

論 説

下部更新統上総層群野島層今泉砂礫岩部層から採取されたタマガイ科絶滅種
Glossaulax hyugensis (Shuto) (軟体動物門, 腹足綱) の発見とその意義

神保幸則*・間嶋隆一**・市村俊樹***・楠 稚枝*・野崎 篤****・宇都宮正志*****

*横浜国立大学環境情報学府・**横浜国立大学環境情報研究院・***国際航業株式会社東北事業所・****平塚市博物館・*****産業技術総合研究所地質情報研究部門

An extinct naticid species *Glossaulax hyugensis* (Shuto) (Mollusca: Gastropoda) from the Lower Pleistocene Imaizumi Sandstone and Conglomerate Member in the Nojima Formation (Kazusa Group, central Japan): Discovery and implications

Yukinori Jimbo*, Ryuichi Majima**, Toshiki Ichimura***, Chie Kusu*, Atsushi Nozaki**** and Masayuki Utsunomiya*****

*Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan (jimboyukinori0410@yahoo.co.jp, ichimura-toshiki-sg@ynu.jp, kusu-chie-sf@ynu.jp); **Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan (majima-ryuichi-ym@ynu.ac.jp); ***Tohoku office, Kokusai Kogyo CO., LTD. 1-3-45, Shintera, Wakabayashi-ku, Sendai 984-0051, Japan (ichimura-toshiki-sg@ynu.jp); ****Hiratsuka City Museum, 12-41 Sengencho, Hiratsuka, Kanagawa 254-0041, Japan (nozaki-a@city.hiratsuka.kanagawa.jp); *****Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan (m.utsunomiya@aist.go.jp).

Abstract. A juvenile specimen of *Glossaulax hyugensis* (Shuto) was collected from the Lower Pleistocene Imaizumi Sandstone and Conglomerate Member in the Nojima Formation. This formation is in the lower part of the Kazusa Group, a forearc-basin-fill sequence exposed on the Pacific Ocean side of central Japan. The specimen was found in a 9-m-thick conglomeratic sandstone bed in a channel-fill sequence. *G. hyugensis* is characteristic of the warm- and shallow-water Kakegawa fauna, which flourished on the Pacific Ocean side of southwestern Japan during the Late Pliocene to Early Pleistocene. The stratigraphic level at which the fossil was found is estimated to lie above the KGP tuff bed (2.5 Ma) and below the Olduvai subchronozone (1.97 Ma). This finding marks one of the latest fossil records for the species and suggests that it occurred for a long time period in the southern Kanto area, from the Late Pliocene to Early Pleistocene.

Keywords: *Glossaulax hyugensis*, Kakegawa fauna, Pleistocene, Nojima Formation, Kazusa Group, Miura Peninsula

はじめに

神奈川県南東部の三浦半島北部に露出する下部更新統上総層群野島層今泉砂礫岩部層(江藤, 1986; 以下今泉部層)から腹足綱タマガイ科の絶滅種 *Glossaulax hyugensis* (Shuto) の幼貝が産出した。同部層からは、これまで *G. hyugensis* の近縁絶滅種である *G. hagenoshitensis* (Shuto) と *G. nodai* Majima が報告されていた (Majima, 1985)。これら3種は、西南日本太平洋側の上部新生界掛川層群(静岡県), 唐の浜層群(高知県), 宮崎層群(宮崎県)などから多産し (Majima, 1985; 間嶋, 1987; 間嶋, 1988b; Majima, 1989), 後期鮮新世から前期更新世の暖流浅海

棲貝化石群である掛川動物群 (Otuka, 1939; 小澤・富田, 1992; 小澤ほか, 1995) を最も良く特徴づけるタマガイ科の化石である。

一方, 今泉部層からは, オトヒメハマグリ科 (Vesicomysidae) の大型二枚貝 (以下シロウリガイ類) が産出することから (Shikama and Masujima, 1969 など), 陸棚より深い深海環境で堆積したことが示唆されており, 浅海棲の掛川動物群構成種がなぜ深海堆積物から産出するのかという疑問があった。また, 本種の生息期間を各産地の最近の年代層序学的研究によって再検討したところ, 本産地は本種の最も若い時代の産出層のひとつであることが判明した。

本研究の目的は、今泉部層における本種の産状を詳細に記載し、浅海棲種の深海堆積物中での産状を明らかにすること、本種と本種に近縁なタマガイ科巻貝化石の幼貝の分類基準を示し同定の妥当性を議論すること、および本種の産出年代を最近の年代層序学的研究に基づき検討することによって、その時空分布を明らかにすることである。

化石産地

*Glossaulax hyugensis*は、横浜市栄区公田町にある、荒井沢市民の森入口付近にある崖から産出した(図1, 2)。崖には下部更新統野島層に挟在する今泉部層が露出し、崖の最上部は野島層主部の泥質砂岩層からなる。著者らの調査では、今泉部層は全体として上方粗粒化を示す砂礫質の海底扇状地堆積物を構成し、化石を採取した露頭は、扇状地最上部のチャンネル充填堆積物からなる(図1, 2の Traverse 1)。

露頭の下半部は、下部が礫質砂岩、中部が軽石を散在的に含む粗粒砂岩、最上部は平行葉理からなる細粒砂岩へと級化する層厚9mに達する単層からなり、この単層は、下位の軽石を豊富に含む粗粒砂岩層と明瞭な浸食面

で接する(図2C, 2E)。露頭の上半部は、級化構造を頻繁に示す粗粒砂岩層や中粒砂岩層が明瞭な浸食面を伴って累重し、最上位は泥質砂岩層となる(図2Dの Traverse 1の柱状図)。これらの地層は全体としてチャンネル充填堆積物特有の上方細粒化および薄層化傾向(Walker, 1984)を示す。貝化石は層厚9mの単層の基底から上位へ約2mの礫質砂岩から採取した(図2)。この層準では、径5mm前後の礫や貝殻の破片が散在し、礫は垂角礫から円礫よりなり、礫径はまれに数cmを超えることがある。以上の堆積相の特徴から、礫質砂岩から産出する貝化石は、チャンネルを流下した堆積物重力流によって運搬され、堆積したと判断される。Majima (1985)が野島層から報告した*G. hagenoshitensis*と*G. nodai*も今泉部層から産出するが(Shikama and Masujima, 1969の産地318-II)、露頭は宅地化のため消失し、詳しい化石の産状は不明である。

化石の産状と共産化石

貝化石の多くは破片として産出し、殻は極めて脆く、また、殻の表面は砂や礫の粒子が食い込むように固着している個体が多かった。二枚貝化石は破片が離弁の状態で産出し、露頭表面で見える限り、殻の埋没姿勢に定向配

