



Abstracts with Programs
The 152nd Regular Meeting
The Palaeontological Society of Japan
(January 24–26, 2003, Yokohama, Kanagawa Pref.)

日本古生物学会第152回例会

講演予稿集

2003年1月24–26日

横浜市（神奈川県）



日本古生物学会

表紙の絵の説明

赤レンガ倉庫とみなとみらい 21 地区

赤レンガ倉庫は、明治末期から大正初期にかけ、国の横範倉庫として建設された。関東地震で被災、大規模な復旧工事を受けた。横浜港の一物流拠点であったが、徐々にその機能を他の埠頭に譲り、やがて利用されなくなった。平成 4 年に国の手から離れ、「港の懐わいと文化を創造する空間」としての再出発に向け、横浜市と民間事業者による大修復がなされた。平成 14 年 4 月にオープン、演劇、ジャズ、ファッション、美術展、映画祭などが催されている。

みなとみらい 21 地区は、国際交流、事務核都市の機能を持つ、活力ある街づくりの計画のもと、三菱重工業横浜造船所跡地に開発がなされた。昭和 58 年に事業の着工、8 年後にはモダンでユニークな建物が姿を見せ始めた。

表紙の絵は平成 3 年 3 月に描いたスケッチに基づいているが、赤レンガ倉庫の後の棟を省略し、みなとみらい 21 地区にある、ヨコハマ・グランド・インターナショナルの帆船を模した建物全体を浮かび上がらせる。明治から平成の建築物の進化を表したものである。なお、みなとみらい 21 地区では、地下深いところまで土壌層群が分布しており、地盤はかなり堅固であると見なされている。

(小池敏夫：横浜国立大学 教育人間科学部理科教育講座)

R <学協会著作権協議会委託>

本誌からの複製許諾は、学協会著作権協議会（〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41、電話 03-3475-4621、Fax 03-3403-1738）から得て下さい。

日本古生物学会 第152回例会

横浜国立大学

(2003年1月24日～1月26日)

1月24日(金)

シンポジウム

(横浜国立大学 教育文化ホール 大集会室)

白亜紀海洋無酸素事変の解明

司会人：平野弘道・川辺文久・北里 洋・西 弘嗣

- 【10:00～10:15】 趣旨説明-----平野弘道・川辺文久・北里 洋・西 弘嗣
【10:15～10:40】 南フランスにおける白亜紀後期の無酸素事変-----坂本竜彦・
西 弘嗣・永井啓資・吉田卓哉・吉山泰樹・古川麻里子・岡田尚武・高
嶋礼詩・長谷川卓・山村 充・黒柳あづみ・川幡穂高・大河内直彦
【10:40～11:05】 有機・同位体地球科学からみた白亜紀の無酸素事変-----大河内直彦
【11:05～11:30】 浅海性炭酸塩岩からみた無酸素事変-----佐野晋一
【11:30～11:55】 海生脊椎動物化石記録と海洋無酸素事変-----平山 廉

—昼食—【11:55～13:00】

- 【13:00～13:25】 大型化石からみた白亜紀海洋無酸素事変-----
平野弘道・舟木泰智・栗原憲一・高橋昭紀・川辺文久
【13:25～13:40】 日本の白亜系（蝦夷累層群）に記録された海洋無酸素事変：OAE1相当層
のδ¹³C変動とバイオマーカー-----高橋一晴・平野弘道・川辺文久
【13:40～13:55】 日本の上部白亜系における炭素同位体比変動と放散虫化石の産出特性-----
阿部善浩・舟木泰智・平野弘道・川辺文久
【13:55～14:20】 白亜紀 OAE 黒色頁岩の堆積学的特徴に関する考察-----
黒田潤一郎・大河内直彦・鈴木宇耕・酒井豊三郎・徳山英一・平 朝彦

—休憩—【14:20～14:30】

- 【14:30～14:55】 白亜紀の地球システム変動モデリング-----田近英一・山中康裕
【14:55～15:20】 Cretaceous large igneous provinces: Causes of environmental change?-----
M. F. Coffin
【15:20～15:45】 海洋無酸素環境の創成と生物の反応-----北里 洋

—休憩—【15:45～16:00】

- 【16:00～17:00】 総合討論

1月25日（土）

シンポジウム

（横浜国立大学 教育文化ホール 大集会室）

中・古生代微化石研究の現状と将来

—テレーン解析後の使命—

司話人：指田勝男

【12:45～12:55】	シンポジウム開催の主旨-----	指田勝男
【12:55～13:25】	三畳紀コノドントの系統発生-----	小池敏夫
【13:25～13:55】	深海相P/T境界層のコノドント生層序-----	山北 聰
【13:55～14:15】	タイ国の前期古生代コノドントとその古生物地理学的意義---上松佐知子	
【14:15～14:45】	中生代放散虫研究の今後の使命—海洋古生態学と進化生物学への寄与-----	
		松岡 篤

—休憩—【14:45～15:00】

【15:00～15:30】	ペルム系—三畳系放散虫生層序とP/T境界環境変動-----八尾 昭	
【15:30～15:50】	前～中期古生代放散虫の生層序と東アジアの古期地帯解析における役割---	栗原敏之
【15:50～16:20】	紡錘虫の古生物地理-----小林文夫	
【16:20～16:40】	古生代石炭紀およびペルム紀の貝形虫化石の研究の現状-----安達修子	
【16:40～17:10】	微古生物学の現状と展望—テクトニクス研究補助から生物圏進化研究の中 心へ-----磯崎行雄	
【17:10～17:30】	総合討論	

懇親会【18:00～】

25日シンポジウム終了後、キャンパス内の大学会館にて開催いたします。会費は一般5,000円、
学生・院生は3,000円を予定しております。ふるってご参加ください。

1月25日（土）

ワークショップ

（横浜国立大学 教育文化ホール 中集会室）

【13:00～16:00】

日本のウミユリ学

世話人：大路樹生（東京大学・大学院理学系研究科）

海外に比べ日本では軟体動物化石、微化石の研究者が多く、ウミユリなど棘皮動物化石の研究者は少ない。しかし日本には未記載の中古生代のウミユリ化石が多数存在し、また新生代の陸棚下部から漸深海帯に堆積した地層中からもウミユリ化石が多くの場所で発見されている。一方日本近海は世界的に見ても有数の現生ウミユリの分布地で、活発な研究が行われている。当ワークショップでは、日本の現生・化石ウミユリの研究者数名ずつに話題提供をして頂き、互いの情報交換を行うとともに、興味ある研究者に自由に参加・討論していただくことを希望する。

ご案内：なお、1月25日土曜日午前中には、講演や行事の予定はございません。

1月26日(日)午前

個人講演

第1会場(大集会室1)	第2会場(大集会室2)	第3会場(中集会室)
<p>古脊椎動物の部</p> <p>●座長 甲能直樹 [9:00~10:20]</p> <p>1. 変形した化石の三次元的解析および復元－三置紀初期魚竜 液体 <i>Urasaurus hattai</i>への適用 OHP</p> <p>2. 東アジアと東南アジアの恐竜足跡の再検討 液体 M.G.Lockley・李 建軍・佐藤潔男・伊藤慎一 OHP</p> <p>3. 日本の恐竜足跡の再検討とアジアの恐竜足跡との比較 液体 O.松田健一郎・小荒井千人・松川正樹 OHP</p> <p>4. 安徽省から発見される <i>Paleodoxodon huizhensis</i>について 液体 高橋啓一・張 鈞翔・神谷英利・鄭 龍亭 OHP</p> <p>5. 石川県白峰村手取層群桑島層から産出した鳥脚類恐竜 (Ornithischia: Ornithopoda) の頭骨化石 ナシ 大橋智之・伊左治慎司・山口一男・小林美徳 OHP</p>	<p>無脊椎動物化石の部</p> <p>●座長 中島 札 [9:00~10:20]</p> <p>21. 中新統碧玉梁層ヶ浦砂岩部層に見られる貝殻密巣バッチの 古生物学的・生態学的解釈 OHP</p> <p>22. 北海道北部・釧路町の中新統赤堀川層の貝類化石群とその意義 OHP</p> <p>23. 南部北上帯および深津帶における潮汐卓越環境の下部・中部 OHP</p> <p>24. <i>Kueichouphyllum</i> の时空分布 OHP</p> <p>25. 白堊紀アンモナイト <i>Uranites</i> についての新知見 OHP</p>	<p>古生態・古環境の部</p> <p>●座長 中森 享 [9:00~10:20]</p> <p>40. 北海道北部中河町の上部白堊系化成化石群集における 嫌氣性メタン酸化古細菌の存在について 液体 ジエ・ロバート・足田吉織・荻原成騎・柳部一成 ジエ・ンキンズ</p> <p>41. ミランコビッチサイクルに起因する季節性変化的日本海浅海 液体 貝類相の変遷パターンへの影響 液体 北村見寿</p> <p>42. 中海のセジメント・トラップ中の有孔虫 液体 野林律夫・瀬戸浩二</p> <p>43. 深海生底生有孔虫類による沈殿有機物消費過程：相模湾 ナシ における現場測定実験 ナシ</p> <p>44. ヤドカリと共生するDiplopoda属ゴカイの生息 <i>Helicoprionus commensalis</i> を用いた巻貝類に対する効率による捕食量の再評価 ナシ</p>
		<p>—休憩— [10:20~10:30]</p>
<p>古脊椎動物の部</p> <p>●座長 松川正樹 [10:30~11:50]</p> <p>6. タイ東北部の後期新生代哺乳化石の産状と年代 slide 仲谷英夫・三枝春生・長岡詒治・國松 豊・田中里志 OHP Benjavun RATANASTHEN · Prateng CHINTASKUL</p> <p>7. 北上低地帯東部、花巻市東部の下部更新統から産出した大 型哺乳類の足跡化石 OHP 大石雅之・寺澤 尚・酒井宗考・藤井敏明</p> <p>8. <i>Dermosyllis</i> および <i>Paleoperatoria</i> (Mammalia: Desmostyliidae) の歯 冠工ナメルの炭素・酸素同位体比に基づく食性復元 ナシ 鶴野 光・米田 穂・甲能直樹・筑浦名知男</p> <p>9. 石川県珠洲市より産出したアロテスマス全身骨格の特徴 ナシ 甲能直樹・小西健二・柳沢幸夫</p> <p>10. フィリピン PlioPleistocene Guatah Formation 産ササイ化石 ナシ 福地 光</p>	<p>無脊椎動物化石の部</p> <p>●座長 大路樹生 [10:30~11:50]</p> <p>26. ロシア沿海州の下部三畳系にはさまれるアンモノイド・ターピダイトの意義 slide 前田晴良・重田康成・辻野泰之 27. 異常巻アンモノイド・ハキュリテス類の産状と堆積相 slide 辻野泰之・前田晴良 28. 鳥巣層群から産出した <i>Hybonoteras</i> 属のアンモノイドの年代 ナシ 武井雅彦 29. セラムス類(二枚貝綱)の応答様式 ナシ 高橋昭紀 30. CT 境界前後の軟体動物イベントー北海道大夕張地域での例 ナシ 栗原憲一・川辺文久</p> <p>47. 安定同位体比解析に基づくタカハシホタテの生活史の復元 OHP 中島 礼・鈴木 淳・渡邊剛</p> <p>48. 化石群集に基づく日本列島初期中新世の古気候変遷 OHP 小笠原憲四郎・鵜飼宏明・栗原行人・中野孝教</p> <p>49. 美濃帯のジュラ紀古・中世散歯類の群集変遷 OHP 西原ちさと・八尾 昭</p>	<p>古生態・古環境の部</p> <p>●座長 鈴木明彦 [10:30~11:50]</p> <p>45. 岡山県の古第三系(中部始新統～上部漸新統) 前島層に産す ナシ る豊脚類化石とその生息場所の推定 ナシ 野村真一・藤井隆志・近藤康生・山口寿之</p> <p>46. 岡山県牛窓町前島の古第三系前島層に産する二枚貝 ナシ <i>Isognomon hawaii</i> の生息環境 ナシ</p> <p>47. 安定同位体比解析に基づくカカハシホタテの生活史の復元 OHP 中島 礼・鈴木 淳・渡邊剛</p> <p>48. 化石群集に基づく日本列島中期中新世の古気候変遷 OHP 小笠原憲四郎・鵜飼宏明・栗原行人・中野孝教</p> <p>49. 美濃帯のジュラ紀古・中世散歯類の群集変遷 OHP 西原ちさと・八尾 昭</p>

1月26日(日)午後—1
ポスターセッション(ラウンジ及び回廊)【12:50~13:20】

P1. 愛媛県三瓶町周木頭半島における黒潮構造帯からのデボン紀放散虫化石	P4. オホーツク海南部(知床半島沖)における現生介形虫の分布:とくに大桑万願寺型種について
—寺本 真・堀 利栄	—小沢広和・塙眞二
P2. 北海道北部・中川地域の下部鰐貝層群から大型有孔虫 <i>Orthisina</i> を含む石灰岩礁の発見	P5. 北西部北太平洋に生息する浮遊性有孔虫の空間分布と表層海洋環境の比較
—伊庭慎弘・瀧 修一・足田吉誠・吉田孝紀	—木元克典・阿波根直一・川幡穂高
P3. 北部北海道中川地域の下部鰐貝層群からの岩石穿孔性一枚貝の発見	P6. 博物館における化石発掘体験イベントの試み
—足田吉誠・伊庭慎弘・都郷義寛	—伊左治鎮司・吉村光敏

個人講演

第1会場(大集会室1)	第2会場(大集会室2)	第3会場(中集会室)
微化石の部	無脊椎動物化石の部	古環境・古植物の部
●座長 指田勝男【13:20~14:40】	●座長 生形貴男【13:20~14:40】	●座長 間嶋隆一【13:20~14:25】
11. 放散虫化石順序による三置紀ジュラ紀(TJ)境界グローバルスタンダード精査への試み	31. クモヒトデのつくる休息痕—シノハクモヒトデの例	50. 中期完新世における久米島産化石オオジャコガイ殻の60年間の安定同位体比記録:最北端の生息域における生理的、古気候学的意義
OHP	—石田吉明	—渡邊 隆一
利栄・ベス・カーター・松岡 篤・鈴木紀毅	32. 牧島・芳ノ浦(熊本県御所市浦町)の姫城旅宿群礁ノ島層上部にみられるデアリーフロー堆積物直上の底生動物化石群	鈴木 淳・川幡穂高・菅 浩伸・小川真司・養島佳代
12. ニュージーランド北島ワイハッテーン、ファンガロア地域のベルム紀放散虫化石	—菊池直樹・廣瀬浩司・田代正之	51. 開拓水槽における過懸けシゴの光合成と石灰化
ナシ	—吉村恵美・坂本慎吾・竹村厚司・小林俊介	—中森 亨・阿蘇敏文
山北聰・堀 利栄	—吉田吉昭・酒井豊三郎	52. 広島県三次市に分布する盆地層から産出したヒシ科化石
13. 長崎県高島炭田地域、伊王島より産出した始新世鰐鞭毛藻化石群集とその意義	—松原尚志・松原尚輔	—塙腰 実・寺岡明文・山崎博史
ナシ	—岩手県二戸地塊の中新統門ノ沢層からO.s.l.	—
14. 中期中新世初期の北海道以北における底生有孔虫 <i>Ammonia</i> 属の分布特性について	—栗田裕司・山口龍彦	53. A sedimentary and preservational analysis of the plant-bearing Princeton Chert (Middle Eocene, Allenby Formation) of southern British Columbia, Canada — M. MATSUMOTO, and R.A. STOCKLEY
ナシ	—山口龍彦・神谷隆宏	—
15. 前中期新世寒帯期の貝形化石群集:芦屋層群盤田層の例	OHP	—

—休憩—【14:40~14:50】

1月26日(日)午後—2

個人講演

第1会場(大集会室1)	第2会場(大集会室2)
微化石の部 <ul style="list-style-type: none"> ●座長 栗田裕司【14:50～16:10】 16. 珪藻休眠胞子化石の分類と層序学的重要性 液晶 17. 愛媛県西海町における珪質プランクトンの季節変化と放散虫の飼育実験 液晶 18. 日本海北部におけるセディメントトラップKH98-3, CM11から得られた現生珪藻群集および殻フラックスの時系列変動 ナシ 19. 放散虫 <i>Pseudocatus obesus Haekel</i> の捕食行動 ナシ 20. 有殻单体性放散虫 <i>Spongodiscidae</i> 科数種の分子系統解析 ナシ 	系統分類・形態形成の部 <ul style="list-style-type: none"> ●座長 前田晴良【14:50～15:55】 36. 分岐分析的手法を用いた白堊紀アンモナイト類の系統解析—特に白堊紀アンモナイト亞目について 液晶 37. 後期白堊紀 <i>Colligunculariae</i> 亜科アンモナイトにおける形態進化バーナン 液晶 38. 二枚貝の殻成長線での成長率勾配と殻形態 液晶 39. 日本産ドガイ亜科(二枚貝類イシガイ超科)3種の遺伝的変異と系統分類学的位置づけについて OHP 島本昌憲・高橋 敦

発表方法(映像機器)の種類について

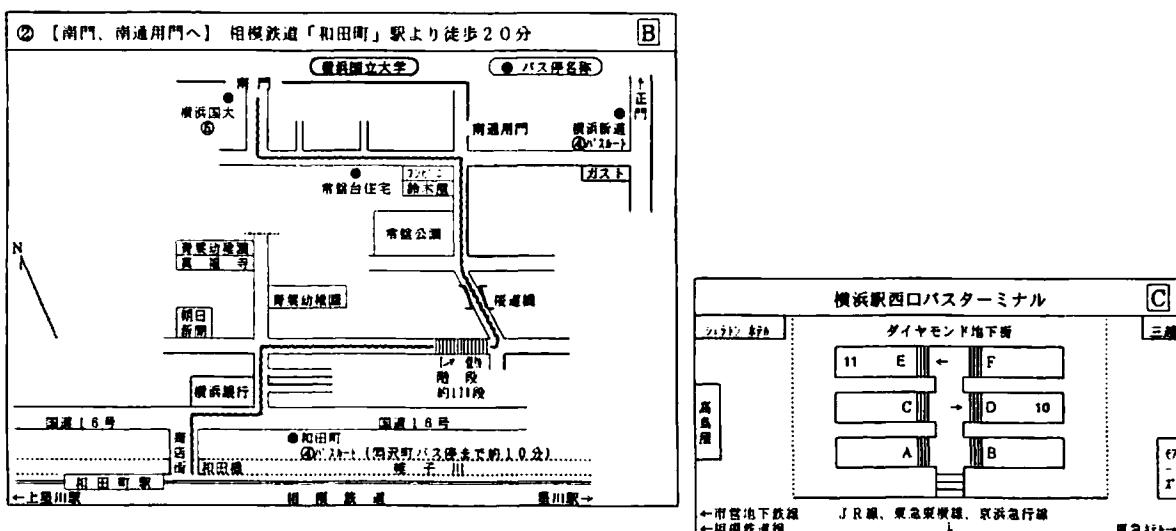
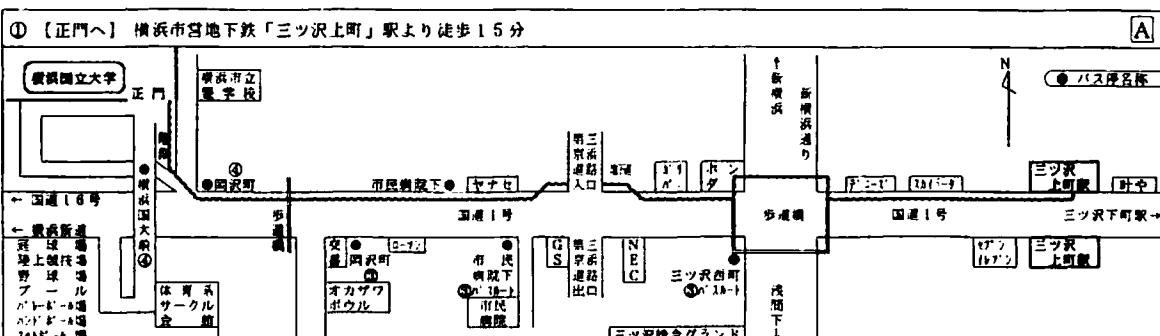
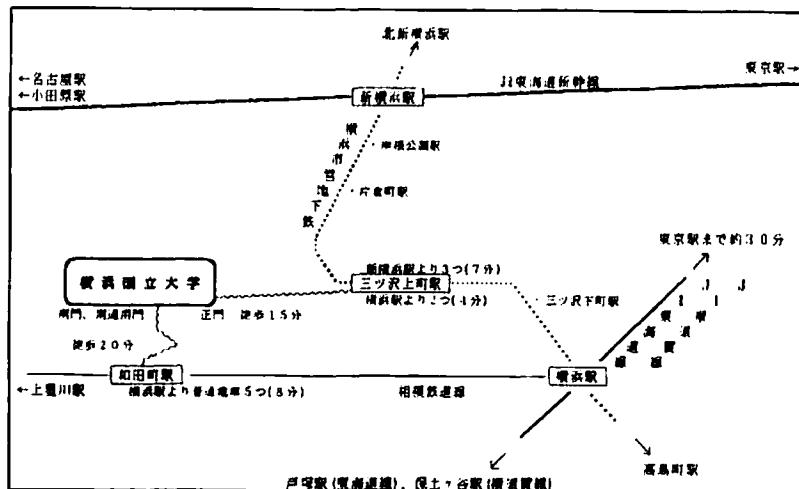
個人講演プログラム中における、「OHP」「slide」「液晶」の表示は各々の発表に用いる映像機器の種類を示しています。
「OHP」はオーバーヘッドプロジェクター、「slide」はスライド映写機、「液晶」は液晶プロジェクターを表します。「ナシ」の表示は申込時点で指定がなかつたものを示しています。「ナシ」の表示の講演においては、原則としてOHPかスライド映写機をお使いください。(液晶プロジェクターはご遠慮ください：下記参照)。

発表方法(映像機器)の指定について

スライド映写機、OHP、液晶プロジェクター等の映像機器の多様化に鑑み、このたびは、講演申し込みの際に講演に用いる映像機材の種類を明記されますよう、Paleontological Research誌の行事予定欄にてご案内申し上げましたが、皆様には御協力を賜り御礼申し上げます。前回までの古生物学会において、ノートパソコンと液晶プロジェクターの立ち上げや接続、OHPとの交代の際にトラブルが発生し、会場の進行に支障をきたす場面がしばしばありました。今回のプログラムでは、異なる映像機器を交互に使用する煩雜さを軽減させる目的から、なるべく同じ映像機器の使用者が連続して発表できるように配慮いたしました。映像機器の指定が「ナシ」の方は、この点をご考慮いただき、講演ではOHPかスライド映写機をお使いください。そして、どうしても液晶プロジェクターの使用を希望される方は、事前に座長にお断りください。また、液晶プロジェクターご使用の方は、ノートパソコンと液晶プロジェクターの立ち上げや接続にかかる時間も含めて制限時間内(15分以内)に発表が終わるようご協力願います。

横浜国立大学への交通案内図

会場（横浜国立大学教育文化ホール）へは、下記の交通手段があります。大学の各門とバス停の位置は次ページのキャンパスマップに示してあります。横浜周辺には多数の宿泊施設がありますので、特に案内は致しません。



③ 【正門へ】 横浜駅西口よりバス20分 D段階10番 相鉄バス「交通裁判所経由横浜駅西口」又は「横浜国大」行、岡沢町下車(図A・C)
 ④ 【正門へ】 横浜駅西口よりバス25分 E段階11番 市営バス「202系統 和田町経由横浜駅西口」行、岡沢町下車(図A・C)
 ⑤ 【南門へ】 横浜駅西口よりバス23分 D段階10番 相鉄バス「横浜国大」行、横浜国大下車(図B・C)

横浜駅西口免バス時刻表 (料金210円前払)										
(11月1日改正)										
時	交通裁判所経由横浜駅西口			横浜国大			202系統 航空外回り 横浜駅西口			202系統 航空外回り 横浜国大
	平日	土曜	休日	平日	土曜	休日	平日	土曜	休日	
10時	06:25 15	05:35 55	05:35	06:20 40	05:35	05:35	07:20 32 42 51	07:25 45	07:33 55	
11時	07:04 16 30 37 45 55	05:35 50	05:35	06:20 40	05:35	05:35	07:01 09 17 25 32 40 55	09:13 24 36 55	16:36 57	
12時	08:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	08:06 25 37 48	07:16 36 52	18:41	
13時	09:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	09:07 25 42	07:24 41	09:59 54	
14時	10:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	10:02 22 36 52	02:22 40 58	18:38	
15時	11:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	11:02 22 37 53	15:28 44	01:23 44	
16時	12:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	12:03 24 40 53	09:19 32 45	03:25 47	
17時	13:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	13:04 25 43	09:14 28 44	13:40	
18時	14:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	14:03 18 32 44 53	06:16 32 47	02:23 49	
19時	15:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	15:04 24 43	05:23 44	16:14	
20時	16:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	16:00 26 31 47	09:20 40	06:27 47	
21時	17:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	17:01 22 37 52	09:20 40	08:31 52	
22時	18:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	18:02 18 32 44 58	09:25 45	18:40	
23時	19:05 20 35 50	05:20 35 50	05:20	06:20 40	05:20	05:20	19:00 23 37 57	09:30 52	03:36 49	

※バスは、道路混雑等で予定どおり運行できないこともあります。試験当日は①または②による徒歩が最も早い。

教育文化ホール（学会会場）及び大学会館（懇親会会場）案内図

横浜国立大学教育文化ホール部屋配置図

大集会室：シンポジウム会場（24,25日）

個人講演会場（26日）

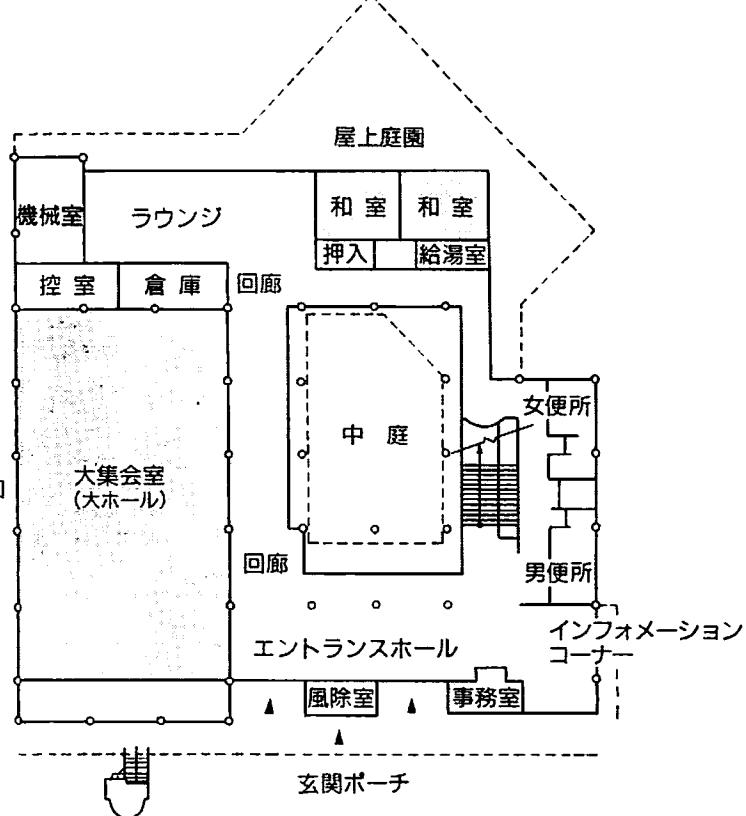
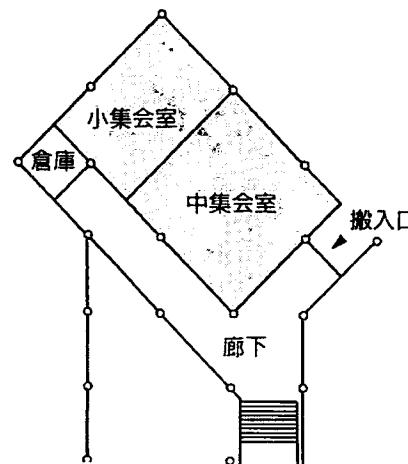
中集会室：個人講演会場（26日）

小集会室：学会本部（24~26日）

ラウンジ及び回廊：ポスター会場（26日）

和室：休憩室（24~26日）

（なお、部屋の使用振り分けは変更することがあります）



会場関係の連絡先

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-2

横浜国立大学教育人間科学部自然環境講座

TEL 045 (339) 3349 直通

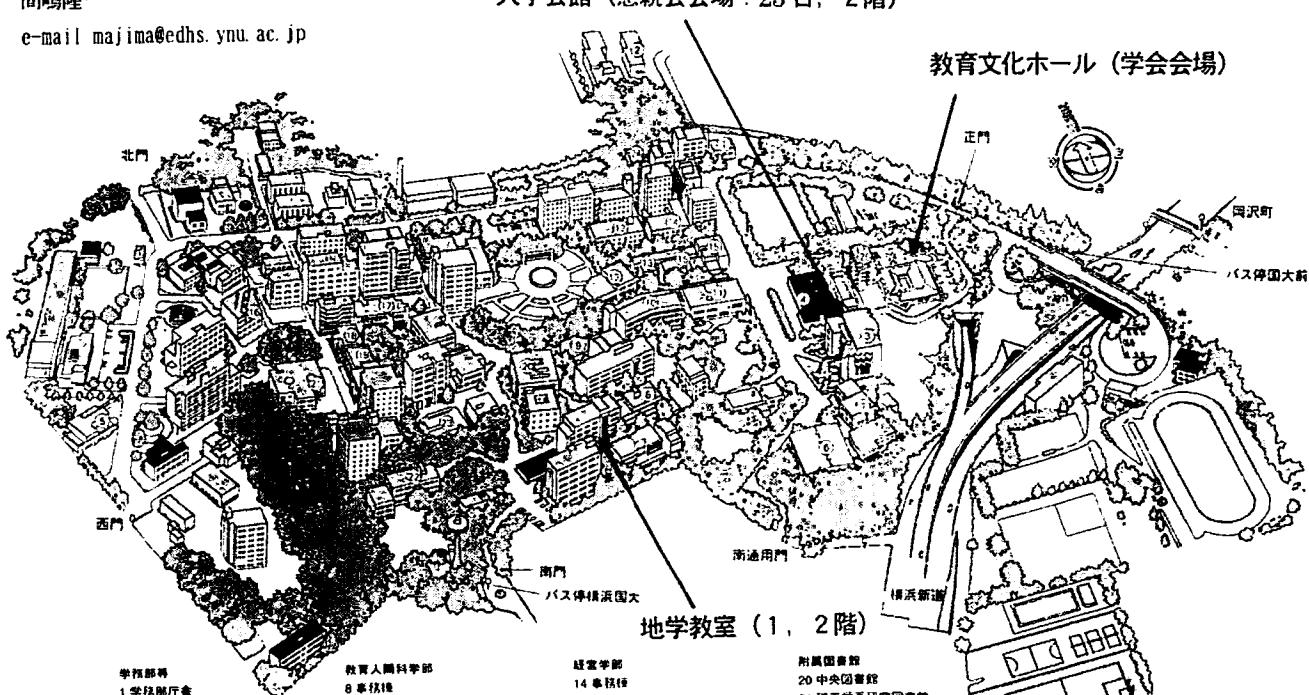
(学会開催日は通じません)

FAX 045 (339) 3264 事務室

間嶋隆一

e-mail majima@edhs.yzu.ac.jp

大学会館（懇親会会場：25日、2階）



シンポジウム

白亜紀海洋無酸素事変の解明

(IGCP434 および海洋科学技術センター・固体地球統合フロンティア研究システム 共催)

司会者：平野弘道・川辺文久・北里 洋・西 弘嗣

日本古生物学会シンポジウム「白亜紀海洋無酸素事変の解明」：趣旨

平野 弘道・川辺 文久（早稲田大）・北里 洋（IFREE）・西 弘嗣（九州大）

現在進行しつつある地球の温暖化は地球環境にどのような影響を与え、推移していくのだろうか？その将来予測の可能性は、過去の温室期（Greenhouse Period）を研究することによって得られるに違いない。温室期には、海水準の上昇、高緯度の温暖化など幾つかの特徴的な事件が生じているが、その中でも近年、注目を集めているのが海洋無酸素事変（Oceanic Anoxic Events；OAEs）である。この事件では、海洋の水塊中に無酸素水塊が広がり、大量の有機物が海底に堆積した。最も典型的な無酸素事変は、白亜紀中期（120～89Ma）に生じているが、ジュラ紀にもその存在が知られている。白亜紀中期に生じた事変のいくつかは汎世界的であったことが判明しており、テーチス海から太平洋の深海までほぼ同時に生じている。この海洋無酸素事件は水塊中の生物相にも大きな変化を招いている。バイオマーカーを使用した有機地球化学的な研究は、この時期には無酸素環境の広がりとともに嫌気性光合成細菌、古細菌などが水塊中に急激に増加したことを明らかにしており、まるで先カンブリア代に存在した海洋がリコールされたようである。このように、海洋無酸素事件の研究は、従来の地質学、古生物学だけでなく、地球化学、生物学ひいては地球物理学をも巻き込む、学際的な研究へと急速に進展している。そのため、21世紀の地球深部探査計画 OD21 でも、主要な科学目標の一つとして挙げられている。

地球温暖化の主要な原因として、地球内部のスーパープリュームの活動との関連が指摘されているが、それが無酸素水塊の発生とどのように結び付くのかは、未だに解明されていない。また、無（貧）酸素水塊の発生メカニズムにも、スーパーサブロペル仮説など新しい見解も出されつつある。そこで、本シンポジウムでは、進展著しい海洋無酸素事変のうち、主として中期白亜紀の研究に焦点をあて、地質学、地球化学、シュミレーション、古生物学、バクテリアなどの各分野の最近の成果を用いて総括し、その原因と形成過程を議論する。地質学の分野だけでなく、地球物理、地球化学、バクテリア関連の方々にも総括をお願いする予定である。また、近い過去に地中海で起こった一時的な無酸素事件によって形成されたサブロペル層にも言及する。最近、地中海のサブロペル層から 1 gあたり 100 万個体をこえる細菌が発見され、それまで無関心であったヨーロッパの環境微生物研究者が地殻内微生物の研究を始めた。そういう意味でも、OAE 研究は学際研究に発展させる触媒の役割をすることが大いに期待される。

本シンポジウムは、11名の講演者が、それぞれの担当分野のレビューを行う。その後、総合討論でお互いの議論をかみ合わせ、将来行われる、陸上掘削や深海掘削の際の科学上の問題点をできるだけ先鋭化させることを目指したい。

なお、本シンポジウムは日本古生物学会が主催し、IGCP 434 および海洋科学技術センター、IFREE 第四領域が共催する。

南フランスにおける白亜紀後期の無酸素事変

坂本竜彦（海洋科学技術センター・固体地球統合フロンティア研究システム），西 弘嗣（九州大・比較文化），永井啓資・吉田卓哉・吉山泰樹・古川麻里子・岡田尚武（北海道大・理），高嶋礼詩（九州大・比較文化），長谷川卓（金沢大・理），山村充・黒柳あずみ・川幡穂高（東北大・理），大河内直彦（海洋科学技術センター・固体地球統合フロンティア研究システム）

過去 2 億年間の地球史の中で、白亜紀中期は現在に比べて大気中二酸化炭素濃度が極めて高く、両極には氷床がない緯度方向の温度勾配がかなり緩やかな温暖な環境であったと考えられている。この温室地球システムにおける地球環境変動の解明は、来るべき温暖化時代における地球システムの挙動を深く理解するために重要である。白亜紀は、大規模なマントルプリューム（スーパークリューム）が太平洋地殻下部に上昇したことが原因（Larson, 1991）となって、プレート生産・拡大の活発化、長期にわたる地磁気正磁極期間の継続、気温上昇、二酸化炭素濃度増加、海水準上昇等、様々な現象が発生したと考えられている。このスーパークリューム仮説の検証と、スーパークリュームが発生した場合の固体地球システムにおける物質循環像を理解するため、この時期に地球規模で形成された黒色頁岩層（海洋無酸素事件、Ocean Anoxic Event; OAE と呼ばれる）の解明が必要である。これまでに、OAE1a（約 120Ma）、OAE1b（113～109Ma）、OAE1c（約 102Ma）、OAE1d（100～98Ma）、OAE2（約 93.5Ma）の 5 層準が広範囲に認められている。

私たちは、こうした観点から「温室期の地球システムにおける生物生産と物質輸送の高精度解析（科学研究費補助金基盤研究 B(2)課題番号 1169113、代表：岡田尚武）」を出発点として、1999 年より研究を開始した。詳細な現地調査を経て、アプチアンからアルビアン階の OAE 層準の黒色頁岩層を採取し、高精度の地層解析を行うことによって、OAE の成因とその形成過程を明らかにすることを目的とする。本研究では、フランス南部プロバンス地方のヴォコンチアン（Vocontian）堆積盆地をフィールドとした。ヴォコンチアン堆積盆は、白亜紀当時、テチス海から大西洋に向かう海路部にあり、西側と北部に陸域が広がっていた半遠洋性堆積盆と推定されている。本研究では、OAE1a 層準に相当するゴグエル（Goguel）層、OAE1b 層準に対応するキリアン（Kilian）、パキール（Paquier）層を対象とした。キリアン（Kilian）はこの堆積盆特有の層準とされている。試料は、南プロバンス地方モリエ（Moriez）周辺、バレム（Barrem）北部において、ゴグエル、キリアン、パキールの各層をエンジンブレードカッターで連続的に露頭から切り出し、現地で固定して国内に発送し、研究室内で 1 cm 刻みで試料分割した。また、各層準を含む上下の試料を 50cm～1 m 間隔で採取した。

OAE 層準は、たとえば OAE1b 層準は 113～109Ma の 4 百万年にわたって海洋無酸素事変が継続的したとされているが、その無酸素の程度はかなり変動に富むものであったことが浮か

び上がってきた。本地域では、一様に黒色頁岩が堆積するわけではなく、炭酸カルシウム含有量が平均40%程度の塊状泥灰岩（現地ではブルーマールと呼ぶ）を主体とし、その中にラミナが明瞭に保存された黒色頁岩層が挟在する。モリエ地区では、層厚にして約60mの中に、5層準の黒色頁岩層と、特に明瞭なラミナが発達するパキール層（OAE1b）、キリアン層の2層がある。バレム北部地区、塊状泥灰岩を主体とする30mの層の中に、7層準に明瞭なラミナが発達するゴグエル層（OAE1a）がある。

パキール層準付近の7枚の黒色頁岩層のうち、パキール層、キリアン層では、海洋表層で栄養塩が不足している時期（つまり表層水塊中に成層構造が発達していたことを示唆する）に個体数が増加する、とされている（Erba,1994）ナノコナス属（*Nannoconus*）が多産する。パキール層の連続試料の中では、ナノコナス属（*Nannoconus*）は6回の増減を繰り返し、その増加は、ラミナの保存度と対応を示す。パキール層、キリアン層では、ナノコナス属の増加のすぐ上位で、堆積岩中の有機物量、硫黄量、黄鉄鉱量が増加する。この結果は、成層構造の発達が黒色頁岩層形成の前提条件をつくり、その後、底層付近の還元度が高まりにつれ、有機物や硫黄の保存が促進されたという形成メカニズムを浮かび上がらせる。

パキール層準の黒色頁岩は、連続試料の薄片観察および軟X線画像解析から、数十～数百mm単位のラミナからなる。ラミナは有孔虫を主体とする明色のラミナと、粘土鉱物・有機物に富む暗色ラミナから構成される。これらのラミナは、数mm～数cm単位で有孔虫の多い部分と少ない部分が律動的に繰り返す構造をなしている。さらに数cm～十数cm単位で、明瞭なラミナの発達する黒色頁岩、弱いラミナの発達する黒色頁岩、塊状泥灰岩が交互に繰り返す。この特徴はキリアン、ゴグエル層準も共通する。現在、このような堆積リズムの構造を、非破壊蛍光X線コアロガ（TATSCAN-F1）で解析中であるが、海洋無酸素事変は黒色頁岩層の中での詳細な空間スケールでも一様ではなく、かなり変化に富む現象であることが明らかになった。残された問題は、ラミナは有孔虫を主体とする明色のラミナでされるので、そのような成層構造の発達した水塊において、果たして海洋一次生産は増加したのか、増加したとするどのような生物が一次生産を担っていたのか、という点である。

黒色頁岩層の成因に迫るためにには、白亜紀地層の連続的な精密解析（非破壊状態における連続解析と分割試料の多元素多同位体精密分析という両面）と、有機物に富む地層形成のモデルとなる環境における総合的な観測研究（モデルオーシャン研究）が重要である。上甑島貝池や網走湖での閉鎖的な汽水環境をモデルオーシャンとした研究からは、著しい成層構造の発達、表層付近での植物プランクトン（珪藻など）の繁殖、塩淡境界での光合成細菌の繁殖、底層付近のバクテリアマットの形成と、縞状黒色堆積物の堆積という複合的な現象が観測されつつある。

有機・同位体地球科学からみた白亜紀の無酸素事変*
大河内直彦（固体地球統合フロンティア研究システム）**

白亜紀、120-110Ma および 93Ma 頃に起きた海洋無酸素事変(Oceanic Anoxic Events, OAEs)では、黒色頁岩(black shale)と呼ばれる有機物に富んだ黒色の堆積物が汎世界的に堆積した。筆者らのグループはイタリア北部アペニンの「リベロ・ボナレリ」と呼ばれるセノマニアン／チュロニアン境界 (OAE2) においてテチス海北部で堆積した黒色頁岩を研究し、

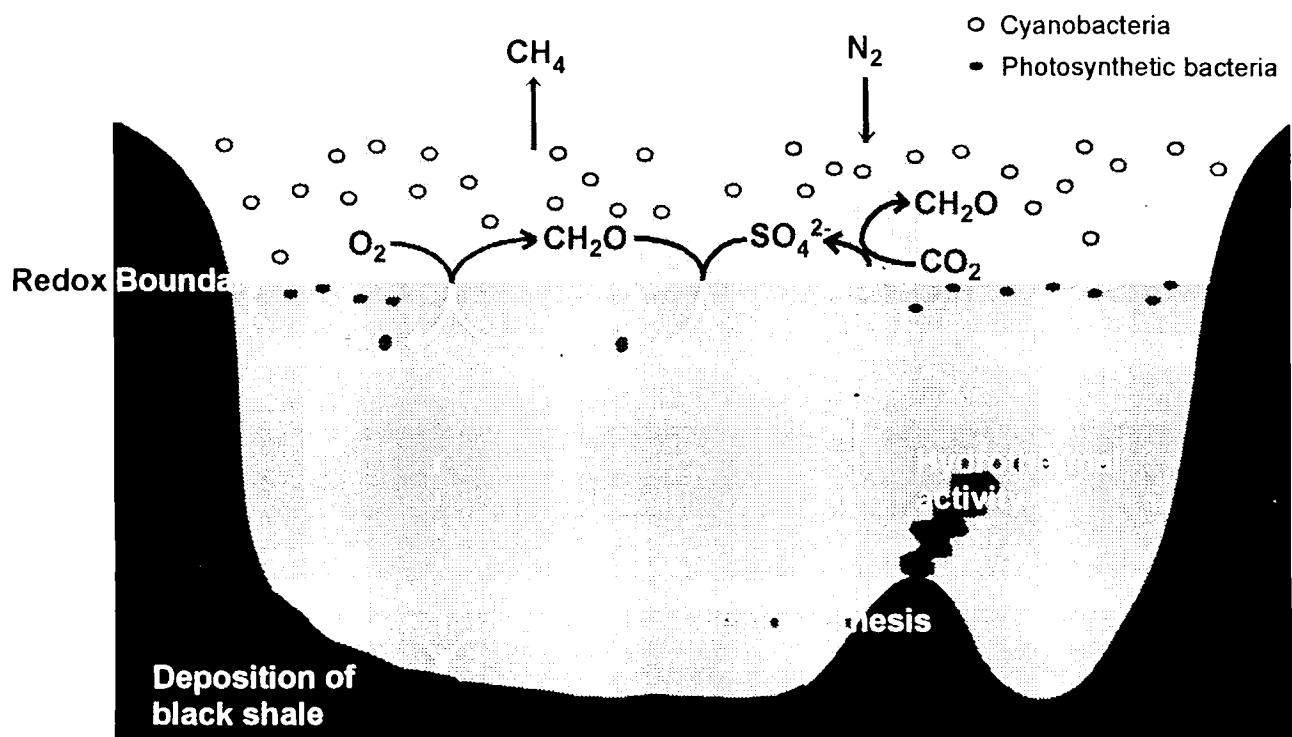
- 1) その有機溶媒可溶な成分に原核生物起源のバイオマーカーであるホパノイド系化合物が多量に含まれていること、
- 2) 窒素同位体比が 0 から -2 パーミルという狭い範囲にあり、それが窒素固定系を通して固定された窒素であることを示唆していること

を見出した(Ohkouchi et al., 1997)。さらに炭酸カルシウムの結晶格子中に取り込まれた硫酸の硫黄同位体比が OAE2 の前後で約 7 パーミルほど上昇していることを見出し、酸化還元境界付近におけるバクテリアによる硫酸還元とそれに続く遊離鉄との反応により黄鉄鉱として海水から沈殿・除去される硫黄のフラックスがその前後の時代に比べて 10-25 倍に増加した、すなわち非常に大きな還元的な水塊が存在したことを明らかにした(Ohkouchi et al., 1999)。これらの結果を元に、当時の海洋表層において重要な生産者はシアノバクテリアであると推察した(次ページ図)。

本講演では、バイオマーカーと呼ばれる特定の生物種や生物群が特徴的に合成する有機化合物を用いた古環境解析の手法について概説し、その手法を白亜紀の黒色頁岩に応用した実例をいくつか紹介する。

【引用文献】

- Ohkouchi, N., Kawamura, K., Kajiwara, Y., Wada, E., Okada, M., Kanamatsu, T., and Taira, A. (1999) Sulfur isotope records around Livello Bonarelli (northern Apennines, Italy) black shale at the Cenomanian-Turonian boundary. *Geology*, 27, 535-538.
- Ohkouchi, N., Kawamura, K., Wada, E., and Taira, A. (1997) High abundances of hopanols and hopanoic acids in Cretaceous black shales. *Ancient Biomolecules* 1, 183-192.



