Online ISSN 2435-0931 Print ISSN 0385-0900
DOI: 10.50897/bmfm.53.1_107

瑞浪市化石博物館研究報告 第 53 巻, 第 1 号, 107–112, 3 figs.
Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, vol. 53, no. 1, 107–112, 3 figs.
©2026, Mizunami Fossil Museum
Manuscript accepted on September 15, 2026; online published on October 23, 2026
https://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:BE641BF3-1EB0-48A2-B952-4B2079ADAF20

Paleoparadoxia tabatai（パレオパラドキシア）泉標本と共産した板鰓類化石

高棄祐司[1)]・安藤佑介[2)]・川谷文子[3)]・甲能直樹[4), 5)]・長谷川善和[1), 3)*]

1) 群馬県立自然史博物館 〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩 1674-1
2) 瑞浪市化石博物館 〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-47
3) 飯田市美術博物館 〒395-0034 長野県飯田市追手町 2-655-7
4) 国立科学博物館 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-4-1
5) 筑波大学大学院 〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1
*故人

Shark teeth associated with the *Paleoparadoxia tabatai* Izumi specimen from the Miocene Mizunami Group in Toki City, central Japan

Yuji Takakuwa[1)], Yusuke Ando[2)], Ayako Kawatani[3)], Naoki Kohno[4), 5)], and Yoshikazu Hasegawa[1), 3)*]

1) Gunma Museum of Natural History, 1674-1 Kamikuroiwa, Tomioka, Gunma 370-2345, Japan
< takakuwa@gmnh.pref.gunma.jp >
2) Mizunami Fossil Museum, 1-47 Yamanouchi, Akeyo-cho, Mizunami, Gifu 509-6132, Japan
3) Iida City Museum, 2-655-7, Ote-machi, Iida, Nagano 395-0034, Japan
4) National Museum of Nature and Science, 4-4-1 Amakubo, Tsukuba, Ibaraki 305-0005, Japan
5) Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Ten'nodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan
*Deceased

Abstract

Total eight elasmobranch teeth were co-occurred with the neotype skeleton of *Paleoparadoxia tabatai* (NMNS-PV 5601), a desmostylian mammal, from the Lower Miocene Akeyo Formation (ca. 18 Ma), Mizunami Group in Toki City, Gifu Prefecture, central Japan. Six specimens were identified as *Galeocerdo aduncus*, and the remaining two were identified as *Carcharhinus* sp. In addition, six linear marks were recognized on the right tibia, four on the right fibula, and six on the right fourth intermediate phalanx of the neotype. These linear marks, assigned to the ichnospecies *Linichnus bromleyi*, are interpreted as bite marks potentially retained by these sharks. The co-occurrence of these shark teeth and characteristic marks strongly suggests that the carcass of neotype individual of *P. tabatai* was scavenged on the seafloor by marine organisms, including these sharks, through postmortem breakages. This finding provides important insights into the taphonomic process and paleoecology of the Desmostylia as a case in the Miocene Mizunami Group.

Key words: Elasmobranch, *Galeocerdo*, *Carcharhinus*, *Paleoparadoxia*, bite mark, Early Miocene

1. はじめに

1950（昭和 25）年に岐阜県土岐市泉町の隠居山で発見・発掘された *Paleoparadoxia tabatai* (Tokunaga)（NMNS-PV 5601：泉標本と呼ばれることも多く，以下本論では泉標本と記述する）の骨格からは，*Galeocerdo*（イタチザメ属）の歯が共産したことが知られている（Shikama, 1966）. しかしながら，Shikama（1966）はその産出を簡単に記述するに留めており，その後これらの板鰓類に関する言及や標本の所在については明記されてこなかった. この点について，泉標本剖出に関わった長谷川によれば，板鰓類の産出と泉標本の骨格との関連が当時見出せなかったことを理由に挙げている. 筆者らは，飯田市美術博物館に収蔵されている長谷川善和コレクションの中から泉標本と共産したとされる板鰓類化石を発見した. あわせて国立科学博物館に収蔵されている泉標本から線状痕を見出したので報告する.

