

瑞浪市化石博物館研究報告 第 50 卷, 第 3 号, 75–80, 3 figs.

Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, vol. 50, no. 3, 75–80, 3 figs.

©2024, Mizunami Fossil Museum

Manuscript accepted on January 15, 2024; published on March 29, 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

高栞祐司\*

\*群馬県立自然史博物館 〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩 1674-1

## Elasmobranch fossils accompanied with the “Paleoparadoxiid Mizunami-Kamado specimen” from Mizunami City, central Japan

Yuji Takakuwa\*

\*Gunma Museum of Natural History 1674-1 Kamikuroiwa, Tomioka, Gunma 370-2345, Japan

< takakuwa@gmnh.pref.gunma.jp >

### Abstract

Total 124 elasmobranch teeth were co-occurred with “Paleoparadoxiid Mizunami-Kamado specimen”. Ninety-seven specimens were identified with *Galeocerdo aduncus*, and other teeth were also identified with genera *Carcharhinus* and *Squatina*, except for one batoid tooth. Many bite marks were recognized on the left femur, middle phalanx of left hindlimb and left 14<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> ribs. The present paleoparadoxiid seemed to be preyed upon those sharks.

*Key words:* Miocene, Paleoparadoxiidae, shark teeth, *Galeocerdo*, *Carcharhinus*, *Squatina*, bite mark

### 1. はじめに

本稿では、瑞浪市釜戸町の土岐川河床で 2022 年 6 月に発見・発掘されたパレオパラドキシア瑞浪釜戸標本(以下瑞浪釜戸標本と記述する)と共産した化石のうち、板鰓類の分類と産状について 2023 年 12 月までの研究結果を第一報として報告する。なお、化石産地の位置、地質ならびに瑞浪釜戸標本の産状に関しては、本報告書に掲載された安藤(2024)や北川(2024)を参照していただきたい。

### 2. 方法

瑞浪釜戸標本の骨格化石と共産した板鰓類化石は全て歯で、楯鱗や背棘は確認されていない。歯化石は、全て瑞浪釜戸標本の骨格化石の母岩ブロックからの剖出作業とその後の残渣の水洗で

確認されたものである。これまでに確認された歯化石は 124 点で、うち 110 点については産出位置が判明している(北川, 2024 の Figs. 3, 4)。その多くは、骨格周辺から産出し(Fig. 1)、一部は骨格化石に付着した状態で保存されている(Fig. 1B)。また、エイ類のものとみられる歯 1 点が残渣の水洗により産出したが、保存不良で分類を行わなかったため本論では産出の報告のみに留める。今回は 124 点のうち、母岩ブロックから取り外された 120 点を観察した。なお、当初観察した標本には発見された順番で No. 1~No. 124 までの仮番号を付与したが、後述するように *Galeocerdo* 属のものには MFM 16502 を、*Carcharhinus* 属のものには MFM 16503 を、*Squatina* 属のものには MFM 16504 を付与し、同一属内のものには枝番を付与し、その一部を Fig. 2 に図示する。なお、北川(2024)の Fig. 3 の産出図に掲載されている番号はこの仮番号と対応する。また、歯化石の他に、瑞浪釜戸標本の一部の骨化

石の骨表面に残された並行な線状痕について (Fig. 3), 画像による観察結果をもとに検討した。

### 3. 結果

#### 3.1 歯化石の同定

120 点の歯化石を観察した結果, 3 属の板鰐類が確認された。最も多かったのはイタチザメ属 *Galeocerdo* で 97 点 (MFM 16502-1–MFM 16502-97), 次いでメジロザメ属 *Carcharhinus* が 21 点 (MFM 16503-1–MFM 16503-21), カスザメ属 *Squatina* は 2 点 (MFM 16504-1, MFM 16504-2) であった。同定にあたっては, Bass et al. (1973, 1975), 糸魚川ほか (1985), Kent (1994), Voigt and Weber (2011), Capetta (2012), Rathbone (2012), Türtscher et al. (2022) 等を参照した。



Fig. 1. パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本に伴って産出した板鰐類化石の産状。A, 左後肢第 4 基節骨周辺から産出した板鰐類化石の産状。B, 第 1 尾椎関節面に付随した *Galeocerdo aduncus*。

