

**Palaeontological
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

Abstracts with Programs
The 2013 Annual Meeting
The Palaeontological Society of Japan
(June 28-30, 2013, Kumamoto, Kumamoto Prefecture)

日本古生物学会 2013 年年会

講演予稿集

2013 年 6 月 28 日 - 6 月 30 日

熊本市 (熊本県)



日本古生物学会

共催：熊本大学

表紙写真の説明

白亜系御所浦層群産の貝殻密集層

熊本県の御所浦島や鹿児島県の獅子島に分布する“中部”白亜系の御所浦層群からは、様々な二枚貝や巻貝化石が多産する。外浜や内側陸棚堆積物中の貝化石は、波浪堆積物のラグとして貝殻密集層（Shell concentration）を形成していることが多く、サンカクガイなどを主体とする内生の二枚貝化石が貝殻支持の状態で産出する。写真は御所浦島の御所浦層群江ノ口層（アルビアン階）に挟まれているレンズ状の貝殻密集層の層理面を上方から撮影しており、この貝殻密集層では *Pterotrigonia ogawai* (Yehara) や *Pachythaerus nagaoui* (Matsumoto) などの外浜環境に特徴的な二枚貝化石が目立っている。なお、このような貝殻密集層からは、二枚貝や巻貝だけではなく、アンモナイトや甲殻類、クモヒトデ類、ウミユリ類、カエロストマータ類などのコケムシ化石も報告されており、“中期”白亜紀の海生動物相やその多様性などを考える上で重要な化石が多数含まれている。

(小松俊文 熊本大学自然科学研究科)

日本古生物学会2013年年会・総会開催実行委員会

事務局：小松俊文・長谷川四郎

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。

(講演予稿集編集：佐々木猛智・伊藤泰弘)

日本古生物学会2013年年会・総会

2013年6月28日(金) : 熊本大学百周年記念館
6月29日(土) ~ 6月30日(日) : 熊本大学理学部
共催 : 熊本大学

***** 1. プログラム 概要 *****

6月28日(金) 会場 : 熊本大学百周年記念館

- 【13:00~16:20】シンポジウム「古環境指標としての微化石 - 生息場から堆積場に至る環境復元のツールとして」…………… ii
【16:40~17:40】総会…………… ii
【18:00~20:00】懇親会 熊本大学「フォリコ〔2階〕」…………… iii

6月29日(土) 会場 : 熊本大学理学部 1・2号館西側 1-3階, 3号館2階

- 【9:00~9:50】特別講演(学術賞受賞記念, 理学部3号館2階 A会場)…………… iii
【10:00~11:00】一般講演 口頭発表 1 (A~C会場)…………… iii
【11:15~12:15】一般講演 口頭発表 2 (A~C会場)…………… iii-iv
【13:15~14:15】一般講演 ポスター発表コアタイム (ポスター会場)…………… iv-v
【14:15~15:30】一般講演 口頭発表 3 (A~C会場)…………… vi
【15:45~17:00】一般講演 口頭発表 4 (A~C会場)…………… vi-vii
【17:00~17:15】一般講演 ポスター表彰式 (受付付近)…………… vii
【17:15~】夜間小集会 1 (B会場)…………… vii
【17:15~】夜間小集会 2 (C会場)…………… vii

6月30日(日) 会場 : 熊本大学理学部 1・2号館西側 1-3階, 3号館2階

- 【9:30~10:45】一般講演 口頭発表 5 (A~C会場)…………… vii-viii
【11:00~12:00】一般講演 口頭発表 6 (A~C会場)…………… viii
【13:00~14:00】化石友の会ラボツアー (理学部 1・2号館・他)…………… viii

- 発表方法と発表機器についての注意事項 (必ずお読み下さい)…………… ix
会場案内、交通案内など…………… x-xii

2013年年会参加費 一般会員・非会員3000円 友の会会員・学生会員1000円
高校生以下無料 (予稿集は有料)

******* 2. プログラム 詳細 *******

6 月 28 日（金）熊本大学百周年記念館

シンポジウム「古環境指標としての微化石－

生息場から堆積場に至る環境復元のツールとして」

コンビナー：小松俊文，西 弘嗣，秋元和實，長谷川四郎

1. 13:00～13:10 趣旨説明 西 弘嗣（東北大学）
2. 13:10～13:30 **有孔虫殻の運搬・移動** 長谷川四郎（熊本大学）
3. 13:30～13:35 コメント：廣木義久（大阪教育大学）
4. 13:35～14:55 **有孔虫からみたGatewayの復元：古津軽海峡の復元**
根本直樹（弘前大学）
5. 13:55～14:00 コメント：大井剛士（東京大学）
6. 14:00～14:20 **石灰化プロセスの最近の進展** 豊福高志（JAMSTEC）
7. 14:20～14:25 コメント：木元克典（JAMSTEC）
- 【14:25～14:35】休憩
8. 14:35～14:55 **微化石からみた生物礁の環境** 藤田和彦（琉球大学）
9. 14:55～15:00 コメント：井龍康文（東北大学）
10. 15:00～15:20 **近現代の環境変動に対する内湾貝形虫群集の応答とその要因**
河野重範（島根県立三瓶自然館）
11. 15:20～15:25 コメント：入月俊明（島根大学）
12. 15:25～15:45 **湖沼珪藻の古生態と古気候変動** 林 辰弥（御船町恐竜博物館）
13. 15:45～15:50 コメント：斎藤めぐみ（国立科学博物館）
- 【15:50～16:00】休憩
- 【16:00～16:20】総合討論

【16:30～17:40】総 会

【18:00～20:00】懇親会

会 場：熊本大学（黒髪南地区）「フォリコ〔2階〕」

会 費：一般会員・非会員 5,000円，学生・友の会会員 3,000円

メールでの申込先：小松俊文（自然科学研究科）

メール：komatsu@sci.kumamoto-u.ac.jp

電 話：096-342-3425，FAX：096-342-3411

ハガキでの申込先：〒113-0033 東京都文京区本郷7-2-2 本郷MTビル401号室

日本古生物学会事務局 電話：03-3814-5490

準備の都合上，参加希望される方は，必ず事前にメールかハガキで **6月14日（金）** までにお申し込みくださいますようお願いいたします。

6 月 29 日 (土) 熊本大学理学部 1・2・3 号館

【9:00~9:50】 特別講演 (学術賞受賞記念, 理学部 3 号館 2 階 D201, A 会場)

鈴木紀毅 放散虫の多様性変遷史解明を目指したシノニムデータベースの構築

【9:50~10:00】 休憩

【10:00~11:00】 一般講演 口頭発表 1 (A~C 会場)

口頭会場 (A 会場:理学部 3 号館 2 階 D201, B 会場:理学部 1・2 号館 1 階西側 C122,
C 会場:理学部 1・2 号館 2 階西側 C226)

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (1) 座長: 久保 泰	古環境の部 (1) 座長: 池原 実	軟体動物の部 (1) 座長: 佐々木猛智
A01 柴田正輝: 福井県 の下部白亜系北谷層から発 見された新しい幼体のイグア ノドン類化石	B01 w 北村晃寿・大橋陽子 ・小倉一輝・内田絢也・斉藤 亜妃・小山真人・篠原和夫・ 宮入陽介・板坂孝司: 化石 記録に基づく伊豆半島南部 の古津波・古地震	C01 m 永田紘樹・小松俊文 ・ボリス・シュリージン・ 佐藤 正・石田直人: 島根 県西部に分布する下部ジュ ラ系樋口層群から産出した 北方系二枚貝化石群
A02 東 洋一・柴田正輝 ・久保 泰・関谷 透: 手 取層群北谷層から発見され たオルニトミモサウルス類に ついて	B02 m LEGRAND Julien (ル グラン・ジュリアン)・山田 敏弘・辻野泰之・西田治文: 西南日本の下部白亜系物部 川層群のパリノフロラと日本 における被子植物の出現時 期	C02 m 松原尚志: 熊本県天 草地域の中部始新統白岳層 産のマルスダレガイ類(二枚 貝綱) の分類と古生態
A03 w 高津翔平・Sardsud, A・Saesaengseerung, D・ Pothichaiya, C・上松佐知 子・指田勝男: タイ国東北 部 Non Tum から産する恐 竜類の足跡化石	B03 w 野村律夫: 低塩分汽 水湖, 宍道湖で確認された 1980 年代以前の有孔虫群集 の顕著な変化	C03 m 中島 礼・吉田勝彦: 縄文人はトウキョウホタテを 食べたのか?
A04 w 三枝春生・池田忠広 ・半田久美子: 篠山層群産 竜脚類の脳函の特異な 2 形 質	B04 m 黒柳あずみ・Régine E. da Rocha・Jelle Bijma・Howard Spero・川幡穂高: 飼育実験 より得られた溶存酸素濃度 の浮遊性有孔虫への影響	C04 m 土屋正史・吉田尊雄 ・力石嘉人・小川奈々子・本 郷悠貴・藤原義弘・藤倉克 則・丸山 正・大河内直彦: 深海性二枚貝シロウリガイ 類およびシンカイヒバリガイ 類の宿主-共生系に見られる 栄養依存形態の違い

【11:00~11:15】 休憩

【11:15~12:15】 一般講演 口頭発表 2 (A~C 会場)

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (2) 座長: 佐藤たまき	古環境の部 (2) 座長: 北村晃寿	軟体動物・形態解析の部 座長: 中島 礼
A05 w 鈴木大輔・大橋智之: ハドロサウルス類の腱付着部 の組織学的構造	B05 m 池原 実・香月興太 ・山根雅子・横山祐典・松崎 琢也: 南大洋における最終 氷期の海氷拡大・寒冷化イベ ント	C05 w 天野和孝・ロバート ・ジェンキンズ: 北海道浦 幌町の暁新統から産出した モミジソデボラ科 (Aporrhaidae) 巻貝の産出意 義

	B06 w 佐川拓也・内田昌男・池原 研・村山雅史・岡村慶・多田隆治・加三千宣・岡崎裕典：最終氷期の千年スケール冬季モンスーン変動が日本海表層の混合層深度に与えるインパクト	C06 m 野下浩司：腹足類殻の“巻き”パタンの3Dおよび2Dイメージデータに基づく定量化法
A07 m 平山 廉・中川良平：三重県津市の東海層群亀山層(新第三紀鮮新世)より産出したカメ化石について	B07 m 大串健一・岩本綾音・竜田泰行・野村慎也・阿波根直一・内田昌男・本山 功：最終退氷期の北太平洋における溶存酸素極小層の発達 -底生有孔虫群集の解析-	C07 m 清水啓介・遠藤一佳：貝類における貝殻成長の分子メカニズムからみる貝殻の形態進化
A08 w 久保 泰：足跡から探る三疊紀主竜型類の移動様式	B08 m Yasufumi Iryu・William J. Woelkerling・Davide Bassi：Fossil semi-endophytic species of <i>Lithophyllum</i> (Corallinaceae, Rhodophyta) from Tahiti	C08 w 生形貴男：地質年代単元の長さの違いが古生物多様性評価に及ぼす影響

【12:15～13:15】昼休み

【13:15～14:15】一般講演 ポスター発表コアタイム

ポスター会場 (理学部 1・2 号館西側 2-3 階 C228, C330, C331)

P01：東 洋一・柴田正輝：福井県勝山市の下部白亜系北谷層から産出した小型獣脚類について
P02：池上直樹・吉永 徹・佐藤宇紘・椋木俊文・大谷 順：X線マイクロCTスキャナーを用いた御船層群産アズダルコ科翼竜頸椎骨の内部構造の解析
P03：大塚之尋・佐藤たまき・渡部真人：モンゴル・ゴビ砂漠南西部の上部白亜系ネメグト累層から産出した恐竜卵殻化石
P04：大塚健斗・河野重範・林 広樹：島根県出雲市多伎町の布志名層から産出した鱗脚類上腕骨
P05：高橋 唯・荻嶋美帆・山下 桃・中島保寿・佐藤たまき：宮城県の稲井層群大沢層から産出した前期三疊紀の爬虫類化石
P06：服部創紀 獣脚類における足機能の進化
P07：藪田哲平・東 洋一・平山 廉・安藤寿男：福井県勝山市の下部白亜系手取層群北谷層の化石カメ類
P08：稲村研吾・Davin H.E. Setiamarga・北村晃寿・佐々木猛智・遠藤一佳：分子系統によるカキ上科の進化解析
P09：近藤康生・山岡勇太：トドロキガイはタマキガイの祖先種：土佐湾および穴内層産標本の色彩パタンの解析
P10：高月崇成・近藤康生：筒をつくる二枚貝コヅツガイ <i>Eufistulana grandis</i> の分布特性：鮮新統穴内層における古生態学的検討
P11：伊庭靖弘・Jörg Mutterlose・近藤康生：東アジアの化石記録から探るベレムナイトの初期進化史
P12：唐沢與希・前田晴良：漂着オウムガイ殻の破損パターンの検討
P13：竹田裕介・棚部一成・佐々木猛智：サウスダコタ州の上部白亜系産スカフィテス科アンモノイド類の殻にみられる被食痕
P14：御前明洋・岡崎美彦・水野吉昭：高知県佐川地域の宮ノ原層産白亜紀後期アンモノイドとその層序学的意義

- P15: 安藤佑介・鶴飼宏明・河野重範・廣瀬浩司・中谷大輔・黒須弘美・大塚雅勇・鬼海友喜・柄沢宏明: 熊本県天草炭田地域の古第三系産十脚類化石
- P16: 増田智洋・鈴木雄太郎・大野悟志・椎野勇太: 遊泳性三葉虫 *Remopleurides* 複眼: 転輪羅針儀機能発現か?
- P17: 磯和幸延・更科 功・紀藤圭治・Beatrice Demarchi・Matthew Collins・遠藤一佳: 腕足動物における殻体タンパク質及び化石タンパク質の同定
- P18: 二井谷茉美・小松俊文・Matthew H. Dick: 島原半島南部に分布する更新統大江層より産出するコケムシ化石
- P19: 徳田悠希・江崎洋一: *Flabellum (Ulocyathus)* 亜属 (刺胞動物門・イシサンゴ目) の骨格微細構造とその進化的意義
- P20: 柏木健司・伊左治鎮司・浅井秀彦・佐野晋一: 鮮新統名洗層の基底礫岩中の石灰質団塊礫から産する中生代微化石群集
- P21: 佐野佳緒里・柏木健司: 手取層群桐谷層産の微化石群集
- P22: 奥村知世・古山精史朗・狩野彰宏: 中国江蘇省に分布する新新生代徐淮層群の珪化したストロマトライト中の糸状体微化石
- P23: 山田 桂・増馬鉄朗・坂井三郎・瀬戸浩二: 貝形虫殻の酸素同位体比からみた過去 1700 年の東アジア夏季モンスーン変動
- P24: 久保田好美・木元克典・板木拓也: 底生有孔虫 *Cibicidoides wuellerstorfi* の新しい Mg/Ca 換算式に基づく最終氷期極相期以降の沖縄本島周辺海域における底層環境変動
- P25: 齋藤礼弥・金沢謙一: 浅海域に生息するブンブク類の適応戦略
- P26: 高木悠花・守屋和佳・石村豊穂・鈴木 淳・川幡穂高・平野弘道: 相模湾より得られた現生浮遊性有孔虫の成長段階別安定同位体比記録と水柱構造
- P27: 辻本 彰・野村律夫・福田賢一: 児島湾における現生底生有孔虫の季節変動
- P28: 森永 綾・松岡敷充: 渦鞭毛藻シスト群集に反映された大村湾の富栄養化
- P29: 吉岡 薫・河野重範・入月俊明・松本 翔・野村律夫・廣瀬孝太郎: 島根県隠岐島後西郷湾における珪藻遺骸群集の水平分布
- P30: 今井 遼・佐藤時幸・井龍康文: 石灰質ナノ化石群集に基づく中新世～鮮新世の琉球列島“泥海(島尻層群)”の年代層序学的・古海洋学的復元
- P31: 亀尾浩司・板倉 望・一井直宏: 石灰質ナノ化石 *Sphenolithus* 属の中期中新世における特徴的な形態の変化
- P32: 猪瀬里佳子・栗原敏之: 黒瀬川帯鴻ノ森地域の下部デボン系における放散虫化石群集の変遷
- P33: 原 康祐・栗原敏之: オマーンオフィオライト Wadi Jizzi 地域 Lasail セクションにおける後期白亜紀遠洋性堆積物(スヘイラ層)の放散虫生層序
- P34: 中村景騎・栗原敏之・原 英俊: 徳島県北川地域における檜曾根層群の遠洋性～半遠洋性珪質岩および陸源性砕屑岩から産出した後期ペルム紀放散虫化石
- P35: 酒井佑輔・関戸信次・松岡 篤: 白山区の手取川流域および石徹白川流域における手取層群の白亜紀前期植物相
- P36: 山崎 誠・千葉歌澄・佐藤時幸・池原 実: 更新世中期の南大西洋亜南極前線移動にともなう海洋構造の変遷
- P37: 兼子尚知・伊藤泰弘・佐々木猛智・利光誠一・中島 礼・松原尚志: 古生物標本データベースの構築とそのメリット
- P38: 河村 愛・河村善也: 沖縄県石垣島白保竿根田原洞穴遺跡の後期更新世～完新世の齧歯類動物相とその意義

高校生ポスターセッション

- PH1: 小田涼香ほか (熊本県立第一高校) 御船層群の古環境～火山豆石の形成過程～
- PH2: 竹井魁佑ほか (熊本県立第一高校) 阿蘇谷周辺の湧水や自噴井戸等の実態を探る
- PH3: 守屋友一郎 (長野県諏訪清陵高校) 守屋山のカキ化石
- PH4: 小夏広大・齊藤 凜・濱崎しずく (東海大学附属熊本星翔高校・宇土市立鶴城中学校) 宇土半島の地質と古環境

【14:15~15:30】一般講演 口頭発表 3 (A~C 会場)

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (3) 座長: 宮田和周	生層序の部 (1) 座長: 前田晴良	系統・進化・分類の部 座長: 遠藤一佳
A09 w 田中郁子: 現生鳥類足跡の形態解析—白亜系鳥類と小型非鳥獣脚類への適用—	B09 w 指田勝男・上松佐知子・佐野弘好: 美濃帯舟伏山東方地域のチャートから産する前期三畳紀 <i>Parentactinia nakatsugawaensis</i> 放散虫動物群	C09 w 高橋昭紀・田中泉吏: 断続平衡説の哲学的考察
A10 m 高井正成・河野礼子・金昌柱・張穎奇: 中国南部の広西壮族自治区における更新世霊長類相の変遷に関する予備的考察	B10 w 山下大輔・安田知佳・尾上哲治: 沖縄県辺戸岬に分布する上部三畳系石灰岩から産出したコノドント化石	C10 w 鈴木紀毅・辻彰洋・仲村康秀・Fabrice NOT・Johan DECELLE・Tristan Biard: 分子系統解析と形態分類の統合に基づくアカンタリア(放散虫)の分類体系の再構築
A11 w 鵜野光・樽創・甲能直樹: デスモスチルスのエナメル質の成長線に沿った同位体分析に基づく生活史復元	B11 w 加藤ひかる・鈴木紀毅・尾上哲治・高橋聡・山北聡: 日本の三畳系放散虫化石帯の模式地における上部三畳系コノドント化石層序	C11 w 千徳明日香・江崎洋一・後藤慎介・徳田悠希: キサンゴ科六射サンゴの分子系統解析に基づく祖先形質の復元
A12 w 河部壮一郎・小林沙羅・遠藤秀紀: 食肉目における嗅覚および視覚に関わる頭骨形態の水棲適応	B12 w 栗原敏之・中村景騎・原英俊: 徳島県北川地域の黒瀬川帯砕屑岩から産出した前期ペルム紀放散虫化石	C12 w 大路樹生: 現生ウミユリ類の分子系統より出された「ウミユリ学の宿題」
A13 w 北川博道・坂本治: 埼玉県立自然の博物館所蔵の藤本治義コレクションに含まれるナウマンゾウ化石	B13 m 古山精史朗・狩野彰宏: 貴州省北東部における Ediacara 系 Doushantuo 層の岩相と炭素同位体層序	C13 m 佐々木猛智・伊藤泰弘: 系統分類学を効率化する標本データベース

【15:30~15:45】休憩

【15:45~17:00】一般講演 口頭発表 4 (A~C 会場)

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (4) 座長: 河部壮一郎	生層序の部 (2) 座長: 山口龍彦	形態解析の部 (2) 座長: 生形貴男
A14 w 国府田良樹・三枝春生・安藤寿男・飯泉克典・長谷川善和・高橋修一: 日本の中新統産 <i>Stegolophodon</i> 属(長鼻目)の頭蓋化石	B14 w 出原祐樹・林広樹・高橋雅紀: 群馬県富岡市の中新統における浮遊性有孔虫生層序	C14 w 椎野勇太・ルキア・アンジョリーニ: 動かざるもののジレンマ—翼形態種パキシルテラの流体適応
A15 m 藪田哲平・国府田良樹・平山廉・安藤寿男・飯泉克典: 茨城県常陸大宮市の下部中新統玉川層より産出したスッポン類化石	B15 w 三宅優佳・小松俊文・高橋修・重田康成: 鹿児島県下甕島北部に分布する姫浦層群の層序と地質年代	C15 m 石田直人・岸本直子・松岡篤・栗原敏之・木元克典・吉野隆・松浦執: 3D イメージング技術による放散虫研究

A16 w 宮田和周・柴田正輝・東 洋一：福井県勝山市下部白亜系北谷層（手取層群）産の2種の哺乳類化石	B16 w 重田康成・伊豆倉正隆・西村智弘：北海道から新たに見つかった上部白亜系カンパニアン階大型化石群	C16 w 相場大佑・和仁良二：縫合線の複雑さと螺管の形態との関係性:マダガスカル産白亜紀アンモナイト類の種内変異解析
A17 w 山田英佑・蓮見恵理・宮里奈央・赤星仁美・渡部真人・仲谷英夫：イラン・マラゲ産後期中新世有蹄類化石におけるメゾウェア解析	B17 m 鈴木寿志・石田啓祐・三上禎次・前田晴良：高知県のジュラ系上部統七良谷層のアンモナイト層準周辺から産する放散虫化石（予察）	C17 m 木元克典・佐々木理・鹿納晴尚・脇田昌英・岩下智洋・入野智久：現生浮遊性有孔虫にみられる骨格密度変化の季節性
A18 m 鏑本武久・江木直子・高井正成・タウンタイ・ジンマウンマウンテイン：ポンドウン層からの新種偶蹄類:ラオエラ科はポンドウン層にいたか？		C18 w 嶋田智恵子・田中裕一郎：外洋性浮遊珪藻 <i>Neodenticula</i> の形態多様性と Northern Hemisphere Glaciation

【17:00~17:15】ポスター賞表彰式（受付付近）

【17:15~】夜間小集会

夜間小集会 1（B会場）

「深海掘削計画における微化石データベースに関する検討会」

世話人：西 弘嗣・岩井雅夫・長谷川四郎

夜間小集会 2（C会場）

「現生種最古の化石記録を探る：貝類版 EOS II 計画

(Earliest fossil Occurrence of extant Species)」

世話人：近藤康生・延原尊美・松原尚志・佐々木猛智・栗原行人・中尾賢一

趣 旨：現生種の出現は、最も豊富な情報を駆使して、進化の実像に迫ることができる古生物学の重要テーマである。貝類を例とし、現生種最古の化石記録を特定する作業を通して、タフオノミー、分類、現生種出現の進化イベントやその古環境背景など、はばひろく議論したい。

6月30日（日）熊本大学理学部 1・2・3号館

【9:30~10:45】一般講演 口頭発表 5（A~C会場）

A 会場	B 会場	C 会場
古生態の部（1） 座長：野牧秀隆	古生物地理の部 座長：佐々木猛智	形態解析の部（3） 座長：椎野勇太
A19 w 加藤 萌・大路樹生：続成作用の影響による化石棘皮動物の骨格内の構造と Mg 濃度の変化	B18 m 板木拓也・荒井晃作・小田啓邦・兼子尚知・中島礼・田中裕一郎：沖縄“500m 島棚”下部から採取された中期更新世の化石群集	C19 m 山崎和仁・谷島向宏：古生物学における生物間相互作用の微分幾何学的考察
A20 m 狩野彰宏・奥村知世・森 大器・高島千鶴・白石史人：サリトレ層炭酸塩岩（新原生代、ブラジル）の指状構造と小球体:最古の動物のイメージ	B19 m 柿崎喜宏・狩野彰宏：ボルネオ島北西部、上部ジュラ系バウ石灰岩層の岩相と礁性生物相	C20 m 岡嶋亮子：体サイズと採餌行動の進化

A21 w 歌川史哲・上松佐知子・指田勝男：伊豆半島東南部の新第三系白浜層群より産出する大型化石とその生息環境	B20 m 山北 聡・竹村厚司・相田吉昭・堀 利栄・鎌田祥仁・鈴木紀毅・高橋 聡・Hamish Campbell・Bernhard Spörli：前期三疊紀のコノドント古生物地理：platformed gondolellids は悪環境下で不利なのか？	C21 m 江崎洋一・千徳明日香・後藤慎介・徳田悠希：単体六射サンゴで <i>Balanophyllia ponderosa</i> でみられる出芽様式-即時的な生活史戦略-
A22 w 望月貴史・大路樹生：カンブリア紀前期における堆積環境の違いに対する生物活動の多様化	B21 m 山田敏弘・ルグラン・ジュリアン・西田治文：下部白亜系篠山層群上部層から産出する植物化石群集の特徴	C22 w 大野理恵・千徳明日香・升本眞二・江崎洋一：非造礁性群体六射サンゴにおける各個体のテリトリーの評価
A23 m 足立奈津子・小谷綾香・江崎洋一・劉 建波：北中国山東省中部カンブリア系海綿-石灰質微生物礁の構築様式とその発達の意義	B22 w 幸村哲也・林 広樹：日本海南部、島根県大田市琴ヶ浜における大型有孔虫 <i>Amphistegina lobifera</i> の生態調査	C23 w 大野悟志・鈴木雄太郎：三葉虫 <i>Eobronteus laticauda</i> の複眼：ランドルト環形状離れ目の視覚的特性とは？

【10:45~11:00】休憩

【11:00~12:00】一般講演 口頭発表 6 (A~C 会場)

A 会場	B 会場	C 会場
古生態の部 (2) 座長: 狩野彰宏	生層序の部 (3) 座長: 板木拓也	古脊椎動物の部 (5) 座長: 大橋智之
A24 w 大金 薫・辻 彰洋・鈴木紀毅・山口 篤：放散虫の安定した培養技術の確立へ向けて	B23 m 齋藤めぐみ：湖沼珪藻が湖沼間を移動した地質学的な証拠	C24 w 河村善也・河村 愛：沖縄県石垣島における第四紀哺乳類化石研究—研究史と現状、そして今後の展望
A25 w 野牧秀隆・力石嘉人・土屋正史・豊福高志・大河内直彦・植松勝之・多米晃裕・北里 洋：嫌気環境下における底生有孔虫細胞内での脱窒と微生物の関与	B24 w 松岡 篤・セイエド・ハミド・バジリ：イラン西部ケルマンシャ地域ビセトゥンセクションのジュラ系放散虫層序	C25 w 河村 愛・河村善也：沖縄県石垣島白保竿根田原洞穴産の日本最古級の人骨群に伴う哺乳類化石 2 齧歯目
A26 m 松岡数充・池田有里・加賀新之助・内記公明・小檜山篤志・山田雄一郎・緒方武比古：津波による堆積物攪拌が渦鞭毛藻の増殖に与えた影響	B25 m 尾上哲治・佐藤峰南・野崎達生・鈴木勝彦：三疊紀後期の隕石衝突イベントと放散虫群集変化	
A27 w 藤田和彦・東江龍自・土屋正史・力石嘉人・大河内直彦：食性が浮遊性有孔虫の個体数に与える影響	B26 m Tatsuhiko Yamaguchi・Richard D. Norris：High-resolution biostratigraphy of the Paleocene-Eocene ostracodes at Ocean Drilling Program (ODP) Site 865, equatorial Pacific	

【12:00~13:00】昼休み

【13:00~14:00】化石友の会 ラボツアー (理学部 1・2 号館ほか)

集 合 場 所：学会受付付近

申 込・問 合：日本古生物学会「化石友の会」事務局

メール：friends@palaeo-soc-japan.sakura.ne.jp 電話：03-3814-5490

当日参加も受け付けますが、出来るだけ事前申込をお願いします。

**** 3. 発表方法と発表機器についての注意事項 ****

〈一般講演（口頭発表）をされる方へ〉

- 発表時間は、講演 12 分、質疑応答 3 分です。時間厳守をお願いいたします。
- 使用機器は事前申告制です。講演番号に続く w, m の文字は、プレゼンに使用するパソコン OS の略号です。w:Windows (OS 指定なしを含む), m:Mac。
- Windows は Power Point2007 バージョン, Mac は Power Point2011 バージョンのインストールされた PC を用意しています。プログラムの進行上、ご自身のパソコンを持ち込んでの講演は原則としてご遠慮ください。なるべく一般的なフォントを使用し、Windows の方は可能であればフォントの埋め込みをお願いいたします。
- 各講演者は、講演用ファイルを CD または USB メモリーに保存し、ご持参ください。ファイル名は、「C03_Yabe.ppt」のように、「講演番号、アンダーバー、筆頭講演者名、拡張子 (.ppt)」(すべて半角)としてください。
- データの受け渡しは、総合受付脇の専用カウンターで行ってください。6 月 28 日(金)の午後から受け付けます。混雑が予想されますので、時間の余裕を持ってお越しください。受付時に作成した OS の種類と Power Point のバージョンを必ずお知らせください。

〈ポスター発表をされる方へ〉

- ポスターボードのサイズは、175 cm×120 cm です(画鋏可)。
- ポスター発表のコアタイムは、6 月 29 日(土) 13:15~14:15 ですが、ポスターは当日の朝から貼ることができます。なお、ポスターは 6 月 30 日(日) 12 時まで撤収してください。詳しくは会場受付あるいは会場係までお尋ねください。

〈会場および発表方法・機器などに関する連絡・問い合わせ〉

小松俊文(熊本大学自然科学研究科) メール: komatsu@sci.kumamoto-u.ac.jp
電話: 096-342-3425, FAX: 096-342-3411

長谷川四郎(熊本大学自然科学研究科) メール: shiro@sci.kumamoto-u.ac.jp
電話: 096-342-3421, FAX: 096-342-3411

行事係: 佐々木猛智(東京大学総合研究博物館) メール: sasaki@um.u-tokyo.ac.jp

- 懇親会について 本プログラム ii ページ参照。

●昼食に関する情報

6 月 29, 30 日は、大学の生協・食堂は休業です。大学周辺のコンビニエンスストアや食堂は限られていますので、6 月 29 日の昼食につきましては、お弁当を予約して頂くことをお勧めします。お弁当(500 円)の予約は、6 月 14 日までに下記担当までお申込みください。こちらも事前の申し込みに御協力ください。

申込先: 小松俊文 メール: komatsu@sci.kumamoto-u.ac.jp
電話: 096-342-3425, FAX: 096-342-3411

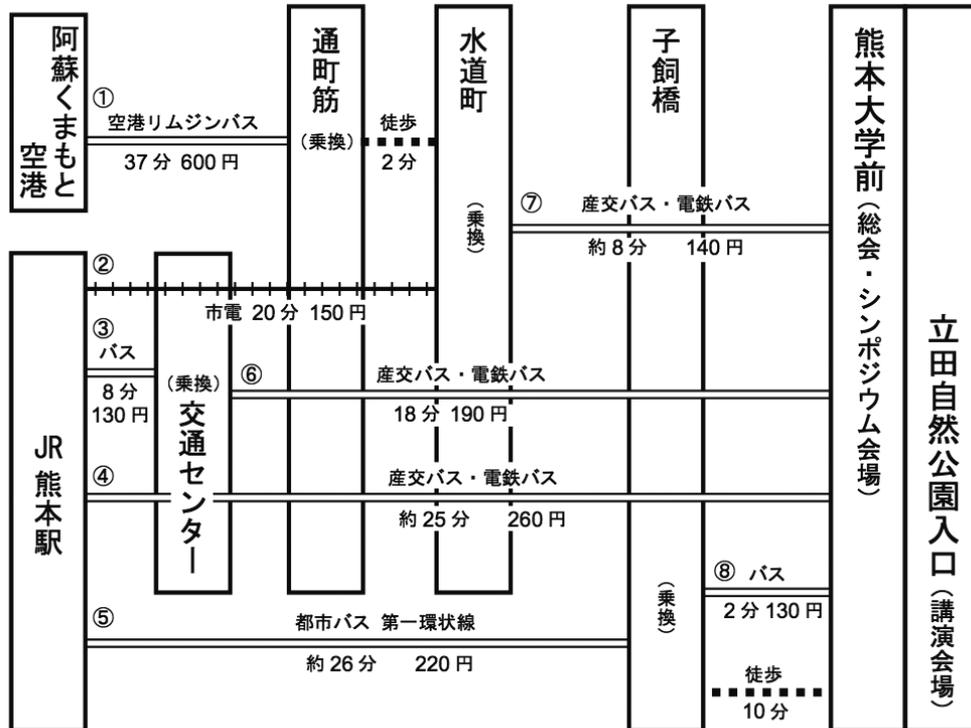
シンポジウム会場(100 周年記念館)での飲食はご遠慮ください。また、シンポジウムおよび講演会場の建物内は禁煙ですので、お煙草は指定の喫煙所をお願いします。

●盗難対策

最近、本学会を含め、学会開催中の盗難が報告されています。貴重品は各自の責任で管理をお願いいたします。

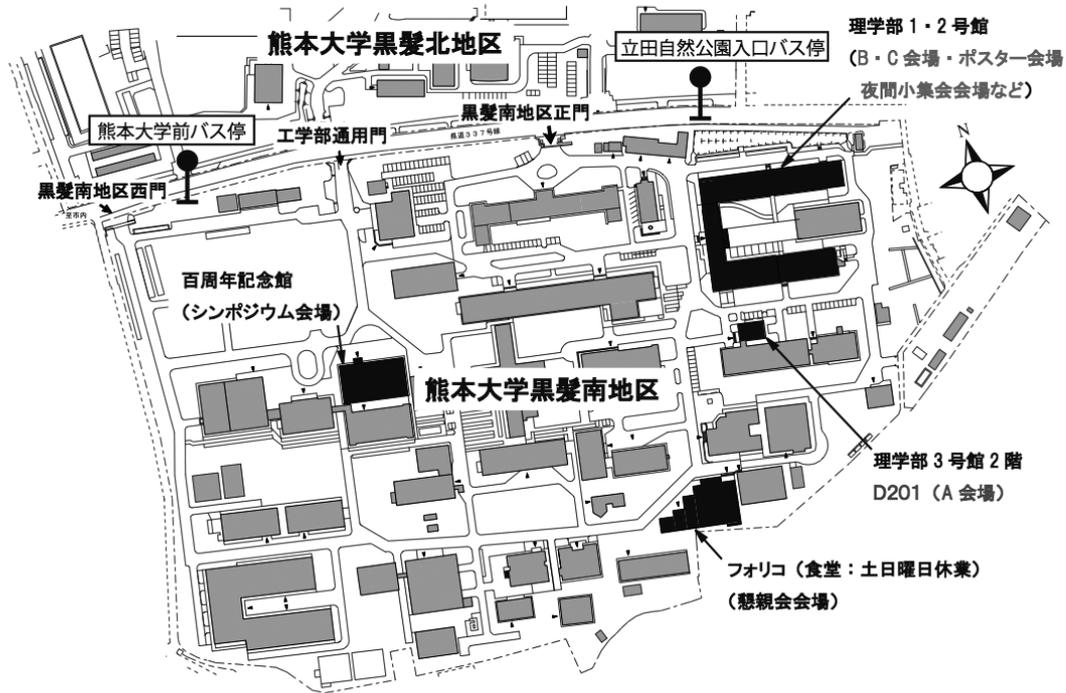
**** 4. 会場案内 ****

熊本大学への交通アクセス

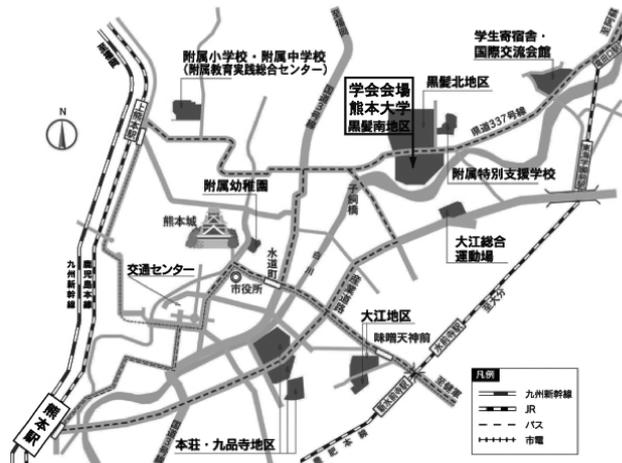


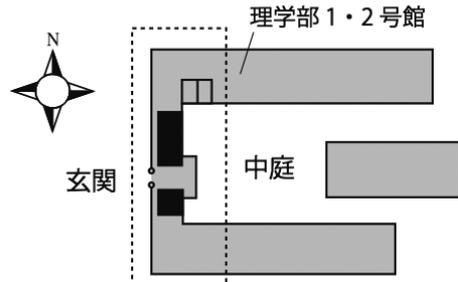
- ① 阿蘇くまもと空港 バスのりば1番。熊本市内行に乘車、「通町筋」下車、道路向側「通町筋」バス停または「水道町」バス停(⑦)でバスに乗換
- ② 熊本駅電車のりば 健軍町行に乘車、「水道町」(⑦)でバスに乗換
- ③ 熊本駅バスのりば1番 「交通センター」行バス(産交・電鉄・都市・熊本各社)に乘車、「交通センター」(⑥)で産交バス・電鉄バスに乗換
- ④ 熊本駅バスのりば1番 産交バス「(子7)武蔵ヶ丘」行、「(子1)楠団地」行、「竜田口駅前」行に乘車、(熊本大学まで直通。ただし、1時間に1-2本)
- ⑤ 熊本駅バスのりば1番 都市バス「(駅2)第一環状線」「子飼橋」(⑧)下車。徒歩(10分)または産交バス・電鉄バスに乗換
- ⑥⑦⑧ 「熊本大学前」・「立田自然公園入口」経由のバス
以下の停留所で、次の記号のバスに乗車して下さい。
子1, 7, 8, 9, 18, 20 (産交バス・電鉄バスとも)
停留所: ⑥ 交通センター13番のりば, ⑦ 「水道町」または「通町筋」(手取カトリック教会バス停前), ⑧ [子飼橋]

・ 図と説明は簡略版です。
 ・ 詳細は熊本大学ホームページをご覧ください。
http://www.kumamoto-u.ac.jp/campus_jouhou/access
 ・ バス時刻表は以下で直接検索もできます。
 産交バス <http://www.kyusanko.co.jp/sankobus/rosen/bt62t201.php?Ent=1>
 電鉄バス <http://www.kumamotodentetsu.co.jp/bus/select/>
 都市バス <http://www.kumamoto-toshibus.co.jp/search/bt64t231.php>



- 6月28日(金) 総合受付：熊本大学百年記念館正面玄関内
 ・シンポジウム講演：熊本大学百年記念館
- 6月29・30日(土・日) 総合受付：理学部1・2号館正面玄関内
 ・特別講演：理学部3号館2階(A会場(D201))
 ・一般講演：理学部1・2号館1-2階(B会場(C122), C会場(C226))
 ・ポスター会場(高校生ポスター会場を含む)：
 理学部1・2号館2-3階(C228, C330, C331)
 ・夜間小集会会場：理学部1・2号館1-2階(B会場(C122), C会場(C226))
 ・休憩室：理学部1・2号館2階(C227)





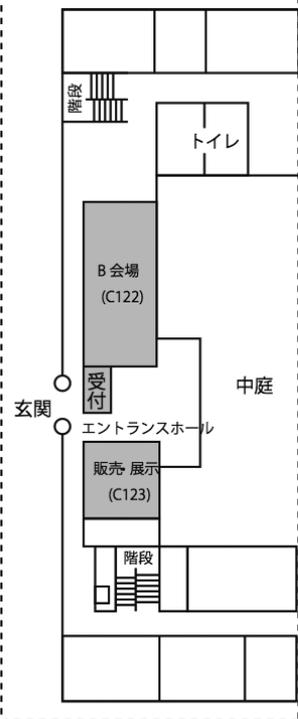
会場案内図

熊本大学 黒髪南地区 理学部1・2号館

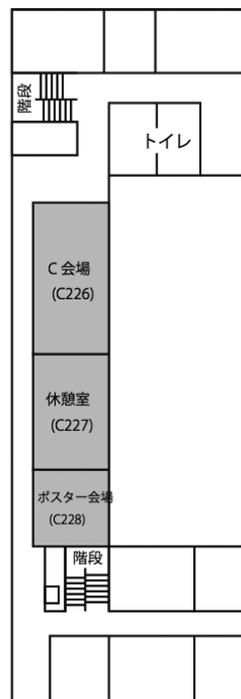
一般講演会場 (B会場, C会場, ポスター会場), 夜間小集會会場, 受付, 休憩室, 販売・展示会場など

* A会場は理学部3号館2階(D201)です。

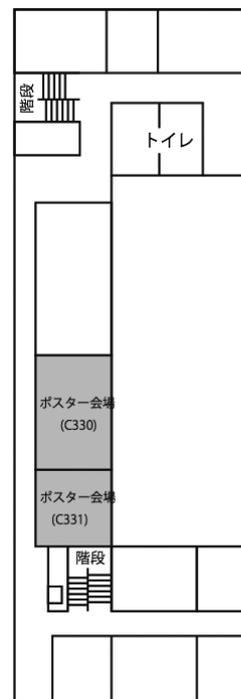
理学部1・2号館1階西側



理学部1・2号館2階西側

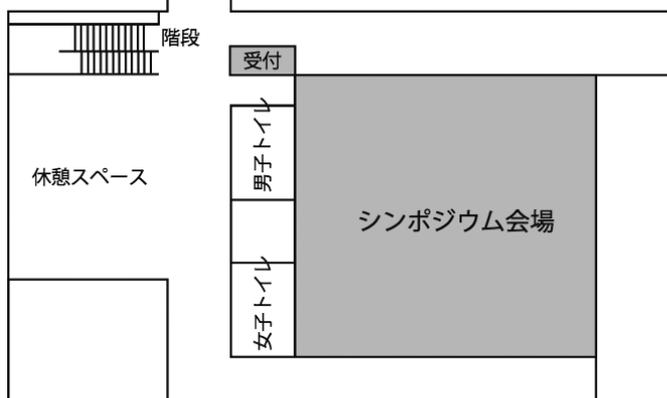


理学部1・2号館3階西側



熊本大学 黒髪南地区 百周年記念館

シンポジウム会場



**Palaeontological
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

シンポジウム

古環境指標としての微化石—
生息場から堆積場に至る
環境復元のツールとして

コンビナー: 小松俊文・秋元和實・長谷川四郎

有孔虫殻の死後運搬過程* —有孔虫の堆積学的応用に向けて—

長谷川四郎 (熊本大・自然) **

有孔虫は網状仮足を持つアメーバ様の原生生物で、Linné (1758)により *Nautilus* 属と *Serpula* 属に属する14種が記載され、それ以後の記載種を含め、頭足類の中で連室細管(siphuncle)を持たない微小なグループに、d'Orbigny (1826)がForaminifères (仏語) と名付けて以来、現在までに25万種に及ぶタクサが記載されてきた。現生種に限っても4000種以上が記載され、内湾から外洋、沿岸汽水域～深海底に至るあらゆる海域で、それぞれに固有の生息環境に棲み分けをしている。また、有孔虫の多くは化石として残りやすい堅い殻を有し、サイズが小さく、個体数が多いことから、古環境指標として、さらに進化速度の速い浮遊性種は年代指標として、地質学に貢献してきた。加えて、古海洋学の発展につれて、化石有孔虫の石灰質殻は、種々の環境要因の代替指標(proxy)を得る材料として地球化学分析に供されている。

一般に、化石は地質時代の生物として、その古生態や生息環境に関する情報を保有する一方で、それを含む堆積物(堆積岩)の構成粒子としての側面を持つ。すなわち、化石の中には、古生物本来の生息場でそのまま埋積されて原地性化石となる物の他に、生物の死後に何らかの営力により運搬され(あるいは生息場から引き離されることにより死んで)、異地性化石として堆積物に混入した可能性も考えられる。そこで、化石をもとに古環境を考察する場合、異地性個体を雑音として捉え、その影響を排除する努力が必要とされてきた。

有孔虫の場合、現世海底堆積物の群集解析に染色による生体個体の識別法が開発され、生体と遺骸の分布が異なることが明らかにされた。それ以来、生体群集から遺骸群集を経て化石群集に至るまでの諸過程と各段階での変化が検討されてきた(右図)。その結果、多様な現世堆積物中の遺骸群集における差異や、化石群集に含まれる異地性個体の存在意義を積極的に評価することにより、原地性群集から認定される古環境に加え、堆積時の諸過程や異地性個体の起源域とそこからの運搬過程を推定する手がかりを得ることが可能になってきた。

ここでは、以下に示すような現世遺骸群集および化石群集の具体例をもとに、有孔虫群集の特徴から如何に生息環境や運搬・堆積過程などの情報を引き出せるのかを考察し、今後の指針としたい。

・明確な生息域からの遺骸の移動

a) 西表島中野海岸サンゴ礁の *Baculogypsina sphaerulata* 個体群について、殻サイズ分布の変化をもとに遺骸の移動・分散を検討(三好・阿部ほか、2006講演)。

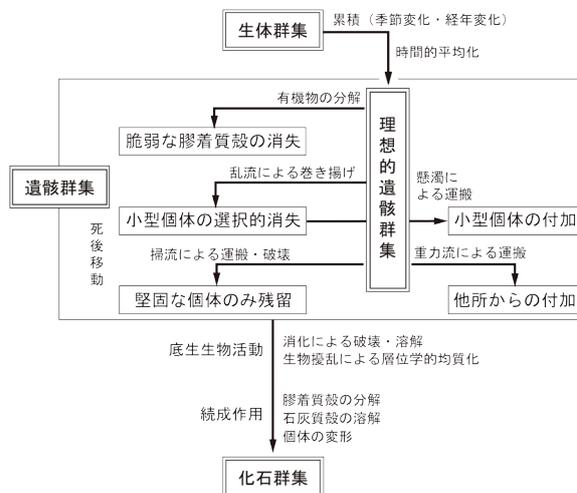


図 有孔虫群集の変化(Murray (1991)を改変)。

b) トカラ群島付近における多様な有孔虫遺骸群集の分布とその形成過程の考察。とくに地形的特性との関連性(長谷川・内田、2008講演)。

・海流により運搬される遺骸の分布特性

宗谷海峡付近から運搬される *Cibicides lobatulus* 個体群の分布から、生体個体の産状、殻のサイズ分布と保存度をもとに、生息域と殻の運搬過程を推定(内田・長谷川、2002講演)。

・津波遡上波により運搬される遺骸群集の特徴

a) 北海道南西沖地震津波(1993)による北海道大成町付近の堆積物の有孔虫群集組成から起源域を推定(七山・重野、2004)。

b) 千葉県館山市巴川流域における完新統津波堆積層について、有孔虫群集組成から、大津波により運ばれた堆積物の起源域を推定(藤原ほか、2003; 阿部ほか、2004; 内田ほか、2004、2007)。

・“タービダイト”の有孔虫化石群集の特徴

a) 静岡県掛川の堀之内層に夾在するタービダイトの有孔虫群集組成と殻サイズ分布から、混濁流堆積物の起源域を推定(小亀ほか、1997講演; 内田ほか、2005講演)。

b) 東北地方太平洋沖地震後に宮城県沖の海底地震計から回収された有孔虫群集の特徴とその起源を考察(長谷川・三浦、2012講演)。

.....

* Postmortem transportation of foraminiferal tests
-Some approach toward the sedimentological
application of foraminifera-

** Shiro Hasegawa (Kumamoto University)

有孔虫からみた Gateway の復元：古津軽海峡の復元*

根本直樹（弘前大・理工）**

有孔虫はあらゆる海洋環境に適応し、環境に応じて棲み分けている。多くの有孔虫は鈣物質の殻を持ち、それが多量に堆積物中に残るため、その化石は古環境指標として広く用いられる。また、浮遊性と底生の二つの生活様式をもつため、海洋表層と海底の古環境を同時に復元できるメリットがある。本発表では、有孔虫の古生態を斉一論的に解釈する古環境復元の例を示す。

鮮新世以降の日本周辺では、氷河性海水準変動と日本列島の隆起・離水が相まって海陸分布が急激に変化し、暖流の日本海への間欠的流入とそれに起因する環境変化を引き起こした。その変化は主に北陸地域で明らかにされているが、その地理的広がりには充分には解明されていない。また、日本海への暖流の入口である対馬海峡についての議論はあるが、出口である北の海峡の位置や役割については不明な点が多い。流出口の候補の一つは津軽海峡なので、同海峡周辺に分布する鮮新-更新統からは流出口に関する情報が得られると期待される。本発表では、津軽海峡周辺の下部更新統から産する有孔虫化石と従来の地質データから、この地域の古地理と古海流系を復元し、暖流の出口について議論する。

前期更新世は海水準が周期的に変動し、海岸線も短期的に前進と後退を繰り返した。そのような状況で古地理を復元するために、同時代または近い時代で海水準がほぼ同等であった時代の層準を選定し、それらの層準での各地の古環境を推定する必要がある。層準の選定には、以下の二つの浮遊性有孔虫種を用いた。*Globorotalia inflata*は、各地とも1層準でのみ産出した。同種は温暖な中層環境の指標とされるので、日本海の中層の温暖化という広域的イベントを表すと解釈される。よって、*G. inflata*の産出層準で古環境を復元した。*Globigerinoides ruber*は、*G. inflata*と共産する場合と、それより上位の区間から産出する場合があります。後者の層準でも古環境を復元した。なお、*G. ruber*は、対馬暖流の指標とされる。

検討した試料の多くから、*Islandiella sublimbata*と*Cibicides lobatulus*が優勢な底生有孔虫化石群集が産出した。この組み合わせは堆や島棚環境を示し、当時この地域が多島海的环境であったことを示唆する。*G. ruber*の産出層準では*I. sublimbata*に代わり*Paracassidulina sagamiensis*が産することがあったが、これは暖流域の堆積環境を表すと解釈できる。

津軽半島東部には下部更新統が広く分布し、*G. ruber*が産出する層準がある。津軽半島中軸部や下北半島西部は既に陸域であったと推定されるので、津軽半島東部の下部更新統は両陸域の間の

海峡に堆積したと考えられる。この海峡の幅は、今日の津軽海峡と同程度と考えられる。今日の津軽海峡では津軽暖流の速い流速のために堆積物が堆積していないので、暖流の主軸が津軽半島東部を流れた場合、そこに堆積物が堆積したとは考えにくい。

ところで、現在の津軽海峡西部の海底は、隆起していると考えられる。鮮新世以降の古地理図ではこの海域は陸域として描かれることがあるが、その場合津軽海峡西部はいつどのようにして海峡になったか疑問が残る。この海域が前期更新世に陸域であったのなら、その後急速に侵食されなければならない。同様の地質の津軽半島中軸部は今日では山地であるのに、なぜ津軽海峡西部だけが海となったのであろうか？むしろ、津軽海峡は遅くとも前期更新世には海域であったと考えるのが妥当と思われる。津軽海峡西部は隆起しつつも常に侵食を受け、海域であり続けたと考えられる。津軽海峡西部を通過した暖流の大部分は、今日の津軽暖流と同じ流路で太平洋に流出したが、一部が下北半島西岸で分岐して南下し、今日の津軽平野東縁に当たる地域まで南下し、*G. ruber*をもたらしたと考えられる。

今日の日本海に*G. inflata*はほとんど棲息していない。日本海の深層は冷たい日本海固有水で満たされており、*G. inflata*が好む水深はこの水塊の影響で同種が棲息できないほど寒冷であると解釈されている。*G. inflata*の産出は、前期更新世の一時期の日本海の中層が、同種が棲息可能な程度に温暖であったことを示す。

日本海固有水は冬季に日本海北部で表層水が冷却されて生成される。中層が温暖であることは、日本海固有水の上限が深くなり、表層水との間に温暖な中層水が存在する空間ができたことを意味する。表層水の塩分が低下し、表層水が沈みにくくなって日本海固有水の生産量が減少したとの解釈がある。しかし、特定の時期にのみ塩分が低下した機構は明確ではない。津軽半島基部の下部更新統からは、*G. inflata*が産出する、したがって、同種の棲息水深より深い海峡が津軽半島基部に存在していたと推定される。この海峡を通過して古日本海固有水の上層が太平洋に流出していたとすると、古日本海固有水の上層深度が低下したことが説明できる。

* Reconstruction of gateway on the basis of foraminiferal fossils: Reconstruction of paleo-Tsugaru Strait, North Japan.
**Naoki Nemoto (Hiroshima University)

石灰化プロセスの最近の進展*

豊福高志 (海洋研究開発機構・海洋・極限環境生物圏領域)**

古生物学は化石とかかわりの深い研究分野である。なかでも、生物の骨や殻などの生物源硬組織の化石は、古生物学の中心的研究材料である。これら硬組織は、生物によって沈着された鉱物である。これを生鉱物 (バイオミネラル) と呼ぶ。また生物による生成過程を生物鉱化作用 (バイオミネラリゼーション) と呼ぶ。化石はその群集構造や形態情報、殻の化学組成や同位体組成など、様々な形で過去の環境情報を記録している。ここで、バイオミネラルの生産過程にまでさかのぼり、どのようにして環境情報が記録されていくのかを追求することは、より正確な古環境指標を確立するために必要である。バイオミネラルとバイオミネラリゼーションは、古生物学を研究する上で広く興味をもたれる研究対象であるといえる。

炭酸カルシウムは何十もあるバイオミネラルの中でも特に広く海洋生物に利用されているものである。軟体動物やサンゴ、有孔虫、腕足類、貝形虫、円石藻などは海水からカルシウムイオンと炭酸イオンを得て、自らの殻として炭酸カルシウムを沈着する。その生産量や多様な生物群にまたがって観察されることから、石灰化のプロセスは長らく研究が続けられ、近年とくに発展している。

私と共同研究者たちは有孔虫が炭酸カルシウムの殻を形成するときに着目し、細胞のなかのいずれの部位で石灰化プロセスが起きているかについて、生きた試料を用いた蛍光顕微鏡観察を行なっている。石灰化プロセスではカルシウムイオンと炭酸イオンの挙動が重要である。カルシウムについては、細胞内でのシグナル物質である重要性から、細胞内のカルシウムを標識するカルシウムプローブが多く開発されている。炭酸イオンについては、細胞内で直接可視化することはまだ出来ない。海水中の炭酸イオンは二酸化炭素の溶解と解離によって生じる。二酸化炭素が海水に溶解すると、炭酸(H_2CO_3) ⇄ 重炭酸イオン(HCO_3^-) ⇄ 炭酸イオン(CO_3^{2-})に解離する。この平衡はpHに依存しており、pHが高まると平衡は右へ、逆にpHは低下すると平衡は左へと移動する。通常海水のpHでは、約9割が重炭酸イオンの状態である。炭酸イオンを直接観察できないが、その代わりにpHを観察すれば、炭酸イオンの解離については推定できるのである。pHはリトマス試験紙をはじめ、様々な指示薬が存在している。私たちはpHの蛍光指示薬であるHPTS (ピラニン) を用いることにした。沈着した炭酸カルシウムについては偏光で観察する。これを微分干渉像や位相差像などで観察した生物の様子を重ね合わせるのである。これによって、細胞の様子を見ながら、pHの分布とともに、いずれの部位にカルシウムイオンがあり、炭酸カルシウムが沈着しているのかが見て

わかるようになった。観察には、実験室で増殖した幼生個体を用いる。有孔虫は単細胞であるが、新たな部屋 (チャンバー) をこれまでの殻に付加することで成長する。とくに生まれてすぐはチャンバー形成の頻度が著しく、ほぼ毎日成長する。そのため、無性生殖によって得た幼生を数多く飼育することで、常に石灰化プロセスの観察ができる。

これまでの観察から底生有孔虫の石灰化プロセスは次のように考えられる。石灰化にさきがけて新たなチャンバーの形をした有機膜が形成される。しばらくして、カルシウムイオンを含む細胞質が入り込み、カルシウムを新たなチャンバーに運び込む。また、pHは新たなチャンバーでのみ高いpH(9以上)が観察されるが、それ以外の場所ではpHは5以下の低い値を示す。これらの観察結果から、細胞内のカルシウム分布は不均一であり、pH分布は非常に大きな勾配を示していることがわかる。pHが高まった部分では炭酸系の平衡が重炭酸イオンから炭酸イオンにうつり、石灰化に用いられると考えられる。以上の観察結果から、有孔虫は殻を形成するために、海水からカルシウムイオンを取り込み、細胞内のpH環境を調節することで殻の沈着を制御する、巧妙な仕組みを持っていることが強く示唆される。

蛍光観察の導入によって、有孔虫の石灰化プロセスにおける細胞による環境制御の一端が明らかになった。今後、これらの観察結果を、従来からの電子顕微鏡による観察結果と比較し、それぞれのステップの対応をつけていく必要がある。一般的に生物による石灰化プロセスでは、有機膜の存在とそれを含む閉鎖的な空間が不可欠であると考えられている。有孔虫においても、石灰化プロセスに先駆けて有機膜が構築されるが、その系が海水に対して閉鎖的なのか部分的にも開放されているかはわかっていない。また有機膜についてもその分析が1970年代から行われている。私も共同研究者とともに一部アミノ酸分析やタンパク質の同定などを始めているが、これも今後の展開が待たれるところである。さらに、有孔虫はその多様な形態が魅力的な研究材料となっている。この形態デザインについては一部数値モデルを使って形態空間の議論がなされている。いずれこれらの知見を統合するアプローチが必要である。

*Recent studies of Calcification process of foraminifera

**Takashi TOYOFUKU (Institute of Biogeosciences, Japan Agency for Marine and Earth Science and Technology)

微化石（大型有孔虫）からみた生物礁の環境*

藤田和彦（琉球大学）**

大型有孔虫は古生代のフズリナ・中生代のオルビトリナ・新生代のヌムリテスに代表されるように顕生代を通じて浅海成石灰岩中に産出し、生物礁海域で進化・繁栄・絶滅を繰り返してきた。大型有孔虫は微細藻類と共生することから、その生態分布は主に光に強く規定され、水流・底質・水質（栄養塩）などにも規定される。そのため大型有孔虫の群集組成や形態変異から生物礁の環境変動を読み取ることができる。特に現生属・種が出現した新生代については、現世大型有孔虫の生体や遺骸の分布情報に基づいて古水深・古地形・底質・透明度などを推定できる。

しかしながら、大型有孔虫化石を用いた正確な古環境復元のために注意すべき点がある。それは、運搬の影響により棲息場と堆積場とが異なる点と、群集がさまざまな棲息場から混合して形成される点である。棲息場と堆積場が比較的近い場合は、礁湖や礁原の堆積物でみられ、詳細な環境復元が可能である。一方、棲息場と堆積場が遠い場合は崖錐堆積物やイベント堆積物でみられ、堆積環境に関して誤った解釈を起しやすく注意を要する。これらの棲息場と堆積場との違いを定量的に評価することは難しいが、現世では起こり得ない群集組成・殻の保存度・変色個体の存在が鍵となる。以下、演者らによる最近の研究例を挙げて、大型有孔虫による生物礁海域の古環境復元の精度と問題点について検討する。

<例1>最終氷期最盛期頃の海水準変動の復元

最終氷期最盛期 (LGM) 以降の海水準変動・古海洋変動・サンゴ礁形成史を明らかにするために、IODP第325次航海で地殻変動の影響の小さいグレートバリアリーフの陸棚斜面が掘削された。このコア試料を用いて、大型有孔虫化石から古水深を復元し、LGM頃の海水準変動を復元した。群集組成に基づく多変量解析の結果、5つの群集 (A~E) が認められる。各群集組成と現世有孔虫の分布とを比較した結果、各群集は有光層上部 (水深0-30 m; 群集A)・中部 (水深30-60 m; 群集B)・下部 (水深 >60 m; 群集C~E) の環境を示す。有光層上部を示す群集Aでも、*Baculogypsina*と*Calcarina*を優占し、かつ*Baculogypsina*の残棘個体の比率が高い群集は、堆積当時の海水準 (10 m以浅) の指標となる。また、保存度の良い*Operculina*を密集する群集Cは現地性に近く、有光層下部の砂泥底環境を示唆する。一方、異なる群集の優勢種が混在する群集は崖錐堆積物と考えられ、古水深や海水準変動の解釈に注意を要する。

<例2>サンゴ礁海域の水質・健全度指数

近年、サンゴ礁の健全度評価やモニタリングのツールとして FORAM (FORaminifera in Reef Assessment and Monitoring) Index (FI) という指数が、多くの研究で用いられている。FIはサンゴ礁の成長や回復に対する水質の適性を示す指数である。FIは、表層堆積物中に含まれる有孔虫遺骸群集を、共生藻をもつ混合栄養大型有孔虫、共生藻を持たない従属栄養小型有孔虫、日和見的 (ストレス耐性のある) 小型有孔虫の3つの生態グループに分け、それらの比率を関係式に代入して求められる。FIは1~10の値をとり、4以上は水質がサンゴ礁の成長に適した環境、2~4は水質がサンゴ礁成長の限界付近で回復しにくい環境、2以下は水質がサンゴ礁の成長に適さない環境と解釈される。しかしながら、水質の悪化により大型有孔虫と小型有孔虫との比率に変化が生じたとしても、両者はサイズが異なるため、死後の運搬・分級により異なる比率に変わってしまう。また、さまざまな棲息場からの混合や、暴風や底生生物による底質の擾乱を考慮すると、サンゴ礁堆積物は時空間的に平均化されており、季節~年スケール・m²スケールの水質変化を捉えることは難しいと考えられる。これらの問題点を克服できれば、FIがより科学的根拠に基づいたサンゴ礁のモニタリングツールとして利用され、サンゴ礁海域の水質の変遷を調べることもできるだろう。

<例3>琉球列島における津波堆積物の認定

1771年八重山大津波 (明和の大津波) のような巨大津波が琉球海溝南部へ度々襲来したことが津波石の打ち上げ年代から指摘されている。宮古・八重山諸島の海岸付近にある遺跡では地層中に砂層が稀に薄く挟み、過去の津波による津波堆積物の可能性が指摘されてきた。しかしこれらの砂層が津波に起因するか否か証拠に乏しい。そこで大型有孔虫から堆積物の供給源を推定し、これらの砂層が津波に起因するか検討した。分析の結果、砂層の上下の堆積物は沿岸の海草藻場に棲息する大型有孔虫を主とする群集であるが、砂層ではそれに加えて *Eponides*, *Pseudorotalia*, *Lenticulina*, *Ammonia*, *Amphistegina bicirculata* など礁湖や礁斜面の砂底に棲息する有孔虫が稀に産出する。これらの有孔虫は海岸堆積物には含まれていない。礁湖や礁斜面の堆積物は通常の波浪や台風では陸域まで到達しにくいと推測される。

.....
*Microfossils (larger foraminifers) as bioindicators of reef paleoenvironments.

