

## 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<sup>1)</sup>

新村 龍也<sup>2)</sup>・大石 雅之<sup>3)</sup>・柴 正博<sup>4)</sup>

### Fragmental Mandibles of Mysticete Cetaceans from the Upper Pliocene of Kakegawa, Shizuoka Prefecture, Central Japan<sup>1)</sup>

Tatsuya SHINMURA<sup>2)</sup>, Masayuki OISHI<sup>3)</sup> and Masahiro SHIBA<sup>4)</sup>

#### 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

<sup>1)</sup> 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

<sup>2)</sup> 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

<sup>3)</sup> 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

<sup>4)</sup> 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

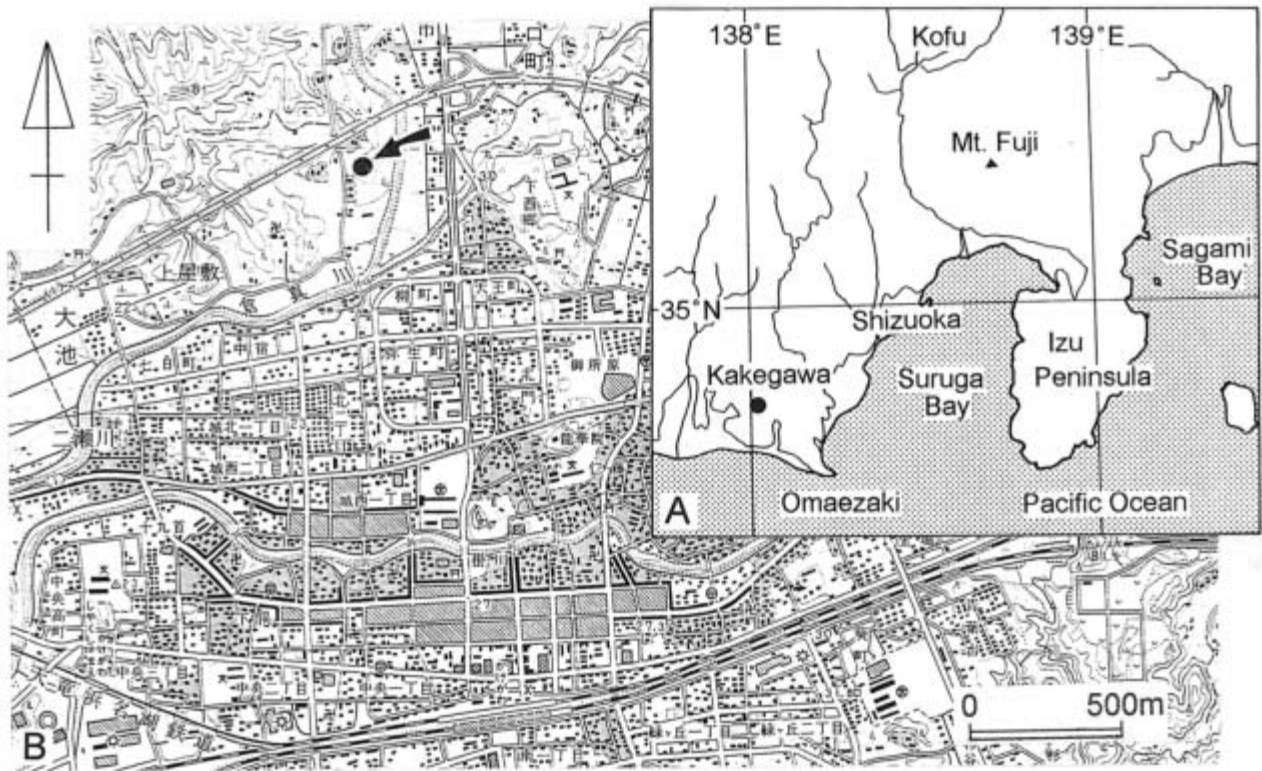


Fig. 1 Locality maps, (A) index map, the black dot is the study area; (B) locality map of the site (black dot) where the fossil mysticete cetaceans were found plotted on 1:25000-scale topographic map, Quadrangle "Kakegawa", Geographical Survey Institute of Japan.

