

原著論文

神奈川県横須賀市佐島に分布する上部中新統・三崎層より 産出した硬骨魚類の耳石および咽頭歯化石

三井翔太

Shota Mitsui: Fish otoliths and pharyngeal teeth from the Upper Miocene Misaki Formation, Sajima, Yokosuka City, Kanagawa Prefecture, Japan

緒 言

相模湾をはじめとする南関東沿岸は、砂底や岩礁域、藻場等の環境を擁する浅海域から水深 2,000 m を超える深海域に至る広範な水深帯を有し、さらに暖流である黒潮と寒流である親潮が波及する事から、種多様性の豊かな魚類相が形成されている (Senou *et al.*, 2006; 河野 監修, 2011)。同海域、例えば相模湾では、近年になって黒潮による運搬作用や地球規模の温暖化に伴う海水温上昇によると推測される熱帯・亜熱帯性魚類の出現や定着が報告されるなど、その魚類相の変化が注目されてきた (山川ほか, 2020)。しかし、現在の魚類相が、地質学的な時間スケールの中で、どのような変遷を経て形成されたのかは明らかでない。現世の海産魚類相の形成過程を理解する上で、沿岸地域において産出する魚類化石は、化石魚類相の時空間的な変遷を物語る物的証拠となる点で注目に値する。そうした観点から、著者は関東沿岸地域における魚類、特に硬骨魚類化石の調査を継続している。

神奈川県三浦半島を中心に分布する三浦層群三崎層 (中部中新統–下部鮮新統; 鈴木・蟹江, 2012) は、軟体動物 (蟹江, 1967; Shikama, 1973) や板鰐類 (田中, 2001) など、多くの海産大型動物化石を産することで知られている。しかし、硬骨魚類化石については未だ知見が少なく、三浦市三崎町城ヶ島よりハリセンボン属 (種未同定) *Diodon* sp. の歯板化石の産出 1 例が知られるのみである (後藤・上野, 2002)。

今回、著者らによって横須賀市佐島に分布する三崎層より採集され、神奈川県立生命の星・地球博物館に保管されていた硬骨魚類の耳石および歯の化石を精査したところ、それぞれゴテンアナゴ属 *Ariosoma* およびソコダラ科 *Macrouridae* の耳石、ペラ科 *Labridae* の咽頭歯に同定された。これらは、相模湾沿岸地域における後期中新世の化石魚類相を復元する上での基礎資料となるため、ここに報告する。

材料と方法

佐島地域における新第三系は、東南東–西北西方向の向斜構造を示し、下位より葉山層群、三浦層群三崎層下部、同層上部 (油壺部層)、初声層の順に重なる (蟹江, 1967; 森・小川, 2019)。森・小川 (2019) は、本地域の三崎層に下位より Ok (FT 年代 6.3 ± 0.4 Ma; Kasuya, 1987), Bs, So (K-Ar 年代 6.0 ± 1.0 Ma (蟹江ほか, 1991), FT 年代 5.1 ± 0.5 Ma (Yoshida *et al.*, 1984)) の各凝灰岩鍵層の挟在を認め、また Bs 鍵層より下位を三崎層下部層、上位を三崎層上部層 (油壺部層) とした。

今回得られた硬骨魚類化石の産出地点は、神奈川県横須賀市佐島に位置する、東蔵寺前の駐車場に面した切割の露頭である (図 1)。本地域の地質図および柱状図 (森・小川, 2019: Figs. 1, 4) によれば、本露頭は三崎層下部層、Ok 凝灰岩鍵層の約 60 m 下位に位置しており、蟹江 (1967) の「谷戸」および Shikama (1973) の Loc. 17、平田ほか (2012) の g2 地点「東蔵寺下の谷戸」と同一地点である (平田ほか, 2012 (図 26) には「f1 地点 = Loc. 17」と表記されているが、本文と図のキャプションに照らし合わせるとこれは「g2 地点 = Loc. 17」の誤表記であると思われる)。

