986 (9–8 Ma)

D. takasatensis Kobayashi, Horikawa and Miyazaki, 1995 (6–10 Ma)

Hydrodamalis cuetae Domning, 1978 (8–2 Ma)

H. spissa Furusawa, 1988 (5–4 Ma)

H. gigas (Zimmermann, 1780) (<2 Ma)

本標本の産出年代 (7–9 Ma) は *D. takasatensis* の産出年代に包含され, *D. dewana* を包含する。また, 北太平洋東域のアメリカ西海岸から発見されている *H. cuetae* の生息年代とはその一部を重複している (図8)。

本論では本標本との比較が可能な体幹部 (脊椎と肋骨) が良く保存されている同一系統内の標本

Table 1. Measurements of vertebrae of sirenian fossil from Numata-cho. 1–12: Measuring points, e: estimate, +: less than true value, -: impossible to measure, *: value to assume an order of ribs.

表1. 海牛化石の脊椎計測値。

1–12: 計測位置, e: 推定値, +: 欠損値, -: 計測不能, *: 肋骨の順位特定に用いた値。

	Vertebrae											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T-a	200+	226	-	-	-	-	122	61	22	55	-	103
T16	296	137+	40+	137	118	96	97+	36+	23+	70	108e	-
T17	296+	186	81	142	113	91	118	72	27	60	60	*75
T18	261+	185	81	144	107	87	117	66	28	59	58	69
T19	257	182	78	139	104	87	118	70	28	62	54	68
T20	265	184	82	139	102	91	119	74	28	51	61	60
T21	256	179	78	142	100	88	116	71	22	48	61	50
Lu1	248	351	81	160	105	92	112	69	24	68	51	-
Lu2	237e	465+	65+	149	95+	80+	113	69	25	65	48	-
Lu3	211+	517+	88	150	85e	70e	115	68	27+	39	60	-
S	225	525	85	137	98	83	103	68	18	52	37	-
Ca1	227	444e	71	145	97	83	103	60	20	40	45	-
Ca2	180+	494e	-	136	74+	56+	99	60	17	38	43	-
Ca3	127+	69+	67+	106e	99	88	-	-	-	35	18	-
Ca-a	120+	176e	57	117	86	80	21+	27	12	18	25	-

のうち, 部位の判明している標本 (表3) を用いて検討を行ない, その形態的特徴を明らかにすることとした。

本標本の産出部位からはそれぞれの種の標徴が確認できないため, 属の標徴となっている体軀の大きさを肋骨と脊椎とにおいて比較検討した。

肋骨体中位の頭尾径 (肋骨計測値8) と同内外径 (肋骨計測値9) を *Hydrodamalinae* 亜科の各種と比較すると, 本種の計測値は各 *Dusisiren* 属の値を越えない (図9)。また, 個体の体長を直接反映する脊椎椎体の頭尾長 (脊椎計測値3) を比較しても, 本標本の値は類似した結果を示している (図10)。

脊椎と肋骨の同定

脊椎

脊椎の数についてこれまでに確定されている資料は, *D. jordani* (UCMP77037) = C (頸椎) 7, T (胸椎) 21, Lu (腰椎) 3, S (仙椎) 1, Ca (尾椎) 32 (Domning, 1978), *H. spissa* (TMNH0001) = C7, T21, Lu3, S1, Ca13+ (Furusawa, 1988), *H. gigas* (TMNH0002) = C7, T19, Lu3, S1, Ca32–34 (Kaiser, 1974) である。

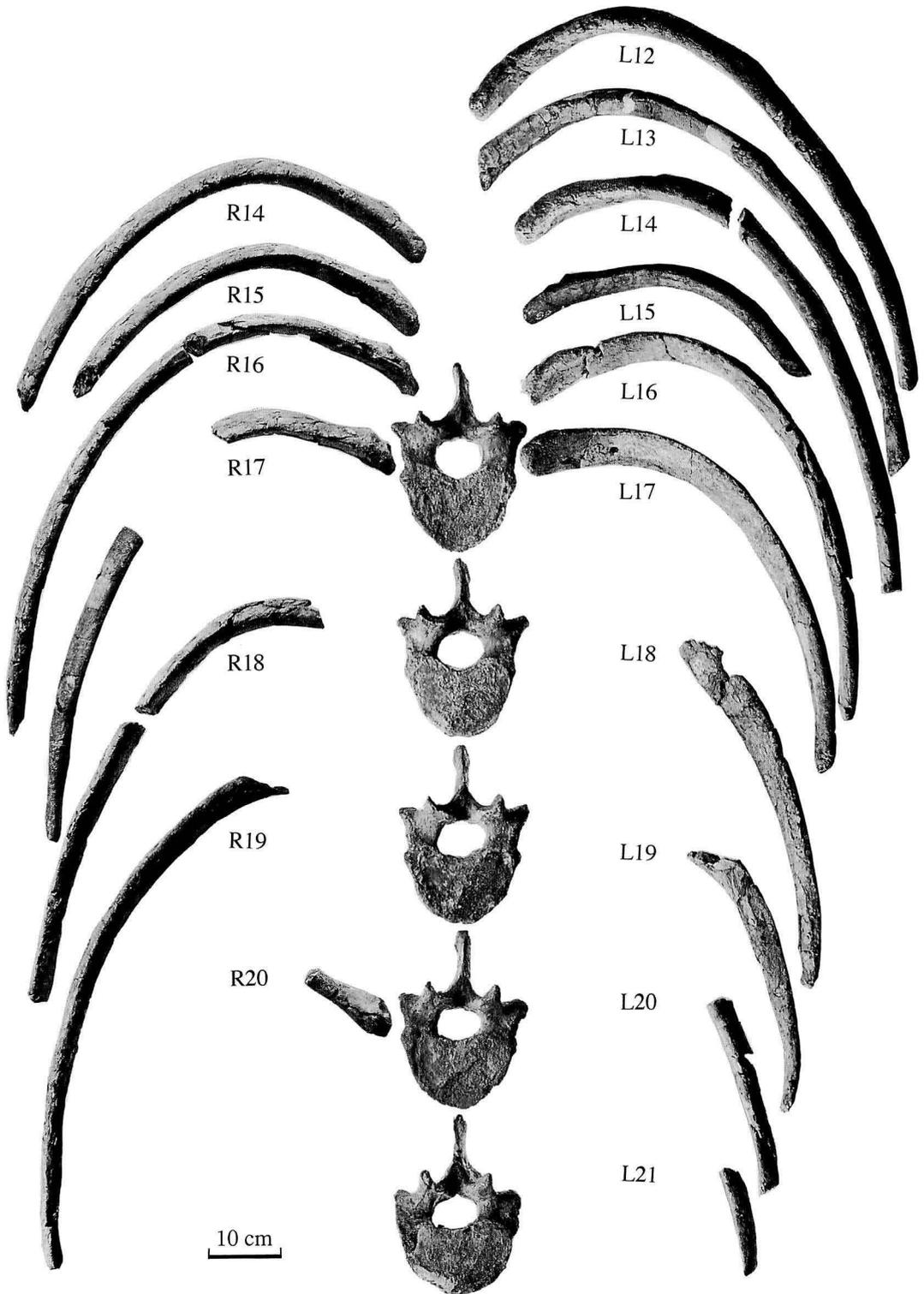


Fig. 6. Ribs and thoracic vertebrae of NFL11.

図6. NFL11の肋骨と胸椎.

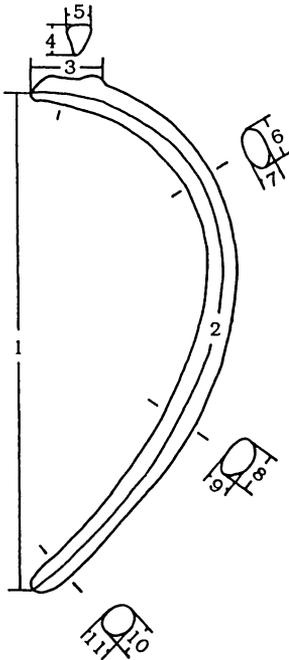


Fig. 7. Key to measurements of the rib. 1. total length, 2. arc length, 3. distance from the head and the tubercle, 4. cranio-caudal diameter of the neck, 5. medial-lateral diameter of the neck, 6. cranio-caudal diameter of the shaft in the proximal, 7. medial-lateral diameter of the shaft in the proximal, 8. cranio-caudal diameter of the shaft in the middle, 9. medial-lateral diameter of the shaft in the middle, 10. cranio-caudal diameter of the shaft in the distal, 11. medial-lateral diameter of the shaft in the distal.

図7. 肋骨の計測位置。
1.全長, 2.弧長, 3.肋骨頭-肋骨結節間距離, 4.肋骨頸頭尾径, 5.肋骨頸内外径, 6.肋骨体近位の頭尾径, 7.肋骨体近位の内外径, 8.肋骨体中位の頭尾径, 9.肋骨体中位の内外径, 10.肋骨体遠位の頭尾径, 11.肋骨体遠位の内外径。

H. spissa を例に胸椎の形状推移を見ると, 第1~第11胸椎には肋骨との関節窩が横突起遠位端の横突肋骨窩と椎体側方前位の前関節窩および椎体側方後位の後関節窩の3個が両側に見られる。しかし, 第9胸椎以降, 前関節窩は肋骨骨頭が後方に移動するに伴って徐々に減少し, 第12胸椎以降は横突肋骨窩と後関節窩の2個が残る。また, 後関節窩は椎体中央から徐々に椎体の背側に移動し, 同時に横突起の左右への突出が短くなるにしたがって横突肋骨窩が後関節窩に徐々に近

Table 2. Measurements of ribs of sirenian fossil from Numata-cho. 1 - 11: Measuring points, e: estimate, +: less than true value, -: impossible to measure, *: value to assume an order of ribs.

表2. 海牛化石の肋骨計測値。
1-11: 計測位置, e: 推定値, +: 欠損値, -: 計測不能, *: 肋骨の順位特定に用いた値。

	Ribs										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L12	714+	950+	115	36	58	59	37	63	36	42	29
L13	716+	915+	-	-	-	61	34	62	33	39	30
L14	710+	890+	108	34	58	62	34	71	32	44	28
L15	395+	470+	96	34	58	62	32	66	30	-	-
L16	610+	850e	89	34	59	70	32	65	28	40	29
L17	559+	730e	*77	33	59	69	32	64	29	41	29
L18	496+	520+	-	-	-	-	-	59	29	34	26
L19	384+	390+	-	-	-	-	-	-	-	34	24
L20	274+	280+	-	-	-	-	-	-	-	37	24
L21	152+	150+	-	-	-	-	-	-	-	32	19
R14	583+	750+	94	30	58	58	34	70	28	-	-
R15	464+	575+	90	34	57	64	33	68	30	-	-
R16	660+	795+	87	28	57	62	29	60	32	46	24
R17	700+	870+	*78e	40	59	66	34	69	28	34	27
R18	735+	825+	-	-	-	59	35	64	29	36	26
R19	610+	700+	-	-	-	63	37	59	33	37	24
R20	136+	136+	52	42	42	67	30	-	-	-	-

づき, 第16胸椎以降は双方がひとつに合流し1個の関節窩として第21胸椎にいたる (Furusawa, 1988)。また, この傾向は *D. jordani* においても同様に観察される。

本標本においては, 関節せず離れて発見された胸椎椎弓 (T-a) の右側には3個の関節窩が観察されることから, この胸椎は第1~第11胸椎のいずれかであり, 関節して産出した胸椎はいずれも関節窩が一つであることから, 第16胸椎以降のものと判断できる。連続する6個の胸椎のうち最前位の胸椎を第16胸椎とすると最後尾は第21胸椎となり, また, 本標本の産出年代 (7-9 Ma) を挟んで産出する *D. jordani* と *H. spissa* の胸椎の数がいずれも21個であることから, 本標本の胸椎も21個であると推定した。

第1~第3腰椎, およびその後位に連続する仙椎, 第1尾椎~第3尾椎にかけては, 横突起の突出や椎体の大きさなど, 全体の形状が一連の脊椎の形状推移に自然に一致することからそれぞれの順位を同定した。aブロックから分離して発見された尾椎については, その形状や大きさから

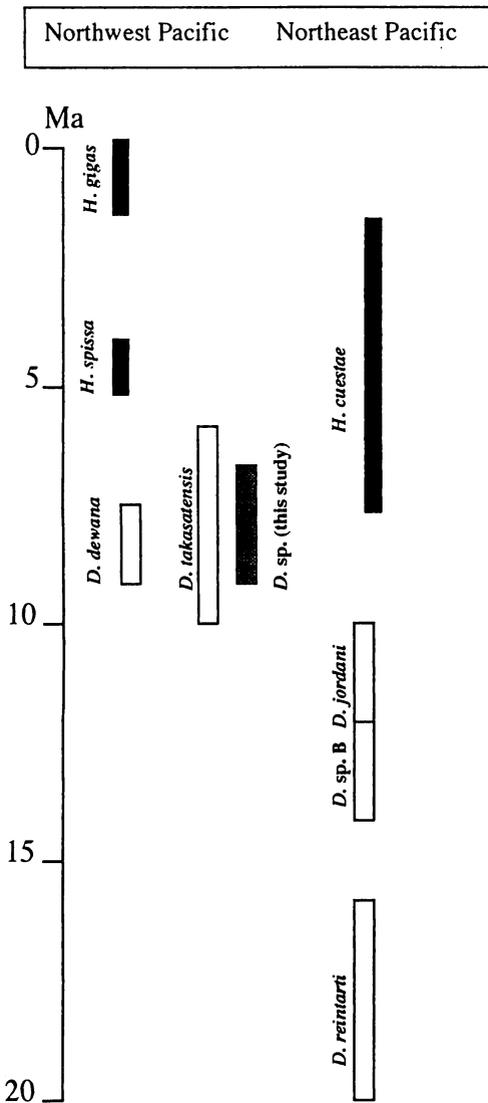


Fig. 8. Age of the hydrodamalinae in the North Pacific Ocean.

図8. 北太平洋のHydrodamalinae 亜科産出年代.

第3尾椎の直後の尾椎とは考えられず、尾椎の数にも個体差が考えられることから順位を特定せず第4尾椎以降の後位尾椎 (Ca-a) とした。

肋骨

肋骨の数は胸椎に一致する。肋骨結節は椎体の横突肋骨窩と、また肋骨骨頭は椎体の前・後関節窩と関節することから、相互の形状と位置は照合して推移する。これを基に肋骨の順位を同定した。すなわち、横突肋骨窩の高さ (脊椎計測位置12) と肋骨骨頭から肋骨結節までの距離 (肋骨計測位

置3) の値が一致する胸椎の番号を肋骨の順位として確定した。本標本の場合、第17胸椎の値がほぼ一致する左右の肋骨を第17肋骨とし、肋骨計測位置3の値が順次並ぶように順位を確定した (表1, 表2)。なお、肋骨計測値3の不明な肋骨については肋骨体が後位に行くにしたがって見せる短小傾向を基準に判定した。

おわりに

本標本は体幹部の一部を残す不完全な標本のために、肋骨と脊椎の比較から推定される体躯の大きさによって *Dusisiren* 属に分類されるという結論のほかに、Hydrodamalinae 各種との間で標徴となる形態の比較はできなかった。しかし、同一地域において同一系統内の異なる2属の海牛類化石が発見された沼田町からは、今後より詳細な分類を可能にする新たな標本が発見され、北太平洋に生息した海牛類の進化・系統が明らかにされることが期待できる。

謝 辞

発見者の松原一雄氏、松原利浩氏には標本を寄贈いただき、沼田中学校の山下茂氏には情報の提供をいただいて研究の機会を与えていただいた。化石の剖出作業は沼田化石研究会の専門チームである石田ミヨ、河島東代恵、辻優子、鶴野美紀子、小坂恵子の各氏にお願いした。また、北海道教育大学の木村方一先生には本研究についてご助言をいただくとともに本稿を校閲していただいた。以上の方に記して深謝する。

文 献

Akiba, F., 1986. Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai trough and Japan trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones from middle-to-high latitudes of the north Pacific. In Kagami, H., Darig, D. E., Coulbourn, W. T. *et al.*; *Init. Reports. DSDP, 87, Washington*, 393-481.
 Domning, D. P., 1978. Sirenian evolution in the North Pacific Ocean. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.* 118, 1-176.
 古沢 仁, 1983. ステラー海牛 (*Hydrodamalis gigas*)

Table 3. Specimens of the Hydrodamalinae.
 表 3. 比較に用いた Hydrodamalinae 亜科の標本.

Classification	Specimen	Reference
<i>Dusisiren jordani</i>	UCMP77037, old adult	Domning, D.P. (1978)
<i>D. dewana</i>	YPM662-749, adult	Takahashi et al., (1986)
<i>Hydrodamalis cuetae</i>	UCMP86433, immature	Domning, D.P. (1978)
<i>H. spissa</i>	TMNH0001, adult	Furusawa, H. (1988)
<i>H. gigas</i>	TMNH0002, adult	Furusawa, H. (1983)

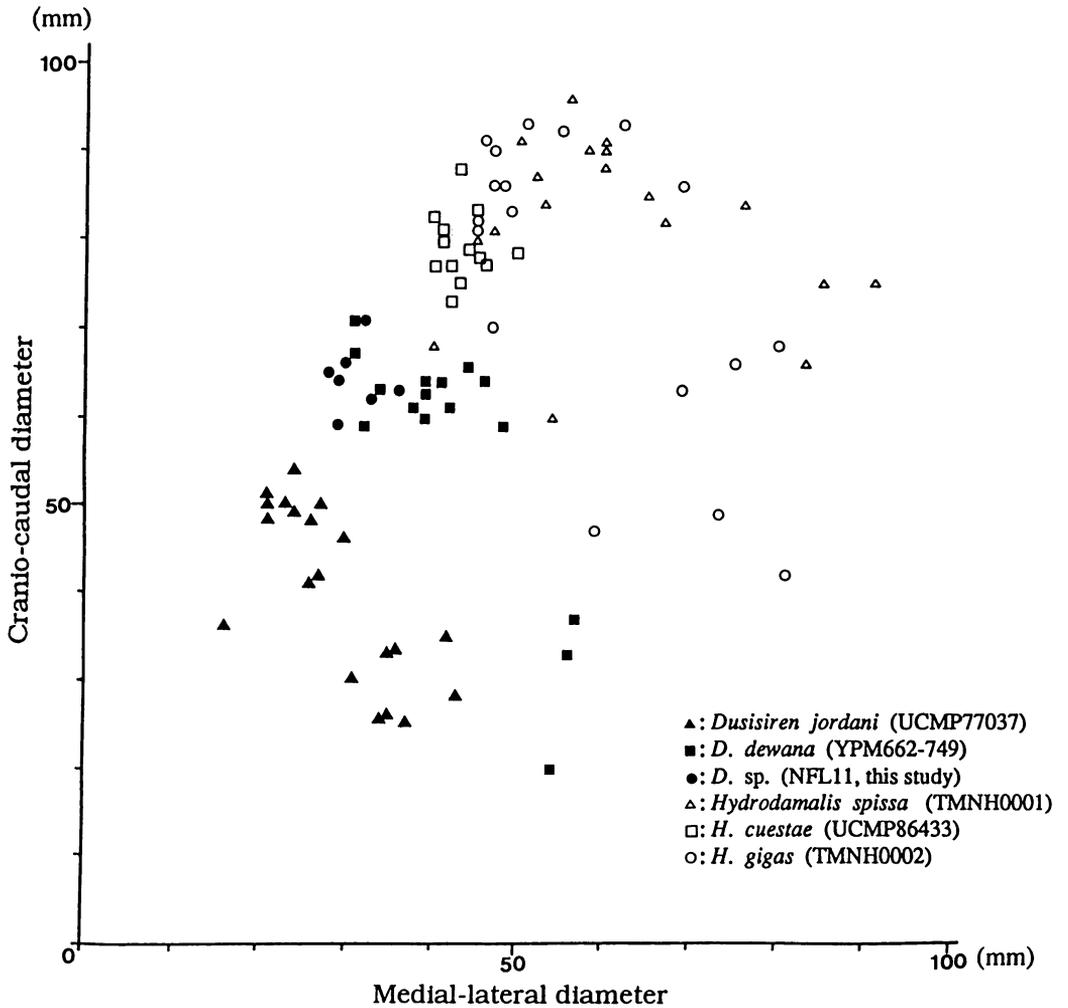


Fig. 9. Scatter diagram of medial-lateral diameter and cranio-caudal diameter of the rib in the middle in the Hydrodamalinae.

図 9. Hydrodamalinae 亜科各種の肋骨体中位における頭尾径と内外径の計測値の分布.

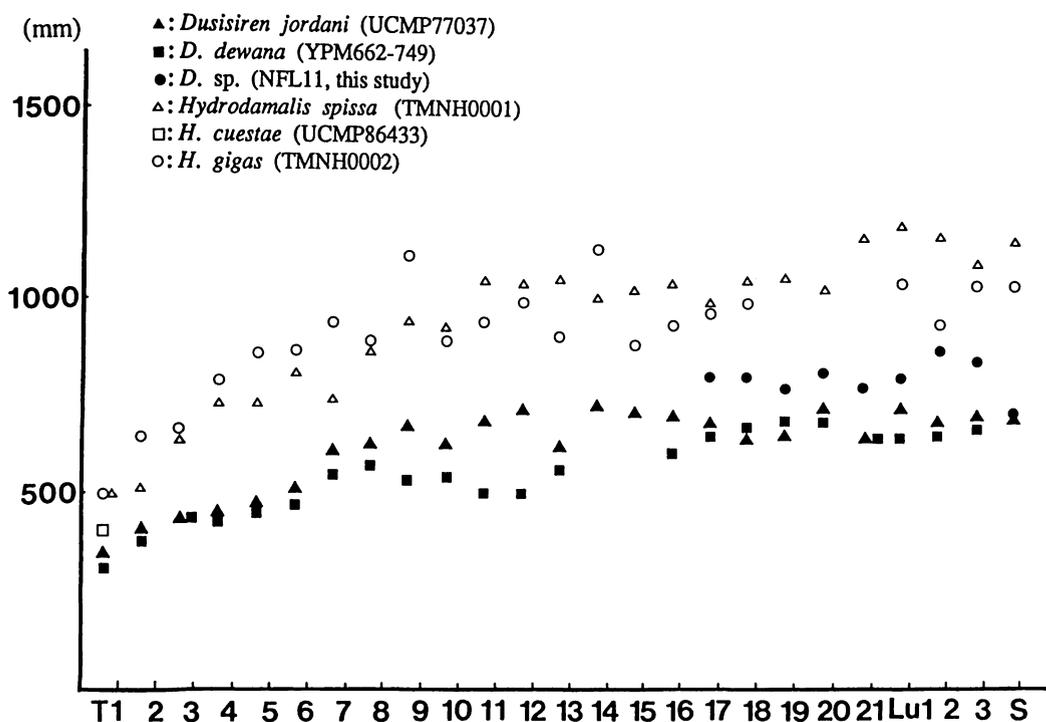


Fig.10. Scatter diagram of length of the centrum in the hydrodamalinae. T=thoracic vertbrae, Lu=lumbar vertebrae, S=sacral vertebra.

図10. Hydrodamalinae 亜科各種脊椎の椎体長比較分布図。
 T=胸椎, Lu=腰椎, S=仙椎, Ca=尾椎。

の骨格計測法. 滝川市郷土館研究年報, 1, 31-47.
 Furusawa, H., 1988. A new species of hydrodamaline sirenina from Hokkaido, Japan. *Takikawa Mus. Art Nat. Hist.* 1, 1-73.
 古沢 仁・沼田化石研究会, 1990. 雨竜郡沼田町におけるタキカワカイギュウの発見とその意義. *地球科学*, 44, 224-228.
 古沢 仁・前田寿嗣・山下 茂・嵯峨山積・五十嵐八枝子・木村方一, 1993. 北海道沼田町産海生哺乳類化石群の年代と古環境. *地球科学*, 47, 133-145.
 Kaiser, H. E., 1974. *Morphology of the Sirenina*. 76p., S. Karger, Basel.
 小林 勇・秦 光男・山口昇一・垣見俊弘, 1969. 妹背牛地域の地質(5万分の1地質図幅)地域地質研究報告, 地質調査所.
 Kobayashi, S., Horikawa, H. and Miyazaki, S., 1995. A new species of Sirenina (Mammalia: Hydrodamalinae) from the Shitsubo Formation in Takasato, Aizu, Fukushima Prefecture, Japan. *Jour. Vert. Paleo.* 15, 815-829.
 Koizumi, I., 1985. Diatom biochronology for late

Cenozoic northwest Pacific. *Jour. Geol. Soc. Japan.* 91, 195-212.
 前田寿嗣, 1991. 北海道深川層群の幌加尾白利加層の凝灰岩層 (Ops) について—岩石記載的特徴と分布域の延長—. 北海道東海大学紀要理工学部系, 4, 63-72.
 Takahashi, S., Domning, D. P., and Saito, T., 1986. *Dusisiren dewana* n. sp. (MAMMALIA; SIRENIA), a new ancestor of Steller's Sea Cow from the Upper Miocene of Yamagata Prefecture, Northeastern Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan. N. S.*, 114, 296-321.
 和田信彦・前田寿嗣・五十嵐八枝子・外崎徳二・大室道夫・吉田充夫・木村方一・赤松守雄・古沢 仁・秋山雅彦, 1985. 北海道深川市北部丘陵の鮮新統層序について. *地球科学*, 39, 243-257.
 和田信彦・雁沢好博・嵯峨山積・高橋功二・牛腸 誠・渡辺信男・秋山雅彦, 1986. 留萌—深川地域の鮮新統層序と年代. 日本地質学会第93年学術大会講演要旨, 142.
 渡辺真人・吉田史郎, 1995. 恵比島地域の地質(5万分の1地質図幅), 地域地質調査報告書, 地質調査所.

シンポジウム特集

沈み込み帯における化学合成底生生物群集

— 相模湾のシロウリガイ類群集の過去・現在・未来 —

1995年6月24日、於横須賀市自然博物館

Chemosynthetic benthic communities in the subduction zones: past, present and future of *Calypptogena* communities in Sagami Bay—The purpose of the symposium

プレートの沈み込み帯である相模トラフには、シロウリガイなどで構成される化学合成底生生物群が局所的に密生し、東方の三浦半島の新第三系からも同様の化石が産する。化学合成生物群集の分布はプレート境界付近に限定され、生息環境も通常の海底環境と異なる。従来にない地球科学的特徴は、水圏・地圏の環境問題や社会生活への展望を期待させる。これまでに相模湾・三浦半島の池子層・葉山層で得られた成果を集約し、相模湾周辺地域の化石群集との比較により、シロウリガイコミュニティを構成する現生・化石化学合成生物群の特性と環境との関係を解明する。

相模湾の底生生物群集の環境

…服部陸男・蟹江康光・大場忠道・秋元和實
相模トラフ・南海トラフにおけるシロウリガイと
ハオリムシの分布と系統

……………小島茂明・太田 秀・橋本 惇
冷湧水性チューブワームにおけるイオウ代謝

……………長沼 毅・服部陸男・蟹江康光
相模湾の“冷湧水” ……………増澤敏行

化学合成細菌など微生物群集について

……………大和田絃一
池子層の群集：シロウリガイ類群集の種組成、産
状とタフォノミー

…近藤康生・鎮西清高・菅野三郎・松島義章
葉山層群の化学合成動物群集と三浦・房総地域新
生界の群集……………蟹江康光
上総層群の群集—小柴層の例—

……………間嶋隆一・館由紀子
シロウリガイに共産する現生化石底生有孔虫群集

……………秋元和實
現生底生有孔虫の生態……………北里 洋
化学合成生物群の環境との対応と群集構造の変遷

……………世話人

本シンポジウムを実現するにあたり、日本古生
物学会・横須賀市教育委員会・横須賀市自然博物
館およびボランティアの皆様から種々ご協力いた
だいた。また、シンポジウムにおいて講演して下
さった講演者、討論に参加され有益なご意見を下
さった方々に感謝します。

(世話人 蟹江康光・服部陸男・秋元和實・間嶋隆一)

相模湾の沈み込み帯の冷湧水域に伴う炭酸塩類と

化学合成独立栄養動物群集の環境

服部陸男*・蟹江康光**・大場忠道***・秋元和實****

Environmental conditions of carbonates and chemosynthetic animal communities associated with cold seepage zones along the subduction zone in Sagami Bay, central Japan

Mutsuo Hattori*, Yasumitsu Kanie**, Tadamichi Oba*** and Kazumi Akimoto****

Abstract Methane (biogenic)-rich cold seepage zones are distributed along the N-S trend active fault off Hatsushima Island and NW-SE trend active fault along the foot of Okinoyama Bank Chain in the western and central parts of Sagami Bay, the depth ranging from about 800 m to 1450 m. The Philippine Sea Plate is sub-siding beneath the North American Plate and Izu Peninsula along those active faults. Chemosynthetic animal communities and carbonates are widely distributed along the cold seepage zones. The $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of carbonates range from -27 to -38‰ vs PDB and from 3.24 to 6.42‰ vs PDB respectively. The CaCO_3 and MgCO_3 contents of carbonates range from 34 to 89% and from 13 to 16% respectively. The ^{14}C ages of two *Calypptogena* shells included in carbonates are 9710 ± 100 and 37020 ± 1060 yBP.

High temperatures as much as 11.5°C of bottom sediments about 20 cm below the bottom surface were observed at the reddish brown colored bacteria mat area, whereas the temperature of bottom water is around 3°C . Temperatures of the bottom sediments about 20 cm below bottom surface in *Calypptogena* communities are at about 2 to 3°C higher than the temperature of bottom surface water.

It is clarified that the environmental conditions of the reddish brown colored area and the area of *Calypptogena* communities differ in temperature, texture, pH, oxygen contents of bottom sediments, composition of carbonates and combination of chemosynthetic animals.

はじめに

相模湾初島沖で、生きているシロウリガイ群集が最初に報告されたのは、ほぼ10年前である (Okutani and Egawa, 1985)。その後、初島沖シロウリガイ群集を対象とした総合研究が行われ、

相模湾内における冷湧水に伴う生物群集の分布も明らかになってきた。群集内や周辺の冷湧水の性質、熱流量等に関する研究も行われ、海洋科学技術センターが現場に設置した深海底総合観察ステーションによるリアルタイム観察が開始された。

炭酸塩類も多量に分布することが確認され、沖ノ山堆列や真鶴海丘を構成する地層のナノ化石の研究等から相模湾の形成史も明らかにされつつある。

筆者等は、環境を決定する要因であると考えられる冷湧水・堆積物・炭酸塩類の性質を知るため、試料の採集及び分析を行った。

*海洋科学技術センター Japan Marine Science and Technology Center, Natsushima, Yokosuka 237

**横須賀市自然博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka 238

***北海道大学大学院地球・環境科学科 Hokkaido University, Sapporo 060

****名古屋自由学院短期大学 Nagoya Jiyuu Gakuin Junior College, Shikatsu-cho, Aichi Pref., 481.

1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

地質学的背景

図1に相模湾およびその近辺のプレート境界と海底地形、シロウリガイ類群集の分布、活断層研究会(1980)による活断層を示す(原図は橋本・藤倉, MS).

相模トラフの西側, 伊豆半島の東側沖合いには, ほぼ南北に走る急傾斜の崖がある. この崖の麓に西相模断層と呼ばれる活断層があると推定されている(石橋, 1977). この西相模湾断層に沿って, フィリピン海プレートが伊豆半島の下に沈み込んでいると言われている(石橋, 1977; 服部ほか, 1993). 相模湾の中央部には, これらの断層に挟

まれて相模海盆と呼ばれる比較的平坦な地形があり, この海盆の地下には, 海底下最大4000 mまで, 厚い第三紀と第四紀の堆積物が堆積している(歌代・岩淵, 1971; 岩淵ほか, 1991). これらの堆積物中の間隙水が, フィリピン海プレートの北西進による, 高角度の沈み込みに伴い絞り出され, 海水等と混合したのがシロウリガイ類等の科学合成独立栄養動物群集を養っている冷湧水なのである.

現在の相模トラフの起源は約0.5 Maで(服部ほか, 1995a), それ以後現在見られる環境に, 盛衰を繰り返しながら動物群集が存続しているであろう.

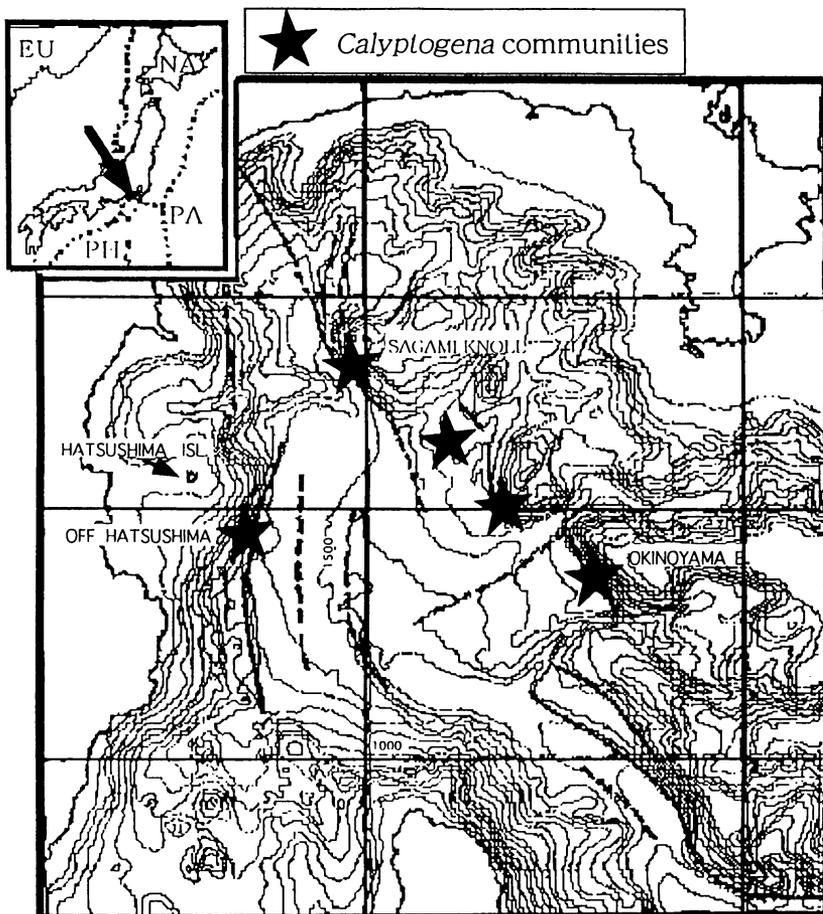


図1. インデックスマップと相模湾の海底地形図, シロウリガイ群集の場所.

Fig. 1. Index map and contour map of Sagami Bay showing localities of *Calyptogena* communities.

炭酸塩類と化学合成動物群集の環境

分布と産状

ここでは、相模湾の底生動物群集の生息環境を、炭酸塩類生成の場としての視点から検討する。初島沖の深海底総合観察ステーション周辺のシロウリガイ群集および炭酸塩類の分布を図2に示す。シロウリガイ類の群集は、伊豆半島の東縁をほぼ南北に切る活断層沿いの崖垂堆積物中に南北7 kmに渡って分布し、その水深は800~1200 mである(橋本ほか, 1987)。これら動物群集に伴って、確認された範囲では南北方向約2 km, 巾500 mに渡って散発的に炭酸塩類が分布している(服部ほか, 1993, 1994a)。これら炭酸塩類は大きく2つのタイプに分けられる。

1) 薄く泥に覆われた、灰色で細粒の層状タイプで、主としてシロウリガイ群集の縁の部分に露出し、所によりチューブワームが付着している。砂粒を含むシルト質の沖合い堆積物を微晶質のカルサイト(ミクライト)がセメントしている。孔クラック等溶解した状況が見られる。CaCO₃含有量は、細粒の部分では80%を越え、黄鉄鉱と石膏を含む。

2) 安山岩礫や軽石を多く含む、黒褐色・粗粒・板状・または塊状で、白色~灰色の微晶質ドロマイト、カルサイトによりセメントされる。表面にはしばしばシンカイヒバリガイが密集しており、赤褐色変色域中や周辺に突出して露出する。これらは、伊豆半島側の崖から滑落した安山岩質の火山岩、角礫凝灰岩のブロック、小礫や砂の部分が炭酸塩でセメントされたものである。炭酸塩の成分はドロマイト・カルサイトで、CaCO₃含有量は34~42%、MgCO₃含有量は13~16%である。

1)のタイプには、溶解の状況から相当古いものと新しいものがあるようで、2)のタイプは溶解の形跡がなく、少なくとも現在露出しているものは形成中のものであるらしい。

炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ vs PDB 値

初島沖で採集された炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ vs PDB 値は-27~-38‰で、これら炭酸塩類は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値の薄いメタンを含む冷湧水・底層海水および場

所により低塩分の水(角皆ほか, 1994)との混合環境下で、メタンを還元剤とする微生物的硫酸還元により生成されたものであ(増澤, 1995)。ここで冷湧水と言う理由は、³Heの異常がほとんど見られないためマグマ発散物を含まないこと(酒井ほか, 1987)と間隙水の化学的性質(増澤, 1995)および湧水と海底直上の底層水中のメタンの、-70‰近辺という非常に薄い $\delta^{13}\text{C}$ 値(角皆ほか, 1994)からマグマ活動に伴う熱水起源の湧水ではないと言えるからである。

ここで $\delta^{13}\text{C}$ 値について検討する。シロウリガイ群集直上の底層水(深海底総合観察ステーションの側、水深1160 m)のDIC(溶存無機炭素)の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-0.56‰で $\delta^{18}\text{O}$ vs PDB値は-0.1‰である(大場・服部, 1995, 未発表)。この底層水と同一試料のメタンの $\delta^{13}\text{C}$ 値は-72‰、メタンの量は 644 ± 25 nmol/kgである(角皆ほか, 1995, 私信)。なお、この近くで採集されたシロウリガイ殻の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-1.63~1.84‰ vs PDBであり、この付近の海水の水温約3‰における炭酸塩の $\delta^{13}\text{C}$ 値は海水のそれより約1.8‰大きい(Glossman, 1982)のでシロウリガイ殻は底層水とほぼ同位体平衡で形成されたとと言える。このように底層水と同位体平衡に近い形で形成された生物性の炭酸塩は、0‰近辺の $\delta^{13}\text{C}$ 値を示す。これに比べ団塊状や板状等の自生の炭酸塩類の値ははるかに軽く、自生の炭酸塩類の炭素の起源は冷湧水中のメタンであることを示している。

初島沖の冷湧水およびシロウリガイ群集直上の底層水中のメタンの $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-70~-72‰ vs PDBであり、メタンは熱分解起源(Thermogenic)ではなく明らかに微生物起源(Biogenic)のメタンであることを示す。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は、このメタンの-70‰を出発点として、間隙水中のDICの-38~-44‰(Masuzawa *et al.*, 1992)を経て炭酸塩類の-27~-38‰の値で一応固定されたことになる。-40‰近辺のDICから-30‰近辺の炭酸塩類を形成する過程、-70‰のメタンから-40‰近辺のDICを形成する過程については分配作用で説明できそうである。メタンの累進的な分配の考え方(Galimov and

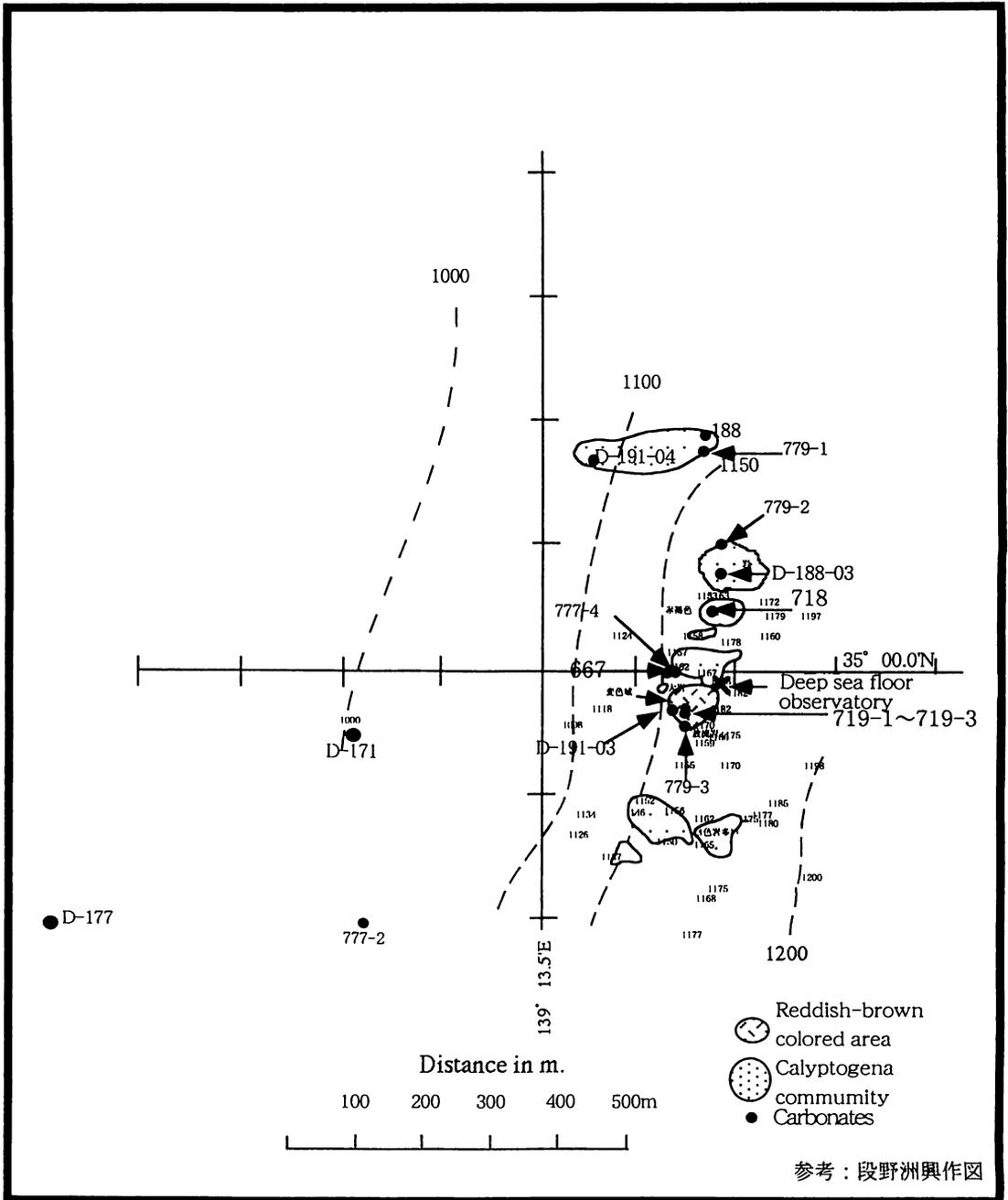


図2. 初島沖深海底総合観測ステーション周辺のシロウリガイ群集と炭酸塩類の分布.

