

## 遠州灘金洲ノ瀬におけるオオツキガイモドキと ハオリムシ類を共優占種とする 冷水湧出帯生物群集の観察

橋本 惇\*<sup>1</sup> 藤倉 克則\*<sup>1</sup> 藤原 義弘\*<sup>1</sup> 谷島 恵美\*<sup>2</sup>  
太田 秀\*<sup>3</sup> 小島 茂明\*<sup>3</sup> 葉 信明\*<sup>3</sup>

潜水調査船「しんかい2000」による遠州灘金洲ノ瀬の水深270~300mに分布する生物群集の観察とマッピングを行った。この生物群集は、オオツキガイモドキ *Lucinoma spectabilis* (Yokoyama, 1920) とハオリムシ類を共優占種とする化学合成生物群集であり、600m×700mの範囲に分布していた。調査海域には二枚貝化石を含むブロック化した炭酸塩岩が露出し、その周辺で透明なガスの発泡現象も観察された。採集したオオツキガイモドキ及びハオリムシ類を、硫化水素源として硫化ナトリウムを添加することにより、研究室において200日以上にわたり飼育している。

キーワード：金洲ノ瀬、オオツキガイモドキ、ハオリムシ、冷水湧出帯生物群集、炭酸塩岩

## Observations of a Deep-Sea Biological Community Co-dominated by Lucinid Bivalve, *Lucinoma spectabilis* (Yokoyama, 1920) and Vestimentiferans at the Kanesu-no-Se bank, Enshu-Nada, Central Japan Japan

Jun HASHIMOTO\*<sup>4</sup> Katsunori FUJIKURA\*<sup>4</sup>  
Yoshihiro FUJIWARA\*<sup>4</sup> Megumi TANISHIMA\*<sup>5</sup>  
Suguru OHTA\*<sup>6</sup> Shigeaki KOJIMA\*<sup>6</sup>  
Shin-Ming YIEH\*<sup>6</sup>

Observations and a mapping of a deep-sea biological community distributed between depths of 270m and 300m by means of the submersible "Shinkai 2000" were carried out at the Kanesu-no-SE Bank, Enshu-Nada. The community dominated by lucinid bivalve, *Lucinoma spectabilis* (Yokoyama, 1920) and vestimentiferans was supported by chemosynthetic production, and was distributed over an area of 600m×700m at the survey site. Exposed massive carbonate rocks with fossil bivalves and intermittent bubbling

- \* 1 海洋科学技術センター
- \* 2 東邦大学理学部
- \* 3 東京大学海洋研究所
- \* 4 Japan Marine Science and Technology Center
- \* 5 Faculty of Science, Toho University
- \* 6 Ocean Research Institute, University of Tokyo

phenomena of clear gas were also observed at the site. Living lucinid bivalves and vestimentiferans were maintained in a laboratory for more than 200 days by providing sodium sulfide as a source of hydrogen sulfide.

**Key words :** Kanesu-no-Se Bank, Lucinid bivalves, Vestimentiferan tube-worms, Cold seep community, Carbonate rocks

## 1. はじめに

1993年10月に遠州灘金洲ノ瀬において、静岡県水産試験場によるキンメダイ *Beryx splendens* Loweの生態観察を目的とした潜水調査船「しんかい2000」による潜航調査が実施された。その際、水深270m地点において撮影されたTV画像には、多くのツギガイ様二枚貝類の死殻散乱場所とハオリムシ様生物が記録されていた。シロウリガイ類やハオリムシ類を優占種とする冷水湧出帯生物群集は、南海トラフの水深3,787~3,835m (Ohta and Laubier, 1987)、駿河湾東部土肥沖の水深1500m (藤倉ほか, 1992; Okutani et al., 1993)、相模湾初島沖の800~1,200m (Okutani and Egawa, 1985; Hashimoto et al., 1989)、相模湾沖ノ山堆の水深750~1,300m (橋本ほか, 1988)、相模湾相模海丘、三浦海丘、三崎海丘の水深1,000~1,200m (田中・橋本, 1991; 橋本, 1992) など金洲ノ瀬周辺の深海域からも報告されている。金洲ノ瀬は東部南海トラフ付加体上部に位置しテクトニックに活動的であり、その堆積物は物理的な圧縮を受け、メタンや硫化水素を含む海水が海底面から局所的に湧出している可能性が考えられた。また、ツギガイ科二枚貝は、鰓内に化学合成細菌を共生させる独立栄養生物として知られている (Fisher and Hand, 1984; Turner, 1985; Fisher, 1990)。それゆえ、金洲ノ瀬には、現生化学合成生物群集が存在する可能性があり、その確認及び分布状態の記載を目的として「しんかい2000」による潜航調査を実施した。ここでは、潜航調査の結果得られた若干の知見について報告する。

