

原著論文

福島県東白川郡塙町に分布する中新統久保田層から鱗脚類の産出

主森 亘*・久保貴志**・猪瀬弘瑛***・藤田英留****

要 旨：福島県東白川郡塙町西河内の藤田礫業株式会社の採掘場に分布する上部中新統久保田層から鱗脚類化石を発見した。福島県内において鱗脚類化石の記載報告は限られており、久保田層からの産出は初めてのことである。産出層準は久保田層最下部の含貝化石泥質砂岩で、カキ化石の密集層の上位からであった。採取した骨格要素の数は40点ほどで、同定できた部位は第六頸椎、胸椎、胸骨、肋骨、指骨？、肩甲骨？の一部のみであった。頭骨や下顎骨などが保存されていなかったことから、詳細な分類学的検討は行えなかった。これらの骨片化石は約80 cm四方の限られた範囲からまとまって産出し、明らかに重複する部位がないことから、同一個体に由来すると思われる。肋骨の一部は折れた状態で埋没しており、埋没前に強い外的要因が伴ったことを示唆している。従って、堆積時には多くの部位は既に失われていたと推定した。これまで、福島県内ではアシカ類やセイウチ類の化石記録が数例ではあるが報告されており、まとまった骨格の産出は本標本が初となる。また、本標本は県内産の鱗脚類化石としては最古記録となる。

1. はじめに

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、二枚貝類化石ばかりでなく、放散虫、石灰質ナノ化石、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）。また、近年では植物のオオミツバマツの産出も報告されている（猪瀬・矢部, 2021）。脊椎動物化石に関しては報告が少なく、これまでに木村（1983）と鈴木ほか（2020）によってクジラ類の報告がされているのみであった。

今回報告する鱗脚類化石は、著者のひとりである久保が2020年に猪瀬とカキ化石密集層の調査中に発見したものである。久保に加えて、採掘場を管理している藤田の協力のもとで、主に猪瀬が発掘作業と初期段階のクリーニング作業を行った。主森がクリーニングを仕上げ、分類学的・化石化過程等を検討した。なお、本研究で検討した標本はすべて福島県立博物館に所蔵されている。

2. 地質概説

福島県南東部の塙町周辺では、阿武隈帯の花崗岩類や変成岩類を新第三系が不整合に覆っている。こ

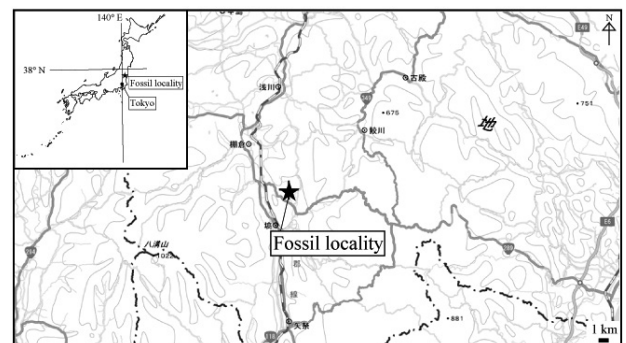


図1. 本標本産出地（福島県東白川郡塙町西河内）の位置図。地理院地図使用。

Figure 1 Geological site. Topographic map adopted from Geographical Survey Institute, Japan.

の新第三系は下位から赤坂層、久保田層、仁公儀層と区分されている。このうち、久保田層は中粒～粗粒砂岩を主体とし、本層の層厚は220メートルとされている（柳沢ほか, 2003）。挟在する凝灰岩のうち2枚については年代測定が行われ、下位のはK-Ar法で 10.56 ± 0.18 Maとフィッシュトラック法で 10.7 ± 0.2 Ma, 上位のものはフィッシュトラック法で 10.6 ± 0.3 Maという年代値が報告されている（Takahashi et al., 2001a, b）。本層中部以上の層準からはBlow（1969）による浮遊性有孔虫化石帯N.16帯（相田, 1988; 島本ほか, 1998; Hayashi et al., 2002; Hayashi and Takahashi, 2008）、Okada and Bukry（1980）による石灰質ナノ化石帯CN5b～CN7帯（島本ほか, 1998）、本山（1999）による放散虫化石帯Lychnocanoma magnacornuta帯（島本

*国立科学博物館 **徳島県子ども科学館 ***福島県立博物館 ****藤田礫業株式会社

ほか, 1998), Yanagisawa and Akiba (1998) による珪藻化石帯NPD6C帯(柳沢ほか, 2003)にそれぞれ対比される浮遊性微化石が報告されている。以上の凝灰岩の年代測定と化石帯はいずれも後期中新世を示す。

本稿で扱う鰭脚類化石は、福島県東白川郡塙町西河内に位置する藤田磁業株式会社の田中採掘場から産出した(図1)。本採掘場内では主に本層下部が露出している。鈴木ほか(2020)は田中採掘場および近接した堀之内採掘場において、詳細な柱状図を作成している。この中で記述されている2つのカキ層のうち、上位にあるC2の直上の含貝化石泥質砂岩から鰭脚類化石が得られた。

3. 試料と方法

本研究で報告する鰭脚類化石は、数点の肋骨の一部が地表に露出した状態で発見された。雨水等で露頭表面が剝された痕跡が認められたため、露頭下部を詳しく観察したが2点の骨片しか得られなかった。骨化石が層理面(露頭表面に対して高角度をなす)に沿って含まれていると想定して、次のように作業を進めた。骨化石が認められた層準より20 cm程度上位までをハンマー、タガネ等で掘り込み、層理面を掘り出した。その上で、下位に向けてコンクリート針などで少しずつ掘り下げていった。なお、著者らが当初想定したよりも骨化石が広範囲から産出したため、層理面を掘り出す作業と下位に向けて掘り下げる作業は数度繰り返し、最終的な範囲は約1 m×1 mになった。骨化石は確認できた順番に番号を付け、写真等で詳細な産出場所を記録した。露出した骨化石は7wt%のパラロイド溶液で保存処理をした上で採取した。1日の作業終了時に露出したままの骨化石はシリコン剤で保護した上で、ブルーシート等で次回作業日まで覆った。発掘を進めても骨化石が見つからなくなった段階で、重機で周囲を掘り込んで取り残した骨化石がないか確認した。

骨化石を発掘した後に残った母岩は、福島県立博物館に持ち帰り、篩で骨化石が含まれていないか確認した。骨化石のうち、よりカキ層に近い層準から得られた化石はノジュール化していた。しかし、母岩から直接産出した化石は脆く発掘直後に多くが割れたため、パラロイド溶液を塗布してからシアノアクリレート系瞬間接着剤で可能な限り接合してクリーニングした。

標本の細かな剖出処理については、国立科学博物館地学研究部の化石処理施設を使用した。剖出では主にエアスクライバーとマイクログラインダーを用いた。計測はデジタルノギス(Mitutoyo CD-