イタチザメ属化石の歯冠は三角形を呈し, 主咬頭の遠心側に切痕が発達し, この切痕の遠心側に複数の遠心副咬頭を備えた遠心踵が発達する (Figs. 2A–2H)。主咬頭の近・遠心側には鋸歯が存在する。歯根は二股に分岐し, 「へ」の字型を呈し, ほとんどの歯では頬舌方向の厚さに比べて近遠心方向の幅が顕著に大きい。

なお, MFM 16502-67 (No. 83), MFM 16502-68 (No. 84), MFM 16502-83 (No. 101), MFM 16502-84 (No. 102) は, イタチザメ属の前歯の形態に似るが, 全て小型で近心端と遠心端の幅はいずれも 1 cm に満たない。また, 歯根の唇舌方向に厚みがある。MFM 16502-67 と MFM 16502-68 の形態は共に歯根に対する主咬頭がなす角度が大きく, イタチザメ属の前歯に似る。主咬頭の近心縁はわずかに波打ち, 鋸歯の無い切縁が発達するが, 遠心縁には細かい鋸歯がある。その遠心側に切痕があり, さらにその遠心側に大きな遠心副咬頭が並ぶ (Figs. 2E, 2F)。MFM 16502-83 は, MFM 16502-84 より全体の大きさがわずかに大きい, 主咬頭の頂部を欠き, 保存が悪い (Fig. 2G)。ただし, MFM 16502-83 と同様に主咬頭の近心縁と遠心副咬頭の鋸歯の大きさが異なる。MFM 16502-84 は, 主咬頭の近心縁が緩やかに湾曲し, 鋸歯が存在するが, 遠心縁に鋸歯は無い。切痕は弱く, その遠心側にやや大きな遠心副咬頭が並ぶ (Fig. 2H)。

今回, 瑞浪釜戸標本化石と共産したイタチザメ属化石は, 前歯や近心側歯の主咬頭が中程度の大きさであることや顕著な切痕があること, ならびにその産出層の年代から判断して *Galeocerdo aduncus* Agassiz に同定される。なお, 現生イタチザメ *G. cuvier* の歯は, 一般的なメジロザメ類と同じく歯列全体で見ると遠心に向かって歯の大きさが小さくなるとともに, 歯冠の主咬頭の傾きも小さくなり, 歯冠が寝る。検討した標本中には, こうした遠心側に位置する歯冠が寝ている側歯の歯も複数確認された。その一方で, 接合歯以外の歯種に関しては, 現生イタチザメの場合, 上・下顎の同位置の歯では上下顎での歯の形態的差異がほとんど見られず, 同属の絶滅種 *G. aduncus* でも同様だった可能性が高いと考えられる。したがって, 大部分の歯の歯種同定については詳細な比較検討が必要である。

メジロザメ属化石については, 上顎歯と判断できる標本 (MFM 16503-1, MFM 16503-3, MFM 16503-5, MFM 16503-7, MFM 16503-10, MFM 16503-13, MFM 16503-15, MFM 16503-16, MFM 16503-18, MFM 16503-19, MFM 16503-21) について形態を比較したところ, 糸魚川ほか (1985) においてメジロザメ属の未定種 *Carcharhinus* sp. 1 とされたものと類似

する標本が複数確認された (Fig. 2I). この種類は、現生メジロザメ属の中でも *C. albimarginatus*, *C. plumbeus*, *C. falciformis* に類似することが指摘されている (古見ほか, 2014). ただし, MFM 16503-7 (No. 46) だけはそれらと異なり, 現生種の *Carcharhinus leucas* に似ることから本論では *Carcharhinus cf. leucas* と同定する (Fig. 2J). なお, 下顎歯については, 歯種同定ならびに種間の歯の形態の類似性から種までの同定が困難であるため, *Carcharhinus spp.* に留める (Fig. 2K).

