

## アラスカ州のマストリヒチアン階（上部白亜系）から産出したメタン湧水性化学合成群集

### Early Maastrichtian (Late Cretaceous) methane seeps and their associated fauna from southern Alaska

ジェンキンス ロバート<sup>1\*</sup>, アンドレイ・カイク<sup>2</sup>, 伊庭 靖弘<sup>3</sup>, 棚部 一成<sup>4</sup>  
Robert Jenkins<sup>1\*</sup>, Andrzej Kaim<sup>2</sup>, Yasuhiro Iba<sup>3</sup>, Kazushige Tanabe<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学理工研究域自然システム学系, <sup>2</sup> ポーランド古生物学研究所, <sup>3</sup> 北海道大学大学院理学研究院自然史科学専攻, <sup>4</sup> 東京大学総合研究博物館

<sup>1</sup>School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, <sup>2</sup>Instytut Paleobiologii PAN, <sup>3</sup>Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, <sup>4</sup>The University Museum, The University of Tokyo

We investigated early Maastrichtian (Late Cretaceous) methane seep deposits hosted by the upper Matanuska Formation in the Talkeetna Mountains, southern Alaska. During two field seasons (2006 and 2007), we encountered numerous carbonate concretions embedded in the mudstone-dominated formation that is exposed along the Alfred Creek. These carbonates can be classified into several morphotypes, i.e. rounded, irregularly rounded, doughnuts, pipe, and burrow types. At one outcrop, we studied the distribution pattern of the carbonate types. At outcrop, the pipe and doughnuts type carbonates were distributed in the lower horizon, whereas, the rounded type carbonates and the irregularly rounded and burrow type carbonates were found in the middle and upper horizons, respectively. Carbon and oxygen isotopic compositions of the carbonates range from -41.5 to -6.1 per mil (vs VPDB) and from -10.7 to -0.4 per mil (vs VPDB), respectively. Among the investigated carbonates, the burrow, irregularly rounded, and rounded carbonates have more negative values of carbon isotopes indicating that these carbonates were formed under the influence of anaerobic oxidation of methane. Dozens of crustaceans and solemyid bivalves, with lucinid bivalves as a minor component, were found from the upper part of the outcrop. The recent counterparts of solemyid and lucinid bivalves are known to host chemosymbiotic bacteria in their gills. The bivalves have been commonly found around ancient and Recent methane-seeps.

It is worth to note that this is the first record of the methane-seep dependent chemosynthesis-based ecosystems from the Maastrichtian worldwide. The fauna at the Early Maastrichtian seep of Alfred Creek is dominated by infaunal dwellers: crustaceans, solemyid and lucinid bivalves. This finding supports previously reported macroevolutionary pattern in chemosymbiotic bivalves, i.e. after the decline of modiomorphid Caspiconcha at the end of the Early Cretaceous and its last occurrence in the Campanian, the ecological niche of epifaunal to semi-infaunal seep endemic bivalves was largely vacant and not reoccupied until the Eocene with the appearance of the vesicomylid and bathymodiolin bivalves.

キーワード: メタン湧水, 後期白亜紀, キヌタレガイ, ツキガイ, 炭素同位体比, 自生炭酸塩

Keywords: methane seep, Late Cretaceous, solemyid, lucinid, stable carbon isotope, authigenic carbonate

## 北海道の上部中新統望来層より産するシロウリガイ類化石群集の生息場復元 Reconstruction of seepage site with *Calyptogena* colonies in the Upper Miocene Morai Formation, Hokkaido, Japan

高田 光<sup>1\*</sup>, 延原 尊美<sup>1</sup>

Hikaru Takada<sup>1\*</sup>, Takami Nobuhara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学教育学部

<sup>1</sup>Shizuoka Univ. (Educ.)

The Upper Miocene Morai Formation, Hokkaido, Japan, consists of alternating beds of semi-consolidated and hard mudstone, and intercalates calcareous concretions associated with abundant fossils of *Calyptogena pacifica*. This study reconstructs habitat conditions of *Calyptogena pacifica* on the basis of field observation of a 20-m-high sea-cliff outcrop.