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<sup>かみやしき</sup>上屋敷西郷、倉真川<sup>くらみ</sup>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:

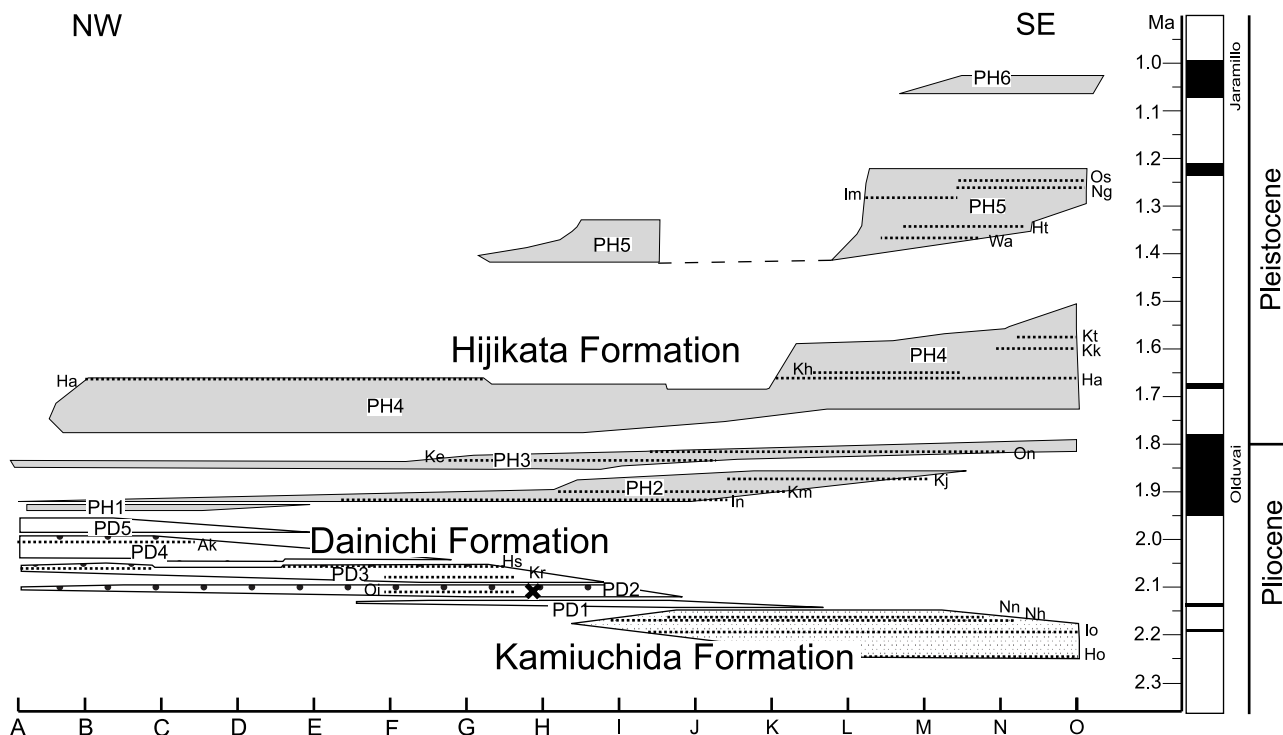


Fig. 2 Depositional section of the formations (systems tracts) including their parasequence sets in the Upper Kakegawa Group plotted against geological time. The figure of Shiba et al. (2007) is modified. The horizon and location is shown by X in PD2 of the Daiichi Formation. A-O: Locations of the geological 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。