2. 共産した板鰓類化石について

泉標本と共産した板鰓類化石は，1 ロット分が標本箱に保管され，整理番号として YH-14118-1–8 が付与され，飯田市美術博物館に収蔵されている（Fig. 1）. Fig. 1 に図示したラベルは，標本に添付されていたもので，泉標本の剖出作業が実施された「横浜國立大学學芸學部地學教室」の印字がある. これに同教室教授であった鹿間時夫博士が当時筆記しており，上部月吉層（現在の知見では下部中新統瑞浪層群明世層山野内部層（約 18 Ma）に相当）から産出した泉標本と共産（ラベルには *Desmostylus* 伴出と記載される）した趣旨の記述がなされている.

標本は 8 点からなり，同定の結果，*Galeocerdo* と *Carcharhinus*（メジロザメ属）の計 2 属の歯の混在が明らかとなった. 以下に各属の産状を含めた簡単な記述を行う.

***Galeocerdo*（Figs. 2A–2F）**：6 点が見出され，うち 2 点（Figs. 2C, 2D）の舌側面はほぼ完全に観察できる. 歯冠は三角形で主咬頭の近心縁と遠心縁には細かな鋸歯が発達し、あまり厚くない. 主咬頭は遠心側にへの字型に屈曲してかなり傾き，その咬頭頂はほぼ後方を向く. 主咬頭の遠心側には切痕をはさんで，7〜8 個の遠心副咬頭を備えた遠心踵が存在する. 遠心副咬頭は切痕に近い近心のものが最大で，そこから遠心に向かって小型化し，高さも低くなる. 遠心副咬頭の近心側のものには細かい鋸歯が確認できるものもある. 歯根は全て湾曲して二股に分岐し，中央部付近で冠側に凸となる. 舌側面が観察できる歯化石の中には、歯根の中ほどが冠側に発達するもの（Fig. 2B）とあまり発達しないもの（Figs. 2C, 2D）があるが、いずれの歯根でも中央部に栄養溝が確認できる. また歯根の根側端は近心端，遠心端共に丸みを帯びるが，歯根の中ほどが冠側に発達するもの（Fig. 2B）では遠心根がやや角張る.



Fig. 1. 泉標本と共産した板鰓類化石の保管状態と当時のラベル（右）. **A–F, *Galeocerdo aduncus*. G, H, *Carcharhinus* sp.**

全ての標本が何らかの破損を被っているが，長谷川によればこれは骨格剖出の際にハンマーとタガネを使って割った際の破損であるとされる．しかし，Fig. 2B の主咬頭は，咬頭頂を含む先端部が剥がれるように欠損しており，これは剖出の際の破損ではない可能性がある．また一部の標本には堆積物が付着しており，それらはシルト質細粒砂岩である．標本の多くは歯冠が白色であることから，風化の影響をある程度被っているものと推定される．これらの標本の歯冠は全て「へ」の字型を呈し、その歯冠は鋸歯のある主咬頭と切痕を挟んで遠心側に伸びる複数の遠心副咬頭を備えた遠心踵で構成される．また，歯根も中ほどが冠側に湾曲した形態を呈する．こうした形態は，髙桒（2024）が瑞浪市釜戸町から産出したパレオパラドキシア科の瑞浪釜戸標本（MFM 18130：以下本論では瑞浪釜戸標本と記述する）の周囲から報告した *Galeocerdo aduncus* Agassiz によく似ており，本種に同定される．

なお，国内外の中新統からは *Galeocerdo* に属する *G. aduncus* の歯と形態が似た *Physogaleus contortus* の産出が知られる（例えば Tanaka and Kohno, 2025）．*Physogaleus contortus* の歯根の根側端（歯根尖）は *G. aduncus* と似て丸みを帯びる．しかしながら，その歯冠は *G. aduncus* よりも上向きで厚みがある．さらに *P. contortus* では歯冠舌側面において歯冠ならびに歯根の中央部が大きく膨らみ，歯冠の切痕があまり発達せず，遠心踵にあたる部分の歯冠の鋸歯は比較的細かいものだけであることが多い．こうした形態は泉標本と共産した YH-14118-1–6 で観察される形態と異なる．

