

福井県高浜町の内浦層群下層（中期中新世）から産出した ヒゲクジラ類化石について

一島啓人¹・矢野一生²

¹ 福井県立恐竜博物館 福井県勝山市村岡町寺尾 51-11

² 東海化石研究会 名古屋市熱田区沢下町 9-21

要 旨

福井県高浜町に分布する内浦層群下層（中期中新世）からヒゲクジラ類の骨格が発見・採集された。見つかった骨格は不完全で、胸椎、腰椎のほか、断片を多く含む肋骨および前肢の骨（上腕骨・橈骨・尺骨）である。橈骨と尺骨の特徴から、ヒゲクジラ類であることは確かと思われるが、頭骨や耳骨を欠くため、科レベル以下の詳細な同定は困難である。しかしながら、これまで北陸地方から産出した鯨類化石は部分骨が多く、本標本のように体骨格が本来の解剖学的位置からあまりずれずにある程度まとまって発見された例は貴重である。

キーワード：高浜町、内浦層群、下層、中期中新世、ヒゲクジラ

ICHISHIMA, Hiroto and Kazuo YANO (2008) A mysticete skeleton from the Middle Miocene Shimo Formation, Uchiura Group, Takahama Town, Fukui Prefecture, Japan. Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus. 7: 91-104.

A partial skeleton of a mysticete was discovered and collected from the middle Miocene Shimo Formation, Uchiura Group, Takahama Town, Fukui Prefecture, Japan. This material includes thoracic and lumbar vertebrae, ribs, and the right forelimb elements, comprising the humerus, the radius, the ulna, and three manus bones. Judging from the morphology of the radius and ulna, the specimen perhaps belongs to a mysticete. Because of lack of skull and ear bones, however, it is difficult to identify the specimen at the family level. The cetacean fossils discovered so far from the Hokuriku area are fragmentary, so that the present specimen is significant because the skeleton is more complete and nearly in articulation.

はじめに

2004年11月14日、東海化石研究会が開催した高浜町の山海岸と西三松の地層見学の巡検の折、メンバーの一人である矢野一生（共著者の一人）が露頭観察中に骨のようなものを含んだ転石があることに気づいた。周辺の露頭を詳しく観察したところ、骨が何本か露出していたので、割れて浮いている岩盤を他のメンバーとともによけ、岩石中に骨が散在していることを確認した。その日はひとまず現場を立ち去り、東海化石研究会代表委員の蜂矢喜一郎氏に連絡を取り判断を仰いだところ、福井県立恐竜博物館に連絡して調査を依頼することになり、2004年11月21日、発見を知らせる旨の連絡が同館に入った。そして、2004年12月1日、東海化石研究会のメンバーとともに、恐竜博物館研究員数名が現地確認を行なった。11月14日の化石発見・発掘に深く関わったのは、第一発見者である矢野

（名古屋市昭和区）のほか、坂倉不二男氏（名古屋市中川区）、桃山 敬氏（愛知県日進市）、林 常喜氏（名古屋市中村区）、水野吉昭氏（名古屋守山区）の4名の、計5名である。

12月1日の現地調査で現場に骨が残っていることを確認していたが、現場は汀線から数メートルの場所にあり波の荒い冬の発掘は危険なため、波の穏やかになる春先を待って翌2005年3月22日から25日にかけて発掘作業が行なわれた。化石を含んだ現場の露頭は満潮時には海水に覆われてしまうため、一日のうち、低潮位時の数時間しか作業をすることができなかった。発掘は福井県立恐竜博物館の東 洋一、野田芳和、宮田和周と一島啓人（共著者の一人）の4名と矢野を含む東海化石研究会の上記の5名の会員により行なわれた。化石は頭を海の方に、尾を崖の方向に向けて、腹を上にする形で仰向けに横たわっていた（図1）。産状から判断すると、後位の脊椎のいくつかはまだ崖の奥に埋もれている可能性がある。今回の発掘では頭骨は発見できなかった。発掘した化石は、恐竜博物館で主にエアスクライバーによるクリーニングが行なわれた。クリーニング作業に関わったスタッフは、亀田かつ江、北出和正、木下聖子、佐藤桂子、高田百代、堂森さとみ、日和佳政、松田聡子、宮西正芳の諸氏（五十音順）である。

これまで北陸地方から産出した鯨類化石は部分骨が多

2008年4月4日受付、2008年7月16日受理。
Corresponding author—Hiroto ICHISHIMA
Fukui Prefectural Dinosaur Museum
51-11 Terao, Muroko, Katsuyama, Fukui 911-8601, Japan
Phone: +81-779-88-0001, Fax: +81-779-88-8710
E-mail: hiroto.ichishima@dinosaur.pref.fukui.jp

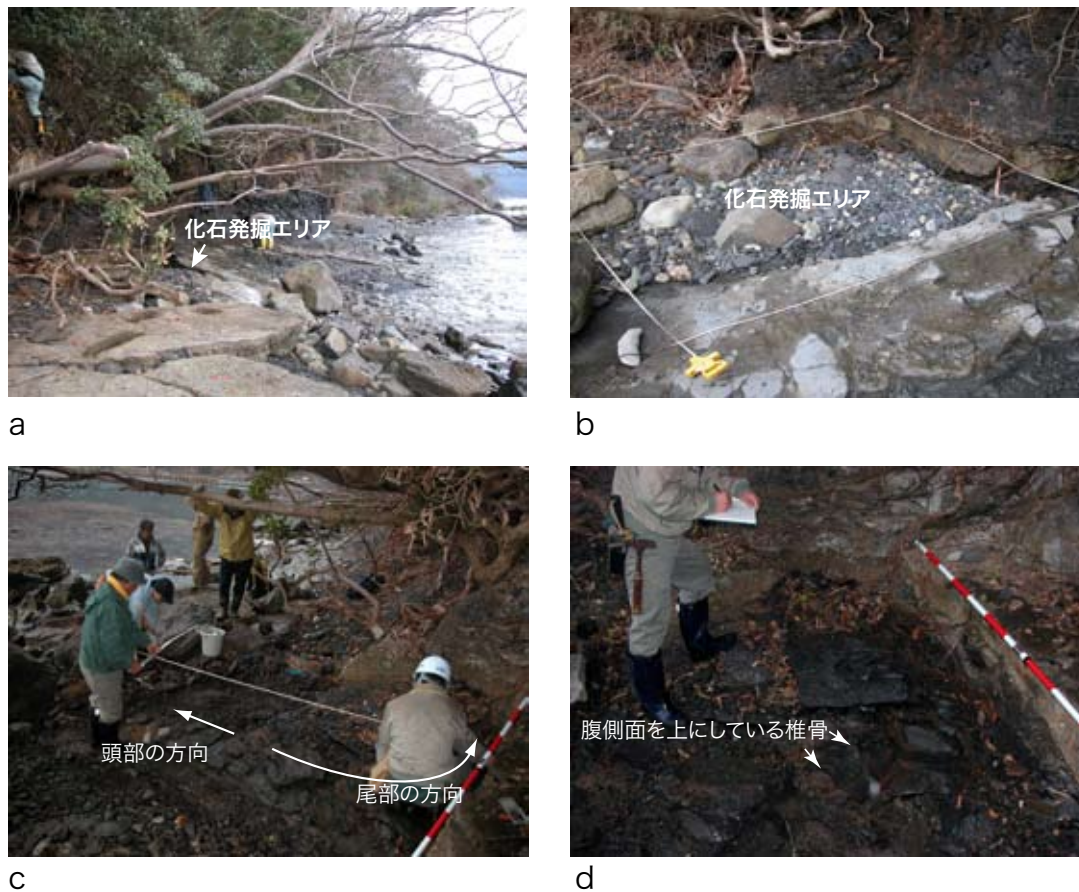


図1. a, 化石発掘ポイント（赤い矢印で示した糸で囲ってある部分を掘削。概ね海の方に頭を向ける格好で埋もれていた）; b, aの逆方向から見る; c, 尾椎のいくつかは右方向に曲がる形で、崖の奥に続いていた; d, 発掘時にはすべての方向を確認することはできなかったが、クリーニングの結果、椎骨の多くは腹側を上に向けていた。そのため、遺骸は仰向けで海底に横たわったと思われる。

