

# キンメダイの胃内容物として得られた魚類の耳石の同定

三井 翔太

## 1. はじめに

キンメダイ *Beryx splendens* は条鰭綱キンメダイ目キンメダイ科キンメダイ属に属する魚類で、太平洋・大西洋・インド洋の熱帯から温帯域の海山および大陸棚斜面に広く分布し、日本沿岸では北海道釧路以南の太平洋側と新潟県以南の日本海から記録されている（林, 2013）。本種は、水深200 m以深の深海域における漁業や遊漁の主要な対象種である（亘ら, 2017）。さらに、本種は深海底・中深層の生態系において捕食者の地位にあり、胃内容物分析によって小型の魚類や頭足類、甲殻類を摂餌することが明らかとなっている（井口, 1973；佐々木, 1973；柳本, 2004；堀井, 2007；亘ら, 2017）。

一般的に、魚類の胃内容物分析では、消化の進行により餌となった生物の体が著しく損傷し、低次分類群までの同定が困難な場合が少なくない。すなわち、胃内容物分析における同定の精度は、餌生物の消化の程度によって制限され、食性の考察に用いるデータの量や質に影響する。このような場合、耳石をはじめとする生体鉱物や硬組織の外部形態による同定が有効となる。

条鰭類の左右の内耳には、扁平石・礫石・星状石とよばれる3種の耳石が1個ずつ含まれている。大部分の条鰭類では、炭酸カルシウムのアラゴナイト結晶と糖タンパク質から構成される扁平石が最も大きく発達している（ただし、例外的にコイ目やナマズ目、カラシン目、アロワナ目などでは、礫石と星状石が大きく発達する）（Lin & Chang, 2012）。特に、扁平石は種や属、科といった低次分類階級において特異的な外部形態を有することから、分類群の同定に有用とされている（大泉ら, 2001；綿貫, 2010）。

日本および周辺海域に分布する条鰭類の耳石の外部形態については、Ohe (1985)、飯塚・片山 (2008)、Lin & Chang (2012) が網羅的な図示・記載を行っている。そのほか、例えば日本産ニシン目ニシン科魚類については Mitsui *et al.* (2020) が12種の耳石の形態記載をしている。さらに、アナゴ科・ハモ科・クスアナゴ科・フサアナゴ科

(Schwarzahns, 2019a)、ハダカイワシ科（大泉ら, 2001；Schwarzahns, 2013；Schwarzahns & Aguilera, 2013）、タラ科（Frost, 1981）、チゴダラ科（Schwarzahns, 2019b）、ヒメスミクイウオ属（Schwarzahns & Prokofiev, 2017）、ニベ科（Schwarzahns, 1993）、ワニギス亜目（Schwarzahns, 2019c）、カレイ目（Schwarzahns, 1999）などの分類群を網羅した文献において、日本産の種の耳石の形態学的記載が行われている。

これら条鰭類の耳石は比較的消化され難いため、消化管内の被食・消化された魚体から単離した耳石が得られることがある。魚体から単離した耳石に基づく餌生物の同定が行われた例としては、鯨類（三井ら, 2014など）、マグロ類（Lin *et al.*, 2020）、サメ類（Stevens, 1973）、頭足類（近藤, 2009）の胃内容物分析、吐き戻し法による海鳥類の食性解析（Copello *et al.*, 2008など）、鰭脚類の糞分析（後藤・和田, 2009）が挙げられる。さらに、検出された耳石のサイズに基づき、餌となった魚類の体長や重量の推定が試みられている（大泉ら, 2001など）。

一方、深海性の条鰭類の胃内容物分析において、単離した耳石による同定が行われた報告はごくわずかである。Fujiwara *et al.* (2021) では、ヨコヅナイワシの胃内容物として得られた魚類の耳石の種同定が試みられているが、耳石の損傷が著しかったため、目や科といった高次分類群の同定に至っていない。キンメダイの胃内容物分析を行った先行研究（井口, 1973；佐々木, 1973；柳本, 2004；堀井, 2007；亘ら, 2017）においては、単離した耳石を種同定に用いたとの記載はない。しかし、上述のように様々な動物群の胃内容物分析において耳石に基づく種同定が行われていることを考慮すれば、本種の胃内容物分析においても、耳石の同定が有用である可能性は高いと考えられる。