**Kazuhiko Fujita (University of the Ryukyus)
azuhiko Fujita (University of the Ryukyus)

近現代の環境変動に対する内湾貝形虫群集の応答とその要因*

河野重範（島根県立三瓶自然館）**

近現代における日本列島沿岸の閉鎖性水域は、産業の発達や都市化に伴う栄養塩類の流入といった環境負荷を継続的に受けてきた。特に戦後の高度経済成長期における閉鎖性水域への環境負荷は極めて大きなものであり、赤潮の多発や富栄養化、それに伴う貧酸素水塊の発生といった水質の悪化が問題となった。このような水環境の変化は、古環境指標として用いられるメイオベントスのひとつ、微小甲殻類の貝形虫にも影響を与え、その群集組成を大きく変化させた。瀬戸内海で行われた表層コアの解析では、近現代の貝形虫群集の変化過程が時系列的に解明され、低い多様度と有機汚濁に耐性のある *Bicornucythere bisanensis* の卓越が高度経済成長期の水質悪化と密接に関連していることが明らかにされている。(Yasuhara and Yamazaki, 2005; Yasuhara et al., 2003, 2007; Irizuki et al., 2011)。一方、演者らは高度経済成長期に人為的な環境負荷を受けていない長崎県対馬浅茅湾で表層コアを採取し、自然状態の内湾貝形虫群集を把握するとともに、万関瀬戸の開削・拡幅という人工改変によって発生した内湾奥部への外洋水の流入イベントに対する貝形虫群集の応答を明らかにした(河野ほか, 2013)。

今回報告する長崎県の大村湾は佐世保湾の支湾であり、南北約26km、東西約11km、面積約320km²の袋状の内湾である。母湾である佐世保湾とは針尾瀬戸と早岐瀬戸の2ヶ所で接続しているが、海水交換のほとんどは深く広い針尾瀬戸を通じて行われている。大村湾は湾口から湾奥までの距離に対し、湾口の距離が極めて短く、その比から求められる閉鎖度は130である。東京湾の閉鎖度は5.2、伊勢湾は5.1、有明海でも19.3であることから、松岡(2004)は大村湾の自然史を紹介した著書のなかで“超閉鎖的内湾”と表現した。このように大村湾は他地域の内湾と比べて閉鎖度が極めて高く、湾の収容量に対する海水交換は十分ではないため、内湾環境は高度経済成長期以降に急激に悪化した。現在でも毎年のように貧酸素水塊の発生が見られることから、内湾環境は良好な状態にあるとはいえない。そこで本講演では、この大村湾で採取された表層試料およびコア試料の解析結果をもとに貝形虫群集の時系列的応答とその環境要因について報告する。

【試料】

表層試料は、2005年10月にエクマンバージ式採泥器で採取された38試料である。試料は表層約1cmの酸化層をへらで分取した。コア試料は、2005年2月と2006年11月に不攪乱柱状採泥器で採取された8本である。コア試料は採取後ただちに深度15cmまでは厚さ5mmに、それ以深は厚さ1cmにスライスした。なお、8本のコア試料より得られた試料は計328試料である。いずれの試料も含水率を測定した後、貝形

虫分析とCHN元素分析を行った。コア試料の堆積速度の見積りにあたっては、²¹⁰Pbと¹³⁷Csの放射能濃度測定を4本のコア試料で行い、残りのコア試料は貝形虫群集解析結果とCHN元素分析結果に基づいて対比を行った。

【貝形虫群集の水平分布】

貝形虫は全38試料から97種が得られた。その種多様度は湾口周辺と沿岸で高く、湾中央から湾奥にかけて低くなる傾向が認められた。いずれかの試料で3個体以上の産出が認められた54種を対象に、Hornの重複度指数によるQモードクラスター分析を行ったところ、5つの貝形虫相(A~E)が認められた。これらの貝形虫相は外洋水が流入する針尾瀬戸を中心に大崎半島沖まで帯状の分布をなしているが、それ以南では汚濁指標種である *B. bisanensis* が優占する単調な群集である。

【貝形虫群集の鉛直変化】

大崎半島以南の湾中央で採取された7本のコア試料では共通して1970年代頃、遅くとも1980年代の層準に汚濁指標種の *B. bisanensis* の増加が認められた。また、針尾瀬戸に近い枝湾の大串湾のコア試料では全層準を通して *B. bisanensis* に変化は見られなかった。

【貝形虫群集からみた大村湾の環境変遷】

湾中央のコア試料で見られる1970年代から1980年代にかけての *B. bisanensis* の増加は、沿岸の大村市や諫早市などの市街地から湾内へ流入する栄養塩類がもたらす富栄養化と底層での貧酸素水塊の発生が問題になった時期とほぼ一致する。戦後の高度経済成長期から大村湾の水質は悪化を続けており、1970年代の半ば以降は、湾内のCOD(化学的酸素要求量)は水質汚濁防止法の定める2mg/lの環境基準を常時越え続けており(海洋政策研究財団, 2011)、汚濁指標種の相対的な増加は大村湾の水質悪化と密接に関係があると考えられる。しかしながら、湾口に近い地点のコア試料における1970年代以降の層準は、*B. bisanensis* の増加傾向が湾奥の同層準と比べてより緩やかであり、これは継続的に外洋水の流入による水循環の影響を受けているためと考えられる。さらに、大村湾の中央部から海域的に独立した針尾瀬戸に近い枝湾の大串湾では、全層準を通じて *B. bisanensis* の変化がほとんど認められず、また有機汚濁に耐性がない随伴種にも変化がほとんど認められないことから、湾口に近い地点ほど貝形虫群集は外洋水の影響を受けており、有機汚濁の影響を受けにくい傾向を示した。

*Factors and response of inner bay ostracode assemblages to environmental changes in modern and contemporary period.

**Shigenori Kawano (The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe)

湖沼珪藻の古生態と古気候変動*

林 辰弥 (御船町恐竜博物館) **

海洋堆積物には有孔虫や放射虫、円石藻、渦鞭毛藻、珪藻などの微化石が非常に多く含まれており、それらを指標とした海洋域の古気候・古環境復元が広く行われてきた。一方、それらの分類群の中で陸上の湖沼にも出現するのは、一部の汽水湖における例外はあるものの、大抵の場合は珪藻だけである。一般的な湖沼堆積物は珪藻土かそれに近い状態で珪藻化石を大量に含んでいる。そのため、湖沼堆積物中の珪藻化石には、陸上域の古気候・古環境指標として大きな期待がよせられてきた。

演者はこれまでにネパールのカトマンズ盆地に中-後期更新世に存在した湖（古カトマンズ湖）の珪藻化石の研究を行ってきた。その経験から得られた結論は、まずは微化石の古生態学的な現象の理解に努めなければ、古気候・古環境の研究につなげることは難しい、ということである。そこで本発表では、古カトマンズ湖珪藻の古生態に関するこれまでの研究成果を紹介し、それをもとに古気候・古環境研究を行う上での注意点を示したい。

約60~1.5万年前の古カトマンズ湖珪藻群集の古生態（生産性と種多様性）を以下にまとめる。

(1) 浮遊性群集の生産性

浮遊性群集の個体数、及びそれを反映した珪藻被殻由来の生物源シリカ量は、ミランコビッチ・サイクルとコヒーレントな変動周期（10、4.1、2.3、1.9万年周期）を示し、（Ⅲ）間氷期には増加し、（Ⅳ）氷期には減少していた。このことはカトマンズ盆地の乾湿変動に明瞭に同期しており、湖沼堆積物のC/N比の変動とも相関がよい。それらの関係を考慮すると、浮遊性群集の生産性を規制していた要因は、集水域起源の栄養塩であった可能性が高い。湖へ運搬される集水域起源栄養塩の量は、インドモンスーン乾湿変動に伴って変化したと推定される。

(2) 浮遊性群集の種多様性

浮遊性群集の種多様性は、60~30万年前には極めて低く、反対に30~1.5万年前には高く維持されていた。このことは、数万年周期のミランコビッチ・サイクルが卓越した地球規模の気候変動に一致していない。浮遊性群集の種多様性の規制要因は、湖水位低下による生態学的攪乱に求められる。60~30万年前には湖水位の低下が希にしか起こらず（低頻度の攪乱）、浮遊性群集内で氷期-間氷期時間規模の競争（evolutionary fine-tuning）が進んだ結果、独占的な種が出現した。一方、30~1.5万年前には湖水位がミランコビッチ・サイクルに同期した2~4万年の周期で低下したために（高頻度の攪乱）、競争は進行せず（よって独占的な種は出現せず）、種多様性の高い群集が維持されたと推定される。

(3) 底生群集の生産性

底生群集の個体数は、（Ⅲ）氷期に起きた湖水位の低下に同期してスパイク的に増加する傾向にあった。湖水位の低下は、湖底における底生群集の生息場（ボーリングコアの掘削地点に相当）が浅くなり、かつ陸に近づくことを意味する。また、その過程で生息に必要な資源（栄養塩や光、生息空間など）は増加・多様化することが推定される。そのため、底生群集の生産性を規制していた主因は、このような湖水位の変化に伴う湖底（生息場）の資源の変化であったと推定される。

(4) 底生群集の種多様性

底生群集の種多様性は、60~1.5万年前を通してほとんど変化していなかったことが特徴的である。その原因は、種多様性の二つの構成要因である種数と均衡性が負の相関関係を保ちながら変動していたためである：（Ⅲ）氷期に湖水位が低下すると種数は増加し、均衡性は減少；（Ⅳ）間氷期に湖水位が上昇すると種数は減少し、均衡性は増加。底生群集は、（Ⅲ）氷期には湖底で増加・多様化した資源を利用することで種数を増やし、かつ、その資源をめぐる競争することで均衡性を低下させた可能性が示唆される。

上述の古カトマンズ湖の事例は、微化石の群集構造に何が記録されているのかを見極め、古気候・古環境指標としての有効性を検討するためには、古群集生態（例えば、化石記録に残る種多様性など）に注目することが有効であることを示している。そもそも、微化石を古気候・古環境指標として用いるためには、「微化石生物の生態は環境や気候に密接にリンクしている」という前提が成り立つ必要がある。その妥当さは述べるまでもないが、では、気候や環境が変化すると、その『全て』のシグナルは生態系の変化を通して堆積物に記録されるのであろうか？ 古カトマンズ湖の珪藻記録はこの疑問に懐疑的である。例えば60~30万年前には、群集構造がほとんど変わっておらず、そのことから解釈すれば気候や環境は安定していたことになる。しかし実際には、この時期に、他の時期よりもむしろ大きな気候・環境変化（mid Brunhes eventなど）を経験している。微化石群集は気候・環境を生態系のフィルターにかけ、取捨選択して記録していると考えられる。気候と環境の制約下で生態系の枠が決まり、また、そこでは他生物との競争によって群集構造が決まる。そうであれば、逆のベクトルで、微化石群集から古気候・古環境を復元するためには、間にある古生態の理解が必須になるはずである。

*Relationship between paleoecology of lacustrine diatoms and paleoclimatic changes.

**Tatsuya Hayashi (Mifune Dinosaur Museum)

**Palaeontological
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

特別講演

学術賞受賞記念

放散虫の多様性変遷史解明を目指した
シノニムデータベースの構築

鈴木紀毅

放散虫の多様性変遷史解明を目指したシノニムデータベースの構築*

鈴木紀毅 (東北大・理) **

放散虫は、珪質や硫酸ストロンチウムの内骨格をもつ海洋性ホロプランクトンの単細胞原生生物である。珪質の内骨格を持つ放散虫が、ポリキスティンまたはポリキスティナと一括して呼ばれており、古生物学でいう「放散虫」は、これらを指す。放散虫は細粒の海成堆積物に保存されることが多く、石炭系中部より古い古生層からは石灰質堆積物からも見つかることも少なくない。この保存されやすい特徴から、放散虫の化石記録は、カンブリア紀までさかのぼる。

放散虫の研究は、Meyenが1834年に2種の現生放散虫を記載したのに始まり、2012年までに5,600編あまりの放散虫関連文献が出版されている。その研究は、1960年代にDSDPなど海洋深海掘削計画、1970年代の電子顕微鏡の普及とフッ化水素酸処理方法の普及によって、急速に進展した。1960～1970年代の頃は、年代決定に役立つ放散虫の記載が先行する形で研究が進められた(林 信一 私信)。その後、古環境解析に役立つ種の特定や、1試料から50～250種が得られる事実を明らかにする全群集解析などが行われるようになった。このような研究によって、地球科学の進展に放散虫が一定の役割を果たしてきた。いっぽうで、ツールとしての役割を放散虫に急速に求めてきたことにより、分類については「暫定」の状態で置き去りにされてきた。さらに、1995年頃以降に出版された放散虫関連文献は全体の32% (1,800編) に達することから分かるように、放散虫の分類記載も膨大となった。

研究進展に伴って顕在化した放散虫の分類についての問題は、(i) 膨大な種・属が記載されて分類体系の全容も概要も見えない、(ii) 明らかな同定間違いが増えてきている、(iii) 属と科の構成タクサに形態進化的裏付けに乏しくて事実上意味が無いものが少なくない、(iv) 古生代・中生代・新生代で異なる「分類文化」が樹立している、があげられる。記憶に頼るには種数が多すぎ、原記載の確認にかかる時間が膨大になり、正しい分類を行うためのデータベースの必要性を痛感するようになった。これが放散虫のシノニムデータベースを構築し始める契機である。

放散虫シノニムデータベースのコンセプトは、(i) すべての放散虫の坦名標本図を見ることができ、(ii) シノニム関係や属や科の所属を統一的に整理できること、(iii) 分類上の定義の修正や見解の違いを追跡できること、(iv) 同定の是非が検証できる論文(要するに標本図がある論文)を登録対象として同定を見直して「正しい」同定とすること、(v) 産出した試料の地質年代から各種の生存期間を導き出せること、(vi) 修正が容易であること、

である。このような条件にほぼ合致するフリーソフトウェアが、Hannes Löser氏作成によるPaleoTax for Windowsである。このソフトでは、種や属レベルの産地マップの作成、生存期間の自動計算、シノニムリストの作成が出来る。

演者は、1834年出版から順に放散虫の図が掲載されている論文情報の入力を進め、1985～1986年までの出版物はすべての入力を終了した。この西暦頃から公表論文数が急速に増えたため、新種記載論文に絞り込み、1998年までの出版物の入力を終えた。

これまでに、1,440編の文献、54,000試料、49,000行の記載(シノニムリスト一つに相当)、2,530属/亜属、13,200種/亜種、科群は715科群が登録されている。シノニムや事実上使用不可能なタクサを整理すると、実在する既知タクサは1,300属8,600種ほどと見積もられる。49,000行の記載のうち、4.3%の2,100行が同定間違いと指摘されており、演者の見立てを含めると、少なくとも全体の11.7%の同定には疑義がある。また、球状放散虫を筆頭に未記載の属が多数あることがより明確となった。

このデータベースからデータを様々な形に整理できる。産地を地質年代ごとに整理すると、古生代ではわずかに数地点からしか産出しておらず、中生代は日本やテチス海域に産地が偏っていることが分かる。暁新世の放散虫産地もわずかに数地点である。地質年代の階/期ごとに種多様性を整理すると、古生代では多様性が突出する時期がある。しかし、その突出時期はラーガーシュテッテン(Lagerstätten)と言うべきノジュール産放散虫の集中的解析が行われた人為的な突出であることが分かる。三疊紀と白亜紀にも突出した種多様性が見られるが、この時期も特定研究者が膨大な種を記載した地質年代に合致する。そのいっぽうで、新第三紀・第四紀については未記載種が比較的少ないという印象を演者はもっており、広範な地域・海域からの報告があるので、この時代のデータベースは種多様性の時代変遷を概ね反映していると思われる。放散虫の種・属多様性の変遷を示した論文がみられるが、そのグラフの不一致は著しい。演者のデータベースからみると、古第三紀以前については、このような議論は慎重に扱うべきと言える。

データベース完成の先には何があるのか。種は祖先をもって進化したことには例外は無い。データベースの完成は、全8,600種を進化系統樹に埋め込むための準備を整え、この進化系統樹の欠損部分を特定する役割を果たすであろう。

*Species diversity and current taxonomic classification of Radiolaria based on a synonym database.

**Noritoshi Suzuki (Tohoku University)

**Palaeontological
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

一般講演

口頭発表

A 会場 A01-A27

B 会場 B01-B26

C 会場 C01-C23

ポスター発表

P01-P37

高校生ポスターセッション

PH1-PH4

A01

福井県の下部白亜系北谷層から発見された新しい幼体のイグアノドン類化石*

柴田正輝 (福井県立大学恐竜学研究所/福井県立恐竜博物館) **

福井県では1989年以来、福井県勝山市北谷町に分布する下部白亜系北谷層において継続的に発掘調査を行っている。発掘現場の最下に位置する、最も骨化石を多産する骨化石層 (以下、骨化石層 I) からフクイラプトルやフクイサウルス、その他、ワニ類やカメ類、魚類など数多くの脊椎動物化石が発見されている。また、2007年からの第三次調査において、新たに2つの骨化石層が確認され、全長10mほどの竜脚類、フクイティタンが報告されている。

今回報告するイグアノドン類の骨化石は、上記いずれとも異なる、レンズ状の淘汰の悪い暗灰色細粒砂岩層から産出した。露出範囲は限定的で、厚い河道堆積物の上位にレンズ状で挟まれている。炭化した植物化石が多く、石灰質ノジュールも含まれる。岩相は、骨化石を多く含む骨化石層 I に類似している。

同層準から産出した骨化石はすべてイグアノドン類である。埋没時の運搬作用で、保存状態は良好で、摩耗はほとんど見られない。発見部位は、上顎骨、癒合していない軸椎の神経弓および仙椎の椎体、恥骨の近位部、そして大腿骨の遠位部である。上顎骨には歯が保存されている。

上顎骨の涙骨との関節部の突起が上顎骨の中心部よりやや後方に位置し、高さが低い、前眼窩窓がない、比較的細長いひし形の上顎骨歯とその primary ridge が発達していることなどから、ハドロサウルス科ではないイグアノドン類に属すると考えられる。特に、イグアノドンなど原始的な種類に見られる顕著な前眼窩窓はないが、相当する位置に溝状の構造が存在する。近年中国遼寧省から発見さ

れたポーロングには、前眼窩窓が凹部 (antorbital depression) として残っていることから、本標本も同様に前眼窩窓に相当すると考えられる。

フクイサウルスは、同じ発掘現場の下位の層準から産出しているが、この前眼窩窓あるいはそれに由来するような形態的特徴は見られない。また、歯の形状も異なっていることから、本個体はフクイサウルスとは異なる種類のものである可能性が高い。

また、この個体は、脊椎骨の癒合の状態から骨格的には成熟していなかった。さらに大腿骨の組織学的観察から、少なくとも3つの成長停止線 (LAGs) が確認され、外基礎層板 (EFS) が見られないこと、ハバース系があまり発達していないことなどから、未成熟の幼体であったと推測される。

イグアノドン類において、進化的なグループであるハドロサウルス類以外の種類では幼体の報告は少なく、本標本は重要であり、今後の追加標本が期待される。

*New juvenile iguanodontid from the Lower Cretaceous Kitadani Formation, Fukui.

**Masateru Shibata (Dinosaur Research Center, Fukui Prefectural University/Fukui Prefectural Dinosaur Museum)

A02

手取層群北谷層から発見されたオルニトミモサウルス類について*

東 洋一・柴田正輝 (福井県立大学恐竜学研究所/福井県立恐竜博物館) **・久保泰・関谷透 (福井県立恐竜博物館) ***

福井県では、勝山市北谷町にある手取層群北谷層 (パレミアン-アプリアン) が露出する発掘現場で (Isaji 1993)、平成元年より25年間継続的に発掘調査を行ってきた。2000年に獣脚類のフクイラプトルが発表されて以来、鳥脚類フクイサウルス、竜脚類フクイティタンなど、3種類の恐竜がこの現場から発見されている。現在研究中であるが、非常に保存状態が良い小型の獣脚類も発見され、新種の恐竜である可能性が高い。今回、クリーニング作業の進行により、同発掘現場では初めての報告となる獣脚類のオルニトミモサウルス類の末節骨を確認したので報告し、その意義について考察する。

発見された地層は、フクイラプトルやフクイサウルスなど骨化石の産出が多い、骨化石層 I と呼んでいる土石流堆積物の淘汰の悪い細粒砂岩である (柴田・後藤 2008)。合併の二枚貝化石や種類特定不可能な植物片をランダムに含み、石灰質ノジュールも多く含まれている。本層準では、関節した状態で発見される脊椎動物化石は少なく、保存状態も標本により差がある。本標本は、発見時の人為的な欠損と一部陥没が見られるが、風化や摩耗は被っていない。

報告する標本は、3つの前肢の末節骨である。近位端の関節部から屈筋結節までが欠損している標本 (980815162) は全体的に細長い (長さ 35.9mm, 最大幅 6.15mm)。それ以外は、遠位部に欠損が見られるが保存状態は良い FPDm-V8579 (長さ 35.2 mm・最大幅 6.2mm) と FPDm-V8580 (印象部を含む長さ 46.3mm・最大幅 8.7 mm)

の2標本で、比較的細長い。どの末節骨も全体的に細長く、比較的直線的で平坦な腹側面を持ち、深い溝が内外両側面に発達している。また、屈筋結節が遠位に位置することから、オルニトミモサウルス類のものだと判別できる。これらの前肢の末節骨の高さと幅の比は 1.24 (980815162) と 1.18 (FPDM-V8579)、0.98 (FPDM-V8580) で、前者2つは Kobayashi and Barsbold (2006) による既存の種類の範囲 1.15~2.10 と一致するが、後者は比が小さく、扁平な形をしていることが分かる。

前期白亜紀の基盤的なオルニトミモサウルス類はヨーロッパやアジアから発見されている。特にタイ王国のサオ・クア層 (バランギニアン-オーテリビアン) のキンナリーミムスや中国遼寧省の義県層下部 (バランギニアン-パレミアン) のヘーシングやシェゾウサウルスなどは最古のオルニトミモサウルス類であり、その起源がアジアにあったと言われている。従って本標本は、パレミアン-アプリアンと考えられる北谷層から発見されていることから、オルニトミモサウルス類の進化を考える上では重要な位置にあるといえる。

*Orinthomimosaurid materials from the Kitadani Formation of the Tetori Group, Fukui.

Yoichi Azuma, Masateru Shibata (Dinosaur Research Center, Fukui Prefectural University/Fukui Prefectural Dinosaur Museum)**、Tai Kubo and Toru Sekiya (Fukui Prefectural Dinosaur Museum) ***

A03

タイ国東北部 Non Tum から産する恐竜類の足跡化石

高津翔平*・Sardsud, A.**・Saesaengseerung, D.**・
Pothichaiya, C.**・上松佐知子*・指田勝男*
(*筑波大学生命環境科学研究科、**タイ国鉱産資源局)

筆頭作者の高津は DMR (Department of Mineral Resources of Thailand: タイ国鉱産資源局地質調査所) の協力のもと、現在タイ国の恐竜類足跡化石について研究を行っている。タイ国では 1950 年代から東北部のコラット地域で恐竜類の研究が始まり、恐竜類の骨格化石とともに足跡化石が数多く発見・報告されている (Buffataut et al., 2012)。その中でも本研究ではタイ東北部 Khon Kaen の南西に位置する恐竜足跡産地 Non Tum において発見された恐竜類の足跡化石について報告する。足跡化石測定方法は石垣 (1988) をもとに統一してある。また使用する足跡学専門用語についても同論文を引用した。

タイ国東北部に広く分布する Khorat 層群は三疊紀後期から白亜紀後期にかけて堆積した陸源性堆積物である。今回報告する足跡産地 Non Tum は Khorat 層群下部の Nam Phong 層の分布域にあたる。Nam Phong 層の堆積年代は Racey (1996) や Racey & Goodall (2009) より三疊紀後期の Norian~Rhaetian であると考えられる。Non Tum は南北に流れる Chi 川のほとりに位置しており、中粒砂岩層上に 40 m 以上にもわたって恐竜類の足跡が確認できた。足跡は主に獣脚類、竜脚類からなり、加えて半遊泳跡である Swim Track や走行跡の Running Track が確認できた。また Non Tum の足跡分布域は北側と南側に区分できる。

獣脚類足跡: Non Tum の北側と南側では獣脚類の足跡が確認できた。足印長、足印幅はそれぞれ約 35 cm, 約 28 cm を示し中型の獣脚類のものである。Gillette & Lockley (1989) と Thulborn (1982) を

用いた結果、腰高 約 180 cm, 歩行速度約 2.7 km/h と推定された。

竜脚類足跡: Non Tum 北側ではいくつかの竜脚類足跡が確認できた。北西方向への移動跡である行跡がはっきり見てとれ、後ろ足の足印長ならびに足印幅がそれぞれ約 55 cm, 約 50 cm を示した。前足は後ろ足より外側に印跡され両足ともに外旋傾向にある。

半遊泳跡 (Swim Track) と走行跡 (Running Track): 足跡化石からは足印動物の行動学的推測を行うことができる。その 1 つに半遊泳跡である Swim Track があげられる。これは足印動物が遊泳能力を有したことの証明となる。本調査地域の Non Tum ではこの Swim Track を確認することができた。この行跡は行跡幅約 130 cm 前後を保ったまま南北約 40 m にわたり続いている。縦長の後ろ足と一回り小さい前足からなり足印後方には堆積物を掻き出した盛り上がりも確認できた。また Non Tum 北側には足印動物の走行跡である Running Track も確認できた。足跡が残される堆積場は水分をある程度含む水辺周辺が多く足印動物にとっては不安定な場所である。そのため Running Track は通常の歩行跡に比べ少ない。

Non Tum では上述したように一般的な足跡に加えて恐竜行動学的にも重要性の高い足跡が多数確認できた。足跡が残されている中粒砂岩層の上位には葉理の確認できる泥岩層が堆積していること、また最上部の石灰質泥岩層の転石からは淡水性二枚貝の *Sphaerium.sp* を採取できたことから Non Tum の足跡が印跡された当時の古環境は川や湖岸といった水辺周辺であったと推定される。今後 Non Tum における局地的な年代の測定を試みるとともに恐竜類の骨格化石との比較も含めて三疊紀後期の恐竜相の再検討が必要となってくる。

Report of the Dinosaur Footprints at Non Tum, Northeastern Thailand
Shohei Kozu (Tsukuba University)・Apsorn Sardsud (DMR)・Doungrutai Saesaengseerung (DMR)・Cherdchan Pothichaiya (DMR)・Sachiko Agematsu (Tsukuba University)・Katsuo Sashida (Tsukuba University)

A04

篠山層群産竜脚類の脳函の特異な2形質*

三枝春生^{1,2}・池田忠広^{1,2}・半田久美子²

(¹兵庫県立大学、²兵庫県立人と自然の博物館)

兵庫県丹波市の下部白亜系篠山層群からは、脳函を含む竜脚類の部分骨格化石(以下丹波竜脚類と呼ぶ)が発掘されている(三枝他, 2008, 2010; Saegusa and Tomida, 2011)。竜脚類の脳函の産出は稀であり、それが頭蓋以外の骨格と共産する例はさらに希少である。脳函は、中枢神経系および感覚器を収納し、構造が複雑であることから機能の推定および系統解析において重要なデータを提供すると期待される。しかし、系統解析に使われている竜脚類の脳函の形質は、他の部位と比べて多いとは言えない。脳函が知られている分類群が少ないことに加え、脳函の内部構造の観察が容易でないことがその原因と言える。

丹波竜脚類の脳函からは旁蝶形骨、眼窩蝶形骨、頭頂骨および前頭骨が失われており、動眼神経孔、滑車神経孔、下垂体窩の前縁を通る面より前の頭蓋腔は失われている。しかし、頭蓋腔後半は前方および背側に広く開口しているため、その内面の微細な形状を剖出により明らかにする事が出来た。

鳥類も含め獣脚類では、頭蓋腔に見られる深く明瞭な Fossa auricularae cerebelli から良く発達した小脳片葉の存在が推定できる。しかし、竜脚類では明瞭な Fossa auricularae cerebelli はなく、従来の竜脚類の頭蓋腔の記載には、三叉神経孔の背側の prootic 上に見られる小さく浅い凹みを Fossa auricularae cerebelli として記載する例とそうしたものは見られないとする例の両者がある。丹波竜脚類の脳函では該当部分にはかすかな凹みがあり、その底部には微細な穴が密集している。同様の構造がアルゼンチン下部白亜系産出

のティタノサウリア類(Titanosauria)の脳函破片で知られている(Paulina Carabajal et al., 2008)。この2例に見られる構造は Fossa auricularae cerebelli としては奇妙であり、全く異なったものである可能性が高い。密集する微細な穴は、従来竜脚類の Fossa auricularae cerebelli として記載されている構造にも実際はあるのかもしれない。上記2例のように頭蓋腔が大きく開口していない場合、頭蓋腔からの堆積物の除去が不十分に終わっている可能性があり、他方通常のCTスキャンの精度ではこうした微細な構造は検出出来ないからである。

一般的に恐竜様類では内頸動脈の頭蓋腔への経路は、底蝶形骨突起基部の背外側に位置する孔を経由して下垂体窩の腹側に通じており(Nesbitt, 2011)、竜脚類においてもこの経路が一般的である。しかし、丹波竜脚類ではこの孔は底蝶形骨突起基部の内腹側に位置している。同様の状態が東アジアのティタノサウルス形類である *Nemegtosaurus*, *Quesitosaurus*, および *Mongolosaurus* においても見られる(Wilson, 2005; Manion, 2010)。従来の系統解析では *Nemegtosaurus*, *Quesitosaurus* はティタノサウリア類の中で *Lapetosaurus* と同じクレードに位置づけられるが(Zaher et al., 2011)、*Mongolosaurus* に関しては、同じ *Lapetosaurus* と同じクレードに入るとする仮説(Mannion, 2011, 2013)と、東アジア固有の基盤的なティタノサウルス形類である Euhelopodidae に入るとする説(D'Emic, 2012)がある。丹波竜脚類は基盤的なティタノサウルス類、Euhelopodidae に入る可能性が高いが、いずれの系統仮説においても恐竜様類では例外的な内頸動脈の位置が、複数の分類群で獲得されたことになる。

* On two peculiar features of a sauropod braincase from the Sasayama Group. Haruo Saegusa^{1,2}, Tadahiro Ikeda², Kumiko Handa² (¹University of Hyogo, ²Museum of Nature and Human Activities)

A05

ハドロサウルス類の腱付着部の組織学的構造 鈴木大輔(札幌大・医)*・大橋智之(北九州博)**

化石は肉眼的な形態だけでなく、微細構造も保存されていることがある。特にエンターシスと呼ばれる腱／靭帯と骨の結合部分は、張力がかかるために特徴的な形態を示し、靭帯や腱が付着している方向を示す。

ヒトを含めた一般的な哺乳類ではエンターシスは 2 つに分けられる。一つは線維軟骨型と呼ばれるもので、骨膜を含まず、腱／靭帯の線維は線維軟骨となって、骨に結合する。一方線維型と呼ばれるものは、線維軟骨を含まず、腱／靭帯組織は骨膜に移行する。線維軟骨は石灰化し、骨と同じような強度を持つため、化石に残りうる。現生爬虫類では、エンターシスのバリエーションは哺乳類と多少異なるが、基本的構造は類似している。

本研究では北九州自然史博物館所蔵のハドロサウルス類の標本(1991Z01VP02)を使用し、第二趾末節骨、腓骨、肋骨、上腕骨の組織切片を作成した。また同部位もしくは相同部位のイリエワニ (*Crocodylus porosus*) とヒトの標本を比較するとともに、腱・靭帯の付着方向を求めた。

骨と石灰化線維軟骨は、肉眼的な外見や強度はほぼ同じである。しかしながら、構成する細胞が異なるため、組織学的には識別可能である。ハドロサウルス類の骨では、現生動物同様、骨小腔に骨細管が発達していたが、線維軟骨細胞の小腔には骨細管が存在しなかったため、化石でも客観的な識別可能なことが明らかになった。

ハドロサウルス類における線維軟骨型のエンターシスは第二趾末節骨に付着する長指屈筋、長指伸筋の停止、および肋骨から起始する腹斜筋にみられた。これらの部分は肉眼的には突起／粗面を構成することが多いが、100 倍の鏡下では表面は滑らかである。哺乳類に比べ石灰化線維軟骨領域が非常に厚いという点ではワニ

に類似していたが、リモデリングのサイクルが短く、線維性骨 (woven bone) はほとんど見られない点は、哺乳類のエンターシスに類似していた。

線維型エンターシスは腓骨の長／短腓骨筋起始、上腕骨の広背筋および大胸筋停止にみられた。鏡下では表面は不規則であり、その下層に woven bone が存在する。この woven bone はワニ類に比べ薄いが、哺乳類のようにほぼ失われているわけではない。

ハドロサウルス類の腱付着部は、ワニに類似するが、哺乳類的な特徴も同時に存在していた。これはリモデリングサイクルがワニよりも短い、哺乳類よりも長いことを示唆している。特に第二趾末節骨にみられる線維軟骨型のエンターシスは哺乳類にみられるものに近い。

腱線維の走行は石灰化線維軟骨および woven bone に保存されることが現生種の組織切片の観察より明らかである。ハドロサウルス類の腱付着部も、線維軟骨型・線維型にかかわらず偏光顕微鏡下で観察すると、腱の走行を反映していると考えられる線維に沿った消光パターンがみられた。今回の観察は一平面のみで三次元的な腱の走行を復元はできないが、腱付着部を観察することにより、腱の走行を明らかにすることができることを示した。また、リモデリングサイクルの間隔がエンターシスの構造と大きなかわりを持つことが明らかになった。

.....
Evaluation of bone-tendon morphology of hadrosaur skeletons based on recent animals.

*Daisuke Suzuki (Department of Musculoskeletal Biomechanics and Surgical Development, Sapporo Medical University)

**Tomoyuki Ohashi (Kitakyushu Museum of Natural History & Human History)

A07

三重県津市の東海層群亀山層 (新第三紀 鮮新世) より産出したカメ化石について*

平山 廉 (早稲田大学・国際教養)**・中川良平 (三重県立博物館)***

三重県津市上浜町では、2014 年開館予定の新県立博物館建設工事に伴い、当地に分布する東海層群亀山層 (約 350 万年前) より多数の陸生脊椎動物化石 (いずれも三重県立博物館所蔵) を産出した。ここでは、2010 年から 2011 年にかけて発見されたカメ類 (爬虫綱カメ目) について予察的に報告する。

最も産出点数が多いのはスッポン科 (Trionychidae) であり、MPM-Fo 02707 (左第 7・第 8 肋板) など少なくとも 4 個体分に相当する 40 点の骨格が知られる。背甲や腹甲の他に、肩甲骨や上腕骨、大腿骨などの四肢骨、頸椎などが確認されている。本科は、甲羅の表面に虫喰い状の彫刻があり、鱗板溝を欠くなどの固有派生形質により他のカメ類と容易に識別できる。推定される背甲長が軟骨部をふくめても最大 40 cm 程度であることや、第 8 肋板が相対的に著しく大きいなどの特徴から、東アジアに現生するニホンスッポン (*Pelodiscus sinensis*) に同定される。

イシガメ科 (Geoemydidae) には、大きさの著しく異なる 2 種類が認められる。小型のイシガメ科 (MPM-Fo 02706) は腹甲の前半部 (75 mm 長、88 mm 幅) で左右の外腹甲と上腹甲、内腹甲、および下腹甲の前端部が保存されている。上腹甲の大半は工事の際に失われて雌型のみが残存している。外腹甲の形状は、前方中央部が強く湾入することや、背面外側部が肥厚するなどの点で本州 (栃木県や千葉県など) の更新統に知られるヤベイシガメ (*Mauremys yabei*) に最も類似し、推定背甲長 (約 15 cm) も調和的である。

大型のイシガメ科は、右第 7 縁板 (MPM-Fo 02704 : 53 mm 長) と右第 5 肋板 (MPM-Fo 02705 : 39 mm 長、109 mm 幅) に代表され、それぞれ背甲長が約 40 cm と 36 cm に達する個体であったと推定される。これは東アジアに分布するイシガメ科としては最大級の大き

さであり、甲羅表面に年輪や隆起を欠いて平滑であるという特徴から、千葉県や神奈川県などの更新統に知られるニホンハナガメ (*Ocadia nipponica*) に同定される。

以上のように、亀山層から確認されたカメ類化石は、本州や九州の更新統に出現する化石種や現生種の先駆けとも言える構成となっている。同様のカメ類は、大分県安心院町の鮮新統津房川層からも確認されている。国内の始新統～下部中新統に知られるカメ類は、*Rafetus* 属と思われる大型のスッポン科、より原始的なハナガメ属、現在の熱帯域に現生する *Malayemys* 属 (イシガメ科) やスッポンモドキ科 (*Carettochelyidae*) の化石種などからなり、鮮新・更新統のものとは大きな差異がある。新生代陸生カメ類の変遷は、日本列島の古地理や古環境を解析するうえで重要な示標となるであろう。

参考文献

平山廉, 2001. 大分県安心院町の津房川層 (鮮新統) より産出した化石カメ類. 滋賀県立琵琶湖博物館研究調査報告, 18:79-96.

平山廉, 2007. 日本産化石カメ類の分類に関する再検討と総括. 亀井節夫先生傘寿記念論文集, 145-153. 亀井節夫先生傘寿記念事業会.

平山廉・伊左治慎司, 2010. 千葉県袖ヶ浦市の下総層群清川層 (中期更新統) より産出したカメ類化石 (続報). 千葉県立中央博物館自然誌研究報告 11: 29-35.

平山廉・兼子尚知・岡崎浩子, 2006. 更新統下総層群清川層より産出した化石カメ類. 第四紀研究 45:179-187.

Hirayama, R., Kaneko, N. and Okazaki, H. 2007. *Ocadia nipponica*, a new species of aquatic turtle (Testudines: Testudinoidea: Geoemydidae) from the Middle Pleistocene of Chiba Prefecture, central Japan. *Paleontological Research* 11:1-19.

Shikama, T. 1949. The Kuzuu ossuaries: geological and palaeontological studies of the limestone fissure deposits in Kuzuu, Totigi Prefecture. *Scientific Reports of Tohoku University, 2nd series (Geology)*, 23:1-201, pls.1-32.

*Fossil turtles from the Pliocene Kameyama Formation of Tokai Group in Tsu, Mie Prefecture, central Japan

Ren Hirayama (SILS, Waseda Univ.)** and Ryohei Nakagawa (Mie Prefectural Museum)***

A08

足跡から探る三疊紀主竜型類の移動様式*
久保泰 (福井県立恐竜博物館) **

三疊紀主竜型類は三疊紀に急速に放散し、三疊紀後期には中～大型の体サイズの陸棲四肢動物相を優占するようになった。また、現在の鳥類にも見られる、直立型の姿勢、指行性、二足歩行などの移動様式は三疊紀の間に主竜型類で進化した。これらの移動様式の変化は行跡(連続歩行跡)の変化をみることで知ることができる。具体的には這い歩き型や直立型などの脚の姿勢(limb posture)は歩角(Pace Angulation)に、速度や相対的な腰の高さは複歩長(Stride length)と足印長(Foot length)の比に反映される。これらの行跡から得られる定量的な値を、時代ごと、あるいは分類群ごとに網羅的に集め、比較することで、時系列に沿った移動様式の変化や、分類群による移動様式の違いを統計的な解析を用いて客観的に評価することができる。

三疊紀主竜型類の歩角を調べた結果、歩角は三疊紀前期、中期、後期で変わらないこと、恐竜形類とそれ以外の主竜型類で歩角に有意な違いがないことが明らかになった。この結果は、直立型の脚の姿勢は三疊紀前期のうちに主竜型類で獲得され、その後は三疊紀を通じて脚の姿勢に大きな変化がなかったこと、また恐竜形類とそれ以外の主竜型類はどちらも直立型であり脚の姿勢に大きな違いがなかったことを示唆している。一方で複歩長を足印長で割った値である複歩長と足印長の比を、恐竜型類とそれ以外の主竜形類で比較すると、恐竜型類の方が有意に大きい。この結果は、恐竜型類が他の主竜形類に比べて、足印長に対して相対的な腰の高さが高かったか、移動速度が速かった、あるいはその両方であった可能性を示唆している。これは、恐竜型類は指行性であるのに対して、他の主竜類は蹠行

性であることを反映していると考えられる。これらの結果は主竜類の中のワニの系統(シュードスキア)と恐竜の系統(オルニソディア)の移動様式の主な違いが、這い歩き型や直立型などの脚の姿勢(limb posture)ではなく、蹠行性、指行性などの足の姿勢(foot posture)にあったことを示している。恐竜型類の足の姿勢の進化については、脚の姿勢の進化に比べて、あまり研究がなされておらず、恐竜型類の初期放散との関連も含めて進めていく必要がある。

*Evolution of limb and foot postures among Triassic archosauromorphs inferred from trackways.

** Tai Kubo (Fukui Prefectural Dinosaur Museum)

A09

現生鳥類足跡の形態解析
—白亜系鳥類と小型非鳥獣脚類への適用—
田中郁子(神戸大・理)

本研究は現生鳥類足跡を対象とし、その面積と体重との関係および形状と生態(生息環境)との関係を明らかにし、その結果を白亜系鳥類と小型非鳥獣脚類の体重推定と生態推定に演繹した。

1. はじめに

体重推定: 絶滅動物の体重推定は、主に体化石からなされている(e.g. Anderson, 1985)が、飛行動物は、体化石の保存が悪いため、体重推定は難しい。これを踏まえ Kubo (2011) は足跡から体重を推定する手法を確立した。Kubo (2011) は現生爬虫類・両生類を用い、同じ蹠行性動物翼竜の足跡化石に適用し体重推定を行った。哺乳類では、Michilsen et al., (2009) が歩行様式(蹠行性、趾行性、蹄行性)に関わらず足跡面積と体重との関係を一定であるとしているが、解析データが十分ではなく、議論の余地がある。

生態推定: 従来の研究では、足跡の面積が主要な研究対象であった。しかしながら、現生鳥類の足跡形状は嘴とともに、身体構造の中で最も生態への適応進化が早い(e.g. Feduccia, 1994)ため、足跡形状は生態、特に生息環境(Hackett et al., 2008)を反映すると本研究では仮説を立てた。この仮説を、幾何学的形態解析手法を用いて検証し、白亜系鳥類などの絶滅動物の生態推定に用いた。

2. 研究対象と手法

化石鳥類データ: 福井県立恐竜博物館所有の、白亜紀鳥類 2 個体(Azuma et al., 2002; Shimada et al., 2010)、小型非鳥獣脚類の 2 個体(Azuma, 2003) の計 4 点である。

現生鳥類データ: 測定場所はいしかわ動物園等で、全ての高次分類群(目レベル)をカバーし成鳥のみを選別した(6 目 22 種 120 個体数)。それぞれの足跡は、層理面に対し垂直方向から写真撮影し、あわせて体重計測を行った(精度は 1g 単位)。解析ソフト Ditziter

(生形, 2004)を利用して写真から輪郭線を抽出した(精度は 5 ± 0.025 cm)。

体重推定: 輪郭線内の面積を算出する。足跡面積 (mm^2)、体重 (g) を対数変換し、単回帰分析を行った。

生態推定: 足跡輪郭線上に偽標識点を設定し、薄板スプライン法により変換し、主成分分析を行った。

3. 結果と考察

体重推定: 現生鳥類の体重 x と足跡面積範囲 y は、 $y = (1.13 \pm 0.19)x - (0.76 \pm 0.57)$, ($R = 0.805$, $P < 0.001$)…①であった。この関係式を、同じ歩行様式の絶滅した古鳥類と小型非鳥獣脚類の体重推定に適用し、既存の解析結果との比較・検討を行った。

次に、Kubo (2011) より 17 種の爬虫類データのみ引用して回帰し、次式を得た： $y = (1.36 \pm 0.07)x - (1.20 \pm 0.22)$ ($R = 0.958$, $P < 0.001$)…②。①と②を平均値 t 検定をしたところ、両者に有意な差はなかった。これは、足跡面積と体重の関係は歩行様式に依存しないという Michilsen et al., (2009) の説と整合的である。

生態推定: 現生鳥類の足跡形状は生態(生息環境)と相関を持つことが、本研究により初めて定量的に示された。この結果を絶滅した古鳥類と小型非鳥獣脚類に適用したところ、それらの生息環境は水鳥のそれに類似している可能性が示唆された。これは既存の結果と整合的である。

生息環境と体重の間には相関が見られなかった。従って、足跡の形状は面積と共に注目すべき重要なデータと言える。

引用文献

- Anderson, J.F., Hall Martin, D.A., 1985. *Journal of Zoology*, 207, 1, 53-61.
Azuma, Y., Arakawa, Y., Tomida, Y., and Currie, P. J., 2002. *Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, 1, 1-6.
Azuma, Y., 2003. *Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, 2, 17-21.
Feduccia, A., 1996. The origin and evolution of birds. Yale University. 432pp.
Kubo, T., 2011. *palaeogeography Palaeoclimatology palaeoecology*, 299, 197-199
Michilsens, F., Aerts, P., Van Damme, R., D'Août, K., 2009. *Journal of Zoology* 279, 236-242.
Shimada, M., Noda, Y., Hayashi, S., Azuma, Y., Yabe, A., Terada, K., 2010. *Memoir of Fukui prefectural Dinosaur Museum*, 9, 47-54
Witton, M., 2008. *Zitteliana*, B28, 143-158.

A10

中国南部の広西壮族自治区における更新世霊長類相の変遷に関する予備的考察*

高井正成 (京都大・霊長研)・河野礼子 (国立科学博)・金昌柱・張穎奇 (中国科学院・古脊椎動物古人類研究所)**

中国南部の広西壮族自治区崇左地域の前期～後期更新世の複数の洞窟堆積物から発見された霊長類化石を詳しく検討し、その生息年代や比率などの年代的な変遷について考察する。

現在東アジア南部の大陸地域に生息するヒト以外の霊長類は、オランウータン (*Pongo*)、テナガザル (*Hylobates*)、コロブス亜科 (*Rhinopithecus*, *Pygathrix*, *Nasalis*, *Semnopithecus*, *Trachypithecus*, *Presbytis*), オナガザル亜科 (*Macaca*)、メガネザル (*Tarsius*)、そして原猿類のスローリス (*Nycticebus*) である。今回報告する崇左地域の更新世の洞窟堆積物からは、これまでの予備的な解析から *Homo* ヒト属、*Gigantopithecus* ギガントピテクス属、*Pongo* オランウータン属、*Hylobates* テナガザル属、*Macaca* マカク属、*Rhinopithecus* キンシコウ属、*Trachypithecus* ラングール属、が確認されていた。本研究では、これらの霊長類の化石標本を再検討して、その産出パターン・標本数の比率・サイズ・形態などを解析した。中国南部を中心とした東南アジア地域の霊長類相が前期～後期更新世にかけてどのように変化したかを、近隣の他地域 (中国雲南省、タイ、ミャンマー、ラオスなど) から報告されている鮮新世～更新世の化石霊長類のデータと比較して詳しく検討した。

今回報告する化石標本は崇左地域を中心とした 14 の洞窟から発掘したものであるが、その年代は最も古い百孔洞が後期更新世 (約 220 万年前) とされており、新しいものは後期更新世 (約 10 万年前以降) と考えられている。霊長類化石の種類は、最も古い百孔洞の時点ですでにヒト以外の属が全て出

現している。ホミノイド類としては、後期更新世以降の洞窟からはギガントピテクス属が発見されていないので、おそらく同属は中期更新世の末期から後期更新世の初頭にかけて絶滅したものと考えられる。これに対してオランウータンは全ての洞窟から化石標本が見つかったので、おそらく中国南部には完新世まで生き残っていたらしい。一方、テナガザル化石の標本比率は非常に少ないのであるが、百孔洞以降ほぼ全ての洞窟から出土していることから、他のホミノイド類 (ギガントピテクスとオランウータン) の絶滅とは対照的に現生まで同地域で生き残ることができたらしい。

オナガザル科の化石では、前期更新世の百孔洞の標本の中に大型オナガザル亜科の *Procynocephalus* プロキノセファルス属の遊離歯が含まれていることが確認された。同属はこれまで中国を中心とした東アジア北中部の鮮新世～更新世前半の地層から見つかっていることから北方系のサルと考えられてきた。今回の発見はこの属の分布域の南限を示していると考えられる。また百孔洞より後の洞窟からは同属が全く見つからないことから、同属が中国南部では前期更新世に絶滅してしまった可能性を示唆している。またコロブス亜科の化石としては、これまで報告のなかった *Pygathrix* ドウ克蘭グール属らしき化石が含まれることが新たに確認された。

今後更に化石標本の同定・分類作業を進め、更新世における東アジア南部の霊長類相の変遷について検討を進めたい。

* The transition of the Pleistocene primate fauna in southern China

**Masanaru TAKAI (Primate Res. Inst., Kyoto Univ.), Reiko T. KONO (National Museum of Nature and Science), Changzhu JIN, Yingqi ZHANG (Institute of Vertebrate Paleontology & Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences)

A11

デスモスチルスのエナメル質の成長線に沿った同位体分析に基づく生活史復元*

鵜野 光 (農業環境技術研究所・物質循環)**
樽 創 (神奈川県立生命の星地球博物館)***
甲能直樹 (国立科学博物館・生命進化史)****

束柱類 (哺乳類: アフリカ獣類) は、後期漸新世から中中新世にかけて北太平洋沿岸域だけに生息し、後期中新世には目レベルで絶滅したと考えられている。食性に関係する頭骨や歯の形態と、行動や活動域に関係する体骨格の形態の両方において、束柱類は他の哺乳類に見られない独特の特徴を数多く有するため、食性や生息地について未だに論争が続いている。

我々は、現生動物の形態との比較に基づいて行なわれる絶滅動物の古生態復元とは異なるアプローチとして、地球化学的手法による古生態復元を束柱類に適用し、これまでに、歯のエナメル質の炭素同位体比から、彼らが陸上ではなく水中の生態系から栄養を得ていたことを明らかにした。また、酸素同位体比から、彼らが淡水の影響下に置かれて生息していたことも明らかにした。しかしながら、海成層からしか化石記録が知られていない束柱類にとって、淡水の影響がどの程度であったかについては、これまで明らかではなかった。

哺乳類の歯は、歯冠部のエナメル象牙境からエナメル質の形成が始まり、歯冠表面および歯根方向に成長が進んで

いく。したがって、エナメル質の形成の開始から終了までの間、その動物のおおよその生活史の記録が同位体比の変動として時系列的に保存されていくことになる。そこで、束柱類の個体レベルの生活史を明らかにするために、束柱類の中でも高冠歯を持ち、比較的多数の標本が利用可能なデスモスチルス (*Desmostylus hesperus*) の日本産およびアメリカ産の臼歯を用いて、臼歯の歯冠の長軸に沿って 2mm 間隔で試料の採取を行ない、炭素と酸素の同位体分析を行なった。その結果、炭素と酸素の同位体比が同調して一定の周期で変動している個体の存在が確認された。この傾向は、日本とカリフォルニアの個体でも同様に観察することができることから、このような周期的変動は地理的な要因によるものではなく、デスモスチルスに特有な生理的あるいは生態的な周期的変化に起因するものであると考えられる。

今回の結果だけから、同位体比の周期的な変動を具体的な古生態に結びつけて解釈することはできないが、少なくともデスモスチルスが周期的な変化を伴った生活史を持つ動物であることが明らかとなった。

*Intra-tooth variation in multi-elementary isotope compositions along growth-lines of tooth enamel of *Desmostylus* (Mammalia: Afrotheria: Desmostylia).

**Hikaru UNO (National Institute for Agro-Environmental Sciences),

***Hajime TARU (Kanagawa Pref. Museum of Natural History),

****Naoki KOHNO (National Museum of Nature and Science, Japan)

A12

食肉目における
嗅覚および視覚に関わる頭骨形態の水棲適応*
河部壮一郎 (岐阜県博)

・小林沙羅 (東大院農・博) ・遠藤秀紀 (東大博) **

食肉目における陸上から水中への適応進化は複数回に渡りおこり、そしてその水棲適応度も様々である。食肉目において、鰭脚類やラッコは最も水棲適応したグループであり、陸上での活動時間はごくわずかである。ラッコを除くイタチ科では、カワイタチやミンクなどが半水棲環境に適応している種である。同様にクマ科ではホッキョクグマが半水棲適応した動物と言える。採餌の際に陸上動物ほど嗅覚を必要としないことから、水棲・半水棲食肉動物では篩骨甲介および鼻甲介表面積が減少することがわかっている。また一部の半水棲動物では、その嗅球は小さくなるのが知られている。一方で近年、水棲種であるオットセイやゴマフアザラシは、陸棲種に匹敵する嗅覚能力を有していることがわかってきた。嗅球体積は頭骨内部形態から見積もることができるため、絶滅哺乳類における嗅覚能力および水棲適応の進化を知る上で嗅球体積は欠くことのできない重要な情報であると考えられるが、鰭脚類における嗅球体積が他の食肉動物のものとは異なるのかは詳しく知られていない。一方、哺乳類では一般的に、水棲環境への依存の程度により視力に変化するとされている。特に生息環境における明度の違いから構造的な違いが眼球に現れることが知られているが、こういった視力の変化が骨形態に現れるかどうか、その詳細な検討はされていない。

特に今後絶滅種における感覚器の進化を解明していく上で、まずは現生食肉目において、頭骨形態に嗅覚および視覚能力を

反映した形質が見られるのかどうかを明らかにすることは急務であると言える。よって、本研究では現生食肉目における嗅球体積、視神経孔断面積、眼窩面積が脳体積および頭蓋サイズに対してどのようなスケーリング関係を示すのか調べるために、これらの頭骨標本をCTスキャナで撮影し、得られた3Dモデルから計測を行った。

相関・回帰分析の結果から、嗅球体積、視神経断面積、眼窩面積、脳体積、頭蓋サイズは互いに高い相関を示した。しかし、脳体積に対する嗅球体積および頭蓋サイズに対する嗅球体積の相関は比較的低かった。陸棲種と比較すると、半水棲種および鰭脚類を含む水棲種の嗅球体積は、脳や頭蓋に対して小さいという結果を得た。

以上のように、鰭脚類を含む水棲あるいは半水棲種の嗅球体積は陸棲種のものより小さいことがわかった。これまで、水棲適応度が高い種ほど嗅球体積は小さくなると言われていたが、水棲適応度の高い鰭脚類においてもこのことは当てはまるということが明らかとなった。よって絶滅種における水棲適応度を考える上で、嗅球体積は一つの重要な指標になる得ることが示された。しかし、水棲適応度と視覚に関わる頭骨形態形質には明確な相関が見られなかった。このことは、視覚器は水棲適応により構造的な変化は示すものの、サイズの変化は示さないという可能性を示しているが、今後のより詳細な検討が必要である。

*Aquatic adaptation of skull characters relating to the olfactory and optic sense in Carnivora.

**Soichiro Kawabe (Gifu Prefectural Museum), Sara Kobayashi (The University of Tokyo), Hideki Endo (The University of Tokyo)

A13

埼玉県立自然の博物館所蔵の藤本治義
コレクションに含まれるナウマンゾウ化石*
北川博道 (埼玉県立自然の博物館) **
坂本 治 (埼玉県立自然の博物館特別学芸員) ***

藤本治義 (1897-1982年) は日本の放散虫研究の先駆者の一人であり、長瀬の三波川帯の結晶片岩中より放散虫化石を発見し、いち早くその時代が中生代である可能性を示唆した事で有名である。自然の博物館とのつながりは深く、自然の博物館の前身である「秩父自然科学博物館」の設立時には学芸委員として館の設立に携わり、後に同館館長を務めた。藤本の死後、自宅にあった標本や資料などが博物館や大学に寄贈された。自然の博物館 (当時は埼玉県立自然史博物館) にも文献や資料が寄贈され、これらの標本の中にナウマンゾウ化石が含まれていたことからこれを報告する。

標本はナウマンゾウの左右第1大白歯と切歯片である。左右の第1大白歯共に保存状態は良好でよく形態を残している。左右共に最近心の副咬板と13枚の咬板を残し、咬耗による咬板の消失や欠損はみられない。咬耗は左右共に副咬板と近心から7枚目の咬板まで進んでおり、高橋・張 (2007) のグループ8に相当する。全体的に白色を呈し、明瞭な菱形歯湾曲は示さないが、エナメル褶曲は、細かく、密である。色や形態の特徴、咬耗状態もよく似ており、左右の臼歯である事から、同一個体のものである可能性がある。咬板数は13枚であるが歯冠幅は右が72 mm、左が74 mmと第1大白歯としては非常に大きく、第2大白歯の可能性も考えられる。切歯片は最大残存長130 mmしかない破片であるが、その形態の特徴からやや先端部に近い位置のものであろう。

寄贈時には、木製の標本棚ごと坂本が引きとったのだが、その棚のラベルに「旧象歯化石 タマ丘陵 青森シツカリ穴」と書かれていた以外に標本に関する情報は無い。「タマ丘陵」はおそらく同一の棚に入っていた別の標本を指していると考えられる。

シツカリこと、青森県東通村尻^{しつかり}は、北下半島北方の太平洋側に位置する。同地域の桑畑山に分布する石灰岩の採掘が現在も行われており、この坑道などから多くの化石が産出している。特に1960年代から1970年にかけて、この地域から多くのゾウ化石が発見され、長谷川ほか (1988)、島口 (2001)、高橋ほか (2006) などで産出の経緯や、標本が報告されている。以前、北川が琵琶湖博物館の高橋博士に同行し、同地域で行われている旧石器の発掘を見学に行った際にも、一般の方が我々の宿舎にナウマンゾウの臼歯を持ちこんでいた。その際に観察した臼歯は、色や全体の形態など、本標本同様の特徴を有していた事から、本標本も同一地域から産出したものと考えられる。

化石に投稿された追悼文である猪郷 (1983) によると、藤本の未公表資料中に化石象に関するものがかなり含まれていたという。藤本の研究には秩父からトウヨウゾウやパレオパラドキシアの産出報告 (藤本, 1936; 藤本・坂本, 1978) などもあり、古脊椎動物にも大変興味があった事がうかがえる。本標本が藤本によって直接得られたか、人伝に標本を得たのかは分からず、本標本に関する経緯が不明であったため、現在まで報告は行わなかったが、死後30年が経過し、当館の職員も多くが入れ替わってしまった事から報告する。

*Palaeoloxodon naumanni fossils of Haruyoshi Hujimoto Collection.

**Hiromichi Kitagawa (Saitama Museum of Natural History),

***Osamu Sakamoto (Saitama Museum of Natural History)

A14

日本の中新統産 *Stegolophodon* 属 (長鼻目) の頭蓋化石*

国府田良樹 (茨城自然博)¹・三枝春生 (兵庫県立大)²・安藤寿男 (茨大・理)³・飯泉克典 (茨城県牛久市)⁴・長谷川善和 (群馬自然史博)⁵・高橋修一 (山形県天童市)⁶

Stegolophodon 属は、前期中新世後期～鮮新世の南アジアから日本にかけての地域に生息していたゾウ上科に属する長鼻類である。しかしながら、これまでに報告されている標本は不完全な頭蓋・下顎骨及び臼歯のみであり、*Stegolophodon* 属のゾウ上科内での系統的位置は明らかであるとはいえない。

1995年以降、山形県鶴岡市 (月山 A 標本) と茨城県常陸大宮市 (野上標本) で新たな頭蓋化石が発見された。産出層準は下部中新統上部から中部中新統下部である。これらの標本は亜成体と考えられるが、特に野上標本は頭蓋の保存状態が良く、系統仮説を修正する上で重要な標本である。

月山 A 標本: 1995年11月に発見された頭蓋化石で、頭蓋に4個の臼歯 (M1, M2) および未萌出の2個の臼歯 (M3) が植立する。頭頂部はつぶれているが、背面には、薄く押しつぶれた肋骨片が複数重なる。近心端には削刺された2個の切歯の断面がみられ、外側にエナメルバンドが確認できる。

野上標本: 2011年12月に発見された、頭頂部は欠くがほぼ完全な頭蓋化石で、4個の臼歯 (M1, M2) および未萌出の

2個の臼歯 (M3) が植立している。M1は咬耗が進んでおり、咬頭数は確認できない。左右切歯外側には先端から上顎体まで達するエナメルバンドがある。左切歯は短く咬耗が進んでいる。頭蓋には、後頭顆、頬骨弓の一部、外耳孔、眼窩下孔、関節窩、後鼻孔、側頭線などが確認できる。

以上2つの標本より新たに明らかになった *Stegolophodon* 属の特徴は以下の通りである。1) 2個の眼窩下孔がある。2) 切歯にエナメルバンドがあり、横断面は卵形、外側面観は腹側に凹の形状をしている。3) 左右の側頭線が正中で接近している。4) 第1稜の咬頭にはわずかに発達した三葉形が残る。5) M1, M2は4稜, M3は5稜。6) M1, M2の咬合面と未萌出 M3の萌出角度は120°前後で急角度である。7) 臼歯は舌側と頬側でほぼ等しく咬耗している。8) 下顎窩は深い。9) 切歯骨および硬口蓋の幅が非常に狭い。

1) 2) 3) より *Stegolophodon* 属はゾウ上科の原始的形質を示す一方、6) 7) 8) 9) のような *Stegodon* 属と共有する派生的形質を示すことが明らかとなった。このことから、16Maの日本には、頭蓋に原始的形質を残しながらも、咀嚼機能は派生的形質を有する *Stegolophodon* 属が出現していたといえる。

* Skulls of *Stegolophodon* (Proboscidea) from the Miocene of Japan.