表1. 北陸産鯨類化石一覧。

亜目	科	属・種	時代	地層名	産出地	部位	出典	備考
ヒゲクジラ			前期中新世～中期中新世前期	国見層	福井県福井市	下顎骨一部、頸椎	竹山・東(1988)	図・写真なし
ヒゲクジラ			中期中新世	内浦層群	福井県高浜町	頭骨一部、下顎骨、椎骨、肋骨	竹山・東(1988)	図・写真なし
ハクジラ	アカボウクジラ科		?	海底より採取	石川県珠洲市北方沖海底	吻部(810 mm)	松浦・堀田(1986) 松浦(1992)	
ヒゲクジラ	ケテリウム科		中期中新世	犀川層	石川県金沢市	頭骨(吻欠く)(No. 7)	松浦・長澤(2000)	転石
ヒゲクジラ			中期中新世	虫崎泥岩層	石川県七尾市	耳周骨含む前半身(頭骨なし)	一島(2005)	松浦(1988): <i>Squalodon</i> sp.
ヒゲクジラ			中期中新世	七尾石灰質砂岩層	石川県七尾市	耳周骨、肋骨、椎骨	野村ほか(1991)	<i>Megasqualus</i> と共産
ハクジラ			中期(後期?)中新世	含海緑石砂岩層	石川県七尾市	歯冠のかけら一つ	一島(2005)	近江(1986): マイルカ科
ハクジラ			中期中新世	七尾石灰質砂岩層	石川県七尾市	右耳周骨(N1001)	一島(2005)	野村ほか(2001): イッカク科
ヒゲクジラ?			鮮新世	崎山シルト岩層	石川県七尾市	肋骨	本稿の見解	近江(1986): セミクジラ科
ハクジラ	マイルカ上科		鮮新世	野崎シルト岩層	石川県七尾市	右耳周骨(36 mm)	本稿の見解	松浦・堀田(1986); 松浦(1988, 1992): ゴンドウクジラの仲間
ヒゲクジラ			前期更新世	大桑層	石川県金沢市	下顎骨の一部(No. 1, No. 3)	本稿の見解	松浦・長澤(2000): <i>Megaptera</i> (?) sp.
ヒゲクジラ			前期更新世	大桑層	石川県金沢市	橈骨(No. 12)	本稿の見解	松浦・長澤(2000): ナガスクジラ科
ヒゲクジラ	コククジラ科		前期更新世	大桑層	石川県金沢市	左下顎骨後端(No. 4)	松浦・長澤(2000)	
ハクジラ			前期更新世	大桑層	石川県金沢市	椎骨4つ(No. 22)	本稿の見解	松浦・長澤(2000): マイルカ科の一種
ハクジラ			前期更新世	大桑層	石川県金沢市	歯1本(No. 23)	本稿の見解	松浦(1996), 松浦・長澤(2000): ゴンドウクジラ科の一種

・日本の鯨類化石に関する報告は、詳細不明の破片を取り上げているものも多いため、本リストには原報告でクジラ目(Cetacea)としか決定できなかったものは含めていない。また、亜目以下の同定がなされているものの中にも、名前の羅列としてのみ登場する標本や断片的すぎて同定に問題があると思われる標本も存在する。そのため、本リストは「北陸産クジラ化石」のすべてを網羅するものではなく、できるだけ検証可能な部位からなる標本を取り上げている。

・「出典」欄には「科」、「属・種」欄の同定の原著者あるいは再同定を行なった著者を載せた。「本稿の見解」と記されている場合は、原著者の見解を本稿で修正していることを意味する。原著者の同定が修正されている場合には「備考」欄に原著者とその同定を載せた。また、図も記載もなく原著者の同定の是非の判断ができない場合には「図・写真なし」とし、いずれも原著者の同定を採用してある。その他の関連情報も「備考」欄に記した。

・本表では取り上げていないが、大桑層からはほかにも断片的なクジラ化石の報告が松浦・長澤(2000)によりなされている。詳しくは同論文のTable 1を参照されたい。なお、本表の「部位」欄で括弧内に記されたNo.は、松浦・長澤(2000)のTable 1において各標本に与えられたNo.である。

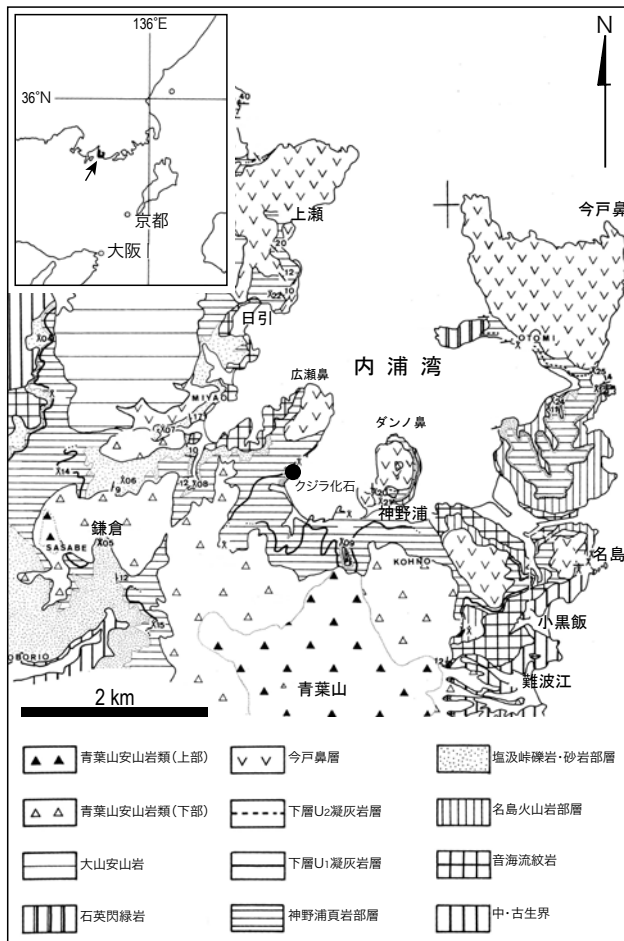


図2. 化石産出位置図(中川ほか(1985)に基づく、一部改変)。

く、本標本のように体骨格がある程度まとまって発見された例が少ない(表1)。本標本は頭骨を欠くために分類学的詳細は明らかではないが、まとまった形で体骨格を観察できる例として、内浦層群から産する大型脊椎動物化石の追加標本として、また北陸地域の数少ない中部中新統産ヒゲクジラ類化石として重要であり、ここに産出報告を行う。所蔵機関の略号は以下の通り：AMP, 足寄動物化石博物館；FPDM, 福井県立恐竜博物館；LACM, Natural History Museum of Los Angeles County；USNM, United States National Museum of Natural History, Washington, DC.

標本の記載

哺乳綱 Class MAMMALIA Linnaeus, 1758
 鯨目 Order CETACEA Brisson, 1762
 ヒゲクジラ亜目 Suborder MYSTICETI Gray, 1864
 科属種不明 Fam., gen. et sp. indet.

標本—FPDM-V7900. 椎骨(前位胸椎から後位腰椎), 左肩甲骨, 左上腕骨, 左橈骨, 左尺骨, 手骨, 肋骨
 産出地点—福井県高浜町山中海岸
 産出層および年代—内浦層群下層神野浦頁岩部層(図2, 3). 本層は浮遊性有孔虫化石群集により, Blow (1969)