## 2. 「しんかい2000」潜航調査

金洲ノ瀬は、御前崎の南沖約30kmにある頂部水深50mの海丘であり、南海トラフ北端から駿河トラフへかけてトラフ軸の方向が北東-南西から北北東-南南西に変化する地点の北北西陸側に位置する (図1)。「しんかい2000」潜航調査は、金洲ノ瀬の頂部から南西に突き出した小さな嶺上の水深270~340mにかけた地点において、1994年11月24日 (第770潜航) と11月26日 (第772潜航) に2回実施した。そして、生物群集のマッピングのため、

潜航調査は目視観察、ビデオ画像記録、スティル写真撮影及びマニピュレーターによるサンプル採集を中心に行い、海底航走中は船外ステレオカメラで海底をできるかぎり連続的に撮影した。マッピングには、第770・772回潜航調査の目視観察・スティル写真・ビデオ画像記録のほか、1993年10月22日の「しんかい2000」第709回潜航 (乗船研究者: 山田万樹氏, 静岡水産試験場浜名湖分場) のビデオ画像記録も参考にした。潜航調査に先立ち、母船「なつしま」装備の精密音響測深儀による微細地形の調査を行った。これら調査時の測位はC-A GPSを用い、測地系はTokyo Datumとした。

金洲ノ瀬の水深270~300mにおける生物群集は、600m×700mの範囲に分布していた。図1に調査地点周辺の海底微地形と潜航調査の航跡及び生物の分布を示す。調査地点の中心は、金洲ノ瀬の頂部から南西に突き出した1つの小さな嶺の上部にあたり、比較的平坦であるが、北東方向以外は急斜面で特に西側の傾斜が大きい。

嶺の中心部周辺では、所々に貝化石を含んだ厚い炭酸塩岩が露出しており、そのほとんどが陥没した舗装道路のように割れブロック化し、その割れ目には粗粒砂が堆積していた (写真1)。その炭酸塩岩の表面にはヤギ類など腔腸動物や海綿動物も多く付着し、周辺にはヒウチガイ科魚類も多く観察された。場所によっては、炭酸塩岩の割れ目周辺が灰白色に変色しており、変色点の周辺には相模湾のものとは別種のハオリムシが数個体ずつ生息していた (写真2)。今回の調査では、2種類のハオリムシが採集されたが、これらは混在しており、1種類は *Lamellibrachia*、他の1種類は *Escarpia* に属するものと思われる (鹿児島大学三浦氏私信)。また、炭酸塩岩の上にも粗粒砂が堆積している場所もあり、そこにはオオツギガイモドキ *Lucinoma spectabilis* (Yokoyama) や相模湾の沖ノ山堆、南奄西海丘及び伊平屋海嶺で採集され新種として記載されたカヅキシシカイヒバリガイ *Bathymodiolus aduloideus* Hashimoto and Okutani の死殻が散在していた (写真3)。巨大な炭酸塩岩に挟まれた幅1~2mの平坦部には写真3に示すようにおびただしい量のオオツギガイモドキ、カヅキシシカイヒバリガイ、シ