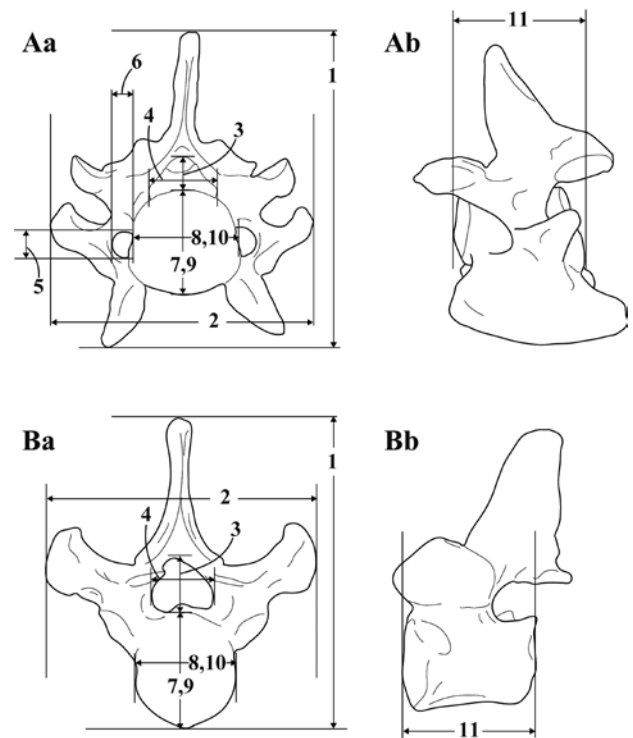


図2. 第六頸椎と胸椎の計測領域。数字で示した計測領域は表2を参照。Aa-b, 第六頸椎の前面観と側面観; Ba-b, 胸椎の前面観と側面観。

Figure 2 Measurement regions of sixth cervical vertebra and thoracic vertebra. Numbers are defined in Table 2. Aa and b, sixth cervical vertebra in anterior and lateral views; Ba and b, thoracic vertebra in anterior and lateral views.

20APEX; 神奈川県), 写真撮影はミラーレス一眼カメラ(Olympus OM-D E-M10 Mark II; 東京都)をそれぞれ使用した。計測部位および解剖学用語はBoessenecker and Churchill (2018)とTonomori et al. (2018)を基に改変した。計測領域は図2にて定義する。

所属機関の略号(abbreviations): FM (Fukushima Museum), 福島県立博物館

4. 鰭脚類化石の記載

Order Carnivora Bowdich, 1821

Suborder Pinnipedia Illiger, 1811

gen. et sp. indet

標本番号: FM-N202100001

収蔵場所: 福島県立博物館

産出地, 産出層準および年代: 福島県東白川郡塙町西河内に位置する藤田磁業株式会社の田中採掘場から産出した。Takahashi et al. (2001a, b)によると、産出した層準の年代は後期中新世の前期(10.5 Ma前後)にあたる。

共産化石(図版1): 鰭脚類化石とともに二枚貝類(*Anadara hataii*, *Laevicardium shiobarensis*, *Crassostrea gigas*, *Kaneharaia kaneharai*, *Lucinoma*

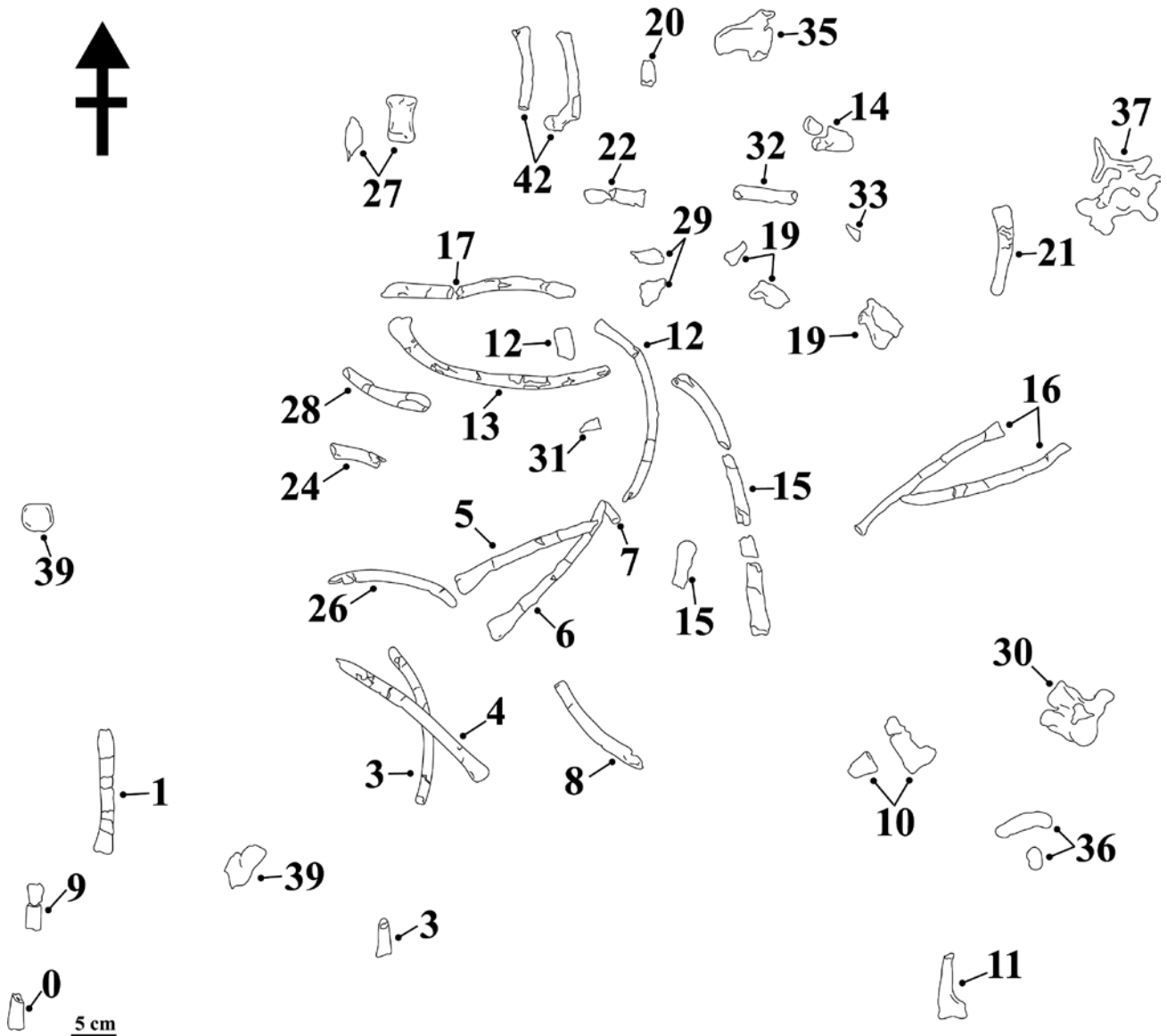


図3 本標本 (FM-N20210001) の産状復元図. 数字は産状番号を示す. スケールは5 cm.

Figure 3 Reconstruction of occurrence of this specimen (FM-N20210001). Number indicates location number (ln). Scale bar is 5 cm.

annulata, *Felaniella usta*, *Anomia* sp.), 腹足類 (*Neverita kiritaniana*, *Surculites* sp., *Ocinebrellus imornatus*, *Cancellaria hukushimana*, *Phos iwakianus*, *Bittium intaminatum*, *Nassarius tunetoyoensis*, *Cerithium kobelti*, *Mitrella* sp., *Ergalatax* sp., *Siphonalia* sp., Trochoidea gen. et sp. indet, *Crepidula symmetrica*), カニの爪, 植物の種子, サメの歯 (*Negaprion* sp., *Carcharhinus?* sp.) が得られた. これらの化石は生息姿勢を保っておらず, すべて異地性と考えられる.

