

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—¹⁾

新村 龍也²⁾・柴 正博³⁾・横山 謙二²⁾・北村 孔志⁴⁾

Excavation Report of Pliocene Fossil Cetacea from the Kakegawa Group, Kamisaigo, Kakegawa City, Central Japan —Marine Mammal Fossils—¹⁾

Tatsuya SHINMURA²⁾, Masahiro SHIBA³⁾,
Kenji YOKOYAMA²⁾ and Koushi KITAMURA⁴⁾

Abstract

Twenty two specimens of fossil marine mammal bones and bone fragments including two ribs and one tail vertebrae of a whale (Cetacea) and one rib of a sea cow (Sirenian) were discovered from three sand beds in the Tenno silty sand Member of the Dainichi Formation (Upper Pliocene) of the Kakegawa Group, which is distributed in Kamisaigo in Kakegawa City, Shizuoka Prefecture. The morphological characteristics of some of these specimens are described in this paper. Before this excavation, there was no report of any discovery of marine mammal fossil bones from the Kakegawa Group, and this excavation revealed that many marine mammal fossil bones are included in the Kakegawa Group. Marine mammal fossils of the Kakegawa Group offer more important data in regard to the distribution and evolution of marine mammals in the Northwestern Pacific during the Pliocene.

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。それらの研究には、千谷(1928)、榎山(1925, 1950, 1963)、MAKIYAMA (1927, 1931)、榎山・坂本(1957)、TSUCHI(1961)、UJIE(1962)、鎮西(1980)、茨木(1986)、NOBUHARA (1993)、柴ほか(1996, 2000)などがある。

これらの掛川層群についての古生物学的および層序学的研究の多くは、掛川層群から多産する海生のおもに軟体動物化石や微化石をもとに行われている。これまで、掛川層群からは海生哺乳類の報告は、わずかに田中(1985)とTOMIDA and SAKURA (1988)による鯨目の歯化石のみであった。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、カメ目や硬骨魚綱と考えられるもの以外の骨化石片を

¹⁾東海大学自然史博物館研究業績 No.50

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.50

²⁾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

³⁾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

⁴⁾浜松市立与進中学校 435-0051 静岡県浜松市市野町1401-1

Yoshin Junior High School, 1401-1, Ichino-cho, Hamamatsu, Shizuoka, 435-0051, Japan

20点採集した。また、その発掘調査と前後して、その発掘地の近傍からも骨化石を2点採集した。本稿では、掛川市上西郷から採集したこれら海生哺乳類などの骨化石22点のうち保存のよいものについて、5点の形態的特徴を記載するとともに、その発見の意義について検討する。

地質概説

掛川市街北西部には、白亜系の三倉層群と中新統の倉真層群・西郷層群を基盤として、鮮新-更新統の掛川層群上部層が分布する(柴ほか, 2000)。柴ほか(2000)によれば、掛川層群上部層は、下位から上内田累層と大日累層, 土方累層からなる。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 ± 0.5 Maであり、後者が 1.9 ± 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2Maと考えられる。

大日累層は大日砂層と天王シルト質砂層からなるが、骨化石はこの露頭の天王シルト質砂層に挟在す

る軟体動物化石の密集する砂層から産出した。この露頭の詳細な層序と岩相, および化石の産状とその堆積環境については柴ほか(2001)に示されているため、ここではその概説を述べる。また、鯨目化石発掘地調査に関する経緯については柴ほか(2001)を参照されたい。なお、共産した板鰓類歯化石は12種40点で、これについては横山ほか(2001)に記載されている。

Fig. 1に本発掘地の位置を示し, Fig. 2にその岩相柱状と層準を示した。発掘地内での骨化石の詳細な産出点については、柴ほか(2001)に示されている。

発掘地は上西郷の掛川バイパスの南側にあり, 大日砂層と天王シルト質砂層が露出する。本露頭の大日砂層は, 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をしばしば挟み, それらにはスランプ構造も認められる。

本露頭には, 大日砂層の上位にある天王シルト質砂層に軟体動物化石が密集する砂層が4層挟在する。これら化石が密集する層準を下位から第I~第IV貝化石層に分けられる。1999年10月~11月と2000年8

