

後期白亜紀二枚貝 *Anthonya* の自生産状と生息姿勢

中山健太朗¹・山岡勇太¹・近藤康生^{1,2}

(¹高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻・²高知大学自然科学系理学部門)

In-situ Preservation and Life Orientations of the Late Cretaceous Bivalve *Anthonya*

Kentaro Nakayama¹, Yuta Yamaoka¹ and Yasuo Kondo^{1,2}

¹ *Studies in Sciences, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University;*

² *Sciences Unit, Natural Sciences Cluster, Kochi University*

Abstract : Life orientation and habitat of the Cretaceous crassatellid bivalve *Anthonya japonica* and *A. apicalis* were inferred from the observations of the outcrops and floats in the Mikasa Formation at its type locality. *Anthonya* is characterized by its unusually elongated, sheath-like shell form and relatively short stratigraphic range from Albian to Cenomanian. Conventional upright life orientation, common with many other heterodont bivalves, was confirmed for *A. japonica* and *A. apicalis*. The preserved life positions are with the commissure plane being upright and the long axis being more or less inclined from the vertical. The angle of the long axis of *A. apicalis* is variable, but tends to be upright, in contrast to the more inclined position, about 30° for *A. japonica*. In both species, the posterior truncated margin was mostly parallel to the bedding plane. Specimens of *A. japonica* and *A. apicalis* are found in deposits of lower shoreface to outer shelf, with inner shelf being the main habitat. Through this study, it was found that even observations of floats of bioturbated muddy sandstone in which no bedding planes are visible, can provide information on life orientation of bivalves.

キーワード: 古生態, *Anthonya*, 生息姿勢, 三笠層, 白亜紀

Keywords: Paleoecology, *Anthonya*, life position, Mikasa Formation, Cretaceous

はじめに

二枚貝類の中で、アサリやハマグリのように砂泥底で埋没生活を送る多くの異歯類は、殻後縁部を上に向け、左右の殻を直立させた姿勢で生活している。しばしばこの姿勢がそのまま地層中に残り、そのような産出状態は原地性 (= 自生) の化石であることの確実な証拠として古生態学では重要視される。例えば、Kondo¹⁾ は第四系から産出する異歯類および異靱帯類の生息姿勢を記載し、深海で堆積物に深く埋没して生活する種など、現生種であっても観察が困難な種について、新たな情報が得られることを示した。また、Fürsich²⁾ は、翼形類や異靱帯類を含めジュラ紀二枚貝化石の生息姿勢を記載するとともに、しばしば機能形態学的考察から復元される古生物の生息姿勢を直接の証拠から検証することの重要性を示した。これらの研究のように化石二枚貝の自生産状を観察することにより、形態情報とは独立の古生態学情報が得られる。

本研究で扱う *Anthonya* 属は、鞘のように著しく伸びた特異な殻をもち、Crassatellidae モシオガイ科に分類される白亜紀の異歯類であり、類似の形態を示す異歯類は現生二枚貝類には知られていない。このような特異な殻形態の二枚貝がどのような生活をしていただかを理解する上で、生息姿勢は基礎的な情報となる。本研究の対象である *Anthonya apicalis* は Nagao³⁾ により夕張地域から産出した標本、*A. japonica* は Matsumoto⁴⁾ により九州天草御所浦島から産出した標本、に基づきそれぞれ記載された種である。*Anthonya apicalis* は背縁が直線的であり、*A. japonica* は緩く湾曲しているのが特徴である。今回、*Anthonya* 属の自生産状を新たに発見した北海道の蝦夷層群三笠層の模式露頭および転石の観察を記載し、それらの生息姿勢や生息地について検討した。

調査地域の層序概要

Anthonya 属が産出した層準は蝦夷層群三笠層模式地 Tb 部層下部にあたる (安藤⁵⁾)。Tb 部層は主にハンモック状斜交層理が発達する細粒砂岩層と生物攪拌の影響を受けた極細粒砂岩層の互層からなり、化石としては極細粒砂岩からトリゴニア類、*Cucullaea ezoensis*, *Entolium obovatum* などの多くの浅海生二枚貝が多く産出し、アンモナイト類やイノセラムス類なども産出する。細粒砂岩層中には時折、化石密集層が観察され、密集層からはおもに *Cucullaea ezoensis* が産出する。密集層の *Cucullaea ezoensis* の大半は合併であるが、横倒しの状態で産出する。これはストームによって洗い出しの影響を受けたためであると考えられる。本部層下部は松本ほか⁶⁾ により下部セノマニアンの *Mantelliceras japonicum*–*Inoceramus tenuis* 帯が設定されている。