¹Yoshiki KODA (Ibaraki Nature Museum), ²Haruo SAEGUSA (University of Hyogo), ³Hisao ANDO (Ibaraki University), ⁴Katsunori IIZUMI (Ushiku City), ⁵Yoshikazu HASEGAWA (Gunma Museum of Natural History), ⁶Shuichi TAKAHASHI (Tendo City)

A15

茨城県常陸大宮市の下部中新統玉川層より産出したスッポン類化石¹

藺田哲平 (白山市白峰化石調査センター)²・国府田良樹 (茨城自然博)³・平山廉 (早稲田大・国際教養)⁴・安藤寿男 (茨城大・理)⁵・飯泉克典 (牛久市)⁶

茨城県常陸大宮市野上に分布する下部中新統玉川層からは、2011年12月に *Stegolophodon* 属のほぼ完全な頭蓋化石が発見され、茨城県自然博物館や茨城大学によって発掘調査が行われた。その後、同博物館でのクリーニング作業中に、*Stegolophodon* 属の切歯周辺の母岩から、カメ類の右肩甲骨 (INM-4-014137) が発見された。INM-4-014137は、摩耗や欠損、変形がほとんど見られず保存状態は良好であるが、周辺には肩甲骨と縫合する鳥口骨や、甲羅や四肢骨などの他の骨格要素が見当たらないことなどから、死後、腐敗や運搬などの過程を経て、砂層中に埋没したものと推測される。

本標本は、関節窩より背側に伸びる肩甲骨突起 (scapular prong) と腹側に伸びる肩峰突起 (acromial process) が約65度の角度で交わり、全体としてやや鋭角なL字型をなす。また、関節窩の凹みも浅く、肩甲骨突起 (長さ115.2mm) は肩峰突起 (長さ86.8mm) よりも明らかに長い。これらは、甲羅が扁平な淡水生のカメ類に共通して見られる特徴である。さらに、肩甲骨突起と肩峰突起のなす角度が著しく小さいことや、肩甲骨突起が腹側に緩く湾曲し、その近位部が扁平になることから、スッポン科カメ類の肩甲骨と同定できる。また、本標本より推定される背甲長は約40cmで、背甲周縁の軟骨

部分を含めた生体時の背甲長は約60cmに達していたとみられる。

日本の下部中新統では、富山県や福井県、岐阜県、長野県、三重県、岡山県、広島県、島根県、長崎県などからもスッポン科の化石が確認されており (平山ら, 2005)、軟骨部分も含めた推定甲長が1m近くに達する大型の個体も少なくない。北海道手塩地域の中新統からも、詳細な年代は不明だが、推定甲長が50cm前後のスッポン科カメ類の甲羅が報告されている (Matsumoto, 1918)。

カメ類は、温暖な気候ほど大型化することが知られており、とくに甲長60cmを超すような大型スッポン類の分布は、アジアでは亜熱帯から熱帯の中国南部～ベトナム以南の地域に限られている。INM-4-014137は、北海道を除く東日本では初めての中新世スッポン科カメ類であり、当時の日本列島の気候を議論する上で、重要な指標のひとつになりうると考えられる。

-文献-

平山廉・江田伸司・名取真人. 2005. 岡山県勝央町の中新統勝田層群より発見されたスッポン科カメ類の大腿骨. 倉敷市立自然史博物館研究報告 20, 1-5.

Matsumoto, H., 1918. On a new fossil *Trionyx* from Hokkaido. *Scientific Reports of Tohoku Imperial University, 2nd Series (Geology)*, 3, 57-60.

¹The Early Miocene trionychid from the Tamagawa Formation in Hitachi-omiya City of Ibaraki Prefecture, Japan.

²Tepei Sonoda (Shiramine Institute of Paleontology, Hakusan City), ³Yoshiki Koda (Ibaraki Nature Museum), ⁴Ren Hirayama (SILS, Waseda Univ.), ⁵Hisao Ando (Ibaraki Univ.), ⁶Katsunori Iizumi (Ushiku City)

A16

福井県勝山市下部白亜系北谷層 (手取層群) 産
の 2 種の哺乳類化石*宮田和周 (福井県立恐竜博物館)・柴田正輝・東 洋一
(福井県立大学・福井県立恐竜博物館)**

手取層群最上部の下部白亜系赤岩層群北谷層 (Barremian ~ lower Aptian) が露出する福井県勝山市北谷町杉山では、1988年の試掘調査以来、福井県による恐竜等の古生物学的発掘調査が長期にわたって行われている。これまでに、恐竜 (獣脚類、竜脚類、鳥脚類)、ワニ (ゴニオフォリス科)、カメ (スッポン上科等)、硬鱗魚等の脊椎動物化石が多数収集され、さらに翼竜類等の足跡化石も確認されている。北谷層からの哺乳類化石としては、同発掘地より杉山川上流にあたる別産地からスバラコテリウム科 “相称歯類”, *Symmetrolestes parvus* の模式標本が知られるのみである (Tsubamoto et al., 2004)。北谷層よりも下位の石川県白山市白峰に分布する石徹白亜層群桑島層 (Barremian) からは、これまでに少なくも 2 種のエオバータル科多丘歯類 (*Hakusanobaatar matsui*, *Tedoribaatar reini*) と 2 種の “アンフィレステス科真三錐歯類” (*Hakusanodon archaeus*, 属種未定種) が報告されている (楠橋・鏑本, 2010)。これらの手取層群産哺乳類化石は、前期白亜紀の東アジアにおける哺乳動物相の多様性を示すだけでなく、関連する動物群の系統進化を解明する上でも重要な資料として注目され、更なるデータの蓄積が求められている。

本講演では、杉山の発掘調査地から産出した 2 点の哺乳類化石を報告する。このうち 1 点は多丘歯類の下顎第四小白歯の歯冠である。本標本は、歯冠の近心部と遠心部に破損があるが、保存された歯冠の近遠心の長さは約 4.8mm で、*Hakusanobaatar* や *Tedoribaatar* のものよりやや大きい。小白歯の歯冠背側縁に明瞭な鋸歯と、歯冠側面に鋸歯のエナメル稜が見られ、確認できたもの

で 8 つ、おそらく完全なものでは 9 か 10 の鋸歯を持つと考えられる。しかし、破損のためか、歯冠遠心の舌側部に *Hakusanobaatar* や *Tedoribaatar* が持つような単一咬頭の存在は確認できない。不完全な第四小白歯のみから分類学的な帰属を議論することは困難であるが、そのサイズと鋸歯の数、および歯冠の背側縁がゆるやかな弧を描く特徴は、エオバータル科のものに類似する。

もう 1 点は左下顎骨の後方部 (保存部位の長さ 11.7 mm) で、浅い咬筋窩や舌側面の下顎孔の一部が確認でき、1 本の不完全な大白歯が植立する。下顎体の深さは 5mm あり、*Hakusanodon* や *Symmetrolestes* の下顎よりも明らかに頑丈で大きい。メッケル溝の存在ははっきりしないが、下顎枝底部は頬舌方向に厚みがあり、発達した *pterygoid ridge* を示す。大白歯の歯冠の大部分は失われているが、その遠心部に小さな咬頭と舌側面の溝や歯帯が存在する。マイクロフォーカス CT を使用した観察では、その大白歯は長さ約 3.3mm、幅約 0.9mm の大きさがあつたと見積もられる。さらにその大白歯の近心に 1 本分の大白歯 (二歯根歯) の歯槽が、そして遠心には小さな一つの歯槽が確認でき、この下顎骨には三つの歯が植立していた可能性が高い。本標本も分類学的な帰属の断定は困難であり、白峰産の属種未定 “真三錐歯類” との関係は不明ではあるが、これまでに記載された手取層群の哺乳類とは明らかに異なる特徴を持っており、今後の追加資料が待たれる。

文献) Tsubamoto et al., 2004. *Acta Palaeontologica Polonica* 49 (3): 329-346.

楠橋 直・鏑本武久, 2010. 桑島化石壁産化石調査報告書. 白山市教育委員会: 43-48.

*Two new mammalian specimens from the lower Cretaceous Kitadani Formation, Tetori Group, Katsuyama, Fukui Prefecture, Japan.

**Kazunori Miyata (Fukui Prefectural Dinosaur Museum), Masateru Shibata, and Yoichi Azuma (Fukui Prefectural University, Fukui Prefectural Dinosaur Museum)

A17

イラン・マラゲー産後期中新世有蹄類化石に
おけるメゾウェア解析*山田英佑・蓮見恵理・宮里奈央・赤星仁美 (鹿児島大学)・
渡部真人 (林原自然科学博)・仲谷英夫 (鹿児島大学)

イラン北西部に位置するマラゲー層は、後期中新世のパラテチス地域における代表的な哺乳類化石産地の一つである。これまでに、霊長類を含む 6 目 15 科の哺乳類化石が産出しており、ユーラシアとアフリカの大型哺乳動物相の進化と交流を明らかにする上で重要な地域である (Bernor 1986)。本研究では、メゾウェア解析法を用いて、当該地域から、1973 年に、京都大学とイラン地質調査所の共同発掘で得られた (Kamei et al. 1977)、ウマ科化石とウシ科化石の食性復元を行い、現生有蹄類の知見とあわせて当時の植生環境復元を行った。

メゾウェア解析 (Fortelius & Solounias 2000) は、類歯化石の摩滅状態が、草本食、木本葉食、および混合型の 3 類型のいずれに類似しているかを比較することで、食性を推定する。多数の化石が産出したマラゲー動物相の研究に好適といえる。

本研究で注目した 2 種の化石有蹄類は、産出状況から、概ね同所的に生息していたと考えられた。そこで本研究では、まず食性既知の現生有蹄類を用いて、同様の状況下におけるメゾウェア解析の信頼性を検討した。現生のニホンジカおよびニホンカモシカは、栃木県日光地域の落葉広葉樹林帯において、同所的に生息し、前者が主に草本食傾向を示すのに対し、後者は木本葉食を示す (Koganezawa 1999)。そこで、ニホンジカ 55 標本およびニホンカモシカ 37 標本の上顎第 2 臼歯からデータを収集し、先行研究で示されたデータセットと比較した。その結果、本手法が、同一植生環境下における

食性の違いを反映することが示唆された (Yamada in press)。

次に、マラゲー産有蹄類のうち、ウマ科 (128 標本) およびウシ科 (89 標本) の上下顎臼歯についてメゾウェア解析を行った。その結果、ウマ科が草本食傾向を示した一方、ウシ科は木本葉食傾向を示した。現生種から得られた知見を考慮すると、マラゲー層から産出したウシ科とウマ科における食性復元の違いは、両者のニッチ分化と、それを可能にする多様な植生環境の存在を示唆している。一方で、マラゲー地域のより詳細な古環境復元には、ウシ科のタクサ間にみられる幅広い食性を考慮する必要があるとともに、京大標本以外のマラゲー標本も含めた比較が必要である。さらに、堆積環境やエナメル質安定同位体比分析法など他の手法と併せて比較することで、メゾウェア解析法の分析能力を検討することができると考えられた。

これまで、化石標本にメゾウェア解析を用いた研究が先行していた。しかし最近、現生種の知見収集も進んできており、本手法の解析結果を正確に評価できるようになってきた。本研究の意義は、現生種を調べることで、メゾウェア解析の有用性とその限界を示しながら、化石研究の議論を進めたことにあると考えている。

(引用文献)

Bernor, R.L. (1986). *Jour. Vert. Paleontol.* 6: 76-95.Kamei, T. et al. (1977). *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. Series of Geol. Mineral.* 43: 131-164.Fortelius, M. & Solounias, N. (2000). *Amer. Mus. Nov.* 3301: 1-36.Koganezawa, M. (1999). *Biosphere Conservation.* 2: 33-45.Yamada, E. (in press). *Ann. Zool. Fennici.*

*Mesowear analysis for the Late Miocene ungulates from Maragheh, Iran.

Eisuke, Yamada., Eri, Hasumi., Nao, Miyazato., Megumi, Akahoshi (Kagoshima Univ.), Mahito, Watabe (Hayashibara Mus. Nat. Sci.) and Hideo, Nakaya (Kagoshima Univ.).

A18

ポンダウン層からの新種偶蹄類：
ラオエラ科はポンダウン層にいたか？*

鏑本武久 (林原博/岡山理大)・江木直子 (京都大・霊長研)・高井正成 (京都大・霊長研)・タウンタイ (シュエポー大)・ジンマウンマウンテイン (マンダレー大)**

背景

ミャンマーに分布する中部始新統ポンダウン層からは、最近、小型偶蹄類がたくさん発見されている。その中の一つに、Tsubamoto *et al.* (2005, *Acta Palaeontol. Pol.* 50: 117-138)が簡易記載した小型の鈍頭歯型偶蹄類で科属種未定の断片的な上顎臼歯の化石がある。Métais *et al.* (2007, *Naturwissenschaften* 94: 759-768)は、この化石をクジラ類に近縁なラオエラ科であるとした。しかしその後、Orliac & Ducrocq (2012, *Geol. Mag.* 149: 80-92)は、この化石がラオエラ科であるという仮説を否定した。ラオエラ科の確実な記録はインド亜大陸にしかないので、ポンダウンの化石が確実にラオエラ科であれば、始新世のアジアにおける偶蹄類 (鯨偶蹄類) の古生物地理や初期進化に関して、興味深い知見となる。

問題点

しかし、この化石の詳細な記載はされておらず、標本も限られていたため、この動物の詳細な歯の形態が明らかにされていなかった。そのため、系統解析に使える形質があまり多く見いだせていなかった。

目的と着眼点

ここでは、それらの標本および新たに我々がポンダウン層から発見した新標本を詳細に記載し、その臼歯の詳細な形態を明らかにして、新属新種であるかどうかを確認する。そして、系統解析をおこない、この偶蹄類とラオエラ科との系統関係を再検討する。

資料と方法

遊離した上顎臼歯 (M1, M2, M3) および暫定的にこれらの上顎臼歯と同種に同定した下顎第三臼歯。系統解析は、先行研究に新たなデータを加えて PAUP で解析。

結果と考察

ポンダウン層産の臼歯の形態は、強い鈍頭歯型をしていること、スタイルを欠くこと、トリゴンベイスン・タロニッドベイスンが幅広いこと、クリスティッドオブリアクが近遠心方向に伸びていること、などから、ラオエラ科の *Khirtharia* に形態的によく類似する。しかし、ポンダウンの標本はラオエラ科の重要な特徴の一つである、二稜性の構造を欠いている。また、ハの字型のセントロクリスタを持っていることなどの特徴から、新属新種である。

系統解析をしたところ、暫定的に同種に同定した下顎 m3 のデータを入れると、ポンダウンの新種は最も派生的なラオエラ科となった。一方、下顎 m3 のデータを除いて解析すると、イノシシ上科に近縁となった。しかし、ポンダウンの新種はその臼歯の特徴からイノシシ上科とは大きく異なる。したがって、ポンダウンの新種とラオエラ科との系統関係は现阶段でも不明である。はっきりとした系統関係の解明には、少なくとも、前臼歯のデータなどが必要である。

ただ、今回の結果は、「ポンダウンの新種がラオエラ科であるという仮説は完全には否定できず、その可能性も高い」ということを示している。

*A new artiodactyl from the Eocene Pondaung Formation, Myanmar: Did the raellids exist in the Pondaung Formation?

**Takehisa TSUBAMOTO (Hayashibara Museum of Natural Sciences/Okayama University of Science), Naoko EGI (PRI, Kyoto Univ.), Masanaru TAKAI (PRI, Kyoto Univ.), THAUNG-HTIKE (Shwebo Univ.), and ZIN-MAUNG-MAUNG-THEIN (Mandalay Univ.)

A19

続成作用の影響による化石棘皮動物の骨格内の構造とMg濃度の変化*

加藤萌 (名古屋大・環境学) **・大路樹生 (名古屋大・博物館) ***

冷湧水域は、「化学合成群集」と呼ばれる特殊な生物達が群集を作る場所として知られており、その群集には多様な分類群が含まれることが知られているが、従来、棘皮動物はほとんど報告されていなかった。しかし近年になって、冷湧水域に棲息する現生棘皮動物の存在が確認され (e.g. Pawson and Vance, 2004), 冷湧水域跡を示す炭酸塩岩中から棘皮動物の化石も見つかり始めた (Landman et al., 2012)。だがこれらに関する研究はほとんど未着手であり、各棘皮動物類とメタン湧水との関係も未解明である。冷湧水から漏れ出るメタンは $\delta^{13}\text{C}$ 値が低いという特徴があるため、そのメタンを利用して生活をする生物の体内の $\delta^{13}\text{C}$ 値も低くなる傾向がある (e.g. Lietard and Pierre, 2009)。そこで本研究では、サウスダコタ州南西部に分布する冷湧水炭酸塩岩にてフィールド調査を行い、炭酸塩岩中より採取した化石棘皮動物 (正系ウニ, 不正形ウニ, ウミユリ) の骨格中の $\delta^{13}\text{C}$ 値を計測することで、各棘皮動物と冷湧水との関わりを調べることを目的としている。

現地でのフィールド調査の結果、産出する化石の種の多様度が隣接する炭酸塩岩同士でも異なることがわかった。この種の多様度の差は、炭酸塩岩の形成環境の差によるものではないかと考えられる。化石種の多様度が高い炭酸塩岩は長期間海中露出しており、それゆえ棘皮動物をはじめとする表在性の生物が生活するのに適した環境であったと推測される。

炭素同位体比測定にあたり、炭酸塩鉱物は長い時間を経る

と周囲の環境の炭酸と同位体交換を行うことが知られており、続成作用により初生的同位体組成が改変される可能性がある。また、棘皮動物の骨格 (殻) は高Mg方解石の小さな骨片の集合で出来ており、骨片はスポンジのような構造 (stereom構造) を持っているため、棘皮動物の化石においては、その穴を二次的に他の鉱物が埋める、stereom構造自体が変形する等の続成作用を被っている可能性が考えられる。

以上を踏まえ、実際に同位体比を計測する前に、続成の有無・程度を確認するために、棘皮動物化石を薄片にし、偏光顕微鏡下で観察を行い構造の変化の有無を確認した。結果、前述のstereom構造の保持は確認されたため、構造を変形するほどの続成作用は受けていないと判断した。加えて、EPMA (名古屋大所有) を用いてMg濃度を測定することにより、続成作用の程度を定量的に検討する。ジュラ紀-白亜紀の地層より産出する保存状態の良い棘皮動物化石の骨格のMgCO₃濃度は、4-6mol%程度であることがわかっている (Dickson, 2004)。この値と大きく異なる値が出た場合は、かなりの続成作用を被っていると判断できる。

今後は顕微鏡観察・EPMAの両手法を用いて続成作用の影響が少ないと判断したサンプルの炭素同位体比を計測し、化石棘皮動物がどの程度冷湧水に依存した生活を行っていたのかを考察していく。

■引用文献

Dickson JAD, 2004, *Journal of Sedimentary Research* 74, 355-365; Landman, N. H., Cochran, J. K., Larson, N. L., Brezina, J., Garb, M. P. and Harries, P. J., 2012, *Geology*, 40, 507-510; Lietard, C. and Pierre, C., 2009, *Geobios* 42, 209-219; Pawson, D. L. and Vance, D. J., 2004, *Zootaxa*, 534, 1-12.

*Diagenetic effect on the skeletal structures and magnesium contents of echinoderm skeletons.

Moe KATO (Nagoya University), *Tatsuo OJI (Nagoya University Museum)

A20

サリトレ層炭酸塩岩 (新原生代, ブラジル) の指状構造と小球体: 最古の動物のイメージ*

狩野彰宏・奥村知世・森 大器 (九大・比文)**・高島千鶴 (佐賀大・文教)***・白石史人 (広大・理)****

過去20年間の新原生代堆積岩の研究は、少なくとも2度起こった全球凍結に象徴される気候激変と特異な物質循環を提示するとともに、生命進化の痕跡を数多く見いだした。特に、多細胞動物の進化は新原生代後期に劇的に進行したとされる。私たちは新原生代の新たな動物化石を求め、ブラジル国パーイア州中部に分布するウナ層群・サリトレ層の炭酸塩岩を調査した。本層は氷礫岩上に累重し、基底部にはキャップカーボネートを伴う。その年代的帰属についてはマリノアン氷期後とスターチアン氷期後に見解が分かれる。

サリトレ層は岩相的に、ストロマトライトの様な極浅海域で堆積したもののから、有機物に富みスランプ構造を伴う深海性のものである。有機物に富む炭酸塩岩中には、直径約5mmの指状構造が密集した部分があり、スロンボライトと呼ばれてきた。この構造は密集し、全体として厚さ数m、幅20 m超のレンズを形成している。指状構造の多くは破断されているが、いくつかの場所では層理面と平行な方向に定向配列している。従って、シアノバクテリアのような走向性を持つ微生物によって作られた構造 (例えばストロマトライト) ではない。指状構造の内部には直径100 μm 程度のペロイドが密集していた。この構造は微生物群集が主体となって作られた可能性もあるが、外形が極めて均一であることか

ら、多細胞動物体の石化による構造とも解釈できる。生物進化の時代的背景を考慮すれば、海綿動物が最も有力な候補として挙げられるだろう。同様のペロイド状組織は腐敗した現世・化石海綿動物から報告されている。

また、この炭酸塩岩からは直径4mm程度の球体構造も認められた。この球体は“スロンボライト”に付随した細粒石灰岩に密集して分布する。球体は薄い有機物の膜により仕切られ、中には炭酸塩のセメントが充填している。新原生代に多産するアクリタークも有機膜を保存するが、4mmという直径は異様に大きい。チオマルガリータの様な巨大細菌でもないだろう。球体構造のいくつかは膜が破れ、内部には指状構造と同様の微細組織が認められた。これが指状構造の幼生であれば、小球体は卵である可能性が高い。ただし、現在の海綿動物の卵にもこの様な大きさの物は無い。

指状構造と小球体が同一の海綿動物を由来としているならば、サリトレ層の炭酸塩岩は最古の多細胞動物のイメージを提供する。“海綿動物”は有機物が多量に懸濁する水の中で、底層水の方向へと成長する濾過栄養動物であった。この動物は卵により増殖した。卵が大型だったのは、「自己捕食」を避けるための進化上の戦略だったのかもしれない。

*Digitate structures and small spheroids in carbonate rock of the Salitre Formation (Neoproterozoic, Brazil): Image of the oldest multicellular animal.

Akihiro Kano, Tomoyo Okumura, Taiki Mori (Kyushu University), *Chizuru Takashima (Saga University) and ****Fumito Shiraishi (Hiroshima University)

A21

伊豆半島東南部の新第三系白浜層群より産出する
大型化石とその生息環境歌川史哲・上松佐知子・指田勝男
(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

伊豆半島南部には新第三系白浜層群が広く分布しており(田山・新野, 1931)、その層序に関しては各地で詳細な調査が行われてきたものの、水平方向への岩相変化が激しい為に広域での層序対比はあまり行われていない。本研究の調査地域である下田市周辺の白浜層群は下位から須崎層、原田層及びこれを覆う火成岩体からなる(松本ほか, 1985)。

最下位の須崎層を整合に覆う原田層は、主に軽石やスコリアを含む石灰質砂岩からなり白浜海岸、弁天島や柿崎周辺、下田市街地西方から下田公園にかけて分布している。層厚は薄い場所では30~40m、厚い場所では250m程度である。下田公園では北西-南東の走向で北東に傾斜しており、柿崎及び須崎地域では北東-南西の走向で北西に緩く傾斜している。白浜海岸では北西-南東の走向で南西に傾斜している。石灰質砂岩中にはクロスラミナが発達し、離弁の二枚貝化石やフジツボ、コケムシ等の化石がラミナに平行に配列している。また *Nankaites* sp. や *Ophiomorpha* sp. といった浅海相の生痕化石を産出する。

白浜神社の露頭に代表される原田層の石灰質砂岩から産出する大型化石は Nomura and Niino (1932) による記載が行われて以降、徳田・大塚(1936)、Tomida (1996) 等で報告がなされている。これまでの調査で白浜神社、古根、長田、弁天島の下四か所の石灰質砂岩から *Cryptopecten vesiculosus*, *Chlamys* (*Mimachlamys*) *satoi*, *Spondylus cruentus*, *Ostrea circumpicta*, *Lima zushiensis* 等の岩礁や砂礫底-砂底に生息していた事を示

す二枚貝や掘足類 *Dentalium* sp., 腕足類 *Laqueus rubellus* 等 12 属 18 種を同定し、その他甲殻類、蔓脚類、棘皮動物、有孔虫等の化石が得られた。これらの産出化石は前期鮮新世の後期~後期鮮新世の前期の年代を示すと推定される。

産出した二枚貝化石のうち現生種は 7 属 8 種あり、*Spondylus anacanthus*, *Spondylus barbatus cruentus*, *Ostrea circumpicta*, *Crassostrea* cf. *gigas*, *Lima zushiensis*, *Venus* (*Ventricularia*) *toreuma*, *Septifer* cf. *keenae* の 6 属 7 種は岩礁性で潮間帯に生息する種であり、*Comptopallium tayamai*, *Decatopecten izuensis* も同属の現生種は岩礁に生息する事から岩礁性二枚貝であったと考えられる。一方で *Cryptopecten vesiculosus* や *Lima zushiensis* は砂底-砂礫底の底質環境を示し、20m 以深にまで生息している。

原田層の化石密集層は浸食面を形成し、フジツボやコケムシといった固着性動物の化石を共産する。また殻片固着型や足糸付着型の二枚貝種が多く、浅海成の堆積物である事から鈴木(2001)の岩礁性化石群集のうち異地性 A に相当する。原田層の堆積時、岩石海岸の潮間帯には岩礁性二枚貝が生息し沖合の砂底-砂礫底には *Cryptopecten vesiculosus* 等が生息していた。岩礁性の二枚貝は死後沖合へと流されて堆積したが、*Cryptopecten vesiculosus* も合弁の個体が産出せず離弁の化石も破片化している事から、潮間帯から流されてきた岩礁性二枚貝と砂底-砂礫底に生息していた二枚貝が更に運搬され、混合して堆積したと考えられる。

Mega fossils from the Neogene Shirahama Group, southeastern part of Izu Peninsula, and their environment.

Fumiaki Utagawa, Sachiko Agematsu, and Katsuo Sashida (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

A22

カンブリア紀前期における堆積環境の違いに
対する生物活動の多様化*

望月貴史(名大・環境学研究所)**・大路樹生(名大・博物館)***

生物が爆発的に多様化したとされるカンブリア紀前期(Atdabanian-Botomian)において、生物をとりまく環境ごとに生物活動がどのように変化したのかを調べるため、アメリカ合衆国 California 州の White-Inyo 地方の 3 つの Formation (Campito, Poleta, Harkless) から産出する生痕化石を比較調査した。3 つの Formation からは、いずれも波の影響で形成されたと見られる堆積構造や微生物マット由来の構造が観察され、堆積環境は storm wave base 以浅の浅海相と予想される。

Campito Formation は細粒砂岩で構成される Andrews Mountain Member とシルト岩と細粒砂岩で構成される Montenegro Member の 2 つの Member で調査を行った。どちらの Member からも堆積面に生痕化石が観察され、前者の Member からは *Planolites* や *Taphrohelminthopsis* などの生痕化石が産出し、後者の Member からは *Cruziana* が多産した。

また、Poleta Formation は主に細粒砂岩とコーツァイトで構成される Middle Member で調査を行った。細粒砂岩相からは *Planolites* や *Cruziana*, *Rusophycus* などの数種類の生痕化石が観察されたのに対し、コーツァイト相からはこれらの生痕化石が見られず、逆に細粒砂岩相からはほとんど見られなかった *Skolithos* から成るパイブロックが頻繁に観察された。

Harkless Formation は細粒砂岩が主で構成された砂泥互層からなる Middle-Upper Member で調査を行った。この Formation からは *Taphrohelminthopsis* や *Rusophycus* といった他 2 つの

Formation で観察された生痕化石に加え、*Arthropycus* のような生痕化石が新たに産出した。

また、これらの Formation で共通して産出する *Planolites* のサイズを計測したところ、Formation ごとにサイズ分布の違いが見られた。特に Campito Formation で見られる *Planolites* は多様なサイズの個体が見られるのに対し、Poleta, Harkless Formation においては分布の幅が狭く、Campito Formation に比べてサイズの多様性は低かった。

また、White-Inyo 地方から産出した生痕化石を中国貴州省の同時代の浅海堆積相のものと比較した所、生痕化石相の違いが認められた。主に泥岩で構成される Balang Formation では、White-Inyo 地域でよく見られる *Cruziana* などが産出せず、*Trichophycus* や *Treptichnus* といった生物が堆積物中を潜って移動したことを示す生痕化石が観察された。一方で、主に砂岩からなる Chintingshan Formation では、*Cruziana* や *Bergaueria* などの一部同種類の生痕化石の産出は認められたが、White-Inyo 地域のものとはサイズ等に明確な違いが見られた。

これらの結果は、カンブリア紀前期の生物活動は生物をとりまく環境の違いに影響を受けて変化していたことを示唆している。特に堆積物の粒度の違いは底生生物の活動の違いに大きく影響していた可能性がある。しかし、同様の砂基質の堆積相でも White-Inyo 地方と貴州省で見られる生痕化石の間には違いが認められることから、カンブリア紀前期の生物活動は地域によってもかなり多様化していた可能性がある。

* The diversification of the Early Cambrian biological activities for different depositional environments.

** Takafumi MOCHIZUKI (Nagoya University), *** Tatsuo OJI (Nagoya University)

A23

北中国山東省中部カンブリア系海綿-石灰質微生物礁の構築様式とその発達の意義

足立奈津子 (鳴門教育大学)・小谷綾香・江崎洋一 (大阪市大・院)・劉建波 (北京大学)

カンブリア紀には、造礁骨格生物 (古杯類) が出現し、世界中の低緯度・浅海域に「古杯類礁」が発達した。しかし、ほぼ全ての古杯類はカンブリア紀前/中期境界付近で絶滅し、その後、オルドビス紀前期まで、石灰質微生物類が主体の礁のみが発達した (Adachi et al., 2011)。カンブリア紀での「礁の変遷様式」と背後の「地球生物環境」の解明を目指し、北中国山東省長清地域に分布する中部カンブリア系張夏層中の「礁の構築様式」を検討した。

山東省には、ウーイド/生砕質/微生物石灰岩から構成される張夏層が広く分布する。微生物石灰岩は、斑点・樹状組織を示すスロンボライト (主に、層状、稀に、ドーム形状) によって特徴付けられる。スロンボライト中では、二分岐するミクライト質フィラメント状の *Epiphyton* (石灰質微生物類) が特に豊富である。その他、*Tubomorphyton* (二分岐するスパー質フィラメント状) や *Girvanella* (分岐しないフィラメント状) が副次的に含まれる。*Epiphyton* は、通常、上方・側方へ成長するが、特異的に下方へ成長する場合も認められる。*Epiphyton* の密集部間には、海綿骨針や骨針状構造を示すミクライト "tuberosids" が散在する。また、微生物石灰岩と生砕質石灰岩中には、稀に、柱状の成長形態を示す lithistid 海綿 (直径 5-8mm) の破片が含まれる。

スロンボライトを形成する *Epiphyton* は、枝分かれを繰り返しながら、基本的に、上方・側方へと成長することで「礁の枠組み」を形成した。選択的に下方へと成長する *Epiphyton* は、次の過程の結果

と考えられる。(1) *Epiphyton* が形成した枠組み間の空隙を充填するように、*Epiphyton* が、その表面から下方・側方へと成長した。(2) lithistid 海綿間の余剰空間を、*Epiphyton* が、海綿表面から下方・側方へと成長した。後者は、最終的に「lithistid 海綿-石灰質微生物礁」を構築した。しかし、付着の場を提供した海綿は、後に微生物類の活動によって分解され、それに伴い沈殿したミクライトが "tuberosids" の形成に関与した。

カンブリア紀中・後期の間、lithistid 海綿を産する礁は、(1) 北米 (Bonanza King 層: Paibian; Wilberns 層: stage 9; Dotsero 層: stage 10; Desert Valley 層: stage 10), (2) イラン (Mila 層: Guzhangian-Paibian), (3) 韓国 (Daegi 層: Drumian), (4) 北中国 (本研究: stage 3) からわずかに産出する (Hong et al., 2012)。しかし、lithistid 海綿は、オルドビス紀前期には、世界中の浅海域で礁を構築した (Adachi et al., 2009)。従って、北中国の「海綿-石灰質微生物礁」は、オルドビス紀前期に大繁栄する「海綿礁」の先駆的な存在である。なぜ北中国 (検討をおこなった中国山東省と韓国の事例を含めて、北中国プラットフォーム上) で他地域に先駆けて発達しえたのか、今後、造礁生物以外の骨格生物の多様性の変化とも関連させた検討が必要である。

<引用文献>

Adachi N., Ezaki Y., Liu J., Cao J. (2009) *Sedimentary Geology*, v. 220, p. 1-11.

Adachi N., Ezaki Y., Liu J. (2011) *Palaios*, v. 26, p. 106-114.

Hong J., Cho S., Choh S., Woo J., Lee D. (2012) *Sedimentary Geology*, v. 253-254, p. 47-57.

*Modes of construction of the Middle Cambrian lithistid sponge-calcimicrobial reefs in North China and geobiological implications for their development.

Natsuko Adachi (Naruto Univ. of Education), *Ayaka Kotani, Yoichi Ezaki (Osaka City Univ.), ****Jianbo Liu (Peking Univ.)

A24

放散虫の安定した培養技術の確立へ向けて*

大金薫 (文教大・教育) **・辻彰洋 (科博・植物) ***・鈴木紀毅 (東北大・理) ****・山口篤 (北大・水産) *****

放散虫は、生層序解析、古環境解析などの化石記録に関する研究は多くなされている。しかし、生活環や摂餌行動などの生態には未知の部分が多い。これまでに行われてきた生態に関する研究は、放散虫の中でも主に Collodaria 目に属する種を対象に行われてきた (Anderson, 1978; Swanberg and Harbison, 1980)。しかし、本目は特殊な進化を遂げたグループで、典型的な放散虫とは言い難い。また、本目は化石となりにくい種が多く、古生物学ではそれほど重要視されていない。こうしたことから、古生物学で重要視されている Spumellaria 目や Nassellaria 目の放散虫の培養実験を行い、生態を解明したい。しかし、松岡 (2002) に採集・飼育方法がまとめられているものの、現段階では安定した条件で培養する方法が確立しているとは言い難い。そこで、本研究では従来の放散虫の培養方法の改良を試みた。

現在の標準的な放散虫の培養方法は、1) プランクトンネットで採集、2) パスツールピペットを用いて個体を単離、3) 海水を満たした 6 穴または 12 穴のセルカルチャープレートに入れて飼育する、である (松岡, 2002)。この方法には、培養中に他の生物が増える (Sugiyama and Anderson, 1997)、単離まで時間をおくと弱る (松岡, 2002) という問題点がある。また、容器に仮足が張り付いて放散虫が弱る、急に培養環境を変えるとすぐに弱ってしまう、定期的に海水を取り換えたほうがよい、採集直後に死ぬ個体が多いという経験則がある。

こうした点を踏まえ、1) 40ml と従来よりも大きな容器で培養する、2) 実験室のある調査船で採集する、3) 単離後 1 日

程度置き弱った個体を除く、4) 海水を取り換える、5) ろ過滅菌した海水を使う、という改良を試みた。

採集には 2012 年 6 - 8 月に北海道大学水産学部の練習船「おしよ丸」の第 229 次航海を利用した。採集した放散虫のうち、*Didymocorytis tetrathalamus* 26 個体、*Euchitonia elegance* 14 個体、*Dictyocoryne profunda* 12 個体、*Dictyocoryne truncatum* 2 個体、*Spongaster tetras tetras* 3 個体を単離し、培養した。

培養の結果、単離後 1~2 日以内に死ぬ個体が多いが、その後は 4~23 日生きていた。このうち、最も成績が良かった種は *D. tetrathalamus* であり、10 日以上生きていた個体が過半数を占め、最長で 23 日間生きていた。また、骨格が成長した個体があった。

過去に行われた実験では、*D. tetrathalamus* で 40 日 (Anderson et al., 1990)、*D. truncatum* で 37 日、*S. tetras tetras* で 37 日 (Anderson et al., 1989) の期間の培養に成功している。単純比較はできないが、本研究ではこれよりも培養期間が短い傾向があり、従来と比べてよい結果とならなかった。原因として、頻繁な観察と海水の交換や、船の揺れ放散虫の仮足が培養容器の壁に張り付き、それがストレスとなってしまったことが考えられる。

また、ろ過滅菌した海水を使ったにもかかわらず、培養中に他の生物が増えるという問題点が克服できなかった。使用した器具の滅菌が不十分であった点、放散虫細胞についた微細な生物を完全に除去することができなかった点が原因と思われる。

*The preliminary study of the method for culturing polycystine.

Kaoru Ogane (Bunkyo University), *Akihiro Tuji (National Museum of Nature and Science), ****Noritoshi Suzuki (Tohoku University), *****Atsushi Yamaguchi (Hokkaido University).

A25

嫌気環境下における底生有孔虫細胞内での
脱窒と微生物の関与*野牧秀隆・カ石嘉人・土屋正史・豊福高志・大河内直彦
(海洋研究開発機構)・植松勝之・多米晃裕(マリン・
ワーク・ジャパン)・北里洋(海洋研究開発機構)**

海底面は海洋の生物地球化学サイクルにおいて重要な役割を果たしているが、その中心を担っているのは原核、真核の単細胞生物である。有孔虫は、堆積物中の生物相の主要な構成要素であると同時に、さまざまな代謝サイクルを持ち、海底面付近での物質循環に影響を与えている。たとえば、底生有孔虫は細胞内に硝酸塩プールを持ち、貧酸素、無酸素環境下ではその硝酸塩を用いて硝酸塩呼吸(脱窒)を行い、無酸素環境でエネルギーを得ていると報告されている。一方で、有孔虫と共生している微生物が有孔虫細胞内での脱窒を担っているという報告もあり、その詳細は理解されていない。我々は、浅海性の底生有孔虫 *Ammonia beccarii* を用いた飼育実験を行い、好気環境下、嫌気環境下で硝酸塩の利用がどのように異なるのか窒素同位体ラベル実験を通して明らかにした。また、それぞれの環境下での細胞内観察も行い、微生物の関与の有無を検討した。

飼育実験では、窒素同位体比の異なる硝酸ナトリウム(+73‰、0‰、-73‰)を添加した海水と堆積物を含むガラス瓶を複数本用意し、好気/嫌気環境でそれぞれ約1カ月もしくは2カ月間飼育した。実験終了後、有孔虫細胞全体から抽出したアミノ酸と、細胞質を除去して殻内有機物から抽出したアミノ酸の窒素同位体比を測定、比較することで、好気/嫌気環境においてどの程度環境水中の硝酸塩が利用されていたかを明らかにした。

実験の結果、嫌気環境下のみで硝酸塩が利用されており、また、その影響は殻内有機物では見られず細胞質のほうでのみ顕著であった。底生有孔虫細胞内のアミノ酸窒素同位体比は、添加した硝酸ナトリウムの窒素同位体比より40-50‰重くなっており、細胞内の硝酸塩プールを用いて脱窒が行われる際に軽い窒素同位体比を持つ硝酸塩が優先的に利用され、残った硝酸塩を用いてアミノ酸が合成されていることが示唆される。同様の、細胞内での軽い硝酸塩の利用に伴って細胞質でのみ重いアミノ酸窒素同位体比を持つという現象は、天然の *Ammonia beccarii* でも確認された。これらの結果から、底生有孔虫の細胞内と殻内のアミノ酸窒素同位体比の違いは、嫌気環境での硝酸塩呼吸の指標として使える可能性がある。

一方、透過型電子顕微鏡を用いた細胞内観察の結果、嫌気環境下での飼育個体には壁孔内部、液胞付近にバクテリアと思われる構造が観察された。好気環境での飼育個体にはそのような構造は観察されなかったことから、*Ammonia beccarii* の脱窒にはそれらの微生物が関与している可能性が高い。嫌気環境で飼育した個体の細胞全体のアミノ酸組成は、殻内有機物や、好気環境で飼育した個体の細胞全体のアミノ酸組成とも異なり、これらの微生物によるアミノ酸合成の可能性を示唆する。

.....
*Denitrification in benthic foraminiferal cells under anoxic conditions

**Hidetaka Nomaki, Yoshito Chikaraishi, Masashi Tsuchiya, Takashi Toyofuku, Naohiko Ohkouchi (JAMSTEC), Katsuyuki Uematsu, Akihiro Tame (Marine Works Japan), and Hiroshi Kitazato (JAMSTEC)

A26

津波による堆積物攪拌が渦鞭毛藻の増殖に与えた影響*

松岡数充(長大環シナ)**・池田有里(北里大海洋)***・
加賀新之助・内記公明(岩手水技セ)****・小楡山篤志・
山田雄一郎・緒方武比古(北里大海洋)***

【目的】堆積物表層に沈積した渦鞭毛藻シストは次期増殖の種(タネ)としての機能を備えている。すなわち、多くのシスト形成渦鞭毛藻類は、沈積したシストが至適環境下で発芽して増殖し、ブルームを形成する。

三陸海岸・大船渡湾では2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による巨大津波襲来後の5~6月にかけて、極めて高い細胞密度(101~677cells/ml)で麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* が増殖し、ホタテやカキなど養殖貝類の毒化を引き起こした。本研究では、この記録にない規模の *A. tamarense* の増殖機構を解明する初動として、東北地方太平洋沖地震による津波が大船渡湾の渦鞭毛藻シストの水平分布に与えた影響を明らかにする。

【方法】2012年9月に大船渡湾(全域14定点)でエクマンバージ採泥器により表層底泥(0~3cm)を採取した。塩酸とフッ化水素酸を用いる Matsuoka and Fukuyo (2000) の方法によって試料を処理した後、一定量を光学顕微鏡下で観察した。観察に際しては渦鞭毛藻シストを可能な限り同定し、細胞を計数した。なお、同じく麻痺性貝毒原因種であり、主に晩夏から初秋にかけて出現する *Alexandrium catenella* も *A. tamarense* と形態的に識別が困難な無色で楕円形のシストを形成するので、本調査ではこれら2種のシストを合わせて *A. tamarense* type シストとした。また、レーザー回折式粒度分布測定器(SALD-3100)を用いて各試料の粒度分析も行った。

【結果・考察】総シスト量は湾奥と湾央で高く、17844~66502cells/gであったのに対して、湾口では2564~11598cells/gと少なかった。A.

tamarense type のシストは湾全域に分布していたが、湾奥や中央部で高く(最高値62,458 cells/g)、湾口域では低い傾向(最高値8,851cells/g)にあり、偏在していた。また、湾央から湾奥では観察された渦鞭毛藻シストのうち90%以上を *A. tamarense* type が占めていた。一方、その他のシストでは従属栄養性の Peridinioid シスト(最高値3,125cells/g)が多く、独立栄養性の Gonyaulacoid シスト(最高値1,099cells/g)と共に湾全域でほぼ均一に分布しており、*A. tamarense* type とは分布状態が異なっていた。

粒度組成については泥分が80%前後であったが、1988年のデータと比較すると湾奥 St.1 では泥分が50%で粗粒化し、港外 St.14 では75%となり、逆に細粒化していた。

湾中央部で得た柱状試料の目視観察では表層から20-30cmまで攪乱された形跡が認められた。

一般的に渦鞭毛藻の総シスト数や種数と泥分率には正の相関関係が認められているが、今回の調査では無相関であった。それは、総シスト数に占める *A. tamarense* type シスト数が異常に高かったことが原因である。

これらの観察結果から、津波後の大船渡湾での *A. tamarense* の大規模増殖(赤潮)は、堆積物の攪乱による海水中へのシストの再懸濁、それによる発芽細胞の増加とそれらの増殖によると考えられる。さらに、*A. tamarense* ブルーム終期に新規シストが形成され、それが海底に沈積した結果、湾央から湾奥にかけて極めて多量の *A. tamarense* type シストが堆積物表層に保存されていると推察できる。

*Effect of sediment disturbance for dinoflagellate reproduction by Tsunami.

** Kazumi Matsuoka (Nagasaki Univ.), *** Yuri Ikeda (Kitasato Univ.), ****Sin'nosuke Kaga・Kimiaki Naiki (Iwate Fish. Tech.), *** Atsushi Kobiyama・Yuichiro Yamada・Takehiko Ogata (Kitasato Univ.)

A27

食性が浮遊性有孔虫の個体数に与える影響*

藤田和彦・東江龍自(琉大・理)**・

土屋正史・カ石嘉人・大河内直彦(JAMSTEC)***

浮遊性有孔虫群集は古海洋環境の生物指標として用いられる。それは浮遊性有孔虫の分布や個体数が水温・塩分・光量・溶存酸素量などに影響されるためである。そのような物理・化学的な環境因子と浮遊性有孔虫の分布や個体数との相関については多くの研究がなされてきた。一方で食性(餌)や捕食などの生物的要因が浮遊性有孔虫の分布や個体数にどの程度影響を与えるのかについては、これまで定量的に把握した研究は少ない。そこで本研究では餌が浮遊性有孔虫の個体数にどの程度影響を及ぼすのかを統計的手法により検討した。また、統計的手法により推定された浮遊性有孔虫の食性が、アミノ酸の窒素同位体比から推定される栄養段階の結果から支持されるか検討した。

本研究は、淡青丸KT11-25航海において駿河湾湾口で採取されたプランクトンネット試料を用いた。水深0-20, 20-50, 50-100, 100-200 m の4層でネット曳きを2回行い、計8試料を得た。各試料から浮遊性有孔虫と動物プランクトンを拾い出し、各深度における個体数(#/m³)と種組成を調べた。また、各試料のマリンズノー(粒子状有機物)の湿重量(mg/m³)を計量した。得られた浮遊性有孔虫と動物プランクトンの個体数、マリンズノー量、海洋環境因子(水温・塩分・クロロフィル量・溶存酸素量)を基に単回帰分析を行い、それぞれの相関を求めた。単回帰分析の結果から相関の高い要素を組み合わせる重回帰分析を行い、複数の要素から浮遊性有孔虫の個体数を導く関係式を求めた。また、優勢種2種(*Neogloboquadrina dutertrei*,

Pulleniatina obliquiloculata)については、殻と原形質とをまとめてアミノ酸の窒素同位体比を測定した

本海域における優勢種は、*Neogloboquadrina dutertrei*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinoides ruber* である。浮遊性有孔虫と動物プランクトンの個体数・マリンズノー量は、密度躍層がみられる水深50 m 以下で高い値を示す。浮遊性有孔虫はカイアシ類の中でもケンミジンコよりもヒゲナガケンミジンコの方が高い相関を示す。重回帰分析の結果、有意な関係式が得られた*P. obliquiloculata* の個体数はクロロフィルa量に、*N. dutertrei* の個体数はマリンズノー量に最も影響を受ける。アミノ酸の窒素同位体比(平均値)は、*P. obliquiloculata* が2.1, *N. dutertrei* が2.4である。

本研究結果より、*P. obliquiloculata* は植物プランクトンを、*N. dutertrei* はマリンズノーをそれぞれ主な餌にしていると考えられる。この2種の食性の違いはアミノ酸の窒素同位体比からも支持され、それぞれ植食性・マリンズノー食性の傾向が強い。*P. obliquiloculata* はこれまで黒潮の指標とされ、*N. dutertrei* は密度躍層の指標とされてきた。しかし実際はそれぞれの海域の物理・化学環境因子に直接影響を受けるよりも、それらの環境因子に影響を受けて変化する植物プランクトンや動物プランクトン、それらを含むマリンズノーの量に依存していると考えられる。

.....

*Food as a primary factor influencing population densities of planktonic foraminifers

Kazuhiko Fujita, Ryuji Toue (Univ. Ryukyus), *Masashi Tsuchiya, Yoshito Chikaraishi, Naohiko Ohkouchi (JAMSTEC)

B01

化石記録に基づく伊豆半島南部の古津波・古地震*

北村晃寿・大橋陽子・小倉一輝・内田絢也・斉藤亜妃・
 小山真人・篠原和夫(静岡大学)**・宮入陽介(東京大学)**・
 板坂孝司(静岡県庁)**

国は南海トラフで起こる最大クラスの津波高の予測を2012年3月に公表した。その中で、静岡県下田市・南伊豆町沿岸は25.3mという値が示され、8月の発表では下田市は33mに引き上げられた。一方、同地域を襲った最大の津波は、1854年の安政東海地震と1707年の宝永地震の津波で波高は6.8mに達したと推定されている。このように、最大クラスの津波高が、従来認知されていたものより20mも高いことから、地域住民の津波に対する関心は極めて高い。だが、同地域における歴史以前の古津波・古地震の調査は少ないので、2012年4月から静岡県と合同で同地域の海岸低地の完新統について調査した。調査は、河川拡幅工事で現れた幅10mの露頭(標高3.0m)と10地点(標高2.6~9.6m)で掘削したボーリングコア試料(長さ8~11m)で行った。さらに下田市吉佐美の隆起貝層の生物種と高度の調査し、年代測定を行った。

海岸平野の完新統

南伊豆町の調査した完新統は、下部は潮間帯から潮下帯の堆積物で、保存状態の良い貝化石 *Batillaria cumingii*, *B. multiformis*, *Crassostrea gigas*などを産する。上部は陸成層で、内陸側では河川・後背湿地堆積物で、海岸側では前浜や後背湿地堆積物からなる(北村ほか、印刷中)。海成層の上限年代は、海側に向かって若くなり(6960~6780年前から4810~4610年前)、上限高度は海側に向かって高くなる(標高-0.80mから+0.55m)。1地点の潮間帯の砂礫層から保存状態の良い諸磯式土器(5950~5750cal BP)の破片が産した。

下田市街地の調査した中で、最も海側のコア試料(標高3.3m)は、下部、中部、上部に区分され、それぞれ海成砂層、軽石層、河川堆積物からなる。海成層の上限高度と年代は-4.2m, 3070~2870年前である。

下田市白浜海岸の後背湿地(標高2.5m)では深さ8.5mまで掘削し、7310~7260と6890~6800年前の¹⁴C年代値を得たが、すべて陸成層である。いずれの地点からも津波堆積物は検出されなかった。

海食洞の隆起貝層

調査地域の隆起貝層は福富(1935)が記載し、その後、石橋ほか(1979)、太田ほか(1986)が、標高2.3~2.7mの貝殻から2830±90年前と2650±80年前の¹⁴C年代値を、0.9~1.1mの貝殻から670±75年前と645±80年前の¹⁴C年代値を報告した。だが、隆起現象と歴史地震との対応関係をつけることはできなかった。

本調査で隆起貝層は3帯に区分され、I帯(標高3.5~2.7m)は固結した石灰岩からなり、主にフジツボからなる。II帯(標高2.7~2.0m)は保存状態の良いフジツボ *Chthamalus challenger*の密集からなる。III帯(標高2.0~1.0m)は保存状態の非常に良いヤッコカンザシの棲管の多産で特徴づけられる。それぞれの¹⁴C年代は西暦640~740年、1030~1180年、1460~1560年前の範囲にある(下田沖のローカルリザーバー効果 ΔR=109; Yoneda et al. 2000を使用)。前述の石橋ほか(1979)と太田ほか(1986)の¹⁴C年代を暦年代に補正すると、2830±90年前は3072~2827 cal BP, 2650±80年前は2831~2648 cal BPとなり、本研究よりも古い。これはI帯の離水以前に固着していた個体の年代を示すのだろう。一方、0.9~1.1mの¹⁴C年代は670±75年前が602~480 cal BP, 645±80年前が587~458 cal BPとなり、本研究のIII帯の値と一致する。

以上のことから、伊豆半島南部の古津波・古地震については次のことが分った。(1)津波堆積物は検出されなかった;(2)1500~6000年前は沈降が優勢で、北東に向かって沈降速度が大きくなる;(3)1500年前以降、三回の地震性隆起があり、最後の事象から500年経過している。

*Holocene tsunami deposits and paleo-earthquakes in southern area of Izu Peninsula, Shizuoka, based on fossil records.

Akihisa Kitamura, Yoko Ohashi, Kazuki Ogura, Jyunya Uchida, Aki Saito, Masato Koyama, Kazuhiro Shinohara (Shizuoka Univ.), *Yusuke Miyairi (Univ. Tokyo), ****Koji Itasaka (The Shizuoka Prefecture Government Office).

B02

西南日本の下部白亜系物部川層群のパリノ
 フロラと日本における被子植物の出現時期*
 ルグラン・ジュリアン(中央大・理工)**・山田敏弘
 (金沢大・理工)***・辻野素之(徳島県立博物館)****・
 西田治文(中央大・理工)**

西南日本は、中央構造線を境に日本海側の内帯と太平洋側の外帯の二つの地質学的構造地域に区分される。ジュラ紀後期~白亜紀前期の日本において、内帯には湿潤な気候を好む手取型植物群、外帯には乾燥した気候を好む傾石型植物群が生育していた。しかし、大型の植物化石は扱える種数と産出層に限られ、これを用いた古環境・古植生復元は精度が高いとはいえない。また、この時代は、世界に被子植物が分布を拡大した時期であるが、日本においては、その侵入時期が未特定である。現在まで、日本での確実な最古の被子植物記録は、北海道の蝦夷層群から産出した白亜紀アルビアン材と種子である。

私たちは、ジュラ紀後期~白亜紀前期の日本における植生と環境をより詳細に復元する目的で、同時期の堆積物を用いて、時空間をできるだけ網羅したパリノフロラ解析を進めている。その過程で、西南日本に広く分布する秩父帯物部川層群からパリノモルフを発見したので報告する。今回は、和歌山県湯浅・有田川地域の湯浅層、有田層、西広層や徳島県勝浦地域の立川層、羽ノ浦層、藤川層で資料を得た。これらの地層は、植物、二枚貝やアンモナイトを産する汽水成~浅海成堆積物であり、生層序、層位的対比からオーテリビアン~アルビアンのもものと推定される。

パリノモルフとして、孢子、花粉、クチクラ、材片、渦鞭毛藻、有孔虫が得られた。シダ類、小葉類、セン類の孢子を主体とし、針葉樹目やベネチテス目/ソテツ目の花粉も含まれる。このパリ

ノモルフ群集から物部川層群の植生変遷を復元した。さらに同じ外帯に属する銚子層群との比較も行った。これらの成果は、東アジアにおける花粉生層序の確立にも大きく寄与する。

特筆すべきは、西広層(上部パレミアン~アプチアン)から *Retimonocolpites*属の被子植物花粉を発見したことである。*Retimonocolpites*は、世界中の下部~中部白亜系に多産する典型的な初期被子植物花粉で、複数の系統に属するとされる非真性双子葉類の花粉形態属である。日本最古の確実な被子植物花粉は東北の白亜紀コニアシアンから報告されている。今回、発見した花粉は、大型化石も含め日本最古の被子植物の確実な記録となり、日本における被子植物の出現時期は、これまで知られていたよりも約2500万年古いことが明らかになった。アジアでは最古の被子植物化石は中国東北部で報告され、白亜紀前期では花粉化石が中国、ロシアと韓国でしか報告されていない。今回の報告は、中国における被子植物の出現時期と矛盾せず、東アジアにおける被子植物出現時期を反映していると考えられる。

今後、内帯や東日本外帯も含め同様の研究を継続し、日本とアジアにおいて中生代前期型のシダと裸子植物主体の植生からどのようにして被子植物主体の植生に移行していったのか明らかにするとともに、その背景となる環境変化についても情報の集積に努めたい。

* Palynofloras from the Lower Cretaceous Monobegawa Group, Southwest Japan, and apparition period of the Angiosperms in Japan.

** Julien Legrand, Harufumi Nishida (Chuo University), *** Toshihiro Yamada (Kanazawa University), **** Yasuyuki Tsujino (Tokushima Prefectural Museum)

B03

低塩汽水湖、宍道湖で確認された1980年代以前の有孔虫群集の顕著な変化*

野村律夫 (島根大・教育)**

近年の海面水位の上昇は、地球温暖化に関連してIPCCでも重要な環境問題のひとつであり、生態系やわれわれの生活圏に及ぼす影響について多角的な議論がされている (IPCC, 2007; LOICZ, 2011)。汽水域は、海水と淡水の混合水域として、塩分の変動を受けやすい。そのため、海水面の上昇による塩分の変化を堆積物や生態系が記録する場所として重要である。しかし、汽水域は漁業活動や環境管理などの人為的影響を受けやすく、また多くの汽水域では地形変化が過去から進められてきた。人為的影響によって有孔虫群集が変化したことを示す報告も多い (Nomura, 2003)。とくに、*Ammonia* イベント (野村・遠藤, 1998) は、気候変動のようなグローバルな影響を含めて人為的影響との関係を理解するうえで意義深い。

汽水域でも低塩分域に相当する宍道湖は、過去数100年まで遡って塩分変動の歴史を明らかにすることができる湖である。今回、有孔虫の産出を検討したところ、*Ammonia* イベントに相当する大きな変化が1700年代後半に起こっていることを確認することができた。

【柱状コアの採取場所と方法】

宍道湖は低塩分湖 (3~10%程度) であるため、中海からの逆流の影響を受けやすい東部に主要な有孔虫の産出がみられる。本研究では、東部の北と南の水深4.5mからそれぞれ70cmのコアを採取した (Loc. 1; Loc. 2)。有孔虫群集解析、Pb-210と Cs-137による年代測定、有機炭素・窒素分析、塩素含有量の測定を行

った。なお、これらのコアで確認された1980年頃の*Ammonia* イベントの概要については地質学会 (2011年茨城大学) で報告した。

【結果】

○Loc. 1とLoc. 2は宍道湖東部に位置しているにも関わらず、1980年代以前の有孔虫群集の層位的変化が南北の違いを明瞭に示した。顕著な有孔虫の増加を示した層準として、Loc. 1では湖底下28-37cmで、有孔虫数が14-45indiv./gを示し、主要種*Ammonia beccarii* が11-35indiv./gを占めた。Loc. 2では12-15cmで有孔虫数が36-55 indiv./gであったが、*Ammonia*の特別な増加はなく、*Haplophragmoides* (74-88indiv./g) が優占していた。Loc. 2はその他の層準でも有孔虫数の増加と*Ammonia*数の明瞭な相関はみられなかった。

○Loc. 1は、堆積速度が極めて低く、湖底下28-37cmは1785-1840年頃に相当する。Loc. 2の12-17cmは1925-1942年頃になる。

○各コアで確認されたこれらの年代は、宍道湖の周辺で行われた人為的変形改変の時期と一致した。Loc. 1は1784-1788年の島根半島を横断して開削された佐陀川工事とLoc. 2は1923-1939年の宍道湖と中海をつなぐ大橋川の拡幅工事の時期に当たる。

○Loc. 1とLoc. 2の距離が2.3km程度にも関わらず、有孔虫群集が異なった反応をしていたことは、汽水域特有の複雑な水の動態を反映している。

○講演では、*Protelphidium*の分類学的問題についても言及する。

.....
* Foraminiferal event before the 1980s in low brackish lake Shinjiko
**Ritsuo Nomura (Shimane University)

B04

飼育実験より得られた溶存酸素濃度の浮遊性有孔虫への影響*

黒柳あずみ (東大・大海研)**・Régine E. da Rocha (AWI)
・Jelle Bijma (AWI) *・Howard Spero (UC Davis)
*****・川幡穂高 (東大・大海研) *****

浮遊性有孔虫は、生息時の環境を炭酸塩の殻などに記録できる事から、古環境を復元する際の重要なツールの一つである。白亜紀中期には、炭素同位体比の異常な変化と有機炭素に富む堆積物を伴う、海洋無酸素事変 (Oceanic Anoxic Event, OAE) が数回起き、その近傍で浮遊性有孔虫は高い種分化速度・絶滅率を示す。これは高生物生産に伴う溶存酸素極小層の拡大または/かつ急激な深層水温暖化による成層化崩壊が原因であるとされているが、しかし、実際の海洋の溶存酸素濃度が浮遊性有孔虫に与える直接的な影響やその程度についてはいまだに不明である。本研究では、技術的な問題からこれまで実施されていなかった浮遊性有孔虫の溶存酸素コントロール飼育実験を世界で初めて試み、海水中の溶存酸素が浮遊性有孔虫にもたらす影響について検証した。

飼育実験では、共生藻を持つ*Orbulina universa*及び、共生藻を持たない*Globigerina bulloides*の2種を用いた。ロサンゼルス沖の外洋から採取したこれらの有孔虫個体を実験室内で、10%から100%までの6段階 (DO = 10, 20, 40, 55, 70, 100%) の溶存酸素濃度において、20°Cで12・12時間の光サイクルの環境下で飼育した。また飼育期間中は、一定の溶存酸素濃度を保てるよう気密性の高いバイアル瓶を用い、飼育前後で溶存酸素を測定して密閉性の確認を行った。その結果、両種共にどの溶存酸素濃度 (DO10%-100%) においても60%以上の配偶子形成率を

示した。また共生藻の有無による影響は、配偶子形成率では顕著には見られなかった。60%以上の配偶子形成率は、以前の飼育結果より、この環境は、これらの種にとり十分に生存可能範囲である事を示す。以上より、両種とも予想をはるかに上回る貧酸素耐性を示し、さらに、たとえ溶存酸素濃度がdysoxicと言われる0.7 mg O₂ l⁻¹程度の貧酸素環境であったとしても、浮遊性有孔虫は殻付加、成長、配偶子形成をすることが示された。つまり、生息環境が少なくとも“dysoxic”のレベルにおいては、溶存酸素濃度がOAEにおける浮遊性有孔虫の直接的な絶滅要因にはならないと考えられる。両種とも、配偶子形成までの期間は、有意な差は見られなかったが、殻重量は溶存酸素濃度と共に大きく変化した。本研究において、殻重量と殻長径には高い相関があり、さらに飼育実験開始前の殻長径には有意な差が見られない事から、溶存酸素濃度が最終的な殻重量に影響を与える事が示唆された。OAEの発生プロセスについては、1) 海洋大循環の停滞による海洋全体の無酸素状態 (STO)、2) 溶存酸素極小層の拡大 (OMZ) の2つのモデルが提唱されているが、今回の結果より、浮遊性有孔虫の大量絶滅を伴うOAEの発生プロセスは、生物生産増大型 (OMZ) であり、STO型の場合には河川によるリン流入の増加が必要であることが示唆された。

.....
*Foraminiferal response to dissolved oxygen condition: results from laboratory culture experiments.

