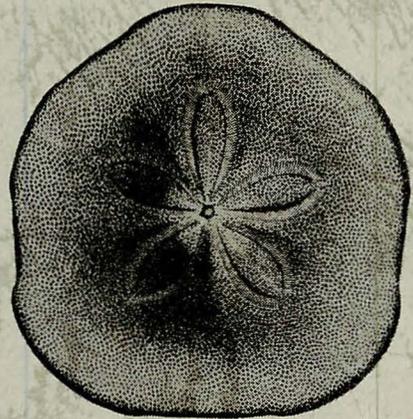


ISSN 0022-9202

化石

34

昭和58年12月



日本古生物学会

日本古生物学会創立 50 周年記念事業計画について

すでに前号(化石第 33 号)に公表しましたように、日本古生物学会は 1985 年に創立 50 周年を迎えることとなります。本学会では、実行委員会を組織し、これを記念する行事につきいろいろと検討してきましたが、このたび計画の大綱が決まりました。学会がこの 50 周年を契機に、古生物学の進歩・発展に向って、いっそうの寄与ができますよう、下記のような計画について会員の皆さまのご理解とご協力をお願いします。

- 1) 記念式典：1985 年年会・総会の折に実施。
会場には国立科学博物館を予定。
- 2) 記念出版物：古生物学の普及を目的とした単行本「化石の科学」の編集・出版。
その他、実行委員会が適当と認めた出版の企画に対し、記念出版物とすることを認める。
- 3) 各地の博物館の古生物に関する特別展示などに対する協力・援助。
- 4) その他
・学会のシンボルマークの公募。
・化石絵はがきセットの出版(下記公募要領参照)。
・化石切手シリーズの発行に向けての働きかけ。
・基金の募集。

これらの記念事業について、ご提案やご意見がありましたら、ぜひ実行委員会までご連絡下さい。

化石写真の募集

日本古生物学会 50 周年記念事業の一環として、化石写真・絵はがきを出版したいと計画しております。良い写真をお持ちの方は下記の要領でふるってご応募下さい。

- 1) 化石のカラー(または白黒)写真：写真は日本およびその周辺地域産の化石の標本、産状、あるいは顕微鏡写真。
 - ・写真には学名、産地、その他の短い説明をつけて下さい。
 - ・焼付写真にはネガまたはポジフィルムをつけて下さい。スライドの場合はそのままでけっこうです。なお、フィルム、スライド等は採用・不採用を問わず、後ほどお返しします。
 - ・記念事業の一つとして「化石の科学」の出版を計画していますが、応募写真の中で適当なものがあれば、「化石の科学」に掲載させていただきます。
- 2) 応募締切は、昭和 59 年 3 月末日。
送り先：〒 980 仙台市荒巻字青葉
東北大学理学部地質学古生物学教室
化石編集部
- 3) 採用作品の著作権は本学会に帰属するものとします。

シンボルマーク・化石写真の採用作品に対しては、記念絵はがきをはじめ 50 周年の記念品をさしあげます。

日本古生物学会

表紙の写真：*Clypeaster subplacunarius* Fuchs
100 年前に発行された Th. Fuchs の論文
「エジプトとリビア砂漠の中新統動物群」
より

化石 34号

1983年12月

目 次

シンポジウム	
進化古生物学の諸問題—シンポジウム記録—	1
論 説	
本邦白亜紀三角貝の生息環境と層序	田代正之・松田智子 19
海底コアの研究における一定容量サンプリングの重要性	大場忠道 33
浮遊性有孔虫による北海道の古第三系の地質年代—堆積間隙と海水準変動との関係—	海保邦夫 41
学会記事	18
追 悼	
半沢正四郎先生を悼む	高柳洋吉 51
図書案内	
古生物図書ガイド(2)	小島郁生 53
新刊紹介	55
学会公告	
50周年記念事業計画について	表紙裏

日本古生物学会

“化石”臨時投稿規定

1. 原稿の種類
和文で書かれた古生物学を中心とした原著論文、短報、評論、解説、新刊紹介、書評、抄録、ニュースその他の記事。
2. 投稿
原稿は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）をそえて投稿する。
3. 原稿の送付先
〒980 仙台市荒巻字青葉
東北大学理学部地質学古生物学教室内
日本古生物学会“化石”編集部
4. 原稿の体裁
 - a. 原稿は400字詰横書き原稿用紙を用い、1論文の長さは原則として40枚以下とする。
 - b. 原稿には欧文の表題およびローマ字つづりの著者名をつける。
 - c. 原著論文には欧文の要旨をつける。
 - d. 原稿第1ページに脚注として、著者の所属機関を書く。
 - e. 図または表の呼称は、図1、図2または表1、表2とする。
5. 文章
 - a. 文章はひらがなと漢字による「である体」とし、現代かなづかい、当用漢字を用いる。ただし、固有名詞や学界で慣用の術語はこの限りでない。
 - b. 句読点は、. . を用いる。
 - c. 人名の姓には小キャピタル字体は用いない。
 - d. 生物の学名のイタリック字体の指定、図・表を入れる位置の指定は著者自身が行う。
6. 引用文献
引用文献は文献として論文末に一括する。体裁は地質学雑誌に準じる。特に必要のない限り、ページまでを完記し、図・表・図版数は省略する。
7. 著者負担
 - a. 2枚をこえる図版、および折込み図表は原則として著者の負担とする。
 - b. 別刷は有償とする。

「化石」投稿原稿整理カード			
投稿原稿の概要		編記 集部入	19 年, No.
発送: 19 年 . 月 日		受理: 19 年 月 日	
著者名	漢字		
著者名	ローマ字		
連絡責任者住所氏名		〒 TEL	
表題	和文		
表題	欧文		
種別 (○でかこむ)		原著論文 短報 評論 解説 新刊紹介 書評 抄録 ニュース その他()	
原稿の枚数	本文: 枚		図版 (Plates): 枚
	図 (Figures): 枚		Abstract: 枚
	表 (Tables): 枚		その他: 説明 (Caption): 枚
別刷	希望部数: 部		表紙の有無: 有 無
	別刷代の請求先および方法:		
その他の希望			

進化古生物学の諸問題

—シンポジウム記録—

1983年1月22日東京大学理学部における
日本古生物学会1983年年会で開催

Problems in evolutionary paleontology : Report of symposium

Abstract A symposium "Problems in evolutionary paleontology" was held on the occasion of 1983 Annual Meeting of the Palaeontological Society of Japan at the University of Tokyo on January 22nd, 1983. Following five talks and three nominated discussions were presented in the symposium.

Tomowo Ozawa : Evolutionary process in *Umbonium* (Gastropoda, Trochidae)

Teruya Uyeno : Speciation and rate of evolution in some fishes

Kei Mori : Basic problems on scleractinian coral species

Kazushige Tanabe : Functional evolution of the Cephalopoda

Yasuhide Iwasaki : What can be known through paleoecological approaches?

Discussions : 1. Itaru Koizumi : Toward evolutionary paleontology of microfossils. 2. Toshiyuki

Yamaguchi : Speciation of barnacles. 3. Shoichi Shimoyama : Preservation of primary information in fossil populations as viewed from size frequency distributions in some gastropods.

Conveners : Itaru Hayami and Kiyotaka Chinzei

目 次

まえがき	速水 格・鎮西清高	2
キサゴ類にみられる進化過程	小沢智生	3
魚類の種分化と進化速度	上野輝彌	4
六射サンゴ類の種に関する基礎的諸問題	森 啓	7
機能からみた頭足類の進化	棚部一成	9
古生態学的アプローチでわかること	岩崎泰穎	13
指 名 討 論	小泉 格	15
	山口寿之	16
	下山正一	16

ま え が き

日本古生物学会で進化を標題にかかげる生物学的古生物学 (paleobiology) の討論会が持たれるのは1964年の年会(九州大学)以来のことである。この時には今は亡き早坂一郎・遠藤隆次・遠藤誠道・半沢正四郎・鹿間時夫の諸先生を含む錚々たる古生物学者が一堂に会して活発な討論が行なわれたのを記憶する(化石第8号参照)。それから早くも約20年の歳月が流れた。その間に古生物学の研究手段は関連諸科学の著しい発展と革命的ともいえる科学技術の進歩と相俟って大きく変化し、研究の対象が格段に広がった。分子生物学やプレートテクトニクスの急速な発展は我々古生物研究者の自然観を大きく変化させ、年代測定、古地磁気測定、電子顕微鏡、コンピューター、海洋調査技術の発達は、従来考えられなかった新しい進化古生物学の可能性を生み出した。その一方では伝統的な化石の記載的研究も現代的な分類概念のもとに進められ、化石記録に関する知見も大いに増加しつつある。

化石を生物進化の直接の証拠として、その生物学的側面を掘下げる研究はかなり古くから始まっており、我国でも戦前の文献にいくつか先駆的な研究を散見する。しかし、この分野の研究者が著しく増加して研究が活発になったのは世界的に見ても1960年代以降で、国際誌 *Lethaia* や *Paleobiology* の創刊やこの方面のテキストブック類の刊行はそのあらわれであろう。

今回のシンポジウムは、広汎な進化古生物学の課題の中で、特に進化過程と古生態の生物学的側面に焦点を合わせ、この分野の第一線の研究にとり組んでいる中堅どころの研究者数名にお願いして、自由な形で研究の概要と展望を語っていただくよう企画した。問題が多岐にわたり、初めての試みでもあるので、ここで何らかの結論を期待するものではない。しかし、研究者相互の間で、またこれからこの分野の研究を志向する者にとって、どのような進化古生物学のテーマがあり、どのようなアプローチが行われつつあるのかを知るのには、現在の時点できわめて有益と考えた次第である。

小沢智生氏はキサゴ類の進化過程につき未公表の資料を示して研究の概要を紹介した。キサゴ類は有名な榎山次郎先生の研究以来、好適な進化研究の素材とみなされてきたが、同氏の研究では進化の場となった広汎な西太平洋地域の現生および化石個体群を代表する集団標本と綿密な生態の観察に基づいて信頼性の高い進化過程の復元が試みられている。特に多型頻度の季節・年次変動・地理的変異・時間的変化の解析は、まさに古生物学と遺伝学の接点を築き、統一的な進化の理解を生むものと期待される。

上野輝彌氏は魚類の系統進化を解明するためには、それぞれ利点と限界を有する種々の学問分野の手法を使って総合的な探求を行う必要性を強調している。種分化の機構は進化学の中心的な課題であるが、その要因としては地理的・生態的・行動的隔離とともに染色体の倍増・半減・部分構成の変化などが重要な役割を果しうることをコイ科(2倍体)とサッカー科(4倍体)の関係やグデア科の種間にみられる染色体のちがいを例にとって説明した。大規模な突然変異による瞬時的な同所的種分化は最近になって大進化の1要因として見直される気運にある。

森 啓氏は従来どちらかという個体群を単元とする取扱いが不十分であった六射サンゴの分類形質(特に隔壁の配列様式)の評価について基本的な問題を提起している。喜界島の更新世堆積物には単体サンゴ *Caryophyllia* を多産し、その集団標本には6の倍数から14の倍数にいたるまできわめて広範囲の隔壁数の個体変異が存在することを明らかにした。このような分類形質の再評価は他の多くの分類群でも必要と思われ、同氏の指摘するように個体変異の検討が前提となる。

棚部一成氏は1982年の本会学術賞受賞者であったので、慣例としては年会の特別講演となるところを特にお願ひして本討論会で話していただいた。機能形態(または構成形態)の研究は近年進化古生物学の中心テーマの一つである。特に有殻頭足類の機能形態の解析は国際的に著しく関心の高まっている課題である。同氏の研究グループが行っている現生オウムガイやトコロウイカの気室と連室細管系の微細構造、軟体部の組織、形成過程の解明は多様な化石頭足類の適応戦略と進化を考察する上に重要な基礎を築くものであろう。

生物とそれを取りまく環境との非可逆的で長期にわたる相互作用の解明こそ古生態学の中心テーマであるという視点は、今では多くの研究者の共通の認識となっている。この目標にアプローチする上で不可欠なことは、まず化石記録からどこまで過去が復元できるかという問題に対する正しい理解であろう。岩崎泰顕氏は、この点について、現在の浅海系貝類相と貝化石群とを対照させながらさまざまな角度から具体的に論じ、化石の群集の取扱いに対する展望を与えている。

これらの話題提供のほか、指名討論として、小泉格氏に最近の海洋底調査の発展にともなう分解能の良い微化石資料を用いた進化古生物学の将来性を、山口寿之氏には固着生物のフジツボ類の分類進化研究の現代的な方法を、下山正一氏にはタホノミー研究の1例として主として巻貝の殻サイズ頻度分布に関して生貝の情報が死殻や化石にどのように保存さ

れるかを、それぞれ第一線の研究者の立場から話していただいた。

すべての話題を通じて進化古生物学を志向する研究者は、今や化石の形態にとどまることなく、自ら積極的に関連する現生生物を研究し、その知見を化石に還元することにより進化の理解を深めようとする共通した姿勢が強く感じられた。総合討論のための時間が十分とれなかったのは世話人としておわび

しなければならないが、本会のシンポジウムとしてかってない多数の参会者と熱の入った討論があり、進化古生物学への関心の深さがうかがわれた。世話人の依頼を快諾していただいた話題提供者、指名討論者および参会者の皆様に深謝の意を表する。

シンポジウム世話人

速水 格・鎮西清高

講演・指名討論の要旨

小沢智生(兵庫教育大学)：キサゴ類にみられる進化過程 (Tomowo Ozawa: Evolutionary process in *Umbonium* (Gastropoda, Trochidae))

インド洋から西太平洋地域にかけて分布するサラサキサゴ亜科 (*Umboniinae*) の巻貝は、生態学的に、進化的に極めて興味深いグループである。大部分の原始腹足類が岩礁地帯で外生的な生活を送る中であって、本亜科の巻貝は、例外的に砂泥底に進出し、濾過食者としての内生的生活を送り、かつ、大集団を形成し群棲するなどの生態的特異性を示している。同亜科の巻貝は、殻の地色、色帯および色模様、メンデル遺伝に支配された顕著な多型を保持しており、それを手がかりとして集団内・集団間の遺伝的変異の調査が容易で、種の遺伝的構造が、集団の大きさ、自然選択の強さ、集団間の移住の大きさなどの関連において、どのようになっているかを解明できる絶好の素材でもある。色模様などの多型は、化石にも良く保存されており (例えば、中新世中期の日本産キサゴ類の最古の化石種にも認められる)、キサゴ類では、長大な時間スケールを有する進化の過程を、多型を構成する各表現型の頻度の変化、あるいは遺伝子頻度の変化として研究できる利点がある。

新第三紀中新世中期以降、日本附近は、インド洋—西太平洋地域におけるキラサキサゴ亜科の分布の—中心地となっており、*Umbonium* 属の *Protorotella* および *Suchium* 亜属の多くの種が報告されて来ている。日本のキサゴ類については、Makiyama (1924) 以来、少なからずの研究があり、日本産軟体動物としては、その系統発生が良く解明されたものの1つとされている。

筆者は、現生種の集団内・集団間の遺伝的変異の調査を手始めとして、日本附近産のキサゴ類の進化

について、集団レベルで研究を進めて来たが、以下は、成果のうちで、シンポジウムの際に述べた内容の概要をまとめたものである。

日本列島およびその周辺域には、*Suchium* 5種が現生しているが、そのすべてが日本列島沿岸に知られている。日本のキサゴ類の代表的な種 *Umbonium* (*Suchium*) *costatum* の集団標本を調べると、殻の地色に、茶褐色、黒色、黄色、白色の4型が認められる。この4型は、ヒトのA B O血液型と同じ遺伝機構に従う事が、各地よりの自然集団の表現型頻度と複対立遺伝子系による理論的期待値との間の検定で明らかになった。キサゴの場合、標準型 (野生型) の茶褐色個体が劣性ホモ接合体のO型に相当する。各地色の殻には、更に、縫合線部に赤色の色帯をめぐらす個体と、色帯を持たない個体があり、色模様においても、ストライプの広い個体と、狭い個体が存在する。これらの多型も、それぞれの遺伝子座における対立遺伝子支配によるものと考えられる。集団の表現型頻度の分析から、地色、色帯、色模様の遺伝子座は連鎖している事も明らかになった。キサゴに認められるものと基本的に同じ多型が、ダンベイキサゴ *Umbonium* (*Suchium*) *giganteum*、タイワンキサゴ *U. (S.) sturale*、イボキサゴ *U. (S.) moniliferum* にも平行的に認められる。ただし、タイワンキサゴでは、色帯に関しては単型であり、イボキサゴでは、地色および色模様にも更に多くの表現型が附加される。

多型の適応の意味を探るため、同一集団における頻度の季節ならびに年次変動、表現型頻度の地理的変異の調査、遺伝子頻度の確率分布の解析を行った。その結果、地色、色帯の遺伝子座において、ヘテロ接合体の超優性が認められた。キサゴ類において、遺伝的変異が維持される機構としては、ヘテロ接合

体の超優性が重要なものであると考察された。イボキサゴを例にとると、晩秋から冬期の低水温期に初期発生を終え、早春に着底する幼貝の表現型頻度は、親貝の頻度からの期待値より、常に、劣性ホモ接合体と考えられる野生型の茶褐色個体が相対的に少なく、初期発生の途中で、色変りの突然変異型に有利な選択が働いている。幼貝が成貝に向け著しく成長を遂げる夏期には、主として、カニ類の捕食によって突然変異型に不利な選択が働き、集団の遺伝子頻度は、ほぼ平衡に維持される。以上の結果と調和的な事実が、地理的変異にも認められる。即ち、初期発生期の水温がより低い北方の集団では、色変りの突然変異型個体の割合が高く、南方に向って野生型の頻度を増大させるクラインが認められる。ただし、分布の北限、南限の小集団では、浮動の結果、野生型に固定している。

色彩多型における表現型頻度の時間的変化をみると、数十年程度では、同一集団の頻度は、ほとんど有意に変化せず安定に保たれている。同一湾内あるいは同一地域の集団の1000年オーダーの変化をみると、縄文海進期の集団は、弥生あるいは現代の集団に比べ、一般的に野生型の割合が高かったことが結論づけられる。房総半島の上総・下総両層群におけるキサゴおよびイボキサゴの化石集団の多型の頻度の時間的変化をみると、両種が出現する約100万年前の層準では、両種とも野生型(茶褐色)の個体で占められており、その後、色変りの突然変異型を次第に増加させ、ある一定のレベルで平衡を保ちながら現在に至っていることがわかる。両種の約100万年間の形態変化は、体殻上の螺旋の数のモード値などからみる限りでは、明確に認められない。

以上の事実、現生種の縁辺隔離集団の同型接合性、ならびに、キサゴ類の分布の縁辺地域の南西諸島、台湾などから発見される多くの化石種集団の同型接合性の事実を併せ考察すると、キサゴ類の進化の基本的な様式は次のようにまとめられる。

新種は、その種を派生させた種の分布縁辺部の野生型に固定された隔離小集団より形成される。形成された種の多くは、その集団のサイズを増大し、安定な種となる以前に、環境変化のあおりを受けて絶滅する。しかし、中には、集団のサイズを増大させ、新しい有利な突然変異を蓄積しつつ、その種を分化させた親の種の分布域に侵入し、すみわけを行ったり、あるいは親の種を生態的に置換し絶滅に追いやりたりする種も認められる。

現在、日本に現生しているキサゴ、イボキサゴは、化石記録から、恐らく台湾附近で種分化し、約100万年前に日本に移住して来た種である。キサゴは、移住に際し、親の種である *Umbonium* (*Suchium*)

obsoletum の生態的地位を奪い絶滅に追いやった種であるらしい。洪積世早期におけるサブスウチキサゴ *Umbonium* (*Suchium*) *suchiense subsuchiense* と現生種ダンベイキサゴ *U. (S.) giganteum* の関係も、*obsoletum* と *costatum* の関係に近いものであろう。

キサゴ類の種間に認められる色彩多型の平行現象は、共通の祖先より同じ遺伝子を分かちあって進化して来た結果でなく、上述したように、種分化の際、一度失った多型性をその後の突然変異によって、再び獲得し、新しい種の集団中に平衡多型として再現させた結果である事が判明した。

キサゴ類の進化を形態的にみると、Eldredge and Gould (1972) による *Punctuated Equilibria Model* が、大旨、正しいものとして採択される。その好例は、洪積世早期におけるサブスウチキサゴより、現生種のダンベイキサゴが種分化した事件にみられる。ただし、1つの種の生存期間を通しての系列内での漸進的進化もスウチキサゴ *Umbonium* (*Suchium*) *suchiense suchiense* よりサブスウチキサゴ *U. (S.) suchiense subsuchiense* に至る進化などに認められる。

日本附近におけるキサゴ類の進化は、中新世中期初頭(約16 m.y. B. P.)以降、現在に至るまで、日本列島を中心とした限定された地域内で、めんめんとな行われてきたことがわかる。中新世中期に *Protrotella* の種より分化した *Suchium* の種は、その後、日本列島沿岸で展開された寒・暖両海流の進退に伴って、分布を変化させつつ、種分化をくり返し、現在に至っている。日本およびその周辺域よりのキサゴ類としては、筆者の研究結果も含め *Protrotella* 8種、*Suchium* 19種、2亜種(うち現生5種1亜種)が知られてきている。

講演では、キサゴ類の系統発生についての新しい見解を、種の時空分布図とともに示した。

上野輝彌(国立科学博物館): 魚類の種分化と進化速度 (Teruya Uyeno : Speciation and rate of evolution in some fishes)

生物の系統進化学的研究は単純に一つの学問分野の手法だけで解決できる問題でなく、種々な方向から総合的に探求する必要がある。魚類の系統進化の諸問題を解決するに当たっても同様で、筆者は分類学的、形態学的、細胞遺伝学的、生物地理学的、古生物学的手法を用いて多面的に取り組むことを試みてきた。

生物のある系統群の進化について考える時、種分化と進化速度は常に考えるべき二つの面である。ここでは、いくつかの問題を例にとり、魚類における

種分化と進化速度について考えてみたい。

種分化は分類学的には既存の種から複数の種あるいは分類群が分岐して生じ、あるいは消滅してゆく現象として捕えることができる。そして進化速度という面では、一定時間における種あるいは分類群の出現頻度、絶滅の頻度として比較し、認識することが可能である。一方、種分化は形態学的に、いろいろな変異幅のある形態的諸形質をもつ個体群が、連続的に、不連続的に変化して、異なった変異幅を持つ異なる個体群に分岐したと見られる現象として捕えることができる。そして進化速度は、ある一定時間における形態変化を化石資料をもとに視覚的に、また計測値として統計的に比較すること、および単位形質の出現、複合形質の形成としても捕えることができると思われる。

また種分化は細胞遺伝学的に、ある種の遺伝システムから、何らかの生殖的隔離により、新しく遺伝子流通が閉じられ、新しい遺伝システムが生じる現象として捕えることができる。そして進化速度はある一定時間内にそのような隔離の生ずる頻度として表現できる。このような生殖的隔離の原因としては地殻の変動などによる地理的隔離、生態的、行動的、形態的隔離などととも遺伝物質 DNA の増加、減少を伴う染色体突然変異、すなわち染色体数の倍増、半減、部分的増加、減少、染色体の部分構成の転位、切断、合着などによる変化、また遺伝子突然変異による遺伝子そのものの変化が考えられる。進化速度はこのような変異が一定時間内で起る頻度ということになる。実際には各種突然変異に質的な差が大きく、比較は困難であるが、ある蛋白質のアミノ酸の配列順序の変化、電気泳動法などによる遺伝子座の変化、染色体数の変化などで比較をすることができる。筆者が取り扱ったケースで最も明確に思えるのは核における DNA の倍加を伴う染色体の倍増、すなわち倍数化である。たとえば染色体数が倍増して $2n$ から $4n$ になると、 $2n$ の個体と $4n$ の個体の間には $3n$ と言う、一般には子孫を残せない接合子しかできないため、たちどころに生殖的隔離が成立する。染色体の倍数化は雑種形成の場合や人工的には卵子の低温処理によって生じることが確認されている。

種分化は生物地理学的には地殻の変動、生態環境の変化などに伴う個体群の地理的隔離という形になる。地理的隔離は遺伝子の流通を妨げ、山、砂漠、海などにより分断されて個体群が小さくなり、自然選択の圧力に差が生じ、異なった方向へ分化する速度を早める原因となる。最近では大陸や島々の移動をプレート・テクトニクスによって説明し、生物の分布パターンを追求する動きも盛んになってきてい

る (Springer, 1982)。種分化は、古生物学的には、時代の流れに沿って分岐して生じた種々の形態の差を、化石をもとにして連続的あるいは不連続的な変化として読みとってゆく作業を通し、進化速度を一定時間における形態差出現の速度として捕えることになる。

このような観点から魚類の種分化と進化速度の具体例を見てみよう。

四倍体起源のサッカー科 (Catostomidae)

硬骨魚綱コイ目に属するサッカー科は純淡水魚で、主として北米大陸に分布し、11属60種に分化している。中国の長江を中心に1属1種がいるが、これが最も原始的な形態をしている。咽頭歯の形状などからサッカー科からコイ科が生じたという意見が強かった。

コイ科もサッカー科も顎に歯がなく、特殊な咽頭骨、咽頭歯をもっているのが特徴であるが、両科ともアジア大陸で始新世に出現し、始新世にベーリング陸橋を渡って北米大陸に移住したことは化石の記録で証明されている。両科とも北米大陸で適応放散現象を起し、大いに種分化が行われたのは中新世から後期鮮新世にかけてであった。筆者がサッカー科の染色体と DNA 量を調査したところコイ科の二倍であった。サッカー科はコイ科から染色体の倍増によって生じた科であることが明らかになった (Uyeno and Smith, 1972)。そこでサッカー科の種分化と進化速度を簡単に述べると次のようになる。始新世の早い時期にサッカー科はアジア大陸でコイ科から染色体の倍増という過程を通して生じ、四倍体となった後、ベーリング陸橋を渡って北米大陸に達した。北米大陸始新世の同科の化石は背びれの基底の長い原始的なタイプで、カナダのブリティッシュコロンビア、ワイオミングなどで発見されている。中新世の後半には現在の属のレベルに分岐し、ロッキー山脈の上昇と変動によって生じた多様な環境により地理的に隔離されて適応放散現象を起して鮮新世には約60種にまで分化して現在に至っている。これは5000万年ほどの間に起ったできごとであるが、背びれ基底の短い新しい型のサッカーが出始めるのは中新世以降である。

コイ科、サケ科の例

コイ科のブラゴプテルス類のアリゾナ州における種分化は約600万年の間に3属6種が出現したことを物語っており、形態の特殊化と核型の変化の関係により、染色体突然変異が種分化に果たした役割を示唆している (Uyeno and Miller, 1973)。

北米大陸の西岸におけるニジマスやノドキリマス

類の種分化においても同様のパターンが認められるが、これについては既に他誌に解説したので参考にして頂きたい(上野, 1980)。

地史がわかり、化石が発見されており、分布が限られ、比較形態学的研究が進んでいる分類群を選び核型を比較すると興味ある結論を得ることが多い。メキシコのレルマ盆地で中新世以降に12属36種に分化したグデア科の場合もそうである(Uyeno et al., 1983)。

メダカ目グデア科 (Goodeidae) の種分化

メキシコ市の西方に広がるレルマ盆地は高原にあって、周囲の山々から川が流れこみチャパラ湖を形成し、この湖から流れ出して太平洋岸に下りる。このレルマ盆地の水系は現在では至る所で砂漠により流れが分断されており、これらの隔離された環境で、グデア科は中新世以降に17属35種に分化したと考えられている。この限られた地方にのみ分布しており、おそらく南米大陸から北上して来たメダカ目の一科から分岐した一群である。特殊な交尾器を

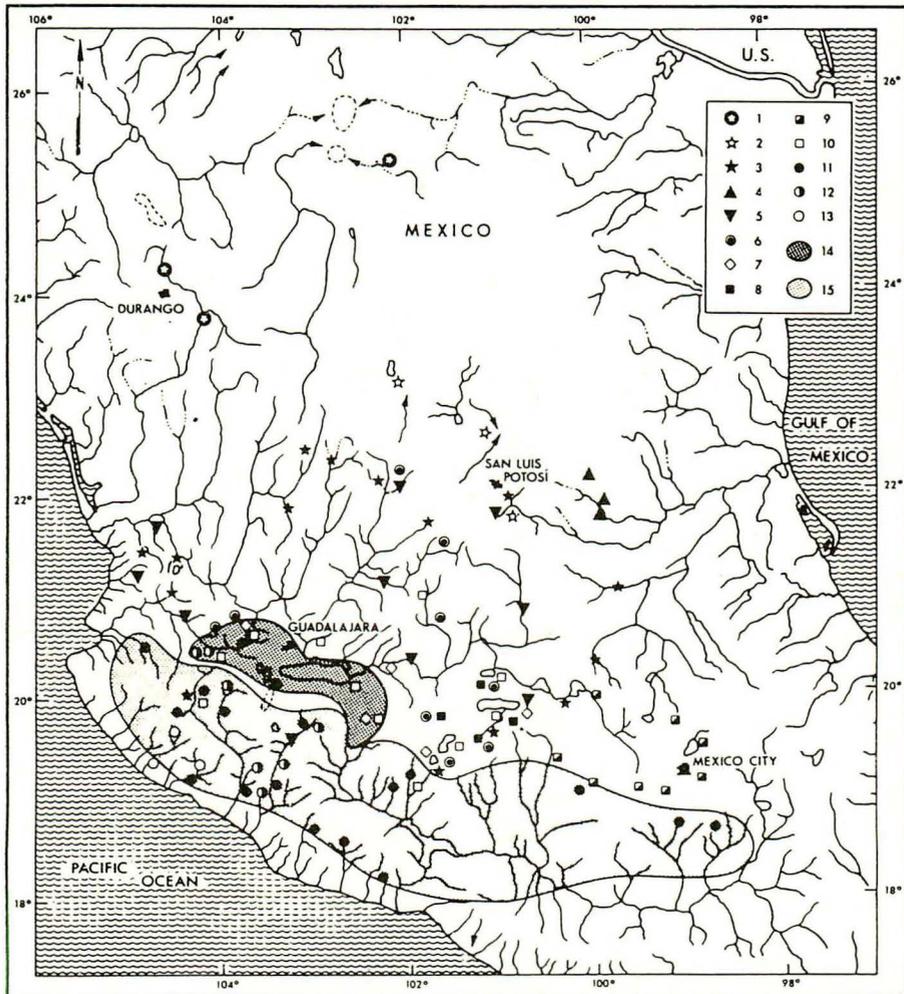


図1 グデア科魚類の分布。各属の分布の外郭に近い地点を示している
 1: *Characodon*, 2: *Xenophorus*, 3: *Goodea*, 4: *Ataeniobius*,
 5: *Xenotoca*, 6: *Allotoca*, 7: *Skiffia*, 8: *Hubbsina*, 9: *Girardinichthys*,
 10: *Zoogoneticus*, 11: *Ilyodon*, 12: *Allodontichthys*,
 13: *Xenotaenia*, 14: グデア科の属の密度の最も高い地域 (17属中11属),
 15: *Ilyodon*の種の密度の高い地域。(Uyeno et al., 1983)

持ち、胎内授精を行い、卵でなく稚魚を出産する標準体長2~10 cmほどの魚である。化石はレルマ盆地の中新世の地層から出てくるが、既に現生種の科の特徴を立派にそなえている。雄が小型で、より多くの種の形質を持っている。

きわめて限られた地域で、限られた期間に起った種分化の実験場とでも言えるような興味深いケースであるので、筆者らは生態や行動の調査とともに、核型の解析を行った。染色体数は基本的に $2n=48$ で35種中約2/3がこの数であった。他の1/3の種は染色体の着合により大型の中部着糸型の染色体を形成し、地理的隔離の甚しい *Characodon* は $2n=24$ になっていた。数ばかりでなく、その形も端部着糸型から中部着糸型への変化が起っていることも多く、染色体突然変異の種分化への影響を示唆している。

グデア科の雄は交尾の際、種に特有のダンスを行い、行動的生殖隔離も成立している (Fitzsimons, 1974) ことも判明しており、中新世の化石については Smith and Miller (1981) の報告がある。このような意味でもグデア科は進化の実験材料としてきわめて優れている。

紙面の都合上、具体例は二つの場合に限ったが、種分化と進化速度を語る資料は魚類の場合だけでも豊富に認められる。一般的に、科や目の特徴となる諸形質はその分類群が化石として出現した時期にほとんど備わってしまっている。グデア科の場合もそうであった。シェーファーが行ったシーラカンス類の形質出現分析において明らかになったような事実 (Schaeffer, 1952) は、魚類全般の進化速度に対しても該当するようである。

引用文献

- Fitzsimons, J. M., 1974 : Morphological and behavioral intermediacy in hybrids of two species of goodeid fishes (Cyprinodontiformes : Osteichthyes) from Mexico. *Copeia*, 1974, 848-855.
- Schaeffer, B., 1952 : The Triassic coelacanth fish *Diplurus*, with observations on the evolution of the Coelacanthini. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 99, art. 2, 1-78.
- Smith, M. L. and R. R. Miller, 1981 : The osteology and phylogenetic position of the Miocene goodeid fish, *Tapatia occidentalis*. *Abstr. 61st Ann. Mtg. Amer. Soc. Ichthyol., Herpetol.* Corvallis, Ore.
- Springer, V. G., 1982 : Pacific plate biogeography, with special reference to shorefishes. *Smithsonian Contr. Zool.*, 367, 1-182.
- 上野輝彌, 1980 : 魚類の進化速度について. *海洋と生物*, 9, 242-247.
- Uyeno, T. and R. R. Miller, 1973 : Chromosomes and

evolution of the plagioprotein fishes (Cyprinidae) of Colorado River System. *Copeia*, 1973 (4), 776-782.

