Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, no. 44, Special Volume (2018), p. 31–38, 5 figs.
© 2018, Mizunami Fossil Museum

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から産出した硬骨魚類の耳石・歯化石

宮田真也 *・河野重範 **・安藤佑介 *・服部創紀 ****

* 城西大学水田記念博物館大石化石ギャラリー
〒 102-0093 東京都千代田区平河町 2-3-20
<fossil. Paleoichthyology777@gmail.com>
** 栃木県立博物館　〒 320-0865 栃木県宇都宮市睦町 2-2
*** 瑞浪市化石博物館　〒 509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-47
**** 福井県立恐竜博物館　〒 911-8601 福井県勝山市村岡町寺尾 51-11

The fish otolith and teeth from the lower Miocene Akeyo Formation, Mizunami Group at the construction site of Mizunami-Kita Junior High School in Mizunami City, Gifu, Japan

Shinya Miyata*, Shigenori Kawano, Yusuke Ando***, and Soki Hattori******

*Oishi Fossils Gallery of Mizuta Memorial Museum, Josai University Educational Corporation, 2-3-20 Hirakawa-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0093, Japan
<fossil.paleoichthyology777@gmail.com>
**Tochigi Prefectural Museum, 2-2 Mutsumi-cho, Utsunomiya City, Tochigi 320-0865, Japan
***Mizunami Fossil Museum, 1-47 Yamanouchi, Akeyo-cho, Mizunami City, Gifu 509-6132, Japan
****Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 51-11 Terao, Muroko-cho, Katsuyama City, Fukui 911-8601, Japan

Abstract

Fish otoliths, teeth and a fin spine are found from the lower Miocene Akeyo Formation of the Mizunami Group at the construction site of Mizunami-Kita Junior High School in Toki-cho, Mizunami City, Gifu Prefecture, Japan. The otoliths of Pterothrissinae gen. et sp. indet., *Nemipterus* sp., ?*Gobius* sp., Gobiidae gen. et sp. indet., Soleidae gen. et sp. indet., the teeth of Teleostei fam., gen. et sp. indet., and the fin spine of Acanthomorpha fam., gen. et sp. indet. are briefly described.

Key words: Early Miocene, Gobiidae, Nemipteridae, otolith, Pterothrissinae, Soleidae, Mizunami Group

はじめに

魚類の内耳の中には炭酸カルシウムを主成分とする耳石（じせき）が存在する．耳石は平衡感覚に関係しており，礫石（れきせき），扁平石（へんぺいせき），星状石（せいじょうせき）に分類される．このうち，扁平石が大きなサイズになることから，一般的に耳石と呼ぶ場合にはこれを指す．扁平石は分類群によって形態が異なることから，分類学的特徴とされることがある（飯塚・片山，2008 など）．したがって，耳石化石はある程度の高次分類が可能であるため，古生物学的研究においても地質時代の魚類相の推定に用いられる（高橋，1976 など）．

岐阜県南東部に分布する中新統瑞浪層群は，軟体動物，哺乳類，植物などの化石を産出することで知られており，古くから多くの地質・古生物学的研究が行われている（糸魚川ほか，1974 など）．いわゆる硬骨魚に含まれる条鰭類（じょうきるい）では，カマスサワラ属，オニカマス属の体化石およびハゼ科，ササウシノシタ科などの耳石が報告されている（高橋，1976; 大江ほか，1981; 西本・大江，1982）．これらのうち高橋（1976）は明世層から 7 科 7 属，生俵層から 9 科 20 属の耳石を報告している．

2016 年から 2017 年にかけて，瑞浪市土岐町天徳（みずなみしとときちょうてんとく）の瑞浪北中学校敷地造成工事現場において，下部中新統瑞浪層群明世層戸狩部層最上部～山野内部層中部が露出し，合弁の *Crenomytilus grayanus*（エゾイガイ）などの貝類をはじめとする様々な分類群の化石が産出した（安藤，2018; 安藤・糸魚川，2018 など）．これらのうち，本稿では魚類の耳石，顎歯（がくし），棘条（きょくじょう）化石に関して記載および分類学的検討を行う．な

