

原著論文

福島県塙町に分布する中新統久保田層より産出した鯨類化石と古環境

鈴木苑子*・猪瀬弘瑛**・上松佐知子*・大石雅之***・指田勝男****・藤田英留*****

要旨:

平成18年、福島県塙町西河内の藤田礫業株式会社の採石場から鯨類化石が発見された。上部中新統の久保田層から複数個の鯨類化石が産出するのは初めてのことである。本研究ではクジラ化石の骨格を復元することにより同定を行い、クジラ化石が堆積した古環境の推定を行った。有孔虫は8属10種が同定され、そのほとんどが浅海性の底生有孔虫である。貝類化石は浅海性の二枚貝が多産する。鯨類化石は母岩ごとに複数のブロックに分けられ保存されており、合計9部位が産出した。特に耳周骨と下顎の形態から、この鯨類化石はヒゲクジラ亜目であると推定された。

キーワード: 貝類化石、久保田層、鯨類化石、古環境、中新世、底生有孔虫、ヒゲクジラ亜目

1. はじめに

日本列島の海成古・新第三系からは、鯨類を含む海生脊椎動物化石が多産する。しかし、日本から産出するヒゲクジラ亜目鯨類化石は保存不良のために未記載となっている標本が多く、研究があまり進んでいないのが現状である(一島, 2005)。その中で、中新世のヒゲクジラ類化石は、古第三紀に海生適応した後に、依然として多くの原始的な形質を保持していることで、このグループの鯨類の進化史を考える上で重要である。

福島県東棚倉地域の中新統久保田層は豊富な軟体動物化石を産し、いわゆる塩原型動物群の代表的な産出地として知られている(鎮西, 1963; Chinzei and Iwasaki, 1967; Iwasaki, 1970)。本層における古生物学的研究は古くから行われ、二枚貝化石ばかりではなく、放散虫、石灰質ナンノ化石、浮遊性有孔虫、貝形虫、珪藻などの微化石を用いた年代や堆積環境の検討が行われている(相田, 1988; 竹谷・相田, 1991; 島本ほか, 1998; Hayashi et al., 2002; Yamaguchi and Hayashi, 2001; 柳沢ほか, 2003)。一方脊椎動物化石に関してはほとんど報告がなく、これまでに木村(1988)によって「イワシクジラ属」とされた頸椎1点の産出が述べられているのみである。今回筆者らは、福島県塙町に分布する久保田層下部より産出したヒゲクジラ類化石について報告し、古環境について考察する。本標本は、2006(平成18)年に筆者の一人である藤田が発見し、その後10年以上、藤田礫業株式会社の倉庫に保管されていたものである。

2. 地質概説

福島県南東部の東棚倉地域には、阿武隈帯の変成岩類や深成岩類を不整合に覆い、その上位に新第三系の赤坂層、久保田層および仁公儀層が分布する(大槻, 1975)。島本ほか(1998)の記載によると、下部は主に阿武隈帯由来と考えられる変成岩・花崗岩からなる礫岩からなる。中部は中-粗粒砂岩からなり、斜交層理・生物攪乱が見られ、海生貝類化石を産する。上部は泥岩・粗粒砂岩からなり、亜炭層を挟む。上部中新統久保田層は赤坂層を整合に覆う海成層で、Omori(1958)により定義された。その後大槻(1975)、高橋・天野(1989)、島本ほか(1998)、柳沢ほか(2003)などによって層序の再検討が行われているが、基本的に岩相により下部・中部・上部の3つに区分される。久保田層下部は淘汰の悪い黒灰色泥質細~中粒砂岩で、貝類化石を多産する。中部は本層の主体をなし、斜交層理の発達する黄褐色粗粒砂岩と暗灰色~青灰色の凝灰質粗粒~中粒砂岩からなる。島本ほか(1998)は、このうち斜交層理の発達する粗粒砂岩を下部に含め、柳沢ほか(2003)ではこれを中部に含めている。貝類化石が散在するほか、マッドパイプ状の生痕化石がみられる。上部は斜交層理の発達した凝灰質粗粒砂岩である。久保田層中には、厚さ数10cmないし数mの凝灰岩が多数狭在し、このうちKt-1からKt-7の7枚は鍵層として扱われている(島本ほか, 1998; 柳沢ほか, 2003)。仁公儀層は、Iwasaki(1970)の仏坂層および仁公儀層を合わせたものに相当し、大槻(1975)によって仏坂礫岩部層を含む仁公儀層として再定義された(島本ほか, 1998)。仁公儀層は久保田層を傾斜不整

*筑波大学, **福島県立博物館, ***岩手県立博物館研究協力員・東北大学総合学術博物館協力研究員, ****筑波大学名誉教授, *****藤田礫業株式会社

合に覆い、下部は八溝帯由来と思われる砂岩や頁岩の礫からなる礫岩、上部は白色凝灰岩および凝灰質砂岩からなる（柳沢ほか, 2003）。

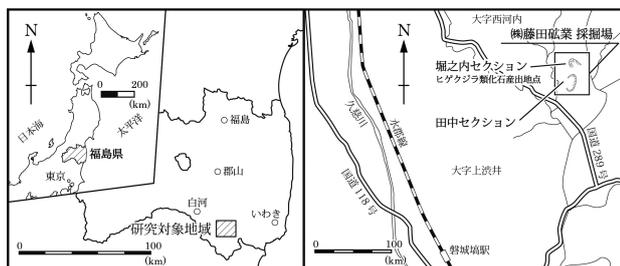


図1 ヒゲクジラ類化石産出地点の位置図

3. 試料と手法

本研究で検討するヒゲクジラ類化石は、福島県東白川郡塙町西河内にある藤田産業株式会社の堀之内採掘場から産出したものである（図1）。本採掘場は久保田層の分布域最南端にあたり、下部が露出している。ヒゲクジラ類化石の堆積環境を考察するため、堀之内採掘場および近接した田中採掘場の露頭で柱状図を作成し、岩相および貝類化石群集を検討した。加えてヒゲクジラ類化石に付着している母岩から貝類化石と微化石を抽出した。

微化石の抽出については、ヒゲクジラ類化石に付着する母岩から採集した岩石サンプルを、硫酸ナトリウム法を用いて処理し、125 μm のふるいにかけて乾燥させ、有孔虫を抽出した。その後実体顕微鏡下で面相筆を用い、150個体を取り出した。

ヒゲクジラ類化石は、発掘された当時から採掘場付近の倉庫に母岩ごと保存されており、採掘時の物理的衝撃と風化による劣化が激しく、母岩から露出していた骨の多くが破損している。本研究では、母岩から化石を取り出しつつ修復を行い、可能な限り産出部位の確認と産状の復元に努めたが、骨格全体としての産状を復元するまでには至らなかった。クリーニングでは、母岩が脆いため、パラロイドとシアノアクリレート系瞬間接着剤を使用し、すべての破片を合わせながら作業を進めた。

4. ヒゲクジラ類化石の産出状況

ヒゲクジラ類化石は、母岩とともに大型機械により取り出された。ある程度大型の岩塊は約1m辺のパレットに乗せ、骨片になった化石は業務用のケースにまとめられた。最終的にパレット8枚とケース26個に骨化石が収められ、採掘場付近の倉庫に保管された（写真1, 2）。