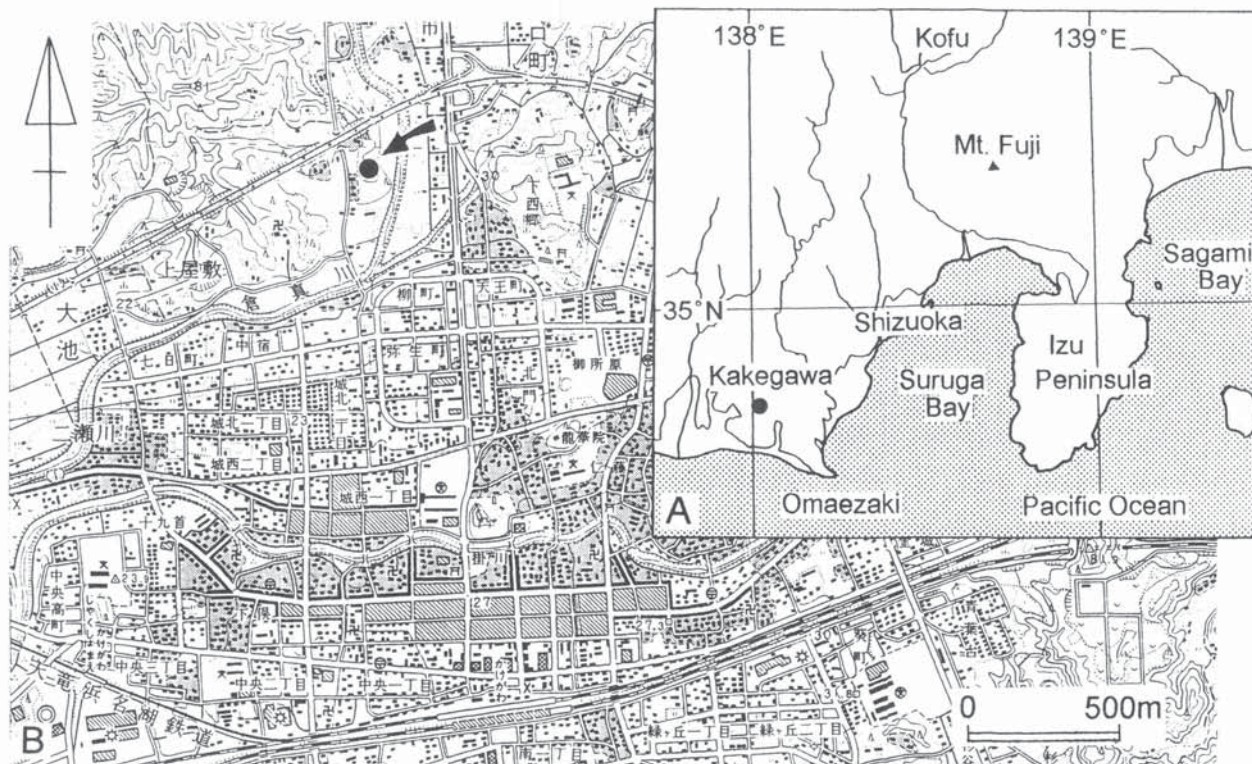


Fig. 1 Locality map. A : index map, B : the location of the excavation site (black circle) plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Kakegawa", Geographical survey of Japan.

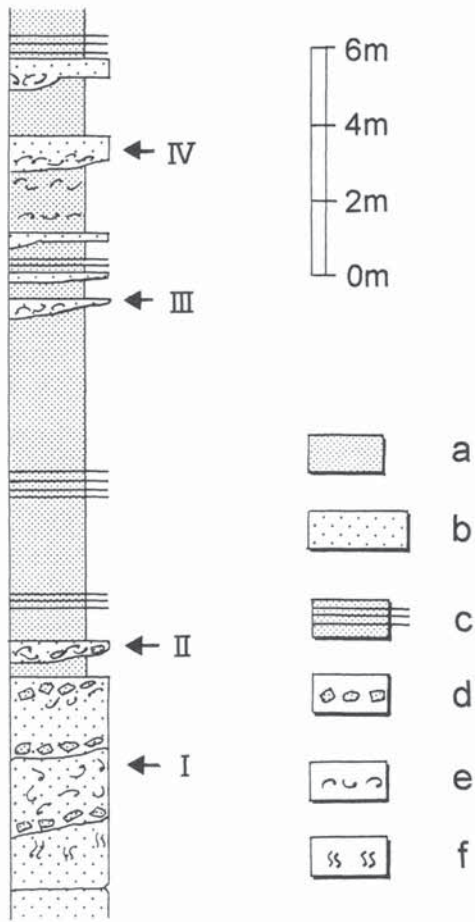


Fig.2 Geological columnar section of the Dainichi Formation around the excavation site. I-IV show the shell beds. The horizon and location of the excavation site is the shell bed (II) in this columnar. a : mud, b : sand, c : sand layer in mud, d : mud clasts, e : shell remains, f : barrows.

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は、このうちの第II貝化石層で行った。

海生哺乳類化石の記載

掛川市上西郷の鯨目化石発掘調査を行った地点からは、海生哺乳類の肋骨化石が3点と他に骨化石片(カメ目と硬骨魚綱類以外)を17点採集した。また、その発掘と前後して、その発掘地の近傍の第III貝化石層と第IV貝化石層からも海生哺乳類と思われる骨化石を1点ずつ採集した。採集したこれらの骨化石22点の計測値をTable 1に示す。計測不能のものについては、計測値はblankにしてある。このうち同定可能な5点について各層準ごとと記載する。NHMTのついた番号は東海大学自然史博物館の登録番号であり、()の中の番号は発掘調査における試料整理番号である。KTのついた標本番号は、著者のひとり北

Table 1 Measurements of the bone fossils (in cm) that were discovered from the Kakegawa Group in and around the excavation site.

