

## 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 —地質および堆積環境—<sup>1)</sup>

柴 正 博<sup>2)</sup>・横 山 謙 二<sup>3)</sup>・新 村 龍 也<sup>3)</sup>・伊 藤 芳 英<sup>2)</sup>

### Excavation Report of Pliocene Fossil Cetacea from the Kakegawa Group, Kamisaigo, Kakegawa City, Central Japan —Geology and Sedimentary Environment—<sup>1)</sup>

Masahiro SHIBA<sup>2)</sup>, Kenji YOKOYAMA<sup>3)</sup>,  
Tatsuya SHINMURA<sup>3)</sup> and Yoshihide ITO<sup>2)</sup>

#### Abstract

A right rib of fossil Cetacea was discovered from the Tenno silty sand Member of the Upper Pliocene Dainichi Formation at Kamisaigo, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, in October, 1999. A thorough excavation of fossil Cetacea at the site was conducted in August and September, 2000. The geological age of the horizon is about 2 Ma. Abundant fossils of various taxa were obtained such as more than twenty specimens of bone fragments containing two ribs (Cetacea and Sirenia), forty specimens of elasmobranch teeth, ten crab shells and abundant shell remains of mollusks. This paper reports geology and stratigraphy of the excavation site and occurrence of the fossils to discuss about the sedimentary environment. These animal remains including cetacean ribs were transported from the inner shelf depth into a channel valley in the outer-shelf to slope depth. This is the first report on fossil bones of marine mammal from the Kakegawa Group.

#### はじめに

静岡県掛川市とその周辺に分布する新第三系の掛川層群は、日本の新第三系層序の模式地のひとつとして、また鮮新世の軟体動物化石を多産する地層として、古くから層序学および古生物学的研究が行われてきた。特に軟体動物化石の古生物学的研究には、YOKOYAMA (1923, 1926) と MAKIYAMA (1927, 1931) の研究からはじまり、TSUCHI (1955)、鎮西 (1980)、NOBUHARA (1993)、間嶋・本目 (1993)、OZAWA et al. (1998) など多くの研究がある。しか

し、軟体動物以外、特に脊椎動物の化石の研究については、田中 (1985) と久家 (1985) および横山ほか (2000) による板鰓類化石の産出報告、小野 (1980) による鳥類化石の報告、田中 (1985) と TOMIDA and SAKURA (1988) による鯨目の歯化石の報告のみであった。なお、田中 (1985) の報告では産地が未記載であり、TOMIDA and SAKURA (1988) の産地は満水地域である。

1999年10月～11月と2000年8月～9月に著者らが行った掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査では、掛川層群大日累層から、海生哺乳類の肋骨化石3点を

<sup>1)</sup>東海大学自然史博物館研究業績 No.49

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.49

<sup>2)</sup>東海大学社会教育センター 424-8620 静岡県清水市三保2389

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

<sup>3)</sup>東海大学海洋学部 424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

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

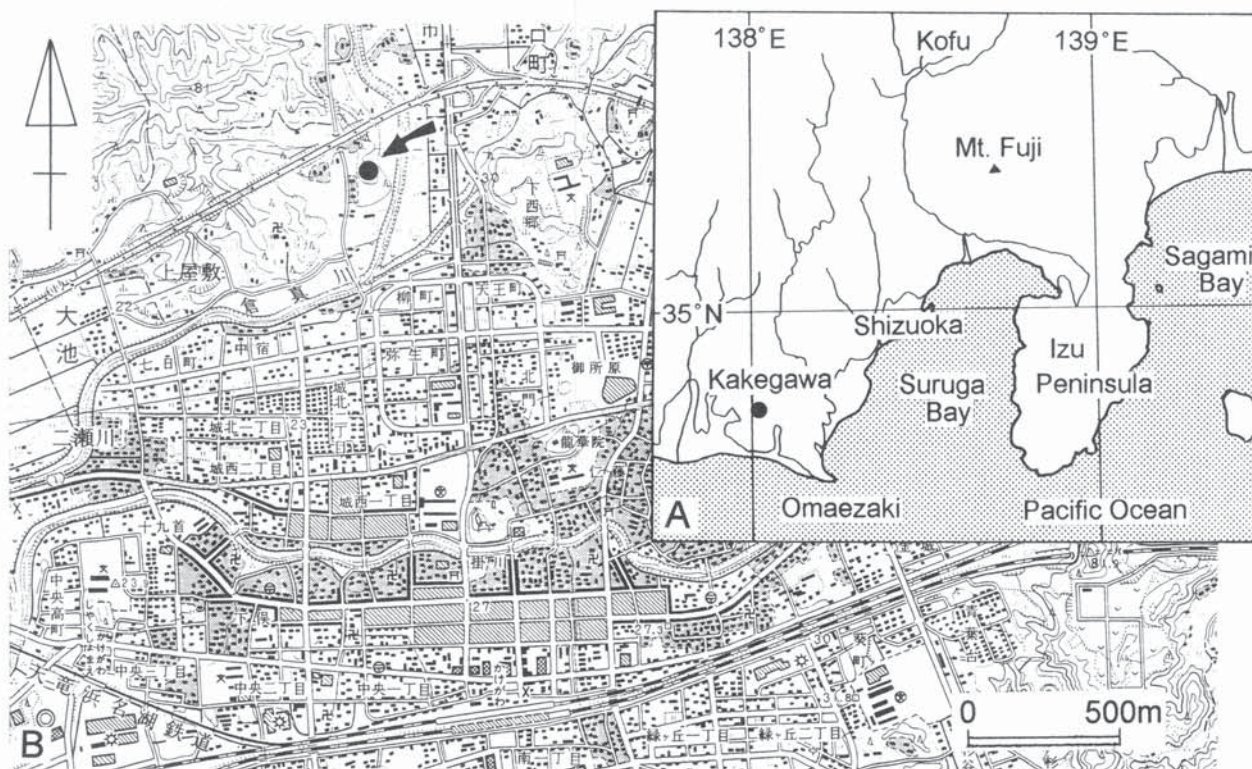


Fig. 1 Locality map. A: index map, B: the location of the excavation site (black circle with arrow) plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Kakegawa", Geographical survey of Japan.

含む20点以上の脊椎動物の骨化石片を採集した。また、その際に板鰓類歯化石が40点産出した。Fig. 1に、発掘地の位置を示す。

本稿では、著者らが行った掛川市上西郷での発掘調査の経緯を概説し、発掘地の層序と産出化石およびその産状について述べ、化石が含まれる地層の堆積環境について推定する。

### 発掘調査の経緯

1999年10月24日、著者のひとり新村が、掛川市上屋敷西郷区画整理地の道路わきの露頭(Fig. 2-A)において鯨目と思われる骨化石の一部の露出を発見した。10月29日～11月2日にかけて著者らと数人の協力者によりその骨化石の発掘を行ったところ、肋骨体遠位端が少し損失しているものの全長約1.2mにおよぼほぼ完全な鯨目の右肋骨が現れた(Fig. 2-B)。露出した肋骨化石の周囲を掘った後に、石膏で包含して肋骨化石全体を取り出したが、取り上げる際に肋骨化石の数ヶ所に亀裂が生じた。

このような保存良好な肋骨化石が産したということは、この層準にさらに多数の鯨目化石が埋積されている可能性が高いと考え、東海大学自然史博物館

では掛川市区画整理課および上屋敷西郷土地整理組合の許可を得て、2000年8月24日～29日と9月2日～7日にかけて発掘調査を行った。

掛川市上屋敷西郷区画整理地およびその周辺には、掛川層群大日累層の大日砂層と天王シルト質砂層が分布する。この露頭では東端に大日砂層が露出し、その上位にあたる露頭全体に天王シルト質砂層が分布する。天王シルト質砂層には、軟体動物化石を多量に含む砂層(貝化石層)が4層挟在し、この肋骨化石はこれら貝化石層のうち下位から2番目の第II貝化石層と呼ぶ砂層から産出した。