産状および産出部位: 本標本の産状復元を図3に示す. 本標本は約80 cm四方の限定的な範囲からまとめて産出した. それぞれの骨は関節せず, 分離した状態で産出した. 産出部位は第六頸椎, 胸椎, 胸骨, 肋骨, 指骨?, 肩甲骨?であった. 胸部周辺の

骨格が多く, 明らかに重複する部位が確認されないことから, 同一個体に由来すると考えられる. 肋骨の一部 (FM-N202100001-25) は折れた状態で埋没しており, 埋没前に強い外的要因が伴ったことを示唆している.

記載: 本標本は, 産出位置ごとに番号を付けた産出番号 (location number) を基準に枝番号を振った (表1; 図3). 1つの枝番号に2つ以上の産出番号が含まれる場合, それらは隣接しているないし, 同時に採取したものであったことを意味する. また, 同一の場所から複数の骨格要素が産出した場合, それぞれの骨格要素に共通の枝番号を割り当てている. 枝番号を基準に考えると, 本標本には少なくとも42個の骨片ないし骨格要素が含まれる. 産出範囲の残渣から確認した標本の位置番号は土嚢袋 (sandbag)

表 1 本標本 (FM-N202100001) の位置番号および枝番号. 位置番号は図 3 を参照. ns, 神経棘; Th, 胸椎; tp, 横突起.

Table 1 List of location and branch numbers in this specimen (FM-N202100001). Location numbers are shown in Figure 3. ns, neural spine; Th, Thoracic vertebrae; tp, transverse process.

Skeletal part	Preserved part	location number	museum number
C6	whole	37	FM-N202100001-1
Th?	ns and tp	14	FM-N202100001-2
Th	ns	35	FM-N202100001-3
Th?	ns and tp	19, 22	FM-N202100001-4
Th	whole	30	FM-N202100001-5
Th	whole	sandbag	FM-N202100001-6
Vertebra	centrum	34	FM-N202100001-7
Scapula?	proximal end	19	FM-N202100001-8
Sternum	whole	27	FM-N202100001-9
Phalange?	?	31	FM-N202100001-10
Rib	?	sandbag	FM-N202100001-11
Rib	?	0	FM-N202100001-12
Rib	distal shaft	1	FM-N202100001-13
Rib	mid and distal end	3	FM-N202100001-14
Rib	distal shaft	4	FM-N202100001-15
Rib	mid and distal shaft	5 to 7	FM-N202100001-16
Rib	mid shaft	8	FM-N202100001-17
Rib	mid? shaft	9	FM-N202100001-18
Rib	distal and proximal ends	10	FM-N202100001-19
Rib	proximal end	11	FM-N202100001-20
Rib	? and mid-distal shaft	12	FM-N202100001-21
Rib	fragments	13	FM-N202100001-22
Rib	proximal and mid shaft	13	FM-N202100001-23
Rib	mid and distal shaft	15	FM-N202100001-24
Rib	mid and distal shaft	16	FM-N202100001-25
Rib	mid shaft	17	FM-N202100001-26
Rib	fragments	20	FM-N202100001-27
Rib	? and distal end	21	FM-N202100001-28
Rib?	?	22	FM-N202100001-29
Rib	mid shaft	23	FM-N202100001-30
Rib	mid shaft	26	FM-N202100001-31
Rib	proximal shaft	28	FM-N202100001-32
Rib	fragments	28, 31	FM-N202100001-33
Rib	proximal end	29	FM-N202100001-34
Rib	?	32	FM-N202100001-35
Rib	fragments	33	FM-N202100001-36
Rib?	?	36	FM-N202100001-37
Rib?	?	39	FM-N202100001-38
Rib	proximal and distal ends	42	FM-N202100001-39
Rib	mid and distal ends	etc1	FM-N202100001-40
Rib	fragments	etc2	FM-N202100001-41
Rib?	fragment	etc3	FM-N202100001-42

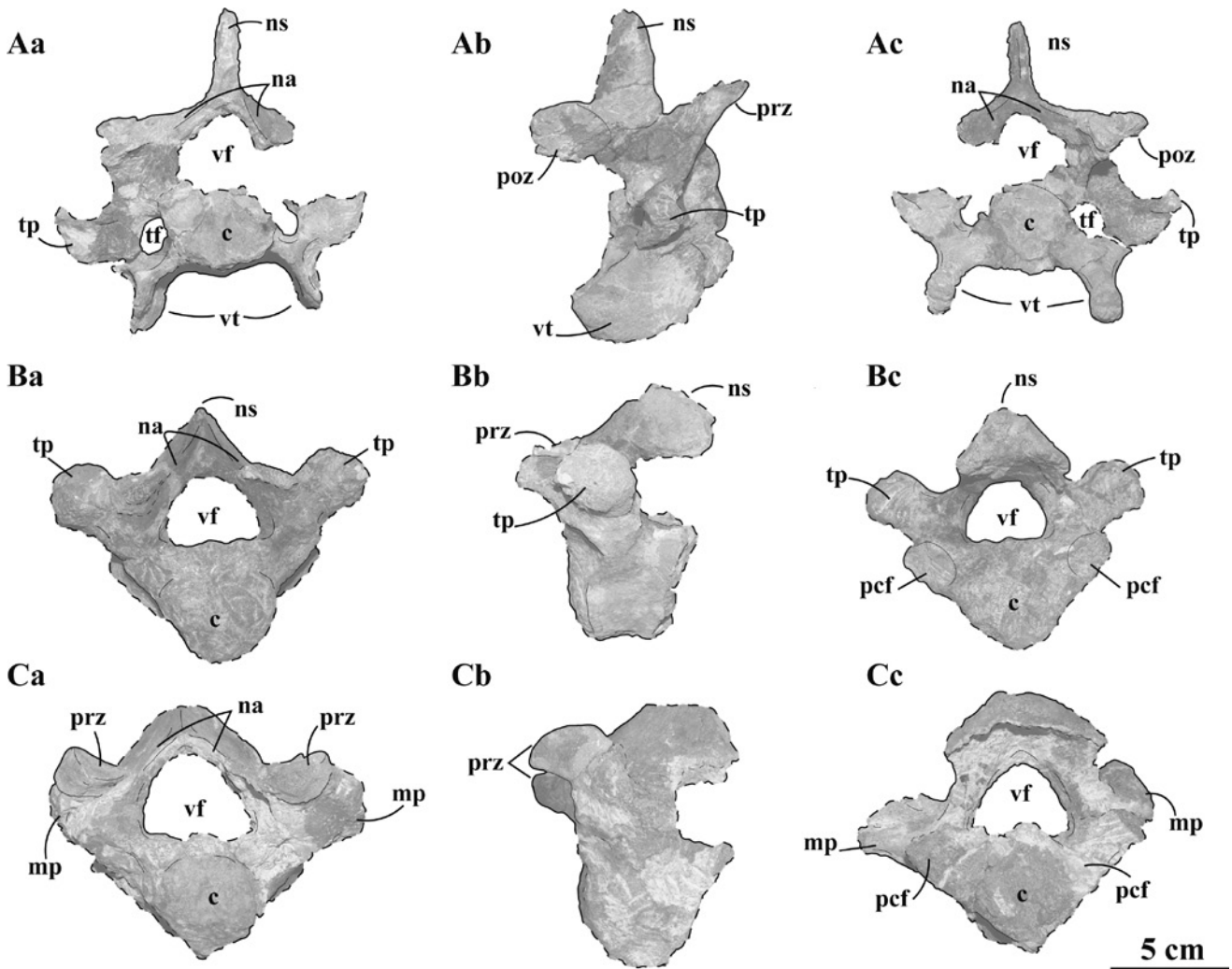


図4 解剖学用語を示した本標本 (FM-N20210001) の椎骨. Aa~Ac, 第六頸椎 (FM-N20210001-1); Ba~Bc, 胸椎 (FM-N20210001-5); Ca~Cc, 胸椎 (FM-N20210001-6). Aa, Ba, Ca, 前面観; Ab, 右側面観; Bb, Cb, 左側面観; Ac, Bc, Cc, 後面観. c, 椎体; mp, 乳頭突起; na, 椎弓; ns, 神経棘; pcf, 後肋骨関節面; poz, 後関節突起; prz, 前関節突起; tf, 横突起; tp, 横突起; vf, 椎孔; vt, 腹側結節. スケールは5 cm.

