

愛媛県城川地域中津川の鳥巢式石灰岩に見出された 現地性厚歯二枚貝と被覆微生物の産状

柿崎喜宏¹・佐野晋一²・狩野彰宏³

¹金沢大学 理工研究域 自然システム学系 石川県金沢市角間町

²福井県立恐竜博物館 福井県勝山市村岡町寺尾51-11

³九州大学比較社会文化研究院 環境変動部門 福岡県福岡市西区元岡744

要 旨

愛媛県西予市城川町中津川に分布する上部ジュラ系今井谷層群の鳥巢式石灰岩中に小型の厚歯二枚貝と被覆微生物の密集部を発見した。本石灰岩体は厚さ約17mで、下部層準（0～9m層準）はサンゴに富むフレームストーンやパック・グレインストーンからなり、上部層準（9～17m層準）ではフレームストーンが卓越し、被覆微生物の *Bacinella* がサンゴや厚歯二枚貝の間を充填する。厚歯二枚貝は著しい不等殻の外形を持ち、「右殻固着で、非巻貝型の形態を獲得した原始的なグループ」に属し、特に9～14m層準に密集する。厚歯二枚貝の多くは合弁個体で破碎されていないことから、殻を被覆する *Bacinella* とともに比較的高エネルギー環境においてフレームワークを形成していたものと解釈される。厚歯二枚貝は白亜紀の炭酸塩プラットフォームの主要な構成要素として知られるが、本研究は初期の厚歯二枚貝の生息環境や古生態を考える上で新たな視点を与える。

キーワード：厚歯二枚貝, 被覆微生物, *Bacinella*, 鳥巢式石灰岩, 今井谷層群, 城川地域, 後期ジュラ紀

KAKIZAKI, Yoshihiro, Shin-ichi SANO and Akihiro KANO (2011) Autochthonous occurrence of rudist and microencrusters from the Late Jurassic Torinosu-type Limestone in Nakatsugawa in the Shirokawa area, western Shikoku, Southwest Japan. Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus. 10 : 113–120.

There are few studies on paleoenvironment and paleoecology of the early rudists of Late Jurassic to earliest Cretaceous, though Late Cretaceous rudists have attracted much attention as a major contributor to carbonate platform. Rudist and microencruster framestone was discovered from the Late Jurassic Torinosu-type limestone of the Imaidani Group in the Nakatsugawa North Section, Shirokawa area, western Shikoku, Southwest Japan. The limestone succession, 17 m thick is divided into the lower part (9 meters thick from the bottom) composed of coral framestone and pack-grainstone, and the upper part (8 meters thick) consisting of coral-rudist-microencruster framestone. Abundant rudist individuals of a primitive uncoiled form occur in 9–14 m interval from the bottom, where the framestone does not contain corals. The rudist individuals often preserve bivalved appearance with little fragmentation, and were bound by a microencruster *Bacinella*. Occurrence and texture of the framestone substantiate that the rudists and *Bacinella* construct a framework structure in a relatively high energy environment. Further studies of the rudists of the Torinosu-type limestones will provide clues to the paleoenvironment and paleoecology of the rudists in their early evolutionary phase.

はじめに

厚歯二枚貝は、後期ジュラ紀から白亜紀末にかけて、テチス地域を中心に栄えた、礁性要素とされる二枚貝のグループである (Dechaseaux et al., 1969; Skelton, 2003)。近年、古太平洋地域に位置していた日本でも、西南日本外帯の後期ジュラ紀から白亜紀初頭の鳥巢式石灰岩中に厚歯二枚貝の産出報告が相次いでおり (三本ほか, 1990; 佐野ほか, 2007, 2008; Sano and Skelton, 2010)。初期の厚歯二枚貝の古地理と進化史が見直されつつある。しかし、鳥

2011年5月17日受付, 2011年11月26日受理.

Corresponding author—Yoshihiro Kakizaki

School of Natural System, College of Science and Engineering,
Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, JAPAN

E-mail : kackey*staff.kanazawa-u.ac.jp

(*を半角@に変えてご入力ください)