一方，同じ *Galeocerdo* でもアフリカ地域のアンゴラ（Dartevelle and Casier, 1943），リビア（Argyriou et al., 2015），マダガスカル（Andrianavalona et al., 2015）や南アメリカ地域のブラジル（Aguilera et al., 2017），北アメリカ地域のアメリカ（Müller, 1999）の中新統から知られる *Galeocerdo mayumbensis* は，*G. aduncus* と比較して上下方向に高い歯を有し，歯冠の切痕も弱い．さらに *G. mayumbensis* は歯冠近心縁の鋸歯が粗く，遠心踵ないしは遠心縁では直線状ないしは歯冠側に凸となっており，遠心の鋸歯（副咬頭）は切痕ないしは咬頭頂に近いものが最大だが，その鋸歯は *G. aduncus* と比べてより粗い．あわせて歯根の根側端（歯根尖）は丸みを帯びるものがあるが，やや角張るものも少なくない．こうした形態も YH-14118-1–6 で観察される形態とは異なる．

また，*Galeocerdo* の現生種である *Galeocerdo cuvier* では *G. aduncus* と同様に主咬頭と遠心踵からなる歯冠を有し、主咬頭と遠心踵の間に切痕が発達する点や歯根が屈曲する点は共通する．しかしながら，*G. aduncus* との大きな違いとして，歯冠の鋸歯に二次的な鋸歯の発達が顕著であることが挙げられる（Moyer and Bemis, 2017）．また，歯根の根側端（歯根尖）が角張っているものが多い点も *G. aduncus* と異なることから，YH-14118-1–6 で観察される形態は *G. cuvier* の特徴とは大きく違うといえる．

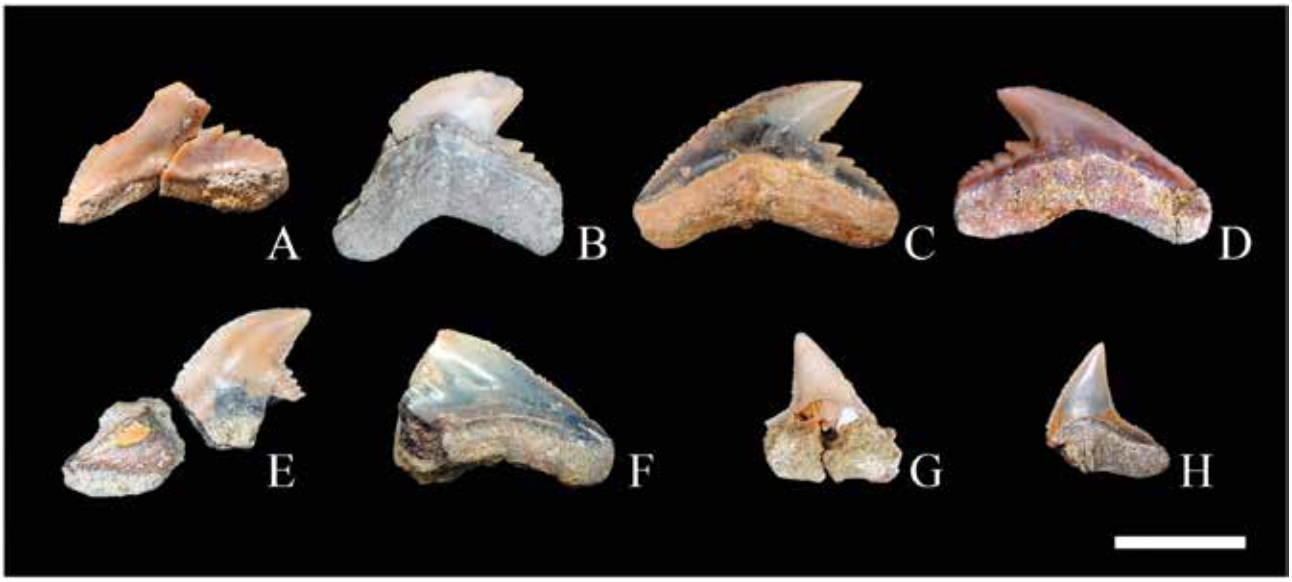


Fig. 2. 泉標本と共産した板鰓類化石．A–H の符号は Fig. 1 に対応．**A–F, *Galeocerdo aduncus*. G, H, *Carcharhinus* sp.** *A*, YH-14118-1（唇側面）; *B*, YH-14118-2（舌側面）; *C*, YH-14118-3（舌側面）; *D*, YH-14118-4（舌側面）; *E*, YH-14118-5（舌側面）; *F*, YH-14118-6（唇側面）; *G*, YH-14118-7（舌側面）; *H*, YH-14118-8（舌側面）．スケールは 10 mm.