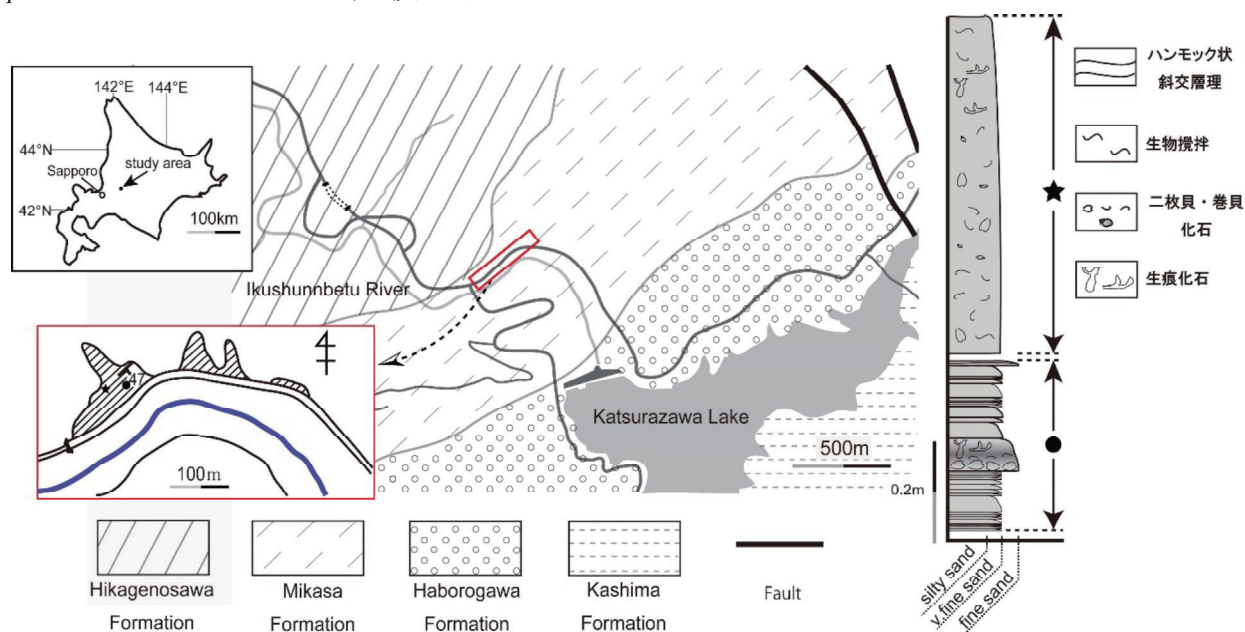


図 1. 桂沢湖周辺の地質図と調査地域のルートマップ (赤枠)。地質図は Takashima *et al.*⁷⁾ に基づく。

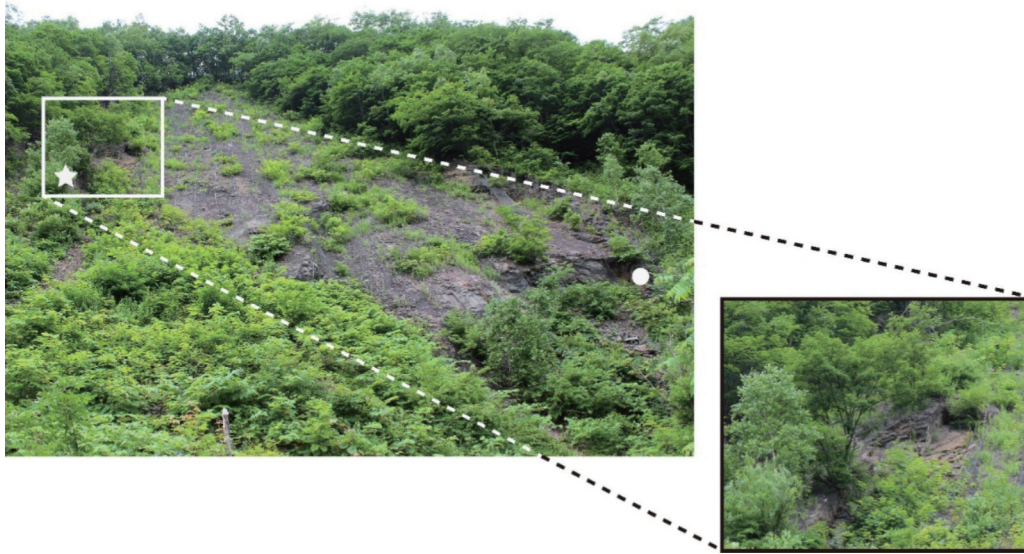


図 2. 三笠層模式地 Tb 部層下部の露頭写真。露頭写真中の星印、丸印は図 1 の柱状図中の星印、丸印に対応する。星印の地点で *A. apicalis* の自生産状が観察された。

露頭での観察

自生産状が観察された露頭 (図 1, 2) では地層の走向・傾斜は斜面の向きとほぼ同じであり、 $N50^{\circ} E, 47^{\circ} S$ である。生物攪拌によって初生堆積構造が残されていない灰暗色の極細粒砂岩とハンモック状斜交層理がみられる細粒砂岩層からなる。これらの特徴は安藤⁵⁾の区分による堆積相 4 にあたることから、堆積環境は内側陸棚であると考えられる。