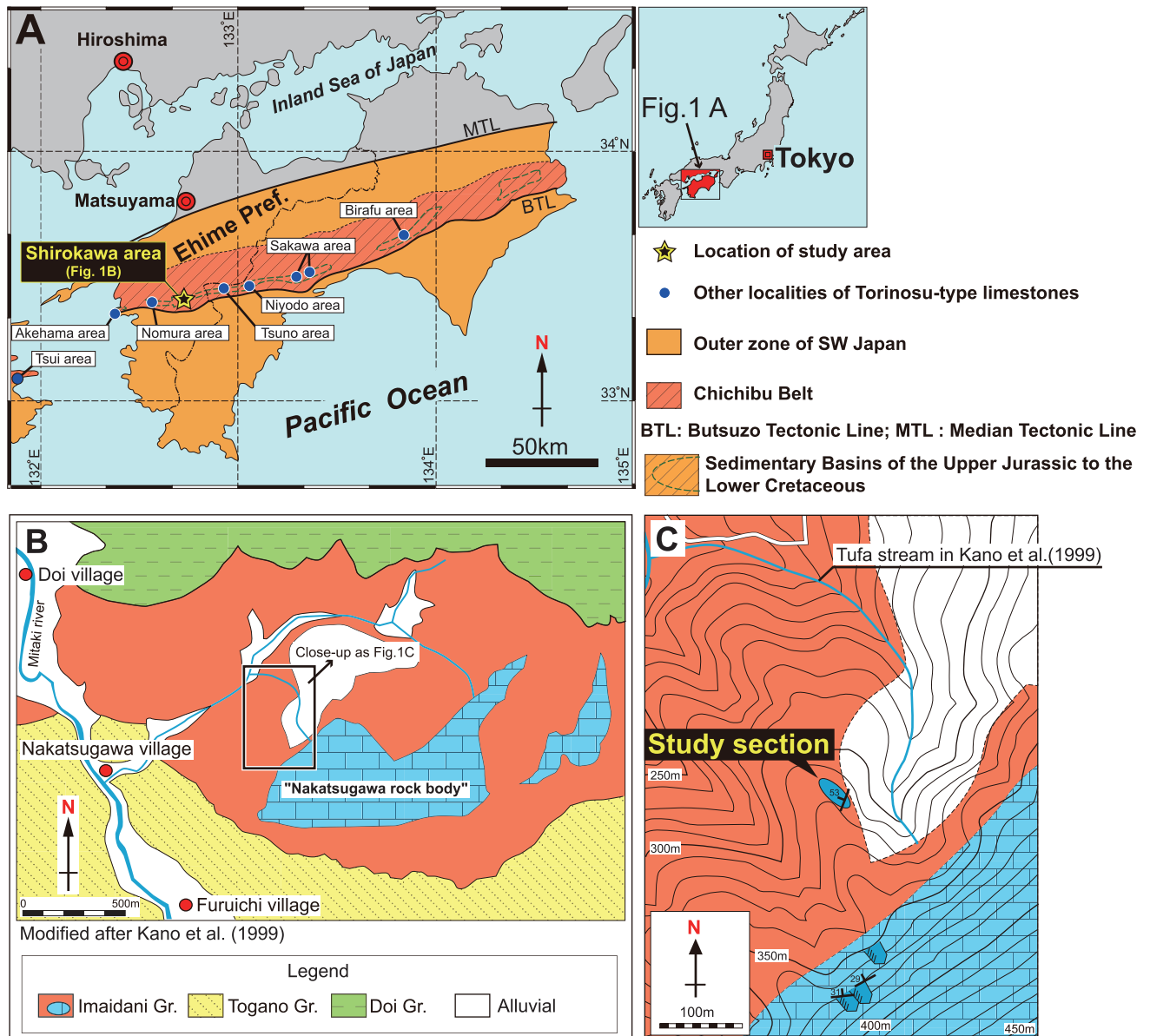


FIGURE 1. A. The Late Jurassic to Early Cretaceous basins in Shikoku Island, the Outer Zone of Southwest Japan (Tashiro, 1985; Matsuoka et al., 1998); B. Geologic map showing study section around the Nakatsugawa Village in the Shirokawa area, Ehime Prefecture, western Shikoku Island (Modified after Kano et al., 1999); C. Detailed locality map of the study section (Nakatsugawa North Section) (Modified after Kano et al., 1999).

巢式石灰岩の多くの露頭では、厚歯二枚貝石灰岩が孤立した産状を示したり、露頭が失われて厚歯二枚貝の産出層準が確認できない場合が多く、厚歯二枚貝の生態や生息環境についての議論は進んでいない。筆者の一人である柿崎は、愛媛県西予市城川町中津川において、自生と考えられる小型の厚歯二枚貝と被覆微生物 (microencruster) が密集して共産する露頭を見出した (Fig. 1A, B)。今回、この石灰岩の露頭と薄片観察により、初期の厚歯二枚貝の生態や生息環境を考える上で重要な知見が得られたので、ここに報告する。

地質概説

今回報告する含厚歯二枚貝石灰岩体は、中津川集落の東方約1kmの地点に露出する (Fig. 1B)。この岩体は Kano et al. (1999) の中津川岩体ではなく、より北側に露出する小岩体 (柿崎ほか (2008) の中津川北セクション) であり、トッファが報告された沢の西側に位置する (Fig. 1C)。本地域の上部ジュラ系を今井谷層群と定義した中川ほか (1959) は、本層群を、鳥巢式石灰岩体を含む下位の^{おりあい}下相

