Online ISSN 2435-0931 Print ISSN 0385-0900

瑞浪市化石博物館研究報告　第 47 号, 125–135, 4 figs.
Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, no. 47, 125–135, 4 figs.
©2021, Mizunami Fossil Museum
Manuscript accepted on December 11, 2020; online published on January 30, 2021
http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:B7DE6F0F-BFD1-4678-8C31-41AFEDBC881F

市道戸狩・月吉線工事現場（瑞浪市明世町）の下部中新統瑞浪層群明世層より鰭脚類の頭蓋を含む骨格化石の産出

甲能直樹*・安藤佑介**・楓　達也***

*国立科学博物館　〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-4-1
**瑞浪市化石博物館　〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-47
***瑞浪市化石博物館気付

A fossil pinniped from the lower Miocene Akeyo Formation, Mizunami Group at the construction site of the Togari-Tsukiyoshi City Road in Mizunami City, Gifu Prefecture, central Japan

Naoki Kohno*, Yusuke Ando, and Tatsuya Kaede*****

*National Museum of Nature and Science, 4-4-1 Amakubo, Tsukuba City, Ibaraki 305-0005, Japan
< kohno@kahaku.go.jp >
**Mizunami Fossil Museum, 1-47 Yamanouchi, Akeyo-cho, Mizunami City, Gifu 509-6132, Japan
***c/o Mizunami Fossil Museum

Abstract

A pinniped fossil was found at the construction site of the Togari-Tsukiyoshi City Road in Akeyo-cho, Mizunami City, Gifu Prefecture, Japan in September 2020. We briefly report this new discovery of a partial skeletal bones belonging to a single individual (MFM18009), which was recovered from the lowermost part of the Yamanouchi Member of the Akeyo Formation, the Mizunami Group (lower Miocene: ca 18 Ma). MFM18009 is consisted from a complete skull, distal half of the left mandible, the atlas, distal half of the left humerus, proximal half of the left ulna, the third metacarpus, thoracic vertebrae and ribs. MFM18009 seems to belong in the *Pteronarctos-Pacificotaria* species complex of pinnipediforms, and is provisionally identified as Enaliarctine genus and species undetermined.

Key words: Early Miocene, Yamanouchi Member, enaliarctine, pinnipedimorph

はじめに

アシカやセイウチ，アザラシに代表される鰭脚類の仲間は，四肢を陸上での歩行よりも水中での遊泳に適した鰭へと変化させた食肉類の一群で，大きくアシカ上科（アシカ科，セイウチ科，および絶滅したデスマトフォカ科）とアザラシ上科（アザラシ科）に大別される（Repenning and Tedford, 1977; Paterson et al., 2020）. また近年の研究によれば，鰭脚類の各系統は水棲適応をした後に分化したのではなく，水棲適応をする前の「陸上動物」の段階ですでに上科レベルの分化をしていたらしいことが明らかになりつつある（Wolsan and Sato, 2020; Paterson et al., 2020;

米澤，2020）．鰭脚類は，前期中新世になると上科のレベルで明確な表徴形質を持つ化石が知られるようになり，前期中新世を通して原始的な特徴を保持した種類と派生的な特徴を発達させた種類とが交代していったらしいことが化石記録から推測されている（Repenning et al., 1979; Barnes et al., 1985; 甲能，2020）．しかしながら，下部中新統から鰭脚類化石は必ずしも保存良好な標本が得られておらず，とくに原始的な特徴を残す鰭脚類の基幹種からそれぞれの科がどのように分化していったのかについては時代的に重要となる前期中新世後期における化石が少なく，未だに解明の途上にあるのが現状である（Kohno et al., 1995; Boessenecker and Churchill, 2015; Poust and Boessenecker, 2018）．

その中で下部中新統瑞浪層群明世層からは，鰭脚類の歯や体骨格の化石が古くから数多く産出していることが広く知られている（亀井・岡崎，1974; 岡崎，1977; 甲能，1990; Kohno, 1992）．しかしながら，この時代の鰭脚類の研究は，主に頭蓋形態に基づいた系統分類学を中心に行なわれてきており，明世層産の鰭脚類化石に関しては保存の良い体骨格が多産しているにもかかわらず良好な頭蓋化石を欠いていたことから，その分類学的な位置づけが亜科の段階に留まっていた（Kohno, 1992）．したがって，明世層産鰭脚類の分類学的な位置づけをより明確にするためにも，またこれまでに産出した北東太平洋域における下部中新統の鰭脚類化石との系統分類学的な比較研究を行なうためにも，より保存の良い頭蓋化石の発見が永らく待たれていた．

そのような中で，2020 年 9 月 3 日に瑞浪市明世町の瑞浪市化石博物館北方約 500 m の市道戸狩・月吉線道路改良工事現場より，著者の一人である安藤により極めて保存良好な鰭脚類の化石が発見された．当初この標本は多数の部位からなる体骨格化石と思われたことから，瑞浪市化石博物館を中心として発掘作業が進められた．その結果，同日に左下顎骨，9 月 8 日に右第 3 中手骨，9 月 11 日にはほぼ完全な状態の頭蓋と左上腕骨，9 月 21 日には環椎および左尺骨，9 月 28 日には複数の肋骨と椎骨等が発見され，実際に前半身の多くの部位が残されていたことが確認された．これらの標本のほとんどは同一層準のおおよそ 1.5 m の範囲内で発見されており，部位の重複が全くないことから同一個体と判断され，標本には MFM18009 の登録番号が付与されて同館に収蔵された．本報告では発見された鰭脚類化石について，これまでの剖出作業によって明らかとなった形態的特徴について概略を記述すると共に，その系統分類学的な位置づけについても予察的に述べることとする．当該標本および比較標本の所蔵機関の略号は以下の通りである．

LACM：ロサンゼルス郡立自然史博物館（California, U.S.A.）
MFM：瑞浪市化石博物館（岐阜県瑞浪市）
NMNS：国立科学博物館筑波研究施設（茨城県つくば市）
USNM：米国スミソニアン協会，国立自然史博物館（Washington, D.C., U.S.A.）
IRNHB : ベルギー王立自然史博物館（Brussels, Belgium）