本露頭は高さ約 4 m で、下部の砂礫岩と上部のシルト岩からなる。下部の砂礫岩層は層厚約 0.8 m で、直径 2–3 cm 程の円礫 (蟹江, 1967 によれば蛇紋岩や葉山層群に由来する) を多く含み、上位のシルト岩層に漸移している。下部の砂礫岩層には、大型有孔虫やフジツボ類、貝類、サンゴ類の化石が密集して含まれていた。上位の泥岩では、大型有孔虫および貝類化石が散在的に含まれていた。いずれの層準においても貝類化石は離弁状態で、その多くは破片化・摩耗して保存状態が悪く、異地性の産状を示していた。先行研究において、本露頭からは *Natica* sp., *Lima* cf. *oomorii*, *Glycymeris* sp. などの貝類や、単体サンゴ類 *Flabellum* sp., 腕足類 *Telebratulina* sp., コケムシ類、フジツボ類 *Balanus* sp. (蟹江, 1967; Shikama,

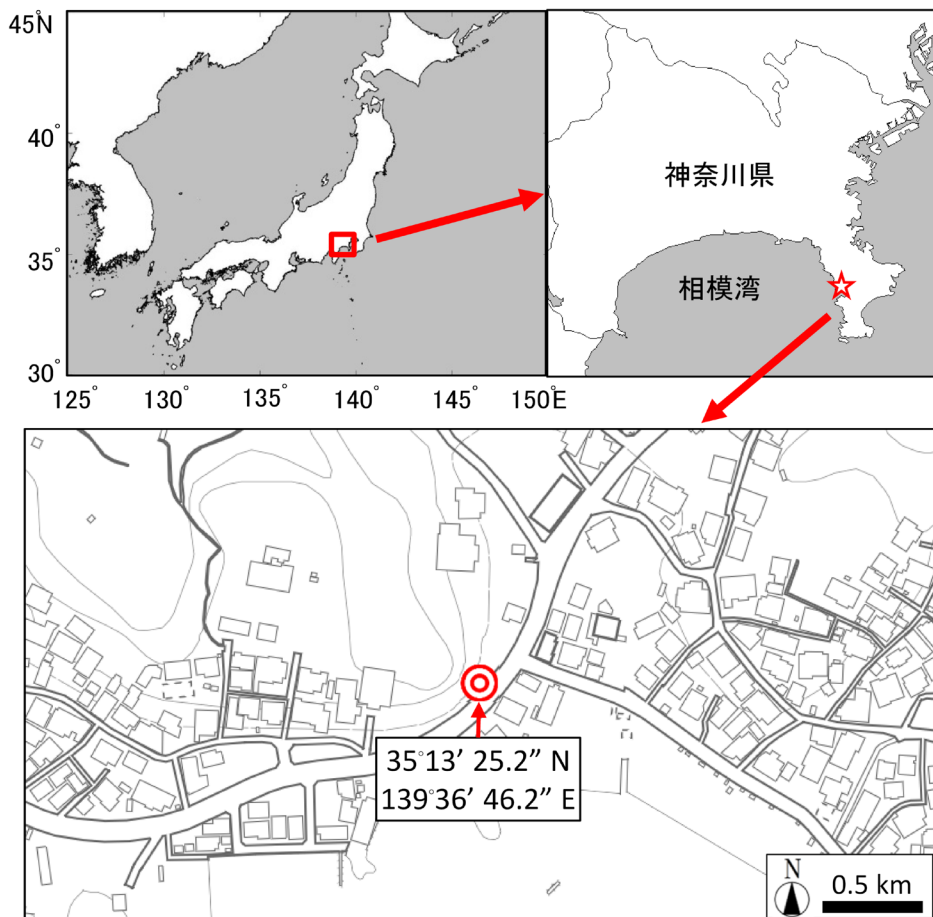


図 1. 産出地点。下図は地理院地図 Vector (<https://maps.gsi.go.jp/vector/#16.461/35.223568/139.611697/&ls=vblank&disp=1>, accessed on 2020-December-4) を元に作成。

