

北海道三笠市の白亜系から発見された冷湧水依存の 化学合成軟体動物コミュニティ

蟹江康光*・吉川幸叙**・坂井民江***・高橋武美****

The Cretaceous chemosynthetic cold water-dependent molluscan community
discovered from Mikasa City, central Hokkaido

KANIE Y.*, YOSHIKAWA Y.**, SAKAI T.*** and TAKAHASHI T.****

Articulated bivalve fossils consisting of an unknown (probably new) genus and species of the Thracidae, genera *Calyptogena*, *Yoldia* (*Megayoldia*), *Solemya* (*Achalax*) and *Chonchocele* ? were embedded in the Cretaceous siltstone accompanied by calcareous concretions. It is known that modern *Calyptogena* depends on chemoautotrophic bacteria that are rich in clam's gill and fuel hydrogen sulfide for microbial chemosynthesis. Hydrogen sulfide is produced by sulfide reduction using methane in cold water seepage from deepsea substrata. The clam is also a peculiar animal which absorbs dissolved oxygen in bottom surface water through the siphon. It was explained that the carbonate rocks, concretions, etc., were precipitated by the biochemical reaction mentioned above.

The molluscan fauna discovered from the lower part of the Middle Yezo Group, can be correlated with the basal part of the Upper Albian (104 Ma), in Mikasa City, Hokkaido was dependent on microbial chemosynthesis judging from the presumed ecology of *Calyptogena* and other pelecypod genera and the existence of calcareous concretions. The discovery of the Cretaceous fauna considered as the community depending on cold water seepage added new data to the Cenozoic communities already known. This community may be the oldest mollusca which thrive on chemosynthetic microbial production as far as we know.

はじめに

シロウリガイ *Calyptogena soyoe* OKUTANI, 1957 は、海底の冷湧水に含まれるメタンを還元剤として硫酸還元、 $\text{CH}_4 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ の反応でつくられた H_2S を貝の鰓に共生する硫黄細菌が吸収し、また底層水中の O_2 を貝の水管から吸収して生命を維持できる特異な動物である。この反応により海水の炭酸アルカ

リ度が増加するために深海性のコンクリーションなど炭酸塩岩の沈殿が促進される (MASUZAWA *et al.*, 1992; KANIE *et al.*, 1992)。

今回、炭酸塩岩を伴った白亜紀のシルト岩から冷湧水中のメタンと化学合成(独立栄養)細菌に依存・生活したと考えられる軟体動物のコミュニティ(群集)が発見され、既知のシロウリガイ属のコミュニティに新しい知識が追加された。このコミュニティは、白亜紀までさかのぼ

* 横須賀市自然博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka 238.

** 北海道浦河町潮見町17-15 17-15 Shiomi-cho, Urakawa Town, Hokkaido 057.

*** 横須賀市自然博物館気付 c/o Yokosuka City Museum.

**** 北海道三笠市弥生花園町28-109 28-109 Yayoihanazono-cho, Mikasa City, Hokkaido 068-21.

原稿受付 1993年10月13日 横須賀市博物館業績 第448号

キーワード: 軟体動物, 白亜紀, メタン, 北海道 Key words: Mollusca, Cretaceous, methane, Hokkaido

確認される(蟹江ほか, 1993)ことが判明したので報告する。

化石を含む地層の年代

新たに発見された軟体動物コミュニティは、三笠市幾春別川支流の奔別川中流の Loc. Ik2031 (MATSUMOTO, 1965) の中部蝦夷層群下部のシルト岩と石灰質コンクリーションから100個体に達する二枚貝を主体とした軟体動物化石が産出した (Fig. 1)。

これら二枚貝と共産したアンモナイトは *Dipoloceras* (*Dipoloceras*) sp. [Mojisisovicziinae-Brancoceratidae] であった。一方、二上政夫博士(私信)は同露頭から *Dipoloceras* (*Dipoloceras*) *cristatum* を採集し、Ik2031 の露頭を Upper Albian の基底部とみなしている。MATSUMOTO (1988) は、この南 100m の露頭 Ik2030 に含まれるノジュールから Upper Albian を示唆するアンモナイトの *Puzosia subcorbarica* を報告し Upper Albian に対比した。著者らはシルト岩から *Anagaudryceras sacya*, *Tetragonites* sp., *Desmoceras* sp., *Puzosiid* sp. のアンモナイトを採集

Table 1 List of the molluscan fossils occurred at loc. Ik2031.