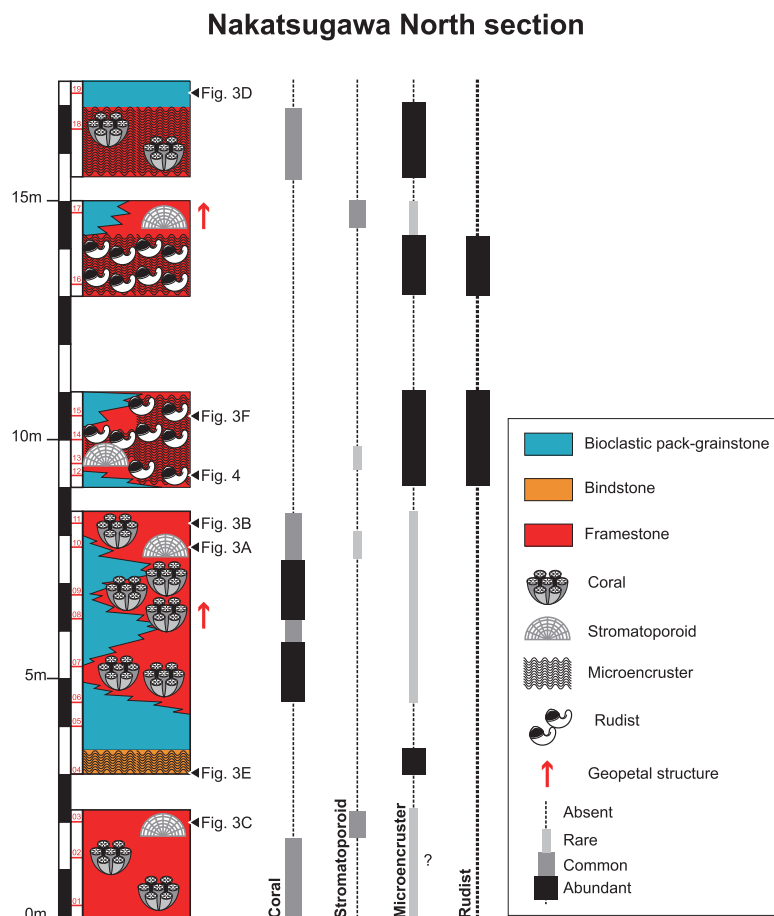


FIGURE 2. Columnar section of the Nakatsugawa North Section. Sampling horizons for Figures 3 and 4 are shown.

層と、石灰岩体を含まない上位の中津川層に区分した。しかし、鳥巢式石灰岩の大規模な岩体はむしろ中津川層に含まれるなど、中川ほか（1959）の層序には問題があることが指摘され、武井・松岡（2003, 2004）で再定義されている。本層群に対比可能な鳥巢層群は高知県西部に広く分布し、石灰岩に乏しい下位の塚谷層と石灰岩に富む上位の谷地層に2層区分する提案がなされている（Kano and Jiju, 1995; Kano et al., 2006）。本地域についての、Kano et al.（1999）による「トゥファの沢の脇には今井谷層群下部層が露出し、上部層＝石灰岩に移化する」という見解に従えば、本石灰岩体は下位層に含まれる可能性がある。しかしながら、武井・松岡らの再定義した「下相層／中津川層」と、狩野らの2層区分は定義が異なり、しかも、本地域における上部層と下部層の境界を示した地質図や柱状図は公表されていないことから、ここでは層への帰属は行わず、厚歯二枚貝－被覆微生物群集を含む石灰岩を今井谷層群のものとして議論を進める。なお、石灰岩自体に観察される層理は北東－南西方向の走向で北西傾斜を示しており、Kano et al.（1999）の地質図に示された、周辺層の一般走向とは異なっていることから、この石灰岩体は異地性の可能性がある。

今井谷層群の時代は、放散虫化石から Tithonian（八尾ほか, 1982）、アンモナイト化石から Kimmeridgian 中期～Tithonian とされる（武井・松岡, 2003, 2004）。石灰岩体が異地性岩塊であった場合、上記の時代論は石灰岩の堆積年代の上限値しか与えない。しかし、佐野ほか（2007）は、下相層最上部の異地性石灰岩岩塊中の厚歯二枚貝 *Epidiceras speciosum*（Goldfuss）が Kimmeridgian 中期～Tithonian 前期に生息していたことから、石灰岩体と周囲の地層の年代差は、化石からは認定できないとしている。

石灰岩の岩相と厚歯二枚貝の産状

中津川北セクションの石灰岩は南北 20 m × 東西 30 m 程度の範囲に断続的に露出するが、露頭間で層理面やジオペタル構造が示す方向に差が無いことから、層厚約 17 m の一連の岩体であると判断される（Fig. 2）。

石灰岩の下部（0～9 m 層準）はフレームストーンと、これと指交関係にあると考えられるパック・グレインストーンを主とする（Fig. 2）。フレームストーンでは、豊富に

