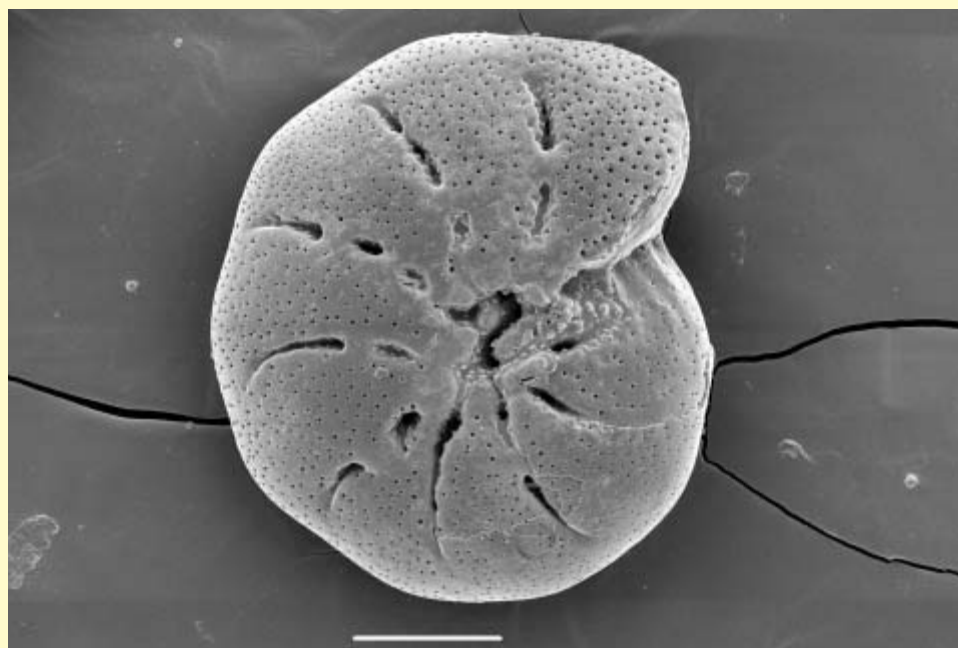


海・人・自然

東海大学博物館研究報告



**Science Reports of
The Museum, Tokai University**

**No.9
2008**

静岡県掛川市の上部鮮新統掛川層群大日層から産出した ヒゲクジラ亜目鯨類の下顎骨片化石¹⁾

新村 龍也²⁾・大石 雅之³⁾・柴 正博⁴⁾

Fragmental Mandibles of Mysticete Cetaceans from the Upper Pliocene of Kakegawa, Shizuoka Prefecture, Central Japan¹⁾

Tatsuya SHINMURA²⁾, Masayuki OISHI³⁾ and Masahiro SHIBA⁴⁾

Abstract

Two fragmental mandibles (NHMT-V294 and NHMT-V295) are described here from the Dainichi Formation of the Kakegawa Group distributed in Shizuoka Prefecture, central Japan. NHMT-V294 and NHMT-V295 are both fragmental mandibles in different animals: the former is anterior parts of the horizontal ramus and the latter is posterior parts around the coronoid process. The geologic age of the specimens is thought to be approximately 2.1 Ma based on the fission track dating of ash layers. Identification of the specimens is as follows: NHMT-V294, Balaenopteridae gen. et sp. indet.; NHMT-V295, Balaenopteridae or Eschrichtiidae gen. et sp. indet. The specimens reported here are the first records of mysticete cetaceans from the Kakegawa Group.

はじめに

静岡県西部の掛川市から袋井市に分布する掛川層群大日層は、暖流系の貝類化石を中心とする掛川動物群 (Otuka, 1939) を産出することで知られ、これまでに数多くの研究が行われてきた。しかし一方で、哺乳類化石に関する研究は少なく、クジラ目・カイギュウ目・イノシシ科・シカ科に属する断片的な標本が報告されているのみである (田中, 1986; 新村ほか, 2001, 2005)。

大日層から比較的多く産出している哺乳類化石はクジラ (目) 類である。これまでにハクジラ (亜目

類の歯や下顎骨片が報告やリスト, 図版などで知られ (Tomida and Sakura, 1980; 田中, 1986; 掛川市教育委員会, 1993), これら以外に新村ほか (2001) によって, 亜目レベルでの同定を行っていない肋骨と尾椎化石を含む断片的な標本が報告されている。このように, 大日層からのクジラ類化石は科レベルで同定された標本もなく, ヒゲクジラ (亜目) 類においてはその産出さえ報告されていないのが現状であった。

ここで報告する標本は, 下顎骨片化石であり, 掛川層群で初めて同定されたナガスクジラ科 Balaenopteridae やコククジラ科 Eschrichtiidae に

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 62

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 62

²⁾ 新潟県立自然科学館 〒950-0948 新潟県新潟市中央区女池南3丁目1番1号
Niigata Science Museum, 3-1-1, Meike Minami, Chuo-ku, Niigata, Niigata, 950-0948, Japan

³⁾ 岩手県立博物館 〒020-0102 岩手県盛岡市上田字松屋敷34番地
Iwate Prefectural Museum, 34, Matsuyashiki, Ueda, Morioka, Iwate, 020-0102, Japan

⁴⁾ 東海大学社会教育センター東海大学自然史博物館 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保2389
Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

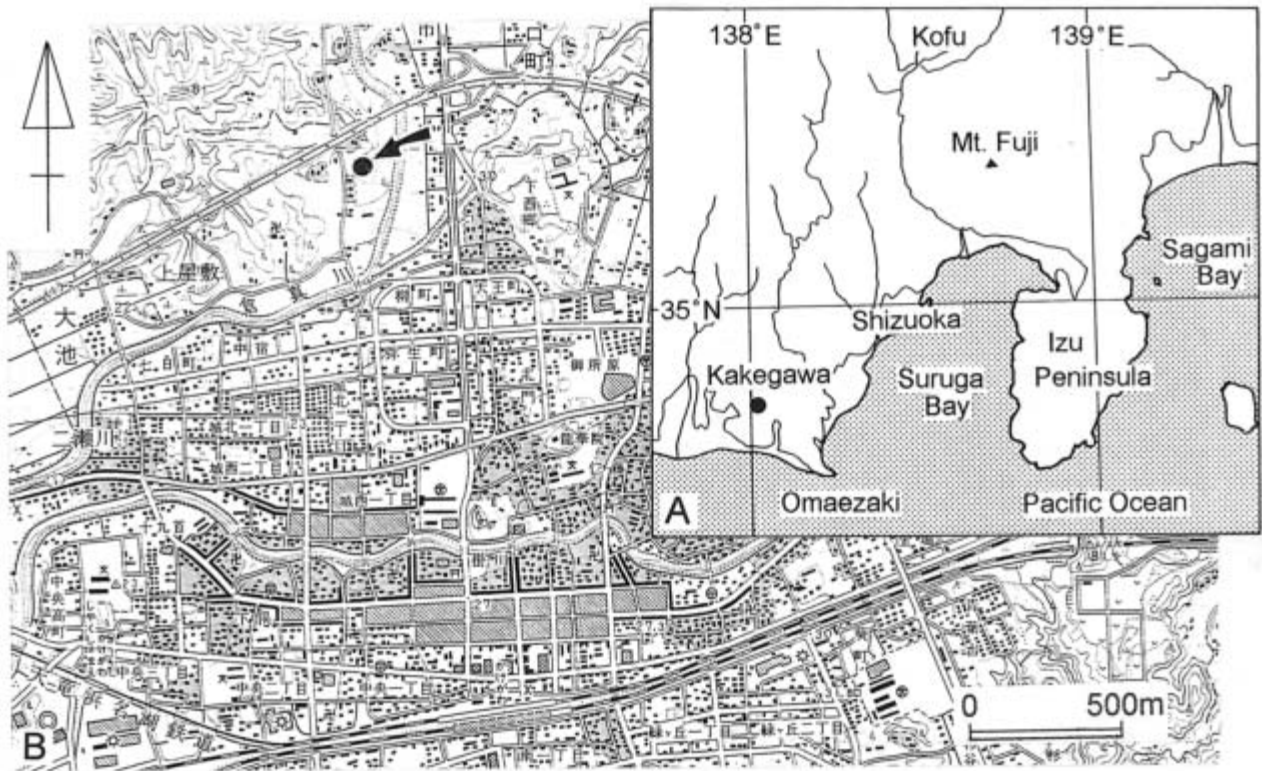


Fig. 1 Locality maps, (A) index map, the black dot is the study area; (B) locality map of the site (black dot) where the fossil mysticete cetaceans were found plotted on 1:25000-scale topographic map, Quadrangle "Kakegawa", Geographical Survey Institute of Japan.

属するヒゲクジラ類である。本稿では、その産出について報告する。

材料と方法

本報告では、東海大学自然史博物館に所蔵されているヒゲクジラ類の下顎骨片2標本を使用した。標本番号はNatural History Museum of Tokai Universityの略であるNHMTとVertebrateのVを冠してNHMT-V294とNHMT-V295とされている。

これらの標本は掛川市^{かみやしき}上屋敷西郷、倉真川^{くらみ}西側で掛川バイパスの南側 (Fig. 1) に露出する掛川層群上部層大日層から産出した (Fig. 2)。この産出地点は、柴ほか (2001) が報告した東海大学自然史博物館における鯨類化石発掘地とほぼ同地点にあたり、ここには黄灰色の細粒砂層の上位に青灰色のシルト質砂層が分布し、シルト質砂層には4層の貝殻集積層が挟在している。これらの貝殻集積層は、柴ほか (2001) によれば、外浜や内側陸棚に集積した遺骸群が外側陸棚～陸棚斜面に存在したチャンネルに運搬・堆積して形成されたと考えられる。

本稿で報告する標本は、柴ほか (2001) が鯨類化

石発掘を行った地点より約50m西側から産し、鯨類化石発掘を行った貝殻集積層 (第II貝化石層) のやや上位の層準、第IIIおよび第IV貝化石層が挟在する層準が露出する地点における宅地造成工事中に、藤田和美氏および田辺 積氏によって発見されたものである。

本報告の標本は、ヒゲクジラ類の現生または化石に関する文献を用いて比較を行った。なお、使用した標本はそれぞれ2つずつの骨片からなるため、本報告では説明のためにNHMT-V294の後方の下顎骨片をNHMT-V294-1, 前方をNHMT-V294-2とし、NHMT-V295の後方の下顎骨片をNHMT-V295-1, 前方をNHMT-V295-2とした。

古生物学的記載

Order Cetacea Brisson, 1762 鯨目
Suborder Mysticeti Flower, 1864 ヒゲクジラ亜目
Family Balaenopteridae Gray, 1864 ナガスクジラ科
Balaenopteridae gen. et sp. indet.

(Figs. 3 and 4)

標本: NHMT-V294 (Fig. 3). 左下顎骨片. 本標本は大小2つの骨片からなり、藤田和美氏 (後方:

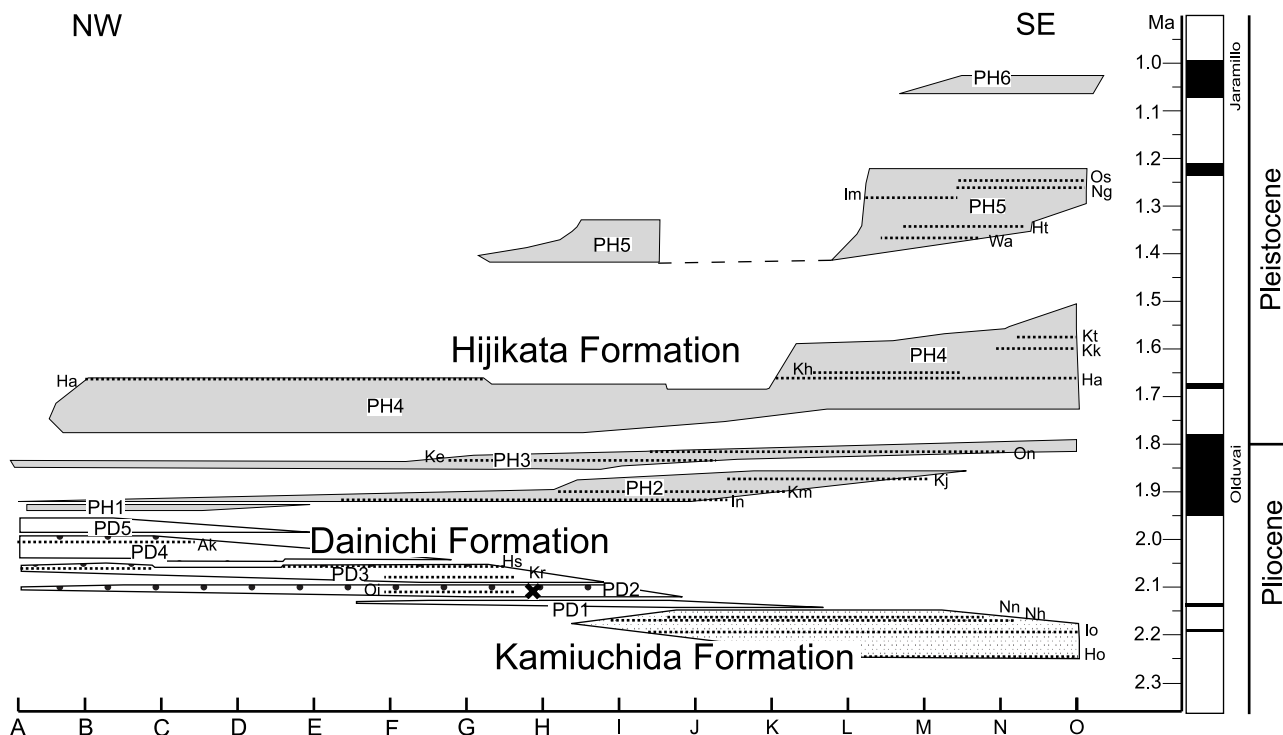


Fig. 2 Depositional section of the formations (systems tracts) including their parasequence sets in the Upper Kakegawa Group plotted against geological time. The figure of Shiba et al. (2007) is modified. The horizon and location is shown by X in PD2 of the Daiichi Formation. A-O: Locations of the geological columns were shown in Fig.2 of Shiba et al. (2007). Abbreviations of volcanic ash beds: Ho, Hotta; Io, Iozumi; Nh, Nishihirao; Hh, Higashihirao; Nn, Nanamagari-ike; Oi, Oike; Kr, Krodo; Hs, Hosoya; Ak, Akane; In, Inter V; Km, Kamenoko; Kj, Ketsuenji; Ke, ketsuenji-oku; On, Onuki; Ha, Haruoka; Kh, Kamihijikata; Kk, Kawakubo; Kt, Kamatahigashi; Wa, Watanabe-ike; Ht, Hatagaya; Im, Imataki-kita; Ng, Nagaya-ike; Os, Osaka.

NHMT-V294-1) と田辺 積氏 (前方: NHMT-V294-2) によってそれぞれ採集された。両下顎骨片は同一地点の同一層準より産出し、その大きさや断面形態、海底での姿勢や続成過程を示す腹側の顕著な腐食の跡が似ているため、接合されないものの同一下顎骨標本と判断される。

産地: 掛川市上屋敷西郷, 倉真川西側で掛川バイパスの南側 (Fig. 1)。

地層と年代: 掛川層群上部層大日層のシルト質砂層に挟有する貝殻集積層から産出した。掛川層群上部層は火山灰層の累重様式をもとに、下位から上内田層、大日層、土方層に分けられ (柴ほか, 2000, 2007; 柴, 2005), 大日層は内側陸棚の堆積相を示す砂層 (いわゆる大日砂層) と、外側陸棚の堆積相を示すシルト質砂層 (いわゆる天王シルト質砂層) からなる (柴ほか, 2000)。本標本が産出した層準は、柴ほか (2007) の大日層のパラシーケンスセット PD2 に当たり (Fig. 2), その年代は上内田層の基底の堀田火山灰層 (白岩火山灰層) が 2.25Ma に相当し (Nagahashi and Satoguchi, 2007), 土方層

の下部の火山灰層が $1.9 \pm 0.4\text{Ma}$ とされること (Shibata et al. 1984) から、後期鮮新世の約 2.1Ma と考えられる。

記載: 本標本は左下顎骨の前位部が保存された骨片化石である (Fig. 4)。断面形態の内側は、平面状から前方に向かってふくらんでくる。外側はふくらみ、上部から前方に向かって中部へふくらみは移る。断面形態の背側はまるみを帯び、腹側は前方に向かって鋭角からまるみを帯びてくる。背側面にはオトガイ孔 (mental foramen) に続く溝が見られる。破断面には下顎管 (mandibular canal) と 5 つの gingival foramina (Kellogg, 1968) が見られる。破断面には骨表面にはほぼ同心円状の緻密な層が、少なくとも 3 層肉眼で観察される。前位端と外側面の腹側が腐食する。断面 (Fig. 4) の計測値は、NHMT-V294-1 の背腹方向の径が 170mm, 内外方向の径が 89mm, NHMT-V294-2 の背腹方向の径が 170mm (推定), 内外方向の径が 96mm (推定) である。

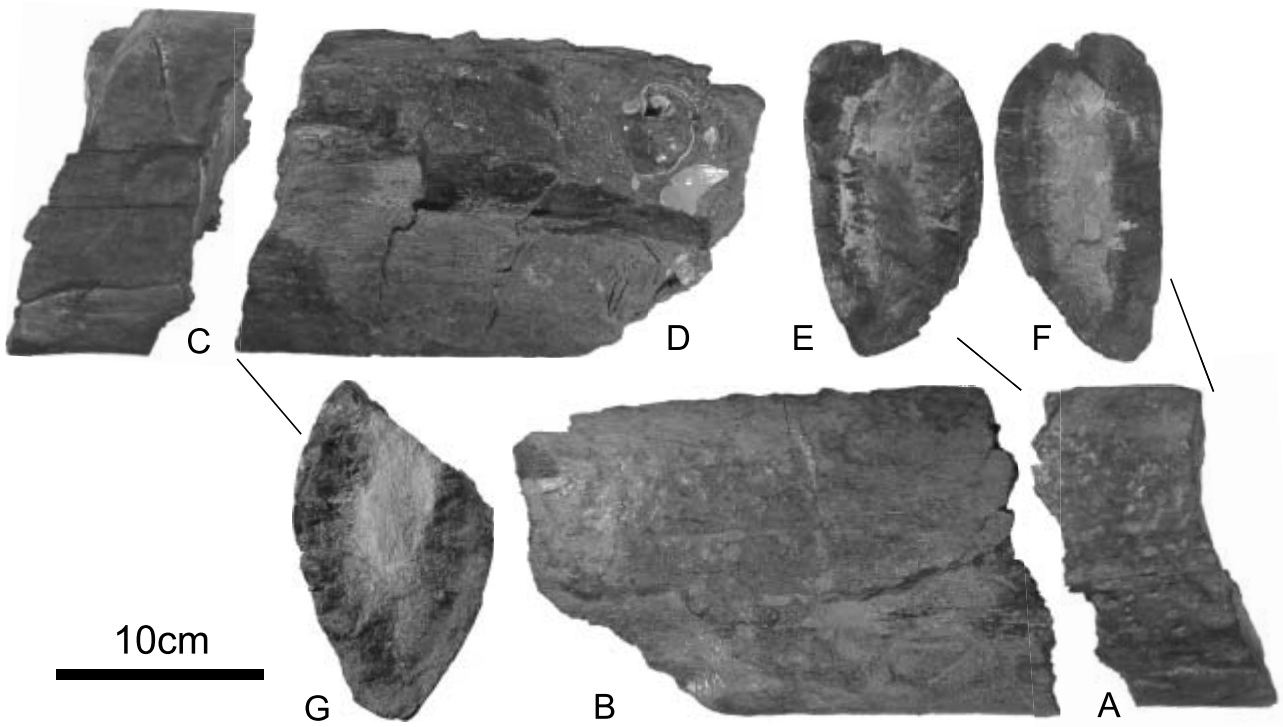


Fig. 3 The left mandible (NHMT-V294) of *Balaenopteridae* gen. et sp. indet. (A) lateral view of NHMT-V294-1; (B) lateral view of NHMT-V294-2; (C) medial view of NHMT-V294-1; (D) medial view of NHMT-V294-2; (E) anterior view of NHMT-V294-1; (F) posterior view of NHMT-V294-1; (G) posterior view of NHMT-V294-2.

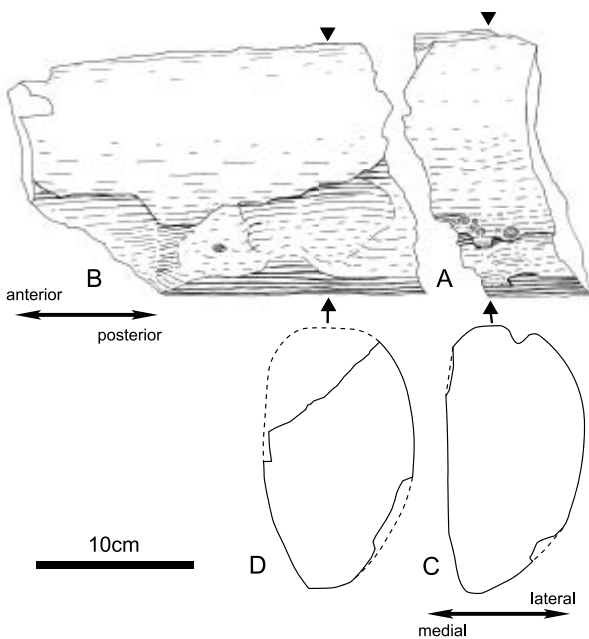


Fig. 4 The left mandible (NHMT-V294) of *Balaenopteridae* gen. et sp. indet. and its cross sections. (A) lateral view of NHMT-V294-1; (B) lateral view of NHMT-V294-2; (C) cross section (anterior view) of NHMT-V294-1; (D) cross section (anterior view) of NHMT-V294-2.

Family *Balaenopteridae* Gray, 1864 or
Eschrichtiidae Ellerman et Morrison-Scott, 1951
 ナガスクジラ科またはコクジラ科
Balaenopteridae or *Eschrichtiidae*

gen. et sp. indet.

(Figs. 5 and 6)

標本：NHMT-V295 (Fig. 5). 右下顎骨片。本標本は大小2つの骨片からなり、藤田和美氏により転石として採集された。その大きさや断面形態、クラックの入り方や明褐色の化石表面が似ていることから、接合されないものの同一下顎骨標本と判断される。

産地：掛川市上屋敷西郷，倉真川西側で掛川バイパスの南側 (Fig. 1)。

地層と年代：掛川層群上部層大日層のシルト質砂層から産出し、本標本は転石として採集されたため正確な産出層準は不明であるが、柴ほか (2007) の大日層のパラシーケンスセット PD2に当たり (Fig. 2)，その年代は前述したように後期鮮新世の約 2.1Ma と考えられる。

記載：本標本は右下顎骨の筋突起より前位が保存された骨片化石である。断面形態の内側はややふくらむ。外側はふくらみ，下部から前方に向かって中部にふくらみは移る。断面形態の背側には外側にやや傾く稜があり，前方に向かって急速に低くなる。腹側はまるみを帯びた状態から前方に向かって鋭角になる。内側面上部には一つの gingival foramen

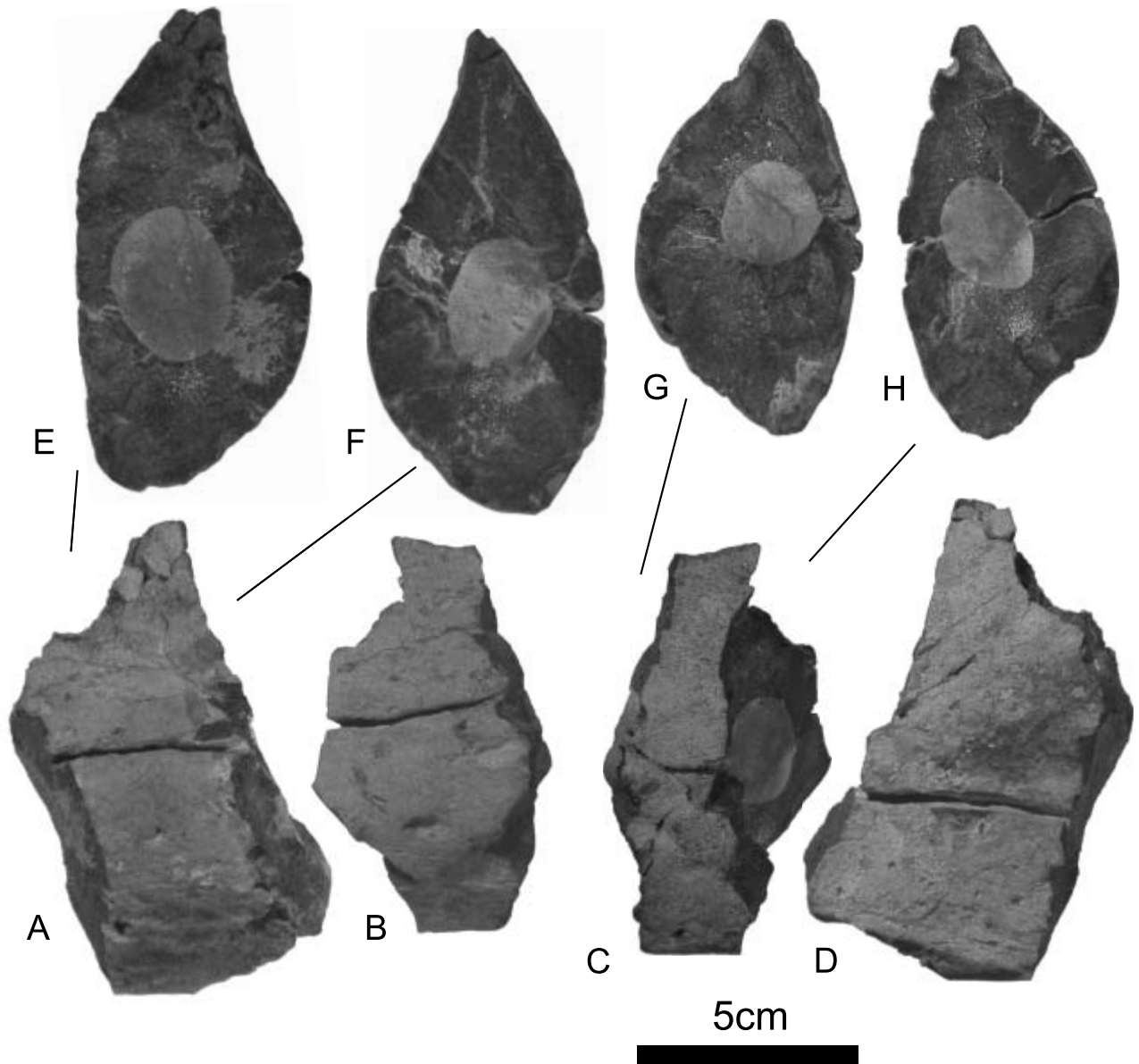


Fig. 5 The right mandible (NHMT-V295) of Balaenopteridae or Eschrichtiidae gen. et sp. indet. (A) lateral view of NHMT-V295-1; (B) lateral view of NHMT-V295-2; (C) medial view of NHMT-V295-2; (D) medial view of NHMT-V295-1; (E) posterior view of NHMT-V295-1; (F) anterior view of NHMT-V295-1; (G) anterior view of NHMT-V295-2; (H) posterior view of NHMT-V295-2.

(Kellogg, 1968)が見られる。オトガイ孔は見られない。破断面に見られる下顎管は前方に向かって小さくなる。破断面には骨表面にほぼ同心円状の緻密な層が、少なくとも2層肉眼で観察される。断面 (Fig. 6) の計測値は、NHMT-V295-1の背腹方向の径が130mm (推定)、内外方向の径が52mm、NHMT-V295-2の背腹方向の径が95mm、内外方向の径が51mmである。

考 察

大日層産ヒゲクジラ亜目化石

Deméré (1986) は、北米西岸の上部鮮新統産ナガスクジラ科鯨類の下顎骨を検討する中で、重要な形質を整理し、混乱しているヒゲクジラ類化石の分類の再編を試みている。長澤 (1994) はヒゲクジラ類各科 (ナガスクジラ科 Balaenopteridae, コクジラ科 Eschrichtiidae, セミクジラ科 Balaenidae, ケトテリウム科 Cetotheriidae) の下顎骨の形態を検討し、下顎骨標本について科レベルでの同定が可能であることを示した。大石・田鎖 (1995) は Deméré (1986) および長澤 (1994) をもとに、ヒ

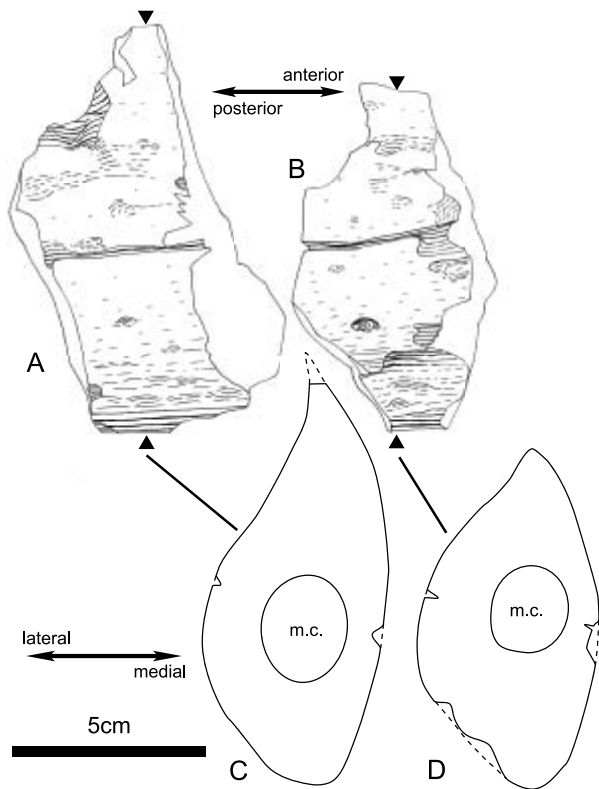


Fig. 6 The right mandible (NHMT-V295) of Balaenopteridae or Eschrichtiidae gen. et sp. indet. and its cross sections. (A) lateral view of NHMT-V295-1; (B) lateral view of NHMT-V295-2; (C) cross section (anterior view) of NHMT-V295-1; (D) cross section (anterior view) of NHMT-V295-2; m.c., mandibular canal.

ゲクジラ類を分類するのに有効な形質について述べ、青森県八戸市の上部鮮新統産下顎骨を *Balaenoptera* sp.とした。ここでは、主として長澤 (1994) に基づいて科のレベルの比較を行う。

長澤 (1994) によると、ヒゲクジラ類の水平枝の断面形態は、特に中位部に科の特徴が現れ、それぞれ Balaenopteridae の水平枝中位部の断面形態は、内側が平面状で外側上部がふくらみ、腹側縁が鋭角的な半長円形状をなすとされ、Eschrichtiidae は内側が平面状で外側下部がふくらみ、背側縁が鋭角的な半長円形状をなし、Balaenidae は内外側がふくらむ垂円形状、Cetotheriidae は内外側がふくらむ長円形状をなすとされる。なお、現生種のみが知られるコセミクジラ科 Neobalaenidae のコセミクジラ *Caperea marginata* については高さに比較して幅が薄く特異なため (大石, 1997), ここでは比較から除外する。

本報告の NHMT-V294 は前位部であるが、特に NHMT-V294-1 (後方) では、中位部の特徴をも持つと考えられることと、それぞれの科の特徴が中位部でもっとも顕著に現れるため、ヒゲクジラ亜目下

顎骨の中位部から前位部の断面形態の比較を文献 (Kellogg, 1968 ; 長澤, 1994 ; Kimura, 2002) の図で行った。なお、NHMT-V294 の断面形態の内側は平面状から前方に向かってふくらむようになり、外側のふくらみは上部から前方に向かって中部へ移る。背側はまるみを帯び、腹側は鋭角から前方に向かってまるみを帯びてくる特徴がある。

比較の結果、Balaenopteridae の中位部から前位部は、NHMT-V294 と異なる箇所は見られない。Eschrichtiidae の中位部から前位部は、外側下部がふくらみ、背側には稜が発達することで NHMT-V294 と異なる。Balaenidae の中位部から前位部の外側のふくらみは前方に向かって下部から中部へ移ることで NHMT-V294 とは異なる。さらに、Balaenidae に含まれるセミクジラ *Eubalaena glacialis* の中位部から前位部の内側は、前方にふくらんだ状態から陥凹することで NHMT-V294 とは異なり、ホッキョククジラ *Balaena mysticetus* の中位部から前位部の内側はふくらむことで NHMT-V294 とは異なる。Kellogg (1968) が報告した Cetotheriidae (*Parietobalaena palmeri*) の中位部から前位部は、内側がふくらみ、腹側はまるみを帯びた状態から前方に向かって鋭角になることで NHMT-V294 と異なる。Kimura (2002) が報告した Cetotheriidae gen. et sp. indet. の中位部から前位部は、内側が前方にふくらんだ状態から平面状になることで NHMT-V294 とやや似ている。よって NHMT-V294 は Balaenopteridae に属すると考えるのが妥当であるが、Kimura (2002) の Cetotheriidae gen. et sp. indet. とやや似ていることと、Cetotheriidae には他にも断面形態が多様なものもあるため、候補からはずすことはできない。次に NHMT-V295 について比較を行う。ヒゲクジラ類各科 (Balaenopteridae, Eschrichtiidae, Balaenidae, Cetotheriidae) のうち、筋突起、もしくは稜がよく発達する科は Balaenopteridae, Cetotheriidae, Eschrichtiidae である (長澤, 1994)。NHMT-V295 は背側稜 (筋突起前縁) が前方に向かって急速に低くなる特徴がある。Balaenopteridae や Cetotheriidae では筋突起から続く背側稜が、前方に向かって急速に低くなることで NHMT-V295 と似る。また、Eschrichtiidae は、筋突起は発達しないが、背側には稜があり、水平枝の全体を通してよく発達する (長澤, 1994)。NHMT-V295-1 (後方)

の背側は強く鋭角で断面形態が Eschrichtiidae と似るものの、NHMT-V295-2 (前方) では稜の発達が弱いことでやや異なる。このことから NHMT-V295 は Balaenopteridae や Cetotheriidae に類似しているが、断片的な標本であるため Eschrichtiidae も候補からはずすことはできない。

鮮新統から産出が知られるヒゲクジラ類は Balaenopteridae, Cetotheriidae, Eschrichtiidae, Balaenidae である (佐藤ほか, 1999; Deméré et al., 2005; Fordyce and Muizon, 2001; Ichishima et al., 2006)。そのうち Cetotheriidae は、世界各地の上部漸新統から下部鮮新統にわたる地層から産出し、多くの属が知られているが、偽系統群であることが論議され、分類学的な再検討が必要なグループであるとされている (Fordyce and Barnes, 1994; Fordyce and Muizon, 2001; Kimura and Ozawa, 2002)。しかし、ここではその詳細には立ち入らない。日本における Cetotheriidae の産出は下部鮮新統まで報告されている (Oishi and Hasegawa, 1995a)。Balaenopteridae は現在最も繁栄したヒゲクジラ類である。産出は上部中新統から知られ (Fordyce and Barnes, 1994; Fordyce and Muizon, 2001)、日本においても上部中新統からの報告がリストアップされている (Oishi and Hasegawa, 1995b)。Eschrichtiidae は、従来上部更新統までの産出が報告されていたが (Barnes and McLeod, 1984)、近年上部鮮新統からの産出が知られるようになり (佐藤ほか, 1999; Deméré et al., 2005; Ichishima et al., 2006)、北海道天塩町産の標本ではすでに完全に Eschrichtiidae の特徴を備えていることから、その起源の時期はさらに古くなると考えられている (Ichishima et al., 2006)。

現在、鮮新統の Cetotheriidae は *Herpetocetus* (またはそれに類似する標本) しか知られておらず (Barnes, 1977; Oishi and Hasegawa, 1995a)、本標本 (NHMT-V294, NHMT-V295) と比べても非常に小型であること (長谷川ほか, 1985; 大石, 1987)、またその産出は下部鮮新統までしか知られていないことから、Cetotheriidae を棄却した。さらに NHMT-V295 は Balaenopteridae に類似しているが、Eschrichtiidae を棄却するために十分な部位が保存されていない。以上により、NHMT-V294 を Balaenopteridae, NHMT-V295 を Balaenopteridae または Eschrichtiidae として分類した。

大日層産ヒゲクジラ亜目化石のタフォノミー

Balaenopteridae では、水平枝の前位は外旋しており、背側を下に下顎骨を置くと腹側の外側面が真上をむく。NHMT-V294 は腹側の外側面から前位端にかけて腐食しており、腹側の外側面から前位端を露出させ、左下顎骨が欠損の少ない状態で埋積されたものと考えられる。下顎骨の背側を下に向ける埋没姿勢は、青森県八戸市の上部鮮新統産 *Balaenoptera* sp. (大石・田鎖, 1995) でも同様である。また NHMT-V294 の下顎管は泥岩により充填されていることから、当初泥質な海底に埋積されたと考えられるものの、貝類化石を多く含む砂層から産出していることから、後に再堆積したものであると考えられる。このことは、これらの貝殻集積層が外浜や内側陸棚に集積した遺骸群が外側陸棚～陸棚斜面に存在したチャンネルに運搬・堆積して形成されたと考えられること (柴ほか, 2001) と調和的である。これらの化石集積層からは本報告以前にも大型のクジラ類の肋骨化石 (NHMT-V221) が産出しており (新村ほか, 2001)、今後大日層のシルト質砂層からは保存状態の良い脊椎動物化石が発見される可能性が示唆される。なお、NHMT-V295 の下顎管は泥岩により充填されているものの転石として採集されたため、再堆積したかどうかは判断できない。

ま と め

本報告では、掛川層群大日層から産出したヒゲクジラ類下顎骨片化石について記載し同定を行った。その結果、内側は前方に平面状からふくらみ、外側上部もふくらみ、腹側は前方に鋭角からまるみを帯び、背側ではまるみを帯びるという断面形態や、強く発達した背側稜 (筋突起前縁) が存在すること、さらに鮮新統から産出している Cetotheriidae (*Herpetocetus*) のサイズや時代の比較から、NHMT-V294 を Balaenopteridae, NHMT-V295 を Balaenopteridae または Eschrichtiidae に同定した。これらの化石は掛川層群から産出した初めてのヒゲクジラ類化石となる。

謝 辞

本報告の標本は、藤田和美氏と田辺 積氏により

採集され、東海大学自然史博物館に寄贈されたものである。両氏からは日頃より掛川層群産の骨化石について多くの標本の寄贈を受けている。また、本稿を査読していただいた長澤一雄氏には、全体に渡り貴重なコメントと助言をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Barnes, L. G. (1977) Outline of eastern North Pacific fossil cetacean assemblages. *Systematic Zoology*, **25**, 321-343.
- Barnes, L. G. and S. A. McLeod (1984) The fossil record and phyletic relationships of gray whales. 3-32, In Jones, M. L., S. L. Swartz and S. Leatherwood eds.: *The gray whale: *Eschrichtius robustus**, Academic Press, Florida.
- Deméré, T. A. (1986) The fossil whale, *Balaenoptera davidsonii* (Cope 1872), with a review of other Neogene species of *Balaenoptera* (Cetacea: Mysticeti). *Marine Mammal Science*, **2**, 277-298.
- Deméré, T. A., A. Berta and M. R. McGowen (2005) The taxonomic and evolutionary history of fossil and modern balaenopteroid mysticetes. *Journal of Mammalian Evolution*, **12**, 99-143.
- Fordyce, R. E. and L. G. Barnes (1994) The evolutionary history of whales and dolphins. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, **22**, 419-455.
- Fordyce, R. E. and C. de Muizon (2001) Evolutionary history of cetaceans: a review. 169-233, In Mazin, J.-M. and V. de Buffrénil eds.: *Secondary adaptation of tetrapods to life in water*, Proc. Intern. Meeting, Poitiers, Munich, F. Pfeil.
- 長谷川善和・野刈家宏・佐藤二郎・大石雅之(1985) Part III. 前沢町生母鯨類化石第1標本. 岩手県胆沢郡前沢町生母から産出した鮮新世ひげ鯨類化石と骨質歯鳥類化石 (parts1-6). 岩手県立博物館研究報告, **3**, 148-150.
- Ichishima, H., E. Sato, T. Sagayama and M. Kimura (2006) The oldest record of *Eschrichtiidae* (Cetacea: Mysticeti) from the Late Pliocene, Hokkaido, Japan. *Journal of Paleontology*, **80**, 367-379.
- 掛川市教育委員会 (1993) 掛川化石. ふるさと発見シリーズ, **11**, 18.
- Kellogg, R. (1968) Fossil marine mammals from the Miocene Calvert Formation of Maryland and Virginia (Parts 5-8). *United States National Museum Bulletin*, **247**, 103-197, pls.46-67.
- Kimura, T. (2002) Feeding strategy of an Early Miocene cetothere from the Toyama and Akeyo Formations, central Japan. *Paleontological Research*, **6**, 179-189.
- Kimura, T. and T. Ozawa (2002) A new cetothere (Cetacea: Mysticeti) from the Early Miocene of Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 684-702.
- Nagahashi, Y. and Y. Satoguchi (2007) Stratigraphy of Pliocene to Lower Pleistocene Marine Formations in Japan on the basis of tephra beds correlation. *The Quaternary Research*, **46**, 205-213.
- 長澤一雄 (1994) ヒゲ鯨類における下顎骨の形態. 地団研専報, **43**, 129-140.
- 大石雅之 (1987) 岩手県一関市および西磐井郡平泉町の鮮新統から産出した鯨類・鰭脚類化石. 岩手県立博物館研究報告, **5**, 85-98, pls.1-4.
- 大石雅之 (1997) 岩手県西磐井郡平泉町の下部鮮新統から産出したシロナガスクジラ属の下顎骨化石. 岩手県立博物館研究報告, **15**, 1-10.
- Oishi, M. and Y. Hasegawa (1995a) Diversity of Pliocene mysticetes from eastern Japan. *The Island Arc*, **3**, 436-452.
- Oishi, M. and Y. Hasegawa (1995b) A list of fossil cetaceans in Japan. *The Island Arc*, **3**, 493-505.
- 大石雅之・田鎖周治 (1995) II 八戸市尻内町の鮮新統産鯨類化石. 化石はちのへクジラ発掘調査報告書, 八戸市児童科学館, 7-26.
- Otuka, Y. (1939) Tertiary crustal deformation in Japan (with short remarks on Tertiary palaeogeography). *Jubl. Publ. Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birthday*, **1**, 481-519.
- 佐藤恵理子・木村方一・古沢 仁 (1999) III 天塩町産クジラ化石. 天塩町産クジラ化石発掘調査報告書, 天塩町教育委員会, 18-49.
- 柴 正博 (2005) IV 中部地方 I 2.2 静岡, 掛川地

- 域の新第三系・下部更新統. 132-136, 日本の地質増補版編集委員会編: 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 374p.
- 柴 正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田留美・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.
- Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene planktonic datum planes. 85-89, In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds. : Pacific Neogene datum planes, contributions to biostratigraphy and chronology, Univ. Tokyo Press, Tokyo, 288p.
- 新村龍也・柴 正博・横山謙二 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果—海生哺乳類化石—. 海・人・自然 (東海大博研報), **3**, 91-99.
- 新村龍也・柴 正博・深田竜一 (2005) 掛川層群大日層から産出した後期鮮新世の脊椎動物 (哺乳類・鳥類) 化石. 海・人・自然 (東海大博研報), **7**, 15-23.
- 田中 猛 (1986) 掛川層群の魚類及び鯨類の歯化石. 地学研究, **36**, 241-249.
- Tomida, Y. and H. Sakura (1980) Catalogue of large mammal fossil specimens. National Science Museum, Tokyo, 143p.