Specimen No. (Sample No.)	Horizon	Length	Width	Thickness
KT-01	IV	6.4	4.6	4.4
NHMT-V221 (99102401)	II	102.0	7.4	4.2
NHMT-V222 (99110301)	II			
NHMT-V271 (082601)	II	17.8	6.3	4.1
NHMT-V272 (082704)	II	3.3	2.0	0.8
NHMT-V273 (090311)	II	3.2	1.4	0.8
NHMT-V274 (090401)	II	4.9	2.4	1.3
NHMT-V275 (090403)	II	5.1	2.0	1.2
NHMT-V276 (090404)	II	6.3	4.0	3.0
NHMT-V277 (090601)	II	17.4	7.3	3.9
NHMT-V278 (090602)	II	2.3	2.0	1.7
NHMT-V279 (090603)	II	3.7	2.3	0.8
NHMT-V280 (090607)	II	3.8	3.5	1.5
NHMT-V281 (090608)	II	6.5	5.7	2.3
NHMT-V282 (090610)	II			
NHMT-V283 (090611)	II			
NHMT-V284 (090612)	II	1.8	1.2	0.7
NHMT-V285 (090613)	II	2.4	1.7	0.5
NHMT-V286 (090614)	II	2.8	0.9	0.4
NHMT-V287 (090616)	II	6.0	2.9	1.9
NHMT-V288 (090703)	II	3.3	2.6	1.9
NHMT-V289	III	11.3	3.2	3.0

村の所蔵標本である。

II層から産出した骨化石

標本番号：NHMT-V221 (99102401), Fig. 3-A
 分類・部位：哺乳綱鯨目 (Mammalia, Cetacea), 右肋骨。

計測・記載：湾曲長123cm, 直線長102cm, 最大幅7.4 cm, 最大厚4.2cm。湾曲した肋骨であり、遠位端を欠如するが、ほぼ完全で保存状態はよい。肋骨の近位には肋骨結節がなく単骨頭である。骨質の表層に存在する緻密質は部分的に厚さ10mmにもおよぶ部位もあるが、全体に海綿質の発達が見られる。肋骨は、肋骨頸と肋骨のほぼ中央、肋骨体の遠位においてそれぞれ細くなり、肋骨体の遠位にいくにしたがい腹面が扁平で背面が膨隆する。詳細な計測値と断面形態についてはFig. 3-Bに示す。なお、本標本は遠位の一部が欠如し、遠位にあたる部分は連続するものの接合部を欠く。そのため、湾曲長と直線長の値については近位から欠損部までの長さを示した。