1973), *Carcharocles megalodon* の顎歯 (平田ほか, 2012) の産出が報告されている。今回得られた魚類化石は、いずれも露頭の風化面より採集された。

耳石の計測部位および各部名称は Lin & Chang (2012), Schwarzhans (2019), Mitsui *et al.* (2020) および大江ほか (2020) に従った。ベラ科咽頭歯の計測部位および各部名称は三井 (2011) に準じた。なお、周縁部が欠損している場合、計測値の末尾に “+” と表記した。魚類の標準和名、学名および分類体系は中坊編 (2013) に従った。本研究に用いた標本は神奈川県立生命の星・地球博物館の古脊椎動物標本資料 (KPM-NNV) として登録・保管されている。

計測値の略表記は次のとおりである。耳石長 (Otolith length): OL, 耳石高 (Otolith height): OH, Colliculum length: CL, 開口部長 (Ostial length): OsL, 尾部長 (Caudal length): CaL。

結 果

アナゴ科

Congridae Kaup, 1856

ゴテンアナゴ属

Ariosoma Swainson, 1838

ゴテンアナゴ属 (種未同定) *Ariosoma* sp.

記載標本: n=2。KPM-NNV 117: 右側扁平石, 3.44 mm OL, 3.96 mm OH, 2.77 mm CL, OL: OH = 0.87, OL: CL = 1.24, 2009 年 11 月 15 日, 三井翔太 採集; KPM-NNV 623: 右側扁平石, 4.17 + mm OL, 3.56 mm OH, 3.17 + mm CL, 2012 年 10 月 8 日, 三井翔太 採集, 砂礫岩層の上端付近 (図 2-A1, A2)。

記載: 全形は概ね円形。内側面はやや膨隆し、外側面は僅かに窪む。上部嘴状突起と開口切刻部はない。周縁部に突起はなく円滑。前部から腹部周縁にかけては緩い曲線を描くが、後腹部周縁は直線的。後部および背部周縁は強い凸カーブを描く (middorsal expansion; Schwarzhans, 2019)。前・後背部周縁は凹む。耳石溝は概ね水平で、開口様式は para-ostial 型。耳石溝の全形は緩い S 字カーブを描く靴底型を呈し, ostial channel を有する。Collum はない。堤 (Cristae) は耳石溝全周に発達し、畝状 (ridge-like) に隆起する。Dorsal area と ventral area は窪まない。

備考: 丸みを帯びた全形、背部および後部周縁が強い凸曲線を描く、耳石溝は概ね水平で para-ostial 型の開口様式を示し、全形が緩い S 字カーブを描く靴底型を呈し、