Uyeno, T., R. R. Miller and J. M. Fitzsimons, 1983 : Karyology of the cyprinodontoid fishes of the Mexican family Goodeidae. *Copeia*, 1983 (2), 497-510.

Uyeno, T. and G. R. Smith, 1972 : Tetraploid origin of the karyotype of catostomid fishes. *Science*, 175, 644-646.

森 啓 (東北大学) : 六射サンゴ類の種に関する基礎的諸問題 (Kei Mori : Basic problems on scleractinian coral species)

六射サンゴ類 (六放サンゴ類) は三畳紀から現在まで知られている腔腸動物門に属する1グループである。これまで多くの分類学的研究が行われ、その集大成は Vaughan and Wells (1943) によって完成され、これが Wells (1956) による *Treatise on Invertebrate Paleontology (F)* のまとめの基礎となっている。またフランスの Alloiteau (1952, 1957) も独自の分類体系をまとめている。六射サンゴ類の従来の記載を概観すると、一つ一つの種の記載において取扱う個体数が一般に非常に少なく、特に化石六射サンゴ類及び現生でも、単体サンゴにおいてその傾向が強い。当然の帰結としてこれまでの種の分類は類型分類であり、種数の増加と共に、きわめて小さい骨格形質の違いに基づいて、その形質の相違がどのような意味をもつかの検討なしに新種が報告されるケースも少なからず見うけられる。六射サンゴ類の分類において、種を個体群の立場からとらえ、その形質の種内変異を十分に認識しなければならないことは以前から指摘されてきたことではあるが、これに対処できる資料確保が困難なこともあって、ほとんどの種属において知られていない現状にある。本論の目的はこの問題を今後どのように解決していくかの糸口をつかむことにある。

わが国の第四系には単体六射サンゴ類が豊産することがいくつかの地域で知られている。特に鹿児島県喜界島に分布する琉球層群湾層には保存良好な単体サンゴが多産する。今回この湾層から総数1万個体以上の単体サンゴを採集し、それぞれの種における骨格形質の変異を知るに適した資料を得たのでその結果の一部と意義について考察する。

単体サンゴの産状及び研究方法

喜界島上嘉鉄に分布する琉球層群湾層の一部は末固結で、下位約1.5 mは有孔虫、単体サンゴ、コケ虫、二枚貝、巻貝、腕足類等からなり、その上位に石灰藻球を主体とし、単体サンゴを欠いて群体サン

ゴ破片を含む地層がのっている。単体サンゴを多産する下位層は1.淘汰が悪く種々のサイズの化石が散在していること, 2.岩相が一様でその間の環境の変化は考えにくいこと, 3.サンゴはアラゴナイト骨格がそのまま保存されており, 骨格の詳細が現生のものと同じように観察できること…等の特徴があり, サンゴの死後の運搬破壊作用や続成作用はほとんど無視しうる程度であったと推定される。このことから本地点のサンゴ化石個体群は原地性またはそれに近く, 生息時の個体群の特性を十分保持しているものと考えられる。従来本地点から21属27種の単体サンゴが報告されている(Yabe and Eguchi, 1932, 1942)。この中で *Caryophyllia (Premocyathus) compressa* (Yabe and Eguchi) (和名ムシバサンゴ) について1090個体を採集し, 個体ごとに高さ, 直径を Measure Scope によって 10μ 単位まで計測し, 隔壁の配列, 隔壁の数, パリの位置及び数等について検討を行った。以下に上記単体サンゴ骨格のそれぞれの形質における個体間の変異をのべ, 従来の分類規準としての考え方とを対応させながら問題点を指摘する。

個体群内の変異

1. 隔壁の配列様式

六射サンゴにおける隔壁の配列は軟体部の隔膜の配列と一致し, 6の倍数のものが圧倒的に多い。六射サンゴの名前ははこの配列様式に由来している。しかし六射サンゴでありながら8の倍数や10の倍数を基本とする隔壁配列をもつサンゴも知られており, Yabe and Eguchi (1942) は *Caryophyllia (Premocyathus) compressa* の隔壁は10の倍数で増加するのが特徴であるとした。今回採集した1090個体の隔壁配列様式は大きな変異を示し, その内訳は次の通りである。

6の倍数を基本とするもの(hexamerall)	5個体
7	”(heptamerall) 15”
8	”(octamerall) 63”
9	”(nonamerall) 145”
10	”(decamerall) 739”
11	”(endecamerall) 85”
12	”(dodecamerall) 33”
13	”(decatrimerall) 3”
14	”(decatetramerall) 2”
合計 1090個体	

以上の結果から隔壁配列様式について要約すると, a. 個体群の中で10の倍数を基本とするものが圧倒的に多く, 全体の68%をしめるが, 他に6の倍数から14の倍数を基本とするものまで含まれている。ま

た10の倍数のものから遠ざかるにつれて個体数を減じているのが特徴である。b. これまで12の倍数を基本とするものは常に6の倍数のものと同じに解釈されてきたが, 隔壁の大きさ, パリの位置によって両者は明瞭に区別できる。c. 従来隔壁配列の基本数の違いは種や時に属の違いを示す特徴であると考えられてきたが, 本個体群の示す変異をみる時, 各属において詳細な検討なしに分類規準として用いることができないことを示している。この結論は Mori and Minoura (1983) の結論と一致する。

2. 隔壁のサイクル, 隔壁数及びパリ

本種の各個体は隔壁配列様式が異なってもほとんど第3次までの隔壁をもっている。例を最も個体数の多い10の倍数を基本とするグループにとると, 40の隔壁をもつ個体は, 第1次隔壁(原隔壁)10+第2次隔壁(後隔壁)10+第3次隔壁(後隔壁)20の3サイクルからなっている。しかしこのグループのすべての個体において第2次サイクルまでの隔壁数は10+10で常に20であるが, 第3次サイクルの隔壁数は20(このグループの最大隔壁数)だけでなく, 18, 16, 14…と種々の変異を示している。従来の分類では38(10+10+18)以下の隔壁数をもつ個体は40(10+10+20)の隔壁数をもつものの immature form と解釈され, 第3次サイクルは“不完全”であると記載されてきた。今回の結果で今迄の考え方と最も異なる点は38以下の隔壁数をもつ個体も40の隔壁数をもつものと同じく成体であることが明らかになった点である。その理由は, 1. 連続薄片で検討した結果, 個体成長のかなり早い時期に隔壁数が一定となる。2. 第3次隔壁は2個づつ対になって第2次隔壁の両側に挿入されるが, 第3次隔壁が欠けている部分は莖の部分で, もはやそれが挿入される空間をのこしていない。3. 各個体において, 第3次隔壁を両側にともなう第2次隔壁の内側には必ずパリが発達しているが, これをともなわない第2次隔壁の内側には例外なくパリを欠いている。4. きわめて少数ではあるが, 第3次隔壁を全く欠いている個体があり, この場合も1と同じように第3次隔壁挿入の空間をもたず, パリも全く欠如している。5. 各個体の高さの平均値は一般に隔壁数が増すと高くなる傾向があるが, その差はきわめて小さく, 隔壁数のより少ない個体がより多い個体より高いものも観察される。以上を要約すると, a. 各個体の隔壁数は基本的に遺伝的にコントロールされており幼生期にすでに決定されている。これは例として上にあげた10の倍数のものだけでなく他の隔壁配列様式をもつものにおいても同じである。b. 隔壁のサイクル数は一つの種において一定とは限らない。c. 第3次隔壁の欠如はパリの欠如と密接に関連している。d.

従来パリの有無は種や属の区別によく用いられているが、本個体群のようにパリをもつものともたないものが同一種内に存在する場合があるので、これを分類規準とするときは細心の注意が必要である。e. 各個体のパリの数は常に第3次隔壁数の半数である。f. 同じ隔壁数をもつ個体のグループにおいて、それぞれ第3次隔壁の発達する位置に大きな変異を示し、この様式も遺伝的にコントロールされていると判断される。g. 今迄六射サンゴ類は bilateral symmetry をもつことが特徴であるとされているが、本個体群には隔壁の配列様式及び第3次隔壁の発達位置によりこの symmetry を示さないものが多く含まれている。h. 各個体の莢の最大径の平均値は隔壁数に比例している。

以上のように本種の骨格形質は個体ごとに大きな変異を示し、これまで種や属の分類規準とされてきた形質の違いは、同一個体群の変異としても存在することが明らかとなった。このことは今迄の分類規準が誤りであったとは直接言えないが、骨格形質の十分な種内変異の検討なしには種の認定が困難な場合のあることを示している。この結論が他の六射サンゴ類にも適用され、一般的規則性をもつものかどうかは、今後の研究、特に現生のサンゴ類の研究にまつところが大きい。

引用文献

Alloiteau, J., 1952 : Madréporaires post-Paléozoïques. In J. Piveteau, *Traite de Paléontologie*, 1, 539-689.
 ———, 1957 : Contribution à la systématique des madréporaires fossiles. *Centre National de Recherche Scientifique*, 462p.
 Mori, K. and Minoura, K., 1983 : Genetic control of septal numbers and species problem in a fossil solitary scleractinian coral. *Lethaia*, 16, 185-191.
 Vaughan, T. W. and Wells, J. W., 1943 : Revision of the suborders, families, and genera of the Scleractinia. *Geol. Soc. Am., Spec. Pap.*, 44, 1-363.
 Wells, J. W., 1956 : Scleractinia. In Moore, R. C., *Treatise on Invertebrate Paleontology*, F. Coelenterata, F.328-F.444. *Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press*.
 Yabe, H. and Eguchi, M., 1932 : Deep-water corals from Riukiu Limestone of Kikai-jima, Riukiu Islands. *Proc. Imp. Acad.*, 8, 442-445.
 ——— and ———, 1942 : Fossil and Recent simple corals from Japan. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, 22, 105-178.

棚部一成 (愛媛大学) : 機能からみた頭足類の進化
 (Kazushige Tanabe : Functional evolution of the Cephalopoda)

はじめに

進化は多くの自然科学者が興味を抱く魅力的テーマの一つであろう。21世紀はライフ・サイエンスの時代とも云われる中で、生物進化を証明する具体的証拠である化石を研究できる立場にある古生物学者は、進化の問題に積極的に取り組み、その要因や意味づけに関する新しい考え方(進化古生物学)を模索する時期にきていると思われる。

私自身は古生物学の立場からの進化のアプローチは多様であって、素材とする化石タクサの持つ利点を生かして研究すればよいと考えている。ここでは、進化を古生物の形態や構造と生活様式や生理機能との関係から考えるという機能形態学(あるいは構成形態学)の立場で、有殻頭足類の気室-連室細管系に関する諸研究(私自身のも含む)を総括して、頭足類の進化について考察を試みる。

本論に先立ち、日頃御指導・御討論を賜っている九州大学松本達郎名誉教授とオウムガイ総合研究専門協議会(JECOLN)会員諸氏、および現生オウムガイ研究に御便宜を計って下さった鹿児島大学早坂祥三教授に厚く御礼申上げる。

頭足類の進化と気室-連室細管系

軟体動物門はカンブリア紀初めに多くのグループに放散したと考えられており、それぞれの類で生活様式と結びついて独得の体制を有するようになった(Yochelson, 1979)。その中で頭足綱は殻体を防禦としてだけでなく、浮力器官として利用した一群である。さらに外套膜の一部は遊泳のための器官(funnel)として発達した。頭足類はその能動的生活を維持するために生体の比重を海水の比重に近づける必要があり、そのためいくつかの戦略がとられている(Packard, 1972)。その中で低圧ガスの充填した気室により浮力を得る戦略はすべての外殻性頭足類(アンモナイト類, オウムガイ類, バクトリテス類)に存在したと考えられる。内殻性頭足類(コレオイド亜綱)においても、中・古生代の多くの類がこの戦略をとったと思われるが、現生種ではわずかにトグロコウイカ(*Spirula*)およびコウイカ類(Sepiidae)に認められるにすぎない(図2)。現生コレオイド類の多くは、殻を消失または退化させて体型を流線型に近づけ、発達した外套膜の運動や多量の油脂を肝臓中に貯えて浮力を得るなどの戦略により活発な遊泳生活を営んでいる(Denton and Gilpin-Brown, 1973; Chamberlain, 1976)。

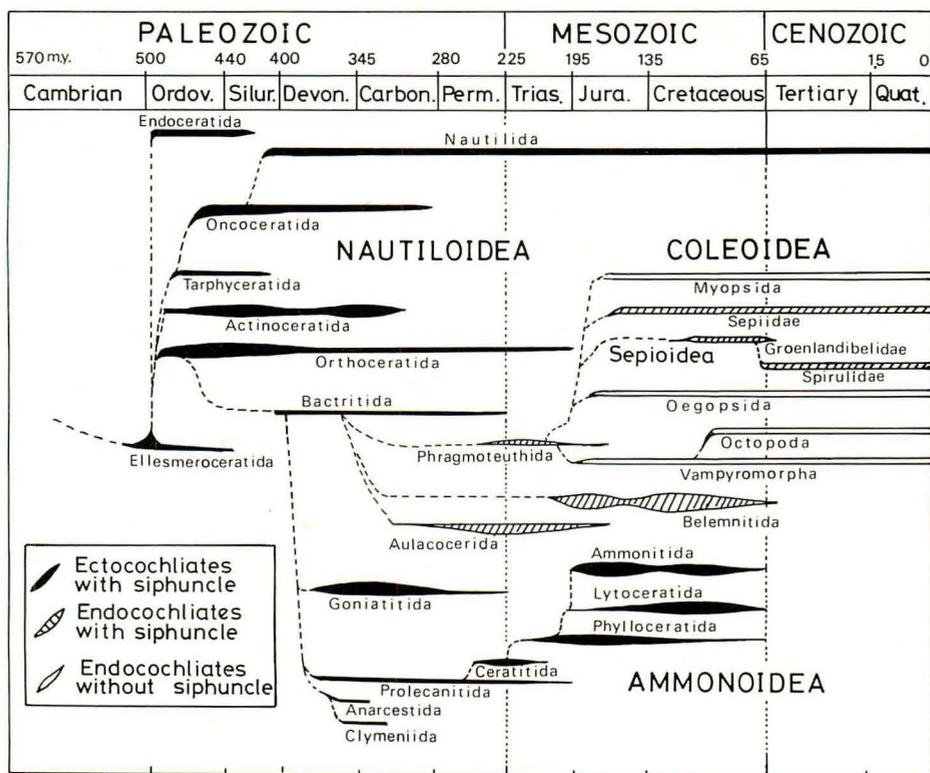


図2 頭足類の大進化と気室-連室細管系(諸資料に基づく)

気室-連室細管系の構造と機能

すべての有殻頭足類は、多数の隔壁に支切られた多室性の気房部と、それに続く軟体部を収容する体房部からなる殻体を持つ。気房部を貫く連室細管(siphuncular tube)の内部を占める連室細管索(siphuncular cord)は、後部外套膜端が動脈および静脈を包み込んで形成されたもので、気室側とは連室細管壁(*Sepia*では欠く)および隔壁襟(septal neck)を介して接する(図3)。

最近の現生有殻頭足類の研究(Denton and Gilpin-Brown, 1973; Ward et al., 1981)によって、隔壁形成中、新しい部屋は血液成分に似た液体(cameral liquid)により満されていることがわかった。オウムガイ類(*Nautilus*)では、この液体は新隔壁がまわりの静水圧に耐えられる程に石灰化した後、ゆっくりと連室細管内の血管側へ排出される(Collins et al., 1980)。

Cameral liquidの殻体形成にかかわる機能のほか、Denton and Gilpin-Brown (1973)はすべての有殻頭足類が気室内のcameral liquidの量を浸透圧により増減させて水塊中を自由に浮沈できると考えた。しかし、このモデルには矛盾点が多く、事実 *Nautil*

*lus*ではcameral liquidは新気室形成後排出される一方で、この間生体の比重は常に一定(海水より少し大)に保たれることがわかった(Collins et al., 1980)。

ところでcameral liquidの移動は、連室細管壁または隔壁襟を介して接する2液相(血液とcameral liquid)の塩イオン濃度差による圧力(浸透圧)が、血管側から気室側へ働く静水圧よりも大きくなった時に自動的に起る(Denton and Gilpin-Brown, 1973)。Greenwald et al. (1980)は、50気圧を越える深海に住む*Nautilus*が作り出す高い浸透圧は、連室細管索上皮(siphuncular epithelium)内腔所での局所的なイオン濃度勾配によってできると考え(局部浸透圧モデル)、具体的証拠として腔所に開口する多数の微細管のまわりに集中する糸粒体(mitochondria)をあげた。このことは私達のSEM観察によっても裏付けられた(福田ほか, 1981)。

Cameral liquidの排出経路と速度

透水層を介して塩イオン濃度の異なる2液相が接する時、移動する液相の流出率(Q)は、透水層の厚さ(I)・表面積(A)・permeability (P)と圧力(π) (=浸透圧-

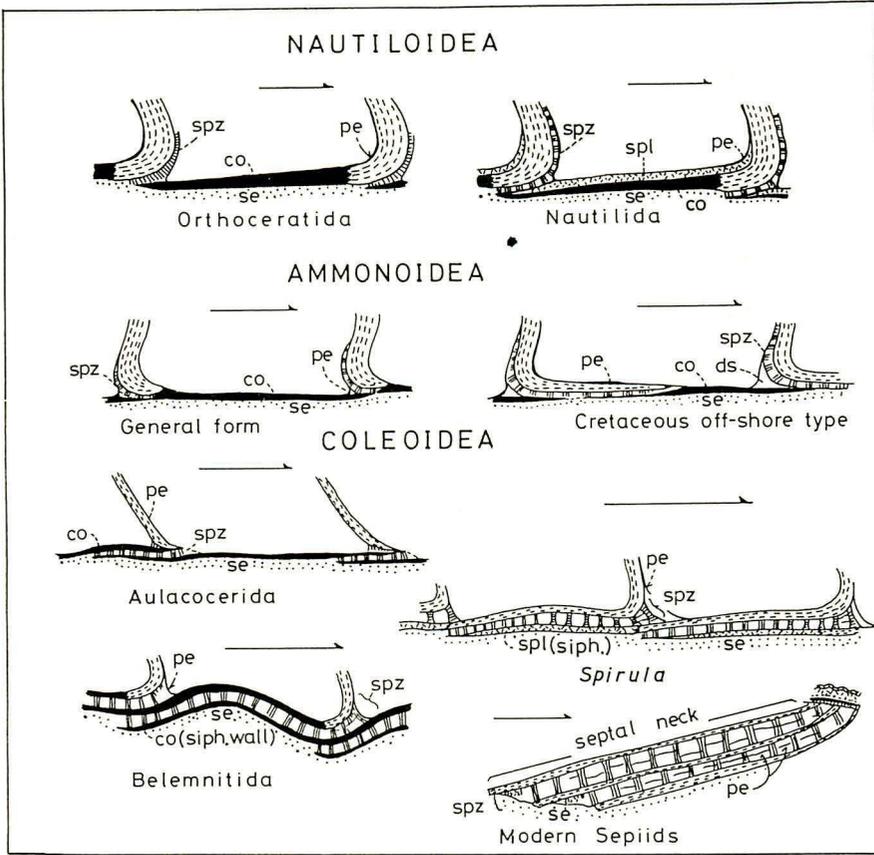


図3 現生・化石有殻頭足類の連室細管一隔壁襟の構造(正中断面)
 se: 連室細管索上皮, spz: 多孔質柱状層, co: コンキオリン質連室細管壁, spl: チョーク質連室細管壁, pe: "殻皮", ds: de-coupling 空間。
 矢印は成長方向

静水圧), および液相の粘性(μ)によって決まる (Chamberlain, 1978).

$$Q = \frac{PA\pi}{\mu T}$$

Diamond and Bossert (1967) の計算によれば, π は他のパラメータを変えてもほぼ一定 (0.3~1.1 osmolar) である. 普通の温度条件では μ は一定 ($\pm 10 \times 10^{-3}$ poise) とみてよいので, Q は残りの P と A/T により左右される.

有殻頭足類の cameral liquid の排出の際の透水層としては, 長らく連室細管壁が考えられてきた (Denton and Gilpin-Brown, 1973; Ward et al., 1981 など). しかし, *Nautilus* やアンモナイト類のコンキオリン質連室細管壁は微細構造上明らかに不透性であることから, cameral liquid の排出経路としては隔壁襟周辺の多孔質柱状層が考えられる (Oba-

ta et al., 1980; Tanabe et al., 1982). どの類でも多孔質柱状層は似た微細構造を有するので, その permeability coefficient もほぼ同程度 ($\approx 10^1 \times 10^{-15}$ cm^2 ; Chamberlain, 1978) とみなしてよい. したがって cameral liquid の流出率は, siphuncular epithelium に接する多孔質柱状層の分布に依存するはずである.

実際に現生種でみる限り, 気室内での多孔質柱状層の発達程度(図3)と cameral liquid の排出速度, ひいては殻体の成長速度との間には, 密接な対応関係が認められる. すなわち多孔質層の未発達な *Nautilus* の成体は 0.4 ml/日の割合で, 約2ヶ月かかって新気室内の liquid を排出する (Ward et al., 1981). しかもこの排出速度は, Cochran et al. (1981) により $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 比から推定された1隔壁当りの成長速度 60~90 日とほぼ一致する. 一方, 連室細管壁を欠き多孔質柱状層の発達した *Sepia officinalis*

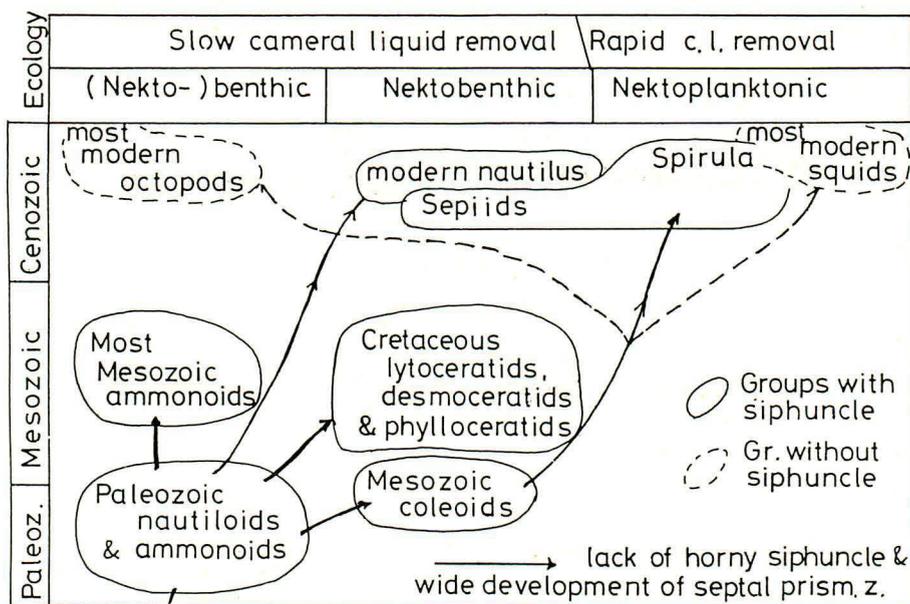


図4 浮力調節との関係でみた頭足類の気室-連室細管系の適応進化モデル

は、1隔壁/2日という早い速度で成長する (Boletzky & Wiedmann, 1978) が、この割合は1日周期での生体重量のわずかな変化(3~4 g; Denton & Gilpin-Brown, 1961; 1部屋の容積は平均3~4 ml)と対応する。したがって、*Sepia* では早い周期での cameral liquid の排出 (= 隔壁成長) が軟部の成長周期と少しずれるため、結果的に日周期での浮力変化をもたらしている可能性がある。

以上の事実を化石種に外挿すると、多孔質柱状層の未発達な多くの外殻型の類 (アンモナイト類や化石オウムガイ類; 図3) では、cameral liquid の排出は現生 *Nautilus* 同様遅く、ために生体の浮沈には関与しなかった可能性が高い。それらの生活様式は一時遊泳性ないし底生が考えられ、この類推は Chamberlain (1976) の殻の streamlining の研究結果や化石群集の解析からのモデルとも矛盾しない。一方、コレオイド類においては、殻体の退化または特殊化によって、底生から浮遊性にわたる多様な生活に適應していったと考えられる (図4)。

引用文献

Boletzky, S. v. and Wiedmann, J., 1978 : Schulp-Wachstum bei *Sepia officinalis* in Abhängigkeit von ökologischen Parametern. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **157**, 103-106.
 Chamberlain, J. A. Jr., 1976 : Flow patterns and drag coefficients of cephalopod shells. *Palaeontology*, **19**, 539-563.

——— 1978 : Permeability of the siphuncular tube of *Nautilus* : its ecologic and paleoecologic implications. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1978 (3), 129-142.
 Cochran, J. K., Rye, D. M. and Landman, N. H., 1981 : Growth rate and habitat of *Nautilus pompilius* inferred from radioactive and stable isotope studies. *Paleobiology*, **7**, 469-480.
 Collins, D. H., Ward, P. D. and Westermann, G. E. G., 1980 : Function of cameral water in *Nautilus*. *Paleobiology* **6**, 168-172.
 Denton, E. J. and Gilpin-Brown, J. B., 1961 : The effect of light on the buoyancy of the cuttlefish. *J. mar. biol. Assoc. U. K.*, **41**, 343-350.
 ——— and ——— 1973 : Floatation mechanisms in modern and fossil cephalopods. *Adv. Mar. Biol.* **11**, 197-268. Academic Press, Lond.
 Diamond, J. M. and Bossert, W. H., 1967 : Standing-gradient osmotic flow. A mechanism for coupling of water and solute transport in epithelia. *J. Physiol.*, **50**, 2061-2083.
 福田芳生, 棚部一成, 小島郁生, 1981 : オウムガイの連室細管索上皮の組織学的検討とその機能的意義. 化石研誌, **14**, 29-40.
 Greenwald, L., Ward, P. D. and Greenwald, O. E., 1980 : Cameral liquid transport and buoyancy control in chambered nautilus (*Nautilus macromphalus*). *Nature*, **286**, 55-56.
 Obata, I., Tanabe, K. and Fukuda, Y., 1980 : The ammonite siphuncular wall : its microstructure and functional significance. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, [C]*, **6**, 59-72.