Oceanic anoxic events viewed from organic/isotope geochemistry
Naohiko Ohkouchi (Institute for Frontier Research on Earth Evolution)

浅海性炭酸塩岩からみた無酸素事変

佐野 晋一（福井県立恐竜博物館）

Carbonate platform は浅海相の重要な要素の一つであり、海洋無酸素事変 (OAE) の影響が想定されているものの、具体的な研究は多くない。これは、浮遊性微化石が産しないため、厳密な年代がわかりにくいこと、黒色頁岩層のような、研究のターゲットとする層準が存在しないこと、などの理由があるものと思われる。本講演では、carbonate platform に記録されたイベントや、主要な構成生物の変遷といった側面から、海洋無酸素事変が、carbonate platform に対して、どのように影響を与えたのかについて、考察を試みる。

Platform drowning

Simo ほか(1993)や Scott (1995)のまとめによると、白亜紀全体を通じて Carbonate platform は形成されているが、late Valanginian、mid-Aptian、late Albian (地域的)、mid-Cenomanian ごろ、Cenomanian 末、mid-Turonian、mid-Santonian、latest Campanian、late Maastrichtian に汎世界的な platform の drowning (溺死) が認識される。多くの地域では platform の drowning と形成が繰り返されるが、太平洋プレート上のギョーの場合は late Albian の drowning 以降、late Campanian まで carbonate platform が形成されておらず、しかも late Campanian の platform は新しい火山島に形成され、それ以前の platform 上には形成されていないという特徴がある。Schlager (1981)は “健康な” carbonate platform は通常の海水準上昇には追いついて成長できることを示しており、carbonate platform の drowning は何らかの環境悪化要因に関連する可能性が高い。Platform drowning と OAE との同時性がしばしば言及されるが、地域的なテクトニクスが主因と考えられる例もあり、また、ギョーでは OAE1a の影響が記録されているにもかかわらず、drowning を引き起こしていない例が明らかになるなど、drowning と OAE の関連性については未だにはっきりしていない。

Rudist formations

Carbonate platform の主要な構成生物は、Berriasian から Valanginian はサンゴ・海綿・石灰藻だが、厚歯二枚貝 (rudist) が Hauterivian か Barremian ごろから海綿に替わって台頭し、middle Albian から Maastrichtian 末近くまでは厚歯二枚貝が主役となる (Scott, 1995)。厚歯二枚貝は、コップや巻貝に似るものなど、特異な形態を持つ二枚貝の 1 グループ (Hippurites 超科) であり、ジュラ紀後期に出現するが、early Aptian から多様化を始め、mid-Aptian の絶滅イベント、Albian～early Cenomanian のアクメ、Cenomanian/Turonian(C/T)境界の絶滅イベント、mid-Campanian～early Maastrichtian のアクメを経て、Maastrichtian 後期に完全に絶滅する。厚歯二枚貝の多様化と絶滅のフェーズの変化には長期の海洋環境の変動が影響を与えている可能性が考えられている (Massey and Philip, 1986)。

白亜紀には厚歯二枚貝が “礁” を形成するとこれまで考えられてきたが、Gili ほか(1995)は、厚歯二枚貝の大部分には共生藻を有していた証拠がないこと、厚歯二枚貝が未固結の堆積物上での生息に適応した形態を持っていること、厚歯二枚貝の密集層は堆積物に富んでおり、板状あるいはレンズ状のユニットからなること、礁を特徴づける framework や地形的な高まりが存在しないことなどのデータに基づいて、白亜紀の carbonate platform の堆積相やその形態が現在のサンゴ礁のものとはかなり異なることを示している。また、サンゴから厚歯二枚貝へと変化する要因は、直接競争による置き換わり (competitive displacement; e.g. Kauffman

and Johnson, 1988) 説と、何らかの海洋環境のストレスによりサンゴがいなくなった (environmental change; e.g. Scott, 1988) とする説が提案されているが、厚歯二枚貝とサンゴの生態が異なることから後者が有力とされる。また、三疊紀には既に現在と同じく六放サンゴと石灰藻が主要な造礁生物となっているため、白亜紀後期は、何らかの環境要因で一時的にサンゴが衰退した時期と考えることができるかもしれない。

最近、Steuber(2002)は、白亜紀中ごろの海洋地殻生産量の増大に起因する海水組成の変化が aragonite よりも calcite の沈殿しやすい海水の条件をもたらし、サンゴを中心とした群集から厚い外層 (calcite からなる) を持つ厚歯二枚貝群集への変化や、厚歯二枚貝の中での、厚い内層 (aragonite からなる) を持つ分類群 (Barremian~Cenomanian) から厚い外層を持つもの (Turonian 以降) への変化と整合的であることを指摘しており、注目される。

OAE との関連が想定される事例 (C/T 境界、mid-Aptian、Valanginian?)

C/T 境界付近での carbonate platform の drowning は汎世界的に知られている。また、C/T 境界では、厚歯二枚貝やサンゴ、大型有孔虫に幾つかの科の絶滅、もしくは著しい衰退が認められるなど、carbonate platform の生物相の入れ替わりが認められる。Philip and Airaud-Crumiere(1991)の研究によると、latest Cenomanian~ earliest Turonian には海水準上昇に伴って carbonate platform が発達しており、early Turonian の間に発達が止まるところでギャップが生じるとされる。クロアチアでは、浅海性石灰岩中にアンモナイトや浮遊性有孔虫などの外洋性の生物を産する石灰岩が挟まる層準として知られていたが、この付近に有機物量の増加や炭素同位体比の Excursion が認められ、OAE 2 に対応することが明らかにされている。

Mid-Aptian のイベントは、地中海周辺地域の Carbonate platform の生物相 (厚歯二枚貝、緑藻 dasycladales、底生有孔虫など) に、early /upper Aptian 境界付近における入れ替わりが認められることから提唱された (Masse, 1989)。これは、フランス南部の Urgonian 石灰岩などの堆積を終了させた drowning に対応する。生物相変化の原因として、当初から海洋環境条件の変化が推定されており、また、類似した厚歯二枚貝の入れ替わりが汎世界的に起こっていることから、グローバルな要因の存在が示唆される (Skelton, 2000)。しかし、同時期の浮遊性有孔虫などの絶滅イベントが認識されないとされ、あまり重視されていなかった (e.g. Hallam and Wignall, 1997)。最近、イタリア南部の Apulia platform と周辺の堆積盆のイベント層序学的研究に基づいて、mid-Aptian の platform drowning と early Aptian の OAE1a の同時性が指摘されており (Graziano, 1999)、carbonate platform への影響という側面を含めて OAE1a と OAE2 の比較を行える可能性が出てきた。

Graziano(1999)や Weissert ほか(1998)は Valanginian の drowning と carbon isotope event (Lini ほか, 1992) の関連性に言及している。また、Masse(1993)は late Valanginian の drowning の時期に dasycladales の多様性の減少と入れ替わりが起こったことを示しており、Scott(1995)は、このイベントのあとに礁性生物の構成の変化 (厚歯二枚貝の台頭) が生じていることに着目している。OAE1a や OAE 2 と同様、この carbon isotope event と carbonate platform の生物相の入れ替わりとの同時性を今後検討してみる必要があろう。

白亜紀の、carbonate platform の頻繁な drowning や、サンゴから厚歯二枚貝への主要構成生物の変化には、環境条件悪化や海水組成の変化などが、白亜紀中ごろといった長いスケールで carbonate platform に影響を与えた可能性を示している。また、一部の OAE の影響は carbonate platform の drowning と生物相の入れ替わりとして認識され、OAE に関連するイベントの前後関係や OAE の成因の解明にも今後貢献できる可能性がある。

海生脊椎動物化石記録と海洋無酸素事変

平山 廉 (帝京平成大学)

本講演では、白亜紀 Cenomanian — Turonian 境界の海成層に認められる海洋無酸素事変が海生脊椎動物の化石記録と関連があるのかどうかについて議論してみたい。なお科レベルでの化石記録の典拠として Benton(1993) がまとめた "Fossil Record 2" を用いた。

魚類や爬虫類などの海生と考えられる脊椎動物は白亜紀後期に 116 科が確認されている。Cenomanian には 84 科が確認されているが、このうち Turonian 以降に確認できないものは 15 科に達する（絶滅率 18%）。これは、Maastrichtian に存在した 82 科のうち 20 科が絶滅（絶滅率 24%）したイベントに匹敵する。しかし、Cenomanian 以降に存在が確認できない魚類 12 科は、いずれもレバノン Cenomanian の Lagerstätten からのみ報告されているものであり、化石の保存状態によるバイアスを大きく考慮する必要がある。なお海生爬虫類の魚竜（目）の最後の化石記録が Cenomanian から知られるが、当時の魚竜はすでに 1 属しか残存していなかった。結論として、海生脊椎動物の科のレベルでは、海洋無酸素事変に起因するような影響を認めることはできないと考えられる。

次に、サメやエイなどの軟骨魚類では、遊離した歯などの化石から最も連續した化石記録が汎世界的に知られており、属や種のレベルで時代分布を追跡することが可能である。米国テキサス州の白亜紀で知られる Aptian から Maastrichtian にかけての化石記録 (Welton & Farish, 1993) によれば、Cenomanian に確認される軟骨魚類 29 種のうち、Turonian 以降に見られないものは 15 種に達する（絶滅率 52%）。ただし、この数字は Coniacian (絶滅率 61%)、Campanian (52%)、および Maastrichtian (38%) などの世と比べて特に際立って大きいとは言いがたい。このように、軟

骨魚類における属や種のレベルにおいても Cenomanian から Turonian にかけて非常に特異な記録があるとは言いがたい。

残念ながら軟骨魚類以外の海生脊椎動物では、属や種のレベルでの化石記録の時代分布の連続性に乏しい。しかし、一部のウミガメ類 (*Desmatochelys* など) では、明らかに同一種が Cenomanian から Turonian にかけて連続して確認されている (Hirayama, 1997)。

このように、海生脊椎動物の化石記録においては、Cenomanian – Turonian 境界における海洋無酸素事変の影響は、特に認められないと結論できるのではないだろうか。

参考文献

- Benton, M.J. (ed.) 1993. *The Fossil Record 2*, 845 p. Chapman and Hall, London.
- Cappetta, H. 1987. Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. *Handbook of Paleoichthyology*, Volume 3B. 193 p. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Hirayama, R. 1997. Distribution and diversity of Cretaceous chelonioids. In Callaway, J.M. and Nicholls, E.L. (eds), *Ancient Marine Reptiles*, pp.225–241. Academic Press, San Diego.
- Welton, B.J. & Farish, R.J. 1993. *The collector's guide to fossil sharks and rays from the Cretaceous of Texas*. 204 p. Before Time, Lewisville.

Fossil record of marine vertbrates and the oceanic anoxic event.

Hirayama, Ren (Faculty of Information, Teikyo Heisei University)

大型化石からみた白亜紀海洋無酸素事変

平野弘道・舟木泰智・栗原憲一・高橋昭紀・川辺文久（早大）

白亜紀中期の 4000 万年間(120~80Ma), 酸素欠乏水塊が海洋の広範囲に渡って分布し, 有機物に富む黒色頁岩層を形成する事変(OAE)が複数回起こったことされている。これら OAE が当時の生物界に多大なインパクトを与えたことは想像に難くない。例えば, セノマニアン–チューロニアン期境界(C/T 境界: 93.5Ma)で発生した海洋無酸素事変(OAE2)は, 海洋生物の属のレベルで 26%が絶滅するという生命史上的一大危機をもたらしたとされている。北米西部内陸地域では, C/T 境界時期の古環境と生物イベントとの関係が先駆的に研究されており, 最近では海生無脊椎動物の絶滅およびその回復パターンについて詳しく検討されている。

白亜紀当時, 地球表層の大半は太平洋が占めた。したがって, 真にグローバルなイベントを議論するためには, 環太平洋地域からのデータ提示が不可欠である。近年, 北海道蝦夷層群における年代層位学の技術と精度が飛躍的に向上し, 国際標準の年代スケールで北西太平洋地域における C/T 境界期の生物イベントの議論が可能になりつつある。本講演では, 北米西部内陸地域での C/T 境界層位における海生無脊椎動物イベントの研究を紹介するとともに, 今後内外から注目されるであろう北太平洋地域での C/T 境界層位における生物イベントについて, 北海道蝦夷層群の軟体動物化石群を例に報告する。

1. 北米西部内陸海路での C/T イベントに対する無脊椎動物の反応

北米西部内陸地域では, 生痕相, TOC, 炭素同位体比より, C/T 境界での海洋無酸素事変発生の明らかな証拠があり, セノマニアン後期からチューロニアン前期にかけて酸素欠乏状態が継続していたとされる。この期間での海生無脊椎動物の絶滅～回復に至る行程は以下の 4 段階にまとめられる(Elder. 1989; Harries. 1993; Kauffman & Harries, 1996 など)。

(1) 絶滅期 : *Sciponoceras gracile* 帯～*Nigericeras scotti* 帯(セノマニアン最後期)にかけて, 軟体動物は段階的に少なくとも 6 回の絶滅イベントを経て, 徐々に多様性が下がる。

(2) サバイバル期 : C/T 境界直後の *Watinoceras devonense* 帯～*Pseudaspidoceras flexuosum* 帯(チューロニアン最初期)では, アンモナイトと内生二枚貝はほとんど産出しない。一方, カキなどは C/T イベントの被害を受けていない。この区間は, そのファウナを詳細に見ると下位より無関節腕足類 *Discinisca* sp., 外生二枚貝類 *Entolium gregarium*, イノセラムス類 *Mytiloides hattini* の産出で特徴付けられる。*Discinisca* sp. は, その産出がこの区間に限定されるので, 災害種 disaster species (通常の環境下ではほとんど現れないが, 環境がきわめて悪化した時に爆発的に発生する), *Entolium gregarium* は, その前後区間でも僅かながら連続的に産出するので, オポチュニスト種と考えられている。

(3) 前期回復期 : *Vascoceras birchby* 帯～*Mammites nodosoides* 帯下部 (前期チューロニアン) では, *Mytiloides* が著しく速い種分化速度を見せて放散し, アンモナイト類の産出も復活する。

(4) 後期回復期 : *Mammites nodosoides* 帯上部～*Collignoniceras woollgari* 帯 (中期チューロニアン) で, *Inoceramus* (s.s.) とアンモナイト類の多様性が上がる。

2. 北海道での C/T イベントに対する軟体動物の反応

北海道大夕張地域と小平地域においてセノマニアン中部～チューロニアン下部の軟体動物の層序学的垂直分布を国際標準の地質年代軸上（既出版のアンモナイト，浮遊性有孔虫，炭素同位体比曲線，放射年代のデータを使用）で検討した。なお、本調査で得られた無脊椎動物はアンモナイト類とイノセラムス類のみである。

(1) セノマニアン期ではアンモナイト・イノセラムスとも多様性は低く、その多くは後期セノマニアンで消滅する。(2) セノマニアン最後期～チューロニアン最初期では、アンモナイト類は無産出である一方イノセラムスは連続的に産出する。(3) 前期チューロニアン前期では復活種と新参種によりアンモナイトの多様性が急激に上がる。ただし、復活種はこの区間で消滅する。(4) 前期チューロニアン後期では、新参種によりアンモナイトの多様性がさらに上がる。すなわち、セノマニアン後期からアンモナイト類の絶滅が始まり、C/T 境界（炭素同位体比のピークで定義）から約 20 万年後にアンモナイト類の多様性の回復が開始される。北米西部内陸での無脊椎動物イベントと比較すると、各区間はそれぞれ「絶滅期」、「サバイバル期」、「前期回復期」、「後期回復期」に相当する。

2.1 イノセラムス類の反応

C/T 境界を挟む層位でイノセラムス化石群の変遷を解析し、次の結果を得た。(1) C/T 境界直前および直後でもイノセラムス類は生存する。ただし、生存期間が期境界をまたぐ種はない。(2) セノマニアン期後期は北太平洋地域（日本およびロシア極東地域）の固有種、チューロニアン期初期は汎世界的分布の種で特徴付けられる。前者は主に *Inoceramus* 属に、後者はすべて *Mytiloides* 属にそれぞれ属する。(3) C/T 境界直前まで殻高 100mm を超える大型個体が普遍的に生存したが、C/T 境界直後ではそれ以下の小型の個体のみが生存していた。

2.2 アンモナイト類の反応

セノマニアン期を特徴づけていた *Desmoceras japonicum* は、C/T 境界の後は殆ど産出しなくなる。他方、チューロニアン期になってから出現する種の中で、相対成長解析、縫合線の個体発生様式、及び外部形態の肉眼観察で最も近縁の種を探すと *Tragodesmoceroides subcostatus* がある。この 2 命名種の間では、少数の形質は異なるが、同時に少数の形質は漸進的に変化している。*D. japonicum* の分布域は、神居古潭帯の東側（東列の蝦夷層群）にまで及ぶが、*T. subcostatus* の分布域はより西方（浅海側）に移動する。チューロニアン期後期までに *T. subcostatus* から種分化したと考えられる *T. matsumotoi* はさらに西側に分布域が限られる。このような観察・解析事実と全体の傾向から、Hirano (1993) は、*D. japonicum* と *T. subcostatus* は一系であると判断した。すなわち、貧酸素水塊の進入により、より沖合に生息していた *D. japonicum* は多くが絶滅し、小個体群が浅海域に逃避する過程でピンクビ効果と遺伝的浮動により若干形質の異なる *T. subcostatus* へ進化したと考えた。*D. japonicum* は擬絶滅と言うことになる。

Elder, W.P., 1989. Paleobiology 15, 299-320; Kauffman, E.G. & Harries, P.J., 1996. Geol. Soc. London. Spec. Pub. 102, 15-39; Harries, P.J., 1993. Creta. Res. 14, 563-583; Hirano, H., 1993. System. Assoc. Spec. Vol. 47, 267-284.

日本の白亜系（蝦夷累層群）に記録された海洋無酸素事変：

OAЕ1 相当層の $\delta^{13}\text{C}$ 変動とバイオマーカー

高橋一晴（日鉄鉱コンサルタント株式会社）・平野弘道・川辺文久（早大・教育）

1976 年に、白亜紀には海洋無酸素事変が 3 回あつたらしいことが複数の研究者によって報告され、やがてそれらは古い方から順に OAE 1, OAE 2, OAE 3 と名付けられた。その後、さらに研究が進み、OAE 1 は OAE1a, OAE 1b, OAE1c, OAE1d に四分されるに至った。しかし、これらの 4 サブ・イベントに見られる諸特徴は一様ではなく、原因の多様性を暗示している。すなわち、OAE1a には炭素同位体比の正シフトが認められるが、b, c には認められていない。また、d については研究したセクション（地域）により認められたり認められなかったりする。放散虫の絶滅率は、a, b, d において高いことが知られている。しかし、c では絶滅率の上昇はない。浮遊性有孔虫については、c, d 共に絶滅率の上昇は生じていない。これらは、有機炭素のケロジエンも同じではなく、明らかに異なる起源を示すサブ・イベントがあることも知られている。例えば、OAE1c ではタイプ III ケロジエンである。1b については、高い生産性が原因ではなく、西テチス及び北大西洋の隔離海盆で生じたメガ・サプロペルと言われている。

そこで、北西太平洋の一角を占める蝦夷前弧海盆ではどうなのか、下部白亜系について、安定炭素同位体比の分析と、いくつかのバイオマーカーの分析を行ってきたのでこの機会に報告する。白亜紀を通じて見られる炭素同位体比の変動をとりまとめて標準曲線を作成し、陸成層にも適用可能な年代対比の新しいツールとすることが IGCP 434 の目標であるが、ここでは、アンモナイト類、放散虫類、有孔虫類による化石層序学的対比に基づく年代論を採用し、同位体比変動曲線がこの時間枠に矛盾なく他の曲線とグローバルに対比できるのか否か、確認したい。

そこで、川辺ほか(1996)によって地質図の作成されている、北海道北大夕張において、試料の採集を行った。

分析により得られた陸源有機物の炭素同位体比の変動パターンは、他地域の炭酸塩の炭素同位体比の変動パターンとほぼ同様なパターンを示した。同位体比の変動パターンの対比の結果は、化石層序のそれと大きな矛盾は認められず、OAE1a, OAE1b, OAE1c 相当層の層準をほぼ明らかにすることが可能となった。

バイオマーカー分析の結果、硫酸還元バクテリア起源とされるビスノルホパンが検出され、なおかつ OAE1b・OAE1c 相当層においては、他の層準、特に Albian 階上部より上位の層準よりも高い値を検出した。この結果からは、これらの層準の堆積時に、蝦夷前弧海盆の海底面付近は、無酸素・貧酸素環境下にあったと考えられる。このことは、大型化石、浮遊性有孔虫・放散虫化石の産出が乏しいこと、及び産出種数が少ないと無関係ではないと思われる。

日本の上部白亜系における炭素同位体比変動と放散虫化石の産出特性

阿部善浩・舟木泰智（早大・院・理工）・平野弘道・川辺文久（早大・教育）

白亜紀のセノマニアン-チューロニアン階境界（C/T 境界）やアプチアン階には炭酸塩の $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ や有機物の $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ で特徴的な正方向への変動が大西洋、太平洋の各地で確認され、対比がなされている。これらは有機炭素に富む黒色頁岩を広域に堆積させた海洋無酸素事変（OAE）が主な原因と考えられている。黒色頁岩中には、海成プランクトン起源の C^{12} に富む有機炭素が大量に含まれ、この当時、大気 - 海洋の炭素循環系に相対的に多くの C^{13} が循環していたことを示している。そこで本研究では日本の白亜系では OAE に対してどのような反応が記録されているのか、有機化学分析や微化石の産出特性で推測することを目的としている。

本調査地域は北海道北西部に位置し、蝦夷累層群が小平藻川流域に連続的に分布している。本調査地域に分布する蝦夷累層群はセノマニアン階からカンバニアン階に及び、沖合相を示す泥岩が広く分布している。炭素同位体比分析、全有機炭素量分析（TOC）、ロックエバル分析に使用した試料はすべて川底から掘り起こされた新鮮な泥岩を使用した。

炭素同位体比分析の結果、本研究における $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 変動パターンは大西洋地域の $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 変動パターンと同様な変動を示していることがわかった（C/T 境界では約 2.5% の正方向へのシフトが見られる。コニアシアン階付近ではプロードな正方向へのシフトが見られる）。TOC 分析の結果は全体的に低い値を示す。特に C/T 境界では 0.4% 以下と非常に低い値を示している。これら両者の結果は、古丹別や大夕張地域でも同様な報告がなされている。ロックエバル分析の結果、泥岩中に含まれる有機物はほとんどタイプ III の陸源性有機物であることが分かった。

これらの結果を総括すると、同位体比変動は TOC の変動とは全く独立であると推測される。また大西洋などの遠洋性堆積物地域の堆積速度（20m/my~）に比べ、堆積速度が非常に速かったことを考慮すると (>200m/my)，有機物の濃集度（TOC の変動）は、陸源性碎屑物中に含まれる有機物量に左右されるもので、海洋環境の変化（植物プランクトンの増加や貧酸素水塊の広がりなど）の影響は少ないと考えられる。このように、地球化学分析のみで当時の海洋環境（OAE の証拠）を推定するのむずかしいと思われる。

そこで、今回さらに放散虫化石の産出状況にも注目した。大西洋地域においては OAE2 層準の直上で、放散虫化石を大量に含む層準の存在が確認されているが、本研究では C/T 境界直上とコニアシアン階上部からコニアシアン-サントニアン階境界にかけて、岩石中の全 SiO_2 粒子に占める放散虫化石の数の顕著な増加が見られた。今のところこの現象が何を意味するかは確かではないが大変興味深い現象である。

白亜紀 OAE 黒色頁岩の堆積学的特徴に関する考察

黒田潤一郎（東大・理）・大河内直彦（IFREE）・鈴木宇耕（JAMSTEC）・
酒井豊三郎（宇大・農）・徳山英一（東大・海洋研）・平 朝彦（JAMSTEC）

白亜紀の Oceanic Anoxic Event (OAE; Schlanger and Jenkyns, 1976) は有機炭素や硫化物など還元環境を特徴づける堆積物を多く含むことから嫌気的環境での堆積が検討されており(例えば Brumsack, 1980)、一方でシリカやリンなど高基礎生産海域の堆積物に特有の元素を豊富に含むことから、湧昇の活発な環境で堆積したとも解釈されている。このように、白亜紀 OAE は「無酸素イベント」と言われながらも、その古環境については具体的かつ統一的見解が得られていないのが現状である。

堆積物に含まれる鉱物や化石などの構成粒子には堆積当時の環境(例えば酸化還元状態、海洋基礎生産性、陸からの物質流入など)を復元するのに有用な情報となるものがある。こういった構成粒子の消長を追跡することで、環境の変遷を明らかにすることができます。しかしながら、堆積物構成粒子の定量化はいまだ多くの問題点が残されている。従来の研究では、粉末試料の元素分析をもとに、元素情報から堆積物の変動に関して言及する方法が主流であった。しかし、この手法は試料を粉末にするために多くの情報が失われ、着目した元素と構成粒子とが1対1で対応しているかどうか明らかでないなど、不都合な点が多く、堆積物の構成粒子の認定や定量化、さらにはそれらの消長の高解像度復元が困難であった。

今回筆者らはこの問題を克服すべく電子線プローブマイクロアナライザー (EPMA) の元素マッピングに注目した。元素マッピングでは、研磨薄片試料表面の元素分布を非破壊・高解像度(分析条件: ビーム径 10 μm、ピクセル間隔 10 μm)で二次元的に知ることができるので、得られた元素マップ画像と薄片観察から、堆積物構成粒子と元素との関係を明確にでき、元素情報にもとづいた構成粒子の復元が可能となる。

本発表では、Cenomanian-Turonian 境界黒色頁岩の代表例であるイタリア中部アペニン山地の Bonarelli 層に関して、上記の手法をもとに筆者らが行った堆積学的研究「高解像度主要元素マッピングを用いた黒色頁岩構成堆積物の復元」を紹介し、Bonarelli 層堆積物の変遷について論じる。その上で他地域の OAE-2 黒色頁岩ならびに他時代の黒色頁岩に関する研究との比較を行い、互いの共通点および相違点をまとめる。この対比をもとに、各々の OAE 黒色頁岩の堆積学的特徴から推察される古環境について考察を行う。

References

- Schlanger, S. O. and Jenkyns, H. C. (1976). Cretaceous oceanic anoxic sediments: causes and consequences. *Geologie en Mijnbouw*, **55**, 179-184.
- Brumsack H. J. (1980) Geochemistry of Cretaceous black shales from the Atlantic Ocean (DSDP Legs 11, 14, 36 & 41). *Chemical Geology*, **31**, 1-25.

白亜紀の地球システム変動モデリング

田近 英一 (東大・理)・山中 康裕 (北大・地球環境)

白亜紀の中頃は気候学的にみて大変興味深い時代である。全球的に現在より 6-14°C も温暖で、南北温度勾配が 17-26°C と現在の 41°C よりもずっと小さく、極域には永久極冠が存在しないどころか季節的な氷も形成されないほど温暖であったという。海洋深層水の温度が 18°C 近くもあることから、低緯度域で深層水が形成されていた可能性が示唆されている。これらの推定がもし正しければ、白亜紀の中頃は現在とは全く異なる気候モードにあったことになる。

従来、白亜紀は全般的に温暖だったものと考えられてきたが、必ずしもそうではない可能性もある(たとえば、白亜紀初期には氷床が存在した可能性が議論されている)。しかしながら、白亜紀の中頃(とくに 1 億 2000 万年前～1 億年前)が温暖であったことは間違いないさうである。だとすると、温暖化の原因が問題となる。当時の大陸配置、造山帯の分布、陸域の面積などがその要因として検討されてきたが、現在のところ、大気中の温室効果気体(具体的には二酸化炭素)の濃度が増加したことが、その主要因であろうと考えられている。

それでは、なぜこの時期に大気中の二酸化炭素濃度が増加したのだろうか。この時期にはオントンジャワ海台をはじめとする巨大火山岩地域が数多く形成されており、マントル深部からのスーパープリュームの上昇がその成因であると考えられている。そこで、この台地玄武岩の噴出によって大量の二酸化炭素が大気中に放出されたことが温暖化の原因だったのではないか、という考え方が成立する。しかし、この時期には海底拡大速度が現在の約 1.8 倍にも増大しており、海洋プレートの生産とその沈み込みに伴う火成活動もきわめて激しかったはずである。現在の火成活動による二酸化炭素の脱ガスの大部分は沈み込み帯の火成活動におけるものであることを考えると、マグマ中に含まれる揮発性成分の含有量がもし等しければ、海底拡大速度の増大に伴う二酸化炭素脱ガス率の増加が、温暖化をもたらす最も大きな要因であった可能性が高い。

炭素循環の素過程(二酸化炭素脱ガス、珪酸塩風化、炭酸塩風化、有機炭素風化、炭酸塩沈殿、有機炭素埋没など)と二酸化炭素の温室効果を考慮した、炭素循環＝気候結合モデルを用いて調べてみると、当時の温暖化(二酸化炭素濃度の増大)の約 60% はこうした火成活動度の増大によるものであり、台地玄武岩の噴出による影響は 10% 程度と推定される。温暖化の大部分は、海底拡大速度の増加による中央海嶺及び沈み込み帯における二酸化炭素脱ガス率の増大によるものといえる。ただし、マントルプリューム中に含まれる揮発性成分が上部マントル中の含有量よりもずっと大きければ、マントルプリュームの寄与は 30% 程度まで大きくなる可能性がある。

一方、白亜紀中頃は、黒色頁岩が大量に堆積していることでも知られている。黒色頁岩の堆積は、海水の炭素同位体比の増大とも密接に関連しており、この時期には大気海洋系の二酸化炭素が有機炭素として大量に固定されたことが示唆される。炭素同位体比の正異常で特徴づけられる黒色頁岩の形成期は“海洋無酸素イベント(OAEs)”と呼ばれている。白亜紀には大きく三回の海洋無酸素イベントの存在が知られている。

有機炭素が大量に埋没する現象は、一般に気候の寒冷化を引き起こす原因と考えられている(たとえば石炭期末期や原生代後期など)。それが気候の温暖期に生じたというのは、いったいどういうことだろうか。炭素循環モデリングによるシステム解析を行った結果、白亜紀中頃の温暖期には、確かに有機炭素の埋没率増加による気候の寒冷化効果が存在することが分かった。それでもなお、当時の気候が温暖だったのは、前述した火成活動の増大による二酸化炭素脱ガス率の効果が、正味で温暖化をもたらすほど大きなものであったからだということが分かった。すなわち、もし有機物埋没率の増大がなければ、この時期の気候はさらに温暖であったはずである(二酸化炭素レベルにして、さらに30-90%程度高かったものと推定される)。

それでは、有機炭素埋没率の増加の原因は何なのだろうか。この時期の有機炭素埋没率の増加は、海洋無酸素イベントと密接な関係にあり、その原因としては、海洋表層における生物生産が増大したからという可能性と海洋循環が停滞したからという可能性が考えられている。この両者は、一見すると、互いに排他的である。生物生産の増大には栄養塩供給が増大する必要があるが、そのためには、海洋循環が活発化して湧昇速度が増加する必要がある。一方、海洋循環が完全に停滞すると、海洋表層への栄養塩供給も停滞するので、生物生産は減少する。白亜紀の海洋無酸素イベントはこのどちらが原因であるのか、本当にそれで説明可能なのか、いまのところまだよく分からない。

あるいは、このどちらでもない可能性もある。温暖化による顕著な影響のひとつは、南北温度勾配が弱くなることである。南北温度勾配が非常に弱くなると、海水の蒸発によって低緯度表層水の塩分が高くなり、沈み込んで深層水を形成するものと考えられる。海洋循環には、このように南北塩分差によって駆動されるモードと、現在のように南北温度差によって駆動されるモードがあると考えられてきた。2次元海洋循環モデルを用いて調べてみると、その二つのモードの間には、両方の解が存在する多重解領域があることが分かった。さらに興味深いことに、深層水の沈み込みと停滞が周期的に繰り返すような条件も発見された。この循環は、ごく短期間だけ極沈み込み循環によって冷たく重たい水が深層水として供給されるが、すぐにごく浅い赤道沈み込み循環にとって代わられ、深層水の大部分は停滞し、表層から徐々に鉛直拡散によって温められてゆき、弱い赤道沈み込み循環が海底に達して深層水が十分暖かくなると、再び冷たく重たい深層水が沈み込むようになる、といった振る舞いをする。この周期は約5万年である(海洋循環が停滞したとしても、熱拡散によって海水の密度が均一化されるために海洋循環はやがて必ず再開するが、その停滞期の最大値がこの約5万年に相当する)。深層水が停滞している間、深層水は無酸素状態になる。もし河川流入による栄養塩の供給を考慮すると、海水中の栄養塩濃度が徐々に増大するために、深層水が停滞してかつ生物生産が通常レベルに維持されるような状態が実現する(深層水が無酸素状態なので、有機炭素の埋没効率は増加する)。

白亜紀中頃の海洋無酸素イベントがこのようなメカニズムで説明できるかどうかは不明であるが、ひとつの可能性として検討すべきであろうと考えられる。温暖期には全球的な風化率の増加に伴って、栄養塩の流入率が増加したはずである。このことが、“温暖期における海洋無酸素イベント”の鍵を握っている可能性もあるように思われる。

Cretaceous Large Igneous Provinces: Causes of Environmental Change?

Millard F. Coffin

Ocean Research Institute, The University of Tokyo

&

Institute for Frontier Research on Earth Evolution, Japan Marine Science and Technology Center

Large igneous provinces (LIPs) form when extraordinary amounts of mantle-derived magma enter regions of the earth's crust. The intense igneous activity during the creation of these oceanic plateaus, volcanic margins, and continental flood basalt provinces temporarily increases the flux of mass and energy from the mantle to the crust, hydrosphere, biosphere, and atmosphere, with many possible global environmental effects. Ocean drilling at LIPs, especially the two most voluminous ones—Kerguelen Plateau/Broken Ridge in the southern Indian Ocean and the Ontong Java Plateau in the western Pacific—has provided information on the processes that form LIPs and their potential environmental consequences.

The uppermost crust of both the Ontong Java Plateau and Kerguelen Plateau/Broken Ridge is dominated by the products of massive magmatism. Physical characteristics of lava flows from the latter, together with wood fragments, charcoal, pollen, spores and seeds in the shallow water sediments overlying igneous basement, show that large portions of the Kerguelen Plateau and Broken Ridge formed islands. Subsequent to their formation, the islands gradually subsided by as much as several thousand meters to their present water depths. In contrast, characteristics of Ontong Java Plateau basalt and overlying sediment, sampled by drilling and from outcrop of obducted sections in the Solomon Islands, are consistent with entirely submarine emplacement.

The formation of LIPs has had documented environmental effects both locally and regionally. The global effects are less well understood, but the formation of some LIPs may have affected the global environment, particularly when conditions were at or near a threshold state. Eruption of enormous volumes of basaltic magma during LIP formation releases volatiles such as CO₂, S, Cl, and F. A key factor affecting the magnitude of volatile release is whether eruptions are subaerial or submarine; hydrostatic pressure inhibits vesiculation and degassing of relatively soluble volatile components (H₂O, S, Cl, F) during deep water submarine eruptions, although low solubility components (CO₂, noble gases) are mostly degassed even at abyssal depths. Investigations of both volcanic passive margins and oceanic plateaus have demonstrated widespread and voluminous subaerial basaltic eruptions. Nevertheless, intense hydrothermal activity associated with both subaerial and submarine emplacement of LIPs could also contribute to environmental changes.

Another important factor in the environmental impact of subaerial LIP volcanism is the latitude at which the LIP forms. In most basaltic eruptions, released volatiles remain in the troposphere. However, at

high latitudes, the troposphere is relatively low, allowing large mass flux, basaltic fissure eruption plumes to transport SO₂ and other volatiles into the stratosphere. Sulfuric acid aerosol particles that form in the stratosphere after such eruptions have a longer residence time and greater global dispersal than if the SO₂ remains in the troposphere; therefore they have greater effects on climate and atmospheric chemistry. The large volume of subaerial basaltic, over relatively brief geological intervals, at high-latitude LIPs would contribute to potential global environmental effects.

Highly explosive felsic eruptions, such as those documented from volcanic passive margins, an oceanic plateau (Kerguelen), and continental flood basalt provinces, can also inject both particulate material and volatiles (SO₂, CO₂) directly into the stratosphere. The total volume of felsic volcanic rocks in LIPs is poorly constrained, but they may account for a small, but not negligible fraction of the volcanic deposits in LIPs. Significant volumes of explosive felsic volcanism would further contribute to the effects of plume volcanism on the global environment.

Between ~145 and ~50 million years ago, the global oceans were characterized by variations in chemistry, relatively high temperatures, high relative sea level, episodic deposition of black shales, high production of hydrocarbons, mass extinctions of marine organisms, and radiations of marine flora and fauna. Temporal correlations between the intense pulses of igneous activity associated with LIP formation and environmental changes suggest a causal relationship. Perhaps the most dramatic example is the eruption of the Siberian flood basalts ~250 million years ago, coinciding with the largest extinction of plants and animals in the geological record. Ninety percent of all species became extinct at that time. On Iceland, the 1783-84 eruption of Laki provides the only human record of experience with the type of volcanism that constructs LIPs. Although Laki produced a basaltic lava flow representing ~1% of the volume of a typical (10³ km³) LIP flow, the eruption's environmental impact resulted in the deaths of 75% of Iceland's livestock and 25% of its population from starvation.

海洋無酸素環境の創成と生物の反応

北里 洋 (JAMSTEC, IFREE)

地球史を環境という側面から概観すると、前半と後半に二分できる。酸素が基本的にはなかった前半と酸素に満ちた後半である。私達は大気や海洋に酸素が存在する後半の地球に生きているため、酸素が存在する条件下での物質循環と地層形成過程を理解している。一方、前半の無酸素環境条件下では、陸上でも海洋でも酸化的な現在の環境とは異なった物質循環と堆積過程が存在したはずである。無酸素海洋では生命が創成し、生物の初期進化が進行した。また、生物源有機物がない海洋では縞状鉄鉱床が形成され、生物源有機物が存在するようになると黒色泥岩が堆積した。こういった無酸素海洋において進行する生命史、物質循環およびそれらがからんで進行する堆積過程を理解することは、前半の地球史、地球システムを解明するために重要である。とくに、現在の無酸素海洋環境で起こっているさまざまな現象を理解する事は、解明への早道である。

現在、無酸素海洋環境は、4つの典型的な海洋条件下で形成されている。1) 淡水あるいは汽水が表層を覆うことによって成層し、鉛直循環がない海洋（黒海が例）、2) 生物生産性が極めて高く、水中からの有機物の付加が多い海洋（アラビア海北部）、そして3) 海底の熱水プルームからブライン水が供給されることによって海水の成層が起こり、無酸素水塊が海底付近に形成される海洋（紅海）、そして4) 陸上から多量の有機物が供給されることによって酸欠になる海洋（多くの内湾環境）である。これらの無酸素海洋ではどのような物質循環が存在し、どのような堆積現象が起こっているのだろうか？そして堆積物には何が記録されているのだろうか？それらの記録を読み解く鍵はなんなのだろうか？無酸素海洋には、どのような生物がどのような戦略をもって適応しているのだろうか？そして、無酸素海洋の存在は生物の進化とどうかかわっているのだろうか？

今までの無酸素海洋の研究は、おもに有機鉱床形成の立場から研究が進んできた (Demaison and Moore, 1980, Pedersen and Calvert, 1990)。したがって、有機炭素の堆積、続成過程についてはよくドキュメントされている。一方、無酸素海洋における生物化学循環とそこに住む生物およびその代謝活動についてはよくわからないまま放置されていた。無酸素環境は酸素呼吸をしている地球史後半に繁栄する生物にとって生存不可能な環境であるために、生物過程は重要でないと考えられていたからである。しかし、無酸素環境は、地球史前半の主役であるバクテリアと原生生物に満ちており (Fenchel and Finley, 1995)、それらの生物は活発に物質循環と地層形成に関わっている。

本講演では、地球史の前半に卓越していた環境である無酸素海洋に於ける物質循環、生物過程および地層形成過程を理解することを目的に、いくつかの無酸素環境で起こっている生物化学物質循環および生物についてのレビューを行う。さらに、真核生物が微生物を共生させている様子をドキュメントするとともに、細胞内共生が進化を誘引する可能性について作業仮説

(Working Hypothesis) を述べる。

(無酸素海洋はバクテリアが生物生産を支えている)

黒海などの恒久的に成層した海や非調和性内湾にみられる無酸素水塊は、嫌気的な微生物に満ちている。たとえば、鹿児島、甑島の貝池は、酸化—還元境界付近に紅色光合成細菌が濃集し、バクテリアプレートを形成している(松山, 1985)。そこでは、盛んに有機物生産が行われ、バクテリアのマリンスノーが水柱を沈降する。海底には、バクテリアとその遺骸からなる、バクテリアマットと有機物に富んだ地層が形成される(小栗ほか, 2003)。このような海洋では、堆積物中の微生物活動も盛んで、メタンや硫化水素などの嫌気環境で生産される物質を地層から海底に向かって放出している。すなわち、嫌気海洋の物質循環は、下から上に向かう物質循環である。一方、酸素に満ちた深層水がよく循環する酸化的な海洋では、珪藻や円石藻類などの光合成真核単細胞生物が有機物を生産し、それらがマリンスノーとなって水中を沈降して、深海の生態系を支えている。最終的には、比較的難分解性の有機物が地層として残る。酸化的な海洋で形成された地層は、有機物に乏しく、嫌気的な微生物活動も不活発であったと考えられる。つまり、海洋の上から下に向かう物質循環が起こる。このように、嫌気海洋と好気海洋とでは、物質循環システムが全く異なっていた可能性がある。

(無酸素海洋に生息する生物は、バクテリアと真核単細胞生物である)

無酸素環境にも生物は分布する(Fenchel and Finley, 1995)。バクテリアと纖毛虫、有孔虫などの真核単細胞生物である。多細胞生物では、多毛類と線虫が微好気環境に適応している。嫌気環境に生息する纖毛虫類には、水素をエネルギー源とする hydrogenosome がミトコンドリアの代わりに分布し、メタン細菌を中心とした嫌気性バクテリアが共生している(Finley, 2002)。纖毛虫は、メタン細菌が作り出した、酢酸やメタンを利用して、嫌気環境に適応している。無酸素環境には、底生有孔虫類も生息する。硫化水素がわく内湾や深海に *Virgulinella flagilis* あるいは *Ammonia beccarii* が生息することが報告されている。これらの有孔虫細胞には、バクテリアが分布することがわかっている(Bernhard, 1996, 2002; 原田, 2001MS)が、共生関係にあるかどうかは証明されていない。

(細胞内共生は生物進化を促す?)