地層中からは離弁の *Pterotrignia* 類, *Inoceramus* 類や巻貝類が産出する。また多くの生痕化石も観察することができる。自生産状が確認できたのは *Anthonya apicalis* で、図 3 のように合弁個体の殻断面がみられ、地層面に対して直立していることが確認できた。また、露頭からこの標本を含む岩塊を取り出してクリーニングした結果、殻頂を下に向けて斜め下に埋もれた姿勢で、地層面に対する殻長軸の傾きは 25 度であった。

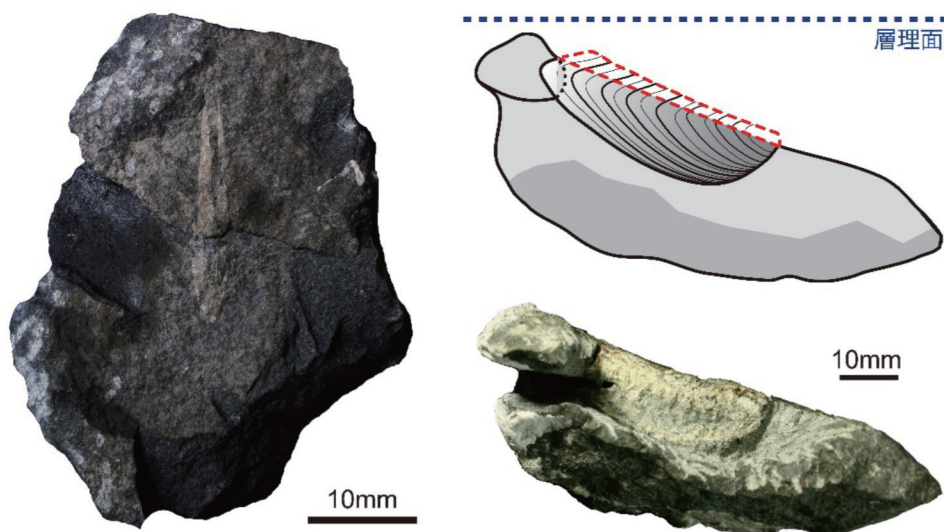


図 3. 左：地層中に観察される自生の *A. apicalis*. 層理面を上から眺めた状態。向きを確認して露頭から取り出した標本 (KSG-kn015)。右：地層中で観察された自生産状。地層面に対し、側面から眺めた状態。層理面に対し殻頂を下に向け、斜め下方に埋もれた姿勢をとっている。※イラスト中の赤点線は欠損部分を示す。