ヒゲクジラ類化石のクリーニング作業を進めた結果、ヒゲクジラ類1頭分の不完全な全身骨格を復元



写真1 発見当時からヒゲクジラ類化石の保管状況



写真2 発見当時からヒゲクジラ類化石の保管状況

することができた（図版3）。ヒゲクジラ類化石は、本来の骨の位置関係と近い状態で産出したことが確認された。特に、肩甲骨から上肢骨にかけての部位は堆積面と推定される方向に水平に並んでおり、その周囲には肋骨が複数本重なった状態で産出した。骨化石の表面を観察したところ、化学合成を行う貝類や甲殻類などを伴う鯨骨群集を形成するような生物の化石は産出しなかった。骨化石の中には、表面に貝類化石が密集して貼りついているものがあり、母岩と共にノジュール化している。

5. ヒゲクジラ類化石産出地点付近の地質と化石 (1) 岩相

塙町にある堀之内採掘場のセクション（堀之内セクション）と田中採掘場のセクション（田中セクション）において柱状図を作成し、特徴的な貝類化石密集層を本研究では鍵層として対比を行い、両者を統合して柱状図を作成した（図2）。この鍵層はA1～A10層とC1、C2層があり、それぞれの特徴については後述する。調査したセクションの層厚は全体で約25mあり、主として砂岩で構成される。最下部

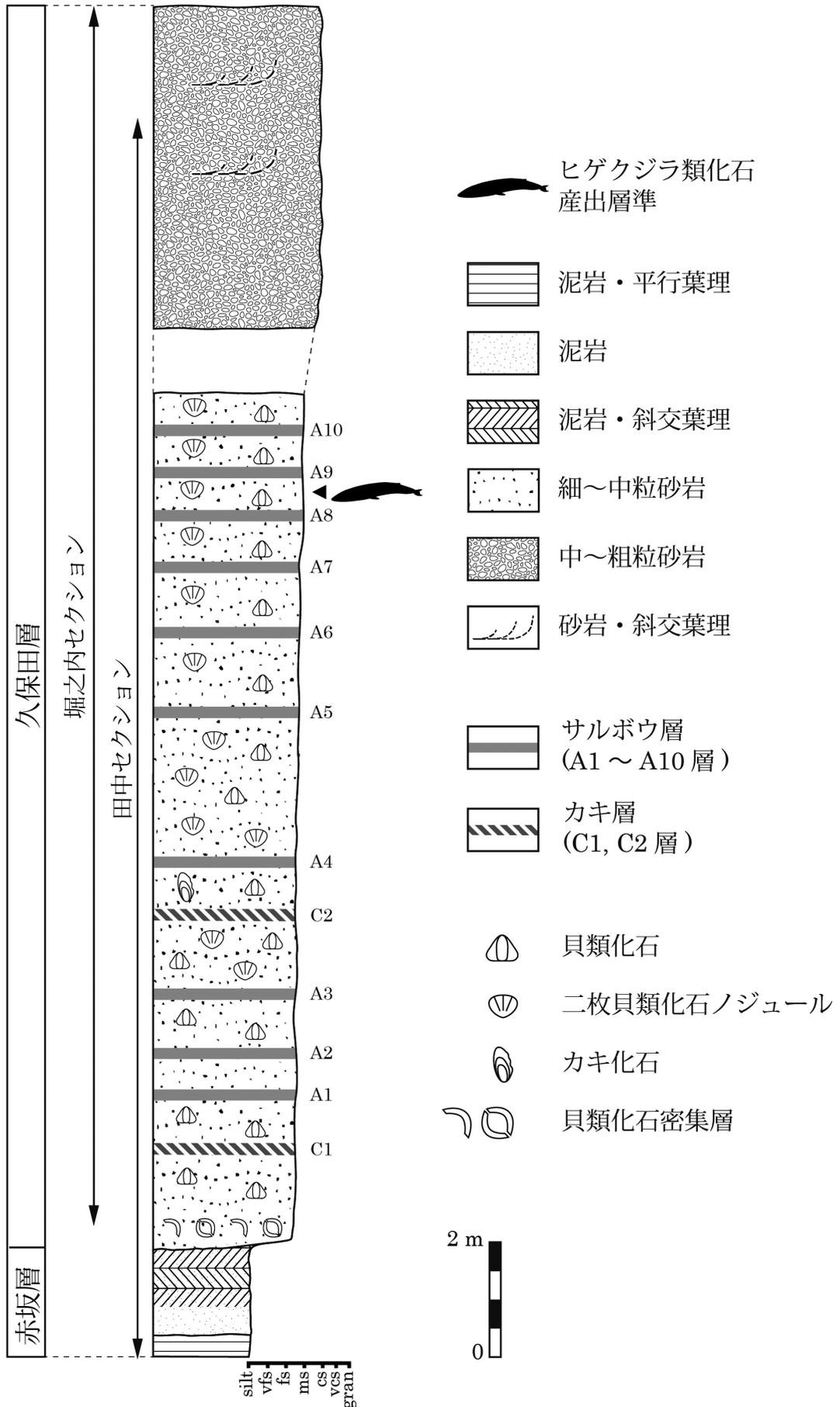


図2 ヒゲクジラ類化石産出地点の柱状図

の2 mは赤坂層最上部の泥岩からなり、平行葉理および斜交葉理が観察できる。この上位には久保田層下部の層厚16mの青灰色細～中粒砂岩層が整合的に累重する。砂岩層最下部の50cmは貝類化石片支持の貝類化石密集層が見られ、約1～5 cmの二枚貝類の合弁・離弁および破片を含む。密集層の上位の細～中粒砂岩層は概して青灰色を呈し、塊状で、大型の二枚貝類化石を多産し、層準によっては亜炭を含む。二枚貝類は合弁のものが多く、砂岩全体に高密度で含まれ、ノジュールを形成する*Laevicardium shiobareense* (Yokoyama) がたまに産出する。二枚貝類は堆積面に対し水平姿勢を取り、生息姿勢を保っていないことが多い。この砂岩層中には特徴的な化石密集層準があり、主としてカキ層とサルボウ層に分けられる。カキ層は*Crassostrea gigas* (Thunberg) の破片からなり、層厚10～50cm程度のレンズ状に凝集したカキ化石が側方に連続して並ぶ。青灰色細～中粒砂岩の基底部から2 mおよび6.5 m上位の2層 (C1、C2層) でカキ層が確認できる。サルボウ層は*Anadara* sp. のみが含まれる直径20cm程度のノジュールが側方に並んでいる密集層であり、青灰色砂岩層中に合計で10層 (A1～A10) 確認できる。(写真3)。この青灰色砂岩層の上位には、久保田層中部の黄褐色を呈する中～粗粒砂岩層が累重する。露頭欠如のため下位の青灰色砂岩層との関係は不明であるが、これまでの研究では整合とされている (島本ほか, 1998)。黄褐色砂岩層には高さ約4 mの斜交葉理が大規模に発達する。