掛川市長谷に分布する掛川層群土方層から産出した十脚甲殻類化石¹⁾

北村 孔志²⁾・柴 正博³⁾

Fossil Decapod Crustaceans from the Hijikata Formation of the Kakegawa Group, distributed in Nagaya, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, Central Japan¹⁾

Koshi KITAMURA²⁾ and Masahiro SHIBA³⁾

Abstract

Based on newly obtained sixty specimens, twelve species of decapod crustaceans are reported from the Hijikata Formation of the Kakegawa Group, Upper Pliocene series distributed in Nagaya, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, central Japan. They are as follows: *Callianassa* sp., *Petrolisthes* sp., *Calappa* sp., *Mursia* sp., *Lyreidus* sp., *Tymolus uncifer* (Ortmann), *Podocatactes hamifer* Ortmann, *Charybdis* sp., *Carcinoplax longimanus* (de Haan), Xanthidae gen. et sp. indet., *Psopheticus* sp. aff. *P. stridulans* Wood-Mason and *Leucosia* sp. In those taxa, *Petrolisthes* sp. is the first record from the Kakegawa Group.

The decapod assemblage is thought to be a mixture of the upper sublittoral assemblage that is characterized by *Callianassa* sp. and *Charybdis* sp. and the lower sublittoral to epibathyal assemblage that is characterized by *Carcinoplax longimanus* and *Podocatactes hamifer*.

はじめに

静岡県掛川市から菊川市にかけて分布する新第三系鮮新統-前期更新統の掛川層群は、多くの軟体動物を豊富に産出することで知られている (Makiyama, 1927 ; Ozawa et al., 1998). 特に掛川層群上部層の大日層 (柴ほか, 2000) は、外浜の堆積物で黒潮暖流系の浅海性種で特徴づけられる掛川動物群 (Otuka, 1939) の軟体動物化石を多産する。

掛川層群からの甲殻類化石報告は、Karasawa (1993) と柄沢 (1997), 北村ほか (2006) がある。柄沢 (1997) は、掛川層群から岩相に対応した

Philyra platycheira 群集, *Carcinoplax longimanus* 群集, *Podocatactes hamifer* 群集の3タイプの十脚甲殻類化石群集を認めた。*Philyra platycheira* 群集は大日層の砂層部 (大日砂層) に見られ、種構成が多様で下部浅海帯砂底を反映する群集、*Carcinoplax longimanus* 群集は大日層のシルト質砂層部 (天王砂層) と土方層上部層 (曾我累層) に認められ、*C. longimanus* が優勢となる下部浅海帯砂底を反映する群集、そして *Podocatactes hamifer* 群集は土方層下部層に見られ、種の多様性は低く下部浅海帯砂底を反映する群集と考えられている。

本稿では、掛川市長谷の逆川河床に露出する掛川層群土方層下部層の化石密集層から、軟体動物化石

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 63

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.63

²⁾ 静岡大学工学部 〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

Faculty of Engineering, Shizuoka University, 3-5-1, Jyohoku, Naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561, Japan

³⁾ 東海大学社会教育センター-東海大学自然史博物館 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

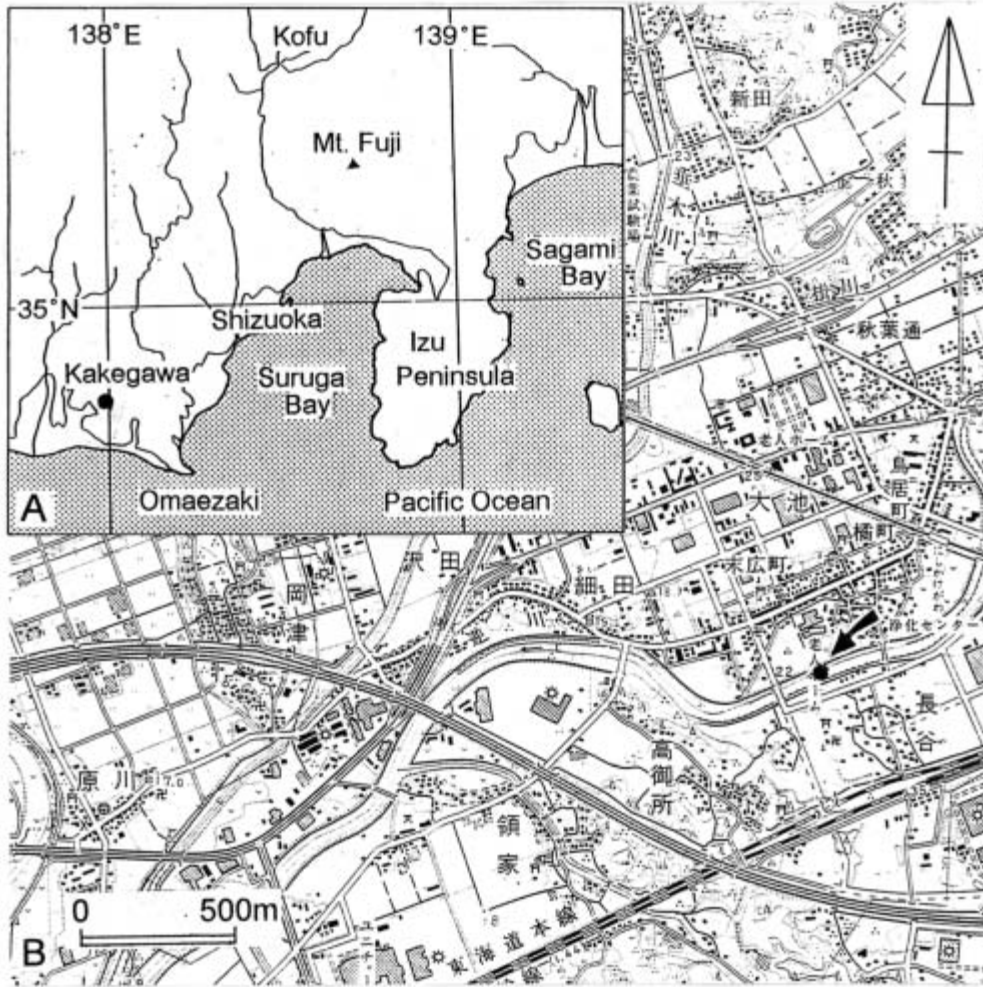


Fig. 1 Locality maps, (A) index map, the black circle is the study area, (B) Locality map of the fossil site (black circle), 1:25000-scale topographic map, Quadrangle "Yamanashi", Geographical Survey Institute of Japan.

とともに発見した十脚甲殻類化石について報告する。

化石産地と岩相および層準

十脚甲殻類化石を産出した地点は、天竜浜名湖線西掛川駅南西方向の逆川右岸 (Fig. 1) にあたり、ここには掛川層群土方層の砂泥互層とそれを削り込む貝殻密集層が露出する。この露頭では、南北～北北西-南南東走向 12° 西傾斜の砂泥互層が分布し、その砂泥互層中に層厚約 4m のマッドクラスト状の集合堆積物が北西-南東走向 30° 西傾斜で、下位の砂泥互層を削り込んで挟在する (Figs. 2, 3)。この化石密集層はこの河床の露頭部分で厚いもの、そのすぐ北側では急激に薄くなり、南側の対岸でも薄くなり連続しない。なお、この付近の土方層の全体の構造は北西-南東走向 $10 \sim 20^\circ$ 西傾斜であり、化石密集層を挟有する砂泥互層の構造はそれと斜交

する。

マッドクラストの間を充填するシルト中には、破損し離殻した軟体動物などの化石片が密集する (Fig. 4)。この化石密集層からは、松岡ほか (2007) により鳥類の骨化石が報告されている。なお、下位の砂泥互層にも、木片や *Juglans megacineria* Miki et Chaney (オオバタグルミ) などの植物化石や貝片化石を含む、マッドクラスト状の集合堆積物も薄く挟有する。

柴ほか (2007) の掛川層群上部層のパラシーケンスセットでは、この層準は土方層の第 3 パラシーケンスセット (PH3) にあたり、時代は 1.85 ~ 1.8Ma に相当する。

この貝化石密集層からは、*Umbonium (Suchium) suchiense subsuchiense* Makiyama, Turbinidae sp. Indet., Marginellidae sp. Indet., *Ginebis argenteonitens* (Lischke), *Tonna luteostoma* (Küster), *Cryptonatica janthostomoides* (Kuroda

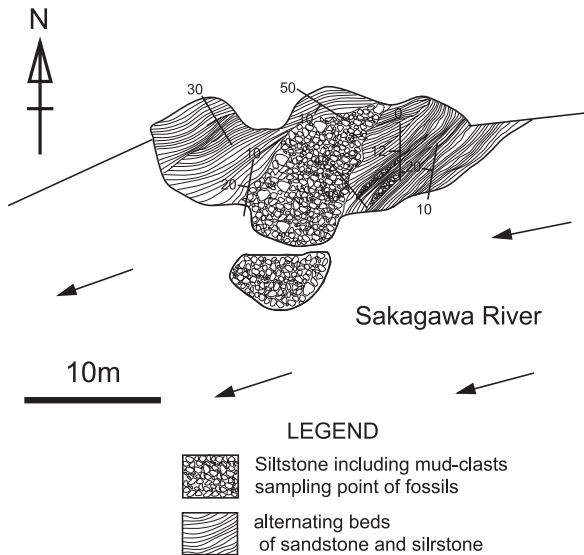


Fig. 2 Sketch of the exposure of the sampling site, where is located at the right bank of the Sakagawa River. Siltstone including mud-clasts is the fossil bed intercalated in the alternating beds of sand and silt.

and Habe), *Simplicifusus* sp., *Olivella fulgurata* (A. Adams and Reeve), *Baryspira albocallosa* Lischke, *Benthindsia magnifica* (Lischke), *Lophiotoma* sp., *Fulgoraria prevostiana* (Crosse), *Fulgoraria (Musashia) hirasei* (Sowerby), *Murex* sp., *Chicoreus totomiensis* (Makiyama), *Habesolatia nodulifera* (Sowerby), *Trigonostoma* sp., *Fusinus ferrugineus* (Kuroda and Habe), *Zeuxis siquijorensis* (A. Adams), *Cinguloterebra torquata* (A. Adams and Reeve), *Siphonalia declivis biconica* Makiyama, *Siphonolia tonohamaensis totomiensis* Makiyama, *Architectonia maxima* (Philippi), *Micantapex (Parabathytoma) luehdorfi* (Lischke), *Dentulium (Pictodentalium) vernerdi* Sowerby, *Lucinoma acutilineata* (Conrad), *Acila (Truncacila) insignis* (Gould), *Glycymeris rotunda* (Dunker), *Mizuhopecten pseudoyessoensis* Akiyama and Miyajima, *Crassostrea gigas* (Thunberg), *Pinna (Cyrtopinna) bicolor* Gmelin, *Callista chinensis* (Holten), *Paphia schnelliana* (Dunker), *Myadora japonica* Habe などの軟体動物化石と, *Carcharhinus* sp. や *Myliobatis* sp. など板鰐類の歯化石も産出した。



Fig. 3 Photograph of the outcrop showing the occurrence of fossil bed in the sampling site.



Fig. 4 Photograph of the outcrop showing the occurrence of fossil in siltstone including mud-clasts.

産出した十脚甲殻類

産出した十脚甲殻類化石は, *Callianassa* sp., *Petrolisthes* sp., *Calappa* sp., *Mursia* sp., *Lyreidus* sp., *Tymolus uncifer* (Ortmann), *Podocatactes hamifer* Ortmann, *Charybdis* sp., *Carcinoplax longimanus* (de Haan), Xanthidae gen. et sp. indet., *Psopheticus* sp. aff. *P. stridulans* Wood-Mason, *Leucosia* sp. の 9 科 12 属 12 種であり, 標本数は 60 におよぶ. 産出した十脚甲殻類のタクサおよび個体数を, 柄沢 (1997) および北村ほか (2006) の掛川層群からの十脚甲殻類化石の産出表に追加して Table 1 に示す. 本稿で産出を報告する十脚甲殻類化石の分類リストを以下に示し, Fig. 5 にそのいくつかの写真を示す.

この化石密集層における, 十脚甲殻類化石の産出には 2 つのタイプが認められる. ひとつは, マッドクラストの中にノジュール化して産するもので, こ

Table 1. List and number of specimens from the present sampling site (Nagaya) and other sites of the Kakegawa Group. Dainichi, Sand facies of the Dainichi Formation; Ten-no, Silty sand facies of the Dainichi Formation; Hijikata, the lower part of the Hijikata Formation; Soga, Soga Formation (the upper part of the Hijikata Formation); Kara, Karasawa (1998); Kita, Kitamura et al. (2006).

Species name	Locarity	Nagaya	Dainichi		Ten-no		Hijikata	Soga
			Kara	Kita	Kara	Kita	Kara	Kara
<i>Callianassa</i> sp.		7	R	R		C		
<i>Upogebia</i> sp.						R		
<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst)						R		
<i>Dardanus</i> sp.				R		C/R		
<i>Petrolisthes</i> sp.		1						
<i>Pagurus</i> sp.			R		R			
<i>Tymolus uncifer</i> (Ortmann)		1				R	R	
<i>Calappa</i> sp.		1	F	R		R		
<i>Mursia</i> aff. <i>australiensis</i> Campbell					R			
<i>Mursia</i> sp.		1	F/R	R		R		
<i>Lyreidus</i> sp.		2				R		
<i>Padocatactes hamifer</i> Ortmann		5				R	F	R
<i>Cancer</i> (<i>Cancer</i>) <i>japonicus</i> Ortmann				R	R	C		
<i>Cancer</i> (<i>Glebocarcinus</i>) <i>amphioetus</i> Rathbun			R/F	R				
<i>Cancer</i> (<i>Romaleon</i>) <i>gibbosulus</i> (de Haan)			R			R		
<i>Scylla serrata</i> (Forskål)			R					
<i>Charybdis</i> sp.		19		R		R		
<i>Psaumis</i> sp.						R		
<i>Actaea</i> sp.			R					
<i>Leptodius</i> sp.						R		
<i>Carcinoplax longimanus</i> (de Haan)		11		R	F/R	F	R	C
<i>Carcinoplax</i> sp. aff. <i>C. purpurea</i> Rathbun								R
<i>Psoptheticus hughi</i> Rathbun						R		
<i>Psoptheticus</i> sp. aff. <i>P. stridulans</i> Wood-Mason		2						R
Xanthidae gen. et sp. indet.		9						
<i>Oncinopus</i> sp.				R		R		
<i>Macrocheira kaempferi</i> (Temminch)						R		
<i>Pugettia yamafui</i> Karasawa and Kitamura						R		
<i>Typhlocarcinus obtusus</i> Karasawa			R					
<i>Naxioides</i> sp.					R			
<i>Arcania</i> sp.						R		
<i>Randallia</i> sp.				R				
<i>Ebalia kakegawaensis</i> Karasawa					R			
<i>Philyra platychira</i> de Haan			C/R					
<i>Philyra tanakai</i> Karasawa			R					
<i>Philyra tridentata</i> Karasawa			R					R
<i>Philyra</i> sp.				R				
<i>Leucosia takamii</i> Karasawa			R					
<i>Leucosia</i> sp.		1	F	F		R		

れには *Lyreidus* sp. や *Petrolisthes* sp., *Psoptheticus* sp. aff. *P. stridulans* などがある。他方は、マッドクラストの基質中に含まれ、軟体動物化石の貝殻の間に挟まれて産出するものであり、それには *Charybdis* sp. および *Leucosia* sp., Xanthidae gen. et sp. indet. などがある。

Order Decapoda Latreille, 1803

十脚目

Superfamily Callianassoidea Dana, 1852

スナモグリ上科

Family Callianassidae Dana, 1852

スナモグリ科

Subfamily Callianassinae Dana, 1852

スナモグリ亜科

Genus *Callianassa* Leach, 1814

スナモグリ属

Callianassa sp.

スナモグリ属の未定種

Family Porcellanidae Haworth, 1835

カニダマシ科

Genus *Petrolisthes* Stimpson, 1858

カニダマシ属

Petrolisthes sp.

カニダマシ属の未定種

Superfamily Calappoidea de Haan, 1833

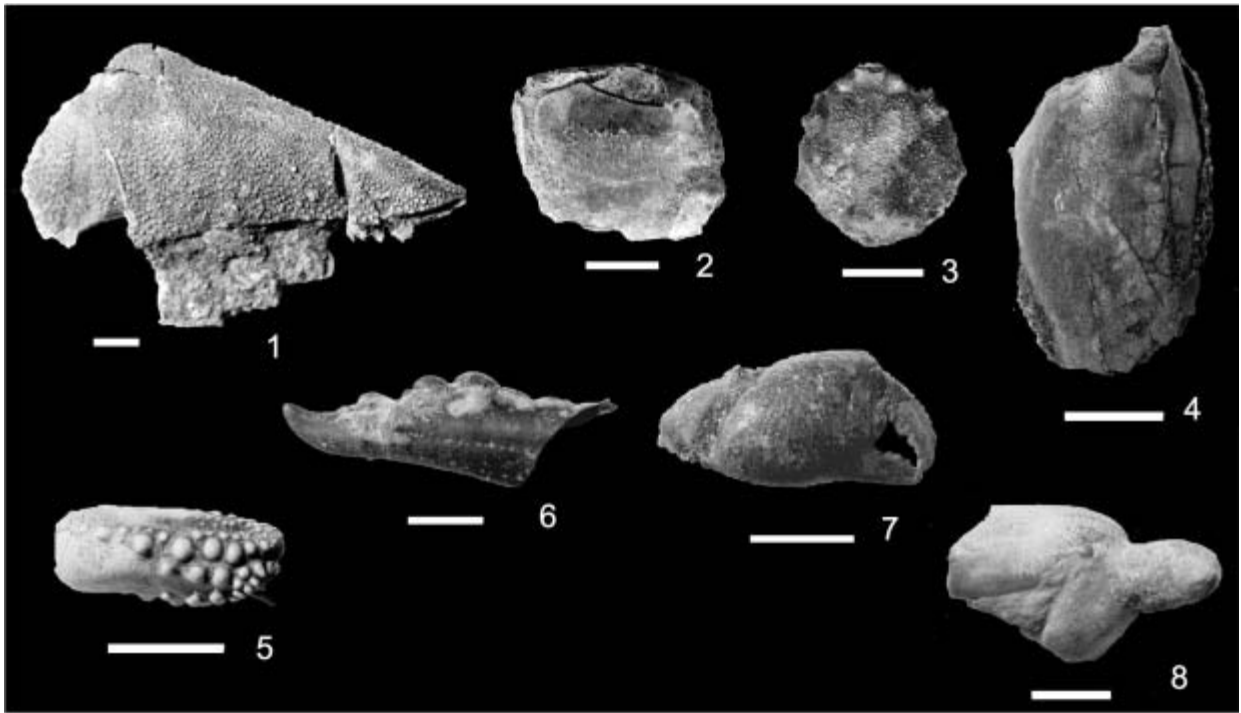


Fig. 5 Photographs of representative specimens. Scale is 5 mm. (1) Immovable finger of *Calappa* sp.; (2) Propodus of *Callianassa* sp.; (3) Dorsal surface of carapace of *Podocatactes hamifer*; (4) Dorsal surface of carapace of *Lyreidus* sp.; (5) Merus of *Leucosia* sp.; (6) Left immovable finger of *Charydis* sp.; (7) Cheliped of Xanthidae gen. et sp. indet.; (8) Propodus of *Petrolisthes* sp.

マメヘイケガニ上科
 Family Calappidae de Haan, 1833
 カラッパ科
 Subfamily Calappinae de Haan, 1833
 カラッパ亜科
 Genus *Calappa* Weber, 1795
 カラッパ属
Calappa sp.
 カラッパ属の未定種

Genus *Mursia* Desmarest, 1823
 キンセンモドキ属
Mursia sp.
 キンセンモドキ属の未定種

Superfamily Raninoidea de Haan, 1841
 アサヒガニ上科
 Family Raninidae de Haan, 1841
 アサヒガニ科
 Subfamily Lyreidinae Guinot, 1993
 ビワガニ亜科
 Genus *Lyreidus* de Haan, 1841
 ビワガニ属

Lyreidus sp.
 ビワガニ属の未定種

Superfamily Cyclodorippoidea Ortmann, 1892
 マメヘイケガニ上科
 Family Cyclodorippidae Ortmann, 1892
 マメヘイケガニ科
 Subfamily Cyclodorippinae Ortmann, 1892
 マメヘイケガニ亜科
 Genus *Tymolus* Stimpson, 1858
 マメヘイケガニ属
Tymolus uncifer (Ortmann, 1892)
 アシナガマメヘイケ

Superfamily Cancroidea Latreille, 1803
 イチョウガニ上科
 Family Corystidae Samouelle, 1819
 クリガニ科
 Genus *Podocatactes* Ortmann, 1893
 トゲヒゲガニ属
Podocatactes hamifer Ortmann, 1893
 トゲヒゲガニ

Superfamily Portunoidea Rafinesque, 1815

ガザミ上科

Family Portunidae Rafinesque, 1815

ガザミ科

Subfamily Portuninae Rafinesque, 1815

ガザミ亜科

Genus *Charybdis* de Haan, 1833

イシガニ属

Charybdis sp.

イシガニ属の未定種

Superfamily Xanthoidea MacLeay, 1838

オウギガニ上科

Family Goneplacidae MacLeay, 1838

エンコウガニ科

Superfamily Carcinoplacinae H. Milne Edwards,

1852

エンコウガニ亜科

Genus *Carcinoplax* H. Milne Edwards, 1852

エンコウガニ属

Carcinoplax longimanus (de Haan, 1833)

エンコウガニ

Xanthidae gen. et sp. indet.

オウギガニ科の属種未定

Genus *Psoptheticus* Wood-Mason, 1892

ナキエンコウガニ属

Psoptheticus sp. aff. *P. stridulans* Wood-Mason,

1892

ナキエンコウガニ?

Superfamily Leucosioidea Samouelle, 1819

コブシガニ上科

Family Leucosiidae Samouelle, 1819

コブシガニ科

Genus *Leucosia* Weber, 1795

コブシガニ属

Leucosia sp.

コブシガニ属の未定種

産出した十脚甲殻類化石の特徴

Karasawa (1993) および柄沢 (1997) は、掛川

市の上板沢^{かみいたざわ}と家代^{いえしろ}の2地点の土方層から *Podocatactes hamifer* を優占種として、*Tymolus uncifer* と *Carcinoplax longimanus* の3種の十脚甲殻類化石を報告し、土方層の十脚甲殻類群集を種の多様性が低い下部浅海帯砂底を反映する *Podocatactes hamifer* 群集とした。本稿で報告する長谷からの化石では、柄沢 (1997) が報告した3種以外に、*Callianassa* sp., *Petrolisthes* sp., *Calappa* sp., *Mursia* sp., *Lyreidus* sp., *Charybdis* sp., *Psoptheticus* sp., *Leucosia* sp. と Xanthidae を新たに確認した。

このうち、Xanthidae と *Petrolisthes* 属については掛川層群からの報告が今までなかった。*Petrolisthes* 属については、静岡県下の新第三系では Karasawa (1993) が中新統女神層^{めがみ}から *Petrolisthes miocaenicus* Karasawa を報告しているのみであり、掛川層群からは初報告となる。

柄沢 (1997) の報告では、土方層については十脚甲殻類化石の産出が少なく、地域的な分布や産出層準など群集の特徴を把握しにくい。そのため、本稿の長谷からの化石群集と柄沢 (1997) の土方層の群集を単純に比較できないが、柄沢 (1997) が報告した3種に関しては、*Podocatactes hamifer* よりも *Carcinoplax longimanus* の方が多く産した。また、本稿で報告した十脚甲殻類化石の中で最も多く産出したのは、*Charybdis* sp. であり、これは柄沢 (1997) の報告では大日砂層と天王砂層の両方で産出しているが、優占種となるほど多くは産していない。三宅 (1983) によれば、*Charybdis* 属の多くは潮間帯から水深 50 ~ 70m の範囲に棲息するが、潮間帯から水深 450m まで棲息するものも含まれる。

本稿の長谷からの化石群集では、*Cancer* (*Cancer*) *japonicus* と *Dardanus* sp. が産出していないが、*Callianassa* sp. と *Charybdis* sp., *Carcinoplax longimanus* が顕著に認められる点など北村ほか (2006) の掛川市小市^{こいち}の化石群集に類似する。小市の化石産地は、柴ほか (2001) の鯨化石発掘地点にあたり、十脚甲殻類化石は天王シルト質砂層中の化石密集層から得られたものである。この化石密集層は、暴浪時の波浪水深限界よりも深い海底にあったチャンネルを埋積した堆積物と推定されている (柴ほか, 2001)。

産出した十脚甲殻類の現在の棲息水深を三宅 (1983) によって検討すると、*Carcinoplax longi-*

manus は水深 30 ~ 100m, *Podocatactes hamifer* は水深 73 ~ 406m, *Lyreidus* sp. は水深 30 ~ 300m, また *Psopheticus stridulans* は水深 75 ~ 150m と, 下部浅海帯~漸深海帯の泥底から砂底に棲息するものがある一方, 潮間帯から主に上部浅海帯に棲息する *Callianassa* sp. や, 主に上部浅海帯~水深 70m の範囲に棲息する *Charybdis* sp. と主に岩礁海岸の潮間帯から水深 100m 棲息する Xanthidae が含まれる. このことから, 長谷の十脚甲殻類化石群集は上部浅海帯と下部浅海帯~漸深海帯の棲息種の混合群集と考えられる.

十脚甲殻類化石とともに産出した軟体動物化石については, 奥谷 (2000) にしたがえば, 水深 100 ~ 300m に棲息する *Fulgoraria (Musashia) hirasei* や水深 100 ~ 700m に棲息する *Lucinoma acutilineata*, 水深 20 ~ 300m に棲息する *Glycymeris rotunda* や水深 160m に棲息する *Myadora japonica* など下部浅海帯から漸深海帯に棲息する種がある一方, *Crassostrea gigas* や *Olivella fulgurata*, *Habesolatia nodulifera*, *Callista chinensis*, *Pinna (Cyrtopinna) bicolor* など潮間帯~上部浅海帯に棲息するものも含まれ, 十脚甲殻類化石群集と同様に, 上部浅海帯と下部浅海帯~漸深海帯に棲息する種の混合群集と考えられる.

これら化石群集を産した化石密集層は, その露頭で砂泥互層を削剥してチャンネル状に重なることから明らかなように, 重力流により海底に堆積した地層と推定される. また, 化石群集からの推定では, 上部浅海帯の海底で一度堆積した化石群集が重力流により下部浅海帯~漸深海帯の海底チャンネルに運搬されて形成されたと考えられる. また, 十脚甲殻類の化石の産状で, マッドクラスト中にノジュール化して産するものと, マッドクラストの基質に含まれるものがあることから, 重力流は下位の泥層を削剥してマッドクラストとして巻き込みながら流下したと考えられる. なお, この化石群集を産した化石密集層を挟有する砂泥互層の構造が, この付近の土方層の一般走向と異なることから, この砂泥互層自体もチャンネル充填堆積物の可能性がある.

ま と め

本稿では, 掛川市長谷に分布する掛川層群土方層下部層から産出した 60 点の標本に基づき, 9 科 12

属 12 種の十脚甲殻類化石の産出を報告をした.

長谷の十脚甲殻類化石群集には, *Callianassa* sp. や, *Charybdis* sp. で代表される上部浅海帯の群集と, *Carcinoplax longimanus* や *Podocatactes hamifer* で代表される下部浅海帯~漸深海帯の群集が含まれることから, 本化石群集は上部浅海帯と下部浅海帯~漸深海帯の棲息種の混合群集と考えられる.

共産する軟体動物化石群集も下部浅海帯~漸深海帯の棲息種の混合群集と考えられることと, この化石密集層の岩相から, 化石密集層は上部浅海帯の海底で一度堆積した化石群集が, 重力流により下位の泥層を削剥してマッドクラストとして巻き込みながら流下して, 下部浅海帯~漸深海帯の海底チャンネルに運搬されて形成されたと考えられる.

謝 辞

本報告にあたり, 瑞浪市化石博物館の柄沢宏明博士には, 十脚甲殻類化石の同定及び本稿の作成に関して多大なご助言をいただいた. 静岡大学教育学部の延原尊美准教授には軟体動物化石の同定に関して, 掛川サメ研究会の藤田和美氏には化石産地に関して, ご教示いただいた. また, 千葉県立中央博物館の加藤久佳氏には査読において詳細で有益な指摘を受けた. ここに記して厚くお礼を申し上げる.

引用文献

- 柄沢宏明 (1997) 西日本の新生代大型甲殻類. 瑞浪市化石博物館専報, **8**, 81p., pls. 30.
- Karasawa, H. (1993) Cenozoic decapod Crustacea from southwest Japan. Bull. Mizunami Fossil Mus., **20**, 1-92, pls. 24.
- Karasawa, H. and K. Kitamura (2003) A first record of *Pugettia* Dana (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from the Pliocene of Japan. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, **30**, 61-62.
- 北村孔志・柴 正博・横山謙二 (2006) 掛川層群大日層から産出した十脚甲殻類化石. 海・人・自然 (東海大博研報), **8**, 1-10.
- Makiyama, J. (1927) Molluscan fauna of the lower part of the Kakegawa series in the province of Totomi, Japan. Mem., College, Science, Kyoto

- Inperial Univ., Ser. B, **3**, 1-147, pls. I-VI.
- 松岡廣繁・北村孔志・安井謙介 (2007) 静岡県掛川市長谷の掛川層群土方累層から産出したアビ属化石. 豊橋市自然史博物館研報, **17**, 19-23.
- 三宅貞祥 (1982) 原色日本大型甲殻類図鑑 (I), 保育社, 大阪, 261p.
- 三宅貞祥 (1983) 原色日本大型甲殻類図鑑 (II), 保育社, 大阪, 272p.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京, 1174p.
- Otuka, Y. (1939) Tertiary crustal deformation in Japan (with short remarks on Tertiary palaeogeography). *Jubl. Publ.Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birthday*, **2**, 481-519.
- Ozawa, T., T. Tanaka and S. Tomida (1998) Pliocene to early Pleistocene warm water molluscan fauna from the Kakegawa Group, central Japan. *Nagoya Univ. Furukawa Mus., Special Rep.*, **7**, 206p.
- 柴正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. *海・人・自然 (東海大博研報)*, **2**, 53-108.
- 柴正博・横山謙二・新村龍也・伊藤芳英 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群鯨類化石発掘の成果—発掘の経緯・層準・産出化石—. *海・人・自然 (東海大博研報)*, **3**, 77-89.
- 柴正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田留美・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.

静岡県牧ノ原台地の更新統古谷層の貝化石群集と堆積環境¹⁾

恩田 大学²⁾・延原 尊美²⁾・柴 正博³⁾・山下 真⁴⁾

Fossil Molluscan Assemblages and Sedimentary Environment of the Pleistocene Furuya Formation in Makinohara Upland, Shizuoka Prefecture, Central Japan¹⁾

Daigaku ONDA²⁾, Takami NOBUHARA²⁾, Masahiro SHIBA³⁾ and Makoto YAMASHITA⁴⁾

Abstract

The Pleistocene in Makinohara Upland, Shizuoka Prefecture, central Japan, consists of the Furuya Formation, the Kyomatsubara Formation, the Ochii Formation, and the Makinohara Formation, in ascending order. The sequence is considered to form a depositional sequence primarily controlled by sea-level changes. The Furuya Formation is mainly composed of silt and clay deposits, which corresponds to transgressive systems tract filling the drowned valley, “the Paleo-Sagara Bay”.

This study makes clear temporal and spatial distribution of fossil molluscan assemblages in the Furuya Formation. We identified fossil mollusks of 272 species in 184 genera, and recognized the following three assemblage types: 1) Tidal inlet type, dominated by *Crassostrea gigas*, *Tegillarca granosa*, *Cerithideopsis cingulata*, *C. djadjariensis*, and *Batillaria zonalis*; 2) Subtidal to shallow embayment type, characterized by abundant occurrence of *Paphia undulata*, *Raetella pulchella*, *Dosinella corrugata*, *Theora fragilis*, and *Ringicula doliaris*; and 3) Outer-bay type, characterized by common occurrence of oceanic species, such as *Nucula paulula* and *Microcirce dilecta*.

On the basis of the distributions of the three assemblage types, local difference of paleoenvironment in “the Paleo-Sagara Bay” becomes clear. The northern part (innermost part) of the bay had been tidal inlet during the transgression, whereas the central to southern area (central to outer part) changed its bathymetry from intertidal, via shallow embayment, to outer bay. The difference is controlled by depositional setting in “the Paleo-Sagara Bay”, and by the balance between sedimentation rate of clastics and speed of sea-level rise. During the transgression, seawater invaded from the south of the southern branch of “the Paleo-Sagara Bay”, and the Furuya Formation deposited onlapping northwards. The occurrence of outer-bay type assemblage is restricted to the uppermost or upper part of the Furuya Formation. This suggests that the

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 64.

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 64.

²⁾ 静岡大学教育学部理科教育講座地学教室 422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷 836

Science Education (Geology), Faculty of Education, Shizuoka University, 836, Oya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529, Japan

³⁾ 東海大学社会教育センター 424-8620 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, 424-8620, Japan

⁴⁾ サン地質株式会社 173-0004, 東京都板橋区板橋 1-44-13

San Geology Co., Ltd, 1-44-13, Itabashi, Itabashi-ku, Tokyo, 173-0004, Japan

embaymental condition had continued during the deposition of the Furuya Formation, but oceanic water abruptly intruded into the central part of the bay in the last depositional stage of the Furuya Formation.