- Packard, A., 1972: Cephalopods and fish: the limits of convergence. *Biol. Rev.*, 47, 241-307.
- Tanabe, K., Fukuda, Y. and Obata, I., 1982: Formation and function of the siphuncle-septal neck structures in two Mesozoic ammonites. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, (128), 433-443.
- Ward, P. D., Greenwald, L. and Magnier, Y., 1981: The chamber formation cycle in *Nautilus macromphalus*. *Paleobiology*, 7, 481-493.
- Yochelson, E. L., 1979: Early radiation of Mollusca and Mollusc-like groups. In House, M. R. (ed.): *The Origin of Major Invertebrate Groups*. 323-358. Academic Press, Lond.

岩崎泰顕(熊本大学): 古生態学的アプローチでわかること (Yasuhide Iwasaki: What can be known through paleoecological approaches?)

はじめに

日本地質学会が主催したシンポジウム「環境と生物」が開かれたのは1968年であった(金谷, 1968)。このシンポジウムは、日本における古生態学の当時の状況を理解する上で大変参考になる。古生態学研究に関する実績は未だ少なかった頃であるが、多くの参加者の意図に“生態系の進化”といったようなものが指向されているように見受けられる。つまり日本の古生態学研究は、頭初から現生生物の生態学では取り扱えない領域である時間(時代)的变化を追及する傾向があったようである。日本では、これ以前から貝化石に基づいた「掛川動物群」とか植物化石に基づいた「台島植物群」といった概念があった。これらは元来、生層位学的な意味あいに生物地理的なものが含まれて定義されていた。貝化石動物群についてみるならば、生態学的吟味が加えられるようになったのは、1960年頃からであると思われる。

ところで、古生態学とは「過去に動物や植物が何処で、どのようにして生活していたかを研究する学問」(Ager, 1963)であるが、化石記録を取り扱う限り現生生物と同じ質と量の情報を得ることは不可能である。したがって群集古生態学では、現生生物における「貝類相」とか「昆虫相」といった内容に近い、ある限られた範囲の分類群を対象としている。とくに我国のそれは、はじめから生物地理学的な意味あいが加味された独特なものともみることができ。以下は、この「貝類相」の古生態学について話を進める。

いつ、どのような場所に

今までの実績からみると、我国では新第三系以降の化石を取り扱った例が圧倒的に多い。地層の変形

の程度や化石の保存状態が成果に大きく影響するので、必然的にこのようになったと思われる。地層の保存の良い諸外国の例では中生代の化石を扱った研究に優れた成果がみられるし、条件さえ整えば古生代のもの(ここでは主体は腕足類)を扱った例(Bretsky, 1969など)もある。我国では白亜紀前期よりも古い地層では、著しい地層の変形のために堆積盆を復元する作業が極めてむずかしい。

群集古生態学にアプローチする場合、まず堆積盆を復元する作業が試みられる。つまり「どのような場所に」を明らかにする作業から始める。基盤と不整合に接する内湾・浅海域に堆積した地層が選ばれる例が多いが、産出した化石を使つての環境の復元、すなわち示相化石としての取扱いはこの際避けねばならない。最近の堆積学研究では、それぞれの場所における堆積物相や堆積構造が、かなりよくわかっているの、これがおおいに役立つ(例えば Rein-
eck & Singh, 1973)。

何と何が一緒に居たか

化石の産状から認識できる群集とはどんなものなのだろうか。露頭で観察される化石が自生であるか否かを、どうやって見分けるかについては古くから論議されているので、あえて繰返さない。「何と何が、どんな場所に」ということを明らかにするためには、化石床のような産状は適さない。一方、たとえ自生群集と認められるものであっても(カキ礁の化石など好例である)、同時に棲んでいた個体を識別するのは困難である。化石でいう「一緒に」とは、数年あるいは数百年隔たつて棲んでいた個体同士でも同じに定義されている場合があり得る。実際に現在の海で採集してきた単位体積当りで観察した場合、一般に生体の数よりも遺骸の数の方が多い。種数についても同様のことがいえる。

有明海に面した熊本県塩谷の海岸における観察結果を図5に示す。この断面には *Anadara granosa* を多産する巨礫まじりの泥底と、そのやや沖合いにある *Tapes* の多い砂泥底とに見られる潮間帯の群集が示されている。岸寄りの場所では、磯の礫に関係している *Ostrea*, *Barbatia*, *Barnea* などと、泥底に棲息する *Anadara*, *Arcopagia*, *Cyclina*, *Nassarius* などとは、至近距離にありながら棲み分けている別々の群集として観察される。しかし、礫に付着する種の遺骸が泥中に多数あって、そのまま化石化した場合には識別は難しい。泥中の群集についても、二つの異質な要素が加わっている。一つは *Paphia undulata*, *Anadara ursus*? で、これらは1976年および1977年の観察時にだけ記録された種で、その前後には生体は観察されていない。二つ目は *Clementia*,

らない。

汀線付近から潮下帯下部にかけて、底質および堆積盆中の位置(多くの場合、深さ)に対応して、一般に5種類前後の化石群集が識別される。このような傾向は、少なくとも底質中に内生する二枚貝が増加するジュラ紀中頃以降にはっきりと認められることは興味深い。

数量的取扱いと各個古生態について

古生態学の研究では、これまで述べたような定性的な取扱いと平行して、構成種別の個体数を求めたり、食性分布を量的に求めたりする試みなどがしばしば行われる。しかしながら、これら分析のもとになる母集団としての化石群集が、生体群集を必ずしも反映していないことは前に述べた。したがって算出された数値は過去に実在した貝類のそれとは異なったものである場合が充分あり得る。つまり古生態学では、数量的取扱いが常に定性的結果をうまわまる精度を持っているとは言えない。条件の備わった“標本”に対して吟味した取扱いが必要なのである。群集を構成する個体を biomass といった量的観点でとらえることは、今後の群集古生態学にとって重要であると筆者は考えている。

今まで各個古生態については触れなかった。化石では一部の分類群について機能形態の研究が行われている(例えば Stanley, 1977)。群集古生態学における或る属・種の生態的地位は、機能形態と密接に結びついている。系統進化の解明は、ただ単に産出する古いものから新しいものへ線で結ぶだけでは不十分で、生態的地位についても明らかにされてはじめて成し得ると思っている。

引用文献

Ager, D. V., 1963 : Principles of paleoecology, 371p., McGraw-Hill.
 Bretsky, P. W., 1969 : Central Appalachian Late Ordovician communities. *Bull. Geol. Soc. America*, 80 (2), 193-212.
 Fürsich, F. T., 1977 : Corallian (Upper Jurassic) marine benthic associations from England and Normandy. *Palaeontology*, 20, pt. 2, 337-385.
 岩崎泰頼・坂本省吾, 1981 : 白亜系御所浦層群産貝化石群による古生態学的研究の試み, 熊本地学会誌, (68), 8-18.
 金谷太郎編, 1968 : 環境と生物, 地質学論集 (3), 116p., 日本地質学会.
 松島義章・大嶋和雄, 1974 : 縄文海進期における内湾の軟体動物群集, 第四紀研究, 13 (3), 135-159.
 Reineck, H. -E. & Singh, I. B., 1973 : Depositional sedimentary environments, 439p., Springer-Verlag.
 Scott, R. W., 1974 : Bay and shoreface benthic com-

munities, Lower Cretaceous of southern Western Interior. *Lethaia*, 7 (4), 315-330.
 Stanley, S. M., 1977 : Coadaptation in the Trigon-iidae, a remarkable family of burrowing bivalves. *Palaeontology*, 20 pt. 4, 869-899.

指名討論 1. 小泉 格 (大阪大学) 微化石による進化古生物学に向けて

微化石の研究は、その歴史的発達を背景に、これまで層序学、古海洋環境学、古気候学など地質学上の問題に主として取り組んできた。この成果の1例は、地球物理学が主体であった海洋地質学の分野に、1970年代に微化石による古海洋学を確立できたことにみられる。

この努力を生物学の分野において繰り返せば、微化石による進化古生物学を再び確立できることは確実である。それは微化石がほかの化石にない幾つかの特徴一例えば、(1)時空的に広く分布し、精確で詳細な化石記録を保持している、(2)個体数が非常に多い、(3)同一試料中にほかの微化石グループを同時に有する、(4)非常に範囲の広い環境条件のなかに産出する、(5)環境から形態上の影響を受け易いなどを持っているからである。このような特徴を有機的に活用できれば、一般的な妥当性を持つ新しい進化古生物学上のモデルを編み出したり、既存のモデルを検証できる可能性がある。そのためには、生物学の概念と統計学上の手法を修得する必要があるが、最近すでに微化石の進化古生物学に関連した成果があがり始めている。

微化石の種は、殻構造の性質や形態上の特徴を(主観的に)まとめて同定される。実質的には、個々の種は殻に全ての特徴を幅広い変化として現わしている。この現象は無性生殖によって繁殖する原生動物や植物において、とくに顕著であるので、ホロタイプやパラタイプも個体群のなかの各個の種にみられる幅広い表現型の形態変化のある部分のみを代表することになる。したがって、個体群のなかでの形態変化の性質や範囲を理解したり表現するために、あるいは古生態上の関係を評価するために、形態上の特徴を測定すること(生物測定学)が非常に大事になる。

微化石の種は、環境変化の影響を受け易いので、形態変化一種形成に環境と遺伝の両方が関与することになる。分類の主眼が種間の系統進化上の関係を決定することにあれば、環境変化からもたらされる種群の形態変化を進化による形態変化から区別する必要がある。しかしながら、環境と形態変化の関係はほとんどわかっていない。そのために水温、塩分濃度、水深、密度などの環境要因がよくわかってい

る現在の海洋に生息している、あるいは表層堆積物中の種や種群の形態が地理的・緯度的にどう変化していくのか調べる必要がある。

深海掘削計画による掘削コアと蓄積されたピストン・コアに近年整備された分解能の高い時間面をいくつか設定することによって、異なった海域や水塊をおおう種や種群、およびそれらにみられる形態変化の正確で詳細な地理的・時間的分布パターンを知らることができる。この古生物地理学のなかに、環境・生態、移住、進化などの諸問題を時空的に総合化し、解決してゆく鍵があると考えている。

指名討論 2. 山口寿之 (千葉大学) フジツボ類にみられる種分化

新生代、特に中新世以降の地層に含まれるフジツボ類(節足動物甲殻類)の研究を進めてきた。鑑定や化石のより良い理解のために近縁な現生種の形態、生息域、生態、地理的分布を調べた。それは現在という時間面で、近縁種間の分類学的関係を正確に決めることにつながる。

現生種では形態・地理的分布・生殖的隔離の三要素と種以下の分類学的範ちゅうとの関係が Mayr (1969) に示された(Discrimination Gridと呼ばれる)。ここで言う形態には行動学的、生理学的、生化学的特徴も含めて解釈される。地理的分布は同所性(sympatric)か異所性(allopatric)かが重要視される。それらの詳細は紙面の都合で表わせないが、同所性を示す形態群は同種か別種かで、決して別亜種とはならない。それは生殖的隔離の有無で決まる。

フジツボ類は固着生活をするので同所性・異所性の判定が厳密にできる。生殖法は隣接個体間の交尾(体内受精)で、受精卵は幼生のある発育段階まで親の体内で保育される。親から出た幼生は一定期間海中での浮遊期を経て、成体の生息場所付近に着生する。受精卵や新規着生個体の存在は生殖時期を決める重要な資料となる。以上の特徴を利用した研究例を以下に示す。

中新世後期以降の地層に赤く美しいフジツボがよくみつかると、その化石は現生の *Megabalanus tintinnabulum rosa* に相当し、現生には他に近縁な *M. t. volcano* も知られ、亜種で区別されていた。個体変異や地理的変異の検討から両者はよく似るが、殻表面の特徴、楯板の成長線の突出の度合、背板の距の位置や太さ、軟体部では蔓脚の節数、大顎の歯の特徴などが明らかに異なる。遺伝的な違いをイソ酵素を分離し比較した。共通するものもあるが、両者間で違いが認められ、それらの酵素に関して遺伝的に異なる事が判った。地理的分布は *rosa* がより北方にも

生息するが、本州中部以南で両者は同所性を示す。詳細な分布を紀伊半島田辺湾で調べた。*volcano* は強い波を受ける外洋側の潮間帯下部に、*rosa* は波の影響の少ないブイ等の浮遊物に主に附着し、一見して棲み分けているようにも見えるが、境界部では両者は隣合って生息し、同所性を示す。以上のような形態的差異と同所性は、両者が別亜種ではなく、別種か同種かを示す。生殖時期が異なり、両者は別種と断定できた。

最古の化石記録は *rosa* が中新世後期で(この種の生存期間に形態の変化は認められない)、*volcano* が更新世初期である。特に後者の化石には前者の附着した標本があり、化石で同所性を認定し、別種と判定できた。つまりこの時期には両者の種分化は完了していた事を意味する。

最近クロフジツボ類 *Tetraclita squamosa* の3“亜種”に関して同様な研究を進めている。それらは形態的に区分され、地理的には伊豆以南で同所性を示し、主たる生息域が外洋域、湾口域および湾内域と異なるが、しばしば3者は隣接する。3者の生殖的隔離機構の解明は未だ十分でないが、3者は ecophenotype 等ではなく、それぞれ独立した種と考えられる。その層位学的研究も進めている。

現生生物の分類は形態、同所性・異所性、生殖的關係にもとづかれる。以上のように、古生物では前2者しかその様子が判らないが、同所性・異所性ということが形態と同様に分類や系統を理解する上で重要である。

指名討論 3. 下山正一 (九州大学) : 巻貝の殻サイズ頻度分布形における古生物学的初期情報の保存

殻サイズ頻度分布形は生貝・死殻・化石の各個体集団相互の比較を行なえる共通表現要素として重要である。生貝個体群において、自然死により形成された死殻個体集団の殻サイズ頻度分布形(これを初期の殻サイズ分布形と呼ぶ)は、成長途上の貝の初期死亡の山と、成長停滞期の貝の死亡の山の2つのピークで構成される2山型を基本型としている。しかし、その変異の幅は大きく、殻サイズの小さい側へ著しく傾いたタイプから成貝殻サイズのみの“正規分布”的なタイプまで実在する。前者の例は *Umbonium* (*Suchium*) *moniliferum* や *Semisulcospira libertina* 等で、後者の例は *Macoma* (*Macoma*) *incongrua* 等で見出されている。この変異は生態的な諸特徴を反映しており、殻サイズ分布形の再構成の検討では、同一種もしくは極近縁種の初期の殻サイズ分布形を基準にする必要がある。

殻サイズ分布形の再構成程度の比較検討では、サイズ頻度分布形だけでなく、殻サイズ別のみかけの「生存曲線」を復元し、初期の殻サイズ分布形やそれから作成される「生存曲線」からのずれをもって、再構成程度とみなすことが可能である。*Umbonium* (S.) *moniliferum* の場合、この方法によって再構成様式や程度を検討すると、生貝個体群分布地内の同死殻個体集団はもちろんのこと、水流がかなり強い感潮クリーク部分や外海側波打際の貝殻帯における死殻個体集団においても初期の殻サイズ分布形が基本的には保存されている。これに対し、内湾性ヤドカリの分布中心地では、同死殻個体集団の殻サイズ頻度分布形は大きく変更され、その形は成貝中心の1山型を呈している。このヤドカリによる殻の集中とその際の殻サイズ選択性は水流によるそれよりもきわめて大きい。

ヤドカリの空殻利用行動に伴う殻の選択性にはいくつかの特徴が認められる。ヤドカリ個体群の大き

さはその行動範囲内に存在する利用可能な空殻数により支配されている。このため、利用度の高い種類の殻ではそのサイズがぎりぎり最大限のものに片寄って利用がなされている。また死殻を運び込むことにより、その場で元来生産された死殻にそれらを付加した形の死殻集団が形成される。これらの結果、死殻個体集団の殻サイズ頻度分布形と、本来の種・個体数組成に重大な変更が生じる。逆に言えば、このような特徴を手がかりとして、巻貝化石集団において、その形成当時のヤドカリの関与の程度を推定することができる。

今回は巻貝に例をしぼって殻サイズ分布形の検討を行なったが、二枚貝ではこれとは別の古生態学の問題が存在している。これについてはまた別の機会に紹介したい。

おわりに、この討論の機会を与えて頂いた関係者の皆様に深く謝意を表す。

学 会 記 事

◎1983年6月18日に日光市、日光金谷ホテルで行なわれた定例評議員会において、次の諸君の入退会が承認された(敬称略)。

〔入会者〕 渡辺晶保, 大山直見, 野田芳和, 井龍康文, 鄭圭横, 布施圭介, 狩野彰宏, 郡司幸夫, 兒子修司, 矢萩治幸, 服部郁子, 高木淳, 水野吉昭, 清水克巳, 佐藤陽一, 甄百鳴, 植田均, 田中宏一(以上18名)。

〔退会者〕 坂口重雄(特別会員), 戸塚洋子, 高橋理佳子, 三菱石油開発(株)(賛助会員), 塚野善蔵(以上5名)。

〔逝去者〕 半沢正四郎(名誉会員), 西澤勇(以上2名)。

◎同上評議員会において、以下の審議があった。

- 1) 昭和59・60年度科研費配分委員の候補者に学会として、地質学一般1段委員: 斎藤靖二・水谷伸治郎, 層位古生物1段委員: 佐田公好・田代正之の諸君を推薦することにした。
- 2) 1984年度から、例会の開催回数を減らし、年1回、6月に行なうこととした。
- 3) 創立50周年(1985年)の記念事業委員会が発足し、具体的企画を立て実行を進めることとなった。委員は当面、花井哲郎, 木村達明, 小島郁生, 長谷川善和の4君とする。

本邦白亜紀三角貝の生息環境と層序

田代正之^{*1)}・松田智子^{*2)}

Stratigraphy and inhabited environments of the
Cretaceous trigonians in Japan

Masayuki Tashiro^{*1)} and Tomoko Matsuda^{*2)}

Abstract In the various localities of the Cretaceous System in Japan, many trigonian species, about 50 or more, have been described by many authors, from a variety of conditions of environments such as brackish (?), subtidal, littoral and neritic. This paper deals with the stratigraphical occurrences and presumable inhabited environments of the trigonians. One of the conclusions of this study, the stratigraphy of each trigonian, is shown in Text-fig. 1. This is very useful for the stratigraphy of the Cretaceous System in Japan especially in the faunas which are very poor in the occurrence of ammonite and inoceramid. Another one, the inhabited environment of each trigonian, is shown in Text-figs. 4 and 6. It seems that the number and feature of the costae on the disk, outline of the valve and feature of the area in the trigonians, are very closely related to the conditions of inhabited environments of the trigonians.

1. はじめに

日本の白亜紀三角貝は、横山又次郎博士の *Trigonia pocilliformis* Yokoyama (1891) の記載を始めとして、多くの著名な研究者によって記載され、現在までに、その数 50 余種に及んでいる。また近年、本邦の白亜系の生層位学は急速な進展をみせているので、従来層位的位置関係が互いにはっきりしていなかった各地方・地域の三角貝産地が、かなりの精度で対比できるようになり、三角貝個々の種の生存期間や産出層準が正確につかめるようになってきた。たとえば、筆者の 1 人田代が、1979 年に報告した本邦産のペンネート (pennate) 類についても、以来 5 年を経過した今、その個々の種の層位学的産出層準は、更に詳細に言及できるようになっている。

筆者らは、最近(田代・松田, 1983; Tashiro and Matsuda, 1983), 主に中期白亜紀のいわゆるプレトリゴニア類について、その層序と生息環境について報告したが、今回は、それらを基に、ニッポントリゴニアやクノビイ (knobby) トリゴニア類などを加え、ペンネート類や前期白亜紀のプレトリゴニア類に関する追加部分を含めて、これら白亜紀三角貝の層序とその生息環境について整理したので、報告する。

2. 本邦白亜紀三角貝とその層序

本邦白亜紀三角貝の 8 属 58 種の産出層序と、個々の種の推定される生存期間についてまとめたものが図 1 である。これらの大半をしめるものは、前期白亜紀から中期白亜紀に繁栄したプレトリゴニア類と、後期白亜紀のアピオトリゴニア (ペンネート) 類であることが判る。

本邦のアピオトリゴニア類は、三笠市幾春別 (北海道) の桂沢ダムサイトの *Inoceramus yabei* 帯 (セノマニアン中期) よりも約 20 m 下位のシルト岩に産した *Heterotrigonia* (s. s.) *subovalis sawatai* が最も古いと思われる。また *Heterotrigonia* s. s. は北海道以外では未だ報告がない。一方、*Apiotrigonia* s. s. は、*Heterotrigonia* s. s. よりもやや遅れて、北海道では *Apiotrigonia* (s. s.) *mikasaensis*、西南日本では *Apiotrigonia* (s. s.) *undulosa* (高知県物部地域) が、それぞれチュロニアン中期に出現している。コニアシアンには、*A.* (s. s.) *undulosa* は双葉 (福島)、宇和島 (四国)、楮佐古 (四国)、大野川 (大分) と広がっている。サントニアンには、西南日本から北海道まで全国的に *Apiotrigonia* (s. s.) *minor* が広く分布し、サントニアン後半には *Apiotrigonia* (s. s.) *obsoleta* が西南日本でみられる。*Apiotrigonia* s. s. の最後の種は、*Apiotrigonia* (s. s.) *hetonaiana* が北海道の函渚砂岩層 (マストリヒシアン後期) や浦河地方の乳香川層 (カンパニアン後期) に認められるが、西南

*1) 高知大学理学部地学教室

*2) 福岡市東区香椎

日本では *Apiotrigonia* (s. s.) *crassoradiata* が、カンパニアン中期 (*Inoceramus schmidti* 帯か *Inoceramus sachalinensis* 帯) を最後にとだえている。

Nakanotrigonia と *Microtrigonia* は殻表の装飾や外形などよく似た小型の三角貝であるが、前者は *Heterotrigonia* s. s.、後者は *Apiotrigonia* s. s. から、それぞれ平行的に分枝したと思われる (Tashiro, 1979)。その消長も *Heterotrigonia* s. s. と *Apiotrigonia* s. s. の関係に似て *Nakanotrigonia* の出現がやや速く、サントニアン後半であり、またカンパニアン前期以降には知られず、記載種は *Heterotrigonia* (*Nakanotrigonia*) *granosa*・*Heterotrigonia* (*Nakanotrigonia*) *himenouensis* の2種で、その産出個体数も極めて少なく、産地は九州の姫浦層群下部亜層群にかぎられている。一方、*Microtrigonia* は、*Nakanotrigonia* よりもやや遅れて出現し、本邦のカンパニアン中期からマストリヒシアンを特徴づける代表的な二枚貝化石の1つとなっている。特に西南日本 (姫浦層群上部亜層群・和泉層群) で良く発達している。本亜属での出現は *Inoceramus orientalis orientalis* 帯 (天草下島・大島) の *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *imutensis* が最も古く (カンパニアン前期の後半)、最も遅い種は、マストリヒシアン後期の *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *amanoi* と *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *minima* がある。天草の姫浦層群や、大阪の和泉層群のマストリヒシアン後期にみられる小型の種、*Apiotrigonia* (?*Apiotrigonia*) *dubia* は、その亜属の所属がよく判らないが、多分 *A.* (s. s.) *obsoleta* と関連のある種であろう。

クノビートリゴニア類は、本邦では上部白亜系に産する。“*Steinmanella* (*Yeharella*) *jimboi*”を除く本三角貝類は、おそらく *Yaardia* に属すると考えられる (Tashiro and Morozumi, 1982)。*Yaardia* の中では *Yaardia ainuana* の出現が最も速く、三笠砂岩層中のチュロニアン後期に密集して産する。チュロニアン中期にも認められる。*Yaardia kimurai* は模式地の双葉層群 (Kobayashi and Amano, 1955) や、宇和島層群 (四国) のコニアシアンに認められる。天草下島や甞島のカンパニアン中期 (姫浦層群上部亜層群) や同じくカンパニアン中期の四国の松山や重信付近の和泉層群の基底部に出現するのは *Yaardia japonica* であるが、姫浦層群や和泉層群のカンパニアン後期からマストリヒシアンに広く知られる標本は殆んど *Yaardia obsoleta* である。“*Steinmanella* (*Yeharella*) *kimurai sanukiensis*” と “*Steinmanella* (*Setotrigonia*) *shinoharai*” は *Yaardia obsoleta* と同種かまたは近縁な種であると思われる (Tashiro and Morozumi, 1982)。*Yaardia* の最後の種は、マストリヒシアン後期に西南日本では和泉佐野市ソブラ

に産する *Yaardia tanii* (和泉層群) と、北海道徳別町から報告のある “*Trigonia deckeina*” (函渚層群) (*Trigonia deckeina* はおそらく *Yaardia* に属するものと思われるが、模式標本が不完全で、その正確な所属はよく判らない) がある (久保田 1952)。

セノマニアン中期に知られる *Trigonia jimboi* は Saul (1978) によれば *Litschkoritrigonia* に加えられると述べている。これらの他に “*Steinmanella* (*Yeharella*) *lymanii*” が、サハリンの上部白亜系から記載されている (Kobayashi and Amano, 1955) が、ここでは省略した。

ニッポニトリゴニア類は、官古層群を除けば、一般に保存が悪く、礫岩や粗粒砂岩から出ることが多いため、2次的な変形が著しい上に、個体変異も大きいと思われるので種の同定が大変困難な場合が多い。そのため多分同種と思われるものに複数の種名があったり、異種と考えられるものを同種として取扱ってしまうおそれがある。また、これらを全て “*Nipponitrigonia kikuchiana*” として区別なしでリストされたと思われる報告もある。ここでは、予察的な筆者らの意見を加えて、ニッポニトリゴニア類について記述する。

ニッポニトリゴニア類はジュラ紀後期からすでに報告・記載されているが、白亜紀の初期に出現する種に *Nipponitrigonia sakamotoensis* がある。本種は、物部層 (オーテリビアン後期～パレミアン前期) から日比原層下部層下部 (アプチアン前期) に知られる。立川地域 (徳島) の羽浦層にも確認できるが、模式種は羽浦地域 (徳島) の羽浦層 (パレミアン) に産している (Yehara, 1921)。紀州の有田層の標本は、殻表の前半部の同心円助 (*N. sakamotoensis* に特有なもの) が弱く不明瞭なものが多いが、同様な標本は物部層にも多産しているので、おそらく *N. sakamotoensis* とみることができる。有田層から報告のある *Nipponitrigonia plicata* は上記の形態の *N. sakamotoensis* を指している可能性はないであろうか。また本種 (*N. sakamotoensis*) は戸台層 (赤石山地) (林・他, 1981) や山中の石堂層 (Maeda et al., 1964; 松川, 1976) に知られる。また石堂層から記載された *Nipponitrigonia sanchuensis* (Maeda, 1962) について Hayami (1975) は *N. plicata* との関連を示唆している事を含めて、*N. sanchuensis* は *N. sakamotoensis* との関連が予想される。また佐川 (四国) から記載された *Nipponitrigonia naumanni* (Yehara, 1923) は Hayami (1975) が指摘した様に本種の synonym とする事に異論はない。*Nipponitrigonia convexa* は、佐川の黒原層から記載されている (Kobayashi, 1957)。また物部地域では日比原層下部層、橋原地域の日比原層相当層下部層、徳島

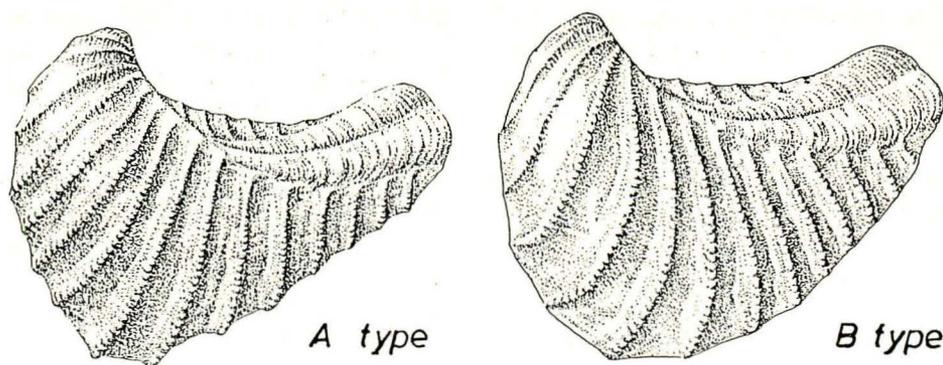


図2 *Pterotrigonia* (s.s.) *pocilliformis* の2型 (左側Aタイプ, 右側Bタイプ)

では傍示地域の傍示層基底部^{*3)}から本種の産出を確認している。いずれもアプチアン前期と考えられる地層である。本種は九州の御所浦層群からの報告もあるが、筆者らの観察では、御所浦層群のニッポトリゴニア類は *Nipponitrigonia kikuchiana* と *Nipponitrigonia quadrata* の2種であると考えている。最近大分県の溜水地域の下部白亜系からも本種 (*N. convexa*) と思われる標本を得ている。アプチアン後期～アルビアンには *Nipponitrigonia plicata*, *N. quadrata*, *N. kikuchiana* が出現する。*N. plicata* と *N. quadrata* は熊本の本八代層(アルビアン前期の後期)から記載されている (Kobayashi and Nakano, 1958)。*N. kikuchiana* は、宮古(岩手)のアプチアン上部からアルビアンに知られ (Yehara, 1923; 花井・速水・小島, 1968), 八代層の上位に重なる宮地層(アルビアン中期?)には *N. plicata* があり、また上田・他, (1976)は *N. kikuchiana* も報じている。御所浦層群中部層下部(II b: 松本, 1938 による)には *N. quadrata* と思われる標本と *N. kikuchiana* が得られる。また御所浦層群の上部層の下部(III a: Tamura, Tashiro and Motojima, 1968 による)や獅子島の御所浦層群のS-III～S-IV層(田代・松田, 1983 による)にはかなり大型の *N. kikuchiana* の密集層が数層準にわたり認められる。これらの時代はII bはアルビアン最後期, III aおよびS-III, S-IVはセノマニアン前期と考えられている (Matsumoto and Tashiro, 1975; 田代・松田, 1983)。種の同定が未だ進んでいないニッポトリゴニア類の1種が、橋原地域(高知)の上部白亜系(甲藤・他, MS.) (おそらくセノマニアン中期)に産するが、本未同定種が本邦では最も上位に出現するニッポトリゴ