嫌気的な微生物の細胞内共生は、生物にどのような影響を与えるのだろうか? 北里(2002)は、有孔虫進化における嫌気環境の存在、ことに嫌気環境における細胞内共生が重要であることを述べた。すなわち、細胞内共生は、共生生物から宿主に遺伝子断片を飛ばしやすい環境を提供するため、形態や代謝機能に役に立つ遺伝情報を伝達する確率が高まる可能性がある。

本講演ではこれらのことについて述べ、白亜紀に出現した海洋無酸素事件(Oceanic Anoxic Event)の生物進化における意義と意味について問題提起を行う。

シンポジウム

**中・古生代微化石研究の現状と将来
—テレーン解析後の使命—**

世話人：指田勝男

シンポジウム開催の主旨

1960 年代末から日本におけるコノドント化石の研究が始まった。特に三疊紀チャート層中のコノドント化石の発見は、それまでの日本列島の骨格をなす古い時代の堆積岩類は主に上部古生界によって構成されているとする通説を大きく書きかえるとともに、基本的岩相層序の重要性とフズリナ化石以外の新たな微化石とその層序学的知識の台頭を待ち望むことになった。その後、1980 年代の放散虫古生物学の進展とプレートテクトニクス理論の実証とが相まって、いわゆる“地質学の革命”をもたらし、日本全国の層序・地質構造の見直しがせまられた。そして今日、付加体地質学の研究が世界に先駆け、日本で確立されつつあることは周知の通りである。放散虫に関しては現在は層序・分類の基礎はほぼ確立され、その検証・見直しの時期にあると言える。またフズリナ化石については先輩諸氏の世界に誇る生層序と分類学的研究は放散虫化石同様、近年の“テレーン解析”に際し重要な基礎的指標となり、古生物地理の復元や大陸配置の考察に大きな貢献を果たした。このような研究手法は日本人により東南アジア、ニュージーランド、極東ロシア地域等海外でも摘要され、多くの輝かしい成果をあげている。では、これら中・古生代の微古生物学の研究は今後どのように進展するのであろうか。また同様な分類群の研究者として、これから地球科学の進歩に如何に貢献することができるであろうか。

本シンポジウムは中・古生代のコノドント（小池敏夫、上松佐知子、山北 聰の講演）、放散虫（栗原敏之、八尾 昭、松岡 篤の講演）、フズリナ（小林文夫の講演）、及び貝形虫（安達修子の講演）について、これまで、そして最近の研究を整理し、その将来を展望しようとするものである。またコノドント化石研究の再評価を試みるとともに、今後生命圈進化史の研究に必要不可欠となるであろうバクテリア古生物学について、その重要性を指摘し（磯崎行雄の講演）、からの微化石研究の進むべき方向について考えて行く。

司会者：指田勝男（筑波大学地球科学系）

三疊紀コノドントの系統発生

小池敏夫（横国大、教育人間科学部）

現在、コノドントは原始的な脊椎動物の摂食器官と見なされている。摂食器官を構成するエレメントの種類、形態は、種によって異なる。三疊紀コノドントの多くは、Gondolellidaeならびに Ellisonidae科のいずれかに属する。三疊系の生層序区分に広く用いられている neospathodids ならびに neogondolellids は、いずれも Gondolellidae に属する (Sweet, 1981)。Gondolellidae は、1種類のエレメントのみを有する unimembrate apparatus、あるいは 6種類のエレメントからなる seximembrate apparatus であるが、neospathodids や neogondolellids は、プラットフォーム状 Pa エレメントのみから構成される unimembrate apparatus と見なされてきた (Sweet, 1981)。この見解は、エレメントの産出個体数の解析から得られたものである。

Neogondolella(広義)は後期石炭紀に出現する。スイスの中前期三疊紀頁岩から発見された *Neogondolella* の自然集合体、*N. sp.* Rieber, 1980 は、エレメントの配列が断片的であることから coprolite とも考えられた (Sweet, 1988) が、von Bitter and Merrill (1991) による石炭紀後期の *Gondolella pohli* の自然集合体との比較から、眞の集合体と見なされ、さらに Orchard and Rieber (1999) の再検討により、8種類のエレメント (M, Sa, Sb1, Sb2, Sc1, Sc2, Pb, Pa) からなる octomembrate apparatus であることが確認された。

Neospathodus は三疊紀前期に出現する。本属は、Pa エレメント (neospathodiform) が *Neogondolella* の Pa (gondolelliform) と共に通する形態をもつことから、Gondolellidae と見なされた (Sweet, 1981)。最近、Koike (2004) により復元されたスパシアンの *Neospathodus chionensis* (Bender) は octomembrate apparatus で、特徴のある Sb1(enantiognathiform), Sb2(grodelliform) も *Neogondolella* sp. のそれと相同である。

スパシアン後期に汎世界的に分布した *Cratognathodus multihamatus* (Mosher) も octomembrate apparatus で、Pa が gondolelliform の幼形に類似し、Sb1, Sb2 が *N. sp.* のそれと相同であることから、Gondolellidae に属すると判断された (Koike, 1999)。

Xaniognathus は三疊紀の代表的な seximembrate apparatus で、enantiognathiform エレメントを有することから、Gondolellidae に属すると見なされた (Sweet, 1988)。*Xaniognathus* の模式種、*X. curvatus* は、Sweet (1981) により、M, Sa, Sb, Sc, Pb, Pa の 6 エレメントからなる seximembrate apparatus とされた。一方、Koike (2004) の復元によるスパシアンの *X. unialatus* は、M, Sa, Sb1, Sb2, Sc1/2, Pb からなる septimembrate apparatus である。*Xaniognathus unialatus* のエレメントの形態は、自然集合体の *Neogondolella* sp. のそれぞれに相同である。*Xaniognathus curvatus* は、*X. unialatus* とそれぞれ形態的に対応するエレメントを有するが、その名称は異なる。Sweet (1981) による *X. curvatus* の Sb, Pb, Pa を、それぞれ Sb2, Sb1, Pb と変更する

と、自然集合体のそれと整合性がつく。

Neogondolella sp. や *C. multihamatus* の Sc は、形態の異なる Sc1, Sc2 とに明瞭に識別できる。一方、*N. chionensis* や *X. unialatus* では、Sc の形態変異が漸移的であるため、Sc1, Sc2 とに識別することは困難である。しかし、Sc の産出固体数が他のエレメントの 2 倍近くあることから、2 対存在することが推定される(Sc1/2 の表記はこの理由による)。*Xaniognathus culvatus* も 2 対の Sc を有する可能性があり、そうであれば *X. unialatus* と同様、septimembrate apparatus となる。

以上のことから、Gondolellidae のコノドントは基本的には、M(cypridodelliform), Sa(diprododelliform, Sb1(enantiognathiform), Sb2(grodelliform), Sc1/2(hindeodelliform), Pb(ozarkodiniform), Pa(gondolelliform, spathodiform) の 8 種類のエレメントからなる octomembrate apparatus(Sa は対をなさないが、他はそれぞれ 1 対)である。

Koike(1990, 1994)は、三畳紀前期の *Ellisonia triassica* (*Ellisonia* の模式種)と三疊紀前期～後期の *E. dinodoides* を復元。前者は Sa, Sc, Pb からなり、後者は M, Sa, Sb, Sc からなるとした。しかし、現在は、*E. triassica* は M, Sa, Sb2, Sc1/2, Pb からなる seximembrate, *E. dinodoides* は M, Sa, Sb2, Sc1/2 からなる quinquimembrate と見なしている。Sweet(1981)は *E. triassica* を M, Sa, Sb, Sc, Pb, Pa からなる seximembrate としているが、彼の Sb を Sb2, Pb も M, Pa を Pb とすると、Gondolellidae のエレメントと整合性がつく。なお、*Ellisonia* の各エレメントは Gondolellidae のそれと相同である。なお、*Ellisonia* は、Sweet(1988)により Ellisonidae に、Dzik(1991)により Hibbardellidae に入れられている。

三畠紀の Gondolellidae と Ellisonidae の高次分類(目)については、二つの見解がある。Dzik(1976)は Ozarkodinida を設立し、この中に Gondolellidae を含めた。Sweet(1988)は Prioniodinida を新設。Gondolellidae と Ellisonidae を *I.* sp. の属する Prioniodinida に含めた。その後、Dzik(1991)は、石炭紀後期の *Gondolella sublanceolata* (von Bitter, 1976)による自然集合体、septimembrate) とデボン紀の *Pinacognathus* sp. とが共通するエレメントを有することから、後者を Gondolellidae に含め、かつ、Gondolellidae はデボン紀に、Ozarkodinida の一員である Spathognathodontidae から分岐したと見なしている。

三畠紀 Gondolellidae の基本型、octomembrate apparatus を構成する M, Sa, Sb1, Sb2, Sc1/2, Pb, Pa と相同であると容易に判断できるエレメントを有するのは、Dzik(1991)ならびに Sweet(1988)の Ozarkodinida に属するものである。*Neospathodus* や *Cratognathodus* の Pa はデボン紀の *Pinacognathus* sp. の Pa と同様 sphathodiform である。Ozarkodinida の根幹にあるオルドビス紀の Plectodinidae の Pa は ozarkoniniform であり、形態的多様性をもつ Pa の中で、spathodiform に最も類似する。Gondollellidae は、オルドビス紀における祖先系の Pa の形態を特殊化せず、また、デボン紀以降、Pb ならびに M, Sa, Sb, Sc の形態を、大きく変えることなく進化してきたことがうかがえる。

深海相P/T境界層のコノドント生層序*

山北 聰（宮崎大・教育文化）**

日本の中・古生界研究におけるコノドントの示準化石としての位置づけは、1980年代以降、すなわち放散虫が本格的に中・古生代示準化石として用いられるようになって以降は、低下したといつてもよいだろう。現実に、現在の日本では、コノドント研究者の数はそう多くはない。かくいう演者自身も、コノドントについて専門的・本格的に研究しているわけでもない。しかし、なおコノドントが優位性を発揮する分野も、いくつか存在している。そのひとつが、ペルム/三畳系境界（P/T境界）問題、特に深海相でのP/T境界問題である。中国煤山の模式地においてP/T境界はコノドント *Hindeodus parvus* の初出層基底として定義されたことに象徴されるように、P/T境界前後、特に三畳紀前期においては、コノドントこそがもっとも有用な示準化石であり、また浅海相・深海相を問わず産出する利点も大きい。演者は、縁あって、国内外の深海相P/T境界層のいくつかについて、コノドント化石の検討を行う機会を得てきた。本講演では、演者が直接検討してきた例を中心に、P/T境界前後のコノドント生層序と深海相P/T境界層の岩相層序について述べる。

ペルム紀後期～三畳紀前期のコノドント生層序の特徴

ペルム紀後期から三畳紀前期にかけてのコノドント生層序は、浅海域の石灰岩相を中心によく研究されており、その変遷は、*Neogondolella changxingensis*、*Ng. subcarinata*、*Ng. orientalis*などの、platformが広くて薄いタイプのNeogondolellidsの卓越で特徴づけられるペルム紀後期、*H. parvus*や*Isarcicella isarcica*などの、古生代型コノドントの特殊化した最後の生き残りの存在で特徴づけられる三畳紀最初期（Griesbachian前～中期）、*Ng. carinata*が卓越し、古生代型の*Hindeodus*・*Isarcicella*と三畳記型の*Neospathodus*の双方を欠くGriesbachian後期、種々の*Neospathodus*が出現するDienerian～Spathianと、おおよそ4つの時期に大別することができる。古生代型から三畳紀型へのコノドントの最終的なターンオーバーは、P/T境界ではなくGriesbachian後期に起こっている。三畳紀前期のコノドントは一般に生存期間の短いものが多く、下部三畳系だけで12～13程度の化石帶が識別されており、ペルム紀～三畳紀をとおしたなかでも、最も精度の良い分帶がなされている時期といえる。

日本の深海相P/T境界層とコノドント

演者は、美濃～丹波帯や北部秩父帯などの日本のジュラ紀付加体中に含まれる深海相P/T境界層の主要露頭数ヶ所について、コノドントによる生層序学的検討を15年来断続的に行って來た（山北、1987、1993、Yamakita et al., 1999；山北・門田, 2000, 2001；桑原・山北, 2001など）。これらの研究をとおして、このP/T境界層に関しては、*Ng. changxingensis*や*Ng. subcarinata*を多産する上部ペルム系のチャートとその上位の珪質粘土岩、最下部で*H. parvus*、最上部で*Ns. waageni*、*Ns. cf. cristagalli*、*Platyvilosus costatus*などを産する、Griesbachian～下部Smithianにおよぶ黒色炭質粘土岩、*Ns. waageni*、*Ns. conservativus*などを産するSmithianの珪質粘土岩という、一連の層序が確認されており、さらに*Ns. homeri*などを産するSpathianの珪質粘土岩（いわゆる“砥石”）を経て、中部三畳系以上のチャートに続くものと考えられる。ただし、主要な岩相境界の時代はほぼ押さえられているものの、付加時以降の変形の影響で露頭の保全性・連續性にやや欠けるケースが多く、未確認の化石帶もいくつもあり、Smithianを除くと、精度のよい生層序データという点では、まだ不十分さを残している。

その他の低緯度域深海相P/T境界層

日本のものと同時代で同じ岩質を示すSmithian・Spathianのコノドントを産する珪質粘土岩は、北米西岸のCache Creek帯からも報告されている。同帯にはペルム紀および三畳紀のチャートも産することから、黑色炭質粘土岩は未確認であるものの、全体として日本のものと同じ層序を示す可能性が大きい（Isozaki et al., 1996）。当時の大陸配置やプレートの運動方向から考えて、日本のものと北米西岸のものとは、それぞれパンサラサ海の西部と東部の低緯度域で堆積した後、互いに異なった方向へ移動して別々に付加したものと見られる。

* Conodont biostratigraphy around Permian/Triassic boundary in deep-sea facies.

** Satoshi Yamakita (Fac. Education and Culture, Miyazaki Univ.)

また、Sashida et al. (2000) は、タイ北部から、上部ペルム系チャートと中部三畳系チャートの間に灰色珪質粘土岩点黑色炭質粘土岩が挟まれている、P/T境界層を報告している。このP/T境界層は、やはり低緯度域に属するパレオテチス海東部で堆積したと考えられる。ここでは、時代の検討は放散虫によるのみで、コノドントによる検討が行われていないため、岩相変化についての詳細な時代論は明らかとなっていないが、P/T境界と見される付近は黑色炭質粘土岩よりなっているなど、日本のものとよく類似する点が注目される。

このほか、これは真性の深海相とは異なるが、アメリカ合州国ネバダ州のQuinn River層において、上部ペルム系の層状チャートの上位に非整合で重なるとされる泥岩層中に有機炭素に富む部分が厚さ1m程度含まれており、その部分からは*Ng. carinata*や*Ns. dieneri*が産し、Griesbachian後期～Dienerian前期を示することが、演者によって見い出された（山北、2001）。同層は、北米大陸上のやや深い海域で堆積したものと考えられるが、その位置はやはり低緯度域に属すると推定される。

このように、低緯度域では、ペルム紀最後期から三畳紀前期のかなり長い期間にわたり、深海底でのチャートの堆積が中断し、代わって珪質粘土岩・炭質粘土岩が堆積していることが広範囲に認められる。また有機炭素に富む黒色の泥質岩の堆積は、時期的にはかなり限定的ではあるが、深海域だけでなく一部の半深海域にも及んでいるらしい。これらの異常堆積の原因については議論があるが、いずれにせよ大量絶滅をもたらしたP/T境界事変と関連するものであることは間違いない。

ニュージーランドの南半球高緯度深海相P/T境界層

一方、南半球ニュージーランドにおいて、これとは大きく異なった層序をもつ深海相P/T境界層の存在が明らかとなった。ニュージーランド北島のワイパパ帯に属するArrow Rocks島では、途中に断層や褶曲による一部の欠如や重複の可能性があるが、ペルム紀中期から三畳紀中期におよぶほぼ連続的な遠洋性～半遠洋性の深海堆積物層が見い出された（Takemura et al., 1998）。これらの地層は、パンサラサ海南部の南半球を低緯度域から高緯度域へ南下しつつ堆積したもので、三畳紀前期には中～高緯度域に到達していたものと推定される。このArrow Rocksのセクションについてコノドント化石の検討を行ったところ、多数の層準から三畳紀前期のコノドントが確認され、特に最下部Dienerian～Smithianについては、*Ns. kummeli*, *Ns. cristagalli*, *Ns. pkistanensis*, *Ns. waageni*などの各化石帯を特徴づける種が、順序よく連続的に産出し、非常に良好な生層序データが得られた（山北ほか、1999；Yamakita et al., 2000；竹村ほか、2001）。最下部Dienerianを示す*Ns. kummeli*の産出層準の下位にも数mの地層が整合的に続き、Griesbachianにおよぶものと考えられる。これらの部分は全体にチャートが卓越しており、低緯度域で見られた三畳紀前期におけるチャートの堆積の中断が起こっていない。Spathian以降は珪質泥岩が卓越するようになるが、これは半遠洋域へ移行したためと見なされ、日本の下部三畳系珪質粘土岩層とは性格が異なる。

まとめと余談

以上のように、低緯度域と南半球高緯度域の少なくとも一部とでは、深海域におけるP/T境界事変の表れ方に大きな違いがあることが明らかになってきた。今後、P/T境界事変の全体像を明らかにするためには、他の海域の深海相P/T境界層、たとえば、シベリアやアラスカ北部の中生代付加体中に含まれることが予想される北半球高緯度域でのものや、南半球高緯度のもののうちチリなどニュージーランド以外の中生代付加体中に含まれるものなどについて、さらに多くのデータを集積することが求められるが、そこでもコノドントは年代指示者として重要な役割を果たすであろう。

なお、これらのコノドント化石の検討において、演者は、チャート・泥質岩とも、母岩の沸酸処理によって個体を分離するのではなく、母岩を機械的に小片化し、その剥離面を観察する方法を探ってきた。この方法は、通常一つの個体について特定の方向からしか観察できず、微細な構造の観察にも不向きなため、種類によっては同定が困難である場合もあるが、沸酸処理時の損傷を避けることができ、印象のみの個体や母岩中で既に破断していたり分離困難な物質に置換されていたりする個体でも観察可能である利点がある。また、ごく稀にではあるが、副次的な成果として自然集合体が得られることがある。炭酸塩岩以外の岩石中のコノドントに対する観察法として、再評価されてもよいものと思われる。

タイ国の前期古生代コノドントとその古生物地理学的意義

上松佐知子（筑波大学生命環境科学研究所）

コノドントは後期カンブリア紀に出現し三疊紀末期に絶滅したとされている分類群である。1988 年の時点で 7 目 42 科が識別されているが、これらの科のうち約半数がオルドビス紀末期までに絶滅し (Sweet, 1988)、また属、種のレベルでもオルドビス紀からシルル紀にかけて出現率および絶滅率が著しく高いことが知られている(例えば、Clark, 1972a)。このような理由から前期古生代はコノドントの系統分類、古生態および古地理を議論する上で極めて重要な時代であると言える。オルドビス紀コノドントの研究は世界各地で盛んに行われ、系統進化あるいは古生物地理区についてこれまでに数多くの論文が公表されている(例えば、Barnes and Fahraeus, 1975; Dick, 1983)。東南アジアにおいても、Igo and Koike (1967, 1968) によってマレーシアの Langkawi 諸島からオルドビス紀コノドントの記載報告が行われている。しかしこれらの報告以外、東南アジアからのオルドビス紀コノドントの包括的な分類学的、古生物学的研究はほとんど行われていない。また当時南半球の広範囲を占めていたと考えられるゴンドワナ大陸の周縁地域に関しては北アメリカ、ヨーロッパ地域と比較して産出報告が少なく、コノドント群集の世界的な対比による系統進化あるいは古地理の復元について議論するには至っていない。したがって今後は、ゴンドワナ地域からのより多くのコノドントの記載報告など基礎的な研究が重要な課題となってくる。今回演者は、古生代前期にゴンドワナ大陸の陸棚上堆積物の一部であったと考えられるタイ国西部～半島部南部に分布する石灰岩の調査を行い、下部古生界コノドントの記載分類、生層序および古生物地理の検討を行った。このうちコノドント化石が比較的多く得られたタイ国西部の Thong Pha Phum および半島部南部の Satun 地域において確立された生層序およびそれらの持つ古生物地理学的意義について報告する。

<Thong Pha Phum 地域>

調査地域はタイ国西部 Thong Pha Phum の北東約 5 km に位置する丘陵地帯で石灰岩を主体とした地層が広く分布する。この地域に分布する石灰岩は半島部南部の Thung Song を模式地とするオルドビス系 Thung Song Group に対比されている (Bunopas, 1992)。下部～中部は ooid、peloid、化石片を主体とし陸源性碎屑物を多く含む砂質石灰岩～石灰質砂岩からなる浅海相で、上部は石英粒子をほとんど含まない micrite を基質とした遠洋性の石灰岩を主体とし、カイメン類や Orthoceras などの多くの化石を含む。本地域から得られたコノドント化石動物群について、従来知られている層序学的レンジの短い種に基づいて以下の 4 つの化石帶を設定した。下位から *Juanognathus variabilis* taxon range Zone、*Walliserodus comptus* taxon range Zone、*Protopanderodus primitus* interval Zone および *Histiodella holodentata* - *Plectodina onycodonta* interval Zone で、これらは前期～中期オルドビス紀の Arenigian～Llanvirnian に対比される。これら 4 つの化石帶を特徴づけるコノドント動物群は、アルゼンチンの下部オルドビス系 (Arenigian)、オーストラリア、

北中国および北アメリカ地方の下部～中部オルドビス系 (Arenigian～Llanvirnian) から報告されているコノドント動物群との類似性が高い。

<Satun 地域>

調査地域は半島部南部 Satun の北方約 30 km に位置し、この地域周辺にはオルドビス系～上部デボン系の連続した地層が広く分布する。オルドビス系は石灰岩を主体とし Thung Song Group に属する (Wongwanich et al., 1990)。検討を行ったセクションは約 130 m の層厚があり、下部は灰白色、上部は赤色を呈する micrite 基質の石灰岩からなるが、全体を通じて顕著な黒色の縞模様が発達した特徴的な岩相を示し、腕足類、腹足類や Orthoceras など多くの化石を含む。本地域から得られたコノドント化石について、その産出レンジをもとに以下の 5 つの化石帯を設定した。下位から、*Pygodus anserinus* taxon range Zone, *Baltoniodus alobatus* taxon range Zone, *B. alobatus* - *Hamarodus brevirameus* interval Zone, *H. brevirameus* taxon range Zone, *H. brevirameus* - *Scabbardella atipes* interval Zone である。これらは上部オルドビス系 Caradocian～Ashgillian に対比される。これら 5 つの化石帯を構成するコノドント動物群は、主にヨーロッパ地方の中部～上部オルドビス系から産出する North Atlantic-type fauna (Lindstrom, 1976) を特徴づける種からなる。類似したコノドント動物群はヨーロッパの他に最近では南中国からも報告されている（例えば、Wang et al., 1996）。

今回タイ国の 2 地域で設定されたコノドント化石帯はオルドビス紀前期から後期に至るほぼ連続した化石帯である。この時代のゴンドワナ大陸北縁地域は、デボン紀以降に分離北上するオーストラリア、北中国、南中国、Indochina および Sibumasu のそれぞれの大陵ブロックから構成されるが（例えば、Metcalfe, 1999）、その詳細な位置関係およびコノドントをはじめとした他の海生動物群についての古生物地理に関してまとまった考えは提示されていない。今回タイ国から得られたコノドント動物群はこれらの地域との類似性が時代によって異なり、複雑な古生物地理の変遷が推測される。これまで主に北アメリカおよびヨーロッパ地方に限られていた古生物地理区あるいは古生態に関する議論も、最近の研究ではゴンドワナ周縁地域にまで拡大され始めている（例えば、Wang and Qi, 2001）。東南アジアからの前期古生代コノドントの古生物学的研究は、当時の古生物地理や古環境の復元に関して極めて重要な資料を提供することが期待される。

中生代放散虫研究の今後の使命 —海洋古生態学と進化生物学への寄与—

松岡 篤（新潟大・理・地質）

はじめに

1970年代後半以降、中・古生代放散虫の研究が急速に進み、その成果はテレーン解析を含む造山帯の研究に大いに役立った。今後とも放散虫研究が地質構造発達史の解明に不可欠であることはいうまでもない。しかしながら、放散虫化石の有用性は造山帯の研究以外にもある。ここでは、中生代放散虫研究が海洋古生態学や進化生物学にどのような貢献がなしうるのかという観点から話題を提供する。

海洋古生態系の復元

現在の海洋において放散虫は、2次生産者という食物連鎖上の位置にある。共生藻類に強く依存しているグループがあるものの、基本的には何かを捕食する従属栄養の生物である。また逆に、高次の栄養段階にある生物にとっては、放散虫が餌となっている。放散虫を中心に据えて食物網を理解することは、外洋域の生態系を考える上でユニークな視点を与える。地層中に残りうるプランクトンの化石がほぼ放散虫に限られるジュラ紀以前においては、海洋古生態系の復元はこの視点以外に有効なアプローチがない。ここでは、放散虫の捕食という観点から海洋古生態系をとらえてみたい。

放散虫には多様な食性があることは従来から指摘されている。最近の現生放散虫の観察から、捕食行動にはいくつかの様式があることが明らかになってきた。塔状多節 *Nassellaria* のいくつかの属 (*Eucyrtidium*, *Pterocorys*, *Spirocyrta* など) では、basal cone および central shaft とよばれる軟体部を開口部から出して運動性のある比較的大型の生物を捕獲し餌としている。一方、同じ *Nassellaria* でも1室からなるグループ (*Pseudocubus*, *Arachnocorallium* など) は、basal cone を投網状に拡げて、殻の近傍にいる運動性のあまりない小型の生物を捕食している。また、平板状の *Spumellaria* は、軸足を急激に縮めることにより微小生物を捕捉する。このように、捕食行動と殻形態のタイプには密接な関係があるらしいことがわかりつつある。塔状多節 *Nassellaria* の捕食行動をエネルギー収支からみると、比較的大型の生物が餌として必要であると考えられる。

海洋生態系という観点から絶滅現象を考えてみよう。大絶滅はその原因がどうであれ、生態系の構成要素が激減した状態であるといえる。回復過程では、生態系の基底を支える生物がまず回復し、そこからボトムアップ式に生態系が再構築されていくことになる。トリアス紀／ジュラ紀境界での絶滅現象をみると、塔状多節 *Nassellaria* は *Canoptum* 属をのぞいてほぼ絶滅したらしい。これは、塔状 *Nassellaria* の捕食行動にみあう餌生物も絶滅してしまったことが原因であると予想される。ジュラ紀になって *Parahsuum* 属のような塔状多節 *Nassellaria* が再登場す

るのは、生態系が再構築され、餌生物が生息できるようになったことを示すのではなかろうか。想像の域を出ないが、*Canoptum* 属は他の塔状多節 *Nassellaria* とは異なる特殊な食性をもつて いた可能性がある。

放散虫の生態系における具体的な役割については、ほとんど未知といってよい。海洋古生態系を復元するためには、現在の海洋における放散虫の生態学的な位置づけを明確にする必要がある。今後攻克すべき重要なテーマといえる。

放散虫の進化と遺伝子の水平伝播

放散虫の進化をみると系統の異なるグループで類似した形質が平行的に発達する例がしばしば認められる。(1)トリアス紀新世に *Spumellaria* の多くの属にねじれた棘が発達する現象、(2)ジュラ紀中世初期に塔状多節 *Nassellaria* の初室周辺の殻が厚くなる現象、(3)ジュラ紀新世から白亜紀初頭にいくつもの *Spumellaria* の属に殻の対称性を崩すような付属物が形成される現象などがあげられる。このような現象はこれまで、生物進化の観点から統一的にとらえられてはこなかったが、遺伝子の水平伝播を仮定して理解されつつある。

(3)については、*Pantanellium* 属から派生した *Vallupus* 属の放散虫にみられる cortical collar とよばれる形質がその代表例である。同様な collar 状の形質は、*Archaeospongoprunum* 属、*Emiluvia* 属、*Acaeniotyle* 属など、系統的には相互に関連の薄い諸属に平行的に発達している。この現象は、cortical collar の形成にかかわる遺伝子が、他の生物によって系統の異なる放散虫に持ち込まれ、同時的に似た形態の発現をもたらしたとみることができる。また、*Vallupus* 類は低緯度表層水に適応した放散虫であると考えられているが、これは cortical collar の形成にかかわる遺伝子を運搬した生物の分布特性によるものかもしれない。さらに、*Vallupus* 類には、*Bivallupus* 属のように cortical collar を 2 つ、あるいはそれ以上もつ殻形態をもつ個体も見つかっている。このような例は、一度取り込まれた遺伝子が放散虫の内部で重複した結果を示しているのかもしれない。

遺伝子の水平伝播が、実際に起こった”事実”であったならば、これまで描かれてきた系統樹は根本的な書き換えが必要であろう。遺伝子の水平伝搬や遺伝子重複を明らかにするために、放散虫の全ゲノム解析は有効なアプローチである。

おわりに

海洋古生態系の復元や進化の問題は、中生代放散虫に限定される研究課題ではない。しかしながら、中生代、特にジュラ紀新世から白亜紀古世の放散虫化石については、記載的な研究がここ10年間にかなり進んだことにより、実証的な検討をおこなう素地が整ってきたといえる。現生放散虫の研究も着実に成果をあげつつあり、生体観察や飼育実験、海域における群集の経年変化、分子生物学的な検討などが続けられている。化石と現生の放散虫研究をうまくリンクしていくことが今後の目指すべき方向としてあげられる。放散虫が海洋古生態系の語り部として、また、進化生物学のモデル生物として、高い潜在能力をもっていることを強調したい。

ペルム系-三畳系放散虫生層序とP/T境界環境変動*

八尾 昭 (大阪市立大学大学院理学研究科地球学教室) **

はじめに

“放散虫革命”(石垣・八尾, 1982)と呼ばれることで代表されるように、中・古生代放散虫の研究が日本列島の中・古生代地史のとらえ方に重大なインパクトを与えたことは記憶に新しい。本講演で論じるペルム系-三畳系生層序に関しては、放散虫革命が始まった1970年代末以降の数年間でその大綱が明らかになった。その後、生層序の改定が進むと同時に放散虫化石の群集解析が行われるようになり、群集変遷の概要も明らかになってきた。この群集変遷からP/T境界での環境変動がどのようなものであったかにもアプローチが進められている。

ペルム系-三畳系放散虫生層序

日本のペルム系放散虫生層序の研究は丹波帯ジュラ紀付加体中の層状チャート層において始まり(Ishiga and Imoto, 1980)、多くの群集帶が設定され、1980年代半ばには大綱が判明した(Ishiga, 1986)。その後、部分的に生層序の改定がなされてきたが、1990年代後半になって上部ペルム系でのAlbaillellariaにもとづく多産帶の設定(桑原, 1997)や生層序の再検討(Kuwahara et al., 1998)がなされた。これらの検討からペルム系において高解像度の放散虫化石帶が設定しうる可能性が見えてきている。1990年代以降、日本での生層序学的成果をもとに海外での研究も進んでいる(竹村ほか, 2001; 指田, 2001; 八尾ほか, 2001など)。これらの研究からペルム系浅海域堆積物と遠洋域堆積物における放散虫化石帶の詳細な年代論が可能となり(Yao et al., 2001)、さらに放散虫化石による広域対比も可能になりつつある。

三畳系放散虫生層序の研究は美濃帯ジュラ紀付加体中の層状チャート層において始まった(Yao et al., 1980)。研究当初は共産するコノドント化石にもとづいて年代論がなされたが、その後放散虫化石で独自に年代論が議論されるようになった。海外においても同時進行的に生層序の研究が進められ、非テチス型などの古生物地理的相違(Aita and Sporli, 1992)等も判明しつつある。

第1図に、現在よく用いられているペルム系-三畳系の放散虫化石帶(Ishiga, 1990; Kuwahara et al., 1998; Sugiyama, 1997などにもとづく)を示す。なお、ペルム紀末の大量絶滅事件によるダメージによって、下部三畳系中・下部では放散虫化石の産出が世界的に乏しく、化石帶の設定がなされていない。

P/T境界環境変動

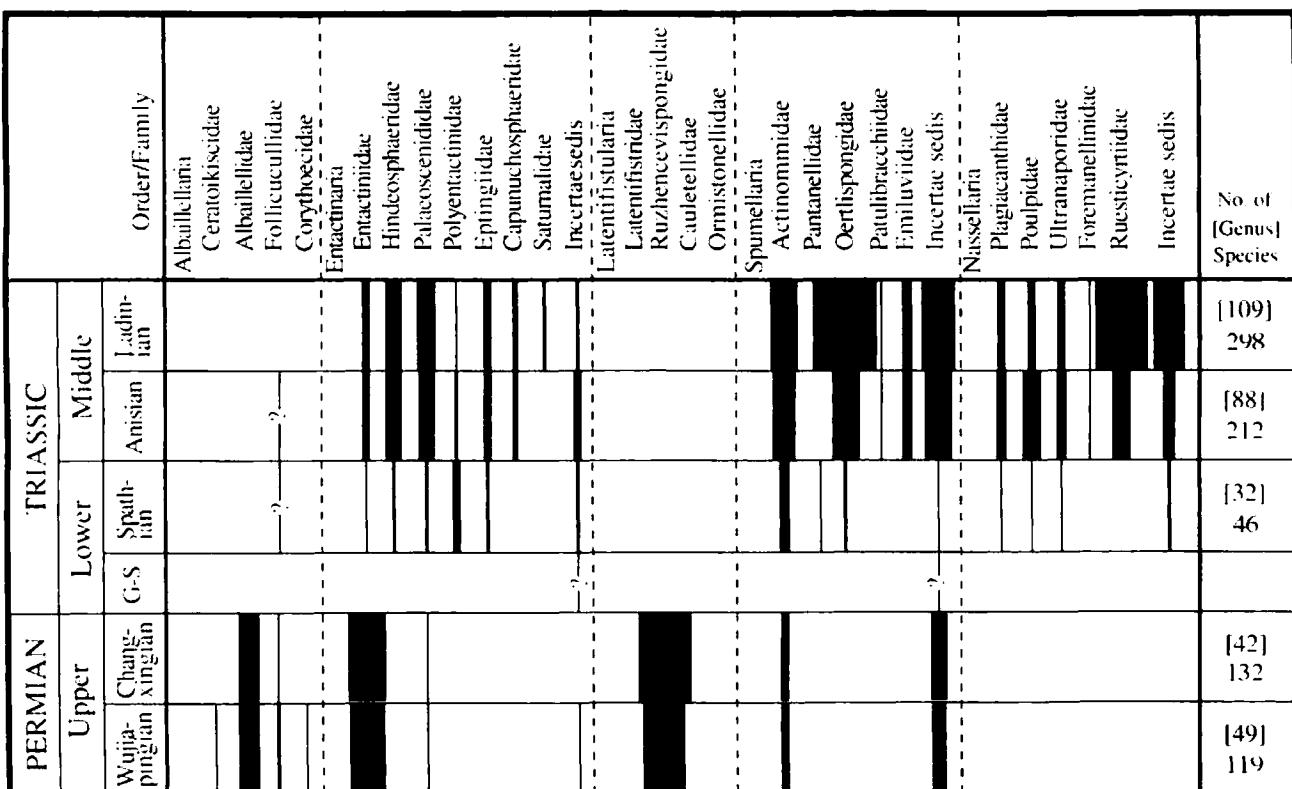
美濃帯の上部ペルム系-中部三畳系層状チャート層において、生層序の検討だけでなく、放散虫化石の群集解析がおこなわれた(八尾・桑原, 1997; 桑原・八尾, 2001など)。その結果、ペルム紀新世を通して放散虫群集は定常的群集変遷モデルに近い変化を示すことが明らかになった(桑原・八尾, 2001)。つまり時間経過にともなって種の入れ替わりがあるにしても、群集を構成する種数はだいたい一定(約150種)であり、生存率(約85%:

Ma	Radiolarian zones		
	JURA		
200		Lower	<i>Katroma kurusuensis</i> <i>Parahsuwa aff. longiconicum</i>
210			<i>H.breviora</i> <i>Skin F</i> <i>P.pseudokahlera</i> <i>P.multidentatus</i> <i>Lysmelas olbia</i> <i>Trobustus - L. olbia</i> <i>Capnodoce - Trilatus C.</i>
220	TRIASSIC	Upper	<i>Poulpus carcharus</i> <i>Capnuchoshaera</i>
230		Middle	<i>Spongoserrula dehla</i> <i>Muellicherites cochleata</i> <i>Yeharria elegans gr.</i> <i>Spine A2</i> <i>Trassocampe deweveri</i> <i>Trassocampe coronata gr.</i> <i>Eptingium nakasekoi</i>
240		Lower	<i>P.nakatsugawaensis</i> <i>Sphaeroid</i>
251		Upper	<i>Neoalbaillella optima</i> <i>N. ornithiformis</i> <i>F. charveti-A yamakawai</i> <i>F. ventricosus</i> <i>F. scholasticus</i> <i>F.monacanthus</i>
260	PERMIAN	Middle	<i>Pseudoalbaillella globosa</i> <i>P. longianensis</i> <i>Albaillella sinuata</i>
270		Lower	<i>P. scalprata m. rhombothoracata</i> <i>P. lomentaria</i> <i>P. u-forma m. II</i> <i>P. u-forma m. I</i>
280		Upper	<i>Pseudoalbaillella bulbosa</i>
290	CARBON.		<i>Pseudoalbaillella nodosa</i>

第1図 ペルム系-三畳系放散虫生層序

* Permian-Triassic radiolarian biostratigraphy, and environmental change through Permian/Triassic boundary

** YAO Akira (Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University)



第2図 上部ペルム系-中部三畳系における放散虫類の属・種の数の変化(八尾・桑原、1997を改変)。
線の太い・細いは、各科の種数の多い・少ないを表す。Latentifistulariaの線は4科の合計を示す。

出現率・絶滅率で規定) もあまりかわらないという群集変化である。それにもかかわらず、この群集はペルム紀末に急速に絶滅した。

日本のペルム紀新世から三畳紀中世にかけての放散虫群集変遷と、世界の各層から報告・記載された属・種数を集計して各日の各科ごとに示したのが第2図である。この図からも明らかなようにペルム紀末で極端に種数が減少し、Griesbachian-Smithian の間はその状態が続き、Smithian以降に多様性が回復していく(八尾・桑原、1997)。

以上の放散虫群集の変遷から次のような海洋環境の変遷が想定される。ペルム紀新世を通して放散虫類(珪質の殻を持つ Polycystina)にとって大きな海洋環境の変化ではなく、定常的群集変遷をしていた。しかし、ペルム紀末に急激な変化が生じて放散虫類の生息環境が悪化した。最もシリアスな危機は Griesbachian にあったのではないかと考えられる。その結果、Albaillellaria と Latentifistularia の2科は絶滅した(ただし、Albaillellaria の子孫型が三畳紀に生き残った可能性がある)。他の目(Entactinaria と Spumellaria)も大きなダメージを受けたが Spathian 以降に回復していく。絶滅した前者と回復した後者の違いは、対称性に関する体制の相違(殻形態および運動機能に反映)にあったのではないかと考えられる。

おわりに

中・古生代放散虫の本格的な研究が始まってから 20~30 年しかたっておらず、現研究段階は示準化石としての有効性が明らかになった段階である。ペルム系-三畳系放散虫化石帯(第1図)の1化石帯の平均的な年代幅は約 300 万年であり、高解像度の化石帯(例えばジュラ系アンモナイト化石帯)と比較するとまだ低解像度といわざるを得ない。放散虫化石の特性(多種、多量、連続産出)を活かした高解像度の生層序の設定が望まれる。一方、示相化石としての有効性も明らかになりつつあり、大規模な地球環境変動だけでなく、中規模な海洋環境変化の研究にも放散虫化石が有効となるであろう。

前～中期古生代放散虫の生層序と東アジアの古期地帯解析における役割

栗原敏之（筑波大学地球科学系）

はじめに Holdsworth and Jones (1980)以降、後期デボン紀からペルム紀にかけての放散虫生層序は、環太平洋地域を中心とする各地での化石帶の設定・細分化あるいは増補改訂を経て、高精度の年代決定ツールとして確立された。後期デボン紀以前についても、B. Nazarovにより化石帶の設定が試みられ (Nazarov, 1988)、Furutani (1983)や Goodbody (1986)など特徴的な分類群の記載学的研究も進められた。しかし、研究の多くが散発的な産出報告に留まっていたのも事実で、連続した層序断面での化石帶の設定は90年代も半ばになってからである (Noble, 1994)。ここ数年では、包括的な研究が急速に進められ、90年代に公表された生層序資料によるオルドビス紀～デボン紀の化石帶の提唱 (Noble and Aitchison, 2000) や前～中期古生代放散虫の変遷史を論じた研究 (梅田, 2002) もある。

こうした議論が進む一方で、各地で設定された化石帶の年代論には問題点も多く残されている。また、産出報告が極端に少ない期間もある。この点、日本列島の飛騨外縁帶と黒瀬川帶で行われた研究の成果は、シルル紀からデボン紀の広範をカバーすることや報告の少ないシルル紀末期～前期デボン紀の資料を提供していることなど、これらの地域における化石帶の確立が今後の生層序研究に対し大きな意義を持つことを示している。また、最近の地帯構造区分論に基づくと、多く未解明の部分を残す中朝・揚子両地塊縁辺の変動帶は、日本で構築した生層序を適用する恰好の対象になることが予想される。本講演では、筆者が行ってきた研究成果を中心に前～中期古生代の放散虫生層序を概括し、飛騨外縁帶や黒瀬川帶と関連する東アジアの古期地帯群の解析における展望を述べる。

カンブリア紀～オルドビス紀 化石記録としては、アルタイ山地の下部カンブリア系から産出した球状放散虫 (Obut and Iwata, 2001) が最古の放散虫である。中期カンブリア紀以降については、急激に多様化した放散虫の実体が次第に明らかになりつつある (Won and Below, 1999; Won and Iams, 2002)。報告された放散虫は、4-6本のrayからなるpoint-centered spiculeを基本骨格とするものが多く、不規則に融合したspinuleからなる球状殻を持つものやrayにapical-basalの極性があるものなど様々である。また多数の小型のpoint-centered spiculeがゆるく連結あるいは融合して球状殻をなすechidninid類もこの時代に特徴的なものである。このような群集構成はオルドビス紀最前期 (Tremadocian) まで続いたようである。中期カンブリア紀、後期カンブリア紀とも、放散虫は三葉虫やコノドントで年代が決定されている細粒石灰岩層や炭酸塩コンクリーションから産出しているが、生層序学的な有用性までは議論が進んでいない。

オルドビス紀については Noble and Aitchison (2000)が化石帶を提唱したが、実質的には、それらは Nazarov (1988)が提案した3つの群集帶 (*Haplentactinia armillata*-*Proventocitum procerulum*, *H. juncta*-*Inanigutta unica*, *H. baltica*-*Inanibigutta aculeata* 群集帶) から大きな進展はしていない。検討に耐える保存の良い化石は炭酸塩岩相、特に炭酸塩コンクリーションからの報告が多いが、北米 (Hanson Creek 層: Renz, 1990) を例に見ると、コンクリーションを層位的な順序で系統的に採取することは難しいようである。また殻の置換により各層準で保存のばらつきが大きく、連続した層序断面があり、かつ放散虫が含まれるような場合でも各タクサの生層序層準を捉える作業は難航している。しかしながら産出報告は確実に増加しており、最近ではスコットランドのシルル紀付加体中の～後期オルドビス紀の遠洋性堆積物でも検討が行われている (Danelian and Floyd, 2001; 栗原・小川, 2000)。筆者が検討したセクションでは Nazarov (1988)の *H. juncta*-*Inanigutta unica* 群集に相当する Llanvirnian～Caradocian 最前期の群集が得られたが、Inaniguttidae科の放散虫を指標にするとさらに細分が可能であることが明らかになった。既存の資料を概観しても、Arenigian～Ashgillian に少なくとも4～5つの群集が認められる。より精度の高い化石帶を設定するためには、球状放散虫の haplentactiniid, inaniguttid

類の分類体系を整理し、*Proventocitum* や *Protoceratoikiscum* 等、生層序学的に有用とされるグループとともに生存期間を求めることが必要である。

シルル紀～中期デボン紀 シルル紀放散虫の生層序研究は、近年、前～中期古生代の中では最も進展した。Llandoveryan～Wenlockian はカナダ、スウェーデンの炭酸塩岩相や北米ネバダの珪質岩相で、Ludlovian～Pridolian は北米テキサス、飛騨外縁帯、黒瀬川帯等の珪質岩・凝灰質碎屑岩相で検討されている。Nazarov (1988)ではシルル紀を通してわずか2つの群集 (*Haplotaeniatum tegimentum*, *Inamihella tarangulica*—*Secuicollacta cassa* 群集) が認められていたに過ぎなかつたが、現在では前期シルル紀で3つないし4つ (MacDonald, 2000 など)、後期シルル紀に4つの群集 (栗原, 2001 など) が認められている。特に後期シルル紀では、北米テキサスにおいて生存期間帯や間隔帯が設定され (Noble, 1994), Ludlovian～Pridolian の国際的な対比に用いられている。前期シルル紀でも、MacDonald (2000) によるカナダ Cornwallis 島での予察的研究を見る限り、各タクサの層序分布が把握されれば、筆石化石帯で年代が詳細に決定された化石帯の設定が可能と思われる。今後は報告の少ない Wenlockian 後期と Ludlovian 後期を検討すべきであろう。特に後者の時期については、スペイン北東部の Ludlovian 上部から、後期デボン紀以降に繁栄する *Nassellaria* 様放散虫とよく似たものが報告されていることが注目される (Gutiérrez-Marco et al., 2001)。ほぼ同時期に出現した *Stylosphaera(?) magnaspina* も中期デボン紀以降の放散虫に特徴的な形質を持っていることから、Ludlovian 後期はシルル紀型放散虫からデボン紀型への最初の大きな転換期であった可能性がある。

デボン紀前～中期の放散虫生層序は主にオーストラリアと日本で検討されている。日本では、Ueda (1998)が黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域において下位より *Futobari solidus* 帯、*Trilonche(?) sp. A* 帯、*Glanta fragilis* 帯および *Protoholoeciscus hindea* 帯の4つの化石帯を設定した。当初、これらの化石帯の年代は、Pragian～Eifelian と推定されたが、現在ではオーストラリアのコノドント産出層準の群集との比較に基づき *F. solidus* 帯を除く3帯は Emsian を示すと考えられている (梅田ほか, 2002)。この結果により、オーストラリア Gamilyroi Terrane の Eifelian～Givetian を示すとされた群集の年代 (Aitchison et al., 1999) も再検討する必要がある。*F. solidus* 帯と *Trilonche(?) sp. A* 帯から産出する放散虫は、その多くが日本のみから報告され、両帯の群集と他の化石が共産している例も少ない。より詳細な年代決定は今後の課題である。古生代放散虫の変遷という点から見ると、オルドビス紀からシルル紀を通して繁栄してきた *inaniguttid* 類が衰退し (梅田, 2002)、*entactiniid* 類が繁栄する直前の時期に相当する。この現象の原因や進行の時間的スケールは不明であるが、生層序学的には、この時期に出現し急速に進化した *palaeoscenidiid* 類 (Furutani, 1996) を用いて、精度の高い間隔帯の設定が可能と考えられる。

東アジアの古期地帯群の解析に向けて 日本列島のオルドビス系～デボン系は、飛騨外縁帯、南部北上帯および黒瀬川帯に見られる。この3帯は、東アジアの地帯構造の枠組みの中では中朝地塊周辺の変動帯として捉えられる。大藤・佐々木 (1998) で指摘されたように、この変動帯を構成するオルドビス紀～デボン紀の碎屑岩・火山碎屑岩類や炭酸塩岩は、基本的に当時の低緯度海域で活動した火山弧の近傍やその縁海で形成されたもので、全体としてよく似た岩相、岩相組み合わせを持つと考えられている。特に、中央アジア～モンゴル複合帯 (大藤・佐々木, 1998) の内蒙古～延辺帯は、地帯構造的位置を考慮すると、飛騨外縁帯と本来連続的であった可能性が高い。これまでに上記3帯のオルドビス系～デボン系で行われてきた生層序学的研究の結果は、これらからは大型化石に限らず放散虫以外の微化石も極めて稀にしか産出しないことを示している。中央アジア～モンゴル複合帯の地層も形成当時、飛騨外縁帯等と近い堆積区にあり同様な堆積環境にあったとすると、おそらく化石の産出でも似た傾向を持っていると考えられる。幸い、放散虫化石の保存状態は、日本の試料を見る限り一般に非常に良好であり、年代決定には最も適した化石になることが予想される。日本の古期地帯群の起源と中央アジア～モンゴル複合帯の形成年代の解明という目的に向け、これらの地域で相互補完的に放散虫化石帯の精度を向上させていくことが今後必要と思われる。

紡錘虫の古生物地理

小林 文夫 (姫路工業大学、自然・環境科学研究所)

1. はじめに

古生物地理は、①地域化石相を類別し、②古生物地理区を設定し、③その成立過程の機構解明を目指していることから、種の先祖子孫関係や進化過程を究明する系統学や進化論と密接な関係にある。古生代後期(石炭紀・ペルム紀)浅海域の代表的な示準化石、紡錘虫の場合では、①と②はさほど困難を伴わないが、③に関する統一的な説明は容易ではない。今後の課題も多いが、プレートテクトニクスによる地質学の再編により、紡錘虫古生物地理もプレート運動と結びついた総合自然史科学の一研究分野へと変貌し、かつての分布情報の解釈は一新したことは確かである。

2. 紡錘虫古生物地理の歴史的変遷

20世紀初頭以降、世界各地で紡錘虫の産出報告が相次ぎ、生層序・対比、種の記載、分類・系統関係に関する研究が数多く行われてきた。その結果、フォーナの構成の地理的相違に関する情報量が徐々に増え、紡錘虫地理区系の設定を見た。プレートテクトニクス出現前のすべての紡錘虫研究者はfixistであったため、分布域や地理区系の成立過程を種の発祥と空間運動を隔離と紡錘虫の側の分散によるとする伝統的な分散生物地理学の立場をとっていた。例えば、紡錘虫の生息域が現在の北極圏や南米南端に及ぶわけについては、古生代後期の気候・海水温・浅海域の分布・その他の物理条件がほとんど全ての緯度域で今日よりもはるかに一様であったとみなされた。また、北米西部の一部やテキサスのごく一部にだけ例外的にテーチス型の紡錘虫が分布する要因として浅海域の拡大・縮小による分散・分断、さらに差別的移動経路や幅広い生息適応深度などが想定された。当時の紡錘虫の進化や古生物地理区に関する解釈はRoss(1967)に完結された感がある。

1970年代のプレートテクトニクスによる地質学の再編は古生物地理区の設定にも新展開をもたらした。過去の生物地理区を復元するには、プレートの分裂・移動・衝突に伴う生息域の新たな誕生・移動・消失の考察が不可欠とされるようになり、紡錘虫ではMonger and Ross (1971) がその先鞭をつけた。これにより、特に大小様々な外來性地塊の集合体を対象とする、紡錘虫古生物地理は古地磁気などにより復元される古生代のプレート運動や古地理に、衝突・付加以降のそれらを含めた、グローバル・ローカルなテクトニクスや関連する広範な地球科学情報の把握が必要とされ、それらなくして成立過程論を進展させることは不可能となった。しかしながら、現状では、ある地域の、または特定の分類群の古生物地理の分布現象を説明できても、紡錘虫系統進化論と一体となつた総合的・体系的な成立過程論は未だなされていない。

3. 紡錘虫古生物地理区

古生物地理区は化石分類群の分布をもとにして設定されるので、それらの系統進化や古環境などと不離の関係にある。多くの紡錘虫の生息場は、新生代の大型有孔虫と同様に、古生代後期の熱帯～亜熱帯の浅海域に限定されていたと考えられる。生息域を規制する浅海域の古緯度、誕生・拡大・縮小・封鎖、大陸の配置はグローバルな海水準変動や海流系、プレート運動などに依存するため、これらの時間的変遷過程と紡錘虫の消長現象には高い相関関係がみられる(e.g. Ross, 1979; 1995)。大きくみて、次の4つの紡錘虫生物地理区が設定さ

れる、A:Ural-Franklinian Realm, B: Tethyan Realm, C: Panthalassan Realm, D: Mid-continent-Andean Realm. AとBを合わせたものがEurasian-Arctic Realmである。

3-1. 石炭紀の紡錘虫古生物地理区

紡錘虫進化の初期段階に当たるViseanからBashkirianでは明瞭な区系境界の設定は難しい。BashkirianからMoscovianのEofusulininaeの分布により南部北上一黒瀬川を除くCとDは他のrealmから区別される。また、この時期のDとEurasian-Arctic RealmのFusulinidaeでは異なる属名が付けられているため混乱し易いが、明瞭な群集構成差は認められない。Kasimovian～GzhelianになるとSchwagerinidaeのprovincialismがみられ、Dは他の4つのrealmから区別される。Hercynian造山とGondwanaの水床拡大による海水準の低下が関係していると思われる。

3-2. ペルム紀前期(Cisuralian)の紡錘虫古生物地理区

高海水準期にあたり、フォーナの多様性は回復の兆しを見せるが、Dと他のrealmとの分断は持続する。両者のSchwagerinidaeにはendemicな要素が見られる。前期のおわりにシベリア地塊とヨーロッパ地塊の衝突が起こり、Aの海域は封鎖され、Tethyan RealmはEurasian-Arctic Realmから独立した。シメリア陸塊がゴンドワナから分裂し、Bの南部に新たな紡錘虫生息域(Meso-Tethys)が生まれた。

3-3. ペルム紀中期(Guadalupian)の紡錘虫古生物地理区

この時期のフォーナを代表するNeoschwagerinidaeがBとCに登場した。Dでは*Yabeina texana*を除くと、Neoschwagerinidaeは、さらにはVerbeekinidaeも、皆無であり、両者間でフォーナの交流が絶たれた。BとCではフォーナの多様性は概して高いが、provincialismは一層明瞭になった。Dでは大型のSchwagerinidaeが独自に進化の道を辿った。地層の対比が難しくなった反面、古生物地理区の細分が容易になった。環太平洋のジュラ紀付加体における外来石灰岩の紡錘虫フォーナの類似は海嶺・海山・海台の分裂・拡散によると考えられている(e.g., Ross and Ross, 1987)。Neoschwagerinidae, Verbeekinidae, Schwagerinidaeの大型紡錘虫はこの時期の終わりまでにすべて絶滅した。

3-4. ペルム紀後期(Lopingian)の紡錘虫古生物地理区

紡錘虫の分布はC、ならびにDの一部の海山石灰岩に限定される。CやDの一部では、多様性に富んだ紡錘虫以外の、*Colaniella*をはじめとする有孔虫類を多産するが、紡錘虫ではタクサ数が急減し、Schubertellidae, Ozawainellidae, Staffellidaeの小型紡錘虫の単調なフォーナしか知られていない。中国南部・東南アジア・日本以外では、紡錘虫化石産地はごく少数の地点に限られる。似たような分布パターンをとる他の浅海性化石群とともに、紡錘虫はペルム紀末までに絶滅した。

文献

- Monger, J. W. H., and Ross, C. A., 1971. Distribution of fusulinaceans in the western Canadian Cordillera. Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 259-278.
- Ross, C. A., 1967. Development of Fusulinid (Foraminiferida) faunal realms. Journal of Paleontology, 41, 1341-1354.
- Ross, C. A., 1979. Evolution of Fusulinacea (Protozoa) in Late Paleozoic space and time. in. Gray, J. and Boucot, A. J., eds., Historical biogeography, plate tectonics and changing environment, 215-226, Oregon University Press.
- Ross, C. A., 1995. Permian fusulinaceans: in Scholle, P. A., Peryt, T. M. and Ulmer-Scholle, D. S., eds., The Permian of Northern Pangea 1, 167-185, Springer-Verlag.
- Ross C. A., and Ross, J. R. P., 1987. Biostratigraphic zonation of Late Paleozoic depositional sequences. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, 24, 151-168.