はじめに

静岡県の中・西部域に位置する牧ノ原台地は、大井川下流の右岸から御前崎周辺地域にかけて連続する河成段丘面をなす。牧ノ原台地の更新統の層序や古生物については、これまでも多くの研究がなされてきた(中島, 1886; 千谷, 1926, 1929; 大塚, 1933; 横山, 1941; 森下・中川, 1949; Tsuchi, 1958; 土, 1960; 氏家・朝倉, 1962; 長田, 1976, 1980, 1998; Ishizaki and Kato, 1976; 池谷・堀江, 1982; 杉山ほか, 1987, 1988; 高清水ほか, 1996; Takashimizu et al., 1999, 2000)。その結果、牧ノ原台地を構成する更新統は、下位から新第三系の開析谷に海が浸入してできた内湾を埋積した、おもに泥質堆積物からなる古谷層、浅海～海浜の砂質および礫質堆積物からなる京松原層と落居層、そして古大井川から供給された多量の砂礫からなる河成堆積物である牧ノ原層からなることが知られている。

これらの更新統は、後期更新世の下末吉期の海進・海退によって形成されたひとつの連続する堆積シーケンスであるという考え方(高清水ほか, 1996)と、古谷層とそれ以後の地層の間には不整合があり、古谷層は中期更新世の海進堆積物であるとする考え方(長田, 1980, 1998)がある。

古谷層の貝化石については、中島(1886)によって古谷介ヶ沢(貝沢)の貝化石帯が報告されて以来、数多くの研究がある。千谷(1926)や金原(1939)は古谷層の貝化石が内湾性汽水域の種群で特徴づけられることを明らかにした。また、Tsuchi(1958)は、牧ノ原台地の13地点より貝化石を報告し、古環境を論じた。すなわち、牧ノ原台地南陵(丹野原～落居)では、古谷層下部は *Crassostrea gigas* (Thunberg) (マガキ), *Batillaria multiformis* (Lischke) (ウミニナ) 等の内湾干潟の要素が優占し、古谷層上部は *Dosinella corrugata* (Reeve) (ウラカガミ), *Paphia (Neotapes) undulata* (Born) (イヨスダレ), *Ringicula (Ringicula) doliaris* Gould (マメウラシマ), *Raetella pulchella* (Adams & Reeve) (チヨノハナガイ), *Theora*

fragilis A. Adams (シズクガイ) など内湾の水深数mの泥底環境の要素が優占し、そして最上部は *Glycymeris (Veletuceta) albolineata* (Lischke) (ベンケイガイ) や *Oblimopa multistriata* (Forskaal) (シラスナガイ) 等の外洋あるいは湾口部の異地性群集で特徴づけられるとしている。一方、東南陵(丹野原～大江)では、上部に *Cerithiopsisilla djadjariensis* (K. Martin) (カワアイ), *Corbicula japonica* Prime (ヤマトシジミ) など汽水・感潮域干潟の要素が認められる。これをもとに土(1960)は、古相良湾が東側(現在の駿河湾側)に狭い湾口部をもつ巾着型をした内湾で、牧ノ原台地の南陵と東南陵にそれぞれ対応した南北二つの枝湾から構成されるとし、そのうち北枝湾を汽水性潟湖として、南枝湾を潮下帯以深の内湾環境が広がる入江として古地理図を示した。また、土(1960)は、古谷層の泥層上部には一帯にわたって潮間帯ないし10 m前後の深度を示す自生的貝化石群集が見られるとして、その泥層上部がかなり短い時間に同時に形成されたとした。

一方、池谷・堀江(1982)は、層相変化と貝および有孔虫、貝形虫の化石群集組成変化から、古谷層が最低5回の上方細粒化のサイクルからなり、全サイクルが見られるのは中央部以南で、各サイクルは南部ほど外洋水の影響が強く北部ほど弱いことから、各サイクルが基盤に対して下位から上位の順に、また南から北へ漸次アバットするように堆積したとした。また、池谷・堀江(1982)は、古谷層を堆積させた古相良湾は、堆積最末期に細粒堆積物により埋積されて沼沢化して消失したとした。

古谷層の貝化石についてのこれまでの研究では、下部・上部・最上部の産出化石の特徴が単に示されるのみで、水平的な、特に南北方向での垂直分布の違いや特徴が、産地ごとの詳細な岩相と貝化石群集組成の検討に基づいて議論されることがなかった。池谷・堀江(1982)においても、産地および層準ごとの貝化石リストは提示されていない。古谷層の堆積環境の時間的な変化をその水平的分布にしたがって詳細に追跡することは、更新世における海水準の変動を復元する上で重要である。

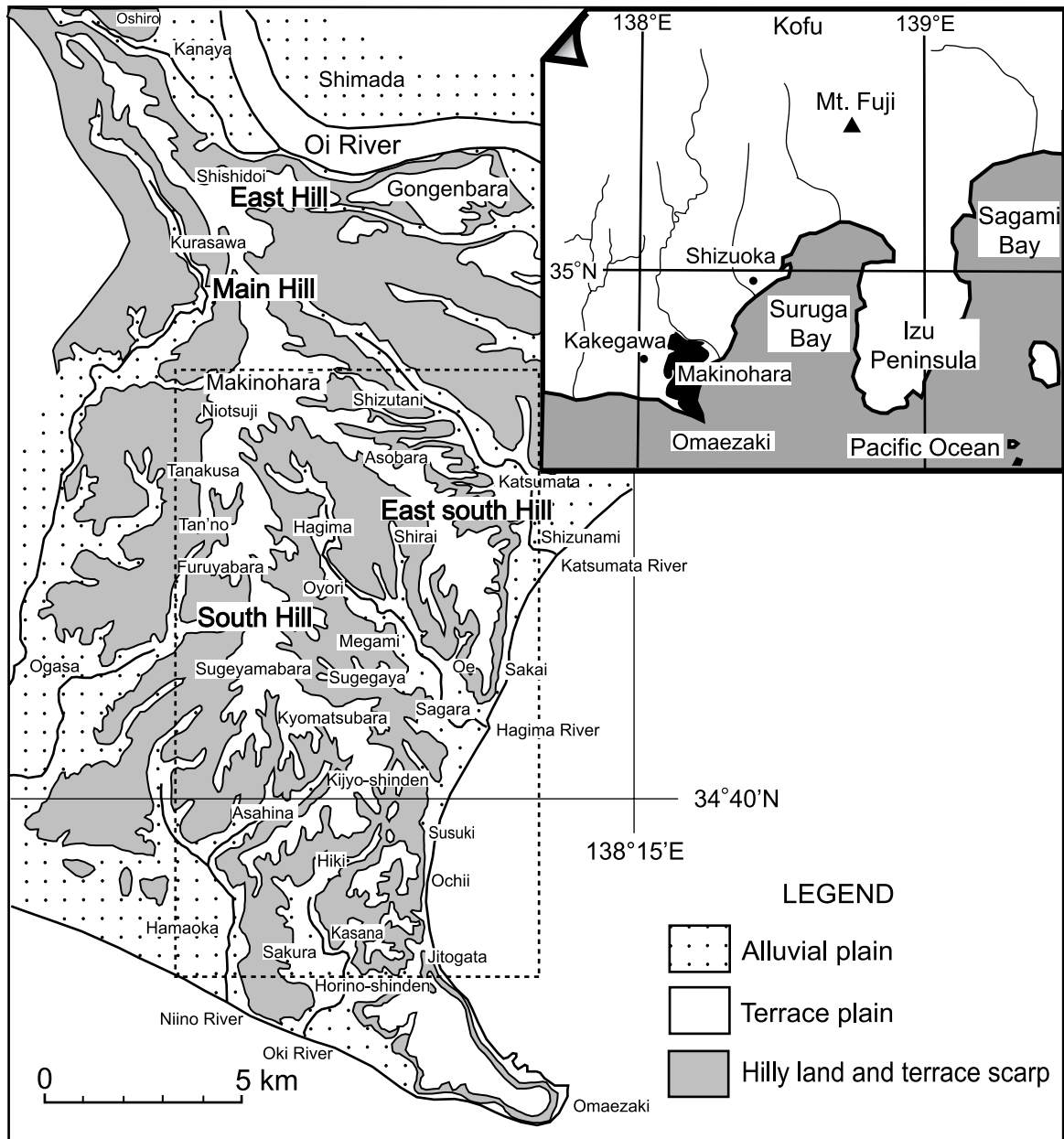


Fig. 1 Index map of the study area, Makinohara Upland, Shizuoka Prefecture, central Japan. The area surrounded by broken lines represents the location of the geological map shown in Fig. 2.

そこで、本研究では、牧ノ原台地南稜に分布する古谷層の貝化石群集の水平方向と垂直方向の変化を詳細に記載し、古谷層の堆積環境を考察した。

地質概説

牧ノ原台地は、大井川、駿河湾、御前崎、遠州灘に囲まれ、東西約 10 km、南北約 20 km の広がりをもつ比較的平坦な台地面を形成する。牧ノ原台地北端にあたる島田市大代付近では台地面は海拔約 280 m、そこから南に向かって台地面の高度は低下し、牧之原市牧之原付近では約 170 m、菅山原付近

では約 150 m、鬼女新田付近では約 110 m になる。牧ノ原台地は、地形的に以下の 4 つの稜に区分される (Fig. 1)。すなわち、牧ノ原台地の北端にあたる大代から牧之原までの主稜、島田市猪土居から東方向にのびる東稜、牧之原から南東方向の牧之原市大江方面へのびる東南稜、牧之原から南方の牧之原市地頭方へのびる南稜である (井口, 1955)。そのうち、本調査地域は牧ノ原台地の南稜の部分にあたる。

牧ノ原台地を構成するおもな更新統は、新第三系の基盤を不整合に覆ってほぼ水平に累重しており、下位より古谷層、京松原層、落居層、牧ノ原層に区

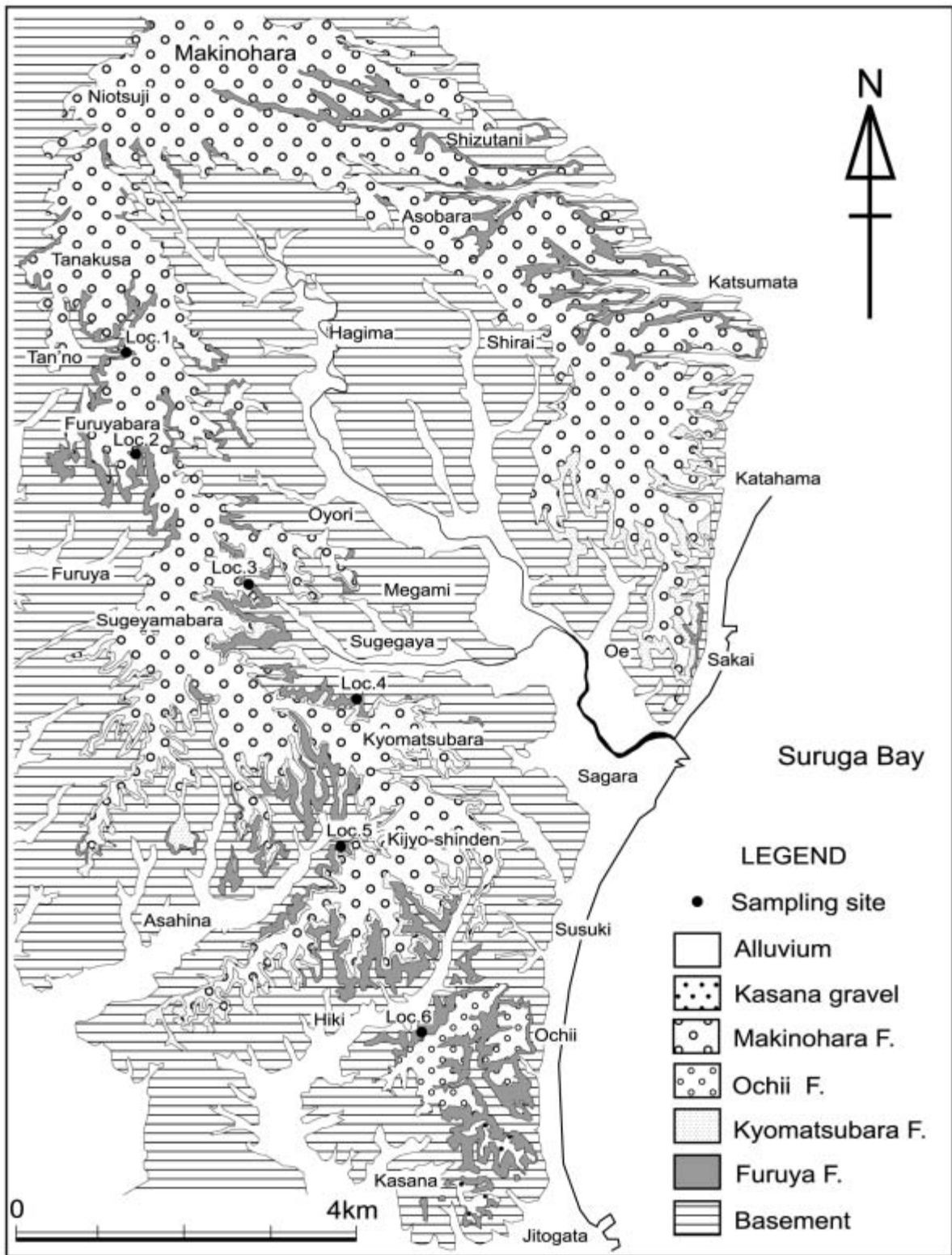


Fig. 2 Geological map of the Pleistocene series in Makinohara Upland. Loc. 1 to Loc. 6 are locations of outcrops showing the facies successions with sampling points in Fig. 3. F.:Formation

分される。本調査地域を含む牧ノ原台地の南稜と東南稜の地質図を Fig. 2 に示す。古谷層は新第三系の基盤岩を削って形成された谷を埋めた泥質な地層からなり、京松原層はその上位に重なる淘汰のよい砂層からなる。落居層は南部の落居付近に分布し、

古谷層の上位に重なる淘汰のよい砂層とよく円磨された淘汰のよい礫層からなる。牧ノ原層は古谷層と京松原層の上位に重なる礫層で、礫はおもに亜円礫～円礫で中礫～大礫からなり、落居層と同時異相の関係にあると考えられる。

基盤岩 (新第三系)

本調査地域の基盤は、新第三系の^{めがみ}女神層、^{さがら}相良層群、^{かけがわ}掛川層群から構成される(柴ほか, 1996; 柴, 2005)。相良層群は、本調査地域南東部に広く分布し、層相は泥岩層と礫岩層および砂岩泥岩互層からなる。また、その構造はおもに北東-南西走向で南東または北西に $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 傾斜する。本調査地域内には、相良層群中に女神背斜や^{ひき}比木向斜などの北北東-南南西方向と、^{すすき}須々木背斜や須々木向斜などの北東-南西方向の褶曲構造がみられる(柴, 2005)。掛川層群は、本調査地域北西部に広く分布し、その岩相はおもに砂岩泥岩互層からなる。その構造は、^{はぎま}東萩間付近で北西-南東走向で南西に $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 傾斜し、^{すげがや}菅ヶ谷付近では北北東-南南西から南北走向で西に $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 傾斜する。

古谷層 (土, 1960)

[層相]: おもに泥層からなり、基底には礫層が見られ、その上位には砂層から泥層が重なる。泥層は厚く、シルト~粘土層、砂質シルト層、砂シルト互層などからなり、貝や植物の化石を含む層準、生痕化石を多産する層準などが見られる。

[分布・層厚]: 本調査地域では牧之原から地頭方まで全域に分布する。層厚は約 20 m で、菅山原付近で約 30 m になる。

京松原層 (長田, 1976)

[層相]: 細粒~中粒の黄灰色の淘汰のよい砂層からなり、下部は細粒の砂層からなり生痕化石が見られる層準もある。上部は中粒の砂層からなり礫層を挟在することもある。砂層を構成する鉱物としては、石英や雲母鉱物が顕著である。

[分布・層厚]: 本調査地域では中部地域から南部地域の比木付近まで分布し、層厚は 10 ~ 30 m。

落居層 (杉山ほか, 1988)

[層相]: 淘汰のよい砂層および円磨された淘汰のよい礫層からなる。砂層を構成する鉱物として石英や雲母鉱物が顕著である。本層最上部は赤色または赤褐色ローム層に覆われる。

[分布・層厚]: 南陵南部の落居付近にのみ分布し、層厚は約 20 m。

牧ノ原層 (渡辺, 1929)

[層相]: 礫層からなり、薄い砂層を挟在することもある。最上部は部分的に赤褐色ローム層に覆われる。礫は淘汰不良の重円礫~円礫主体の中礫~大礫からなる。

[分布・層厚]: 本調査地域では牧之原から鬼女新田にかけて分布し、比木の南側には分布しない。層厚は約 30 ~ 50 m。

貝化石の採集方法

本研究では、丹野池から相良町落居にかけての 6 地点の露頭において、柱状図を作成するとともに貝化石を採集した (Fig. 2 の Loc. 1 ~ Loc. 6)。古谷層の貝化石は、しばしば密集層を形成するものの、一般にシルト層や粘土層中に散在する。そこで、貝化石群集の連続的な時間変化をとらえるため、各露頭で便宜的に 1 m ごとに層準を区分して層準ごとにランダムサンプリングを行った。なお、Loc. 4 の F 層準では区分内で層相が異なるため、区分を F-1 (シルト層) と F-2 (礫層) とに細分化した。貝化石を採集した層準は、下位から A, B, C, ... と名づけた。Fig. 3 に各露頭の柱状図と貝化石採集層準、および産出した貝化石の群集型を示した。

また、露頭での肉眼観察では見落としがちな微小貝については、容量約 3 l のチャック付きナイロン袋を満たすことを目安にブロックサンプリングを行った。ブロックサンプルは、実験室でこぶし大の塊に分け、蒸発皿に入れて乾燥させた。乾燥試料を約 100 g に分けて水中に入れ、ヘキサメタリン酸ナトリウムを適量加え、弱火で約 20 分煮沸した。その後、少し冷ました後、試料を篩目 0.5 mm のふるいにかけて、水洗いし終わった試料を乾燥させた後、検鏡によって微小貝をソーティングした。

層相および化石産状

各化石採集点の露頭における層相および貝化石の産状を以下に概説する。

Loc. 1 丹野池

本露頭では、古谷層は牧ノ原層に直接覆われる。古谷層は、サンドパイプを多く含む砂質シルトでおもに構成され、しばしば層厚 0.5 m ほどの砂層を挟在する。貝化石は Fig. 3 に示した 8 つの層準 (Loc.

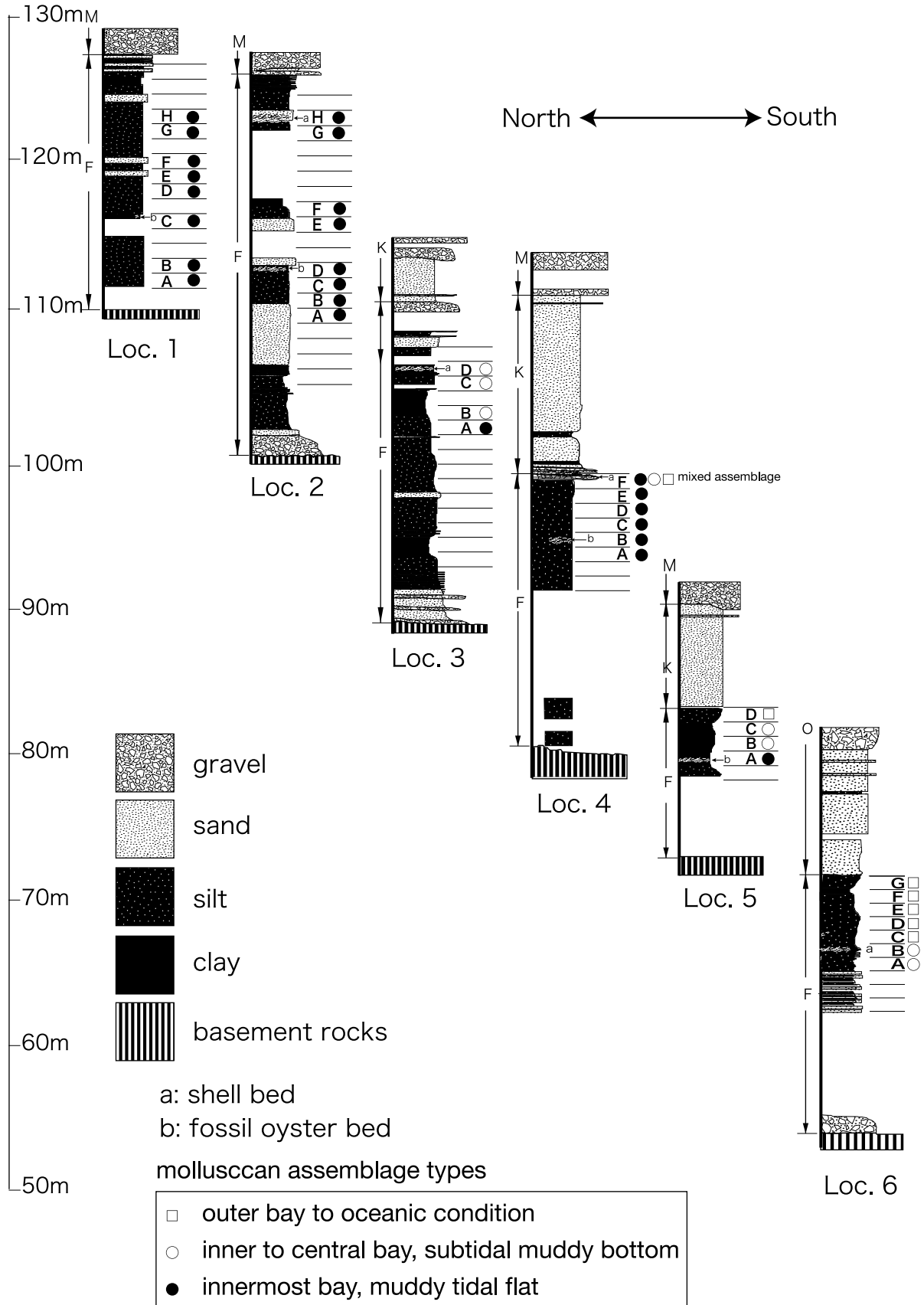


Fig. 3 Geological columnar sections of the Furuya Formation, showing sampling points and distributions of molluscan assemblage types. Localities of the columns are shown in Fig. 2. F: Furuya Formation, K: Kyomatsubara Formation, O: Ochii Formation, M: Makinohara Formation.

1 A～H) の砂質シルト層中に散在するように認められた。特に *Tegillarca granosa* (Linnaeus) (ハイガイ) やウミニナ類が顕著であるが、印象化石のみで保存が悪く採集を行わなかった。砂層には、カレントリップルや逆級化構造が認められるが、貝化石は認められない。なお最上部には粘土層を挟有するが、ここには生痕化石および貝化石ともに認められなかった。

Loc. 2 古谷原

古谷層は、シルト層を主体とし砂層をしばしば挟有する。露頭中部では、砂層の層厚は最大で 4 m に達する。この砂層の下部には斜交層理が認められ、*Tegillarca granosa* などの印象化石や材化石が産出するがいずれも保存は悪く、採集は行わなかった。貝化石は、この中部の砂層より上位のおもにシルト層 (Fig. 3 の Loc. 2 A～G) に散在する形で産出し、最上部の層準 H のみ化石密集層が認められ、これらの層準から採集した。

Loc. 3 菅山原

古谷層はおもにシルト層からなり、層厚 1 m の粘土層や、層厚 0.1～0.5 m の砂層を挟有する。下半部のシルト層では、保存状態が悪く印象化石が認められるのみで、採集は行わなかった。上部の泥質層には、溶脱や破碎をうけていない完全な貝化石が散在する。貝化石を採集したのはこの上部の 4 層準 (Fig. 3 の Loc. 3 A～D) からである。

Loc. 4 京松原

基盤の相良層群との不整合面から上位約 4 m にかけては生痕化石や貝化石の認められないシルト層が見られる。その上位には貝化石が多産するシルト層～粘土層が約 7 m 発達する (Fig. 3 の Loc. 4)。その下半部では *Tegillarca granosa* (Fig. 4), *Rapana vensa vensa* (Valenciennes) (アカニシ) が顕著で、カキ床 (Fig. 5) が挟在する。一方、上半部では、*Cyclina sinensis* (Gmelin) (オキシジミ), *Phacosoma japonocus* (Reeve) (カガミガイ), *Batillaria zonalis* Bruguière (イボウミニナ) が顕著である。最上部には層厚 1 m ほどの正級化が顕著な砂礫層が見られ、その層には *Turbo* (*Batillus*) *cornutus* Lightfoot (サザエ), *Batillaria zonalis*, *Tegillarca granosa* などが見られ、京松原層で覆われる (Fig. 6)。

Loc. 5 鬼女新田

貝化石を採集したのは上部の 4 層準 (Fig. 3 の Loc. 5 A～D) である。なお、基盤である相良層群との不整合面は崖錐で覆われ確認することはできない。京松原層直下には、シルト層および粘土層が層



Fig. 4 Occurrence of *Tegillarca granosa* in outcrop at Loc. 4.

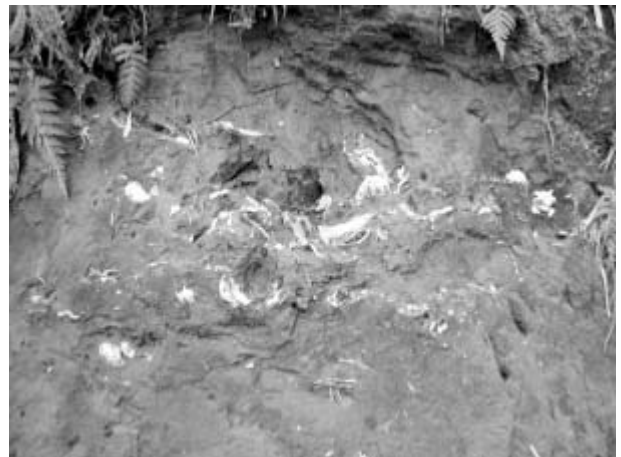


Fig. 5 Occurrence of *Crassostrea gigas* in outcrop at Loc. 4.



Fig. 6 Gravel bed (A) and occurrence of molluscan fossils in the uppermost part of the Furuya Formation at Loc. 4. The Upper gravel bed (B) is the basal gravel of the Kyomatsubara Formation.

厚約 6 m にわたって観察された。その最下部は貝化石をまったく含まないが、下部にはカキ床が挟在して *Tegillarca granosa*, *Batillaria zonalis* が、中～上部では *Protothaca (Novathaca) euglypta* (Sowerby III) (ヌノメアサリ), *Paphia (Neotapes) undulata*, *Dosinella corrugata* が顕著である。

Loc. 6 比木南

貝化石を採集したのは上部の 7 層準 (Fig. 3 の Loc. 6 A～G) である。露頭の最下部では、基盤を不整合で礫層が覆う。その礫層より約 7 m 上位には、層厚 3 m ほどの砂泥互層が発達するが、貝化石はまったく含まれない。一方、その上位の層厚 7 m ほどのシルト～粘土層には、*Barnea (Umitakea) dilatata* (Souleyet) (ウミタケ), *Batillaria zonalis*, *Raetella pulchella*, *Gafrarium divaricatum* (Gmelin) (ケマンガイ), *Saxidomus purpurata* (Sowerby II) (ウチムラサキ) などの多くの貝化石が含まれ、直径数 cm サンドパイプ型の生痕化石も同様に多く見られる。

貝化石からの堆積環境の推定

古谷層に含まれる貝化石を同定した結果、184 属 272 種を得ることができた。Appendix list に、各地点の採集層準ごとの貝化石リストを示す。産出した貝化石のうち代表的または重要な種類の標本写真を Fig. 7 に示す。産出した貝化石のほとんどすべては現生種であり、それらが生息する水深・底質等の生態学的情報 (Higo et al., 1999 : 奥谷, 2000) をもとに、堆積環境の時間変化を地点ごとに推定した。堆積環境の推移を考察する上で重要な種群については、それらが示す環境とともに、産出層準および産出量を Fig. 8 に示した。

Loc. 1 丹野池

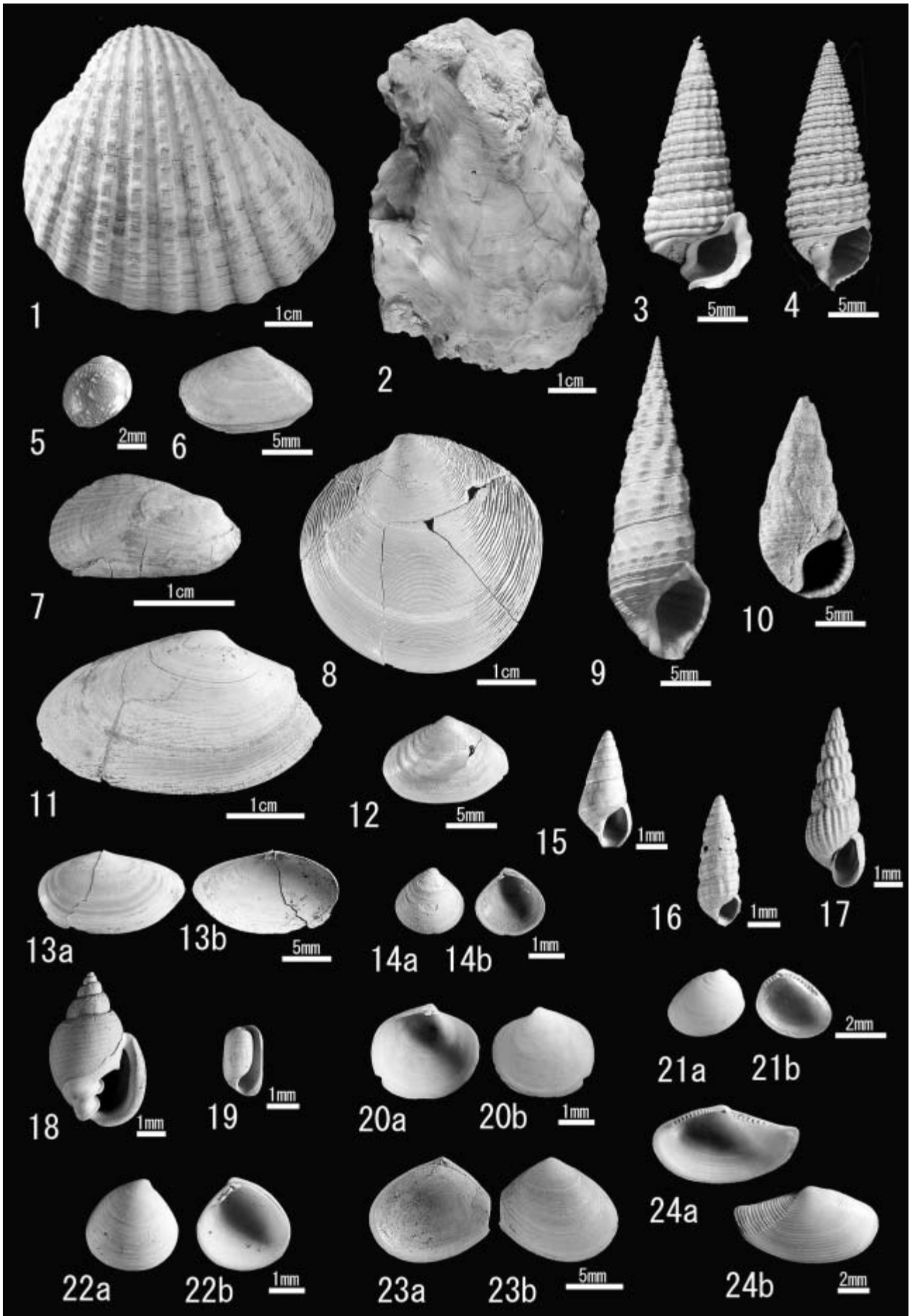
全層準にわたって、湾奥の干潟泥底の群集が卓越して発達する。*Cerithideopsilla djadjariensis* や、*Batillaria zonalis* 等のウミナ類と思われる印象化石が、最上部をのぞくほぼすべての層準のシルト層から散在するように認められた。また、1C 層準 (Loc. 1 の C 層準、以下同様) にはカキ床が、1E 層準には *Tegillarca granosa* の合弁化石が産出した。

Loc. 2 古谷原

全層準を通して、内湾干潟の要素が優占的である。ただし、牧ノ原層との境界から約 10m 下位にあたる 2E 層準付近を境に、*Tegillarca granosa* と *Cerithideopsilla cingulata* (Gmelin) (ヘナタリ) が優占の群集から、*Batillaria zonalis* 優占の群集に変化し、*Diffalaba picta* (A. Adams) (シマハマツボ) と *Pyrgulina casta* (A. Adams) (カゴメイトカケクチキレ) のような藻場の要素と、*Dosinella corrugata*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Cylichnatys angusta* (Gould) (カミスジカイコガイダマシ), *Ringicula (Ringicula) doliaris* など潮下帯以深の要素を示す貝化石が産するようになり、水深増加の傾向を示す。以下、群集構成の変化を下位より順に詳述する。

2A～2C 層準のシルト層からは、*Tegillarca granosa* と *Cerithideopsilla djadjariensis* が多産し、2D 層準では *Crassostrea gigas* からなるカキ床が発達する。なお、*Tegillarca granosa* の多くは合弁で、泥層中に散在しており、2A～2D 層準までは、内湾の干潟泥底の自生的な群集で特徴づけられる。これらの層準から産出する潮下帯以深の要素は、

Fig. 7 Characteristic species of fossil molluscan assemblages from the Furuya Formation. (1) *Tegillarca granosa* (Linnaeus), left valve, outer surface, Loc. 2B; (2) *Crassostrea gigas* (Thunberg), left valve, outer surface, Loc. 2B; (3) *Cerithideopsilla cingulata* (Gmelin), apertural view, Loc. 2H; (4) *Cerithideopsilla djadjariensis* (K. Martin), apertural view, Loc. 2C; (5) *Theodoxus (Pictoneritina) oualaniensis* (Lesson), dorsal view, Loc. 2H; (6) *Moerella iridescens* (Benson), left valve, outer surface, Loc. 2B; (7) *Musculista senhousia* (Benson), right valve, outer surface, Loc. 6C; (8) *Dosinella corrugata* (Reeve), left valve, outer surface, Loc. 6E; (9) *Batillaria zonalis* (Bruguière), apertural view, Loc. 2G; (10) *Batillaria multififormis* (Lischke), apertural view, Loc. 2F. (11) *Paphia (Neotapes) undulata* (Born), right valve, outer surface, Loc. 6D; (12) *Raetella pulchella* (Adams & Reeve), left valve, outer surface, Loc. 6B; (13) *Theora fragilis* A. Adams, left valve, a (outer surface), b (inner surface), Loc. 6C; (14) *Alveinus ojanus* (Yokoyama), right valve, a (outer surface), b (inner surface), Loc. 5C; (15) *Diffalaba picta* (A. Adams), apertural view, Loc. 2H; (16) *Eufenella rufocincta* (A. Adams), apertural view, Loc. 6A; (17) *Pyrgulina casta* (A. Adams), apertural view, Loc. 2H; (18) *Ringicula (Ringicula) doliaris* Gould, apertural view, Loc. 6B; (19) *Cylichnatys angusta* (Gould), apertural view, Loc. 5B; (20) *Cycladicama lunaris* (Yokoyama), left valve, a (inner surface), b (outer surface), Loc. 5D; (21) *Nucula paulula* A. Adams, left valve, a (outer surface), b (inner surface), Loc. 4F-2; (22) *Microcirce dilecta* (Gould), right valve, a (outer surface), b (inner surface), Loc. 5D; (23) *Abrina lunella* (Gould), right valve, a (inner surface), b (outer surface), Loc. 6E; (24) *Saccella (Saccella) confusa* (Hanley), right valve, a (inner surface), b (outer surface), Loc. 4F-2.



