

日本産硬骨魚類の耳石の外部形態に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-10-02 キーワード (Ja): キーワード (En): Otolith; Morphology; Variation; Identification 作成者: 飯塚, 景記, 片山, 知史 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010865

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



正誤表

水産総合研究センター研究報告 第25号 1-222.

「日本産硬骨魚類の耳石の外部形態に関する研究(飯塚景記・片山知史)」

訂正箇所を以下に示します。謹んでお詫び申し上げます。

項	対象	誤	正
P. 39	Fig. 2-8 Y軸	Relative otolith size	Length:height ratio
P. 48	Fig. 2-10 Y軸	Relative otolith size	Length:height ratio
P. 59	Fig. 2-14 Caption	L otolith length:height ratio	otolith size index
P. 63	Fig. 2-16 Caption	Length:height ratio (otolith length/height)	otolith size index
P. 67	右側 29行目	Table 2-7	Tables 2-7, 2-8, 2-9
P. 69	Fig. 2-18 Caption	length:height ratio	size index
P. 89	Fig. 2-20 Y軸	Relative otolith size	Length:height ratio
P.101	右側 28行目	(Becman et al., 1989),	(Becman et al., 1989,
P. 120	Fig. 2-25 Y軸	Relative otolith length	Length:height ratio
P. 120	Fig. 2-26 Y軸	Relative otolith length	Relative otolith size
P. 128	Fig. 2-27 Y軸	Relative otolith length	Length:height ratio
P. 129	Fig. 2-28 Y軸	Relative otolith length	Relative otolith size
P. 130	左側 15行目	2-13, 2-14	2-14, 2-15
P. 149	Fig. 2-30 Y軸	Relative otolith length	Length:height ratio
P. 150	Fig. 2-31 Y軸	Relative otolith length	Relative otolith size
P. 156	Fig. 2-32 Y軸	Relative otolith length	Length:height ratio
P. 156	Fig. 2-33 Y軸	Relative otolith length	Relative otolith size
P. 157	左側 21行目	Table 2-17	Table 2-16, 2-17
P. 157	左側 22行目	Figs. 2-36	Figs. 2-34, 2-35, 2-36
P. 174	Fig. 2-37 Y軸	Relative otolith length	Length:height ratio
P. 174	Fig. 2-38 Y軸	Relative otolith length	Relative otolith size
P. 177	Fig. 2-39 Y軸	Relative otolith length	Length:height ratio
P. 178	Fig. 2-40 Y軸	Relative otolith length	Relative otolith size

日本産硬骨魚類の耳石の外部形態に関する研究

飯塚景記^{*1}・片山知史^{*2}

Otolith morphology of teleost fishes of Japan

Keiki IIZUKA and Satoshi KATAYAMA

Abstract : In order to examine the diversity and generality of otolith morphology, we observed and measured saggital otoliths of 550 species from 162 families of Japanese fishes. In chapter 1, we reviewed the research history on otolith morphology and presented the terminology used in this paper. In chapters 2 through 8, morphological characteristics such as external form, side form, sulcus form, annual structure in the otolith surface and its section, and metrical characteristics (otolith length, width, and area index, length:height ratio, and relative size) were described for each species. We examined otolith characters that could be used to identify fish species and taxa based on these characteristics. In the last chapter, the diversity and generality of external otolith form and size and their evolutionary, systematic, ecological and functional morphologies were discussed.

For the external shape, the ellipsoidal otolith is a general morph. Elongate types, with a otolith length:height ratio over 3.0, occurred in 16 species of *Coryphaenoides pectoralis*, *Anoplopoma fimbria*, *Scorpaenopsis cirrosa*, *Scopelosaurus hoedti*, Synodontidae fishes, Platycephalidae fishes, *Sphyræna japonica*, *Lepidocybium flavobrunneum*, *Ruvettus pretiosus*, and tuna species. A rectangular type was found only in 3 species (Scomber fishes and *Katsuwonus pelamis*) and a tall elliptical type was found in 8 species, suggesting that these types can be used as diagnostic characters. Indeterminate otoliths, shaped like a sailboat, were a unique shape occurring in *Zeidae* and *Tetraodontidae* species.

Approximately 75 % of all species have outside warped otoliths. Inside warped (back-warped) otoliths occurred in some fish species, i.e. *Monocentris japonica*, *Slangichthys microdon*, *Pleuronichthys* sp., and *Cynoglossus robustus*.

Sulci in the otoliths of over 75 % of species were formed from the excisura major to the core or the posterior otolith margin. Rounded sulci were found in some Pleuronectiformes and Gobiidae species as well as several species such as *Ilyophis brunneus*, *Pisodonophis zohistius*, *Acromycter nezumi*, *Paraliparis* sp., and *Malthopsis annlifera*.

Putting these otolith characteristics together, over 40 % of species have warped ellipsoidal otoliths with a sulcus formed from the excisura major to around the posterior margin, which was recognized as a typical pattern. Oppositely excluded otolith morphs were available for diagnostic characteristics. In this study, only 70 species (about 12 % in all fishes) could be identified based on the combination of external otolith characters. But many genera or families have otoliths with distinguishable traits, and our descriptions would therefore be useful for identifying fish taxa by observing the otolith morphology.

The evolutionary phylogenetic nature of otolith morphology was unclear through the

2008年6月6日受理 (Received on June 6, 2008)

*1元東北水産研究所八戸支所 〒031-0841 青森県八戸市鮫町下盲久保25-259

(Hachinohe Branch, Tohoku National Fisheries Research Institute, 25-259 Shimomekurakubo, Same-machi, Hachinohe, Aomori 031-0841, Japan)

*2中央水産研究所浅海増殖部 〒238-0316 神奈川県横須賀市長井6-31-1

(Coastal Fisheries and Aquaculture Division, National Research Institute of Fisheries Science, 6-31-1 Nagai, Yokosuka, Kanagawa 238-0316, Japan)

description in this study, because almost all types of external shapes, side forms, and sulci occurred across taxa. If we focus on the relationship with life style (habitat), demersal fish species have both orbicular and elongate otoliths, and we conclude that life style does not determine the otolith external shape. But over 80 % species with well-developed sulci in otoliths belonged to the Clupeidae, Salmoniformes, Gadiformes, Hexagrammidae, Acropomatidae, Serranidae, Apogonidae, Carangidae, Haemulidae, Sparidae, Gempylidae, Scombridae, and Tetraodontiformes, all of which are characterized as migratory pelagic species or schooling rocky fishes. On the other hand, over 60 % of species with poorly developed sulci belonged to the Anguilliformes, Platycephalidae, Scorpaenidae, Cottidae, Liparidae, Zoarcidae, Stichaeidae, Gobiidae, and Pleuronectiformes, which are characterized as settled demersal species. Beside them, the otolith sulci in the genus *Sebastes* were shorter in the shallower habitats. The functional morphology of the otolith sulci seems to be important in understanding the relationship between otolith morphology and life style.

In general, larger body length correlated with smaller relative otolith size within and between-species. Fishes with a relative otolith size (otolith length \times 1000/total body length) under five were spindle-shaped fishes, eel-like fishes, Istiophoridae species, and Tetraodontiformes species. Conversely, fishes with large-sized otoliths have allometrically large heads. Therefore, relative otolith size was determined by the relative head size and/or the body shape of the taxon, rather than life style, habitat, migratory habit, or evolutionary phylogeny. Otolith length:height ratios could be also understood in relation to the head shape, as with the otolith size.

Key words ; Otolith, Morphology, Variation, Identification

目次

はじめに

第1章 耳石の形態特徴の類型化と大きさの基準

1. 耳石の形態研究の経緯
2. 耳石形態の一般的特徴
3. 耳石の部位の名称および形態の類型化
4. 耳石の測定部位および相対サイズ
5. まとめと考察
6. 別表：耳石外形の類型化と記号

第2章 各目魚類の耳石形態の特徴

1. チョウザメ目 (Acipenseriformes)
2. ソトイワシ目 (Albuliformes)
3. ソコギス目 (Notacanthiformes)
4. ウナギ目 (Anguilliformes)
5. ニシン目 (Clupeiformes)
6. ネズミギス目 (Gonorynchiformes)
7. コイ目 (Cypriniformes)
8. ナマズ目 (Siluriformes)
9. ニギス目 (Argentiniformes)
10. サケ目 (Salmoniformes)

11. ワニトカゲギス目 (Stomiiformes)
12. ヒメ目 (Aulopiformes)
13. ハダカイワシ目 (Myctophiformes)
14. アカマンボウ目 (Lampridiformes)
15. タラ目 (Gadiformes)
16. アシロ目 (Ophidiiformes)
17. アンコウ目 (Lophiiformes)
18. カンムリキンメダイ目 (Stephanoberyciformes)
19. キンメダイ目 (Beryciformes)
20. マトウダイ目 (Zeiformes)
21. トゲウオ目 (Gasterosteiformes)
22. ボラ目 (Mugiliformes)
23. トウゴロウイワシ目 (Atheriniformes)
24. カダヤシ目 (Cyprinodontiformes)
25. ダツ目 (Beloniformes)
26. カサゴ目 (Scorpaeniformes)・カサゴ亜目 (Scorpaenoidei)
27. カサゴ目 (Scorpaeniformes)・カジカ亜目 (Cottoidei), セミホウボウ亜目 (Dactylopteridae)
28. スズキ目 (Perciformes)・スズキ亜目 (Percoidei)
29. スズキ目 (Perciformes)・スズキ亜目以外の亜目

目

30. カレイ目 (Pleuronectiformes)

31. フグ目 (Tetraodontiformes)

第3章 総合考察

1. 耳石形状の分類群毎の特徴
2. 平面形の類型組成と特徴的な魚種
3. 側面形の類型組成と特徴的な魚種
4. 溝の形状の類型組成と特徴的な魚種
5. 耳石形状のコード (平面形 - 側面形 - 溝の形状) の組み合わせ
6. 耳石形状の形成要因

おわりに

謝辞

文献

はじめに

最近、硬骨魚類の耳石は対象魚種の生活に係る様々な情報を包含している貴重な硬組織として、水産研究者や生理生態研究者から改めて注目されている。魚類の耳石は、機能的には他の動物と同様に、聴覚と平衡感覚に関与している三半規管の一部の硬組織であり、見た目は単なる小粒な平板状の石灰質の塊であるが、形は円形、楕円形、三角形、四角形不定形等多様である。このような耳石は内耳の小囊、壺囊と通囊の3囊の内壁からの分泌物によって形成される3個の炭酸カルシウム主体の結晶であるが、内耳は頭蓋骨の耳核内に左右一対あるので、魚類一尾の耳石数は合計6個となる。一般に、最も大きい耳石が小囊にある扁平石 (saccular otolith = sagitta)、次に大きいのが壺囊にある星状石 (lagenar otolith = asteriscus)、最も小さいのが通囊にある礫石 (utricle otolith = lapillus) であり、通常、単に耳石 (otolith) と言われるものは扁平石である。

従来、耳石は表面もしくは断面に現れる輪紋の読み取りや性状から対象魚の年齢推定と系群識別に多く使用され、有用魚類の生態解明と資源解析に貢献してきた。特に、年齢研究については、古くは第二次世界大戦前の北欧海域でのタラ、カレイ、ニシン等の重要魚種に始まり、現在まで世界中の多くの魚種の年齢・成長が明らかになっている。このような耳石解析による研究は、戦後1960~70年代になって、耳石の生成、成長に関する生理的研究や微細構造、日齢に関する研究が新たに始まり、更に微量成分分析による生活履歴に関する研究等が加わり、現在では魚類の生活史解明に係る最も重要な研究になっている (国内の耳石研究史と関連文献については飯塚 (2002, 2004) を参照)。

耳石形態に関する研究は、魚類年齢研究と共に早くから行われており、研究報告も比較的多い。それらの内容は、一魚種の耳石外形から複数魚種の耳石の外形、溝、核等の特徴を解析した研究まで様々である。形態研究の目的は主として種の判別と系群識別にあり、種の判別では大型魚類、海生哺乳類、頭足類等の魚食性動物の胃内容物に残存する耳石や新生代の地層に埋没する耳石化石から種の同定がなされている。種の判別要因としては耳石の外形や溝と核の検討が中心で、とくに耳石化石の研究では、溝の形状の解析が重点的に行われている。しかし、耳石サイズを含めて耳石形態を体系的に整理した報告はこれまでないと思われる。筆者らは、耳石の形と大きさを分類群内、分類群間で比較を行い、さらに縦偏形、側編形等の魚体型や定着性、回遊性等の生活型との関連を検討することにより、多様な耳石形態の法則性を見いだすことを目的として、日本産硬骨魚類29目、162科、550種の耳石を収集し、表面各部の観察と耳石の長さ高さの計測を行った。本論文では耳石形態の形状を類型化した上で、観察結果、計測結果を基に、魚種毎の耳石形態を分類群毎に整理し記載するものである。

第1章では、まず耳石形態研究が国内外でどのような研究経緯で進められてきたかを簡潔に述べ、次に、耳石の外部形態について、全体の形および各部位の形状を類型化し、さらに耳石の大きさの基準を決めた。第2章では、対象目毎に各魚種の分類、生息状況および標本魚の採集とこれまでの形態、年齢研究の経緯を述べ、さらに種別の耳石外形の写真 (凹面) とスケッチ (凹凸面) を提示し、目、科および種別に耳石形態の特徴を詳述した。第3章では2章で得られた耳石形態の特徴を総括し、諸属性等との関連を検討した。なお、標本魚の分類体系と学名、標準和名は中坊 (2000) に従った。

第1章 耳石の形態特徴の類型化と大きさの基準

1. 耳石の形態研究の経緯

従来、耳石の形態研究では、種の特徴、判別と系群識別を主目的に、耳石の外形、溝の特徴や耳石輪相の解析が行われてきた。研究の始まりは20世紀の初めで、北欧海域の主要魚種を対象に年齢研究と共に行われた。まず、耳石表面の各部の名称が大西洋ニシンで付けられ、さらに各科魚類の耳石外形の特徴が明確にされている (Fryd, 1901)。国内では第二次世界大戦後になって、耳石形態に関する研究が行われるようになった。研究の内容をみると、国内外の研究は共に、単に一魚種の耳石外形に関する報告的な研究から、多数

魚種の耳石の外形、溝、核等と大きさの特徴を明確にしようとする分類形質に関する研究まで様々である。また、関連研究では、上記の耳石形態や輪紋等の耳石相から系群識別、水生哺乳動物等の消化器官に残存する魚類耳石の種の判別、異常耳石の性状、耳石化石の種の判別に関する研究等が行われている。

耳石の形態研究では単独種もしくは複数種を対象に行われた報告が多い。国外の魚類を網羅的に扱った研究としては、胃内容物耳石の種判別を目的とした Schmidt (1923), Frost (1924), Fitch and Brownell (1968), Hecht (1987) 等の報告、耳石化石の種判別を目的とした Campbell (1929), Frizzell and Dante (1965), Huddleston and Barker (1978), Malcolm *et al.*, (1995), Aguilera and Aguilera (2001), Campana (2004) 等の報告がある。特に南アフリカ周辺海域の 972 魚種を扱った Malcolm *et al.*, (1995) の報告では、耳石の大きさから魚体長や体重を推定するために用いるアロメトリー式も、個々の魚種について記載されている。日本産魚類では、Ohe (1985) が新生代の地層に現れる耳石化石の種の判別を目的に、日本産現存魚類 421 種の耳石について、耳石形態の用語、種別の耳石外形、側面形、溝の形状、核等の特徴や類型化、耳石各部の大きさ等に関する詳細な形態研究を行っている。

本論文では耳石形態の観察属性として、外形、側面形、前角、前上角、欠刻、溝、隆起と輪相について、それぞれの特徴を採集された魚種毎に記述した。主要な観察属性については類型化すると共に、測定属性として、大きさの基準では耳石長比、相対耳石サイズ等の相対的数値を用い、目魚類あるいは科魚類毎にとりまとめ、分類群の判別と特性を検討した。本論文の特徴は、耳石形態に関する多くの属性の解析と分類学上のとりまとめにより、種の判別にいたる分類群毎の特性を明らかにし、さらに形態規定の要因を解明しようとするものである。

2. 耳石形態の一般的特徴

硬骨魚類の三半規管の構造と耳石については、Campbell (1929), 岩井 (1963), 岩井ほか (1965), Popper (1979), 松原ほか (1979), Gaudie (1993) 等の報告があり、3 囊 (通囊, 小囊と壺囊) 内の礫石, 扁平石と星状石の図が示されている。本稿ではヒラマサ, マサバの 3 種について、3 囊内の 3 種の耳石を示した。耳石を包む 3 囊の大きさは魚種によって異なるが、3 種の耳石の位置関係は殆ど変わらない (Fig. 1-1)。

耳石は一般に小さくしかも脆いので、採取する際

に破損したり、見失ったりするが多い。耳石を破損せず素早く採取するには、頭部における耳石の存在位置、頭骨と脳、魚体の大きさ等を考慮に入れた、1) 頭部を切断し、頭部の頭頂骨を削り取り、現れた脳を除去しその下の耳石を上部から採取する (最も確実な方法で、どの魚種にも有効)、2) 頭部の眼の後部をやや斜めに切断し、残った頭部の側面から耳石を抜き取る (敏速に採取できる方法で、サバ属魚類等で有効)、3) 頭頂骨を浅く横に切り、切目を前後に折り曲げ、割れ目から耳石を採取する (魚体があまり大きくなく、耳石が比較的大きい魚種が対象になり、とくにメバル属魚類では頭頂骨隆起上で有効)、4) 鰓を除去し、現れた前耳骨を削り取り、耳石を下面より採取する (比較的難度の高い方法であるが、頭部が破損しないので、魚体を標本として保存する場合に有効)、の 4 方法がある (Panfili, 2002)。耳石採取法については、タラ科, サバ科, サケ科, カレイ科魚類等に関する報告があるが、上述の 1), 2) と 4) 法とほぼ同様である (Fitch, 1951, Steven, 1952, McKern and Horton, 1970, Williams and Bedford, 1973, Schneidervin and Hubert, 1986, Scarnecchia 1987)。

耳石 (扁平石) 形態の特徴を把握するためには、一つには観察要因として耳石の形状 (表面, 断面と側面の外形輪郭等)、表面の各部位の特徴 (溝, 核, 隆起, 前角, 前上角, 欠刻, 輪相等) や断面の輪相の特徴を明確にすること、二つには測定要因として耳石の各部長の測定値から大きさ等の数的評価が必要である。これらの 2 つの要因がある程度量的に取り扱われ、比較検討されることによって、各魚種の判別が可能になると考えている。耳石の観察および測定は、一般的には左側の耳石が使用される。しかし、基本的には異体類とナマズ類の一部を除けば左右相同であるため (Wright *et al.*, 2002)、本稿では異体類 (ヒラメ科とカレイ科) とナマズ目以外は、左右の形状の差異については言及しなかった。

3. 耳石の部位の名称および形態の類型化 (6. 別表に類型およびコードの一覧表)

耳石の形と大きさは魚種によって異なり多様であるが、Fig. 1-2 は典型的な耳石 (扁平石) の模式図と部位を示したものである。耳石表面には、一般に部分的な形状として Rostrum, Antirostrum と Excisur, また、耳石の内外面には Area, Sulcus, Ostium, Cauda, Crista と呼ばれる部位がある (Fryd, 1901)。久保・吉原 (1967) はこれらの部位について解説し、主要な部位として前角 (Rostrum), 前上角 (Antirostrum), 欠刻 (Excisur), 溝 (Sulcus), 隆起 (Crist) と核

(Cauda) をあげている。Cauda は尾 (溝の後部) の意味であるので、おそらく耳石形態図の部位からみて、Core (Kernel) の間違いと考えられる。耳石表面の部位の名称については、いくつかの報告 (Frizzell and Dante, 1965, Messieh, 1972, Casteel, 1974, Gaemers, 1984, Ohe, 1985, Bori, 1986, Smith, 1992, Malcolm *et al.*, 1995, 大泉, 2001) があり、そのなかには、溝に関する更に詳細な記述があるが、本稿では Fryd (1901) と久保・吉原 (1967) に準拠し、魚種判別の指標となる可能性がある外形、前角、前上角と欠刻を含めた耳石の平面形を検討し、さらに側面形 (耳石上縁部を上方から観察)、凹面上の隆起、溝の形状、輪相等の検討を行った。ここで示した隆起は上記の溝 (sulcus) 縁辺の隆起 (cris) ではなく、耳石凹面上 (internal face) の「膨らみ (dorsal trough)」を指している。平面形では前上角と欠刻が認められない魚種もあるが、外形、側面形と溝の形状については判別要因として類型化を行った。

3-1. 平面形 (外形) の類型化

平面形では外形 (輪郭) から、まず基本形として円形、楕円形、線形、三角形、四角形と不定形の6形に区分できる。円形、楕円形と線形の耳石については、耳石長比 (耳石高に対する耳石長の比) が3以上の広線形型 (elongate type), 2~3の長楕円形型 (elliptical type) に分類できる。耳石長比が2以下については、便宜的ではあるが、1.2以下を円形型 (orbicular type), 1.2~2.0を楕円形型 (ellipsoidal type), また、約0.8~0.5 (耳石長より耳石高が大きい楕円形) を縦長楕円形型 (tall elliptical type) とした。三角形は三角形型 (deltoid type), 四角形は正方形型 (quadrate type) と長方形型 (rectangular type), 不定形は不定形型 (indeterminate type) とした合計9種類の区分が妥当と考えられる (Fig. 1-3)。例として、類型に対応する典型的な魚種を示すと、円形型ではクサウオ科のサケビクニン、アバチャン、カレイ科のヒレグロ、楕円形型ではカレイ科のマコガレイ、アナゴ科のマアナゴ、フサカサゴ科のキツネメバル、長楕円形型ではタラ科のコマイ、フサカサゴ科のイズカサゴ、スズキ科のスズキ、縦長楕円形型ではハダカイワシ科のミカドハダカ、ハゼ科のイトヒキハゼ、広線形型ではフデソ科のヒカリフデソ、クロタチカマス科のアブラソコムツ、三角形型ではネズブコ科のトビヌメリ、ネズミゴチ、ヨコエソ科のキュウリエソ、サバ科のキハダが代表的である。正方形型ではハゼ科魚類のアシシロハゼ、ミミズハゼ、ジュズカケハゼ、長方形型ではサバ科魚類のカツオ、マサバとゴマサバ、また、不

定形型では様々な形状があるが、飛鳥形のマトウダイ科のマトウダイ、アカマンボウ科のアカマンボウ、帆船形のフグ科魚類が特徴的である。各型の出現状況を見ると、採集した耳石標本中では楕円形型が最も多く、広線形型と長方形型が少ない。外形の検討は、多くの魚種で種の特徴や判別を目的にした多くの報告があるが、その類型化に関する研究は比較的少ない (松島, 1958, Kotthaus, 1961, Ohe, 1985, Nolf 1993, Malcolm *et al.*, 1995)。

3-2. 側面形の類型化

側面形は Fig. 1-4 のように、反り状型 (warped type), 棒状型 (stake type), 半広線形型 (Half broad linear type), 突出隆起型 (bump type), 逆反り状型 (back-warped type) と不定形型 (indeterminate type) 6 類型に分けられる。反り状型には、反りに強、弱 (大, 小) がみられ、反りが強いものは、耳石の上下縁が内側に曲入している。また、逆反り状型は反りが非常に小さい。各型の出現状況を見ると、反り状型が最も多く、逆反り状型と不定形型が少ない。側面形の検討はこれまで殆どされておらず、日本産魚類の多数種 (Ohe, 1985), ハダカイワシ科魚類 (Gago, 1993) とスズキ亜目魚類 (Nolf, 1993) の研究では、形状図が記載されているに過ぎない。Malcolm *et al.*, (1995) は側面形について、各耳石の厚さの度合を記載しているが、形状の類型化は行っていない。なお、平面形が不定形のため溝の確認が困難な魚種については不明 (Invisible : iv) とした。

3-3. 溝の形状の類型化

耳石平面の凸面に存在する溝 (sulcus) は耳石外形と同様に、魚種判別の重要要因とされている。とくに、耳石化石の研究で有効とされ、カリフォルニア地方での一連の耳石化石研究 (Fitch, 1964, 1966, 1967ab, 1968, Fitch and Barker, 1972, Fitch and Schultz, 1978, Huddleston and Barker, 1978) があり、主として溝の形状から多くの魚類の目、科と種が判別されている。現存種の溝については、サバ科魚類 (Fitch and Craig, 1964, 中村, 1994), サケ科魚類 (Casteel, 1974), 日本産魚類421種 (Ohe, 1985), 南極周辺海域の魚類120種 (Hecht, 1987), スズキ亜目魚類156種 (Nolf, 1993), 南アフリカ周辺海域の972種 (Malcolm *et al.*, 1995) に関する詳細な研究がある。これらの研究では溝の部分的な名称を明示し (ostium, cauda, colliculum, crista 等), 線状的、面積的な形状だけでなく、外部的には途切れや括れ、内部的には深さ、段、凹凸等の複雑な構造を検討している。しかし、本研究

では、内部構造については検討せず、線、棒状の形状と長さや広がりを中心とした特徴を解析したので、詳細な内部構造に関しては上記の知見を参考にされた。

耳石の溝は、一般的には耳石前縁部の欠刻付近から後方に伸びる直曲の線状あるいは棒状の凹みである。幅、深さと長さは魚種によって様々であり、溝の長さ、広がり、存在する位置から6類型に分けられる (Fig. 1-5)。長さや広がりでは、欠刻部から後縁あるいは下縁後部に達するもの (I型)、欠刻部から中央後部から後縁付近まで認められるもの (II型)、欠刻部から中央付近まで認められるもの (III型)がある。A型では、ほぼ真直ぐに、あるいは後端が僅かに下方に曲がり、後縁に達するもの (I₁型)、中央から後部で下方に、あるいは後端が下方に曲がり (または斜め下方に湾曲して)、後縁あるいは下縁後部に達するもの (I₂) の2 sub-type に分けられる。II型では、ほぼ真直ぐに、あるいは後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められるもの (II₁型)、中央から後部で下方に、あるいは溝の後端が下方に曲がり (または斜め下方に湾曲して)、後縁あるいは下縁の後部付近まで認められるもの (II₂型)、中央後部あるいは中央と後縁の中間付近まで認められるもの (II₃) の3 sub-type に分けられる。III型には中央に達しないものもあるので、溝の長さはI、II型に比べかなり短い。また、ニベ科や大部分のハゼ科とカレイ科のように、欠刻とは関係なしに耳石の前部から後部に、楕円形、長楕円形、広線形状や不定形状に認められる (IV型) や「オタマジャクシ」に似た特殊な形状を示すもの (V型) がある。その他としては、欠刻部から上、下縁に伸びるもの等 (VI型) がある。各型の出現状況を見ると、II型はII₁型を主体に著しく多く、VI型が非常に少ない。全体的にみて、ニシン目、カサゴ目とスズキ目目の溝は比較的幅広く深いので明確であるが、ウナギ目、アンコウ目、ハゼ科とカレイ目の溝は非常に浅いので不明確である。なお、形状不明とした44種のうち、溝が浅くて型の判別が困難な魚種が10種、平面形が不定形のため溝の確認が困難な魚種が26種あったため、これらは不明 (Invisible : iv) とした。また記載漏れの18種については No data (nd) とした。

3-4. 輪相 (輪紋) について

耳石にみられる輪相 (輪紋) は、年齢形質として多くの年齢査定研究に用いられてきた。輪紋が年齢形質として有効かどうかは、輪紋形成に関して季節性、同調性を確認する必要がある。輪紋を観察する方法としては、水、アルコール、キシレン、グリセリンなどに

浸漬して直接観察する方法、縦断面、横断面もしくは平面方向の切片を作成し観察する方法 (薄片法)、切片を染色する方法、加熱した上で断面を観察する方法、加熱した耳石断面を蛍光観察する方法 (Burnt otolith UV 観察法) などがある。本稿では、水中の耳石を直接観察した際の輪紋である輪紋構造の有無を記載した。また一部の種については、加熱した耳石断面を蛍光観察した結果を示した。

4. 耳石の測定部位および相対サイズ

耳石のサイズについてはこれまでの研究では、421種を対象に魚種毎に耳石長・耳石高・耳石長/耳石高 (耳石長比) の記載 (Ohe, 1985)、サケ科魚類を対象に核を中心にして上下左右4つの耳石半径の測定・比較 (L' Abée-Lund, 1988, L' Abée-Lund and Jensen, 1991) や、沿岸・沖合性魚類 (中村, 1994) を対象に、耳石長/体長の値の検討が行われている。特に Malcolm *et al.* (1995) は、南アフリカ周辺海域の972種殆どの魚種について、耳石長の全長、標準体長、尾叉長、体重に対する関係式 (アロメトリー式) を記載している。

本研究では、全体的には耳石の長さ (耳石長)、高さ (耳石高) を測定部位とした (Fig. 1-6)。この耳石高に対する耳石長の比 (耳石長比, length:height ratio) を求め、耳石の丸みと細長さの度合いを表した。魚種間で耳石サイズを比較する際には、体長に対する相対的なサイズを求める必要があるため、中村 (1994) を参考に、全長に対する耳石長の比 (耳石長/体長×1000) を相対耳石サイズ (relative otolith size) とした。また面積については耳石長×耳石高/体長×100をもって相対面積指数 (otolith area index) とした。複数個体の標本については、各個体の各測定値および計算された指数を平均して得られた値を示した。耳石長、耳石高と体長との関係を見ると、多くの魚種について (稚仔魚期を除くと) 正の相関関係が認められ、年輪径から計算体長を推定する際に用いられている。耳石の長さは低倍率の実体顕微鏡で測定した。耳石長は耳石凹面の前縁先端から後縁までの長軸 (anterio-posterior axis)、耳石高は上縁先端から下縁までの最長の短軸 (dorso-ventral axis) とした。また、ヒラメ科とカレイ科については、有眼側と無眼側の耳石形態の相違を明らかにするため、4つの耳石半径 (核から前縁先端、後縁先端、上縁先端、下縁先端) を測定した。

5. まとめと考察

魚類耳石の形態研究では、機能との係わりに関する

研究, 年齢等の生活履歴に関する研究, 分類形質に関する研究等, 多様に展開されている。とくに, 分類形質に関する研究は魚食性動物の消化管内の耳石の種の特異, 主要な魚種の系群識別, 新生代の化石耳石の判別等に大きく貢献している。しかし, 機能的には三半規管の一部である耳石が, 多様な形態と大きさを示す

事にどのような意味と法則性を持っているかは未だ解明されていない。

本稿で行った形態特性の類型化では, 外形, 側面形や溝の種類の決定には的確性や客観性に不十分な面がある。また, 欠刻や輪紋の評価では, 決定基準を決めることが出来ず, やや明確(明瞭), やや不明確(不明瞭)

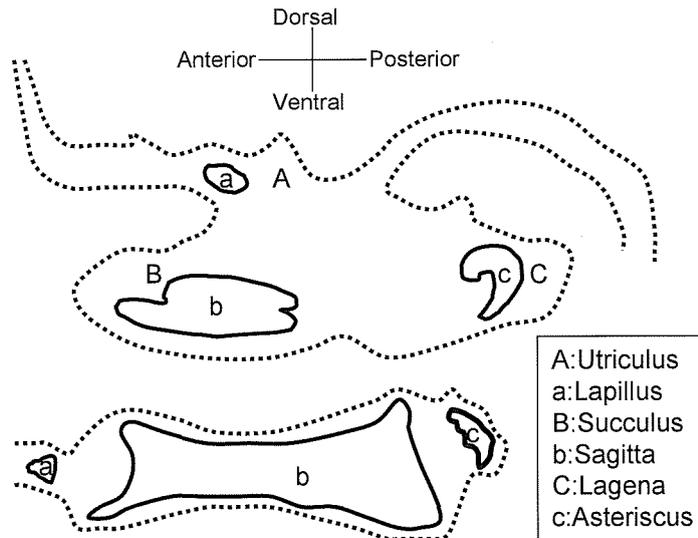


Fig. 1-1. Otoliths within the labyrinth systems of Masaba, *Scomber japonicus* (top) and Hiramasa, *Seriola lalandi* (bottom).

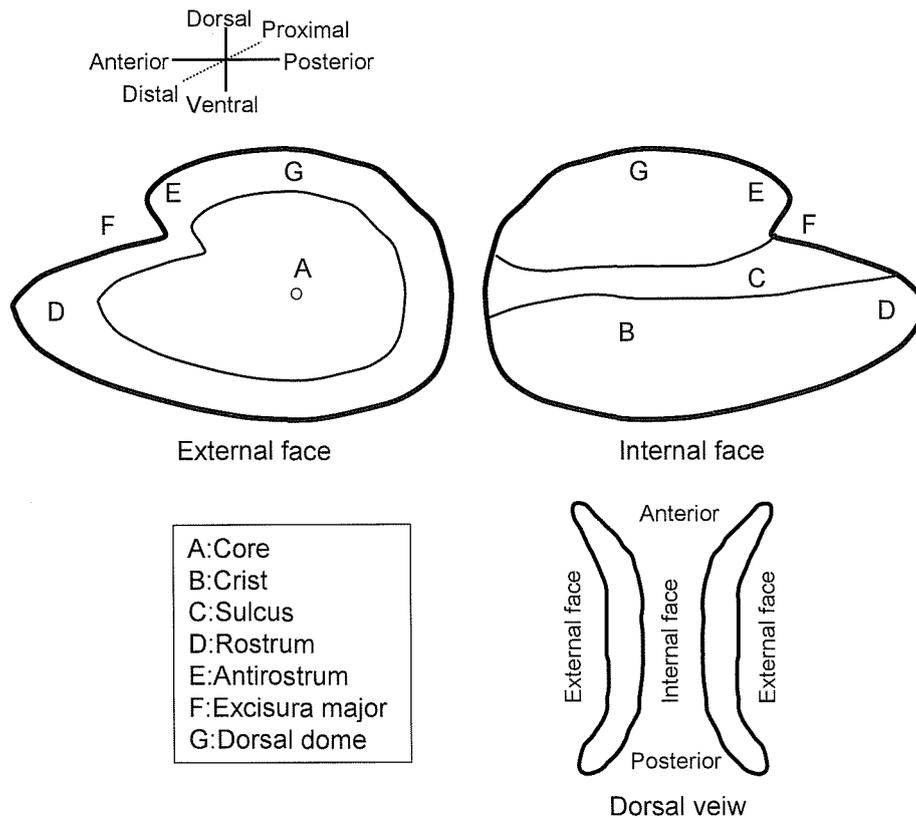


Fig. 1-2. Internal and external faces and dorsal views of a typical left sagitta illustrating the component parts.

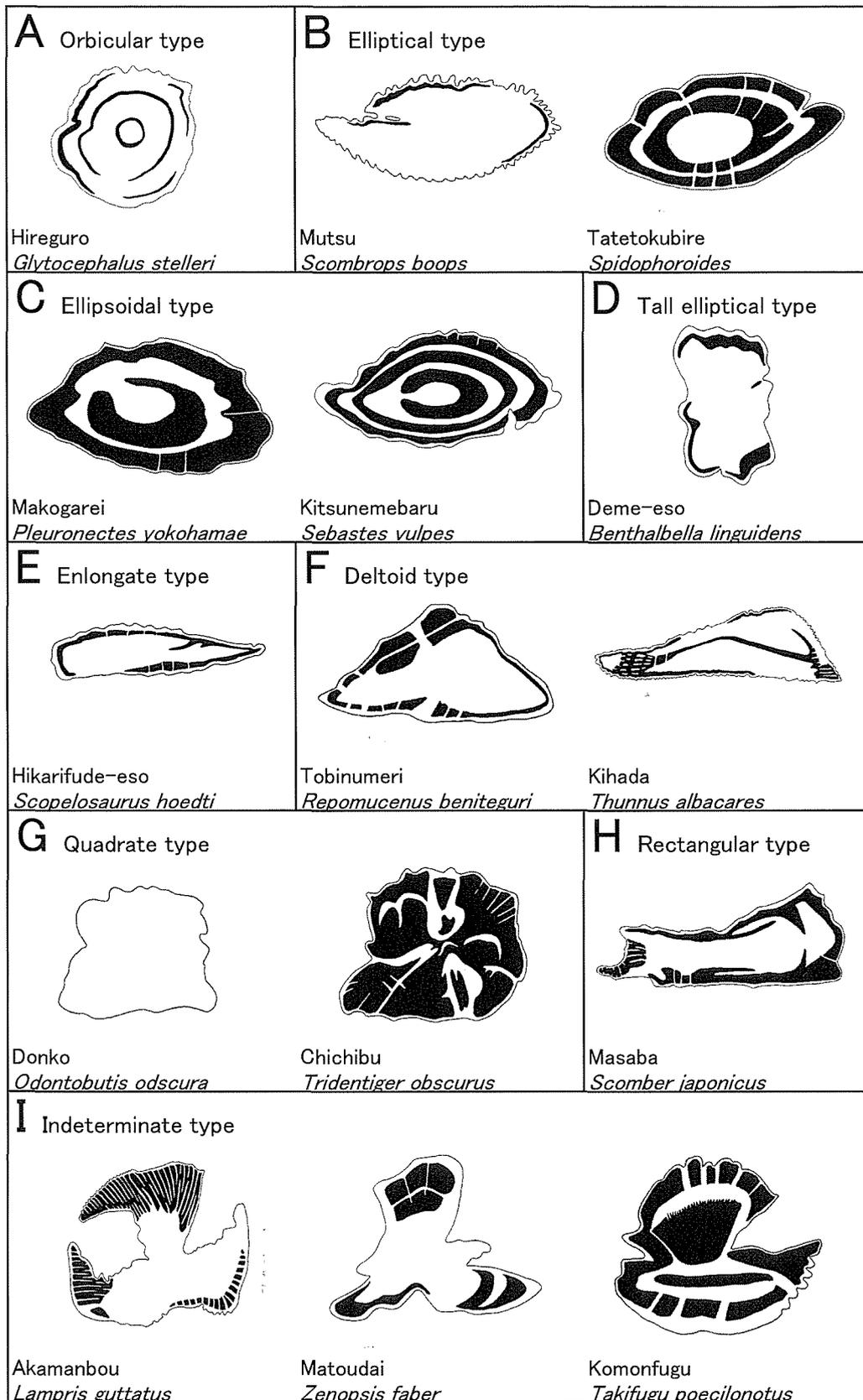


Fig. 1-3. Surface views of otoliths illustrating various types of otolith external form. Translucent parts were drawn black in the otoliths.

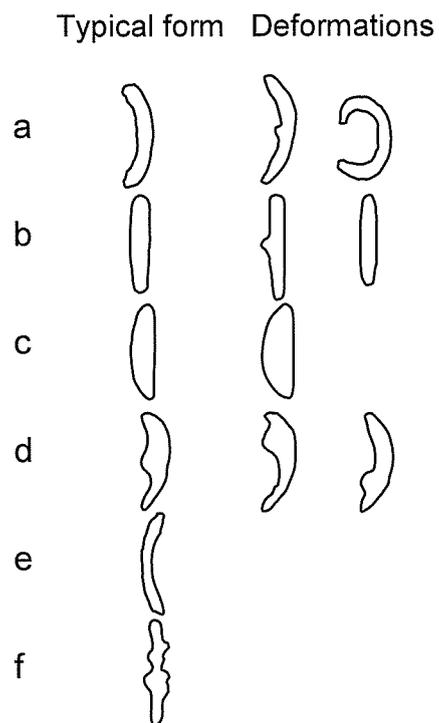


Fig. 1-4. Dorsal views of sagitta illustrating the various types of otolith side form (a: Warped type, b: Stake type, c: Half broad linear typed, d: Bump type, e: Back-warped type, f: Indeterminate type).

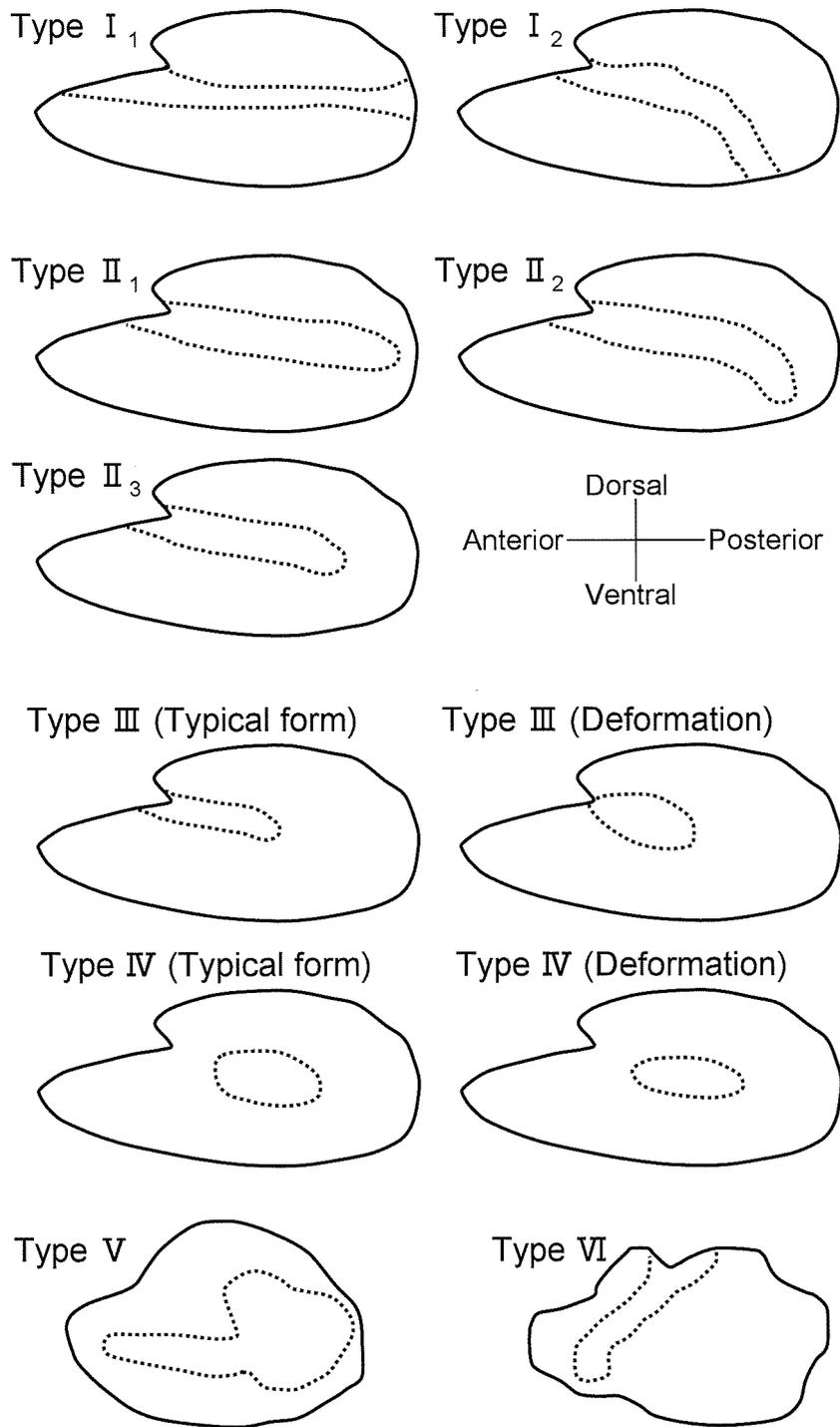


Fig. 1-5. Internal faces of sagitta illustrating the various types of sulcus.

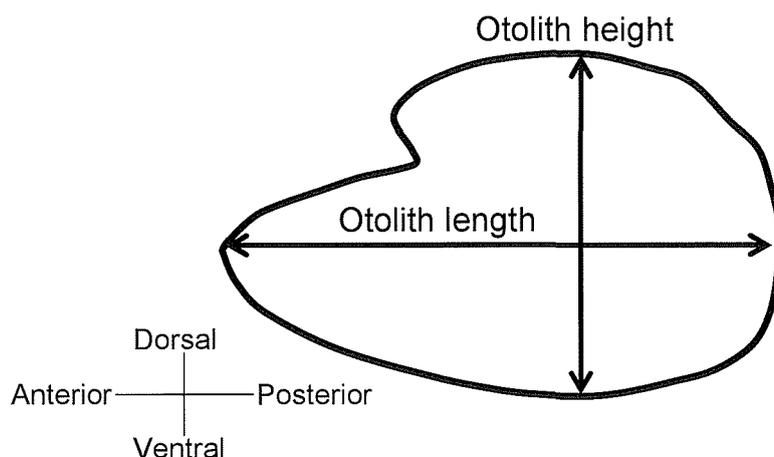


Fig. 1-6. Otolith measurements used in this study. Fig. 1-6. Otolith measurements used in this study.

等, 客観性に欠けた曖昧な表現をせざるに得なかった。大きさの基準では相対的の数値を用いているが, 種の成長や寿命を考慮に入れた絶対的の数値による評価も必要と考えられる。このように, 幾つかの問題点はあるが, 本研究を行うことによって, 分類形質の顕在化による種や系群の特定の向上と, 対象魚種の分類上の位置, 生活型, 体形等との関連から, 何らかの合理性, 法則性を引き出すことに役立つものと考えている。

6. 別表：耳石外形の類型化と記号

外形（平面形）の類型

円形型（A型：orbicular type）耳石長比1.20以下
 楕円形型（B型：ellipsoidal type）耳石長比1.20～2.00
 長楕円形型（C型：elliptical type）耳石長比2.00～3.00
 縦長楕円形型（D型：tall elliptical type）耳石長比約0.80～0.50（耳石長より耳石高が大きい）
 広線形型（E型：elongate type）耳石長比3.00以上
 三角形型（F型：deltoid type）
 正方形型（G型：quadrate type）
 長方形型（H型：rectangular type）
 不定形型（I型：indeterminate type）A～H型以外の形状（飛鳥型, 帆船型等）

側面形の類型

反り状型（a型：warped type）強・弱型あり
 棒状型（b型：stake type）
 半広線形型（c型：half broad linear type）
 突出隆起型（d型：bump type）ニベ型
 逆反り状型（e型：back-warped type）弱型
 不定型（f型：indeterminate type）a～e型以外の形状

iv：不明（Invisible, 平面型が不定形のため判別困難）
 溝の形状の類型

I型：耳石前縁の欠刻部から後縁あるいは下縁の後部に達する

I₁型：ほぼ真直ぐに（あるいは後端が僅かに下方に曲がり）後縁に達する

I₂型：中央から後部で下方に曲がり（あるいは斜め下方かに湾曲して）、後縁か下縁の後部に達する

II型：欠刻部から中央（核）後部から後縁付近まで認められる

II₁型：直線状に後縁付近まで認められる

II₂型：耳石後部で（あるいは中央付近から）下方に曲がり、後縁あるいは下縁の後部付近まで認められる

II₃型：中央後部あるいは中央と後縁の間付近まで認められる

III型：欠刻部から中央付近まで認められる

IV型：欠刻部に関係なしに、楕円形, 長楕円形, 広線形や不定形で認められる

V型：IV型の特殊な形で、「オタマジャクシ状（ニベ型）」に認められる

VI型：I～V型以外の形状（上, 下縁に延びる溝等）

iv：不明（Invisible, 溝が浅くて判別困難）

nd：記載漏れ（No data）

第2章 各目魚類の耳石形態の特徴

目毎に、各科に属する魚種について、これまでの耳石形態・年齢研究を概説した上で、表に測定データおよび外形コード、図に平面スケッチと写真および横断面の輪紋像を示し、各魚種の耳石外形の特徴、耳石長比と相対耳石サイズについて説明する (Tables 2-1~2-18, Figs. 2-1~2-40)。なお、各目に属する日本産魚類の科数や種数は、中坊 (2000) にしたがった。

1. チョウザメ目 (Acipenseriformes) (Table 2-1, Figs. 2-1, 2-2, 2-3)

日本産のチョウザメ目は1科2属3種で、北海道周辺海域、東京湾、相模湾と九州西部海域での漁獲が記録されているが、現在は漁獲の情報がなく、最近では、外来種の属間交雑種が養殖されている。形態研究では、北大西洋のチョウザメ目 (チョウザメ科) *Acipenser oxyrinchus* の凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。年齢研究では、チョウザメ科では、薄片法による米国ハドソン川の *Acipenser oxyrinchus* (Stevenson and Secor 1999) に関する報告がある。本研究では *Acipenser* 属と *Macropodus* 属の交雑種が1種 (通称ベステル) の耳石を採取した。

1-1. チョウザメ科 Acipenseridae ベステル (属間交雑種)

外形は不規則な輪郭をした不定形 (I型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。また、前縁部付近に不透明の粒状の隆起等がある。この粒状の隆起は、大西洋のチョウザメ科 (*Acipenser oxyrinchus*) にも認められる (Campana, 2000)。側面形は反り状型 (a型) である。凹面 (internal face) には、前縁部付近に粒状の隆起がみられる。溝は明確でないが、欠刻部から斜め上方に伸び、上縁と下縁の境付近まで認められる (VI型)。輪紋は表面観察では不明瞭である。耳石長比 (Length : height ration, 耳石長 / 耳石高) が1.92, 相対耳石サイズ (Relative otolith size, 耳石長 / 体長 × 1,000) は5.88である。体長が815 mm であるので、耳石長は比較的小さい。

2. ソトイワシ目 (Albuliformes) (Table 2-1, Figs. 2-1, 2-2, 2-3)

日本産のソトイワシ目は2科2種知られているが、練製品の材料として利用されているギス科のギス、食用として利用されているソトイワシ以外は希少種である。形態研究では、日本産ソトイワシ科2種の外形、溝の形状の特徴に関する報告がある (Ohe,

1985)。また、北大西洋のソトイワシ目4種 (Campana, 2004)、南アフリカ周辺海域のソトイワシ目3種 (Malcolm *et al.*, 1995) の写真画像が提示されている。年齢研究では、ソトイワシ科では、薄片法による南フロリダとカリフォルニア湾の *Albula vulpes* と *Albula* sp に関する報告がある (Crabtree *et al.*, 1996, Pfeiler *et al.*, 2000)。本研究ではギス科のギス1種から耳石を採取した。

2-1. ギス科 Pterothrissidae

ギス *Pterothrissus gissu*

外形は上縁部が緩やかに凹んでいる楕円形 (B型) で、前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅いが、前部が頭、後部が尻尾の「オタマジャクシ (ニベ型)」に似た特徴的な形状を示している (V型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。耳石長比は1.80, 相対耳石サイズは26.64である。

3. ソコギス目 (Notacanthiformes) (Table 2-1, Figs. 2-1, 2-2, 2-3)

日本産ソコギス目には、3科6種の魚種が知られている。ソコギス目魚類は有用種ではなく、殆どが深海性の希少種であるので、研究対象にはなり難い。形態研究では、静岡県掛川市のソコギス科に関する報告 (大江, 1983)、南アフリカ周辺海域のソコギス目3種 (Malcolm *et al.*, 1995) に関する報告があるが、年齢研究は見当たらない。本研究ではソコギス科2種の耳石を採取した。

3-1. ソコギス科 Notacanthidae

クロソコギス *Notacanthus chemnitzii*

外形は円形 (A型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は短く、欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キツネソコギス *N. abbotti*

外形は円形 (A型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。近縁のクロソコギスとの明瞭な差異はない。溝は短く、欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

耳石長比は、クロソコギスが1.10, キツネソコギスは1.15で、相対耳石サイズは、クロソコギスが3.36,

キツネソコギスは3.00である。耳石長比と相対耳石サイズの数は小さく、両種に相違は認められない。

4. ウナギ目 (Anguilliformes) (Table 2-1, Figs. 2-1, 2-2, 2-3)

日本産ウナギ目の魚類は、17科161種が知られる。ウナギ目魚類は16科に分類されているが、そのうちウナギ科とアナゴ科は産業上の重要魚類であるので、生態と資源解明を目的とした年齢・成長研究が比較的多い。ウナギ目魚類の輪紋読み取りは、耳石表面の輪相が不明瞭であるので、殆どの研究が研磨法、Burnt and crack 法や耳石断面の薄片法で行われている。ここでは、ウナギ目魚類の耳石の形態、年齢研究に関するこれまでの知見を、科と種毎にまとめて述べる。

形態研究では、西部日本産アナゴ科13種の外形、側面形と溝の形状の特徴(高井, 1959)、日本産ウナギ目魚類のウナギ科1種、アナゴ科6種、ハモ科2種、ウツボ科3種、ウミヘビ科5種の外形、側面形、溝の形状等の特徴(Ohe, 1985)に関する報告がある。また北西大西洋のウナギ科1種、ヘラアナゴ科2種、シギウナギ科1種、クズアナゴ科1種、ノコバウナギ科1種、ホラアナゴ科3種について写真画像が提示されている(Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のXenocoelidae科1種、ウツボ科5種、シギウナギ科3種、ホラアナゴ科4種、ウミヘビ科2種、クズアナゴ科1種、アナゴ科10種、ヘラアナゴ科1種、ノコバウナギ科2種について、写真画像とともに詳細な記載とデータが示されている(Malcolm *et al.*, 1995)。アナゴ科では瀬戸内海のマアナゴ、ハモ科ではハモとスズハモの外形と溝の形状の特徴(松島, 1958, 高井ら, 1954)、ウツボ科ではウツボ属の溝の特徴(Popper, 1979)、希少魚種では、大西洋サルガッソー海域のシギウナギ科魚類2種、ノコバウナギ科3種、フクロウナギ科魚類1種では、耳石外形と溝の形状の特徴(Hecht and Appelbaum, 1982)に関する研究報告がある。耳石化石の研究では、ドイツ北部のウツボ科、メキシコ湾沿岸部、静岡県掛川市、神奈川県北部のアナゴ科に関する報告がある(Campbell, 1929, Frizzell and Dante, 1965, 大江, 1983, 1991)。また、日本近海のクジラ類の胃内容物の耳石にアナゴ科が出現している(Fitch and Broenell, 1968)。

年齢研究では、ウナギ科の研究が最も多く、ヨーロッパ、アメリカ、ニュージーランド、中国、日本等の生息種について、Japanese eel (*Anguilla japonica*), Ameirican eel (*Anguilla rostrata*), European eel (*Anguilla anguilla*), Longfinned eel (*Anguilla dieffenbachia*), Shortfinned eel (*Anguilla*

australis) 等、ウナギ属 (*Anguilla*) に関する報告が多い(Berg, 1985, Boëtius, 1985, Chisnall, 1989, Chisnall and Hayes, 1991, Chisnall and Hicks, 1993, Chisnall and Kalish, 1993, Gray and Andrews, 1971, Guan *et al.*, 1994, Jellyman, 1977, 1979, Moriarty, 1983, Ogden, 1970, Panfili and Ximenes, 1992, Poole and Reynolds, 1996, Smith, 1968, Svedäng *et al.*, 1998, Todd, 1980, Tzeng *et al.*, 1994, Vøllestad, 1985, 吉川, 1995ab)。ホラアナゴ科では、東北海域のイラコアナゴ(岩崎ら, 2003)、アナゴ科では、東北海域、瀬戸内海のマアナゴに関する研究報告がある(後藤, 2000, Katayama *et al.*, 2002, 窪田, 1961, 松井, 1952, Okada and Suzuki, 1958, 篠原ら, 1999)。ハモ科では、東シナ海・黄海・瀬戸内海の本ハモとスズハモに関する研究報告がある(三尾, 1974, 三尾ら, 1975, 大滝, 1961ab, 1964, 大滝ら, 1954, 上田ら, 1992)。

ウナギ目では、ウナギ科、ホラアナゴ科、アナゴ科とハモ科は有用種で、底びき網や雑漁具で比較的容易に採集できるが、その他の魚種は非食用であること、分布、行動生態等が明らかでないことから採集は困難である。とくに、深海性のフウセンウナギ亜目魚類(セムシウナギ科・フクロウナギ科・タンガクウナギ科)は希少種であるので、めったに採集されることはない。本研究では、ウナギ科が1種、ウツボ科が1種、ホラアナゴ科が4種、ウミヘビ科が2種、アナゴ科が8種、ハモ科が2種、クズアナゴ科が1種の計19種から耳石を採取した。

4-1. ウナギ科 Anguillidae

ウナギ *Anguilla japonica*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐ後縁まで達し、後端は幅広い(I₁型)。輪紋は、耳石表面では不明瞭であるが、Burnt and Crack 法等で年齢査定が可能である。

4-2. ウツボ科 Muraenidae

アミウツボ *Gymnothorax minor*

外形はウナギと同様な楕円形(B型)で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

4-3. ホラアナゴ科 Synaphobranchidae

コンゴウアナゴ *Simenchelys parasiticus*

外形は丸みがかかった楕円形 (B型) で、前上角は発達しないが、前角がやや発達し、欠刻がやや明確であることが特徴的である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く短く、欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

リュウキュウホラアナゴ *Ilyophis brunneus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。溝は浅く、不明確であるが、中央部付近にほぼ楕円状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ホラアナゴ *Synaphobranchus affinis*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

イラコアナゴ *Synaphobranchus kaupii*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、耳石薄片の表面をきれいに研磨すると、全体的に不透明な中に細い透明帯を観察することができる。Burnt otolith UV 観察法は適さない。

4-4. ウミヘビ科 Ophichthidae

ホタテウミヘビ *Pisodonophis zohistius*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) で厚みがある。溝は中央部付近にほぼ楕円形に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒレアナゴ *Echelus uropterus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

4-5. アナゴ科 Congridae

ゴテンアナゴ *Ariosoma meeki*

外形はやや丸みがかかった楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、肥厚状の隆起が

みられる。溝は後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭で、透明部分は半透明状である。

シロアナゴ *Ariosoma shiroanago*

外形はゴテンアナゴによく似た楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、肥厚状の隆起がみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

オキアナゴ *Congriscus megastomus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形、隆起と溝は不明である。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

マアナゴ *Conger myriaster*

外形は長楕円形 (C型) で、前角がやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は短く、欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、Burnt otolith UV 観察法によって、耳石横断面に明瞭な年輪構造が観察される。

クロアナゴ *C. japonicus*

外形はマアナゴによく似た長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや不明確である。後端の凹凸が特徴的で、近縁のマアナゴと異なる形質である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ギンアナゴ *Gnathophis nystromi nystromi*

外形は丸みがかかった楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、肥厚状の隆起がみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヒモアナゴ *Acromycter nezumi*

外形は不定形に近い楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は中央部にほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭で、透明部分は半透明状である。

ツマグロアナゴ *Bathycongrus retrotincta*

外形は凹凸の多い楕円形 (B型) で、前角と前上角

はやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

4-6. ハモ科 *Muraenesocidae*

ハモ *Muraenesox cimereus*

外形はやや長めの楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、凹凸面の研磨でより明瞭となり、年齢査定が可能である。

スズハモ *Muraenesox bagio*

外形はやや短めの長楕円形 (C型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は近縁のハモより明瞭で、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察ではハモと同様に、やや明瞭であるが、凹凸面の研磨でより明瞭となり、年齢査定が行われている。

4-7. クズアナゴ科 *Nettastomatidae*

クズアナゴ *Nettastoma parviceps*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

耳石長比および耳石相対サイズを種間で比較する。耳石長比の範囲は1.24~2.24で、アナゴ科のクロアナゴが最も大きく、ホラアナゴ科のコンゴウアナゴとアナゴ科のギンアナゴが最も小さい。耳石長比と体長との関係を見ると、アナゴ科のマアナゴでは、小さい体長のものが若干大きいが、全体的には2.0~2.6の範囲で殆ど変わらない。魚種間の比較では、殆どが1.2~1.8 (楕円形型) 内にあり、1.2以下 (円形型) は出現せず、2以上 (長楕円型) のものはマアナゴ、クロアナゴ、スズハモで、いずれもウナギ目魚類の中では大型の魚種である。

相対耳石サイズは2.82~33.12で、アナゴ科のオキアナゴが最も大きく、ハモ科のハモが最も小さい。アナゴ科のマアナゴは、体長1,000 mm以上の超大型魚の値は小さいが、300~800 mmの範囲では殆ど変わ

らない。魚種間で比較すると、魚種によって大きな差が認められ、アナゴ科のオキアナゴ、ヒモアナゴとギンアナゴが大きく、ウミヘビ科のホタテウミヘビ、ウナギ科のウナギ、ハモ科のハモ、スズハモ、ホラアナゴ科のイラコアナゴ、ホラアナゴとリュウキュウホラアナゴが小さく、これらは科の特徴であると推察される。また、相対耳石サイズが20以上の魚種は、全長が400 mm以下であり、体長の小さな魚種ほど相対的に耳石長が大きい傾向が認められる。

ウナギ目の耳石形態の特徴を要約すると、外形は楕円形 (B型) 主体、長楕円形 (C型) で、欠刻は、大部分が不明瞭である。側面形はやや弱い反り状型 (A型)、棒状型 (B型) と半広線形型 (C型) で、アナゴ科のゴテンアナゴ、シロアナゴとギンアナゴには、凹面に肥厚状の隆起がみられる。溝は、全体的に浅く、明確ではないが、II型 (II₁型とII₃型) が主体で、III型、IV型とI型が現れる。これらの組み合わせコードでは、B-b-II (II₁, II₃) 型とB-c-II (II₁, II₃) 型が若干多い程度で、目を代表するような組み合わせは認められない。耳石長比は1.24~2.24で、殆どが1.2~1.8の間にある。マアナゴとクロアナゴの耳石長比が大きく、平面形は細長い。相対耳石サイズは3~33であり、魚種による差が著しい。オキアナゴ、ヒモアナゴとギンアナゴのアナゴ科が大きく、ウナギ、ホラアナゴとウミヘビ科が小さい。全体的には、体長の小さい魚種ほど値が大きくなる傾向がある。耳石形態から種の判別は困難であるが、溝、隆起、と相対耳石サイズの複合要因から一部の科魚類については、判別が可能と考えられる。

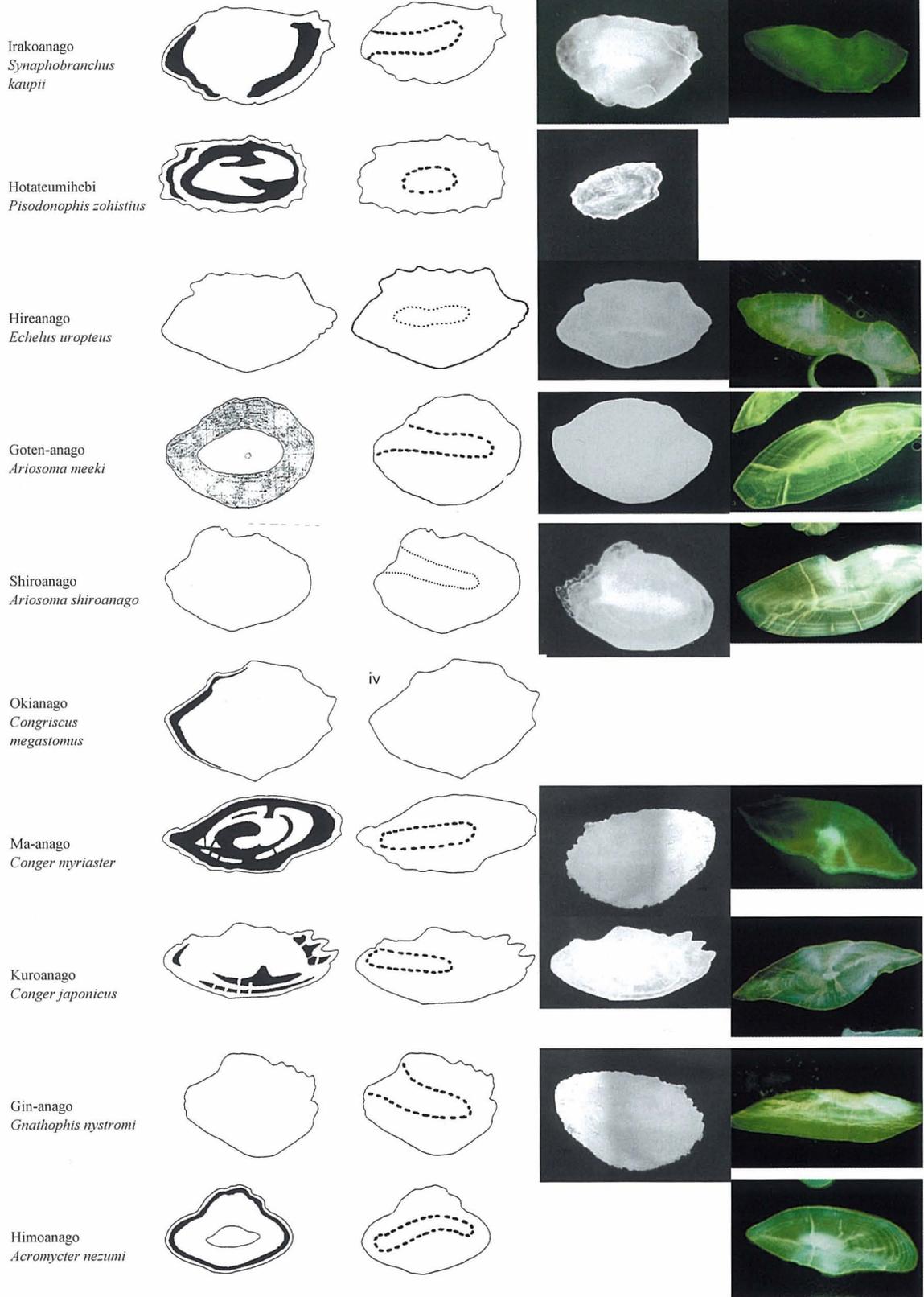
5. ニシン目 (*Clupeiformes*) (Table 2-2, Figs. 2-1, 2-4, 2-5)

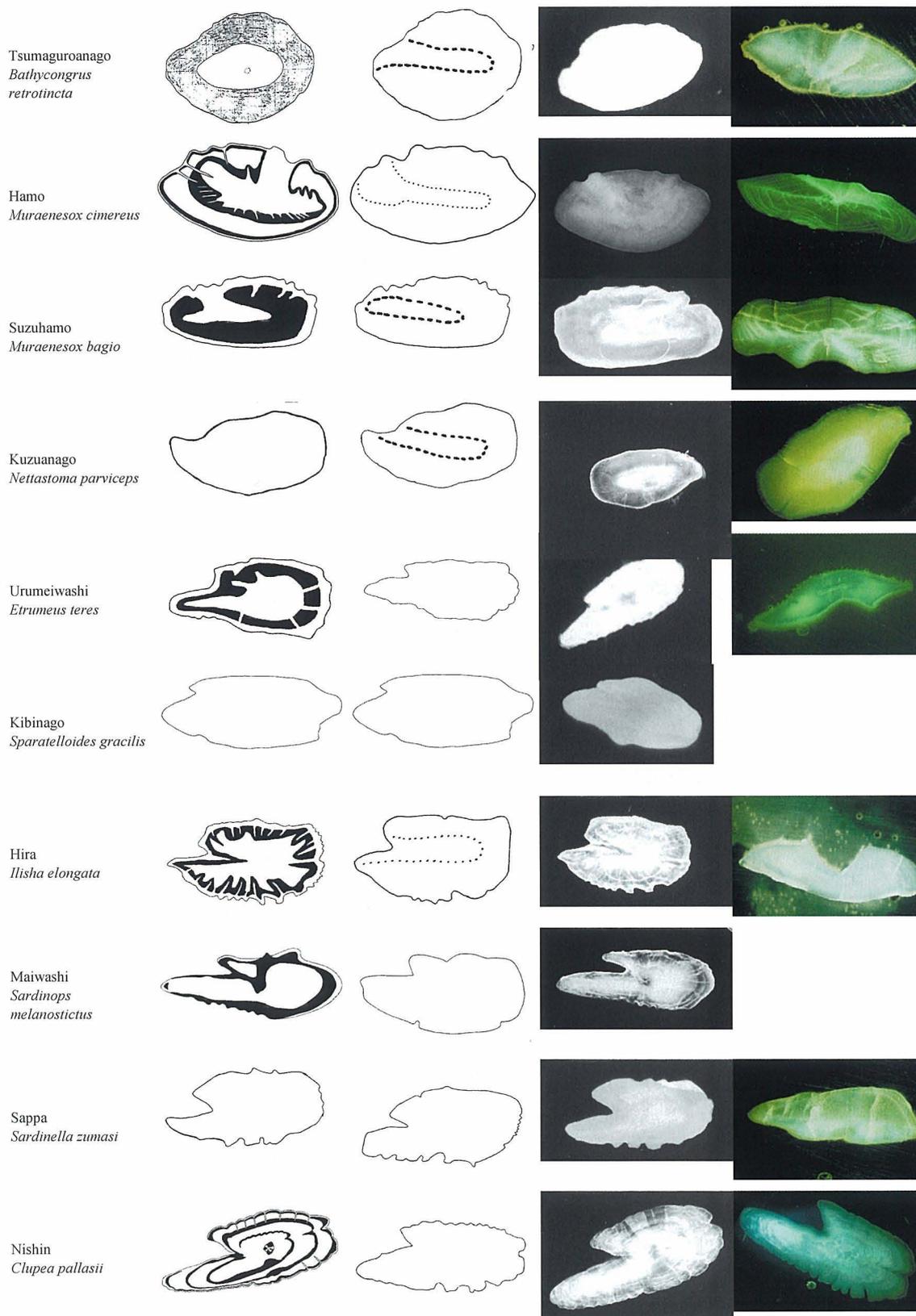
日本産のニシン目魚類は3科27種が知られてる。ニシン科 (*Clupeidae*) とカタクチイワシ科 (*Engraulidae*) に有用魚類が多いので、生態、資源解析を目的に、耳石や鱗の形状、輪紋等の性状特徴から系群識別や年齢に関する研究が早くから行われている。しかし国内では、ニシン科の系群研究には主として脊椎骨数が用いられ、また年齢研究では鱗に現れる輪紋の読み取りの容易性と正確性から鱗が使用されていたので、耳石による研究は少ない。一方、国外では、耳石形態の解析は北欧海域におけるニシン科魚類の資源研究において、系群識別の主要な手法であり、耳石外形、輪紋、核の領域等が識別の要因になっている。また、ニシン科魚類を中心に、耳石の表、断面に現れる輪紋の読み取りから年齢査定が行われている。

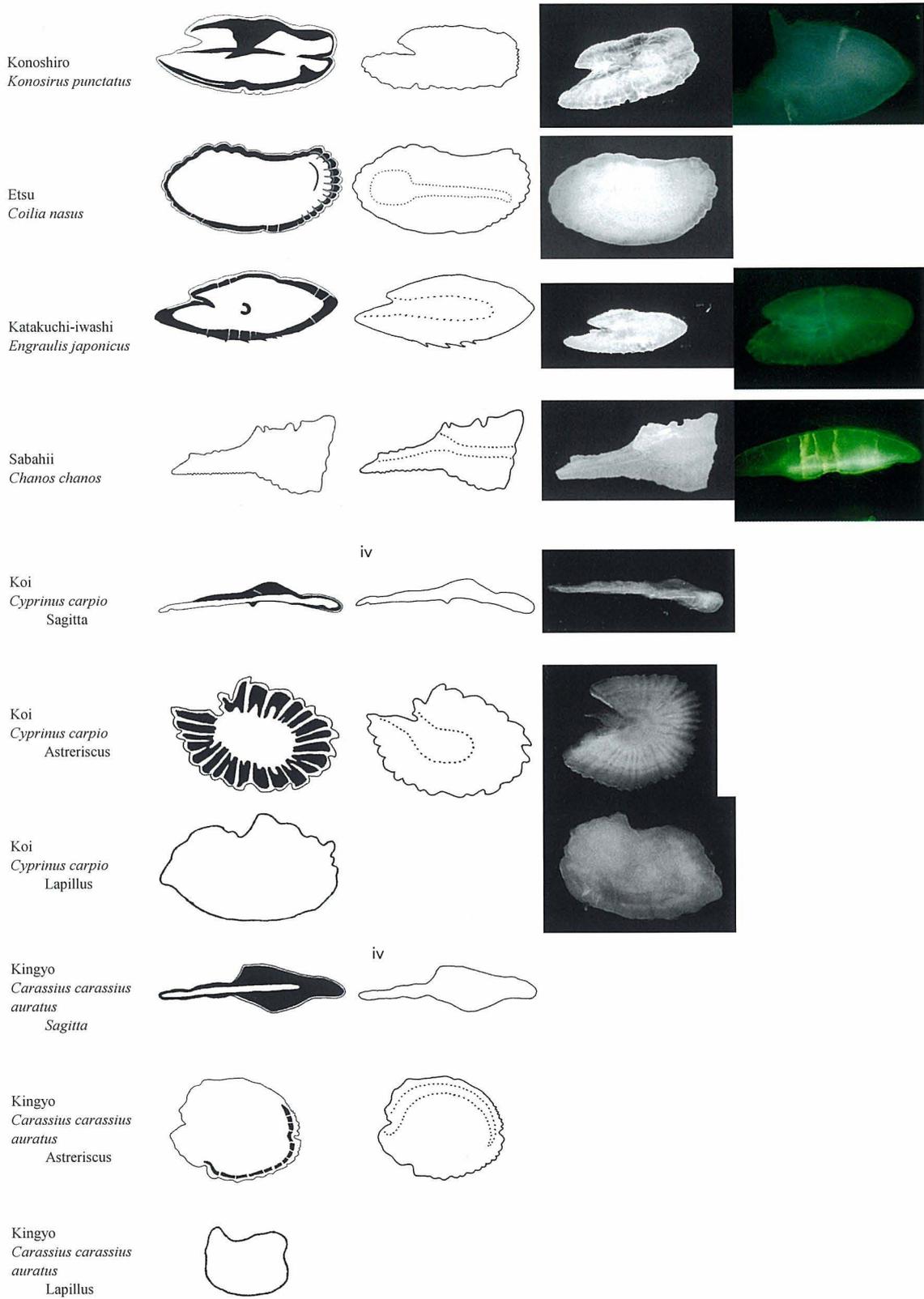
形態研究では、国内では瀬戸内海のマイワシの外形、

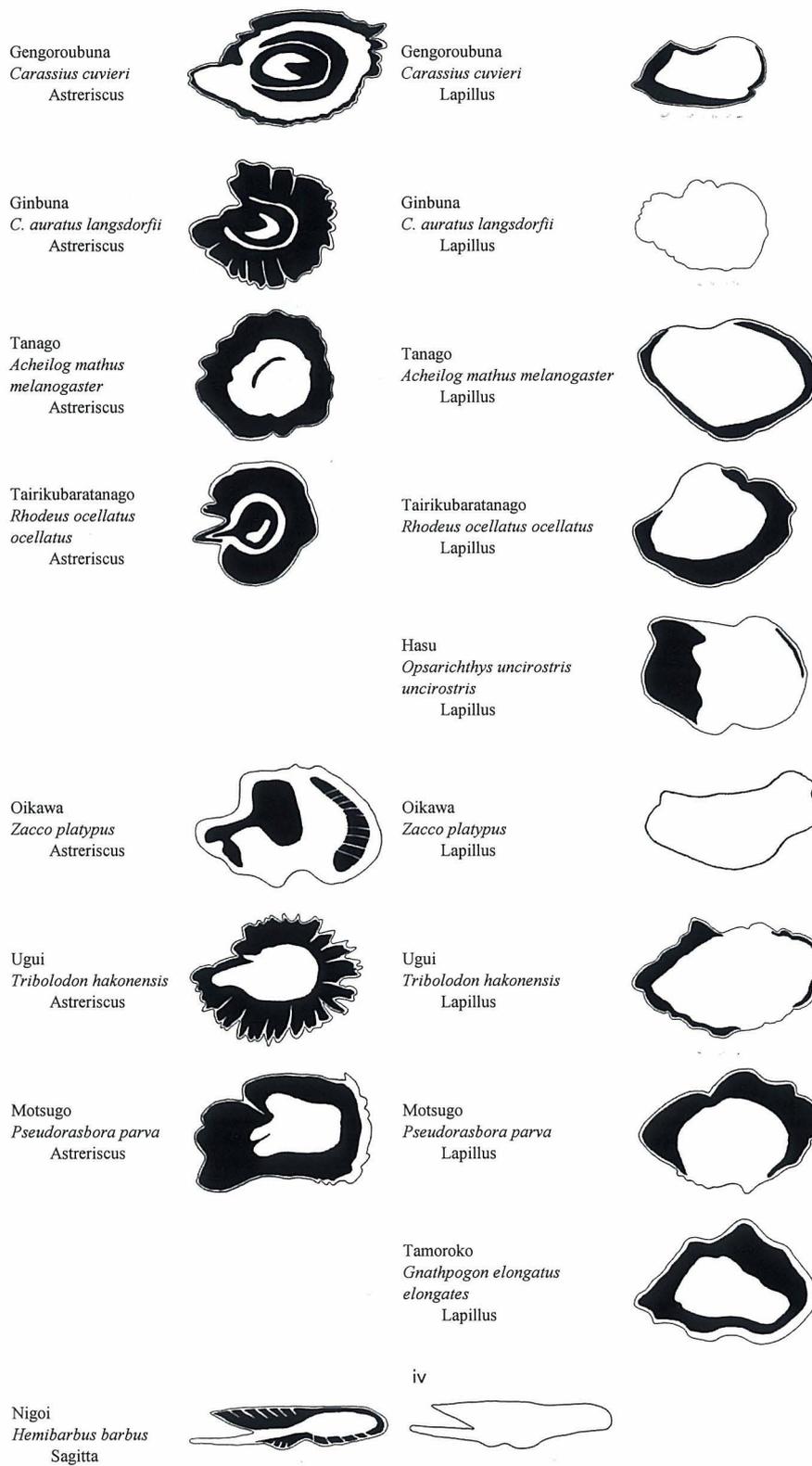
Fig. 2-1. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (Acipenseriformes, Elopiforms, Anguilliformes).

Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Besuteru (Chouzame) <i>Acipenser macrodus</i>				
Gisu <i>Pterothrissus gissu</i>				
Kurosokogisu <i>Notacanthus chemnitzii</i>				
Kitsunesokogisu <i>N. Abbotti</i>				
Unagi <i>Anguilla japonica</i>				
Amiutsubo <i>Gymnothorax minor</i>				
Kongouanago <i>Simenchelys parasiticus</i>				
Ryuukyuuhoanago <i>Ilyophis brunneus</i>				
Hora-anago <i>Synphobranchus affinis</i>				









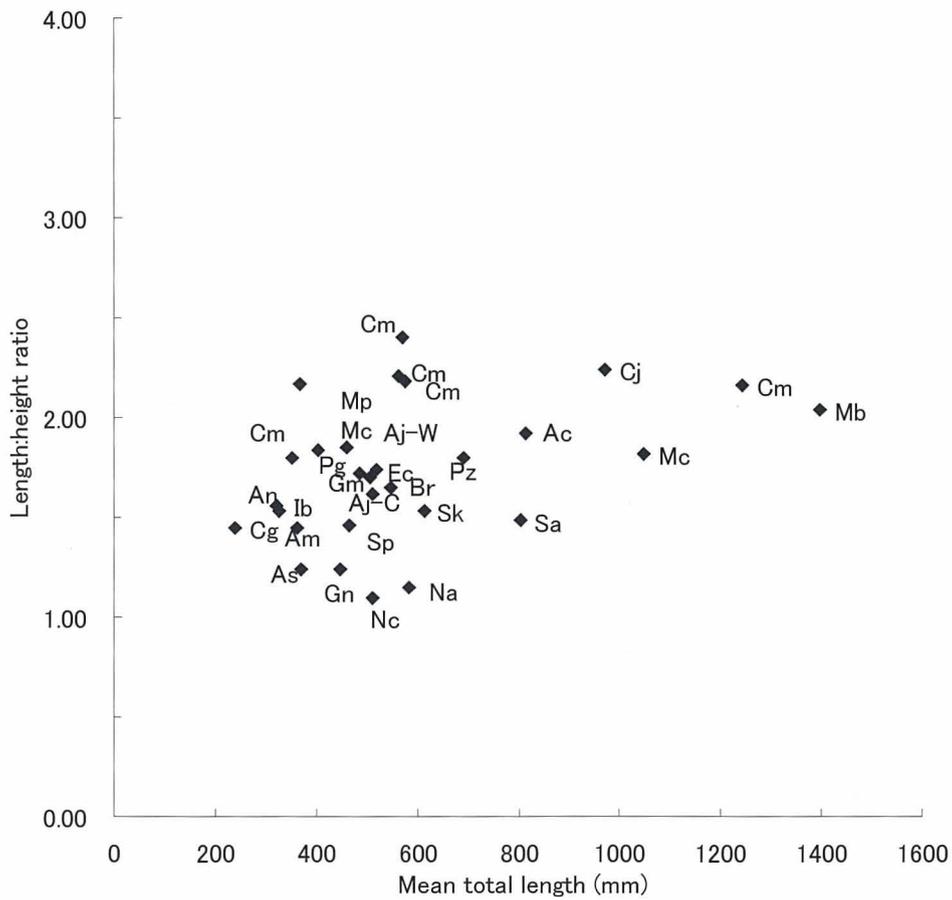
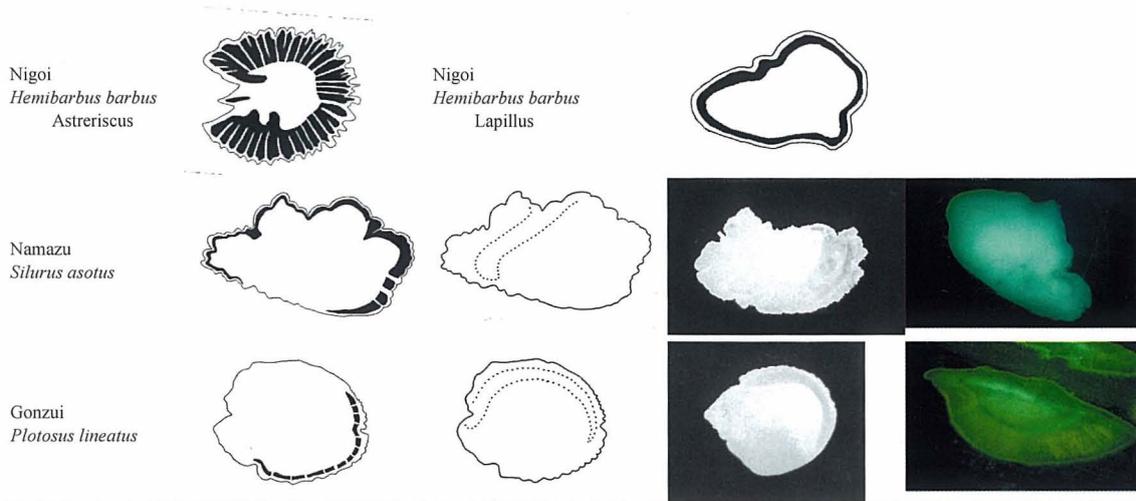


Fig. 2-2. Relation of otolith length:height ratio (otolith length/height) to total body length of Acipenseriformes, Elopiformes, Anguilliformes fishes. Abbreviations see table 2-1.

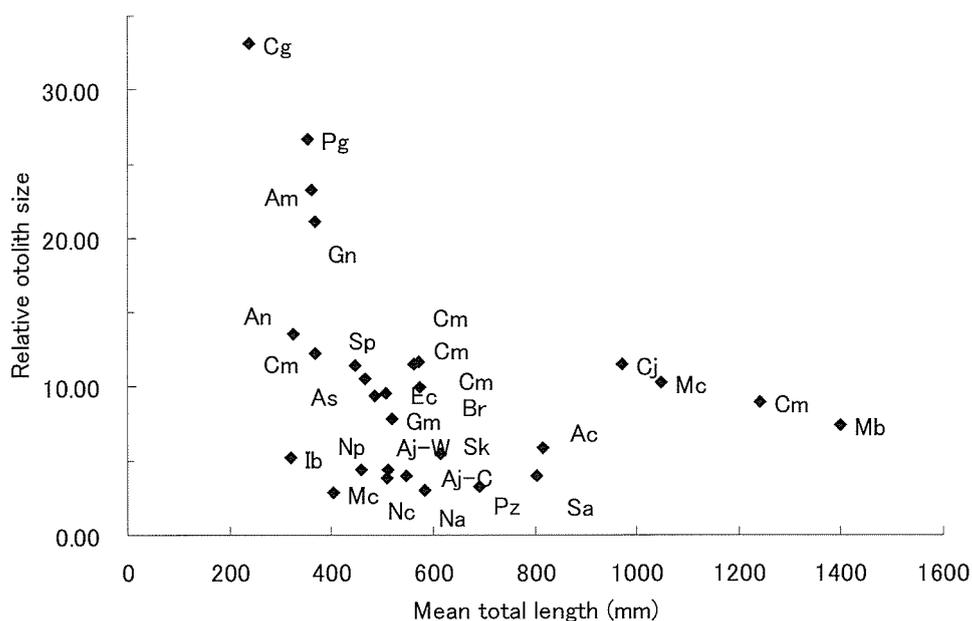


Fig. 2-3. Relation of otolith size index (otolith length*1000/total length) to total length of Acipenseriformes, Elopiformes, Anguilliformes fishes. Abbreviations see table 2-1.

溝の形状等の特徴(松島 1958), 日本産ニシン科 7 種, カタクチイワシ科 3 種の外形, 側面形と溝の形状等の特徴(Ohe 1985)に関する報告があるにすぎない。国外ではアイスランド近海, 南西アイルランド海域, 北海, 英国沿岸, カナダのセントローレンス湾のニシン属(*Clupea*)の外形, 核, 輪紋等の特徴から, 系群判別を目的とした研究が行われている(Einarsson, 1951, Parrish and Sharman, 1958, 1959, Postuma and Zijlstra, 1958, Raitt, 1961ab, Wood and Foster, 1966, Messieh, 1969, 1972, Postuma, 1974, Bird *et al.*, 1986)。形態特徴に関する研究では, 北海のタイセイヨウニシン(*Clupea harengus harengus*)の耳石各部の特徴と名称の記載, 稚幼魚の外形と核域の変化に関する報告がある(Fryd, 1901, Messieh, 1975)。その他の属では, リビア近海のサツバ属(*Sardinella*)の耳石の輪相に関する研究, アローサ属では, 外形の特徴による比較研究がある(Pawson and Giama, 1985, Price, 1978)。北西大西洋のニシン科 4 属 6 種については, 耳石の凹凸両面の写真画像が提示されている(Campana, 2004)。さらに, 南アフリカ周辺海域のニシン科 11 種, カタクチイワシ科 3 種, オキイワシ科 1 種について, 写真画像とともに詳細な形態の記載とデータが示されている(Malcolm *et al.*, 1995)。異常耳石の研究では, ニューファンドランド海域のタイセイヨウニシン, カリフォルニア海域のカタクチイワシ属(*Engraulis*)に関する報告がある(Hourston, 1968, Spratt, 1976)。耳石化石の研究では, 米国カリフォル

ニア沿岸部のニシン属, マイワシ属(*Sardinops*)とカタクチイワシ属(Fitch, 1964, 1966, 1967ab, 1968), 静岡県掛川市のカタクチイワシ属(大江, 1983)に関する報告がある。また, ニシン, マイワシ, カタクチイワシ等のニシン目魚類はマグロ類, イルカ, オットセイ, アシカ等の大型魚類や海生哺乳類の重要な餌生物になっている。これらの魚食性生物の胃内容物には, 耳石のみが残存するケースが多いので, 耳石形態による魚種識別は単にニシン目に限らず, 食性研究の精度向上につながる有効な手法となる(Pinkas *et al.*, 1971, Antonelis, Jr. *et al.*, 1984, Silva and Neilson, 1985, Murie and Lavigne, 1986, Dellinger and Trillmich, 1988, McKinnon, 1994, Tollit *et al.*, 1997)。

年齢研究では, ニシン科魚類の鱗の輪紋が耳石の輪紋に比べ明瞭であり, しかも査定時の処理と輪紋読み取りが比較的容易であるので, 国内では耳石による報告は少なく, マイワシとウルメイワシに関するものがあるにすぎない(佐藤・加賀, 1952, 飯塚, 1975, Chullasorn *et al.*, 1977)。国外での研究は, 殆どが表面観察法で行われ, Burnt and Crack 法や薄片法は少ない(Chilton and Stocker, 1987, Hoedt, 1992, Ahrenholz *et al.*, 1995, Peltonen *et al.*, 2002)。ニシン科では北海, 米国大西洋北東沿岸メーン湾, カリフォルニア沿岸, カナダ・セントローレンス湾, カナダ太平洋沿岸, バルト海, ケルト・アイリッシュ海のニシン属に関する報告がある(Jenkins, 1902, Iles and Johnson, 1962, Watson 1964,

Spratt, 1981., Moores and Winters, 1982, Chilton and Stocker, 1987, Messieh and Tibbo, 1970, Peltonen *et al.*, 2002, Brophy and Danilowicz, 2003)。また、米国大西洋ノースカロライナ沿岸のスミツキニシン属 (*Brevoortia*)、南西アフリカ、南西オーストラリア沿岸のマイワシ属 (*Sardinops*)、リビア近海のサツパ属 (*Sardinella*)、米国北西大西洋岸 Damariscotta River のアロサ属 (*Alosa*) に関する報告がある (Ahrenholz *et al.*, 1995, Thomas, 1983, 1984, Fletcher, 1991, 1995, Pawson and Giama, 1985, Pawson, 1990, Libby, 1982, 1985)。カタクチイワシ科では、カリフォルニア近海、南西アフリカ沿岸、南アフリカ近海のカタクチイワシ属 (*Engraulis*)、(Collins and Spratt, 1969, Spratt, 1972, 1975, Melo, 1984, Waldron, 1994)、オーストラリア東沿岸の *Thryssa* 属 (Hoedt, 1992) に関する報告がある。

ニシン目では、ニシン科はマイワシが多獲性魚類で、他の魚種も有用種が多いので、標本魚の採集は容易であるが、カタクチイワシ科は、多獲性魚類のカタクチイワシ以外は分布域の偏り等から比較的困難である。本研究では、ニシン科7種、カタクチイワシ科2種の耳石を採取した。

5-1. ニシン科 Clupeidae

ウルメイワシ *Etrumeus teres*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、凹凸両面の研磨により年齢査定が可能である。

キビナゴ *Spratelloides gracilis*

外形は楕円形 (B型) で、前上角はあまり発達せず、欠刻は本科で最も不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は浅く不明確であるが、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヒラ *Ilisha elongata*

外形はやや角形状の楕円形 (B型) で、前角はあまり発達しないが、前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察で弱い輪紋構造がみられる。

マイワシ *Sardinops melanostictus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。個体によっては、凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面の観察でやや明瞭で、年齢査定に用いられている。また、異常な輪相 (全面が殆ど透明なもの、ほぼ半域が透明なもの、縁辺部以外は不透明なもの等) を示す個体が比較的多く現れる。

サツパ *Sardinella zunasi*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はあまり発達しないが、前上角が発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ニシン *Clupea pallasii*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝はやや深く明確で、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも明瞭であり、本科では最も簡便に年齢を査定することができる。

コノシロ *Konosirus punctatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はあまり発達しないが、前上角が発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は比較的深く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察はやや明瞭である。

5-2. カタクチイワシ科 Engraulidae

エツ *Coilia nasus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝はやや幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められるが、ニシン科に比べやや短い (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

カタクチイワシ *Engraulis japonicus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。下縁に顕著な鋸歯状突起がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝はやや幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められるが、ニシン科に比べやや短い (II₁型)。輪紋は、表面観察で観察可能であるが、年齢査定には薄片法が必要である。

ニシン目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.73~2.56の範囲で、カタクチイワシ科のカタクチイワシが最も大きく、ニシン科のヒラが最も小さい。耳石長比と体長との関係を見ると、マイワシでは体長が大きくなるにつれて耳石長比も大きくなり、この傾向はカタクチイワシでも同様である。したがって、ニシン目魚類の耳石長比はその他の魚種もマイワシおよびカタクチイワシと同傾向を示すと考えられ、耳石長比の検討は大と小の2群に分けて行った。魚種間の比較では、全体的にはヒラ、キビナゴとエツ(1.73~1.80)の小グループ(楕円形)とニシン、コノシロ、ウルメイワシ、マイワシとカタクチイワシ(2.16~2.56)の大グループ(長楕円形)の2グループに分けられる。

相対耳石サイズは13.23~28.81の範囲で、カタクチイワシ科のエツが最も大きく、ニシン科のキビナゴが最も小さい。魚種間の比較では、ニシン科の7種が20以下、カタクチイワシ科の2種が20以上となり、両者の相違は比較的明確である。全体的にみると、体長が大きいほど相対耳石サイズが小さくなる傾向がやや認められる。

ニシン目魚類の耳石形態の特徴を要約すると、外形は長楕円形(C型)と楕円形(B型)で、前上角は発達し、欠刻はほぼ明確である。側面形はやや弱い反り状型(a型)で、凹面の隆起は、種あるいは個体によっては中央部や後部に僅かに認められる。溝は比較的明確なII型(II₁型)で、カタクチイワシ科はニシン科に比べてやや短い。これらの組み合わせコードは、主にC-a-II(II₁)、B-a-II(II₁)、C-a-II(II₃)に当てはまる。耳石長比は1.73~2.56の範囲で、平均1.73~1.80と2.16~2.56の大、小2グループに分けられる。とくに、ヒラは丸みがあり、カタクチイワシは細長い。相対耳石サイズは13~29の範囲で、標本魚の体長が大きくなるに従って小さくなる傾向がある。また、ニシン科が13~17、カタクチイワシ科が26~29で、科による相違が明確である。カタクチイワシの耳石には、下縁に顕著な鋸歯状突起がみられ、ニシン目魚類の中では特徴的な識別形質と推察される。

なお、ニシン目ではマイワシとカタクチイワシにおいて輪相や形状の異常な耳石(奇形)が現れ、特にマイワシでの出現が多い。このような耳石には、左右の出現頻度に相違はみられず、どの魚種も左右の何れかの一個が異常であった。これらの特徴や異常性が生活領域、行動等の生活型や体型あるいは環境等にどのような関連があるのか、今後の研究課題である。

6. ネズミギス目(Gonorynchiformes)(Table 2-2, Figs. 2-1, 2-4, 2-5)

日本産のネズミギス目魚類は、2科2種(サバヒーとネズミギス)が知られている。サバヒー科のサバヒーは沿岸浅海域に生息し、台湾、フィリピン、インドシナ等の東南アジアでは養殖が盛んで、重要な食用魚になっている。年齢査定に関する研究は国内では見当たらない。耳石形態については、南アフリカ周辺海域のサバヒー科とネズミギス科の各々1種の写真画像と詳細なデータが示されている(Malcolm *et al.*, 1995)。本研究では、サバヒー科のサバヒー1種のみから耳石を得た。

6-1. サバヒー科 Chanidae

サバヒー *Chanos chanos*

外形は楔状の三角形(F型)で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(A型)である。凹面には、弱い瘤状隆起が中央付近にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する(I₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。サバヒーの耳石長比は1.97、相対耳石サイズは17.11である。

7. コイ目(Cypriniformes)(Table 2-2, Figs. 2-1, 2-4, 2-5)

日本産のコイ目は2科76種が知られている。これらの魚種は、淡水域から汽水域に生息し、コイ類、フナ類、ドジョウ類等は食用魚で、マゴイは養殖食用魚や遊魚対象魚、ヘラブナ(ゲンゴロウブナ)等は遊漁対象魚、錦鯉、金魚やタナゴ類は観賞魚等、広く利用されている。一方、ミヤコタナゴ、ヒナモロコ等の絶滅危惧種や稀少種が増加している。

コイ目魚類の形態、年齢研究は比較的少ない。形態研究では、コイ科のキンギョと *Gila atraria* の耳石形状が提示されている(高橋・矢部, 1990, 上野・阪本, 1999)。キンギョの稚魚から未成魚までの耳石形状の変化(Mugiya and Tanaka, 1992)に関する報告がある。年齢研究では、コイ目は種々年齢形質が用いられ、耳石では、星状石と礫石の薄片によるオーストラリアのコイ、米国ユタ州の *Gila atraria*、南カロライナのソウギョ(Brown *et al.*, 2004, Vilizzi and Walker, 1999, Johnson and Belk, 2004, Morrow *et al.*, 1997)、間鰓蓋骨では、筑後川のニゴイ(竹下・木村, 1991)、棘(Erectile spine)では、京都由良川のアジメドジョウ(Kano, 2000)、鱗では長良川下流域のフナ属魚類(鈴木・木村, 1977)等の報告がある。また、スペイン南部のシマドジョウ属では、耳石は年齢形質

Table 2-2. Sample list used for otolith measurement (Clupeiformes, Gonorynchiformes, Cypriniformes, Siluriformes)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sampling locality	Sample size	Mean total length (mm)	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length:height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms
Clupeidae	Urume-iwashii	<i>Etrumeus teres</i>	Et	Small		2	156	61-234	3.00	1.25	2.40	2.40	19.33	C a II ₃
				Large		2	225		3.43	1.57	2.39	2.18	15.27	
	Kibinago	<i>Sparatelloides gracilis</i>	Sg			6	96	87-104	1.28	0.71	0.95	1.80	13.23	B a II ₁
	Hira	<i>Ilisha elongata</i>	Ie	Small		2	143	139-512	2.67	1.58	2.95	1.69	18.73	B a II ₁
				Large		2	444		6.78	3.85	5.88	1.76	15.20	
	Ma-iwashii	<i>Sardinops melanostictus</i>	Sm	Small	Hachinohe	10	156	4-261(107-261)	2.71	1.10	1.91	2.46	17.39	C a II ₁
				Large	Hachinohe	10	220		3.54	1.35	2.17	2.62	16.14	
	Sappa	<i>Sardinella zunasi</i>	Sz	Small	Mutsu Bay	10	156	232-288	2.44	1.28	2.58	1.91	20.33	C a II ₁
				Large		4	250		3.50	1.35	1.89	2.57	13.94	
	Nishin	<i>Clupea pallasii</i>	Cp			22	251	222-282	3.78	1.75	2.64	2.16	15.11	C a II ₁
Konoshiro	<i>Konosirus punctatus</i>	Kp			10	238	230-262	4.24	1.85	3.30	2.29	17.82	C a II ₁	
Etsu	<i>Coilia nasus</i>	Cn			1	186	186	5.36	3.01	8.67	1.78	28.81	B a II ₁	
Engraulidae														
Katakuchi-iwashii	<i>Engraulis japonicus</i>	Ej	Small	Hachinohe	10	100	5-159(73-140)	2.69	1.11	2.99	2.42	27.12	C a II ₁	
			Large	Hachinohe	10	149		3.69	1.36	3.37	2.71	24.79		
			Small	Mutsu Bay	10	105		2.95	1.20	3.37	2.46	28.04		
			Large	Mutsu Bay	10	148		3.75	1.42	3.60	2.64	25.36		
Chamidae														
Sabahii	<i>Chanos chanos</i>	Cc			1	368	368	6.30	3.20	5.48	1.97	17.11	F a I ₁	
Cyprinidae														
Koi	<i>Cyprinus carpio</i>	Cy			2	315	223-406	5.48	1.07	1.86	5.08	17.46	I a iv	
Kingyo	<i>Carassius auratus auratus</i>	Ca			2	115	112-118	2.75	0.65	1.55	4.45	23.91	I a iv	
Nigoi	<i>Hemibarbus barbus</i>	Hb			2	502	487-517	6.40	1.55	1.98	4.13	12.76	I a iv	
Siluridae														
Namazu	<i>Silurus asotus</i>	Sa	Small		7	223	178-288	2.71	1.51	1.84	1.79	12.27	B b VI	
			Large		5	392	327-504	4.09	2.46	2.57	1.67	10.56		
Plotosidae														
Gonzui	<i>Plotosus lineatus</i>	Pl			8	182	111-221	4.11	3.43	7.75	1.20	22.82	A,B b VI	

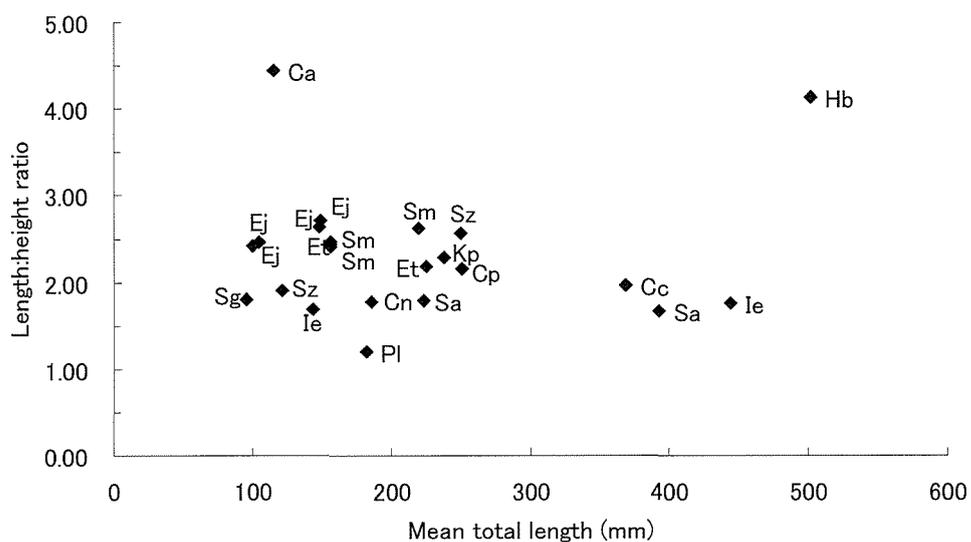


Fig. 2-4. Relation of otolith length:height ratio to total length (Clupeiformes, Gonorynchiformes, Cypriniformes, Siluriformes). Abbreviations see table 2-2.

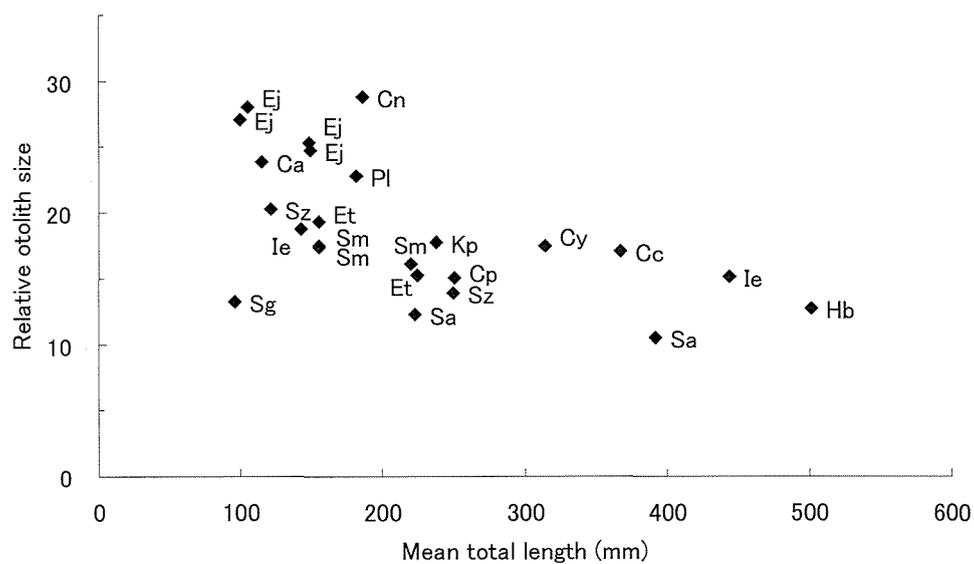


Fig. 2-5. Relation of otolith size index to total length (Clupeiformes, Gonorynchiformes, Cypriniformes, Siluriformes). Abbreviations see table 2-2.

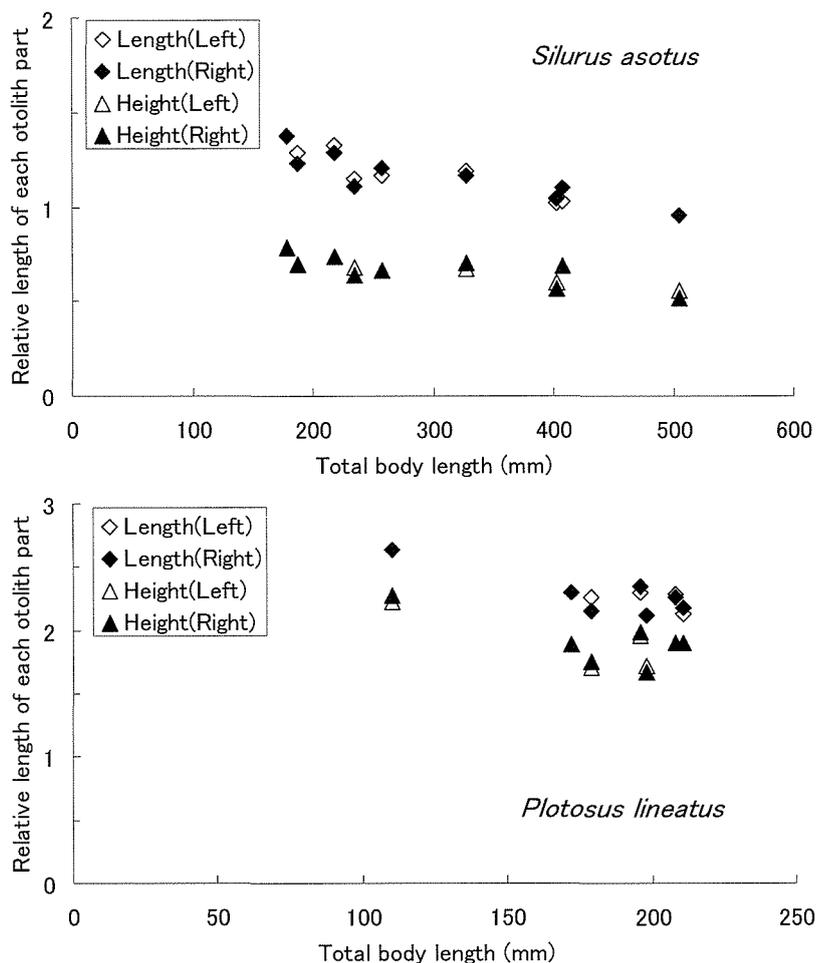


Fig. 2-6. Relationships between total body length and otolith length and otolith height of namazu *Silurus asotus* (top) and gonzui *Plotosus lineatus* (bottom).

でなく、鱗で査定が行われている (Oliva-Paterna *et al.*, 2002)。本研究では、コイ科の3種から耳石を収集した。

以下、扁平石、星状石、礫石に分けて、耳石形態の特徴を記す。

7-1. コイ科 Cyprinidae (扁平石)

コイ *Cyprinus carpio*

外形はやや鍵に似た不定形 (I型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は薄く、反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。コイの耳石は、星状石や礫石は比較的採り易いが、扁平石は脆く採り難く、破損することが多い。また、耳石長は、扁平石が大きい、耳石高は星状石が大きく、面積指数は星状石の方が大きい。

キングヨ (ワキン) *Carassius carassius auratus*

外形はコイに似た不定形 (I型) で、前角は細長く著しく伸長するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は薄く、弱い反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明確で、殆どが透明部分である。耳石の採取は、コイと同様、扁平石では難しく、星状石の方が容易である。耳石長は、扁平石が星状石より長い、面積指数は星状石の方が大きい。

ニゴイ *Hemibarbus barbus*

外形はコイに似た不定形 (I型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は薄く、強い反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。耳石の採取は、コイと同様、扁平石は難しく、星状石は容易である。耳石長は、扁平石が星状石より長い、面積指数は星状石

の方が大きい。

耳石長比は、コイが4.10、キンギョが4.45、ニゴイが4.13で、3種の間に殆ど相違がなく、何れも非常に細長い。相対耳石サイズはコイが19.27、キンギョが23.91、ニゴイが12.76で、3種を比較すると、ニゴイが若干小さい。

7-3. コイ科 Cyprinidae (星状石)

コイ科魚類の扁平石は採り難い場所にあり、薄く細長く、しかも非常に脆いので、採取時の処理過程で殆どがばらばらに破損する。従って、完全な状態での採取保存は極めて困難である。一方、星状石は比較的幅広く硬く、礫石は石塊状で非常に硬いので、採取は容易である。また、星状石は扁平石に比べ、耳石長は小さいが耳石高が大きく、面積指数はかなり大きい。礫石は星状石より小さいが厚さがある。形状では、外形には円形、楕円形等、側面形には反り状、棒状形等の特徴がみられるが、凸面の溝は認められない。星状石の輪相は、表面観察ではやや明瞭であり、礫石の輪相は、不明瞭であるが、薄片法で年齢査定が行われている。

これまで、コイ科魚類9種の星状石と11種の礫石を採取したので、その形状の特徴を以下に提示する。なお、溝が認められないので、耳石の前、後縁は明らかでないが、楕円形では長軸の先端がやや細い（あるいは尖った）部位を前縁部、先端が丸い部位を後縁部とした。また、前縁の上部にみられる凹みは欠刻と見做した。従って、円形では欠刻がみられる部位を前縁部とした。

コイ *Cyprinus carpio*

外形は、縁辺に波状の凹凸が発達した円形に近い楕円形で、欠刻は幅広く明確である。側面形は弱い反り状型である。輪相は、表面観察ではやや明瞭で、薄片観察（薄片法）による年齢査定が行われている。

ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri*

外形は、下縁から後縁に波状の凹凸がみられる楕円形で、欠刻は幅広くやや明確である。側面形は弱い反り状型である。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

ギンブナ *C. auratus langsdorfii*

外形は、全縁に波型の凹凸が発達する円形で、欠刻は幅広く明確である。外形には個体による相違がみられる。側面形は弱い楕円形である。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

タナゴ *Acheilognathus melanogaster*

外形は、縁辺に波型の凹凸がみられる円形で、欠刻は認められない。側面形は棒状型である。輪相は、表

面観察ではやや明瞭である。

タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*

外形は二つの突起がみられる円形で、欠刻とみられる突起は明確である。側面形は不明である。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

オイカワ *Zacco platypus*

外形は、前縁がやや細長く、後縁が丸い楕円形で、欠刻は明確でない。外形には個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型か半広線形である。輪相は、表面観察ではやや不明瞭である。

ウグイ *Tribolodon hakonensis*

外形は、波型や鋸歯状の凹凸が発達する円形で、欠刻は幅広くやや明確である。側面形は弱い反り状型である。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

モツゴ *Pseudorasbora parva*

外形は、角ばった楕円形で、欠刻は明確でない。側面形は弱い反り状型である。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

ニゴイ *Hemibarbus barbus*

外形は、縁辺に波型の凹凸が発達した円形か楕円形で、欠刻は明確である。体長162 mmの小型魚の外形は前縁の先端が細長く、後縁が丸い楕円形（矢尻型）で、体長404 mmの大型魚の外形は円形である。側面形は弱い反り状型である。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

7-4. コイ科 Cyprinidae (礫石)

コイ *Cyprinus carpio*

外形は、前縁がやや尖り、後縁が丸いやや短めの長楕円形で、欠刻は幅広く、やや不明瞭である。側面形は弱い反り状型で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察ではやや不明瞭である。

ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri*

外形は、前縁が尖り、後縁丸い楕円形で、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

ギンブナ *C. auratus langsdorfii*

外形は、前縁が突出し、後縁が丸い楕円形で、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型か半広線形で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

タナゴ *Acheilognathus melanogaster*

外形は、前縁が丸く、後縁が更に丸みが大きい貝状の楕円形で、欠刻は不明瞭である。側面形は不明であるが、隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*

外形はタナゴに似た貝状の楕円形で、欠刻は不明確である。側面形は不明であるが、隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察ではやや不明瞭である。

ハス *Opsarichthys uncirostris uncirostris*

外形は、やや括れがみられる楕円形で、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

オイカワ *Zacco platypus*

外形はやや反り状の楕円形で、欠刻は不明確である。側面形は不明であるが、隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

ウグイ *Tribolodon hakonensis*

外形は、縁辺に緩やかな凹凸があり、前縁がやや尖り、後縁が丸い楕円形で、欠刻は不明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は棒状型で、凹面には隆起が中央から後部に認められる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

モツゴ *Pseudorasbora parva*

外形は、タイリクバラタナゴに似た貝状の楕円形で、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus*

外形は、縁辺に緩やかな凹凸があり、前縁がやや尖り、後縁が丸い楕円形で、欠刻は認められない。側面形は弱い反り状型で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察ではやや明瞭である。

ニゴイ *Hemibarbus barbuis*

外形は、前縁がやや細く、後縁が丸い楕円形で、欠刻は認められない。側面形は弱い反り状型で、凹面には隆起が中央から後部にみられる。輪相は、表面観察では不明瞭である。

コイ科魚類の耳石長比と耳石相対サイズを種間で比較する。星状石の耳石長比は1.03-1.58の範囲で、モツゴ（モツゴ属）が最も大きく、タナゴ（タナゴ属）が最も小さい。タナゴ、ウグイ、タイリクバラタナゴとギンブナが比較的小さく（1.03~1.24）、その他は1.27~1.58の狭い範囲内にある。全体として、数値は比較的小さく、タナゴとウグイ以外には、大きい相違は見られない。耳石相対サイズは10.91~18.71の範囲で、ギンブナ（フナ属）が最も大きく、オイカワ（オイカワ属）が最も小さい。オイカワとウグイが11-12の範囲でやや小さく、ギンブナとモツゴが19でやや大きい、全体として大きい相違はみられない。

礫石の耳石長比は1.22~2.07の範囲で、コイ（コイ属）が最も大きく、タイリクバラタナゴ（タナゴ属）が最も小さい。タイリクバラタナゴとタナゴ（1.29）が小さく、コイとオイカワ（1.86）が大きい、その他は1.40~1.67の狭い範囲にある。全体として、数値は比較的小さく、コイ以外には大きい相違はみられない。耳石相対サイズは8.81~14.39の範囲で、ギンブナが最も大きく、コイが最も小さい。ウグイ（9.05）が小さく、タモロコ、タナゴとモツゴ（13~14）がやや大きい、その他は10-11の狭い範囲にある。全体として、大きい相違はみられない。

星状石と礫石を比較すると、耳石長比では、両者とも体長との関係は認められず、モツゴとタイリクバラタナゴ以外は礫石が大きい。耳石相対サイズでは、両者とも体長との関係は認められず、各魚種とも星状石は礫石よりも大きい。

上記のコイ科魚類の星状石・礫石の特徴をまとめると、星状石では円形か楕円形で、タナゴ以外は欠刻が認められる。また、全縁には波型の凹凸が発達する魚種が多い。礫石ではコイ（長楕円形）以外は前縁がやや細く、後縁が丸い楕円形で、欠刻は不明確である。また、星状石の凹面には、丸い凹みがほぼ中心部にみられる。側面形は、星状石では弱い反り状型が主体で、凹面の隆起はみられない。礫石では星状石と同様に、弱い反り状型が主体であるが、凹面の中央から後部に隆起がみられる。表面観察の輪相は、星状石では大部分の魚種で、透明帯と不透明帯はやや明瞭であるが、輪相としての構造は殆ど認められない。礫石では透明帯と不透明帯が不明瞭な魚種が多く、輪相は認められない。

耳石による年齢査定は扁平石を年齢形質として用いた報告は見当たらず、星状石ではオーストラリアのコイ（Vilizzi and Walker 1999, Brown *et al.*, 2004）、礫石では南カロライナ州のソウギョ（Morrow *et al.*, 1997）とユタ州の *Gila atraria*（Johnson and Belk 2000）が薄片法で行われている。従来、コイ科魚類の年齢査定は鱗を中心に行われているが、星状石と礫石は年齢形質として有効と考えられるので、今後、多くの魚種で年齢査定（薄片法）を試みる必要がある。

8. ナマズ目 (Siluriformes) (Table 2-2, Figs. 2-1, 2-4, 2-5)

日本産のナマズ目魚類は、7科15種が知られている。ハマギギ科とゴンズイ科以外は淡水域に生息しており、希少種のものが多いが、ギギ科、ナマズ科やゴンズイ科は食用になっている。耳石形態に関する研究では、オランダの Asejire Lake のギギ科 (*Chrysichthys*

nigrodigitatus) の耳石形状の特徴に関する報告がある (Fagade, 1980)。また、耳石化石の研究では、メキシコ湾沿岸のギギ科 (Frizzell and Dante, 1965)、静岡県掛川市および神奈川県北部のハマギギ科 (大江, 1991) に関する報告がある。さらに、南アフリカ周辺海域のハマギギ科 3 種、ゴンズイ科 2 種について、写真画像とともに詳細な形態の記載とデータが示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。

年齢に関する研究は耳石の表面観察法で行われ、ゴンズイ科では、英虞湾とメキシコ沿岸の Huizache-Caimanero lagoon のゴンズイ、ギギ科では、オランダの *Chrysichthys nigrodigitatus* に関する報告がある (梶川, 1973, Warburton, 1978, Fagade, 1980)。また、九州の筑後川のアリアケギバチ (ギギ科) では、脊椎骨の椎体による年齢査定が行われている (Takeshita *et al.*, 1998)。本研究では、ナマズ科とゴンズイ科から各々 1 種ずつから耳石を得た。

左右の耳石の長さは、ナマズ目の一部に相違がみられる (Wright *et al.*, 2002)。ここでは測定資料は少ないが、ナマズ (ナマズ科) とゴンズイ (ゴンズイ科) を対象に検討した。ナマズとゴンズイの耳石長および耳石高は、共に左右間の相違は認められなかった。

8-1. ナマズ科 Siluridae

ナマズ *Silurus asotus*

外形は、上縁が幅広く凹んだ楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形の輪郭と欠刻には、個体による相違がみられ、異常と思われる個体も現れる。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、粒状な弱い隆起が中央付近にみられる。溝はやや幅広く、欠刻部から前縁に沿い下方に延び、下端でやや後方に曲がり、下縁付近まで認められる (VI 型)。また、溝の隆起はやや強い。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

8-2. ゴンズイ科 Plotosidae

ゴンズイ *Plotosus lineatus*

外形は円形 (A 型) か楕円形 (B 型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。外形の輪郭と欠刻には、個体による相違がみられる。側面形はやや太い棒状型 (b 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から上縁に沿って後方に延び、後縁付近から曲がり、下縁の中央付近まで認められる (VI 型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

耳石長比は、ナマズは 1.73、ゴンズイは 1.20 で、両

者の間で相違がみられる。相対耳石サイズは、ナマズが 11、ゴンズイが 23 で、後者がやや大きい。ゴンズイの耳石はナマズに比べ丸く大きい。

9. ニギス目 (Argentiniformes) (Table 2-3, Figs. 2-7, 2-8, 2-9)

日本産のニギス目魚類には、5 科 39 種が知られている。有用種はニギス科 (Argentinidae) ニギス属 (*Glossanodon*) のニギスとカゴシマニギス属 (*Argentina*) のカゴシマニギスのみで、国内の耳石形態、年齢研究はこれらの 2 種に限られている。形態研究では、北太平洋亜寒帯海域のソコイワシ科 (Microstomatidae) 2 種 (窪寺・古橋, 1987)、日本産のニギス科のニギスとカゴシマニギス (Ohe, 1985)、南極周辺海域のソコイワシ科のヤセソコイワシ属 (*Bathylagus*) 2 種 (Hecht 1987) の耳石外形と溝の特徴に関する報告がある。また、北西大西洋のニギス科 1 種、ソコイワシ科 1 種、セクトリイワシ科 6 種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のニギス科 2 種、ソコイワシ科 3 種、デメニギス科 3 種、セクトリイワシ科 3 種について、写真画像とともに詳細な形態の記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。系群研究では、日本海南西海域のニギスを対象に、0 ~ 1 歳時の輪紋の性状、等の検討から系群判別が行われている (Sinoda and Don Jayashinghe 1971, Don Jayashinghe and Kawakami, 1974)。耳石化石の研究では、静岡県掛川市のニギス科に関する報告がある (大江, 1983)。また、日本近海のクジラ類の胃内容物の耳石にニギス科が出現している (Fitch and Brownell, 1968)。年齢研究では、日本海のニギス、熊野灘のニギス、北海のカゴシマニギス属 (*Argentina silus*) に関する報告がある (渡辺, 1956, 三尾, 1969, 尾形・伊東, 1979, 羽生, 1956, Bergstad, 1993)。

ニギス目魚類は、有用種のニギス以外は生息域や生態が明らかでないので、標本魚の採集は極めて困難である。本研究では、ニギス科 1 種、ソコイワシ科 2 種の耳石を収集した。

9-1. ニギス科 Argentinidae

ニギス *Glossanodon semifasciatus*

形は前角の先端がやや尖った楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝はやや明確で、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面の観察では不明瞭であるが、凹凸両面の研磨または薄片観察に

より年齢査定が可能である。

9-2. ソコイワシ科 Microstomatidae

トガリイチモンジイワシ *Leuroglossus schmidti*

外形は前角の先端が尖った長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも明瞭である。

クロソコイワシ *Pseudobathylagus milleri*

外形は丸茄子状の楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが前上角が発達せず、欠刻は不明確である。欠刻部付近の凹みは大きい。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面の観察でやや明瞭である。

耳石長比は、ニギスは1.81、トガリイチモンジイワシが2.13、クロソコイワシが1.88で、トガリイチモンジイワシがやや大きい。相対耳石サイズはニギスが33.75、トガリイチモンジイワシが19.10、クロソコイワシが14.35で、ニギスが他の2魚種に比べかなり大きい。種間の比較は類縁関係にあるサケ目魚類の項で検討する。

10. サケ目 (Salmoniformes) (Table 2-3, Figs. 2-7, 2-8, 2-9)

日本産のサケ目魚類は、4科32種である。サケ目魚類は殆どが産業上での有用魚類で、多くの魚種が生態、資源研究の対象になっている。サケ科 (Salmonidae) はサケ目魚類の中で主体を占めるが、耳石による形態、年齢研究は、国内では鱗による報告が殆どで、耳石による報告は少ないが、国外では耳石単独の研究もしくは耳石と鱗の比較研究が多い。

形態研究は、キュウリウオ科 (Osmeridae) では、北海のキュウリウオの外形の特徴、日本産のチカ、カラフトシシャモとキュウリウオの3種の外形と溝の形状の特徴、日本各地に生息するワカサギの輪相、アイスランド近海のカペリン (*Mollotus vilosus*) の系群判別、アユ科 (Plecoglossidae) では、微細構造による琵琶湖産と海産との判別法が報告されている (Fryd, 1901, Ohe, 1985, 片山, 2003, Vilhjálmsson, 1968, 梅沢・塚本, 1990)。サケ科 (Salmonidae) で最も種数が多いサケ属 (*Oncorhynchus*) では、日本産15種の形態特徴の比較研究、溝の形状による北アメリカの太平洋産5種の識別、耳石各部の特徴によるアメリカ北部のスチールヘッドの系群判別、オレゴン州のスチールヘッドとニジマスの分離、アメリカ・サンディエゴ湾のサケとベニザケの耳石形態の比較、耳石の核の面積等によるカナダ・ブリテッシュコロンビアのニジマスとスチールヘッドの識別、核の性状によるオレゴン州のニジマスの系群識別が行われている (飯塚ら, 1999, Casteel, 1974, McKern *et al.*, 1974, Rybock *et al.*, 1975, Duffy, 1977, Neilson *et al.*, 1985, Currens *et al.*, 1988)。

大西洋サケ属 (*Salmo*) とイワナ属 (*Salvelinus*) では、ノルウェー河川の大西洋サケ (*Salmo salar*) とブラウントラウト (*Salmo trutta*) との形態特徴の比較研究、外形と部位測定による大西洋サケ属2種とイワナ属2種の識別、北米産とヨーロッパ産の *Salmo salar* の系群識別に関する研究がある (L'Abée-Lund, 1988, L'Abée-Lund and Jensen, 1993, Friedland and Reddin, 1994)。シロマス属 (*Coregonus*) では、ヒュロン湖シロマス系群の耳石と鱗の形態比較、地中海の Melanlanostomiidae 科 (*Parabathophilus glorieae*) や南極周辺海域の Bathylabidae 科 (*Bathylagus antarcticus* 等3種) では、外形と溝の形状等の特徴に関する研究が行われている (Casselmann *et al.*, 1981, Matallanas, 1984, Hecht, 1987)。また、北西大西洋に生息するキュウリウオ科2種とサケ科7種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のニシン科11種、カタクチイワシ科3種、オキイワシ科1種について、写真画像とともに詳細な形態の記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。異常耳石の研究では、道南のニジマスとカナダ・バンクーバー島のマスノスケに関する報告 (Mugiya, 1972, Gaudie, 1986)、化石耳石では、カリフォルニア沿岸部のキュウリウオ科に関する報告がある (Fitch, 1967a)。また、オレゴン州沿岸のオットセイの胃内容物の耳石にサケが出現している (Brown and Mate, 1983)。また、特別な例では、カリフォルニア沿岸のカニ (*Cancer magister*) の胃内容物にキュウリウオ科等(その他、カタクチイワシ科、タラ科とカレイ科) の耳石が出現している (Gotshall, 1977)。

年齢研究では、サケ科では鱗による年齢査定が容易であるので、国内での耳石による年齢査定は少ない。国外での研究では、耳石による年齢査定は比較的多いが、大部分が表面観察によるもので、Burnt and Break 法や薄片法による査定は少ない (Power, 1978, Reimers, 1979, Barnes and Power, 1984, Kristoffersen and Klemetsen, 1991)。キュウリウオ科では相模湾、小川原湖のワカサギ (相澤, 1954, Katayama and Kawasaki, 1994) とカナダ・ニ

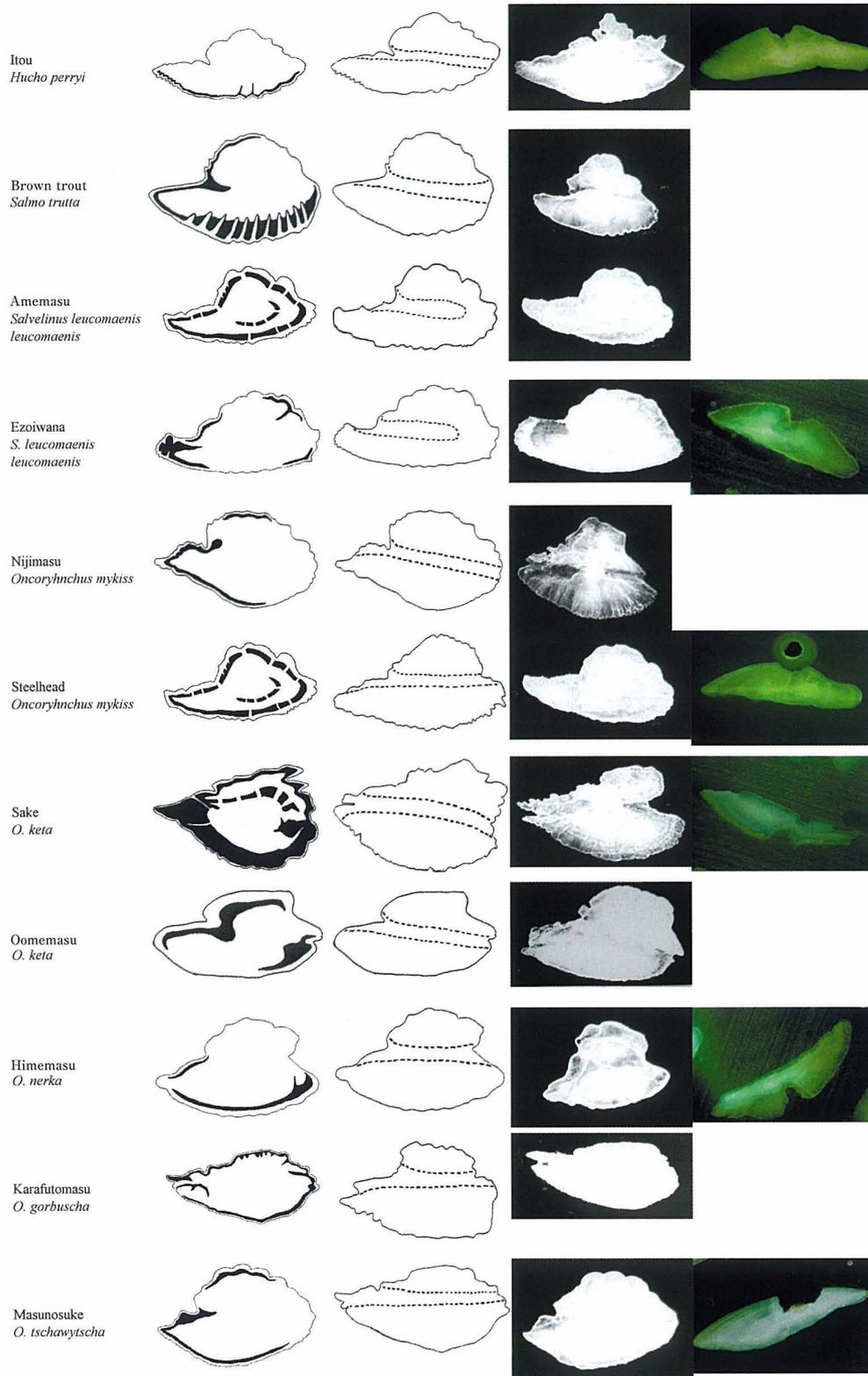
年齢研究では、サケ科では鱗による年齢査定が容易であるので、国内での耳石による年齢査定は少ない。国外での研究では、耳石による年齢査定は比較的多いが、大部分が表面観察によるもので、Burnt and Break 法や薄片法による査定は少ない (Power, 1978, Reimers, 1979, Barnes and Power, 1984, Kristoffersen and Klemetsen, 1991)。キュウリウオ科では相模湾、小川原湖のワカサギ (相澤, 1954, Katayama and Kawasaki, 1994) とカナダ・ニ

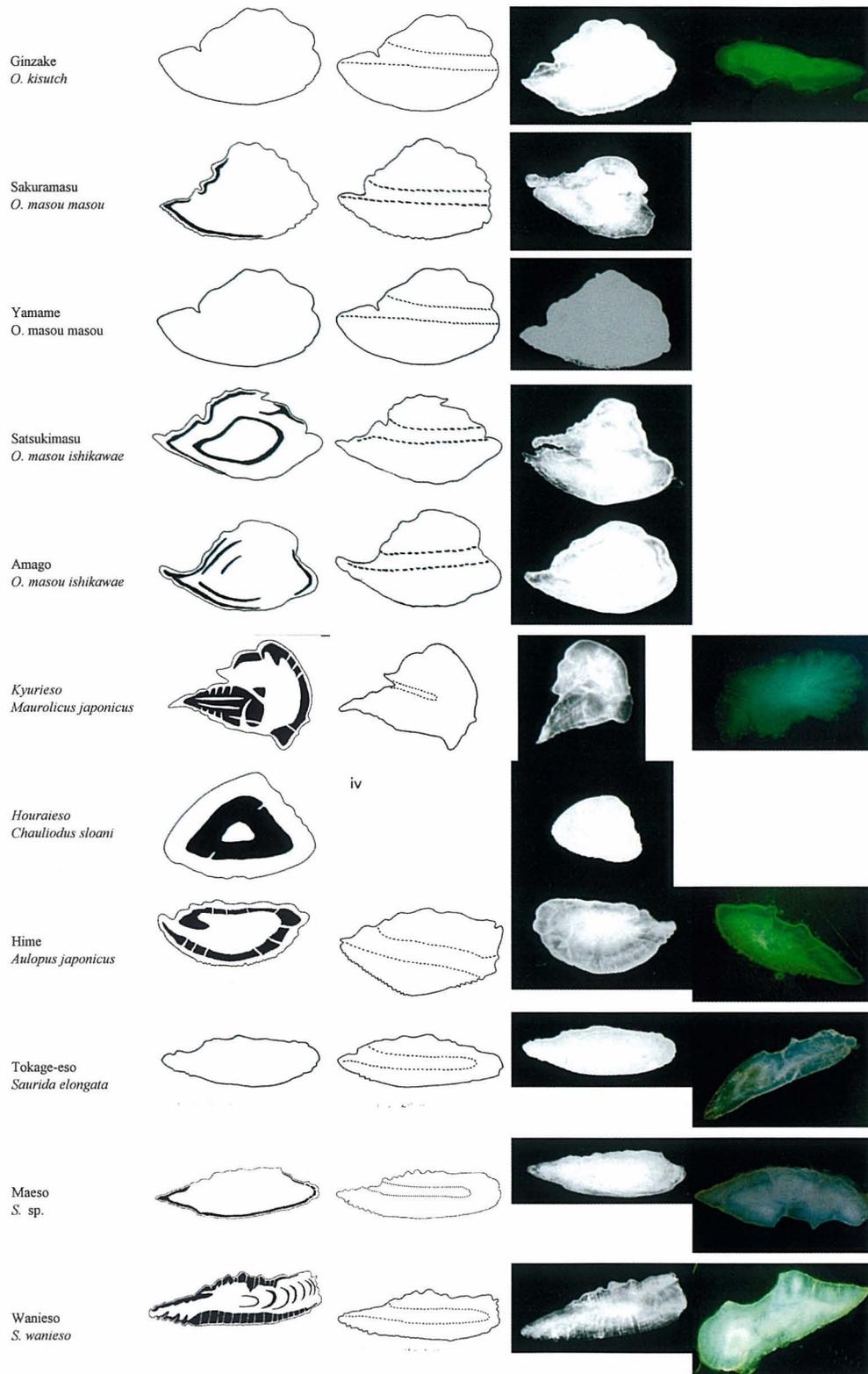
Table 2-3. Sample list used for otolith measurement (Argentiniformes, Salmoniformes)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbre- viation	Locality	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-side- sulcus forms
Argentiniidae													
Nigisu		<i>Glossanodon semifata</i>	Gs		2	139	138-139	4.65	2.57	8.60	1.81	33.75	B a II ₁
Microstomatidae													
Togari-ichimonji-iwash		<i>Leuroglossus schmia</i>	Lc		1	145		2.77	1.30	2.48	2.13	19.10	D a I ₁
Kurosoikoiwash		<i>Pseudobathylagus m</i>	Pm		2	200	195-205	2.87	1.54	2.21	1.88	14.35	B a I ₁
Osmeridae													
Shishamo		<i>Spirinchus lanceolat.</i>	Sl		8	140	136-143	4.18	2.57	7.67	1.62	29.79	B c,b II ₁
Karafutoshishaymo		<i>Mallotus villosus</i>	Mv		5	169	160-181	2.97	2.07	3.64	1.45	17.54	B a,b II ₁
Kyuri-uo		<i>Osmerus eperlanus</i>	Oe		8	248	198-285	7.35	4.19	12.42	1.77	29.72	B a,b II ₁
Chika		<i>Hypomesus japonicu</i>	Hj		7	161	135-172	4.33	2.69	7.23	1.61	27.14	B b II ₁
Wakasagi		<i>H. nipponensis</i>	Hn		20	95	80-134	3.20	1.94	6.53	1.56	31.97	B a,b II ₁
Plecoglossidae													
Ayu		<i>Plecoglossus altivelis</i>	Pa		5	180	160-198	2.76	1.70	2.61	1.63	15.20	B a II ₁
Salangidae													
Shirauo		<i>Slangichthys microd.</i>	Sm		1								D e III
Salmonidae													
Itou		<i>Hucho perryi</i>	Hp	Matuo	25	580	445-660	9.15	4.30	6.78	2.16	15.78	C a I ₁
Brown trout		<i>Salmo trutta</i>	St	Towada	10	195	148-235	3.18	2.22	3.62	1.44	16.41	B a I ₁
Amemasu		<i>Salvelinus leucomaiei</i>	Sl	off Hachinohe	2	268	221-314	3.75	1.95	2.73	1.92	14.63	B a II ₃
Ezo-iwana		<i>S. leucomaenis leuco</i>	Sl	Oirase	10	392		5.49	2.67	3.74	2.05	14.08	C a II ₃
				Matuo	10	469		5.70	2.72	3.31	2.09	11.96	
Nijimasu		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Om	Matuo	15	486	452-528	5.65	3.85	4.48	1.48	11.65	B a I ₁
Steelhead		<i>O. mykiss</i>	Om	off Sanriku	2	750		6.90	3.75	3.45	1.84	9.20	B a,b I ₁
Sake		<i>O. keta</i>	Ok	Hakodate	9	719		5.30	3.02	2.23	1.67	7.12	B a,b I ₁
			Ok	off Sanriku	4	749		5.32	3.24	2.30	1.65	7.13	
			Ok	Ishinomaki Bay	30	716		5.18	2.93	2.12	1.78	7.24	
			Ok	Kamikita R.	55	690		5.80	2.82	2.37	1.73	7.45	
			Ok	Kamikita R.	30	746		5.40	3.12	2.26	1.73	7.17	
(Oomemasu)		<i>O. keta</i>	Ok	off Sanriku	3	723	665-837	5.48	3.52	2.67	1.56	7.61	B a I ₁
Himemasu		<i>O. nerka</i>	On	Karunuchatsuka	8	310		3.21			1.50	10.43	B a I ₁
			On	Towada	8	415		3.86	2.70	2.51	1.43	9.29	
Karafutomasu		<i>O. gorbuscha</i>	Og	off Sanriku	1	498		2.80	2.02	1.14	1.39	5.62	B a I ₁
Masunosuke		<i>O. tshawytscha</i>	Ot	off Sanriku	3	742	702-763	11.77	5.53	8.77	2.13	15.81	C a I ₁
Ginzake		<i>O. kisutch</i>	Oz	Matsuo	10	474	440-523	4.48	2.94	2.78	1.53	9.48	B a I ₁
Sakuramasu		<i>O. masou masou</i>	Os	Hokkaido	2	534		4.24	2.74	2.18	1.56	8.03	B a I ₁
			Os	off Hachinohe	7	444		4.10	2.79	2.58	1.46	9.12	
			Os	Kawauchi	8	233		3.30	2.34	3.31	1.30	13.10	
			Os	Suginoko	8	188		2.54	1.18	1.59	1.38	13.74	
			Os	Matuo	5	392		4.10	2.76	2.89	1.49	10.43	
Yaname		<i>O. masou masou</i>	Os	L.Ogawara	5	181	175-190	2.54	1.66	2.33	1.53	14.03	B a I ₁
Satsukimasu		<i>O. masou ishikawae</i>	Oi	Oota R.	6	320	278-343	3.72	2.50	2.91	1.49	11.66	B a I ₁
Amago		<i>O. masou ishikawae</i>	Oi	Hiroshima	10	271	231-280	3.96	2.44	3.57	1.62	14.64	B a I ₁

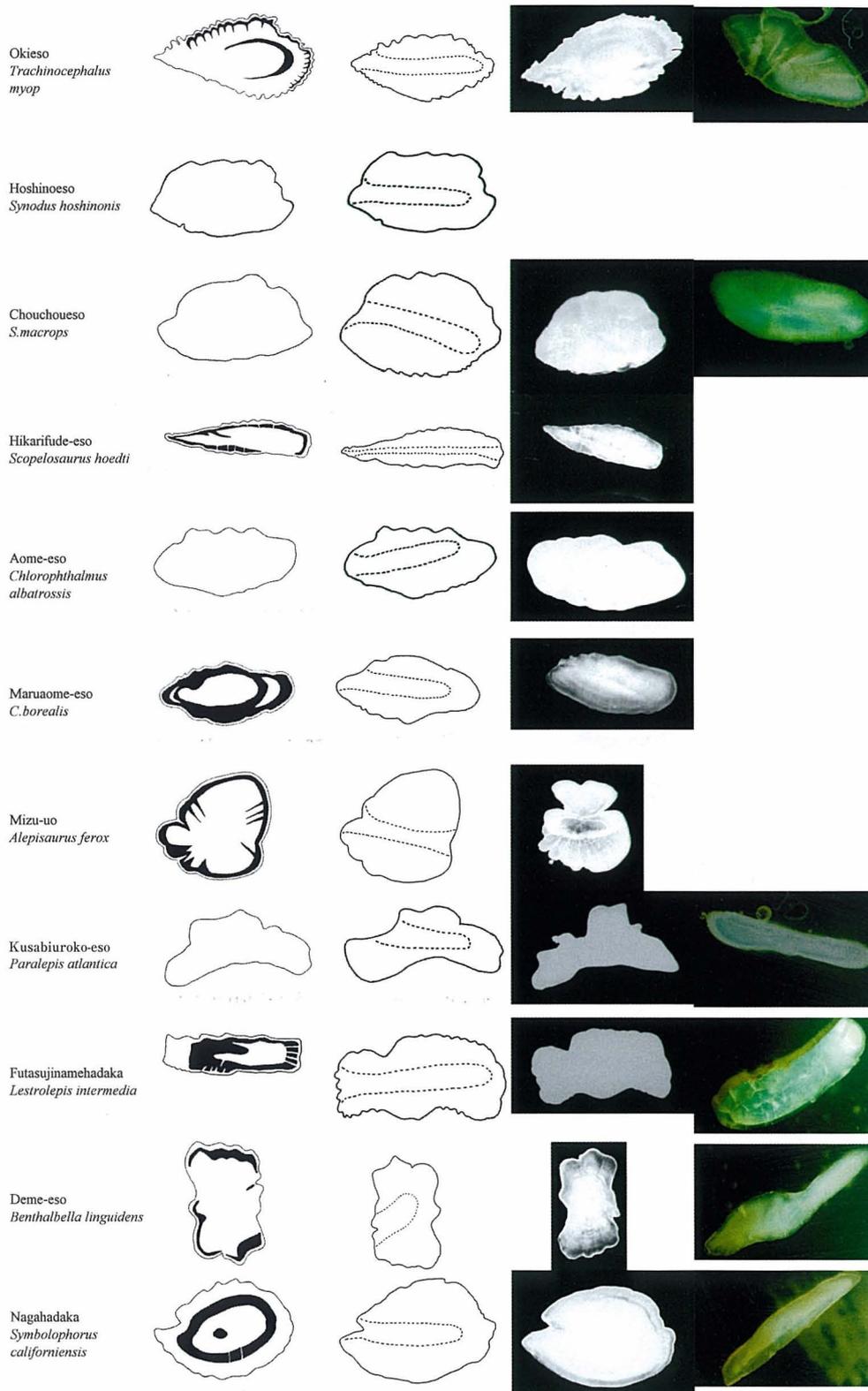
Fig. 2-7. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (Argentiniformes, Salmoniformes, Stomiiformes, Aulopiformes, Myctophiformes, Lampriformes).

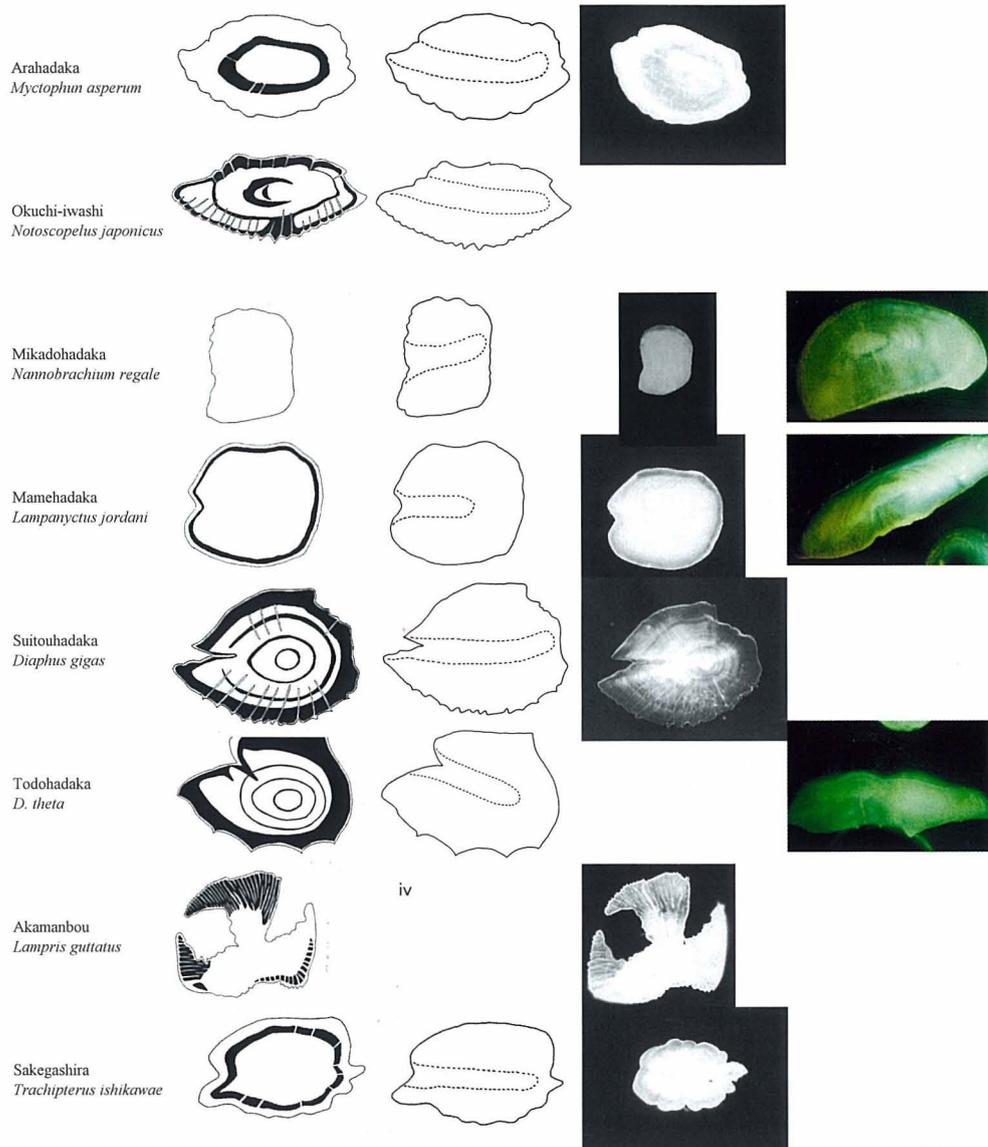
Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Nigisu <i>Glossanodon semifasciatus</i>				
Togari-ichimonji-iwashi <i>Leuroglossus schmidti</i>				
Kurosokoiwashi <i>Pseudobathylagus milleri</i>				
Shishamo <i>Spirinchus lanceolatus</i>				
Karafutoshishamo <i>Mallotus villosus</i>				
Kyuri-uo <i>Osmerus eperlanus</i>				
Chika <i>Hypomesus japonicus</i>				
Wakasagi <i>H. nipponensis</i>				
Ayu <i>Plecoglossus altivelis a</i>				
Shirauo <i>Slangichthys microdon</i>				





iv





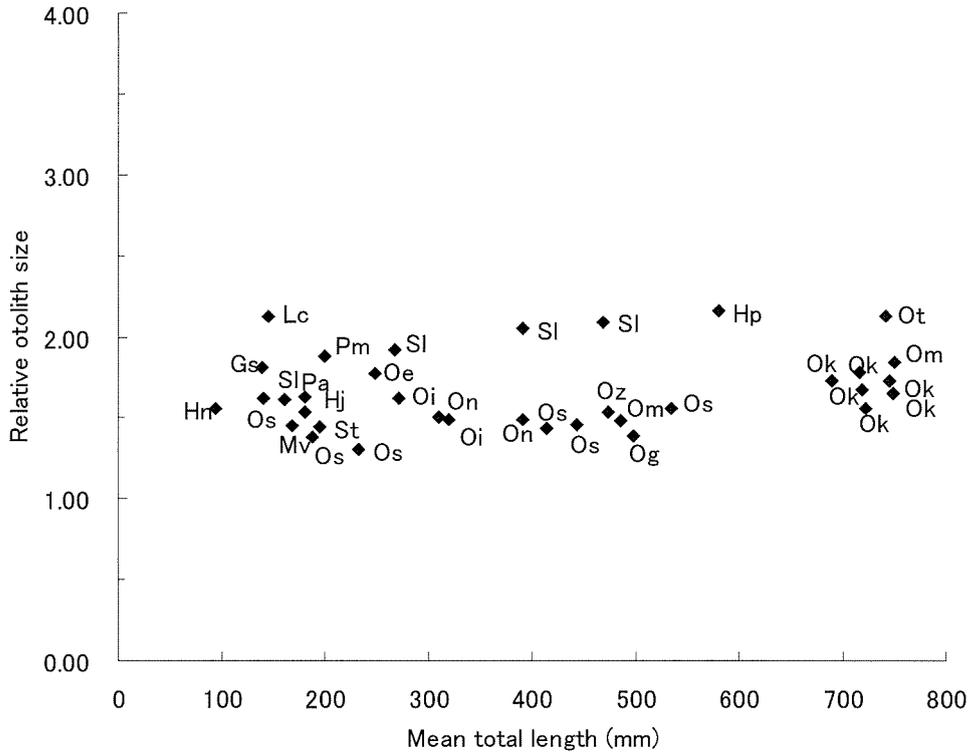


Fig. 2-8. Relation of otolith length:height ratio to total length (Salmoniformes). Abbreviations see table 2-3.

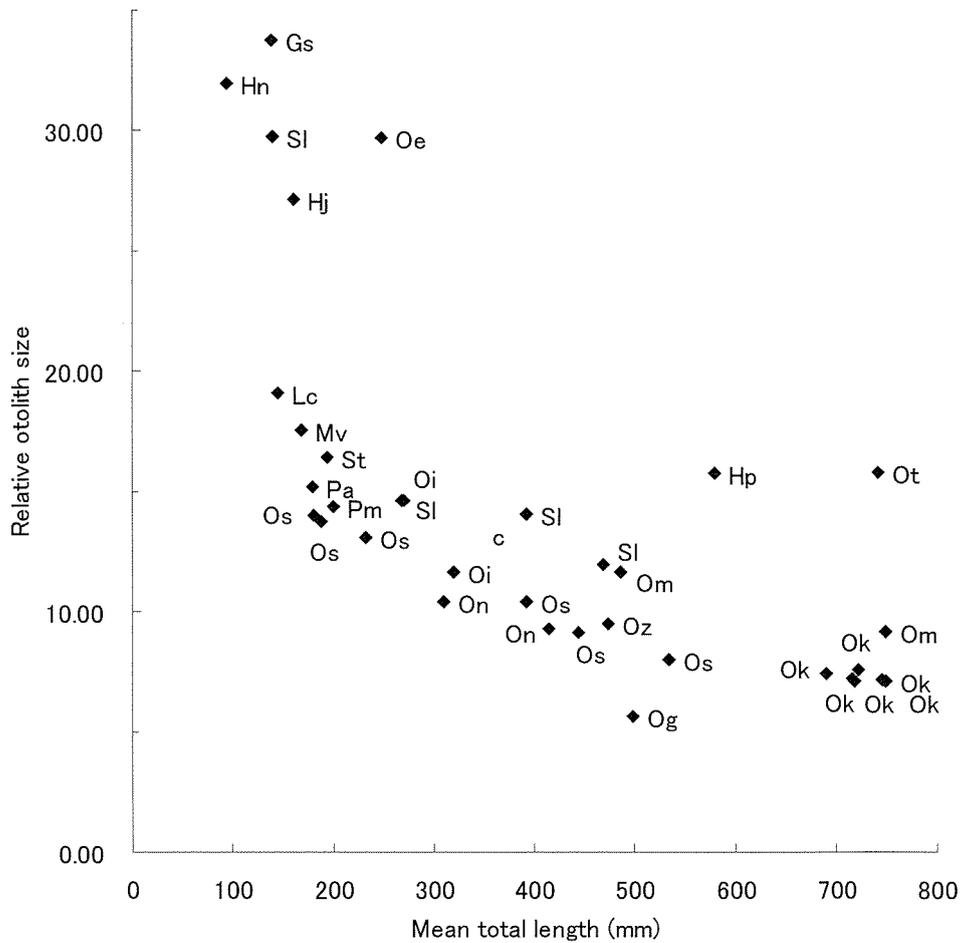


Fig. 2-9. Relation of otolith size index to total length (Salmoniformes). Abbreviations see table 2-3.