古生代石炭紀およびペルム紀の貝形虫化石の研究の現状

筑波大学地球科学系 安達 修子

わが国の古生代石炭紀およびペルム紀の貝形虫化石の研究は、1963年に石崎国熙博士により先鞭がつけられ、1968年までに同博士により、南部北上帯古生界より産する貝形虫化石に関する5編の論文が発表された。

石崎(1963)では、石炭系鬼丸層および長岩層の石灰岩より抽出された *Bairdia* 属が報告された。鬼丸層からは *Bairdia* sp. B が、また長岩層からは *Bairdia pompiliooides*、*B. mccoyi* をはじめとし、*B. hanaii*、*B. hataii*、*B. nagaiwensis*、*B. pseudoemaciata* の4新種を含めた *Bairdia* 属 8種が報告された。また、石崎(1964)では、長岩層の石灰岩より、*Hollinella paraemaciata*、*Kirkbya nipponica* をはじめとする *Kirkbya* 属が3種、*Glyptopleurina tomokoae*、*G. tumida* のほか、*Origanisus* 属、*Paraparchites* 属などの9新種を含む10種が報告されている。鬼丸層・長岩層相当層とされる竹沢層の石灰岩からは、石崎(1968)により *Kirkbya nanatsumoriensis*、*K. sarusawensis* の2新種を含む、*Amphissites similaris* などの形態的に特徴ある4種が報告された。

ペルム紀の貝形虫化石については、石崎(1964)および(1967)により 16 属が報告されている。石崎(1964)では、岩井崎石灰岩の上部 unit G(森川ほか、1958、森川、1960)より中期ペルム紀の貝形虫化石として、1未定種を含むが 13 属 22 種が報告された。この unit G は、川村・町山(1995)の岩井崎層 unit 8(8a)に相当すると思われる。岩井崎石灰岩からは、*Hollinella elliptica*、*Aurikirkbya formula* などの *Aurikirkbya* 属が 2 種、*Kirkbya atolla* など *Kirkbya* 属 6 種、*Amphissites centronotus*、*Ectodemite* 属、*Polytylites* 属、*Roundyella* 属、また *Bairdia* 属 4 種などが産出し、15 新種が含まれる。また、下部ペルム系の達曾部層の黒色石灰岩からは、*Kirkbya* 属の 2 種、*Aurikirkbya* 属 4 種、*Coronakirkbya hataii* などの *Coronakirkbya* 属が 2 種、*Amphissites kitakamiensis*、*Roundyella dorsopapillosa*、そして *Bairdia* 属 3 種など、未定種を含むが 10 属 19 種が石崎(1967)で報告され、このうち 14 種は新種として記載されている。

これら 5 編により公表された属は 22 におよび、

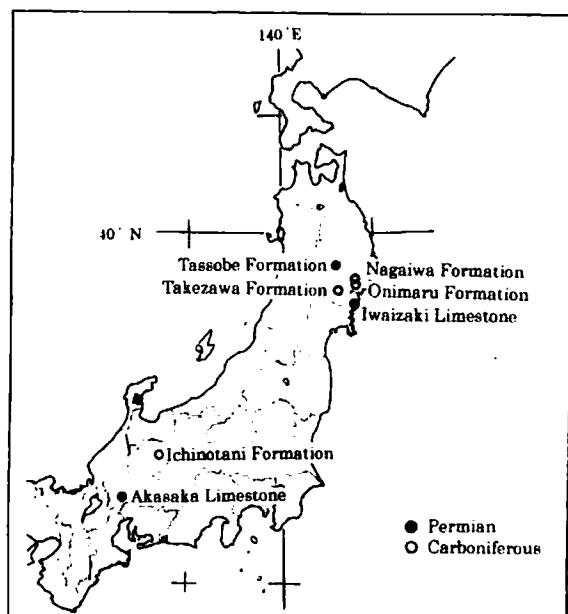


図. 石炭紀・ペルム紀の貝形虫化石産出地

日本の古生代後期の貝形虫化石の古生物学的データとして一度に花咲いた感があるが、その後まとまった公表論文はなく、現在にいたっている。このことは、石灰岩などの母岩中から貝形虫の殻を抽出する際の酸処理により、殻の表面装飾や形態などの特徴が失われることも多く、同定に良好な個体試料を収集するのが難しいなどの理由も関係すると思われる。

本発表者は、岐阜県福地付近に分布する一の谷層から抽出したもの、また赤坂石灰岩から収集したものについて、本学会例会また I.C.C.(1987)等で口頭発表をおこなった。古生代後期の貝形虫化石のこれまでの研究と現状を、この機会に概説するとともに、今後の展望を考察したいと考える。

表. 主な産出種一覧

<i>Beyrichiana</i> ? sp. A (Adachi, 1987)	<i>Samarella</i> ? <i>hataii</i> Ishizaki
<i>Aechmina</i> sp. A (Adachi, 1987)	<i>Ectodemites globosa</i> Ishizaki
<i>Solleicope</i> sp. A (Adachi, 1987)	<i>Polytylites kitanipponicus</i> Ishizaki
<i>Hollinella</i> (<i>Hollinella</i>) <i>paraemaciata</i> Ishizaki	<i>Kellettina</i> ? <i>japonica</i> Ishizaki
<i>Hollinella</i> (<i>Hollinella</i>) <i>tingi</i> (Patte)	<i>Kindella kitanipponica</i> Ishizaki
<i>Hollinella</i> sp. A (Adachi, 1987)	<i>Khataiella obazamensis</i> (Ishizaki)
<i>Hollinella</i> (<i>Hollinella</i>) <i>elliptica</i> Ishizaki	<i>Khataiella longa</i> (Ishizaki)
<i>Kirkbya</i> <i>kitakamiensis</i> Ishizaki	<i>Khataiella minima</i> (Ishizaki)
<i>Kirkbya</i> <i>nagaiwensis</i> Ishizaki	<i>Roundyella</i> sp. A (Adachi, 1987)
<i>Kirkbya</i> ? <i>nipponica</i> Ishizaki	<i>Roundyella dorsopapillosa</i> Sohn
<i>Kirkbya</i> ? <i>nanatsumoriensis</i> Ishizaki	<i>Roundyella neopapillosa</i> Ishizaki
<i>Kirkbya</i> <i>sarusawensis</i> Ishizaki	<i>Cavellina</i> ? <i>nipponica</i> Ishizaki
<i>Kirkbya</i> spp. A~C (Adachi, 1987)	<i>Tubulibairdia venusta</i> (Chen)
<i>Kirkbya</i> <i>atolla</i> Ishizaki	<i>Bairdia hanaii</i> Ishizaki
<i>Kirkbya</i> <i>centrotumida</i> Ishizaki	<i>Bairdia hataii</i> Ishizaki
<i>Kirkbya</i> <i>magniforma</i> Ishizaki	<i>Bairdia mccoyi</i> Croneis and Gutke
<i>Kirkbya</i> <i>multicresta</i> Ishizaki	<i>Bairdia nagaiwensis</i> Ishizaki
<i>Kirkbya</i> ? <i>subnipponica</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> cfr. <i>peracuta</i> Warthin
<i>Kirkbya</i> <i>subquadriiforma</i> Ishizaki	<i>Bairdia pompilioides</i> Harlton
<i>Kirkbya</i> sp. (Ishizaki, 1967)	<i>Bairdia psoudoemaciata</i> Ishizaki
<i>Aurikirkbya</i> ? <i>brevis</i> Ishizaki	<i>Bairdia eucurvia</i> Ishizaki
<i>Aurikirkbya</i> <i>formula</i> Ishizaki	<i>Bairdia nagaiwensis</i> Ishizaki
<i>Aurikirkbya</i> ? <i>binomataensis</i> Ishizaki	<i>Bairdia iwaizakiensis</i> Ishizaki
<i>Aurikirkbya</i> ? <i>lata</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> cfr. <i>dissimilis</i> Cooper
<i>Aurikirkbya</i> <i>subkellettae</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> cfr. <i>okulahomaensis</i> Harlton
<i>Aurikirkbya</i> ? <i>tenuise</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> sp. (Ishizaki, 1967)
<i>Coronakirkbya</i> <i>hataii</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> sp. A (Ishizaki, 1963)
<i>Coronakirkbya</i> <i>obazamensis</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> sp. B (Ishizaki, 1963)
<i>Knightina</i> <i>binomataensis</i> Ishizaki	<i>Bairdia</i> spp. (Adachi, 1987)
<i>Amphissites</i> <i>similaris</i> Morey	<i>Acratia</i> ? sp. A (Adachi, 1987)
<i>Amphissites</i> spp. A, B (Adachi, 1987)	<i>Spinobairdia</i> ? sp. A (Adachi, 1987)
<i>Amphissites</i> <i>centronotus</i> (Ulrich and Bassler)	<i>Bairdiacypris deloi</i> Bradfield
<i>Amphissites</i> <i>kitakamiensis</i> Ishizaki	<i>Ceratobairdia</i> ? <i>ambigua</i> Ishizaki
<i>Oliganisus</i> <i>muratai</i> Ishizaki	<i>Spinobairdia</i> sp. (Ishizaki, 1964)
<i>Glyptopleurina</i> <i>tomokoae</i> Ishizaki	<i>Triceratina</i> sp. A (Adachi, 1987)
<i>Glyptopleurina</i> cfr. <i>tomokoae</i> Ichizaki	<i>Healdia</i> sp. A (Adachi, 1987)
<i>Glyptopleurina</i> <i>tumida</i> Ishizaki	<i>Discoidella</i> spp. A, B (Adachi, 1987)
<i>Paraparchites</i> <i>hanaii</i> Ishizaki	<i>Tricornina</i> sp. A (Adachi, 1987)

(古生物学会 2003 横浜)

微古生物学の現状と展望 -テクトニクス研究補助から生命圏研究の中心へ-

磯崎行雄（東京大学大学院総合文化研究科）

20世紀後半の日本における中・古生代微化石の研究動向をレビューし、表面的な研究手法の隆盛・衰退史や地域的成果のみならず、その背景にあった地質観の変遷を整理する。とくに 1970 年代末から 1980 年代初頭に重要な貢献をしたコノドント化石研究について現代の視点で再評価を試みる。また 21 世紀の微化石研究のトレンドを探る。

1950-1960 年代に黄金時代を迎えた紡錘虫研究は、日本各地のいわゆる年代未詳の秩父古生層とされた地層群に最初の具体的年代情報をもたらした。ただし背景にあったのは地向斜造山運動論的な地質観であった。各地で後に異地性の岩塊であることが明らかになる小ブロック状岩体の年代決定がルーティーンとして肅々と続けられたが、1960 年代末にはすでに新しい知見をもたらさなくなっていた。

1960 年代には先見性のある数人の研究者達によって諸外国で注目されていたコノドント化石の抽出と年代対比が日本にも導入され始めた。紡錘虫が絶滅した後も生存したコノドントに年代決定手段として多大な期待が寄せられた。しかし 1970 年代に日本のコノドント研究は、場違いなイデオロギー論争もあって、不要な混乱期を迎えた。当時、プレートテクトニクス的地球観に対しても学界内に感情的な拒絶感があり、結果としてコノドントのみによって 1970 年代前半に一気に地質観がかわることはなかった。しかし、それが逆に 1970 年代末に急激なブレークスルーを引きおこした。

1980 年代におきた放散虫／付加体研究ブームとは、実際には 1970 年代末（正確には 1979-1981 の 3 年間）のコノドント研究をトリガーとするブレークスルーであったことは広く記憶されるべきであろう。その中における故松田哲夫会員（昨春逝去）の貢献は抜群に大きかった。オリリストストロームという今では当たり前になった用語を 1976 年に日本で最初に用いた松田氏は、次に来る放散虫研究の意味を正確に予測して金沢大から大阪市大に移った。大和大峰地

域や三宝山地域においてオリリストストロームを実証し、後に「微化石マッピング法」と呼ばれる研究スタイルを確立した。また犬山地域における海洋プレート層序を保った過去の付加体の内部構造を解明し、さらに当時未解明だった中生代前半の放散虫層序の基準をコノドントで与えた。その後 1980 年代におきた放散虫／付加体研究ブームの成果は、すべてその基本的アイデアの延長上にあったといえるだろう。高額な分析機器を用いることなしに、いわば誰でも真似のできる研究手法が一気に大衆化した結果である。個々の具体的成果とは別に、多くの研究者をいわば「食べさせられる」ようにしたこの種の研究手法の開発は、学界内でもっと高く評価されるべきであろう。

その後、1981 年以降にブレークスルーと呼べる大きな進展は起きていない。逆に、日本で発展した付加体地質学に比べると明らかに時代錯誤であった「テレーン説」が北米から流入し、多くの混乱と弊害を残した。日本で開花した過去の付加体研究の本質を理解していない研究者達が選択的に影響された。そして 1990 年代には、微化石を用いた付加体研究における新しい成果は実質上何も得られなくなってしまった。

この閉塞状況は 1960 年代の紡錘虫をもちいた地向斜堆積物の研究のそれとイメージが重なる。この 2 例からは、ある種の微化石が新たな年代決定手段として開発され、それが大きなテクトニクス觀の急変と同期すると、一定期間極めて有效地に働くが、時間が経つとその価値が相対的に矮小化し、二度と復活しなくなるというパターンが読み取れる。さて、2000 年代にはいかなるテクトニクス觀の変換と、どのような新たな微化石研究が有効になるのであろうか。

今後は微化石研究の主要な目的が、単なるテクトニクス解明のための年代決定手段から、過去の生命圈進化史の解明における主要な環境指標に移ると、演者は予想している。注目すべき筆頭は、バクテリア化石の研究であろう。先カンブリア時代の地層や、あるいは火星起源の隕石中にその存在が指摘されて以来、各種バクテリアの生息環境またその背後にあるテクトニックセッティングの特定が注目されている。また従来、無機的沈澱によるとされた多様な堆積物／鉱床の起源についても、いまやバクテリアの関与なしには議論できなくなってしまった。日本でも生物学ベースの古バクテリア学とは別の、バクテリア古生物学の台頭が待ち望まれる。

個人講演

変形した化石の三次元的解析および復元

— 三畳紀初期魚竜 *Utatsusaurus hataii*への適用 —

越前谷宏紀(北大・理)・川村信人(北大・理)・岡山宗夫(北大・理)・箕浦名知男(北大・総合博物館)

化石の形態的情報は古生物研究の重要な基礎データである。系統や分類・機能・古生態を含め古生物研究はそのほとんどを化石の形態的情報に依存している。しかし、化石は圧密作用や構造運動によって変形していることが多い。そのような場合には、古生物が本来持っていた形態的情報も様々に偏り、本来の形態的情報を知ることが困難なことがある。特に産出の少ない生物の化石が変形を受けていた場合、変形復元は正しい情報を得る上で欠かせない。

従来、化石の変形解析には二次元画像解析が用いられていたが、本研究では、化石をレーザーセンサーで計測し、得られた三次元グリッドデータを基に化石を描画した3DCG上で、神経孔や椎体の前後面といった形態要素に相当する座標データセットを測定した。これらデータセットを主成分解析を用いて回帰直線や回帰平面として表現した。

生物は直線や平面として単純化できる形態要素を多く持つておらず、それの中には正中面と左右対称な要素を結ぶ直線などのように、三次元的に互いに垂直関係にあるものがある(初生的直交要素)。それらの初生的直交要素は変形後の化石において直交関係を失つており、それら直交関係を復元することで化石全体の変形復元を期待できる。

変形を表現する歪橢円体の3軸の比を $A:B:1$ とし、その歪橢円体が xyz 直交座標系に対してどれくらい傾いているかを3つの角度 ω_x , ω_y および ω_z で表現する(Ramsay and Huber, 1983; p. 170)。3つの角度を仮定したとき、未知数は A と B の二つなので、復元後を仮定したときの直交関係を表す方程式を連立させれば、式を解くことができる。直交要素が n 個あれば、 $\frac{n(n-1)}{2}$ 個の連立方程式を作ることができ、 $\frac{n(n-1)}{2}$ 個の A と B を得る。その中で仮定に反する

ものや外れ値を不適として除外し、 A と B それぞれの代表値(幾何平均法による25%調整平均など)を求める。

計算から得られた変形量の代表値を基に、仮定した変形復元後の直交要素がつくる角を求め、変形方向ごとに得られるその散布度を比較し、垂直関係が最もよく復元されている変形方向を求める。変形復元後の直交要素がつくる角は、理想的には 90° になっていることが期待される。したがってその散布度は、平均値を 90° と仮定したときの平均偏差によって表すのが適当である。有効な代表値が m 個求められたとき、その平均偏差 d は $\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (90 - \theta_i)$ となる。この

d の単位は角度($^\circ$)であり、平均して直角から何度ずれているかを表している。

仮定した変形方向(ω_x , ω_y , ω_z)が正しい変形方向のとき、平均偏差 d は全ての変形方向の中で最小になる。全ての考えられる変形方向(1° 刻みの場合、 180^3 通り)について平均偏差 d を求め、それらを比較し、平均偏差 d が最も小さくなる変形方向を求める。そのときの A および B の代表値を変形量とする。

これらの計算をコンピュータプログラムを作成して行い、三畳紀初期魚竜 *Utatsusaurus hataii* の通称「雄勝標本」(UHR60801)に適用し、その結果求められたパラメータをもとに3DCGを逆変形させ、変形前の化石の形態を復元した。復元された3DCGは任意の方向から観察でき、この標本を始めとする変形化石の研究への貢献が期待できる。

東アジアと東南アジアの恐竜足跡の再検討

松川正樹（東京学芸大）・M.G.Lockley (Univ. of Colorado at Denver)・李建軍（北京自然博物館）・佐藤喜男（Chulalongkorn Univ., Bangkok）・伊藤慎（千葉大・理）・林 慶一（甲南大・理工）・大久保敦（山口大・AC）・斎木健一（千葉県立中央博物館）・小畠郁生（国立科学博物館名譽館員）・CESAプロジェクト

東アジアと東南アジアは、恐竜の足跡研究のラストフロンティアーまたはラストエルドラドと呼ばれている。それは、これらの地域では、恐竜の足跡が三畳紀後期から白亜紀後期まで産出し、恐竜の進化、古生物地理や生態の時代的変遷についての考察が可能であるにも関わらず組織的に研究が行われていなかったためである。

私達CESAプロジェクトは、1999年から2001年の間、日本、中国、韓国、モンゴル、タイ、ラオスの61地点の恐竜足跡の産地と関連する地域を訪れ、恐竜の足跡化石、足跡化石を産する地層、共存する化石について調査研究した。これにより、東アジアと東南アジアの恐竜足跡産地の約90%をカバーしたことになる。これまで主として、以下の5つがわかった。

1) 三畳紀とジュラ紀の産地

中国南部に三畳紀の産地がある。四川省のskin impressionのあるtheropodである。

ジュラ紀初期の恐竜足跡は、北米東海岸のNew England地方のHitchcock (1858) による *Grallator*, *Eubrontes* と *Anomoepus* に類似する。中国南部からのジュラ紀初期の恐竜足跡は、必ずしもNew England地方の類似標本との比較を経ての新属新種の提唱がされているのではない。分類の再検討と命名の改訂が必要である。この改訂により、中国と北米の恐竜足跡動物群の類似性が確認され、両地域間の交流が解釈される可能性と、恐竜足跡の化石が陸成層間の対比のためのツールとして有益であることを示す可能性が高い。

2) 白亜紀の鳥の足跡

中国では四川省、内モンゴル省、遼寧省、山東省、安徽省と河北省の白亜系から鳥類の足跡化石が多数発見されている。特に、遼寧省のShore birds（鳥類）の足跡は、羽毛の生えた恐竜の産地と同一地域に有り、その化石を産する層準より下位のそれから見つかった。FT年代は145Maを示す。これから、Shore birdsの起源は東アジアであると考えられ、少なくともそこから適応放散したと思われる。

3) 竜脚類の足跡

1993年まで、中国では竜脚類の足跡が知られていなかった。このプロジェクトでは、内モンゴルの白亜系から竜脚類の足跡を見いだし、雲南省で *Chuxiongpus* として記載されていた竜脚類を再記載した (Lockley et al., 2002)。そして、両者とも、広軌ゲージで前足の大きい *Brontopodus* である。それらは、いずれも群での行動を示す。

4) 竜盤目卓越群集

中国全土、タイを含めた広大な地域の白亜系では、獣脚類と竜脚類の足跡が卓越する。竜盤目群集と命名できる。これに鳥類の足跡が伴う。鳥脚類の足跡は、北東地域の2、3の地点から産する。

5) 古地理と古生態

竜盤目（特に竜脚類）は、低緯度地域に分布する。それらは、また、内陸の乾燥地域にも分布する特徴が白亜紀の中国、ラオス、韓国で認められる。東南アジアでは、鳥脚類の足跡は全く認められない。鳥脚類は、大陸の縁辺部の韓国、中国東北部、日本と高緯度のモンゴルで認められる。

日本の恐竜足跡の再検討とアジアの恐竜足跡との比較

柊原礼士・柴田健一郎(東京学芸大学)・小荒井千人(慶應義塾湘南藤沢中高等部)・松川正樹(東京学芸大学)

日本の恐竜足跡化石はこれまでに手取地域、福島県、長野県、群馬県、三重県、熊本県から発見・報告されている。それらは主として獣脚類および鳥脚類の足跡である。

北陸・飛騨地方に分布する手取層群のなかで、恐竜の足跡化石を産出する地層は白亜紀前期に相当する。私達は手取地域で新たな標本をいくつも得て、これまでに報告された足跡とあわせて研究した。石川県尾口村目附谷(石徹白亜層群桑島層)から獣脚類の足跡化石が報告された(松岡ほか, 2001)。私達はそれらの足跡が印されている地層面から新たに足跡を1個発見し、合計4個の足跡を確認した。これらは2つの平行な歩行跡で“群れの行動”が解釈でき、松岡ほか(2001)による複数個体の連動の解釈を支持する。これらの足跡は第IV指による球根状の踵を持つ特徴があり、内モンゴル、河北省、タイの白亜系下部から発見されたこの特徴を持つ獣脚類の足跡に類似する。これらは同じ生痕分類群に属すると判断され、白亜紀前期の東アジアから東南アジアにかけて、これらの足跡を持つ獣脚類が広く分布していたと解釈できる。また、石川県白峰村百合谷(赤岩亜層群アマゴ谷層)の転石から鳥脚類の足跡を発見した。これは手取層群でこれまで報告された鳥脚類のなかで最大の足跡化石であると考えられ、踵が2つに分かれる特徴を持つ。この特徴は韓国と北米の大型鳥脚類の足跡が持つ特徴と同じである。さらに私達は目附谷から小型獣脚類、福井県和泉村伊月と智奈洞谷から鳥脚類の足跡標本を得た。これらの標本に既に報告されたものを加えて検討すると手取層群の恐竜の足跡化石は鳥脚類と小型・中型の獣脚類が卓越する特徴が認められる。手取層群で足跡を産出する地層は河川および氾濫原、湖の堆積環境と解釈されているが、これらの環境は世界的に大型鳥脚類が好んだ環境と同様である。

長野県小谷村のジュラ系下部の来馬層群から報告された足跡化石は国内で最古の恐竜足跡化石である。この足跡標本は初期の獣脚類足跡 *Grallator* 属である可能性が示された(小谷村教育委員会, 1999)。しかし来馬層群の足跡標本は、第Ⅲ指が他の指より少し長く指間角度が広い特徴を持っており、中国の雲南省のジュラ系下部から報告された *Shizograllator* 属の特徴を示す。来馬層群の足跡標本を中国の雲南省産の *Shizograllator xiaohebaensis* の足跡標本と比較すると、前者は後者より長さも幅も一回り小さい。三疊紀後期からジュラ紀初期の獣脚類の足跡はこれまで中国・北米・欧州などの内陸地から報告されているが、海成層を含む来馬層群からの足跡の産出は初期の恐竜動物群がジュラ紀初期までに内陸から海岸付近まで生息域を広げていたことを示す。福島県鹿島町のジュラ系上部の栃窪層から報告された獣脚類の足跡は踵が尖らず平坦な特徴を持つ。この足跡はタイの白亜系下部から報告され、*Siamopodus* 属とされた標本に類似する。しかし、タイの標本に見られる踵が二つに分かれ、内側の hypex が外側よりも後部に位置する特徴は、栃窪層の足跡では保存が悪いために確認できない。しかし、踵が平坦なことはアジアでは *Siamopodus* 属にだけに見られる特徴なので、栃窪層の足跡が *Siamopodus* 属に近縁の獣脚類である可能性は高い。栃窪層が含まれる相馬中村中生層は南中国で形成され、横ずれ運動により現在の位置に移動したものであると解釈されている(遅沢, 1996)ので、栃窪層の獣脚類足跡がタイの標本と近縁であるとの考えは古生物地理からも支持される。

今回の足跡化石の検討により、日本の恐竜足跡と東アジア～東南アジアとの古生物地理上の関連性が示され、恐竜の適応放散と生息域の拡大が解釈される。

安徽省から発見される *Palaeoloxodon huaihoensis* について

高橋啓一(滋賀県立琵琶湖博物館)・張 鈞翔(台湾国立自然科学博物館)
神谷英利(京都大学)・鄭 龍亭(安徽省博物館)

高橋ほかは、2002年1月に行われた日本古生物学会第 151 回例会において、更新世末期に中国東部から台湾海峡に生息していた大型の長鼻類化石 *Palaeoloxodon huaihoensis* について講演をおこなった。今回は、この長鼻類化石についてさらに中国安徽省において観察をおこなったので、その結果について報告する。

安徽省の更新世の地層から発見される大型のゾウ化石は、劉(1977)によって安徽省懷遠県から発見された標本をもとに、ナウマンゾウの亜種 *Palaeoloxodon naumanni huaihoensis* として記載された。この標本の復元骨格は、安徽省博物館において展示されている。高橋は、1995 年に安徽省からの大型 *Palaeoloxodon* 類を観察するために、安徽省博物館を訪れ、収蔵されている臼歯および展示されている骨格標本の計測を行った。しかし、このときには収蔵されていた臼歯の写真撮影が許可されなかつたため、2002 年 8 月に高橋と張は再び安徽省博物館を訪れるとともに、同博物館の鄭とともに安徽省五河県および蚌埠市なども新たに訪問し臼歯化石 29 標本とわずかではあるが切歯および骨格化石の調査を行った。

その結果、これらの臼歯は第3大臼歯では、上顎 19 1/2、下顎 20 枚程度の咬板を持つこと、大きさ、咬板式、エナメル輪の咬耗に伴う形の変化はナウマンゾウとは異なる一方、台湾海峡から産出している大型長鼻類化石とは一致することが明らかとなった。

祁(1999)は、中国国内および台湾海峡からの *Palaeoloxodon* 属をすべて 1 種とし、それらを *P. huaihoensis* であるとした。この考え方には演者らは、疑問を感じるが、今回の調査では、少なくとも安徽省産と台湾海峡産の大型 *Palaeoloxodon* は、同一種としてよいという結論を得た。

P. huaihoensis 伴う哺乳動物相はあまりあきらかではないが、五河県から産出した標本にはシフゾウ、ニホンジカ、スイギュウなどが共に産出した。このことは、台湾海峡から産出する *P. huaihoensis* に伴う哺乳動物相とも調和的である。

この長鼻類化石の年代については、台湾海峡産のものでは 4~1.1 万年前という値が報告されている。一方、安徽省五河県産の標本については、約 3 万年前という年代が発掘報告書に記載されていた(叶・韓、1998)が、その根拠については確認できなかった。そこで、五河産の標本および安徽省博物館に保管されている資料(臼歯および骨片)について試料を持ち帰り、¹⁴C 年代測定を試みたがいずれも有機質が溶脱しており測定不能であった。臼歯の内部組織の観察では大型で横長型のエナメル小柱が見られるなど進化型の長鼻類の特徴が認められた。その詳細については講演の中で述べる。

石川県白峰村手取層群桑島層から産出した
鳥脚類恐竜(Ornithischia: Ornithopoda)の頭骨化石
大橋智之(東京大・理)・伊左治鎮司(千葉県立中央博物館)
山口一男(白峰村化石調査センター)・小林美徳(白峰村教育委員会)

石川県白峰村の手取層群石徹白亜層群桑島層(白亜紀前期 Neocomian)の大露頭「桑島化石壁」の裏側に約 200m の「ライントンネル」が掘削された際(1997 年～1999 年), 約 16,700m³ の岩石が古生物学的研究のため保存された。本標本は 1998 年, 小林により, 暗緑灰色泥岩の破断面に左側の頭骨内側面を露出した状態で発見された。クリーニングの結果, 左側の鼻骨, 涙骨, 上顎骨, 上顎骨歯, 齒骨, 齒骨歯, 後耳骨, 口蓋骨, 夾板骨, 前関節骨と右側の前頭骨, 前前頭骨, 頭頂骨, 外翼状骨, 方形骨, 鱗状骨を確認することができ, 頭骨の約半分の要素が保存されている。骨の種類に重複がないこと, 頸や眼窓周りの鼻骨, 涙骨, 前頭骨の位置関係から同一個体の左側頭骨であると考えられる。完全に保存されている骨が少なく, 1 つ 1 つの骨が断片的であるが, 復元されれば頭骨の全長は約 100mm 前後であると推定される。

本標本は, 齒冠基部が発達した三角形状の頬歯, それに小鈍鋸歯があることから鳥盤類 Ornithischia に, さらに歯冠のエナメル質が頬舌方向に非対称に分布することから Neornithischia に, 後耳骨の paroccipital process が三日月状であることから鳥脚類 Ornithopoda に分類できる(Sereno 1999; 形質番号 2, 20, 21, 56)。本標本の頬歯の歯冠基部には cingulum が確認できることから, より派生的な鳥脚類(例えばイグアノドン類 Iguanodontia, ハドロサウルス類 Hadrosauridae)ではないと考えられる(Scheetz 1998, Norman 2002)。本研究で比較標本を検討した結果, 中国から報告されている鳥脚類(例えば *Agilisaurus*, *Yandusaurus*, *Jeholosaurus* など)とは歯骨や歯の形態が異なり, アジアの種よりもむしろ北米の白亜紀後期の *Bugenasaura* に似ている。しかしながら, 本標本には上下の頬歯歯冠面の primary ridge, secondary ridge の形態や, 歯骨歯の咬耗の形態, 歯列の配列に著しい違いが認められる。これらの形質は, これまでにどの“ヒブシロフォドン類”からも報告されていないもので, 種の固有派生形質だと解釈出来ることから, 本標本を未記載種として報告することを準備中である。

Bugenasaura など“ヒブシロフォドン類”は小型の鳥脚類で, ジュラ紀後期から白亜紀末期までヨーロッパ, 南北アメリカ, アジア, オーストラリア, 南極大陸など広くから化石記録がある。以前の研究では, ヒブシロフォドン類は単系統群だと考えられてきた。本標本も, 「前頭骨の左右幅よりも前後長が長い」というヒブシロフォドン類の共有派生形質状態をもつ(Weishampel and Heinrich 1992; 形質番号 12)。しかし, 最近の研究(例えば Scheetz 1998, Norman 2002)では, “ヒブシロフォドン類”はイグアノドン類+ハドロサウルス類の姉妹群に位置づけられるグレードであるという仮説が有力視されている。これまでに公開されているデータマトリックスに本研究から得られたデータを追加し, 本標本(種)の系統的な位置づけを分岐分析的に解析を試みたが, 本標本が断片的であることから, 現時点では特定できていない。本標本の歯骨歯の咬耗面の形態は, 上顎骨が咬合の際に, 頬側方向にわずかに外転したこと示唆する。また, 本標本の咬耗面は他のヒブシロフォドン類よりも背腹方向に角度が浅いのでより外転の度合いが強く, 上顎骨と前上顎骨, 翼状骨, 頬骨などとの関節が保存されてはいないが, “ヒブシロフォドン類”グレードの中でも, 頸の構造はイグアノドン類レベルまで派生していた種であると考えられる。

タイ東北部の後期新生代哺乳化石の産状と年代*

仲谷英夫（香川大・工）・三枝春生（姫路工大・自然環境研）・長岡信治（長崎大・教育）・國松 豊（京都大・靈長研）・田中里志（京都教育大・教育）・Benjavun RATANASTHIEN（チェンマイ大・理）・Pratueng CHINTASKUL（ラジャバット大・人文社会）**

タイの哺乳類層序に関してはフランス－タイ共同調査により、後期新生代哺乳類化石産地の年代は初期中新世から中期中新世とされていた。筆者らは1996年から2002年にかけてタイの北部と北東部で哺乳類生層序の再検討を進め、タイ北部で新たに中期中新世末と後期中新世の前期の哺乳類動物群があることを明らかにした。中期中新世末の Chiang Muan 炭鉱では東南アジアの新第三紀で初めてのヒト上臼歯を発見した。Sop Mae Tham からも東南アジアで初めてのウマ科・長歯型の *Hipparrisonini* 族を発見した。

従来より、タイ北東部の Nakhon Ratchasima (Khorat) 近郊 Tha Chang の10ヶ所近い砂採取場 (Sand Pit) からは多くの脊椎動物化石が発見されることが知られていた。しかし、化石は建設用骨材として砂を採掘する過程で採集されており、地元などに保存されている化石には採集地点・層準・採集日・採集者などの基本的なフィールドデータが残されておらず、標本も幅広い時代のものが含まれていたため、段丘堆積物中の再堆積化石ではないかと考えられていた。

そこで、これらの化石のうち長鼻類やサイ科、ウマ科やイノシシ科、ウシ科などの同定を進めたところ、少なくとも中期中新世、中新世末期から前期鮮新世、前期から中期更新世など複数の群集が含まれていることが分かった。

これらの標本の同定作業と現地での地質調査作をもとに、ラジャバット大学・人文社会学部・地理学教室に保存されている脊椎動物化石の標本カタログを整備した。

さらに、操業中の砂採取場において発掘調査をおこなった結果、*Stegolophodon* (長鼻目) の臼歯および *Merycopotamus* (偶蹄目・アントラコテリウム科) のほぼ完全な頭蓋を地層中から発見した。ラジャバット大学などに保存されている化石の保存状態は極めてよく、また、円磨されておらず、段丘堆積物中の再堆積化石ではなく、そのほとんどは地層中に *in situ* で含まれていた可能性が大きいことが分かった。

これらの化石の埋没過程は検討中であるが、操業中の砂採取場の地質調査から、これらの哺乳類化石は何らかの堆積イベントにより急速に埋没したと思われる。このような堆積イベントは東南アジアでの何らかの後期新生代における環境変動を反映しているとも考えられる。また、哺乳類化石群集をさらに精査すれば、三つ以上の時代に分けられる可能性が高く、今後、哺乳類化石の系統分類学的並びに堆積環境の解析が重要である。Tha Chang の砂採取場から産出した化石はタイ全土に散らばって保存されており、それらの調査も必要である。

*Taphonomy and Age of the Late Cenozoic Mammalian Fossils from Northeastern Thailand

**Hideo NAKAYA (Kagawa Univ.), Haruo SAEGUSA (Himeji Inst. of Tech.), Sninji NAGAOKA (Nagasaki Univ.), Yutaka KUNIMATSU (Kyoto Univ.), Satoshi TANAKA (Kyoto Univ. Education), Benjavun RATANASTHIEN (Chiang Mai Univ.), Pratueng CHINTASKUL (Rajabhat Institute, Nakhon Ratchasima)

北上低地帯中流部、花巻市東部の下部更新統から産出した 大型哺乳類の足跡化石

大石雅之（岩手県立博物館）・寺澤 尚・酒井宗孝・

藤井敏明（花巻市教育委員会博物館建設推進室）

2000年11月、北上低地帯中流部東縁に位置する花巻市矢沢の（仮称）花巻市博物館建設敷地の造成工事中に足跡化石が出現した。この足跡化石は偶然が重なって生じた特異な産状を示すもので、このような産状の足跡化石は他に類例がない。足跡化石の主なものは、花巻市教育委員会博物館建設推進室によってはぎ取り標本と切り取り標本として採取、保管され、2002年3月には調査報告書が刊行された。

足跡化石の産出層は、斎藤文雄が1928年に命名した土澤層にあたる。土澤層の地質年代については、1926年の早坂一郎によるクルミ化石の調査報告以来鮮新世と考えられてきたが、今回の調査で 1.4 ± 0.2 Ma のフィッシュン・トラック年代が得られ、前期更新世であることがはじめて示された。北上低地帯で従来鮮新統と考えられてきた地層群の上半部は、演者らの近年の調査により下部更新統であることが明らかにされてきたが、花巻市付近についてもこのことが推定されていた。

足跡化石は、土澤層の暗灰色シルト岩中の層厚約6cmの灰白色細粒凝灰岩付近の層準に認められた。この凝灰岩からなる行跡が工事で造成された標高100mの水平面に現れ、また斜面には凝灰岩が下方にたわんで破断している断面とその直上の足印底が観察された。このことから、凝灰岩はアンダーブリントとして下方へ変形したといえる。足跡化石の形状には、水平断面でほぼ円形で放射状の割れ目をもつ大型（30cm前後）のものと、斜断面で二つの蹄印が認められる小型のものがある。

前期更新世のこの地域に生息していた可能性のある大型哺乳類で30cm前後の足印を残すものは長鼻類のほかはない。計測値に基づく体格の推定から、印跡動物は *Stegodon aurorae* としても矛盾はないが、断定するための資料は充分ではない。しかし、足跡化石の年代は誤差を含めて大阪層群における *Stegodon aurorae* の産出層準の範囲に含まれる。また、小型の足跡化石は偶蹄類と判断され、シカ類の可能性がある。これらの印跡動物についての推定は、国内の他地域における鮮新-更新統の足跡化石の産出状況と整合的である。

これまでに、北上低地帯の胆沢川・夏油川・熊沢・鈴鳴川・和賀川・北上川で鮮新-更新統の足跡化石が報告されているが、依然としてその産出例は多くなく、調査が十分ではないことに加え、層序や年代についても未だに不明確な点が残されている。また、骨格や歯化石などもほとんど発見されていない。このため、今後の調査の進展が望まれる。

本報告の足跡化石は、凝灰岩の変形という特異な産状を示し、火山灰の堆積、地層の物性、大型哺乳類の生態、現地形の形成、造成工事の方法等の一連の偶然が重なって発見に至ったものである。しかし、条件さえ整えば、同様な産状の足跡化石は今後も発見されると考えられる。

Masayuki Oishi (Iwate Prefectural Museum), Hisashi Terasawa, Munetaka Sakai, and Toshiaki Fujii (Hanamaki City Museum Project Office): Fossil footprints of large mammals from the Lower Pleistocene in the eastern area of Hanamaki City, middle Kitakami Lowland, Northeast Japan

Desmostylus および *Paleoparadoxia* (Mammalia: Desmostylia) の歯冠エナメルの
炭素・酸素同位体比に基づく食性復元

鶴野 光 (北大・理)・米田 穂 (環境研・化)・甲能直樹 (科博)・箕浦名知男 (北大・総合博)

Desmostylus は前期一中期中新世の北太平洋沿岸に生息していた大型の哺乳類である。彼らの臼歯は柱を束ねたような極めて特殊な形態を持っている。化石哺乳類の食性の復元は、しばしば歯の形態に基づいて議論されるが、*Desmostylus* の場合はこれと似た歯を持つものが他の哺乳類には見られないため、頭蓋形態や共産する化石からの様々な議論がなされているが、はっきりとした食性はわかっていない。

近年、生物の主要な構成元素である、炭素や窒素などの安定同位体を用いて、食性の復元が試みられるようになってきた。たとえば、陸上植物は光合成の仕組みの違いから、C₃植物とC₄植物に分けられるが、C₄植物はC₃植物より高い炭素同位体比を示すことが知られている。動物組織内の同位体比は取り込んだ食物や水の同位体比と強い相関関係があるので、その動物が植物食の場合には、組織内の同位体比からどちらの植物を食べていたかを明らかにすることが可能である。

北海道阿寒町の殿来層 (14-16Ma) から産出した *Desmostylus* と *Paleoparadoxia*、およびカリフォルニア、サハリン、十勝から産出した *Desmostylus* の歯を用いて、エナメル質のハイドロキシアパタイトの炭酸イオンにおける炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) と酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) を分析した。阿寒とカリフォルニアの産出層準の母岩における酸素・炭素同位体比は大きく異なるが、*Desmostylus* の同位体比は産地が異なってもほぼ同じで、続成作用の影響はほとんど受けていないと考えられる。*Desmostylus* の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) は-9.5‰から-2.7‰ (PDB)、酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) は 25.7‰から 31.2‰ (SMOW) で、*Paleoparadoxia* の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) は-10.7‰から-4.6‰ (PDB)、酸素同位体比は 26.5‰から 27.2‰ (SMOW) で、両者に大きな違いは見られなかつた。

Desmostylus と *Paleoparadoxia* の値と現生の哺乳類の同位体比を比較すると、それらは汽水域や沿岸域に生息する海生哺乳類、および陸上の C₃ 植物食の哺乳類と似た値を示した。炭素と酸素同位体の分析のみでは、*Desmostylus* と *Paleoparadoxia* の食性を具体的に特定することは困難であるが、さらに微量元素成分分析などにより詳細な食性の同定が可能であると期待される。

石川県珠洲市より産出したアロデスマス全身骨格の特徴

甲能直樹（国立科学博物館）・小西健二（金沢大学）
・柳沢幸夫（地質調査総合センター）

1996年9月に石川県珠洲市の南志見層中部相当層の飯塚珪藻土部層から発見された*Allodesmus* 属鰐脚類の全身骨格については、これまでにその分類、産出層準の地質年代、堆積環境の検討および全身骨格の復元等が行なわれ、引き続き地質古生物学的検討が進められている。これまでに行なった検討から、以下のような知見が得られている。

当該標本は、上顎第3切歯と犬歯が単純な円錐形をなし、その歯根は著しく長大で歯冠の3.5倍に達する。このような特徴は鼻孔前棚の発達とも関連して*Allodesmus* 属の共有派生形質であることから、当該標本は*Allodesmus* 属に分類される。

当該標本を産出した層準の地質年代は、珪藻分析から *Denticulopsis paraedimorpha* 帯の前半に比定され、およそ 12.5 ~ 12.2 Ma と見積もられる。また、その堆積環境は、ノジュールの化学分析から非好気性の静かな深海底（水深 500 m 以深）で、堆積面直下では有機物がメタン醜酵する還元環境であったと推定される。当該標本はこのような堆積環境の下で全身の骨格がほぼ関節状態を保って保存され、最終的に骨格全体の 70% 近くが部位決定された。左側の骨格要素には、穿孔性の海綿によると思われる生活痕が認められることから、当該標本は体の左側を上にした状態で死後しばらくの間海底面に晒された後に埋積したと想像される。

当該標本は上・下顎犬歯が華奢で小さく、関節状態の全身骨格であるにも関わらず陰茎骨が発見されなかった。また、骨格の多くの部位で骨端が遊離しているか骨端線が観察された。これらのことから、この個体は雌の亜成獣であったと考えられる。全身骨格の復元から、この個体の頭胴長は 2.4 m 前後であったと推定される。

当該標本には、これまで記録のなかった手足の鰐の末節骨までが良好に保存されている。前鰐では、外側の指ほどその大きさを減じ、第5指では中節骨が短縮すると同時に末節骨も著しく矮小化している。また、後鰐では、どの指も基節骨と中節骨が短く扁平で、末節骨もこれまでに知られているアシカ科、セイウチ科、アザラシ科のどれにも見られないほど鈎爪突起が退化縮小している。一方、末節骨の先端には軟骨ロッドの付着面が後肢で顕著に発達しており、この動物が骨学的に華奢な後肢骨に対して相対的に大きく柔軟な後鰐を持っていたことが想像される。このことは、脊柱の特徴から予想されるアロデスマスの遊泳様式（腰仙椎側方振動 = 下半身と後肢の横方向へのうねりによる遊泳）とも調和的である。

Selected features of the *Allodesmus* skeleton from the Middle Miocene Najimi Formation, Ishikawa Prefecture, Japan, and their paleoecological implications.