Cylichnatys angusta のみである。

2E 層準の砂層の化石群集は、下位の 2A～2C 層準と同じく *Tegillarca granosa* や *Cerithideopsilla djadjariensis* で優占されるが、藻場中に生息する *Diffalaba picta* や *Pyrgulina casta* が多産する点で異なる。また、潮下帯以深の要素も、*Raetella pulchella*, *Zeuxis castus* (Gould) (ハナムシロ) (水深 10 m 以深), *Ringicula (Ringicula) doliaris* (水深 5 m 以深), *Cylichnatys angusta* (水深 5 m 以深), *Alveinus ojanus* (Yokoyama) (ケシトリガイ) (潮下帯以深), *Dosinella corrugata* (潮下帯以深), *Paphia (Neotapes) undulata* (潮下帯以深), *Microcirce dilecta* (Gould) (ミジンシラオガイ) (水深 10 m 以深) 等、種数が増加する。なお *Microcirce dilecta* は、三河湾では湾口部のみに特徴的に分布する種群である (延原ほか, 1991)。

2F～2H にかけては、*Tegillarca granosa* や *Cerithideopsilla djadjariensis* はまれとなり、それに代わって *Batillaria zonalis* が優占する。*Batillaria zonalis* は内湾の干潟にも棲息するが、それよりやや開放的な湾にも分布する種である (奥谷, 2000)。また、*Pyrgulina casta* のような海草間に生息する要素や、*Diffalaba hungerfordi* (Sowerby III) (ウネハマツボ), *Diffalaba picta* など藻場の要素が多産する。また、2E 層準と同様、*Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* 等の潮下帯以深の要素も見られる。

Loc. 3 菅山原

古谷層上部の層厚約 12 m の間に、内湾干潟の環境から、内湾潮下帯以深を経て水深が増加してゆく傾向が、以下のように認められる。

3A 層準には *Tegillarca granosa*, *Batillaria zonalis*, *Cerithideopsilla djadjariensis* が認められ、内湾干潟の環境が考えられる。一方、3B～3D 層準では、上記 3 種のような内湾潮間帯の要素の産出個体数は少なく、それに代わって *Raetella pulchella* や *Ringicula (Ringicula) doliaris* のような潮下帯以深に生息する内湾要素が優占種となる。なお、上記の 2 種が多産する一方で、おなじ内湾性指標種の *Theora fragilis* はまれである。このような群集構成は、三河湾の湾央部水深 10 m 以浅のシルト底の貝類遺骸群集 (延原ほか, 1991) に対比できる。

なお、最上部の 3D 層準では、*Saccella (Saccella) confusa* (Hanley) (ゲンロクソデガイ), *Dosinorbis bilunulatus* (Gray) (ヒナガイ), *Rhizorus radiolus* (A. Adams) (アオモリマメヒガイ) のような水深 10 m 以深の要素や *Marginodostomia tenera* (A. Adams) (スカシクチキレモドキ) のような水深 30 m 以深の要素が認められ、若干の水深の増加傾向が見られる。

Loc. 4 京松原

古谷層最上部の層厚 6 m のシルト層 (4A～4F-1 層準) は内湾の干潟泥底で堆積し、京松原層直下の礫層 (4F-2 層準) のみが湾口部付近の浅海で堆積したことが、下記のように推定される。

4A～4E 層準までは、*Tegillarca granosa*, *Crassostrea gigas*, *Cerithideopsilla djadjariensis*, *Cerithideopsilla cingulata* 等の内湾干潟泥底環境の要素が産出する。一方、4F-1 層準のシルト層からは、同じ内湾干潟の要素ではあるが *Batillaria zonalis* が多産する点で、下位の層準とは様相を異にする。

最上部の 4F-2 層準の礫層は、*Tegillarca granosa*, *Cerithideopsilla djadjariensis*, *Batillaria zonalis* 等の潮間帯の要素も多数個体認められるが、水深 10 m 以深の要素が多数含まれることで特徴づけられる。例えば、*Saccella (Saccella) confusa*, *Scapharca satowi* Dunker (サトウガイ), *Plicatula horrida* Dunker (イシガキモドキ), *Ptychobela inconstans* (E. A. Smith) (イボヒメシヤジク), *Etrema (Etrempopa) streptonotus* (Pilsbry) (ホソヌノメシヤジク), *Turbonilla multigyra* (Dunker) (シロイトカケギリ), *Pyrgolampros hiradoensis hiradoensis* (Pilsbry) (ホソイトカケギリ) (水深 10 m 以深), *Pyrrunculus phialus* (A. Adams) (シリプトカイコガイダマシ) (水深 20 m 以深), *Marginodostomia tenera* (水深 30 m 以深) などである。また、4F-2 層準から産出する *Nucula paulula* A. Adams (マメグルミ) や *Microcirce dilecta* は弱～中内湾性種であり (波部, 1956), 三河湾においては湾口部のみに認められる種群である (延原ほか, 1991)。4F-2 層準の礫層中の化石群集は、干潟から湾口部の水深 10 m 以深の要素からなる異地性の混合群集であるといえる。

Loc. 5 鬼女新田

古谷層最上部の層厚 5 m の間に、内湾干潟の潮間帯から始まり、内湾奥潮下帯を経て次第に湾口の浅海へ、次々に堆積環境が時代変化する様子が認められる。最上部の 2 m には *Nucula paulula*, *Microcirce dilecta* の弱内湾性種や *Callista chinensis* などの外洋性種の出現などから、外洋水の影響も認められる。

5A 層準では、*Tegillarca granosa*, *Crassostrea gigas*, *Cerithideopsisilla djadjariensis*, *Batillaria zonalis* などの内湾干潟泥底の要素が多数産出する。*Ringicula (Ringicula) doliaris* のような潮下帯以深の内湾種も産出するが種数・個体数ともに少ない。

5B 層準では、潮間帯の要素もみられるが、*Musculista senhousia* (Benson) (ホトトギス), *Theora fragilis*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* が優占種となる。また、*Raetella pulchella*, *Alveinus ojanus*, *Dosinella corrugata*, *Penitella kamakurensis* Yokoyama (カモメガイ), *Barnea (Umitakea) dilatata*, *Laternula (Exolaternula) marilina* (Reeve) (ソトオリガイ), *Cylichnatys angusta* などの潮下帯以深の要素、*Marginodostomia tenera* のような水深 30 m 以深の要素が多数認められる。優占種である *Musculista senhousia*, *Theora fragilis*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* はいずれも波部 (1956) の中～強内湾性種であり、類似の構成をもつ遺骸群集は、三河湾では湾奥部で認められる (延原ほか, 1991, 1992)。

5C 層準では、*Tegillarca granosa* や *Cerithideopsisilla cingulata* などの干潟要素は見られなくなり、5B 層準と同じく *Raetella pulchella*, *Alveinus ojanus*, *Theora fragilis*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* で優占される。なお、5B 層準で多産種として認められた *Musculista senhousia* はここでは産出しない。*Saccella (Saccella) confusa*, *Leptomys minuta* Habe (ミジンコチョウジャクシ) などの水深 10 m 以深の要素、*Capulus dilatatus* A. Adams (カツラガイ) のような水深 20 m 以深の要素、*Marginodostomia tenera* のような水深 30 m 以深の要素も認められる。本群集のように、

Musculista senhousia を欠き、*Raetella pulchella*, *Alveinus ojanus*, *Theora fragilis*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* 等の内湾性種で構成される遺骸群集は、三河湾では湾中央の水深 10 m 付近で認められる (延原ほか, 1991)。なお、産出個体数は少ないが、*Cycladicama lunaris* (Yokoyama) (マンゲツシオガマ) のように、三河湾では湾口部のみに認められる種 (延原ほか, 1991) も認められる。これらことから、5C 層準については、湾央～湾口部にかけての泥底環境が考えられる。

5D 層準では、*Raetella pulchella*, *Alveinus ojanus*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* などの内湾要素が下位層準と同様に多産するが、5C 層準で多産した *Theora fragilis*, *Paphia (Neotapes) undulata* は産出しない。それに代わって、*Nucula paulula*, *Cycladicama lunaris*, *Abrina lunella* (Gould) (シロバトガイ), *Microcirce dilecta* など、三河湾では湾口部のみで認められるような弱内湾性種 (延原ほか, 1991) の産出個体数が増加する。*Saccella (Saccella) confusa*, *Pteria coturnix* Dunker (モンウグイス), *Byssobornia adamsi* (Yokoyama) (セワケガイ), *Mactra (Mactra) nipponica* Kuroda & Habe (チゴバカガイ), *Psammotreta (Pseudometis) praerupta* (Saribur) (アオサギガイ), *Leptomys minuta*, *Rhizorus radiolus* (水深 10 m 以深), *Musculus nanus* Dunker (ヒナタマエガイ), *Capulus dilatatus*, *Epitonium (Epitonium) tokyoense* Kuroda (エドイトカケ) (水深 20 m 以深), *Microgaza ziczac* Kuroda & Habe (ヤガスリシタダミ) (水深 60 m 以深) など、内側陸棚以深の要素も数多く認められる。なお、*Protothaca (Novathaca) euglypta* や *Irus (Irus) irus* (Linnaeus) (ハネマツカゼ) のような潮間帯要素が多産するものの、*Tegillarca granosa* や *Batillaria multiformis* 類などの内湾干潟要素はほとんど認められない。これらのことから、5D 層準については、湾口部付近の泥底環境が考えられる。

Loc. 6 比木南

古谷層最上部の層厚 7 m の間に、湾奥部の潮下帯付近から湾口部の浅海環境へ変化する傾向が認められる。弱内湾性種である *Microcirce dilecta* は、京松原層との境界から約 5 m 下位の層準 (6C 層準)

より出現をはじめており、このころより外洋水の影響があったと考えられる。

6A 層準では、*Raetella pulchella* や *Eufenella rufocincta* (A. Adams) (シマモツボ) が多産し、*Musculista senhousia*, *Theora fragilis*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* がともなうなど、内湾性種の多産で特徴づけられる。内湾干潟要素である *Tegillarca granosa* や *Batillaria multiformis* 類はほとんど見られない。本群集の分類構成は、三河湾の湾央～湾奥部の潮下帯以深に認められる群集構成 (延原ほか, 1991, 1992) に類似する。

6B 層準でも、*Raetella pulchella*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Eufenella rufocincta*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* など内湾性種が多産する。これらの要素は、*Eufenella rufocincta* を例外として、いずれもその生息水深は潮下帯以深に限定される。ただし、この層準には化石密集層が挟在しており、*Tegillarca granosa*, *Protothaca (Novathaca) euglypta*, *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve) (アサリ), *Ruditapes brugieri* (Hanley) (ヒメアサリ), *Cerithideopsisilla djadjariensis*, *Batillaria zonalis*, *Hima festiva* (Powis) (アラムシロ) などの潮間帯の要素も多数産出する。なお、水深 10 m 以深のみに生息する種としては、*Marginodostomia tenera* (水深 30 m 以深) のみである。

6C 層準では、際だった多産種は認められないが、*Musculista senhousia*, *Raetella pulchella*, *Theora fragilis*, *Alveinus ojanus*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* などの内湾性種が数多く産出する。また、*Cycladicama cumingii* (Hanley) (シオガマ), *Azorinus chamasolen* Da Costa (ズングリアゲマキ), *Microcirce dilecta*, *Terebra bathyraphe* E. A. Smith (イボヒメトクサ), *Oscilla bosyuensis* (Nomura) (ルールマキクチキレ), *Sulcoretusa minima* (Yamakawa) (ヒメコメツブ), *Rhizorus radiolus*, *Limatulys muscarius* (Gould) (ミドリタマゴガイ) (水深 10 m 以深), *Musculus nanus* (水深 20 m 以深), *Marginodostomia tenera* (水深 30 m 以深) など、水深 10 m 以深のみに生息する種が数多く認められる。このうち、*Microcirce dilecta* は、三河湾では湾口部付近の内湾側に多産する弱内湾性種である (延原ほか, 1991)。また、

外洋性種である *Callista chinensis* が産出する。これらのことから、6C 層準については、外洋水の影響のある、やや湾口よりの水深 10 m 以深の内湾泥底の環境が考えられる。

6D～6E 層準でも、*Raetella pulchella*, *Theora fragilis*, *Alveinus ojanus*, *Dosinella corrugata*, *Paphia (Neotapes) undulata*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* などの内湾性種が産出する。とくに *Theora fragilis*, *Dosinella corrugata*, *Paphia (Neotapes) undulata* の産出が顕著である。また、*Fulvia mutica* (Reeve) (トリガイ), *Azorinus chamasolen*, *Microcirce dilecta*, *Paphia (Paphia) schnelliana* (Dunker) (オオスタレガイ) (水深 10 m 以深), *Marginodostomia tenera* (水深 30 m 以深) などの水深 10 m 以深の要素も多く認められる。これらのことから、6C 層準と同様の堆積環境が考えられる。

6F 層準は粘土層となり、貝化石自体はあまり多く産出しないが、*Raetella pulchella*, *Theora fragilis* などの内湾性種、*Azorinus chamasolen*, *Paraclathurella gracilentata* (Reeve) (ヌノメツブ) などの水深 10 m 以深の要素も認められる。このことから、6F 層準についても、6C～6E 層準とほぼ同様の堆積環境が考えられる。

6G 層準では、内湾性種として多産するものとしては、6D～6E 層準と同様に *Raetella pulchella*, *Theora fragilis*, *Alveinus ojanus*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* があげられるが、*Dosinella corrugata* や *Paphia (Neotapes) undulata* はほとんど認められなくなる。それに代わって、弱内湾性種である *Microcirce dilecta* が多産する。なお、水深 10 m 以深の要素としては、*Saccella (Saccella) confusa*, *Leptomys minuta*, *Azorinus chamasolen*, *Solecurtus divaricatus* (Lischke) (ウマノキスタアゲマキ), *Zeuxis castus*, *Ptychobela inconstans*, *Pyrgolampros hiradoensis hiradoensis* (水深 10 m 以深), *Nipponopholas satoi* Okamoto & Habe (チビニオガイ) (水深 15 m 以深), *Dorisca nana* (Meivili) (チゴシラオガイ), *Pyrrunculus phialus* (水深 20 m 以深), *Marginodostomia tenera* (水深 30 m 以深) など、数多くの種が産出する。これらのことから、より外洋水の影響のある場に変化したものと考えられる。

古谷層の堆積場の復元

これまでに述べてきた古谷層の貝化石群集には、以下の3つのタイプが認定できる。

A 群集：*Cerithideopsilla djadjariensis*, *Cerithideopsilla cingulata*, *Batillaria zonalis*, *Tegillarca granosa*, *Crassostrea gigas* 等で優占される、汽水性の強い、内湾奥の泥質干潟の群集。

B 群集：*Paphia (Neotapes) undulata*, *Raetella pulchella*, *Dosinella corrugata*, *Theora fragilis*, *Ringicula (Ringicula) doliaris* 等が多産する、内湾の潮下帯以深泥底の群集。

C 群集：上記の多産種に加えて、*Microcirce dilecta*, *Nucula paulula* など、外洋性～弱内湾性種が普通に（目安として10個体以上）産出し、*Pyrrunculus phialus* などの生息水深が30 mを越える要素をとともう湾口域の群集。

なお、層準によっては、複数の群集の要素が混合する中間的な組成を有する群集が産出する。これらの群集型の層位分布を Fig. 3 に示した。その結果、以下のような群集変化がとらえられた。

- 1) 牧ノ原台地南陵の北端にあたる丹野原周辺 (Loc. 1)～古谷原 (Loc. 2) では、古谷層上部の全層準を通して内湾干潟の要素が卓越し、A 群集が分布する。ただし、Loc. 2 の中位層準 (Loc. 2E) 以上では、内湾潮下帯以深の要素も随伴するようになり、水深の増加傾向を示す。
- 2) 南陵の中部域における菅山原 (Loc. 3) では、内湾干潟の要素で優占される A 群集の産出は古谷層中部の1層準 (Loc. 3A) のみで、それより上位には内湾の潮下帯以深泥底の要素で優占される B 群集が連続的に出現する。ただし、最上部 (Loc. 3D) には、弱内湾性種の *Abrina lunella* や外洋性種の *Saccella confusa* がまれながら産出することから、わずかながら外洋水の影響があったと考えられる。
- 3) 南陵の中南部域における京松原 (Loc. 4) では、最上部付近にまで、内湾干潟の要素で優占される A 群集が連続的に出現するものの、最上部の礫層からは内湾干潟泥底～外洋性浅海域の要素までが混合した異地性群集が認められる。
- 4) 南陵の南部域における鬼女新田 (Loc. 5) においては、古谷層最上部の層厚4 mの中に、内湾

干潟の A 群集から、内湾潮下帯の B 群集を経て、外洋水の影響のある湾口部の C 群集へと、環境が次々に変化してゆく様子が認められる。

- 5) 南陵の最南端に位置する比木南 (Loc. 6) においては、A 群集は認められず、内湾の潮下帯以深の泥底環境の要素で占められる B 群集から、弱内湾性種や外洋性種を普通に随伴する C 群集へと変化する。C 群集は古谷層上部の層厚5 mにわたって認められる。

Tsuchi (1958), 長田 (1980), 池谷・堀江 (1982) などの貝化石群集のこれまでの研究では、海進にともなって古谷層の堆積環境が、溺れ谷から汽水性潟湖、潮下帯以深の内湾環境、さらに南部では沿岸水塊の発達する浅海的环境へ変化したことが示唆されていた。また、Ishizaki and Kato (1976) による貝形虫群集の研究では、南部地域では堆積後期に外洋水の影響のある浅海へ変化したことが示された。本研究においても、これらと同様の堆積環境の時代変化は追認できるが、地点によってその群集変化のパターンが大きく異なることが明らかになった。つまり、古相良湾の南の枝湾における古谷層上部の堆積環境は、北端部では内湾干潟が始終継続し、中部～南部域では海進にともなって内湾干潟から潮下帯以深の環境に変化し、最上部において湾口部の環境に変化する傾向がある。一方、南陵最南端においては、最上部の直下付近まで、内湾の環境が継続するものの、外洋水の影響も中位層準より認められる。

このことから、古相良湾の南の枝湾において海水の浸入は南側からあり、海水準上昇にともない、中部～南部地域は早期に内湾干潟から潮下帯以深になり、さらに南部地域は湾口部の環境に変化したと考えられる。そして、古相良湾の湾奥部に位置する北端部は、海水の浸入が海水準上昇期の後期に訪れ、海水準の上昇と河川からの碎屑物供給が平衡したために、内湾干潟の堆積物が層厚10 m以上継続したと考えられる。すなわち、海水準上昇にともない、古相良湾に南側から北側に順次海水が浸入し、古谷層は南から北へオンラップするように堆積した。

南部域の鬼女新田 (Loc. 5) においては、堆積環境が内湾干潟から湾口部付近の浅海環境へと層厚4 mの範囲で次々に変化するが、これは河口域から遠く碎屑物供給量が乏しいため、海水準の上昇量の

方がまさった結果と解釈できる。一方、中部域の京松原 (Loc. 4) では、京松原層の直下付近まで干潟環境が継続し、最上部の礫層に干潟から湾口浅海域までの要素が混合する。このような急激な変化の背景には、湾口に近い入江において支流河川からの碎屑物供給がなされているような局地的な地形条件があると推定される。このような場合、海進初期には碎屑物供給量とつりあった形で、溺れ谷の入江が埋積されていくが、海水準が上昇し湾口域～外洋域の環境に変化すると、それと同時に、かつての干潟が海岸浸食され混合群集が形成されると考えられる。

最後に、本研究で得られた上記の知見をこれまでの古地理図と照らし合わせてみる。土 (1960) による古地理図の復元においては、牧ノ原台地南陵の南部域一帯は溺れ谷内湾の湾口部に近い外洋水の影響のある状況とされている。しかしながら、その状況となったのは、中部～南部で古谷層最上部層が堆積する時期であり、それ以前はかなり閉鎖的な内湾奥の状況が支配的であったと思われる。

一方、中部～南部で古谷層最上部層が堆積する時期には、海進が急速に進み、外洋水の影響が枝湾の中部域にも及ぶようになった。池谷・堀江 (1982) による古地理図の復元においては、最上部のサイクル V のステージにおいても、牧ノ原台地南陵の中～南部一帯 (Loc. 4 付近) は、狭い湾口部よりかなり湾奥に入った状況とされている。しかし、Loc. 4F-2 の礫層には外洋性～弱内湾性種が異地性産状で取り込まれており、このステージにおいては、南陵中部域まで外洋水の影響が及ぶ開放的な湾の状況に変化していたと考えられる。

結 論

牧ノ原台地の南陵における古谷層の堆積環境の変遷を明らかにするため、丹野原から比木南にいたる 6 地点において、柱状図を作成し、1 m 間隔の層準ごとに貝化石群集を解析した。その結果、184 属 272 種の貝類を同定し、以下の 3 つの群集型が認められた。すなわち、1) *Cerithideopsisilla djadjariensis*, *Cerithideopsisilla cingulata*, *Batillaria zonalis*, *Tegillarca granosa*, *Crassostrea gigas* で優占される内湾干潟の A 群集、2) *Paphia (Neotapes) undulata*, *Raetella pulchella*, *Dosinella corrugata*, *Theora fragilis*, *Ringicula (Ringicula)*

doliaris などが多産する内湾の潮下帯以深泥底の B 群集、3) *Microcirce dilecta*, *Nucula paulula* など、外洋性～弱内湾性種が産出し、*Pyrunculus phialus* などの生息水深が 30 m を越える要素を多く随伴する湾口域の C 群集である。

上記の 3 つの群集型の地層中における分布をもとにすると、古相良湾の南の枝湾における古谷層上部の堆積環境は以下のように復元できる。すなわち、北端部では内湾干潟が終始継続し、中部～南部域では海進にともなって内湾干潟から潮下帯以深の環境に変化し、南部域では、内湾潮下帯以深の環境が卓越するが上部において湾口部の環境に変化する。このことから、古相良湾の南の枝湾への海水の浸入は南側からあり、古谷層は海水準上昇にともない、南から北へオンラップするように堆積した。古谷層は、中部～南部地域では早期に内湾干潟から潮下帯以深に変化し、さらに南部地域では湾口部の環境に変化した。また、古相良湾の湾奥部に位置する北端部では海水の浸入が後期に訪れ、海水準の上昇と河川からの碎屑物供給が平衡したため、内湾干潟の環境が継続したと考えられる。

湾口部の群集は、中部～南部域 (Loc. 4～Loc. 5) では最上部、最南部 (Loc. 6) では上部の層準に限定され、それより下位においては認められなかった。このことは、中部～南部域の古谷層の堆積後期まで内湾環境が卓越し、その最上部の層準になって急激に外洋水の影響が強くなり、その影響は中部域にまで及ぶことが判明した。

謝 辞

この研究を進めるにあたり、長田敏明氏、佐藤武氏、東海大学海洋学部海洋資源学科の根元謙二教授には貴重なご助言をいただいた。牧ノ原台地南陵南部の地層分布については前田正男氏の調査資料を参考にさせていただき、現地調査にあたっては独立行政法人野菜茶業研究所の松尾喜義氏にお世話になった。また、元東海大学海洋学部の三宅由樹、中本裕介、高橋孝行、柳沢宏成、廣瀬祐市の各氏と静岡大学教育学部の佐藤拓弥と白鳥史也の両氏には、野外調査や標本整理などでご協力をいただいた。これらの方々には紙面を借りて厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- 千谷好之助 (1926) 遠州国相良・掛川付近第三紀層に就いて. 地学雑誌, **38**, 84-89.
- 千谷好之助 (1929) 7万5千分の地質図幅「相良」及び同地質説明書. 地質調査所, 24p.
- 波部忠重 (1956) 内湾の貝類遺骸の研究. 京都大学理学部生理生態学研究所業績, **77**, 1-31.
- Higo, S., P. Callomon and Y. Goto (1999) Catalogue and Bibliography of the Marine Shell-bearing Mollusca of Japan. Elle Scientific Publications, Osaka-fu, 749p.
- 井口正男 (1955) 牧ノ原礫層の堆積に関する考察. 資源科学研究所彙報, **39**, 32-38.
- 池谷仙之・堀江善裕 (1982) 静岡県牧ノ原台地に発達する古谷層 (上部更新統) の堆積環境. 第四紀研究, **21**, 75-93.
- Ishizaki, K. and M. Kato (1976) The basin development of the Diluvium Furuya mud basin, Shizuoka Prefecture, Japan, based on faunal analysis of fossil ostracodes. 118-143, In Takayanagi, Y. and T. Soito eds.: Progress in Micropaleontology, Micropaleontology Press, Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 422p.
- 金原均二 (1939) 静岡県相良町近傍の更新統. 矢部還暦記念論文集, **1**, 205-208.
- 横山次郎 (1941) 大井川下流地方第三系層序および地質構造. 矢部教授還暦記念祝賀講演録, 1-13.
- 森下 晶・中川衷三 (1949) 静岡県御前崎の地質. 地質学雑誌, **55**, 95-96.
- 中島謙造 (1886) 20万分の1「静岡」図幅及び同地質説明書. 農商務省地質局, 47 p.
- 延原尊美・窪田祐亨・糸魚川淳二・松岡敬二 (1991) 三河湾の貝類遺骸群集 第一部 二枚貝類遺骸群集. 豊橋市自然史博物館研究報告, **1**, 13-32.
- 延原尊美・窪田祐亨・糸魚川淳二・松岡敬二 (1992) 三河湾の貝類遺骸群集 第2部 巻貝類・角貝類. VENUS, **51**, 95-113.
- 奥谷喬司 編著 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版, 東京, 1175p.
- 大塚弥之助 (1933) 太平洋岸に於ける洪積世初期の海進と地形面の分布 (予報). 地理学評論, **9**, 1027-1035.
- 長田敏明 (1976) 牧ノ原台地の第四系地史. 関東の第四紀, **3**, 41-46.
- 長田敏明 (1980) 静岡県牧ノ原台地の形成過程. 第四紀研究, **19**, 1-14.
- 長田敏明 (1998) 牧ノ原台地の地形と地質. 地団研専報, **46**, 78p.
- 柴 正博 (2005) 2.2 静岡, 掛川地域の第三系・下部更新統. 132-136, 日本の地質増補版編集委員会編: 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 374p.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序. 地球科学, **50**, 441-455.
- 杉山雄一・寒川 旭・下川浩一・水野清秀 (1987) 静岡県御前崎地域の段丘堆積物 (上部更新統) と更新世後期における地殻変動. 地調月報, **38**, 443-472.
- 杉山雄一・寒川 旭・下川浩一・水野清秀 (1988) 御前崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 153p.
- 高清水康博・酒井哲也・増田富士雄 (1996) 静岡県牧ノ原台地の上部更新統の堆積層と堆積シーケンス. 地質学雑誌, **102**, 879-893.
- Takashimizu, Y., F. Masuda and M. Tateishi (1999) Grain-size characteristics of sandy deposits of an incised-valley fill: Upper Pleistocene in the Makinohara Upland, Shizuoka, Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, **105**, 1-12.
- Takashimizu, Y., F. Masuda and M. Tateishi (2000) Petrofacies on sandy deposits of an incised-valley fill: Upper Pleistocene in the Makinohara Upland, Shizuoka, Japan. Earth Science, **54**, 23-32.
- Tsuchi, R. (1958) Paleo-ecology of Mollusca in the Pleistocene Furuya mud, Shizuoka Prefecture. Rep. Lib. Arts Fac., Shizuoka Univ., Nat. Sci., **2**, 121-128.
- 土 隆一 (1960) 大井川下流地方第四系の地史的考察. 地質学雑誌, **66**, 639-653.
- 氏家 宏・朝倉一悦 (1962) 静岡県牧ノ原台地の古地形学的・古堆積学的研究. 地質学雑誌, **68**, 424.
- 渡辺 光 (1929) 本邦の隆起三角州に関する考察. 地理学評論, **5**, 1-15.

Appendix list

Species composition of molluscan assemblage at each sampling locality. Number in parentheses show numbers of specimes (bivalves, valves with beaks; gastropods, shells retaining more than half of the original shell length; scaphopods, shells with apical region).

Loc. 1-A

Batillaridae gen. et sp. indet.: (13)

Loc. 1-B

"*Cerithideopsilla*" sp.: (2)

Batillaridae gen. et sp. indet.: (15)

Loc. 1-C

Batillaridae gen. et sp. indet.: (14)

Loc. 1-D

Batillaridae gen. et sp. indet.: (8)

Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (床あり)

Loc. 1-E

Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (5)

Batillaridae gen. et sp. indet.: (14)

Loc. 1-D

Batillaridae gen. et sp. indet.: (20)

Loc. 1-E

Batillaridae gen. et sp. indet.: (5)

Loc. 1-F

Batillaridae gen. et sp. indet.: (5)

Loc. 1-G

Batillaridae gen. et sp. indet.: (3)

Loc. 1 は試料無し

Loc. 2-A

Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (13)

Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (23)

Macoma (Macoma) tokyoensis Makiyama ゴイサギガイ: (1)

Cerithideopsilla cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (5)

Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (20)

Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (1)

Hima festiva (Powis) アラムシロ: (2)

Loc. 2-B

Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (9)

Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (1)

Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (17)

Nitidotellina hokkaidoensis (Habe) サクラガイ: (2)

Macoma (Macoma) tokyoensis Makiyama ゴイサギガイ: (9)

Macoma (Macoma) incongrua (Martens) ヒメシラトリ: (4)

Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (1)

Cerithideopsilla cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (2)

Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (23)

Loc. 2-C

Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (12)

Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (4)

Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (3)

Nitidotellina hokkaidoensis (Habe) サクラガイ: (15)

Macoma (Macoma) tokyoensis Makiyama ゴイサギガイ: (2)

Clathrofenella fusca (A. Adams) ヌノメモツボ: (1)

Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (65)

Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (1)

Hima festiva (Powy) アラムシロ: (2)

Pyrgulina casta (A. Adams) カゴメイトカケクチキレ: (2)

Retusa (Decorifer) insignis (Pilsbry) コメツブガイ: (1)

Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (1)

Loc. 2-D

Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (14)

Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (2)

Loc. 2-E

Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (32)

Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (1)

Pillucina (Pillucina) pisidium (Dunker) ウメノハナガイ: (1)

Nipponomysella oblongata (Yamamoto) マルヘノジガイ: (1)

Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (1)

Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (7)

Nitidotellina minuta (Lischke) ウズザクラガイ: (2)

Macoma (Macoma) incongrua (Martens) ヒメシラトリ: (2)

Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (1)

Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサリ: (3)

Microcirce cf. *dilecta* (Gould) ミジンシラオガイ?: (1)

Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (6)

Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (6)

Cerithiidae gen. et sp. indet. オニツツノガイ科属種不明: (1)

"*Cerithidium*" sp. A: (1)

Cerithidium (Cerithidium) kobelti Dunker コベルトカニモリ: (2)

Diffalaba picta (A. Adams) シマハマツボ: (26)

Clathrofenella fusca (A. Adams) ヌノメモツボ: (2)

Eufenella pupoides (A. Adams) モツボ(=サナギモツボ; イチカワモツボ): (3)

Cerithideopsilla cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (1)

Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (12)

Iravadia (Pseudonoba) yendoi (Yokoyama) イリエツボ: (1)

Rissoina sp. B: (4)

Thais sp. indet.: (1)

Zafra (Zafra) cf. *pumila* (Dunker) ノミニナ?: (1)

Zeuxis castus (Gould) ハナムシロ: (2)

Hima festiva (Powy) アラムシロ: (8)

Odostomia sp. A: (1)

Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモドキ: (5)

Pyrgulina casta (A. Adams) カゴメイトカケクチキレ: (15)

Pyrgulina? sp. indet.: (3)

Syrnola cinctella A. Adams ホソクチキレ: (4)

Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明種: (26)

Turbonilla sp. B: (5)

Turbonilla aff. *miurana* Nomura ミウライトカケギリ似不明種: (1)

Monotygmata eximia (Lischke) ヒメゴウナ: (2)

Pyramidellidae gen. et sp. indet.: (1)

Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (3)

Retusa (Decorifer) matsusimanus Nomura マツシマコメツブ: (9)

Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (2)

Loc. 2-F

- Tegillarca granosa* (Linnaeus) ハイガイ: (1)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (1)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (4)
Paphia (*Neotapes*) *undulata* (Born) イヨスダレ: (2)
Eufenella cf. *pupoides* (A. Adams) モツボ(=サナギモツボ;
 イチカワモツボ?): (1)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (19)
 Batillariidae ? gen. et sp. indet. イボウミニナの変異?: (2)
Batillaria multiformis (Lischke) ウミニナ: (2)
Zeuxis castus (Gould) ハナムシロ: (1)
Reticunassa japonica A. Adams キヌボラ: (1)
Pyrgulina casta (A. Adams) カゴメイトカケクチキレ: (2)
Retusa (*Decorifer*) *matsusimanus* Nomura マツシマコメツ
 プ: (2)

Loc. 2-G

- Musculista senhousia* (Benson) ホトトギス: (1)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (1)
Anodontia cf. *stearnsiana* (Oyama) イセシラガイ?: (1)
Byssobornia adamsi (Yokoyama) セワケガイ: (2)
Fulvia mutica (Reeve) トリガイ: (1)
Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (1)
Nitidotellina minuta (Lischke) ウズザクラガイ: (7)
Macoma (*Macoma*) *praetexta* (Martens) オオモモノハナ: (8)
Macoma (*Macoma*) *incongrua* (Martens) ヒメシラトリ: (16)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (4)
Protothaca (*Novathaca*) *euglypta* (Sowerby III) ヌノメアサ
 リ: (3)
Ruditapes cf. *philippinarum* (Adams & Reeve) アサリ?: (1)
Meretrix lusoria (Röding) ハマグリ: (1)
Omphalius rusticus rusticus (Gmelin) コシダカガンガラ: (1)
Umbonium (*Suchium*) *costatum* (Valenciennes) キサゴ: (5)
 “*Cerithidium*” sp. A: (5)
Rhinoclavis (*Proclava*) *sordidula* (Gould) ヒメカニモリ: (32)
Diffalaba picta (A. Adams) シマハマツボ: (4)
Diffalaba hungerfordi (Sowerby III) ウネハマツボ: (7)
Clathrofenella fusca (A. Adams) ヌノメモツボ: (1)
Eufenella cf. *pupoides* (A. Adams) モツボ(=サナギモツボ;
 イチカワモツボ?): (1)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (5)
Cerithideopsilla cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (4)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (7)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (65)
Batillaria multiformis (Lischke) ウミニナ: (2)
Rissoina sp. B: (1)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (1)
Hima festiva (Powis) アラムシロ: (13)
Reticunassa japonica A. Adams キヌボラ: (2)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモト
 キ: (2)
Pyrgulina casta (A. Adams) カゴメイトカケクチキレ: (22)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (5)
Ringicula (*Ringicula*) *doliaris* Gould マメウラシマ: (1)
Retusa (*Decorifer*) *matsusimanus* Nomura マツシマコメツ
 プ: (1)
Philine cf. *argentata* Gould キセワタガイ?: (1)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (1)

Loc. 2-H

- Barbatia* (*Savignyarca*) *virescens* (Reeve) カリガネエガイ:
 (1)
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (3)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (7)
Monia macroschisma (Deshayes) ナミマガシワモドキ: (5)
Pillucina (*Pillucina*) *pisidium* (Dunker) ウメノハナガイ: (3)
Merisca (*Pistris*) *capsoides* (Lamarck) イチヨウシラトリ: (2)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (4)
Macoma (*Macoma*) *praetexta* (Martens) オオモモノハナ: (1)
Macoma (*Macoma*) *incongrua* (Martens) ヒメシラトリ: (13)
Leptomya minuta Habe ミジンコチョウジャクシ: (1)
Protothaca (*Novathaca*) *euglypta* (Sowerby III) ヌノメアサ
 リ: (3)
Lioconcha (*Sulcilioconcha*) cf. *philippinarum* (Hanley) イナ
 ズマスダレ?: (1)
Paphia (*Neotapes*) *undulata* (Born) イヨスダレ: (1)
Lottia (*Lottia*) cf. *kogamogai* Sasaki & Okutani コガモガ
 イ?: (1)
Turbo (*Batillus*) *cornutus* Lightfoot サザエ: (1)
Umbonium (*Suchium*) *costatum* (Valenciennes) キサゴ: (1)
Theodoxus (*Pictoneritina*) *oualaniensis* (Lesson) ヒメカ
 ノコ: (1)
 Cerithiidae gen. et sp. indet. オニノツノガイ科属種不明: (1)
 “*Cerithidium*” sp. A: (3)
Rhinoclavis (*Proclava*) *sordidula* (Gould) ヒメカニモリ: (55)
Bittium (*Bittium*) *glareosum* Gould ノミカニモリ: (25)
Bittium sp. indet.: (1)
Diffalaba picta (A. Adams) シマハマツボ: (50)
Diffalaba hungerfordi (Sowerby III) ウネハマツボ: (29)
Clathrofenella fusca (A. Adams) ヌノメモツボ: (1)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (15)
Cerithideopsilla cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (14)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (54)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (258)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (7)
Hima festiva (Powis) アラムシロ: (9)
Reticunassa japonica A. Adams キヌボラ: (1)
Pyrgulina casta (A. Adams) カゴメイトカケクチキレ: (58)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (1)
Ringicula (*Ringicula*) *doliaris* Gould マメウラシマ: (1)

Loc. 3-A

- Tegillarca granosa* (Linnaeus) ハイガイ: (19)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (17)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (20)
 印象のみ試料無し

Loc. 3-B

- Neopycnodonte cochlear* (Poli) ベッコウガキ: (1)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (11)
Solen strictus Gould マテガイ: (6)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (5)
Macoma (*Macoma*) *tokyoensis* Makiyama ゴイサギガイ: (1)
Trapezium (*Neotrapezium*) *liratum* (Reeve) ウネナシトマヤ
 ガイ: (1)
Paphia (*Neotapes*) *undulata* (Born) イヨスダレ: (3)
Barnea (*Umitakea*) *dilatata* (Souleyet) ウミタケ: (2)

Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (3)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (1)
Batillaria multiformis (Lischke) ウミニナ: (1)
Thais (Reishia) bronni (Dunker) レイシガイ: (1)
Babylonia japonica (Reeve) バイ: (1)
Hima festiva (Powy) アラムシロ: (11)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (25)
Loc. 3-C
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (37)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (1)
Babylonia japonica (Reeve) バイ: (1)
 印象のみ試料無し
Loc. 3-D
Saccula (Saccula) confusa (Hanley) ゲンロクソデガイ: (1)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (1)
Scapharca binakayanensis ursus Tanaka クマサルボウ: (2)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (4)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (5)
Scintilla violescens Kuroda & Iw. Taki イナズママメアゲマ
 キガイ: (1)
Mactra sp. A (2)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (71)
Solen strictus Gould マテガイ: (7)
Arcopaginula inflata (Gmelin) ゴイシザラ: (2)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (7)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (8)
Macoma sp. A: (3)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (1)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサ
 リ: (7)
Dosinorbis bilunulatus (Gray) ヒナガイ: (1)
Ruditapes brugueri (Hanley) ヒメアサリ: (2)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (4)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (1)
Meretrix sp. indet.: (1)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (2)
Umbonium (Suchium) costatum (Valenciennes) キサゴ: (1)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (1)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (1)
Glossaulax didyma didyma (Röding) ツメタガイ: (2)
Eulima bifasciali (A. Adams) ハナゴウナ: (3)
Siphonalia sp. A: (1)
Babylonia japonica (Reeve) バイ: (4)
Mitrella bicincta (Gould) ムギガイ: (1)
Niotha livescens (Phillipi) ムシロガイ: (3)
Olivella fulgurata (Adams & Reeve) ムシボタル: (6)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモド
 キ: (4)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (3)
Turbonilla sp. B: (1)
Pyrgiscus hataiana (Nomura) ベニシシュウイトカケギリ:
 (2)
Pyrgiscilla aff. *plebeia* (Nomura): (1)
Pyrgiscus aff. *plebeia* (Nomura): (1)
Pupa (Strigopupa) strigosa strigosa (Gould) コシイノミガイ:
 (17)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (40)
Retusa (Decorifer) matsusimanus Nomura マツシマコメツ

ブ: (2)
Rhizorus radiolus (A. Adams) アオモリマメヒガイ: (1)
Loc. 4-A
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (2)
Trapezium (Neotrapezium) liratum (Reeve) ウネナシトマヤ
 ガイ: (2)
Cyclina sinensis (Gmelin) オキシジミ: (1)
Siphonalia sp. A: (1)
Loc. 4-B
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (1)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (11)
Trapezium (Neotrapezium) liratum (Reeve) ウネナシトマヤ
 ガイ: (7)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (7)
Rapana vensa vensa (Valenciennes) アカニシ: (2)
Loc. 4-C
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (4)
Trapezium (Neotrapezium) liratum (Reeve) ウネナシトマヤ
 ガイ: (2)
Loc. 4-D
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (1)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (4)
Meropesta nicobarica (Gmelin) ユキガイ: (3)
Arcopagia sp. (イチョウシラトリ?): (1)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (1)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (2)
Trapezium (Neotrapezium) liratum (Reeve) ウネナシトマヤ
 ガイ: (1)
Phacosoma japonocus (Reeve) カガミガイ: (1)
Cyclina sinensis (Gmelin) オキシジミ: (1)
Cerithideopsilla cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (3)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (5)
Loc. 4-E
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (2)
Meropesta nicobarica (Gmelin) ユキガイ: (4)
Solen strictus Gould マテガイ: (4)
Trapezium (Neotrapezium) liratum (Reeve) ウネナシトマヤ
 ガイ: (1)
Cyclina sinensis (Gmelin) オキシジミ: (4)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (5)
Hima festiva (Powy) アラムシロ: (1)
Loc. 4-F1
Solen strictus Gould マテガイ: (2)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (3)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (13)
Loc. 4-F2
Nucula paulula A. Adams マメグルミ: (11)
Saccula (Saccula) confusa (Hanley) ゲンロクソデガイ: (4)
Septifer (Mytilisepta) keen Nomura ヒメイガイ: (1)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (7)
Arca cf. *avellana* Lamarck フネガイ?: (2)
Scapharca satowi Dunker サトウガイ: (5)
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (19)
Striarca symmetrica (Reeve) ミミエガイ: (6)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (8)
Plicatula horrida Dunker イシガキモドキ: (1)
Plicatula cf. *horrida* Dunker イシガキモドキ?: (1)
Chlamys (Scaechlamys) irregularis (Sowerby II) ナデシコ