標本番号：NHMT-V271 (082601), Fig. 4
 分類・部位：哺乳綱海牛目 (Mammalia, Sirenian), 肋骨。

計測・記載：直線長17.8cm, 最大幅6.3cm, 最大厚4.1cm, 重厚な肋骨でやや湾曲する。残存部位が少ないため、近位・遠位、左・右の関係は不明である。

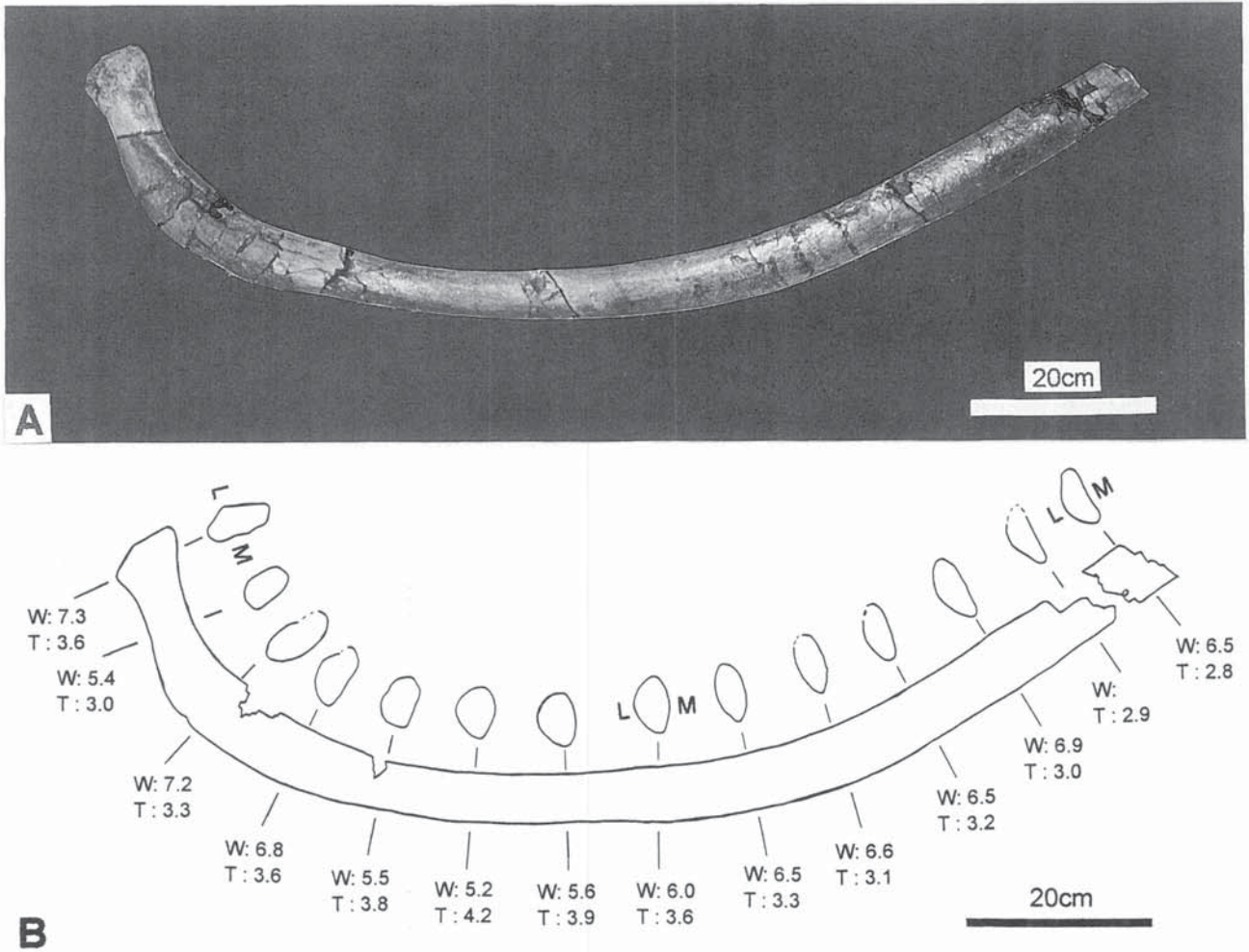


Fig. 3 Right rib of Cetacea (NHMT-V221). A : in dorsal view. B : cross sections and measurements of rib (in cm), L : lateral side, M : medial side, W : width, T : thickness.

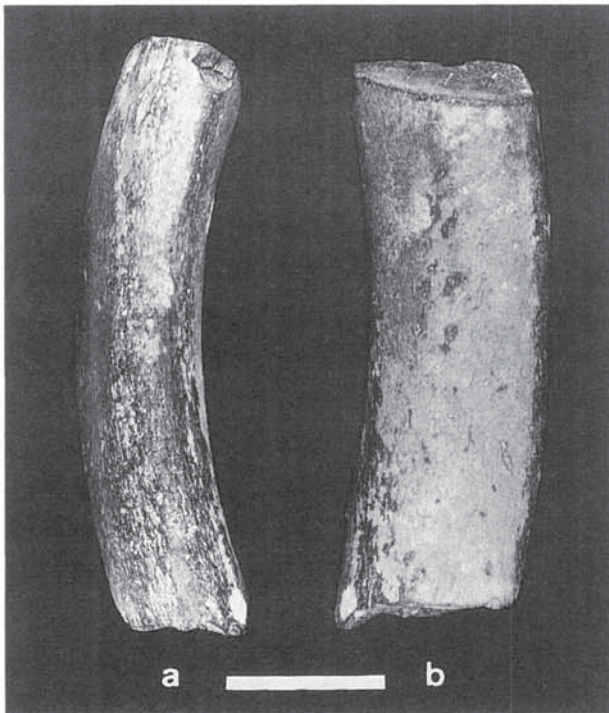


Fig. 4 Rib of Sirenian (NHMT-V271), a : cranial or caudal view, b : medial view. Scale bar equals 5 cm.

断面形態は楕円形を示し、背面が扁平で、腹面がやや膨隆する。保存状態はよい。骨軸方向に傾斜して入る直径 3 mm の円形の血管孔が側面に 1 つ確認できる。両端の破断面は骨軸に直交する面で鋭く切られた状態で産出し、円磨された跡はない。破断面には海綿質が見られない (Fig. 5)。詳細な計測値と断面形態については Fig. 6 に示す。

標本番号 : NHMT-V277 (090601), Fig. 7

分類・部位 : 哺乳綱鯨目 (Mammalia, Cetacea), 肋骨。

計測・記載 : 直線長 17.4 cm, 最大幅 7.3 cm, 最大厚 3.9 cm, 扁平な肋骨で、保存状態は悪い。残存部位が少ないため、近位・遠位、左・右の関係は不明である。断面形態は滴型で、背面が膨隆し、腹面が扁平である。両端の破断面のうち一方は骨軸に直交する面で鋭く切られているが、他方は斜めに著しく円磨されており、背面も円磨を受けている。骨表面の緻



Fig. 5 Cross section of NHMT-V271. Scale bar equals 2 cm.