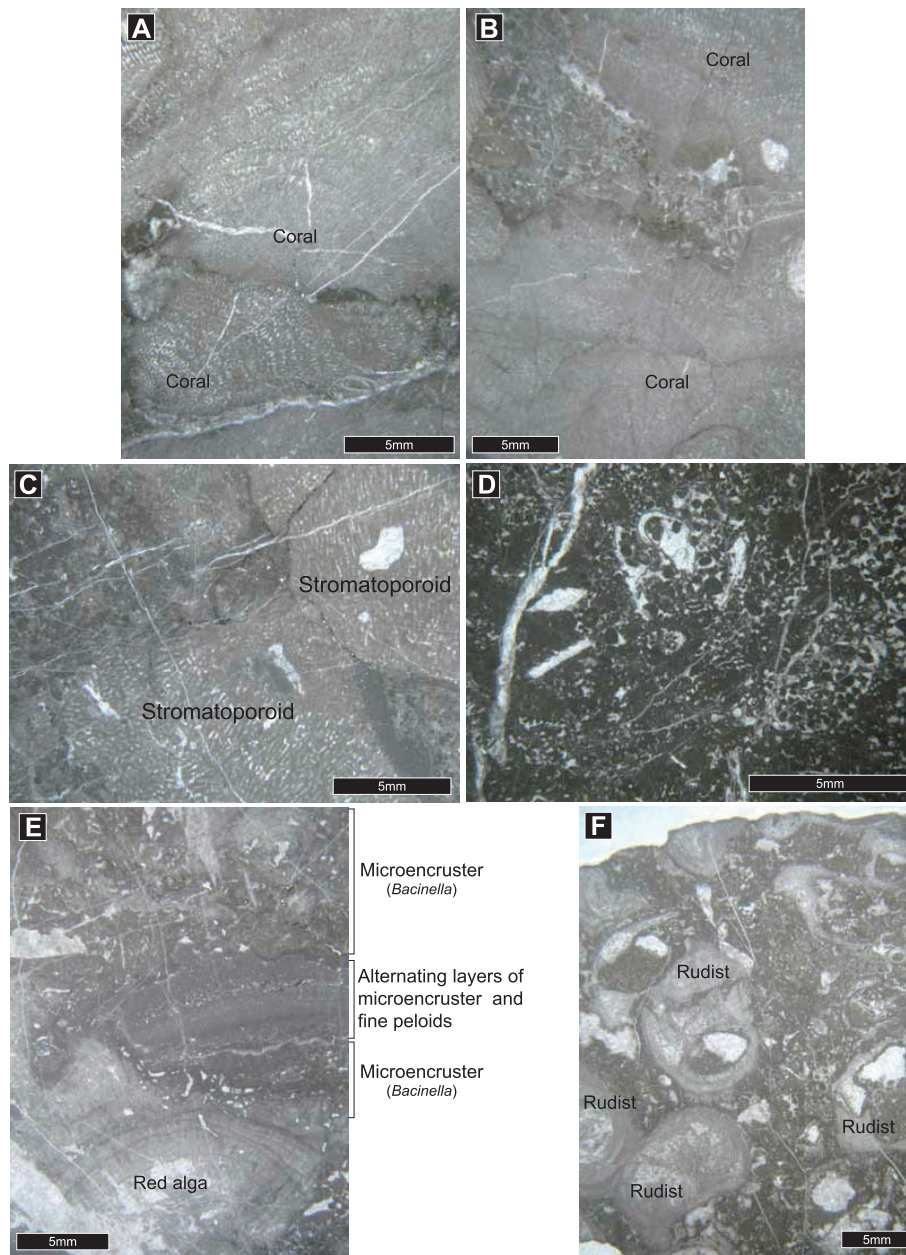


FIGURE 3. Lithofacies of the Nakatsugawa North Section. A, B, Coral framestone; C, Stromatoporoid framestone. Stromatoporoid represents branching growth form; D, Bioclastic pack-grainstone in the uppermost part of the section; E, Indeterminate red alga and bindstone fabric composed of alternating layers of microencruster and fine peloids; F, Rudist-microencruster framestone.

含まれるサンゴが層孔虫とともに密なフレームワークを形成している (Fig. 3A-C). パック・グレインストーンは化石片、ペロイド、コートイドなどの粒子を含み、粒径は0.5 mm 前後で、比較的淘汰はよい (Fig. 3D). 化石片は軟体動物殻と判定されるものが多い。粒子支持、あるいは粒子間隙をスパー方解石セメントが充填しており、ミクライトはほとんど含まれない。3 m 層準付近には、被覆微生物 (*Bacinella* や所属不明の紅藻類) により作られ、空隙を

スパー方解石セメントが充填したバインドストーンが存在する (Fig. 3E).

一方、本セクション上部 (9~17 m 層準) では、被覆微生物がサンゴあるいは厚歯二枚貝の間を埋める岩相 (主にフレームストーン) が卓越する (Fig. 2). 特に、9~14 m 層準では小型の厚歯二枚貝が密集して産し、サンゴをほとんど含まないことが特徴である (Fig. 4). これら被覆微生物の被膜の大部分は不定形のメッシュ状構造を示し、薄い