Azumi Kuroyanagi (The university of Tokyo), *Régine E. da Rocha (Alfred Wegener Institute), ****Jelle Bijma (Alfred Wegener Institute), *****Howard Spero (University of California Davis), *****Hodaka Kawahata (The university of Tokyo)

B05

南大洋における最終氷期の
海氷拡大・寒冷化イベント*池原実 (高知大) **・香月興太 (KIGAM) ***・
山根雅子 (東京大) ****・横山祐典 (東京大) *****・
松崎琢也 (高知大) *****

【はじめに】南大洋はグローバルな気候システムにおいて極めて重要な役割を持っている。南極寒冷圏 (Antarctic Cryosphere) は、南極氷床、南極表層水、海水、南極極前線、南極周極流などから構成され、これらのサブシステムは相互に連動しながら新生代を通じた全球的な気候進化に大きく寄与してきている。しかしながら、最終氷期における海氷分布域の変動と氷縁域での生物生産量変動、極前線帯や南極周極流の南北シフトなどの変動は依然として不明瞭であり、それらの変動様式の詳細復元とメカニズムの理解が待たれている。

【試料と手法】本研究に用いた海洋コアは、南大洋インド洋区のコナラッドドライブから採取されたCOR-1bPC (54°18'S, 39°43'E) である。コア地点は南極前線帯に位置し、北側に極前線 (Polar Front)、南側に冬季海氷北限がある。COR-1bPCの年代モデルは、浮遊性有孔虫 *Neogloboquadrina pachyderma* (s.) の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) と放射性炭素年代によって構築した。分取した堆積物から漂流岩屑 (ice-rafted debris: IRD) (>150 μm) を拾い出し、火山ガラスやパミスなどの火山性IRDとその他のIRDとに分類した後、それぞれの粒子数と重量を計測した。また、一部のIRD粒子については、走査電子顕微鏡 (SEM) にて形態観察を行うとともに、電子プローブマイクロアナライザ (EPMA) を用いて主要元素分析を行い、起源の推定を行った。また、珪藻群集解析を行い、温暖種、冷水種、海氷種の相対産出変動について考察した。

【結果と考察】*N. pachyderma* の $\delta^{18}\text{O}$ は 2.8‰ から 5.0‰ の間で変動し、最終氷期には南極アイスコアで観察される Antarctic Cold Reversal (ACR) に対応する変動を明瞭に示した。

火山灰起源の粒子を除いたIRD岩片は、完新世ではほとんど産出しないが、約16ka以前の最終氷期初期から最終氷期にかけて定常的に産出した。IRD岩片は、石英、普通輝石、正長石、斜長石などからなり、それらIRDの乾燥堆積物1g当たりの産出数は、数千年スケールで周期的に増加する傾向を示した。このようなIRD増大イベントでは、珪藻群集において海氷種の割合が増える傾向にあった。

同様の周期的なIRD増大イベントは南大西洋でも見いだされており、South Atlantic IRD events (SA-IRD events) と呼ばれ、北半球高緯度のハインリッヒイベントと同じように南極氷床も最終氷期に周期的な大崩壊を起こしていた可能性が指摘されていた (Kanfoush et al., 2000, 2002)。しかし、そのIRDの起源を化学分析から特定したところ、その多くは南極大陸ではなくサウスサンドイッチ諸島起源の火山噴出物であることが判明し、そのIRD運搬機構として海氷が重要であると指摘された (Nielsen et al., 2007)。予察的な化学分析結果によると、COR-1bPCコアのIRD粒子の起源もサウスサンドイッチ諸島を示唆した。よって、IRDおよび海氷珪藻種の増大イベントは、最終氷期から最終氷期初期にかけて周期的に海氷分布域が拡大する寒冷化イベントが南大洋インド洋区で繰り返し起こっていたことを示す。

* Millennial-scale events of sea-ice expansion and cooling in the glacial Southern Ocean.

Minoru Ikehara (Kochi Univ.), *Kota Katsuki (KIGAM), ****Masako Yamane (Univ. of Tokyo), *****Yusuke Yokoyama (Univ. of Tokyo), *****Takuya Matsuzaki (Kochi Univ.)

B06

最終氷期の千年スケール冬季モンスーン変動
が日本海表層の混合層深度に与えるインパクト*佐川拓也 (愛媛大・沿岸) **・内田昌男 (国立環境研) ・
池原 研 (産総研) ・村山雅史 (高知大・海洋コア) ・
岡村 慶 (高知大・海洋コア) ・多田隆治 (東大・理) ・
加 三千宣 (愛媛大・沿岸) ・岡崎裕典 (九大・理)

最終氷期の日本海深海堆積物はコントラストの高い明暗互層によって特徴付けられ、深層水の溶存酸素濃度が劇的に変化したことを物語っている。堆積物の明度の変化は、グリーンランド氷床コアの酸素同位体比に代表される千年スケールのダンスガード・オシュガーサイクル (DOサイクル) と類似しており、日本海の深層水溶存酸素濃度が北半球スケールの気候変動と密接に関わっていたことを示している。明暗互層の形成には、海洋表層から深海へと供給される有機物の分解に伴う酸素の消費と、鉛直循環による供給の両方に関わっていると考えられるが、これらの相対的な寄与に関しては未だ理解されていない。特に、当時の海水温や塩分の変動に関するデータが存在しないため、千年スケールで鉛直循環がどのように変化したのかについてほとんど理解されていない。

本研究では、日本海南部の中深度 (水深329 m) から得られた堆積物コア中に含まれる、浮遊性有孔虫と底生有孔虫化石のMg/Caを分析し、5万年前から3万年前にかけて表層水温と中層水温の千年スケール変動を復元し、その水温差から鉛直水温構造を推測した。現在、研究地点では一年を通して温暖な対馬暖流が流れており、表層と中層の水温差は3月においても約10°Cである。表層水温の復元には、3月に多く生息する *Globigerina*

bulloides を用い、中層水温の復元には、*Uvigerina akitaensis* を用いた。

浮遊性有孔虫のMg/Caによって復元された表層水温は約3度の幅 (4.2-7.2°C) を持って千年スケールで変動し、低温期はDOサイクルの亜氷期に対応していた。5-3万年前における平均水温は現在の3月の表層水温 (約11°C) と比較して5°C程度低く、当時の対馬暖流が現在と比べてかなり弱かったか、低温であったことが推測される。一方、底生有孔虫のMg/Caによって復元された中層水温は約2.5°Cの幅を持って変動し、そのパターンは表層水温と逆の変動を示す。つまり、表層水温が高い時期には中層水温は低く水温差は約3°Cであるが、表層水温が低い時期には中層水温が高くなり、水温差は約0°Cとなる。水温差が小さくなる時期は、DOサイクルの亜氷期に相当し、当時の冬季モンスーンも強かったことが報告されている。そのため、強い冬季モンスーンによる海面冷却によって鉛直混合が盛んになり、比較的高温の表層水と混ざることの中層水温が上昇したものと解釈される。表層水温が最も低下したハインリッヒイベントには中層水温も低く、強い冬季モンスーンによって全体が冷却されたものと考えられる。本研究によって、千年スケールの冬季モンスーン強度が日本海表層の混合層深度に大きなインパクトを与え、鉛直的な水温構造の変化をもたらしたことが明らかとなった。

*Impact of the millennial-scale winter monsoon variability on surface mixed layer depth in the southern Japan Sea during the last glacial period.

**Takuya Sagawa (Ehime Univ.), Masao Uchida (NIES), Ken Ikehara (AIST), Masafumi Murayama (Kochi Univ.), Kei Okamura (Kochi Univ.), Ryuji Tada (Univ. Tokyo), Michinobu Kuwae (Ehime Univ.), Yusuke Okazaki (Kyusyu Univ.)

B07

最終退氷期の北太平洋における溶存酸素極小層の発達 -底生有孔虫群集の解析-

大串健一・岩本綾音・竜田泰行・野村慎也(神戸大)・阿波根直一(JAMSTEC)・内田昌男(環境研)・本山 功(山形大)

これまでの様々な古海洋学的研究により、北太平洋の亜寒帯水域の水深1000m付近では最終退氷期(1万5千年前-1万年前)に溶存酸素極小層が著しく発達することがわかってきた。この時期はグリーンランドアイスコアの気温変動などから北半球高緯度地域が急激に温暖化する時期に一致している。現在の同水深でも溶存酸素極小層(1~2ml/l)が存在するが最終氷期末期の温暖化する時にはより一層強化され、酸素量が0.1ml/l程度まで低下し、好気呼吸を行う海洋生物にとっては危機的な環境状態であったと推定される。溶存酸素量の低下は親潮水域、ベーリング海、サンターバーバラ海盆など北太平洋の中-高緯度で顕著である。しかしながら、なぜ溶存酸素が急激に低下したのか、その原因はいまだに明らかになっていない。さらに、その酸素欠乏に対する生物の応答も十分明らかになっていない。本研究グループでは、これまで北太平洋における最終退氷期の溶存酸素極小層の時空間変動を高時間解像度で調べて底生生物の応答を明らかにすることを目的として、海底堆積物試料から溶存酸素指標となる底生有孔虫化石を抽出し、海底面の溶存酸素量の変化を明らかにし、さらに溶存酸素極小層の発達の原因について検討している。溶存酸素量が低下する要因は主に2つ考えられる。一つは北太平洋起源の中層水形成量の低下であり、もう一つは海洋の生物生産量の増加である。現在の北太平洋中層水はオホーツク海の沿岸域で冬季に形成される冷

たい中層水を起源すると考えられている。この水が北海道沖を通過し、黒潮流域下層に流れることにより最終的に北太平洋広域に広がる北太平洋中層水が形成される。一方、最終氷期最盛期の北太平洋中層水は現在とは異なりベーリング海で形成されていた可能性がある。過去の中層水循環の影響を評価するためには、そのシグナルを強く記録している中層水の起源域とその下流域とを比較することが重要である。このため本研究では、ベーリング海における中層水形成の有無と変遷を調査するため、同海域の漸深海帯から採取された海底堆積物コアに含まれる底生有孔虫化石群集の解析を行った。さらに、中層水の通過点となる北海道沖から海底コアを採取するため海洋地球研究船「みらい」に乗船し、溶存酸素極小層上部の環境変化を明らかにするため苫小牧沖の水深800mから海底コアを採取し、そのコアの底生有孔虫群集の解析を行った。本講演では、その解析の予察的結果を報告する。

B08

Fossil semi-endophytic species of *Lithophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta) from Tahiti

Yasufumi Iryu (Tohoku University, Japan) ・ William J. Woelkerling (La Trobe University, Australia) ・ Davide Bassi (Università degli Studi di Ferrara, Italy)

Fossil specimens of two semi-endophytic species of *Lithophyllum*, *L. cuneatum* and *Lithophyllum* sp. (new species) (Corallinaceae, Rhodophyta), were discovered in thin-sections of last deglacial reef deposits obtained from Tahiti, French Polynesia during the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 310 "Tahiti Sea Level". Detailed morphological-anatomical accounts of both species are provided, and their placement in *Lithophyllum* and the subfamily Lithophylloideae is discussed in relation to recent classification proposals. *Lithophyllum* sp., recorded only from fossil thalli, and *L. cuneatum*, known from fossil and non-fossil thalli, are readily distinguished in tetrasporangial conceptacle pore canal anatomy and on differences in spermatangial conceptacle chamber anatomy. Both species are semi-endophytic in *Hydrolithon onkodes*, another species of Corallinaceae. Taphonomic signatures evident in thin-sections suggest that the occurrence of *L. cuneatum*, *Lithophyllum* sp., or *Hydrolithon braganum* (another semi-endophyte) growing in *Hydrolithon onkodes* may be a reliable reference for identifying shallow water settings in coral reef depositional systems within Pleistocene to last-deglacial sedimentary successions in the Pacific Ocean. Taphonomic signatures thus have considerable potential as a palaeoecologic proxy in interpreting reef growth history.

B09

美濃帯舟伏山東方地域のチャートから産する前期三疊紀

Parentactinia nakatsugawaensis 放散虫動物群

指田勝男*・上松佐知子*・佐野弘好**

(*筑波大学生命環境科学、**九州大学地球惑星科学)

岐阜県美濃地域、谷汲地域を含めた美濃山地には砂岩・泥岩・珪質泥岩・チャート・石灰岩・緑色岩からなる堆積岩類が分布する(Sano, 1988; Wakita, 1988)。これらの堆積岩類はメランジュや破断砂岩泥岩互層、チャート-碎屑岩層序の繰り返しで特徴付けられる。Sano (1988)は舟伏山地域のペルム系に対して、下底に緑色岩を伴う浅海性石灰岩を舟伏山層、石灰岩礫岩からなる天の川原層、またチャートや珪質頁岩類からなる初鹿谷層を区分した。最近、桑原ほか(2010)は初鹿谷層が下部三疊系上部に及ぶことを示している。また Sano et al. (2010)は初鹿谷層上部からペルム紀・三疊紀境界層を報告した。演者らは舟伏山東方地域において、初鹿谷層上部にあたる二つのチャートセクション(三尾谷セクション、白岩谷セクション)から、比較的保存良好な前期三疊紀の後期を示す *Parentactinia nakatsugawaensis* 群集の放散虫動物群を見出した。層序学的検討は途上であるが、この放散虫動物群について予察的に報告する。

三尾谷セクションは円原川上流の三尾谷下流に位置し、林道沿い(Mio-1~3)と川沿い(Mio-4)の二つのセクションで放散虫の産出状況を検討した。チャートはほとんどが暗灰色~黒色で薄いところで1~2cm、厚いところで10cmほどに成層し、数mmから数cmの黒

色泥岩を挟む。層準により放散虫の保存状況は異なる。鑑定された放散虫には *Parentactinia nakatsugawaensis*、*Spongostephanidium longispinosum*、*Pantanellium virgeum*、*Archaeosemantis* sp., *Protopsiium?* sp., *Archaeothamunulus* sp.等でこれらの放散虫は Sugiyama (1997)の *Parentactinia nakatsugawaensis* 群集の放散虫動物群に相当し、前期三疊紀 Spathian (late Olenekian) を示す。これらの放散虫は検討したほぼすべての層準から産出し、このセクションから産する放散虫はすべて *P. nakatsugawaensis* 群集の放散虫と言える。白岩谷セクションは円原川西方の神崎川の支流、白岩谷上流に位置し、林道に沿う厚さ2mほどのセクションである。チャートは三尾谷と同様に暗灰色~黒色を示し、セクション中部に最大10cmに達する黒色泥岩が数層準に挟まれる。産出する放散虫もほぼ三尾谷セクションと同じである。

P. nakatsugawaensis 群集は日本各地、タイ国からも報告されているが、群集帯としての細分はこれまで行われていない。指田(2002)は関東山地秩父帯海沢層のチャート-碎屑岩シーケンスの基底に位置する黒色チャートから、内部骨格の詳細な構造は不明であるが、*Tetrarhopalus*、*Pentabelus*、*Paurinella*等に相当する未記載の放散虫が含まれることを報告し、これらの放散虫は *P. nakatsugawaensis* 群集帯の下部に相当する可能性を示唆した。今回検討した二つのセクションではこれらの放散虫は現時点では得られていない。

Early Triassic *Parentactinia nakatsugawaensis* radiolarian fauna obtained from cherts distributed in the eastern area of Mt. Funabuse, Mino Terrane.

Sashida, K.*, Agematsu, S.* and Sano, H.** (*Univ. Tsukuba, **Kyushu Univ.)

B10

沖縄県辺戸岬に分布する上部三疊系石灰岩から産出したコノドント化石*

山下大輔(鹿児島大・理)**・安田知佳(国際石油開発(株))***・尾上哲治(熊本大・理)****

三疊紀後期は、それまで主に北半球に広がっていた炭酸塩岩の分布が両半球に広がった時期と考えられている。しかし、当時の地球表層の大半を占めていたパンサラサ海に起源をもつ石灰岩の研究例は少ない。そのため、三疊紀の主要な示準化石であるアンモナイトやコノドントの生層序に関する研究は、テチス海やパンゲア大陸周辺に比べて少なく、パンサラサ海の石灰岩と他の地域の地層との正確な年代対比が困難である。そこで本研究では、パンサラサ海の海山周辺に起源をもつ上部三疊系石灰岩からコノドント化石を抽出し、その年代と生層序について検討することを目的とした。研究対象は、沖縄県本島最北端の辺戸岬に分布する、三宝山帯白亜紀古世付加コンプレックスである今帰仁層である。

今帰仁層は沖縄県本島の北部~中部に分布し、とくに本部半島と辺戸岬では大きさ数kmのブロックとして分布している。今帰仁層の年代はアンモナイトとハロビアの化石から、三疊紀後期カーニアンとされている。

辺戸岬に分布する今帰仁層の層状石灰岩は全層厚400mで、主にミクライト質石灰岩からなる下部層、碎屑性石灰岩が頻りに挟在する中部層、数層準にスランプ堆積物が挟在する上部層に区分される。これらは、比較的深海・遠洋域で浮遊性生物遺骸に富むlime-mudstoneの堆積中に、碎屑性石灰岩がタービダイトやスランプ堆積物として地形的高まりから深海環境に移動・再堆積して形成されたと考えられる。

今帰仁層の層状石灰岩の26層準から各1~2kgの石灰岩試料を採取し、酢酸処理した。その結果、13層準から124個体の年代決定に有効なコノドント化石を抽出した。コノドント化石は碎屑性石灰岩からのみ産出し、黒色で保存状態は悪く、ほとんどの個体が破損している。下部層からは *Metapolygnathus* 属のコノドント化石が産出し、これらのコノドント化石が示す年代は三疊紀後期カーニアンと考えられる。中部層からは *M. cf. polygnathiformis* (Budurov and Stefanov)、*M. primitius* (Mosher)などが産出する。これらのコノドント化石が示す年代はカーニアン前期~ノーリアン前期(*M. polygnathiformis*帯~*M. primitius*帯)である。上部層からは *Epigondolella cf. quadrata* (Orchard)、*E. cf. spiculata* (Orchard)などが産出する。これらはノーリアン前期の *E. quadrata* 帯からノーリアン中期の *E. cf. spiculata* 帯の化石帯に比較できる。

これまで、辺戸岬および本部半島に分布する今帰仁層においてノーリアン階の分布は知られていなかった。本研究の結果、今帰仁層にはカーニアン前期~ノーリアン中期を示す2属7種のコノドント化石が含まれることが明らかになった。今後はより多くの層準からコノドント化石を抽出し、アンモナイト化石とコノドント化石の生層序との対比や、中部層に存在すると考えられるカーニアン/ノーリアン境界の層準の決定を行う必要がある。

*Upper Triassic conodonts from Nakijin Formation in Hedo-misaki area, Okinawa, Japan.

Daisuke Yamashita (Kagoshima University), *Chika Yasuda (INPEX Corporation), ****Tetsuji Onoue (Kumamoto University)

B11

日本の三畳系放射虫化石帯の模式地における
上部三畳系コノドント化石層序*加藤ひかる (東北大・理) **・鈴木紀毅 (東北大・理)
・尾上哲治 (熊本大・理) *・高橋聡 (東大・理) *****
山北聡 (宮崎大・教) *****

三畳紀の年代層序の高精度化が急速に進んでいる。GSSPの対比イベントが定義され、その候補が絞られたことで、数値年代と地質系統の対応関係は大きく改善がなされてきている。その一つに、後期三畳紀のうちノーリアン期とレーティアン期を合わせた期間の年代幅がある。GTS2004では、その幅は17.1 Myrとされていたのが、GTS2012でのそれは、約26.7 Myrと1000万年弱も長い期間となった (Mundil et al., 2010)。年代幅が長くなったことにより、これまで設定されてきたノーリアン期のさまざまな化石による化石帯の年代間隔が伸びて、年代の決定精度が悪くなったともいえる。そのため、化石帯の細分の必要性が生じてきている。

三畳系チャートの年代決定には、Sugiyama (1997) が設定した放射虫化石帯が世界的に利用されているが、ノーリアン期・レーティアン期の放射虫化石帯を細分する前に、地質系統と化石帯との対応を確実にする必要がある。これは、Sugiyama (1997) では、GSSP候補地との対比が可能なコノドント化石層序との対比が詳細に行われていないことによる。

そこで、本研究では、Sugiyama (1997) が三畳系放射虫化石帯の設定を行った愛知・岐阜県境の木曾川河床のセクションでコノドント層序の検討を行った。セクションは、木曾川兩岸の犬山、坂祝、各務ヶ原地域に露出する丹波—美濃—足尾帯の上麻生ユニット中の層状チャートにあたり、下位より、Sugiyama (1997) のセクション N, H, K である。それぞれのセ

クションにおいて、1 m 間隔で合計61層準 (N: 26層準, H: 20層準, K: 15層準) のコノドントの抽出を試みた結果、40層準から年代決定に有効なコノドントを得られた。コノドント・シノニムデータベース (東北大) の800種と照合して同定を進め、年代決定に有効な20種を得ることができた。これらの層位分布に基づき、7帯のコノドント化石帯を設定した (下位から、*Carnepigondolella nodosa* 帯, *C. zoae* 間隔帯, *Epigondolella quadrata* 間隔帯, *E. triangularis* 間隔帯, *E. postera* 間隔帯, *E. bidentata* 間隔帯, *Misikella hernsteini* 帯, *M. hernsteini*-*M. posthernsteini* 共存区間帯, *M. posthernsteini* 帯)。ヨーロッパおよび北米西部から報告されているコノドントの層位分布と本研究のそれとを比べると、犬山地域では産出数が少ないながらも、初出現の層位関係が概ね一致した。したがって、本研究で設定したコノドント化石帯は概ね妥当と判断した。

本研究では、三畳系放射虫化石研究の模式地の層状チャートにおいて、最新のコノドントの分類体系に基づき、上部カーニアン階からレーティアン階にかけてのコノドント化石層序を明らかにした。その結果、カーニアン-ノーリアン階の境界 (*E. quadrata* 間隔帯基底) は Sugiyama (1997) で設定された放射虫化石帯6Aの下部、ノーリアン-レーティアン階境界 (*M. hernsteini*-*M. posthernsteini* 共存区間帯基底) は8Cの下部に位置すると結論づけられる。

*The Upper Triassic conodont biostratigraphy in the type sections of the standard radiolarian biozone for pelagic Panthalassa.

Hikaru Kato (Tohoku University), *Noritoshi Suzuki (Tohoku University), ****Tetsuji Onoue (Kumamoto University), *****Satoshi Takahashi (Tokyo University), *****Satoshi Yamakita (Miyazaki University)

B12

徳島県北川地域の黒瀬川帯碎屑岩から
産出した前期ペルム紀放射虫化石*栗原敏之・中村景騎 (新潟大・院自然) **・
原 英俊 (産総研・地質情報) ***

徳島県西部に位置する北川地域には、黒瀬川帯の中・古生層 (正常堆積層) が分布している (Hara et al., 2013)。ペルム系としては拝宮層群 (平山ほか, 1956) があり、主に砂岩・泥岩から構成され、礫岩・石灰岩を挟む。平山ほか (1956) によれば、砂岩泥岩互層に挟まる礫岩中の泥質石灰岩レンズには *Lepidolina kumaensis*, *Codonofusiella cuniculata* 等が含まれ、上部ペルム系とされている。演者らは、黒瀬川帯の古生代正常堆積層について、飛騨外縁帯・南部北上帯の古生界との対比、生物相の比較および形成環境の推定を行うことを目的として調査を進めているが、今回、北川地域において新たに碎屑岩から前期ペルム紀を示す放射虫化石を得ることができた。この地層は、上述の拝宮層群とは岩相・年代が異なる。本講演では、化石産出層の岩相・層序について報告し、放射虫化石による時代論と産出の意義について述べる。

新たに見いだされたペルム系碎屑岩は、徳島県那賀郡那賀町木頭助中谷の西方を流れる沢の枝沢沿いに、幅2 mほどで小規模に露出する。層厚約1.2 mの凝灰質泥岩とその上位に重なる層厚約1 mの礫質石灰岩からなる。なお、この露頭の北側には砂岩泥岩互層と礫岩が見られ、これらは下部ジュラ系広瀬層 (石田・香西, 2004) に帰属すると考えられる。南側には片理の発達する緑色岩が分布する。凝灰質泥岩の走向はN20°~40°Eで、60°~70°で東に傾斜する。凝灰質泥岩は淡緑灰色を呈し、単層の厚さ5 cmほどで成層している。なお、礫質石灰岩には紡錘虫化石が含まれており、別途報告する予定である。

ハンドルーペにて放射虫化石が確認された凝灰質泥岩についてフッ化水素酸溶液を用いて個体分離を試みた結果、保存はやや不良ながら次の放射虫化石が得られた。すなわち、*Pseudoalbaillella scalprata*, *Pseudoalbaillella longicornis*, *Albaillella cf. asymmetrica* である。*P. scalprata* には Ishiga (1983) が *P. m. scalprata* と *P. m. postscalprata* とした形態の両方が含まれる。Ishiga (1986) によれば、両形態種は *Pseudoalbaillella lomentaria* 帯から *P. scalprata m. rhombothoracata* 帯にかけて産出区間がある。今のところ *P. m. rhombothoracata* は得られていないが、保存不良ながら *A. asymmetrica* と考えられる個体得られており、今回検討した凝灰質泥岩は *P. m. rhombothoracata* 帯 (Artinskian) に対比できる可能性がある。

黒瀬川帯における下部ペルム系碎屑岩層は、これまで四国・九州・紀伊半島で見つかっており (宮本ほか, 1997 など)、今回の凝灰質泥岩もそれらに対比可能である。Kurihara and Kametaka (2008) は、このような下部ペルム系が飛騨外縁帯、長門構造帯にも存在し、いずれも珪長質凝灰岩に富むことを述べている。また、南部北上帯の火成弧発達過程に起因するペルム系の碎屑岩組成の変化 (吉田ほか, 1994) との関連性についても言及した。その後、桑原ほか (2009) でもレビューがあったように、その存在について認識が進みつつある。黒瀬川帯ではペルム系の分布は断片的であり、層序の枠組みから改めて検討する必要があるが、今後のペルム系碎屑岩の研究により、火成弧形成を含めた当時の広域的なテクトニックセッティングについて貴重な情報が得られると思われる。

*Early Permian radiolarians from clastic rocks of the Kurosegawa belt in the Kitagawa area, Tokushima Prefecture, Southwest Japan

Toshiyuki Kurihara, Kagenori Nakamura (Niigata Univ.), *Hidetoshi Hara (GSI, AIST)

B13

貴州省北東部におけるEdiacara系
Doushantuo層の岩相と炭素同位体層序*
古山精史朗・狩野彰宏 (九州大・比文)**

エディアカラ紀 (635 ~542 Ma) における大規模な気候変動 (マリノアン氷期・ガスキエス氷期) と、エディアカラ動物群をはじめとした初期多細胞動物の出現の時期はよく一致している。このことから、気候変動に関連した古海洋環境の変化が動物進化の原因であると考えられ、地質学・地球化学的研究が活発に行われている。両者の関連を明らかにする上で、南中国に分布する楊子地塊は格好のフィールドである。ここには、浅海~海盆環境で堆積した保存の良いエディアカラ系が広く分布しており、またエディアカラ紀の化石を多産することでも知られている。

楊子地塊から得られる化石として、動物胚と考えられる化石はよく知られているが (Xiao et al., 1998)、Miaohe biota や Weng'an biota などの初期多細胞動物化石も多く産出している。楊子地塊の海盆相に位置する貴州省北東部 Wenghui セクションもまた、楊子地塊の代表的な化石産出地域の一つである。Wenghui セクションの黒色頁岩からは藻類化石・海綿・環形動物と考えられる化石等が報告されており (Wang and Wang 2008, 2010)、それらの化石群は Wenghui biota と呼ばれている (Jiang et al., 2011)。しかしながら、化石の産出や記載に関する報告は複数あるものの、地球化学的手法を用いた研究はほとんど行われていない。そのため、化学層序による対比が活発に行われている楊子地塊上においては、他セクションとの対比が十分に定まっていなかった。そこで本研究では、Wenghui セクション及び別の海盆セクションである Zhangtun セクションに露出する Doushantuo 層について炭素同位体層序を組み立て、他セクションとの対比

を行った。

Wenghui セクションの Doushantuo 層の層厚は約 65m で、炭酸塩岩・黒色頁岩から構成されている。無機炭素同位体値は下部で -2‰ ~ -8‰, 中部で -0.3‰ ~ -11‰ と負の値を示した。Doushantuo 層上部は黒色頁岩で構成されているため、無機炭素同位体値は得られなかった。一方、Zhangtun セクションは層厚約 13m で、こちらも炭酸塩岩・黒色頁岩で構成されていた。無機炭素同位体値は -5‰ ~ +1‰ の値を示した。また、両セクションとも、Doushantuo 層を通じてパイライトが見られることから、還元的な堆積環境であったと考えられる。

また、今回の調査で藻類や海綿骨針と考えられる化石を含む層準を Doushantuo 層下部の炭酸塩岩層から新たに発見した。これらの化石はアパタイトに置換されて保存されていると考えられる。こちらについても併せて報告する。

引用文献

- Jiang, G. et al., 2011. *Gondwana Res.* 19, 831-849.
Wang, Y and Wang, X., 2008. *Acta Geol Sinica.* 82, 257-265.
Wang, Y and Wang, X., 2010. *Lethaia.* 44, 275-286.
Xiao, S. et al., 1998. *Nature.* 391, 553-558.

* Lithofacies and carbon isotopic stratigraphy of the Ediacaran Doushantuo Formation in northeast Guizhou province
** Seishiro Furuyama, Akihiro Kano (Kyushu Univ.)

B14

群馬県富岡市の中新統における
浮遊性有孔虫生層序*

出原祐樹・林 広樹 (島根大)・高橋雅紀 (産総研)**

群馬県南部、富岡地域には、中新統の海成層が広域に分布する。これらの地層には、年代決定可能な多数の凝灰岩鍵層が認められている (例えば Odin et al., 2001)。また、様々な微化石の産出が報告されており、それらにより年代層序学的総括が行われている (高橋・林, 2004)。しかし、いくつかの生層準については放射年代との矛盾が指摘されており、また浮遊性有孔虫の詳細な群集解析はまだ行われていない。

本研究では、富岡市西部の星川流域 (以下、星川ルート)、および安中市の碓氷川流域 (碓氷川ルート) に露出する、中部中新統安中層群から産出する浮遊性有孔虫化石群集を用いて、中期中新世における浮遊性有孔虫生層序の検討と古海洋の考察を行った。星川ルートには庭谷層最上部から原市層中部、碓氷川ルートには原市層中部から板鼻層までが分布し、両ルートは北村凝灰岩によって対比されている。

岩石試料は碓氷川ルートの原市層で採取された 58 試料 (HRIC-01~HRIC-60)、および星川ルートの原市層下部および庭谷層上部で採取された 18 試料 (HH-01~HH-18) を用いた。このうち、碓氷川ルート下部の 34 試料については、林ほか (2006) によって既に生層序が報告されている。検鏡の結果、合計 53 試料から、17 属 51 種の浮遊性有孔虫が検出された。岩石乾燥重量 1 g あたりの浮遊性有孔虫個体数は、原市層下部で最大となり 833.6 個体を示す。化石個体の保存は並~不良で、殻の破損、および変形が普遍的に認められた。年代決定上重要な種の産状より、下位から *Globorotalia*

peripheroacuta の初産出、*Neogloboquadrina* 属の豊産出、*Globorotalia rikuchensis* の初産出、*Neogloboquadrina pseudopachyderma* の初産出、*Globorotalia quinifalcata* の終産出、*Globoturborotalita nepenthes* の初産出、*Globorotalia praescitula* の終産出、*Tenuitella clemenciae* の終産出、*Neogloboquadrina* 属の卓越巻き方向の左から右への変化、*Globigerinoides subquadratus* の終産出が認められた。本研究では、13.5±0.9Ma のフィッシュトラック年代を示す穴岡凝灰岩 (野村・大平, 1998) よりも下位で *G. peripheroacuta* が産出したため、この生層準について従来指摘されていた矛盾 (高橋・林, 2004) は解消された。

本研究範囲は、*Globigerinita glutinata* を主として全体的に中緯度的な群集を示すが、*Dentoglobigerina altispira altispira*, *Globigerinoides* spp., *Globoturborotalita* spp., *Globoquadrina* spp., および *Orbulina* spp. といった暖流を示す種の産出も認められた。また、原市層中部、北村凝灰岩より約 30m 上位を境界として、下位では暖流種が相対的に多産し、また上位では寒冷種が増加する傾向が認められた。この上位における寒冷化傾向のピークは、Miller et al. (1991) の南極氷床拡大イベント Mi5 の年代に相当し、関連が示唆される。宮城県仙台地域の浮遊性有孔虫群集 (出原ほか, 印刷中) と比較すると、富岡地域は寒冷化傾向が遅れて現れはじめ、寒冷種である *G. rikuchensis* の初産出もまた遅れて認められた。こうした差異は、関東堆積盆内を通過する海流の流路および古生物地理を反映している可能性がある (林ほか, 2006)。

*Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Miocene sequences in the Tomioka area, central Honshu, Japan.

**Yuki Idehara, Hiroki Hayashi (Shimane University) and Masaki Takahashi (AIST)

B15

鹿児島県下甌島北部に分布する姫浦層群の層序と地質年代*

三宅優佳・小松俊文(熊本大・自)¹・高橋 修(東京学芸大・教育)²・重田康成(国立科学博物館)³

九州南西部に分布する上部白亜系姫浦層群からは、地質年代の指標となるアンモノイドやイノセラムス、放散虫などの化石を多産するため、白亜系の生層序や国際対比の上で重要である。しかし、本研究の調査地域である下甌島北部に露出する姫浦層群については、非海成層を挟むことや地質構造が複雑なため、他の地域と比べて、これらの化石にもとづく化石層序や地質年代などが詳しく検討されていなかった。さらに近年になって、模式地(天草上島東部)周辺や天草下島に分布する姫浦層群の地質年代が再検討された結果、これまでの年代論に問題があることが指摘されたため(小城ほか, 2011 年など)、甌島の姫浦層群の地質年代についても再検討し、これらの地域との対比を進める必要が生じている。そこで本研究では、下甌島北部の鹿児島地域に分布する姫浦層群の地質や層序を明らかにし、アンモノイドやイノセラムスなどの大型化石と放散虫化石を用いて、この地域に分布する姫浦層群の詳細な化石層序や地質年代を検討した。

加納ほか(1989)によると、鹿児島地域の姫浦層群は、下位から砂岩が卓越した“UⅡa層”と泥質岩や砂質岩を主体とする“UⅡb層”、斜交層理の発達した厚い砂岩と砂岩泥岩互層が繰り返す“UⅢ層”に区分されている。走向は大局的にWNW方向で北に10~30°傾斜し、走向とほぼ平行に複数の正断層が発達する。本研究では、海成の泥質岩や砂質岩を主体とす

る“UⅡb層”で調査を行い、断層で区切られたブロックごとに層序や化石を検討し、ブロック間での層序対比を進めた。

産出した大型化石は、*Glycymeris* や *Nanonavis* などの内生の二枚貝類が多く、“UⅡb層”の上部からはサントニアン階~下部カンパニアン階に特徴的なアンモノイドの *Eupachydiscus haradai* やイノセラムスの *Sphenoceras naumanni*, *I. toyajoanus*, *I. ezoensis*, *S. cf. schmidti* が産出した。さらに“UⅡb層”の上部からは、放散虫化石の *Dictyomitra koslovae* や *D. formosa*, 下部~中部カンパニアン階に特徴的な *Amphipyndax pseudoconulus* を含む放散虫化石群集も確認できた。従って、“UⅡb層”の上部は、これらの化石から下部カンパニアン階と考えられる。なお、“UⅡb層”の最上部から、中期カンパニアン期以降を示すイノセラムス化石の *S. schmidti* が産出したため、“UⅡb層”の最上部は中部カンパニアン階であり、“UⅡb層”の上部から最上部は、下部~中部カンパニアン階であることが明らかになった。

姫浦層群の模式地から維和島地域では、阿村層の下部にサントニアン-カンパニアン境界が存在し、さらに同層の上部では中部カンパニアン階下部を特徴づけるアンモノイドの *Menuites naumanni* が産出することから、“UⅡb層”の上部から最上部は阿村層の下部から上部に対比できる可能性が高い。

[引用文献] 小城ほか(2011): 地質雑, 117, 398-416.

加納ほか(1989): 高知大学術研報, 38, 157-185.

***Stratigraphy and geologic age of the Himenoura Group in northern Shimokoshiki-jima Island, Kagoshima, Kyushu, Japan.**

¹Yuka Miyake & Toshifumi Komatsu (Kumamoto Univ.), ²Osamu Takahashi (Tokyo Gakugei Univ.), ³Yasunari Shigeta (Natl. Mus. Nat. Sci.)

B16

北海道から新たに見つかった上部白亜系カンパニアン階大型化石群*

重田康成(国立科博)**・伊豆倉正隆(札幌市)***・西村智弘(穂別博)****

講演者らによる最近の地質調査の結果、これまで第三系と見なされていた北海道日高支庁の里平(りびら)川流域に、断層で囲まれて上部白亜系が小規模に露出することがわかった。カンパニアン階の連続層序を観察でき、本邦の白亜系化石層序において示準化石として扱われてきたアンモノイトやイノセラムス類を多産するので、北西太平洋地域のカンパニアン階大型化石層序を検討する上では重要なセクションと考えられる。

里平川流域に分布する上部白亜系は、浦河層(鹿島層相当)とそれを整合で覆う乳飲川(ちのみがわ)層(函淵層相当)よりなり、層厚は400m程度である。浦河層は層厚50mほどで、暗灰色の塊状泥岩よりなる。乳飲川層は、安山石質の火山岩片に富む緑色砂岩、泥質砂岩、砂質泥岩よりなり、層厚は350mほどである。浦河層から *Gaudryceras tenuiliratum* や *G. intermedium* が産出した。乳飲川層からは下位から

- 1) *Sphenoceras orientalis* 群
- 2) *Sphenoceras schmidti* 群
- 3) *Metaplacenticerus subtilistriatum* 群
- 4) *Didymoceras* sp.群
- 5) *Patagiosites* sp.群

の大型化石群が見つかった。

カンパニアン階の大型化石群は、北海道やサハリン各地で知られているが、いずれも断片的であり、一つのルートで産出順序を観察することはできない。本地域の白亜系は、既知のカンパニアン階大型化石群のほとんど全てを含み、さらに、これまで知られていない *Didymoceras* sp.群をも含む。

Didymoceras sp.は、25cmを超える大型の *Didymoceras* で、螺旋管がバネ状に離れて巻き、最後に小さめのフックを持つ。同様の *Didymoceras* は、香川県さぬき市横川や兼割に分布する和泉層群からも知られており、両者の分類学的研究は、和泉層群と蝦夷層群の対比を考える上で重要である。同じ層準からは、*Pachydiscus excelsus* が産出した。このアンモノイトは、北海道德別地域の函淵層から記載されたが、これまで完模式標本のみが知られており、その産出層準の詳細については不明であった。今回の発見により、このアンモノイトの産出層準が明確になった。

Patagiosites は、北海道の函淵層から産出が知られているが、日高町の同層からは、和泉層群から特徴的に産出する *Pravitoceras sigmoidale* と共産する。本地域から *Pravitoceras* は未発見であるが、今後の発見が期待される。

今後、層序や化石群の内容をさらに詳しく検討し、環太平洋地域の白亜紀後期の地史、生層序、生物地理を考える基礎データとしたい。

*Discovery of the Campanian megafossil assemblages in Hokkaido.

Yasunari Shigeta (National Museum of Nature and Science), *Masataka Izukura (Sapporo), ****Tomohiro Nishimura (Hobetsu Museum)

B17

高知県のジュラ系上部統七良谷層のアンモナイト層準周辺から産する放射虫化石 (予察) *¹

鈴木寿志 (大谷大・文)^{*2}・石田啓祐 (徳島大・SAS研)^{*3}・
三上禎次 (龍谷大)^{*4}・前田晴良 (九大・博物館)^{*5}・

高知県佐川町の南部には、秩父累帯南帯に属する地層群、斗賀野層群、七良谷層、鳥巢層群が、ほぼ東西走向で帯状に分布する。前田ほか (2012) は、これらのうち七良谷層の中部層準に挟まれる砂岩泥岩互層から *Aspidoceras* sp. と *Hyboniticeras* sp. の 2 種のアンモナイトを報告し、その層序対比を論じた。それによると、これらのアンモナイトはジュラ系上部統キンメリッジ階上部ないしはティトン階最下部に対比されるという。

ジュラ系の層序を論じる上で、アンモナイト化石は基準となる示準化石である。しかし、アンモナイト化石は石灰質な岩相から産することが多いため、放射虫化石と共に産することは非常に稀である。Matsuoka (1992) は七良谷層から放射虫化石を検出し、その地質年代を論じている。したがって七良谷層のアンモナイト産出層準周辺から放射虫化石を検出することで、アンモナイトと放射虫の層序対比が可能になると期待された。

そこで筆者らは、前田 (2012) がアンモナイトを発見した層準周辺の放射虫化石の検出を試みた結果、複数の試料から放射虫化石を得ることができたので、その概要を報告したい。

アンモナイト産出層準より約 21m 下位の泥岩より、次の放射虫が検出された (試料 04) : *Pseudodictyomitra primitiva* MATSUOKA & YAO 1985, *Xitus magnus* BAUMGARTNER 1995, *Dictyomitrella kamoensis* MIZUTANI & KIDO 1983, *Triversus hungaricus* (KOZUR 1985), *Protunuma multicostratus* (HEITZER 1930), *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970, *Tetracapsa* sp.

試料 04 の約 2 m 上位の泥岩より次の放射虫が検出された (試料 05) : *Pseudodictyomitra primitiva*, *Wrangellium hsuei* (PESSAGNO 1977), *Archaeodictyomitra* spp., *Parvicingula dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984, *Stichomitra annibill* KOCHER 1981, *Zhamoidellum ovum*, *Unuma* sp.

アンモナイト産出層準より約 33m 上位の泥岩より、次の放射虫が同定された (試料 23) : *Pseudodictyomitra primitiva*, *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, *Archaeodictyomitra* spp., *Stichomitra annibill*, *Tetracapsa* sp. A sensu SUZUKI & GAWLICK (2003), *Praewilliriedellum spinosum* KOZUR 1984.

さらに上位の七良谷層最上部の泥岩より次の放射虫が同定された (試料 26A) : *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, *Cinguloturris primorika* KEMKIN & TAKETANI 2004, *Stichomitra annibill*, *Loopus doliolum*, *Pseudodictyomitra primitiva*, *Protunuma multicostratus*, *Parahsuum carpathicum* WIDZ & DE WEVER 1993, *Archaeodictyomitra minoensis* (MIZUTANI 1981), *Tetracapsa* sp. A sensu SUZUKI & GAWLICK, *Zhamoidellum ovum*, *Spongocapsula* sp.

調査を行った七良谷層中部～最上部は、Matsuoka (1995) による *Pseudodictyomitra primitiva* 帯に対比される。Matsuoka (1995) では *Ps. primitiva* 帯をティトン階に対比しているが、本検討結果ではキンメリッジ階上部ないしはティトン階最下部のアンモナイト層準の 21m 下位から続くので、*Ps. primitiva* 帯はキンメリッジ階を含むと考えられる。北部石灰アルプスでは *Ps. primitiva* はオックスフォード階からすでに産し、キンメリッジ階へも続くと推定されており、本検討結果と調和的である。

*¹Preliminary report of Upper Jurassic radiolarians from the ammonite-bearing Naradani Formation, Kochi Prefecture, Japan.

*²Hisashi SUZUKI (Otani Univ.), *³Keisuke ISHIDA (Tokushima Univ.),

*⁴Teiji MIKAMI (Ryukoku Univ.), *⁵Haruyoshi MAEDA (Kyushu Univ.)

B18

沖縄“500m島棚”下部から採取された
中期更新世の化石群集*板木拓也・荒井晃作・小田啓邦・兼子尚知・
中島 礼・田中裕一郎 (産総研・地質)**

南西諸島周辺の海底地形図を概観してみると、琉球列島に沿って水深数百メートル付近に広大な平坦地形が広がっていることに気付く。氏家(1980)は、このような地形を“500m島棚”と呼び、固結した琉球石灰岩が沈降したものと考えた。しかし、この地域からの化石の産出報告は稀で、沈降が起こった時期や規模などの詳細はまだ不明である。本講演では、沖縄島西方沖の“500m島棚”から採取された化石群集とその意義について報告する。

化石群集を含む堆積物試料は、産業技術総合研究所が2010年11月に実施した海洋地質調査「GH10航海」(JOGMEC第2白嶺丸使用)において東大九曾根北縁のSt. 6 (25°56'N, 126°29'E, 水深762m)からK-グラフ採泥器により採取された。試料には、粗粒な砂に混じってフジツボや貝の化石と穿孔貝によると思われる穴の開いた円礫〜亜円礫が多数含まれていた。フジツボや穿孔貝は、よく岩礁などで認められる。また、得られた貝化石を鑑定したところ、これらの中には潮間帯の岩礫底などに生息するコベルトフネガイ (*Arca boucardi* Jousseume) やトマヤガイ (*Cardita leana* Dunker) が含まれ、一方で明らかにより深い水深を示す種は認められなかった。そのため、今回得られた試料中の化石群集は、潮間帯の岩礫底を特徴付けたものと考えられる。

現在、試料採取地点の周辺に島は存在せず、東大九曾根の最も浅い場所でも水深200m程あるため、周囲に潮間帯群集が形成される場所はない。試料採取地点は地形的な高まりに位置しており、音波探査記録から成層した地層が海底面付近に露出していると推定される。採取された化石や岩片は、このような露頭を起源としているものと考えられる。

採取された岩片の中には、化石を取り込んだ黄灰色の泥岩が含まれており、その産状から化石と泥岩は同時代に堆積したものと考えられる。石灰質ナンノ化石分析によれば、この泥岩が堆積した時代は更新世中期の1.4~1.7 Ma頃と推定され、琉球層群の基底付近に対応する。

これらの事実は、少なくとも東大九曾根北縁には更新世の中頃に潮間帯が存在したことを示しており、現在の水深までの平均的な沈降速度は1万年で約5m (4.5~5.4m) と見積もられる。一方、帝国石油が東大九曾根の水深215m地点で実施した掘削調査によれば、琉球層群の基底が海面から231mに認められており、海面付近で形成された石灰岩が沈降したものと仮定すれば、1万年あたり1~2mの沈降速度となる。北縁で沈降速度が速いのは、中琉球と南琉球を分断する慶良間海裂形成の影響を受けている可能性がある。

* Mid-Pleistocene fossil assemblage collected from lower part of “the 500 m island shelf” in the Okinawa area.

** T. Itaki, K. Arai, H. Oda, N. Kaneko, R. Nakashima, Y. Tanaka (Geological Survey of Japan, AIST)

B19

ボルネオ島北西部、上部ジュラ系パウ石灰岩
層の岩相と礁性生物相*

柿崎喜宏・狩野彰宏 (九州大・比文)**

ジュラ紀後期の礁性生物相の研究は、広大な炭酸塩プラットフォームが発達したテチス海域でさかんに行われてきた。一方、古太平洋海域では上部ジュラ系の炭酸塩岩の発達が乏しく、この地域のジュラ紀後期の礁性生物相に関する情報はいまだに少ない。そこで、本研究では、ボルネオ島北西部のパウ石灰岩層(Bau Limestone Formation)に注目し、礁性石灰岩の岩相と生物相の定量的な記載を行った。

研究対象であるSSFセクションは、Sr同位体層序によって上部ジュラ系のOxfordian最上部~Kimmeridgian下部に対比される (Kakizaki *et al.* in press). 本セクションには層厚202mの石灰岩が露出し、岩相はoncoidal pack-grainstone, peloidal bioclastic packstone, bioclastic pack-wackestone, microencruster bindstone, coral-microencruster frame-bafflestoneに細分される。どの岩相でも厚歯二枚貝 (*Diceras*科)や巻貝(ネリネア類)、サンゴなどの大型化石が多産する。また、LituolimidやMiliolidなどの底生有孔虫や*Lithocodium*や*Bacinella*などの被覆微生物も産出する。これらの岩相や化石相から、SSFセクションの堆積環境は炭酸塩プラットフォーム内部の礁湖が想定される (Flügel, 2004; Reolid *et al.*, 2007)。

定量解析の結果、SSFセクションの造礁生物は、被覆微生物(40%以上)、サンゴ(13%)、軟体動物(12%: 厚歯二枚貝など)が多く、これらが礁性フレームワークを構成していることが判明した。一方、この時代の主要な造礁生物であるカイメン動物(層孔虫やケーテーテスなど)は少ない(5%以下)。特に、

SSFセクションの下部層準では被覆微生物と厚歯二枚貝が特徴的に共産する。このことは、ジュラ紀後期に進化したばかりの厚歯二枚貝がフレームワークを構成していたことを示唆している。

ほぼ同時期の鳥巢式石灰岩のフレームワークは被覆微生物-サンゴ-カイメン動物の組み合わせが一般的であり (Kakizaki & Kano, 2009; Kano & Jiju, 1995), 厚歯二枚貝の産出はきわめて稀である(佐野ほか, 2008)。同様に、ジュラ紀後期のテチス海の炭酸塩プラットフォームでも、カイメン動物がフレームワークの主要な構成要素となっており、厚歯二枚貝は稀である(e.g. Scott, 1988)。本研究は、パウ石灰岩の少なくとも一部では、カイメン動物に依存しない厚歯二枚貝を含む礁性フレームワークが形成されていたことを示している。

本研究の結果はジュラ紀後期の古太平洋の礁性生物相の多様性を示した。今後、古太平洋の石灰岩の定量データをさらに収集していくことにより、この時代の礁性生物相の進化史についてさらに詳しく議論できるものと期待される。

【参考文献】

- Flügel, 2004. Microfacies of carbonate rocks. Springer, pp. 976.
Kakizaki & Kano, 2009. *Sediment. Geol.* 214, 49-61.
Kakizaki *et al.*, in press. *Jour. Asian Earth Sci.*
Kano & Jiju, 1995. *Sed. Geol.* 99, 165-178.
Reolid *et al.*, 2007. *Facies* 53, 553-574.
佐野ほか, 2008. 福井県立恐竜博物館紀要 7, 67-81.
Scott, 1988. *Palaos* 3, 184-193.

* Lithology and reefal fauna of the Bau Limestone Formation (the Upper Jurassic) in northwestern Borneo, Malaysia.

**Yoshihiro Kakizaki, Akihiro Kano (Kyushu University)

B20

前期三畳紀のコノドント古生物地理 :

platformed gondolellidsは悪環境下で不利なのか?*

山北聡 (宮崎大)・竹村厚司 (兵庫教育大)・相田吉昭 (宇都宮大)・堀利栄 (愛媛大)・鎌田祥仁 (筑波大)・鈴木紀毅 (東北大)・高橋聡 (東大)・Hamish Campbell (IGNS)・Bernhard Spörl (Auckland Univ.) **

前期三畳紀のコノドントには provincialismが認められるとの指摘が、浅海域においてなされているが、深海域を含めての検討により、2つのテリトリー間で、機能形態との関連を示唆する一つの顕著な違いが存在することが明らかとなった。

Griesbachian前期から中期にかけて、テチス海およびパンサラサ海の低緯度域におけるコノドント化石相は、*Hindeodus parvus*およびこれから派生した*Isarcicella*属によって特徴づけられ、*Neogondolella*属をほとんど欠くのに対し、ゴンドワナ北縁、パンサラサ海南部、北米およびボレアル域では、ペルム紀から引き続き*Neogondolella*が普通に産出するが、*H. parvus*および*Isarcicella*はごくわずかしかな産出しない。前者を非*Neogondolella* テリトリー、後者を*Neogondolella*テリトリーと呼ぶことにする。両者の違いは、基本的に緯度の違いにより、前者が低緯度、後者が高緯度のようにも見えるが、低緯度に位置していたと考えられる北米ネバダは後者に属するので、必ずしも緯度だけによるわけではない。両テリトリーの違いは、その後も前期三畳紀の間は持続し、Dienerian~Spathianにかけての時期においては、前者の地域では、*Neospathodus*, *Triassospathodus*などの、platformをもたないsegminate pectiniform elementがP₁ positionを占めるGondolella科の諸属が大部分で、*Neogondolella*, *Borinella*, *Scythogondolella*などの、platformを有するsegminiplanate pectiniform element

をP₁ positionにもつ属をほとんど欠くのに対し、後者の地域では両タイプのgondolellidsが産出する。すなわち、前期三畳紀をとおして、前者の地域では、後者の地域には産出するplatformをもつ諸属がほぼ消失していることになる。

両地域のこの時期の深海の堆積相を比較すると、前者の地域に属する、現在日本のジュラ紀付加体中に見られるパンサラサ中央部の深海堆積層は、チャートをほとんど欠き、基本的に粘土岩からなるのに対し、後者の地域に属する、現在ニュージーランドの三畳紀付加体中に含まれるパンサラサ南部の深海堆積層では、期間を通してチャートの堆積が途切れることはない。すなわち、前者では、海洋表層の珪質生物遺骸生産量が激減するほど生態系がダメージを受けているのに対し、後者ではそれほど大きなダメージは受けていないと考えられる。

以上のことから、P₁ elementがplatformをもつことは、悪環境下では不利な形質となるのではないかということが、想定されうる。platformを有するP₁ elementの生態的機能が如何なるものであったか、十分明らかになっているわけではないが、咀嚼機能はその候補の一つとして挙げられる。platformed gondolellidsの消失は、咀嚼を必要とする大型の餌の消失、あるいはplatform構築のための資源の不足などが、その原因となった可能性がある。

* Provincialism of Early Triassic Conodonts : Were platformed gondolellids inadapted to damaged ecosystems?

** Satoshi Yamakita (Univ. Miyazaki), Atsushi Takemura (HUTE), Yoshiaki Aita (Utsunomiya Univ.), Rie S. Hori (Ehime Univ.), Yoshihito Kamata (Univ. Tsukuba), Noritoshi Suzuki (Tohoku Univ.), Satoshi Takahashi (Univ. Tokyo), Hamish J. Campbell (GNS, NZ), K. Bernhard Spörl (Auckland Univ., NZ)

B21

下部白亜系篠山層群上部層から産出する植物化石群集の特徴*

山田 敏弘 (金沢大・理工) **・ルグラン・ジュリアン (中央大・理工) ***・西田治文 (中央大・理工) ***

ジュラ紀後期~白亜紀前期における東アジアの植物地理区は、シベリア植物地理区とゴンドワナ植物地理区に大きく分けられる。シベリア植物地理区には、湿潤気候または冬雨型の気候が広がり、イチョウ類を含む大きな葉をつける裸子植物やシダ類が繁茂していた。一方、ゴンドワナ植物地理区は乾期を伴う気候下にあり、そこには小さな葉をつける裸子植物が生育していた。

同時期の日本の古植物群は手取型と領石型に分けられるとされ、それぞれシベリア型とゴンドワナ型の植生に対応する。手取型植物群は、内帯日本に分布する手取層群から見つかり、領石型植物群は外帯日本に分布する堆積物から見つかる。これまでの研究では、内帯日本には白亜紀前期を通じて手取型植物群が分布したと考えられてきた。ところが最近、手取層群北谷層 (Barremian~Aptian) からゴンドワナ型植生に特徴的な葉の小さな針葉樹類が産出することが示された。また、北海道のAlbianから同様な針葉樹類が報告されている。そのため、白亜紀前期の終わり頃の日本ではシベリア型植生が消滅していた可能性がある。

篠山層群は兵庫県の篠山盆地に堆積したAptian~Albianの堆積物であり、そこから見つかる植物化石は上述したシベリア型植生消滅仮説を検証するのに役立つ。そこで、私たちは篠山層群上部層から植物化石を多数採集し、仮説の検証を試みた。篠山層群の植物化石群集は、*Otozamites* sp., *Brachyphyllum*

spp., *Pseudofrenelopsis* sp. などの小さな葉を持つキカデオイデア類や針葉樹類によって特徴づけられ、ゴンドワナ型の植生に分類される。また、この群集はシダ類をほとんど含まないことから、領石型植物群よりも乾燥した気候下に生育したのだろう。篠山層群では、上部層だけでなく下部層にも赤色岩層などの乾燥気候を示唆する堆積物が見られる。従って、篠山層群の堆積期間を通じて篠山盆地にゴンドワナ型植生が生育したと考えられる。この結果を手取層群の植生史と合わせると、Aptianには内帯/外帯間の植生に大きな差異がなかったと推定される。内帯/外帯間の古植生の差異は、低緯度地域から現在の位置へ外帯日本が移動した根拠とされてきた。今後、時系列に沿って内帯/外帯間の古植生の差異を再検討することで、この“根拠”の検証を行う必要があるだろう。

なお、今回採集した大型植物化石の中には、確実な被子植物は含まれなかった。花粉化石の分析も行ったが、被子植物の花粉は得られなかった。初期の被子植物は低緯度地域から高緯度地域に向かって分布を広げ、Albianの終わり頃には北緯40度以北に達した。日本においてもAlbian/Cenomanian境界付近では普遍的に被子植物化石が見られる。従って、植物化石群集に基づく、篠山層群上部層の年代は若くともAlbianであると考えられ、最近 Kusuhashi et al. (2013) によって報告された上部層のU-Pb年代値と矛盾しない。

*Plant fossils from the Lower Cretaceous Upper Formation, Sasayama Group distributed in Sasayama, Hyogo Prefecture, Japan

Toshihiro Yamada (Kanazawa University), *Julien Legrand, Harufumi Nishida (Chuo University)

B22

日本海南部, 島根県大田市琴ヶ浜における
大型有孔虫 *Amphistegina lobifera* の生態調査
幸村哲也・林 広樹 (島根大・総理工工)

Amphistegina spp. は熱帯性の大型有孔虫であり, 年間を通して水温が高く安定な海域に生息する底生有孔虫種である。日本列島においては琉球諸島周辺の温暖な海域で多産する。しかし, 近年, 日本海沿岸において *Amphistegina* spp. の産出が報告されており (柏原・加藤, 2012), 島根県大田市の琴ヶ浜における海浜砂からも, 生きている状態の *Amphistegina* spp. の産出が報告されている (宮田ほか, 2009)。このことから, *Amphistegina* spp. が日本海にまでその生息域を拡大してきていることが考えられるが, 冬季における琴ヶ浜の海水温は *Amphistegina* spp. の限界生育水温 (14°C; Murray, 1991) を下回っているため, 無効分散の可能性も十分に考えられる。

琴ヶ浜では, 海浜の南北両端に位置する岩礁地において, 汀線付近に生息する石灰藻 (ピリヒバ) の根元付近の堆積物から *Amphistegina lobifera* の生体を大量に認めた。この *A. lobifera* の個体群動態を解明するため, この汀線付近に2定点を設置し, 2012年4月から2013年3月にかけて毎月の有孔虫調査を行った。試料採取は, 各定点で方形枠を用いて定面積 (25cm²) 中の堆積物を石灰藻ごと採取した。採取した試料から, ローゼンベンガル染色によって生体の *A. lobifera* のみを抽出し, 25 cm² あたりの個体数と殻の最大径の分布を求めた。

琴ヶ浜の南北両地点における月毎の個体数の変遷は, 2012年4月では個体数は10個体に満たないが, 8月~9月にかけて200個体以上に急増し, 10月~11月頃に極大 (約500個体) を示した。その後は冬季に向かって減少し, 1月以降は一時的に10~20個体

にまで減少するが, 3月に向けて50~100個体にまで回復している。採取時の水温との関連を見ると, 8月が海水温の極大 (約30°C) を示すが, 個体数は海水温が約20°Cまで下がる11月まで増加を続け, それ以降から減少が始まっている。1~3月は *Amphistegina* spp. の限界生育水温を下回る11~12°Cの海水温となっているが, 個体数は2012年4月に極小を示している。

各月の殻の最大径分布をヒストグラムに表すと, 4月から7月にかけて殻サイズのモードは0.8 mm付近から1.3 mm付近まで徐々にサイズの大きい方へと遷移していき, 最大で約1.8 mmまで成長した個体を確認した。7月~8月にかけて殻サイズの分布は顕著な二峰性を示し, 0.3~0.6 mm付近と1.2~1.3 mm付近にピークが見られ, 以後9月に向けて殻サイズの小さい個体群がほとんどを占めるようになる。8月以降の殻サイズ分布のモードは徐々に大きい方へと遷移し, 10月以降は1.0~1.2 mm付近で安定する。

以上の結果から, 琴ヶ浜における *A. lobifera* は, 岩礁地の汀線付近に年間を通して生息していることが確認された。また, 殻サイズの分布から, 7月~8月にかけて増殖し, 個体数が大幅に増加しているものと推定される。こうした特徴は, ギリシヤで認められた地中海への侵入個体群における傾向と類似し (Triantaphyllou, 2012), 本種の分布北限付近における生態を示しているものと考えられる。

* Ecological study of larger foraminifera *Amphistegina lobifera* at Kotogahama, Oda City in the southern part of the Japan Sea.

**Tetsuya Komura and Hiroki Hayashi (Shimane University)

B23

湖沼珪藻が湖沼間を移動した地質学的な証拠*
齋藤めぐみ (国立科学博物館・地学研究部) **

珪藻などの微生物は分散能力が大きいため, 汎世界的に分布するという考え (ユビキタス仮説, Finlay 2002, Science) が提唱されている。この仮説によれば, 珪藻のすべてが広域分布種であり, ある種がそこに生育しているかどうかはその場所の環境によって決定されるという (“everything is everywhere, but, environment selects”)。もしそうだとすれば異所的な種分化は起こりえないことになる。一方で, 近年のマクロ生態学的な研究成果によれば, 珪藻であってもその分散能力には限界があり, 地域ごとの個体群, 群集が形成されていることが指摘されている。それを明確に示す事例としては, 南半球の島嶼において人為的に持ち込まれた移入種により環境汚染が進んでいること, 形態学的には同一種に分類されるようなそれぞれの地域個体群において遺伝学的な差異 (=隠蔽種) が検出されており, 地域個体群間に生殖隔離が十分に存在していることが示されている。しかしながら, これらの研究は現在という時間面で観察される “結果” にもとづいて過去に起こった分散を推定しているだけで, 実際の分散の過程を明らかにしたわけではない。珪藻がどれくらいの期間にどれくらいの距離まで地理的分布を広げることができるのか, 移入がどれくらいの頻度で成功するのかといったことはよく分かっておらず, 化石記録を用いて具体的な事例を示す必要がある。本発表では, ポーリングコア試料に含まれる珪藻化石を観察した結果を紹介し, ある1つの珪藻種が近隣の湖沼に分布域を広げた事例を報告する。

琵琶湖の現生種 *Stephanodiscus suzuki* は, 琵琶湖において祖先種より形成された種だと推定されて, 琵琶湖においては

最終間氷期 (125ka) 以降の堆積物から連続して産出する。一方, 琵琶湖の北西30kmほどに位置し, 150kaから連続して湖沼環境が維持されてきた水月湖においては, 本種は21ka以降に断続的に産出するのみである。さらに, もう1つの琵琶湖固有種である *Aulacoseira nipponica* の出現は, 琵琶湖においては100ka以降であるが, 水月湖では7kaのK-Ah火山灰の降灰以降である。

このような琵琶湖と水月湖における初産出の時間的な差異についての解釈は, 1) 琵琶湖における初産出とほぼ同時に水月湖へたどり着いていたものの水月湖では増えることができなかった (ユビキタス仮説) と 2) 琵琶湖から水月湖にたどり着く機会は稀にしか訪れなかったという解釈の2通りとその中間的なものが考えられ, ひとつの解釈には特定しきれていない。しかしながら, 湖沼間移入と到着地における増殖が成功するための条件は, 比較的限定的に整うのではないかと推定された。たとえば, 琵琶湖において個体数が多かった時期に水月湖への移入と増殖が成功している。琵琶湖における *S. suzuki* の産出の増大は2万年前頃からであり, *A. nipponica* の産出では1万年前以降である。琵琶湖における個体数の増加によって湖沼間移動の成功率が上がった可能性が指摘される。また, 少なくとも, *S. suzuki* が最初に水月湖に出現する直前約500年間は, 浮遊性珪藻群集の多様性が著しく低いことが注目される。このことは, 当時の水月湖内にニッチの空きが出現し, そこに *S. suzuki* が移入し増殖に成功したと考えられる。

* A fossil evidence of freshwater diatom immigration.