2000年8月の発掘に先立ち、掛川市区画整理課の協力を得て、第II貝化石層の発掘が容易になるように発掘地点付近の崖の高さを地上高2.5mに整えていただいた。発掘1日目と2日目は、肋骨化石が産した地点付近の第II貝化石層の上面を露出させるために、人力でその上位の泥層を掘削する作業を行ったが、暑さと泥層が硬質だったために作業は難航した。

そのため、3日目からは、この造成地で整地作業を行っていた後藤興業の協力を得て、重機(ユンボ)で第II貝化石層の上位の硬質な泥層を広範囲に剥ぎとっていただいた。その結果、縦横10m四方の広さで、第II貝化石層の上面を露出させることができた。第

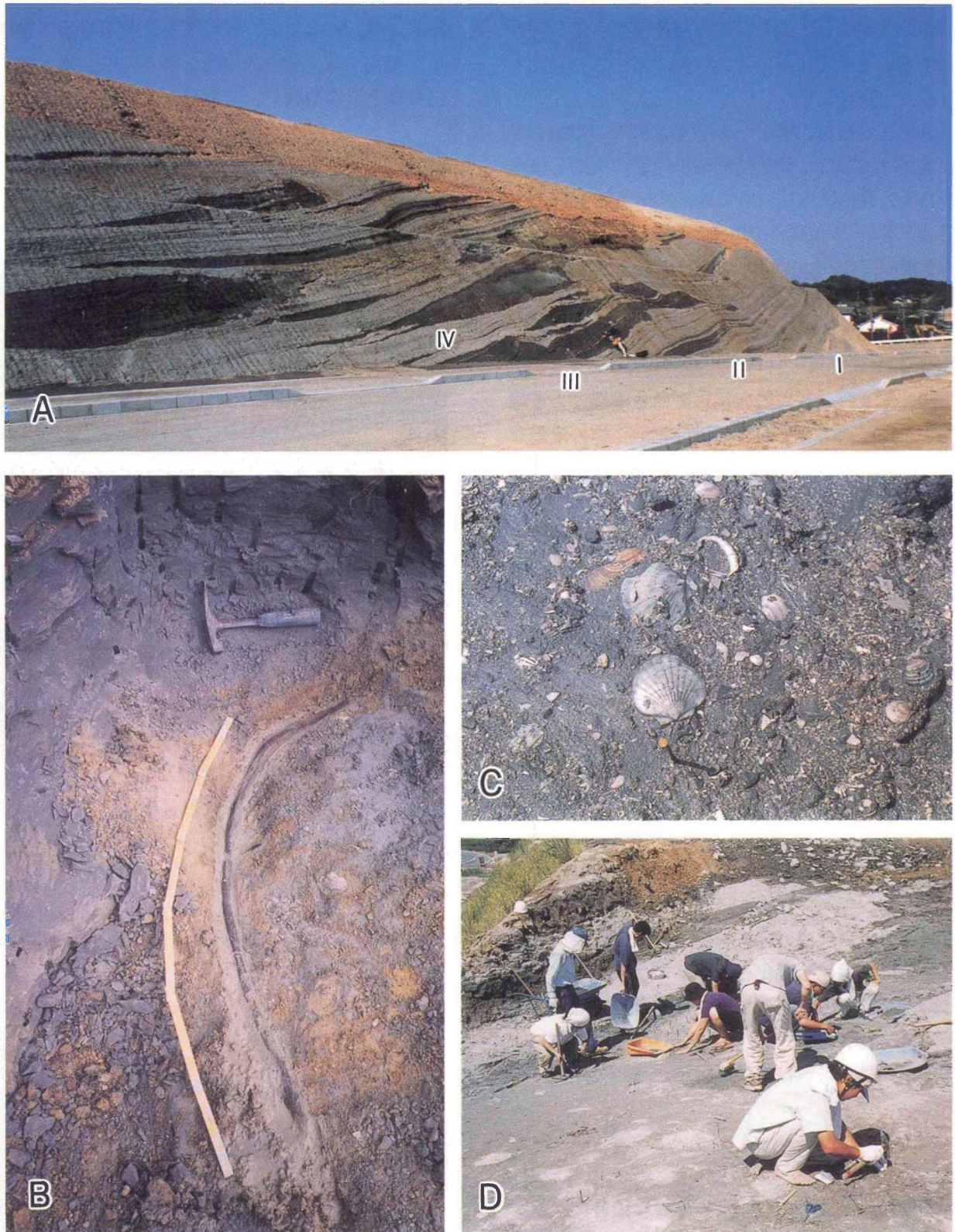


Fig. 2 The outcrop condition and fossil occurrence in the excavation site. A : The outcrop condition and facies of the excavation site in 1997. Four shell beds (no. I-IV) are intercalated in the mud bed. B : The mode of occurrence of a Cetacea rib (NHMT-V221) in 1999. C : The fossil occurrence on the surface of the shell bed (II). D : Excavation of bone fossils on the shell bed (II).

II貝化石層の直上には薄い砂層があり、この砂層はデッキブラシと手ぼうきで掃くことにより容易に取り去ることができ、第II貝化石層の上面をほとんど破損することなく保存のよい状態で露出させることができた (Fig. 2-C)。

第II貝化石層は、N30°~50°Wの走向で、南西に10°~15°傾斜しており、発掘地周辺の地層の構造と調和的である。発掘区画については、N30°Wの走向方向に基線を設け、8m四方を対象として第II貝化石層の上面を露出させ、4m四方のグリッドを4つ設定した。発掘では、貝化石層の上面から深度20~30cmにわたって地層面を剥ぎ、骨化石などを探査した (Fig. 2-D)。

なお、1999年10月~11月の発掘調査のようすをFig. 3に、2000年8月~9月の発掘における重機による掘削作業をFig. 4に、発掘終了時の発掘地全体の景観をFig. 5に示す。

2000年8月~9月に行った発掘においては、カメ目の甲羅片が2点、硬骨魚類の椎骨片が2点と耳石が18点、それ以外の脊椎動物の骨化石が20点、大型甲殻類化石が10点、および多数の軟体動物化石が採集された。また、発掘地とその周辺で地質柱状図を作成し、発掘層準の層序学的・堆積学的検討を行った。

2000年8月と9月の2回の発掘調査は、自然史博物館の学芸員が中心となり、東海大学の研究生・学生、それと発掘経験のある静岡野尻湖友の会のメンバーらの協力を得て実施した。この2回の発掘の参加者は総計35名で、1日10~15名で発掘作業を行った。

9月7日に現地での発掘を終了し、東海大学自然史博物館にて採集した化石のクリーニングと整理を行った。それらの資料については、自然史博物館での特別展「掛川の化石—クジラ化石発掘調査報告—」(2000年10月1日~11月30日開催)で展示公開した。

### 発掘参加者

1999年10月~11月に行った発掘の参加者は以下7名である(五十音順、敬称略)。柴 正博、新村龍也、高原寛和、戸村恵子、野本晃弘、松井昭憲、横山謙二。2000年8月~9月に行った発掘の参加者は以下の32名である(五十音順、敬称略)。阿部勇治、石井宜之、石川智子、石田太郎、伊藤芳英、有働文雄、笠井智博、北村孔志、工藤周一、小泉明裕、櫻井裕

希、柴 正博、柴田早苗、新村龍也、鈴木浩司、田辺 積、坪井秀臣、寺下隆治、長崎 愛、中本武史、延原尊美、野本晃弘、日置勝三、深澤哲治、深澤科子、福家 誠、堀内伸太郎、湊 和子、宮本綾子、山本雅之、横山謙二、芳野浩一。



Fig. 3 The excavation site in October - November, 1999.