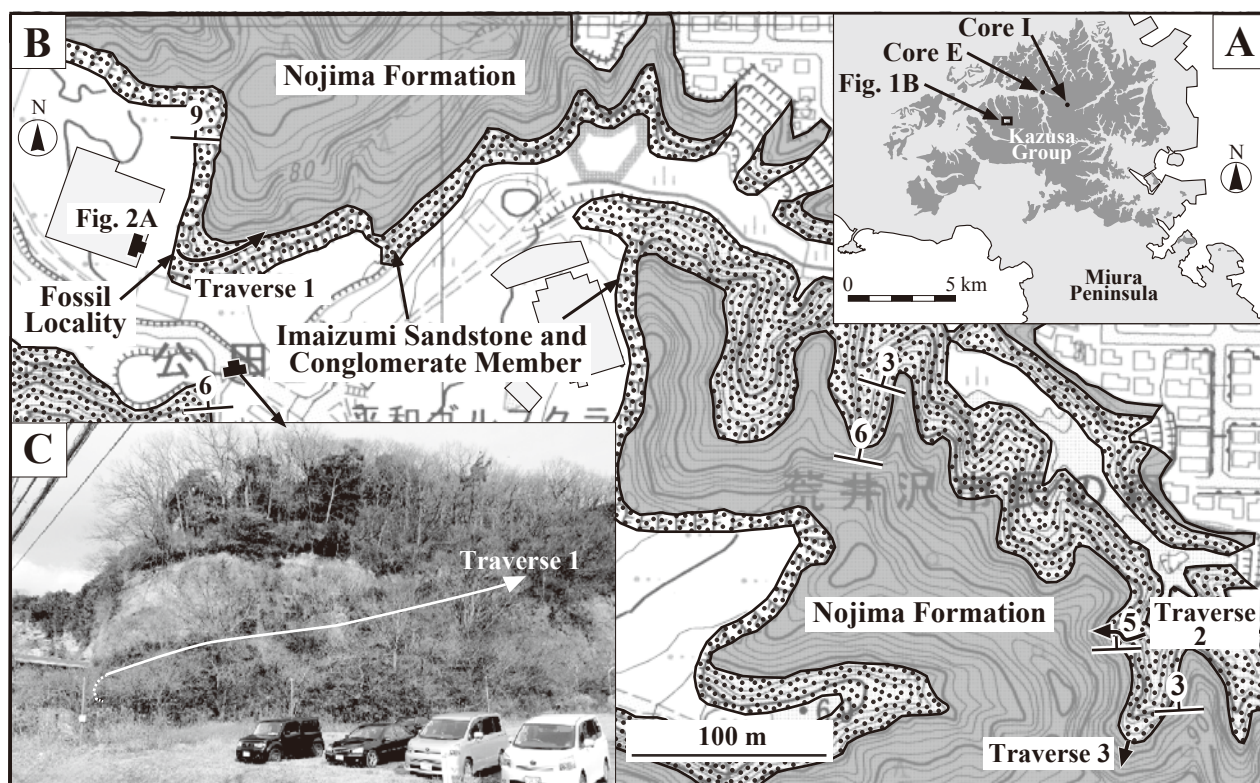


図1. 化石産地の位置 (A)、地質図 (B) および化石産地の崖の全景 (C)。Traverse 1～3の柱状図は図2に示す。■マークは図1, 2の写真撮影位置を示す。地形図は国土地理院発行1万分1「港南台」を使用。

Fig. 1. Index map (A), site locality (B), and sampling site (C). Geological columns for traverses 1–3 are shown in Fig. 2D. The two ■ marks indicate the locations where the images in Figs 1 and 2 were taken. The base map used in B is the 1:10,000 “Kōnandai” topographic map, published by the Geospatial Information Authority of Japan.

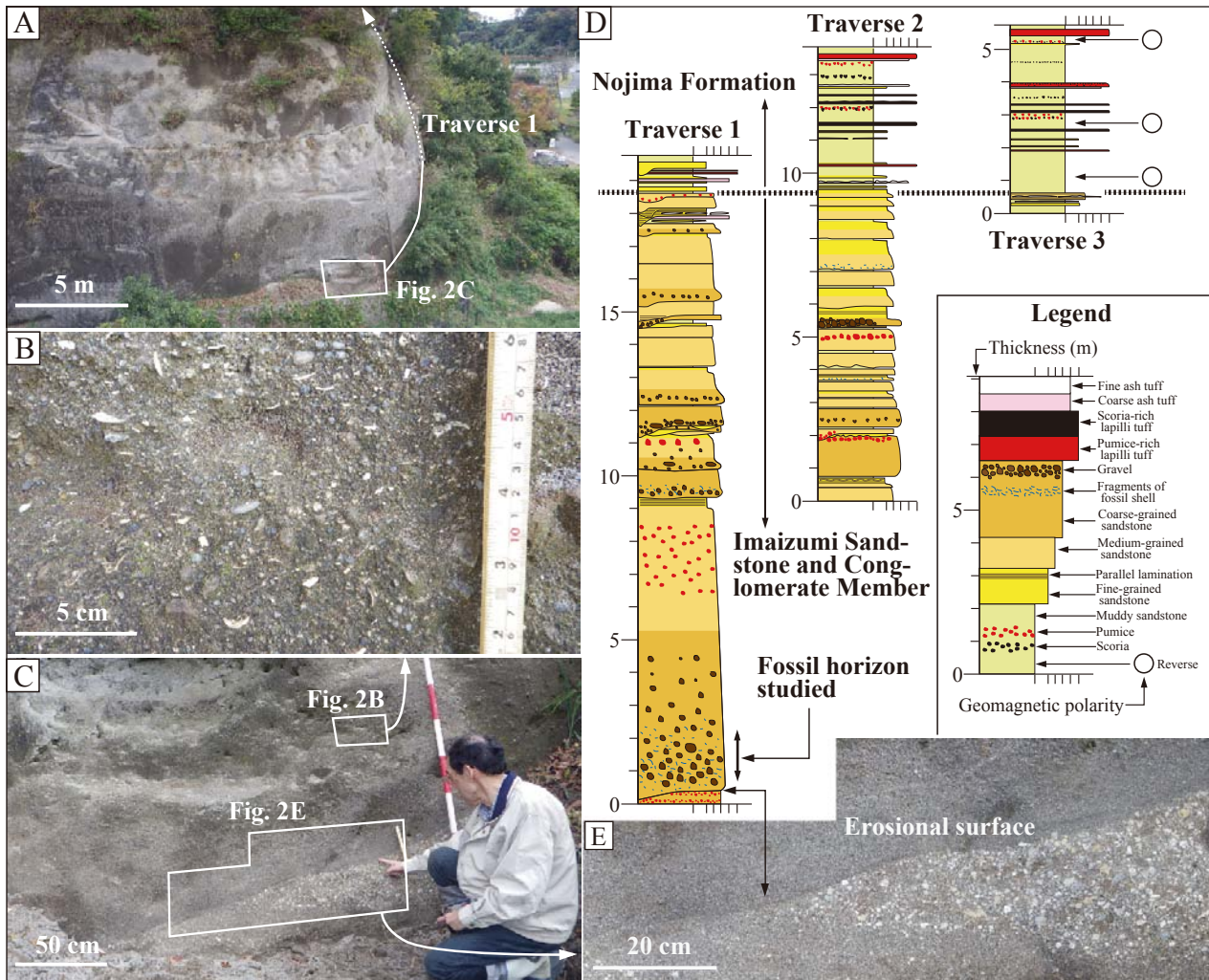


図2. 化石を産出した露頭の写真 (A, B, C, E) と産地およびその周辺の柱状図 (D). 各柱状図を作成した位置 (Traverse) は図1に示す。
Fig. 2. Outcrops at the fossil locality (A, B, C, E), and geological columns of traverses 1–3 (D). The locations of traverses 1–3 are shown in Fig. 1.