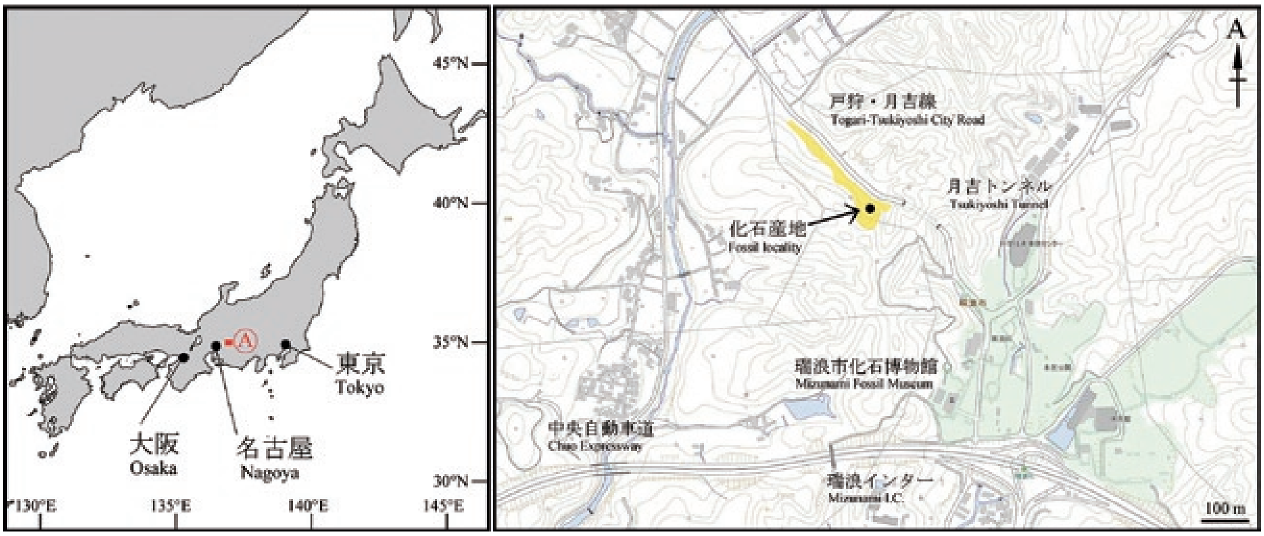

Fig. 1. 化石産地．**A,** 詳細図，黄色は明世層の露頭を示す．地形図は国土地理院発行 1/25,000 地形図「瑞浪」を使用．

Fig. 1. Fossil locality. **A,** detail map, yellow shaded area indicates outcrop of the Akeyo Formation appeared by construction. 1/25,000 scale topographic map “Mizunami” published by the Geospatial Information Authority of Japan is used.

標本の産地，産出層準および産状

化石産地および産出層準をFig. 1とFig. 2に，産状写真を Fig. 3 に示す．工事現場内には，瑞浪層群明世層戸狩部層と山野内部層が露出し（安藤・星, 2020），鰭脚類化石は工事現場内の南側露頭（北緯 35°22’36.9”，東経 137°13’59.9”）において，“ウソシジミ化石層”（戸狩部層と山野内部層の境界）の上位約 20 cm の層準より，一つ一つの骨が関節状態を失って単独の遊離した状態で産出した（Fig. 2, 3）．また，個々の部位は本来の解剖学的な位置から離散した状態であり，埋積までに一定程度の分解が進んでいたと判断される．瑞浪市内において産出層準と同じ層準からは，これまでにもヒゲクジラ類をはじめとする海棲哺乳類化石が産出している（木村ほか, 2018 など）．また，安藤ほか（2020）は本工事現場より東約 1.0 km の同層準から産出した *Crenomytilus grayanus*（エゾイガイ）殻のストロンチウム同位体比を測定し，17.8 ± 0.3 Ma の年代値を得ている．

頭蓋は左下顎発見地点から約 50 cm 離れた同一層準から頭蓋底面を上位に向けた状態で産出した（Figs. 3C, 3D）．頭蓋，左下顎骨，環椎，左上腕骨，右第 3 中手骨と肋骨は南北 1.5 m の範囲内から産出したが，頭蓋産出地点から約 3 m 南の同一層準からも同一個体のものと思われる骨が産出している．安藤・星（2020）は，標本産出層準の古流向を北東～南西または北西～南東と推定しているが，頭蓋や上腕骨をはじめ多くの骨は長軸を北東～南西に向けて産出している．水流により貝化石が堆積場まで運搬された場合，長軸を流れと並行に向けて堆積することが知られている（北村, 1990 など）．本化石は，上述の通り同一個体の頭蓋や下顎骨，前肢等を含む体骨格が比較的まとまった狭い範囲で発見されていることから，遊離した状態の骨が運搬されたのではなく，一個体がある程度まとまった状態で堆積場に沈下し，その後に北東～南西方向の水流下で体躯が分解して撹乱された可能性がある．しかしながら，各部位は摩耗がほとんどなく，かつ頭部においては切歯や前臼歯など多くの歯が歯槽に植立した状態で保存されていることから，水流下での移動距離は極めて短いか撹乱以上の移動はなかったと考えられる．したがって，本標本は撹乱の過程でやや広い範囲に分散してはいるものの，頭蓋や左下顎など少なくとも前半身の一部は比較的まとまった状態のまま埋積したものと考えられる．なお，骨の周囲からは *Carcharhinus priscus*（メジロザメ）の歯化石（Figs. 4H, 4J）が多数産出しており，MFM18009 は死後より埋積までの過程で採餌された可能性が推定される．