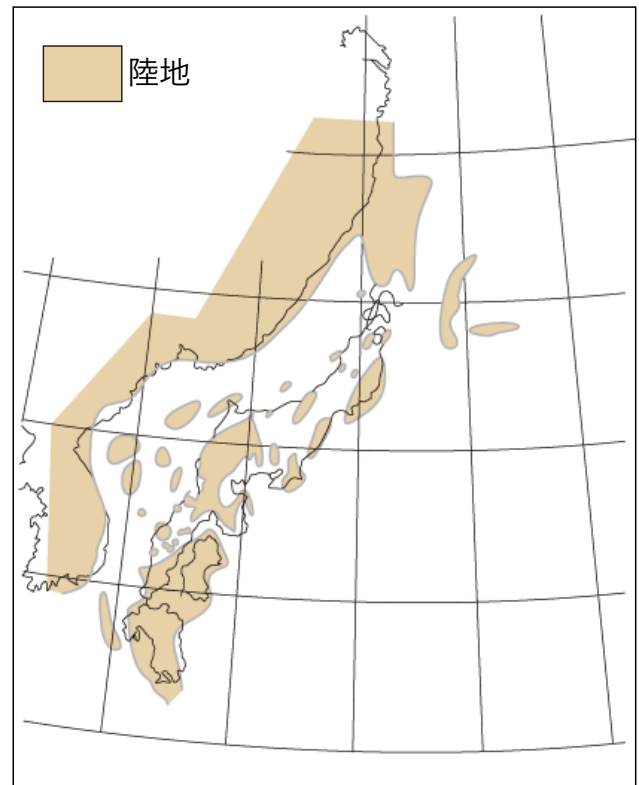


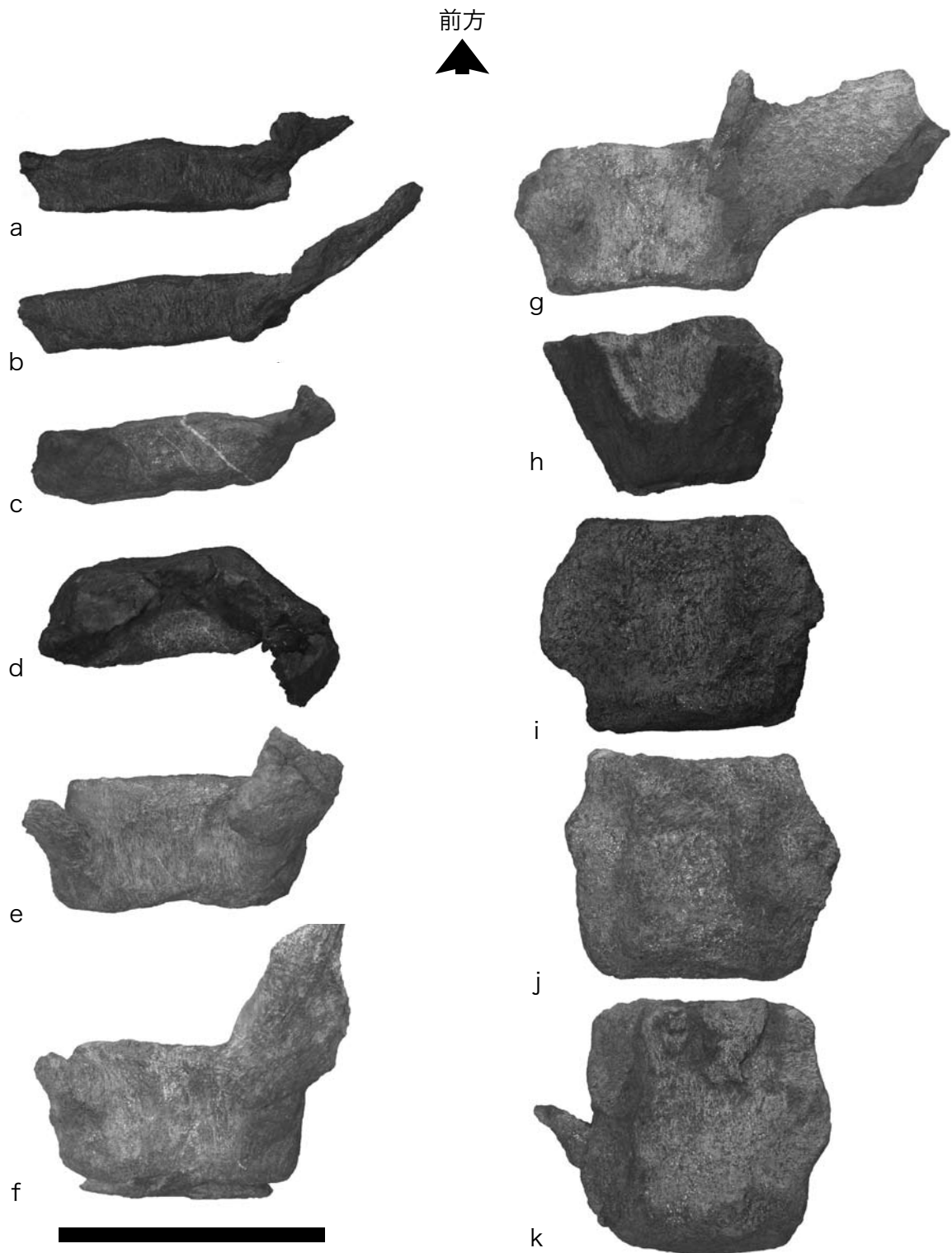
図3. タカハマクジラが生きていた頃の日本列島(野田・後藤(2004)より)。

のN9帯下部にあたる(中川ほか, 1985)。また、本標本の含まれる層準のおよそ20 cm上位の凝灰岩(U1)からは、 15.2 ± 2.3 Maのフィッシュン・トラック年代が得られている(中島ほか, 1985)ことから、中期中新世にあたる。

産状—本標本は頭骨、耳骨、下顎骨、左前肢骨と椎骨の一部を欠くヒゲクジラ類一個体分である。各骨同士は関節していないが、産状から見て元の位置から大きく動いてはいない。椎骨はあまり間隔をあけずに数個連続しているものや互いに重なり合っているもの、他から離れた状態で単一で見つかったものなどがある。腹側を上にした椎骨の産状から、この個体は概ね仰向けの状態で埋積され化石化したと思われる。椎骨の多くにおいて骨端板が椎体から分離しており、結合している場合でも両者の間に深い溝が認められるものもある。すなわち骨性の癒合ではなく堆積物によって両者が膠着しているか、もしくは中心部のみに癒合が起っていることが考えられる。

和名—タカハマクジラ

椎骨(Vertebrae)(図4, 5; 表2, 3) —椎骨同士の間隔が空いている部分もあったので、個体の死後、埋積されて化石化する前に椎骨のいくつかが欠失した可能性もある。そのことを踏まえ、ここでは前位から順に胸椎にはT1からT11, 腰椎にはL1からL9の番号を付した(T1やL1は必ずしも第1胸椎, 第1腰椎を意味しない)。また、胸椎のT1からT3, T4からT8, T9からT11はそれぞれ連続しているが、T3とT4, T8とT9の間で欠失がないかどうかは定かでない。腰椎はL1からL3までは連続しているが、フィールドでのデータ収集と発掘時の



不手際といくつかの腰椎が単体で見つかったこともあり、L4 から L9 までは正確な順序を再現することができない。よって、順序関係は形態的特徴をもとに推定せざるを得ない。各突起のほか椎体も損傷が激しいため、部位の判断は暫定的である。多くの鯨類において最後位胸椎はしばしば肋骨に対する明瞭な関節面を有せず、第 1 腰椎との区別は容易でない。しかし、わずかではあるが前位腰椎は後位

胸椎にくらべて、腹側正中部において前後に走る稜が明瞭になり、かつ椎体の前・後面観が五角形となる傾向がある（左右の椎弓根を 2 つの頂点に、椎体最腹側部が 3 つ目の頂点となるほかに、左右の横突起基部が残り 2 つの頂点を形成する）。横突起基部の位置から判断すれば、本標本の T11 が腰椎である可能性は否定できないが、T10 の横突起基部が背腹方向の高さの中央よりも高い位置にあり