Figure 4 Vertebrae of this specimen (FM-N20210001) with anatomical terms. Aa to Ac, sixth cervical vertebra (FM-N20210001-1); Ba to Bc, thoracic vertebra (FM-N20210001-5); Ca to Cc, thoracic vertebra (FM-N20210001-6). Aa, Ba, Ca, anterior view; Ab, right lateral view; Bb, Cb, left lateral view; Ac, Bc, Cc, posterior view. c, centrum; mp, mammillary process; na, neural arch; ns, neural spine; pcf, post-costal facet; poz, postzygapophysis; prz, prezygapophysis; tf, transverse foramen; tp, transverse process; vf, vertebral foramen; vt, ventral tubercle. Scale bar is 5 cm.

からとした。また、産出位置などの情報が完全に喪失してしまっている標本の位置番号はその他 (etc.) とした。位置番号etc. 1~3はそれぞれ個別にまとめて確認されたものである。本標本の全ての骨格要素の全ては一部ないし大きく破損している。図2で定義した計測領域に従い、椎骨 (FM-N20210001-1, 5, 6) の計測値を表2に示す。また、以下にそれぞれの骨格部位の記載を示す。

第六頸椎 (図版 2 Aa~Ac, 図 4 Aa~Ac; FM-N20210001-1)

全体の表面と左の横突起 (transverse process) 周辺が大きく破損しており、横突起、神経棘 (neural spine)、前関節突起 (prezygapophysis)、後関節突

起 (postzygapophysis)、腹側結節 (ventral tubercle) のそれぞれの先端部分も欠損しているが、それ以外の部位はよく保存されている。神経棘はほぼ直上に伸びる。前関節突起は背側にわずかに角度をつけて伸長する。関節面は背側面を向き、前後に細長い卵形を呈する。後関節突起は側方へ開きながら伸長し、関節面は腹側かつやや側方に向けて前後に長軸をもつ楕円形を呈す。横突起はよく発達しており、真っすぐ側方へ伸長する。腹側結節は側方観で角が丸い長方形を呈し、後方になるにつれて腹側へ傾く。横突起 (transverse process) は腹側に向かうにつれて側方へやや開き、背腹に長軸をもつ小さい卵形を呈す。椎体 (centrum) の形は前後観で

表2 椎骨 (FM-N202100001-1, 5, 6) の計測値 (mm). 計測領域は図2で定義される. “*” は正中線までの計測値を二倍にした値を示す.

Table 2 Measurement (mm) of vertebrae (FM-N202100001-1, 5, and 6). Measurement regions are shown in Figure 2. “*” indicates estimated transverse measurements that are half-vertebra measurements multiplied by two.

	FM-N202100001-1	FM-N202100001-5	FM-N202100001-6
1. Greatest dorsoventral height	114.08	74.46	74.61
2. Greatest transverse width	112.52*	88.95	88.7
3. Greatest dorsoventral height of vertebral foramen	27.48	19.23	25.26
4. Greatest transverse width of vertebral foramen	37.56*	26.14	32.43
5. Greatest dorsoventral height of transverse foramen	15.35 (R)	N/A	N/A
6. Greatest transverse width of transverse foramen	12.97 (R)	N/A	N/A
7. Greatest dorsoventral height of centrum in anterior view	31.05	34.03	33.76
8. Greatest transverse width of centrum in anterior view	30.96	33.92	32.58
9. Greatest dorsoventral height of centrum in posterior view	–	33.16	35.51
10. Greatest transverse width of centrum in posterior view	–	32.96	35.18
11. Greatest anterioposterior length of centrum	39.29	30.73	30.73

真円に近く、側面観で後方に向かうにつれて腹側に傾く。椎孔 (vertebral foramen) は角が丸い三角形を呈し、その大きさは椎体と比べてやや小さい。

胸椎 (図版 2 Ba~Cc, D~G, 図 4 Ba~Cc; FM-N20210001-2~7)

明らかに胸椎と同定できる要素は3つ (FM-N20210001-3, 5, 6), 胸椎の可能性のある要素が2つ (FM-N20210001-2, 4), 椎骨ではあるが部位がわからない要素が1つ (FM-N20210001-7) がそれぞれ確認された。ここでは、保存が良好なFM-N20210001-5, 6の2点について記載を行う。

FM-N20210001-5 (図版 2 Ba~Bc, 図 4 Ba~Bc) はその特徴から前方の胸椎であるが、詳細な位置は不明である。全体の表面、前関節突起と神経棘の先端、後関節突起は破損しているが、保存は良好である。神経棘は背側に伸び、後方に強く傾く。前関節突起は前面観で椎弓 (neural arch) 上に位置する。関節面は保存が不明瞭である。横突起はノブ状で側方かつやや背側に向いて伸長する。椎体は真円に近いが、腹側にやや伸びている。椎孔の形は角が丸い三角形で、椎体よりも相対的にやや小さい。後肋骨関節面 (post-costal facet) は後面観で横突起と椎体の間に位置し、正中線に対して約45°外側に傾いた長軸もつ楕円形を呈する。

FM-N20210001-6 (図版 2 Ca~Cc, 図 4 Ca~Cc) はその特徴からやや後方の胸椎であるが、詳細な位置は不明である。保存状態は全体の表面、神経棘の先端、後関節突起がそれぞれ欠損しているが全体の概形は確認できる。前関節突起は乳頭突起 (mammillary process) の背側に位置し、明瞭に発達

している。関節面は背面観で前後に長軸をもつ楕円形である。神経棘の先端は欠損しているが基底は前後に幅があり、高さは低い。乳頭突起は側方へ短く伸長し、背面観では前後に幅広い。椎体の形状は小さな真円を呈す。椎孔は角の取れた三角形を呈し、椎体よりも相対的に大きい。後肋骨関節面は表面が破損しており形状が不明瞭だが乳頭突起と椎体の間に位置している。

胸骨 (図版 2 H; FM-N202100001-9)

胸骨は良く保存されており、その形状から後方に位置すると考えられるが詳細は不明である。前後長が5 cmほどで、中央でややくびれる長方形を呈す。

肋骨 (図版 3, 4; FM-N202100001-11~42)

肋骨と思われる微小な骨片を含めると69個の骨格要素を含むが、完全に保存されている標本は無い。この内、骨頭が保存されている標本は5個、腹側の骨端が保存されている標本は8個であった。大半の肋骨の断面は角が丸い三角形を呈し、細長い骨幹をもつ。FM-N202100001-19, 20, 32, 39 (図版 3 G, H, W, 図版 4 D) の骨頭は2頭を示す。

指骨? (図版 2 I; FM-N202100001-10)

指骨?の骨端のみが保存されている。関節面は側方に長軸を持つ楕円形を呈す。限定的な保存なため、前肢か後肢のどちらに由来するのかわかる判断できない。他の保存部位が胸部を中心としているため、ここでは暫定的に前肢由来の指骨としている。

肩甲骨? (図版 2 J; FM-N202100001-8)

肩甲骨?の関節窩 (glenoid cavity) と思われる部位のみが保存されている。関節窩は近位観で扇状を呈す。

表3 福島県産の齧脚類化石の記録. 数字は図5と共通.