Fig. 2. Distribution of *Calyptogena* communities and carbonates around Real Time Deep Sea Floor Observatory.

Kvendvolden, 1983) からすると-40‰のDICを生成したメタンはもっと重かったのかもしれない。すなわち、メタンからDICを生成するとき約30‰重くなり、DICから炭酸塩を生成するとき約10‰重くなるように重い同位体である¹³Cが優先され、残りのメタンはますます軽くなっていくのであろう。一方シロウリガイの軟体部の $\delta^{13}\text{C}$ 値は-35‰ (Sakai *et al.*, 1992) である。

炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ 値について考察すると、湧水起源のメタンに由来しない、海洋の生物性の炭酸塩類(石灰岩)は、地質年代を通じて5~-5‰と0‰前後の値を示す。オレゴン沖 (Kulm and Suess, 1990) や南海トラフ (Sakai *et al.*, 1992) から報告されている炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-12~-56‰である。図3に相模湾と南海トラフの

炭酸塩類および相模湾の現世シロウリガイ殻の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{18}\text{O}$ のプロットを示す。一方メタンの $\delta^{13}\text{C}$ 値は、微生物起源のメタンでは-85~-60‰、熱分解起源のメタンでは-50~-35‰とされている (Claypool and Kvenvolden, 1983)。生物性の炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、シロウリガイ殻の値や地質年代の生物性炭酸塩類の5~-5‰という値から見て-5‰より薄くなることはなさそうである。湧水の影響下で形成された可能性のある地層中の炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ 値が-5‰程度より薄ければ、メタンを含んだ“湧水”環境下で生成されたと言えそうである。熱水性か冷湧水性かは他の証拠から類推するしかない。この手法により池子層 (平ほか, 1993)、白間津層・葉山層群 (服部ほか, 1995b)、小柴層・柿ノ木台層 (図5)

- Nankai Trough (Sakai *et al.*, 1992)
- Nankai Trough (This paper)
- ▲ Sagami Bay
- ◆ Calyptogena shells

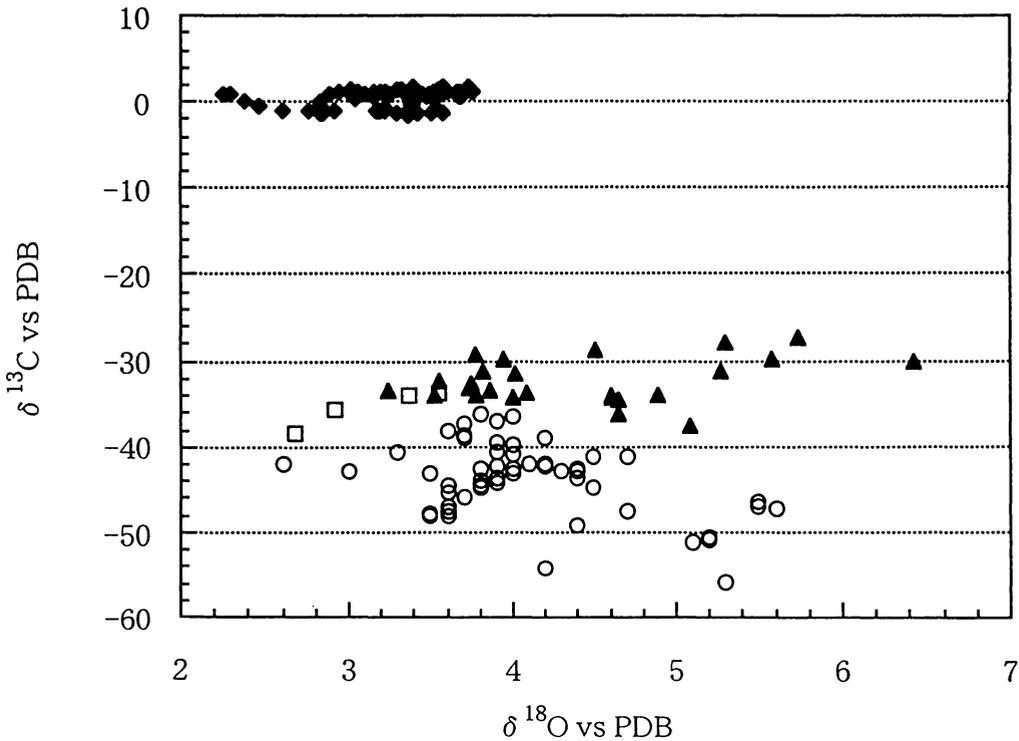


図3. シロウリガイ殻と相模湾及び南海トラフの炭酸塩類の $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\delta^{18}\text{O}$ 値のプロット。

Fig. 3. Plot of $\delta^{13}\text{C}$ vs $\delta^{18}\text{O}$ values of *Calyptogena* shells and carbonates from Sagami Bay and Nankai Trough.

の炭酸塩類がメタンを含んだ“湧水”の環境下で形成されたことが実証され、それに伴う動物群集はメタンや硫化水素によりエネルギーを得ていた化学合成に依存する独立栄養動物群集であることが確認できた。

炭酸塩類中に含まれる貝殻の放射性炭素年代測定

推論の過程は省略するが、初島沖において完全に底層海水と平衡状態で形成されたシロウリガイの生殻の部分の放射性炭素年代は、1200~1300 yBPを示すと推定される。またシロウリガイ殻の堆積物中に埋まっている部分の年代は $\delta^{13}\text{C}$ の値に比例した年代値を引いて補正する必要がある。

冷湧水環境の炭酸塩類中のシロウリガイ殻の年代推定の試みとして、初島沖の2試料と駿河湾口金洲ノ瀬からの1試料の β 線法による年代測定を行った。測定した2試料の示す年代は、 9710 ± 100 yBP、 37020 ± 1060 yBPであり、補正値はそれぞれ7400 yBPと35755 yBPであった。南海トラフの炭酸塩類の形成年代は、最終氷期以降 (Sakai *et al.*, 1992) あるいは約150000 yBPと20000 yBP (Lalou *et al.*, 1992) でありその後溶脱、再結晶作用を受けているという。駿河湾口御前崎沖の金洲ノ瀬で海洋科学技術センターの橋本等により採取された炭酸塩類中のツキガイモドキの年代は 10580 ± 90 yBPであった。これらの値から、氷期に炭酸塩類の多くが形成されたと推定される。

堆積物の温度

堆積物の温度は、場所により大きく異なる。深海底総合観測ステーションの温度計による1993年11月~1994年12月の底層海水と堆積物温度の記録 (門馬ほか, 1994) によると、底層水温は 2.5°C から 3.3°C の間で、表層より20 cm下の堆積物温度は 4.2°C から 5.2°C の間で変動している。20 cm下の堆積物の温度は底層水温より $1.5\sim 2.0^{\circ}\text{C}$ 高い。1993年6月に測定した日記録式温度計の記録によると、堆積物の温度は赤褐色変色域で最も高く、海底面より20 cm下で最高 11.5°C で底層海水の温度、約 3°C より 8.5°C 高い。シロウリガイ群集域では、深海底総合観測ステーション

近くで海底面より20 cm下で 5.5°C と底層水温より 2.5°C 高い。一方、相模海丘のシロウリガイ群集域での温度は、海丘南西の麓、水深約1400 m付近で水温度 $2.4^{\circ}\text{C}\sim 2.67^{\circ}\text{C}$ の時20 cm下で水温に比べ約 0.2°C の上昇しか示さない。

表層から20 cm下の堆積物の温度の高い順に初島沖変色域、初島沖シロウリガイ群集内、相模海丘シロウリガイ群集内となり、それぞれ底層水温より 8.5°C 、 $1.5\sim 2.5^{\circ}\text{C}$ 、 0.2°C の上昇となる。このように堆積物の温度が違う理由は、初島沖では底質の違いによる冷湧水の湧出量の相違が考えられる。変色域の表面に伊豆側の崖から滑落してきた大きな岩が多数見られるので表層下の堆積物も礫質であろうと推定され、砂質であるシロウリガイ群集内よりも透水性が良く冷湧水の流量も多いと考えられる。変色域では、湧水が湧き出しているのが確認されている (角皆ほか, 1994)。初島沖と相模海丘の温度の相違については、同じ沖ノ山堆列の沖ノ山堆と初島沖の冷湧水の起源の相違も指摘されており (吉田・石田, 1989)、冷湧水の流量・起源とも異なるのかも知れない。

堆積物、間隙水の性質と動物群集

角皆ほか (1994) は、赤褐色変色域中で実際に湧水が湧き出している現場で採水し、低塩分の湧水は間隙水と地下水、海水の混合で説明できるとした。この低塩分の湧水は1カ所でしか発見されておらず、湧水の性質は場所によりかなり変化がある可能性が指摘されている (増澤, 1995)。

初島沖のシロウリガイ群集は、周辺の沖合いの堆積物より粗粒で、黒色の硫化水素臭のする堆積物中に密集して ($10\sim 43\text{ kg/m}^2$) 存在する。シロウリガイ生息地の堆積物は、表層は茶色であるが、1 cm程度下で黒色の硫化水素臭のする砂泥質の堆積物となる。柱状コア試料によると、シロウリガイ群集内のDO (溶存酸素量) は、表層の 4 ml/l から1 cm下で0となるが、赤褐色変色域内では1 cm下で 2 ml/l 、3 cm下で0となる。pHは、群集内では底層海水の7.8から1 cm下で7.4となるが、変色域内では7.4と7.8の間で変動し、6 cm下でも7.8である。このことは変色域内では海水の堆積物中への拡散あるいは循環が下ま

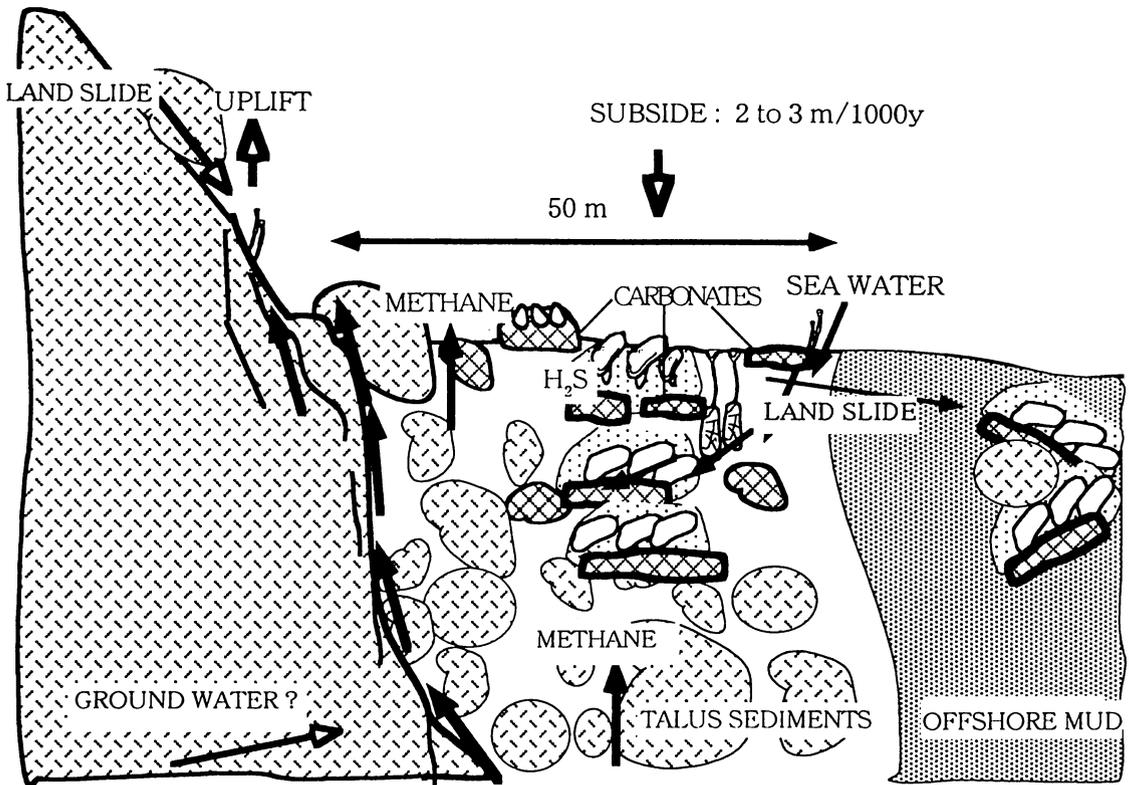


図 4. 相模湾初島沖の冷湧水環境.

Fig. 4. Cold seepage environment of off Hatsushima Island area, Sagami Bay.

で速く行きわたることを示している。

群集の直上の底層海水からは、最大で10000 nl/kg のメタンが検出されている（酒井ほか，1987）。また，間隙水中からは，堆積物の表層から15 cm～25 cm 位の所で0.3～0.6 mmol/kg，25 cm の所で最大14 mmol/kg の硫化水素が検出されている（増澤，1995）。この群集域ではメタンによる硫酸還元が行われ，硫黄酸化バクテリアと共生する独立栄養動物群集が多数生息している。この硫酸還元の結果炭酸アルカリ度が増加し，炭酸塩類が生成する。シロウリガイの成貝が堆積物中に潜っている深さは個体差があるが，実際に貝殻を観察すると殻長12～13 cm の成貝で半分位のところから anterior side 側が薄く黒くなっている個体が多い。シロウリガイは恐らく深さ6～7 cm 程度のところの硫化水素を利用しているのであろう。それに対応する硫化水素濃度は0.02 mmol/kg 程度であろうか。これは，シロウ

リガイの幼貝は殻長6 cm 程度に達するまで急激に成長するという服部ほか（1993）の報告とも良く一致する。シロウリガイ群集域の周辺部には，ところどころにチューブワームの群集が見られる。消化器官を持たず完全に硫化水素に依存しているチューブワームは，炭酸塩類に付着しているか炭酸塩類のそばに多く見られる。これは多分，採取された炭酸塩類の底部の1部が酸化状態を示すことから，板状の炭酸塩類の底部が海水や冷湧水の通路となっており，硫化水素の流出があるためかも知れない。このように現在の海底でチューブワームが炭酸塩類と共産しているのと同じ状況が，後背地の三浦半島に分布する葉山層群中の炭酸塩類中でも発見された（長沼ほか，1995）。

一方，メタンをエネルギー源とするバクテリアと共生しているらしい，シンカイヒバリガイ（Childress *et al.*, 1986）は，赤褐色変色域およびその周辺で採集されている。シンカイヒバリガイ

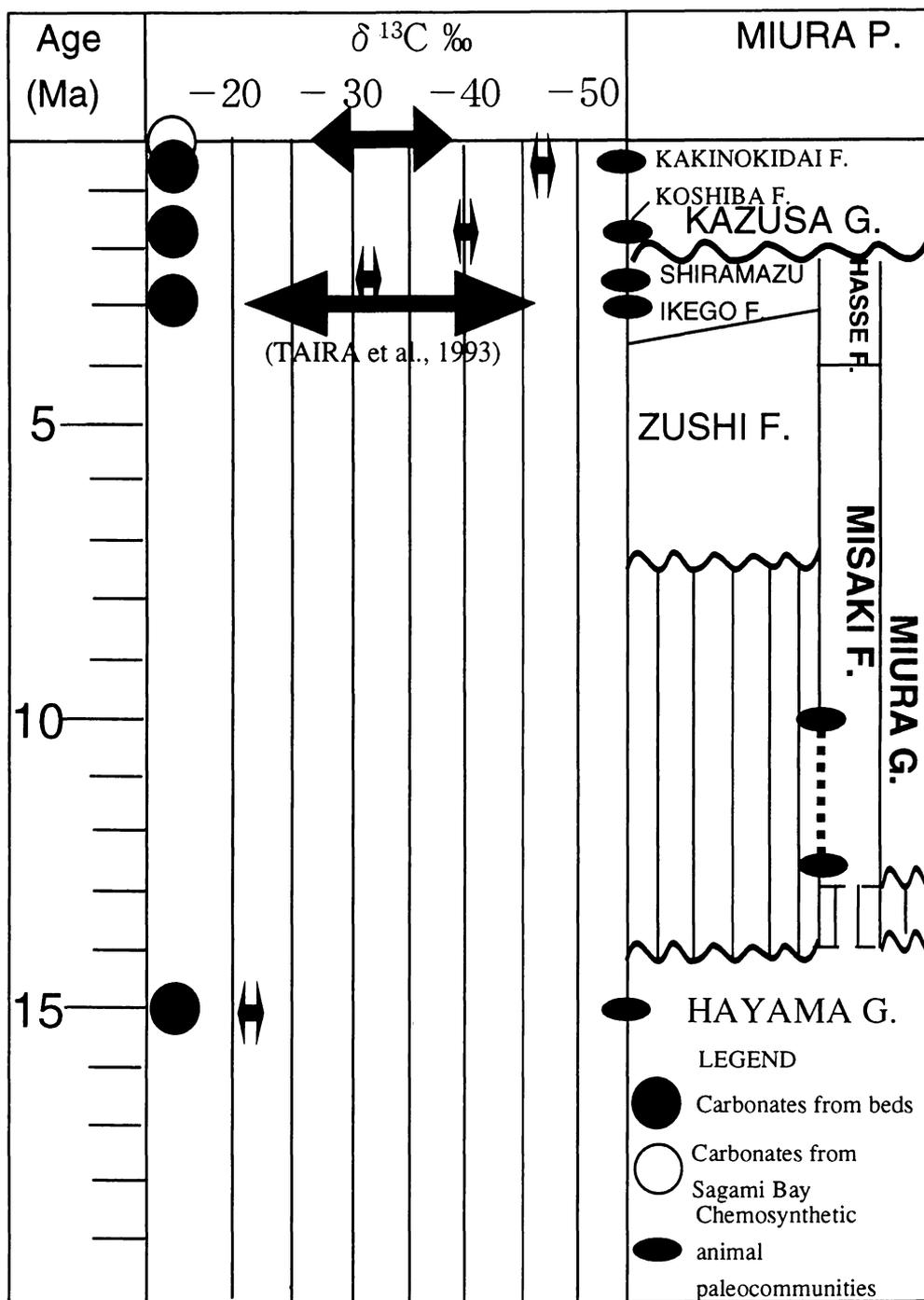


図5. 三浦・房総半島の“冷湧水環境”を示す炭酸塩類と動物群集を産する地層。

Fig. 5. Beds that yield chemosynthetic animal communities and carbonates from Miura and Boso Peninsulas.

イにはクダマキガイ類・シンカイシタダミ・サガミハイカブリニナ等が伴う。

初島沖では、これらのシロウリガイを優勢種とする、多分硫化水素に依存している群集とシンカイヒバリガイを優勢種とする多分メタンに依存している群集は、距離は近いがはっきりと隔絶して生活している。沖ノ山堆列では、崖の麓の粗粒な底質の所にはシロウリガイが生息し、崖の基部の堆積岩の露頭にシンカイヒバリガイやチューブワームが付着して生息している。

近年になって、今まで述べたように冷湧水環境の状況が明らかになって来つつあるが、むしろこれから本格的な研究に取り組める足場が固まるのに約10年かかったと言えるかも知れない。

まとめ

これまで述べてきた相模湾初島沖の冷湧水とそれに伴う底生生物、炭酸塩類の環境を図4に示す。初島沖の最大のシロウリガイ群集域とその北側の赤褐色変色域は伊豆半島東側斜面を削る谷地形の麓に位置する。変色域には火山岩がカルサイト・ドロマイトでセメントされた炭酸塩類が多量に分布し、かつ変色域の西側の転石には新鮮な火山岩が見られること等から変色域の地下には火山岩を主とする転石が堆積していると想定される。もちろん南側や北側のシロウリガイ群集域にも火山岩の転石は存在するが変色域ほど多くない。変色域は透水性が良いことから、湧水の量も多く、地下からの熱の伝搬もシロウリガイ群集域より多いのであろう。これらを確認するためには海底下の堆積物の音波探査や長い柱状コアの採集等が必要である。

図5には相模湾の後背地の地層中の炭酸塩類で、これまでに湧水環境によると判明したものを含む地層とその $\delta^{13}\text{C}$ 値を示す。このように相模湾の後背地には、最古の葉山層群(16.6~13.6 Ma)から現在に至るまでその沈み込みの中心をジャンプしながら、あるいは1時期は同時に存在しながら、独立栄養動物群集と炭酸塩類で特徴づけられる“冷湧水”環境が存続してきたのである。

謝 辞

この研究に使用した試料及び資料の1部を提供いただいた、水産庁中央水産研究所の石原真司、段野司令を始めとする「しんかい2000」運航チームの諸氏、海洋科学技術センター深海研究部橋本 惇・藤倉克則・藤原義弘・門馬大和・満澤巨彦の諸氏に謝意を表します。また試料のX線解析をお願いした国立科学博物館新宿分館地学研究部の加藤昭・斉藤靖二・横浜国立大学教育学部の有馬真の諸氏に謝意を表します。

文 献

- Claypool, G. E. and Kvenvolden, K. A., 1983. Methane and other hydrocarbon gasses in marine sediments. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 11: 299-327.
- Childress, J. J., Fisher, C. R., Brooks, J. M., Kennicutt, M. C. II, Bidigare, R. and Amderson, A. E., 1986. A methanotrophic marine molluscan (Bivalvia, Mytilidae) symbiosis: Mussels fueled by gas. *Science*, 233, 1306-1308.
- Galimov, E. M. and Kvenvolden, K. A., 1983. Concentration and carbon isotopic composition of CH_4 and CO_2 in gas from sediments of the Blake Outer Ridge, Deep Sea Drilling Project Leg 76. *Init. Rept. Deep Sea Drilling Project*, 76, 403-407.
- Grossman, E. L., 1982. Stable isotopes in live benthic foraminifera from Southern California Borderland. Ph. D. Dissertation, University of Southern California, LA, 164p.
- 橋本 惇・田中武男・松沢誠二・堀田 宏, 1987. 相模湾初島沖におけるシロウリガイ群集の調査. 第3回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 37-50.
- 服部陸男・蟹江康光・橋本 惇・藤倉克則, 1993. 相模・駿河トラフの沈み込み帯に生息するシロウリガイ類の地質学的背景, 生態と殻の形態. 第9回しんかいシンポジウム報告書, 237-251.
- 服部陸男・岩城千恵子・岡田尚武・蟹江康光・秋元和實, 1995a. 相模湾と沖ノ山堆列の新第三紀・第四紀石灰質ナノ化石年代と群集解析. JAMSTEC 深海研究, 11, 269-278.
- 服部陸男・蟹江康光・大場忠道, 1995b. 三浦半島の葉山層産炭酸塩岩と化学合成動物群集の化石. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 89-96.
- 石橋克彦, 1977. 伊豆東方線-西相模湾断層と伊豆異常隆起の解釈-フィリピン海プレート最北境界の二重

- 構造. 地震学会講演予講集, 2, 29.
- 岩淵 洋・加藤幸弘・浜本文隆・近藤 忠・進林一彦, 1991. 相模湾におけるマルチチャンネル反射法音波探査, 海洋調査技術, 3 (2), 1-8.
- 活断層研究会, 1980. 日本の活断層, 東京大学出版会, 363p.
- Kulm, L. D. and Suess, E., 1990. Relationship between carbonate deposits and fluid venting: Oregon accretionary prism. *Jour. Geophys. Res.*, 95 (B-6): 8899-8915.
- Lalou, C., Fontugne, M., Lallemand, S. E. and Lauriat, A., 1992. *Calyptogen*a-cemented rocks and concretions from the eastern part of Nankai accretionary prism; Age and geochemistry of uranium. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 109, 419-429.
- Masuzawa, T., Handa, N., Kitagawa, H. and Kusakabe, M., 1992. Sulfate reduction using methane in sediments beneath a bathyal "cold seep" giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 110, 39-50.
- 増澤敏行, 1995. 深海"冷湧水"生態系—相模湾初島沖深海シロウリガイ群集. 月刊海洋/号外, (8), 180-187.
- 門馬大和・満澤巨彦・海宝由佳・堀田 宏, 1994. 相模湾初島沖「深海底総合観測ステーション」の設置と長期観測. JAMSTEC 深海研究, 10, 363-371.
- 長沼 毅・服部陸男・蟹江康光, 1995. 三浦半島の中新統葉山層群産チューブワーム化石. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 77-88.
- 大場忠道・服部陸男, 1995. 相模湾初島沖のシロウリガイ殻の酸素・炭素同位体比. 日本古生物学会第144回例会講演予稿集, 44.
- Okutani, T. and Egawa, K., 1985. The first underwater observation on living habit and thanatocoenosis of *Calyptogen*a *soyoe* in bathyal depth of Sagami Bay. *Venus (Japan J. Malac.)*, 44 (4), 285-288.
- 酒井 均・蒲生俊敬・遠藤圭子・石橋純一郎・柳沢文孝・日下部実・赤木 右・石塚明男・小寺雅子・五十嵐丈二・太田 秀, 1987. 「しんかい2000」による相模湾初島沖シロウリガイコロニーの地球化学的研究. 第3回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 75-90.
- Sakai, H., Gamo, T., Ogawa, Y. and Boulegue, J., 1992. Stable isotopic ratios and origins of the carbonate associated with cold seepage at the eastern Nankai Trough. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 109, 391-404.
- 平 朝彦・江藤哲人・蟹江康光, 1993. シロウリガイ類化石層の堆積環境と深海底湧水現象. 池子シロウリガイ類化石調査最終報告書, 65-96, 横浜防衛施設局.
- 角皆 潤・石橋純一郎・脇田 宏・蒲生俊敬・中塚武, 1994. 相模湾初島東南沖「冷湧水」の起源: 「しんかい2000」第720潜航の結果. JAMSTEC 深海研究, 10, 395-403.
- 角皆 潤・石橋純一郎・脇田 宏・蒲生俊敬・中塚武・中村岳史, 1993. 海底からのメタンの放出と湧水の起源—相模湾初島南東沖冷湧水の場合—. 1993年度日本地球化学会講演要旨集, 48-49.
- 歌代慎吉・岩淵義朗, 1971. 相模湾の海底地形, 地質構造について. 地学雑, 80 (2), 11-22.
- 吉田則夫・石田瑞穂, 1989. 相模湾沖ノ山堆シロウリガイ群生地におけるガンマ線調査・微生物ポピュレーション調査. 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 25-31.

相模トラフ・南海トラフにおけるシロウリガイと ハオリムシの分布と系統

小島茂明*・太田 秀*・橋本 淳**

The distribution and phylogenies of the species of genus *Calyptogena*
and those of vestimentiferans in the Sagami Trough and the Nankai Trough

Shigeaki Kojima*, Suguru Ohta* and Jun Hashimoto**

Abstract The phylogenies of species of the genus *Calyptogena* and vestimentiferans collected from the seep areas in the Sagami Trough and the Nankai Trough were analyzed on the basis of partial nucleotide sequences of mitochondrial DNA. The geographical distribution of *Calyptogena* was generally narrow and many endemic species were sampled from single sites. In contrast, species of vestimentiferan were distributed over wider geographical ranges and their dispersion was tend to be limited by water depth rather than by horizontal distances. Difference of distribution pattern between two groups is thought to be attributed to the difference in the larval dispersive ability.

はじめに

熱水噴出孔や湧水域等の深海性還元環境には、化学合成細菌の合成産物に依存する膨大な生物量を持つ群集がしばしば観察される。こうした群集は、環境に高度に適応・特殊化した動物群により構成され、様々な空間スケールで互いに隔離されているので、分散・地理的隔離・種分化等の進化過程の研究に絶好の材料となることが期待される。日本周辺においても、沈み込み帯や海嶺・海山など、様々な状況下でこうした生物群集が発見されている。演者らは、こうした生物群集の主要な動物群であるシロウリガイ類とハオリムシ類を対象に、ミトコンドリア DNA 塩基配列に基づく系統解析をおこなってきた (Kojima *et al.*, 1995a, 1995b, 1995c, 投稿中)。本稿では、相模トラフ・南海トラフを中心にこれまでに得られた知見を紹介する。

シロウリガイ類

相模・南海トラフのシロウリガイ類は、相模湾(水深800-1200m)、駿河湾(1500m)、南海トラフの2地点(2000m, 4000m)から採集されている。スルガシロウリガイ *Calyptogena fausta* が駿河湾および南海トラフの水深2000mから採集されたのを除くと、複数の海域で共通に出現する種は現在までのところ見つかっていない。南海トラフでは、2000mに少なくとも2種、4000mに3種が同所的に出現しており、それらは系統的に必ずしも近縁なものではない。また単一種からなる個体群と考えられてきた相模湾のシロウリガイ *Calyptogena soyoae* 集団は、ミトコンドリア DNA の塩基配列解析の結果、遺伝的にかなり異なる2つのタイプから形成されていることが明らかになった(図1)。2つのタイプの間には貝殻の形態(殻高-殻長比)にも有意な差があり、姉妹種である可能性が高く、現在タイプ間の生殖的隔離の有無について核 DNA に基づく検証を進めている。

シロウリガイ類は、卵巣の顕微鏡観察や原殻の大きさなどから卵栄養性で幼生の分散能力が比較

*東京大学海洋研究所 Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo 164

**海洋科学技術センター Japan Marine Science and Technology Center, Yokosuka 237

1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

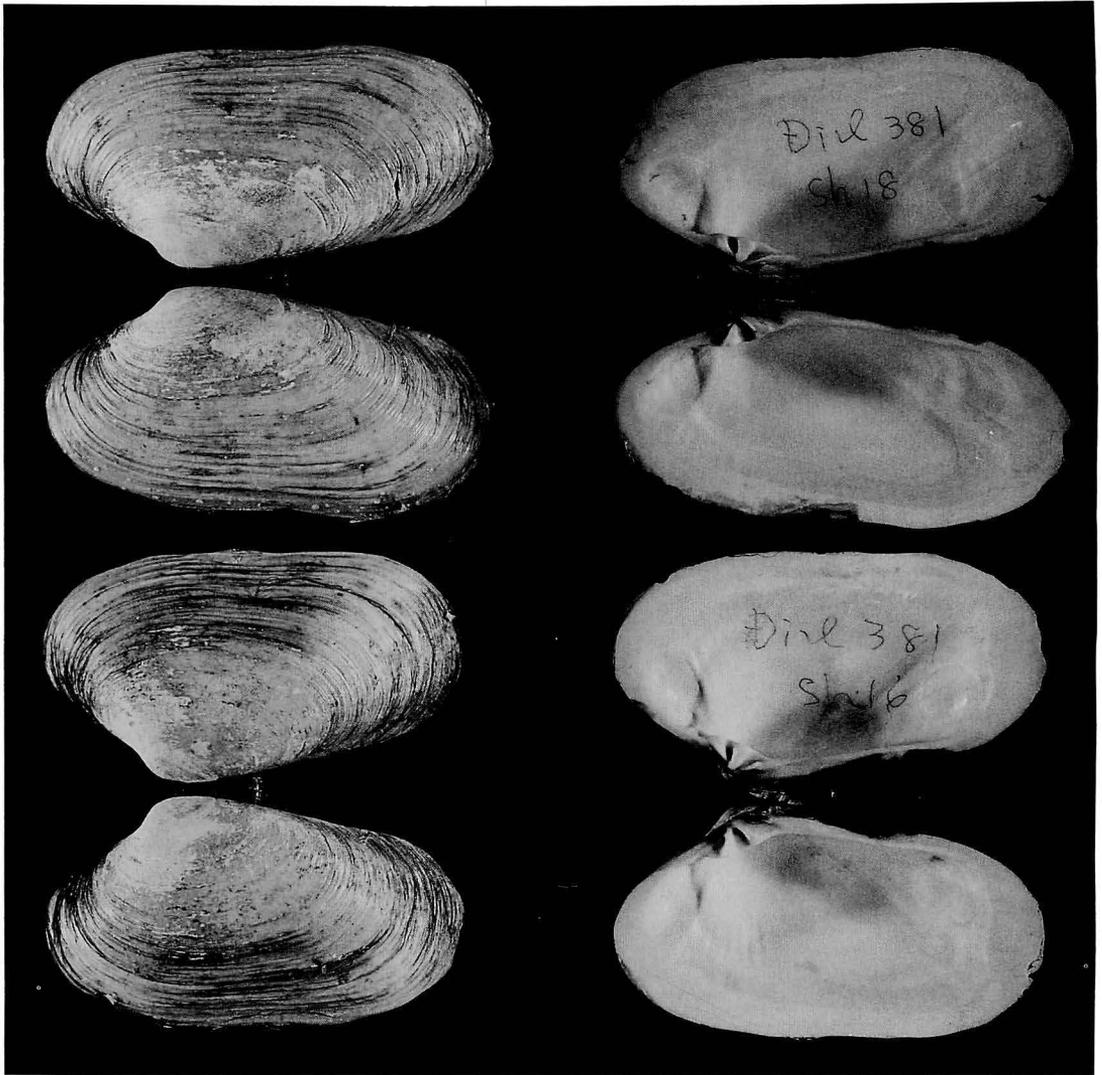


図1. 相模湾産シロウリガイ *Calyptogena soyoae* の2タイプ

Fig. 1. Two types of *Calyptogena soyoae* collected in the Sagami Bay.