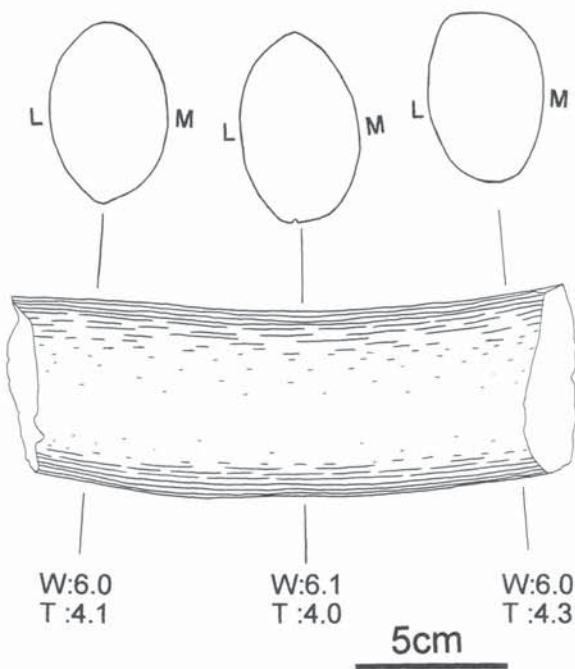


Fig. 6 Cross sections and measurements (in cm) of rib (NHMT-V271) in medial view, L: lateral side, M: medial side, W: width, T: thickness.

密質は部分的に厚さ10mmにもおよぶが、全体に海綿質が発達する。詳細な計測値と断面形態については Fig. 8に示す。

標本番号：NHMT-V281 (090608)

分類・部位：哺乳綱 (Mammalia), 脊体骨端。

計測・記載：長径6.5cm, 幅5.7cm, 厚さ2.3cm。円形の骨端の一部が残存し、全体に海綿質の発達が見られる。

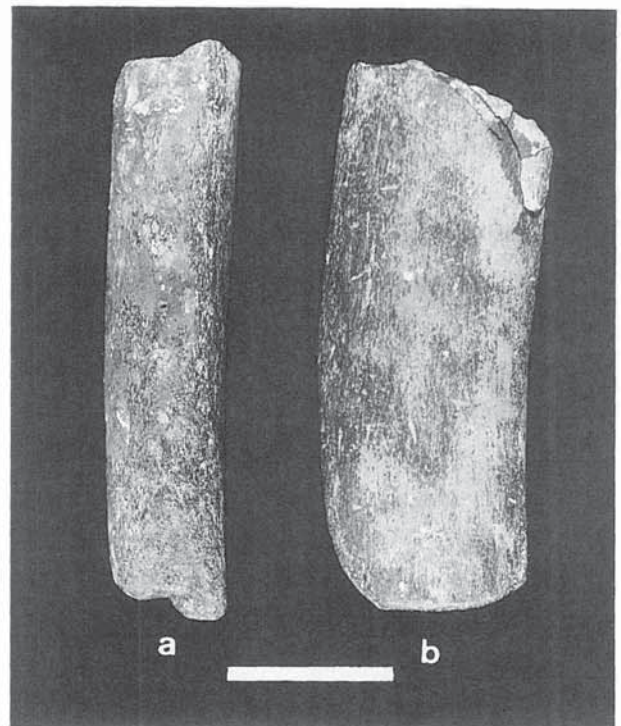


Fig. 7 Rib of Cetacea (NHMT-V277), a: cranial or caudal view, b: lateral view. Scale bar equals 5 cm.

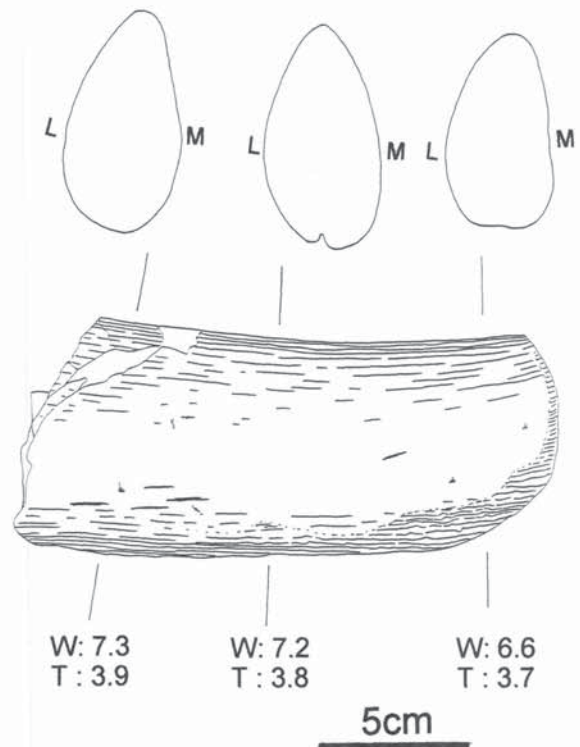


Fig. 8 Cross sections and measurements (in cm) of rib (NHMT-V277) in lateral view, L: lateral side, M: medial side, W: width, T: thickness.