ユーファンランド島沿岸, グリーンランド島近海, バレンツ海, カナダ・セントローレンス湾のカペリン (Pitt, 1958, Kanneworff, 1968, Winters, 1970, Gjøl aeter and Loeng, 1987, Bailey *et al.*, 1977) に関する研究報告がある。サケ科ではイワナ属 (*Salvelinus*) の研究が比較的多く, 国内では北海道然別湖, 富山県有峰湖, 島根県紙祖川, 北海道礼文島, 北海道南部および西部河川のイワナ, アメマス, ゴギとミヤベイワナ (Maekawa, 1978, Nakano *et al.*, 1990, 木本, 1992, 山本ら, 1992, Yamamoto and Nakano, 1996, 山本ら, 1996, Takashima *et al.*, 2000), 国外ではカナダ・バーフィン島, カリフォルニア東部, カナダ・アルバータ州, ノルウェー近海のベア島の Arctic char (*Salvelinus alpinus*), Brook trout (*S. fontinalis*) と Bull charr (*S. confluentus*) に関する研究報告がある (Grainger, 1953, Reimers, 1979, Carl *et al.*, 1989, Kristoffersen and Klemetsen, 1991)。

大西洋サケ属 (*Salmo*) では, ブラウントラウト (*Salmo trutta*), サケ属 (*Oncorhynchus*) では, ノルウェー西部および中部南の河川湖沼, 日本海山形県沖, カナダの河川湖沼, 北海道洞爺湖, ワシントン州コロンビア川, モンタナ州西部のサケ, ベニザケ, サクラマス, スチールヘッド等に関する研究報告がある (Jonsson and Stenseth, 1977, Svalastog 1991, Fukuwaka, 1996, Bilton and Jenkinson, 1968, 1969, Yamamoto *et al.*, 2000, Peven *et al.*, 1994, Downs *et al.*, 1997)。シロマス属 (*Coregonus*) では, ノルウェーの南西部, カナダ・ケベック州の湖沼の *Coregonus albula* と *C. clupeiiformis*, カワヒメ属 (*Thymallus*) では, カナダ・ユーコン川下流の *Thymallus arcticus*, *Prosopium* 属では, カナダ・ケベック州の *Prosopium cylindraceum* に関する研究報告がある (Aass, 1972, Power, 1978, Barnes and Power, 1984, Sikstrom, 1983, Jessop, 1972)。また, Galaxiidae 科では, ニューゼaland南部のガラシアス属 (*Galaxias*) の *G. vulgaris* と *G. fasciatus*, Prototroctidae 科では, オーストラリアの *Prototroctes maraena*, Lepidogalaxiidae 科では, オーストラリアの南西部の *Lepidogalaxias salamandroides* に関する研究報告がある (Cadwallader, 1978, Hopkins, 1979, Bishop and Bell, 1978, Morgan *et al.*, 2000, Morgan, 2003)。

サケ目魚類は, キュウリウオ科, アユ科, シラウオ科とサケ科の大部分が有用種であるので, リュウキュウアユ, ゴギ, ビワマス等の希少種等を除き, 殆どの魚種が採集できる。本研究では, キュウリウオ科5種, アユ科1種, シラウオ科1種, サケ科16種の計23種から耳石を採集した。なお, サケ科のオオメマスは

北海道沿岸ではトキシラズとも言われ, アジア系サケの系群 (オホーツク群) の未成魚であり (落合・田中, 1986, 酒井, 1986), 中坊 (2000) には記載されていない。しかし, 三陸沿岸では, 銘柄として陸揚げされているので, 本稿ではサケとは別に記載した。

10-1. キュウリウオ科 Osmeridae

シシャモ *Spirinchus lanceolatus*

外形は全縁に凹凸がみられる楕円形 (B型) で, 前角はやや発達するが, 前上角があまり発達せず, 欠刻はやや不明確である。側面形は半広線形 (c型) か棒状形 (B型) である。溝は欠刻部から後方に伸び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

カラフトシシャモ *Mallotus villosus*

外形ははやや丸茄子形状の楕円形 (B型) で, 前角は発達するが, 前上角があまり発達せず, 欠刻はやや明瞭である。欠刻部は幅広く, シシャモとは明確に相違する。側面形は棒状型 (b型) か弱い反り状型 (a型) である。凹面には, 弱い隆起が中央から後部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で, 年齢査定が可能である。

キュウリウオ *Osmerus eperlanus*

外形は楕円形 (B型) で, 前角と前上角がやや発達し, 欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭であるが, 薄片観察では明瞭な年輪構造が観察される。

チカ *Hypomesus japonicus*

外形は楕円形 (B型) で, 前角と前上角はやや発達し, 欠刻はやや明瞭である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は欠刻部から後方に伸び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察, 薄片観察でやや明瞭である。

ワカサギ *Hypomesus nipponensis*

外形は楕円形 (B型) で, 前角はやや発達するが, 前上角が発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察, 薄片観察でやや明瞭であり, 年齢査定に用いられている。

10-2. アユ科 Plecoglossidae

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*

外形はやや丸茄子形状の楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

10-3. シラウオ科 Salangidae

シラウオ *Slangichthys microdon*

外形はサケ目では唯一縦長楕円形 (D型) で、欠刻は認められない。側面形は弱い逆反り状型 (e型) である。溝は前縁から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

10-4. サケ科 Salmonidae

イトウ *Hucho perryi*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は全体的に明確であるが、前上角は個体による相違がある。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ブラウントラウト *Salmo trutta*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、年齢査定は行われている。

アメマス *Salvelinus leucomaenis leucomaenis* (降海型)

外形は長めの楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

エゾイワナ *Salvelinus leucomaenis leucomaenis* (陸封型)

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達するが前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の間付近まで認められる (II₃型)。アメマス同様に後端まで達しておらず特徴的である。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

ニジマス *Oncorhynchus mykiss* (陸封型)

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、個体によっては弱い隆起が後

部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

スチールヘッド *Oncorhynchus mykiss* (降海型)

外形はやや長めの楕円形 (B型) で、前角は発達するが前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。凹面には、個体によっては弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、年齢査定は行われている。

サケ *Oncorhynchus keta*

外形は後部が幅広い楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。凹面には、後部に弱い隆起、後縁部の凹み、上、下縁部の鋸歯状突起等がよくみられるが、その出現や広がりには個体による相違がある。溝は欠刻部から後方に伸び、僅かに湾曲して後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、研磨等により年齢査定が行われており、薄片観察では容易に査定が出来る。また、異常な輪相 (全面が殆ど透明なもの、縁辺部以外は不透明なもの、上、下あるいは前、後のほぼ半域が透明なもの等) や不透明部分の突出等、特異な輪紋を示す個体が比較的多く出現することが知られている。

オオメマス *Oncorhynchus keta* (オホーツク群)

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状 (a型) 型か棒状型 (b型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ヒメマス *Oncorhynchus nerka nerka*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。後縁部には、比較的大きい凹みがみられ、その大きさには個体による相違がある。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察では輪紋構造がみられる。

カラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha*

外形はやや短めの楕円形 (B型) で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

マスノスケ *Oncorhynchus tshawytscha*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ギンザケ *Oncorhynchus kisutch*

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達しないが、前角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、個体によっては弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに湾曲して後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サクラマス *Oncorhynchus masou masou* (降海型)

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

ヤマメ *Oncorhynchus masou masou* (陸封型)

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サツキマス *Oncorhynchus ishikawae* (降海型)

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

アマゴ *Oncorhynchus ishikawae* (陸封型)

外形は楕円形 (B型) で、前角がやや発達し、前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

サケ目魚類 (一部ニギス目を含む) の耳石長比と相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は、キュウリウオ科とアユ科では1.45～1.77の範囲で、魚種間の相違は殆ど認められない。サケ科では1.39～2.16の範囲で、イトウが最も大きく、カラフトマスが最も小さい。降海型のスチールヘッドは同種である陸封型のニジマスに比べ、若干数値が大きい。また、サケでは、地域的な相違はみられない。全体的にみて、サケ目魚類は1.92～2.16の大グループ (サケ科5種) と1.39

～1.77の小グループ (キュウリウオ科4種、アユ科1種とサケ科11種) に分けられる。また、ニギス目魚類3種の数値は1.81～2.13で、大グループとほぼ同様な数値を示している。相対耳石サイズは、キュウリウオ科とアユ科では15.20～31.97の範囲で、ワカサギが最も大きく、アユが最も小さい。サケ科では5.62～16.41の範囲で、ブラウントラウトが最も大きく、カラフトマスが最も小さい。また、サケでは、地域による相違はみられない。サケ科の各魚種は数値の大きさから、15～16の大グループ (イトウ、ブラウントラウトとマスノスケ)、10～14の中グループ (アメマス、エゾイワナ、ニジマス、カラフトマス、サクラマス、ヤマメ、サツキマスとアマゴ) と6～9の小グループ (スチールヘッド、サケ、カラフトマス、サクラマスとオオメマス) の3グループに分けられる。このようなグループの分離は、面積指数を用いた相対耳石サイズの検討でも認められる。ニギス目魚類3種では、クロソコイワシの値は大グループ、他の2種の数値はキュウリウオ科とほぼ同様である。

以上、サケ目魚類の耳石形態の特徴をまとめると、外形は楕円形 (B型) 主体で、イトウ、エゾイワナとマスノスケが長楕円形 (C型) である。前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は明確でない。側面形は、殆どが弱い反り状型 (a型) である。溝はシラウオを除いて比較的明瞭であり、全てが欠刻付近から後縁もしくはその付近まで達している。I₁型が主体で、その他にII₁型 (キュウリウオ科とアユ科)、II₃型 (サケ科のアメマスとエゾイワナ) が存在する。

なお、サケ目魚類には、異常な形状を呈した耳石が散見された。異常 (奇形) 耳石については、道南のニジマスとカナダ・バンクーバー島のマスノスケに関する報告 (Mugiya 1972, Gauldie 1986) がある。サケで最も多く、ニジマス、ギンザケ、ヤマメ、イトウとワカサギにも出現し、左右の耳石が異常の個体もあるが、大部分は、左右いずれかの一つの耳石が異常であるというパターンが多かった。

11. ワニトカゲギス目 (Stomiiformes) (Table 2-4, Figs. 2-7, 2-10, 2-11)

日本産のワニトカゲギス目魚類は、9科99種あり種数が多い。しかし、非食用魚であり産業上の有用種は存在しないため、耳石に関する形態、年齢研究は少ない。形態研究では、北西大西洋のヨコエソ科3種、ムネエソ科5種とワニトカゲギス科4種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。南アフリカ周辺海域では、ヨコエソ科4種、ムネエソ科11種、ギンハダガ科2種、ホウライエソ

科2種, ワニトカゲギス科1種, ホウライエソ科2種, トカゲハダカ科4種, ホテイエソ科6種, ホウキボシエソ科1種, ミツマタヤリウオ科2種について, 写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。耳石化石の研究では, 静岡県掛川市のムネエソ科に関する報告がある (大江, 1983)。また, 日本近海のクジラ類の胃内容物の耳石にムネエソ科が出現する (Fitch and Brownell, 1968)。年齢研究では, 日本海南西海域に生息するムネエソ科のキュウリエソに関する報告がある (由木, 1984)。ワニトカゲギス目魚類は種数は多いが, 本研究で耳石が採集されたのは, ムネエソ科1種, ホウライエソ科1種に留まった。

11-1. ムネエソ科 Sternoptychidae

キュウリエソ *Maurolicus japonicus*

外形は前角が尖った三角形 (F型) で, 前角と前上角がやや発達し, 欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には, 弱い隆起が中央から後部にみられる。溝は細く浅いが, 欠刻部から中央付近まで認められる (Ⅲ型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭で, 年齢査定が可能である。

11-2. ホウライエソ科 Chauliodontidae

ホウライエソ *Chauliodus sloani*

外形は下縁を底辺とする三角形 (F型) である。前角と前上角は発達せず, 欠刻は不明確で, キュウリエソとは全く異なる外形である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

耳石長比は, キュウリエソが1.19, ホウライエソが1.07で, 殆ど相違がない。相対耳石サイズは, キュウリエソが27.98で大きい, ホウライエソは4で著しく小さい。

12. ヒメ目 (Aulopiformes) (Table 2-4, Figs. 2-7, 2-10, 2-11)

日本産のヒメ目魚類は11科86種が知られている。マエソ, トカゲエソ等のエソ科が練り製品として利用され, 殆どが底曳網で漁獲される。しかし, 耳石に関する形態, 年齢研究は比較的少ない。形態研究では, 熊野灘尾鷲沖のアオメエソ科 (Chlorophthalmidae) のアオメエソに関する形状特徴, 日本産ヒメ科 (Aulopodidae) ヒメとアオメエソ科 (Chlorophthalmidae) 3種, 北太平洋亜寒帯海域のフデエソ科ハリーフデエソ, 南極周辺海域の

デメエソ科 (Scopelarchidae) 2種, ハダカエソ科 (Paralepididae) 4種の外形および溝の形状に関する報告がある (Suzuki, 1967, Ohe, 1985, 窪寺・古橋, 1987, Hecht, 1987)。また, 北西大西洋に生息するミズウオ科2種, アオメエソ科2種, チョウチョウハダカ科1種, ハダカエソ科3種とエソ科1種について, 凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに, 南アフリカ周辺海域のアオメエソ科2種, デメエソ科2種, フデエソ科2種, エソ科6種, ハダカエソ科4種, ミズウオ科1種について, 写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。年齢研究では, 地中海スペイン沖のアオメエソ科の *Bathypterois mediterraneus*, 鹿児島湾のハダカエソ科のハダカエソに関する報告がある (Morales-Nin *et al.*, 1996, Harada and Ozawa, 2003)。

ヒメ目魚類は底びき網漁獲物に比較的多く混獲されるので, 標本魚はヒメ目では, ヒメ科が1種, エソ科が6種, フデエソ科が1種, アオメエソ科が2種, ミズウオ科が1種, ハダカエソ科が2種, デメエソ科が1種の計13種が得られた。

12-1. ヒメ科 Aulopodidae

ヒメ *Aulopus japonicus*

外形は長めの楕円形 (B型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。凹面には, 弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び, 後部付近から下方に曲がり下縁後部に達する (I₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

12-2. エソ科 Synodontidae

トカゲエソ *Saurida elongata*

外形はやや幅広い広線形 (E型) で, 前角は発達するが, 前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には, 弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び, ほほ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

マエソ *Saurida* sp.

外形はやや幅広い広線形 (E型) で, 前角は発達するが, 前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は前縁から後方に伸び, 中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

ワニエソ *Saurida wanieso*

外形はやや幅広い広線形 (E型) で, 前角は発達す

るが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。マエソ属3種の耳石は、非常によく似た外形をしている。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

オキエソ *Trachinocephalus myops*

外形は前角が尖った楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は前縁から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

ホシノエソ *Synodus hoshinonis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は前縁から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

チョウチヨウエソ *Synodus macrops*

外形は楕円形(B型)で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)か棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに湾曲して後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

12-3. フデエソ科 Notosudidae

ヒカリフデエソ *Scopelosurus hoedti*

外形は広線形(E型)で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)か棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達するが、後縁部で幅が広がる(I₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

12-4. アオメエソ科 Chlorophthalmidae

アオメエソ *Chlorophthalmus albatrossis*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)か棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

マルアオメエソ *Chlorophthalmus borealis*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)か棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び、

中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

12-5. ミズウオ科 Alepisauridae

ミズウオ *Alepisaurus ferox*

外形は円形に近い楕円形(B型)で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形型(c型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する(I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

12-6. ハダカエソ科 Paralepididae

クサビウロコエソ *Paralepis atlantica*

外形は鳥が翼を広げた状態にやや似た不定形(I型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は幅広く不明確である。側面形は反り状型で(a型)ある。溝は浅く広く、欠刻部から後方に延び、中心と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。フタスジナメハダカ *Lestrolepis intermedia*

外形は長方形的な不定形で(I型)、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、中心と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

12-7. デメエソ科 Scopelarchidae

デメエソ *Benthalbella linguoidens*

外形は四角形状の縦長楕円形(D型)で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は幅広く、欠刻部から僅かに斜め上方に伸び、中央後部付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒメ目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較すると、耳石長比は5.06～0.54の範囲であり、ヒカリフデエソが最も大きく、最も小さいがデメエソで(次いでミズウオの1.32)、両者の相違は著しく大きい。また、マエソとワニエソでは、体長の大きいグループの数値がやや大きくなっている。体長との関係を見ると、比較的体長の小さいヒカリフデエソが極端に大きく、最も体長の大きいミズウオが小さい。また、エソ科では、マエソ属のマエソ、トカゲエソとワニエソは3以上の数値を示したが、その他の魚種は1.6～2.8内にある。相対耳石サイズは、37.20～0.86の範囲で、エソ科のオキエソが最も大きく、ミズウオ科のミズウオが最も小さく、耳石長比と同様に両者の相違は著しい。科別には、ヒメ科、エソ科5種とアオメエソ

科が25以上、エソ科2種、フデエソ科とハダカエソ科が20～10の範囲、デメエソ科は7で、ミズウオ科に次いで小さい。全体的にみて、各魚種の数値には、科や属の分類体系上の相違や体長との関係は認められない。

ヒメ目の耳石形態の特徴としては、科毎に様々な形状を示し、目としての統一性がほとんどみられないことが挙げられる。特にハダカエソ科の耳石外形の不定形は特徴的である。

13. ハダカイワシ目 (Myctophiformes) (Table 2-4, Figs. 2-7, 2-10, 2-11)

日本産のハダカイワシ目魚類は2科92種が知られている。ハダカイワシ目魚類は、一部地域で食用にされるものの、産業上の有用種はほとんど無い。しかし、外洋域におけるマイクロネクトンとしてバイオマスも大きく、魚食性有用魚類や海生哺乳類の重要な餌生物になっていること等から、耳石に関する形態、年齢研究が行われている。形態研究では、世界の海域のハダカイワシ科 (Myctophidae) カガミイワシ属9種、日本産ハダカイワシ科9種、南極周辺海域のハダカイワシ科13種、北太平洋亜寒帯海域のハダカイワシ科14種の外形、側面形と溝の形状等の特徴 (Nafpaktitis and Paxton, 1968, Ohe, 1985, Hecht, 1987, 窪寺・古橋, 1987), カリフォルニア近海のハダカイワシ科6種の溝の形状と側面形の比較 (Gago, 1983), メキシコ湾東部のハダカイワシ科3種の耳石の成長に伴う外形の変化 (Gartner, Jr. 1991), 西部太平洋のハダカイワシ科36種の耳石形の特徴による種の同定法 (大泉ら, 2001) に関する研究が行われている。また、北西大西洋のハダカイワシ科41種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のハダカイワシ科69種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。耳石化石の研究では、メキシコ湾沿岸部、カリフォルニア沿岸部、静岡県掛川市と神奈川県北部、ベネズエラ北西部のハダカイワシ科単独種や複数種に関する報告がある (Frizzell and Dante, 1965, Fith, 1966, 1967ab, 1968, 大江, 1983, 1991, Aguilera and Aguilera, 2001)。また、日本近海のクジラ類、カリフォルニア海域のマグロ類やアシカの胃内容物の耳石に、ハダカイワシ科の多くの魚種が出現している。年齢研究では、東北海域のハダカイワシ科のススキハダカ (小達, 1966), 北西大西洋の *Benthoosema glaciale* (Halliday 1970), 北太平洋の *Stenobranchius leucopsarus* (Smoker and Pearcy, 1970), 駿河湾のイワハダカ (Go *et al.*, 1977ab), アル

ゼンチン沖の *Gymnoscopelus nicholsi* (Linkowski, 1985), ベーリング海のコレヒハダカ (Nishimura *et al.*, 1999) に関する報告がある。

ハダカイワシ目魚類を採集するには、調査船調査による稚魚ネットや中層曳ネットによる試験操業が必須となる。本研究では、これらの採集物からハダカイワシ科の7種を得た。

13-1. ハダカイワシ科 Myctophidae

ナガハダカ *Symbolophorus californiensis*

外形はやや丸みを帯びた楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は半広線型 (c型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

アラハダカ *Myctophun asperum*

外形はほぼ正常な楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は不明である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定は可能である。

オオクチイワシ *Notoscopelus japonicus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが前上角が発達せず、欠刻は幅広く不明確である。側面形は不明である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

ミカドハダカ *Nannobranchium regale*

外形は角ばった縦長楕円形 (D型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から僅かに斜め上方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

マメハダカ *Lampanyctus jordani*

外形は円形 (A型) で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は棒状型 (b型) か半広線形型 (c型) である。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

スイトウハダカ *Diaphus gigas*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は不明である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

トドハダカ *Diaphus theta*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角

は発達し、欠刻は明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。また、下縁に数個の歯状突起があり、突起間が曲線状に凹んでいる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに中央部後方まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

耳石長比は0.75～2.10の範囲で、オオクチイワシが最も大きく、ミカドハダカ (縦長楕円形) が最も小さい。マメハダカは1.07で、ミカドハダカに次いで小さいが、他の4種は1.33～1.54の数値内にあり、殆ど相違はみられない。相対耳石サイズは9.65～43.22の範囲で、スイトウハダカが最も大きく、ミカドハダカが最も小さいが、他の5種は28～38の数値内にある。

ハダカイワシ目魚類の耳石形態を要約すると、前角と前上角はやや発達し、欠刻はほぼ明確である。側面形は半広線形型 (C型) の魚種が多い。溝は、マメハダカ (C型) 以外はB型である。B型はB₁型主体でB₃型もある。トドハダカの下縁の歯状突起は、7種間では特異な形状である。

ハダカイワシ類耳石の溝は、比較的明瞭である。溝の形状は科や種の重要な識別要因の一つであるが、大泉他 (2001) によると胃内容物のハダカイワシ類の耳石では、表面が消化されている場合が多く特徴が失われている事も多いと言う。アカイカの胃内容物には、サンマ、マイワシ、マサバ等の他に、ハダカイワシ類と思われる耳石が数多く出現するが、溝の形状は消化のため不明確であった (飯塚ら, 1985)。溝による種判別法は耳石化石等で重要であるが、胃内容物の耳石の識別には必ずしも適していないと考えられる。

14. アカマンボウ目 (Lampridiformes) (Table 2-4, Figs. 2-7, 2-10, 2-11)

日本産のアカマンボウ目魚類は5科11種とされている。殆どが稀少種で、稀に延縄や底びき網に混獲される程度である。アカマンボウ目魚類の耳石に関する形態、年齢研究は殆どみられない。形態研究では日本産のフリソデウオ科のサケガシラについて、外形と溝の形状等の特徴に関する報告がある (Ohe, 1985)。また、北西大西洋のアカマンボウについて、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のアカナマダ科1種、フリソデウオ科1種、リュウグウノツカイ科1種、Ateleopodidae科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。年齢に関する研究は見当たらない。本研究では、

アカマンボウ科、フリソデウオ科から各々1種ずつの耳石を収集した。

14-1. アカマンボウ科 Lampridae

アカマンボウ *Lampris guttatus*

外形は翼を広げた鳥によく似た不定形 (I型) で、欠刻状の2つの切り込みが顕著であり、種としての特徴的な外形を示している。側面形、隆起と溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭で、透明と不透明部分が認められる。

14-2. フリソデウオ科 Trachipteridae

サケガシラ *Trachipterus ishikawae*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。外形や欠刻には、個体による変異がある。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面の前部には、弱い隆起がみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面の観察でやや明瞭である。

耳石長比はアカマンボウが1.13、サケガシラは1.73で、両者にやや相違が認められる。相対耳石サイズは4.90と2.09で、両者とも非常に小さい。

15. タラ目 (Gadiformes) (Table 2-5, Figs. 2-12, 2-13, 2-14)

日本産タラ目魚類は、7科99種が知られている。タラ科のスケトウダラとマダラが多獲性底魚類であり、また、チゴダラ科とソコダラ科の複数種が練り製品で利用されているスケトウダラの代替種として、底びき漁業で漁獲されている。世界的にみてもタラ目魚類は世界の各海域に広く分布し、大西洋マダラ、ハドックやメルルーサ科等、主に底びき網や延縄で漁獲される産業上の重要種である。したがってこれらの魚種については、資源研究が積極的に行われてきた。耳石による形態、年齢研究もその一環として進められてきたが、多獲性の魚類だけでなく、チゴダラ科やソコダラ科においても行われており、研究報告は他の目魚類に比べて著しく多い。形態研究については形態特徴の記載、系群判別と異常耳石、耳石化石等に関する研究に分けて述べる。外形や溝の形状等の形態研究は、タラ科 (Gadidae) では北海の大西洋マダラ、飼育幼魚のスケトウダラ (Fryd, 1901, Bailey *et al.*, 1995)、チゴダラ科 (Moridae) では北大西洋東部のカナダダラ等12種、北西太平洋のカラスダラ (Fitch and Barker, 1972, Kanayama *et al.*, 1978)、ソコダラ科 (Macrouridae) ではニュージーランド、タスマニアとフォークラン

Table 2-4. Sample list used for otolith measurement (Stomiiformes, Aulopiformes, Myctrophiformes, Lampriformes)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-side sulcus forms
Sternoptychidae													
Kyurieso		<i>Maurolicus japonicus</i>	Mj		22	49	37-61	1.46	1.22	3.64	1.19	27.98	F a III
Chauliodontidae													
Hourateso		<i>Chauliodus sloani</i>	Cs		1	222		0.80	0.75	0.27	1.07	3.60	G a nd
Aulopodidae													
Hime		<i>Aulopus japonicus</i>	Aj		14	139	100-178	4.15	2.14	6.39	1.95	30.21	B a I ₂
Synodontidae													
Tokage-eso		<i>Saurida elongata</i>	Sc		7	275	173-393	6.84	2.36	5.87	3.80	24.57	E a II ₁
Ma-eso		<i>S. sp.</i>	Ss	Small	10	170	107-242	5.65	2.05	6.81	2.75	33.90	E a II ₂
			Sw	Large	1	420	420	11.80	3.60	10.11	3.28	28.09	
Wani-eso		<i>S. waniensis</i>	Sw	Small	1	290	290	9.40	3.10	10.05	3.30	32.41	E a II ₁
			Sm	Large	1	507	507	14.81	4.62	13.50	3.21	29.21	
Okii-eso		<i>Trachinocephalus myop</i>	Tm		5	231	146-296	8.46	4.57	16.74	1.85	37.20	B a II ₁
Hoshino-eso		<i>Synodus hoshinonis</i>	Sh		1	275	275	3.70	2.00	2.69	1.85	13.45	B a II ₁
Chouchou-eso		<i>S. macrops</i>	Sm		3	125	102-139	2.00	1.23	1.97	1.63	16.33	B a,b II ₁
Notosudidae													
Hikarifude-eso		<i>Scopelosaurus hoedti</i>	Sc		1	231	231	4.55	0.90	1.77	5.60	19.69	E a,b I ₁
Chlorophthalmidae													
Aome-eso		<i>Chlorophthalmus albatrossis</i>	Ca		3	138	121-147	3.58	1.57	4.07	2.33	26.33	D a,b II ₃
Manuame-eso		<i>C. borealis</i>	Cb		1	130	130	3.40	1.50	3.92	2.27	26.15	D a,b II ₃
Alepisauridae													
Mizu-uo		<i>Alepisaurus ferox</i>	Af		3	1144	1043-1270	1.03	0.80	0.07	1.32	0.86	B c I ₁
Paralepidinae													
Kusabiuroko-eso		<i>Paralepis atlantica</i>	Pa		7	239	218-268	4.13	1.74	3.01	2.39	17.14	I a II ₃
Futatsujinamehadaka		<i>Lestrolepis intermedia</i>	Li		2	168	168-325	3.30	1.20	2.36	2.75	19.64	I a II ₃
Scopelarchidae													
Deme-eso		<i>Benthalbella linguidens</i>	Bl		1	355	355	2.50	4.60	3.24	0.54	7.04	D a II ₃
Myctophidae													
Nagahadaka		<i>Symbolophorus californiensis</i>	Sy		4	115	49-140	4.23	2.87	10.56	1.36	36.78	B c II ₃
Arahadaka		<i>Myctophum asperum</i>	Ma		1	47	47	1.79	1.16	4.42	1.54	38.08	B nd II ₁
Okuti-iwashi		<i>Notoscopelus japonicus</i>	Nj		1	134	134	4.00	1.90	5.67	2.10	29.85	C nd II ₁
Mikadohadaka		<i>Nannobranchium regale</i>	Nr		3	199	193-204	1.90	1.90	1.81	0.75	9.65	D a II ₁
Mamehadaka		<i>Lampanyctus jordani</i>	Lj		2	92	91-92	2.52	2.35	6.44	1.07	27.70	A b,c III
Suitohadaka		<i>Diaphus gigas</i>	Dg		1	152	152	6.57	4.94	21.35	1.33	43.22	B nd II ₁
Todohadaka		<i>D. theta</i>	Dt		6	80	69-92	2.87	2.12	7.61	1.38	35.98	B c II ₃
Lampridae													
Akamanbou		<i>Lampris guttatus</i>	Lg		1	1202		5.90	5.20	2.55	1.13	4.90	I iv
Trachipteridae													
Sakegashira		<i>Trachipterus ishikawae</i>	Ti		4	1377	931-1640	3.01	1.17	0.26	1.73	2.09	B a II ₁

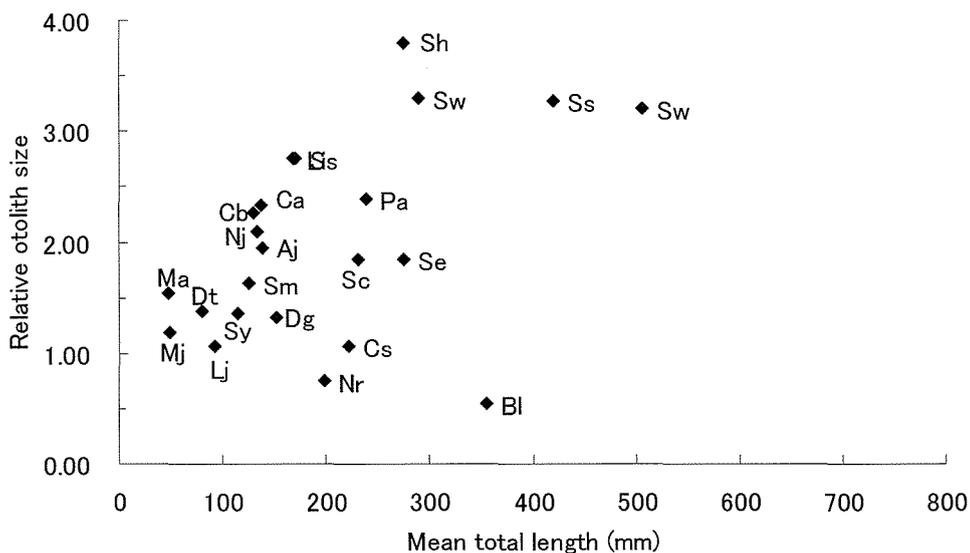


Fig. 2-10. Relation of otolith length:height ratio to total length (Stomiiformes, Aulopiformes, Myctophiformes, Lampriformes). Abbreviations see table 2-4.

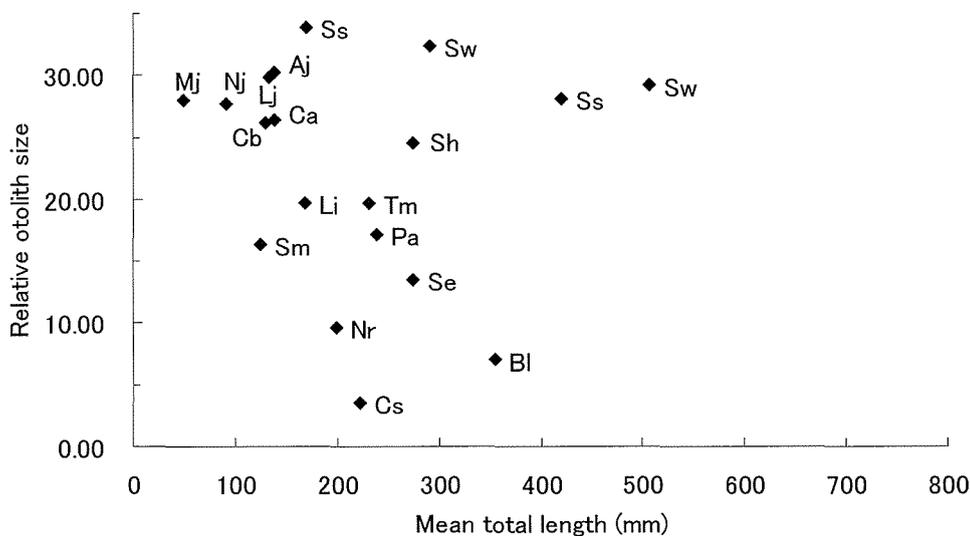


Fig. 2-11. Relation of otolith size index to total length (Stomiiformes, Aulopiformes, Myctophiformes, Lampriformes). Abbreviations see table 2-4.

ド海域, 北大西洋東部海域, ニュージーランド近海の *Mesobius* 属等3種, *Coelorinchus giorna* 等トウジン属 (*Caelorinchus*) 9種 (Arai, 1979, Arai and Iwamoto, 1979, Merrett, 1980, McMillan and Paulin, 1993), メルルーサ科では世界各海域の15種, 南アフリカ沖, アフリカ・ナミビア沖の Cape heke 2種 (Inada, 1981, Bothe, 1971, Lombarte, 1992) に関する報告がある。複数の科を扱った研究では, 日本産のタラ科のスケトウダラ等3種, チゴダラ科のカナダダラ等4種とソコダラ科のカラフトソコダラ等17種 (Ohe, 1985), 南極周辺海域のタラ科の *Micromesistius australis*, チゴダラ科の *Antimora rostrata*, ソコダラ科の *Cynomacrus piriei* 等4種, メルルーサ科の *Macroronus novaezelandiae*, カワリヒレダラ科の *Mekanonus gracilis* と *Muraenolepidae* 科の *Muraenolepis marmorata* (Hecht, 1987) に関する報告がある。外形や溝の形状特徴以外の研究では, 大西洋マダラ科では飼育による成長に伴う形状の変化, ペルーとチリ沿岸のメルルーサ科 (3種) では耳石の大きさと耳石外形の変化, 北太平洋東部と北大西洋西部のソコダラ科 (8種) では耳石形状と生息水深との関係に関する報告がある (Radtke, 1989, Torres *et al.*, 2000, Wilson, Jr. 1985)。また, 北西大西洋のチゴダラ科5種, カワリヒレダラ1種, メルルーサ科2種, タラ科10種, ソコダラ科6種, Phycidae 科7種について, 凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに, 南アフリカ周辺海域のチゴダラ科7種, カワリヒレダラ科2種, タラ科1種, サイウオ科2種, ソコダラ科25種, メルルーサ科3種について, 写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。

系群識別の研究では, 輪相と形状の特徴から北海道周辺海域と北西太平洋のスケトウダラ (石田, 1957ab, 久新ら, 1961, 林, 1965, 辻, 1975, 橋本・小谷地, 1977), ノルウェー近海およびカナダ大西洋岸の大西洋マダラ (Rollefsen, 1934, Campana and Casselman, 1993) が研究されている。異常耳石では, 透明, 不透明部分の異常な沈積や, 左右の大きさが異なる北海道周辺海域のスケトウダラが報告されている (Mugiya, 1972, Miyake, 1992)。耳石化石の研究では, ドイツ北部, メキシコ沿岸部, カリフォルニア沿岸部, ベネズエラ北西部, 国内では静岡県掛川市と神奈川県北部のタラ科, チゴダラ科, ソコダラ科, サイウオ科, メルルーサ科等に関する報告がある (Campbell, 1929, Frizzell and Dante, 1965, Fitch, 1964, 1966, 1967a, 1968, 大江, 1983, Aguilera and Aguilera, 2001)。また, タラ目魚類は有用魚類であると共に, サメ類等

の大型魚食性魚類やオットセイ, アシカやクジラ類等の海生哺乳類の重要な餌生物である。とくに, メルルーサ科を捕食する海生動物が多く, 胃内容物に出現する耳石の頻度と数量が多い (Frost, 1924, Fitch and Brownell, 1968, Pinkas *et al.*, 1971, Antonelis, Jr. *et al.*, 1984, Pascoe, 1986, Mckinnon, 1994, Tollit *et al.*, 1997)。スケトウダラ幼魚の耳石は海鳥 (ウミガラス類) の胃内容物から出現している (Ogi *et al.*, 1985)。

年齢研究は耳石の表, 断面の輪紋読み取りで行われているが, 表面に現れる輪紋が不明瞭であることから, 最近では断面の薄片法による査定が主体になっている。研究報告はタラ科が最も多く, 次いでメルルーサ科で, チゴダラ科とソコダラ科は比較的少ない。タラ科では, 北海道周辺海域, ベーリング海, 日本海, 東北海域のスケトウダラ (安田, 1940, Mosher, 1954, 石田, 1954, 1963, 1967, 尾形, 1954, 西村, 1993ab, 1997, 西村・吉村, 1991, 野沢, 1994), ベーリング海, 陸奥湾, 日本海, 北海道周辺海域, 東北海域のマダラ (Mosher, 1954, 桜井・福田, 1984, 三宅・中山, 1991, 桜井, 1991, 1997, 服部ら, 1992, 小田切・高坂, 2000, Roberson *et al.*, 2005) とノルウェー近海, イギリス海峡, 北西大西洋, バレンツ海等の大西洋マダラ (Holden, 1959, Rollefson, 1933, 1935, Menon, 1950, Smedstad and Holm, 1996, Hutchings and Myers, 1993, Trout, 1954, Williams and Bedford, 1974) に関する研究が主体である。他のタラ科では, 北海道太平洋沿岸, 噴火湾と厚岸湖のコマイ (陳・桜井, 1993, 羽賀ら, 1957), アメリカ北西部大西洋近海の Haddock (Kohler and Clark, 1958), 北海, ケルト海の Whiting (Gambell and Messtorff, 1964, Potter *et al.*, 1988), ニュージーランド近海の Blue whiting (Hanchet and Uozumi, 1996), バレンツ海の Arctic cod (*Gjøaeter* and Ajiad, 1994), スペリオル湖の Burbot (Bailey, 1972), アメリカ北西部のメーン湾の Fourbeard rockling (Deree, 1999) に関する研究報告がある。

メルルーサ科では, ペルー沖の Peruvian heke (Miss and Hamasaki, 1971), カナダ・バンクバー水域, ワシントン-オレゴン沖の Pacific heke (Beamish, 1979, Dark, 1975), 南アフリカ近海の Cape hake (Wysokinski, 1983, Botha, 1971), 地中海の European hake (Morales-Nin *et al.*, 1998, Piñero and Sainza, 2003), ニュージーランド近海, オーストラリア南東海域の Blue grenadier (Hoki) (Horn and Sullivan, 1996, Kuo and Tanaka, 1984ab, 魚住, 1982, Kenchington and Augustine, 1987) 等, 多くの魚種が研究されている。チゴダラ科では, 岩手県釜石近海のエゾイソア

イナメ、東北海域、道東海域とオホーツク海のイトヒキダラとニュージーランド南部海域の Red grenadier (北川, 1996, 野別ら, 2002, 2003, Horn, 1996), ソコダラ科では北大西洋、ノルウェー近海のコカゲダラ属の *Roundnose grenadier* (Gordon and Swan, 1996, Kelly *et al.*, 1997, Bergstad, 1990) と北東大西洋のネズミダラ属の *Nezumia aequalis* (Coggan *et al.*, 1999), 東北海域のテナガダラ属のテナガダラ (藤原ら, 2002) に関する研究報告がある。

本研究で耳石を採取した標本魚は、チゴダラ科が4種、タラ科が3種、ソコダラ科が9種の計16種である。

15-1. チゴダラ科 Moridae

カナダダラ *Antimora microlepis*

外形は後部が幅広く、全体的に細長く不規則な形の不定形 (I型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反りがなく、不規則な形状を示す不定形型 (f型) である。凹面には、不規則な隆起が後部にみられる。溝は明確で、欠刻部から後方に延び、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察では年輪が認められる。

カラスダラ *Halargyreus johnsonii*

外形はカナダダラとほぼ同様な不定形 (I型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反りがなく、不規則な形状を示す不定形型 (f型) である。凹面には、不規則な隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、下縁に沿って後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

エゾイソイナメ *Physiculus mzximowiczii*

外形は振り棒形状の不定形 (I型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反りがなく、後部が幅広い不定形型 (f型) である。凹面には、瘤状の隆起が中央から後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察では明瞭な年輪が認められ、年齢査定に用いられている。

イトヒキダラ *Laemonema longipes*

外形は、前部が幅広くしかもやや反りがみられる不定形 (I型) で、特異な形をしている。前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は外形の反り等による不定形型 (f型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であるが、研磨面を観察することによって年齢査定が可能

である。

15-2. タラ科 Gadidae

マダラ *Gadus macrocephalus*

外形は縁辺部に小歯状突起が発達する長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、ひだ状の隆起が中央から後部にみられる。溝は浅く明確でないが、前縁から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、横断面の break and burnt 法や薄片観察で年齢査定に用いられている。

コマイ *Eleginus gracilis*

外形はマダラに相似するが、後端が延長する長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、マダラ同様ひだ状の隆起がみられる。溝は浅く明確でないが、欠刻部から後方に延び、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、縦、横断面から年齢査定に用いられている。

スケトウダラ *Theragra chalcogramma*

外形はマダラやコマイに相似する長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、ひだ状の隆起がみられるが、マダラやコマイに比べ顕著でない。溝は浅く明確でないが、前縁から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、マダラと同様、横断面の break and burnt 法や薄片観察で年齢査定に用いられている。

15-3. ソコダラ科 Macrouridae

ヒゴソコダラ *Nezumia proxima*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

ムネダラ *Coryphaenoides pectoralis*

外形は下縁の波状凹凸が顕著な細長い広線形 (E型) で、前角が発達、前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに湾曲して後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

ヒモダラ *C. longifilis*

外形は後部の幅がやや広い長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝はやや浅いが、欠刻部から後方に延び、僅かに湾曲して後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

イバラヒゲ *C. acrolepis*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く明確でないが、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

カラフトソコダラ *C. cinereus*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、近縁種とは異なる形である。前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く明確でないが、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

ハナソコダラ *C. nasutus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

テナガダラ *Abbyssicola macrochir*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察による年齢査定に用いられている。

ヤリヒゲ *Caelorinchus multispinulosus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

オニヒゲ *Caelorinchus gilberti*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全

面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

タラ目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.27～3.39の範囲で、チゴダラ科のエゾイソアイナメが最も大きく、ソコダラ科のカラフトソコダラが最も小さい。地域的な相違は、エゾイソアイナメではみられない。また、体長による相違は、マダラとスケトウダラでは明確でない。科間の比較では、カラスダラとムネダラ以外はチゴダラ科 (2.69～3.39) が大きく、タラ科 (2.35～2.70)、ソコダラ科 (1.27～2.24) の順となる。相対耳石サイズは17.38～42.86の範囲で、タラ科のスケトウダラ最も大きく、チゴダラ科のイトヒキダラが最も小さい。地域的な相違や体長による相違は耳石長比と同様に明確でない。科間による相違は明確ではないが、全体的には、体長が大きくなるに従って、相対耳石サイズが小さくなる傾向がやや認められる。

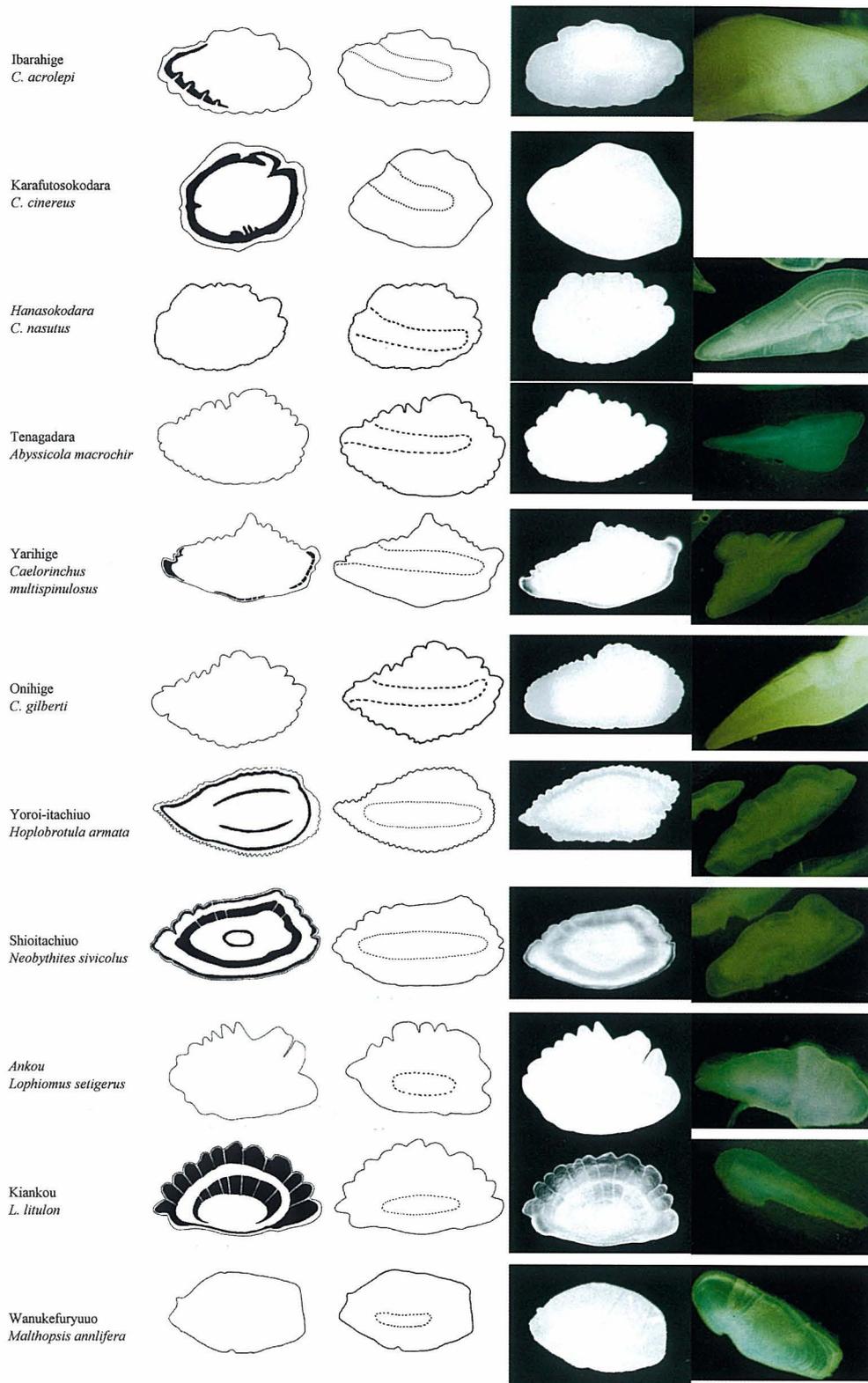
タラ目魚類の耳石形態の特徴を要約すると、外形は、チゴダラ科では不定形 (I型)、タラ科では長楕円形 (C型)、ソコダラ科ではヒモダラ (C型) 以外に楕円形 (B型) というように、科によって形状が異なっている。全体的にみて、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。凹面の隆起は程度の相違はあるが、殆どの魚種に認められる。溝はソコダラ科が浅く不明確である。全体的にやや浅いが、全魚種がII型で、その殆どがII₁型である。相対耳石サイズは17～43の範囲で、体長が大きくなるに従って、相対耳石サイズが小さくなる傾向がみられる。

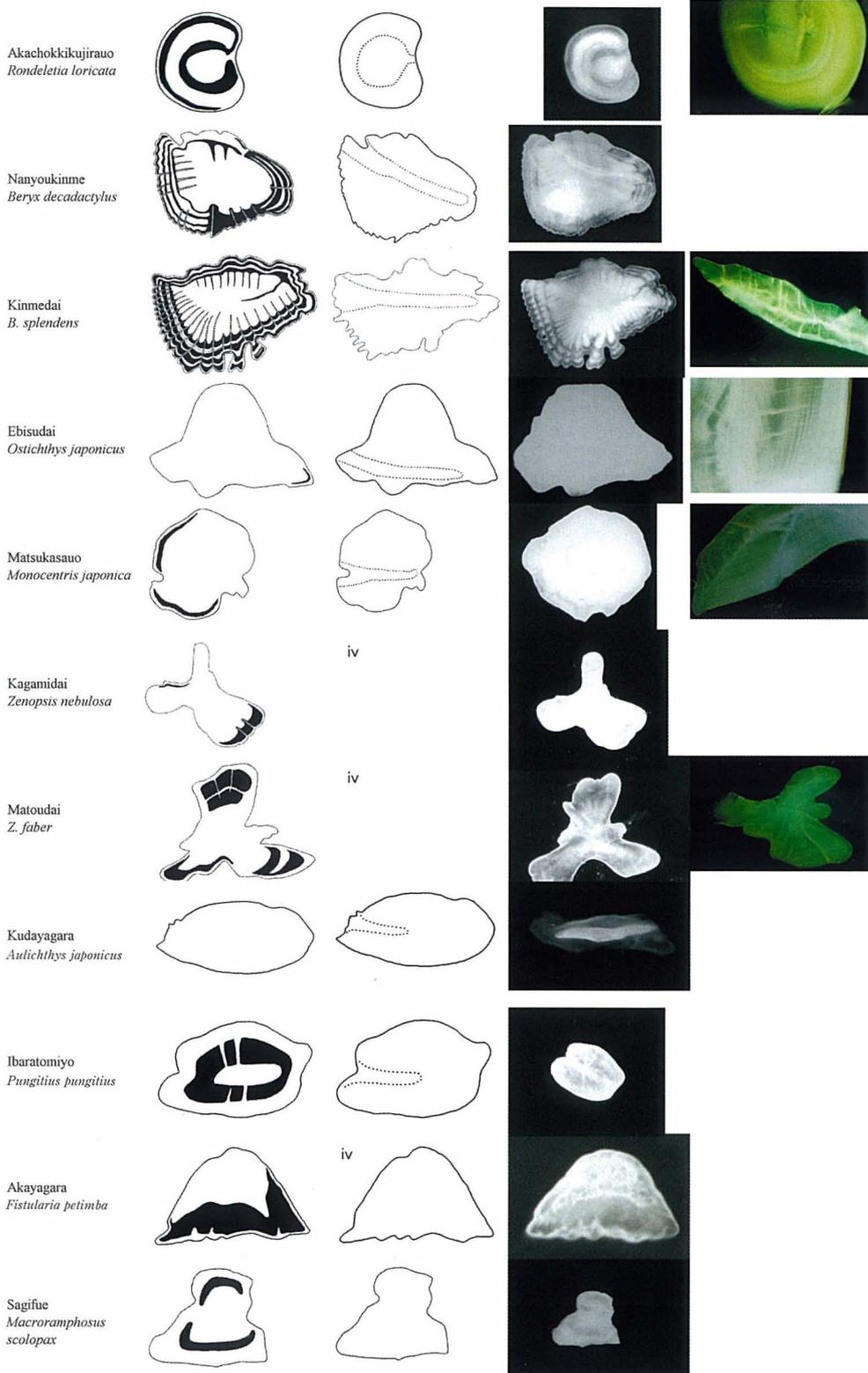
16. アシロ目 (Ophidiiformes) (Table 2-5, Figs. 2-12, 2-15, 2-16)

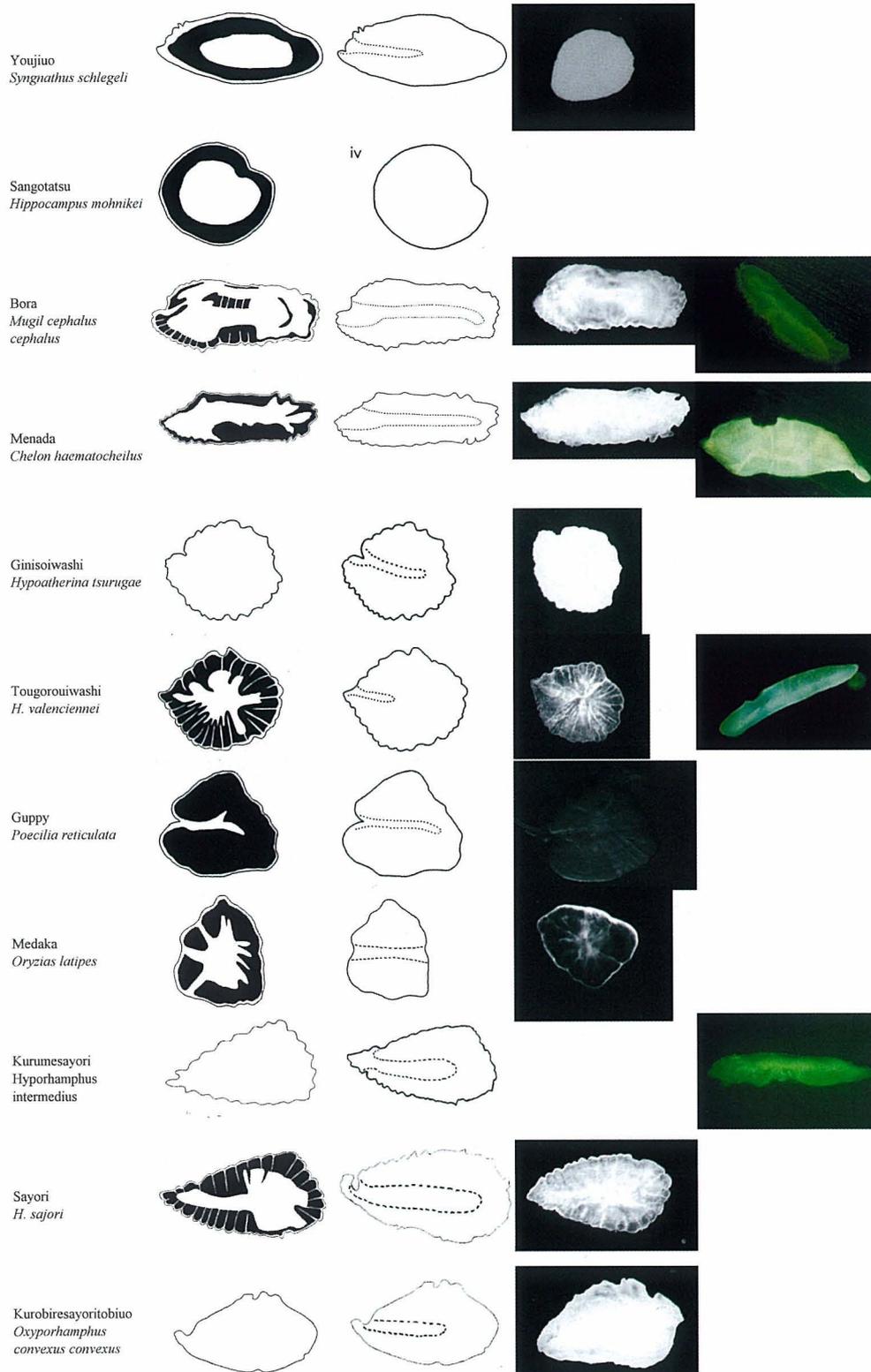
日本産のアシロ目魚類には、4科52種が知られている。アシロ目魚類については、ヨロイイタチウオ等数種が食用に供されているが、殆どが投棄魚や稀少種である。国外でも、数種のアシロ科 (Ophidiidae) 以外は殆どの魚種が利用されていないで、形態、年齢に関する研究は少ない。形態研究では、日本産のアシロ科7種、カクレウオ科1種の外形や溝の形状等の特徴に関する報告がある (Ohe, 1985)。メキシコ湾に生息するアシロ科では、シオイタチウオ属8種の外形と溝の形態に関する比較研究が行われている (Nielsen, 1999)。大西洋熱帯海域のアシロ科 *Apagesoma delosommatus* は希少種であるが、外形と溝の特徴が報告されている (Merrett and Nielsen, 2001)。ポリネシア海域のカクレウオ科について、外形と断面の

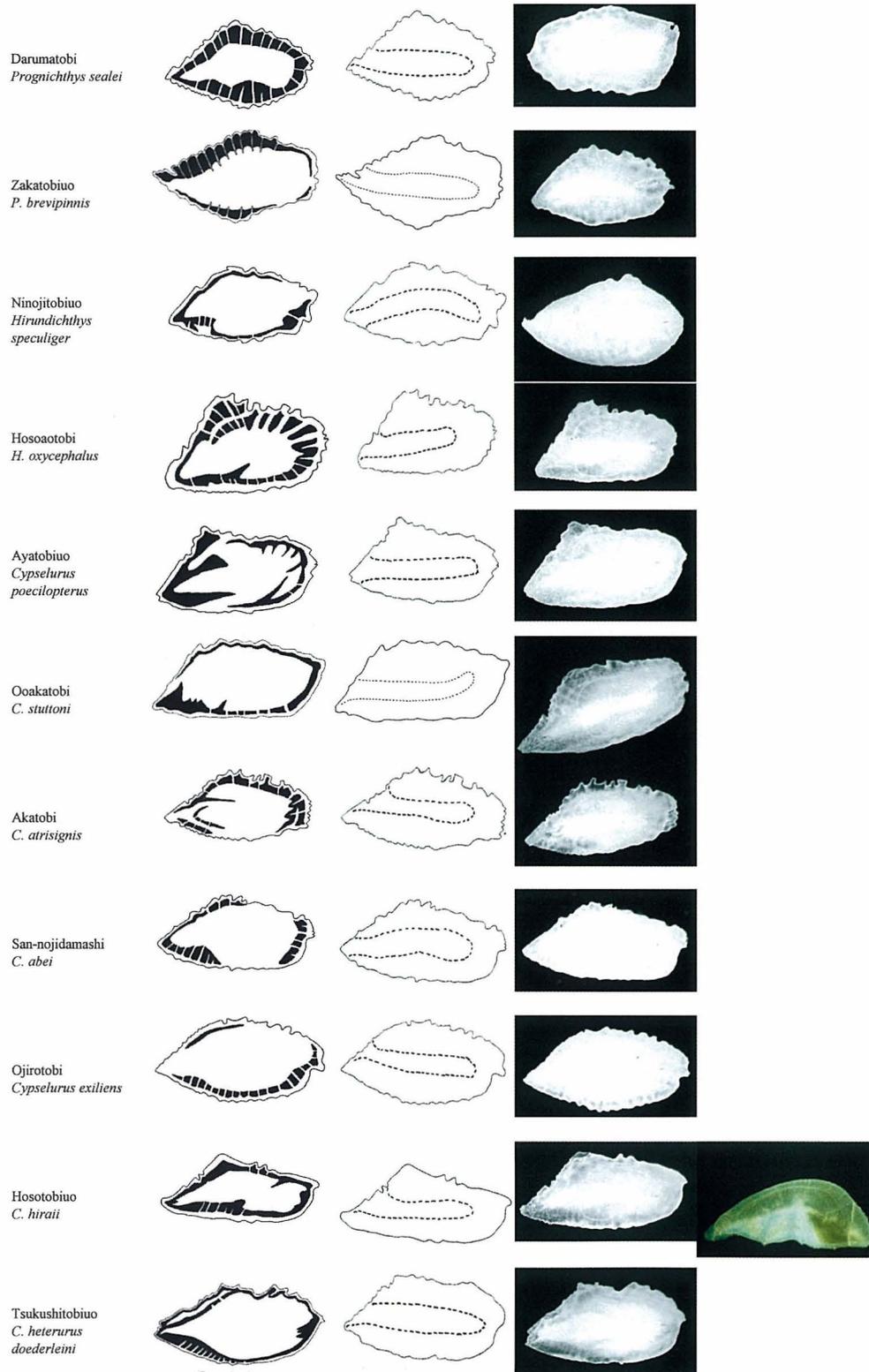
Fig. 2-12. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (Gadiformes, Ophidiiformes, Lophiiformes, Stephanoberyciformes, Beryciformes, Zeriformes, Gasterosteiformes, Mugiliformes, Atheriniformes, Cyprinodontiformes, Beloniformes).

Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Kanadadara <i>Antimora microlepis</i>				
Karasudara <i>Halargyreus johnsonii</i>				
Ezoisoainame <i>Physiculus maximowiczi</i>				
Itohidadara <i>Laemonema longipes</i>				
Madara <i>Gadus macrocephalus</i>				
Komai <i>Eleginus gracilis</i>				
Suketoudara <i>Theragra chalcogramma</i>				
Higosokodara <i>Nezumia proxima</i>				
Munedara <i>Coryphaenoides pectoralis</i>				
Himodara <i>C. longifilis</i>				









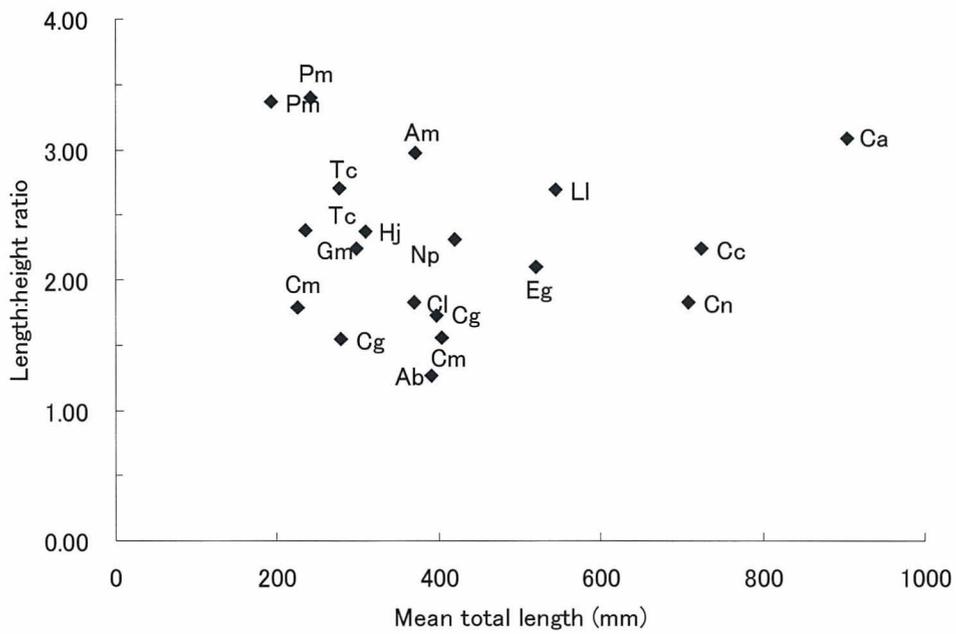
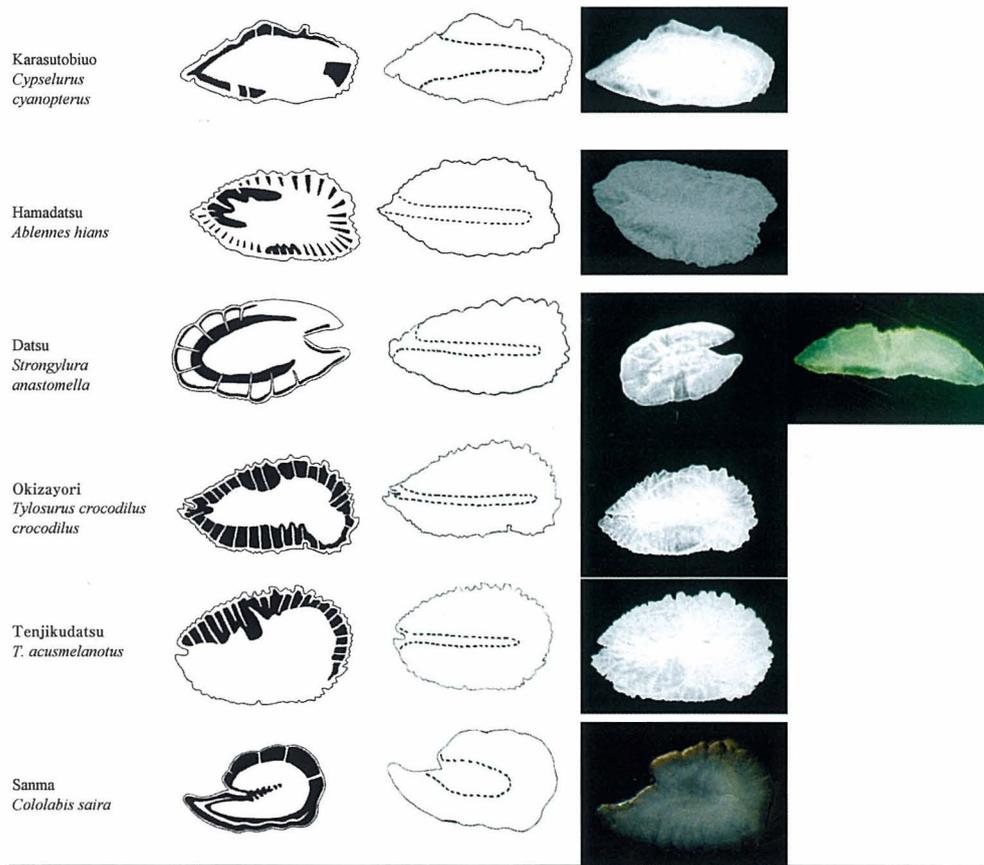


Fig. 2-13. Relation of o otolith length:height ratio to total length (Gadiformes). Abbreviations see table 2-5.

Table 2-5. Sample list used for otolith measurement (Gadiformes, Ophidiiformes, Lophiiformes, Stephanoberyciformes, Beryciformes, Zeriformes)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sampling locality	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Otolith height ratio	Relative otolith size	Code of external side-sulcus forms	
Moridae	Kanadadara	<i>Antimora microlepis</i>	Am			3	371	302-450	12.39	4.17	13.93	2.97	33.91	I f II ₁	
	Karasudara	<i>Hatargyreus johnsonii</i>	Hj			1	310	310	9.70	4.10	12.83	2.37	31.29	I f II ₁	
	Ezoisoainame	<i>Physiculus maximowitzi</i>	Pm		Hachinohe	30	241	164-320	9.48	2.80	11.01	3.40	39.93	I f II ₁	
					Onagawa	6	193		8.07	2.52	10.54	3.37	44.19		
	Itohikidara	<i>Laemonema longipes</i>	Ll			6	544	384-720	9.32	3.46	5.93	2.69	17.40	I f II ₁	
	Gadidae	Madara	<i>Gadus macrocephalus</i>	Gm	Small		20	298	168-671	12.45	5.31	22.18	2.24	44.01	C a II ₁
					Large		7	520		16.79	8.04	25.96	2.10	32.51	
		Komai	<i>Eleginus gracilis</i>	Eg			5	277	252-361	12.21	4.51	19.88	2.70	43.90	C a II ₁
		Suketondara	<i>Theragra chalcogramma</i>	Tc	Small		20	235	151-597	10.75	4.54	20.77	2.38	45.96	C a II ₁
					Large		8	419		16.55	7.16	28.28	2.31	39.77	
Macrouridae		Higoskodara	<i>Nezumia proxima</i>	Np			2	370	360-380	9.40	5.15	13.08	1.83	25.37	B b II ₁
	Munedara	<i>Coryphaenoides pectoralis</i>	Cp			2	905	740-1070	17.30	5.60	10.70	3.09	19.41	E a II ₁	
	Himodara	<i>C. longifilis</i>	Cl			11	724	535-930	14.02	6.23	12.06	2.24	19.24	C a II ₁	
	Ibarahige	<i>C. acrolepi</i>	Ca			7	709	604-782	14.45	7.91	16.12	1.83	20.54	B a II ₁	
	Karafutoskodara	<i>C. cinereus</i>	Cc			6	391	281-468	5.58	4.45	6.35	1.27	14.39	B C II ₁	
	Hanasokodara	<i>C. nasutus</i>	Cn			4	403	390-414	10.45	6.75	17.50	1.56	25.95	B b II ₁	
	Tenagadara	<i>Abyssicola macrochir</i>	Ab			2	279	265-293	9.00	5.83	18.81	1.55	32.32	B b II ₁	
	Yarhige	<i>Caelortinchus multispinulosus</i>	Cm			4	225	211-236	8.59	4.79	18.29	1.79	38.22	B a II ₁	
	Onihige	<i>C. gilberti</i>	Cg			5	397	234-523	12.91	7.38	24.00	1.73	32.41	B a II ₁	
	Ophidiidae	Yoroitachiuo	<i>Hoplobrotula armata</i>	Ha			9	299	250-388	13.24	6.54	28.96	2.03	42.85	C a IV
		Shioitachiuo	<i>Neobythites sivicolus</i>	Ns			9	170	121-252	7.58	3.96	17.66	1.89	44.72	B a IV
	Lophiidae	Ankou	<i>Lophiomus setigerus</i>	Ls	Small		2	159	134-184	5.76	3.80	13.77	1.55	36.83	B a IV
		Kiankou	<i>L. litulon</i>	Lo			11	318	174-586	3.91	2.89	3.55	1.35	13.40	B a IV
	Ogcocephalidae	Wanukefuryuuo	<i>Malthopsis amilifera</i>	Ma			1	65	65	2.48	1.60	6.10	1.55	38.15	B b IV
	Rondeletidae	Akachokkikujirauo	<i>Rondeletia loricata</i>	Rl			1	85	85	1.67	2.03	3.99	0.82	19.64	D c VI
	Berycidae	Nanyoukinme	<i>Beryx decadactylus</i>	Bd			1	424	424	14.62	11.05	38.10	1.32	34.48	B a II ₁
		Kinmedai	<i>B. splendens</i>	Bs			4	369	238-525	13.97	10.10	38.24	1.38	37.95	B a II ₁
	Holocentridae	Ebisudai	<i>Ostichthys japonicus</i>	Oj			3	375	292-434	23.12	15.93	98.21	1.45	61.65	I a VI
	Monocentridae	Matsukasauo	<i>Monocentris japonica</i>	Mj			4	127	74-159	7.86	8.71	53.91	0.80	61.17	A e II ₁
Zeidae	Kagamidai	<i>Zenopsis nebulosa</i>	Zn			1	204	204	1.25	1.05	0.64	1.19	6.12	I a iv	
	Matoudai	<i>Zeus faber</i>	Zf			10	252	158-360	1.69	1.62	1.09	1.08	6.94	I a iv	

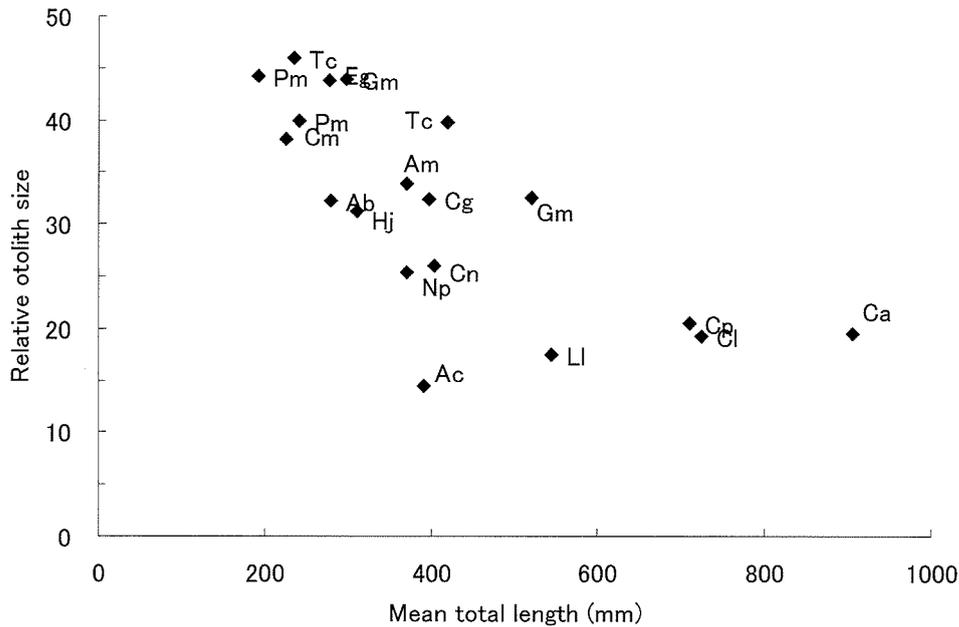


Fig. 2-14. Relation of L otolith length:height ratio to total length (Gadiformes). Abbreviations see table 2-5.

輪紋構造の特徴が報告されている (Parmentier *et al.*, 2002)。また、北西大西洋のアシロ科魚類 3 種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のアシロ科 6 種、カクレウオ科 1 種、フサイタチウオ科 3 種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。耳石化石の研究では、カリフォルニア沿岸部のアシロ科、メキシコ湾岸のアシロ科とカクレウオ科 (7 種)、静岡県掛川市のカクレウオ科 (7 種) に関する報告がある (Fitch, 1964, 1966, 1967a, Frizzell and Dante, 1965, 大江, 1983)。年齢研究では、オーストラリアとニュージーランド海域のアシロ科ミナミアカヒゲの年齢と成長に関する研究がある (Withell and Wankowski, 1989, Horn, 1993)。

本研究で得られた耳石の標本が得られた魚種は、アシロ科の 2 種に留まった。

16-1. アシロ科 Ohidiidae

ヨロイタチウオ *Hoplobrotula armata*

外形は長めの楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、隆起が中央から後部にみられる。溝はやや浅く、欠刻部付近から後縁付近まで広線形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

シオイタチウオ *Neobythites sivicolus*

外形はやや長めの楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、隆起がほぼ全面みられ、中央部が顕著である。溝はやや浅く、欠刻部付近から後縁付近まで広線形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では、非常に明瞭な輪紋構造が確認される。

耳石長比は、ヨロイタチウオが 2.03、シオイタチウオが 1.89 で、相違は殆どみられない。耳石相対サイズは 42.85 と 44.72 で、ほぼ同様な値を示している。外形の組み合わせコードは、ともに B-a-IV である。ヨロイタチウオとシオイタチウオでは、外形は相似するが、耳石外縁部の小型の鋸歯状突起の有無から種の特定が可能と推定される。

17. アンコウ目 (Lophiiformes) (Table 2-5, Figs. 2-12, 2-15, 2-16)

日本産のアンコウ目魚類は、12 科 66 種が知られている。キアンコウ、アンコウ等数種が有用種であるものの、生息数の少ない稀少種が多い。アンコウ目魚類の耳石形態、年齢に関する研究は、アンコウとキアンコウ以外は有用種でなく、しかもアシロ目同様に稀少種が多いことから研究報告が非常に少ない。形態研

究では、日本産アンコウ科2種、カエルアンコウオ科4種、フサアンコウ科1種、アカグツ科3種に関する外形や溝の形状等の特徴に関する報告がある (Ohe, 1985)。南アフリカ海域のキアンコウ属 *Lophius upsicephalus* では、外形の個体による変異が指摘されている (Griffiths and Hecht, 1986)。北太平洋の深海に生息する Centrophrynidae 科、ヒレナガチョウチンアンコウ科 (Caulophrynidae)、シダアンコウ科 (Gigantactinidae) とラクダアンコウ科 (Oneirodidae) 8種について、外形と溝の形状に関する比較研究が行われている (Pietsch, 1972)。また、北西大西洋のアンコウ科1種、ミツクリエナガチョウチンアンコウ科2種、アカグツ科1種、ラクダアンコウ科1種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のアンコウ科3種、カエルアンコウ科3種、フサアンコウ科1種、アカグツ科3種、ミツクリエナガチョウチンアンコウ科2種、チョウチンアンコウ科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。年齢研究では、南アフリカ海域と北海のキアンコウ属 *Lophius upsicephalus* と *L. piscatorius* が耳石表、断面の輪紋から年齢が査定されている (Griffiths and Hecht, 1986, Wright *et al.*, 2002)。なお、東シナ海のアンコウ、キアンコウについての年齢査定は、脊椎骨 (椎体) を用いて行われており、年齢と成長が報告されている (Yoneda *et al.*, 1997, 1998)。

本研究では、アンコウ科2種、アカグツ科1種の耳石標本を得た。

17-1. アンコウ科 Lophiidae

アンコウ *Lophiomus setigerus*

外形は楕円形 (B型) であるが、上縁の凹凸が顕著である。前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く不明確であるが、中央部付近に広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キアンコウ *Lophiomus litulon*

外形は二枚貝貝殻に似ている楕円形 (B型) で、上縁や後縁の凹凸や輪郭には個体による相違がある。前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。近縁種のアンコウと識別できる形質は認められない。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く不明確であるが、中央部付近に広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では輪紋構造は確認されない。

17-2. アカグツ科 Ogcocephalidae

ワヌケフウリュウオ *Malthopsis annifera*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は浅く不明確であるが、中央部付近に広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

耳石長比は、アンコウとワヌケフウリュウオ1.55、キアンコウが1.35で、3種には相違がみられない。相対耳石サイズはキアンコウが13.40、アンコウが36.83、ワヌケフウリュウオが38.15で、キアンコウは他の2種に比べて小さい。

3種ではあるがアンコウ目魚類はいずれも、外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確、溝は浅く不明確であるが、広線形状に認められる D型であるという特徴がある。外形の組み合わせコードは、アシロ目同様に B-a-IV である

18. カンムリキンメダイ目 (Stephanoberyciformes)

(Table 2-5, Figs. 2-12, 2-15, 2-16)

日本産のカンムリキンメダイ目魚類には、6科21種あるとされている。これら魚種は深海性で、殆どの魚種は生態が明らかでなく、生息数も少ない希少種である。したがって、耳石形態、年齢に関する研究は極めて少ない。形態研究では、カプトウオ科とアンコウイワシ科3種の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のカプトウオ科6種、アンコウイワシ科1種、アカクジラウオダマシ科1種、ギンメダイ科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。また、耳石化石の研究では、カリフォルニア沿岸部のカプトウオ科に関する報告がある (Fitch, 1968)。年齢に関する研究は耳石のみならず、他の形質でも見当たらない。

本研究では、アンコウイワシ科1種のみから耳石標本を得た。

18-1. アンコウイワシ科 Rondelettiidae

アカチヨッキクジラウオ *Rondeletia loricata*

外形は縦長楕円形 (D型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く不明確であるが、欠刻部から後方に延び、急激に縦長楕円形状に広がり、中央と後縁の中間付近まで認められる (VI型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。耳石長比は0.82、相対耳石サイズは19.64である。

19. キンメダイ目 (Beryciformes) (Table 2-5, Figs. 2-12, 2-15, 2-16)

日本産キンメダイ目魚類は、7科53種が知られている。キンメダイ、エビスダイ、アカマツカサ等有用種であるが、キンメダイ以外は漁獲される頻度の少ない魚種である。ただし、キンメダイ科やヒウチダイ科に複数種の中高級魚が存在するので、年齢研究は比較的多い。形態研究では、日本産のキンメダイ科5種、イトウダイ科3種、マツカサウオ科1種の外形、側面形と溝の形状等の特徴に関する報告がある (Ohe, 1985)。南極海周辺水域のオニキンメ科等2種について、外形と溝の形状に関する報告がある (Hecht, 1987)。北大西洋、オーストラリア海域とニュージーランド海域のヒウチダイ科オレンジラフィー (*Hoplostethus atlanticus*) について、外形の変異に関する報告がある (Gauldie and Crampton, 2002)。また、北西大西洋のイトウダイ科1種、ヒウチダイ科2種、オニキンメ科1種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のキンメダイ科2種、ヒウチダイ科3種、マツカサウオ科1種、ナカムラギンメ科2種、ヒカリキンメダイ科1種、ヒカリキンメ科1種、イトウダイ科17種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。耳石化石の研究では、メキシコ湾沿岸部のキンメダイ目魚類、静岡県掛川市のキンメダイに関する報告がある (Frizzell and Dante, 1965, 大江, 1983)。

年齢研究は、キンメダイ科では殆どが表面観察、ヒウチダイ科では薄片法で査定が行われている。キンメダイ科では、ニュージーランド海域のナンヨウキンメ (Massey and Horn, 1990)、相模湾、伊豆諸島海域、高知県沖、ニュージーランド海域、ニューカレドニア海域と関東近海のキンメダイに関する報告がある (Ikenouye, 1969, Adachi *et al.*, 2000, 明神・浦, 2003, Gauldie, 1995, Lehodey and Grandperrin, 1996, Taniuchi *et al.*, 2004)。ヒウチダイ科では、ニュージーランド海域等のオレンジラフィー (*Hoplostethus atlanticus*) に関する研究報告がある (Mace *et al.*, 1990, Smith *et al.*, 1995, Francis and Horn, 1997, Horn *et al.*, 1998)。

本研究で採集された耳石標本の魚種は、キンメダイ科2種、イトウダイ科1種、マツカサウオ科1種である。

19-1. キンメダイ科 Berycidae

ナンヨウキンメ *Beryx decadactylus*

外形は前部が幅広いやや角ばった楕円形(B型)で、

前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キンメダイ *Beryx splendens*

外形は前部が幅広く、角ばった楕円形(B型)であるが、個体による変異が多様である。前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

19-2. イットウダイ科 Holocentridae

エビスダイ *Ostichthys japonicus*

外形はやや三角形の不規則形(I型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は比較的細く、欠刻部の下方から後方に伸び、下縁に沿って中央と後縁の中間付近まで認められる(VI型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

19-3. マツカサウオ科 Monocentridae

マツカサウオ *Monocentris japonica*

外形は縦長楕円形(D型)で、前角と前上角は発達しないが、窪み状の欠刻はやや明確である。外形と欠刻には、個体による変異がみられる。側面形は弱い逆反り状型(e型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

耳石長比は0.90～1.45の範囲で、イトウダイ科のエビスダイが大きく、マツカサウオ科のマツカサウオが小さい。キンメダイ科とイトウダイ科は殆ど変わらない。相対耳石サイズは34.48～61.65の範囲で、エビスダイとマツカサウオが大きく、ナンヨウキンメが小さい。ナンヨウキンメとキンメダイでは殆ど変わらない。

全体的に、外形も科・種によって様々であり、側面形においても、マツカサウオが他魚種と反対の逆反り状型(e型)で、目としての統一した耳石形態の特徴は見いだせない。

20. マトウダイ目 (Zeiformes) (Table 2-5, Figs. 2-12, 2-15, 2-16)

日本産のマトウダイ目魚類は6科11種であり、種数

は少ない。食用のマトウダイとカガミダイ以外は稀少種であるため、マトウダイ目魚類の耳石形態や年齢については、研究報告が少ない。形態研究では、日本産のベニマトウダイ科1種、マトウダイ科2種、ソコマトウダイ科1種、ヒシマトウダイ科1種の外形、溝の形状等、南極海周辺水域のオオメマトウダイ科1種の外形と溝の形状、ニュージーランド近海のオオマトウダイ科2種の外形と微細構造が報告されている(Ohe, 1985, Hecht, 1987, Davies *et al.*, 1988)。また、北西大西洋のマトウダイ科2種、ヒシマトウダイ科1種について、凹凸両面の写真画像が提示されている(Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のマトウダイ科4種、オオメマトウダイ科4種、ヒシマトウダイ科1種、ヒシダイ科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている(Malcolm *et al.*, 1995)。耳石化石の研究では、静岡県掛川市のヒシダイ科に関する報告がある(大江, 1983)。

年齢研究では、オーストラリアのバス海峡のオオメマトウダイに関する報告がある(Stewart *et al.*, 1995)。なお、日本産の魚種では、東シナ海のマトウダイについて、年齢と成長が報告されているが、年齢形質として脊椎骨(椎体)が用いられている(Yoneda *et al.*, 2002)。

本研究では、マトウダイ科2種から耳石を収集した。

20-1. マトウダイ科 Zeidae

カガミダイ *Zenopsis nebulosa*

外形は翼を広げた鳥の姿に似た不定形(I型)で、凹みや切込みが認められるが、欠刻は確認できない。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は肉眼および実体顕微鏡下では認められない。輪紋は、表面観察では不明確で、透明と不透明部分が認められる。

マトウダイ *Zeus faber*

外形は翼を広げた鳥の姿によく似た不定形(I型)で、凹みや切り込みが認められるが、欠刻は確認できない。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝はカガミダイと同様に認められない。輪紋は、表面観察では不明確で、透明と不透明部分が認められる。薄片観察では、明瞭ではないものの輪紋構造が認められる。

カガミダイとマトウダイではそれぞれ、耳石長比が1.19と1.08、相対耳石サイズが6.12と6.94で、近似した値である。両種とも、翼を広げた鳥の姿によく似た不定形で特徴的であるが、両種間では、大きさ・外形ともに相違がない。

21. トゲウオ目 (Gasterosteiformes) (Table 2-6, Figs. 2-12, 2-17, 2-18)

日本産のトゲウオ目魚類は10科21種。そのうち、ヨウジウオ科がトゲウオ目魚類の全種数の約70%を占めている。一部地域で、淡水域や汽水域に生息するイトヨやヤガラ科の魚種を食用にしているものの、全体的には有用種が少なく、トゲウオ目魚類の耳石形態、年齢に関する研究は少ない。形態研究は、北海道近海のシワイカナゴ科1種の耳石形状(石垣ら, 1957)、日本産ヤガラ科、サギフエ科とヨウジウオ科3種の外形と溝の形状等に関する報告(Ohe, 1985)がある。また、北西大西洋のトゲウオ科とヨウジウオ科5種の凹凸両面の写真画像が提示されている(Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のヘラヤガラ科1種、ヤガラ科1種、サギフエ科2種、ヨウジウオ科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている(Malcolm *et al.*, 1995)。年齢研究は、トゲウオ科ではアラスカ・コデアク島のイトヨ、北海道久根別川のイバラトミヨ(Greenbank and Nelson, 1959, 後藤ら, 1979)、サギフエ科ではポルトガル近海の *Macrorhamphosus* spp (Borges, 2000) に関する報告がある。

本研究では、クダヤガラ科1種、トゲウオ科1種、ヤガラ科1種、サギフエ科1種、ヨウジウオ科2種から耳石を収集した。

21-1. クダヤガラ科 Aulorhynchidae

クダヤガラ *Aulichthys japonicus*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

21-2. トゲウオ科 Gasterosteidae

イバラトミヨ *Pungitius pungitius*

外形はほぼ正常な楕円形(B型)で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝は短く、中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

21-3. ヤガラ科 Fistulariidae

アカヤガラ *Fistularia petimba*

外形は上縁がやや丸みがある三角形(F型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

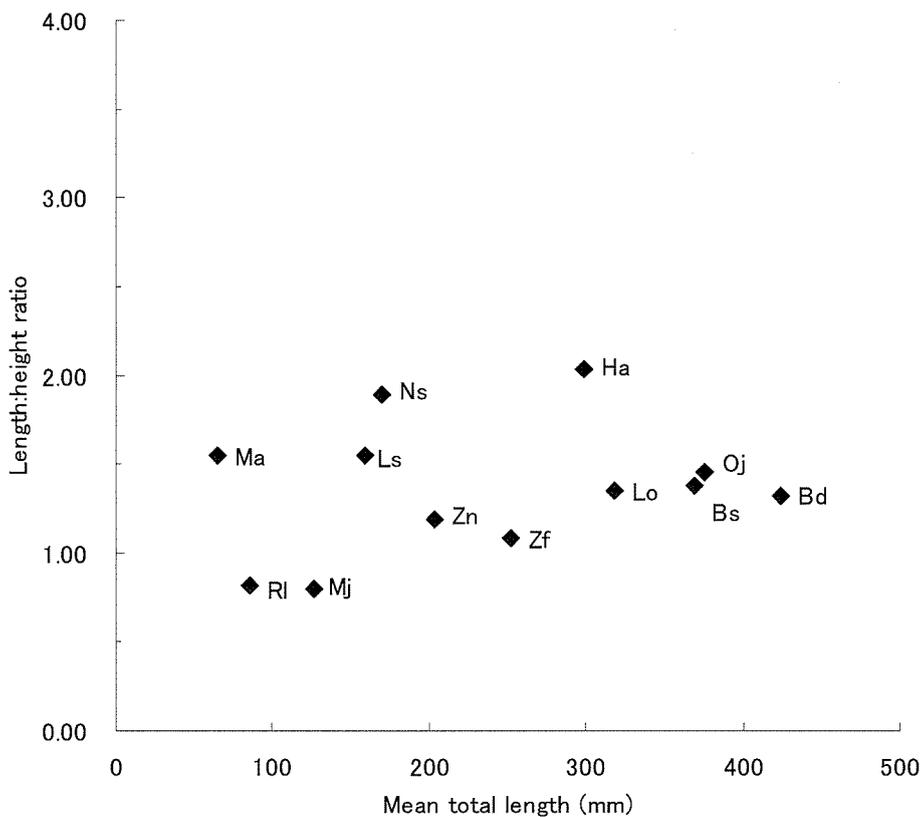


Fig. 2-15. Relation of otolith length:height ratio to total length (Gadiformes, Ophidiformes, Lophiiformes, Stephanoberyciformes, Beryciformes, Zeriformes). Abbreviations see table 2-5.