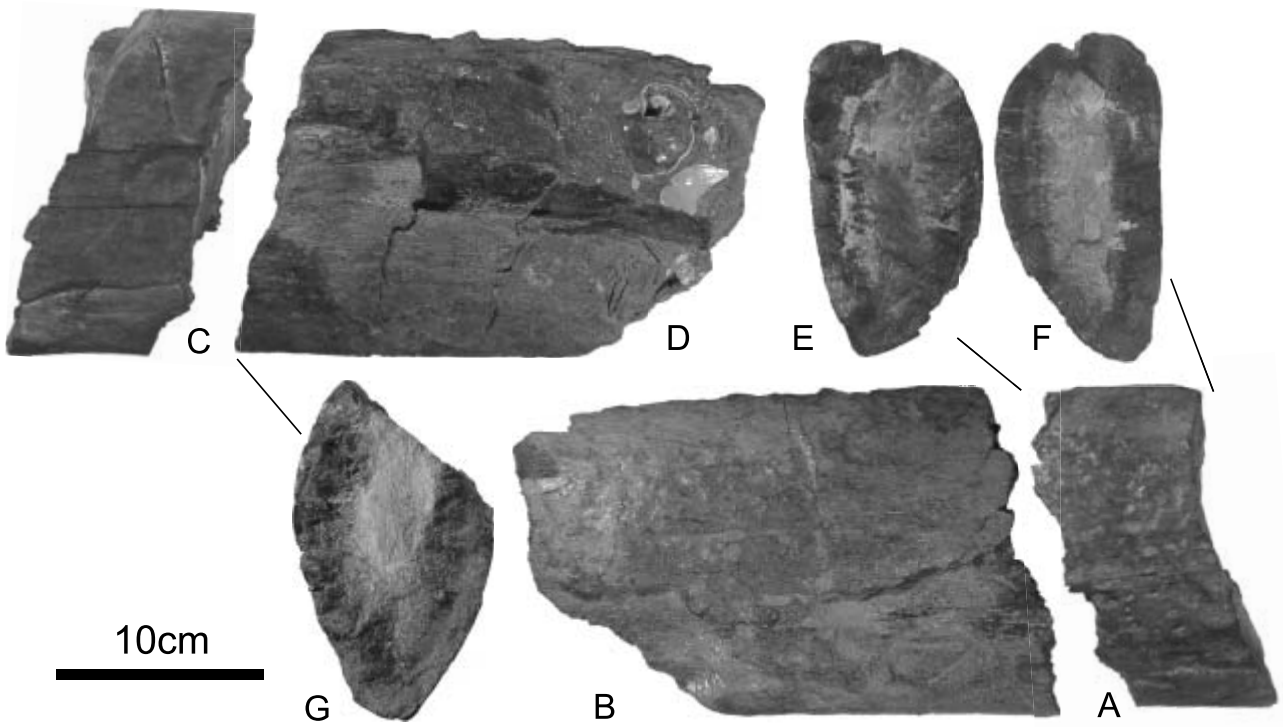


Fig. 3 The left mandible (NHMT-V294) of *Balaenopteridae* gen. et sp. indet. (A) lateral view of NHMT-V294-1; (B) lateral view of NHMT-V294-2; (C) medial view of NHMT-V294-1; (D) medial view of NHMT-V294-2; (E) anterior view of NHMT-V294-1; (F) posterior view of NHMT-V294-1; (G) posterior view of NHMT-V294-2.

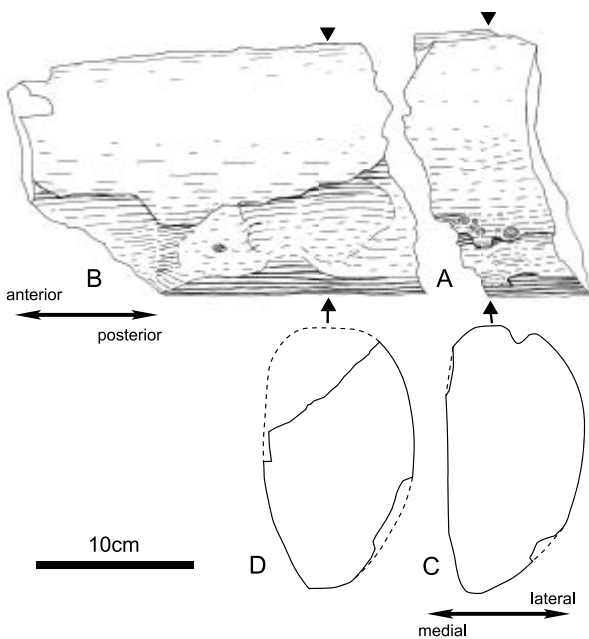


Fig. 4 The left mandible (NHMT-V294) of *Balaenopteridae* gen. et sp. indet. and its cross sections. (A) lateral view of NHMT-V294-1; (B) lateral view of NHMT-V294-2; (C) cross section (anterior view) of NHMT-V294-1; (D) cross section (anterior view) of NHMT-V294-2.