The calcareous concretion blocks bearing *Calyptogena pacifica* fossils are restricted in several horizons in the upper part of the sea cliff. We surveyed the shape, size and distribution of the concretions and observed the carbonate lithology and modes of fossil occurrence, hanging from the cliff with a rope. The concretion blocks are lenticular in shape, attaining over 10 m in horizontal length and less than 2 m in thickness, and laterally changed into hard mudstone beds which also yield abundant *Calyptogena* shells. The concretion blocks have nearly flat roof and base, but its sides sometimes interfinger with neighboring mudstone.

The concretion blocks consist of monotonous muddy dolomicrite, associated with small calcitic nodules, several centimeters in diameter, just below the blocks. The dolomicritic concretions sometimes show auto-brecciation, which shows break of mudstone into angular pieces to form jigsaw-puzzle fabric. The space between breccia was filled with dolosparitic cement. It is noted that the brecciated fabric is restricted to interior of the concretion blocks and does not continue to the surrounding mudstones, which does not show any fracturing. These suggest that the auto-brecciation was not due to hydrofracturing by pore-fluid pressure, but was maybe caused by contraction during dolomitization.

*Calyptogena* fossils form shell concentrated beds associated with *Conchocele bisecta*, *Acharax johnsoni*, and *Lucinoma* sp. The shell beds continue laterally more than 20 m. The thickness attains more than 50 cm in the concretion blocks, but becomes thinner (ca. 15 cm) in the surroundings. It is noted that all the bivalve species show high ratio of conjoined valves (ca. 60 % in case of *Calyptogena pacifica*). In particular, almost all of *Conchocele bisecta* fossils preserved their life position. Most of *Calyptogena* conjoined valves show life position or reclining orientation with their commissural plane horizontal, but some show an inverted orientation from life position, maybe fossilized on the way to escape from rapid burial. These suggest that the *Calyptogena* shell concentrations were not due to transportation, but preserved the original colony condition due to rapid burial maybe by muddy turbidity current.

Localized distribution of carbonate concretions and *Calyptogena* shell beds indicate that the *Calyptogena* colony was not formed by reducing mud due to oxygen-depleted water-mass, but was supported by methane seepage. The outcrop observation suggests that the seepage was not channelized but diffusive. The seepage influence expanded the bottom surface area over 20m in diameter, but was repeatedly interrupted by rapid burial of muddy turbidite.

キーワード: 化学合成群集, 冷湧水, 中新世, 望来層, 北海道, シロウリガイ類

Keywords: chemosynthetic community, cold-seepage, Miocene, Morai Formation, Hokkaido, *Calyptogena*

## 相模湾初島沖のシロウリガイ類遺骸殻に残された捕食痕

### Predation marks on *Calyptogena* dead shells off Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan

延原 尊美<sup>1\*</sup>, 早瀬 磨菜<sup>1</sup>, 鈴木 貴大<sup>1</sup>, 清家 弘治<sup>2</sup>, 小栗 一将<sup>3</sup>

Takami Nobuhara<sup>1\*</sup>, Mana Hayase<sup>1</sup>, Takahiro Suzuki<sup>1</sup>, Koji Seike<sup>2</sup>, Kazumasa Oguri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学教育学部, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Shizuoka Univ. (Educ.), <sup>2</sup>Univ. Tokyo (Atomosphere and Ocean Research Institute), <sup>3</sup>JAMSTEC

Predation pressure is one of the important factors controlling community structure and evolution, but only few attempts have so far been made to quantitatively estimate predation pressure in chemosynthetic communities.

We analyzed breaking pattern of *Calyptogena* dead shells in a living colony at a cold-seepage site off Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. The sampling site is located at 856 m in bathymetrical depth, on slope of western side of Sagami Bay. The dead shells were collected by submersible *KAIKO 7000II* (Dive #546, KR12-05 cruise) using a Kumade-sampler with 15 cm x 18 cm mouth, 13 cm depth, and 7.6 to 7.8 mm sieve openings.

The dead shell assemblage consists of a mixture of various conditions from complete conjoined valves to abraded shell fragments. Among them, we paid attention to open valves with umbo intact, some of which are not abraded, preserved sharp and fresh break edge, and show remarkable contrast in preservation between the right and left valve. Almost all part of one valve (right or left) is missing except for the strong hinge and dorsal margin connected with ligament, whereas the other valve is nearly complete with notch-like injury in ventral margin. This breaking pattern is difficult to be explained only by non-biological factors. We judge the shell breaking pattern to be a predation mark, and estimate the predator as decapod crab *Paralomis multispina*, which were frequently observed to gregariously habit around the sampling site. *P. multispina* was reported to catch and eat *Calyptogena* by Fujikura et al. (2008), who attached the photograph showing that *P. multispina* inserted its right crusher chelae into the ventral margin of a *Calyptogena* shell and tried wrenching open it.

