

BPT023-01

会場:201B

時間:5月22日 10:45-11:00

日本近海産キヌタレガイ類（二枚貝綱）の貝殻構造 Shell microstructures of Japanese modan solemyids (Bivalvia)

佐藤 圭^{1*}, 中島 礼², 間嶋 隆一³, 藤倉 克則⁴, 藤原 義弘⁴

Kei Sato^{1*}, Rei Nakashima², Ryuichi Majima³, Katsunori Fujikura⁴, Yoshihiro Fujiwara⁴

¹ 横浜国立大学環境情報学府, ² 産業技術総合研究所, ³ 横浜国立大学教育人間科学部, ⁴ 海洋研究開発機構

¹EIS, Yokohama National University, ²AIST, ³EHS, Yokohama National University, ⁴JAMSTEC

軟体動物の貝殻は、炭酸塩と微量な有機物で構成され、炭酸塩結晶の形態や配列に基づく貝殻構築構造と呼ばれる構造単位を作る。この構築構造は、普通近縁種で類似の構造をとる（魚住・鈴木,1981）ことが知られている。Solemyidae（キヌタレガイ科）は、*Solemya*と*Acharax*の二属に区別され（Coan et al.,2000）、二属が分岐したジュラ紀以前から硫黄酸化菌を鰓内に共生する化学合成二枚貝としての特異な生活型を確立していたと考えられている（Pojeta, 1988; Imhoff, 2003）。また、*Solemya*は一般に浅海域に生息し、*Acharax*は冷湧水場や熱水場を含む深海に多く生息する（Coan et al.,2000）。日本近海産5種のSolemyidaeについての構築構造はまだ検討されたことがないため、本研究は、上記5種の構築構造を記載し、構築構造の組み合わせと分類および生息環境との関係を考察することを目的とする。

本研究では、日本近海産Solemyidae 5種（*Solemya pusilla*, *Solemya tagiri*, *Solemya pervernicosa*, *Acharax japonica*, *Acharax johnsoni*）を用い、Taylor and Glover（2008）、Kamenev（2009）に基づいた殻頂付近の形態に基づいた分類の再検討とSEM観察に基づく構築構造の記載を行い、これらの結果を比較および検討した。

殻頂付近の内表面観察の結果、*A.japonica*と*A.johnsoni*は靱帯が外在することから*Acharax*に分類され、*Solemya pusilla*と*Solemya tagiri*, *Solemya pervernicosa*は、靱帯が内在することから*Solemya*に分類された。

SEMによる構築構造の観察の結果、*A.johnsoni*の外層は、有機シートが網目状に張り巡らされた構造で、内層は複合交差板構造であった。*A.japonica*の外層は成長方向に長く伸張した稜柱構造（radially elongate simple prismatic; RESP; Carter, 1990）で、内層は薄板構造もしくは均質構造であった。*S.pervernicosa*の外層はRESPで稜柱の内部は顆粒状結晶で充填される。中層は複合交差板構造、内層は不規則稜柱構造であった。*S.tagiri*の外層はRESPで、稜柱の内部は顆粒状結晶で充填される。中層は均質構造、内層は不規則稜柱構造もしくは複合交差板構造であった。*S.pusilla*の外層はRESPで、稜柱内部は外表面側から顆粒状結晶もしくは針状結晶の薄層、貝殻表面に斜行する針状結晶、顆粒状結晶で構成される。内層は均質構造であった。

以上の結果から、構築構造による分類と殻頂付近の形態に基づいた分類には整合性がみられなかった。*A.japonica*が外層に*Solemya*と共通のRESPをもつのに対し、*A.johnsoni*の外層はこれまでに知られていない未記載の構築構造が観察された。本種の有機シートの複雑な配列は冷湧水場や熱水場のような炭酸塩溶解圧の高い環境に適していると考えられる。

キーワード: 化学合成二枚貝, キヌタレガイ類, 貝殻構造

Keywords: chemosynthetic bivalve, Solemyid, shell microstructure

BPT023-02

会場:201B

時間:5月22日 11:00-11:15

沖縄トラフに生息する化学合成依存生物のエネルギー源の評価 Reevaluation of energy source of chemosynthesis-based animals in Okinawa Trough hydrothermal fields

山上 翔世^{1*}, 山中 寿朗², 藤倉 克則³, 川口 慎介³

Shosei Yamagami^{1*}, Toshiro Yamanaka², Katsunori Fujikura³, Shinsuke Kawagucci³