Table 3 Fossil records of pinniped fossils in Fukushima Pref. Numbers are defined in Figure 5.

No	Nomenclature	Locality	Formation	Age	Material	Reference
①	Odobenini gen. et sp. indet.	Yotsukura-cho, Iwaki City	Yotsukura Fm.	early Pliocene	both upper canines	Tomida, 1989; Kohno et al., 1995
②	Odobenini gen. et sp. indet.	Tomioka-cho, Futaba-gun	Tomioka Fm.	late early to early late Pliocene	right upper canine	Tomida, 1989; Kohno et al., 1995
③	? <i>Callorhinus</i> sp.	Tomioka-cho, Futaba-gun	Tomioka Fm.	late early to early late Pliocene	incisor, canines, postcanine	Hirota and Kuga, 1985
④	<i>Eumetopias</i> sp.	Tomioka-cho, Futaba-gun	Tomioka Fm.	late early to early late Pliocene	postcanine	Hirota and Kuga, 1985
⑤	Otarioidea gen. et sp. indet.	Takasato-mura, Yama-gun	Shiotsubo Fm.	late Miocene	right humerus	Aizu Fossil Research Group, 1985
⑥	Otarioidea gen. et sp. indet.	Takasato-mura, Yama-gun	Shiotsubo Fm.	late Miocene	left humerus	Aizu Fossil Research Group, 1985
⑦	Pinnipedia gen. et sp. indet.	Hanawa-cho, Higashishirakawa-gun	Kubota Fm.	late Miocene	sixth cervical, thoracic, sternum, ribs, phalange	This study

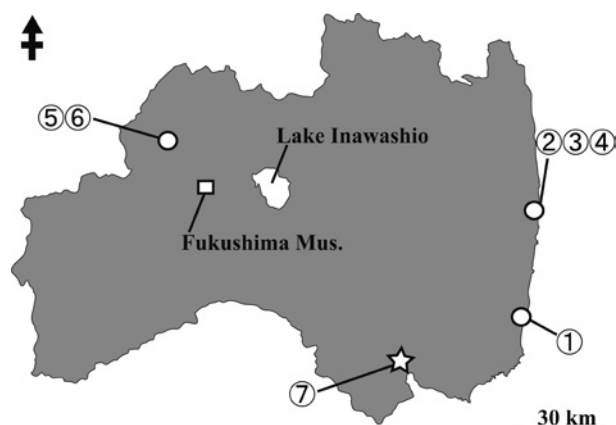


図5 福島県産の齧脚類化石の産出地. 数字は表3と共通.

Figure 5 Locality map of pinniped fossils in Fukushima Pref. Numbers on the map are defined in Table 3.

5. 考察

(1) 本標本の分類学的検討

本標本は分類同定に最も有用な頭蓋骨, 下顎骨, 歯, 四肢骨の保存が乏しいため詳細な検討が困難である. 本研究では, 部位の同定が唯一明瞭な第六頸椎による比較検討を試みた. 本標本の第六頸椎 (FM-N20210001-1) は中新世に繁栄したアロデスミス類とは, 横突起と腹側結節の形状, そして椎体と椎孔の相対的な大きさ, といった特徴が明瞭に異なる (Michell, 1966; Tonomori et al., 2018). セイウチ科, アシカ科, アザラシ科の現生・化石種についても比較したところ, 腹側結節の形状と傾き, 横突起の位置, 椎孔や横突孔の形状や大きさ, 全体の概形などが北海道石狩郡当別町から産出した原始的なセイウチ類である *Archaeodobenus akamatsui* Tanaka

and Kohno, 2015と最もよく似る. しかしながら, 本標本の保存部位は限られており, 加えて齧脚類の化石種では第六頸椎が保存されているものは極わずかであるため比較検討が困難である. 以上から, 本稿ではFM-N20210001の分類同定は齧脚亜目の未定種 (*Pinnipedia* gen. et sp. indet.) に留める.

(2) 福島県産齧脚類化石のまとめ

福島県内では, これまでにもいくつかの齧脚類化石が産出している. その中で, 学術的に報告された標本を表3にまとめ, 図5にそれらの産地を地図上にプロットした. これまでの報告はアシカ上科であるセイウチ類やアシカ類に限られる. 最古記録は久保田層 (トートニアン期: 約10.5Ma) 産の本標本 (表3・図5⑦) であり, 次いで塩坪層 (トートニアン期: 約10~9Ma) 産のアシカ上科 (Aizu Fossil Research Group, 1985; 表3・図5⑤, ⑥) である. 少し間が空いて, 四倉層 (ザンクリアン期: 約5Ma) 産のセイウチ族 (Tomida, 1989; Kohno et al., 1995; 表3・図5①), 富岡層 (ザンクリアン~ピアセンジアン期: 約3.5Ma) 産のセイウチ族, キタオットセイ属?, トド属 (Tomida, 1989; Kohno et al., 1995; Hirota and Kuga, 1985; 表3・図5②~④) と続く. 産出化石の多くは体骨格や歯の一部であるため, 詳細な分類同定には至っていない. 一方で, 久保田層や塩坪層が該当するトートニアン期は前~中期中新世に北太平洋で広く放散したアロデスミス類が衰退し, 入れ替わるように派生的なセイウチ類 (*Neodobenia* Magallanes, Parham, Santos, and Velez-Juarbe, 2018) が繁栄したターニングポイントの時期であることが示唆されており (Boessenecker

and Churchill, 2018), その解明に大きく貢献する可能性が高い産地といえる。さらに、鮮新統にあたる四倉層と富岡層はアシカ類とセイウチ類のニッチの入れ替わりが生じたとされる時期に当たり(甲能, 2005), 既に両種が産出しているため, こちらも同様に重要な産地といえる。この中でも特に, 久保田層からは一昨年にヒゲクジラ類の全身骨格が報告されており(鈴木ほか, 2020), 本標本もまとまった一個体分の産出であったため, 海生哺乳類化石の産地としてのポテンシャルは十分といえる。今後は詳細な分類同定が行えるような保存が良好な追加標本の産出を期待したい。

6. まとめ

本研究では, 埴町に分布する上部中新統久保田層中の含貝化石泥質砂岩から産出した鱈脚類化石について, 以下の成果を得ることができた。

(1) 本標本は少なくとも42個の骨格要素からなり, 第六頸椎, 胸椎, 胸骨, 肋骨, 指骨?, 肩甲骨? が含まれる。採取時にそれぞれの骨格の位置関係がわかるようにナンバリングを行い, 詳細な産状を記録した。産状の記録と骨格部位の同定に基づき, すべての骨格要素は同一個体由来であると判断した。