In order to quantitatively estimate the contribution of predation to all death causes, we calculate the ratio of numbers of predation-mark specimens to all attached valves in each shell size class. We exclude detached or fragment specimens in the calculation because it is difficult to judge whether the specimens are results of predation crush or physical break.

Total 75 attached valves are examined. The predation marks are recognized from young to gerontic *Calyptogena* clams, shell length of which varies from about 2 cm to over 12 cm. The ratio of predation-mark specimens in each shell size class varies from 17 to 83%, and its average is 40%. This data shows no size-selective feeding behavior, and that the predators have crushing force enough to break the stout shells of gerontic *Calyptogena* clams. The predator, maybe *Paralomis multispina*, contributes 40% to all death cause of *Calyptogena* clams.

These suggest that *Calyptogena* colonies off Hatsushima Island have been maybe under high predation pressure in spite of the deep-sea condition. Methane-seep sites are deep-sea oases not only for chemosynthetic animals but also for the predators.

キーワード: 化学合成群集, 冷湧水, シロウリガイ類, 捕食圧

Keywords: chemosynthetic community, cold-seepage, *Calyptogena*, predation pressure

## 沖縄トラフ深海熱水噴出域生物群集の種多様性と環境の関連

### Biodiversity of deep-sea hydrothermal vent fauna and its relationships to environments in Okinawa Trough

渡部 裕美<sup>1\*</sup>, 山本 正浩<sup>1</sup>, 小倉 知美<sup>1</sup>, 矢萩 拓也<sup>2</sup>, 高橋 幸愛<sup>1</sup>, 中村 雅子<sup>3</sup>, 小島 茂明<sup>2</sup>, 石橋 純一郎<sup>4</sup>, 藤倉 克則<sup>1</sup>

Hiromi WATANABE<sup>1\*</sup>, YAMAMOTO, Masahiro<sup>1</sup>, OGURA, Tomomi<sup>1</sup>, YAHAGI, Takuya<sup>2</sup>, TAKAHASHI, Yoshimi<sup>1</sup>, NAKAMURA, Masako<sup>3</sup>, KOJIMA, Shigeaki<sup>2</sup>, ISHIBASHI, Junichiro<sup>4</sup>, FUJIKURA, Katsunori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 沖縄科学技術大学院大学, <sup>4</sup> 九州大学

<sup>1</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>2</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo,

<sup>3</sup>Okinawa Institute of Science and Technology, <sup>4</sup>Kyushu University

Flourish assemblages of deep-sea hydrothermal vent fauna associated with steep environmental gradient formed by high temperature venting fluid containing high concentration of metals and the other kinds of chemicals. The Okinawa Trough, is a backarc basin which has started rifting from the southern part 2My ago, and at least nine hydrothermal vent fields has been discovered along the NE-SW spreading axis. Multi-disciplinary investigation was carried out in five of nine vent fields to find out the relationships between biodiversity and environments in the Okinawa Trough.

In the five hydrothermal vent fields, quantitative faunal sampling and simultaneous environmental measurements using sensors including a newly developed D-Pote (a Deep-sea Potentiostat) were carried out at more than two points in each vent field, during the NT11-20 cruise of R/V Natsushima / ROV Hyper-Dolphin. Biodiversity was evaluated based on the collected faunal samples and the relationships between faunal composition and environmental factors such as temperature, depth, salinity, and concentrations of oxygen and sulphide compounds were examined statistically.

Biodiversity of the vent fauna was relatively low in the northern part of the Okinawa Trough, where vent fields are located in relatively shallow area (< 1000 m depth). On the other hand, in the southern, relatively deep (> 1000 m depth) and older part, vent communities of relatively high biodiversity corresponding with great variation of concentration of sulphide compounds were observed. The present results suggested that the correspondence of the biodiversity, environmental diversity, and geological history of hydrothermal vent fields in the Okinawa Trough.