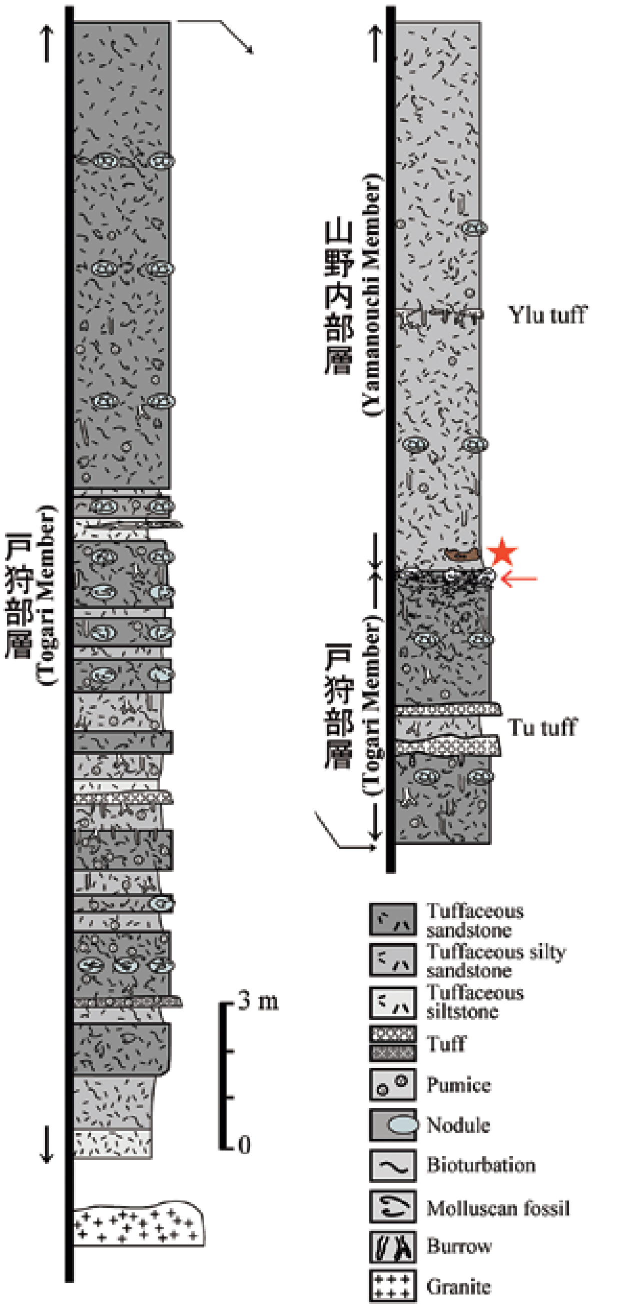

Fig. 2. 工事現場における柱状図．星印は鰭脚類化石産出層準を，赤矢印は“ウソシジミ化石層”を示す．

Fig. 2. Detailed columnar section of the construction site. Star indicates the pinniped-bearing horizon and red arrow indicates the “*Felaniella* bed”.

標本の記載

2020 年 11 月 29 日時点では個々の部位の剖出作業が継続中のため，詳細な記載は剖出の完了を待って行なうこととし，本報告では現時点までに確認された各部位の形態的特徴について概要を述べることとする．本報告の時点では，ほぼ完全な頭蓋，遠心半が保存

された左下顎骨，ほぼ完全な環椎，遠位半の保存された左上腕骨，および右第 3 中手骨が識別されている．これに加えて，左尺骨の近位半，指骨，椎骨，肋骨などが剖出中である．

頭蓋（Figs. 4A–4G）

頭蓋はほぼ完全に保存されている．基底頭蓋長は，23.7 cm である．頭蓋底面は現在剖出作業中のため，口蓋と脳頭蓋底面については現時点では観察されないが，頭蓋上面は剖出が完了している．Sivertsen（1954）が現生のアシカ科鰭脚類の年齢推定に有用であるとした 9 つの頭蓋縫合のうち，本標本では未剖出の頭蓋底の縫合部（基底頭蓋骨～基底蝶形骨，基底蝶形骨～前蝶形骨，上顎骨口蓋）を除いた 6 つの縫合部（後頭骨～頭頂骨，側頭骨～頭頂骨，頭頂骨間，前頭骨間，頭頂骨～前頭骨，上顎骨～前上顎骨）が観察でき，これらはすべて閉鎖している．このことから，本個体は Sivertsen（1954）のグループ I の年齢段階（成獣）に属する．また，縮緬皺の寄った脳頭蓋の表面，矢状稜の存在，比較的大きな上顎犬歯を持つ事から，この個体は雄の成獣と推定される．なお前述の通り，頭蓋底面は現在剖出作業中のため，上顎骨口蓋部と脳頭蓋底面の特徴については剖出の完了後別稿にて詳細に記載する予定である．