そこで本研究では、キンメダイの胃内容物として得られた耳石の同定を行い、本種、ひいては魚類の食性解析における耳石の有用性について考察した。

## 2. 調査方法

### 2.1 供試魚の収集と計測

本研究に用いたキンメダイは、神奈川県横須賀市佐島の鮮魚店および静岡県賀茂郡東伊豆町稲取に位置する稲取漁協直売所にて購入した。両者より得た個体は、それぞれ佐島漁港（神奈川県横須賀市佐島）または三崎漁港（同県三浦市三崎町）、稲取漁港（静岡県賀茂郡東伊豆町稲取）で水揚げされた。なお、鮮魚店の職員からの聞き取りによると、佐島または三崎漁港で水揚げされた個体は、いずれも高知県沖で漁獲されたものである。本研究では、計5個体を分析に供したが、胃内容物として耳石が得られたのはそのうちの3個体であった（表1）。

キンメダイは、林（2013）に基づき種同定を行い、標準体長（以下、体長と表記）および体重（g）を計測した後、開腹して胃（食道～幽門にかけての範囲）を摘出した。この際、

生殖腺の目視観察により、雌雄判別を行った。摘出した胃は、ホルマリンによる耳石の溶脱を防ぐため、70%エタノール水溶液で固定した。

### 2.2 胃内容物の摘出と耳石の同定

胃を切開して、胃内容物を採取した。胃内容物を0.5mmおよび0.125mm目合の篩で水洗した。篩に残った残渣より、双眼実体顕微鏡下で耳石を拾い出した。拾い出した耳石は、70%エタノール水溶液中で不純物を取り除いた後に乾燥標本とした。

### 2.3 耳石の計測方法および形態用語

魚類の分類体系は中坊（2013）、標準和名と学名は本村（2021）に準拠した。耳石の形態用語と計測方法はSchwarzhan（2013）およびMitsui *et al.*（2020）に従った。耳石の各部位名称および計測部位を図1に示す。

各個体の胃から得られた耳石について、以下に形態学的な記載と、その同定の根拠について述べる。

表1 供試魚の漁獲データ、計測値、性別および胃内容物

個体番号	産地	漁法	漁獲年月日	体長(mm)	体重(g)	性別	胃内容物耳石	その他の胃内容物
K-001	高知県沖	底延縄	2021年7月(日付不詳)	282.7	894	♂	ヒシハダカ 2(L1,R1) オトメハダカ 2(L1,R1)	条鰭綱(骨・肉片)、オキアミ類
K-002	高知県沖	底延縄	2021年7月(日付不詳)	278.1	641	♂	マイワシ 1(L1)	条鰭綱(骨・肉片)、オキアミ類
K-003	伊豆半島東岸沖	底建縄	2021年8月1日	316.1	962	♀	ハダカイワシ科 2(L1,R1)	条鰭綱(骨・鱗・肉片)、オキアミ類、 等脚目、イカ短冊(釣り餌)
K-004	伊豆半島東岸沖	底建縄	2021年8月1日	316.4	974	♀	なし	消化物
K-005	高知県沖	底延縄	2021年8月5日	276.5	602	♂	なし	消化物