IV層から産出した骨化石

標本番号：KT-01, Fig. 9

分類・部位：哺乳綱鯨目 (Mammalia, Cetacea), 尾椎.

計測・記載：長径6.4cm, 幅4.6cm, 高さ4.4cm. 円柱形である。棘突起を欠くものの椎弓と椎体はあり, 保存状態はよい。椎体の前後にある骨端は骨幹に膠着し, 中央のくぼみを中心に, 同心円状の様相が見られる。椎体から側方に伸びる横突起は見られず, 腹側面には一対の稜が発達し, その頭方と尾方に1つづつ関節面がある。腹側面中央を横切る直線上に直径約4mmの血管孔が3つ並ぶ。また, 椎体の側方には後方から前方に斜めに入る血管孔(直径4.7mm)も見られる。詳細な計測値については主に岡村(1979)にしたがい, Fig. 10に示す。

考 察

海牛目化石について

本発掘調査では, 第II貝化石層から海牛目の肋骨片の標本 (NHMT-V271) が産出した。海牛目の肋骨は重厚で, 一般に海綿質に乏しく緻密質からなることが特徴とされ, 年齢が進むにしたがいそれが顕著になる。本標本は破断面に海綿質が見られず, 重厚であることから海牛目成体の標本と同定した。

現在までに日本から産出が知られる海牛目化石は, ジュゴン科のヒドログマリス亜科とハリセリウム亜科, ジュゴン亜科である。本標本は現生海牛目の標本よりも大型であり, 大きさの点でハリセリウム亜科, またはヒドログマリス亜科である可能性が高いが, 肋骨体の一部しか残存しておらず, これ以上の比較は困難である。

本標本が産出した層準から共産す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。日本から産出する海牛目のうち, ジュゴン亜科とハリセリウム亜科は暖海域に生息し, ヒドログマリス亜科は寒海域に生息したとされる (古沢, 1994)。したがって, 本標本は暖海域に生息したとされるジュゴン亜科かハリセリウム亜科に属する可能性が高い。ハリセリウム亜科に属する海牛目化石は, 甲能・高泉 (1992) により日本

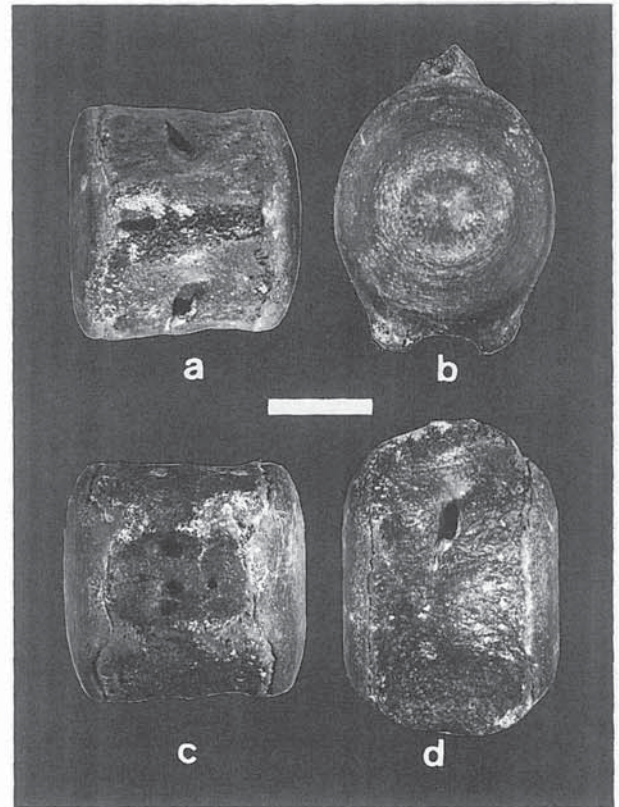


Fig. 9 Caudal vertebrae of Odontoceti (KT-01), a : dorsal view, left is cranial side, b : caudal view, c : ventral view, left is cranial side, d : lateral view, left is cranial side. Scale bar equals 2 cm