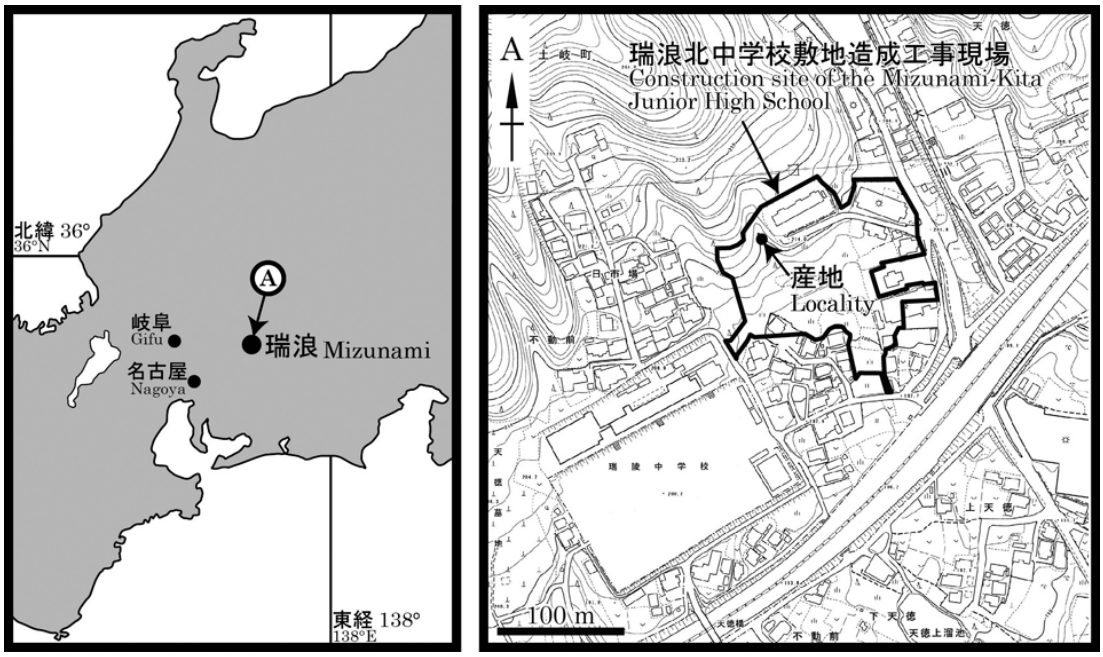


Fig. 1. Locality and the map showing the construction site. 1:2,500 scale topographic maps "Mizunami City planning map" published by Mizunami City are used. Bold line indicates the construction site.
図 1. 調査地域および詳細図．地形図は，2,500 分の 1 瑞浪市都市計画基本図を使用．太枠は工事範囲を示す．

お，本論で図示する標本は，すべて瑞浪市化石博物館（MFM）に収蔵し，標本番号 MFM17101–17108 を付与する．

化石産地および地質概説

化石の産地は岐阜県瑞浪市の瑞浪北中学校の敷地造成工事現場内にあり，北緯 35°22'31"，東経 137°15'07" に位置する（Fig. 1）．化石産地付近には，下部中新統瑞浪層群明世層戸狩部層および山野内部層が分布している（安藤, 2018）．入月・細山（2006）によれば，明世層の堆積年代はクロン C5Dr（18.1–17.5 Ma）とされている．安藤（2018）によれば，化石産地に分布する山野内部層は凝灰質なシルト質砂岩からなり，4 層の凝灰岩層の挟在が認められている．また，本部層の最下部には，現地性または準現地性の産状を示す *C. grayanus* がレンズ状に密集した部分が含まれ（Fig. 2），耳石化石はこの *C. grayanus* の密集部の細礫を含む凝灰質シルト質砂岩から産出した．なお，現在化石産地の露頭はモルタルで吹き付けられており，直接観察することはできない．

本報告を行うにあたって，耳石各部の名称は飯塚・片山（2008），高橋（2000）に従い（Fig. 3），外形および側面形の名称は飯塚・片山（2008）を参考にした．また，分類は Nelson *et al.*（2016）に従った．なお，主に記述する各部位の読みと対応する英語表記，略字は下記の通りである．

耳石長（じせきちょう）：Otolith length（= OL），耳石高（じせきこう）：Otolith height（= OH），耳石幅（じせきふく）：Otolith width（= OW），欠刻（けっこく）：Exisur，前角（ぜんかく）：Rostrum，背側の窪み（はいそくのくぼ）：Dorsal area，縦溝（じゅうこう）：Sulcus，開口部（かいこうぶ）：Ostium，尾部（びぶ）：Cauda，前上角（ぜんじょうかく）：Antirostrum，背側稜（はいそくりょう）：Crista inferior，腹側稜（ふくそくりょう）：Crista superior，歯冠高（しかんこう）：Tooth height（=TH），棘長（きょくちょう）：Spine length（= SL）．

古生物学的記載

Cohort Elopomorpha Greenwood, Rosen, Weitzman and Myers, 1966 カライワシ区
Order Albuliformes Forey, Littlewood, Ritchie and Meyer, 1996, ソトイワシ目
Family Albulidae Bleeker, 1849 ソトイワシ科
Subfamily Pterothrissinae Gill, 1893 ギス亜科

Pterothrissinae gen. et sp. indet.
ギス亜科の未定種

（Figs. 4.1–4.2）

検討標本：MFM17101 を含む耳石 11 標本．

計測：MFM17101，OL：3.8 mm，OH：2.4 mm，OW：0.8 mm．

側面観は前後方向に長い楕円形で，欠刻は認められない．断面は半広線形である．前角が非常に発達し，腹側が広がり，丸みを帯びる．背側の窪みは極めて浅い．縦溝の開口部は概ね卵円形で，尾部後方はほぼ直線状に後方へ延びるが，後縁部と耳石中央部の間で終わる．縦溝の尾部後方腹側に弱い隆起が認められる．外側面には中央部付近から外側に向けて数本の条線が認められ，波状の起伏がある．

備考：現生のギス亜科には，*Nemoossis belloci* (Cadenat, 1937) および *Pterothrissus gissu* Hilgendorf, 1877（ギス）の 2 種が含まれる（Hidaka *et al.*, 2016）．*N. belloci* の耳石は，外側面が丸みを帯びた長方形を呈しており，背側縁は開口部後部付近で湾入する（Nolf, 1985, fig. 35C）．一方，*P. gissu* の耳石は楕円形で，前上角が発達せず，欠刻は認められない（飯塚・片山，2008，fig. 2-1 など）．これら 2 種の耳石の特徴は，本標本の特徴とは明らかに異なっていることから，ギ