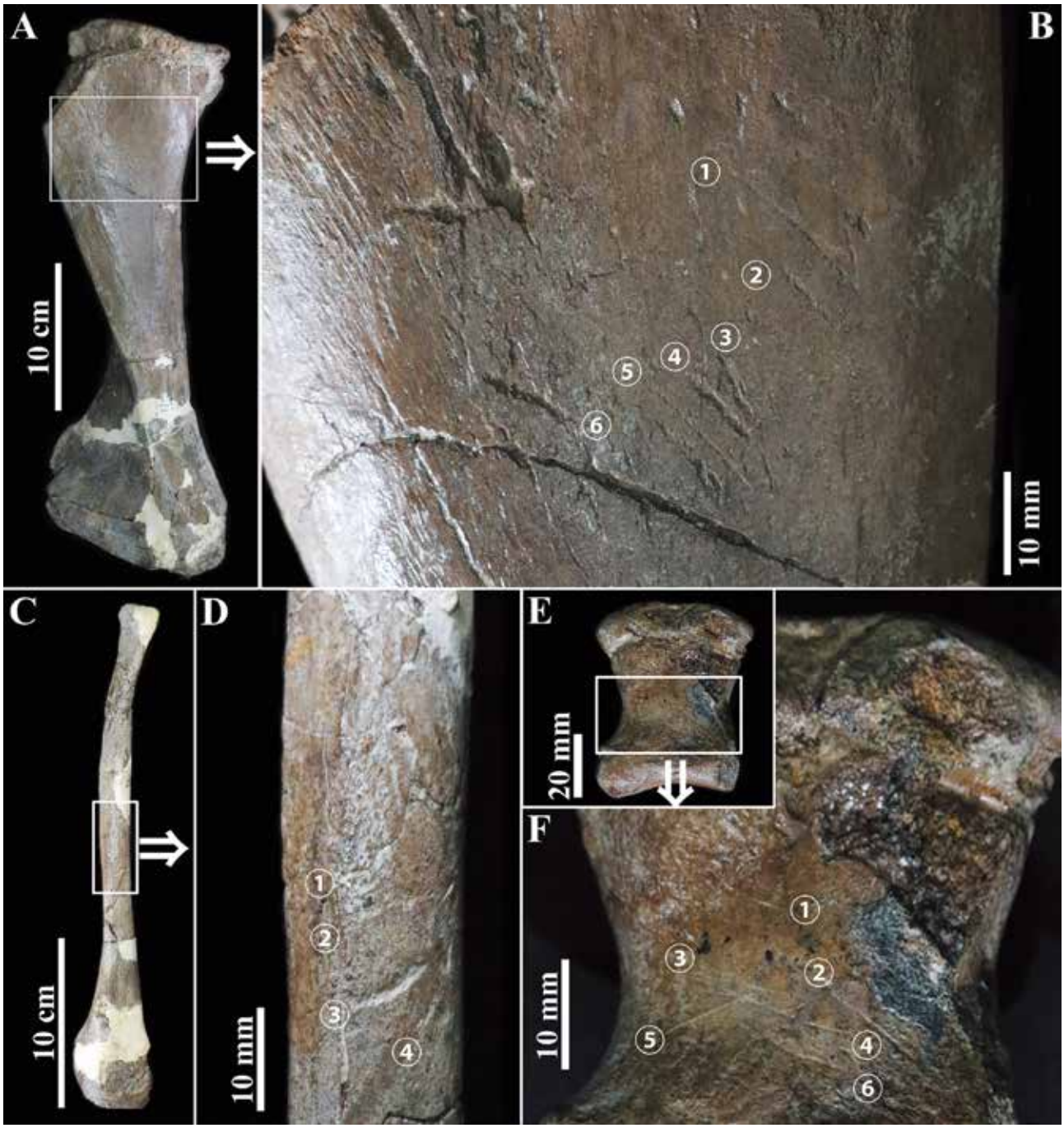


Fig. 3. 泉標本の各骨につけられた線状痕. **A, B,** 右脛骨（NMNS-PV 5601-101）. *A*, 右脛骨（全体）; *B*, 線状痕拡大（①～⑥）. **C, D,** 右腓骨（NMNS-PV 5601-104）. *C*, 右腓骨（全体）; *D*, 線状痕拡大（①～④）. **E, F,** 右前肢第 4 中節骨（NMNS-PV 5601-118）. *E*, 右前肢第 4 中節骨（全体）; *F*, 線状痕拡大（①～⑥）.

***Carcharhinus*（Figs. 2G, 2H）**: 2 点が見出された. 歯冠は三角形で主咬頭には細かな鋸歯が発達する. 歯冠の先端付近はフック状に緩く屈曲する. 瑞浪層群産 *Carcharhinus* には, *Carcharhinus egertoni*, *C. priscus*, *C.* sp. 1 とされたものがある（糸魚川ほか, 1985）. 標本は髙桒（2024）が *Carcharhinus* sp. としたものによく似る. 近年, 本属の中新世以降の種類について, 現生種やその近似種とする研究もあり（例えば仲井, 2020; Tanaka and Kohno, 2025）, 2 点のうち 1 点（Fig. 2G）は, 主咬頭がやや幅広ではあるものの, 遠心部の歯冠が歯根の冠側縁とほぼ平行な低い形態を呈することから, 現生種の *C. limbatus*（カマストガリザメ）や *C. plumbeus*（メジロザメ）などに見られる特徴と似る点もあるが, 標本の保存が悪いことと歯列上の部位特定に至らず標本の比較が行えないため, 本論では属までの特定に留める.

3. 泉標本の骨表面に残された線状痕