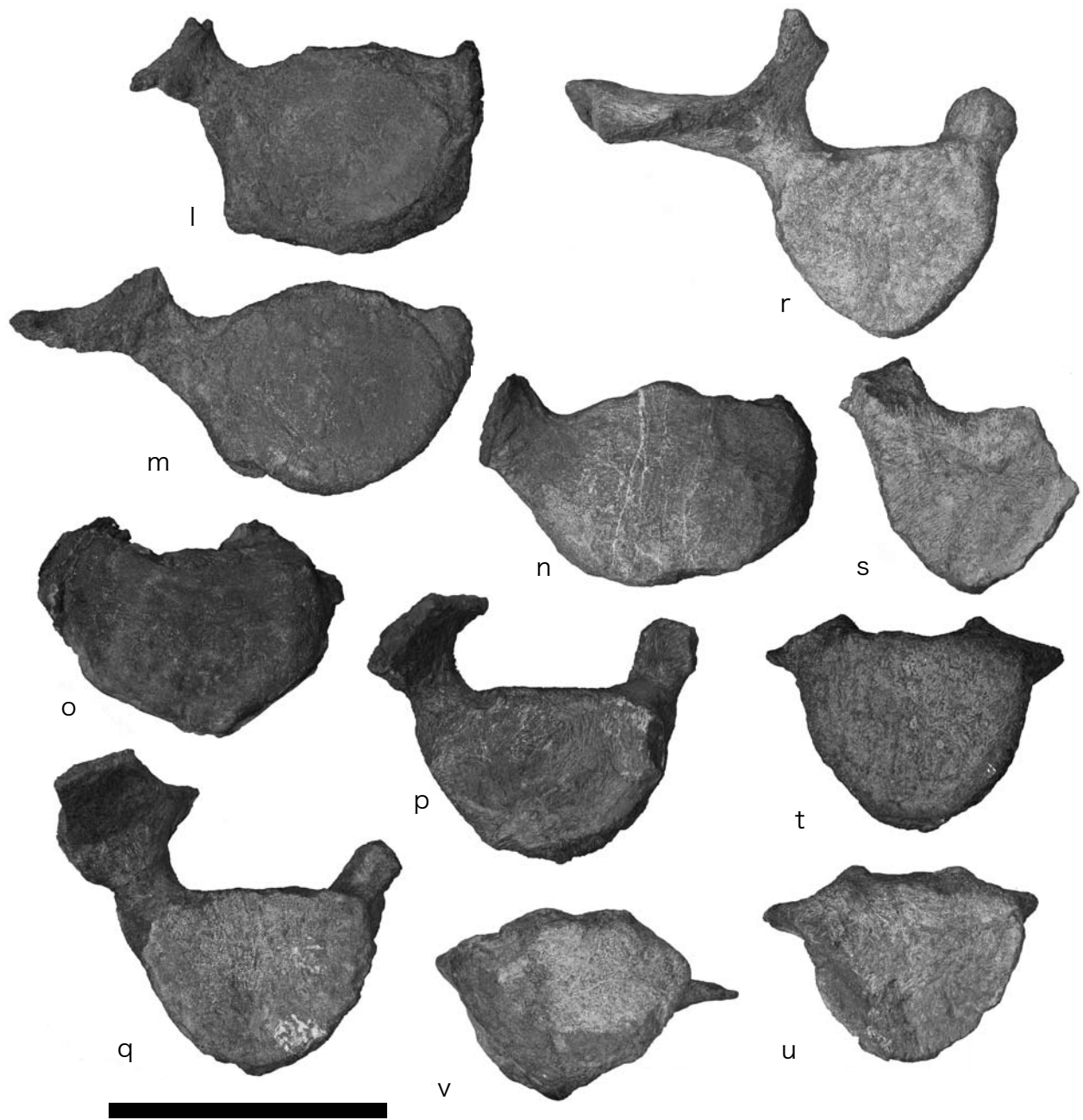


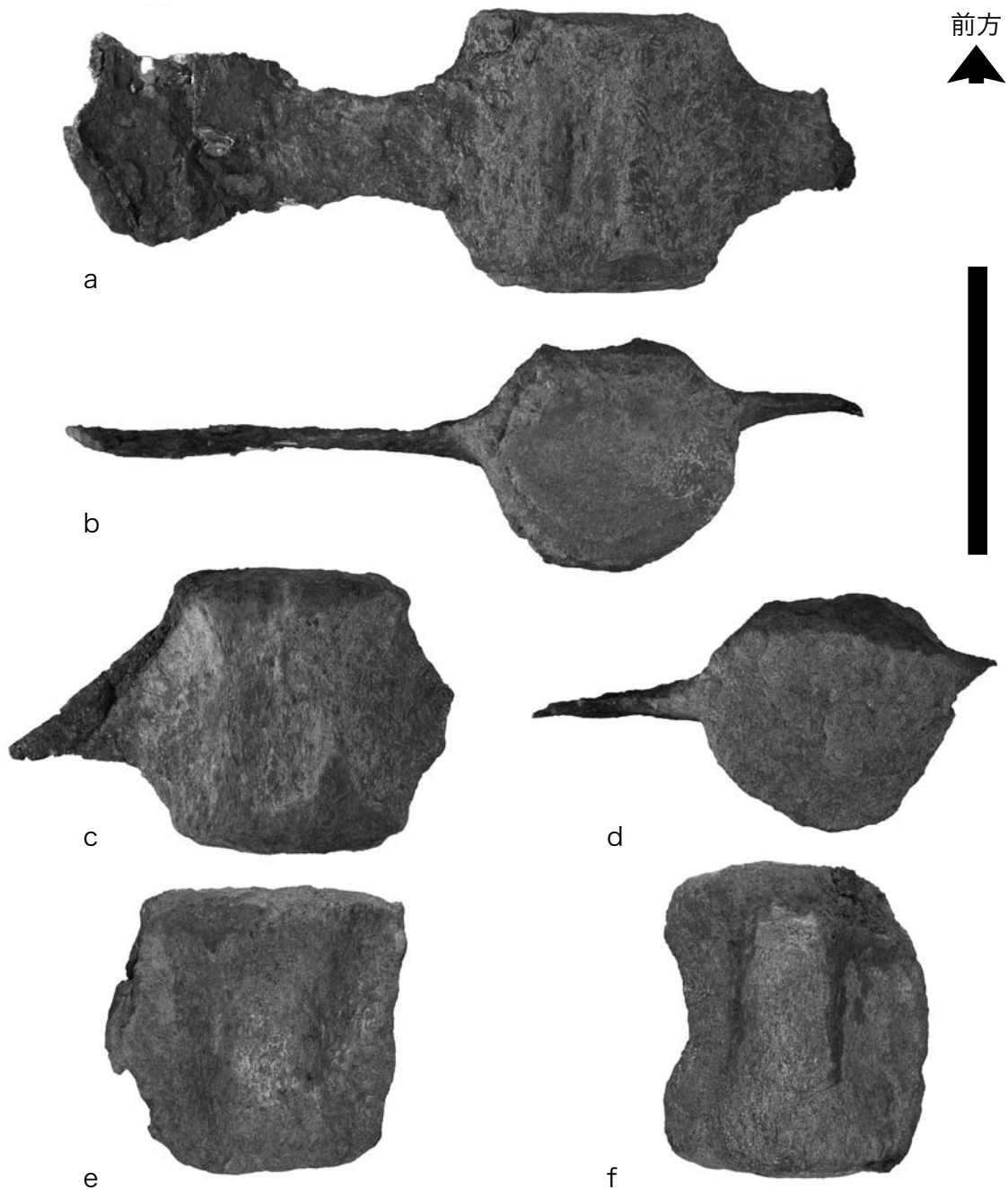
図4. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の胸椎. a, T1; b, T2; c, T3; d, T4; e, T5; f, T6; g, T7; h, T8; i, T9; j, T10; k, T11; l, T1; m, T2; n, T3; o, T4; p, T5; q, T6; r, T7; s, T8; t, T9; u, T10; v, T11. a-k, 背面; l-v, 前面. スケールは10 cm.

胸椎と思われることから、その直後の T11 を腰椎と考えるよりも胸椎とみなすのが合理的と考えた。というのは、*Balaenoptera acutorostrata* (FPDM-V7107) では胸椎の横突起基部背面が椎体背面とほぼ同じ高さにあるが、後位のものほど漸移的に腹側に移行し第一腰椎に至るからである。T11 と L1 の間に1つ以上の椎骨の欠落があるかは定かでないが、高さや巾が T11 よりも大きく、腹側正中部

の稜が明瞭で、かつ椎体の前後両面観が五角形となるという特徴を合わせもつ椎骨を L1 として腰椎とみなした。

①胸椎 (Thoracic)

11 個の胸椎が確認される。T1 は椎体が前後に薄く、第7頸椎の可能性を否定できない。コククジラやミンククジラなどの現生種の標本でも、第7頸椎と第1胸椎は全体的な形状の類似性のために判別が難しく、第1胸椎の横突



起尖端に顕著な横突肋骨窩がみられることで第7頸椎と区別できる。しかし、T1の横突起は破損しているため、T1を胸椎とする判断は暫定的である。T1からT11の椎骨で棘突起が保存されているものはなく、横突起も多かれ少なかれ損傷を受けているため、多くがほぼ椎体のみからなる。したがって、それらを胸椎とした根拠は、椎体の前後の厚さが薄いこと以外に横突起基部の位置を拠り所にしていない。ただし、*Balaenoptera acutorostrata* (ミンククジラ; FPDm-V7107), *Eschrichtius robustus* (コククジラ; LACM 54537), *Pelocetus calvertensis* (USNM 23058), *Diorocetus hiatus* (USNM 23494), *Thinocetus arthritus* (USNM 23794), *Halicetus ignotus* (USNM 23636) などが示すように、ヒゲクジラ類では化石・現生を問わず、胸

椎椎体における横突起の基部の位置が後位のもののほど下方(腹方)にずれて、最後位もしくは一つ手前の胸椎では椎体上縁の方が横突起よりも高い位置(背方)にくる。前位胸椎では横突起は椎弓根から伸びるが、後位胸椎になるにしたがって横突起基部の位置が下方に下がることで椎弓根とは独立し、横突起は椎体の側面から側方へ伸びるようになる。ただし、横突起が椎体の側面から側方へ伸びる状態は腰椎にも見られ、横突起の位置のみから最後位胸椎と最前位腰椎を区別するのをむずかしくしている。したがって、T1が腰椎である可能性は否定できない。

T1は左外側が露頭表面に露出する形で発見された。そのため、左旁突起(parapophysis)は侵食されており、さらに内部の海綿質が露わになっている。それに対して、右側