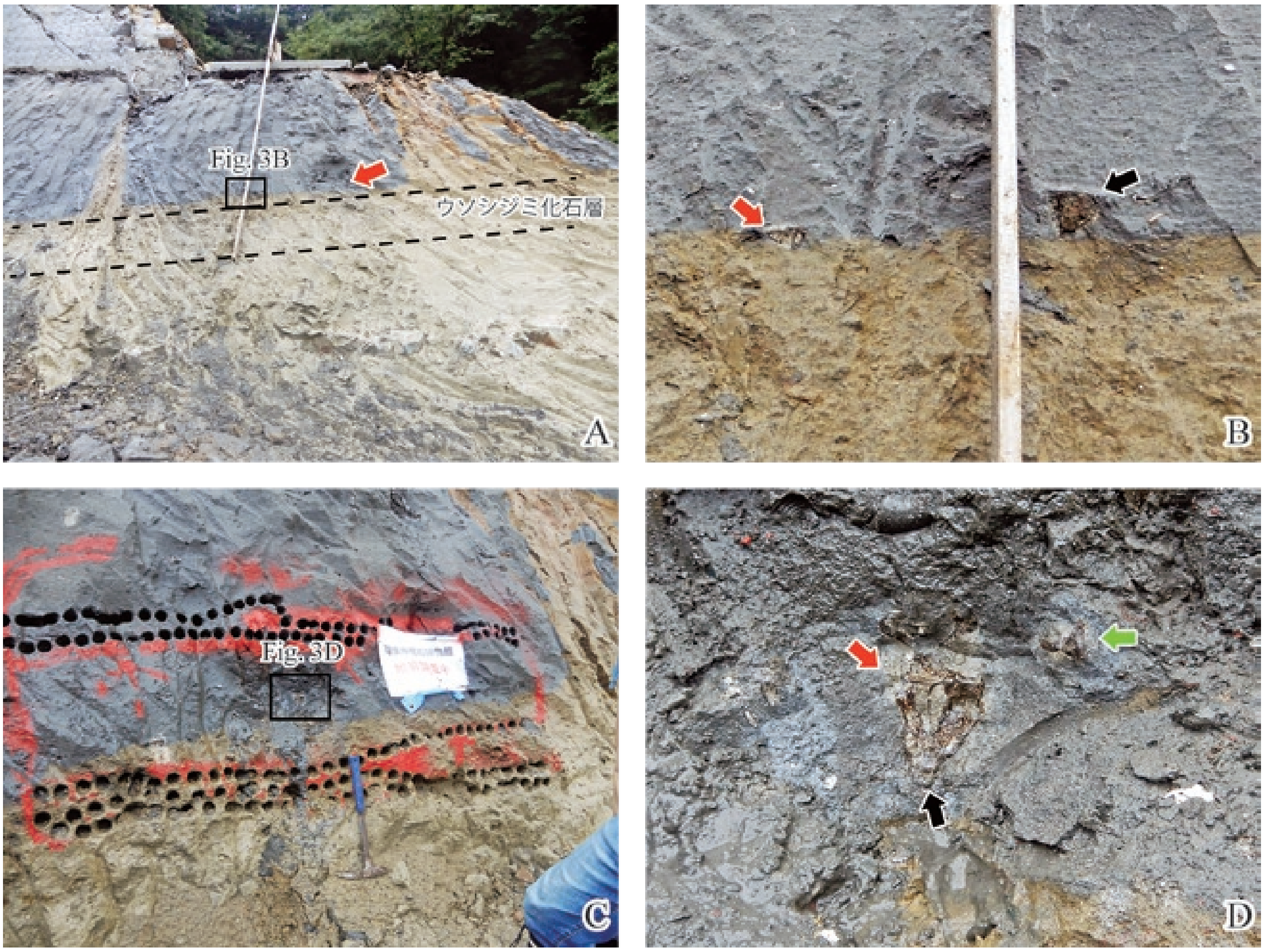

Fig. 3. 鰭脚類化石の産状写真．**A,** 鰭脚類化石産出露頭（2020 年 9 月 4 日撮影），赤矢印は左下顎骨産出部分を示す；**B,** 鰭脚類化石近影，赤矢印は肋骨，黒矢印は上腕骨を示す（2020 年 9 月 4 日撮影）；**C,** 2020 年 9 月 11 日撮影；**D,** 頭蓋断面近影，赤矢印は頭蓋，黒矢印は頭頂部，緑矢印は頬骨を示す（2020 年 9 月 11 日撮影）．

Fig. 3. Field photographs showing the pinniped bearing outcrop at the construction site. **A,** Outcrop of the pinniped bearing point in September 4, 2020. Red arrow indicates occurrence point of the left mandible; **B,** Close-up view of the pinniped bearing horizon in September 4, 2020. Red arrow indicates the rib and black arrow indicates the humerus; **C,** Pinniped bearing horizon in September 11, 2020; **D,** Close-up view of a cross section of the pinniped skull in September 11, 2020. Red arrow indicates the skull, black arrow indicates the frontal and green arrow indicates the jugal.

Fig. 4. Enaliarctine gen. et sp. undet. MFM18009. **A–C,** 頭蓋. ***A*,** 左側面観; ***B*,** 右側面観; ***C*,** 上面観. スケールは 1.0 cm.

Fig. 4. Enaliarctine gen. et sp. undet. MFM18009. **A–C,** cranium. ***A*,** left lateral view; ***B*,** right lateral view; ***C*,** dorsal view. Scale bar equals 1.0 cm.