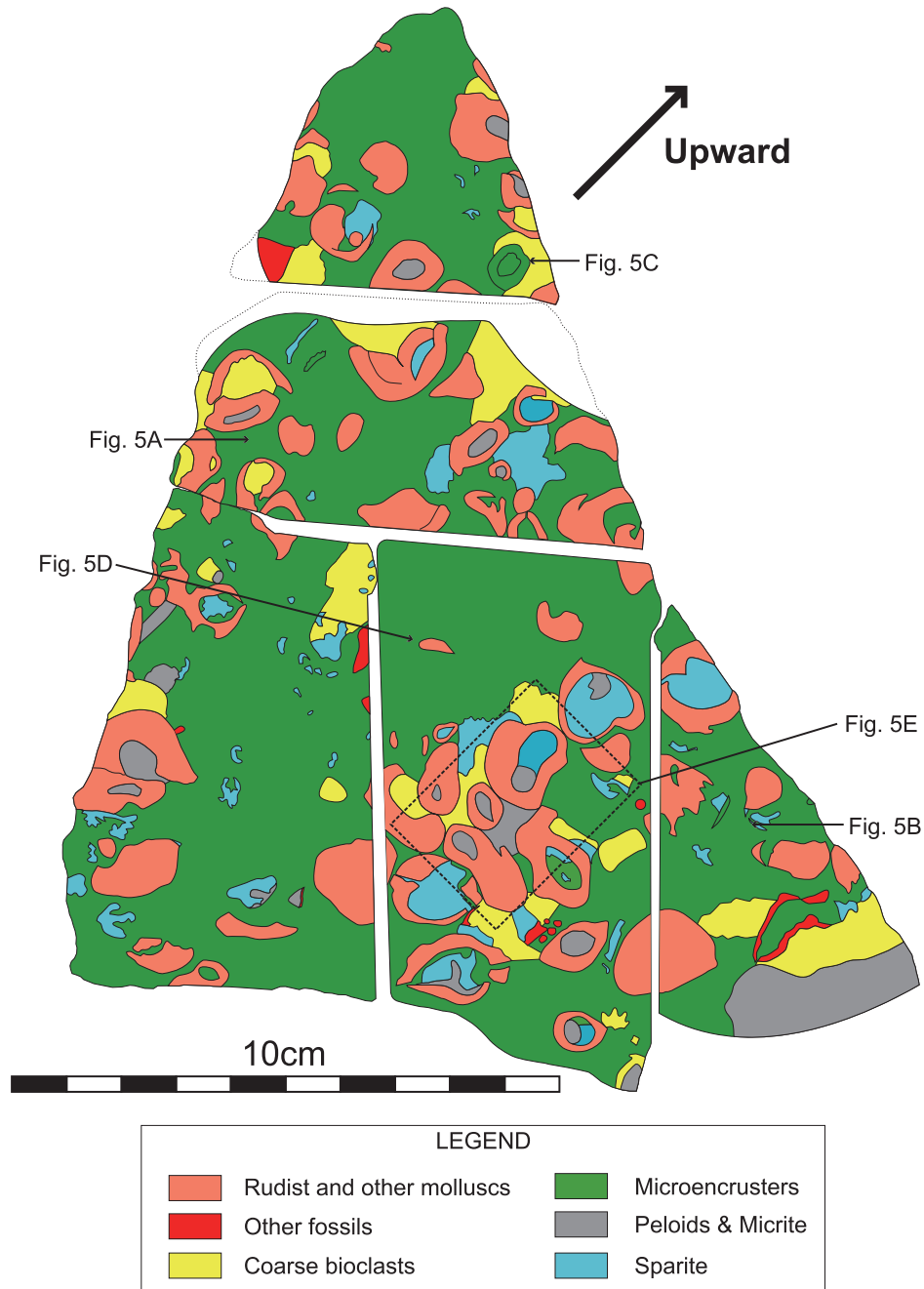


FIGURE 4. A sketch of a slab of rudist-microencruster framestone in the Nakatsugawa North Section, based on thin section observation.

隔壁（厚さ50 μm 以下）からなることから、そのほとんどが *Bacinella* (Leifelder et al., 1993) であると判定される (Fig. 5A–D). また、わずかながら *Marinella* も産出する (Fig. 5B). *Marinella* の被膜は成長方向に配列した細かい粒状の組織からなること、組織が二股に分岐していることが特徴である (Leifelder and Werner, 1993). このほかの構成粒子は、化石片やペロイドなどが *Bacinella* の被

膜の隙間でわずかに確認されるにすぎない。

厚菌二枚貝は commissure (殻のあわせめ) の直径が約 1~2 cm と小型で、著しい不等殻の個体が密集して産する (Fig. 3F). 合弁個体がしばしば認められ、また殻の著しい破片化は受けていない。厚菌二枚貝の個体の周囲は主に *Bacinella* が所属不明の紅藻類や *Marinella* などとともに充填している (Figs. 4, 5A). 以上のことから、厚菌二枚