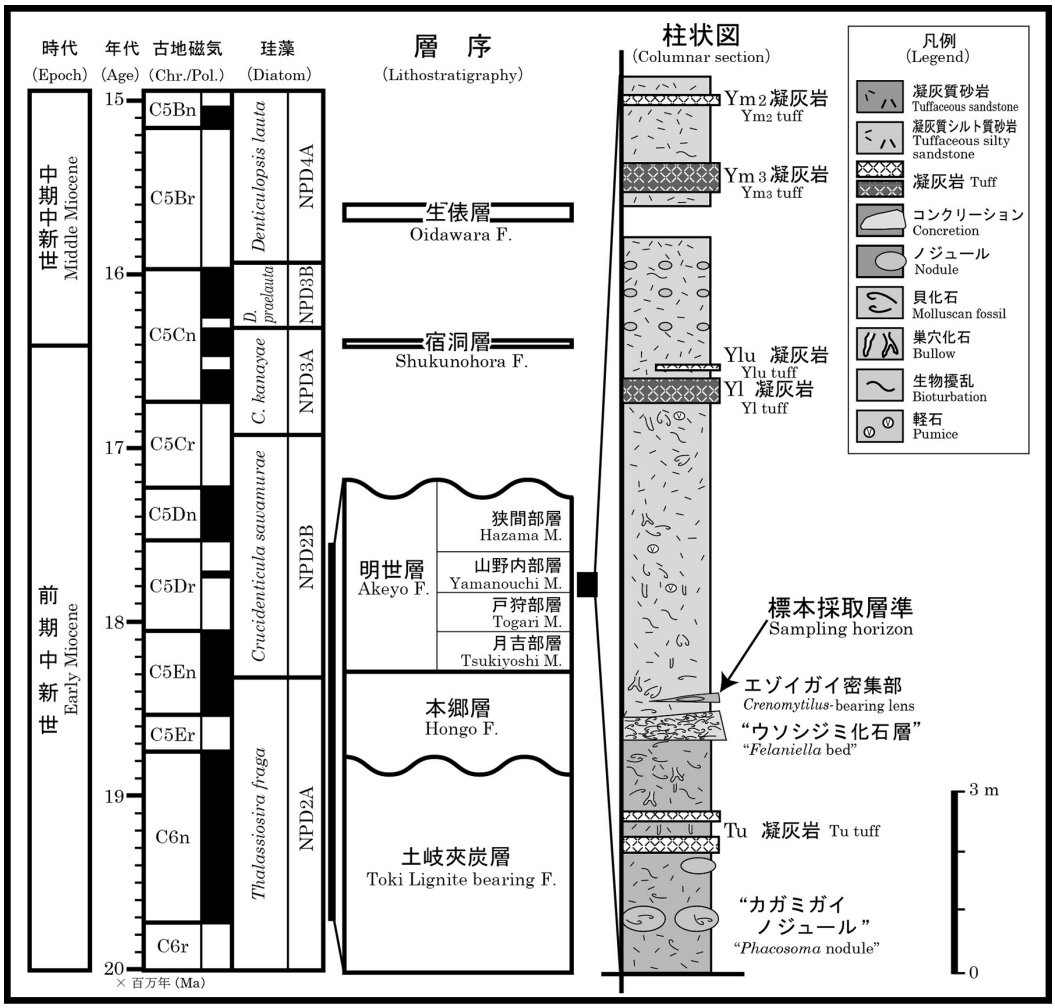


Fig 2. Lithostratigraphy of the Mizunami Group and detailed columnar section of the construction site (Modified after Irizuki and Hosoyama, 2006 and Ando, 2018). Chr: Chron of Gradstein *et al*. (2012) and Ogg *et al*. (2016). Pol: Polarity of Gradstein *et al*. (2012) and Ogg *et al*. (2016). DZ: Diatom Zones of Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005) and Gladenkov (2008).

図 2. 瑞浪層群の層序および瑞浪北中学校敷地造成工事現場における柱状図（入月・細山，2006 および安藤，2018 を改変）．略字は，Chr：クロン（Gradstein *et al*., 2012; Ogg *et al*., 2016），Pol：磁極（Gradstein *et al*., 2012; Ogg *et al*., 2016），DZ：珪藻化石帯（Yanagisawa and Akiba, 1998; Watanabe and Yanagisawa, 2005; Gladenkov, 2008）である．

ス亜科の未定種とした．

Cohort Teleostei Rosen, 1973　正真骨区（せいしんこつく）
Order Spariformes Bleeker, 1876 タイ目
Family Nemipteridae Regan, 1913 イトヨリダイ科
Genus *Nemipterus* Swainson, 1839 イトヨリダイ属

***Nemipterus* sp. イトヨリダイ属の未定種**

（Figs. 4.3–4.4）

検討標本：MFM17102 を含む耳石 7 標本．

計測：MFM17102, OL：2.8 mm, OH：1.9 mm, OW：0.6 mm.