- ガイ: (1)
Spondylus cf. *suwamosus* Schreibers メンガイ?: (1)
Spondylus (*Spondylus*) *barbatus cruentus* Lischke チリボタン: (11)
Spondylus sp. A: (5)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (4)
Pseudochama retroversa (Lischke) サルノカシラ: (2)
Epikodakia delicatula (Pilsbry) ウミアサ: (2)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (1)
Cardita leana Dunker トマヤガイ: (19)
Afrocardium carditaforme (Reeve) ベニバト: (2)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (1)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (15)
Macoma (*Macoma*) *praetexta* (Martens) オオモモノハナ: (11)
Protothaca (*Novathaca*) *euglypta* (Sowerby III) ヌノメアサリ: (16)
Protothaca (*Novathaca*) *schencki* Nomura メオニアサリ: (3)
Microcirce dilecta (Gould) ミジンシラオガイ: (2)
Gafrarium divaricatum (Gmelin) ケマンガイ: (1)
Callista (*Callista*) *chinensis* (Holten) マツヤマワスレ: (5)
Saxidomus purpurata (Sowerby II) ウチムラサキ: (6)
Irus (*Irus*) *irus* (Linnaeus) ハネマツカゼ: (3)
Meretrix sp. indet.: (7)
Cyclina sinensis (Gmelin) オキシジミ: (1)
Cryptomya elliptica (A. Adams) ヒメマスオガイ: (2)
Sphenia coreanica Habe イジケガイ: (2)
Solidicorbula erythrodon (Lamarck) クチベニガイ: (5)
Barnea (*Anchomasa*) *manilensis* (Philippi) ニオガイ: (2)
Penitella kamakurensis (Yokoyama) カモメガイ: (2)
Agriodesma navicula (Adams & Reeve) オビクイ: (1)
Yayoiacmaea oyamai (Habe) ヤヨイハナガサ: (24)
Lottiidae gen. et sp. indet. ユキノカサガイ科属種不明: (1)
Turbo (*Batillus*) *cornutus* Lightfoot サザエ: (16)
Astrarium (*Astrarium*) *haematragum* (Menke) ウラウズガイ: (3)
Cerithiidae gen. et sp. Indet. オニノツノガイ科属種不明: (1)
"Cerithidium" sp. A: (1)
Bittium (*Bittium*) *variegatum* Kuroda & Habe マダラチビカニモリ: (24)
Bittium (*Stylidium*) *batillarium* Kuroda & Habe ウミニナチビカニモリ: (1)
Bittium sp. indet.: (2)
Cerithidium perparvulum (Watson) ケノモツボ: (2)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (2)
Cerithideopsilla aff. *cingulata* (Gmelin) ヘナタリ似不明種: (1)
Cerithideopsilla djadjariensis (K. Martin) カワアイ: (7)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (32)
Rissoina (*Rissolina*) *costulata* (Dunker) スジウネリチョウジガイ: (25)
Rissoidea gen. et sp. indet. リソツボ科属種不明: (2)
Rissoina sp. A: (5)
Barleeia aff. *angustata* (Pilsbry) チャツボ似不明種: (1)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (3)
Proterato (*Sulcerato*) *callosa* (Adams & Reeve) ザクロガイ: (3)
Glossaulax didyma didyma (Röding) ツメタガイ: (3)
Hypotriphora cf. *sagamiensis* Kuroda & Habe サガミキリオレ?: (10)
Mastonia cf. *limosa* Jousseume クリイロキリオレ?: (1)
Triphora otsuensis (Yokoyama) ホソアラレキリオレ: (7)
Triphora aff. *graphius* (Kosuge) セキヒツキリオレ似不明種: (1)
Jaculator aff. *ovata* Laseron ミジンサナギチビカニモリ似不明種: (1)
Jaculator sp. indet.: (2)
Eulima bifasciata (A. Adams) ハナゴウナ: (2)
Melanella martinii (A. Adams) セトモノガイ: (1)
Melanella sp. indet.: (1)
Siphonofusus aff. *modificata* (Reeve) セコボラ似不明種: (1)
Babylonia japonica (Reeve) バイ: (6)
Mitrella bicincta (Gould) ムギガイ: (4)
Zafra (*Zafra*) aff. *troglydites* (Souverbie) キリコノミニナ似不明種: (18)
"Mitrella" sp. A: (3)
Mitrella sp. indet.: (1)
Zafra sp. A: (2)
Hima festiva (Powy) アラムシロ: (1)
Olivella fulgurata (Adams & Reeve) ムシボタル: (2)
Ptychobela inconstans (E. A. Smith) イボヒメシャジク: (1)
Etrema (*Etrempoa*) aff. *scalarina* (Deshayes) イトカケコシボソクチキレツブ似不明種: (1)
Etrema (*Etrempoa*) *streptonotus* (Pilsbry) ホソヌノメシャジク: (1)
Pseudorhaphitoma bipyramidata Hedley ナナカドケボリクチキレツブ: (2)
Kermia (*Kermia*) *episema* (Melvill & Standen) チャスジコウシツブ: (2)
Terebra cf. *cingulifera* Lamarck ニクタケ?: (1)
"Images" sp. indet.: (1)
Terebra tsuboiana Yokoyama コゲチャタケ: (1)
Orinella pulchella (A. Adams) クチキレガイ: (1)
Odostomia aff. *culta* Dall & Bartsch ハブタエクチキレモドキ似不明種: (1)
Odostomia sp. indet.: (1)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモドキ: (9)
Pyrgulina pseudalveata (Nomura) ムシロイトカケクチキレ: (2)
Pyrgulina sp. A: (1)
Babellia caelator (Dall & Bartsch) クサズリクチキレ: (10)
Turbonilla cura Nomura ウズズミイトカケギリ: (1)
Turbonilla multigyra (Dunker) シロイトカケギリ: (1)
Pyrgiscilla sp. A: (1)
Pyrgolampros hiradoensis hiradoensis (Pilsbry) ホソイトカケギリ: (1)
Cingulina (*Cingulina*) *cingulata* (Dunker) ヨコイトカケギリ: (2)
Ringicula (*Ringicula*) *doliaris* Gould マメウラシマ: (12)
Retusa sp. A: (1)
Pyrrunculus phialus (A. Adams) シリプトカイコガイダマシ: (1)
Dentalium (*Paradentalium*) *octangulatum* Donovan ヤカドツノガイ: (1)
Loc. 5-A
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (23)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (12)

- Moerella jodoensis* (Lischke) モモノハナ: (1)
Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (2)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (2)
Theora cf. fragilis A. Adams シズクガイ?: (1)
Trapezium (Trapezium) cf. bicarinatum (Schumacher) フナ
 ガタガイ?: (2)
Coralliophaga coralliophaga (Gmelin) タガソデガイ: (1)
 "Cerithidium" sp. A: (1)
 "Cerithidium" sp. B: (5)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (19)
Cerithideopsis djarjariensis (K. Martin) カワアイ: (7)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (3)
Batillaria multiformis (Lischke) ウミニナ: (1)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (1)
Odostomia aff. culta Dall & Bartsch ハブタエクチキレモド
 キ似不明種: (1)
Odostomia sp. A: (3)
Pyrgulina casta (A. Adams) カゴメイトカケクチキレ: (11)
Turbonilla aff. crassa Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (3)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (1)
Loc. 5-B
Musculista senhousia (Benson) ホトトギス: (43)
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (1)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (2)
Pillucina (Pillucina) pisidium (Dunker) ウメノハナガイ: (2)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (1)
Cardita leana Dunker トマヤガイ: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (7)
Cadella cf. delta (Yokoyama) クサビザラ?: (1)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (2)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (2)
Semele sinensis A. Adams フルイガイ: (1)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (19)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (5)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサ
 リ: (11)
Gafrarium divaricatum (Gmelin) ケマンガイ: (1)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (9)
Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve) アサリ: (9)
Ruditapes bruguieri (Hanley) ヒメアサリ: (3)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (33)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (3)
Meretrix lusoria (Röding) ハマグリ: (1)
Barnea (Umitakea) dilatata (Souleyet) ウミタケ: (1)
Penitella kamakurensis (Yokoyama) カモメガイ: (1)
Laternula (Exolaternula) marilina (Reeve) ソトオリガイ:
 (2)
 Cerithiidae gen. et sp. indet. オニノツノガイ科属種不明: (1)
Cerithidium (Cerithidium) cf. kobelti Dunker コバルトカニ
 モリ?: (1)
Rhinoclavis (Proclava) cf. kochi (Philippi) カニモリガイ?:
 (2)
Cerithidium parparvulum (Watson) ケノモツボ: (4)
Diffalaba picta (A. Adams) シマハマツボ: (4)
Diffalaba hungerfordi (Sowerby III) ウネハマツボ: (1)
Clathrofenella fusca (A. Adams) スノメモツボ: (8)
Eufenella pupoides (A. Adams) モツボ(=サナギモツボ; イ
 チカワモツボ): (8)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (8)
Cerithideopsis cingulata (Gmelin) ヘナタリ: (3)
Cerithideopsis aff. cingulata (Gmelin) ヘナタリ似不明種:
 (2)
Iravadia (Pseudonoba) yendoii (Yokoyama) イリエツボ: (1)
Rissoina sp. B: (8)
Pygmaeorota (Pygmaeorota) biporcata (A. Adams) クルマウ
 ズマキ: (1)
Mitrella bicincta (Gould) ムギガイ: (1)
Zafra (Zafra) aff. troglodytes (Souverbie) キリコノミニナ似
 不明種: (2)
Zafra sp. A: (1)
Hima festiva (Powy) アラムシロ: (19)
Reticunassa japonica A. Adams キヌボラ: (5)
Guraleus cf. tabatensis (Tokunaga) タバタマンジ?: (2)
Odostomia daruma Nomura: (1)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモド
 キ: (2)
Parthenina cf. affectuosa (Yokoyama) ヨコスジギリ?: (1)
Parthenina sp. indet.: (1)
Syrnola serotina A. Adams ヤセクチキレ: (1)
Turbonilla aff. crassa Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (55)
Turbonilla sp. B: (15)
Monotygya sp. indet.: (1)
Murchisonella densistriata (Nomura) オオヒサスケゴウナ:
 (2)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (67)
Retusa (Decorifer) insignis (Pilsbry) コメツブガイ: (5)
Retusa (Decorifer) matsusimanus Nomura マツシマコメツ
 ブ: (6)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (7)
Loc. 5-C
Saccella (Saccella) confusa (Hanley) ゲンロクソデガイ: (1)
Arca ventricosa Lamarck オオタカノハガイ: (1)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (2)
Striarca symmetrica (Reeve) ミミエガイ: (3)
Anomia cf. chinensis Philippi ナミマガシワ?: (1)
Pillucina (Sydlorina) yamakawai (Yokoyama) アラウメノハ
 ナ: (1)
Cycladicama lunaris (Yokoyama) マングツシオガマ: (1)
Fulvia cf. hungerfordi (Sowerby III) チゴトリガイ?: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (39)
Siliqua pulchella (Dunker) ミゾガイ: (1)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (16)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (10)
Leptomya minuta Habe ミジンコチョウジャクシ: (2)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (24)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (14)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサ
 リ: (2)
Saxidomus purpurata (Sowerby II) ウチムラサキ: (1)
 "Dosinia" sp.: (3)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (14)
Ruditapes bruguieri (Hanley) ヒメアサリ: (1)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (14)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (2)
Hiatella orientalis (Yokoyama) キヌマトイガイ: (1)
Penitella kamakurensis (Yokoyama) カモメガイ: (1)

- Scaliola gracilis* A. Adams ホソスナモチツボ: (1)
Rissoina sp. B: (1)
Capulus dilatatus A. Adams カツラガイ: (1)
Triphora otsuensis (Yokoyama) ホソアラレキリオレ: (1)
Siphonofusus aff. *modificata* (Reeve) セコボラ似不明種: (1)
Zafra cf. *mitriformis* A. Adams ノミニナモドキ?: (1)
Hima festiva (Powy) アラムシロ: (2)
Pseudorhaphitoma bipyramidata Hedley ナナカドケボリク
チキレツブ: (2)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモド
キ: (12)
Mumiola tessellate A. Adams タイルバリクチキレ: (1)
Syrnola serotina A. Adams ヤセクチキレ: (1)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明
種: (14)
Turbonilla sp. A: (2)
Turbonilla miurana Nomura ミウライトカケギリ: (1)
Ringicula (*Ringicula*) *doliaris* Gould マメウラシマ: (69)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (1)
Loc. 5-D
Nucula paulula A. Adams マメグルミ: (7)
Saccella (*Saccella*) *confusa* (Hanley) ゲンロクソデガイ: (31)
Modiolus (*Modiolus*) *agripetus* (Iredale) ヒバリガイ: (1)
Modiolus sp. A: (5)
Musculus sp. A: (1)
Musculus nanus (Dunker) ヒナタマエガイ: (3)
Musculista sp. A: (2)
Arca ventricosa Lamarck オオタカノハガイ: (1)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (7)
Arca boucardi Jousseaume コベルトフネガイ: (1)
Barbatia sp. A: (1)
Scapharca sativa Bernard et al. サルボウ: (1)
Scapharca cf. *sativa* Bernard et al. サルボウ?: (1)
Striarca symmetrica (Reeve) ミミエガイ: (5)
Pteria coturnix Dunker モンウグイス: (1)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (3)
Crassostrea cf. *gigas* (Thunberg) マガキ?: (1)
Chlamys (*Scaechlamys*) *irregularis* (Sowerby II) ナデシコ
ガイ: (2)
Spondylus (*Spondylus*) cf. *barbatus cruentus* Lischke チリ
ボタン?: (2)
Spondylidae gen. et sp. indet. ウミギク科属種不明: (3)
Spondylus sp. A: (1)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (1)
Pillucina (*Sydlorina*) *yamakawai* (Yokoyama) アラウメノハ
ナ: (1)
Cycladicama lunaris (Yokoyama) マンゲツシオガマ: (18)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (12)
Scintilla violescens Kuroda & Iw. Taki イナズママメアゲマ
キガイ: (2)
Squillaconcha subsinuata (Lischke) コフジガイ: (1)
Byssobornia adamsi (Yokoyama) セワケガイ: (1)
Montacutona cf. *mutsuwanensis* Yamamoto & Habe ムツ
ワンマルヤドリガイ?: (6)
Montacutona sp. A: (3)
Nipponomysella oblongata (Yamamoto) マルヘノジガイ: (2)
Cardita leana Dunker トマヤガイ: (1)
Afrocardium carditaeforme (Reeve) ベニバト: (1)
Fulvia cf. *mutica* (Reeve) トリガイ?: (1)
Fulvia cf. *hungerfordi* (Sowerby III) チゴトリガイ?: (1)
Maetra sp. A: (3)
Maetra (*Maetra*) *nipponica* Kuroda & Habe チゴバカガイ:
(4)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (44)
Moerella jedoensis (Lischke) モモノハナ: (91)
Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (14)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (5)
Macoma (*Macoma*) *praetexta* (Martens) オオモモノハナ: (2)
Psammotreta (*Pseudometis*) *praerupta* (Sariburby) アオサギ
ガイ: (2)
Leptomya minuta Habe ミジンコチョウジャクシ: (6)
Abrina lunella (Gould) シロバトガイ: (1)
Ervilia bisculpta Gould ハマチドリガイ: (2)
Semelidae gen. et sp. indet. アサジガイ科属種不明: (1)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (45)
Protothaca (*Novathaca*) *euglypta* (Sowerby III) スノメアサ
リ: (80)
Circe sp. A: (2)
Microcirce dilecta (Gould) ミジンシラオガイ: (10)
Gafrarium divaricatum (Gmelin) ケマンガイ: (1)
Callista (*Callista*) *chinensis* (Holten) マツヤマワスレ: (2)
Callista (*Callista*) cf. *pilsbryi* Habe コマツヤマワスレ?: (1)
Irus (*Irus*) *irus* (Linnaeus) ハネマツカゼ: (26)
"*Cryptomya*" spp.: (13)
Sphenia coreanica Habe イジケガイ: (3)
Hiatella orientalis (Yokoyama) キヌマトイガイ: (8)
Barnea (*Anchomasa*) *manilensis* (Philippi) ニオガイ: (3)
Nettastomella japonica (Yokoyama) ヨコヤマズガイ: (23)
Yayoiacmaea oyamai (Habe) ヤヨイハナガサ: (7)
Lottiidae gen. et sp. indet. ユキノカサガイ科属種不明: (3)
Granata lyrata (Pilsbry) アシヤガイ: (1)
Microgaza ziczac Kuroda & Habe ヤガスリシタダミ: (2)
Cerithiidae gen. et sp. indet. オニツノガイ科属種不明: (1)
Bittium (*Bittium*) *glareosum* Gould ノミカニモリ: (1)
Bittium (*Stylidium*) *batillarum* Kuroda & Habe ウミニナ
チビカニモリ: (5)
Bittium sp. indet.: (2)
Cerithidium perparvulum (Watson) ケノモツボ: (2)
Clathrofenella fusca (A. Adams) スノメモツボ: (7)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (2)
Alvania circinata A. Adams マキウネツボ: (2)
Rissoina (*Rissolina*) *costulata* (Dunker) スジウネリチョウ
ジガイ: (1)
Rissoidae gen. et sp. indet. リソツボ科属種不明: (2)
Rissoina sp. B: (3)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (2)
Pygmaeorota (*Pygmaeorota*) cf. *duplicata* (Lischke) アラウ
ズマキ?: (1)
Capulus dilatatus A. Adams カツラガイ: (1)
Capulidae gen. et sp. indet. カツラガイ科属種不明: (1)
Glossaulax cf. *didyma didyma* (Röding) ツメタガイ?: (1)
Naticidae gen. et sp. indet. タマガイ科属種不明: (1)
Mastonia cf. *limosa* Jousseaume クリイロキリオレ?: (1)
Triphora otsuensis (Yokoyama) ホソアラレキリオレ: (4)
Cerithiopsis subreticulata (Dunker) アミメケシカニモリ: (1)
Cerithiopsis aff. *subreticulata* (Dunker) アミメケシカニモ
リ似不明種: (1)
Jaculator sp. indet.: (3)

- "*Jaculator*" sp. indet.: (1)
Gyroscalea (Pomiscala) cf. perplexa (Pease) ネジガイ?: (1)
Epitonium sp. A: (1)
Epitonium (Epitonium) tokyoense Kuroda エドイトカケ: (1)
Siphonofusus aff. modificata (Reeve) セコボラ似不明種: (2)
 Buccinidae gen. et sp. indet. エゾバイ科属種不明: (1)
Zafra (Zafra) aff. troglodytes (Souverbie) キリコノミニナ似不明種: (4)
Zafra cf. mitriiformis A. Adams ノミニナモドキ?: (1)
 "Mitrella" sp.: (1)
Mitrella sp. A: (1)
Olivella fulgurata (Adams & Reeve) ムシボタル: (1)
Lienardia sp. indet.: (1)
Duplicaria evoluta (Deshayes) イワカワトクサ: (2)
Tiberia sp. A: (2)
Mumiola tessellate A. Adams タイルバリクチキレ: (1)
 "Pyrgulina" sp.: (1)
Babella caelator (Dall & Bartsch) クサズリクチキレ: (1)
Turbonilla aff. crassa Nomura アバライトカケギリ似不明種: (5)
Pyrgiscilla aff. plebeia (Nomura): (3)
Pyrgiscus aff. plebeia (Nomura): (3)
Punctateon sp. A: (5)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (40)
Rhizorus tokunagai (Makiyama) トクナガマメヒガイ: (5)
Rhizorus radiolus (A. Adams) アオモリマメヒガイ: (9)
Adamnestia sp. indet.: (1)
 "Acteocina" sp.: (4)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (5)
- Loc. 6-A**
Musculista senhousia (Benson) ホトトギス: (5)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (23)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (5)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (1)
Asthenothaerus cf. sematana (Yokoyama) セマタスエモノガイ?: (2)
Clathrofenella fusca (A. Adams) ヌノメモツボ: (1)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (38)
Jaculator sp. indet.: (1)
Chrysallida cf. sibana (Yokoyama) シバヨロイクチキレ?: (1)
Turbonilla aff. crassa Nomura アバライトカケギリ似不明種: (6)
Leucorina sp. indet.: (1)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (5)
- Loc. 6-B**
Musculista senhousia (Benson) ホトトギス: (1)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (3)
Barbatia (Savignyarca) virescens (Reeve) カリガネエガイ: (3)
Scapharca sativa Bernard et al. サルボウ: (4)
Tegillarca granosa (Linnaeus) ハイガイ: (3)
Striarca symmetrica (Reeve) ミミエガイ: (3)
Didimacar tenebrica (Reeve) マルミミエガイ: (1)
Ostrea denselamellosa Lischke イタボガキ: (2)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (4)
Chlamys sp. A: (1)
Spondylus sp. A: (1)
- Anomia chinensis* Philippi ナミマガシワ: (9)
Pillucina (Pillucina) pisidium (Dunker) ウメノハナガイ: (2)
Cycladicama sp. A: (2)
Maetra sp. A: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (29)
Solen strictus Gould マテガイ: (1)
Moerella jedoensis (Lischke) モモノハナ: (3)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (4)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (1)
Semele sinensis A. Adams フルイガイ: (5)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (1)
Solecortus divaricatus (Lischke) キスタアゲマキ: (1)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (3)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) ヌノメアサリ: (24)
Gafrarium divaricatum (Gmelin) ケマンガイ: (1)
Callista (Callista) pilsbryi Habe コマツヤマワスレ: (3)
Saxidomus purpurata (Sowerby II) ウチムラサキ: (2)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (4)
Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve) アサリ: (109)
Ruditapes bruguieri (Hanley) ヒメアサリ: (31)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (22)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (3)
Petricolirus cf. aequistriatus (Sowerby II) シオツガイ?: (1)
Rupellaria fabagella (Lamarck) クシケガイ: (1)
Sphenia coreanica Habe イジケガイ: (4)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (52)
Barnea (Anchomasa) cf. manilensis (Philippi) ニオガイ?: (1)
Penitella kamakurensis (Yokoyama) カモメガイ: (4)
Laternula sp. A: (6)
Pandora sp. indet.: (8)
Cerithidium (Cerithidium) kobelti Dunker コベルトカニモリ: (11)
Difflaba hungerfordi (Sowerby III) ウネハマツボ: (1)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (127)
Cerithideopsis djarjariensis (K. Martin) カワアイ: (3)
Batillaria zonalis (Bruguère) イボウミニナ: (2)
Batillaria multiformis (Lischke) ウミニナ: (4)
Barleeia angustata (Pilsbry) チャツボ: (1)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (1)
Hipponix aff. conica (Schumacher) キクスズメ似不明種: (2)
Glossaulax didyma didyma (Röding) ツメタガイ: (3)
Mastonia cf. limosa Jousseaume クリイロキリオレ?: (1)
Epitonium sp. indet.: (1)
Thais (Reishia) clavigera (Küster) イボニシ: (2)
Rapana vensa vensa (Valenciennes) アカニシ: (1)
Thais sp. indet.: (1)
Babylonia japonica (Reeve) バイ: (6)
Mitrella bicincta (Gould) ムギガイ: (15)
Zafra (Zafra) aff. troglodytes (Souverbie) キリコノミニナ似不明種: (6)
Niotha livescens (Philippi) ムシロガイ: (4)
Hima festiva (Powy) アラムシロ: (43)
Reticunassa japonica A. Adams キヌボラ: (2)
Pseudorhaphitoma bipyramidata Hedley ナナカドケボリクチキレツブ: (1)
Kermia (Kermia) episema (Melvill & Stande) チャスジコウシツブ: (3)
Ostomia aff. culta Dall & Bartsch ハブタエクチキレモド

- キ似不明種: (1)
Odostomia sp. A: (12)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモドキ: (51)
Mumiola tessellate A. Adams タイルバリクチキレ: (1)
Syrnola serotina A. Adams ヤセクチキレ: (16)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明種: (29)
Turbonilla sp. B: (24)
Pyrgiscus hataiana (Nomura) ベニシシユイトカケギリ: (5)
Turbonilla miurana Nomura ミウライトカケギリ: (1)
Pupa (Strigopupa) strigosa strigosa (Gould) コシイノミガイ: (10)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (70)
Retusa (Decorifer) matsusimanus Nomura マツシマコメツブ: (7)
Volvulella eburnea (A. Adams) マメヒガイ: (1)
Rhizorus tokunagai (Makiyama) トクナガマメヒガイ: (5)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (2)
Loc. 6-C
Musculus cupreus (Gould) タマエガイ: (1)
Musculus nanus (Dunker) ヒナタマエガイ: (1)
Musculista senhousia (Benson) ホトトギス: (5)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (2)
Scapharca sativa Bernard et al. サルボウ: (1)
Arcopsis sp. A: (1)
Crassostrea gigas (Thunberg) マガキ: (1)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (1)
Cycladicama cumingii (Hanley) シオガマ: (1)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (1)
Kellia porculus Pilsbry コハクノツユ: (1)
Fulvia cf. *hungerfordi* (Sowerby III) チゴトリガイ?: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (3)
Angulus vestalioides (Yokoyama) クモリザクラ: (1)
Moerella jedoensis (Lischke) モモノハナ: (2)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (1)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (2)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (7)
Azorinus chamasolen Da Costa ズングリアゲマキ: (4)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (8)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサリ: (2)
Microcirce dilecta (Gould) ミジンシラオガイ: (8)
Callista (Callista) chinensis (Holten) マツヤマワスレ: (6)
Saxidomus purpurata (Sowerby II) ウチムラサキ: (2)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (11)
Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve) アサリ: (2)
Paphia (Paphia) cf. schnelliana (Dunker) オオスダレガイ?: (1)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (11)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (1)
Mya (Arenomya) cf. arenaria oonogai Makiyama オオノガイ?: (2)
Cryptomya elliptica (A. Adams) ヒメマスオガイ: (2)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (3)
Barnea (Umitakea) dilatata (Souleyet) ウミタケ: (1)
Myadora sp. A: (1)
Martesia striata (Linnaeus) カモメガイモドキ: (1)
Omphalius rusticus rusticus (Gmelin) コシダカガンガラ: (1)
Cerithidium (Cerithidium) kobelti Dunker コベルトカニモリ: (1)
Cerithidium perparvulum (Watson) ケノモツボ: (2)
Clathrofenella fusca (A. Adams) スノメモツボ: (1)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (2)
Iravadia (Pseudonoba) yendoi (Yokoyama) イリエツボ: (1)
Rissoina sp. A: (1)
Niotha livescens (Phillipi) ムシロガイ: (2)
Pseudorhaphitoma bipyramidata Hedley ナナカドケボリクチキレツブ: (1)
Terebra bathyraphe E. A. Smith イボヒメトクサ: (1)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモドキ: (8)
Oscilla bosyuensis (Nomura) レールマキクチキレ: (1)
Syrnola serotina A. Adams ヤセクチキレ: (1)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明種: (4)
Turbonilla aff. *punctiperpherarta* Nomura マルミイトカケギリ似不明種: (1)
Pyrgiscus cf. *mumia* (A. Adams) ハブタエイトカケギリ?: (1)
Pupa (Strigopupa) strigosa strigosa (Gould) コシイノミガイ: (1)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (14)
Retusa (Decorifer) matsusimanus Nomura マツシマコメツブ: (2)
Sulcoretusa minima (Yamakawa) ヒメコメツブ: (1)
Rhizorus radiolus (A. Adams) アオモリマメヒガイ: (1)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (1)
Limatulys muscarius (Gould) ミドリタマゴガイ: (1)
Dentalium (Paradentalium) octangulatum Donovan ヤカドツノガイ: (1)
Loc. 6-D
Arca avellana Lamarck フネガイ: (3)
Verilarca interplicata (Grabau & King) ヨコヤマミミエガイ: (3)
Didimacar tenebrica (Reeve) マルミミエガイ: (1)
Plicatula cf. *horrida* Dunker イシガキモドキ?: (1)
Anomia chinensis Philippi ナミマガシワ: (1)
Anomia cf. *chinensis* Philippi ナミマガシワ?: (6)
Chama japonica Lamarck キクザル: (1)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (3)
Kellia porculus Pilsbry コハクノツユ: (1)
Cardita leana Dunker トマヤガイ: (1)
Fulvia mutica (Reeve) トリガイ: (1)
Fulvia hungerfordi (Sowerby III) チゴトリガイ: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (4)
Moerella jedoensis (Lischke) モモノハナ: (8)
Moerella iridescens (Benson) テリザクラ: (1)
Nitidotellina hokkaidoensis (Habe) サクラガイ: (3)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (2)
Macoma (Macoma) contabulata (Deshayes) サビシラトリ: (1)
Semele sinensis A. Adams フルイガイ: (2)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (6)
Azorinus chamasolen Da Costa ズングリアゲマキ: (5)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (2)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサリ: (5)

- Microcirce dilecta* (Gould) ミジンシラオガイ: (2)
Saxidomus purpurata (Sowerby II) ウチムラサキ: (2)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (9)
Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve) アサリ: (3)
Paphia (Paphia) euglypta (Philippi) スダレガイ: (1)
Paphia (Paphia) schnelliana (Dunker) オオスダレガイ: (6)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (7)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (4)
Clementia vatheleti Mabile フスマガイ: (1)
Cryptomya elliptica (A. Adams) ヒメマスオガイ: (1)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (3)
Barnea (Umitakea) dilatata (Souleyet) ウミタケ: (4)
Asthenothaerus sp. スエモノガイ科属種不明: (1)
Umbonium (Suchium) costatum (Valenciennes) キサゴ: (2)
Cerithidium perparvulum (Watson) ケノモツボ: (2)
Mancinella echinata (Blainville) ウニレイシ: (2)
Babylonia japonica (Reeve) バイ: (2)
Mitrella bicincta (Gould) ムギガイ: (1)
Niotha splendidulus (Dunker) キビムシロ: (1)
Niotha livescens (Philippi) ムシロガイ: (3)
Guraleus cf. tabatensis (Tokunaga) タバタマンジ?: (1)
Pseudorhaphitoma bipyramidata Hedley ナナカドケボリク
 チキレツブ: (1)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモド
 キ: (4)
Turbonilla aff. crassa Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (2)
 "Turbonilla" sp. indet.: (1)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (5)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (2)
Siphonaria sp. A: (1)
Dentalium (Paradentalium) octangulatum Donovan ヤカド
 ツノガイ: (1)
Loc. 6-E
Musculus sp. A: (1)
Lithophaga (Leiosolenus) curta (Lischke) イシマテガイ: (3)
Arca avellana Lamarck フネガイ: (4)
Striarca symmetrica (Reeve) ミミエガイ: (1)
Verilarca interplicata (Grabau & King) ヨコヤマミミエガ
 イ: (1)
Spondylus sp. indet.: (1)
Pillucina (Pillucina) pisidium (Dunker) ウメノハナガイ: (1)
Anodontia stearnsiana (Oyama) イセシラガイ: (3)
Cycladicama lunaris (Yokoyama) マングツシオガマ: (2)
Phlyctiderma japonicum (Pilsbry) ヤエウメノハナ: (1)
Byssobornia adamsi (Yokoyama) セワケガイ: (1)
Cardita leana Dunker トマヤガイ: (2)
Macra (Macra) chinensis Philippi バカガイ: (2)
Macra (Macra) veneriformis Reeve シオフキ: (3)
Micromacra angulifera (Deshayea) ワカミルガイ: (2)
Meropesta nicobarica (Gmelin) ユキガイ: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (5)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (10)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (3)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (1)
Macoma sp. A: (2)
Leptomysa cuspidariaeformis Habe コチヨウジャクシ: (1)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (17)
Abrina lunella (Gould) シロバトガイ: (1)
Azorinus chamasolen Da Costa ズンゲリアゲマキ: (5)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (9)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) スノメアサ
 リ: (4)
Microcirce dilecta (Gould) ミジンシラオガイ: (9)
Laevicirce cf. soyoae Habe ウスシラオガイ?: (4)
Pitar (Pitarina) japonicum Kuroda & Kawamoto ウスハマ
 グリ: (1)
Saxidomus purpurata (Sowerby II) ウチムラサキ: (1)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (13)
Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve) アサリ: (2)
Paphia (Paphia) exarata (Philippi) ヒメスダレガイ: (1)
Paphia (Neotapes) undulata (Born) イヨスダレ: (15)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (5)
Cryptomya elliptica (A. Adams) ヒメマスオガイ: (2)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (2)
Penitella kamakurensis (Yokoyama) カモメガイ: (1)
Nettastomella japonica (Yokoyama) ヨコヤマズガイ: (2)
Fulvia undatopicta (Pilsbry) マダラチゴトリガイ: (7)
Umbonium (Suchium) costatum (Valenciennes) キサゴ: (2)
Cerithidium (Cerithidium) kobelti Dunker コベルトカニモ
 リ: (1)
Cerithidium perparvulum (Watson) ケノモツボ: (2)
Diffalaba hungerfordi (Sowerby III) ウネハマツボ: (1)
Clathrofenella fusca (A. Adams) スノメモツボ: (2)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (6)
Rissoina sp. A: (1)
Triphora otsuensis (Yokoyama) ホソアラレキリオレ: (1)
Mitrella bicincta (Gould) ムギガイ: (1)
Reticunassa japonica A. Adams キヌボラ: (2)
Kermia (Kermia) episema (Melvill & Stande) チャスジコウ
 シツブ: (1)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモド
 キ: (3)
Turbonilla aff. crassa Nomura アバライトカケギリ似不明
 種: (7)
Turbonilla sp. B: (1)
Cingulina (Cingulina) cingulata (Dunker) ヨコイトカケギ
 リ: (1)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (8)
Retusa (Decorifer) matsusimanus Nomura マツシマコメツ
 ブ: (3)
Sulcoretusa minima (Yamakawa) ヒメコメツブ: (1)
Cylichnatys angusta (Gould) カミスジカイコガイダマシ: (1)
Dentalium (Paradentalium) octangulatum Donovan ヤカド
 ツノガイ: (3)
Loc. 6-F
Saccella (Saccella) confusa (Hanley) ゲンロクソデガイ: (1)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (1)
Angulus vestalioides (Yokoyama) クモリザクラ: (3)
Moerella jodoensis (Lischke) モモノハナ: (2)
Macoma (Macoma) praetexta (Martens) オオモモノハナ: (2)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (2)
Azorinus chamasolen Da Costa ズンゲリアゲマキ: (1)
Dosinella corrugata (Reeve) ウラカガミ: (1)
Barnea (Umitakea) dilatata (Souleyet) ウミタケ: (3)
Paraclathurella gracilentia (Reeve) スノメツブ: (1)
Loc. 6-G
Nucula paulula A. Adams マメグルミ: (1)

- Saccella (Saccella) confusa* (Hanley) ゲンロクソデガイ: (3)
Arca cf. *avellana* Lamarck フネガイ?: (1)
Striarca symmetrica (Reeve) ミミエガイ: (2)
Spondylus sp. A: (2)
Pillucina (Sydlorina) yamakawai (Yokoyama) アラウメノハナ: (1)
Cardita leana Dunker トマヤガイ: (1)
Afrocardium carditaeforme (Reeve) ベニバト: (3)
Raetella pulchella (Adams & Reeve) チヨノハナガイ: (15)
Moerella jedoensis (Lischke) モモノハナ: (4)
Nitidotellina iridella (Martens) カバザクラ: (2)
Macoma (Psammacoma) candida (Lamarck) アワジチガイ: (12)
Leptomya minuta Habe ミジンコチョウジャクシ: (1)
Theora fragilis A. Adams シズクガイ: (17)
Abrina cf. *lunella* (Gould) シロバトガイ?: (2)
Azorinus chamasolen Da Costa ズングリアゲマキ: (3)
Solecortus divaricatus (Lischke) ウマノキヌタアゲマキガイ: (1)
Alveinus ojanus (Yokoyama) ケシトリガイ: (14)
Protothaca (Novathaca) euglypta (Sowerby III) ヌノメアサリ: (11)
Microcirce dilecta (Gould) ミジンシラオガイ: (20)
Dorisca nana (Meivili) チゴシラオガイ: (1)
Ruditapes cf. *philippinarum* (Adams & Reeve) アサリ?: (3)
Paphia (Neotapes) cf. undulata (Born) イヨスダレ?: (1)
Irus (Irus) irus (Linnaeus) ハネマツカゼ: (1)
Sphenia coreanica Habe イジケガイ: (1)
Hiatella orientalis (Yokoyama) キヌマトイガイ: (1)
Barnea (Anchomasa) manilensis (Philippi) ニオガイ: (3)
Nipponopholas satoi Okamoto & Habe チビニオガイ: (2)
Lottiidae gen. et sp. indet. ユキノカサガイ科属種不明: (2)
Teinostoma lucida A. Adams ウミコハク: (5)
Cerithidium perparvulum (Watson) ケノモツボ: (3)
Diffalaba picta (A. Adams) シマハマツボ: (1)
Clathrofenella fusca (A. Adams) スノメモツボ: (2)
Eufenella rufocincta (A. Adams) シマモツボ: (4)
Cerithideopsisilla aff. *cingulata* (Gmelin) ヘナタリ似不明種: (1)
Rissoina (Rissolina) costulata (Dunker) スジウネリチョウジガイ: (1)
Rissoina sp. B: (1)
Pseudoliotia pulchella (Dunker) シラギク: (1)
Proterato (Sulcerato) callosa (Adams & Reeve) ザクロガイ: (2)
Triphora otsuensis (Yokoyama) ホソアアレキリオレ: (2)
Zafra sp. A: (1)
Zeuxis castus (Gould) ハナムシロ: (1)
Ptychobela inconstans (E. A. Smith) イボヒメシャジク: (1)
Pseudorhaphitoma bipyramidata Hedley ナナカドケボリクチキレツブ: (3)
Terebra cf. *cingulifera* Lamarck ニクタケ?: (1)
Duplicaria evoluta (Deshayes) イワカワトクサ: (2)
Marginodostomia tenera (A. Adams) スカシクチキレモドキ: (3)
Pyrgulina sp. A: (1)
Babella caelator (Dall & Bartsch) クサズリクチキレ: (4)
Turbonilla aff. *crassa* Nomura アバライトカケギリ似不明種: (2)
Pyrgiscilla sp. A: (1)
Pyrgolampros hiradoensis hiradoensis (Pilsbry) ホソイトカケギリ: (1)
Ringicula (Ringicula) doliaris Gould マメウラシマ: (7)
Pyrrunculus phialus (A. Adams) シリプトカイコガイダマシ: (1)
Acteocina (Acteocina) fusiformis (A. Adams) ツムガタコメツブ: (1)

静岡県牧ノ原台地の更新統古谷層の有孔虫化石群集と堆積環境¹⁾

柴 正 博²⁾・高 橋 孝 行³⁾・谷 あかり⁴⁾・山 下 真⁵⁾

Fossil Foraminiferal Assemblages and Sedimentary Environment of the Pleistocene Furuya Formation in Makinohara Upland, Shizuoka Prefecture, Central Japan¹⁾

Masahiro SHIBA²⁾, Takayuki TAKAHASHI³⁾, Akari TANI⁴⁾ and Makoto YAMASHITA⁵⁾

Abstract

The Pleistocene in Makinohara Upland, Shizuoka Prefecture, central Japan, consists of the Furuya Formation, the Kyomatsubara Formation, the Ochii Formation, and the Makinohara Formation, in ascending order. The Furuya Formation is mainly composed of silt and clay deposits, which mostly corresponds to the transgressive systems tract filling the drowned valley and inlet. This study makes clear temporal and spatial distribution of fossil foraminiferal assemblages in the Furuya Formation, and estimates the depositional environment of this formation on the basis of fossil foraminiferal fauna with reference to sedimentary facies and fossil molluscan assemblages.

The central bay floor sediments overlaying tidal deposits, were characterized by abundant occurrences of *Ammonia beccarii* (Linnaeus) and *Elphidium excavatum clavatum* Cushman. It is inferred that *A. beccarii* and *E. excavatum clavatum* suggest the environments of inner bay and central bay, respectively. Abundant occurrence of planktonic foraminifers suggests that oceanic water intruded into the central bay or the environment of mouth of bay.