板鰓類標本と泉標本の関連を検討するために，国立科学博物館に収蔵されている泉標本の各部位を観察した結果，右後肢の脛骨（NMNS-PV 5601-101）と腓骨（NMNS-PV 5601-104），および右前肢の第 4 中節骨（NMNS-PV 5601-118）に線状の傷跡（線状痕）が見出された．右脛骨の線状痕は 6 本確認でき（Figs. 3 A, 3B），うち 4 本（Fig. 3B; ①, ②, ③, ⑤）は細い線状で，残り 2 本（Fig. 3B; ④, ⑥）は前者よりもやや太い．線状痕の伸びる方向はほぼ一定で，全て脛骨の関節面とは 70 度斜交している．右腓骨の線状痕は 4 本確認でき（Figs. 3C, 3D），右脛骨や右前肢第 4 中節骨のものに比べ太く浅い．線状痕の伸びる方向は一定で全て腓骨の関節面とは約 20 度斜交している．右前肢第 4 中節骨の線状痕は内面に 6 本確認でき（Figs. 3E, 3F），細い直線でそれぞれの伸びる方向に規則性はみられず全て中節骨の関節面とは 10 度～20 度斜交している．他の骨については表面が摩耗や破損の影響を受けているものもあり，線状痕として識別することができなかった．

長谷川によれば，剖出作業の際はハンマーやタガネを主に使い，本論で図示するような細く浅い線状痕ができるような道具は使用していない．従って，これらが剖出の際につけられた傷である可能性は除外できる．また，各線状痕は瑞浪釜戸標本につけられたもの（高桒, 2024）にその特徴がよく似る．したがって，これら線状痕は生痕化石だと考えられ，この直線状の生痕化石は *Linichnus bromleyi* とされる生痕種（Muniz et al., 2020; Godfrey and Lowry, 2021）に同定される．

泉標本共産の板鰓類化石は 8 点と少なく，線状痕も多くはないため，これら各骨に残された線状痕と共産した板鰓類の確実な関係性は不明であるが，高桒（2024）の例などから泉標本の線状痕は前述の板鰓類をはじめとする海生生物によってつけられた可能性が高い．