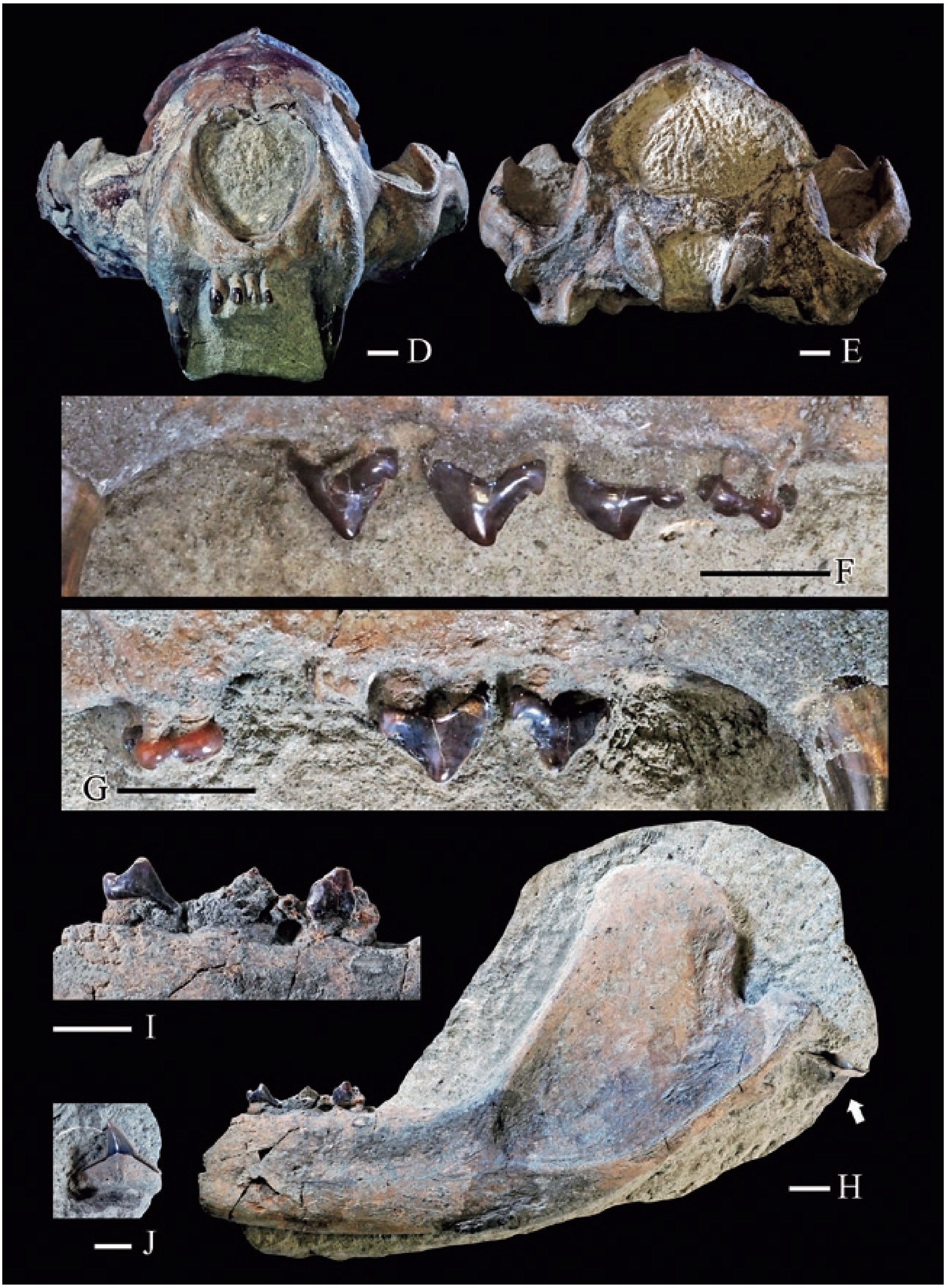

Fig. 4. 続き. **D, E,** 頭蓋. ***D*,** 前面観; ***E*,** 後面観. **F, G,** 上顎頬歯列. ***F*,** 左上顎頬歯列（左から犬歯, 第 2～第 4 前臼歯, 第 1 臼歯）; ***G*,** 右上顎頬歯列（右から犬歯, 第 2～第 3 前臼歯, 第 1 臼歯）. **H,** 左下顎骨, 矢印はメジロザメの歯. **I,** 左下顎頬歯列（第 3～第 4 前臼歯, 第 1 臼歯）. **J,** 下顎関節突起に付随するメジロザメの歯. スケールは 1.0 cm.　　*英文は次ページ

Fig. 4. 続き. **K, L,** 環椎（第 1 頸椎）. ***K,*** 上面観; ***L,*** 下面観. **M–P,** 左上腕骨. ***M,*** 前面観; ***N,*** 後面観; ***O,*** 外側面観; ***P,*** 内側面観. **Q–T,** 右第 3 中手骨. ***Q,*** 上面観; ***R,*** 下面観; ***S,*** 内側面観; ***T,*** 外側面観. スケールは 1.0 cm.

Fig. 4. (continued). **K, L,** atlas (first cervical). ***K,*** dorsal view; ***L,*** ventral view. **M–P,** left humerus. ***M,*** anterior view; ***N,*** posterior view; ***O,*** lateral view; ***P,*** medial view. **Q–T,** right third metacarpus. ***Q,*** dorsal view; ***R,*** ventral view; ***S,*** medial view; ***T,*** lateral view. Scale bars equal 1.0 cm.

Fig. 4. (continued). **D, E,** cranium. ***D,*** anterior view; ***E,*** posterior view. **F, G,** upper cheek toothrow. ***F,*** left upper cheek toothrow (C, P2–P4, and M1); ***G,*** right upper cheek toothrow (C, P2–P3, and M1). **H,** left mandible, arrow indicates a shark tooth of *Carcharhinus priscus*. **I,** left lower cheek toothrow (P3–P4, and M1). **J,** isolated shark tooth of *Carcharhinus priscus* attached just beside the condylar process of the left mandible. Scale bars equal 1.0 cm. *和文は前ページ

後頭骨：後頭骨の背側縁は項稜となって後方に拡張し，側頭骨外縁の側頭稜と連絡して後側方によく発達する．後頭骨基底部には，それぞれ半円形をなす左右の後頭顆が後方に向かって突出する．大後頭孔は鰭脚類としては比較的小さく，後頭窩の間で上辺を下にした亜台形をなす．後頭骨の側頭突起は後下方を向いて突出し，直線的な稜で乳様突起に連絡する．乳様突起は小さい．

頭頂骨：頭頂骨の表面には，不規則に縮緬皺状の彫刻が観察される．矢状稜は頭頂部で発達し，稜線は前頭骨の上眼窩突起の位置まで伸長する．前頭骨の後半部分で脳頭蓋の前外側部は明瞭に側方に拡がる．

側頭骨：側頭窩間は比較的広く，後端でやや狭くなる．側頭骨の頬骨突起は比較的長く，頬骨の後眼窩突起近くにまで達し，その先端は細く尖る．側頭骨の偽シルビウス溝は，頬骨突起の基部でやや深く，後上方に向かって斜走する．側頭窩は側方に広く，横方に突出した乳様突起の背側面と連続して前後に伸長した棚を形成する．

頬骨：頬骨は直線的で，前方（吻側）から後方（尾側）に向かって外側に伸長する．上面は上方に緩く湾曲する．頬骨の背側中央にはやや高い後眼窩突起が発達し，上内側に突出する．

前頭骨：前頭骨の眼窩間にあたる位置は，矢状稜を除いた頭蓋上面で最も高くなっている．上眼窩突起はほとんど発達しない．眼窩の前縁部には，前眼窩突起が形成されている．前頭骨の前突起は，鼻骨外縁に沿ってわずかに伸長しているが，その先端は上顎骨の上行突起に達しない．上顎骨〜前頭骨縫合は，鼻骨と上顎骨の間にわずかに伸長する前頭骨の前突起を除いて，横方向にほぼ直線的に伸びる．

上顎骨：上顎骨の鼻唇挙筋窩は，眼窩前突起の前方で浅い窪みをなし，その上方には弱い隆起が見られる．眼窩下孔はほぼ円形をなす．上顎骨の口蓋部は未剖出である．

前上顎骨：吻部はやや短く幅が広い．骨鼻孔は前上顎骨の背側縁に沿って前方に向かって緩やかに傾斜する．吻側の前面では前上顎突起と犬歯の間で明確な窩を形成する．前上顎骨の上行突起は後上方に短く，鼻骨の前半部までしか伸長しない．