側面観は楕円形で，前角と前上角がやや発達する．断面は弱い反り形である．欠刻は弱い．背側縁および腹側縁は鋸歯が丸みを帯び，背側縁が特に強く波うつ．背側の窪みは浅い．縦溝の開口部は概ね卵円形で，後尾部は直線状に後縁付近まで伸び，後端でやや腹側へ曲がる．外側面は縁辺部表面が波うち，中央が凹む．

備考：現生イトヨリダイ科は 5 属 67 種が知られている（Nelson *et al*., 2016）．これらのうち，本標本は前角と前上角がやや発達すること，背側と腹側の縁の鋸歯が丸みを帯びること，断面が弱い反り形であることから，*Nemipterus* 属に同定した．また，本標本の特徴は現生の *Nemipterus virgatus* (Houttuyn, 1782)（イトヨリダイ）に非常に良く似ている．しかしながら，現生イトヨリダイ属に含まれるすべての種と耳石の比較を行っていないため，本論ではイトヨリダイ属未定種にとどめた．

Order Gobiiformes Günther, 1880 ハゼ目
Family Gobiidae Cuvier, 1816 ハゼ科
Genus *Gobius* Linnaeus, 1758 “ ハゼ属 ”

?*Gobius* sp. “ ハゼ属 ”? の未定種

（Figs. 4.5–4.6）

?*Gobius* sp. A; 高橋, 1976, p. 67, pl. 16, Fig. 13, pl. 19, figs. 3a, b.

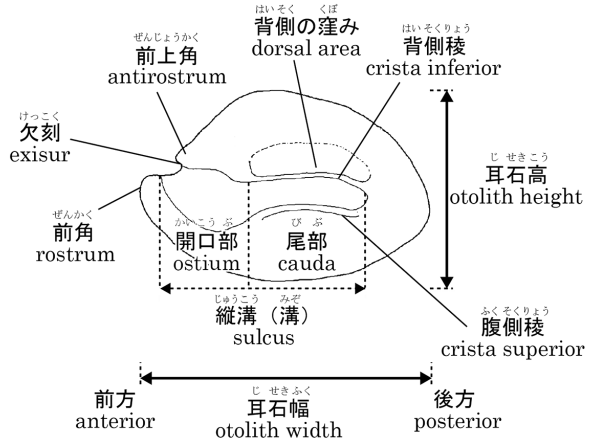


Fig.3. Generalized otolith. The otolith terminology from Takahashi (2000) and Iizuka and Katayama (2008).
図 3. 耳石の模式図．耳石の部位の用語は高橋（2000），飯塚・片山（2008）による．

検討標本：MFM17103 を含む耳石 19 標本.

計測：MFM17103, OL：2.3 mm, OH：2.2 mm, OW：0.6 mm.

丸みを帯びた五角形で，前角，前上角，欠刻は認められない．前後の縁は湾入し，浅い切れ込みが認められる．断面は厚みがある．縦溝は完全に閉じ，ほぼ直線上に浅く延びる．縦溝はオタマジャクシ様の形状を呈し，開口部は楕円形で，尾部よりも大きい．背側稜および腹側稜は発達し，縦溝を取り囲む．さらに稜の周囲に浅い窪みが認められる．外側面は装飾がなく，滑らかである．

備考：高橋（1976）は，瑞浪北中学校敷地造成工事現場から西に約 1 km 地点の戸狩層の露頭から産出した“ハゼ属”の耳石のうち現生種 *Gobius niger* Linnaeus, 1758 に類似する標本を ?*Gobius* sp. A として報告した．工事現場から得られた標本は，前角，前上角，欠刻が認められないこと，完全に縦溝が閉じていること，さらに側面観が概ね五角形を呈することから高橋（1976）の ?*Gobius* sp. A（“ハゼ属”未定種 Type A）に相当すると考えられる．

Gobiidae gen. et sp. indet. ハゼ科の一種

（Figs. 5.1–5.2）

検討標本：MFM17104 を含む耳石 9 標本.

計測：MFM17104, OL：2.3 mm, OH：2.1 mm, OW：0.5 mm.

丸みを帯びた四角形で，前角，前上角，欠刻は認められない．前後の縁は湾入せず，ほぼ直線的である．断面は厚みがある．縦溝は完全に閉じ，ほぼ直線上に浅く延び，開口部は尾部よりも大きい．背側稜はわずかに盛り上がり，腹側稜はやや発達する．腹側稜に沿って浅い溝が認められる．外側面はわずかに波打ち，緩やかに凹凸が認められる．

備考：側面観は四角形を呈し，前後の縁は湾入しないこと，外側面は緩やかに凹凸が認められることからハゼ科に含まれるものと考えられる．ただし，外側面の形態から，高橋（1976）が報告した瑞浪層群産のハゼ科の耳石とは，いずれも異なる形態を呈する．

Order Pleuronectiformes Bleeker, 1859 カレイ目

Family Soleidae Bonaparte, 1833 ササウシノシタ科

Soleidae gen. et sp. indet. ササウシノシタ科の一種

（Figs. 5.3–5.4）

検討標本：MFM17105 を含む耳石 7 標本.

計測：MFM17105, OL：1.9 mm, OH：1.5 mm, OW：0.5 mm.

側面観は卵円形で丸みを帯び，外縁はなめらかであるが，やや摩耗が見られる．前角，前上角，欠刻は認められない．断面は厚く半広線形を呈する．縦溝は完全に閉じ，ほぼ直線状に浅く延びる．開口部および尾部は楕円形で，開口部は尾部よりも大きい．開口部の先端はやや背側に延びる．背側稜および腹側稜は発達し，溝を取り囲む．さらに稜の周囲に浅い窪みが認められる，外側面の装飾は認められない．

備考：縦溝が完全に閉じ，側面観が楕円形を呈すること，背側稜と腹側稜は発達し，稜の周囲に浅い窪みが認められることからササウシノシタ科に属するものと考えられる．高橋（1976）は山野内部層から *Solea* sp. A（ササウシノシタ属の未定種 A），名滝部層（入月･細山，2006 の生俵層下部に相当）から *Solea* sp. B（ササウシノシタ属の未定種 B）および Soleidae gen. et sp. indet. C（ササウシノシタ科の未定種 C）の耳石化石を報告した．本標本は，高橋（1976）の *Solea* sp. A に類似するが，サイズが小さいこと，腹側が丸みを帯びることで異なり，保存不良であるため属の同定に至らない．

Teleostei Müller, 1845 真骨区

Teleostei fam., gen. et sp. indet. Type A
真骨類の一種 A

（Fig. 5.5）

検討標本：MFM17106（顎歯）1 標本.