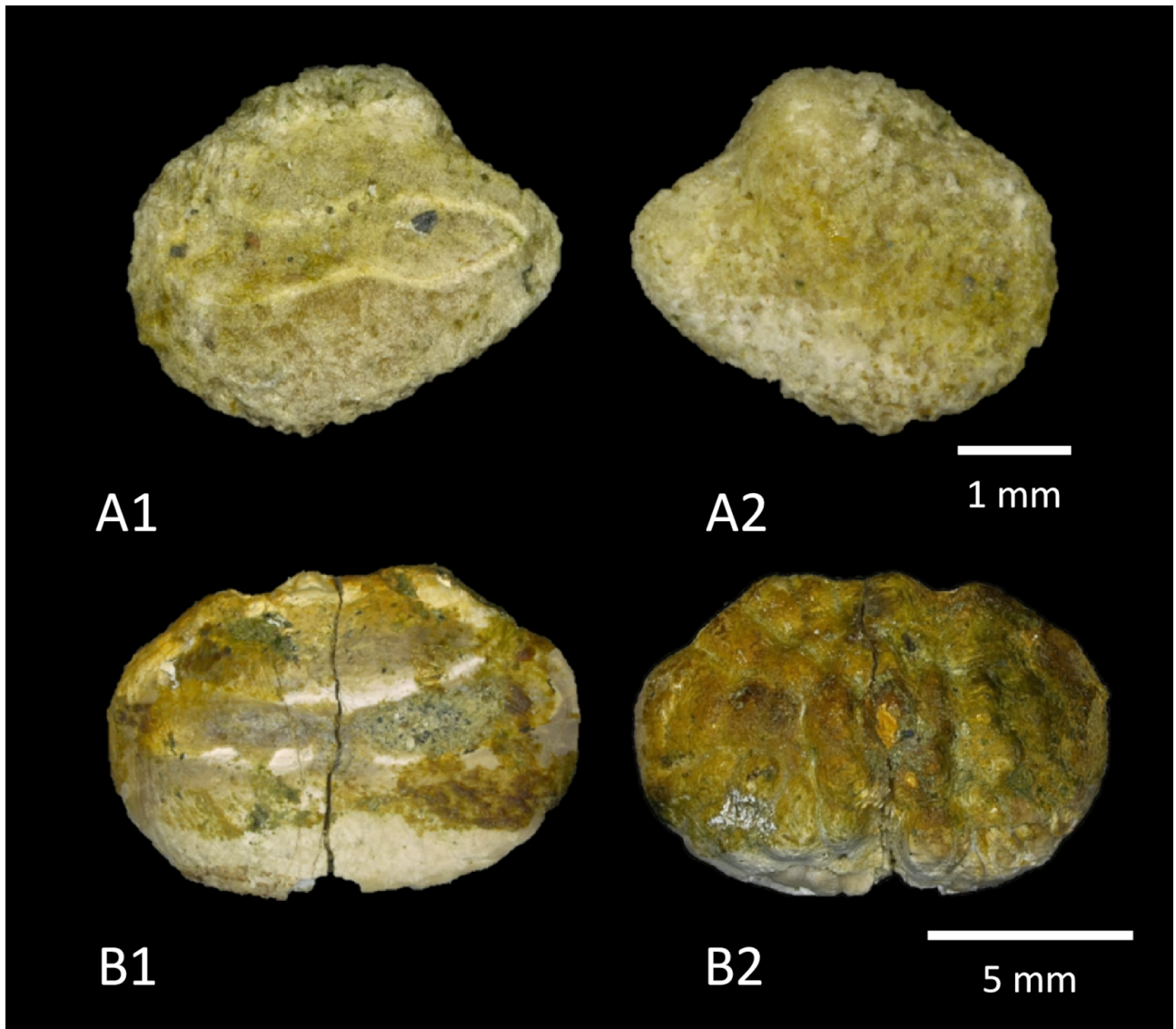


図 2. 三崎層から産出した耳石化石。A1, A2: ゴテンアナゴ属(種未同定) *Ariosoma* sp. (KPM-NNV 117); B1, B2: ソコダラ科(属・種未同定) *Macrouridae* indet. gen. & sp. (KPM-NNV 617)。A1, B1: 内側面; A2, B2: 外側面。

ostial channel を有する, collum を欠く, OL:CL が 1.2–1.5 の範囲内であるという特徴から, アナゴ科ゴテンアナゴ属に同定される (Schwarzhan, 2019)。日本近海に分布する本属の現生種としてゴテンアナゴ *A. meeki*, ハナアナゴ *A. anago*, シロアナゴ *A. shiroanago*, およびオオシロアナゴ *A. majus* の 4 種が知られる (波戸岡, 2013)。三崎層より産出した耳石の種レベルの同定を行うには, これら現生種および国内外より産出する同時代の耳石化石との詳細な形態学的比較が必要である。

ソコダラ科 *Macrouridae* Gilbert & Hubbs, 1916

ソコダラ科(属・種未同定) *Macrouridae*, indet. gen. & sp.