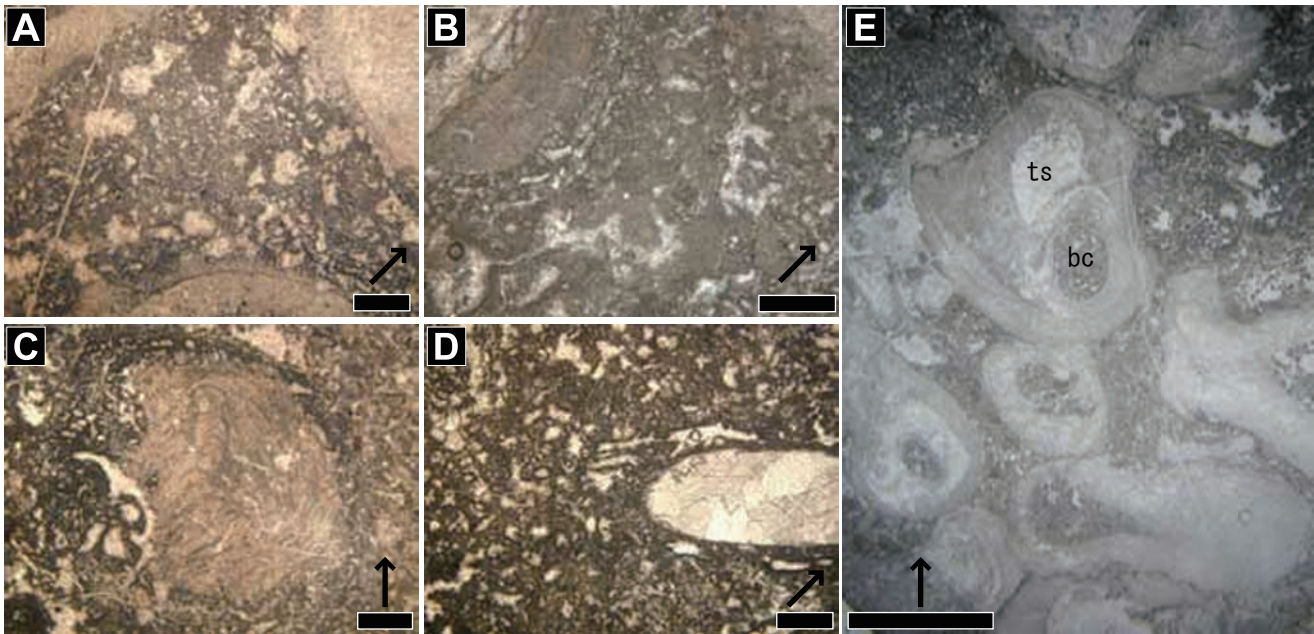


FIGURE 5. Photomicrograph of microencruster and rudist in the slab of rudist-microencruster framestone. Positions of each thin section are shown in Figure 4. Scale bars are 1 mm for A–D, 1 cm for E. Arrows indicate the upward direction. A, *Bacinella* fills the space among the rudist individuals; B, *Bacinella* and *Marinella* contribute to bind the rudist shells; C, A ball-shaped crust of *Bacinella* encrusts an indeterminate red alga in center; D, *Bacinella* fills the space among the bioclasts; E, Closely-packed occurrence of rudist individuals. ts: tooth socket; bc: body cavity.

貝はほぼ現地性であるものと考えられる。なお、厚歯二枚貝の殻内にはジオペタル構造が観察されることがあり、それらが示す上下方向は、中津川北セクションにおいて確認した走向・傾斜のデータと調和的である (Fig. 3F)。

中津川産厚歯二枚貝の形態的特徴

中津川産厚歯二枚貝の形態的特徴は、個体が岩石から取り出せないため、試料を平行に切断して作成した複数の研磨面と薄片により認定した。観察する際には、分類の基準となる外形のほか、蝶番部や myophore (殻の閉殻筋付着部に認められる構造) などの形状を検討した (Figs. 4, 5E)。

本種は小型 (commissure の直径が約 1 cm で、最大でも 2 cm) で、著しい不等殻の外形を持つ。殻に、厚さ 1 mm 以上の外層を観察できることがある。1) より小さな左殻とねじれた円錐形の右殻を持つこと、2) 左殻に 2本の歯を有する (前方の歯が後方の歯よりも大きい) こと、3) myophore が蝶番部に連続した「板」上にあることから、本種は右殻固着のグループ (ただし最初期の *Dicerias* を除く) に属すると考えられる。また、殻内に体腔 (body cavity: bc) や歯が入るソケット (tooth socket: ts) とは異なる腔所 (accessory cavity) が認められず、殻の内層や外層に溝状あるいは蜂の巣状の構造が発達しないなど、白亜紀に進化したグループが持つ特徴は有していない。上記のような特徴は中津川産厚歯二枚貝が *Valletia* や *Monopleura* といった、右殻固着のグループの中でも比較

的原始的なメンバーであることを示唆する。

佐野ほか (2010) は、中津川産厚歯二枚貝が、左殻の前方の歯が後方の歯よりも著しく大きい点で *Valletia* に類似する一方で、著しい不等殻と比較的厚い外層を持つ点では *Monopleura* に類似することから、*Valletia* から *Monopleura* への移行段階を示すものと解釈した。しかし、その後、後期ジュラ紀の *Valletia* (フランス・ジュラ地方産 *Valletia auris* Favre, ボルネオ島パウ石灰岩産 *Valletia* sp.) と *Monopleura* (クリミア産 *Monopleura taurica* Pchelintsev および *M. crimica* Yanin, 城川町下相産 *Monopleura* sp.) などを含めて再検討した結果、これらの種と中津川産厚歯二枚貝が一つの系列 ("*Valletia*" *auris* form) を構成する可能性が認められ、属や種の見直しを含めた再整理が必要な状況にある (Sano and Skelton, 2011)。従って、本論文では、中津川産厚歯二枚貝は「右殻固着で、非巻貝型の形態を獲得した原始的なグループ」とするにとどめる。

厚歯二枚貝 - 被覆微生物相発見の意義

鳥巣式石灰岩において、従来、層孔虫やサンゴ、石灰藻などが主要な造礁生物要素と見なされてきたが (例えば Tamura, 1961)、近年、被覆微生物が重要な構成要素となっていることが指摘されている (Shiraishi and Kano, 2004)。一方、鳥巣式石灰岩中の厚歯二枚貝については、厚歯二枚貝を含む岩相のみが孤立して産出することが多く、露出状

況が悪いため、環境や生態に関する考察が困難であった（例えば、佐野ほか、2008）。今回報告した中津川北セクションでは、層厚 17 m にわたり、岩相変化を追跡することが可能であり、厚歯二枚貝に関連した堆積学および生態学的特徴が明らかとなった。

まず、厚歯二枚貝-被覆微生物密集部は、サンゴや層孔虫などの礁性要素化石に富む石灰岩体中に見出されたが、厚歯二枚貝-被覆微生物密集部自体には他の生物がほとんど入らないことが特徴的である。この石灰岩体は全体的にスパーク方解石セメントに富む岩相からなり、ミクライトは極めてまれであることから、波浪の影響を受ける、比較的高エネルギーの浅海環境で形成されたと推測できる。