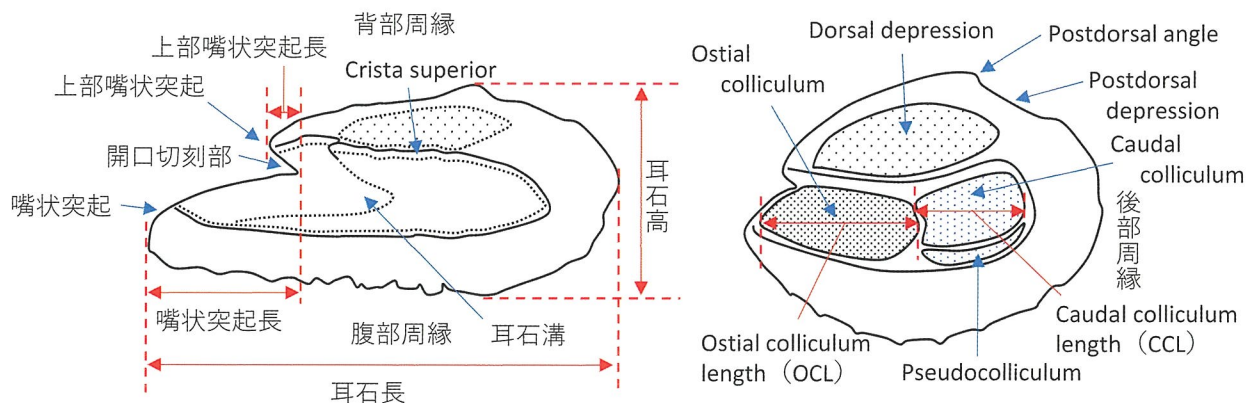


図1 耳石の各部位名称および計測部位

左図はマイワシ、右図はハダカイワシ科魚類の模式的な右扁平石の形態を示す  
 青矢印：各部位名称；赤矢印および破線：計測部位

### 3. 結果

ニシン目 Clupeiformes

ニシン科 Clupeidae

マイワシ *Sardinops melanostictus*

供試魚：K-002

標本：左扁平石 1 (図 2)

計測値：耳石長 2.67mm、耳石高 1.10mm

形態学的記載：全体的に細長い矢じり型で、耳石長：耳石高は 2.43。上部嘴状突起は短く、嘴状突起の長さに対する比率は 0.23 で、開口切刻部の切れ込みが浅い。背部周縁は概ね円滑で、中部に 1 個の突出部がある。腹部周縁の輪郭は概ね直線的で、弱い凹凸がある。後部周縁は強い凸曲線を描く。耳石溝は直線的な漏斗型を呈し、背側の縁には crista superior (畝状の隆起) が発達する。

備考：矢じり型の全形や、直線的な漏斗型の耳石溝などの特徴は、ニシン科魚類の扁平石によく一致する (Ohe, 1985; Lin & Chang, 2012; Mitsui *et al.*, 2020)。

本標本は、全体的に細長く耳石長：耳石高が 2.0 以上である、上部嘴状突起が短く、その長さの比率は嘴状突起に対して 0.23 (0.3 未満)、背部周縁の中部に 1 個の突出部がある、後部周縁は強い凸曲線を描く、crista superior が発達するという特徴から、マイワシに同定された (Mitsui *et al.*, 2020)。なお、同著では腹部周縁の輪郭は直線的で鋸歯が並ぶとされているが、本標本では消化により摩滅したものと推測される。

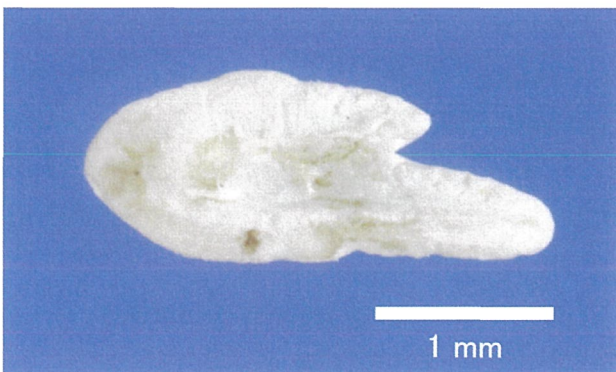


図 2 マイワシ耳石 (左扁平石)