Naoki KOHNO (National Science Museum, Japan), Kenji KONISHI (Kanazawa University) and Yukio YANAGISAWA (Geological Survey of Japan)

フィリピン Plio/Pleistocene Guadalupe Formation 産サイ化石
福地 亮 (岡山大学大学院・自然科学研究科)

マニラ市東部マカティ市付近の地質は火山灰に富む河川成の Plio/Pleistocene Guadalupe Formation からなる。マカティ市北東部 Fort Bonifacio から *Stegodon* 化石とサイ化石が発見され、*Stegodon* 化石は Koenigswald(1956) により *Stegodon luzonensis* と同定された。サイ化石はマニラ市の The National Museum of the Philippines に展示されており、Bautista(1995) により *Rhinoceros philippinensis* と同定された。しかし、歯種決定等にあいまいな点があるため、同博物館の許可をいただいてサイ化石 (NMP-105A) の再検討を行った。

標本に残されている右側上顎類歯はその咬耗状態から $P^3 - M^1$ と言える。 P^3 はこれらの中で唯一完全に保存されているが、 P^4 は paracone 部を消失し、 M^1 は protoloph の前面が残っているだけである。前臼歯は両者とも、hypcone と protocone がそれらの基底部から完全に独立している。これは Heissig(1969) の molariform に相当し、最も臼歯化の進んだ状態に達している。臼歯に protocone fold が発達しない。また、咬合面の横断面は下に凸で、頬側面から見た咬合面は明瞭なノコギリ型である。これらの特徴は Fortelius(1982) の低歯冠型上顎類歯の特徴と一致する。

R. philippinensis の模式標本の図版 (Koenigswald, 1956) を見ると、臼歯に明確な protocone fold が発達し、その頬歯は高歯冠であることが分かる。上に挙げた特徴は、本標本が *R. philippinensis* に該当しないことを示す。本標本を同定するために、周辺地域に更新世ごろのサイと比較を行った。前臼歯の構造は同定に適さない (Prothero et al., 1986) という指摘があるので、前臼歯の構造は比較対象から外している。

R. kendengindicus と *Dicerorhinus sumatrensis* の臼歯には普遍的に protocone fold が強く発達する。*R. sinensis* には protocone fold が明瞭なものから不明瞭なものまで存在する。*R. sondaicus* には普通 protocone fold が発達しないが、まれに弱く発達するものもいる。

protocone fold の有無だけでは、本標本が *R. sondaicus* か *R. sinensis* のどちらであるかを判断できないので、前臼歯のプロポーションを用いて両者をさらに比較する。*R. sinensis* は本標本よりも幅が広めであるが、*R. sondaicus* はほぼ同じプロポーションである。従って標本 NMP-105A は *Rhinoceros sondaicus* であると言える。

本研究により、ルソン島からジャワサイ *R. sondaicus* が初めて確認されただけでなく、スマトラ島やジャワ島以外の東南アジア諸島からも初めて発見された (Groves & Guérin, 1980)。ジャワサイの過去の生息域と今回のルソン島からの発見は、Heany(1986) が提案した Sunda Shelf を経由し、ルソン島に至る生物移動ルートを支持する。

放散虫化石層序による三疊紀／ジュラ紀(T/J)境界 —グローバルスタンダード構築への試み—

堀 利栄（愛媛大学・理学部）・バス・カーター（ポートランド州立大学・理学部）・松岡 篤（新潟大学・理学部）・
鈴木紀毅（東北大学・理学部）

三疊紀／ジュラ紀(T/J)境界は陸上および海洋において急激な生物相変化が起こった時代として有名であり、その境界は従来ジュラ紀型アンモナイト *Psiloceras planorbis* の出現で規定されていた。しかし近年になって、陸上生物のジュラ紀型への変革が海洋生物に先駆けて起こっていることが解ってきた (Palfy et al., 2000)。このような年代的不一致は、T/J 境界認定問題とも関わって重要な検討課題となっている。我々は、多様な岩相に含まれかつグローバルに産出する放散虫化石を用いて三疊紀／ジュラ紀(T/J)境界を認定することを目的に共同研究をおこなってきた。検討を行なっている地域は、日本の犬山、葛生地域、フィリピンの北パラワン地域、ニュージーランド北島、カナダのクイーンシャーロット諸島である。クイーンシャーロット諸島の Kunga Section は、T/J 境界の GSSP (国際境界模式層断面と断面上のポイント) の候補の一つにあげられ、アンモナイトやコノドント化石が放散虫化石と共に産する section である。ここでは、唯一放散虫化石だけが T/J 境界付近で連続して産出し、特徴的な変化を示すことが明らかになっている (例えば、Tipper et al., 1994; Carter 1994)。

我々の検討によれば、三疊紀最末期の Rhaetian 前期で見られる局所変化の著しい放散虫化石群集は、Rhaetian 後期において、*Globolaxtorum tozeri* 群集に代表されるかなり共通種の多い均質な群集になり、T/J 境界付近では少なくとも日本とクイーンシャーロット諸島で同様な変化を示すことが判明した。特に、*Risella* spp., *Betraccium* spp., *Bipeditis acrostylus* group, *Livarella validus*, *Globolaxtorum tozeri*, *Hagiastrid?* gen. et sp. indet A の消滅は、三疊紀末のよいマーカーとなる。一方、*Parahsuum* spp., *Udalia* spp., *Pantanellium tanuense*, *Praehexasaturnalis tetraradiatus* の出現は、ジュラ紀最前期のよい指標になることが明らかになってきた。

今後、日本のフォーナと類似点の多いフィリピン（北パラワン地域）の連続セクションでの検討やクイーンシャーロット諸島の Kunga Section との共通種の多いニュージーランドでの検討を重ね、放散虫化石による T/J 境界のグローバルスタンダードの構築を模索していきたい。

引用文献

- Cater E.S. 1994: Evolutionary trends in latest Norian through Hettangian Radiolarians from the Queen Charlotte Islands, British Columbia. GEOBIOS, M.S. 17, 111-119.
- Palfy J., Mortensen, J.K. Carter E.S., Smith P.L., Friedman R.M. and Tipper H.W. 2000: Timing the end-Triassic mass extinction: First on land, then in the sea? Geology, 28, 39-42.
- Tipper H.W., Carter E.S., Orchard M.J. and Tozer E.T. 1994: The Triassic-Jurassic (T-J) boundary in Queen Charlotte islands, British Columbia defined by ammonites, conodonts and radiolarians. GEOBIOS, M.S. 17, 485-492.

Radiolarian biostratigraphy for a global standard on the Triassic/Jurassic boundary

R.S. Hori (Ehime Univ.), E.S.Carter (Portland State Univ.), A.Matsuoka (Niigata Univ.) and N. Suzuki (Tokoku Univ.)

ニュージーランド北島ワイパパテーン、ファンガロア地域のペルム紀放散虫化石

竹村厚司・小林俊介・吉村恵美・坂本慎吾・竹村静夫（兵庫教育大）・
相田吉昭・酒井豊三郎（宇都宮大）・山北 聰（宮崎大）・堀 利栄・榎原正幸（愛媛大）・
小玉一人（高知大）・鎌田祥仁（山口大）・鈴木紀毅（東北大）・
K. Bernhard Spörli (Univ. Auckland)・Hamish J. Campbell (IGNS)

ニュージーランドのワイパパテーンは、北島北部に位置する中生代の付加コンプレックスである。ワイパパテーンの年代は南北で異なり、南部のオークランド周辺では三疊紀～ジュラ紀であるが、ファンガレイ以北の北部では主に、石灰岩、チャートからはペルム紀、珪質泥岩からは三疊紀の年代が得られている。

この北部の年代はフズリナ、有孔虫、および放散虫化石によるものであるが、これまでに知られている化石の産出地点数は少ない。これまでにペルム紀の放散虫が報告されているのはテーン北部のファンガロア地域からで (Takemura et al. 1998 など)、この地域では 1 地点からフズリナが、4 地点からペルム紀放散虫化石が報告されている。またこの他にファンガレイ北方のベイオブアイランズ地域では、1 地点からペルム紀の有孔虫化石が報告され、この他に 2 地点から放散虫化石の産出が知られているのみである。

我々は 1995 年以来これらの地域で放散虫やコノドント化石の検討を進めつつある。特にファンガロア地域の小島、アローロックスでは、ペルム紀中・後期から三疊紀中期に至る玄武岩・チャート・珪質泥岩が分布していることが判明している。今回は、ファンガロア地域の 2 地点からのペルム紀放散虫化石について報告し、ワイパパテーン北部のチャート層の年代について考察する。

1 地点はアローロックスの南部の ARG と名付けたセクションである。これはアローロックス東峰の南側に露出する赤色層状チャート・泥岩層で、下部は玄武岩層に断層関係で接する。下位より赤色放散虫チャート、赤色珪質泥岩よりなり、上部は緑灰色の再結晶した層状チャートに漸移し、層厚は約 10m である。この ARG セクションの下部約 2m の赤色チャートからは、ほとんどの層準から放散虫化石が産出した。これらはすべて *Folicucullus* 属を主とする群集よりなり、下部は *F. scholasticus* Zone、大部分は *F. charveti* Zone に対比される。しかしその上位の赤色泥岩層、緑灰色チャート層からは放散虫化石は産出しない。

もう一つの地点はアローロックスの対岸本土側、約 1 km 南東の小湾カイラワルベイに露出する赤色層状チャートである。この地点からは従来 Caridoit and Ferrière (1988) が *Neoalbaillella* 属を含むペルム紀後期の放散虫化石を報告していたが、この論文には写真は載せられていない。この地点のチャート層を再検討した結果、*Albaillella yamakitai*などを主体とする群集を識別した。これらの結果、ワイパパテーン北部の層状チャート層はほぼペルム紀中期から後期にかけての年代であり、ペルム紀最後期のチャート層はいまだ見つかっていない。

Some Permian radiolarians from Whangaroa Area, Waipapa Terrane, New Zealand

Takemura, A., Kobayashi, S., Yoshimura, E., Sakamoto, S., Takemura, S., Aita, Y., Sakai, T., Yamakita, S., Hori, S. R., Sakakibara, M., Kodama, K., Kamata, Y., Suzuki, N., Spörli, K. B., and Campbell, H. J.

長崎県高島炭田地域、伊王島より産出した始新世渦鞭毛藻化石群集とその意義*

栗田裕司¹・山口龍彦^{2**}

(¹新潟大学理学部、²金沢大学大学院自然科学研究科)

近年、東北日本～北海道～サハリンにおいては、古第三紀渦鞭毛藻化石の資料が蓄積され、生層序学的な利用が進められている（栗田ほか、1992; 2000など）。また、東北日本～サハリンの後期始新世以降の古第三紀渦鞭毛藻化石群集は、東シナ海以南のテチス地域の群集とはかなり異なっており（Kurita and Matsuoka, 1994），緯度方向の古生物地理区の分化が示唆されることから、西南日本付近の群集組成には興味が持たれるところである。しかしながら、西南日本の古第三紀渦鞭毛藻化石については、最近になって東部瀬戸内海沿岸地域における報告（岩屋層、神戸層群、土庄層群など；山本ほか、2000など）がなされているだけで、古第三系の代表的分布地である北西九州については未検討であった。

北西九州には浅海成～非海成古第三系が広く分布し、かつて多くの炭田が稼行していた。それらの古第三系の層序は長尾（1927）などにより総括され、さらに貝化石生層序に基づく時間層序区分（水野、1962; Mizuno, 1964）がなされて、堆積盆地間の対比スケールとして広く受容されている。その区分の地質年代として、Okada（1992）による石灰質ナンノ化石年代が与えられているが、各階の模式セクションすべてについて浮遊性微化石年代が与えられているわけではない。

このたび演者らは、長崎県高島炭田地域の伊王島で採取した地表試料から、始新世を示す渦鞭毛藻類化石群集の産出を確認したので報告し、その意義を述べる。なおここでは、伊王島の岩相層序区分はKamada（1991）に基づく鎌田（1992；共立出版「日本の地質9」p.115-116）に従う。栗田は、本研究にあたり科研費・基盤（C）(1)14540438-00の一部を使用した。

【試料】 分析試料は、長崎県西彼杵郡伊王島町の伊王島および沖ノ島で山口が採取した9試料で、内訳は、沖ノ島層4試料、馬込層2試料、船津層1試料、そして大明寺層3試料である。岩質はいずれも泥岩、シルト岩ないし砂質シルト岩などの細粒岩である。処理法は、松岡・栗田（2000）に記載の方法に拠るが、酸化剤処理は行っていない。

【渦鞭毛藻化石分析結果】 分析した9試料のうち、6試料から渦鞭毛藻化石が検出された。産出頻度は試料により異なり、沖ノ島層最上部と大明寺層中部からの2試料で多産したが、そのほかの試料では、産出頻度は低かった。保存状態としては、軽微な溶解が認められるものの、概ね種レベルの同定に堪える。沖ノ島層からは、下部で*Cordosphaeridium* sp. cf. *C. exilimurum*が比較的多産し、*Adnatosphaeridium* sp., *Areosphaeridium?* sp., *Glaphyrocysta* sp.を伴う群集が、上部でcyst A（属種検討中）が優占し、*Areosphaeridium?* sp., *Cordosphaeridium inodes*を伴う群集が、それぞれ産した。馬込層からは、少数の*Glaphyrocysta*属が検出された。船津層の試料は今のところ貧産で、群集内容を議論できない。大明寺層ではその中部から、*Areosphaeridium diktyopllokum*, *Cordosphaeridium inodes*, cyst A, *Glaphyrocysta* sp. cf. *G. intricata*, *Phthanoperidinium comatum*, *Wetzelieilla* sp. A, *Wetzelieilla* sp. B, *Wetzelieilla* sp. Cなどから構成される多様な群集が産出した。

【考察1：年代推定】 今回同定された種のうち、*Areosphaeridium diktyopllokum*の生存期間は、late Early - Late Eoceneであり、その他のタクサも、属レベルではいずれも始新統を特徴づけるか、もしくは一般に多産するもので構成されている（Williams and Bujak, 1985; Powell, 1992; Williams et al., 1993; Stover and Williams, 1995）。したがって、今回の分析結果を見る限り、伊王島の古第三系の最上部層である大明寺層（=間瀬階；Mizuno, 1964）の中部の年代は始新世であり、伊王島に分布する古第三系の大部分は始新統であると考えられる。さらに今後、種レベルの同定を進めれば、年代推定の詳細化が期待できる。

【考察2：群集の地域間比較】 今回伊王島から得られた群集は、*Areosphaeridium diktyopllokum*, *Cordosphaeridium inodes*, *Glaphyrocysta*属, *Phthanoperidinium comatum*などから構成される点で、これまで東部瀬戸内海沿岸地域から報告されている古第三紀群集（山本ほか、2000）と共に通性が高いが、*Wetzelieilla*属を多産する点では、伊王島の群集のほうが、より多様度が高い。一方、北海道～サハリンの始新世群集のうち、中部始新統上部～上部始新統の幌内層やタカラダイ層の群集（Kurita and Matsuoka, 1994; 栗田ほか、2000）と比較すると、伊王島の群集はかなり異なっている。これらの地層がもし同時代層であるとすれば、北西九州の古第三紀渦鞭毛藻化石の検討によって、北西九州～サハリンの東アジア東縁の沿岸域における古第三紀の渦鞭毛藻化石の緯度方向の群集変化が詳細に議論できる可能性が高い。

* Eocene dinoflagellate cyst assemblages from Iojima-Island, Takashima Coal Field, Nagasaki, Southwest Japan

** Hiroshi KURITA¹ and Tatsuhiko YAMAGUCHI² (¹Niigata University, ²Kanazawa University)

中期中新世初期の北海道以北における底生有孔虫 *Ammonia* 属の分布特性について

阿部恒平*・長谷川四郎** (*熊本大・院・自然科学, **熊本大・理)

底生有孔虫 *Ammonia* 属は全世界に広く分布し、主に温帯の浅海域に生息する属であり、北西太平洋縁辺域における分布の北限は、暖流の影響がある宗谷海峡付近となっている。この *Ammonia* 属は化石種としては中新世から産出し始め、現生種を含めて、これまでに様々な種類が報告されている。

中期中新世初期（約 1600～1500 万年前）の日本周辺は古黒潮の一時的北上に伴って亜熱帯～熱帯性生物群が北日本まで進出したことが知られている。北海道においても大型底生有孔虫が北海道南部から産出することから、亜熱帯前線がこの地域まで北上していたと考えられている（Ogasawara and Nagasawa, 1992）。当時の北海道も現在より温暖であったと考えられており、温帶性と見られる *Ammonia* 属は種多様性が増し、北海道内の各地の堆積物から産出している。本研究では中期中新世初期の *Ammonia* 属に着目し、北海道とサハリンにおける産出の特性を検討することにより、その古生態について考察する。

検討の対象とした試料は、北海道内では道南地域の吉岡層、道央地域の滝の上層・ユードロ層、道北地域の築別層・大和層・榛の木沢層・鬼志別層、道東地域のオコッペ沢層から産出したものであり、それらに南サハリン、マカロフ地域の Ausinsk 層・Kurassi 層を加えた。

調査の結果は下表のように総括できる。北海道北部の中川地域で産出する *Ammonia* sp. 3 は *Criboelphidium oregonense* や *Islandiella sublimbata* と共に産し、またサハリンのマカロフ地域で認められる *A. katanguliensis*, *A. sp. D* は *Criboelphidium cf. yabei*, *Islandiella cf. yabei* と共に産関係にある。どちらの地域も寒冷系種群である *Criboelphidium* 属や *Islandiella* 属とともに産出すること、および他に比較してより北方域に分布することから、これらの種は *Ammonia* 属の中でも相対的に寒冷な気候に適した種であると考えられる。

また、中央部の滝の上地域や留萌地域に産出する *Ammonia* sp. C は *Nonionellina* sp., *Cyclammina japonica*, *Veleroninoides scitulus* と共に産する。また、滝の上地域や北部の中川地域で認められる *Ammonia varianta* は *Heterolepa* spp., *Martinottiella communis* と共に産関係にある。これらの随伴種は陸棚外縁以深程度の水深に生息していたと考えられていることから、これらの *Ammonia* 属は比較的深い水深に生息していた可能性がある。

表1. 中期中新世初期の北海道およびサハリン地域における *Ammonia* 属の産出とその随伴種

地 域	地 層	<i>Ammonia</i> 属	隨 伴 種	引 用	
北海道 南西部	渡島福島	吉岡層	<i>A. hatatensis</i>	<i>Bolivina cf. dilatata</i> , <i>Elphidium sendaiense</i> , <i>Pseudoparella cf. takayanagii</i>	三橋・長谷川 (1997)
北海道 中央部	夕張	滝の上層	<i>A. sp. 1</i> <i>A. sp. C</i> <i>A. varianta</i>	<i>Buccella tenerima</i> , <i>Cibicides lobatulus</i> , <i>Nonionella miocenica</i> <i>Nonionellina</i> sp. <i>Heterolepa</i> spp.	能美・長谷川 (1996)
	留萌	ユードロ層	<i>A. sp. C</i>	<i>Cyclammina japonica</i> , <i>Veleroninoides scitulus</i>	長谷川・小林 (2001)
	築別	築別層	<i>A. sp. A</i>	<i>Elphidium cf. mabutii</i>	長谷川・高柳 (1981)
北海道 北部	中川	大和層 榛の木沢層	<i>A. sp. 3</i> <i>A. varianta</i>	<i>Criboelphidium oregonense</i> , <i>Islandiella sublimbata</i> <i>Martinottiella communis</i>	阿部・長谷川 (1999)
	宗谷丘陵	鬼志別層	<i>A. spp.</i>	<i>Islandiella sublimbata</i> , <i>Globobulimina</i> sp.	小松・長谷川 (1999)
北海道 東部	音別	オコッペ沢層	<i>A. spp.</i>	<i>Islandiella</i> sp., <i>Cyclammina</i> spp., <i>Dorothia</i> sp. A	石村ほか (2001)
サハリン	マカロフ	<i>Ausinsk</i> 層 <i>Kurassi</i> 層	<i>A. katanguliensis</i> <i>A. sp. D</i>	<i>Criboelphidium yabei</i> , <i>Elphidium tumensis</i> <i>Elphidium excavatum</i> , <i>Islandiella cf. yabei</i> , <i>Porosorotalia crassispecta</i>	長谷川ほか (2000)

前期漸新世寒冷期の貝形虫化石群集：芦屋層群脇田層の例 わいいた 山口龍彦・神谷隆宏（金沢大学大学院自然科学研究科）

【はじめに】西南日本の前期漸新世の貝類化石動物群は、芦屋動物群が出現することによって群集が大きく変化することが知られている。芦屋動物群には寒冷なグループとされる *Yoldia* などが含まれることから、この動物群の変化は当時の汎世界的な気候の寒冷化を反映していると考えられている(Shuto, 1991; Honda, 1994 など)。このような前期漸新世の動物群集の変化は他の分類群ではまだ確かめられていない。本研究では前期漸新世の貝形虫化石群集を検討し、始新世～漸新世“最前期”的貝形虫化石群集(山口, 2002a, b)と比較することで、群集の変化の明らかにし、その意義を考察する。

【地質概説】福岡県北部に分布する芦屋層群は、貝類化石が多産することが知られ、芦屋動物群の模式層準である。地質年代は、浮遊性有孔虫帯 P21a 帯と石灰質ナノ化石帯 CP19a 帯に相当する(Tsuchi et al., 1987; Okada, 1992 など)ことから約 28～30Ma である。貝形虫化石が産出した脇田層の岩相は砂岩泥岩互層からなり、岩相の層位的変化は周期的である(尾崎ほか, 1993 など)。

【貝形虫化石群集】芦屋層群脇田層から 23 試料を採取した。このうち泥岩から採取した 5 試料から 8 属 8 種の貝形虫化石を抽出した。貝形虫化石の産出頻度は、試料 10gあたり 0.1～6.9 個体である。貝形虫化石群集は *Palmoconcha* sp. を最優占種(全体の 70%以上を占める)とし、*Acanthocythereis* sp. (全体の 20%未満)、*Falsobuntonia* sp.(全体の 5%未満)などを随伴種とする。構成種は、いずれも現存属である。岩相の示す堆積環境(Sakakura, 2002)から、この貝形虫化石群集は陸棚の群集であると考えられる。

【貝形虫化石群集の意義】脇田層(以下、本層)産の貝形虫化石群集を始新統～漸新統最下部(伊王島層群、西彼杵層群板浦層)のもの(山口, 2002a, b)と比較する。これまで山口(2002a, b)が報告してきた貝形虫化石群集は、産出した岩相(泥岩～泥質砂岩)や共産する貝類化石(*Venericardia*, *Pitar* など)の特徴から陸棚の群集であると推定される。本層からは始新統～漸新統最下部から共通して産出する *Trachyleberis* 属、*Eopaijenborchella* 属、*Munseyella* 属、*Xestoleberis* 属が産出しない。一方 *Acanthocythereis* 属、*Falsobuntonia* 属は、本層のみ産出した。本層の貝形虫化石群集は始新統～漸新統最下部のものとは、種・属構成、共通属の形態において大きく異なる。例えば、①“中新世型”的出現。*Palmoconcha* sp. の殻側面の背後縁辺部は円くなっている。この特徴は始新統～漸新統最下部から産出する *Palmoconcha* 属ではなく、中新世以降の堆積物から産出する *P. irizukii*, *P. saboyamensis*, *P. parapontica* などに認められる。また *Falsobuntonia* 属は、中新統以降の堆積物から報告されている(入月・松原, 1994 など)。このように本層の群集の構成、形態的特徴は、中新世のものに類似する。②テーチス海～インド・太平洋要素の衰退。始新世にテーチス海やインド・太平洋に分布する *Eopaijenborchella* 属、*Munseyella* 属(McKenzie, 1983 など)は、本層から産出しなかった。貝類動物群では、芦屋動物群の出現はテーチス海～インド・太平洋要素の衰退を示唆すると考えられている(Honda, 1991 など)。本研究の結果、同様のことが貝形虫化石群集でも確認された。

珪藻休眠胞子化石の分類と層序学的重要性

須藤 斎 (筑波大学地球科学研究科)

珪藻 *Chaetoceros* 属は現世の海洋沿岸に非常に多く生息するが、その栄養細胞の被殻は非常に薄く堆積後に溶解してしまうため化石としては保存されない。

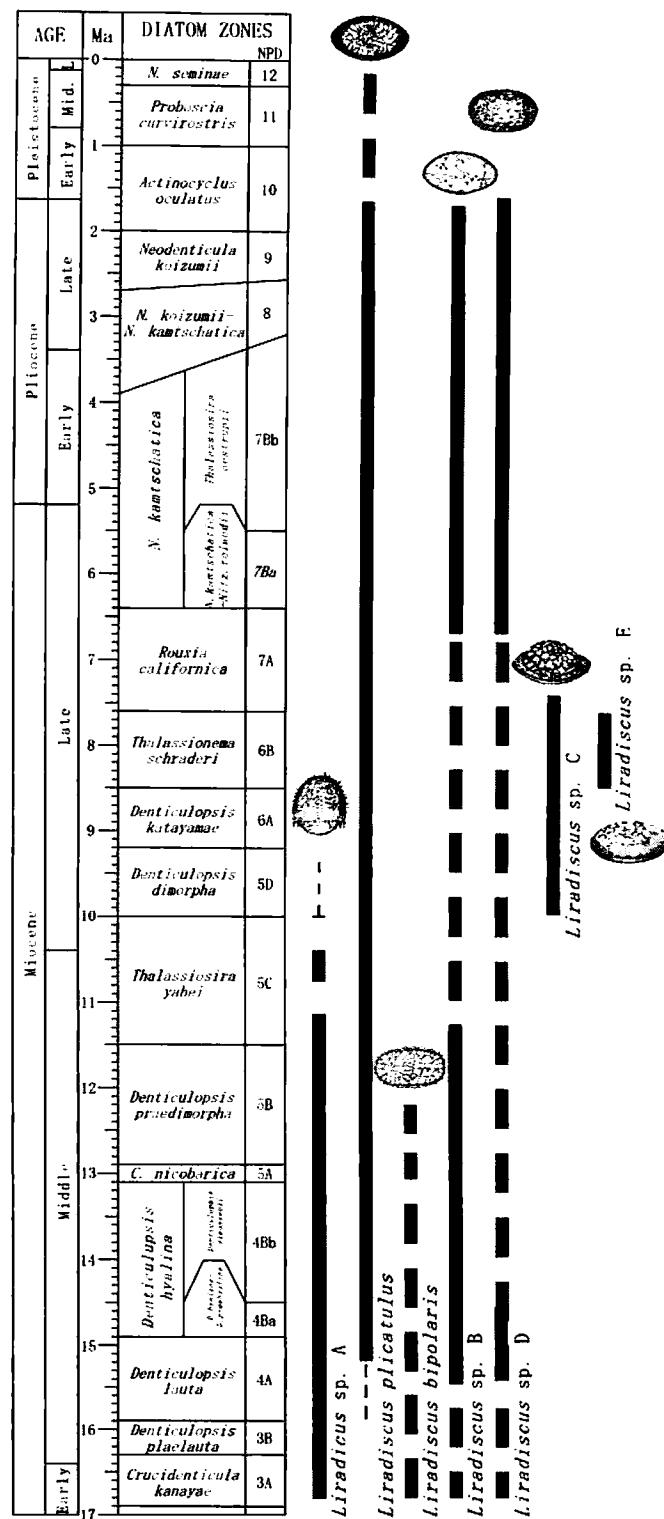
しかし、*Chaetoceros* 属には休眠胞子を作る種が知られており、それらの休眠胞子の被殻は殻が厚く堆積物中に化石として保存される。

これまで *Chaetoceros* 休眠胞子化石の層序については *Chaetoceros* sp. もしくは Resting spore として単にその数が計測される他はほとんど研究されることがなかった。また、その分類については、いくつかの化石種が報告はされているが、大系的な研究はほとんど行われてこなかった。

そこで本研究では、いくつかの休眠胞子化石について、DSDP 438A、438B（水深1,558m: 17Ma～present）、436（水深5,240m: 5.7Ma～present）、Newport Beach Section（カリフォルニア）のサンプルを用いてその層序を調査し、分類を行った。

その結果、形態的な特徴を基にいくつかの種が識別できた。これらは、現生の *Chaetoceros* 属のある種の休眠胞子に非常に類似しているが、化石では栄養細胞の被殻が残っていないので、これらが本当に *Chaetoceros* 属に属するものかどうかは確認できない。そこで、ここではこれらの種を形態属としてまとめ、このうち *Dicladia* 属と、その類縁種、さらに *Liradiscus* 属（右図）を紹介する。

これらの属に含まれる種のうち、いくつかの種ではその産出年代が限られ、生層序学的な示準化石として北太平洋層序の精度を向上させる上で有用である可能性がある。また、いくつかの珪藻休眠胞子化石種で古環境を考えるうえで大変有用であることが確認され、休眠胞子化石研究の重要性が示された。



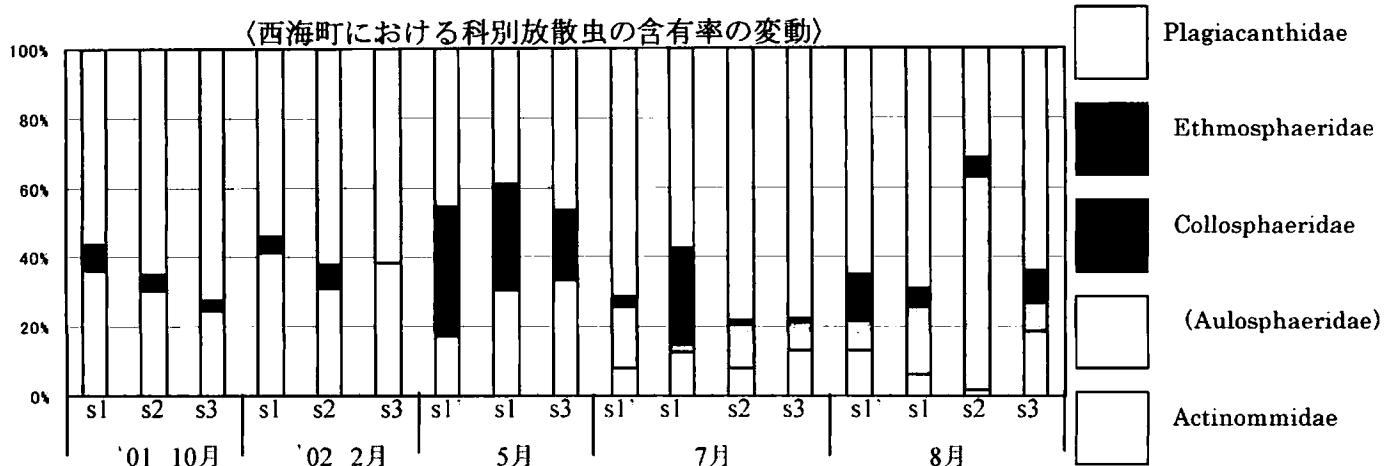
愛媛県西海町における珪質プランクトンの季節変化と放散虫の飼育実験

藤原 由梨・堀 利栄（愛媛大学・理学部）

愛媛県西海町近海の表層海水に生息する放散虫及び珪藻の群集組成を調査し、季節による遷移を検討した結果、海水温度による組成変化が明らかになった。また、本研究では初めて日本近海での放散虫の長期飼育実験に成功し、*Dictyocoryne aff. truncatum* の殻成長の一一般的法則に当たる結果と、*Supumellararia* の生命維持活動とも思える特徴的な仮足の活動に関する知見が得られたので報告する。

【群集組成の季節変化】

西海町において確認された珪質プランクトンは放散虫 118 種、珪藻 41 種である。試料の採集は、2001 年 10 月から 2002 年 10 月の 1 年間で 2 ヶ月に 1 度のペースで行った。放散虫の個体数を海水 1 m³当たりに換算したものうち、特に優性であった 5 科の組成変化を時系列別に表すと、ある時期で特徴的に含有率が高くなるものが見られた（下図）。特に 7 月の高温期では Ethmosphaeridae が高い含有率を示した。このような変化は、海水温度に依存した変化と考えられる。また、5 月では Collosphaeridae が著しく高い含有率を示し、過去の同海域と沖縄近海での調査と類似する結果が得られており（福間 2001MS）、黒潮流特有の変動である可能性が高い。



【放散虫飼育実験】

放散虫殻成長が観察されたのは *Dictyocoryne aff. truncatum* である。生存期間は 11 日で、殻成長は 11 日間で 36.9 μm に及ぶ。成長速度は観察の 5 日～7 日目では約 11.5 μm/day の著しい成長をし、他期間では約 2.3 μm/day であった。この成長のパターンはバルバトス海での松岡（1992）の報告と良く似たものとなった。

一方、仮足の特徴的な動きが観察された球状 *Supumellararia* は *Styptosphaera spongiae* と *Spongotorchus sp.A* の 2 種である。特徴的な仮足活動は観察初期に 1 度だけ観察された。この 2 個体は他の飼育個体と比べ著しく長い寿命を示し、前者では 14 日、後者では 35 日であった。*Styptosphaera spongiae* は観察 9 日目で仮足の変化があり、仮足が生物もしくは異物を引き付けるようにし、その周囲から平板状と思われる仮足様の足を太く長く伸ばすと共に、globule を多数放出している様子が観察された。*Spongotorchus sp.A* では観察 7 日目で仮足の変化があり、全身を囲むように隣り合う仮足が絡み合い、激しく動く様子が観察された。このとき黄色く小さな物体を取り巻くように仮足同士が絡み合っているのも観察された。いずれも 1 時間以上続く活動であったが、その前後の殻周辺の変化は見られないことから、生殖活動などではなく、環境変化に対する生命維持活動や異常行動とも考えられる。

Seasonal change of siliceous planktons in the Nishiumi region, Ehime Prefecture, Japan

and observation of living Radiolaria.

Yuri Fujiwara and Rie S.Hori (Ehime Univ.)

日本海北部におけるセディメントトラップ KH98-3, CM11 から 得られた現生珪藻群集および殻フラックスの時系列変動

嶋田智恵子（日本学術振興会特別研究員・国立科学博物館）

中西貴宏・南川雅男（北海道大・院・地球環境）

谷村好洋（国立科学博物館）

Lloyd H. Burckle (Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University)

西部北太平洋の海洋物質循環ダイナミクスに関する研究の一環で、日本海北部においてセディメントトラップ実験が実施された。本論では、このとき得られた珪藻の時系列変動について検討し、初冬季と晩春季の双方に殻フラックスの極大と珪藻種の劇的な交替があることを明らかにした。

海洋の第一次生産、特にその主体といわれる珪藻の動向を把握することは、地球上の物質輸送・循環過程を理解する第一歩ともいえる。また、日本海は閉鎖性による特異な水塊構造をもつモデル海域として長年重要視されてきており、この海域でのセディメントトラップを用いた現場実験は意義深い。しかし、気象条件や外交上の困難によって十分な海洋学的情報全般が蓄積しておらず、とりわけ、時系列変動を含めた水柱の現生珪藻類の検討は、Kawarada *et al.* (1966, 1968) 以来極めて少数である。従って本論では、この海域における珪藻種の群集解析および殻フラックスの季節変動の基礎データを報告する。

東京大学海洋研究所白鳳丸 KH98-3 次航海において、日本海盆東部 (42°44'N, 138°17'E, 水深 3665m) の深度 1090m に時間分画式セディメントトラップ Mark7 を設置し、1998 年 8 月 1 日から翌年 8 月 25 日まで、19.5 日間隔で 20 試料を回収した。そして、各試料を適切な濃度に希釈して濾過した後、得られたフィルタ試料を光学・電子顕微鏡を用いて観察し、珪藻殻フラックスと種組成の時系列変動を得た。

全殻（珪藻全種の殻）フラックスは、初冬季と晩春季に顕著な 2 回のピークが認められ、その変動は全 20 試料を通して圧倒的に卓越する *Thalassionema nitzschioides* およびその変種の多寡に支配されている。その他主要種には、初冬季に顕著な多産が認められる *Nitzschia* 属 (*N. interruptestriata*, *N. bicapitata*)、春～晩春季に優勢な小型の *Thalassiosira* 属 (*T. tenera*, *T. lineata*, *T. pacifica*、いずれも汎存～温暖性; Hasle and Syvertsen, 1997 など)、そして、1999 年の夏季に特に多産する *Neodenticula seminae* が挙がる。このとき初冬季で多産する *Nitzschia* 属は、一般にどちらかといえば（亜）熱帯海域や暖水塊などの優占が報告されることから (Lee and Fryxell, 1996 など)、本論でのこの種の産出の背景として、生態や水塊分布等を再検討することは今後の興味深い課題であろう。

また、全殻フラックスの変動は全フラックスの動向と概ね一致し、さらに、本論の一部主要種の交替が珪藻を指標する脂質バイオマーカ（ステロール類）の変動に反映されている可能性もある (Nakanishi *et al.*, 2003)。このような珪藻の種レベルの組成とバイオマーカに同時に注目したコラボレーションは斬新な試みであり、海洋古環境解析の分解能を高めるための重要な知見を提供するだろう。本講演では、以上の結果の意義について議論を予定している。

放散虫 *Pseudocubus obeliscus* Haeckel の捕食行動*

松岡 篤（新潟大・理・地質）**

はじめに

放散虫は多様な食性をもつことが知られているが、実際どのように捕食するのかについてはよくわかっていない。放散虫の採餌活動を系統的に調査するなかで、*Pseudocubus obeliscus*（下図 A, B）について、軟体部を周期的に展開一収縮するといった興味深い捕食行動が観察されたので報告する。試料は、沖縄県瀬底島の西方約10kmの表層海水からプランクトンネットをもちいて採取した。放散虫生体を倒立顕微鏡で観察するとともに、行動をデジタルビデオで撮影した。

結果

P. obeliscus は、basal cone とよばれる axopodia の束からなる軟体部を殻の開口部から外部に向かって張り出す（下図B）。Basal cone の axopodia の間には薄い原形質の膜が張られている。Basal cone を広げるとときはゆっくりで、axopodia はまっすぐに伸びるが、ある程度までの長さになると外側に湾曲するようになる。もっとも展開した状態で静止する。Basal cone を回収するときは急激に収縮し、axopodia は内側に折りたたまれるようにしてまとめられ、開口部のところで内部の原形質と一体となる。このような展開一収縮の運動が60分間の観察の間に7回記録された。1回のインターバルは7~10分であり、最大展開状態での静止時間にはばらつきが認められた。なお、シャーレ内において、小型の鞭毛虫を捕捉するところが観察された。Axopodia の間に張られた薄い原形質の膜のために鞭毛虫は逃げられず、投網で一網打尽にされるようなやり方で捕獲された。

考察

観察された *P. obeliscus* の捕食行動から判断して、同種は殻近傍の微小な生物を効果的に捕獲しているといえる。天然の環境では鞭毛虫だけではなく、バクテリアのようなより小型の生物も捕食していると予想される。*P. obeliscus* は、プランクトンサンプルやセジメントトラップサンプルで、しばしば優占種となることが知られている。本種は生態系の微生物ループのなかで、重要な位置を占めていると考えられる。*P. obeliscus* の捕食行動は、*Eucyrtidium* 属など塔状多節 Nassellaria のそれとは異なっている。放散虫の種多様性が高い理由のひとつとして、多様な捕食行動を発達させることにより、餌として異なる生物を利用していることがあげられる。



Pseudocubus obeliscus

A:殻の電子顕微鏡写真

B:生体の光学顕微鏡写真

Basal cone を展開している

* Feeding behavior of the radiolarian *Pseudocubus obeliscus* Haeckel

** Matsuoka, A. (Niigata University)

有殻単体性放散虫 Spongodiscidae 科数種の分子系統解析

湯浅智子（東京学芸大・院・生物）・高橋 修（東京学芸大・教育・地学）・
本多大輔（甲南大・理工・生物）・真山茂樹（東京学芸大・教育・生物）

放散虫類 (Radiolaria) は、従来、棘針綱 (Acantharea), 多泡綱 (Polycystinea), 濃彩綱 (Phaeodarea) の 3 綱に分類されてきた。これらの綱は、形態的特徴に基づいて定義されているが、各綱間の系統関係は、化石による古生物学的な証拠からだけでは、十分に類推することができないのが現状である。近年、多くの生物群で、DNA の塩基配列に基づく系統解析が行われ、形態学的特徴と DNA 塩基配列の、双方からのアプローチによる系統関係類推の有効性が示されている。しかし、放散虫類における分子系統の研究はあまり進んでいない。

これまで、Polycystinea と Acantharea の数種について、いくつかの分子系統解析の結果が報告してきた。それらの中で、Zettler et al. (1997) と Lopez-Garcia et al. (2002) は、Polycystinea と Acantharea の 2 綱の系統関係について論議を行っている。しかし、彼らによって解析された Polycystinea は、群体性もしくは殻を持たない Spumellaria 目の種のみであり、化石においても現生においても多産する珪質の殻を持つ単体性の種は、いまだ解析されていない。

本研究では、有殻単体性の Spumellaria 目に属する放散虫の分子系統解析を行うことを目的とし、沖縄県瀬底島沖合にて採集した試料を用い、PCR 法およびクローニングを経て、塩基配列解析を試みた。その結果、Spongodiscidae 科に属する *Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg), *Spongaster tetras* Ehrenberg の 18S rDNA の塩基配列を決定することができた。これらの塩基配列と国際塩基配列データベースから得た既知の放散虫の塩基配列に基づき、近隣結合法、最大節約法、および最尤法を用いて系統樹を構築し、その系統学的位置について考察を行った。

中新統唐鐘累層畳ヶ浦砂岩部層に見られる 貝殻密集パッチの古生物学的・生痕学的解釈

小竹信宏（千葉大・理）、近藤康生・藤井隆志・芝崎晴也（高知大・理）

島根県浜田市北部の石見畳ヶ浦地域には、古第三系国府火山岩類を不整合に覆う中新統唐鐘累層が分布する。本研究で検討対象とした畳ヶ浦砂岩部層は唐鐘累層の最上位を占め、浅海を特徴づける保存良好な貝類化石を多産すること、そして、径 40-50 cm 大の石灰質コンクリーションを多産することで知られている。石灰質コンクリーションは、全部で 11 層準に認められ、下位から順に N1, N2, …, N11 と呼ばれ鍵層として用いられている（大久保、1982 など）。N1 以下の畳ヶ浦砂岩部層最下部の層準では、主に *Glycymeris* と *Turritella* から構成される皿状またはレンズ状の貝殻密集パッチが多数観察される。従来、このような貝殻密集パッチの成因は、ストーム時の洗掘とその後の集積といった堆積学的メカニズムによって説明されてきた（中条・前島、2000）。

畳ヶ浦砂岩部層最下部の層準で見られる貝殻密集パッチの形態および内部構造の特徴は、以下のようにまとめられる。すなわち、1) 直径 20-30 cm、厚み 4-5 cm 以下の下に凸の薄い皿状またはレンズ状である。2) 含まれる離弁二枚貝殻のほとんどは convex-down の産状を示す。3) 含まれる巻き貝に定向配列は見られない。4) 上方に細粒化する明瞭な級化構造が見られる。である。我々の調査の結果、貝殻密集パッチが多産する層準の下位の層準には、ポットホール状の形態をもつ大型の生痕化石 *Piscichnus waitemata* が多産することも明らかとなった。この生痕化石の充填物は、その基底部に礫や貝殻片といった粗粒な粒子が濃集し、上位ほど細粒化する級化構造によって特徴づけられる。*P. waitemata* の形態および充填物の特徴は、形成者であるエイ類が堆積物中から餌である底生動物を摂食する際、口からジェット水流状に海水を噴射したことを反映している。つまり、掘り返された範囲の堆積物は、ごく限られた空間内部で攪拌を受けた後に再堆積が起きたという、一連の水力学的变化の産物と言える。このように特異な形成メカニズムを反映し、*P. waitemata* の充填物は岩相やファブリックが母岩のそれらとは著しく異なるのが一般的である。一方、充填物内に占める貝殻片や礫の量は、堆積物にもともと含まれていたそれらの量によって左右されると考えられる。つまり、貝殻片や礫が著しく少ない場合、*P. waitemata* の底にはそれらが薄く濃集し下に凸の皿状パッチが形成される。一方、それよりも貝殻片や礫が多かった場合、*P. waitemata* の底には貝殻片や礫がやや厚く濃集し下に凸のレンズ状パッチが形成される、と考えることができる。

