

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巢式石灰岩岩塊より厚歯二枚貝の発見

Discovery of Late Jurassic rudist bivalves from the Torinosu-type limestone blocks in the Oriai Formation of the Imaidani Group in the Shirokawa area, Ehime Prefecture, Southwest Japan

佐野晋一* ピーター W. スケルトン**
武井雅彦*** 松岡 篤****

はじめに

Shin-ichi Sano*, Peter W. Skelton**,
Masahiko Takei*** and Atsushi Matsuoka****

2007年4月5日受付.

2007年6月14日受理.

* 福井県立恐竜博物館

Fukui Prefectural Dinosaur Museum, Fukui 911-8601, Japan

** オープン大学地球科学教室

Department of Earth Sciences, Open University, Walton Hall,
Milton Keynes MK7 6AA, UK

*** 藤岡市立西中学校

Fujioka Nishi Junior High School, Kamioduka 639, Fujioka,
Gunma 375-0054, Japan

**** 新潟大学理学部地質科学教室

Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University,
Niigata 950-2181, Japan

Corresponding author; S. Sano, ssano@dinosaur.pref.fukui.jp

Abstract: Two rudist taxa, *Epidiceras speciosum* (Münster) and *Monopleura* sp. were discovered from the allochthonous Torinosu-type limestone blocks in the Oriai Formation of the Imaidani Group in the Shirokawa area, Southwest Japan. The occurrence of *Epidiceras speciosum*, indicating a late Kimmeridgian to early Valanginian age, is consistent to the previous age assignment based on the occurrences of middle Kimmeridgian to early Tithonian ammonites (*Hybonoticerias*) from the overlying Nakatsugawa Formation and the Tithonian radiolarian assemblage of the Imaidani Group. These limestone blocks were thus originally deposited in a shallow marine shelf in the late Kimmeridgian-early Tithonian, and were transported into a deeper environment of shelf slope in the early Tithonian. *Monopleura* sp. from the Shirokawa area possibly represents the earliest record of this genus and family. The occurrence of Late Jurassic rudists in Torinosu-type limestone suggests that rudists had already expanded globally and that a tropical-subtropical condition prevailed in the shallow marine shelf of East Asia, where the Torinosu-type limestone was deposited at that time.

Key words: rudist, Torinosu-type limestone, Imaidani Group, Oriai Formation, Kimmeridgian-Tithonian, Ehime Prefecture

厚歯二枚貝はジュラ紀後期に出現し白亜紀末に絶滅した、ヒップリテス上科 (Hippuritacea) を構成する二枚貝の1グループである (Dechaseaux et al, 1969; Skelton and Smith, 2000). 厚歯二枚貝は炭酸塩プラットフォームに生息し、当時のテチス海域を代表する存在として熱帯-亜熱帯環境の指標ともなっている (Kauffman, 1973; Hallam, 1977). ジュラ紀後期-白亜紀初期の鳥巢層群およびその相当層には造礁生物化石を多産する石灰岩 (鳥巢式石灰岩) が多数含まれるものの (Tamura, 1961), 厚歯二枚貝については高知県佐川地域からのディセラス科 (Diceratidae) の予察的な産出報告があるのみであった (三本ほか, 1990). 今回、愛媛県城川地域の、鳥巢層群相当である今井谷層群下相層最上部に含まれる石灰岩岩塊中にディセラス科とモノプレウラ科 (Monopleuridae) の厚歯二枚貝を見出した。これらはジュラ紀後期のものと判断でき、厚歯二枚貝が当時既に汎世界的に分布を広げていたことを示すのみならず、鳥巢式石灰岩の形成時期や異地性岩塊としての再移動などについての知見を与えるものであり、ここに報告する。

地質概説

厚歯二枚貝が発見されたのは、愛媛県西予市城川町下相道の駅「きなはい屋しろかわ」裏の黒瀬川河床に露出する礫質岩に含まれる石灰岩岩塊である (Fig. 1). 下相周辺には、鳥巢層群相当とされる今井谷層群が分布しており、下部の下相層と上部の中津川層に区分されている (中川ほか, 1959; 武井・松岡, 2004). 下相層は泥岩および砂岩泥岩互層が卓越しており、一般に大型化石に乏しいが、一部に大型化石を含む異地性岩塊が挟在する層準が存在する。一方、中津川層は礫岩、砂岩、砂岩泥岩互層、現地性と考えられる鳥巢式石灰岩などからなり、アンモナイトや二枚貝などの大型化石をしばしば産する。八尾ほか (1982) は産出する放射虫化石群集の検討に基づき、今井谷層群をジュラ紀新世後期 (Tithonian) とし、また中川ほか (1959) は中津川層から Kimmeridgian 中期-Tithonian 前期を示す *Hybonoticerias* 属のアンモナイトを報告している。