キーワード: 熱水噴出孔, 生物多様性, 類似度, 化学合成生物群集

Keywords: hydrothermal vent, biodiversity, similarity, chemosynthetic community

## 沖縄トラフ・シンカイヒバリガイの脂質バイオマーカーの多様性

### Variation of lipid biomarker composition in *Bathymodiolus* sp. at hydrothermal vents in Okinawa Trough

濱本 香耶<sup>1\*</sup>, 奈良岡 浩<sup>1</sup>

Kaya Hamamoto<sup>1\*</sup>, Hiroshi Naraoka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大・理・地球惑星科学

<sup>1</sup>Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.

#### 【はじめに】

海底熱水活動域に生息するシンカイヒバリガイ類は、メタンや硫化水素を酸化して有機物を作り出す化学合成細菌を鰓上皮細胞内に共生させている。しかし、共生細菌を親から子へ受け渡している実証例はなく、幼生時はプランクトン捕食をしていた二枚貝がどのようにして化学合成細菌を体内に取り込むのか、未だに議論されている。長期的・断続的な観測や十分な試料採集が困難であるため、深海性二枚貝の成長・代謝と共生細菌との関係における研究例は極めて少ない。本研究では、シンカイヒバリガイの容量を成熟度とし、成長段階と共生細菌との関係を、鰓組織の脂質バイオマーカーと同位体組成を用いて解明することを目的とした。

#### 【試料・実験方法】

海洋調査船「なつしま」の「ハイパードルフィン」によって、2009年7月沖縄トラフ鳩間海丘の熱水噴出孔付近で採集したシンカイヒバリガイ3個体(容量:49.1~89.8cm<sup>3</sup>)と同年9月伊平屋海凹北部海丘で採集した同4個体(容量:14.2~44.2cm<sup>3</sup>)を試料として用いた。試料は-20℃で保管し、凍結乾燥後、鰓組織約10mgから脂質化合物を抽出し、ガスクロマトグラフ(GC)質量分析計にて定性定量後、GC燃焼同位体比質量分析計で炭素同位体比を測定した。鰓組織全体の炭素・窒素・イオウ同位体比も測定した。

#### 【結果と考察】

鳩間・伊平屋北試料共にC<sub>15</sub>からC<sub>22</sub>にわたる飽和および不飽和脂肪酸が検出され、各個体間で組成に違いが見られた。全脂肪酸に占める割合(%)で最も大きく異なったのはC<sub>18:1(n-7)</sub>脂肪酸であり(鳩間:4.9~23.7%、伊平屋北:2.8~6.1%)、共生細菌種の違いを示していると考えられる。鳩間海丘では伊平屋北海丘に比べてアンモニウムイオン濃度が高く、二枚貝は窒素固定を行うType Iのメタン酸化細菌をより多く共生させていると考えられる。

鰓組織のバルクとC<sub>16</sub>、C<sub>18</sub>の飽和および一価不飽和脂肪酸の炭素同位体組成を、二枚貝の容量と比較した結果、伊平屋北の試料では容量が大きくなるにつれてC16以外の同位体組成は-2.5~-3.7%軽くなった。一方、鳩間で採れた二枚貝は容量が大きくなるにつれて+0.7~5.3%重くなった。伊平屋北の二枚貝の結果は、幼生時に表層から落ちてくるプランクトンを捕食して炭素同位体組成は重かったが、成長するに連れて化学合成細菌を取り込み、熱水中に含まれるメタン(CH<sub>4</sub>中の<sup>13</sup>C=-54.0‰)を栄養源として使うことで徐々に炭素同位体組成が軽くなったと考えられる。鳩間海丘の二枚貝は、個体差間が小さかったために有意な差が見られなかった可能性がある。

キーワード: シンカイヒバリガイ, 脂質バイオマーカー, メタン酸化細菌, 沖縄トラフ, 脂肪酸組成, 炭素同位体組成

Keywords: *Bathymodiolus* sp., Lipid biomarkers, Methanotrough, Okinawa Trough, Fatty acid composition, Carbon isotopic composition