写真3 採石場露頭で見られるサルボウ層

本研究で報告するヒゲクジラ類化石は、産出当時の記録によると、堀之内セクションの青灰色砂岩層最上部から約1.5m下位より産出した。ヒゲクジラ類化石を含む母岩は青灰色の細～中粒砂岩で構成され、複数種の貝類化石が密集している。このヒゲクジラ類を含む母岩の岩相と本研究で作成した柱状図と照

らし合わせると、この層準はおよそA8層とA9層の間と考えられる。

(2) 共産化石

処理した岩石サンプルから、同定可能な131個の底生有孔虫化石が得られた。産出した有孔虫はすべて底生有孔虫であり、浮遊性有孔虫は見られない (図3)。浅海生の底生有孔虫が多く、*Ammonia japonica* (Hada)、*Ammonia tochigiensis* (Uchio)、*Cibicides* sp.、*Buliminella elegantissima* (d'Orbigny)、*Hanzawaia nipponica* Asano、*Nonion* sp.、*Porosorotalia makiyamai* (Chiji)、*Pseudononion japonicum* Asano、*Buccella inusitata* Andersen、*Buccella frigida* (Cushman) の8属10種が産出する。特に*Pseudononion*および*Ammonia*が多産する (図版1)。

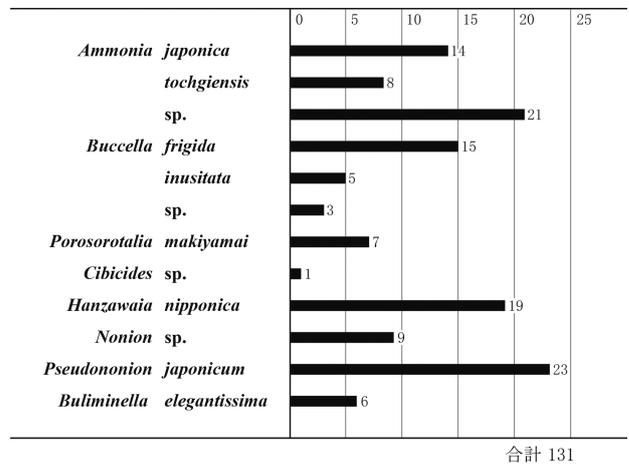


図3 ヒゲクジラ類化石に伴って産出した底生有孔虫化石の内訳

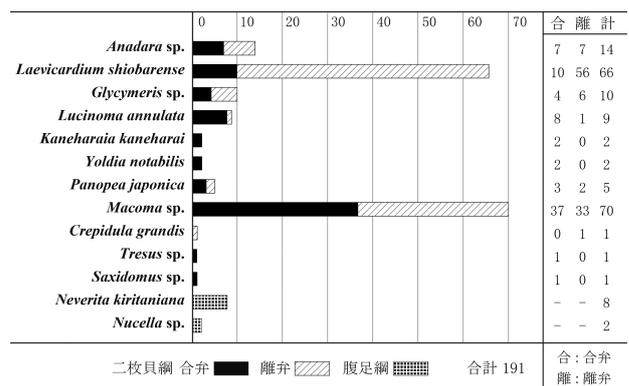


図4 ヒゲクジラ類化石に伴って産出した貝類化石の内訳

ヒゲクジラ類化石を含む母岩からは多数の貝類化石が産出する。貝類化石は保存状態が悪く、多くは破片である。その中で同定を行った結果、以下の二枚貝類と腹足類を含む13属13種、191個体が得られた (図4) : *Yoldia notabilis* Yokoyama、*Nucella* sp.、*Macoma* sp.、*Crepidula grandis* Middendorff、

Glycymeris sp., *Neverita kiritaniana* (Yokoyama)、*Lucinoma annulata* (Reeve)、*Panopea nomurae* Kamada、*Laevicardium shiobarensense* (Yokoyama)、*Kaneharaia kaneharai* (Yokoyama)、*Anadara* sp., *Tresus* sp., *Saxidomus* sp. (図版2)。貝類化石は、破片が密集していることが多く、水流により洗い出しを受け堆積した異地性の化石である。それに対して、両セクションで観察された *Laevicardium shiobarensense* や *Anadara* sp. などノジュールを形成している二枚貝類化石は、現地性から準現地性である可能性が考えられる。ノジュールが産出する層準では二枚貝類化石が死んですぐ運搬作用を受けたと思われる。内部の軟体組織を保持したままの貝類は、堆積物中にすぐに埋まることで、軟体組織が分解され貝類の周りに炭酸塩ノジュールを形成することから (Yoshida et al., 2015)、本研究において岩相で観察されたノジュールは、貝類が運搬された後急速埋没されるような環境で形成されたと考えられる。

(3) クジラの産出層準の年代

久保田層中部の下半部 (Kt-1からKt4C) の年代は、柳沢ほか (2003) によると、ほぼ10~11Maに入り、後期中新世前期に相当する。フィッシュントラック年代と微化石年代に基づき、Takahashi et al. (2001) は、久保田層の堆積速度は速く、1,000年間に25.5cm以上と見積もった。これに基づくと、久保田層下部のクジラを産した層準はKt-1から15~20m下位なので、その間隔は長く見積もっても80,000年程度である。したがって、クジラの産出層準の年代は、後期中新世の前期ということになる。

6. ヒゲクジラ類化石の記載

Order Cetacea Brisson, 1762
Suborder Mysticeti Flower, 1864
gen. et sp. indet.

標本：

EESUT-PV0003 (筑波大学所蔵)。本標本は不完全な全身骨格からなり、上顎骨片、左右下顎骨片、右耳周骨、肩甲骨、上腕骨、尺骨・橈骨の一部、複数の肋骨と椎骨が含まれる (図版3)。クリーニング未了の部位もあり、詳細な部位の同定が終了していないものもある。このため、本論文で分類を議論するために有用な耳周骨と下顎骨について、以下に記載する。

産出地：

福島県東白川郡塙町西河内の藤田砒業株式会社堀之内採掘場。

産出層準および産出年代：

上部中新統下部久保田層下部。最下部から約15.5

~17m上位。

記載：耳周骨 (periotic)

後突起 (posterior process) を欠く右耳周骨で、蝸牛部 (pars cochlearis) は破損して分離した状態である (図5, 図版4)。保存される前後長は106 mm、幅は73 mm、蝸牛部を含む厚さは74 mmである。前突起 (anterior process) は背腹方向にやや圧縮を受けた三角形をなす。耳周骨背側は平坦な面をしており、腹側には前柄 (anterior pedicle) の突起が顕著に発達している。正円窓 (fenestra rotunda) は丸く、内方に切れ込みがある。蝸牛部の前腹部には不明瞭な溝状の構造があり、これは岬角溝 (median promontrial groove) と考えられるが、前部で破損している (図5 A, B)。破損した蝸牛部では、砂岩が充填された状態で内部構造を確認することができる。

下顎骨 (mandible)