カスザメ属化石 2 点のうち, MFM 16504-1 (No. 108) はほぼ完全で (Fig. 2L), MFM 16504-2 (No. 122) は主咬頭の先端と歯根の一部を欠く. 三角形ないしは三日月形の比較的平坦な歯根を有し, 歯冠はその唇側に沿って発達している. 歯冠を唇側から見ると, 切縁を伴う主咬頭が歯根から上に延び, 近・遠心側方向に延びたエナメロイドが歯根の唇側縁を覆う. また, 歯根側にもエナメロイドが伸び, エプロンを形成している. こうした形態的特徴から, 2 点はカスザメ属 *Squatina* に同定されるが, 遊離した単独の歯化石の分類は困難であることから, カスザメ属の未定種 *Squatina sp.* に留める. 2 点の大きさや歯根の形態差は, 歯列の位置に関係しているかもしれない.

### 3.2 骨表面に残された線状痕

骨格化石の剖出作業の段階で, 左大腿骨, 左後肢第二中節骨, 左第 14 肋骨, 左第 15 肋骨, の骨表面に明瞭な線状痕が確認された (Fig. 3). 他にも明瞭, 不明瞭に関わらず線状痕が確認された骨があるが, 本論ではこれらのうち 4 点 (左大腿骨, 左後肢第二中節骨, 左第 14 肋骨, 左第 15 肋骨) について検討する. 左大腿骨には後面の転子間稜の一部に, この稜の伸びる方向に対してほぼ直行する短い線状痕が 10 本ほどあり, それぞれの線状痕の伸びる方向はほぼ並行であった (Fig. 3A). 左後肢第二中節骨には, 前端付近に他の骨の線状痕に比べると明瞭かつ比較的太く深い線状痕 (Fig. 3B の矢印) と 10 本ほどの直行する短い線状痕が確認された (Fig. 3B). これらの線状痕の伸びる方向はほぼ平行であった.

左第 14 肋骨では内側面の中ほどに比較的長めの線状痕が多数確認された (Fig. 3C). これらの線状痕は骨体の長軸と斜交して伸び, 線状痕同士はほぼ並行であり, 溝は浅い. 左第 15 肋骨でも骨体の中ほどから遠位端の内側面に複数の線状痕が確認される (Fig. 3D). 骨体の中ほどでは, 線状痕がほぼ並行に数本認められる. 一方, 遠位端付近では複数方向に延びる線状痕が斜交している (Fig. 3D).