転石の観察

露頭での自生産状を確認できたのは上記の1個体のみであったが、この露頭から得られた転石からも、*Anthonya* の自生産状と判断できる標本が複数得られた。

以下に、まず、転石から自生産状を認定する根拠について述べる。一般的に二枚貝化石の左右の両殻が揃っていることは、生息地でそのまま化石となったこと、すなわち自生産状の一つの指標として知られている。そこでまず、採集してきた標本から合弁個体を選別した。その後、各々の転石標本で層理面の確認を試みたが、ほとんどの転石標本は著しい生物攪拌により層理面が観察できず、直接的な層理面の認定は困難であった。そこで、次善の策として、平板状の二枚貝殻や螺塔の高い巻貝は地層面と平行に配列しているとの仮定に基づいて層理面を推定し、この推定層理面に対して、合弁個体が垂直、あるいは平行からは明確に異なる大きな角度、で見つかった場合、その個体は、生息時の姿勢を保持していると解釈できる。

この考えに基づいて、以下、転石の観察について記載する。図4の転石(KSG-kn014)では、生物攪拌を受けた泥質砂岩中に図4のCのように合弁・離弁の *A. apicalis* が同一平面上に密集している様子が観察できる。これらの個体はストームによる洗い出しの影響を受け、海底面に対し横倒しになったと考えられ、合弁個体においては洗い出しを受けた後、再び堆積物中に潜ることなく死んでしまった個体であると考えられる。つまり、合弁・離弁の *A. apicalis* が密集している面が層理面であると推定される。この推定層理面に対して、合弁個体の *A. japonica* の合殻面 (commissure plane) は直立しており、この個体は、生息姿勢を保持していると判断できる。推定層理面と殻の長軸のなす角度は 33° であった。

なお、この転石の上下判定は行っていないが、露頭観察の結果に基づいて、殻頂を下に傾けた姿勢と判断した。この点については、以下の例についても同様に判断した。

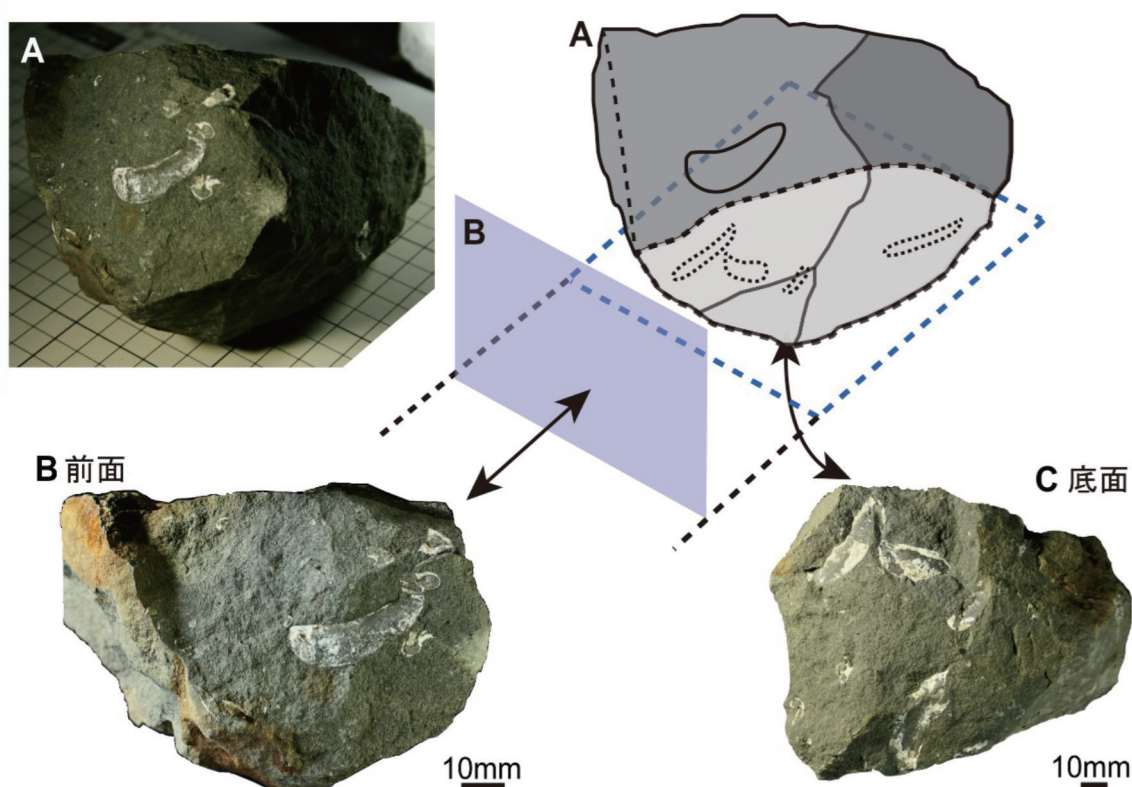


図4. A: *A. japonica* の自生産状が推定された標本 (KSG-kn014). B: 層理面 (青点線) に垂直な面からみた写真. C: 推定層理面に密集する合弁・離弁の *Anthonya* 属.