下顎体 (body of mandible) の一部が2標本産出しており、産出状況から同一個体のものであると考えられる。本標本は末端部が完全に保存された前端部分と、それと同程度の高さの骨片、下顎体の中間部分と筋突起基部付近の10点からなる不連続な左右下顎骨片として保存されている。下顎骨の断面は、高さに比較して幅がやや広い。背側から見て両下顎骨は湾曲しており、前方はねじれており、背側にはオトガイ孔が延長された溝が伸び、中央部には届かず消滅する。断面の形状は、高さに比較して幅がやや広く、中央部から後方にかけては外方に凸の丸い曲線を描き、内方はやや直線的である。左下顎骨は前端から下顎体、関節付近の部分まで産出している。関節付近は、下顎角から角突起までが保存されている (図版5, 6)。

7. 考察

(1) 久保田層下部産ヒゲクジラ類化石について

本標本は、下顎骨に歯槽がないことで、明らかに原始的なヒゲクジラ類を除く中新世以降のヒゲクジラ亜目に属するといえる。また、セミクジラ科鯨類では下顎骨の内側面がまるみを帯び (長澤, 1994)、コセミクジラ科鯨類では下顎骨の高さに比較して幅が狭いことで (大石, 1997)、本標本との比較から除外することができる。

本標本では耳周骨が比較的良好に保存されていることから、以下に耳周骨の比較に基づいて本標本の同定を試みる。近年、耳骨の形態形質を用いたナガスクジラ科およびケトテリウム科の分類に関する研究が進められている (Kimura and Ozawa, 2002; Deméré et al., 2005; Steeman, 2010; Ekdale et al.,

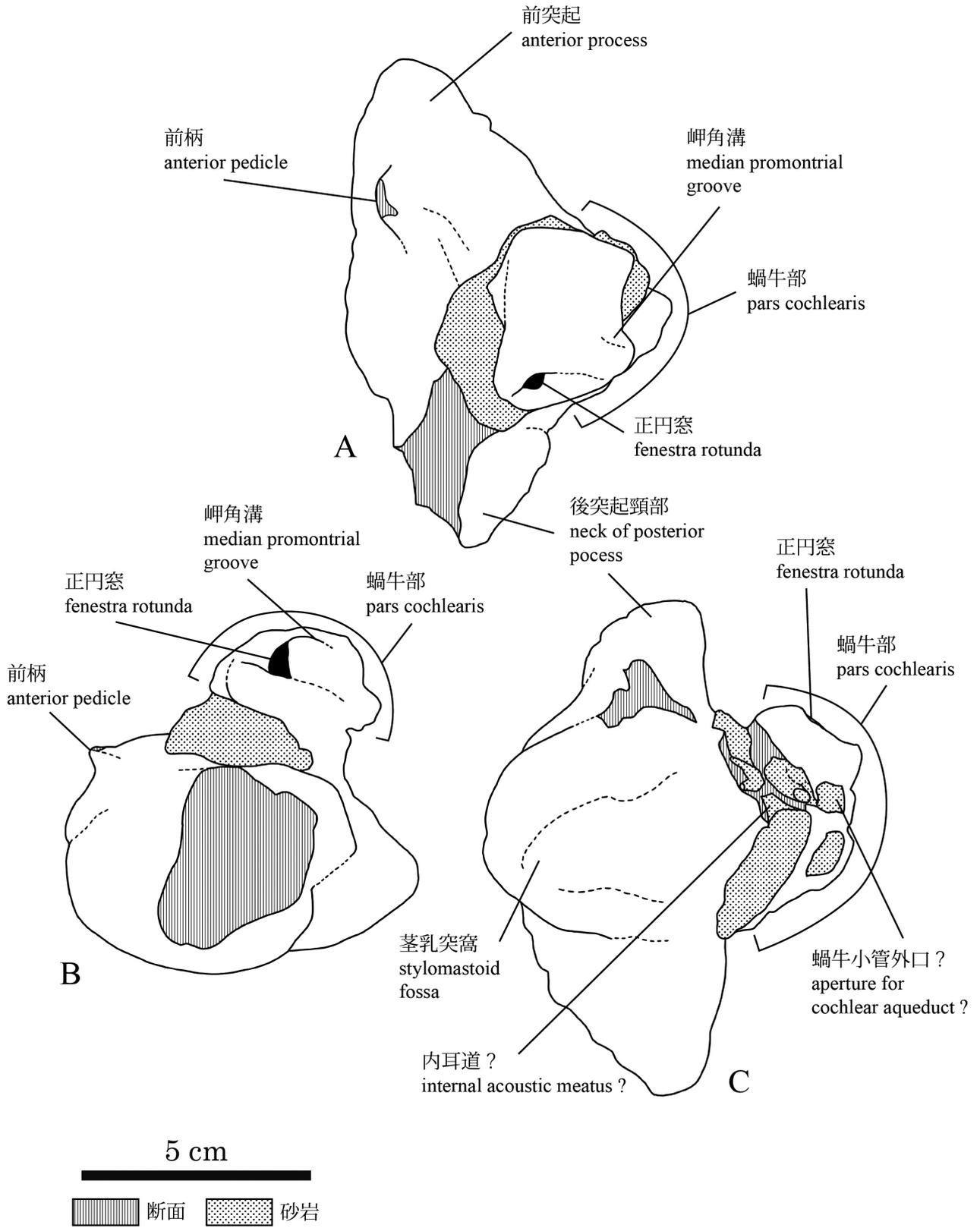


図5 ヒゲクジラ類化石の右耳周骨スケッチ。A, 腹側観；B, 後側観；C, 内側観。

2011; 木村ほか, 2014; 木村・長谷川, 2019)。Kimura and Ozawa (2002) は、三重県と岐阜県の下部中新統から産出した *Isanacetus laticephalus* の記載の中で、保存良好の耳周骨を含めて系統解析を行った。Deméré et al. (2005) は、現生種と後期中新世以降の化石種のナガスクジラ上科ヒゲクジラ類について、報告されている全種を見直しながら耳周骨を含めて系統解析を行った。また、Steeiman (2010) は、19世紀にベルギーで記載された中新-鮮新世のヒゲクジラ類化石について、主として耳骨に注目して分類の再検討を行い、多くの哺乳類で歯が分類上有用であるように、ヒゲクジラ類では耳周骨が分類上有用であると述べている。Ekdale et al. (2011) は、現生ヒゲクジラ類全種の耳周骨-鼓室胞複合体について詳細な比較骨学的検討を行い系統解析を試みている。木村ほか (2014) は、栃木県の上部中新統産のほぼ全身からなるヒゲクジラ類化石について、耳周骨で詳細な比較を行い、イサナセタスグループ (Kimura and Ozawa, 2002) あるいはナガスクジラ上科とした。近年では木村・長谷川 (2019) が、群馬県の中部中新統産の *Joumocetus shimizui* の新標本について、耳周骨を含む記載から系統解析を行っている。

木村ほか (2014) は、ナガスクジラ科やナガスクジラ上科を中心とした形態形質の研究から、耳周骨および鼓室胞に見られるナガスクジラ上科の共有派生形質あるいは特徴的な形質を次のようにまとめている：(1) 耳周骨の前突起は前端がとがった三角形をなす：(2) 耳周骨の前突起は背腹方向に圧縮される：(3) 蝸牛が伸長する：(4) 岬角溝は発達しない：(5) 耳周骨の後突起は細長い：(6) 顔面神経管内口は円形である：(7) 鼓室胞で主稜が発達する：(8) 耳管鼓室口が狭い：(9) 鼓室胞の前外側拡張が発達する。これらのうち、耳周骨で比較できる形質は (1) ~ (5) であり、これらに基づき本標本を検討する。