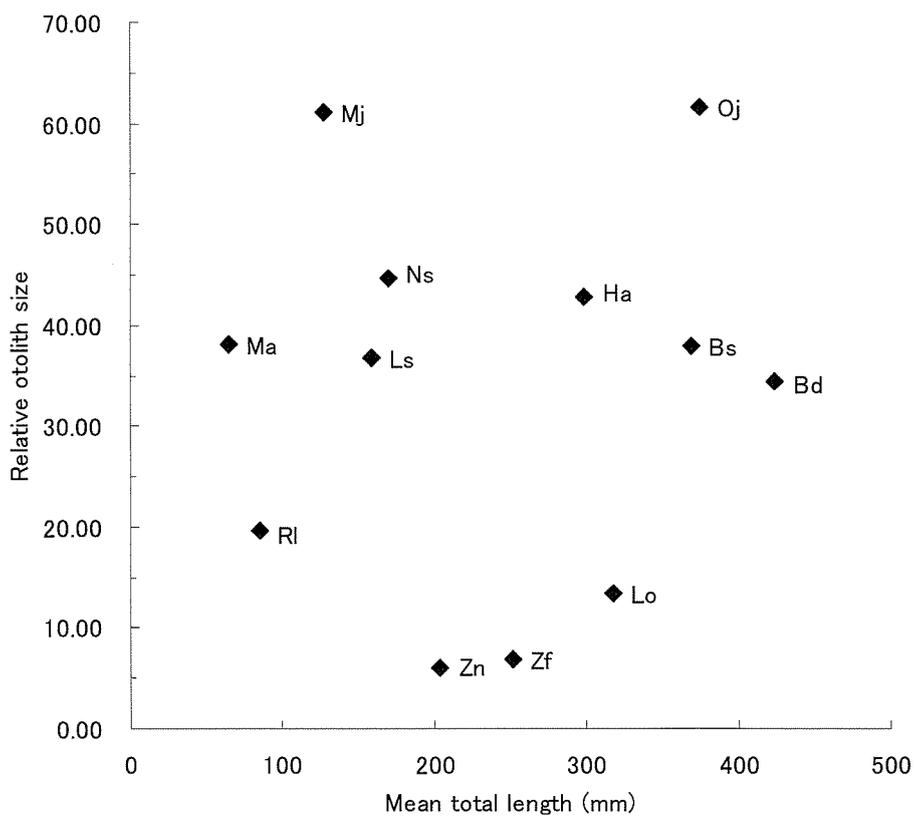


Fig. 2-16. Relation of Length:height ratio (otolith length/height) to total length (Gadiformes, Ophidiformes, Lophiiformes, Stephanoberyciformes, Beryciformes, Zeriformes). Abbreviations see table 2-5.

21-4. サギフエ科 *Macroramphosidae*サギフエ *Macroramphosus scolopax*

外形は上縁が丸みのある三角形 (F 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

21-5. ヨウジウオ科 *Syngnathidae*ヨウジウオ *Syngnathus schlegeli*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b 型) である。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サンゴタツ *Hippocampus mohnikei*

外形は円形 (A 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

耳石長比は1.09 ~ 1.96の範囲で、クダヤガラ科のクダヤガラが最も大きく、ヨウジウオ科のサンゴタツが最も小さい。科間では、明確な相違はみられない。相対耳石サイズは0.83 ~ 11.52の範囲で、トゲウオ科のイバラトミヨが最も大きく、ヤガラ科のアカヤガラが最も小さい。科間では、クダヤガラ科が大きく、サギフエ科とヨウジウオ科が小さい。

全体的に、外形は種によって様々であるが、耳石の欠刻は不明確であり、側面形は殆どが棒状型 (B 型) である。

22. ボラ目 (*Mugiliformes*) (Table 2-6, Figs. 2-12, 2-17, 2-18)

日本産のボラ目魚類は1科15種である。殆どが食用種であるが、ボラ目魚類の耳石形態、年齢に関する研究は非常に少ない。形態研究では、日本産のボラ科のボラとメナダの外形と溝の形状等に関する報告がある (松島, 1958, Ohe, 1985)。また、北西大西洋のボラ科 *Mugil curema* の凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のボラ科11種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。年齢研究では、アイルランド海域の grey mullet (*Crenimugil labrosus*) に関する報告がある (Kennedy and Fitzmaurice, 1969)。

ボラ目魚類は分布域が南偏している魚種が多いので、本研究で採集したのはボラとメナダのみである。

22-1. ボラ科 *Mugilidae*ボラ *Mugil cephalus cephalus*

外形は長方形に近い長楕円形 (C 型) で、前角はやや発達し、前上角は発達せず、欠刻は僅かに認められる個体もあるが、全体的には不明確である。側面形はやや強めな反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅か下方に曲がり後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では、明瞭な輪紋構造は認められない。

メナダ *Chelon haematocheilus*

外形は四角形に近い長楕円形 (C 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でもやや明瞭である。

耳石長比は、ボラが2.24、メナダは2.40で、両者に相違が認められない。相対耳石サイズは、ボラが25.45、メナダは26.03で、耳石形状と同様、殆ど相違がみられない。

23. トウゴロウイワシ目 (*Atheriniformes*) (Table 2-6, Figs. 2-12, 2-17, 2-18)

日本産トウゴロウイワシ目魚類は2科7種で、内湾や沿岸の浅海に生息しているが、通常、食用にはされず、耳石形態、年齢に関する研究は少ない。北西大西洋のトウゴロウイワシ科 *Menidia menidia* の凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。耳石化石の研究では、カリフォルニア沿岸部のトウゴロウイワシ科に関する報告がある (Fitch, 1964, 1966, 1967a, 1968, Hudoleston and Barker, 1978)。年齢研究では、地中海のトウゴロウイワシ科 *Atherina boyeri* (Gon and Ben-Tuvia, 1983) に関する報告がある。また、英虞湾のトウゴロウイワシ科のギンイソイワシは、鱗による年齢査定が行われている (森ら, 1988)。

本研究では、トウゴロウイワシ科2種の耳石を得た。

23-1. トウゴロウイワシ科 *Atherinidae*
ギンイソイワシ *Hypoatherina tsurugae*

外形は縁辺の凹凸が顕著な円形に近い楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型 (A 型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

トウゴロウイワシ *H. valenciennei*

外形は縁辺の凹凸が顕著な円形 (A 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。近縁のギンイソイワシと外形は酷似している。側面形は弱い反り状型 (A 型) である。溝はかなり短く、中央に達しない (Ⅲ型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

耳石長比は、ギンイソイワシが1.22、トウゴロウイワシが1.33で、耳石相対サイズは、ギンイソイワシが27.01、トウゴロウイワシが25.56で、外形と同様に両種間で相違はみられない。

24. カダヤシ目 (Cyprinodontiformes) (Table 2-6, Figs. 2-12, 2-17, 2-18)

日本に生息するカダヤシ目魚類は、外来淡水魚のグッピーとカダヤシの2科2種のみである。耳石形態、年齢研究については、国内では見当たらず、国外では、南カロライナ州の入江域に生息する *Fundulus heteroclitus* (Fundulidae) の凹凸面の外形、溝の形状と微細構造に関する報告がある (Dunkelberger, 1980)。

本研究では、カダヤシ科のグッピー 1 種のみから耳石標本を得た。

24-1. カダヤシ科 Poeciliidae

グッピー *Poecilia reticulata*

外形はほぼ円形 (A 型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端で僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (Ⅱ₁型)。輪紋は、表面の観察でやや明瞭である。耳石長比は1.05、相対耳石サイズが25.06である。

25. ダツ目 (Beloniformes) 魚類の耳石形態 (Table 2-6, Figs. 2-12, 2-17, 2-18)

日本産のダツ目魚類は、5科47種が知られている。ダツ目魚類では、サンマが代表的な多獲性魚類で、国内では以前から生態、資源に関する研究が行われ、耳石による形態、年齢研究も最近では比較的多い。サヨリ科、トビウオ科とダツ科については、漁獲量が少なく、しかもそれ程有用種でないので、研究は殆ど行われていない。

形態研究では、日本産のトビウオ科 (Excoetidae) のトビウオ、ダツ科 (Belonidae) のダツ、ハマダツとサヨリ科 (Hemiramphidae) のクルマサヨリでは外形や溝の形状等に関する報告がある (松島, 1958, Ohe, 1985)。サンマ科 (Scomberesocidae) では、北

西太平洋のサンマの輪相や形状特徴による系群判別に関する研究が行われている (菅間, 1957・1959, 堀田, 1960・1972, 今井, 1993)。北西大西洋のサンマ科 *Scomberesox saurus* については、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。南アフリカ周辺海域では、サヨリ科5種、トビウオ科6種、ダツ科3種、サンマ科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。また、重要な餌生物であるサンマ科魚類では、スペイン南部沖のイルカやカリフォルニア海域のまぐろ類の胃内容物に耳石が出現している (Frost, 1924, Pinkas *et al.*, 1971)。

年齢研究では、南オーストラリアのサヨリ科の *Reporhamphus melanochir*、日本海のトビウオ科のホソトビとツクシトビウオに関する報告がある (Ling, 1958, 岡地, 1958)。サンマ科では、南オレゴンからカリフォルニア海域のサンマは2年以上の複数年齢であるとされているが (Sunada, 1974)、近年、北西太平洋のサンマは日周輪の解析によりサンマの寿命は1～2年未満と推定されている (西村ら, 1985, Watanabe and Kuji, 1991, 巢山ら, 1992, Suyama *et al.*, 1996, Oozeki and Watanabe, 2000)。また、最近の研究では、サンマ大型群の耳石縁辺部に透明帯 (輪紋) が形成されることが報告され (巢山・桜井, 2000, 巢山, 2002)、さらに体長組成と輪紋の形成 type から0歳魚と1歳魚の2グループの存在が推察されている (Suyama *et al.*, 2006)。

本研究では、メダカ科1種、サヨリ科2種、トビウオ科13種、ダツ科4種、サンマ科1種の耳石を収集した。

25-1. メダカ科 Adrianichthyidae

メダカ *Oryzias latipes*

外形は縦長楕円形 (D 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は比較的幅広く、前縁中央部付近から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (Ⅰ₁型)。輪紋は、表面観察では不明確である。

25-2. サヨリ科 Hemiramphidae

クルマサヨリ *Hyporhamphus intermedius*

外形は後部が幅広い楕円形 (B 型) で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻がやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝はやや浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察および薄

片観察でやや明瞭である。

サヨリ *Hyporhamphus sajori*

外形はやや後部が幅広い楕円形 (B型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。溝はやや浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。近縁のクルメサヨリとの明瞭な差異はない。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

25-3. トビウオ科 Exocoetidae

クロビレサヨリトビウオ *Oxyporhamphus convexus convexus*

外形はサヨりに似た楕円形 (B型) で、前角がやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝はやや浅く、欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ダルマトビ *Prognichthys sealei*

外形は前縁がやや尖った楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ザカトビウオ *Prognichthys brevipinnis*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

二ノジトビウオ *Hirundichthys speculiger*

外形はやや長めの楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (A型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに湾曲して後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ホソアオトビ *Hirundichthys oxycephalus*

外形は前縁部が幅広い楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アヤトビウオ *Cypselurus poecilopterus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

オオアカトビ *Cypselurus stuttoni*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後部の中間付近まで認められ、後端が僅かに上方に曲がる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

アカトビ *Cypselurus atrisignis*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後部の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サンノジダマシ *Cypselurus abei*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

オジロトビ *Cypselurus exiliens*

外形は上縁にやや丸みがある長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ホソトビウオ *Cypselurus hiraii*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

ツクシトビウオ *Cypselurus heterurus doederleini*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近ま

で認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

カラストビウオ *Cypselurus cyanopterus*

外形は長楕円形(C型)で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、前部が幅広く、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

25-4. ダツ科 Belonidae

ハマダツ *Ablennes hians*

外形は前縁がやや尖った楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ダツ *Strongylura anastomella*

外形は後部がやや幅広い楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は半広線形型(c型)である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

オキザヨリ *Tylosurus crocodilus crocodilus*

外形はダツに似た楕円形(B型)で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明瞭である。側面形は強い反り状型(a型)である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

テンジクダツ *Tylosurus acus melanotus*

外形はやや標準型の楕円形(B型)で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

25-5. サンマ科 Scomberesocidae

サンマ *Cololabis saira*

外形は前縁部にやや大きい凹みがある楕円形(B型)で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形はやや弱い反り状型(a型)か棒状型(b型)である。溝はやや広く、欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、最近では年輪であることが確認されている。

ダツ目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間

と比較する。耳石長比は0.80～2.27の範囲で、トビウオ科のオオアカトビとカラストビウオが最も大きく、メダカ科のメダカ(縦長楕円形)が最も小さい。科間の比較では、トビウオ科が2.01(1.72～2.27)で大きく、ダツ科が1.77(1.50～1.90)、サヨリ科が1.67(1.64～1.69)でそれに次ぎ、サンマ科(1.48)とメダカ科(0.79)が小さい。また、トビウオ科では、ダルマトビが1.72で最も小さいが、最も大きいオオアカトビやカラストビウオ(2.27)に比べ、相違がみられる。

相対耳石サイズは5.31～37.02の範囲で、トビウオ科のサンノジダマシが最も大きく、サンマ科のサンマが最も小さい。科間の比較では、トビウオ科が32(29～37)で大きく、次いでメダカ科(21)、サヨリ科(13)、ダツ科(8)、サンマ科(5)の順に小さい。全体的にみて、トビウオ科とサヨリ科、ダツ科、サンマ科との相違は明確である。

ダツ目魚類の耳石形態の特徴をまとめると、外形はメダカ科のみが縦長楕円形(D型)であり、他の科・種は殆どが楕円形(B型)である。全体的にみて、サンマ以外は前上角が発達せず、欠刻は殆どが不明瞭である。側面形は反り状型(a型)が主体で、トビウオ科は強い反り状である。凹面の隆起はトビウオ科に僅かに認められる。溝は、メダカ(I型)とサンマ(Ⅲ型)以外はⅡ型であり、全体的に細い。相対耳石サイズでは、トビウオ科が大きく、他の科との相違は明確である。

26. カサゴ目 (Scorpaeniformes)・カサゴ亜目

(Scorpaenoidei) (Table 2-7, Figs. 2-19, 2-20, 2-21)

日本産のカサゴ目魚類は3亜目22科327種で、スズキ目魚類に次いで魚種数が多い。カサゴ亜目のフサカサゴ科とカジカ亜目のカジカ科、クサウオ科の3科で、カサゴ目全種のほぼ60%を占めている。カサゴ目魚類の種数が比較的多いので、カサゴ亜目とカジカ亜目、セミホウボウ亜目に分けて耳石形態の特徴を記載する。

カサゴ亜目魚類は、11科183種。これらの種には有用魚が多いが、その中で最も重要なフサカサゴ科をみると、その過半数がメバル属で、商品価値の高い中、高級魚も少なくない。メバル属は一般に、東北海域では体色と生息域の相違からメバル類、ソイ類とメヌケ類の3銘柄に分けられている。メバル類とソイ類は浅海～漸深帯の岩礁性で、体色が淡いのがメバル類、黒ずんでいるのがソイ類で、メヌケ類は深海帯の岩礁性で、体色が一般に濃赤色であり、底刺網漁業や遊魚の重要な対象種になっている。耳石による形態と年齢に

Table 2-6. Sample list used for otolith measurement (Gasterosteiformes, Mugiliformes, Atheriniformes, Cyprinodontiformes, Belontiiformes)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area (mm ²)	Otolith height (mm)	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms
Aulorhynchidae														
	Kudayagara	<i>Aulichthys japonicus</i>	Aj		2	96	56-136	0.98	0.49	0.50	1.96	1.96	10.06	B b iv
Gasterosteidae														
	Ibaratomiyo	<i>Pungitius pungitius</i>	Pp		1	59	59	0.68	0.54	0.62	1.26	1.26	11.52	B b III
Fistulariidae														
	Akayagara	<i>Fistularia petimba</i>	Fa		2	1081	1002-1160	0.90	0.60	0.05	1.50	1.50	0.83	F b iv
Macroramphosidae														
	Sagifu	<i>Macroramphosus scolopax</i>	Ms		2	120	118-122	0.79	0.65	0.43	1.24	1.24	6.56	F b iv
Syngnathidae														
	Youjuo	<i>Syngnathus schlegelii</i>	Ss		2	268	266-270	1.06	0.54	0.21	1.96	1.96	3.45	B b III
	Sangotatsu	<i>Hippocampus japonicus</i>	Hm		1	47	47	0.25	0.23	0.12	1.09	1.09	5.31	A a iv
Mugilidae														
	Bora	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	Mc	Small Large	2	125		4.38	2.03	7.11	2.17	2.17	35.00	C a II ₁
					5	336		8.52	3.69	9.36	2.31	2.31	26.00	C a II ₁
	Menada	<i>Chelon haematocheilus</i>	Ch		4	293	259-388	7.63	3.18	8.28	2.40	2.40	26.00	C a II ₁
Atherinidae														
	Ginisoiwashi	<i>Hypoatherina tsurugae</i>	Ht		1	124	124	3.55	2.90	8.30	1.22	1.22	27.01	B a II ₃
	Tougoruwashi	<i>H. valencienni</i>	Hv		1	96	96	2.55	2.25	5.98	1.13	1.13	25.56	A a III
Poeciliidae														
	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i>	Pr		4	37	35-38	0.92	0.88	2.19	1.05	1.05	25.06	A a II ₁
Adrianchthyidae														
	Medaka	<i>Oryzias latipes</i>	OI		3	31	29-33	0.66	0.82	1.75	0.80	0.80	21.26	D b I ₁
Hemiramphidae														
	Kurumesayori	<i>Hyporhamphus intermedius</i>	Hi		2	235	216-254	2.97	1.84	2.33	1.64	1.64	12.61	B a II ₃
	Sayori	<i>H. sajori</i>	Hs		10	224	135-333	3.12	1.85	2.58	1.69	1.69	14.04	B a,b II ₃
Exocoetidae														
	Kuroiresayoritobuo	<i>Oxyporhamphus convexus conv.</i>	Oc		5	186	178-196	5.92	3.26	10.38	1.86	1.86	31.87	B a III
	Darumatobi	<i>Prognathichthys sealei</i>	Ps		8	204	187-241	6.74	3.91	12.92	1.72	1.72	33.26	B a II ₁
	Zakatobuo	<i>P. brevipinnis</i>	Pb		6	195	166-213	6.82	3.72	13.01	1.80	1.80	35.00	B a II ₁
	Ninjoitobuo	<i>Hirundichthys speculiger</i>	Hw		2	245	236-253	8.35	4.28	14.59	1.96	1.96	34.19	B a II ₁
	Hosootobi	<i>H. oxycephalus</i>	Ho		4	249	220-266	7.81	4.20	13.17	1.87	1.87	31.61	B a II ₃
	Ayatobuo	<i>Cypselurus poecilopterus</i>	Cp		13	222	184-264	7.57	4.04	13.78	1.88	1.88	34.33	B a II ₁
	Ooakatobi	<i>C. stuitoni</i>	Cs		7	301	270-331	9.71	4.23	13.65	2.27	2.27	32.28	C a II ₃
	Akatobi	<i>C. atrisignis</i>	Ca		7	285	256-310	9.74	4.51	15.41	2.17	2.17	34.21	C a II ₃
	Sannojidamashi	<i>C. abei</i>	Cy		4	229	220-242	8.46	3.89	14.37	2.19	2.19	37.02	C a II ₃
	Ojirotobi	<i>C. exiliens</i>	Ce		9	216	213-278	8.46	4.19	16.41	2.01	2.01	34.54	C a II ₁
	Hosotobuo	<i>C. hiraii</i>	Ch		4	245	239-254	7.30	3.44	10.25	2.13	2.13	29.85	C a II ₃
	Tsukushitobuo	<i>C. heterurus doederleini</i>	Cd		2	276	254-327	7.43	3.93	10.58	2.05	2.05	29.21	C a II ₁
	Karasutobuo	<i>C. cyanopterus</i>	Cc		5	307	283-327	9.46	4.18	12.88	2.27	2.27	30.87	C a II ₃
Belontiidae														
	Hamadatsu	<i>Ablennes hians</i>	Ah		1	915		6.20	3.30	2.24	1.88	1.88	6.77	B a II ₁
	Datsu	<i>Strongylura anastomella</i>	Sa		2	583	305-855	4.45	2.40	1.83	1.79	1.79	6.74	B c II ₁
	Okizayori	<i>Tylosurus crocodilus crocodilu.</i>	Tc		1	700		6.40	3.35	3.06	1.91	1.91	9.14	B a II ₁
	Tenjikutatsu	<i>T. actusmelanotus</i>	Ta		3	522	483-544	4.47	2.98	2.55	1.50	1.50	8.56	B a II ₃
Scomberesocidae														
	Sanma	<i>Cololabis saira</i>	Co		14	327	294-342	1.74	1.16	0.62	1.48	1.48	5.31	B a,b III

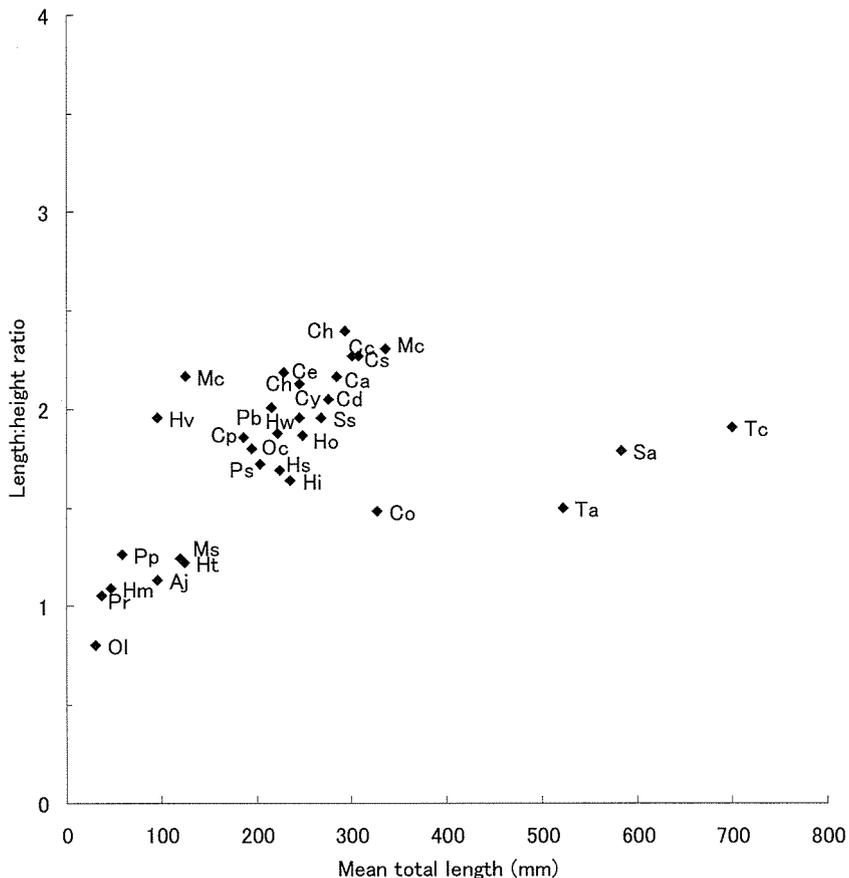


Fig. 2-17. Relation of otolith length:height ratio to total length (Gasterosteiformes, Mugiliformes, Atheriniformes, Cyprinodontiformes, Beloniformes). Abbreviations see table 2-6.

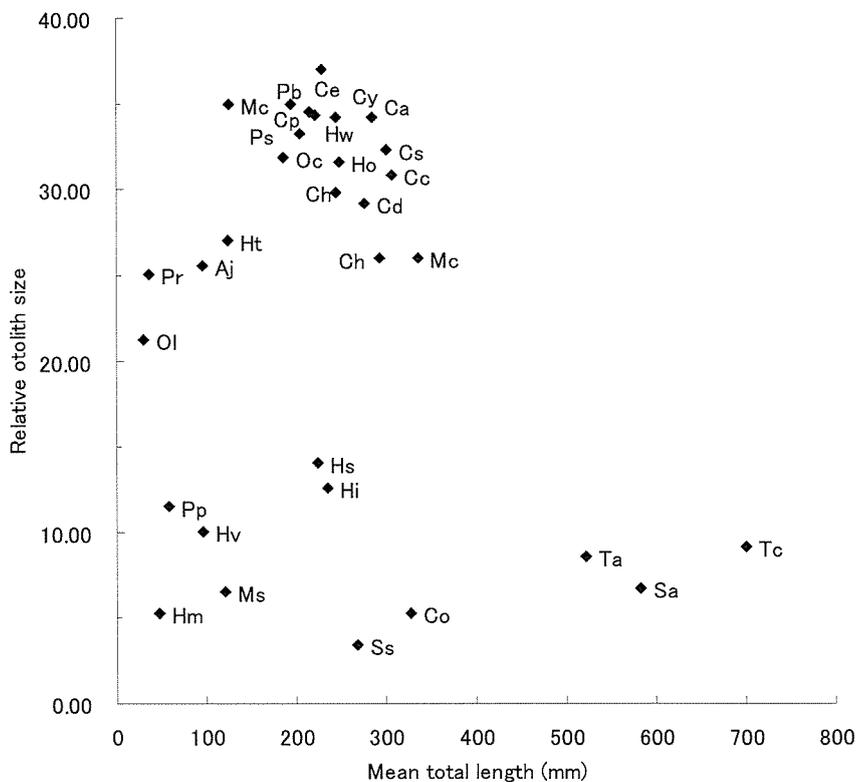


Fig. 2-18. Relation of otolith length:height ratio to total body length (Gasterosteiformes, Mugiliformes, Atheriniformes, Cyprinodontiformes, Beloniformes). Abbreviations see table 2-6.

関する研究においても、国内外共にフサカサゴ科対象としたものが殆どで、しかもその中の大部分がメバル属で行われている。

耳石の形態に関する研究は、フサカサゴ科 (Scorpaenidae) のメバル属 (*Sebastes*) では瀬戸内海のアコウダイとメバルの外形、溝の形状等の特徴 (松島, 1958)、バレンツ海、アイスランド近海等6海域の *S. viviparus* の地理的相違と輪紋の性状 (Kotthaus, 1961)、バレンツ海ベア島近海の *S. mentella* の耳石縁辺部の透明、不透明帯の出現状況 (Trout, 1961b)、カリフォルニア州からワシントン州近海の *S. entomelas* の透明帯形成 (Pearson, 1996) に関する報告がある。また、南カリフォルニア近海の *Sebastes* 属10種の外形に関する研究報告がある (Phillips, 1964)。複数の科を対象にした研究では、日本産フサカサゴ科 (Scorpaenidae) 21種、オニオコゼ科 (Synanceiidae) 3種、ハオコゼ科 (Tetrarogidae) 3種、ホウボウ科 (Triglidae) 5種、コチ科 (Platycephalidae) 5種、ハリゴチ科 (Hoplichthyidae) 2種について、外形、側面形、溝の形状等の特徴に関する報告がある (Ohe, 1985)。また、南アフリカ周辺海域のフサカサゴ科22種、ホウボウ科9種、コチ科7種、ハリゴチ科1種、セミホウボウ科2種、Congiopodidae科2種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。最近では北西大西洋のフサカサゴ科5種、ホウボウ科3種について、凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。耳石化石の研究では、カリフォルニア沿岸部のフサカサゴ科とホウボウ科 (Fitch, 1964, 1966, 1967a, 1968, Hudleston and Barker, 1978)、静岡県掛川市と神奈川県北部のハリゴチ科とフサカサゴ科 (大江, 1983, 1991) に関する報告がある。異常耳石では、オレゴン州沖コップ海山海域のゴケメヌケ (*S. entomelas*) が報告されている (Pearson *et al.*, 1993)。また、カサゴ目魚類は、魚食性魚類や海生哺乳類による捕食は殆どみられないが、オレゴン州の湾内のオットセイの胃内容物の耳石に、フサカサゴ科のメバル属が比較的多く出現する (Brown and Mate, 1983)。

年齢に関する研究は、フサカサゴ科メバル属を対象にした研究が最も多く、国内ではメバル (*S. inermis*) を主体に、ウスメバル (*S. tompsoni*)、クロソイ (*S. schlegelii*)、キツネメバル (*S. vulpes*)、タケノコメバル (*S. oblongus*) とエゾメバル (*S. taczanowskii*) についての報告がある。九州福岡沿岸域、松島湾、瀬戸内海播磨灘、瀬戸内海山口県沿岸域、若狭湾、相模湾、仙台湾のメバル (三尾, 1961a, 畑中・飯塚, 1962, 横川ら, 1992b, 藤村ら, 1997, 宮嶋ら, 1999,

Utagawa and Taniuchi, 1999, 久田ら, 2000, 富川 2000, 2001)、新潟県西部沿岸域、日本海青森県沿岸域、青森県八戸沖、新潟県沿岸域のウスメバル (鈴木ら, 1978, 涌坪・田村, 1983, 三戸, 1993, 飯塚, 1994, 加藤・樋口, 1999)、南三陸沿岸域、北海道後志沿岸域のクロソイ (宮城水試, 1989, 酒井ら, 1990, 佐々木ら, 2004)、松島湾、青森県八戸沖、北海道西部海域のキツネメバル、タケノコメバルとエゾメバル (畑中・飯塚, 1962, 飯塚, 1994, Sekigawa *et al.*, 2000) に関する研究報告がある。国外では、*S. marinus* を対象にした研究がやや多く、その他11種に関する研究報告がある。ノルウェー沿岸域、米国北西部メーン湾、メーン湾北部の *S. Marinus* (Bratberg, 1956, Kelly and Wolf, 1959, Kelly and Barker, 1961)、ノルウェー沿岸域の *S. viviparus* (Trout, 1961ab)、ワシントン州太平洋沿岸域の *S. emphaeus* (Moulton, 1975)、北東太平洋、カナダ西部太平洋の *S. alutus* (Westheim, 1973, Beamish, 1979)、ワシントン州沿岸域の *S. flavidus* (Kimura *et al.*, 1979)、中部カリフォルニア州沿岸域の *S. serranoides* (Love and Westphal, 1981)、米国太平洋沿岸域の *S. pinniger* と *S. diploproa* (Boehlert and Yoklavich, 1984, Boehlert, 1985)、北東大西洋の *S. marinus* と *S. mentella* (Nedreaas, 1990)、カリフォルニア州北からオレゴン州沿岸域の *S. entomelas* (Pearson *et al.*, 1991, 1993)、オレゴン州沿岸域の *S. Pinniger*, *S. melanops* と *S. favidus* (Six and Horton, 1997) に関する研究報告がある。その他の属に関する研究はメバル属に比べて少なく、キチジ属 (*Sebastolobus*) では、東北海域のキチジ (三河, 1985, 服部, 1998)、カサゴ属 (*Sebastes*) では、佐世保湾、福岡県沿岸域、瀬戸内海、山口県の日本海沿岸域、瀬戸内海播磨灘、佐賀県沿岸域のカサゴ (水江, 1958, 三尾, 1961b, 大分水試, 1974, 有蘭ら, 1974, 横川ら, 1992a, 林ら, 1995)、ユメカサゴ属 (*Helicolenus*) では、オーストラリア南西海域、南・北カロライナ州沿岸域、大西洋アイルランド沖の *H. percooides* と *H. d.dactylopterus* (Withell and Wankowski, 1988, White *et al.*, 1998, Kelly *et al.*, 1999) に関する報告がある。

メバル属やカサゴ属等のフサカサゴ科の年齢査定は、全体的には耳石表面の輪紋の読み取りで行われているが、高齢魚や魚種によっては耳石表面からは輪紋が読み取れない場合があり、1980年以降は薄片法による年齢査定研究が比較的多くなっている。また、キツネメバルの年齢査定では薄片法との比較検討から、6歳魚以上的高齢魚は、表面の輪紋読み取り法では過小評価になると指摘されている (Sekigawa *et al.*, 2003)。その他の科はフサカサゴ科に比べ極め

て少なく、オニオコゼ科 (Synanceiidae) では、島根県東部沿岸域のオニオコゼの高齢魚では、年齢査定が困難とされており (清川ら, 2000), 新潟県沿岸域のオニオコゼでは、後翼状骨による年齢査定が行われている (渡邊ら, 2003)。また、ホウボウ科 (Triglidae) では、ニュージーランド北沿岸域の *Chelidomichthys kumu*, ブラジル南部沿岸域の *Prionotus punctatus* (Staples 1971, 1972, Andrade 2004), コチ科 (Platycephalidae) では、西オーストラリア汽水域の *Platycephalus speculator* に関する研究報告がある (Hyndes *et al.*, 1992)。

本研究においては、フサカサゴ科35種、オニオコゼ科2種、ハオコゼ科1種、イボオコゼ科1種、ホウボウ科5種、ウバゴチ科1種、コチ科7種、ハリゴチ科1種から耳石を収集した。

26-1. フサカサゴ科 Scorpaenidae

ハチ *Apistus carinatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確であるが、個体によって相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であるが、薄片観察では明瞭な年輪構造が認められる。

アカカサゴ *Setarches lonimanus*

外形は前縁部が大きく欠けている楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は著しく明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ミノカサゴ *Pterois lunulata*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形 (輪郭) は左右でやや異なっている。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から斜め下方に延び、下縁の後部に達する (I₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キチジ *Sebastolobus macrochir*

外形は前縁部の凹み大きい楕円形 (B型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形はやや厚く、弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は浅いが、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)、個体により長さが異なる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であるが、薄片観察により年齢査定が行われている。

オニカサゴ *Scorpaenopsis cirrosa*

外形は先端が尖った広線形 (E型) で、前角は発達

するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

イズカサゴ *Scorpaena neglecta*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達しない。個体による相違があるものの、フサカサゴ属の他の2種に比べて、欠刻がやや小さい。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

フサカサゴ *S. onaria*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型である (a型)。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝はやや深く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められ、後端で僅かに下方に曲がる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

コクチフサカサゴ *S. miostoma*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝はやや深く、欠刻部から後方に延び、中央付近から下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ユメカサゴ *Helicolenus hilgendorfi*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達し、前上角があまり発達しないが、欠刻はやや明確である。外形の輪郭には、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後部の中間付近まで認められる (B₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定は可能である。

オキカサゴ *H. avius*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央から後部にみられる。溝はやや深く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定は可能である。

アヤマカサゴ *Sebastiscus albofasciatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角がやや発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が

前部にみられる。溝はやや浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

カサゴ *S. marmoratus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角がやや発達し、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央から前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察では明瞭であり、年齢査定が可能である。

ホウズキ *Hozukius emblemarius*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、やや斜め下方の後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

アコウダイ *Sebastes matsubarae*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は厚く、強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部から下方に曲がり、下縁の後部に達する (I₂型)。輪紋は、表面の観察では不明瞭である。

アラスカメヌケ *S. alutus*

外形は上縁から後縁の凹凸が顕著な楕円 (B型) 形で、前角がやや発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ハツメ *S. owstoni*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前、後部にみられる。溝はやや浅いが、欠刻部から後方に延び、やや斜め下方の後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

ヒレグロメヌケ *S. borealis*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや厚く、強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、やや斜め下方の後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

バラメヌケ *S. baramenuke*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角も

やや発達するので、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝はやや深く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では明瞭である。

オオサガ *S. iracundus*

外形は楕円形 (B型) で、前角がやや発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は厚みがある反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝はやや深く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

クロメヌケ *S. glances*

外形は楕円形 (B型) で、前角がよく発達している。前上角はあまり大きくないが、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、やや斜め下方の後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヤナギメバル *S. itinus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明瞭であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

ガヤモドキ *S. wakiyai*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝はやや浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。後部に溝と接続しないやや大きい凹みがある。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヤナギノマイ *S. steindachneri*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝はやや浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

エゾメバル *S. taczanowskii*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝はやや深く、欠刻部か

ら後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

ウスメバル *S. tomponi*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。全長70 mmの幼魚は、前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

メバル *S. inermis*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝はやや浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定に用いられている。

クロソイ *S. schlegelii*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達するが、前上角は発達せず、欠刻は明確でない。全長89 mmの幼魚は、前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部からやや斜め下方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

タケノコメバル *S. oblongus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型である (a型)。溝は浅く、欠刻部からやや斜め下方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

キツネメバル *S. vulpes*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

ゴマソイ *S. nivosus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形はやや薄く、強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前部から中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認めら

れる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

シマゾイ *S. trivittatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角がやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

ヨロイメバル *S. hubbsi*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

ムラソイ *S. pachycephalus pachycephalus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央付近にみられる。溝は欠刻部からやや斜め下方に延び、後縁の下部に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

オウゴンムラソイ *S. pachycephalus nudus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は厚い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明確であるが、薄片観察では明瞭である。

アカブチムラソイ *S. pachycephalus chalcogrammus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められ、後端が下方に僅かに曲がる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

26-2. オニオコゼ科 Synanceiidae

オニオコゼ *Inimicus japonicus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であるが、薄片観察では明瞭な輪紋構造が認められる。

ヒメオコゼ *Minous monodactylus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、

前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は浅いが、欠刻部から後方に延び、後端がやや幅広くなり後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であるが、薄片観察では明瞭な輪紋構造が認められる。

26-3. ハオコゼ科 Tetrarogidae

ハオコゼ *Hypodytes rubripinnis*

外形は楕円形 (B 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部から僅かに下方に曲がり、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面の観察では不明瞭であるが、薄片観察では明瞭な輪紋構造が認められる。

26-4. イボオコゼ科 Aploactinidae

アブオコゼ *Erisphex pottii*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。但し、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央付近で僅かに下方に曲がり、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

26-5. ホウボウ科 Triglidae

ホウボウ *Chelidonichthys spinosus*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はあまり発達しないが、前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形はやや厚く、強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに下方に湾曲して、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

カナド *Lepidotrigla guentheri*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ソコカナガシラ *L. abyssalis*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達しないが、前上角は僅かに発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直

ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

オニカナガシラ *L. kishinouyei*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達せず、前上角がやや発達するが、欠刻は不明確である。側面形は上、下縁がやや内側に曲がった反り状型 (a 型) である。溝は深く、欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

カナガシラ *L. microptera*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はあまり発達せず、前上角がやや発達し、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

26-6. ウバゴチ科 Parabembridae

ウバゴチ *Parabembras curta*

外形は後縁が尖った長楕円形 (C 型) で、前角がやや発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

26-7. コチ科 Platycephalidae

マゴチ *Platycephalus* sp.

外形はやや幅広い広線形 (E 型) で、前角が発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

イネゴチ *Cociella crocodile*

外形は広線形 (E 型) で、前角が発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

トカゲゴチ *Inegocia japonica*

外形は広線形 (E 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。84 ~ 112 mm の小型魚の外形は長楕円形 (C 型) である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆

起が中央下部にみられる。溝は幅欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

ワニゴチ *I. guttata*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達せず、欠刻は明確でない。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

メゴチ *Suggrundus meerdervoortii*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。111 ~ 148 mm の小型魚は長楕円形 (C型)、215 ~ 256 mm の大型魚は広線形 (E型) である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面の観察では明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

オニゴチ *Onigocia spinosa*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

アネサゴチ *O. macrolepis*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

26-8. ハリゴチ科 Hoplichthyidae

ソコハリゴチ *Hoplichthys gilberti*

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達せず、前上角がやや発達するが、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央から前部にみられる。溝は浅く、中央部に楕円形状に認められる (IV型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

カサゴ亜目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.31 ~ 3.51の範囲で、フサカサゴ科のオニカサゴが最も大きく、ハリゴチ科のソコハリゴチが最も小さい。体長の大きさによる相違は、フサカサゴ科のイズカサゴ、カサゴ、ウスメバル、メバルとキツネメバルではみられないが、コチ科

のトカゲゴチとメゴチでは認められ、体長が大きいほど耳石長比は大きく (細長く) なる傾向がある。フサカサゴ科では、オニカサゴ (オニカサゴ属) が3.51で最も大きく、アカカサゴ (シロカサゴ属) が1.32で最も小さい。メバル属は、種数が最も多く、1.62 ~ 2.40 (1.8 ~ 2.2主体) で、比較的狭い範囲にある。フサカサゴ科以外の科では、コチ科のマゴチが3.47で最も大きく、ハリゴチ科のソコハリゴチが1.31で最も小さく、次いでホウボウ科は1.35 ~ 1.49の範囲で小さい。

相対耳石サイズは、14.69 ~ 57.40の範囲で、フサカサゴ科のコクチフサカサゴが最も大きく、ホウボウ科のホウボウが最も小さい。体長の大きさによる相違は、イズカサゴにややみられるが、体長に大、小があるフサカサゴ科4種では認められない。フサカサゴ科の属でみると、フサカサゴ属が51 ~ 58で大きく、ミノカサゴ属、ホウズキ属とシロカサゴ属が21 ~ 23で小さい。メバル属は30 ~ 50の範囲で、アコウダイが最も大きく、アカブチムラソイが最も小さい。フサカサゴ科以外の科では、コチ科のワニゴチが53で最も大きく、ホウボウ科のホウボウが15で最も小さい。コチ科 (7種) では、体長が大きくなるに従って、相対耳石サイズが小さくなる傾向がみられ、また、全体 (7科) 的にもその傾向がやや窺われる。

カサゴ亜目魚類の耳石形態の特徴を整理すると、外形は、フサカサゴ科ではオニカサゴ、コチ科ではマゴチ、イネゴチとトカゲゴチが広線形 (E型) であるが、それ以外は楕円形 (B型) と長楕円形 (C型) である。全体的にみて、前角は発達するが、前上角はあまり発達しない。側面形は、種によって強弱があるが全て反り状型 (a型) である。凹面の隆起はほぼ半数の魚種にみられ、ほぼ全面や各部に僅かに認められる。溝は殆どがII型で、I型 (ミノカサゴ、ホウズキ、アコウダイ、ヒレグロメヌケ、ムラソイとオニオコゼ) とIV型 (ソコハリゴチ) が僅かに出現する。II型では、II₃型が主体で、コチ科は全てII₃型である。耳石形態の組み合わせコードは、C-a-II₃型、B-a-II₃型とB-a-II₁型が主体である。耳石長比は1.31 ~ 3.51の範囲で、オニカサゴが最も大きく、ソコハリゴチが最も小さい。フサカサゴ科のメバル属は1.7 ~ 2.2主体で、比較的狭い範囲にある。コチ科では、体長が大きくなるに従って、耳石長比が大きくなる傾向がみられる。相対耳石サイズは15 ~ 58の範囲で、コクチフサカサゴが最も大きく、ホウボウが最も小さいが、フサカサゴ科のメバル属は30 ~ 50で比較的大きい。コチ科では、体長が大きくなるに従って、相対耳石サイズが小さくなる傾向がみられる。

フサカサゴ科の代表的な属であるメバル属の魚種に

ついて、耳石形態を生息水深に注目しての種間比較する。生息水深（銘柄）別には一般に、沿岸域（Neritic region, Sublittoral zone）の約100メートル以浅と約100～200メートルのメバル類、ソイ類と漸深海底帯（約200メートル以深, Bathyal zone）のメヌケ類に分けられる。沿岸域（約100メートル以浅）7種、沿岸域（約100～200メートル）6種、漸深海底帯（約200メートル以深）7種のデータを用いて、生息域間で耳石形態の特徴を比較した（Table 2-8）。耳石測定値を基に、分散分析（ANOVA）および多重比較（Multiple comparison among means: Tuley-Kramer method (5 % level)）を行ったところ、耳石高に対する耳石長の比は、群間で有意差が認められ ($f=7.61$, $p<0.01$)、200 m 以深の漸深海底帯に生息するメヌケ類が、200 m 以浅の沿岸域のメバル類、ソイ類よりも、有意に細長い耳石であることが示された。また相対耳石サイズについては、群間で弱い有意差があり ($f=4.47$, $0.01<p<0.05$)、沿岸域の約100メートル以浅が約100～200メートルよりも相対的に小さい耳石であることが示された。外形形状は、側面形は全て反り状型であるものの、浅いほうが円形で深くなるほど楕円になる傾向がみられた。また溝についても、浅いほど耳石後縁まで達せず中央と後縁の途中で途切れていた。欠刻は深くなるほど明瞭になり、凹面の隆起も明瞭になっていた。年齢形質である輪紋（表面観察）については、反対に浅くなるほど明瞭になった。生息水深によって、外形、溝の形状、輪紋に相違が認められることが判明した。

また、日本周辺に生息するメバルには、黒、赤と白の体色が異なった3型が生息し（中坊 2000）、また形態学的、遺伝学的に識別される Reddish type, Blackish type, Dark brownish type が存在するとされる（Kai and Nakabo (2002)）。南三陸沿岸域では、黒褐色型（一般的）と赤褐色型（稀）の生息が確認されている（酒井 1986）。南三陸の志津川湾で採集した20 cm 強のメバル赤色型（Reddish type）と黒色型（Blackish type）の耳石を比較したところ、外形の形状はともに楕円形（B型）でやや明瞭な欠刻があり、側面形は反り状型（a型）、溝はⅡ₃型で相違はみられなかった。また、相対耳石サイズにも有意差が認められなかった（Table 5-9）。しかし、耳石高および耳石高に対する耳石長の比には有意差が検出され。赤色型の方が黒色型よりも耳石高が小さく細長い形をしていることがわかった。Kai and Nakabo (2002) の記載した外部形態のみならず、耳石形態も両者で異なっていることが示された。

27. カサゴ目 (Scorpaeniformes)・カジカ亜目 (Cottoidei), セミホウボウ亜目 (Dactylopteridae) (Table 2-10, Figs. 2-19, 2-22, 2-23)

日本産のカジカ亜目魚類は10科186種、セミホウボウ亜目魚類は1科3種が知られている。セミホウボウ亜目の3種は、いずれも南日本の大陸棚に生息する。カジカ亜目のギンダラ科とアイナメ科は近縁の科魚類であるが、生息域は深海と浅海で全く異なっている。オニオコゼ科ではオニオコゼが有用種で、浅海の岩礁性魚類である。ホウボウ科はトゲカナガシラ、オニカナガシラ、カナガシラ、カナド等が有用種で、浅海の砂泥域に生息している。その他、ケムシカジカ科とカジカ科では海産のケムシカジカ、トゲカジカ、ギスカジカ、淡水産のカジカ、ヤマノカミ等、トクビレ科ではトクビレ、ダンゴウオ科ではホテイウオが有用種で、淡水産以外はいずれも浅海の岩礁性魚類である。カジカ亜目とセミホウボウ亜目魚類の形態、年齢研究はカサゴ亜目魚類に関するものに比べかなり少ない。

耳石形態研究では、日本産のアイナメ科2種、トクビレ科1種、カジカ科10種、クサウオ科2種、セミホウボウ科2種の外形と溝の形状等の特徴（Ohe, 1985）、カムチャッカ半島から南東アラスカ海域のキタノホッケの外形と輪紋（Anderi *et al.* 1996）、英国南西部プリマス海域のカジカ科 *Taurulus bubalis* の扁平石、星状石と礫石の形状（Lovell *et al.* 2005）に関する報告がある。また、北西大西洋のケムシカジカ科1種、カジカ科11種、ウラナイカジカ科2種、トクビレ科3種、ダンゴウオ科2種、クサウオ科6種について、凹凸両面の写真画像が提示されている（Campana, 2004）。さらに、南アフリカ周辺海域のウラナイカジカ科2種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている（Malcolm *et al.*, 1995）。耳石化石の研究では、カリフォルニア沿岸部のカジカ科に関する報告がある（Fith, 1964, 1966, 1967a, 1968）。また、オレゴン州の湾内のオットセイの胃内容物には、ギンダラとアイナメ類の耳石が比較的多く出現する（Brown and Mate, 1983）。

年齢研究では有用種であるアイナメ科（Hexagrammidae）を主対象に、福島県沿岸域、仙台湾、北海道木古内湾のアイナメ（福島水試, 1974, 小林ら, 1990, 平川, 1992, 泉, 1998ab, 関川ら, 2002）、北海道日本海、北海道根室海峡のホッケ（久新・高杉, 1957, 矢吹, 1990, 1994）、相模湾油壺のクジメ（Kurita *et al.*, 1991）に関する報告がある。また、ギンダラ科（Anoplopomatidae）では、カナダ太平洋沿岸、北カリフォルニア海域のギンダラ（Beamish and Chilton, 1982, Fujiwara and Hankin,

Table 2-7. Sample list used for otolith measurement (Scorpaeniformes (I. Scorpanoidei))

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms
Scorpaenidae													
	Hachi	<i>Apistus carinatus</i>	Ac		7	121	76-150	5.71	2.67	12.60	2.13	47.23	C a II II
	Akakasago	<i>Setarches longimanus</i>	SI		1	248	248	5.80	4.40	10.29	1.32	23.38	B a II II
	Minokasago	<i>Pterois lunulata</i>	PI		1	162	162	3.35	2.00	4.14	1.68	20.67	B a I
	Kichiji	<i>Sebastolobus macrochir</i>	Sm		10	170	99-292	7.08	4.21	17.53	1.67	42.69	B A,B II j
	Onikasago	<i>Scorpaenopsis cirrosa</i>	Sc		1	165	165	7.55	2.15	9.84	3.51	45.75	E a II II
	Izukasago	<i>Scorpaena neglecta</i>	Sn	Small	15	86		4.77	2.18	12.09	2.17	56.23	C a II I
			Sn	Large	16	201		9.05	3.87	17.42	2.34	45.24	
	Fusakasago	<i>S. onaria</i>	So		4	145	116-186	7.64	3.30	17.39	2.35	52.76	C a II
	Kokuchifusakasago	<i>S. miostoma</i>	Si		1	162	162	9.30	3.80	21.81	2.45	57.40	C a II I
	Yumekasago	<i>Helicolenus hilgendorfi</i>	Hh		12	170	142-210	7.21	3.86	16.37	1.84	42.23	B a II I
	Okikasago	<i>H. avius</i>	Ha		3	297	201-368	9.24	4.17	12.97	2.21	31.66	C a II
	Ayamekasago	<i>Sebastes salbofasciatus</i>	Ss		4	232	190-271	10.10	4.81	20.94	2.10	43.95	C a II
	Kasago	<i>S. marmoratus</i>	Sb	Small	20	168		7.41	3.28	14.47	2.26	44.24	C a II
			Sb	Large	5	246		10.08	4.60	18.85	2.20	41.08	
	Houzuki	<i>Hozukius emblemarius</i>	He		1	249	249	10.50	6.50	27.41	1.62	42.16	B a I II
	Akoudai	<i>Sebastes matsubarae</i>	St		1	316	316	13.90	8.10	35.63	1.72	43.98	B a I
	Arasukamenuke	<i>S. alutus</i>	Sa		2	407	384-430	13.50	7.61	25.24	1.78	33.20	B a nd
	Hatsume	<i>S. owstoni</i>	Sw		5	189	136-265	7.98	4.42	18.66	1.79	42.82	B a II II
	Hireguomenuke	<i>S. borealis</i>	Sr		1	418	418	14.90	8.40	29.94	1.77	35.64	B a I II
	Baramenuke	<i>S. baramenuke</i>	Sk		7	323	242-438	12.55	7.72	30.00	1.62	40.18	B a II j
	Oosaga	<i>S. ivacundus</i>	Sd		2	518	517-518	20.40	10.95	43.12	1.86	39.41	B a II
	Kuromenuke	<i>S. glances</i>	Sg		2	369	346-392	12.91	6.71	23.48	1.93	34.95	B a II II
	Yanagimebaru	<i>S. itinus</i>	Sx		7	330	201-516	12.67	5.51	21.16	2.30	36.35	C a II I
	Yanaginomai	<i>S. steindachneri</i>	Sh		2	216	208-224	9.15	4.95	20.97	1.85	42.36	B a II I
	Ezomebaru	<i>S. taczanowskii</i>	Sz		15	277	190-315	11.48	6.02	24.95	1.98	43.63	B a II
			Sp	Small	10	185		7.59	4.15	17.03	1.88	41.01	B a II
	Mebaru	<i>S. inermis</i>	Sp	Large	20	309		12.57	6.14	24.98	2.07	40.73	
			Sq	Small	20	164		7.01	4.03	17.23	1.74	42.86	B a II I
			Sq	Large	5	210		8.94	5.29	22.52	1.69	42.45	
			Su		20	257	240-300	9.35	4.37	15.90	2.14	36.45	C a II
	Kurosoi	<i>S. schlegelii</i>	Su		20	257	240-300	9.35	4.37	15.90	2.14	36.45	C a II
	Takenokomebaru	<i>S. oblongus</i>	Sy		3	235	219-243	8.07	3.73	12.81	2.16	34.29	C a II I
	Kitsunomebaru	<i>S. vulpes</i>	Sv	Small	20	188		8.09	4.01	17.26	2.03	42.92	C a II I
			Sv	Medium	20	332		13.41	6.38	25.77	2.10	40.35	
			Sv	Large	16	454		17.92	8.35	32.96	2.16	39.47	
	Gomasoi	<i>S. nivosus</i>	Sf		9	222	189-246	7.19	3.47	11.24	2.07	32.48	C a II I
	Shimazoi	<i>S. trivittatus</i>	Str		2	253	250-255	9.38	5.03	18.65	1.87	37.27	B a II I
	Yoroimebaru	<i>S. hubbsi</i>	Sj		5	170	142-187	5.90	2.47	8.57	2.40	34.87	C a II I
	Murasoi	<i>S. pachycephalus pachycephala</i>	Spa		4	221	196-252	7.03	3.40	10.82	2.08	31.64	C a I j
	Ougonmurasoi	<i>S. pachycephalus nudus</i>	Spn		11	301	282-324	12.03	5.84	23.34	2.06	39.80	C a nd
	Akabuchimurasoi	<i>S. pachycephalus chalcogram</i>	Spc		4	191	164-206	5.70	2.82	8.42	2.03	30.13	C a II I
Synanceiidae													
	Oniokoze	<i>Inimicus japonicus</i>	Ij		6	157	133-194	3.95	2.18	5.48	1.81	23.61	B a II
	Himeokoze	<i>Minous monodactylus</i>	Mm		7	96	62-126	3.59	1.95	7.29	1.85	38.44	B a I j
Tetrarogidae													
	Haokoze	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	Hr		6	76	67-72	3.52	1.78	8.24	1.99	46.36	B a II I
Aploactinidae													
	Abuokoze	<i>Erisphex pottii</i>	Ep		4	112	68-149	2.73	1.69	4.12	1.64	25.73	B a II
Triglidae													
	Houbou	<i>Chelidonicichthys spinosus</i>	Cs		8	320	257-406	4.67	3.48	5.08	1.36	14.69	B a II II
	Kanado	<i>Lepidotrigla guentheri</i>	Lg		5	154	122-177	3.95	2.67	6.85	1.48	25.76	B a II II
	Sokokanagashira	<i>L. abyssalis</i>	La		4	96	86-106	2.90	2.15	6.49	1.35	30.09	B a II j
	Onikanagashira	<i>L. kishinouyei</i>	Lk		7	136	92-210	3.41	2.31	5.79	1.47	25.17	B a II
	Kanagashira	<i>L. microptera</i>	Lm		10	138	105-184	2.87	2.12	4.41	1.35	20.91	B a II I
Parabembridae													
	Ubagochi	<i>Parabembras curta</i>	Pc		2	175	150-200	6.78	3.21	12.44	2.11	38.86	C a II
Platycephalidae													
	Magochi	<i>Platycephalus</i> sp.	Ps2	Small	16	167	109-490	4.61	1.56	4.31	2.97	28.21	E a II I
			Ps2	Large	1	352		8.92	2.92	7.40	3.08	25.34	
	Inegochi	<i>Cociella crocodila</i>	Cc		1	332	332	9.70	2.95	8.62	3.29	29.21	E a II
	Tokagegochi	<i>Inegocia japonica</i>	Ij	Small	6	98	84-243	4.40	1.83	8.22	2.40	44.93	E a II
			Ij	Large	1	240		9.00	2.75	10.31	3.26	37.54	
	Wanigochi	<i>I. guttata</i>	Ig		3	92	59-112	5.52	1.87	11.22	2.58	52.91	C a II I
	Megochi	<i>Suggrundus meerdervoortii</i>	Sug	Small	6	130	116-256	4.68	1.70	6.12	2.75	35.88	C,E a II I
			Sug	Large	1	241		8.91	2.57	9.50	3.47	37.16	
	Onigochi	<i>Onigocia spinosa</i>	Os		2	100	88-111	4.90	2.10	10.29	2.33	49.20	C a II
	Anesagochi	<i>O. macrolepis</i>	Om		3	121	117-125	5.27	2.27	9.89	2.34	43.49	C a II I
Hoplichthyidae													
	Sokoharigochi	<i>Hoplichthys gilberti</i>	Hg		4	130	121-137	4.06	3.10	9.68	1.31	31.25	B a IV

Table 2-8. Comparison of otolith characteristics of Sebastes fishes among habitats of various water depth

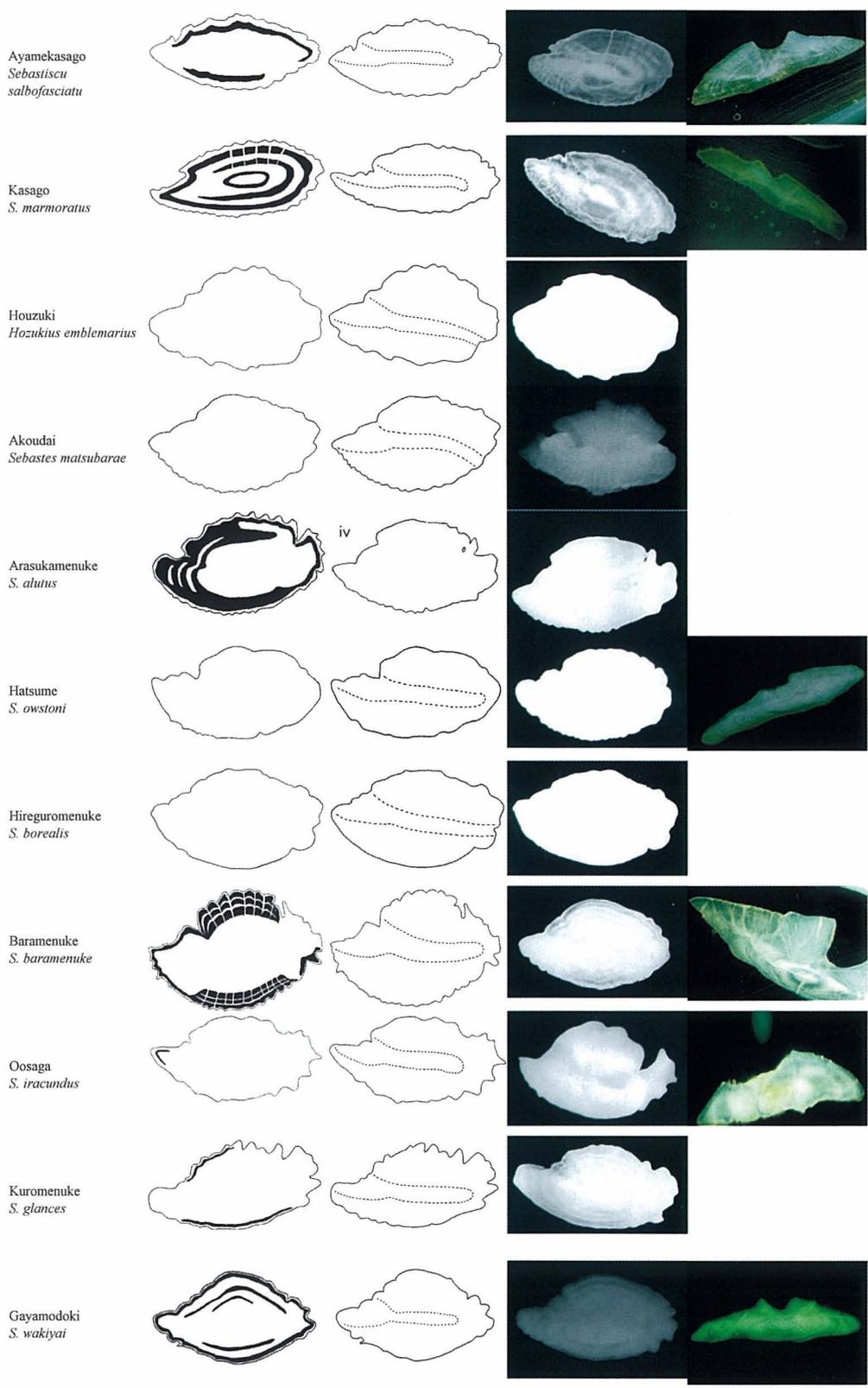
Habitat	Japanese name	Scientific name	Sample size	Mean total length (mm)	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length:height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus	Excisural notch	Dorsal trough	Annular structure
Sublittoral zone, Neritic zone (<100m)														
	Mebaru	<i>S. inermis</i>	25	187	140-230	7.98	4.66	37.91	1.72	42.65	B a II ₃	Intermediate	Absent	Well visible
	Kurosoi	<i>S. schlegelii</i>	20	257	240-300	9.35	4.37	40.98	2.14	36.45	C a II ₃	Shallow	Absent	Well visible
	Takenokomebaru	<i>S. oblongus</i>	3	235	219-243	8.07	3.73	30.29	2.16	34.29	C a II ₃	Shallow	Absent	Well visible
	Gomasoi	<i>S. nivosus</i>	9	222	189-246	7.19	3.47	25.11	2.07	32.48	C a II ₃	Shallow	Poorly developed	Well visible
	Yoroimebaru	<i>S. hubbsi</i>	5	170	142-187	5.90	2.47	14.57	2.40	34.87	C a II ₃	Shallow	Absent	Poorly visible
	Murasoi	<i>S. pachycephalus pachycephalus</i>	4	221	196-252	7.03	3.40	23.57	2.08	31.64	C a I ₁	Shallow	Poorly developed	Poorly visible
	Akabuchimurasoi	<i>S. pachycephalus chalcogrammus</i>	4	191	164-206	5.70	2.82	16.18	2.03	30.13	C a II ₃	Shallow	Absent	Poorly visible
	Mean			212		7.32	3.56	26.94	2.09	34.64				
Sublittoral zone, Neritic zone (>100m, <200m)														
	Yanaginomebaru	<i>S. itinus</i>	7	330	201-516	12.67	5.51	77.02	2.30	36.35	C a II ₃	Intermediate	Poorly developed	Well visible
	Yanaginomai	<i>S. steindachneri</i>	2	216	208-224	9.15	4.95	45.29	1.85	42.36	B a II ₃	Intermediate	Poorly developed	Poorly visible
	Ezomebaru	<i>S. taczanowskii</i>	15	277	190-315	11.48	6.02	74.78	1.98	43.63	B a II ₃	Intermediate	Poorly developed	Well visible
	Usunebaru	<i>S. tompsoni</i>	30	247	166-321	10.08	5.15	54.08	1.98	40.87	B a II ₃	Intermediate	Absent	Well visible
	Kiisunenomebaru	<i>S. vulpes</i>	56	325	166-568	13.14	6.25	89.77	2.10	40.91	C a II ₃	Intermediate	Absent	Well visible
	Ougonmurasoi	<i>S. pachycephalus nudus</i>	11	301	282-324	12.03	5.84	70.51	2.06	39.80	C a ?	Intermediate	Poorly developed	Invisible
	Mean			283		11.43	5.62	68.58	2.05	40.65				
Bathyal zone (>200m)														
	Akoudai	<i>S. matsubarae</i>	1	316	316	13.90	8.10	112.59	1.72	43.98	B a I ₂	Intermediate	Poorly developed	Invisible
	Arasukamenuke	<i>S. alatus</i>	2	407	384-430	13.50	7.61	102.89	1.78	33.20	B a ?	Intermediate	Poorly developed	Invisible
	Hatsume	<i>S. owstoni</i>	5	189	136-265	7.98	4.42	37.06	1.79	42.82	B a II ₁	Intermediate	Poorly developed	Invisible
	Hiregutomenuke	<i>S. borealis</i>	1	418	418	14.90	8.40	125.16	1.77	35.64	B a I ₁	Shallow	Poorly developed	Invisible
	Baramenuke	<i>S. baramenuke</i>	7	323	242-438	12.55	7.72	99.05	1.62	40.18	B a II ₁	Deep	nd	Poorly visible
	Oosaga	<i>S. iracundus</i>	2	518	517-518	20.40	10.95	223.39	1.86	39.41	B a II ₃	Shallow	Poorly developed	Invisible
	Kuromenuke	<i>S. glances</i>	2	369	346-392	12.91	6.71	86.76	1.93	34.95	B a II ₁	Deep	nd	Invisible
	Mean			363		13.73	7.70	112.41	1.78	38.60				

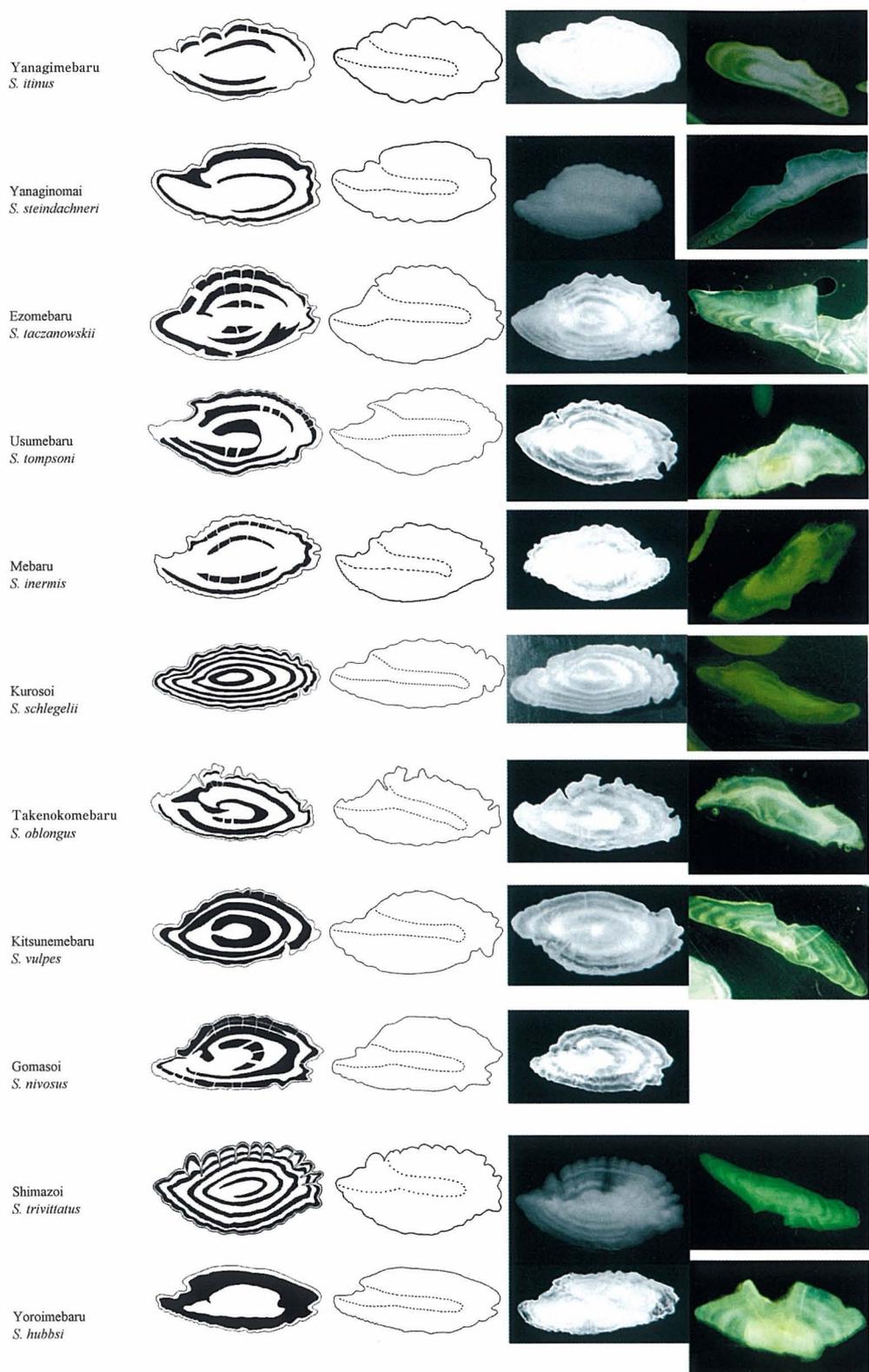
Table 2-9. Comparison of otolith characteristics between two types of *Sebastes inermis* caught in Shizugawa bay, northern Japan, in early January 1998

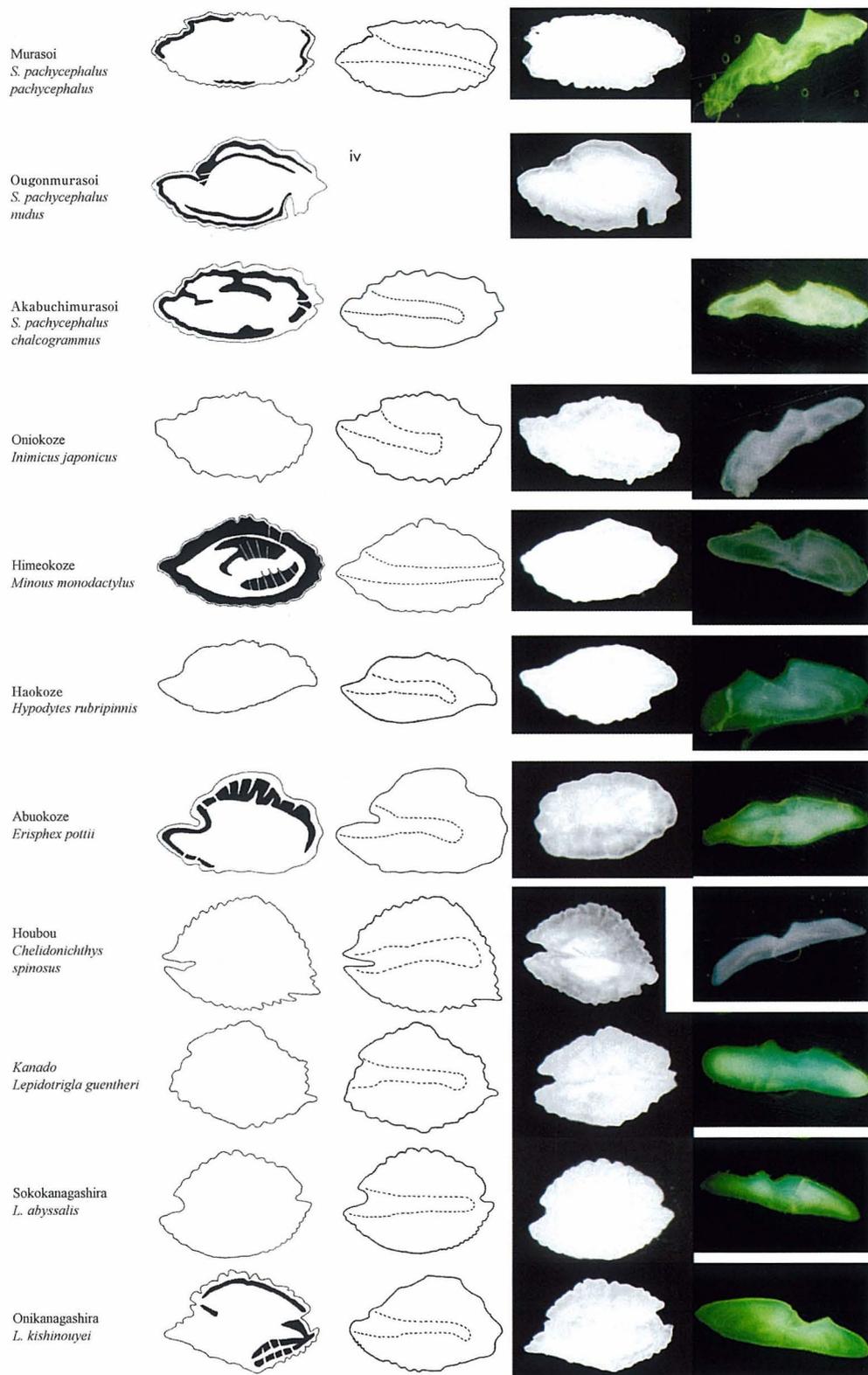
	Mean total length (mm)	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Length:height ratio	Relative otolith size
Red type (n=5)					
Mean	214	8.9	4.5	2.00	41.52
Sd	13	0.5	0.2	0.13	0.76
Black type (n=5)					
Mean	220	9.0	5.4	1.66	40.96
Sd	18	0.9	0.4	0.07	1.79
t-value	0.20 (p>0.05)	0.90 (p>0.05)	3.97 (p<0.01)	5.11 (p<0.01)	0.19 (p>0.05)

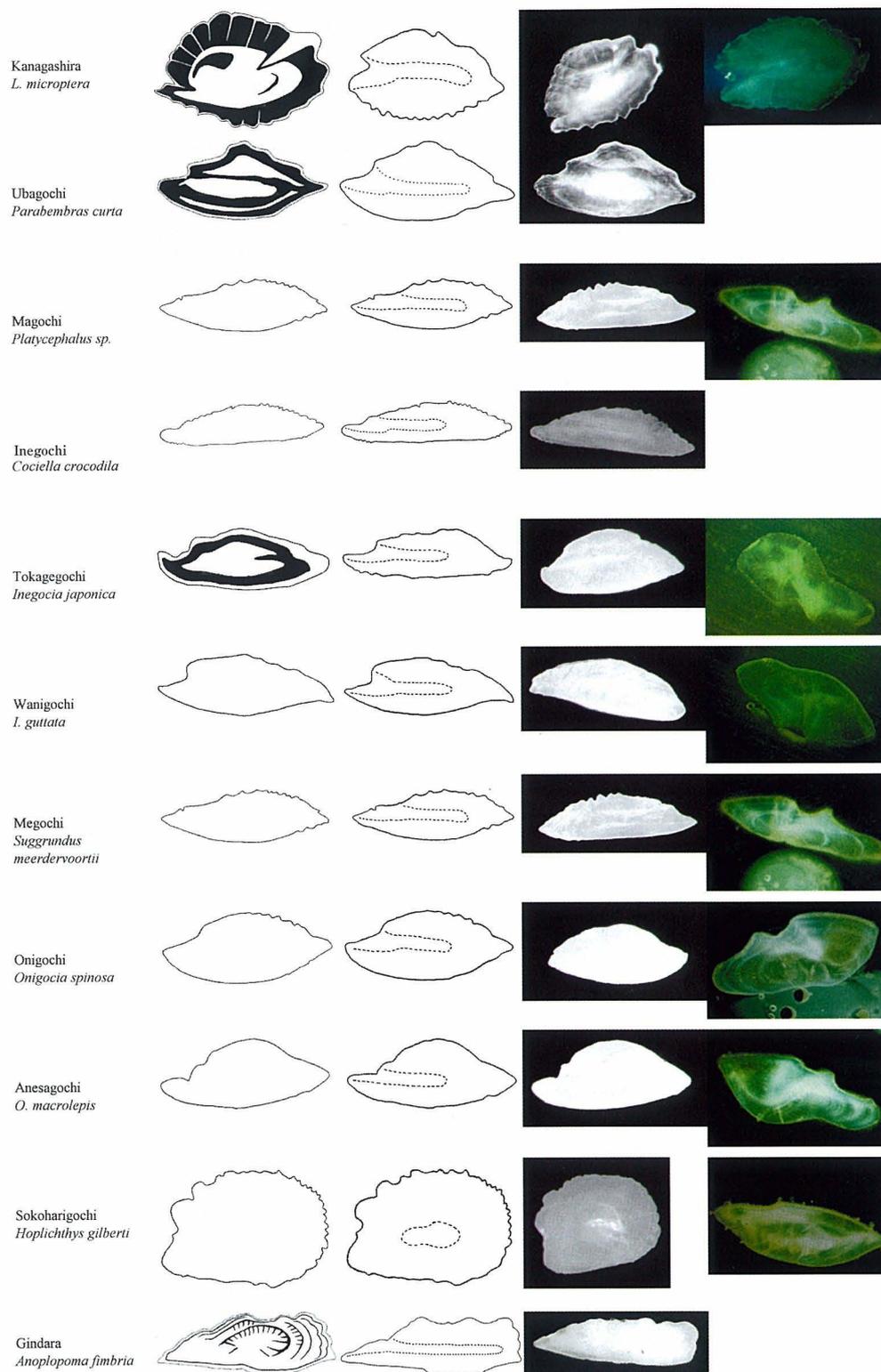
Fig. 2-19. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (*Scorpaeniformes*).