Fig. 4 The excavation site in August - September, 2000. The mud bed covering the shell bed (II) was removed by power shovel.



Fig. 5 The excavation site in September, 2000.

## 地質概説

掛川層群の層序学的研究については、千谷(1928, 1931), MAKIYAMA (1931), 榎山(1950, 1963), 榎山・坂本 (1957), TSUCHI (1961), UJIE (1962), 茨木 (1986), 柴ほか (1996, 2000) などがある。柴ほか (2000) は、掛川層群を上部層と下部層に分け、掛川層群上部層に挟在する多数の火山灰層の累重様式をもとに、掛川層群上部層を下位から上内田累層、大日累層、土方累層に区分した。

本発掘地に分布する地層は、柴ほか (2000) の掛川層群上部層の大日累層にあたる。発掘地周辺の掛川市街北西部における地質図をFig. 6に示す。大日累層は海進期堆積体にあたり、岩相から大日砂層と天王シルト質砂層に区分される。大日累層の地質年代は、下位の上内田累層上部に挟在する五百済火山灰層と上位の土方累層の下部に挟在する火山灰層のフィッシュントラック年代がSHIBATA et al. (1984) によって報告されていて、前者が $2.3 \pm 0.5$ Maであり、後者が $1.9 \pm 0.4$ Maということと、土方累層下部がOlduvai subcron (C2n: 1.95-1.77Ma) にあたること (YOSHIDA and NIITSUMA, 1976) から、およそ

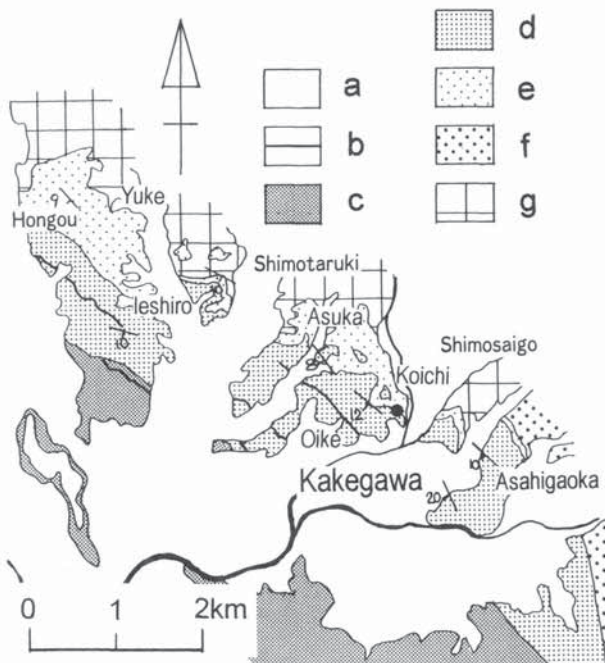


Fig. 6 Geological map of the northwestern part of Kakegawa City compiled after YOKOYAMA et al. (2000). a: Holocene, b-f: Kakegawa Group (b: Volcanic ash, c: Hijikata Formation, d: Tenno silty sand Member of the Dainichi Formation, e: Dainichi sand Member of the Dainichi Formation, f: Kamiuchida Formation), g: Miocene rocks. Black circle shows the location of the excavation site.

2Maと考えられる。

## 地質層序と岩相

本発掘地は掛川市上西郷の掛川バイパスの南側にある倉真川右岸の丘陵にあり、段丘層によって不整合におおわれて掛川層群の大日砂層と天王シルト質砂層が露出する。Fig. 7に、本発掘地周辺の詳細な地質図を示し、Fig. 8に岩相柱状図を示す。本発掘地の大日砂層は、おもに分級の良い細粒～中粒砂からなり、ハンモック状斜交層理や平行葉理などが認められ、しばしば生物攪乱の著しい部分もみられる。天王シルト質砂層は、生物攪乱の著しいシルト質の極細粒砂～シルト層からなり、分級の良い平行葉理の発達する細粒砂層と軟体動物化石や植物化石が密集する細粒～中粒砂層がレンズ状に挟在し、それらの砂層にはスランブ構造も認められる。

本発掘地とその近傍に露出する天王シルト質砂層には軟体動物化石が密集する砂層が4層挟在する。これら4層の層準を下位から第I～第IV貝化石層と呼ぶことにする。各貝化石層について以下に記載する。

**第I貝化石層：**大日砂層の直上にあり、細粒から中粒砂の砂層中に塊状に軟体動物化石が密集し、泥岩の同時礫 (Mud clasts) が多量に含まれる。発掘地のセクションでは4mの層厚をもつ砂層であるが、その南側では貝化石層を挟在する厚いシルト層に水平

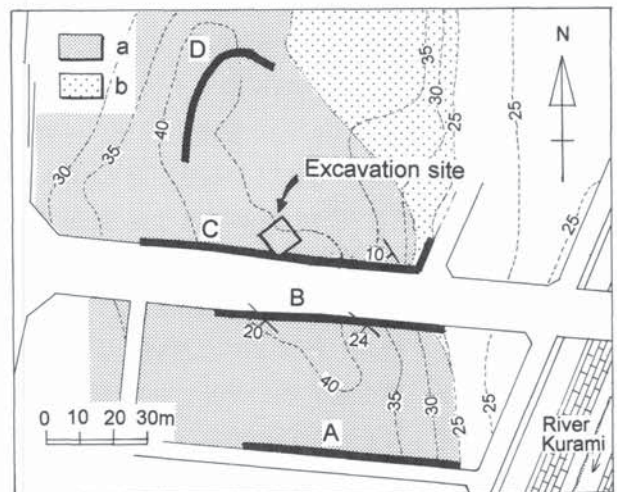


Fig. 7 Geological map in and surrounding area of the excavation site. Broken lines show contour lines every five meters before the ground leveling for construction. Thick black lines (A-D) show the routes of geological columnar sections (Fig. 8). a: Tenno silty sand Member, b: Dainichi sand Member.

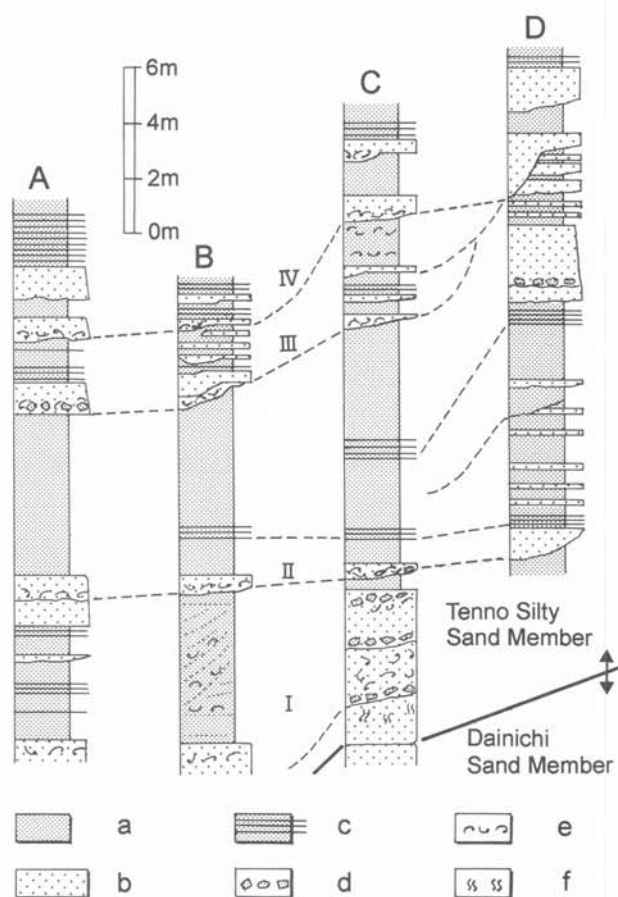


Fig. 8 Geological columnar sections of the Dainichi Formation. I-IV show the shell beds. The horizon and location of the excavation site is the shell bed (II) in columnar C. The locations of the routes of columnar sections are shown in Fig. 7. a: mud, b: sand, c: sand layer in mud, d: mud clasts, e: shell remains, f: barrows.