4. 議 論

日本産パレオパラドキシア科標本の中で板鰓類による捕食や摂食を受けた可能性のある個体は，瑞浪釜戸標本と埼玉県秩父郡小鹿野町産の *Paleoparadoxia tabatai* 般若標本（SMNH-Vef-61: 以下本論では般若標本と記述する）が知られている（北川ほか, 2013; 高桒, 2024）．高桒（2024）では，瑞浪釜戸標本の周囲から *Galeocerdo aduncus*, *Carcharhinus* sp., *Squatina* sp. の 3 種 124 点の板鰓類化石と咬痕（bite marks）を報告し，これらの板鰓類が瑞浪釜戸標本の死肉を摂食したと推定している．また北川（2024）と高桒（2024）は，瑞浪釜戸標本の左後肢を構成する各骨を除く部位で骨の散乱がほとんど無いことから，摂食は死後海底に着底した後に行われたことを指摘するとともに，咬痕が左後肢の大腿骨や踵骨，各指骨に見られることから左後肢の散乱や移動は板鰓類の採食行動によるものであると推定した．般若標本でも同じく *Galeocerdo* の歯化石が共産したが，北川ほか（2013）は産出が胸椎背側に位置していたこと，頭骨や前肢骨などが産出していないことから，個体が死後浮遊していた際に摂食されたものと推定した．

また Shikama（1966）はネオタイプの産状が，頭骨や前肢を含む多くの部位が保存されるとともに，各骨の散乱が少ないことから，泉標本も瑞浪釜戸標本と同様に，死後海底に着底した後に板鰓類をはじめとする生物に摂食され，その活動によって一部の部位は骨格の配置が乱れた可能性を述べている．そして，*G. aduncus* の歯化石 1 点（Fig. 2B）で観察された主咬頭の咬頭頂付近の破断欠損は，このサメの生存時の摂食行動（噛咬運動）によって，歯が高速でパレオパラドキシアの骨にあたったことで咬頭頂付近が剥がれるように欠損した可能性がある．

村宮・吉田（2024）は，瑞浪釜戸標本の骨格がコンクリーションに被覆されず，骨の周囲から数 cm の球状体のコンクリーションのみが産出した点について，骨格埋積時に共産した板鰓類の捕食により肉質（炭素源）が少なかったことを推定した．同じ束柱目の *Desmostylus hesperus* の気屯標本（北海道大学総合博物館所蔵）は，直径 3 m の球状コンクリーションに内包されていたが（Shikama, 1966），泉標本の骨格については，一部のみがコンクリーションに覆われていたようである（井尻・亀井, 1961）．これらの記録から，泉標本も瑞浪釜戸標本と同様に死後に死肉が摂食され，埋積時には肉質が少量しか残されていなかった可能性がある．

5. 謝 辞

浅井勇馬氏（筑波大学大学院）には，国立科学博物館において *Paleoparadoxia tabatai* のネオタイプ（泉標本）の観察の際に補助をしていただいた．村宮悠介博士（深田地質研究所）には，コンクリーションの成因について助言をいただいた．加藤太一博士（ミュージアムパーク茨城県自然博物館）には，査読を通じて有益なコメントをいただいた．以上の方々に感謝申し上げる．

6. 引用文献

Aguilera, O., Z. Luz, J. D. Carrillo-Briceño, L. Kocsis, T. W. Vennemann, P. M. de Toledo, A. Nogueira, K. N. Amorim, H. Moraes-Santos, M. R. Polck, M. de Lourdes Ruivo, A. P. Linhares, and C. Monteiro-Neto. 2017. Neogene sharks and rays from the Brazilian 'Blue Amazon'. PLoS ONE 12(8): Article e0182740. DOI: 10.1371/journal.pone.0182740

Andrianavalona, T. H., T. N. Ramihangihajason, A. Rasoamiaramanana, D. J. Ward, J. R. Ali, and K. E. Samonds. 2015. Miocene Shark and Batoid Fauna from Nosy Makamby (Mahajanga Basin, Northwestern Madagascar). PLoS ONE 10(6): Article e0129444. DOI: 10.1371/journal.pone.0129444

Argyriou, T., T. D. Cook, A. M. Muftah, P. Pavlakis, N. T. Boaz, and A. M. Murray. 2015. A fish assemblage from an early Miocene horizon from Jabal Zaltan, Libya. Journal of African Earth Sciences 102: 86–101. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2014.11.008

Dartevelle, E., and E. Casier. 1943. Les poissons fossiles du Bas-Congo et des régions voisines. Annales du Musée du Congo Belge, Sér. A (Minéralogie Géologie, Paléontologie), 3 2(1): 1–200.