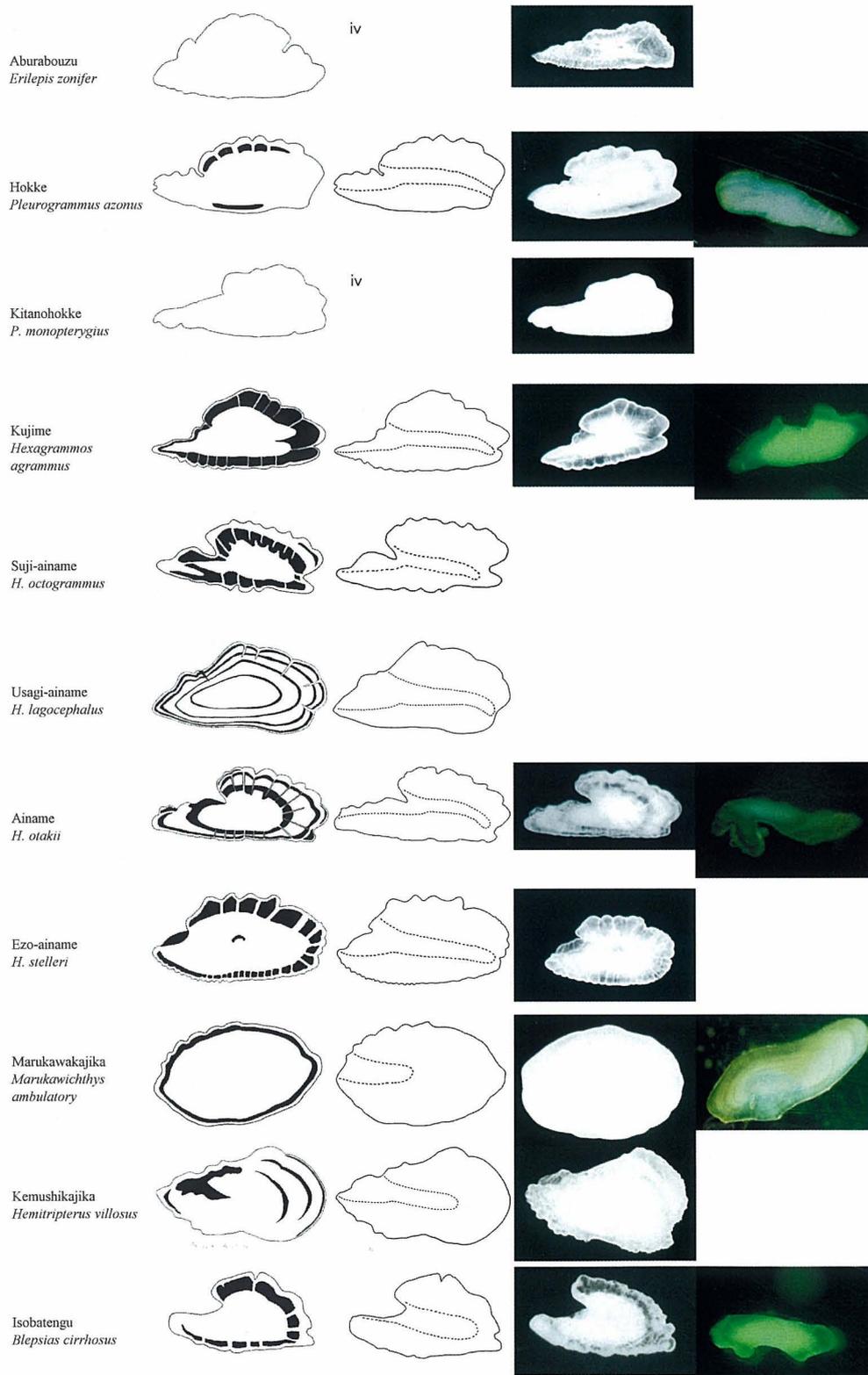
Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Hachi <i>Apistus carinatus</i>				
Akakasago <i>Setarches longimanus</i>				
Minokasago <i>Pterois humulata</i>				
Kichiji <i>Sebastolobus macrochir</i>				
Onikasago <i>Scorpaenopsis cirrosa</i>				
Izukasago <i>Scorpaena neglecta</i>				
Fusakasago <i>S. onaria</i>				
Kokuchifusakasago <i>S. miostoma</i>				
Yumekasago <i>Helicolenus hilgendorfi</i>				
Okikasago <i>H. avius</i>				

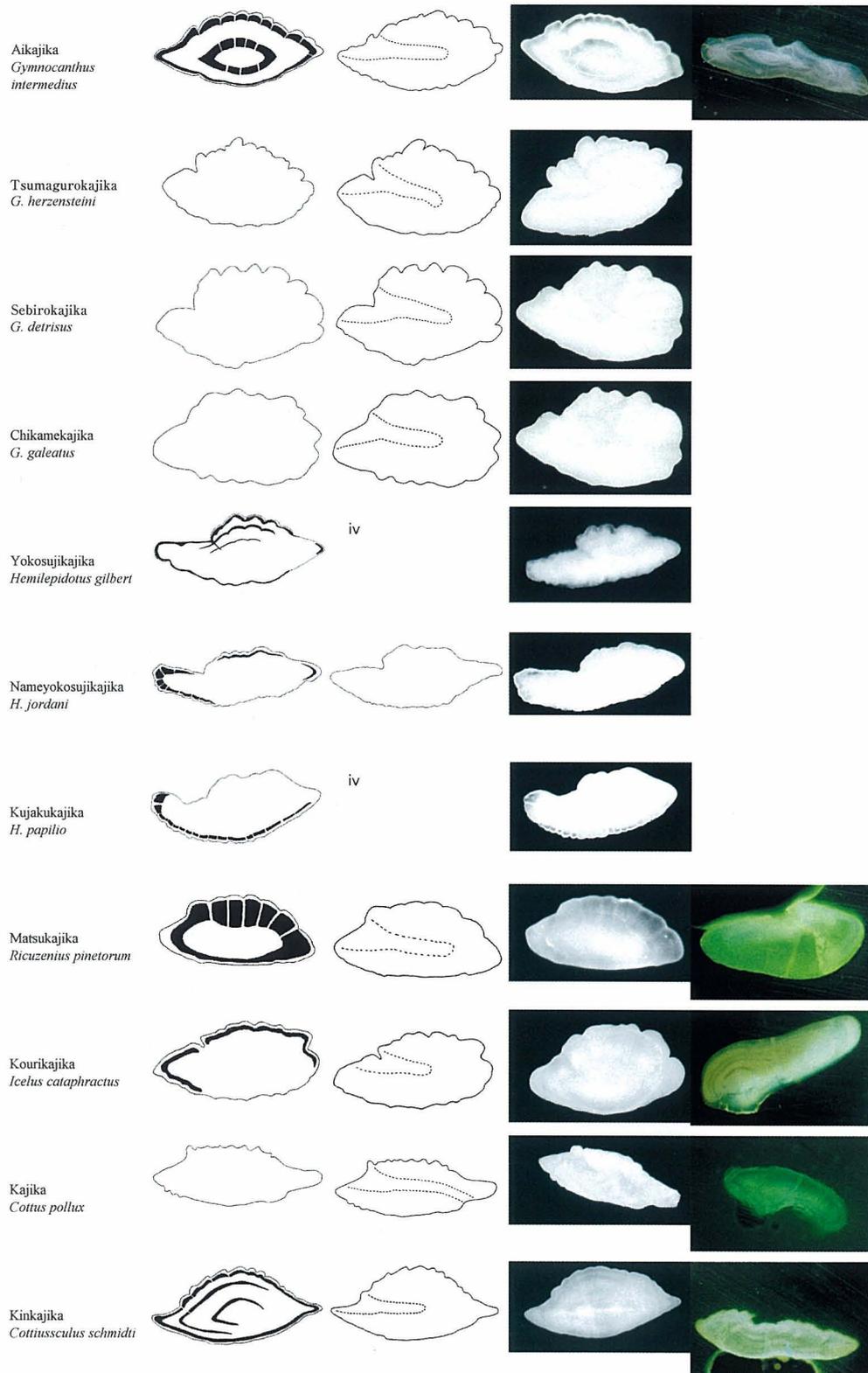


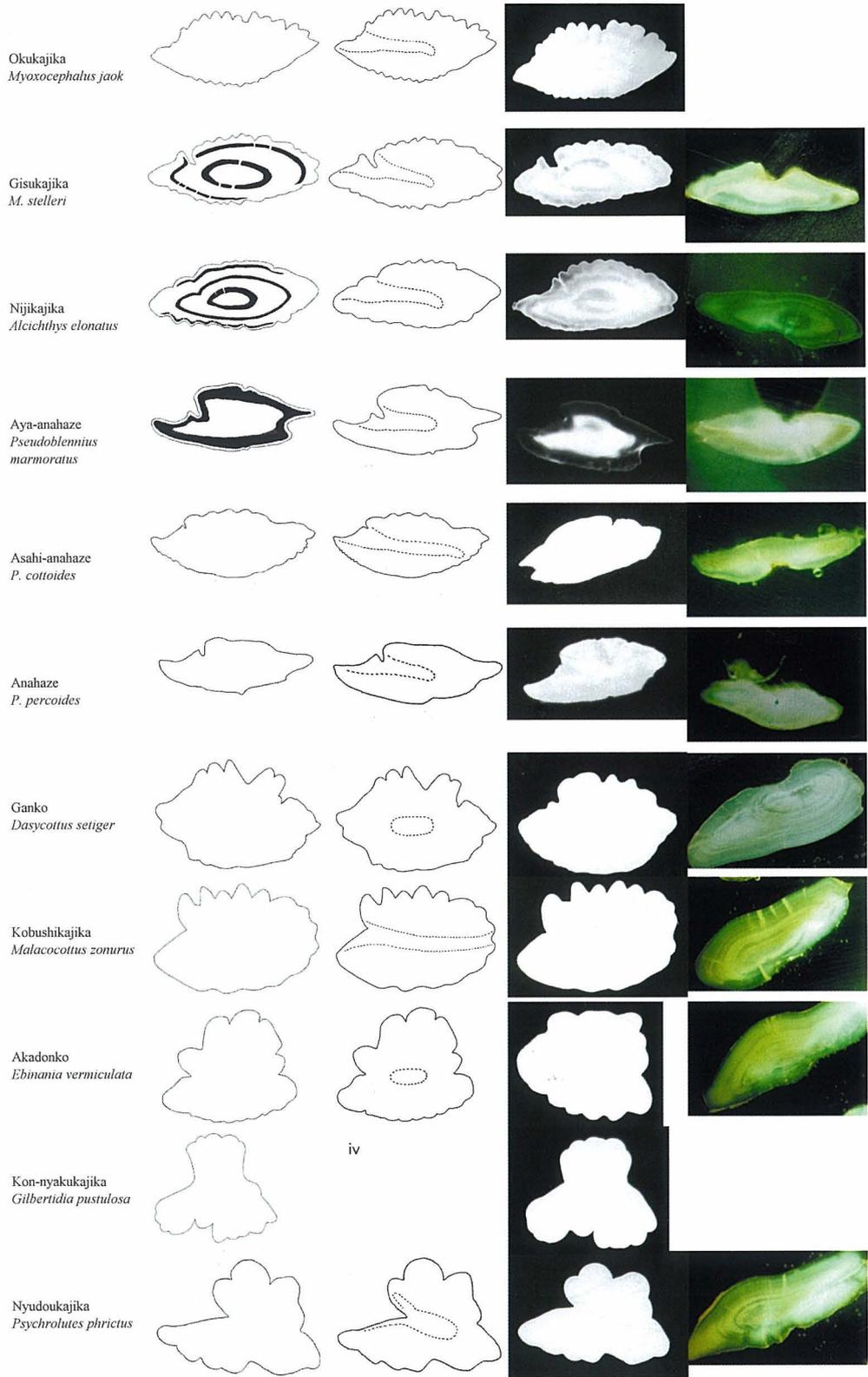




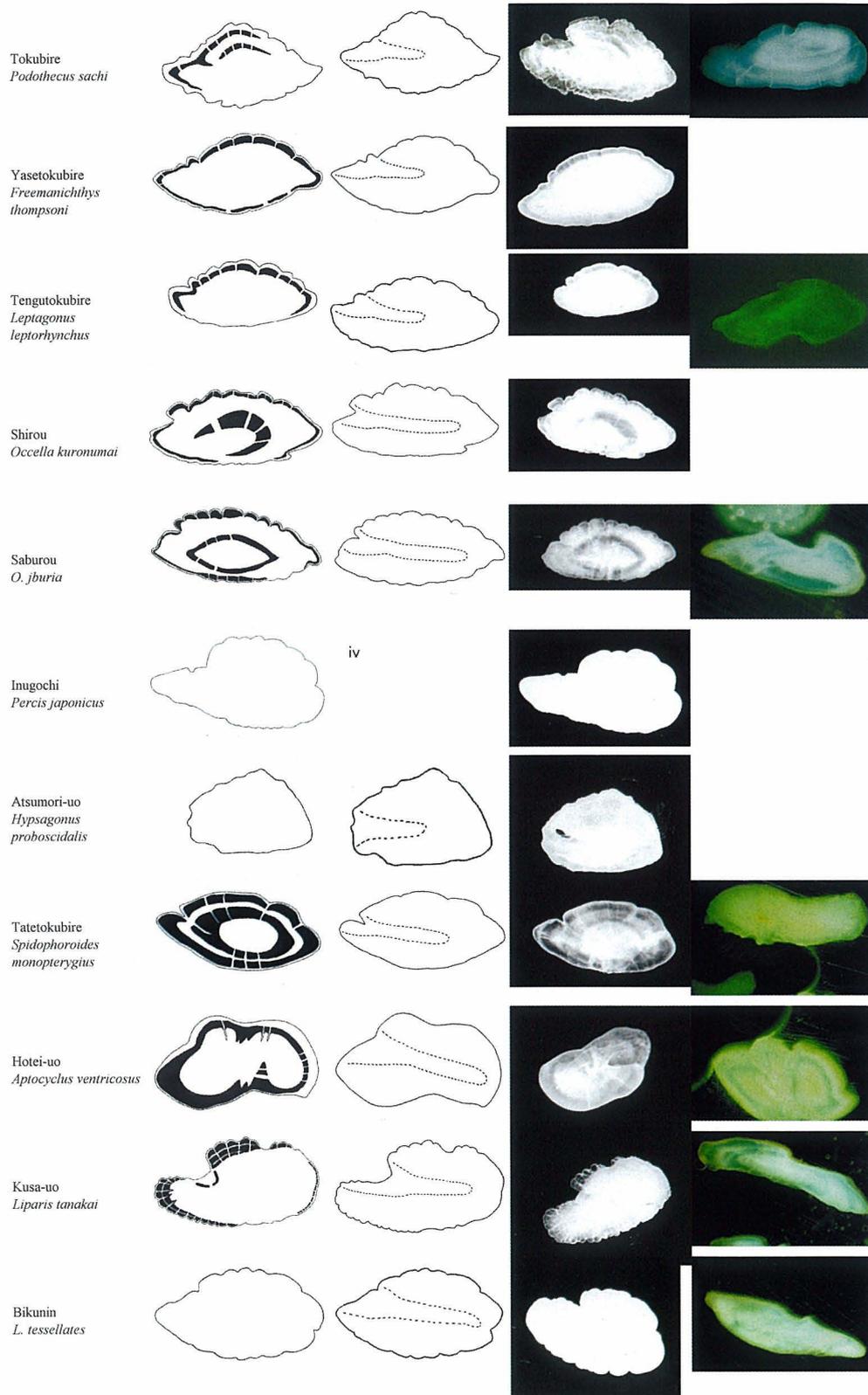


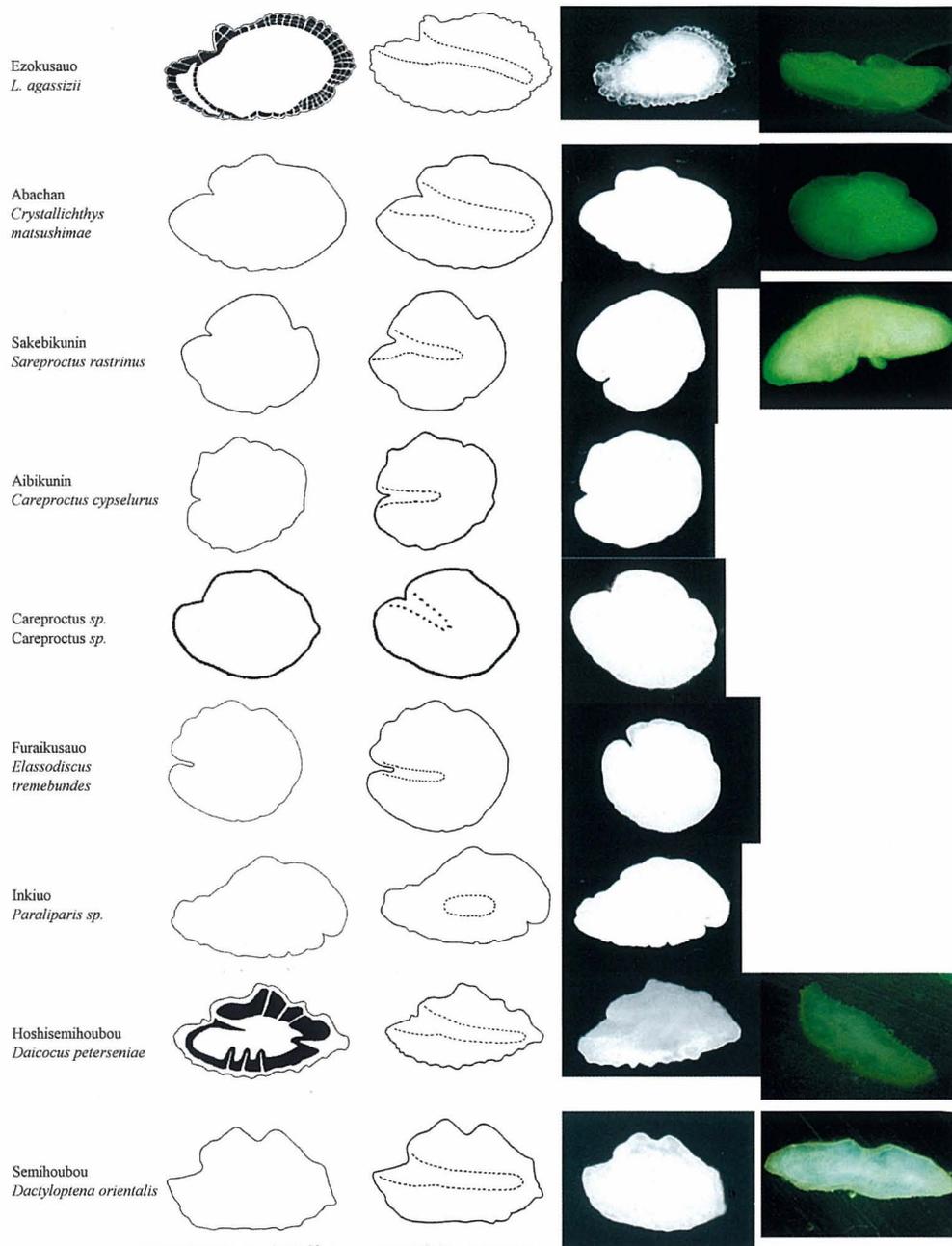






iv





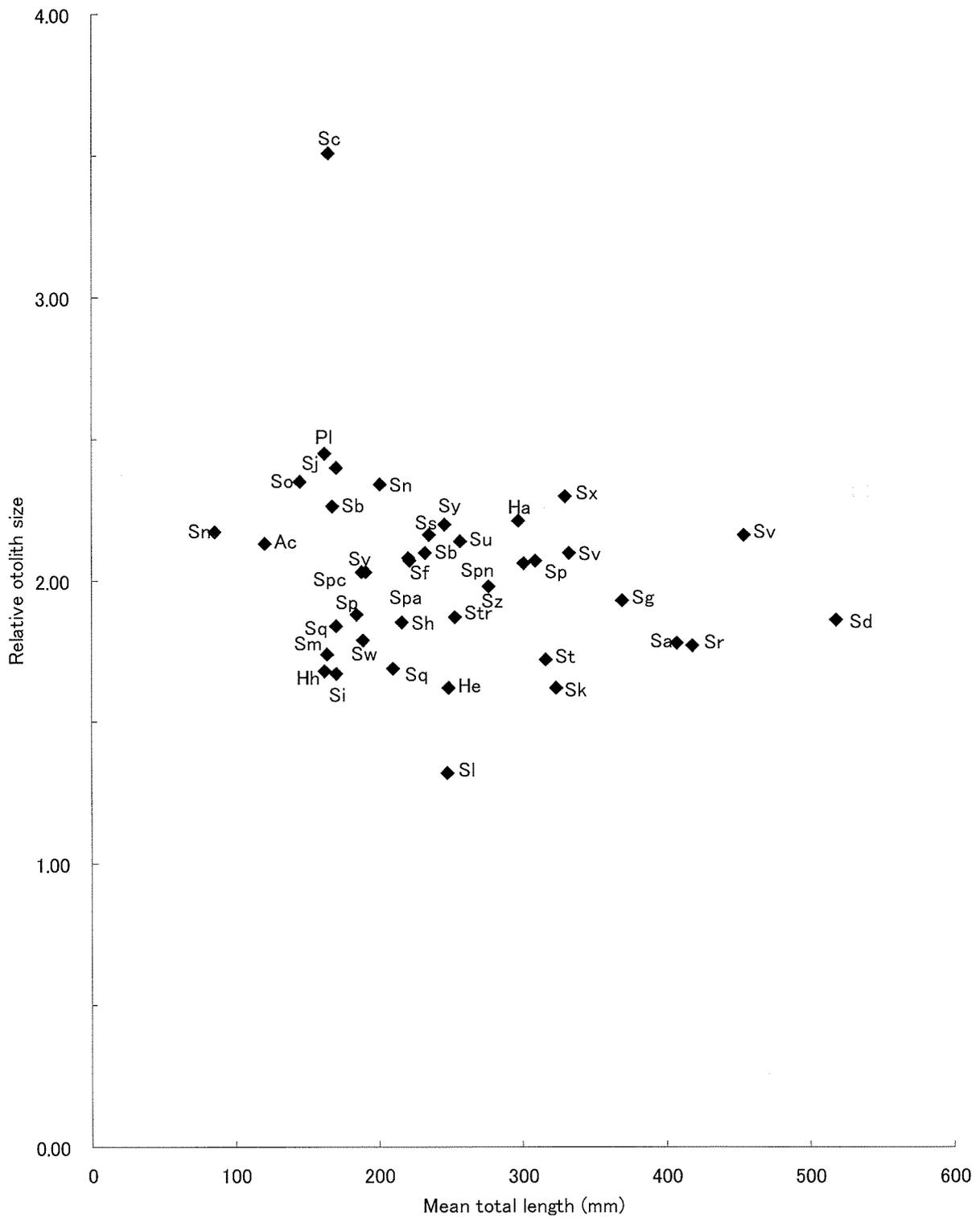


Fig. 2-20. Relation of otolith length:height ratio to total length of anguilliform fishes (Scorpaeniformes (I. Scorpaenoidei)). Abbreviations see table 2-7.

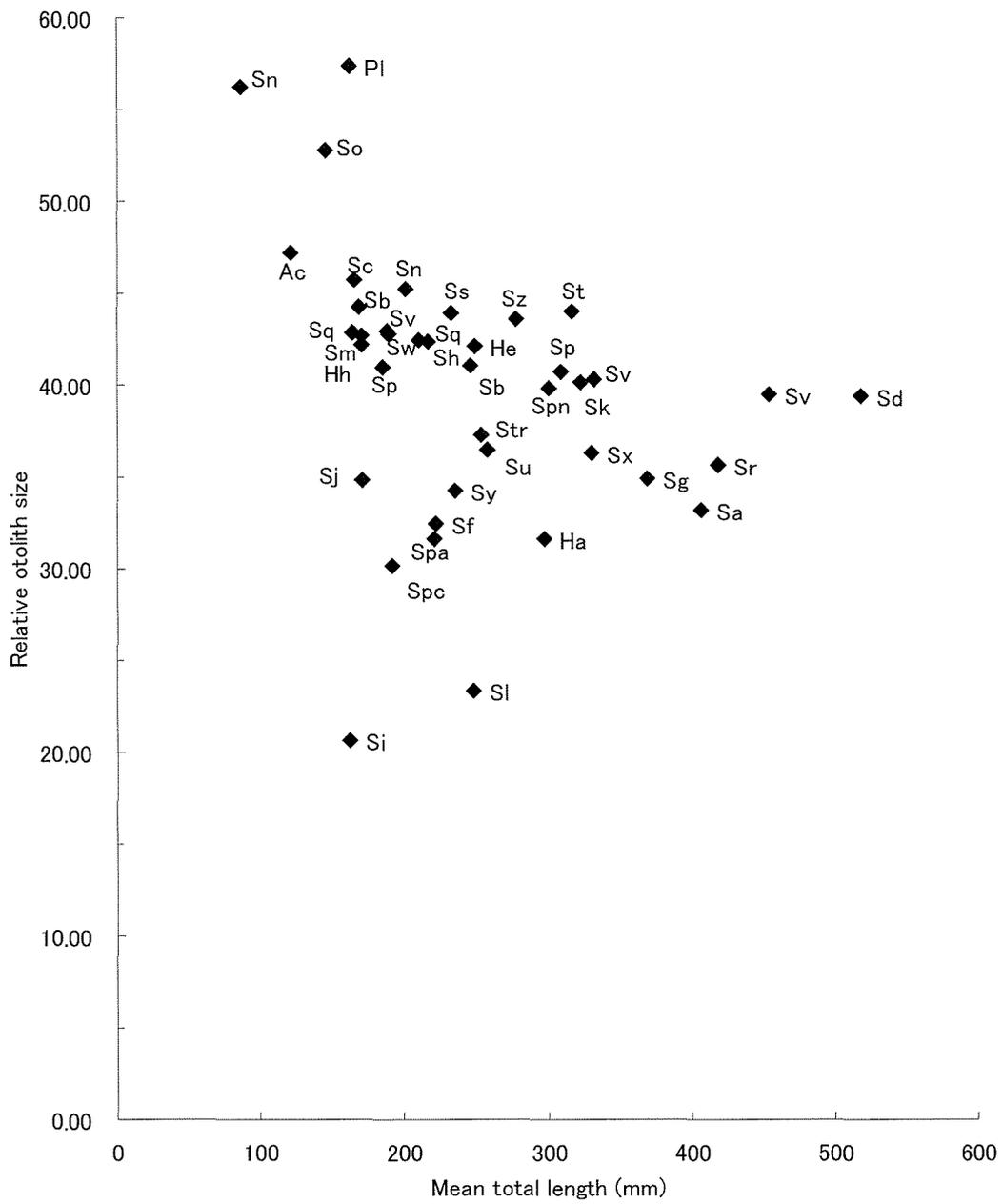


Fig. 2-21. Relation of otolith size index to total length of anguilliform fishes (Scorpaeniformes (1. Scorpaenoidei)). Abbreviations see table 2-7.

1988), カジカ科 (Cottidae) では, カリフォルニア近海の *Scorpaenichthys marmoratus* とニューファンランド島近海のギスカジカ (O'Connell, 1953, Ennis, 1970), クサウオ科 (Liparidae) では, カリフォルニア北部海域の *Liparis pulchellus* (Johnson, 1970) に関する研究報告がある。アイナメとクジメでは表面観察, ホッケやギンダラでは, 薄片法や Broken and burnt 法で年齢査定が行われている。

本研究では, カジカ亜目では, ギンダラ科 2 種, アイナメ科 7 種, トリカジカ科 1 種, ケムシカジカ科 2 種, カジカ科 17 種, ウラナイカジカ科 5 種, トクビレ科 8 種, ダンゴウオ科 1 種, クサウオ科 9 種から, セミホウボウ亜目では, セミホウボウ科 2 種から耳石標本を得た。

27-1. ギンダラ科 Anoplomatidae

ギンダラ *Anoplopoma fimbria*

外形は矢尻形に似た広線形 (E 型) で, 前角は発達するが, 前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

アブラボウス *Erilepis zonifer*

外形は三角形に近い楕円形 (B 型) で, 前角はやや発達するが, 前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は, 表面の観察では不明瞭である。

27-2. アイナメ科 Hexagrammidae

ホッケ *Pleurogrammus azonus*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確である。外形や欠刻には, 個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び, 後端が僅かに下方に曲がり後縁に達する (I₁型)。輪紋は, 表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

キタノホッケ *P. monopterygius*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角は発達する。欠刻は明確であるが, 前上角はあまり発達しない点が, 近縁のホッケとの差異である。側面形はやや厚みのある反り状型 (a 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

クジメ *Hexagrammos agrammus*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部からやや斜め下方に延び, 後縁の下

部付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭であり, 年齢査定が可能である。

スジアイナメ *H. octogrammus*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭であり, 年齢査定は可能である。

ウサギアイナメ *H. lagocephalus*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角が発達し, 前上角は発達せず, 欠刻はやや明確であるが, 個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, 後端が僅かに下方に曲がり, 後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察ではやや不明瞭である。

アイナメ *H. otakii*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, 後端が僅かに下方に曲がり, 後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察および薄片観察で非常に明瞭であり, 年齢査定に用いられている。

エゾアイナメ *H. stelleri*

外形は長楕円形 (C 型) で, 前角と前上角はあまり発達しないが, 欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

27-3. トリカジカ科 Ereunidae

マルカワカジカ *Marukawichthys ambulatory*

外形は卵型の楕円形 (B 型) で, 前角と前上角はみられず, 外見上の欠刻は認められない。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は前縁の上部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭であるが, 薄片観察では明瞭である。

27-4. ケムシカジカ科 Hemitripterae

ケムシカジカ *Hemitripterus villosus*

外形は後部が幅広い楕円形 (B 型) で, 前角と前上角はあまり発達せず, 欠刻は不明確である。外形の輪郭には, 個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起が中央から前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, 中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭であるが, 薄片観察では不明瞭である。

イソバテング *Blepsias cirrhosus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察および薄片観察で非常に明瞭であり、年齢査定は可能である。

27-5. カジカ科 Cottidae**アイカジカ *Gymnocanthus intermedius***

外形は、他のツマグロカジカ属は楕円形 (B型) であるが、上縁に波状の凹凸がみられる長楕円形 (C型) である。前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は浅く、欠刻から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で非常に明瞭であり、年齢査定は可能である。

ツマグロカジカ *G. herzensteini*

外形は上縁から後縁に波状の凹凸が顕著な楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察でやや明瞭である。

セビロカジカ *G. detrisus*

外形は上縁に波状の凹凸が顕著な楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

チカメカジカ *G. galeatus*

外形は上、下縁に波状の凹凸がみられる楕円形 (B型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヨコスジカジカ *Hemilepidotus gilbert*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が著しく発達し、前上角はやや発達して、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ナメヨコスジカジカ *H. jordani*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はやや発達して、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

クジャクカジカ *H. papilio*

外形は長楕円形 (C型) で、他のヨコスジカジカ属魚種と同様に、前角が著しく発達する。前上角はやや発達して、欠刻は明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

マツカジカ *Ricuzenius pinetorum*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

コオリカジカ *Icelus cataphractus*

外形は上縁に波状の凹凸がみられる楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察では若干明瞭である。

カジカ *Cottus pollux*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型) が、後縁に達するものもある (I₁型) 輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

キンカジカ *Cottiussculus schmidtii*

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

オウカジカ *Myoxocephalus jaok*

外形は上縁に波状の凹凸がみられる長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部付近まで認められる (II₃型)。輪

紋は、表面観察では不明瞭である。

ギスカジカ *M. stelleri*

外形は前、後縁が尖る長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はやや発達する。近縁のオクカジカと異なり、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (Ⅲ型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

ニジカジカ *Alcichthys elonatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、中央の後部付近まで認められる (Ⅱ₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

アヤアナハゼ *Pseudoblennius marmoratus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (Ⅱ₃型)。輪紋は表面観察および薄片観察で非常に明瞭である。

アサヒアナハゼ *P. cottoides*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。近縁のアヤアナハゼとは、異なる外形である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察および薄片観察でやや明瞭である。

アナハゼ *P. percoides*

外形は長楕円形 (C型) で、前角が発達し、前上角はやや発達して、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察および薄片観察では不明瞭である。

27-6. ウラナイカジカ科 Psychrolutidae

ガンコ *Dasycottus setiger*

外形は上縁に波状の凹凸がみられる楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭であるが、個体による相違がみられる。側面形は厚みのある棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は非常に浅く不明瞭であるが、中央部に長楕円形状に認められる (Ⅳ型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

コブシカジカ *Malacocottus zonurus*

外形は上縁に波状の凹凸がみられる楕円形 (B型)

で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (Ⅰ₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片観察では明瞭である。

アカドンコ *Ebinania vermiculata*

外形は、上、下縁の凹凸が著しく大きい不定形 (I型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は半広線形型 (c型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、中央部に長楕円形状に認められる (Ⅳ型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

コンニャクカジカ *Gilbertidia pustulosa*

外形は、縁辺の凹凸が著しい不定形 (I型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確であり、後部にも欠刻に似た大きい凹みがある。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面の観察では不明瞭である。

ニュードウカジカ *Psychrolutes phrictus*

外形は、上、下縁の凹凸が著しく大きい不定形 (I型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は非常に浅く、欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる (Ⅱ₃型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

27-7. トクビレ科 Agonidae

トクビレ *Podothecus sachi*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央から後部にみられる。溝は浅く、欠刻部から中央付近まで認められる (Ⅲ型)。輪紋は表面観察および薄片観察で明瞭である。

ヤセトクビレ *Freemanichthys thompsoni*

外形は楕円形 (B型) で、前角が発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央から下部にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (Ⅲ型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

テングトクビレ *Leptagonus leptorhynchus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から中央付近まで認めら

れる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

シロウ *Ocella kuronumai*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サブロウ *O. Jburia*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明瞭であるが、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であり、薄片観察では非常に明瞭な輪紋構造が確認できる。

イヌゴチ *Percis japonicus*

外形は楕円形(B型)で、前角が発達し、前上角はやや発達して、欠刻は明確である。側面形は厚みのある弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

アツモリウオ *Hypsagonus proboscidalis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は浅く、欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

タテクビレ *Aspidophoroides monopterygius*

外形は楕円形(B型)で、前角が発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央の後部付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

27-8. ダンゴウオ科 Cyclopteridae

ホテイウオ *Aptocyclus ventricosus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

27-9. クサウオ科 Liparidae

クサウオ *Liparis tanakai*

外形は上、下縁に波状の凹凸がみられる楕円形(B

型)で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では非常に明瞭な輪紋構造が確認できる。

ビクニン *L. tessellates*

外形は楕円形(B型)で、前角が発達し、前上角はあまり発達しない。同属のクサウオに比べ、欠刻がやや不明瞭である。側面形は棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

エゾクサウオ *L. agassizii*

外形は全縁に小さい波状凹凸がみられる楕円形(B型)で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

アバチャン *Crystallichthys matsushimae*

外形は円形に近い楕円形(B型)で、前角は発達しないが、前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅いが、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

サケビクニン *Sareproctus rastrinus*

外形は円形(A型)で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

アイビクニン *Careproctus cypselurus*

外形は円形(A型)で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

コンニャクウオ属 sp. *Careproctus* sp.

外形は円形に近い楕円形(B型)で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面に

みられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

フウライクサウオ *Elassodiscus tremebundes*

外形は円形(A型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形型(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

インキウオ属の一種 *Paraliparis* sp.

外形は楕円形(B型)で、前角が発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は半広線形型(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は中央部付近に楕円状に認められる(Ⅳ型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

27-10. セミホウボウ科 *Dactylopteridae*

ホシセミホウボウ *Daicocus peterseni*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形はやや強い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であるが、薄片観察では不明瞭である。

セミホウボウ *Dactyloptena orientalis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型(a型)である。溝は浅いが、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でも薄片観察でも不明瞭である。

カジカ亜目、セミホウボウ亜目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.00~3.18の範囲で、ギンダラ科のギンダラが最も大きく、クサウオ科のフウライクサウオが最も小さい。体長の大きさによる相違は、アイナメ科のホッケでは若干認められるが、ケムシカジカ科のケムシカジカやカジカ科のアサヒアナハゼではみられない。カジカ類(4科)では、カジカ科のカジカが2.62で最も大きく、ウラナイカジカ科のコンニャクカジカが1.04で最も小さい。全体的にみて、カジカ科が大きく、ウラナイカジカ科、トリカジカ科、ケムシカジカ科の順に小さい。カジカ科では、カジカ属が最も大きく、ヨコスジカジカ属とアナハゼ属がやや大きく、ツマグロカジカ属とコオリカジカ属がやや小さい。カジカ類以外の科では、クサウオ科は他の科に比べ小さいが、1.4以下のフウライクサウオ属、コンニャクウオ属、スイショウウオ属(アバチャン)と1.7以上のインキウオ属、クサウオ属の

2グループに分けられる。また、アイナメ科はやや大きく、2.04~2.23の類似した値である。全体的にみて、ギンダラ属、フウライクサウオ属、コンニャクウオ属とツノシャチウオ属(アツモリウオ)を除き、1.6~2.2の比較的狭い範囲に収まっている。

相対耳石サイズは4.61~62.25の範囲で、カジカ科のキンカジカが最も大きく、ダンゴウオ科のホテイウオが最も小さい。種内の体長による耳石相対サイズの相違は、アイナメ科のホッケとカジカ科のアサヒアナハゼでは認められないが、ケムシカジカ科のケムシカジカでは若干みられる。カジカ類(4科)では、カジカ科のキンカジカが62で最も大きく、ケムシカジカ科のイソバテングが11で最も小さい。カジカ科では、キンカジカ属とマツカジカ属が大きく、アナハゼ属がやや小さいが、殆どが20~40の範囲にある。ケムシカジカ科(2属)は20以下で小さく、トリカジカ科(マルカワカジカ)とウラナイカジカ科(5属)は20~40の範囲内にある。明確ではないが、全体として体長が大きくなるに従って、耳石相対サイズが小さくなる傾向がみられる。カジカ類以外の科では、トクビレ科のテングトクビレ25で最も大きく、ダンゴウオ科のホテイウオが5で最も小さい。トクビレ科がやや大きく、クサウオ科がやや小さいが、全体的には、殆どが10~20の狭い範囲内にあり、属、種による相違はみられない。

カサゴ目の科間で比較すると、耳石長比はフサカサゴ科、コチ科、アイナメ科とカジカ科(平均2.02~2.7)が大きく、ホウボウ科、ウラナイカジカ科とクサウオ科(平均1.34~1.45)小さい(Table 11)。また、コチ科では体長が大きくなるに従って、耳石長比が大きくなる傾向がみられる。相対耳石サイズはフサカサゴ科が21~58(平均39)、コチ科が25~53(平均40)で大きく、ホウボウ科が15~30(平均23)、カジカ科が15~62(平均31)、ウラナイカジカ科は16~38(平均28)で中間、アイナメ科が10~16(平均14)、トクビレ科11~29(平均18)、クサウオ科10~18(平均13)で小さい。コチ科では、体長が大きくなるに従って、相対耳石サイズが小さくなる傾向がみられる。また、フサカサゴ科では、フサカサゴ属の相対耳石サイズは51~58で大きく、他の属から判別が可能である。

全体的に耳石長比を亜目間で比較すると、カサゴ亜目は平均値1.83、カジカ科亜目は平均値1.81で変わらず、種間の広がりでもカサゴ亜目は若干範囲が広いが、殆ど相違は認められない。相対耳石サイズでは、カサゴ亜目は平均値32、カジカ科亜目は平均値19で相違があり、また、種毎の値もカサゴ亜目は20~40の範囲、カジカ科亜目は10~30の範囲に集中しており、両者に

相違が認められる。形は似ているが、カサゴ亜目の方が大型であるといえる。

カジカ亜目、セミホウボウ亜目の耳石形態の特徴をまとめると、外形は、ギンダラが広線形 (E 型)、ウラナイカジカ科 (3 種) が不定形 (I 型)、クサウオ科 (3 種) が円形 (A 型) であるが、その他は楕円形 (B 型) か長楕円形 (C 型) である。全体的には、前角はやや発達するが、前上角はあまり発達しない。欠刻は明確、アイナメ科の殆どが明確である。側面形は、強弱を含めた反り状型が主体である。棒状型はケムシカジカ科 (イソパテング)、ウラナイカジカ科 (2 種) とクサウオ科 (3 種)、半広線形型 (c 型) はウラナイカジカ科 (アカドンコ) とクサウオ科 (6 種) である。凹面の隆起は約 6 割の魚種にみられ、ほぼ全面あるいは耳石の一部に僅かに認められる。溝は II 型が主体で、III 型、I 型と IV 型が現れる。II 型では、II₁型と II₃型が同程度に現れ、アイナメ科が II₁型で、カジカ科に II₃型が多い。III 型はトリカジカ科 (マルカワカジカ)、カジカ科 (3 種)、トクビレ科 (4 種) とクサウオ科 (3 種)、A 型は A₁型でホッケとコブシカジカ、D 型はガンコ、アカドンコとインキウオ属 sp. である。耳石長比は 1.00 ~ 3.18 の範囲で、ギンダラが最も大きく、フウライクサウオが最も小さい。カジカ類では、カジカ科が最も大きく、ウラナイカジカ科、トリカジカ科、ケムシカジカ科の順に小さい。その他の科では、クサウオ科 (5 種) とアツモリウオ (トクビレ科) が 1.5 以下で小さい。相対耳石サイズは 5 ~ 62 の範囲で、キンカジカが最も大きく、ホテイウオが最も小さく、魚種間には著しく相違がある。カジカ類では、カジカ科のキンカジカ、マツカジカとアイカジカが 42 ~ 62、その他のカジカ科、トリカジカ科とウラナイカジカ科はほぼ 20 ~ 40 の範囲にあるが、ケムシカジカ科は 20 以下で小さい。その他の科では、トクビレ科がやや大きく、クサウオ科がやや小さいが、全体的には 10 ~ 20 の狭い範囲にある。

28. スズキ目 (Perciformes) ・スズキ亜目 (Percoidei) (Tables 2-12, 2-13, Figs. 2-24, 2-25, 2-26, 2-27, 2-28)

日本産スズキ目魚類は 17 亜目 125 科 1,920 種で、全魚種 (3,887 種) のほぼ半数を占めている。スズキ亜目 (68 科) は他の 16 亜目 (57 科) に比べ、1 亜目として著しく種数が多く、スズキ目全種 (1920 種) の約 40% 以上を占めている。

スズキ亜目は 68 科 847 種で、ケツギョ科、サンフィッシュ科、テッポウウオ科とカワスズメ科の内水面魚類

を除き、日本周辺の汽水域から深海域に生息する。魚種数が比較的多い科はハタ科、テンジクダイ科、アジ科、フエダイ科、チョウチョウダイ科とスズメダイ科で、これらの魚類の殆どが比較的浅海に生息し、岩礁域やサンゴ礁域あるいはその周辺域を主な生活の場に行っている。また、アジ科では、マアジ属、ムロアジ属とブリ属は回遊性の沿岸魚類で、比較的多獲性の浮魚重要種である。

スズキ亜目魚類の耳石の形態、年齢に関する研究はニベ科、タイ科、アジ科等を主対象に、多くの科で数多く行われている。形態研究については耳石外形、凸面の溝等の形状に関する特徴研究と系群判別等その他の研究に分けて述べる。耳石形状の特徴に関する研究では、化石耳石の種の判別を目的に、スズキ亜目の多くの現存種と化石種を対象にして、耳石外形、側面形および溝域の形状の特徴と他の目、科の耳石形状との比較から、スズキ亜目耳石の特徴解析に関する総括的研究が行われている (Nolf, 1993)。他の複数科を対象とした研究では、瀬戸内海のスズキ、イサキ、キスとマアジの外形、溝の形状等の特徴 (松島, 1958)、日本産のテンジクダイ科 7 種、アマダイ科 2 種、アジ科 10 種、ヤエギス科 1 種、サンフィッシュ科 1 種、アカタチ科 4 種、チョウチョウウオ科 5 種、タカノハダイ科 3 種、ウミタナゴ科 1 種、ハチビキ科 2 種、スダレダイ科 1 種、クロサギ科 2 種、メジナ科 2 種、イスズミ科 1 種、タカベ科 1 種、ヒイラギ科 2 種、フエフキダイ科 3 種、フエダイ科 3 種、ヒメジ科 5 種、イトヨリダイ科 2 種、ハタンボ科 2 種、カワビシヤ科 3 種、スズキ科 1 種、ホタルジャコ科 8 種、スズメダイ科 4 種、イサキ科 4 種、キントキダイ科 3 種、スギ科 1 種、ニベ科 4 種、ムツ科 2 種、ハタ科 13 種、キス科 5 種、タイ科 5 種、シマイサキ科 2 種の合計 35 科 116 種について、外形、側面形、溝の形状等の特徴 (Ohe, 1985)、南極周辺水域のタカノハダイ科 2 種と Latrididae 科 1 種の耳石外形と溝域の形状 (Hecht, 1987)、地中海北西海域のタイ科 10 種、イサキ科 1 種とニベ科 3 種の耳石外形、耳石サイズと体色と音の発生との関係 (Cruz and Lombarte, 2004) に関する報告がある。また、北西大西洋のホタルジャコ科 4 種、シマガツオ科 2 種、アジ科 6 種、シイラ科 1 種、コバンザメ科 1 種、ヤセムツ科 1 種、キツネアマダイ科 1 種、スズキ科 1 種、ヒメジ科 1 種、ニベ科 1 種、ハタ科 2 種、タイ科 1 種について、凹凸両面の耳石の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のアカメ科 3 種、スズキ科 6 種、ハタ科 42 種、ムノサラシ科 4 種、メギス科 2 種、タナバタウオ科 1 種、シマイサキ科 2 種、ユゴイ科 1

Table 2-10. Sample list used for otolith measurement (Scorpaeniformes (2. cottoidei))

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-sulcus forms
Anoplopomatidae													
	Gindara	<i>Anoplopoma fimbria</i>	Af		2	736	706-765	8.80	2.78	3.32	3.18	12.01	E a II ₁
	Aburabouzu	<i>Erilepis zonifer</i>	Ez		1	836	836	7.40	3.90	3.45	1.90	8.85	B a nd
Hexagrammidae													
	Hokke	<i>Pleurogrammus azonus</i>	Pa	Small	15	250		3.46	1.73	2.39	2.00	13.96	C a I ₁
				Large	10	402		5.35	2.26	3.01	2.36	13.62	
	Kitanohokke	<i>P. monopterygius</i>	Pm		6	392	362-408	4.88	2.19	2.73	2.23	12.43	C a II ₁
	Kujime	<i>Hexagrammos agrannus</i>	Ha		16	162	126-213	2.71	1.27	2.12	2.15	16.76	C a II ₁
	Suji-ainame	<i>H. octogrammus</i>	Ho		3	206	189-215	3.08	1.43	2.14	2.16	15.00	C a II ₁
	Usagi-ainame	<i>H. lagocephalus</i>	Hl		7	366	312-442	3.73	1.85	1.89	2.04	10.24	C a II ₁
	Ainame	<i>H. otakii</i>	He		20	303	266-338	3.79	1.84	2.30	2.05	12.45	C a II ₁
	Ezo-ainame	<i>H. stelleri</i>	Hs		3	213	209-218	3.40	1.60	2.55	2.10	15.96	C a II ₁
Ereunidae													
	Marukawakajika	<i>Marukawichthys ambulato</i>	Ma		3	136	121-155	4.20	3.06	9.45	1.37	30.87	B a III
Hemipteridae													
	Kemushikajika	<i>Hemipteris villosus</i>	Hv	Small	7	166		3.27	2.04	4.02	1.61	20.23	B a II ₃
			Hv	Medium	12	286		4.31	2.51	3.78	1.72	15.12	
			Hv	Large	4	379		5.09	2.83	3.80	1.75	13.49	
	Isobatengu	<i>Blepsias cirrhosus</i>	Bc		3	191		2.16	1.16	1.31	1.87	11.28	B b II ₁
Cottidae													
	Aikajika	<i>Gymnocanthus intermedius</i>	Gi		14	158	124-205	6.62	3.18	13.32	2.07	41.76	C a II ₃
	Tsumagurokajika	<i>G. herzensteini</i>	Gh		3	312	242-354	9.57	5.21	15.98	1.83	30.51	B a II ₃
	Sebirokajika	<i>G. detrisus</i>	Gd		11	280	246-322	7.43	4.36	11.57	1.71	26.63	B a II ₃
	Chikamekajika	<i>G. galeatus</i>	Gg		2	292	210-274	7.43	3.80	9.67	1.98	31.01	B a II ₃
	Yokosujikajika	<i>Hemilepidotus gilbert</i>	Hg		4	270	208-330	6.56	2.77	6.73	2.36	24.31	C a nd
	Nameyokosujikajik	<i>H. jordani</i>	Hj		6	320	288-401	7.39	3.04	7.02	2.42	23.21	C a nd
	Kujakukajika	<i>H. papilio</i>	Hp		2	309	299-318	6.98	3.33	7.52	2.12	22.64	C a nd
	Matsukajika	<i>Ricuzenius pinetorum</i>	Rp		3	62	57-66	2.93	1.30	6.14	2.26	47.47	C a II ₃
	Kourikajika	<i>Icelus cataphractus</i>	Lc		7	179	114-234	6.12	3.31	11.32	1.84	34.86	B a II ₃
	Kajika	<i>Cottus pollux</i>	Cp		10	90	63-104	2.56	0.98	2.79	2.62	28.47	C a I, II ₁
	Kinkajika	<i>Cottiusculus schmidti</i>	Cs		16	78	60-116	4.85	2.52	15.67	1.91	62.25	B a III
	Okukajika	<i>Myoxocephalus jaok</i>	Mj		2	366	348-383	10.90	4.95	14.74	2.21	30.05	C a II ₃
	Gisukajika	<i>M. stelleri</i>	Ms		5	357	317-417	8.20	3.76	8.64	2.19	23.06	C a III
	Nijikajika	<i>Alcichthys elonatus</i>	Ae		20	193	160-242	6.32	2.68	8.78	2.35	32.89	C a II ₃
	Aya-anahaze	<i>Pseudoblennius marmoratu</i>	Ps		2	214	208-220	3.15	1.45	2.13	2.17	14.64	C a II ₃
	Asahi-anahaze	<i>P. cottoides</i>	Pc	Small	7	98		2.50	1.17	2.98	2.14	25.55	C a II ₁
			Pc	Large	5	138		2.84	1.30	2.68	2.18	20.89	
	Anahaze	<i>P. percoides</i>	Pp		6	106	80-170	2.67	1.24	3.12	2.16	23.22	C a II ₃
Psychrolutidae													
	Ganko	<i>Dasycottus setiger</i>	Ds		4	273	117-350	8.75	5.50	17.63	1.59	32.05	B b IV
	Kobushikajika	<i>Malacocottus zonurus</i>	Mz		2	199	154-244	7.35	5.00	18.47	1.47	38.38	B a A ₁
	Akadonko	<i>Ebinania vermiculata</i>	Ev		2	362	324-402	7.34	6.24	12.65	1.19	20.31	I c IV
	Kon-nyakukajika	<i>Gilbertidia pustulosa</i>	Gp		1	603	603	9.90	9.50	15.60	1.04	16.41	I a iv
	Nyudoukajika	<i>Psychrolutes phrictus</i>	Py		2	308	305-310	8.75	6.10	17.33	1.43	28.44	I b II ₃
Agonidae													
	Tokubire	<i>Podothecus sachi</i>	Po		5	295	187-320	4.13	2.20	3.08	1.87	14.22	B a III
	Yasetokubire	<i>Freemanichthys thompsoni</i>	Ft		2	189	176-201	4.45	2.40	5.65	1.88	23.58	B a III
	Tengutokubire	<i>Leptagonus leptorhynchus</i>	Ll		1	149	149	3.75	1.85	4.66	2.03	25.16	C a III
	Shirou	<i>Occella kuronumai</i>	Ok		4	239	212-282	2.46	1.29	1.33	1.91	10.35	B a II ₃
	Saburo	<i>O. jburia</i>	Oj		12	208	132-247	3.68	1.84	3.26	2.00	17.96	C a II ₃
	Inugochi	<i>Percis japonicus</i>	Pj		1	343	343	7.30	3.80	8.09	1.92	21.28	B a nd
	Atsumori-uo	<i>Hypsagonus proboscidalis</i>	Hb		1	97	97	1.35	1.00	1.39	1.35	13.91	B a III
	Tatetokubire	<i>Spidophoroides monoptery</i>	Sm		4	158	126-191	3.01	1.62	3.09	1.85	18.90	B a II ₃
Cyclopteridae													
	Hotei-uo	<i>Aptocyclus ventricosus</i>	Av		2	362	350-374	1.68	0.95	0.44	1.76	4.61	B a II ₁
Liparidae													
	Kusa-uo	<i>Liparis tanakai</i>	Lt		11	292	226-374	2.84	1.56	1.52	1.84	10.06	B b II ₃
	Bikunin	<i>L. tessellates</i>	Li		11	144	208-238	2.51	1.45	2.53	1.74	18.13	B b II ₃
	Ezokusauo	<i>L. agassizii</i>	La		12	259	207-322	2.43	1.39	1.30	1.75	9.59	B b II ₁
	Abachan	<i>Crystallichthys matsushim</i>	Cm		2	237	212-262	2.70	1.98	2.26	1.38	11.50	B c II ₁
	Sakebikunin	<i>Sareproctus rastrinus</i>	Sr		1	298	241-354	3.64	3.25	3.97	1.12	12.53	A c II ₃
	Aibikunin	<i>Careproctus cypselurus</i>	Cc		1	198	198	3.15	2.75	4.38	1.15	15.90	A c III
	Kon-nyakuuo sp.	<i>C. sp</i>	Csp		1	224	224	2.56	1.88	2.15	1.36	11.42	B c III
	Furaikusauo	<i>Elassodiscus tremebundes</i>	Et		2	198	178-208	2.48	2.47	3.09	1.00	12.97	A c III
	Inkuo sp.	<i>Paraliparis sp.</i>	Psp		1	197	197	2.88	1.69	2.47	1.70	14.61	B c IV
Dactylopteridae													
	Hoshisemihoubou	<i>Daicocus peterseni</i>	Dp		3	191	166-240	3.90	2.17	4.43	1.80	20.49	B a II ₁
	Semihoubou	<i>Dactyloptera orientalis</i>	Do		1	176	176	3.50	2.15	4.28	1.63	19.88	B a II ₁

Table 2-11. Comparison of otolith characteristics among families of Scorpaeniformes, Scorpaeniformes, Scorpaenoidei fishes

Family	Japanese family name	Number of genus	Number of species	Sample size	Mean total length (mm)	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size
Scorpaenidae	Fusakasago	10	34	312	247	9.6	4.9	54.3	2.0	40.0
Synanceiidae	Oniokoze	2	2	13	127	3.8	2.1	8.0	1.8	31.0
Tetrarogidae	Ha-okoze	1	1	6	76	3.5	1.8	6.5	2.0	46.4
Aploactinidae	Ibo-okoze	1	1	4	112	2.7	1.7	4.7	1.6	25.7
Triglidae	Houbou	2	5	34	169	3.6	2.5	9.7	1.4	23.3
Parabembridae	Ubagochi	1	1	2	175	6.8	3.2	22.0	2.1	38.9
Platycephalidae	Kochi	5	7	40	187	6.6	2.3	16.2	2.8	38.4
Hoplichthyidae	Harigochi	1	1	4	130	4.1	3.1	12.6	1.3	31.3
Anoplopomatidae	Gindara	2	2	3	786	8.1	3.3	26.8	2.5	10.4
Hexagrammidae	Ainame	3	7	80	287	3.8	1.8	7.0	2.1	13.8
Ereunidae	Torikajika	1	1	3	136	4.2	3.1	12.9	1.4	30.9
Hemitripteridae	Kemushikaji	2	2	26	256	3.7	2.1	8.6	1.7	15.0
Cottidae	Kajika	9	16	125	212	5.8	2.8	19.7	2.1	30.2
Psychrolutidae	Uranaikajika	5	5	11	349	8.4	6.5	56.0	1.3	27.1
Agonidae	Tokubire	7	8	30	210	3.8	2.0	8.9	1.9	18.2
Cyclopteridae	Dango-uo	1	1	2	362	1.7	1.0	1.6	1.8	4.6
Liparidae	Kusa-uo	6	9	42	227	2.8	2.0	5.9	1.4	13.0
Dactylopteridae	Semihoubou	2	2	4	184	3.7	2.2	8.1	1.7	20.2

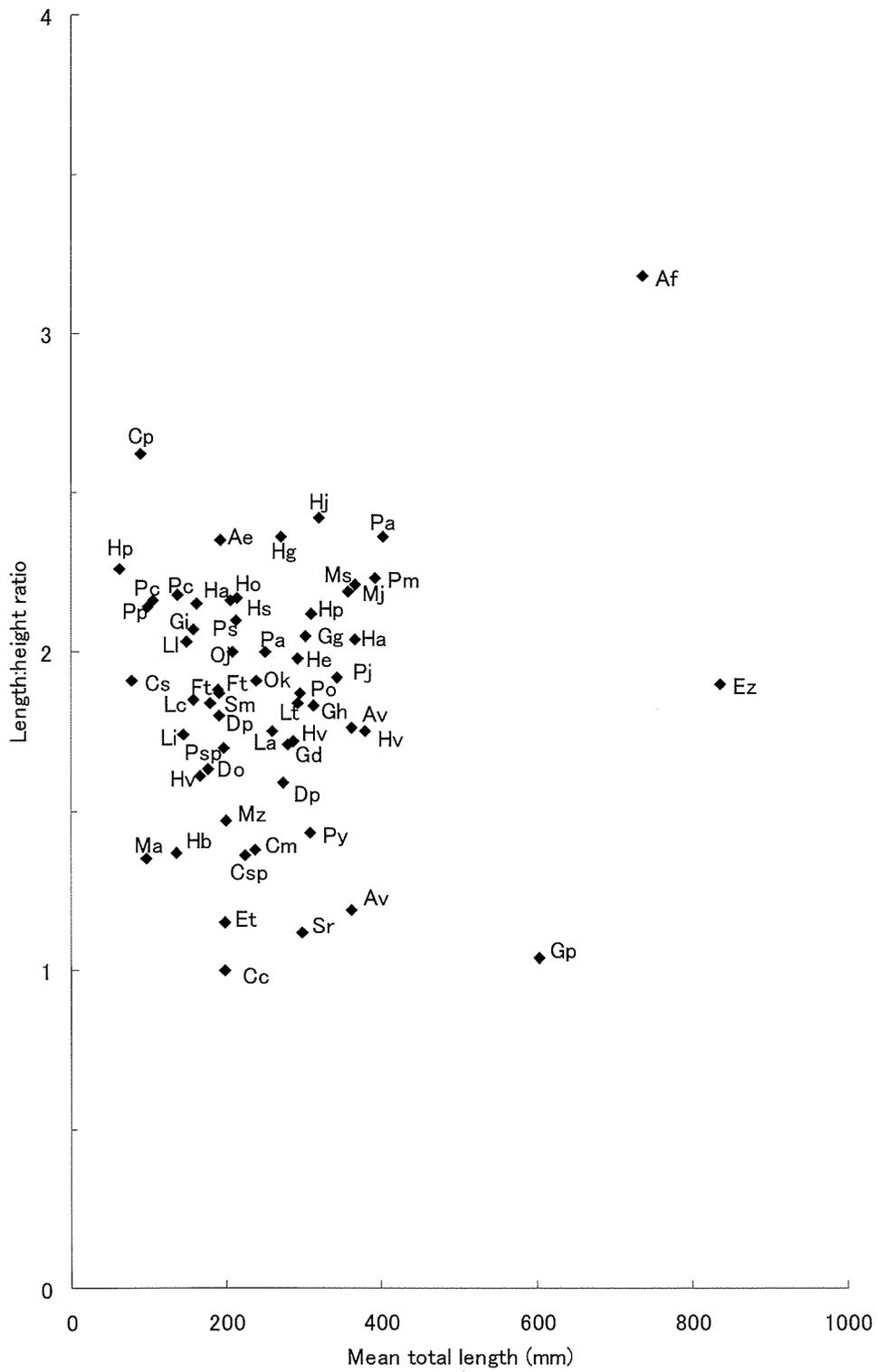


Fig. 2-22. Relation of otolith length:height ratio to total length (Scorpaeniformes (2. Cottoidei)). Abbreviations see table 2-10.

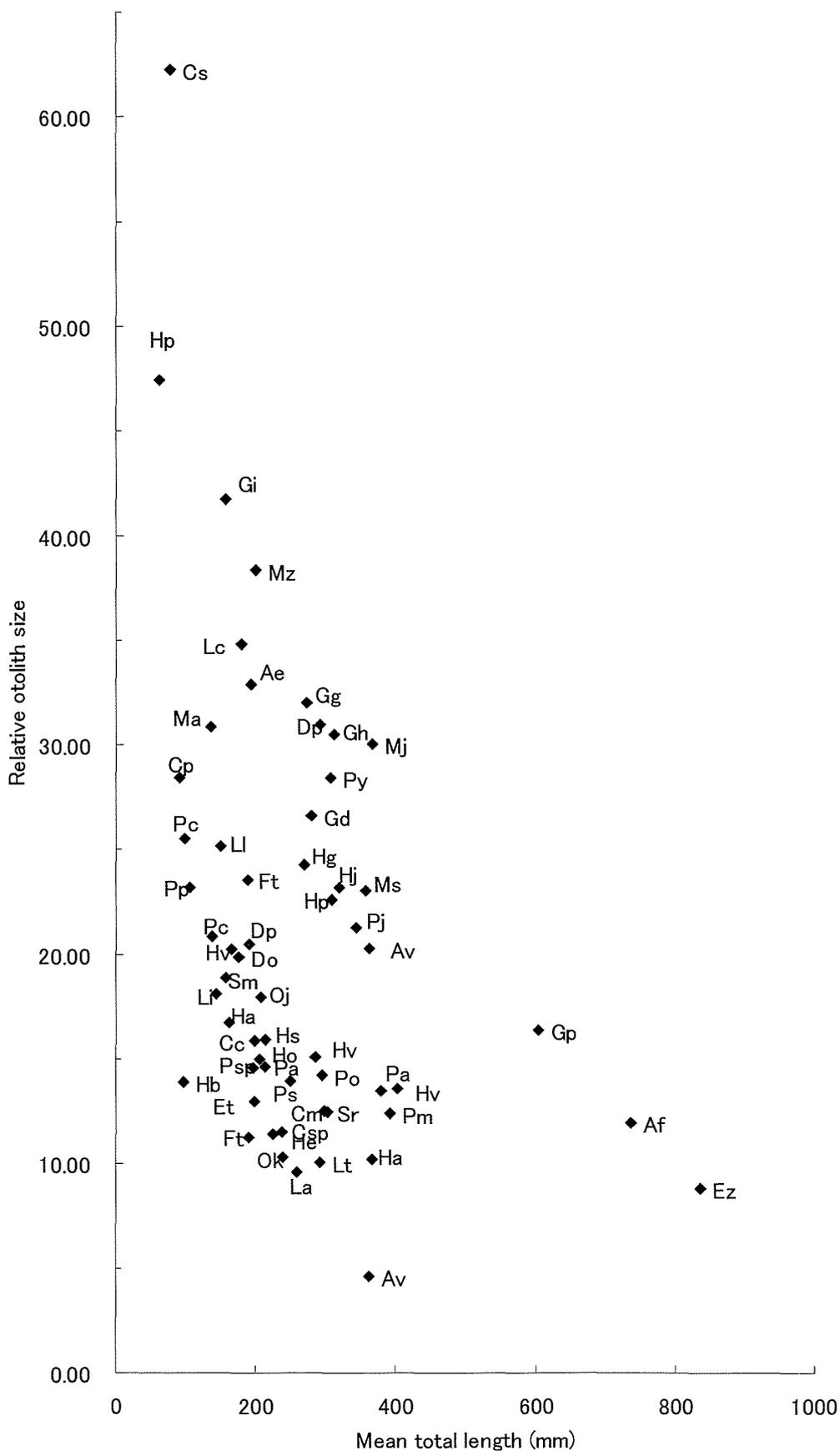


Fig. 2-23. Relation of otolith size index to total body length (Scorpaeniformes (2. Cottoidei)). Abbreviations see table 2-10.

種, キントキダイ科4種, テンジクダイ科20種, キスコ2種, キツネアマダイ科4種, スギ科1種, アジ科36種, シイラ科1種, ヒイラギ科3種, シマガツオ科2種, ハチビキ科2種, フェダイ科21種, タカサゴ科1種, マツダイ科1種, クロサギ科5種, イサキ科15種, タイ科40種, フェフキダイ科12種, ニベ科10種, ヒメジ科11種, ヒメツバメウオ科2種, ハタンボ科2種, イスズミ科5種, スダレダイ科4種, チョウチヨウウオ科21種, キンチャクダイ科11種, カワビシヤ科1種, イシダイ科2種, カワスズメ科1種, スズメダイ科22種, ゴンベ科6種, タカノハダイ科5種, アカタチ科1種について, 写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。単一科魚種の研究については, 東シナ海のキグチでは耳石輪紋の性状 (三尾 1974), 東シナ海のアカアマダイでは耳石形状の特徴 (林, 1976a), カリフォルニア海域のキントキダイ科4種の外形と溝の形状 (Fitch and Schultz, 1978), 南米およびアフリカ大陸に生息するカワスズメ科では溝の形状の特徴 (Gaemers, 1984), 飼育されたカワスズメ科 *Oreochromis niloticus* では外形と食物と水温による成長帯の特徴, 米国フロリダ州のブラックバスとそのハイブリッドでは耳石形態の相違 (Maceina and Murphy, 1989), 太平洋熱帯海域のフェダイ科ハチジョウアカムツでは耳石形態の地域変異 (Smith 1992), メキシコ湾北部のフェダイ科 *Lutjanus campechanus* では耳石外形と側面形, ニューゼaland海域のタカノハダイ科 *Nemadactylus macropterus* では耳石外形の特徴 (Gauldie, 1994), ベンガル湾のニベ科ではクログチ属2種では耳石形状の特徴 (Sasaki, 1995), 地中海のヒメジ科 *Mullus barbatus* では耳石外形と溝の形状 (Aquirre and Lombarter, 1999) に関する報告がある。また, ニベ科についてみると, 中国および日本産のニベ科では, 溝域形状の4型識別 (Chu, 1963, 谷口, 1981), ベネズエラ近海のニベ科では, 海底堆積物の新生代中新世の耳石化石と現存種5種15型の外形, 溝の形状と側面形の特徴 (Aguilera and Aguilera, 2003) に関する研究報告がある。

系群研究では, 南西日本海と東シナ海のマアジを対象に, 輪紋の性状から系群判別が行われている (畔田・落合, 1962, 堀田・中嶋, 1970)。耳石化石の研究では, ドイツ北部のアジ科, テンジクダイ科, タイ科, ニベ科とアカタチ科 (Campbell, 1929), メキシコ湾沿岸部のニベ科 (Frizzell and Dante, 1965), カリフォルニア沿岸部のニベ科, ハタ科, ウミタナゴ科, アジ科とスズキ科 (Fitch, 1964, 1966, 1967ab, 1968, Hudleston and Barker, 1978), 静岡県掛川市と神奈

川県北部のアマダイ科, ニベ科, タイ科, イトヨリダイ科, アカタチ科, キスコとアジ科 (大江, 1976, 1983, 1991) の耳石形状に関する報告がある。異常耳石では, 飼育されたニベ科の *Sciaenops ocellatus* に関する記載がある (David and Grimes, 1994)。また, アジ科魚類は有用種であると共に, サメ類, アシカ類, イルカ類等の重要な餌生物になっており, 捕食動物の胃内中に残存する耳石から種の識別が行われている (Pascoe, 1986, Antonelis, Jr. *et al.*, 1984, McKinnon, 1994)。

年齢に関する研究は, ニベ科が最も多く, 次いで, タイ科, アジ科, ハタ科とサンフィッシュ科が多く, その他多くの科魚類で行われている。

ニベ科魚類の耳石は, 凹面が著しく隆起して, 表面観察では輪紋読み取りが困難なので, 殆どが薄片法で観察されており, 西アフリカ沿岸の *Pseudotolithus* 属 (Poinsard and Troadec, 1966), ペルー海域のナガニベ属 (Samame' and Okada, 1973), 東シナ海と黄海のキグチ (三尾ら, 1975), 米国カリフォルニア湾の *Totoaba macdonaldi* (Rodriguez and Hammann, 1997), メキシコ湾北部海域, バージニア州チェサピーク湾の *Micropogonias undulates* (Barger, 1985, Barbieri *et al.*, 1994), コスタリカ太平洋沿岸のナガニベ (Mug-Villanueva *et al.*, 1994), メキシコ湾テキサス沿岸の *Cynoscion nebulosus* (Maceina *et al.*, 1987), 有明海のコイチ (Takita *et al.*, 1993), メキシコ湾北部沿岸, フロリダ大西洋沿岸の *Sciaemops ocellatus* (Becman *et al.*, 1989), Prentice and Dean, 1991, Murphy and Taylor, 1991), バージニア州チェサピーク湾の *Cynoscion regalis* (Lowerre-Barbieri *et al.*, 1994, Lowerre-Barbieri *et al.*, 1995), メキシコ湾ルイジアナ沿岸, 北大西洋, バージニア州チェサピーク湾, フロリダ大西洋沿岸の *Pogonias cromis* (Beckman *et al.*, 1990, Campana and Jones, 1998, Jones and Wells, 1998, Murphy *et al.*, 1998), 南アフリカ沿岸とナミビア沿岸の *Atractoscion aequidens* と *Argyrosomus inodorus* (Griffiths and Hecht 1995, Griffiths, 1996, Kirchner and Voges, 1999) に関する研究報告がある。

タイ科魚類の耳石はやや肥厚し, 表面観察では輪紋が読み取り難いので, 1980年以降は薄片法による年齢査定が大部分である。関東近海のマダイとチダイ (海老名, 1936ab), 東シナ海のマダイ (村山, 1949), 瀬戸内海播磨灘のマダイ (横川, 1992), 南アフリカ沿岸とナミビア沿岸の *Pachymetopon blochii*, *Cymatoceps nasutus*, *Chrysoblephus laticeps*, *Lithognathus aureti* と *Rhabdosargus globiceps* (Pulfrich and Griffirhs, 1988, Buxton and Clarke,

1989, Buxton, 1993, Holtzhausen and Kirchner, 2001, Griffiths *et al.*, 2002), オーストラリア近海の *Pagrus auratus* (Francis, 1992, Francis *et al.*, 1992, Francis *et al.*, 1993), 地中海の *Pagrus pagrus* (Machias *et al.*, 1998), メキシコ湾の *Archosargus probatocephalus* と *Pagrus pagrus* (Beckman, 1991, Hood and Johnson, 2000, Dutka-Gianelli and Murie, 2001) に関する研究報告がある。

アジ科魚類は、表面観察による年齢査定が大部分である。対馬海峡のマアジ (三浦ら, 1958), 日本海南西部海域のマアジ (今岡, 1967), チリ沖の *Trachurus murphyi* (Kaiser, 1973), オーストラリア近海の *Trachurus declivis* (Webb and Grant, 1979), 東シナ海のマアジ (中嶋, 1982), ニュージーランド近海の *Cranx georgianus* と *Trachurus* spp. (James, 1984, 川原, 1992, Horn, 1993), 新潟県沿岸のマアジ (西田・長谷川, 1994), メキシコ湾の *Seriola dumerili* (Thompson *et al.*, 1999), 南アフリカ沖の *Trachurus trachurus* (Kerstan, 1995, Waldron and Kerstan, 2001), 高知県沖のマアジ (阪地, 2001) に関する研究報告がある。

ハタ科魚類は薄片法による年齢査定が多い。カリフォルニア近海の *Paralabrax clathratus* (Young, 1963), 米国南東大西洋岸の *Centropristis striata* (Wenner *et al.*, 1986), 大西洋のバーミューダ・プエルトリコ海域の *Epinephelus guttatus* (Luckhust *et al.*, 1992, Sadovy *et al.*, 1992, Sadovy and Severin, 1994), オーストラリア東岸 (グレートバリアー・リーフ) の *Plectropomus maculatus* と *P. leopardus* (Ferreira and Russ, 1992, 1994), メキシコ湾の *Epinephelus itajara* と *Mycteroperca bonac* (Bullock *et al.*, 1992, Crabtree and Bullock, 1998), 沖縄県近海のスジアラ (海老沢, 2000) に関する研究報告がある。

サンフィッシュ科とカワスズメ科魚類は表面観察による年齢査定が多い。カナダ南西部の *Micropterus salmoides* (Maralo and MacCrimmon, 1979), フロリダ州の *Pomoxis nigromaculatus*, *Micropterus salmoides* と *Lepomis macrochirus* (Doerzbacher *et al.*, 1984, Hoyer *et al.*, 1985, Schramm, Jr. 1989, Schramm, Jr. *et al.*, 1992, Green and Heidinger, 1994), オーストラリア南東部の *Macquaria novemaculeata* (Harris, 1987), 南ダコタ州の *Pomoxis nigromaculatus* (Kruse *et al.*, 1993), ミシシッピ州北部の *Pomoxis annularis* (Hammers and Miranda, 1991), 三重県のブラックバス (Yodo and Kimura, 1996) に関する研究報告がある。また、カワ

スズメ科ではアフリカ・ボツアナ国の *Oreochromis andersonii* (Booth *et al.*, 1995), 南米ベネズエラの *Cichla temensis*, *C. orinocensis* と *C. intermedia* (Jepsen *et al.*, 1999) に関する研究報告がある。

複数の研究報告があるその他の科では、イサキ科, アマダイ科, ムツ科とタカノハダイ科は表面観察, スズメダイ科, スズキ科, フェフキダイ科, Percithyidae 科, キス科, フェダイ科, タカサゴ科とメジナ科で主に薄片法で年齢査定が行われている。イサキ科では、熊野灘のイサキ (木村, 1984), 徳島県沿岸のイサキ (渡辺・岡崎, 1999), アマダイ科では、対馬近海のアカアマダイ (Lim and Misu, 1974), 東シナ海のアカアマダイとシロアマダイ (林, 1976b, 林ら, 1987), 日向灘のアカアマダイ (黒木・寺山, 1993), 徳島県太平洋沿岸のアカアマダイ (渡辺ら, 1995), ムツ科では、相模湾のムツ (Mochizuki, 1979), 米国太平洋沿岸の *Pomatomus saltatrix* (Barger, 1990), タカノハダイ科では、ニュージーランド近海の *Cheilodactylus macropterus* と *C. kumi* (Tong and Vooren, 1972, Elder, 1976, Vooren, 1977), オーストラリア南東岸の *Nemadactylus macropterus* (Smith, 1982) に関する研究報告がある。スズメダイ科では、オーストラリア東岸 (グレートバリアー・リーフ等) の *Pomacentrus molucensis*, *P. wardi* と *Parma microlepis* (Fowler and Doherty 1992, Worthington *et al.*, 1995, Tzioumis and Kingsford, 1999), ブラジル沿岸の *Stegaste fuscus* (Schwamborn and Ferreira, 2002), スズキ科では、米国大西洋沿岸の *Morone saxatilis* (Welch *et al.*, 1993, Secor *et al.*, 1995), フェフキダイ科では、オーストラリア東岸の *Lethrinus miniatus* (Brown and Sumpton, 1998), 中央インド洋の *Aprion virescens* (Pilling *et al.*, 2000), Percithyidae 科では、オーストラリア近海の *Macquaria novemaculeata*, *M. ambigua* と *Maccullochella peelii* (Haris, 1985, Anderson *et al.*, 1992ab, Gooley, 1992) に関する研究報告がある。キス科では、九州西岸のキス (三尾, 1965), 東京湾のシロギス (Sulistiono *et al.*, 1999), オーストラリア南・南西沿岸の *Sillago schomburgkii* と *Sillaginodes punctata* (Hyndes and Potter, 1997, Fowler and Short, 1998, Hyndes *et al.*, 1998) に関する研究報告がある。フェダイ科では、ハワイ近海の *Lutjanus kasmir* (Morales-Nin and Ralston, 1990), オーストラリア近海の *Lutjanus erythropterus*, *L. malabaricus* と *L. sebae* (Milton *et al.*, 1995), カリフォルニア近海 of *Lutjanus peru* (Rocha-Olivares, 1998), 沖縄近海 of *Lutjanus fulviflammus* (Shimose and Tachihara, 2005), メジナ科では、佐世保湾, 伊豆半島沿岸域のメ

ジナ (水江ら, 1961, 吉原ら, 2000), 米国フロリダ近海の *Haemulon plumieri* (Potts and Manooch, 2001) に関する研究報告がある。

その他, シマガツオ科では, 北太平洋北西海域のシマガツオ (待鳥・中村, 1971), カワビシャ科では, ハワイ近海の *Pseudopentaceros wheelie* (Uchiyama and Sampaga, 1989), テンジクダイ科では, 東京湾のテンジクダイ (Kume *et al.*, 1998), Coracidae 科では, 南アフリカ沖の *Caracnus capensis* (Bennett and Griffiths, 1986) が表面観察法で年齢査定が行われている。また, Latridae 科では, ニューゼーランド近海の *Latridopsis ciliaris* (Francis, 1981), ホタルジャコ科では, 鹿児島湾のオオメハタ (岩川・小沢, 1999), Polyprionidae 科では, ニューゼーランド近海の *Polyprion oxygeneios* (Francis *et al.*, 1999), アカメ科では, 米国フロリダ近海の *Centropomus undecimalis* (Taylor *et al.*, 2000), シイラ科では西インド諸島バルバドス近海のシイラ (Oxenford and Hunte, 1983), イトヨリダイ科では, 鹿児島湾のソコイトヨリ (Granada *et al.*, 2004), タカベ科では, 大島近海のタカベ (Watari *et al.*, 2005) が主として薄片法で年齢査定が行われている。

本研究において耳石を採取した標本魚は, ケツギョ科, スズキ科, イシナギ科, シキシマハナダイ科, ミハラハナダイ科, チョウセンバカマ科, サンフィシユ科, ヤセムツ科, ムツ科, スギ科, ギンカガミ科, マツダイ科, キス科, チョウチウウオ科, キンチャクダイ科, カワスズメ科, シマイサキ科, イスズミ科とカゴカキダイ科が1種, キントキダイ科, シイラ科, ヒイラギ科, シマガツオ科, タカサゴ科, イトヨリダイ科, ヒメジ科, カワビシャ科, タカノハダイ科, アカタチ科, ウミタナゴ科, スズメダイ科, イシダイ科とメジナ科が2種, アマダイ科, フェダイ科とフェフキダイ科が3種, テンジクダイ科が4種, ホタルジャコ科とイサキ科が5種, タイ科とニベ科が7種, ハタ科が12種, アジ科が16種の合計43科112種である。