ニアであろう。銚子(千葉)の下部白亜系から記載された *Nipponitrigonia choshiensis* (Maeda, 1962) は未だ筆者らは標本を得ていない。

本邦のプテロトリゴニア類の最古の種は、*Pterotrigonia* (s.s.) *pocilliformis* である。本種はその外形の特徴からA・Bの2型が認められる(田代・松田, 1983)が、一般にAタイプはBタイプよりも下位の層準に産する。たとえば物部層(高知), 堂ヶ奈路層下部層(高知), 石堂層(山中), 羽浦層(徳島), 立川地域の“羽浦層”(徳島), 有田層(紀州), 戸台層(赤石), 八竜山層(熊本), 佩盾山層(大分), 溜水層下部層(大分)で確認できる。また気仙沼の大島統の“白浜層”の標本(IGPS 36712)もAタイプに近い。このAタイプは *Neithea atava*, *Astarte subsenecta*, *Plicatula kiiensis*, *Nanonavis yokoyamai*, *Gervillaria haradae*, *Gervillia forbesiana* などと伴ってることが多い。上記の地層群はいずれも領石あるいはその相当層の上位にあり、オーテリビアン後期からパレミアン前期とされている部分である(松本・他, 1982)。

一方Bタイプの *P.* (s.s.) *pocilliformis* は、日比原層下部層(高知), 橋原地域の同相当層(高知), 傍示層基底部(徳島), 堂ヶ奈路層中部層(高知), “介石山層”(佐山町加茂北方の介石山層で、介石山の介石山層ではない)や黒原層(高知), 小坂層(小坂地域の佩盾山層群・大分), 日奈久層(熊本)などに確認される。また Hayami and Oji (1980) の銚子の標本はおそらくBタイプであると思われる。これらの地層群はいずれもアプチアンと考えられていて、日比原層, 堂ヶ奈路層, 傍示層, 小坂層からはいずれも *Cheronicerias* spp. の報告がある(松本・他, 1981; 田代・他, 1980; 田代・他, 1982; 松本・高橋, 1982; 中居, 1968; 寺岡, 1970)。また, 最近, 萩野層(高知)の下位に分布する神木層(田代・他, MS.) からBタイプが知られ, 本層は, アンモナイトによれ

*3) 徳島の下部白亜系については, その層位的研究を進めており, 従来とは若干異なる見解を得ているので, その成果を公表すべく準備中である

ばバレミアン後期(松本達郎博士の私信による)である。以上のように B タイプはバレミアン後期からアプチアン前期に出現しているが、A タイプと B タイプは産出岩相に若干の差異(前者はシルト岩に、後者は砂岩に多い)があり、生息環境の違いによる“すみ分け”と考えられないこともないが、未だそれを支持する積極的な材料は得ていない。

Pterotrigonia (s. s.) *hokkaidoana* と *Pterotrigonia* (s. s.) *yokoyamai* は宮古層群のアプチアン後期からアルビアンに特徴的な種である。前者は、九州では八代層(アルビアン前期の後期)と宮地層(アルビアン中期?)や、溜水層上部(アプチアン後期?)にみられ、後者は宮地層や須久保(大分:アルビアン後期:松本・他, 1981; 田代・田中・松田, 1983MS.*4)に認められる。四国では、傍示層上部でほぼ *P.* (s. s.) *yokoyamai* に同定できる未公表の標本を得ている。北海道浦川地域の様似の標本(蟹江康光博士採集)は *P.* (s. s.) *yokoyamai* の模式標本(IGPS 4367)よりもはるかに大型であるが、他の特徴は、*P.* (s. s.) *yokoyamai* に酷似する(Tashiro and Matsuda, 1983)。また *P.* (s. s.) *hokkaidoana* については、田村(1978)も指摘しているように、北海道には確認できない。本種のレンジは四国の日比原層下部層の標本(平田茂留氏採集・田村, 1978)が、*P.* (s. s.) *hokkaidoana* とされているので、上記をまとめると、アプチアン前期からアルビアンに及んでいると思われるが、アルビアン最上部(御所浦層群)には存在しないので、おそらくアルビアン後期には絶滅したと思われる。宮古層群から知られる *Pterotrigonia* (s. s.) *datemasamunei* に比較される標本は、筆者らの知るかぎりでは、宮古以外での報告はない。

セノマニアンに知られる *Pterotrigonia* s. s. は、*Pterotrigonia* (s. s.) *sakakurai* のみで、その産地は御所浦層群にかぎられている。同亜属の最後の種は *Pterotrigonia* (s. s.) *kofujiensis* である。本種は Tamura (1978) によって大分の大野川層群霊山層から記載されたが、高知県物部・大柘の楮佐古層からも産する(Tashiro and Matsuda, 1983)。ともに *Inoceramus hobetsensis* 帯からであるので、チュロニアン中期が示唆される。

最近筆者らは、かつて *Acanthotrigonia* とされた三角貝類の一部と *Scabrotrigonia* とされた三角貝類を、一括して *Pterotrigonia* の亜属? *Scabrotrigonia* とした(Tashiro and Matsuda, 1983)。本亜属の種はアプチアン前期からセノマニアン中期にかけて繁栄する。アプチアン前期の *Pterotrigonia* (? *Scabrotrigonia*) *moriana* が高知の物部地域の萩野

層、高知市北方の“萩野層”，佐川地域の文城層に知られる。アプチアン後期からアルビアン前期にかけては、Nakano (1958) による“*Scabrotrigonia* sp.” が八代層から知られるのみであるが、アルビアン後期には、*Pterotrigonia* (? *Scabrotrigonia*) *obsoleta* や *Pterotrigonia* (? *Scabrotrigonia*) *pustulosa* が出現し、それらから、それぞれ発展したと思われる多くの種 (*Pterotrigonia* (? *Scabrotrigonia*) *monobeana*, *P.* (? *S.*) *longilova*, *P.* (? *S.*) *pustulosa* (B), *P.* (? *S.*) *iminishii*, *P.* (? *S.*) *kobayashii*, *P.* (? *S.*) *yeharai*) が、ほぼ日本全域に分布しているが、おそらくセノマニアン中期には絶滅している(詳細な各種の層準や産出地層などは、田代・松田, 1983 を参照)。

Pterotrigonia の亜属 *Ptilotrigonia* も、アルビアン後期からセノマニアン中期にかけて爆発的に繁栄した三角貝類である。東北地方や北海道では、*Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *brevicula* と *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *mifunensis* の 2 種のみであるのに対し西南日本での発達は顕著である。九州では主に御所浦層群・御船層群に産し *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *ogawai*, *P.* (*Ptil.*) *mifunensis*, *P.* (*Ptil.*) *tamurai*, *P.* (*Ptil.*) *amakusensis*, *P.* (*Ptil.*) *brevicula*, *P.* (*Ptil.*) *usuiensis*, *P.* (*Ptil.*) *mashikensis*, *P.* (*Ptil.*) *higoensis*, *P.* (*Ptil.*) *dilapsa* の 9 種、四国では *P.* (*Ptil.*) *mifunensis*, *P.* (*Ptil.*) *brevicula*, *P.* (*Ptil.*) *higoensis*, *P.* (*Ptil.*) *mashikensis*, *P.* (*Ptil.*) *miyanoharensis* の 5 種が、佐川や物部地域に知られる(層準・産地等の詳細は、田代・松田, 1983; Tashiro and Matsuda, 1982, 1983; Tashiro and Kozai, 1982 を参照)。

赤石山地では *P.* (*Ptil.*) *mifunensis*, *P.* (*Ptil.*) *miyanoharensis* が多産している(松島・北村, 1981 の標本を筆者らが同定)。

以上述べた三角貝類の他に、本邦白亜系に知られる種として *Rutitrigonia* の 2 種がある。*Rutitrigonia* *yeharai* (Kobayashi, 1954) が佐川の山ノ神層、*Rutitrigonia* *sanchuensis* (Nakano, 1958) が石堂層と八代層から知られている。またおそらく *Linotrigonia* と思われる標本(松島・北村, 1981, pl. 2, figs. 1-5) が赤石山地(セノマニアン)に知られている。大分の須久保層(アルビアン後期)から最近 *Ptilotrigonia* と思われる不完全な標本が田中 均氏によって採集された(田代・田中・松田, 1983 MS.)。

3. 三角貝の生息環境

図 3 は、上部白亜系の三角貝類の出現時期と、その推定される系統を示し、図 4 は、それぞれの種の推定される生息環境を示している。図中の三角貝の

*4) 高知大学学術報告第 32 巻自然科学 (1983; 印刷中)。

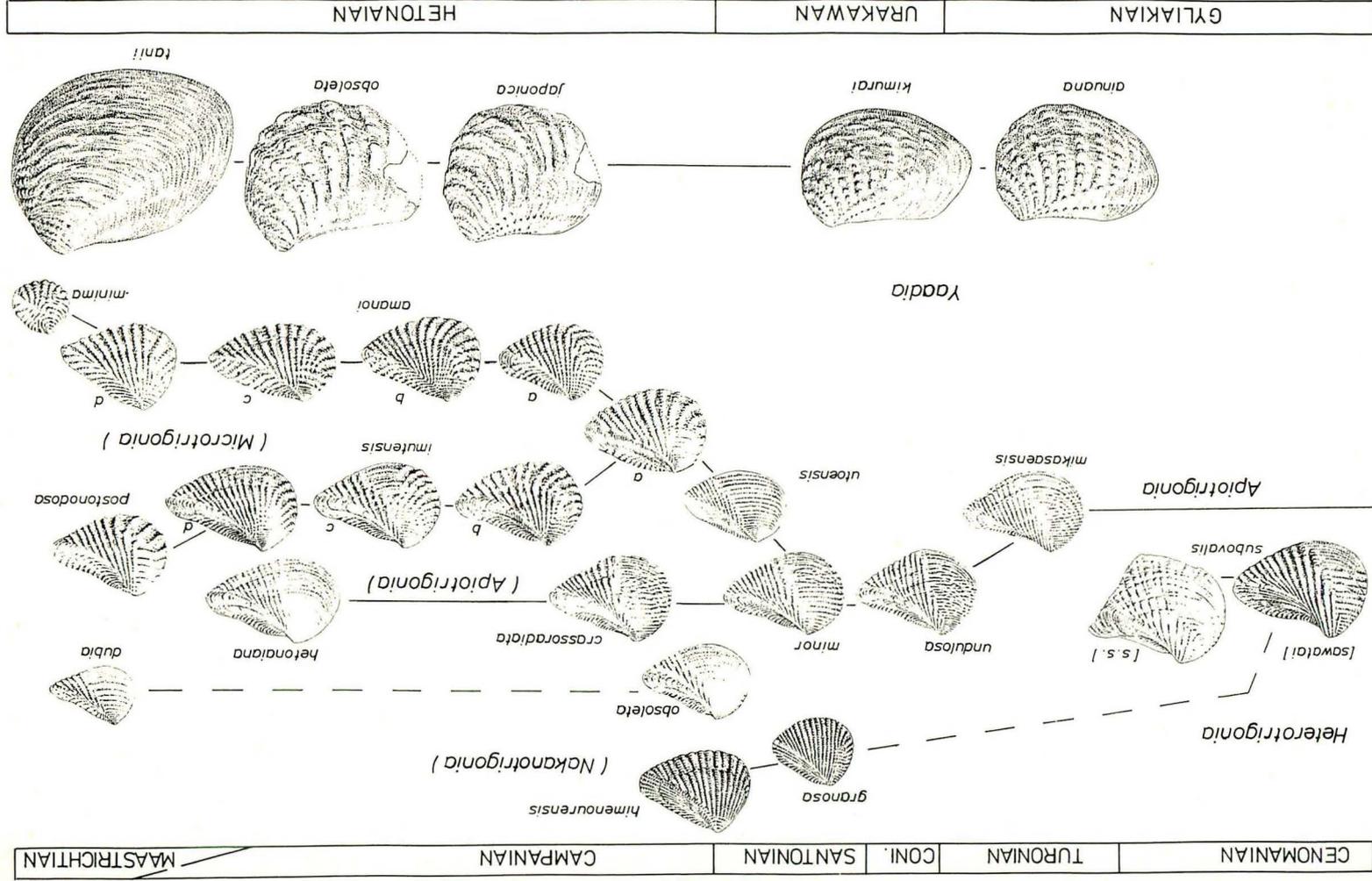


図3 本邦上部白亜系に出現する三角貝とその推定される系統

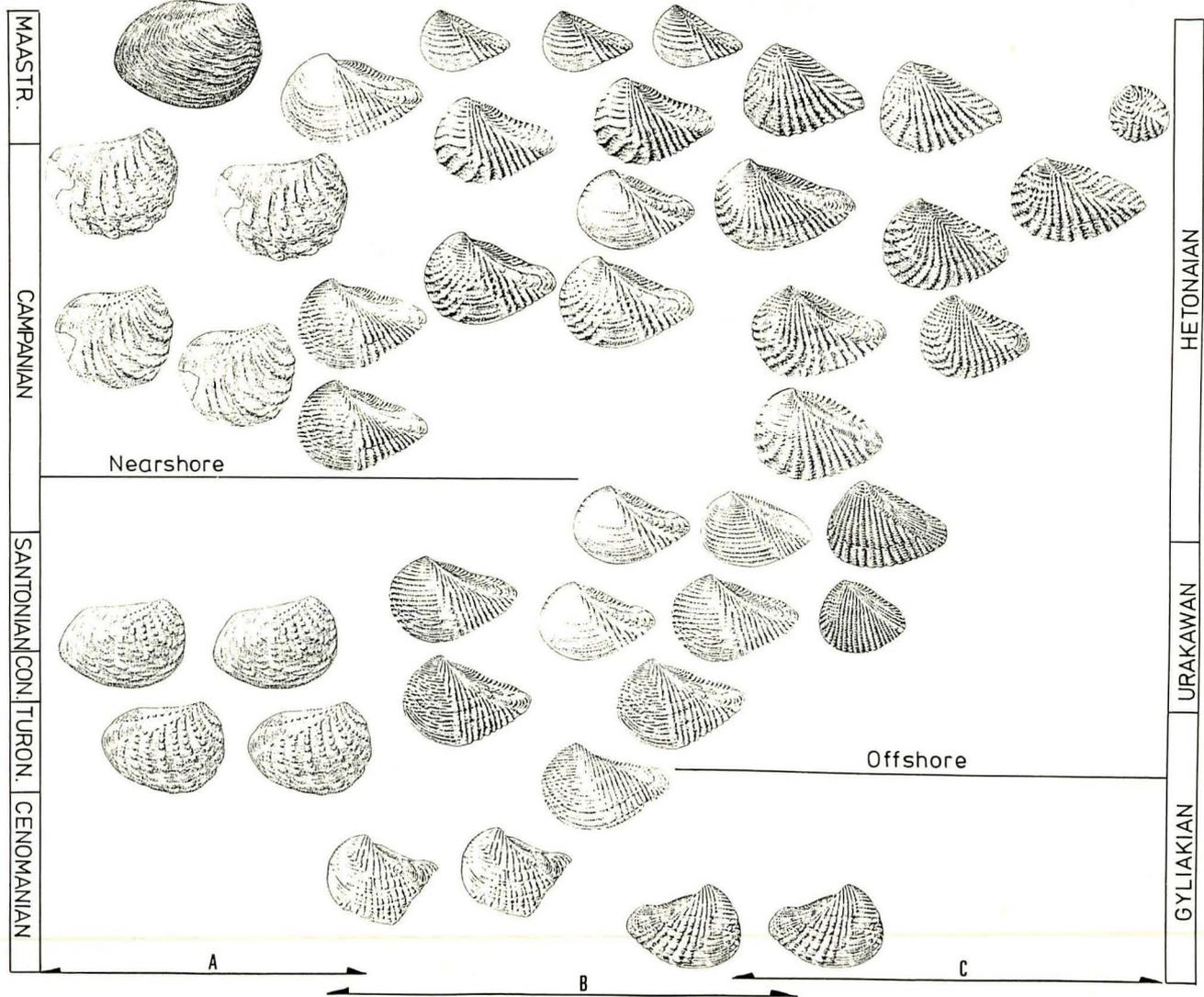


図4 本邦上部白亜系における三角貝の産出層準と生息環境

図の数は、ほぼ産地の数かそれより少ない数になっている。図3、図4には、北海道の "*Steinmanella*" (*Yeharella*) *jimboi*, *Yaadia* (?) *deckeina*, *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) sp. の三種は図示されていない。

生息環境の推定は、岩相および伴う二枚貝化石の群集の違いに基づいて行なっている。図4の左側(A)は、一般に中～細粒砂岩からなり、伴う二枚貝は図の上半部では *Crassostrea*, *Brachiodontes*, *Leptozolen*, *Loxo*, *Amakusatapes*, *Tenea*, *Agnomyax*, *Astartemya*, *Glycymeris*, *Corbula* など、下半部は *Apholodina*, *Meekia*, *Leptozolen*, *Glycymeris*, *Cuculaea* などである。図の中央部(B)では *Inoceramus*, *Glycymeris*, *Acila*, *Nanonavis*などを伴い、細粒砂岩からシルト質岩を示している。図の右側(C)では、シルト質岩から暗灰色泥岩を主とし、*Acila*, *Nucula*, *Portlandia*, *Periplomya*, *Periploma*, *Parvamussium*, *Solemya*などを伴っている。

Yaadia 類はいずれも near shore の砂岩(粗～中粒)にでることが多い。和泉層群では、基底礫岩近くの砂岩やシルト岩にしばしば見出される。天草下島の姫浦層群上部亜層群の U-III a では粗粒砂岩中に密集して *Yaadia obsoleta* がでる (Tashiro, 1978)。またほぼ同じような岩相の同亜層群 U-II a (甌島)には *Yaadia japonica* が密集する。*Yaadia ainuana* は北海道の幾春別桂沢ダム南東に密集層があるが、ここでは、細粒～シルト質の砂岩中にあり *Glycymeris* (*Hanaia*) *katsurazawensis*, *Inoceramus teshioensis*などを伴っている。

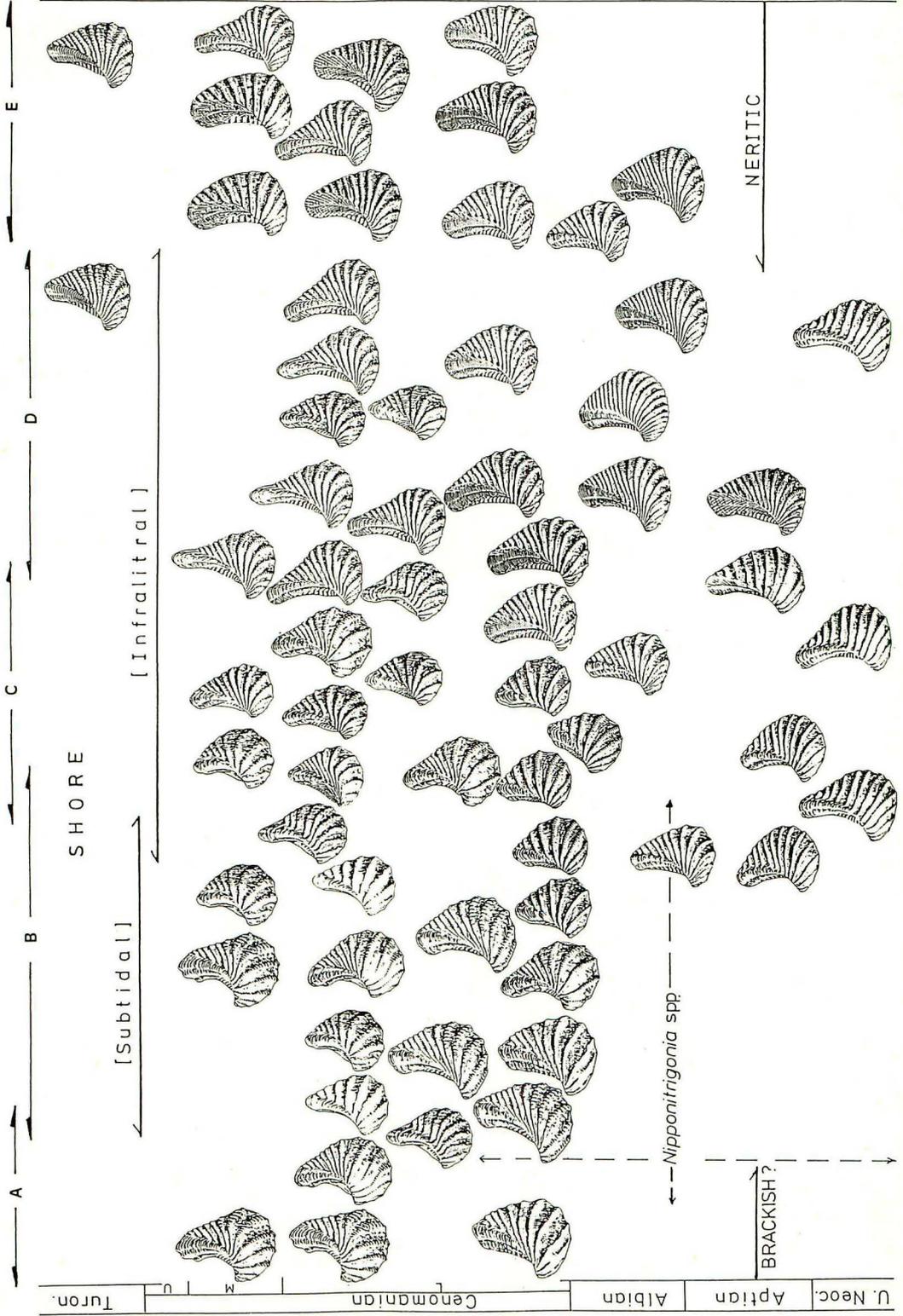
Apiotrigonia s. s. や *Heterotrigonia* s. s. の種はほぼ共通した環境から産する事が図から判る。*Yaadia* 類よりも一般に細粒な堆積物(細粒砂岩～シルト岩)中にみられるが、まれに共産する場合は、どちらかの種が少ない。たとえば、甌島の姫浦層群 U-II a に数層準にわたり *Yaadia japonica* の密集層が発達するが、その中にはまれに *Apiotrigonia* (s. s.) *crassoradiata* が産し、逆に、やや細粒な砂岩には *A.* (s. s.) *crassoradiata* の密集層が発達するが、その中にまれに *Y. japonica* が産する。この関係は *Yaadia kimurai* と *Apiotrigonia* (s. s.) *minor* 又は *Apiotrigonia* (s. s.) *undulosa* (双葉層群・宇和島層群), *Y. ainuana* と *Apiotrigonia* (s. s.) *mikasaensis* (三笠砂岩層)の間にもみられる。また *Heterotrigonia* (s. s.) *subovalis subovalis* と *Heterotrigonia* (s. s.) *subovalis sawatai*の間には、幾分生息環境の違いがあったようで、前者は一般に粗～中粒砂岩層から得られるが、後者はシルト岩中に産している。かつて両者を同種として取扱った (Nakano, 1958 ; Tashiro, 1979) が、ここでは説明の都合上亜種の差異があると

みなし取扱うことにする。*subovalis* s. s. と *sawatai* の違いはエリアの装飾が後者では明瞭な放射状肋があり、前者ではその小肋が弱いか不明瞭である。またエリアの形は、前者は細長く後方へ丸く突き出すのに対し後者は対角線状に切れて突き出し方が弱い。これによく似た違いが *Microtrigonia* の種の間にもみられる。たとえば *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *imutensis*, *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *postonodosa*, *Apiotrigonia* (?) *Apiotrigonia* *dubia* と *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *amanoi*, *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *minima* の間の関係であり、前3種はエリアが後方へ丸く突きだし、装飾はほとんど不明瞭なのに対し、後2種はエリアが短かく、突出しも弱く対角線状にカットされており、明瞭な装飾がみとめられる。前者の生息環境は *Apiotrigonia* s. s. の種に近く、天草や和泉では *A. (M.) imutensis* は、しばしば *A. (s. s.) crassoradiata* と同所的に産する。一方後者はシルト岩や暗灰色泥岩中に多く産出し、明らかにすみ分けていることが判る。*Heterotrigonia* (*Nakanotrigonia*) *granosa*, *Heterotrigonia* (*Nakanotrigonia*) *himenourensensis* は、殻の形態やエリアの装飾が明瞭な点では後者に類似して、その産出岩相も暗灰色泥岩にかぎられている。これらの三角貝類は、同所的に産する他の二枚貝からみても、その生息環境は、前者で浅く、後者で深いと判断される。また両者の違いは、エリアだけでなく殻表(ディスク)の装飾にも若干の違いがみられ、前者の装飾は、一般に肋が弱く、後者の肋は強い。

また、*Apiotrigonia* s. s., *Heterotrigonia* s. s., *Microtrigonia*, *Nakanotrigonia* のいずれの亜属に属する種も、下位から上位へと、時間の経過と共に、殻表の亜放射状肋が強調されていくことは、Tashiro (1979) がすでに指摘しているが、この定向的な進化と堆積環境(生息環境)との関係はよく判らない。

図5は、下部白亜系～中部白亜系プレトロリゴニア類の出現を時代順に配列したもので、図6は、プレトロリゴニア類を中心に、その生息環境の推移を画いたもので、たてに時代の経過、よこに生息環境の拡がりを表わしている。而、本図は田代・松田 (1983) に示した図に、下部白亜系下部のプレトロリゴニア類を追加し、更に新しい化石産地による資料を加え、スランピングなどによる混入が予想される部分(産地)を排除し、改作したものである。図中の三角貝図の点数はそれぞれの種の産地数に等しいか、それより少ない数で示されている。プレトロリゴニア類の個々の種の系統・進化に関しては、その産出層準・産地の詳細とともに田代・松田 (1983), Tashiro and Matsuda (1983) で述べているので参照されたい。また、ニッポントリゴニア類については、前

図6 本邦下部-中部白亜系三角貝の産出層準と生息環境



章で述べた理由の如く、完全な標本の獲得が困難なこと、また、形態的特徴が平面図として表現しにくいことも合わせて、ここでは図示する事をやめ、その生息環境の範囲を矢印の線で表わすにとどめている。なお前章でふれた *Rutitrigonia* の2種、*Lino-trigonia* sp., "*Ptilotrigonia* sp." と筆者らが直接採集、あるいは露頭(産地)の確認が出来なかった *Pterotrigonia* (?*Scabrotrigonia*) *longilova* については図示していない。

図6の環境の拡がり(汽水)から右(沿岸)へほぼ5等分して説明すると、図左端(A)に位置する三角貝類は、礫岩・礫泥り砂岩・極粗粒砂岩に産するもので、中上部白亜系(図上半部)では、しばしば *Matsumotoa*, *Crassostrea*, *Eomiodon* などと伴って産する。下部白亜系では一般に "*Ostrea*", *Nipponitrigonia* の密集層を形成している。おそらく汽水域か、あるいは海浜に接した潮間帯付近の堆積環境下にあったとみられる。この環境下に出る三角貝は *Nipponitrigonia sakamotoensis*, *N. plicata*, *N. kikuchiana*, *Rutitrigonia sanchuensis* などのハマグリ型のものと同様に *Pterotrigonia* 類の *Pterotrigonia* (s. s.) *sakakurai*, *P. (?Scabrotrigonia) yeharai*, *P. (Ptilotrigonia) higoensis* などで、まれに *P. (Ptil.) brevicula*, *P. (Ptil.) usuiensis*, *P. (Ptil.) tamurai* などが加わる。前記の3種はいずれも大型で、数の少ない太く低い、いぼ状の不規則で不明瞭な突起を持ったディスクの肋があることや、エリアは幅広いがスムーズで、後方へ丸く突きだすという共通する特徴がある。

次の図の中央より左側に位置する部分(B)は、一般に粗粒砂岩か砂まじりの分級の悪い砂泥岩を主としており、中・上部白亜系では *Matsumotoa*, *Eomiodon*, *Septifer*, *Goshoraia*, *Anomia*, 下部白亜系では *Neithea*, *Nanonavis*, *Eonavicula*, *Plicatula*, *Bakevelia*, *Gervillaria*, *Gelvellia*, まれに *Astarte* を産する。おそらく汽水域の死殻が混入するような極く海浜近くの潮間帯の環境が推定される。ここには(A)部分の三角貝類もみられるが、下部白亜系では *Pterotrigonia* (s. s.) *pocilliformis* (B type), *Nipponitrigonia convexa*, *N. kikuchiana*, *N. quadrata* などが多く、最下部付近では *P. (s. s.) pocilliformis* (A type) も多い。宮古や北海道では *P. (s. s.) yokoyamai* がこれに加わる。 *P. (s. s.) pocilliformis* (B type) と *N. convexa* 密集層が四国全域にわたり発達し、さらに九州の大部分まで延びるアプチアン前期の "三角貝" 砂岩はこの(B)のより右側に位置し、 *P. (s. s.) pocilliformis* (A and B types) と *N. sakamotoensis* が濃集する物部層や羽浦層、石堂層、日比原層下部層の各産地は(B)部分でもより左側(海浜側)に位置し

ている。一方、上・中部白亜系では、この(B)部分に多産するのは殆んど *Pterotrigonia* 類で、(A)部分の三角貝に *P. (Ptil.) mashikensis*, *P. (Ptil.) amakusensis* が加わる。これらの *Pterotrigonia* 類は、殻の前半部が半円型で丸く、殻表の肋は太いが低く、数は少なく、また、エリアはスムーズで細長く丸くふくらみ、後方へ丸く突出する共通点がある。これは下部白亜系の(B)部分に多い *P. (s. s.) yokoyamai* と *P. (s. s.) pocilliformis* (B type) が、殻表の肋が少なく、エリアは丸くふくらみ、スムーズで、後方の細長く丸く突き出す点で、たがいに良く似ている。