(2) 本標本に伴って, 二枚貝類7種, 腹足類10種, カニの爪, 植物の種子, サメの歯2種が得られた。これらの共産化石は異地性と考えられる。

(3) 本標本の第六頸椎は北海道の上部中新統から産出したセイウチ類 *Archaeodobenus akamatsui* によく似るが, 本稿では分類同定は鱈脚亜目の未定種 (Pinnipedia gen. et sp. indet.) に留めた。

(4) これまでの福島県産の鱈脚類化石をまとめたところ, アシカ上科(セイウチ科+アシカ科)に限定されることが判明した。また, 本標本は福島県における鱈脚類化石の最古記録となる。

謝辞

藤田礪業株式会社の従業員の皆様には, 発掘作業にご協力いただいた。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, 剖出処理の際に機器の使用を許諾していただき, ご助言もいただいた。また, 同館動物研究部脊椎動物研究グループの田島木綿子博士には現生鱈脚類の骨格標本の観察にご協力いただいた。以上の方々に深く感謝申し上げます。本研究はW. T. ヨシモト財団の支援を受けて遂行した。また, 本研究経費の一部に日本学術振興会科学研究費(若手, 21K13149; 代表者 主森亘)を用いた。

参考文献

- 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, 第2号, p. 13 – 27.
- Aizu Fossil Research Group, 1985: On two fossil humeri of Otarioidea from the Shiotsubo Formation (late Miocene) of Fukushima Prefecture, northeast Japan. The Association for the Geological Collaboration in Japan, vol. 39, no. 3, p. 293–295.
- Blow, W.H., 1969: Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. In: Bronnimann, P. and Renz, H.H., Eds., Proceedings of the 1st International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, vVol. 1, 199–422.
- Boessenecker R. W., Churchill, M., 2018: The last of the desmatophocid seals: a new species of *Allodesmus* from the upper Miocene of Washington, USA, and a revision of the taxonomy of Desmatophocidae. Zoological Journal of the Linnean Society, 184 (1), p. 211–235.
- Bowdich, T. E., 1821. An analysis of the natural classifications of Mammalia, for the use of students and travellers. J. Smith, Paris. 115 pp.
- 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: Paleocology 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.
- 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, vol. 53, no. 4, p. 409 – 420.
- Hirota, K. and Kuga, Naoyuki., 1985: Pliocene Otariids from the So-called Taga Group, Japan. The Monograph of the Association for the Geological Collaboration in Japan, vol. 30, p. 67–73.
- 甲能直樹, 2005. 鱈脚類における系統進化, 食性の多様化, 古環境変遷の連鎖。化石, 第77号, p. 34–40.
- Illiger, J. C. W. 1811: Prodrum systematis mammalium et avium: additis terminis zoographicis utriusque classes, corumgue versione

- germanica. C. Salfeld, Berlin, 301 pp.
- 猪瀬弘瑛・矢部淳, 2021: 福島県東白川郡塙町に分布する中新統久保田層からオオミツバマツの産出. 福島県立博物館紀要, 第35号, p. 73-76.
- Iwasaki, Y., 1970: The Shiobara - type molluscan fauna. An ecological analysis of fossil molluscs. Jour Fac Sci Univ Tokyo, Sec 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.
- 甲能直樹, 2005. 鯨脚類における系統進化, 食性の多様化, 古環境変遷の連鎖. 化石, 第77号, p. 34-40.
- Kohno, N., Tomida, Y., Hasegawa, Y. and Furusawa, H., 1995: Pliocene tusked Odobenids (Mammalia: Carnivora) in the western North Pacific, and their paleobiogeography. Bulletin of the National Museum of Nature and Science Museum Series C, vol. 21, no. 3, 4, p. 111-131.
- Magallanes, I., Parham, J. F., Santos, G. P., Velez-Juarbe, J., 2018: A new tuskless walrus from the Miocene of Orange County, California, with comments on the diversity and taxonomy of odobenids. PeerJ, 6:e5708.
- Mitchell, E. D., 1966: The Miocene pinniped *Allodesmus*. University of California Publications in Geological Sciences, vol. 61, p. 1-105
- 本山功, 1999: 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩 - 化石帯区分の進歩. 石油技術協会誌, 64巻, 28-39.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980: Supplementary modification and Introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphy zonation (Bukry, 1973; 1975). Marine micropaleontology, 5: 321-325.
- 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. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, no. 51, p. 55 - 116.
- Schreber, J.C.D. von., 1776: Die Säugethiere in Abbildungen nach der Natur. Mit Beschreibungen, 3. Erlangen: Walther; p.115-118.
- 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, vol. 104, no. 5, p. 296 - 312.
- 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, 第5号, p. 31 - 51.
- 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, 2020: 塙町に分布する中新統久保田層より産した鯨類化石と古環境. 福島県立博物館紀要, 第34号, p. 1-10.
- Tanaka, Y. and Kohno, N., 2015: A new late Miocene odobenid (Mammalia: Carnivora) from Hokkaido, Japan suggests rapid diversification of basal Miocene odobenids. PLoS One. 10:e0141406.
- Tonomori, W., Sawamura, H., Sato, T. and Kohno, N., 2018: A new Miocene pinniped *Allodesmus* (Mammalia: Carnivora) from Hokkaido, northern Japan. Royal Society Open Science. 5 (5):172440.
- Tomida, Y., 1989: A New Walrus (Carnivora, Odobenidae) from the Middle Pleistocene of the Boso Peninsula, Japan, and its Implication on Odobenid Paleobiogeography, Bulletin of the National Museum of Nature and Science Museum Series C, vol. 15, no. 3, p. 109-119.
- 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, vol. 5, no. 4, p. 241 - 257.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F., 1998: Revised Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. The Journal of the Geological Society of Japan, vol. 106, p. 395-414.
- 柳沢幸夫・山口龍彦・林広樹・高橋雅紀, 2003: 福島県東部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, vol. 54, no. 1/2, p. 29 - 47.

図版

Plates

図版 1 鱈脚類と共産した化石. 1. *Anadara hataii*, FM-N202100144; 2. *Laevicardium shiobarensis*, FM-N202100145; 3. *Crassostrea gigas*, FM-N202100146; 4. *Kaneharaia kaneharai*, FM-N202100147; 5. *Lucinoma annulata*, FM-N202100148; 6. *Felaniella usta*, FM-N202100149; 7. *Anomia* sp., FM-N202100150; 8. *Neverita kiritaniana*, FM-N202100151; 9. *Surculites* sp., FM-N202100152; 10. *Ocinebrellus imornatus*, FM-N202100153; 11. *Cancellaria hukushimana*, FM-N202100154; 12. *Phos iwakianus*, FM-N202100155; 13. *Bittium intaminatum*, FM-N202100156; 14. *Nassarius tunetoyoensis*, FM-N202100157; 15. *Cerithium kobelti*, FM-N202100158; 16. *Mitrella* sp., FM-N202100159; 17. *Ergalatax* sp., FM-N202100160; 18. *Siphonalia* sp., FM-N202100161; 19. Trochoidea gen. et sp. indet, FM-N202100162; 20. *Crepidula symmetrica*, FM-N202100163; 21. Decapoda gen. et sp. indet, FM-N202100164; 22. Plant seed, FM-N202100165; 23. *Negaprion* sp., FM-N202100166; 24. *Carcharhinus?* sp., FM-N202100167. スケールバーは5 mm.