28-1. ケツギョ科 Siniperacidae

オヤニラミ *Coreoperca kawamebari*

外形は楕円形(B型)で, 前角と前上角がやや発達し, 欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁に達する(Ⅰ₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

28-2. スズキ科 Moronidae

スズキ *Lateolabrax japonicus*

外形は縁辺に小さい波型凹凸が顕著な長楕円形(C

型)で, 前角は発達するが, 前上角が発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, 後端が僅かに下方に曲がり, 下縁の後部付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は表面観察で明瞭であり, 年齢査定は可能である。

28-3. イシナギ科 Polyprionidae

オオクチイシナギ *Stereolepis doederleini*

外形は楕円形(B型)で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確である。側面形は強い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び, 後端で僅かに下方に曲がり, 中央と後縁の中間付近まで認められる(B₃型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

28-4. ホタルジャコ科 Acropomatidae

ヒメスキウオ *Synagrops philippinensis*

外形は楕円形(B型)で, 前角が発達し, 前上角はあまり発達しないが, 欠刻はやや明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

ワキヤハタ *Malakichthys wakiyae*

外形は円形に近い楕円形(B型)で, 前角と前上角は発達しないが, 欠刻はやや明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

オオメハタ *M. griseus*

外形は下, 上縁にやや波型凹凸がみられる円形(A型)で, 前角と前上角が発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

ホタルジャコ *Acropoma japonicum*

外形は楕円形(B型)で, 前角はやや発達するが, 前上角が発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

アカムツ *Doederleinia berycoides*

外形は「茄子」に似た楕円形(B型)で, 前角は発達するが, 前上角が発達せず, 欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び, 後端で下方に曲がり, 後縁付近まで認

められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定は可能である。

28-5. ハタ科 Serranidae

アラ *Nipon spinosus*

外形は上縁に波型凹凸が顕著な長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定は可能である。

ヒメコダイ *Chelidoperca hirundinacea*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アカイサキ *Caprodon schlegelii*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後部で僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サクラダイ *Sacura margaritacea*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

スジアラ *Plectropomus leopardus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、左右による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察で、やや明瞭に観察される。

シマハタ *Cephalopholis igarashiensis*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達する。欠刻は、近縁のユカタハタより明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ユカタハタ *C. miniata*

外形は長めの楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、斜め後方に湾曲して下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

マハタ *Epinephelus septemfasciatus*

外形は長楕円形 (C型) と楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キジハタ *E. akaara*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アカハタ *E. fasciatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達し、前上角があまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部から下方に湾曲し、下縁の後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アオハタ *E. awoara*

外形は長めの楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確であるが、個体による相違が認められる。側面形は強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒレグロハタ *E. howlandi*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ノミノクチ *E. trimaculatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (B₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヌノサラシ *Grammistes sexlineatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-6. シキシマハナダイ科 Callanthidae

シキシマハナダイ *Callanthias japonicus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央付近から下方に湾曲して下縁後部に達する (I₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-7. ミハラハナダイ科 Giganthiidae

ミハラハナダイ *Giganthias immaculatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-8. チョウセンバカマ科 Banjosidae

チョウセンバカマ *Banjos banjos*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は浅く、欠刻部から斜め後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-9. サンフィッシュ科 Centrarchidae

ブラックバス *Micropterus salmoides*

外形は下縁から後縁に凹凸が顕著な楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

28-10. キントキダイ科 Priacanthidae

チカメキントキ *Cookeolus japonicus*

外形は鋸歯状凹凸が顕著な楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、

ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

キントキダイ *Priacanthus macracanthus*

外形は下縁に凹凸がある楕円形に近い円形 (A型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-11. テンジクダイ科 Apogonidae

テッポウイシモチ *Apogon kinesis*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、後半狭くなり後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ネンブツダイ *A. semilineatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、前半はかなり幅広いが、後半は急激に狭くなり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

テンジクダイ *A. lineatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。テンジクダイ属の他種より、外縁の起伏が大きい。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、前半はかなり幅広いが、後半は急激に狭くなり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マトイシモチ *A. carinatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、前半はかなり幅広いが、後半は急激に狭くなり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-12. ヤセムツ科 Epigonidae

ハゲヤセムツ *Epigonus denticulatus*

外形は、下縁に鋸歯状凹凸が顕著な楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に

延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-13. アマダイ科 Branchiostegidae

シロアマダイ *Branchiostegus albus*

外形は、全縁に波型凹凸が顕著な楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

アカアマダイ *B. japonicus*

外形は、上、下縁に波型凹凸がやや顕著な楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察で明瞭であり、年齢査定が可能である。

キアマダイ *B. auratus*

外形は、上、下縁に波型凹凸がやや顕著な楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-14. ムツ科 Scombroptidae

ムツ *Scombroptus boops*

外形は、全縁に鋸歯状、波型等の凹凸が顕著する長めの楕円形(B型)で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻は明確である。側面形は強い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる(II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-15. スギ科 Rachycentridae

スギ *Rachycentron canadum*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-16. シイラ科 Coryphaenidae

シイラ *Coryphaena hippurus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐ

に後縁に達する(I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

エビスシイラ *C. equiselis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

28-17. ギンカガミ科 Menidae

ギンカガミ *Mene maculate*

外形は、前部が長い三角形(F型)で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は幅広くやや明確である。側面形は強い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、やや真直ぐに後縁に達する(I₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

28-18. アジ科 Carangidae

ツムブリ *Elagatis bipinnulata*

外形は長楕円形に近い広線形(D型)で、前角は発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる(II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ブリモドキ *Naucrates docteur*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確で大きい。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ブリ *Seriola quinqueradiata*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形はやや強い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が中央部から後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する(I₁型)か、後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒラマサ *S. lalandi*

外形は前部が細長い長楕円形(C型)で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部の下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する(I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

カンパチ *S. dumerili*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角が発達し

ない。ブリ属の他の種に比べて、明らかに欠刻が不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部からやや斜め下方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マアジ *Trachurus japonicus*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。平均全長 92 mm, 126 mm の幼魚と未成魚は楕円形 (B 型) で、欠刻はやや明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、下方に湾曲して下縁の後部に達する (I₂型) か、あるいは後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

モロ *Decapterus macrosoma*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が前上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部に達する (I₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

オアカムロ *D. tabl*

外形は、上、下縁に鋸歯状等の凹凸が顕著な長楕円形 (C 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、下方に僅かに湾曲して後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マルアジ *D. maruadsi*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しない。近縁のムロアジ属魚種に比べ、欠刻が小さい。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央から後部で下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アカアジ *D. akaadsi*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央から後部で下方に湾曲して、下縁の後部に達する (I₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

クサヤモロ *D. macarellus*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₁型) か、下縁後部に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ギンガメアジ *Caranx sexfasciatus*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は明瞭でない。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

イトヒキアジ *Alectis ciliaris*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

オキアジ *Uraspis helvola*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に著しく曲がり、後縁の下部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

シマアジ *Pseudocaranx dentex*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角が発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

カイワリ *Kaiwarinus equula*

外形は長めの楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-19. ヒイラギ科 *Leiognathidae*

ヒイラギ *Leiognathus nuchalis*

外形は、上、下縁に不規則な凹凸がみられる楕円形 (B 型) か長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

オキヒイラギ *L. rivulatus*

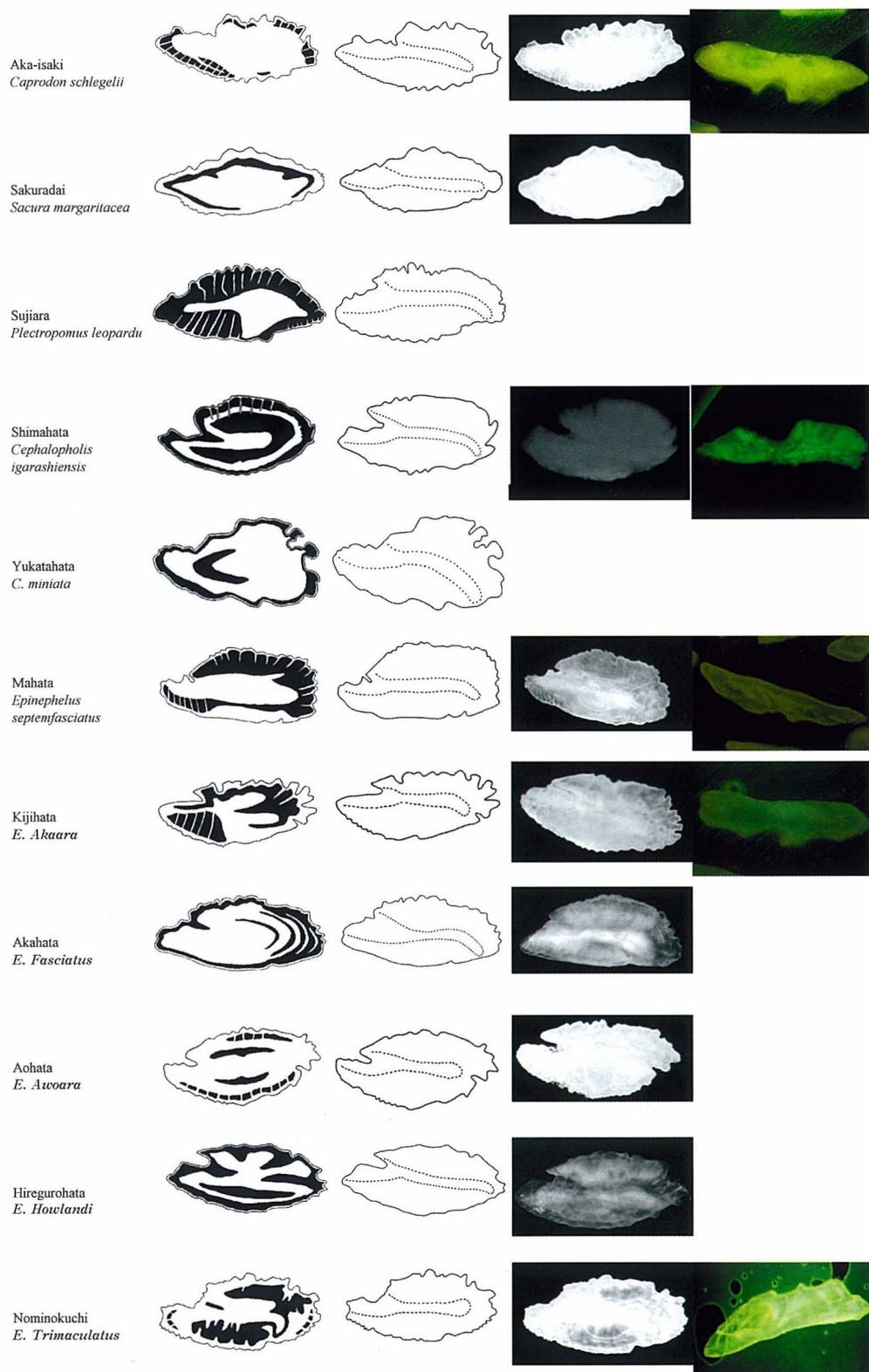
外形は、上、下縁に不規則な凹凸がみられる楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

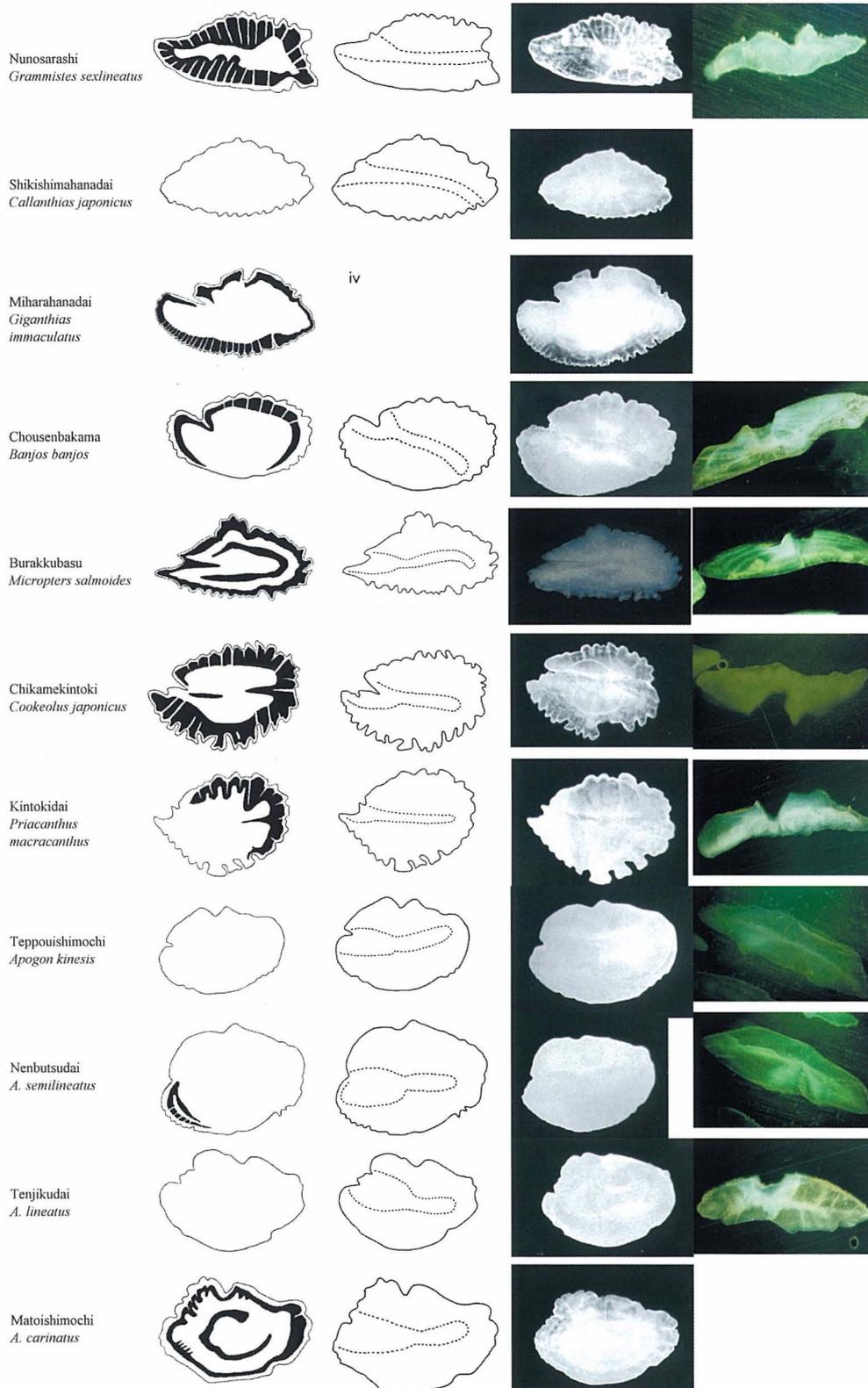
Table 2-12. Sample list used for otolith measurement (Perciforms 1)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms
Sinipercaidae	Oyanirami	<i>Coreoperca kawamebari</i>	Ok		1	98	98	3.15	1.85	5.95	1.70	32.14	B a I ₁
Moronidae	Suzuki	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Lj	Small	10	181		7.65	3.82	16.15	1.97	42.36	C a II ₁
			Lj	Small mediur.	10	282		12.40	5.50	24.18	2.18	42.46	
			Lj	Medium	10	378		14.73	6.58	25.64	2.23	39.18	
			Lj	Large	10	594		20.65	8.64	30.04	2.39	34.82	
Polypriionidae	Ookuchi-ishinagi	<i>Stereolepis doederleini</i>	Sd		8	214	132-294	7.13	3.97	13.23	1.85	34.75	B a II ₃
Acropomatidae	Himesumikuiuo	<i>Synagrops philippinensis</i>	Sp		2	75	67-82	3.93	2.08	10.90	1.89	52.77	B a II ₁
	Wakiyahata	<i>Malakichthys wakiyae</i>	Mw		2	78	64-92	3.93	3.25	16.38	1.21	50.86	B B II ₁
	Oomehata	<i>M. griseus</i>	Mg		4	69	67-70	3.53	3.01	15.40	1.17	51.26	A a II ₁
	Hotarujako	<i>Acropoma japonicum</i>	Aj		6	89	57-110	5.19	3.58	20.88	1.46	58.66	B a II ₁
	Akamutsu	<i>Doederleinia berycoides</i>	Db		8	180	90-293	5.71	3.21	10.18	1.54	33.87	B a II ₂
Serranidae	Ara	<i>Nipon spinosus</i>	Ns		5	222	130-278	8.88	4.20	16.80	2.11	39.80	C a II ₁
	Himekodai	<i>Chelidoperca hirundinacea</i>	Ch		4	203	186-218	8.03	3.75	14.83	2.11	39.45	C a II ₁
	Aka-isaki	<i>Caprodon schlegelii</i>	Cs		10	289	231-392	10.01	4.16	14.41	2.40	34.55	C a II ₁
	Sakuradai	<i>Sacura margaritacea</i>	Sm		2	202	187-217	7.10	3.40	11.95	2.09	35.11	C a II ₁
	Sujijara	<i>Plectroponus leopardu</i>	Pl		1	430	430	9.20	3.80	8.13	2.42	21.40	C a II ₂
	Shimahata	<i>Cephalopholis igarashiensis</i>	Ci		1	395	395	11.40	6.10	17.61	1.87	28.86	B a II ₂
	Yukatahata	<i>Cephalopholis miniata</i>	Cm		1	392	392	10.20	5.30	13.79	1.92	26.06	B a II ₂
	Mahata	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	Es		10	220	104-401	7.32	3.77	12.54	1.92	34.45	B,C a II ₁
	Kijihata	<i>E. Akaara</i>	Ea		11	240	199-351	8.96	4.23	15.79	2.08	37.14	B a II ₂
	Akahata	<i>E. Fasciatus</i>	Ef		2	293	290-295	9.75	4.38	14.58	2.23	33.52	C a II ₁
	Aohata	<i>E. Avoara</i>	Ew		4	215	170-332	8.25	4.23	16.23	1.93	38.37	B a II ₁
	Hiregurohata	<i>E. Howlandi</i>	Eh		1	386	386	9.80	4.20	10.66	2.33	25.38	C a II ₁
	Nominoakuchi	<i>E. Trimaculatus</i>	Et		2	223	210-235	7.90	3.88	13.75	2.04	35.54	C a B ₃
	Nunosarashi	<i>Grammistes sexlineatus</i>	Gs		1	218	218	4.90	2.30	5.17	2.13	22.47	C a II ₁
Callanthidae	Shikishimahanad	<i>Callanthias japonicus</i>	Gj		1	230	230	5.70	3.10	7.68	1.84	24.78	B a I ₂
Giganthiidae	Miharahanadai	<i>Giganthias immaculatus</i>	Gi		1			11.10	6.60		1.68	-	B a nd
Banjosidae	Chousenbakama	<i>Banjos banjos</i>	Bb		1	156	156	6.80	4.20	18.31	1.62	43.58	B a II ₂
Centrarchidae	Burakkubasu	<i>Micropterus salmoides</i>	Ms	Small	2			5.25	2.95		1.78	33.92	B a II ₁
			Ms	Large	9			8.72	4.80		1.82	28.06	
Priacanthidae	Chikamekintoki	<i>Cookeolus japonicus</i>	Cj		7	270	158-348	6.79	4.90	12.32	1.38	26.53	B a II ₁
	Kintokidai	<i>Priacanthus macracanthus</i>	Pm		2	206	187-204	1.57	1.48	1.13	1.08	7.69	A a II ₁
Apogonidae	Teppouishimochi	<i>Apogon kiensis</i>	Ak		5	85	67-109	4.91	3.38	19.52	1.46	58.05	B a II ₁
	Nenbutsudai	<i>A. semilineatus</i>	As		16	100	64-123	5.53	3.84	21.24	1.44	55.43	B a II ₁
	Tenjikudai	<i>A. lineatus</i>	Al		6	76	49-90	4.70	3.29	20.35	1.42	62.52	B B II ₁
	Matoishimochi	<i>A. carinatus</i>	Ac		8	100	67-139	6.24	4.26	26.58	1.46	62.63	B a II ₁
Epigonidae	Hageyasemutsu	<i>Epigonus denticulatus</i>	Ed		2	172	136-208	8.09	5.12	24.08	1.58	47.42	B a II ₁
Branchiostegidae	Shiroamadai	<i>Branchiostegus albus</i>	Ba		2	236	216-256	7.35	5.78	18.00	1.28	31.29	B a II ₁
	Akaamadai	<i>B. japonicus</i>	Bj		7	279	201-364	7.67	6.06	16.66	1.27	27.71	B a II ₁
	Kiamadai	<i>B. curvatus</i>	Bu		1	276	276	8.10	6.70	19.66	1.21	29.34	B a II ₁
Scombroptidae	Mutsu	<i>Scombrops boops</i>	Sb		9	251	176-349	9.60	5.04	19.28	1.92	38.33	B a II ₂
	Kuromutsu	<i>S. gilberti</i>	Sg		2	270	266-273	10.45	5.20	20.13	2.01	38.77	C a II ₂
Rachycentridae	Sugi	<i>Rachycentron canadum</i>	Rc		1	591	591	5.00	1.80	1.52	2.78	8.46	C a II ₁
Coryphaenidae	Shiira	<i>Coryphaena hippurus</i>	Ch	Small	1	190	190	0.90	0.65	0.31	1.38	4.73	B a I ₁
			Ch	Large	3	628		1.90	1.20	0.36	1.58	3.08	
	Ebisushiira	<i>C. Equisetis</i>	Ce		2	245	219-270	1.28	0.73	0.38	1.81	5.25	B a iv
Menidae	Ginkagami	<i>Mene maculate</i>	Mm		1	203	203	3.80	2.10	3.93	1.81	18.71	F a I ₁
Carangidae	Tsumuburi	<i>Elagatis bipinnilata</i>	Eb	Small	7	353		4.04	1.38	1.58	2.93	11.56	E a II ₂
			Eb	Large	1	870	870	7.00	2.22	1.79	3.18	8.04	
	Burimodoki	<i>Naucrates doctor</i>	Nd		2	290	286-294	1.78	1.03	0.63	1.74	6.11	B a II ₁
	Buri	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Sq	Small	1	318	318	3.60	1.50	1.70	2.40	11.32	C a I ₁ , II ₁
			Sq	Large	2	838		7.18	2.45	2.10	2.96	8.57	
	Hiramasa	<i>S. lalandi</i>	Sl		4	916	880-965	7.60	2.61	2.17	2.92	8.30	C a I ₁
	Kanpachi	<i>S. chumerili</i>	Sk		2	235	167-300	3.50	1.45	2.16	2.42	15.40	C a II ₂
	Ma-aji	<i>Trachurus japonicus</i>	Tj	Small	10	92		3.39	1.99	7.33	1.71	36.77	B,C a I ₁ , II ₁
			Tj	Medium	38	131		4.40	2.54	8.53	1.73	34.56	
			Tj	Large	2	280		9.28	4.15	13.75	2.24	33.14	
	Moro	<i>Decapterus macrosoma</i>	Do		5	289	210-473	5.76	2.64	5.26	2.18	20.45	C a I ₂
	Oakamoro	<i>D. tabi</i>	Dt		3	296	256-338	6.43	2.65	5.76	2.42	21.81	C a I ₁
	Maruaji	<i>D. maruadsi</i>	Dm		2	286	231-341	6.63	3.03	7.02	2.20	23.40	C a II ₂
	Akaaji	<i>D. akaadsi</i>	Da		2	202	186-218	5.33	2.45	6.46	2.18	26.45	C a I ₂
	Kusayamoro	<i>D. macarellus</i>	Dk		7	278	239-318	5.18	2.20	4.10	2.37	19.76	C a I ₁ , II ₁
	Meaji	<i>Selar crumenophthalmus</i>	Se		2	253	250-256	4.93	2.75	5.36	1.79	19.47	B a I ₂
	Gingameaji	<i>Caranx sexfasciatus</i>	Cg		6	193	172-251	4.90	1.77	4.49	2.78	25.53	C a II ₂
	Itohikaji	<i>Alectis ciliaris</i>	Ac		1	120	120	2.10	1.00	1.75	2.10	17.50	C a II ₁
	Okaji	<i>Uraspis helvola</i>	Uh		2	342	323-361	6.10	2.40	4.28	2.54	17.83	C a II ₂
	Shima-aji	<i>Pseudocaranx dentex</i>	Pd		1	437	437	7.10	3.10	5.04	2.29	16.24	C a II ₁
	Kaiwari	<i>Kaiwarinus equata</i>	Ke	Small	6	87		1.96	1.13	2.55	1.76	22.79	B a II ₂
			Ke	Large	8	175		4.09	2.01	4.70	2.03	23.18	

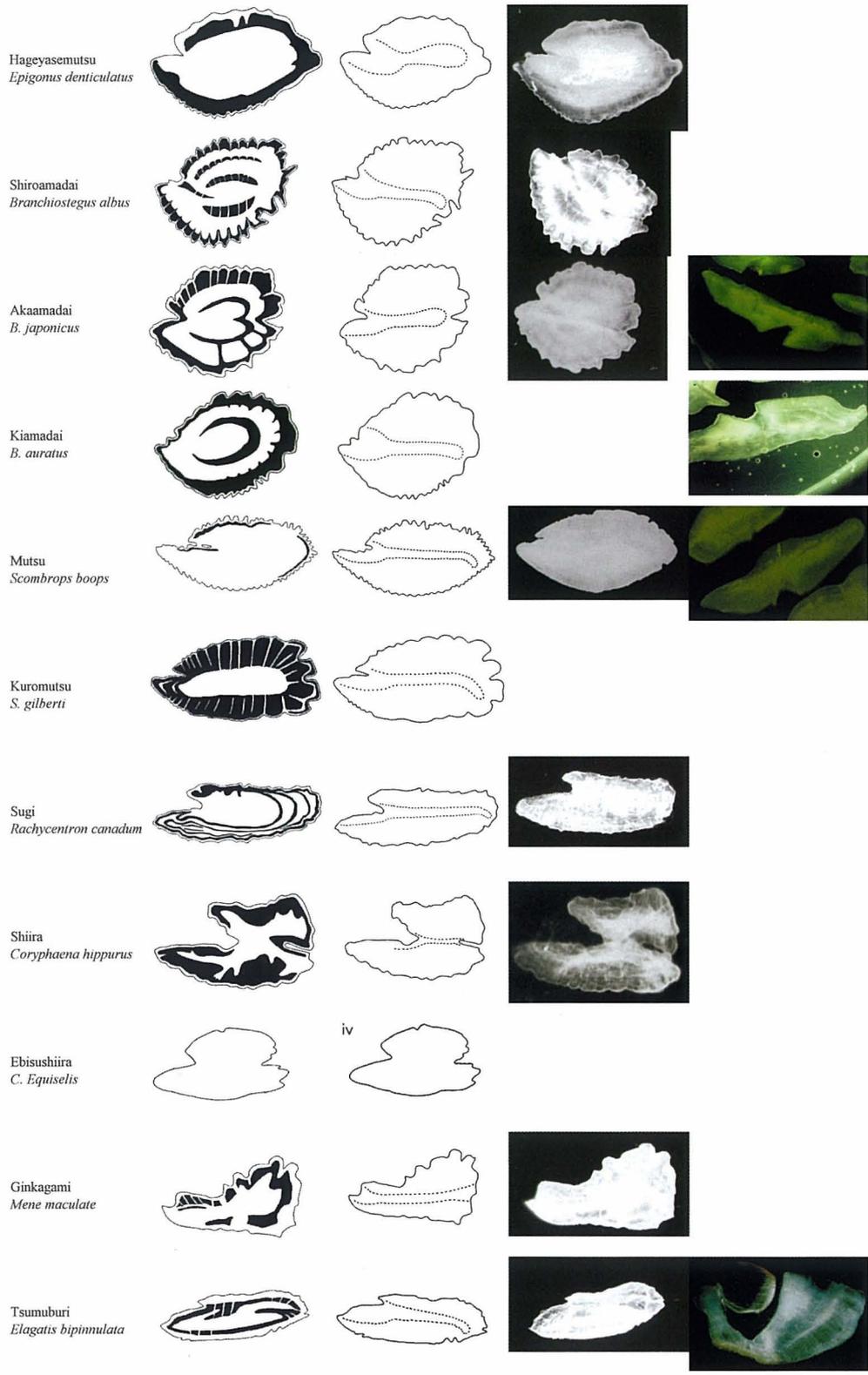
Fig. 2-24. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (Perciforms 1).

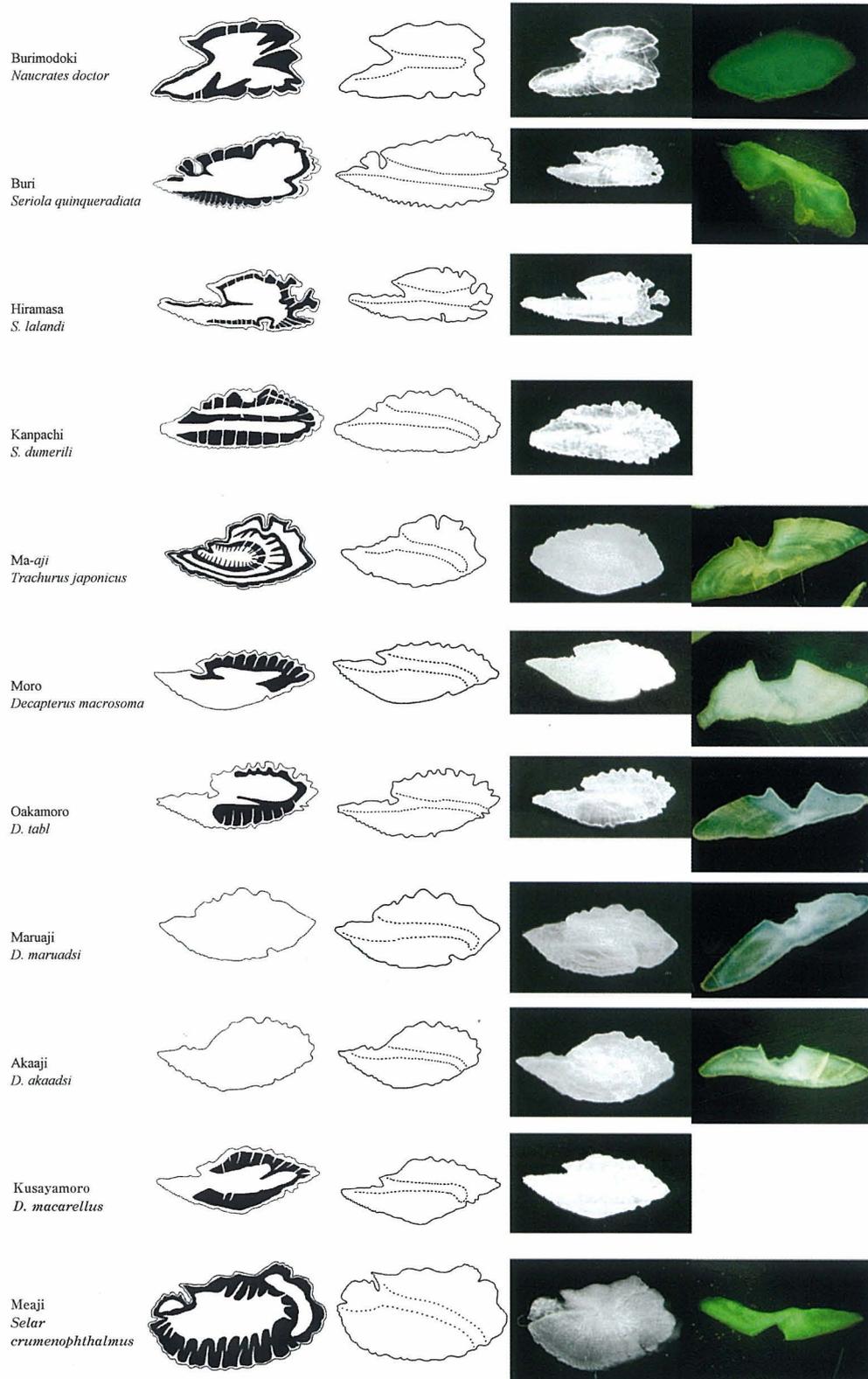
Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Oyanirami <i>Coreoperca kawamebari</i>				
Suzuki <i>Lateolabrax japonicus</i>				
Ookuchi-ishinagi <i>Stereolepis doederleini</i>				
Himesumikiuio <i>Synagrops philippinensis</i>				
Wakiyahata <i>Malakichthys wakiyae</i>				
Oomehata <i>M. griseus</i>				
Hotarujako <i>Acropoma japonicum</i>				
Akamutsu <i>Doederleinia berycoides</i>				
Ara <i>Nipon spinosus</i>				
Himekodai <i>Chelidoperca hirundinacea</i>				

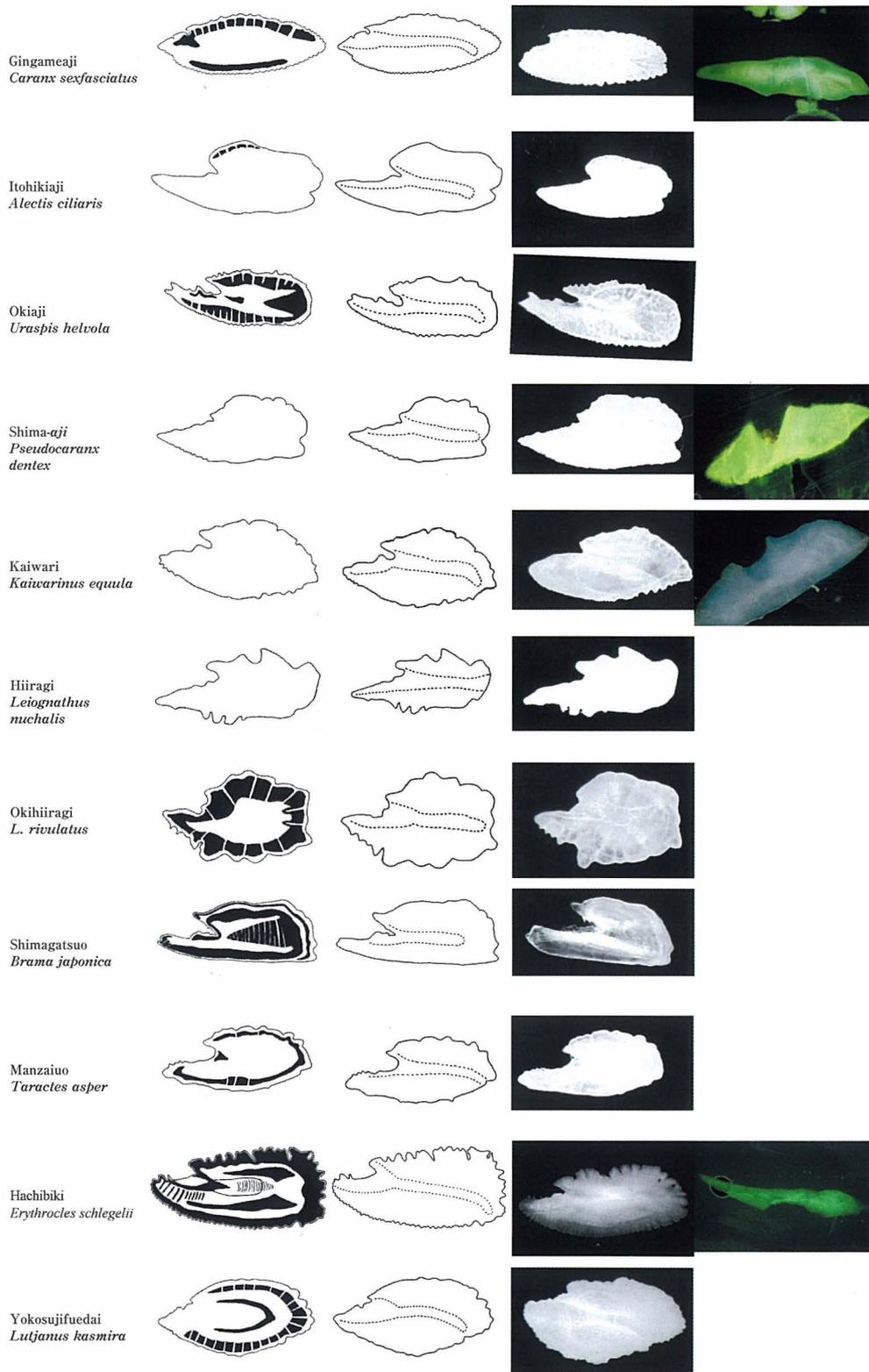


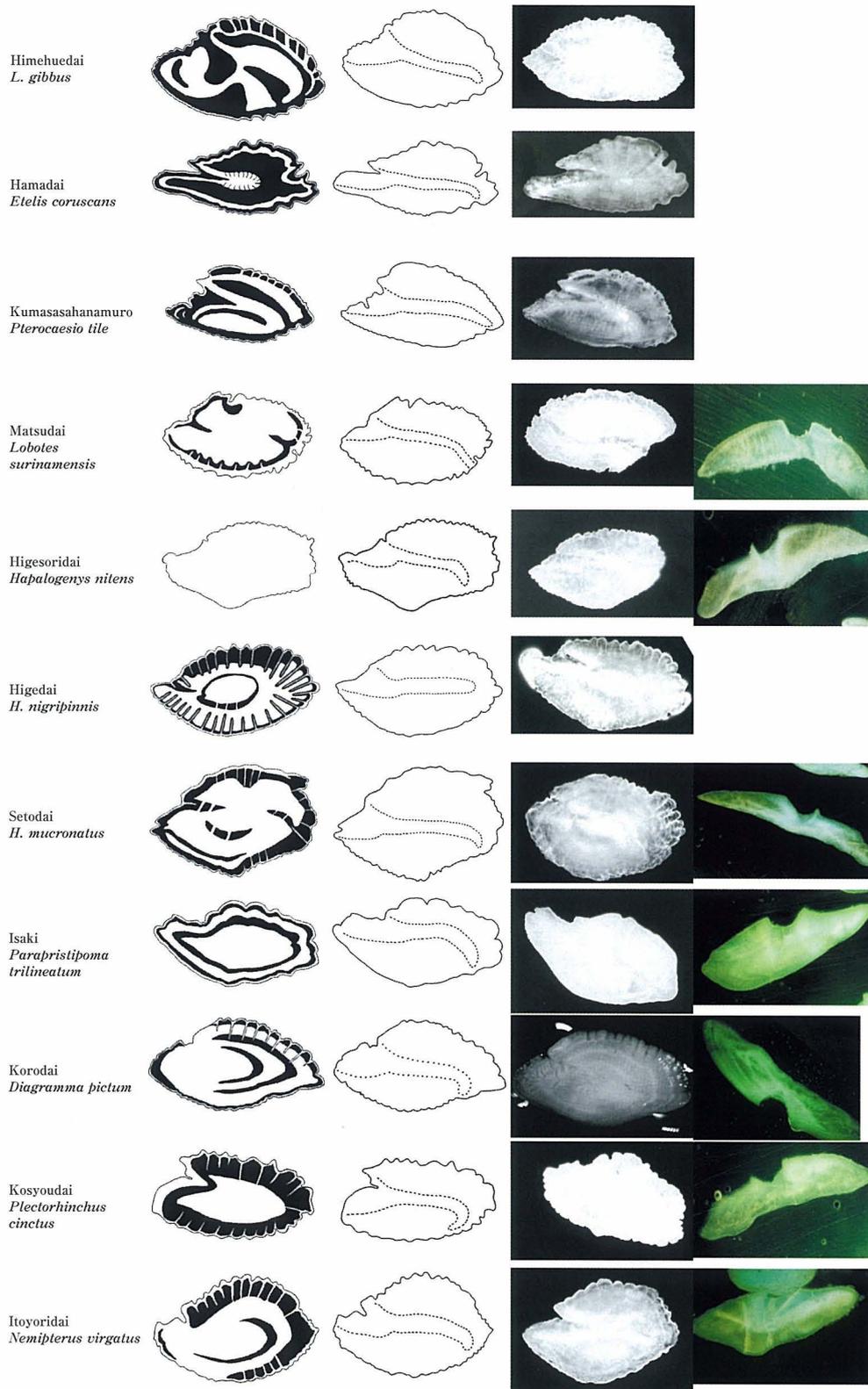


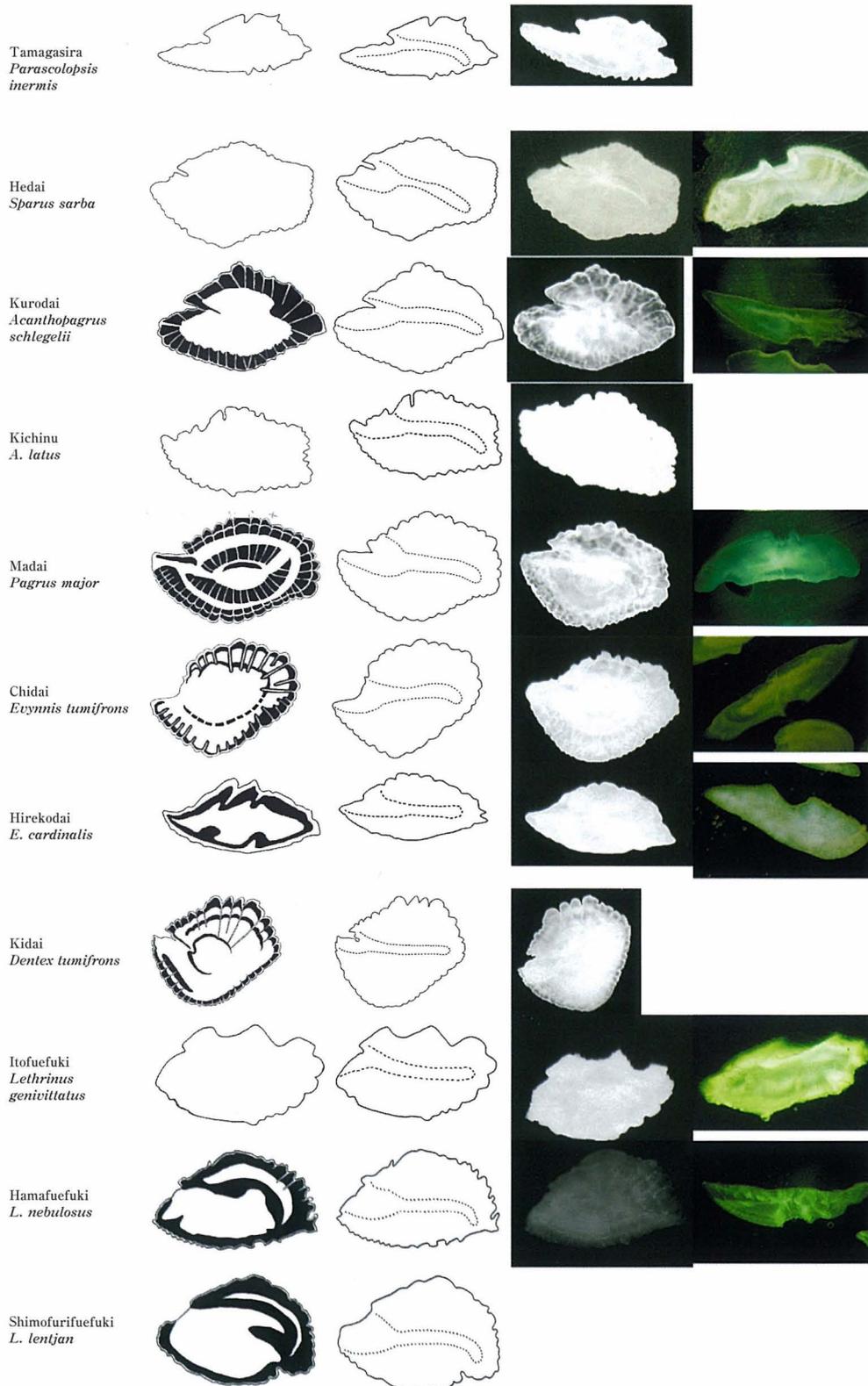
iv

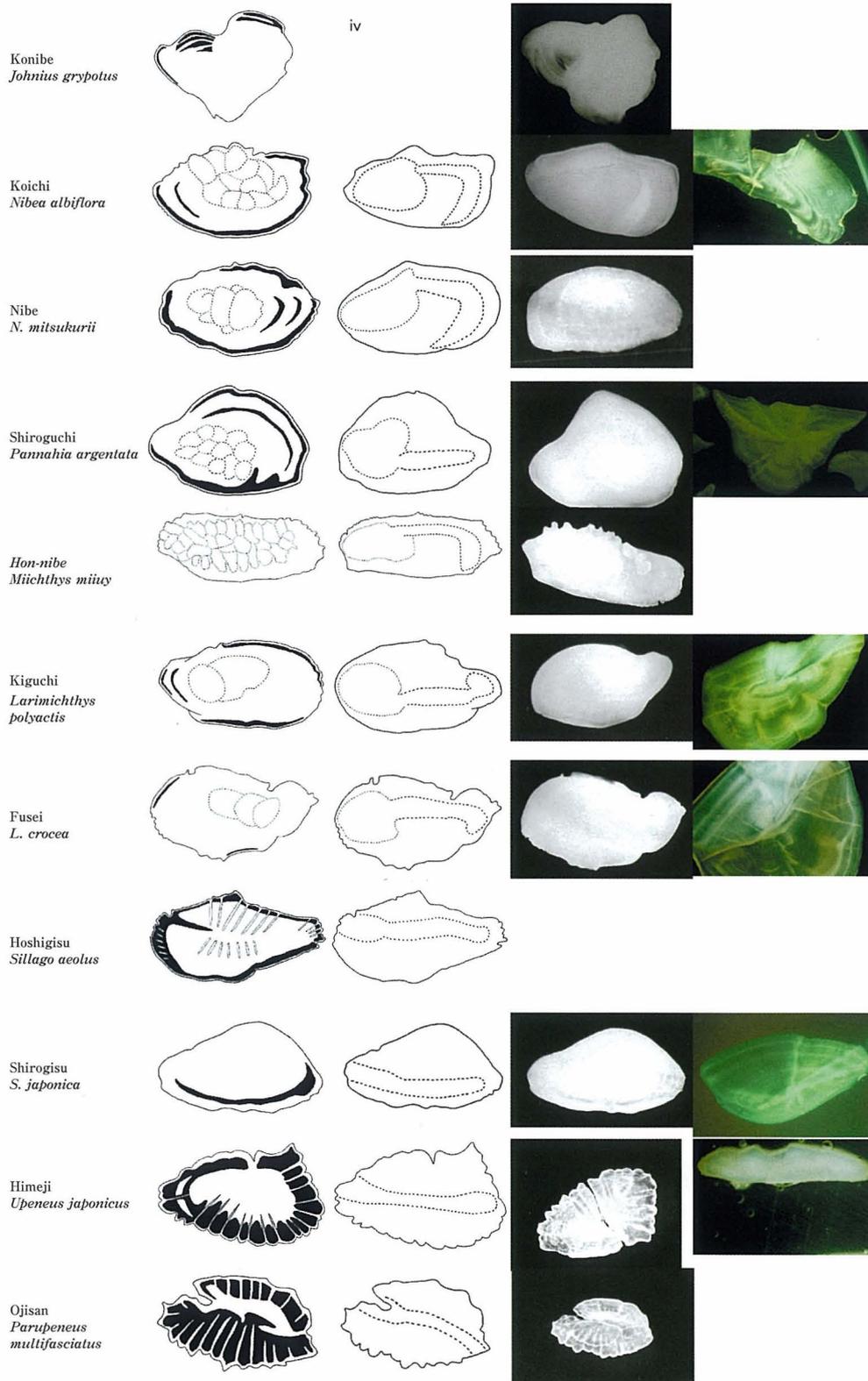


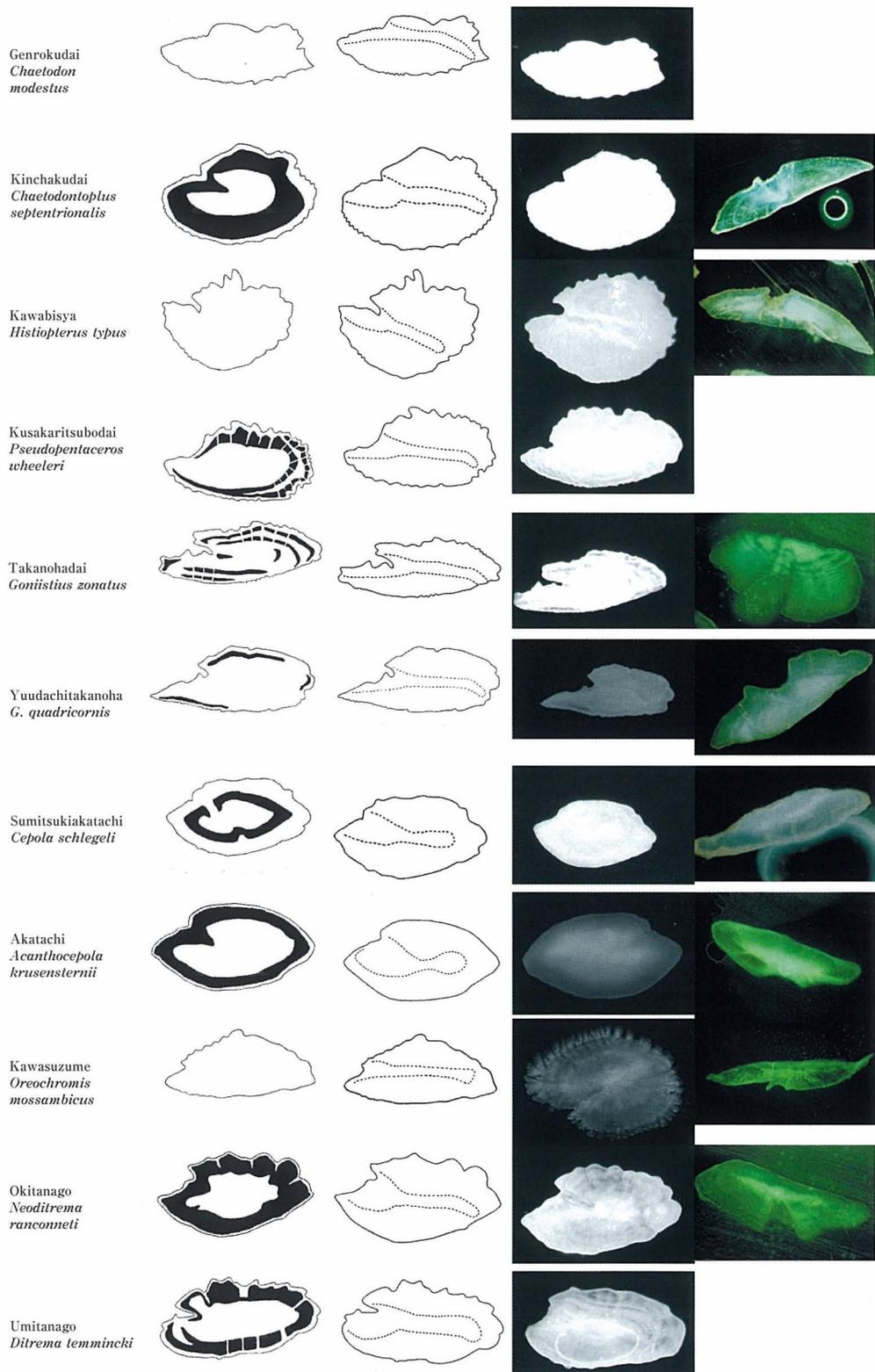


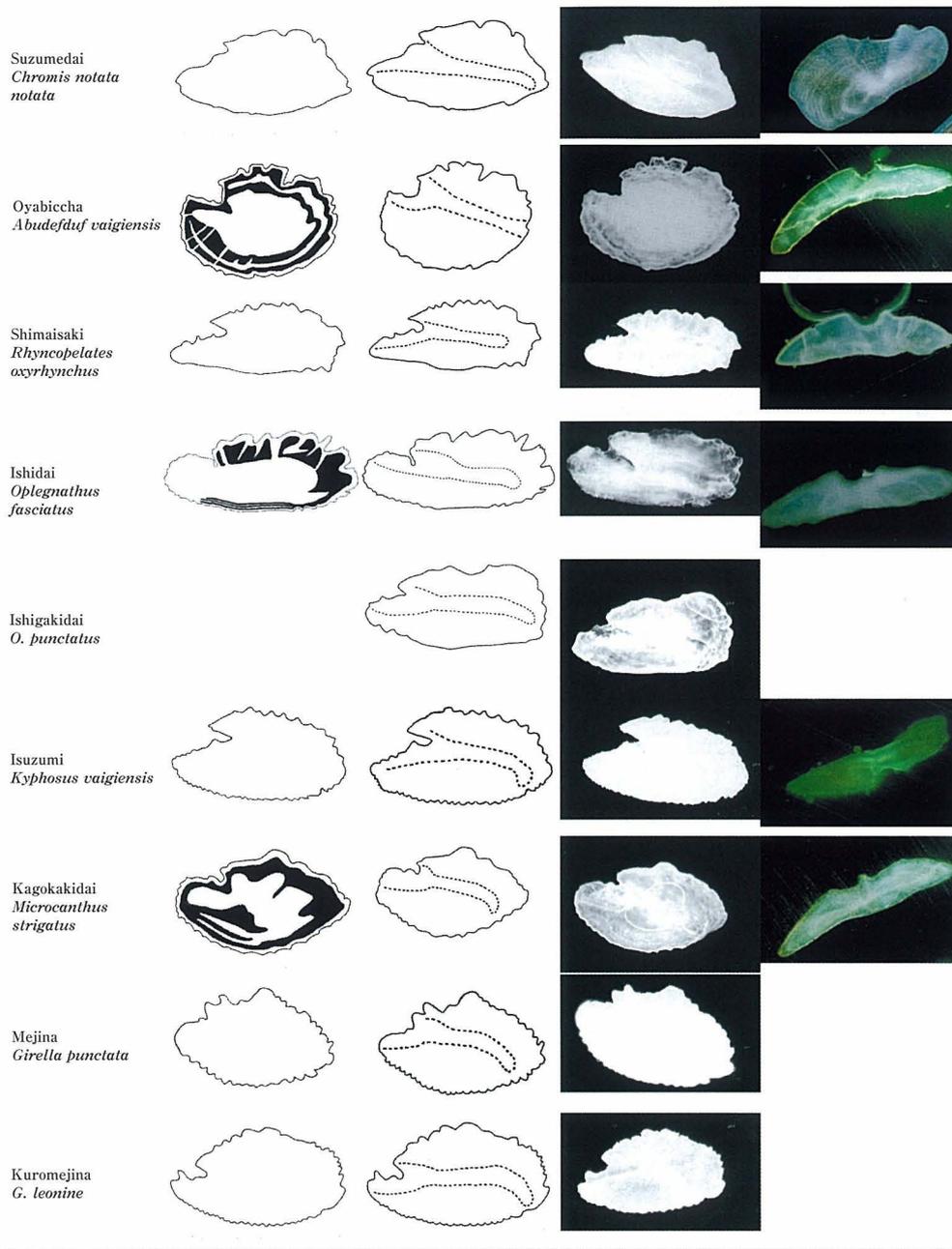












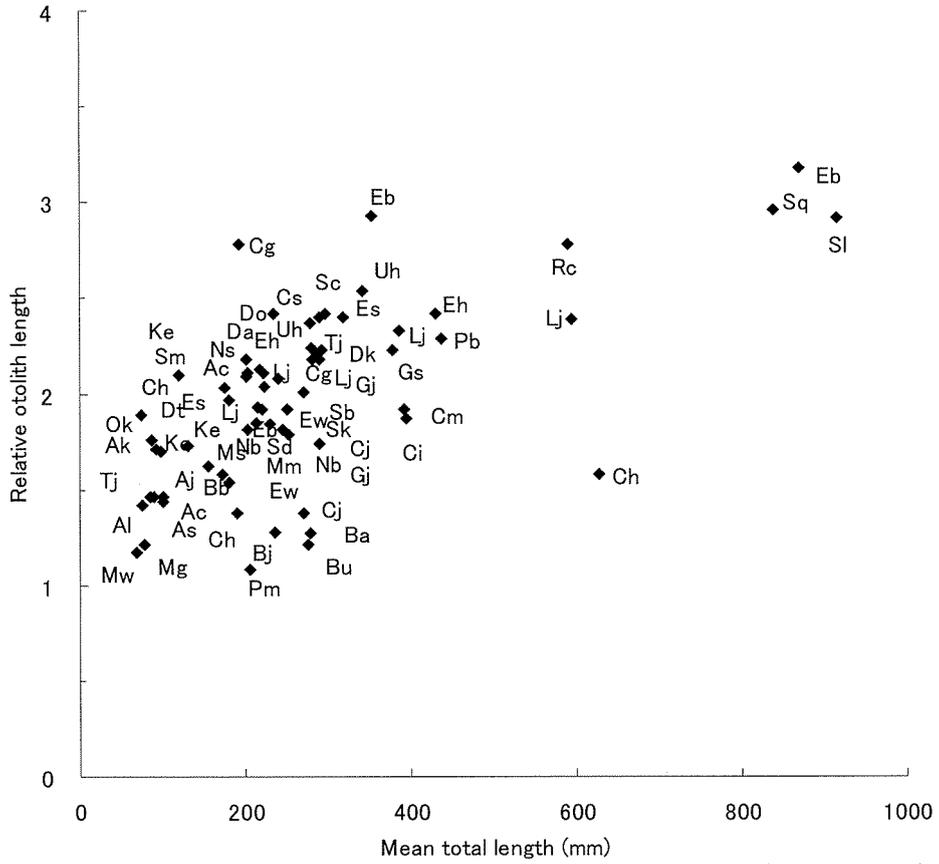


Fig. 2-25. Relation of otolith length:height ratio to total length (Perciforms 1). Abbreviations see table 2-12.

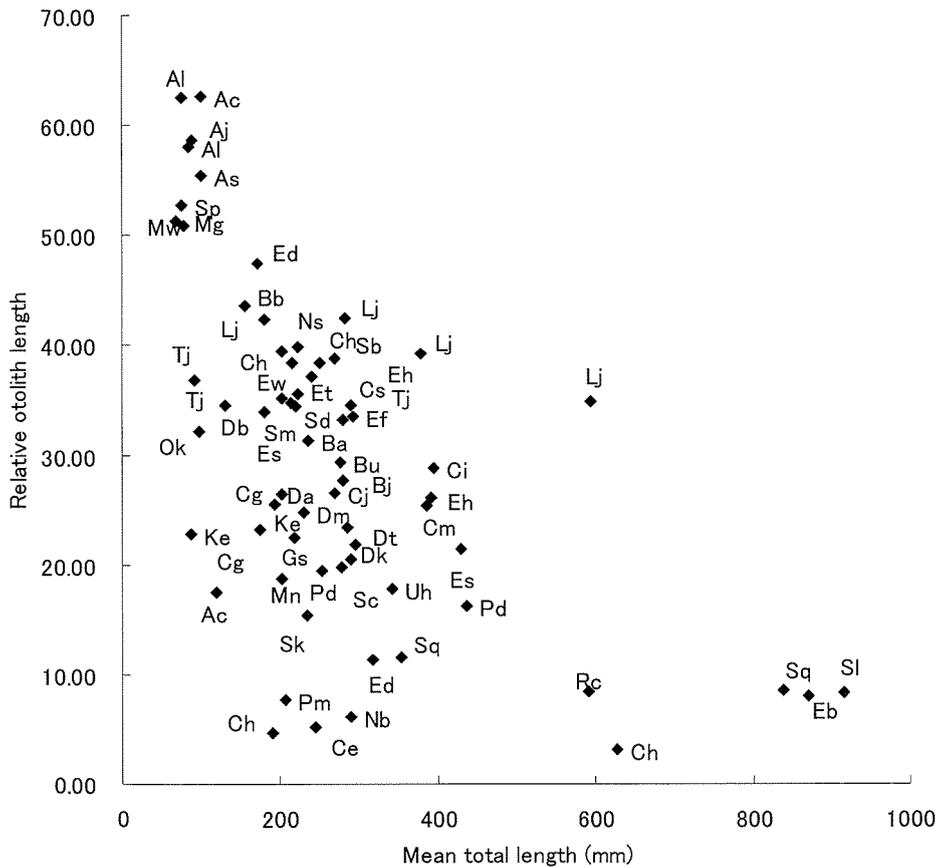


Fig. 2-26. Relation of otolith size index to total length (Perciforms 1). Abbreviations see table 2-12.

28-20. シマガツオ科 *Bramidae*シマガツオ *Brama japonica*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は大きく明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

マンザイウオ *Taractes asper*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、中央から後部で下方に湾曲して、後縁に達する (I₂型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭 (半透明) ある。

28-21. フエダイ科 *Lutjanidae*ヨコスジフエダイ *Lutjanus kasmira*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、中央から後部で下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒメフエダイ *L. gibbus*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は著しく強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ハマダイ *Etelis coruscans*

外形はやや短めの長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-22. タカサゴ科 *Caesionidae*クマササハナムロ *Pterocaesio tile*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ニセタカサゴ *P. marri*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方

に伸び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

28-23. マツダイ科 *Lobotidae*マツダイ *Lobotes surinamensis*

外形は全縁に小さい不規則な凹凸がみられる楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、中央から後部付近で下方に湾曲して、下縁後部に達する (I₂型) か、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

28-24. イサキ科 *Haemulidae*ヒゲソリダイ *Hapalogenys nitens*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は明確でない。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒゲダイ *H. nigripinnis*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形型 (c 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

セトダイ *H. mucronatus*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

イサキ *Parapristipoma trilineatum*

外形は楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、中央から後部で下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定が可能である。

コシヨウダイ *Plectorhynchus cinctus*

外形は短めな長楕円形 (C 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は強い反

り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が著しく下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-25. イトヨリダイ科 Nemipteridae

イトヨリダイ *Nemipterus virgatus*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が前部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定は可能である。

タマガシラ *Parascalopsis inermis*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近で下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-26. タイ科 Sparidae

ヘダイ *Sparus sarba*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央の後部付近で下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに下方に湾曲して、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

キチヌ *A. latus*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに下方に湾曲して、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マダイ *Pagrus major*

外形は全縁に凹凸がみられる楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定に用いられている。

チダイ *Eyvynnis japonica*

外形は楕円形 (B 型) で、前角はやや発達し、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が中央付近にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が僅かに下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒレコダイ *E. cardinalis*

外形は短めの長楕円形 (C 型) で、同属のチダイと異なっている。前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キダイ *Dentex tumifrons*

外形は全縁に小さい凹凸がある四角形に近い円形 (A 型) で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、研磨による年齢査定に用いられている。

28-27. フェフキダイ科 Lethrinidae

イトフエフキ *Lethrinus genivittatus*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ハマフエフキ *L. nebulosus*

外形は下縁から後縁に小さい凹凸がみられる楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや振りがある強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下部に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

シモフリフエフキ *L. lentjan*

外形は下縁から後縁に小さい凹凸がみられる楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形はやや振りがある強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

28-28. ニベ科 Sciaenidae

コニベ *Johnius grypotus*

外形は、三角形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は突出隆起型 (d型) で、凹面には、著しい隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

コイチ *Nibea albiflora*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は認められない。側面形は突出隆起型 (d型) で、凹面には、複数の瘤状隆起が中央部から上部にみられる。溝は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し、耳石前部の頭部が浅く細く、後部の尾部は深く広く、後縁付近で下方に曲がっている (V型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ニベ *N. mitsukurii*

外形は卵型の楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が殆どみられず、欠刻は認められない。側面形は突出隆起型 (d型) で、凹面には、複数の瘤状隆起が中央部を中心にみられる。溝は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し、耳石前部の頭部が浅く細く、後部の尾部は深く広く、後縁付近で下方に曲がっている (V型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

シログチ *Pennahia argentata*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻は認められない。側面形は突出隆起型 (d型) で、凹面には、複数の瘤状隆起が中央から後部にみられる。溝は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し、耳石前部の頭部は浅く細く、後部の尾部は深く広く、後縁付近まで認められる (V型)。輪紋は、表面観察ではやや不明確である。

ホンニベ *Miichthys miiuy*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は認められない。側面形は突出隆起型 (d型) で、凹面には、多数の瘤状隆起がほぼ全面にみられる。溝は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し、耳石前部の頭部は浅く細く、後部の尾部は深く広く、後縁付近で下方に曲がっている (V型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

キグチ *Larimichthys polyactis*

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は認められない。側面形は突出隆起型 (d型) で、凹面には、複数の瘤状隆起が中央から後部にみられる。溝は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し、耳石前部の頭部は浅く細く、後部の尾部は深く広く、後縁付近で膨らんでいる (V型)。

輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

フウセイ *L. crocea*

外形は上縁後部に凹みがある楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻は明確でない。側面形は突出隆起型 (D型) で、凹面には、複数の瘤状隆起が中央から後部がみられる。溝は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し、耳石前部の頭部は浅く細く、後部の尾部は深く広く、後縁付近でやや膨らんでいる (V型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

28-29. キス科 Sillaginidae

シロギス *Sillago japonica*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、肥厚状の隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から下縁に沿って後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、薄片観察による年齢査定が可能である。

28-30. ヒメジ科 Mullidae

ヒメジ *Upeneus japonicus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達し、前上角が発達せず、欠刻は明確でないが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

オジサン *Parupeneus multifasciatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央から後部付近で湾曲して後縁に達する (I₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-31. チョウチヨウウオ科 Chaetodontidae

ゲンロクダイ *Chaetodon modestus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角は発達するが、前上角がやや発達せず、欠刻は不明確である。側面形は、上縁と下縁が凹面側にやや曲がる反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、僅かに湾曲して後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

28-32. キンチャクダイ科 Pomacanthidae

キンチャクダイ *Chaetodontoplus septentrionalis*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角がやや発達

し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-33. カワビシヤ科 Pentacerotidae

カワビシヤ *Histiopterus typus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から斜め下方に延び、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

クサカリツボダイ *Pseudopentaceros wheeleri*

外形は長めの楕円形 (B 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後縁が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-34. タカノハダイ科 Cheilodactylidae

タカノハダイ *Goniistius zonatus*

外形は前縁が尖った長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は上縁と下縁が凹面側にやや曲がる反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央から後部付近で下方に湾曲して、下縁の後部に達する (I₂型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

ユウダチタカノハ *G. quadricornis*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は上縁と下縁が凹面側にやや曲がる強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

28-35. アカタチ科 Cepolidae

スミツキアカタチ *Cepola schlegelii*

外形は米粒に似た楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、肥厚状の隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、前部が幅広く、中央と後縁の中間付近まで認められる (B₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アカタチ *Acanthocephala krusensternii*

外形は米粒に似た楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側

面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、肥厚状の隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、前部は著しく幅広く、中央と後縁の中間付近まで認められる (B₃型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

28-36. カワスズメ科 Cichlidae

カワスズメ *Oreochromis mossambicus*

外形は全縁に不規則な凹凸がみられる楕円形 (B 型) で、前角は発達するが、前上角が発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-37. ウミタナゴ科 Embiotocidae

オキタナゴ *Neoditrema ransonneti*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が僅かに下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ウミタナゴ *Ditrema temmincki*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻はやや明確である。全長 55 mm の胎仔の欠刻は極めて明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定は可能である。

28-38. スズメダイ科 Pomacentridae

スズメダイ *Chromis notata notata*

外形は楕円形 (B 型) と長楕円形 (C 型) で、前角はやや発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

オヤビッチャ *Abudefduf vaigiensis*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央の後部付近で斜め下方に曲がり、後縁に達する (I₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-39. シマイサキ科 Teraponidae

シマイサキ *Rhyncopelates oxyrhynchus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (B₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-40. イシダイ科 Oplegnathidae

イシダイ *Oplegnathus fasciatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

イシガキダイ *O. punctatus*

外形は長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が前上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

28-41. イスズミ科 Kyphosidae

イスズミ *Kyphosus vaigiensis*

外形は全縁に波型凹凸がみられる長楕円形 (C型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形はやや強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

28-42. カゴカキダイ科 Microcanthidae

カゴカキダイ *Microcanthus strigatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は強い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

28-43. メジナ科 Girellidae

メジナ *Girella punctata*

外形は主に下縁に波型凹凸がみられる楕円形 (B型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面

には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部から下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

クロメジナ *G. leonine*

外形は主に下縁に波型凹凸がみられる楕円形 (B型) である。前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はメジナに比べて明確である。側面形は反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が上部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部から下方に湾曲して、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

スズキ亜目の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.08 ~ 3.06の範囲で、アジ科のツムブリが最も大きく、キンメダイ科のキンメダイが最も小さい。種内の体長による耳石長比の相違は、ブラックバス (サンフィッシュ科)、シイラ (シイラ科)、マダイ (タイ科)、イシダイ (イシダイ科) とクロメジナ (メジナ科) ではみられないが、スズキ (スズキ科) とアジ科のツムブリ、ブリ、マアジとカイワリでは認められ、体長が大きいグループほど耳石長比が大きい。標本魚種が比較的多い科で特徴をみると、アジ科では1.74 ~ 3.06の範囲で、体長が大きくなるに従って、耳石長比が大きくなる傾向がみられる。タイ科では1.10 ~ 2.03の範囲で、ヒレコダイ (2.03) とキダイ (1.10) 以外は1.41 ~ 1.75内に集中している。ニベ科では1.26 ~ 2.50の範囲で、アジ科同様、体長が大きくなるに従って、耳石長比が大きくなる傾向がみられる。全体的にみて、キントキダイ科、アマダイ科、ホタルジャコ科 (オオメハタ・ワキヤハタ)、タイ科 (キダイ) とニベ科 (コニベ) が1.4以下で小さく、スギ科、アジ科 (カンバチ・オアカムロ・オキアジ・ブリ・ツムブリ・ヒラマサ)、チョウチョウウオ科とニベ科 (ホンニベ) が2.4以上で大きい。

相対耳石サイズは3.90 ~ 62.63の範囲で、テンジクダイ科のマトイシモチが最も大きく、シイラ科のシイラが最も小さい。種内の体長による相対耳石サイズの相違は、シイラ (シイラ科)、カイワリ (アジ科) ではみられないが、スズキ (スズキ科)、ブラックバス (サンフィッシュ科)、アジ科のツムブリ、ブリとマアジ、マダイ (タイ科)、イシダイ (イシダイ科) とクロメジナ (メジナ科) では若干認められる。魚種が比較的多い科で特徴をみると、ハタ科では22 ~ 40の範囲で、ヌノサラシ (22) とヒレグロハタ (25) とシマハタ (29) 以外は32 ~ 40内に集中する。アジ科では、6 ~ 35の比較的広い範囲で、ツムブリ、ブリモドキ、ブリとヒ

ラマサが小グループ (6~10), カンパチ, シマアジ, イトヒキアジ, オキアジ, モロ, クサヤモロ, オアカモロ, マルアジ, ギンガメアジとアカアジが中グループ (16~27) とマアジ (35) が大グループの3グループに分けられる。タイ科では29~46の範囲で, キチヌとヘダイ以外は35以上を示している。ニベ科では26~45の範囲で, フウセイとホンニベ以外は40前後で大きい。全体的にみて, ホタルジャコ科のヒメスミタイウオ, ワキヤハタ, ホタルジャコ, オオメハタとテンジクダイ科のテッポウイシモチ, ネンブツダイ, テンジクダイ, マトイシモチが50以上で大きく, シイラ科, スギ科とアジ科のブリモドキとヒラマサが10以下で小さい。体長と相対耳石サイズとの関係では, 全体として体長が大きくなるに従って, 相対耳石サイズが小さくなる傾向がみられる。

スズキ亜目の耳石形態の特徴を整理すると, オオメハタ (ホタルジャコ科), キントキダイ (キントキダイ科) とキダイ (タイ科) が円形 (A型), ギンカガミ (ギンカガミ科) が三角形 (F型), ツムブリ (アジ科) が広線形 (E型) で, その他の魚種は楕円形 (B型) か長楕円形 (C型) である。側面形は, 反り状型が主体で, ワキヤハタ (ホタルジャコ科) が棒状型 (b型), ヒゲダイ (イサキ科) が半広線形 (c型), ニベ科 (6種) が突出隆起型 (d型) である。反り状型には, 反り度合いの程度に強弱がみられる。凹面の隆起はほぼ半数の魚種にみられる。ニベ科 (6種) では複数の瘤状突出, シロギス (キス科) とアカタチ科のスミツキアカタチ, アカタチには, 肥厚がみられるが, その他の魚種では全面あるいは部分的に僅かにみられる程度である。縁辺の形状では, 判別要因には成らないが, キントキダイ科, アマダイ科, ムツ科, ヒイラギ科, マツダイ科, タイ科, カワスズメ科, メジナ科等で, 鋸歯状, 波型等の凹凸が顕著である。溝はII型が主体で, I型とV型が出現する。II型では, II₁型, II₂型とB₃型の3つのSub-typeが現れ, II₁型が46%, 下方への湾曲および溝の後端が下部に曲がり, 後縁あるいは下縁の後部付近まで認められるタイプのII₂型は33%を占めている。A型は全体の17%程度出現し, I₂型がI₁型より多い。E型は「おたまじゃくし」に似た特異な形状を示し, ニベ科の溝の特徴と考えられる。組み合わせコードでは, B-a-II型 (39%) が最も多く, 次いでC-a-II型 (28%), C-a-I型 (10%), B-a-I型 (7%), B-d-V型 (5%) の順になる。

ニベ科の溝の形状については, 「おたまじゃくし」形状の頭部 (Ostium) と尾部 (Cauda) に分けられるが, 尾部の形状の変化から4型に分類されている (Chu *et*

al., 1963, 谷口, 1981)。谷口 (1981) はニベ型, シログチ型, コニベ型とキグチ型の4型に分けており, 本章で取り扱ったニベ科では, コニベの形状が不明であったので, コニベ型を除いた3型に分けられる。大西洋やアメリカ太平洋産ニベ科の *Rseudotolithus senegalensis*, *Cynoscion regalis*, *Argyrosomus indorus* と *Pogonias cromis* は日本産とは属や種が異なるが, いずれも「おたまじゃくし」形状のニベ型を示している (Poinsard, 1966, Lowerre-Barbieri *et al.*, 1994, Griffiths, 1996, Campana, 2004)。このような溝の特異な形状はスズキ亜目魚類におけるニベ科の明確な特徴といえる。また, テンジクダイ科の溝域 (B型) は, 前半 (Ostium) はかなり広いが, 後半 (Cauda) は急激に狭くなり, 溝域全体の形状にE型との共通点がみられる。

耳石長比は1.08~3.06の範囲で, ツムブリ (アジ科) が最も大きく, キンメダイ (キンメダイ科) が最も小さい。アジ科やニベ科では, 体長が大きくなるに従って, 耳石長比が大きくなる傾向がみられる。相対耳石サイズは4~63の範囲で, マトイシモチ (テンジクダイ科) が最も大きく, シイラ (シイラ科) が最も小さい。全体として, 体長が大きくなるに従って, 相対耳石サイズが小さくなる傾向がみられる。

耳石長比と耳石相対サイズを科別 (平均値) に検討すると, 耳石長比では, 表層回遊性のスギ科 (2.78) とアジ科 (2.35), 沿岸 (岩礁) 性のチョウチョウオ科 (2.42) とシマイサキ科 (2.31) が2.3以上で大きく, 浅海底層性のキントキダイ科 (1.23), アマダイ科 (1.25), ホタルジャコ科 (1.45) と沿岸岩礁性のテンジクダイ科 (1.45) が1.5以下で小さい。体長との関係では全体的にみて, 体長が大きくなるに従って, 耳石長比がやや大きくなるが明確でない。耳石相対サイズでは, 沿岸岩礁性のテンジクダイ科 (63) が著しく大きく, 沖合表層性のシイラ科 (5), スギ科 (8), シマガツオ科 (10) が小さい。体長との関係では全体的にみて, 体長が大きくなるに従って, 耳石相対サイズが小さくなる傾向が認められる。属間や属内の種の判別では, アジ科のブリ類 (ツムブリ属, ブリ属) とアジ類 (マアジ属, ムロアジ属等) では, 耳石長比の平均値が2.77と2.25, 耳石相対サイズの平均値が11と22で, 比較的明確な相違がみられる。マアジ (マアジ属) は耳石相対サイズが33で, 他のアジ科に比べて大きい。ニベ科は, 耳石長比ではホンニベ (2.50) とその他のニベ科 (1.26~1.86), 耳石相対サイズではフウセイ (26) とその他のニベ科 (35~45) に相違がみられる。キントキダイ科のチカメキントキとキントキダイ, ヒイラギ科のヒイラギとオキヒイラギ, スズ

Table 2-13. Sample used for otolith measurement (Perciforms 2)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms	
Leiognathidae														
	Hirragi	<i>Leiognathus nuchalis</i>	Ln		9	125	110-133	2.80	1.38	3.09	2.03	22.55	B,C	a I ₁
	Okihirragi	<i>L. rivulatus</i>	Lv		4	71	60-82	2.74	1.81	6.99	1.53	38.40	B	a II ₁
Bramidae														
	Shimagatsuo	<i>Brama japonica</i>	Bj		21	484	430-555	4.93	2.25	2.29	2.21	9.90	C	a II ₃
	Manzaiuo	<i>Taractes asper</i>	Ta		1	467	467	4.65	2.15	2.14	2.16	9.95	C	a I ₂
Lutjanidae														
	Hachibiki	<i>Erythrocles schlegelii</i>	Es		1	628	628	11.70	5.40	10.06	2.17	18.63	C	a II ₂
	Yokosujifudai	<i>Lutjanus kasmira</i>	Lk		11	181	103-263	8.15	4.27	19.23	1.90	45.27	B	a II ₂
	Himefudai	<i>L. gibbus</i>	Lg		1	364	364	9.40	5.40	13.95	1.74	25.82	B	a II ₂
	Hamadai	<i>Etelis coruscans</i>	Ec		1	414	414	11.10	5.30	14.21	2.09	26.81	C	a II ₂
Caesionidae														
	Kumasahanamuro	<i>Pterocaesio tile</i>	Pt		4	237	226-243	6.40	3.50	9.45	1.83	26.93	B	a II ₁
Lobotidae														
	Matsudai	<i>Lobotes surinamensis</i>	Ls		4	323	244-520	9.08	4.80	13.49	1.89	29.03	B	a I ₂ , II ₂
Haemulidae														
	Higesoridai	<i>Haplogenyus nitens</i>	Hn		4	175	161-190	6.65	3.96	15.05	1.68	38.01	B	a II ₂
	Higedai	<i>H. nigripinnis</i>	Hg		1	180	180	6.90	3.85	14.76	1.79	38.33	B	c II ₂
	Setodai	<i>H. mucronatus</i>	Hm		5	183	128-223	7.15	4.63	18.09	1.54	40.25	B	a II ₂
	Isaki	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	Pr		16	264	146-350	8.99	4.96	16.89	1.81	34.62	B	a II ₂
	Korodai	<i>Diagramma pictum</i>	Dp		1	489	489	14.05	7.75	22.27	1.81	28.73	B	a II ₂
	Kosyoudai	<i>Plectrohinchus cinctus</i>	Pc		11	230	153-320	7.11	3.40	10.51	2.09	31.18	C	a II ₂
Nemipteridae														
	Itoyoridai	<i>Nemipterus virgatus</i>	Nv		9	162	95-265	5.59	3.62	12.49	1.55	35.11	B	a II ₂
	Tamagasira	<i>Parascloopsis inermis</i>	Pi		3	212	198-226	7.23	3.10	10.57	2.33	34.04	C	a II ₂
Sparidae														
	Hedai	<i>Sparus sarba</i>	Ss		2	197	143-250	5.50	3.63	10.13	1.54	28.58	B	a II ₁
	Kurodai	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	As		5	156	106-200	5.58	3.59	12.84	1.65	37.09	B	a II ₁
	Kichinu	<i>A. latus</i>	Al		2	181	166-196	5.43	3.10	9.30	1.75	30.02	B	a II ₁
	Madai	<i>Pagrus major</i>	Pm	Small	7	161		6.90	4.53	19.41	1.52	36.78	B	a II ₁
			Pm	Large	4	320		10.35	6.49	20.99	1.59	32.41	B	a II ₁
	Chidai	<i>Evynnis tumifrons</i>	Ej		15	174	131-275	7.30	5.17	21.69	1.41	42.20	B	a II ₁
	Hirekodai	<i>E. cardinalis</i>	Ec		10	167	119-192	6.54	3.22	12.61	2.03	39.52	C	a II ₁
	Kidai	<i>Dentex tumifrons</i>	Dt		6	157	97-180	7.08	6.45	29.09	1.10	46.16	A	a II ₁
Lethrinidae														
	Itoufuefuki	<i>Lethrinus genivittatus</i>	Lf		1	77	77	3.00	1.60	6.23	1.88	38.96	B	a II ₁
	Hamafuefuki	<i>L. nebulosus</i>	Ln		1	398	398	10.70	6.80	18.28	1.57	26.88	B	a II ₂
	Shimofurifuefuki	<i>L. lentjan</i>	Ll		1	358	358	11.50	8.40	26.98	1.37	32.12	B	a II ₂
Sciaenidae														
	Konibe	<i>Johnius grypotus</i>	Jg		2	157	154-159	6.99	5.57	24.80	1.26	44.64	B	d nd
	Koichi	<i>Nibea albiflora</i>	Na		3	256	206-352	9.90	6.07	23.47	1.62	39.26	B	d V
	Nibe	<i>N. misukuri</i>	Nm		5	178	202-248	7.59	5.11	21.79	1.46	42.82	B	d V
	Shiroguchi	<i>Pennahia argentata</i>	Pa		10	223	177-277	8.92	6.28	25.12	1.42	40.16	B	d V
	Hon-nibe	<i>Miichthys miiuy</i>	Mm		3	388	360-405	13.40	5.37	18.55	2.50	34.51	C	d V
	Kiguchi	<i>Larimichthys polyactis</i>	Lp		5	274	258-303	9.94	5.74	20.82	1.73	36.29	B	d V
	Fusei	<i>L. crocea</i>	Lc		2	372	306-437	9.53	5.10	13.07	1.86	25.50	B	d V
Sillaginidae														
	Hoshigisu	<i>Sillago aeolus</i>	Sa		2	258	257-258	11.25	6.10	26.60	1.85	43.69	B	a II ₁
	Shirogisu	<i>Sillago japonica</i>	Sj		5	167	117-246	6.52	3.88	15.15	1.67	39.40	B	a II ₁
Mullidae														
	Himeji	<i>Upeneus bensasi</i>	Uj		10	133	105-152	3.40	2.04	5.22	1.66	25.61	B	a II ₁
	Ojisan	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Po		1	237	237	3.35	2.00	2.83	1.68	14.13	B	a I ₂
Chaetodontidae														
	Genrokudai	<i>Chaetodon modestus</i>	Cm		2	105	100-110	4.00	1.65	6.29	2.42	38.13	C	a II ₁
Pomacanthidae														
	Kinchakudai	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	Cs		3	118	98-131	5.13	3.40	14.78	1.52	44.29	B	a II ₁
Pentaceroftidae														
	Kawabisyu	<i>Histioplerus typus</i>	Ht		2	218	185-250	5.95	4.20	11.46	1.42	27.45	B	a II ₂
	Kusakaritsubodai	<i>Pseudopentaceros wheeleri</i>	Pw		4	320	286-386	9.61	4.88	14.66	1.98	30.10	B	a II ₁
Cheilodactylidae														
	Takanohadai	<i>Goniistius zonatus</i>	Gz		7	388	352-419	6.34	2.88	4.71	2.23	16.28	C	a I ₂
	Yuudachitakanoha	<i>G. quadricornis</i>	Gq		9	304	267-354	5.73	2.56	4.83	2.26	18.77	C	a II ₂
Cepolidae														
	Sumitsukiakatachi	<i>Cepola schlegelii</i>	Cg		5	281	173-358	4.47	2.39	3.80	1.88	16.51	B	a II ₂
	Akatachi	<i>Acanthocepola krusensternii</i>	Ak		1	251	251	4.25	2.30	3.89	1.85	16.93	B	a II ₂
Cichlidae														
	Kawasuzume	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Om		1	203	203	6.80	4.80	16.08	1.42	33.49	B	a II ₁
Embiotocidae														
	Okitanago	<i>Neoditrema ransonneti</i>	Nr		19	139	94-201	4.65	2.64	8.83	1.76	33.94	B	a II ₁
	Umitanago	<i>Ditrema temmincki</i>	Dt		15	172	129-225	5.26	2.95	9.02	1.77	30.06	B	a II ₁
Pomacentridae														
	Suzumedai	<i>Chromis notata notata</i>	Cn		3	132	55-134	6.25	3.02	14.30	2.08	47.45	B,C	a II ₁
	Oyabiccha	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	Av		2	171	106-236	4.53	3.00	7.95	1.59	26.18	B,C	a I ₂
Teraponidae														
	Shimaisaki	<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	Ro		9	200	148-231	5.81	2.59	7.52	2.31	28.95	C	a II ₃
Oplegnathidae														
	Ishidai	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	Of	Small	7	175		4.19	2.26	5.41	2.10	24.57	C	a II ₂
			Of	Large	1	368	368	7.90	3.50	7.51	2.26	21.46	C	a II ₂
	Ishigakidai	<i>O. punctatus</i>	Op		1	166	166	4.10	1.85	4.57	2.22	24.69	C	a II ₂
Kyphosidae														
	Isuzumi	<i>Kyphosus vaigiensis</i>	Kv		7	195	141-232	4.68	2.20	5.28	2.19	24.42	C	a II ₂
Scorpididae														
	Kagokakidai	<i>Microcanthus strigatus</i>	Ms		4	190	172-231	6.51	3.95	13.53	1.65	34.45	B	a II ₂
Girellidae														
	Mejina	<i>Girella punctata</i>	Gp		7	182	155-245	4.08	2.47	5.54	1.65	22.51	B	a II ₂
	Kuromejina	<i>G. leonine</i>	Gl	Small	3	137		3.28	1.97	4.72	1.67	23.97	B	a II ₂
			Gl	Large	1	252	252	4.90	2.90	5.64	1.61	19.44	B	a II ₂

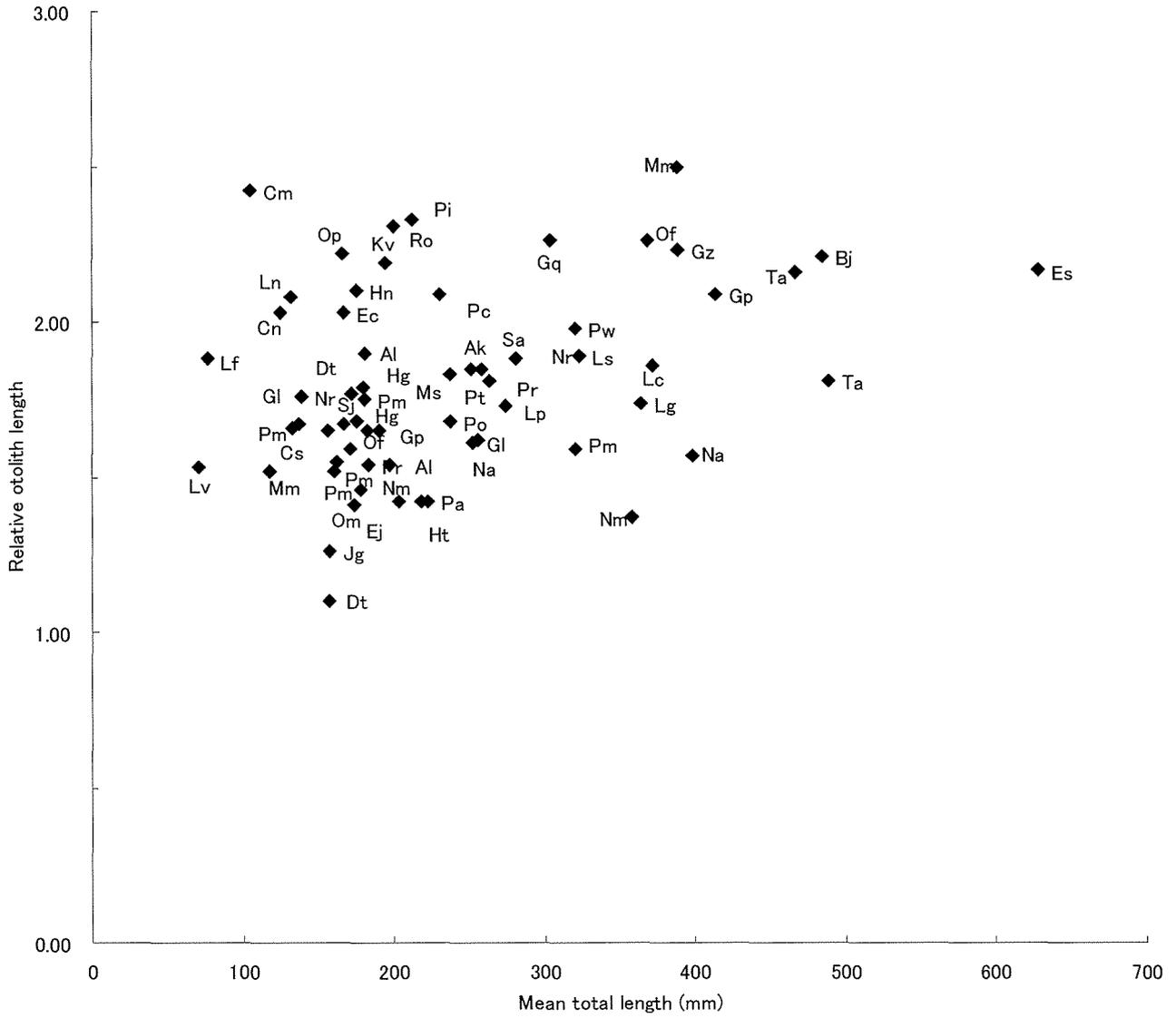


Fig. 2-27. Relation of otolith length:height ratio to total length (Perciforms 2). Abbreviations see table 2-13.