また、近年 *Bacinella* は緑藻植物門のアオサ藻綱に属するという見解が示された (Schlagintweit et al., 2010)。この見解に従えば、*Bacinella* は透光帯以浅に生育していたはずである。したがって本研究セクションで *Bacinella* が密集して産出したことは、堆積環境が透光帯以浅であったことを示しており、このセクションの岩相から推定される堆積環境（高エネルギーの浅海環境）と矛盾しない。一方で、オーストリアの上部ジュラ系から産出したオンコイド内部に含まれる *Bacinella* 型の網目状構造が、穿孔性のカイメンの痕跡である可能性が指摘されている (Schlagintweit, 2010)。しかし、本研究で報告された *Bacinella* の被膜の大部分はオンコイドの形状をとっておらず、わずかにオンコイドを形成している *Bacinella* の被膜もオンコイドの表層の被膜を形成している (Fig. 5C)。このように *Bacinella* の産状が大きく異なることから、Schlagintweit (2010) の解釈を本研究に当てはめることはできない。

さらに、合併で破損を受けていない多数の個体の周囲を *Bacinella* が埋める産状は、厚歯二枚貝が *Bacinella* とともにフレームワークを構築していたことを示唆する。最近、紀伊半島由良地域の後期ジュラ紀の鳥巢式石灰岩において、*Bacinella* を含む、多様な被覆微生物と、サンゴや層孔虫などの大型骨格生物が堅固なフレームワークを構成していることが報告された (南・江崎, 2010)。この岩体の一部には現地性と考えられる小型の厚歯二枚貝が密集する層準も存在し (南・江崎, 私信)、中津川の厚歯二枚貝-被覆微生物相と同様のものである可能性がある。

厚歯二枚貝は、強固なフレームワークを構築する造礁性サンゴとは異なり、一般に、堆積物上での生活に適応した形態を持つとされるが (Gili et al., 1995; 佐野, 2003)、鳥巢式石灰岩中の厚歯二枚貝-被覆微生物群集は高エネルギー環境において現地性を保つフレームワークを構築している点で注目される。ヨーロッパにおいても後期ジュラ紀~白亜紀最初期の礁性石灰岩にディセラス科厚歯二枚貝と *Bacinella* が共産する例が報告されているが、これらはフレームワークを形成していない (例えば Sanders et al., 2007; Ivanova et al., 2008)。また、ディセラス科以外の非巻貝型厚歯二枚貝の産状や生息環境についての研究例はほとんどない。今後、由良地域をはじめ、他の地域の鳥巢式石灰岩の厚歯二枚貝密集層の検討により、初期の厚歯二枚貝の生息環境や古生態、石灰岩体に記録された堆積環境の

変遷などが解明されることが期待される。

謝 辞

イギリス、オープン大学の Peter W. Skelton 氏には、鳥巢式石灰岩産厚歯二枚貝の研究にあたり、日頃より議論していただいている。大阪市立大学の江崎洋一教授、南翔平氏には、和歌山県由良地域の鳥巢式石灰岩における、厚歯二枚貝の産出について御教示いただくとともに、未公表データの本論文での引用を許可していただいた。広島大学の白石史人助教には、石灰岩の薄片観察についてご協力をいただいた。また、本論文の査読者である小西健二金沢大学名誉教授と糸魚川淳二名古屋大学名誉教授には、本稿を改善するうえで有意義なご指摘をいただいた。以上の方々に心より感謝する。

引用文献

- Dechaseaux, C., L. R. Cox, A. H. Coogan and B. F. Perkins. 1969. Superfamily Hippuritacea Gray, 1848; pp. N749–817 in R. C. Moore (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6, Bivalvia, 2*. University of Kansas, Lawrence, Kansas and Geological Society of America.
- Gili, E., J.-P. Masse and P. W. Skelton. 1995. Rudists as gregarious sediment-dwellers, not reef-builders, on Cretaceous carbonate platforms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 118: 245–267.
- Ivanova D., B. Kołodziej, E. Koleva-Rekalova and E. Roniewicz. 2008. Oxfordian to Valanginian palaeoenvironmental evolution on the western Moesian Carbonate Platform: a case study from SW Bulgaria. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 78: 65–90.
- 柿崎喜宏・石川剛志・永石一弥・谷水雅治・川越寛子・狩野彰宏. 2008. 鳥巢式石灰岩の Sr 同位体による堆積年代と炭素同位体層序から推定されるジュラ紀後期~白亜紀前期の古海洋循環. 平成19年度深田地質研究助成報告書: 25–46.
- Kano, A., and K. Jiju. 1995. The Upper Jurassic–Lower Cretaceous carbonate-terrigenous succession and the development of a carbonate mound in western Shikoku, Japan. *Sedimentary Geology* 99: 165–178.
- Kano, A., Y. Kakizaki, F. Shiraiishi, T. Kawai and J. Matsuoka. 2006. Uppermost Jurassic limestone mounds and the recent tufa deposits in southern Shikoku Province. *ISC 2006 Field Excursion Guidebook FEB08*: 13 p.
- Kano, A., T. Kambayashi, H. Fujii, J. Matsuoka, K. Sakura and T. Ihara. 1999. Seasonal variation in water chemistry and hydrological conditions of tufa deposition of Shirokawa, Ehime Prefecture, southwestern Japan. *Journal of the Geological Society of Japan* 105: 289–304.
- Leinfelder, R. R., M. Nose, D. U. Schmid and W. Werner.