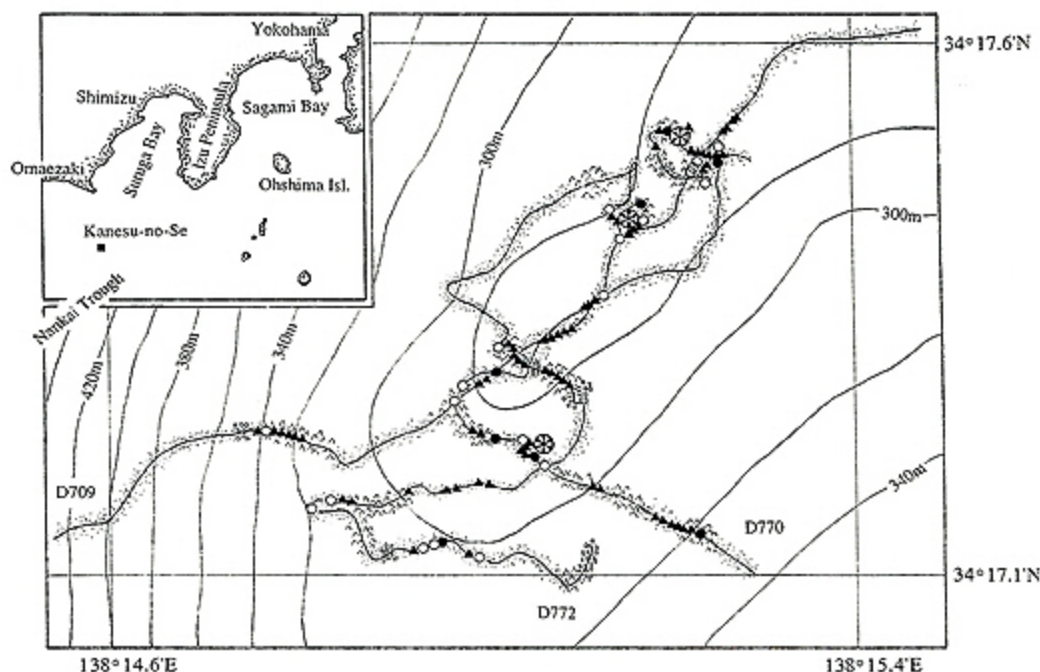


図1 調査海域の微地形と潜航調査航跡及び生物の分布。▲：ハオリムシ類、●：オオツキガイモドキ、○：オオツキガイモドキ死殻散乱場所、⊗：ガス湧出場所、⊙：粗粒砂底、⊛：礫底、⊘：炭酸塩岩  
 Fig. 1 Microtopography and a distribution map of deep-sea biological community with the survey trucks of the "Shinkai 2000" at the survey site. ▲: Living vestimentiferans, ●: Living lucinid bivalves, ○: Heaps of dead bivalves, ⊗: Intermittent bubbling phenomena of clear gas, ⊙: Coarse sand, ⊛: Gravels, ⊘: Carbonate rocks

ロウリガイ型二枚貝の死殻が堆積している場所も多く観察された。調査海域北東部には比高3mを越す炭酸塩岩の割れ目端部に堆積している粗粒砂は黒味を帯び、灰白色の変色域やバクテリアマット様のもも多く観察された。その粗粒砂底上には多量なおオツキガイモドキを主とする二枚貝の死殻が散乱しており、数百個体からなるハオリムシ類のクラスターが観察された(写真4)。しかし、1m近い大型のハオリムシの多くは生きていないようであり、もろくなったハオリムシの棲管のみからなるクラスターも存在していた。この調査海域の二枚貝死殻散乱場所周辺の黒色粗粒砂底や炭酸塩岩の隙間などでは、透明なガスが間欠的に湧き出している場所も確認された(写真5)。また、オオツキガイモドキの死殻に覆われている粗粒砂底の灰白色・黒色変色域やガスの出ている場所の周辺を掘り起こしたところ、海底面下10~15cm程度の黒味を帯びた堆積物中に生息するオオツキガイモドキを発見し、採集に成功した。さらに、変色した粗粒砂底に殻の2/3程度を埋め、垂直もしくは斜めに立った状態で生息するカツキシカイヒバリガイの採集にも成功した。採集したオオツキガイモドキ及びカツキシ