ハダカイワシ目 Myctophiformes

ハダカイワシ科 Myctophidae

オトメハダカ *Diaphus mollis*

供試魚：K-001

標本：右扁平石 1、左扁平石 1 (図 3-A、B)

計測値：耳石長 3.36mm (右)、3.18mm (左)、耳石高 2.84mm (右)、2.66mm (左)

形態学的記載：全体的に円形に近いゴマ粒型で、耳石長：耳石高は 1.19 (右)、1.18 (左)。上部嘴状突起は短く、その先端は嘴状突起の先端に達しない (いずれにおいても、消化による先端部の摩滅が認められる)。背部周縁は円滑。Postdorsal angle は明瞭。Postdorsal depression は明瞭に湾入する。腹部周縁は凸曲線を描くが、摩耗している。後部周縁は緩い凸曲線を描く。耳石溝はごくわずかに背部へ湾曲し、長楕円形の ostial colliculum、楕円形の caudal colliculum と、その下縁に沿う pseudocolliculum がある。Ostial colliculum length (以下、OCL) : caudal colliculum length (以下、CCL) は 1.51 (右)、1.49 (左)。

備考：耳石溝に pseudocolliculum があることから、ハダカイワシ科魚類の扁平石の特徴によく一致する (Schwarzahns, 2013; Schwarzahns & Aguilera, 2013)。

本標本は、いずれも円形に近いゴマ粒型の全形、耳石長：耳石高が 1.2 に近似する、OCL : CCL の値が 1.5-1.6 の範囲である、開口切刻部の切れ込みが浅い、postdorsal depression が明瞭に湾入するという特徴から、オトメハダカに同定された (Schwarzahns, 2013)。なお、本種の扁平石は腹部周縁に小棘列を備えるが (Schwarzahns, 2013)、本標本では消化により摩滅していると考えられる。

これらの標本は左右一対で、ほぼ同大であることから、同一個体に由来する可能性が高い。

ヒシハダカ *Myctophum selenops*

供試魚：K-001

標本：右扁平石 1、左扁平石 1 (図 3-C、D)

計測値：耳石長 3.03mm (右)、3.18mm (左)、耳石高 2.92mm (右)、2.66mm (左)