## 化学合成生態系の進化：進化発生学的視点から Evolution of Chemosynthetic Community: From an Evo-Devo perspective

宮本 教生<sup>1\*</sup>

Norio Miyamoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>JAMSTEC

化学合成生態系の進化に関する研究は、古生物学・系統学・系統地理学を中心に進んできた。これらの研究を通して、いつ、どこに、どのような生物が生息していて、そして生息域を拡大させてきたのが明らかとなってきた。そしてこれらの生物がどのような近縁種から進化してきたのかも明らかとなった。すなわち、進化の歴史に関する情報は蓄積してきている。一方で進化のメカニズムについてはほとんど未知と言っていい。どのような遺伝情報の変更や表現型可塑性が、その極限環境への適応を可能にしたのか？その特殊な形態・生理・行動を司る分子メカニズムはどのようなもので、それは近縁の系統からどのように進化してきたのか？これまで盛んに行われてきた進化のパターンに関する研究に加え、進化のメカニズムが明らかになることによって、初めて我々は化学合成生態系を構成する生物の進化を理解したと言えるだろう。

進化発生学 (EvoDevo, evolutionary and developmental biology) は、進化のメカニズムの解明を目的とした研究領域である。形態・生理・行動などの形質が発現する遺伝基盤を明らかとし、その結果を近縁種と比較することで、形質の進化を明らかとする。このような研究を行うためには、その形質の発生過程や、行動や環境への応答を正確にとらえなければならない。すなわち多くの場合に実験室内での長期飼育や発生過程の観察などの実験系が確立されていない。化学合成生態系は、その多くが深海の熱水噴出孔や湧水域に生息し、その特殊な環境が故に、採集や飼育が困難である。我々はこの状況を克服するために、様々な化学合成生態系の構成種において、飼育や実験室内での発生系の立ち上げを行ってきた。本講演では、その中でヒゲムシ科多毛類をもちいた研究例を紹介する。

## How can environmental DNA help understanding chemosynthetic communities evolution and ecology? How can environmental DNA help understanding chemosynthetic communities evolution and ecology?

Frederic Sinniger<sup>1\*</sup>, Hiromi WATANABE<sup>1</sup>, Hiroyuki Yamamoto<sup>1</sup>  
Frederic Sinniger<sup>1\*</sup>, Hiromi WATANABE<sup>1</sup>, Hiroyuki Yamamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Submarine Resources Research Project, JAMSTEC

<sup>1</sup>Submarine Resources Research Project, JAMSTEC

Chemosynthetic environments in the deep sea harbor highly specialised communities. Those communities are often dominated by a few characteristic species. While the dominant macrofaunal species received lots of attention from the scientific community, other groups such as the meiofauna remain largely unknown. Benthic meiofauna groups organisms between 500 (1000) and 44 (31)micrometers living on or in the sediments. Meiofauna has been reported to be rare or less diverse in chemosynthetic environments such as hydrothermal vents compared to bathyal or abyssal plains. This is likely explained by the little availability of sediments samples as well as environmental characteristics of hydrothermal vents ecosystem. In shallow environments, meiobenthic communities have been shown to be sensitive to a variety of environmental parameters. In response to the steep gradients in multiple environmental parameters encountered in hydrothermal vents fields, it is expected that the patterns of chemosynthetic communities will be complex and meiobenthos will be reflecting such environmental changes accurately. However, low abundance of organisms and difficulty to collect samples from these environments are a major issue towards the investigation of meiofaunal diversity and biogeographical patterns.

Metagenetics is the part of metagenomics consisting in sequencing one homologous marker from environmental DNA. This method offers new perspectives to investigate the taxonomic composition of the communities inhabiting ocean seafloor. In comparison to more traditional methods based on sorting of organisms, environmental DNA allows to detect rare species in an environment, even if only fragment of organisms or DNA are present in the sampled sediments. Moreover, metagenetics approach allows the estimation of taxonomic richness and distribution across multiple phyla in parallel.

Our study focused on environmental DNA extracted from sediments samples collected in the Iheya North hydrothermal vent field in the Okinawa Trough. In the research cruise NT12-27, eight sediment cores were obtained from 3 sites within the vent field. One is located near a site of active hydrothermal venting, while the other two sites are distant from the active vent. The core samples were sliced in five layers of 1cm thickness, and three replicates were sub-sampled from each layer. Environmental DNA was extracted independently from less than 1 g sediments from each replicate.

Large amounts of DNA were obtained from the core sample from the active area covered by white matter, while the samples collected in inactive zones yielded very low amounts of DNA. Here we will present the preliminary results obtained from the sequence data of this environmental DNA, and discuss on the usefulness of this metagenetic protocol to determine the diversity of meiobenthic community.