¹ 岡山大学理学部地球科学科, ² 岡山大学大学院自然科学研究科, ³ 海洋研究開発機構

¹Okayama University, ²Okayama University, ³JAMSTEC

沖縄トラフの熱水噴出孔周辺では、硫黄酸化細菌などの化学合成細菌やメタン細菌による一次生産に依存した化学合成生態系が形成している。この生態系を構成する生物の多くは硫黄酸化細菌に依存しており、故に、硫黄酸化細菌のエネルギー源である硫化水素は主に熱水噴出孔から供給される熱水由来の硫化水素によって支えられていると信じられている。しかし、沖縄トラフの熱水系では化学合成生態系の広がりには熱水噴出孔近傍に制限されておらず、かなりの広がりをもつこと、また、生物近傍の海水に検出できるだけの硫化水素が含まれていないことから、熱水が唯一のエネルギー供給源であるとするのは困難ともいえる。

よって本研究では、その化学合成依存生物について、軟組織の炭素、窒素、硫黄安定同位体組成の測定を通じて、熱水噴出孔由来の硫化水素とメタンがどの程度これら生態系を養うエネルギー源として利用されているか、定量的に評価することを目的とした。

分析試料はJAMSTEC所有の無人潜水艇「ハイパードルフィン」およびその支援母船「なつしま」によるNT10 - 17航海において中部沖縄トラフに位置する伊平屋海域および伊是名海域の熱水噴出孔周辺で採取された生物を用いた。分析に用いた生物試料はオハラエビの一種 *Alvinocais longirostris*、ヒバリガイの一種 *Bathymodiolus platifrons*、コシオリエビの一種 *Shinkaia crosnieri*、ハオリムシの一種 *Alaysia sp.*、キヌタレガイ *Solemya* の一種、ケアリムシ *Sabellidae* の一種、ウロコムシの一種 *Branchipolynoe pettiboneae* である。

伊平屋海嶺 CLAM サイトの熱水中硫化水素の δ -34S 値は 0 ~ +3 ‰ と報告されている (Kim et al., 1990) が、本研究で扱った生物のうち、シロウリガイを除く生物が 0 ‰ 以下となり、熱水より軽い δ -34S 値を示した。熱水以外で期待される硫化水素の供給源は一般に δ -34S 値が 0 ‰ を下回る硫酸還元細菌の活動に由来する微生物起源硫化水素が挙げられる。同サイトで採取した共生細菌を持たないオハラエビの δ -34S 値も -21 ‰ と著しく低い値を示すことから、オハラエビの主な摂食対象もハオリムシのような硫酸還元細菌由来の硫化水素を利用する硫黄酸化細菌を一次生産者とする食物連鎖網に属していると考えられる。よって、本海域では、熱水よりも硫酸還元細菌由来の硫化水素が重要であると推察される。

次に、伊是名海穴 JADE サイトについてみると、本海域で報告されている熱水中の硫化水素の δ -34S 値は約 +7 ~ +8 ‰ (Luders et al., 2001; Kim et al., 1990) であり、硫黄酸化細菌を共生させている生物種と比較を行ったところ、熱水中硫化水素の δ -34S 値よりも低いが、伊平屋のように著しく低い δ -34S 値を示す生物は見いだされなかったことから、硫酸還元細菌由来の硫化水素の寄与は伊是名海域の方が小さいと考えられる。

一方、JADE サイトの熱水中のメタンの δ -13C 値は -41 ~ -36 ‰ と報告されている (Ishibashi et al., 1995)。この地域で採取したメタン酸化細菌を共生させているヒバリガイの δ -13C 値は -30 ± 1 ‰ と熱水中メタンに比べ軽い値を示した。このことから硫黄酸化細菌との共生種のみならず、メタン酸化細菌との共生種も熱水溶存成分を唯一のエネルギー源としてないといえる。

沖縄トラフの熱水活動の特徴は、熱水と堆積層の相互作用によりメタンを豊富に含むということである。このメタンはメタン資化古細菌とコンソーシアムを形成することで硫酸還元細菌の電子供与体となり、海水中の硫酸イオンが還元され、硫化水素を供給する。すなわち、メタンの海底下での広がりが海底における化学合成生物の分布を規制していると言えるのかも知れない。

キーワード: 沖縄トラフ, 熱水系, 化学合成生物, エネルギー源, 安定同位体

Keywords: Okinawa Trough, hydrothermal system, chemosynthesis-based animal, energy source, stable isotope

BPT023-03

会場:201B

時間:5月22日 11:15-11:30

NT10-19 Leg2 の調査概要 : 海底下を包含したメタン湧水生態系の解明を目指して Cold-seep ecosystem including deep-sea subsurface infaunal world