記載標本: $n=1$ 。KPM-NNV 617, 左側扁平石, 11.71 mm OL, 8.29 mm OH, 5.23 mm OsL, 4.53 + mm CaL, OL: OH = 1.41, 2015 年 2 月 28 日, 坂本大輔 採集, 砂礫

岩層上部 (図 2-B1, B2)。

記載: 全形は楕円形。内側面は僅かに膨隆する。外側面は膨隆し、正中線に沿って多数の umbo, 周縁に向かって放射状に分葉状の隆起 (lobulation) が発達する。上部嘴状突起および開口切刻部はない。前部周縁は円滑で凸曲線を描く。腹部周縁は円滑で緩い凸曲線を描く (中央部が欠損)。背部周縁は緩い凸曲線を描き, 中央部に粗い凹凸がある。後部周縁は凸曲線を描くが, 摩耗を受けている。耳石溝の開口様式は pseudo-ostio-caudal 型で, 全体的に細長く, 開口部が僅かに背側に反る。開口部と尾部の境に collum がある。crista superior および crista inferior はよく発達するが, 摩耗を受けている。dorsal area は僅かに窪む。ventral area は窪まない。

備考: 全形が楕円形である, 外側面に分葉状の隆起が発達する, 耳石溝が pseudo-ostio-caudal 型で開口部が僅かに背側に反り, collum が発達するなどの特徴から, ソコダラ科魚類の耳石に比較される (Ohe, 1985; Lin & Chang, 2012)。しかし, 本標本はやや摩耗を受けており, 耳石溝

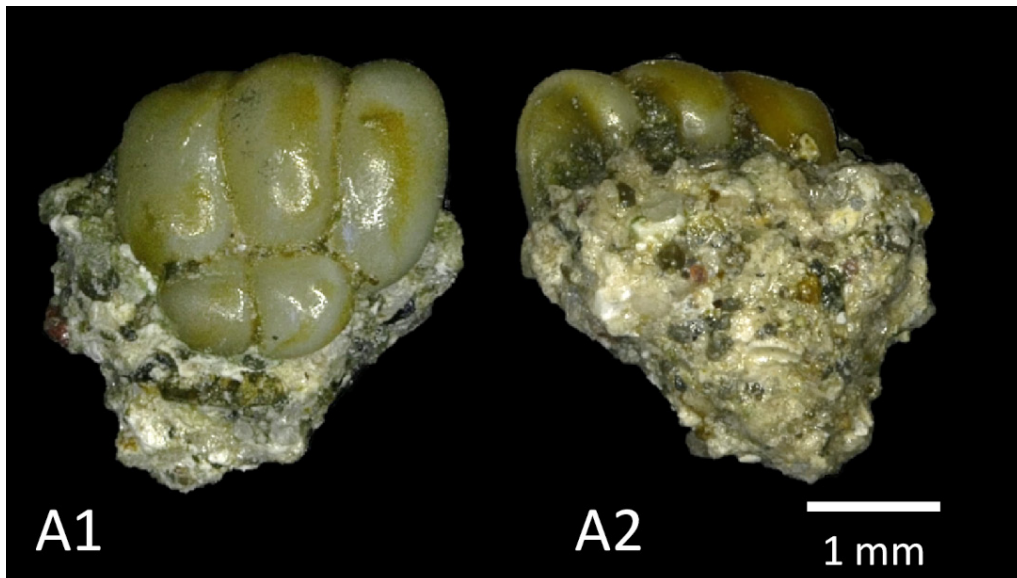


図3. 三崎層から産出したベラ科(属・種未同定) Labridae indet. の咽頭歯化石 (KPM-NNV 120). A1: 咬合面観; B2: 底面 (歯根側) 観.

や周縁部の形態が不明瞭なことから属・種の同定は困難である。なお、本標本の他にも、著しく損傷しているが外側面や耳石溝の形態からソコダラ科に同定される耳石が2点得られている(「参考標本」の項を参照)。

ベラ科 Labridae Cuvier, 1816

ベラ科 (属・種未同定) Labridae, indet. gen. & sp.