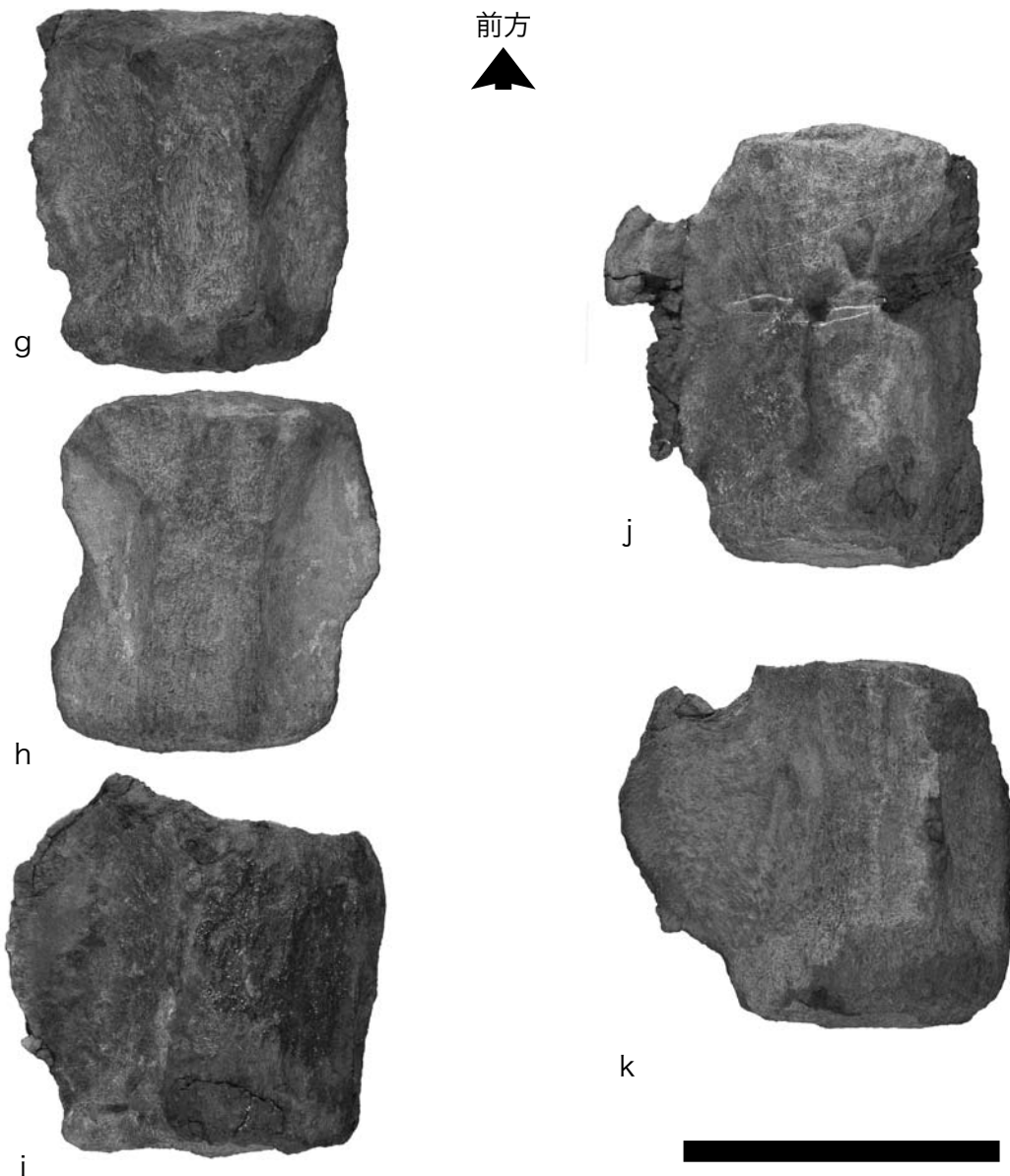


図5. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の腰椎. a, L1; b, L1 (前面観); c, L2; d, L2 (前面観); e, L3; f, L4; g, L5; h, L6; i, L7; j, L8; k, L9. bとd以外はすべて背面. スケールは10 cm.

では、尖端は破損しているものの、旁突起は前腹側へ伸びる小突起として保存されている。ちなみに、*Balaenoptera acutorostrata* (FPDM-V7107)や*Eschrichtius robustus* (AMP-R9)では第2胸椎まで旁突起が存在する。椎弓根は右側では保存されているが、左側のものはわずかに基部を残すのみである。右椎弓根は前後に薄い。右椎弓根は遠位に向かって左右の幅が広がり前後の厚さが増すが、破損のため横突起は保存されていない。椎孔の底にあたる椎体背面は上に向かって緩く凸を描き、正中部で最も高い。椎体腹面は下方に向かって浅く開いたV字形を描き、正中部で最も腹側に突出する。椎体前面の中心部には低い隆起がある。後面は全体的に浅くくぼみ、前面の隆起に対応するように中心部が最もくぼんでいる。

T2に旁突起の痕跡はない。椎弓根は前後に薄い。横突起肋骨窩を含む遠位部は欠損しているが、右側の横突起が保存されている。椎弓根はほぼ真横に伸びるが、横突起は椎弓根と15°程度の角度をもってより前方にむかって伸びる。したがって、椎弓根と横突起の間には屈曲点がある。前後に薄い椎弓根に対して、横突起は前腹—後背方向に薄い。横突起基部背縁には、前関節突起の基部が保存されている。椎体の背面と腹面はそれぞれ上方と下方に凸となっており、それぞれ正中部で最も突出する。そのため、椎体前面観は楕円形となる。T1ほど目立たないが、前面の中心部が高まっており、後面は全体的に浅くくぼむ。後面の保存状態が悪いため、T1のように前面の隆起に対応するように後面の中心部が最もくぼんでいるかどうかは不明である。

表 2. タカハマグジラ (FPDM-V7900) の胸椎の計測値 (単位: mm) .

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
椎体前後長	25	26.5	29.5	37	47.5	58.5	53	61	82.5	84.5	94
椎体前面の巾	94	89	86.5	87	83.5	78.5	77	73.5e	76	80.5	75
椎体前面の高さ	74.5	72	71	66	65	66	68.5	64.5	70	65	64.5
椎孔底部の内径(前縁)	75	78	77	67	62	56e	51	48e	40	31	31

e: 推定値 (欠損が軽微で、保存されている部位から推測できる場合) .

表 3. タカハマグジラ (FPDM-V7900) の腰椎の計測値 (単位: mm)

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
椎体前後長	102	102	100	108.5	117	118.5	117e	134.5	123
椎体前面の巾	88	86	85	76e	82	90	94	77	86
椎体前面の高さ	75.5	75.5	71	72	66.5	55.5	70	79	73
椎孔底部の内径(前縁)	25	25	27	27	22.5	24e	—	16	15

e: 推定値 (欠損が軽微で、保存されている部位から推測できる場合)

T3 は前後に薄い右椎弓根の基部を残すのみで、その他の突起は保存されていない。椎体背面は上方に凸となっており、正中中部で最も突出する。腹面は破損のため詳しい形状が不明である。T4 は前面が露頭表面に露出していたため、骨表面が侵食され海面質がほぼ全面に現れている。右椎弓根が後方に向いているが、前後の胸椎との関係から見て変形の結果と思われる。椎体の前後長が T4 で急に増す。

T5 から T9 までは椎体前(後)面の輪郭が亜三角形となる。すなわち、椎体上縁はほぼ直線で、左右の椎弓根の基部で丸みを帯びた 2 つの頂点を形成し、そこから左右両側縁が目立った凹凸もなく 3 つめの頂点となる椎体最腹側部にむかう。T5 の椎体前後長は T4 のそれに対して急に増す。T6 の椎体後面に骨端板が密着している。前後の椎骨に骨端板は見られない。T6 と T7 はともに左側は椎弓根のみを残すが、右側の突起は全椎骨中、最も保存状態が良い。とくに T7 では右横突起が遠位端まで保存されていて、破損を免れた横突肋骨窩の一部が観察される。また、一部が破損しているが前関節突起も保存されている。

T8 は椎体の左側が露頭表面に露出していたため、およそ 1/3 ほどが侵食されており、横突起、椎弓根は保存されていない。右側は椎弓根の一部が保存されている。左背方を欠くものの、椎体の前面は直前の T7 と同様の亜三角形である。

T9 は左右横突起の基部を残す。椎弓根の保存状態は悪いが、左側で椎体上面を前後に走る稜としてその位置を確認することができ、横突起が椎弓根から独立して腹方に下がっていることがわかる。椎体前後面の輪郭は亜三角形となる。T9 の椎体前後長は急激に大きくなり、T1 から T8 とくらべてがっしりしている。

T10 の椎体後面と T11 の前後両面はそれより前位の椎骨と異なり、全体が五角形となる。すなわち、左右の椎弓根が 2 つの頂点に、左右の横突起基部が 2 つの頂点、そして椎体最腹側部が 5 つ目の頂点となる。T10、T11 とともに、

左右の横突起の基部が保存されている。T11 の左側の横突起の基部と思われる短い突起は、背腹方向の厚みが他の胸椎にくらべて厚く、椎体左腹側面に“段差”が認められる。その段差が突起に連続することから、椎体は何らかの変形を受けたものと推察されるが、背面を含めて他にずれたような形跡がなく、どのような種類の変形を被ったのか明らかでない。

②腰椎 (Lumbar)

全部で 9 個の腰椎が確認される。腰椎は損傷の程度が大きく、棘突起を含む神経弓が保存されているものは皆無であり、椎弓根の基部が椎体背面を前後に走る左右 2 列の隆起のみが認められる。L4 から L9 は配列順序が定かでないが、鯨類の椎骨列において後位の椎骨ほど左右の椎弓根が正中中部に寄って互いの距離が近くなる一般的傾向に基づいて順序を推定した。同時に、腰椎は後位のもののほど椎体前後に長くなることも考慮した。L1 以外に横突起が保存されているものはない。L1 から L9 すべてにおいて、椎体腹側正中中部において前後方向に稜が発達する。L5 から L7 は椎体全体が背腹方向に圧縮されているため、計測値は高さが実際よりも低く、巾が実際よりも大きく見えていると思われる。L8 と L9 にも椎体に歪みが認められるため、計測値には ± 10 mm 程度の誤差が生じている可能性がある。

肋骨 (Ribs) —肋骨は完全なものは皆無である。いずれも断片的で、肋骨頭や結節など特徴のある部位がほとんど保存されていないため、発見された肋骨の総数は不明である。多くは胸椎から前位腰椎付近に重なり合っていた。保存されているほとんどの部位は近位および遠位端を欠く肋骨体の一部のみで、左右いずれであるかの判別が付きがたいものもある。比較的良く保存されている肋骨の中に、肋骨体が全体的に扁平で目立った稜やくぼみがなく、他の肋骨と比べて巾が広いものが 2 本ある。それらが対になるか

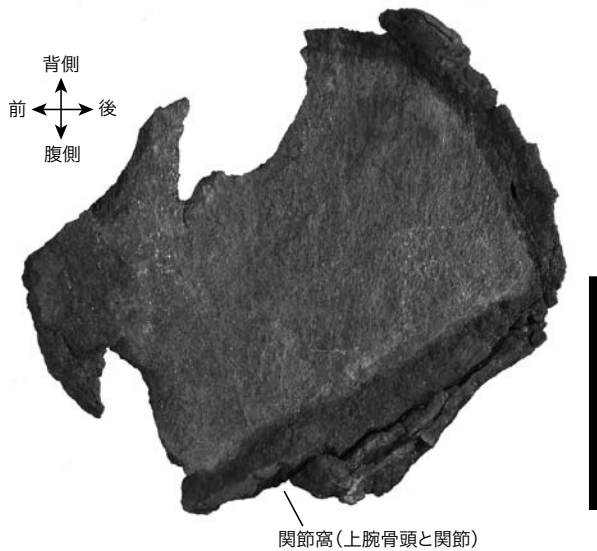


図 6. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左肩甲骨 (外側面). スケールは 10 cm.