列などの傾向は見られなかった。巻貝化石も破片で産出するものが多い。また、破片化していない個体は幼貝が多く、多くの標本で種レベルの同定は行えなかった。種まで同定できた二枚貝類は *Scapharca broughtonii* (Schrenck) (図3D), *Cryptopecten vesiculosus* (Dunker), *Cyclocardia ferruginea* (Clessin) など、巻貝類は *Olivella japonica* Pilsbry, *Euspira yokoyamai* (Kuroda and Habe), *Glossaulax hyugensis* (図3B) など、現生種は陸棚以浅に生息する種から主になる。これら以外に、ウニ類の棘やフジツボ類の破片、単体サンゴ類などが産出した。

破片として産出するイタヤガイ類の中に、*Amussiopecten* 属に同定できるものがあつた (図3E, 3F)。殻の外表面は幅の広い放射肋が顕著で、内表面の腹縁側には、幅の狭い肋が外表面の放射肋の側縁に対応した位置に対になって発達し、この形質は *Amussiopecten* 属を特徴づける (Hertlein, 1969)。日本から産出する本属は放射肋の数などによって種が区別されているので (Masuda, 1962)、採取した破片標本だけでは種の同定は困難であ

る。馬場 (1990) は本部層中から *Amussiopecten praesignis* (Yokoyama) を報告している。本種は、掛川動物群を最も良く特徴づける分類群のひとつである。

二枚貝の破片の中にシロウリガイ類の可能性が高い標本があつた。近傍の産地 (宇都宮ほか, 2014 など) から産出した *Calypptogena kawamurai* (Kuroda) の破片化していない標本と比較したところ、殻の厚さと顕著な成長脈を持つ表面彫刻などから、形態上区別はできなかった。三浦半島的新生界からはシロウリガイ類化石が多産し、本部層からも幾つかの報告例がある (Shikama and Masujima, 1969; 平田ほか, 1991; 宇都宮ほか, 2014)。Utsunomiya *et al.* (2015) は、三浦半島から産出する化学合成化石群集の古水深をまとめ、シロウリガイ類が卓越する群集は水深400 m以深に生息し、ツキガイ類やオウナガイ類が卓越する群集は300 m以浅に生息することを示した。このことから、本部層は400 mよりも深い水深で堆積したと推定される。

Glossaulax hyugensis 幼貝の同定

露頭から *Glossaulax* 属の幼貝3標本を得た (図3A, 3B, 3C). いずれも日本産の現生 *Glossaulax* 属全種に比較して相対的に殻底部が角張り, 臍孔壁が平滑で, これらの特徴は掛川動物群から多産する絶滅種 *Glossaulax hyugensis* (Shuto), *G. hagenoshitensis* (Shuto) および *G. nodai* Majima に共通する. 産出した標本は幼貝であったが, 1標本を *G. hyugensis* に同定できた. 以下に同定の根拠を示す. なお, 以下で用いる *Glossaulax* 属の記載用語については, 間嶋 (1988a) の図1を, また, “1J, 1T, 3J” などの各種の成長段階を示す各“型”については, 間嶋 (1988b) の図2およびMajima (1989) のText-fig. 8を参照した. 主要な形質の部位とその名称, および以下に引用する各“型”については図4に示した. これら3種の成貝を含む個体発生上の形態変異は異時性の特殊な様式で説明されており, 間嶋 (1988b) と間嶋・塚越 (2004) で解説されている.

Majima (1985) は, 掛川動物群から産出する上記3種の幼貝の臍滑層前丘の形態変異を, 臍滑層前丘の両端を結ぶ c の長さに対し, それに垂直な臍滑層前丘の張り出しの最大長 d の比 d/c を散布図にプロットすることで示した. なお, c の後端は索溝の端である (図4). 今回得られた3標本の c と d の測定値と, それらをMajima (1985) のText-fig. 7にプロットした図を図4に示す. なお, 測定はMajima (1985) 同様, 写真上で行った.

G. hyugensis の幼貝 (1J) は三角形の臍滑層前丘を持ち, 臍滑層前丘外縁は成長に伴って次第に張り出し四角形の臍滑層前丘を持つ成貝 (1T) に変異する (図4Bの△). *G. hagenoshitensis* の幼貝 (3J) は四角形の臍滑層前丘を持ち (図4の○), *G. hyugensis* の成貝 (1T) に似るが, 殻の大きさが異なるので区別できる. c の値を殻の大きさと考えた場合, 同じ大きさの幼貝同士では, 臍滑層前丘外縁の張り出しの程度 (d/c) が兩種間で明らかに異なる (図4B). この形質で比較すると, 図3Bと3Cの2標本は *G. hyugensis* の変異の領域にほぼ入ることが分