本標本では、耳周骨の前突起は前端が鋭利にとがった三角形を呈するため、形質 (1) は該当する。加えて前突起は背腹方向に圧縮が見られるため、形質 (2) も当てはまる。形質 (3) に関しては、本標本の蝸牛部が破損しているために確認することはできない。本標本は、岬角溝と考えられる溝状の構造が残されており、形質 (4) は該当しない。形質 (5) については、本標本は後突起が欠損しているため議論ができない。以上より、耳周骨に見られる特徴的な形質のうち、ナガスクジラ上科に見られる形質は (1) (2) のみであり、形質 (4) の岬角溝は現生ナガスクジラ上科以外のヒゲクジラ類で発達するとい

われる (木村ほか, 2014)。そのため、本標本の比較の対象は、今後ヒゲクジラ類の中のイサナセタスグループについても拡張する必要がある。鯨類化石において、その分類や系統関係を明らかにするためには、耳周骨のみではなく、鼓室胞と頭蓋に見られる形質とを合わせた検討が不可欠である (Deméré et al., 2005; 木村ほか, 2014)。本標本は鼓室胞が未産出であることに加え、頭蓋についても上顎骨片のみの産出で保存状態も非常に悪く、いまのところ十分な観察ができない。したがってここでは、本標本について科レベルの同定を行うのは困難であると判断される。

ところで、塙町の久保田層からは、木村 (1988) によって *Balaenoptera cf. borealis* の頸椎が報告されており、これは、現生種のみと比較で現生属種に分類されているが、中新世ヒゲクジラ化石の分類にあたってはイサナセタスグループなどの化石種とも比較する必要があると考えられる。和名のナガスクジラ属 (西脇, 1965) を「イワシクジラ属」としている点でも問題がある。

(2) ヒゲクジラ類化石産出層準における古環境

ヒゲクジラ類化石の母岩から産出した底生有孔虫と貝類化石の生息環境から、ヒゲクジラ類化石が堆積した当時の古環境を復元する。有孔虫は、すべて底生有孔虫であり、特に *A. japonica*、*B. frigida*、*H. nipponica*、*P. japonicum* が比較的多産した。これらは明らかに海水環境を示している。古水深については、*Ammonia*、*Buccella*、*Hanzawaia* が干潟から大陸棚斜面までを含む浅海に生息し、その他の種もすべて大陸棚までの比較的浅い水深に生息する。また産出したすべての底生有孔虫の生息水温を考えると、多くの底生有孔虫は比較的広範囲であるが、*Ammonia* と *Hanzawaia* は冷帯には属さないことから (Murray, 1991)、比較的温暖な浅海底であったといえる。

ヒゲクジラ類化石の母岩に含まれる貝類化石は、すでに露頭から取り出されていたため層理面に対する殻の堆積姿勢と方向を確認することはできなかった。しかし、産出した貝類化石の多くは、明らかにヒゲクジラ類化石の周囲に流されてきたと思われるような、様々な方向を向いた密集状態であった。久保田層下部は全体が細~中粒砂岩で構成され、ヒゲクジラ類化石の産出層準では、合弁と離弁を含む貝類化石が密集し、亜炭が散在している。ヒゲクジラ類化石を含む母岩は泥岩を含まない細~中粒砂岩で構成され、密集していた貝類化石は破片が多産することから、このヒゲクジラ類化石が堆積した海底は波の影響を受ける、暴風時波浪限界より水深が浅か

ったと考えられる。母岩から堆積構造は観察できなかったが、干潟や潮間帯付近に生息する二枚貝類が生息姿勢を保たず密集していることから、水流による洗い出しと運搬作用を受けて水深が深い場所へ移動し堆積したと考えられる。貝類化石は、砂泥底に生息する*Anadara* sp. や*Nucella* sp.、貝殻上や岩礁に付着する*C. granidis*、潮間帯～外浜（水深約0～20m）に生息する*L. shiobarense*、*Tresus* sp.、*Saxidomus* sp.、浅瀬から深海まで比較的幅広く生息する*L. annulata*のように、さまざまな生息水深を示す種が含まれている。このことから、貝類化石は運搬作用を受け生息水深より深い場所へ運ばれていたことが推測される。産出貝類化石のうち生息水深が最も深い貝類は*L. annulata*で内側陸棚から深海まで幅広く生息している。暴風時波浪限界より浅い岩相とあわせて考えると、ヒゲクジラ類化石が堆積した水深は内側陸棚と推定される。

小笠原・増田（1989）では、貝類化石に基づいて古水深を推定し、久保田層の古水深は20～30m前後とした。Yamaguchi and Hayashi（2001）、柳沢ほか（2003）によれば、久保田層下部は外洋の影響を受ける内湾であると推定され、久保田層から産出する塩原動物群は浅海性を示す（鎮西, 1963; Chinzei and Iwasaki, 1967; Iwasaki, 1970 など）。小笠原（1988）は塩原動物群を暖温帯系の生物地理区の要素を示す古期群集と、冷温帯系の生物地理区の要素を示す新期群集に二分した。本研究で扱う地域に露出する層準は久保田層最下部にあたり、小笠原（1988）が定めた塩原動物群の区分では古期群集に該当する。このことは本研究において推定した古環境と矛盾しない。

8. まとめ

本研究では、東棚倉地域に分布する上部中新統下部の久保田層下部から産出したヒゲクジラ類化石について以下の成果を得ることができた。

- (1) ヒゲクジラ類化石のクリーニングと産状復元を行った。この化石は、久保田層から産出した鯨類化石では初めての不完全な全身骨格標本である。
- (2) ヒゲクジラ類化石に付着する母岩と、産出地域の露頭で採集した岩石から底生有孔虫と貝類化石を抽出した。その結果、8属10種の底生有孔虫と13属13種の貝類化石が得られた。
- (3) ヒゲクジラ類化石は本来の骨の位置関係と近い産出状態であることが確認されたが、鯨骨群集を形成していたと考えられる痕跡は確認されていない。
- (4) 本研究で扱った鯨類化石は、ヒゲクジラ亜目であると同定した。保存状態が非常に悪く、十分な観

察ができない状態であることから、本標本について科レベルの同定を行うのは困難であると判断された。(5) ヒゲクジラ類化石が堆積した久保田層下部の古環境は、温帯の内側陸棚である。

謝辞

本研究を行うにあたり、長年大切に保管されてきたヒゲクジラ類化石を本研究に提供して下さった、藤田礪業株式会社会長の藤田成美氏をはじめとする関係者の方々からは様々なご支援を頂きました。福島県立博物館の元学芸員の竹谷陽二郎博士には本論文の執筆においてご助言を頂きました。筑波大学生命環境系の田中康平博士と、千歳化石会の古野竹志氏には、ヒゲクジラ類化石の写真撮影に協力して頂きました。群馬県立太田女子高校教諭の金子稔氏には有孔虫化石の鑑定をお願いしました。国立科学博物館地学研究部環境変動史グループの重田康成博士と芳賀拓真博士には、貝類化石の同定と生息環境に関してご教示を頂き、また同研究部生命進化史研究グループの甲能直樹博士には、鯨類の形態・分類に関してご助言を頂きました。以上の方々に心から感謝し、厚く御礼申し上げます。