記載標本: n=1. KPM-NNV 120, 咽頭歯 (上・下のいずれかは不明), 咬合面における最大幅 2.49 mm, 2009年9月21日, 三井翔太 採集, 砂礫岩層 (図3-A1, A2)。

記載: 長球形の歯3個と、概ね球形の歯2個が互いに密接し、板状の歯塊を形成する。咬合面は円滑。長球形の歯の底面 (歯根側) 中央には楕円形の窪みがある。歯根はなく、歯の表面全体がエナメル質で覆われる。

備考: 楕円形または四角形の咬合面を持つ半球形の歯が互いに密接して板状に並び、少なくとも長球形の歯の底面に楕円形の窪みが確認できることから、ベラ科魚類の咽頭歯に比較される (Yamaoka, 1978; 三井, 2011; 村上ほか, 2018)。本科魚類の上・下咽頭歯はそれぞれ方形, T字型の歯塊をなすが (村上ほか, 2018), 本標本は不完全なため部位を特定することはできなかった。

各々の歯が互いに密接するという特徴は、日本産の種ではたとえばイラ *Choerodon azurio* やクサビベラ *C. anchorago* の咽頭歯に似る (それに対して、たとえばノドグロベラ *Macropharhngodon meleagris* やブチススキベラ *Anampses caeruleopunctatus* の下咽頭歯では歯が密接しておらず、やや疎らに生じる; Yamaoka, 1978; 三井, 2011; 村上ほか, 2018)。しかし、本標本は不完全であることに加えて、日本産ベラ科魚類の咽頭歯については形態学

的な記載や種間比較がまだまだ不十分なことから (三井, 2011), 科までの同定に留めた。

考 察

本研究において、佐島地域の三崎層下部層よりゴテンアナゴ属 (種未同定), ソコダラ科 (属・種未同定) およびベラ科 (属・種未同定) の産出が確認された。ゴテンアナゴ属およびソコダラ科魚類の現生種は、それぞれ主に浅海域から大陸棚、大陸棚から陸棚斜面にかけて分布する (波戸岡, 2013; 中坊・甲斐, 2013)。しかし、今回得られた化石標本は単離した耳石であり、多少なりとも摩耗を受けていること、さらには共産した貝類化石が異地性の産状を示したことから、これらの耳石も例えば堆積物流などにより運搬された可能性が高いと考えられる。平田ほか (2012) は、本露頭を含む田越川不整合の成因について (1) 葉山 - 嶺岡隆起帯が巨大な島となっており、その周囲に基底礫層が堆積し、やがて沈降したという説 (葉山 - 嶺岡隆起帯バリアー説) と、(2) 当時の海溝付近にあった深海の急崖に上部斜面から礫が供給されたという説 (海底ハイエイトス) の2つの仮説を紹介したが、本露頭の高環境については詳しく触れていない。今回のソコダラ科の産出を考慮すれば、少なくとも大陸棚かそれ以深の高環境であった可能性はあるが、魚食性動物による摂餌・移動・排出 (あるいは摂餌後に死亡し、浅海域へ漂着した場合) によって運搬された可能性 (三井ほか, 2014; Lin *et al.*, 2016, 2017) をも考慮すると、今回得られた耳石化石からの高環境推定は困難である。本露頭の高環境推定については、今後さらなる古生物学的、地質学的な検証が望まれる。

三浦市松輪から城ヶ島にかけての三浦半島南部における三崎層は、佐島地域よりも下位の層準に位置し、Mk

凝灰岩鍵層（フィッション・トラック（FT）年代 9.76–9.6 Ma; Yoshida *et al.*, 1984）が挟在するほか、放散虫化石に基づき RN5 帯の上限から RN7 帯下部（12.02–約 8.8 Ma; 中期中新世後期–後期中新世中期）に対比されている（鈴木・蟹江, 2012）。後藤・上野（2002）により報告されたハリセンボン属の歯板化石は三浦市毘沙門から得られており、その産出層準は浮遊性有孔虫年代 N14 帯（中期中新世）に相当するとされている（後藤・上野, 2002）。今回、佐島で得られた耳石および咽頭歯化石は上記のハリセンボン属化石よりも年代が新しいため、本層の上部中新統においても硬骨魚類化石を産する事を示している。