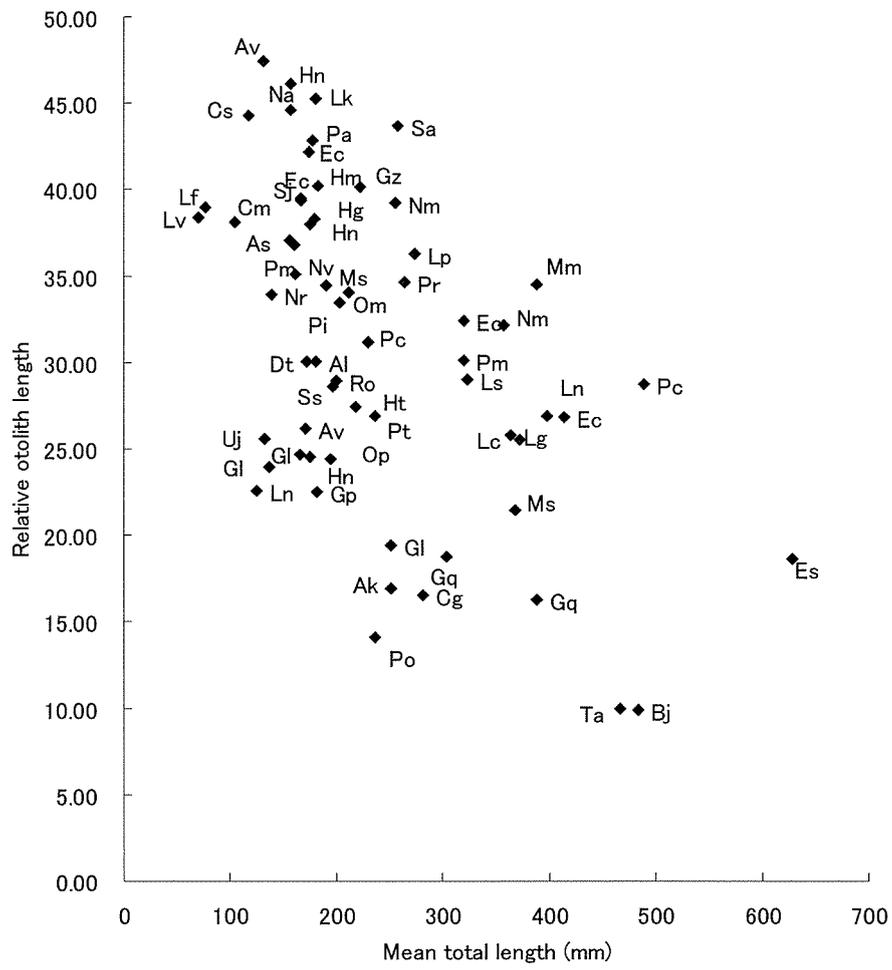


Fig. 2-28. Relation of otolith size index to total length (Perciforms 2). Abbreviations see table 2-13.

メダイ科のスズメダイとオヤビッチャでは、耳石長比と相対耳石サイズに相違が認められ、科としての類似性がみられない。亜目全体としてみると、耳石長比では、1.23～2.78の範囲で、スギ科が最も大きく、キントキダイ科が最も小さい。全体の平均値は1.83で、0.2毎の頻度分布では、1.61～1.80台(33%)と1.81～2.00台(24%)が主体で、やや右すその長い組成を示している。耳石相対サイズでは、5～60の範囲で、テンジクダイ科が最も大きく、シイラ科が最も小さい。全体の平均値は30で、10毎の頻度分布では、31～40台(41%)と21～30台(26%)が主体の組成を示している。

29. スズキ目 (Perciformes)・スズキ亜目以外 (Tables 2-13, 2-14, Figs. 2-29, 2-30, 2-31, 2-32, 2-33)

日本産スズキ目魚類は科数と種数からみて、スズキ亜目(68科)とその他の16亜目(57科)に大別され、その他の16亜目の種数はスズキ目全種(1,920種)の過半数を占めている。

スズキ亜目以外の16亜目は57科1,073種で、ハゼ亜目の一部、ゴクラクギョ科とタイワンドジョウ科の内水面魚類を除き、日本周辺の汽水域から深海域に生息するが、産業的に価値がある特定の魚種以外は、生態的特徴は殆ど解明されていない。魚種数が比較的多い科はベラ科(ベラ亜目)、ゲンゲ科(ゲンゲ亜目)、イソギンボ科(ギンボ亜目)とハゼ科(ハゼ亜目)で、それらの殆どが比較的浅海に生息し、岩礁域やその周辺域を生活の場としている。有用種はベラ亜目のベラ科とブダイ科、ワニギス亜目のハタハタ科とイカナゴ科、カジキ亜目のマカジキ科とメカジキ科、サバ亜目のタチウオ科とサバ科で、マカジキ科、メカジキ科とサバ科は回遊性の浮魚類である。また、イカナゴ科のイカナゴ、サバ科のマサバとカツオは多獲性魚類、サバ科のクロマグロ、メバチ、キハダ等のマグロ類やカジキ類は中高級魚として産業上の重要種である。

耳石の形態、年齢に関する研究はサバ科、タチウオ科、イカナゴ科、ハタハタ科等を対象に、比較的多く行われている。

形態に関する研究については、耳石外形、溝の形状等の特徴の研究と系群判別、耳石化石等に関する報告に分けて述べる。形状の特徴に関する研究は、複数科魚類の研究では日本産のツバメコノシロ科1種、カマス科3種、ワニギス科2種、ベラ科7種、ブダイ科2種、クロタチカマス科4種、サバ科4種、タチウオ科2種、ニザダイ科3種、アイゴ科2種、イボダイ科2種、エボシダイ科1種、マナガツオ科1種、ハゼ科15種、オオカミウオ科1種、トラギス科6

種、ニシキギンボ科1種、タウエガジ科4種、ミシマオコゼ科3種、ゲンゲ科6種の外形、側面形、溝の形状等の特徴(Ohe, 1985)、南極周辺海域のゲンゲ科1種、Bovichthyidae科1種、Nototheniidae科19種、Harpagiferidae科10種、Bathydraconidae科8種、Channichthyidae科11種、クロタチカマス科1種、タチウオ科2種、Centrolophidae科1種の外形と溝の形状(Hecht, 1987)、日本産のクロタチカマス科1種、タチウオ科1種、サバ科9種の耳石外形と耳石長と体長との関係(中村, 1994)に関する報告がある。また、北西大西洋のイカナゴ科1種、オオカミウオ科1種、ネズッポ科1種、イボダイ科1種、クロボウズ科1種、ハダカオオカミウオ科1種、クロタチカマス科2種、ベラ科2種、ニシキギンボ科1種、サバ科12種、タウエガジ科5種、マナガツオ科1種、タチウオ科2種、メカジキ科2種、ゲンゲ科10種、Caristiidae科1種、Pomatomidae科1種について、凹凸両面の写真画像が提示されている(Campana, 2004)。さらに、南アフリカ周辺海域のツバメコノシロ科3種、ベラ科34種、ブダイ科10種、ゲンゲ科3種、クロボウズギス科2種、ミシマオコゼ科1種、ホカケトラギス科2種、ヘビギンボ科2種、アサヒギンボ科22種、イソギンボ科15種、イカナゴ科1種、ネズッポ科3種、ハゼ科16種、アイゴ科3種、ニザダイ科18種、クロタチカマス科4種、タチウオ科3種、サバ科14種、マカジキ科1種、メカジキ科1種、マナガツオ科6種、エボシダイ科7種、ドクウロコイボダイ科1種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている(Malcolm *et al.*, 1995)。

単一科魚類の研究では、瀬戸内海のサワラの耳石外形、溝の形状等の特徴(松島, 1958)、東太平洋のサバ科魚類9種の耳石平面(凹凸面)の特徴(Fitch and Craig, 1964)、関東近海のマサバの耳石輪紋の性状(近藤・黒田, 1966)、カリフォルニア近海のサバ科8種の外形と溝の形状(Fitch and Schult, 1978)、フロリダ海域のマカジキ科のバショウカジキとクロカジキ属の耳石外形(Radtke and Dean, 1981, Radtke *et al.*, 1982)、北西大西洋のメカジキ(Radtke and Hurley, 1983)、オーストラリア近海のミナミマグロの耳石形状(Kalish *et al.*, 1996)に関する報告がある。また、地中海のイカナゴ科2種の耳石形状(Forest, 1951)、カリフォルニア海域のタチウオ科の *Benthodesmus elongatus* の耳石外形(Anderson *et al.*, 1974)、ゲンゲ科の *Maynea californica* の耳石形状(Cailliet and Lea, 1977)、有明海のムツゴロウの耳石形状(塚本ら, 1983)、カリフォルニア海域のタウエガジ科の *Ernogrammus walker* の耳石形状(Follett

and Powell, 1988), カリブ海のハゼ科2種の耳石外形、溝の形状の特徴と溝域の割合の変化 (Arellano *et al.*, 1995), 台湾海域のボウズハゼの耳石外形と側面形 (Shen and Tzeng, 2002) に関する研究報告がある。

系群に関する研究では、大西洋サバの耳石の形態特徴による系群判別 (Castonguay *et al.*, 1991), 耳石輪紋長の解析による系群判別 (Dawson, 1991) に関する報告がある。耳石化石に関する研究では、ドイツ北部のハゼ科 (Campbell, 1929), 静岡県掛川市と神奈川県北部のハゼ科とゲンゲ科 (大江, 1983, 1991), カリフォルニア沿岸部のイボダイ科, ベラ科, ゲンゲ科, カマス科, ハゼ科, タウエガジ科 (Fitch, 1964, 1966, 1967ab, 1968) とコケギンボ科およびサバ科 (Huddleston and Barker, 1978) の耳石形状に関する報告がある。また、多獲性魚類のイカナゴやサバ類は有用種であると共に、サメ類, アシカ, オットセイ類やイルカ類等の魚食性動物の重要な餌生物になっており、捕食動物の胃内に残存する耳石から種の識別やそのサイズが推定され、食性研究の精度向上に役立っている (Pascoe, 1986, Antonelis, Jr. *et al.*, 1984, Brown and Mate, 1983, Tollit *et al.*, 1997, Mckinnon, 1994)。

年齢に関する研究では、サバ科が最も多く、タチウオ科, イカナゴ科, ハタハタ科が比較的多い。これらの科では、大部分の種が耳石の表面観察で年齢査定が行われている。

サバ科では、サバ属はカリフォルニア近海の *Pneumatophorus diego* (Fitch, 1951), 米国北西大西洋の *Scomber scombrus* (Steven, 1952), 新潟県近海と対馬海峡のマサバ (岡地ら, 1958), 関東近海のマサバ (吉原, 1955), 東北海域のマサバ (飯塚, 1967), 韓国近海のマサバ (Ann, 1971, Hwang, 1999), カリブ海の *Pneumatophorus aponicus* (Rodríguez-Roda, 1982), 高知県沖のゴマサバ (木村ら, 2002, 梨田ら, 2003) に関する研究報告がある。サワラ属では、瀬戸内海のサワラ (浜田・岩井, 1967), 米国メキシコ湾と大西洋岸の *Scomberomorus cavall* と *S. maculatus* (Johnson *et al.*, 1983, Fabul, Jr. *et al.*, 1987, Collins *et al.*, 1988, Schmidt *et al.*, 1993), 大西洋トリニダード・リコ海域の *Scomberomorus cavalla* (Sturm and Salter, 1989), 東シナ海・黄海のサワラ (濱崎, 1993) に関する研究報告がある。ハガツオ属では、*Sarda chiliensis*, (Campbell and Collins, 1975), マグロ属では、カナダ大西洋岸のクロマグロ (Hurley and Iles 1983), オーストラリア南西海域のミナミマグロ (Thorogood, 1987, Kalish *et al.*, 1996) に関する研究報告がある。また、メバチやミナミマグロでは、日周輪の観察と計測から年齢が推定されている (Itou and

Tsuji, 1996, 加藤, 2002)。

タチウオ科は国内での研究が多く、東シナ海・黄海のタチウオ (三栖, 1958, 1964, 浜田, 1972, 三尾ら, 1975), 駿河湾のタチウオ (小坂ら, 1967), 紀伊水道のタチウオ (阪本, 1976), 大阪湾のタチウオ (林, 1978), 熊野灘のタチウオ (鈴木・木村, 1980), 若狭湾のタチウオ (宗清・桑原, 1988, 宗清, 1991), 対馬近海のタチウオ (花淵, 1989), 鹿島灘のタチウオ (富永, 1994), 鹿児島湾のタチウオ (Ei-Haweet and Ozawa, 1996), 高知県および豊後水道のタチウオ (梶川, 1997), 南シナ海の *Trichiurus* spp (Kwok and Ni, 2000) に関する報告がある。イカナゴ科では、北海道周辺海域のイカナゴ (北片, 1957, 北浜, 1968), 英国沿岸の *Ammodytes tobianus* (Reay, 1972), 仙台湾および周辺海域のイカナゴ (Hatanaka and Okamoto, 1950, 兎玉, 1980, 鶴田・大関, 1991, 小林ら, 1995, 松本・根本, 1998), 日本周辺海域のイカナゴ (橋本, 1991), 北西大西洋グランドバンクの *Ammodytes dubius* (Winters, 1981), アラスカ湾の *Ammodytes hexapterus* (Robards *et al.*, 2002) に関する研究報告がある。ハタハタ科では、秋田県沿岸のハタハタ (古賀, 1933, 加藤・大内, 1956), 新潟県沿岸のハタハタ (三尾, 1967), 日本海のハタハタ (大内, 1958), 北海道周辺沿岸のハタハタ (小林, 1979) に関する研究報告がある。

その他の科魚類では、マナガツオ科, ハゼ科とニシキギンボ科が耳石の表面観察, ミシマオコゼ科, メカジキ科, ブダイ科, ニザダイ科とカマス科が薄片法で、イボダイ科, マカジキ科, Batrachoidae 科と Notothenidae 科が表面観察と薄片法の両法で年齢査定が行われている。ミシマオコゼ科では、東シナ海・黄海のアオミシマ (Mio, 1966), ニシキギンボ科では、米国北西大西洋岸の *Pholis gunnellus* (Sawyer, 1967), イボダイ科では、紀伊水道のイボダイ (阪本・鈴木, 1974), ニューゼaland近海の *Hyperoglyphe Antarctica* (Horn, 1988), メカジキ科では、北西大西洋のメカジキ (Radtke and Hurley, 1983), Batrachoidae 科では、米国大西洋岸の *Opsanus tau* (Wilson *et al.*, 1982, Radtke *et al.*, 1985), Notothenidae 科では、南極海の *Notothenia rossii*, *N. gibberifrons*, *Dissostichus mawsoni* と *Chaenocephalus aceratus* (Schneppenheim and Freytag, 1980, North *et al.*, 1980, Burchett *et al.*, 1984, Coggan *et al.*, 1990), マカジキ科では、大西洋バハマ近海の *Istiophorus platypterus* と *Makaira nigricans* (Prince *et al.*, 1987, Wilson *et al.*, 1991) に関する研究報告がある。また、マナガツオ科では、

周防灘のマナガツオ (林, 1995), ブダイ科では、オーストラリア東岸のグレートバリアー・リーフの *Scarus schlegeli* (Lou, 1992), *Chlorurus* 属 1 種と *Scarus* 属 5 種 (Chot *et al.*, 1996), ニザダイ科では、オーストラリア東岸のグレートバリアー・リーフの *Acanthurus nigrofuscus* (Hart and Russ, 1996), *Acanthurus lineatus*, *A. olivaceus*, *Ctenochaetus striatus*, *Zebbrasoma scopes*, *Naso brevirostris*, *N. hexacanthus*, *N. tuberosus*, *N. unicornis*, *N. vlamingii* と *Prionurus maculatus* の 5 属 10 種 (Choat *et al.*, 1996), カマス科では、鹿児島湾のアカカマス (増田ら, 2003), ハゼ科では、仙台湾河口域のマハゼ (片山ら, 2000) に関する研究報告がある。

本研究において耳石を採取した標本魚は、イボダイ亜目が 5 科 8 種、ベラ亜目が 2 科 10 種、ゲンゲ亜目が 4 科 22 種、ワニギス亜目が 6 科 7 種、ギンボ亜目が 1 科 1 種、イレズミコンニャクアジ亜目が 1 科 1 種、ネズッポ亜目が 1 科 8 種、ハゼ亜目が 2 科 27 種、ニザダイ亜目が 2 科 2 種、カジキ亜目が 2 科 3 種、サバ亜目が 4 科 22 種の合計 11 亜目 30 科 111 種である。

29-1. イボダイ亜目 Stromateoidei・イボダイ科 Centrolophidae

メダイ *Hyperoglyphe japonica*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角は発達し、前上角はあまり発達しないが、欠刻は明確である。側面形は反り状 (a 型) である。溝は細いが隆起が強く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

イボダイ *Psenopsis anomala*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型である (a 型)。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝はやや深いが細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-2. イボダイ亜目 Stromateoidei・マナガツオ科 Storomateidae

マナガツオ *Pampus punctatissimus*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は薄く、弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

シナマナガツオ *P. chinensis*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角は発達するが、前

上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-3. イボダイ亜目 Stromateoidei・エボシダイ科 Nomeidae

スジハナビラウオ *Psenes cyanophrys*

外形は卵形の楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ボウズコンニャク *Cubiceps squamiceps*

外形は短めの長楕円形 (C 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部からやや斜め下方に延び、後端で下方に曲がり、後縁付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-4. イボダイ亜目 Stromateoidei・オオメダイ科 Ariommatidae

マルイボダイ *Ariomma indica*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は大きく明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝の隆起は比較的顕著で、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

29-5. イボダイ亜目 Stromateoidei・ドクウロコイ ボダイ科 Tetragonuridae

ドクウロコイボダイ *Tetragonurus cuvieri*

外形は「茄子」に似た楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型である (A 型)。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

29-6. ベラ亜目 Labroidei・ベラ科 Labridae イラ *Choerodon azurio*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝はやや広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。溝の形状

はⅡ₁型が主体であるが、長さの短いⅡ₃型や後縁に達するⅠ₁型も出現する。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

シロクラベラ *C. shoenleinii*

外形は後部が細くなる楕円形(B型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、後端で下方に僅かに曲がり後縁に達する(Ⅰ₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

コブダイ *Semicossyphus reticulatus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確であるが、個体による相違が見られる。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

オハグロベラ *Pteragogus aurigarius*

外形はやや長めの楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。溝は細く不明瞭であるが、欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

ホシササノハベラ *Pseudolabrus sieboldi*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する(Ⅰ₁型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

イトベラ *Suezichthys gracilis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角があまり発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

キュウセン *Halichoeres poecilopterus*

外形は楕円形(B型)で、前角はと前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が広く後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

ホンベラ *H. tenuispinnis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや不明瞭である。近縁のキュウセンとよく似た外形である。側面形は反り状型(a型)である。溝の隆起は比較的顕著で、欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

29-7. ベラ亜目 Labroidae・ブダイ科 Scaridae

ハゲブダイ *Chlorurus sordidus*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。溝は幅広く、欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁に達する(Ⅰ₁型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

アオブダイ *Scarus ovifrons*

外形はやや三角状の楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。溝は幅広く、欠刻部から後方に伸び、中央部で細く、後部で再び広くなり後縁に達する(Ⅰ₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

29-8. ゲンゲ亜目 Zoarcoidei・ゲンゲ科 Zoarcidae

コウライガジ *Zoarces gilli*

外形は楕円形(B型)で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に伸び、後端が下方に僅かに曲がり、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

ヨコスジクロゲンゲ *Lycodes hubbsi*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は半広線形型(C型)か、棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

イレズミガジ *L. caudimaculatus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

クロガジ *L. soldatovi*

外形は楕円形(B型)で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや不明瞭であるが、個体による相違がみられる。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に伸び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヨコシマガジ *L. macrolepis*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は明確でなく、

欠刻は認められない。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ワイジゲンゲ *L. ygreknotatus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

コグチヘビゲンゲ *L. brevimaxillaris*

外形は三角形に近い楕円形(B型)で、前角は発達するが、上前角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、下縁の後部付近まで認められる(II₂型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

シロブチヘビゲンゲ *L. albomaculata*

外形は凹凸がある三角形(F型)で、前角の発達がヘビゲンゲ属では最も著しく、欠刻は明確である。側面形は棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起が全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁との中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

サラサガジ *Davidjordania poecilimon*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は不明である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に曲がり、後縁に達する(I₂型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

シロゲンゲ *Bothrocarina molle*

外形は前縁に凹凸がみられる円形(A型)で、前角がやや発達し、欠刻は不明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は前部から後部に長方形に認められる(IV型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

カンテンゲンゲ *B. tanakae*

外形は凹凸のある円形(A型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。近縁のシロゲンゲとの明瞭な差異は認められない。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は前部から後部に長方形に認められる(D型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

カムチャッカゲンゲ *Bothrocarina microcephala*

外形は縦長楕円形(I型)で、前角と上前角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭であった。

29-9. ゲンゲ亜目 Zoarcoidei・タウエガジ科 (Stichaeidae)

フサギンボ *Chirolophis japonicus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

ネズミギンボ *Lumpenella longirostris*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、上前角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝はやや広く、欠刻部から中央付近まで認められる(III型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ゴマギンボ *Stichaeopsis nana*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝の形状は不明である。輪紋は表面観察で明瞭である。

ナガヅカ *Stichaeus grigorjewi*

外形は長楕円形(C型)で、前角はやや発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

タウエガジ *S. nozawai*

外形は長楕円形(C型)で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ダイナンギンボ *Dictysoma burgeri*

外形は長楕円形(C型)と楕円形(B型)で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ムスジガジ *Ernogrammus hexagrammus*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる(III型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

29-10. ゲンゲ亜目 Zoarcoidei・ニシキギンボ科

Pholidae

ギンボ *Pholis nebulosa*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、薄片法で明瞭であり、年齢査定が可能である。

タケギンボ *P. crassispina*

外形はやや長めの楕円形(B型)で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、薄片法で明瞭であり、年齢査定が可能である。

29-11. ゲンゲ亜目 Zoarcoidei・ボウズギンボ科

Zaproridae

ボウズギンボ *Zaprora silenus*

外形は円形に近い楕円形(B型)で、前角と前上角は僅かに発達し、欠刻はやや明確である。側面形は棒状型(b型)である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。外形と輪紋には、個体による変異がみられる。

29-12. ワニギス亜目 Trachinoidei・ハタハタ科

Trichodontidae

ハタハタ *Arctoscopus japonicus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達し、欠刻は大きく明確である。側面形は弱い反り状型(a型)か、棒状型(b型)である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は浅く、欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

29-13. ワニギス亜目 Trachinoidei・トラギス科

Pinguipedidae

クラカケトラギス *Parapercis sexfasciata*

外形は細長い三角形(F型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が中央から後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端がやや広くなり後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。溝の長さには、個体による相違がみられる。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

オキトラギス *P. multifasciata*

外形は細長い三角形(F型)で、前角はやや発達す

るが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-14. ワニギス亜目 Trachinoidei・ホカケトラギス

科 Percophidae

アイトラギス *Bembrops caudimacula*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は半広線形(c型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

29-15. ワニギス亜目 Trachinoidei・ワニギス科

Champsodontidae

ワニギス *Champsodon snyderi*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる(Ⅱ₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。外形、輪紋や溝の形状には個体による相違がみられる。

29-16. ワニギス亜目 Trachinoidei・イカナゴ科

Ammodytidae

イカナゴ *Ammodytes personatus*

外形は長楕円形(C型)で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型(a型)。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(Ⅱ₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-17. ワニギス亜目 Trachinoidei・ミシマオコゼ科

Uranoscopidae

ミシマオコゼ *Uranoscopus japonicus*

外形は貝殻状の長楕円形(C型)で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明確であるが、外形と欠刻は個体による相違がある。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は浅く、欠刻部から中央付近まで認められる(Ⅲ型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-18. ギンポ亜目 Blennioidei・イソギンボ科

Blenniidae

イソギンボ *Parablennius yatabei*

外形は楕円形 (B 型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻はやや不明確である。側面形は不明である。溝の形状は不明である。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

29-19. イレズミコンニャクアジ亜目 Icosteioidei・イレズミコンニャクアジ科 Icosteidae

イレズミコンニャクアジ *Icosteus aenigmaticus*

外形はやや凹凸がみられる円形 (A 型) で, 前角と前上角は明確でないが, 欠刻は明確である。側面形は半広線型 (c 型) である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から僅かに湾曲して後方に延び, 中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察ではやや不明瞭である。

29-20. ネズヅポ亜目 Callionymoidei・ネズヅポ科

Callionymidae

ベニテグリ *Foetorepus altivelis*

外形は凹みのある三角形 (F 型) で, 前角と前上角がやや発達して, 欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起が上, 下部にみられる。溝の隆起は強く, 欠刻部から後方に延び, 中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察ではやや不明瞭である。

ハナビヌメリ *Paradiplogrammus enneactis*

外形は卵形の楕円形 (B 型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻は明確でない。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び, 中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

ヨメゴチ *Calliurichthys japonicus*

外形はやや丸みがある三角形 (F 型)。欠刻は明確であるが, 前角と前上角は発達しないので小さい。側面形は弱い反り状型 (a 型) か, 棒状型 (b 型) である。凹面には, 弱い隆起が長軸部にみられる。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III 型)。個体によっては, 中央に達しないものや溝の隆起が強いものがある。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

ヤリヌメリ *Repomucenus huguenini*

外形はやや丸みがある三角形 (F 型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から僅かに湾曲して後方に延び, 後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は,

表面の観察では不明瞭である。

ホロヌメリ *R. virgis*

外形は三角形に似た楕円形 (B 型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。ネズヅポ属では, 最も丸みを帯びた外形である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III 型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

ハタタテヌメリ *R. valenciennesi*

外形は上縁に凹凸がある三角形 (F 型) で, 前角はやや発達するが, 前上角が発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は浅く, 欠刻部から後方に延び, 中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察でもやや明瞭であるが, 薄片法で年齢査定が可能である。

ネズミゴチ *R. curvicornis*

外形は, 上縁が丸みを持つ三角形 (F 型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。溝の長さや隆起には, 個体による相違がみられる。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

トビヌメリ *R. beniteguri*

外形はほぼ正常な三角形 (F 型) で, 前角はやや発達するが, 前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び, 中央の後部付近で上方に僅かに曲がり, 中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

29-21. ハゼ亜目 Gobioidae・ドンコ科

Odontobutidae

ドンコ *Odontobutis obscura*

外形は上縁から下縁に波型の凹凸がみられる正方形 (G 型) で, 前角と前上角はあまり発達しないが, 欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起が下部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び, ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭である。

29-22. ハゼ亜目 Gobioidae・ハゼ科 Gobiidae

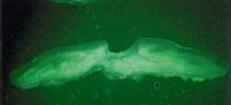
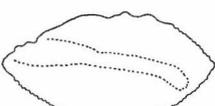
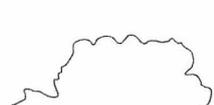
アカウオ *Ctenotrypauchen microcephalus*

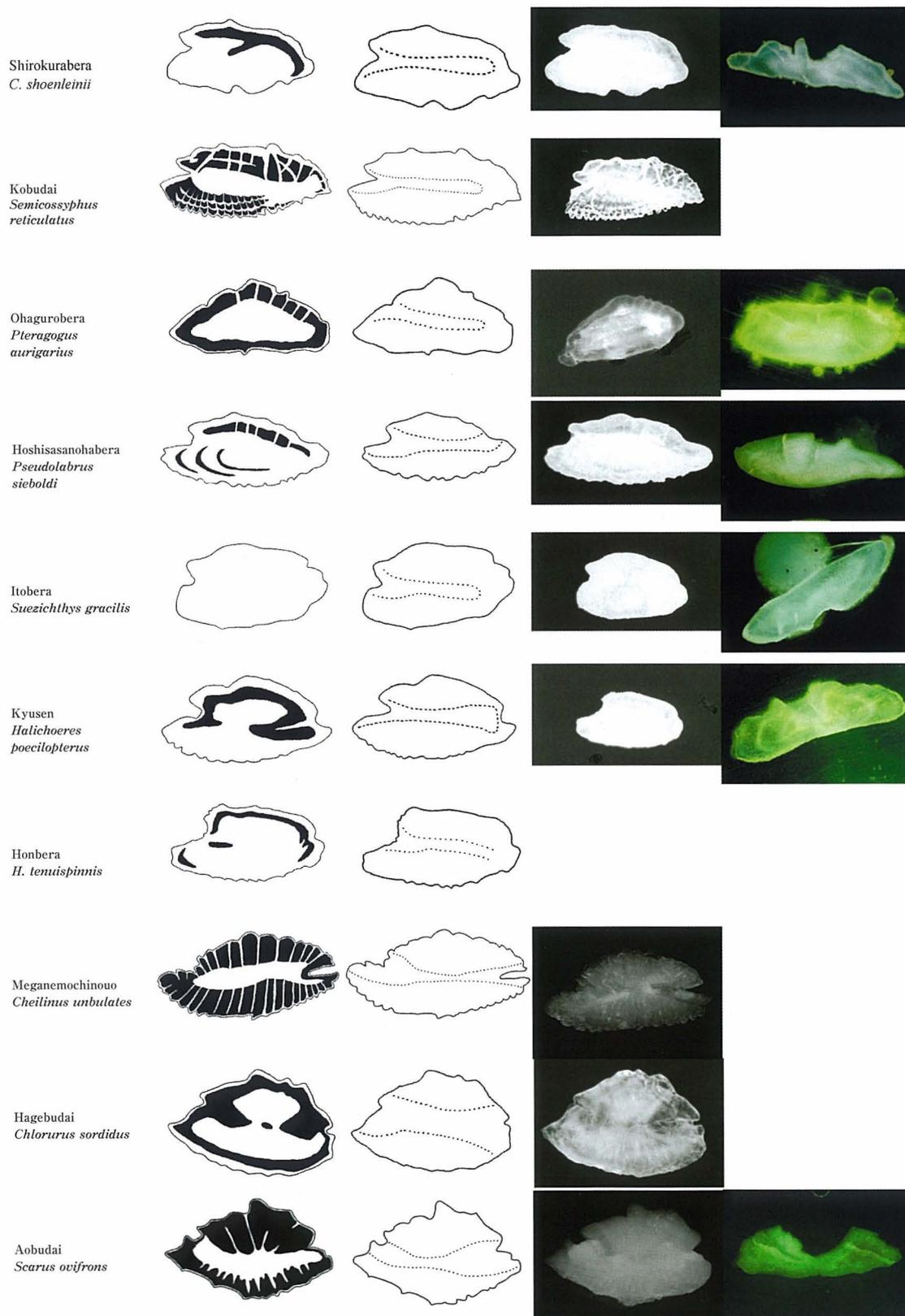
外形は石塊状の不定形 (I 型) で, 前角と前上角は発達せず, 欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には, 弱い隆起が後部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は, 表面観察でや

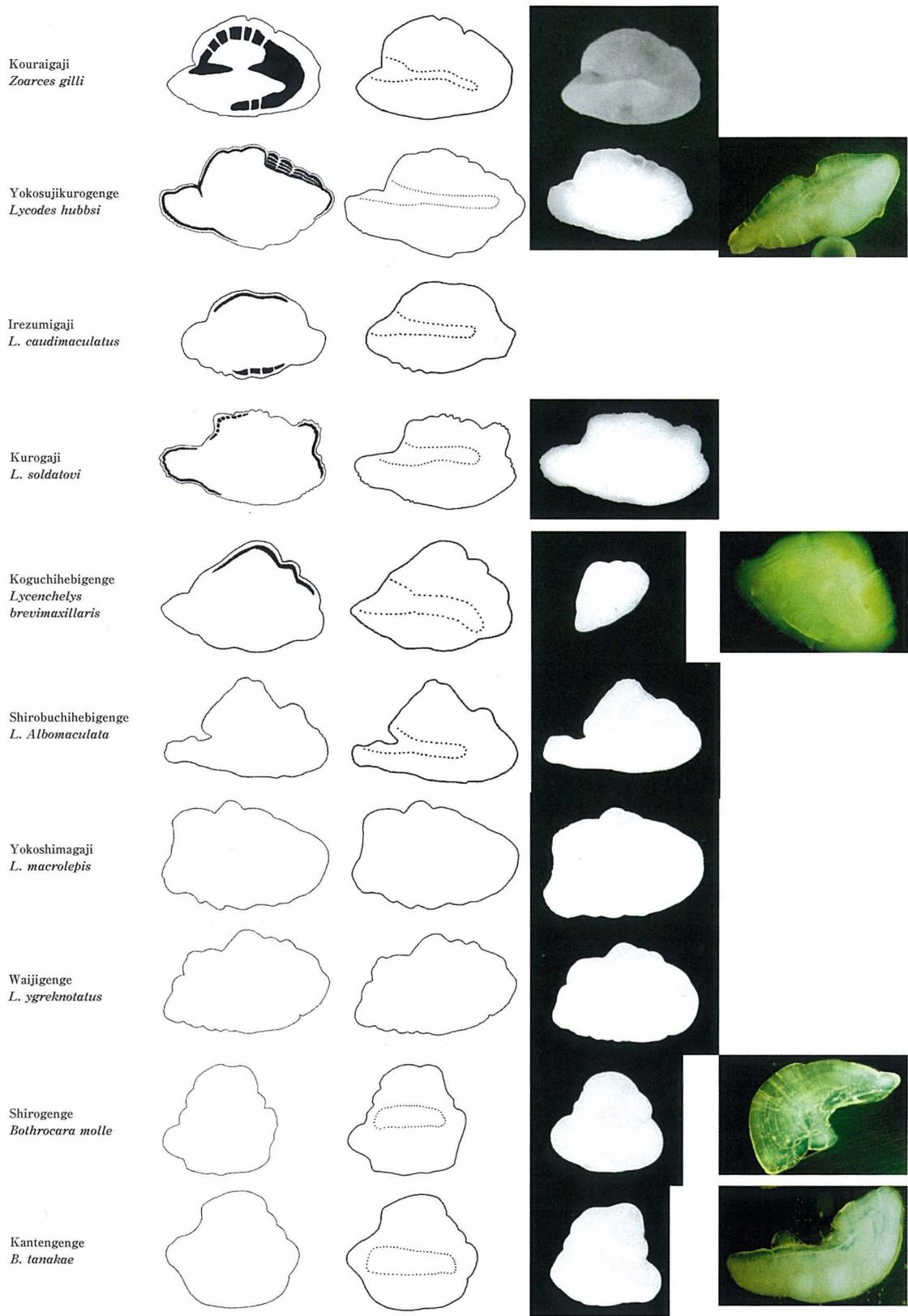
Table 2-14. Samole list used for otolith measurement (Perciforms 3)

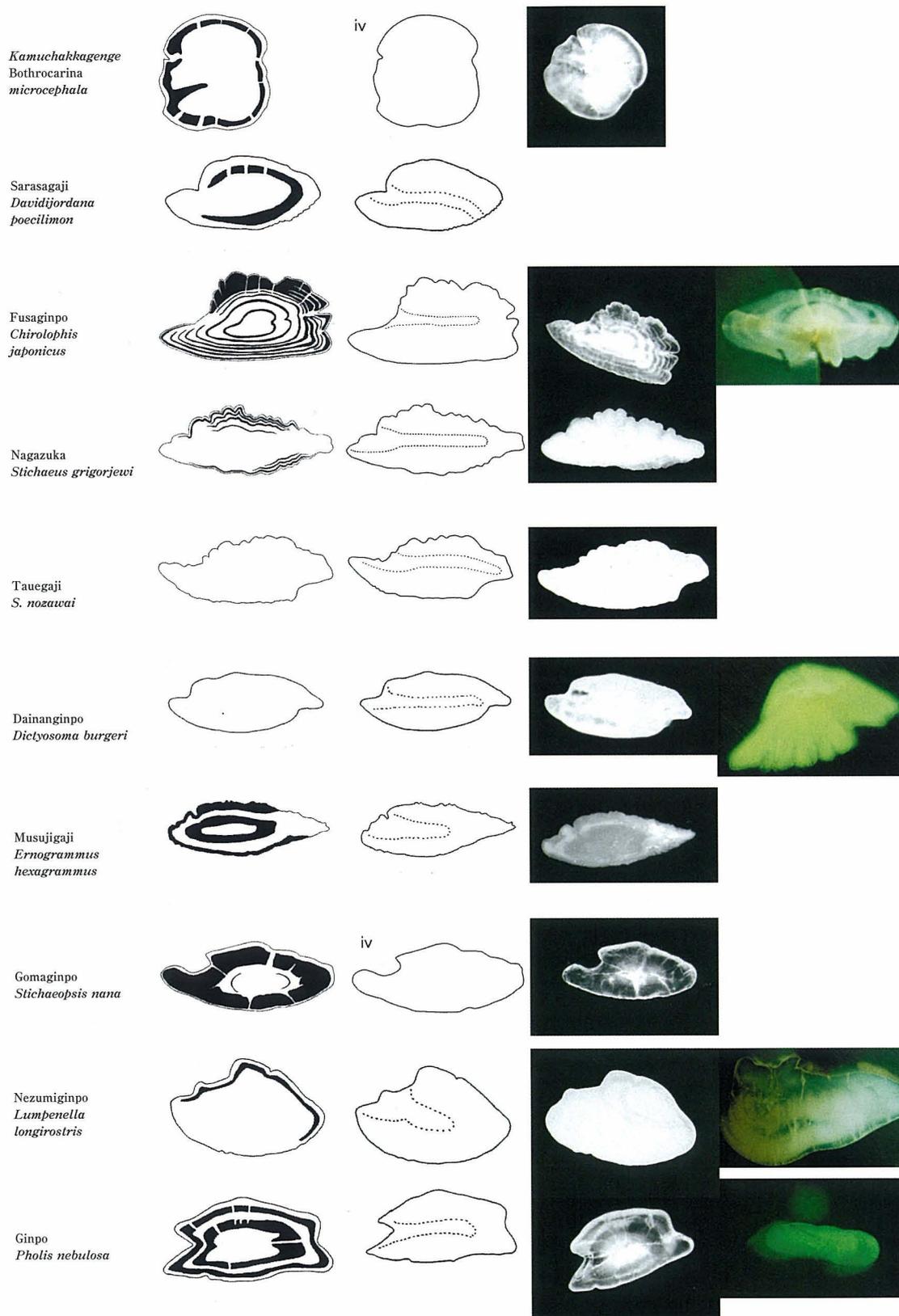
Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-otolith side-sulcus forms
Centrolophidae													
	Medai	<i>Hyperoglyphe japonica</i>	Hj		4	418	162-702	9.81	4.31	10.12	2.21	24.30	C a II ₃
	Ibodai	<i>Psenopsis anomala</i>	Pa	Small	3	114		7.33	5.30	34.08	1.38	64.18	B a II ₁
			Pa	Large	5	201		8.69	6.09	26.33	1.42	43.51	
Stromateidae													
	Managatsuo	<i>Pampus punctatissimus</i>	Pp		4	264	245-286	6.70	3.15	7.99	2.14	25.44	C a II ₁
	Shinamanagatsuo	<i>P. chinensis</i>	Pc		1	297	297	6.90	3.20	7.43	2.16	23.23	C a II ₁
Nomeidae													
	Sujihahabirauo	<i>Psens cyanophrys</i>	Py		1	196	196	8.05	5.30	21.77	1.52	41.07	B a II ₁
	Bouzuconnyaku	<i>Cubiceps squamiceps</i>	Cs	Small	2	193		7.53	3.65	14.24	2.07	39.27	C a II ₂
			Cs	Large	2	427		17.15	8.75	35.14	1.96	40.17	
Ariommatidae													
	Maruibodai	<i>Ariomma indica</i>	Ai		1	206	206	6.50	3.80	11.99	1.71	25.00	B a II ₁
Tetragonuridae													
	Dokuurokoibodai	<i>Tetraganurus cuvieri</i>	Tc		2	354	346-362	3.65	2.08	2.14	1.76	10.31	B a II ₁
Labridae													
	Ira	<i>Choerodon azurio</i>	Ca		8	183	143-204	4.18	2.45	5.60	1.71	22.82	B a II ₁
	Shirokurabera	<i>C. shoeneinii</i>	Cs		1	274	274	4.35	2.43	3.86	1.79	15.87	B a I ₁
	Kobudai	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	Pr		3	343	297-370	5.15	2.40	3.60	2.14	15.02	C a II ₃
	Ohagurobera	<i>Pteragogus aurigarius</i>	Sp		4	183	174-258	3.71	1.94	3.93	1.92	20.35	B a II ₁
	Hoshisanohabera	<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	Ps		8	171	162-196	4.45	1.92	5.00	2.25	25.24	C a I ₁
	Itobera	<i>Suezichthys gracilis</i>	Sg		1	136	136	2.70	1.60	3.18	1.69	19.85	B a II ₃
	Kyusen	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	Hp		17	189	123-228	2.83	1.67	2.50	1.69	15.15	B a II ₁
	Honbera	<i>H. tenuispinnis</i>	Ht		2	121	115-117	2.40	1.30	2.58	1.85	19.73	B a II ₃
	Meganemochinouo	<i>Cheilinus undulatus</i>	Cu		1	357	357	6.45	3.12	5.64	2.07	18.07	C a I ₁
Scaridae													
	Hagebudai	<i>Chlorurus sordidus</i>	Ch		1	274	274	5.20	3.20	6.07	1.63	18.97	B a I ₁
	Aobudai	<i>Scarus ovifrons</i>	So		1	294	294	5.71	3.55	6.89	1.61	19.42	B a I ₁
Zoaridae													
	Kouragaji	<i>Zoarces gilli</i>	Zg		1	414	414	2.30	1.65	0.92	1.40	5.55	B a II ₃
	Yokosujikurogenge	<i>Lycodes hubbsi</i>	Lh		4	293	235-327	6.18	3.95	8.33	1.56	21.35	B b,c II ₁
	Irezumigaji	<i>L. caudimaculatus</i>	Lc		1	235	235	5.00	3.20	6.81	1.56	21.27	B a II ₃
	Kurogaji	<i>L. soldatovi</i>	Ls		3	595	574-627	8.16	4.80	6.58	1.71	13.74	B c II ₃
	Yokoshimagaji	<i>L. macrolepis</i>	Lm		1	596	596	6.60	4.30	4.76	1.53	11.07	B c nd
	Waijigenge	<i>L. ygreknotatus</i>	Ly		1	351	351	5.40	3.60	5.54	1.50	15.38	B c nd
	Koguchihebigenge	<i>Lycenchelys brevimaxillaris</i>	Lb		1	110		2.33	1.77	3.75	1.32	21.18	B b,c II ₂
	Shirobuchihebigenge	<i>L. Albomaculata</i>	La		1	417		4.90	3.00	3.53	1.63	11.75	F b,c II ₃
	Sarasagaji	<i>Davidjordana poecilimon</i>	Dp		2	130	128-131	2.00	1.10	1.69	1.82	15.44	B nd I ₂
	Shirogenge	<i>Bothrocara molle</i>	Bm		1	322	322	3.95	3.40	4.17	1.16	12.26	A c IV
	Kantengenge	<i>B. tanakae</i>	Bt		6	500	275-616	4.05	3.04	2.46	1.11	8.27	A c IV
	Kamuchakkagenge	<i>Bothrocarina microcephala</i>	Bp		2	263	259-266	1.35	1.58	0.81	0.85	5.13	A c nd
Stichaeidae													
	Fusaginpo	<i>Chirolophis japonicus</i>	Cj		7	314	242-364	3.12	1.58	1.57	1.87	9.94	B a II ₃
	Nezumiginpo	<i>Lumpenella longirostris</i>	Ll		1	298		3.90	2.55	3.34	1.53	13.08	B b III
	Gomagiginpo	<i>Stichaeopsis nana</i>	Sn		1	78		1.65	0.70	1.48	2.35	21.15	C a iv
	Nagazuka	<i>Stichaeus grigorjewi</i>	Sg		6	463	422-498	7.32	3.07	4.85	2.39	15.86	C a II ₃
	Taugaji	<i>S. nozawai</i>	Sn		3	379	360-418	7.90	3.22	6.71	2.45	21.06	C a II ₁
	Dainanginpo	<i>Dictyosoma burgeri</i>	Db		3	252	178-301	2.47	1.26	1.24	1.96	9.84	B,C a II ₁
	Musujigaji	<i>Ernogrammus hexagrammus</i>	Eh		1	95	95	2.83	1.10	3.28	2.57	29.78	C a III
Pholidae													
	Ginpo	<i>Pholis nebulosa</i>	Pn		10	247	224-265	1.71	1.04	0.72	1.65	6.82	B b II ₃
	Takeginpo	<i>P. crassispina</i>	Pt		1	154	154	1.57	0.80	0.82	1.96	10.19	B b II ₃
Zaproridae													
	Bouzuginpo	<i>Zaprora silenus</i>	Zs		3	569	296-782	3.06	2.59	1.39	1.21	5.40	B b II ₁
Trichodontidae													
	Hatahata	<i>Arctoscopus japonicus</i>	Aj		12	192	175-213	6.14	4.34	13.88	1.45	31.97	B a,b III
Pinguipedidae													
	Kurakaketoragisu	<i>Parapercis sexfasciata</i>	Pk		9	132	101-159	4.26	1.86	6.00	2.30	32.14	F a II ₁
	Okitoragisu	<i>P. multifasciata</i>	Pm		5	149	109-184	4.83	1.90	6.16	2.55	32.68	F a II ₁
Percophidae													
	Aitoragisu	<i>Bembrops caudimacula</i>	Bc		1	126	126	3.40	2.15	5.80	1.58	26.98	B c II ₁
Champsodontidae													
	Wanigisu	<i>Champsodon snyderi</i>	Cw		6	94	72-123	2.16	1.29	2.96	1.66	23.24	B a II ₁
Ammodytidae													
	Ikanago	<i>Ammodytes personatus</i>	Ap		10	208	165-235	3.46	1.63	2.71	2.12	16.59	C a II ₃
Uranoscopidae													
	Mishimaokoze	<i>Uranoscopus japonicus</i>	Uj		9	213	125-302	8.00	3.83	14.38	2.10	38.72	C a III
Blenniidae													
	Isoginpo	<i>Parablennius yatabei</i>	Pi		1	62	62	1.45	0.85	1.99	1.71	23.38	B nd iv
Icosteidae													
	Irezumikonnyaku	<i>Icosteus aenigmaticus</i>	Ia		2	1353	1010-169	2.08	1.83	0.28	1.13	1.56	A c II ₃
Callionymidae													
	Beniteguri	<i>Foetorepus ativelis</i>	Fa		5	268	238-287	4.51	2.26	3.80	1.97	16.83	B a II ₃
	Hanabinumeri	<i>Paradiplomammus enneactis</i>	Pe		1	74	74	4.20	2.65	15.04	1.58	56.75	B a II ₃
	Yomegochi	<i>Calliurichthys japonicus</i>	Cj		3	297	186-358	2.70	1.28	1.16	2.12	9.13	F a,b III
	Yarinumeri	<i>Repomucenus huguenini</i>	Rh	Small	2	94		2.35	1.08	2.70	2.19	25.04	F a II ₁
			Rh	Large	2	259		2.85	1.18	1.30	2.39	10.89	
	Horonumeri	<i>R. virgis</i>	Rv		3	82	81-84	1.75	1.00	2.13	1.75	21.34	B a III
	Hatatatanumeri	<i>R. valenciennei</i>	Ra		3	74	61-95	1.78	0.93	2.24	1.92	24.32	F a II ₃
	Nezumigochi	<i>R. richardsoni</i>	Rc		10	229	203-272	3.71	1.68	2.72	2.21	16.56	F a II ₁
	Tobinumeri	<i>R. beniteguri</i>	Rb		1	51	51	1.51	0.80	2.37	1.88	29.60	F a II ₃
Odontobutidae													
	Donko	<i>Odontobutis odscura</i>	Oo		2	163	146-179	3.83	3.48	8.18	1.10	23.57	G a II ₁

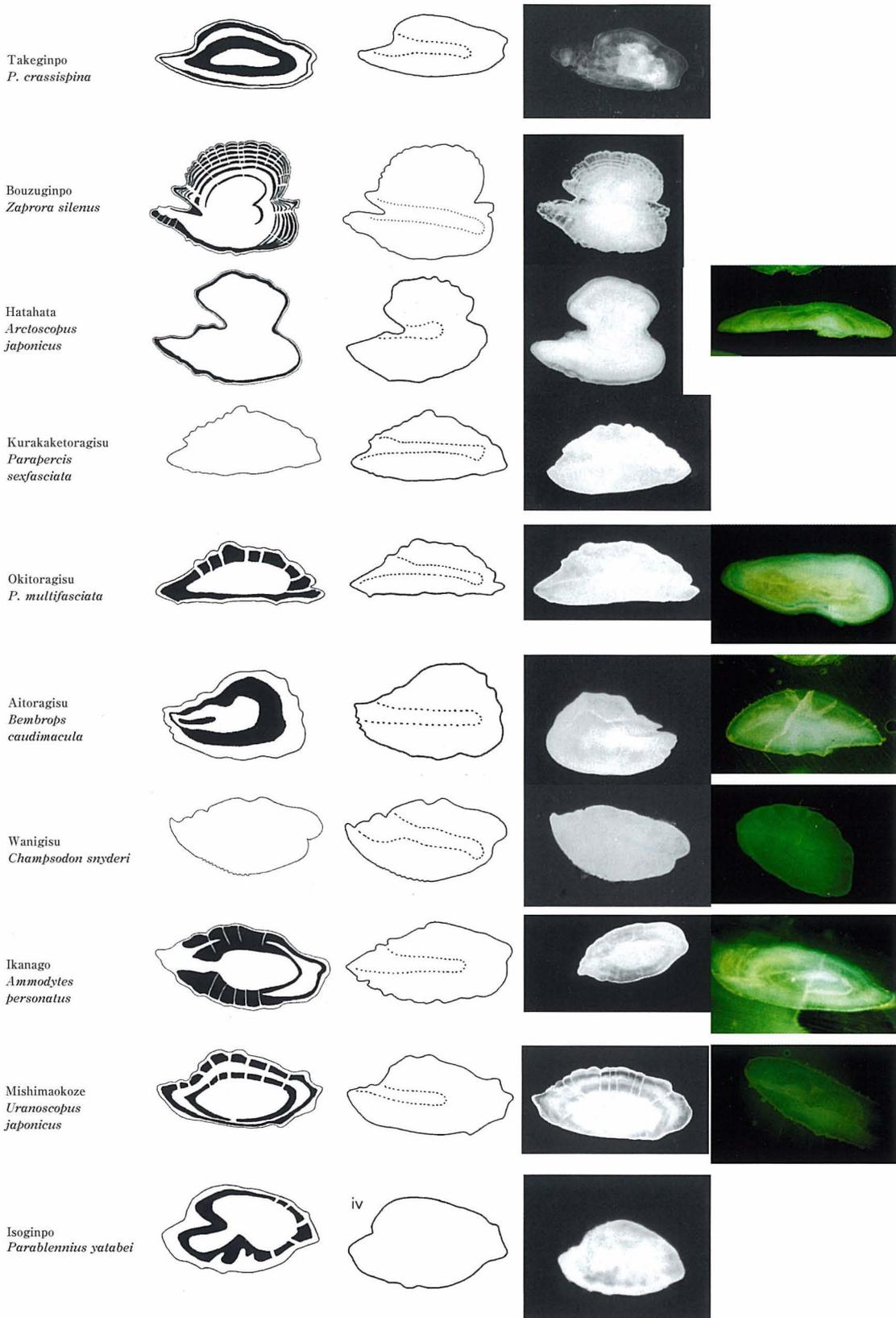
Fig. 2-29. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (Perciforms 2).

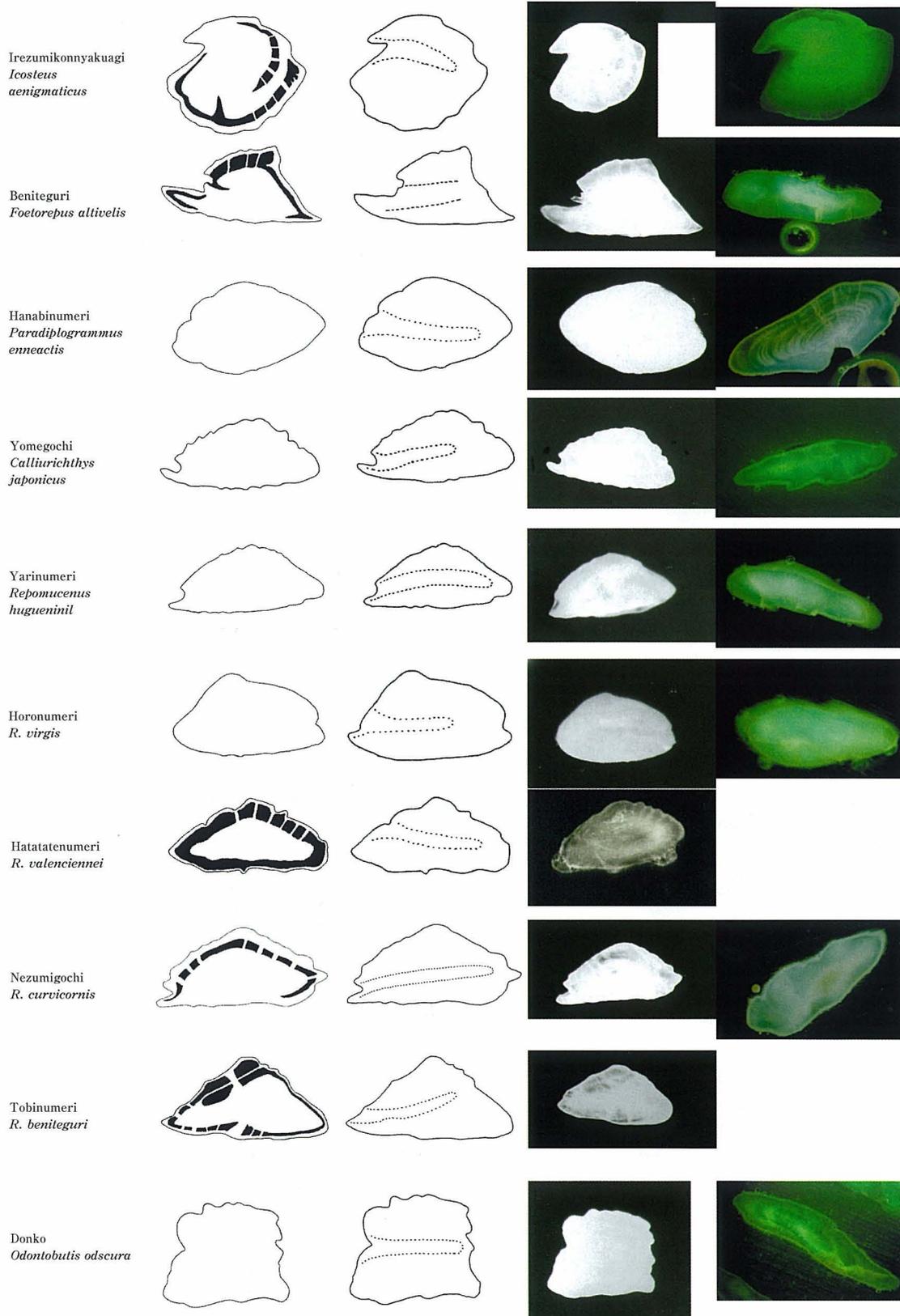
Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Medai <i>Hyperoglyphe japonica</i>				
Ibodai <i>Psenopsis anomala</i>				
Managatsuo <i>Pampus punctatissimus</i>				
Shinamanagatsuo <i>P. chinensis</i>				
Sujihahirauo <i>Psens cyanophrys</i>				
Bouzuconnyaku <i>Cubiceps squameiceps</i>				
Maruibodai <i>Arionma indica</i>				
Doku-urokoibodai <i>Tetraganurus cuvieri</i>				
Ira <i>Choerodon azurio</i>				

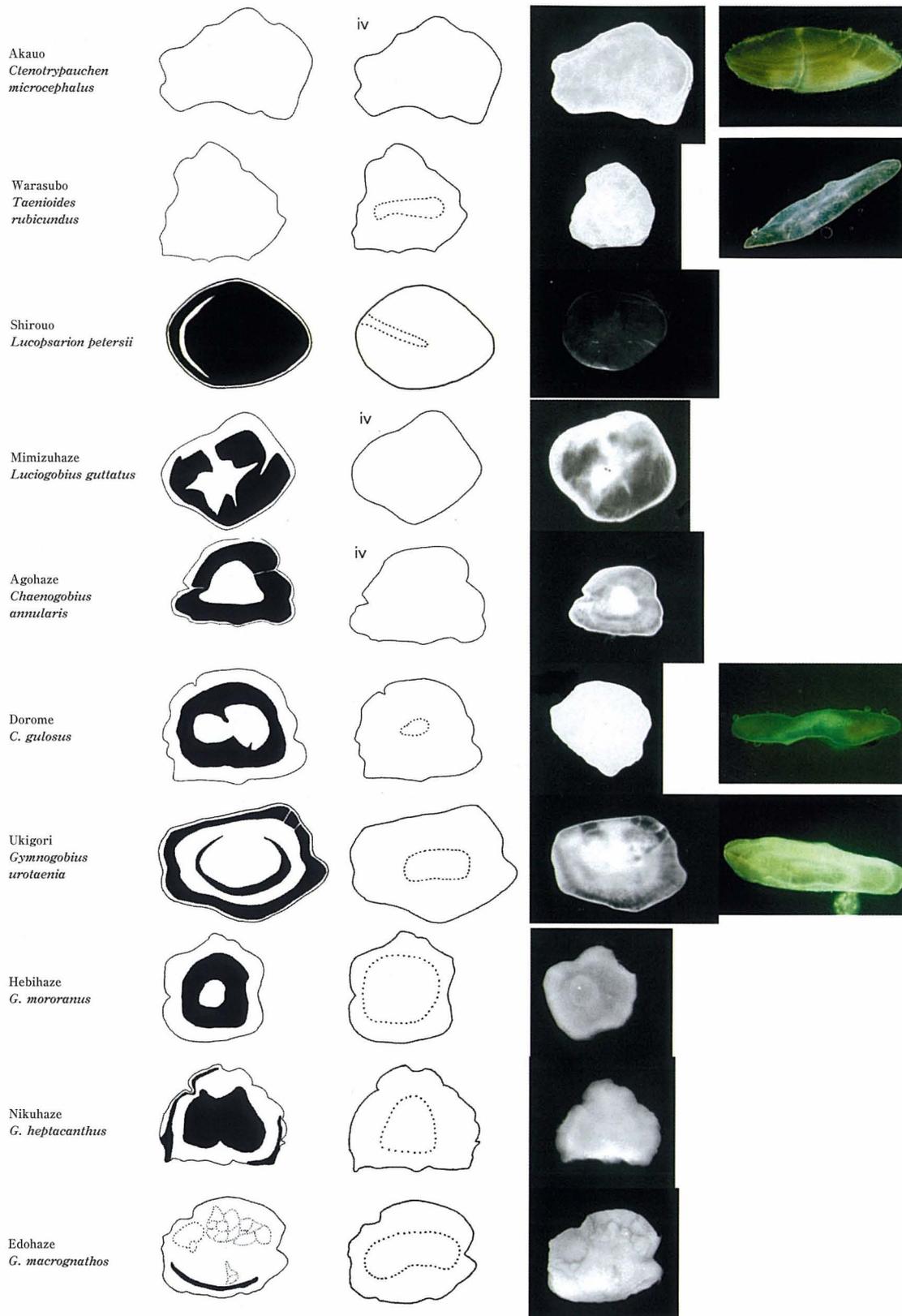


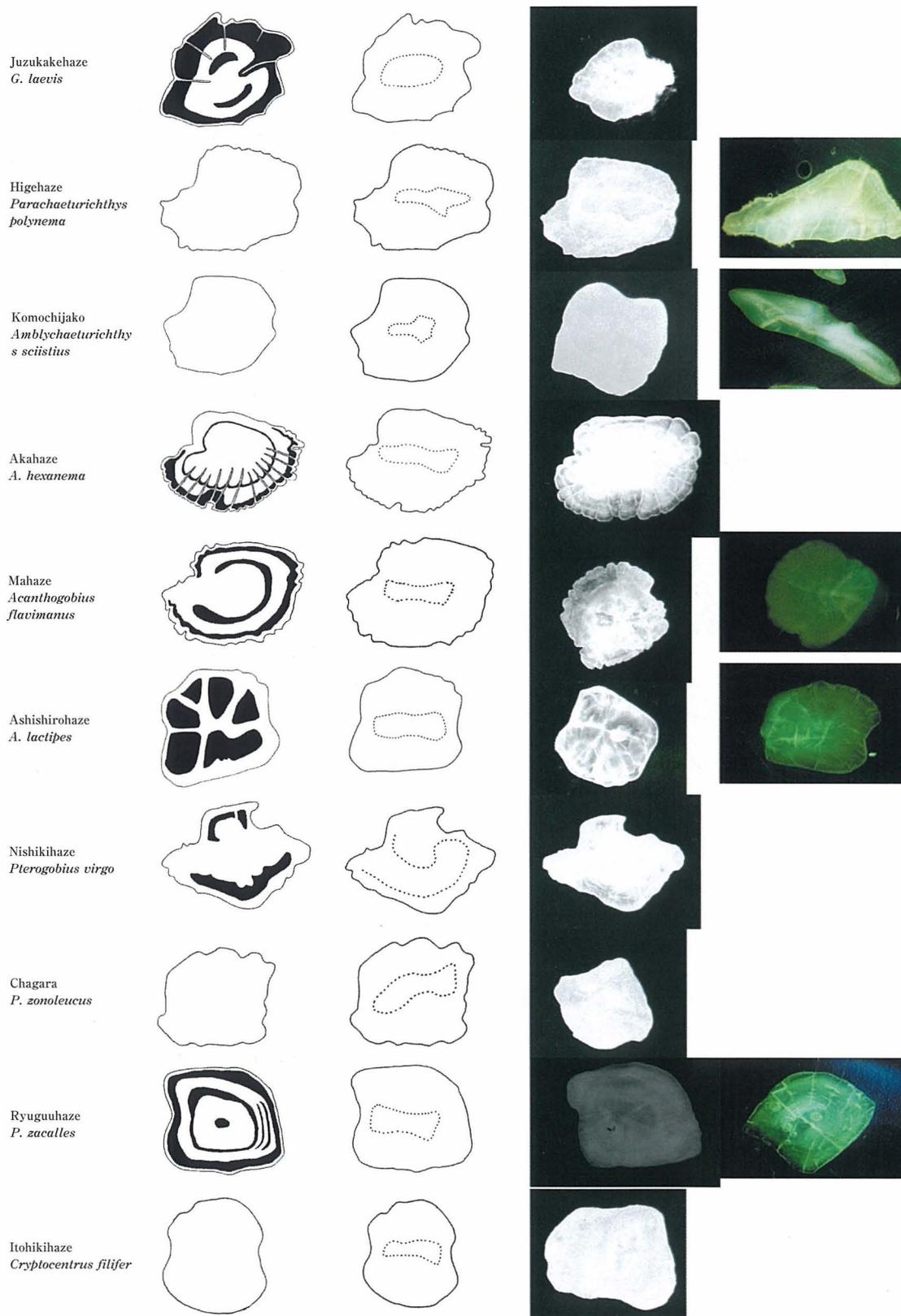


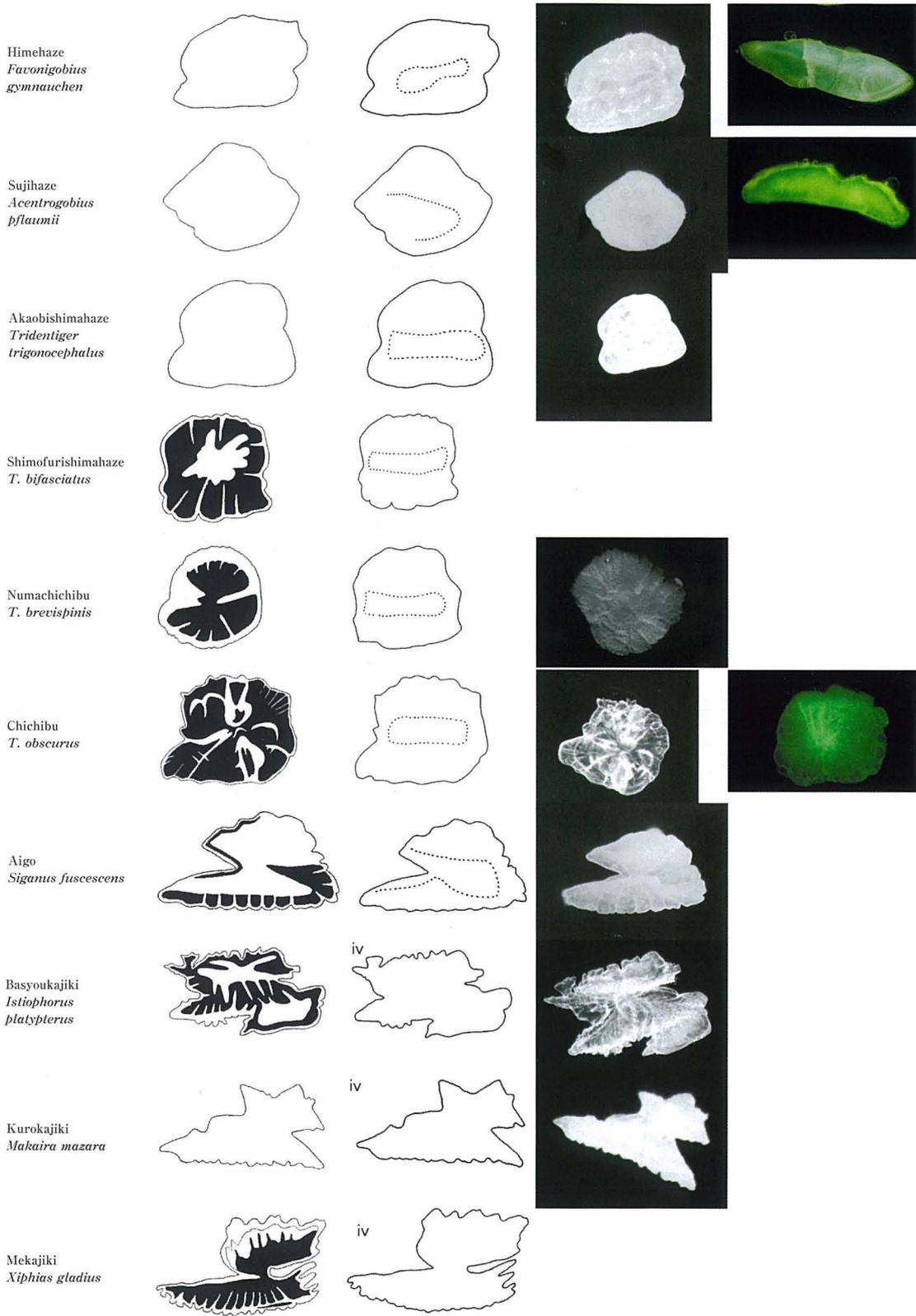


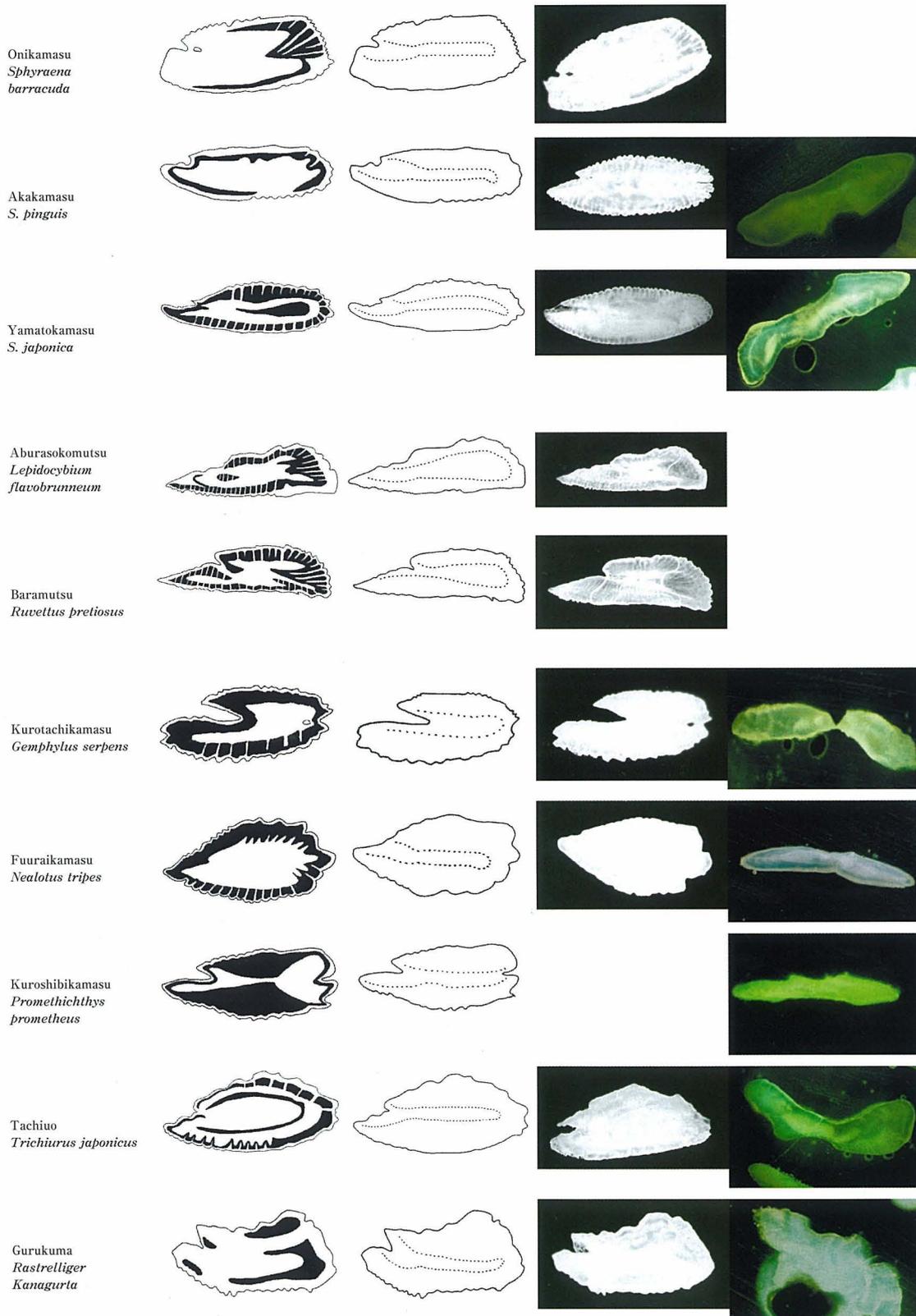


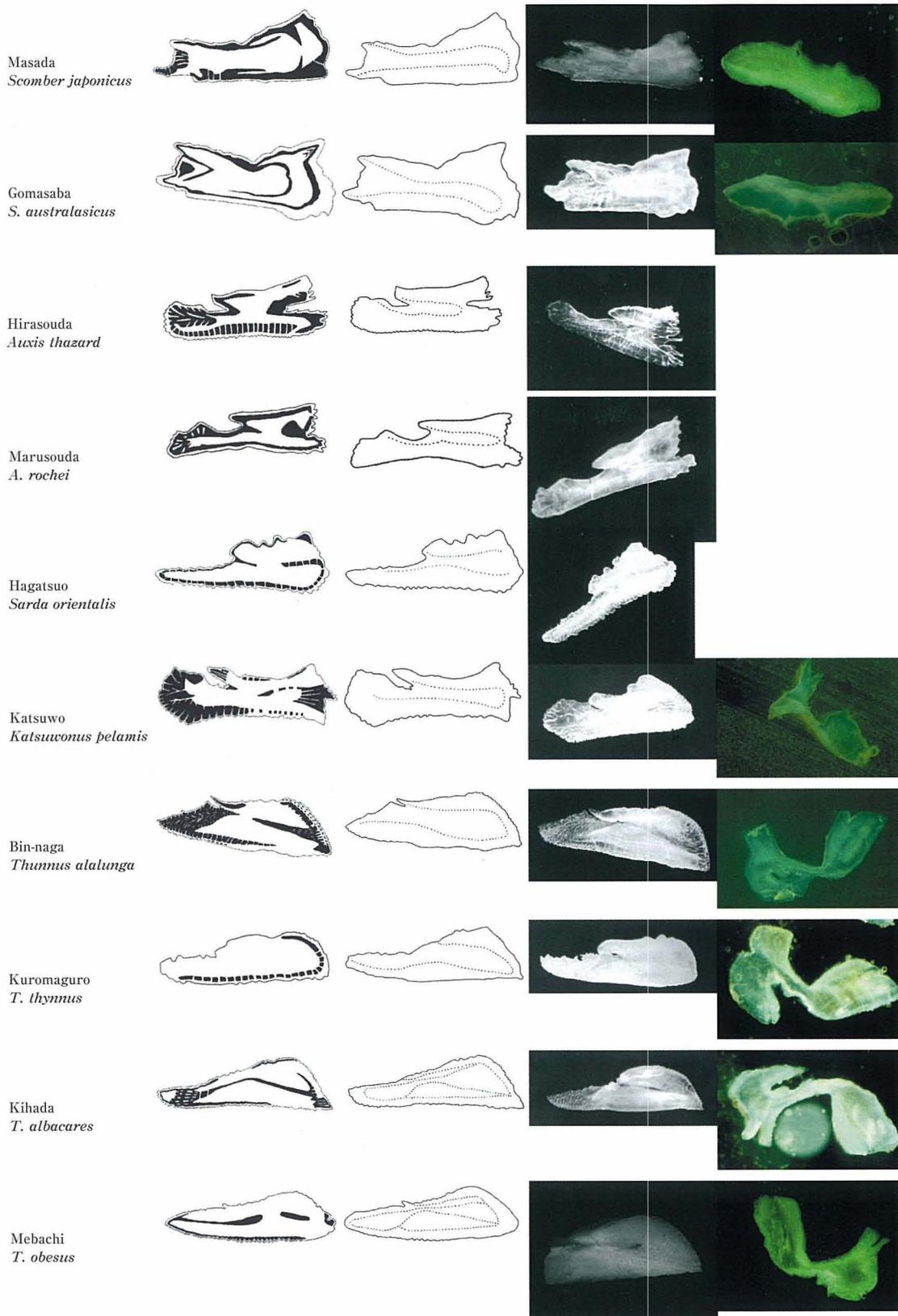












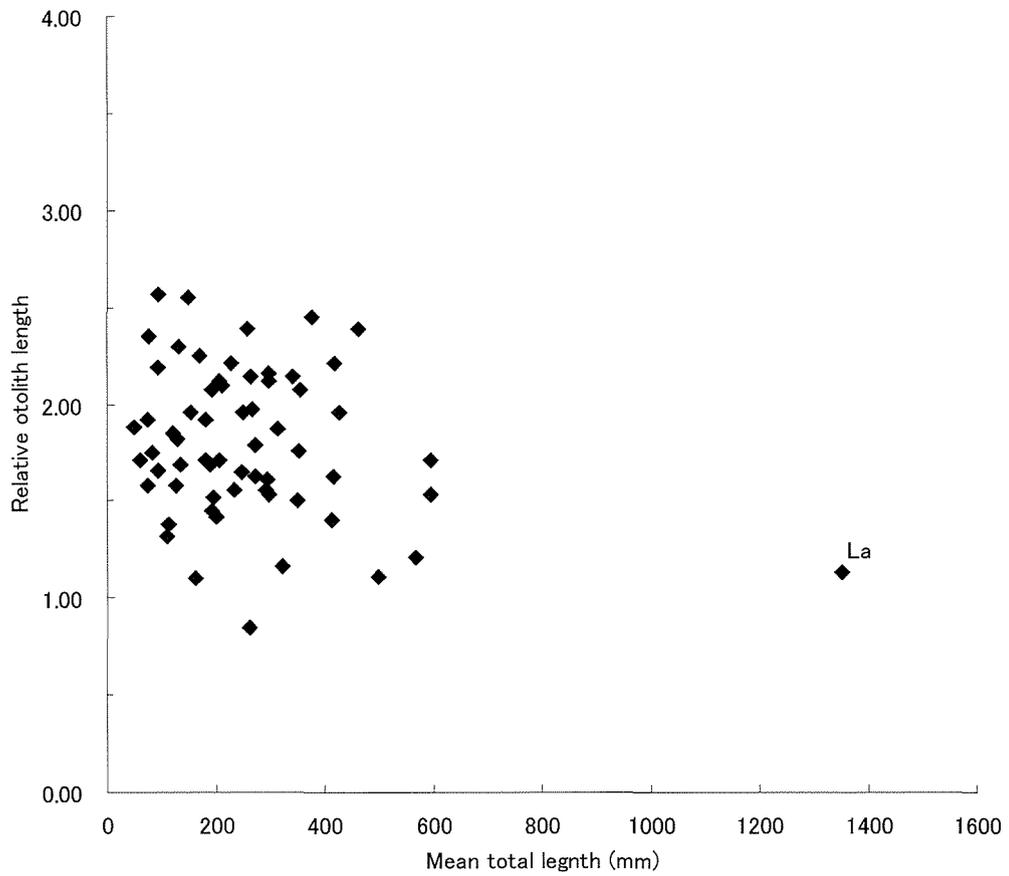
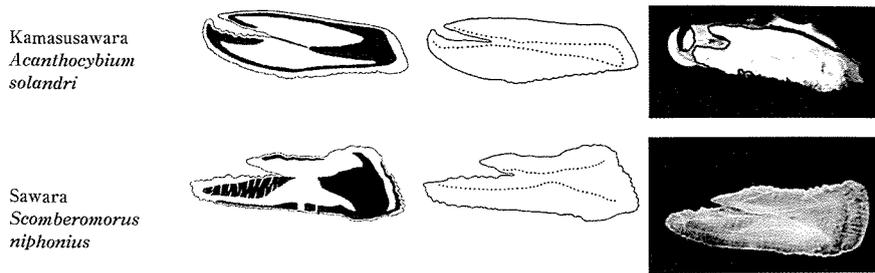


Fig. 2-30. Relation of otolith length:height ratio to total length (Perciforms 3).
Abbreviations see table 2-14.