キーワード: Biodiversity, Environmental DNA, Meiobenthos, Iheya North

Keywords: Biodiversity, Environmental DNA, Meiobenthos, Iheya North

## グリグリできる 3D-CT 深海生物 WEB 版の公開 - CT データを利用した化学合成生物の研究と教育普及活動 - CT scanned deep-sea creatures -using CT data of chemosynthetic animals for research and education-

ジェンキンス ロバート<sup>1\*</sup>, 岩下 智洋<sup>2</sup>  
Robert Jenkins<sup>1\*</sup>, Tomohiro Iwashita<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学理工研究域自然システム学系, <sup>2</sup> 有限会社ホワイトラビット

<sup>1</sup>School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, <sup>2</sup>White Rabbit Corporation

### 【概要】

今回、現生の化学合成生物を含む深海生物の X 線 CT 撮影し、得られた断層画像から PC 上に深海生物を復元できる CT データを、東京大学大気海洋研究所ホームページにおいて、「グリグリできる!? 3D-CT 深海生物」として公開した (<http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/project/3D/index.html>)。ホームページでは CT データに加えて、CT データから復元した深海生物の動画と解説も掲載している。本 CT データは、教育普及目的はもちろんのこと、研究にも利用できるので、積極的にご活用いただきたい。

### 【CT 撮影した標本】

これまでに約 40 種の深海生物の X 線 CT 撮影を行った。ホームページ上では現在約 20 種を公開しているが、順次追加予定である。撮影した標本の多くは、東京大学大気海洋研究所や JAMSTEC、国立科学博物館などに収蔵されており、CT データと実物標本とを対照させることが可能である。CT 撮影は、コムスキャンテクノ(株)において、ScanXmate-D150-S270 を利用して行った。

### 【CT データの利用】

CT データは、1 個体につき数百枚の断層画像 (Tiff 形式) と画像から 3 次元復元するための情報を書き込んだ mol ファイル (拡張子 .mol) からなる。mol ファイルを、(有) ホワイトラビットの Molcer (フリーソフト; Windows 専用) で開くと、PC 上で該当の深海生物を 3 次元復元できる。mol ファイルに書き込まれた情報によるが、深海生物の外形像やレントゲン写真のような透視像、軟体部と硬組織を色分けした像を復元可能である。3 次元復元した深海生物は、マウスのドラッグやスクロールによって、グリグリと回転させたり拡大縮小できる。外形像表示時にスライス機能を用いて深海生物の断面も表示できる。断面位置は自由に設定できる。

CT データをうまく活用すれば、採集しにくい深海生物の形態情報を簡易的に得ることができ、また、ある部位の表面積や体積などの計算も可能となるので、研究にも広く用いることができると期待している。

キーワード: 断層撮影, X 線, 化学合成生物, 生体鉱物

Keywords: X-ray, chemosynthetic animals, biomineralization, 3D



## フィリピン, レイテ島北西部の鮮新 更新統から産出する化学合成群集と共産する底生有孔虫群集 Benthic foraminiferal assemblages associated with chemosynthetic bivalves from the Plio-Pleistocene in the Leyte Island

岡田 明莉<sup>1\*</sup>, 間嶋 隆一<sup>1</sup>, 河瀧 俊吾<sup>1</sup>, 加瀬 友喜<sup>2</sup>, 南條 雄大<sup>1</sup>, 野崎 篤<sup>1</sup>, 宇都宮 正志<sup>1</sup>, ジェンキンス ロバート<sup>3</sup>, 和仁 良二<sup>1</sup>, Maac-Aguilar, Yolanda<sup>4</sup>, Fernando, Alan Gil S.<sup>5</sup>, 林 広樹<sup>6</sup>  
Akari Okada<sup>1\*</sup>, Ryuichi Majima<sup>1</sup>, SHUNGO KAWAGATA<sup>1</sup>, Tomoki Kase<sup>2</sup>, Takehiro Nanjo<sup>1</sup>, Atsushi Nozaki<sup>1</sup>, Masayuki Utsunomiya<sup>1</sup>, Robert Jenkins<sup>3</sup>, Ryoji Wani<sup>1</sup>, Yolanda Maac-Aguilar<sup>4</sup>, Alan Fernando Gil S.<sup>5</sup>, Hiroki Hayashi<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 横浜国立大, <sup>2</sup> 国立科学博物館, <sup>3</sup> 金沢大, <sup>4</sup> フィリピン鉱山地質局, <sup>5</sup> フィリピン大, <sup>6</sup> 島根大

<sup>1</sup>Yokohama Natl. Univ., <sup>2</sup>Natl. Mus. Nat. Sci., <sup>3</sup>Kanazawa Univ., <sup>4</sup>Mines Geosci. Bureau, Philippines, <sup>5</sup>Univ. Philippines, <sup>6</sup>Shimane Univ.