形態学的記載：全体的に寸詰まりな五角形で、耳石長：

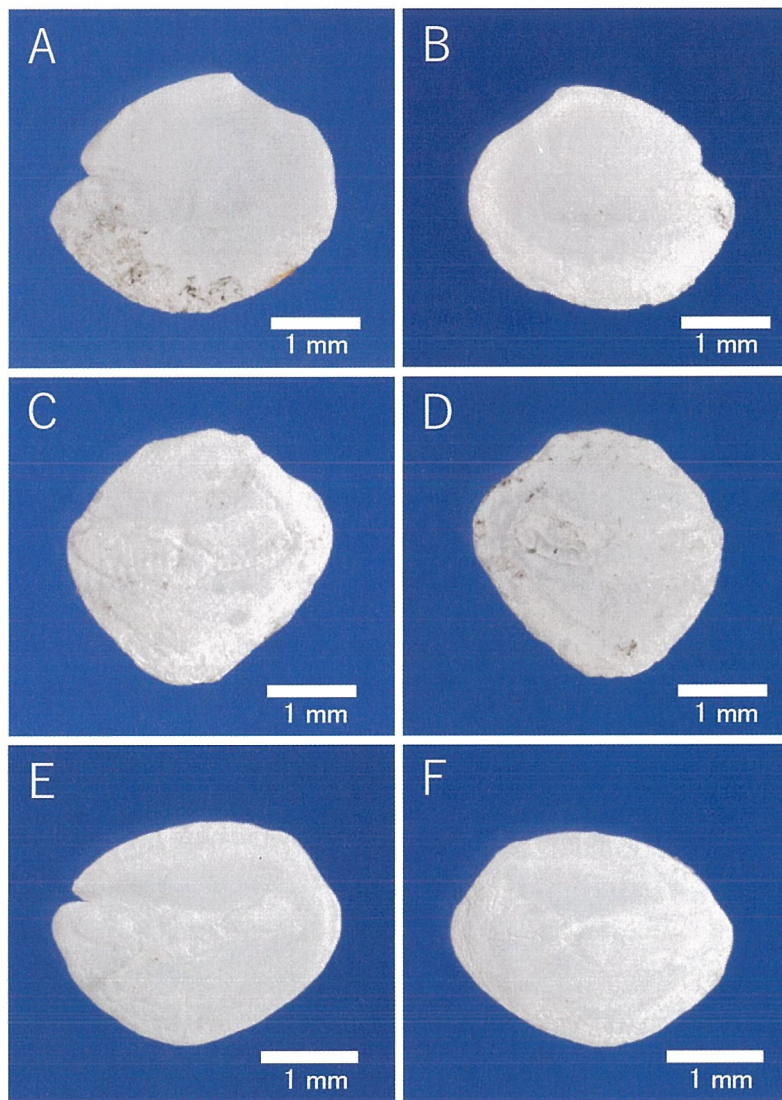


図3 ハダカイワシ科耳石

A、B：オトメハダカ；C、D：ヒシハダカ；E、F：ハダカイワシ科（属種未同定）  
A、C、E：右扁平石；B、D、F：左扁平石

耳石高は 1.04 (右)、1.20 (左)。上部嘴状突起は伸長しないが、消化による摩滅が認められる。背部周縁は概ね直線的で、弱い凹凸がある。Postdorsal angle は明瞭。Postdorsal depression は僅かに湾入する。腹部および後部周縁は強い凸曲線を描く。耳石溝は後半部が明瞭に背側へ湾曲し、長楕円形の ostial colliculum、楕円形の caudal colliculum と、その下縁に沿う pseudocolliculum がある。OCL : CCL は 1.46 (右)、1.33 (左)。

備考：Pseudocolliculum があることから、ハダカイワシ科魚類の扁平石の特徴によく一致する (Schwarzahns,

2013; Schwarzahns & Aguilera, 2013)。

本標本は、いずれも全形が寸詰まりな五角形、耳石溝の後半部が明瞭に背側へ湾曲する、postdorsal angle が明瞭などの特徴から、ヒシハダカに同定された (Schwarzahns & Aguilera, 2013)。なお、同著の図に示された標本では明瞭な上部嘴状突起が存在するが、今回得られた標本では消化により摩滅したものと考えられる。

これらの標本も、左右一対かつほぼ同大であることから、同一個体に由来する可能性が高い。

#### ハダカイワシ科 (属種未同定)

Myctophidae gen. & sp. indet.

標本：右扁平石 1、左扁平石 1 (図 3-E、F)

計測値：耳石長 3.12mm (右)、2.99mm (左)、耳石高 2.29mm (右)、2.45mm (左)

形態学的記載：全体的に偏菱形を呈する。耳石長：耳石高は 1.27 (右)、1.31 (左)。上部嘴状突起は明瞭で、その先端は嘴状突起の先端に達しない (右扁平石の嘴状突起、左扁平石の両突起では、消化による先端部の摩滅が認められる)。背部周縁は緩い凸曲線を描く。Postdorsal angle は明瞭 (ただし、消化による摩滅が認められる)。Postdorsal depression はほぼ湾入せず、直線的。腹部周縁は凸曲線を描き、その頂点は耳石のほぼ中央ないし中央より前方に位置する。後部周縁は強い凸曲線を描く。耳石溝は caudal colliculum の部分で背側へ湾曲し、長楕円形の ostial colliculum、楕円形の caudal colliculum と、その下縁に沿う pseudocolliculum がある。Ostial colliculum は caudal colliculum よりも顕著に長く、OCL:CCL は 2.13 (右)、2.15 (左)。