ジェンキンス ロバート^{1*}, 野崎 篤², 宇都宮 正志², 佐藤 圭², 延原 尊美³, 渡部 裕美⁴, 小栗 一将⁴, 清家 弘治⁵, カイム アンドレイ⁶, 佐藤 瑞穂², 高橋 正樹², 沼田 章吾¹, 三本菅 優作¹, 新谷 美久帆¹, 坂井 三郎⁴

Robert Jenkins^{1*}, Atsushi Nozaki², Masayuki Utsunomiya², Kei Sato², Takami Nobuhara³, Hiromi Watanabe⁴, Kazumasa Oguri⁴, Koji Seike⁵, Andrzej Kaim⁶, Sato Mizuho², Takahashi Masaki², Numata shogo¹, Sanbonsuga Yusaku¹, Shinya Mikuho¹, Saburo Sakai⁴

¹ 横浜国立大学教育人間科学部, ² 横浜国立大学環境情報学府, ³ 静岡大学教育学部理科教育講座地学教室, ⁴ 海洋研究開発機構, ⁵ 独立行政法人港湾空港技術研究所, ⁶ パイエルン古生物・地質博物館

¹Yokohama National University, ²Yokohama National University, ³Shizuoka University, ⁴JAMSTEC, ⁵Port and Airport Research Institute, ⁶Institute of Paleobiology PAS

Infaunal animals in the cold-seep environment have not received enough attention so far. The fossil record strongly suggests that the infaunal animals are much more abundant than the epifaunal ones in the cold-seep environments. To reveal more information on the Recent chemosynthesis-based ecosystem concealed beneath the water/sediment interface, a joint cruise of paleontologists, biologists and geochemists using R/V Natsushima and ROV Hyperdolphin has been performed. The cruise, NT10-19 Leg 2, was operated during 24th to 29th, October, 2010, around off Hatsushima Island in the Sagami Bay. We carefully observed surface of the seafloor, took sediment cores (ca. 30 cm for maximum length) by MBARI-corer and sediments by scoop. Furthermore, we obtained biological samples from those sediments by sieving on board, and measured the concentration of total sulfides in pore water squeezed from the sediments. In addition, we produced resin cast of burrows in situ.

The direct observations have shown that the white bacteria mat areas are densely populated by mobile epifaunal provannid gastropods while there are no living mollusc animals in the sediment underlying the mat. The measured concentrations of the sulfides at this location show 6.6 mg-S/l. On the other hand, we found the living infaunal solemyid and thyasirid bivalves in the sediment samples obtained from areas directly adjoining the Calyptogena colony where no living animals on the seafloor were observed. The solemyid and the thyasirid bivalves are known to host symbiotic sulfur-oxidizing bacteria. Total sulfide concentrations at this sampling site is 0.8 mg-S/l so basically the same value as observed at the reference site. Detailed observations of the seafloor revealed many burrow holes produced by organisms surrounding the Calyptogena colony. We succeeded to get two resin casts of these burrows. One cast displayed Y-shaped burrow with a living solemyid bivalve, *Acharax johnsoni*, at its end. No significant change of sulfide concentrations between the site inhabited by solemyids and the reference site strongly suggests that the solemyids obtain the sulfides necessary for their symbiotic bacteria through the burrows which may connect the much deeper, anoxic zone. These preliminary observations have shown a necessity of further investigations of the cold seep subsurface.
Keywords: methane seep ecosystems, infauna, fossil cold-seep assemblages

BPT023-04

会場:201B

時間:5月22日 11:30-11:45

深海底現場での巣穴型どり：初島沖湧水サイトの例

In situ burrow casting on the deep sea: an example from the Off Hatsushima cold seep site

清家 弘治^{1*}, ジェンキンス ロバート², 渡部 裕美³, 野牧 秀隆³, 佐藤 圭²
Koji Seike^{1*}, Robert Jenkins², Hiromi Watanabe³, Hidetaka Nomaki³, Kei Sato²

¹ 港湾空港技術研究所, ² 横浜国立大学環境情報学府, ³ 海洋研究開発機構

¹Port and Airport research Institute, ²Yokohama National University, ³JAMSTEC

Burrows produced by marine invertebrate animals are quite important for our understanding of benthic ecology. Burrows also affect significant impact on geochemical properties of the marine sediments where their producers live, because they provide seawater into sediments. However, burrow morphology on the deep sea had been unknown to date, although numerous burrows occur on the seafloor. Here we document an experimental in situ burrow casting on the Off Hatsushima cold seep site (1173 m deep) for the first time. Casts were made with polyester resin using the ROV *Hyperdolphin* and the casting device *Anagattinger*. Anastomosing network of the small burrows and Y-shaped burrow of *Acharax johnsoni* were observed. This result indicates that complex and abundant burrow system occur under the deep seafloor. In addition, the burrows might affect subsurface geochemical properties of the sediments in the seep site. Our technique can contribute to deep sea ecology, microbiology, and geology.