図 7. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左上腕骨 (外側面). スケールは 10 cm.

どうかは不明であるが、それぞれ左右の前位の肋骨と思われる。

前肢骨 (Forelimb) (図 6-9; 表 4-8) 一肩甲骨, 上腕骨, 橈骨, 尺骨, 手骨が保存されている。いずれも左側のものである。手骨に関しては左右の区別は難しいが、3つのうち1つが堆積物に埋もれて橈骨と上腕骨にまたがるように乗っていたことから、手骨もすべて左側のものと推測した。

肩甲骨は破損が激しい (図 6, 表 4)。烏口突起があったと思われる箇所が破損しており、元々発達していなかったのかどうかは不明である。関節窩は外側縁が緩やかに凸となり、内側縁はほぼ直線的となっている。

表 4. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左肩甲骨の計測値 (単位: mm)。

保存されている部分の最大前後径	231
保存されている部分の最大高	201
関節窩の最大前後径 (長径)	92.5e
関節窩の最大短径	52

e: 推定値 (欠損が軽微で、保存されている部位から推測できる場合)

表 5. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左上腕骨の計測値 (単位: mm)。

最大長	238
近位端の最大前後径	100
上腕骨頭の最大前後径	65
上腕骨頭の最大横径 (内外方向)	59e
上腕骨体の最小前後径	68e
上腕骨体の最小横径 (内外方向)	64.5
遠位端の最大前後径	90
遠位端の最大横径 (内外方向)	48

e: 推定値 (欠損が軽微で、保存されている部位から推測できる場合)

上腕骨は骨体後面が深くえぐられており、全体にわたって表面の保存状態も悪い (図 7)。そのため、骨頭や橈骨・尺骨との関節面などの大まかな形状は認識できるものの、小結節 (肩甲下筋が付着) と思われるものを除けば、筋付着部となる突起や稜、窩などの解剖学的構造の詳細が観察できない。上腕骨の橈骨に対する割合はおよそ 65% である (表 5, 6)。

橈骨は遠位端が欠けているが、推定される長さはおよそ 370 mm である。多くのヒゲクジラと同様に、橈骨体は内外側方向に平たく、前縁と後縁が鋭い稜となる (図 8)。橈骨体にねじれはなく、わずかに外側に凸を描くように湾曲する。前縁と後縁はほぼ同じ曲率で前方に凸の緩いカーブを描く。厚みの増す近位・遠位の両端を除けば、骨体は内外側方向にほぼ同じ厚みで、中央よりやや近位寄りのところが最も薄くなっている。近位の関節面の骨端板は骨体に癒合している。遠位部の破断面における緻密質の厚さは 7.5 mm 程度ある。他の計測値については表 6 を参照。

尺骨の骨体は前後の巾が細く内外側方向に薄い (図 8)。近位部の鈎状突起で最も内外側方向に厚くなる。遠位部は摩耗しているが、同じく遠位部が欠けた橈骨とほぼ同じ長さがある。上腕骨との関節付近が最も厚くなる以外は、尺骨体は内外側方向に平たく、前縁と後縁は鋭い稜となる。尺骨体にねじれはない。肘頭は大きく、後縁は後方へゆるやかに弧を描き、全体的に肘頭を刃の部分に、尺骨体を柄の部分に見立てた手斧 (hatchet) のような形状となる。肘頭は遠位部が内側へ傾く (計測値は表 7 参照)。肘頭は基部 (根元) が最も厚く、遠位へ向かって厚みが減じる。

3つの手骨が見つかったが、形状から中手骨 (metacarpal) か指骨 (phalanx) かは決めがたい (図 9, 表 8)。



図8. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左橈骨および左尺骨(外側面). スケールは10 cm.



図9. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の指骨. a, D1; b, D2; c, D3. スケールは5 cm.

鯨類の場合、指と掌の区別できないため、中手骨を指骨に含めるとする立場もあるが(神谷, 2001), 手根骨に続く最初の列の細長い骨を中手骨と考えることもできる。最も大きい骨, 中くらいの骨, 最小の骨をそれぞれ D1, D2, D3 と呼ぶ。D1 は長さに対して巾が広く, 骨体中央部は内外側方向に扁平である(鯨類の前肢の解剖学的正位を, ヒトの場合における「掌側面」を内側に, 「背側面」を外側に向けると考える)。骨体中央部はくびれて両端で広がるが, くびれ方は長軸に対して相称でなく, 一方の湾曲度が他方より大きい。これに対し, D3 は長さに対して全体的に巾が狭く, 断面が丸みのある概ね細長い円柱状の骨

表6. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左橈骨の計測値(単位:mm)。

最大長	370e
近位端の最大前後径	78.6
近位端の最大横径(内外方向)	45.2
骨体中央付近の最小前後径	78.4
骨体中央より近位寄りの最小横径(内外方向)	36
遠位端の最大前後径	82e
遠位端の最大横径(内外方向)	45e

e: 推定値(欠損が軽微で, 保存されている部位から推測できる場合)

表7. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の左尺骨の計測値(単位:mm)。

最大長(肘頭含まず)	370e
最大長(肘頭含む)	420e
近位端の最大前後径(鉤状突起の直下と肘頭の直下)	80.3
近位端の最大前後径(鉤状突起・肘頭含む)	120.5
近位端の最大横径(内外方向)	43.3
肘頭基部の最大横径(内外方向)	32.6
肘頭遠位部の最小横径(内外方向)	18.2
骨体中央付近の最小前後径	52
骨体中央付近の最小横径(内外方向)	23
遠位端の保存されている部分の最大前後径	36.5
遠位端の保存されている部分の最大横径(内外方向)	21

e: 推定値(欠損が軽微で, 保存されている部位から推測できる場合)

表8. タカハマクジラ (FPDM-V7900) の手骨の計測値(単位:mm)。

	D1	D2	D3
最大長	67e	41.5	61e
近位端の最大長(前後方向)	34	29	20
近位端の最小横径(内外方向)	23.5	18.2	18.5
骨体中央付近の最小前後径	25.5	28.3	11.5
骨体中央付近の最小内外径	14	12	11.2
遠位端の最大長(前後方向)	-	32	-
遠位端の最小横径(内外方向)	-	13.1	-

e: 推定値(欠損が軽微で, 保存されている部位から推測できる場合)

である。両者とも一端は欠けているが残存部の形状から判断して, D1 は長さ67 mm 程度, D3 は61 mm 程度と推定される。長さはあまり変わらないが, 巾は大きく異なり, 最も狭い部位の前後径はD1 の25.5 mm に対し, D3 は11.5 mm しかない。D3 の形状は両端の巾が広く骨体中



図 10. 橈尺骨の比較. **a**, *Cophocetus oregonensis* 右尺骨外側面, No. 305 (Packard and Kellogg, 1934); **b**, *Pelocetus calvertensis* 右橈骨内側面, USNM 11976 (Kellogg, 1965); **c**, *Diorocetus hiatus* 左尺骨内側面, USNM 23494 (Kellogg, 1968); **d**, 右橈尺骨外側面, USNM 23794 (*Thinocetus arthritus* Kellogg, 1969); **e**, *Eobalaenoptera harrisoni* 左橈尺骨外側面, VMNH 742 (Dooley et al., 2004); **f**, *Balaenoptera acutorostrata* 左橈尺骨外側面, FPDm-V7107; **g**, *Eschrichtius robustus* 右橈尺骨外側面, No. 34260 (Andrews, 1914); **h**, *Balaena ricei* 右橈尺骨外側面, USNM 22553 (Westgate and Whitmore, 2002); **i**, *Eubalaena japonica* 左橈尺骨外側面 (Omura, 1958); **j**, *Berardius bairdii* 右橈尺骨外側面, AMP-R6; **k**, *Mesoplodon stejnegeri* 右橈尺骨外側面; **l**, *Numataphocoena yamashitai* 右橈尺骨外側面, NFL 7 (Ichishima and Kimura, 2000); **m**, *Orcinus orca* 左橈尺骨外側面, AMP-R20. 縮尺不同.