変化する。軟体動物化石は多量に産するものの保存状態が悪く、破片が多い。そのほか、板鰓類と硬骨魚類の歯と骨片・耳石の化石が産出する。

**第II貝化石層**：本発掘を行った層準であり、発掘地のセクション(Fig. 8-C)では第I貝化石層の約60cm上位にある。層厚は発掘地の東側では2~5cmであるが、発掘地では20~40cmと急激に層厚を増す。本層に含まれる化石は第I貝化石層の化石とくらべて保存状態が良く、合弁したままの二枚貝も多く産出する。そのほか、海生哺乳類の骨片、板鰓類と硬骨魚類の歯や骨片・耳石の化石が産出する。

**第III貝化石層**：第II貝化石層の約10m上位にある層厚30cmのレンズ状の貝化石層で、発掘地のセクション(Fig. 8-C)の北側では連続しない。化石の保存状態は比較的良好。本層からは、第II貝化石層と同様に多量の軟体動物化石と海生哺乳類の骨片、板鰓類と硬骨魚類の歯や骨片・耳石の化石が産出する。

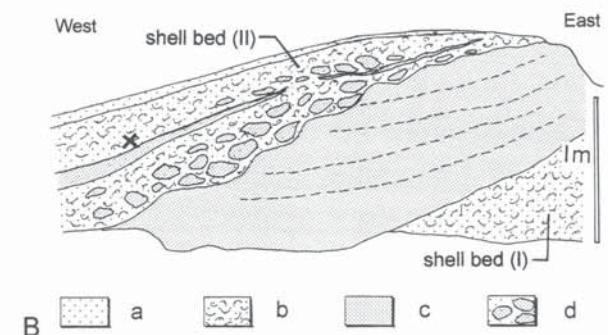


Fig. 9 Photograph (A) and sketch (B) of the geological section of the excavation site. X: the location of a Cetacea rib (NHMT-V221) recovered in 1999. a: sand, b: shell remains, c: mud, d: mud clasts.

**第IV貝化石層**：第III貝化石層の約3m上位にある層厚60cmの貝化石層で、下部の約20cmに特に化石が密集するが、発掘地の北側のセクション(Fig. 8-D)では化石を含まない。化石の保存状態は良い。本層からは、第II貝化石層と同様に多量の軟体動物化石と海生哺乳類の骨片、板鰓類と硬骨魚類の歯や骨片・耳石の化石が産出する。

これら軟体動物化石の密集する砂層は水平方向に層厚が急激に変化し、それぞれレンズ状の形態をとる。また、各砂層の下底は下位の泥層を削り、チャンネル状に埋積した堆積構造を示す。

第II貝化石層は、本発掘地で下位の泥層を削りしており、その層厚は40cmを超す。層厚が急激に厚くなる部分では、泥岩の同時礫が多数みられる。なお、貝化石層中にもうすい泥層が複数挟在し、その層準付近にも泥岩の同時礫が認められる(Fig. 9)。1999年に発見されたほぼ完全な鯨目の肋骨化石は貝化石層中のうすい泥層の直上に埋没していた。層厚の急変部は、発掘区画内においてほぼN30°~50°Wの方向で連続している。

第II貝化石層中の化石の配列に関しては、*Turritella*

*perterebra* YOKOYAMAなどの細長い形態を示す腹足類や掘足類の殻、肋骨化石の長軸がN30°~50°W方向に配列する傾向が認められた(Fig. 10)。また、二枚貝類では*Amussiopecten praesignis* (YOKOYAMA)のように平たい貝殻は重なりあって殻の内外の双方を上にも埋没している場合もあるが、殻幅のある*Glycymeris albolineata* (LISCHKE)などの殻は多くの場合殻の凸面を上にした状態で産した。

第II貝化石層の上位には塊状で一部葉理をもつ泥層があり、この中には軟体動物化石やカニなどの甲殻類化石が散在し、小規模なレンズ状に化石が密集する部分も認められた。

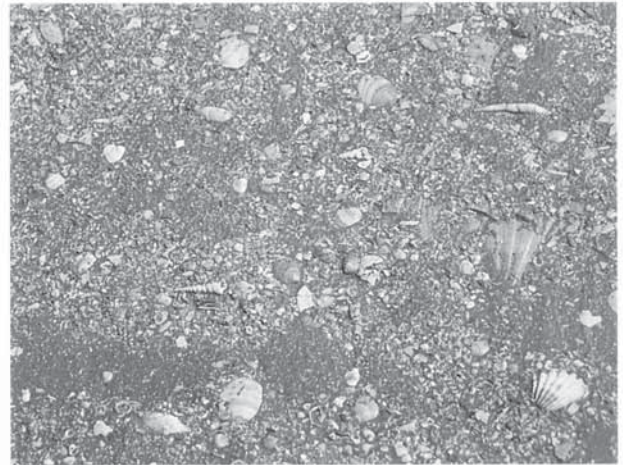


Fig. 10 Mode of fossil occurrence on the bedding plane of the shell bed (II). Note that the long axes of turrellid-like shells were arranged to a same direction.