計測：MFM17106, TH：3.9 mm+.

円錐歯で，先端が透過性のある茶褐色を呈する．また先端部は尖り，やや舌側へ曲がる．顎歯のみでは分類群の同定は困難であるため，真骨類の一種とした．

Teleostei fam., gen. et sp. indet. Type B
真骨類の一種 B

（Fig. 5.6）

標本：MFM17107 を含む顎歯 3 標本.

計測：MFM17107, TH：3.7 mm+.

円錐歯で，光沢を帯びた黒色で透過性はない．本標本の先端は乳白色を呈し，Type A よりも先端の形状が鈍いため，少なくとも別の科に属する真骨類であると考えられる．

Acanthomorpha Rosen, 1973 棘鰭類

Acanthomorpha fam., gen. et sp. indet.
棘鰭類の一種

（Fig. 5.7）

検討標本：MFM17108（棘条）1 標本.

計測：MFM17108, SL：22 mm+.

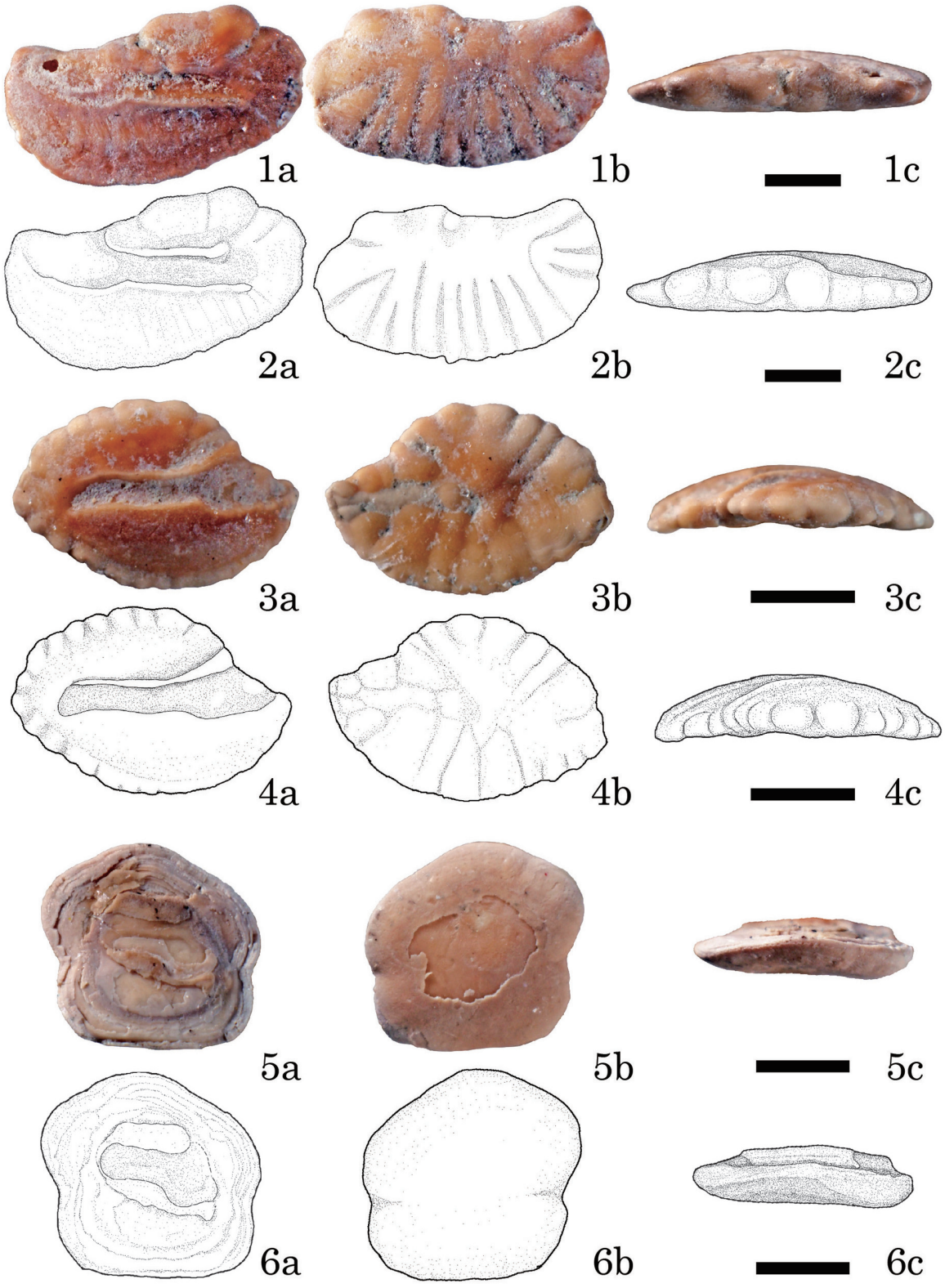


Fig. 4 Fossil otolithes. **1, 2. Pterothrissinae gen. et sp. indet.,** MFM17101. *1a*, inside view: *1b*: outside view; *1c*: dorsal view; *2a–c*: line drawing of Fig. 4.1a–b. **3, 4. *Nemipterus* sp.,** MFM17102. *3a*, inside view; *3b*, outside view; *3c*, dorsal view; *4a–c*: line drawing of Fig. 4.3a–b. **5, 6. ?*Gobius* sp.,** MFM17103. *5a*, inside view; *5b*, outside view; *5c*, dorsal view; *6a–c*, line drawing of Fig. 4.5a–b. All scale bars represent 1.0 mm.