武井・松岡 (2004) は下相付近の黒瀬川河床に連続的に露出する下相層の詳細な岩相層序を報告し、異地性の含大型化石岩塊を含む層準を基準に下部、中部、上部、最上部の4つに区分した。今回、厚歯二枚貝が発見されたのは下相層最上部の厚さ約15 mの礫質岩で、石灰岩、砂岩、泥岩、砂岩泥

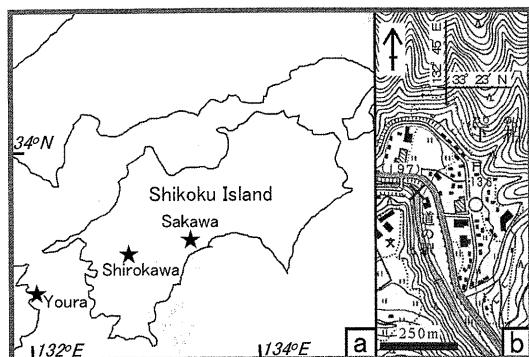


Fig. 1. (a) Localities of rudists from the Torinosu-type limestones in Southwest Japan. (b) Map showing the rudist locality (X) in the Shirokawa area. 1: 25,000 scale topographic map "Doi" published by the Geographical Survey Institute of Japan.

岩互層および凝灰岩からなる大小様々な岩塊を多量に含む。石灰岩岩塊は直径数 cm から 2 m 程度の大きさがあり、灰色から灰黒色を呈し、瀝青質で、シダリスの刺、サンゴ、層孔虫および二枚貝などの化石を含むなど、いわゆる鳥巢式石灰岩の特徴を持ち、元来は陸棚域において形成されたものと考えられる。武井・松岡 (2004) は、下相層は斜面域の堆積盆に堆積したもので、そこに、陸棚域の堆積物が崩壊して、異地性岩塊として供給されていることを明らかにした。

城川産厚歯二枚貝の産状と帰属

本産地において少なくとも 4 点の石灰岩岩塊に厚歯二枚貝を確認した。このうち 2 点は長径十数 cm の岩塊に厚歯二枚貝の破片が含まれるものであり、ここでは、礫質岩上半部に含まれる、比較的大きな 2 点の石灰岩岩塊 (以下、岩塊 A, B) について述べる。岩塊 A は観察できる範囲で 104 cm × 61 cm × 46 cm の大きさを持つ灰色の石灰岩岩塊で、厚殻で大型の二枚貝 (以下、二枚貝 a) 1 点、群体の大きさ 10–20 cm の板状のサンゴのほか、多数の小型の二枚貝 (以下、二枚貝 b) を含む (Fig. 2.a)。なお、A, B 以外の岩塊に含まれる厚歯二枚貝は破片ではあるが二枚貝 a の可能性がある。岩塊 B は観察できる範囲で 78 cm × 112 cm × 37 cm の大きさを持つ暗灰色の石灰岩岩塊で合弁の二枚貝 b が密集するが、数 cm の大きさのサンゴも含む。コップ状あるいは円筒状の断面を持つ二枚貝 b が 10～数十個体並んで産する部分があり、これらの二枚貝 b の成長方向は、殻内に形成されたジオペタル構造が示す上位とほぼ一致し、ある個体の上に別個体が固着して成長するものが認められるなど、自生的産状が保存されているものと考えられる (Fig. 2.c)。なお、ジオペタル構造が示す石灰岩堆積時の水平方向は下相層の一般走向と著しく斜交しており、石灰岩の固結、ジオペタル構造の形成後に石灰岩体の破壊、移動が生じたことを示す。

次に二枚貝 a と b の帰属について検討する。厚歯二枚貝の分類については Skelton らによる最近の見直しに従う (Skelton, 1999, 2003; Skelton and Smith, 2000)。進化過程の初期 (Oxfordian 中頃–Valanginian 中頃: Skelton (2003) の Diceratid Phase) の厚歯二枚貝にはディセラス科 5 属、