図の中央部(C)は粗粒～中粒砂岩を主とする部分である。上・中部白亜系では *Anthonya*, *Crassatella*, *Goshoraia*, *Eonavicula*, *Cucullaea*, *Glycymeris*, 下部白亜系では *Barbatia*, *Anthonya*, *Glycymeris*, *Nemodon*, *Neithea*, *Eriphylla*, *Yabea*, *Goshoraia*, *Astarte*, *Cucullaea*, *Portlandia*, *Corbula*, *Cardium* などの二枚貝を伴うので、この部分は、おそらくやや沖合の潮間帯から潮下帯付近の環境を示していると思われる。ここでは大型のニッポトリゴニア類は殆んどみられず、 *N. convexa*, *N. quadrata* がわずかに産する。下部白亜系では *Pterotrigonia* s. s. の発達が顕著な部分であり、上部白亜系では *Pterotrigonia* の大部分の種と *Pterotrigonia* (?*Scabrotrigonia*) *pustulosa* の系列の種がみられるが、産出量は前者の方がはるかに多い。

図の中央より右側の部分(D)は中・細粒砂岩～シルト岩を主とした部分で、伴う二枚貝化石は、中・上部白亜系では、 *Glycymeris*, *Cucullaea*, *Pholadomya*, *Anthonya*, *Myltea*, *Thetis*, *Inoceramus* などが、下部白亜系では *Glycymeris*, *Cucullaea*, *Portlandia*, *Nucula*, *Goniomya*, *Panopea*, *Chlamys*, *Inoceramus*, *Nanonavis* などである。三角貝類は、下部白亜系では *P. (s. s.) pocilliformis*, *P. (?S.) moriana*, *P. (s. s.) hokkaidoana*, *P. (s. s.) dalemasamunei* などが、上部白亜系では *Pterotrigonia* 類は *P. (Ptil.) mifunensis* と、まれに *P. (Ptil.) miyanoharensis* が残る程度で、あとはほとんど *P. (?S.) pustulosa* と *P. (?S.) obsoleta* の両系列の三角貝でしめられるが、中でも *P. (?S.) pustulosa* 系列の量が多い (*P. (?S.) pustulosa* (A and B types), *P. (?S.) monobeana*, *P. (?S.) longilova*). *Pterotrigonia* s. s. では、 *P. (s. s.) kofujiensis* がある。この(D)部分の環境は、岩相や二枚貝相からみて、やや沖合の潮下帯を示していると思われるが、この部分から多産する *Pterotrigonia* s. s. と ?*Scabrotrigonia* には、共通した特徴がみられる。それは、殻の外形は三角形か三日月型で、殻表の肋は多めで、細く強く突き出て、細かいクレニェーションが発達して

いる。また、エリアが後方に丸く突出する種はあるが、大半はその突出しは弱くエリアのふくらみも弱い。また、エリア上には、一般に明瞭な装飾が残されている。また、この部分にのこる *P. (Ptil.) mifunensis* と *P. (Ptil.) miyanoharensis* は、肋の数が他のプチロトリゴニアよりも数多く、特に前者の外形は、プチロトリゴニアよりも横長で *P. (S.) longilova* に似ている。また、*?Scabrotrigonia* の中で一般的なプチロトリゴニアに似たエリアを持つ *P. (?S.) yeharai*, *P. (?S.) longilova*, *P. (?S.) monobeana* が、この部分(D)でもより海浜寄り(左側)に多く分布する。

図の右端の部分(E)は、ほとんどシルト岩か暗灰色泥岩からなり中・上部白亜系では、*Acila*, *Nucula*, *Mesossaccella*, *Entolium*, *Parvamussium*, *Periplomya* が産し、生痕化石 *Zoophycos* がしばしば観察され、下部白亜系では *Nucula*, *Parvamussium*, *Limatulla*, *Inoceramus*, *Mesossaccella* が特徴的である。おそらく潮下帯から大陸斜面近くの、かなり深度のある堆積環境下にあったと思われる。下部白亜系のこの部分からは、未だ三角貝は見出せないが、中・上部白亜系では *P. (?S.) obsoleta* 系列の *P. (?S.) obsoleta*, *P. (?S.) imanishii*, *P. (?S.) kobayashii* がほとんどであるが、わずかに *P. (?S.) pustulosa* も産する。この部分に *P. (s. s.) kofujiensis* を図示したが、これは、大分の霊山層の暗灰色泥岩に産したもので、本標本は、*Inoceramus hobetsensis* と伴う事を考えると、むしろ(D)の部分に加えるべきかもしれない。この(E)部の三角貝は、いずれもエリアが割に広く、装飾が明瞭であり、殻表の肋は細いが強く突きだしており、細かなクレニユレーションが発達している。

図6と図4をオーバラップして考えると、本邦白亜系全体の三角貝の生息環境が示されることになる。図4の中央部分(B)が、図6の中央よりも右よりの部分(D)にほぼ相当する (*Pterotrighonia* (s. s.) *kofujiensis* と *Apiotrighonia* (s. s.) *undulosa* が同所的に産する：高知県の楮佐古層。また *Pterotrighonia* (?*Scabrotrighonia*) *kobayashii*, *P. (?S.) pustulosa* (B type) は、*Heterotrighonia* (s. s.) *subovalis sawatai* とほぼ同所的に産する：北海道の三笠層)。図4の左側(B)を含んだ範囲と思われる。図4の右側部分(C)は、図6の右端(E)にほぼ相当する。

4. 三角貝の形態と生息環境

図4と図6とからの考察は次のようにまとめられる。

Nipponitrigonia, *Rutitrigonia*, *Yaadia*などは、一般に汽水域～潮間帯の極海浜に接近した場所に生息している。

Ptilotrighonia は、汽水域から潮間帯域に繁栄し、汽水域あるいはその付近ではより大型のものが多く、潮下帯近くでは小型で細長い型のものが多くなる。

?*Scabrotrighonia* は、潮間帯から潮下帯に多く、大陸斜面近くのかなり深い場所まで生息し得た種もある*5)。一般に潮間帯付近の種は小型でエリアが細く、その装飾が弱い。

Pterotrighonia s. s. は、潮間帯から潮下帯付近に繁殖し、*Ptilotrighonia* と?*Scabrotrighonia* の中間的な生息環境を示すが、前2亜属と同所的に出る事はない*6)。一般に本亜属は *Ptilotrighonia*, ?*Scabrotrighonia* の両亜属よりも早期(下部白亜紀)に出現しているため、両亜属が、本亜属から進展した三角貝類と考えられない事もないが、また両亜属のために駆逐され、本邦での繁栄は中・上部白亜系では望めなかったのかもしれない。両亜属の繁栄が閉じたセノマニアン以降に、更び *P. (s. s.) kofujiensis* として出現する事に重要な意味があると思われる。

Apiotrighonia s. s. は、潮下帯あるいは潮間帯付近のほぼ一定の環境に生存していたようである。

Microtrighonia は、潮間帯～潮下帯にすむ種とさらに深い場所に生息した種の2つのグループに分けられる。

Heterotrighonia s. s. は、本邦では *H. (s. s.) subovalis* の2亜種 *subovalis* s. s. と *sawatai* があるだけであるが、前者は *Apiotrighonia* s. s. とほぼ同様な生息環境にあり、後者はやや深い環境を選んだようである。

Nakanotrighonia は *Heterotrighonia* (*Nakanotrighonia*) *granosa* と *H. (N.) himenourensensis* の2種のみであるが、両者とも潮下帯でもかなり沖合いの泥中に生息していたと思われる。

三角貝の形態(外見上)と生息環境の関係も図4、図6を通して考察する事ができる。

汽水域あるいは海浜に接近した潮間帯付近に生息する種は大型でハマグリ型をして、殻表の装飾は弱いか消失している (*Nipponitrigonia*, *Rutitrigonia*, *Yaadia*)。またハマグリ型をとらない種はエリアはスムーズで幅広いが低い。またクレニユレーションは不規則ないぼ状のにぶい突起になっている (*Ptilotrighonia*, *Pterotrighonia*, ?*Scabrotrighonia*)。クノビー類は外形はハマグリ型に近いが、殻表の装飾は太いいぼ状突起がある (*Yaadia*)。

潮間帯に広く生息するものは型はやや小型になるが、殻の前半部は丸く、その装飾は弱い幅広な肋となっていて、エリアは丸くふくらみ細長くカモの喙

*5) 例外に *P. (?S.) yeharai* がある

*6) 例外に *P. (s. s.) sakakurai* がある

型に後方へ突出し、装飾は消失している (*Ptilotrigonia*).

潮間帯の前縁から潮下帯に及ぶ付近に出現する種は、前記の特徴を示すもの (*Ptilotrigonia*, *Heterotrigonia*, *Apiotrigonia*) と、エリアはかなり突出するが、装飾が顕著で、殻表の肋が強い種も加わる (*Pterotrigonia* s. s., ?*Scabrotrigonia*, *Microtrigonia*).

潮下帯以深のより沿海域に生息する種は、殻表の肋は強く、数も多く、細かなクレニューレーションが発達する。エリアは平坦で、その後端は直線的であり、表面には V 字型、傾斜肋、放射状肋、同心円肋などが強く残っている (*Microtrigonia*, ?*Scabrotrigonia*, *Pterotrigonia* s. s.).

以上の事から、三角貝の生息環境に対する適応戦略の一端が浮かび上がってくる。そのひとつに、殻表(ディスク)に出現する肋の強弱、数(肋間の幅の大小)の多少があり、またエリアの型態の変異も重要であろう。また、生息環境による変化とはあまり関係がないと思われる変異もある。たとえば、アピオトリゴニア類の時間の経過とともに増大するディスクの垂放射状肋(前述)や、*Pterotrigonia* (?*Scabrotrigonia*) *obsoleta* - *P.* (?*S.*) *imanishi* - *P.* (?*S.*) *kobayashii* の系列にみられるエリアの V 字型肋の変異や *Pterotrigonia* (?*Scabrotrigonia*) *pustulosa* の系列にみられるエリアの粗粒状装飾の変異などがあげられるが、これらの変異はほとんど一定した生息環境の中で生起していて、おそらく定向的なものと考えられる。

三角貝類の古生態は、Saul (1978), Stanley (1978) などにより取り扱われているように、殻の前半部を下に、エリアを上にして砂泥中にもぐり込んでいたとすれば、殻の前半部の肋の形質は、おそらくその砂泥の粒度や形質に関係があるだろうし、サイフォン状に延びたエリアの形状は、その環境、例えば深度、流水の方向や強弱などに大きく左右されていたと考えられる。Stanley (1978) は、ヤーデア類の knob (イボ) の存在は、砂よりも泥に有効で、ミオフォレラ類やトリゴニア類と同様に muddy sediments から多産すると述べているが、本邦白亜系のクノビー類(ヤーデア類)や knob を持つプレトリゴニアは、泥岩よりも砂岩勝ちのむしろ粗粒砂岩中に多い。これは北アメリカに産するヤーデア類が本邦の種よりも一般に肋間がつまっている事が、Stanley による見解とは異なっている原因と思われる。事実、ヤーデア類で幾分肋が強く太いため肋がつまった形態の *Yaadia ainuana* や "*Steinmannella* (*Yeharella*) *jimboi*" は、他のヤーデアよりも幾分細粒な岩相より出ており、また、肋間のつまったアピオトリゴニアやプレトリゴニア類が、より泥勝ち

の部分に多い事は、ミオフォレラやトリゴニア類と共通している。

5. おわりに

個々の三角貝標本の産地が現地性のものか異地性(混入)のものかを区別するのは大変困難である。本論文で資料として取扱った産地は、なるべく客観性を持たせる意味を含めて、合弁の殻か、はなれてはいるが勒帯部は結合した殻の標本(三角貝にかぎらず他の二枚貝も考慮)の産地のみ示している。また時間のゆるすかぎり特に西南日本、北海道については、多くの三角貝産地を踏査したつもりである。

今後の課題として、これら三角貝の形態と生息環境を、実験的手法で確かめていく必要がある。

6. 文 献

- 花井哲郎・小島郁生・速水 格, 1968: 白亜系宮古層群概報, 国立科博専報, (1), 20-27.
- Hayami, I., 1975: A systematic survey of the Mesozoic bivalvia from Japan. *Bull. Univ. Mus. Tokyo*, (10), 249p.
- and Oji, T., 1980: Early Cretaceous bivalvia from the Choshi district, Chiba Prefecture, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, (n. s.), (120), 405-418.
- and Kase, T., 1981: Cenomanian mollusc in a sandstone block from the sea bottom off the Southern Coast of Kuji, Northeast Japan. *Ibid.*, (121), 29-50.
- 林 唯一・本田雅一・鈴木敏彦・岩間謙司, 1981: 浜名湖東北の下部白亜系伊平層について。愛知教育大研報, 30, (自然科学), 193-220.
- Kobayashi, T., 1954: Studies on the Jurassic trigonians in Japan, Pt. 1. Preliminary notes. *Japan Jour. Geol. Geogr.*, 25 (1-2), 61-80.
- , 1957: *Nipponitrigonia* and *Rutitrigonia* in Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, (n. s.), (26), 51-61.
- and Amano, M., 1955: On the pseudoquadrate trigonians, *Steinmannella*, in the Indo-Pacific Province. *Japan Jour. Geol. Geogr.*, 26 (3-4), 193-208.
- and Nakano, M., 1958: The Lower and Middle Cretaceous trigonians in Wakayama, Oita and Kumamoto Prefectures, west Japan. *Japan Jour. Geol. Geogr.*, 29 (1-3), 139-152.
- 久保田 董, 1952: 函渚砂岩層産大型三角貝, 趣味の地学, 5 (3), 14-15.
- Maeda, S., 1962: On some *Nipponitrigonia* in Japan. *Jour. Coll. Arts. and Sci. Chiba Univ.*, Nat. Sci., 3 (4), 503-514.
- and Kitamura, T., 1964: Lower Cretaceous trigoniids from the Todai Formation, central Japan.

- Jour. Coll. Arts and Sci., Chiba Univ.*, 4 (2), 47-57.
- 松本達郎, 1938 : 天草御所浦島における地質学的研究(特に白亜系の地史的的研究), 地質雑, 46, 1-12.
- Matsumoto, T. and Tashiro, M., 1975 : A record of *Mortonicerus* (Cretaceous ammonite) from Goshonoura island, Kyushu. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, (n. s.), (100), 203-238.
- 松本達郎・高橋啓史, 1982 : 四国四万十帯堂ヶ奈路層産アンモナイト, 地質雑, 88 (3), 207-208.
- 松本達郎・小畠郁生・田代正之・太田喜久・田村 実・松川正樹・田中 均, 1982 : 本邦白亜系における海成・非海成層の対比. 化石, (31), 1-26.
- 松川正樹, 1976 : 山中“地溝帯”白亜系の地質. 地質雑, 83, 115-126.
- 松島信幸・北村健治, 1981 : 下伊那教育会自然研究紀要 4, 99-117.
- 中居 功, 1968 : 徳島県勝浦川盆地の白亜系層序—特にアンモナイトに基づく時代論. 地質雑, 74, 279-293.
- Nakano, M., 1958 : Scabrotrigoniids in Japan. *Jour. Sci., Hiroshima Univ.*, (3), 227-233.
- Saul, L. R., 1978 : The North Pacific Cretaceous trigoniid genus *Yaadia*. *Univ. California Publ., Geol. Sci.*, 119, 1-16.
- Stanley, S. M., 1978 : Aspect of the adaptive morphology and evolution of the Trigoniidae. *Phil. Trans. R. Soc. London. B*, 284, 247-258.
- Tamura, M., Tashiro, M. and Motojima, T., 1968 : The correlation of the Mifune Group with the upper formation of the Goshonoura Group, with description of some important pelecypods from the strata. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ.*, (16), (Nat. Sci.), sect. 1, 28-42.
- 田村 実, 1978 : *Pterotrigonia* (*Pterotrigonia*) *hokkaidoana* の生存期間と類似種との識別について. 熊本大学教育学部紀要, (27), (自然科学), 85-95.
- Tamura, M., 1978 : A new species of *Pterotrigonia* from Upper Cretaceous Onogawa Group, Japan. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ.*, (27), (Nat. Sci.), 81-84.
- Tashiro, M., 1976 : Bivalve faunas of the Cretaceous Himenoura Group in Kyushu. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.* (19), 102p.
- , 1978 : On the occurrence of *Steinmanella* (*Yeharella*) *japonica obsoleta* from the Upper Himenoura Subgroup in Amakusa-Shimajima. *Res. Rept. Kochi Univ.*, 27, (Nat. Sci.), 135-142.
- , 1979 : A study of the “Penatae Trigoniids” from Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, (n. s.), (116), 69-92.
- and Kozai, T., 1982 : Bivalve fossils from the Upper Cretaceous of the Monobe area, Shikoku. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.* (25), 69-92.
- and Matsuda, T., 1982 : The bivalve fossils from the Cretaceous Fukigoshi Formation of the Monobe area, Shikoku. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, (n. s.), (127), 393-418.
- and ———, 1983 : A study of the Pterotrigoniidae from Japan. *Mem. Fac. Sci., Kochi Univ.*, [E], 4, 13-52.
- and Morozumi, Y., 1982 : Late Cretaceous knobby trigoniids from the Izumi Mountains, Southwest Japan. *Bull. Osaka, Mus. Nat. Hist.*, (36), 8p.
- 田代正之・香西 武・岡村 真・甲藤次郎, 1980 : 高知県物部地域の下部白亜系の生層位学的研究. 平 朝彦・田代正之編—四万十帯の地質学と古生物学—甲藤次郎教授還暦記念論文集, 林野弘済会高知支部, 71-82.
- 田代正之・松田智子・香西 武・甲藤次郎, 1982 : 高知県物部地域の白亜系吹越層(新称)について. 高知大学術研報(1981), 30, 自然科学, 31-42.
- 田代正之・高橋啓史・甲藤次郎, 1982 : 高知県四万十帯の堂ヶ奈路層の地質時代について. 地質雑, 88 (3), 203-205.
- 田代正之・松田智子, 1983 : 本邦白亜紀三角貝(プレトロリゴニア類)の産出層序. 高知大学術研報, 31, 自然科学(1982), 25-60.
- 田代正之・田中 均・松田智子, 1983MS. : 大分県の佩楯山付近の下部白亜系の層序. 高知大学術研報, 32, 自然科学(印刷中).
- 寺岡易司, 1970 : 九州大野川盆地付近の白亜紀層. 地調報告, (237), 84+3p.
- 上田 健・堀川治城・宮田陽一・森下吉郎, 1976 : 下部白亜系宮路層の地質学的研究. 熊本地学会誌, (51), 2-13.
- Yehara, S., 1921 : On some new species of *Trigonia* from Lias of Prov. Nagato and the Cretaceous of Prov. Awa. *Jour. Geol. Soc. Tokyo*, 28 (329), 7-12.
- , 1923 : Cretaceous trigoniidae from southwest Japan. *Japan Jour. Geol. Geogr.* 2 (3), 59-84.
- Yokoyama, M., 1891 : On some Cretaceous fossils from Shikoku. *Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo*, 4 (2), 357-366.

海底コアの研究における一定容量サンプリングの重要性

大 場 忠 道¹⁾

Importance of constant volume sampling for sediment core study

Tadamichi Oba¹⁾

Abstract Sampling of a constant volume of sediment from a deep-sea piston core provides valuable information concerning water content, supply rate of materials to the sea floor and productivity of marine organisms in the overlying water column. A sediment core obtained from the continental bench at a water depth of 2,020 m off the Boso Peninsula represents an area of extremely high rates of bulk sedimentation and water free sedimentation. Supply of carbonate and non-carbonate materials was high during the transitional period from the end of the last glacial age to the early Holocene (from 13,500 years B. P. to 9,700 years B. P.). Materials deposited during this period consist mainly of non-carbonate particles less than 74 μ in size which probably derived from aeolian dust. Also productivity of planktonic foraminiferal species *Globorotalia menardii* increased abruptly at about 10,000 years B. P. These facts suggest that both the supply rate of non-carbonate materials and productivity of marine organisms were intensive during the transitional period from the last glacial age to the Holocene.

はじめに

最近の海洋地質学の目覚ましい発展に伴い、海底の柱状堆積物(コア)を材料とした研究も年々増加の一途をたどっている。しかし、国の内外を問わず、これまでの研究の多くは、堆積物の一定容量サンプリングがほとんど行われていないのが現状である。海底コアを採取し、その直後に一定容量の堆積物を取り出して、秤量後乾燥して再び秤量しさえすれば、含水率の容量パーセントを簡単に求められるばかりでなく、一定容量サンプリングによって、海底への物質の供給速度や過去における浮遊性および底生生物の生産量についての重要な情報を得ることができる。

本稿では、房総半島沖の海底から採取されたピストン・コアについて、一定容量サンプリングを行い、含水率(容量パーセント)、炭酸塩および非炭酸塩の供給速度、浮遊性有孔虫のある特定な種の生産量などを求めたので、その手順について紹介する。

海底コア(KH-79-3, C-6)

東京大学海洋研究所の研究船白鳳丸の1979年度第3次航海において、房総半島勝浦沖の南東約75 kmの海底(水深2,020 m)から、ピストン・コア(KH-

79-3, C-6, 長さ396 cm)が採取された(図1)。本コアの採取予定地点が大陸斜面上の一平坦面にあるため、一般には、乱泥流による浅海堆積物の混入が起り易いと考えられる。そこで、採取地点を決定するに当たっては、精密な海底地形の調査を行い、乱泥流の影響が及ばないと考えられる海底地形の場所を選定した。すなわち、図1に示すように、鴨川海底谷および勝浦海底谷からできるだけ遠く、かつ、断面A-Bで示されるように、大陸棚や大陸斜面から流れ込む土砂が途中でトラップされて、採泥点まで到達しないと考えられる地点である。その結果、得られた長さ約4 mの本コアには、乱泥流で運び込まれたと考えられる浅海の粗粒堆積物は全く含まれていない。

ピストン・コアの最上部(約10 cm)は、パイロット・コアと同様に、未凝固の褐色の酸化帯を伴っている。このことは、ピストン・コアリングによって、海底の表層堆積物が採取されたことを示している。その酸化帯以下の堆積物は、全体に暗緑色を呈し、所々の層準にテフラの薄層(数mm~3 cm)を介在する以外は、比較的均質な堆積相で、主としてシルトおよび粘土からなる(図2)。また、74 μ 以上の粗粒堆積物は、コアの上部130 cmまでに20~30%、下部に10%程度含まれているが、それらを構成する物質は、主に火山ガス、スコリア、fecal pellet、有孔虫など

¹⁾ 金沢大学教養部地学教室

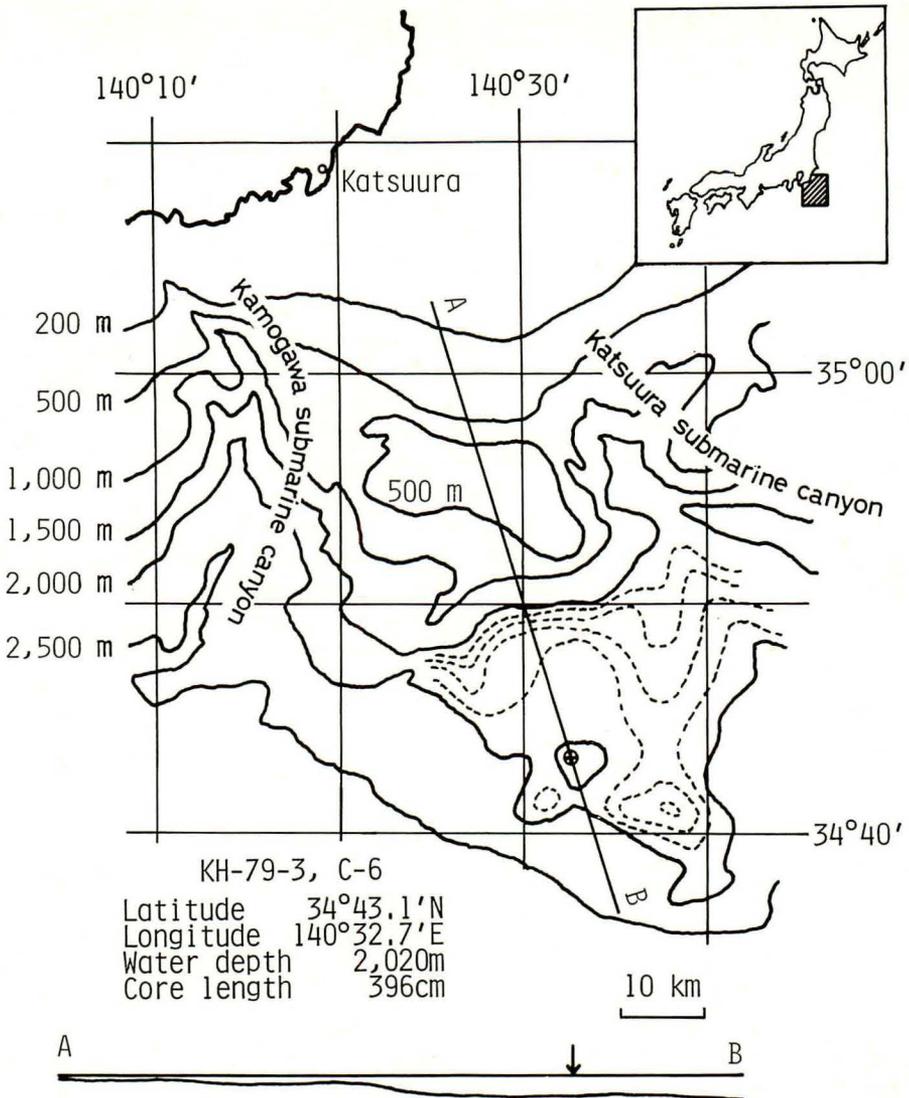


図1 ピストン・コア KH-79-3, C-6の採泥地点とその周辺の海底地形および直線 A-Bに沿う断面図(水路部・海底地形図 No.6366に基づく)

Fig. 1 Location of piston core KH-79-3, C-6 bathymetry of the area of study and topographic profile along the line A-B. (Based on bathymetric chart No. 6366 of Hydrographic Department of Japan)

である(図2)。そのうち、fecal pelletはコアの下部に多いという特徴がある。

本コアに含まれるテフラのうち、最上部から90cmの層準に見られるものは、アカホヤ(Ah)火山灰である*。また、¹⁴C年代値が別の4層準で測定されており、アカホヤ火山灰の年代値(6,300年前)と合わせて、コアの各層準の年代を詳細に求めることができる。図2には、これら5つの年代値に基づいて算

出されたそれぞれの間の堆積速度が示されている。その結果を見ると、コアの下部(130cm以下)は上部よりも、堆積速度が最低で2.1倍、最高で5.1倍も速い。そして、その堆積速度を速くしている粒子は74μ以下の細粒堆積物である(図2)。

一定容量サンプリング

採泥されたコアは、船上で直ちに縦割りにされ、その1/4について、図3に示すような方法で、一定容量の堆積物を採取した。先端を切り落した内径2

* 群馬大学教育学部新井房夫教授の同定による

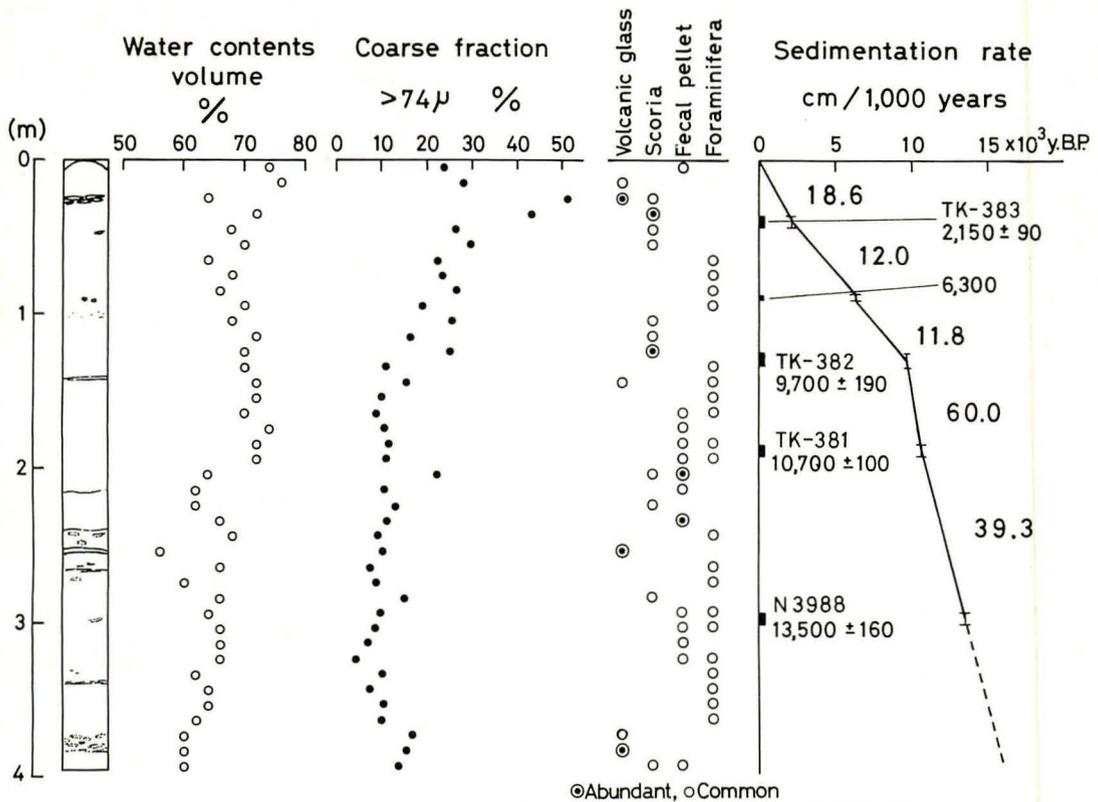


図2 ピストン・コア KH-79-3, C-6の特徴; 含水率, 74 μ以上の粗粒堆積物の含有率, それらの主要な構成物と堆積速度を示す
 Fig. 2 Characteristics of core KH-79-3, C-6; water content, coarse fraction, their main constituents and sedimentation rate

cmのプラスチック製の注射器を泥の中に回転させながらゆっくりと差込み, 泥が5 mlまで入った時, その先端に沿ってナイフで泥を切り落した. このように, 肉厚が薄くかつ抵抗の少ないプラスチック製の注射器を用いると, 泥を圧縮したり変形したりすることなく, 一定容量の堆積物を取り出すことができる. 本コアの場合, 最上部の未凝固の部分を除くと, 泥は円筒形を保ち, 採泥精度も一目盛(0.5 ml)のおよそ半分以下(±5%程度)と思われる.