Frequency. A: abundant, C: common, R: rare.

PELECYPOD	
<i>Thracidae</i> gen. et sp. indet.	A
<i>Calyptogena</i> sp.	C
<i>Solemya</i> (<i>Achalax</i>) sp.	C
<i>Yoldia</i> (<i>Megayoldia</i>) sp.	R
<i>Conchocele</i> ? sp.	R
AMMONOID	
<i>Anagaudryceras sacya</i> (FORBES)	R
<i>Tetragonites</i> sp.	R
<i>Dipoloceras</i> (<i>Dipoloceras</i>) <i>cristatum</i> d'ORBIGNY	R
<i>Dipoloceras</i> (<i>Dipoloceras</i>) sp.	R
<i>Desmoceras</i> sp.	R

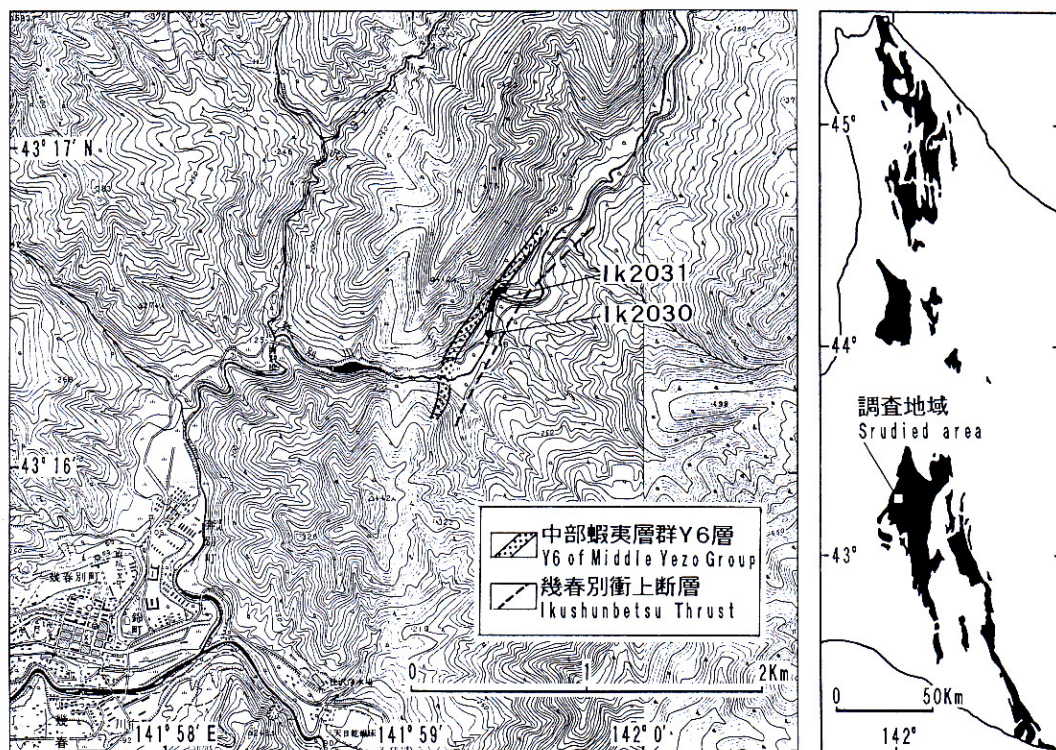


Fig. 1 Fossil locality (Ik2031) in River Ponbetsu, Mikasa City, central Hokkaido.

Distribution of the Y6 Formation is based on 1/2,500 geological map "Ponbetsu Dam" by the Hokkaido Development Agency (1993). Topographical map based on 1/25,000 sheets "Ikushunbetsu" and "Ashibetsuko" by the Geographical Survey Institute of Japan.