備考：Pseudocolliculum があることから、ハダカイワシ科魚類に同定される (Schwarzahns, 2013; Schwarzahns & Aguilera, 2013)。

全体的に偏菱形を呈する、OCL:CCL が 2.0 以上、postdorsal angle が明瞭、postdorsal depression がほぼ直線的といった特徴は、アラハダカ *Dasyscopelus asper* の扁平石に類似する (大泉ら, 2001; Schwarzahns & Aguilera, 2013)。しかし、アラハダカの扁平石では上部嘴状突起と嘴状突起の先端が等位であるという点で異なる。消化による摩滅のために上部嘴状突起の方が短くなってしまった可能性も考えられるが、ここでは科までの同定に留めておく。

これらの標本も左右一対かつほぼ同大であることから、同一個体に由来する可能性が高い。

#### 4. 考察

本研究において対象としたキンメダイ 3 個体のうち、K-001 および K-003 の胃からハダカイワシ科魚類の耳石が得られた。

これら供試魚の胃からは、魚類の骨や鱗は得られているものの、本科魚類の種同定において重要な形質である発光器を保持した魚体は認められなかった。しかし、いずれの供試魚からも左右一対の耳石が得られたことから、K-001 はオトメハダカ、ヒシハダカを各 1 個体ずつ、K-003 は属種不明のハダカイワシ科魚類を 1 個体摂餌していたと考えられる。このように、魚体の原形を留めない場合でも、耳石が得られることによって餌生物の種同定や個体数推定が可能となるという点は、食性解析において耳石を用いる利点であるといえよう。大泉ら (2001) は、日本近海産ハダカイワシ科魚類のうち 17 種について耳石長と体長、18 種について耳石長と体重の回帰式を示している。しかし、本研究で得られたオトメハダカ、ヒシハダカの 2 種について、これらの回帰式は示されていない。今後、これら 2 種をはじめとする様々な小型魚類について、耳石長に基づく体サイズの回帰式データが蓄積されることで、キンメダイのような魚食性魚類が餌として利用する魚類の体サイズ (標準体長、全長、重量) の推定が可能となり、より詳細な摂餌生態の解明に繋がると期待される。

伊豆諸島周辺海域において、キンメダイはハダカイワシ科魚類を主に摂餌しており、八丈島周辺ではクロシオハダカやゴコウハダカなどの黒潮系種、神津島周辺では大陸縁辺種とされるヒロハダカを捕食していたことが知られる (堀井, 2007; 亘ら, 2017)。本研究において、キンメダイの胃内容物としてハダカイワシ科魚類の耳石が得られたことは、伊豆半島東岸沖や高知県沖の海域においても、キンメダイがハダカイワシ科魚類を餌生物として利用していることを示している。今後、分析個体数を増やすことによって、成長や季節変化に伴うキンメダイの餌生物の変化の有無、伊豆半島東岸沖・高知県沖の両海域における餌生物利用の違いなどを明らかにできると考えられる。

そのほか、耳石を用いた胃内容物の同定は、キンメダイと同所的に生息する魚類との餌生物 (魚類) をめぐり競争の有無の解明に寄与できると考えられる。天皇海山海域においては、遠洋トロール漁業で同所的に漁獲されるカガミダイやクサカツボダイ、オオメマトウダイとの間に餌利用の競争はないと考えられている (柳本, 2004)。今後、伊豆半島東岸沖や高知県沖においてキンメダイと同時に漁獲されるクロシビカマスやムツなどの魚食性魚類の胃内容物も調査し、餌利