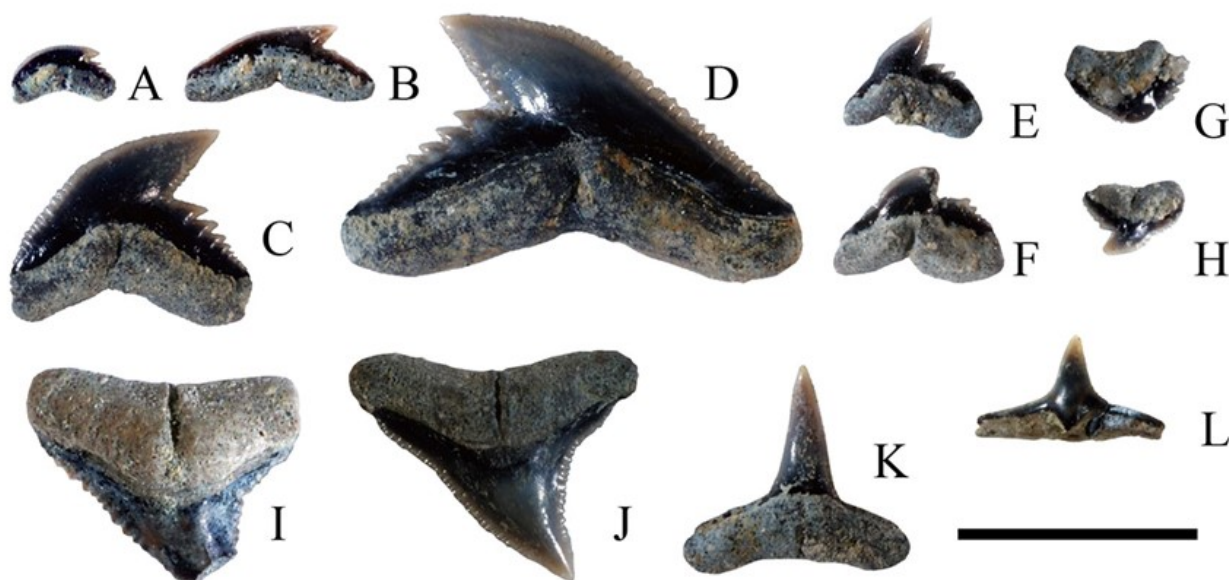


Fig. 2. 産出した板鰐類化石の一部. A–H, *Galeocerdo aduncus* Agassiz. A, MFM 16502-37 (No. 41). B, MFM 16502-50 (No. 61); C, MFM 16502-20 (No. 23); D, MFM 16502-39 (No. 45); E, MFM 16502-67 (No. 83), 下顎(?)接合歯; F, MFM 16502-68 (No. 84), 下顎(?)接合歯; G, MFM 16502-83 (No. 101); 上顎接合歯. H, MFM 16502-84 (No. 102), 上顎接合歯. I, *Carcharhinus cf. leucas*, MFM 16503-7 (No. 46), 上顎歯. J, *Carcharhinus sp.*, 上顎歯. K, *Carcharhinus spp.*, MFM 16503-9, 下顎歯. L, *Squatina sp.*, MFM 16504-1 (No. 108). カッコ内の番号は北川 (2024) の Fig. 3 に対応する. 歯種の判明した標本については, 上顎, 下顎の向きに図示した. 歯種不明な標本は歯根を下にして図示した. スケールは, 1 cm を示す.



Fig. 3. A, 左大腿骨につけられた咬合痕. B, 左後肢第二中節骨につけられた咬合痕. C, 左第 14 肋骨と内面につけられた咬合痕の拡大. D, 左第 15 肋骨と内面につけられた咬合痕の拡大. 表記の無いスケールは, 1 cm を示す.

#### 4. 考察

検討した 120 点のうち, イタチザメ属は絶滅種 *Galeocерdo aduncus* に, メジロザメ属の上顎歯は *Carcharhinus cf. leucas* と糸魚川ほか(1985)の *Carcharhinus sp. 1* に, 下顎歯は *Carcharhinus spp.* に, そしてカスザメ属は *Squatina sp.* に同定さ

れる. これらのうち, イタチザメ属については前述のように歯種同定が困難であるものの, 検討した *G. aduncus* 歯化石 97 点のうち 4 点 (MFM 16502-67, MFM 16502-68, MFM 16502-83, MFM 16502-84) については, その形態的特徴から接合歯である可能性が高い. 接合歯は現生イタチザメでは成長段階によって形態が変化することが知られ

(Türtscher et al., 2022), またその有無についても個体差がある。

MFM 16502-68の方がMFM 16502-67よりもわずかに大きい、MFM 16502-67の主咬頭の先端が尖っているのに対し(Fig. 2E), MFM 16502-68では丸みを帯びており(Fig. 2F), かなり使用していた可能性が示唆される。これら2点については、現生標本との比較が不十分であるが、下顎接合歯の可能性はある。そして、MFM 16502-67とMFM 16502-68の2点は同一部位の歯と考えられることから、標本中には少なくとも2個体分の*G. aduncus*の歯化石が存在している可能性が高い。一方、MFM 16508-83とMFM 16502-84は、現生イタチザメの上顎接合歯(Rathbone, 2012)に似ており、これらは上顎接合歯である可能性が高い。

メジロザメ属については、*C. cf. leucas*と*C. sp. 1*の少なくとも各1個体が、カスザメ属については*S. sp.*の少なくとも1個体が瑞浪釜戸標本の遺骸に関与していたと考えられ、後述する咬合痕や現生のイタチザメ属の生態から(仲谷, 2016), *G. aduncus* 2個体は瑞浪釜戸標本の死肉を捕食した可能性がある。

北川(2024)のFig. 3とFig. 4には、パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本の産状図に主な歯化石の産出位置が示されている。板鰓類の歯化石は、前半身では骨の配列が乱れている体の右側に集中しており、咬合痕の分布や左後肢の産状から左後肢の一部や左下腹部、体の右側が海中にむき出しになっていた可能性がある。