した (Table 1) が、これらの化石では地層年代の細分はできない。これらアンモナイトの産出から、軟体動物化石のコミュニティを産した Ik2031 の露頭は、Upper Albian の基底部 (104 Ma) にあたる。

化石の産状

コミュニティを構成する軟体動物の内、スエモノガイ科 (Thracidae) に同定される二枚貝化石が多産した。スエモノガイ科化石は、シルト岩中にほとんど全て合併の二枚貝コロニー44個体が露頭下部の塊状シルト岩から産出した。そして、ほとんどの二枚貝化石は地層面に斜交あるいは直立していた (Fig. 3)。しかし、露頭の上部は砂岩の薄層を挟むタービダイトで、大型化石の産出は少なかった。この化石は、砂岩層と平行に配列していた。アンモナイトはタービダイト層から産出し、他生と考えられる。また、不定形管状の不純な石灰質コンクリーションが母岩のシルト岩中に普通に含まれていた。

二枚貝化石

1. スエモノガイ科 Thracidae

この二枚貝化石 (Fig. 4) は巨大で、その最大殻長径 (L) は 19cm あり、別個体の最大殻高 (H) は 13cm に達する。合併殻個体数は44個以上あった。殻の外形態は丸い楕円形 ($H/L=89\sim68\%$) であるが、幼殻では細長い。殻頂はそのほぼ中央よりいくらか前方 (殻の前方から $48\sim41\%$) に位置し、幼殻でもあまり変わらない (殻の前方から $41\sim42\%$)。殻は左右でほぼ等殻で、厚く、その膨らみは弱い ($W/L=20\sim13\%$)。歯列は殻頂の欠刻が認められなく、側歯もないようである。殻表面は同心円状の弱い成長脈で刻まれているが、幼殻時には弱い放射脈も加わっている。殻表面の顆粒は全く認められない。

白亜紀の化石は中新世 (15 Ma) の葉山層群産 *Thracidora gigantea* SHIKAMA, 1968 (完模式標本、合併、右殻 $L=14.2\text{cm}$) にもっともよく似ているが、*T. gigantea* より、いくらか縦長である。そして左殻の殻頂裏側にソケットが観察できる。副模式標本の右殻は $H=14\text{cm}$ であるが、殻頂部を復元すると $L=20\text{cm}$ となる。

現生スエモノガイ科殻の特徴を Table 2 に示す。

ワタゾコスエモノガイ *Thracidora japonica* HABE, 1961 (1952は無効、波部氏私信; 波部, 1977) の完模式標本 (NSM-Mo49851) は右殻 $L=2.7\text{cm}$ および副模式標本 (NSM-Mo61708) は左殻 $L=2.7\text{cm}$ である。本種は、殻頂が前に寄る ($31\sim37\%$)・殻表面に顆粒がある・殻後端は切断状になっていることで、葉山層群産 *Thracidora gigantea* と白亜紀化石から区別できる。SHIKAMA

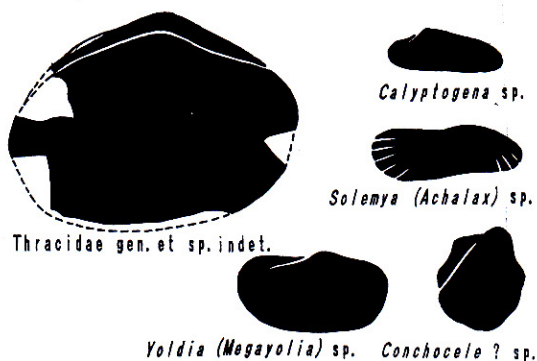


Fig. 2 Shell silhouette of molluscan community depending on cold water seepage.