レクイエニア科 (Requieniidae) 2 属、モノプレウラ科 1 属があり、このうちディセラス科の *Diceras* と *Valletia*、およびモノプレウラ科は一般に右殻が左殻より大きく、一方、ディセラス科の *Epidiceras* と *Plesiadiceras*、*Heterodiceras*、およびレクイエニア科は左殻がより大きく、それぞれ大きな殻で固着する。岩石中から個体を取り出せないため、本論文では、露頭において貝の断面に観察できる、歯や myophore (殻の閉殻筋付着部に認められる構造)、殻の巻き方、個体のサイズなどの特徴を、上記の属のものと比較することにより同定を試みた。

岩塊 A の二枚貝 a は殻の一部が失われた合弁個体で、commissure の中央付近を前後方向に、ほぼ垂直に切った断面として観察でき、断面での commissure の直径は約 12 cm、不等殻で、再結晶を受けた内層のほか、一部に方解石稜柱層からなる外層が認められる (Fig. 2.b)。Myophore の突起 (pm in Fig. 2.b) が両方の殻に 1 か所ずつ認められるが、突起は蝶番部から独立し、そのすぐ下を通る。大きな殻では、突起の反対側に myophore の膨らみ (am in Fig. 2.b) が認められる。不等殻と貝殻構造 (外層の存在) から二枚貝 a は厚歯二枚貝と判断される。この個体を持つ myophore の突起の特徴はディセラス科の原始的な 2 属 *Diceras* と *Epidiceras* のみに認められるものだが、この個体の大きさは *Epidiceras* の層序学的に若い種に特徴的で、*Diceras* には匹敵する大きさのものがない。個体のサイズと myophore 部の発達様式が *Epidiceras* 属中でも後期の種である *Epidiceras speciosum* (Münster) に類似することから、二枚貝 a は *E. speciosum* と判断される。

二枚貝 b は commissure の直径が 1–3 cm、著しい不等殻で、やや巻いた殻を持つ (Fig. 2.c, 2.e)。大きな殻の殻頂が著しくねじれ、殻頂部が commissure を延長した面近くまで達する個体がある。露頭において、合弁個体の、殻を前後方向に切り、かつ突出した両殻の歯を通った断面 (Fig. 2.d)、合弁個体の、ねじれた大きな殻の殻頂付近と歯を通った断面 (Fig. 2.e)、大きな (下) 殻の commissure 直下をほぼ水平方向に切った断面 (Fig. 2.f) などが観察でき、同定に役立つ。殻の一部に厚さ 1–2 mm の外層が観察できることがある (Fig. 2.e)。蝶番部には、大きな (下) 殻に 1 本の、小さな (上) 殻にほぼ同じ大きさで 2 本の突出した歯を持つ (Fig. 2.d)。どの個体にも、蝶番部から独立した「後方に位置する (posterior) myophore の突起」が観察されないことから、myophore は蝶番部の延長部に存在する (myophoral shelf) と考えられる (Fig. 2.f)。不等殻と貝殻構造 (外層の存在) から二枚貝 b は厚歯二枚貝と判断される。

二枚貝 b は、大きな殻の殻頂が commissure の面から離れる、ほどけた巻き方をする点 (Gourrat et al., 2003) でレクイエニア科から、独立した後方に位置する myophore の突起を欠く点で *Diceras* と *Epidiceras* から区別できる。残るディセラス科 3 属のうち、*Heterodiceras* と *Plesiadiceras* は、小さな殻 (右殻) の 2 本の歯のうち、後方に位置する歯が前方に位置する歯よりも著しく大きく、広い面積を占める点で、*Valletia* は、小さな殻 (左殻) の 2 本の歯のうち、前