文献

- 相田優, 1988: 福島県棚倉地域の久保田層より産する新第三紀浮遊性有孔虫化石. 福島県立博物館紀要, no. 2, p. 13 - 27.
- 鎮西清高, 1963: 東北日本の新第三紀貝化石群集の変遷. 化石, no. 5, p. 20 - 26.
- Chinzei, K., and Iwasaki, Y., 1967: Paleogeology of Shallow Sea Molluscan Fauna in the Neogene Deposits of Northeast Honshu, Japan. Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series, no. 67, p. 93 - 113.
- Deméré, T. A., Berta, A., and McGowen, M. R., 2005: The taxonomic and evolutionary history of fossil and modern baleenopteroïd mysticetes. Journal of Mammalian Evolution, 12 (1 - 2 SPEC. ISS.), p. 99 - 143.
- Ekdale E. G., Berta, A., and Deméré, T. A., 2011: The comparative osteology of petrotympanic complex (ear region) of extant baleen whales (Cetacea: Mysticeti). PLoS ONE, v. 6, no. 6, e21311.
- Hayashi, H., Yamaguchi, T., Takahashi, M., and Yanagisawa, Y., 2002: Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the upper Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area, Northeast Japan. Bulletin of the

- Geological Survey of Japan, v. 53, no. 4, p. 409 - 420.
- 一島啓人, 2005: いくつかの日本産鯨類化石の再検討. 福井県立恐竜博物館紀要, no. 4, p. 1 - 20.
- Iwasaki, Y., 1970: The Shiobara - type molluscan fauna - An ecological analysis of fossil molluscs -. Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section 2, no. 17, p. 351 - 444.
- 木村方一, 1988: 福島県中部中新統からのイワシクジラ属の発見. 地質学雑誌, v. 94, no. 10, p. 783 - 784.
- 木村敏之・長谷川善和, 2019: 群馬県の中新統安中層群原市層より *Joumocetus shimizui* の新たな標本の産出. 群馬県立自然史博物館研究報告, no. 23, p. 13 - 20.
- 木村敏之・長谷川善和・柏村勇二, 2014: 栃木県の上部中新統よりヒゲクジラ類化石の産出. 群馬県立自然史博物館研究報告, no. 18, p. 87 - 100.
- Kimura, T., and Ozawa, T., 2002: A new cetothere (Cetacea: Mysticeti) from the Early Miocene of Japan. Journal of Vertebrate Paleontology, v. 22, no. 3, p. 684 - 702.
- Murray, J. W., 1991: Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. 397p., Longman Scientific and Technical.
- 長澤一雄, 1994: ヒゲ鯨類における下顎骨の形態. 地団研専報, no. 43, p. 129 - 140.
- 西脇昌治, 1965: 鯨類・鰭脚類. 439p., 東京大学出版会.
- 小笠原憲四郎, 1988: 東北日本の暖寒流系貝類の消長からみた新第三紀の生物事件. 新第三紀における生物の進化, 変遷とそれに関するイベント, p. 49 - 70, 大阪市立自然史博物館.
- 小笠原憲四郎・増田孝一郎, 1989: 東北地方新第三系貝類化石の古水深指標とその適用. 地質学論集, no. 32, p. 217 - 227.
- 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, no. 15, p. 1 - 10.
- Omori, M., 1958: On the geological history of the Tertiary system in the southwestern part of the Abukuma Mountainland, with special reference to the geological meaning of the Tanakura Sheared Zone. Science Reports of the Tokyo Kyoiku Daigaku, no. 51, p. 55 - 116.
- 大槻憲四郎, 1975: 棚倉破砕帯の地質構造. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 76, p. 1 - 71.
- 島本昌憲・林広樹・鈴木紀毅・田中裕一郎・斎藤常正, 1998: 福島県東部棚倉地域に分布する新第三系の層序と微化石年代. 地質学雑誌, v. 104, no. 5, p. 296 - 312.
- Steeman, M. E., 2010: The extinct baleen whale fauna from the Miocene - Pliocene of Belgium and the diagnostic cetacean ear bones. Journal of Systematic Palaeontology, v. 8, no. 1, p. 63 - 80.
- 高橋治之・天野一男, 1989: 新第三系・第四系, 棚倉地域. 日本の地質2, 東北地方, p. 99 - 104. 共立出版.
- Takahashi, M., Iwano, H., Yanagisawa, Y., and Hayashi, H., 2001: Fission track age of the Kt - 7 Tuff in the Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area, Northeast Japan. Bulletin of the Geological Survey of Japan, v. 52, no. 6/7, p. 291 - 301.
- 竹谷陽二郎・相田優, 1991: 福島県棚倉地域の中新統久保田層より産する放散虫化石. 福島県立博物館紀要, no. 5, p. 31 - 51.
- Yamaguchi, T., and Hayashi, H., 2001: Late Miocene ostracodes from the Kubota Formation, Higashi - Tanagura Group, Northeast Japan, and their implications for bottom environments. Palaeontological Research, v. 5, no. 4, p. 241 - 257.
- 柳沢幸夫・山口龍彦・林広樹・高橋雅紀, 2003: 福島県東棚倉地域に分布する上部中新統久保田層の海生珪藻化石層序と古環境. 地質調査研究報告, v. 54, no. 1/2, p. 29 - 47.
- Yoshida, H., Ujihara, A., Minami, M., Asahara, Y., Katsuta, N., Yamamoto, K., Sirono, S., Maruyama, I., Nishimoto, S., and Metcalfe, R., 2015: Early post-mortem formation of carbonate concretions around tusk-shells over week-month timescales. Scientific Reports, n. 5, p. 1 - 7.

図版説明

図版 1 ヒゲクジラ類化石に伴って産出した底生有孔虫化石：A, *Ammonia japonica* ; B, *Ammonia tochigiensis* ; C, *Cibicides* sp. ; D, *Buliminella elegantissima* ; E, F, *Hanzawaia nipponica* ; G, *Nonion* sp. ; H, *Porosorotalia makiyamae* ; I, J, *Pseudononion japonicum* ; K, *Buccella inusitata* ; L, *Buccella frigida*.

図版 2 ヒゲクジラ類化石に伴って産出した貝類化石：A, *Kaneharaia kaneharai* ; B, *Panopea nomurae* ; C, *Anadara* sp. ; D, *Laevicardium shiobarensense* ; E, *Tresus* sp. ; F, *Saxidomus* sp. ; G, *Yoldia notabilis* ; H, *Macoma* sp. ; I, *Crepidula grandis* ; J, *Glycymeris* sp. ; K, *Lucinoma annulate* ; L, *Nucella* sp. ; M, *Neverita kiritaniana* (スケールはすべて1cm).

図版 3 ヒゲクジラ類化石の不完全な全身骨格.

図版 4 ヒゲクジラ類化石の右耳周骨： A, 腹側観 ; B, 背側観 ; C, 後側観 ; D, 内側観. 略号：a, 前方 ; l, 外方 ; m, 内方 ; v, 腹方.