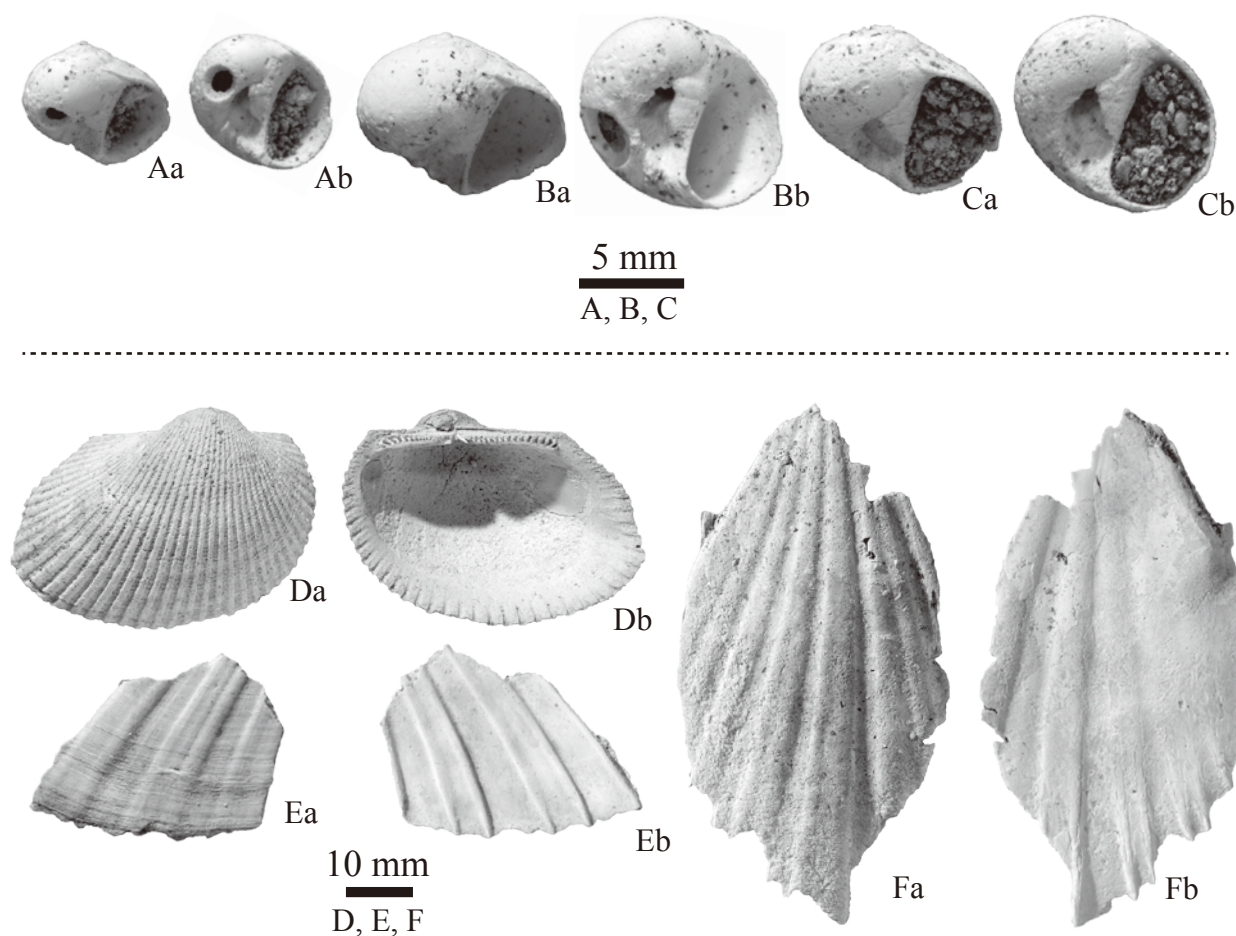


図3. 今泉部層の露頭 (図2) から採取された貝化石 (国立科学博物館筑波研究施設所蔵).

Fig. 3. Molluscan fossils collected from the study outcrop in the Imaizumi Sandstone and Conglomerate Member. A: *Glossaulax* sp. NMNS PM 27617. C: *Glossaulax* sp. NMNS PM 27619. B: *Glossaulax hyugensis* (Shuto), NMNS PM 27618. D: *Scapharca broughtonii* (Schrenck), NMNS PM 27620. E: *Amussiopecten* sp., NMNS PM 27622. F: *Amussiopecten* sp., NMNS PM 27623. NMNS PM = National Museum of Nature and Science, Paleontology, Mollusca.

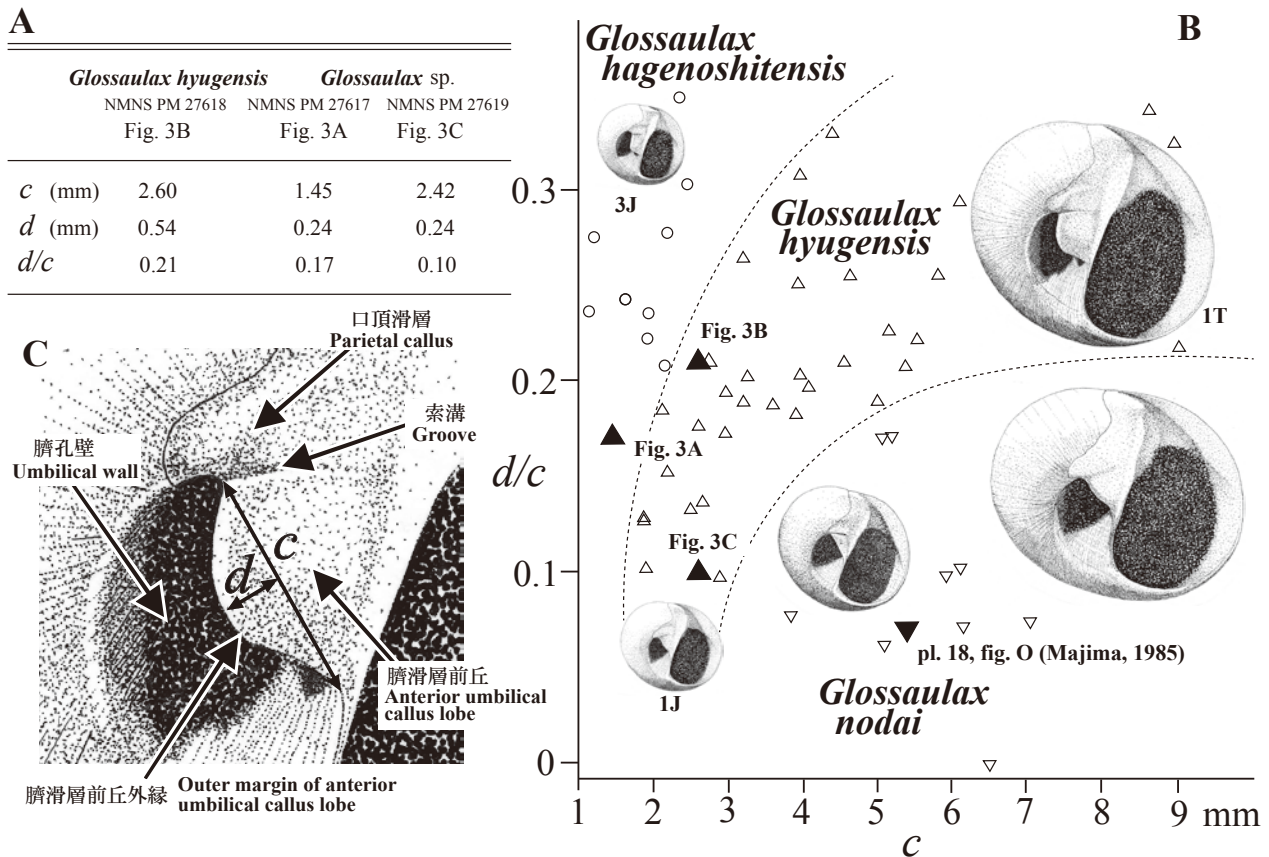


図4. 今泉部層産 *Glossaulax* 標本の臍滑層前丘の形質に関する測定値 (A), 散布図 (B), および主要な形質の名称 (C). 散布図はMajima (1985) のtext-fig. 7を再描画した. $\triangle$: *G. hyugensis*. $\circ$: *G. hagenoshitensis*. ∇ : *G. nodai*. $\blacktriangle$: 図3A, 3B, 3C. $\blacktriangledown$: Majima (1985) で今泉部層から報告された *G. nodai* (GIYU no. 563 = NMNS PM27397). Majima (1985) で使用された標本のうち, 横浜国立大学所蔵標本 (標本番号にGIYUが付されたもの) は, 全て筑波の国立科学博物館に移管されている.