用の競合の有無を明らかにすることで、当該深海域における食物網構造の一端の解明に繋がると期待される。

最後に、上述したキンメダイの胃内容物分析における耳石の有用性のほかに、本研究の食性解析に耳石を利用したことにより著者が見出した2点のトピックスについて述べる。

1点目は、高知県沖で漁獲されたキンメダイからのヒシハダカの耳石の出現である。ヒシハダカは、琉球列島・小笠原諸島以南の熱帯・亜熱帯海域に分布するとされており、高知県沖におけるヒシハダカの出現記録はこれまでのところ見当たらない(中坊・甲斐, 2013; 本村, 2021)。このことから、1) 高知県沖におけるヒシハダカの出現あるいは生息、2) 熱帯・亜熱帯海域から高知県沖へのキンメダイ成魚の移動という2つの仮説が考えられる。高知県沖におけるハダカイワシ科魚類の分布調査、キンメダイの成魚における回遊ルートや移動距離についての知見が蓄積されることで、高知県沖で漁獲されたキンメダイからヒシハダカの耳石が得られた原因が明確になると考えられる。

2点目は、釣り餌、すなわち食性解析から除外すべき胃内容物の検出である。K-002の胃からは、マイワシの耳石が得られた。マイワシは沿岸の浅い水域を遊泳する浮魚類であり(青沼・柳下, 2013)、中層性の魚類や頭足類、甲殻類を摂餌するキンメダイが自然条件下で捕食したとは考え難い。著者がK-002を購入した鮮魚店にて聞き取りを行ったところ、本個体を漁獲した漁船では、サバやイカの切り身のほか、マイワシやカタクチイワシなどを1個体丸ごと餌として用いることがあるという。このことから、K-002から得られたマイワシの耳石は、釣り餌に由来すると考えられる。K-002の胃には、原形を留めた魚体は残留しておらず、解離した骨や鱗、耳石のみが確認された。胃内容物分析において、消化の進行により原形を留めない魚類の体の部位は「硬骨魚類」など高次分類群までの同定に留めて食性解析に供されることがしばしばある。しかし、今回のように、耳石を用いた種同定によって漁獲に使用された釣り餌を検出できることは、食性解析の精度向上に繋がると考えられる。

## 参考文献

- 青沼佳方・柳下直己. 2013. ニシン科. In: 中坊徹次 (編), 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会, 297-301, 1811-1812.
- Copello, S., Quintana, F., & Pérez, F. 2008. Diet of the southern giant petrel in Patagonia: fishery-related items and natural prey. *Endangered Species Research*, 6(1): 15-23.
- Frost, K.J., 1981. Descriptive key to the otoliths of gadid fishes of the Bering, Chukchi and Beaufort Seas. *Arctic*, 34: 55-59.
- Fujiwara, Y., Kawato, M., Poulsen, J.Y., Ida, H., Chikaraishi, Y., Ohkouchi, N., Oguri, K., Gotoh, S., Ozawa, G., Tanaka, S., Miya, M., Sado, T., Kimoto, K., Toyofuku, T., and Tsuchida, S. 2021. Discovery of a colossal slickhead (Alepocephaliformes: Alepocephalidae): an active-swimming top predator in the deep waters of Suruga Bay, Japan. *Scientific Report* 11, 2490. doi:10.1038/s41598-020-80203-6.
- 後藤陽子・和田昭彦. 2009. 「試験研究は今 No.646 「糞分析からみた宗谷岬弁天島に上陸するトドの食性」」 <http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000094qi.html>, 2021年10月5日確認
- 林 公義. 2013. キンメダイ科. In: 中坊徹次 (編), 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会, 577-578, 1897.
- 堀井善弘. 2007. キンメダイの食性を明らかにして資源管理方策に役立てる. 平成18年度東京都島しょ農林水産総合センター主要成果集, 9-10.
- 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. 水産総合研究センター研究報告, 25, 1-222.
- 井口健一. 1973. 北部中央太平洋におけるトロール漁業企業化調査概要-II. 水産海洋研究会報, 23: 47-56.
- 近藤 忍. 2009. 沖縄海域で採集されたイカ類の消化管から出現したハダカイワシ科魚類の耳石の種同定. 沖縄県水産海洋研究センター事業報告書, 70: 112-115.
- Lin, C.-H. and Chang, C.-W. 2012. Otolith atlas of Taiwan fishes. *National Museum of Marine Biology and Aquarium*, 415 pp.
- Lin, C.-H., Lin, J.-S., Chen, K.-S., Chen, M.-H., Chen, C.-Y. and Chang, C.-W. 2020. Feeding habits of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Western Indian Ocean reveal a size-related shift in its fine-scale piscivorous diet. *Frontiers in Marine Science*, 7:948. doi: 10.3389/fmars.2020.582571.
- 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., Strüssmann, C. A., Yokota, M. and Yamamoto, Y. 2020. Comparative otolith morphology and species identification of clupeids from Japan. *Ichthyological Research*, 67(4): 502-513.
- 本村浩之. 2021. 「日本産魚類全種目録. これまでに記録された日本産魚類全種の現在の標準和名と学名. Online ver. 11」 <https://www.museum.kagoshima-u.ac.jp/staff/motomura/jaf.html>, 2021年10月5日確認
- 中坊徹次. 2013. 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会, xl+2428 pp.