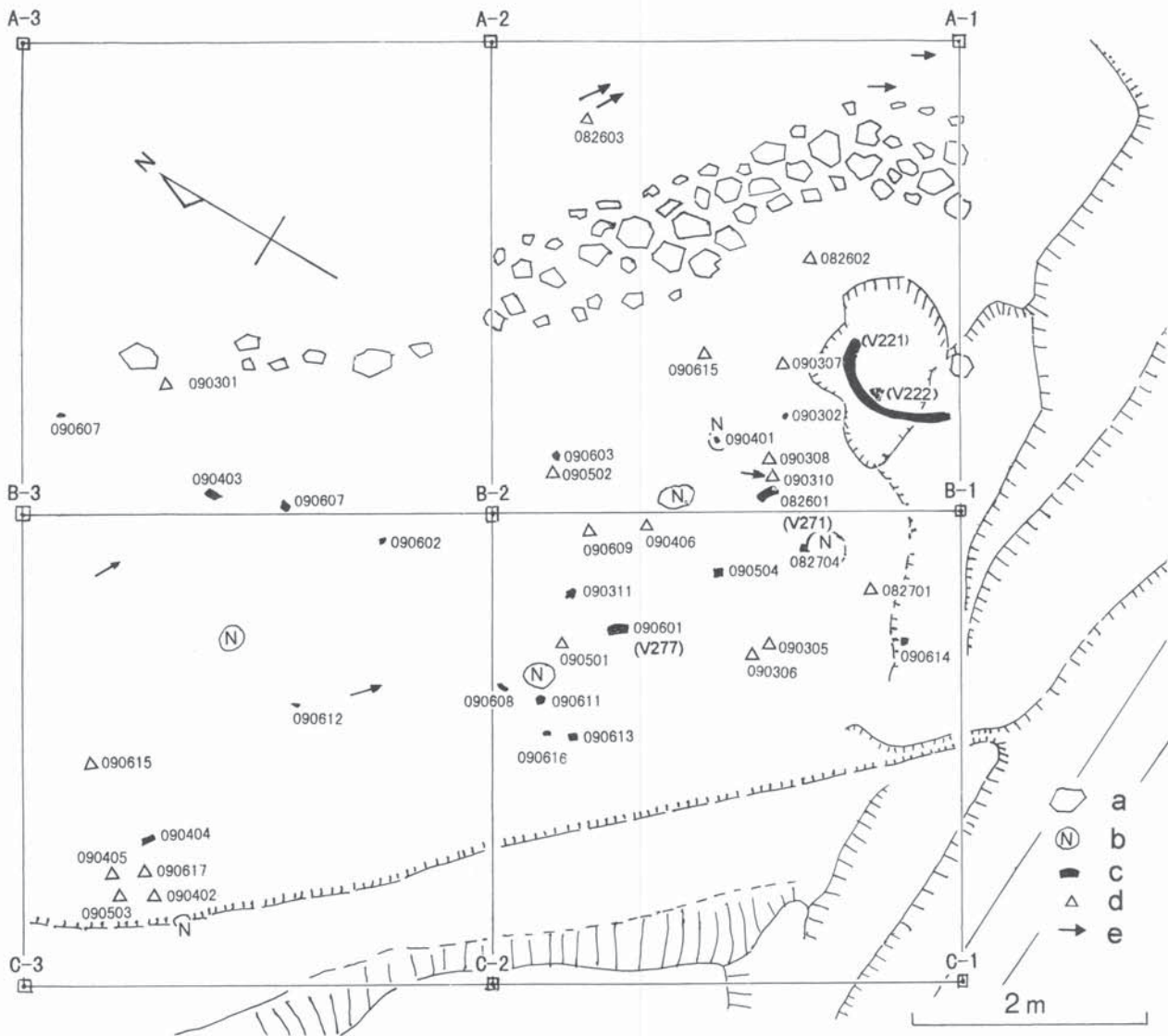


Fig. 11 Bedding plane view of the excavation site showing the mode of fossil occurrence. a : mud clasts, b : nodule, c : bone fossils, d : elasmobranch fossils, e : paleocurrent direction from shell arrangement. Numbers show the sample numbers of this excavation and numbers in parenthesis show the specimen number of Natural History Museum, Tokai University (NHMT).

## 産出化石

第II貝化石層とその上位の泥層から、3点の肋骨化石を含む20点の脊椎動物の骨化石片（ただし硬骨魚類の骨片を除く）、2点のカメ目の甲羅片、2点の硬骨魚類の骨片と18点の耳石、40点の板鰓類歯化石、10点の大型甲殻類化石、および多数の軟体動物化石、葉や材などの植物化石を採集した。Fig. 11に本発掘調査区画の平面図と骨化石などの産出点を示す。

第II貝化石層とその上位の泥層から産出したこれらの化石のうち、海生哺乳類、板鰓類、甲殻類、軟体動物類についての概要を述べる。なお、海生哺乳類については新村ほか（2001）に、板鰓類については横山ほか（2001）に、それぞれ詳細な記載が報告されている。

**海生哺乳類：**新村ほか（2001）によれば、第II貝化石層から産出した海生哺乳類化石の3点の肋骨化石について、そのうち2標本（NHMT-V221とNHMT-V277）は哺乳綱鯨目（Cetacea）に、1標本（NHMT-V271）は哺乳綱海牛目（Sirenia）に含まれる。なお、1999年に発見したほぼ完全な肋骨標本（NHMT-V221）は右肋骨である。その他の骨化石標本については、部位がわかるものもあるが、分類まで至らなかった。また、本発掘調査と前後して第III貝化石層から部位不明の骨片が1点と、第IV貝化石層から鯨目の尾椎1点が発見された（新村ほか、2001）。

**板鰓類：**横山ほか（2001）によれば、第II貝化石層から産出した板鰓類化石40点は、ネコザメ属の *Heterodontus* sp., アオザメ属の *Isurus paucus* GUITART MONDAY, ホホジロザメ属の *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS), カマヒレザメ属の *Hemipristis elongatus* (GOHAER et MAZHAR), メジロザメ属の *Carcharhinus longimanus* (POEY), *Carcharhinus altimus* (SPRINGER), *Carcharhinus* sp., イタチザメ属の *Galeocerdo cuvier* (LESUEUR), トラザメ属の *Scyliorhinus* sp., カスザメ属の *Squatina* sp., トビエイ属の *Myliobatis* sp., アカエイ属の *Dasyatis* sp. で、5目8科10属12種が同定された。特に、ホホジロザメ属、メジロザメ属およびトビエイ属が多産した。

**甲殻類：**第II貝化石層から、*Cancer japonicus* ORTMANN（イチョウガニ）と *Leucosia rhomboidalis* DE HAAN（コブシガニ）などとともに、ヤドカリ科に属する *Dardanus* sp. も産した。第II貝化石層の直上の

Table 1 List of molluscan fossils collected from the shell bed (II). A : abundant, C : common, R : rare.

Species	
<b>Class Gastropoda</b>	
<i>Umbonium suchiense suchiense</i> YOKOYAMA	A
<i>Sinum japonicum</i> (LISCHKE)	R
<i>Glossaulax hagenoshitensis</i> (SHUTO)	A
<i>Glossaulax didyma</i> (RÖDIKIG)	A
<i>Turritella perterebra</i> YOKOYAMA	A
<i>Semicassis japonica</i> (REEVE)	R
<i>Cymatium (Lotoria) lotorium</i> (LINNE)	R
<i>Onustus exutus</i> (REEVE)	R
<i>Parabathytoma luehdorfi</i> (LISCHKE)	R
<i>Reishia nakamurai</i> (MAKIYAMA)	C
<i>Rapana venosa</i> (NALENECIENNES)	R
<i>Baryspira albocallosa okawai</i> (YOKOYAMA)	C
<i>Baryspira urasima</i> KIRA	R
<i>Oliva mustelina</i> LAMARCK	A
<i>Siphonalia</i> sp.	C
<i>Babylonia elata</i> (YOKOYAMA)	C
<i>Kelletia</i> sp.	R
<i>Fulgoraria (Musashia) totomiensis</i> MAKIYAMA	R
<i>Asprella comatosaeformis</i> (YOKOYAMA)	C
<i>Cleobula betulina</i> (LINNE)	R
<i>Terebra</i> sp.	C
<i>Triplostephanus triseriatus</i> (GRAY)	R
<i>Sydaphera spengleriana</i> (DESHAYES)	R
<i>Merica</i> sp.	R
<i>Architectonica maxima</i> (PHILIPPI)	R
<b>Class Bivalvia</b>	
<i>Acila divaricata</i> (HINDS)	R
<i>Anadara (Scapharca) suzuki</i> (YOKOYAMA)	R
<i>Glycymeris albolineata</i> (DUNKER)	A
<i>Glycymeris rotunda</i> (LISCHKE)	A
<i>Glycymeris totomiensis</i> MAKIYAMA	C
<i>Cucullaea labiosa granulosa</i> JONAS	R
<i>Amussiopecten praesignis</i> (YOKOYAMA)	A
<i>Anomia chinensis</i> PHILIPPI	R
<i>Bathytormus foveolatus</i> (SOWERBY)	C
<i>Mercenaria chitaniana</i> (YOKOYAMA)	R
<i>Venus (Ventricoloidea) foveolata</i> SOWERBY	R
<i>Callista chinensis</i> (HOLTEN)	A
<i>Paphia schnelliana</i> (DUNKER)	A
<i>Placamen tiara</i> (DILLWYN)	R
<i>Clementia papyracea</i> (GRAY)	R
<i>Cyathodonta granulosa</i> (ADAMS et REEVE)	R
<i>Megacardita panda</i> (YOKOYAMA)	A
<b>Class Scaphopoda</b>	
<i>Antalis weinkauffi</i> (DUNKER)	C
<b>Class Cephalopoda</b>	
<i>Argonauta hians</i> (LIGHTFOOT)	R

Table 2 List of molluscan fossils collected from the mud bed just above the shell bed (II). A : abundant, C : common, R : rare.