以上のこと考慮し、本研究で扱った貝殻密集パッチがエイ類の摂食活動が引き起こした生物攪拌の産物と考えれば、形態と産状は合理的に説明できる。そして、ポットホール状を示す *P. waitemata* の全体形態が鏡頭上で識別できない理由として、1) 母岩を構成する粒子の淘汰が極めて良いため充填物と母岩とで粒度差のコントラストが著しく低いこと、2) 狹い層準に多数の *P. waitemata* が形成され、後に形成された個体が既存の個体の一部、あるいは、その大部分を破壊したり上書きしてしまった可能性が高いこと、3) *P. waitemata* の上側 1/3-2/3 が底生動物の生物攪拌作用によって破壊されてしまい、化石記録として保存されなかつた可能性が高いこと、といったことが指摘できる。

北海道北部、剣淵町の中新統弥栄川層の貝類化石群とその意義

鈴木明彦（北海道教育大学岩見沢校）・岡本研（士別高等学校）・嵯峨山積（北海道立地質研究所
海洋地学部）・内田淳一（熊本大学大学院自然科学研究科）・石井彰洋（士別小学校）

北海道北部には、白亜系や古第三系を不整合でおおって、海成新第三系が広く分布している。近年、浮遊性微化石や放射年代測定に基づいて、新第三系の年代が明らかにされつつある（栗田・小布施, 1997；本山・仲村, 2002）。これらの地層からはしばしば保存の良い貝類化石群を産出し、産出層準・群集構成・古生態特性が明らかにされている。しかし、その大部分は日本海側の中新世（Noda, 1992；Noda & Hoyanagi, 1993）やオホツク海側の中新世（Ogasawara et al., 1993；藤元ほか, 1998）の貝類化石群に限定されており、これらの中間に位置する北海道内陸部に分布する中新統の貝類化石群に関する研究はきわめて少ない（小笠原ほか, 1981）。また、この地域は東西の沈降帯に挟まれた“隆起帯”で、第三紀における神居古丹帯や日高帯の上昇運動などによる基盤の運動像を検討する上でも重要な地域である。今回、北海道北部、剣淵町の中新統弥栄川層より貝類化石を発見したので、その年代と群集構成を報告する。そして、新たに得られたデータを加味し、中期中新世初頭における北海道周辺の古生物地理的特性について考察した。

剣淵地域の上部新生界は、下位より弥栄川層、美深層、川西層、多寄層、剣淵層に区分され、各層は不整合関係にある（大津ほか, 1992）。弥栄川層は主に暗灰色の塊状泥岩からなり、まれに層厚数10センチ程度の中～粗粒砂岩を夾在する。本層下部の泥岩からは珪藻化石*Denticulopsis lauta*が産出し、*Denticulopsis lauta*帶（NPD 4A, 15.9–14.9 Ma；Yanagisawa & Akiba, 1998）に相当する。これにより、弥栄川層は、中期中新世初頭の地層と考えられる。

貝類化石は、主に礫をまじえる中～粗粒砂岩から産出した。検討の結果、二枚貝類7種、巻貝類4種、角貝類1種の計12種が産出した。*Glycymeris cisshuensis* を優占種とすることから、*Glycymeris cisshuensis* 群集と命名できる。本群集は、*Acila*, *Cyclocardia*, *Spisula*, *Turritella*, *Cryptonatica*, *Liracassis*などを随伴することから、滝の上動物群に相当する。このうち、温暖種である*Glycymeris cisshuensis*, *Liracassis japonica*が、寒冷属である*Acila*, *Cyclocardia*, *Spisula*などと共に共産することが注目される。また、同層準の底生有孔虫化石の検討においても、温暖種*Ammonia* sp. と寒冷種*Criboelphidium* sp. の産出が認められた。これらを考慮すると、弥栄川層の堆積当時、剣淵地域には温暖な水塊と寒冷な水塊が存在したと推定できる。

中期中新世初頭（約16.5～15 Ma），北海道周辺では、当時の暖流の大半は日本海側を北上していたと考えられてきた（Chinzei, 1986；米谷, 1992）。しかし、その一部は東側の地域にも明らかに流入しており、北海道内陸部の美瑛、剣淵、朝日における温暖種の貝化石の産出が暖流の流入を示唆している。

南部北上帯および飛騨帯における 潮汐卓越環境の下部・中部ジュラ系貝化石群集

菅原憲博（千葉大学大学院自然科学研究科）

南部北上帯の下部ジュラ系葦ノ浜層および中部ジュラ系月ノ浦砂岩部層、そして飛騨帯の下部ジュラ系北又谷層および似虎谷層に見られる潮汐卓越環境の堆積物からは、保存状態の良い貝化石によって構成される化石群集が認められる。すなわち、*Eomiodon lunulatus*, *Integrigardium hayamii*, *Ostrea* sp., *Modiolus bakevelloides*, *Eomiodon vulgaris*, *Geratrigonia hosourensis*, *Bakevella trigona* といった二枚貝や巻貝から構成される葦ノ浜層の化石群集、*Eomiodon vulgaris* を主体とする北又谷層の化石群集、*Eomiodon vulgaris*, *Ostrea* sp., *Bakevella negoyensis* などの二枚貝や巻貝を中心とする似虎谷層の化石群集、そして *Eomiodon vulgaris* を主体とし、*Thracia* sp., *Kobayashites hemicylindricus*, 巷貝などを共産する月ノ浦砂岩部層の化石群集である。これらの化石群集を構成する化石の産状と保存状態から判断して、これらはすべて、生息場およびその周辺に集積した原地性または同相的な化石群集と考えられる。

これらの化石群集を詳細に検討した結果、2つの地層において群集構成が堆積環境の変化に連動して変化していることがわかった。とりわけ葦ノ浜層においては、沖合の砂底から陸側の泥底環境への変化を示し、上方細粒化サイクルと調和するように、多様度の大きい群集から多様度の小さい群集へという明確な変化が認められた。堆積場の変化と多様度が連動した化石群集変化は、似虎谷層においてもみられた。

飛騨帯の北又谷層と似虎谷層の化石群集は、南部北上帯の葦ノ浜層と月ノ浦砂岩部層でみられる化石群集と比較すると、群集を構成する貝化石のなかに同じ種や属が認められる。しかし、北又谷層と似虎谷層の群集は、葦ノ浜層と月ノ浦砂岩部層のそれに比べて、多様度が低いことを特徴とする。この事実は、前者がより陸側に位置し、後者がより沖合の環境下で堆積したという堆積場の違いを反映していると考えられなくもない。その一方、これら潮汐卓越環境の化石群集を構成する貝化石のなかには、*Eomiodon* や *Geratrigonia* のように多様度の高い低いに関わらずどの群集にも認められ、堆積物の粒度に関係なく産出するものがみられる。このことは、堆積場の変遷に伴う底質変化のほかに、化石群集の構成要素の変化に影響を及ぼす他の要因があると推測される。

潮汐の卓越する環境は、塩分が変動する干潟などの汽水域が最も考えやすい。Fürsich (1993)によれば、淡水域に近い oligohaline (0.5~5‰) の範囲を除き、「塩分が高くなるほど群集の多様度が大きくなる」という群集の多様度と塩分との関係は過去にも適用できるものとしている。この考えに従えば、多様度の大きい群集は塩分の高い環境、多様度の小さい群集は塩分の低い環境で生息していたことになり、飛騨帯の化石群集の生息環境は、南部北上帯の環境よりも塩分の低い環境であった可能性が高い。この解釈は、飛騨帯の堆積環境が南部北上帯よりもあまり海の影響を受けない陸側の環境であるという岩相からの推定とも矛盾しない。このように考えるのであれば、*Eomiodon* や *Geratrigonia* といった貝化石は、多様度の高低および底質の違いにも関係なくどの群集にも含まれることから、広い塩分の範囲(広塩性的)に適応していたと推定される。これに対して多様度の高い群集だけに認められる *Bakevella* などの貝化石は、塩分の高い環境にのみ生息し、塩分に対する耐性の範囲が狭かった(狭塩性)と考えられる。

Kueichouphyllum の時空分布

新川 公 (新潟大・理)

Kueichouphyllum は Yü(1931) によって *Palaeosmilia* の亜属として貴州省の Upper Viséan から記載されたもので、*K. sinense* が模式種である。その後、本属は中国各地、日本および中央アジアなどの Upper Viséan の地層から記載・報告され、Upper Viséan を示す示準化石とみなされるに至った。しかしながら、Papojan (1969) がアルメニアの、Shchukina (1975) が中部天山山脈のおよび左 (Zuo, 1986) が湖南省の Upper Tournaisian と Lower Viséan から *Kueichouphyllum* が産出することを述べている。また、Bykova (1966) はザイリースキー アラタウ山脈の Lower Namurian から *Kueichouphyllum* を記載した。これらは Niikawa (1994) によってまとめられている。

2000 年のイラン調査から、Shahamirzad 地域の Mobarak 層からの *Kueichouphyllum* は Upper Viséan ではなくて Lower Tournaisian のものであることが判明した。これを加えて、再度 *Kueichouphyllum* の時空的分布を考察する。

Kueichouphyllum 属は 28 種が知られており、Lower Tournaisian からは 2 種、Upper Tournaisian は 9 種、Lower Viséan は 9 種、Upper Viséan は 20 種および Lower Namurian からは 1 種が知られている。

また、*Kueichouphyllum* の産出する Lower Tournaisian の地層はイラン、Upper Tournaisian はアルメニア、東カザフスタン、青海省、河南省と湖南省を結ぶ狭い回廊状に、Lower Viséan はアルメニア、東カザフスタン、江蘇省、湖南省、広東省、貴州省、雲南省、東チベットと北ベトナムを結ぶ斧状に、Upper Viséan は西はトルコ中部から北は北カザフスタン、新疆回族自治区、チベット、夾西省や黒龍江省などを除く中国全土、東は日本、南はラオスを通って、北西オーストラリア広範囲にわたって分布する。

Kueichouphyllum の分布に関しての問題点はアフガニスタンの 2 ヶ所の対比である。1 ヶ所は Hazarajad (Dranov et al., 1975) で、もう一つは Kaftkala (Fontaine & Semenoff-Tian-Chansky, 1977) であり、両方とも Upper Viséan とされている。しかし、イランのようにより古い時代に対比されるかもしれない。

白亜紀アンモナイト *Utaturiceras* についての新知見

松本達郎（九大気付）・利光誠一（産総研 地質調査総合センター）

アンモナイト属 *Utaturiceras* Wright (1956) に関して、その提唱以来の英國の研究者たちの所説は必ずしも適切とは思われない。この程、北海道添牛内地域から、川下由太郎・横井活城両氏（故人）の努力により、複数の標本が得られ、それらを研究した結果、以下の知見を得ることができた。

- (1) 模式種 *U. vicinale* (Stoliczka) のレクトタイプはすでに成殻に達しており、半巻ある住房の 1/3 は保存されている。さらに成長の終末まである標本が上記地域にあり、その直径は 18 cm である。成殻の住房では長肋のみとなり、漸次やや粗くなるが突起は弱化し、外腹側の clavi だけが残存する。巻きは最終部で緩くなる。
- (2) 他に 3 個体、*U.* 属の新種と認められるものがある。どれも成殻で直径は 14~16 cm 程度である。この種は *U. vicinale* に比べ、側面にゆるい膨らみがあり、横断面が長卵形~長楕円形だが、肋がやや粗く、ゆるい屈曲を示す。成殻の住房では肋は漸次粗くなるが、突起は弱化・消失する。
- (3) 従来 *Acanthoceras discoidale* Kossamat とされていたものの所属は不明で、*Mantelliceras* とする研究者もいた。この程、住房後半部の一部が欠損しているが、これに同定可能の標本が得られた。*M* 属に特有の側面中程の突起はどの成長段階にも認められない。肋は他種よりやや強く直線的であるが、縫合線は *M* 属より *Utaturiceras* のと類似する。本種は *Utaturiceras* に帰属するのが妥当である。
- (4) 上記 3 に記したものは転石で、セノマニアン下部由来と推定される。1 と 2 のはすべて添牛内地域のセノマニアン最下部 *Graysonites wooldridgei* Assemblage Zone の構成種である。この Zone はその比較的上部の火山灰層中の sanidine についての最新の 40Ar—39Ar 年代測定で 99.16 ± 3.37 Ma の年数が得られている (Obradovich, Matsumoto, Nishida and Inoue, 2002, Proc. Japan Acad., 78, Ser. B, 149-153)。

ロシア沿海州の下部三疊系にはさまれるアンモノイド・タービダイトの意義

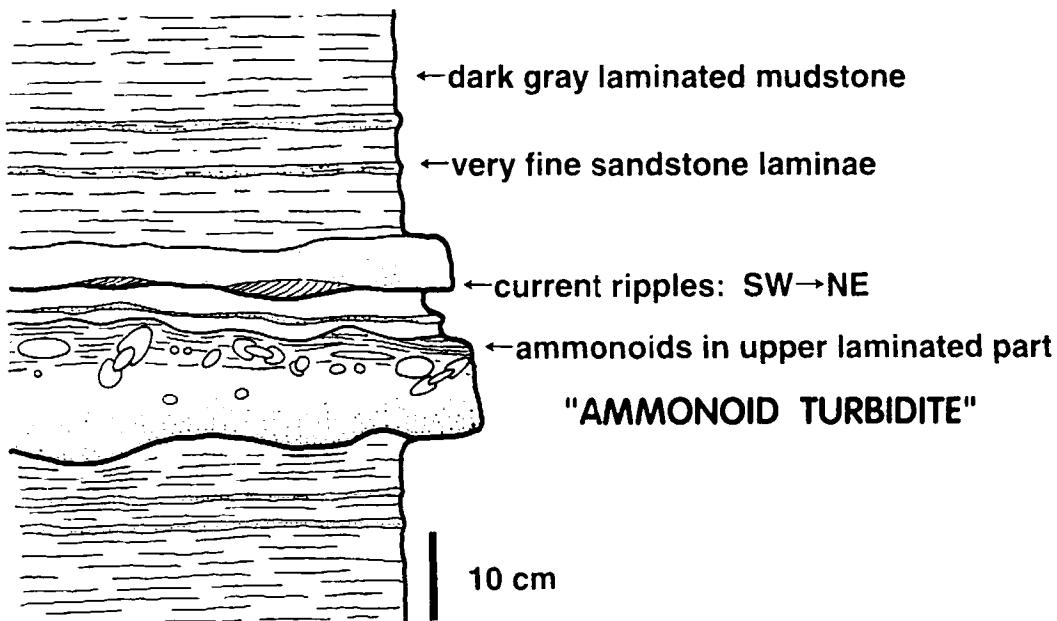
前田 晴良 (京都大学・理)・重田 康成 (国立科博)・辻野 泰之 (京都大学・理)

ロシア沿海州の下部三疊系（特にウラジオストックー・ナホトカ間の海岸沿い）は軍事的要衝に分布するため、ながらく立ち入りが許されなかつた。今回、外国人研究者として初めて現地を訪れ、下部三疊系下半（Induan階：浅海成砂岩相）から上半（Olenekian階：沖合泥岩相）にかけての連続層序を観察し、タフォノミーの視点から詳細な野外踏査をおこなつた。

調査地域の下部三疊系中には、下位から *Gyronites*, *Koninckites*, *Meekoceras*, *Neocolumbites*, *Subcolumbites*などよりなる厚さ数cm～数十cmのアンモノイド密集層が数枚はさまれ、アンモノイド化石帯が認定されている。ところが、これらの大半がスランプやタービダイトなどの重力流によって運搬された産状を示すことがわかつた。最も多いのは、極細粒砂～シルトよりなるタービダイトに含まれている産状である（下図）。これは葉理の発達した暗灰色泥岩の中にはさまれ、下部は級化層理を、上部は平行葉理ないしカレントリップル葉理（SW→NE）を示す。アンモノイドは、薄殻の小型二枚貝類とともに単層上部に集中して含まれている。砂岩層が石灰化しているために殻の保存状態は良いが、頸器は全く含まれていない。アンモノイド・タービダイトの何枚かは広く追跡できる。

これに対し、周囲の葉理泥岩からは化石がほとんど産出しない点が特異である。このような産状は、大量のアンモノイドの遺骸が、スランプ～低密度タービダイトなどの重力流に巻き込まれ、沿岸域から遠く離れた沖合の環境まで運ばれて堆積したケースが少なからずあつたことを示している。

P/T境界の絶滅から回復途上にある三疊紀前期のフォーナには、大型の底生生物が比較的少ない。そのため、生物活動のほとんどない特殊な貧酸素環境に流れ込んだ“アンモノイド・タービダイト”が、生物擾乱を受けずにオリジナルの堆積状態でよく保存されている。下部三疊系の観察で得られた『重力流によるアンモノイド遺骸の大量運搬』というシナリオは、生物相がより豊富で“系”的複雑なジュラ紀以降のアンモノイドの産状を詳しく解析してゆく上で重要なヒントとなる。



異常巻アンモノイド・バキュリテス類の産状と堆積相

辻野泰之・前田晴良（京都大学大学院理学研究科）

異常巻アンモノイド・バキュリテス類は世界各地の上部白亜系から産出し、上部白亜系層序の国際対比にとって重要な種群である。バキュリテス類は砂質シルト岩から細粒砂岩までのやや砂質の岩相から産出し、特に石灰質ノジュール中に密集することが多い。このようなバキュリテス類の産状は世界中で共通して見られ(Kennedy and Cobban, 1976)、松本・小畠(1962)は、これを”*Baculites facies*”と呼んだ。しかし、”*Baculites facies*”について堆積学的な視点で観察した研究はほとんどない。

北海道北西部の古丹別地域に分布する上部蝦夷層群では、バキュリテス類がやや砂質の岩相から多産する。演者らはバキュリテス類を産する上部蝦夷層群上部のサクセッショウ(Ui-j, Uk, Ul ユニット)に注目し、堆積構造、生痕化石、底生二枚貝化石群などを詳細に観察して堆積相解析を行い、”*Baculites facies*”の堆積環境の下限および上限について考察した。

上部蝦夷層群のUi-j～Ul ユニットは細粒泥岩から中粒砂岩へと上方粗粒化し、浅海化の傾向を示す。Ui-j ユニットは offshore の細粒泥岩からなり、*Parvamussium yubarensense*, *Nucula* sp., *Myrtea* sp.などの自生の二枚貝化石群を特徴的に産出する。アンモノイドは正常巻アンモノイドが大部分を占め、バキュリテス類の産出は少ない。その上位Uk ユニットはシルト岩～極細粒砂岩で構成され、強い生物攪拌を受けている。二枚貝化石群は豊富で、合弁の *Thetis* sp., *Nucula* sp., *Acila hokkaidoensis*, *Tellina* sp., *Yoldia hokobutsensis*などを特徴種とし、さらに浅海に生息していたと考えられる *Heterotrigonia* sp.を含む。アンモノイドはバキュリテス類とポリプチコセラス類がその8割近くを占める。この堆積相がバキュリテス類の分布の中心と考えられる。最上部のUl ユニットは細粒～中粒砂岩で構成され、hummocky cross stratification や trough cross stratification などの堆積構造が発達する。また、大型甲殻類の巣穴と考えられる *Thalassinoides* や螺旋状生痕が豊富に見られ、長さ 30cm を超える材化石が多産し、イノセラムス類の殻表面にゴカイと思われる固着生物の跡が見られるのが特徴である。これらは上部蝦夷層群の他の層準では全く見られない。したがって最も浅海化の進んだUl ユニットは、波浪の影響を受ける外浜環境を表していると考えられる。アンモノイドはUl ユニット下部で正常巻アンモノイドが産出するもののバキュリテス類の産出はない。

このようにバキュリテス類は outer shelf 上部の堆積相から最も多産する。一方、offshore の泥岩相と HCS や TCS の卓越する外浜の粗粒堆積相ではバキュリテス類の産出はむしろ少ない。後者はバキュリテス類を産する上限であるが、そこでは明らかに三角貝と一緒に流れ込んだ異地性の産状を示す。バキュリテス類は HCS より深い環境では産出しない。バキュリテス類が堆積相に強く依存して産出する傾向は、その生態と深く関連していると考えられる。

鳥巣層群から産出した *Hybonoticeras* 属のアンモナイトの年代学的、古生物地理学的意義

武井雅彦（新潟大・院・自然科学）

Hybonoticeras 属は Kimmeridgian 後期～Tithonian 前期に特徴的にみられるアンモナイトである。ヨーロッパを中心とするテチス地域では、上部 Kimmeridgian 階に *Hybonoticeras beckeri* Zone、下部 Tithonian 階には *H. hybonotum* Zone が設定されている (Schweigert et al., 1996 など)。特に *H. hybonotum* Oppel の初産出層準は Hybonotum 帯の下限とされ、Tithonian 階の下限を定義する GSSP (Global boundary Stratotype Section and Point) の候補地においても、その産出層準が厳密に議論される (Pavia et al., 2002) など、重要なタクサといえる。Schweigert et al. (1996)によれば、*Hybonoticeras* 属はイタリア、スペイン南部、ドイツ南部をはじめとする地中海周辺や、メキシコ、東アフリカ、カッチ、パキスタン、さらには南極大陸からも報告されている。

西南日本外帯に分布する鳥巣層群は、ジュラ紀付加体を基盤とする付加体被覆層として知られている。産出するアンモナイトにより、Callovian から Tithonian の年代が与えられてきた (Yehara, 1926; Kobayashi, 1935 など)。鳥巣層群のアンモナイトの古生物地理については、テチス動物群に対比されることが古くから指摘されている (Kobayashi, 1935)。特に Sato (1962) は鳥巣層群を含めた日本のジュラ紀アンモナイトを総括した。その後は甲藤・松本 (1984) などいくつかの産出報告例があるものの、アンモナイトの研究には大きな進展はみられない。それに対して 1980 年代以降、泥質岩中から産出する放散虫化石の生層序学的研究が急速に発展し、鳥巣層群の年代は白亜紀前期におよぶことが明らかとなった (Matsuoka and Yao, 1985 など)。

愛媛県城川地域には上部ジュラ系今井谷層群 (市川ほか, 1956) が分布する。今井谷層群は鳥巣層群に対比され、泥岩が卓越する下部の下相層と、砂岩や砂泥互層、鳥巣式石灰岩などからなる上部の中津川層に区分される。中津川層からは *Hybonoticeras* sp. の産出報告がある (中川ほか, 1959) もの、図版は示されていない。演者は近年の調査の過程で、下相層の泥岩中に含まれる異地性岩塊から *Hybonoticeras hybonotum* Oppel, *Hybonoticeras cf. mundurum* Oppel, *Hybonoticeras* sp. など *Hybonoticeras* 属 4 個体を含む計 5 個体、中津川層の砂岩泥岩互層に挟まれる泥岩中から *Taramelliceras* sp. など 11 個体のアンモナイトを得た。前述したとおり、*Hybonoticeras* 属は年代決定に有効であるので、今回はこの属に着目して年代や古生物地理についての検討をおこなった。

H. hybonotum の年代は Tithonian 最前期である。また、*H. mundurum* は Beckeri 帯から Hybonotum 帯にかけて産出する種である。これらから異地性岩塊の年代は Kimmeridgian 後期から Tithonian 最前期の期間に限定されるものと考えられる。よって下相層の年代は、異地性岩塊の年代と同じかそれより新しいといえる。今後さらに整然層から保存の良い個体が産出すれば、今井谷層群の年代はさらに細かく議論できるものと期待される。鳥巣層群ではアンモナイトを含む岩相から放散虫が共産しており、厳密にアンモナイトと放散虫の年代を直接対比することが可能になれば、日本において統合生層序が確立できるものと考えている。

先に述べたとおり、*Hybonoticeras* 属のアンモナイトはテチス海周辺に広汎に分布していた属である。このうち *H. hybonotum* の古生物地理については Cecca (1999) によって示されている。テチス地域をみると、これまでチベットが最も東の産地 (Pathak, 1993) であった。今回の鳥巣層群からの産出によって、その地理的分布はさらに東へ広がり、より広汎な分布域を示していたものと考えられる。

セノマニアン/チューロニアン期境界イベントに対する イノセラムス類（二枚貝綱）の応答様式 高橋昭紀（早大・院・理工）

イノセラムス類は、中生代ジュラ紀と白亜紀に大繁栄し、白亜紀末のマーストリヒチアン期中に絶滅した海生二枚貝の1科である。その速い形態進化と広い地理的分布から、白亜紀の重要な示準化石として多くの層序学的研究に利用されている。本タクソンの生態に関しては、化学合成群集であったとするもの (MacLeod and Hoppe, 1992など) や擬浮遊性であったとするもの (Tanabe, 1973など) 等、様々な研究例がある。しかし幼生期を除いて、イノセラムス類の大部分の種は海底で表生生活を送り (例えば, Harries and Crampton, 1998), 懸濁している有機物やプランクトンを摂食する懸濁物食者であったと一般に考えられている。

テチス地域や大西洋地域では、セノマニアン/チューロニアン階境界（以下 C/T 境界）において有機物の濃集した黒色頁岩が分布し、貧酸素あるいは無酸素水塊が広域にわたって広がったとされている。C/T 境界で生じた絶滅事変は、顕生累代の 11 大絶滅の 1 つに数えられ (平野, 1994), 絶滅率は海生動物の属レベルで 26% である (Sepkoski, 1996)。演者は、北海道蝦夷層群の C/T 境界において、底生性のイノセラムス類がどのような応答様式を示しているかを評価するために研究を行った。その過程で、以下①～③の結果を得た。

①北海道産イノセラムス類の種多様性（産出種数）の層序的変動を亜階区分で検討したところ、C/T 境界を挟んで、種数は極端には減少していない。しかし、同境界における絶滅率は 100% である。換言すると、後期セノマニアン期に生息していた種は、全て前期チューロニアン期において入れ替わっている。それとともに、C/T 境界を挟んで属構成が大きく変化している。

②北海道大夕張、達布、天塩中川地域において、C/T 境界の上下から産出するイノセラムス類のサイズ分布を比較した。統計的信頼性に耐えうるだけの個体数を確保するため、3 地域のサンプルをまとめて検討すると、下部チューロニアン階の標本は上部セノマニアン階産のものと比べて、統計的に有意にサイズが矮小化している。

③日本産イノセラムス類を検討すると、後期セノマニアン期には日本およびロシアに分布が限定されている種の割合が多いが、前期チューロニアン期には汎世界的に分布する種が卓越する。

以上の結果より、蝦夷前弧海盆の C/T 境界においても非常に大きなイベントがあったことが類推される。また②・③の結果より、C/T 絶滅事変後の日本周辺域の空いたニッチへ、幾つかの小型種が他地域より移住してきたことが示唆される。移住してきた種が小型のものに限定されていたことを勘案すると、C/T 境界イベント後の一定期間は、海洋中の有機物が乏しい貧栄養状態にあった可能性が指摘できる。

C/T 境界前後の軟体動物イベント—北海道大夕張地域での例—

栗原憲一（早大・院・理工）・川辺文久（早大・教育）

今日、地球環境科学の観点から “極限環境での生物の反応” が重要課題として挙げられる。白亜紀中期は、過去 6 億年間でもっとも温暖化が進行した時期にあたり、断続的に海洋の広い範囲に酸素欠乏水塊が広がり有機物に富む地層 “黒色頁岩” を形成した（海洋無酸素事変：OAE）。なかでもセノマニアン/チューロニアン境界(C/T 境界)での OAE は、大西洋・テチス海西部地域を主に世界の各地で確認されている。したがって、C/T 境界層準は無・貧酸素という極限環境下での生物反応のモデルケースとなり得るだろう。すでに各種微化石については世界各地の C/T 境界層準で生物イベントが高精度で解析されているが、大型海生無脊椎動物については、北米西部内陸地域を除き、その研究例は極めて少ない。そこで、今後の研究への基礎データを提示すべく、北海道大夕張地域白金沢ルートにおいてセノマニアン中部～チューロニアン下部（層厚約 1000m）の軟体動物の層序学的垂直分布を国際標準の地質年代軸上で検討した。

岩相：大局的に見ると下位より以下の 3 ユニットに区分される。①微かに葉理が保存される泥岩と砂岩薄層(<5cm)との互層部、②*Planolites* 様生痕に富む緑色砂質泥岩から泥質砂岩部、③塊状泥岩もしくは*Planolites* 様生痕に富む緑色泥岩と砂岩薄層(<5cm)との互層部。岩相ユニット②と③には厚い凝灰岩が頻繁に挟在する。

年代：既出版のアンモナイト類(Hirano, 1995), 浮遊性有孔虫(Hasegawa, 1999), 放射年代(Hirano et al, 1997), 炭素同位体比曲線(Hasegawa, 1997)および演者採集の大型化石データを統合し, Hardenborl et al (1998)による年代スケールを用いると、本調査セクションで下位より次の年代が定まる。(A) *Cunningtoniceras cunningtoni* の産出(95.84～94.62Ma), (B) K/Ar 年代(95.5±2.1Ma), (C) *Rotalipora cushmani* の終産出(93.90Ma), (D) 炭素同位体比のピーク (93.50Ma), (E) *Pseudaspidoceras flexuosum* の産出(93.32～92.98Ma), (F) *Helvetoglobotruncana helvetica* の初産出(93.29Ma), (G) *Marginotruncana pseudolinneiana* の初産出(91.50Ma).

軟体動物イベント：岩相ユニット①ではアンモナイト・イノセラムスとも多様性は低く、(1)その多くは年代面 B～C の区間(後期セノマニアン)で消滅する。(2)岩相ユニット②の基底部に位置する年代面 C～E の区間(セノマニアン最後期～チューロニアン最初期)では、アンモナイト類は無産出である一方イノセラムスは連続的に産出する。(3)年代面 E～F の区間(前期チューロニアン初期)では復活種と新参種によりアンモナイトの多様性が急激に上がる。ただし、復活種はこの区間で消滅する。(4)岩相ユニット②上部～③に位置する年代面 F～G の区間(前期チューロニアン後期)では、新参種によりアンモナイトの多様性がさらに上がる。すなわち、セノマニアン後期からアンモナイト類の絶滅が始まり、C/T 境界(炭素同位体比のピークで定義)から約 20 万年後にアンモナイト類の多様性の回復が開始される。

北海道では、C/T 境界イベントに対比される炭素同位体比のピークは検出されているものの、典型的な “黒色頁岩” や有機物濃集層は未確認である。また、岩相ユニット①が示すように、前期チューロニアンに比べ、中～後期セノマニアンのほうが底生生物の活動が乏しい。無酸素事変を念頭に置きつつも、他の環境擾乱も十分考慮して、C/T 境界前後の軟体動物イベントを考察していきたい。

クモヒトデのつくる休息痕—クシノハクモヒトデの例—^{*}石田吉明（都立千歳丘高校）^{**}

2000年7月に山口県沖の深度80mより採集したクシノハクモヒトデを水槽中で観察したところ、休息姿勢から脱出する際、砂の基質に休息痕が認められた。その形状ならびにその形成過程の観察を行い、残された休息痕から得られる情報を述べる。一方クモヒトデ化石やヒトデ化石のつくる休息痕は *Asteriacites* Schlotheim, 1820 として知られているが（例えば Seilacher, 1953），それらの生痕化石との比較を行い、生痕化石生成動物の行動を復元する基礎資料としたい。

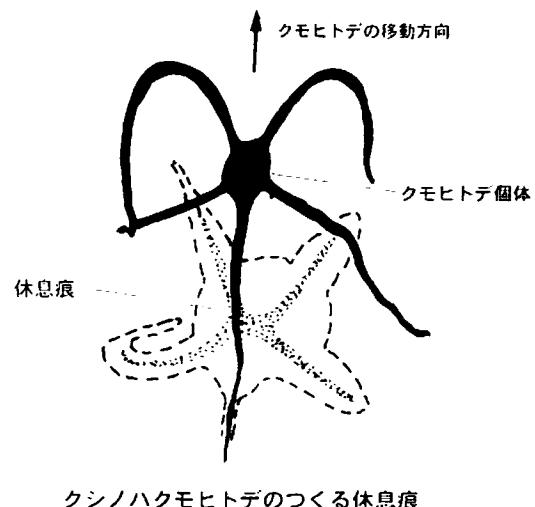
休息姿勢：休息姿勢は盤の大部分と腕の基部を埋め、腕の中央から先端を砂に密着させている場合が一般的である。またこの他に、腕の先端部を上げている場合や、盤と腕の下半分だけを砂に埋めて体の上面を露出している場合も認められる。休息姿勢に入るときは、砂上に停止した状態から、場所を変えずおそらく菅足を用いて徐々に盤を砂に埋めていき、ついで腕を基部から埋めていく。

砂中からの脱出：休息姿勢から脱出するときは、盤をほぼ水平に持ち上げながら歩行姿勢（石田, 1999; Ishida and Fujita, 2001）と同様な姿勢で水中に抜け出す。その際2本の先行腕と、2本の側方腕をつかうことが多い。クモヒトデは真上に上がるだけではなく、様々な方向に水平移動する。

休息痕：休息姿勢をとっているクモヒトデが砂上に脱出すると、休息痕が砂上に残る。休息痕の形態は、クモヒトデ本体の形にほぼ類似し、盤によって形成された円形部と腕によって形成された4本ないし5本の細長い窪みをもつ。休息痕は、クモヒトデの本体より大きく、輪郭は不明瞭である。曳行腕によるくぼみは短く不明瞭で、痕跡は残らない場合も多い。

クモヒトデの移動方向と休息痕の形態：休息状態から脱出する際、クモヒトデの2本の先行腕が形成した痕跡間の角度は、側方腕が形成した痕跡間の角度より小さい。したがって休息痕の腕の痕跡がつくる角度から先行腕と側方腕を区別することができ、クモヒトデがどの方向に脱出していったかを解析することができる。

化石生痕との比較：クモヒトデの潜行によって形成された生痕化石とされる *Asteriacites lumbrialis* Schlotheim, 1820 (Wilson and Rigby, 2000) とクシノハクモヒトデの休息痕とを比較し、化石から読みとれる情報を考察する。



*Resting trace of ophiuroids: example of *Ophiura kinbergi*

**Yoshiaki Ishida (Chitosegaoka Senior High School)

牧島・芳ノ浦（熊本県御所浦町）の姫浦層群樋ノ島層上部にみられる
デブリーフロー堆積物直上の底生動物化石群

菊池 直樹・廣瀬 浩司・田代 正之
(御所浦白亜紀資料館)

天草上島地域東部には上部白亜系姫浦層群下部亜層群が分布し、白亜紀後期の海生動物化石が豊富に産出することで有名である。天草上島南部に位置する御所浦諸島牧島には姫浦層群下部亜層群樋ノ島層上部が広く見られるが、主にタービタイト起源と考えられる砂岩泥岩互層から構成され、一般的に大型化石はたいへん乏しい。

このほど、牧島・芳ノ浦においてデブリーフロー堆積物直上にツキガイモドキ類などを中心とする内生二枚貝からなる自生の化石群を見いだした。ツキガイモドキ類は Taylor & Glover (2000)によれば、現生種のほとんどすべてが化学合成細菌を共生していることを述べており、この化石群はデブリーフローに起因する一時的な底質の富栄養化を背景に成立した群集の痕跡である可能性が高い。

芳ノ浦では主にデブリーフロー堆積物が見られる。これは天野(1960)により天草上島 夏網代から横浦島、牧島、大平島へと連続的に追跡できることが知られている。デブリーフロー堆積物の下位には砂岩・泥岩・菱鉄鉱ノジュール・石灰質ノジュールなどの数m～10cm程度の様々なサイズのオリストリスが基質支持で大量に含まれている。オリストリスのサイズは上位に向かって減少しており、堆積時の土石流のエネルギーの減少が読みとれる。このデブリーフロー堆積物上部にはレンズ上に堆積物食二枚貝類、掘足類などが偽礫と共に基質支持でやや集中して産出する。この化石集積部は下位のデブリーフローの堆積物の間に浸食面などの境界は見られず、最上部にあたると考えられる。岩相変化から、堆積時にサイズ・比重による分別が行われたと考えられる。

デブリーフロー堆積物直上には10cmほどの砂岩層が重なり、場所によってはかなりの密度で破碎された貝殻を含んでいる。ツキガイモドキ類などの内生二枚貝は自生産状を示し、これらを含む化石群は、この砂岩層直上にみられ、塊状の黒色泥岩からなり生痕化石に富む。この化石層は側方へ追跡すると生物擾乱を受けていない砂岩泥岩互層となり、内生ウニ類の化石が見られる。従って、自生の二枚貝化石を含む部分のみが生物擾乱を強く受けていると考えられる。この化石層は50cmほどの厚さである。

芳ノ浦の岩相変化から、まず、デブリーフロー堆積物、次に貝殻などに富む砂が流入し薄く堆積、そして徐々に堆積物が堆積する状態でツキガイモノキガイ類などの内生二枚貝・生痕形成者が生息、埋積が続き生物擾乱の減少し堆積構造が残された堆積物が堆積したことが読みとれる。

この化石群の構成種はツキガイモドキ類・所属不明の大型二枚貝であるが、いずれも殻が膨らむのが特徴で、殻も厚い。ほとんどが合弁で生息姿勢と思われる姿勢で見られ、いくつかの個体は層理面に斜交、もしくは横倒しの姿勢をとる。中には逆転した姿勢の個体もいくつか見られる。これらは逃避姿勢の可能性もある。

樋ノ島層上部は砂岩泥岩互層が卓越し、一般的に大型化石が貧弱で、異地性の産状を示す二枚貝の掃き寄せが稀に見られる程度で、自生の底生動物化石は *Inoceramus naumanni* が合弁で密集する産状と生痕化石程度で、たいへん乏しい。そのような状況の中で、このような化学合成細菌を共生するような二枚貝類の自生的産状は特異であり、デブリーフローにより有機物が分別集積され、際立って底質が富栄養化したことにより、一時的・局地的に成立した群集であったと考えられる。この一時的な富栄養化事件により成立した群集は、タービタイトによる埋積の継続の結果、終焉を迎えたのであろう。

和歌山県の中新統田辺層群産クチベニガイ類（二枚貝綱）の分類学的再検討*

松原 尚志（兵庫県立人と自然の博物館）**

クチベニガイ科は右殻が左殻に覆い被さる小型の殻により特徴づけられるグループで、日本産の現生タクサとしては2亜科6属15種1亜種が知られている（波部、1949, 1977; Higo et al., 1999）。また、日本産新生代化石種としては20種・亜種が知られている（Hatai and Nisiyama, 1952; Masuda and Noda, 1976）ものの、第三紀のものについては分類学的な再検討はほとんど行われていない。今回、演者は和歌山県の第三系（=田辺層群白浜（累）層：田辺田研グループ, 1984）から Yokoyama (1924 ["1923"]) により記載されたクチベニガイ類4種を、東京大学総合研究博物館（略称：UMUT）収蔵の模式標本、および兵庫県立人と自然の博物館（略称：MNHAH）収蔵の岡山県備北層群“下部層”（田口ほか, 1979）産の追加標本に基づき再検討を行った。その結果、従来とは異なる結論に達したのでここに報告する。

今回再検討を行った種と標本は以下のとおりである：

Corbula succincta Yokoyama: UMUT CM24649 (後模式標本); CM24642, CM24650–CM24660 (後副模式標本)。

Corbula peregrina Yokoyama: UMUT CM24635 (後模式標本); CM24636–CM24641, CM24643–CM24646 (後副模式標本)。

Corbula tsukaharai Yokoyama: UMUT CM24648 (完模式標本)。

Corbula tanabensis Yokoyama: UMUT CM24647 (完模式標本)。

"*Solidicorbula succincta* (Yokoyama)": MNHAH D1-004996 – D1-005001.

これらの種のうち、*Corbula tsukaharai* は竹山（1930）により *C. peregrina* の変異に含まれるとされた。その後、糸魚川 in 糸魚川ほか（1974）は、*C. peregrina* を *C. succincta* と同一種とするとともに *Solidicorbula* Habe, 1949 クチベニガイ属に含め、*Solidicorbula succincta* を有効名とした。それ以来、"*S. succincta*"は、西日本各地の下部中新統最下部～中部中新統最上部から報告されるようになった（田口ほか, 1979; Taguchi, 1981; 岡本ほか, 1983; 中川・竹山, 1985）。

今回の再検討の結果、1) *Corbula peregrina* は *Solidicorbula* クチベニガイ属に含まれること、2) *C. tsukaharai* は竹山（1930）、Hatai and Nisiyama (1952) の見解と同様、*C. peregrina* の変異に含まれること、3) *C. tanabensis* は *C. peregrina* と同一種であることが明らかとなった。このうち、3)の *C. tanabensis* と *C. peregrina* については、前種の模式標本は殻頂付近の欠けた単一の右殻のみであるので、*Solidicorbula peregrina* を有効名とする。また、4) *C. succincta* は *Varicorbula* Grant and Gale, 1931 コダキガイ属に含まれ、明らかに *C. peregrina* とは別種である (Fig. 1A, B)。したがって、*Solidicorbula succincta*, auct. は *Varicorbula succincta* ではなく、*Solidicorbula peregrina* のシノニムとなる。

Solidicorbula peregrina は西日本各地の中新統から知られており、その産出北限は日本海側では石川県珠洲地域 (Masuda, 1966)、太平洋側では岐阜県瑞浪地域である（糸魚川ほか, 1974, 1981, 1982）。前期中新世最後期～中期中新世の海洋古生物地理 (Ogasawara, 1994) から、本種は熱帯系の要素であると考えられる。

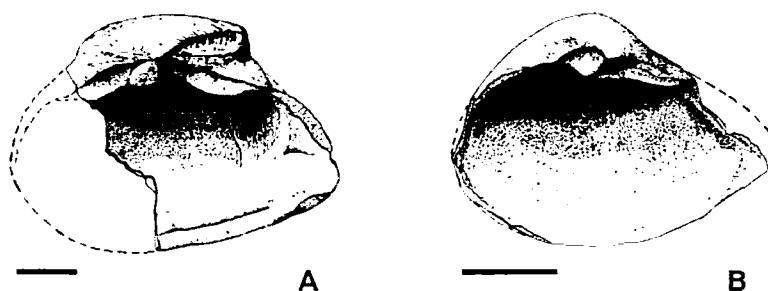


Fig. 1. 田辺層群産クチベニガイ類の右殻内面。

A. *Corbula peregrina*. UMUT CM24643 (副模式標本)。B. *C. succincta*. UMUT CM24652 (副模式標本)。スケールは3mm。

*Taxonomical review of corbulids (Bivalvia) from the Miocene Tanabe Group in Wakayama Prefecture, southwest Japan. **Takashi MATSUBARA (Museum of Nature & Human Activities, Hyogo)

岩手県二戸地域の中新統、門ノ沢層からの *Geloina* (二枚貝綱) の発見とその意義*

松原尚志 (兵庫県立人と自然の博物館)・小守一男 (田中館愛橋記念科学館)
・大石雅之 (岩手県立博物館)**

前期中新世最後期～中期中新世最初期にかけて、日本列島周辺には門ノ沢動物群 (Otuka, 1939; 鎮西, 1963; Matsubara, 1995) とよばれる熱帯～亜熱帯性の貝類化石群が広く分布していたことが知られている (e.g. Chinzei, 1978, 1986; Ogasawara and Nagasawa, 1992)。この門ノ沢動物群の模式である門ノ沢層下部の貝類化石群については、Otuka (1934), Chinzei and Iwasaki (1967), 松原 (1995; 2002 演旨) などにより検討がなされており、亜熱帯性のものであると考えられてきた (e.g. Chinzei, 1986; Ogasawara, 1994; 松原, 2002 演旨)。

最近、演者の一人、小守は岩手県二戸郡一戸町の農免道路工事現場において、門ノ沢層から多数の化石を採取した。この産地については小守と大石が地質調査を行い、その後、産出した貝類化石については松原が検討を行った。その結果、この中に *Geloina* が含まれていることが明らかとなった。本講演では門ノ沢層からの *Geloina* の产出について報告するとともに、その意義について述べる。

今回、*Geloina* 化石が产出したのは、一戸町北東部に位置する農免道路沿いの露頭である。この道路沿いには工事中に四ッ役層上部から門ノ沢層下部にかけての層準が露出し、*Geloina* 化石は門ノ沢層基底部にあたる館砂岩部層上部の緑灰色砂質シルト岩から産した。尚、この露頭は法面保護のためすべて被覆される予定であったが、一戸町教育委員会が保護策を講じ、地学教育用として門ノ沢層館砂岩部層が窓状に残された。

得られた *Geloina* 標本は 1 個体のみである。標本は合弁で、左殻の殻頂～前背部および腹部、右殻の前背縁が一部破損しているものの、殻高と殻長がほぼ同じ不等側の亜円形で強く膨れる。殻表には不規則な共縁状の成長線が見られ、左殻の殻頂部と両殻後部には浴蝕痕が認められる。また、右殻には前主歯、主歯の大部分、後側歯、後側歯槽、歯丘が、左殻には主歯の一部と後側歯が残されている (Fig. 1)。以上の特徴から、今回得られた標本は *Geloina cf. stachi* Oyama と同定される。

これまでに知られている中新世化石 *Geloina* の北限産地は、日本海側では新潟県村上地域 (津田, 1965) または山形県西田川地域 (西田・茅原, 1966)、太平洋側では茨城県大子地域であった (高橋, 2001)。したがって今回の発見は、中新世化石 *Geloina* としては最も北の記録となる。中新世化石 *Geloina* はマングローブ湿地の示相化石と考えられており (e.g. Oyama, 1950; Itoigawa, 1978; Chinzei, 1986)、それらの产出層準からはマングローブ植物の花粉化石も報告されている (e.g. 山野井ほか, 1980; 斎藤ほか, 1995)。

以上のことから、前期中新世最後期～中期中新世最初期の tropical front (e.g. Chinzei, 1986; Ogasawara and Nagasawa, 1992; Ogasawara, 1994) は、従来考えられていたよりも約 200km 北方の二戸地域にまで達していたと考えられる。今後は二戸地域における中新世マングローブ湿地の存否について、花粉化石など他のタクサに基づき検証を進める必要がある。



Fig. 1. 門ノ沢層産 *Geloina* cf. *stachi* Oyama のこう装。左：左殻、右：右殻。

*Discovery of *Geloina* (Bivalvia) from the Miocene Kadonosawa Formation in the Ninohe area, Iwate Prefecture, and its significance. **Takashi MATSUBARA (Mus. Nat., & Human Act., Hyogo), Kazuo KOMORI (Tanakadate Aikitu Mem. Sci. Mus.) and Masayuki OISHI (Iwate Pref. Mus.)