左大腿骨、左後肢第二中節骨および左第15肋骨に認められた細い線状痕は、複数の線状痕がほぼ並行に配列していることから、板鰓類によってつけられた咬合痕である可能性が高い。これらの生痕化石は*Linichnus bromleyi*とされる生痕種(Muniz et al., 2020; Godfrey and Lowry, 2021)に同定される。第14肋骨のものは検討したが、他の咬合痕に比べ溝が浅く滑らかであるという違いが見られる。筆者の知る限り、このような生痕化石は報告がないため、咬合痕かどうかも含め今後の詳細な検討が必要である。また、板鰓類の捕食にも関わらず、骨格各部位の大きな乱れは少ない。もし、生息時または海中に体が露出していた時に板鰓類に捕食された場合はShimada et al. (2010)のように骨格の各部位が破損し、本来の位置から大きく移動しているはずである。したがって、瑞浪釜戸標本は死後海底に漂着し、埋積する過程で板鰓類によって捕食され、北川(2024)が示すように捕食により左後肢の各骨は本来の位置から移動・散在した可能性がある。また、瑞浪釜戸標本のように、大型脊椎動物が複数種の板鰓類によって捕食された例は珍しいと思われる。本デー

タは今後、パレオパラドキシアに対する板鰓類の捕食などの研究に寄与できると考えられる。

## 5. 謝辞

瑞浪市化石博物館友の会の小林伸明氏には、残渣から板鰓類化石を抽出していただいた。本稿を執筆するにあたり、横浜国立大学名誉教授、群馬県立自然史博物館名誉館長の長谷川善和博士には査読を通じて有益なコメントをいただいた。

以上の方々に厚くお礼申し上げます。

## 6. 引用文献

- 安藤佑介・楓 達也・合田隆久・水野利之. 2024. パレオパラドキシア瑞浪釜戸標本の発見・発掘・剖出の記録. 瑞浪市化石博物館研究報告 50(3): 1–12. DOI: 10.50897/bmfm.50.3\_1
- Bass, A. J., J. D. D'Aubrey, and N. Kistnasamy. 1973. Sharks of the east coast of southern Africa. I. The genus *Carcharhinus* (Carcharhinidae). Oceanographic Research Institute Investigational Report (33): 168 pp.
- Bass, A. J., J. D. D'Aubrey, and N. Kistnasamy. 1975. Sharks of the east coast of southern Africa. III. The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. Oceanographic Research Institute Investigational Report (38): 100 pp.
- Cappetta, H. 2012. Handbook of Paleichthyology Vol. 3E Chondrichthyes Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. Munchen. 512 pp.
- 古見 浩・半田直人・溝口愛美・伊藤 剛・佐藤友哉・吉野恒平・阿部洋祐・村澤早苗・竹之内 耕. 2014. 富山県八尾地域の上部中新統音川層から産出した板鰓類化石. 糸魚川市博物館研究報告 3: 33–42.
- Godfrey, S. J., and A. J. Lowry. 2021. The ichnospecies *Linichnus bromleyi* on a Miocene baleenwhale radius preserving multiple shark bite-shake traces suggests scavenging. Carnets Geol., Madrid 21(17): 391–398.
- 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 3: 1–89, 38 pls.
- Kent, B. W. 1994. Fossil sharks of the Chesapeake Bay Region. Egan Rees & Boyer, Inc. Maryland. 146 pp.

- 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
- 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
- 仲谷一宏. 2016. サメ—海の王者たち—改訂版. ブックマン社. 東京. 248 p.
- Rathbone, J. T. 2012. Pictorial Guide to Shark Teeth: Comparative Study Guide of Extant Shark Teeth. DomoAji Publications. Florida. 161 p.
- Shimada, K., T. Tsuihiji, T. Sato, and Y. Hasegawa. 2010. A remarkable case of a shark-bitten elasmosaurid plesiosaur. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30(2): 592–597.  
DOI: 10.1080/02724631003621920
- Türtscher J., R. L. Jambura, F. A. López-Romero, R. Kindlmann, K. Sato, T. Tomita, and J. Kriwet. 2022. Heterodonty and ontogenetic shift dynamics in the dentition of the tiger shark *Galeocerdo cuvier* (Chondrichthyes, Galeoceridae). *Journal of Anatomy* 241: 372–392.  
DOI: 10.1111/joa.13668
- Voigt, M., and D. Weber. 2011. Field Guide for Sharks of the Genus *Carcharhinus*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. Munchen. 151 pp.