的低いと考えられている。したがって新しい環境に定着した個体群が母個体群から比較的容易に隔離され、種分化すると考えると、種の分布域の小ささが理解できる。しかし、相模湾のシロウリガイの1タイプと極めて近縁な（おそらく同種）集団が、遠く隔たった沖縄トラフ伊平屋海嶺（1400m）から発見された例が示唆する様に、長距離の分散が偶発的に起こる可能性もある。

ハオリムシ類

ハオリムシ類は、相模湾（水深800-1200m）および南海トラフの3地点（300m, 1200m, 2000m）からそれぞれ複数種が採集されている（図2）。それらは大きく3グループ（属）に分けられる。そのひとつである *Lamellibrachia* 属では相模湾と南海トラフ1200m, 2000mのものが近縁で、3者間では相模湾と南海トラフ1200mがより近縁であった。南海トラフ300m

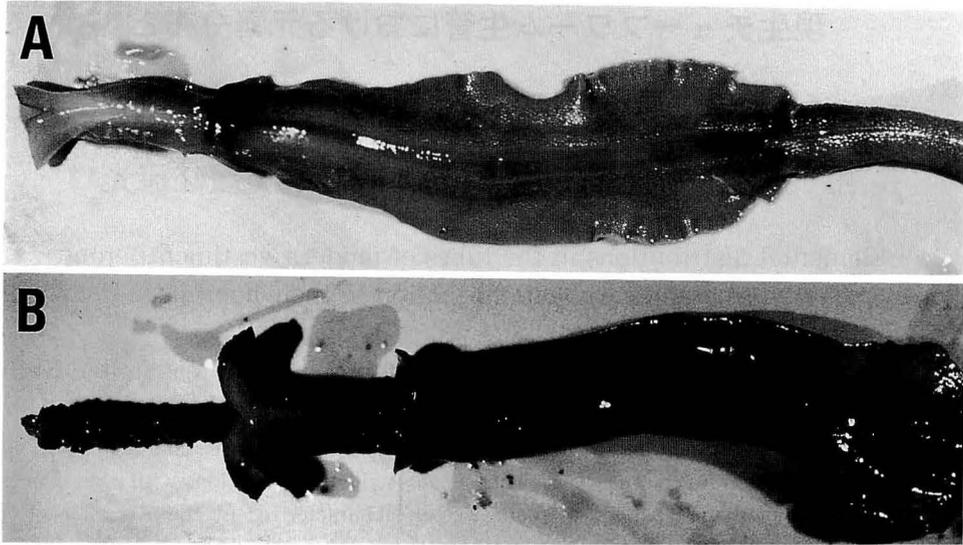


図2. 南海トラフ1200m で採集された2種のアオリムシ *Lamellibrachia* sp. (A) と *Escarpia*? sp. (B)
 Fig. 2. Two species of vestimentiferans collected at the depth of 1200m in the Nankai Trough, *Lamellibrachia* sp. (A) and *Escarpia*? sp. (B)

で採集された個体はそれらとは系統的に遠く、鹿児島湾の有光層(80m)で発見されたサツマアオリムシと同種である可能性が高い。南海トラフの300mおよび1200mで採集された先端に突起をもつグループ(*Escarpia*属?)でも1200mの個体は同じ海域の300mのものより沖縄トラフ伊平屋海嶺(1400m)のものより近縁であり、一般に距離的に近いが水深の異なる海域の個体より、空間的に離れていても水深の近い海域の個体と遺伝的に近い傾向が見られた。

アオリムシ類の幼生はトロコフォア様で、成体と違い消化器官を持ち、長期間のプランクトン生活により長距離の分散が可能であると考えられている。アオリムシ類は、高い分散能力により深海底に新たに生じた還元環境にすばやく定着できる反面、物理的・生理的原因により垂直方向への分散が制限されているのではないだろうか。

文 献

Kojima, S., Kobayashi, T., Hashimoto, J. and Ohta, S., 1995a. RFLP analysis of a mitochondrial gene, cytochrome oxidase I (COI) of three species of the genus *Calyptogenia* around Japan. *Jour. Oceanogr.*, **51**, 257-259.
 Kojima, S., Segawa, R., Kobayashi, T., Hashimoto, T., Fujikura, K., Hashimoto, J., and Ohta, S., 1995b. Phylogenetic relationships among species of *Calyptogenia* (Bivalvia: Vesicomidae) collected around Japan revealed by nucleotide sequences of mitochondrial genes. *Mar. Biol.*, **122**, 401-407.
 Kojima, S., Segawa, R. and Ohta, S., 1995c. Molecular evidence that *Calyptogenia laubieri* (Bivalvia: Vesicomidae) is a valid species. *Venus (Jap. Jour. Malac.)*, **54**, 153-156.

現生チューブワーム生管における元素分布と

その生息環境における炭酸塩基類生成

長沼 毅^{*, **}・服部陸男^{**}・橋本 惇^{**}・蟹江康光^{***}

Elemental distributions in the tubes of modern vestimentiferan worms, and carbonate formation in their habitats

Takeshi Naganuma^{*}, Mutsuo Hattori^{**}, Jun Hashimoto^{**} and Yasumitsu Kanie^{***}

Abstract Tubes of living vestimentiferan worms were collected from a deep-sea cold seep and a submarine volcanic vent. Both habitats were characterized as chemically reductive conditions with high concentrations of hydrogen sulfide and methane. The cold seep site was also characterized by the formation of carbonate rocks such as high-magnesium calcite, to which vestimentiferan tubeworms anchored. Magnesium and calcium were concentrated on the surfaces of worm tubes, as revealed by the electron-probe X-ray microanalysis on the worm tube cross-sections. Iron, phosphorus and other minor elements were present mostly on the surfaces, but the distributional patterns were different from those of magnesium and calcium. Only sulfur accumulated inside of the tube material. The elemental distributions may be explained by the coupled processes of methane oxidation, sulfate reduction (=sulfide formation) and carbonate formation, in the tubeworm habitats or in the tubeworm tissues.

はじめに

海底にはメタン (CH₄) や硫化水素 (H₂S) など還元的な化学物質の供給される環境があり, そこにはハオリムシ類 (vestimentiferans; 俗にチューブワーム) という特異な動物がしばしば生息している. このような海底環境としては冷水湧出域や海底熱水噴出孔その他が知られている (長沼ほか, 1995; Naganuma *et al.*, 1996a).

これら還元的環境に生息するハオリムシ類は, 口も消化管も肛門もない代わりに, 体内にイオウ酸化細菌などを共生させ, それを主な栄養供給源と

している. ここでイオウ酸化細菌は, H₂Sなどを酸化して代謝エネルギーを獲得し, 炭酸固定を行っている (化学合成; Childress *et al.*, 1987). また, ハオリムシ類の生管ではメタン酸化細菌の活性も見い出されている (De Angelis *et al.*, 1991). このように, ハオリムシ類は, 共生性・表在性の微生物にイオウ (S) の酸化還元や炭素物質循環に関する代謝活動の場を提供し (Jannasch and Mottl, 1985; 長沼, 1990), さらに, それらの生管が海底からの還元的物質を含んだ水の通り道となって (Koski *et al.*, 1984), 種々の鉱物の沈殿・沈着の場を提供していると思われる.

ハオリムシ生管はこのようにイオウ等の元素の挙動に関連した鉱物化の場であり, 冷水湧出との関連を示唆した化石も報告されている. 例えば, 三浦半島中部の中新世葉山層群からキヌタレガイ類・シロウリガイ類化石とともにハオリムシ類と思われるチューブワームの化石が発見された (蟹江ほか, 1992). この化石群集の一部は炭酸塩岩から産出したが, シロウリガイと炭酸塩岩の共存

* 広島大学生物生産学部 Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Higashihiroshima 739

** 海洋科学技術センター深海研究部 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center, Yokosuka 237

*** 横須賀市自然博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka 238

1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

は冷水湧出を強く示唆する (Kulm and Suess, 1990). このチューブワーム化石については、既に元素分析および元素マッピングが行われており、生管および生管の内側に S の局在が認められた (長沼ほか, 1995; Naganuma *et al.*, 1996a).

このようなチューブワームの化石生管に対して、現生生管は化石化プロセスの最初の段階にあると思われる。本研究では、冷水湧出域および海底噴気孔域に生息するチューブワーム (ハオリムシ類) の生管の横断面における元素分析および元素マッピングを行ったので、その結果を報告すると同時に、ハオリムシの生息に関連した炭酸塩生成の可能性を考察する。

現生ハオリムシ類の採集と生息環境

現生ハオリムシ類は相模湾初島沖海底の冷水湧出域 (Hashimoto *et al.*, 1989) から 2 種類および鹿児島湾の桜島海底噴気孔域から 1 種類が採集された。相模湾産の 2 種のうち 1 種は「太型」と呼ばれるもので、*Lamellibrachia* 属に分類される。比較的まっすぐな生管は長さ 50cm 以上、生管径は 1 cm 以上になることがあり、生管の厚さも 250–300 μm に達する (図 1 参照)。この「太型」種は無人探査機「ドルフィン 3K」第 167 潜航において初島南東沖海底の水深 1160m の冷水湧出域から採集された。

相模湾産のもう 1 種は「細型」と呼ばれるもので、生管は径 1–2 mm, 厚さ 50–60 μm (図 1 参照)、長さ 15–30cm でやや屈曲している。この「細型」種は潜水調査船「しんかい 2000」第 780 潜航において採集された (潜航観察者: 藤原義弘, 海洋科学技術センター)。

鹿児島湾産のハオリムシは鹿児島湾北東部の水深 82m の海底噴気孔域から曳航式カメラシステムに取付けた小型ドレッジにより採集された (Hashimoto *et al.*, 1993)。このハオリムシ (サツマハオリムシ) は、初島沖「細型」種に類似し、生管の厚さは約 100 μm で (図 1 参照)、*Lamellibrachia* 属の種類と考えられている。

上述のハオリムシ類の生息環境はいずれも H_2S や CH_4 などの還元的化学物質に富んでいる。相

模湾初島沖の海底には 10 $\mu\text{l}/\text{kg}$ にも達する高濃度の CH_4 を含んだ水が湧出する (Gamo *et al.*, 1988)。一方、 H_2S は海水中にはほとんど検出されなかったが (Gamo *et al.*, 1988)、堆積物中には高濃度に存在する (Masuzawa *et al.*, 1992; Hashimoto *et al.*, 1995)。これは堆積物中で CH_4 を用いた硫酸 (H_2SO_4) 還元が行われた結果として H_2S が生成し、さらに海水中で酸化されて H_2SO_4 に戻るためと考えられる。また、 CH_4 を用いた H_2SO_4 還元は炭酸塩類の生成と共役すると考えられている (Goedert and Squires, 1990; Masuzawa *et al.*, 1992)。実際に初島沖海底では自生の炭酸塩類が観察されており (服部ほか, 1994)、 CH_4 酸化– H_2SO_4 還元– H_2S 生成–炭酸塩生成のプロセスが共役的に進行していると思われる。問題は、ハオリムシが H_2S を取込む器官 (ブルーム; エラに相当する) が体上部にあり、この高さでは H_2S がほとんど存在しないことである。現在調査中であるが、相模湾産のハオリムシの体内にはイオウ酸化細菌だけでなくメタン酸化細菌や硫酸還元細菌なども共生している可能性がある (Naganuma *et al.*, 1996b)。したがって、従来考えられていたような単純な H_2S 酸化–化学合成プロセスではなく、 CH_4 酸化– H_2SO_4 還元– H_2S 生成– H_2S 酸化–化学合成といった複雑なプロセスがハオリムシ生管や体内で進行し、これに伴ってハオリムシが炭酸塩生成の場になっている可能性が考えられる。

鹿児島湾のサツマハオリムシは、桜島の火山活動に関連した海底噴気孔周辺に群生していた。この噴気ガスの成分には H_2S や CH_4 が含まれており (小坂ほか, 1992)、ガス態から溶存態になった H_2S をハオリムシ類がエラから取込むことは十分可能である。同様に CH_4 の取込みも容易なはずである。したがって、サツマハオリムシの体内共生細菌については、単純にイオウ酸化細菌のみである場合と、メタン酸化細菌–硫酸還元細菌–イオウ酸化細菌という微生物共同体 (microbial consortium) の形成されている場合の 2 ケースが想定される。後者の場合、サツマハオリムシが炭酸塩生成の場になる可能性がある。

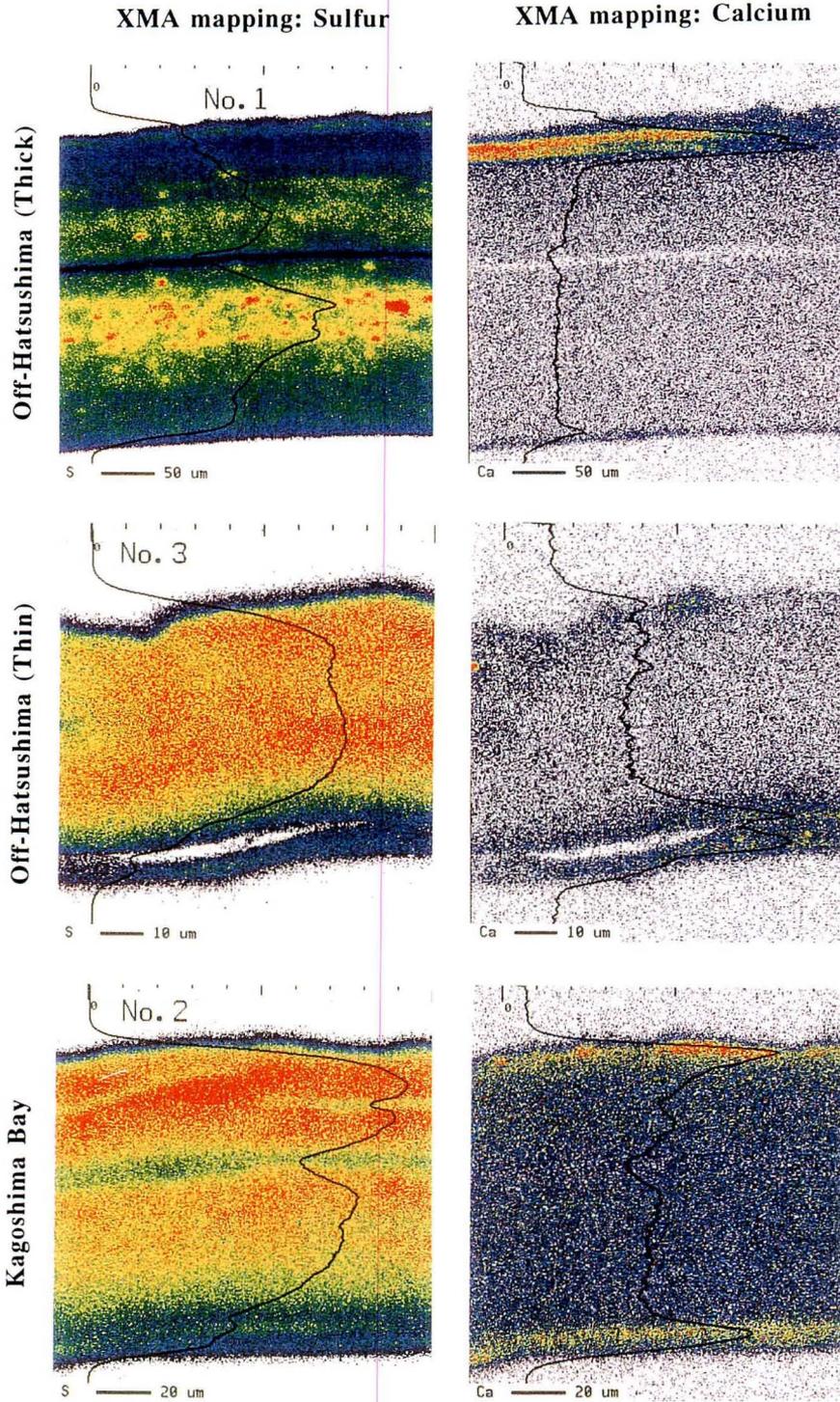


図1. 電子プローブX線マイクロアナリシスによるハオリムシ生管横断面の元素マッピング。

Fig. 1. Elemental mappings on the cross-sections of vestimentiferan worm tubes, by the electron-probe X-ray microanalysis (XMA).

表 1. ハオリムシ類の生管横断面における元素分布.

Table 1. Distribution of elements in cross-sections of vestimentiferan worm tubes.

Element	Off-Hatsushima "Thick"-type			Off-Hatsushima "Thin"-type			Kagoshima Bay "Thin"-type		
	Outer surface	Inside of tube material	Inner surface	Outer surface	Inside of tube material	Inner surface	Outer surface	Inside of tube material	Inner surface
S	-	+++	-	-	+++	-	-	+++	-
Ca	+++	-	+	++	-	++	+	-	++
Mg	++	-	+	+	-	+	+	-	+
Fe	++	-	-	+++	-	±	++	-	±
Zn	+	-	+	+	-	±	-	-	+
P	+	-	++	+	-	+++	-	-	++
Cu	+	-	-	±	-	++	-	-	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ハオリムシ類の生管断面における元素マッピング

ハオリムシ生管をエポキシ系樹脂（例えばエポフィックス）に包埋後、横断面の見える面を整形・研磨し、表面に炭素蒸着して元素マッピングの試料とした。したがって、生管の炭素（C）の分析はできないことになる。ハオリムシ生管はキチン質と強膜タンパク質（scleroprotein）から構成され（Brusca and Brusca, 1990）、炭素が主要元素であることは明らかなので、炭素のマッピングをあえて行う必要はない。

元素マッピングは、電子プローブ X 線マイクロアナライザー（日本電子 JXA 8900 R 型）を用いて行った。まず、試料面全体を 15-20kV で面分析して存在する元素種を確認し、次に、生管横断面における元素マッピングを S・Mg・Ca・Fe・Zn・P・Cu・Pb の 8 元素について行った。これらの分析結果は、X 線カウント数を任意の値で表示したので、半定量的なものとして扱われる（表 1）。

試料面全体の分析では、どの生管試料でも S の存在が顕著だった。Na・Cl・Mg・Ca・K なども多く存在していたが、これは付着海水由来と考えられる。これに比べて S の存在は、海水の化学組成から予想される量よりかなり高濃度なので、明らかに生管への濃縮と考えられる。

生管への S 濃縮は元素マッピングからも明らかであった（表 1；図 1）。生管に見られる S が付着海水由来なら生管表面に多く分布するはずだ

が、実際には生管の内部に高濃度に存在していた。これは、生管形成と S 取込みで共役して進行したことを示唆する。生管形成と S 濃縮の関係は明らかではないが、おそらく、生管を構成する強膜タンパク質にシステインやメチオニンなど S を含むアミノ酸が存在することも関係すると思われる。図 1 の初島沖「太型」や鹿児島湾産のハオリムシでは、生管厚の途中で S の存在量が減少しているように見えるが、これは保存・調製の過程で生じた亀裂に S が分布しないためである。

S 以外の 7 元素の分布は生管の外側表面および内側表面に限られており（例えば図 1 の Ca）、付着海水の影響が示唆される。しかし、例えば、Ca の分布傾向は 3 種類のハオリムシ間で必ずしも同じではなく、付着海水の影響だけで説明しきれない部分もある。また、1 種類のハオリムシの生管でも、S を除く 7 元素間で外側表面と内側表面の分布傾向に整合性がなく、少なくとも一部の元素に関しては付着海水の影響というよりは、生管表面における沈着・濃縮があったと考えられる。例えば、Ca と Mg の分布傾向はお互いに類似していたが、Fe や P の分布傾向とは異なっていた（表 1）。これは、生管表面において Ca と Mg が濃縮されたことを示唆する。

ハオリムシ類の $H_2S \cdot CH_4$ 代謝に関連して炭酸塩が生成するとして、初島沖海底に自生する石灰岩、特にハオリムシが固着生息する石灰岩は Mg 含量が高く、high-Mg calcite と呼ばれている（服部ほか, 1994; Naganuma *et al.*, 1995）。

本研究では、CaとMgがハオリムシ生管横断面において類似の分布様式を示したこと、その分布は生管表面に限られていたこと、それは生管におけるSの濃縮部位とは異なっていたこと等がわかった。生管はいったん形成されたらそれ以上厚くならない。したがって、Ca・Mgの分布要因は、生管形成にともなう生管内への取込みではなく、むしろ、形成された生管表面への後からの沈着であろう。この‘後からの沈着’には、 CH_4 酸化- H_2SO_4 還元に関連したhigh-Mg calcite生成も影響していると思われる。この意味で、ハオリムシ生管におけるCa・Mgの分布は、ハオリムシ生息環境あるいはハオリムシ体内のS・ CH_4 代謝における微生物共同体の可能性を示唆している。

謝 辞

チューブワーム生管の元素分析および元素マッピングは日本電子株式会社および岡山裕一氏（海洋科学技術センター）の協力で行われた。藤原義弘氏（海洋科学技術センター）にはハオリムシの生管標本を分与していただいた。あわせて深く感謝する。

文 献

- Brusca, R. C. and Brusca, G. J., 1990. Invertebrates. 922p., Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.
- Childress, J. J., Felbeck, H. and Somero, G. N., 1987. Symbiosis in the deep sea. *Scientific American*, 255, 114-120.
- De Angelis, M. A., Reysenbach, A. -L. and Baross, J. A., 1991. Surfaces of hydrothermal vent invertebrates: Sites of elevated microbial CH_4 oxidation activity. *Limnology and Oceanography*, 36, 570-577.
- Gamo, T., Ishibashi, J., Shitashima, K., Kinoshita, M., Watanabe, M., Nakayama, E., Sohrin, Y., Kim, E. -S., Masuzawa, T. and Fujioka, K., 1988. Anomalies of bottom CH_4 and trace metal concentrations associated with high heat flow at the *Calyptogenia* community off Hatsu-shima Island, Sagami Bay, Japan; a preliminary report of Tansei Maru KT-88-1 cruise Leg-1. *Geochemical Journal*, 22, 215-230.
- Goedert, J. L. and Squires, R. L., 1990. Eocene deep-sea communities in localized limestones formed by subduction-related methane seeps, southwestern Washington. *Geology*, 18, 1182-1185.
- Hashimoto, J., Ohta, S., Tanaka, T., Hotta, H., Matsuzawa, S. and Sakai, H., 1989. Deep-sea communities dominated by the giant clam, *Calyptogenia soyoae*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 71, 179-192.
- Hashimoto, J., Miura, T., Fujikura, K., and Osaka, J., 1993. Discovery of vestimentiferan tube-worms in the euphotic zone. *Zoological Science*, 10, 1063-1067.
- Hashimoto, J., Ohta, S., Fujikura, K., Fujiwara, Y. and Sukizaki, S., 1995. Life habit of vesicomyid clam, *Calyptogenia soyoae*, and hydrogen sulfide concentration in interstitial waters in Sagami Bay, Japan. *Journal of Oceanography*, 51, 341-350.
- 服部陸男・大場忠道・蟹江康光・秋元和實, 1994. 相模湾初島沖で発見された自生の炭酸塩類. JAMSTEC 深海研究 (海洋科学技術センター), 10, 405-416.
- Jannasch, H. W. and Mottl, M. J., 1985. Geomicrobiology of deep-sea hydrothermal vents. *Science*, 229, 717-725.
- 蟹江康光・浅見茂雄・岡田尚武・渡辺政美, 1992. 三浦半島の中新世葉山層群の断層破碎帯から発見されたシロウリガイ属コミュニティ. 横須賀市博研報 (自然), 40, 31-35.
- Koski, R. A., Clague, D. A. and Oudin, E., 1984. Mineralogy and chemistry of massive sulfide deposits from the Juan de Fuca Ridge. *Geological Society of America Bulletin*, 95, 930-945.
- Kulm, L. D. and Suess, E., 1990. Relationship between carbonate deposits and fluid venting: Oregon accretionary prism. *Journal of Geophysical Research*, 95, 8899-8915.
- Masuzawa, T., Handa, N., Kitagawa, H. and Kusakabe, M., 1992. Sulfur reduction using methane in sediments beneath a bathyal "cold seep" giant white clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, 110, 39-50.
- 長沼 毅, 1990. 深海熱水生態系における化学合成細菌. 月刊地球, 12, 195-201.
- 長沼 毅・蟹江康光・服部陸男, 1995. 三浦半島の中新世葉山層群産チューブワーム化石. 横須賀市文化財調査報告書, 29, 77-87.
- Naganuma, T., Okayama, Y., Hattori, M. and Kanie, Y., 1996a. Fossil worm tubes from the presumed

cold-seep carbonates of the Miocene Hayama Group, central Miura Peninsula, Japan. *Island Arc*, in press.
Naganuma, T., Naka, J., Okayama, Y., Minami, A. and Horikoshi, K., 1996b. Multififormity of the microbial population from inside of a vestimentiferan

tubeworm body. *Journal of Marine Biotechnology*, in press.

小坂丈夫・平林順一・野上健治・黒崎 誠・橋本 惇, 1992. 鹿児島湾北部の海底噴気ガス成分の変化と火山活動の推移. JAMSTEC 深海研究 (海洋科学技術センター), 8, 75-80.

相模湾の“冷湧水”

増澤敏行*

“Cold seepage” in Sagami Bay

Toshiyuki Masuzawa*

Abstract Pore water samples were collected with an *in situ* pore water squeezer for a submersible (ISPS-S) by the submersible *Shinkai 2000* from a *Calyptogena* patch in the largest living *Calyptogena* community at the Hatsushima site (34° 59.9'N, 139° 13.6'E; 1146m deep) in western Sagami Bay, Japan. Sulfate decreased remarkably below 9 cm depth and showed very low minimum values between ca. 20 and 40 cm depth. Inversely, hydrogen sulfide increased significantly below 9 cm depth and showed a very high maximum value of 13.8 mM at 36 cm depth. DIC increased remarkably with hydrogen sulfide, and its $\delta^{13}\text{C}$ values decreased remarkably to less than -40‰ . These indicate that microbial sulfate reduction using methane as the reductant proceeds actively at depths of ca. 20 to 40 cm below the sediment water interface just beneath the living giant clams. Based on chemical and isotopic data of pore waters, geochemical situations of the *Calyptogena* communities at the Hatsushima site have been discussed.

はじめに

太陽光の全く届かない深海底で見い出された光合成ではなく化学合成に生態系の基礎をおく中央海嶺などの熱水系に存在する高密度生物群集と“冷湧水”系高密度生物群集は、共に供給される還元性物質を溶存酸素で酸化して得られるエネルギーを利用する化学合成細菌により生産される有機物の上に生態系が存在している点で、共通の化学生態学的設定を持つと考えられる。深海熱水系が中央海嶺や背弧海盆での高温のマグマと海水との反応による熱水循環系に伴い、硫化水素や鉄、マンガなど還元性物質を含み、ブラックスモーカーやホワイトスモーカーとして認められるような活発な高温の湧水（温泉）の周りに出現するのに対し、多くの深海“冷湧水”系では幾つかの報告を除き肉眼的に確認できるような湧水の存在はまれであり、またその構造地質学的設定はかなり変化に富んでいる。この“冷湧水”は直接採集することが困難であるため、生物群集内堆積物間隙水の化学

組成と同位体組成およびそれらの鉛直分布は、“冷湧水”生物群集を支えている物質とその供給機構を明らかにする上で最も直接的な情報となろう。

1984年に「しんかい2000」により初島沖で深海シロウリガイ群集が発見されて以来、「しんかい2000」や「ドルフィン3K」などによる多くの潜航調査の結果、相模湾の水深700-1300mにわたる8カ所で高密度のシロウリガイ群集が見い出されている（田中・橋本, 1991）。著者と共同研究者らは、1986年以来「しんかい2000」により初島沖で確認された最大規模のシロウリガイ群集内のシロウリガイパッチで、現場間隙水抽出装置（ISPS-S）などによる間隙水の採集と化学組成および同位体組成の鉛直分布とその変動の研究を行っている。本稿では、これらの調査の方法と結果の概要を述べる。そして、特に物質（地球化学）の立場からこれまでに何がわかって何がわかっていないかについて議論する。

初島沖シロウリガイ群集での間隙水の採集と化学分析

1986年6月の第227潜航（D227）において、初島沖では最大のシロウリガイ群集（34° 59.9' N, 139° 13.6'E; 水深1146m; 図1）の分布地点

*名古屋大学大気水圏科学研究所 Institute for Hydrospheric-Atmospheric Sciences, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-01
1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

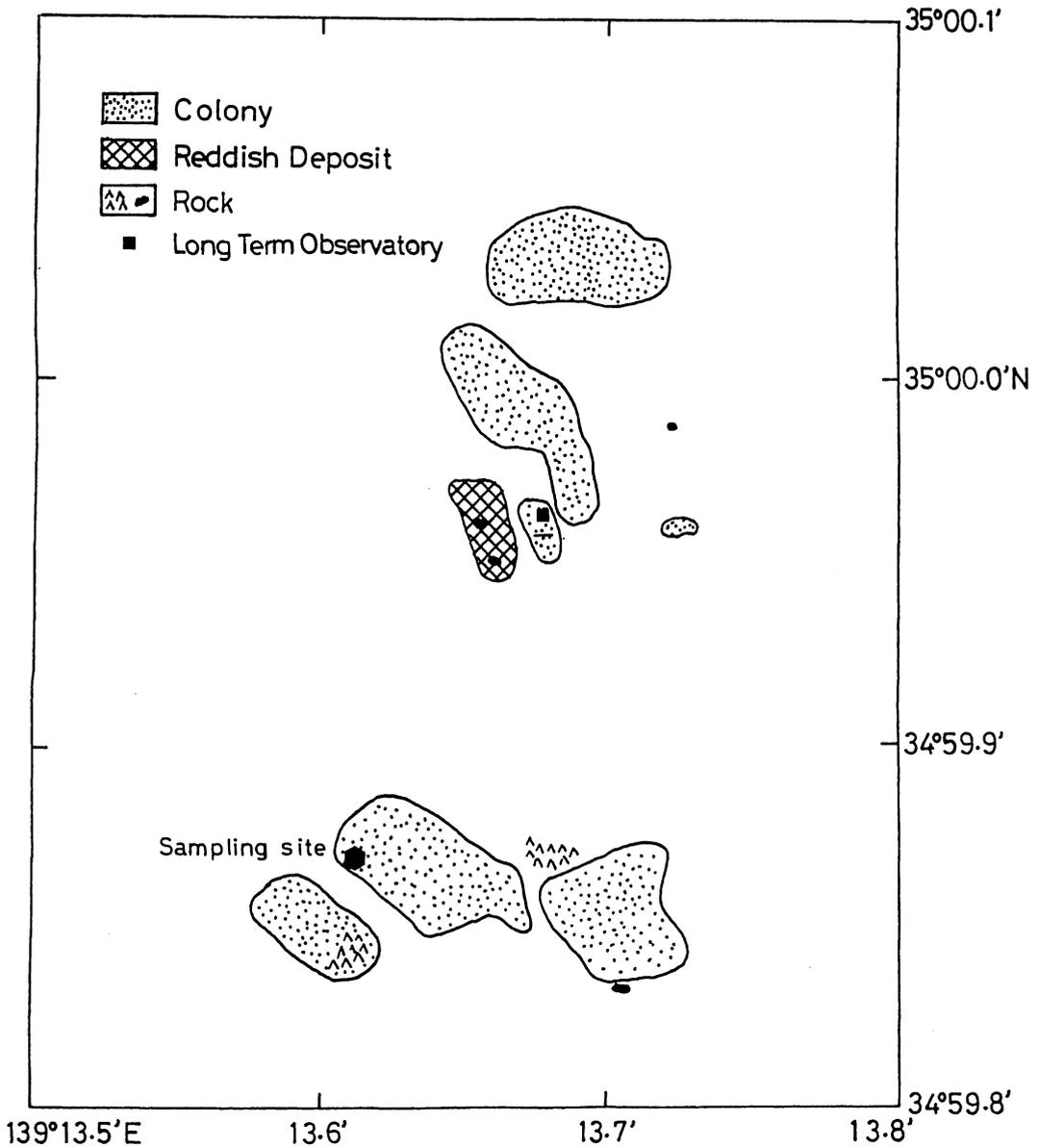


図1. 相模湾初島沖では最大のシロウリガイ群集周辺の詳細図. 六角形は1988年以来間隙水を採集しているシロウリガイパッチを示す.

Fig. 1. Expanded view of the largest *Calyptogena* community at the Hatsushima site. The solid hexagon shows the *Calyptogena* patch where pore water samples were collected with ISPS-S during Dives 521, 593, and 720 as well as with a weight-driven corer during Dive 380.

で、ハンドコーラーにより群集内部から全長9 cmの砂質コアを、群集外部から全長21cmの泥質コアをそれぞれ採集し、間隙水を抽出した(増澤・半田, 1987). 1987年からはより長いコア

を取ることを目的として重錘打ち込み式コーラーを開発し、1988年11月の第380潜航(D380)で群集内部で全長16cmの砂質コアを採集し間隙水を抽出分離した. その際アクリル製パイプの根元

で破壊したため、やむをえずコアラー本体と東大海洋研のロート式採集装置を放置した。1989年からは、群集内堆積物のより深い間隙水を直接採集することを目的として潜水調査船用現場間隙水抽出装置 (ISPS-S) を開発し、放置した装置を目印として D380 と同じパッチで第 521 潜航 (D521; 1990年11月), 第 593 潜航 (D593; 1991年12月), 第 720 潜航 (D720; 1993年11月) および第 774 潜航 (D774; 1994年11月) で間隙水の現場抽出を行い (Fig. 1), D593 で初めて 0-45cm の全 6 層での間隙水の抽出に成功した (増澤ほか, 1993)。

「しんかい2000」を母船「なつしま」に揚収後 ISPS-S から間隙水を回収し、各化学成分に応じた保存処理をし冷蔵して実験室に持ち帰り、化学分析および同位体分析に供した。測定した化学項目は、Cl, SO₄, H₂S, PO₄, SiO₂, NH₄, Na, Mg, Ca, K, Mn と DIC (溶解無機態炭素) と DIC の炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) と放射性炭素濃度 ($\Delta^{14}\text{C}$) および SO₄ と H₂S の硫黄安定同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$) である (Masuzawa *et al.*, 1992, 1995a, 1995b; 増澤ほか, 1995)。

結 果

図 2 に D593 と D720 で ISPS-S により採集された間隙水中の 11 化学成分の深さ 0-45cm の鉛直分布を示す。D380 の重錘コアではコア最下部の 14-15cm で SO₄ 濃度は 9.6mmol/kg で、H₂S 濃度は 0.33mmol/kg であり、メタンを還元剤とする微生物的硫酸還元が生きているシロウリガイの直下で進行していることを示していた。ISPS-S の結果 SO₄ 濃度は深さ 9 cm から 18cm で急激に濃度が減少し、深さ約 20-40cm で 2 mmol/kg もしくはそれ以下という極小値を示した。これに対応して H₂S 濃度は 9 cm から 18cm で急激に増加し深さ 36cm では 9.0mmol/kg (D593) および 13.8mmol/kg (D720) という極めて高い濃度が観測された。これらの結果から、微生物的硫酸還元の起こっている深さが、生きているシロウリガイ直下の堆積物表面以下約 20-40cm であることが特定された。

図 3 に D380, D521, D593, D720 で採集された

間隙水中の DIC および DIC の $\delta^{13}\text{C}$ と $\Delta^{14}\text{C}$ の鉛直分布を示す。硫酸還元の進行に伴い DIC が増加し、それとともに $\delta^{13}\text{C}$ が著しく減少して -45‰ という通常の光合成による有機炭素の -20‰ にくらべ著しく低い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示した。このことにより、DIC の生成がメタンの酸化に起因していることが明らかになった。さらに、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値もまた著しく減少し D593 の深さ 18cm および D720 の深さ 36cm では -938‰ という極めて低い値を示し、この酸化されたメタンが放射性炭素年代的に極めて古いものであることがわかった。

図 4 に D380 (1989 年 11 月) から D720 (1993 年 11 月) にわたる Cl, SO₄, H₂S 濃度と SO₄ と H₂S の $\delta^{34}\text{S}$ の鉛直分布の長期変動を示す。D380 の場合では SO₄ の $\delta^{34}\text{S}$ 値が深さとともに大きくなり明瞭な同位体分別を示しているのに対し、極めて活発な硫酸還元が認められた D593 および D720 の場合では SO₄ および H₂S がともに $\delta^{34}\text{S}$ 値はほぼ海水の値 (+20‰) を示し、同位体分別がほとんど認められない。反応速度が大きくなるほど動的な同位体分別係数が小さくなることから、これは硫酸還元活性の変化を示すものと考えられる。

考 察

1984 年の初島沖でのシロウリガイ群集の発見以来 10 年が経過し、これまで初島沖ではさまざまな研究分野での多くの調査、研究が行われてきた (例えば, Sakai *et al.*, 1987; Hashimoto *et al.*, 1989)。1990 年 11 月の第 512 潜航で我々が調査を継続している群集の北約 200m で黄赤色変色域が発見され、この地域での地温は約 10℃ と高かった (図 1; 仲ほか, 1991)。この黄赤色変色域で 1992 年 11 月の第 659 潜航で湧水が確認され、第 721 潜航 (1993 年 11 月) および第 774 潜航 (1994 年 11 月) では湧水が採集され、化学分析が行われた (Tsunogai *et al.*, 1996)。1993 年 3 月にはこの黄赤色変色域の東に隣接するシロウリガイ群集に深海長期ステーションが設置された。

研究分野間の理解を整理する目的で、地球化学的立場から初島沖深海シロウリガイ群集に関する 10 の間を設定し、間隙水の結果を中心に若干の

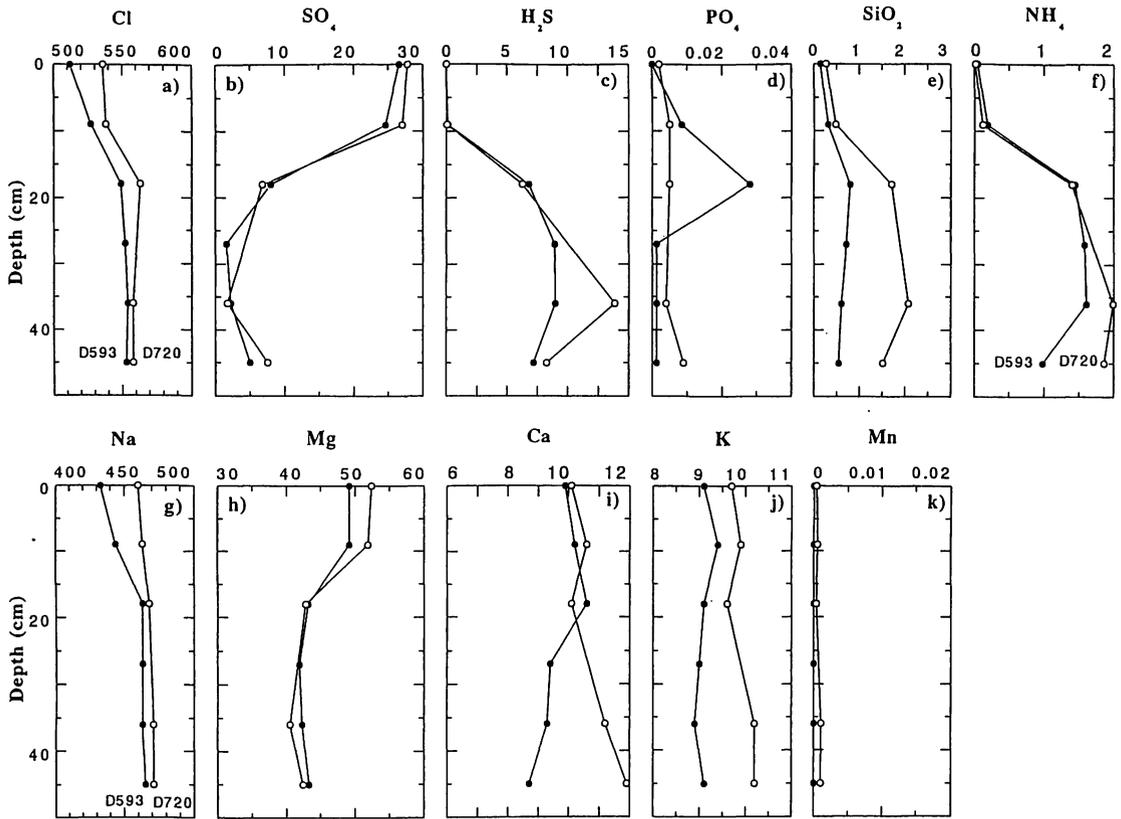


図2. 「しんかい2000」の第593潜航(黒丸)と第720潜航(白丸)で ISPS-S により相模湾初島沖のシロウリガイパッチで採集された間隙水中の9化学成分の鉛直分布 (Masuzawa *et al.*, 1995a).

Fig. 2. Vertical profiles of nine chemical components in pore waters collected with ISPS-S during Dive 593 (solid circle) and Dive 720 (open circle) within a *Calymptogena* patch in the largest *Calymptogena* community at the Hatsushima site (Masuzawa *et al.*, 1995a).