図 4. 瑞浪層群明世層産耳石化石．**1, 2. ギス亜科の未定種 ,** MFM17101. *1a*, 内側面；*1b*, 外側面；*1c*, 背側面, *2a–c*, 1a–c のスケッチ．**3, 4. イトヨリダイ属の未定種 ,** MFM17102．*3a*，内側面；*3b*，外側面；*3c*，背側面；*4a–c*，3a–c のスケッチ．**5, 6. “ ハゼ属 ”? の未定種 ,** MFM17103．*5a*，内側面；*5b*，外側面；*5c*，背側面，*6a–c*，5a–c のスケッチ．スケールは 1.0 mm.

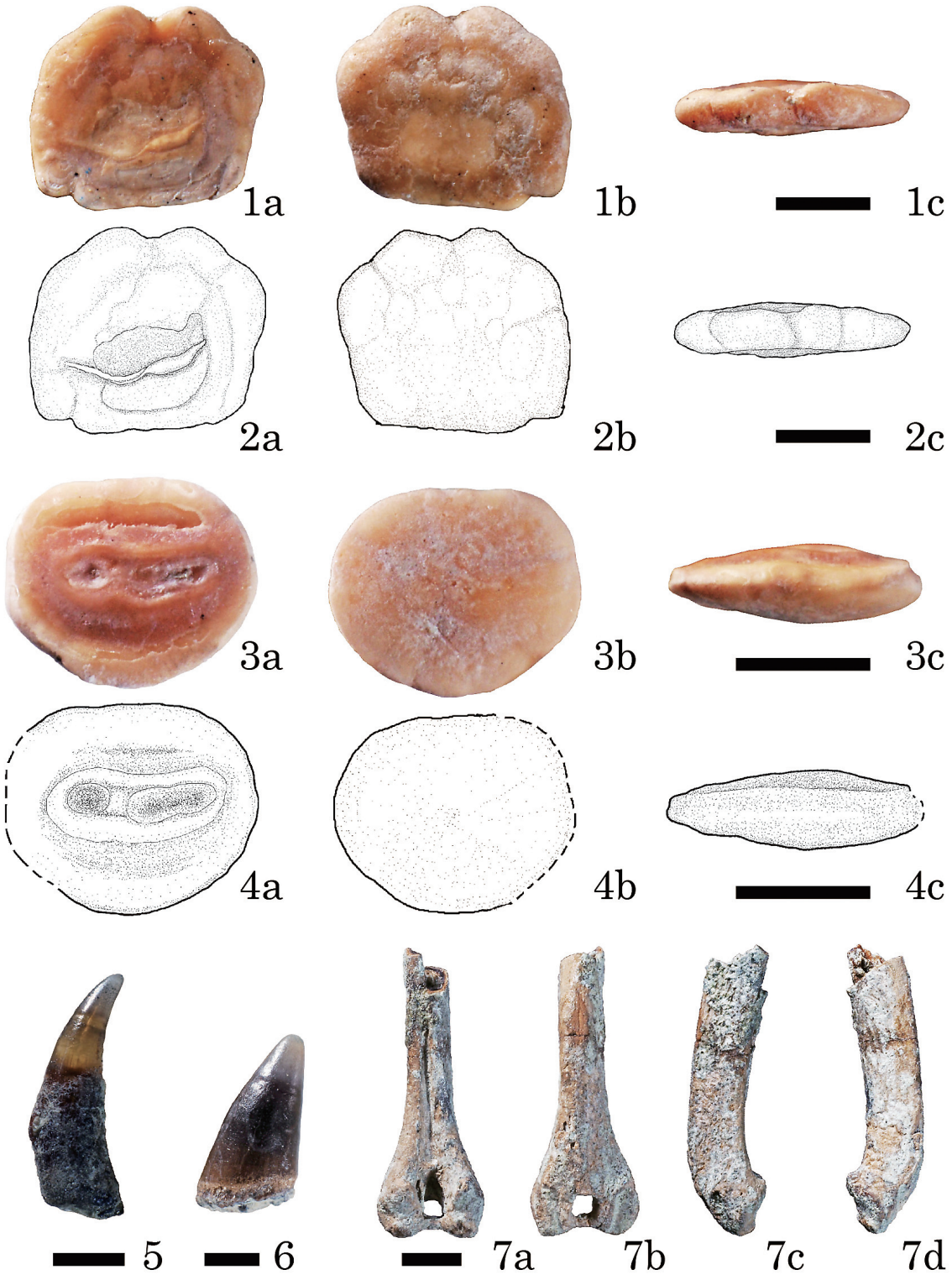


Fig. 5. Fossil otolithes, teeth, and spine. **1, 2. Gobiidae gen. et sp. indet.,** MFM17104. *1a*, inside view; *1b*, outside view; *1c*, dorsal view; *2a–c*, line drawing of 1a–b. **3, 4. Soleidae gen. et sp. indet.,** MFM17105. *3a*, inside view; *3b*, outside view; *3c*, dorsal view; *4a–c*, line drawing of 3a–b, **5. Teleostei fam., gen. sp. indet. Type A,** MFM17106, jaw tooth. **6. Teleostei fam., gen. et sp. indet. Type B,** MFM17107, jaw tooth. **7. Acanthomorpha fam., gen. et sp. indet.,** MFM17108, fin spine. *7a*, anterior view; *7b*, posterior view b; *7c*, left lateral view; *7d*, right lateral view. Scale bars 1–6 represent 1.0 mm. Scale bar 7 represents 3.0 mm.