Fig. 4. Measurements of the anterior umbilical callus lobe of *Glossaulax* specimens (A). Scatter diagram of the measurements (B). Terminology used for the basal part of *Glossaulax* (C). The diagram is redrawn from fig. 7 of Majima (1985). $\triangle$: *G. hyugensis*. $\circ$: *G. hagenoshitensis*. ∇ : *G. nodai*. $\blacktriangle$: Fig. 3A, 3B, 3C. $\blacktriangledown$: *G. nodai* (GIYU no. 563 = NMNS PM27397), reported by Majima (1985). All specimens having the prefix GIYU (Geological Institute, Yokohama National University) that were studied by Majima (1985) are now stored in the National Museum of Nature and Science, Tsukuba.

かり, *G. hagenoshitensis*の幼貝 (3J) と区別できる (図4BのFig. 3Bと3Cの $\blacktriangle$). 一方, 図3A標本は, *G. hagenoshitensis*の変異の領域に入るように見えるが, c 値が1 mmから2 mmの個体を比較した場合, d/c 値は *G. hagenoshitensis* (図4Bの $\circ$) よりも小さい. なお, 一部の *G. hagenoshitensis*の個体群 (同一産地から得られた同一種の標本群) には縫合下に沿って浅い溝状のバンド (subsutural band) が見られるが, 検討した3標本には確認できなかった.

*G. nodai*は臍滑層前丘外縁の張り出しが弱いことが特徴である (図4Bの ∇). *G. nodai*には c 値が4 mm以下の幼貝がこれまでほとんど採集されていない. そのため, 今泉部層産3標本 ($c < 3$ mm) を, 同じ大きさの *G. nodai*と比較できなかった. そこで *G. nodai*の d/c 値の変異の範囲が幼貝から成貝まで同様であったと仮定すると, d/c 値が0.2を超える図3Bの標本は, *G. nodai*の d/c 値の変異の範囲よりも大きな値を示すので, *G. nodai*から区別

が可能である. 一方, d/c 値が0.2以下の図3Aと3Cの2標本は, *G. nodai*の d/c 値の変異の範囲と重複することから, これらを *G. nodai*から区別はできない.

以上の比較から, 今泉部層産の幼貝のうち, 図3Bの標本は *G. hagenoshitensis*および *G. nodai*と, 殻の大きさに対する臍滑層前丘外縁の張り出しの程度で区別が可能なので, *G. hyugensis*に同定した. 一方, 図3Aの標本は *G. hyugensis*の幼貝の d/c 値の変異の範囲から外れ, *G. nodai*の d/c 値の変異の範囲と重複する. また, 図3Cの標本は *G. nodai*の d/c 値の変異の範囲と重複する. 以上から, この2標本は種の同定は行わず, *Glossaulax* sp.とした. なお, Majima (1985) が本部層から報告した *G. nodai*の1標本 (Majima, 1985のpl. 18, fig. O: NMNS PM27397) の滑層前丘の測定値 (c : 5.40 mm, d : 0.40 mm, d/c : 0.07) を図4Bにプロットしたところ, この標本は *G. nodai*の変異の範囲に入ることが確認できた (図4Bの $\blacktriangledown$). また, 今泉部層産の *G. hagenoshitensis*はMajima (1985, pl.

19, fig. M) で図示されており, 成員の3T型に同定される. 以上から, 今泉部層から, *G. hagenoshitensis*, *G. nodai*, *G. hyugensis* の3種が産出することが確実となった.

なお, 著者の一人間嶋は, 以下の考察から図3Cの標本は *G. hyugensis* ではないかと考えている. すなわち, 3種の進化は異時性に支配されていることから, これらの種の臍滑層前丘外縁は成長に伴って共通的に張り出す傾向を持つと予想され, *G. nodai* も同様な傾向を持っていたと思われる. *G. nodai* には成員になっても d/c 値が0.1以下の個体が普通に見られること (図4B) をふまえると, 未発見の *G. nodai* の幼貝 (c 値が1から3mm) の d/c 値は0前後 ($d \approx 0$, 臍滑層前丘外縁はほぼ直線) になる可能性が高い. この推定が正しいとすると, 図3Cの標本の臍滑層前丘外縁の張り出しは同じ大きさの *G. nodai* に比較して大きすぎると予測され, *G. hyugensis* の幼貝とするのが妥当と思われる.

一方, 図3Aの標本の臍滑層前丘外縁の張り出しは (d/c 値0.2以下), *G. hagenoshitensis* の幼貝と比較して弱く, この個体を *G. hyugensis* の幼貝としても矛盾はないように思えるが, *G. hyugensis* と *G. hagenoshitensis* はしばしば共産することから (Majima, 1985), *G. hagenoshitensis* の幼貝の可能性を否定しきれない. 図3Aと3Cの2標本の確実な同定のためには, 形態発達の解析を, 成員を含む同一産地の一定数の標本に基づいて行う必要があることから, 今回は典型的な形態比較に基づく同定に議論をとどめた.

Glossaulax hyugensis の産出年代

Glossaulax hyugensis は, 宮崎層群 (宮崎県), 唐の浜層群 (高知県), 掛川層群 (静岡県), 中津層群 (神奈川県) から報告されてきた. 以下に本種を産出する産地の堆積年代を検討し, 本種の時空分布を明らかにする. なお, 古地磁気年代については, 一部の引用文献で Cande and Kent (1995) の年代を使用しているが, 全て Lisiecki and Raymo (2005) の年代に統一して引用した.

宮崎層群

Shuto (1964) により5産地から報告された. これらの産地の詳細は不明であるが, 産地 Hagenoshita (禿の下: 模式産地) と Nihonmatsu (二本松) は, Majima (1985) の産地 M-1 と M-4 にそれぞれほぼ一致すると思われるが, Majima (1985) は M-4 から本種を採集できていない. Shuto (1964) の残りの3産地については, 標本が本種であるかどうか確認が取れていない. 以上から, 宮崎層群の本種の確実な産地は, Majima (1985) の産地 M-1, M-2, M-3 と Majima *et al.* (2003) の産地 F3 となり, これらは高鍋層とされている (遠藤・鈴木, 1986 など). 産