一定容量のサンプリングは, コアの最上部より4~6 cm, 14~16 cm...と10 cm間隔に行われた. 各サンプルは採取後直ちに秤量し, その後110°Cで乾燥してから再び秤量して, 含水率の容量パーセントを求めた(図2).

含水率の容量パーセントと堆積物の厚さ

一定容量サンプルについて, 堆積物の湿潤重量と乾燥重量との差は含まれていた海水の重量である. 通常の海水の密度は1に極めて近い(1.02~1.03である)ため, その重量をそのまま容量とみなしても,

それ程大きな誤りにならない. 例えば, 表1に示すように, サンプル4~6 cmの湿潤重量は6.5 g, 乾燥重量は2.8 g, したがって, 海水の容量は3.7 mlとなる. その結果, 含水率の容量パーセントは $3.7 / 5.0 \times 100 = 74\%$ である. そして, 残りの1.3 ml(5.0-3.7)が堆積物の容量となる. また, 堆積物の乾燥重量をその容量で割れば, 乾燥した堆積物の比重を求めることができるが, 今回の一定容量サンプリングでは, 採取誤差や秤量誤差を考慮すると十分に正確とはいえない. しかし, それでも, それらの値は平均 $2.6 \pm 0.4 (g/cm^3)$ である.

5 mlの一定容量サンプルは, 注射器の内径が2 cmであるため, 長さ1.59 cmの円筒形になる. そして, その形は近似的に高さ2 cm, 一辺1.58 cmの直方体とみなすことができる(図3). 例えば, 4~6 cmのサンプルについて, 高さ2 cmの直方体に直して考えてみると, 含水率74%ということは, 海水と堆積物を完全に分離した場合, 上部14.8 mmの部分に海水が下部5.2 mmの部分に堆積物が占めていたことになる(図5参照). 一定容量サンプリングが10 cm間隔に行

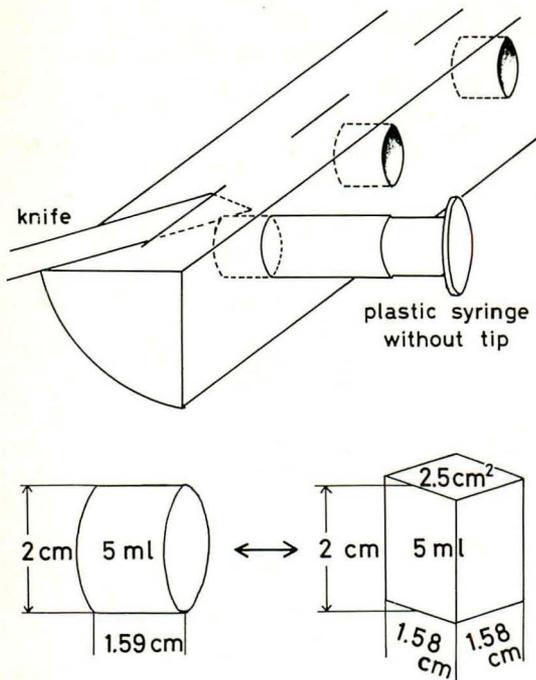


図3 一定容量サンプリングの方法。5 mlの円筒形サンプルは底面積 2.5cm^2 、高さ2 cmの直方体と近似的に等しいとみなされる

Fig. 3 Method of constant volume sampling. 5ml cylindrical sample is regarded to be approximately equivalent to the rectangular prism with a base of 2.5cm^2 and a height of 2 cm

われたので、4～6 cmのサンプルが0～10 cmの堆積物を代表していると仮定すると、0～10 cmの間に $5.2 \times 5 = 26\text{ mm}$ の厚さの堆積物が存在したことになる。同様に、10 cmごとに海水を除いた堆積物だけの厚さを求めると、全長396 cmの本コアは133.2 cmの堆積物からなることがわかる(図4)。

炭酸塩および非炭酸塩の供給速度

堆積物中の炭酸塩含有量は、堆積物を真空中で酸と反応させて発生したガス圧を測定して求めた。あらかじめ、試薬の炭酸カルシウム(CaCO_3)を一定重量づつ希塩酸(0.1 N)と反応させ、発生したガス圧を測定して標準直線を作成しておき、その標準直線に基づいて堆積物(約200 mg)中の炭酸塩含有量を求めた(表1)。堆積物中の炭酸塩はそのほとんど全てが有孔虫やココリスの殻からなる炭酸カルシウム(方解石)で、正確には炭酸カルシウムの含有量を求めたことになる。方解石の比重(2.7)が堆積物全体の平均的な比重(2.6)に近く、かつ、炭酸塩含有量が全体に小さい(10%以下)ために、求められた炭酸塩の重量%をそのまま容量%とみなしても差し支え

ない。そこで、堆積物について炭酸塩含有量と非炭酸塩含有量からそれぞれの厚さを求めることができる。図4の中央には、海水を除いた時の炭酸塩および非炭酸塩の堆積速度が示されている。

本コアの場合、非炭酸塩のほとんど全ては珪酸塩で、そのうち放散虫や珪藻などの非晶質で化学的に溶け易い生物源の珪酸塩は、粘土、シルト、テフラなどの結晶質で化学的に溶けにくい陸源の珪酸塩と比べて量的に極めて少ない。現在のところ、珪酸塩の溶解量を見積もる適当な方法がないため、珪酸塩の供給量を正確に求めることはできない。しかし、本コアのように陸源の珪酸塩が非炭酸塩の大部分を占める場合には、非炭酸塩の堆積速度はそのまま海底への供給速度に近いものと考えられる。したがって、本稿では、非炭酸塩の堆積速度はその供給速度に等しいものとして取扱うことにする。しかし、炭酸塩の場合には、その主要な構成物である有孔虫やココリスの殻が溶け易いため、そのまま供給速度とみなす訳にはいかない。炭酸塩の供給速度を求めるには、海底堆積物について炭酸塩溶解量を見積もる必要があるが、それには、大場・Ku (1977)の方法が有効である。本コアでは、彼らの方法のうち、浮遊性有孔虫 *Globorotalia menardii* の完全個体の頻度曲線に基づいて、前述の5層準ごとの炭酸塩溶解量を推定した(表1)。そして、その炭酸塩溶解量と含有量から、溶解を受ける前の炭酸塩の供給速度を算出した(図4の右側)。その結果、炭酸塩と非炭酸塩の供給速度は、コアの上部130 cmまでとそれより下部では著しく異なり、下部は上部よりも、炭酸塩で最低2.1倍最高4.4倍、非炭酸塩で最低2.6倍最高4.9倍も速い。このように、コアの下部で炭酸塩および非炭酸塩とも供給速度が著しく増加している現象は、時代的にみると、13,500年前から9,700年前までの最終氷期の末期から完新世の初期にかけての過渡期である。

Globorotalia menardii の供給量

浮遊性有孔虫の *Globorotalia menardii* は、元来低緯度の海域に生息し、日本付近では暖流域に多く、黒潮の範囲を指示するのに有効な指標種の一つと考えられている。したがって、本コア中の *G. menardii* の産出頻度から、本種の単位時間、単位面積当りの供給量を求めれば、それは一つには黒潮の影響の強さを反映することになる。

一定容量サンプル(5 ml)中に含まれる *G. menardii* の個体数が少ないため、本種の供給量を正確に推定するためには、多数の個体を調査する必要があった。そこで、一定容量サンプルと同一層準から多量の堆積物を採取し、その中に含まれる *G. menardii*

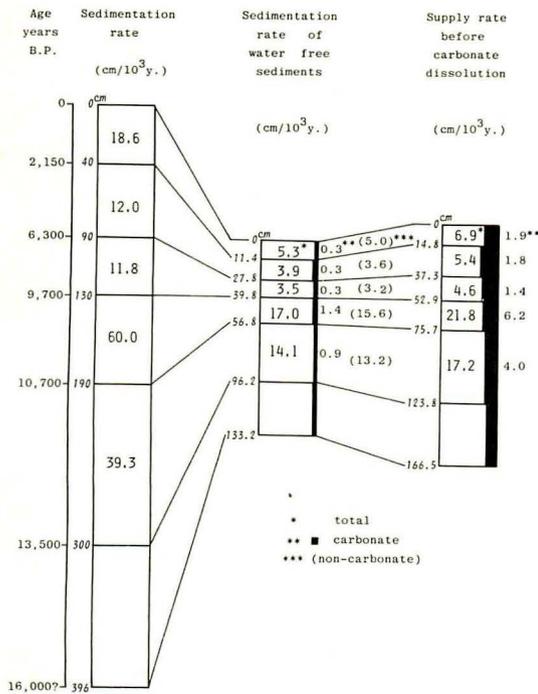
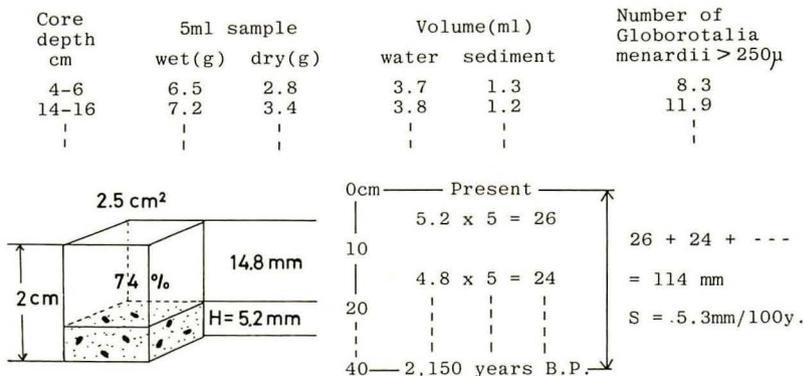


図4 ピストン・コア KH-79-3, C-6の通常の堆積速度, 海水を除いた堆積速度, 炭酸塩溶解前の物質の供給速度
 Fig. 4 Bulk sedimentation rate, water free sedimentation rate and supply rate before carbonate dissolution in core KH-79-3, C-6

rdii の個体数を数えた。その場合、殻の大きさが 250 μ 以上の *G. menardii* の個体数(破片でも最初の chamber を持つものを 1 個体と数える)を数え、堆積物の湿潤重量を 5 ml のそれと比較して 5 ml 中に含まれる *G. menardii* の個体数の割合を算出した(表 1)。 *G. menardii* の殻は、5 ml のサンプル中とはいえ、実際には海水を除いた堆積物中に含まれている(図 5)。したがって、その堆積物の厚さを海水を除いた堆積速度で割れば、単位面積(ここでは 2.5 cm^2 の海底)当り、単位時間(ここでは 100 年を採用)当りに堆積した *G. menardii* の個体数を求めることができる(図 5 および表 1)。

G. menardii の殻は丈夫で、他の種よりも溶解に対して強く、炭酸塩が 90% 溶解し、最初にあった *G. menardii* の殻が全て破片になったとしても、全個体残っている(大場・Ku, 1977)。本コアの場合、炭酸塩溶解量が 70~84%(表 1)なので、 *G. menardii* の殻は全部残っていると考えられる。したがって、炭酸塩溶解前の *G. menardii* の供給量は、実際に堆積した個体数と等しい。

G. menardii の供給量は、図 6 に示すように、更新世と完新世との間で明瞭に異なっている。更新世の頃は完新世の頃より明らかに少ない。特に、更新世でも 12,000 年前以前は *G. menardii* の供給量が平均 2.6 個/ $2.5 \text{ cm}^2 \cdot 100$ 年と極端に少なく、このことは、当時、黒潮の影響が房総半島沖まで顕著には



P : productivity of a species
 N : number of specimen in 5 ml sample (8.3)
 S : sedimentation rate of water free sediments (5.3)
 H : thickness of water free sediments (5.2)
 R : ratio of remaining specimen after carbonate dissolution (1)

example (4-6cm)

$$P = \frac{N \times S}{H \times R} = 8.5 / 2.5 \text{ cm}^2 \cdot 100 \text{ y.}$$

図5 *Globorotalia menardii* の生産量の推定方法
 Fig. 5 Method to estimate productivity of *Globorotalia menardii*

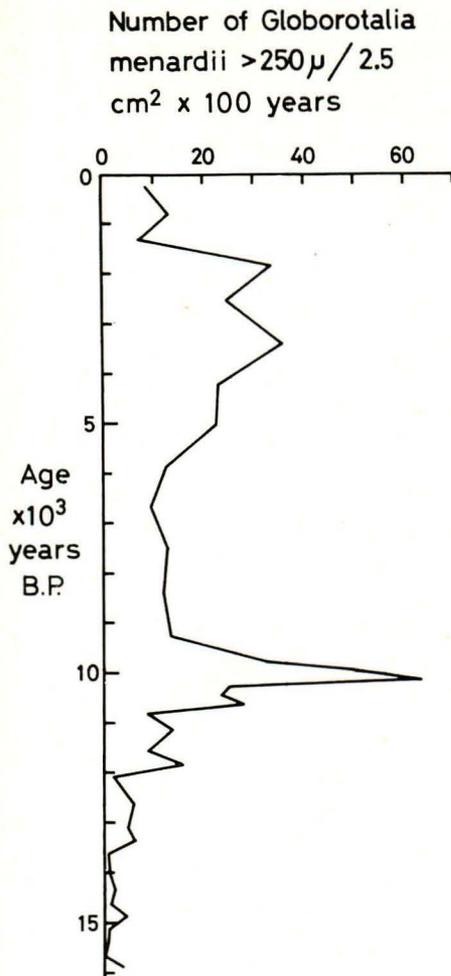


図6 ピストン・コア KH-79-3, C-6 に観察される *Globorotalia menardii* の生産量
 Fig. 6 Productivity of *Globorotalia menardii* observed in core KH-79-3, C-6

及んでいなかったことを示唆する。その後、世界的に気候が回復するにつれて、房総半島沖では *G. menardii* の供給量にも明瞭な増加が見られ、黒潮の影響が次第に強くなってきたことがわかる。その黒潮の影響は、当然、古水温の変化にも現われてくる。房総半島沖の本コアについて、¹⁸O/¹⁶O 法で調べた古水温の変化曲線は、約 11,000 年前から 10,000 年前にかけて急激に上昇し、10,000 年前には一つの温暖なピークに達する(大場ら, 1983)。そして、丁度その時代に、*G. menardii* の供給量も最大のピークを示している(図 6)。このことは、当時、房総半島沖に黒潮が流れていたことを裏付けるばかりでなく、*G. menardii* そのものの生産量も高かったことを示している。

考 察

約 4 m の本コアは、最上部から 130 cm の層準を境として、堆積速度が著しく異なっている。130 cm より下位の層準は、上部と比較して、通常の堆積速度、海水を除いた堆積速度、炭酸塩・非炭酸塩の供給速度のいずれについても約 2 倍から 5 倍も速い(図 4)。しかも、その堆積速度を速くしている粒子は 74 μ 以下の細粒堆積物で、そのうちの約 90% は非炭酸塩である。このように、コアの上部と下部で堆積速度が著しく異なっている原因は、次の 3 つの可能性が考えられる。

1. コアの上部の堆積時に、細粒堆積物が底層流によって洗い流されてしまった。

2. コアの下部の堆積時に、細粒堆積物が浅海から流れ込んで来た。

3. コアの下部の堆積時に、流れ込みに因らない細粒堆積物の供給が著しかった。

第一の可能性は、底層流が強くなり、細粒堆積物の約 2/3 から 4/5 が流出してしまったことになるが、もし、そのようなことが起これば、有孔虫、放射虫、珪藻、コッコリス等の各微化石の群集組成に分級を受けた形跡が残る筈である。しかし、そのような形跡は全く認められない(東京大学理学部鎮西清高助教授を中心とする研究グループからの私信)。また、底層流が強くなれば、炭酸カルシウムの溶解も顕著になることが予想されるが、コアの上下で溶解の程度もほとんど変わらない。これらの事実から、第一の可能性は非常に小さいと考えられる。

第二の可能性は、微化石のうち、珪藻化石に淡水種と絶滅種がコアの下部に多くなるという事実があり(大阪大学教養部小泉 格博士からの私信)、珪藻化石を伴う細粒堆積物の浅海からの流れ込みが起こっている。しかし、炭酸塩の殻を持つ有孔虫やコッコリスについては、そのような事実はなく、炭酸塩の著しい増加を第二の可能性によって説明することはできない。

第三の可能性は、コアの下部に 74 μ 以上の fecal pellet が多いという事実があり(図 2)、それらの大部分が機械的に破壊されることによって 74 μ 以下の細粒堆積物が多くなったと考えられる。この第三の可能性について、さらに考察を加えると以下のようなことが考えられる。

房総半島沖の本コアと同様に、最終氷期の末期から完新世の初期にかけて、炭酸塩と非炭酸塩の供給量が著しく増加した現象は、遠く離れた中部赤道インド洋においても観察される(大場, 1977; Ku and Oba, 1978)。また、大西洋やカリブ海から採取されて、詳細に研究された 5 本のピストン・コアについても、やはり、同様な時代に堆積速度がその前後の

時代より約1.3~2.0倍も速い(Broecker, 1971). さらに、グリーンランドや南極の氷のコアに、風によって運ばれてきた微粒子の濃集が最終氷期の終り頃に認められる(Hamilton and Seliga, 1972 ; Fisher, 1979 ; Thompson and Thompson, 1981 ; Petit, et al., 1981). 特に、氷のコアに見られる微粒子の濃集は、当時、大気の循環が激しかったことを意味しており、房総半島沖の海底にも中国大陸から飛ばされてきた黄砂の量が多くなったと予想される。一方、大気の循環が激しくなるにつれて、海洋の循環も強くなり、黒潮の流れは速くなったに違いない。その結果、房総半島沖では、現在のペルー沖で見られるように、湧昇流が盛んとなり、海洋の深層から栄養塩類が表層にもたらされ、植物プランクトンが繁茂し、それらを餌とする動物プランクトンも繁殖して、炭酸塩や珪酸塩の殻を持つプランクトンの生産量が高くなったと考えられる。このことは、黒潮の影響が房総半島沖まで顕著に現われ始めた約10,000年前に *G. menardii* の生産量が著しく増加したことによっても示される。当時は、おそらく、copepodのような動物プランクトン、あるいは底生動物も繁殖し、多量の糞 (fecal pellet) を排泄したと考えられる。しかも、それらの糞が化学的に分解されにくく (Honjo and Roman, 1978)、堆積後に機械的に壊れて、この時代の堆積速度を速くしたのであろう。

以上の考察から、本コアの下部で堆積速度が上部より約2倍から5倍も速くなった主要な原因は、第三の可能性が最も強いと考えられる。すなわち、最終氷期の終り頃から完新世にかけて、風による海洋への陸源物質の供給が増加したことと、海洋表層付近での生物生産量が増大し、化学的に分解されにくい fecal pellet の堆積が著しかったためと結論される。

このように、海底コアの一定容量サンプリングは、これまでほとんど議論がなされなかった、海底への物質の供給速度や過去の生物生産量について定量的な把握を可能にし、海洋古環境の研究をさらに一歩前進させることにならう。

謝 辞

東京大学理学部鎮西清高助教授を中心とする一昭和55年度特定研究I古文化財一研究グループの研究費および¹⁴C年代値など結果の一部を使用させて頂いた。群馬大学教育学部新井房夫教授にはテフラの同定をして頂いた。また、鎮西助教授、山形大学理学部齋藤常正教授、金沢大学教養部高山俊昭教授には、原稿の査読をして頂き有益な御助言を頂いた。以上の方々に厚くお礼を申し上げる。

文 献

- Broecker, W. S., 1971 : Calcite accumulation rates and glacial to interglacial changes in oceanic mixing. In "The Late Cenozoic Glacial Ages." Turekian, K. K., ed. 239-265, Yale Univ. Press, New Haven.
- Fisher, D. A., 1979 : Comparison of 10^5 years of oxygen isotope and insoluble impurity profiles from the Devon Island and Camp Century ice cores. *Quat. Res.*, **11**, 299-305.
- Hamilton, W. L. and Seliga, T. A., 1972 : Atmospheric turbidity and surface temperature on the polar ice sheets. *Nature*, **235**, 320-322.
- Honjo, S. and Roman, M. R., 1978 : Marine copepod fecal pellets : Production, preservation and sedimentation. *Jour. Marine Res.*, **36** (1), 45-57.
- Ku, T. L. and Oba, T., 1978 : A method for quantitative evaluation of carbonate dissolution in deep-sea sediments and its application to paleoceanographic reconstruction. *Quat. Res.*, **10**, 112-129.
- 大場忠道・Ku, T. L., 1977 : 深海底堆積物中の炭酸塩溶解量の測定. 化石, (27), 1-14.
- 大場忠道・新妻信明・齋藤常正, 1983 : 日本周辺海域の上部第四系の同位体層序, 海洋科学, **15** (3), 130-137.
- 大場忠道, 1977 : 第四紀の海水温度 - 酸素同位体比 (¹⁸O/¹⁶O) 温度と炭酸塩の堆積 -, 科学, **47** (10), 607-614.
- Petit, J. R., Briat, M. and Royer, A., 1981 : Ice age aerosol content from east Antarctic ice core samples and past wind strength. *Nature*, **293**, 391-394.
- Thompson, L. G. and Thompson, E. M., 1981 : Micro-particle concentration variations linked with climatic change : evidence from polar ice cores. *Science*, **212**, 812-815.

表1 ヒストン・コア KH-79-3, C-6の基礎的データ
Table 1 Fundamental data on core KH-79-3, C-6

1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*
4-6	6.5	2.8	74	23.7	6.0	—	—	8.3	8.5
14-16	7.2	3.4	76	27.9	6.5	84	5.3	11.9	13.0
24-26	8.1	4.9	64	51.2	3.9	—	—	9.7	7.1
34-36	7.3	3.7	72	42.8	6.3	—	—	35.4	33.4
44-46	7.5	4.1	68	26.4	7.8	—	—	39.5	24.4
54-56	7.7	4.2	70	29.5	8.4	82	4.0	54.0	35.5
64-66	7.5	4.3	64	22.1	8.6	—	—	41.4	22.8
74-76	8.0	4.6	68	23.3	9.4	—	—	36.3	22.4
84-86	8.0	4.7	66	26.5	7.1	—	—	21.5	12.5
94-96	7.6	4.1	70	19.1	7.7	—	—	15.7	9.3
104-106	7.6	4.2	68	25.6	8.3	80	3.5	23.0	12.7
114-116	7.6	4.0	72	16.5	7.5	—	—	18.4	11.6
124-126	7.6	4.1	70	25.1	7.4	—	—	22.5	13.2
134-136	7.6	4.1	70	10.8	7.5	—	—	11.4	32.6
144-146	7.7	4.1	72	15.5	7.1	—	—	16.4	49.7
154-156	7.1	3.5	72	10.0	8.7	—	—	20.8	63.2
164-166	7.3	3.8	70	8.8	8.0	78	17.0	8.6	24.7
174-176	7.5	3.8	74	10.3	8.3	—	—	7.2	23.2
184-186	7.5	3.9	72	11.6	8.4	—	—	9.0	27.2
194-196	7.4	3.8	72	11.0	7.4	—	—	3.3	8.2
204-206	7.8	4.6	64	22.3	5.3	—	—	6.8	13.4
214-216	7.9	4.8	62	10.4	5.9	—	—	6.2	11.6
224-226	7.8	4.7	62	13.1	5.5	—	—	4.6	8.6
234-236	7.1	3.8	66	11.2	7.4	—	—	7.4	15.3
244-246	7.5	4.1	68	8.8	7.2	78	14.1	0.6	1.4
254-256	7.8	4.9	56	10.1	4.2	—	—	2.4	3.8
264-266	7.2	3.9	66	7.5	7.1	—	—	2.8	5.9
274-276	7.5	4.5	60	8.7	5.3	—	—	3.1	5.4
284-286	7.6	4.3	66	14.9	5.9	—	—	2.1	4.5
294-296	7.2	4.0	64	9.7	6.9	—	—	3.0	6.0
304-306	7.3	4.0	66	8.5	7.9	—	—	0.3	0.7
314-316	7.2	3.9	66	7.1	7.9	—	—	0.4	0.8
324-326	7.2	3.9	66	4.3	6.7	—	—	0.5	1.1
334-336	7.4	4.3	62	10.1	6.6	70	14.1	1.0	1.8
344-346	7.5	4.3	64	7.4	7.5	—	Assume	0.6	1.1
354-356	7.5	4.3	64	10.5	7.9	—	—	2.1	4.2
364-366	7.4	4.3	62	10.0	6.9	—	—	0.3	0.6
374-376	7.5	4.5	60	16.5	5.6	—	—	0.3	0.5
384-386	7.5	4.5	60	15.7	3.6	—	—	0.0	0.0
394-396	7.5	4.5	60	13.6	5.9	—	—	2.2	3.8

- *1. Depth in core (cm).
 2. Wet weight of sediment (g).
 3. Dry weight of sediment (g).
 4. Water content (%).
 5. Coarse fraction > 74 μ (%).
 6. Calcium carbonate content (%).
 7. Calcium carbonate dissolved (%).
 8. Water free sedimentation rate (cm/1,000 years).
 9. Number of Globorotalia menardii in 5 ml sample.
 10. Productivity of Globorotalia menardii (number/2.5cm²·100 years).

浮遊性有孔虫による北海道の古第三系の地質年代
—堆積間隙と海水準変動との関係—

海 保 邦 夫¹⁾

Geologic ages of the Paleogene of Hokkaido, Japan
based upon planktonic foraminifera
—The relationship between the hiatuses and sea-level movements—

Kunio Kaiho¹⁾

Abstract Fifteen species and subspecies of planktonic foraminifera, many of which were not previously reported from the Paleogene of Hokkaido, are identified from Eocene and Oligocene formations in the Ishikari, Kushiro and Tempoku regions of Hokkaido, Japan. Planktonic foraminifera from the middle part of the Poronai Formation in the Ishikari region establish a Late Eocene age. The upper part of the Poronai Formation in the Ishikari region and the lower part of the Utsunai Formation in the Tempoku region are considered to lie within an Upper Eocene to Lower Oligocene interval based on planktonic foraminifera. In the Kushiro region, *Subbotina frontosa* (Subbotina) from the top of the Kawaruppu Formation and K-Ar age obtained from a coarse tuff in the middle Kawaruppu Formation indicate an Early Eocene to early-Middle Eocene age for the upper part of the formation. The joint occurrence in the Kamicharo Formation of *Globorotalia opima opima* Bolli and such species as *Globigerina ciperoensis* Bolli and *Globigerinita juvenilis* (Bolli) enables assignment of the fauna to the middle Oligocene *G. opima opima* zone of Bolli (1957).

Combining these age assignments and other age data, two hiatuses spanning a considerable time period are recognized. In the Kushiro region, most of the Middle Eocene is absent and Upper Oligocene to Lower Miocene sequences are not represented in most of Hokkaido. The beginnings of these two hiatuses are closely coincidental with the two major global sea level falls which are recognized in Eocene and Oligocene intervals on the basis of recently established sea-level fluctuations along the passive margin of the world. Subsidence along the eastern margin of the Eurasian plate which resulted from an abrupt change in the direction of the movement of the Pacific plate is inferred to be one factor responsible for the creation of the "Paleo-Poronai Sea" (newly proposed name).