図版 5 ヒゲクジラ類化石の左下顎骨： A, 断面 (前面観) ; B, 外側観 ; C, 背側観 ; D, 内側観.

図版 6 ヒゲクジラ類化石の右下顎骨： A, 断面 (前面観) ; B, 外側観 ; C, 背側観 ; D, 内側観.

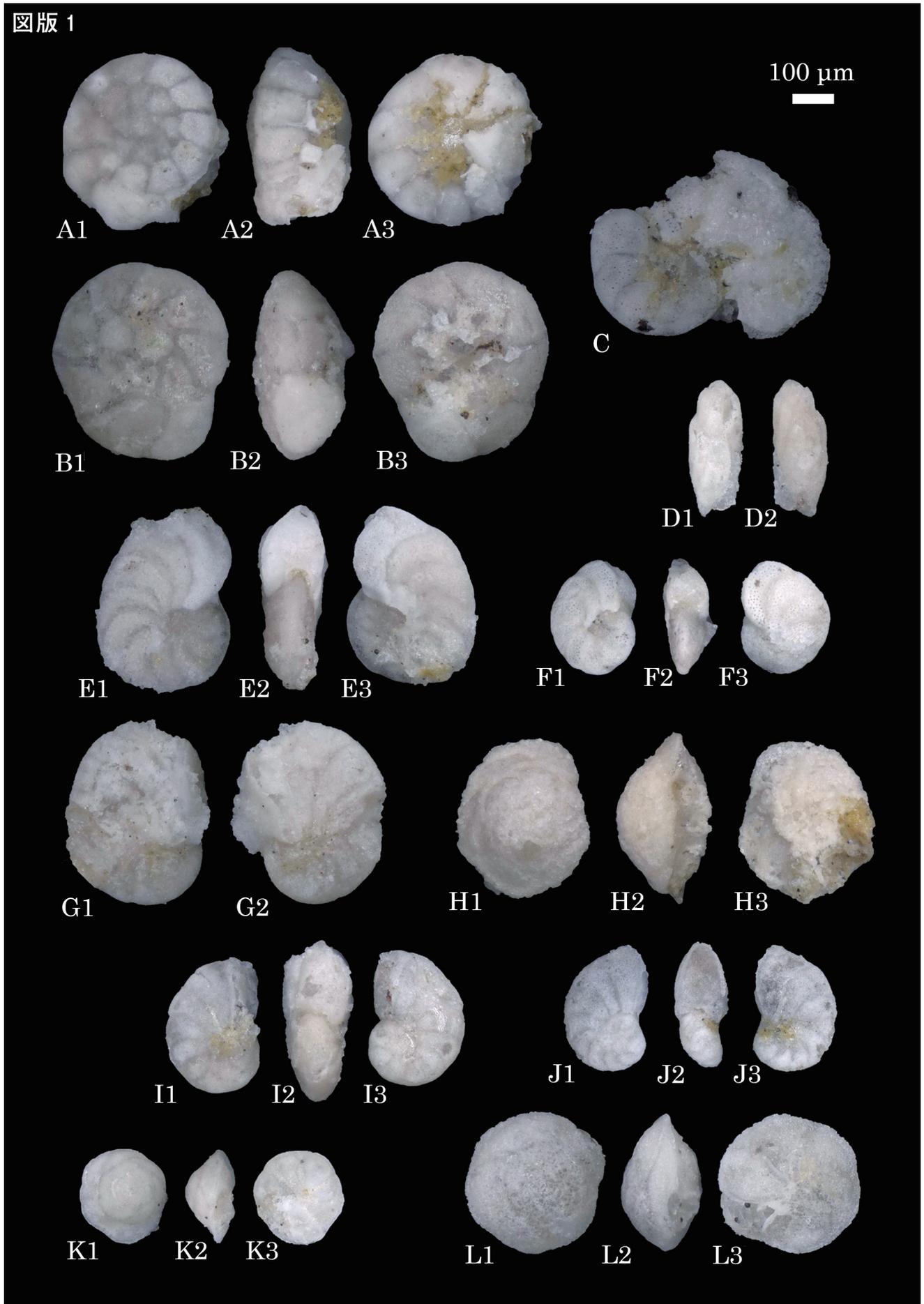
Fossil mysticete and its depositional environment of the Miocene Kubota Formation, Hanawa Town, Fukushima Prefecture

Sonoko Suzuki (University of Tsukuba), Hiroaki Inose (Fukushima Museum), Sachiko Agematsu (University of Tsukuba), Masayuki Oishi (Iwate Prefectural Museum ; Tohoku University Museum), Katsuo Sashida (Professor Emeritus University of Tsukuba) and Hideru Fujita (Fujita-kogyo Company Limited)

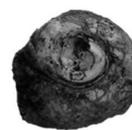
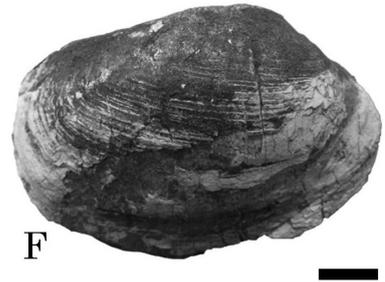
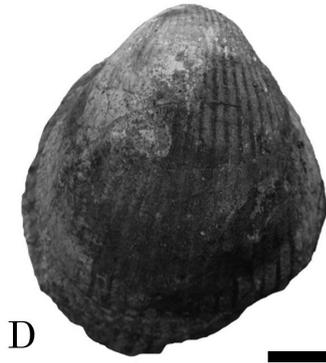
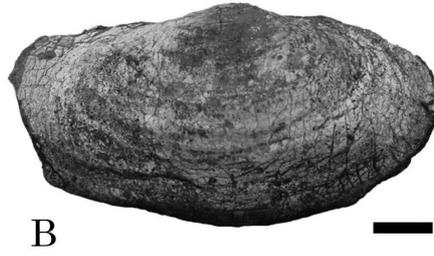
Abstract: In 2006, fossil mysticete skeletons have been found from quarries of Fujita-kogyo Co., Ltd. at Nishigouto, Hanawa-town, Fukushima Prefecture. We report a late Miocene mysticete fossil from the Kubota Formation. The mysticete fossil is composed of incomplete skeletons including parts of maxillae, mandibles, periotic, scapula, humerus, radius, ulna, ribs, and vertebrae. The poor-preservation of the specimen prevents from identification of genus and species. The benthic foraminifers and the molluscan faunas contained in the sandstone covering the mysticete skeletons show that the mysticete was deposited under a temperate inner shelf.