地 M-2, M-3 を, Oda *et al.* (2011) の fig. 3 の地質図と比較し, 彼らの fig. 10 の層序総括図で該当する時代を検討した. その結果, 両産地は Oda *et al.* (2011) の佐土原層と高鍋層の境界直上に位置し, HST-4 凝灰岩層 (8m 下位層準の HST-3 凝灰岩層の年代は 3.05 ± 0.16 Ma: 鳥井ほか, 2000) の直下 (産地 M-3), あるいはほぼ同層準 (産地 M-2) に位置すると判断される. この層準は, Oda *et al.* (2011) の fig. 10 によればガウス正磁極帯の下限 (3.59 Ma) からマンモス逆磁極帯の上限 (3.21 Ma) の時代に相当する. 産地 M-1 の年代については, 上記2産地のほぼ走向方向の高鍋層の層準ということしか分からなかった. 一方, 産地 F3 は, Majima *et al.* (2003) の T-4 凝灰岩層の約 10m 上位の層準に位置する. T-4 凝灰岩層は鳥井ほか (2000) によって 2.71 ± 0.16 Ma とされた NGT-1 凝灰岩層に一致する (Majima *et al.*, 2003). 千代延ほか (2012) は, NGT-1 凝灰岩層の上位約 40m にガウス正磁極帯とマツヤマ逆磁極帯の境界 (2.61 Ma) が存在し, 地磁気境界は泥質砂岩層から泥岩層へと上方細粒化する直前の層準に一致することを示した. 産地 F3 は泥質砂岩層よりなり, この層準の岩相の側方への大きな変化はないことを著者らは確認しているので, 同産地はガウス正磁極帯の層準と判断できる. したがって, 宮崎層群から産出する本種は, 3.59 Ma から 2.61 Ma の間の層準から産出するといえる.

唐の浜層群

高知県の唐の浜層群の産地 T-1 (登層) と T-2 (穴内層) から本種は産出している (Majima, 1985). また, 登層から Aoki and Baba (1984) と Matsubara (2004) によって本種が報告されているが, Aoki and Baba (1984) が図示した標本は臍孔部の形質が不明で本種かどうか確認できていない. 北ほか (2009) は, 穴内層のほぼ全層準をカバーしているボーリングコア (岩井ほか, 2006) から, 同層の年代を微化石層序, 古地磁気層序, および有孔虫の酸素安定同位体比層序に基づき, 3.14 Ma から 2.42 Ma と推定した. また, 増淵ほか (2008) は, 登層で掘削されたボーリングコアから同層の堆積年代を 3.2 Ma から 2.8 Ma (酸素同位体比ステージ KM5 から G12) とした. 以上から唐の浜層群の穴内層 (泥質砂岩層および砂質泥岩層主体) と登層 (泥岩層主体) はほぼ同時異相の関係にあり, 本種は唐の浜層群の 3.2 Ma から 2.42 Ma の間の層準から産出すると考えられる.

掛川層群

静岡県の掛川層群の産地 K-9 (Majima, 1985) から報告されている. 産地 K-9 は, 掛川層群の基底をなす砂岩層あるいは礫岩層 (大日層) の上位に重なる泥質砂岩層 (榎山, 1963 の天王寺砂岩部層, Ishibashi, 1989 の宇刈層など) からなるが, これらの地層の定義は研究者間で著

しく異なっている。柴ほか(2007)は、掛川層群の微化石層序とシーケンス層序を検討し、各パラシーケンスに年代を与えている(柴ほか, 2007のfig. 7)。産地K-9は、彼らの大日層のパラシーケンスPD1あるいはPD2に相当し(柴ほか, 2007のfig. 2)、これらはおおよそ2.3 Maから2.1 Maの間に堆積したとされている。

中津層群

神奈川県中部の相模川沿いに露出する中津層群神沢層から報告され(馬場, 1992)、図示された個体は本種の1T型(図4)に同定される。植木ほか(2013)は、凝灰岩層の年代を基に中津層群の古地磁気層序を確立し、神沢層はおおよそガウス正磁極帯のマンモス逆磁極帯の下限(3.32 Ma)からカエナ正磁極帯の下限(3.13 Ma)の堆積物であるとした。

今泉砂礫岩部層

上総層群野島層今泉砂礫岩部層の堆積年代は、下位の浦郷層に挟在する2.5 MaとされるKGP凝灰岩層(稲垣ほか, 2007; 田村ほか, 2010)の上位で、かつ1.97 Maとされるオルドバイ正磁極帯下限の下位の層準と見積もることができる。その根拠を以下に示す。

化石産地より下位の浦郷層に挟在するざくろ石を含むKGP凝灰岩層(稲垣ほか, 2007)の堆積年代は、広域火山灰層序に基づき約2.5 Maと見積もられている(田村ほか, 2010)。この年代は、KGP凝灰岩層と対比される中津層群に挟在する凝灰岩層の直下でガウス正磁極帯上限(2.61 Ma)が見つかったこと(植木ほか, 2013)と調和的である。

今泉砂礫岩部層の上位に重なる泥質砂岩層から逆磁極の極性を得た(図2のTraverse 3)。測定は、各層準からドリルで5, 6本の定方位試料を採取し、各試料を楠ほか(2014)の手法で測定した。楠ほか(2014)はオルドバイ正磁極帯上限(1.78 Ma)を本研究の調査地より東北東へ約2.5 kmの地点で掘削されたボーリングコア中に認め(図1AのCore I)、その層準はSg3凝灰岩層(藤岡ほか, 2003)の75 m下位に位置するとした。また、著者らの調査で、オルドバイ正磁極帯下限(1.97 Ma)は、同帯上限の61 m下位に位置することが分かっている。Nozaki *et al.* (2014)は「瀬上市民の森」から「氷取沢市民の森」に露出する野島層上部から小柴層下部に挟在する全ての凝灰岩層を追跡記載し、Sg3凝灰岩層をNOT-12凝灰岩層として再定義した。NOT-12凝灰岩層は、本研究の調査露頭の約2.2 km北北東に位置するボーリングコアE中に確認されている(Nozaki *et al.*, 2014のfig. 3; 図1AのCore E)。調査露頭とNOT-12凝灰岩層の間は、宅地開発により露頭が失われているが、三梨・菊地(1982)の地質図に基づく、地層は同斜構造をなすと推定でき、これらのデータから古地磁気試料採取層準はNOT-12凝

灰岩層からおおよそ255 m下位と見積もることができた。オルドバイ正磁極帯上限はNOT-12凝灰岩層の下位75 mに、また同帯下限は下位136 m(75 m + 61 m)に存在することから、上記層厚差255 mを考慮すると、調査地の逆磁極はオルドバイ正磁極帯下限(1.97 Ma)よりも下位の層準とするのが合理的である。以上から、調査露頭の堆積年代は、2.5 Maから1.97 Maの間と推定される。

産出年代のまとめ

以上をまとめると、本種は宮崎層群の3.59 Maから2.61 Maの間の層準、唐の浜層群の3.2 Maから2.42 Maの間の層準、掛川層群の2.3 Maから2.1 Maの間の層準、中津層群の3.32 Maから3.13 Maの間の層準、上総層群の2.5 Maから1.97 Maの間の層準から産出すると推定される。すなわち、本種は、宮崎層群、唐の浜層群、中津層群の産出が最も古く、掛川層群と上総層群の産出が最も若い。以上から、今泉部層は本種の記録が最も若い地層のひとつであり、関東地域は本種の記録が最も古く(中津層群)、また最も若い時代の地層(上総層群)が露出する地域のひとつであることが分かった。