群馬県の上部中新統板鼻層の貝類化石群*

栗原行人（筑波大・生命環境科学研究所）**

板鼻層は群馬県安中－富岡地域に分布する富岡層群最上部をなす海退期の地層で、海成層からなる下部と非海成層からなる上部とに区分される（大石・高橋, 1990）。板鼻層下部から海棲貝類化石が多産することは古くから知られ（Yokoyama, 1926；藤本・小林, 1938；Oinomikado, 1938；星野, 1958），塩原型動物群の代表的産出層の1つとみなされてきた（Iwasaki, 1970）。しかし、これまでに板鼻層から図示・記載された種はわずかであるためにその貝類相の実体については不明な点が少なくない。今回、おもに群馬県立自然史博物館所蔵の碓氷川流域の産地からの標本に基づいて板鼻層産貝類化石群の分類学的検討を行った。

化石の産状 板鼻層最下部の中～粗粒砂岩および砂質シルト岩から産出した。中～粗粒砂岩からは上部浅海帯と下部浅海帯の要素が混合して密集状態で産出するのに対し、砂質シルト岩からは *Acila minutoides*, *Leionucula* sp., *Portlandia japonica*, *Nemocardium samarangae* などが散在的にしばしば合併で産出する。このことから、中～粗粒砂岩は浅所からの流れ込みの堆積物であり、堆積環境は下部浅海帯泥質底と考えられる。

種構成 二枚貝類40種、腹足類39種、頭足類1種、多板類1種が同定された。この中には塩原型動物群の特徴種である *Chlamys kaneharai*, *Anadara hataii*, *Kaneharaiia kaneharai* が含まれており、板鼻層産貝類化石群が塩原型動物群に属することが再確認された。塩原－耶麻動物群はその組成の層序的变化から古期と新期とに区分されるが、板鼻層産貝類化石群は冷水系要素とともに暖水系要素である *Sinum ineptum* や *Charonia lampas*などを含み古期塩原－耶麻動物群に認定される。板鼻層産貝類化石群の属構成は絶滅属を除けば、現在の東北本州太平洋側の混合水域の貝類相によく類似する。板鼻層と福島県棚倉地域の久保田層の貝類化石群との間で共通種が多いことは古くから指摘してきたが、本研究でも再確認された。板鼻層最下部の珪藻化石年代は後期中新世前期（NPD 5C：*Thalassiosira yabei* 帯）とされており（須藤ほか, 2002），久保田層の年代（Takahashi et al., 2001）と一致する。今回、*Kelletia*, *Neptunea* (*Barbitonia*)の未記載種が板鼻層から産出することが確認されたが、これらは塩原型動物群から報告されたことがなく、同属（亜属）の系統・生物地理を考察する上で重要である。

* Late Miocene marine molluscan fauna of the Itahana Formation, Gunma Prefecture, central Japan.

** Y. Kurihara (Institute of Geoscience, University of Tsukuba)

分岐分析的手法を用いた白亜紀アンモナイト類の系統解析

－特に白亜紀アンモナイト亜目について－

吉岡由紀・棚部一成（東京大学・院理・地球惑星科学）

ジュラ紀および白亜紀に栄えたアンモナイト目アンモナイト類はそれ以前の分類群と比べて殻体の保存がよいことや、形態的多様性が著しいことなどから、多方面からの古生物学的研究がなされてきた。しかしその高次での系統関係に関しては研究者によって解釈が大きく異なり、未だに統一した見解が得られていない。

そこで本研究では、特に白亜紀アンモナイト類の系統関係を明らかにするため、出来るだけ多くの化石試料を用いて形質データを抽出し分岐分析を行った。

研究に用いた化石試料は、主に北海道、米国、マダガスカル、ロシア（カムチャツカ、ボルガ）、グルジア共和国の Aptian から Maastrichtian にわたる地層から産出したもので、17 科 32 属、42 種にわたる。それらの多くは初生的なアラゴナイト殻体を残した保存の良いものである。本研究では、主として初期殻体の内部構造に着目し、相同意が確認される形質について、それぞれの OTU（ここでは種）で形質状態を詳しく調べた。

高次での系統解析では OTU 内での各形質の安定性が前提となる。そこで多数の標本を得ることが出来た種については、それぞれの形質について種内での変異性を検討し、安定であることが確認されたもののみを系統解析に使用した。その結果、胚殻内部の構造要素である盲管・原体管・原殻壁の形状、および発生初期での体管の位置とその個体発生的变化、殻壁襟の構造とその個体発生的变化などが同種内で一定の特徴を持ち、高次での系統解析に利用できることが確認された。このほか、従来の研究によって科レベル以上で安定性が確認されている腹側の殻構造、Primary suture, Prosuture, adult suture の各要素などの形質について各 OTU 内での形質状態の安定性を詳細に観察し、安定性が確認された 15 以上の形質についてデータマトリックスを作成し、系統解析ソフト PAUP を用いて分岐分析を行い、最節約的な分岐図を作成した。

系統解析の結果、白亜紀アンモナイト類の中でいくつかの超科に対比されるクレードが形成され、特にアンモナイト亜目に関してはいくつかの別の分類群に起源をもつ多系統群を含むことが明らかとなった。

今回の発表では得られた分岐図を用いた詳細な分類体系の検討、また白亜紀アンモナイト類のなかでも特にアンモナイト亜目内での高次分類群間の系統関係に対する考察を行う。

後期白亜紀 Collignoniceratinae 亜科アンモナイトにおける形態進化パターン

原田光一郎（東京大・理）・棚部一成（東京大・理）

白亜紀に栄えたアンモナイト類の中でも、Collignoniceratinae 亜科（アンモナイト亜目アカントセラス超科）は、殻の外部形態や表面装飾の時間的变化が著しい系統であると考えられている（例えば Matsumoto, 1965; Reumont, 1975）。さらに、しばしば同一のノジュールで同種の個体が排他的に多産することから、集団レベルで形質の変異性や小進化について考察できる利点を備えている。そのため、これまでいくつかの種について、相対成長に基づく個体発生の研究（Obata, 1965; Obata et al., 1979）や殻のプロポーションに関する進化傾向の解析（Reumont, 1975, 1982; Tanabe, 1993）が行われているが、種分類に有効とされてきた殻の表面装飾や形状についての定量的な研究はほとんどなされていなかった。そこで、演者らは Collignoniceratinae 亜科の 4 種の集団標本 6 サンプルを用いて、殻の表面装飾と形状の個体発生的変化について詳細な観察と比較を行った。

サンプル

研究に用いたサンプルの種名、および产地とその時代は、以下の通りである。

EDCw: *Collignoneras woollgari*: 米国 South Dakota 州 Edgemont の中部チューロニアン

RSnep: *Subprionocyclus neptuni*: 北海道北西部達布地域 *Inoceramus hobetsensis* 帯（ほぼ中部チューロニアンに相当）

PMSnep: *S. neptuni*: 北海道中部万字地域 *I. teshioensis* 帯上部（ほぼ上部チューロニアンに相当）

PMSmin: *Subprionocyclus minimus*: 北海道中部万字地域 *Inoceramus teshioensis* 帯上部（ほぼ上部チューロニアンに相当）

YSmin: *S. minimus*: 北海道中部鳩ノ巣地域 *I. teshioensis* 帯上部（ほぼ上部チューロニアンに相当）

RLSnor: *Subprionocyclus normalis*: 米国カルフォルニア州 Redding の *I. teshioensis* 帯上部（ほぼ上部チューロニアンに相当）

観察結果と考察

個体発生過程での表面装飾（肋、疣状突起、キール）の発達様式を詳しく検討した結果、1) 肩外側および脇周りの疣、肋、キールの出現時期は Rsnep→PMSnep→(RLSnor, YSmin, PMSmin)の順で遅くなること、2) 肩内側の疣の出現時期は RSnep→PMSnep→(RLSnor, YSmin, PMSmin)の順で遅くなり、存続期間も短くなること、3) さらに 肩内側の疣の強度や各サンプル内におけるその出現頻度が RSnep→PMSnep→RLSnor→YSmin→PMSmin の順で減少すること、などが明らかになった。

また、螺管一巻きあたりの肋数は、すべてのサンプルで成長の一時期までは増加若しくは一定で、ある段階で減少に切り替わるが、その段階の殻の大きさが EDCw→(Rsnep, PMSnep)→(RLSnor, YSmin, PMSmin)の順で大きくなる傾向が認められた。肋の分岐挿入頻度は、サンプル EDCw を除くすべてのサンプルで殻のサイズの増大と共に増加するが、その増加の割合は(Rsnep, PMSnep)→RLSnor→(YSmin, PMSmin) の順に大きくなる傾向が認められた。つまり、肋の形状の個体発生的変化をサンプル種間で比較すると、*C. woollgari* (EDCw) の多くの個体の幼～中期に観察される肋の形状は著しい個体変異を示すが、それらのいくつかのタイプは子孫種の個体の中～成年期に出現することが明らかになった。

種の出現順序などから想定されている *C. woollgari*→*S. neptuni*→*S. normalis*→*S. minimus* の進化系列を考えると、Collignoniceratinae 亜科における形態進化パターンのいくつかは、祖先種の幼期に見られる形質状態が子孫種では順次個体発生のより後期に出現する傾向、すなわち幼形進化 (paedomorphosis) でうまく説明できることがわかった。

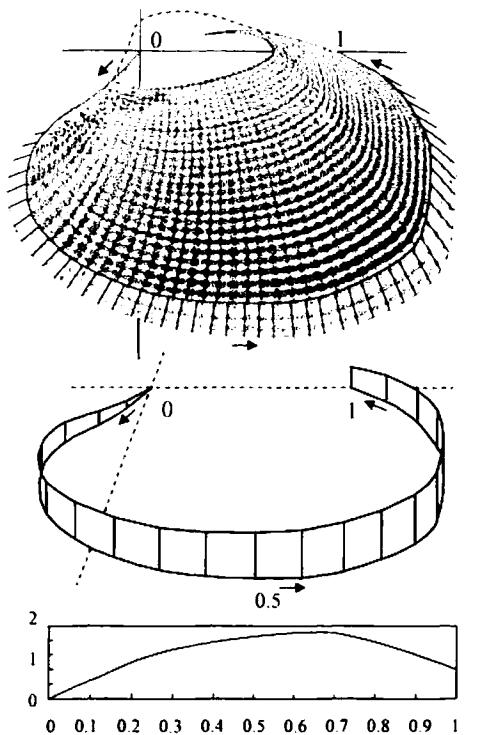
二枚貝の殻成長縁での成長率勾配と殻形態

生形貴男（静岡大・理）

貝殻の外形は、殻口の輪郭と殻の巻き方によって表すことができる。それ故か、殻口の輪郭と殻の巻き方とでそれぞれ独自の解析法が発達し、両者はあたかも互いに独立の形質であるかのごとく扱われてきた。しかしながら、いずれも外套膜の成長と殻の分泌の結果として出来たものの属性に過ぎず、両者の間に形態形成上の制約関係があることが十分に考えられる。特に、殻口の拡大率が一般に大きい二枚貝では、外套膜の成長様式は殻の巻き方と殻口の輪郭の両方に支配的な影響を与えるだろう。そこで本研究では、二枚貝の外套膜に沿った成長勾配パターンに注目し、このパターンと殻の巻き方や殻口の輪郭との関係を解析した。

まず、殻口の形状と拡大率および巻き軸の方向で殻形態を表すモデルを考え、マルスダレガイ目¹⁾に属する9種について、そのモデル变量と殻口縁に沿った成長勾配パターンを実際の標本から見積もった（右図）。その結果、殻の膨らみや殻口の形状は成長とともに変わりやすい反面、成長勾配パターンは成長を通じて比較的一定に保たれることができた。また、成長に伴う殻の膨らみの増加は殻口の後腹縁の伸張を伴う傾向にあり、その傾向は前後非対称の輪郭を持つもので特に顕著である。そこで、理論形態モデルを用いて、殻口の輪郭や殻の巻き方の違いによって成長勾配パターンがどのように異なるのかをシミュレートした。その結果、前後非対称の殻口を持つ場合、膨らみの増加によって最大成長点がより前方へと移動し、その影響は、殻の巻き軸が縫合面内で前方に沈下している場合ほど少なく（最大成長点が後方に位置するので）、また殻口の後腹縁の伸張によって相殺される（最大成長点が後方へ移動するため）ことがわかった。一方、殻の巻き軸が反対側の殻に向かって沈下する場合には、最大成長軸が湾曲して殻頂が前方に向く“prosogyrous”な殻形態を呈するが、このような巻き軸方向の沈下は、最大成長点の位置には影響せず、むしろ最大成長点近傍の成長率増加を帰結する。

以上のシミュレーションについて、因果律を実際の形態形成に戻して解釈すれば、以下のように考えられるだろう。すなわち、外套膜に沿った成長勾配パターンを保ったまま成長を続けた場合、成長開始時の初期条件によっては、成長に伴う殻の膨らみの増加は後腹縁の伸張と不可避的に連動してしまうのである。こうした連動関係は、殻形態の個体発生変化においてのみならず、殻形態の進化においても同様に、形態形成上の制約として作用するだろう。一方、前後対称の殻形態を持つものや、最大成長軸が後方に位置する成長勾配パターンを持つものでは、このような制約はそれほど深刻ではないはずなので、より自由に様々な形態を派生しうると予測できる。また、殻の開閉や堆積物への潜入の際に機能的とされる“prosogyrous”な殻形態は、成長勾配の基本的なパターンを変更することなく、殻の成長率を全体的に増加させるだけで実現できるので、上記のような形態形成上の制約の下でなお容易に進化しうる殻形態であると考えられる。



日本産ドブガイ亜科（二枚貝類イシガイ超科）3種の遺伝的変異と 系統分類学的位置づけについて

島本昌憲（東北大・総合学術博物館）・高橋 敦（東北大・付属病院事務部）

二枚貝類ドブガイ亜科 (Anodontinae) は東アジアから日本列島の淡水域に広く生息する。本研究では、これらの種群のうち日本産のドブガイ属 2 種 (*Anodonta woodiana* (Lea), *A. calipygos* Kobelt) とカラスガイ属 1 種 (*Cristaria plicata* (Leach)) について、アロザイム分析に基づき遺伝的変異を検討し、種間の遺伝距離および形態的特徴から系統分類学的位置づけについて考察した。

ドブガイ属 2 種のうち、*Anodonta woodiana* (ドブガイ) は日本列島および中国に広く分布しており、形態的変異に富む。形態的変異が大きいことから、これまでに *A. japonica* (タガイ) や *A. lauta* (ヌマガイ) をはじめとして多くの名で呼ばれてきたが、波部 (1977) により *Anodonta woodiana* として統合整理されている。他方の *Anodonta calipygos* (マルドブガイ) は琵琶湖および淀川水系の固有種とされているが、東海地方や中国地方などにも移植されている。これらの 2 種は、鉗歯の擬主歯・側歯ともに欠き、砂底～砂泥底に生息する。

一方、カラスガイ属の *Cristaria plicata* (カラスガイ) は日本列島および中国に分布する。鉗歯は擬主歯を欠くが、細長い後側歯を有し、砂泥底～泥底に生息する。これまで本種は、背縁に翼状突起を持つという形態的特徴から *Hyriopsinea* (イケチョウガイ亜科) に含められてきたが、最近、近藤 (1999) などは本種が擬主歯を欠くという鉗歯の特徴などから Anodontinae (ドブガイ亜科) に含めることを提唱している。

このように、形態変異の著しい淡水性二枚貝類を形態的特徴のみから系統分類学的位置づけを検討することは困難な場合が多い。そこで本研究では、これら 3 種についてアロザイム分析に基づき遺伝的変異を検討して、種間の遺伝距離を定量化し、系統分類学的位置づけを評価することを試みた。

消化系酵素 14 遺伝子座の遺伝的変異を検討した結果、*Anodonta woodiana* (ドブガイ) と *A. calipygos* (マルドブガイ) の遺伝距離は 0.503 となり、*Cristaria plicata* (カラスガイ) と前 2 種との遺伝距離は 0.810 および 0.711 であった。外群としての Unioninae (イシガイ亜科) の *Unio biwae* Kobelt (タテボシガイ) と 3 種との遺伝距離の平均値が 2.623 と大きいことから判断して *Cristaria plicata* (カラスガイ) は *Anodonta woodiana* (ドブガイ) および *A. calipygos* (マルドブガイ) に遺伝的にはかなり近縁であると推定され、*Cristaria plicata* (カラスガイ) を Anodontinae (ドブガイ亜科) に所属させる近藤 (1999) などの意見を支持する結果を得た。

北海道北部中川町の上部白亜系産化学合成化石群集における

嫌気性メタン酸化古細菌の存在について

ジェンキンズ ロバート（東京大・理）・疋田吉織(中川町資料館)・荻原成騎(東京大・理)・
棚部一成（東京大・理）

北海道北部中川郡中川町に分布する上部白亜系の大曲層から、チューブワーム優占の化学合成化石群集の产出が報告されている。また、メタンが関与したと考えられる炭酸塩岩が、化学合成群集に随伴して产出する（疋田ほか、2001）。現生のチューブワームやシロウリガイなどの化学合成群集は、一次生産者である化学合成細菌を体内に共生したり、それらを摂食して主たる栄養を得ている。つまり、化学合成群集の生態を考える際には、その一次生産者である化学合成細菌などの微生物相を復元することが重要である。化石から微生物相を復元することは一般に困難であるが、本研究では地層中からバイオマーカー（生物指標化合物）となる有機物を抽出・同定することによって、当時の微生物相の一端を復元することに成功した。

本研究では、大曲層から产出する化学合成群集に伴う炭酸塩岩を使用した。サンプルを研究室に持ち帰った後、岩石カッターを用いて研究室で 5 cm 角程度に切断した。これを塩酸、メタノールを用いて十分に洗浄し、ボールミルで粉末にした。粉末サンプルを塩酸で溶解させたあと、Hexane:Ether=9:1 溶媒で有機物を抽出した。抽出した有機物はカラムクロマトグラフィーを用いて直鎖、環式炭化水素、およびアルコールに分画した。このうち、直鎖炭化水素について GC および GC/MS を用いて、各炭化水素の同定・定量を行った。

GC および GC/MS による分析の結果、直鎖の炭化水素画分にはイソプレノイド鎖である PME と Crocetane が非常に高濃度で存在することが明らかになった。この 2 つの有機物はいずれも嫌気性メタン酸化古細菌のバイオマーカーである。この古細菌は現在のメタン湧水周辺の炭酸塩岩中からも知られている。つまり、中川町の上部白亜系大曲層より产出した化学合成群集生息時には、メタンが存在し、かつ、それを利用する嫌気性メタン酸化古細菌が存在したことが明らかになった。そして、中川町の化学合成化石群集に随伴する炭酸塩岩は、この嫌気性メタン酸化古細菌によって沈殿した可能性が高い。

文献

- 疋田吉織・鈴木清一・井尻暁・都郷義寛・松田敏孝(2001)：北部北海道中川町の上部白亜系から产出した化学合成群集の古生態、
日本古生物学会 2001 年年会予稿集, p.65

ミランコビッチサイクルに起因する季節性変化の

日本海浅海貝類相の変遷パターンへの影響

北村晃寿(静岡大・理)

大桑層に記録された酸素同位体ステージ(以下 MIS)50 から 26 までの期間の日本海陸棚における貝類相の層位分布から、氷期から間氷期への温暖化期の寒水系貝化石から暖水系貝化石への種構成の入れ替わりには二つのタイプがあることが分った(Kitamura et al., 2000)。第 1 は寒水系貝類に暖水系貝類が混在するというタイプである。寒暖両水系生物の境界では数年から数百年単位の気候変動によって両水系の生物の侵入・撤退が繰り返し起こるから、このタイプは対馬海流の流入と平行して、寒暖水系生物の境界が温暖化に伴って北上したことによって生じたと解釈される。第 2 のタイプは、寒水系貝類の消滅後、しばらくして暖水系貝類が出現するというものである。氷期から間氷期への変換期は、北半球の夏期の日射量が増大する期間で、逆に冬期の日射量は減少する。それゆえ対馬海流の流入開始期には夏期の水温の上昇速度が冬期の水温上昇速度より早かった可能性が高い。この水温の年格差の増大によって、寒水系貝類は夏期水温の上昇により絶滅率が移入率を上回ったため地域的に絶滅し、一方暖水系貝類は冬期の低温によって幼生が無効分散に終わったため、寒暖両水系貝類に生息不適な環境が現れたと考えられる。ちなみに MIS32/31 の変換期における、最後に地域的死滅する寒水系貝類 *Yoldia notabilis* の南限と最初に現われる暖水系貝類 *Cycladicama cumingi* の北限の水温条件から、両要素の生息不適な水温条件を求めると、最寒月の平均水温は 6°C 未満、最暖月の平均水温は 20°C を越える年格差がえられる。

Suzuki et al. (2001) は石垣島の群体サンゴ化石の酸素同位体比を測定し、最終間氷期の表層海水温の季節性は現在よりも大きかったことを明らかにした。そして最終間氷期の北緯 65° の夏期日射量(486 W/m²/day)が現在よりも(427 W/m²/day, 最終氷期以降の最大値は 1 万年前の 469 W/m²/day)高いことから、季節性の増大の原因は日射量の差にあるとした。MIS51 以降、間氷期における日本海の海況は現在と同じであり(Kitamura et al., 2001)，そして対馬海流は黒潮と東シナ海沿岸水の混合したものである。よって、日本海の表層海水温の季節性もミランコビッチサイクルに起因する日射量変動の影響を受けたであろう。そこで、演者は大桑層の貝化石の変遷パターンと北半球の夏期日射量の変化とを比較することにより、上記の解釈の妥当性をテストできると考えた。

大桑層の微化石層序、古地磁気層序の時間面の年代値は Berger et al. (1994) のタイムスケールに基づき、また Shackleton et al. (1990) に従い、MIS36 から 34 を 2 つの 4.1 万年周期に対応させた。さらに、4.1 万年周期の地軸の傾きの変動のプロットには、8 千年のラグタイムをつけた。これは前期更新世の氷河性海水準変動は 8 千年のラグタイムをつけた地軸の傾きの変動に最もよく合うからである(Imbrie et al. 1984)。つまり、この変動カーブを氷河性海水準変動の変動曲線とみなし、海水準上昇期一地軸の傾きの増大期一の北半球夏期の日射量のピークを貝化石群の変遷期の日射量と仮定した。比較の結果、寒水系貝類も暖水系貝類も生息しない環境が現れた MIS 48/47, 44/43, 32/31 の日射量はそれぞれ 495 W/m²/day, 493 W/m²/day, 500 W/m²/day であり、残る氷期から間氷期への変換期の日射量はすべて 480 W/m²/day 以下であり、解釈の妥当性は検証されたといえよう。

この解釈に従うと、最終氷期から後氷期への変換期の北半球夏期の日射量は 1 万年前にピーク(469 W/m²/day)に達し、その後低下しており、今後 13 万年間に 469 W/m²/day を越えることがないので、現在の地球気候システムが維持される限り、寒暖両水系の貝類の生息を阻害する環境は日本海陸棚においては現れないだろう。

中海のセジメント・トラップ中の有孔虫

野村律夫（島根大・教育）・瀬戸浩二（島根大・汽水セ）

汽水湖の中海において、懸濁物質がどのような沈降過程を有し、また風浪・水位変動によって湖底堆積物がどの程度攪拌されるのか基礎資料を得るための調査を 2001 年 1 月から 2 年間継続している。この調査は、懸濁物質の水深別変動と各種の生物との関係を月単位の変動として見積もるものであるが、移動能力に乏しいとされる有孔虫が年間を通して活発に垂直移動していることを知ることができた。現在、有孔虫の水中での移動様式については依然不明のままであるが、ここでは水深別の産出量とその月別変動の詳細を報告する。

セジメント・トラップは、国土交通省（出雲工事事務所）が中海湖心部の水深 6.5m に設置している気象観測所を利用して設置した。この観測所では気温、気圧、風力、波浪などの気象データ、水温、塩分、濁度、栄養塩類などの環境評価データを時間単位で計測している。調査方法は、湖底に達するステンレス製のパイプをこの気象観測塔の一部に固定した。このステンレス・パイプには直径 7.3cm、長さ 15.5cm の透明プラスチック製の円柱容器（容積 1 リットル）を水深 1m ごとに固定し、約 1 ヶ月ごとに取り換えた。

中海の有孔虫は *Trochammina hadai* と *Ammonia beccarii* の 2 種で特徴づけられ、トラップの設置地点の群集は約 90% が *T. hadai* で占有されている。しかし、トラップ中の有孔虫は *A. beccarii* の生個体の産出が年間を通して大きかった。*T. hadai* の産出は 4 月から 6 月まで特徴的に多産し、7 月と 8 月は遺骸個体が多産した。その他の月での産出は極めて少ない。4 月から 6 月にかけては、水深 1m からも個体数は少ないが産出しており、ブルーミング時期に相当するものとみられる。しかし、産出する有孔虫のサイズは幼体殻ばかりでなく、成個体も多い。そのため、成体も幼体も一緒になって湖底から海面近くまで移動しているような印象を与える。また、風浪による湖底の攪拌が著しい時期に有孔虫の水深別移動を促進させる可能性もあるが、実際にはトラップ中の堆積物量の変化からみても、この物理的現象とは相関は低かった。堆積量を水深別にみると、さまざまなベントスの活動が大きくなる 5 月～9 月に対応して堆積物量も多くなっている特徴がある。有孔虫の移動にはこのようなベントスの移動が関係しているように見える。年間を通してみると、*A. beccarii* は水温が低下する冬期を除き、かなり活動的な生態を有しているが、富栄養化の指標となる *T. hadai* の活動は限られている。

深海生底生有孔虫類による沈降有機物消費過程：相模湾における現場測定実験

野牧 秀隆（東大・海洋研）・Petra Heinz（Tuebingen Univ.）・中塚 武（北大・低温研）
・北里 洋（JAMSTEC, IFREE）

1) 目的

深海底は、海洋表層で植物プランクトンによって生産された沈降粒子が最終的に分解されて堆積物へと埋没する、海水中における下向きの物質循環の終着地点である。堆積物から古環境情報を復元する場合、海洋の環境情報が埋没過程で被った変質を解明することは、より正確な古環境復元につながる。つまり、深海堆積物における物質の分解過程を知ることは、古環境情報を復元する上で欠かせないことと言える。深海底における沈降粒子の分解・無機化過程には、底生生物が大きく貢献していると言われている。しかし、深海底生生物の生態には不明な点が多く、実際にどの程度の有機物を摂取・消費しているのかは明らかになっていない。底生生物の中でも底生有孔虫は、深海においては全バイオマスの50%以上を占めることもあると言われ、深海生態系の中でも重要な構成要素となっている。また、殻を持つことから古環境解析にも広く用いられている。本研究では、深海底における底生生物、とくに底生有孔虫による沈降有機物摂取量を明らかにし、深海底での有機物の分解過程において底生有孔虫が果たす役割を議論する。

2) 方法

底生有孔虫による沈降有機物摂取量を調べるために、2001年11月と2002年4月の計2回、相模湾中央部において深海底現場培養実験を行った。相模湾深海底水深1450mに「しんかい2000」を用いて直径5cmの培養装置を設置し、その中に実験室で¹³Cで標識して培養した単細胞藻類 *Dunaliella* ($\delta^{13}\text{C} = 11$ 月: 3912‰, 4月: 3196‰) を堆積させ、秋は0, 2, 4, 6日後に、春は0, 2, 11日後にそれぞれ回収した。また、堆積物、底生有孔虫のバックグラウンドの $\delta^{13}\text{C}$ 値を調べるために、ブッシュコアラーによってコアを一本採取した。回収した堆積物は0-5cm(11月は0-3cm)を2cmまでは0.5cmずつに、2-5cmは1cmごとに切り分け、各深度スライスごとに底生有孔虫を拾い出し、有孔虫の細胞内に取り込まれた藻類の量およびバイオマスを調べた。

3) 結果と考察

回収したコア内の堆積物には10 cm²あたり500~1070個体の底生有孔虫が分布し、底生有孔虫のバイオマスは200~860 mgC/m²であった。堆積物中の有機物の $\delta^{13}\text{C}$ はバックグラウンドサンプルでは-20‰でほぼ一定であったが、実験コア内の堆積物では表層で+60~80‰まで増加していた。また、時間経過とともに $\delta^{13}\text{C}$ 値の変化は堆積物の深部まで及び、添加された有機物が堆積物に混合されていったことがわかる。底生有孔虫による有機物摂取量と摂取速度は、種ごとの堆積物内での深度分布によって大きく異なる傾向が見られた。有孔虫細胞内の $\delta^{13}\text{C}$ の値は、バックグラウンドでは-13~-28‰であったが、11月、4月ともに添加2日後のコアでは、*Bulimina aculeata*, *Uvigerina akitaensis*などshallow infaunaの $\delta^{13}\text{C}$ が90~1100‰まで増加し、堆積物の2-3cmに分布していた個体も、顕著に藻類を摂取していた。Intermediate infaunal speciesは、11月では2日後の時点ではほとんど藻類の摂取は見られなかったものの、添加6日目には明らかな藻類の摂取が見られた。4月では添加2日後から明らかな摂取を示した。また、deep infaunal speciesである*Globobulimina affinis*, *Chilostomella ovoidea*は、全く異なった摂取行動を示し、*G. affinis*がshallow infaunaに匹敵する量を摂取したのに対し、*C. ovoidea*はほとんどラベルした藻類を摂取しなかった。底生有孔虫群集全体では、11月に2.5 mgCm⁻²d⁻¹、4月には6.8 mgCm⁻²d⁻¹のラベルした有機物を摂取しており、その他の生物群に比較して非常に大きな値を示した。

以上の結果は、底生有孔虫が多量の沈降有機物を選択的に摂取しており、沈降有機物の初期の分解・消費過程に重要な役割を果たしていることを示す。また堆積物中の鉛直分布や食性が異なる種ごとに植物プランクトン起源の沈降有機物への依存度が異なっており、それぞれの種が異なった環境情報に反応している可能性があることを強く示唆している。

ヤドカリと共生する *Dipolydora* 属ゴカイの生痕 (*Helicotaphrichnus commensalis*) を用いた巻貝類に対するカニによる捕食痕の再評価

石川牧子（東大・院理・生物科学）・東條文治（名大・院・環境）・加瀬友喜（国立科学博物館）

生物間の捕食-被捕食関係の時代的変遷は、生物進化を考える上で重要である。タマガイ類やアクキガイ類などの巻貝類の穿孔捕食痕や甲殻類の特徴的な捕食痕は、その豊富な化石記録から、捕食活動の時代的変遷や底生貝類群集への影響を評価するために多くの研究で議論されてきた。しかし、このような捕食痕の認定や評価には様々な問題がある。例えば、巻貝類の死殻を再利用したヤドカリなどの二次利用者もカニにより捕食されるが、捕食様式は巻貝類に対するものと同様で、殻口部から破壊された捕食痕が残るため、両者を捕食痕の形態により区別することは困難である。当然のことながら、二次利用者に対する捕食は巻貝類に対する選択圧とはならず、貝類の進化には何ら影響を与えない。また、貝類の遺骸が物理的に破片化する可能性もある。

本研究の目的は、沖縄本島宮城島の後期鮮新世・新里層の化石貝類群集を例として、巻貝類とその死殻の二次利用者に対する捕食とを区別することである。同地域の新里層中には漸深海帯の自生的な貝類群集があり、保存は極めて良好で、水流や地層の圧密などによる物理的な破壊を殆ど受けていない。さらに、沖縄特有の気候による堆積物の風化・浸食のため、貝類は壊れずに露頭全面の平地に流出していることから、多量の試料を得ることができる。

新里層の巻貝化石には、*Dipolydora* 属のゴカイの棲管 *Helicotaphrichnus commensalis* を持つ個体が多く見られる。これは巻貝の殻口軸唇部にできる長径 2~3mm の U 字型の特徴的な生痕化石である。現生種での報告と、生貝の殻口軸唇部が軟体で覆われている事とから、このゴカイは貝の死後、それを宿貝とするヤドカリと共生することが知られており、体化石の残りにくいヤドカリの古生態の議論によく用いられる。巻貝軸唇の *H. commensalis* の位置は、元の殻口と貝殻が割れることによって二次的にできた殻口とに集中しており、死殻を占有したヤドカリの頭部の位置を物語っている。従って、巻貝の殻口が破壊されていても、殻口軸唇部に *H. commensalis* が認められれば、巻貝の死亡後ヤドカリが利用するまでは殻は完全であり、殻の破壊はその後のヤドカリに対する捕食の結果であると推定できる。本推定に基づき、新里層の巻貝群集に見られるカニによる特徴的な捕食痕には、二次利用者に対するものがかなりの割合で含まれていることが示唆された。

岡山県の古第三系（中部始新統～上部漸新統）前島層に産する 蔓脚類化石とその生息場所の推定

野村真一・藤井隆志・近藤康生（高知大学・理）・山口寿之（千葉大学海洋バイオシステム研究センター）

岡山県牛窓町前島には、古第三系前島層が基盤の花崗岩類を不整合に覆って局的に分布している。前島層は下部礫岩砂岩部層と上部砂岩部層に区分されている（山本, 2001）。下部礫岩砂岩部層の最上部に位置する化石密集層からは、大量のフジツボ破片や表生二枚貝などに加え、原地性ないし同相的な産状を示す二枚貝 *Isognomon hataii* が報告されている（Matsubara, 2002）。しかし、そのフジツボ破片は詳細に検討されないままであった。そこでフジツボ破片から種の同定を試みた結果、カメノテ類 *Capitulum?* sp. と所属不明のフジツボ類 4 種を識別した。*Capitulum?* sp. は殻板のうち楯板しか見つかっていないが、その形態は現在の潮間帯に生息するカメノテ (*Capitulum mitella*) に類似した特徴を持つ。日本におけるカメノテ類化石の産出は、これまでのところ高知県の更新統平野層から *Capitulum mitella* (三本, 1991) が報告されているのみであり、前島層の *Capitulum?* sp. は日本の第三系では初めての産出となる。また、これら蔓脚類（フジツボ類、カメノテ類）の生息場所を、下部礫岩砂岩部層の堆積環境と化石の産状から推定したので報告する。

野外調査の結果、下部礫岩砂岩部層は、おおむね下位から順に、1) 礫支持円礫岩相：礫浜、2) 級化～逆級化礫支持巨礫岩相：土石流堆積物、3) 斜交層理砂岩相：上部外浜、4) 塊状砂岩相：内湾砂底、5) 石灰質細礫～中礫岩相：上部外浜相当、あるいはそれより深い砂礫底、に区分される。これらのうち岩相 1～4 は基盤のくぼ地を充填したもので、岩相の側方変化が激しい。一方、岩相 5 は岩相 1～4 によって埋められたあの比較的平坦な平面上に位置し、側方に連続するとともに厚く堆積している。岩相 1 が上方細粒化することや、岩相 3 や岩相 4 がオンラップの端末型を示すことなどから、下部礫岩砂岩部層は海進期堆積体であると判断した。特に岩相 5 は比較的平坦な海底面上において、水流による細粒粒子の吹き分けが起こる状態で堆積したと考えている。フジツボ類、カメノテ類は、ともに岩相 3 と岩相 5 に多産する。特に岩相 3 では、破片が斜交層理の基底部に密集している。

一般に、フジツボ類は頑丈な殻板と、もろく化石に残りにくい蓋板から構成されるのに対して、カメノテ類は頑丈な殻板がごく小さく化石になりにくい殻板に取り巻かれている。前島層から産出する蔓脚類の破片は化石として残りやすい大きく頑丈な殻板がほとんどであり、しかも、これらの殻板は分離するだけでなく、破片化も起こしていて、さらに磨滅も受けている。このような産状は前島層の蔓脚類が生息場所の外へ運搬されたものであることを示す。なお、化石として残りやすい部分だけで比較すると、*Capitulum?* sp. とフジツボ類の産出量は同程度である。

このように前島層の蔓脚類は異地性であり異相的な産状を示してはいるが、大量に産出することから、堆積場周辺の潮間帶～潮下帶にその大規模な生息地があったことは疑いがない。そこでこれら蔓脚類の生息場所についてさらに絞り込むために検討を行った。カメノテ類は、殻板が軟体部で接合していて、死後、固着部からすぐにはがれるため、自生的な産状は通常期待できない。

一方、フジツボ類は殻で固着するため、少なくとも殻板は固着したまま残るはずである。前島層では、海進期初期の比較的水深の浅い段階を経た基盤の花崗岩類および岩相 1～4 において、岩盤や礫に付着している産状や殻板が結合したままのフジツボ類は見つかっていない。加えて岩相 5 に産出する、砂礫底に寝転がって生息していたと推定される二枚貝 *Isognomon hataii* (宮地ほか, 2003; 本学会講演要旨) に付着したフジツボ類も見つからない。したがって、フジツボ類は、前島層に記録された比較的水深の浅い岩盤や礫に生息していなかっただけでなく、岩相 5 が示す上部外浜相当、あるいはそれより深い砂礫底にも生息していなかつたと推定できる。また、愛媛県北条市沖において、海底の露岩に生息していたと推定されるフジツボ類が潮流によって運搬され、砂堆を形成していることが報告されていること（小嶋・奈良, 2002; 地質学会四国支部講演要旨）を考慮すると、前島層に産出するフジツボ類やカメノテ類はこのような海底の露岩に生息していた可能性がある。

岡山県牛窓町前島の古第三系前島層に産する二枚貝 *Isognomon hataii* の生息環境

宮地 鼓・藤井隆志・遠藤 浩・近藤康生（高知大・理）

マクガイ科 *Isognomon* 属は、三畳紀後期に出現し、現在、熱帯域の潮間帶～潮下帶の岩礁やサンゴ礁の隙間、あるいは砂礫底に足糸で付着して生息していることが知られている。その殻形態は比較的扁平で、殻も薄い。それに対し、ジュラ紀に生息していた *Isognomon* 属は殻の膨らみが強く、殻も厚い。それらは、砂泥底に生息していたとされ (Seilacher, 1984)，現生のものとは殻形態も生息場も異なっている。しかし、これまでこのような違いをもたらした原因や、出現時から現在までの生息場の変遷に関する詳細な研究はなされていない。そこで本研究では、*Isognomon* 属が生息場を砂泥底から砂礫底を含む岩礁へ変化させたのではないか、との着想に基づいて、その移行期にあたると思われる古第三紀の *Isognomon* 属の古生態を検討することにした。岡山県牛窓町前島南西海岸には、基盤である花崗岩類と不整合に接して、5° 以下に傾斜する古第三系前島層が分布し、下部礫岩砂岩部層と上部砂岩部層に細分されている (山本, 2001)。これらのうち、下部礫岩砂岩部層最上部に位置する化石密集層からは、蔓脚類のほか、*Septifer*, *Chlamys* 等とともに表生二枚貝である *Isognomon hataii* が原地性、ないしは同相的な産状を示して産出する (Matsubara, 2002)。この発表では *I. hataii* を産出する前島層下部礫岩砂岩部層の堆積環境を推定した。さらに化石種と現生種の殻サイズを計測し検討するとともに、これらの結果から推定される *Isognomon* 属の生息場の変遷についても報告する。

前島層の堆積相区分 野外調査の結果、前島層下部礫岩砂岩部層は、おおむね下位から順に 1) 磨支持円礫岩相：礫浜堆積物、2) 級化 - 逆級化磨支持巨礫岩相：土石流堆積物、3) 斜交層理砂岩相：上部外浜、4) 塊状砂岩相：内湾砂底、5) 石灰質細～中礫岩相：上部外浜相当、あるいはそれより深い砂礫底、に区分される。これらのうち岩相 1～4 は花崗岩の基盤の起伏に応じた局所的な分布を示しているのに対し、*I. hataii* を産出する岩相 5 は、岩相 1～4 の上位に、調査範囲全体にわたって広く分布する。また、岩相 5 の上位にはシルト質細粒砂岩からなる上部砂岩部層が重なる。これらのことより、下部礫岩砂岩部層は基盤地形の凹地を充填して堆積した海進期堆積体、上部砂岩部層は高海水準期堆積体であると考えられる。特に、岩相 5 は、基盤地形の充填が終り、海底面が平坦化した時期に堆積したと考えられ、水流の影響を強く受ける環境が推定される。

Isognomon hataii の生息環境 *I. hataii* は主に前島層下部礫岩砂岩部層において、岩相 5 から合弁個体が産出し、それらは 5～6 個体が密集することもある。また、岩相 2 と岩相 3 の境界部においても合弁個体が産出する。露頭では前者で見られる合弁の *I. hataii* の姿勢は全てが寝ており、殻高も最大 20cm と大型であるのに対し、後者のものはランダムに配列しており、殻高も 5～7cm と小柄である。

標本を観察した結果、*I. hataii* の外形は右殻・左殻が非対称に見えるものと、対称のものが同程度の割合であった。また、殻の厚さは歯板のまわりで、最大 5mm と最も厚いのに対し、腹縁部では 1mm 前後と薄くなる。殻幅も、岩の割れ目などに生息する現生種 *I. isognomum* (シュモクアオリガイ) の同じ殻高の標本では平均 1cm であるのに対し、*I. hataii* は 2cm であった。以上のことより、*I. hataii* は砂礫底に左右の区別無く寝転がって、礫に足糸で付着し、歯板のまわりの殻の重さをアンカーとして利用し、安定性を保っていたと推定される。また、右殻・左殻の非対称性は圧密作用を受けた際の変形によるものであり、*I. hataii* は等殻であると考えられる。

Isognomon 属の殻の厚さのバタンは中生代型では歯板のまわりと腹縁部とで共に厚いのに対して、現生型ではどの部位においてもほぼ同じで薄い。一方 *I. hataii* は歯板のまわりだけが厚く、いずれとも異なることが明らかとなった。さらに、生息場の中心も上部外浜相当、あるいはそれ以深の砂礫底であると推定される。以上のように前島層より産出する *I. hataii* の古生態は、*Isognomon* 属が生息場を砂泥底から砂礫底を含む岩礁へと変化させた移行段階にあたるものとして説明できる。

安定同位体比解析に基づくタカハシホタテの生活史の復元

中島 礼（学振科技特 / 産総研）・鈴木 淳（産総研）・渡邊 剛（科博）

中新世末期から前期更新世の北西太平洋地域において分布する二枚貝タカハシホタテ *Fortipecten takahashii* (Yokoyama)は、成長初期には足糸付着型、成長中期には遊泳型から横臥型という3パターンの生態を経験するという稀な絶滅種である (Hayami and Hosoda, 1988)。足糸付着から遊泳型への変化はホタテガイ類には一般的だが、タカハシホタテはいつ、なぜ遊泳型から横臥型へと生態を変えたのだろうか？本研究はその疑問を明らかにすべく、タカハシホタテ殻の成長輪と安定同位体比の解析を行った。

研究材料としたのは北海道沼田町の下部鮮新統幌加尾白利加層から採集した左殻2個体 (IN4:約4MaとIN1:約5Ma)である。殻の変質が無いことを確認した上で、左殻の外層(calcite)の殻頂から外縁まで成長方向に沿って、デンタルドリルを用いて0.5mm間隔で粉末試料を採取した。酸素・炭素同位体比測定の結果、IN4は10回、IN1は8回のサイクルがみられ、酸素同位体比の変化からそれらのサイクルは年周期に相当することがわかった。また、両個体の3年目のサイクル以降にみられるサイクルの波長と変動幅は、1~2年目のサイクルよりも小さくなっているという特徴がみられた。シャコガイからも同様な同位体比の変化がみられることが知られており (Jones et al., 1986)，このサイクルの波長の減少は、タカハシホタテがこの変換期に性成熟をむかえたことを示唆する。つまり、性成熟期を境にして、貝殻の伸張成長よりも配偶子形成などの生理学的要因に多くのエネルギーを費やすようにタカハシホタテは方針転換をしたと思われる。タカハシホタテの産卵期が現生ホタテガイの産卵期（春～夏）と同じであれば、春から夏にかけて貝殻の成長は停滞するため、その時期の同位体の記録が貝殻にはほとんど残らないだろう。その結果、変換期以降のサイクルの波長と変動幅は小さくなると思われる。それぞれの殻表面の冬季と夏季に推定される部分において成長輪が観察されるが、IN4については冬季に夏季よりも明瞭な成長輪が、IN1については夏季に冬季よりも明瞭な障害輪が認識され、それぞれ逆の成長輪形成パターンを示す。したがって、IN1は夏季に、IN4は冬季に成長が長く停止したと思われる。この逆パターンは、それぞれの個体の生息場の水温の違い (IN4の生息場の水温はIN1よりも低い) に起因するのだろう。

性成熟したと推定される2年目と3年目の境界は、タカハシホタテの左殻が内側に折れる変曲点と一致する。変曲点とは、遊泳型から横臥型へと生態を変化させた時期を意味する (Hayami and Hosoda, 1988)。つまり、横臥型への生態変化は性成熟によるエネルギー転換という生態戦略に基づくものであったと考えられる。また、変曲点以降になると右殻の膨らみが顕著になるが、これは卵巣・精巣形成による軟体部の増大と関連していると思われる。

化石群集に基づく日本列島初期中新世の古気候変遷*

小笠原憲四郎・鵜飼宏明・栗原行人・中野孝教（筑波大学地球科学系）**

本邦下部中新統はいわゆる“グリーンタフ”と呼んできた火山碎屑岩類や陸域～湖沼性の非海成が卓越し、これら地層区分や年代・対比などは多くの議論がなされてきた。しかし近年の改良されたFTやK-Arなどの放射年代測定等によって火山岩類年代に信頼度が増している。これらの年代学とともに初期中新世の珪藻化石帶や渦鞭毛藻化石層序などの生層序の進展と、さらにSr層序年代などの応用などによる年代評価や比較・対比等により、下部中新統は地域層序から広域層序へと発展しつつある。

特に最近の下部中新統層序年代に関する研究で注目されるのは、東柱類の古環境変遷（小笠原、2000）サハリンにおける約22 Maのチエフォフ層陸成起源玄武岩類の存在から示唆された広域浅海化テクトニクスの問題（鹿野和彦ほか、2000）、日本海側の能登半島“柳田層”とされていた地層から *Mizuhoplecten kobiyamai* (Kamada)を含む海成層の発見 (Kano et al., 2002)、小笠原ほか (2001など) による下部中新統の貝殻Sr層序年代の応用、さらにこれらの結果を踏まえた常磐・秩父・瑞浪などの重要な化石群集含有層の年代と対比の精度向上などがある。

また西日本の下部中新統については佐世保層群の年代評価（酒井ほか, 1990）やあらたな野島層群最上部からの *Vicarya* 化石の発見（加藤、1992）、さらに野島層群淡水性貝類化石群集の生物地理学的検討 (Ugai, 2003 MS; Ogasawara et al., 2003 in printing: 8th RCPNS Proceedings) などにより、新たな進展を見せてている。

今回、先に報告した貝殻Sr層序年代（小笠原ほか、2001）に追加して、次のような結果を得た：*Mizuhoplecten kobiyamai* (Kamada)のTopotype標本等が 18.65 Ma, 17.79 Ma, 17.80 Ma, 16.68 Ma、関東地域下仁田層産 *Mytilus tichanovitchi* Makiyama のSr層序年代が 20.37 Ma、さらに青森県磯松層産 *Ostrea* sp. のSr層序年代が 20.4 Ma、岐阜県岩村層のサメの歯のSr層序年代が 18.77 Ma など。

これらの最近の成果を踏まえると、本邦下部中新統は常磐炭田の柵平層に代表される 20 Ma 頃の亜熱帯侵入イベントと、それに続く *Felaniella usta* や *Mytilus tichanovitchi* など瑞浪層群や常磐の五安層で代表される 18 Ma の冷温化イベントの、古気候的な 2 大イベントを認めることが出来る。

これらの新たな対比年代に加え、北海道の“三毛別・築別動物群”や朝日動物群、さらに最近の秋田地域における阿仁合・台島型植物群の年代（鹿野ほか、2002；大口、2002）などの時間・空間的配置を考慮すると、18 Ma 頃では日本列島の南から亜熱帯・暖温帯（野島動物群）・中間温帯（瑞浪層群や五安層貝類化石）・冷温帯（朝日動物群）などの地理的勾配が判読できる。さらに 20 Ma 頃では常磐炭田柵平層に認められる *Vicarya koyoyamai* に代表される亜熱帯性の明世動物群の北方拡大は顕著である。この 20 Ma 頃のいわゆる温暖化は、日本海地域では能登半島における海成層の存在 (Kano et al., 2002) から、さらに Sr 年代から示唆される青森県磯松層の *Vicaryella* や *Nanaochlamys* 属の化石種など (Kotaka, 1955) の产出など、これまで長年未解決であった本邦中新世古生物地理変遷の新たな解釈につながるものと考えられる。

本邦中下部中新統の植物化石群、特に台島型植物化石群は南北に長い日本列島の中では青森と北海道間に若干の全縁率の差異はあるものの（棚井、1989）森林構成要素に大きな相違はない（植村、私信）。本州中部の沖庭・中島・狼煙植物化石群（全縁率からの年平均気温 15~16°C）と道央・道南の滝ノ上・吉岡植物群（同じく 11°C）（棚井、1989）を比較すると、その差は年平均気温にして僅か 5° 程度である。一方、阿仁合型植物化石群、紫竹（年平均気温約 6°C）や阿仁合（同約 7°C）などは、現在の钏路や稚内に比較される気温である。これらの気候帯の判断は、浅海性の貝類化石群集などから比較される水温とは著しい差異がある。（小笠原、1989）。その原因はタフォノミーの問題、海と陸の生物相形成過程の相違問題など、さらに比較検討が必要である。しかし今回のあらたな試案により、本邦初期中新世の生物地理的傾動が示唆され、特に温暖化から冷温化に変化する場合は、地域的に 2 度の温暖化や冷温化現象が認められることになる必然性に注目したい。

* Early Miocene paleoclimatic changes of the Japanese Islands on the basis of fossil assemblages.