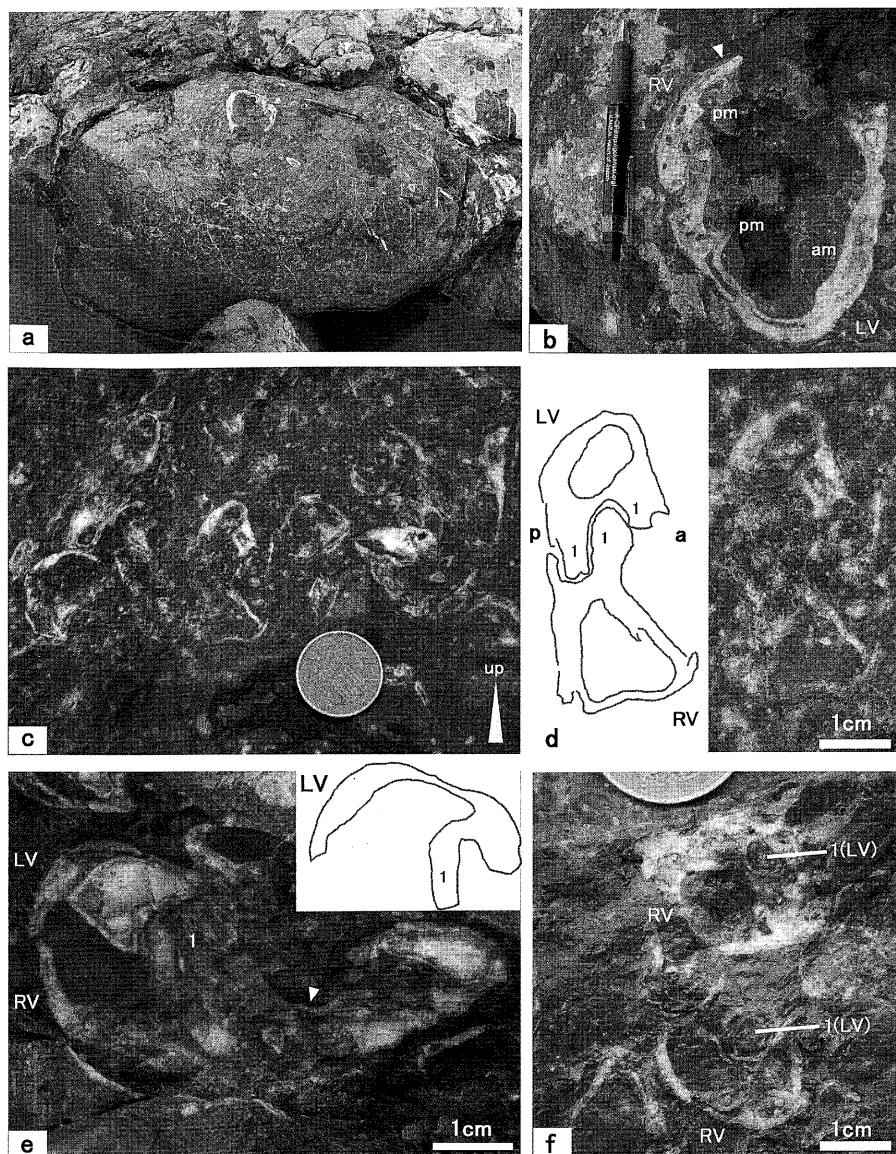


Fig. 2. Occurrences of Late Jurassic rudists in the limestone blocks in the Shirokawa area. RV: right valve; LV: left valve; am: anterior myophore; pm: posterior myophore; l: tooth; a: anterior side; p: posterior side. (a) Limestone block A with a large individual of *Epidiceras speciosum* (Münster) and much smaller individuals of *Monopleura* sp. (b) *Epidiceras speciosum* (enlarged image of Fig. 2.a). Anterior and posterior myophores are observed in the section. Arrow indicates partly-preserved outer layer of the shell. (c) autochthonous occurrence of *Monopleura* sp. (limestone block B). Arrow indicates upward direction based on geopetal structures. (d) Antero-posterior section through cardinal part of *Monopleura* sp. Two subequal teeth in the left valve and a tooth in the right valve are identified. (e) Section through both valves of *Monopleura* sp. (limestone block B). Tooth on photograph represents tooth of right valve, and tooth in the drawing represents tooth of left valve. Arrow indicates partly-preserved outer layer of the shell. Note a geopetal structure inside the left valve. (f) Cardinal and myophoral parts of two right valves of *Monopleura* sp. (limestone block B). Adapical view. Note that anterior tooth of left valves remains in the socket of right valves.