I. はじめに

北海道の古第三紀浮遊性有孔虫については、従来、ごく少数の種が報告されているのみであり (Ujiié and Watanabe, 1960; 米谷他, 1977), 北海道の海成古第三系の年代推定は、長い間、底生有孔虫化石及び軟体動物化石等の底生動物化石に依存してきた (Asano, 1952, 1961; 浅野, 1954, 1962a, b; Take-da, 1953; Kobayashi 1957; Ujiié and Watanabe, 1960; Kanno, 1971). 筆者は、15種の浮遊性有孔虫化石を、北海道の石狩・釧路・天北の3地域の始新統及び漸新統から検出し、それらと K-Ar 年代に基づき、新たに年代決定を行なう。さらに、この

年代から明らかになった堆積間隙の年代と、Vail et al. (1977) が非活動的大陸縁辺域 (passive margin) を対象に明らかにした世界的規模の海水準変動との対比を試みるなど、北海道の古第三系の堆積相と堆積間隙を形成した主な要因について考察する。

釧路地域の川流布層と上茶路層の有孔虫の記載は、別の機会に行う予定であり、その他の古第三紀有孔虫の化石層序と記載の詳細は、Kaiho (1984 in press) に記した。なお、本論で述べる内容の一部については、既に、海保 (1981, 1983), 松本他 (1981) で論じた。

II. 試料及び処理法

石狩・留萌・天北・釧路の各古第三系分布域から

¹⁾ 山形大学理学部地球科学教室

採取した約 650 の地表及び試錐試料から有孔虫を検出した。このうち、浮遊性有孔虫を検出できた試料は、石狩地域の幌内層(模式地を含む 8 section)、天北地域の宇津内層(模式地)及び釧路地域の川流布層、縫別層、上茶路層からの計 27 試料である。釧路地域における浮遊性有孔虫産出試料の採取位置と採取層準を図 1 と図 2 に示す。その他の試料については Kaiho (1984 in press) に記した。

試料処理には、川流布層及び上茶路層の試料については、無水硫酸ナトリウム法、ナフサ法(以上、米谷・井上, 1973)及び“ボロン法”(NaTPB maceration method (Hanken, 1979))を併用し、その他の試料については前 2 者の方法を用いた。浮遊性有孔虫を検出した大部分の試料については、大量処理(400~1,000 g)を行った。

III. 浮遊性有孔虫とその年代

石狩・釧路・天北の 3 地域から検出した浮遊性有孔虫とその時代について述べる。従来の時代論のうち、Kaiho (1984 in press) で述べた内容については省略する。浮遊性有孔虫と K-Ar 年代より導いた地質年代と、Kaiho (1984 in press) の底生有孔虫化石帯による道内各地域間の対比の間には矛盾はないので、前者を基本に、後者を考慮して、対比表を作成し、図 3 に示した。

1. 石狩地域

石狩地域の古第三系は、下位より、石狩層群(登川層・幌加別層・夕張層・若鍋層・美唄層・赤平層・幾春別層・平岸層・芦別層)及び幌内層・紅葉山層に区分される(海保, 1979MS; Kaiho, 1984 in press)。これらのうち、幌内層から、比較的保存の良い浮遊性有孔虫を検出した。

1) 幌内層

幌内層下部*より、*Globorotaloides suteri* Bolli, *Subbotina* cf. *linaperta* (Finlay), 幌内層中部*より、*G. suteri*, *Globorotalia insolita* Jenkins, *Subbotina* cf. *oregonensis* Mckeel and Lipps, 幌内層上部*より、*Chiloguembelina cubensis* (Palmer), *S.* cf. *oregonensis*, *G. suteri* を検出し、海保(1981), Kaiho (1984 in press) に報告した。これによると、幌内層下部は、中部~上部始新統の範囲内に含まれ、幌内層中部は上部始新統、幌内層上部は上部始新統~下部漸新統の範囲内(境界付近)に相当する。また、岡田(1981)は、石灰質ナンノプランクトンにより、幌内層上部を始新統最上部(CP15b)に、幌内層中・下部を上部始新統以下(CP15a 以前)としている。

* 定義は Kaiho (1984, in press) を参照

2) 紅葉山層

紅葉山層は、底生有孔虫化石帯(Kaiho, 1984 in press)に基づく、釧路地域の茶路層上部から縫別層に対比される。縫別層は、後述の時代論より下部漸新統に相当することから、紅葉山層は下部漸新統と考えられる。

2. 釧路地域(音別川中・上流域)

釧路炭田西縁の音別川中・上流域に分布する古第三系は、下位より、川流布層、浦幌層群(留真層・雄別層・舌辛層・尺別層)、音別層群(大曲層・茶路層・縫別層)及び上茶路層に区分される(海保, 1977MS, Kaiho, 1984 in press)。

1) 川流布層

川流布層の地質年代は、従来釧路市以東に分布する根室層群の岩質ないし底生有孔虫化石との比較から、上部白亜系ヘトナイ統とされた。その後、吉田(1973)は、本別地域の“川流布層”(実際は活平層最上部)より、*Subbotina trilocolinoides* (Plummer), *Globoconusa daubjergensis* Bronnimann) を報告し、その時代を初期暁新世とした。

筆者は、音別川支流のサトンベツ川とイツカンベツ沢の川流布層最上部(図 1, 2)より、川流布層の特徴種である *Silicosigmolina futabaensis* Asano 等の底生有孔虫群と共に、*Subbotina frontosa* (Subbotina) を検出した。この *S. frontosa* は、中期始新世の初期(P. 10, P. 11)にわたる生存期間(図 3)を有する。また、音別川支流のサトンベツ川の川流布層中部に挟在する粗粒凝灰岩(図 1, 2)の K-Ar 年代は、54Ma(初期始新世)を示す(柴田 賢口述)。以上の事実に基づく、川流布層上部は、下部始新統の上部から中部始新統の下部に相当する(図 3)。

2) 舌辛層

浦幌層群唯一の海成層である舌辛層は、その中部堆積期に海進のピークを示すが、浮遊性有孔虫は検出されず、舌辛層中部の砂質シルト岩中から、浅海性の底生有孔虫を産するのみである。その底生有孔虫群集中の *Brizalina saitoi* Kaiho (Kaiho, 1984 in press) の産出に基づく、舌辛層は、最下部を除く幌内層に対比される。また、後述するように、茶路層下部が幌内層上部に対比されることを考慮すると、舌辛層は、幌内層中部ないし下部に対比され、上部始新統に相当すると考えられる。

3) 茶路層

底生有孔虫化石帯(Kaiho, 1984 in press)によると、茶路層下部は幌内層上部に、茶路層上部は紅葉山層下部に対比される(この事実は、厚内地域の乙別川においても実証された)。したがって、茶路層は、上部始新統と下部漸新統の境界付近に位置する。

4) 縫別層

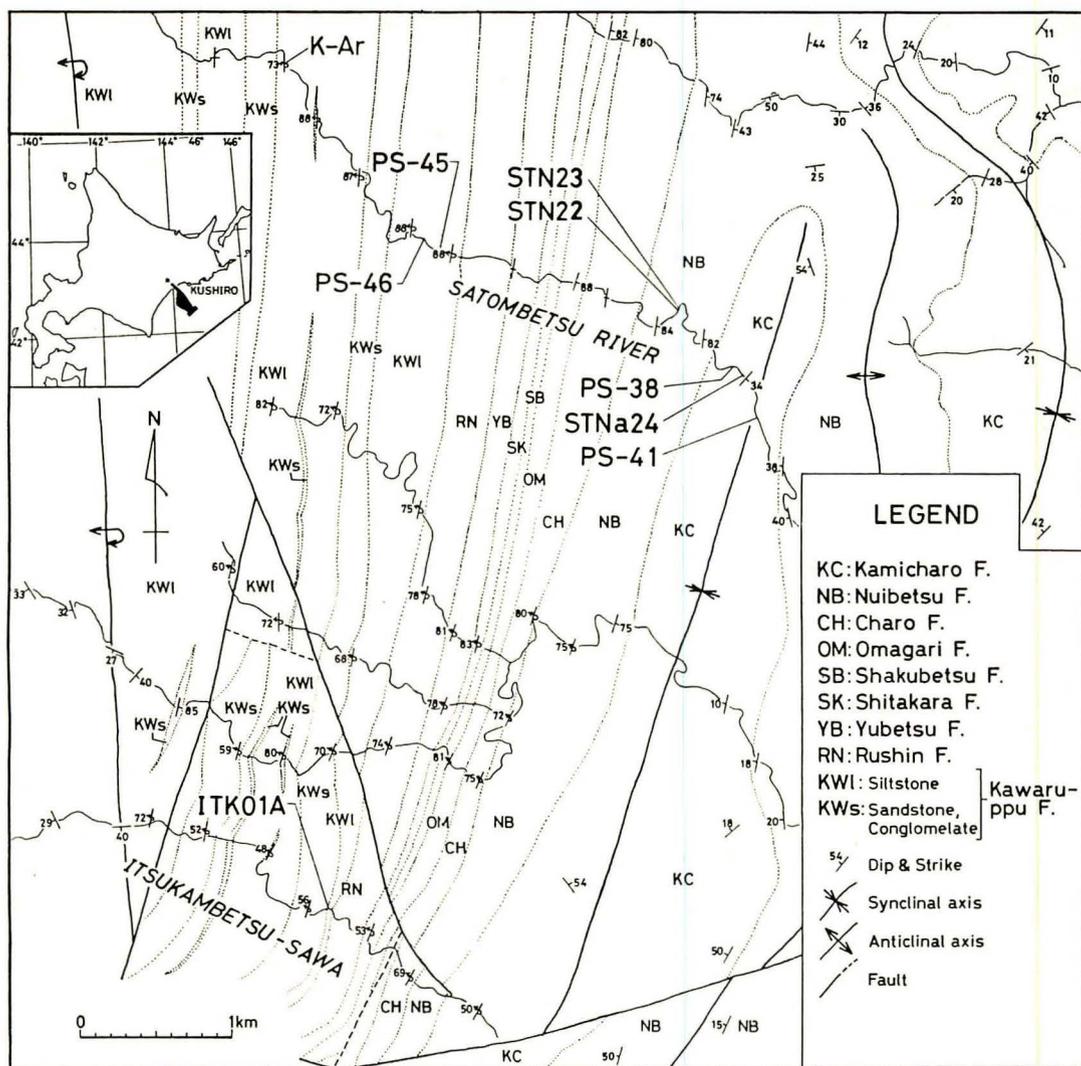


図1 上茶路地域の地質図と試料採取位置
 Fig. 1 Geologic map of the Kamicharo area showing the sample locations.

柴田・棚井(1982)によると、縫別層中部の K-Ar 年代 32.6 ± 1.7 Ma は、初期漸新世を示す。縫別層中部 (STN 22, 23) (図 1・2) から検出した *Catapsydrax cf. dissimilis* (Cushman and Bermúdez), *Catapsydrax cf. unicavus* Bolli, Loeblich and Tapan は、この地質年代に矛盾しない。

5) 上茶路層

従来、上茶路層は、軟体動物化石により中部中新統とされていた(佐藤他, 1961)。

今回の研究により、音別川支流のサトンベツ川の上茶路層上部(図 1・2)から、表 1 に示す 7 種の浮遊性有孔虫を検出した。これらのうち、生存期間が

比較的短く、年代決定に有効な種のレンジを図 5 に示した。 *Globorotalia opima opima* Bolli は、Bolli (1957), Stainforth et al. (1975) の *Globorotalia opima opima* zone に相当する生存期間を有する。これは、Blow (1969) の P. 21 にほぼ相当する。また、*Globigerinita juvenilis* (Bolli) は、Blow (1979) によると、P. 21~P. 23 の生存期間を有し、*Globigerina ciperensis* Bolli をはじめとするその他の種は、*Globigerina woodi* Jenkins を除き、P. 21 より上下により長い生存期間を持つ。したがって、上茶路層の少なくとも上部は、*G. opima opima* zone ないし P. 21 に対比される。

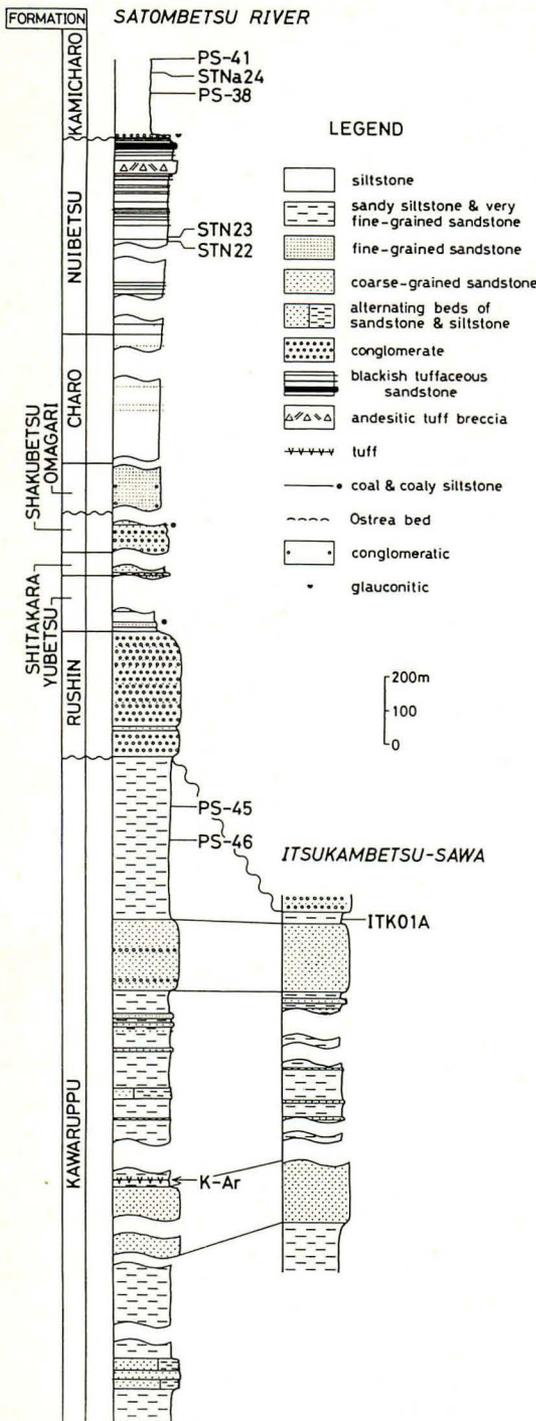


図2 岩相柱状図および K-Ar 年代測定用凝灰岩と浮遊性有孔虫産出の層準
 Fig. 2 Lithological successions showing the horizons of the tuff for K-Ar dating and planktonic foraminiferal occurrence.

3. 天北地域

天北地域の古第三系は、浜頓別町宇津内川に分布する宇津内層と稚内周辺に分布する曲淵層がある。

1) 宇津内層

模式地の宇津内層下部からは、*Globorotalia liverovskae* (Bykova), *Chiloguembelina cubensis* (Palmer), *Globorotaloides cf. wilsoni* (Cole) 等の比較的保存良好な浮遊性有孔虫が多数検出され、松本他(1981)と Kaiho (1984, in press) に報告した。これによると、宇津内層下部は上部始新統から下部漸新統の範囲内に含まれる。

2) 曲淵層

模式地及びその周辺の曲淵層は、底生有孔虫化石帯 (Kaiho, 1984 in press) に基づくと、紅葉山層及び縫臼層に対比され、下部漸新統に相当すると思われる。

IV. 北海道の古第三系の堆積相と堆積間隙を形成した主要因

北海道の古第三系の地質年代が明らかになったことにより、その堆積相と堆積間隙を形成した要因について考察することが可能となった。まず、北海道の古第三系に認められる堆積間隙に注目してみる。釧路地域では、川流布層と浦幌層群の留真層との間は傾斜不整合の関係にあり、そこに数 Ma から 10Ma 程度の堆積間隙が認められる。また、浦幌層群と音別層群の間及び音別層群と上茶路層の間の堆積間隙は比較的短いと考えられる。さらに、上茶路層は、第四系におおわれており、その周辺に分布するオコッベ沢層、直別層及び厚内層群との関係は不明である。しかし、丸山(1981)、小泉(1982)によると、これらの地層は、ほぼ中部中新統以上である。したがって、上茶路層より上位の上部漸新統から下部中新統間の地層が釧路地域にはほとんど認められていないことになる。北海道中軸帯西翼においてもこの傾向は同様であり、その堆積間隙はたとえば石狩地域では紅葉山層と滝の上層 (N. 8-N. 9(米谷・村田, 1977))、天北地域では曲淵層と宗谷層 (N8?(棚井, 1982)) の間の不整合に認められる。

結局、北海道の古第三系中に認められる比較的長い堆積間隙は、次の 2 つの期間である。

- ① 釧路地域では、川流布層と留真層の間に中部始新統の大部分を欠く。(石狩、留萌地域においても、中部始新統の一部を欠くが、石狩層群及び雨竜層群の時代が判明しないので、その堆積間隙の下限は不明である。)
- ② 一部の例外を除き、全道的に上部漸新統から下部中新統を欠く。

次に、Vail et al. (1977) が非活動的大陸縁辺域を

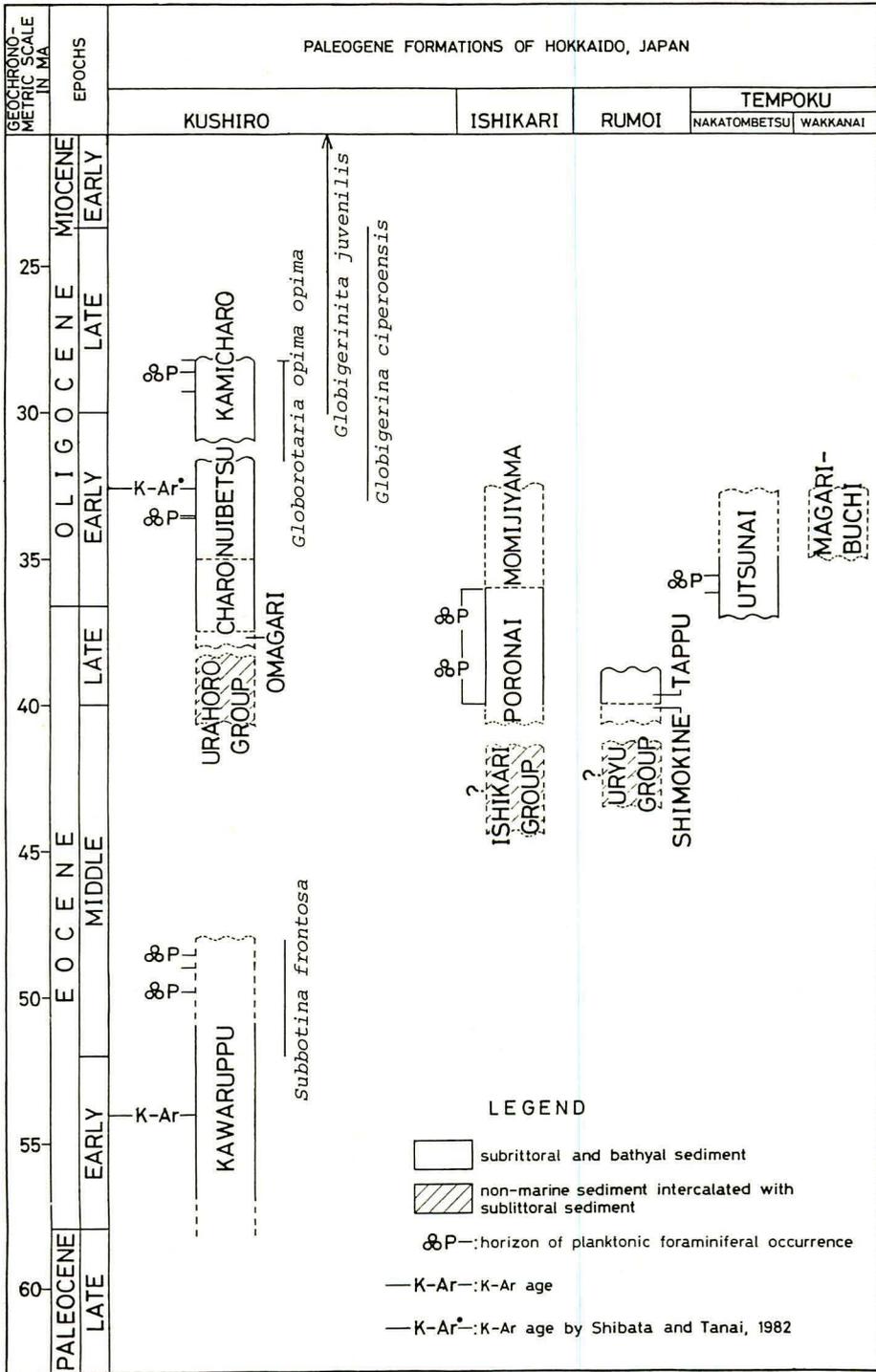


図3 北海道の古第三系の対比. 時間尺度は Berggren et al. (1983 in press) による

Fig. 3 Correlation of Paleogene formations in Hokkaido. A basic reference for the time scale part of the chart is Berggren et al. (1983 in press).

表1 上茶路層産浮遊性有孔虫リスト
Table 1 List of planktonic foraminifera from the Kamicharo Formation

Species	Sample	PS-38	STN a24	PS-41
<i>Globorotaria opima opima</i> Bolli		+		+?
<i>Globigerina ciperensis</i> Bolli		+		
<i>Globigerina woodi woodi</i> Jenkins		+	+	+
<i>Globoquadrina pseudovenezuelana</i> (Blow and Banner)		+	+	
<i>Globorotaloides suteri</i> Bolli		+		+
<i>Catapsydrax</i> sp.		+		
<i>Globigerinita juvenilis</i> (Bolli)		+		

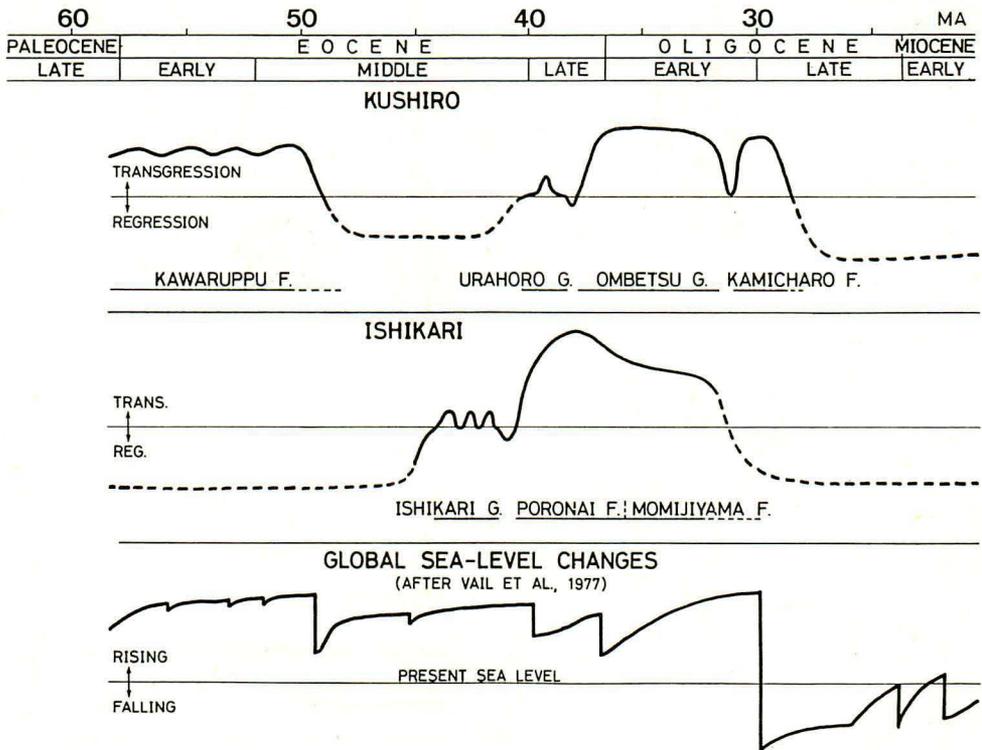


図4 釧路・石狩地域の海進-海退曲線と世界的な海水準変動との比較
Fig. 4 Comparison of transgression-regression curves in the Kushiro and Ishikari regions and global sea-level changes.

対象にして明らかにした海水準変動によると、始新世及び漸新世の期間に、大規模な海水準の低下が2回、49Maと30Maに起きている。この2回の海水準の低下の時期は、上述の2つの堆積間隙の始まりとよく一致する(図4)。しかも、49Maと30Maにおいて海水準がそれぞれ150mと350m低下している。この海水準の低下量は、川流布層最上部と上茶路層・紅葉山層・宇津内層・曲淵層の最上部の底生有孔虫群集から推定される深度の海底を干上がらせるのに十分であると考えられる。したがって、上記の2回の不整合形成の第一義的要因は、世界的規模で起った静的な海水準の低下であると推定される。

堆積相に注目すると、古第三紀の北海道において、外部浅海帯ないし半深海帯の深度を有する海(Kaiho, 1984 in press)が広がる年代は、後期始新世から前期漸新世に集中している。しかし、この期間は、それ以前の中期始新世と比較して、特別に海水準が高い時期ではなく、むしろ、この期間の前半は、中期始新世と比較して、海水準のやや低い時期に相当する。したがって、このような時期の海の形成要因としては、テクトニックな要因を考えねばならない。ここで、北海道中軸帯西翼で幌内層、紅葉山層及びそれらの相当層を堆積した海を“古幌内海”と呼ぶことにする(古幌内海は、石狩層群の海成層が堆積した海を含まない点で、浅野(1954)の“古石狩海”と異なる)。この古幌内海が形成され始めた時期に、太平洋プレートの運動方向が北北西から西北西へ変化したという事件が起きている(約40Ma)。この事件は、それまで横ずれの関係にあった太平洋プレートとユーラシアプレートが、前者が後者に対し沈み込む関係となり、太平洋プレートがユーラシアプレートの東縁を引きずり下げ、堆積盆を形成したことを意味すると考えられる。この沈降運動の影響により、古幌内海は形成されたのではないか。この仮説は、古幌内海が南から北へ広がり且つ南ないし東側がより深い(Kaiho, 1984 in press)ことと調和的である。また、底生有孔虫群集(Kaiho, 1984 in press)は、古幌内海がその発達当初から急激に半深海化したことを示唆しており、上記の仮説に矛盾しないように思える。

以上、海水準変動とプレートの運動の変化に基づき、活動的大陸縁域(active margin)に位置する北海道の古第三紀の大局的な地史の一面を説明できるという仮説を述べた。多少先走った議論もしたが、この見解の精度を上げるためにも、また、より小規模の海水準変動との対応を試みる上でも、より多くの精度の高い編年の資料を集積することが必要となる。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、山形大学斎藤常正教授から、浮遊性有孔虫の一部の鑑定に関する御教示と有益な助言を頂いた。また、K-Ar年代測定は地質調査所の柴田 賢博士にお願いした。東北大学高柳洋吉教授・小高民夫教授・尾田太良博士・静岡大学新妻信明助教授から、種々有益な御教示を頂いた。さらに、釧路地域の“古第三紀総研”参加者各位には、野外調査において御協力を得た。記して深く御礼を申しあげる。

なお、本研究に要した費用の一部は、文部省科学研究費補助金総合研究(A)「日本の古第三系の生層序と国際対比に関する総合研究」(代表者・斎藤常正)によってまかなわれた。

文 献

- Asano, K., 1952 : Paleogene foraminifera from the Ishikari and Kushiro coal-fields, Hokkaido. *Short Papers, Inst. Geol. Pal., Tohoku Univ., Sendai*, no. 4, 23-46.
- 浅野 清, 1954 : 古石狩海における有孔虫群の変遷. 地質雑, 60, 43-49.
- Asano, K., 1961 : Foraminiferal correlation in the Japanese Paleogene. *Proc. Ninth Pacific Sci. Congr.*, 12, 277-279.
- 浅野 清, 1962a : 有孔虫化石群からみた日本の古第三系. 東北大地質古生物研報, no. 57, 1-32.
- , 1962b : 日本の古第三系と新第三系との境界. 化石, no. 8, 42-47.
- Berggren, W. A., Kent, D. V. and Flynn, J. J., 1983 in press : Paleogene geochronology and chronostratigraphy. In Snelling, N. J. ed. : *Geochronology and the Geological Record*, Geol. Soc. London, Spec. Paper.
- Blow, W. H., 1969 : Late middle Eocene to Recent Planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H., eds. : *Proceeding of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, 1, 199-222. E. J. Brill, Leiden.
- , 1979 : The Cainozoic Globigerinida. 1413p., E. J. Brill, Leiden, The Netherlands.
- Bolli, H., 1957 : Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, B. W. I. *U. S. Nat. Mus. Bull.* 215, 97-123.
- Hanken, N., 1979 : The use of sodium tetraphenylborate and sodium chloride in the extraction of fossils from shales. *Jour. Paleont.*, 53, 738-741.
- 海保邦夫, 1977MS : 北海道白糠郡音別川中・上流茶路川中・上流地域の地質. 東北大地質古生物卒論.
- , 1979MS : 北海道夕張市南西部の第三系の層位学的研究. 東北大学地質古生物修論.
- , 1981 : 北海道の古第三系の浮遊性有孔虫(幌内

- 層, 宇津内層および縫別層について). 日本地質学会第88年学術大会講演要旨, 263.
- , 1983: 釧路炭田西縁地域の第三紀有孔虫. 日本地質学会第90年学術大会講演要旨, 273.
- Kaiho, K., 1984 in press: Paleogene Foraminifera from Hokkaido, Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*.
- Kanno, S., 1971: Tertiary molluscan fauna from the Yakataga district and adjacent areas. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, no. 16, 1-154.
- Kobayashi, T., 1957, On an *Aturia* from the Poronai shale in Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 27, 75-80.
- 小泉 格, 1981: 北海道東部の新第三系の珪藻層序. 北海道の新第三系の生層序に関する総合研究, 研究連絡誌, no. 2, 26, 27.
- 米谷盛寿郎・一ノ関鉄郎・新保久弥・古田土俊夫・村田勇治郎・大倉 保・佐藤富人, 1977: 北海道中央部および西南部における白亜系, 第三系の有孔虫化石層序. 石資技研特報, no. 39, 1-36.
- ・井上洋子, 1973: 微化石研究のための効果的岩石処理法. 化石, nos. 25-26, 87-96.
- ・村田勇治郎, 1977: 北海道, 東北日本における *Spirosigmolinella compressa* Matsunaga の産状とその古生物学的意味. 藤岡一男教授退官記念論文集, 425-440.
- 丸山俊明, 1981: 厚内・津別地域の珪藻化石について. 北海道の新第三系の生層序に関する総合研究, 研究連絡誌, no. 2, 28, 29.
- 松本達郎・米谷盛寿郎・井上洋子・野田雅之・海保邦夫, 1981: 北海道頓別川流域上部白亜系におけるメガミクロ化石層序の対応. 石油技術協会誌, 46 (5), 301-313.
- 岡田尚武, 1981: 石灰質ナンノ化石による三毛別層と幌内層の堆積年代の推定. 北海道の新第三系の生層序に関する総合研究, 研究連絡誌, no. 1, 12, 13.
- 佐藤 茂・長浜春夫・吉田 尚, 1961: 5万分の1地質図, 上茶路および同説明書, 60p., 北海道開発庁.
- 柴田 賢・棚井敏雅, 1982: 北海道第三紀火山岩類の K-Ar 年代. 棚井敏雅編: 北海道新第三系生層序の諸問題, 75-79.
- Stainforth, R. M., Lamb, J. L., Luterbacher, H., Beard, J. H. and Jeffords, R. M., 1975: Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Univ. Kansas Pal. Contr.*, art. 62, 425p.
- Takeda, H., 1953: The Poronai Formation (Oligocene Tertiary) of Hokkaido and south Sakhalin and its fossil fauna. *Stud. Coal. Geol.*, no. 3, iii+103p.
- 棚井敏雅, 1982: 北海道の新第三紀生層序研究の今後の課題. 棚井敏雅編: 北海道新第三系生層序の諸問題, 81-90.
- Ujiié, H. and Watanabe, H., 1960: The Poronai Foraminifera of the Northern Ishikari Coal-field, Hokkaido. *Sci. Rept. Tokyo Kyoiku Daigaku*, ser. c, 7 (63), 117-136.
- Vail, P. R., Mitchum, R. M., Jr. and Thompson, S., III, 1977: Global cycles of relative changes of sea level. In Payton, C. E., ed., *Seismic stratigraphy-Applications to hydrocarbon exploration*. A. A. P. G., Mem. 26, 83-97.
- 吉田三郎, 1973: 北海道東部本別および常室地域の晩新統——とくに根室層群の地質時代について——. 山形大学紀要(自然科学), 8 (2), 287-292.