図5の標本(KSG-kn012)では、*Turritella* sp. と他の貝殻の分布から層理面(青色; 接着剤で接合済み)を推定した。この推定層理面に対して、合弁個体の *Anthonya apicalis* が直立した向きに見つかることから、この個体は生息姿勢を保持していると判断した。推定層理面と *A. apicalis* の長軸のなす角度は 85° で、直立に近い角度であった。

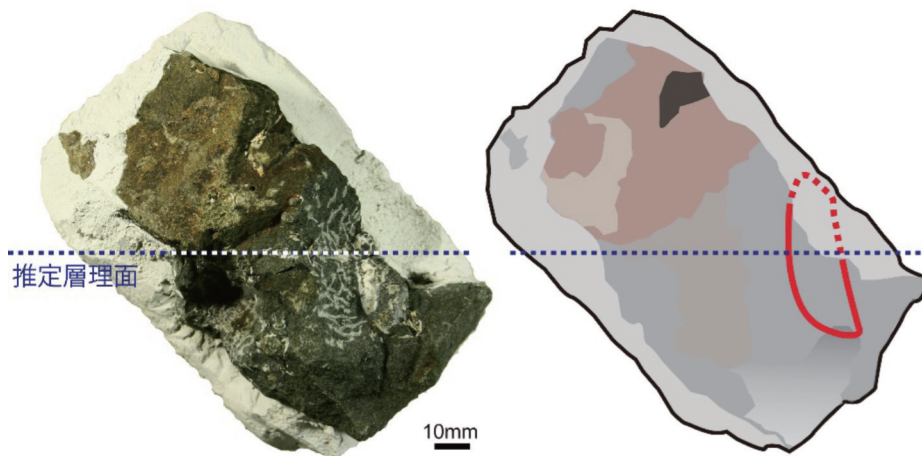


図5. 左: *A. apicalis* の生息姿勢が保持された標本(KSG-kn012)。右: イラスト。図中の青線は推定される層理面を示し、赤点線は欠損部分を示す。

上記とは異なるやり方で、転石から生息姿勢を推定することも可能である。すなわち、生息姿勢の知られている二枚貝の自生産状との比較を行う方法である。図6の転石(KSG-kn016)では、自生の *Pholadomya japonica* とともに *Anthonya* sp. の合弁個体も含まれている(図6)。*Pholadomya* 属二枚貝は、地層面に対してほぼ直立して、堆積物に深く埋没して生活することが知られおり(Fürsich²⁾; Lazo⁸⁾)、埋没深度が大きいために生息姿勢を保持した状態で化石が見つかるのが普通である。このことから、図6の *P. japonica* は生息姿勢を保持していると見なしうる。共産する *Anthonya* sp. も合弁であり、*P. japonica* と同様の向きに配列している。両者とも、死後洗い出されて、海底面上に転がったと考えることも可能ではあるが、両者の向きは、平面上においた場合の物理的に安定な角度からは大きくずれており、この解釈には無理がある。したがって、*Anthonya* sp. も生息姿勢を保持していると考えるのが自然である。このようにして推定された生息姿勢は、上記の *Anthonya apicalis* の直立した生息姿勢に近い。ただし、この標本は保存されている部位が少なすぎるため、*Anthonya apicalis* か *A. japonica* のいずれかの判断はできなかった。