方に位置する歯が後方に位置する歯よりも著しく大きい点で、二枚貝 b とは異なっている。一方、モノプレウラ科の *Monopleura* は小さな殻（左殻）にはほぼ同じ大きさの 2 本の歯を有し、個体の大きさや myophore 部の発達様式にも矛盾がないことから、二枚貝 b は *Monopleura* と判断される。*Monopleura* 属には多数の種が提唱されており、今後整理が必要と考えられるため、ここでは *Monopleura* sp. とするにとどめる。なお、*Monopleura* 属は Valanginian 以降には汎世界的に産し、これ以前の産出記録はウクライナ・クリミア半島の Tithonian 後期と Berriasian の 2 種のみで

ある (Yanin, 1975; Skelton, 1985)。したがって、城川地域からの *Monopleura* sp. の産出はこの属およびモノプレウラ科の最初期の記録である可能性があり、今後の更なる研究が期待される。

考 察

城川地域の含厚歯二枚貝石灰岩は異地性岩塊として産することから、石灰岩の堆積年代は主に石灰岩岩塊から得られる情報に基づいて決める必要がある。*Epidiceras speciosum* は、フランスからウクライナの Kimmeridgian 後期—

Valanginian 前期の地層から報告されている (例えば, Skelton, 1999, 2003). 一方, 武井・松岡 (2004) により指摘された様に, 含厚歯二枚貝石灰岩岩塊の混在時期は, 下相層および上位の中津川層からの放散虫化石群集 (八尾ほか, 1982) とアンモナイト化石 (中川ほか, 1959) に基づき Tithonian 前期と考えられる。したがって, 含厚歯二枚貝石灰岩の堆積年代は Kimmeridgian 後期-Tithonian 前期に限定され, その後, Tithonian 前期までの間に石灰岩の固結, 崩壊および再移動が起こったものと推定できる。最近, 石灰岩体から得られた微化石の検討により, 鳥巢式石灰岩にはジュラ紀中世, ジュラ紀新世-白亜紀最初期, 白亜紀古世など, 様々な時期に形成されたものがあることが明らかになったが (例えば, 石田, 2006; Iba and Sano, 2007), 城川地域の含厚歯二枚貝石灰岩は Kimmeridgian 後期-Tithonian 前期に形成された鳥巢式石灰岩の存在を示す。これは, 城川地域の今井谷層群中津川層に発達する鳥巢式石灰岩よりも一時代古い年代の石灰岩を代表するものである。

鳥巢式石灰岩からのジュラ紀後期の厚歯二枚貝の産出は, マレーシア・サラワクのバウ (Bau) 石灰岩 (Lau, 1973; Skelton, 1985) の産出記録とともに, これまで研究の空白域であったテチス海東部地域における初期の厚歯二枚貝についての情報を与えるものであり, 厚歯二枚貝が出現から間もない時期, 遅くとも Kimmeridgian 後期-Tithonian 前期には既に汎世界的に分布を広げていたことを示す。また, Hallam (1977) はジュラ紀二枚貝の属ごとの分布の検討から厚歯二枚貝をテチス区の温暖環境を代表する要素として位置づけており, ジュラ紀後期には, 鳥巢式石灰岩の堆積した浅海域が熱帯-亜熱帯環境にあったことが強く示唆される。

おわりに

愛媛県城川地域および高知県佐川地域のほか, 大分県四浦半島の津井層中の鳥巢式石灰岩中にも *Epidiceras speciosum* の密集層が確認でき, 厚歯二枚貝は鳥巢式石灰岩に普遍的に含まれる可能性がある。秩父累帯南帯に分布する含二枚貝浅海成石灰岩として三疊紀のメガロドン石灰岩が注目されてきたが (Tamura, 1983), 厚歯二枚貝も厚殻の特徴を共有するので, メガロドン石灰岩と誤認された鳥巢式石灰岩が存在する可能性がある。厚歯二枚貝は断面からでも科や属が同定できる場合があり, Oxfordian 中頃の出現以降, しばしば属や科の入れ替わりが生じていることから (Skelton, 2003), 時代決定が困難な浅海成石灰岩への生層序学的な応用の可能性がある。ちなみに, メガロドン類と厚歯二枚貝類は後者のみが方解石稜柱層の外層を持つ点で区別できる (Skelton and Smith, 2000)。今後, 石灰岩中の厚歯二枚貝を認識することにより, 鳥巢式石灰岩形成時の古生物地理や堆積環境の議論だけでなく, 石灰岩の形成年代の推定や秩父累帯南帯における地層の識別や認定にも貢献することが期待される。