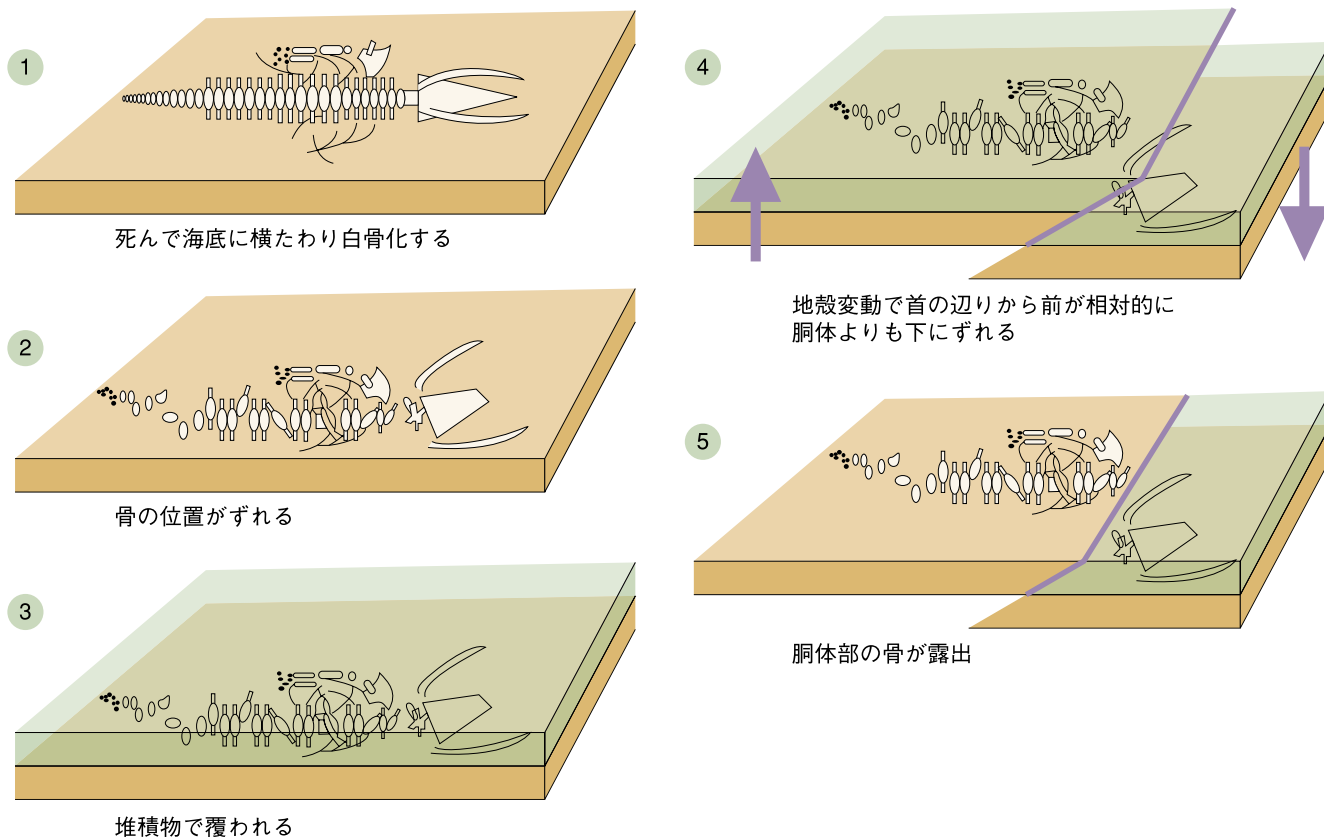


図 11. 化石の産状から推定されるタカハマクジラの化石化過程.

央部がくびれる、いわゆる砂時計型かつづみ型を呈する。D1の一面には長軸に沿ったくぼみがあり、もう一方の面が単純に緩やかな凸面を描くことから、くぼみのある面がおそらく掌側面（手のひらの側）と思われるが、現生ミンクジラ（FPDM-V7107）やコククジラ（AMP-R9）では掌側面と背側面（手の甲の側なので、鯨類の場合は「外」側面）の間にそれほど明瞭な違いが見られない。D1とD3は単体では遠位と近位の方向を決められないが、計測の便宜上、両者ともここでは破損している端を遠位とする。D2は両端が軟骨の付着する自然面と思われる粗面になっていることから、近位・遠位両端が保存されている。ここでは内外側方向に厚みがある方を仮に近位端とする。左右両側ともに同方向に湾曲するが、一方の曲率が大きい。このような非対称な湾曲具合は、指骨よりもむしろ中手骨に見られる傾向がある。

考 察

本標本は同定に重要な頭骨や耳骨は発見されなかったが、前肢の骨の形態からヒゲクジラ亜目と考えられる。これまでに見つかった化石や現生種を考慮すると、前肢の骨、とくに橈骨と尺骨からは、ハクジラ類とヒゲクジラ類の区別が可能と思われる。図10に示すように、ハクジラ類とヒゲクジラ類では橈骨と尺骨の形態にそれぞれ特有のパターンがある。ハクジラ類の前腕部を構成する橈尺

骨は概して巾に対して短い。尺骨の骨体は後縁が凹となるため、骨体中央部の巾が狭くなる。また、橈骨は遠位に向かって急速に巾が広がる傾向がある。ハクジラ類の中でもアカボウクジラ科の種では、とくに橈骨において近位端から遠位端まで前後長に大した変化がなく、目立った湾曲もない。しかし、橈骨、尺骨ともに長軸は直線的で、骨体の湾曲が顕著ではない。これに対し、セミクジラ科を除くヒゲクジラ類では、橈骨が巾に対して長く、遠位部で巾が広がるものの（とくに、*Megaptera novaeangliae* ザトウクジラで顕著）、橈骨体の前縁と後縁がほぼ同じ曲率で緩やかに前方へ凸の弧を描き、中央部のくびれが目立たないものが多い。本標本では尺骨が侵食を受けているため全体の形状が不明瞭だが、巾に対して長めの形状であることは確認できる。また、橈骨は橈骨長に対する近位端の前後長の割合が20%程度と全体的に細長く、前縁と後縁の曲率がほぼ同調して前方へ凸に湾曲していることから、セミクジラ科を除くヒゲクジラ類と考えて差し支えないと思われる。しかし、科レベルでの同定を行うには保存部位の特徴が少なすぎるため、ここではヒゲクジラ亜目にとどめておく。

本標本は椎骨骨端板の分離状況から比較的若い個体といえる。椎体や前肢の骨、肋骨などの大きさから、全長は6～7 m程度あったものと思われる。体骨格のうち、尾椎、右前肢、肋骨の多くが欠け、左前肢の各骨要素も解剖学的な本来の位置を保っていないが、胸椎や腰椎は概ね連続し

ており、手骨も橈骨に重なるようにして見つかったことから、部分的な擾乱を受けたものの、全体としては比較的まとまって産出したと言える。産状から判断して、本標本は腹部を上にして海底の堆積物中に埋もれたと見られるが、この姿勢は化石ヒゲクジラ類の産状としては一般的である。原因としては、死後に発生した腐敗ガスが腹部に充満した結果、死体は上下逆さまに海中を浮遊し、そのまま海底に着底することが考えられる (Barnes et al., 1987)。ただ、あまり長い間海面を漂っていると、腐りやすい部位が様々な時間順序で順次脱落すると思われるため (Schäfer, 1972)、本標本の骨格要素の揃い具合からは、死後に海中を漂ったとしても比較的速やかに海底に沈んだことが考えられる。仮に、死後そのまま海底に沈んだ死体がたまたま腹部を上にして着底し再び浮上しなかったとすれば、無酸素状態などの腐敗の進行を妨げる条件があったか、腐敗ガスが死体を浮き上がらせる力を上回る水圧がかかる深度を考える必要がある。神野浦頁岩部層からこれまでに産出報告のある化石からは、無酸素状態の海底を想定することはできない (中川ほか, 1985; 中川, 1987)。水圧に関しては、Allison et al. (1991) が行ったように、クジラの死体が生産し得る腐敗ガスの総量を計算した上で、推定古水深における水圧との関係を調べる方法があるが、限定された保存部位から信頼のおけるクジラの体積を推定することはむずかしいと思われるので、ここでは検討しない。肋骨が胸椎から前位腰椎付近に多く見つかったことや前肢骨格要素の中で指骨が保存されていたことは、軟組織が腐敗した後で長距離の移動やストームなどの激しい擾乱に遭わなかったことが推測される。

本標本は尾を陸の方向に、頭を海の方に向けて埋もれていた。頭骨は発見されなかったが、丁度頭骨があればその辺りだろうと思われる場所が、断層で 50 cm 程度下にずれている。断層で切れた面とともに頭骨が下に落ち込んでいれば、今回よりもさらに掘り下げた面で頭骨を発見できる可能性は残されているものと思われる (図 11)。

中期中新世のヒゲクジラ類はこれまでほとんどがケトテリウム科とされてきたが、最近の見直しによって、ケトテリウム科は模式属である *Cetotherium*、さらにはその模式種である *Cetotherium rathkei* を中心に、より限定的なクレードとして解釈されるようになってきた (Bouetel and Muizon, 2006; Steeman, 2007)。また、ナガスクジラ科の出現が中期中新世まで遡ることができかねたについては、分子に基づいた研究からの支持があるものの (Sasaki et al., 2005)、化石からは未だに確かなことは言えない。中期中新世の *Eobalaenoptera* は記載当初はナガスクジラ科とされたが、科の同定には信頼できる部位が少なすぎるとして、Deméré et al. (2005) により退けられており、著者もこれに同意するものである。このような背景から、保存部位の少ない標本はもとより、比較的保存状態の良い標本であっても、従来ケトテリウム科とされてきた化石を含めて、今後しばらくは科不詳のままヒゲクジラの化石が記載される事態が予想される。実際、最近新属として設立された *Titanocetus* は、科 incertae sedis として明確な位置づけが行われなかった (Bisconti, 2006)。

まとめ

福井県高浜町山中海岸からヒゲクジラ亜目の化石が見つかった。産出層は内浦層群下層神野浦頁岩部層で、年代区分としては中期中新世にあたる。本標本は頭骨を欠くためヒゲクジラ亜目より下位の分類学的詳細は明らかでな