カイヒバリガイを各々写真6、写真7に示す。これら生物の生息場所から少し離れた粗粒砂底ではリップルマークも観察された。

### 3. 化学合成生物の飼育

生きた状態で採集された3個体のオオツキガイモドキ及び7個体のハオリムシ類(*Escarpia* sp.)は、研究室に持ち帰り、60cm水槽に入れ大気圧下で飼育を継続している(写真8)。水槽には1 $\mu$ mのガラスフィルターでろした海水を入れ、現場海水に近い摂氏6度に保持し、エアレーションと1日1回ずつ海水60ℓあたり5gの硫化ナトリウム九水和物を硫化水素源として添加すると共に1週間に1回水槽内海水の約1/3を新しい海水と交換することのみにより、200日以上にわたりオオツキガイモドキ及びハオリムシ類の飼育に成功している。

### 4. おわりに

ハオリムシ類やツキガイ類は、化学合成による炭酸固定に支えられた典型的な化学合成生物であると考えられている(Fisher and Hand, 1984; Jones, 1985; Turner,

1985; Fisher, 1990; Hashimoto et al., 1993)。オオツキガイモドキの鰓は厚く長大で、化学合成生物群集に特異的に生息するシロウリガイ類やシンカイヒバリガイ類などと同様、鰓に化学合成細菌が共生していることが示唆される。また、金洲ノ瀬の西南西側の水深1,000~1,200 m付近の東部南海トラフ付加体凹地においても、冷水湧出現象とシロウリガイ類、ハオリムシ類、カツキシカイヒバリガイからなる冷水湧出帯生物群集が報告されている(芦ほか, 1995; 太田ほか, 1995)。さらに、今回のオオツキガイモドキ及びハオリムシ類を硫化水素のみを添加することにより200日以上飼育できたことは、オオツキガイモドキ及びハオリムシ類共に、いまだ海底直上海水や間隙水中の化学物質、湧出するガスの分析は行われていないが、海底面下もしくは海底面直上海水に含まれる硫化水素をエネルギー源とする化学合成細菌により支持される生物であるということを裏付けるものである。

本調査海域においてハオリムシ類はブロック化した炭酸塩岩の周辺に生息し、それを取り巻く粗粒砂底にオオツキガイモドキが生息しており、オオツキガイモドキの死殻散乱場所は随所で観察された(図1)。このことは、調査海域の冷水湧出現象は局所的であり、その場所は比較的短時間で推移していることを示している。炭酸塩岩上の二枚貝や粗粒砂の堆積やリップルマークの存在は、調査海域海底に比較的強い流れの存在を示唆するものである。また、化学合成生物生息域内外に日本周辺の水深200~300m海域において一般的な多くのゲスト生物が生息しており、冷水湧出現象もあまり強いものではないと推定される。

今回の潜航調査では、金洲ノ瀬におけるオオツキガイモドキとハオリムシ類を共優反種とする生物群集の大まかなマッピングができたにすぎない。金洲ノ瀬の生物群集と南海トラフ、駿河湾、相模湾の生物群集を比較研究することは生物学的に極めて重要である。また、水深が270~300mと浅く、そこに生息する化学合成生物の大気圧下での飼育ができることは、各生物の発生や生活史など基礎的な研究を行ううえで貴重である。今後、生物学的視点のみならず地質学的・化学的視点に立った調査を継続する必要がある。

## 謝 辞

本稿を終るに当たり、「しんかい2000」潜航調査に多大なる協力を惜しまれなかった段野湖典司令ほか「しんかい2000」運航チームの方々及び石田貞夫船長ほか「なつしま」乗組員の方々に深謝します。また、生物群集の