議論を加えたい。

1) 熱水系か冷湧水系か？

観測船による地殻熱流量の測定では、初島沖は高熱流量異常を示し、また黄赤色変色域の堆積物と湧水が10℃に達する温度を示したことから、熱水の影響の可能性が考えられた。黄赤色変色域の湧水 (Tsunogai *et al.*, 1996) およびシロウリガイ群集堆積物間隙水の化学組成 (図2, 3) は熱水的組成を示さないことから、熱水系とはいえない。

2) “冷湧水”はあまねく存在するか？

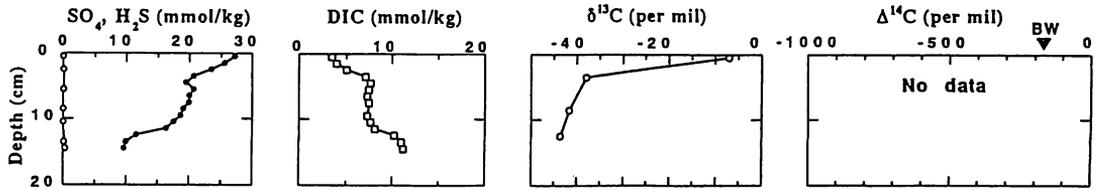
黄赤色変色域で暖かい湧水が発見され、1993年、1994年にはそれが採集された (Tsunogai *et al.*, 1996)。しかし、初島沖に広範に分布するシ

ロウリガイの生息域内では、肉眼で認められるような湧水は確認されていない。このことは、これらの群集を支える物質の活発な供給が行われなくてはならず、それは湧水 (移流) という形態ではない他の輸送手段によると考えられる。

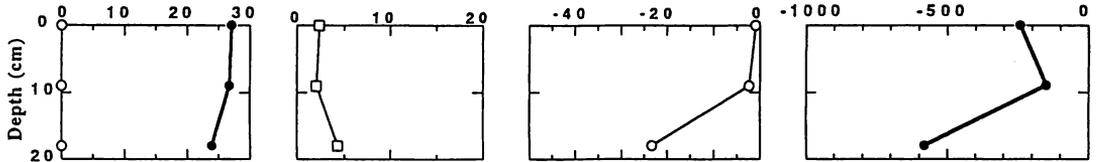
3) シロウリガイ群集を支えている直接のエネルギー源は何か？それは、どのような機構で供給されているか？

シロウリガイのエラに共生する化学合成細菌が主に利用する還元性物質は硫化水素である。この硫化水素は、生きているシロウリガイの直下の深さ約20-40cmで進行しているメタンを還元剤とする微生物的硫酸還元により活発に生産され (Masuzawa *et al.*, 1992, 1995a, 1995b)、拡散

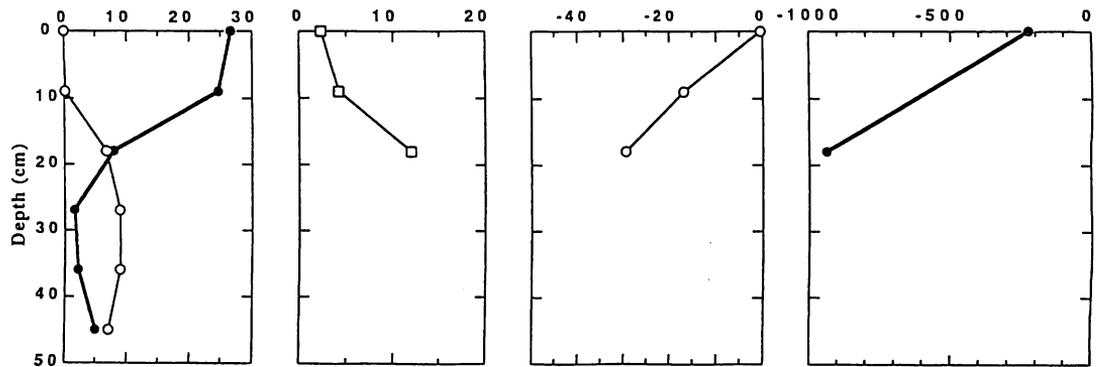
D380 (Nov. 4, 1988)



D521 (Nov.14,1990)



D593 (Dec. 2, 1991)



D720 (Nov.26,1993)

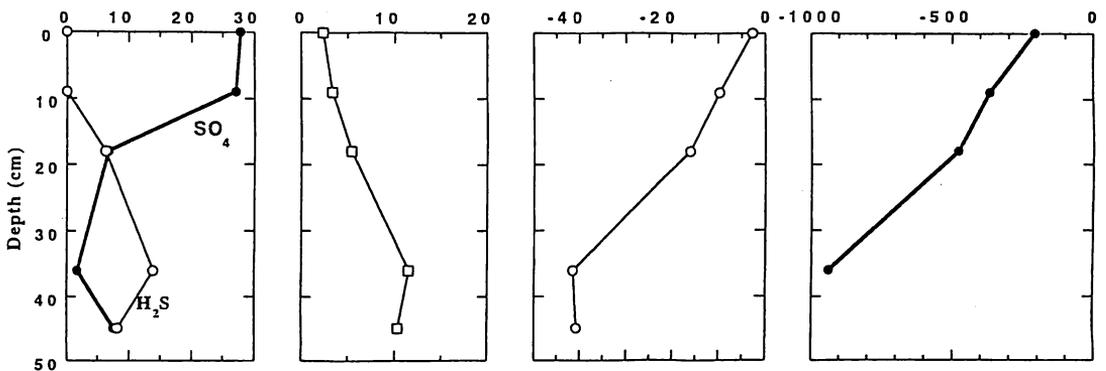


図3. 「しんかい2000」の第380, 521, 593, 720潜航で相模湾初島沖のシロウリガイパッチで採集された間隙水中の SO_4 , H_2S , DIC と DIC の $\delta^{13}\text{C}$ と $\Delta^{14}\text{C}$ の鉛直分布 (Masuzawa *et al.*, 1995b).

Fig. 3. Vertical profiles of sulfate (SO_4) and hydrogen sulfide (H_2S), dissolved inorganic carbon (DIC) and $\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$ of DIC in pore waters collected with ISPS-S from a *Calypptogena* patch in the largest *Calypptogena* community at the Hatsushima site during Dives 521 (November 14, 1990), 593 (December 2, 1991), and 720 (November 26, 1993) of the submersible *Shinkai 2000*. At the uppermost are shown those for pore waters extracted from a weight-driven core collected at the same *Calypptogena* patch during Dive 380. (Masuzawa *et al.*, 1995b).

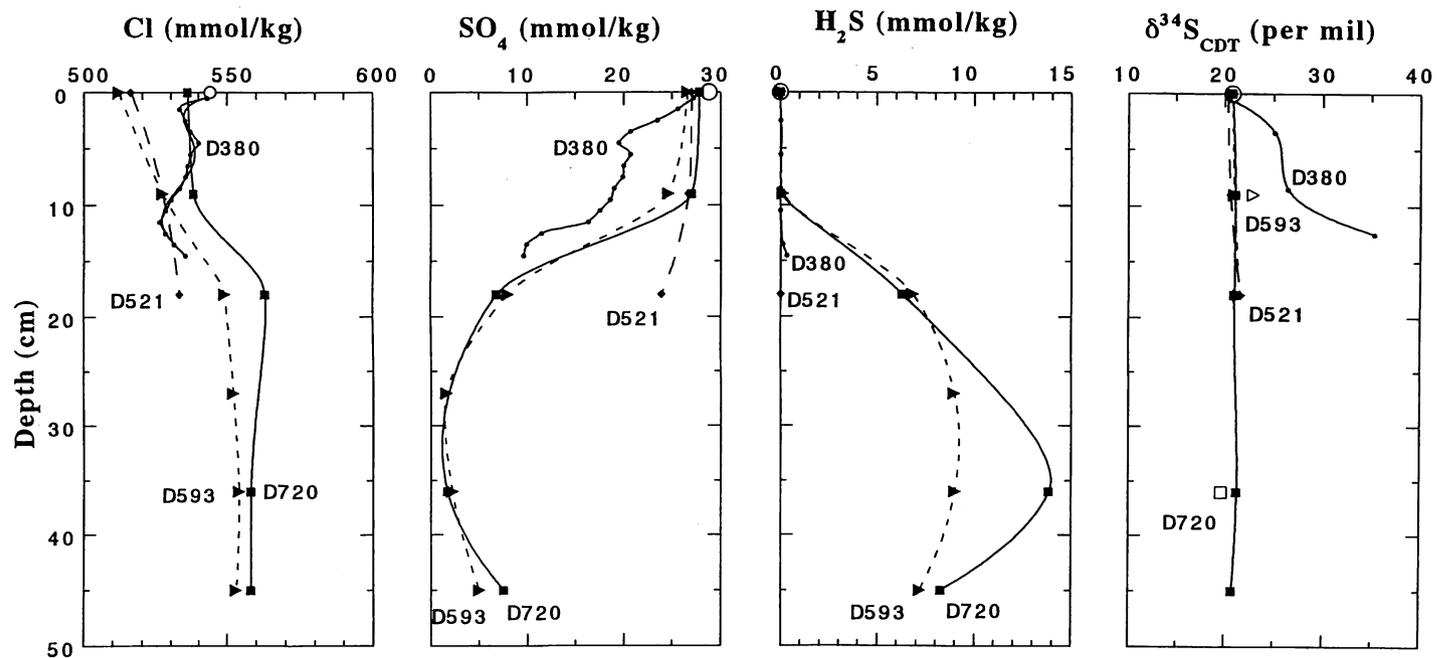


図4. 相模湾初島沖のシロウリガイパッチで採集された間隙水中のCl, SO₄, H₂S濃度とSO₄とH₂Sのδ³⁴Sの鉛直分布の長期変動(1988年11月-1993年11月).

Fig. 4. Long-term variation of vertical profiles of Cl, SO₄, H₂S and δ³⁴S of SO₄ and H₂S in pore waters collected from a *Calyptogena* patch in the largest *Calyptogena* community at the Hatsushima site for six

によりシロウリガイの脚に運ばれ（深さ10-12cm前後）、脚からエラに輸送されて共生細菌に供給される。微生物学的にはいまだ純粋培養系では確認されていないが、間隙水の化学組成および同位体組成はメタンを還元剤とする微生物的硫酸還元を示している。メタンを還元剤とする微生物的硫酸還元が硫化水素生成の主要な過程であるとする、硫酸イオンは海水中に十分にあって直上海水から供給されるため、メタンの活発な供給がこの群集を支える基本的条件となる。

4) メタンの起源はなにか？

シロウリガイ群集の直上から採取された海水は相模湾深底層水にくらべ3-4桁メタン濃度が高く (Gamo *et al.*, 1988), シロウリガイ群集が活発なメタンの供給の場であることを示している。間隙水の DIC の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、酸化されたメタンが極めて古いものであることを示した (図3) が、メタンのリザーバーや供給の機構については全く解っていない。

5) シロウリガイ群集の活性の変化はあるか？ それは何によるか？

「しんかい2000」の潜航調査で同じパッチを訪れている観察からは、年々群集が高密度になっているように見える。間隙水の硫黄同位体比からは、硫酸還元活性が活発になっていることを支持する (図4)。

6) 黄赤色変色域は何によるのか？湧水とは不可分の関係にあるか？

黄赤色沈殿物は堆積物の極表層1-2mm程度を覆い、その下には極めてふわふわの黒色泥があるが、この黄赤色沈殿物の採集と特定にまだ成功していない。

7) 低塩分の水の起源は何か？

Tsunogai *et al.* (1996) は、黄赤色変色域の暖かい湧水を採集し分析して、最高で海水に比べ約30%塩素量が低いことを見出し、この低塩分水の起源を伊豆半島に由来する地下水の寄与によると推定した。

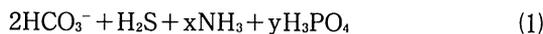
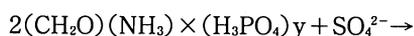
一方シロウリガイ群集の生息域内では、図4に示すように堆積物表層付近で分析誤差をこえる低塩分の間隙水が観測されている。現状ではこの理由は説明されていない。

8) 炭酸カルシウムベッドあるいはチムニーの できる条件は何か？

南海トラフやオレゴン沖など沈み込み帯の冷湧水系では炭酸カルシウムベッドやチムニーなどが広範に見い出されている。

黄赤色変色域ではその西側に接して炭酸カルシウムベッドと思われる階段状テラスが数段あり、この周辺にブロック状に群生する深海ヒバリガイが散在している。1990年11月の第519潜航で黒灰色の岩塊に群生したヒバリガイの群体が採集されたが、その岩塊は主に方解石である炭酸カルシウムを約45%含むものであり (仲ほか, 1991), AMS¹⁴C年代は1550±100 yr BP (増澤, 未発表) であった。さらに黄赤色変色域周辺で数種の炭酸カルシウムブロックが採集され、それらの炭素安定同位体比が-34から-27‰と低いことを見い出されている (服部ほか, 1994)。しかし生きているシロウリガイ群集内ではこれら炭酸カルシウム沈積物が見い出されずまた堆積物の炭酸カルシウム含有量も2-5%と極めて低い (Masuzawa *et al.*, 1992)。

微生物的硫酸還元による硫化水素と溶存無機炭素の生成は、還元剤として有機物を用いる場合(1)とメタンを用いる場合(2)とで次のように表現される。



さらに、炭酸カルシウムの沈積は次のように表現される。



通常海水の中では炭酸緩衝系が系のpHを決めているが、H₂Sが共存するとH₂S(pK_{s1}'=6.7)のほうがHCO₃⁻(pK_{c2}'=9.1)より酸として強いので系のpHを最初のpHより低下させる。例えばpH=8.1の海水中(SO₄=28mmol/kg)での有機物を用いる硫酸還元(式1)のモデル計算によれば、還元された硫酸イオン濃度が6mmol/kg以上ではほぼ一定のpH値を示すが、生成した硫化水素の残存率が100%のときはpH=6.9に低下し、残存率20%でpH=7.9、残存率0%でpH=8.3とアルカリ側にシフトする (Ben-

Yaakov, 1972). すなわち、硫酸還元による炭酸アルカリ度の増加(式 1, 2)が、生成した H_2S が残存している場合には、系の pH を低下させ CO_3^{2-} イオン濃度は増加せず炭酸カルシウムの沈積は起こらないが、生成した H_2S が H_2S としてはほぼ完全に除去されてはじめて炭酸カルシウムの沈積がおこることを意味する。活発な炭酸カルシウムの沈積のためには、まず式 2 のような硫酸還元が起こり、生成した H_2S が H_2S としてはほぼ完全に除去されることが必要となる。このことから、生きているシロウリガイ群集内で炭酸カルシウムの沈積が顕著でないのは図 2 に示されるような高濃度の H_2S の共存が系の pH を低下させ、その沈積を起こさせなくしていることによると考えられる。

9) シロウリガイとヒバリガイやチューブワームとの住みわけは何によるのか？

これについては、生物学的立場からの解答を期待したい。

10) 初島沖はどの型の冷湧水生物群集に分類されるか？

1984年以後活発に発見され始めた冷湧水系生物群集は、熱水系生物群集に比べるとそのテクニクな設定が非常に変化に富んでおり、その代表的なものとして、沈み込み帯(日本海溝、南海トラフ、オレゴン沖、バルバドス沖、ペルー沖など)、高塩分水のしみだし(フロリダ海底崖、メキシコ湾北部など)、炭化水素のしみだし(ルイジアナ沖、南カリフォルニア沖など)、活発なガス噴出(北海、カテガット沖など)、富栄養海域(東京湾)などがあり、特異なものに鯨骨生物群集(小笠原)、沈船(スペイン沖)などがある。

初島沖は相模トラフのプレート境界の近くに位置し、上述した 7つのカテゴリーの中では沈み込み帯に近いとは思われるが、現状では明瞭に分類することは難しく、むしろ独立したカテゴリーに入るかもしれない。

おわりに

相模湾初島沖の深海シロウリガイ群集内堆積物間隙水の採集とその地球化学的研究から、シロウリガイ群集を直接支えている物質は硫化水素であ

り、それは生きているシロウリガイの直下の深さ約20-40cmで活発に進行しているメタンを還元剤とする微生物的硫酸還元により生成しており、この系を維持する基本的機構は活発なメタンの供給であること、などが解ってきた。残された課題は初島沖においてこのメタンの起源と供給の機構を解明することである。さらに、シロウリガイ群集の活性の長期変動の有無、その変動の機構、およびテクニクな活動度との関係の解明が次なる課題となろう。また、初島沖では最大の群集以外の他の群集でも、また相模湾の他の海域のシロウリガイ群集においても同様な機構で群集が維持されているかどうかを明かにすることも重要な課題と考えられる。

文 献

Ben-Yaakov, S., 1973. pH buffering of pore water of recent anoxic marine sediments. *Limnol. Oceanogr.*, 18, 86-94.

Gamo, T., Ishibashi, J., Shitashima, K., Kinoshita, M., Watanabe, M., Nakayama, E., Sohrin, Y., Kim, E.-S., Masuzawa, T. and Fujioka, K., 1988. Anomalies of bottom CH_4 and trace metal concentrations associated with high heat flow at the *Calyptogena* community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan: A preliminary report of Tansei Maru KT-88-1 cruise Leg-1. *Geochem. J.*, 22, 215-230.

Hashimoto, J., Ohta, S., Tanaka, T., Hotta, H., Matsuzawa, S. and Sakai, H., 1989. Deep-sea communities dominated by the giant clam *Calyptogena soyoe*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 71, 179-192.

服部睦男・大場忠道・蟹江康光・秋元和実, 1994. 相模湾初島沖で発見された自生の炭酸塩類. JAMSTEC 深海研究, 10, 405-416.

増澤敏行・半田暢彦, 1987. 相模湾初島沖海底生物群集の堆積物コア間隙水の化学組成. 第3回しんかい2000研究シンポジウム報告書, 99-104.

Masuzawa, T., Handa, N., Kitagawa, H. and Kusakabe, M., 1992. Sulfate reduction using methane in sediments beneath a bathyal "cold seep" giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 110, 39-50.

増澤敏行・中塚 武・半田暢彦, 1993. 潜水調査船用現場間隙水抽出装置による相模湾初島沖海底生物群

- 集からの間隙水の採集: その3 (「しんかい2000」第593潜航). 第9回しんかいシンポジウム報告書, 221-231.
- 増澤敏行, 1995. 深海“冷湧水”生態系—相模湾初島沖深海シロウリガイ群集. 月刊海洋号外 No. 8, 180-187.
- Masuzawa, T., Nakatsuka, T. and Handa, N., 1995a. Geochemistry of pore waters from a bathyal *Calyptogena* community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. In Sakai, H and Nozaki, Y (eds.), *Biogeochemical Processes and Ocean Flux in the Western Pacific*, TERRAPUB, Tokyo, 407-421.
- Masuzawa, T., Kitagawa, H., Nakatsuka, T., Handa, N. and Nakamura, T., 1995b. AMS ^{14}C measurements of dissolved inorganic carbon in pore waters from a deep-sea “cold seep” giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Radiocarbon*, 37 (2), 617-627.
- 増澤敏行・中塚 武・半田暢彦, 1995. 間隙水からみる相模湾深海シロウリガイ群集の活性の変化. 1995年度日本海洋学会春季大会講演要旨集, p.340.
- 仲 二郎・藤倉克則・橋本 惇, 1991. 相模湾初島沖シロウリガイ群集域における地質学的新知見. 第7回しんかい2000研究シンポジウム報告書, 1-5.
- Sakai, H., Gamo, T., Endow, K., Ishibashi, J., Ishizuka, T., Yanagisawa, F., Kusakabe, M., Akagi, T., Igarashi, J. and Ohta, S., 1987. Geochemical study of the bathyal seep communities at the Hatsushima site, Sagami Bay, central Japan. *Geochem. J.*, 21, 227-236.
- 田中武男・橋本 惇, 1991. 相模湾の現生シロウリガイの分布. 月刊地球, 13, 42-46.
- Tsunogai, U., Ishibashi, J., Wakita, H., Gamo, T., Matsuzawa, T., Nakatsuka, T., Nojiri, Y. and Nakamura, T., 1996. Fresh water seepage and pore water recycling on the seafloor: Sagami Trough subduction zone, Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 138, 157-168.

シロウリガイに共産する現生および化石底生有孔虫群集(Ⅰ)

—初島沖現生シロウリガイ群集における底生有孔虫の鉛直分布—

秋元和實*・佐治智江*・堤 礼子*・吉原絵奈*

Living and fossil benthic foraminiferal assemblages co-occurred with the
Calyptogena communities (Ⅰ)

—Depth distribution of benthic foraminifera in the sediments of the off
Hatsushima living *Calyptogena* community

Kazumi Akimoto*, Tomoe Saji*, Reiko Tsutsumi* and Ena Yoshihara*

Abstract This report discusses the relationship between benthic foraminiferal species and the chemical character of the bottom and interstitial waters in the habitat of the *Calyptogena* community (139° 13.6'E, 34° 59.9'N, 1160 m in water depth) off Hatsushima Island of Sagami Bay. Thirty one sediment samples, which were reported the chemical characters of the interstitial water by Masuzawa *et al.* (1992), are used for this benthic foraminiferal analysis.

Four species such as *Bulimina aculeata*, *Bulimina striata*, *Cibicidoides mediocris* and *Rutherfordoides cornuta* abundantly occur in those samples. Distribution patterns of these four species are depicted through the Q-mode factor analysis. Those of *B. striata* and *R. cornuta* are closely related with the methane contents of the bottom water. *B. striata* is considered to be tolerant of high hydrogen sulfide conditions.

はじめに

高濃度のメタンを含む冷湧水に密接に関係して生息する底生有孔虫の調査は、地質時代の冷水湧出環境の解析に必要である。初島南東沖シロウリガイ群集分布域では、冷湧水によって堆積環境(水温、塩分、メタン濃度、硫化水素濃度およびpHなど)が局所的に著しく変化する(Masuzawa *et al.*, 1992)。しかしながら、同一の底質試料を用いて現生底生有孔虫と冷湧水との関係を直接解析した研究は少ない。小論では、シロウリガイ群集分布域において、底層水および間隙水の化学成分を実測した底質中の底生有孔虫遺骸の分布を明らかにし、分布と化学成分との関係を議論する。

海洋・堆積環境

Masuzawa *et al.* (1992) は、初島南東沖 *Calyptogena* 群集分布域(北緯34° 59.9'N, 東経139° 13.6'E, 水深1160m) 中心部(D227-120 および D380) ならびに近接した外側(D227-202) から3柱状試料を採集し、層厚1cm 毎の間隙水の化学成分を公表している。さらに、底生群集の生息域直上の底層水のメタン濃度についての報告(酒井ほか, 1987; Sakai *et al.*, 1987; 蒲生・酒井, 1989) ならびに間隙水の硫化水素濃度、溶存有機・無機炭素および塩素量についての報告(増澤・半田, 1987, 1989) がある。ここでは、シロウリガイ群集生息域での底層ならびに間隙水の化学成分について紹介する。

底層水のメタン濃度は、シロウリガイの群生(以下、コロニーと略す)が見られるD227-120において海底面から5cm 上で7400nl/kg, 150cm 上で2500nl/kg であり(Sakai *et al.*, 1987), D380では海底面直上で平均8500nl/kg,

*名古屋自由学院短期大学 Nagoya Jiyu Gakuin Junior College, Shikatsu-cho, Nishikasugai-gun, 481, Aichi Prefecture

1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

最大14790nl/kgである(蒲生・酒井, 1989)。コロニーの外側では通常の海水のメタン濃度とほぼ同じであり、概ね50から100nl/kgである(Gamo *et al.*, 1988)。

Masuzawa *et al.* (1992)によれば、コロニー内外を問わず、底層水に硫化水素は含まれない。コロニー分布域の外側では間隙水の硫化水素濃度は低い。コロニー内部のD380においては深さ2cmで0.041mM/kgと急増し、それ以深でも高い。しかしながら、D227-120では含まれない。

底層水の塩素量は、538ないし540mM/kgである。コロニーの外側において、間隙水は海水と同じ塩素量であり、鉛直変化しない。コロニー内部(D227-120およびD380)における間隙水の塩素量は、深さとともに減少し、直上の底層水に比べ各々最大7%および3%低い(Masuzawa *et al.*, 1992)。

コロニー内部の底層水のpHは、7.28(蒲生・酒井, 1989)および7.2(秋元, 未公表)である。南海トラフの水深1200mにおける海水のpHは7.8である(Akimoto, 1990)ことから、コロニー直上の底層水が通常の海水より中性に近い。

有機炭素量は、D380直上の底層水において0.56mM/kg、海底面で1.93mM/kgであり、底質中もほぼ一定である。D227-120においては、深さ1.5~3cmで3.14mM/kg、深さ6~7.5cmで7.63mM/kgと急増する。一方、D227-202では、海底面で2.63mM/kg、深さ1~2cmで3.34mM/kg、下部ほど少なく、12~13.5cmでは2.95mM/kgである。有機炭素量は、D227-120において非常に高いが、D380ではD227-202より低い。

底質は、D227-202の深さ12~13.5cmの層準を除き、中ないし粗粒砂である。

特徴種の分布

Masuzawa *et al.* (1992)によって得られた31底質試料を目開き250メッシュ(孔径0.063mm)の篩上で水洗し、得られた全懸濁液(1ℓ)から正確に10ml抽出し、その乾燥重量からシルトの全重量を換算した。残渣をろ紙で回収し、80℃に設定した電気定温乾燥機にて乾燥後、重量を

求めた。残渣と懸濁物の乾燥重量に基づいて、分析試料の全乾燥重量および含泥率を求めた。さらに、残渣を孔径0.125mmの篩にて分離し、双眼実体顕微鏡下で粗粒部分から全成体を摘出した。摘出した個体は浮遊性有孔虫と底生有孔虫とに区分し、底生有孔虫について分類・同定した。

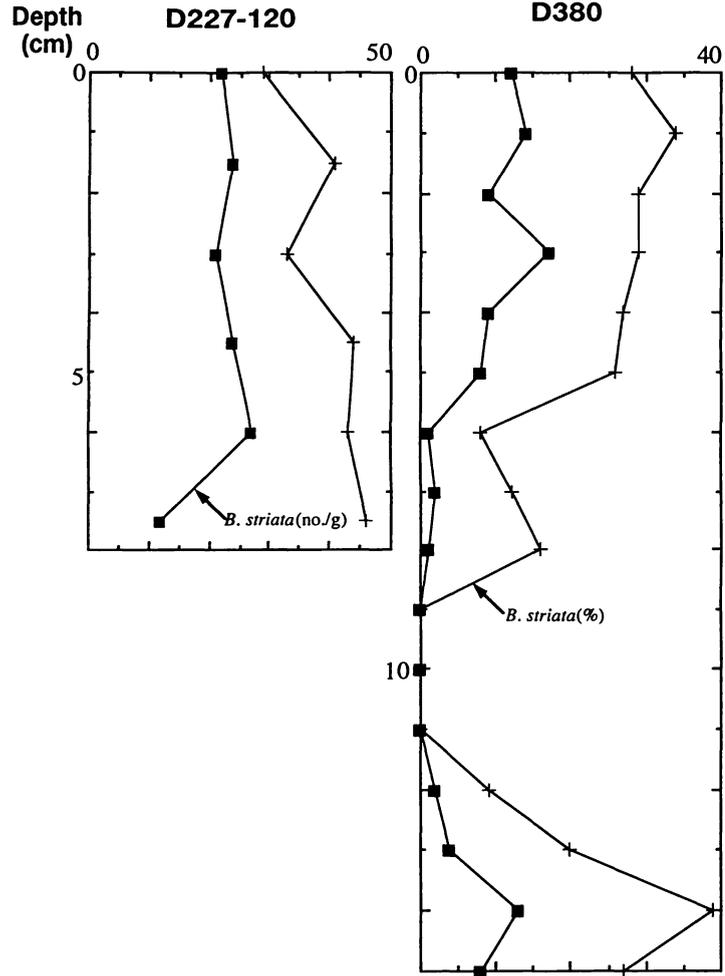
同定した166種のうち、いずれかの試料において棄却水準(0.05)を超える46種を有意な産出と判断し、堆積物1g(乾燥重量)当たりの個体数に換算した。換算した個体数が、複数の試料で10を超える4種(*Bulimina aculeata*, *Bulimina striata*, *Cibicidoides mediocris* および *Rutherfordoides cornuta*)の産出を検討した(図1および2)。

シロウリガイ群集分布域内での *Rutherfordoides cornuta* は、D227-120では底質表層で最も多く(24個体)、深さ1.5cmで急減(13個体)し、深さ6cmまで貧産する。D380では深さ1cmまでの試料にのみ5個体産する。一方、群集分布域外側(D227-202)においては、深さ8cmまで無産出である。*R. cornuta*の個体数および頻度は海底面で最大であり、海底面直下で急減する(図1)。これは、近縁種 *Rutherfordoides mexicanus*の分布(Nishi, 1992)と酷似する。*R. cornuta*が、シロウリガイ群集生息域内の表層に限って多産することから、分布がその場所における直上の底層水に影響されると考えられる。今回得られたシロウリガイ群集生息域内における本種の産出頻度は、Akimoto *et al.* (1994)と結果と矛盾しない。また、北里(1989)によれば、*Fursenkoina rotundata*(筆者の *Rutherfordoides cornuta*と同一)は、相模湾沖ノ山堆の麓では底生有孔虫群集全個体の22~52%を占めるが、相模トラフ軸部では4~6%である。沖ノ山堆の麓には小規模なシロウリガイコロニーが多数存在する(田中・橋本, 1991)ことから、同コロニーと *R. cornuta*の分布との密接な関係が裏付けられる。

*Bulimina striata*は、D227-120において海底から深さ6cmまでほぼ一定(22~27個体)であり、深さ7.5cmで急減(12個体)するが、各試料で群集の30%以上を占める(図1)。D380で

Distribution of *B. striata*

in *Calyptogena* community



Distribution of *R. cornuta*

in *Calyptogena* community

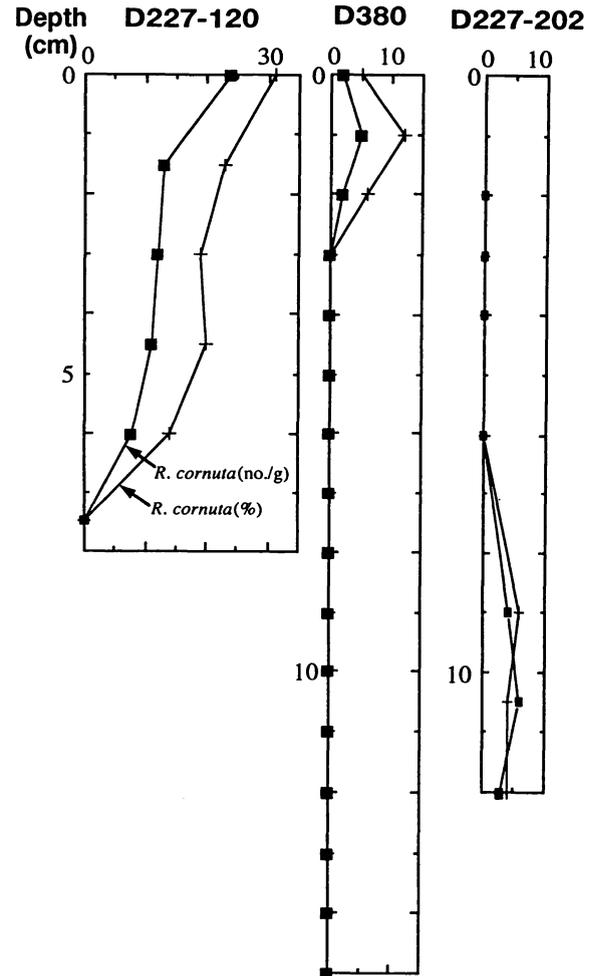


図1. *Bulimina striata* および *Rutherfordoides cornuta* の個体数および頻度の鉛直分布。

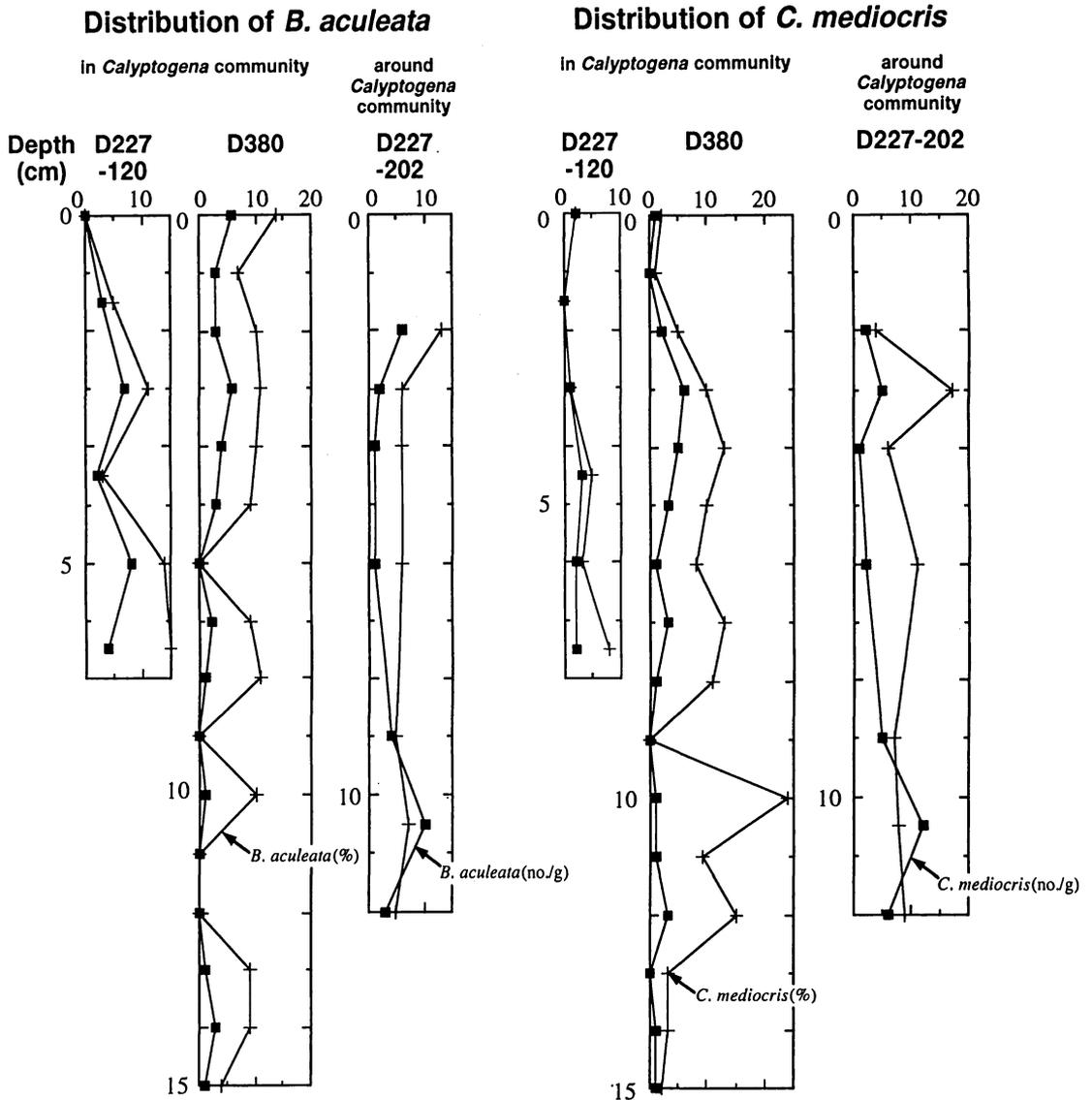


図2. *Bulimina aculeata* および *Cibicidoides mediocris* の個体数および頻度の鉛直分布。

は、海底面から深さ3 cmまでの個体数は9~17であり、4 cm以深で減少するが、頻度は常に20%以上である。一方、D227-202においては、深さ10.5 cmの試料(19個体; 14%)を除き8個体以下であり、頻度も低い。コロニー内外での頻度の著しい差異は、Akimoto *et al.* (1994)の結果と一致する。また、Nishi (1992) および北里(1989)は、本種を無産出あるいは貧産としている。したがって、本種は初島南東沖のコロニーに

限って多産する。さらに、最も多くの個体がコロニー内部の底質中に認められることから、本種の分布がコロニー内部の間隙水に関係すると推察される。

Bulimina aculeata は、D227-120の2試料(深さ3~4 cmおよび6~7 cm)において、各々7個体(頻度の11%)および8個体(14%)産出する。D380では、深さ5 cmまでの各試料から3~6個体(7~11%)産出する(図2)。

D227-202では、深さ2~3cmの試料のみ6個体(13%)産し、他は貧産である。本種の産出状況はシロウリガイ群集分布域の内外で変化せず、コロニー直上の底層水は分布に関係しないと判断される。相模湾における本種の最多産帯は海底面から深さ4cmまでであり、生体の数は約20~50/gである(Nishi, 1992)。Nishi (1992)に比べ、今回の個体数は著しく少ないが、産状は類似する。*B. aculeata*の産出頻度は、12~16%(相模トラフ軸部)、4~8%(沖ノ山堆の麓)であり、分布の地域差が少ない(北里, 1989)。これらのことから、本種の産出がシロウリガイ群集の生息域の底層水に影響されているとは認めがたい。

*Cibicidoides mediocris*は、D227-120においては表面下4.5cmの試料のみ3個体(5%)産出する(図2)。D380においては海底面下3cmに6個体(10%)、深さ4cmに5個体(13%)、深さ5cm、7cmおよび12cmに各々3個体(10%~15%)を産する。一方、D227-202では深さ3cmおよび9cmに5個体(7%~17%)を、10.5cmに12個体(8%)を産出し、直下の試料(深さ12cm)では6個体(9%)に半減する。コロニーの内外で産出が同じことから、本種の分布は底層水あるいは間隙水に影響されない。

多産種の分布を規制する化学成分

Bulimina striata および *Rutherfordoides cornuta* の分布に関与する化学成分を特定するために、Qモード因子分析法(主因子法、バリマックス変換)にて解析した。乾燥重量1g当たりの個体数に換算した46種、22試料(換算により総個体数が10以下になった9試料は除外)を解析対象とした。SPSS社製プログラムを用いて計算し、第2因子まで解釈することで全分散の81.3%を説明した。

0.5より大きい第1因子負荷量は、シロウリガイコロニー生息域内のみ認められる(図3)。このことから、第1因子はコロニー内部の底層水ならびに間隙水の成分に関係すると推定される。コロニー内部直上の底層水には、著しく高濃度のメタンが含まれ、間隙水では塩素量が極端に低下する。故に、これら2成分のいずれかと推定し

た。D227-120において因子負荷量は、ほぼ一定である。これに対し、D380における値は、D227-120に比べやや低く、深度とともに小さくなる。因子負荷量の鉛直変化と塩素量のそれは一致しないことから、メタン濃度が妥当と判断した。*Bulimina striata* (5.30) および *Rutherfordoides cornuta* (2.88) は、第1因子の高い評点を有する。

第2因子負荷量の高い正の値は、シロウリガイコロニー分布域内(D380)の深さ2cm以深の全試料(最下部の1試料を除く)、ならびにコロニー外側(D227-202)のほとんどの試料(深さ9.5-10.5cmの試料を除く)で認められた(図3)。さらに、因子負荷量が急増および急減する層準は、間隙水の硫化水素濃度のそれらと一致する。このことから、第2因子は、間隙水の硫化水素濃度を反映していると結論された。*Bulimina striata*の因子評点(2.92)が高いため、硫化水素が本種の分布に影響することが明らかになった。

シロウリガイ生息地産底生有孔虫の細菌共生の可能性

*Bulimina striata*のBEIによる分析から、粒状の酸化鉄、二酸化マンガン、硫化亜鉛(直径1 μ)および硫酸バリウム(直径10 μ)が、細胞のみ存在することが判明した。これらは、シロウリガイに多量に含まれる重金属でもある(増澤ほか, 1988)。また、銅などは底層水に高い濃度で含まれることもある(Gamo *et al.*, 1988)にも関わらず、*B. striata*の細胞内には存在しない。特定の重金属が細胞内に限定されることから、堆積物中にある重金属粒子を無作為に集積したとは考えにくい。シロウリガイに共通の重金属が*B. striata*に存在することは、本種の代謝がメタン合成細菌と硫化水素酸化型化学合成細菌に依存することを示唆する。一方、*B. striata* および *Rutherfordoides cornuta* が餌として細菌を摂取したと仮定すると、シロウリガイ群集生息域内外で細菌数が異なるはずである。しかしながら、その内外で硫黄酸化細菌数に有意な差がない(牧, 1994)。さらに、底生有孔虫の細胞に細菌が発見された(Bernhard, 1992)ことから、両種の

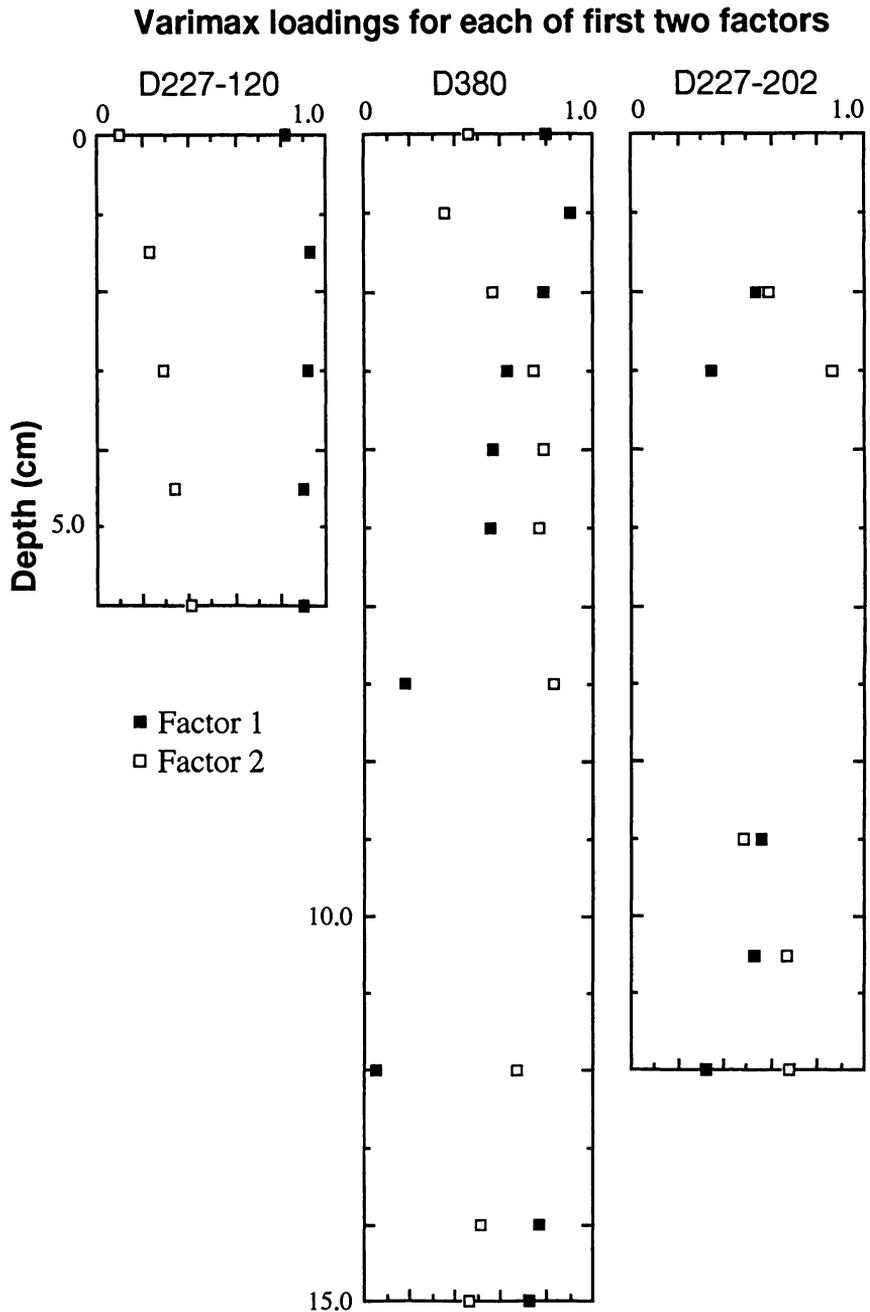


図3. 因子負荷量の鉛直分布.