図 5. 瑞浪層群明世層産耳石，顎歯，棘条化石．**1，2．ハゼ科の一種，**MFM17104．*1a*，内側面；*1b*，外側面；*1c*，背側面；*2a–c*，1a–c のスケッチ．**3, 4. ササウシノシタ科の一種,** MFM17105. *3a*, 内側面；*3b*, 外側面；*3c*, 背側面；*4a–c*, 3a–c のスケッチ．**5, 真骨類の一種 Type A，**MFM17106，顎歯．**6，真骨類の一種 Type B，**MFM17107，顎歯．**7，棘鰭類の一種，**MFM17108，棘条．*7a*，前方面；*7b*，後方面；*7c*，左外側面；*7d*，右外側面．1–6 のスケールは 1.0 mm，7 のスケールは 3.0 mm.

棘条で，基部の太さが 8 mm 前後あり，遠担鰭骨と関節するための孔がある．断面は楕円形を呈する．後方面には後ろの鰭条を収めるための溝が発達する．本標本は背鰭の棘条であると考えられるが，基部のみであるため，下位の分類を行えない．

議論

本研究において，同地域の瑞浪北中学校の敷地造成工事現場に分布する瑞浪層群明世層山野内部層下部の露頭から，ギス亜科の未定種，イトヨリダイ属の未定種，“ハゼ属”? の未定種，ハゼ科の一種，ササウシノシタ科の一種の合計 5 種の耳石，および 2 種の真骨類の顎歯および棘鰭類の棘条化石が産出した．明世層から 7 科 7 属の耳石を報告した高橋（1976）と比較すると，今回産出した種のうちギス亜科および，イトヨリダイ属は高橋（1976）では報告されていない．しかしながら，大江（1990）は明世層山野内部層からギス亜科の耳石の産出を本文中で述べている．したがって，明世層からのイトヨリダイ属の記録はこれまでになく，本論が初記録となる．

ギス亜科を除き，本論で科や属レベルで分類した分類群に所属する現生種の多くは沿岸域の底層や中層（＝下部浅海帯以浅）に生息しており（中坊（編），2000），天野・野中（2001）や安藤・糸魚川（2018）が貝類化石を基に推定した山野内部層下部の堆積深度と調和的である．一方，現在の北西太平洋に生息するギス亜科に属する唯一の種である *Pterothrissus gissu* は，水深 200–2000 m の浅海以深に生息するとされている（Hidaka *et al*., 2016）．今回報告したギス亜科の耳石は，下部浅海帯上部以浅の堆積物からのものであることから，中新世の北西太平洋では下部浅海帯上部以浅の底層や中層にも生息していた可能性が考えられる．あるいは，大江（1990）が示唆したように堆積場の付近に地形的にやや深くなる海域が存在したかもしれない．なお，大西洋における現生ギス亜科の一種である *Nemoossis belloci* は，セネガル以南の水深 50–500 m に生息しているとされる（Hidaka *et al*., 2016）．このことは，明世層産ギス亜科の化石が下部浅海帯上部以浅の堆積物から産出したことと矛盾がないように考えられる．

謝辞

本研究を進めるにあたり工事施工業者である市川・今井特定建設工事共同企業体には現地調査に便宜を図っていただいた．瑞浪市の楓 達也氏には現地調査の補助をしていただいた．北九州市立自然史・歴史博物館の籔本美孝博士および瑞浪市化石博物館の柄沢宏明博士には本稿を査読していただき，粗稿が大幅に改善した．以上の方々に深く感謝する．

引用文献

天野和孝・野中孝彦．2001. 貝化石群集の群集構造による古水深の推定方法．－中新統瑞浪層群産貝化石群を例として－．化石 70: 23–34.

安藤佑介．2018. 瑞浪北中学校敷地造成工事現場で観察された中新統瑞浪層群の露頭．瑞浪市化石博物館研究報告 44, 特別号 : 1–11.

安藤佑介・糸魚川淳二．2018. 瑞浪北中学校敷地造成工事現場に露出した明世層中の *Crenomytilus*（エゾイガイ）密集部から産出した貝類化石．瑞浪市化石博物館研究報告 44, 特別号 : 13–24.

Bleeker, P. 1849. Bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van het eiland Madura, met beschrijving van eenige nieuwe soorten. Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen 22(8): 1–16.

Bleeker, P. 1859. Twaalfde bijdrage tot de kennis der vischfauna von Borneo, visschen van Sinkawang. Acta Societatis Regiae Scientiarum Indo-Neerlandicae 5: 422–429.

Bleeker, P. 1876. Systema Percarum revisum, part 2. Archives Neerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles 11: 289–340.

Blow, W. H. 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H. (eds.), Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, volume 1: 199–422. Leiden, the Netherlands.