Keywords: benthic foraminifers, fossil mysticete skeleton, Kubota Formation, Miocene, molluscan fossils, paleoenvironment

図版 1

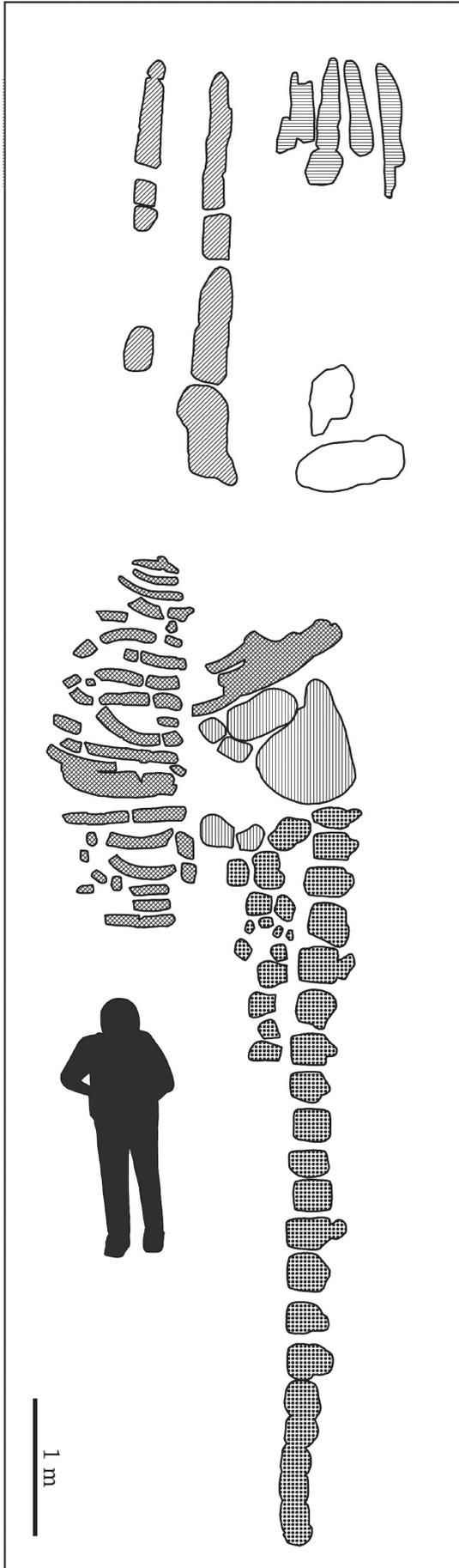


図版 2

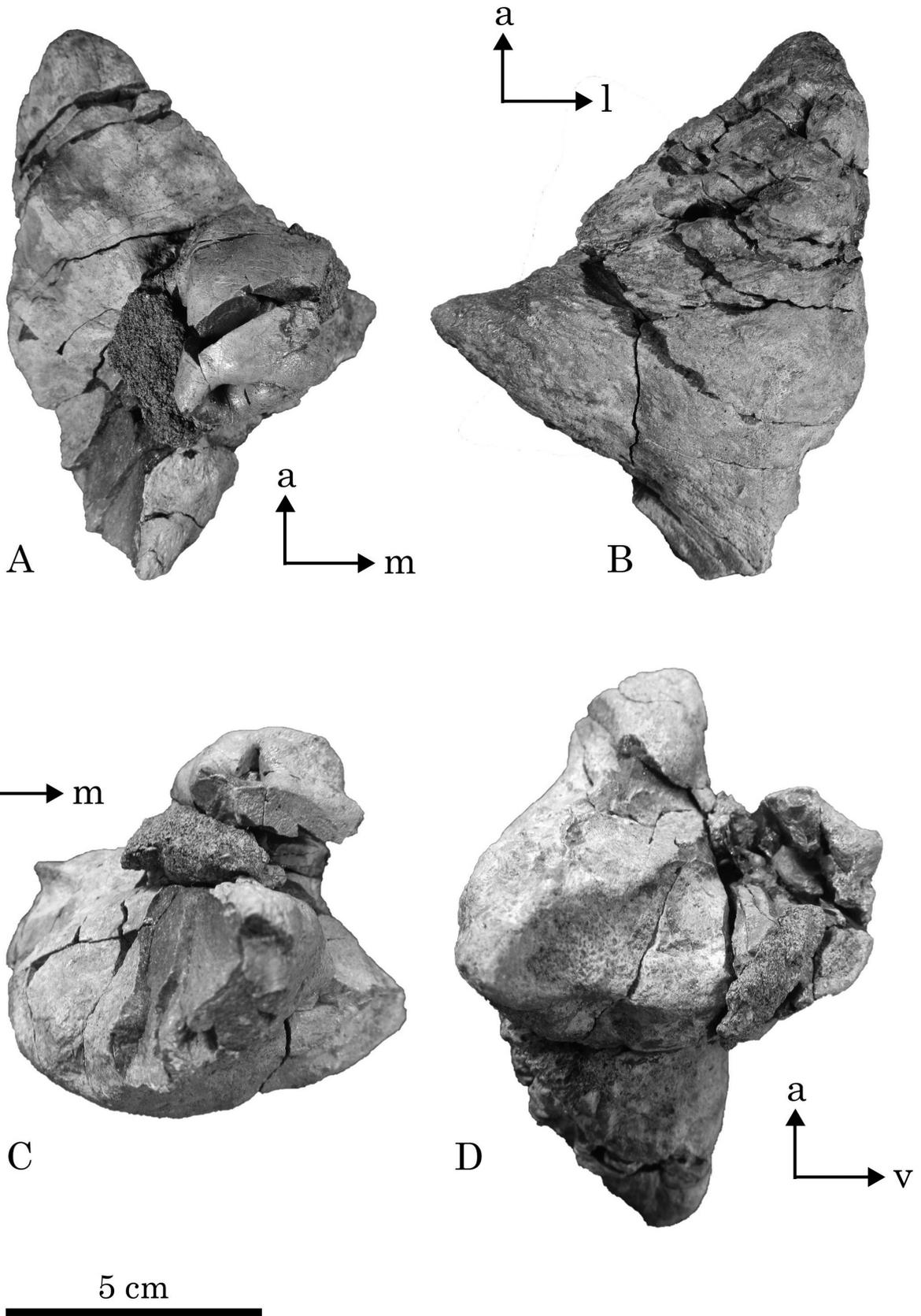


図版 3

-  上顎骨
-  下顎骨
-  肩甲骨・上腕骨・尺骨・橈骨
-  肋骨
-  椎骨
-  不明



図版 4



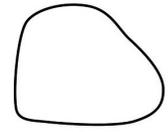
図版 5



図版 6

A 断面 (前面観)

外方



内方

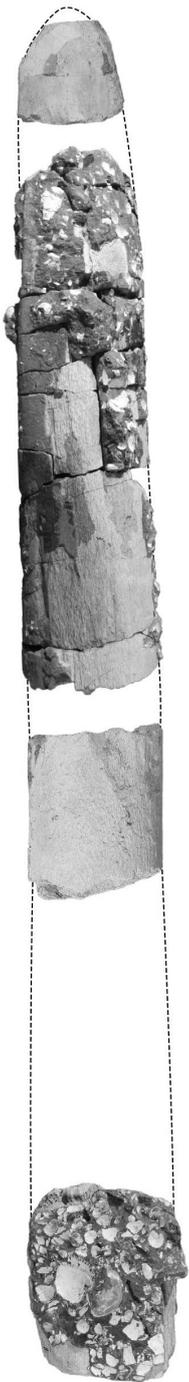
B 外側観



C 背側観



D 内側観



100 mm