BPT023-05

会場:201B

時間:5月22日 11:45-12:00

湧水域ベントスの化石産状から動物行動学への展開 -古生物学者と生物学者の共同航海へ向けて

Taphonomy of fossil seepage assemblages for ethological study cruise linking between paleontologists and biologists

延原 尊美^{1*}

Takami Nobuhara^{1*}

¹ 静岡大学教育学部

¹ Faculty of Education, Shizuoka Univ.

Chemosynthetic communities changed its taxonomical composition during the late Cretaceous to early Cenozoic period, but its cause and background are not clear at present. Some paleontologists reviewed this issue, mainly paying attention to global-scale events (tectonics, eustasy, and climatic changes) controlling activities of hydrothermal vents and hydrocarbon seeps. However, such a community revolution needs to be also discussed from ecological and ethological viewpoints. This study presents a taphonomic topic to interpret ethology of seep-bivalves, and make proposals for a future cruise of co-working of paleontologists and biologists.

Significant contrast is recognized in mode of fossil occurrences between vesicomys and bathymodiolins in the Mid-Miocene Bessho Formation, central Japan. The vesicomys not only form shell clusters in seep carbonate mounds, but also occurs in the marginal siltstone. Almost all of the shells are large (over 15 cm long). The ratio of conjoined valve is ca. 60-70 %, but most of the shells are open. Some young shells show nesting position in gerontic open dead-valves. In contrast, the bathymodiolin shells form small-clusters restricted in the carbonate mounds. Almost all of the shells are small and immature-sized (less than 2 cm long). The ratio of conjoined valves is extremely high (ca. 90%), and almost all of the valves are closed. The bathymodiolin shells are randomly oriented in matrix-supported condition with muddy rip-up clasts. The immature mussels were transported and rapidly buried by habitat-collapses maybe due to hydraulic explosion. This taphonomic contrast suggests that mobile vesicomys have advantages over sessile bathymodiolins not only effectively tracing temporal seepages, but also in escaping from small-scaled habitat collapse.

This ethological interpretation should be tested not only by comparison of taphonomic signatures between recent dead assemblages and fossil assemblages, but also by confirming mobility and escape-ability of both bivalves responding to seepage dry-up and rapid burial events. However, the latter is hard because of difficulty in catching animal-responses to such unexpected events by natural observation.

In order to overcome this problem, keys will be found in the following two approaches. First is sedimentological analysis of recent rapid-burial sediments (mud-flow, small-scale mass sliding, and so on). Push-core sampling of known event-sediments will provide information on the timing and scale of rapid-burial, responses of seep-benthos, and fossilization processes of the alive-burial shells.

Second is in-situ disturbance experiment on living chemosynthetic communities. Artificial dislocation of chemosynthetic bivalves from seepage sites can examine recovery ability of the bivalves (burrowing and straightening of life position, moving and searching seepage), and artificial burial of living bivalves can test their escape-ability quantitatively. Quickness of such biological responses is unknown and expected to be too gradual for submersible observation. Therefore periodical observations will be needed after artificial disturbances as is the case with long-term deep-sea observatory station off-Hatsushima Island site.

Findings through these approaches are useful not only for evaluation of mode of fossil occurrences, but also for conservation ecology of seep communities.

キーワード: 化学合成, タフォノミー, メタン湧水, 動物行動学, シロウリガイ類, シンカイヒバリガイ類

Keywords: chemosynthesis, taphonomy, methane seepage, ethology, vesicomys bivalves, bathymodiolin bivalves

BPT023-P01

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 14:00-16:30

卵カプセルから探る化学合成環境への適応—マンジガイ類の例 Egg capsule of vent and seep gastropod of genus *Oenopota* ? life-history traits in chemosynthetic environments