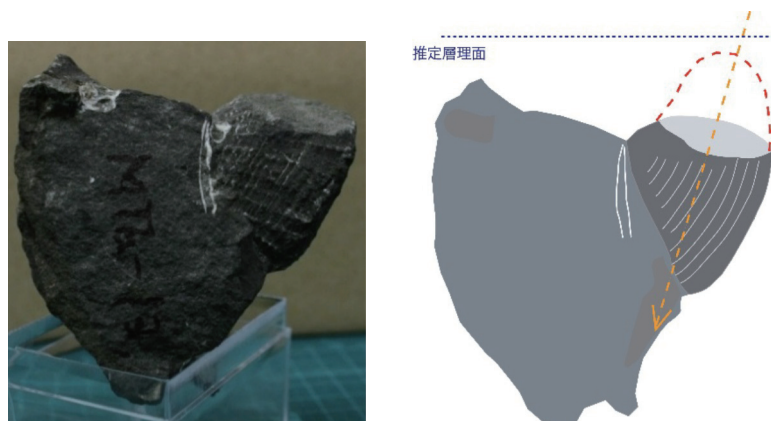


図6. 左: *Pholadomya japonica* と共産する *Anthonya* sp. の標本(KSG-kn016)。右: イラスト。※赤点線は欠損部分を示し、黄点線は長軸の角度を示す。

上記のほかに、3例を加えて得られた結果を第1表に示す。この結果から、観察事例が少なく今後の検証を要するが、小型種の *Anthonya apicalis* は変異が大きいものの直立に近い立った姿勢で、中型種の *A. japonica* はかなり寝た姿勢で埋没していた可能性が指摘できる。

表1. 三笠層模式露頭の *Anthonya* 属二枚貝について得られた生息姿勢に関する情報

標本番号	学名	角度	標本の状態
KSG-kn015	<i>A. apicalis</i>	25°	露頭
KSG-kn010	<i>A. apicalis</i>	47°	転石
KSG-kn011	<i>A. apicalis</i>	85°	転石
KSG-kn012	<i>A. apicalis</i>	79°	転石
KSG-kn013	<i>A. japonica</i>	32°	転石
KSG-kn014	<i>A. japonica</i>	33°	転石

考察とまとめ

古生態学では、転石ではなく、露頭での観察により自生産状を確認するのがいわば常識である。しかし、今回の観察により、転石の限られた情報からも、自生産状を見つけ出し、生息姿勢を復元できる場合があることがわかった。実際、今回の研究では、まず転石での推定を行い、その後に露頭から、推定通りの自生産状を発見するという経過をたどった。特に露頭での観察が困難な場合には、転石での古生態学観察も積極的に行うべきである、という教訓が今回の研究から得られた。

さて、今回の研究により、三笠層模式地で多産する *Anthonya apicalis* および *A. japonica* の多くが生息姿勢を保持していることが判明したが、それらの生息姿勢は、通常の異歯類と同じく合殻面を垂直に立てた直立姿勢であった。種による姿勢の違いがあった可能性も明らかとなり、地層面に対する殻の長軸の角度は、*Anthonya japonica* では30°程度で、*A. apicalis* ではより大きな角度で、それぞれ生息していたことが推定された。また、これらが含まれる転石は内側陸棚相を示すことから、*Anthonya* の生息場所が内側陸棚であることが確実となった。

これらの結果は、これまでの研究や一般的な考えからはある程度予想されたことで、三笠層の群集復元図にもハンモック状斜交層理シーケンス中に直立した姿勢で、殻後縁を海底面上にわずかに露出させた *Anthonya japonica* が図示されている (Hirano *et al.*⁹⁾)。今回の観察により、この生息姿勢がおおむね正しいことが確かめられたが、実際には、*Anthonya japonica* は長軸を大きく傾けた姿勢で埋没していたことが新たにわかった。殻形態との関係に注目すると、両種とも、裁断状の殻後縁部は地層面に対してほぼ平行であった (図7)。

なお、殻が埋没していたのか、あるいは海底面上に殻の一部を露出させいたかについては、直接の証拠はない。しかし、この産地の化石で、死後海底から洗い出され海底面上に露出したと推定される *Cucullaea ezoensis* には、ウズマキゴカイなどの付着生物の痕跡が見られる (図8)。しかし、*Anthonya* には付着生物が全く認められないことから、殻全体が海底面下に埋没していた可能性もある。

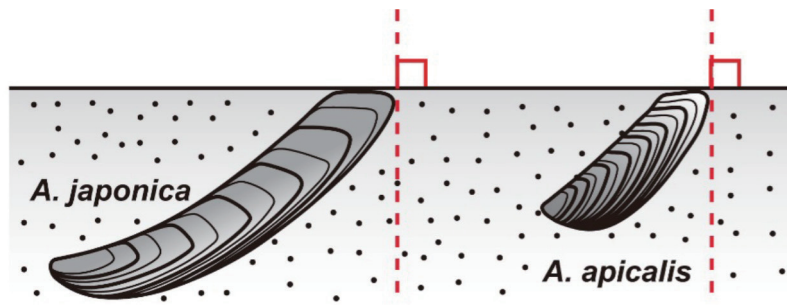


図 7. 左 : *A. japonica* の生息姿勢復元図. 右 : *A. apicalis* の生息姿勢復元図.