考察とまとめ

Glossaulax hyugensis, *G. hagenoshitensis*, *G. nodai*の3種は、西南日本太平洋側の外洋浅海域に生息していた掛川動物群を最も良く特徴づけるタマガイ科絶滅種である。今回発見された*G. hyugensis*は、約3.6 Maから2 Maの生息期間を有し、宮崎層群、唐の浜層群、中津層群に最初に現れ、掛川層群と上総層群が最後の記録となる。したがって、関東地域から産出する本種は、西南日本の掛川動物群産出域と同様な期間の化石記録を有している。

これまで、南関東地域では掛川動物群のいくつかの構成種が、上部鮮新統中津層群神沢層(神奈川県: 馬場, 1992)、下部更新統上総層群野島層(神奈川県: 馬場, 1990)、下部更新統上総層群黒滝層(千葉県: 大原・高橋, 1975)などから断片的に報告されていただけであった。南関東地域で掛川動物群の産出が少ない原因のひとつとして、南関東地域に現在露出する上部鮮新統から下部更新統の地層の多くが、200 m以深に堆積した深海堆積物からなることがあげられる(Ito and Katsura, 1992; 宇都宮・間嶋, 2012など)。中津層群と上総層群は新規堆積物に広く覆われ、連続して露出しないことから別々の層群として扱われているが、堆積当時南関東に広がっていた広大な堆積盆の一部を構成し、地下で連続することが知られ(鈴木, 2002など)、連続して露出していた場合には同一の層群として扱われるべき地層である。この時代の浅海外洋性の堆積層は新規堆積物に広く覆われ、現在の地表での露出は限定的である可能性が高く、浅海の

貝類が発見されにくい原因のひとつになっていると考えられる。

北関東地域の上部鮮新統久米層（茨城県）から掛川動物群が発見されている（高橋, 1986; Noda *et al.*, 1993; 野田ほか, 2004）ことを考えると, 南関東地域には後期鮮新世から前期更新世にかけて普遍的に掛川動物群構成種が生息していた可能性が高く, 少なくともタマガイ類では, 掛川動物群を特徴づける絶滅種3種全てが南関東地方の上部新生界から産出することが明らかとなった。その意味で, 今泉部層の深海性チャネル充填堆積物は多くの浅海性貝類を含み, 当時の南関東地域に生息していた浅海貝類相を知る上で極めて重要な地層であるといえる。

謝辞

近藤康生氏（高知大学）, 中島 礼氏（産業技術総合研究所）, 中村栄子氏（横浜国立大学）, 田口公則氏（神奈川県立生命の星・地球博物館）, 西田 梢氏（茨城工業高等専門学校）, 佐藤 圭氏（京都大学）には, 様々なご助言やご協力をいただいた。松原尚志氏（北海道教育大学）には文献の便宜をはかっていただいた。横浜国立大学大学院の長浜千展氏, 瀬戸大暉氏, 諸隈暁俊氏, 古澤明輝氏（現島根大学）および他の院生諸氏には, 現地調査, 試料整理, 機器操作などで種々のご助言とご協力をいただいた。茨城大学の岡田 誠氏には古地磁気試料の測定にご便宜をいただいた。2名の査読者からは貴重なご助言をいただいた。国立科学博物館の加瀬友喜氏には, 筑波研究施設に標本登録をしていただいた。研究経費の一部は, 横浜国立大学統合的海洋教育・研究センターからご支援を頂いた。以上の方々および研究教育機関に厚く御礼申し上げます。

文献

- Aoki, N. and Baba, K., 1984. Additions to the molluscan fossils from the Nobori Formation, Shikoku. *Annual Report of the Institute of Geoscience, the University of Tsukuba*, (10), 73–79.
- 馬場勝良, 1990. 関東地方南部, 上総層群の貝化石群. 445p., 慶應義塾幼稚舎.
- 馬場勝良, 1992. 神奈川県北部中津層群の貝化石群. 瑞浪化石博物館研究報告, (19), 529–541.
- Cande, S. C. and Kent, D. V., 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **100**, 6093–6095.
- 千代延俊・島井真之・森本隼平・尾田太良, 2012. 宮崎層群高鍋層上部の鮮新統／更新統境界. 地質学雑誌, **118**, I–II.
- 遠藤秀則・鈴木祐一郎, 1986. 妻及び高鍋地域の地質. 地域地質研究報告, 5万分の1地質図幅, 105p., 地質調査所.
- 江藤哲人, 1986. 三浦半島の三浦・上総両層群の層位学的研究. 横浜国立大学理科紀要, 第2類, 生物学・地学, (33), 107–132.
- 藤岡導明・亀尾浩司・小竹信宏, 2003. テフラ鍵層に基づく横浜地域の大船層・小柴層と房総半島の黄和田層との対比. 地質学雑誌, **109**, 166–178.
- Hertlein L. G., 1969. Family Pectinidae. N348–N373. In Moore, E. C. ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Volume 1 (of 3), Mollusca 6, Bivalvia*. Geological Society of America and the University of Kansas, N1–N489.
- 平田大二・松島義章・浅賀正義, 1991. 三浦・房総半島に見られる化石シロウリガイ類の分布と産状. 月刊地球, (139), 47–52.
- 稲垣 進・西川達男・満岡 孝・安野 信, 2007. 神奈川県鎌倉市北東部の上総層群下部から発見された含ザクロ石軽石層（KGP）について. 地球科学, **61**, 143–148.
- Ishibashi, M., 1989. Sea-level controlled shallow-marine systems in the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka Prefecture, Japan: Comparison of transgressive and regressive phases. In Taira, A. and Masuda, F., eds., *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*, 345–363, TERRAPUB, Tokyo.
- Ito, M. and Katsura, Y., 1992. Inferred glacio-eustatic control for high-frequency depositional sequences of the Plio-Pleistocene Kazusa Group, a forearc basin fill in Boso Peninsula, Japan. *Sedimentary Geology*, **80**, 67–75.
- 岩井雅夫・近藤康生・菊池直樹・尾田太良, 2006. 鮮新統唐の浜層群の層序と化石. 地質学雑誌, **112** (補遺), 27–40.
- 北 重太・池原 実・近藤康生・岩井雅夫, 2009. 穴内層ボーリングコアの安定同位体分析に基づく後期鮮新世の環境変動. 日本地球惑星科学連合大会2009年大会予稿集, L135-001.
- 楠 稚枝・野崎 篤・岡田 誠・和田秀樹・間嶋隆一, 2014. 三浦半島北部の上総層群中部（下部更新統）で掘削されたコアの堆積相とオルドバイ正磁極亜帯の上限. 地質学雑誌, **120**, 53–70.
- Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E., 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography*, **20**, PA1003.
- Majima, R., 1985. Intraspecific variation in three species of *Glossaulax* (Gastropoda: Naticidae) from the Late Cenozoic strata in central and southwest Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (138), 111–137.
- 間嶋隆一, 1987. 日本産ツメタガイ類（腹足綱：タマガイ科）の分類. *Venus*, **46**, 57–74.
- 間嶋隆一, 1988a. 日本産 *Glossaulax* (Gastropoda: Naticidae) の進化—第一部: *G. didyma*, *G. vesicalis*, *G. bicolor* および *G. reiniana* の進化—. 化石, (44), 13–23.
- 間嶋隆一, 1988b. 日本産 *Glossaulax* (Gastropoda: Naticidae) の進化—第二部: *G. hyugensis*, *G. hagenoshitensis* および *G. nodai* の進化—. 化石, (45), 1–7.
- Majima, R., 1989. Cenozoic fossil Naticidae (Mollusca: Gastropoda) in Japan. *Bulletins of American Paleontology*, **96**, 1–159.
- Majima, R., Ikeda, K., Wada H. and Kato, K., 2003. An outer-shelf cold-seep assemblage in forearc basin fill, Pliocene Takanabe Formation, Kyushu Island, Japan. *Paleontological Research*, **7**, 297–311.
- 間嶋隆一・塚越 哲, 2004. 異時性－巻貝と貝形虫の事例. 瀬戸口烈司・小澤智生・速水 格編：古生物の科学4, 古生物の進化, 71–84, 朝倉書店.
- 槇山次郎, 1963. 掛川地方地質図説明書, 30p., 地質調査所.
- 増渕 靖・尾田太良・近藤康生・池原 実・小玉一人・岩井雅夫・亀尾浩司・酒井豊三郎・鈴木紀毅, 2008. 鮮新統登層コアを用いた高精度層序の確立. 日本古生物学会2008年年会講演予稿集, 73.
- Masuda, K., 1962. Tertiary Pectinidae of Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Japan, Second Series (Geology)*, **33**, 117–238, pls. 18–27.
- Matsubara, T., 2004. Catalogue of the Pliocene Mollusca from the Tonohama Group in Kochi Prefecture, Shikoku, Japan, in the Museum of Nature and Human Activities, Hyogo (Takao Sendo Collection). *Nature and Human Activities*, (8), 49–95.
- 三梨 昂・菊地隆男, 1982. 横浜地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 105p., 地質調査所.