** Megumi Saito-Kato (National Museum of Nature and Science)

B24

イラン西部ケルマンシャ地域ピセトゥンセクションのジュラ系放射虫層序*

松岡 篤¹⁾, セイエド・ハミド・バジリ²⁾

1)新潟大学, 2)イスラミック・アザド大学

イラン国内を北西-南東に横切るように分布するザグロス縫合帯には、いくつかのオフィオライトが挟まれる。これらは、テチス海の大洋底を構成していた海洋性物質を代表すると考えられている。これまで、テチス海の遠洋性堆積物の研究は、チベット、オマーン、トルコ、ギリシャ、イタリアなどで実施されているが、イラン国内の研究は始まったばかりである (Garib and De Wever, 2010)。

イラン西部のケルマンシャ地域には、ケルマンシャオフィオライトが分布する。オフィオライトを構成する塩基性岩・超塩基性岩にともなって珪質岩・石灰質岩からなる遠洋性堆積物が露出している。ケルマンシャ地域のピセトゥンセクションにおいて、放射虫の生層序学的検討を行ったので、その結果を報告する。

ピセトゥンセクションを構成する遠洋性堆積物は、赤色ないし緑色のチャートからなり、一部に灰色のミクライト質石灰岩を伴う。チャートと石灰岩とが互層する部分も認められる。これらの遠洋性堆積物は、下位を蛇紋岩メランジュに、上位を下部白亜系とされる厚さ数 100m 以上の石灰岩に構造的に挟まれて分布する。

今回の検討では、層厚 2.5m~27m からなる 4つの層序断面において、33 試料を採取した。また、転石のチャートについても 5 試料について検討した。チャートからの放射虫化石の保存は必ずしも良好とはいえないが、層準により化石帯を特定しうる

保存のよい放射虫化石が 10 試料以上から産出した。これまでに、*Striatojaponocapsa conexa* Zone (JR 5), *Kilinora spiralis* Zone (JR 6), *Hsuum maxwelli* Zone (JR 7), および *Pseudodictyomitra carpatica* Zone (KR 1)の化石帯が認識されている。これらの化石帯の年代位置づけ(Matsuoka, 1995)から、珪質遠洋性堆積物は、ジュラ紀中世 Bathonian から白亜紀最古世 Berriasian にかけて、連続的に形成されたことが明らかになった。

これまでにケルマンシャ地域の珪質岩からは、ジュラ紀古世 Pliensbachian ならびに白亜紀新世 Turonian とされる放射虫化石の産出が報告されている (Garib and De Wever, 2010)。今回の検討により、ジュラ紀中世から白亜紀最前期にわたるチャートが層厚 30m 以下の遠洋性堆積物からなる層序断面から確認された。放射虫の産出データに乏しかったイラン西部地域からジュラ紀放射虫化石を見いだしたことにより、テチス海の古海洋環境をより実証的に検討することが可能となる。今後、他地域の同年代の放射虫群集との比較を行って、古生物地理学的な観点からイランのジュラ紀放射虫群集の特徴を明確にし、古海洋学的な位置づけを明らかにしていく予定である。

【文献】

- Gharib, F. and De Wever, P., 2010. Mesozoic radiolarians from the Kermanshah formation (Iran). *C. R. Palevol*, 9, 209-219.
Matsuoka, A. 1995. Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *Island Arc*, 4, 140-153.

※ Jurassic radiolarian biostratigraphy of the Bisetun Section in the Kermanshah area, west Iran
Atsushi Matsuoka (Niigata University) and Seyed Hamid Vaziri (Islamic Azad University)

B25

三畳紀後期の隕石衝突イベントと放射虫群集変化*

尾上哲治 (熊本大・理)**・佐藤峰南 (九州大・理)***・野崎達生****・鈴木勝彦 (JAMSTEC・IFREE) *****

三畳紀後期ノーリアン階~レーティアン階 (228-201 Ma) にかけては、アンモナイト、二枚貝、コノドントといったこの時代の主要な化石群集の絶滅イベントが、三畳紀/ジュラ紀境界の大量絶滅に先行して二度起こったことが知られている (Tanner et al., 2004, *Earth Sci. Rev.*, 65, 103)。この絶滅イベントの原因の一つとして巨大な隕石衝突説が提案されているが、衝突由来のイジェクタ堆積物がイギリスの陸成層以外から見つかっていないことから、当時の海洋生物に対する絶滅率の検討などは行われてこなかった。しかし最近、美濃帯の上部三畳系ノーリアン層状チャート中に挟まれた粘土岩から、隕石衝突のイジェクタ層に特徴的なスフェール、Ni に富むスピネル粒子、白金族元素 (PGE) の異常濃集、オスミウム同位体比 (¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os) の急激な低下が発見され、これらがカナダの Manicouagan クレーター (直径 100 km) を形成した隕石衝突イベントに由来する可能性が示された (Onoue et al., 2012, *PNAS*, 109, 19134; Sato et al., under revision)。本研究では、近年発見された三畳紀後期の隕石衝突層準を挟んで放射虫化石群集組成を検討し、隕石衝突層準における放射虫の絶滅パターンについて検討を行った。

イジェクタ層と考えられる粘土岩が見つかったのは、岐阜県坂祝町の坂祝セクション (美濃帯上麻生ユニット) および、大分県津久見市の江ノ浦セクション (秩父帯尺間山層群) に分布する上部三畳系層状チャートである。両セクションでは、

下位層準のチャートから粘土岩にかけてオスミウム同位体比の急激な低下と同時に PGE の異常濃集が記録されている。粘土岩は厚さ約 4~5 cm で、下部にスフェールや Ni に富むスピネル粒子が含まれる。粘土岩の年代は、コノドント化石の検討からノーリアン中期 (*E. bidentata* 帯基底) と考えられている。研究試料は、粘土岩を挟んで上下のチャート単層から試料を採取し、フッ化水素酸を用いて放射虫化石を抽出した。

検討セクションから見つかった放射虫群集は、主に *Capnodoce sarisa*, *C. ruesti*, *C. crystallina* などの *Capnodoce* 属や、*Japonocampe nova*, *Xiphosphaera fistulata*, *Syringocapsa batodes* などの化石種から構成される。これらの種は粘土岩の上下層準のチャートから共通して産するが、粘土岩より上位層準にのみ産出する主としては、*Pentactinocarpus sevaticus* や *Sarla prietoensis* があげられる。そのほか、属種不明の球状放射虫が粘土岩直上のチャート単層 (厚さ 2~3 cm) にのみ特徴的に多産する。粘土岩より下位層準のチャートからは 14 属 22 種の放射虫化石が見出されたが、その群集組成は粘土岩の上位層準でも大きな変化は認められない。隕石衝突と同時期に絶滅したと考えられる種は、*Trialatus* 属の 1 種のみであった。しかし本研究では、粘土岩から約 1 m 上位のノーリアン中期/後期境界にかけて、*Capnodoce* 属をはじめとする 18 種の放射虫化石が絶滅していることが明らかになった。これらの種が絶滅した原因については不明だが、今後隕石衝突に伴う海洋環境および生物相の変化について詳しく検討する必要がある。

*Meteorite impact and radiolarian faunal turnover in the Late Triassic.

Tetsuji Onoue (Kumamoto University), *Honami Sato (Kyushu University), ****Tatsuo Nozaki, *****Katsuhiko Suzuki (JAMSTEC)

B26

High-resolution biostratigraphy of the
Paleocene-Eocene ostracodes at Ocean Drilling
Program (ODP) Site 865, equatorial Pacific*
Tatsuhiko Yamaguchi (Kochi Univ.)**,
Richard D. Norris (Univ. California, San Diego) ***

The Paleocene-Eocene thermal maximum (PETM) is an extreme warming event at the Paleocene-Eocene (P/E) boundary (55.8 Ma), being accompanied by ocean acidification and deoxygenation, and shoaling of the carbonate compensation depth (e.g., Slujs et al., 2007). During the event, ocean ecosystem obviously changed, indicating unique communities (the “excursion” floras and faunas). Planktic taxa were diversified, while benthic taxa lost their diversity. At the onset of the PETM, 30–50% of cosmopolitan benthic foraminifers underwent extinction (Thomas & Shackleton, 1996). In contrast for the benthic foraminifer, ostracodes did not go extinct (Speijer et al., 2012), although they are more sensitive to changes in temperature and oxygen level than foraminifers (e.g., Yasuhara et al., 2012). Published data on the Paleocene-Eocene deep-sea ostracodes, including data at ODP Site 865 (Boomer & Whatley, 1995), suggest no extinction through the PETM (Speijer et al. 2012). Here we present a high-resolution biostratigraphy of the Paleocene-Eocene ostracodes in ODP Holes 865B and 865C to understand faunal changes through the PETM.

ODP Site 865 is located on Allison Guyot, equatorial Pacific. The PETM was identified using foraminifer stable isotopes and magnesium/calcium ratios and benthic foraminifer assemblages (Bralower et al., 1995; Thomas, 1998; Tripathi & Elderfield, 2005). We obtained 25 taxa from 81 samples of sediments, whose geological ages range from 56.26 to 55.23 Ma. Most samples yield *Pariceratina ubiquita*. One to 23 specimens were found in each sample. Species richness ranges between one and eight. 22 taxa disappear below the P/E boundary. 12 of the disappeared taxa reappear above the PETM

sediments. At least four of the disappeared taxa (*Krithe* sp., *Cytherella* sp., *Cytherella* sp.7, *Profundobythere volans*) went extinct. The highest occurrences of these taxa are within the PETM sediments. At the P/E boundary, species richness shows a notable drop from eight to three. After the drop, the species richness exhibits one to four. The ostracode biostratigraphy indicates that ostracode diversity was obviously reduced with extinction of species at the P/E boundary.

At ODP Sites 689 and 690, Southern Ocean, ostracode diversity notably decreased during the early PETM (Steineck & Thomas, 1996; Webb et al., 2009). At Deep Sea Drilling Project Site 401, northeastern Atlantic, ostracodes decreased their taxonomic diversity and at least two of 12 species underwent extinction during the early PETM (Yamaguchi & Norris, 2012). Summarizing these data, deep-sea ostracodes indicate global diversity loss and extinction during the PETM, likely benthic foraminifers. Because the ostracodes are different in taxonomic composition in each site, the “excursion fauna” is not recognized.

Reference.—Boomer, I., & Whatley, R., 1995: *In, Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 143, pp. 75–86; Bralower, T. J., et al., 1995: *Paleoceanography* 10, 841–866; Slujs, A. et al. 2007: *In, Deep-Time Perspectives on Climate Change: Marrying the Signal from Computer Models and Biological Proxies*, p.323–349, The Geological Society, London; Speijer, R. P., et al. 2012: *Austrian Journal of Earth Sciences* 105, 6–16; Steineck, P. L., & Thomas, E., 1996: *Geology* 24, 583–587; Thomas, E., 1998: *In, Late Paleocene-Early Eocene Climatic and Biotic Events in the Marine and Terrestrial Record*, p. 214–243, Columbia Univ. Press; Thomas, E. & Shackleton, N. J., 1996: *In, Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe*, p. 401–441, Geol. Soc. London; Tripathi, A., & Elderfield, H., 2005: *Science* 308, 1894–1898; Webb, A. E. et al. 2009: *Geology* 37, 783–786; Yamaguchi, T. & Norris, R. D., 2012: *Marine Micropaleontology* 86–87, 32–44; Yasuhara, M., et al. 2012: *Paleobiology* 38, 162–179.

* ODP Site 865 (赤道太平洋)での晩新世—始新世貝形虫の高分解能生層序

山口龍彦 (高知大学), *リチャード・D・ノリス (カリフォルニア大学サンディエゴ校)

C01

島根県西部に分布する下部ジュラ系樋口層群から産出した北方系二枚貝化石群*

永田紘樹 (御船町恐竜博)**・小松俊文 (熊本大・院・自)***・ボリスシュリージン (トロフィムク石油地質地球物理研)****・佐藤正 (深田地質研)*****・石田直人 (新潟大)*****

北陸地方や中国地方の西南日本内帯には、来馬層群や樋口層群、豊浦層群などの浅海成下部ジュラ系が点在する。中でも豊浦層群や来馬層群は、軟体動物化石を豊富に産出するため、多くの研究者によって地質・古生物学的な研究が行われてきた。しかし、樋口層群の古生物学的研究は、中ほか(1985)による若干の二枚貝化石の報告や、Hirano et al. (1978)のアンモノイド化石を用いた時代の検討のみで、産出化石もほとんどわかっていない。

そこで本研究では、樋口層群の化石の構成や産出層準、産状などを明らかにするため、同層群を調査し、地質図・柱状図を作成した上で検討を行った。また、二枚貝化石については、豊浦層群や来馬層群のほか、ロシアなどの下部ジュラ系から産出するものと比較し、これらの地域との共通性について予察的な報告を行う。

樋口層群は、島根県南西部の鹿足郡吉賀町六日市に分布し、ペルム系の錦層群を不整合で覆い、下部白亜紀の関門層群に不整合で覆われる。地質構造は比較的単純で、北に10~30°傾斜する同斜構造をなす。全層厚は、約250m~400mで岩相から尾路地谷層(新称)とその上位の樋口谷層(新称)に区分される。尾路地谷層は層厚約180m~400mで、主に礫岩と砂岩からなり泥岩を伴う。化石は、泥岩に散在的に含まれて

おり、二枚貝化石の *Oxytoma* sp. や "*Pleuromya*" sp. が産出する。樋口谷層は、層厚約60m~120mで、暗灰色泥岩を主体とし、砂岩を伴う。化石は、泥岩や砂岩から *Fontanelliceras*? sp. などのアンモノイド化石や *Kolymonectes staeschei*, *Palmoxytoma cygnipes*, *Ryderia texturata*, *Pseudomytiloides matsumotoi*, *Oxytoma* sp., "*Pleuromya*" sp. などの二枚貝化石が産出する。

樋口層群の二枚貝化石の多くは、汎世界的な分布を示すが、*K. staeschei* と *P. cygnipes* は、ロシア北東部やカナダ北部の Murray Ridge 層などから産出しており、ジュラ紀前期の典型的な北方系の二枚貝化石である (Damborenea, 1993)。なお、本層群から、南方系の二枚貝化石はみつかっていない。

樋口層群の二枚貝化石で、来馬層群と豊浦層群に共通する化石は少ないが、豊浦層群は、南方系の二枚貝化石やサンゴ化石が多産しており、典型的な北方系の種を含む本層群との違いは明瞭である。一方、来馬層群とは北方系の二枚貝化石が産出している点で共通性が認められる。

近年、ロシアなどの下部ジュラ系より新たな化石が報告されるなど、東アジアの地質・古生物学的研究の進展がみられている。今後、樋口層群の化石データを追加し、日本だけでなく、東アジアの古生物地理を再検討する必要があるだろう。

*Boreal bivalve assemblages from the Lower Jurassic Higuchi Group, western Shimane Prefecture, Japan.

Koki Nagata (Mifune Dinosaur Museum), **Toshifumi Komatsu (Kumamoto Univ.), *Boris Shurygin (Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics), ****Tadashi Sato (Fukada Geological Institute), *****Naoto Ishida (Niigata Univ.)

C02

熊本県天草地域の中部始新統白岳層産の

マルスダレガイ類(二枚貝綱)の分類と古生態*

松原尚志 (兵庫県人と自然博)**

熊本県天草地域の古第三系のうち、最も下位の海成層である白岳層および福連木層(中期始新世最前期)からは汽水~浅海性の貝類を豊富に産することが知られており(Nagao, 1928; 井上, 1962; Mizuno, 1964)、福連木動物群のタイプとされている(岩崎, 1995)。しかしながらNagao (1928)以降、分類学的研究は多くなく(Matsubara & Ugai, 2006を参照のこと)、詳しい群集特性を明らかにするためには最新の分類学的知見に基づいた再検討が必要である。今回、演者は白岳層から産するマルスダレガイ科について分類学的・古生態的観点から再検討を行ったので、その結果を報告する。

資料: 本研究では(1)上天草市松島町合津、および(2)天草市御所浦町竹島(天草市立御所浦白亜紀資料館所蔵のMatsubara and Ugai, 2006の図示・参照標本)産の標本を用いた。

結果: 分類学的な再検討の結果、以下の2種が識別された:

1) *Pitar* (s. l.) *ariakensis* (Nagao, 1928)

Nagao (1928)により宇土市赤瀬町の白岳層から *Macrocallista ariakensis* として記載された種である。今回、東北大学総合学術博物館のタイプ標本に加えて、上天草市松島町産の従来、"*Pitar* sp." や "*Callista* sp." として報告されてきた種(田中ほか, 1997; 大塚, 2011)を比較・検討した結果、これらは広義の *Pitar* Römer, 1857に含まれる同一種であることが明らかとなった。

2) *Callista* (*Microcallista*?) sp. nov.

Matsubara & Ugai (2006)により天草市御所浦の竹島から "*Callista* (*Microcallista*) *ariakensis* (Nagao)" として記載・図示された種である。今回、再検討を行ったところ、殻がより丸く短く、殻表に共縁肋が発達する別種であることが判明した。

古生態: *P.* (s. l.) *ariakensis* は上天草市松島町では白岳層下部のシルト岩中に密集層をなして産し、これらには *Anomia* sp. や *Brachyontes* sp. が伴われる。また、本種はより上位の *Colpospira* (*Acutospira*) *okadai* が密集する砂岩層にもわずかに含まれている。一方、*C.* (*M.*) sp. nov. は *Colpospira* (*Acutospira*) *tashiroi* が多産する砂岩層から *Nummulites* spp. とともに産している(Matsubara & Ugai, 2006)。岩崎(1997)は天草諸島における「カヘイセキ」とこれら2種の *Colpospira* の地理的分布に基づき、*C.* (*A.*) *okadai* は湾奥側に、「カヘイセキ」や *C.* (*A.*) *tashiroi* は湾口に近い環境に棲息していたことを明らかとした。地理的分布や共産種から、今回検討したマルスダレガイ類2種のうち、*P.* (s. l.) *ariakensis* は湾奥側に、*C.* (*M.*?) sp. nov. はより湾口側に棲息していたことが示唆される。

[引用文献] 岩崎, 1995, 新生代化石底生動物群集カタログ, 8-10; 岩崎, 1997, 熊本地学会誌 (114), 2-8; Matsubara & Ugai, 2006, *Bull. Goshoura Cret. Mus.* (7), 1-17; Nagao, 1928, *Sci. Rep. Tōhoku Imp. Univ.*, 2nd Ser. 9, 97-128; 大塚, 2011, 御所浦白亜紀資料館報 (12), 1-44; 田中ほか, 1997, 日本地質学会第104年学術大会講演要旨, 414.

*Taxonomy and paleoecology of venerids (Bivalvia: Veneridae) from the Middle Eocene Shiratake Formation on the Amakusa Islands, Kumamoto Prefecture, SW Japan.

**Takashi Matsubara (Museum of Nature and Human Activities, Hyogo)

C03

縄文人はトウキョウホタテを食べたのか？*

中島 礼 (産総研)**・吉田勝彦 (国環研)***・

トウキョウホタテ (*Mizuhopecten tokyoensis* (Tokunaga)) は本邦更新世を代表する二枚貝類である。その産出は九州から北海道までの鮮新世から更新世にわたり、国外では、台湾や韓国済州島の更新統からも知られている (Masuda and Huang, 1994 など)。一方、海底からドレッジや刺し網などによって、採集された例も知られ、西日本の太平洋側および日本海側の水深 100~200m 程度から見つかることが多い (新野, 1936; Niino, 1952)。海底から採集された個体の放射性炭素年代測定によると、海底産のトウキョウホタテは約 4 万~1.5 万年前と大幅に陸上産よりも新しいことがわかってきた。瀬戸内海播磨灘の個体では約 4.2~3 万年前 (^{14}C 年代)、房総小湊沖では約 1.5 万年前 (^{14}C 年代)、高知宿毛沖では約 2.7 万年前 (^{14}C 年代)、和歌山田辺沖では 1.6 万年前 (^{14}C 年代)、駿河湾では 1.3 万年前 (^{14}C 年代) となっている (中尾ほか, 2004; 松原・大原, 2005; 中島ほか, 2013)。そこで本研究では、トウキョウホタテが絶滅した生息上限年代を検討するため、海底及び陸上から採取された貝殻の放射性炭素年代を測定したので報告する。

試料としたトウキョウホタテは、長崎県五島列島沖水深 300m において採集された個体と鹿児島湾の新島 (燃島) における燃島貝層から採集された個体である。前者は戦前に蒼鷹丸による日本近海調査で採集され、東京海洋大水産資料館に保管されていた標本である。後者は国立科学博物館の登録標本 (NSM PM11997) である。約 6,000~2,000 年前の完新統として知られる燃島貝層からトウキョウホタテが産することは鹿間 (1955) に

よって報告されていたが、共産する貝類構成から本種が完新統のものか疑問視されていた。

放射性炭素年代の測定は地球科学研究所を通して Beta Analytic Inc に依頼した。 ^{14}C 年代 (括弧内は暦年較正年代) は、五島沖個体が $40,610 \pm 520$ yrBP (約 44,150 calBP)、燃島個体が $11,210 \pm 50$ yrBP (約 12,670 calBP) となった。燃島個体の測定結果はこれまでに知られる駿河湾個体の 1.3 万年前より新しい年代であることが判明した。燃島個体は燃島貝層の年代と異なるため、燃島貝層の下位層である燃島シルト層からのリワークと考えられた。

燃島個体が約 1.1 万年前の ^{14}C 年代を示すことから、トウキョウホタテの生息年代が更新世-完新統境界に近い縄文時代草創期にまで至ることがわかった。では、縄文人はトウキョウホタテを食したのだろうか？この時期は食糧資源が水産物にシフトしていった時期と重なる。また、東北や北海道の縄文時代の貝塚においては現生種ホタテガイ (*Mizuhopecten yessoensis*) の殻がよくみられるため、生息水深が類似するトウキョウホタテを縄文人が食べた可能性はある。しかし、縄文時代における貝塚からトウキョウホタテが報告された例はない。その最も大きな理由は、現在日本で見つかっている最古の貝塚の年代 (約 1 万年前) が燃島個体よりも新しいことである。縄文人の定住生活が本格化し、日本での貝塚形成が始まる前にトウキョウホタテは既に絶滅してしまった可能性がある。現時点では直接的な証拠が得られていないので、今後さらに詳細な調査が必要である。

.....

*Did Jomon people eat *Mizuhopecten tokyoensis*?

Rei Nakashima (GSJ, AIST), *Katsuhiko Yoshida (NIES)

C04

深海性二枚貝シロウリガイ類およびシンカイヒバリガイ類の宿主-共生系に見られる栄養依存形態の違い*

土屋正史・吉田尊雄・カ石嘉人・小川奈々子 (JAMSTEC)・本郷悠貴 (東京海洋大学)・藤原義弘・藤倉克則・丸山 正・大河内直彦 (JAMSTEC)**

アミノ酸窒素同位体比に基づく栄養段階推定は、生物の捕食-被食関係だけではなく、生物の宿主-共生系の関係を明らかにできる重要なツールとなりつつある。われわれは、この分析技術を用いて、海洋生態系の構造とそれを構成する海洋生物の進化や共生現象を理解し、海洋生態系の成り立ちと仕組みを検証する研究を行ってきた。これまでの研究では、アミノ酸窒素同位体比に基づく栄養段階の推定が、化学合成生態系でも成立しており、この仮定が広く海洋生態系で応用可能であることを示した。本研究では、化学合成生物の宿主-共生微生物におけるアミノ酸窒素同位体とそれに基づく栄養段階を推定することで、栄養依存形態の解明を目的として研究を行った。

分析に用いたい深海に生息する二枚貝類は、しんかい 6500 およびハイパードルフィンを用いて採取した。三陸沖日本海溝のナギナタシロウリガイ、相模湾初島沖のシロウリガイ類 (シロウリガイ、シマイシロウリガイ)・シンカイヒバリガイ類 (シンカイヒバリガイ、ヘイトウシンカイヒバリガイ)、明神海丘のシチヨウシンカイヒバリガイを用いた。採取した試料は、組織ごと (鰓・足・外套膜・閉殻筋) に分取するとともに、鰓組織からフィルターを用いて共生菌の分画を回収した。分取した組織は、酸加水分解し、さらに精製と誘導体化を行ったのち、ガスクロマトグラフ/同位体比質量分析計により、各アミノ酸の窒

素同位体比を測定した。栄養段階は、フェニルアラニンとグルタミン酸の同位体比より計算した。

アミノ酸窒素同位体比に基づく栄養段階の変化は、シロウリガイ類とシンカイヒバリガイ類で異なる。シロウリガイ類の筋肉は、共生菌に対して栄養段階が約 1 上昇したが、シンカイヒバリガイ類では変化せず、すべての組織で同じ値を示した。

この変化は、バルク窒素同位体比にも反映されていた。バルク窒素同位体比の分別は、シロウリガイ類で共生菌と宿主の間に起こるが、シンカイヒバリガイ類では生じていない。一方、バルク炭素の同位体分別は、シロウリガイ類では殆どなく、むしろシンカイヒバリガイ類で生じていた。

以上のことから、シロウリガイ類における宿主-共生系では、捕食-被食の関係が成り立っていることを示す。一方、シマイシロウリガイでは、消化などの捕食を示す超微細構造は観察されないこと、共生菌にアミノ酸のトランスポーター遺伝子は存在しないことから、何らかの方法で、宿主は共生菌からのアミノ酸を利用していると考えられる。これに対して、シンカイヒバリガイ類では、宿主はアミノ酸ではなく、むしろ炭素源を獲得している可能性を示唆する。生体内の物質の動きを捉えるためには、ラベル化した窒素を用いた代謝経路の推定と遺伝子の発現を総合的に検討し、栄養段階を変化させる代謝物質の動きを探ることが必要である。また、窒素同位体の変化が、殻内有機物にどのように影響を及ぼすのかを追跡することで、過去の化学合成生物の代謝や共生の起源などにもアプローチできる。

*Different trophic requirement in the host-symbiont interactions of both *CaLypptogena* clams and *Bathymodiolus* mussels based on nitrogen stable isotopic composition of amino acids.

**Masashi Tsuchiya, Takao Yoshida, Yoshito Chikaraishi, Nanako O. Ogawa, (JAMSTEC), Yuki Hongo (Tokyo University of Marine Science and Technology), Katsunori Fujikura, Tadashi Maruyama, Naohiko Ohkouchi (JAMSTEC)

C05

北海道浦幌町の暁新統から産出したモミジソデボラ科 (Aporrhaidae) 巻貝の産出意義*

天野和孝 (上越教育大・学校教育) **・ロバート・ジェンキンス (金沢大・理工) ***

モミジソデボラ科 (Aporrhaidae) はジュラ紀～白亜紀に栄えた巻貝類で、中生代末の大量絶滅により多様性を減じ、現生では *Aporrhais*, *Arrhoges* の 2 属がヨーロッパ周辺と大西洋に生き残っているにすぎない (Wenz, 1938; Roy, 1994). 日本を含む北西太平洋地域では白亜紀前期に 12 種、白亜紀後期に 6 種が認められている (Yabe & Nagao, 1925, 1928; Nagao, 1932, 1934; Matsumoto *et al.*, 1965; Kase & Maeda, 1980; Hayami & Kase, 1981; Kase, 1984).

北海道浦幌町活平付近の活平層の 6 産地から Aporrhaidae に属する *Kangiloptera* の新種が発見された。模式地周辺の活平層は泥岩からなり、セランディアン前期を示す石灰質ナンノ化石とダニアン末期～セランディアン前期を示す浮遊性有孔虫が報告されている (海保, 1984). 化石は泥岩中に含まれる径 20-40cm の石灰質団塊もしくはその転石中より産出した。団塊中にはしばしば植物片が含まれ、*Acila*, *Leionucula* などの堆積物食二枚貝、腕足類、単体サンゴを伴う。現生の Aporrhaidae はデトリタス食者で、10-2000m の泥底等に生息していることが知られており (Yonge, 1937; Clarke, 1962), 化石の産状とも一致している。

採集された化石の殻は中型で、26.1mm に達し、8 螺層からなる。体層には細かな螺旋状脈に加え、3 本のキールが発達する。最上部のキ

ールは肩角部に位置し、キール上にはごく弱い瘤状突起が見られる。さらにこの延長部が 1 本の翼状の突起となり、後方に反り返る。翼の前端に半月上の板状突起が生ずることがある。次層には細かな螺旋状脈と 1 本の鈍いキールが見られ、15-19 本の S 字状の縦肋が見られる。内唇は薄い滑層で覆われ、上端は次層上部に達する。以上の特徴はグリーンランド西部のダニアン階から知られる *Kangiloptera ravni* (Rosenkrantz, 1970) と共通し、やや小型の殻、より短い翼状突起や水管溝などから区別される。また、翼状の突起の形態を除けば、カナダ北東部のエルスマア島の暁新世から Marincovich & Zinsmeister (1991) により図示された *Drepanocheilus pervatus* (Stanton) にも類似している。

本新種は Aporrhaidae として、北西太平洋地域では唯一の新生代の種である。しかし、日本の白亜紀から知られる種には類似していない。グリーンランド西部の暁新統からは *Kangiloptera* だけでなく始新世以降北西太平洋に出現した *Conchocele* も知られ (Rosenkrantz, 1970), これらの属はグリーンランドから北西太平洋側に移動したと思われる。しかし、Hopkins & Marincovich (1984), Marincovich *et al.* (1990) によれば、白亜紀末期から古第三紀にかけて北極海は孤立していたと推定されている。今回の発見は当時の北極海周辺の古地理を再検討する必要があることを示唆している。

*Significance of the occurrence of aporrhaid gastropod from the Paleocene deposits in Urahoro Town, Hokkaido

Kazutaka Amano (Joetsu Univ. Educ.) *Robert G. Jenkins (Kanazawa University)

C06

腹足類殻の“巻き”パタンの 3D および 2D イメージデータに基づく定量化法*
野下浩司 (九州大・システム生命) **

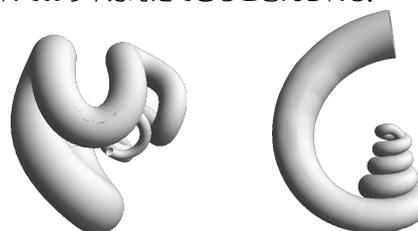
腹足類の殻は多様な“巻き”パターンをもつ。その多くはらせん状に巻くが、“異常巻き”と呼ばれる非らせん状の“巻き”パターンを示す種も存在する。こうした多様な“巻き”パターンは成長管モデル (Okamoto, 1988) をもちいることで統一的に定量化することができる。しかし、成長管モデルは“巻き”パタンの定量化方法としては実証研究でほとんど利用されていない。成長管モデルが微分幾何に基づくモデルであるため、そのパラメータは局所的に定義されており測定が困難で、またパラメータからの再構築が難しいことによると考えられる。

そこで、本発表では腹足類の殻形態、特に“巻き”パタンの統一的な定量化法として成長管モデルをもちいるための実用的な解析方法を 2 つ提案する。

3D の CT データが利用できる場合、殻の成長軌道とそれにもない変化する螺管の太さの離散的なデータが測定できる (測定のスキームは Monnet *et al.* (2009) に基づく)。そこで螺管の太さの離散的なデータから螺管の拡大率を推定する。さらに B-スプライン曲線で成長軌道を近似し成長にもない変化する成長管モデルパラメータを推定する。この方法では“異常巻き”を含む、あらゆる“巻き”パターンを定量化できる。

2D のデジタルカメラによるイメージデータのみが利用できる場合でも、Raup モデル (Raup, 1962; Raup & Michelson,

1965) などの測定可能なモデルを介し、成長管モデルパラメータを推定することができる。本研究では形態モデルパラメータが一定である場合に Raup モデルパラメータから成長管モデルパラメータへの“読み替え”を解析的に導出した。形態モデルパラメータが一定の場合は、Raup モデルパラメータは容易に測定できる。Raup の D (巻軸からの相対的距離) が負になる場合は Raup モデルと成長管モデルに乖離が見られるが、これはどの部位を殻口と認識するかという問題と関係している。実際の標本測定の上では Raup モデルと成長管モデルの間に乖離がみられるような殻口部位の認識がおこるシチュエーションは限られており十分対処できると考えられる。



成長管モデルによる異常巻きアンモノイド

.....
*Geometric Analysis and Quantification of Coiling-Patterns of Gastropod Shells based on 3D and 2D Image Data.

**Koji Noshita (Kyushu University)

C07

貝類における貝殻成長の分子メカニズム
からみる貝殻の形態進化*

清水啓介**, 遠藤一佳 (東大・院理)**

軟体動物の多くは「貝殻」という形態的な特徴をもつ。貝殻の数や形は非常に多様であり、また、化石記録としても残りやすいため、貝殻形成の進化に関する研究はこれまでに数多く行われてきた。アンモナイトやオウムガイの頭足類、サザエやタニシのような腹足類の貝殻の多様性は現生だけでなく化石記録を含めて高い。これらの貝殻形態は基本的に一本の管状の殻がある軸のまわりに規則的に(対数螺旋で)巻いた形態として理論的に説明することができる。このように貝殻形態を理論形態学的に理解する研究は古くから数多く行なわれている。その内のひとつである成長管モデルでは、あらゆる貝殻形態を成長時の3要素(殻口部の膨らみ、曲がり、捩れ)の組合せで説明できるとした。特に巻貝に顕著にみられる貝殻の螺旋成長は「曲がり」と「捩れ」で説明可能であり、貝殻を形成する殻口部の内側と外側とでの貝殻の成長量の差と最大成長点のズレが生じることを意味している。一方、硬組織である貝殻の成長パターンは軟体部(外套膜)の成長と深く関係するため、外套膜の細胞の配列を物性力学的な視点から捉え、巻貝自身の姿勢が外套膜の不等成長を促すことで貝殻の成長パターンを説明しうることがすでに報告されている。以上のように理論的な説明は豊富なものの、実際にこれらの現象を引き起こす分子メカニズム自体は全く不明である。

笠型の貝殻をもつセイヨウカサガイ (*Patella vulgata*) において遺伝子 *decapentaplegic (dpp)* はトロコフォア期に貝殻の初期形成を担う貝殻腺の周縁部全体で発現が確認されている。一方、右巻の螺旋状の貝殻をもつタケノコモノアラガイ (*Lymnaea stagnalis*) では、*dpp* は貝殻腺の右側でのみ発現することが知られている。本研究では、新たに貝殻の後期成長を担う外套膜においても、*dpp* がタケノコモノアラガイの右巻(野生型系統)では右側、左巻(変異系統)では左側で強く発現するのに対し、笠型のセイヨウカサガイおよびクサイロアオガイ (*Nipponacmea fuscoviridis*) では左右対称に発現していることを明らかにした。また、タケノコモノアラガイの貝殻形成が開始されるベリジャー期において、*Dpp* のシグナル阻害剤(ドルソモルフィン)による機能阻害実験を行なった結果、貝殻が巻かずに円錐形の貝殻を持つ表現型が得られた。これらの遺伝子発現解析と機能解析の結果から、外套膜における左右非対称な *dpp* の発現が貝殻の螺旋成長と密接に関係していることがわかった。以上の結果から、*dpp* の発現パターンの変化が貝殻の形態形成に重要であり、同様のメカニズムによって、頭足類や二枚貝類を含めた貝類の貝殻の形態形成を制御している可能性を示唆している。

* Molecular mechanisms of shell coiling in gastropods.

** Keisuke Shimizu and Kazuyoshi Endo (The University of Tokyo)

C08

地質年代単元の長さの違いが古生物多様性評価に及ぼす影響*
生形貴男 (静岡大・理)**

Raup と Sepkoski が先鞭をつけた古生物多様性変動の研究では、化石記録を偏らせる様々なバイアスの理解とその補正方法の確立を目指して、サンプリング密度の効果を補正する再抽出法や、分類群計数法に関する研究が進められ、遂には古典的な「Sepkoski 曲線」が全面改訂されるに至った。しかしながら、地質年代単元の長さの違いが解析結果に及ぼす影響に関しては、当初から Raup が指摘していたものの理論的研究は進んでおらず、分類群の回転(turnover; 生起 or 絶滅)率の効果の問題に議論がすり替えられてきた嫌いがある。古生物多様性の研究では、伝統的にはある長さを持った年代層序区間に産出レンジがかかる分類群の積算数 (pile up diversity) で多様性を評価してきたが、これは特定の時間断面に同時期に生息していた分類群数 (standing diversity) の過大評価となり、より長い年代層序単元ほど両者の乖離は大きい。これは、年代層序単元当たり分類群当たりのサンプリング機会と回転数の期待値が、長期間に渡る単元ほど共に大きくなることによる。この効果を回避するために、産出レンジが特定の年代層序単元境界を貫く分類群 (boundary crosser) を数えてその境界における standing diversity を評価しようとする方法もあるが、この方法では、一つの単元だけから産出した分類群の記録を全て捨て去ってデータを著しく減少させるのみならず、ラザロ分類群を数えるために、エッジ効果やシグノア-リップス効果、現生記録の引きなどに解析結果が諸に影響されてしまう。一方、年代層序単元の長さで基準化する100万年当たり種数などが使われることもあるが、回転速度効果が必ずしも多様性の評価に線形に効くとは限らないことが指摘されている。

本研究では、年代層序単元の長さの違いが多様性の評価にどのように影響するかを理解するために、以下に述べるような単純な数値実験を行った。頭生累代の実際の地質年代尺度を使って、単位時間ステップを0.1 Maとして、計100万の仮想的な操作上分類単位 (OTU) をある回転率(生起率=絶滅率)でランダムに消長させ、単位時間当たりある割合 c でそのOTUの化石記録をサンプリングする。こうして得られた仮想的な「化石記録」から、階 (stage) 毎のOTU数を以下の4種類の方法で数えてその期 (age) の多様性を評価する。すなわち、RT: 各階について、実際の産出記録の如何にかかわらず、産出

レンジの一部が含まれる全ての (range through) OTUの数を数える。SIB: 各階で実際に産出した (sampled in bin) OTUの数だけを数える。BC: 階の基底毎に、産出レンジが貫くOTU (boundary crosser) の数を数える。TT: 上記のboundary crosserのうち、その階から化石産出記録があるOTU (two timers) の数のみを数える。なお、年代層序単元の長さの効果を純粋に評価するために、全期間を通じてVan Valenの法則が厳密に成立していると仮定し、OTUの回転率を半減期 T として与え、OTUが種から科までの場合を想定して、 T を1 Ma~50 Maまで変化させた場合についてそれぞれシミュレーションを行い、年代層序単元の長さで見積もられたOTU数との関係を調べた。

そして以下のような結果を得た。1) SIBでは、回転率が速い場合や化石記録が不完全な場合には、サンプリング効果が卓越するために、見積もられる多様度は年代層序単元の長さにはほぼ比例するが(この結果自体はほぼ自明)、回転率が遅く化石記録が豊富な場合には、回転速度効果が卓越するので、多様度は単元期間が長い領域では頭打ちになって凸の曲線を描く。2) RTでは、ラザロ分類群の影響によって、単元長に対する多様度の近似直線が切片を持ち、回転率が遅い程、また化石記録が完全なほど切片は大きくなる。3) BCでは、多様性の評価は単元長に全く影響を受けず、回転率が遅い程、また化石記録が完全なほど多様度は大きく見積もられる(この結果もほぼ自明)。4) TTでは、回転率が速い場合にはBCの結果に近くなるが、回転率が遅い場合には回転速度効果によってSIBの結果と同様になる。

以上の結果から、単元長に影響されないBCを除けば、単元長効果を最も補正し易いのはSIBであることがわかる。ただし、科のような高次分類群を扱う場合や、特定の系 (system) の亜階毎の多様性変動を見るような場合には、回転速度効果が顕著になるので、100万年当たり分類群数のような指標は適当でなくなる。一方、TTのようにSIBとBCの属性を併せ持つ分類群計数法は、SepkoskiやAlroyらに採用されてきたが、単元長の影響に関していえば両者の短所を併せ持っており、どちらの短所がより顕著に表れるかが回転率に依存するので、少なくとも分類群生存曲線が直線に近似できる場合には、単元長の補正が最も困難な方法であると言わざるを得ない。結局のところ、他のバイアスを受けにくいSIBについて補正式を模索するのが現実的だろう。

*Bias on diversity estimates derived from variation in time interval duration

**Takao Ubukata (Shizuoka Univ.)

C09

断続平衡説の哲学的考察*

高橋昭紀 (早大・理工研)**・田中泉史 (慶大・文)***

断続平衡説 (PE) が Eldredge & Gould (1972) によって提唱されてから40年余りが経過した。現在では科学史の研究対象になり始めているが、本講演ではその意義を哲学的観点から問い直してみたい。PEは進化の総合説の支持者 (漸進主義者) との激しい論争に晒されてきたが、種選択や跳躍進化といった関連概念に関心が集まり、実りある議論が交わされてきたとは言い難い。また、PEはKuhn (1962) などの哲学的議論にも強い影響を受けているのだが、不思議なことに、哲学者による積極的な議論の対象にはなっていない。例外的研究として、Sterelny (2007) やTurner (2011) が挙げられるが、彼らも種選択・種分化・種概念の分析に焦点を合わせており、PEそのものの分析としては不十分な印象をめぐえない。

演者らはまず、PEが、①パターン仮説、②プロセス仮説、③化石記録の見方という三要素から構成されると分析した (Tanaka & Takahashi, 2013)。①に関しては演者らが独自にサーベイし、新知見も得られたが、速水・千葉 (2004) の優れたレビューがあるため、今回の講演では割愛する。②に関しては、地質学的時間から見て一瞬の形態変化のメカニズムや、何千万年・何億年にわたる形態静止の背後にあるメカニズムに関する仮説が様々な分野の生物学者によって提唱されているので、それらについて概観する。

本講演の主眼は、③の化石記録の見方である。断続平衡パターンは、19世紀初めには既に生層序学者によって漠然と認識され、生層序学の実践において広く活用されていた。その後、生層序学が発展し、精度のよい顕生累代の地史の構築という一大事業が成し遂げられた。この事実、その一大事業を可能にさせるほど普

遍的に断続平衡パターンが実在しているということの証左となる。というのも、端的に言えば、地質時代境界は多くの場合、ある生物 (群) の突発的出現と消滅 (絶滅) で定義されているからである。

1970年代頃までの生層序学者は主として、ただブラクティカルに層序確立と対比が成功すればよかったので、生物進化パターンにはさほど注意を払ってこなかった。他方、進化生物学者は地質学の一分野である生層序学をほとんど知る由もなかった。従って、PEは生層序学で実践されている方法を改めて進化生物学に「輸入した」と考えることができる。現に、PEの提唱者たちは後に「ダーウィンと同時代の古生物学者にもよく知られていた現象を再発見した」 (Eldredge, 1995) とか「すべての古生物学者が知っていることを改めて述べただけである」 (Gould, 2002) などと述懐している。このことから、EldredgeやGouldには化石記録に対して特定の進化観に由来する理論負荷性 (Kuhn, 1962) はほとんどなかったと言っても過言ではないだろう (cf. Fortey, 1988)。また本講演で注目する「断続平衡説の生層序学的起源」でも言うべき発想は、速水 (1973) がかなり明確に、古くは松本 (1941) が先駆的に認識していた。本講演では以上の観点から断続平衡説の再評価を試みたい。

<文献> Eldredge, N., 1995, *Reinventing Darwin*, John Wiley; Eldredge, N. & Gould, S.J., 1972, In *Models in Paleobiol.*, 82-115, Freeman Cooper; Fortey, R.A., 1988, *Sci. Prog.*, 72:1-19; Gould, S.J., 2002, *The Structure of Evol. Theory*. The Belknap Press of Harvard Univ. Press; 速水格, 1973, 地雑, 79:219-235; 速水格・千葉聡, 2004, 古生物の科学4. 古生物の進化, 1-41, 朝倉書店; Kuhn, T.S., 1962, *The Structure of Sci. Revol.*, Univ. Chicago Press; 松本達郎, 1941, 地雑, 48:17-37; Sterelny, K., 2007, In *The Cambridge Companion to the Phil. of Biol.*, 182-210, Cambridge Univ. Press; Tanaka, S. & Takahashi, A., 2013, In *Proceedings of the CAPE International Workshops, 2012*, 111-126; Turner, D., 2011, *Paleontology: A Phil. Intro.*, Cambridge Univ. Press.

*A philosophical examination of the theory of punctuated equilibria.

**Akinori TAKAHASHI (Res. Inst. Sci. & Engineer., Waseda Univ.)

*** Senji TANAKA (Fac. Let., Keio Univ.)

C10

分子系統解析と形態分類の統合に基づくアカンタリア (放散虫) の分類体系の再構築*

鈴木紀毅 (東北大・理)**・辻 彰洋 (国立科博)***・仲村康秀 (北大・水産)****・Fabrice NOT(CNRS)*****・Johan DECELLE (CNRS)*****・Tristan Biard (CNRS)*****

放散虫は絶滅分類群を含めて9目からなる (Suzuki & Aita, 2011, PBR, v.6)。そのうち、最も生物量が大きいのはアカンタリア目 (Acantharia) である。アカンタリアは、硫酸ストロンチウムの骨格を持つため化石に残らないが、分子系統解析からクライオジェニアン紀~カンブリア紀にかけてガラス骨格をもつ放散虫 (polycystine) と分岐したことが分かっている (Decelle et al., 2012a, 10.1073/pnas.1212303109)。

アカンタリアは放散虫の進化史を探るのには重要な位置づけにあるが、形態が単純で形態収斂が著しい。そのため、現行の分類体系 (Schewiakoff, 1926, *Fau. Flor. Golfes Neapel*, v. 37) は、生細胞を観察したのちに解剖しないと、属種はおろか科も亜目も決めようがない同定方法が用いられている。アカンタリアは死後すみやかに骨格が海水に溶けることもあって、分類できない放散虫として、80余年あまり事実上放置されてきた。しかし、アカンタリア目の生物量は、小型プランクトンの中でも大きく、熱帯外洋の貧栄養海域ではアカンタリアの共生藻類がもつクロロフィルa量が全体の20%を占めるなど、海洋生物学では無視できない存在として注目を浴びている。本研究では、アカンタリア目の分類体系を再構築するため、同一標本を用いて、分子系統解析と形態分類の統合を試みた。

検討試料は、南西諸島、イスラエル沿岸、地中海、南大洋などから生細胞を採集し、単離したアカンタリアを撮影し、シン

グル・セルPCRが行えるようにコンタミ除去を施した。採集から分子系統解析はフランス・ロスコフ研究所で行い、形態分類は日本側チームが担当した。方法は、独立して行った両者を照合して現行の分類体系の問題点を洗い出し、矛盾の少ない生細胞の形態分類体系を整える作業を繰り返した。

約100細胞のアカンタリアの分子系統解析 (18S rDNA + partial 28S rDNA) により、6クラスタ、13のサブクラスタに分かれた (Decelle et al., 2012b, 10.1016/j.protis.2011.10.002)。形態分類体系と比較すると、6クラスタは亜目レベルにおよそ相当し、13サブクラスタは科レベルとみなすと形態分類との矛盾が少ない。亜目レベルは、中心部の接続構造と球殻の有無の違いと概ね一致する。一方、科・属レベルでは現行の分類体系とは無縁とも言えるほど結果が異なった。たとえば、現行分類における *Phyllostaurus* 属は目・科をまたがって分子系統樹に散らばってしまった。サブクラスタ内は属・種レベルでまとまるが、装飾で特徴づけられる *Xiphacantha* 属の幼形個体は、装飾がない *Phyllostaurus* 属の成体と同じ形態状態となることが分かった。従来は種レベルの違いと認識されていた放射棘の羽根状構造の有無は、分子系統樹ではサブクラスタの違いにほぼ一致し、科群レベルを見分ける特徴と言える。

この結果を踏まえて生細胞で観察出来るあらゆる特徴の異同を検討し、アカンタリアの分類を再構築すると、本研究で扱ったアカンタリアは、6亜目15科33属52種 (2亜目5科1属2種は新タクサ) に区分された。

*Revision of taxonomic classification of Acantharia (Radiolaria) with the integrated examination of molecular phylogeny and morphological classification.

Noritoshi Suzuki (Tohoku Univ.), *Akihiro Tuji (NMNS), Yasuhide Nakamura (Hokkaido Univ.), ****Fabrice Not (CNRS), *****Johan Decelle (CNRS), *****Tristan Biard (CNRS)

C11

キサソゴ科六射サンゴの分子系統解析に
基づく祖先形質の復元*

千徳 明日香 (京都大学・瀬戸臨海・学振 PD)・江崎 洋一・後藤 慎介 (大阪市立大学・理院)・徳田 悠希 (鳥取県立博物館) **

キサソゴ科六射サンゴは汎世界的に分布し、固着性と自由生活性、単体と群体、共生藻の有無などの様々な生活様式を有する。Sentoku & Ezaki (2012a, b) は、非造礁性キサソゴ科群体サンゴの「世代によらない出芽の規則性や群体形成」及び「属や科を超える出芽の一般性」を明らかにした。しかし、これらの規則性の獲得様式や、さまざまな環境への適応戦略の詳細は、ほとんど知られていない。本研究ではキサソゴ科の分子系統解析結果をもとに、当該科の主要な形質の祖先形質解析を行い、出芽による無性生殖様式の意義を考察した。

分子系統解析は、キサソゴ科サンゴの単系統性、ならびに、(1)造礁性の *Heteropsammia*, (2)造礁性の *Turbinaria* および *Duncanopsammia*, (3)非造礁性の同科サンゴからなる3つのクレードの存在を示す。さらに非造礁性のクレード内に、(1) *Dendrophyllia boschmai*, (2) *D. cribrata*, *D. ijimai*, *D. arbuscula*, (3) *D. ehrenbergiana*, *Balanophyllia ponderosa*, *Tubastraea* からなる3つのクレードが認められる。このデータをもとに祖先形質解析を行い、以下のことが明らかとなった。

出芽部位：種によって特定の1, 2, 4 箇所から出芽するという「特殊性」が認められる。非造礁性サンゴの共通祖先の出芽箇所は、4 箇所、さらに1 か2 箇所の順で確率が高いと推

定され、(1) *Dendrophyllia boschmai* は出芽が4 箇所が生じるサンゴから進化した可能性が高い。さらに、(2) *D. cribrata*, *D. ijimai*, *D. arbuscula*, (3) *D. ehrenbergiana*, *Balanophyllia ponderosa*, *Tubastraea* の共通祖先の出芽は4 箇所と推定される。多くのサンゴで、出芽は4 箇所が生じ、2 箇所のみ *D. ehrenbergiana* や、出芽を行わない単体性の *B. ponderosa* が派生的に進化した。

群体形態：キサソゴ科内のクレードでは、群体型が祖先的である確率が高い。なかでも、軸のある単軸状がより祖先的である可能性が高く、仮軸状群体は独立に2回進化したことが明らかとなった。特に、群体形態は出芽箇所の数に依存し、出芽部位の結果と同様に、群体内の個体数が多い単軸状形態から、出芽箇所を制限することで、単体性の *Balanophyllia ponderosa* や、仮軸状形態の *Dendrophyllia cribrata* および *D. boschmai* などの群体の構成個体数の少ない形態が進化した。

隔壁配列：キサソゴ科の共通祖先の隔壁配列は、Pourtalès plan である可能性が高く、同科では独立に複数回 Pourtalès plan が失われ、通常配列になった。

生活様式：キサソゴ科の共通祖先は固着性である確率が高い。非造礁性の共通祖先では固着性の可能性がより高い。

今後、分子系統解析や祖先形質解析の結果を踏まえ、化石種および現生種の骨格形質や無性増殖様式を精査し、キサソゴ科サンゴの進化史をより詳細にしていく必要がある。

* Reconstruction of ancestral character states based on the molecular phylogenetic analysis of the family Dendrophylliidae (Cnidaria: Scleractinia). ** Asuka SENTOKU (Kyoto University), Yoichi EZAKI, Shin G. GOTO (Osaka City University), and Yuki TOKUDA (Tottori Prefectural Museum).

C12

現生ウミユリ類の分子系統より出された
「ウミユリ学の宿題」*

大路樹生 (名古屋大・博物館) **

Rouse *et al.* (2013) は現生ウミユリの分子系統学的解析を本格的に行った最初の研究である。この研究は現生ウミユリ約60種の系統関係を、3種類のミトコンドリア遺伝子 (COI; Cytb; 16S)、2種類の核遺伝子 (18S, 28S) を用いて解析した。また8ヶ所の較正ポイントから共通祖先の年代を推定した。この解析は一部で従来の形態形質に基づいた分類をサポートしているが、一方従来のウミユリの分類 (たとえば Treatise, Hess and Messing (2011)) の結果と大きく異なる部分も多い。また分類の見直しと共に、従来分類形質として重要視されていた形質の見直しを迫るものもある。

講演ではこの分子系統学の結果と従来の分類、進化史の解釈とを比較し、これからウミユリ研究においてどのような宿題が課されているのか、それを解決するにはどのような研究が必要なのかを具体的に考えていきたい。

【宿題】

1. 現生ウミユリは一つの綱 (関節亜綱) に含まれているが、この共通祖先はいつ頃存在したのか? 分子時計で推定された推定値 (231-252 Ma, Early - to Middle Triassic) は化石記録と整合的であるか?
2. 現生の関節亜綱のウミユリは単系統であるという結果が分子系統から得られている。すると上の結果と合わせ、ペルム紀末の大量絶滅時生き残ったウミユリは1種類であ

ったのか?

3. 現生有柄ウミユリで最大の科であるゴカクウミユリ科 (Isocrinidae) は腕の根元の関節タイプで分類されてきたが、その形質が分類形質として重要でない可能性が分子系統から示された。このことは化石を含めたこの科の分類の大きな見直しが必要な事を意味する。新たな分類形質としては何が適切なのか?
4. チヒロウミユリ科などを含む Bourgueticrinina のウミユリは多くがウミシダ目の中に (一部はウミシダ目の姉妹群として) 多系統的に存在しているが、これらの共通する形態的特徴は本当に平行進化の結果として解釈できるのか?

■引用文献

- Rouse, G.W., Jermin, L.S., Wilson, N.G., Eeckhaut, I., Lanterbecq, D., Oji, T., Young, C.M., Browning, T., Cisternas, P., Helgen, L.E., Stuckey, M. and Messing, C.G. 2012. Fixed, free, and fixed: The fickle phylogeny of extant Crinoidea (Echinodermata) and their Permian-Triassic origin. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 66: 161-181.
- Hess, H. and Messing, C. G. 2011. Revised Crinoidea, vol. 3. In Ausich, W.I. (coordinating author) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part T, Echinodermata 2, volume 3. The University of Kansas, Paleontological Institute, Lawrence, Kansas, xxix + 261 pp.*

*New tasks for future crinoid study proposed by the recent molecular phylogeny of modern crinoids.

** Tatsuo OJI (Nagoya University Museum)

C13

系統分類学を効率化する標本データベース 佐々木猛智・伊藤泰弘 (東京大学総合研究博物館)

系統関係を推定する上でも、分類を再検討する上でも、多量のデータを必要とする。そのデータは、標本、学名、文献など対象が多岐にわたり、時代とともに情報量が増大し、研究の効率化にはデータベース化が欠かせない。一方、各地の博物館では標本情報のデータベース化が進みつつあるが、それらは標本を登録管理する目的で作成されているものである。

東京大学総合研究博物館(UMUT)の地史古生物部門では1997年よりデータベース化を始め、現在も更新を続けている。そのデータベースは、当初はルーチンワークの登録作業の一環として始められたが、現在ではデータベースの作成法と運用法自体が博物館学の研究対象である。

UMUTの古生物データベースは、出版物に引用された標本を優先し、下記のような項目を入力している。

- (1) 学名：文献中で使用された学名
- (2) 引用文献：文献の書誌情報
- (3) 引用箇所：文献中のページ番号、図番号
- (4) PDF：文献のPDF (東大の出版物は直接PDFをダウンロードできるようにする。CiNiiなど外部のデータベースからデータベースからダウンロードする場合はリンクを付ける)
- (5) 画像：標本、ラベル等の画像 (新規に撮影したものと、文献からスキャンしたものがある)
- (6) 外部のデータベースへのリンク：現生標本のDNAの塩基配列など、館外のデータベースに登録されたデータ

このデータベース化を進めた結果、UMUTの地史古生物部門の所蔵標本は、現在までに約1000点の出版物中で31000回以上引用されたことが判明している。

データベースを運用する上で、最も重要な点は、できる限り労力をかけずに入力作業を効率化することである。これまでの経験から得た教訓は下記のようなものである。

(1) 入力項目を欲張りすぎると時間がかかり効率化できない。出版された標本については引用箇所を示すことが最も重要である。

(2) リンクを充実させることが研究の効率化につながる。特に論文のPDFが重要である。

(3) 画像の作成は時間とコストをかけると際限がない。質はほどほどでも素早く1点でも多く撮影する方がデータベースには役に立つ。

(4) 特殊なソフトを使用しない。コンピュータの使用環境は刻々と変化する。専門に設計したデータベースを使用すると長期的に継続し運用することが困難になる。

(5) 出版された標本を優先し、その次は研究中の標本とし、未研究の標本は後回しにする。すべてを同列に入力することは効率的ではない。

(6) 研究中の標本は、データベースの入力を見越して番号を付けデータの整理を行う。

系統学、分類学の研究は非常に多くの生物多様性情報を必要とする。しかし、特に古い時代に記載された標本や論文の情報取得には手間がかかることが多い。それをパソコン上で検索できるようにすることで研究が容易に行えるようになる。限られた資源の中でデータベースの作成と運用を長期間安定的に行えるようにすることが課題である。

C14

動かざるもののジレンマ —翼形態種パキシルテラの流体適応*

椎野勇太 (東大総合博)**

ルキア アンジョリーニ (ミラノ大学)***

運動能力を持たずに定住生活を送る生物の中には、果敢にも泥や砂などの不安定な底質へ進出したグループが知られている。埋没や浸食の危険がある底質へ適応することは定住性生物にとって大きな試練であり、砂上の楼閣を免れるためには安定した生息姿勢が何よりも優先される。しかし姿勢の安定性は、あくまで最初に求められる前提条件にすぎない。力学的に安定な姿勢であっても、その後に必要な生物活動の条件にそぐわなければ、適応は失敗となる。

翼腕腕足動物パキシルテラ (学名: *Pachycyrtella omanensis*) は、ペルム紀前期の Gondwana 退水に乗じていち早く浅海域に進出したオポチュニストである。翼を広げたような殻に、突出した腹殻の殻頂によって特徴付けられ、その殻頂を砂質底面に突き刺して生息姿勢を保っていた。堆積学的な証拠によれば、パキシルテラの産出する粗粒砂岩層は、静穏時の波浪限界よりも浅い外浜環境を示す。流れが強くなり、不安定な環境に非固着で生息できた背景には、姿勢に関わる力学条件と、生命現象を担う個生態的要求を同時に満たした形の複合機能が想像される。

殻が備えた機能特性を読み解くと、化石の産状が示す実際の生息姿勢は、流体力学的に最も不安定であることがわかった。一方、翼形態種は殻の内側で受動的な渦流を形成し、らせん状のろ過器官でエサをろ過する個生態が知られている。この受動的ろ過水流を可視化すると、実際の生息姿勢で形成される受動的ろ過水流が最も安定していた。

殻の形態には、興味深い傾向が見て取れる。小型の個体

が持つ殻頂は底面方向へ突出しているため、底質に突き刺さるアンカー様の働きをしていたことは間違いない。一方、大型の個体は、殻頂を腹側方向へと突出させるように殻の成長方向を変化させている。つまり、殻頂と蝶番線の間にできる面領域を、底面へ接地させるように成長することで、より安定な姿勢モードに移行させていたと考えられる。

受動的ろ過水流を安定させるために、パキシルテラは殻頂によって生息姿勢を保っていた。また、本種の属するグループを見ると、殻の後端部分を塊状に石灰化し、厚い殻頂を持つ遺伝的な背景もうかがえる。そうした形の潜在的な特性が、物理的に不安定な浅海環境下で生きてゆけるオポチュニストとして適応を成功させたのかもしれない。

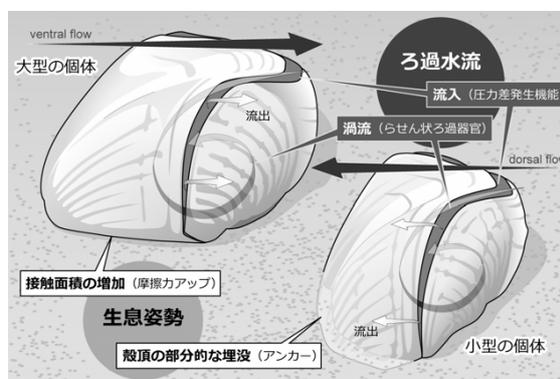


図. パキシルテラの生息姿勢と受動的ろ過水流。

* Hydrodynamic adaptation of spiriferid brachiopod *Pachycyrtella*

** Yuta Shiino (The University Museum, The University of Tokyo)

*** Lucia Angiolini (Università degli Studi di Milano)

C15

3Dイメージング技術による放散虫研究*

石田直人 (新潟大・CFIL) **・岸本直子 (摂南大・理工)
 ・松岡 篤 (新潟大・理) *・栗原敏之 (新潟大・
 院・自然科学) *****・木元克典 (海洋研究開発機構)
 *****・吉野 隆 (東洋大・理工) *****・松浦 執
 (東京学芸大・教育) *****

微小検体の非破壊検査に用いられているマイクロ CT 装置は、原生生物殻の微細構造の描写が可能なナノオーダーまで現在分解能が向上している。マイクロ CT とは、原理的には医療用 CT 機器と同様であるが、センチ～マイクロメートルレベルの撮影を目的とした機器であり、得られた複数の X 線透過像を再構成して (Computed Tomography), 検体の 3 次元構造を観察・計測するシステムである。演者らは、マイクロ CT による 3D イメージング技術の微化石研究への適用を進めており、ここでは放散虫での検討例を報告する。

これまで放散虫の記載は、光学顕微鏡と SEM の観察を組み合わせによっておこなわれており、封入スライドの透過像観察によって内部構造を、SEM によって殻表面の構造や装飾を記載する。この際、ピント位置や観察角度を変えながら 3 次元構造を把握することになるが、標本が固定されているために、観察できる部位には制約がある。そして最大のデメリットは、表面構造と内部構造の同時観察が多くの場合不可能という点であり、切片の作成やマイクロドリルの使用等、殻を加工しない限り、放散虫 1 個体では記載の完結が困難である。一方、マイクロ CT は非破壊で検体の外形と内部構造をスキャンする。取得された 3D デジタルデータは、CG を任意の角度から観察したり、3D プリンタによって拡大模型にしたりでき、従来の難点の解消が見込まれる。

放散虫殻の構造は最も細い部分でも 1 μm 程度あり、ナノオ

オーダーの分解能を有する CT 機器であれば全ての構造の描写が期待できる (A)。一方で比較的厚い殻を持ち、かつ殻の表面装飾が種レベルの分類基準になっている放散虫について、内部構造と表面装飾が同時に描写されるかについても検証が要る (B)。本研究では分解能 300nm のマイクロ CT 装置を使用して、上記を検討した。

まず (A) は、現生放散虫である *Callimitra* 属によって検証した。この属は、異なる太さのフレームからなるメッシュ状構造を有し、どの太さまで描写されたかを識別できる。スキャンの結果、最も細いフレームまで描写されており、実際に 1 μm レベルの構造までは記録できることが判明した。また

(B) の検証は、ジュラ紀放散虫化石 *Protunuma? ochiensis* を撮影対象とした。取得された 3D イメージからは、全体の形状のほか、plicae の性状や数、pore の径や配列様式、aperture の有無、cephalis の形状や殻室数など、原記載にある分類形質をほぼ完全に読み取れる。

マイクロ CT を使用した 3D イメージング技術は、従来の手法と同等の解像度で放散虫の分類形質を描写できる段階まで進んでいる。死角のない観察、各部の長さ・角度計測が容易、拡大模型の作製が可能、1 個体で記載が完結する等のこれまでにない利点は、この技術によって放散虫研究が飛躍的に進展する可能性を示している。

*Radiolarian research using 3D imaging technology.