鼻骨：鼻骨は幅がやや広く短い．正中（内側）はわずかに窪み，矢状方向に溝を形成する．鼻骨の外側はほぼ並行で，前頭骨の前縁に接する．

下顎骨（Figs. 4H, 4I）

左下顎骨の下顎体後半と筋突起，関節突起が保存されている．下顎体は上下方向に比較的浅く，その上縁と下縁はほぼ並行となる．下顎体の保存されている範囲では，第3前臼歯の下に後オトガイ孔が観察される．下顎体上縁には保存されている範囲で第2前臼歯の遠心歯槽，第3前臼歯，第4前臼歯，および第1臼歯，第2臼歯の歯槽が観察される．頬歯は観察される範囲で第2臼歯を除いて2根である．頬歯列は直線的で，個々の歯の間隔は比較的狭い．下顎筋突起は基部で前後に広く，背側に向かって比較的低い突起をなす．咬筋窩は比較的深く，筋突起の外側面のほとんどを占める．下顎角の顎二腹筋付着部位の隆起は弱く，その後内側に位置する比較的長く浅い翼状突起に連絡する．関節突起は側方に比較的狭く，頬歯列の延長よりも高い位置にある．なお，下顎角突起直近にはメジロザメの歯1点が保存されている（Figs. 4H, 4J）．

歯牙（Figs. 4F, 4G, 4I）

上顎歯は，左上顎では第1切歯，犬歯，第2〜第4前臼歯，第1臼歯が，また右上顎では第1〜第3切歯，犬歯，第2，第3前臼歯，第1臼歯が保存されている．

上顎第1，第2切歯は小さく，全体として側方に圧平されている．上顎第3切歯は第1，第2切歯よりも大きい．上顎犬歯はほぼ円錐形をなし，比較的大きい．上顎前臼歯は，中央で高い咬頭をなすパラコーンと遠心で低い咬頭をなすメタコーンが観察される．上顎臼歯は明らかに異形歯で歯冠は低く，パラコーンとメタコーンはほぼ同大である．

下顎歯は，第3，第4前臼歯と第1臼歯が保存されている．下顎第3前臼歯は2根を持ち，その歯冠は中央で前後にやや幅の広い尖頭をなすプロトコニッドとプロトコニッドの近心に位置する明瞭なパラコニッドからなる．下顎第4前臼歯は破損のため形態の詳細は不明であるが，下顎第3前臼歯とほぼ同大かやや大きいと思われる．下顎第1臼歯は2根を持ち，その歯冠は近心から比較的大きなパラコニッド，前後に広く最も高いプロトコニッド，プロトコニッドの遠心縁の中程でパラコニッドよりも小さいながら高い位置にあるメタコニッド，小さく幅の狭いハイポコニッドからなる．パラコニッドとメタコニッドは，歯冠の前後軸に対してわずかに舌側に位置している．ハイポコニッドは，近遠心に幅の狭いタロニッドを形成している．下顎第1臼歯の近心咬頭（トリゴニッド）の配置は，トリゴニッドがまだ裂肉歯の形態を保持している．

体骨格（Figs. 4K–4T）

MFM18009には，体軸骨格として環椎が，前肢骨格として左上腕骨の遠位半，左尺骨の近位半，

右第 3 中手骨，指骨が保存されている．また，現在剖出中の標本中には肋骨と胸椎と思われる椎骨が認められる．本報告では剖出の完了している環椎，上腕骨および中手骨について記述する．

環椎（Figs. 4K, 4L）：先頭の頸椎（第 1 頸椎）で，頭蓋の後頭顆と関節する前関節窩や軸椎（第 2 頸椎）に関節する歯突起窩はそれぞれ深い．前関節面は，椎体の下縁で連絡する 2 つの関節面で構成される．外側椎孔（椎間孔）は比較的大きい．横突孔（=脊椎管）は，背側面では後部からのみ見ることができる．環椎翼の前縁基部は明瞭に切れ込む．環椎翼は四方形をなし，側方と後方によく発達する．

左上腕骨（Figs. 4M–4P）：近位端を欠いているが，骨体は全体として華奢で細長い．骨頭や大結節，小結節は工事による破損のため保存されていないが，大結節から伸びる上腕骨稜（胸筋稜）はよく発達し，その前縁は骨体近位より遠位関節に向かって緩やかに低くなる．三角筋粗面は上腕骨稜の近位で内外側によく発達する．上腕骨滑車と上腕骨顆は共によく発達し，橈尺骨関節面を形成する．上腕骨滑車内側縁の前後径は，上腕骨顆外側縁の前後径よりも小さい．内側上顆は内側方に向かって瘤状によく発達するが，外側上顆はあまり発達せず外側方への突出は弱い．外側上顆稜はキール状となり遠位に向かって伸張するが，外側方への張り出しは弱く，全体として直線的となる．

右第 3 中手骨（Figs. 4Q–4T）：骨体は比較的短く，骨体前端の断面は上下方向に長径を持つ亜楕円形，後端の断面は内外側に幅の狭い亜長方形となる．このため，内側もしくは外側面から見た場合，骨体は後方に向かって上下方向への厚みが増す．また，背側面から見た場合，前端は半円形となって突出し，後端はやや外側に傾いた方形となる．遠位の骨頭（基節骨関節面）は下面が破損しているが，強いキールは発達しない．近位の関節は内外側と後方（底）で 3 つの面を形成し，内外側の 2 つの関節面はそれぞれ第 3 および第 4 中手骨に接する．第 2 中手骨関節面は，近位内背側でほぼ円形の明瞭な輪郭を持つ関節面をなす．第 4 中手骨関節面は，近位外背側でやや凸面の亜円形の関節面をなす．骨底の有頭骨関節面は上下方向に長軸を持つ不規則な多角形で，全体として弱い凹面をなす．