- Noda, H., Kikuchi, Y. and Nikaido, A., 1993. Molluscan fossils from the Pliocene Kume Formation in Ibaraki Pref. northeastern Kanto, Japan. *Science Reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba. Section B, Geological Sciences*, (14), 115–204.
- 野田浩司・菊池芳文・二階堂章信, 2004. 5. 茨城県金砂郷町鮮新統久米層産貝類化石. ミュージアムパーク茨城県博物館モノグラフ, (1), 54–112.
- Nozaki, A., Majima, R., Kameo, K., Sakai, S., Kouda, A., Kawagata, S., Wada, H. and Kitazato, H., 2014. Geology and age model of the Lower Pleistocene Nojima, Ofuna, and Koshiba formations of the middle Kazusa Group, a forearc basin-fill sequence on the Miura Peninsula, the Pacific side of central Japan. *Island Arc*, **23**, 157–179.
- Oda, M., Chiyonobu, S., Torii, M., Otomo, T., Morimoto, J., Satou, Y., Ishikawa, H., Ashikawa, M. and Tominaga, O., 2011. Integrated magnetobiochronology of the Pliocene-Pleistocene Miyazaki succession, southern Kyushu, southwest Japan: Implications for an Early Pleistocene hiatus and defining the base of the Gelasian (P/P boundary type section) in Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, **40**, 84–97.
- 大原 隆・高橋裕平, 1975. 黒滝層の貝化石と安野層の火山碎屑岩 (予報). 千葉大学教養部研究報告, B, (8), 115–129.
- Otuka, Y., 1939. Tertiary crustal deformations in Japan (with short remarks on Tertiary palaeogeography). *The Jubilee Publication in the Commemoration of Prof. H., Yabe's 60th Birthday*, 481–519.
- 小澤智生・井上恵介・富田 進・田中貴也・延原尊美, 1995. 日本の新第三紀暖流系軟体動物群の概要. 化石, (58), 20–27.
- 小澤智生・富田 進, 1992. 逗子動物群—日本の後期中新世～前期鮮新世暖流系動物群—. 瑞浪市化石博物館研究報告, (19), 427–439.
- 柴 正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田瑠美・柴田早苗・中本武史・宮本綾子, 2007. 掛川層群上部層におけるシーケンス層序と生層序層準. 亀井節夫先生傘寿記念論文集, 219–230.
- Shikama, T. and Masujima, A., 1969. Quantitative studies of the Molluscan assemblages in the Ikego-Nojima Formations. *Science Reports of the Yokohama National University, Section II*, (15), 61–94.
- Shuto, T., 1964. Naticid gastropods from the Miyazaki Group (Palaeontological study of the Miyazaki Group- X). *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (55), 281–293.
- 鈴木宏芳, 2002. 関東平野の地下地質構造. 防災科学技術研究所研究報告, (63), 1–19.
- 高橋宏和, 1986. 茨城県常陸太田地域の鮮新統久米層産貝化石群集. 瑞浪市化石博物館専報, (6), 91–104.
- 田村糸子・高木秀雄・山崎晴雄, 2010. 南関東に分布する2.5 Maの広域テフラ: 丹沢—ざくろ石軽石層. 地質学雑誌, **116**, 360–373.
- 鳥井真之・尾田太良・板橋徹丸, 2000. 宮崎層群に挟在する凝灰岩層とそのK-Ar年代. 火山, **45**, 131–148.
- 植木岳雪・原 英俊・尾崎正紀, 2013. 八王子地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 137p., 産業技術総合研究所.
- 宇都宮正志・間嶋隆一, 2012. 上総層群浦郷層と野島層 (三浦半島北部: 鮮新～更新統) の新化石産地から産出した貝化石による古水深の再検討. 化石, (91), 5–14.
- Utsunomiya, M., Majima, R., Taguchi, K. and Wada, H., 2015. An *in situ* vesicomid-dominated cold-seep assemblage from the lowermost Pleistocene Urago Formation, Kazusa Group, forearc basin fill on the northern Miura Peninsula, Pacific side of central Japan. *Paleontological Research*, **19**, 1–20.
- 宇都宮正志・長浜千展・ジェンキンズ ロバート・野崎 篤・間嶋隆一, 2014. シロウリガイ類化石を含む貝殻集積砂岩層 (下部更新統上総層群野島層). 地質学雑誌, **120**, 221–231.
- Walker, R. G., 1984. Turbidites and associated coarse clastic deposits. In Walker, R. G., eds., *Facies Models, second edition, Geoscience Canada, reprint series 1*, 171–188.

(2016年4月29日受付, 2017年4月8日受理)