マッピングを行う際、1993年10月22日に実施された「しんかい2000」第709回潜航調査のTV画像の使用をご快諾くださった静岡県水産試験場浜名湖分場の山田万樹氏に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 芦寿一郎, 瀬川爾朗, F. Toue, P. Huchon, 小林和男 (1995): 94年度KAIKO-TOKAI計画における潜航調査報告. KAIKO-TOKAIニューズレター, 7, 4-5.
- Fisher, C. R. (1990): Chemoautotrophic and methanotrophic symbioses in marine invertebrates. *Aqua. Sci.*, 2 (3&4), 399-436.
- Fisher, M. R. and S. C. Hand (1984): Chemoautotrophic symbionts in the bivalve *Lucina floridana* from seagrass beds. *Biol. Bull.*, 167, 445-459.
- 藤倉克則, 橋本 惇, 服部陸男 (1992): 駿河湾で初めて発見されたシロウリガイ群生地. 第9回しんかいシンポジウム予稿集, 83-84.
- 橋本 惇 (1992): 日本周辺の熱水噴出孔・冷水湧出帯生物群集. 月刊海洋, 270, 724-730.
- 橋本 惇, 松沢誠二, 堀田 宏 (1988): 相模湾沖ノ山堆における深海生物群集の探索. 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 4, 177-188.
- Hashimoto, J., T. Miura, K. Fujikura and J. Ossaka (1993): Discovery of vestimentiferan tube-worm in the euphotic zone. *Zool. Sci.* 10 (6) 1063-1067.
- Hashimoto, J., S. Ohta, T. Tanaka, H. Hotta, S. Mitsuzawa and H. Sakai (1989): Deep-sea communities dominated by the giant clam, *Calyptogena soyoeae*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 71, 179-192.
- Jones, M. L. (1985): On the vestimentifera, new phylum: Six new species, and other taxa, from hydrothermal vents and elsewhere. *Bull. Biol. Soc. Washington*, 6, 117-158.
- 太田 秀, 小島茂明, 葉 信明 (1995): 遠州灘の漸深海帯に化学合成生態系を求めて—「しんかい2000」第771潜航報告—JAMSTEC深海研究, 11.
- Ohta, S. and L. Laubier (1987): Deep biological communities in the subduction zone of Japan observed by bottom photographs taken during Nautilite dives in the KAIKO project. *Earth Planet. Sci.*

Lett., 83, 329-342.

Okutani, T. and K. Egawa (1985): The first underwater observation on living habitat and thanatocoenosis of *Calyptogena soyoe* in bathyal depth of Sagami Bay. *Venus (Jap. Jour. Malc.)*, 44 (4), 285-298.

Okutani, T., K. Fujikura and J. Hashimoto (1993): Another new species of *Calyptogena* (Bivalvia: Vesicomysidae) from bathyal depth in Suruga Bay, Japan. *Venus (Jap. Jour. Malc.)*, 52 (4),

121-126.

田中武男, 橋本 惇(1991): 相模湾の現生シロウリガイの分布. *月刊地球*, 139, 42-46.

Turner, R. D. (1985): Notes on mollusks of deep-sea vents and reducing sediments. *Am. Malacol. Bull., Spec. Ed.*, 1, 23-34.

(原稿受理: 1995年7月3日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

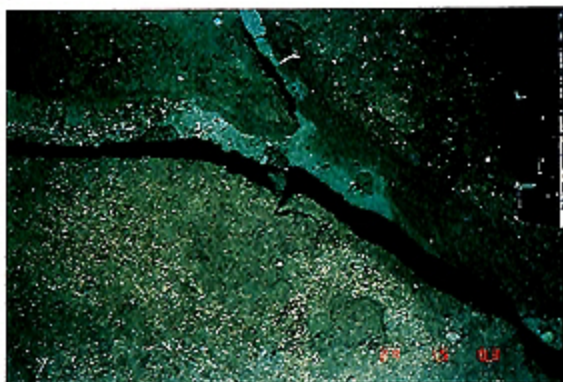


写真1 ブロック化した二枚貝類の化石を含む炭酸塩岩。  
34°17.52'N, 138°15.20'E, 270m  
Photo 1 Massive carbonate rocks with fossil bivalves.  
34°17.52'N, 138°15.20'E, 270m.