議　論

MFM18009 は，頭蓋や下顎骨など分類に極めて重要な部位が保存されており，また陸上での歩行様式や水中での遊泳行動を知る上で重要な前肢を含む体骨格が共産していること，ほぼすべての歯が植立した状態で保存されているなどの点で，これまでに明世層から産出してきた鰭脚類化石（Kohno, 1992）と比較して極めて重要な標本といえる．このうち，頭蓋は骨鼻孔が大きく後方に後退していること，眼窩が大きく前頭骨が眼窩間から側頭窩間に向かって狭くなること，上腕骨は胸筋稜が発達することなど，鰭脚類の共有派生形質を持つ．また，MFM18009 は，頬歯が異形歯（前臼歯と臼歯との間で形態が異なる）を保持しており，上顎頬歯には明瞭なプロトコーンが，また下顎頬歯には明瞭なパラコニッドが認められる．また，下顎第 1 臼歯には明瞭にメタコニッドが保持されているなど，鰭脚類としては原始的な形態を保持している．

これらの特徴は，MFM18009 が北米カリフォルニアの上部漸新統から下部中新統にかけて知られるエナリアークトス類（enaliarctines）に見られる共有原始形質と判断することができ，この点においては本標本が鰭脚類の中でも原始的な形質を保持することで定義される鰭脚形類（pinnipedimorphs）に含まれることを示唆している．一方で，MFM18009 では顔面角（鼻骨と骨鼻孔のなす角度）が 145°に達するが，これまでに知られている鰭脚形類の *Enaliarctos* spp. ではこの角度が 130°前後であり，*Enaliarctos* spp. よりも派生的な形質をもつ鰭脚型類（pinnipediforms）の *Pteronarctos* 属や *Pacificotaria* 属では 140°前後であることから，MFM18009 は鰭脚型類に類似する．また，MFM18009 は，吻部において切歯と犬歯の間に深い窪みをもち，各頬歯は相対的に小さく歯間に軽微な歯隙を持つこと，下顎骨の関節突起が頬歯列の延長よりも高い位置にあることなどの特徴を持つ．したがって，MFM18009 は初期の鰭脚類であるエナリアークトス類に特徴的な原始的形質を保持しているが，*Enaliarctos* 属が含まれる鰭脚形類よりも派生的な特徴を持つ *Pteronarctos* 属や *Pacificotaria* 属，*Pinnarctidion* 属などの鰭脚型類に含まれると判断される．

鰭脚型類は，これまでのところ北東太平洋沿岸域の下部中新統だけから知られている基幹的な鰭脚類であり，アザラシ科を除く鰭脚類（＝アシカ上科）の共通祖先を含むと考えられている（Paterson et al., 2020）．Barnes（1992）に基づけば，この仲間には現在までに *Pteronarctos goedertae*, *Pt. piersoni*, *Pacificotaria hadromma*, *Pinnarctidion bishopi*, *Pi. rayi* の 3 属 5 種が知られているが，Berta（1994）はこのうちの *Pteronarctos* 属と *Pacificotaria* 属を同属とし，また *Pt. goedertae* と *Pt. piersoni*, *Pa. hadromma* の 3 種も同一種の個体変異に含まれるとした．こうした分類上の見解の相違は，初期の鰭脚類

の形態の相違が現生の科や属のレベルの相違と比較して軽微である点，多くの識別形質が原始的な形質状態である点により，相対的な発達の程度や大きさの相違に留まっていることに起因している．

MFM18009 は，吻部において犬歯部で側方に幅が広く切歯と犬歯の間に強い窪みを持つこと，前頭骨の上眼窩突起間が側頭窩間より幅広いこと，頭蓋に対して眼窩が *Pinnarctidion* spp. より大きいことなど，鰭脚型類の中でも *Pteronarctos* 属と *Pacificotaria* 属の鰭脚類に類似していることから，MFM18009 は少なくとも北米の *Pteronarctos*-*Pacificotaria* complex の種に含まれ，今後 MFM 18009 がこの仲間の系統分類学的な問題の解決に大きく貢献する可能性がある．しかしながら，現時点では MFM18009 の個々の部位，とくに頭蓋底面の剖出作業が完了していないことから，正式な属種の分類や系統上の位置づけはすべての部位の剖出が完了の後に稿を改めて行なうこととし，本報告では MFM18009 を鰭脚型類に含まれるエナリアークトス類の一種であることを指摘するに留め，その分類も Enaliarctine gen. et sp. undet. と記述する．なお，明世層からはこれまでに主に後肢の骨格の形態の相違から複数種の鰭脚類の存在が知られており，MFM18009 はこのうちでも Kohno（1992）により Enaliarctine species A と記載されたものに下顎骨の筋突起が近遠心方向に幅広く発達していること，関節突起が頬歯列よりも高い位置にあること，下顎第 1 臼歯のトリゴニットにおいてパラコニッドとメタコニッドが若干だけ舌側に位置していること，環椎の環椎翼が四方形をなすことなどの形態的特徴がよく一致する．したがって，Kohno（1992）が記載した標本と本論の標本は同一種であると考えられる．

明世層からは，これまでにも数多くの海棲哺乳類化石が産出してきた（Yoshiwara and Iwasaki, 1902; Tokunaga and Iwasaki, 1914; 亀井・岡崎，1974; Okazaki, 1976; 岡崎, 1977, 1992; Kohno, 1992; 木村ほか, 2018 など）．その中で，鰭脚類化石はこれまで保存の良い頭蓋が知られていなかったことから，その分類も亜科のレベルに留まっていた．そのような中で，MFM18009 にはほぼ完全な頭蓋や下顎骨，歯列など分類に極めて重要な部位がほぼすべて保存されている．あわせて陸上での歩行様式や水中での遊泳行動を知る上で重要な前肢の体骨格も共産しているなどの点で，これまでに明世層から産出してきた鰭脚類化石と比較しても本標本はとりわけ重要であるといえる．