During the transgression, seawater invaded from the south of the bay, and the Furuya Formation deposited onlapping northward. On the maximum flood stage, the sea level was located at the northern end of its distribution, it is thought that the northern area became the environment of the drowned valley or tidal flat, and the central and southern areas were the environment of central bay or mouth of bay. This difference of depositional environment is corresponded with the recent vertical difference of the basal surface of the Furuya Formation between the north and south areas. Thus, it is necessary to reexamine a hypothesis that the northern part of the Makinohara Upland relatively elevated after the Furuya Formation had deposited.

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No.65

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 65

²⁾ 東海大学社会教育センター 424-8620, 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-Ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

³⁾ 財団法人中央温泉研究所 171-0033, 東京都豊島区高田 3-42-10

Chuo Hot-Spring Institute Foundation, 3-42-10, Takada, Toshima-ku, Tokyo, 171-0033, Japan

⁴⁾ 東海大学海洋学部 424-8610, 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1

School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-Ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

⁵⁾ サン地質株式会社 173-0004, 東京都板橋区板橋 1-44-13

San Geology Co., Ltd, 1-44-13, Itabashi, Itabashi-ku, Tokyo, 173-0004, Japan

はじめに

静岡県中部～西部地域、大井川下流右岸から御前崎周辺地域にかけて広がる牧ノ原台地は、更新世に大井川の堆積作用の結果形成された河成段丘とされる。牧ノ原台地の南東端に位置する御前崎は、いわゆる「東海地震」の発生想定域の上に位置し、この地域周辺の第四紀後半以降の地形形成史を詳細に明らかにすることは、この地域の地史および地殻変動の解明に重要な資料を提供する。

牧ノ原台地を構成する地層は、更新統とその基盤となる新第三系からなり、その更新統の層序や古生物については、以下に述べるようにこれまでの多くの研究がなされてきた。その結果、牧ノ原台地を構成する更新統は、下位から新第三系の開析谷に海が浸入してできた内湾を埋積した、おもに泥質堆積物からなる古谷層、浅海～海浜の砂質および礫質堆積物からなる京松原層と落居層、そして古大井川によってもたらされた多量の砂礫からなる河成堆積物である牧ノ原層からなることが知られている。

牧ノ原台地を構成する更新統については、後期更新世の下末吉期の海進-海退によって形成されたひとつの連続する堆積シーケンスであるという考え（高清水ほか、1996）と、古谷層とそれ以後の地層の関係は不整合であり、古谷層は中期更新世の海進堆積物であるとする考え（長田、1980、1998）がある。

高清水ほか（1996）は古谷層を含む牧ノ原台地の更新統の堆積相と堆積シーケンスを検討し、古谷層を網状河川河口相から溺れ谷埋積相、内湾底相、および湾奥デルタ相に区分した。そして、それらの堆積相は、河川が削った谷が海水準上昇にともなって沈水した河口と溺れ谷、湾口に形成されたバリアーの陸側の内湾底、および高海水準期に湾奥に発達したデルタにおいてそれぞれ形成されたとした。

Tsuchi（1958）は、古谷層産の貝化石が、下部では内湾干潟の要素が優占し、上部では内湾の水深数 m の泥底環境要素が卓越し、最上部では外洋あるいは湾口域の異地性群集で特徴づけられるとした。しかし、土（1960）は、古谷層の最上部には広く潮間帯ないし 10 m 前後の深度を示す自生的貝化石群集が見られるとして、現在南北で高度差があるその上限面は同時に形成され、古谷層形成後に北側が隆起する撓曲によって現在の地形が形成されたと

した。

池谷・堀江（1982）は、古谷層の層相変化から、古谷層が最低 5 回の上方細粒化のサイクルからなり、全サイクルが見られるのは中央部以南であるとした。さらに、各サイクルでの貝および有孔虫、貝形虫化石の各群集は南部ほど外洋水の影響が強く北部ほど弱いことから、各サイクルが基盤に対して南から北へ漸次アバットするように堆積したとした。また、池谷・堀江（1982）は、古谷層を堆積させた古相良湾は、堆積最末期に細粒堆積物により埋積されて沼沢化して消失し、推定された古谷層堆積最末期の水面が今日では高度差をもって南側に傾斜することから、土（1960）と同様に牧ノ原台地は北側が相対的に隆起したとした。

恩田ほか（2008）は、牧ノ原台地南稜に分布する古谷層の貝化石群集に、内湾干潟群集、内湾の潮下帯以深泥底群集、および水深が 30 m 以深の外洋性～弱内湾性湾口域群集の 3 群集型を認め、その水平的・垂直的分布から海水の浸入は南側からあり、海水準上昇にともない中部～南部地域は早期に内湾干潟から潮下帯以深になり、さらに南部地域は湾口域の環境に変化したとした。Ishizaki and Kato（1976）は、牧ノ原台地南部に分布する古谷層の貝形虫化石の分析から、古谷層を堆積させた海進はその進行にともない閉ざされた入江から浅海沿岸の環境へと遷移したと述べた。

古谷層の有孔虫化石に関する研究は、前述した池谷・堀江（1982）のほかに、森（1972）と県立金谷高等学校科学部（1979）がある。森（1972）は、古谷層下～中部は内湾の性格を強く示し、南部における上部は常に外洋水の影響下で堆積したことから、古谷層を堆積させた海域は南方に入水口を持った内湾であったと推定した。県立金谷高等学校科学部（1979）は、菅山原において古谷層の基底から 15 m 上位で有孔虫化石の産出が急激に増加し、17 m 以上の層準では外洋水の影響を受けて地層が堆積したとした。

しかし、これらの研究のうち、県立金谷高等学校科学部（1979）は試料採取地が菅山原の 1 点に限られており、森（1972）と池谷・堀江（1982）は試料採取地や産出化石リストが示されていない。したがって、これらの研究だけでは古谷層分布域全体にわたる有孔虫化石の水平的および垂直的变化を詳細に知ることはできない。

古谷層の堆積環境とその変化を詳細に明らかにすることは、牧ノ原台地の更新統の形成過程と牧ノ原台地の地形形成を理解する上で重要である。このことから、本研究では、古谷層分布域の全域における水平的および垂直的な有孔虫化石群集の分布を明らかにして、高清水ほか（1996）による堆積相と恩田ほか（2008）による貝化石群集型から推定される堆積環境も参考にして、古谷層全体の堆積環境とその変遷を考察することを目的とした。

地形・地質概説

牧ノ原台地は、大井川、駿河湾、御前崎、遠州灘

に囲まれ、東西約 10km、南北約 20km の広がりをもつ比較的平坦な台地面を形成し、地形的には以下の4つの稜に区分される。牧ノ原台地の北端にあたる島田市大代から牧之原市牧之原までを主稜、島田市猪土居から東にのびる部分を東稜、牧之原市牧之原から南東方向の牧之原市大江方面へのびる部分を東南稜、牧之原から南方の牧之原市地頭方へのびる部分を南稜と呼ぶ。また、南稜は牧之原市鬼女新田から南西へ御前崎市下朝比奈に至る西支稜、鬼女新田から南東方向に牧之原市堀野新田までのびる東支稜に区分される（井口，1955；長田，1980；杉山ほか，1987）。本調査では古谷層が分布する南稜と東南稜を対象とした（Fig. 1）。

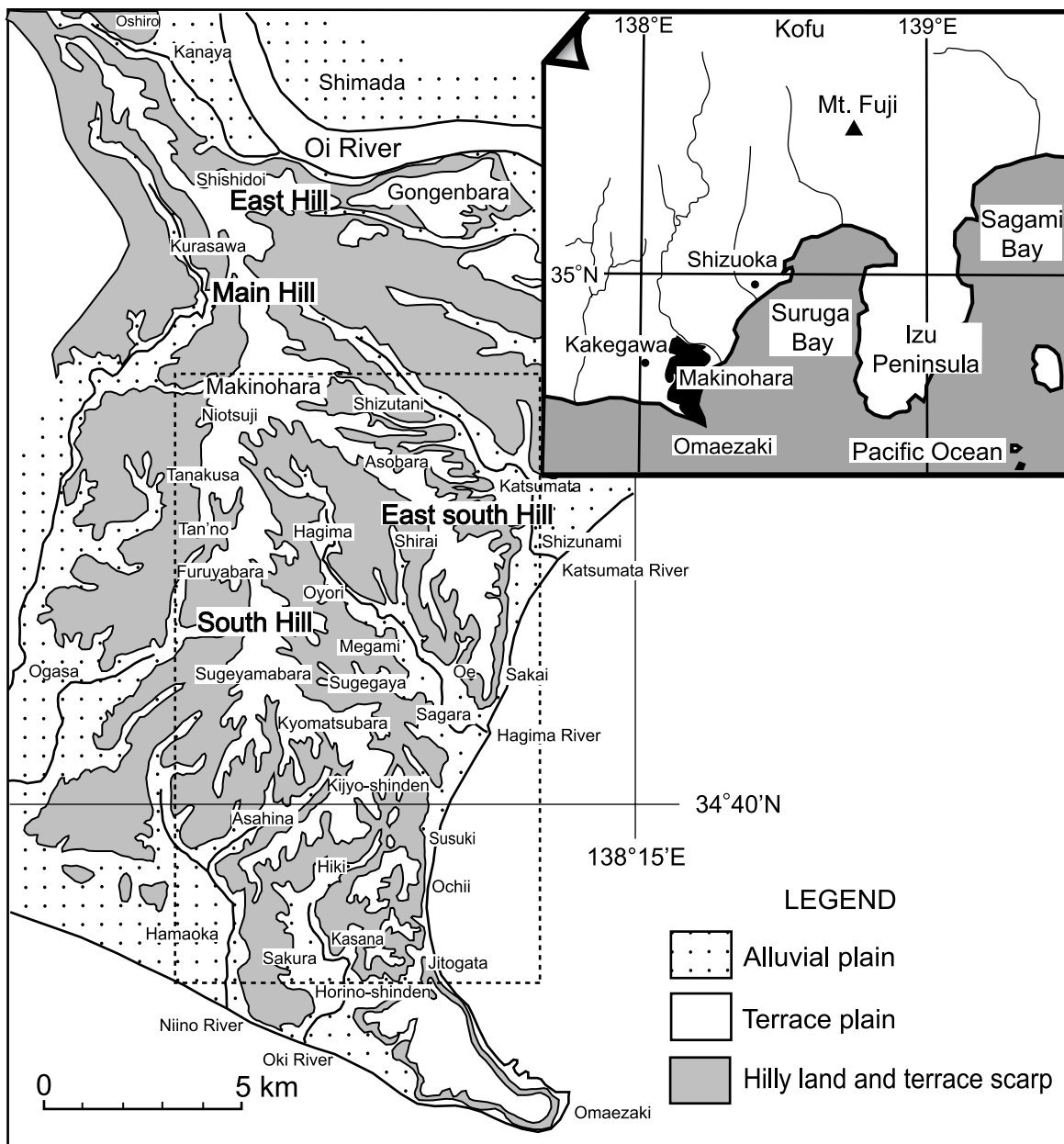


Fig. 1 Index map of the study area, Makinohara Upland, Shizuoka Prefecture, central Japan. The area surrounded by broken lines represents the location of geological map shown in Fig. 2.

本稿では、分布の説明のため便宜的に、調査地域を北部、中部、南部の3地域に区分した。北部地域は南稜では古谷原以北、東南稜では勝俣以北、南部地域は南稜では鬼女新田以南、東南稜では坂井または大江以南にあたり、中部地域は両者の間の地域にあたる。

台地面は一般におよそ北西から南東に向かって緩く傾斜し、東南稜では東ないし東北東方向に傾斜する(長田, 1998)。そのため牧ノ原台地北端にあたる島田市大代付近では台地面の海拔は約280mあるが、本調査地域北端にあたる牧之原付近では約170m、菅山原付近では約150m、本調査地域南端の落居付近では約90mと低下する。

御前崎周辺には新第三系が広く分布し、牧ノ原台地周辺および沖積低地には新第三系の基盤を不整合に覆い第四系が分布する。新第三系は、下位より中部中新統下部の女神層、上部中新統の相良層群、鮮新統-下部更新統の掛川層群からなる(柴ほか, 1996; 柴, 2005)。牧ノ原台地に分布し本調査の対象とした更新統は、新第三系の基盤を不整合に覆ってほぼ水平に累重しており、本稿では下位より古谷層、京松原層、落居層、牧ノ原層に区別した。また、沖積層を除いたその他の第四系としては、牧ノ原台地北東部に高根山礫層と坂部原礫層から構成される高位段丘堆積物が分布し、東稜の東には上部更新統の権現原礫層が権現原面(中川, 1961)を、南には同じく上部更新統の笠名礫層と白羽礫層がそれぞれ笠名面(国土地理院, 1982)と御前崎面(長田, 1976)を形成して分布する。笠名礫層からは、杉山ほか(1987)によりOn-Pm1およびK-Tz火山灰層に対比される火山灰層が報告され、関東地方の小原台段丘堆積物およびその相当層に対比されている。

牧ノ原台地を構成するおもな更新統の分布をFig. 2に示す。古谷層は新第三系基盤岩を削って形成された谷を埋めた泥質な地層からなり、京松原層はその上位に重なる淘汰のよい砂層からなる。落居層は南部の落居付近に分布し、古谷層の上位に重なる淘汰のよい砂層とよく円磨された淘汰のよい礫層からなる。牧ノ原層は古谷層と京松原層の上位に重なる礫層からなり、落居層と同時異相の関係にあると考えられる。

基盤岩(新第三系)

本調査地域の基盤は、新第三系の女神層、相良層

群、掛川層群から構成される(柴ほか, 1996; 柴, 2005)。相良層群は、本調査地域南東部に広く分布し、泥岩層と礫岩層および砂岩泥岩互層からなる。それらはおもに北東-南西走向で、南東または北西に50°~70°傾斜する。本調査地域内では、相良層群中に女神背斜や比木向斜などの北北東-南南西方向と、須々木背斜や須々木向斜などの北東-南西方向の軸をもつ褶曲構造がみられる(柴, 2005)。掛川層群は、本調査地域北西部に広く分布し、おもに砂岩泥岩互層からなる。本層群は、東萩間付近では北西-南東走向で南西に10°~25°傾斜し、菅ヶ谷付近では北北東-南南西から南北走向で西に20°~50°傾斜する。

古谷層(土, 1960)

[層相]: おもに泥層からなり、基底には礫層が見られ、その上位には砂層から泥層が重なる。泥層は厚く、シルト~粘土層、砂質シルト層、砂シルト互層からなり、貝や植物の化石を含む層準、生痕化石を多産する層準が見られる。

[分布・層厚]: 東南稜では北部と南部地域にのみ分布し、南稜では牧之原から地頭方まで全域に分布する。本層の最も高い分布は牧之原付近の海拔150mで認められ、南稜では落居付近の海拔53m、東南稜では坂井付近の海拔27mが最も低い分布となる。層厚は約20~30mで、分布の縁辺部で薄くなる。

京松原層(長田, 1976)

[層相]: 黄灰色の細粒~中粒の砂層からなり、下部には生痕化石を多産する層準がある。砂層は淘汰がよく、石英や雲母鉱物が顕著である。

[分布・層厚]: 東南稜では中部と南部地域に、南稜では中部から南部地域の比木付近まで分布し、その南側の落居付近には分布しない。本層の最も高い分布は南稜の菅山原付近で海拔120m、低い分布は南稜では比木付近で海拔約85mである。東南稜では海拔約40~70mの間に分布する。層厚は10~30mである。

落居層(杉山ほか, 1988)

[層相]: 淘汰のよい砂層および円磨された淘汰のよい礫層からなる。砂層を構成する鉱物として石英や雲母鉱物が目立つ。本層最上部には赤色の礫層が認められる。

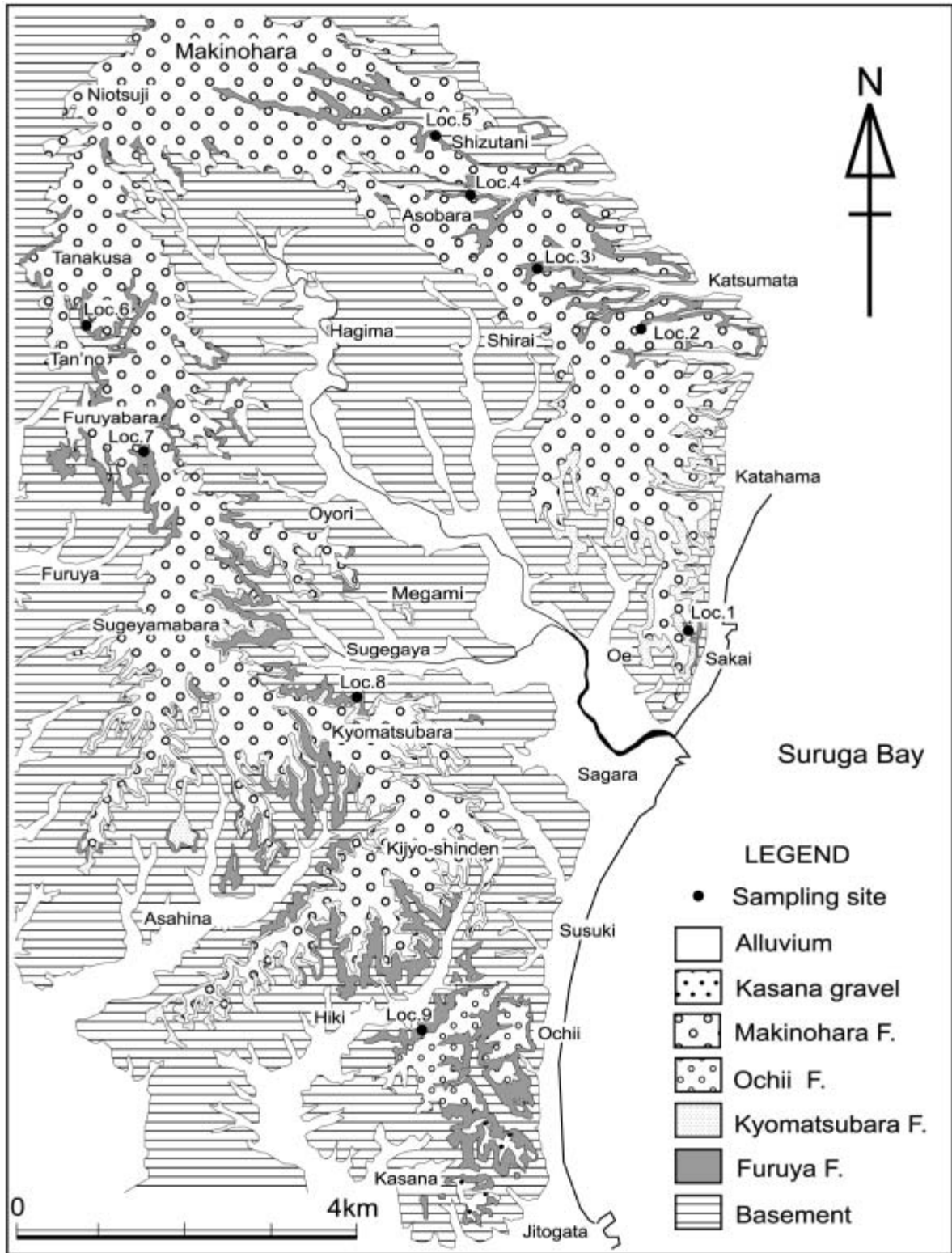


Fig. 2 Geological map of the Pleistocene series in Makinohara Upland. Loc. 1 to Loc. 9 are locations of outcrops shown in Figs. 3 -8. F.: Formation.

[分布・層厚]：南陵南部の落居付近の海拔約 70 ~ 90m にのみ分布する。層厚は約 20 m である。

牧ノ原層 (渡辺, 1929)

[層相]：礫層からなり、薄い砂層を挟有することも

ある。最上部にはしばしば赤色の礫層や砂層が認められる。礫は淘汰不良の垂円礫~円礫主体の中礫~大礫からなる。

[分布・層厚]：本調査地域では、東南稜全域と南稜の牧之原から鬼女新田にかけて分布し、南部の落居

地域には分布しない。本層の最も低い分布は、東南稜東麓の勝俣付近で海拔 40m、南稜では比木付近で海拔約 90m である。層厚は約 30m ~ 50 m で、東南稜の北端地域で最大の層厚をもつ。

有孔虫化石の採取地点の層相と産出結果

本研究で用いた有孔虫化石分析用の試料は、東南稜の 5 地点 (Loc. 1 ~ 5)、南稜の 4 地点 (Loc. 6 ~ 9) の合計 9 地点で採取した。試料採取地点の位置を Fig. 2 に示した。各試料採取地点の柱状図を東南稜と南稜とに分けて Fig. 3 に示す。試料は下位から順に番号をつけて採取した。

堆積物の表層部は風化していて有孔虫化石の保存状態が悪いため、風化していない深層部から試料を 400 g 以上採取した。採取した試料は 80g を秤量し、煮沸して 0.075mm の標準ふるいに残った残渣を分割して、それに含まれる有孔虫化石を 200 個体以上摘出した。

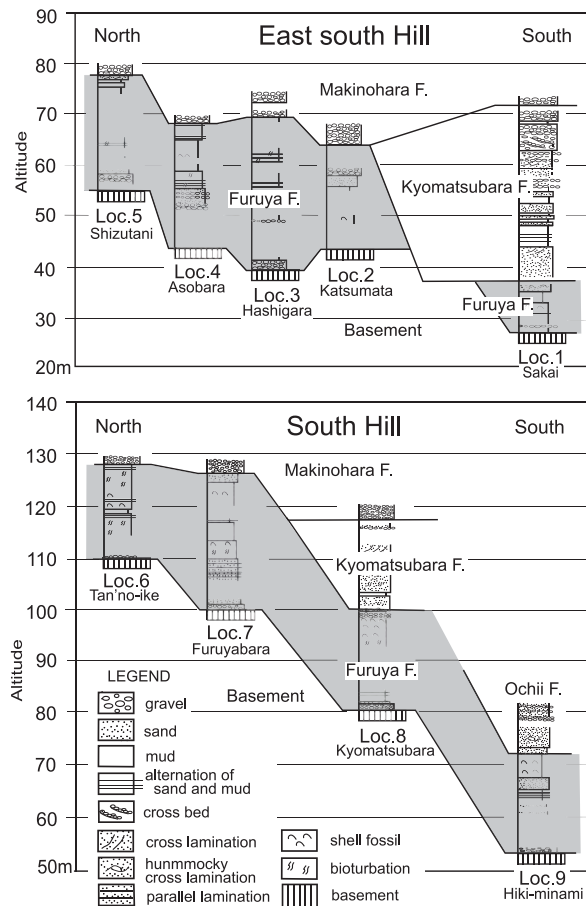


Fig. 3 Geological columnar sections of the Furuya Formation in the east south and the south hills. Localities of the columns are shown in Fig. 2. F.: Formation.

以下に、有孔虫化石用試料を採取した各セクションの層相と産出した有孔虫化石の特徴について記載する。

Loc. 1 坂井セクション

[層相] : 本セクションは東南稜南部の坂井付近に位置し、更新統が沢筋の海拔 27m ~ 75m に連続して露出する。本セクションでの層相と試料採取層準、および産出した有孔虫化石の特徴を Fig. 4 に示す。層相は、下位より順に、海拔 28.3m 付近まで青灰色のシルト層を挟有し円礫~亜角礫からなる泥質の細~中礫層、その上位に薄い砂質シルト層が重なり、33m までは所々細粒砂層を挟み貝化石 (*Cerithideopsis djadjariensis* K. Martin と *Batillaria zonalis* Bruguière) や生痕化石を含む青灰色のシルト層、35m までは細粒砂を挟有し最上部に貝化石 (*Batillaria zonalis* Bruguière) を含む青灰色の粘土層、その上位には材化石や貝化石片を含む青灰色の細粒砂層が重なる。本セクションでは、海拔 38m 付近に上位の京松原層との境界がある。

[試料採取層準] : 海拔 27 m 付近の礫層に挟有するシルト層から 2 点 (1-01 ~ 1-02)、28.3 ~ 33m のシルト層から 30cm 間隔 (一部 20cm または 40cm 間隔) で 16 点 (1-03 ~ 1-18)、33 ~ 35m の粘土層から 30cm 間隔で 7 点 (1-19 ~ 1-25)、35 ~ 37m の細粒砂層から 30cm 間隔で 6 点 (1-26 ~ 1-31) の、総計 31 試料を採取し、処理した。

[産出有孔虫化石] : 下部の 1-01 ~ 1-18 からは有孔虫化石は産出せず、上部の青灰色粘土層と青灰色の細粒砂層の層準である 1-19 ~ 1-31 から有孔虫化石が産出した。そのほとんどの試料で *Ammonia beccarii* (Linnaeus) と *Elphidium excavatum clavatum* Cushman が産出量の半分以上を占め、1-19 ~ 25 では *A. beccarii* の割合が多いと *E. excavatum clavatum* の割合が少ないという産出傾向が見られる。1-26 から上位では、この両種以外に *Elphidium advena* (Cushman), *Elphidium subincertum* Asano, *Murrayinella minuta* (Takayanagi), *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob), *Stilostomella lepidula* (Schwager), *Uvigerina nitidula* Schwager が少量であるが産出した。浮遊性有孔虫化石は、最下部から 1-25 まではほとんど産出しなかったが、1-26 で 41 % の産出があり、その上位で徐々に減少したが、1-31 で

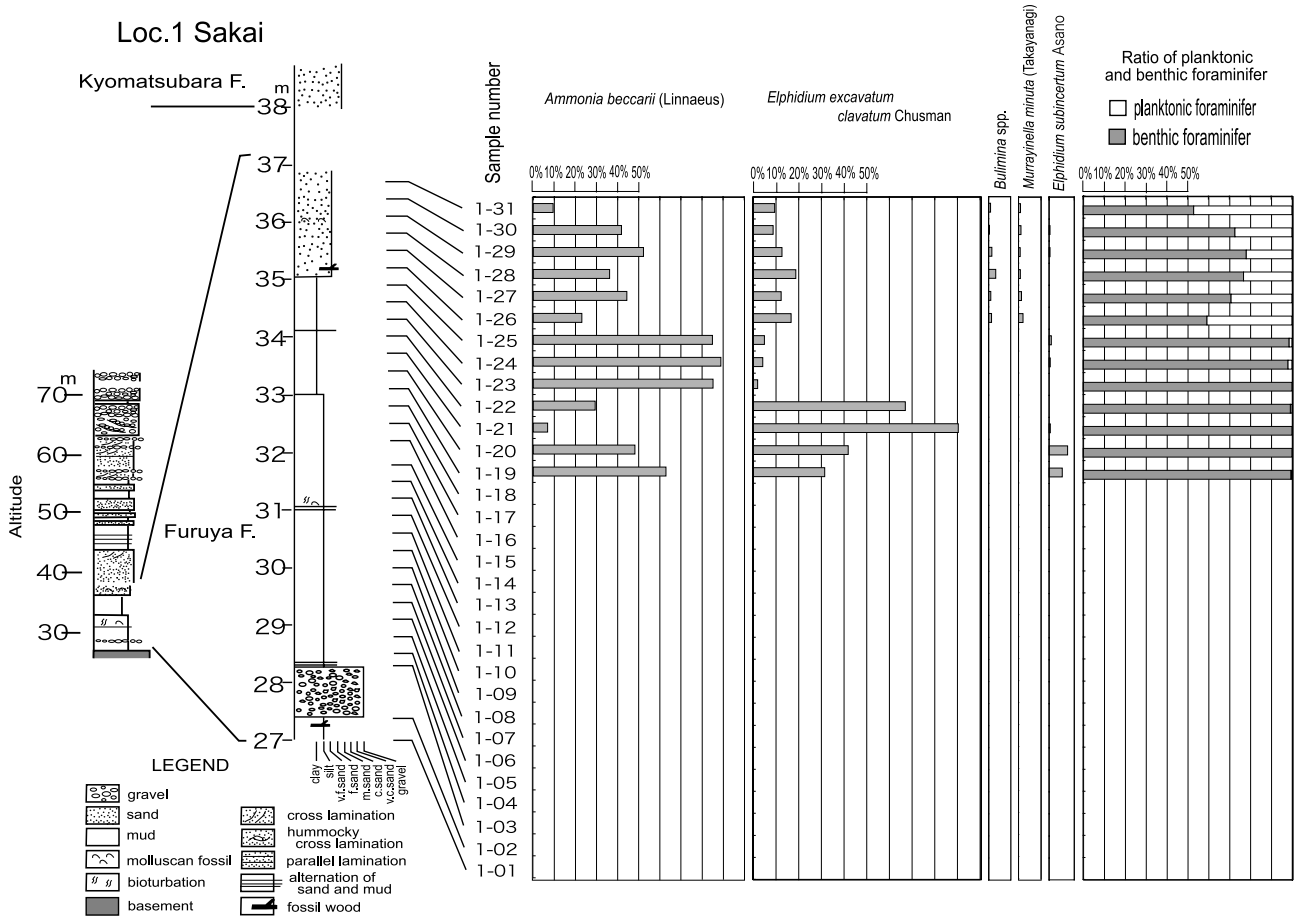


Fig. 4 Geological columnar sections at Loc. 1, showing sampling horizons and stratigraphic distributions of characteristic foraminifers. Locality of the columns is shown in Fig. 2. F.: Formation, v.f.: very fine, f.: fine, m.:medium, c.: coarse, v.c.: very coarse.

47%と最大に達した。

Loc.2 勝俣セクション

[層相]：本セクションは東南稜北部の勝俣付近に位置し、更新統が沢筋の海拔48～68mに断続的に露出する。本セクションでの層相と試料採取層準をFig. 5に示す。層相は、下位より順に、海拔49m付近までは貝化石 (*Crassostrea gigas* Thunberg) や材化石を含む青灰色の粘土～シルト層、その上位から54mまでは露出がなく、その上位55mまでは青灰色の塊状粘土層、その上位から57mまでは青灰色の極細粒砂層、その上位には垂円礫からなる中～大礫層が重なる。本セクションでは、57mより上位の礫層が牧ノ原層にあたる。

[試料採取層準]：海拔48.5m付近の粘土～シルト層で1点(2-01)、54～55mの粘土層で50cmおきに2点(2-02～2-03)、55～57mの極細粒砂層で1点(2-04)の、総計4試料を採取し、処理した。

[産出有孔虫化石]：4試料すべてから有孔虫化石

は産出しなかった。

Loc.3 橋柄セクション

[層相]：本セクションは東南稜北部の橋柄^{はしがら}付近に位置し、更新統が海拔38～75mに断続的に露出する。本セクションでの層相と試料採取層準をFig. 5に示す。層相は、下位より順に海拔40mまでは基質が泥の垂角礫からなる細～中礫層、その上位41mまでは細礫や材化石を含む青灰色のシルト層、48～48.5mは基質が泥の中～大礫層、48.5～49mは細礫を含むシルト層、56～56.8mは細粒砂層を挟有するシルト層、56.8～58mは材化石を含む青灰色のシルト層、60～62mは細粒砂層を挟有し生痕化石や材化石を含むシルト層、62～63mは粘土層、68～69mは青灰色の塊状シルト層、その上位は基質が細粒砂からなる中～大礫層が重なる。69mより上位の礫層が牧ノ原層にあたる。

[試料採取層準]：海拔49m付近のシルト層で1点(3-01)、56～58mのシルト層で50cm間隔に4点

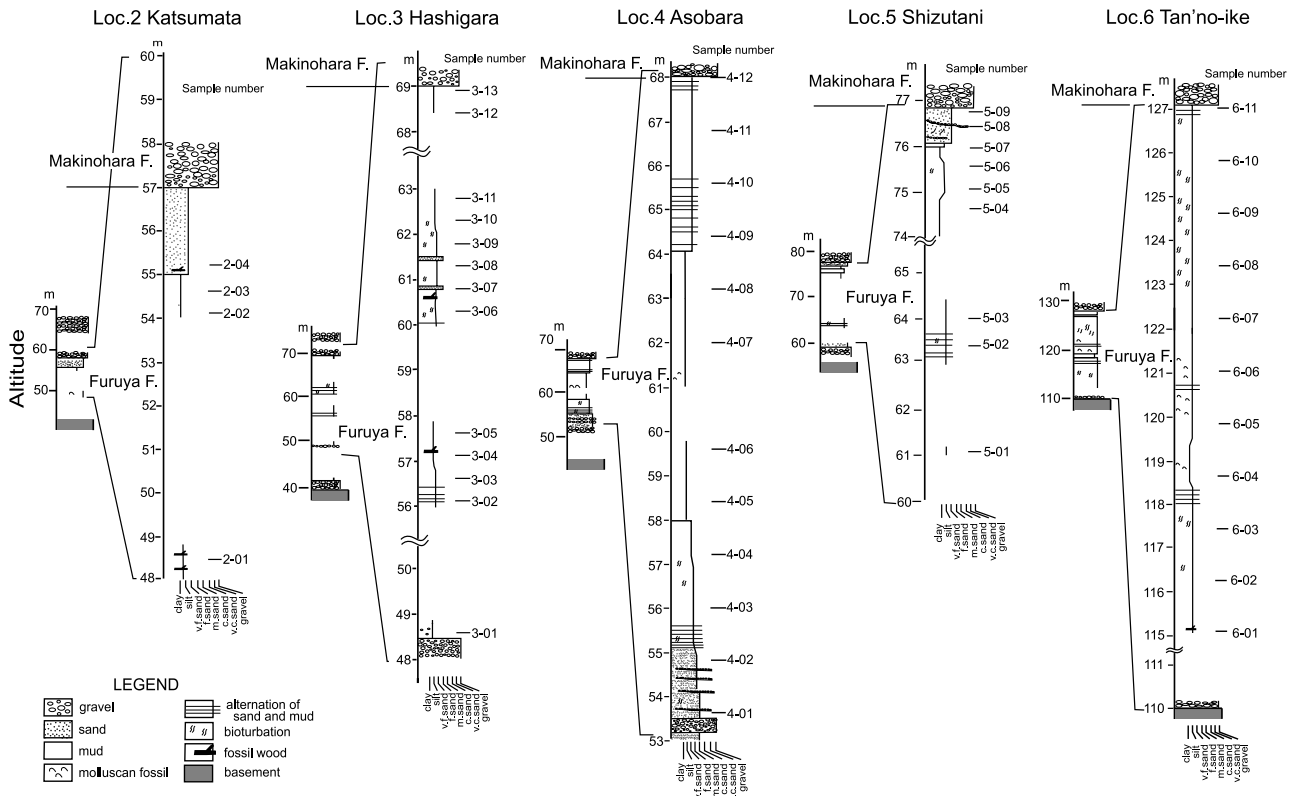


Fig. 5 Geological columnar sections at Locations 2-6, showing sampling horizons. Localities of the columns are shown in Fig. 2. F.: Formation, v.f.: very fine, f.: fine, m.:medium, c.: coarse, v.c.: very coarse.

(3-02 ~ 3-05), 60 ~ 63m のシルト層で 50cm 間隔に 6 点 (3-06 ~ 3-11), 68 ~ 69m のシルト層で 2 点 (3-12 ~ 3-13) の, 総計 13 試料を採取し, 処理した。

[産出有孔虫化石] : 13 試料すべてから有孔虫化石は産出しなかった。

Loc. 4 朝生原セクション

[層相] : 本セクションは東南稜北部の朝生原あそうばら付近に位置し, 更新統が一部露出を欠くものの海拔 52 ~ 70m に露出する。本セクションでの層相と試料採取層準を Fig. 5 に示す。層相は, 下位より順に海拔 53.5m までは基質が細粒~中粒砂でマッドクラストを含む中礫層, その上位 55 m までは細礫を含む中粒~細粒砂層, その上位 58m までは細粒砂層を挟有し生痕化石を含む極細粒砂層~シルト層, その上位 60 m までと 61 ~ 64 m は貝化石片を少量含む青灰色の塊状粘土層, その上位 68m まで細粒砂層を挟有するシルト層, さらに上位は塊状の中~巨礫層からなる。海拔 68m より上位の礫層が牧ノ原層にあたる。

[試料採取層準] : ほぼ 90cm 間隔に 12 試料を採取

し, 処理をした。

[産出有孔虫化石] : 12 試料すべてから有孔虫化石は産出しなかった。

Loc. 5 静谷セクション

[層相] : 本セクションは東南稜北部の静谷しずたに付近に位置し, 更新統が海拔 55 ~ 80m に断続的に露出する。本セクションでの層相と試料採取層準を Fig. 5 に示す。海拔 56 ~ 58m に基質が細粒砂~中粒砂で垂角礫からなる中~大礫層, その上位 59 m までは細粒砂層, 61m 付近に青灰色の塊状シルト層, さらに 63 ~ 64.5m に下部に極細粒~細粒砂層を挟有するシルト層, 74 ~ 76m には塊状粘土層と生痕化石を含むシルト層, その上位 77m までは細礫を含み斜交葉理の見られる細粒砂層, その上位は基質が細粒~中粒砂からなる塊状の中~巨礫層が見られた。海拔 77m より上位の礫層が牧ノ原層にあたる。

[試料採取層準] : 海拔 61m 付近のシルト層から 1 点 (5-01), 63 ~ 64.5m のシルト層から 2 点 (5-02 ~ 5-03), 74 ~ 76m の粘土層とシルト層から 5 点 (5-04 ~ 5-08), 76 ~ 77m の砂層から 1 点 (5-09) の総計 9 試料を採取し, 処理した。

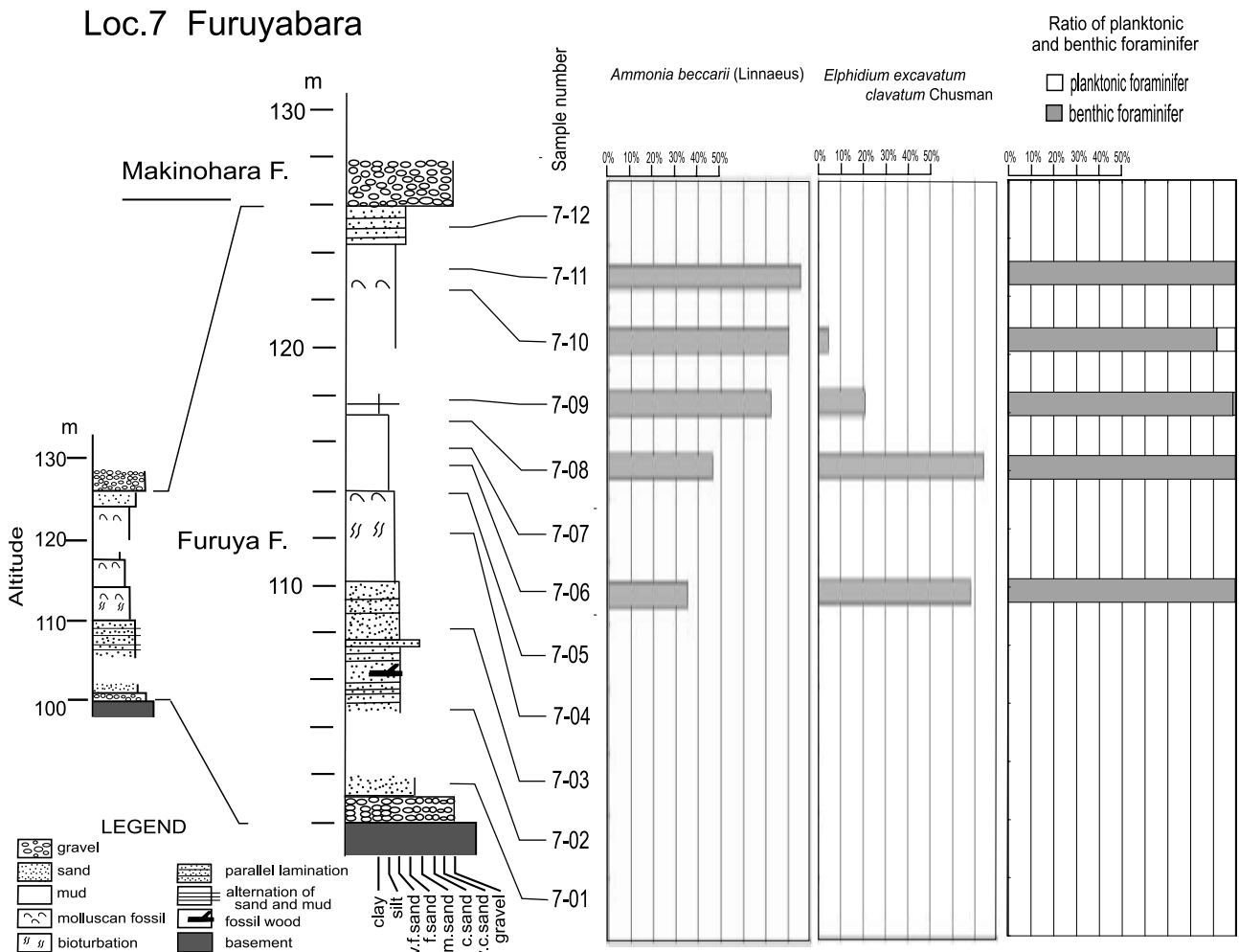


Fig. 6 Geological columnar sections at Loc. 7, showing sampling horizons and stratigraphic distributions of characteristic foraminifers. Locality of the columns is shown in Fig. 2. F.: Formation, v.f.: very fine, f.: fine, m.:medium, c.: coarse, v.c.: very coarse.