1993. Microbial crusts of the Late Jurassic : composition, palaeoecological significance and importance in reef construction. *Facies* 29 : 195–230.
- Leinfelder, R. R., and W. Werner. 1993. Systematic position and palaeoecology of the Upper Jurassic to Tertiary alga *Marinella lugeoni* Pfender. *Zitteliana* 20 : 105–122.
- 松岡 篤・山北 聡・柿原正幸・久田健一郎. 1998. 付加体地質び観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. *地質学雑誌* 104 : 634–653.
- 三本健二・森野善広・野瀬一雄. 1990. 鳥ノ巣石灰岩からの厚歯二枚貝 *diceratid* の発見. *地学研究* 39 : 107–110.
- 南 翔平・江崎洋一. 2010. 和歌山県由良町地域に分布する鳥巣式石灰岩を構成する大型骨格生物と微生物類. *日本古生物学会第159回例会予稿集* : 66.
- 中川衷三・須鎗和巳・市川浩一郎・石井健一・山下 昇. 1959. 黒瀬川構造帯周辺の地質 (四国秩父累帯の研究Ⅳ). *徳島大学芸紀要 (自然科学)* 9 : 33–58.
- Sanders, D., M. Lukesch, M. Rasser and P. W. Skelton. 2007. Shell beds of *diceratid* rudists ahead of a low-energy gravelly beach (Tithonian, Northern Calcareous Alps, Austria) : palaeoecology and taphonomy. *Austrian Journal of Earth Sciences* 100 : 186–199.
- 佐野晋一. 2003. 白亜紀海洋無酸素事変と炭酸塩プラットフォームの"溺死". *化石* 74 : 20–26.
- Sano, S., and P. W. Skelton. 2010. *Epidiceras* (Bivalvia, Hippuritoidea) from the Tithonian–Berriasian Torinosu-type Limestones of the Sakawa Area, Southwest Japan. *Turkish Journal of Earth Sciences* 19 : 733–743.
- Sano, S., and P. W. Skelton. 2011. Late Jurassic–Earliest Cretaceous primitive uncoiled rudist from Southwest Japan and its significance for the early evolutionary history of rudists ; pp. 8–9 *in* S. F. Mitchell (ed.), *The Ninth International Congress on Rudist Bivalves*, 18th to 25th June 2011, Kingston, Jamaica, Abstracts, Articles and Field Guides. *UWI Mona Contributions to Geology*, 6.
- 佐野晋一・柿崎喜宏・狩野彰宏・P. W. Skelton. 2010. 愛媛県城川地域中津川の上部ジュラ系鳥巣式石灰岩に見えられたモノプレウラ科厚歯二枚貝について (予報). *日本地質学会第117年学術大会講演要旨* : 180.
- 佐野晋一・森野善広・P. W. Skelton・三本健二・野瀬一雄・廣田隆吉. 2008. 鳥巣式石灰岩に産する後期ジュラ紀～白亜紀最初期の厚歯二枚貝について (概報). *福井県立恐竜博物館紀要* 7 : 67–81.
- 佐野晋一・ピーター W. スケルトン・武井雅彦・松岡 篤. 2007. 愛媛県城川地域の上部ジュラ系今井谷層群下相層中の鳥巣式石灰岩岩塊より厚歯二枚貝の発見. *地質学雑誌* 113 : 500–503.
- Schlagintweit, F. 2010. Taxonomic Revision of Late Jurassic "*Lithocodium aggregatum* Elliott" sensu Schmid & Leinfelder, 1996. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 50 : 393–406.
- Schlagintweit, F., T. Bover-Arnal and R. Salas. 2010. New insights into *Lithocodium aggregatum* Elliott, 1956 and *Bacinella irregularis* Radoicic, 1959 (Late Jurassic–Lower Cretaceous) : two ulvophycean green algae (? Order Ulotrichales) with a heteromorphic life cycle (epilithic / euendolithic). *Facies* 56 : 509–547, 635–673 (Erratum).
- Shiraishi, F., and A. Kano. 2004. Composition and spatial distribution of microencrusts and microbial crusts in upper Jurassic–lowermost Cretaceous reef limestone (Torinosu Limestone, southwest Japan). *Facies* 50 : 217–227.
- Skelton, P. W. 2003. Rudist evolution and extinction—a North African perspective ; pp. 215–227 *in* E. Gili, H. Negra and P. W. Skelton (eds.), *North African Cretaceous carbonate platform systems*. NATO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences 28. Kluwer Academic Publishers.
- 武井雅彦・松岡 篤. 2003. 愛媛県城川地域に分布するジュラ紀付加体被覆層の層序と年代. *日本地質学会第110年学術大会講演要旨* : 12.
- 武井雅彦・松岡 篤. 2004. 愛媛県城川地域に分布する上部ジュラ系今井谷層群下相層中の含大型化石泥質岩塊. *地質学雑誌* 110 : 146–157.
- Tamura, M. 1961. The Torinosu Series and fossils therein. *Japan. Journal of Geology and Geography* 32 : 219–252.
- 田代正之. 1985. 四国秩父帯の白亜系—下部白亜系の横ずれ断層について—. *化石* 38 : 23–35.
- 八尾 昭・松岡 篤・中谷登代治. 1982. 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放射虫化石群集. *大阪微化石研究会誌 特別号 放射虫研究集會論文集* 5 : 27–43.