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

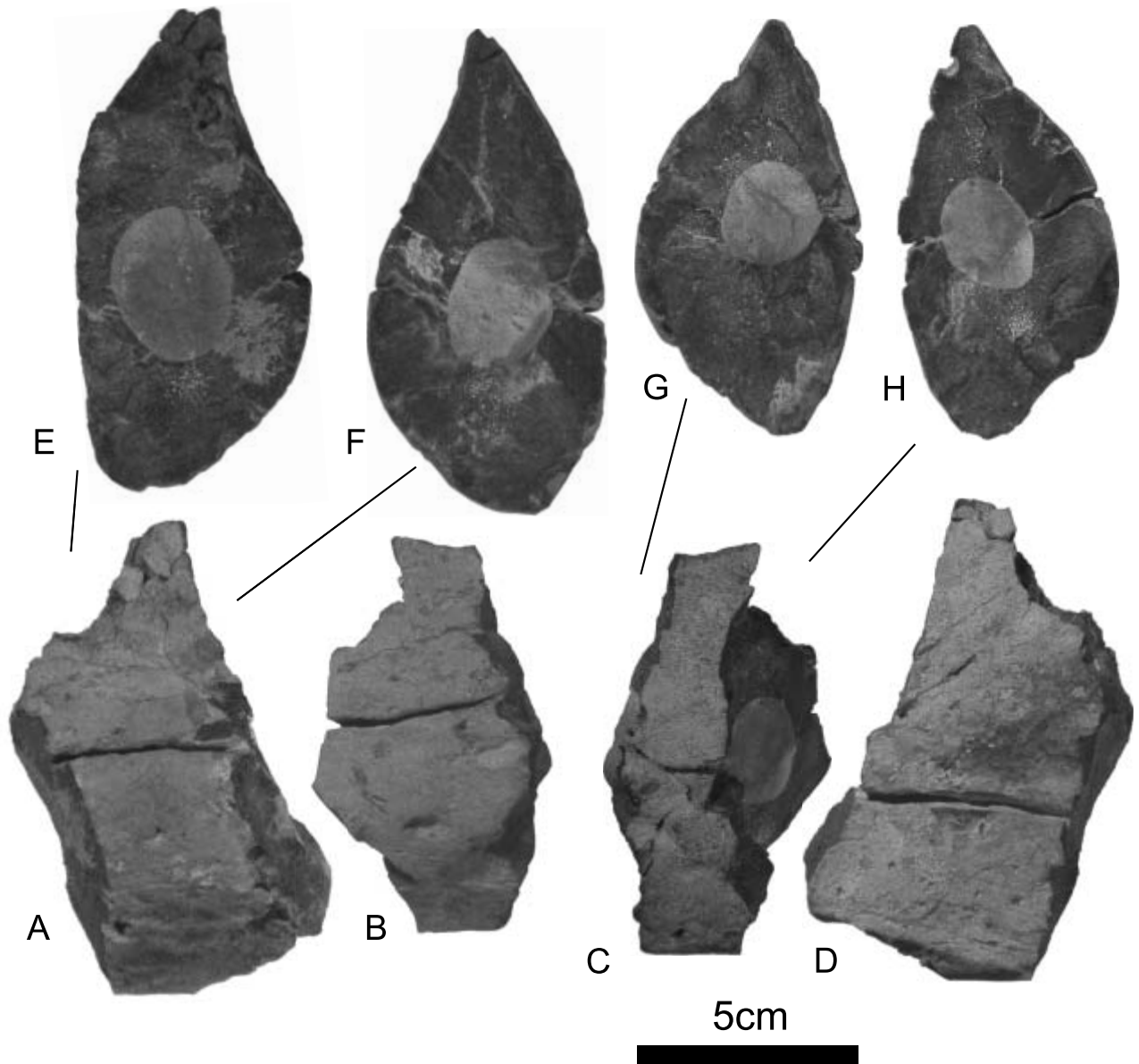


Fig. 5 The right mandible (NHMT-V295) of Balaenopteridae or Eschrichtiidae gen. et sp. indet. (A) lateral view of NHMT-V295-1; (B) lateral view of NHMT-V295-2; (C) medial view of NHMT-V295-2; (D) medial view of NHMT-V295-1; (E) posterior view of NHMT-V295-1; (F) anterior view of NHMT-V295-1; (G) anterior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

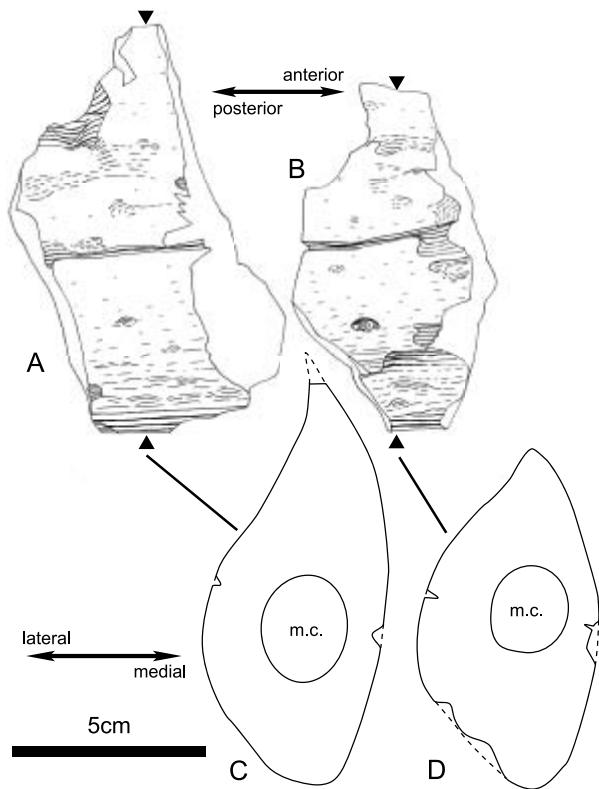


Fig. 6 The right mandible (NHMT-V295) of Balaenopteridae or Eschrichtiidae gen. et sp. indet. and its cross sections. (A) lateral view of NHMT-V295-1; (B) lateral view of NHMT-V295-2; (C) cross section (anterior view) of NHMT-V295-1; (D) cross section (anterior view) of NHMT-V295-2; m.c., mandibular 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ที่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る (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) とも調和的である。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.