渡部 裕美^{1*}, 藤倉克則¹

Hiroimi Watanabe^{1*}, Katsunori FUJIKURA¹

¹ 海洋研究開発機構

¹ JAMSTEC

Chemosynthetic biological community associated with deep-sea hydrothermal vent and methane seep is one of the important components of the marine ecosystem because of both high productivity and high biomass. However, due to logistic difficulties in the deep-sea, we only have limited information about the life-history traits of the chemosynthetic animals. To figure out the specific life-history traits of those animals, we need to compare the life-history traits of the chemosynthetic animals with their close relatives in the non-chemosynthetic marine environments. In the present study, we focused on the gastropods of the genus *Oenopota*, as *Oenopota* species are distributed wide range of oceanic environment, from intertidal to 4000 m deep-sea floor, including deep-sea hydrothermal vent and methane seep areas. We compared the number of the eggs in an egg capsule. A seep endemic species *Oenopota sagamiana* lays an egg capsule containing the largest number of eggs among the known *Oenopota*, whereas vent endemic species *Oenopota ogasawarana* lays an egg capsule with the second largest number of eggs, and the number of the eggs in an egg capsule of deep-sea non-vent/seep species is the third. The size of the egg capsule among *Oenopota* species, ranged from 2.0 to 5.5 mm. These comparisons suggested that the deep-water species, especially in chemosynthetic species, tends to lay the larger number of smaller eggs into an egg capsule.

キーワード: 化学合成生態系, 生活史特性

Keywords: chemosynthetic ecosystem, life-history traits

BPT023-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

千葉県茂原市国府関に分布する更新統上総層群笠森層から産出した世界で一番若い化学合成化石群集 (0.57Ma)

The youngest chemosynthetic fossil assemblage (0.57Ma) from Pleistocene Kasamori Formation of the Kazusa Group at Kousek

高橋 正樹^{2*}, ジェンキンス ロバート¹, 柴田 知則⁵, 野崎 篤², 宇都宮 正志², 齋藤 猛², 佐藤 圭², 和田 秀樹³, 伊左治 鎮司⁴, 間嶋 隆一¹

Masaki Takahashi^{2*}, Robert Jenkins¹, Tomonori Shibata⁵, Atsushi Nozaki², Masayuki Utsunomiya², Takeshi Saito², Kei Sato², Hideki Wada³, Shinji Isaji⁴, Ryuichi Majima¹

¹ 国立大学法人横浜国立大学教育人間科学部, ² 横浜国立大学 環境情報学府, ³ 静岡大学理学部地球科学科, ⁴ 千葉県立中央博物館, ⁵ 地質コンサルタント

¹Faculty of Education and Human Sciences, ²eis, Yokohama national university, ³Department of Geosciences, Faculty of Geoscience, ⁴Natural History Museum and Institute, Chiba, ⁵Geological Consultant

千葉県茂原市国府関に露出する上総層群笠森層から化学合成化石群集を発見した。笠森層は層厚が230~300mで、主に泥岩と砂質泥岩からなる(徳橋・遠藤, 1983)。群集を構成する化学合成二枚貝は、殻が厚いことと、前背縁と後背縁の特徴からツキガイ類の *Lucinoma aokii* (Hiyama, 1958) に同定される。この二枚貝は絶滅種であるが、現世のツキガイ類は、知られている限りイオウ酸化菌と共生することから (Dame, 1996; Sibuet and Olu, 1998), 本種も化学合成二枚貝と考えられる。

調査地には、下位から Ks12, Ks11.5B, Ks11, Ks10 の凝灰岩層が確認できた。そのうち、Ks11 の年代は 0.57 ± 0.17 Ma とされている(徳橋・遠藤, 1983)。化石群集は、Ks10 と Ks11 の間の層準で確認され、その層準には、凝灰岩質で、著しく生物擾乱を被った泥岩層と砂質泥岩層が発達する。*Lucinoma aokii* の多くの殻は、合併で産し、生息姿勢を保って保存されていた。ツキガイ類化石の間には自生炭酸塩が散在的または密集して産出する。これらの炭酸塩は高 Mg カルサイト、ドロマイト、および少量のカルサイトからなり、 $\delta^{13}C$ に著しく枯渇することから ($\delta^{13}C = -51.2$ から -34.1 ‰), この群集がメタン冷湧水に依存していたことを示す。

この化石群集は、世界で一番若い化学合成化石群集である。従来知られていた最も若い化学合成化石群集は、上総層群中部の柿ノ木台層から産出する群集である(約 0.70 Ma: 間嶋ほか 2005)。

キーワード: 千葉県茂原市, 笠森層, ツキガイモドキ類, 炭酸塩コンクリーション

Keywords: Mobar City, Chiba Prefecture, Kamori Formation, lucinid, carbonates