佐島地域の三崎層からは、これまでにオオワニザメ科（属・種未同定）、アオザメ *Isurus oxyrinchus*, *Carcharocles megalodon*, メジロザメ属（種未同定）*Carcharhinus* sp. の顎歯化石が産出している（田中, 2001; 平田ほか, 2012）。田中（2001）は、三浦層群三崎層および逗子層の化石板鰐類相にみられる特徴として、化石種と現生種の共産、そして大磯丘陵の大磯層および房総半島の千畑層（いずれも上部中新統）の化石板鰐類相との類似性を挙げた。硬骨魚類についても、逗子層からは今回の標本に類似するペラ科魚類の咽頭歯化石が産出しており（三井, 2011; 平田ほか, 2012）、中新世後期の三浦半島地域における古生物地理を考える上で注目に値する（ただし、三崎層、逗子層から産出したペラ科魚類が互いに同種であるかは不明である）。それとは対照的に、ゴテンアナゴ属やソコダラ科の産出は、他の三浦層群からは知られていない。したがって、これらは後期中新世の相模湾沿岸地域における化石魚類相の種多様性を理解する上での新たな知見となる。今後、三浦・房総両半島および大磯丘陵に分布する上部中新統での調査を行うことにより、後期中新世の南関東沿岸地域における化石魚類相の復元、さらには関東沿岸域における魚類相の成立過程の解明に貢献できると期待される。

参考標本：ソコダラ科（属・種未同定）*Macrouridae*, indet. gen. & sp., n=2. KPM-NNV 618：扁平石（左右判別不能）, 9.16+ mm OL, 7.25+ mm OH, 2015.02.28, 三井翔太 採集；KPM-NNV 619：右扁平石, 6.70+ mm OL, 4.81+ mm OH, 採集年月日・採集者名は同上。いずれの標本も、シルト岩層の下部より得られた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、現地調査にご同行いただくと共に、ソコダラ科耳石化石（KPM-NNV 617）をご提供いただいた坂本大輔氏（茨城県土浦市）、本稿の執筆に際して有益な助言を頂いた平田大二館長（神奈川県立生命の星・地球博物館）ならびに記載標本の登録に便宜を図っていただいた樽 創学芸員（同前）に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 後藤仁敏・上野輝彌, 2002. 三浦層群三崎層（中期中新世）から産出したハリセンボン属（条鰭魚類・フグ目）の歯板化石. 化石研究会会誌, **35**(1): 10–14.
- 波戸岡清峰, 2013. アナゴ科. 中坊徹次編, 日本産魚類検索：全種の同定, 第三版, pp. 279–287, 1802–1806. 東海大学出版会, 秦野.
- 平田大二・蟹江康光・柴田健一郎・浅見茂雄・倉持卓司・倉持敦子・小泉明裕・松島義章, 2012. 神奈川県南東部三浦半島にみられる田越川不整合の再検証. 神奈川県立博物館調査研究報告（自然科学）, (14): 103–116.
- 蟹江康光, 1967. 三浦半島横須賀市佐島の地質. 横須賀市博物館研究報告（自然科学）, (13): 38–44.
- 蟹江康光・岡田尚武・笹原由紀・田中浩紀, 1991. 三浦・房総半島新第三紀三浦層群の石灰質ナノ化石年代および対比. 地質学雑誌, **97**(2): 135–155.
- Kasuya, M., 1987. Comparative study of Miocene fission-track chronology and magneto-biochronology. *The Science Reports of the Tohoku University, Second Series, Geology*, **58**(1): 93–106.
- 河野 博 監修, 2011. 東京湾の魚類. 374 pp. 平凡社, 東京.
- Lin, C. H. & C. W. Chang, 2012. Otolith atlas of Taiwan fishes. 415 pp. National Museum of Marine Biology and Aquarium, Taiwan.
- Lin, C.-H., A. Girone & D. Nolf, 2016. Fish otolith assemblages from recent NE Atlantic sea bottoms: a comparative study of palaeoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **446**: 98–107.
- Lin, C.-H., M. Taviani, L. Angeletti, A. Girone & D. Nolf, 2017. Fish otoliths in superficial sediments of the Mediterranean Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **471**: 134–143.
- 三井翔太, 2011. 三浦層群逗子層から産出した硬骨魚類歯化石. 神奈川自然誌資料, (32): 9–15.
- 三井翔太・大泉 宏・樽 創, 2014. 相模湾に漂着したカマイルカおよびオガワコマッコウの胃内容物. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (43): 7–21.
- Mitsui, S., C. A. Strüssmann, M. Yokota, M. & Y. Yamamoto, 2020. Comparative otolith morphology and species identification of clupeids from Japan. *Ichthyological Research*, **67**(4): 502–513.
- 森 慎一・小川勇二郎, 2019. 三浦半島佐島に出現した三浦層群三崎層上部層（油壺部層）の大露頭における火山砕屑岩層序とデュプレックス群. 地質学雑誌, **125**(10): 737–757.
- 村上雅哲・楠橋 直・安井謙介, 2018. ブダイ科魚類数種の咽頭歯の萌出様式. 豊橋市自然史博物館研究報告, (28): 27–36.
- 中坊徹次 編, 2013. 日本産魚類検索：全種の同定, 第三版, i–xliv+1–864, i–xxxii+865–1748 & i–xvi+1749–xl+2428 pp. 東海大学出版会, 秦野.
- 中坊徹次・甲斐喜晃, 2013. ソコダラ科. 中坊徹次編, 日本産魚類検索：全種の同定, 第三版, pp. 493–512, 1872–1876. 東海大学出版会, 秦野.
- Ohe, F., 1985. Marine fish-otoliths of Japan. Special Volume of Bulletin (Earth-Science). 188 pp. The Senior High School attached to the Aichi University of Education, Kariya.
- 大江文雄・安藤佑介・鶴飼宏明・廣瀬浩司・河野重範, 2020. 熊本県天草市五和町に分布する更新統小串層の耳石群集. 御所浦白亜紀資料館報, (21): 1–20.
- Schwarzshans, W. W., 2019. A comparative morphological study of recent otoliths of the Congridae, Muraenesocidae, Nettastomatidae and Colocongridae (Anguilliformes). *Memorie della Società italiana di scienze naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano*, **46**: 327–354.
- Senou, H., K. Matsuura & G. Shinohara, 2006. Checklist of fishes