Species	
<b>Class Bivalvia</b>	
<i>Yoldia similis</i> (KURODA et HABE)	R
<i>Crenulimopsis oblonga</i> (A. ADAMS)	A
<i>Glycymeris rotunda</i> (DUNKER)	C
<b>Class Gastropoda</b>	
<i>Hindsia magnifica</i> (LISCHKE)	R
<i>Fulgoraria (Psephaea) mentiens</i> (FULITON)	R
<i>Sydaphera spengleriana</i> (DESHAYES)	R



泥層からは *Carcinaplex longimanus* (DE HAAN) (エンコウガニ) が多産した。

軟体動物類：第II貝化石層から産した軟体動物化石についてはTable 1に、第II貝化石層の直上の泥層から産した軟体動物化石についてはTable 2に、その産

出頻度とともに示した。第II貝化石層から多産した軟体動物化石は、腹足類では *Umbonium suchiense suchiense* YOKOYAMA, *Glossaulax hagenoshitensis* (SHUTO), *Glossaulax didyma* (RÖDIKG), *Turritella perterebra* YOKOYAMA, *Oliva mustelina* LA-

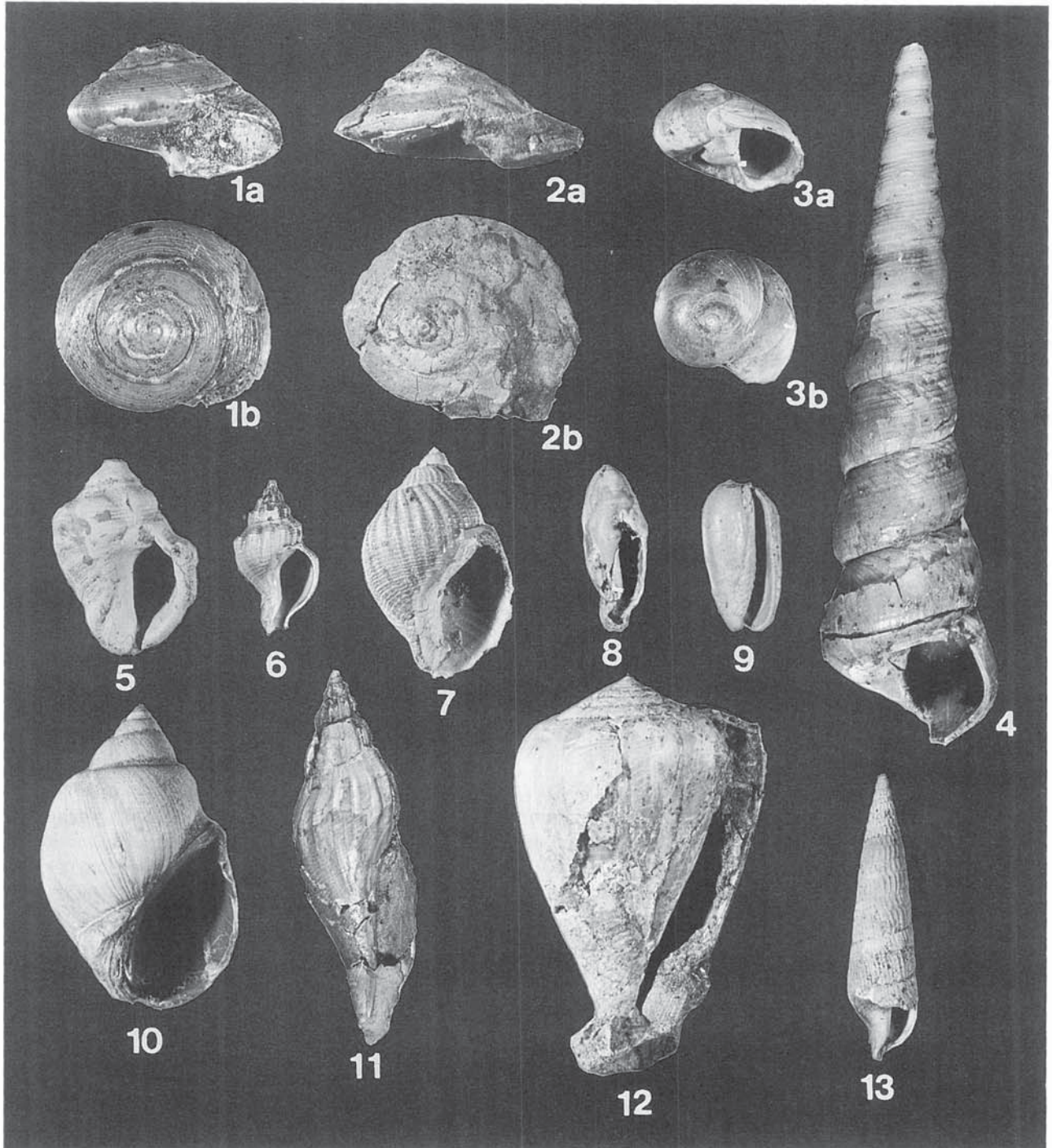


Fig. 12 Gastropod fossils collected from the shell bed (II) and the mud bed just above it. All figures in natural size. 1: *Umbonium suchiense suchiense* YOKOYAMA (a: apertural view, b: apical view), 2: *Onustus exutus* (REEVE) (a: apertural view, b: apical view), 3: *Glossaulax didyma* (RÖDIKG) (a: apertural view, b: apical view), 4: *Turritella perterebra* YOKOYAMA (apertural view), 5: *Reishia nakamurai* (MAKIYAMA) (apertural view), 6: *Siphonalia* sp. (apertural view), 7: *Merica* sp. (apertural view), 8: *Baryspira albocallosa okawai* (YOKOYAMA) (apertural view), 9: *Oliva mustelina* LAMARCK (apertural view), 10: *Babylonia elata* (YOKOYAMA) (apertural view), 11: *Fulgoraria (Psephaea) mentiens* (FULITON) (apertural view), 12: *Cleobula betulina* (LINNE) (apertural view), 13: *Terebra* sp. (apertural view).