共生細菌によるメタンの代謝が予測される。

結 論

底生有孔虫遺骸の鉛直分布から、*Bulimina*

striata および *Rutherfordoides cornuta* はシロウリガイ群集の分布域内の海底面に多産し、両種の分布と同群集直上の底層水との関係が窺えた。さらに、*R. cornuta* は海底面直下で急減し無産出と

なるのに対し、*B. striata* は深さ7.5cm まで多い。両種の鉛直分布の差異から、間隙水の成分が生態に影響を与えると推察される。因子分析の結果、これら2種の産出はメタン濃度に相関すること、棲み分けの原因は硫化水素に対する忍耐性の違いであることが明らかになった。この結果は、Akimoto *et al.* (1994) のそれと矛盾しない。

謝 辞

名古屋大学大気水圏科学研究所増澤敏行助教授から貴重な試料を提供していただき、化学環境についてもご教示いただいた。静岡大学理学部北里洋教授からいただいたコメントにより内容を補足した。東北大学理学部地圏環境科学科西 弘嗣博士には、相模湾の底生有孔虫群集の分布についてご討論いただいた。国立科学博物館新宿分館横山一巳博士に、BEI 分析をお願いした。以上の方々に深謝の意を表す。

文部省科学研究費補助金(課題番号06804027: 代表秋元和實)、日本私学振興財団学術研究振興資金(代表秋元和實)および同財団特別補助(代表藤原照久)を費用の一部に充てた。

文 献

Akimoto, K., 1990. Distribution of Recent benthic foraminiferal faunas in the Pacific off southwest Japan and around Hachijojima Island. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, **60**, 139-233.

Akimoto, K., Tanaka, T., Hattori, M. and Hotta, H., 1994. Recent benthic foraminiferal assemblages from the cold seep communities-A contribution to the methane gas indicator-In Tsuchi, R. (ed.), *Pacific Neogene events in time and space. Contributions to the West Pacific*, 5-13. Kurofune Printing Co. Ltd., Shizuoka.

Bernhard, J. M., 1992. Benthic foraminiferal distribution and biomass related to porewater oxygen content: central California continental slope and rise. *Deep Sea Res.*, **39**, 585-605.

蒲生俊敬・酒井 均, 1989. 相模湾初島南東沖における海底湧水の化学フラックス測定のための採水装置の試作. 第5回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 317-323.

Gamo, T., Ichibashi, J., Shitashima, K., Kinoshita, M.,

Watanabe, M., Nakayama, E., Sohrin, Y., Kim, E., Masuzawa, T., and Fujioka, K., 1988. Anomalies of bottom CH₄ and trace metal concentrations associated with high heat flow at the *Calyptogenia* community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan: A preliminary report of Tansei Maru KT-88-1 cruise Leg-1. *Geochem., Jour.*, **22**, 215-230.

北里 洋, 1989. 底生有孔虫類の堆積物中での垂直分布(予報). 日本ベントス研究会誌, (35-36), 41-51.

牧陽之助, 1994. 相模湾初島沖のシロウリガイ群集周辺における底泥中の硫黄酸化細菌. JAMSTEC 深海研究, **10**, 389-393.

増澤敏行・半田暢彦, 1987. 相模湾初島沖海底生物群集の堆積物コア間隙水の化学組成. 海洋科学技術センター試験研究報告, 99-104.

増澤敏行・半田暢彦, 1989. 重錘打ち込み式コアラーによる相模湾初島沖海底生物群集からの砂質堆積物コアの採取と間隙水の化学組成(「しんかい2000」第380潜航). 海洋科学技術センター試験研究報告, 23-29.

増澤敏行・半田暢彦・小山睦夫, 1988. 相模湾初島沖海底生物群集のシロウリガイの微量元素組成. 海洋科学技術センター試験研究報告, 225-232.

Masuzawa, T., Handa, N., Kitagawa, H. and Kusakabe, M., 1992. Sulfate reduction using in sediments beneath a bathyal "cold seep" giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, **110**, 39-50.

Nishi, H., 1992. The depth distribution of living benthic foraminifera within marine sediments of Suruga and Sagami Bays, off the southern coast of Japan. In Takayanagi, Y. and Saito, T (eds.), *Studies in benthic foraminifera BENTHOS'90, Sendai, 1990*. 109-115, Tokai University Press.

酒井 均・蒲生俊敬・遠藤圭子・石橋純一郎・柳沢文孝・日下部実・赤木 右・石塚明男・五十嵐丈二・太田 秀, 1987. しんかい2000による相模湾初島南東沖シロウリガイコロニーの地球科学的研究. 第2回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 75-88.

Sakai, H., Gamo, T., Endow, K., Ishibashi, J., Ishizuka, T., Yanagisawa, F., Kusakabe, M., Akagi, T., Igarashi, G., and Ohta, S., 1987. Geochemical study of the bathyal seep communities at the Hatsushima site, Sagami Bay, Central Japan. *Geochem. Jour.*, **21**, 227-236.

田中武男・橋本 惇, 1991. 相模湾の現生シロウリガイの分布. 三浦層群年代学と諸問題. 月刊地球, **13**, 42-46.

冷湧水に伴う底生有孔虫

—特徴と適応機構についての考察—

北里 洋*

Benthic foraminifera associated with cold seepages: Discussion of their faunal characteristics and adaptations

Hiroshi Kitazato*

Abstract Faunal characteristics and adaptations of benthic foraminifera associated with cold seepages are discussed. A few species are known from cold seepages where an anoxic environment was produced due to methane or hydrogen sulfide gas. Neither of the two species in Sagami Bay is endemic to the seepages: one is common even in oxic bottom, and the other is present in anoxic microenvironments below the surface oxic layer.

There are two possible explanations for the survival of benthic foraminifera in anoxic/euxinic cold seepage environments. First, some foraminifera may be able to tolerate anoxic environments, using anaerobic respiration system. However, in this case, the foraminiferal tests should dissolve due to organic acids produced during anaerobic respiration. Second, foraminifera may be in symbiosis with sulfide oxidizing bacteria. Larger chemosynthetic animals house sulfide oxidizing bacteria. It is possible that foraminifera can also house bacteria in their cells, although up to the present time few foraminifera have been reported to have such bacteria. Of the two ideas, I believe the second is more likely to be true, and in this contribution I explore the possibility of sulfide oxidizing bacterial symbionts in cold seepage foraminifera.

はじめに

海洋生物生態系には、太陽エネルギーを基幹としたものと化学合成細菌を基幹とするものが存在する(太田, 1987)。酸素に富んだ好氣的な海洋環境では、太陽エネルギーを基幹とする生態系が支配している。たとえ深海であっても、生物は海洋表層で植物プランクトンが光合成をすることによって生産した有機物が沈降したものを餌としているので、太陽エネルギーを基幹とした生態系に所属している。一方、熱水あるいは冷湧水のような嫌氣的な環境には化学合成細菌を基幹とした生態系が存在する。そこに生息する生物の多くは硫化水素酸化型の化学合成型独立栄養細菌を共生さ

せている。また、熱水あるいは冷湧水に懸濁するバクテリアや周辺の岩盤を被覆するバクテリアマットを摂取する種類もあり、シロウリガイ、ハオリムシなどとともに化学合成群集を構成している。

熱水あるいは冷湧水の環境にも、普通の海底と同様に有孔虫類が生息している。化学合成群集に伴って分布する有孔虫は、どのような特徴があるのだろうか?それらは、大型生物と同様に、化学合成型独立栄養細菌に依存しているのだろうか?

相模湾西部、初島沖には地下からのメタンや硫化水素を含んだ湧水に伴って、シロウリガイを主体とした化学合成群集(chemosynthetic community)が存在し(Okutani and Egawa, 1985), そこからは、*Rutherfordoides cornuta* (Cushman) および *Bulimina striata* d'Orbigny の2種類の底生有孔虫類が多産することが報告されている(Akimoto *et al.*, 1994)。本稿では、初島沖の冷湧水に伴って産する有孔虫類を例に、

*静岡大学理学部地球科学教室 Institute of Geosciences, Shizuoka University, 836 Oya, Shizuoka 422
1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

冷湧水に伴う有孔虫が一般の海底環境に生息するものと違うのかどうか、また、どのようにしてメタンや硫化水素の発生するような嫌氣的な環境に適応しているのかについて考察する。

1. 冷湧水に伴って産出する有孔虫類はその環境に特有のものではない

初島沖の冷湧水に伴って産出する有孔虫 *Rutherfordoides cornuta* と *Bulimina striata* は、相模湾中央部の泥底にも普通に分布している (北里, 1989; 北里・大鋸, 1992; Kitazato, 1994)。つまり、シロウリガイやハオリムシなどのように熱水あるいは冷湧水に特徴的な種類ではない。世界の冷湧水地域から報告されている有孔虫群集をみても、それぞれの地域の一般的な海底で見られる有孔虫群集を構成する種類のうちの数種が優占している (表 1)。例えば、北海の pockmark を

作る seepage には、周辺の海底に生息する群集のうちの 4 種, *Uvigerina peregrina* (Cushman), *Cassidulina laevigata* d'Orbigny, *Hyalinea balthica* (Schroter), *Elphidium clavatum* (Williamson) が優占している (Jones, 1993)。もしも、化学合成群集特有の有孔虫がいるならば、北海であろうが相模湾であろうが関係なしに似たような種類がいてもいいはずであるが、そうではない。場所も深さも違う冷湧水ではそれぞれの地域で一般的に分布する有孔虫群の中の幾つかの種が卓越している。このことは、大型生物のシロウリガイとかハオリムシが冷湧水とか熱水環境に特異に分布するのは異なる。

では有孔虫の場合、どうして普通の海底に生息している種類が冷湧水や熱水環境にも生息しうるのだろうか。一つには、有孔虫の microhabitat と堆積物の中にある microenvironments が関係

表 1. 主要な冷湧水と熱水環境における底生有孔虫類の優占種と群集の特徴。

Table 1. Faunal characteristics and characteristic species at several cold seepages and hydrothermal mounds.

Environment or Microhabitat	Locality	Some typical taxa	faunal composition	References
Cold seep	Louisiana Continental Slope 532-542m	<i>Textularia wiesneri</i> <i>Trochammina glabra</i>	agglutinated forms epifauna > infauna less rich in number and less diverse	Kaminski (1988MS)
	North Sea 152-172m	<i>Uvigerina peregrina</i> <i>Cassidulina laevigata</i> <i>Hyalinea balthica</i> <i>Elphidium clavatum</i>	lower abundance and diversity higher dominance	Jones (1993)
	Sagami Bay 1100m	<i>Bulimina striata</i> <i>Rutherfordoides cornuta</i>	lower abundance and diversity	Akimoto et al. (1994)
Hydrothermal vent	Juan de Fuca Ridge 2420m	<i>Reophax</i> sp. <i>Trochammina</i> spp. <i>Psammosphaera</i> sp.	Dense network of agglutinated foraminifera Calcareous forms are rare. Enigmatic occurrences of <i>Patellina corrugata</i>	Jonasson et al. (1995)
	Guaymas Basin 2020m	<i>Bulimina mexicana</i> <i>Globocassidulina</i> cf. <i>subglobosa</i>	less diverse	Ayala-Lopez and Molina-Cruz (1994)
	Okinawa Trough 1300-1400m	<i>Saccorhiza ramosa</i> <i>Rhabdammina</i> sp.	rich in agglutinated forms less diverse	Akimoto et al. (1992)

しているようである。相模湾中央部の有孔虫群集は海洋表層からの有機物フラックスに調和した個体群動態を示す shallow infauna と有機物フラックスとは直接関係しない deep infauna からなる (Ohga, 1995MS)。堆積物の中は嫌気的な環境になっており、有機物の負荷が高ければ anoxic または euxinic な環境が成立する。したがって、deep infauna 構成種は嫌気的な環境に適応した種類からなっている。初島沖コロニーに卓越する *R. cornuta* は deep infauna である。つまり、堆積物中の嫌気的な環境は冷湧水の嫌気環境と相同であるためにこの種は両方に分布できるのである。しかし、*B. striata* は堆積物の表層付近の好気的な環境に生息している。この種が嫌気的な環境にも生息できることの説明は難しい。おそらく他の理由がある。なお、大型生物は大きな個体であるために、堆積物に存在する microhabitat には収まらず、広範囲に嫌気環境が広がる冷湧水あるいは熱水環境に特異的に分布すると考えられる。また、大型生物は冷湧水あるいは熱水環境に多量に存在する化学合成細菌を餌としている可能性があり、そのことも化学合成細菌が少ない堆積物中の嫌気環境には大型生物が生息しない理由になる。

2. 冷湧水にはなぜ限られた種類しかないのか？

冷湧水に伴って産出する有孔虫は種数が少ない。嫌気的な環境に生息できる有孔虫が少ないからである。では、冷湧水に生息する有孔虫は耐えているのだろうか？あるいは適応しているのだろうか？

有孔虫には euxinic environment への耐性がある種類がいる。内湾の泥底に卓越して分布する *Ammonia beccarii* (Linné) forma 1 は、夏季に発生する無酸素水塊の中で生きている (Koshio, 1992MS)。*A. beccarii* (Linné) forma 1 は、好気的な環境では酸素呼吸をしている (Hannah *et al.*, 1994) が、無酸素環境になると、この種は嫌気呼吸をしながら耐えているらしい。嫌気呼吸系はその過程で有機酸を生産するので炭酸カルシウムの殻が溶ける可能性がある。夏季に採集した *A. beccarii* (Linné) forma 1 は殻の一部が溶解しており、この種が嫌気呼吸をしていた可能性があることを示唆する。しかし、冷湧水に生息する

有孔虫類は殻が溶解しておらず、嫌気呼吸をしているとは言えない。

冷湧水や熱水などの嫌気環境にはシロウリガイやハオリムシのように硫化水素酸化型細菌を共生させて適応している生物がいる。細胞内にバクテリアを共生させている例は原生物一般にある。有孔虫類の場合、藻類との共生は一般的である (Lee and Anderson, 1991) が、バクテリアとの共生はあまり知られていない。Bernhard (1993) は南極海の euxinic environment に生息する *Globocassidulina biora* の細胞にバクテリアがいることを示したが、このバクテリアが共生関係にあるのかどうかまでは論じていない。Lee *et al.* (1991) は東太平洋海膨の熱水環境から得た有孔虫の細胞を観察したが、硫化水素酸化型のバクテリアを見つけることはできなかった。また、Jonasson *et al.* (1995) は、熱水のベントに近づくにつれて有孔虫の種数が減少することから、有孔虫はバクテリアとは共生していないのではないかと述べている。このように、現在のところ有孔虫細胞からバクテリアを発見したのは1例に過ぎない。しかし、無酸素で硫化水素の存在する環境に適応する機構としてはバクテリアとの共生が依然として考えやすい。そこで、今までの観察事項を説明できる作業仮説を立ててみることを試みた。

3. 仮説

原生物は次のような機構でバクテリアを細胞内に共生させている。原生物が餌生物を食胞に取り込むときにバクテリアは餌とともに取り込まれる。餌は食胞で消化・分解されるが、バクテリアは食胞で消化されることなしに細胞内に取り込まれ共生関係に発達する (Cavalier-Smith and Lee, 1985)。有孔虫の場合、好気的な環境のもとではバクテリアとの共生は見られない。これは、好気環境の元では餌とともに取り込んだバクテリアは食胞で消化されるか排除されるためであると考えられる。一方、嫌気環境では、例えば嫌気呼吸による有機酸によって細胞内の pH が変わることによって、いままでは消化されたり排除されていたバクテリアが細胞内に残り、共生関係が生ま

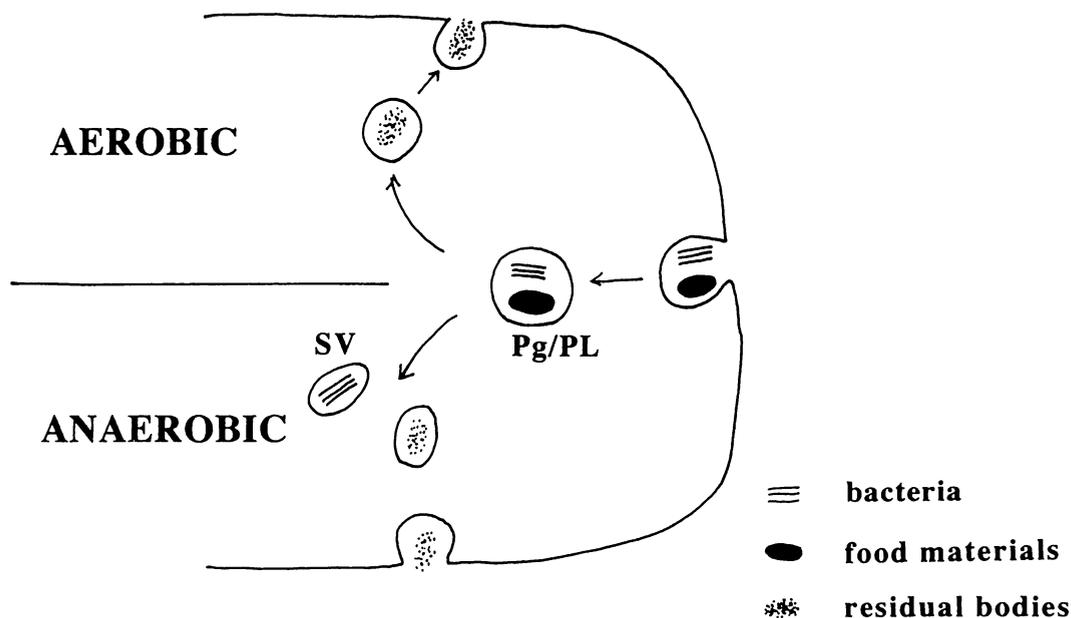


図1. 底生有孔虫が好気的な環境下ではバクテリアを消化し、嫌気的な環境ではバクテリアを細胞内に共生させる機構についての概略を示す図. SV: 共生胞, Pg/PL: ファゴゾーム/ファゴリソゾーム

Fig. 1. Schematic diagram to show the membrane flow during phagocytosis and the hypothesized establishment of bacterial symbiosis in foraminifera under an anaerobic environment. In this depiction, foraminifera do not house bacteria within a cell during aerobic conditions. SV: symbiont-containing vehicle, Pg/PL: phagosome/phagolysosome.

れる可能性がある (第1図). このように考えると同一種が好気的な環境にも嫌気的な環境にも生息していることの説明ができる. Goldstein and Corliss (1994) は堆積物を含んだ食胞の写真を示し, 底生有孔虫には deposit feeder がいるとした. 彼らが示した写真には多くのバクテリアが写っており, 有孔虫が積極的にバクテリアを摂取していることがわかる. そのことはまた, 嫌気的な環境条件になると餌としているバクテリアを共生させるような機構があり得ることを示している.

4. 予想と実験

この仮説を立証するためには次のような実験が必要である. 普通の好気的な海底に嫌気的かつ硫化水素が存在する冷湧水環境と相同の環境を人工的に作り, しばらく後に冷湧水に伴っているような有孔虫群集がそこに成立すればよい.

1993年より, 私は白山義久氏と共同で, 相模

湾中央部の深海ステーション (St.OBB2) に牛の臍骨を置いて経年観測を開始した (Kitazato and Shirayama, in press). 海底に沈降した鯨の骨に熱水や冷湧水に特有な化学合成群集が来ている事実 (Smith *et al.*, 1989; 藤岡ほか, 1993; 和田ほか, 1994) を実験的に確かめるためである. 現在, 骨のまわりには嫌気的な環境が生じ, 化学合成群集に伴っているシンカイコシオリエビが居着いた. 今後継続して観察することにより, 化学合成群集に伴って分布する有孔虫の適応機構を理解できるようになるに違いない.

謝 辞

日本古生物学会第144回例会シンポジウム「沈み込み帯における化学合成底生生物群集—相模湾のシロウリガイ類群集の過去・現在・未来—」でコメントをする機会を与えていただいたシンポジウムの世話人, 蟹江康光・服部陸男・秋元和実・

間嶋隆一の各氏に感謝する。北村晃寿・Robert M. Ross 両氏には原稿を読んで有益なコメントをしていただいた。本研究の一部は、文部省科学研究費補助金 (no. 06454002) を用いた。

文 献

- Akimoto, K., Tanaka, T., Hattori, M. and Hotta, H., 1992. Recent benthic foraminiferal assemblages around hydrothermal vents in the Okinawa Trough, Ryukyu Islands, Japan. *In* Takayanagi, Y. and Saito, T., (eds.), *Studies in benthic foraminifera*. Tokai University Press, Tokyo, 211-225.
- Akimoto, K., Tanaka, T., Hattori, M. and Hotta, H., 1994. Recent benthic foraminiferal assemblages from the cold seep communities - A contribution to the Methane Gas Indicator - *In* Tsuchi, R., (ed.), *Pacific Neogene Events in Time and Space*. University of Tokyo Press, Tokyo, 11-25.
- Ayala-Lopez, A. and Molina-Cruz, A., 1994. Micropaleontology of the hydrothermal region in the Guaymas Basin, Mexico. *Jour. Micropalaeontol.*, **13**, 133-146.
- Bernhard, J. M., 1993. Experimental and field evidence of Antarctic foraminiferal tolerance to anoxia and hydrogen sulfide. *Marine Micropaleontol.*, **20**, 203-213.
- Cavalier-Smith, T. and Lee, J. J., 1985. Protozoa as hosts for endosymbioses and the conversion of symbionts into organelles. *Jour. Protozool.*, **32**, 376-379.
- 藤岡換太郎・和田秀樹・岡野 肇, 1993. 鳥島海山の鯨骨に群がる深海生物群集 - しんかい6500による新しい発見 - . *地学雑誌*, **102**(5), 507-517.
- Goldstein, S. T. and Corliss, B. H., 1994. Deposit feeding in selected deep-sea and shallow-water benthic foraminifera. *Deep-sea Res.*, **41**(2), 229-241.
- Hannah, F., Rogerson, A. and Laybourn-Parry, J., 1994. Respiration rates and biovolumes of common benthic foraminifera (Protozoa). *Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, **74**, 301-312.
- Jonasson, K. E., Schroeder-Adams, C. J. and Patterson, R. T., 1995. Benthic foraminiferal distribution at middle valley, Juan de Fuca Ridge, a northern Pacific hydrothermal venting site. *Mar. Micropaleontol.*, **25**, 151-157.
- Jones, R. W., 1993. Preliminary observations on benthonic foraminifera associated with biogenic gas seep in the North Sea. *In* Jenkins, D. G., (ed.), *Applied Micropaleontology*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 69-91.
- Kaminski, M., 1988MS. Cenozoic deep-water agglutinated foraminifera in the North Atlantic. Unpublished doctoral dissertation, MIT/WHOI.
- 北里 洋, 1989. 底生有孔虫類の堆積物中での垂直分布. *日本ベントス研究会誌*, (35-36), 41-51.
- Kitazato, H., 1994. Foraminiferal microhabitats in four marine environments around Japan. *Marine Micropaleontol.*, **24**, 29-41.
- 北里 洋・大鋸朋生, 1992. 相模湾における Sediment-Water Interface の目視観測と底生有孔虫類の飼育実験. 第8回「しんかい2000」シンポジウム特集号, 199-208.
- Koshio, M., 1992MS. Life history and test morphology of *Ammonia beccarii* (Linné) (foraminifera) in Hamana Lake, central Japan. Unpublished Master thesis, Shizuoka University, 64p.
- Lee, J. J. and Anderson, R. O., 1991. Symbiosis in foraminifera. *In* Lee, J. J. and Anderson, R. O., (eds.), *Biology of foraminifera*. Academic Press, London, 157-220.
- Lee, J. J., Anderson, R. O., Karim, B. and Beri, J., 1991. Additional insight into the structure and biology of *Abyssostherma pacifica* (Brönnimann, Van Dover and Whittaker) from the East Pacific Rise. *Micropaleontology*, **37**, 303-312.
- Ohga, T., 1995MS. Seasonal changes in population ecology of deep-sea benthic foraminifera in Sagami Bay. Unpublished Master thesis, Shizuoka University, 53p.
- 太田 秀, 1987. 地球を食べる深海生物 - テクトニクスが支える生物群集 - . *科学*, **57**, 308-316.
- Okutani, T. and Egawa, K., 1985. The first underwater observation on living habit and thanatocoenosis of *Calyptogenia soyoae* in bathyal depth of Sagami Bay. *Venus (Japanese Jour. Malacol.)*, **44**, 285-288.
- Smith, C. R., Kukert, H., Wheatcroft, R. A. and Deming, D. W., 1989. Vent fauna on whale remains. *Nature*, **341**, 27-28.
- 和田秀樹・長沼 毅・藤岡換太郎・北里 洋・河村公隆・赤沢保彦, 1994. 鳥島鯨骨群集 (TOWBAC) の発見とその意義 - しんかい6500による再訪潜航結果 - . *JAMSTEC 深海研究*, (10), 37-47.

中新統葉山層の化学合成動物群集の生息環境と

三浦・房総地域新生界の群集

蟹江康光*

Paleoenvironmental study on the chemosynthetic fossil assemblages of the Hayama Formation and the related Late Cenozoic assemblages from the Miura-Boso area, south-central Japan

Yasumitsu Kanie*

Abstract Chemosynthesis-dependant benthic fossil assemblages have been known to occur at the ten horizons (18-0.5 Ma) of Miura-Boso area (Table 1). The assemblages of the middle Miocene Hayama Formation (15 Ma) consists mainly of *Acharax*, *Calyptogena*, *Lucinoma*, *Cochocele*, tube-worms articulates of Decapoda, etc. These fossils were found along the fault-claystone and -breccia, and were frequently preserved in carbonate concretions. The faunal characteristics as well as lithologic and tectonic settings of the fossil-bearing deposits are compared to those of the chemosynthesis-dependant benthic communities in the Sagami Trough. Therefore, the fault zone in the Hayami Formation is regarded as located in the subduction zone in middle Miocene time. The most dominant species of the assemblages is *Acharax yokosukensis*, whose habitat is correlated with the middle bathyal zone of chemosynthetic muddy infauna. The paleodepths of the Hayama Formation indicated by benthic foraminifers suggest a middle bathyal zone (1200-1600m in depth), being correlated well with the habitat of *Calyptogena*-community of the Sagami Trough. The habitat of the fauna was assumed to be substrata where the seepage of methane-bearing water was supplied. Comparison of the fossil assemblages with extant *Calyptogena* communities suggests historical changes of the paleoenvironmental settings of the Miura and Boso Peninsulas from the boundary between the continental and ocean plates in the Middle Miocene (15 Ma) to the middle part of the middle bathyal zone of modern Sagami Trough since Pliocene (3.5 Ma) through the continental border in upper abyssal to lower bathyal zone in Late Micoeone time (ca. 12 Ma).

はじめに

三浦半島中央部、横須賀市池上地域の葉山層 (15 Ma; 蟹江・浅見, 1995) から化学合成細菌依存の化石底生動物群集が発見された。これらの化石動物群は、スエヒロキヌタレガイ属 *Acharax* を多産し、シロウリガイ属 *Calyptogena* が少ないことで特徴づけられる (蟹江・倉持ほか, 1995; 菅野・蟹江, 1995)。ここでは、葉山層産化石動物群の概要を報告し、三浦半島と房総半島のいく

つかの層準で報告された化学合成動物群集とを比較する。さらに相模トラフの中部漸深海帯の化学合成底生動物群集とを比較することによって生息環境の時間的変遷の過程を考察する。

シロウリガイ類を含むコミュニティ (群集) は、プレートの境界部などの特殊な地質環境に生息し、化学合成によって生命体を維持していることから、化学合成動物群集と呼ばれている。三浦半島と房総半島南部の南東沖合には相模トラフが存在し、トラフが陸棚斜面に接するところにシロウリガイのコミュニティが知られている。

三浦半島の新生界からは、葉山層以外に次の5層準に化学合成化石動物群集が報告されている。三浦層群の三崎層 (約12 Ma)、池子層 (3.5 Ma)、

*横須賀市自然博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka 238
1995年11月24日受付, 1996年4月2日受理

表 1. 三浦半島・房総半島と周辺海域産現生・化石化学合成マクロ底生動物群集リスト。
 *シロウリガイ型, **アケビガイ型

Table 1. Specific lists of recent communities and fossil assemblages of chemosynthetic macro-benthos from several localities in the Miura and Boso Peninsulas, and the surrounding seawaters.

"Calyptogena" *"Akebiconcha"

Loc./Form.	Chemosynthetic community/fossil assemblage	References
Off Hatsushima (Ht)	<i>Serradonta vestimentifericola</i> , <i>Bathyaacmaea nipponica</i> , <i>Margarites shinkai</i> , <i>Provanna glabra</i> , <i>Buccinum soyamaruae</i> , <i>Onenopta sagamiana</i> , <i>Phymothynchus baccunoides</i> , <i>Solemya</i> sp., <i>Acharax johnsoni</i> , <i>Bathymodiolus japonicus</i> , <i>B. platiformis</i> , <i>Lucinoma yoshidae</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Thyasila</i> sp., <i>Calyptogena soyoeae</i> *, <i>C. (Akebiconcha) sp**</i> , <i>Cadulus (Polyschschides) sakuraii</i> , <i>Lamellibranchia</i> spp.	藤倉ほか, 1994; 藤倉ほか, 私信, 小 島ほか, 1996 投稿
Sagami Knoll (SK)	<i>Acharax johnsoni</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Calyptogena soyoeae</i> , * <i>Lamellibranchia</i> spp.	服部ほか, 1993
Okinoyama Bank (OB)	<i>Bathyaacmaea nipponica</i> , <i>Margarites shinkai</i> , <i>Provanna glabra</i> , <i>Acharax johnsoni</i> , <i>Solemya</i> sp., <i>Bathymodiolus japonicus</i> , <i>B. platiformis</i> , <i>B. aduloides</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Calyptogena soyoeae</i>	藤倉ほか, 1994; 藤倉, 私信
Off E. Boso Peninsula (BP)	<i>Lucinoma spectabilis</i> , <i>Calyptogena (Akebiconcha) kawamurai</i>	渡辺・成毛, 1988
Aokiyama Formation (Ao)	<i>Acharax yokosukensis</i> = <i>A. aff. tokunagai</i> , <i>Calyptogena (Ectenagena) sp.</i>	Ogasawara et al., 1994
Hayama Formation (Hy)	<i>Calliostoma</i> n. sp., <i>Lunatica</i> sp., <i>Neptunea</i> sp., <i>Solemya</i> sp., <i>Acharax yokosukensis</i> , <i>Ennucula</i> sp., <i>Yoldia</i> sp., <i>Calyptogena</i> sp., <i>Lucinoma annulata</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Thyasila</i> sp.	渡辺・倉持, 1995; 長沼ほか, 1995
Misaki Formation (Ms)	<i>Solemya</i> sp. juv., <i>Calyptogena (Adulomya) (?) sp.</i> , <i>Adula (?) sp. juv.</i> , <i>Bathymodiolus (?) sp. juv.</i>	蟹江ほか, 1991
Ikego Formation (Ik)	<i>Bathyaacmaea (?) sp.</i> , <i>Neptunea</i> sp., <i>Fusitriton</i> sp., <i>Lucinoma spectabile</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Calyptogena sp. 1*</i> , <i>C. sp. 2**</i>	菅野, 1993
Shiramazu Formation (Sr)	<i>Calyptogena</i> sp.*	間嶋ほか, 1992
Kurotaki Formation (Kr)	<i>Fulgoraria (?) sp.</i> , <i>Cuspidaria</i> sp., <i>Epitonidae</i> , <i>Solemya (?) sp.</i> , <i>Lucinoma acutillineata</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Calyptogena</i> sp. A-type**, <i>C. sp. B-type*</i>	浅賀ほか, 1991
Urago Formation (Ur)	<i>Lucinoma</i> sp., <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Calyptogena cf. nipponica</i>	Niitsuma et al., 1989
Nojima Formation (Nj)	<i>Phanerolepida pseudotransenna</i> , <i>Acharax</i> sp., <i>Lucinoma kamakurensis</i> , <i>Conchocele disjuncta</i> , <i>Calyptogena cf. nipponica*</i>	Shikama & Masujima, 1969; 横浜化石研究会, 1992
Naarai Formation (Na)	<i>Buccinum suruganum kasimaensis</i> , <i>B. striatissimum</i> , <i>B. yoroianum</i> , <i>Lucinoma acutillineata</i> , <i>L. n. sp.</i> , <i>Periploma plane</i> , <i>Calyptogena (Akebiconcha) kawamurai elongata*</i>	Ozaki, 1958
Koshiha Formation (Ks)	<i>Acharax</i> sp., <i>Lucinoma spectabilis</i> , <i>Conchocele bisecta</i>	間嶋・館, 1995; 間 嶋, 私信
Kakinokidai Formation (Kk)	<i>Bathybembix argenteonitens hirasei</i> , <i>Acharax johnsoni</i> , <i>Lucinoma acutillineata</i> , <i>L. aokii</i> , <i>Conchocele bisecta</i> , <i>Thyasila kawamurai</i> , <i>Periploma plane</i>	馬場, 1990

上総層群の浦郷層 (2.0 Ma), 野島層 (1.9~1.8 Ma), 小柴層 (1.7 Ma). 房総半島の5地域では, 青木山層 (18 Ma), 白間津層 (3.5 Ma), 黒滝層 (2 Ma), 名洗層 (1.9~1.6 Ma), 柿ノ木台層 (約0.5 Ma) からの報告がある.

化学合成化石動物群集の生息環境

葉山層の化石群集

葉山層の上部層から発見された化石群集はスエヒロキヌタレガイ属の *Acharax yokosukaensis* (Kanie & Kuramochi, 1995), ツキガイモドキ属の *Lucinoma* sp., オウナガイ *Conchocele disjuncta* やスエモノガイ科の新属新種 *Thracidae* gen. et sp. nov. (蟹江・坂井ほか, 1995) などの二枚貝とエゾバイ属の *Neptunea* sp. などの巻貝などから構成され, 相模トラフの沖ノ山堆列や初島沖の現生コミュニティ (群集) に酷似している. この化石群集は北西~南東方向の断層帯に沿って存在する粘土岩起源の角礫からなる炭酸塩岩と破碎された黒色粘土岩中に存在した. 断層帯内と炭酸塩岩にはキヌタレガイ類 (蟹江・倉持ほか, 1995) とチューブワーム (長沼ほか, 1995) などの保存の良い化石が多量に含まれていた. 炭酸塩岩の分布と断層帯との関係は, 現在の相模トラフに面する陸棚斜面の麓付近の海底の様子に酷似しており, 中新世のプレート境界に起因する地質構造帯であった可能性が推測される.