[産出有孔虫化石] : 9 試料すべてから有孔虫化石は産出しなかった。

Loc. 6 丹野池セクション

[層相] : 本セクションは南稜北部の丹野池付近に位置し、更新統が一部露出を欠くものの海拔 110 ~ 130m に露出する。本セクションの層相と試料採取層準を Fig. 5 に示す。基底に垂角礫からなる中～大礫層があり、海拔 115 ~ 118.5m には材化石や貝化石 (*Crassostrea gigas*), 生痕化石を含み細粒砂を挟有するシルト～砂質シルト層, その上位 119.5m までは貝化石 (*Tegillarca granosa* Linnaeus) を含む塊状粘土層, その上位 125m までは *Cerithideopsilla djadjariensis* や, *Batillaria zonalis* 等のウミナ類と思われる印象化石や生痕化石を含み所々細粒砂を挟有するシルト層, その上位 127m までは生痕化石を含み細粒砂を挟有するシ

ルト～砂質シルト層, その上位は塊状の中～巨礫層からなる。海拔 127m より上位の礫層が牧ノ原層にあたる。

[試料採取層準] : 海拔 115m から上方で 90cm 間隔に総計 11 試料を採取し, 処理した。

[産出有孔虫化石] : 11 試料すべてから有孔虫化石は産出しなかった。

Loc. 7 古谷原セクション

[層相] : 本セクションは南稜北部の古谷原付近に位置し, 露頭欠如をともなうものの更新統が海拔 100 ~ 128m に露出する。本セクションの層相と試料採取層準, および産出した有孔虫化石の特徴を Fig. 6 に示す。海拔 100m で基盤の直上に材化石を含む円礫層が重なり, その上位に平行葉理の発達する細粒砂層が海拔 102m までつづく。露頭欠如を挟んで, 105 ~ 110m に材化石や黒雲母のめだつ細粒

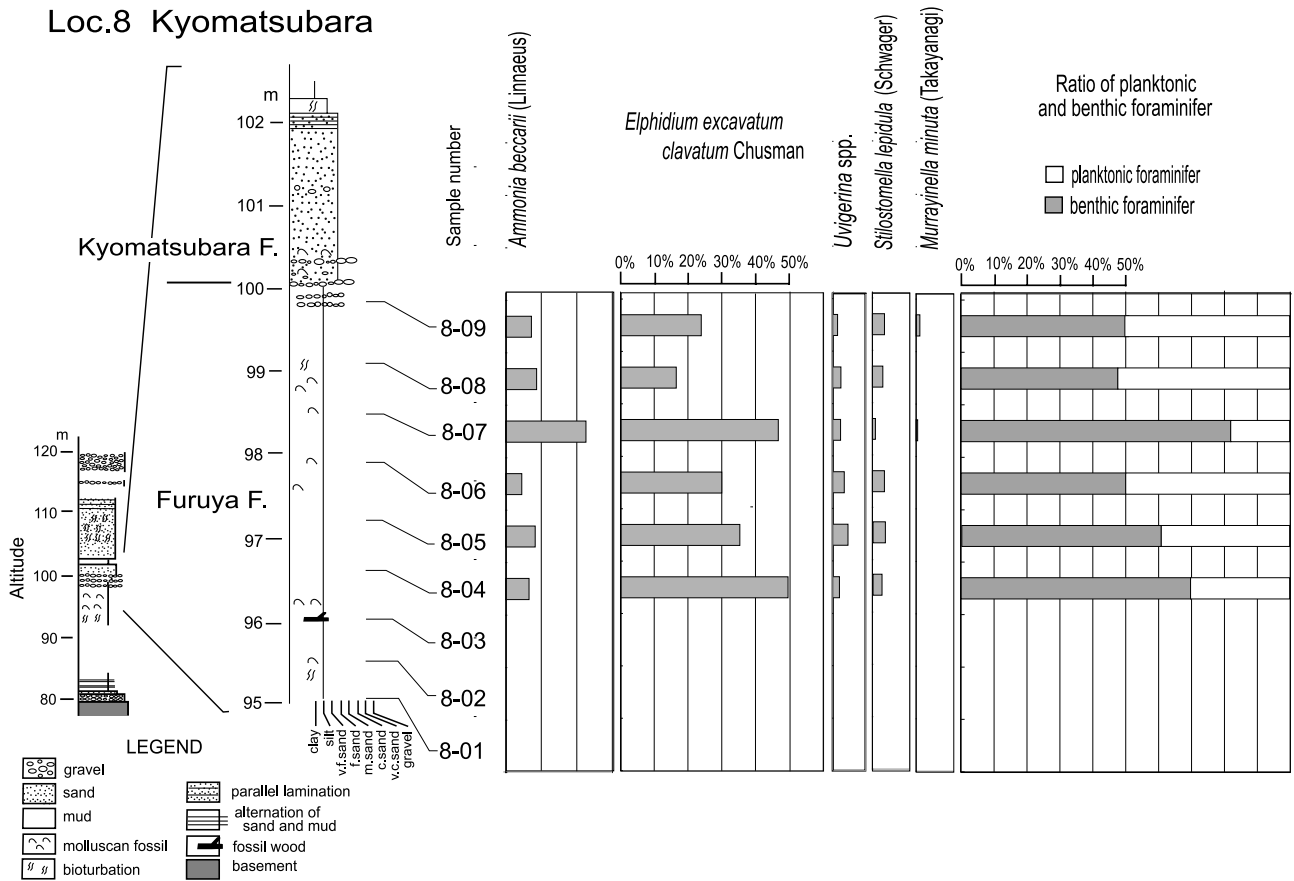


Fig. 7 Geological columnar sections at Loc. 8, showing sampling horizons and stratigraphic distributions of characteristic foraminifers. Locality of the columns is shown in Fig. 2. F.: Formation, v.f.: very fine, f.: fine, m.: medium, c.: coarse, v.c.: very coarse.

砂層を挟有する極細粒砂層，その上位は114mまで青灰色の砂質シルト層で，本層の最上部からは *T. granosa* と *C. gigas* が産する。114～117mは青灰色の塊状シルト層で，116mに細粒砂層を挟有する。117～118mに粘土層，その上位が122mまで露頭が欠如し，122～124mまでは *B. zonalis* を主とする貝化石を含む砂質シルト層，その上位は126mまで平行葉理の発達する極細粒砂層が見られた。126mより上位は礫層からなり，これは牧ノ原層に相当する。

[試料採取層準]：ランダムな間隔で12試料(7-01～7-12)を採取した。すなわち，海拔109mより下位の砂層から3点(7-01～7-03)，110～114mの砂質シルト層から2点(7-04～7-05)，その上位の塊状シルト～粘土層から4点(7-06～7-09)，122～124mの砂質シルト層から2点(7-10～7-11)，最上部のシルト質砂層から1点(7-12)である。

[産出有孔虫化石]：7-01～7-05と最上部の7-12

からは有孔虫化石が産出せず，その間で有孔虫化石が産出した。ただし，7-07はきわめて産出数が少なかった。これらの試料では *E. excavatum clavatum* および *A. beccarii* の合計が全産出量の80%以上を占めた。有孔虫化石が産出した区間の下部で *E. excavatum clavatum* が多く，上部ほど *A. beccarii* が卓越した。両種以外に *Elphidium subincertum*，*E. advena*，*Valvulineria hamanakoensis* (Ishiwada)がわずかであるが産出した。浮遊性有孔虫化石は7-08～7-11から産出したものの，7-10で10%であった以外は1%程度の産出であった。

Loc. 8 京松原セクション

[層相]：本セクションは南稜中部の京松原に位置し，更新統が海拔80m～102.5mに分布し，92mから上位では連続して露出する。本セクションでの層相と試料採取層準，および産出した有孔虫化石の特徴をFig. 7に示す。基盤直上に垂角礫からなる中礫層があり，海拔84mまで砂層を挟有するシル

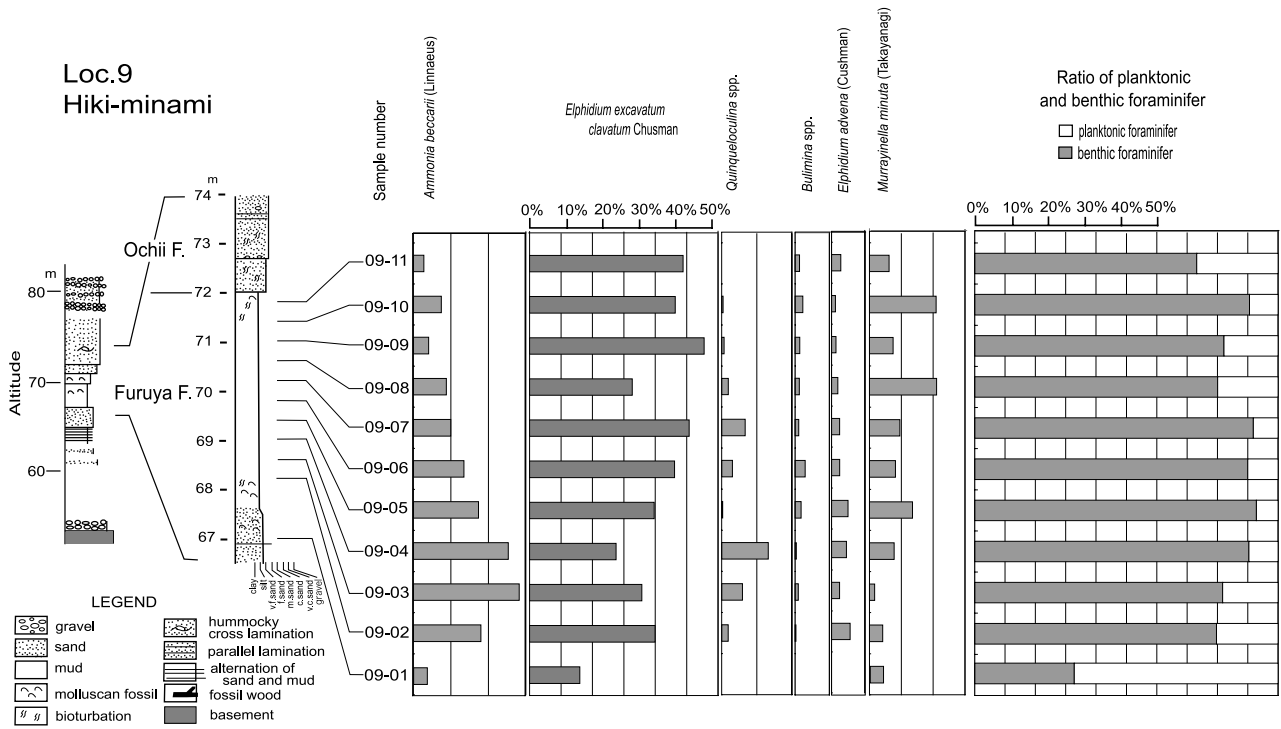


Fig. 8 Geological columnar sections at Loc. 9, showing sampling horizons and stratigraphic distributions of characteristic foraminifers. Locality of the columns is shown in Fig. 2. F.: Formation, v.f.: very fine, f.: fine, m.: medium, c.: coarse, v.c.: very coarse.

ト層があり、92～96.5mまでは材化石を多く含む青灰色のシルト層で最上部に *C. gigas* が産する。その上位から99mは *T. granosa* や *Cyclina sinensis* (Gmelin)を含む青灰色のシルト層、その上位100mまでは細～中礫と *Saccella* (*Saccella*) *confusa* (Hanley)や *Scapharca satowi* Dunker など多く種類の貝化石を含む青灰色のシルト層があり、その上位に細～中礫とマッドクラストを含む細粒砂層が重なる。このセクションでは海拔100mより上位が京松原層にあたる。

[試料採取層準]：海拔95mより上方で60cm間隔に9試料(8-01～8-09)を採取し、処理した。

[産出有孔虫化石]：下部の8-01～8-03からは有孔虫化石は産出せず、上部の8-04～8-09で有孔虫化石が産出した。本セクションでは *E. excavatum clavatum* と *A. beccarii* が多産し、ほとんどの試料で産出量の半分以上を占めた。両種以外に *Elphidium advena*, *Murrayinella minuta*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina nitidula* がわずかに産出した。浮遊性有孔虫化石の産出割合は比較的高く、8-06と8-08と8-09では50%近く含まれる。最も産出割合の低い8-07でも18%と他のセクションに比べ大きな値を示した。

Loc. 9 比木南セクション

[層相]：本セクションは南稜南部の比木の南側に位置し、更新統が海拔53m～82mに分布し、そのうち66m～77mまでは連続して露出する。本セクションでの層相と試料採取層準、および産出した有孔虫化石の特徴をFig. 8に示す。基盤直上に垂角礫からなる中礫層があり、海拔約62mまで露頭が欠如し、その上位に細粒砂層と砂層を挟有するシルト層があり、65～67.5mには *Raetella pulchella* Adams & Reeve や *Eufenella rufocincta* A. Adams などの貝化石を含み細粒砂層を挟有するシルト質砂層、その上位から72mまでは *Barnea* (*Umitakea*) *dilatata* Souleyet, *B. zonalis*, *R. pulchella*, *Gafrarium divaricatum* Gmelin, *Saxidomus purpurata* Sowerby II などの多くの貝化石を含み、直径数cmサンドパイプ型の生痕化石も見られる青灰色シルト層からなる。その上位は灰白色の細粒砂層からなる。このセクションでは72mより上位が落居層にあたる。

[試料採取層準]：海拔67mの極細粒砂層で1点(9-01)と68.2m～71.8mまでは40cm間隔に10点(9-02～9-11)の総計11点で試料を採取し、処理した。

[産出有孔虫化石] : 全層準から有孔虫化石が産出した。9-01では浮遊性種が68%と優勢で、他では9-11で27%である以外20%以下であった。底生種では、*E. excavatum clavatum*が優勢で、全体の28~56%と卓越する。それ以外に、*A. beccarii*, *Quinquelocullina* spp., *Elphidium advena*, *Murrayinella minuta*, *Bolivina striatula* Cushman, *Bulimina marginata* d'Orbignyがほとんどの試料から産出し、中でも*A. beccarii*は9-03と9-04で約25%を占め、*M. minuta*は9-08と9-10で約20%を占めた。

有孔虫化石から推定される 堆積環境とその変遷

上述のように、試料採取地点のうち有孔虫化石が産出したのはLoc. 1, Loc. 7~9であり、その産出結果をAppendix tables 1 and 2に示す。産出した有孔虫化石は11,424個体であり、そのうち底生種は9,227個体で全体の81%、浮遊性種は2,197個体であった。同定できた有孔虫化石では、*Ammonia beccarii*, *Elphidium excavatum clavatum*が多産し、これら2種が産出のほとんどを占めた。その他には、*Murrayinella minuta*と*Elphidium advena*がある程度の頻度で産出した。Fig. 9に産出した代表的な有孔虫化石の走査型電子顕微鏡(SEM)写真を示す。

小杉ほか(1991)によれば、*A. beccarii* forma 1は湾奥泥底のタクサで、*A. beccarii* forma 2とforma 3は内湾広域種群とされている。また、Matoba(1970)では、*A. beccarii* forma 1とforma 2はおもにinner bay~middle bayに生息するとされている。本稿では*A. beccarii*を細分していないので、この種の出現をもって湾奥の環境と推定できない。しかし、共産する*E. excavatum clavatum*が、Matoba(1970)によればおもにmiddle bay~outer bayに生息するとされ、この両種の産出量には逆相関が認められる。すなわち、*A. beccarii*が増加すれば*E. excavatum clavatum*が減少し、*A. beccarii*が減少すれば*E. excavatum clavatum*が増加する傾向がみられる。*A. beccarii*は溶存酸素の低下に対する抵抗力をもっている(Moodly and Hess, 1992)ことから、これはおもに生息海底付近の海水の溶存酸素量に原因するものと

推定される。この両種の産出量における逆相関をもとに*A. beccarii*に比べ*E. excavatum clavatum*が多産すれば湾中央底の環境、*A. beccarii*が卓越して*E. excavatum clavatum*が少なければより湾奥の環境を示唆すると推定した。また、outer bay~湾口沖合に生息する種が増加した場合は湾中央底から湾口域の環境、外洋の表層中に生息し内湾には生息しない浮遊性種(千地, 1975)が多産した場合は、湾中央底から湾口域の環境かまたは外洋水の大量流入を示唆するものと推定した。

高清水ほか(1996)は、古谷層に相当する地層を、下位から上位へ、溺れ谷システムの礫質網状河川相、溺れ谷埋積相、エスチュアリーシステムの内湾底相、湾奥デルタ相の4つの堆積相に分類した。礫質網状河川相は、淘汰の悪い垂円礫~垂角礫の細~大礫からなる礫層で、低海水準期に基盤の谷を削り込んだ礫質網状河川の堆積物と推定されている。溺れ谷埋積相は、最下部が礫質河川相の上位に重なる淘汰の悪い中~細礫からなる礫層と砂層で、主部が青灰色の細粒砂層と泥層からなり、海進期に潮汐の影響のある河口域から波浪の影響の少ない溺れ谷を埋積した泥質堆積物で、貝化石や生物擾乱が見られないことから還元的な環境で形成されたと推定されている。内湾底相は、生物擾乱の著しい青灰色の細粒砂層と泥層からなり、海進期の内湾堆積物と推定されている。湾奥デルタ相は、淘汰の悪い砂礫層・砂層・泥層の互層からなり、逆グレーディング構造を示し、高海水準期の河川の氾濫原堆積物や潮汐の影響の大きな湾奥デルタの堆積物と推定されている。

高清水ほか(1996)は、貝化石を含む古谷層の泥層は内湾底相に含め、その堆積環境を細分していないが、恩田ほか(2008)はその内湾底相から産する貝化石群集に3つの群集型を認めた。すなわち、*Cerithiopsisilla djadjariensis*, *Cerithiopsisilla cingulata* (Gmelin), *Batillaria zonalis*, *Tegillarca granosa*, *Crassostrea gigas*で優占される内湾干潟群集、*Paphia (Neotapes) undulata* Born, *Raetella pulchella*, *Dosinella corrugata* Reeve, *Theora fragilis* A. Adams, *Ringicula (Ringicula) doliaris* Gouldなどが多産する内湾の潮下帯以深泥底群集、*Microcirce dilecta* Gould, *Nucula paulula* A. Adamsなど外洋性~弱内湾性種が産出し、*Pyrrunculus phialus* A. Adamsなどの生息水深が30 mを越える要素を多く随伴する湾口域群集であ

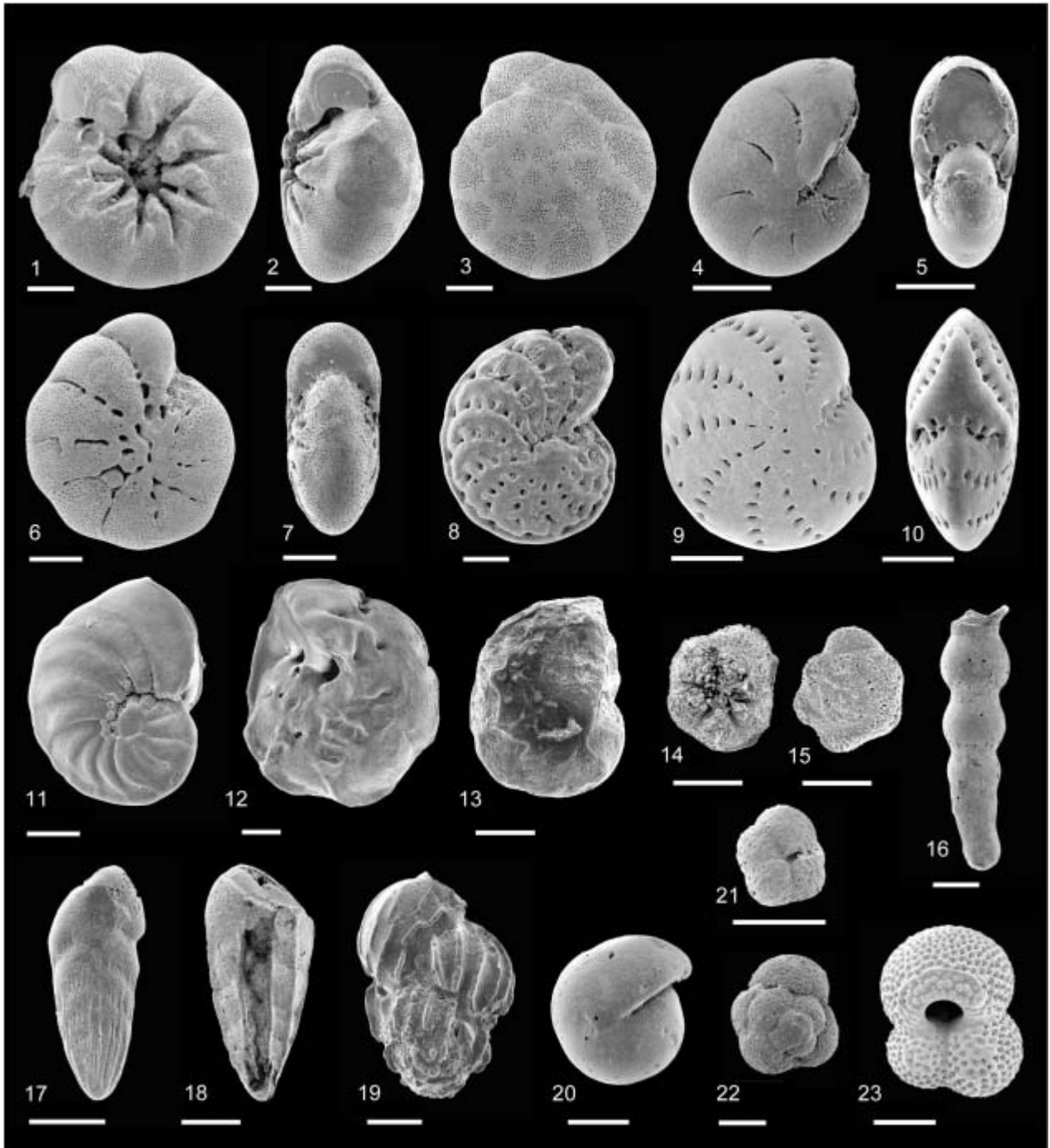


Fig. 9 SEM microphotographs of the major foraminiferal species from the Furuya Formation. Scale is 100 μm . (1)-(3) *Ammonia beccarii* (Linnaeus) from Sample 1-19; (4)-(5) *Elphidium subincertum* Asano from Sample 9-02; (6)-(7) *Elphidium excavatum clavatum* Cushman from Sample 1-19; (8) *Elphidium jenseni* (Cushman) from Sample 1-30; (9)-(10) *Elphidium advena* (Cushman) from Sample 9-07; (11) *Pseudononion japonicum* Asano from Sample 9-02; (12) *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny) from Sample 9-07; (13) *Hanzawaia nipponica* Asano from Sample 30-28; (14)-(15) *Murrayinella minuta* (Takayanagi) from Sample 9-08;; (16) *Stilostomella lepidula* (Schwager) from Sample 1-31; (17) *Bolivina striatula* Cushman from Sample 9-03; (18) *Bolivina robusta* Brady from Sample 8-04; (19) *Uvigerina nitidula* Schwager from Sample 1-30; (20) *Pullenia bulloides* (d'Orbigny) from Sample 1-31; (21) *Globigerina quinqueloba* Nataland from Sample 9-08; (22) *Globigerinita glutinata* (Egger) from Sample 1-31; (23) *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) from Sample 9-08.

る。恩田ほか (2008) は、牧ノ原台地南稜におけるそれらの群集型の水平的・垂直的分布から古谷層の堆積環境の変遷を議論した。

これらの堆積相と貝化石群集型から推定される堆積環境を参考にして、本稿で記載した各セクションの層相と有孔虫化石の産出結果をもとに、それぞれ

の地点での古環境とその変遷を推定する。

Loc. 1 坂井セクション

本セクションでは、海拔 33 m までの下半部 (1-01 ~ 1-18) からは有孔虫化石は産出しなかった (Fig. 4)。海拔 31 m までの礫層や砂層を挟有する青灰色シルト層は、貝化石と生痕化石が見られないことから溺れ谷埋積相と考えられ、その上位から 33 m までの青灰色シルト層は *C. djadjariensis* と *B. zonalis* を含み生痕化石による擾乱が認められ有孔虫化石が産出しないことから内湾干潟の堆積物と推定される。

海拔 33 ~ 35 m (1-19 ~ 1-25) は粘土層からなる。1-19 では *A. beccarii* が優勢であったが、1-21 に向かって減少し、*E. excavatum clavatum* はそれと反対の産出傾向を示し、1-21 では 90% を占めた。このことから、この区間が堆積した時期の本地点は湾奥から湾中央底の環境に変化したと考えられる。一方、この区間からは浮遊性有孔虫化石はほとんど産出せず、外洋水の影響はほとんどなかったと判断される。

1-23 ~ 1-25 では *A. beccarii* が底生有孔虫群集の 80% を占め、*E. excavatum clavatum* は 5% 以下の産出しかしなかった。また、浮遊性有孔虫はほとんど産出しなかった。したがって、この区間は外洋水の影響をほとんど受けない湾奥の環境で堆積したと考えられる。

海拔 35 ~ 37 m の青灰色細粒砂層の層準 (1-26 ~ 1-31) では、*A. beccarii* と *E. excavatum clavatum* が共産し、浮遊性種が 20% 以上産出した。また、この区間では少量ではあるが *M. minuta* や *Bulimina* 属が増加した。*M. minuta* は Matoba (1970) によれば湾口域に生息し、*Bulimina* 属は小杉ほか (1991) により内湾沖部泥底種群とされている。*A. beccarii* は比較的多産するものの、浮遊性種が多産すること、*M. minuta* や *Bulimina* 属が含まれることから、1-26 ~ 1-31 は外洋水の影響を受ける湾中央底~湾口域の環境で堆積したと推定される。1-25 から 1-26 への堆積環境の変化は、層相が粘土層から細粒砂層に変化すると同時に、浅海化した湾奥の環境から湾中央底~湾口域の環境に変化したと考えられ、1-25 と 1-26 の間に海進が起きたと考えられる。

以上から、本地点での古谷層の堆積環境の変遷に

ついて述べる。海拔 33 m までの下半部堆積時には海進にともない溺れ谷から潮間帯の内湾干潟の環境になった。その上位の海拔 33 m ~ 35 m の粘土層堆積開始時には湾奥~湾中央底になり、その粘土層堆積末期には堆積物の埋積により浅海化して湾奥の環境に変化した。海拔 35 ~ 37 m の細粒砂層の堆積開始時に海進があり、外洋水が流入するより開放的な湾中央底~湾口域に変化したと考えられる。

Loc. 2 勝俣セクション

海拔 49 m 付近までの粘土~シルト層は *C. gigas* および材化石を含み、有孔虫化石を産しないことから内湾干潟の環境を示す。54 ~ 55 m までの粘土層およびその上位の極細粒砂層も同様に有孔虫化石を産しないことから内湾干潟の環境を示唆すると考えられる。

Loc. 3 橋柄セクション

海拔 40 m までの細~中礫層は亜角礫からなることから礫質網状河川の堆積物で、その上位の 48 ~ 49 m の礫層とシルト層は貝化石と生痕化石が見られないことから溺れ谷の埋積堆積物、56 m から上位のシルト層は生痕化石や材化石を含み有孔虫化石が産出しないことから内湾干潟の環境を示唆すると考えられる。

Loc. 4 朝生原セクション

海拔 55 m までの中礫層と中粒~細粒砂層は貝化石と生痕化石が見られないことから溺れ谷の埋積堆積物で、その上位の極細粒砂層~シルト層と塊状粘土層、その上位のシルト層は生痕化石や貝化石片を産し、有孔虫化石が産しないことから内湾干潟の堆積物と考えられる。塊状粘土層からその上位のシルト層への変化は、堆積物の埋積による上方粗粒化と考えられる。

Loc. 5 静谷セクション

海拔 56 ~ 58 m の中~大礫層は亜角礫からなることから網状河川堆積物と考えられ、その上位 59 m までの細粒砂層は貝化石と生痕化石が見られないことから溺れ谷埋積堆積物、61 ~ 76 m までの塊状シルト層および粘土層は生痕化石が見られ有孔虫化石が産しないことから内湾干潟の堆積物と考えられる。その上位 77 m までの細粒砂層は、細礫を含み

斜交葉理が見られることから湾奥デルタの堆積物と考えられる。

Loc. 6 丹野池セクション

海拔 115 ~ 127 m までのシルト層~粘土層は, *C. gigas* や *T. granosa* の貝化石や生痕化石による擾乱が認められることと有孔虫化石が産出しないことから, 内湾干潟の堆積物と考えられる。

恩田ほか (2008) の Loc.1 は本セクションと近接した地点であり, そこでは海拔 112 ~ 127m の全層準にわたって湾奥の干潟泥底の貝化石群集が卓越して発達する (恩田ほか, 2008)。すなわち, 本セクション付近は, 基底直上に網状河川の礫層があり, その上位にほとんど溺れ谷埋積堆積物を挟まずに内湾干潟の堆積物が厚く堆積していると考えられる。

Loc. 7 古谷原セクション

基盤の直上の円礫層とその上位の細粒砂層から海拔 110 m までの極細粒砂層は貝化石と生痕化石が見られないことから溺れ谷埋積堆積物と考えられる。その上位 114m まで分布する砂質シルト層は, 生痕化石および *T. granosa* と *C. gigas* を産し, 有孔虫化石が産しないことから内湾干潟の堆積物と推定される。

有孔虫化石は 114 ~ 124 m までの 7-06 ~ 7-11 で産出したが (Fig. 6), 7-07 では有孔虫化石の産出量が少なく, その殻も溶けていた。そのためここでは 7-07 を除いて議論する。7-06 ~ 7-09 では, *E. excavatum clavatum* が下部で多産し上部で減少した。*A. beccarii* はそれと逆の産出傾向を示した。このことから, 本地点は 7-05 堆積時まで内湾干潟の環境であったが, 7-06 堆積時には湾中央底の環境になり, その後徐々に湾奥の環境に移行していったと推定される。また, 7-10 には浮遊性種が 10% 認められたが, *A. beccarii* が優勢であることから, 湾奥の環境に外洋水の流入があったと推定される。最上部の 7-12 は極細粒砂層であり, 有孔虫化石が産出しないことから, 再び内湾干潟または湾奥潮間帯の環境に戻ったと考えられる。

本地点は, 恩田ほか (2008) の Loc.2 と近接している。この Loc.2 の貝化石群集は, 110 ~ 114 m では内湾干潟の要素が優占するが, 114 m 付近を境に上位は潮下帯以深の要素が産し, 水深増加の傾向を示している (恩田ほか, 2008)。有孔虫化石群集か

ら推定される内湾干潟から湾中央底への変化の層準は海拔 114 m にあたり, 恩田ほか (2008) の推定と一致する。

以上から, 本地点での古谷層の堆積環境の変遷について述べる。古谷層堆積初期の本地域は海進にともない溺れ谷が出現し, さらに内湾干潟を経て, 本地点は湾中央底になった。その後, 本地域は徐々に湾奥の環境に移行し, 古谷層の最上部堆積時には再び内湾干潟の環境となった。これは, 海進の停止と堆積物の供給による埋積作用で浅海化した結果と考えられる。

Loc. 8 京松原セクション

試料 8-01 ~ 8-03 は有孔虫化石を産出せず, *C. gigas* や材化石を含むシルト層であることから, 内湾干潟の環境で堆積したと推定される。その上位の 8-04 ~ 8-09 では有孔虫化石が産出し, 浮遊性種も 20 ~ 50% 産出した (Fig. 7)。底生種では *E. excavatum clavatum* が多産し, 8-04 ~ 8-07 まででは底生種の半数以上を占め, その上位でも約 40% と高い割合を示す。また, *Stilostomella lepidula* や *Uvigerina* 属が産出し, 全体的に底生種の種類が多かった。これらのことから, 8-04 (96.5m) より上位の層準は外洋水の影響を受けやすい, ある程度開放的な湾中央底で堆積したと推測される。

本地点は, 恩田ほか (2008) の Loc.4 にあたる。貝化石群集からは本セクションの 95 ~ 99.5 m のシルト層は内湾干潟泥底環境に堆積したとされ (恩田ほか, 2008), 有孔虫化石群集が産出を始める 96.5 m での環境変化は確認されていない。また, 本セクション最上部の 99.5 ~ 100 m の礫層から産する貝化石群集には, 湾口域に生息する *Nucula paulula* A. Adams や *Microcirce dilecta*, 水深 30 m 以深に生息する *Marginodostomia tenera* A. Adams が含まれ, この層準は湾口域に堆積した可能性がある (恩田ほか, 2008)。

以上から, 本地点での古谷層の堆積環境の変遷について述べる。古谷層の基底部堆積時の本地域には, 網状河川が流れていた。次に海進にともない溺れ谷が形成された。その後, 露頭が欠如するため下限は不明だが, 海拔 92 ~ 96.5m のシルト層堆積時の本地域は内湾干潟泥底であった。そして, 海進により本地点はある程度開放的な湾中央底となり, 最上部の層準が堆積する時期には水深 30 m 以深の湾口域

になっていたと考えられる。

Loc. 9 比木南セクション

基盤直上に重なる亜角礫からなる中礫層は、網状河川の堆積物と考えられる。その上位は62 mまで露頭が欠如し、62～65 mには細粒砂層と砂層を挟有するシルト層が露出する。これは貝化石を含まないことから溺れ谷埋積堆積物の可能性があるが、堆積環境の詳細は不明である。

9-01は、海拔66.5～67.5mのシルト質砂層から採取されたが、この試料では浮遊性種が68%と優勢で、底生種では*E. excavatum clavatum*がその半数を占め、*A. beccarii*の産出がきわめて少なかった。このことから、このシルト質砂層は外洋水が大量に流入する湾中央底で堆積したと考えられる。その上位の68～72 mの9-02～9-11では浮遊性種の割合は8～27%で、底生種では*E. excavatum clavatum*が優先することから、外洋水がある程度流入する湾中央底の環境が考えられる。

9-02～9-04では、*E. excavatum clavatum*の産出割合が上位に向かって減少し、反対に*A. beccarii*は9-03で27%と9-04で25%産した。また、9-05から上位では*A. beccarii*の産出割合が減少し、*E. excavatum clavatum*が増加し、*M. minuta*が9-08と9-10で20%以上の産出を示した。このことから、9-02～9-04堆積時には湾中央底から徐々に湾奥の環境に近づいたが、9-05～9-07堆積時には再び湾中央底、さらに9-08より上位堆積時には湾中央底～湾口域の環境に推移したと思われる。

本地点は、恩田ほか(2008)のLoc.6にあたり、海拔65～67mの貝化石群集は、*Raetella pulchella*や*Eufenella rufocincta* A. Adamsなど内湾性種の多産で特徴づけられ、67～71mからは生息水深が30 m以深の*Marginodostomia tenera*や弱内湾性種である*M. dilecta*が多産する。71～72 mの最上部では内湾性種が少なく*M. tenera*はじめ*Nipponopholas satoi* Okamoto & Habe, *Dorisca nana* Meivili, *Pyrunculus phialus* A. Adamsなど水深10 m以深の種が多産することから、より外洋水の影響のある環境に変化したとされる(恩田ほか, 2008)。

以上から、本地点での古谷層の堆積環境の変遷について述べる。基底部堆積時の本地域には網状河川が流れていた。62 mまで露頭が欠如するため古環

境は不明であり、62～65 mの細粒砂層とシルト層が堆積した時期の本地域は、溺れ谷になった可能性が高い。65～72 mの層準が堆積した時期の本地域では、基本的には外洋水の影響のある湾中央底の環境が連続した。特に67 mの層準が堆積した時期には外洋水の流入が顕著であったが、その後やや衰退した。68～69 m堆積時にはやや湾奥に近い湾中央底へと環境が変化し、71 mより上位が堆積した時期には湾中央底～湾口域の環境に変化したと考えられる。なお、貝化石群集からは67.5 mより上位は水深30 m以深で堆積したと推定される。

古谷層の堆積環境とその変遷

本稿で推定した各セクションでの古環境の変遷から、古谷層の堆積環境の時空間変化は以下のように考えられる。Fig. 10に東南稜と南稜の各セクションにおいて推定された古谷層の堆積環境を示した。

東南稜において、南部の坂井(Loc. 1)では、海進にともない古谷層の堆積環境は溺れ谷から潮間帯の内湾干潟、湾奥～湾中央底、開放的な湾中央底～湾口域の環境へ変化した。中部では古谷層が分布せず、北部の4地点では古谷層の堆積環境は溺れ谷から内湾干潟に変化したものの、湾中央底の環境には至らなかった。また、最北部の静谷(Loc. 5)では最上部に湾奥デルタ堆積物が認められた。

南稜において、南部の比木南(Loc. 9)と中部の京松原(Loc. 8)では海進にともない網状河川が溺れ谷または内湾干潟となり、その後湾中央底となり、最上部堆積時には水深30 m以深の湾口域になった。北部の南端の古谷原(Loc. 7)では、内湾干潟から湾中央底になり、徐々に湾奥の潮間帯環境に移行した。さらに北側の丹野池(Loc. 6)では内湾干潟が継続し、湾中央底にはならなかった。

県立金谷高等学校科学部(1979)は、京松原セクションの北にあたる菅山原にあった高さ約20mの露頭で古谷層産の有孔虫化石を報告している。それによると、有孔虫化石は古谷層の基底から15～20mの最上部から産出し、約15～17mでは*A. beccarii*が優勢で浮遊性種も10%以下含まれ、それより上位では*Elphidium*属が優勢となり、浮遊性種も20～30%含まれる。この結果から、*A. beccarii*が優勢な約15～17mの層準は湾奥～湾中央底の環境で、その上位の層準は湾中央底～湾口域の環

境で堆積したと推定でき、上位に向けてより開放的な環境に変化したと考えられる。

Fig. 11 に牧ノ原台地の東南稜と南稜地域の更新統基底面図を示す。更新統基底の標高を計測した地点は試料採取地点と黒点で示した地点で、合計 208 地点になる。更新統基底面図はおもに古谷層の堆積基底面を示し、土 (1960) と池谷・堀江 (1982) で

すでに示されているように古谷層を堆積させた谷は東南稜と南稜にそれぞれひとつずつ存在する。そして、これらの谷は北部から南部へ連続して南部側が下流となり、その比高は約 100 m に及ぶ。これらの谷の形状は古谷層が堆積しはじめた時の浸食谷の形状をほぼ示すものと考えられる。その谷の南部には溺れ谷と干潟から湾中央底、さらに湾口域の環境へ

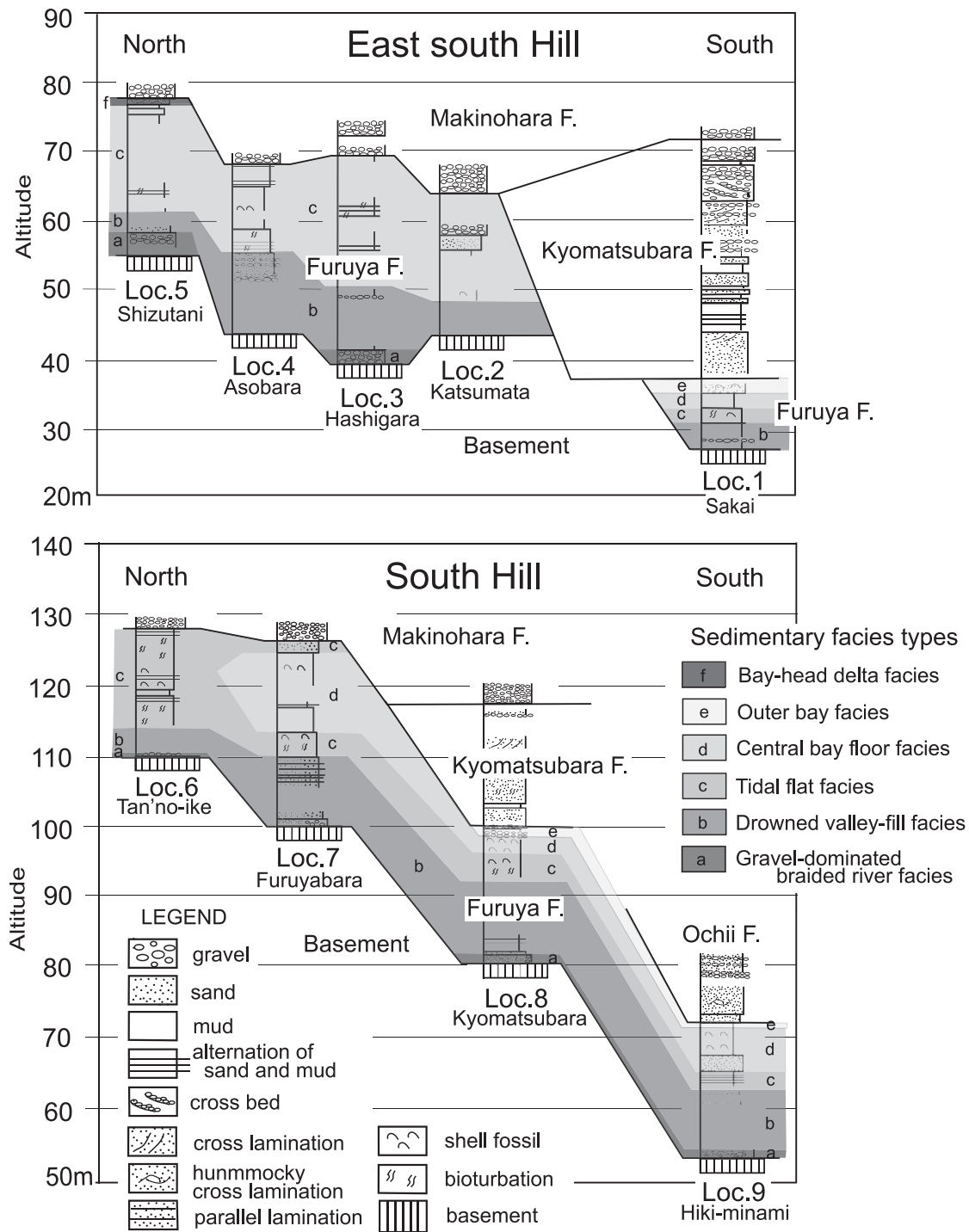


Fig. 10 Geological columnar sections of the Furuya Formation in the east south and the south hills, showing the sedimentary facies. Localities of the columns are shown in Fig. 2. F.: Formation.