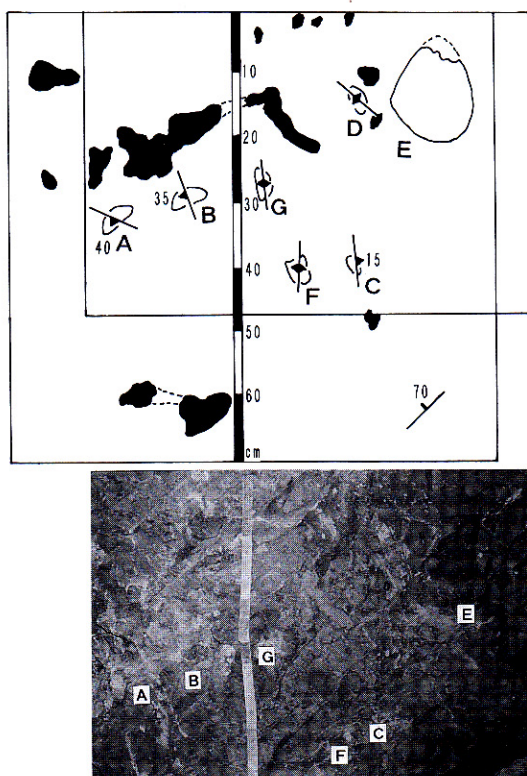


Fig. 3 Paleontological occurrence of a molluscan community at loc. Ik2031.

A, B, C, E: Thracid, D: *Calyptogena*, F, G: uncertain. Solid: calcareous concretion. Strike ($N40^\circ E$) and dip ($70^\circ W$) of the stratum

(1968) の *Thracidora* が波部 (1961) の *Thracidora* でないことは明瞭である。

スエモノガイ *Thracia kakumana* YOKOYAMA, 1927 は、

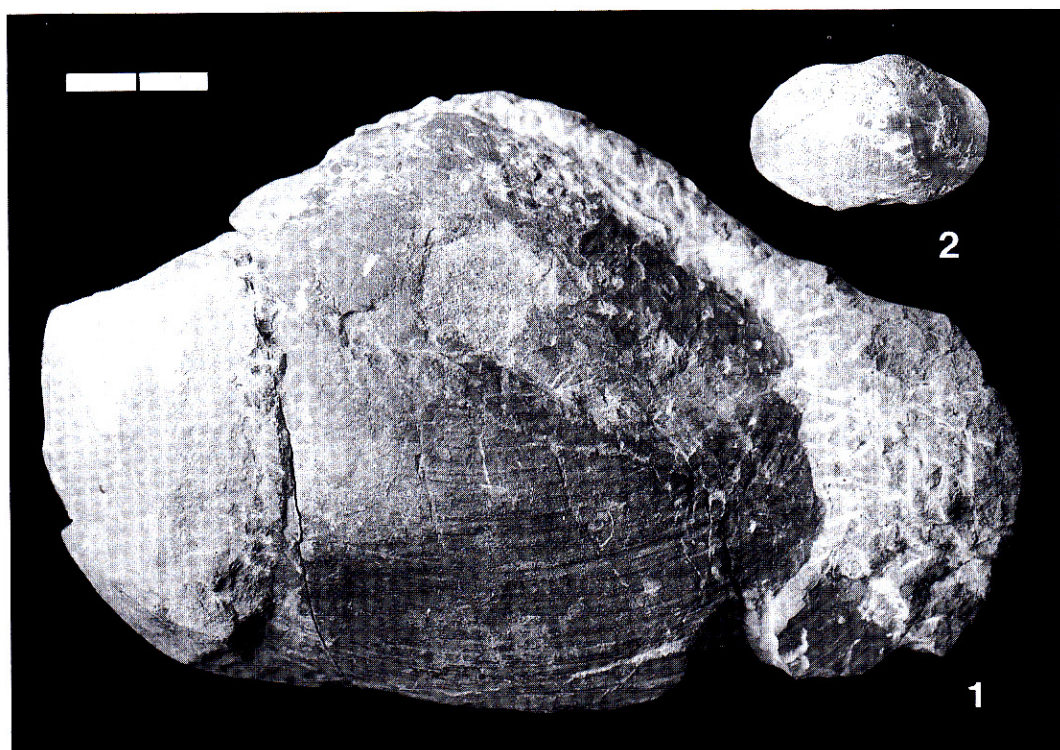


Fig. 4 Shell morphology of Thracid pelecypod.