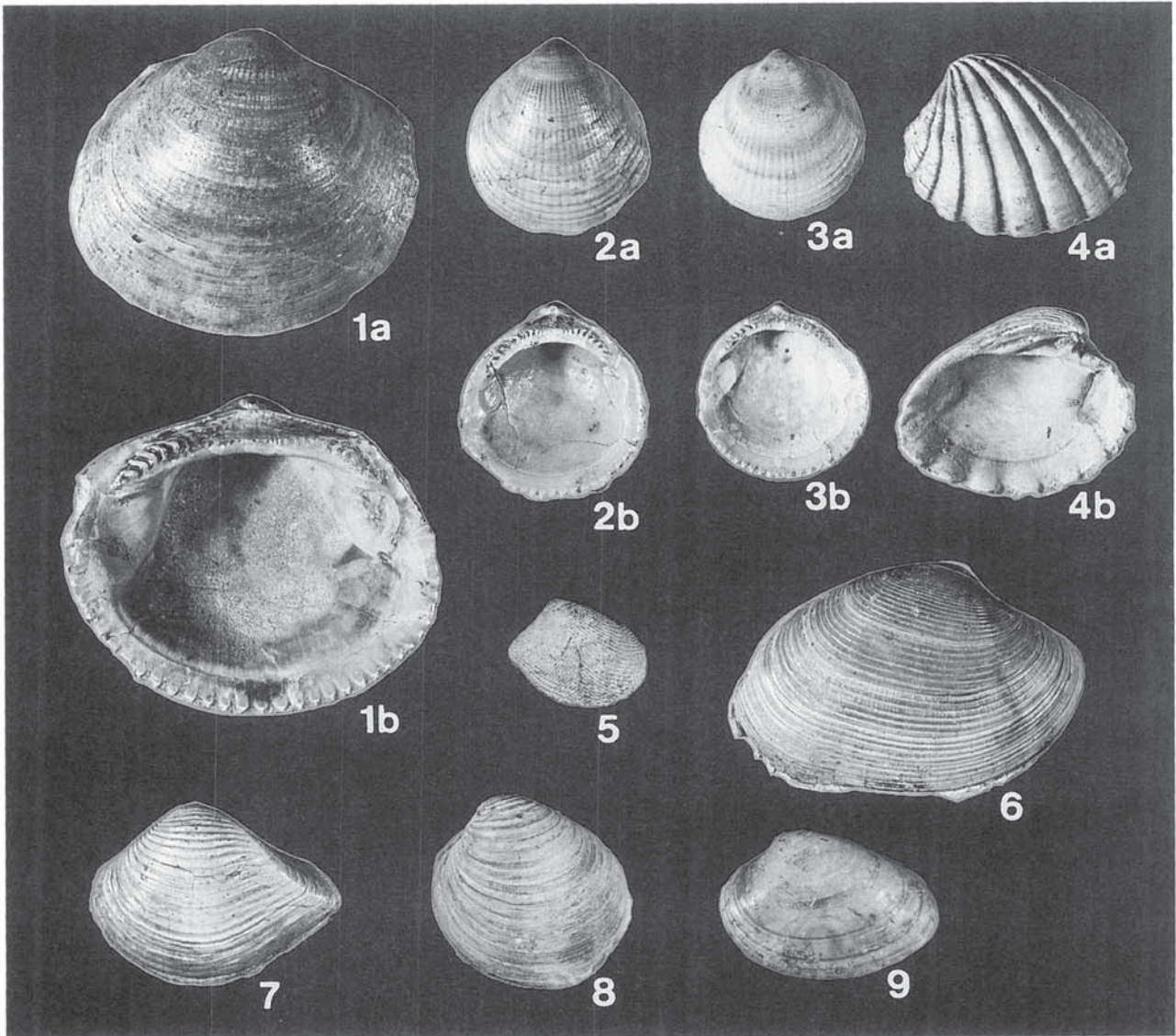


Fig. 13 Pelecypod fossils collected from the shell bed (II). All figures in 2/3 size. 1: *Glycymeris albolineata* (LISCHKE), right valve (a: external view, b: internal view), 2: *Glycymeris totomiensis* MAKIYAMA, left valve (a: external view, b: internal view), 3: *Glycymeris rotunda* (DUNKER), right valve (a: external view, b: internal view), 4: *Megacardita panda* (YOKOYAMA), left valve (a: external view, b: internal view), 5: *Acila divaricata* (HINDS), right valve (a: external view), 6: *Paphia schnelliana* (DUNKER), right valve (a: external view), 7: *Bathytormus foveolatus* (SOWERBY), left valve (external view), 8: *Clementia papyracea* (GRAY), left valve (external view), 9: *Callista chinensis* (HOLTEN), left valve (external view).

MARCKなど (Fig. 12) と、二枚貝類では *Glycymeris albolineata* (LISCHKE), *Glycymeris rotunda* (DUNKER), *Glycymeris totomiensis* MAKIYAMA, *Amusiopecten praesignis* (YOKOYAMA), *Megacardita panda* (YOKOYAMA), *Callista chinensis* (HOLTEN), *Paphia schnelliana* (DUNKER) など (Fig. 13) である。なお、頭足類の *Argonauta hians* (LIGHTFOOT) (Fig. 14) も 1 個体産出した。第II貝化石層の直上の泥層からは、*Hindsia magnifica* (LISCHKE), *Fulgoraria (Psephaea) mentiens* (FULTON), *Crenulilimopsis oblonga* (A. ADAMS),

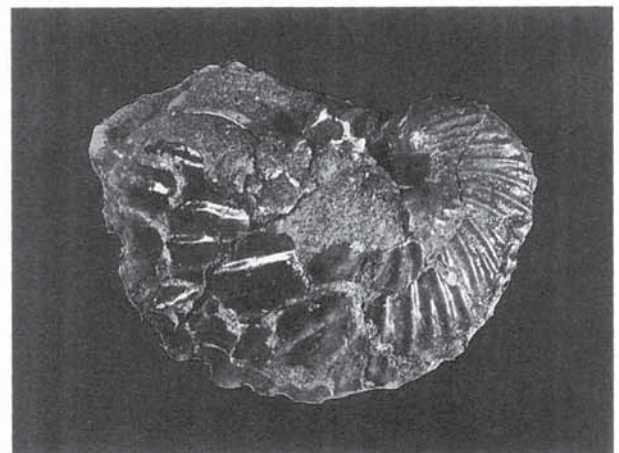


Fig. 14 *Argonauta hians* (LIGHTFOOT), in natural size.

*Yoldia similis* (KURODA et HABE), *Glycymeris rotunda* (DUNKER) が産した。

### 堆積環境

本発掘調査を行った第II貝化石層は、大日砂層の上位に重なる天王シルト質砂層中に挟在する。下位の大日砂層には暴風時の波浪限界(水深50~80m)以浅の環境を示すハンモック状斜交層理が見られるが、天王シルト質砂層に挟在する砂層にはハンモック状斜交層理が見られない。また、第II貝化石層は、本発掘地点では層厚が40cmと厚いがそのすぐ東側で急激に薄くなる。層厚の急激に変化する部分では、貝化石層は下位の泥層を削剝し、泥層を同時礫として多数がとりこんでいる。このことから、第II貝化石層は暴風時波浪限界よりも深い海底に存在したチャンネルを埋積した堆積物と考えられる。

チャンネル側壁と判断される泥岩の同時礫の密集する層厚急変部が発掘区画内ではほぼN30°~50°Wの方向で見られることと、第II貝化石層中の細長い形態の化石がN30°~50°W方向に配列する傾向があることから、チャンネルの軸の方向はほぼN30°~50°Wで、主要な堆積物は谷筋にそって当時の陸側にあたる北西方向から供給されたと考えられる。なお、第II貝化石層中には泥岩の同時礫の密集する層準や泥層が複数挟在することから、チャンネルを埋積した堆積物の供給は2度以上にわたって行われたと推定できる。

新村ほか(2001)は、1999年に発見した鯨目の肋骨標本と同層準から海牛目の肋骨標本が産していることから、第II貝化石層の発掘地点には複数の海生哺乳類の骨格化石が集積している可能性があるとして述べている。また、横山ほか(2001)によれば、第II貝化石層から産した板鰓類化石には、沿岸から沖合にかけて生息するホホジロザメ属とメジロザメ属、トビエイ属が多産し、大日累層大日砂層から産する沿岸浅海域に生息するネコザメ属—カサザメ属—ツマグロエイラクブカ属で特徴づけられる板鰓類化石群集(横山ほか, 2000)とは大きく異なり。この違いは大日砂層と天王シルト質砂層の堆積環境の違いを反映しているものとしている。

第II貝化石層から産した軟体動物化石は、生息水深などを波部・小菅(1967)に従うと、*Cleobula betulina* (LINNE), *Rapana venosa* (VALENCIENNES), *Callista chinensis* (HOLTEN), *Clementia*

*papyracea* (GRAY), *Mercenaria chitaniana* (YOKOYAMA), *Glycymeris albolineata* (LISCHKE) など潮間帯から水深20m以浅の外浜の海底に生息するものと、*Onustus exutus* (REEVE), *Parabathytoma luehdorfi* (LISCHKE), *Baryspira urasima* KIRA, *Triplostephanus triseriatus* (GRAY), *Glycymeris rotunda* (DUNKER), *Venus (Ventricoloidea) foveolata* SOWERBYなど水深50mから200mの内側陸棚から外側陸棚の海底に生息するものとが混在している。