Naoto Ishida (Niigata Univ.), *Naoko Kishimoto (Setsunan Univ.), ****Atsushi Matsuoka (Niigata Univ.), *****Toshiyuki Kurihara (Niigata Univ.), *****Katsunori Kimoto (JAMSTEC), *****Takashi Yoshino (Toyo Univ.), *****Shu Matsuura (Tokyo Gakugei Univ.)

C16

縫合線の複雑さと螺管の形態との関係性:

マダガスカル産白亜紀アンモナイト類の種内変異解析

相場大佑・和仁良二 (横国大・環境情報)

アンモナイト類は、軟体部の外側に幾つもの気室によって区切られた石灰質の殻を持っている。この石灰質の殻の内部を区切っている隔壁と外殻の交わりによって作られる線が、縫合線と呼ばれる。特に白亜紀のアンモナイト類の縫合線は複雑であったことがよく知られている。複雑化した縫合線の生理学的機能に関して様々な研究がなされており、様々な説がある。例えば、Saunders (1995) は古生代の 49 種のアンモナイト類の外殻と隔壁の厚さと縫合線の複雑化の関係を検証した結果、複雑化した縫合線が薄い外殻や隔壁を支えるというような傾向は見られなかったことから、縫合線が殻強度に関与していないと主張した。Jacobs (1990) は、アンモナイト類の螺管の形状を弧の連続で近似し、より強度が低いと考えられる螺管の箇所では縫合線が複雑化する傾向にあるという観察から、縫合線は螺管の強度を高めることに寄与していると主張した。この他、多数の研究例があり、縫合線の生理学的機能に関する議論は収束していない。

そこで、本研究ではアンモナイト類の複雑化した縫合線の生理学的機能を明らかにすることを目的とし、白亜紀アンモナイト類 *Desmoceras latidorsatum*, 31 標本を用いて、縫合線と螺管の形状の種内変異について、以下の 3 つの解析を行った。

- (1) 縫合線の複雑化と螺管の形状との比較。
- (2) 縫合線を腹面と側面の 2 領域に分割し、領域ごとの縫合線の複雑さと螺管の形状との比較。
- (3) 外殻および隔壁の厚さと縫合線の複雑さの比較。

これらの 3 つの解析から次のような結果を得た。

- (1) ほぼ同じ殻直径において、殻幅の太い個体、または殻断面の幅が狭く、縦方向に細長い螺管を持つ個体は、縫合線がより複雑である。
- (2) ほぼ同じ殻直径において、殻幅の太い個体では腹面領域で縫合線がより発達し、縦方向に細長い個体では側面領域で縫合線がより発達する傾向を示した。
- (3) 外殻、隔壁両方の厚さと縫合線の複雑さとの間に、有意な関係は得られなかった。

螺管断面の形状が真円から離れるほど、静水圧に対する螺管の強度は低下することが考えられる。より楕円型に近づいた個体の縫合線が特に複雑化する傾向を示した(1)の結果から、複雑化した縫合線が螺管の強度を高めることに寄与していた可能性が指摘される。

また、(2)の結果は、Jacobs (1990) の、大きい弧で近似される領域は殻強度が低いため、その領域において縫合線がより発達していた、という結果と一致する。(2)の結果からも、静水圧に対して殻強度が弱かったと考えられる領域で縫合線は複雑化し、補強していた可能性が示唆される。

以上の解析結果をもとに、複雑な縫合線の機能のひとつとして、殻強度を高めることに寄与していたと結論づけられる。

C17

現生浮遊性有孔虫にみられる骨格密度変化の季節性*

○木元克典 (JAMSTEC) **・佐々木理・鹿納晴尚 (東北大学総合学術博) ***・脇田昌英 (JAMSTEC) **・岩下智洋 (有・ホワイトラビット) ****・入野智久 (北大) *****

化石燃料の燃焼による大気中への過剰な二酸化炭素放出が、海洋酸性化という新たな懸念を生じている。海洋酸性化は石灰質骨格を有する動植物プランクトンの骨格形成に多大な影響を与えることが室内実験や現場観測で明らかにされつつあるが、その測定方法や定量の手段には検討の余地が残されている。本研究では、今後進行が予想される海洋酸性化の生物への影響をより精密に把握するため、炭酸塩骨格を持つ浮遊性有孔虫の定量的な骨格密度測定方法の確立とその応用を目的として研究を行った。

浮遊性有孔虫の骨格の密度を知るにはマイクロフォーカスX線CTスキャナー (MXCT) を用いる。MXCTとは、対象に全方向からX線を照射し、対象の物質のX線吸収係数 (CT値) よりその形態情報および物質の密度に関する情報を得ることができる装置である。対象となる浮遊性有孔虫のCT値は、密度と線形な関係を持つため、単一骨格の骨格密度を表現するのに適している。本研究では東北大学総合学術博物館に設置されたMXCT撮影装置ScanXmate - D160TSS 105/11000 (コムキャンテクノ社, 空間分解能: 0.8 μm) を用いた。研究に使用した試料は北太平洋の定点観測点ステーションK2に2008年末から2010年初頭まで採留されたセジメントトラップ試料中に含まれる浮遊性有孔虫 *Globigerina bulloides* の

156個体すべてについて解析を行った。本研究においては、基準物質として空気と0、カルサイト結晶を1000とするカルサイトCT値を新たに定義し、得られるX線吸収係数をカルサイトCT値に換算し、個体の密度とした。

水深150mと1000mより回収された *G. bulloides* の骨格の平均CT値は、800-1200までの値を示した。1年間にわたる平均CT値の時系列変化は、明瞭な周期性を示し、とくに冬期 (2009年1月~3月) にもっとも骨格密度が低下していることが明らかとなった。この周期的な密度変化のパターンは、北太平洋の鉛直混合の周期と完全に一致しており、冬期に活発になる鉛直混合がもたらす低pH・高CO₂の海水の影響を示唆する。さらにコンピュータ上で再構成した断面画像による個体の骨格密度分布解析を行なった結果、多くの個体で骨格の外側 (outer layer) よりも内側 (inner layer) で顕著に密度が低下していたことが明らかとなった。これは骨格の中でも選択的に溶解の影響を受ける部分があることを意味している。MXCTを用いた骨格密度の定量により、浮遊性有孔虫の骨格密度の時系列変化があることがはじめて明らかとなった。本手法は従来行われてきた骨格の重量測定やSEM観察などとくらべて遥かに定量性にすぐれており、現在および過去における海洋酸性化の炭酸塩生物に対する影響を知る上できわめて有効であるといえる。

Seasonal variations of shell density on living planktic foraminifers

○Kimoto, K. (JAMSTEC), Sasaki, O., Kano, H. (Tohoku Univ), Wakita, M. (JAMSTEC), Iwashita, T. (White Rabbit, LTD), Irino, T. (Hokkaido Univ)

C18

外洋性浮遊珪藻 *Neodenticula* の形態多様性と Northern Hemisphere Glaciation*

嶋田智恵子 (秋田大学/産業技術総合研究所) **
田中裕一郎 (産業技術総合研究所) ***

海生浮遊珪藻の *Neodenticula* 属は、出現順に *N. kamtschatica*, *N. koizumii*, *N. seminae* の3種から構成され、(1) 生存期間の相互関係や (2) 全種が亜寒帯北太平洋外洋域で産出し、大西洋や南半球では極めて稀という地理的分布の一致、(3) 形態の類似性から、*Nitzschia rolandi* を祖とする単系統であると推定されている (Yanagisawa and Akiba, 1990)。 *N. kamtschatica* は、初産出は未詳 (7Ma 前後) だが 2.7-2.6 Ma に急減し、 *N. koizumii* は 3.9-2.0 Ma の生存期間を示す。 *N. seminae* は約 2.4 Ma に出現し現在に至る (Yanagisawa and Akiba, 1998)。この3種は、それぞれ広範囲かつ同時に消長し、模範的な示準生物として北太平洋域における有用な化石層序基準面を提供する (Yanagisawa and Akiba, 1998)。また、短期間でこの属内の種構成が大きく遷移し始めた 2.65 Ma が、北半球に大陸氷床が発達し (Northern Hemisphere Glaciation; NHG)、亜寒帯太平洋が苛烈な環境変動を経て現在のような気候システムに移行し始める時期 (Haug et al., 1995; Haug et al., 2005) と重なるのは興味深い (図)。なお、表層水および地質試料の珪藻群集中では、 *Neodenticula* spp. の産出頻度が 80% を越えて記録される場合が観測されており (Onodera and Takahashi, 2009; Shimada et al., 2009)、この珪藻属は新第三紀後半以降、亜寒帯太平洋外洋域の微細藻生命圏における主要プランクトンとして、この海洋の低次生態系や物質循環を根幹から支えてきたと考えられる。最近になって、加・欧州チームによる分子生物学的成果もようやくもたらされたが (Poulin et al., 2010)、試料採取が困難な遠洋域に主に分布することや、 *N. kamtschatica* や *N. koizumii* が絶滅種であることから、この珪藻属の (古) 生理生態等への理解は依然断片的である。なお、化石同属に関し Akiba and Yanagisawa (1986) は、北海道東部や三陸沖の下部更新統の *Neodenticula* 群集中に、オーバル状の特異な殻輪郭をもつ *N. koizumii* (= *Neodenticula* sp. A) の産出を報告し、これが *N. koizumii* から *N. seminae* への進化の過渡期にある中間型であると推測していた。

本研究では、亜寒帯太平洋東海海域で得られた Ocean Drilling Program Leg 145 及び 186 試料を用いて、この特殊な *Neodenticula* 形態の時間分布を精度良く明らかにすることを目的とした。その結果この形態は、カムチャッカ半島東方沖と三陸沖において、2.5 Ma 前後に短期間に比較的高頻度で産出するばかりでなく、大型のものでは輪郭が変形をなすこと、さらに、短駆・オーバルでありつつも珪化が弱いうえ、ペーサルリッジという構造が極めて未発達で、 *N. kamtschatica* ・ *N. koizumii* ・ *N. seminae* すべての定義に該当しないタイプも出現することがわかった (図)。さらに、これら変異的な形態の個体は、同時期の亜寒帯太平洋東部アラスカ湾では殆ど出現しなかった。つまり、 *N. seminae* の種としての分化・成立にわずかに先立ち、NHG を背景にした特定の海域で *Neodenticula* の形態多様性が一時的に高い状態になったことになる。本講演はこの形態事変について報告し、その古海洋学的背景や *N. seminae* の第四紀進化・生態戦略との関連について議論する。

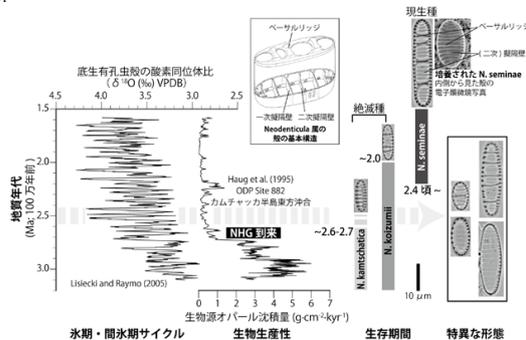


図 NHG 前後での *Neodenticula* 属珪藻の興亡と形態の進化的変遷

*Morphological variability of *Neodenticula*, an oceanic planktonic diatom genus. **SHIMADA Chieko (Akita University/National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), ***TANAKA Yuichiro (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

C19

古生物学における生物間相互作用の
微分幾何学的考察

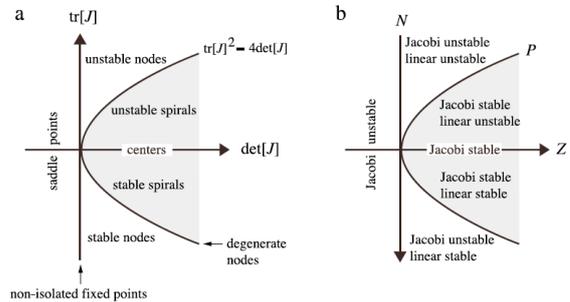
山崎和仁(神戸大学・理)・谷島向宏(神戸大学・理)

古生物群集の進化・絶滅現象において、生物間相互作用は重要な役割を果たす (e.g., [1, 2])。この現象の理論的解析には、生物量(種数など)の時間変化を生物間相互作用により与えるLotka-Volterra型(以下LV型)方程式を基礎とすることが多い (e.g., [3, 4])。このとき、生物間相互作用は、大きく競争と捕食という概念に分類され、生物群集の時間変動パターンは、系の安定性の種類を反映する。競争と捕食という質的に異なるパターンは、当然、進化・絶滅現象という生物群集の時間変動パターンに対しても質的に異なる影響を及ぼすと考えられる。また、古生物学的時間スケールにおける生物間相互作用では、その非平衡性と非線形性が、群集の進化・絶滅現象に本質的な影響を及ぼすと考えられる[3]。本研究の目的は、非平衡領域におけるLV型方程式の非線形安定性を、主に競争と捕食という相互作用パターンの違いに着目して解析することである。

この解析には、KCC理論と呼ばれるある種の微分幾何学的理論を用いる (e.g., [5])。微分幾何学的解析手順を直感的に記すと、まず解析が容易な局所空間の性質をしらべ、次に接続と呼ばれる幾何学量でその局所空間を連結していき、最終的に空間全体の性質を、曲率と呼ばれるたったひとつの幾何学量で要約する、という流れとなる。本研究はこの解析手順を安定性問題に応用した。すなわち、LV型方程式の軌道における任意の点近傍における安定性を解析し、それをある種の接続(非線形接続、ゼロ接続)で連結して行くことにより、大域的な非線形安定性を、ある種の曲率(偏差曲率 P)により要約した。このときの安定性はJacobi安定性とよび、従来の線形安定性とは区別する。これにより、以下の結果(A)(B)(C)を得た[6]。

(A) 平衡状態近傍におけるLV型方程式の偏差曲率を計算し、競争系のそれは正に、捕食系のそれは負になることが示された。つまり、競争と捕食という生物現象は、微分幾何学的には本質的に異なる現象である

とが示された。これは、平衡解の定性的種類(左図a)を、微分幾何学的に反映したものと解釈される(右図b)。 J は平衡状態におけるLV型方程式のヤコビアン、 N は非線形接続、 Z はゼロ接続、 P は偏差曲率である。



(B) 生物間相互作用にポテンシャル関数を導入すると、LV型方程式の安定性は、ポテンシャル曲面のGauss曲率と平均曲率で一意に決定された。これは、従来の微分幾何学的力学系理論[7,8]の古生物学的応用といえる。この結果は、複雑な群集の非線形安定性解析を簡潔にする。

(C) 非対称な相互作用を持つ系、例えば捕食者と被食者からなる系も、平衡状態近傍では安定性に関して対称性を持つ、つまり同種の安定性を持つ。一方、非平衡領域では、系に内在する非対称性を保ち続けることが示された。これは、非平衡領域において、捕食者と被食者の安定性の種類が異なることを示唆する。

[1] Vermeij G.J. 1977 *Paleobiology* 245-258. [2] Jablonski D. & Sepkoski J.J. Jr 1996 *Ecology* 1367-1378. [3] Chiba S. 1998 *Paleobiology* 336-348. [4] Yoshida K. 2002 *Paleobiology* 464-473. [5] Antonelli P.L. 2001 *Nonlinear Analysis* 337-356. [6] Yamasaki K. & Yajima T. 2013 *Nonlinear Analysis* 1845-1853. [7] Yamasaki K. Yajima T. & Iwayama T. 2011 *Journal of Physics A* 155501 (19pp). [8] Yamasaki K. & Yajima T. 2012 *Acta Geophysica* 4-23.

C20

体サイズと採餌行動の進化*

岡嶋亮子 (明治大) **

採餌行動一どの餌をいかにして食べるかーは、全ての動物にとって最も重要で基本的な行動の一つである。そして、採餌に関わるさまざまな器官や機能、行動は、体サイズとアロメトリックな関係を示すことが、スケーリング則などによって研究されてきた(Case 1979; Belovsky 1997)。

ある餌から得られるエネルギー効率と、その動物の体サイズとの関係は、それらのスケーリング則の兼ね合いによって決定される。したがって、餌の食べ方や移動様式の進化は、生物の体サイズ進化に影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、それらの行動と体サイズに関する、次の現象に着目して研究を行った。

1. 食べ方と体サイズの進化：咀嚼の有無と巨大化

クジラやサメといった水生動物において、咀嚼が欠如した濾過摂食のものほど体サイズが大きいという傾向がある。すなわち、ヒゲクジラは、ハクジラよりも大きな体サイズを持っており、魚類のサメにおいても、濾過摂食をするジンベイザメなどは特に大きな体サイズで知られている。また、大型の草食恐竜においても、咀嚼が限定的であったことが化石の解析から明らかとなっている(Yates *et al.* 2010)。

2. 移動様式と体サイズの進化：食植性と飛行の欠如

鳥類において、大きな体サイズをもつものは、空を飛ばない地上性の種に限定されている。また、鳥類に加え、コウモリ

や昆虫においても、飛行性の種はそのほとんどが食植性ではないという傾向が知られている(Dudley & Vermeij 1992)。

上記の現象には、摂食や消化のための器官のサイズと、力学的な強度や運動機能が重要であると考えられてきた。大型草食恐竜における咀嚼のための筋肉の退化は、頭部の軽量化をもたらすであろうし、飛行生物においては、食植性はより大きな消化器官を必要とするために適していないということである。

本研究では、これらの物理的制約とは別の観点、すなわち採餌に関するエネルギー効率を通して、食べ方や移動方法と体サイズの関係について解析を行った。本研究で用いたモデルは、スケーリング則と採餌理論を合わせることで、各条件の餌を食べた際のエネルギー効率を体サイズに対して求めるものである。

まず、咀嚼の有無と体サイズの問題については、経口摂取速度のスケーリング則と消化速度のスケーリング則の違いに着目した。採餌に伴うエネルギー吸収効率が、咀嚼速度によって規定される場合と、消化速度で規定される場合の、二つのケースを仮定し、比較を行った。経口摂取のスケーリング則は体重の3/4乗に比例するのに対し、消化速度は線形に比例するため、大きな体サイズでは咀嚼せずに吞み込む方が適していることが示された。

更に、移動様式についても、飛行と歩行に関する移動速度とエネルギー代謝率の違いが、各餌と体サイズとの関係にもたらす影響を推定する。

*The evolution of body size and foraging behaviors.

**Ryoko Okajima (Meiji University)

C21

単体六射サンゴで *Balanophyllia ponderosa* で
みられる出芽様式 - 即時的な生活史戦略 - *

江崎洋一 (大阪市大・理)**・千徳明日香 (京大・瀬戸臨海)***
・後藤慎介 (大阪市大・理)****・徳田悠希 (鳥取県博)*****

生殖活動には、「個体数を殖やす」という側面と、「個が生き延びる」という側面がある。サンゴでは、無性増殖の痕跡が骨格に記録される。本発表では、単体六射サンゴである *Balanophyllia ponderosa* の出芽様式を紹介し、無性増殖の生物学的な特性を考察する。

当該サンゴは、「分子系統解析」ならびに「祖先形質解析」によって、キサンゴ科の中で共に群体型である *Tubastraea micrantha* や *Dendrophyllia ehrenbergiana* を含むクレード中の単体型である (Sentoku et al., 2012)。しかし、時おり、個体側面を取り巻く共肉部から出芽し、「群体型」を呈する場面がある。しかし、明瞭な群体型で特徴づけられる *Cladopsammia* からは、莖部の形状や「群体型」によって区分できる。本種の近縁種である *T. micrantha* や *D. ehrenbergiana* での出芽箇所は、2枚の方向隔壁以外の、それぞれ4枚、2枚の第1次隔壁の近傍である (Sentoku and Ezaki, 2012)。

Balanophyllia ponderosa の隔壁の配列様式は、*Dendrophyllia ehrenbergiana* と同様の Pourtalès plan を示し、出芽箇所も、片方の方向隔壁側の2枚の第1次隔壁近傍である。すなわち、出芽箇所に「極性」が認められる。さらに、出芽個体の「方向隔壁の配列方向」や「成長方向」は、「出芽の規則性」(Sentoku and Ezaki, 2012) に従っている。とくに、出芽個体の方向隔壁の方向は、親個体の成長方向に直交する。このような出芽は、

「個が生き延びるための一斉出芽」(個体の死滅直前に、主としてその莖周縁の共肉部から複数の出芽個体が生じる。その際、必ずしも規則に従った出芽様式を示さない。) から明瞭に区分できる。*B. ponderosa* の個体は、通常、直径が数 cm の大きな莖部を有するが、群体の *D. ehrenbergiana* ほど各個体は上方に伸長せず、出芽個体数も限定的で、サンゴ体全体は大きくならない。

Balanophyllia ponderosa は、系統的に“進化の袋小路”に入り込んだ単体型と考えられる。しかし、サンゴ個体がある程度の大きさに達したり、一時的ではあれ、個体が致命的な損傷を受けた場合、「潜在的に出芽能を有する1次隔壁の近傍」から個体を出芽させ、次世代を残していると考えられる。このような出芽は、予測不可能な環境変化に対する「即時的な生活史戦略」の1側面であろう。この場合、見かけ上は群体であっても、一時的に複数個体が共存する現象(「群体性」と解釈でき、通常の「群体」からは区分した方が良さそうである。

花虫綱は刺胞動物門の中で最も原始的なグループであり、群体型の場合でも、各個体間で機能的な分化がほとんど進んでいない。出芽における「発生的な拘束」を強く受けながらも臨機応変に周囲の状況に対応できるところに、組織や器官が未発達な刺胞動物門(とくに花虫綱)の特性の一端が顕れている。

*Budding modes of asexual reproduction in solitary form of scleractinian *Balanophyllia ponderosa*: Immediate life history strategy.

Yoichi EZAKI (Osaka City Univ.), *Asuka SENTOKU (Kyoto Univ.), ****Shin G. GOTO (Osaka City Univ.), *****Yuki TOKUDA (Tottori Prefectural Museum)

C22

非造礁性群體六射サンゴにおける
各個体のテリトリーの評価*

大野 理恵(大阪市大・院)**・千徳 明日香(京大・瀬戸臨海研)***・升本 真二(大阪市大・院)**・江崎 洋一(大阪市大・院)**

群體六射サンゴは多様な成長形態を採用し、様々な環境に生息している。この群體形態と生息環境との相互関係を解明することで、形態からその生息環境で代表される生態的な特徴を推定できる。従来、サンゴの群體形態の特性は、「外的な環境に対する応答」という視点から検証されてきた(例えば、Graus et al. 1977; Geister 1977; Chappell 1980; Merks et al. 2004)。しかし、出芽傾斜や出芽間隔等のサンゴ自身が有する要因、すなわち、「内在要因」に着目した研究はほとんどない。特定のサンゴの適応的な環境を知るには、前述した特性について内在要因の面からも解析する必要がある。

あるサンゴの生息可能な環境条件を制約する要素として、採餌効率や波浪営力に対する抵抗力、他種との競争力等が挙げられる。このうち、採餌効率や他種との競争に関わる占有面積には、群体内の個体配置が強く影響すると考えられる。個体配置は、出芽様式や、内在要因のパラメータ変化によって影響を受ける要素である。従って、採餌効率や占有面積を評価するためには、内在要因が個体配置に与える影響の評価を行う必要がある。

本研究では、内在要因のみから非造礁性のキサンゴ科群體サンゴの群體形成過程をシミュレートし、群體形態モデルを作成するプログラム『Coral Simulator』(大野ほか, 2011)を用い、多様な出芽傾斜や出芽間隔等の条件下で、多様な群體形態モデルを作成した。そして各モデルにおいて、各個体が作用し、影響を及

ぼす範囲、すなわち「テリトリー」を、各個体からの距離によって表現した。それぞれの個体のテリトリーにおける影響の大きさを、様々な「重み付き関数」のもとで算出した。また、Virtual Reality Modelling Language (VRML)を用いて3次元で可視化した。さらに、出芽様式や内在要因のパラメータ変化によって得られる形態間で、「テリトリーの大きさ」及び「影響の大きさ」の値の分布を比較した。

個体が密集している群體形態では、近隣の個体とテリトリー、特に影響力が大きい領域を多く共有する。そのことによって、群體のテリトリーは個体数の割に狭くなる。逆に、個体間の距離が比較的大きな群體では、個体数に比して広いテリトリーを持つことができる。すなわち、より小さな骨格サイズで広い大きなテリトリーが得られる。キサンゴ科の群體サンゴ *Dendrophyllia cribrata* では、仮軸内の個体が屈曲して成長する。屈曲して個体間の距離を大きくすることで、テリトリーの重複範囲を減らしている可能性がある。

個体の配置及び各個体の挙動が、群體全体の採餌効率にどのよう影響するかを、数値的に評価可能できる点が本研究の利点である。内在要因や出芽様式が採餌効率に及ぼす影響の大きさも容易に評価できる。また、重みのつけ方を変えることで、様々な条件下での採餌効率の評価や、採餌以外の諸現象の評価も可能になる。これらのことは、化石サンゴをも用いた、形態形成と群體形態及びその特性、生態、そして生息環境との関係を解明していく上で非常に有用である。

*Estimation of the territories of each polyp in the colony of azooxanthellate Scleractinia.

** Rie OHNO, Shinji MASUMOTO, and Yoichi EZAKI (Osaka City University)

***Asuka SENTOKU (Kyoto University)

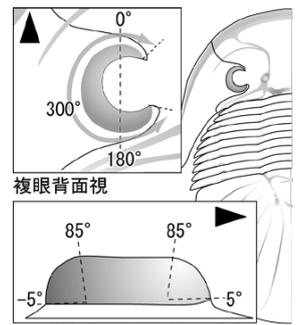
C23

三葉虫 *Eobronteus laticauda* の複眼：
ランドルト環形状離れ目の視覚的特性とは？
大野悟志・鈴木雄太郎 (静大)*

一般的に動物の目の位置は、肉食動物では顔の正面に、草食動物では側面にあるといったように、捕食・被捕食にそれぞれ適した視覚情報を得られる仕組みとなっている。節足動物は視覚情報を処理する脳の性能が著しく低く、さらにその視覚器官の複眼には、視点の位置調節を行うための機構が欠如している。一時的に栄養段階に特化した視覚状態を創り出すような脊椎動物とは異なり、節足動物は生活全般に用いる外界情報を常時一括収集するシステムを採用している。そのため、複眼の位置や構造的特徴が、結果的にそのような一括収集システムを色濃く反映した造りとなる。三葉虫を含む節足動物の複眼は、個眼という光学ユニットの集合体である。形成される視覚イメージも同様に、各個眼に入る情報を最小単位 (1ピクセル) とするドット絵のように形成される。三葉虫の中には、複眼表面に個眼をランドルト環状に配置する種が知られる。この複眼形態は、360°の視野を作り出し、死角が極めて小さくなる利点がある。一方で、前後方向では、左右の視野が重なる領域ができ、積極的な捕食者とは考えにくい三葉虫にとっては、一見、不要な視野領域が産み出されてしまうこととなる。

本研究は、礁性三葉虫 *Eobronteus laticauda* のランドルト環形状の特徴的な複眼形態を試料として、個眼の数、サイズ、配置様式に加えて、左右複眼の位置関係をもとにどのような情報を一括収集していたのか、またこの視覚特性を必要とする古生態的特徴を明らかにすることを目的とした。本種は、スウェーデンのダーラナ地方、ボーダ石灰岩から産出する後期オルドビス紀の三葉虫種である。外骨格は扁平で、頭部と尾部が背面全体の半分以上を占めるほど著しく大きい。さらにこの大部分は、背甲の折り返し領域 (ダビュラー) が向軸へ大きく広がる。複眼は頭部やや後方に位置し、左右の複眼は離れる。複眼形態は曲率が強く、特に向軸部を前後ともに強く巻き込むランドルト環状 (背面視) である。生物体の前方を Lat0° とする

水平視野範囲は、複眼表面の形状のみに基づくと -45° から 260° であり、片方の複眼で最大水平角度 300° 超の視野範囲をもつ。Lat0°、Lat90°、Lat180° における背腹 (経度) 方向の視野範囲は、上限は一律 Lon85° であるのに対し、視野下限は Lat0° では約 Lon5°、Lat90° では Lon-5° 程度、Lat180° では Lon0° であった。複眼表面の曲率に基づくと、Lat0° と Lat180° では大きな違いが認められた。0° 領域では腹側から背側にかけて緩やかな弧を描いており、曲率が小さい。一方で、180° 領域では、曲率が大きく、特に背側領域でその傾向が顕著であった。90° 領域では、両者の中間的な形状であった。そして、複眼表面は、視野前方領域で背側へと先細る一方で、後方では背腹同曲率で弧状の後端を形成する傾向が認められた。



E. laticauda は、同所的に産出する多くの三葉虫種とは背甲形態や産出状況が大きく異なる。礁環境において優占する形態は、ドーム状に膨らんだイレネモルフ形態型であり、岩体内で局所的に排他的な産状を示す。一方で本種は扁平な背甲を備え、岩体全域から多数産出する。一般的に、左右の視野範囲が重なることは、両眼視による立体視の可能性を示唆する。これは脊椎動物だけでなく、昆虫類や甲殻類などの節足動物においても同様である。

E. laticauda の両眼視領域は、入り組んだ礁環境において、自身と進行方向の障害物との位置関係の把握に有利に働いていた可能性がある。そこで本研究では、*E. laticauda* の個眼の視軸計測を行うことで、微細形態を明らかにし、両眼視領域の視覚特性について議論する。

*Satoshi Ono, Yutaro Suzuki (Shizuoka University)

C24

沖縄県石垣島における第四紀哺乳類化石研究
—研究史と現状、そして今後の展望—*

河村善也 (愛知教育大学)・河村 愛
(大阪市立大学大学院)**

石垣島の第四紀哺乳類化石は、最近の白保竿根田原洞穴遺跡での数々の発見で一躍注目されることになった。それは、この遺跡の後期更新世～完新世の堆積物の各層準から多数の人類化石が発見され、その中に骨で直接測定されたものとしては日本最古のものが含まれ、さらにそれらに伴って大量の哺乳類化石が産出したからである。そのような哺乳類化石は産出層準や年代が明確であることから、演者らは、それらを系統分類学的に詳しく研究し、その成果を基準として、これまで散点的であった石垣島の第四紀哺乳類化石の情報をより確かな枠組みで体系的にまとめることができると考えた。ここでは、石垣島の化石産地でのこれまでの研究の歴史を概観した上で、この遺跡での研究の現状を紹介し、さらに今後の研究の展望を述べる。

石垣島で第四紀哺乳類化石が報告されるようになったのは、比較的近年のことである。これまでの報告で、白保竿根田原洞穴遺跡以外のものには、Foster (1965)、大塚・長谷川 (1973)、長谷川・野原 (1978)、大塚ほか (2008)、西岡・中川 (2012) があり、それらには、化石産地 (産出層) として「ブネラ粘土層」、轟川流域、石城山、サビチ洞があげられている。しかし、いずれの報告でも産出化石の種類名があげられているだけであったり、年代が不明確であったり、化石の同定に問題があったりして、それらはけっして十分なものではない。

これに対して、白保竿根田原洞穴遺跡では 2010 年 8 月～11 月

に大規模な発掘調査が行われ、堆積物の詳細は層序が明らかにされた。その後、発掘調査で得られた大量の人類化石、考古遺物、動物化石の詳細な研究が行われるとともに、地球化学的な分析や多数の試料の ¹⁴C 年代測定が行われた。それらの成果は、2013 年 3 月に沖縄県立埋蔵文化財センター発行の報告書もまとめられている。さらに 2013 年 1 月～2 月には、補足の発掘調査が行われた。

演者らは石垣島での第四紀哺乳類化石研究を今後も推進していくが、その際には宮古島や沖縄本島など琉球列島の島々の同時期の化石群集との比較を行って、石垣島の動物相の特徴をより明確にしたいと考え、すでに予察的な研究成果は報告している。また、同時期の日本本土の動物相との比較も行う。石垣島は地理的には台湾に非常に近い位置にあるため、台湾のものとの比較も重要である。すでに台湾産現生哺乳類との比較は行っているが、それに加えて台湾での化石産地の調査や発掘調査も現地の共同研究者とともに進めている。このような調査研究で、これまで知られていなかった台湾での後期更新世～完新世の哺乳動物相の変遷と、石垣島などの琉球列島での動物相との比較を行うことも将来は可能になるであろう。また化石の同定の精度を上げたり、大陸の動物相との比較を行うために、これまでに引き続いて中国での化石および現生標本との比較も行う。このような研究によって石垣島を中心とした琉球列島の第四紀哺乳動物相の変遷史を、東アジアという広い視野でとらえた研究を行っていきたい。さらに古地理や古環境、人類の渡来や移動、島嶼における哺乳類の絶滅の問題などについても議論していきたい。

* Researches on Quaternary mammal remains from Ishigaki Island, Okinawa Prefecture, Japan: History of research, present state, and perspective

**Yoshinari Kawamura (Aichi University of Education) and Ai Kawamura (Graduate School of Science Osaka City University)

C25

沖縄県石垣島白保竿根田原洞穴産の日本最古級の人骨群に伴う哺乳類化石 2 齧歯目*

河村 愛 (大阪市立大学大学院)・河村善也 (愛知教育大学)**

骨で直接測定されたものとしては日本最古の人骨群が出土したことでよく知られるようになった石垣島の白保竿根田原洞穴の発掘調査は、2010年8月~11月に実施された。発掘地とその周辺は白保竿根田原洞穴遺跡と呼ばれ、発掘調査で得られた数多くの人骨や考古遺物、それに大量の哺乳類化石は発掘調査終了後も継続して詳細に研究されている。発掘調査によって、そのような哺乳類化石は、最古の人骨群が出土した後期更新世の堆積物だけでなく、その上位にあってやはり人骨を含む完新世の堆積物からも産出することが明らかになった。哺乳類化石で特に数が多いのは、翼手目と齧歯目であるが、そのうち翼手目の化石については、発掘調査終了の約半年後に本学会で、その概要を速報として報告した(河村・河村, 2011)。一方、齧歯目についてはまだ本学会で報告していなかったため、前報の続きとして今回報告することにした。前報以後、研究の進展によって堆積物の層序や年代が一部改訂され、産出した哺乳類化石の種類にもいくらかの追加があったが、今回はそのような改訂や追加を含めた最新のデータにもとづいて、齧歯目化石の研究結果を報告する。また、この遺跡の齧歯目化石については発表する内容が多いため、本講演ではその分類や層序分布を中心に述べ、動物群の特徴やその時間的な変化、他地域との比較、さらにそれから推定される古地理・古環境、それに人類の渡来や哺乳類の絶滅に関するトピックについては、別の講演で述べることにしたい(河村・河村, 2013)。

この遺跡の堆積物から産出した齧歯目化石は、その臼歯の特徴でハツカネズミ (*Mus musculus*)、クマネズミ属 (*Rattus* sp.)、シロハラネズミ属 (*Niviventer* sp.) の3種類に分類される。これらすべて、ネズミ科のネズミ亜科 (Murinae) に属している。これらのうち、ハツカネズミとクマネズミ属はごくわずかで、完新世の層準のごく一部からのみ産出している。最古の人骨群に伴うのは齧歯目では、シロハラネズミ属 1 種類のみである。

これらの3種類について、形態の特徴と同定の根拠を以下に要

約する。ハツカネズミとした化石については、河村・河村 (2012) がその特徴を簡単に述べているように、他の2種類よりはるかに小型で、 M_1 に medial anteroconid や頰側の付加咬頭がなく、 M_1 の近心と中央のラミナが X 字形の模様をつくるなど、ハツカネズミ属 (*Mus*) の特徴が見られる。さらに、東アジアに分布するハツカネズミ属の代表的な種と比較した結果、ハツカネズミと臼歯の特徴が一致するので、ハツカネズミ属と同定した。

クマネズミ属とした化石は、次に述べるシロハラネズミ属の小型の個体の大きさをもつが、シロハラネズミ属の化石より歯冠が低く、 M_1 の各咬頭は側方から見て傾きが弱く、それらの間の溝は幅がより広いなどの特徴で区別される。また、それらの特徴はクマネズミ属 (*Rattus*) の臼歯に見られるものなので、それらをクマネズミ属と同定した。東アジアのクマネズミ属の代表的な種とも比較したが、種を特定するには至らなかった。

シロハラネズミ属とした化石は、各臼歯の咬合面の模様がネズミ亜科のものとしては単純で、その模様の特徴や各臼歯の歯根数などは Musser (1981) がまとめたシロハラネズミ属の特徴とよく一致する。そのため、そのような化石をシロハラネズミ属と同定し、さらにシロハラネズミ属の多くの種の現生および化石標本との比較を行った。今回の化石は上・下顎骨の歯槽が強く窪んでおり臼歯が高歯冠であることで、比較した種と区別できることが明らかになった。ここではまだ研究が途上であることから種の特定しないことにした。

上記の齧歯目化石が、この属はわが国ではこれまで、化石・現生を通じてまったく知られていなかった種類である。詳細については講演の中で述べる。

引用文献：河村 愛・河村善也 (2011) 日本古生物学会 2011 年学会講演予稿集, 49; 河村 愛・河村善也 (2012) 日本第四紀学会 2012 年大会講演要旨集, 26-27; 河村 愛・河村善也 (2013) 本講演集; Musser, G. G. (1981) *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **168**, 225-334.

*Mammalian remains in association with a human bone assemblage dated as one of the oldest ones in Japan : 2. Rodentia.

**Ai Kawamura (Graduate School of Science, Osaka City University) and Yoshinari Kawamura (Aichi University of Education)

P01

福井県勝山市の下部白亜系北谷層から産出した小型獣脚類について*

東 洋一・柴田正輝 (福井県立大学恐竜学研究所/福井県立恐竜博物館)**

2007年、福井県勝山市北谷町の下部白亜系北谷層が分布する恐竜化石発掘現場にて、1個体と考えられる骨格化石が発見された。層準は、竜脚類のフクイティタンが発見された地層の約1.5メートル上位で、淘汰の良好な細粒砂岩層である。関節した状態では無いが、頭骨の一部や仙椎、四肢骨などの骨化石の分布は約1メートル四方に限られており、重複する部位がないことから、1個体の恐竜であると言える。

発見された骨格は、保存状態は良好で、前上顎骨や上顎骨、涙骨、後眼窩骨、脳函部、歯骨の一部、頸椎～尾椎、四肢骨、肩帯などが確認されている。腰部は、未発見である。上顎骨は長さ94.2mmで、ほぼ完全に保存されている。歯は唇舌側面に膨らんだ“卵型”の断面をもつ。鋸歯は存在せず、遠近心両端は、リッジ状になっている。前上顎骨にも同様の特徴が見られる。上腕骨は134mm、大腿骨は187mmで、比較的長い前肢は後肢の長さの78%もある。その他発見された部位を含めて分岐分析した結果、基礎的なドロマエオサウルス類に分類された。

ドロマエオサウルス類は一般的に、鋸歯をもった小型～中型の獣脚類で、近年では羽毛をもった種類が多く発見され、羽毛恐竜とも呼ばれる。その中で本標本は、鋸歯が無く、前肢が長いという特徴を持っている。前後肢の比率は、中国のシノニトサウルスや北米のパンビラプトルのそれに近い。前期白亜紀のアジア大陸東縁に、独自に進化し、食性を変化させたドロマエオサウルス類がいたことが示唆される。

*A discovery of a small theropod skeleton from the Lower Cretaceous Kitadani Formation, Katsuyama City, Fukui.

**Yoichi Azuma and Masateru Shibata (Dinosaur Research Center, Fukui Prefectural University/Fukui Prefectural Dinosaur Museum)

P02

X線マイクロCTスキャナーを用いた御船層群産アズダルコ科翼竜頸椎骨の内部構造の解析*

池上直樹 (御船町恐竜博物館)**・吉永 徹・佐藤宇紘・椋木俊文・大谷 順 (熊本大・工)***

アズダルコ科は、白亜紀後期に汎世界的に分布し、最も大型化した翼竜類である。本邦では、熊本県の御船層群、兵庫県の和泉層群、長崎県の三ツ瀬層から報告されている。翼竜類の骨格は堆積時の破壊や圧密による変形を受けやすいため、これまでに報告されているアズダルコ科翼竜化石も部分的な標本が多数を占めている。

アズダルコ科の翼竜は長い頸椎骨を持ち、その前面と後面には複数の含気孔がある。原始的な翼竜類の頸椎骨では、後関節突起基部の側方に含気孔が開いているが、アズダルコ科では、神経腔開口部の周囲に含気孔が位置する。このような含気孔の存在は以前から知られていたが、含気骨内部の構造が示されているものは限られていた。

近年、翼竜類が鳥類と同様の気囊システムを有していた可能性が指摘され、加えて前肢の含気骨化と大型化の相関関係が指摘されるようになった。今後、翼竜類の含気骨の進化を検討するためには、多くの分類群の含気骨の分布を検討する必要がある。そこで本研究では、御船層群産アズダルコ科翼竜の頸椎骨の内部構造に関する予察的な研究として、X線マイクロCTスキャナーを用いた解析を行った。

解析には熊本大学X-EarthセンターのX線マイクロCTスキャナーTOSCANER-32300FPDを用いた。管電圧150 kV、画素サイズ0.08 mmで撮影し、ImageJを用いて2次元画像解析と3次元画像再構成を行った。

御船層群産のアズダルコ科頸椎骨化石(MDM349)は、後部のみが保存されており、圧密によって変形している。前部は堆積前に失われており、破断面は堆積物で被われている。後面には、神経腔の開口部と含気孔が認められるが、変形しているため、外部からは詳細に観察できない。2次元画像の解析では、1)後関節突起と椎体後端の皮質骨の厚さは0.3~0.5 mmで、その内部は海綿骨で構成されていること、2)後部の含気孔は神経腔開口部の左右と背側に認められること、3)後部の海綿骨の骨梁は圧密によって破壊されており、内部に不規則に保存されていること、4)椎体の一部は破断し、外層の皮質骨が重なり合っている部分もあること、5)椎体中央部の皮質骨の厚さは0.7 mmで、低い神経棘の下部には神経腔を囲む0.1~0.2 mmの薄い骨が認められること、6)椎体中央部には堆積物が充填されていること、が明らかとなった。

以上の結果から、御船層群産アズダルコ科頸椎骨の後部は海綿骨からなり、椎体中央部は神経腔の周囲を除いてほぼ中空であったと推定される。このような形質は、アズダルコ科の大型化に伴う含気腔の拡大が、前肢のみならず、頸椎骨の内部でも生じていたことを示唆している。

*Reconstruction of internal structure of azhdarchid pterosaur cervical vertebra from the Mifune Group using X-ray micro CT scanner.

Naoki Ikegami (Mifune Dinosaur Museum), *Toru Yoshinaga, Takahiro Sato, Toshifumi Mukunoki, Jun Otani (Kumamoto University)

P03

モンゴル・ゴビ砂漠南西部の上部白亜系ネメグト累層から産出した恐竜卵殻化石*

大塚之尋・佐藤たまき** (東京学芸大・教) ・
渡部真人*** (林原自然科学博物館)

モンゴルの上部白亜系ネメグト累層 (後期カンパニアン～前期マストリヒシアン) は獣脚類・竜脚類・鳥盤類の多種多様な恐竜の骨化石を産出している (Mikhailov, 1991; Weishampel et al., 2000) . しかし, 同累層から報告されている卵化石の種の多様性は, その下位のジャドフタ累層やバルンゴト累層と比べると低い (Mikhailov, 2000) . 本研究は, 林原自然史博物館とモンゴル古生物学センターの共同調査により, 1998年にゴビ砂漠南西部 Khaichin Ula-I のネメグト累層で採集された卵殻化石 (Watabe et al., 2010: 卵殻の破片44枚, 林原自然科学博物館受入番号98-16-558) の分類学的記載である.

本標本のSEM及び薄片の顕微鏡観察により, 以下の特徴が認められた.

1. shell unitが不規則に配列し, 卵殻の外表面全体が密集した小さいこぶ状の装飾に覆われている.
2. pore systemは, prolatocanaliculate type (pore canalの直径が大きく, 空気孔の分布や発達する方向・断面の形が不規則) である.
3. pore systemの空気孔とは関係ないと思われる空隙が卵殻断面に見られる.
4. 卵殻の厚さは, 3.4~3.5mmのものが多く, 平均値は3.66mm.

これらの特徴にもとづき, 本標本を Oofamily Dendroolithidae の *Dendroolithus verrucarius* Mikhailov 1994 と同定した.

D. verrucarius はモンゴル上部白亜系の複数の化石産地から報告されており, いずれの産出層準もネメグト累層より下位のバルンゴト累層であるとされている (Mikhailov, 2000) . しかし, Mikhailov (1994) にはタイプ標本を含む同種のバルンゴト累層からの産出を疑問視する記述があり, 二累層の境界からの産出も言及されているなど, 既存の同種標本の産出層準には不明な点が多い. 本標本はネメグト累層からの産出が確実な同種の報告としては初めてのものである.

Dendroolithus は竜脚類または鳥脚類の卵 (Mikhailov et al., 1996) , 或いは獣脚類テリジノサウルス類の卵 (Manning et al., 1996) であると推定されてきた. ネメグトおよびバルンゴト累層からは竜脚類・獣脚類・曲竜類・鳥脚類を含む多様な恐竜の骨化石が数多く産出している. これらの恐竜類それぞれに対応する卵殻化石群を同定することが, 今後の課題である.

引用文献

Manning et al., 1996. *Dinofest International* (Wolberg & Stump eds.), 287-290; Mikhailov, 1991. *Acta Palaeontologica Polonica*, v36, 193-238; Mikhailov, 1994. *Paleontological Journal*, v28, 141-159; Mikhailov, 2000. *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia* (Benton, Shishkin, Unwin, & Kurochkin eds.), 560-572; Watabe et al., 2010. *Hayashibara Museum of Natural Sciences Research Bulletin* v3, 41-118; Weishampel et al., 2004. *The Dinosauria, 2nd Edition* (Weishampel, Dodson & Osmolska eds.), 517-606.

*Fossil dinosaur eggshells from the Upper Cretaceous Nemegt Formation in the southwestern are of Gobi Desert, Mongolia.

**Nobuhiro Otsuka, Tamaki Sato (Tokyo Gakugei University)

***Mahito Watabe (Hayashibara Museum of Natural Sciences)

P04

島根県出雲市多伎町の布志名層から産出した
鱗脚類上腕骨*

大塚健斗 (北大・理)**・河野重範 (島根県立三瓶自然館) ***・林 広樹 (島根大・総合理工) ****

島根県出雲地方に分布する中部中新統布志名層は, 豊富な海生動物化石を産出することが知られている. 特に海生哺乳類の化石は, これまでに *Desmostylus* や *Allodesmus*, 鯨類の化石などが発見されている.

今回報告する標本は, 演者のひとりである林が2012年6月に出雲市多伎町小田の海岸で行われた島根県地学会の春季地質見学会の際に海岸の転石より発見した. これ以降は便宜上, 本標本を小田標本とする.

小田標本は, 楕円形の石灰質ノジュールの中に含まれており, 付近の海底に露出する布志名層より産出したと考えられる. このノジュールは, 波浪時の転動による表面の侵食を受けており, 露出していた骨端部は磨耗していた. しかし, 骨化石の全体的なプロポーシオンやその他の形態はほぼ原形を留めており, 太く短い骨体, 三角筋稜の発達といった特徴から鱗脚類の右上腕骨であると判断した.

これまでに布志名層における鱗脚類の化石は, 出雲市今市町下沢や松江市乃木福富町, 同市上乃木町一の谷, 同市玉湯町布志名若山から報告されており, 一部の標本は *Allodesmus* 属に同定されている. 今回発見された小田標本は, 三角筋稜が上腕骨の2/3以上を占めるといった点や結節間溝が深いなどといった点で *Allodesmus* の上腕骨と類似する. しかしながら, これらの特徴はアシカ上科にも見られることから, 本研究ではこれらの形質について比較検討を行った.

三角筋稜が上腕骨の2/3以上を占めるといった特徴は鱗脚類の中では, アシカ科とセイウチ科を含むアシカ上科と *Allodesmus* 亜科を含むアザラシ上科の *Desmatophoca* 科にのみしか見られない.

このうちアシカ科の化石記録は布志名層が堆積したと考えられる15-13Maには存在しないことからアシカ科に属するものである可能性は低い. また, 国内の化石記録に絞ると, この時期の堆積層から発見された鱗脚類化石はセイウチ科に属するとされる *Imagotaria* 亜科と *Desmatophoca* 科に属するとされる *Allodesmus* 亜科に限られる.

Deméré & Berta (2002) によると, *Allodesmus* 亜科の上腕骨外側上顆は外側方向への張り出しが強いことが指摘されており, この特徴は本標本のものとも一致する. 一方, *Imagotaria* 亜科や *Desmatophoca* 亜科ではこの部分の張り出しは弱い.

以上のことから, 小田標本を *Allodesminae* gen. et sp. indet. の右上腕骨に同定した.

*Humerus of Pinnipedia from the Fujina Formation in Shimane Prefecture, western Japan.

Kento Otsuka (Hokkaido Univ.), *Shigenori

Kawano (Shimane Nature Mus. of Mt. Sanbe),

****Hiroyuki Hayashi (Shimane Univ.)

P05

宮城県の稲井層群大沢層から産出した

前期三畳紀の爬虫類化石¹高橋唯^{2*}, 荻嶋美帆^{3*}, 山下桃^{4*}, 中島保寿^{5**}, 佐藤たまき^{6*}

(*東京学芸大学, **ボン大学シュタインマン研究所)

【はじめに】

南部北上山地に分布している稲井層群大沢層(下部三畳系 Spathian = late Olenekian)は、最初期の魚鱗類 Ichthyopterygia Owen, 1840である *Utatusaurus hataii*(歌津魚竜)が産出していることで知られている。しかし、*U. hataii*以外の脊椎動物化石の報告例は非常に少ないため、稲井層群や大沢層の化石脊椎動物相の多様性についての情報は限られている。本研究では、宮城県南三陸町及び気仙沼市の大沢層上部から新たに産出した爬虫類化石2点について記載・同定を行い、その分類学的及び古生物地理学的意義について考察する。

【標本の記載】

UMUT MV31051: 本標本は南三陸町館崎付近の海岸の露頭から産出し、椎体、神経弓、肋骨、腹肋骨が保存されている。椎体が深く窪んだ両凹型で椎体は神経弓とは癒合していないこと、椎体上に横突起があると考えられること、肋骨が太く近位端が広がっていることなどから、本標本は *U. hataii*より派生的なクレードである魚竜類 Ichthyosauria sensu Motani, 1999に属する魚鱗類、もしくは魚鱗類との系統関係が議論されている *Omphalosaurus*のいずれかであると考えられる。

UMUT MV31052: 気仙沼市大沢の海岸の露頭から採集された標

本であり、スラブの中に椎体、神経弓、肋骨、腹肋骨が散在している。深く窪んだ両凹型の椎体と肋骨の形状から魚鱗類 Ichthyopterygia であると考えられるが、頸肋が双頭である点で *U. hataii*とは異なる。大沢層よりも上位の中部三畳系伊里前層からは *Mixosaurus*に極めて類似した魚竜化石が報告されているが、本標本の神経棘の形状は *Mixosaurus*とも異なる。また、原始的な魚鱗類の成長後期に見られる骨組織の特徴を肋骨に欠くことから、本標本は亜成体の個体であることが示唆される。

【標本産出の意義】

大沢層が含まれる南部北上帯は、前期三畳紀にはテチス海東縁低緯度地域にあった南中国ブロックの付近に位置していたとされている。ヨーロッパ・中国南部・北米西岸の中部三畳系からは様々な系統の多種多様な爬虫類化石が発見されているが、それに先立つ前期三畳紀の海洋脊椎動物相に関するデータを産する地域は限られている。今回報告した2標本はいずれも属・種不明で分類学的な同定が高次分類群にとどまるものの、前期三畳紀の東アジア相当地域に *U. hataii*以外の海棲爬虫類が生息していたことを示すと同時に、魚竜類を含む中生代海生爬虫類の初期の多様化過程を解明する上で同層が重要であることを再認識させるものである。

¹New Early Triassic reptilian fossils from the Osawa Formation in Miyagi Prefecture, Japan

^{2*}Yui Takahashi, ^{3*}Miho Ogishima, ^{4*}Momo Yamashita, ^{5**}Yasuhisa Nakajima,

^{6*}Tamaki Sato (*Tokyo Gakugei University, **Steinmann Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Universität Bonn)

P06

獣脚類における足機能の進化*

服部創紀(東大・理)**

現在知られている獣脚類(鳥類を含む)は全て二足歩行性であり、その足は立つ・歩く・走るといった基本的な動作全てに関与する。鳥類の足は様々な生態に応じてその機能・形態を特殊化させており、その形態と比較することにより白亜紀末に絶滅した非鳥類型獣脚類について、足形態・機能からその生態を推察することが可能であると考えられる。白亜紀以降の、現生種を含む大部分の鳥類の足では、第I趾が後方を向いており、枝などを把握する機能の発達により、樹上生活に適応している。

しかし、非鳥類型獣脚類の第I趾は他の3趾と同じく前方を向き、接地していなかったと考えられており、その機能は不明であった。獣脚類の系統において、足の形態・機能・生態の進化過程を明らかにするため、国内外の非鳥類型獣脚類28個体の化石標本を、特に第I趾に注目して調査したところ、特に派生的な非鳥類型獣脚類について、以下の事実が明らかとなった。

ドロマエオサウルス類とトロオドン類からなるデイノニコサウルス類は、鳥類とスカンソリオブテリクス類からなるクレード Avialaeの姉妹群であり、これらはParavesという上位のクレードを構成する。ドロマエオサウルス類の1種 *Velociraptor mongoliensis*の3標本(AMNH FR 6518, IGM 100/985, IGM 100/986)において、第I-V中足骨は互いに関節した状態で保存されている。本研究では、それら3標本において第I中足骨がそれぞれ第II中足骨の内側、内-底側、底側に接している点及び第I中足骨の関節位置の変位に伴い第I趾の伸展方向も足の背側(前)から内側(横)へと変化している点を明らかにした。トロオドン類においては、関節状態が保たれた3標本(NMC 8539, AMNH FR 6516, AMNH FR 30777)の内、破損の

ため第I趾の屈伸方向が確認できなかったAMNH FR 6516を除く他の2標本においては、第I中足骨の位置と第I趾の屈伸方向に *Velociraptor*と同様の関係性が認められた。以上のことは、デイノニコサウルス類において、第I中足骨と第II中足骨の間の可動範囲の拡大により、第I趾を横に向けることが可能であったことを示唆する。

また、Paravesより基盤的な分類群において、第I中足骨の近位外側面には、第II中足骨と関節するための凹んだ面があるが、ドロマエオサウルス類の *Deinonychus antirrhopus*(YPM 5217)の単離した第I中足骨では、近位外側面が凹まず、丸みを帯びる。この特徴は、他のトロオドン類(*Troodon formosus*, *Talos sampsoni*等)においても同様に認められ、むしろ現生鳥類の第I中足骨に類似している。現生鳥類においては、第I中足骨-第II中足骨間の関節部に可動性があることが知られているため、この事実は上述のデイノニコサウルス類における第I趾の可動範囲拡大を支持するとともに、こうした可動性がParavesの共有派生形質であったことを示唆する。

以上のことから、Paravesの第I趾の可動範囲の拡大により、足の指により足下の物体を保持することが容易になった可能性が考えられる。この保持能力は、肉食性であったデイノニコサウルス類では足による獲物の保持に役立ち、樹上生活者であったと考えられているスカンソリオブテリクス類や初期鳥類では、樹上での足場の保持に役立っていたと考えられる。今後、足の把握機能の発達を更に解明していくことにより、非鳥類型獣脚類の生息環境の変遷および、初期鳥類の進化の過程を理解するための重要な手がかりを得られると期待される。

*Evolution of the pedal function in non-avian theropods.

**Soki Hattori (University of Tokyo)

P07

福井県勝山市の下部白亜系手取層群北谷層の化石カメ類¹

園田哲平 (白山市白峰化石調査センター)²・東洋一 (福井県立大学恐竜研究所・福井県立恐竜博物館)³・平山廉 (早稲田大・国際教養)⁴・安藤寿男 (茨城大・理)⁵

福井県勝山市の杉山谷に分布する下部白亜系北谷層 (late Barremian~Aptian) からは、恐竜類やワニ類、カメ類など多くの陸生脊椎動物化石が発見されている。これまでに確認されたカメ類化石は 742 点に達し、シンチュンケリス科、スッポン上科およびシネミス科²で構成されるが、全体の約 84% をスッポン上科が占める。そのスッポン上科においては、スッポン科属種未定、ナンシュンケリス科 *Basilemys* sp. およびアドクス科 *Adocus* sp. が報告されている (平山, 2002)

今回、それらの追加標本とともに、新たにアドクス科属種未定の頸板や肋板、縁板、下腹甲など 32 点を得ることが出来た。甲羅表面には浅くて細かいピット状の彫刻が発達し、肋骨頭が退縮、さらに肋板腹側面が平坦になるというアドクス科に特有の派生形質を持つ。しかし、縁板は縁板の範囲におさまらず、*Adocus* 属のように肋板を覆わない。また、股鱗板が下腹甲遠位部の背側面を覆うという原始的な形質や、頸板や肋板の表面彫刻の凸部が部分的に方向性をともなって直線状に連なるという特徴は、キルギスなどの Albian から見つかったい

る原始的なアドクス科である *Ferganemys verzilini* Nessov & Khozatzky, 1977 に類似する。

以上のように、北谷層の化石カメ類には少なくとも 5 科が認められる。スッポン上科だけで 3 科 (4 属) が確認され、完全な陸生であったと考えられるナンシュンケリス科から半水生のアドクス科、さらに水生傾向の強いスッポン科まで多様であった。この 3 科はいずれも世界最古の化石記録となるが、特にスッポン科属種未定と *Adocus* sp. の甲羅には、すでに科ないし属レベルで特殊化の進んだ形態的特徴が認められる。

北谷層より下位の赤岩層からは基盤的なスッポン科である *Kappachelys okurai* (Hirayama et al., 2012) が、さらに下位の桑島層 (Neocomian) からは既知のどの科にも該当しない非常に原始的な属種未定のスッポン上科が 2 タイプ確認されている (平山, 2005)。これらのことから、Neocomian~Aptian のおよそ 2,000 万年間に東アジアの沿岸域において、本上科のカメ類は著しい特殊化と多様化を遂げた可能性が高い。

-文献-

平山, 2002. 福井県立恐竜博物館紀要, 1: 29-40.

平山, 2005. 桑島化石壁の動物化石調査報告書, 12-20.

Hirayama, R. et al., 2012. *Morphology and Evolution of Turtles*, 179-185.

Nessov L. A. & Khozatzky L. I., 1977. *Vsesoyuznogo Paleontologicheskogo Obshchestva*, 20: 248-262. [in Russian]

¹The fossil turtles from the Lower Cretaceous Kitadani Formation of the Tetori Group in Central Japan.

²Tepei Sonoda (Shiramine Institute of Paleontology, Hakusan City), ³Yoichi Azuma (Dinosaur Research Center, Fukui Prefectural Univ. /Fukui Prefectural Dinosaur Museum), ⁴Ren Hirayama (Waseda Univ.), ⁵Hisao Ando (Ibaraki Univ.)