Godfrey, S. J., and A. J. Lowry. 2021. The ichnospecies *Linichnus bromleyi* on a Miocene baleen whale radius preserving multiple shark bite-shake traces suggests scavenging. Carnets de Géologie 21(17): 391–398. DOI: 10.2110/carnets.2021.2117

井尻正二・亀井節夫. 1961. 樺太産の *Desmostylus mirabilis* Nagao と岐阜県産の *Paleoparadoxia tabatai* (Tokunaga) の頭蓋骨の研究. 地球科学 53: 1–27. DOI: 10.15080/agcjchikyukagaku.1961.53_1

糸魚川淳二・西本博行・柄沢宏明・奥村好次. 1985. 瑞浪層群の化石 3. サメ・エイ類(板鰓類). 瑞浪市化石博物館専報 5: 1–65, 38 pls.

北川博道. 2024. パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本の産状と骨格. 瑞浪市化石博物館研究報告 50(3): 29–42. DOI: 10.50897/bmfm.50.3_29

北川博道・坂本 治・長谷川善和. 2013. 埼玉県産出のパレオパラドキシアについて. 埼玉県立自然の博物館研究報告 7: 15–22. DOI: 10.24715/smnh.7.0_15

Moyer, J. K., and W. E. Bemis. 2017. Shark teeth as edged weapons: serrated teeth of three species of selachians. Zoology 120: 101–109. DOI: 10.1016/j.zool.2016.05.007

Muniz, F., Z. Belaustegui, A. Toscano, S. Ramirez-Cruzado, and J. A. Gamez Vintaned. 2020. New ichnospecies of *Linichnus* Jacobsen & Bromley, 2009. Ichnos 27: 344–351. DOI: 10.1080/10420940.2020.1744585

Müller, A. 1999. Ichthyofaunen aus dem atlantischen Tertiär der USA. Leipziger. Geowissenschaften 9/10. p. 1–360.

村宮悠介・吉田英一. 2024. パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本と共産した方解石質コンクリーションの成因. 瑞浪市化石博物館研究報告 50(3): 59–66. DOI: 10.50897/bmfm.50.3_59

仲井大智. 2020. 宮城県仙台市に分布する竜の口層(上部中新統－下部鮮新統から産出した板鰓類化石群集). 東北大学総合学術博物館紀要 19: 7–20.

Shikama, T. 1966. Postcranial Skeletons of Japanese Desmostylia. Paleontological Society of Japan, Special Papers 12: 1–176.

髙桒祐司. 2024. パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本と共産した板鰓類化石. 瑞浪市化石博物館研究報告 50(3): 75–80. DOI: 10.50897/bmfm.50.3_75

Tanaka, T., and N. Kohno. 2025. Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic Chondrichthyes from the Japanese Islands. National Museum of Nature and Science Monographs 56: 1–184.

追悼:長谷川善和氏(1930–2026)　横浜国立大学名誉教授・群馬県立自然史博物館名誉館長・飯田市美術博物館顧問

長谷川善和氏は、本研究のきっかけとなったパレオパラドキシア泉標本の剖出やその後各地から産出した束柱類の研究をはじめ、日本の脊椎動物化石の研究とその発展に多大な貢献をされました。また、パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本の調査・研究の際には多くのご助言をいただくとともに、招聘編集者として「パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本調査報告書」に掲載された各論文の査読や編集にも携われました。本論についても、標本調査の際の助言・補助、内容の議論に携わったことにより出版に至ることができましたが、大変残念なことに氏は論文の受理前の 9 月 2 日にご逝去されました。

共著者一同、氏の生前のご厚情に深く感謝するとともに、ご冥福をお祈りいたします。

2026 年 9 月 15 日

髙桒祐司・安藤佑介・川谷文子・甲能直樹