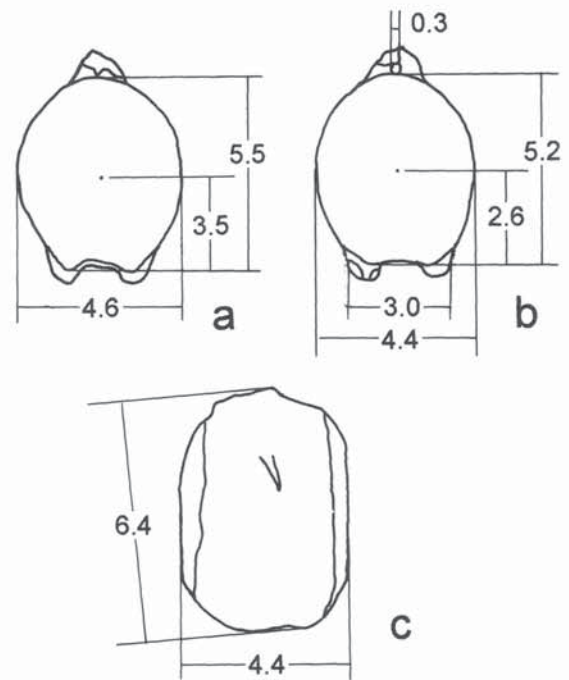


Fig. 10 Measurements (in cm) of caudal vertebrae of Odontoceti (KT-01), a : frontal view, b : caudal view, c : lateral view of right.

からの産出が確認されており、大西洋域では後期鮮新世まで知られているが、太平洋域では後期中新世までしか産出が確認されていない(甲能・高泉, 1992)。ジュゴン亜科の海牛目化石は日本からは、北海道の中部中新統(犬塚・岩見沢団体研究グループ, 1980)から報告されているが、TAKAHASHI et al. (1986)はその分類を否定している。また、群馬県の中部～上部中新統からはジュゴン亜科またはハリセリウム亜科に属する海牛目化石の報告がある(宮崎, 1993)。本標本がハリセリウム亜科ないし大型のジュゴン亜科のものであれば、鮮新世の化石として日本での最初の標本となり、暖海域にすむ海牛目の生息域や系統について重要な意味をもつと思われる。

鯨目化石について

保存状態のよい尾椎(KT-01)については、明瞭なV字骨の関節面があり、このように明瞭なV字骨関節面を持つ哺乳綱は鯨目と海牛目であるが、本標本は横突起が見られず、棘突起基部の破断面から大きな棘突起の存在が考えられるため、鯨目と同定した。なお、東海大学海洋科学博物館所蔵のバンドウイルカの尾椎と比較すると、やや本標本の方が大きいものの、腹側面と側面に見られる血管孔、横突起は無いが大きな棘突起が存在することで後位尾椎に類似する。

本稿で記載した2点の肋骨標本については、大型の肋骨であり、破断面に海綿質の発達が見られることから、鯨目と同定した。そのうち一方のほぼ完全な標本であるNHMT-V221については、肋骨結節が見られず、鯨目の属性を示す。本標本は肋骨角を背側に向け、近位から肋骨頭を見ると、肋骨体に対し反時計回りにねじれることから右の肋骨である。

ここではNHMT-V221の亜目レベルでの検討を行う。本標本はその大きさから、大型の歯鯨亜目または小型のヒゲ鯨亜目の肋骨と考えられる。本標本を同定するために国立科学博物館所蔵の歯鯨亜目のマッコウクジラ(NSM-M3539)とツチクジラ(NSM-M30129)および、ヒゲ鯨亜目のニタリクジラ(NSM-M3538)と東海大学海洋科学博物館所蔵のミンククジラ(MSM-85-002)の現生骨格標本の大きさがほぼ同じ肋骨について比較した。その結果、マッコウクジラの肋骨では、肋骨結節があり、遠位端が膨隆する点で形状が異なる。ツチクジラでは、肋骨結節が

あり、肋骨頭が偏平でなく、肋骨のほぼ中央において細くなる部位がない点で異なる。ヒゲ鯨亜目のイワシクジラとミンククジラでは、肋骨のほぼ中央において細くならない点で異なるが、肋骨頭が偏平で肋骨結節がないこと、肋骨体遠位が細くなることで類似する。このことから、本標本はヒゲ鯨亜目の肋骨である可能性があり、肋骨角があまり発達せず、一般湾曲がなだらかであることから、中位から後位にかけての肋骨と判断した。しかし、鯨目の肋骨は形態の類似性が強く、それ自体から分類学的な所属を決めることは困難である(長澤, 1999)ことから、本稿では本標本の所属を亜目までの分類とした。

日本列島における鯨目化石の産出については、大石(1985)、木村(1992)、OISHI and HASEGAWA(1995)にまとめられている。木村(1992)は、鯨目化石が産出する層準とその種類から、産出時期を3つに分け、後期中新世以降の時代を第3期としている。この第3期には、ヒゲ鯨亜目は東北・北海道に多く、関東以西では歯鯨亜目が多いという産出特徴が指摘されている。また、大石(1985)は、中新世末から鮮新世は、ケトテリウム科(Cetotheriidae)のように古い種類が新しい種類と共存し絶滅していく時期であると指摘している。佐藤ほか(1999)は、前期鮮新世末から後期鮮新世にヒゲ鯨動物群が化石種から現生種に入れ替わったとしている。本標本により詳細な分類群を明かにすることは、後期鮮新世の掛川地域での鯨目の分布や鯨目の進化について、多くの重要な資料を提供するものと思われる。