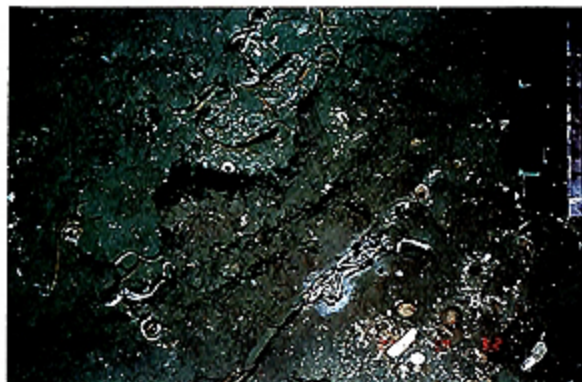


写真2 ハオリムシ類の生息場所。灰白色の変色場所とオオツキガイモドキ、カヅキンカイヒバリガイの死殻が認められる。34°17.52'N, 138°15.19'E, 270m  
Photo 2 Living habit vestimentiferan tube-worms. Deposits of altered sediment with a grayish white color and empty shells of lucinid bivalves and deep-sea mussels were observed. 34°17.52' N, 138°15.19'E, 270m.

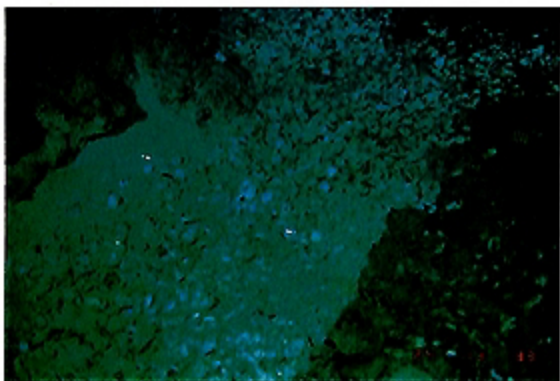


写真3 二枚貝類の死殻散乱場所。34°17.27'N, 138°14.96'E, 290m  
Photo 3 A thanatocoenoses of empty bivalves. 34°17.27'N, 138°14.96'E, 290m.



写真4 大きなハオリムシ類のクラスターと二枚貝類の死殻散乱場所。ハオリムシ類の棲管には繊維状細菌(?)が付着している。34°17.44'N, 138°15.16'E, 278m  
Photo 4 A large cluster of living vestimentiferans and a heap of dead bivalves. Filamentous bacteria (?) were attached on the tubes of vestimentiferans. 34°17.44'N, 138°15.16'E, 278m.



写真5 黒味を帯びた底質。写真右中央の小さなマウンドからガスが湧出していた。34°17.44'N, 138°15.15'E, 278m

Photo 5 Blackish coarse sandy bottom. Intermittent bubbling phenomenon of clear gas was observed at the small mound (middle-right of this photo). 34°17.44'N, 138°15.15'E, 278m

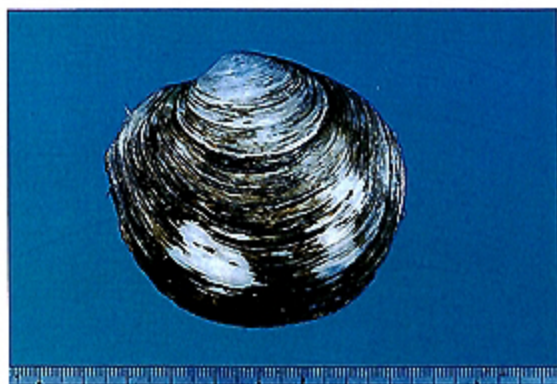


写真6 採集されたオオツキガイモドキ *Lucinoma spectabilis* (Yokoyama, 1920)

Photo 6 A collected specimen of lucinid bivalve, *Lucinoma spectabilis* (Yokoyama, 1920)



写真7 採集されたカツキシソカイヒバリガイ *Bathymodiolus adulooides* Hashimoto and Okutani, 1994

Photo 7 A collected specimen of deep-sea mussel, *Bathymodiolus adulooides* Hashimoto and Okutani, 1994



写真8 60ℓ水槽で飼育中のオオツキガイモドキとハオリムシ類。

Photo 8 Lucinid bivalves and vestimentiferans have been maintained in the 60 ℓ water tank.