Plate 1 Fossils associated with this specimen (FM-N20210001). 1. *Anadara hataii*, FM-N202100144; 2. *Laevicardium shiobarensis*, FM-N202100145; 3. *Crassostrea gigas*, FM-N202100146; 4. *Kaneharaia kaneharai*, FM-N202100147; 5. *Lucinoma annulata*, FM-N202100148; 6. *Felaniella usta*, FM-N202100149; 7. *Anomia* sp., FM-N202100150; 8. *Neverita kiritaniana*, FM-N202100151; 9. *Surculites* sp., FM-N202100152; 10. *Ocinebrellus imornatus*, FM-N202100153; 11. *Cancellaria hukushimana*, FM-N202100154; 12. *Phos iwakianus*, FM-N202100155; 13. *Bittium intaminatum*, FM-N202100156; 14. *Nassarius tunetoyoensis*, FM-N202100157; 15. *Cerithium kobelti*, FM-N202100158; 16. *Mitrella* sp., FM-N202100159; 17. *Ergalatax* sp., FM-N202100160; 18. *Siphonalia* sp., FM-N202100161; 19. Trochoidea gen. et sp. indet, FM-N202100162; 20. *Crepidula symmetrica*, FM-N202100163; 21. Decapoda gen. et sp. indet, FM-N202100164; 22. Plant seed, FM-N202100165 23. *Negaprion* sp., FM-N202100166; 24. *Carcharhinus?* sp., FM-N202100167. Scale bar is 5 mm.

図版 2 本標本 (FM-N20210001) の椎骨, 胸骨, 指骨?, 肩甲骨?. Aa~Ac, 第六頸椎 (FM-N20210001-1); Ba~Bc, 胸椎 (FM-N20210001-5); Ca~Cc, 胸椎 (FM-N20210001-6). D, 椎骨の棘突起及び横突起 (FM-N20210001-2). E, 椎骨の棘突起 (FM-N20210001-3). F, 椎骨の棘突起及び横突起 (FM-N20210001-4). G, 椎体 (FM-N20210001-7). H, 胸骨 (FM-N20210001-9). I, 指骨? (FM-N20210001-10). J, 肩甲骨? (FM-N20210001-8). Aa, Ba, Ca, 前面観; Ab, 右側面観; Bb, Cb, 左側面観; Ac, Bc, Cc, 後面観. スケールは5 cm.

Plate 2 Vertebrae, sternum, phalange?, and scapula? of this specimen (FM-N20210001). Aa to Ac, sixth cervical vertebra (FM-N20210001-1); Ba to Bc, thoracic vertebra (FM-N20210001-5); Ca to Cc, thoracic vertebra (FM-N20210001-6). D, neural spine and transverse process of vertebra (FM-N20210001-2). E, transverse process of vertebra (FM-N20210001-3). F, neural spine and transverse process of vertebra (FM-N20210001-4). G, centrum of vertebra (FM-N20210001-7). H, sternum (FM-N20210001-9). I, phalange? (FM-N20210001-10). J, scapula? (FM-N20210001-8). Aa, Ba, Ca, anterior view; Ab, right lateral view; Bb, Cb, left lateral view; Ac, Bc, Cc, posterior view. Scale bar is 5 cm.

図版 3 本標本 (FM-N20210001) の肋骨. A, FM-N20210001-12; B, FM-N20210001-13; C, FM-N20210001-14; D, FM-N20210001-15; E, FM-N20210001-17; F, FM-N20210001-18; G, FM-N20210001-19; H, FM-N20210001-20; I, FM-N20210001-21; J, FM-N20210001-23; K, ln- FM-N20210001-24; L, FM-N20210001-26; M, FM-N20210001-28; N, FM-N20210001-29; O, ln- FM-N20210001-30; P, FM-N20210001-31; Q, FM-N20210001-32; R, FM-N20210001-34; S, FM-N20210001-35; T, FM-N20210001-36; U, FM-N20210001-37; V, FM-N20210001-38; W, FM-N20210001-39. スケールは5 cm.

Plate 3 Ribs of this specimen (FM-N20210001). A, FM-N20210001-12; B, FM-N20210001-13; C, FM-N20210001-14; D, FM-N20210001-15; E, FM-N20210001-17; F, FM-N20210001-18; G, FM-N20210001-19; H, FM-N20210001-20; I, FM-N20210001-21; J, FM-N20210001-23; K, ln- FM-N20210001-24; L, FM-N20210001-26; M, FM-N20210001-28; N, FM-N20210001-29; O, ln- FM-N20210001-30; P, FM-N20210001-31; Q, FM-N20210001-32; R, FM-N20210001-34; S, FM-N20210001-35; T, FM-N20210001-36; U, FM-N20210001-37; V, FM-N20210001-38; W, FM-N20210001-39. Scale bar is 5 cm.

図版 4 本標本 (FM-N20210001) の肋骨. A, FM-N20210001-16; B, FM-N20210001-25; C, FM-N20210001-27; D, FM-N20210001-33; E, FM-N20210001-40; F, FM-N20210001-41; G, FM-N20210001-42; H, FM-N20210001-11. スケールは5 cm.

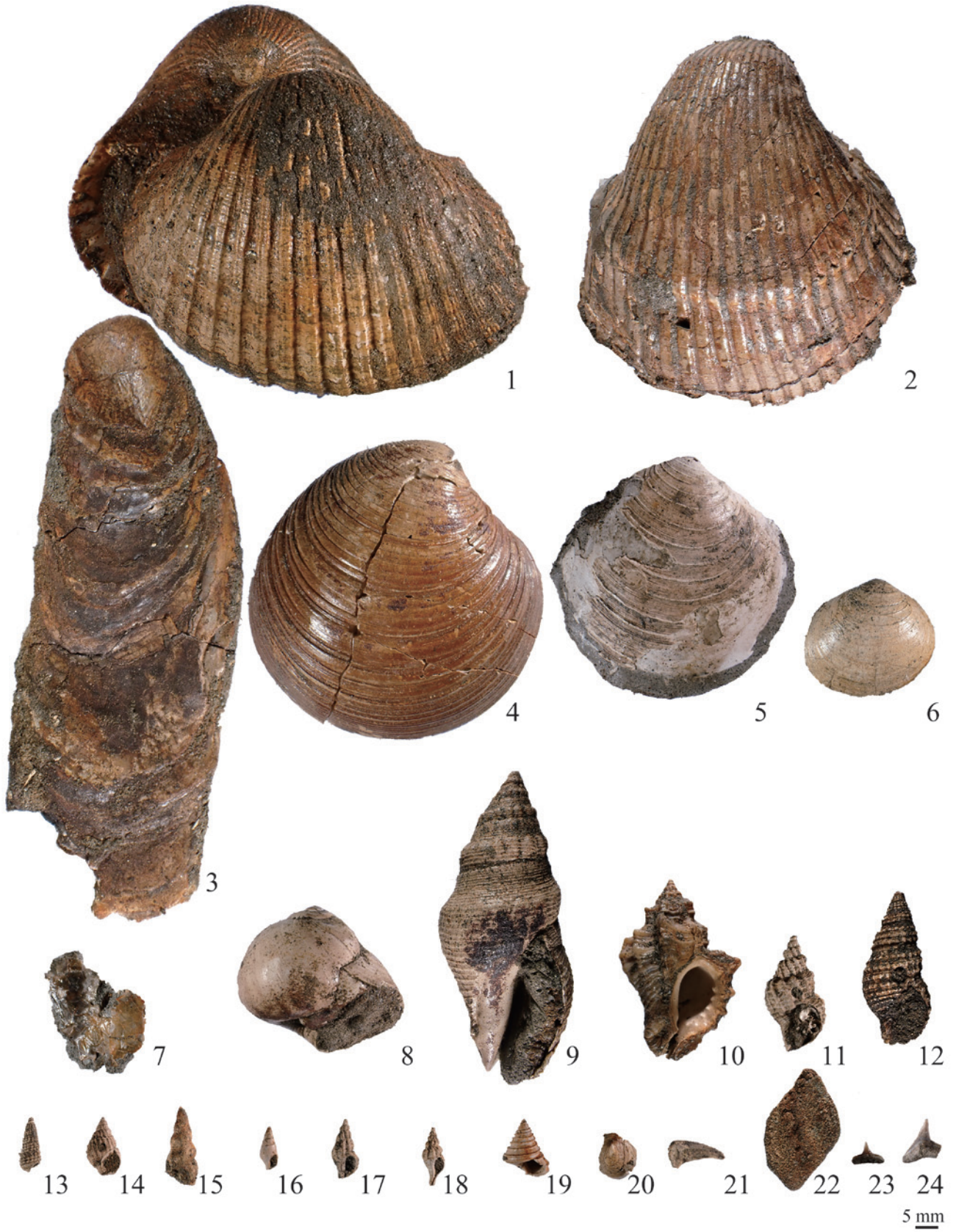
Plate 4 Ribs of this specimen (FM-N20210001). A, FM-N20210001-16; B, FM-N20210001-25; C, FM-N20210001-27; D, FM-N20210001-33; E, FM-N20210001-40; F, FM-N20210001-41; G, FM-N20210001-42; H, FM-N20210001-11. Scale bar is 5 cm.