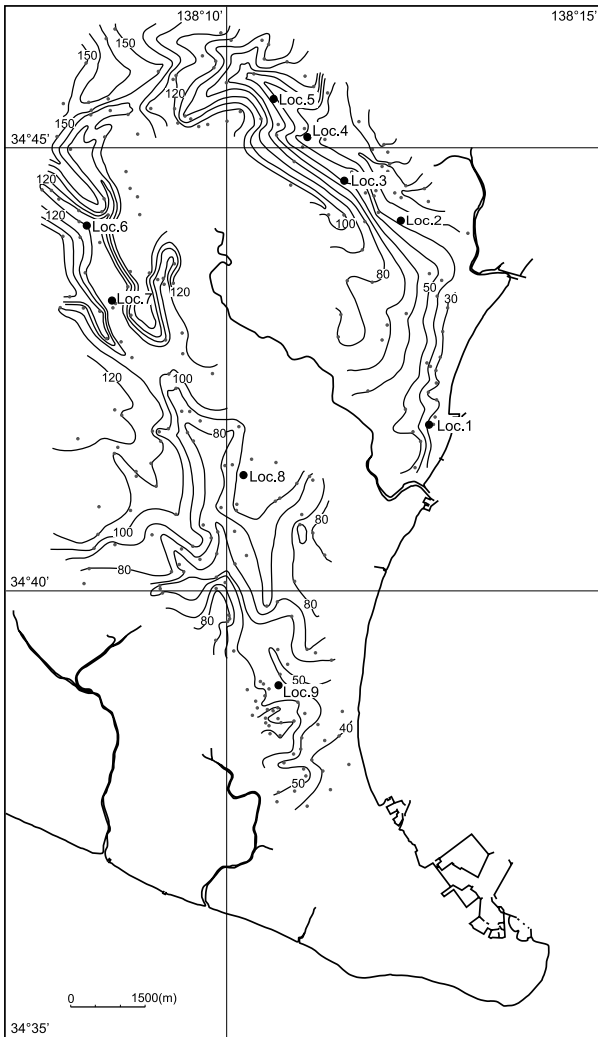


Fig. 11 Basal contour map of the Pleistocene in the east south and the south hills, showing the valley features before the deposition of the Furuya Formation. Small dots are the locations of measured points. Numerals represent altitude of each contour in meter.

連続する堆積物が分布し、北部では溺れ谷と干潟の堆積物が分布することから、古谷層を堆積させた海水の浸入は南部から始まり、順次北部まで広がったと考えられる。また、そのような海進によって堆積した古谷層は、池谷・堀江（1982）が指摘したように、海進すなわち海水準上昇とともに浸食谷の基盤に対して南から北へオンラップするように堆積したと考えられる。

土（1960）は、古谷層上限付近には潮間帯ないし10 m前後の深度を示す自生的貝化石群集が見られ、その上限の面は同時に形成されたとして、古谷層の泥層が南から北へ覆いかぶせ堆積したことを否定した。そして、そのことを根拠に、古谷層形成後に北側の地域が隆起する撓曲によって、現在の牧ノ原台地の地形が形成されたとした。また、池谷・堀江

（1982）は、古谷層を堆積させた古相良湾は堆積最末期に細粒堆積物により埋積されて沼沢化して消失したとし、その古谷層最末期の層準が南側に傾斜することから、古谷層堆積後に台地北側が隆起したとした。

しかし、土（1960）が示した古谷層最上部の潮間帯ないし10 m前後の深度を示す堆積物は、東南稜と南稜の北部に限られ、東南稜南部と南稜中部と南部の最上部の層準は、湾中央底～湾口域の環境、南稜中部と南部では水深30 m以深の堆積物と考えられる。また、前述のように古谷層は、南から海が浸入して海進とともに南から北へ覆いかぶせ堆積した地層であると考えられる。池谷・堀江（1982）は、古谷層堆積最末期の沼沢化の証拠とした細粒堆積物について、その層相と分布の詳細を明らかにしていない。また、古谷層堆積最末期の海退期に堆積したと考えられる湾奥デルタの堆積物は、その分布が北部に限られ中部以南には認められない。これらのことから、土（1960）や池谷・堀江（1982）が示したような古谷層の最大海氾濫期または海退期の汀線の位置が現在南側に傾斜しているという証拠はなく、古谷層堆積後に牧ノ原台地の北側が相対的に隆起したという従来の考えは、再検討する必要がある。

本研究からも明らかになったように、古谷層は南から海が浸入して海進とともに堆積した地層が主体をなし、その最大海氾濫期には海水準の位置は北部の北端にあったと考えられる。その時に、北部は湾奥の溺れ谷～潮間帯干潟の環境になり、その南側の中部から南部は湾中央底～湾口域の環境で、水深30 m以深の海底であった可能性がある。これは推定される古谷層の基底面、すなわち古谷層が堆積した谷地形の南北での比高に調和的である。

各試料採取セクションにおいて推定された古谷層の堆積環境の変遷（Fig.10）と、古谷層が堆積しはじめた時の浸食谷の形状（Fig.11）をもとに、南側からの海進を想定して古谷層の堆積過程を検討する。

東南稜においては、海進初期に坂井（Loc. 1）で内湾干潟の堆積物が形成された。しかし、その時にはまだ北部は陸域であったと考えられる。その後の海進の進行によって海域が北部に及び、橋柄（Loc. 3）と朝生原（Loc. 4）で内湾干潟の堆積物が堆積し始めた時に、坂井（Loc. 1）では湾奥～湾中央底の環境になったと考えられる。橋柄（Loc. 3）と朝

生原 (Loc. 4) で内湾干潟堆積物の基底は海拔 55 m 付近で、坂井 (Loc. 1) の湾奥～湾中央底の堆積物の基底は海拔 33 m であり、その比高は 22 m ある。すなわち、東南稜北部が水深 0 m 付近にあったとき、南側の坂井 (Loc. 1) では水深 22m の湾中央底であったと推定される。同様に、海進の進行にともなって、海域はさらに北部に浸入し、その時南部の坂井 (Loc. 1) では水深が増加し、外洋水の流入する湾中央底～湾口の環境に変化したと考えられる。海進が終了し、高海水準期または海退期になって、北部の北側に位置する静谷 (Loc. 5) では、古谷層最上部に湾奥デルタ堆積物が堆積した。

南稜においては、海進の初期に南部の比木南 (Loc. 9) が溺れ谷となり、その後湾中央底の堆積物が堆積した時に、海域は中部の京松原 (Loc. 8) 付近まで浸入して内湾干潟の環境を出現させたと考えられる。比木南 (Loc. 9) の湾中央底堆積物の基底は海拔 65 m 付近にあり、京松原 (Loc. 8) の内湾干潟堆積物の基底は 91 m 付近にあり、その比高は 26 m になる。さらに海域が北部に浸入し、古谷原 (Loc. 7) と丹野池 (Loc. 6) が内湾干潟の環境になった時には、京松原 (Loc. 8) は湾中央底、比木南 (Loc. 9) は湾口域の環境になったと推定される。古谷原 (Loc. 7) における内湾干潟堆積物の基底の海拔は 110 m で、京松原 (Loc. 8) の湾中央底堆積物の基底は 96.5 m、比木南 (Loc. 9) の湾口域堆積物の基底は 69 m であり、古谷原 (Loc. 7) が水深 0 m の時に京松原 (Loc. 8) は水深 13.5 m の湾中央底で、比木南 (Loc. 9) は 41 m の湾口域の環境になったことになる。比木南 (Loc. 9) ではこの層準付近から、水深 30 m 以深に生息する貝化石が産している (恩田ほか, 2008)。さらに海域は北部に浸入し、古谷原 (Loc. 7) は湾中央底の環境になり、京松原 (Loc. 8) は水深 30 m 以深の湾口域の環境になった。京松原 (Loc. 8) の最上部層準からも、水深 30 m 以深に生息する貝化石が産している (恩田ほか, 2008)。古谷原 (Loc. 7) が湾中央底の環境になった時、その北側の丹野池 (Loc. 6) は同じ高度にもかかわらず内湾干潟の環境が継続した。このことは、丹野池 (Loc. 6) が谷幅の狭い湾奥に位置していた (Fig.11) ために堆積物による埋積が古谷原 (Loc. 7) より進んだためと思われる。なお、古谷原 (Loc. 7) においては、その後湾中央底の環境から徐々に湾奥の潮間帯環境に移行した。

東南稜と南稜の海進による堆積過程を別に述べてきたが、南稜北部の丹野池 (Loc. 6) での内湾干潟堆積物最上部の海拔は 128 m であり、この高度に海水準があったと仮定すると、現在の比高から東南稜北部には内湾干潟堆積物よりもっと深い海底環境の堆積物が存在してもよいことになる。しかし、東南稜北部では内湾干潟より深い湾中央底堆積物は認められていない。牧ノ原台地の台地面は北西から南東に向かって緩く傾斜し、東南稜では東ないし東北東方向に傾斜している (長田, 1998)。また、東南稜における古谷層および牧ノ原層の基底高度は南稜に比べ全体的に低い傾向がある。これらのことから、古谷層堆積後の東南稜と南稜における隆起量はそれぞれ異なっていた可能性がある。また、東南稜中部では古谷層が上位の京松原層に削剥されており、北部で牧ノ原層によって古谷層が削剥されている可能性もある。そのため、東南稜における古谷層の堆積過程、特に海進後期の堆積過程については不明な部分が多く、東南稜と南稜の堆積過程を推定するための海水準を同一の高度を用いて推論することができない。このことから、牧ノ原台地の形成過程をより詳細に明らかにするためには、今後、古谷層堆積後の東南稜と南稜の隆起量の違いと、古谷層の上位層である京松原層、落居層、牧ノ原層の堆積過程について検討する必要がある。

ま と め

本研究では静岡県大井川下流西岸に位置する牧ノ原台地に分布する更新統のうち、古谷層を対象として、有孔虫化石を用いてその堆積環境およびその変遷過程の復元を試みた。有孔虫化石用試料を、南稜と東南稜の 9 地点で採取し、4 地点から有孔虫化石が産出した。有孔虫化石が産出しなかった層準については、高清水ほか (1996) の堆積相と恩田ほか (2008) の貝化石群集を参考に堆積環境を推定した。

産出した有孔虫化石は 11,424 個体であり、そのうち底生種は全体の 81% であった。同定できた有孔虫化石では、*Ammonia beccarii* と *Elphidium excavatum clavatum* が多産し、これら 2 種が産出のほとんどを占めた。*A. beccarii* と *E. excavatum clavatum* の産出量には逆相関が認められ、この両種の産出関係をもとに *E. excavatum clavatum* が多産すれば湾中央底の環境、反対に *A. beccarii* が

卓越すればより湾奥の環境を示唆するものと推定した。また、兩種に随伴する他の種および浮遊性種が多く産出した場合、湾中央底から湾口域の環境かまたは外洋水の大量の流入を示唆するものと推定した。

東南稜においては、南部では溺れ谷から潮間帯の内湾干潟、湾奥～湾中央底、開放的な湾中央底～湾口域の環境へ変化したが、北部では溺れ谷から内湾干潟に変化したただけであった。南稜においては、南部と中部で海進にともない網状河川が溺れ谷または内湾干潟泥底となり、その後湾中央底の環境となり、最上部堆積時には湾口域の環境になった。また、北部では内湾干潟の環境が継続したが、その南端部で内湾干潟から一度湾中央底の環境になりまた徐々に湾奥の潮間帯環境に移行した。

これらのことから、古谷層を堆積させた海水の侵入は南部から始まり、海進の進行とともに順次北部まで広がったと考えられ、池谷・堀江 (1982) が指摘したように古谷層の主体は、海進すなわち海水準上昇にともない浸食谷の基盤に対して南から北へオンラップするように堆積したと考えられる。そして、その最大海氾濫期には海水準の位置は北部の北端にあり、北部は湾奥の溺れ谷～潮間帯干潟の環境になり、中部から南部は湾中央底～湾口域で水深 30 m 以深の海底であったと考えられる。これは現在推定される古谷層の基底面の南北での比高に調和的である。このことから、土 (1960) や池谷・堀江 (1982) が示したように、古谷層の最大海氾濫期および海退期の海水準の位置が現在南側に傾斜していたとは考えられず、古谷層堆積後に牧ノ原台地の北側が相対的に隆起したという従来の説は再検討する必要がある。

謝 辞

本研究にあたり、長田敏明氏、佐藤 武氏と東海大学海洋学部の根元謙次教授、および静岡大学教育学部の延原尊美准教授と恩田大学氏には貴重なご助言を頂いた。弘前大学大学院理工学研究科の根本直樹講師には、有孔虫化石の種の同定と群集組成に関して貴重な助言を受け、また本稿を丁寧に査読して重要な指摘をして頂いた。東海大学海洋学部環境情報工学科の千賀康弘教授と水産学科の田中 彰教授には、有孔虫化石の走査型電子顕微鏡 (SEM) 写

真撮影で御協力を頂いた。なお、牧ノ原台地南稜南部の地層分布については前田正男氏の調査資料を参考にさせて頂いた。現地調査にあたっては、独立行政法人野菜茶業研究所の松尾喜義氏と掛川市円満寺住職鬼頭良武氏、駿河湾団体研究グループの横山謙二、河合里美、楢本あき子、石田太一郎、笠井智博、杉本大輔、田中敏広、角田勇貴、芳野浩一、中本裕介、柳澤宏成の各氏にご協力を頂いた。

引用文献

- 千地万造 (1975) C 生態. 29-44. 高柳洋吉・大森昌衛編：古生物学各論 2 無脊椎動物化石・上, 築地書館, 東京, 302p.
- 井口正男 (1955) 牧ノ原礫層の堆積に関する考察. 資源科学研究所報告, **39**, 32-38.
- 池谷仙之・堀江善裕 (1982) 静岡県牧ノ原台地に発達する古谷層 (上部更新統) の堆積環境. 第四紀研究, **21**, 75-93.
- Ishizaki, K. and M. Kato (1976) The Basin development of the Diluvium Furuya mud basin, Shizuoka Prefecture, Japan, based on faunal analysis of fossil ostracodes. 118-143, In Takayanagi, Y. and T. Saito eds.: Progress in Micropaleontology, Micropaleontology Press, Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 422p.
- 県立金谷高等学校科学部 (1979) 古谷泥層の有孔虫化石. 静岡地学, **39**, 17-20.
- 国土地理院 (1982) 土地条件調査報告書 (遠州地域). 国土地理院技術資料 (D・2-No. 35), 133p.
- 小杉正人・片岡久子・長谷川四郎 (1991) 内湾域における有孔虫の環境指標種群の設定とその古環境復元への応用. 化石, **50**, 37-55.
- Matoba, Y. (1970) Distribution of recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.), **42**, (1), 1-85.
- Moodly, L. and C. Hess (1992) Tolerance of infaunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentrations. Biological Bulletin, **183**, 94-98.
- 森 みつ子 (1972) : 古谷泥層の底棲有孔虫群集について. 静岡地学, **22**, 29-30.
- 中川久夫 (1961) 本邦太平洋沿岸地域における海水

- 準静的変化と第四紀編年. 東北大学理学部地質学
古生物学教室研究邦文報告, **54**, 1-61.
- 恩田大学・延原尊美・柴 正博・山下 真 (2008)
静岡県牧ノ原台地の更新統古谷層の貝化石群集と
堆積環境. 海・人・自然 (東海大博研報), **9**,
19-44.
- 長田敏明 (1976) 牧ノ原台地の第四系地史. 関東の
第四紀, **3**, 41-46.
- 長田敏明 (1980) 静岡県牧ノ原台地の形成過程. 第
四紀研究, **19**, 1-14.
- 長田敏明 (1998) 牧ノ原台地の地形と地質. 地団研
専報, **46**, 78p.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上
靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996)
静岡県榛原地域の相良層群と掛川層群の層序. 地
球科学, **50**, 441-455.
- 柴 正博 (2005) 2.2 静岡, 掛川地域の新第三系・
下部更新統. 132-136, 日本の地質増補版編集委
員会編: 日本の地質増補版, 共立出版, 東京,
374p.
- 杉山雄一・寒川 旭・下川浩一・水野清秀 (1987)
静岡県御前崎地域の段丘堆積物 (上部更新統) と
更新世後期における地殻変動. 地調月報, **38**,
443-472.
- 杉山雄一・寒川 旭・下川浩一・水野清秀 (1988)
御前崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の
1 図幅), 地質調査所, 153p.
- 高清水康博・酒井哲弥・増田富士雄 (1996) 静岡県
牧ノ原台地の上部更新統の堆積相と堆積シークエ
ンス. 地質学雑誌, **102**, 879-882.
- Tsuchi, R. (1958) Paleo-ecology of mollusca in the
Pleistocene Furuya mud, Shizuoka Prefecture.
Rep. Lib. Arts Fac. Shizuoka Univ., Nat. Sci., **2**,
121-128.
- 土 隆一 (1960) 大井川下流地方第四系の地史学的
考察. 地質学雑誌, **66**, 639-653.
- 渡辺 光 (1929) 本邦の隆起三角州に関する考察.
地理学評論, **5**, 1-15.

Appendix table 1 Distribution of foraminifers at the sampling horizons from Localities 1 and 7.

Species name	Locality and Sample number		Sakai (Loc. 1)													Furuyabara (Loc. 7)						
			1-19	1-20	1-21	1-22	1-23	1-24	1-25	1-26	1-27	1-28	1-29	1-30	1-31	Total	7-06	7-07	7-08	7-09	7-10	7-11
Benthic foraminifer																						
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus)	144	144	14	81	179	193	192	69	134	89	141	115	32	1527	77		149	185	388	230	1029	
<i>Ammonia japonica</i> (Hada)			4	2	1	23		6		1	1	7	2	5	13					8	8	
<i>Ammonia</i> sp.															47							
<i>Bolivina robusta</i> Brady														3	5					1	1	
<i>Bolivina</i> cf. <i>seminuda</i> Cushman														1	1						0	
<i>Bolivina striatula</i> Cushman														0	0			1			1	
<i>Bolivina</i> sp.								1	2					1	4						0	
<i>Buccella frigida</i> (Cushman)														0	0					1	1	
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny										1				1	1						0	
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny										1				1	1					2	1	
<i>Bulimina subornata</i> Brady														0	0					2	2	
<i>Bulimina tenuata</i> (Cushman)														0	0					1	1	
<i>Bulimina</i> sp.											1	2		3	3						0	
<i>Bulminella elegantissima</i> (d'Orbigny)												1		1	1						0	
<i>Bulminella elegantissima tenuis</i> Cushman and McCulloch								3	2	3				3	11						0	
<i>Bulminella</i> sp.							1			3	1	1		6	6						0	
<i>Cassidulina delicata</i> Cushman														0	0			1			1	
<i>Cassidulina subglobosa</i> Brady														2	2						0	
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)					1			2		6	2	4	5	20	20						0	
<i>Cibicides praecinctus</i> (Karrer)													4	4	4						0	
<i>Cibicides subpraecinctus</i> (Asano)										3				3	3						0	
<i>Cibicides</i> sp.								10					3	13	13						0	
<i>Ellipsodosaria lepidula</i> (Schwager)														0	0					1	1	
<i>Elphidium advenum</i> Cushman			1	1	2		1					1		6	6			1			3	
<i>Elphidium advenum depressulum</i> Cushman														1	1						0	
<i>Elphidium articulatum</i> (d'Orbigny)														0	0			3	18	14	17	
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)					4	2	3		3	1		2	2	2	19						1	
<i>Elphidium excavatum clavatum</i> Cushman	72	125	187	185	4	9	11	50	37	46	34	24	32	816	136		148	42	9		335	
<i>Elphidium jenseni</i> (Cushman)										1		1		2	2						0	
<i>Elphidium subarcticum</i> Cushman														0	0					2	2	
<i>Elphidium subincertum</i> Asano	12	22	1			1	2				1	1		40	40	2		7	1		5	
<i>Elphidium</i> spp.		1					3			1		1		6	6						0	
<i>Eponides bradyi</i> Earland														2	2						0	
<i>Fissurina</i> sp.								1						1	1						0	
<i>Glabratella opercularis</i> (d'Orbigny)													1	1	1						0	
<i>Glabratella partelliformis</i> (Brady)									1	2				3	3						0	
<i>Glabratella nipponica</i> Asano														0	0					1	1	
<i>Gyroidina orbicularis</i> (d'Orbigny)														2	2						0	
<i>Gyroidina profunda</i> Aoki														2	2						0	
<i>Gyroidinoides nipponicus</i> (Ishizaki)													1	1	1						0	
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano							1	4	3			1	4	13	13						0	
<i>Hanzawaia</i> sp.														1	1						0	
<i>Heterolepo margaritifera</i> (Brady)														9	9						0	
<i>Hoeghndia elegans</i> (d'Orbigny)														1	1						0	
<i>Lagena</i> sp.								1						1	2						0	
<i>Lenticulina calcar</i> (Linnaeus)										1				1	1						0	
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel and Moll)									2	2			5	9	9						0	
<i>Marginulina nakamurai</i> (Asano)												1		1	1						0	
<i>Murrayinella minuta</i> (Takayanagi)								6	4	2	2	3	3	20	20						0	
<i>Murrayinella</i> sp.			2											2	2						0	
<i>Nonion japonicum</i> Asano														2	2						0	
<i>Nonion labradoricum</i> (Dawson)										1				1	1						0	
<i>Poroeponides cibrorepanus</i> Asano and Uchio							1							1	1						0	
<i>Planulina wuellerstorfi</i> (Schwager)														1	1						0	
<i>Pseudononion japonicum</i> Asano								2			1	1	1	5	5						0	
<i>Pseudorotalia gaimardii</i> (d'Orbigny)													1	1	1						0	
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)														1	1						0	
<i>Quingueloculina</i> sp.														1	1						0	
<i>Rectobolivina bifrons</i> (Brady)														1	1						0	
<i>Robulus lucidus</i> (Cushman)														2	2						0	
<i>Robulus nikobarensis</i> (Schwager)												1		1	1						0	
<i>Rosalina vilardeboana</i> d'Orbigny														3	3						0	
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)												1		1	1						0	
<i>Rosalina</i> sp.								1				1		2	2						0	
<i>Siphonodosaria oinomikadoi</i> (Ishizaki)														0	0					1	1	
<i>Stilostomella lepidula</i> (Schwager)								3	5	1	2	1	9	21	21						0	
<i>Stilostomella</i> spp.										2	2			4	4					1	1	
<i>Triloculina tricarinata</i> d'Orbigny								1						1	1						0	
<i>Uvigerina hootsi</i> Rankin											3			3	3						0	
<i>Uvigerina</i> cf. <i>hootsi</i> Rankin								4						4	4						0	
<i>Uvigerina nitidula</i> Schwager								2		4	1	1	11	19	19						0	
<i>Uvigerina probocidea</i> Schwager												5	5	10	10						0	
<i>Uvigerina segundoensis</i> Cushman and Galliher												1		1	1						0	
<i>Uvigerina</i> spp.								3			2	4	5	14	14						0	
<i>Valvulineria sadonica</i> Asano														0	0						1	
<i>Valvulineria hamanaokoensis</i> (Ishiwada)						6								6	6					5	1	
Gen. and sp. indet.	0	0	2	0	2	1	8	12	17	13	8	7	27	97	97	2	3	10	1	5	11	
Planktonic foraminifera																						
<i>Globigerina angustumbilicata</i> Bolli									2				1	3	3						0	
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny									4	7	2	3	5	4	25				1		1	
<i>Globigerina falconensis</i> Blow									1	2		1	4	2	10						0	
<i>Globigerina quinqueloba</i> Nataland									4	2		1	1	2	10						0	
<i>Globigerina rubescens</i> Hofker									5	2	2		2	13	13						0	
<i>Globigerina</i> spp.						2	3		11	2			5	23	23					7	7	
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)									1			2	1	4	4					1	1	
<i>Globigerinita guttinata</i> (Egger)						1		38	13		3	7	11	73	73				1		8	
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)	1			1				16	7	8	6	7	11	57	57					4	4	
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)													3	3	3						0	
<i>Globigerinoides immaturus</i> LeRoy										4			2	6	12						0	
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)												5		5	5						0	
<i>Globigerinoides</i> spp.														6	6					3	3	
<i>Globorotalia bermudezi</i> Rogl and Bolli								2						2	2						0	
<i>Globorotalia inflata</i> (d'Orbigny)											1			1	1						0	
<i>Globorotalia menardii</i> (Parker, Jones, and Brady)													3	2	5						0	
<i>Globorotalia unguulata</i> Bermudez												1		1	1						0	
<i>Globorotalia</i> spp.													3	2	5						0	
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (

Species name	Sample number	Kyomatsubara (Loc. 8)							Hiki-minami (Loc. 9)												
		8-04	8-05	8-06	8-07	8-08	8-09	Total	9-01	9-02	9-03	9-04	9-05	9-06	9-07	9-08	9-09	9-10	9-11	Total	
<i>Rosalina</i> sp.								0				2									2
<i>Siphonodosaria oinomikadoi</i> (Ishizaki)		1		5				6		1											1
<i>Silostomella lepidula</i> (Schwager)		7	12	10	2	10	13	54		1	1					3					1
<i>Silostomella</i> spp.			10				9	19													0
<i>Triloculina laevigata</i> d'Orbigny								0				1									1
<i>Triloculina</i> sp.								0		2											2
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)								0					1	2							3
<i>Trochammina hadai</i> Uchio								0							1						1
<i>Trochammina japonica</i> Ishiwada								0					1								1
<i>Uvigerina excellens</i> Todd		1	13	8	2	3		27													0
<i>Uvigerina nitidula</i> Schwager		1				1		2													0
<i>Uvigerina pergrina dirupta</i> Todd							4	4													0
<i>Uvigerina probocidea</i> Schwager		2	4	3	4	5	2	20													0
<i>Uvigerina substriata</i> Asano								0									1				1
<i>Uvigerina yabei</i> Asano		2						2													0
<i>Vaivulineria sadonica</i> Asano								0					2								2
<i>Virgulina complanata</i> Egger								0													1
Gen. and sp. indet.		4	4	2	1	7	14	32	10	11	3	15	19	19	12	12	20	12	20	12	153
Planktonic foraminifer																					
<i>Candetta nitida</i> d'Orbigny			2				1	3													3
<i>Globigerina angustumbricata</i> Bolli				1	3			4			1	1				1					6
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny		6	3	1		6	6	22	7	1	4	1	4	3		4	2	1			27
<i>Globigerina falconensis</i> Blow			4	2	2	4	2	14				2				1	2				5
<i>Globigerina quinqueloba</i> Nataland		3		4	2	3	4	16	8	13	10	3	4	2	8	13	5	14	14		94
<i>Globigerina rubescens</i> Hofker		10	8	3		5	2	28	6	3	1		2	2	3	2					17
<i>Globigerina</i> spp.			3	12	6	7	3	31							1						15
<i>Globigerinella aequilateralis</i> (Brady)								0				1		2							3
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)						1		1	2	4			1		2					2	11
<i>Globigerinita gulinata</i> (Egger)		30	35	45	12	56	64	242	40	26	35	15	7	17	11	24	20	19	31		245
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)		5	15	15	4	22	16	77			8	3	8	2	1	2	9				33
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)							2	2													0
<i>Globigerinoides immaturus</i> LeRoy				3		5		8													0
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)								0					2	1	2	3					8
<i>Globigerinoides</i> spp.		1	7	6	3	2	7	26	4					2	2	8				1	15
<i>Globorotalia menardii</i> (Parker, Jones, and Brady)			2					2													0
<i>Globorotalia scintula</i> (Brady)								0	2		1										3
<i>Globorotalia tumida tumida</i> (Brady)								0													1
<i>Globorotalia</i> spp.		3		1	1			5	2												2
<i>Neogloboquadrina</i> spp.		7	14	6	2	16	17	62	17	16	4	7	3	2	4				1	7	61
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny			2	2				4	1	1		1									3
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker and Jones)							2	2							1						1
<i>Sphaeroidinella dehiscentes</i> (Parker and Jones)			1			1		2													0
Gen. and sp. indet.		23	46	54	10	59	71	263	71	18	9	8	3	17	9	26	5	11	33		210
Total number of benthic foraminifer		202	219	155	203	170	204	1153	77	387	305	443	337	441	452	338	244	462	262		3748
Total number of planktonic foraminifer		88	142	155	45	187	197	814	160	98	68	47	26	49	40	84	44	48	96		760
Total number of foraminifer		290	361	310	248	357	401	1967	237	485	373	490	363	490	492	422	288	510	358		4508
Total number of foraminifer/ 80g		2320	2888	2480	3968	5712	6416		7584	15520	11936	15680	11616	15680	15744	13504	9216	16320	5728		

東海大学博物館研究報告投稿規定

1. 東海大学博物館研究報告は、海洋科学博物館、自然史博物館における資料・標本の調査研究または教育活動の研究成果の報告書とし、主に東海大学博物館の学芸員およびその共同研究者から投稿を受け付け、原則として隔年発行とする（2007年より）。
2. 原稿には次の種類を設ける。
原著論文、短報、総説、資料など。
3. 原稿の内容や形式は著者の責任において十分に検討されたもので、本規定で別に設ける「原稿作成要領」に従う。
4. 東海大学博物館研究の原著論文の査読については、編集委員が適当と判断した当該分野の研究者2名に依頼する。

原稿作成要領

1. 用 語

原稿は和文または英文とする。

2. 構 成

- (1) 表題、英文要旨 (Abstract)、要旨の直訳、本文 [例：緒言 (Introduction)、材料と方法 (Materials and methods)、結果 (Results)、論議 (Discussion)、謝辞 (Acknowledgment)、引用文献 (Literature cited) の順で作成]、図表及び写真とそのキャプション (英文が望ましい) から構成される。短報についてもこれに従う。
- (2) 表 題
 - (a) 表題、著者名、所属及び住所 (郵便番号必記) を本文とは別の紙に和文及び英文で上記の順に行を改めて書く。
 - (b) 表題を省略した Running head (ハシラ) を和文原稿は和文 (20字程度) で、英文原稿は英文 (30字程度) で指定する。
 - (c) 英文表題の単語のうち、接続詞、冠詞、及び前置詞以外はすべて大文字で書き出す。ただし、文頭は全て大文字とする。

[例：The Evaluation Test of the Xanto Decca Chain in Suruga Bay.]

3. 書 き 方

- (1) 原稿は原則としてワードプロセッサを使用して作成し、紙面出力原稿2部 (1部はコピー) とテキストファイル (.txt) の入った3.5インチフロッピーディスクを1枚提出する。
- (2) 和文の紙面出力原稿はA4判縦置きで、横書き、1行全角36字程度、30行程度で、行間をあけて上下左右に3cm程度の余白をとる。
- (3) 英文原稿は、A4判縦置きで、横書き、30行程度で、行間をあけてワードプロセッサで打ち出し、和文原稿と同様な余白をとる。
- (4) 和文の句読点はピリオド (.) とカンマ (,) を用いる。
- (5) 動物名の学名の属名と種名は、紙面出力原稿にイタリック指定を示す赤の下線を引く。和名の場合には、カタカナを用いる。

[例： Homo sapiens]

- (6) 特殊文字や記号, 外字, 下付小文字などの指定については紙面出力原稿に赤で指定する.
- (7) 脚注は原則として用いない.
- (8) 本文中に文献を引用するときは著者の姓と年号 (カッコで囲む) で表す. たとえば Nishimura (1975) studied ..., ...いくつかの研究がある (岩下, 1975 ; 西村, 1978). 等とする. 著者が2人以上の場合は, 岩下・西村 (1975), Nishimura et al. (1975), 西村ほか (1975) のように書く.
- (9) 図 (写真を含む) 及び表
 - (a) 図表はそのまま写真版下になるよう作図, 作表したもの. 図表には印刷時の大きさを指定するか, できれば原寸大そのものを提出する.
 - (b) 図表の表題と説明文 (キャプション) は原則として英文とする. その原稿は別の紙に順を追って書き, 本文中には書かない.
 - (c) 図表には著者名と図表番号を明記する.
- (10) 引用文献
 - (a) 本文中に引用した文献のみを著者の姓のアルファベット順に別紙を並べ, 番号はつけない.
 - (b) 引用文献表記の形式は著者名 (欧文文献の主著者は姓を先に, 第2著者以後は姓を後に), 西暦年 (カッコで囲む), 表題, 雑誌名 (単行書のときは書名), 巻 (号) (号のみの場合は巻の表記と同じ), 頁-頁とし, 単行書のときは表題のあとに出版社, 発行都市, 総頁数 p. の順に記載する. 雑誌名の書名は頭文字を大文字で書く. 巻と号はアラビア数字とし, ローマ数字を用いない. 編著の場合は, 編: 書名, を加える (英文では In ... ed.: ...). 同一著者が単独と他との共著で現れる場合は, 単独の文献に続いて, 2人共著, 3人共著……の順に並べる. 著者が何人いても, Aほか, A et al. とはせず, A・B・C・D (和文文献), A, B, C and D (欧文文献) のようにする. 同じ著者の論文が続く場合, 著者名を略さず, また同じ雑誌名が続くような場合も Ibid. 等で略さず全部書く. 引用文献の表記については下の例を参照.

[引用文献の表記例]

鎮西清隆 (1980) 掛川層群の軟体動物化石群, その構成と水平分布. 国立科博専報, **13**, 15-20.

Haq, B. U., J. Hardenbol and P. R. Vail (1987) Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, **235**, 1156-1166.

星野通平 (1976) 駿河湾のなぞ, 沈黙の海底と生きている化石. 静岡新聞社, 静岡, 253p.

久保田 正 (1995) ミズウオの鳴らす警鐘. 67-74, 佐尾和子・丹後玲子・根本 稔編: プラスチックの海, おびやかされる海の生きものたち, 海洋工学研究所出版部, 東京, 302p.

Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene planktonic datum planes. 85-89, In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene datum planes, contributions to biostratigraphy and chronology, Univ. Tokyo Press., Tokyo, 140p.

- (c) 英文論文中に和文の文献を引用するときは, 各文献の末尾にカッコをつけて (in Japanese with English abstract), または (in Japanese) と付記する.