P08

分子系統によるカキ上科の進化解析*

稲村研吾 (東大・理)**・Davin H.E. Setiamarga (東大・理)
・北村晃寿 (静岡大・理)*・佐々木猛智 (東大・理)**・
遠藤一佳 (東大・理)**

約 7 種を含む現生カキ上科は、ベッコウガキ科とイタボガキ科に分類される。水産重要種であるだけでなく、化石も多く産出するため、昔から多くの分類学的研究が行われてきた。しかしながら、カキの仲間は多くの外部形態を消失しているため、分類が困難であり、カキ上科の初出時期、両科の出現時期、現生分類群と化石分類群との対応など謎が多い。これらの謎を解決する上で、分子系統解析は有用な枠組みを与えると考えられる。

近年、カキ上科を含む翼形類の分子系統解析がさかんに行われるようになったが、これらの研究のほとんどがイタボガキ科に限られ、加えて、遺伝子マーカーを一つしか使用していない解析がほとんどである。そのため、カキ上科全体の系統関係は不明な点が多い。

そこで本研究では、核ゲノム (18S, 28S, H3) およびミトゲノム (16S, COI) 由来の 5 つの遺伝子マーカーを用いて、ベッコウガキ科とイタボガキ科の代表的サンプルを含む、カキ上科全体の系統解析を行った。その結果、形態形質によって分類された両科の単系統性が支持されたほか、*Ostrea* 属を除く全ての属の単系統性も支持された。

ベッコウガキ科では、*Neopycnodonte* 属と *Pycnodonte* 属が姉妹関係にあることがわかった。イタボガキ科の中においては、異なる生息環境に分布し、形態も大きく異なる *Ostrea* 属と *Lopha*

属 (*Lopha cristagalli*) が系統的に近い関係にあり、*Ostrea* 属の種が構成するクラスターの中に *L. cristagalli* が含まれることがわかった。これらの種は抱卵を行うことが知られるが、これが *Ostrea* - *Lopha* クレードの共有派生形質である可能性が示唆された。また、形態形質による分類と同じく、*Crassostrea* 属と *Saccostrea* 属からなるマガキ亜科とその他の亜科に分けることが適当であることもわかった。それぞれの属の化石初出年代と整合性の高いトポロジーを示す系統樹が得られたので、カキ上科のさまざまな形態形質 (貝殻微細構造、基質固着部位、心臓など) の進化プロセスと、それらの祖先形質状態の復元も行った。化石種の分類には、従来考えられていたように筋痕、基質固着部位、貝殻微細構造が有効な形態形質であることが確認できた。特に、貝殻微細構造は、科間での分類に有効であることがわかった。

.....
*Evolution of the Superfamily Ostreoidea inferred based on molecular phylogenetics using multiple markers.

Kengo Inamura (The University of Tokyo), **Davin H.E. Setiamarga (The University of Tokyo), *Akihisa Kitamura (Shizuoka University), **Takenori Sasaki (The University of Tokyo), **Kazuyoshi Endo (The University of Tokyo)

P09

トドロキガイはタマキガイの祖先種：
土佐湾および穴内層産標本の
色彩パタンの解析*

近藤康生・山岡勇太 (高知大・理)**

翼形亜綱に属するタマキガイ科二枚貝 *Glycymeris vestita* (タマキガイ) と *G. fulgurata* (トドロキガイ) は、互いに非常に良く似ているために同種と見なされたり (波部, 1977)、前者が温帯性であり、後者が亜熱帯性であることから、両者が地理的亜種の関係にある可能性が指摘されたり (松隈, 2000) してきた。本研究では、高知県須崎沖の浚渫堆積物および砂浜での打ち上げ採集から得た土佐湾産の集団標本に加えて、高知県安芸郡安田町穴内層産 (約310万年前) の集団標本を用いて、形態や色彩パターンなどを分析した。また、色彩パターンに時間目盛りを入れるため、酸素同位体測定により年輪を認定した。これらの結果に基づいて、両者の分類や進化史について考察した。

タマキガイは、トドロキガイよりも大きく成長する。また、トドロキガイの年輪は不明瞭で、色彩パターンも年輪をまたぐ場合が多いのに対して、タマキガイの年輪は明瞭で、色彩パターンが年輪によって区切られている。トドロキガイは外洋水の影響の大きな開放的な海域にしか分布しないのに対して、タマキガイは外洋域だけでなく大阪湾のような内湾にも分布する。また、砂浜に打ち上がるのはほとんどトドロキガイであるのに対して、陸棚の浚渫物に含まれるのはほとんどタマキガイであり、生息水深も異なる。以上の通り、両種は、殻形態、色彩パターン、成長、分布、水深の点で区別できる別種であると考えられる。

穴内層産の化石はタマキガイよりもトドロキガイによく似ているが、トドロキガイよりは殻の膨らみがやや大きく、殻形態

だけでは同定に迷う。しかし、紫外線蛍光反応を利用することにより、穴内層産化石には現生トドロキガイのものほとんど同じパターンが存在することが分かり、トドロキガイに同定できると判断した (図参照)。

土佐湾産のタマキガイの色彩パターン、特にその幼貝のものは、トドロキガイの色彩パタンの1類型と良く似ており、トドロキガイからの進化を示唆している。

一方、確実にタマキガイに同定できる化石は、穴内層から見つからないだけでなく他の鮮新統からも知られておらず、今のところ更新世前期の産出 (上総層群野島層; 約200万年前) が最古と考えられる。このような化石の産出層位から、われわれは温帯性のタマキガイが亜熱帯性のトドロキガイから更新世・鮮新統境界の寒冷化期に分布域北縁で種分化したと解釈している。

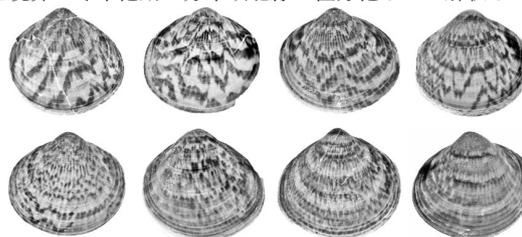


図. 紫外線蛍光反応による化石トドロキガイの色彩パターン復元

* *Glycymeris fulgurata* is the ancestor of *G. vestita*: Analysis of color pattern for specimens from Tosa Bay and Ananai Formation

**Yasuo Kondo and **Yuta Yamaoka (Kochi University)

P10

筒をつくる二枚貝コヅツガイ *Eufistulana grandis* の分布特性：鮮新統穴内層における古生態学的検討

高月崇成・近藤康生 (高知大・理)

ツクエガイ科のコヅツガイ *Eufistulana grandis* は、棍棒状の筒 (棲管) を形成しながら砂泥底で埋没生活を送る異歯類であり、多様な生活様式を特徴とする二枚貝類の中でもきわめて特異な存在である。本研究では、高知県の鮮新統穴内層における化石の産状観察に基づいて、その分布特性について考察した。

コヅツガイ類が多産するのは、高知県安芸市穴内に分布する穴内層である (三本, 1995)。穴内地区の穴内層の年代は不明であるが、唐浜地区の同層下部に対比できると考えられるので約3Ma と推定される。穴内層産標本と現生標本 (後述の羽地内海産標本) と比較した結果、殻形態に明確な違いが認められなかったため、穴内層産標本は現生種であると判断した。この結果、穴内層産標本は本種の最古記録となる。

コヅツガイ産出層は、泥質砂岩 (極細粒~細粒) 層であり、ほとんどの個体が棲管を層理面に対して直立させており、その中に貝殻が保存されていた。したがって、これらは原地性の化石と判断できる。

コヅツガイが産出する層準から産出する主な二枚貝化石は *Fulvia* aff. *mutica*, *Veremolpa micra* (ヒメカノコアサリ), *Periploma* cf. *besshoensis* である。量的には *Fulvia* aff. *mutica* が二枚貝化石群集の約5割を占め、上位の3種で群集の7割を占める。*Fulvia* aff. *mutica* は現生種トリガイ *Fulvia mutica* の祖先種と推定される小型の種 (山岡ほか, 2012) であり、内湾泥

底に多産するトリガイに比べて、より開放的な浅海砂泥相にも多産しており、分布特性が異なっていたと推定されている。なお、このコヅツガイが産出する層準の下部には、下部外浜で堆積したと考えられる非常に淘汰の良い中粒~細粒砂岩があり、ここでは巻貝の産出が非常に多く全体の約7割を占めているが、コヅツガイの産出は確認できなかった。以上のことから、コヅツガイを多産する砂泥相は陸棚堆積物であると判断できる。

現生コヅツガイは生息地が減少しており、準絶滅危惧種に指定されているが、沖縄県羽地内海の潮間帯下部泥底に比較的近かった生息地が知られている (小澤ほか, 2006)。この生息地は沖縄本島と屋我地島とに囲まれ、外海の波浪から遮蔽された内湾的海域であるが、河川の流入は少なく、むしろ外洋水が流入する場所である。

コヅツガイを含む化石群集は穴内層の他に、更新世下総層群木下層 (大原ほか, 1976)、更新世相模層群横須賀層 (奥村ほか, 2009)、などが知られている。木下層及び横須賀層はどちらも古東京湾が存在していた時期の堆積物で、湾内に黒潮が流入していたことが推定されている (近藤, 1991)。

これらの共通点に注目すると、現生・化石ともに、コヅツガイの生息地は波浪による浸食や堆積の影響が少なく、遮蔽的ではあるが、常に外洋水の流れる場所であると言える。このような生息場の特性は、筒の中に埋もれて砂泥底で生活するために、浸食や堆積に対する耐性がないコヅツガイにとって、物理的な安定を確保しながら効率的に摂餌を行うのに必要な条件であったと考えられる。

Distributional characteristics of a tube-dwelling bivalve *Eufistulana grandis*: Examination of the paleoecology in the Pliocene Ananai Formation

Takashige KODUKI, Yasuo KONDO (Kochi Univ.)

P11

東アジアの化石記録から探る
ベレムナイトの初期進化史伊庭靖弘 (北大・佐野晋一(福井恐竜博)・
Jörg Mutterlose (Ruhr-Universität Bochum)・近藤康生 (高知大)

ベレムナイトは、イカ類に近縁な絶滅頭足類の一群で、中生代遊泳生物の中で最も敏感に環境変動に反応し、絶滅・適応放散を繰り返してきたグループである。また、ベレムナイトは、頂点捕食者(海生爬虫類など)の重要な餌資源であったことから、中生代の海洋生態系の進化を考える上での重要性も持つ。近年ではベレムナイトの太平洋における絶滅が、3.5 億 トンものバイオマスをもつ現生イカ類の出現に関与したことも指摘されている(Iba et al., 2011; Geology)。このような重要性を背景として、そのダイナミックな進化史が体系的にまとめられてきた(Cristensen, 2004)。

ベレムナイトは、殻前方腹側に溝をもつ *Pachybelemnopseina* と殻後方に溝をもつ *Belemnitina* の二つの亜目に分類されている。これまで 150 年以上にわたる欧米中心の研究により、ベレムナイトは、ジュラ紀最初期(Hettangian: 約 200Ma)の出現以降、Pliensbachian まで北西ヨーロッパのみに生息していたと考えられてきた。また、この時期には、鞘サイズ直径 5 mm ほどの *Belemnitina* 亜目の数種のみが知られ、生息域の拡大と大型化、多様化は、前期ジュラ紀後半以降に起こったと考えられてきた。

今回、演者らの研究によって宮城県南三陸町の蕨の浜層(Hettangian)から中～大型のベレムナイトが多産する側が明らかになった。産出した標本は①中～大型の殻の前方背中側に溝をもつ *Sinobelemnitidae* の新種(*Sichuanobelus utatsuensis* sp. nov.)と②殻前方に溝をもたない *Belemnitina* に属する計 2 種で構成される

(Iba et al., 2012: Geology)。タイプ②は、断片的標本のため詳しい同定は困難であるが、その鞘のサイズ(直径 33 mm)はベレムナイト史上最大級のものに匹敵する。タイプ①は、これまでに知られているベレムナイトとは亜目レベルで異なる特徴(背側溝)をもつ。さらに、これと同じ特徴をもつ標本が、中国四川省の上部三疊系(Carnian: 235Ma)から産出することがわかった。この中国標本は、Zhu and Bian (1984)によって報告されていたが、見かけ上類似する *Pachybelemnopseina* 亜目の記録(中期ジュラ紀に出現とされる)よりも遙かに時代が古いことから疑問視され、その形態的特徴もこれまで見逃されてきた(Doyle, 1994; Weis and Delsate, 2006)。

今回発見・再検討された東アジア標本により、A) ベレムナイトは少なくとも後期三疊紀には出現しており、その起源が従来の説よりも 3300 万年以上も遡ること、B) 頭足類史上最大の絶滅がおこった三疊期末の絶滅事変をベレムナイトが生き延びていたこと、C) ベレムナイト進化史最初期の 3300 万年間には、従来認識されていなかった原始的なグループ(新亜目?)が存在していたこと、D) ジュラ紀最初期において既に巨大な鞘が獲得されていたこと、E) ヨーロッパ起源説は否定され、ジュラ紀最初期には既に多様化し広範囲に分布していたことが明確となった(Iba et al., 2012: Geology)。本研究により従来の進化史モデルには「欧州のデータ中心」という地域的なバイアスが強くかかっていることがわかった。今後、研究の空白地帯となっていた東アジアにおけるベレムナイト化石記録を精査することで、従来の進化史モデルに更なる改訂が可能となる。

Early evolutionary history of belemnites, revised - A new look at Asian fossil records Yasuhiro Iba (Hokkaido Univ.), Shin-ichi Sano (Fukui Prefectural Dinosaur Museum), Jörg Mutterlose (Ruhr Universität Bochum) Yasuo Kondo (Kochi Univ.)

P12

漂着オウムガイ殻の破損パターンの検討*
唐沢與希 (京都大・理)**・前田晴良 (九州大・総博)***

生物遺骸が化石になるまでには、物理的・化学的・生物学的要因による破壊(destruction)が生じる。この破壊の中でも、遺骸の埋没前に生じたものは、遺骸が本来の生息場から堆積場へ移動する過程を記録したものであり、その詳細な検討は古生物の生態を知る上で不可欠である。軟体動物の殻は、構成要素が少なく組成や構造の極端な変化がないため、殻破壊の比較や識別が容易である。他方、有殻頭足類は遊泳性ないしネクトベントスの生活型を有しているため、厳密な意味での自生の産状が存在しない。そのため、頭足類の遺骸が着底するまでに生じた破壊に着目し、逆算的に辿ることで、その生物の生息した水深や水域を推定することがより重要になる。そこで本研究では、海岸に漂着した現生オウムガイ遺骸を用いて、その殻における破損(breakage)の状況および集中の程度を明らかにした。

オウムガイ殻の破損を評価する手法としては、Hamada (1964)が用いた「等破損傾度曲線」が挙げられる。これは、オウムガイ殻の側面図を204区画に分割したダイヤグラム上に、漂着オウムガイ標本の破損をスケッチし、区画ごとの破損の有無を計数してその比率をコンターマップとしたものである。この手法は、破損パターンを初めて視覚的に示した点で特筆される。その一方、グリッドが螺旋の形状を反映していないため破損評価が難しい上、分割数が小さいと分解能が下がり、分割数が多いと実用性に欠けるという欠点があった。

そこで本研究では、オウムガイ標本の側面写真から、破損部位をデジタル的に選択し、すべての標本についてこれを重ね合わせることで、破損集中度をマップ化する新手法を開発した。研究には、東京大学総合研究博物館所蔵のKo Phe Tra島・Ko

Tarutao島(タイ)、Palau Langkawi島(マレーシア)打ち上げ標本(30標本)、および、神奈川県立生命の星・地球博物館所蔵のフィジー諸島の海岸への打ち上げ標本(6標本)を用いた。

その結果、破損の傾向として、住房は大部分の標本で喪失すること、また、気房の破損は殻口と接する部位に集中しており、殻口から約180°の位置には、破損がほとんど生じない部位が生じることが明らかとなった。気房のうち、外界に露出している範囲においては、殻口周辺がもっとも隔壁の間隔が密であるため、比較的高い強度を有していると考えられるが、その付近に破損が集中していることから、破損はかなり強い力によって生じたと思われる。

破損の原因を明らかにするために、軟体部を除去したオウムガイ殻の水中の浮遊姿勢と、破損集中度マップを重ねると、気房の破損が生じない部位は、喫水線の直下に位置した。一方、気房のもっとも破損が集中した部位は、住房とともに、殻の中心よりも下側に位置した。このことからオウムガイ殻の特徴的な破損は、死殻が海面まで浮上する際に急峻なサンゴ礁に衝突したり、浜に完全に打ち上げられるまでの期間に波打ち際で擦られたりしたことが原因であると考えられる。

このような特徴的な破損は、現生オウムガイ死殻のみならず、化石オウムガイ・アンモナイトにも多数見られる。こうした「喫水破損」は、生息水深が頭足類遺骸の浮上限界水深より浅く、かつ、堆積場近傍に礁や浜など、殻の下半分を摩擦させる環境があったことを示唆するものであり、化石頭足類の生態復元のうえで重要な指標になると思われる。

*Research of breakage patterns on beached Nautilus shells.

KARASAWA, Tomoki (Kyoto University), *MAEDA, Haryoshi (The Kyusyu University Museum)

P13

北米サウスダコタ州の上部白亜系産スカフィテス科アンモノイド類の殻にみられる被食痕*

竹田裕介 (東大・理) **・棚部一成 (東大・総合博) ***・佐々木猛智 (東大・総合博) ****

生物間の被食-捕食関係は自然選択を駆動させる要素の一つであり、その変遷を探ることは生物の多様性の進化を明らかにする上で重要である。地質時代においても、中生代の海生動物間で被食-捕食関係の大変革があったという仮説が Vermeij によって提唱されてきた。しかし、この仮説は主に底生生物を対象とした研究に基づいており、当時の海洋生態系で高次の栄養段階を占めていたと考えられる大型遊泳動物に関する研究は不十分であった。

デボン紀に出現し白亜紀末に絶滅した遊泳性頭足類のアンモノイド類は中生代の海洋生態系での被食-捕食関係の変遷を明らかにする上で適した分類群である。近年、ジュラ紀以降のアンモノイド類の住房腹側に不定形の破損が Klompmaker et al. (2009) や Andrew et al. (2010) らにより報告され、致命的な捕食攻撃を受けた痕跡と解釈されている。本研究では米国サウスダコタ州の上部白亜系 (チューロニアン階~マーストリヒチアン階) から産したスカフィテス科アンモノイド類4属 (*Scaphites*, *Hoploscaphites*, *Discoscaphites*, *Jeletzkytes*) 8種、約200個体について、住房腹部にみられる Klompmaker et al. (2009) らのものと同じタイプの貝殻破損に注目し、その頻度や殻サイズの変化を時代毎に比較した。

観察の結果、貝殻破損は住房の奥部、最終隔壁の付近の腹側に集中して存在しており、破壊部を修復した痕跡はなかった。また破損がみられる成年個体のほとんどは完全な殻口を保存してい

た。このような破損はこれまで示唆されている死後浮遊や死骸の再堆積による破損とは区別でき、致命的な被食痕であると考えられる。また、破損が集中する部位は軟体部と殻をつなげる筋肉の付着部位にあたることから、そこを攻撃することにより、容易に軟体部を貝殻から引き出すことができたと考えられ、捕食者にとって、攻撃に適した部位であったといえる。

全個体に対する破損がみられる個体の頻度はチューロニアン階では4%、カンパニアン階は10%、上部マーストリヒチアン階では12%であり、時代が新しくなるにつれて増加する傾向が認められた。この事実から、スカフィテス科の住房腹側を攻撃する致命的な捕食頻度が時代とともに増加したと考えられる。スカフィテス類の成年殻はチューロニアン階からマーストリヒチアン階にかけて大型化する傾向が認められるが、被食痕がみられる個体の殻直径と被食痕のサイズに時代的な増加傾向は確認されなかった。従って、スカフィテス類は捕食圧の増大への対抗策として体サイズを増加させる戦略をとった可能性があるが、一方で捕食者の体サイズは増加しなかったことが示唆される。この被食痕をつくった捕食者として小型の海棲脊椎動物等が想定される。今後、共産化石の解析などにより捕食者を特定して、白亜紀後期の北米内陸海海洋生態系におけるアンモノイド類とその捕食者の間の生態学的関係について明らかにしていきたい。

*Predatory bite marks on scaphitid ammonoids from the Upper Cretaceous in South Dakota, USA.

Yusuke Takeda (Graduate School of Science, The University of Tokyo), *Kazushige Tanabe (The University Museum, The University of Tokyo), ****Takenori Sasaki (The University Museum, The University of Tokyo)

P14

高知県佐川地域の宮ノ原層産白亜紀後期アンモノイドとその層序学的意義*

御前明洋・岡崎美彦 (北九州市立自然史・歴史博物館)・水野吉昭 (東海化石研究会) **

秩父帯に位置する高知県佐川地域には、古生界、中生界が複雑に分布し、E. Naumann 以来、数多くの地質学的、古生物学的研究が行われてきた。この地域の白亜系正常堆積物のうち最も上位に位置するのが外和泉層群宮ノ原層で、佐川町宮の原、大田川地区から越知町越知地区にかけての狭い範囲に分布する。宮ノ原層からは多くの二枚貝化石の産出が知られており、それらをもとに、アルビアン階上部~セノマニアン階に対比されている (Amano, 1956; Tashiro and Matsuda, 1983; Matsuda, 1985; Tashiro and Katto, 1995; 脇田ほか, 2007)。一方、*Desmoceras* sp., *Mantelliceras* sp., *Calycoceras* (?) sp., *Sharpeiceras* sp.などのアンモノイドも報告されている (Matsumoto, 1954; Matsuda, 1985)、写真や産出地点が示されたものではなく、その詳細は良くわかっていない。本研究では、宮ノ原層から3種のアンモノイドが得られたので報告する。

調査を行った佐川町宮の原周辺では、仁淀川支流の柳瀬川沿いや道路沿いに宮ノ原層の青灰色細粒砂岩や暗灰色薬理泥岩が露出する。走向は全体として東北東-西南西で、南に傾斜している。数地点において、青灰色細粒砂岩からなる本層中部に二枚貝類や巻貝類の化石が豊富に含まれるのが観察された。そ

のうち、佐川町と越知町の境界に位置する柳瀬川の川原では、川沿いの崖に露出する本層中部からの転石がたくさん見られ、本研究ではこの転石より比較的保存状態の良いアンモノイド6標本が得られた。

得られたアンモノイドのうち、2標本は *Euhystrioceras nicaisei*, 1標本は *Mantelliceras japonicum*, 残り3標本は *Hypostlingoceras japonicum* に同定される。これらのアンモノイドより、宮ノ原層中部はセノマニアン階下部に対比され、この結果は従来の対比を強く支持する。

これまで、宮ノ原層の層序対比に関しては含まれる三角貝化石が重要な根拠の一つとなっていた。しかし、三角貝は堆積環境によって生息域が規制されやすいため、三角貝化石にもとづいて時代決定が行われている地層については、地質時代の再検討が必要であることが指摘されていた (吉原・小松, 2006)。本研究により、宮ノ原層中部がセノマニアン階下部に対比されることが再確認された。

* Late Cretaceous ammonoids from the Miyanoara Formation in Sakawa area, Shikoku and its stratigraphic significance

** Akihiro Misaki, Yoshihiko Okazaki (Kitakyushu Museum of Natural History and Human History), Yoshiaki Mizuno (Tokai Fossil Society)

P15

熊本県天草炭田地域の古第三系産十脚類化石*

安藤佑介¹・鶴飼宏明²・河野重範³・廣瀬浩司²・中谷大輔⁴・黒須弘美²・大塚雅勇⁵・鬼海友喜³・柄沢宏明¹
¹瑞浪市化石博物館 ²御所浦白亜紀資料館 ³三瓶自然館
⁴佐賀県立宇宙科学館 ⁵御所浦白亜紀資料館友の会

これまで、西日本の古第三系産十脚類化石については、芦屋層群、伊王島層群、杵島層群、佐世保層群および万田層群からの報告がある(Ando & Karasawa, 2010; Karasawa & Fudouji, 2000 など)。今回、熊本県の天草炭田地域に分布する始新統白岳層および坂瀬川層から十脚類化石が得られたので各十脚類相の構成種と特徴を述べる。

天草炭田地域の古第三系は、下位から弥勒層群赤崎層および白岳層、本渡層群教良木層および砥石層、坂瀬川層群一町田層および坂瀬川層からなる。このうち、十脚類化石を産した白岳層は主に砂岩、泥岩からなり、*Venericardia nipponica* などの浅海性貝類が産する。一方、坂瀬川層は主に泥岩からなり、十脚類化石が産した上部からは *Parvamussium* sp. が産し、上部漸深海帯で深の堆積深度が推定されている(大塚, 2011)。また、石灰質ナノ化石から白岳層は CP13a 帯(中期始新世前期)、坂瀬川層上部の十脚類化石産出層準は CP14b (中期始新世後期)に対比されている(Okada, 1992)。以下に産出種の特徴を記述する。

アカザエビ科の一種 (Nephropidae gen et sp. indet.): 白岳層から掌節が産出した。標本の保存が悪く、属種同定に至らない。

スナモグリ科の一種 (Callianassidae gen et sp. indet.): 坂瀬川層上部から不動指を含む掌節が産出した。殻表に突起および装飾は見られない。また、不動指の基底に明瞭な棘状の隆起が見られる。標本は、

Eucalliax 亜科の *Calliax* 属に類似するが、新属新種の可能性がある。

ヨシヒロスナモグリ (*Eucalliax yoshihiro*): 白岳層から不動指を含む掌節が多産した。掌節は正方形に近い歪四角形で、不動指は長い。本種は伊王島層群沖ノ島層および万田層群勝立層から報告されている(柄沢, 1997)。また、産出層準には *Thalassinoides* 様の巢穴化石が多数認められる。巢穴化石中には、まれに *Eucalliax yoshihiro* の掌節が含まれ、その形成主は本種である可能性が高い。

ノダノコバアサヒガニ (*Raninoides nodai*): 白岳層から甲殻が産出した。甲殻は、縦長で後側縁は後方に向かってすばまる。本種は沖ノ島層および勝立層から報告されている(柄沢, 1997)。

ムカシビワガニ属の一種 (*Macroacaena* sp.): 坂瀬川層上部から鉗脚を含む甲殻 1 標本が産出した。甲殻は縦長で前側縁に長い棘を備え、後側縁は後方に向かってすばまる。額眼縁は甲幅の 1/2 を占める。本標本は、北海道の始新統幌内層産の *Macroacaena teshimai* によく似るが、額眼縁がより広く、前側縁棘の突出角がより小さい。

本報告によって、九州の中期始新世の陸棚以深の環境下には、スナモグリ科が卓越する十脚類群集が存在していたことが明らかになった。従来、九州の古第三紀十脚類化石は陸棚以浅の堆積物より認められており、陸棚以深の堆積物からは初めての報告となる。

白岳層産の 2 種 (*Eucalliax yoshihiro*, *Raninoides nodai*) は、中期始新世後期 (CP14b) に対比される沖ノ島層および勝立層から多産する(柄沢, 1997)。したがって、九州の浅海域における中期始新世の十脚類相は、CP13a から CP14b にかけてほとんど変化しなかった可能性がある。この傾向は、九州の浅海域における底生貝類相の変遷(Ogasawara, 2002)と調和的である。

*Paleogene decapod Crustacea from the Amakusa Coalfield, Kumamoto Prefecture, Japan.

P16

遊泳性三葉虫 *Remopleurides* 複眼:

転輪羅針儀機能発現か?

増田智洋・鈴木雄太郎(静大・理)**・大野悟志(静大・創造)

・椎野勇太(東大総合博)*

三葉虫をはじめとする節足動物の視覚系は、光学ユニットの個眼が集合した複眼を用いる。その個眼は、一對のレンズと光受容体から構成される。複眼が捉えた外界情報をデジタルカメラの画像に例えると、画像中の 1 ピクセルが個眼の捉えた情報に相当する。つまり、個眼の捉えた 1 ピクセルの点情報を連合させることで、外界情報を画像や映像とする複眼視覚が成立する。しかしながら、複眼を介した外界画像には、デジタルカメラの写真画像とは大きく異なる特徴がある。ピクセル配列が等間隔のため解像度が画一的なデジタルカメラ画像とは異なり、複眼を介した外界画像は解像度が多様である。現生節足動物の複眼視覚系研究において、このような視野内解像度の偏在性が、行動様式と連関する事例が数多く示されてきた(e.g. Land, 1999; Land, 2000; Zeil, 1996)。本研究では、高い遊泳能力を有していたとされている三葉虫 *Remopleurides dalecarlicus* (Unit A of Upper Boda Member, Boda Limestone, Dalarna, Sweden: Basal Hirnantian, Upper Ordovician) について、複眼構造の精査に基づいて視覚特性を解明し、その機能的特徴を推察することを目的とした。

遊泳性とされる根拠は、低い底質依存性を示唆する多様な岩相からの産出(Fortey, 1985)と汎世界的分布を示唆する低~中緯

度に位置していた全ての古大陸からの産出(Whittington & Hughes, 1972)といった地質学的特徴に基づく。このような特性を示す三葉虫種は、総じて複眼の長さが頭部とほぼ同等で、側葉と中葉の幅が総じて二倍以上となる形態的特徴を有する。そのなかでも、地質学的検討が進んだ *Cyclopyge* 類は、楕円の輪郭でドーム状に膨らんだ複眼形状である。その一方で *Remopleurides* 類の複眼は、表面の膨らみは弱く平坦な帯状で、低い円柱の側面にはりつく形状を呈する。同じ遊泳性とされる両者であるが、この複眼形状の相違により視覚特性にも相違が現れると考えられる。*Cyclopyge* 類は頭部から飛び出た複眼を持つため、その視野範囲は上下方向に広く広がる浮遊遠洋性の生活スタイルとされている(McCormick & Fortey, 1998)。その一方で *Remopleurides* 類の複眼は、視野上下方向の広がりには限定的で、生物体水平方向を異質に大きな複眼で見ていたこととなる。分類学的に近縁で形態的特徴も類似点の多い *Hypodicranotus striatus* は高い遊泳能力を有していたことが明らかにされている(Shino *et al.*, 2012)。これらの先行研究結果に基づくと、*Remopleurides* 類の平坦帯状複眼は高い遊泳能力と深く関連している可能性が高い。三次元空間中での運動には、二次元平面上での運動に比べて高度に洗練された自己受容が求められるであろう。例えば航空機曳航に必須な計測機器の転輪羅針儀のように。

*Chihiro Masuda, Yutaro Suzuki and **Satoshi Ono (Shizuoka University)

***Yuta Shiino (The University Museum, The University of Tokyo)

P17

腕足動物における殻体タンパク質及び
化石タンパク質の同定*磯和 幸延 (東大・理)・更科 功 (東大・博)・紀藤 圭治
(明治大・農)・Beatrice Demarchi (ヨーク大)・Matthew
Collins (ヨーク大)・遠藤 一佳 (東大・理)**

骨や貝殻などの硬組織中に含まれるタンパク質は分子化石として保存される。近年、質量分析計を用いることにより、化石中に残された微量なタンパク質のアミノ酸配列を決定できるようになった。化石タンパク質は分子進化プロセスを知る直接的な証拠であり、その時系列的な比較を行うことで分子進化速度などの様々な進化的パラメーターを明らかにすることができる。しかし、現在までに行われてきた化石タンパク質のアミノ酸配列を決定する研究は産出の少ない脊椎動物を対象にしたものに限られていたため、ある特定の年代における化石タンパク質のアミノ酸配列を明らかにすることとどまっていた。そこで、本研究では、より多くの化石が連続的に得られ、採集が簡単な無脊椎動物である腕足動物を用いることで、特定の化石タンパク質のアミノ酸配列を複数の年代において決定し、分子進化プロセスを直接、観察することを目指している。

化石タンパク質のアミノ酸配列を決定するためには、現生種における殻体タンパク質の網羅的な配列情報が必要不可欠である。現在までに、SDS-PAGE解析により、腕足動物の一種であるホウズキチョウチンガイ (*Laqueus rubellus*) の殻体中に7種類の主要なシグナルが存在することを明らかにした。これらのうち3種類については、Stains-all染色により、青色に染まったため、酸性タンパク質であることが示唆された。また、質量分析計を用いてMS/MS解析を行い、これらのタンパク質のアミノ

酸配列をde novo sequencingによって決定することで、部分配列情報を得ることに成功した。これらの配列をBLAST検索にかけたところ、データベース上に存在しないペプチド配列が含まれていた。これらは新規殻体タンパク質であると予測される。現在、より長い配列情報を得るために、殻を形成する組織である外套膜のトランスクリプトーム解析を進め、発現している遺伝子の網羅的な配列情報の決定を行っている。

また、房総半島の下総層群地蔵堂層において化石サンプルの採集を行った。この化石サンプルは抗体を用いた先行研究により化石中にペプチド配列が保存されていることが示されている(Endo et al., 1995)。採集した化石サンプルからタンパク質を抽出し、今回得ることができた現生種の殻体タンパク質の配列情報をデータベースとして用いてMS/MS解析を行ったところ、19アミノ酸残基と8アミノ酸残基からなる2種類のペプチドを得た。これらが実際に化石タンパク質に由来するものであるかどうかは、現在検証中であるが、今回の結果はこれらの化石サンプルにペプチドが保存されていることを強く支持する。今後、現生種のトランスクリプトーム解析を進めることで、より多くの信頼性の高い化石ペプチドのアミノ酸配列が決定できるようになると期待される。

[引用文献] Endo, K et al. (1995) *Org. Geochem* 23: 661-673.

*Characterization of shell matrix proteins in living and fossil brachiopod

**Yukinobu Isowa (University of Tokyo), Isao Sarashina (University of Tokyo), Keiji Kito (Meiji University), Beatrice Demarchi (University of York), Matthew Collins (University of York), Kazuyoshi Endo (University of Tokyo)

P18

島原半島南部に分布する
更新統大江層より産出するコケムシ化石¹
二井谷菜美 (広島県広島市)²・小松俊文 (熊本大・院・自)³・Matthew H. Dick (北海道大・院・自)⁴

大江層は、長崎県島原半島南部に分布する上部更新統である。大江層中部では、貝殻密集層が発達しており、サンゴや二枚貝、巻貝などの浅海生の化石や有孔虫などの微化石が多産する。この貝殻密集層の貝化石については、多くの報告があるが(有明海研究グループ, 1965など)、貝殻密集層の形成過程について検討した研究はほとんど知られていない。さらに、この貝殻密集層には、貝化石と共に多くのコケムシ化石が様々な産状で豊富に産出するものの、これらのコケムシ化石に関する報告はない。そのため、本研究では、貝殻密集層の特徴や貝化石とコケムシ化石の産状や保存状態から大江層の貝殻密集層の形成過程を検討することや、コケムシ化石の分類や種構成の変化などを明らかにして古環境を復元することを研究の目的とした。なお、コケムシ化石は、貝殻密集層のブロック試料を30cmごとに採取した後(OM-6~12)、室内でコケムシ化石が付着した貝化石などに単離した。

大江層中部の貝殻密集層は、主に、異地性の産状を示す貝化石や細礫を含む淘汰の悪い細~中粒砂からなる。貝殻密集層は、厚さ約1.8mの複合化石密集層で、浸食面などによって、少なくともUnit 1~3の3層に区分される。なお、Unit 1は、貝化石の産状や保存状態、岩相から、Unit 1aと1bに分けられた。Unit 1aは最下部に自生のマガキのコロニーを含む。Unit 1b最上部は、礫・貝殻支持の密集層からなり、熱帯域に特徴的な*Smittipora cordiformis*や熱帯~亜熱帯域に生息する*Pleurocodonellina cf. signata*などのコケムシ化石のコロニーがこれらの礫や貝殻をまたいで被覆することから、この層が形成された当時は、堆積間隙があり、現在よりも温暖な海域

が広がっていたことが分かる。Unit 2は、貝殻支持の貝殻密集層を形成し、Unit 1よりもサンゴ片を多く含む。Unit 3には、自由性群体を形成する熱帯~亜熱帯性の*Conescharellina* sp. Aが多産する。

大江層のコケムシ化石群については、現生のコケムシの生息分布との比較から、*Flabellipora cf. irregularis*や*S. cordiformis*, *Petralliera cf. magna*などの熱帯~亜熱帯域域に特有な種が多数含まれることが明らかになった。特に、OM-12 (Unit 3) では、OM-6~11と比較すると*Conescharellina* sp. Aに加えて、*F. cf. irregularis* や*P. cf. magna*などの南方系の種が卓越する。

以上の結果から、大江層の貝殻密集層は、少なくとも4回のイベントによって形成されたと考えられる。まず、チャンネル状に削り込まれた大江層下部の谷地形に、マガキなどが生活する干潟の環境が発達した (Unit 1a)。次に、Unit 1bが貝殻片などの流れ込みによって形成され、その後、Unit 1bの最上部が海底面上でさらされている間にコケムシがその表面を被覆した。この堆積間隙の後に、Unit 2がUnit 1bを覆い、最後にUnit 2の上部はUnit 3の堆積物である礫や*Conescharellina* sp. Aを含む砂によって覆われたと考えられる。

さらに、今回のコケムシ化石によるデータでは、OM-12の層準 (Unit 3) で典型的な南方系の種が多産することから、大江層堆積時で古水温が最も上昇した年代は、Unit 3か、それよりも上位の層準であった可能性を示している。

[引用文献] 有明海研究グループ (1965), 地団研専報, 11, 1-80.

¹Pleistocene Bryozoa from Oe formation, Southern Shimabara Peninsula, Nagasaki prefecture, Japan. ²Mami Niitani (Hiroshima, Hiroshima Pref.), ³Toshifumi Komatsu (Kumamoto University), ⁴Matthew H. Dick (Hokkaido University)

P19

Flabellum (Ulocyathus) 亜属 (刺胞動物門・イシサンゴ目) の骨格微細構造とその進化的意義

徳田悠希 (鳥取県博)**・江崎洋一 (大阪市大・院)**

Flabellum 属は Flabellidae 科に属する単体六射サンゴである。その骨格外形は扁平な扇状であり、この骨格を用い軟底質上で横臥生活を行っている。*Flabellum* 属は、莖部の周縁部が滑らかな *Flabellum (Flabellum)* 亜属と、鋸歯状の *Flabellum (Ulocyathus)* の 2 亜属に細分されている。しかし、分子系統解析結果では、これらの 2 “亜属” は系統的に大きく異なるクレードに位置する (Tokuda et al., 2010)。しかも、莖部周縁部の形状のみからは分類が困難な種も存在し、これらのグループを識別する、さらなる分類形質が必要である。そこで、2 “亜属” の骨格微細構造を検討し、分子系統解析の結果と比較を行なった。

アラゴナイトからなる六射サンゴの骨格には、個体の外形を規定する「壁」と、その内側を放射状に仕切る「隔壁」が認められる。壁および隔壁の微細構造は、ともに、成長末端部で形成される Rapid accretion deposits (= RAD) と、それを被覆する Thickening deposits (= TD) の 2 つの構造から成る。*Flabellum (Flabellum)* の微細構造は、成長方向に平行な断面では、RAD が粒状もしくは短い繊維状の結晶から構成される「ドーム状の薄層」の累重で特徴づけられる。その周囲には、主に繊維状結晶の「層状構造」から成る TD が形成される。これらの構造は、他の多くの六射サンゴでも観察される。

一方、*Flabellum (Ulocyathus)* では、RAD 部がドーム状ではなく、中心部にある微小な粒状結晶の集合と、その周囲に放射状に伸長する小さな繊維状結晶で構成される、「房状集合

体」(幅 10–20 μm) が幾重にも重なり合い RAD を構成する。さらに TD では、(1) 繊維状結晶から構成される「層状構造」、(2) 微小な粒状結晶から構成される「ウロコ状構造」、(3) 大きな繊維状結晶から構成される「ウロコ状構造」の 3 つの構造が観察される。特に、両ウロコ状構造は、1 次隔壁と 2 次隔壁の TD の周縁部で顕著である。*F. (Ulocyathus)* で特徴的な RAD および TD の形成パターンは、他の六射サンゴでは認められない。一般的に、粒状結晶は繊維状結晶よりも成長速度が速く、骨格中の有機物含有量が多い。*F. (Ulocyathus)* は、Flabellidae 科の中でも特に深海域に適応したグループであり、骨格が非常に薄く軽い。この骨格は軟泥底中への埋没を防ぎ、個体の移動 (自由生活) の効率化に寄与している。このグループが形成する有機物の多い TD の構造は、骨格の軽量化や、骨格の強度を高める上でも重要な役割を果たしていると考えられる。

今回の研究結果から、*Flabellum (Ulocyathus)* と *F. (Flabellum)* では骨格微細構造が大きく異なり、分子系統解析の結果と調和的である。また両者は、扇状形態の共通祖先から進化したことが分かっているが、*F. (Ulocyathus)* では骨格外形の大きな変化を伴わず、微細構造にのみ非常に大きな変化が生じている。従来、サンゴ類では、骨格外形の進化によるマクロレベルでの機能形態が注目されてきたが、今後は、骨格のミクロレベルでの構造変化が示唆する適応進化的な意義をも洞察していく必要がある。

*Evolutionary significance of fine skeletal structures unique to *Flabellum (Ulocyathus)*

Yuki TOKUDA (Tottori Prefectural Museum), *Yoichi EZAKI (Osaka City Univ.)

P20

鮮新統名洗層の基底礫岩中の石灰質団塊礫から産する中生代微化石群集*

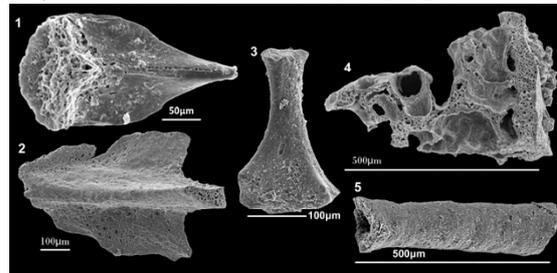
柏木健司 (富山大・理)**・伊左治鎮司 (千葉県立中央博物館)***・浅井彦彦 (千葉県印旛地域振興事務所)****・佐野晋一 (福井恐竜博)*****

銚子半島の鮮新統名洗層は、基底礫岩を介して中生界基盤岩類を傾斜不整合で覆う。この基底礫岩中には、ジュラ紀新世 Tithonian と白亜紀古世後期 Albian のアンモナイト化石の産出が知られ (Obata and Matsukawa, 2007, 2009)、後者はしばしば石灰質団塊中から産する。この石灰質団塊礫は、基底礫岩中に礫として含まれ、現生海浜礫中にも露頭から洗い出されたものが散在する。ここで扱う石灰質団塊礫は、長崎鼻で浅井が転石として採取した試料で、脊椎動物の骨片化石を含む。石灰質団塊基質中に含まれる放散虫化石は、既に本年2月の日本地質学会西日本支部で報告している。この発表では、残渣の再検討結果を中心に、放散虫化石群集とその他の微化石について概要を予察的に報告する。

放散虫化石は、腹部に頭部と胸部が陥没する Cryptothoracic Nassellaria が多産し、*Cryptamphorella* spp. と *Holocryptocanium barbui* が含まれる。多節塔状 Nassellaria は、全て内形雄型で同定は困難であるものの、外形と孔配列から *Archaeodictyomitra* ? sp. を含む複数種が識別される。Spumellaria のうち、数個体は例外的に微細な殻構造を保存しているものの、正確な属種の判断は難しい。現状では、本試料の放散虫化石時代は *H. barbui* の産出レンジに依存し、ジュラ紀新世 Tithonian ~ 白亜紀新世 Cenomanian のある時期との判断に留められる。なお、*H. barbui* では Nassellaria において例外的に、殻が保存されている個体が多い。

この試料には、放散虫化石の他に多数の生物遺骸片が含まれる。卓越するのは、断面に泡状組織と中空の管状組織を有する骨片である (写真4)。また、大きさと形状から、2 個体のイクチオリス類似の化石個体を確認している (写真1, 2)。なお、その断面は泡状組織を有し、卓越する骨片の断面に酷似する。石灰質団塊が海成堆積岩類であることも考慮すると、これらは魚類化石の一部である可能性が高い。この他、直径 100 μm 前後で中空の空洞を有する、数百 μm 長の骨片? (写真5) が得られている。また、タクサ未定の化石片 (例えば写真3) も含まれる。

これら骨片は、破片化が著しいものの、放散虫化石に比較して良好な保存状態を示す。放散虫化石では、*H. barbui* を例外として Nassellaria 個体の全てが内形雄型である。このような保存状態に差異については、明確な原因は不明であるものの、外形や殻構造、構成物質が要因の一つである可能性を指摘できる。



*Mesozoic microfossil assemblage from the calcareous nodule clast of the basal conglomerate of the Pliocene Naarai Formation in Kanto Region. **Kenji Kashiwagi (Univ. Toyama), ***Shinji Isaji (Nat. Hist. Mus. Inst., Chiba), ****Hidehiko Asai (Inba Regional Branch Office, Chiba), *****Shin-ichi Sano (Fukui Pref. Dinosaur Mus.)

P21

手取層群桐谷層産の微化石群集*

佐野佳緒里・柏木健司 (富山大・理)**

桐谷層は、手取層群九頭竜亜層群に属する海成層で、産出するアンモナイト化石により、ジュラ紀新世Oxfordianであることが知られている (Sato and Westermann, 1991)。また、生痕化石からは多様な微化石群集が産する (Kashiwagi and Hirasawa, 2010)。筆者らは現在、手取層群九頭竜亜層群の海成層に含まれる微化石群集について、放散虫化石を中心に検討を進めている。本発表では、桐谷層で新たに採取した石灰質団塊から産した微化石について、予察的に報告する。

検討に用いた試料は、径約1 cm前後の球形の石灰質団塊で、同一層準から採取された。試料KI-08からは*Archaeospongoprunum imlayi*, *Orbiculiforma lowreyensis*, *Pantanelium riedeli*, *Tritrabs casmaliensis*, *Paronaella* sp. が、試料KI-12からは*Podobursa vanae*, *Tritrabs rhododactylus*, *Paronaella* sp. 等の放散虫化石が産した。*P. riedeli*, *T. casmaliensis*, および*T. rhododactylus*の共産は、UAzone 7 - 10のBathonian後期～ Kimmeridgian前期と判断される (Baumgartner et al., 1995)。また、*A. imlay*と*O. lowreyensis*はTithonian後期から報告されているものの、その産出レンジの下限は未確定である (Pessagno, 1977)。*P. vanae*はOxfordian中期～ Kimmeridgian後期に産する (Beccaro, 2004)。以上に基づくと、試料の年代はOxfordian中期からKimmeridgian前期に限定される。

検討した2試料からは、二枚貝の原殻、海綿骨針、底生有孔虫、浮遊性有孔虫と思われる個体、および未同定タクサ等の微化石群集が得られた。二枚貝の原殻は合弁である。なお、Kashiwagi and

Hirasawa (2010)で既に複数個体の合弁個体が報告されている。浮遊性有孔虫と思われる個体は、内形雄型で殻表面の構造は不明であるものの、長径127 μ mと比較的小型で、殻室の配列も参考にすると、浮遊性有孔虫化石に類似する。Kashiwagi and Hirasawa (2010)でも、浮遊性有孔虫?を報告しているものの、保存不良で産出も極めて限定的であり、形質を残す追加試料で確認する必要がある。未同定タクサは、Kashiwagi and Hirasawa (2010)で報告している taxonomically unidentified microfossils と同一で、波状の周縁で特徴付けられる。

桐谷層は従来、アンモナイトや二枚貝等の軟体動物や魚竜等の大型化石の産出が知られ、微生物化石相に関する情報に乏しかった。一方、最近では生痕化石に基づく甲殻類の存在 (Hirasawa, 2012) 等、多様なアプローチに基づく生物相の復元の試みがなされている。石灰質団塊と生痕化石から産する微化石群集は、桐谷層の堆積盆には放散虫化石のみならず、有孔虫化石や海綿骨針等、高い多様性の微生物相が存在していたことを示す確実な証拠を提供する上で重要である。

浮遊性有孔虫は従来、白亜紀以降に太平洋側に進出したと考えられている (Hudson et al., 2009)。保存が不十分な試料であるものの、桐谷層から産する浮遊性有孔虫類似の化石個体は、ジュラ紀新世には既に浮遊性有孔虫がテチス海域から太平洋側に侵入していた可能性を示唆する。今後、より保存良好な追加試料を基に検討する必要がある。

*Microfossil assemblage from the Kiritani Formation of the Tetori Group, central Japan.

**Sano Kaori, Kenji Kashiwagi (Univ. Toyama)

P22

中国江蘇省に分布する新原生代徐淮層群の珪化したストロマトライト中の糸状体微化石*
奥村知世・古山精史朗・狩野彰宏 (九大・比文)**

ストロマトライトは底生微生物の関与で形成される縞状堆積物で[1], 先カンブリア時代に多産する。初期生命圏を記録するという重要性から長年に渡り研究されてきたが、微化石を含むことは極めて稀であるため[2], 組織形成に関わる微生物プロセスの詳細は未だ解明されていない。中国江蘇省徐州市周辺に分布する新原生代の徐淮 (Xuhuai) 層群(約8-9億年前)には、多様な形態のストロマトライトが分布し、珪化した部分に微化石が保存されている[3]。ただし、本層群中のストロマトライトは網羅的に記載されておらず、微化石の産状とストロマトライト縞状組織の関係が明らかにされていない。そこで本研究では、徐淮層群最下位のZhaowei層を研究対象とし、微化石を含むストロマトライトの組織の記載を行った。

Zhaowei層の調査セクションの層厚は約80メートルで、シルト質石灰岩・ストロマトライト・珪質碎屑性堆積岩から構成されていた。ストロマトライトは低いドーム状のものと、直径1から7cmの柱状のものが分布していた。石灰岩及びストロマトライトの中で、黒色有機物はスティロライトとして脈状または繊維状に分布し、パイライトはセクションを通して産していた。堆積構造としてイントラクラスト・斜行層理・リップマーク・乾裂構造が認められることから、乾燥した気候下の潮間帯～潮上帯で堆積したと考えられる。

今回採集したストロマトライト試料の珪化した部分には微化石が散点的に含まれていた。微生物はストロマトライトのコラムの中と外の両方で確認されたが、珪化部の外縁に多く分布

する。おそらく、珪化作用は急速に進行し、微生物が多いストロマトライト表面部分のみで、“化石化”が起こったのだろう。含まれていた微化石は単一の形態で、幅が約5 μ m、長さ約10 μ mの楕球形細胞が数珠状に200 μ mほど連なる糸状体をとっていた。この特徴はシアノバクテリアの*Nostoc*属の形態と酷似している。糸状体は規則的な配向を示さないが、部分的に密集する傾向がある。

糸状体の微化石は、上位のNiyuanやJiudingshan層からも報告されているが[3], 微化石の形態や分布がZhaowei層のものとは異なっている。上位層での微化石は円筒型細胞の連なりであり、滑らかな表面をもつ。糸状体は水平方向と垂直方向へ交互に伸長を繰り返すことで縞を形成し、円錐形のストロマトライトを構成していた。これは、長湯温泉の微生物マット中に見られる日サイクルのシアノバクテリアの成長様式[4]と良く似ている。

本研究の結果と先行研究の結果を比較する事で、化石ストロマトライトの堆積環境・形成プロセスの地球微生物学的条件の詳細が理解できると期待される。

文献:[1] Riding, R. (1999) *Lethaia* 32, 321–330. [2] Grotzinger, J.P. and Knoll, A.H. (1999) *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 27, 313-358. [3] Cao, R. and Yin, L. (2011) In: *Stromatolites: Interaction of Microbes with Sediments. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, 18, pp. 65–86. [4] Okumura, T. et al. (in press) *Geomicrobiology Journal*.

*Filamentous microfossils in silicified stromatolites in Neoproterozoic Xuhuai Group, Jiangsu province, China.

**Tomoyo Okumura, Seishiro Furuyama, Akihiro Kano (Kyushu University)

P23

貝形虫殻の酸素同位体比からみた過去1700年
の東アジア夏季モンスーン変動*山田 桂・増馬鉄朗(信大・理)**・坂井三郎(JAMSTEC)
・瀬戸浩二(島根大・汽水研)*

はじめに: アジアにおけるモンスーン変動は、熱輸送の一つの手段として地球の気候や海洋変動に大きな影響を与えてきた。特に夏季モンスーンは、多種の試料を用いてその強弱やメカニズムが議論されてきた。しかし、過去2000年についての研究は少なく、数回の弱体イベントは示されているものの(Zhang et al., 2008), その広がりや周期性については議論されていない。本研究では、日本海側に位置する汽水湖の中海で掘削された過去1700年のコアを用いて、貝形虫群集と殻の $\delta^{18}\text{O}$ から古環境の変遷を復元し、東アジア夏季モンスーン(EASM)変動との関連について議論した。

試料と方法: 中海湖心部(水深5.8 m)において2002年に空気圧式ピストンコアラーで採取されたXコア(全長358 cm)を用いた。コアは主に貝まじりのシルトで構成されている。1 cmごとに分割し、開口径75 μm の篩上で水洗後乾燥させた。試料は5 cmごとに2試料ずつ、計139試料を用いた。残さから200個体を目安にすべての貝形虫を拾いだした。また、コア試料中の*Bicornucythere bisanensis*成体殻2~4個を用いて、 $\delta^{18}\text{O}$ を測定した。なお、同一試料内の変動幅を明らかにするため、コア深度314および154 cmの2試料について、片殻1個体ずつ、7および6個体をそれぞれ分析した。

結果と考察: 4つの貝形虫群集が認識でき、中海湖心部は総じて水深5~10 m前後の内湾~汽水環境で、詳細には以下の環境変動が示唆された。A.D.300~1150年頃までは比較的海洋の影

響が強い閉鎖的内湾で、その間、徐々に海洋の影響が弱くなるとともに塩分が低下し、A.D.1150年頃に閉鎖的汽水域になった。A.D.1750~1900年は浅海化および底層の粗粒化が起こった。それ以降は急激に還元的環境が進行し、貧酸素環境に適応した*B. bisanensis*以外ほとんど貝形虫が生息できない環境になった。

貝形虫殻の $\delta^{18}\text{O}$ は0.5~2.0‰の範囲で変動し、同一試料内の $\delta^{18}\text{O}$ 変動幅は、コア深度314 cmで1.0‰、154 cmで0.23‰であった。全体的には、A.D. 300~1200年頃まで徐々に低下するが、その間コア深度A.D. 900年に最大値を示す。A.D. 1200~1800年頃は約-1.0‰で安定し、それ以降はA.D. 1850年と1950年で大きな値を示した。

$\delta^{18}\text{O}$ の長期的変動は群集から示唆された湖内の環境変遷とおおよそ一致する。一方、短期的変動は200~400年周期で増減を繰り返す。少なくともA.D. 500年, 900年, 1350年, 1650年, 1850年に5回の増加が認められた。変動幅やタイミングから、この増加イベントはEASMの弱体化による寒冷化および塩分上昇を記録していると推察された。しかしA.D. 900年頃の貝形虫殻の $\delta^{18}\text{O}$ の変動幅は、EASMの強度や完新世の気候変動幅を大きく超えて上昇する。この時期には日本海や東シナ海の表層水低下が報告されており、この影響を受けて貝形虫殻の $\delta^{18}\text{O}$ が上昇したと考えられる。東アジアでこれまでに報告された過去1700年のEASM変動を比較すると、地域による強弱差や欠損はあるものの、北緯30~40度の地域はほぼ同時期に起こっていたことが明らかになった。

* East Asian summer monsoon signals inferred from oxygen isotope ratios of ostracode shells in the brackish Lake Nakaumi during the past 1,700 years.

**Katsura Yamada, Tetsuro Masuma (Shinshu Univ.),
Saburo Sakai (JAMSTEC), *Koji Seto (Shimane Univ.)

P24

底生有孔虫*Cibicoides wuellerstorfi*の新しいMg/Ca換算式に基づく最終氷期極相期以降の沖縄本島周辺海域における底層環境変動*久保田好美(科博)**、木元典克(JAMSTEC)**、
板木拓也(産総研)***

現在、北太平洋中層水(North Pacific Intermediate Water; NPIW)は栄養塩豊富で塩分の低い水塊として、北太平洋の水深300-700 mに広く分布している(Talley, 1993)。このNPIWが氷期にはどのような特徴を持ち北太平洋の中~深層に分布していたのかを明らかにすることは重要である。

本研究では、沖縄島東方沖水深1,160 mで採取されたGH08-2004コアを用いて、底生有孔虫の酸素・炭素同位体比およびマグネシウム/カルシウム比(Mg/Ca)から、最終氷期極相期(LGM)における塩分の指標である海水の酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}_w$)を求めた。

まず沖縄周辺海域に生息する*Cibicoides wuellerstorfi*のMg/Ca-水温換算式を導出した。用いた試料は、GH08~GH11航海において木下式グラブ(K-Grab)で採取された表層堆積物試料および大口径グラビティコアラーで採取されたコアトップ試料、計29試料で、水深300-2700 mをカバーする。それぞれの試料につき、10-30個体を拾いだし、還元-酸化洗浄処理の後、Mg/Caを測定した。底生有孔虫のMg/CaとGH航海で堆積物採取と同時に測定されたConductivity Temperature Depth profiler (CTD)での底層水温の観測値を比較し、

$$\text{Temperature}[\text{°C}] = -4.3 + 6.8 \cdot (\text{Mg/Ca}[\text{mmol/mol}])(R^2 = 0.96) - \text{①}$$

及び

$$\text{Temperature}[\text{°C}] = 1.0 \cdot \exp(1.0(\text{Mg/Ca}[\text{mmol/mol}])(R^2 = 0.90) - \text{②}$$

の2つの式を得た。ここでは、相関係数の高い①の換算式を用いる。

次に、これらの式をコア試料のMg/Ca測定結果に当てはめる。本研究で用いたコア試料は、GH08航海において、沖縄島中部東方の陸棚斜面、水深1,166 mから採取された(板木ほか, 2009)。浮遊性有孔虫*Globigerinoides ruber*の ^{14}C 年代及び広域テフラ(K-Ah, 7.3 ka)から年代モデルを構築し、コアの最下部は26000年前に達していると結論づけた。酸素・炭素同位体比およびMg/Caの測定のために、約2.2 cm間隔でサブサンプリングを行い、全層準で*Cibicoides wuellerstorfi*を拾いだし、産出数が極端に少ない層準(0-2個体)を除いた全層準で測定を行った。

コア試料の底生有孔虫 $\delta^{13}\text{C}$ (水深1160 m)は、15 kaから現在にかけて、赤道太平洋深層の平均的な $\delta^{13}\text{C}$ (Lisiecki et al., 2008)よりも約0.2‰軽い値をとるが、22-16 kaには赤道太平洋深層の $\delta^{13}\text{C}$ との差が0.4‰と開いた。これは、当時、水深1000 m付近への栄養塩の高い水塊の寄与がより弱まったことを示唆する。一方、換算式①を用いると、Mg/Caと $\delta^{18}\text{O}$ の結果からは、LGMのときの底層水温は完新世の平均値(約2.8°C)よりも約1.3°C低下し、 $\delta^{18}\text{O}_w$ は、完新世後期の平均値よりも約0.9‰重く、全球的な平均海水よりも0.2‰軽い(塩分が低い)値を示した。

* Changes in deep-sea environment since the Last Glacial Maximum based on a new calibration of Mg/Ca of benthic foraminifera around the Okinawa main Island

**Yoshimi Kubota (National Museum of Nature and Science)

***Katsunori Kimoto (JAMSTEC)

****Takuya Itaki (AIST)

P25

浅海域に生息するブンブク類の適応戦略*
齋藤礼弥**・金沢謙一 (神奈川大・理) ***

ブンブク類は、深海から潮下帯までの非常に幅広い環境に生息し、適応している。また、ブンブク類は化石記録が豊富であることから、適応進化の研究に良い材料である。現生物学におけるブンブク類の生態については、ブンブク類各種が持つ殻形態と生息する堆積物粒度と水深の関係は知られているが、ある一地域に生息する複数のブンブク種が、底質や水深により実際に生息場所を規定されているかは分かっていない。そこで本研究では、島根県隠岐の島でスキューバダイビングにより、5年に渡り定期的に生息場所の状態を観察すると同時にブンブク類4種、表層に生息するネズミブンブクとヒラタブンブク、深層で生息するオオブンブクとライオネスブンブクを採集し、個体群動態を解析して、また各時期に生殖腺を観察する事で各種の生活史を調べた。室内では、各種が有する棘の機能形態学的な解析を行い、また機能が異なる棘が分布する各殻板の相対成長について調べた。

調査場所では、冬後に堆積物表面でリップルとブンブクの死殻が観察されたことから、堆積物表面から5cm程潜って生息するブンブクは、攪乱の影響を受けていることが分かった。表層に生息するネズミブンブクの場合、冬前と冬後では生息数が2-4分の1に減少していた。一方、10cm以上深く潜るブンブクでは、このような減少は見られないので、影響は少ない。このネズミブンブクの成長速度と性成熟年齢を、堆積物深層、つまり攪乱の影響が弱い比較的安定な環境に生息するブンブク類のものと比較してみると、約2倍速く成長し、1年目から性成熟することが分かった。つまりネズミブンブクは、早く成長し早く性成熟すること、つまり世代交代を早めるという生活上の戦略により、不安定な環境に適応していると考えられる。ところ

がネズミブンブクと同様に表層に生息するヒラタブンブクの場合、ネズミブンブクのような冬前後の個体数の減少は見られない。このヒラタブンブクは背腹の両側に特有の強靱な筋肉で支持される太く長い棘を持つ。この棘によりヒラタブンブクは、10倍以上速く堆積物に潜ることが出来る。水槽内で水流を起こし堆積物を洗い流すと、ヒラタブンブクはそれよりも速い速度で潜ることで堆積物から洗い出されなかった。おそらく生息場所でもこの素早い埋没により、攪乱を避けることができ、不安定な環境であっても生存可能なのだと思われる。石川県能登島での嵐の中、ヒラタブンブクが表層に潜ったまま、洗い出されずに潜っていたのが観察されている。一方、オオブンブクとライオネスブンブクは、両種とも堆積物に深く潜り、それにより攪乱を避けていると思われる。また両種とも成長が遅く、性成熟も遅いことが分かった。一見すると似た生態を持っているように思えるが、5年の調査の間に1度だけ冬後にライオネスブンブクのみ大量の死殻が観察された。おそらく攪乱の影響によるものと思われる。ライオネスブンブクでは潜行中に堆積物を運搬する棘が分布する殻板と前進の際に必要な推進力を生み出す棘が分布する殻板とがほぼ等成長を示すのに対し、オオブンブクでは、推進力に関わる殻板が優成長する。これによりオオブンブクは、ライオネスブンブクよりも周囲からより強い圧力が加わるより深い堆積物であっても潜行可能であると考えられる。5年に1度程度起きる大きな攪乱から、オオブンブクは避けられるのに対し、ライオネスブンブクは洗い出されていると思われる。

以上のように、ブンブク類は環境の不安定性に応じた形態、や生活史戦略により浅海域に適応している。

*Adaptive strategy of spatangoid echinoids living in shallow water environments.