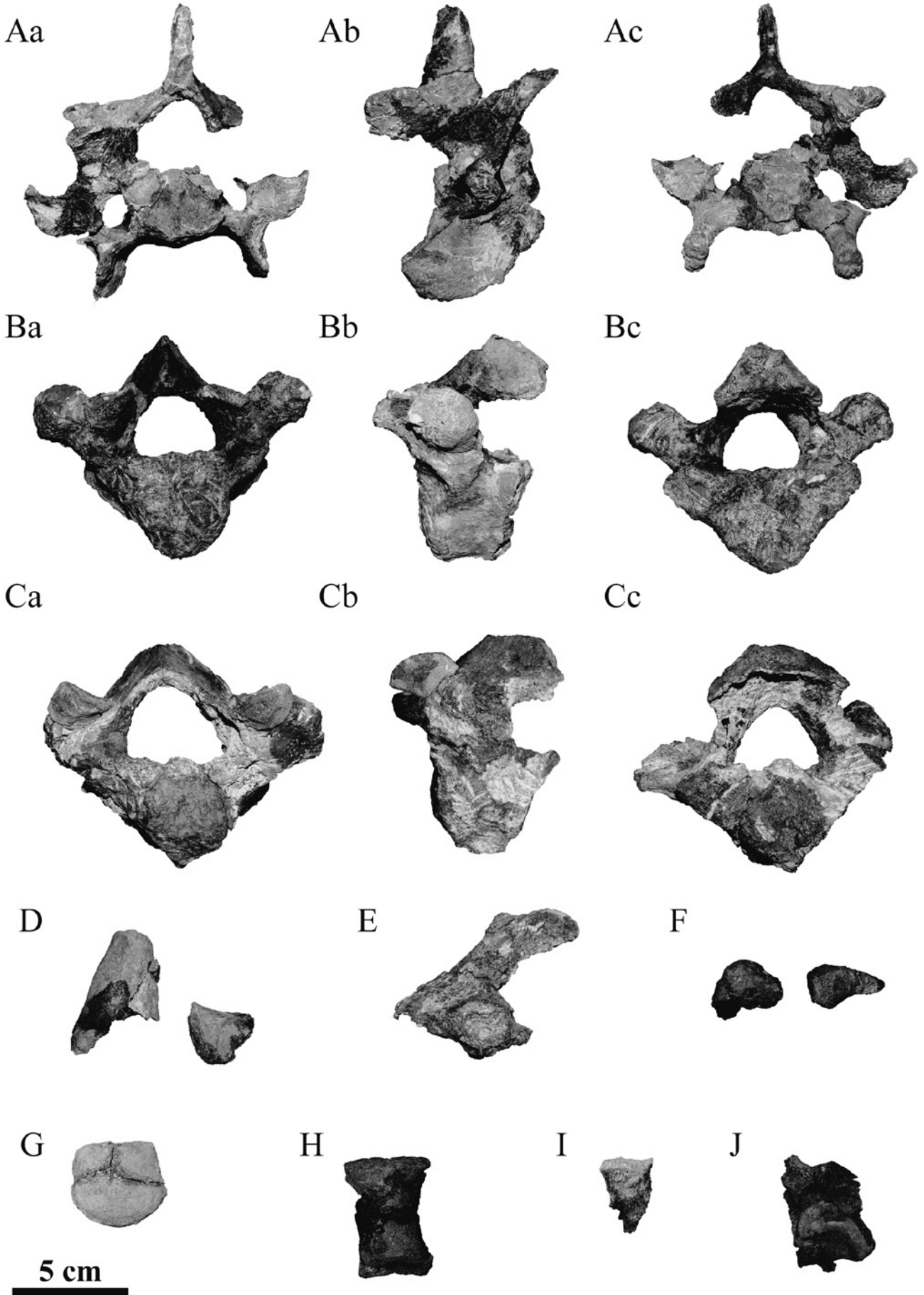
Pinnipeds from the Miocene Kubota Formation of Hanawa Town in Fukushima Prefecture

Wataru TONOMORI^{*}, Takashi KUBO^{**}, Hiroaki INOSE^{***}, Hideru FUJITA^{****}

Abstract : Pinniped fossils have been discovered from the upper Miocene Kubota Formation at quarries of Fujita-kogyo Co., Ltd. at Nishigouto, Hanawa Town, Fukushima Prefecture. There are only a few reports of pinniped fossils in Fukushima Pref., and this study is the first report of them from the Kubota Formation. This specimen was collected from the upper part of a dense layer of oyster fossils in the lowermost part of the Kubota Formation, which is composed of muddy sandstone containing shell fossils. The number of bone fragments collected was about 40, and the identified skeletal parts were the sixth cervical vertebra, thoracic vertebra, sternum, ribs, phalanges?, and scapula?. Because the skull, mandible, and teeth are not preserved, a detailed taxonomic identification is not possible. These skeletal fragments are found in a limited area of about 80 cm square, and since there are no obvious overlapping parts, they are considered to have originated from the same individual. Some of the ribs are buried in a broken state, suggesting that strong external factors accompanied them before burial. Therefore, it is assumed that many skeletal parts were already lost at deposition. Fossil records of odobenids and otariids have been reported in Fukushima Prefecture in the past, and this specimen is the oldest record of pinniped fossils from Fukushima Prefecture.

^{*}National Museum of Nature and Science ^{**}Tokushima Science Museum ^{***}Fukushima Museum
^{****}Fujita-kogyo Company Limited







5 cm