また、第II貝化石層の上位の泥層から産した軟体動物化石は、*Sydaphera spengleriana* (DESHAYES) など水深10~50mの外浜から内側陸棚に生息するものも含まれるが、ほとんどは水深50~200mの内側陸棚~外側陸棚に生息するものである。特に*Yoldia similis* KURODA et HABEは水深100~250mの外側陸棚~陸棚斜面に生息する要素である。また、この軟体動物化石群集は*Crenulilimopsis oblonga* (A. ADAMS), *Yoldia similis* KURODA et HABE, *Glycymeris rotunda* (DUNKER)などが優先することから、NOBUHARA (1993) の上部浅海帯~下部浅海帯の水深を示す*Crenulilimopsis oblonga*-*Glycymeris rotunda*群集と類似する。

以上のことから、第II貝化石層は外側陸棚から陸棚斜面にかけての海底に存在したチャンネルを浅海域から供給された堆積物によって埋積され形成されたものと考えられる。

なお、第II貝化石層には、植物化石や潮間帯に生息する軟体動物化石が産出すること、軟体動物化石には合弁した貝や磨耗の少ない保存がきわめて良いものも多いことから、堆積場が沿岸から遠く隔たっていたとは考えにくく、それらの遺骸群は陸棚があまり発達しない急勾配な海底地形で急速に埋積されたと推定される。

第II貝化石層に含まれる軟体動物化石群は、暖流系外洋の浅海棲種を主体とするいわゆる掛川動物群(OTUKA, 1939)であり、亜熱帯の古海洋気候が推定されている。また、板鰓類化石群集からも、亜熱帯の古海洋気候が推定されている(横山ほか, 2001)。第II貝化石層からは*Argonauta hians* (フネダコ)の殻(タコブネ)の化石が産した。この標本記載については、別途報告する予定であるが、フネダコは亜熱帯~熱帯に生息する頭足類のタコの仲間で、現在ではその殻は暖流に浮遊して日本海や太平洋沿岸に漂着することが知られている。

従来、掛川層群から海生哺乳類化石が報告されたことはほとんどなかったが、本発掘調査では掛川層群から多くの海生哺乳類化石が産出することが明らかになった。新村ほか(2001)でも指摘しているが、今後さらなる資料を得て、掛川層群から産出する海生哺乳類化石の全体像を明らかにすることで、鮮新世における北西太平洋暖流域に生息した海生哺乳類の分布や進化を明らかにするための重要な資料が提供できるものと思われる。

## ま と め

1999年10月～11月および2000年8月～9月に行われた掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査により、掛川層群大日累層の天王シルト質砂層中に挟在する貝化石層とその直上の泥層から、鯨目および海牛目の3点の肋骨化石を含む20点以上の脊椎動物の骨化石片と40点の板鰓類歯化石、10点のカニなどの甲殻類化石、および多数の軟体動物化石などが採集された。調査の結果、鯨目化石などを含む貝化石層は、外浜や内側陸棚に集積してい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。掛川層群から海生哺乳類の骨化石が発見されたという報告はこれまでないが、本化石発掘調査により多くの海生哺乳類化石が掛川層群に含まれている可能性が明らかになった。

## 謝 辞

本調査に関して、掛川市の区画整理課および教育委員会、上屋敷西郷土地整理組合には、発掘の許可をいただき、また発掘に関して協力をいただいた。後藤興業代表の後藤国司氏には掘削重機のお世話をいただき、江塚 栄氏と成岡宏之氏には掘削重機の操作でご協力をいただいた。

静岡大学の延原尊美助教授には発掘調査の際やその後の整理作業中に軟体動物化石の同定に関してご意見を受けた。中京学院大学の富田 進教授と東海大学自然史博物館の久保田 正館長にはタコブネ化石の同定などに関してご教授を受けた。田辺 積氏、北村孔志氏、静岡野尻湖友の会の深澤哲治氏と鈴木浩司氏、飯田市美術博物館の小泉明裕氏、滋賀県多賀町立多賀の自然と化石の館の阿部勇治氏、新潟大学大学院の堀内伸太郎氏には、本発掘調査において

多大な協力をいただいた。

また、掛川市円満寺の鬼頭良武住職には、本発掘調査の期間中に参加者の宿舎として本堂の一部を提供していただいた。これらの方々と本発掘調査に参加して下さった方々に厚く感謝する。

## 引用文献

- 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.
- 千谷好之助(1928) 遠州国相良, 掛川附近第三紀層に就て. 地学雑, 38, 84-89.
- 千谷好之助(1931) 静岡地質説明書. 東京地質会, 48p.
- 波部忠重・小菅貞男(1967) 標準原色図鑑全集第3巻, 貝. 保育社, 大阪, 223p.
- 茨木雅子(1986) 掛川地域新第三系の浮遊性有孔中生層序基準面とその岩相層序との関係. 地質雑, 92, 119-134.
- 久家直之(1985) 日本の第三紀板鰓類群集について. 海生脊椎動物の進化と適応, 地団研専報, 30, 37-44.
- 槇山次郎(1950) 日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 東京, 233p.
- 槇山次郎(1963) 掛川地方地質図説明書. 地質調査所, 30p.
- MAKIYAMA, J. (1927) Molluscan fauna of the Lower part of the Kakegawa series in the province of Totomi, Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser., B, 3, 1-147, pls. 1-6.
- MAKIYAMA, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser., B, 7, 1-53.
- 槇山次郎・坂本 享(1957) 5万分の1地質図幅「見付・掛塚」及び同説明書. 地質調査所, 50p.
- 間嶋隆一・本目貴史(1993) 掛川層群大日層の貝殻集積層—その内部構造と起源. 地質雑, 99, 59-674.
- NOBUHARA T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, 170, 159-185.
- 小野慶一(1980) 静岡県掛川産の鮮新世ミズナギドリ目鳥類化石. 国立博物館専報, 13, 29-34.

- 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.
- OZAWA, T., T. TANAKA, S. TOMIDA (1998) Pliocene to early Pleistocene warm water molluscan fauna from the Kakegawa Group, Central Japan. *Special Report, Nagoya Univ. Furukawa Museum, Nagoya*, 7, 205p.
- 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.
- 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. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 2, 53-108.
- SHIBATA K., S. NISHIMURA and K. CHINZEI (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene Planktonic datum planes. In IKEBE N. and R. TSUCHI eds.: *Pacific Neogene Datum Planes - Contributions to Biostratigraphy and Chronology -*, Univ. Tokyo Press., 85-89.
- 新村龍也・柴 正博・横山謙二・北村孔志 (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—. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 3, 91-99.
- 田中 猛 (1985) 掛川層群の魚類及び鯨目の歯化石. *地学研究*, 36, 241-249.
- TOMIDA, Y. and H. SAKURA (1988) Catalogue of large mammal fossil specimens. *National Science Museum, Tokyo*, 143 p.
- TSUCHI, R. (1955) The palaeo-ecological significance of the Later Pliocene molluscan fauna from the Kakegawa district, the Pacific coast of central Japan. *Rep. Lib. Arts Fac., Shizuoka Univ., (Nat. Sci.)*, 8, 45-58.
- TSUCHI, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region with notes on the geologic history of the Pacific coast of southwest Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, 32, 437-456.
- UJIIÉ, H. (1962) Geology of Sagara - Kakegawa sedimentary basin in Central Japan, *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku*, 8, 123-188.
- 横山謙二・後藤仁敏・柴 正博 (2000) 掛川層群大日累層から産した板鰓類化石. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 2, 37-52.
- 横山謙二・柴 正博・新村龍也 (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—板鰓類化石—. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 3, 101-111.
- YOKOYAMA, M. (1923) Tertiary mollusca from Dainichi in Totomi. *Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo*, 45, art. 2, 1-18.
- YOKOYAMA, M. (1926) Tertiary mollusca from southern Totomi. *Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo*, sec. 2, 1, part 9, 365-368.
- YOSHIDA, K. and NIITSUMA, M. (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In TSUCHI, R. ed.: *First CPNS Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district*, 54-59.