レイテ島北西部の Cambuntug 岬 (Majima et al., 2010 の locality 1 と 3) に露出する泥岩層からシロウリガイ類化石が、また Antipolo 岬に露出する砂質泥岩層からツキガイ類化石が産出する。浮遊性有孔虫化石と石灰質ナンノ化石から、両層とも 3.97-1.77 Ma の間に堆積した地層である。本研究では、メタン湧水活動と底生有孔虫群集の関係を明らかにするために、メタン湧水場の指標である化学合成二枚貝化石群集や自生炭酸塩と、底生有孔虫化石群集の解析試料の位置関係及び層位関係を明確にした上で、底生有孔虫化石群集を記載、比較した。

堆積物試料は、Cambuntug 岬のシロウリガイ類化石産出層の基質から S551, S556 (以上の 2 試料は locality 1), B2-B3, C2-C3 (以上の 2 試料は locality 3) の 4 試料、シロウリガイ類化石が産出しない地層から B1, C1, B4, C4, S605, S606 の 6 試料を採取した。Antipolo 岬では、ツキガイ類化石産出層の基質から S703, S704, S707 の 3 試料、ツキガイ類化石の産出しない地層から S701, S702 の 2 試料を採取した。堆積物試料から 125 μm サイズ以上の底生有孔虫化石を 1 試料あたり約 200 から 300 個体拾い出した。

得られた全 15 試料の底生有孔虫化石群集を Q モードクラスター解析した結果、大きくは Cambuntug 岬の試料と、Antipolo 岬の試料の 2 つのグループに分かれた。両者は岩相が異なることから、この結果は堆積環境に規制されたものと考えられる。さらに Cambuntug 地域の試料は、以下の 2 つのサブグループに分かれた。第一のサブグループは、シロウリガイ類化石と共産する底生有孔虫化石群集 S551, S556, B2-B3, C2-C3 と、シロウリガイ類化石とは共産しない B1, C1 からなる。第二のサブグループはシロウリガイ類化石とは共産しない B4, C4, S605, S606 からなる。シロウリガイ類化石と共産する試料の底生有孔虫化石群集はひとつのグループにまとめられることから、メタン湧水の影響が反映された群集であると考えられる。シロウリガイ類化石とは共産しない B1, C1 が、共産する S551, S556, B2-B3, C2-C3 と同じグループになったのは以下の理由が考えられる。B1, C1 は、シロウリガイ類化石が産出する B2-B3, C2-C3 の直下の層準である。B1, C1 を採取した層準と、その上位のシロウリガイ類化石が産出する B2-B3, C2-C3 試料を採取した層準との間で、シロウリガイ類化石が徐々に産出する。このことから、B1, C1 試料の層準では、既にメタン湧水が始まっていた可能性が考えられる。一方、Antipolo 岬の試料では、ツキガイ類と共産する試料と共産しない試料の間に違いは見られず、明確なグループ分けは出来なかった。

シロウリガイ類は半埋没性の二枚貝で海底の極近傍にまで硫化水素が達する環境に生息すると考えられる。一方のツキガイ類は深潜没性の化学合成二枚貝類として知られており、シロウリガイ類よりも海底深く潜没する。このことを考えると、ツキガイ類が生息している場所においては、硫化水素は海底深くに存在し、海底表層部にはなかった可能性がある。以上のことから海底面表層に生息する底生有孔虫群集は、シロウリガイ類生息地では硫化水素の影響を強く受け、ツキガイ類生息地ではその影響を殆ど受けなかった結果、共産する化学合成二枚貝によって、底生有孔虫群集の構造に差異を生じたと考えられる。

キーワード: 底生有孔虫, メタン湧水, 化学合成群集, フィリピン, 鮮新世, 更新世

Keywords: benthic foraminifera, methane seepage, chemosynthetic assemblages, Philippines, Pliocene, Pleistocene