- in the Sagami Sea with zoogeographical comments on shallow water fishes occurring along the coastlines under the influence of the Kuroshio Current. *Memoirs of the National Science Museum*, (41): 389–542.
- Shikama, T., 1973. Molluscan assemblages of the basal part of the Zushi Formation in the Miura Peninsula. *Science Reports of the Tohoku University, Second Series (Geology)*, Special Volume, **6**: 179–204, pls. 16–17.
- 鈴木 進・蟹江康光, 2012. 神奈川県南東部に分布する中新統三浦層群三崎層の放散虫化石年代. 神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学), (14): 117–126.
- 田中 猛, 2001. 三浦半島の三浦層群より産出した板鰓類化石. 神奈川自然誌資料, (22): 73–80.
- 山川宇宙・三井翔太・小田泰一朗・森田 優・碧木健人・丸山智朗・田中翔大・斉藤浩成・津田吉晃・瀬能 宏, 2020. 相模湾およびその周辺地域で記録された分布が北上傾向にある魚類 7 種. 神奈川自然誌資料, (41): 71–81.
- Yamaoka, K., 1978. Pharyngeal jaw structure in labrid fish. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, **24**: 409–426.
- Yoshida, S., H. Shibuya, M. Torii & M. Sasajima, 1984. Post-Miocene clockwise rotation of the Miura Peninsula and its adjacent area. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, **36**: 579–584.
-
- 三井翔太：東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究科
(受領 2020 年 8 月 28 日；受理 2021 年 1 月 5 日)