1: Loc. 2031-07A, 2: Ik2031-03. Scale bar: 1 cm.

サハリンの中新統で記載された二枚貝化石で、現生標本も殻長 $L=9\text{cm}$ 以下である。本種は中型左右不等殻で、殻頂が中央に位置し、後端部が切断状であることから、白亜紀化石と中新世の *Thracidora gigantea* と区別できる。*Thracia* 属は、本邦で少なくとも前期ジュラ紀に出現している (HAYAMI, 1958ほか)。

また、ほかの現生 Thracidae の各属は、その殻長が 1cm 以下である・殻表面に顆粒があることで、白亜紀化石と SHIKAMA (1968) の *Thracidora gigantea* とは異なる。したがって、問題の化石と SHIKAMA (1968) の *T. gigantea* は Thracidae の新属であると考えられる。

2. シロウリガイ属 *Calyptogena*

すべて合併で17個体以上が発見され、スエモノガイ科化石に次いで産出頻度が高い。殻長は 5cm 以下で、幼殻か成殻かは不明である。殻頂は前方 $1/3$ 位にあり、腹縁は内側に弱く湾曲し、左右両殻の膨らみは著しい。これらの殻形態の特徴から、この化石は *Calyptogena* (*Calyptogena*) か *Calyptogena* (*Adulomya*) に属すると考えられる。ここでは、*Calyptogena* sp. としておく。*Calyptogena* 属は従来、始新世以降に知られており、メタンを

含む冷湧水依存の代表的軟体動物であることは、よく知られている (KANIE *et al.*, 1992)。

3. ソデガイ属 (フネソデガイ亜属) *Yoldia* (*Megayoldia*)

Yoldia (*Megayoldia*) sp. は両殻1個体だけが見つかり、殻長は 14cm ある。化石種は、現生のフネソデガイ *Yoldia* (*Megayoldia*) *thraciformis* STORER, 1938より巨大であることを除けば形態的に似ている。*Megayoldia* は、従来、漸新世以降に知られている (COX *et al.*, 1969)。

4. キヌタレガイ属 (スエヒロキヌタレガイ亜属)

Solemya (*Acharax*)

Solemya (*Acharax*) sp. は、やはり合併で12個体以上見いだされた。殻長は 6cm 以下である。本亜属は、デボン紀以降に知られている (COX *et al.*, 1969)。

その他 *Choncocele* と思われる合併の二枚貝が産出した。これら新属新種を含む二枚貝化石の正式な記載は、別に報告したい。

化石の古生態

上部アルビアン最下部 (104Ma) に対比される北海道三笠市の中部蝦夷層群の下部層から発見された軟体動物

Table 2 Generic and specific shell morphologies of the Thracidae.

属 と 種	殻の大小・厚さ・形・H/L	殻頂の位置	歯	靱帯	殻表面	右殻と左殻の膨らみ	後端
<i>Thracia kakumana</i> スエモノガイ	中型 (72–89mm). 普通. 楕円. 0.7–0.8	少し後位. 51–54%. 欠刻ある	無	大きく外在. 内側に肥大	成長脈と輪肋. 微顆粒又は平滑. 殻皮を被る	右>左	広く切断状. 放射肋ある
<i>Thracidora japonica</i> ワタゾコスエモノガイ	小型 (26–27mm). 薄い. 横長の楕円	やや前位. 27–31%. 欠刻なし	無	(長い)	顆粒が一面にある. 成長脈と放射脈	右>左	切断状. 弱い放射肋
“ <i>Thracidora</i> ” sp. “白亜紀スエモノガイ”	大型 (185mm). 厚い. 円に近い楕円. 0.7–0.9	ほぼ中央. 39– (53)%. 欠刻なし	無	? (内側に広い)	平滑で弱い成長脈	右≒左	切断状でない
“ <i>T.</i> ” <i>gigantea</i> ハヤマスエモノガイ	大型 (142mm). 厚い. 横長の楕円. 0.8	ほぼ中央. 欠刻なし	無	? (広い)	平滑で弱い成長脈	右≧左	切断状でない
<i>Cyathodonta granulosa</i> スナゴスエモノガイ	中型(47mm). 横長の長方形	ほぼ中央. 欠刻ある	無	外在	明瞭な顆粒と同心円肋	右>左	広く切断状
<i>Trigonothracia nomurai</i> ノムラスエモノガイ	小型. 薄い. 楕円又は三角形	後位. 欠刻 ある?	無	?	成長脈	?	狭い切断状
<i>Eximiothracia concinna</i> シナヤカスエモノガイ	小型 (約10mm). 長方形	後位. 薄い	無	外在	微顆粒. 弱い成長脈	右>左	切断状
<i>Paruwithracia suteri</i> ミツカドスエモノガイ	小型. 薄い. 四辺形	後位. 出っ張る	無	?	微顆粒. 成長脈	?	切断状. 放射肋