葉山層から発見された軟体動物化石群は, スエヒロキヌタレガイ属が主構成種となっている. この化石群集は, 現在の相模湾の大陸棚斜面の麓付近の中部漸深海帯の泥中に生息する化学合成動物群集に比較されるが, 現在の相模湾に生息するシロウリガイを主とする化学合成動物群集や, 他海域のツキガイモドキやオウナガイ属を主とする群集とは属種の構成が異なる. 秋元ほか (1995) によれば, 軟体動物と共産する底生有孔虫群集による古水深は中部漸深海帯の中部 (1200~1600m) と推定されている. この深度は相模湾の現生シロウリガイコミュニティの生息深度にほぼ一致している.

また, 多数のキヌタレガイ類化石とともに, チューブワームの化石が発見され, その生管部および生

管内部に, イオウ (S) の局在が認められた. これは, チューブワームの生息環境・栄養動態がイオウの存在と関連し, イオウの酸化還元に関する代謝が行われていたことを示唆する (長沼ほか, 1995).

房総半島の保田層群の青木山層 (18 Ma) に含まれる炭酸塩岩産の *Acharax* sp. (Ogasawara *et al.*, 1994) は, 葉山層の *A. yokosukensis* (Kanie & Kuramochi, 1995) と同種とみなされた.

三浦層群・上総層群と相当層産の化学合成動物化石群集

三浦層群三崎層 約12 Ma. *Calyptogena* と *Solemya* (?) などの稚貝が凝灰質シルト岩中の炭酸塩コンクリーションから発見された (蟹江ほか, 1991).

三浦層群池子層 3.5 Ma. *Calyptogena* が炭酸塩凝灰岩や凝灰岩に密集して産し, シルト岩にも散在していた (Ozaki, 1958; 蟹江, 1993; 平ほか, 1993).

千倉層群白間津層 (3.5 Ma. 凝灰岩. 間嶋ほか, 1992).

上総層群浦郷層 2.0 Ma. *Calyptogena* が凝灰岩に産し, 殻は溶けていることが多かった (Niitsuma *et al.*, 1989).

上総層群黒滝層 (2 Ma. 凝灰岩. 浅賀ほか, 1991). *Lucinoma* などが炭酸塩で固結され漏斗状に密集するが, 下部は砂質凝灰岩に散在していた (間嶋, 1995).

上総層群野島層 1.9~1.8 Ma. *Calyptogena* が凝灰岩中に産し, 殻は溶けていることが多かった (Shikama & Masujima, 1969).

上総層群名洗層 (1.9~1.6 Ma. 凝灰岩. Ozaki, 1958; 蟹江, 1990).

上総層群小柴層 1.7 Ma. *Lucinoma* などが炭酸塩で固結され漏斗状に密集するが, 下部は砂質凝灰岩に散在していた (間嶋, 1995).

上総層群柿ノ木台層 (0.9 Ma. 炭酸塩凝灰岩・凝灰岩. 馬場, 1990).

現生の化学合成動物コミュニティ

現生のコミュニティが生息する付近には炭酸塩

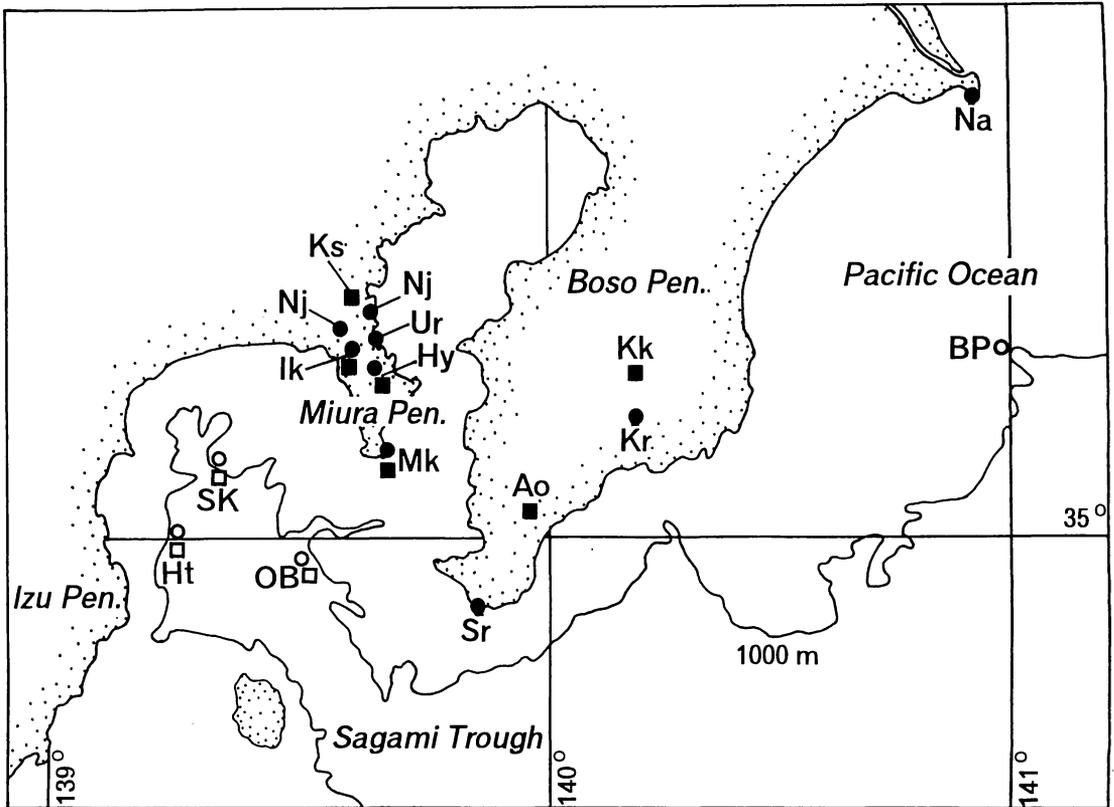


図1. 三浦～房総地域とその周辺海域における現生・化石化学合成動物群集の産出地点. 現生属○: *Calyptogena*, □: *Acharax*; 化石属 ●: *Calyptogena*, ■: *Acharax/Solemya*. Ht: 初島沖, SK: 相模海丘, OB: 沖ノ山堆, BP: 房総半島東沖. 産地名の略記は表1を参照.

Fig. 1. Locations of chemosynthetic communities and fossil assemblages in Miura-Boso area and surrounding sea. Abreviation of the localities as in Table 1. Modern genera ○: *Calyptogena*, □: *Acharax*, fossil genera ●: *Calyptogena*, ■: *Acharax/Solemya*. Ht: Off Hatsushima, SK: Sagami Knoll, OB: Okinoyama Bank, BP: east off the Boso Peninsula.

岩が存在する(服部ほか, 1994)ことから, コロニーをつくる動物が息できる底質は, メタンを含む湧水が供給され(増澤・半田, 1989), 石灰化されやすい底質をもつ地質構造であったといえる. 葉山層群の炭酸塩岩の炭素同位体比は, 低いマイナス値を示し, メタン起源の炭素であったことを示唆している. これは, 現在の沈み込み帯や付加体等で見られるものと同じく, 炭酸塩岩は冷湧水起源のメタンによる硫酸還元により生成され, 動物コミュニティはメタンや硫化水素のエネルギーに依存して生活していた独立栄養動物コミュニティであることを示している(服部ほか,

1995).

まとめ

化学合成細菌依存の底生動物化石群集は, 三浦・房総地域の10層準から知られている. 三浦半島では, 1) 葉山層(15 Ma)の群集は *Acharax* を多産することで特徴づけられる. 2) 三崎層(12 Ma)の群集は *Calyptogena* と *Acharax* の稚貝が凝灰質シルト岩中のコンクリーションに含まれる. 3) 池子層(3.5 Ma)の群集は *Calyptogena* が炭酸塩凝灰岩や凝灰岩に密集し, シルト岩にも散在する. 4) 浦郷層(2.0 Ma)の群集は *Calyptogena*

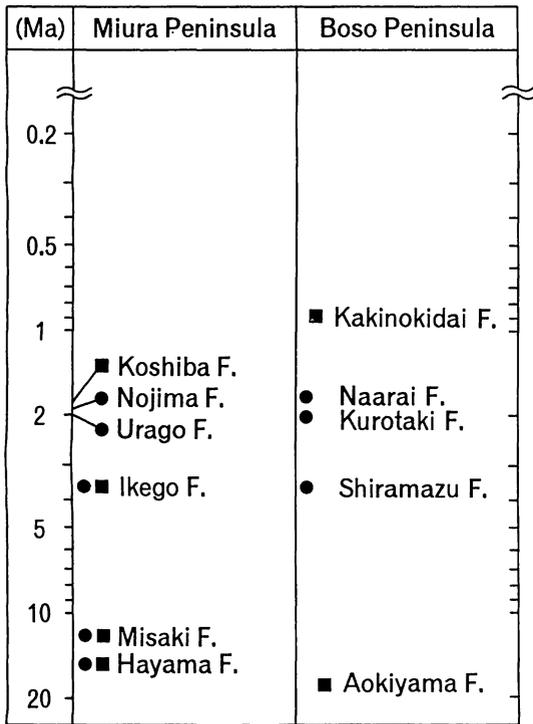


図2. 三浦半島と房総半島における化学合成軟体動物化石群集の産出層準。

Fig. 2. Stratigraphic horizons of the chemosynthetic molluscan fossil assemblages in the Miura and Boso Peninsulas. ●: *Calyptogena*, ■: *Acharax/Solemya*.

が凝灰岩に産する。5) 野島層 (1.9~1.8 Ma) の群集は *Calyptogena* が凝灰岩中に産する。6) 小柴層 (1.7 Ma) の群集は *Lucinoma* などが炭酸塩で固結され、下部では砂質凝灰岩に散在する。房総半島では、1) 青木山層 (18 Ma) の群集は *Acharax* が炭酸塩岩中に産する。2) 白間津層 (3.5 Ma) の群集は *Calyptogena* が凝灰岩中に。3) 黒滝層 (2 Ma) の群集は *Calyptogena* が凝灰岩中に産する。4) 名洗層 (1.9~1.6 Ma) では *Calyptogena* が凝灰岩中に見られる。5) 柿ノ木台層 (0.9 Ma) の群集は *Lucinoma* などが炭酸塩凝灰岩・凝灰岩に産出する。

葉山層の化石群集は、多量の *Acharax* とチューブワーム、そしていくらかの *Calyptogena*, *Lucinoma*, *Conchocele*, チューブワーム、カニの

関節などから構成され、断層帯に沿って、粘土岩起源の角礫からなる炭酸塩岩と破碎された粘土岩中に存在する。堆積物の分布と地質構造との関係は、現在の相模トラフの様子に酷似しており、この断層帯は、中期中新世のプレート境界に起因する地質構造帯であろう。化石動物群集は、キヌタレガイ類を主構成とし、相模湾の大陸棚斜面の麓付近の中部漸深海帯の泥中に生息する化学合成動物コミュニティ (群集) に比較されるが、現生のシロウリガイを主とする化学合成動物コミュニティや、他海域のツキガイモドキやオウナガイ属を主とするコミュニティとは属種の構成が異なる。軟体動物と共産する底生有孔虫群集による古水深は1200~1600m (中部漸深海帯の中部) であり、相模湾のシロウリガイコミュニティの生息深度にはほぼ一致している。また、チューブワームの化石の生管部および生管内部にイオウ (S) が局在し、イオウの酸化還元に関する代謝が行われていたことを示唆する。

現世のコミュニティが生息する付近には炭酸塩岩が存在することから、コロニーをつくる動物が生息できる底質は、メタンを含む湧水が供給され、石灰化されやすい底質であったといえる。葉山層の炭酸塩岩の炭素同位体比は、低いマイナス値を示し、メタン起源の炭素であったことを示している。現在の沈み込み帯や付加体等で採集された炭酸塩岩は冷湧水起源のメタンによる硫酸還元により生成され、動物群集はメタンや硫化水素のエネルギーに依存して生活していた独立栄養動物群集である。

葉山層・保田層群の炭酸塩岩と独立栄養動物群集を形成したトラフ状の環境は、沈み込みの位置を変えながら現在の相模トラフに至まで15 Maの間存続していたといえる。すなわち、18~15 Maの三浦・房総半島は、中部漸深海帯の中部の海底でのプレートの境界付近にあり、12~3.5 Maの三浦層群と3.5~約1 Maの千倉層群の時代にはさらに深い下部漸深海~深海帯にあったが、3.0~0.5 Maの上総層群およびそれ以降は粗粒凝灰岩が供給される現在の相模トラフの海底環境に近づいたことを示唆している。

文 献

- 秋元和實・佐賀寿美恵・山田和枝, 1995. 三浦半島中新統葉山層群の底生有孔虫群集と古環境. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 45-49.
- 浅賀正義・金網久夫・伊妻勝彦, 1991. 房総半島黒滝層(鮮新統)産シロウリガイ類の殻形態の特徴. 横須賀市博研報(自然), (39), 51-59.
- 馬場勝良, 1990. 関東地方南部, 上総層群の貝化石群. 445 pp. 慶応義塾幼稚舎.
- 藤倉克則・橋本 惇・藤原義弘・奥谷喬司, 1994. 深海動物群集の多様性—化学合成生物群集と非化学合成生物群集との比較. 第11回しんかいシンポジウム予稿集, 83-85.
- Hashimoto, J. and Okutani, T., 1994. Four new mytilid mussels associated with deep sea chemosynthetic communities around Japan. *Japan. Jour. Malacol.*, 53, 61-83.
- 服部陸男・蟹江康光・橋本 惇・藤倉克則, 1993. 相模湾・駿河トラフの沈み込み帯に生息するシロウリガイ類の地質学的背景, 生態と殻の形態. 第9回しんかいシンポジウム報告書, 237-251.
- 服部陸男・大場忠道・蟹江康光・秋元和實, 1994. 相模湾初島沖で発見された自生の炭酸塩類. JAMSTEC 深海研究, (10), 405-416.
- 服部陸男・蟹江康光・大場忠道, 1995. 三浦半島の葉山層群産炭酸塩岩と化学合成動物群集の化石. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 89-96.
- 蟹江康光, 1990. 南関東の現生シロウリガイ・アケビガイと新第三紀シロウリガイ類の殻形態. 横須賀市博研報(自然), (38), 19-23.
- 蟹江康光・有馬 眞・秋元和實・岡田尚武, 1991. 三浦層群の三崎層から発見されたシロウリガイ属コロニィ. 横須賀市博研報(自然), (39), 93-94.
- 蟹江康光, 1993. 逗子市池子地域の三浦層群上部の層相とシロウリガイ属化石層. 池子シロウリガイ類化石調査最終報告書, 49-64. 横浜防衛施設局.
- 蟹江康光・浅見茂雄, 1995. 三浦半島の中新統葉山層群の層序と年代. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 13-17.
- 蟹江康光・波部忠重・坂井民江, 1995. 三浦半島の中新統葉山層群産スエモノガイ科二枚貝化石. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 63-70.
- 蟹江康光・倉持卓司・浅見茂雄・菅野三郎, 1995. 三浦半島の中新統葉山層群産キヌタレガイ類. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 57-61.
- Kanie, Y. and Kuramochi, T. 1995. Gigantic *Acharax yokosukensis*, n. sp. from the Miocene Hayama Formation of the Miura Peninsula, south-central Japan. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.*, (42), 51-57.
- 菅野三郎 1993. 池子産“シロウリガイ”化石群について(第2報). 池子シロウリガイ類化石調査最終報告書, 123-161.
- 菅野三郎・蟹江康光, 1995. 三浦半島の葉山層群産シロウリガイ類. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 51-55.
- 小島茂明・太田 秀・橋本 惇, 1996. 相模トラフ・南海トラフにおけるシロウリガイとハオリムシの分布と系統. 化石, (60), 23-25.
- 間嶋隆一・棚瀬節子・内村隆一・本目貴史, 1992. 房総半島南端新第三系からシロウリガイ (*Calyptogena* sp.) の発見. 地質雑, 98, 373-376.
- 間嶋隆一・館由紀子, 1995. 上総層群の群集—小柴層の例—. 古生物学会第144回例会予稿集, 14-15.
- 長沼 毅・服部陸男・蟹江康光, 1995. 三浦半島の中新統葉山層群産チューブワーム化石. 横須賀市文化財調査報告書, (29), 77-87.
- Niitsuma, N., Matsushima, Y. and Hirata, D., 1989. Abyssal molluscan colony of *Calyptogena* in the Pliocene strata of the Miura Peninsula, central Japan. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 71, 193-203.
- Ogasawara, K., Hisada, K. and Kitada, N., 1994. Early Miocene *Calyptogena* from the Aokiyama Formation, Hota Group, Boso Peninsula, Japan. *Ann. Rept., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, (20), 33-37.
- Ozaki, H., 1958. Stratigraphical and paleontological studies on the Neogene and Pleistocene formations of the Tyōsi District. *Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo*, 4, 1-182, pl. 1-24.
- Shikama, T. and Masujima, A., 1969. Quantitative studies of the molluscan assemblages in the Ikego-Nojima Formations. *Sci. Repts. Yokohama Natl. Univ., Sec. 2*, (15), 61-94, pls. 5-7.
- 平 朝彦・江藤哲人・蟹江康光, 1993. シロウリガイ類化石層の堆積環境と深海底湧水現象. 池子シロウリガイ類化石調査最終報告書, 65-96. 横浜防衛施設局.
- 横浜化石研究会, 1992. 横浜市立大道中学校校地内の野島層貝化石の研究. 平成4年度横浜市立学校教職員研究活動奨励事業研究報告, 9 pp.
- 渡辺政美・倉持卓司, 1995. 三浦半島の中新統葉山層群産化学合成軟体動物化石相. 横須賀市文化財調査報告, (29): 71-76.
- 渡辺富夫・成毛光之, 1988. 銚子現生貝類目録. 140pp. 銚子・自然を楽しむ会.

追 悼

小林貞一先生を悼む

本学会名誉会長・日本学士院会員小林貞一先生は、1996（平成8）年1月13日老衰のため享年94才にて逝去された。偉大な碩学を亡くし、誠に残念である。告別式は1月16日東京都本郷駒込の吉祥寺においてしめやかに行なわれ、藤田良雄学士院長はじめ多数の知友・門弟が故人と惜別した。

先生は1901（明治34）年8月31日に大阪府で小林元松氏の長男として誕生した。京都の第三高

等学校で個性豊かな江原真伍先生などから授業を受けられた。その頃から掛川や島原の新生界の化石採集を行なったと伺っている。またお若い時のある時期に禅の修行に勤め、後々の為になったとのことである。

1927（昭和2）年東京帝国大学理学部地質学科を卒業、大学院に進まれ、満期退学し、1931（昭和6）年東大の助手に就任、米国に留学し、主としてスミソニアン研究所客員として地史学・古生物学の研究を積み、英国・ドイツなどで更に研究を重ねた上帰国し、1934（昭9）年に東大理学部講師、地質学第二講座を分担、1937（昭12）年助教授に任ぜられ、同講座を担当、1944（昭19）年に教授に昇任、1962（昭37）年停年退職に至る迄、東京大学で長期にわたり、かつ極めて精力的に研究と教育の職務を全うされた。更に退職後は、内外の知友・門弟とともに東南アジアの地質・古生物学研究組織を作り、その実施に指導的役割を果され大きな成果を挙げた。

1933年に国際古生物学連合設立の準備が米国ワシントンで行なわれたが、先生はそれに参加し、これと対応する国内学会設立の必要を知り、矢部長克先生はじめ国内の学者と連絡して、日本古生物学会が1935（昭10）年に創立された。その後は常務委員として学会の発展に尽され、1958（昭33）年から1965（昭40）年迄学会長、引き続き名誉会長として本学会を指導された。本学会誕生から60余年を象徴した意味でも、ここで1つの時代が区切られたと感ぜざるを得ない。

小林先生の学問上の業績が極めて大きかったことはよく知られている。米寿を祝賀してその時迄の著書及び論文目録を作成し、これを贈呈したが、その時すでに800編近くに及んでいた。数量的の大きさだけでなく、その内容はご自身の学問体系のもとに展開されており、学界への貢献に独自



図1. 小林貞一先生。1962年春、東京大学を停年退官される直前に、著名な写真家であった木村伊兵衛氏が研究室で撮影した。

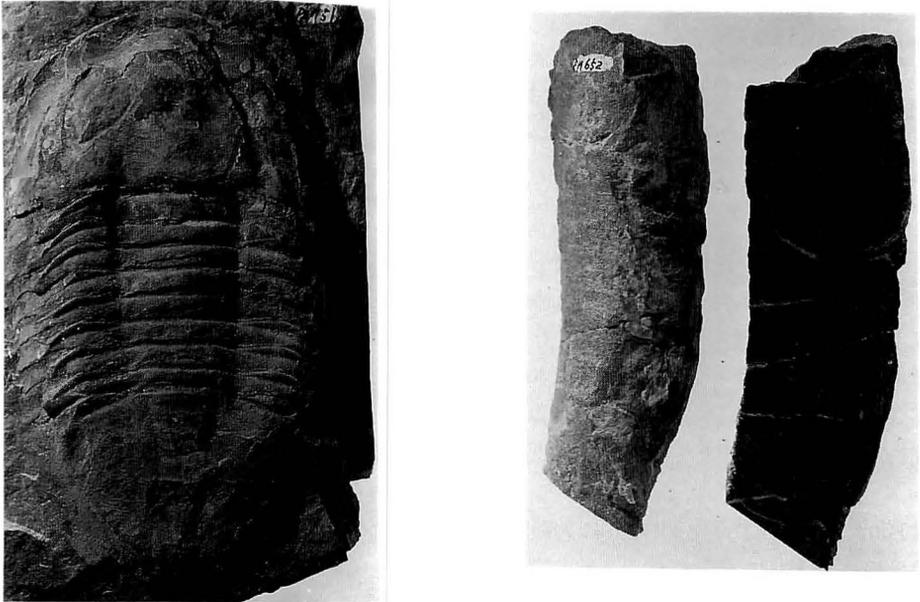


図2. 小林貞一先生が1934年に書かれた最初の大著 “The Cambro-Ordovician formations and faunas of south Chosen, Part 1” に新種として記載されたオルドビス紀中期の三葉虫と直角石. 左: *Parabasilicus shirakii* Kobayashi, 1934, holotype (UMUT PA751), $\times 0.5$. 右: *Sigmorthoceras sigmoidale* Kobayashi, 1934, holotype (UMUT PM652), $\times 0.5$.

性がある。体系の1つは、日本列島の骨格を形成した古生代・中生代の地質構造発達史に関するもので、秋吉・佐川造山輪廻の学説に代表されている。野外調査を重視し、層序と化石に基づき時代的解析を行ない、構造形成史を導く方法は、小沢儀明博士が手がけ乍ら夭折して果されなかったのを、後継者として大成したとすることができる。しかしその実施に当って、門下に各地質系統・古生物の各部門についての専門家が養成された。この間に門弟の単著、時にはご自身との共著あるいは単著として多くの成果が着実に出版された。

他方卒業論文以来、(朝鮮半島・中国東北部の旧古生界について独自の研究を企画し、特に頭足類・三葉虫類等の古生物学的研究を行った。日本ではこの方面の研究基盤の無かった当時、米国で第一線の学者と交流して鋭意研究を進め独創的知見を導いた。これによりアジア東部の資料の重要性が国際的に評価されるに至った。後にはカナダ・南米の素材にも及んで研究成果が展開された。

この研究と関連して、層序・古地理・古生態、更に地質構造発達史についても新知見を導き、秦嶺-京城線、平南・沃川地向斜などを提唱してその意義を論じた。また日本をも含めてアジア東部には非海成-陸成層が各地に分布するが、それらから産出する軟体動物・節足動物化石の研究を組織的に進め、画期的な成果を単著あるいは知友・門弟とともに出版した。これらは前述の東南アジア地質古生物の研究組織中にも続けられたが、後者の成果は主として *Geology and Palaeontology of South-east Asia*, vols. 1-25 (1964-84) にまとめられ、当地域の地史・地質構造発達史の体系化が試みられた。この研究はその後の東南アジア諸国の学者による発展に役立っている。

東大退職後のもう1つの大きい貢献として、浜田隆士博士の協力を得て、日本のシルル・デボン・石炭・二畳系産の三葉虫類のモノグラフを1974年から1984年にかけて本学会特別号として逐次出版、さらに他の共著者も加えて、三葉虫だけ

~~絶筆~~

(/)

5 10 15 20
日本^産三角貝の研究

小林貞一

Studies on *Trigonia* in Japan

Teiichi Kobayashi

大正時代と言へば昨今とは随分昔のよう
 に思はれるであらうが、この頃に学生生活を
 送って昭和2年に東大を卒業したのであった
 京都第二中学校には博物の同好会や山岳部
 があり、自然に接し登山や釣などの好機に
 与えられていた。夫れから京都の第三高等学校
 に入学した頃は鉱物の先生の西日本白亜紀層
 の研究の真最中、(江原真伍)が学期中は鉱物標
 本室で室内研究に専心、(休暇には野外調査、
 して居られた、その御努力の成果として西日
 本の三角貝を標準化石とする中生層の研究が
 (主として)飛躍的進歩をしたのであった。(当

図3. 1994年に書かれ小林貞一先生の絶筆となった「日本産三角貝の研究」の原稿の冒頭部分 (全文は化石56号に印刷).

でなく、伴う他の化石群についての研究成果の発表を続けた。その後も非海成中生界の化石群について、同様の共同研究を計画し、ご逝去の直前まで意欲をもって学業にいそまれた。文字通り「生涯研究」を実践され、後輩に範を示された。

小林貞一先生の研究体系のバックボーンにはアジア・太平洋地域からの観点を重視する想念が貫かれていた。これは当然グローバルな問題意識につながり、国際的にも高く評価された。また形や内容は異なるが、後輩世代の日本の学問的活動にも発展的に受け継がれていると思う。

先生の学問上の業績に対し、1951（昭26）年日本学士院賞、1956年ドイツ地質学会よりLeopold von Buch賞、1966（昭41）年日本古生物学会賞（横山賞）、1969（昭44）年藤原科学財団より藤原賞が授与され、1970（昭45）年日本学士院会員となり、1971（昭46）年勲二等瑞宝章が授与され、この程正四位に叙せられた。また海外の諸学会から名誉会員に推され、1977年にはアルゼンチンのラプラタ大学より学術功労賞状及び賞牌が贈られた。

なお前述の日本古生物学会におけるご活躍に加

え、国際古生物学連合及び国際地質学連合の副会長、東京地学協会副会長、古生物学研究連絡委員会・太平洋学術研究連絡委員会の委員長、日本学術会議会員（第6・7期）その他の公務・会務にも精励して、学問の発展に努められた。この間地学教育の発展にも留意され、更にわが国の地学史を組織立った形で編さんするよう地学協会内に委員会を設けて尽力され、この委員会は引き続き活動している。

以上に記したような絶えざる研究の推進と繁務の中にも拘らず、知友・門弟に対しては適切な指導と援助を惜しまず、内外の多くの人々から敬愛を集めて来られた。誠に有難いことである。ここに先生の偉業とご尊徳を偲び、謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

なお、ご遺族の代表は小林敏宏様で、ご住所は次の通りです。〒151東京都渋谷区代々木5-50-18。

（この作成には速水 格・棚部一成両教授のお力添えがあった。記して感謝の意を表します。

松本達郎)

ノート

自然史科学の意味論（自然史科学という言葉の意味）

花 井 哲 郎**

ナチュラル・ヒストリー（Natural history）という熟語くらい私達，自然史科学の研究者が気になる言葉はそう沢山はないだろう。この英語は昔，博物学と訳されていた。昭和の初め頃までは旧制の中学に博物という教科があったし，博物学会もあって，博物学の雑誌も出版されていた。しかし，博物学が動物学や植物学，それに地質学や鉱物学などに分かれるにつれて，雑誌の出版も途絶えた。それ以来博物学は，昔の，あるいは過去の学問と位置づけられるようになってしまった。

英語のナチュラル・ヒストリーは博物誌とも訳されている。博物誌は漢語の博物志に由来する。江戸前期に誌を使った少数の例外はあるが（藤川正数「四国新聞」昭和52年12月20日），江戸時代には歴史書や地誌などの書名には誌ではなく殆ど志が使われていた。日本で志が誌になったのはそんなに古いことではない。本草や物産などの実学の上に博物学が育ったのは江戸時代も半ば過ぎていた。博物志の博物が自然物を指すようになった後のことである。初期の明治政府には自然物を調査する博物局という部局があったが廃止された。博物局や博物誌という熟語は日本で作られたものだろう。諸橋轍次の『大漢和辞典』には見当たらない。博物学とか博物誌と言った場合の博物は，動物，植物，地質，鉱物といった自然物を指していた。

しかし，元来，博物という言葉は漢語に由来し，晋の張華の撰と伝えられる『博物志』十巻は奈良時代以前に日本に渡来していたらしい。当時の博物は，ひろく事物を知っているという意味から派

生し，百科百般の事物を意味していた。博物志，博物院，博物館などという言葉の中の博物には，このような古い意味が含まれている。だから，博物という言葉には古めかしいという語感が潜んでいる。

このような古めかしい意味を現在まで引きずっている言葉に博物館がある。博物館という漢語起源の日本語は英語のミュージアム（Museum）の訳であり，ミュージアムはギリシャ神話のミューズ神の神殿（Mouseion）から由来した言葉である。トレミー・ソター（Ptolemy Soter）によってアレキサンドリアに建てられた大学の建物を，ミュージアムと呼んだのがこの言葉の始まりとされている。学問ないしは芸術の研究にささげられた建物とか部屋のことだった。それが，やがて研究のための資料を収蔵し展示する建物，ないしは建物の一部を指すようになり，ルネッサンスの時代精神を背景に，古代人の遺物を収集したり，自然誌の標本を収蔵したり，美術工芸とか地域や時代の歴史や科学技術を示す特定分野の物体を保存したり展示したりする，色々なミュージアムへと分化していった。

しかし，英語のミュージアムはもともと研究施設のことである。幕末から明治初年にかけて翻訳語に影響をあたえた『英和対訳袖珍辞書』には「学術ノ為ニ設ケタル場所」という説明に，「学堂書庫等ヲ云フ」と註の文章がついている。だから，せめて研究展示施設とでも訳しておけば良かったのかも知れない。ところが，福沢諭吉は，欧米を視察した記録，『西洋事情』初編巻之一（慶応2年）の中で鉱物や動物のミュージアムを紹介するにあたり，それらを鉱物学の博物館とか動物学の博物館と翻訳した。

*Meaning of the word "natural history".

**Tetsuro Hanai, 大阪学院大学
1996年4月18日受理

ミュージアムとナチュラル・ヒストリーという二つの英語の間には意味の重複するところはない。ところが日本語ではどちらの訳にも博物という言葉が入ってしまった。だから、同じ博物と言っても、博物学や博物誌の博物は自然物を意味し、博物館の博物は百科百般の事物を意味するようになっている。

かくて日本語の博物館は、着物博物館、鉄道博物館などと百科百般の事物を何でも受け入れることができた。しかし、自然物という意味の博物という言葉と、百科百般の事物という意味の博物という言葉とを並べて使うわけにはいかなくなってしまった。だから、ミュージアム・オブ・ナチュラル・ヒストリーは自然誌博物館とは言っても、博物学博物館とか博物誌博物館などとは言わないだろう。

ナチュラル・ヒストリーという英語は今でも使われている。それは基本的にはすべての自然物すなわち動物、植物および鉱物の固有の性質を観察し、記載し分類する学問のことである。それから派生して、一方には、ある場所の自然物とか、ある種の人間ないしは事物の特性を、同じようなやり方で取り扱った結果を、他方にはまた、動物、植物、鉱物の分類学的研究をナチュラル・ヒストリーというようになり、更に動物の生態の観察や、ときには厳密に科学的というよりは、寧ろ自然物の通俗的な取り扱いを意味するようになってきている。要するに、ナチュラル・ヒストリーという英語は、科学的探究の方法論から見れば、帰納主義的で分類に終るどちらかといえば羅列的な自然の体系の研究を意味している。だから、この分野をナチュラル・ヒストリーと片仮名書きで呼ぶときは、この分野が羅列的で通俗的なものだという英語の現代的意味からくる影響を避けることはできない。

ところで、英語でナチュラル・ヒストリーと言った場合のヒストリーには歴史という意味はない。もっと正確に言えば時間の意味を含んではない。『O・E・D (Oxford English Dictionary) 第二版, 1989』にはヒストリーの項目にその五番目の意味として「一組の自然現象の(時間に関係ない)体系的な記述」と説明されている。わざわざ時間

と関係ないことわっているのだから、ナチュラル・ヒストリーは日本語では自然誌と訳するのが正しく、自然史と訳すのは誤りだろう。ナチュラル・ヒストリーを自然誌と訳すのはなるべく英語の意味を正確に日本語に直そうとする辞書の編纂者の立場に立った選択である。

しかし、この分野の研究者の立場に立つと、もう少し理屈をこねたくなる。Ch. ダーウィンの『種の起源』以来、動物にしる植物にしる、あるいは地質まで、進化を考えないような、言い換えれば、時間を考えに入れていないような自然の体系はなくなった。たとえ時間と関係ない記述ができたとしても、進化の歴史が背後になくはその科学的意義は半減するだろう。だから、自然誌から発展してきたこの新しい研究分野を、歴史という意味を含んだ分かりやすい言葉で表現したい。そこで、私達は、現在研究している学問分野を自然史と呼ぶことにした。かくて、この研究分野は個々の自然物の記録を中心とする誌から、編年的に統合されて時間的意味を持った史へと進み、自然誌から自然史へと変わった。

ナチュラル・ヒストリーの翻訳に、志を使うのは尚古趣味だとしても、誌を使うか史を使うかの判断は、好みの問題と簡単に片付けるわけにはいかない。元来、誌は、本紀(帝王一代の事跡を書いたもの)、列伝(何人かの個人の伝記を列記したもの)と並んで、紀伝体の歴史書の中で天文、地理、礼楽など特殊な分野を記録したもののことであり、史は、個々の記録を統合した編年体の総合的な歴史書のことである。

自然史という新造語は、一見すればナチュラル・ヒストリーを「自然界の」という翻訳語の形容詞と、歴史という意味の名詞に分解して、ヒストリーに漢語起源の史をあてているように見え、ナチュラル・ヒストリーの翻訳語と誤解されやすい。またそう考えている人もいるだろう。しかし、英語のナチュラル・ヒストリーに時間的な意味がない以上、自然史はナチュラル・ヒストリーと同じ意味とはならない。自然史を無理して英語に訳せばヒストリー・オブ・ネイチャーとなるだろう。自然史は歴史的視点の入った自然の体系のことである。

更に、私達が現在研究している分野の科学的探究は、ナチュラル・ヒストリーが帰納主義的で羅列的であるのに比べて、仮説演繹的になっている。れっきとした近代自然科学の一研究分野である。だから、自然史に科学を加えて、自然史科学と呼んだら良いとしつこく考えた。そうなれば、自然史科学はナチュラル・ヒストリーの訳ではない。現在私達が研究している学問分野の内容を、なるべくうまく表現しようとした新しい呼称である。それは多くの分科を含んでいるが、歴史的視点をもっており、且つ仮説演繹的に自然の体系を探究する学問である。

ラテン語やいろいろな国の言葉で書かれた古典の、特にその題名にでて来るナチュラル・ヒストリーという意味の言葉をどのように日本語訳するかという問題は、個々の著作そのものの内容と翻訳者がもっている日本語の適切な語感との兼ね合いで決まる。人により翻訳が違ってよいとは思いますが、あまり勝手にも訳せない。

博物誌という日本語は、ローマ時代にラテン語で『博物志 (Historia Naturalis)』と題して出版されたプリニウス ("the Elder" Gaius Plinius Secundus) の百科全書の研究にまで適用され、多少とも古いという語感をもつ。他方、自然物を取り扱う体系的な研究が進むにつれて、博物誌は通俗的ないしはアマチュア的な響きをもつようになり、この系統は次第に自然科学をはなれて、ルナールの『博物誌 (Histoires naturelles)』などのように文学の方向に発展している。

最近では、人工物の博物誌とか人工物の博物学などと洒落た形で表現する人もいる。そこでは博物の意味が自然物から百科百般の事物へと逆戻りしているのだから、超近代的な洒落た用法は実は祖先返りということになる。だからこのような場合には博物が自然物という意味をもっている博物学や博物誌を使わなければ面白くない。博物が百科百般の事物という意味の博物館を使っても当たり前で洒落にならない。あるいは、人工物の博物学とか人工物の博物誌というのは、その人工物を博物学や博物誌と同じ科学的探求法で研究しているという意味なのかも知れない。そうならば、その人工物の後に学とか誌とかあるいは史をつけられ

ば用が足りる。博物まで巻き込む必要はないだろう。

ナチュラル・ヒストリーを逐語訳すれば自然誌となる。自然誌という言葉はどちらかと言えば客観的で自然科学的な響きを持ち、現代的で恐らく今世紀になってから使われだしたと思われる。しかしその語感の指示する範囲は、ルネッサンス期にまで遡ることができるだろう。図示の技術が進み、探検的な航海による新たな発見がなされ、自然を自分で見ることが重要だと気づきだしたのはこの時期であった。百科全書的な研究法と自分自身による自然の観察とが結びつき、自然誌の分野ができてきたのもこの時代であった。古代人の遺物を中心として、すべての類の資料をでたらめに集めていた博物館から、自然誌の研究材料をいれる博物館が抜けでてきたのもこの時代であった。

18世紀になれば、「神は存在する」をモットーに自然という神の作品の体系を網羅的に描出したリンネの「自然の体系 (Systema Naturae)」が近代的な生物分類学を出発させた。ビュッフォンの壮大な『自然誌 (Histoires naturelles)』の時間的物語ともなれば自然史と呼んだ方がよいのかも知れない。しかし、これは進化論が出てくる前夜の話である。Ch. ダーウィンは自叙伝の中で『種の起源』について、ベーコン主義に基づいて主観を交えずできるだけ多くの事実を集めたら、なんらかの光明が得られるだろうと思って事実を集めたと述べている。しかし現実には自然選択の仮説を演繹しようとする事実を集めていた。ナチュラル・ヒストリーは仮説演繹的なそして編年的に統合された自然の体系として近代的な自然史科学に発展した。

言葉の問題は皆人がつくりだした問題である。最近では博物学のすすめなどと言う人もいるが、言葉が人に与える感覚を変えることは、困難である。人々が右往左往している間、ナチュラル・ヒストリーという英語はその呼称を変えず語感だけを変えてきた。しかしその間、日本語は語感を表現しようとして博物誌から自然誌になり、更に学問の進歩に従って自然誌は自然史に変質した。イギリスの数理論理学者 Sir A. シュステルは「科学上の論争はつねに言葉の意味の相違に帰着する。」

と言ったという。確かに、言葉の意味の相違は研究者に不必要な労力を強いる。

昨今の博物学的研究の成果の中に、鳥類は恐竜の仲間になるという説がある。屋根の上で恐竜がアホーとなくかどうかはさておいて、このような研究には古めかしいところなど少しもない。一方にはDNA分析など分子生物学の方法を駆使し、他方にはプレートテクトニクスの研究プログラムを前進させて博物学の研究をしても構わない

と思う。しかし、博物学だなどと言っていると、博物の意味を区別できない人達から、博物館と同じくらい古くさいと言われてしまう。私達の研究している分野は、日本語ならやっぱり自然史科学と言った方がよいだろう。

謝辞。京都大学の鎮西清高教授はこのノートの原稿を読んで貴重なご意見を下さった。投稿にあたり東京大学の遠藤一佳博士にも原稿を読んでいた。深く感謝する。

書評

秋山雅彦・犬塚則久・上田哲郎・小幡喜一・神谷英利・小寺春人・
後藤仁敏・三枝春生・高安克己・福田芳生著: 新版地学教育講座

⑥「化石と生物進化」

(地学団体研究会編, 東海大学出版会, 2,575円, 196頁, 1995年9月出版)

本書は全16巻で計画された新版地学教育講座の第6巻に当たる出版物である。本の帯に「生物の進化を軸として、化石がどのように研究されているかを、最新の知見をもとに平易に解説」と宣伝されているように、安価でかつ内容の濃い古生物の教科書である。内容は1章化石と古生物、2章ミクロの化石、3章古生物の復元、4章生物の進化とその要因、5章進化の歴史、の5章に区分されており、それぞれの章で有機体から微化石、無脊椎動物、脊椎動物化石などの研究例や研究の意義・視点などが展開され、さらに最後に3頁にわたる参考書が掲載されている。これらの各々の内容は、多少平均化されすぎの感があるが、分類学や系統学などの考え方も示しており、全体の内容は大変濃いものがある。

本書の特徴に触れるなら、従来のこの種の教科書と比べて、脊椎動物の研究を例とした古生物の復元、進化そして人類の進化に関する内容の充実が注目される。また生命の起源から進化の道筋、その進化の歴史などが丹念に記述されており、エディアカラ動物群(生物群とすべきかも知れない)やバージェス動物群の進化過程における意義など

最近話題になった古生物のトピックスも取り込んだ最新版にふさわしい内容である。残念な事は、本書のあとがきにも述べられているが、大量絶滅の問題や進化に関連した環境と生物の関係についての議論が少ない事と、動物の研究例に偏り植物化石群の変遷や、動物と植物の相互関係などの記述がほとんど無い点である。ただこれら生物界全体を有機的に組み込んだ古生物学の教科書は少なく、本書の値段と普及性を考えると仕方のない選択であろうと感じる。また、本書の出版と時期を前後して、古生物学の入門的教科書が出版されているが、これと比較して古生物研究のおもしろさや躍動感の感じが少ないのは、本書が教科書的教科書となっている特徴で、シリーズ物の教育講座の1冊としては、いたしかた無いと思われる。

大学の一般教育や専門で古生物学の教育に携わってきた者の一人として、本書全体の流れや章建て、さらに網羅的な内容などは、大変良い教科書と言うべきで、古生物学の本格的入門書として学生・院生だけでなく研究・教育者も参考にすべきものと思う。

小笠原憲四郎(筑波大学)

国際会議報告

第7回化石クニダリア・海綿国際会議報告*

森 啓**

第7回化石クニダリア・海綿国際会議が、1995年9月12日-15日の4日間、スペインのマドリッドで開催された。この会議は化石クニダリア・海綿研究国際連合 (International Association for the Study of Fossil Cnidaria and Porifera) が主催して、第1回会議をノボシビリスクで開催して以来、4年毎に開かれてきており、今回のマドリッドの会議には、25カ国から141名が出席した。開会式の後に、2会場に別れて以下のタイトルのセッションで講演が行われた (数字は講演数)。

Paleobiology of Rugosa	23
Paleobiology of Scleractinia	10
Paleobiology of Tabulata	11
Paleobiology of Heterocorallia	7
Porifera and Cnidaria in reef environments	15
Porifera and Cnidaria in non-reef environments	4
Biom mineralization, microstructures and diagenesis	9
Taphonomy of Porifera and Cnidaria	4
Biogeography of Porifera and Cnidaria	6
Biostratigraphy of Porifera and Cnidaria	5
Porifera and Cnidaria in biosedimentary processes	5
Origin and evolution of Porifera	4
Origin and evolution of Cnidaria	5
The Capitan Limestone	6
Poster Session	14
Total	128

この中、わが国からは9名が参加し、加藤誠氏、杵山哲男氏、江崎洋一氏、森 啓の4名が、それぞれのセッションで座長を勤め、以下の講演を行った。

招待講演 (1件)

森 啓・石井順一: Intraspecific morphological variations of ahermatypic scleractinian corals.