** Kenshiro OGASAWARA, Hiroaki UGAI, Yukito KURIHARA and Takanori NAKANO: Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Tsukuba 305-8571 JAPAN

美濃帯のジュラ紀古・中世放散虫類の群集変遷*

西原ちさと・八尾 昭** (大阪市立大学・理)

美濃帯の中-下部ジュラ系に含まれるマンガンマイクロノジュールには、保存が良く多種から構成される放散虫化石群集が知られている。この群集の概要は八尾 (1997) によって検討された。この放散虫化石群集には当時の海洋環境の情報が含まれており、群集解析からその復元が可能であると考えられる。本研究では岐阜県各務原市の連続した層序断面である鵜沼セクション(層厚約 30m, middle~late Bajocian)の下位から上位へ IN-10, IN-7, IN-3, IN-1 の試料約 50 g を酸処理し、それぞれの層準で形態の異なる放散虫化石を約 3000 個体を抽出し、SEM で種を同定した。今回の 4 層準に八尾 (1997) の NJ-12, HK-140, MKM-1 の 3 層準を加えて、層準ごとの(1)放散虫化石の種数、(2) *Spumellaria* 種数/*Nassellaria* 種数比 (S/N)、(3) 長期間種数/短期間種数比 (L/S)、(4) 種の出現率と絶滅率を検討した。その結果から群集変遷を考察した。

上記の検討(1~4)の結果は以下の通りである。(1)各層準の構成種数は下位から NJ-12; 209 種, HK-140; 201 種, MKM-1; 287 種, IN-10; 411 種, IN-7; 433 種, IN-3; 426 種, IN-1; 429 種である。(2) S/N は NJ-12; 98/111, HK-140; 94/107, MKM-1; 160/127, IN-10; 188/223, IN-7; 206/227, IN-3; 196/230, IN-1; 186/243 であり、S/N 値は MKM-1 が約 1.3 と最高値を示し、他の層準は 0.8~0.9 である。そして、*Spumellaria* 種数の極大値は IN-7 で、*Nassellaria* 種数は上位ほど増加している。(3) L/S は HK-140; 223/36, MKM-1; 316/61, IN-10; 310/49, IN-7; 284/50, IN-3; 263/44 であり、L/S 値は 5~6 と一定である。(4) 種の出現率と絶滅率は NJ-12/HK-140; (18, 12), HK-140/MKM-1; (61, 14), MKM-1/IN-10; (64, 23), IN-10/IN-7; (212, 174), IN-7/IN-3; (43, 59), IN-3/IN-1; (99, 197) である。

以上の結果から群集変遷は次のようにまとめられる。(1) 各層準の構成種数は下位の NJ-12 から IN-10 まで増加し、上位の鵜沼セクションの種数はほぼ一定である。(2) MKM-1 において *Spumellaria* 種数(S/N 値が最高)が増加し、その上位では *Nassellaria* 種数が増加する。(3) 長期間種数と短期間種数の割合はほぼ一定で群集変遷した。(4) 出現率は HK-140 より上位層準で高く、絶滅率は IN-10 より上位層準では高い。これらの(1)(2)(4)から HK-140 ~ IN-10 において放散虫群集の多様性が増加し、さらに(1)(2)(3)(4)から鵜沼セクションの放散虫群集の変遷が定常化し、さらに鵜沼セクションではおよそ 5 分の 1 ずつ種が入れ替わりながら群集変遷したといえる。

群集変遷が海洋環境と対応しているとすれば、early Toarcian から middle Bajocian にかけて放散虫群集の多様化を促進するような環境があり、middle~late Bajocian において環境が定常化したと考えられる。ただし、海洋環境の適応が *Nassellaria* と *Spumellaria* では異なっているようにみられる。美濃帯はジュラ紀中世に低緯度の西パンサラッサ海の海溝に近い半遠洋域にあったとされている(八尾, 2000)。ジュラ紀古世後期～中世前期の西パンサラッサ海の放散虫群集の多様化は early Toarcian の OAE(堀, 1993)後の回復過程ととらえることができる。

*Faunal change of Early-Middle Jurassic radiolarians from the Mino Terrane.

**NISHIHARA Chisato and YAO Akira (Fac. Sci., Osaka City Univ.)

中期完新世における久米島産化石オオジャコガイ殻の 60 年間の安定同位体比記録

：最北端の生息域における生理学的、古気候学的意義

渡邊 剛（科博）、鈴木 淳、川幡穂高（産総研）、菅 浩伸（岡山大学）、

小川 真司（イーフ マリン ホリデー）、蓑島佳代（産総研）

サンゴ礁に棲息するオオジャコガイ(*Tridacna gigas* LINNNE, 1758)は、二枚貝のなかで最大の殻を形成する。オオジャコガイは、(1) 成長速度が速く生育期間が長い、(2) 非常に密な殻を持ち続成にも強い、(3) 地理的、時代的にも広範囲に渡って産出するなど特徴を持つため、熱帯域、亜熱帯域における高解像度の古環境復元に有力な試料となる。この種が出現した始新世から現在に至るまでの期間で、生息限界であった琉球列島の久米島から約 6000 年前の化石を採集し、60 年間分の酸素・炭素安定同位体比を測定し、その生理学的、古気候学的意義について検討を行った。

まず、殻長 93 cm 殻高 60 cm の個体の片殻の中央部を殻頂から腹縁にかけて垂直に切断し厚さ 6mm の薄片を作成した。続いて、研磨した内層表面をデジタルマイクロスコープで日輪、年輪を観察した。最後に、最大成長軸に沿って、デンタルマシンを用いて、1 mm 間隔で同位体比測定用の粉末を採取し、質量分析計で酸素・炭素安定同位体比を測定した。加速器質量分析計による放射性炭素年代は、6212 years BP. であり、XRD 分析によって、カルサイトは検出されなかった。久米島産の化石オオジャコガイ殻の成長線解析および酸素・炭素同位体比測定から以下のことが明らかになった。

1. 成長曲線と同位体比のプロファイルから、この個体が 60 年間成長を続けたこと、年輪は冬季に形成されたこと、性成熟後は、成長速度が 12 mm/year から 1 mm/year と著しく低下することがわかった。
2. 炭素・酸素安定同位体比はそれぞれ明瞭な周期的变化を示し、お互いに正相関を示す。これは現生におけるシャコガイの研究例と合致する。
3. 60 年間における成長速度の著しい変化にもかかわらず、酸素・炭素同位体比の平均値は変化しなかった。これは現生のシャコガイでの、性成熟後のエネルギー再配分に伴う同位体比の変化 (Jones et al., 1986) や現生サンゴでの、成長速度による同位体比の変化 (McConnnaughey, 1989) がこのオオジャコガイでは、認められないことを意味する。
4. 化石オオジャコガイの酸素同位体比は、現生のものに比べて平均値で 0.5‰、夏には 0.7‰ 大きかった。この差は水温の変化だけでは説明がつかず、約 6000 年前には、同位体比の高い海水が存在していたことを示唆する。その理由として、黒潮の流れが現在よりも強かつたことが考えられる。
5. 酸素同位体比のスペクトル解析からは、約 6000 年前の水温変化にも現在と同様の数十年周期の変動パターンが存在していたことを示唆する。

閉鎖水槽における造礁サンゴの光合成と石灰化

中森亨（東北大大学・理）・阿蘇敏文（富士通東日本コム）

これまでの造礁生物の有機・無機炭素生産速度に関する研究をまとめると、次の二つのグループに別けることができる

- (1) 有機・無機炭素生産速度(OP, IP)は、両者とも光量子フラックス(f)の関数($\tanh(f)$)である。
- (2) 有機・無機炭素生産速度(OP, IP)は、それぞれ海水中の重炭酸イオン濃度と炭酸イオン濃度の関数である。造礁サンゴや石灰藻のように有機炭素生産と無機炭素生産を同時に行なう生物の生産速度がどのような過程によって決定されているかを決定するために、閉鎖された環境で造礁サンゴを飼育し、その周囲の海水に含まれる炭酸系各種の変化を測定する。分析値に基づき生産速度を光量子フラックスと炭酸各種濃度の関数として表わす。

沖縄県瀬底島琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所で採取した直径約 10cm のコブハマサンゴ(*Porites lutea*)を 30x45x30 cm³ の閉鎖水槽の中で 6 日間飼育した。実験期間に 1 時間間隔で海水を採水し、pH アルカリ度法によって pH、全炭酸、全アルカリ度を求め、有機・無機炭素生産速度を計算した。また、光源として日光を使用し、光量子センサーを用いてその強さを測定した。実験中には海水の採取以外に気体や海水が周囲のものと交換しないように工夫した。内部の海水はポンプを用いて循環させた。ただし、第 3 日目の測定は行なわなかった。

その結果、以下の事実が判明した。

1. 日周変化

- (1) 有機・無機炭素生産速度には明瞭な日周変化が認められた。両者とも日中に速く夜間遅くなる傾向が有った。
- (2) 海水の pH も日中に上昇し夜間に低下する日周変化を示した。

2. 長期的な変化

- (1) 呼吸速度と光合成速度は初日に最大値を示し、4 日目に最小となった。その後、これらの速度は上昇した。
- (2) 石灰化速度は初日に最大値を示し、2 日目に最小となった。その後、この速度は上昇した。
- (3) 2 日目以降顕著な骨格の溶解が観察された。溶解速度は初日に最小値を示し、2 日目以降一定となった。
- (4) その結果、有機炭素生産速度（純生産速度）は初日には正であったが、2 日目以降負に転じた。
- (5) 無機炭素生産速度（純石灰化速度）は初日には大幅に正であったが、2 日目以降 0 前後に転じた。

有機・無機炭素生産光飽和曲線の飽和値は初日に最大となり、2~4 日目に最小になった。5 日目以降は飽和値は上昇した。従って、光量子フラックスが同程度であっても有機・無機炭素生産速度は状況に応じて変化することが判明した。炭酸各種の濃度と有機・無機炭素生産速度を比較したところ、有機炭素生産速度は分子 CO₂ 濃度および全炭酸と相関が良いことが判明した。無機炭素生産速度は炭酸イオン濃度と正の相関を持つことが明らかになった。

この実験に基づき有機・無機炭素生産速度を光の強さの関数として表現した。

$$\frac{dOP}{dt} = \{a[CO_2] + k_{OP}\} \tanh\left(\frac{F_p}{F_{kOP}}\right) + R$$

$$\frac{dIP}{dt} = \{b[CO_3^{2-}] + k_{IP}\} \tanh\left(\frac{F_p}{F_{kIP}}\right) + D$$

ただし、a:光合成速度定数、k_{OP}:最大光合成速度定数、F_{kOP}:飽和フラックス、R:呼吸速度

b:石灰化速度定数、k_{IP}:最大石灰化速度定数、F_{kIP}:飽和フラックス、D:溶解速度 である。

広島県三次市に分布する塩町層から産出したヒシ科化石*

塚腰 実（大阪市立自然史博）・寺岡明文（呉市）・山崎博史（広島大・教育学研究科）**

広島県三次市塩町付近には、備北層群が分布し、下位より塩町層、是松層、板橋層に区分されている（上田、1989）。塩町層の一部は湖沼成の堆積物であり、*Metasequoia occidentalis*、*Cyclobalanopsis* sp., *Liquidambar miosinica*, *Nelumbo* sp., *Hemitrapa borealis*, *Hemitrapa yokoyamae*などの植物化石を産出し、それらは台島型化石植物群に対比され、三次フローラと呼ばれた（今村、1953；Huzioka and Takahashi, 1973）。

今回、三次市塩町北東約2.5kmに分布する塩町層から、保存のよい大型植物化石（印象化石）が産出した。これまでに、*Taxodium dubium* (shoot), *Glyptostrobus* sp. (shoot), *Keteleeria* sp. (leaf), *Liquidambar miosinica* (leaf), *Quercus miovariabilis* (leaf), *Nelumbo* sp. (leaf)を同定できた。*Liquidambar*, *Keteleeria*という台島型化石植物群の特徴種と、球果では確認していないが、古第三紀要素の*Taxodium*が混在していると言える。これらの他に従来*Hemitrapa borealis*とされていた果実化石が多産した。果実化石は子房と萼筒が果実の側面で愈合し*Trapa*とは異なる。また、頂環が無く、柄がある点で*Trapa*とも異なり、ヒシ科の新属の植物と考えられる。

塩町層産ヒシ科植物の特徴：果皮には柄があり、最長24mm以上ある。果実部は倒卵形～楕円形、子房と萼筒は果実の側面で愈合し中央部に子房が露出する。頂環が無く子房の維管束がつくる条線は先端まで連続し毛状となる。先端に弱い逆刺をもつ2つの刺状付属物をもつ。産出した化石の多くは果実の側面から圧縮された化石であり、2つの刺状付属物が観察でき、他の刺状付属物が圧縮および脱落した痕跡のある化石は発見されていない。しかし、果実の先端部から圧縮された標本は4つの刺状付属物をもち、2つの刺状付属物をもつ個体との関係は現段階では不明である。

	<i>Trapa</i>	<i>Hemitrapa</i>	塩町層産ヒシ科化石
頂環	有	無	無
2次の構造	子房突起などあり。	無	無
果柄	内果皮の状態ではなし	有（細い）	有（太い）
萼筒と子房の愈合	側面の上半部～下半部が愈合。子房と萼の愈合部の境界は丁字形。	下半部が杯状に愈合。	側面の上半部～下半部が愈合。中央部の子房と萼の愈合部の境界は下部まで下がる。
刺状付属物	角状で2刺の場合と4刺の場合がある。	長い触手状で長短があり、4本が長くなる。	角状で2刺の場合と4刺の場合がある。

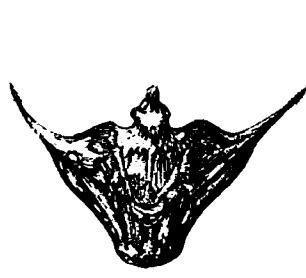


図1：現生のヒシ
(*Trapa bispinosa*)
加納 (1989)

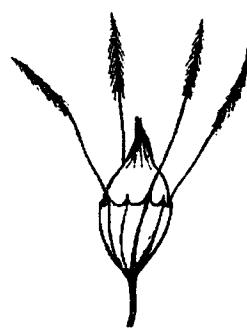


図2：アスナロビシ
(*Hemitrapa trapelloidea*)
三木 (1968)

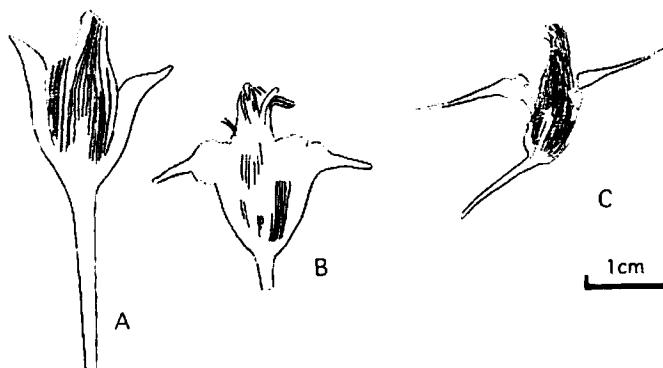


図3：塩町層から産出したヒシ科化石

*Trapaceae from the Shiomachi formation in Miyoshi City, Hiroshima Prefecture

**Minoru Tsukagoshi (Osaka Museum of Natural History), Akefumi Teraoka (Kure City) and Hirofumi Yamasaki (Hiroshima Univ.)

A sedimentary and preservational analysis of the plant-bearing Princeton chert* (Middle Eocene, Allenby Formation) of southern British Columbia, Canada

M. MATSUMOTO (Dept. Earth Sci., Chiba Univ.) and R. A. STOCKEY (Dept. Biol. Sci., Univ. Alberta)

The purpose of our work is to describe the sedimentology and preservational features of the Middle Eocene (ca 48 Mya) Princeton chert flora of Princeton, BC, Canada. This locality has been studied paleobotanically for more than 40 years and has yielded more than 55 types of fossil plant remains, many *in situ*, as well as well-preserved fish, turtle bones and diverse fungi. A better understanding of the sedimentology and preservation of these silicified fossils will provide the context for a more complete reconstruction of this important Middle Eocene biota. The Princeton chert consists of 49 separate layers of silicified plant remains variously interbedded with coal, lignite, volcanic tuffs and clastic sedimentary rocks. The entire outcrop is over 10 m thick, with individual silicified layers varying from 1 cm to 0.5 m. Five basic chert textures occur: laminated, vuggy-to-massive, coaly type, and brecciated. Most of the layers are characterized by more than one type of texture and there are often gradations between the textural types. Micro-tectural details that include a narrow range of crystalline structure of quartz vein, and a few differences in cementation, mixture, amorphous and compaction are currently under study with polarized light. The ratio of organic to inorganic material ranges from 10-80%.

Most of the chert layers are dominated by semi-aquatic to aquatic plants such as *Decodon* (Lythraceae) and the *Eorhiza/Princetonia* plant (Magnolidae) that were growing in and around their areas of deposition. These remains are well preserved, with little decay, may be represented by both vegetative and fertile remains. Other aquatic plants including *Allenbya* (Nymphaeaceae) and *Keratosperma* (Araceae) are known from abundant seeds and fruits that are concentrated in well preserved layers. Still other plant remains, such as pine needles and twigs, are deposited in parallel, laminar arrays, suggesting that these plants were growing on the lake margin and were transported a short distance by water currents. Other layers contain distinct assemblages of less common plants such as monocots and the fern *Dennsteadiopsis*. Only a few specimens (3-5) are known of vitaceous and rosaceous endocarps, suggesting they were transported from greater distances. The abundance of well preserved plant remains, the preservation of delicate tissues and the commonly massive, mostly laminated textures support a depositional environment of nearly *in situ* preservation around a volcanic lake. Future work will consider the processes of silicification and the interpretation of the ancient environment of the Princeton chert locality.

We are grateful to Dr. G. W. Rothwell, Ohio University, USA and Dr. K. B. Pigg, Arizona State University, Tempe for helpful discussion; S.Y. Smith, G. Hernandez-Castillo, S. A. Little and M. Riley, University of Alberta, for assistance in collecting material and technical support.

*The Princeton 'chert' comprised of very fine crystalline silica minerals, mainly of varieties of quartz. It was formed by chemical precipitation from silica rich fluids.

愛媛県三瓶町周木須崎半島における黒瀬川構造帯からのデボン紀放散虫化石 寺本 真・堀 利栄（愛媛大学・理学部）

シルル～デボン紀の放散虫化石は世界的に産出報告が少なく、日本においては黒瀬川構造帯や飛騨外縁帯などで研究がなされている（例えば、梅田, 1998）。愛媛県三瓶町周木の須崎半島周辺には黒瀬川構造帯を特徴付ける堆積岩類が広く分布している。須崎半島では北西部に位置する巴理島の凝灰質泥岩及びガラス質凝灰岩から、梅田（1994）が、デボン紀新世以降と推察される放散虫化石を報告した以外は、放散虫化石の報告がない。半島南部の火山礫凝灰岩からは横坂・加藤（1983）により、シルル紀後期～デボン紀前期と推察される珊瑚化石の産出が報告されている。本研究では須崎半島の凝灰質泥岩からの放散虫化石の産出を試み、比較的保存良好なデボン紀の放散虫化石を得ることができたので、それについて報告する。

調査地域の半島全域において、凝灰質泥岩が分布し、所々に火成岩の貫入が見られる。凝灰質泥岩は、東側でハンレイ岩と接しており、級化層理などの堆積構造により、東上位であることが識別できる。

現在までに、SHU-2-8 地点の凝灰質泥岩中からデボン紀中期を示す放散虫化石が産出した（下図）。その他、数地点から、球状の放散虫化石が産出したが、保存が悪くこれらの種の同定は困難である。SHU-2-8 地点の放散虫化石には、古谷（2001）による *Tlecerina morphotype 4*, *Tlecerina morphotype 7* が含まれる。また、Aichison（1999）によって、オーストラリア東海岸ニューイングランド地方から報告された *Circulaformavavidae* に近似の種が含まれる。これら放散虫化石の産出に基づいて、横倉山及びニューイングランド地方での研究と比較した結果、SHU-2-8 地点の年代はデボン紀中期 Eifelian に対比される可能性が高いと判断される。上記化石年代と岩相から判断して SHU-2-8 地点は横倉山中畠層に対比される可能性が高い。横倉山では梅田（1998）により、中畠層と上流層との間（デボン紀前期）に堆積間隙が存在すると考えられている。Loc.1 の珊瑚化石による含化石層の年代は、横坂・加藤（1983）によって南部北上帶大野層下部層との対比により、シルル紀後期～デボン紀前期であると推定されている。含珊瑚化石層（シルル紀後期～デボン紀前期）と SHU-2-8 地点（デボン紀中期）の年代差の解釈としては、次のような可能性が考えられる。1) 横倉山で考えられているのと同様、この 2 地点の間に堆積間隙が存在するか、もしくは、凝灰質泥岩の堆積速度が著しく遅かった。2) 火山礫凝灰岩中に含まれる珊瑚化石は、デボン紀中期頃に礫岩中の礫として再堆積した。この 2 地点間には明確な断層などは確認できていないため、どちらともいえないが、いずれにせよ今後、この 2 地点間の地層から年代決定可能な放散虫化石を得ることが必要である。今回の調査において年代特定可能な放散虫化石を得たことは、黒瀬川構造帯におけるシルル～デボン紀の生層序を検討する上で本地域の重要性を示している。

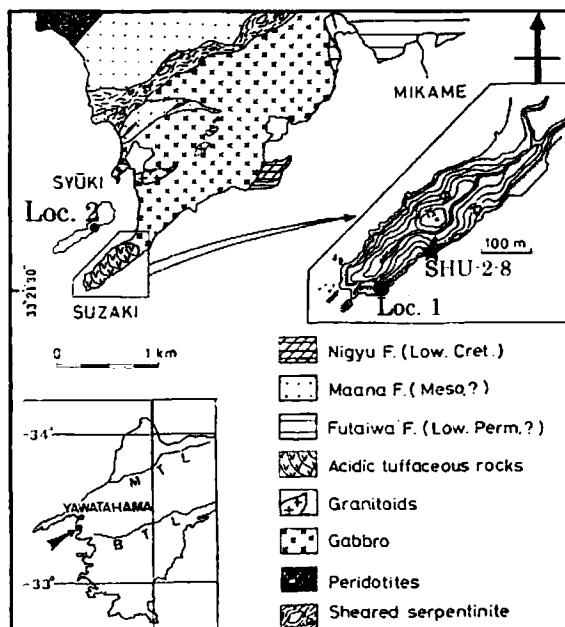
引用文献 Aichison(1999) Micropaleontology, Vol. 45, No. 2, 138~162

古谷（2001）大阪微化石研究会誌、特別号、No.12, 1~11

横坂・加藤（1983）地質学雑誌、89, 723~726

梅田（1994）地質学雑誌、100, 513~515

梅田（1998）地質学雑誌、104, 365~376



Loc. 1: 横坂・加藤（1983）、Loc. 2: 梅田（1994）
(図は、横坂・加藤（1983）を一部改変)

Devonian radiolarian fossils from the Kurosegawa Tectonic Zone in Suzaki Peninsula, Shuuki, Mikame Town.

Ehime Prefecture, Japan : M.TERAMOTO and R.S.HORI (Ehime Univ.)

北海道北部・中川地域の下部蝦夷層群から大型有孔虫 *Orbitolina*を含む石灰岩礫の発見

伊庭靖弘（日大・文理）・瀧修一（藤コンサルタント）・疋田吉謙（中川町自然誌博）・吉田孝紀（信大・理）

北海道中軸部に南北に帯状分布している蝦夷累層群は下部・中部・上部蝦夷層群および函淵層群に区分される。このうち夕張山地周辺地域に分布する下部蝦夷層群には、“オルビトリナ石灰岩”と呼ばれる石灰岩体が含まれることが古くから知られ、高嶋ほか(1997)はこれをオリストストローム中のオリストリスであるとした。この“オルビトリナ石灰岩”には大型有孔虫 *Orbitolina*をはじめ、厚齒二枚貝、造礁性サンゴ、石灰藻やネリニアなど温暖な地域に特有の化石群集が含まれており(Sano, 1995など)、当時の浅海域の環境を考える上で重要であるほか、単調な岩相を示す下部蝦夷層群において鍵層の役割も果たしている。“オルビトリナ石灰岩”的形成年代は、Matsumaru(1971)の大型有孔虫 *Orbitolina*の検討から後期Aptian～前期Albianとされ、一方、オリストリスとして再堆積した年代は高嶋ほか(1997)により後期Aptian～前期Albianとされている。これまで“オルビトリナ石灰岩”的分布は夕張山地を中心とした南北約30kmの限られた範囲にのみ知られていたが、演者らは北海道北部・中川地域の下部蝦夷層群の最下部付近に位置する礫岩層より *Orbitolina*を含む石灰岩礫を発見したのでこれを報告する。

この礫岩層は、本地域において南北に断続的に分布し、長尾(1962)の小野寺層の“基底礫岩層”に相当する。空知層群の緑色泥岩が下部蝦夷層群の暗灰色泥岩へと漸移する空知/下部蝦夷層群境界から9m上位に位置し、その層厚はおよそ16mである。礫は、細礫～大礫の良く円磨された石灰質砂岩・泥岩、石灰岩、チャート、塩基性～酸性火山岩類であり、このほか不定形の泥岩同時礫もみられる。中粒～粗粒砂岩からなる不淘汰な基質には生物遺骸片が含まれる。この礫岩層は1) 多様な礫種を含み、2) 最下部は逆級化を伴い礫岩層全体が級化する堆積構造を示す、3) 基質が不淘汰である、などの特徴を持つ。礫岩層周辺の地層にも浅海性の堆積構造が認められないことから、半深海～深海に流入した重力流堆積物と考えられる。

今回発見された石灰岩礫をDunham(1962)に従いoolitic-peloidal packstone/grainstone と *Orbitolina* grainstone に分類した。いずれも火山岩片やそれに由来する鉱物片に富み、10～20%の不溶性残渣(おもに陸源性碎屑物)が認められた。oolitic-peloidal packstone/grainstoneはウエイドとペロイドを豊富に含み、二枚貝などの生物遺骸片やintraclastを伴う。基質はスパライト・セメントもしくは石灰泥である。*Orbitolina* grainstoneは*Orbitolina*を多量に含み、生物遺骸片やウエイドなどのcoated grain、ペロイド、intraclastを伴う。基質はスパライト・セメントである。生物遺骸片は、貝破片が最も多く、コケムシ、石灰藻やベレムナイトも含まれる。これらの石灰岩礫の1) *Orbitolina*をはじめとする産出化石、2) 陸源性碎屑物に富むこと、3) coated grainを含む、などの特徴は、夕張山地周辺の“オルビトリナ石灰岩”と共通する。

石灰岩礫の時代を検討するため、Matsumaru(1971)同様、Hofker(1963)に基づき *Orbitolina*の同定を試みた結果、*Orbitolina lenticularis*であることが明らかになった。またすべての個体において、殻頂部に位置する幼殻部は欠損していることから、直径1mm弱まで達する大型の幼殻部をもつ形態群Ⅲ以降に属することは考えにくく、幼殻部の小さい*Orbitolina lenticularis*の形態群Ⅰから形態群Ⅱ(後期Barremian～前期Albian)の可能性が高い。さらに、後期Aptian以降のものに特徴的な“calcite eye”がみられることから形態群Ⅱ(後期Aptian～前期Albian)に該当すると考えられる。Matsumaru(1971)は、夕張山地周辺地域の“オルビトリナ石灰岩”から*Orbitolina lenticularis*の形態群Ⅱ(後期Aptian～前期Albian)を報告しており、中川地域でも同種が発見されたことによって広域対比が可能となった。また、中川地域の下部蝦夷層群下部はAptianとされているので(清水ほか、2001)、石灰岩の形成とその再堆積は後期Aptianと考えられる。この年代は後期Aptian～前期Albianに再堆積したとされる“オルビトリナ石灰岩”と矛盾しない。

今回中川地域の下部蝦夷層群最下部付近で発見された石灰岩礫は、石灰岩の特徴、形成年代および再堆積年代において夕張山地周辺地域の“オルビトリナ石灰岩”に対比される。中川地域においても Aptian の浅海域には *Orbitolina* などからなる石灰質堆積物が形成されており、これが“オルビトリナ石灰岩”的再堆積と近い時期に半深海～深海に供給されたと考えられる。

北部北海道中川地域の下部蝦夷層群からの岩石穿孔性二枚貝の発見

疋田吉識（中川町自然誌博）・伊庭靖弘（日大・文理）・都郷義寛（北海道教育大岩見沢校）

岩石穿孔性二枚貝化石はその巣穴とともに現地性の産状で発見される。固結した基盤に穿孔する岩石穿孔性二枚貝およびその巣穴化石の存在は、上位の地層の堆積との時間間隙を示し、不整合関係の証拠として重要である（増田、1971；鈴木、2002など）。また、多くの岩石穿孔性二枚貝は生息域が浅海域（潮間帯～水深 20m）に限定されるため、古水深を示す示相化石としても有効である（天野・品田、1997）。今回、中川地域の下部蝦夷層群下部（Aptian）に相当する礫岩層中の礫から岩石穿孔性二枚貝化石を発見したので報告する。

産出地点は中川町下中川地区のパンケナイ川下流域の下部蝦夷層群分布域で、礫岩層を挟在する泥質細粒砂岩およびタービダイト性砂岩泥岩互層が露出し、全層準にわたってスランプ構造が発達する。礫岩層は側方へ層厚を減じ、尖滅する。礫岩の基質にはカキ、巻貝類、貝殻片が稀に含まれる。本地点で産出した大型アンモナイト *Parahoplites colossus* (Matsumoto, 1984) や放散虫化石 (Taketani and Kanie, 1992) はいずれも Aptian を示す。

岩石穿孔性二枚貝の体化石および泥岩で充填された巣穴化石は、中～大礫サイズの酸性凝灰岩・石灰質泥岩・石灰質中粒～粗粒砂岩礫から発見された。円盤～棒状の形態を示す石灰質泥岩・砂岩礫は硬く、生物遺骸片・炭化植物片を多く含むものや生物擾乱が顕著なものが認められ、石灰質ノジュール礫である可能性がある。巣穴は礫の全表面にわたって分布し、最も密集する礫では 100 cm²中に 50 以上あり、その縦断面は長楕円形～半楕円・半円形を示す。半楕円・半円形の巣穴は、礫の摩耗により底部のみが保存されたものであると推定される。多くの巣穴化石は、宿主を伴っていないが、長楕円形の巣穴中からイガイ科二枚貝の *Lithophaga* sp. と *Botula* sp. が合弁で産出した。前者は殻長 15～24 mm で、殻頂は前部に寄り、前後に長い円筒形の薄質殻をもつ。殻表には明瞭な成長輪と弱い縦皺が認められる。後者は殻長 10～15 mm で、殻頂は前部に寄り、殻頂より前後腹隅へ鈍い放射角がある枕形の薄質殻である。殻表には細かい成長輪と弱い放射溝が認められる。両属の現生種は、潮間帯付近の石灰岩や砂岩などに穿孔して生息する。岩石穿孔性二枚貝の産出および密集した巣穴の産状から、これらの礫はごく浅海域の高エネルギー環境下にあったと推定される。

中川地域に分布する下部蝦夷層群は、陸棚斜面下の海底扇状地の発達する堆積環境が想定され（瀧、2001MS），今回報告した礫岩層は浅海域の堆積物の崩壊によってもたらされた重力流堆積物であると推定される。下部蝦夷層群下部の礫岩層からの岩石穿孔性二枚貝の産出は、古岩礁海岸 (Johonson, 1988) の存在を直接的に示すものではないが、本地域の下部蝦夷層群下部の堆積期（Aptian）における近傍での浅海域の存在を示唆する。

オホーツク海南西部(知床半島沖)における現生介形虫の分布: とくに大桑-万願寺型種について 小沢広和(国立科学博物館・地学)・塙脇真二(金沢大・自然計測応用研究センター)

日本列島の新生代の介形虫類は多くの絶滅種・固有種を含み、世界的に見ても非常に多様性の高い底生生物群である。日本海沿岸の鮮新-更新統では、その代表例の大桑-万願寺型介形虫(Cronin & Ikeya, 1987)が多産する。これらは、現在の日本海より高緯度域で報告された属が多いために好冷種と呼ばれ、冰期に繁栄したが間氷期に衰退・絶滅したと漠然と捉えられてきた。そのため生態や生息環境、それらと多様化・絶滅史の関連には不明な点も多い。しかし近年、一部の種の生体が日本海北東部の外洋や北部日本の内湾から報告され(伊藤、1996等)、現在の分布と具体的な生息環境(水温・塩分等)については総括されつつある(小沢、2002)。

一方、北海道沖のオホーツク海の種分布については、陸棚上部以浅での特定の分類群の情報しかなかったが、KT01-14次航海(2001年9月)で、南西部域の陸棚～海盆斜面(知床半島北西沖; 44-45° N, 144-145° E)の調査が行われた。この海域は、未検討だったオホーツク海の現生介形虫の群集構成・種分布と海洋環境との対応、大桑-万願寺型種の分布水塊特性・深度分布や他海域との相違、また各種の地理的分布・生態を知る上で注目すべき場である。本研究では水深50-1,750m(1測線)において、オケアン型グラブ採泥器により得られた16点の表層堆積物試料を用い、種分布を明らかにした。また隣接する日本海の分布様式と比較した。

その結果、約70種を識別した。介形虫の個体数(遺骸殻+生体)は陸棚で多く、1試料あたり100-400(100m付近で6,000-7,000)個、陸棚斜面以深で20-50個で、760-1,750mではほとんど産しない。個体数の上位3種は*Johnmealella nopporensis*, *Laperousecythere robusta*, *Schizocythere ikeyai*で、この海域の総個体数の50%以上を占める。陸棚上ではこの3種の他に*Baffinicythere robusticostata*, *Munseyella hokkaidoana*, *S. okhotskensis*, *Cytheropteron sawanense*, *B. ishizakii*, *Kotoracythere sp.*, *M. hatatensis*等が卓越する。陸棚斜面以深ではこれらの種に加えて、少数の*Argilloecia toyamaensis*, *Elofsonella cf. concinna*, *Acanthocythereis dunelmensis*が共産する。

この海域での種分布を、日本海北東部の3水塊に特徴的な種について見ると、次のようになる。日本海の冷水系中層水に特徴的な種(大桑-万願寺型種)は水深50-500mに10種以上が分布し、生体も見い出された。250-500mでは冷水系中層水の種に加え、日本海固有水に特徴的な種が少數分布し、両者の生体も含む。ただし固有水の代表種*Krithe sawanensis*, *Robertosnites hanaii*, *Rabilimis septentrionalis*は産出しない。未検討の50m以浅では従来の報告(Tsukagoshi, 1988; 伊藤、1996)によると、対馬暖流表層水に特徴的な種が分布する。以上の結果に基くと、この海域の種分布は次の3点で日本海と異なる; 1) 暖流系水下で、冷水系中層水(大桑-万願寺型)種が固有水種と共に分布し、両者の分布水深範囲が日本海ほど明瞭に分かれない; 2) 500m以深にはほとんど分布しない(日本海では同量の試料で20-100個体産出); 3) 大桑-万願寺型種の分布水深幅は450m(50-500m)で、日本海の50m前後(50-100m)に比べて深い方へ幅広い。

この海域の陸棚下部以深の水温・塩分は、日本海ならば固有水種の分布域の値に最も近い。それでも固有水種の個体数・種数が少ない要因としては、日本海より溶存酸素量が約4ml/l低い水深帯の存在(米田、1985等)や、浅い海峡(55m)による日本海との接続が挙げられ、日本海からの移入やオホーツク海での生存が、種によっては難しい可能性がある。この海域の上位3種は現生の大桑-万願寺型種の中でも、日本海の分布域より低い水温・塩分・酸素量の海域にも分布できる*L. robusta*と、低い水温・塩分にも分布できる*J. nopporensis*, *S. ikeyai*である。調査域の陸棚下部以深では固有水種が卓越せず、代わりに大桑-万願寺型種の一部が(水温等がやや低いものの)日本海北東部に比べ、より深い海域まで進出・分布していると推測される。

北西部北太平洋に生息する浮遊性有孔虫の空間分布と表層海洋環境の比較

○木元克典・阿波根直一（海洋科学技術センターむつ研究所）
川幡穂高（独立行政法人産業技術総合研究所）

はじめに

表層海洋に生息する浮遊性有孔虫のマクロスケールでの生息分布は、一義的に表層水温分布に依存するため、赤道を中心に緯度方向に平行な分布パターンを示すが、メソスケールでの群集動態は、その海域の海洋物理的環境に伴う動植物プランクトンや無機栄養塩類の分布にも深く関与していると考えられる。本研究ではみらい MR00-K03 航海（2000 年 5 月 9 日～6 月 10 日）によって得られた北西部北太平洋の表層水中に生息する浮遊性有孔虫群集・単位体積あたりの現存量(Standing stock)と、表層の物理化学的パラメータ（水温・塩分・溶存無機栄養塩・クロロフィル a 等）を比較し、その分布パターンについて考察を行った。

研究方法

調査を行った海域は、オホーツク海を含む東経 150°～160° 度、北緯 40°～50° 度の範囲で、合計 18 地点である。本研究海域は、黒潮統流の一部が孤立して北上した暖水塊と、北方からの親潮とが混合し、滞留時間の長い直径 150～200km 程度の中規模渦を発生させることで特徴付けられる。2000 年航海実施時にも、北緯 44°～46° 度と、北緯 46°～47° 度の太平洋側の 2 海域（Eddy K00A, Eddy K00B）に冷水塊の存在が確認された。これらは高気圧型の渦で、船上の XBT・XCTD 観測によると水深 1,000m 付近にまで達する下降流であった。

浮遊性有孔虫は、みらい船上の堆積物処理実験室内の表層海水バルブ（取水口は海面より約 6m 下）から採取された海水を 150 μm の目あいのふるいで濾過し、ふるいの上に残った粒子の中から抽出して得たサンプルを使用した。表層海水の物理データは CTD/CWS システムによって測定された値を用い、各種栄養塩濃度は、みらい船上で自動栄養塩測定装置によって測定されたデータを使用し、それぞれの比較を行った。

結果

本研究で産出した浮遊性有孔虫は、*Neogloboquadrina incompta*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina quinqueloba* の 3 種類のみであった。すべての観測点における海水 10m³あたりの浮遊性有孔虫の現存量は 12～3,378 個体の範囲で、クリル諸島より南東の太平洋側で多い傾向を示すが、逆にオホーツク海の内側では現存量が非常に低く、80～300 個体であった。1,000 個体以上の浮遊性有孔虫の産出があった海域は、渦の中心部よりむしろ周辺部分に限られることが明らかになった。種別の現存量でみると、*G. bulloides* の産出が最も高かったのはブッソル海峡から流出するオホーツク海起源の表層水と、太平洋側の表層水が混合する St. 10 (45°55'N, 151°45'E) で、Eddy K00A の北側の縁辺部分に相当する。またこの海域はクロロフィル a の濃度が本航海を通してもっとも高かった (9.98 mg/m³)。*N. incompta* は K00B の縁辺部分に位置する St. 20-2 (46°34'N, 154°38'E) でもっとも産出が多かった。*G. quinqueloba* は最も高い SST (6.3°C) を示した St. 14 (45°N, 154°30'E) で最も多い産出を示した。種別の相対頻度分布をみると、*G. bulloides* が北緯 46 度以南で高い値を示すのに対し、46 度以北では *N. incompta* の産出頻度が高くなる傾向を示した。*G. quinqueloba* は Eddy K00A の縁辺部分でもっとも多い値を示した。これらのことから、浮遊性有孔虫全体での現存量は、渦の縁辺部で高い傾向を示すが、種レベルでみるとそれぞれの海域で特徴的な産出量を示し、それぞれの種が適した環境に棲み分けていることを示唆している。渦の縁辺部分では、栄養塩濃度は中心部と比べると低く、浮遊性有孔虫の分布を規制する要因になっていると考えられる。本講演ではさらに翌年の MR01-K03 航海（2001 年 6 月 4 日～7 月 18 日）で採取した北西部北太平洋の群集の結果と、その骨格の酸素同位体比からみた生育条件についても考察を加えて総合的な解釈を試みる。

博物館における化石発掘体験イベントの試み

伊左治鎮司・吉村光敏（千葉県立中央博物館）

2002年夏はまさに「恐竜の夏」であった。6月から9月までの4ヶ月間、恐竜に関連した展示会は、国内11会場（9イベント）にもおよび、約167万人もの入場者数を記録した。多くの展示会場で巨大な全身骨格が展示され、あらためて恐竜への好奇心を膨らませた人も多かったであろう。

しかし果たして、あの巨大な恐竜たちを「化石・古生物」として的確にイメージできた人はどのくらいいただろうか？古生物学を教育・普及する立場から見ると、また異なったアプローチがあつてもいいと思う。

千葉県立中央博物館では、平成14年度特別展「恐竜時代の生き物たち—桑島化石壁のタイムトンネル」を開催した。この展示会は、手取層群桑島層から産出する動植物化石を網羅的に展示し、恐竜だけではない恐竜時代の世界を紹介することがテーマであった。空間的・予算的制約のため、他の「恐竜展」のような大型展示物は一切なく、それでいて研究の最前線を紹介する内容の濃い展示となった。このことは来館者層の多くを占める小学生以下の子供たちにはマイナス要因である。これを補うため、子供たちが最も興味を示す体験型イベントを企画した。実際に恐竜化石を探す化石発掘体験イベントである。

イベントの概要

会場	千葉県立中央博物館 屋外テラス
開催期間	26日間（8月6日～9月1日の毎日（月曜休館）と、9月16、23日の祝日）
参加資格	特別展を観覧した小中学生（低学年の子供は保護者同伴）
受付方法	11時受付開始（整理券を配付し集合場所と開始時刻を告知）
開始時間	14時から1組15人につき20分間（最大6組まで）
スタッフ	1日につき地学研究科職員（2～3人）、アルバイト・サポーター（4～6人）
用いた岩石	手取層群桑島層の動物化石包含岩塊（石川県白峰村教育委員会の協力で約2t搬入）
道具	かなづち（ヘッド113g）、軍手、ゴーグルを貸出（タガネはなし）
配付物	ビニール袋、ラベル
条件	原則として植物と貝の化石は持ち帰り可能だが、貴重な標本は白峰村に返却
特典	貴重な化石の発見者には発見証明書を渡し、発見者の写真とともに化石を展示
保険料	一人50円

結果【参加者：1975人（保護者数：推定3000人）（総入場者数：14049人）】

- ・イベントに参加した子供たちのほとんどが、化石探しは初めてであった。
- ・小さな植物化石の破片に驚き、大きな貝化石が見つかると大喜びだった。恐竜に執着する子供はいなかった。
- ・貴重な化石の提供を拒む子供はおらず、かわりにもらえる発見証明書が好評であった。
- ・イベントにはリピーターが多く、5度参加した子供もいた。
- ・お盆休み以降、特にトリティロドン化石発見の報道（8/27）があってからは、希望者が急増した。
- 8月下旬という時期柄、自由研究の題材として注目されたようである。
- ・一人のけが人もでなかつた。

総括

幸い、希望者が殺到し混乱がおこることはなかったが、このようなイベントは入場者数の少ない展示会でしか成立しないだろう。来館者をコントロールできる範囲であれば、近くにフィールドを持たない都市型博物館にとって、期間限定の体験型イベントは、来館者に大きなサービスになる。

化石発掘イベントに参加した子供たちの多くが、それまでは「絵に描いた恐竜」しか知らなかつただろう。今回のイベントを通して、本物の恐竜時代の岩石に触れ、本物の化石を自分の手で探すことにより、恐竜や古生物へのイメージがより豊かなものになれば幸いである。

THE PALAEONTOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

5-16-9, Honkomagome, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0021 JAPAN
Gakkaijimū Center.

2003年1月16日発行

発行 日本古生物学会

〒113-0021 東京都文京区木崎込5-16-9

日本学会事務センター内

電話 03-5814-5801

印刷所 株 イ ゼ ブ

〒305-0005 茨城県つくば市天久保2-11-20

電話 029-851-2515 (代)

© The Palaeontological Society of Japan 2003

(無断転載、複写を禁ず)