## 神奈川県中央部に露出する更新統中津層群塩田層から産出する冷湧水性化学合成化石群集

### A fossil cold-seep assemblage from the Pleistocene Shioda Formation, Nakatsu Group, central Japan

辻 健太<sup>1</sup>, 南條 雄大<sup>2</sup>, 宇都宮 正志<sup>2\*</sup>, ジェンキンス ロバート<sup>3</sup>, 野崎 篤<sup>2</sup>, 間嶋 隆一<sup>1</sup>, 和田 秀樹<sup>4</sup>

Kenta Tsuji<sup>1</sup>, Takehiro Nanjo<sup>2</sup>, Masayuki Utsunomiya<sup>2\*</sup>, Robert Jenkins<sup>3</sup>, Atsushi Nozaki<sup>2</sup>, Ryuichi Majima<sup>1</sup>, Hideki Wada<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 横浜国大教育人間科学部地球環境課程, <sup>2</sup> 横浜国大環境情報学府, <sup>3</sup> 金沢大学理工研究域, <sup>4</sup> 静岡大学理学部

<sup>1</sup>Faculty of EdHS, Yokohama Nati. Univ., <sup>2</sup>Env. and Info. Sci., Yokohama Nati. Univ., <sup>3</sup>Institute of Science and Engineering, Kanazawa Univ., <sup>4</sup>Department of Science, Shizuoka Univ.

神奈川県中央部の相模川沿岸には鮮新統から更新統の中津層群が露出する。本研究の対象である相模原市田名の相模川左岸の露頭には、中津層群上部の更新統塩田層が露出し (Ito, 1985; 植木ほか, 2007), 化学合成大型二枚貝であるツキガイ類化石やオウナガイ類化石が産出する (Okumura and Ueda, 1998)。これらの二枚貝化石群集が冷湧水に依存していた可能性を検証するため、大型二枚貝化石の産状や炭酸塩コンクリーションの記載および分析を行った。

研究対象である露頭 (全層厚 11.4 m) においては軽石質凝灰岩層 (層厚数 cm から数 10 cm) や泥質砂岩層 (層厚数 10 cm) を挟在する砂質泥岩層が卓越し、上部 1.4 m に泥岩層が露出する。大型二枚貝化石は泥質砂岩層、砂質泥岩層および泥岩層から散在的に産出する。採取された大型二枚貝化石は *Lucinoma* sp. (ツキガイ類) と *Conchocele* sp. (オウナガイ類) と同定された。合併率を露頭下底から上位 2.86 m の区間で調べたところ、85%であった。このことから、大型二枚貝化石は生息場からほとんど運搬されていないと考えられる。

自生炭酸塩コンクリーションは泥質砂岩層と砂質泥岩層および軽石質凝灰岩層から散在的に産出する。このうち、軽石質凝灰岩層直上の層状コンクリーション (試料 A: 露頭下底から上位 3.7 m)、ノジュール状コンクリーション (試料 B: 露頭下底から上位 2.9 m) およびノジュール状コンクリーション (試料 C: 露頭下底から上位 1.7m) の 3 試料を採取した。各試料からドリルで採取した粉末試料に含まれる炭酸塩鉱物は、A-1, A-2 (ともに試料 A から採取) は high-Mg calcite, B (試料 B から採取) は high-Mg calcite 88.6 wt% と dolomite 11.4 wt%, C (試料 C から採取) は dolomite であった。また、炭素・酸素同位体比 ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}$  vs PDB) はそれぞれ A1 (-31.2 ‰, 1.3 ‰), A-2 (-33.3 ‰, 1.3 ‰), B (-30.6 ‰, 1.2 ‰), C (-22.6 ‰, 2.6 ‰) となった。このように high-Mg calcite が優占する A-1, A-2 および B は低い炭素同位体比を示し、嫌氣的メタン酸化由来の溶存無機炭素から沈殿した自生炭酸塩鉱物であることを示している。

以上の結果から、調査露頭から産出するツキガイ類化石やオウナガイ類化石は、メタンを含む冷湧水に依存していた化学合成化石群集であると考えられる。

キーワード: 中津層群, 冷湧水性化学合成化石群集, 更新世

Keywords: Nakatsu Group, fossil cold-seep assemblage, Pleistocene