一般講演 (5件)

新川 公: Tabulophylloid coral from the Dinantian Onimaru Formation, northeast Japan.

狩野彰宏: Ordovician stromatoporoid bioherm of Tasmania.

狩野彰宏: D. J. Lee・藤代典子: Selective replacement by fluorite in Ordovician stromatoporoid skeletons.

杵山哲男: New observations on some Carboniferous Heterocorallia.

江崎洋一: Cold-water Permian Rugosa and their extinction in Spitsbergen.

全体の講演内容の内訳は、古生代71%、中生代18%、新生代7%、現生4%で、クニダリアと海綿の比は3:1であった。恒例の野外巡検は(1) Devonian and Carboniferous Cnidaria and Porifera of the Cantabrian Mountains, (2) Paleogene reefs and Cretaceous rudist reefs of Catalonia, (3) Paleozoic reefs of Sierra Morenaの3つが行われた。

この連合の加入者総数は現在355名で、わが国がその約1割を占めているが、年々総人数が減少の傾向にあることが報告され、特に若手研究者の育成が急務であることが強調された。

最終日に、総会が行われ、役員改選でスペインの S. Rodriguez 氏が会長に就任した。日本関係

*The 7th International Symposium on the Fossil Cnidaria and Porifera

**Kei Mori 東北大学大学院理学研究科

では、森が副会長となり、杵山、中森の両氏が評議員に再選された。また、次期第8回の開催地として仙台が承認され、森が代表して受諾説明を行った。我国における開催の承認は、故湊 正雄北大名誉教授（元副会長）、濱田隆士東大名誉教授、加藤 誠北大名誉教授（前副会長）の本会議創立以来の活動と業績が高く評価されたためと判

断される。去る1月大阪市立大学での日本古生物学会年会の折に、第8回会議の組織委員会を発足させ、1999年9月14日-17日の4日間、仙台国際センターで開催することを正式に決定した。この会議は仙台コンベンション・ビューロー、日本地質学会、日本古生物学会後援のもとで行われる。

学 会 記 事

日本古生物学会定例評議員会 (95・96年度, 第3回) 議事要録

平成8年1月25日(木) 13:00~19:45

於: 大阪市立大学理学部会議室

出席者: 斎藤会長, 猪郷, 小笠原, 小澤, 加瀬,
小泉, 高柳, 棚部, 鎮西, 野田, 長谷川,
速水, 平野, 森, 八尾 各評議員

委任状: 池谷→棚部, 糸魚川→小笠原, 小島→
加瀬, 木村→速水

欠席: 濱田

書記: 安達, 上野 両庶務幹事

<報告事項>

1. 常務委員会報告(小笠原)

庶務: ①前回評議員会以降, 平成7年9月30日, 12月9日, 平成8年1月20日に東京大学理学部地質学教室および国立科学博物館新宿分館会議室において3回の常務委員会を開催し通常業務を処理した。②平成8年度定期刊行物出版助成金の申請を文部省に対して行った。本年度出版計画は, 年4回の発行で総頁320頁で, 雑誌タイトルは旧版に変更して申請を行った。③学会近代化のための会則等の検討の一貫として, 評議員へのアンケート行い, 会則や運営規則の具体的改正案についての意見集約を進めた。④12月9日に新欧文誌タイトル選定委員会より答申が出された。⑤第二次長期計画委員会の鎮西委員長から答申についての打診があり, 対応を行った。⑥「めがね橋」掛け替え工事に際しての大桑層模式地保全の意見書を石川県土木部長宛に行った。⑦本会名誉会長小林貞一先生が逝去され, 学会から生花をおくるとともに, 葬儀に於いて斎藤会長が弔辞を述べた。会計: ①「報告・記事」バックナンバーの販売について常務委員会で協議し, プログラム発送

を利用して値引き販売を行った。その結果, 現在までに57名より申し込みがあり, 約75万円の収入があった。②95年度決算に基づき, 96年度予算編成の方針を常務委員会で審議し, 予算案を準備した。昨年度に比べて今年度だけで約200万円の支出増があった。このままだと数年後には赤字財政を招く恐れがあるので, 会の財政全般の見直しを検討する時期に来ている。行事: ①144回例会(於横須賀市博)には一般119名, 学生・友の会会員77名, 合計196名の参加があった。②本年会(大阪市立大学)の準備や, シンポジウム・特別セミナーなどの企画調整を行った。近年, 学会開催費は増加の一途をたどっているが, 今後は上限を定める必要がある。当面, 最近の実績を参考に30万円を上限として調整したい。③本年会からプログラムと予稿集のサイズをA4に定めた。今後このサイズで統一したい。④次回(145回)例会は新潟大学理学部で開催の予定で, シンポジウム1件の開催申し込みがある。1997年年会・総会は京都大学理学部での開催予定で, 文部省科研費研究成果公開促進費B(シンポジウム助成)の申請を既に行っており, また, 146回例会(1997年6月)は豊橋市からの財政的措置手続きの関係上, 豊橋市自然史博物館での開催で, 対応を進めているので, 後の審議の際にはご承認いただきたい。会員: ①前回評議員会以降, 17名の入会申し込み, 14件の退会, 7名の逝去会員があった。②過去数回の常務委員会で会員の入退会に関する会則, 内規の変更について協議を行ってきた。後ほどご審議いただきたい。③名誉会員の推戴と特別会員の推薦についても本評議員会でご審議いただきたい。国際交流: ①出版物交換依頼等に関する問い合わせがあった。②イギリスのオストラコーダ研究者衰退につながる動きに対して会長名で抗議文を送った。欧文誌: ①大判に体裁

を一新してから在庫がない事態が生じ、学会事務センターに雑誌送付合計の調査を依頼した。実態把握の後、会長・庶務・編集長との対応で、従来の印刷部数1160部から60部増の1220部に増刷する対応をとった。②「報告・記事」180号が発刊され、95年度の出版を終了した。総頁は336頁となった。③新タイトルでの出版に合わせて、投稿規定の見直しや編集委員会の構成などについて検討してきた。④名誉会長の逝去に伴い、その追悼文を4月号に掲載の予定である。⑤現在21編の投稿があるが、6月号以降の原稿が懸念される状態である。化石：58号を6月に、59号を12月に発行した。本年度の総頁数は171頁となり、内容は論説10編、書評2編、国際会議出席報告6編、その他である。⑤58号には日本古生物学会史(昭和60年～平成6年)を掲載した。③現在手持ち原稿は10編である。特別号：①No.35(松本達郎君、「Notes on the Gaudryceratid ammonites from Hokkaido and South Sakhalin」)を12月に出版した。②平成8年度の出版助成金の申請を松丸君の論文で行った。③特別号も「報告・記事」同様、体裁の一新を検討中である。④Bibliography 1991-1995についての作成協力依頼をプログラムの発送に合わせて行った。友の会：①会員数は現在316名である。木村委員作成の友の会の活動・経過報告書(友の会の実状について)を回覧した。②友の会に対する学会の対応も徐々に実行されているが、問題も多く、今後早急に検討する必要がある。

2. 賞の委員会報告(加瀬)

12月9日午前10時から国立科学博物館分館において委員会を開催し、本年度学術賞候補者として間嶋隆一君を、論文賞候補者として柳沢幸夫君、大花民子君を選定した。

3. 第二次長期計画委員会(鎮西)

本年度活動報告を本評議員会に提出。その要約を「化石」に掲載することとなった。本年度の活動の柱として、1)自然史学会連合への対応、2)普及書の出版、3)一般への普及・博物館との連携、4)後継者育成の問題、5)科学研究費の問題、が挙げられる。今後、第二次長期計画委員会は発展的に解散し、第三次に引き継がれるのがよ

いと思われるが、委員会の今後の処置について本評議員会でご検討いただきたい。

4. 学術会議・研連報告(森, 八尾)

①地質科学総合研連：科研費時限付き分科細目「自然史科学」が平成9年度より開設される。「地質科学関係学協会連絡協議会」構想について話し合われた。②古生物研連：新設される科研費時限付き分科細目「自然史科学」が従来の「層位・古生物」を圧迫しないかという懸念があるが、心配いらぬであろうという意見が大勢を占めている。古生物データベースに関するアンケートを、関係研究機関に対して2月中に行う。国際会議への代表派遣は、1位平野君(国際白亜紀会議)、2位棚部君(北米古生物学会議)3位森君(IGC北京へのIPA日本国代表)となった。③地質研連：過去2回の委員会において、ICDPに係る対外報告、地学教育に関する問題、兵庫県南部地震の調査・論文の一覧表の作成、科研費審査方法、国際会議代表派遣、等について審議された。

5. 自然史学会連合報告(速水)

10月7日に早稲田大学国際会議場に於いて設立シンポジウムを開催した。また同日総会が開催され、運営規則を決定した。連合の代表には古生物学会代表の速水 格君が選出された。12月16日に運営委員会を開催し、運営委員会の構成、次回シンポジウムの予定(平成8年10月26日、「未来に向けての自然史教育を探る…科学者の目、子どもの目」, 於国立科学博物館)などについて審議した。

6. その他

①報告・紀事編集状況報告(森)：現在手持ち原稿は21編で、うち5編を次号に掲載する。②化石編集状況報告(棚部)：59号は若干遅れたが、今週中に発行する。手持ち原稿は10編である。③特別号編集状況報告(野田)：松丸国照君(埼玉大)より投稿のあった論文「Tertiary larger foraminifera (Foraminiferida) from the Ogasawara Islands, Japan」で平成8年度文部省出版助成金(133万円)の申請を行った。④学校科目「地学」関連学会間連絡協議会(平野)：過去2回の会合を行い、「申し合わせ(案)」の原案の作成を行った。古生物学会としてもこの原案を支持

する。古生物学会代表として平野委員の他に1～2名委員が必要であるが、追加委員の人選は次回常務委員会で審議する。⑤「地質科学関係学協会連絡協議会」構想(小笠原):第5回常務委員会の折に、連絡協議会設立世話人代表の佐藤正氏によって設立の趣旨説明が行われた。学会としての代表者の派遣が必要であるが、研連に関する事項なので常務委員会としては森委員を推薦する。

＜審議事項＞

1. 会員の入退会と特別会員の推薦(野田)

普通会員17名の入会申し込み(堀川秀夫, 石山貴久, 谷口雅章, Paolo Mietto, Mia Mohammad Mohiuddin, 向山建二郎, 尾形比呂哉, 津村善博, 竹井豊宣, 大房盛彦, 大井敏彰, 和仁良二, 平石直正, 金子智之, 三輪美智子, 鈴木茂, 荒川竜一)があり, 氏名, 所属, 推薦者等の紹介がされた後投票が行われ, 全員の入会が承認された。14件の退会(笠原芳雄, Richard Dehm, 高木 恭, 奥山秀樹, 石和田靖章, 樋口雄, 鎌田浩志, 村松二郎, 一ノ関鉄郎, 岩内明子, 山本光一, 三木 孝, 西村はるみ, 関東天然瓦斯開発株式会社茂原鉱業所)が承認された。逝去会員7名(鶴田均二, 大山年次, Franz Kahler, 池尻博行, 大山 桂, 津田禾粒, 小林貞一)があった。特別会員に10名(真鍋 真, 江崎洋一, 久間裕子, 入月俊明, 小竹信宏, 重田康成, 田中裕一郎, 千葉 聡, 塚越 哲, 遠藤一佳)が推薦され, 投票の後全員が承認された。名誉会員に亀井節夫君, 高柳洋吉君, 木村達明君の3名が推戴され, 総会に諮られることとなった。なお, 高柳君, 木村君の2名は現在評議員であるので, 名誉会員への推戴が総会で承認された場合でもその発効は来年度からとし, 次回評議員選挙の被選挙人名簿には載せないこととする措置をとる。現在, 総会員数は990名となった。日本学士院会員として松本達郎君を学会から推薦することとなった。

2. 学術賞・論文賞の決定(加瀬)

学会賞, 論文賞が下記のように決定した。

学会賞: 間嶋隆一君「本邦新生代貝類の古生物学的研究」

論文賞: 柳沢幸夫君「Cenozoic diatom genus *Bogorovia* Jouse: an emended description」

大花民子君「Further observations of *Cunninghamiostrobus yubariensis* Stopes and Fujii from the Upper Yezo Group (Upper Cretaceous), Hokkaido, Japan」

3. 賞の委員会半数改選

二名連記で投票が行われ, 小笠原憲四郎君と平野弘道君が選出された。

4. 学協会著作権協議会への加入について

表記懸案について学協会著作権協議会からの資料の回覧とともに詳細な説明がなされた後, 退会に諮られることが承認された。

5. 「地質科学関係学協会連絡協議会」への対応について

当面の間, 森委員を対応委員とすることが承認された。

6. 新欧文誌タイトル選考委員会答申の取り扱いについて

小澤委員長より答申についての説明がなされた。委員会答申では順位付きで2タイトル候補名(Paleontological Research, Paleontological Science)を選出したが, 評議員会での審議の結果, 順位をはずし, ① Paleontological Research, ② Paleontological Science, ③どちらでも良い, の3者択一として全会員間で投票を行うことが承認され, 得票数の多い名称を採用することとなった。なお, 新雑誌への移行は来年4月からとすることが了承された。

7. 新欧文誌の国際化に向けての編集等について

森編集委員長から, 新欧文誌発刊に向けての基本方針についての概要が説明されたが, 詳細は本年会中に開催される刊行物委員会で検討した後, 次回評議員会で報告する。

8. 特別号の編集方針について

詳細は刊行物委員会で検討するが, 基本方針として, 1) 大判化(A4, 国際版), 2) 表紙デザインの一新, 3) 国際会議 Proceedings 等も積極的に掲載する, 等が挙げられている。

9. 第二次長期計画委員会の今後の体制と実行案について

第二次長期計画委員会は発展的に解散し, 第三次長期計画委員会に引き継がれることが承認された。現在活動中の委員は目的達成に向けて引き続

き活動を続ける。第三次の中心課題としては、研究の進行や若手研究者の育成などが挙げられる。第三次長期計画委員会のメンバーは6月の評議員会までに常務委員会と鎮西（第二次）委員長で協議し、次回評議員会で具体的人選について改めて提案する。

10. 学会近代化に向けた対応と会則の変更

常務委員会提案の、1) 入会手続きの簡素化(入会を常務委員会で決定し、評議員会で承認する)、2) 評議員の5名増員、3) 常設常務委員の2名増員(当面、“渉外”担当と“広報”担当とするが、具体的役割や名称は引き続き常務委員会で検討する)について審議され、承認された。この承認を受けて具体的な規約・運営規則・内規の変更案について審議され、若干の修正の後承認された。本総会に規約の改正が提案されることとなった。

11. 年会・例会の開催地等について(平野)

本年度・総会から参加費が、年会・総会：一般3500円、学生・友の会2000円、例会：一般3000円、学生・友の会1500円、に引き上げられることが承認された。次回例会は6月29・30日に新潟大学理学部で開催の予定でシンポジウム「東アジアの中・古生界生物地理区とテクトニクス」の申し込みがあり、承認された。なお、シンポジウム講演者には4名の非会員が含まれているが、従来通り学会として交通費等の予算的措置をとる。1997年年会・総会は、科研費研究成果公開促進費Bの申請締め切りの関係もあり、すでに京都大学理学部での開催(1997年1月24~26日の予定)で準備を進めているが、評議員会でも事後承認された。146回例会(1997年6月)は豊橋市立博物館での開催の申し込みがあり、承認された。地質学会より1997年10月に連合学会開催の申し込みがあったが、古生物学会としてはシンポジウム1件程度を開催する方向で対応する。

12. 決算報告及び次年度事業計画について(加瀬)

表記懸案事項について説明がなされた後、会計原案通り承認された。なお、1995年度決算は間嶋隆一会計監査によって監査を受けている。

13. その他

a. 総会次第の確認(小笠原)

総会次第について確認した。

b. 1999年クニダリア会議への後援について(森)

森委員より1999年クニダリア会議への古生物学会の後援依頼があり、承認された。

1996年総会報告

平成8年1月26日、11:00-12:20：於大阪市立大学田中記念館、参加者100名、内委任状50名(定数99名)

総会では平成7年6月評議員会(化石59号に掲載)および上記平成8年1月の評議員会の報告・審議事項を中心として重要案件を報告し、了承された。総会次第は以下の通りであるが、特に本総会で承認された新たな重要事項は、学協会著作権協議会への加入と会則の変更(会員の入退会に関する変更、評議員の定数増)などであった。

I. 開会、II. 会務報告、III. 学術会議・研連、自然史学会連合報告、IV. 学術賞・論文賞の授与、V. 名誉会員の推薦、VI. 学協会著作権協議会への加入について、VII. 新欧文誌のタイトル等について、VIII. 会則の変更について(会員の入退会に関する変更、評議員の定数に関する変更)、IX. 1995年度決算報告、X. 1996年度事業計画及び予算案、XI. 閉会。

1995年度 日本古生物学会論文賞

大花 花子 君：Further observations of *Cunninghamiostrobus yubariensis* Stopes and Fujii from the Upper Yezo Group (Upper Cretaceous), Hokkaido, Japan.

Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 178, pp. 122-141.

北海道の海成上部白亜系には多数の浅海棲動物化石とともに、しばしば陸生の植物化石が含まれている。とくに、石灰質ノジュール中に保存された植物化石は圧縮変形が少なく、かつ細胞組織が細部まで保存されている。また、葉や枝葉、材片などに混じって、系統分類に重要な繁殖器官をしばしば伴っていることとや、陸成層と異なって化石産出層の時代認定が比較的容易である点で極め

て恵まれた化石試料ということができる。

北海道の白亜系ノジュール中の有組織植物化石の研究は、M. C. ストープスと藤井健次郎の論文 (Stopes and Fujii, 1910) にみられるように古くから行われていた。最近では、大花君やその共同研究者ほか、多くの研究者によって精力的な研究がなされるようになり、白亜紀後期すなわち“新植代”初期における陸上植物の系統進化についての注目すべき成果が公表されている。

本論文では、小平町達布の上部蝦夷層群から得られたスギ科針葉樹の球果化石が取りあげられ、その詳細な組織学的検討が加えられている。3次元復元に必要な部位に切断した試料を研磨・酸処理し、腐蝕面に残された有機物組織をアセテートフィルムに写し取る方法（ピール法）で切片を作り、球果軸（髄、木部）、果鱗、種子（胚珠）などの器官ごとに検討している。その結果、この化石が *Cunninghamiostrobus yubariensis* Stopes & Fujii にほぼ一致することを明らかにした。また、この化石では（胚珠）が保存されており、その構造や果鱗の維管束との関係を調べるため果鱗部の連続切片の観察を行っている。復元された果鱗部の構造から、本種は果鱗向軸面に常に3個の種子を有し、種鱗と苞鱗は完全に合着、果鱗内の維管束は3分枝を基本とすることなどに特徴があることを明らかにし、本属および種の再定義を与えた。

スギ科現生属との類縁関係について大花君らは慎重な見解をとっている。すなわち、従来の研究では本化石属がコウヨウザン属 (*Cunninghamia*) と密接な関係にあるものと考えられていたが、果鱗内の維管束走向や樹脂道配列などで両者に大きな差異があることを明らかにしている。スギ科植物が後期白亜紀に多様に分化していたことは、北海道産植物化石の研究から明らかで、*Cunninghamiostrobus* 属もこのような多様なスギ科絶滅群の一つとしてなお検討を要することを指摘している。

大花君の研究手法は着実に緻密な観察が必要とされ、同時に現生植物を含めた組織・形態学の広範な知識が必要とされる。日本古生物学会は同君の努力と成果を高く評価し、ここに論文賞を贈

り、今後の一層の発展を期待する。

1995年度日本古生物学会論文賞

柳沢幸夫君：Cenozoic diatom genus *Bogorovia* Jouse: An emended description. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 177, pp. 21-42.

1968年以降の深海掘削計画によって、北極海を除くすべての深海底から連続した深海底堆積物が得られるようになり、海生の浮遊性微化石層序に関する研究が急速に進展した。我が国では、主として北西太平洋地域の生層序の確立に向けて、深海底堆積物と陸上の地質断面から得られた珪藻や放散虫など浮遊性微化石を用いた数多くの生層序の研究が進められてきた。

このような生層序の研究が進むにつれて、堆積物や地層をより一層細かい単位で認識しようとする試みが、一部の珪藻化石種の分類学的混乱や古生物地理の理解の複雑化を招いたと言える。その結果、混乱した化石種の分類学的見直しを含め、微化石層序の理論的基礎として、これらの分類群の系統関係が解明されなければならない時期となっていた。

柳沢幸夫君はこうした背景のもとに、古第三紀以降の重要な示準化石であるにも関わらず、属や種の定義が明確でなかった *Bogorovia* 属各種の詳細な形態学的研究を行なった。その結果、4新種、2新組み合わせを含む8種の *Bogorovia* 属の海生浮遊性珪藻を識別した。さらに、同君は、それぞれの種の層序的生存範囲を年代の確定している深海底試料を用いて検討し、*Bogorovia* 属の系統復元を行なった。なお、*Bogorovia* 属と密接な関係にある *Koizumia* 属と *Rossiella* 属については、日本古生物学会報告記事176号と177号に掲載公表済みである。

形態学的研究では、殻形態・殻孔密度・殻孔構造・肋密度・縁部隆起・唇状突起・群体規模などの形態要素を、光学および走査型電子顕微鏡を用いて観察、測定を行っている。層序学的研究では、他の珪藻化石や微化石などによってすでに時間目盛りのついた欠落の少ない深海底堆積物のコア試料を多数使用し、各種の層序的分布を観察している。また、それらの種を含む多くの試料を直接調

べると共に、それぞれの種に関する文献データを検討、総合することによって、各種の地理的分布の特性をも明らかにしている。柳沢幸夫君はこのように、*Bogorovia* 属とその構成種の分類を詳細に検討すると共に、*Koizumia* 属と *Rossiella* 属との相違を明確にした。結果として、これらの3属は一連の進化系列をなし、独自の形態進化の傾向および時空的分布を持つことが明らかになった。

以上のように、柳沢幸夫君は、示準化石として有用ではあったが、分類学的に混乱していた *Bogorovia* 属珪藻種の詳細な形態学および層序学的研究を行ない、その形態と系統進化を明らかにし、微化石層序学が今後なすべきことを具体的に提示したと言える。

日本古生物学会は本論文が微化石層序学の水準の向上に尽くした努力と貢献を高く評価し、ここに柳沢幸夫君に論文賞を贈り、研究のなお一層の発展を期待する。

1995年度日本古生物学会学術賞

間嶋隆一君：本邦新生代貝類の古生物学的研究

間嶋隆一君の本邦新生代の貝類に関する研究は、1984年の石灰質の蓋を伴って産出した新第三紀鮮新世タマガイ類の記載から始められた。同君のその研究は特殊な状態を保った多くの化石個体入手し、後年研究の隆盛をもたらしたタホノミー（化石形成論）的考察を導入し、それらの死後埋没から化石化のプロセスを詳細に解明したものであった。同君のこの徹底した化石資料追求の姿勢は1985年、主として西南日本鮮新統産 *Glossaulax* 属を総括的に検討した際にも、その僅かな形態的形質から発生・成長の特性をヘテロクロニーの概念を導入し、同属内の地理的特性と進化系統を明らかにしている。その研究の着想は、それまでの本邦における軟体動物化石研究のみならず、広く古生物学の研究に新たな思考方法を示した。この *Glossaulax* 属に関する研究は、同君

によってさらに1987-1988年と進展し、その祖先型が北米西海岸の古第三系に出現していたことも初めて同君によって指摘されている。

間嶋隆一君のタマガイ科 (Naticidae) の研究はその後、本邦の第三系から産出する全ての種が研究対象となり、自らの丹念な全国各地からの化石採集と詳細な分類学的検討が進められ、その分類体系が、生層序学的検討とともに初めて完成された。同君の研究成果は1989年 *Bulletins of American Paleontology* に大作として掲載され、1977年米国マリコピッチ博士の北東太平洋産タマガイ科化石の大作にならび、環太平洋第三系産タマガイ科の研究に大きな貢献をなしている。同君のこの総括的研究により、タマガイ類の分類体系が樹立されたと同時に、例えば *Gloussaualax* 属、*Euspira* 属、*Cryptonatica* 属では新生代を通じて、それらの進化系列がはじめて明らかにされた。また、同君は本邦新生代における古海洋気候の特性を、タマガイ科化石の古生物地理的分布の特性から 1) Arctic type, 2) Cold-Temperature type, 3) Temperate type, 4) Warm-Temperature type, 5) Tropical type に区分することを提唱し、軟体動物化石群の古生物地理学的特性、地質年代対比、古気候・古海洋学的特性についての有用性を示している。

間嶋隆一君はこれらの本邦新生代軟体動物化石群集の研究成果を踏まえ、*Olividae* 科、*Amalda* 属、*Clevagellidae* 科などの化石種あるいは現生種の分類学的研究や *Phanerolepida* 属の個体発生的研究を行い、大きな成果をもたらした。

同君の新生代貝類化石の研究は本邦のみならず、環太平洋地域の軟体動物化石の研究に新たな研究手法をもたらしたと同時に、大いに貢献してきたと言える。

日本古生物学会は、ここに同君の努力と古生物学の研究への貢献を高く評価し、学術賞を贈って、今後の一層の発展を期待する。

1995年度一般会計決算および1996年度一般会計予算

収入の部 科目	予算額	決算額	1996年度予算額
前年度繰越金	3,595,944	3,595,944	1,551,397
学会基金	0	0	1,330,000
会費収入	7,800,000	8,030,543	8,100,000
普通会员	4,100,000	4,396,000	4,400,000
特別会員	2,450,000	2,244,000	2,355,000
賛助会員	300,000	345,000	345,000
外国会員	200,000	151,543	150,000
友の会会員	750,000	894,000	850,000
会誌等売上	1,000,000	1,110,609	1,400,000
報告紀事刊行助成金	1,420,000	1,370,000	1,370,000
研究成果公開促進費	0	600,000	0
広告料(化石)	360,000	315,000	315,000
国際交流基金	300,000	0	300,000
醸金	100,000	180,000	100,000
利息	50,000	18,296	15,000
年会例会参加費	800,000	809,088	800,000
報告紀事著者負担金	210,000	236,900	0
雑収入	80,000	56,904	55,000
計	15,715,944	16,323,284	15,336,397

学会基金(定額貯金5,000,000)
研究委員会等助成基金(3,930,000)

支出の部 科目	予算額	決算額	1996年度予算額
会誌発行費	6,500,000	6,972,740	6,900,000
会誌送料	800,000	601,120	1,000,000
通信・運搬費	600,000	912,675	1,000,000
諸印刷費	700,000	681,558	700,000
業務委託費	2,000,000	1,793,240	2,100,000
研究委員会等助成費	300,000	0	300,000
国際交流補助費	300,000	0	300,000
雑費	2,812,000	3,113,049	2,170,000
振替手数料	40,000	41,084	40,000
庶務事務費	30,000	61,941	60,000
編集費	200,000	148,498	150,000
謝金	150,000	211,460	450,000
年会例会会場費	500,000	475,227	500,000
IPA会費	22,000	19,630	20,000
質関係費	700,000	308,420	350,000
消耗品費	70,000	114,269	100,000
学会図書整備費	100,000	100,000	100,000
その他	1,000,000	1,632,520	400,000
予備費	1,653,944	697,505	866,397
次年度繰越金	0	1,551,397	0
計	15,715,944	16,323,284	15,336,397

1995年度特別号会計決算および1996年度特別号予算

収入の部	予算額	決算額	1996年度予算額
前年度繰越金	3,638,994	3,638,994	3,493,841
特別号売上	1,000,000	826,605	1,000,000
利息	60,000	49,838	60,000
刊行助成金	1,192,000	700,000	1,333,000
合計	5,890,994	5,215,437	5,886,841

支出の部	予算額	決算額	1996年度予算額
謝金	40,000	40,000	40,000
販売促進費	30,000	13,408	30,000
事務雑費	50,000	0	50,000
Bibliography 原稿作成費	60,000	0	120,000
特別号印刷費	1,692,496	1,668,188	1,933,310
予備費	4,018,498	0	3,773,310
繰越金	0	3,493,841	0
合計	5,890,994	5,215,437	5,886,841

日本古生物学会への醸金者御芳名 (第7回)

(敬称略, 50音順)

神戸信和, 徳永重元, 松本達郎

(計 3件, 70,000円)

平成7年4月1日より平成8年8月31日まで
に, 上記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, 次の要領にておこなっており
ます。引き続きよろしくご協力下さいますようお
願いたします。

記

1. 醸金金額: 特に上限・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込ください。
郵便振替: 00110-1-762037
日本古生物学会
3. 醸金をいただいた方々のご芳名は, 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 斎藤常正

会員の入・退会等の受付 (1996年4月20日常
務委員会提出分)

普通会員7名 (渡部真人, 福田康子, 佐藤恵
理子, 佐藤 勤, 鏑本武久, Titima Charoen-
titirat, 長岡香百合) の入会を受け付けた。退
会3名 (内田栄一, 荒川富夫, 内村竜一), 会
員移動1件 (佐藤たまき: 国内普通会員から
海外会員へ)。

1996年4月20日現在の会員は, 普通会員656,
特別会員272 (名誉会員予定の2名を除く),
名誉会員17 (1997年度からの特別会員2名を
含む), 賛助会員9, 海外会員38 (内1名は特
別会員), 住所不明会員の計995名である。

第2次長期計画委員会1995年度活動報告

第2次長期計画委員会委員 大野照文, 岡崎
美彦, 加瀬友喜, 斎藤常正, 棚部一成, 千葉
聡, 鎮西清高 (委員長), 中森 享, 野田浩司,
速水 格, 平野弘道, 森 啓, 山口寿之 (13名)

[A] 第2次長期計画委員会の目的と組織

第2次長期計画委員会は1993年1月28日の本会評議員会において設置が決定され、その目的は、第1次長期計画委員会がまとめた「古生物学研究・教育の現状と課題」(白書)の指摘を受けて、古生物学と古生物学会の発展のための具体的な活動方針を打ち出すこと、および自然史科学振興に関する他学会への提言を推進する主体として活動すること、とされた。

1995年2月1日の評議員会で2年間の活動報告を行った。この報告で、自然史学会連合の事務局としての活動、博物館との連携、大規模研究プロジェクトの立案など、9項目について報告・提案・提言を行った(化石55号参照)。

同評議員会において長期計画委員会の存続が決定され、その目的として、報告中で提案した諸計画を実施すること、および自然史学会連合の事務局として活動すること、が定められた。また、第3年目のこの委員会には、それぞれの課題に応じて作業グループを設け、各作業グループが独自に企画を進め、活動することが了承された。またメンバーも必要に応じ適宜追加してよいということになった。

以下に、上記のような目的と組織で行った本年度の活動の概要を報告する。

[B] 1995年度における第2次長期計画委員会の活動

[I] 自然史学会連合への対応

自然史学会連合は1995年6月3日に創立総会を開催、25学会が参加して設立宣言文を採択、当面の活動方針を決めた。続いて10月7日に創立記念シンポジウム「自然と人間の共生—21世紀の自然史科学の研究と教育—」と第2回総会を開催した。シンポジウムでは、7つの講演があり、盛会であった。なお、このシンポジウムの経費は本会が申請した科研費研究成果公开发表(B)経費、および財団法人・国際花と緑の博覧会記念協会からの寄付によった。第2回総会では、連合の運営規則などが制定され、運営委員会も発足した。なお、初代連合代表に本会の速水格君が選出された。これで学会連合は本格的活動に入り、1996年度の活動予定も決まった。現在28

学協会が加名している。

以上の活動のほか、自然史学会連合ニュースを発行している。ここまでの活動の主体は本長期計画委員会の委員が中心となって行った。

[II] 普及書の出版

現在の地球環境を正しく把握し、未来を考えるためには、過去の地球環境の理解が重要であることを普及し、自然史への関心を高めることを目的とする普及書「古生物と地球環境」の出版を行う。編集者は森委員。

1) 計画の概要・読者対象: 理系の学生が理解できるような大学生レベルを対象とする。全230頁、出版社: 朝倉書店。原稿締切は本年9月末、出版は97年3月を予定。2) 普及書「古生物と地球環境」の内容 I. 古生物とは何か: 化石と古生物、環境復元と化石の情報。II. 生命の誕生と地球環境: 原始地球の環境、生命の誕生とその要因、先カンブリア時代の生物と環境変遷。III. 生物の大爆発 (Cambrian explosion): Walcottの大発見、大爆発の要因と古環境、大爆発と生物の進化。IV. 生物の大量絶滅: 大量絶滅とは、海水準低下と海洋無酸素事件(古生代/中生代境界)、隕石衝突と生物の絶滅(古生代/新生代境界)。V. 第四紀の生物と古環境の第四紀とは、地球の環境変動と海水準変化、陸上動物の盛衰。VI. 人類と地球環境: 人類の起源と進化、人類と環境破壊・環境汚染(文明の功罪)、人類の未来。

[III] 一般への普及・博物館との連携

一般への普及活動や博物館との連携については、既に将来計画委員会報告の主旨を体して、常務委員会の行事係により定例の行事として実施に移されている。

昨年度は6月例会に普及講演が横須賀市教育委員会との共催で行われた。今後の予定は、①学会と国立科学博物館が協力し同館新宿分館で2回の普及講演会を開催する。96年12月14日午後、テーマ: モンゴルの恐竜調査、サハリンのアンモナイト調査。97年2月1日午後、海の哺乳類の自然史、“ジュラシック・マリナーズ”—海底洞窟の世界。講演者は同館所属の本会会員。どちらも対象は中学生以上。②97年1月の京都大学年會では「カンブリア紀大爆発—環境の激変と多細

胞生物の起源」に関する普及講演会の予定。

[IV] 後継者育成の問題

(1) 後継者予備群への配慮として「全国大学古生物学教室・研究室案内」を出版する。平野委員及び松川正樹会員が作業グループを構成、原案を作成。それによると96年度中に各教室・研究室あてに教室・研究室紹介の原稿依頼をする予定。全100頁、97年出版予定。

(2) 大学院生など若手研究者の研究活動を活性化するため、次の3つの催しを企画、実施した。

- ①夏の沖縄、フィールドセミナー：石垣市において、95年8月上旬約1週間セミナーを開いた。主テーマはサンゴ礁の地形・生物・堆積物で、セミナーと野外実習を行った。教官層として中森委員・井龍康文・西弘嗣・狩野彰宏・松田伸也の各会員、学部学生・院生あわせて14名が参加した。②大学院生の集会：院生間の交流を進めるため、研究集会・情報交換のための小集会を学会ごとに開く準備を行った。第1回を伊佐治会員（東大大学院）の主催で95年6月例会に夜間小集会として開催。「若手研究者向けネット開設について」について。③特別セミナー：他分野の著名な研究者を学会に招待し、院生向けの特別セミナーを開くこととし、96年年会の夜間集会に、東京大学人類学教室の諏訪元氏による「アフリカの化石人骨から見た人類の進化」の講演会を行った。

[V] 科学研究費の問題

多くの古生物研究者が関与する大規模な研究プロジェクトを立ち上げ、文部省科研費の重点領域研究等の予算を得て研究を展開するため、中森・大野委員に小泉格・北里洋会員らが加わり、その他の方々の協力を得て10月に検討会を開催、具体的計画の内容と実現のための手順を検討した。

多くの研究者や院生が興味を持ち、個人の研究の進展に資すだけでなく、その成果が現在の社会に影響を持つような10ほどのテーマを比較し、地球環境と生物群の変動を探究する課題として「白亜紀以降の生物地球化学的循環と生物の進化」および「カンブリア大爆発」の2テーマを中心に検討を進めた。

これらのテーマについて、具体的課題と研究目標、研究組織と分担、資料の収集、データの解析、モデルと実験による検証、人材確保の見通し、予算案の策定と資金の配分、他学会との連携、などの具体的問題点を検討中である。

[VI] その他

1995年の長期計画委員会報告で提案・提言した課題のうち、上に触れなかった問題と、その取り扱いは以下のようである。

- ①自然史研究資料の保存：自然史科学に関する Archives 設立は連合が発足し、今後は連合の課題になると思われる。②古生物学データベースの構築：この問題は古生物学研連の課題として検討されている。③学会運営方式の諸問題：学会運営運動に付いては、常務委員会主導で評議員会において検討が進んでいる。

[C] 今後の活動について

1996年1月25日の評議員会において、以下のことが決定した。

- 1) 第2次長期計画委員会は、当初の目的を達したと判断されるので、この報告をもって活動を終了する。
- 2) 上記のように、古生物学の振興と学会の発展に資する多様な活動が、作業グループによって進められているので、これを統括する第3次長期計画委員会を発足させる。しかし計画のいくつかは既に通常活動化しているので、委員会の任務として検討と育成が必要な課題だけを残すこととする。第3次委員会の主な業務は、第2次委員会の活動報告に基づく当面する問題への対応（①研究の振興と若手の育成に関連する問題、②古生物学を中心とする大規模研究プロジェクトを立案し科学研究費の重点領域を走らせる問題、など）、学会運営の改善に関する諸問題など、さまざまな全般的・長期的の問題に取り組む。

委員の構成は、現在この研究プロジェクトの立案に活動している作業グループのメンバーのほか、常務委員会が推薦する若干名とし、具体的構成は本年6月の評議員会に提案することとなった。

1995年度（平成7年度）受け入れ交換・寄贈出版物および定期刊行物目録

日本古生物学会図書室 c/o 自然史科学研究所

国外の出版物・定期刊行物

Australia:

Memoirs of the Museum of Victoria, vol. 54, nos. 1-2 (1994).