- 中坊徹次・甲斐嘉晃. 2013. ハダカイワシ科. In: 中坊徹次 (編). 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会, 446-473, 1859-1864.
- Ohe, F. 1985. Marine fish-otoliths of Japan. The senior high school attached to the Aichi University of Education, 188 pp.
- 大泉 宏・渡邊 光・杵 雅利. 2001. 西部北太平洋に生息するハダカイワシ類の耳石による種同定. 海洋と生物, 23(6): 626-637.
- 佐々木 喬. 1973. 開洋丸による中部太平洋海山調査(2)生物関係. 水産海洋研究会報, 23: 62-70.
- Schwarzahns, W. W. 1993. A comparative morphological treatise of recent and fossil otoliths of the family Sciaenidae (Perciformes). Piscium Catalogus Part Otolithi Piscium Volume 1. Verlag F. Pfeil, 245 pp.
- Schwarzahns, W. W. 1999. A comparative morphological treatise of recent and fossil otoliths of the order Pleuronectiformes. Piscium Catalogus Part Otolithi Piscium Volume 2. Verlag F. Pfeil, 392 pp.
- Schwarzahns, W. W. 2013. A comparative morphological study of the recent otoliths of the genera *Diaphus*, *Idiolychnus* and *Lobianchia* (Myctophidae). Palaeo Ichthyologica, 13: 41-82.
- Schwarzahns, W. W. 2019a. A comparative morphological study of recent otoliths of of the Congridae, Muraenesocidae, Nettastomatidae and Colocongridae (Anguilliformes). Memorie della Società italiana di scienz naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano, 46: 327-354.
- Schwarzahns, W. W. 2019b A comparative morphological study of recent otoliths of the Moridae (Gadiformes). Memorie della Società italiana di scienz naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano, 46: 355-370.
- Schwarzahns, W. W. 2019c A comparative morphological study of recent otoliths of the so-called Trachinoidei. Memorie della Società italiana di scienz naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano, 46: 371-388.
- Schwarzahns, W. W. and Aguilera, O. 2013. Otoliths of the Myctophidae from the Neogene of tropical America. Palaeo Ichthyologica, 13: 83-150.
- Schwarzahns W. W. and Prokofiev, A. M. 2017. Reappraisal of *Synagrops*, Günther, 1887 with rehabilitation and revision of *Parascombrops* Alcock, 1889 including description of seven new species and two new genera (Perciformes: Acropomatidae). Zootaxa, 4260: 1-74.
- Stevens, J. 1973. Stomach contents of the blue shark (*Prionace glauca* L.) off south-west England. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 53(2): 357-361.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次. 2017. キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, 44: 1-46.
- 綿貫 豊. 2010. 海鳥の行動と生態 その海洋生活への適応. 生物研究社, 24-27.
- 柳本 卓. 2004. 天皇海山における底魚漁業とキンメダイ *Beryx splendens* の生物学的特性. 黒潮の資源海洋研究, (5): 99-109.