Plate 1

- Figs. 1a-c. *Globorotalia opima opima* Bolli
Sample PS-38, Kamicharo Formation. × 86
- Figs. 2a-c. *Globigerina ciperoensis* Bolli
Sample PS-38, Kamicharo Formation. × 130
- Figs. 3a-c. *Globigerinita juvenilis* (Bolli)
Sample PS-38, Kamicharo Formation. × 130
- Figs. 4a-c. *Globoquadrina pseudovenezuelana* (Blow and Banner)
Sample PS-38, Kamicharo Formation. × 86
- Figs. 5a-c. *Globigerina woodi woodi* Jenkins
Sample PS-38, Kamicharo Formation. × 130
- Figs. 6a-c. *Subbotina frontosa* (Subbotina)
Sample ITKO1A, Kawaruppu Formation. × 130

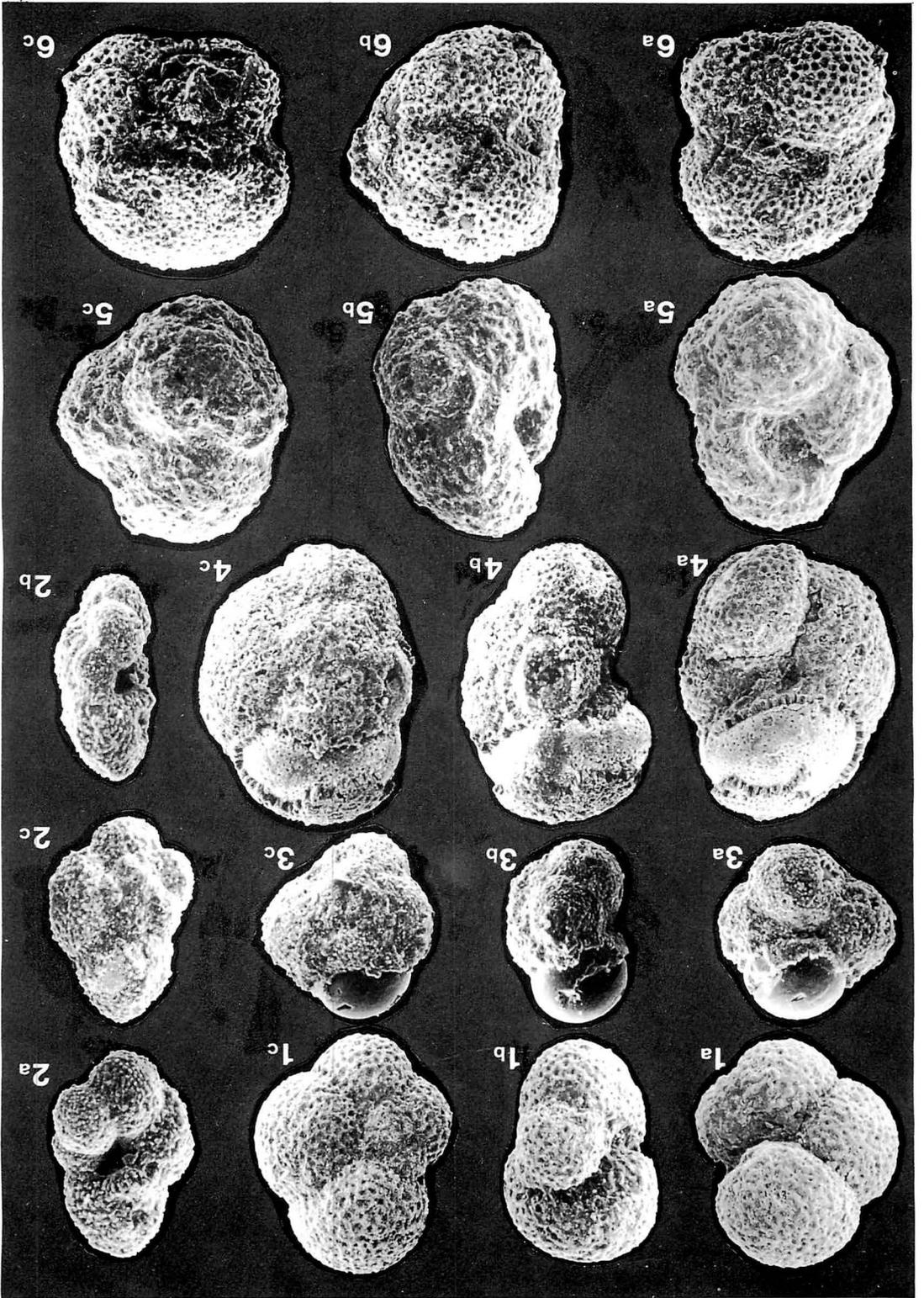
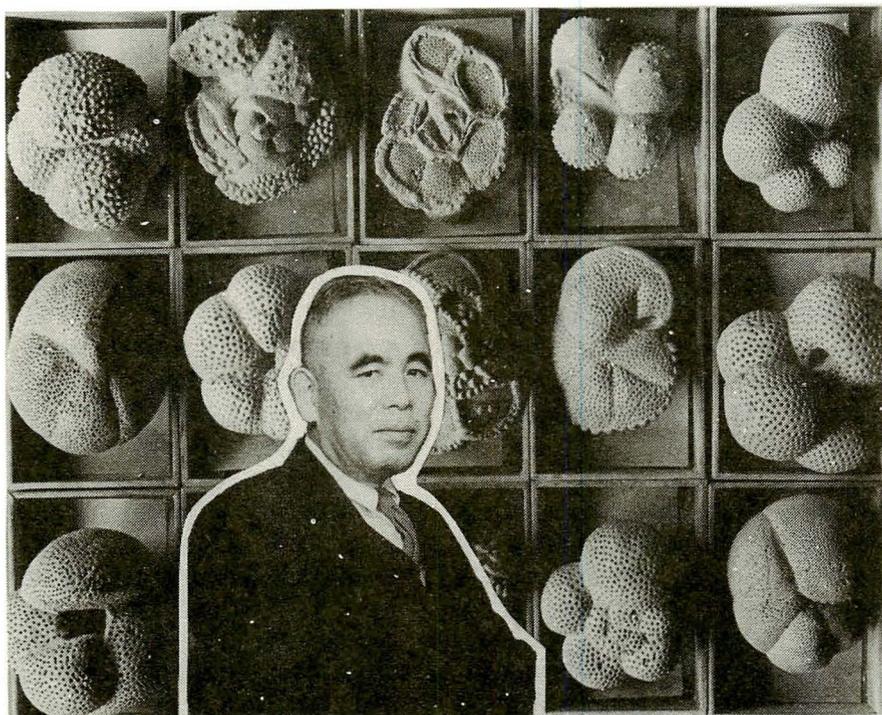


Plate 1

追悼

半沢正四郎先生を悼む



東北大学退官の頃の半沢先生と製作された
浮遊性有孔虫の模型の一部

古生物学会名誉会員半沢正四郎先生は、昭和 58 年 3 月 24 日午後 4 時 50 分、仙台市遠見塚の自宅において心不全のため逝去された。9 年前に脚部に障害が起こり、以来床につかれる日が多くなった。とはいえ、亡くなる数日前まではふだんと変らぬ元気な様子であったため、周囲の者も全く予期しないお別れであった。享年 86 才。葬儀は前年に先立たれたはな夫人の時と同じく、仙台市の松音寺において、多くの親族のかたがたをはじめ知人・門下生が参集してしめやかにとり行われた。

半沢先生は明治 29 年 9 月 1 日、仙台市において開

業しておられた医師正朔氏とふさ夫人の間に生まれた 14 人の同胞の 4 男として、この世に生を享けた。小学校から東北帝国大学理学部卒業（大正 10 年 3 月）に至る学業のすべてを仙台で修め、引続いての副手に始まる東北大学の教官生活を停年まで続けられ、仙台を終焉の地とされた、まじりつけなしの仙台人であった。

東北大学においては、先生は昭和 10 年に古生物学講座の助教授となり、同 16 年矢部長克教授の退官に伴ない教授となられた。しかし、同 19 年、級友の長尾 巧教授の逝去によって、東亜地質学講座担当に

移られた。同講座は戦後になって地史学講座と名称を変更したが、先生は停年までこの講座を担当された。東北大学在職中、学内では評議員をはじめとして種々の役職について功績があったが、学外においても学術振興会、学術研究会議、学術奨励審議会、学術会議研究連絡委員会、石油資源開発促進審議会、石油及び可燃性天然ガス資源開発審議会などで各種の委員をつとめ、学界や教育行政さらに資源開発促進の面で尽力された。

半沢先生の学門の業績をふり返ってみると、終生の課題とされた大形有孔虫の研究における足跡が何よりも大きい。研究生生活の初期には、矢部教授とともに日本及び南方諸地域の第三紀大形有孔虫の研究において多数の論文を発表しておられる。また、小笠原・琉球列島の地質についての研究で著名な業績をあげ、とくに後者の研究は琉球列島の層位学の古典となっている。戦前における有孔虫の研究は、琉球・台湾・南洋諸島の第三系に及んでいるが、北大東島のポーリングコアについての研究で、更新統の石灰岩の下に漸新統の存在することを明らかにしたことが注目される。今日の太平洋底の構造発達史論のいと口をつけたものといえるであろう。また、本邦のジュラ系・白亜系の有孔虫、石炭系・二畳系のフズリナ類についても成果があがっている。戦後は、当時の社会的要請を背景に、地質学古生物学教室の職員・学生をひきいて、主として東北地方・北海道の地域地質調査にのり出し、油田地質学的貢献をされた。先生はまた、岩手県の総合開発計画の一環としてなされた、全県にまたがるもうらの地質調査を主宰され、その成果は当時としては画期的な10万分の1地質図8葉にまとめられ、岩手県庁から発行されている。この事業が当時の地質学界に著しい刺激剤となったことが忘れられない。

半沢先生の40年にわたる東北大学在職時代の晩年に教室員として指導していただいた者として、いささか記しておきたいことがある。先生の退官は昭和35年であるが、その2年前にフルブライト基金による留学生試験に挑戦され、一年間をアメリカで過ごし、これまでの有孔虫研究のまとめに専念された。60才を過ぎて試験を受けるといふ、なみなみならぬ精神の若さと学問に対する情熱は、おそらく試験官にとっても驚異であったろうが、周囲にいる若者たちにとってはまさにショックであった。この期間の成果は停年後になって次々と発表されたが、白亜紀と第三紀の三層有孔虫の研究がその基幹をなすものである。

先生はかねてから、停年教授はいさぎよく教室を去るべきであるという持論であった。その先生が停年に際して、生涯の仕事のまとめのため、当時片平丁にあった教室の一隅をしばらく使わせてほしいと遠慮がちに申出られた。そして、実際、予定しておられた研究の成果を10篇の論文に集中的にまとめた後、教室への出入りをやめられた。その姿が印象に強く焼きついている。最後の著書「大形有孔虫」(朝倉書店)は、これら一連の英文の論文を書き上げられた後で生まれた、和文による集大成である。

しかし、正直な話、人間としてそう簡単に業を廃すわけにはゆかない。自宅にこもった半沢先生は、当時勃興しつつあった浮遊性有孔虫の研究にかねてから深い関心をいだいておられたので、後進に対する応援を思いつかれた。その当時のいちばん優れた浮遊性有孔虫のモノグラフ(A. R. Loeblichらによる)を下敷に基本線画をまず書き、それを土台に油粘土で模型を作って石膏で型どりをし、そして石膏模型を作るという仕事を始められた。浮遊性有孔虫では表面装飾や壁孔の配列が細かくて、複雑である。モノグラフをにらみながら、ナイフや小さいねじ回しを工具に使って、丹念な彫刻をするという作業に熱中された。おそらく若い時パリに留学され、通った博物館で見たd'Orbignyの有孔虫模型などが先生の念頭にあったに違いない。完成した模型の数がある程度たまると、先生からお呼び出しの電話がかかってくる。いただきに参上すると、ご夫妻で待ちうけておられ、しこたまご馳走して下さって、時折の話に花を咲かせた後はこちらが好いきげんになり、模型を教室に抱きかかえて帰るというのが例であった。

先生は昭和40年の夏に軽度の脳出血のため一時入院されたが、経過良好で、退院後もお好きな散歩を欠かさなかった。しかし、昭和48年、49年と入院を重ねた頃の負傷から脚が不自由となり、もはや外出されることはなかった。看護に専心しておられた心やさしい夫人に先立たれ、はたから見ればむしろしゃっきりと気を取り直されたかのようであったが、しかし受けた打撃からついに回復されなかったであろう、1年を待たずに後を追われた。今、半沢先生は東京の生田にある春秋苑に夫人と共に眠っておられる。

古生物学会の創立以来、学会の発展のためいろいろご尽力下さった先生の献身に対して心から感謝しつつ、ご冥福をお祈り申しあげる。

(高柳洋吉)

図書案内

古生物図書ガイド(2)¹⁾

小島郁生²⁾

坂田俊文・奈須紀幸監修：日本列島のナゾ。宇宙から海底から大地からさぐる。A4判，160 p.，旺文社，1983，3,800 円。

〔主要内容〕宇宙からさぐる日本列島のナゾ／海底からさぐる日本列島のナゾ／大地からさぐる日本列島のナゾ／過去・現在・未来。

〔寸言〕1983 年の 1 月に NHK テレビで，新しい地球観測衛星ランドサット 4 号の画像が伝えられ，8 月には「日本列島—動く大地の物語」が 5 夜連続で放送された。それらを骨子とする。第 3 章中で，微化石やメガ化石の研究結果が活用されている。

佐貫亦男：科学博物館からの発想。ブルーボックス，講談社，560 円。

〔主要内容〕ドイツの航空博物館／イギリスの航空博物館／フランスの航空博物館／イタリアとスイスの航空博物館／アメリカの航空博物館／ドイツの恐竜博物館／イギリス大英博物館(自然史)／スイス・チェコスロバキア・イタリアの自然史博物館。

コルバート(小島郁生・澤田賢治訳)：さまよえる大陸と動物たち。絶滅した恐竜たちの叙事詩。ブルーボックス，254 p.，講談社，1980 年，580 円。

〔主要内容〕古代大陸と四脚歩行動物／古代大陸の変遷／古代世界の崩壊／諸大陸と巨大恐竜／恐竜時代の終末／現代世界への序曲／哺乳類と陸橋／島大陸と孤立した動物たち／大氷河時代／人類の発展。

スチール・ハーベイ共編(小島郁生監訳)：古生物百科事典。B5判，260 p.，朝倉書店，1982 年，9,500 円。

〔寸言〕原書は英国の第一線研究者 23 名の執筆でミッチェル・ビーズリ社より出版。大項目主義(360 項目)。系統樹・復元図など 260 を含む。

全国科学博物館協議会編：科学博物館への招待。B6判，195 p.，東海大学出版会，1980 年，1,000 円。

〔主要内容〕科学博物館の魅力(根本順吉)／ヒロシの博物館訪問(永原達也)／全科協々会園の紹介／話の引き出し／日本のおもな科学博物館。

〔寸言〕県別に各館の紹介が見開きで行われていて使用に便利。

竹内 均ほか：恐竜の時代。その出現から絶滅にいたるなどを探る。B6変形判，267 p.，講談社，1982 年，1,100 円。

〔主要内容〕恐竜の時代／世界の恐竜(その分布と種類)／恐竜はどんな生活をしていたか／恐竜はなぜ絶滅したか／中国と日本にいた恐竜／恐竜なんでも質問コーナー。

〔寸言〕1981 年の朝日科学教室(東京)で開催された講演会の内容を骨子とし，当会会員 3 名の執筆が含まれる。

千地万造・山口 敏編：古生物から人類まで(自然史博物館)。日本の博物館 10。A4判，174 p.，講談社，3,300 円。

栃木県立博物館：脊椎動物の進化をさぐる。B5判，107 p.，栃木県立博物館，1983 年。

〔主要内容〕脊椎動物の進化をさぐる／栃木県の脊椎動物化石／魚類の進化／両生類の進化／爬虫類の進化／鳥類の進化／哺乳類の進化／葛生の古生物。

ドン・ブロスウエルほか(百々佑利子・河内まき子訳)：人類と文明の誕生。ビジュアル・ワールドライブラリー 2。A4判，160 p.，株式会社文理，1980 年，4,000 円。

西田 誠：陸上植物の起源と進化。岩波新書，205 p.，1977 年，280 円。

〔主要内容〕原始陸上植物の成立／コケとシダ／原始シダ綱／コケが先かシダが先か／シダ植物／テ

¹⁾ Some popular books on paleontology (2)

²⁾ Ikuwo Obata 国立科学博物館地学研究部

ローム説と発生学／裸子植物は成立するか／種子の成立／被子植物の起源。

西村三郎：動物の起源論。多細胞体制への道，中公新書，211 p.，中央公論社，1983年，440円。

〔主要内容〕主題と背景／ヘッケルのガストレア説／体腔形成の理論／せん毛虫説／いずれが正しいか／起源論の現段階。

〔寸言〕単細胞生物から多細胞生物への進化の過程を発生学や機能形態学の立場から推理してみせる。古生物屋にも示唆する所大。

二本木光利：わたくしとアンモナイト，北海道巡検の手引き，道内化石展示室紹介。B 5判，344 p.，芸術教室札幌学映（札幌市中央区南8条西22丁目），非売品，1979年。

〔主要内容〕カラー図鑑／私とアンモナイトとのかかわりあい／私の夢—私の希い／古生物／巨大爬虫類第一王国のあけぼの／交響曲エゾミカサリュウ／アンモナイトを考える／北海道産出正常巻アンモナイト図鑑／北海道産出異常巻アンモナイト図鑑／クリーニング／化石の国北海道／北海道における古生物化石展示室案内／北海道巡検の手引き。

浜田隆士編：日本列島のおいたち。東海科学選書，B 6判，189 p.，東海大学出版会，1980年，1,200円。

〔主要内容〕謎解きへの手がかり／日本列島あけぼの時代／竜とアンモナイトの時代／第三紀の日本列島／地殻変動をさぐる。

〔寸言〕本会会員約20名の分担執筆。

浜田隆士編：続・日本列島のおいたち。東海科学選書，B 6判，238 p.，東海大学出版会，1981年，1,200円。

〔主要内容〕第三紀から第四紀へ／ほろびさった動物たち／古気候をさぐる／日本原人を求めて／古人類の生活をさぐる。

バターソン（磯野直秀・磯野裕子訳）：現代の進化論。A 5判，207 p.，岩波書店，1982年，2,800円。

〔主要内容〕種とは何か／種内変異／遺伝のしくみ／遺伝と変異／突然変異／自然淘汰の理論／淘汰の実例／種の起源／ガラパゴス諸島における種の分化／種より上のレベルでの進化／証明と反証／生命の起源と初期の進化／進化と人間／関係者の横顔。

〔寸言〕著者は化石魚類を専門とする古生物学者。

バリー・コックスほか（藤谷英男訳）：古生物の世界。ビジュアル・ワールド・ライブラリー1。A 4判，172 p.，株式会社文理，1980年，4,000円。

藤山家徳・浜田隆士・山際延夫監修：学生版日本古生物図鑑。B 6判，574 p.，北隆館，1982年，2,500円。

〔主要内容〕動物及び植物の分類表／古生代／中生代／新生代／化石の採集・処理・鑑定／薄片標本の作り方／化石の学名について／日本の主要化石産地表／和名索引／学名索引。

〔寸言〕収録種2,600を越え，古生物学会会員27名の分担執筆となっている力作。

マックアレスターA. L.（大森昌衛訳）：地球生物学入門—生命の歴史—第2版。地球科学入門シリーズ2。A 6判，200 p.，共立出版，1982年，2,500円。

〔主要内容〕生命の起源／生命の多様化／海洋における生命／陸地への移行／陸上植物／爬虫類と哺乳類／ヒト。

〔寸言〕昭和45年の初版の改訂版。

マラホフ（金光不二夫訳）：おもしろい古生物の世界。B 6判，158 p.，東京図書，1977年，800円。

〔主要内容〕化石を通して過去をさぐる／地球の百面相。

三国コココーラボトリング化石集編纂委員会編：化石の魅力。久留コレクション。A 4判，100 p.，ダイヤモンド社，1981年，7,500円。

〔主要内容〕化石を語る（大杉・久留対談）／私の化石行脚／化石は語る／化石を勉強するには。

〔寸言〕故久留龍社長のコレクションのカラー写真集。ただし鑑定名のミスもある模様。1982年秋に銀座ソニービルに実物展示。シティー派の知的トリップ〈都会の化石探検〉アーバンパレオントロジーとして話題になった。

付。前号に紹介した「中国の恐竜展図録—魚類から猿人までの4億年—」は，国立科学博物館後援会（東京都台東区上野公園，国立科学博物館内）へ代金500円と送料350円を送付することにより入手できます。

新刊紹介

Journal of the History of the Earth Sciences Society
の刊行について

ここ十数年の間に地質学史について関心が深まり、国際会議などでもシンポジウムが行なわれたりしている事は周知の通りである。アメリカでは特にこの傾向が強く、1980年から1981年にかけて W. M. Jordan や E. L. Yochelson らの努力によって History of the Earth Sciences Society (略称 HESS) の設立が計画され、1982年に会が発足した。主な役員は下記の通りである。

President; David B. Kitts, University of Oklahoma.

President-Elect; Albert V. Carozzi, University of Illinois

Secretary; Ellis L. Yochelson, USGS

Program Officer; R. C. Laudam, Virginia Polytechnic Institute

Editor; G. M. Friedman, Rensselaer Polytechnic Institute

Editorial associate; R. M. Buyce, Northeastern Science Foundation

Councilers; W. O. Kupsch, University of Saskatchewan; D. A. Bassett, National Museum of Wales

他に14名が Editorial Board として参加している。

1982年この会の出版物 Journal of the History of the Earth Sciences Society が Vol. 1 として刊行され、Vol. 2 は1983年中に出版される予定である。Vol. 1 はレターサイズ (21.4 cm × 27.6 cm) で “camera-ready copy” で63ページ、Vol. 2 はもっと大冊になる予定とのことである。この会は地球科学全般の学史に関する研究会で、Vol. 1 には次のような興味深い論文等が掲載されている。

Preface (G. M. Friedman)

Introduction (K. B. Bork)

The logic of discovery in geology (D. B. Kitts)

Tensions in the concept of geology: Natural history or natural philosophy? (R. Laudan)

Women in paleontology in the United States 1840-1960 (M. L. Aldrich)

The Cincinnati “school” of paleontology (K. E. Caster)

Fenneman and Bucher: The early maturity of geological science (G. Prager)

The Vanuxem collection (P. R. Kemmerly)

Douglass Houghton, Michigan’s first state geologist (G. P. Merk)

Lyell on the geological similarity of North America and Europe (L. G. Wilson)

Paleontology in the United States Federal Service, 1804-1904 (C. M. Nelson)

他に Book review; Report of acting Secretary-Treasurer; Calender of Events; Interesting publications; Author index and title index がついている。この出版物は当分の間は年一回刊行される予定とのことである。入会希望者は個人会員が年 US 15ドル、教室・研究所は年 US 20ドルを Ellis L. Yochelson, Secretary, HESS, Room E-501, Museum of Natural History, Washington, D. C., 20560, USA 宛に送付されたい。なおこの会や出版物に関する質問は筑波大学地球科学系の猪郷久義 (0298-53-4320) まで。蛇足ながら Secretary の Yochelson 博士は *Teiichispira kobayashii* という名のオルドビス紀の腹足類の新属新種を1968年に提唱した古生代腹足類の専門家である。(猪郷久義)



毎日出版文化賞特別賞受賞 日本化石集

ATLAS
OF
JAPANESE
FOSSILS

全58集+別集[総目次・総索引]

古生物学者90人余の参加により継続的に刊行されてきた本集は、日本産の主要化石を集大成した学術的に価値の高い国際的レベルの図集であると共に、地域別・時代別・対象化石別など、読者が必要に応じて自由に再編集できるユニークな図集である。

●第一期(1-18)・第二期(19-38)・第三期(39-58+総目次・総索引)

●A4変形判 各集6シート=24ページ

各集¥1500 全集揃価=¥88500

●専用バインダー ¥1800 1冊につき6集分収納できます

●責任編集

湊正雄・浅野清・松本達郎・大森昌衛・水野篤行・小島郁生・
神谷英利・栗原謙二・森啓・勸米良亀齡・平野弘道

●再編集の例——地域別について

①南関東地方=南関東地方の第四紀化石1-5(14,16,20,26,27集)

②九州地方=古第三紀の植物化石1九州(24集),九州炭田地域の
第三紀貝化石(56集),九州の脊椎動物化石(58集),他

●日本地学教育学会会長 稲森潤氏(東京学芸大教授)

化石採集は小さな子供たちに人気があるが、その名前を聞かれて困った先生は少なくないはず。もしこのような全集が先生の手もとにあれば、どんなに心強いことであろう。古生物や地質学の研究に進む人にとっても貴重な情報源として手もとから離さない。

●前川文夫氏(東京大名誉教授)

この本はどのページを開いても、驚くような事柄を満載していて識者に対しても十分な知識を伝えてくれるし、初めて化石に接する者には一層の未来が与えられるだろう。

●朝日新聞評=この「日本化石集」に収められた三千種という数は文字通り日本産化石の集大成と呼ぶにふさわしい。

●古生物学各論[全4巻] 井尻正二監修

1 ———— **植物化石** [補訂版]

徳永重元・大森昌衛責任編集 A5判 図表210 ¥5900

2 ———— **無脊椎動物化石・上**

高柳洋吉・大森昌衛責任編集 A5判 図表191 ¥4900

3 ———— **無脊椎動物化石・下**

小高民夫・大森昌衛責任編集 A5判 図表227 ¥8000

4 ———— **脊椎動物化石**

亀井節夫・後藤仁敏・大森昌衛責任編集 A5判 図表313 ¥10000

恐竜 図解 事典

グラット著 小島郁生訳 B5判 図版380 ¥3500

恐竜時代の[生物と自然]

小島郁生編著 A5判 図版109 ¥2400

ディノサウルス 恐竜の進化と生態

ホールステッド著 亀井節夫監訳 272×210%判 ¥3900

生痕化石の世界

福田芳生著 180×190%判 図版151 ¥2600

目でみる日本列島のおいたち

[古地理図鑑] 湊正雄監修 A4変形判 ¥4600 ●3刷

日本列島地質構造発達史

市川浩一郎・藤田至則・島津光夫編 A4変形判 ¥7800 ●6刷

日本の第四系

湊正雄著 A4変形判 ¥6800 ●3刷

地球と生物との対話

井尻正二・湊正雄対談 四六判 ¥1600

東京の動・植物園と化石etc.めぐり

日曜の地学10 大森昌衛編著 四六判 図表161 ¥1200

東京周辺をたずねて

鉱物採集の旅1 加藤昭・松原聰著 四六判 ¥1600

東海地方をたずねて [増補版]

鉱物採集の旅5 加藤昭・松原聰・野村松光著 四六判 ¥1700

生態学辞典 [増補改訂版]

沼田真編 A5変形判 550頁 付・英文総索引1万項目 ●¥8500

“化石”バックナンバーの在庫

(価格は送料込み)

[11号]	シンポジウム“脊椎動物”，その他	(500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)
[15号]	シンポジウム“日本における古生界・中生界境界付近のフォーン間隙”	(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)
[19・20号]	シンポジウム“植物の分布と進化”，その他	(800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)
[30号]	シンポジウム“新第三紀における日本の海洋生物地理—中新世を中心として—”	(2200円)
[31号]	本邦白亜系における海成・非海成層の対比，カキの古生態学(1)	(1500円)
[32号]	四万十帯のイノセラムスとアンモナイト，カキの古生態学(2)	(1500円)
[33号]	ジャワの貝化石，三疊紀 <i>Monotis</i> ，その他	(1500円)
[増刊号]	コロキウム：化石硬組織内の同位体	(1000円)

29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：

〒980 仙台市荒巻青葉 東北大学理学部地質学古生物学教室内

化石編集部 (振替口座 仙台1-17141)

または日本学会事務センター内日本古生物学会

1983年12月10日印刷

1983年12月15日発行

発行者 日本古生物学会

東京都文京区弥生2-4-16

日本学会事務センター内

化石第34号

編集者 高柳洋吉・鎮西清高・石崎国熙

印刷者 東光印刷株式会社

TEL (0222) 56-0894

Fossils

Number 34

Dec. 15, 1983

Contents

Problems in evolutionary paleontology : Report of symposium	1
Stratigraphy and inhabited environments of the Cretaceous trigoniansM. Tashiro and T. Matsuda	19
Importance of constant volume sampling for sediment core study	T. Oba 33
Geologic ages of the Paleogene of Hokkaido, Japan, based upon planktonic foraminifera —The relationship between the hiatuses and sea-level movements—	K. Kaiho 41
Proceedings of the Society	18
Memorial : Professor Shoshiro Hanzawa	Y. Takayanagi 51
Some popular books on paleontology (2)	I. Obata 53
Information on Books	55
Announcements of the Society	Inside front cover