は、メタンを含む冷水水に依存・生活していた *Calypptogena* と共存した。共産する二枚貝各属の推定される生態および深海性石灰質コンクリーションの存在から、化学合成(独立栄養)細菌に依存した化石と考えることができる。このコミュニティは、著者らの知る限り、最古の冷水水依存の軟体動物であろう。

謝辞 松本達郎博士は冷水水依存の白亜紀コミュニティの情報を、二上政夫博士(川村学園女子短期大学)はアンモナイトの同定、波部忠重博士はスエモノガイ科の現生標本と分類に関する貴重な意見を、福田茂夫氏(稚内水産試験場)と宮内敏也氏(稚内市)は宗谷海域の貝類相資料の提供、服部陸男博士(海洋科学技術センター)は討

論して下さった。北海道開発局幾春別川ダム建設事務所は流域の地質図(Fig. 1 にその一部を引用)の使用を許可された。

引用文献

- COX L.R. *et al.* (19 persons), 1969. Bivalvia. Systematic descriptions. *Treat. Invert. Paleont.*: N225–N907. Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas Press.
- 波部忠重 1952. 日本産貝類概説. 2: 97–186. 貝類文献刊行会.
- 波部忠重 1961. 続原色日本貝類図鑑: 144, 図版64.
- 波部忠重 1977. 日本産軟体動物分類学. 二枚貝綱/堀足綱. 372ページ. 図鑑の北隆館.

- HAYAMI I. 1958. Supplementary descriptions of the Liassic Pelecypods from the Kuruma and Shizukawa Groups in Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., (30): 193–200, pl. 28.
- 蟹江康光・浅見茂雄・岡田尚武・渡辺政美 1992. 三浦半島の中新世葉山層群の断層破碎帯から発見されたシロウリガイ属コミュニティ. 横須賀市博研報(自然), (40): 31–35.
- KANIE Y., HATTORI M. and SASAHARA Y. 1992. Two types of white clam communities in Sagami Bay, central Japan: geologic settings and the Tertiary records in the Miura and Boso Peninsulas. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.*, (40): 37–43.
- 蟹江康光・坂井民江・吉川幸叙・高橋武美 1993. 北海道三笠市の中部蝦夷層群から発見されたスエモノガイ科二枚貝のコロニー. 古生物学会1993年年会講演予稿集: 105.
- MASUZAWA T., HANDA N., KITAGAWA H. and KUSA-KABE M. 1992. Sulfate reduction using methane in sediments beneath a bathyal “cold seep” giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, (110): 39–50.
- MATSUMOTO T. 1965. A monograph of the Collignoniceratidae from Hokkaido. Part I. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D, **16**(1): 1–80, pls. 1–18.
- MATSUMOTO T. 1988. A monograph of the Puzosidae (Ammonoidea) from the Cretaceous of Hokkaido. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Paps.*, (30): 1–179.
- SHIKAMA T. 1968. On a giant *Thracidora* from the Hayama Group, Miura Peninsula. *Sci. Repts. Yokohama Natn. Univ.*, Sec. 2, (14): 13–16, pl. 2.
- YOKOYAMA M. 1927. Fossil mollusca from Kaga. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, Sec. 2, **2**(4): 165–182, pls. 47–49.