Records of the South Australian Museum, vol. 28, pt. 1 (1995).

Austria:

Annalen, ser. A: 92-1988 (1991), 95-1991 (1993).

ser. B: 92-1988 (1991), 93-1989 (1992), 94-1990, 95-1991 (1993), 96 (1994).

Belgium:

Bulletin del l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre, vol. 65 (1995).

China, P. R.:

Acta Geologica Sinica, vol. 69, no. 1 (1995).

Acta Geologica Sinica (English edition), vol. 7, no. 4 (1994), vol. 8, nos. 1-3 (1995)

Acta Palaeontologica Sinica, vol. 32, no. 6 (1993), vol. 33, nos. 1-6 (1994), vol. 34, no. 1 (1995).

Annual Report, Chinese Academy of Geological Sciences, 1993. Geological Publishing House, Beijing (1994).

Czech:

Geologická bibliografic SFR za rok, 1991, 1992-nos. 1-2.

Acta Musei Moraviae, vol. 77, nos. 1-2 (1992), vol. 79, nos. 1-2 (1994).

France:

Mzmoires de la Société Géologique de France, n. s., nos. 167-168 (1995).

Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, t. 165 (1995).

Documents des Laboratoires de Géologie Lyon, nos. 133-137 (1995).

Germany:

Geologisches Jahrbuch, Reihe A, H-134, H-140 (1994).

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie u. histor. Geologie, H-35 (1995).

Senckenbergiana Lethaea, Bd. 75, nos. 1-2 (1995).

Israel:

Annual Meeting, 1995, Israel Geological Society (1995).

Geological Survey of Israel, Bulletin, no. 84 (1993).

Italy:

Palaeopelago, vol. 4 (1994).

Bollettino della Società Paleontologica Italiana, vol. 33, nos. 2-3 (1994), vol. 34, no. 1 (1995).

Macedonia:

Geologica Macedonica, t. 5, nr. 1 (1990-1991).

Netherlands, The:

Mededelingen Rijks Geologische Dienst, no. 49 (1993).

Poland:

- Geological Quarterly, vol. 39, nos. 1-4 (1995).
 Acta Palaeontologica Polonica, vol. 39, nos. 3-4 (1994), vol. 40, nos. 1-3 (1995).
 Palaeontologica Polonica, no. 53 (1994), vol. 54 (1995).
 Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, no. 370 (1994), no. 371 (1995).

Russia:

- Paleontological Journal (in Russian), 1993-nos. 3-4, 1994-nos. 1-4, 1995, nos. 1-3.
 Geological Literature of Russia, vols. 1-2 (1994).

South Africa:

- Navorsinge: vols. 9-11 (1993-1995).

U. K.:

- Bulletin of the Natural History Museum, Zoology Series, vol. 61, nos. 1-2 (1995).

U. S. A.:

- University of California Publications. Geological Sciences, vol. 138 (1993).
 Oklahoma Geological Survey, Circular 95 (1993), Circular 96 (1994).
 Proceedings of the California Academy of Sciences, vol. 48, nos. 3-5 (1995).
 Bulletin of the American Museum of Natural History, nos. 220-221 (1994), no. 225 (1995).
 American Museum Novitates: nos. 3076, 3083 (1993), nos. 3086, 3092, 3098, 3105 (1994), nos. 3122, 3124, 3130, 3132, 3133, 3140, 3141, 3143, 3146 (1995).
 PaleoBios: nos. 3-4 (1993), vol. 15, nos. 1-4 (1993), vol. 16, nos. 1-2 (1994).
 Smithsonian Contributions to Paleobiology: nos. 69, 71 (1991), nos. 73, 74 (1993), nos. 76, 78 (1994), no. 81 (1995).
 U. S. Geological Survey Professional Paper:
 1990: 1367
 1994: 1410-C, 1528, 1529, 1534, 1538-H, M. N, 1544, 1545, 1550-F, 1554
 1995: 1066-P, 1357, 1386-C, 1402-F, 1408-C, 1409-D, 1415-A, 1438, 1454, 1525, 1538-E, 1538-I, 1538-J, 1538-L, 1538-P, 1538-Q, 1538-R, 1538-S, 1543-A, B, 1547, 1549, 1559, 1561, 1565-A, 1566.

国内の出版物・定期刊行物（順不同）

- 大阪教育大学紀要, 第三部門, vol. 42, no. 1 (1993), no. 2 (1994).
 地質調査所, Cruise Report, no. 23 (1994).
 地質調査所, 海洋地質図, no. 40 (1993), nos. 41-44 (1994), nos. 45-46 (1995).
 東京大学海洋研究所, Cruise Reports (1993).
 北海道開拓記念館 出版物 (1995).
 The Island Arc, vol. 3, issue 4 (1994), vol. 4, issues 1-4 (1995) (国内扱いとしています).
 Journal of Science of the Hiroshima University, ser. C. vol. 10, no. 1 (1994), nos. 2-3 (1995).

The Island Arc からのお知らせ

The Island Arc 編集委員会

●アイランドアークをご愛読いただきありがとうございます。

本誌は、日本地質学会を筆頭に日本第四紀学会・日本岩石鉱物鉱床学会・日本古生物学会・資源地質学会の公式支援による編集委員会（編集委員長：平 朝彦・小松正幸，編集事務局：小玉喜三郎）で編集される国際学術雑誌です。上記学会員（個人）に限り特別価格講読の特典があります。

●第5巻（1996年）からの講読費（個人会員特別価格）値上げについて

編集委員会では当初年間320総ページを目標に編集してきましたが、お陰様で近年はページ数が大幅に超過する傾向になってまいりました。そこで、号数は年間4号に据え置きますが、数ページ数を360-400ページに増やすことにしました。このため、第5巻（1996年）から年間講読費を8000円としましたのでご了解下さい。なお、第1巻（1992年）から第4巻（1995年）の各巻は6000円で購入できます。

●便利な郵便振替をご利用下さい。

新規・継続講読のいずれの場合も郵便振替による代金支払いが便利です。下記の事項を記入して、よりの郵便局でお支払い下さい。なお、継続講読の場合には「購読者コード」もご記入下さい。

口座番号 00310-8-1321 加入者名：アイランドアーク編集委員会

記入事項：購読者氏名・住所（必ずフリガナをふって下さい）

講読希望巻，払い込み総額

なお、従来通り、クレジットカードによる支払いもできます。1994年7月号の地質学雑誌に綴じ込んだオーダー用紙をご利用下さい。

●今後の特集計画

Ultra high pressure metamorphism (Vol. 4/4)Guest Editors: Liou, J. G. L. and S. Banno

Proceedings of Inter Rad VIIGuest Editors: A. Yao and De Wever

Orogeny of Japanese IslandsGuest Editors: G. Kimura, Y. Isozaki and S. Maruyama

Active arc-arc collision tectonicsGuest Editors: K. Amano and M. Takahashi

●投稿のお願い

本誌は年間に4号出版いたします。独創的な論文の投稿を歓迎します。本学会の会員であるか否かを問わず、国内、海外のどなたでも投稿できます。投稿料は無料です。原則として国内および海外の2名のレフェリーによって査読し、迅速な掲載を目指しています。詳しい投稿方法については本誌巻末のNotice to Contributorsをご覧ください。

●The Island Arc へのお問い合わせは下記までご連絡下さい。

〒305 つくば市東1-1-3 工業技術院地質調査所内 The Island Arc 編集委員会事務局

小玉喜三郎

Tel. 0298-54-3650, Fax: 0298-54-3653, E-mail: kodama@gsj.go.jp

又は、ブラックウェルサイエンス Pty Ltd ケーティン・ジュリアン（日本ビジネス担当・日本語可）
54 University Street, PO Box 378, Carlton South, Victoria 3053, AUSTRALIA

Tel: 001-3-347-0300, 0031-61-6338（日本語フリーダイヤル）, Fax: 001-61-3-347-5001

First announcement and call for papers **PaleoForams '97**

Conference: August 17 through 21, 1997, Western Washington University, Bellingham, WA (USA)

Organizers: Charles A. Ross, Department of Geology, Western Washington University, June R. P. Ross, Department of Biology, Western Washington University, and Paul Brenckle, Amoco Production Company, Houston, TX.

Pre-conference Field Trip: August 14-16, 1997, Late Devonian through Permian strata of accreted terranes in southwestern British Columbia (Canada), organized by J.H.W. Monger (Geological Survey of Canada) and others.

Post-conference Field Trip: August 22 to 24, 1997, Carboniferous of Arrow Canyon and the mid-Carboniferous boundary, southern Nevada, (USA), organized by Rick Page (US Geological Survey) and Paul Brenckle.

The study of Paleozoic Foraminifera includes a number of general, as well as several unique, interests and interpretations that lend themselves well to a specialists meeting. The conference topics are designed to address these, as well as more traditional questions. An initial list of topics for which talks and/or posters are solicited includes: Evolution, dispersal, and paleobiogeography; Classification and taxonomy; Biostratigraphy and zonation; Paleocology and sedimentary environments of deposition; Biological interpretations and significance; Numerical and statistical methods; Composite standard sections and their utility in Foraminifera biostratigraphy; New techniques.

At this time the organizers welcome additional topics that participants wish to have included.

Please address correspondence to:

Charles A. Ross
Department of Geology
Western Washington University
Bellingham, WA 98225-9080

or Fax: 360 650-3148
or e-mail: rossjrp@henson.cc.wwu.edu
or phone: (360) 650-3634

PaleoForams '97 Please return this part to: C. A. Ross, Dept. of Geology, Western Washington Univ.,
Bellingham, WA 98225-9080 USA

NAME:

ADDRESS:

My interest in attending the August 1997 PaleoForams '97 conference in Bellingham, WA.

- definitely plan to attend
- probably will be able to attend
- possibly will attend, but uncertain

I plan to present (or co-author) a talk () and/or poster () (please check) about:

I plan to participate in the:

- Pre-conference field trip to the Devonian through Permian in southwestern British Columbia.
- Post-conference field trip to the Carboniferous in Arrow Canyon in Nevada.

第4回国際甲殻類会議 (The Fourth International Crustacean Congress, ICC IV) のお知らせ

上記会議が1998年6～7月、1週間にわたりオランダ、アムステルダムで開催されます。一般テーマは、Crustaceans and the biodiversity crisisで、それ以外に、1) phylogeny / systematics, 2) evolution / paleontology, 3) biogeography, 4) biodiversity and environment (including pollution and toxicology), 5) morphology and anatomy, 6) larval biology and life histories, 7) ecology and ethology, 8) physiology and biochemistry, 9) genetics and molecular biology, 10) fisheries and aquacultureのサブテーマがあります。講演の申込み等、詳細は下記へお問い合わせ下さい。

Crustacean Congress c/o Secretariat, Institute of Systematics and Population Biology, University of Amsterdam, P. O. Box 94766, NL 1090 GT Amsterdam, The Netherlands. Fax: 31205255402, E-mail: zii@bio.uva.nl

(山口寿之)

訂正

「化石」59号に掲載された天野和孝・佐藤春樹論文の図の説明の一部に脱落箇所および誤りがありましたので、お知らせします。

3頁 図3 5. *Mya (Arenomya) arenaria oonogai* Makiyama, JUE no. 15515, Loc. 7.

9頁 図4 14. *Mercenaria stimpsoni* (Gould), JUE no. 15534, Loc. 29.

11頁 図5 10a-b. *sachalensis* を *sachalinensis* へ訂正

お知らせ 著作権の国会帰属にあたって

日本古生物学会の欧文誌、特別号、邦文誌(化石)、および年会・例会講演予稿集に掲載された記事・論文の著作権は、従来は著作者に属し、本会は編集著作権を持っていました。

しかし今後は本会が著作者より著作権の委譲を受け、諸団体からの要求(転載許諾)に対応して

いくことは、著者の立場からも論文のサーキュレーションを良くするものであり、望ましいと考えました。

また著作権保護の立場からも、学協会が著作権を持つことが望まれています。

以上の理由により、今後は論文情報の多目的利用を図るため、著作者より本会が著作権の委譲を受け、著作者の利益に沿いながら、著作権の管理を行うことになりました。

著作権についての内規

1. 日本古生物学会の欧文誌、特別号、邦文誌、年会・例会講演予稿集に掲載される記事・論文等の著作権は、原則として本会に帰属するものとする。
2. 著作者自身が自分の記事・論文等の全文または一部を複製、翻訳、翻案などの形で利用する場合、これに対して本会は原則的に異議申し立てをしたり妨げることはしない。ただし、著作者自身でも全文を複製の形で他の著作物に利用する場合に限り、事前に本会へ文書で申し出を行い、許諾を求めなければならない。
3. 第三者から、記事・論文等の複製あるいは転載に関する許諾の要請があり、本会において必要と認めた場合は、著作者に代わって許諾することがある。
4. 本内規は平成8年2月27日(契約日付)から実施するが、すでに公刊された本会著作物についても、これを適用するものとする。

行事予定

◎1997年年会・総会は、1997年1月30日～2月1日に京都大学理学部で開催予定です。講演申込み締切日は12月1日です。

申込先(予稿集原稿提出先):

〒169-50 東京都新宿区西早稲田1-6-1

早稲田大学教育学部 平野弘道(行事係)

Tel. 03-5286-1516(ダイヤルイン)

Fax. 03-3207-4950

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

「化石」投稿規定

(1988年1月27日制定)

(1991年編集部移動に伴い一部改訂)

1. 原稿の種類

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

2. 原稿の分量と体裁

- s. 原稿は14印刷頁以内とする(1論文の長さは、400字詰原稿用紙で、図表のない場合に70枚程度となる)。
- b. 原著論文には欧文の要旨をつける。
- c. 原著論文・短報・解説・論壇の原稿には、欧文の表題およびローマ字綴りの著者名をつける。
- d. 原稿第1頁に脚注として著書の所属機関を記す。

3. 投稿

- s. 所定の様式の投稿原稿整理カード(コピーして使用されたい)を添える。
- b. 原著論文・短報・解説・論壇の投稿の際には、正規の論文原稿のほかに、図(写真版を含む)・表などを含む完全なコピー1組を添える。

4. 原稿の送付先

当分の間下記宛とする。

〒113 東京都文京区本郷7-3-1
 東京大学大学院理学系研究科地質学教室内
 日本古生物学会「化石」編集部

5. 著者の責任

- s. 著者は編集手続きに関する編集委員会の指示にしたがう。初校に対する校正は著者の責任において行う。
- b. 原稿(図・表を含む)は14印刷頁を限度とし、これを越える部分、およびカラー写真・折込図表の出版費用は著者の負担とする。
- c. 別刷の印刷に要する費用は著者の負担とする。

著者への指針

1. 原稿

- s. 原稿は400字詰め、横書き原稿用紙を使用する。ワードプロセッサ使用の場合もこの規格に合わせるか、1頁を400字の倍数とし、原稿にそのむね明記する。
- b. 文章は「である体」とし、現代かな使い、当用漢字を用いる。ただし、固有名詞や学界での慣用の術語はこの限りでない。句読点は、、を用いる。欧語綴りの人名を引用する場合は、タイプするか活字体で明瞭に記し、小キリッパル字体は用いない、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おう。
- e. 図の作成要領は本学会報告・記事「著者への指針」に従う。複雑な表は図と同じようにそのまま製版できるよう、著者自身が黒の活字またはタイプライターで作成する。
- f. 引用文献は、著者名をabc順に、また同一著者を発表順に並べ、「文献」として、論文末尾に一括する。体裁は以下の例の様式に従い、ページまでを完記し、特に必要のないかぎり図、表の数は省略する。

(例)

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

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

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

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

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

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

付記：「化石」誌を欧文で引用する際には、次のようにされたい。

Fossils (Palaeont. Soc. Japan) No. 00.
著作権：「化石」誌に掲載された論文の著作権（著作権財産権, (copyrite) は、日本古生物学会に帰属する。

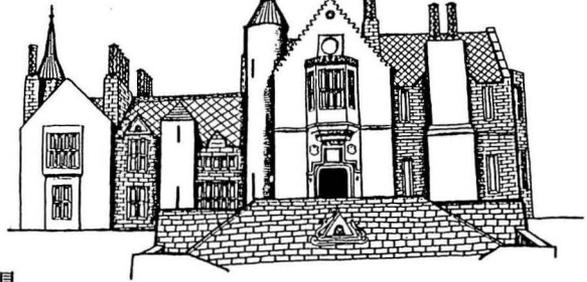
「化石」投稿原稿整理カード

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			

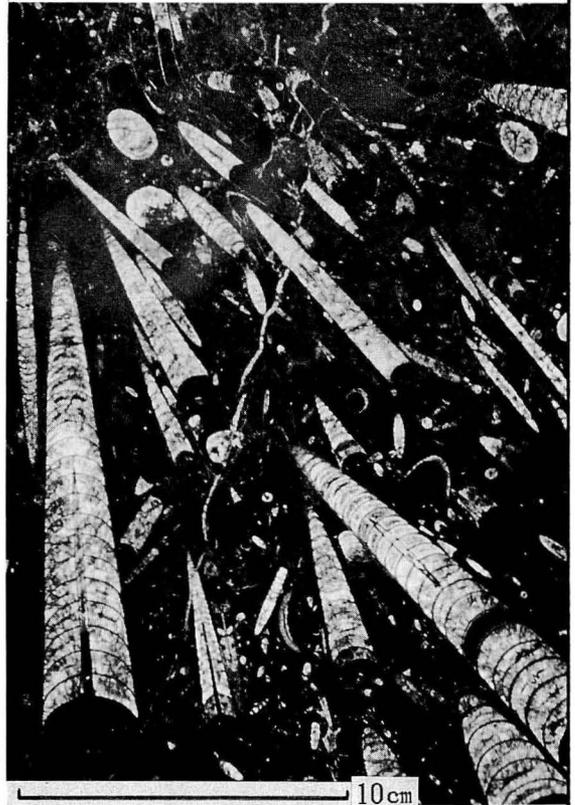
大理石村

へのお誘い

ロックハート城



「大理石村」は平成元年6月群馬県吾妻郡高山村の「ロマンチック街道」沿い（中山峠）に開館しました。サンポウアートは世界の石のアートおよび鉱物や化石を集めた新しい展示場です。さらに、平成5年4月、スコットランド史にその名を知られた、ロックハート城の移築を行いました。どうぞお気軽にご来館下さい。なお、レストラン（イタリア、フランスおよびドイツ料理）も併設しております。



「展示石材の一部・直角貝（軟体動物）の化石」



〔営業内容〕

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

ロックハート城内での各種式典（婚礼を含む）のお世話。

SANPO ART

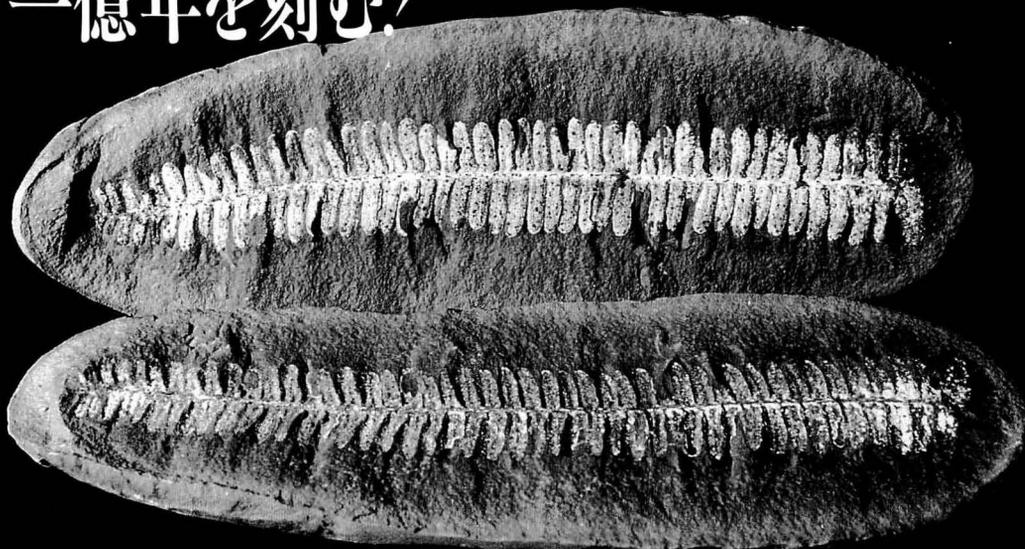
株式会社 サンポウアート

本社 ■群馬県沼田市屋形原町 1407 TEL 0278-24-4114(代)
大理石村 ■群馬県吾妻郡高山村中山 5583 TEL 0279-63-2101(代)

社長 平井良明

展示指導 (財)自然史科学研究所

一億年を刻む!



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

地学標本(化石・鉱物・岩石)

古生物関係模型(レプリカ)

岩石薄片製作(材料提供による薄片製作も受け賜ります。)

大英博物館/恐竜復元模型

縮尺: 実物の40分の1 精密教育用モデル、大英博物館製作による刻印入

TEL 03-3350-6725

上京時にはお気軽にお立寄り下さい。

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



Fossils, Minerals & Rocks

株式 東京サイエンス
会社

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

TOKYO SCIENCE CO., LTD.

外国産実物化石標本販売



当社の恐竜クォーリー モンタナ アメリカ

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

その他、各種一級品の化石を各種とり揃えて、来社をお待ちしています。

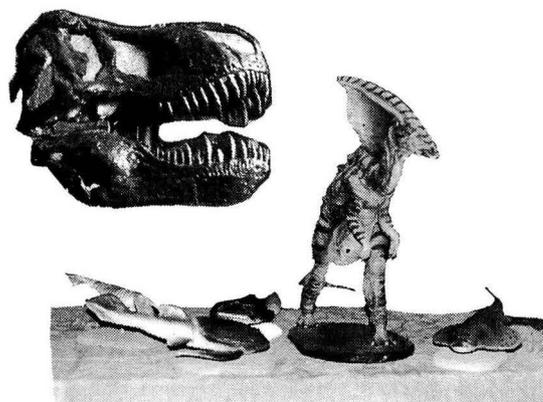
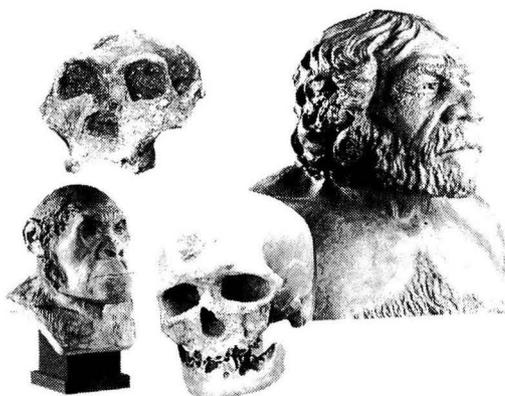
アンモナイト ¥300～
 三葉虫 ¥300～
 鯨の歯 ¥250～
 魚化石 ¥500～



軟骨魚類 クセナカントス パルム紀

古生物の生体復元模型と化石の複製

三葉虫から恐竜、人類まで各種



好評発売中！ 図説 哺乳類の進化

定価 13,000円（税込）

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

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

所在地：〒143 東京都大田区東海 4-2-8

(株)コイケ新館 3F (大井埠頭、大井税関並び)

電話番号：03-3799-5145

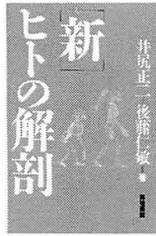
FAX：03-3799-5177

株式会社 テラハウス

(会社の所在地が上記のように変わりました)

新・ヒトの解剖

井尻正二+後藤仁敏[著] ●新刊 定価2,200円



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

新・人体の矛盾

井尻正二+小寺春人[著] ●3刷 1,900円

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

日本化石集

【毎日出版文化賞特別賞/日本地学教育学会推薦】

各集6シート 各2,060円

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

第1期…1集～18集(品切＝2集、7集、14集)

第2期…19集～38集(品切＝20集、21集、28集)

第3期…39集～58集

(品切＝47集、50集、52集、54集、55集、56集)

第4期…59集、62集、66集、68集

(休刊中＝60集、61集、63集、64集、65集、67集)

話題の新刊・好評の既刊書

日本全国化石採集の旅

化石が僕を呼んでいる

続・日本全国化石採集の旅

まだまだ化石が僕を呼んでいる

大八木和久[著] 正編…2,060円 続編…2,266円

日本の長鼻類化石

亀井節夫[編著] 10,300円 ●在庫僅少

恐竜 その発生と絶滅

スウィントン[著] 小島郁生[訳] ●新装版 1,957円

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] 12,360円

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

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

日曜の地学シリーズ

●朝日新聞評＝地質や採取される化石などをやさしく解説。

●千葉日報評＝案内図や露頭図・写真なども豊富。休日の自然観察のガイドブックとして推奨したい。

①埼玉の自然をたずねて ●改訂新版5刷 1,648円

④東京の自然をたずねて ●改訂新版4刷 1,700円

⑦広島地質をめぐって ●増補版4刷 1,500円

⑧茨城の自然をたずねて ●改訂新版 1,854円

⑬静岡の自然をたずねて ●改訂新版2刷 1,854円

⑭沖縄の島じまをめぐって ●4刷 1,545円

⑰愛媛の自然をたずねて ●2刷 1,545円

⑱宮城の自然をたずねて ●2刷 1,854円

⑲千葉の自然をたずねて ●3刷 1,854円

⑳神奈川の自然をたずねて ●2刷 1,854円

㉑佐賀の自然をたずねて ●新刊 1,854円

長崎の自然をたずねて ●近刊(年内刊行予定)

鳥取の自然をたずねて ●近刊(年内刊行予定)

東海の自然をたずねて ●近刊(来春刊行予定)

地学ハンドブック [第6版]

大久保雅弘+藤田至則[編著] 2,266円

さまよえる大陸と海の系譜 [新訂版]

アンデル[著] 卯田強[訳] ●新訂版 3,900円

海の自然史

アンデル[著] 水野篤行+川幡穂高[訳] 3,605円

日本列島の成立 環太平洋変動

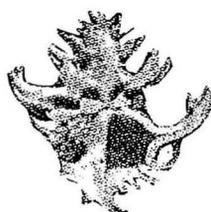
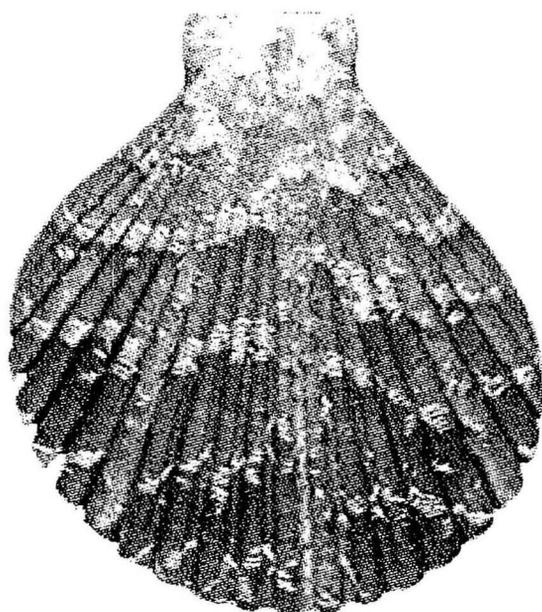
藤田至則[著] ●新版2刷 3,492円

日本海の成立 生物地理学からのアプローチ

西村三郎[著] ●3刷 1,957円

④**築地書館** 〒104 東京都中央区築地2-10-12 TEL 03-3542-3731 FAX03-3541-5799 ●総合図書目録進呈。●ご注文は、最寄りの書店または直接上記宛先まで。(直接郵送時の送料、何冊でも400円)

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



有限会社 沖縄シエル

担当者 松川

〒901-21 沖縄県浦添市港川564-3 E-5

PHONE/FAX 098 (874) 3126

IMC

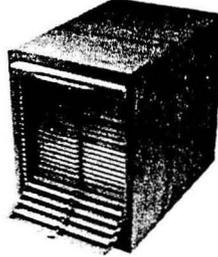
調査機器から研究機材まで



ピック型
ハンマー
(ナイロン柄)
600g, 850g

チゼル型
ハンマー
(ナイロン柄)
600g, 800g, 850g

マイクロスライドキャビネット
〔有孔虫スライド500枚用〕



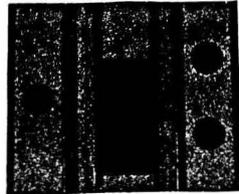
標準フルイ



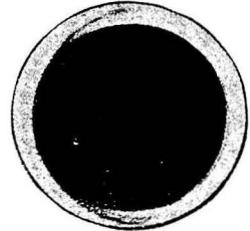
〔各種サイズ〕
#メッシュ



エアー
スクライブ
キット



有孔虫スライド各種



方眼シャーレー
(有孔虫分離用)

岩本鉱産物商会

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

古環境・地質時代の解明に

花粉・微化石分析調査

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

パリオ・サーヴェイ株式会社

本社 〒103 東京都中央区日本橋本町1丁目10番5号
日産江戸橋ビル2F

研究所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3

☎(03)3241-4566 FAX03-3241-4597

☎(0274)42-8129 FAX0274-42-7950

TOKYO SHOW '96

第5回 国際化石鉱物ショー

鉱物・化石・宝石・隕石の祭典

世界各国からトップディーラーが来日する地球史のマーケット

12月14日(土)～12月16日(月)

AM10:00～PM6:00 (最終日 PM5:00)

池袋サンシャインシティ文化会館2階
入場無料

PLANEY 有限会社 プラニー商会

国際化石鉱物ショー事務局

化石、鉱物、隕石、輸入地学標本の専門商社

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

別刷についてのお知らせ

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

○別刷代金は次の式で算定されます：

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

P：本文の頁数

N：別刷の部数

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

〒176 東京都練馬区豊玉北 2-13-1

学術図書印刷株式会社 TEL 03-3991-3754

FAX 03-3948-3762

平成8年4月改正

“化石”バックナンバーの在庫

(価格は送料込み)

- [増刊号] コロキアム：化石硬組織内の同位体 (1000 円)
[13号] マラヤ・タイ国産古植物化石，古生物分類の理論と方法，その他 (500 円)
[16号] ダニアン問題，鮮新統・漸新統論考，その他 (500 円)
[17号] シンポジウム “日本新生代貝類化石群の時空分布(その一)”，その他 (600 円)
[18号] シンポジウム “日本新生代貝類化石群の時空分布(その二)”，その他 (600 円)
[21号] シンポジウム “化石硬組織内の同位体”，その他 (800 円)
[22号] 特集 “中国地方新生界と古生物” (800 円)
[23・24号] 特集 “化石硬組織内の同位体(第3回シンポジウム)”，その他 (1600 円)
[25・26号] シンポジウム “古植物の分布とその問題点”，その他 (1600 円)
[27号] 深海底堆積物中の炭酸塩溶解量の測定，その他 (1700 円)
[28号] 太平洋側と日本海側の新第三系の対比と編年に関する諸問題，その他 (1900 円)
[31号] 本邦白亜系における海成・非海成層の対比，カキの古生態学(1) (1500 円)
[32号] 四万十帯のイノセラムスとアンモナイト，カキの古生態学(2) (1500 円)
[33号] ジャワの貝化石，三疊紀 *Monotis*，その他 (1500 円)
[34号] 進化古生物学の諸問題，その他 (1500 円)
[35号] 後期三疊紀二枚貝 *Monotis* の古生物学的意義，その他 (1500 円)
[36号] 中山層貝化石，放散虫チャートの起源，異常巻アンモナイト，その他 (1500 円)
[37号] 創立50周年記念号。付：会員名簿 (2000 円)
[38号] 北海道小平地域北東部上部白亜系の化石層序学的研究，その他 (1500 円)
[40号] ジュラ紀・白亜紀境界付近における放散虫化石群の変化，その他 (1500 円)
[41号] 西南日本白亜系の古地理と古環境，その他 (1500 円)
[42号] 青森県尻屋層群の放散虫年代，その他 (1500 円)
[43号] *Cyrtocapsella terapera* Haeckel (Radiolaria) の頭部殻室の微細構造，その他 (1500 円)
[44号] 日本産のフジツボ類の時空分布，その他 (1500 円)
[45号] 日本産 *Glossaulax* (Gastropoda: Naticidae) の進化，その他 (1500 円)
[46号] 石灰質ナノ化石からみた秩父盆地新第三系最下部の地質年代，その他 (1500 円)
[47号] 新生代における深海底生有孔虫の殻形態の変遷と古環境的意義，その他，付：会員名簿 (2000 円)
[48号] 化石密集層形成における堆積学的制約と古環境について，その他 (1500 円)
[49号] 姫浦層群上部垂層群の化石カキ礁，その他 (1500 円)
[50号] シンポジウム “古生物学の課題と展望”，その他 (1500 円)
[51号] 鮮新世貝化石群集，分子古生物学，その他 (1500 円)
[52号] *Sphenoceramus* の産状と古生態，日本海溝域の浮遊性有孔虫群集，その他 (1500 円)
[53号] シンポジウム “白亜紀-古第三紀のバイオイベント” その他 (1500 円)
[54号] 現生放散虫，シンポジウム “新生代化石生物温度計の試み”，その他 (1500 円)
[55号] 底生有孔虫からみた古水温分布，同シンポジウム，その他 (1500 円)
[56号] 放散虫殻の構造，生痕化石，シンポジウム “生きている化石”，その他 (1500 円)
[57号] 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)

29, 30, 39号の残部はありません。

バックナンバーを御希望の方は，代金を払い込みの上，お申込み下さい。

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

申込みと送金先：

日本学会事務センター内 日本古生物学会

1996年6月25日印刷

1996年6月30日発行

発行者 日本古生物学会

113 東京都文京区本駒込5-16-9

日本学会事務センター内

化石第60号

編集者 化石編集委員会

印刷者 學術図書印刷株式會社

TEL (03) 3991-3754

Fossils

Number 60

June 30, 1996

Contents

New material of sirenian fossil from the upper Miocene of Numata-cho, Hokkaido, JapanHitoshi Furusawa	1
Chemosynthetic benthic communities in the subduction zones: past, present and future of <i>Calypptogena</i> communities in Sagami Bay-The purpose of the symposiumYasumitsu Kanie, Mutsuo Hattori, Kazumi Akimoto and Ryuichi Majima	12
Environmental conditions of carbonates and chemosynthetic animal communities associated with cold seepage zones along the subduction zone in Sagami Bay, central JapanMutsuo Hattori, Yasumitsu Kanie, Tadamichi Oba and Kazumi Akimoto	13
The distribution and phylogenies of the species of genus <i>Calypptogena</i> and those of vestiment- iferans in the Sagami Trough and the Nankai TroughShigeaki Kojima, Suguru Ohta and Jun Hashimoto	23
Elemental distributions in the tubes of modern vestimentiferan worms, and carbonate forma- tion in their habitatsTakeshi Naganuma, Mutsuo Hattori, Jun Hashimoto and Yasumitsu Kanie	26
"Cold seepage" in Sagami BayToshiyuki Masuzawa	32
Living and fossil benthic foraminiferal assemblages co-occurred with the <i>Calypptogena</i> com- munities(I)-Depth distribution of benthic foraminifera in the sediments of the off Hatsushima living <i>Calypptogena</i> communityKazumi Akimoto, Tomoe Saji, Reiko Tsutsumi and Ena Yoshihara	41
Benthic foraminifera associated with cold seepages: Discussion of their faunal characteristics and adaptationsHiroshi Kitazato	48
Paleoenvironmental study on the chemosynthetic fossil assemblages of the Hayama Forma- tion and the related Late Cenozoic assemblages from the Miura-Boso area, south-central JapanYasumitsu Kanie	53
Obituary: Professor emeritus Teichi KobayashiTatsuro Matsumoto	59
Meaning of the word "natural history"Tetsuro Hanai	63
Akiyama, M. et al.: Shinpan Chigaku Kyoiku Koza 6 (New Series of Earth Science Education, no. 6), "Fossil and evolution"Kenshiro Ogasawara	67
The 7th International Symposium on the Fossil Cnidaria and PoriferaKei Mori	68
Proceedings of the Society	70

Notice about photocopying

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

Except in the USA

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

In the USA

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