NHMT-V221標本と同層準から産出した鯨目の肋骨片であるNHMT-V277標本は、両者の保存状態の違いから、同一個体の標本と判断することはできない。また、同層準からは海牛目の肋骨片の標本(NHMT-V221)も発見されていることから、第II貝化石層には、複数の海生哺乳類化石が集積している可能性がある。

ま と め

掛川市上西郷に分布する掛川層群大日累層から、鯨目の肋骨化石2点および尾椎化石1点、海牛目の肋骨化石1点を含む骨化石片22点を発見した。本稿では、このうち海生哺乳類と同定できた骨化石について形態的特徴を記載した。今後これらの鯨目および海牛目化石について、さらに詳細な同定をするこ

とはもちろんであるが、掛川層群からは同定が可能な新たな化石の発見が期待される。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かったが、本報告で示したように多くの海生哺乳類化石が掛川層群に含まれていることが明らかになった。また、掛川層群から産出するであろう海生哺乳類の化石は、鮮新世における北西太平洋における海生哺乳類の分布や進化に関して非常に重要な資料を提供するものと思われる。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、北海道教育大学札幌分校の木村方一教授と滋賀県多賀町立多賀の自然と化石の館の阿部勇治氏、札幌市博物館活動センターの古沢 仁氏、国立科学博物館の甲能直樹氏、飯田市美術博物館の小泉明裕氏には文献の紹介や貴重な御意見をいただいた。また、鯨目や海牛目の標本比較に関しては、国立科学博物館の山田 格氏と滝川市美術自然史館の吉住晴美氏、北海道開拓記念館の山田悟郎氏にお世話いただき、貴重な御助言もいただいた。日本大学松戸歯学部の上島弘幸氏には粗稿を校閲していただいた。これらの方々に感謝するとともに、鯨目化石発掘調査に参加していただいた方々および調査期間に宿舎を提供いただいた掛川市円満寺の鬼頭良武住職に感謝いたします。

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.
- 古沢 仁 (1994) 古生物地理から見た北太平洋海牛類進化の研究展望と課題. 地団研専報, **43**, 99-110.
- 茨木雅子 (1986) 掛川地域新第三系の浮遊性有孔虫生層序基準面とその岩相層序との関係. 地質雑, **92**, 119-134.
- 犬塚則久・岩見沢団体研究グループ (1980) 北海道北檜山町小川の中新統よりジュゴン (Dugong) の発見. 地質雑, **86**, 639-641.
- 木村方一 (1992) 日本産鯨化石の層序と生息環境. 小林巖雄・立石雅昭・高安克己・的場保望・秋山雅彦編: 古日本海東縁の新第三系一層序・古地理・古環境一, 地質学論集, **37**, 175-187.
- 甲能直樹・高泉幸浩 (1992) 北西太平洋から初めてのハリテリウム亜科の海牛 (Sirenia: Dugongidae) の産出. 化石, **53**, 1-6.
- 宮崎重雄 (1993) 安中市秋間川河床産出のカイギュウ化石について. シモアキマカイギュウ発掘調査報告書, 安中市教育委員会, 25-48.
- 横山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, **3**, 569-576.
- 横山次郎 (1950) 日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 東京, 233p.
- 横山次郎・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.
- 横山次郎 (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 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.
- 長澤一雄 (1999) 山形県真室川町の鮮新統野口層から産出した鯨類化石. 山形県真室川町産鯨類化石調査報告書, 山形県立博物館, 11-52.
- NOBUHARA T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of Kakegawa Group, Central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, **170**, 159-185.
- 岡村喜明 (1979) 鯨類資料・特に骨解剖について. 草津地学同好会誌, **5**, 72-127.
- 大石雅之 (1985) 日本の鯨類化石研究の概要. 後藤仁敏・高橋正志・木村方一・堀川秀夫編: 海生脊椎動物の進化と適応, 地団研専報, **30**, 127-135.
- OISHI, M. and Y. HASEGAWA (1995) A list of fossil cetaceans in Japan. The Island Arc, **3**, 493-505.
- 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.
- 佐藤恵理子・木村方一・古沢 仁 (1999) 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・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.
- 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産鯨目化石発掘調査の成果—地質および堆積環境—. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, 3, 77-89.
- 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.
- TAKAHASHI, S., D. P. DOMNING and T. SAITO (1986) *Dusisiren dewana* n. sp. (MAMMALIA; SIRENIA), a new ancestor of Steller's Sea Cow from the Upper Miocene of Yamagata Prefecture, Northeastern Japan, Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan. N. S., 141, 296-321.
- 田中 猛 (1985) 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 (1988) Catalogue of large mammal fossil specimens. National Science Museum, Tokyo, 143 p..
- 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. Japanese Jour. Geol. Geog., 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・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.
- YOSHIDA, K. and M. NIITSUMA (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In TSUCHI, R. ed.: First CPNS Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, 54-59.