Bonaparte, C. L. 1833. Iconografia della fauna italica per le quattro classi degli animali vertebrati, Tomo III. Pesci: fascicle 2–5: 7–28, Salviucci, Rome.

Cadenat, J. 1937. Recherches systématiques sur les poissons littoraux de la côte occidentale d'Afrique, récoltés par le navire Président Théodore-Tissier, au cours de sa 5e croisière (1936). Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes 10: 425–562.

Cuvier, G. 1816. Le Règne Animal distribué d'après son organisation pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. Les reptiles, les poissons, les mollusques et les annélides, Tome II: 532 pp. Deterville, Paris.

Forey, P. L., D. T. J. Littlewood, P. Ritchie, and A. Meyer. 1996. Interrelationships of elopomorph fishes. In: Stiassny, M. L. J., Parenti, L. R., and Johnson, G. D. (eds.), Interrelationships of Fishes: 175–192, Academic Press, New York.

Gill, T. N. 1893. Families and subfamilies of fishes. Memoirs of the National Academy of Science 6(6): 127–138.

Gladenkov, A. Y. 2008. The North Pacific advanced Oligocene to lower Miocene diatom stratigraphy. Bulletin of the Geological Survey of Japan 59: 309–318.

Grandstein F. M., J. G. Ogg, M. Schmitz, and G. Ogg. 2012. The Geologic Time Scale 2012: 1176 pp. Elsevier, Amsterdam.

Greenwood, P. H., R. E. Rosen, S. H. Weitzman, and G. S. Myers. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with

a provisional classification of living forms. Bulletin of the American Museum of Natural History 131(4): 339–456.

Günther, A. C. L. G. 1880. An Introduction to the Study of Fishes. Adam and Charles Black: 742 pp., Edinburgh, Scotland.

Hilgendorf, F. M. 1877. *Pterothrissus*, eine neue Clupeidengattung. Leopoldina, Amtliches Organ der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutschen Akademie der Naturforscher 13: 127–128.

Houttuyn, M. 1782. Beschrijving van eenige Japansche visschen en andere zeeschepselen. Verhandelingen uitgegeven door de Hollandse Maatschappye dor Wetenschappen te Haarlem 20: 311–350.

Hidaka, K., Y. Tsukamoto, and Y. Iwatsuki. 2016. *Nemoossis*, a new genus for the eastern Atlantic long-fin bonefish *Pterothrissus belloci* Cadenat, 1937 and a redescription of *P. gissu* Hilgendorf, 1877 from the northwestern Pacific. Ichthyological Research 64(1): 45–53.

飯塚景記・片山知史．2008. 日本産硬骨魚類の耳石の外部形態に関する研究．水研センター研究報告 25: 1–222.

入月俊明・細山光也．2006. 瑞浪層群宿洞層と生俵層―熱帯浅海から最大海進期の海生層―．In: 日本地質学会（編），日本地方地質誌 4 中部地方 : 370–371. 朝倉書店.

糸魚川淳二・柴田　博・西本博行．1974. 瑞浪層群の貝類化石．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－ : 43–204.

Müller, J. 1845. Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden, und über das natürliche System der Fische. Physikalisch-Mathematische Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1845: 117–216.

Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata: 824 pp., Laurentius Salvius, Holmiae.

中坊徹次（編）．2000. 日本産魚類検索 全種の同定 第二版 : 1748 pp., 東海大学出版会 , 東京.

Nelson, J. S., T. C. Grande, and M. V. H. Wilson, 2016. Fishes of the world. Fifth edition: 752 pp., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Nolf, D. 1985. Otolithi Piscium. In: Schultze H.-P. (ed.), Handbook of Paleoichthyology, vol. 10: 145 pp., Gustav Fisher Verlag, Stuttgart and New York.

西本博行・大江文雄. 1982. 瑞浪層群産オニカマス類の歯化石. 瑞浪市化石博物館研究報告 9: 85–102.

大江文雄．1990. 中新世の魚類相―海水魚類の変遷―．瑞浪市化石博物館専報 7: 25–59.

大江文雄・西本博行・奥村好次・東　好昭．1981. 瑞浪層群産“カマスサワラ”属魚類化石．瑞浪市化石博物館研究報告 8: 25–46.

Ogg, J. G., G. Ogg, and F. M. Gradstein. 2016. A Concise Geologic Time Scale 2016: 240 pp., Elsevier, Amsterdam.

Regan, C. T. 1913. The classification of the percoid fishes. The Annals and Magazine of Natural History, Series 8, 12(67): 111–145.

Rosen, D. E. 1973. Interrelationships of higher euteleostean fishes. In: Greenwood, P. H., R. S. Miles, and C. Patterson (eds.), Interrelationships of Fishes: 397–513. Academic Press, London.

Swainson, W. 1839. On the Natural History and Classification of Fishes, Amphibians, and Reptiles, or Monocardian Animals, Volume 2: 1–448, Spottiswoode and Co., London.

高橋正志．1976. 瑞浪層群産魚類耳石化石．瑞浪市化石博物館研究報告 3: 55–71.

高橋正志．2000. 魚類．In：化石研究会（編），化石の研究法―採集から最新の解析法まで―: 192–205, 東京.

Watanabe, M., and Y. Yanagisawa. 2005. Refined early to middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. Island Arc 14: 91–101.

Yanagisawa, Y., and F. Akiba. 1998. Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. Journal of the Geological Society of Japan 104: 395–414.

2017 年 11 月 25 日　原稿受理