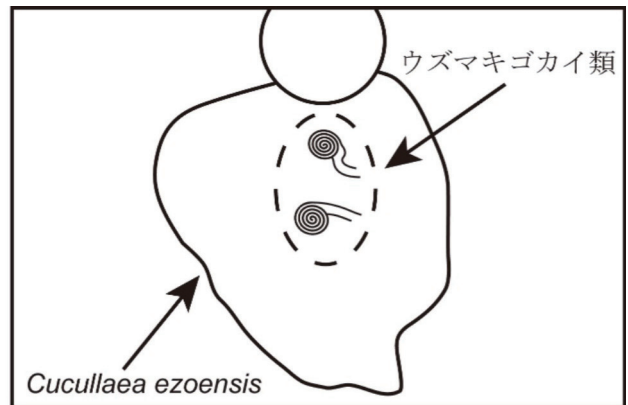


図 8. 三笠層模式地産の転石に見られた *Cucullaea ezoensis* の殻内面に付着しているウズマキゴカイ類.

謝辞

三笠市立博物館の加納学氏, 栗原憲一氏にはフィールドワークに際して貴重なご助言をいただいた. 御所浦白亜紀資料館の広瀬浩司氏には, 御所浦層群の *Anthonya* に関して, 貴重な参考情報をご提供いただいた. また, 本学理学部奈良正和准教授には研究内容について日ごろからご指導・教示をいただき, 同研究室院生の愛甲健太氏にも様々な視点からの多くの助言をいただいた. 入林の許可申請に際しては, 空知森林管理署の皆様にお世話になった. これらの方々はこの場を借りて深く御礼申し上げます.

引用文献

- 1) Kondo, Y., Preserved life orientations of soft-bottom infaunal bivalves: documentation of some Quaternary forms from Chiba, Japan. Natural History Research, Natural History Museum and Institute, Chiba, (1), 31-42. (1990)
- 2) Fürsich, F. T., Preserved life position of some Jurassic bivalves. Paläontologische Zeitschrift, 54, 289-300. (1980)
- 3) Nagao, T., Some molluscan fossils from the Cretaceous deposits of Hokkaido and Japanese Saghalien. Part1, Lamellibranchiata and Scaphopoda. Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Ser. 4, (4), 134-136. (1938)
- 4) Matsumoto, T., Preliminary notes on some of the more important fossils among the Goshonoura fauna. Contributions to the Cretaceous Paleontology of Japan III, The Journal of the Geological Society of Japan. (45), No. 532. 13-16. (1938)
- 5) 安藤寿男, 上部白亜系中部蝦夷層群三笠層の層序と堆積相. 地質学雑誌, 96, (4), 279-295. (1990)
- 6) 松本達郎・野田雅之・米谷盛寿郎, 北海道白亜系セノマニアン・チュロニアン両階のアンモナイト・イノセラムス・

- 有孔虫による統合生層序を目指して. 地学雑誌, **100**, (3), 378-398. (1991)
- 7) Takashima, R., Kawabe, F., Nishi, H., Moriya, K., Wani, R., Ando, H., Geology and stratigraphy of forearc basin sediments in Hokkaido, Japan: Cretaceous environmental events on the north-west Pacific margin. *Cretaceous Research*, **25**, 365-390. (2004)
- 8) Lazo, D. G., The bivalve *Pholadomya gigantea* in the Early Cretaceous of Argentina: Taxonomy, taphonomy, and paleogeographic implications. *Acta Palaeontologica Polonica*, **52**, (2), 375-390. (2007)
- 9) Hirano, H., Tanabe, K., Ando, H. and Futakami, M., Cretaceous forearc basin of central Hokkaido: lithofacies and biofacies characteristics. In Adachi, M. and Suzuki, K. eds., *29th IGC field trip guidebook. Vol. 1: Paleozoic and Mesozoic terranes: basement of the Japanese Island Arcs*. Nagoya University., 45-80. (1992)

平成25年 (2013) 10月 1 日受理

平成25年 (2013) 12月31日発行