いが、これまで北陸地方から産出した鯨類化石は部分骨が多いため、本標本のように体骨格がある程度まとまって発見された例は貴重である。本標本は内浦層群から産する大型脊椎動物化石の追加標本として、また北陸地域の数少ない中部中新統産ヒゲクジラ類化石として重要である。

現時点では本標本の分類学的位置はヒゲクジラ亜目に留め置きざるを得ないが、本標本のより詳しい分類学的な位置づけに関しては、まだ埋まっている可能性のある頭骨の今後の発掘に期待する。

謝 辞

本研究を行うにあたり、福井県福祉環境部自然保護課の高田 学氏と宮本隆弘氏からは、自然公園内における発掘の可能性を検討する際に様々な助言をいただいた。高浜町教育委員会からは快く発掘の許可をいただいた。また、高浜町郷土資料館の安倍義治氏においては、地元産出の化石を恐竜博物館で保管することについて快諾いただいた。第八管区海上保安本部海洋情報部監理課所属 (2005 年 2 月当時) の二宮英樹氏には、高浜町内浦湾の潮汐についての貴重な情報をいただいた。足寄動物化石博物館の澤村 寛館長には、比較標本の観察のための便宜を図っていただいた。福井県立恐竜博物館研究員の矢部 淳氏と佐野晋一氏および (財) 日本鯨類研究所の大谷誠司氏には、文献の複写等で便宜を図っていただいた。また、査読者である群馬県立自然史博物館の木村敏之氏及び岩手県立博物館の大石雅之氏からは有益な助言をいただいた。そして、本標本発見に関わられた東海化石研究会のメンバーである坂倉不二男氏、桃山 敬氏、林 常喜氏、水野吉昭氏は、化石の発見を福井県立恐竜博物館にお知らせくださり、研究のためにそれを快く提供してくださった。以上の方々に、記して感謝申し上げる。

引用文献

- Allison, P. A., C. R. Smith, H. Kukert, J. W. Deming and B. A. Bennett. 1991. Deep-water taphonomy of vertebrate carcasses: a whale skeleton in the bathyal Santa Catalina Basin. *Paleobiology* 17 (1) : 78-89.
- Andrews, R. C. 1914. The California gray whale (*Rhachianectes glaucus* Cope). *Memoirs of the American Museum of Natural History* 1 : 229-287.
- Barnes, L. G., R. E. Raschke and J. C. Brown. 1987. A fossil baleen whale. *Whale Watcher* (Journal of the American Cetacean Society) 21 (4) : 7-10.
- Bisconti, M. 2006. *Titanocetus*, a new baleen whale from the Middle Miocene of northern Italy (Mammalia, Cetacea, Mysticeti). *Journal of Vertebrate Paleontology* 26 (2) : 344-354.
- Blow, W. H. 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy; pp. 199-422 in P. Bronnimann and H. H. Renz (eds.), *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, 1.
- Bouetel, V., and C. de Muizon. 2006. The anatomy and relationships of *Piscobalaena nana* (Cetacea, Mysticeti), a *Cetotheriidae* s. s. from the early Pliocene of Peru. *Geodiversitas* 28 (2) : 319-395.
- Brisson, M. J. 1762. *Le regnum animale in classes IX distributum, sive synopsis methodica sistens*

- generalem animalium distributionem in classes IX, & duarum primarum classium, quadrupedum scilicet & cetaceorum, particularem divisionem in ordines, sectiones, genera & species. T. Haak, Paris, 296 pp.
- Deméré, T., A. Berta and M. R. McGowen. 2005. The taxonomic and evolutionary history of fossil and modern balaenopteroid mysticetes. *Journal of Mammalian Evolution* 12 (1/2) : 99-143.
- Dooley, A. C. Jr., N. C. Fraser, and Z.-X. Luo. 2004. The earliest known member of the rorqual-gray whale clade (Mammalia, Cetacea). *Journal of Vertebrate Paleontology* 24 (2) : 453-463.
- Gray, J. E. 1864. On the cetacea which have been observed in the seas surrounding the British Islands. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1864 : 195-250.
- 一島啓人. 2005. いくつかの日本産鯨類化石の再検討—起源の時期と古生物地理の観点から—. 福井県立恐竜博物館紀要 4 : 1-20.
- Ichishima, H., and M. Kimura. 2000. A new porpoise (Cetacea; Delphinoidea; Phocoenidae) from the Early Pliocene Horokaoshirarika Formation, Hokkaido, Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology* 20 (3) : 561-576.
- 神谷敏郎. 2001. 骨と骨組みのはなし. 岩波書店, 東京, 202pp.
- Kellogg, A. R. 1965. Fossil marine mammals from the Miocene Calvert Formation of Maryland and Virginia. Part 1. A new whalebone whale from the Miocene Calvert Formation. *United States National Museum Bulletin* 247 : 1-45.
- Kellogg, A. R. 1968. Fossil marine mammals from the Miocene Calvert Formation of Maryland and Virginia. Part 6. A hitherto unrecognised Calvert cetothere. *United States National Museum Bulletin* 247 : 133-161.
- Kellogg, A. R. 1969. Cetothere skeletons from the Miocene Choptank Formation of Maryland and Virginia. *United States National Museum Bulletin* 294 : 1-40.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tenth ed. Vol. 1. Laurentii Salvii, Stockholm, 824 pp.
- 中川登美雄. 1987. 福井県内浦層群から産出したオオグソクムシ (甲殻綱, 等脚目) 化石. *地球科学* 41 (5) : 290-292.
- 中川登美雄・千地万造・三浦 静. 1985. 福井県内浦地域の中新統層序と浮遊性有孔虫化石. *地質学雑誌* 91 (6) : 389-402.
- 中島正志・大崎ふみ代・渡邊 勇・中川登美雄・三浦 静. 1985. 福井県内浦層群の古地磁気. 福井大学教育学部紀要 (自然科学) 35 (3) : 15-31.
- 野田芳和・後藤道治. 2004. 日本列島の古地理復元と恐竜博物館における展示. 福井県立恐竜博物館紀要 3 : 47-63.
- 野村正純・畑中 窓・西本博行・柄沢宏明・七尾野尻湖友の会. 1991. 能登半島の中部中新統七尾石灰質砂岩層産の *Megasqualus serriculus* (Jordan and Hannibal) の顎歯群. 瑞浪市化石博物館研究報告 18 : 33-45.
- 野村正純・犬塚則久・廣田清治・渡部真人・青木良輔. 2001. 岩屋化石動物群シリーズ, その5 : 中期中新統七尾石灰質砂岩層産の哺乳動物化石等について. 七尾市少年科学館研究報告 5 : 1-36.
- 近江一芳. 1986. 石川県七尾市崎山半島の新第三系より発見された3例の海生哺乳動物化石について. *地球科学* 40 (6) : 449-452.
- Omura, H. 1958. North Pacific right whale. *The Scientific Reports of the Whales Research Institute* 13 : 1-52, pls. 1-8.
- Packard, E. L., and A. R. Kellogg. 1934. A new cetothere from the Miocene Astoria Formation of Newport, Oregon. *Carnegie Institute of Washington Publication* 445 : 1-62.
- 松浦信臣. 1988. 石川県の新生代海生動物群と哺乳類化石 ; pp. 22-28, 日本産海生哺乳類の研究. (研究課題) 新生代海生哺乳類の生層序と古生物学的研究. 昭和62年度文部省科学研究補助金総合研究 (A) : 課題番号 61304010.
- 松浦信臣. 1992. 石川の化石. 北國新聞社. 156pp.
- 松浦信臣. 1996. 金沢地域の大桑層産脊椎動物化石. 北陸地質研究所報告 5 : 55-87.
- 松浦信臣・長澤一雄. 2000. 金沢地域の大桑層分布地産鯨類化石. *日本海セトロロジー研究* 10 : 37-47.
- 松浦信臣・堀田修. 1986. 続能登の化石資料. 石川の自然 27 : 1-30.
- Sasaki, T., M. Nikaido, H. Hamilton, M. Goto, H. Kato, N. Kanda, L. A. Pastene, Y. Cao, R. E. Fordyce, M. Hasegawa and N. Okada. 2005. Mitochondrial phylogenetics and evolution of mysticete whales. *Systematic Biology* 54 (1) : 77-90.
- Schäfer, W. 1972. *Ecology and Paleocology of Marine Environments*. University of Chicago Press, Chicago, 568 pp.
- Steeman, M. E. 2007. Cladistic analysis and a revised classification of fossil and recent mysticetes. *Zoological Journal of the Linnean Society* 150 : 875-894.
- 竹山憲一・東 洋一. 1988. 福井県産海生哺乳類とその産出状況 ; pp. 29-34, 日本産海生哺乳類の研究. (研究課題) 新生代海生哺乳類の生層序と古生物学的研究. 昭和62年度文部省科学研究補助金総合研究 (A) : 課題番号 61304010.
- Westgate, J. W., and F. C. Whitmore, Jr. 2002. *Balaena ricei*, a new species of bowhead whale from the Yorktown Formation (Pliocene) of Hampton, Virginia; pp. 295-312 in R. J. Emry (ed.), *Cenozoic mammals of land and sea: tributes to the career of Clayton E. Ray*. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* 93.