謝辞 高知大学の近藤康生博士には, 本地域からの厚歯二枚貝の産出について最初に情報を提供していただいた。調査にあたり, 高橋 司氏をはじめ, 旧城川町教育委員会の皆様には多大な便宜を図っていただいた。編集幹事である広島大学

の狩野彰宏博士, 査読者の速水 格博士, 近藤康生博士には有益な御指摘をいただき, 論文が改善された。文献入手にあたり, ドイツ・エアランゲン大学の R. Höfling 博士, 北海道大学の箕浦名知男博士, 京都大学の前田晴良博士, 東京大学の伊庭靖弘氏に御協力いただいた。以上の方々に深く感謝の意を表す。なお, 本露頭周辺は地元教育委員会等により学校・社会教育活動に利用されており, 調査等に当たっては露頭の保全への協力をお願いしたい。

文 献

- Dechaseaux, C., Cox, L.R., Coogan, A.H. and Perkins, B. F., 1969, Superfamily Hippuritacea Gray, 1848. In Moore, R.C. ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6, Bivalvia, 2*, N749-817, University of Kansas, Lawrence, Kansas and Geological Society of America.
- Gourrat, C., Masse, J.-P. and Skelton, P. W., 2003, *Hypelasma salevensis* (FAVRE, 1913) from the Upper Kimmeridgian of the French Jura, and the origin of the rudist Family Requiiniidae. *Geologia Croatica*, **56**, 139-148.
- Hallam, A., 1977, Jurassic Bivalve Biogeography. *Paleobiol.*, **3**, 58-73.
- Iba, Y. and Sano, S., 2007, Mid-Cretaceous step-wise demise of the carbonate platform biota in the Northwest Pacific and establishment of the North Pacific biotic province. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **245**, 462-482.
- 石田直人, 2006, 秩父累帯南帯に分布する含鳥巢式石灰岩層の堆積過程: 熊本県球磨川中流域に分布する上部ジュラ系層群の事例. 熊本大理紀要 (地球科学), **18**, 69-87.
- Kauffman, E. G., 1973, Cretaceous Bivalvia. In Hallam, A., ed., *Atlas of Palaeobiogeography*, 353-383, Elsevier, Amsterdam.
- Lau, J. W. E., 1973, The rediscovery of rudist with its associated fauna in the Bau Limestone and its paleobiogeographic significance in circumglobal correlation and plate tectonic studies. *Malaysia Geol. Surv. Ann. Rep. for 1973*, 188-197.
- 三本健二・森野善広・野瀬一雄, 1990, 鳥巢式石灰岩からの厚歯二枚貝 *diceratid* の発見. 地学研究, **39**, 107-110.
- 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.
- Skelton, P. W., 1985, Preadaptation and evolutionary innovation in rudist bivalves. *Spec. Pap. Palaeont.*, no. 33, 159-173.
- Skelton, P. W., 1999, Synoptic guide to Kimmeridgian rudists for the Kelheim field visit. In Höfling, R. and Steuber, T. eds., *Fifth International Congress on rudists, Abstracts and Field Trip Guides*. Erlanger geol. Abh., sb. 3, 83-89.
- Skelton, P. W., 2003, Rudist evolution and extinction - a North African perspective. In Gili, E., Negra, H. and Skelton, P. W. eds., *North African Cretaceous carbonate platform systems*. NATO Sci. Ser., IV. Earth and Environmental Sciences, **28**, 215-227, Kluwer Academic Publishers.
- Skelton, P. W. and Smith, A. B., 2000, A preliminary phylogeny for rudist bivalves: shifting clades from grades. In Harper, E. M., Taylor, J. D. and Crame, J. A. eds., *The Evolutionary Biology of the Bivalvia*. Spec. Publ. Geol. Soc. London, no. 177, 97-127.
- 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. 地質雑, **110**, 146-157.
- Tamura, M., 1961, The Torinosu Series and fossils therein. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **32**, 219-252.
- Tamura, M., 1983, Megalodonts and Megalodont Limestones in Japan. *Mem. Fac. Edu., Kumamoto Univ.*, **32**, 7-28.
- Yanin, B. T., 1975, The first find of the genus *Monopleura* (Rudista) in the Tithonian of the Crimea. *Paleont. Jour.*, **9**, 291-295.
- 八尾 昭・松岡 篤・中谷登代治, 1982, 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放散虫化石群集. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 5, 27-43.