**Masaya Saitoh (Graduate school of science, Kanagawa University)

***Ken'ichi Kanazawa (Faculty of science, Kanagawa University)

P26

相模湾より得られた現生浮遊性有孔虫の
成長段階別安定同位体比記録と水柱構造*

高木悠花 (早大・創造理工) **・守屋和佳 (金沢大・自然科学) ***・
石村豊穂 (茨城高専・物質工学) ***・鈴木 淳 (産総研・地質情報) ****・
川幡穂高 (東大・大気海洋研) *****・平野弘道 (早大・教育) *****

浮遊性有孔虫殻体に記録される炭素・酸素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) は、古海洋や古生態の代理指標として古くから用いられてきた。中でも、浮遊性有孔虫の「個体発生を追った同位体比プロファイル」には、生息深度変化や共生生態という有孔虫種の生態が記録されると考えられ、個体サイズと同位体比の関係性から化石種の生態を復元する試みがなされてきた。しかし、体サイズと成長段階との関係は個体ごとに異なるため、同一サイズの個体を集めて分析したバルクデータからは、異なる成長段階、季節性や水塊構造の違いなどのノイズを排除できていなかった。そこで本研究では、1個体の成長履歴に着目し、より厳密な個体の成長プロファイルから生態情報を引き出すことを試みた。また、その成長段階別同位体比記録を、生息する現場環境の水柱の物理・化学プロファイルと比較することで、殻体に記録された生態情報を、その個体が生きた生息場の情報と合わせて検証した。

本研究では、浮遊性有孔虫の各個体を、殻体を構成する室 (チャンパー) ごとに分割し、各々のチャンパーについて、微量の炭酸塩分析に特化した連続フロー型安定同位体比質量分析システム^[1]を用いて分析を行った。分析には、相模湾にてプランクトンネット鉛直曳きにより採取した、*Globigerinoides sacculifer*, *Gs. conglobatus*, *Neoglobobadrina dutertrei*, および *Globorotalia inflata* を用いた。また、サンプリング時にはCTD観測および各層 (0, 10, 20, 30, 40, 50, 100,

200, 400, 600m) で採水を行い、水温、塩分、クロロフィル濃度、栄養塩、海水の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}_w$)、および溶存無機炭素の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$) を測定した。

浮遊性有孔虫殻体の成長段階別同位体比分析の結果、幼生期の $\delta^{13}\text{C}$ 増加傾向が各種に共通して見られたが、成長後期までその増加が続くのは、共生生態を有する種 (*Globigerinoides* spp.) に限られる。また各種において、 $\delta^{18}\text{O}$ は一生を通じた増加を示す。成体期の $\delta^{18}\text{O}$ 値は種によって異なるものの、幼生期の $\delta^{18}\text{O}$ の種間の差は小さく一様に低い値を示す。

共生種の $\delta^{13}\text{C}$ の増加履歴は、共生藻類の光合成で ^{12}C が選択的に周囲の微小環境から消費されることを反映していると考えられる^[2]。また $\delta^{18}\text{O}$ は、各種が成長に従い生息深度を深くし、成体期では各種固有の生息深度に棲み分けるものの、幼生期ではどの種も高クロロフィル濃度、かつ低栄養塩濃度の躍層付近に生息していたことを示唆している。このように本研究では、殻体同位体比組成の成長履歴により、種の詳細な生態情報を得ることができた。今後、同手法を用いることで、化石種についても生態の理解を深めることができると期待される。

引用文献

[1] Ishimura et al. (2004), *RCM*, **22**, 1925-1932.

[2] Spero & Parker (1985), *JFR*, **15**, 273-281.

[3] Hemleben et al. (1989), *Modern Planktonic Foraminifera*, 363p.

*Ontogenetic stable isotopic records of modern planktic foraminifers from Sagami Bay and their living environment.

Haruka Takagi (Waseda University), **Kazuyoshi Moriya (Kanagawa University), *Toyoho Ishimura (Ibaraki National Institute of Technology), ****Atsushi Suzuki (Geological Survey of Japan, AIST), *****Hodaka Kawahata (AORI, The University of Tokyo), *****Hiromichi Hirano (Waseda University)

P27

児島湾における現生底生有孔虫の季節変動*

辻本 彰・野村律夫 (島根大・教育)**・
福田賢一 (ナカシマプロペラ)***

【はじめに】児島湾は瀬戸内海備讃瀬戸に位置する面積約10km²、平均水深約5mの閉鎖的な内湾である。流域に都市域や工場域をもつ一級河川の吉井川・旭川、児島湖からの淡水の流入によって児島湾奥部では栄養塩濃度が高くなっており、夏季には貧酸素水塊が頻繁に発生している。一方で、児島湾口部においては最近海の貧栄養化によるノリの色落ち問題が生じている。このような、児島湾を取り巻く問題を改善する目的で、2011年12月に児島湾奥部に密度流拡散装置が設置された。密度流拡散装置は、表層の低密度海水と底層の栄養塩に富む高密度海水を混合して中間層に排出させることによって栄養塩に富む海水を広範囲に拡散させる装置である。本装置の底生生態系への影響を評価する目的で、児島湾において2011年6月より底生有孔虫の継続モニタリング調査を行っている。底生有孔虫は小型のため世代時間が短く環境の変化に鋭敏に反応する。生息密度が高く、統計学的手法を用いた群集解析のための個体数を容易に得ることができる。本講演では、2011年6月より継続的に行っている底質のモニタリング調査から、底質および生体底生有孔虫の季節変動について示し、その変化要因について検討する。

【方法】採泥調査は児島湾奥部に設置された密度流拡散装置近傍から西側500m、東側800mの側線に沿った地点で行っている。採泥調査は、密度流拡散装置稼働前の2011年6月より隔月1回を基本としている。各地点でEkman-Birge式採泥器を用いて堆積物を採集した。採集した堆積物から酸化層のみを袋に入れて実験室へ持ち帰り、底生有孔虫分析・全有機炭素 (TOC)・全窒素 (TN) 分析を行った。

【結果・考察】児島湾奥部において、調査期間中の2012年2~4月にかけて水深2m以浅の水中にchlorophyll-aの濃集層が形成されており、これは植物プランクトンの春季大増殖 (spring bloom) を反映しているものと考えられる。堆積物中のTOC濃度は2011年10月、12月はそれぞれ全地点平均2.21wt%、2.18wt%、堆積物中のTN濃度はそれぞれ全地点平均0.25wt%、0.28wt%であったが、2012年の春季にはTOC濃度が2.25wt%~2.40wt%に、TN濃度が0.29wt%~0.32wt%に増加した。また、TOC濃度とTN濃度の比 (C/N) は2011年8~12月はいずれの地点においても8~9前後で安定していたが、2012年2月以降7~8程度に低下する。これらの結果から、2012年の冬季~春季にかけての植物プランクトンの増加によって、海底への有機物供給が増加していることが考えられる。生体底生有孔虫の現存量 (乾燥堆積物重量10gあたりの個体数で定義) はこの植物プランクトンの大増殖に同期して顕著に増加している。具体的には、2011年8~12月までは全地点平均で5~15個体の低い値であったが、2012年2月には全地点平均で174個体、4月になると427個体になり、2011年8~12月に比べて極めて高い値を維持している。*Ammonia* “*beccarii*”の個体サイズは、この冬季から春季にかけての増殖期に小型化しており (300μm以下が卓越)、児島湾では2012年の冬季に植物プランクトンの大増殖による有機物の海底への沈降によって有孔虫のブルームが生じたことが示唆される。

* Seasonal variation of living benthic foraminifera in Kojima Bay, Japan.

Akira Tsujimoto, Ritsuo Nomura (Shimane University), *Kenichi Fukuda (Nakashima Propeller)

P28

渦鞭毛藻シスト群集に反映された
大村湾の富栄養化*

森永 綾 (長大院水環)**・松岡数充 (長大環シナ)**

【目的】大村湾は超閉鎖性内湾である為、湾内の海水交換の効率が悪く、富栄養化しやすい。海底堆積物に含まれる渦鞭毛藻シストの群集組成の変動は富栄養化の進行と関係している。独立栄養性種シストの優占的増加は富栄養化の進行を反映しており (Oslo fjord signal)、従属栄養性種シストの増加は富栄養化の更なる進行によって摂餌対象となる微生物の増加を反映した結果である (Heterotroph signal) と考えられている (Dale 2009, 松岡 2011)。本研究では大村湾中央部の St. 1 と南部の St. 3 で柱状試料を採取し、そこに含まれる渦鞭毛藻シストの総個体数変動や、独立栄養性種と従属栄養性種の割合の変動をもとに、2012年から1925年までの大村湾の富栄養化過程を明らかにする。

【方法】長崎県大村湾 St. 1 (2011年に採取) および St. 3 (2012年に採取) で改良型 TFO コアラーを用いて柱状堆積物を採取した。同柱状堆積物を表層から1 cmまたは0.5 cmずつ切り出し、塩酸とフッ化水素酸を用いる Matsuoka and Fukuyo (2000) の方法で処理をした。その後、篩を用いて粒径 20 μm から 125 μm のバリノモルフを抽出し、光学顕微鏡下で渦鞭毛藻シストの同定および計数を行った。

【結果・考察】²¹⁰Pb法による St. 1 と St. 3 の平均堆積速度はそれぞれ 0.14 cm/y, 0.18 cm/y と推定され、St. 1 では約 1925 年、St. 3 では 1970 年以降の記録が残されていた。

1925年から1970年にかけて、St. 1の渦鞭毛藻シストは総個体数が850

cells/g から 3129 cells/g へと増加し、*Spiniferites* (*Gonyaulax*)や

Tuberculodinium vancampoae (*Pyrophacus steinii*) など独立栄養性種が 80% を占めていた。これは Oslo fjord signal に相当する。1970年から2000年にかけては総個体数が St. 1 で 3192 cells/g から 6821 cells/g, St. 3 で 1647 cells/g から 4220 cells/g へと更に増加し、*Brigantodinium* (*Protoperdinium*), *Polykrikos kofoidii* など従属栄養性種も 20% から 70% まで増加した。これは Oslo fjord signal と Heterotroph signal に相当する。2000年以降になると総個体数が St. 1 で 6831 cells/g から 3259 cells/g に、St. 3 で 4220 cells/g から 2829 cells/g と急激に減少したが、従属栄養性種は 70% から 80% で優占し続けた。これは Heterotroph signal に相当する。

1925年から1970年代にかけては総個体数の増加と独立栄養性種の割合が高い事から、この時期に大村湾に流入する栄養塩負荷が増大し始めた事がわかる。その後、1970年代から2000年にかけては従属栄養性種の割合が増加し、また総個体数も更に増加した事から、従属栄養性種の摂餌対象となる微生物の増加が示唆され、大村湾の富栄養化が更に進行したと考えられる。2000年以降は従属栄養性種の割合が高いものの、総個体数が減少してきた事から、栄養塩負荷が緩和された可能性がある。

()は遊泳細胞期の生物名を示す。

Dale, B. 2009. Eutrophication signals in the sedimentary record of dinoflagellate cysts in coastal waters. *Jour. Sea Res.* 61:103-113.

松岡数充 2011 渦鞭毛藻シスト群集は富栄養化指標として有効か? 日本プランクトン学会報, 58: 55-59.

*Eutrophication in Omura Bay reflected in dinoflagellate cyst assemblages.

** Aya Morinaga · Kazumi Matsuoka (Nagasaki Univ.)

P29

島根県隠岐島後西郷湾における
珪藻遺骸群集の水平分布*

吉岡 薫 (島根大院・総合理工)**・河野重範 (島根県立三瓶自然館)***・入月俊明 (島根大院・総合理工)****・松本 翔 (島根大・総合理工)*****・野村律夫 (島根大・教育)*****・廣瀬孝太郎 (福島大・共生システム理工)*****

【はじめに】大都市に隣接するため人為的環境変化の影響が顕在化しやすい閉鎖性水域では、柱状堆積物試料から得られる生物遺骸 (例えば、貝形虫や有孔虫、珪藻) の時間・空間的分布を明らかにすることで、その水域ではどの年代から人為的変化・汚染の影響を受け、水域環境が変化したのかを検討する研究が盛んに行われている。一方で、人為的変化の程度がそれらの水域に比べて軽微だと考えられる離島などの周辺域では、まだ研究が進んでいない。そこで、本研究では島根県隠岐諸島の島後南部に位置する西郷湾を調査対象とし、水域生態系の一次生産者として重要な位置を占める珪藻遺骸群集の水平分布と底質環境を明らかにすることを目的とした。なお、隠岐諸島は、最終氷期以降に本州と隠岐海峡によって切り離された特異な地理的特徴を持つことから、これまでに陸域における植生や動物相に関する研究が行われている。しかし、隠岐諸島周辺の海域の沿岸生態系に関する研究はそれほど進んでいない。

【試料と方法】本研究で使用した表層試料は、2012 年 3 月に島根県隠岐島後の西郷湾 (20 地点) および八尾川 (3 地点) の計 23 地点でエクマンバージ式採泥器を用いて採取された。西郷湾は湾口から二又に分かれる形状になっており、西へのびる

湾を「西浦」、北東にのびる湾を「北浦」と呼ぶ。採取した試料を用いて、粒度分析、CHN 元素分析、珪藻分析を行った。

【結果と考察】粒度分析の結果、平均粒径は 4.53–8.12 ϕ の範囲であり、湾口部で最も粗い。CHN 元素分析の結果、TOC 濃度は 0.56–2.43wt%、TN 濃度は 0.05–0.24wt% であり、湾口部で最も値は低く、西浦では湾奥に進むに従って TN 濃度が高くなる傾向にある。C/N 比は、9.44–14.07 で、全体に陸上高等植物起源の有機物の寄与が高い。珪藻分析の結果、小型の *Thalassiosira* 属と *Chaetoceros* 属の休眠胞子の 2 タクサが、八尾川の河口・上流の 2 地点を除く地点で優占した (それぞれ 42–85%、3–31%)。八尾川中央部の地点に関しては、西郷湾と似た組成を示した。これは度重なる浸水被害の対策として開削された八尾川第二放水路により、この地点が海水の影響を受けているためであると考えられる。総珪藻殻数は、湾口部で 2.07×10^6 valves/g と最も少なく、北浦では湾奥部ほど殻数が多い傾向にあり (湾口の約 30 倍)、西浦では中央部で多い傾向 (湾口の約 30–50 倍) にある。西浦では、湾の海底地形が盆状になっているため、珪藻殻が中央部に集積しやすいと考えられる。また、西浦では極わずかに珪藻化石 (例えば、*Actinocyclus ingens* や *Denticulopsis* spp.) が産出し、隠岐島後に分布する中期中新世初期の海成珪藻土の再堆積の影響が認められた。

*Distribution of diatom thanatocoenosis in Saigo Bay, Oki-Dogo Island in Shimane Prefecture.

Kaoru Yoshioka (Shimane Univ.), *Shigenori Kawano (Shimane Nat. Mus. Mt. Sanbe), ****Toshiaki Irizuki (Shimane Univ.), *****Sho Matsumoto (Shimane Univ.), *****Ritsuo Nomura (Shimane Univ.), *****Kotaro Hirose (Fukushima Univ.)

P30

石灰質ナンノ化石群集に基づく
中新世～鮮新世の琉球列島“泥海(島尻層群)”
の年代層序学的・古海洋学的復元*

今井 遼 (東北大・理)**・佐藤時幸 (秋大・工学資源)***・井龍康文 (東北大・理)****

琉球列島沖縄本島には、中新統～更新統の島尻層群、更新統の知念層および琉球層群が分布する。島尻層群は主に泥岩と砂岩からなり、琉球層群は礁成石灰岩からなる。また知念層は、島尻層群と琉球層群との中間的な岩相を示す。この「泥海 (島尻層群)」から「サンゴ海 (琉球層群)」への岩相変化は、琉球列島の背弧海盆すなわち沖縄トラフの形成により、黒潮が背弧側へ流入したことに関連していると考えられている。

島尻層群は、下位より豊見城層、与那原層、新里層に区分される (Natori, 1976)。豊見城層は砂岩泥岩互層 (タービダイト) よりなる。与那原層・新里層は主に泥岩からなり、凝灰岩と砂岩を挟在する。島尻層群の大部分は地中に埋没しているため、生層序を連続的に検討した例は少ない。また石灰質ナンノ化石は、湧昇流や栄養塩の復元に用いられているが、島尻層群より産する石灰質ナンノ化石群集に基づいて古海洋環境を検討した先行研究はない。

今回、沖縄本島南部で掘削された「南城 R1」の試料を鑑定する機会を得たので、島尻層群 (豊見城層・与那原層) の石灰質ナンノ化石層序を確立し、石灰質ナンノ化石群集解析と岩相層序に基づいて後期中新世から後期鮮新世の海洋環境を復元する研究を行ったので、ここに結果を報告する。

南城 R1 は北緯 26°09'55", 東経 127°46'05", 標高 135 m の地点

で掘削され、掘削深度 2119.49 m に達する。先行研究により、この坑井の地質は 4 つのユニットに区分されており、本研究ではこれに従う。

試料は 10 m 間隔で採取されたカッティング試料を使用し、全 212 試料を定量法で処理を行い、1 g あたりのココリス産出量と石灰質ナンノ化石群集の相対頻度の層位変化を求めた。

鑑定の結果、15 属 29 種が認められ、4 つの化石基準面が認定された。豊見城層の地質年代は後期中新世 (NN11–NN12; 8.29–5.12 Ma) に、与那原層の地質年代は後期中新世から後期鮮新世 (NN12–NN16; 5.12–2.49 Ma) に対比される。

本研究では、貧栄養の指標 (*Discoaster* spp. + *Sphenolithus abies* の相対頻度) と、富栄養の指標 (1 g あたりのココリス産出量、small *Reticulofenestra* spp. の相対頻度) に注目した。その結果、以下のような栄養塩レベルの変化があったと推定した。

- ・豊見城層および与那原層下部堆積時 (>8.3–5.3 Ma) は貧栄養環境であった。
- ・与那原層中部堆積時 (5.3–3.5 Ma) に富栄養環境へと変化した。
- ・与那原層上部堆積時 (3.5–>2.9 Ma) に再び貧栄養な環境へと戻った。

島尻層群の堆積相および底生有孔虫に関する先行研究の結果を考慮すると、以上の海洋環境の変化は堆積盆地の浅海化に起因すると考えられる。

*Chronological and paleoceanographic constraint of Miocene to Pliocene mud sea in the Ryukyu Island (southwestern Japan) based on calcareous nannofossil assemblages.

Ryo Imai (Tohoku University), *Tokiyuki Sato (Akita University), ****Yasufumi Iryu (Tohoku University).

P31

石灰質ナノ化石 *Sphenolithus* 属の中期中新世における特徴的な形態の変化*亀尾浩司 (千葉大・理)**・板倉 望 (浜友観光 (株))
・一井直宏 (川崎地質 (株)) *

新生代における主な石灰質ナノ化石のグループの一つに *Sphenolithus* 属がある。この分類群は、暁新世の終わりに出現し、鮮新世の中頃に絶滅したことが知られていて、多様な形態の種が見られる始新世から前期中新世にかけての重要な標識種となっている (例えば Martini, 1971 など)。この属は、漸新世や中新世のある時代に特定の場所で極端に多産する層準が見られるなど、しばしば特徴的な産状を示す。一般に、この分類群は貧栄養海域に多いと解釈されているが (例えば Williams and Bralower, 1995 など)、その他の古海洋プロキシシーとの比較によれば必ずしもその解釈が妥当かどうかは明らかではない。また、石灰質ナノ化石の中でもその個体サイズが大変小さいことなどから、偏光顕微鏡で特徴を捉えることが難しいこともあって、特に中新統から産出する一部の種の種類についてはいまだに混乱もある。これらの問題にアプローチする糸口を見いだすために、本研究では、前期から中期中新世にかけて産出する *Sphenolithus* 属を光学顕微鏡と電子顕微鏡によって詳細に観察したところ、興味深い形態の変化を確認したので報告する。

本研究では、カリブ海で採取された深海底コア Hole 999A の下部中新統～中部中新統の試料を観察した。その結果、これらの層準に見られる *Sphenolithus* 属は大きく分けて二つのタイプに分けることができることがわかった。一つは、apical spine と呼ばれる突起状の形態を持つ方解石結晶を持つ種グループ、もうひとつはそうした突起状結晶がなく、ブロック状の結晶の組み合わせのみからなる種グループである。前者の代表例は *Sphenolithus heteromorphus*

Deflandre であり、後者の例は *Sphenolithus moriformis* (Brönniman & Stradner) Bramlette & Wilcoxon である。両者は apical spine の有無という点で決定的に異なるが、光学ならびに電子顕微鏡での観察結果を考慮すると、それぞれのグループを構成する方解石結晶の向きは原則同じであるように見える。一方、後者のグループのうち、特に約 12Ma 以降に見られる形態のものは、ブロック状結晶からなるのではなく、壁のような形態の結晶からなる個体のみが存在する。そのような個体は *Sphenolithus abies* Deflandre に相当し、12Ma 以降、鮮新世中頃において絶滅するまで存在する *Sphenolithus* 属はこの種のみのである。このような種の変化は、個体を構成する一つ一つの結晶の大きさが小さく、薄く、細くなる方向への変化と見ることができる。同様な傾向は同時期の他の石灰質ナノ化石の分類群にも見られる共通した傾向であり、この時期に石灰質ナノプランクトンが大きな殻を形成する能力を減じたなんらかの変化があったことを意味する。その時期は温暖期である中期中新世最温暖期の終わりとはほぼ一致することから、寒冷化というグローバルな環境変動となんらかの関係がある可能性がある。

文献

Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A., ed., *Proceedings of the Second Planktonic Conference, Roma, 1970*, Tecnoscienza, Roma, Italy, 738-785.

Williams, J.R. and Bralower, T.J., 1995, Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, 10, 815-839.

*Characteristically morphologic changes of a calcareous nannofossil genus *Sphenolithus* during the middle Miocene

Koji Kameo (Chiba Univ.). *Nozomi Itakura (Hamamoto Kanko Co., Ltd.),

****Naohiro Kazui (Kawasaki Geol. Engineering, Co., Ltd.)

P32

黒瀬川帯鴻ノ森地域の下部デボン系における放射虫化石群集の変遷*

猪瀬 里佳子・栗原 敏之 (新潟大・院自然) **

四国中央部に位置する黒瀬川帯の高知県高知市鴻ノ森地域には、横倉山層群に相当するシルル系～デボン系の珪長質凝灰岩が分布する (平田, 1971 など)。この珪長質凝灰岩からは保存の良い放射虫化石が産し、分類・生層序およびジルコンの U/Pb SHRIMP 年代に関する研究が公表されている (石賀, 1988; Wakamatsu et al., 1990; Ishiga, 1992; Aitchison et al., 1996; Umeda, 1997, 1998)。特に Umeda (1997, 1998) は、各種の層序分布から、シルル紀から繁栄してきた Inaniguttidae 科の大半が絶滅し、代わりに Entactiniidae 科・Palaeoscenidiidae 科が優勢になることを示した。梅田 (2002) はこれをデボン紀における重要な放射虫の絶滅イベントとする見方をしている。このように鴻ノ森地域は中期古生代の放射虫の変遷を知る上で重要であるが、群集組成の変化については具体的なデータは示されておらず、加えて Umeda (1998) が鴻ノ森地域と横倉山地域のデボン系で設定した放射虫化石帯は、その時代論に再考の余地を残している (栗原ほか, 2005)。演者らは、鴻ノ森地域と横倉山地域において、より信頼性の高い放射虫生層序帯の確立と群集変遷過程の把握を目的に研究を進めており、本講演では、鴻ノ森地域の検討結果を報告する。

鴻ノ森地域の珪長質凝灰岩層は、走向 N40°～80°W、傾斜は 60°～70° で北に傾斜する同斜構造を示すが、全体として逆転している。層序的に下位となる鴻ノ森の山頂部付近と上位となる道路沿い (Wakamatsu et al., 1990 が検討した付近) に珪長質凝灰岩、凝灰質砂岩およびそれらの互層が露出する。珪長質凝灰岩は暗緑色を呈し、細粒な部分はチャート様であり、貝殻状断口が見られた。凝灰質砂岩は極細粒～中粒で塊状である。珪長質凝灰岩と凝灰質

砂岩の互層は単層の厚さが 10～13 cm で、暗灰色の凝灰質泥岩を挟むことがある。また、山頂に至る道路沿いでは花崗岩が見られ、珪長質凝灰岩とは一部破砕帯を伴う断層で接する。

放射虫化石の産出が期待できる珪長質凝灰岩層から 27 試料を採取し、検討を行った結果、3 つの群集 (以下、下位より A 群集, B 群集, C 群集) を識別した。A 群集は最後期シルル紀を示す *Pseudospongoprimum sagittatum* を含む群集で、Umeda (1998) の *P. sagittatum* 帯の群集と同じものである。上記の道路沿いに露出する珪長質凝灰岩層からは B 群集と C 群集が認められた。前者は *Futobari solidus* と *Zadrappolus yoshikiensis*、後者は *Deflantricia solidum* と *Pactarentinia intermedia* の産出で特徴づけられる。B 群集については、4 試料について各試料 150～180 個体をカウントし、この群集が産出する層序区間の下部と上部で種構成が異なっていることを確認した。すなわち、下部では *Zadrappolus* 属などの Inaniguttidae 科が 90% ほどを占めているのに対し、上部では Inaniguttidae 科が 40% ほどに減少し属種不明の球状放射虫 (一部は Umeda, 1997 で Entactiniidae 科とされている) が増加する。また、C 群集には Inaniguttidae 科が含まれていなかった。なお、B・C 群集の年代については、他地域との対比から前期デボン紀 Lochkovian～Emsian 前期と考えられる。これは Aitchison et al. (1996) によるジルコンの U/Pb 年代とも調和的である。

今回の検討により、Inaniguttidae 科の絶滅期における群集組成の変化が捉えられた。今後は球状放射虫の記載分類を進めるとともに、横倉山地域についても同様な傾向が見られるか、検討を行う予定である。

*Faunal transition of Early Devonian radiolarians in the tuffaceous strata of the Konomori area, Kurosegawa Terrane, Southwest Japan

**Rikako Inose, Toshiyuki Kurihara (Niigata Univ.)

P33

オマーンオフィオライト Wadi Jizzi 地域
Lasail セクションにおける後期白亜紀
遠洋性堆積物 (スヘイラ層) の放散虫生層序*

原 康祐・栗原敏之 (新潟大・自然科学研究科) **

アラビア半島東端には、世界最大級のオフィオライトであるオマーンオフィオライトが分布している。オマーンオフィオライト最上部の噴出溶岩層上には、スヘイラ層と呼ばれる遠洋性堆積物が分布している。スヘイラ層は、Fleet and Robertson (1980) によって詳しく研究されており、その分布、溶岩層との関係、堆積環境の復元が行われた。また、産出化石については、Tippit et al. (1981) により後期白亜紀 Cenomanian 前期～Santonian の放散虫化石が報告された。しかし、放散虫化石の詳細な層序分布は不明であり、これ以降、生層序学的研究は行われていない。本研究は、テーチス海中央部の遠洋性堆積物の発達史とそこに記録された放散虫の進化・変遷を明らかにすることを目的としている。本講演では、Wadi Jizzi 地域の Lasail セクションにおいて行った岩相層序の記載と放散虫生層序の検討結果を報告する。

Lasail セクションは、オマーン北部のソハールから西に約 30 km に位置する。Lasail セクションの岩相は、下位より熱水沈殿性の堆積物 (以下、熱水堆積物)、頁岩・チャート、ミクライト質石灰岩から構成される。基盤となる溶岩層については、本セクションでは確認できない。熱水堆積物は、暗赤色や橙色のチャートや淡緑色や白色、黒色を呈する変質の著しい粘土質の堆積物からなる。層厚は約 5 m である。頁岩は、熱水堆積物から漸移し、下部は暗赤紫色で上部ほど赤色を呈す

る。また、頁岩中にはチャートの挟みが卓越する。層厚は約 13 m である。ミクライト質石灰岩は、下部の約 4 m が泥質となっており、赤紫色を呈し頁岩から漸移する。上部のミクライト質石灰岩は赤紫色から緑灰色を呈する。また、葉理が発達している。層厚は約 18 m である。

本セクションから採取したサンプルをフッ化水素酸および塩酸を用いて処理することにより放散虫化石が得られた。なお、Cenomanian 前期までの種のレンジについては、O'Dogherty (1994) を参考にした。現在、最下部の暗赤色チャートから Cenomanian 後期までのレンジを持つ *Guttacapsa biacuta* (Squinabol), *Thanarla veneta* (Squinabol) および Turonian 前期までのレンジを持つ *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol) などが産出した。赤色頁岩下部に挟在するチャートからは、Turonian 前期からのレンジを持つ *Rhopalosyringium scissum* O'Dogherty が産出した。また、赤色頁岩最上部から 1 m ほど上位の赤紫色泥質ミクライト質石灰岩からは、*Dictyomitra koslovae* Foreman が産出した。Hollis and Kimura (2001) は、*D. koslovae* のレンジを Coniacian 後期～Maastrichtian としている。

以上のことから、本セクション最下部の熱水堆積物から赤色頁岩下部には、Cenomanian / Turonian 境界が存在すると考えられる。また、赤紫色泥質ミクライト質石灰岩付近の年代は、少なくとも Coniacian 後期ないしそれ以降と考えられる。

* Radiolarian biostratigraphy of Late Cretaceous pelagic sediments (Suhaylah Formation) in the Lasail section of the Wadi Jizzi area, Oman Ophiolite

** Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181

P34

徳島県北川地域における檜曾根層群の遠洋性
～半遠洋性珪質岩および陸源性碎屑岩から
産出した後期ペルム紀放散虫化石*中村景騎・栗原敏之 (新潟大・院自然) **・
原 英俊 (産総研・地質情報) ***

徳島県西部に位置する北川地域には、黒瀬川帯を構成する古期火成岩・変成岩類、中・古生代の正常堆積層、蛇紋岩およびペルム紀～前期ジュラ紀付加体が複雑な地質構造をもって分布している (Hara et al., 2013)。この地域のペルム紀付加体は檜曾根層群 (平山ほか, 1956) と呼ばれており、主に泥質岩を基質として砂岩、チャート、緑色岩のブロックを含む混在岩からなる。四国東部におけるペルム紀付加体の年代については、幾つかの分布域で放散虫化石の産出報告がある (石田・香西, 2001 など)。今回、演者らは徳島県那賀郡那賀町木頭助中谷・白石に分布する檜曾根層群について放散虫化石の検討を行い、珪質頁岩および黒色頁岩から新たに後期ペルム紀の放散虫化石を得ることができたので、ここに報告する。

調査地域に分布する檜曾根層群は、東西に伸長したレンズ状をなして分布している。走向は N60°～80°E で、傾斜はほぼ垂直または北に急傾斜している。北縁は一部で片理の発達する緑色岩と、南縁は三疊紀正常堆積層 (寒谷層) と断層 (一部で蛇紋岩を介する) で接している。今回、岩相組み合わせの特徴により、北から H1 (黒色頁岩を主体とし、砂岩・珪質頁岩の破断相からなる)、H2 (黒色頁岩を基質としチャート・砂岩・緑色岩のブロックを伴う混在岩相からなる)、H3 (黒色頁岩を基質とし砂岩・チャートのブロックを伴う混在岩相からなる) の 3 つのユニットに区分した。それぞれのユニットは断層や薄い蛇紋岩を介して接している。

H1～H3 ユニットの珪質頁岩、頁岩について微化石の検討を行ったところ、H1 ユニットの黒色頁岩に挟在する珪質頁岩および H2 ユニットの黒色頁岩より年代決定に有効な放散虫化石が得られた。H1 ユニットの珪質頁岩は、淡緑灰色を呈し、細粒・緻密で、チャート様の透明感がある部分もある。シルトサイズの碎屑粒子を含む部分があり、遠洋性～半遠洋性の堆積物であると考えられる。放散虫化石としては、*Albaillella cavitata* が同定された。H2 ユニットの黒色頁岩には *Albaillella protolevis* が多数含まれており、*Albaillella levis* に同定できる個体も得られた。なお、黒色頁岩では *A. cavitata* は確認されていない。Nishikane et al. (2011) は、*A. cavitata* が Lopingian の基底付近 (Nishikane et al., 2011 の G-L transitional zone の基底) に初産出があることを報告している。また、*A. protolevis* と *A. levis* は *A. cavitata* よりやや遅れて出現し、G-L transitional zone から Lopingian に 3 種の共産区間があった後、*A. cavitata* が他の 2 種より先に最終産出を迎えることを示した。このような産出状況から判断すると、珪質頁岩と黒色頁岩の年代はともに Lopingian の初頭であり、珪質頁岩より黒色頁岩の方がやや若いと考えられる。

今回、珪質頁岩と黒色頁岩の年代が得られたことにより、檜曾根層群の形成に係わった海洋プレートが後期ペルム紀の前期に半遠洋域を経て海溝に到達したことが明らかになった。今後、こうしたデータを蓄積することにより、海洋プレート層序の復元等を通してより詳細な地史を明らかにしていくことが可能である。

* Late Permian radiolarians from pelagic-hemipelagic siliceous rocks and terrigenous clastic rocks of the Hisone Group in the Kitagawa area, Tokushima Prefecture, Southwest Japan

** Kagenori Nakamura, Toshiyuki Kurihara (Niigata Univ.), *** Hidetoshi Hara (GSI, AIST)

P35

白山区の手取川流域および石徹白川流域における手取層群の白亜紀前期植物相*

酒井佑輔 (新潟大・自然科学) **・関戸信次 (小松市立博物館) ***・松岡 篤 (新潟大・理) ****

手取層群は、福井・石川・岐阜・富山・新潟の5県にかけて分布する西南日本内帯の中部ジュラー下部白亜系である。本層群は、九頭竜・石徹白・赤岩の3つの亜層群により構成されている(前田, 1961)。手取層群より産出する植物化石は、西南日本内帯を特徴づける手取型植物群の構成要素からなる(Kimura, 1987)。最近では手取層群赤岩亜層群より、西南日本外帯を特徴づける領石型植物群の構成要素が報告されている(Yabe et al., 2003)。

筆者らは、石川県白山市手取川流域および福井県勝山市滝波川流域の手取層群において岩相層序区分を再検討し、植物化石産地の層位関係を整理し、同地域内の植生変遷史を明らかにした。手取川流域の手取層群は、下位より五味島層、桑島層、赤岩層、北谷層の順で重なる。白山市桑島の大嵐山周辺に露出する赤岩層より領石型植物群の構成要素が産出したことから、桑島層と赤岩層との間に植物相の変化が認められた(酒井ほか, 2013)。赤岩層より産出した領石型植物群の構成要素は、手取型植物群の構成要素に富む層位範囲に含まれる。本研究では、領石型植物群の構成要素を産出した赤岩層に相当する地層において植物相の変化を検討し、領石型植物群の構成要素の産出層位範囲について議論する。

石徹白川および九頭竜湖周辺には、九頭竜亜層群から石徹白亜層群をへて赤岩亜層群にいたる地層が露出しており、手取層群の標準層序として重要な地域である(前田, 1961)。

石徹白川流域の手取層群は、下位より下山層、大井谷層、栴餅山層、貝皿層、山原坂層、山原層、葦谷層、大淵層、伊月層、後野層、智那洞谷層の順で重なる(前田, 1952, 1957)。白亜紀前期の植物化石産地は桑島層相当層の伊月層、赤岩層相当層の後野層および北谷層相当層の智那洞谷層より多く知られている(例えば Kimura, 1975; Kimura and Horiuchi, 1979)が、それらの層位関係は不明な点が多い。石徹白川流域に露出する伊月層および後野層は層位関係が明確である。石徹白川流域に露出する各層準より産出した植物化石群集に基づき、植物相の変化について検討した。

伊月層における構成種は、手取型植物群に特徴的な *Podozamites reinii*, *Czekanowskia* sp., *Nilssonia nipponensis*, *Dictyozamites* sp., *Neozamites elongatus* など15属19種からなる。特にシダ類、ソテツ類、トクサおよび蘇苔類が豊富である。後野層における構成種は、同じく手取型植物群に特徴的な *Podozamites reinii*, *Ginkgoidium nathorsti*, *Ginkgoites digitata* など9属12種からなる。シダ類が依然として豊富で、イチョウ類が含まれる。

桑島層および伊月層は、球果類、イチョウ類、シダ類、ソテツ類、トクサおよび蘇苔類が豊富で、手取型植物群の構成要素に富む。伊月層にはチェカノフスキア類を多産する特徴がある。赤岩層および後野層は、球果類、イチョウ類、シダ類が豊富で、構成種は桑島層相当層の植物相と類似する。大嵐山周辺と石徹白川流域を比較した結果、植物相の変化には共通性があると考えられる。したがって、領石型植物群の構成要素は赤岩層相当層からも広く発見される可能性が高い。

* Early Cretaceous flora of the Tetori Group in the Totori and Itohiro river areas in the Hakusan Region, central Japan

** Yusuke Sakai (Niigata University), *** Shinji Sekido (Komatsu City Museum), **** Atsushi Matsuoka (Niigata University)

P36

更新世中期の南大西洋亜南極前線移動にもなう海洋構造の変遷*

山崎誠・千葉敬澄・佐藤時幸(秋田大・工) **・池原実(高知大・コアセンター) ***

高緯度海域での氷床形成は、凡世界的な環境変動に重要な役割を果たしている。特に、鮮新世末の北極氷床の拡大にともなう熱塩循環の発達、現代型の気候システム形成の主要因の一つとして知られている。一方で、南極大陸周辺海域においても凡世界的な環境変動に連動した顕著な環境変化が明らかになりつつある。更新世中頃のMid Pleistocene climate Transition (MPT) には、中緯度南大西洋で珪藻マット堆積物やタービダイトなどの特異な堆積物が認められ、深層水循環の形成が南大西洋でも大きく影響した(Schmieder et al., 2000)。また、亜南極前線の北側では浮遊性微化石群集解析から氷期・間氷期リズムに呼応した古水温変動が復元され、亜南極前線の周期的な南北移動が指摘されている(Becquey and Gersonde, 2002)。これまで南大西洋の大西洋セクター、亜南極前線南側で採集されたODP Site 1091に認められる浮遊性有孔虫化石群集から過去200万年間の亜南極前線の南北移動の変遷の解明を試みている。浮遊性有孔虫化石群集は、過去200万年間において亜南極前線が大きく南側に移動したことを示唆し、特にその移動は周期的というよりは間欠的に特定層準にのみ認められる。本研究では、浮遊性有孔虫化石の群集組成ならびに安定酸素同位体組成から、亜南極前線が大きく南側へ移動した時期に注目し、移動タイミングやその規模、移動にともなう海洋構造の変遷を検討する。

本研究では南大西洋セクターで採集されたODP Site 1091の柱状堆積物試料中に産出する浮遊性有孔虫殻の安定同位体分析をおこなった。珪藻軟泥を主体とするSite 1091試料では、

一部保存不良の浮遊性有孔虫殻が認められた。そこで、群集解析を終えた有孔虫殻のSEM観察をおこない、保存良好の層準について同位体分析をおこなった。本研究では、亜南極前線の移動に関連する海洋表層環境の変動を検討するために、生息深度の異なる *Neogloboquadrina pachyderma* (Sinistral; 以後Sと略記) と *Globorotalia inflata*, *Globigerina bulloides* の3種を用いた。分析の結果、110試料から有効な値を得た。このうち特に *N. pachyderma* (S) と *G. inflata* の2種が同一試料で確認される24層準に注目すると、2層準を除いて、*G. inflata* の酸素同位体比の値が大きい傾向にある。南大西洋の太平洋セクターでのセジメント・トラップ実験に基づくと、浮遊性有孔虫の生息深度は *N. pachyderma* (S) で海洋表層付近、*G. inflata* で水深約50 mと見積もられる(King and Howard, 2005)。表層堆積物中の浮遊性有孔虫群集からは、*G. inflata* は南緯45度以北に多産することから知られる(Bé and Tolderland, 1971)。したがって、*G. inflata* が高い割合で産出する層準は、亜南極前線が南下する間氷期を示唆し、その際の *N. pachyderma* (S) と *G. inflata* の酸素同位体比の差は、当時の躍層の発達度を反映していると考えられる。調査層準の中で、両種の酸素同位体比の差は約0.9 Maに最大となり、MPTの開始期に相当する。したがって、南大西洋では、MPTの開始期付近では亜南極前線は現在よりも南下し、かつ躍層の発達を伴うような環境にあったと推測される。

*Middle Pleistocene variations of stratification in the southern Atlantic Ocean with shifts of the subantarctic polar front.

Makoto Yamasaki, Kasumi Chiba, Tokiyuki Sato (Akita University), *Minoru Ikehara (Kochi University)

P37

古生物標本データベースの構築とそのメリット

兼子 尚知¹・伊藤 泰弘²・佐々木 猛智²・利光 誠一¹・
中島 礼¹・松原 尚志³

¹産総研 地調, ²東京大学 総合研究博物館,
³兵庫県立人と自然の博物館

古生物学の研究, なかでも標本を比較して形態の差異等を評価するような研究を進めるには, その質を高くするために, より多くの個体 (標本) を扱う必要がある。種の基準である模式標本はいまでもなく, 同種・近縁種の個体標本との比較を行う際, 最初に手がける作業は, 既存論文を収集して, 目的に合う標本がどこに収蔵されているかを調査することである。しかしながら, このような作業は大きな労力を要するものであり, より効率的に目的を達せられることが強く望まれる。研究活動のあらゆる面でインターネットを利用することが当たり前となった現在では, 上記のような情報もウェブブラウザを通して得られることが, 理想的な状態といえる。それを実現するために, 古生物標本情報を電子化し, 標本データベース (DB) を構築することが, 最重要課題として位置づけられる。

演者らは, 下記に示した URL からアクセスできるよう, 自らの所属機関に収蔵されている標本の DB 構築を進めるとともに, 実際の標本の再検討に基づくデータの質の向上にも努めてきた。

◆東京大学総合研究博物館: 古生物収蔵資料データベース
<<http://umdb.um.u-tokyo.ac.jp/DKoseibu/jp/>>

◆産総研 地質標本館: 地質標本登録データベース
<<https://gbank.gsj.jp/DFORM/DGEMS/>>

これらの DB からは, 当該機関に収蔵された古生物標本などの個別情報, すなわち, 各標本の戸籍ともいえる情報を取得することが可能である。

しかし, ここに挙げた機関以外にも多数の古生物標本が収蔵されており, それらの情報を得るには, 各機関が構築する DB

の存在を調べ, 検索もそれぞれの DB に対して実行しなければならぬ。今後は, より多くの機関に収蔵されている標本情報を, 一元的に検索できるようなシステムの構築が要請されるだろう。演者らは, 古生物学会が編纂した日本産化石の模式標本データベース (古生物学会特別号 Nos. 39 - 42) を DB 化した, 主要研究機関の古生物標本 DB を横断的に検索できるようなシステムの開発も実施している。

◆二十世紀に記載された日本産化石の模式標本のデータベース (Web 版) <<https://gbank.gsj.jp/FossilType/>>

◆古生物標本 日本横断データベース<<http://jpaleodb.org>>

上記の「古生物標本 日本横断データベース (横断 DB)」に, すべての古生物標本収蔵機関の DB が参加すれば, 理想的状態が実現されたといえる。だが, それにはいくつかの問題が存在する。最も大きな問題は, DB の構築は労力を要する作業であるが, 作成者にとってそれに見合った評価が得られにくいことである。解決策のひとつは, DB を構築した際に, そのメタデータを学術誌に論文として公表できるような合意を共有することである。また, 学芸員が一名のみのような博物館等では, DB 構築が, 人的・予算的・技術的に難しい面がある。このような事案に対しては, 外部からの支援が必要となるだろう。

インターネットを通じた標本 DB の構築と公開によって, 次のような副次的メリットが期待できる。すなわち, 標本利用の促進と標本管理業務への理解が向上するとともに, DB 公開そのものが研究・業務成果の社会還元と直結することになる。一方, 横断 DB に参加することで, 収蔵標本の情報が外部のサーバに保管される。これは, 自然災害等に見舞われ, 万が一, 標本やそれらの情報が失われた際の, バックアップとしても機能しうる。

以上のような諸事情をふまえ, 今後は組織的に古生物標本 DB 構築を推進することが, 古生物学の研究促進と発展のためのポイントになると考えられる。

P38

沖縄県石垣島白保竿根田原洞穴遺跡の後期更新世～完新世の齧歯類動物相とその意義*

河村 愛 (大阪市立大学大学院)・河村善也 (愛知教育大学)

後期更新世から完新世にかけての各時期の堆積物があり, 精密な発掘調査と多くの試料の年代測定によって, その層序や年代が詳細に明らかにされ, しかもその各層準から多くの哺乳類化石が産出している石垣島の白保竿根田原洞穴遺跡は, 琉球列島の後期更新世から完新世にかけての動物相を解明する上できわめて重要である。この遺跡の堆積物には, きわめて多くの齧歯類化石が含まれ, その分類と層序分布の概要は別の講演で報告した (河村・河村, 2013)。ここでは齧歯類の動物相の特徴と時間的な変化, 他地域の動物相との比較について述べ, そのような動物相から推定される古地理・古環境, 人類の渡来や島嶼での哺乳類の絶滅の問題についても議論したい。

この遺跡の層序区分では IVB 層から III C 層までが後期更新世で, 酸素同位体ステージでは MIS 2 にあたる。この時期の齧歯類の動物相は, シロハラネズミ属 1 種類のみからなり, 多様性がきわめて低いこと, その 1 種類も周辺地域の同属の種とは異なる可能性が高いことから, この時期の石垣島の動物相はすでに島嶼型のものになっていたと考えられる。すでに予察的に報告しているように (河村ほか, 2011a, b; 2012; Kawamura, 2012), このような動物相を同時期の宮古島や沖縄本島のもの比べると, それぞれがまったく異なっていることがわかる。これらのことは, 汎世界的に気候が非常に寒冷であった MIS 2 においても, 石垣島が宮古島や沖縄本島, それに台湾から海で隔てられ孤立していたことを示すものである。このことは現在の石垣島周辺の海底地形や MIS 2 の汎世界的な海面低下量の推計とも調和的である。これまでに言われてきた MIS 2 の「琉球—台湾陸橋」(氏家, 1998) や, 木村 (2002) などによる MIS 2 または後期更新世の古地理図に示された陸橋は存在しなかったことになる。

この遺跡では, 後期更新世の層準から多くの人骨が出土しているが, それらは MIS 2 にすでに人類が石垣島に居住していたこと

を示している。このような人類はホモ・サピエンスであり, 後期更新世のいずれかの時期に石垣島にやってきたはずである。上に述べたように後期更新世で最も寒い時期にも地続きにならなかったとすると, これらの人類はなんらかの渡海手段をもって, それを使って石垣島にやってきたと考えられる。

この遺跡の MIS 2 の層準のシロハラネズミ属は, すでに高冠歯の臼歯をもっていた。この特徴は硬い植物質の食物を食べる動物 (grazer) であったことを示すものである。シロハラネズミ属が硬い草を食べるのに適応していたとすると, 石垣島は MIS 2 からそれ以前に草原化した時期があったことが推定される。

この遺跡の III C 層から III B 層にかけては, MIS 2 から MIS 1 にかけての環境激変期にあたり, ヨーロッパでは齧歯類の動物相に大きな変化があったことが知られているが, この遺跡の動物相ではこれと言った変化は見られず, シロハラネズミ属のみが連続して生息している。石垣島では, 動物相を大きく変えるような環境変化はなかったのかもしれない。

完新世初頭の III B 層では, わずかにハツカネズミが現れるが, シロハラネズミ属が優勢な状態は完新世後期の III A 層まで続く。その後の II 層や I 層ではシロハラネズミ属は見られなくなり, かわってクマネズミ属がわずかに産出するようになる。このようなことから, シロハラネズミ属の絶滅はたかだか数千年前に起ったことが推定される。琉球列島の他の島や日本本土での状況と比較して, 齧歯類の絶滅の問題についても考えてみたい。

引用文献: Kawamura, A (2012) Program and Abstract of the JSPS Asia Africa Platform Program, 2nd. Int. Symp., 52; 河村 愛・河村善也 (2013) 本講演予稿集; 河村 愛・河村善也・中川良平 (2012) 日本古生物学会 2012 年年会講演予稿集, 52; 河村 愛・河村善也・中川良平 (2011a) 日本第四紀学会 2011 年大会講演要旨集, 64-65; 河村善也・河村 愛・中川良平 (2011b) 日本洞窟学会第 37 回大会講演要旨集; 木村政明 (2002) 「琉球弧の成立と生物の渡来」, 19-54; 氏家 宏 (1998) 第四紀研究, 37, 243-247.

*Late Pleistocene to Holocene rodent fauna from the Shiraho - Saonetabar cave site on Ishigaki Island, southern Japan, and its significance.

**Ai Kawamura (Graduate School of Science, Osaka City University) and Yoshinari Kawamura (Aichi University of Education)

PH1

御船層群の古環境～火山豆石の形成過程～

小田涼香 (熊本県立第一高等学校 3年) ほか

1 動機

御船層群に見られる凝灰岩の中には、「火山豆石」とよばれる火山灰でできた直径約1センチメートルの丸い石がみられるところがある。この不思議な豆石について調べ、その形成過程を推測することで、中生代前期の御船層群が形成した環境について考えた。

2 結果

- (1) 計測や計算から分かること
- ・多いところでは凝灰岩 1 Lあたり 1183 個の豆石が含まれる。
 - ・豆石は回転楕円体をつぶした形。(211 個の豆石の計測結果より)
 - ・豆石の平均体積は 0.40cm^3 。また、これは球形であると仮定すると、直径は 9.18mm の大きさである。
- (2) 肉眼観察により分かること
- ・丸いものとかけたものがある。 ・くっついた豆石がある。
 - ・縁が黒くなっている。 ・白い点がある。
 - ・周囲にはかけらがあり、角があるものとなないものがある。
 - ・内部に同心円状の構造が見られる。
- (3) 岩石薄片の顕微鏡観察から分かること
- ・豆石およびその周囲の部分は細粒な火山ガラスからなる。 →豆石を含む岩石は凝灰岩であると言える。
 - ・中心付近は粗粒な火山ガラス、縁の黒くなっている部分は細粒な火山ガラスからなる。
 - ・内部の同心円状の構造は、火山ガラスの粒度の違いが原因。

3 考察 (御船層群に見られる火山豆石の形成について)

(疑問1) 火山灰はどうして集まったか?

水があると、火山灰が集まり丸くなる。また、構成粒子の大きさの違いにより内部に同心円状の構造ができる(=実際の豆石と同じ)。

(疑問2) 豆石ができた場所は、地面 or 上空のどちらか?

斜面 (傾斜) での形成実験、火砕サージ (風) による形成の検討、豆石の産状、強度などから地面でできたとは考えにくいことが分かった。雹と比較すると類似点が多く、雹のように火山灰が上空で集まってできたと考えた。そのように考えると、豆石の形状や内部構造、かけらの状態や豆石の「皮」など様々な事象を上手く説明できる。そこで、豆石は上空でできたと考えた。

(疑問3) 火山豆石ができた上空とは、噴煙中 or 噴源から離れた上空の雲の中か?

凝灰岩が淘汰のよい細粒なガラス質火山灰からなることや広域テフラの K-Ah と構成物が似ていることから、噴源から離れた場所であったことが分かる。また、豆石と基質部分との大きさの違いから、それらが同じ場所 (噴源) から飛ばされてきたとは考えにくく、豆石は噴源から離れた上空の雲の中でできたと考えられる。

4 まとめ (御船層群に見られる豆石の形成仮説)

- (1) 火山豆石は噴源から離れた積乱雲などの雲の中で、火山灰に水滴が集まり、それが凍って硬くなった(図1)。
- (2) 強い上昇気流により上昇・下降を繰り返しながら、火山豆石は大きく成長した。このとき、形状は回転楕円体で、内部には同心円状の構造ができた(図2)。
- (3) 火山豆石は火山灰地に落下後、地層中に埋没。その後、地層の圧密により回転楕円体をつぶした形へと変形した(図3)。

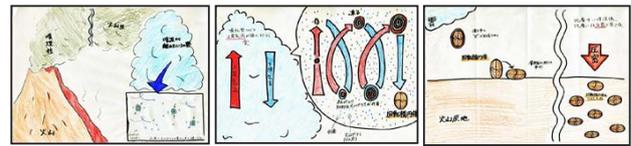


図1

図2

図3

PH2

阿蘇谷周辺の湧水や自噴井戸等の実態を探る

竹井魁佑 (熊本県立第一高校地学部 2年) ほか

1 はじめに

我々は、阿蘇市宮地・役犬原周辺に自噴する清冽な地下水を「清水」と名付け、「清水」の自噴井の分布や、水温、水質について調査を行った。調査していくうちに阿蘇谷には、底や壁に赤褐色の沈殿がみられる用水路があることが分かった。この用水路に流れる水や、流れ込む水は透明、あるいは少し濁っているだけで赤くはなく、この水を「赤水」と名付けた。阿蘇の地下水(赤水・清水)の水温、pH、自噴高について現地調査し「清水」の自噴井戸や「赤水」の流れる用水路の分布を、地形や地質との関係から考察した。

2 結果

(1) 地下水の分布について

宮地・役犬原周辺では、「清水」が多く分布していたが、これらの地域以外では清水の分布は見られず、赤水の分布が確認できた。赤水は、おおよそ西岳川を境に西側に見られ、範囲は阿蘇谷北方の湯浦や中央の黒川、東は車帰まで及ぶ。自噴箇所は、確認する限り、灰塚の南方に一ヶ所であった。

(2) 水温とpH

水温に関して比較してみると、清水は平均約14.5度と比較的低い値を示した。一方で、赤水の水温は平均18.5度と清水に比べ、非常に高い値を示していることがわか

る。pHに関しても清水は中性に近いことに対して、赤水は本塚東方の一部を除き、ほとんど酸性に近い。

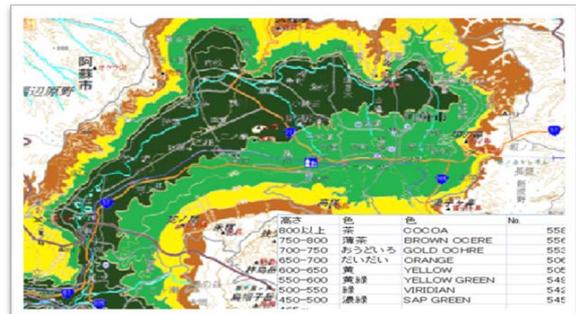
(3) 阿蘇谷の地形との関係

地形に関してみると、阿蘇谷は、広く450mから550mまでの100mの範囲で構成されている。中でも、清水の自噴する範囲は30mの範囲であるということがわかった。また、赤水の自噴する範囲は、清水よりも広く、標高450m~500mの範囲であるということがわかった。

4 まとめ

清水は中性に近くアルカリ性ではない。赤水は「本塚東方」以外酸性に近く、水温が比較的高い

地図による調査結果より清水の出る標高は490mから520mの範囲であり、この範囲は扇状地堆積物赤水の出る範囲は450mから500mが多く、内牧温泉、赤水温泉を結ぶライン上、本塚火山周辺で、カルデラ埋積層に赤水が出ている。



PH3

守屋山のカキ化石

守屋友一郎・春日 伸 (長野県諏訪清陵高等学校)

長野県諏訪市の南方にある守屋山は、中央構造線と糸魚川-静岡構造線が交わる特異な場所に位置し、その山腹の2200万年前・新第三紀中新世の堆積層から、カキをはじめ、シジミやハマグリなど浅海生物の化石が産出する。私たちはそこでカキの化石を採取し、現生のものと形状を比較することでカキの系統を類推し、生息当時の古環境の考察を試みた。

計測方法

現生のカキについて、広島および気仙沼よりマガキの殻を、また岡山・香川からイタボガキの殻を取り寄せ(図1)、殻高・殻長を計測した。

守屋山のカキ化石について、私たちが採取したものに加え、地元の自然観察家である守屋益雄氏が長年にわたって採取してこられたものをお借りし同様に計測した。また、殻が溶解した個体はシリコンを注入し、型を取って計測した(図2)。



図1. 現生マガキ(左)・イタボガキ(右). 図2. シリコンの内型.

結果および考察

現生のマガキについて、広島産100サンプル、気仙沼産66サンプル、イタボガキ100サンプルの計測結果を下図3に示す。マガキについて、殻長と殻高の比は広島産が1:1.75、気仙沼産が1:2.35で気仙沼産の方がやや細長いことがわかる。また、同様にイタボガキについては岡山産、香川産ともに1:1.2ほどで両者に大差はなく、これを瀬戸内産とした。

守屋山のカキ化石の計測結果を下図3に重ねると、守屋山のもは現生のイタボガキに近いA種とマガキに近いB種の2系統あることが新たにわかった。生息環境の異なる2種類のカキが同じ場所から見つかったことは大変興味深い。このことから、フォッサマグナの西岸に位置する守屋山は、満干潮の差が大きい、現在の瀬戸内海のような環境であったことが推測される。

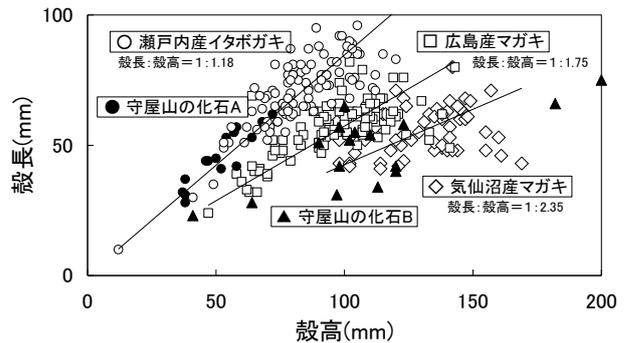


図3. 測定結果

PH4

宇土半島の地質と古環境

小夏 広大 (東海大学付属熊本星翔高等学校 1年)
齊藤 凜 (宇土市立鶴城中学校 2年)
濱崎しずく (宇土市立鶴城中学校 2年)

1. 目的

私たちが住んでいる宇土半島の地質はどのようになっており、いつの時代に、どのようにして形成されたのか、またそのメカニズムや古環境についても調査するため。

2. 方法

調査地域全ての露頭を調査する。露頭から柱状図を作成し、柱状図をもとに地質図をつくる。断層や褶曲など特徴ある地形が見られたら、どのようにして形成されたかを実験して検証する。また、化石や岩石等から古環境を推定する。

3. 結果

- ① 宇土半島では、姫浦層群・赤崎層・白岳砂岩層・教良木層が見られ、赤崎層は姫浦層群を不整合に覆っている。赤崎層と白岳砂岩層と教良木層は整合関係である。また、凝灰角礫岩と安山岩の溶岩ドームも分布している。
- ② 姫浦層群は砂岩泥岩互層を主としている。赤崎層は塊状の泥岩や砂岩を主としている。白岳砂岩層は塊状砂岩を主とし、砂岩の粒の大きさは粗粒である。教良木層は泥岩(頁岩)を主としている。
- ③ 姫浦層群には巢穴や木片の化石が、白岳砂岩層には二枚貝(Corbicula)・巻貝(Turritella)の化石が産出する。
- ④ 三角岳の溶岩ドームには板状節理が見られる。
- ⑤ 地質構造としてスランプ褶曲や褶曲(向傾構造)および断層が見られる。

4. まとめ・結論

- ① 地質図および断面図から、宇土半島の地層は次の(ア)から(オ)のようにして形成されたと考えられる。
(ア) 宇土半島は中生代の時代には海底にあった。海底に姫浦層群のもとになる砂や泥が堆積した。何度も乱泥流を繰り返すことにより砂岩層と泥岩層をリズムカルに繰り返して、砂岩泥岩互層が形成された。地殻変動や地震や海底地滑りなどによりスランプ褶曲ができた。

(イ) 海底に堆積した地層が陸上に隆起する。陸上に現れた部分は流水のはたらきによって侵食され、不整合面ができてあがる。

(ウ) 再び、大地は沈降し、海底に沈む。その後、礫や砂や泥が堆積する。白岳砂岩層のもとになる砂が堆積した当時の環境は、淡水が混じった海水(汽水)域から潮の満ち引きがあるような浅い海だったことが考えられる。白岳砂岩層の中に含まれる礫は円磨された石英や長石が観察されるため、当時、花崗岩が風化・侵食され、宇土半島まで運搬されてきたと考えられる。大地が両サイドから押されて、褶曲(向斜)が形成された。

(エ) 再び、これらの地層が地殻変動により、傾きながら隆起し、陸上に現れた。

(オ) 火山活動により、溶岩ドームが形成され、火砕流や土石流により、凝灰角礫岩が堆積し、現在の宇土半島が形成された。

- ② 白岳砂岩層から Corbicula と Turritella の化石が見つかった。白岳砂岩層が堆積した当時の環境は淡水が混じった海水(汽水)域から潮の満ち引きがあるような浅い海(砂浜)だったことが考えられる。
- ③ 実験結果から、板状節理や柱状節理はマグマが地表付近で急に冷える時に形成された。
- ④ 実験結果から、姫浦層群の砂岩泥岩互層は乱泥流(混濁流)によって堆積した乱泥流堆積物(タービライト)であることが考えられる。何度も乱泥流を繰り返すことにより砂岩層と泥岩層をリズムカルに繰り返すと考えられる。
- ⑤ 実験結果から、スランプ褶曲(層内褶曲)は地層が柔らかいときに、地殻変動や地震や海底地滑りなどによりできると考えられる。
- ⑥ 実験結果から、断層ができるメカニズムは、固まった地層に、地殻変動により、両サイドから「引く」、あるいは「押す」と断層ができあがるということがわかった。その際、「引く」と正断層、「押す」と逆断層になる。また、固まっていない柔らかい紙粘土を両サイドから押ししてみると、褶曲ができる。その際、下に曲げられると向斜・上に曲げられると背斜ができあがる。

THE PALAEOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN
Hongo MT-Building 4F, Hongo 7-2-2, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033 JAPAN

2013 年 6 月 23 日印刷

2013 年 6 月 28 日発行

発行 日本古生物学会
〒113-0033 東京都文京区本郷 7-2-2 本郷 MT ビル 401 号室
電話 03-3814-5490

印刷所 東大教材出版
〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1
電話 03-3813-7389

© The Palaeontological Society of Japan 2013

(無断転載, 複写を禁ず)