謝 辞

本研究を進めるにあたり，工事施工業者である有限会社瑞明建設の現場の方々には現地での調査および化石の搬出にあたってご協力をいただいた．瑞浪市建設部土木課の職員の方々には現地での発掘調査に際して多大なる便宜を図っていただいた．現地での採集には飯田市美術博物館の小泉明裕氏，深田地質研究所の村宮悠介氏，名古屋大学理学部の市村駿太氏に協力をいただいた．瑞浪市化石博物館友の会の合田隆久氏には標本整理の際にご協力をいただいた．標本の比較に際しては，Lawrence G. Barnes（LACM），David J. Bohaska（Dept. Paleobiol., USNM），Olivier Lambert（IRNHB），Samuel McLeod（LACM），James G. Mead（Dept. Zool., USNM），John J. Ososky（Dept. Zool., USNM），Nicholas D. Pyenson（Dept. Paleobiol., USNM），Vanessa Rhue（LACM），田島木綿子（NMNS），Jorge Velez-Juarbe（LACM）の各氏に便宜を図っていただいた．瑞浪市化石博物館長の和田光浩氏には，標本の発掘調査にあたって全面的にご協力いただいた．柄沢宏明博士（瑞浪市化石博物館）には，研究へのご協力と貴重なご助言をいただいた．また，木村敏之博士（群馬県立自然史博物館）には，原稿を査読していただいた．以上の方々に心よりお礼を申し上げる．

引用文献

安藤佑介・荒岡大輔・吉村寿紘・西本昌司・中島礼．2020．下部中新統瑞浪層群明世層産二枚貝 *Crenomytilus grayanus*（エゾイガイ）のストロンチウム同位体年代．瑞浪市化石博物館研究報告 47: 89–93.

安藤佑介・星　博幸．2020．市道戸狩・月吉線工事現場（瑞浪市明世町）に露出した瑞浪層群の地層．瑞浪市化石博物館研究報告 47: 111–123.

Barnes, L. G. 1992. A new genus and species of middle Miocene enaliarctine pinniped (Mammalia, Carnivora, Otariidae) from the Astoria Formation in coastal Oregon. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County 431: 1–27.

Barnes, L. G., D. P. Domning, and C. E. Ray. 1985. Status of studies on fossil marine mammals. Marine Mammal Science 1: 15–53.

Berta, A. 1994. New specimens of the pinnipediform *Pterocarctos* from the Miocene of Oregon. Smithsonian Contributions to Paleobiology 78: 1–30.

Boessenecker, R. W., and M. Churchill. 2015. The oldest known fur seal. Biology Letters 11: 20140835.

亀井節夫・岡崎美彦. 1974. 瑞浪層群の哺乳動物化石. 瑞浪市化石博物館研究報告第 1 号 —瑞浪層群の地質と化石—: 263–291, pls. 1–12.

木村敏之・安藤佑介・安藤瑚奈美・楓 達也・服部創紀・村宮悠介. 2018. 瑞浪北中学校敷地造成工事現場の下部中新統瑞浪層群明世層よりヒゲクジラ類化石 2 標本の産出. 瑞浪市化石博物館研究報告 44, 特別号: 43–51.

北村晃寿. 1990. 殻が開いた状態の二枚貝化石による古流向の推定 —大桑層産 *Clinocardium fastosum* の場合—. 地質学雑誌 96: 613–621.

甲能直樹. 1990. 中新統瑞浪層群より産出した鰭脚類の形態について. 哺乳類科学 30(1): 84–85.

Kohno, N. 1992. An early Miocene enaliarctine pinniped (Carnivora: Otariidae) from the western North Pacific. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum 19: 273–292, pls. 35–43.

甲能直樹. 2020. 鰭脚類の適応進化. In 服部 薫（編）, 日本の鰭脚類. 東京大学出版会. 東京. pp. 43–63.

Kohno, N., L. G. Barnes, and K. Hirota. 1995. Miocene pinnipeds of the genera *Prototaria* and *Neotherium* in the North Pacific Ocean; relationships and distribution. Island Arc 3(4) (for 1994): 285–308.

Okazaki, Y. 1976. Miocene long-snouted porpoises from the Mizunami Group, central Japan. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum 3: 25–39, pls. 9–11.

岡崎美彦. 1977. 瑞浪層群の哺乳類化石（その 2）. 瑞浪市化石博物館報告 4: 9–24, pls. 3–11.

岡崎美彦. 1992. 中新統瑞浪層群からマッコウクジラ科鯨類化石の産出. 瑞浪市化石博物館報告 19: 295–299, pls. 44–47.

Paterson, R. S., N. Rybczynski, N. Kohno, and H. C. Maddin. 2020. A total evidence phylogenetic analysis of pinniped phylogeny and the possibility of parallel evolution within a monophyletic framework. Frontiers in Ecology and Evolution 7: 1–16.

Poust, A. W., and R. W. Boessenecker. 2018. Expanding the geographic and geochronologic range of early pinnipeds: New specimens of enaliarctos from Northern California and Oregon. Acta Palaeontologica Polonica 63(1): 25–40.

Repenning, C. A., C. E. Ray, and D. Grigorescu. 1979. Pinniped Biogeopraphy. Historical Biogeography, Plate Tectonics, and the Changing Environment. Orego State University Press, Corvallis. Oregon. pp. 357–369.

Repenning, C. A., and R. H. Tedford. 1977. Otarioid seals of the Neogene. United States Geological Survey Professional Paper 992: vi+1–93, pls. 1–24.

Sivertsen, E. 1954. A survey of the eared seals (Family Otariidae) with remarks of the Antarctic seals collected by M/K “Norvegia” in 1928–1929. Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo 36: 5–76, pls. 1–10.

Tokunaga, S., and J. Iwasaki. 1914. Notes on *Desmostylus japonicus*. The Journal of the Geological Society of Japan 21(250): 33.

Wolsan, M., and J. J. Sato. 2020. Parallel loss of sweet and umami taste receptor function from phocids and otarioids suggests multiple colonizations of the marine realm by pinnipeds. Journal of Biogeography 47(1): 235–249.

米澤隆弘. 2020. 鰭脚類の系統. In 服部 薫（編）, 日本の鰭脚類. 東京大学出版会. 東京. pp. 19–42.

Yoshiwara, S., and J. Iwasaki. 1902. Notes on a new fossil mammal. Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Japan 16(6): 1–13, pls. 1–3.