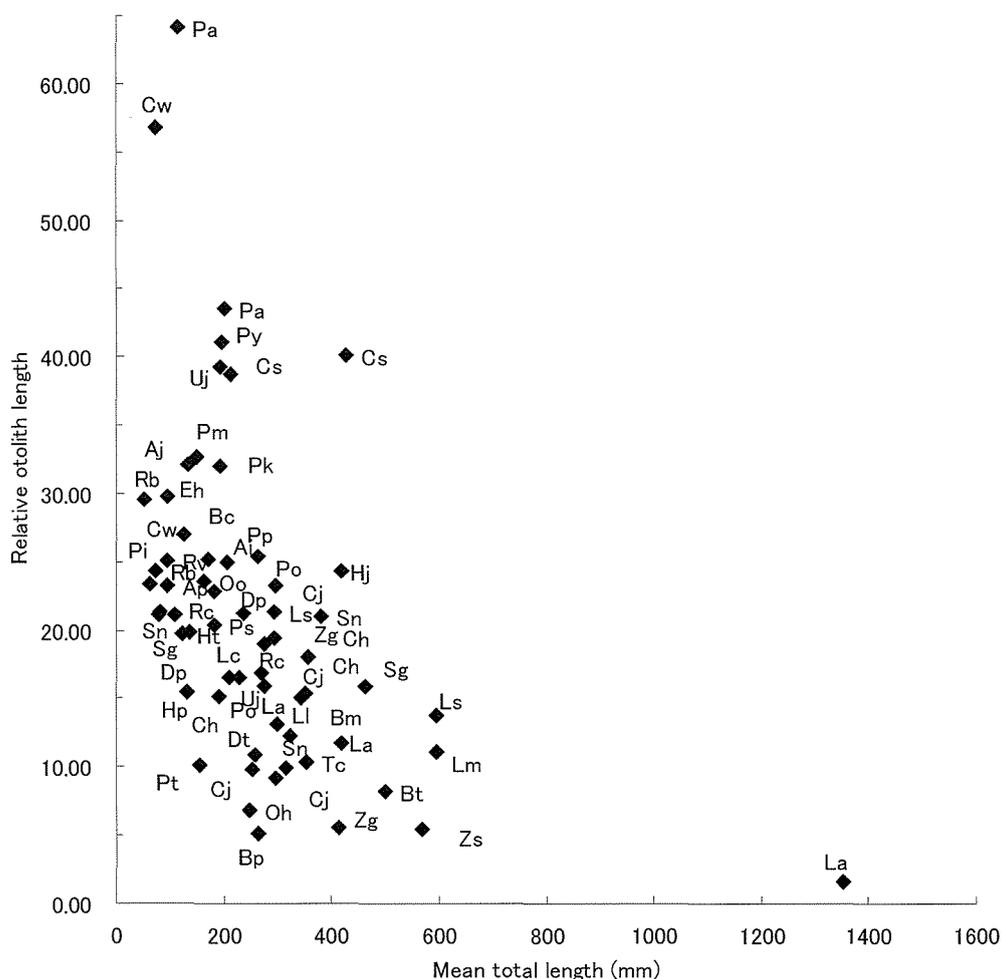


Fig. 2-31. Relation of otolith size index to total length (Perciforms 3). Abbreviations see table 2-14.

や明瞭である。

ワラスボ *Taenioides rubicundus*

外形は石塊状の不定形 (I 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は浅いが、前部から後部にやや長方形に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

シロウオ *Leucopsarion petersii*

外形は卵形状の楕円形 (B 型) で、欠刻は認められない。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭で、殆どが透明部分である。

ミミズハゼ *Luciogobius guttatus*

外形は石塊状の正方形 (G 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アゴハゼ *Chaenogobius annularis*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝の形状は不明である。輪紋は表面観察で明瞭である。

ドロメ *C. gulosus*

外形は楕円形に近い円形 (A 型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は浅く、中央部にほぼ楕円形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ウキゴリ *Gymnogobius urotaenia*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b 型) ある。溝は中央部に長方形に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヘビハゼ *G. mororanus*

外形は凹凸のある円形 (A 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、明確ではないが、中央部にほぼ円形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ニクハゼ *G. heptacanthus*

外形は半円状の不定形 (I 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形 (c 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝はかなり浅く、明確ではないが、中央部にほぼ楕円形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

エドハゼ *G. macroganathos*

外形は楕円形に近い円形 (A 型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は棒状型 (b 型) である。凹面には、瘤状の隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、前部から後部に、下部が凹んだ長方形に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ジュズカケハゼ *G. laevis*

外形は縁辺に不規則な凹凸のある正方形 (F 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形 (c 型) である。溝は浅く、明確ではないが、中央部に長楕円形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヒゲハゼ *Parachaeturichthys polynema*

外形は前縁に幅広い凹みがある楕円形 (B 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は半広線形 (c 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は明確ではないが、前部から後部に不定形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

コモチジャコ *Amblychaeturichthys sciiustus*

外形は前縁に幅広い凹みのある円形 (A 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形は個体による相違がみられる。側面形は半広線形型 (C 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は、隆起がやや強く、中央部に不定形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

アカハゼ *A. hexanema*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角が発達し、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部付近から後部に不定形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マハゼ *Acanthogobius flavimanus*

外形は石塊状の円形 (A 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確であるが、外形と欠刻には、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は浅く、中央部付近にほぼ長方形に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察で明瞭である。

アシシロハゼ *A. lactipes*

外形はやや丸みがある正方形 (G 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は半広線形 (c 型) である。溝は前部から後部にほぼ長方形で認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ニシキハゼ *Plerogobius virgo*

外形は、上部がやや高い三角形 (F 型) で、前角と前上角がやや発達し、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は浅く広く、欠刻部から後方に延び、後端が上方に僅かに曲がり、上縁の後部付近まで認められる (II₁ 型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

チャガラ *P. zonoleucus*

外形は凹凸がある正方形 (G 型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が全面にみられる。溝は浅く、前部から後部に不定形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

リュウグウハゼ *P. zacalles*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は浅く、前部から後部にほぼ長方形に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

イトヒキハゼ *Cryptocentrus filifer*

外形は縦長楕円形 (D 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b 型) である。溝は浅く、前部から後部に不定形状に認められる (D 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヒメハゼ *Favonigobius gymnauchen*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。溝は中央部にほぼ長楕円形状 (瓢箪形状) に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

スジハゼ *Acentrogobius pflaumii*

外形は石塊状の円形に近い楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は

棒状型 (b 型) である。溝は浅く、中央から下部に幅広い不定形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

アカオビシマハゼ *Tridentiger trigonocephalus*

外形は上縁に丸みがある正方形 (G 型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は浅く、前部から後部にほぼ長形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

シモフリシマハゼ *T. bifasciatus*

外形はやや凹凸がある正方形 (G 型) で、前角と前上角が発達せず、欠刻は不明瞭である。外形には、個体による相違がみられる。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は浅く、前部から後部にほぼ長形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ヌマチチブ *T. brevispinis*

外形は凹凸がある円形 (A 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明瞭である。外形や欠刻には個体による相違があり、欠刻は不明瞭なものが多い。側面形は棒状型 (b 型) である。溝は浅く、明確でないが、前部から後部にほぼ長形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

チチブ *T. obscurus*

外形はほぼ正方形 (G 型) である。前角と前上角は発達しないが、チチブ属では最も欠刻が明確である。外形は個体による相違があり、また、欠刻に不明瞭な個体が多い。側面形は棒状型 (b 型) である。溝は浅く、明確ではないが、前部から後部にほぼ長形状に認められる (IV 型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-23. ニザダイ亜目 Acanthuroidei・マンジュウダイ科 Ehippididae

ツバメウオ *Platax teira*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は薄く、反り状型である (a 型)。溝は欠刻部から斜め下方に延び、下縁の後部付近まで認められる (II₂型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-24. ニザダイ亜目 Acanthuroidei・アイゴ科 Siganidae

アイゴ *Siganus fuscescens*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確であるが、外形と欠刻には個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝は浅く、欠

刻部から後方に延び、後部が広くなり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

29-25. カジキ亜目 Xiphoidei・マカジキ科 Istiophoridae

バシヨウカジキ *Istiophorus platypterus*

外形は不定形 (I 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は不明である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

クロカジキ *Makaira mazara*

外形は不定形 (I 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は不明である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-26. カジキ亜目 Xiphoidei・メカジキ科 (Xiphiidae)

メカジキ *Xiphias gladius*

外形は帆船形に似た不定形 (I 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は不明である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-27. サバ亜目 Scombroidei・カマス科 Sphyrnidae

オニカマス *Sphyrna barracuda*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角は発達しないが、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。溝はやや細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アカカマス *S. pinguis*

外形は長楕円形に近い広線形 (E 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。溝はやや幅広く、欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヤマトカマス *S. japonica*

外形は長楕円形に近い広線形 (E 型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下方に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

29-28. サバ亜目 Scombroidei・クロタチカマス科

Gempylidae

アブラソコムツ *Lepidocybium flavobrunneum*

外形は広線形 (E 型) で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、後部で幅広くなり、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

バラムツ *Ruvettus pretiosus*

外形は長楕円形 (C 型) か広線形 (E 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。外形には、体長の大きさによる相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、後部でやや幅広くなり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

クロタチカマス *Gempylus serpens*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形はやや強い反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は浅いがやや幅ひろく、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

フウライカマス *Nealotus tripes*

外形は楕円形 (B 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は非常に薄く、弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

クロシビカマス *Promethichthy prometheus*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は非常に薄く、弱い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁に達する (I₁型)。輪紋は、表面観察でやや不明瞭である。

29-29. サバ亜目 Scombroidei・タチウオ科

Trichiuridae

タチウオ *Trichiurus japonicus*

外形は長楕円形 (C 型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明瞭である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は比較的明瞭で、表面観察や Burnt 法で年齢査定が可能である。

29-30. サバ亜目 Scombroidei・サバ科 Scombridae

グルクマ *Rastrelliger kanagurta*

外形は下縁に小さい凹凸が多い長楕円形 (C 型) で、前角、前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は強い反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マサバ *Scomber japonicus*

外形は「くさび」に似た後部が幅広い長方形 (H 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は比較的幅広く、欠刻部から後方に延び、後端が下部に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ゴマサバ *S. australasicus*

外形はマサバと同様「くさび」に似た長方形 (H 型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部から後方に延び、後端が下部に僅かに曲がり、後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ヒラソウダ *Auxis thazard*

外形は「矢尻形」に似た細長い三角形 (F 型) で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。外形には、個体によっては長方形 (H 型) がみられる。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は深く広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マルソウダ *A. rochi*

外形は後縁に大きい凹みがある不定形 (I 型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型 (a 型) である。溝は欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ハガツオ *Sarda orientalis*

外形は「鋸形」に似た長三角形 (F 型) で、前角は著しく発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明瞭である。側面形は反り状型 (a 型) である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、後部で広くなり後縁付近まで認められる (II₁型)。溝の隆起は発達している。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

カツオ *Katsuwonus pelamis*

外形は前縁から下縁に波型凹凸が発達した長方形 (H 型) で、前角は発達するが、前上角はあまり発達せず、欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a 型)

である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。溝の隆起は発達している。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ビンナガ *Thunnus alalunga*

外形は「くさび」に似た長三角形(F型)で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。溝の隆起は発達している。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

クロマグロ *T. thynnus*

外形はやや「鍵形」に似た広線形(E型)で、前角は発達するが、前上角があまり発達せず、欠刻は不明確である。外形には個体による相違(F型)がみられる。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝はやや浅く幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。溝の隆起は発達している。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

キハダ *T. albacares*

外形はやや「鍵形」に似た長三角形(F型)で、前角は著しく発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形には、個体による相違がみられる。側面形は強い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

メバチ *T. obesus*

外形は広線形(E型)で、前角は発達するが、前上角は発達せず、欠刻は明確でない。側面形は反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起が後部にみられる。溝は幅広く、欠刻部から後方に延び、真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察では不明瞭であるが、薄片法で観察が可能である。

カマスサワラ *Acanthocybium solandri*

外形は長楕円形(C型)で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝はやや細く、欠刻部から後方に延び、ほぼ真直ぐに後縁付近まで認められる(II₁型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

サワラ *Scomberomorus nipponius*

外形は「矢尻形」に似た長三角形(F)で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は欠刻部から後方に延び、後端は幅広く後縁付近まで認められる(II₁型)。溝の隆起

は発達している。輪紋は比較的明瞭で、表面観察やBurnt法で年齢査定に用いられているが、薄片法で明瞭な年輪が観察可能である。

スズキ目のスズキ亜目以外の亜目に属する魚種について、耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は0.76~3.88の範囲で、クロタチカマス科のアブラソコムツが最も大きく、ハゼ科のイトヒキハゼが最も小さい。体長による耳石長比の相違は、サバ亜目ではバラムツとカツオに認められるが、マサバ、ビンナガ、クロマグロ、キハダとサワラではみられない。その他の亜目では、イボダイ科のイボダイ、エボシダイ科のボウズコンニャクとハゼ科のマハゼには相違がみられない。標本が比較的多い魚種で検討すると、ゲンゲ科は1.11~1.82の範囲であるが、シロゲンゲ、カンテンゲンゲとカムチャッカゲンゲの3種は1.11~1.17の小さい値を示している。ハゼ科は0.76~1.56の範囲で、殆どが1.1~1.4内に集中している。サバ科は2.08~3.56と範囲が広く、種による相違が顕著で、マグロ属は3以上で細長い。科別の平均値では、カマス科、サバ科とクロタチカマス科が2.89~2.57で大きく、ドンコ科、ハゼ科、イレズミコンニャクアジ科とボウズギンボ科が1.10~1.21で小さい。亜目別には、サバ亜目(2.65)とニザダイ亜目(2.06)が大きく、イレズミコンニャクアジ亜目(1.13)とハゼ亜目(1.15)が小さく、その他の亜目は1.49~1.97の範囲にある。

相対耳石サイズは0.64~56.75の範囲で、ハナビヌメリ(ネズッポ科)が最も大きく、メカジキ(メカジキ科)が最も小さい。体長による相対耳石サイズの相違は、イボダイ科とネズッポ科のイボダイとヤリヌメリでは認められるが、サバ科のマサバ、ゴマサバ、カツオ、ビンナガ、クロマグロ、キハダとサワラでは殆ど変わらない。また、エボシダイ科とクロタチカマス科のボウズコンニャクとバラムツでは、サバ科と同様に相違はみられない。標本が比較的多い魚種で検討すると、ゲンゲ科は6~21の範囲、ハゼ科は14~37の範囲、サバ科は9~19の範囲で、ハゼ科はゲンゲ科とサバ科に比べ範囲が狭く、10以下が出現せず、耳石相対サイズが大きい。科別の平均値では、イボダイ科、エボシダイ科、ミシマオコゼ科、トラギス科とハタハタ科が30~40で大きく、メカジキ科、イレズミコンニャクアジ科、マカジキ科、ボウズギンボ科、タチウオ科とニシキギンボ科が10以下で小さい。亜目別には、イボダイ亜目、ワニギス亜目、ギンボ亜目、ネズッポ亜目とハゼ亜目(23~28)がやや大きく、バラ亜目、ゲンゲ亜目、ニザダイ亜目とサバ亜目(11~19)が

Table 2-15. Sample list used for otolith measurement (Perciforms 4)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length: height ratio	Relative otolith size	Code of external-sulcus forms
Gobiidae													
	Akאו	<i>Crenotrypauchen microcephalus</i>	Cm		1	150	150	3.90	2.50	6.50	1.56	26.00	I a iv
	Warasubo	<i>Taenioides rubicundus</i>	Tr		1	259	259	3.60	3.25	4.52	1.11	13.89	I a IV
	Shirouo	<i>Luciosarion petersii</i>	Lp		6	46	44-47	0.67	0.54	0.79	1.25	14.79	B a III
	Mimizuhaze	<i>Luciogobius guttatus</i>	Lg		5	57	47-67	0.98	0.83	1.43	1.17	17.13	G a nd
	Agohaze	<i>Chaenogobius annularis</i>	Ca		2	48	44-51	1.14	0.96	2.28	1.19	24.42	B a iv
	Dorome	<i>C. gulosus</i>	Cg		1	124	124	2.70	2.25	4.90	1.20	21.77	A a IV
	Ukigori	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	Gu		4	85	64-137	2.32	1.73	4.72	1.32	26.47	B b IV
	Hebihaze	<i>G. mororanus</i>	Gm		2	45	42-48	1.14	1.10	2.79	1.04	25.24	A a IV
	Nikuhaze	<i>G. heptacanthus</i>	Gh		2	49	48-50	1.60	1.33	4.34	1.22	32.65	I c IV
	Edohaze	<i>G. macrognathos</i>	Ga		2	58	57-58	1.93	1.45	4.83	1.33	33.27	A b IV
	Juzukakehaze	<i>G. laevis</i>	Gl		5	64	45-87	1.67	1.47	3.84	1.13	25.71	G c IV
	Higehaze	<i>Parachaetrichthys polynema</i>	Pp		1	130	130	4.90	3.60	13.57	1.36	37.69	B c IV
	Komochijako	<i>Amblychaetrichthys scitistius</i>	As		4	51	35-58	2.53	2.20	10.91	1.15	50.45	A c IV
	Akahaze	<i>A. hexanema</i>	Ah		11	119	76-166	4.69	3.30	13.01	1.42	39.72	B b IV
	Mahaze	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	Af	Small	10	117		2.66	2.43	5.52	1.09	22.83	A a IV
			Af	Large	10	181		4.27	3.52	8.30	1.21	23.47	
	Ashishirohaze	<i>A. lactipes</i>	Al		5	65	53-89	1.48	1.25	2.85	1.21	22.01	G c IV
	Nishikihaze	<i>Pterogobius virgo</i>	Pv		3	206	201-215	4.20	2.72	5.55	1.55	20.36	F a II ₁
	Chagara	<i>P. zonoleucus</i>	Pz		2	70	67-73	1.88	1.73	4.65	1.09	26.84	G a IV
	Ryuguhaze	<i>P. zacalles</i>	Pr		3	120	117-122	3.29	2.42	6.63	1.36	27.48	B a IV
	Itohikihaze	<i>Cryptocentrus filifer</i>	Cf		1	140	140	2.25	3.00	4.82	0.76	16.07	D b IV
	Himehaze	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	Fg		1	63	63	2.30	1.80	6.57	1.28	36.50	B a IV
	Sujihaze	<i>Acentrogobius pflaumii</i>	Ap		1	60	60	2.05	1.70	5.81	1.21	34.16	B b IV
	Akaobishimahaze	<i>Tridentiger trionocephalus</i>	Tp		3	60	48-67	1.22	1.18	2.40	1.03	20.71	G a IV
	Shimofurishimahazi	<i>T. bifasciatus</i>	Tb		3	79	74-84	1.39	1.34	2.36	1.03	17.44	G a IV
	Numachichibu	<i>T. brevispinis</i>	Tn		6	70	38-95	1.72	1.60	3.93	1.07	24.72	A b IV
	Chichibu	<i>T. obscurus</i>	To		15	75	51-111	1.81	1.73	4.18	1.05	24.93	G b IV
Siganidae													
	Aigo	<i>Siganus fuscescens</i>	Sf		8	177	109-268	2.44	1.34	1.85	1.78	13.76	B nd II ₁
Istiophoridae													
	Basyoukajiki	<i>Istiophorus platypterus</i>	Ip		1	1750	1750	2.80	1.55	0.25	1.81	1.60	I iv iv
	Kurokajiki	<i>Makaira mazara</i>	Mm		1	661	661	2.60	1.40	0.55	1.86	3.93	I iv iv
Xiphiidae													
	Mekajiki	<i>Xiphias gladius</i>	Xg		1	3410	3410	2.20	1.60	0.10	1.38	0.64	I iv iv
Sphyracidae													
	Onikamasu	<i>Sphyracna barracuda</i>	Sb		1	610	610	11.00	4.15	7.48	2.65	18.03	C a II ₁
	Akakamasu	<i>S. pinguis</i>	Sp		10	281	192-357	8.61	3.00	9.19	2.87	30.74	E a II ₁
	Yamatokamasu	<i>S. japonica</i>	Sj		2	319	318-320	10.25	3.40	10.92	3.02	32.13	E a II ₁
Gempylidae													
	Aburasokomutsu	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	Lf		1	1068	1068	11.65	3.00	3.27	3.88	10.90	E a II ₁
	Baramutsu	<i>Ruvettus pretiosus</i>	Rp	Small	3	278	278	4.37	2.37	3.73	1.84	15.64	C,E a II ₁
			Rp	Large	1	900	900	9.80	3.00	3.27	3.27	18.88	
	Kurotachikamasu	<i>Gempylus serpens</i>	Gs		7	775	662-935	5.46	2.56	1.80	2.13	7.04	C a II ₁
	Fuuraikamasu	<i>Nealotus tripes</i>	Nt		11	224	210-242	6.02	3.21	8.63	1.90	26.80	B a I 1
	Kuroshibikamasu	<i>Promethichthys prometheus</i>	Pk		1	206	206	4.95	2.10	5.05	2.36	24.02	C a II ₃
Trichiuridae													
	Tachiuo	<i>Trichiurus japonicus</i>	Tj		3	1027	758-1164	6.42	2.80	1.75	2.27	6.21	C a II ₃
Scombridae													
	Gurukuma	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Rk		1	315	315	5.40	2.60	4.46	2.08	17.14	C a II ₁
	Masaba	<i>Scomber japonicus</i>	Sj	Small	35	195		3.42	1.39	2.44	2.46	16.91	H a II ₁
			Sj	Medium	35	245		4.07	1.64	2.72	2.47	16.30	
			Sj	Large	3	345		5.05	2.07	3.03	2.41	14.63	
	Gomasaba	<i>S. australasicus</i>	Sa	Small	1	208	208	3.30	1.40	2.22	2.36	15.86	H a II ₁
			Sa	Medium	30	286		4.39	1.66	2.55	2.61	15.34	
			Sa	Large	1	371		5.90	2.30	3.66	2.57	15.90	
	Hirasouda	<i>Auxis thazard</i>	At		4	426	289-433	3.97	1.40	1.30	2.90	9.37	F,H a II ₁
	Marusouda	<i>A. rochei</i>	Ar		2	313	280-346	2.87	0.98	0.90	2.93	9.16	I a II ₁
	Hagatsuo	<i>Sarda orientalis</i>	So		4	428	353-532	4.50	1.40	1.47	3.22	10.51	F a II ₁
	Katsuwo	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Kp	Small	9	533		4.66	1.86	1.63	2.52	8.75	H a II ₁
			Kp	Large	1	835	835	7.15	2.35	2.01	3.04	8.56	
	Bin-naga	<i>Thunnus alalunga</i>	Ta	Small	11	656		8.09	2.72	3.35	2.98	12.34	F a II ₁
			Ta	Large	1	1156	1156	11.35	3.65	3.58	3.11	9.81	
	Kuromaguro	<i>T. thynnus</i>	Tt	Small	6	587		8.00	2.53	3.45	3.19	13.86	E,F a II ₁
			Tt	Large	1	1018	1018	11.15	3.30	3.61	3.38	10.95	
	Kihada	<i>T. albacares</i>	Tk	Small	1	556	556	7.45	2.15	2.88	3.47	13.39	F a II ₁
			Tk	Large	3	1325		12.31	3.39	3.15	3.64	9.62	
	Mebachi	<i>T. obesus</i>	Tm		1	1560	1560	14.90	4.20	4.01	3.55	9.55	E a II ₁
	Kamasusawara	<i>Acanthocybium solandri</i>	As		1	609	609	6.00	2.15	2.12	2.79	9.85	C a II ₁
	Sawara	<i>Scomberomorus niphonius</i>	Sn	Small	7	431		8.45	3.30	6.47	2.53	19.69	F a II ₁
			Sn	Large	19	695		12.52	4.48	8.07	2.55	18.27	

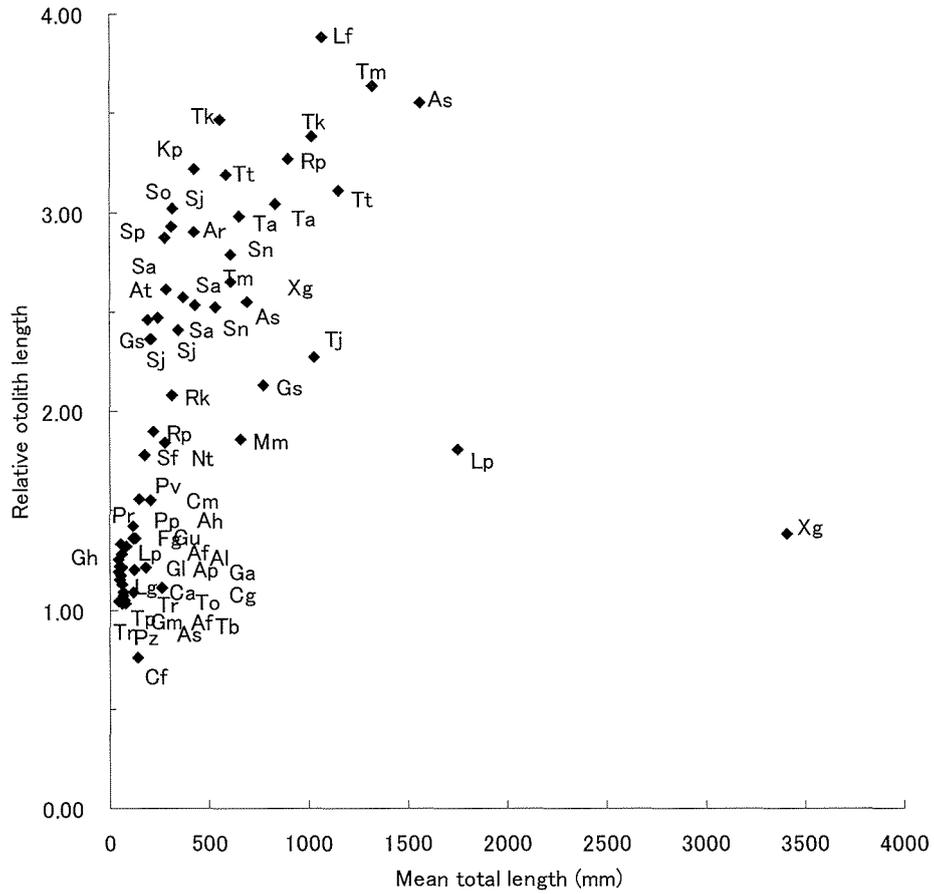


Fig. 2-32. Relation of otolith length:height ratio to total length (Perciforms 4). Abbreviations see table 2-15.

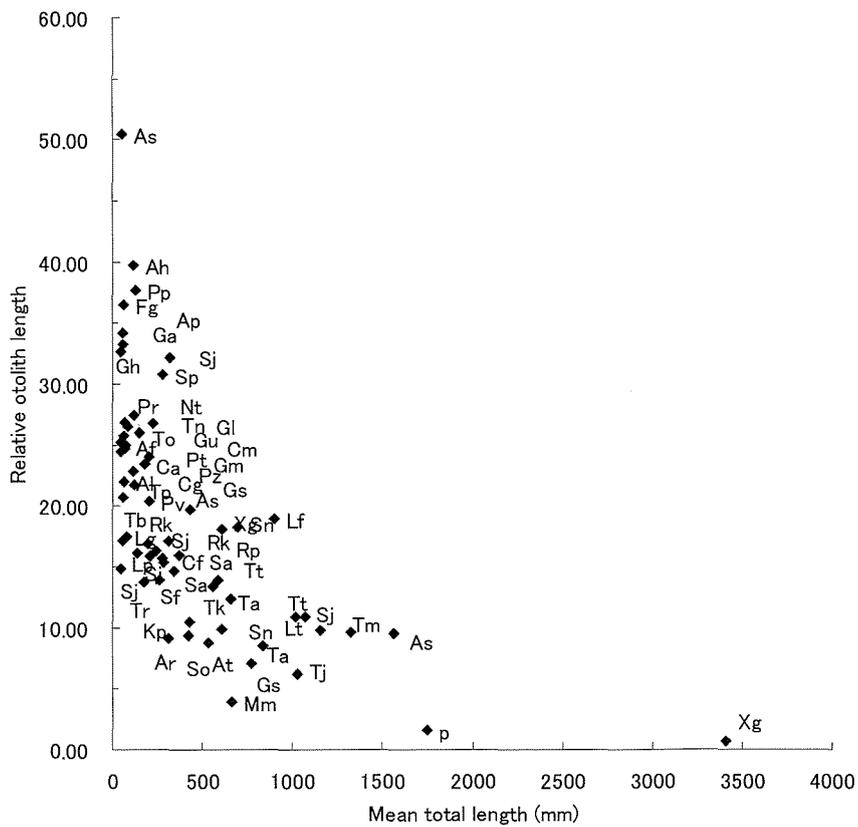


Fig. 2-33. Relation of otolith size index to total length (Perciforms 4). Abbreviations see table 2-15.

それに次ぐが、イレズミコンニャクアジ亜目とカジキ亜目（1～2）は著しく小さい。

スズキ亜目以外のスズキ目魚類について、耳石形態の特徴を要約すると、外形は楕円形（B型）と長楕円形（C型）が全体の約6割を占めているが、ネズボ科は三角形（F型）が主体、ハゼ科は正方形（G型）が主体、サバ科は長方形（H型）と三角形（F型）が多いというように、科による特徴も認められる。側面形は、反り状型（a型）が7割以上を占めているが、ゲンゲ科やハゼ科はc型は多い。溝においても、B型が半分以上を占めるが、ハゼ科の大部分とゲンゲ科の一部はD型である。耳石長比は0.76～3.88の範囲で、科別の平均値では、カマス科、サバ科等が大きく、ハゼ科、ボウズギンボ科、メカジキ科等が小さい。相対耳石サイズは1～57の範囲で、科別の平均値では、イボダイ科、エボシダイ科、ミシマオコゼ科等が大きく、メカジキ科、イレズミコンニャクアジ科、マカジキ科等が小さい。

30. カレイ目 (Pleuronectiformes) (Table 2-17,

Figs. 2-36, 2-37, 2-38)

カレイ目魚類はダルマガレイ科とカレイ科を主体に、8科121種、フグ目魚類はカワハギ科とフグ科を主体に10科133種が知られている（中坊, 2000）。

カレイ目魚類は大別してヒラメ類（3科）、カレイ類（3科）とウシノシタ類（2科）に分けられ、ヒラメ科のヒラメとカレイ科の大部分が産業上の重要種である。ヒラメ科は浅海性で、ヒラメが底びき網、刺し網、定置網等で漁獲されているほか、干物として食用種のガンゾウヒラメ、アラメガレイ等は底びき網で漁獲されている。同じヒラメ類のダルマガレイ科(38種)は、浅海から深海まで生息域が広く種数は多いが、食用種は極めて少なく地域的なものである。カレイ科(33種)はダルマガレイ科に次いで種数が多く、有用種には、浅海性(10～100 m)ではマコガレイ、マガレイ、ムシガレイ等、漸深性(100～400 m)ではババガレイ、ヤナギムシガレイ、ミギガレイ等、深海性(400 m以上)ではサメガレイ、アカガレイ、オヒョウ等があり、底刺網や底びき網で漁獲されている。また、ウシノシタ類は、食用になる種は地方による相違はあるが、ササウシノシタ科では殆ど食用にされなく、ウシノシタ科ではアカシタヒラメ、クロウシノシタ、ゲンコ等の数種に過ぎず、これらの形態的、生態的情報は殆ど知られていない。

カレイ目魚類には有用種が多く、国内外共に耳石形態、年齢に関する研究が多い。形態に関する研究に

ついては、耳石外形、溝の形状等の特徴と系群判別、耳石化石等に分けて述べる。外形、溝の形状等に関する研究では、複数種を対象にしたものでは日本産のヒラメ科3種、ダルマガレイ科3種、カレイ科7種、カワラガレイ科1種、ササウシノシタ科3種とウシノシタ科3種の外形、側面形、溝の形状等の特徴（Ohe, 1985）、地中海のササウシノシタ科の *Solea vulgaris* と *S. senegalensis* の成長に伴う形状の変化と溝の形状の比較（Bori, 1986）に関する報告がある。また、北西大西洋のヒラメ科4種、カレイ科7種、ウシノシタ科1種、Scophthalmidae科1種の凹凸両面の写真画像が提示され（Campana, 2004）、大西洋のカレイ科1種 *Pleuronectes platessa* について、耳石の処理方法が詳しく解説され、耳石表面の画像が示されている（Williams and Bedford, 1974）。さらに、南アフリカ周辺海域のコケヒラメ科1種、ダルマガレイ科7種、カレイ科3種、Psettodidae科2種、ササウシノシタ科8種、ウシノシタ科5種について、写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている（Malcolm *et al.*, 1995）。

単一種では、瀬戸内海のアカシタヒラメの外形、溝の形状等の特徴（松島, 1958）、室蘭近海のエゾカラスガレイの耳石外形（林, 1958）、ベーリング海のカラスガレイの耳石外形の左右の相違（三河, 1963）、伊勢湾のマコガレイの耳石形状（Suzuki, 1967）、日本海南西海域のヒラメの左右耳石の相称性（篠田, 1974a）、米国ニュージャーシー州沖のカレイ科 *Pseudopleuronectes americanus* の成長に伴う耳石の大きさや形状（Sogard, 1991）、米国オレゴン州沖のババガレイ属 *Microstomus pacificus* の外形と溝の形状（Tool *et al.*, 1993）に関する研究報告がある。系群に関する研究では、京都府沿岸のヒラメの系群（地方型）に関する報告がある（竹野ら, 1997・1998）。耳石化石の研究では、北ドイツのカレイ科2種（Campbell, 1929）、メキシコ湾沿岸のササウシノシタ科2種（Frizzell and Dante, 1965）、カリフォルニア州沿岸部の多数種のヒラメ科とカレイ科（Fitch, 1964, 1966, 1967, 1968）、静岡県掛川市、神奈川県北部のダルマガレイ科とササウシノシタ科（大江, 1983, 1991）に関する報告がある。異常耳石の研究では、北海道函館湾のマコガレイに関する報告がある（Mugiya, 1972）。また、カレイ目魚類は、稚幼魚以外は魚食性魚類等に捕食されることは殆どないが、オットセイの胃中に比較的多く出現し、耳石による種の判別が行われている（Brown and Mate, 1983, Tollit *et al.*, 1997）。

年齢に関する研究では、対象種が多いので、科、属別で国内外別に述べる。国内研究では、ヒラメ科

は表面観察と薄片法の両法で行われ、福岡沿岸のガンゾウビラメ (三尾ら, 1974) 以外はヒラメが研究対象で、神奈川県沿岸 (清水・増沢, 1974)、日本海南西海域 (篠田, 1974b) 青森県太平洋側 (白取, 1993)、山形県沿岸 (山洞・樋口, 1977)、房総海域 (石田ら, 1978)、新潟県沿岸域 (加藤ら, 1987)、瀬戸内海 (前原, 1992)、三陸北部沿岸 (北川ら, 1994)、長崎県沿岸 (田代・一丸, 1995)、山口県沿岸 (河野, 1997)、京都府沿岸 (竹野ら, 1999)、鹿児島県沿岸 (厚地ら, 2004) のヒラメに関する報告がある。カレイ科は殆どが表面観察でおこなわれ、最も研究が多いツノガレイ属では、伊勢湾、福岡豊前海、瀬戸内海周防灘、別府湾、東京湾、福岡豊前海、紀伊水道北部海域、大阪湾、岩手県沿岸、常磐沿岸、茨城県沿岸、仙台湾のマコガレイ (Suzuki, 1967, 藤ら, 1974, 藤・林, 1975, 植野, 1977, 宮城水試, 1982, 正木ら, 1986, 田染, 1987, Solomon *et al.*, 1987, 有江・石田, 1989a, 反田ら, 1992, 辻野ら, 1997, 高杉, 1996, 田中ら, 1996, 和田ら, 1997, 佐伯・菊地, 2000, Kume *et al.*, 2006)、新潟県沿岸、北海道北部沿岸、仙台湾、新潟県沿岸、青森県日本海沿岸、仙台湾のマガレイ (和田, 1970, 西内, 1984, Kawasaki *et al.*, 1985, 加藤, 1992, Takahashi *et al.*, 1995, 佐伯, 2002)、南東ベーリング海、ベーリング海東部のコガネガレイ (畑中, 1968, 前田, 1969, 若林, 1989)、北海道能取湖のクロガシラカレイ (大久保, 1952) に関する報告がある。アカガレイ属では、日本海北部海域、八戸近海、日本海西南海域、島根県沿岸、石狩湾のソウハチ (花村, 1953, 渡辺, 1954, 石戸, 1964, 花淵・木下, 1991, 道根ら, 1993, Tominaga *et al.*, 1996)、北海道噴火湾、東北海域、京都府沖合海域のアカガレイ (中谷ら, 1990, 北川ら, 2002, 柳下ら, 2006)、メイトガレイ属では東シナ海・黄海、瀬戸内海周防灘、福岡県豊前海、有明海のメイトガレイ (陳・大滝, 1974, 正木ら, 1985, 有江・石田, 1989b, 一丸・田代, 1994)、マツカワ属では仙台湾のホシガレイ (佐伯, 2001) に関する報告がある。

その他のカレイ科は1属1種であるので、種名で示すと、仙台湾のヌマガレイ (Kosaka, 1974)、北海道釧路沖、仙台湾のサマガレイ (石田ら, 1952, 佐伯, 1999)、八戸近海のアブラガレイ (笠原, 1955)、八戸沿岸、日本海西南海域、東京湾、日本海青森県沿岸のムシガレイ (大内・武田, 1954, 石戸, 1964, 今岡・三栖, 1969, 庄司, 1982, 山中, 1999, 今井・宮崎, 2005)、仙台湾、常磐沖、若狭湾のヤナギムシガレイ (橋本, 1955, 高越・秋元, 1976, 福島水試, 1975, 高橋ら, 2003, Yabuki, 1989, 柳下, 2005)、北海道産のヒレグロ (石田・北片, 1953)、仙台湾、伊勢湾、東京湾、

福岡豊前海、瀬戸内海周防灘のイシガレイ (Hatanaka *et al.*, 1952, Suzuki, 1966, 藤ら, 1974・1975, 茨城水試, 1975, 平川, 1980, 庄司ら, 1982, 有江ら, 1988, 正木ら, 1986, 森ら, 1986, Uehara and Shimizu, 1996)、八戸近海、仙台湾、常磐沖のミギガレイ (石戸, 1964, Ogasawara and Kawasaki, 1980, 島村・五十嵐, 1998) に関する研究報告がある。また、北海道周辺海域のクロガシラガレイ (森田・大原, 1965, 森田ら, 1966)、仙台湾周辺海域のババガレイ (佐伯, 1998) に関する研究報告がある。

国外の研究では、ヒラメ科、ウシノシタ科は薄片法であるが、カレイ科は大部分が表面観察である。ヒラメ科ではアメリカ北東大西洋岸、カリフォルニア海域のヒラメ属 *Paralichthys dentatus*, *P. californica* と *P. lethostigma* (Sipe and Chittenden, 2001, MacNair Jr. *et al.*, 2001, Fisher and Thompson, 2004)、カレイ科では、北海、アイリッシュ海のツノガレイ属 *Pleuronectes platessa* (Reibisch, 1989, Basimi and Grove, 1985, Rijnsdorp and Leeween, 1992)、カナダ大西洋岸の *Limanda ferruginea* (Scott, 1954)、英国クライド海域、カナダ大西洋岸のアカガレイ属 *Hippoglossoides platessoides* (Bagenal, 1955ab, Pitt, 1967)、カナダ大西洋岸のカラスガレイ属 (カラスガレイ) *Reinhardtius hippoglossoides* (Lear and Pitt, 1975)、アメリカ太平洋岸のムシガレイ属 *Eopsetta jordani* (Gregory and Jow, 1976)、アメリカ太平洋岸のババガレイ属 *Microstomus pacificus* (Hagerman, 1952)、カナダ大西洋岸のオヒョウ属 (オヒョウ) *Hippoglossus stenolepis* (Southward, 1962)、アラスカ湾の太平洋オヒョウ (Piner and Wischniowski, 2004)、地中海の *Lepidorhombus* 属 *Lepidorhombus boscii* (Vassilopoulou and Ondrias, 1999)、北東大西洋の英国 - 北アフリカ近海の *Lepidorhombus whiffiagonis* (Landa and Piñiro, 2000) に関する研究報告がある。複数種を対象にした研究では、ベーリング海のアカガレイ属の *Hippoglossus stenolepis*、ツノガレイ属の *Pleuronectes quadritubercutus*、ヌマガレイ属の *Platichthys stellatus*、*Lepidopsetta* 属の *Lepidopsetta bilineata* (Mosher, 1954)、ベーリング海峡 (Chukchi Sea) のアカガレイ属と *Limanda* 属 (Pruter and Alverson, 1962)、ニュージーランド海域の *Rhombosolea* 属 *Rhombosolea plebeia* と *R. leporine* (Colman, 1974) に関する報告がある。また、ウシノシタ科では、バージニア州沿岸の *Symphurus* 属 *Symphurus platessa* (Terwilliger and Munroe, 1999) に関する研究報告がある。年齢査定の手法として、Christensen (1964) は主として北海のササウ

シノシタ科 *Solea solea* を用いて、バーニング法を、Albrechtsen (1968) や Richter and McDermott (1990) はヒラメ科 *Psetta maxima*, *Scophthalmus maximus* と *S. rhombus*, ツノガレイ属 *Pleuonectes platessa*, ババガレイ属 *Microstomus kitt*, ササウシノシタ科 *Solea rhombus* 等のカレイ目魚類を用いて染色法を開発し、年齢査定の上へに貢献している。

本研究において耳石を採取した標本魚は、コケビラメ科1種、ヒラメ科6種、ダルマガレイ科2種、カレイ科29種、カワラガレイ科1種、ササウシノシタ科5種、ウシノシタ科6種の合計7科50種である。

各魚種の耳石形態を記載する前に、カレイ目魚類の左右の耳石形状(耳石長、耳石高および耳石半径)と核の位置を検討する (Table 2-16, Figs. 2-34, 2-35)

硬骨魚類の耳石の長さは、カレイ目とナマズ目の一部以外は左右の耳石に相違はみられない (Wright *et al.*, 2002)。ここでは、異体類魚類の耳石の大きさや核の位置が、有眼側 eyed side と無眼側 blind side で差異があるかどうかを検討する。耳石の長さの測定箇所は、耳石長: A は長軸の前縁から後縁までの長さ、耳石高: B は短軸の最も長い部位で、耳石半径は4箇所あり、C: 長軸での核の中心から前縁までの長さ、D: 長軸での核の中心から後縁までの長さ、E: 短軸での核の中心から下縁までの長さ、F: 短軸での核の中心から上縁までの長さである。

耳石長と耳石高の大きさは、ヒラメ科のヒラメ等、カレイ科のヌマガレイ、ババガレイ、ソウハチ、ムシガレイ、ヒレグロ、イシガレイ、ミギガレイ、マコガレイ、ウシノシタ科のイヌノシタ、ミナミアカシタビラメ、アカシタビラメ、ゲンコについて検討した。耳石長、耳石高については、ゲンコの無眼側の耳石が有眼側よりも若干大きいものの、その他の魚種では相違がみられない。核からの各部位までの距離(半径)については、半径EとFについては、全ての魚種について、ほとんど差が認められなかった。半径CとDについては、ヒレグロが無眼側と有眼側間でほとんど差がなかったものの、その他の魚種では有眼側の半径Cが無眼側よりも大きく、Dが小さかった。つまり、カレイ科の殆どの魚種の耳石核の位置は、上下(背腹)方向ではほとんど差がないが、有眼側の核が無眼側よりかなり後部にあることが示された。

30-1. コケビラメ科 Citharidae

コケビラメ *Citharoides macrolepidotus*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)

である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝はやや深く、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

30-2. ヒラメ科 Paralichthyidae

ヒラメ *Paralichthys olivaceus*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)ある。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、表面および薄片観察で年齢査定が行われている。

アラメガレイ *Tarphops oligolepis*

外形は円形(A型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)である。溝は中央部付近に、ほぼ広線形状に認められる(IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ユメアラメガレイ *T. elegans*

外形は円形(A型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝はやや明瞭で、前縁近くから後部まで、ほぼ広線形状に認められる(IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

タマガンゾウビラメ *Pseudorhombus pentophthalmus*

外形は楕円形(B型)と円形(A型)で、前角と前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。外形には、左右の耳石や個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型(a型)である。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は前縁近くから後部まで、ほぼ広線形状に認められる(IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ナンヨウガレイ *P. oligodon*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型(a型)か棒状型(b型)である。溝は明確でないが、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる(II₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ガンゾウビラメ *P. cinnamomeus*

外形は楕円形(B型)で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型(a型)である。溝は浅く、前縁近くから後部まで、ほぼ広線形状に認められる(IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ダルマガレイ科 Bothidae

ダルマガレイ *Engyprosopon grandisquama*

外形は楕円形(B型)で、前角と前上角は全く発達

Table 2-16. Difference of relative length of otolith parts (A-F) between eyed and blind side otoliths ((part length of eyed side/blind side) * 100/total body length) of Pleuronectiformes fishes. Abbreviations see Fig. 2-34

Name		n	Otolith part					
Japanese	Scientific		A	B	C	D	E	F
Hirame	<i>Paralichthys olivaceus</i>	21	-0.03	0.05	0.11	-0.06	0.04	0.02
Numagarei	<i>Platichthys stellatus</i>	17	-0.01	0.00	0.20	-0.18	0.00	-0.01
Babagarei	<i>Microstomus achne</i>	20	-0.03	0.00	0.10	-0.11	0.00	0.00
Souhachi	<i>Hippobolsoides pinetorum</i>	20	0.02	0.02	0.33	-0.31	0.04	-0.01
Mushigarei	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	19	-0.06	-0.03	0.31	-0.36	-0.04	-0.01
Hireguro	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	14	-0.06	-0.03	0.03	-0.11	-0.03	-0.02
Ishigarei	<i>Kareius bicoloratus</i>	20	0.00	0.01	0.21	-0.17	0.00	0.01
Migigarei	<i>Dexistes rikuzenius</i>	20	0.01	0.03	0.29	-0.31	0.03	-0.01
Makogarei	<i>Pleuronectes yokohamae</i>	27	0.00	0.01	0.20	-0.18	-0.02	0.05
Inunoshita	<i>Cynoglossus robustus</i>	3	-0.02	0.04	0.11	-0.06	0.04	0.00
Minamiakashitabirame	<i>Cynoglossus itinus</i>	1	-0.04	0.04				
Akashitabirame	<i>Cynoglossus joyneri</i>	2	0.01	0.01				
Genko	<i>Cynoglossus interruptus</i>	5	-0.11	0.05				

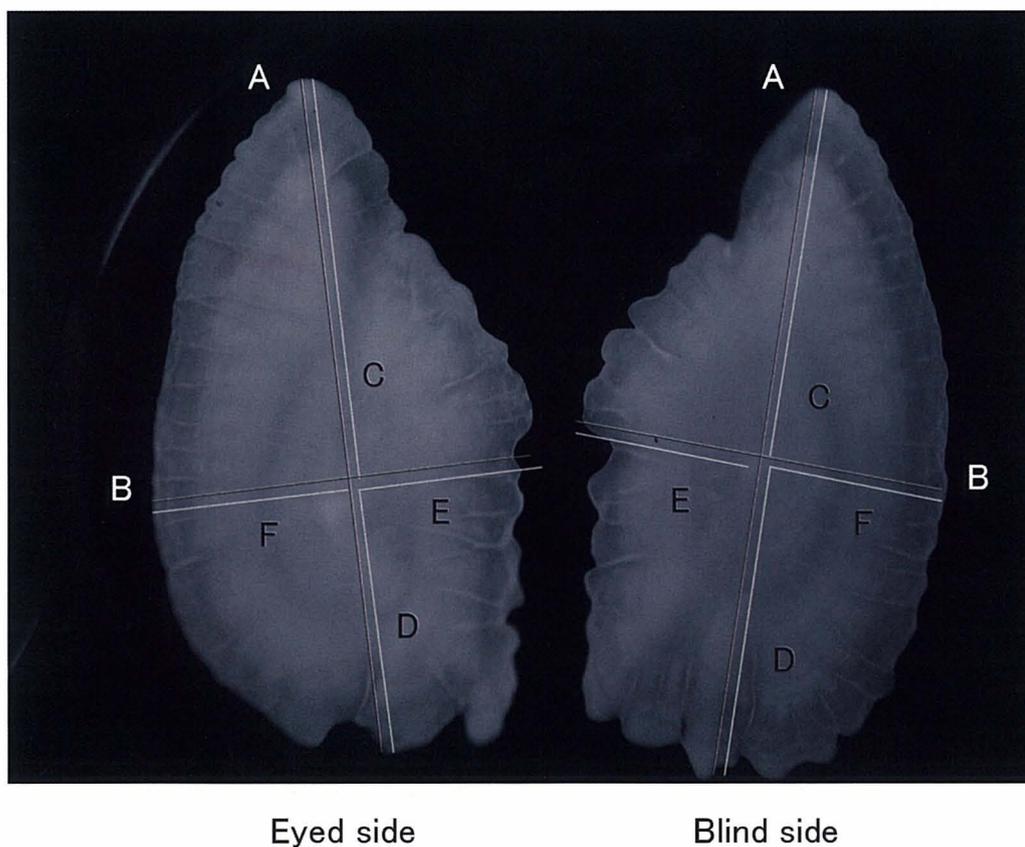


Fig. 2-34. Otolith measurements used for comparison of otolith morphology between eyed (left) and blind (right) sides (Hirame, *Paralichthys olivaceus*, Female 535 mm in TL).

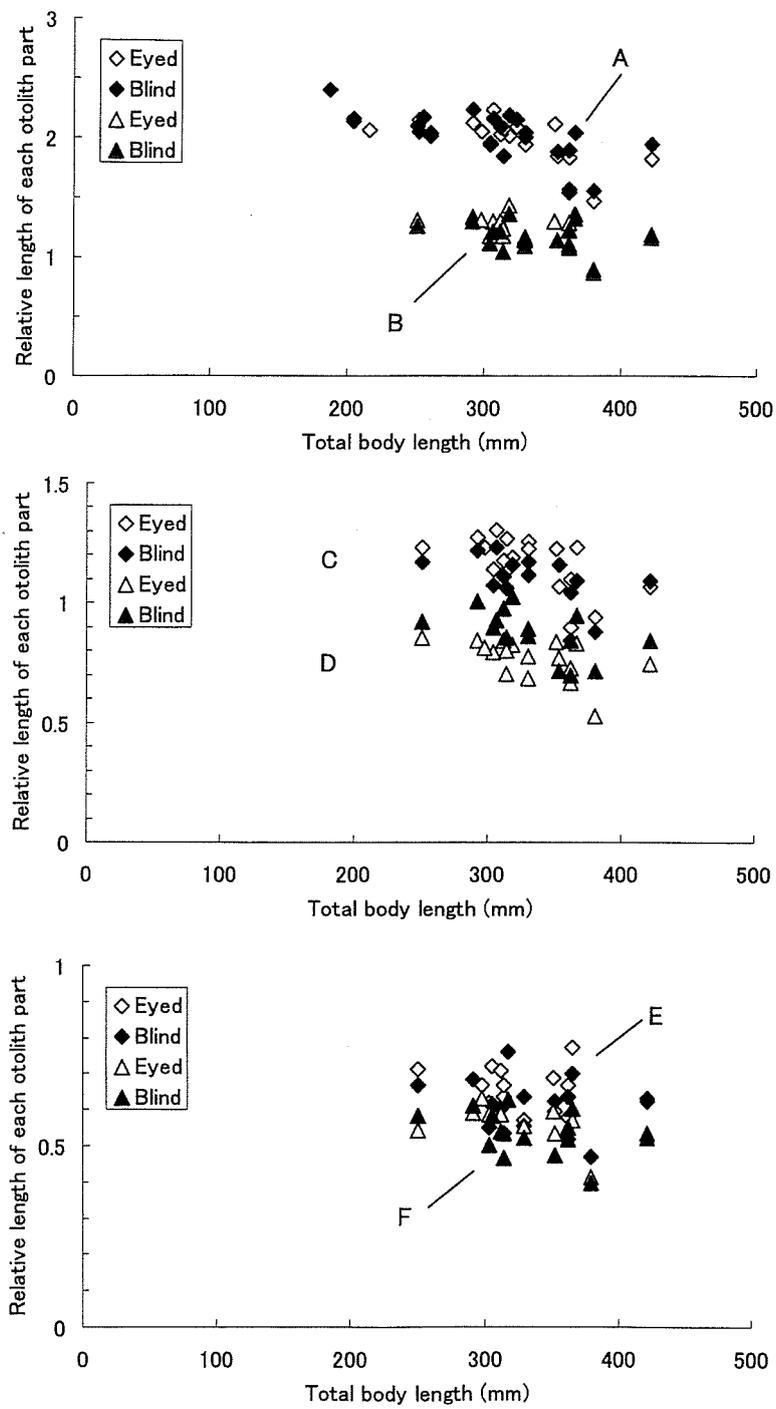


Fig. 2-35. Comparison of relative length of otolith parts (A-F) to total body length between eyed and blind side otoliths of hiramé, *Paralichthys olivaceus*. Abbreviations see Fig. 2-34.

せず、欠刻は認められない。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は前縁から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ヤリガレイ *Laeops kitaharae*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は棒状型 (b型) か弱い逆反り型 (E型) である。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

30-3. カレイ科 Pleuronectidae

ヌマガレイ *Platichthys stellatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部付近から中央と後縁の中間付近まで、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

サメガレイ *Clidoderma asperimum*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は後部に括れがあり、前縁付近から中央と後縁の中間付近まで、ほぼ広線形状 (あるいは棒状) に認められる (IV型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定に用いられている。

メイタガレイ *Pleuronichthys cornutus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや明瞭である。側面形は棒状型 (b型) か半広線形型 (c型) である。溝は明瞭でないが、欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。また、溝の隆起が欠刻部から離れている個体もある (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、薄片法で明瞭に観察され、年齢査定に用いられている。

ナガレメイタガレイ *Pleuronichthys* sp.

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い逆反り状型 (e型)。凹面には、弱い隆起がほぼ全面にみられる。溝は欠刻部付近から中央と後縁の中間付近まで、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ババガレイ *Microstomus achne*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。凹面には、弱い隆起が中央から後部にみられる。溝は浅く明瞭でないが、欠刻部から中央付近まで

認められ、後端は細くなる (III型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

ホシガレイ *Verasper variegatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は後部で括れ細くなり、欠刻部付近から中央と後縁付近まで、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定が可能である。

マツカワ *V. moseri*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は後部で括れ細くなり、欠刻部付近から中央と後縁の中間付近まで、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

オヒョウ *Hippoglossus stenolepis*

外形は楕円形 (B型) で、前角は発達し、前上角も発達するので、欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定が可能である。

カラスガレイ *Reinhardtius hippoglossoides*

外形は外縁の凹凸が顕著で、内部に小孔がある不定形 (I型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明瞭である。外形には、左右の耳石の変異や個体により相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は明瞭でないが、後部で括れ細くなり、ほぼ中央部に広線形状で認められる (IV型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

アブラガレイ *Atheresthes evermanni*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明瞭である。外形は左右の耳石に相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は後部で括れ細くなり、前縁付近から中央と後縁の中間付近まで、ほぼ広線形状 (あるいは棒状) に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ムシガレイ *Eopsetta grigorjewi*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明瞭であるが、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央後部で括れ細くなり、中央と後縁の中間付近まで認められる (II₃型)。輪紋は、表面観察では明瞭で、年齢査定に用いられている。

ウロコメガレイ *Acanthopsetta nadeshnyi*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角

は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

ソウハチ *Hippobolsoides pinetorum*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は後部で括れ細くなり、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定に用いられている。

アカガレイ *H. dubius*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。外形は個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は明確でないが、後部でやや括れ細くなり、前縁付近から中央と後縁の中間付近まで、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。溝の形状には個体による相違がみられる。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、表面および薄片観察で年齢査定に用いられている。

ウマガレイ *H. elassodon*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ドロガレイ *H. robustus*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ヤナギムシガレイ *Tanakius kitaharai*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) か弱い逆反り状型 (e型) である。溝は中央部で括れ細くなり、ほぼ長楕円形状に認められる (IV型)。溝の形状には、耳石の左右による相違がみられる。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、表面および薄片観察で年齢査定が行われている。

ヒレグロ *Glyptocephalus stelleri*

外形は円形 (A型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) か弱い逆反り状型 (e型) である。溝は後部で括れ細くなり、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

イシガレイ *Kareius bicoloratus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形

は反り状型 (a型) である。溝は中央部でやや括れ、ほぼ広線形状 (あるいは棒状) に認められる (IV型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定が可能である。

ミギガレイ *Dexistes rikuzenius*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は後部で括れ、前縁付近から中央と後縁の中間付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

ツノガレイ *Preuronectes quadrituberculatus*

外形は後部が幅広い楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は中央部で括れ、ほぼ広線形状 (あるいは棒状) に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

クロガレイ *P. obscurus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角はあまり発達しないが、欠刻はやや明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は後部で括れ細くなり、前縁部から中央と後縁の中間付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

スナガレイ *P. punctatissimus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角はやや発達し、欠刻は明瞭である。側面形は棒状型 (b型) か、弱い反り状型 (a型) である。溝は浅く、後部でやや括れ細くなり、中央部から後部に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ハナガレイ *P. proboscideus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部付近から中央と後縁の中間付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。溝の形状には、左右の耳石で相違がみられる。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

シュムシュガレイ *P. bilineatus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形には個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。凹面には、弱い隆起が下部にみられる。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アサバガレイ *P. mochigarei*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。外形や欠刻には、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

マガレイ *P. herzensteini*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型 (b型) である。溝は明確でないが、後部でやや括れ、中央部から後部付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定に用いられている。

マコガレイ *P. yokohamae*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達するが、前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は後端で僅かに下方に曲がるが、欠刻部付近から中央と後縁の中間付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。また、溝の隆起が欠刻部から始まる個体がある (II₃型)。輪紋は表面観察で明瞭で、年齢査定に用いられている。

コガネガレイ *P. asper*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は浅く、中央の上部付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。溝の長さは左右の耳石で異なっている。輪紋は、表面観察でやや明瞭で、年齢査定が可能である。

30-4. カワラガレイ科 Poecilopsettidae

カワラガレイ *Poecilopsetta plinthus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形の輪郭は左右でかなり異なっている。側面形は反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から中央付近まで認められる (III型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

30-5. ササウシノシタ科 Soleidae

ササウシノシタ *Heteromycteris japonica*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確であるが、個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部から後方に延び、中央と後縁の中間付近まで、ほぼ三角形に認められる (II₃型)。溝の形状や位置は、個体による相違がみられ、欠刻部から離れた形状 (IV型) もある。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

モヨウウシノシタ *Aseraggodes kaianus*

外形は円形 (A型) で、前角と前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。外形は左右の耳石で異なる。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。溝は後部で括れ細くなり、中央部から後部付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

トビサウシノシタ *A. kobensis*

外形は円形 (A型) と楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。外形は、左右の耳石や個体による相違がみられる。側面形は弱い反り状型 (a型) か棒状型 (b型) である。溝は明確でないが、後部で括れやや細くなり、中央部から後部付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は表面観察で明瞭である。

セトウシノシタ *Pseudaesopia japonica*

外形はやや円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。外形には個体による相違がみられる。側面形は棒状型 (b型) か弱い反り状型 (a型) である。溝は明確でないが、後部でやや括れ、前部から中央部付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。溝の形状には、個体による相違がみられる。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

シマウシノシタ *Zebrias zebrius*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻はやや不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は明確でないが、中央部付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

30-6. ウシノシタ科 Cynoglossidae

クロウシノシタ *Paraplagusia japonica*

外形は円形に近い楕円形 (B型) で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は反り状型 (a型) である。溝は明確でないが、中央から後部付近まで、細長い三角形に認められる (IV型)。溝の長さは個体による相違がみられる。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

イヌノシタ *Cynoglossus robustus*

外形は楕円形 (B型) で、前角と前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。側面形は弱い逆反り状型 (e型) である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は浅く、後部で括れ細くなり、前縁付近から中央と後縁の中間付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ミナミアカシタビラメ *C. itinus*

外形は楕円形 (B型) で、前角はやや発達し、前上角は発達しないが、欠刻はやや明瞭である。側面形はやや弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部付近から中央と後縁の中間付近に、ほぼ広線形状 (あるいは棒状) に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

アカシタビラメ *C. joyneri*

外形は四角形状の楕円形 (B型) で、前角と前上角

は発達せず、欠刻はやや不明瞭である。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は浅く明確でないが、欠刻部から後方に延び、後端で下部に曲がり、後縁付近まで認められる (B₂型)。別の標本では前縁から後縁付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察でやや明瞭である。

ゲンコ *C. interruptus*

外形は三角形の楕円形 (B型) で、前角と前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は明確でないが、前縁から後縁付近に、ほぼ細長い三角形に認められる (IV型)。溝の形状や長さは、左右や個体による相違がみられる。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ヒレグロゲンコ *C. nigropinnatus*

形状は三角形の楕円形 (B型) で、前角と前上角は全く発達せず、欠刻は認められない。側面形は反り状型 (a型) である。溝は明確でないが、前縁から後縁付近に、ほぼ広線形状に認められる (IV型)。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

カレイ目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.02～1.84の範囲で、カレイ科のメイタガレイが最も大きく、ヒラメ科のユメアラメガレイが最も小さい。体長による耳石長比の相違は、ヒラメ科ではヒラメ、カレイ科ではヌマガレイ、メイタガレイ、ババガレイ、ムシガレイ、ヒレグロとマコガレイに相違がみられない。耳石長比の平均値は、ヒラメ科が1.30 (1.02～1.64)、ダルマガレイ科が1.36 (1.35～1.36)、カレイ科が1.48 (1.10～1.84)、ササウシノシタ科が1.23 (1.09～1.33)、ウシノシタ科が1.26 (1.18～1.34) で、カレイ科がやや大きい。カレイ科では、ヒレグロの耳石長比が1.10で、同じ科の魚種に比べかなり小さい。

相対耳石サイズは10.75～28.81の範囲で、カレイ科のミギガレイが最も大きく、ササウシノシタ科のシマウシノシタが最も小さい。体長の大きさによる相違は、ヒラメ科ではヒラメ、カレイ科ではヌマガレイ、ババガレイ、ムシガレイ、ヒレグロとマコガレイにわずかにみられる程度である。科別の平均値は、ヒラメ科が22 (18～26)、ダルマガレイ科が17 (16.5～17.0)、カレイ科が20 (12～29)、ササウシノシタ科が20 (11～25)、ウシノシタ科が18 (13～22) で、ヒラメ科が若干大きい。4科には殆ど相違がみられない。コケビラメ科 (コケビラメ) は、標本が1種であるが、相対耳石サイズが27で最も大きい。体長と耳石相対サイズとの関係では、全体として体長が大きくなるにつれて、サイズが小さくなる傾向がややみられ

る。

カレイ目魚類の耳石形態の特徴をまとめると、外形は全体のほぼ9割が楕円形 (B型) である。欠刻が明確な魚種は少ない。側面形は反り状型 (a型, 6割以上) か棒状型 (b型) が多く、弱い逆反り型 (e型) がカレイ科とウシノシタ科にみられる。溝は溝の状態は全体的に浅いが、IV型が最も多く約7割を占め、次いでII型 (約2割) が多くIII型は少ない。IV型主体の溝の形状はカレイ目魚類の特徴の一つであると推測される。形状コードの組み合わせは、多くのパターンがみられるが、B-a-IV型 (39%) が主体で、B-a-II₃型 (14%)、B-b-IV型 (12%)、A-a-IV型 (7%) の順となる。耳石長比は1.02～1.84の範囲で、カレイ科がやや大きいものの各科間にはあまり相違がみられない。相対耳石サイズは11～29の比較的狭い範囲で、カレイ科のミギガレイが最も大きく、ササウシノシタ科のシマウシノシタが最も小さい。全体的には、体長が大きくなるにつれて、サイズが小さくなる傾向がややみられる。

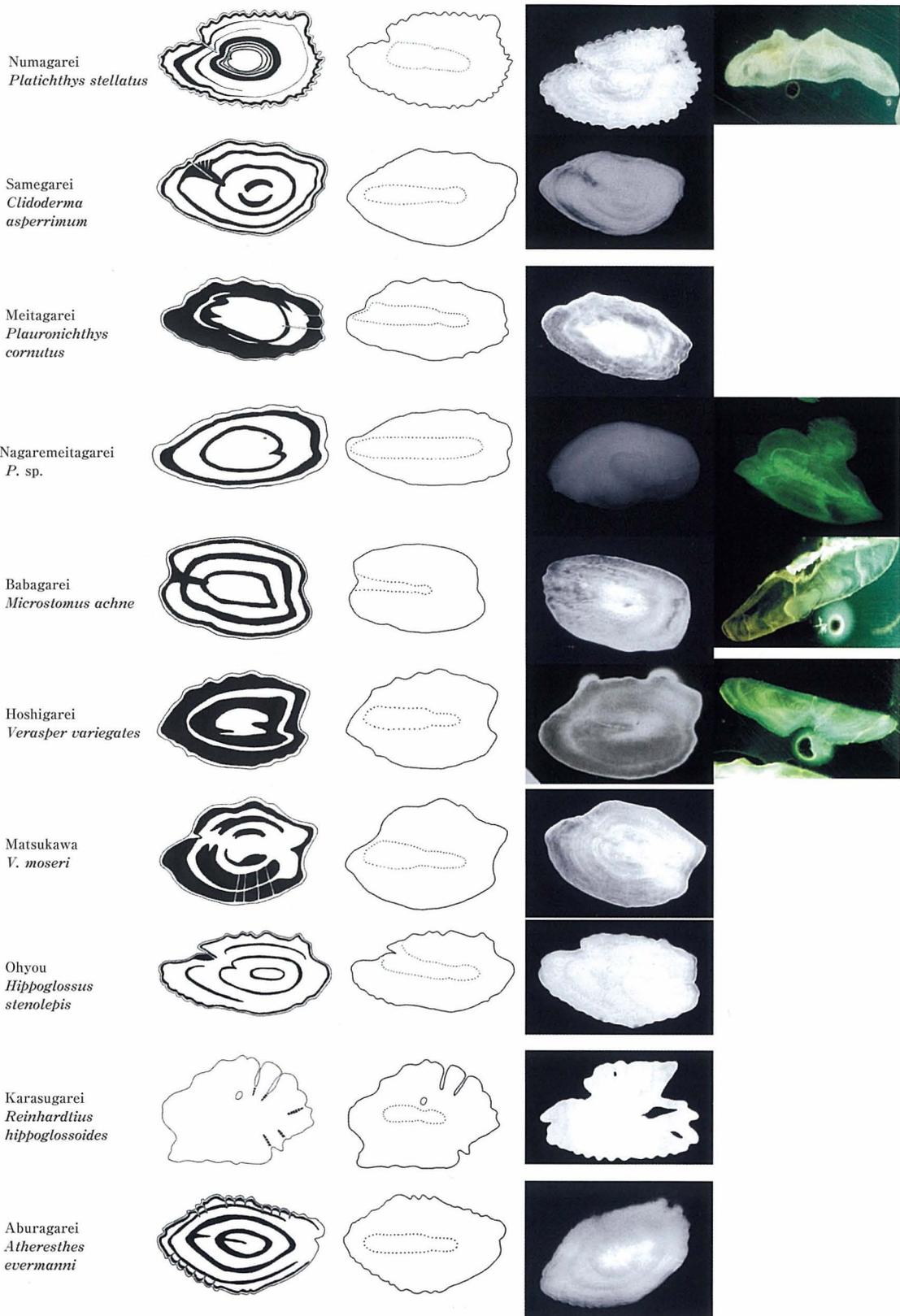
カレイ目魚類は左 (有眼側) と右 (無眼側) で耳石の構造が異なることが特徴である。十数種について耳石長と耳石半径を左右間で比較した結果、左右の耳石の耳石長では僅かに相違がある数種以外は、殆ど相違が認められない。耳石半径は、ヒラメ科 (ヒラメ) では若干有眼側が大きい程度で殆ど差がない。カレイ科では、無眼側の耳石の核がほぼ耳石の中心にあるのに対し、有眼側の核は耳石の中心よりかなり後部にある。雌雄による相違は、ヒラメやカレイ科 (ムマガレイ、マコガレイ等) では認められなかった。これまでの年齢、成長研究で、年齢査定に用いられた耳石は、1) 無眼側、2) 有眼側、3) 耳石の大きい方、4) 左右の耳石 (平均値) で、査定者によって様々ではあるが、殆どが無眼側の耳石を使用している。これは、核が耳石のほぼ中心にあるのが第一の理由と推測されるが、コガネガレイやマガレイでは有眼側、イシガレイでは大きい方の耳石が使用されている。若林 (1989) はコガネガレイの年齢査定で、有眼側を使用しており、1) 輪紋半径が大きい、2) 面が平坦で研磨し易い、3) 輪紋が明瞭である、との理由から有眼側を選択している。輪紋が明瞭な年輪であり、耳石の成長が前後に平均的であるならば、核が中心付近にある耳石を使用するのが妥当で、従来の査定は殆ど間違っていない。また異常 (奇形) 耳石については、Mugiya (1972) がマガレイにおける出現を報告している。本研究で採取した標本 (東北海域) では、他の目魚類に比べ出現する種数が多く、ヒラメ、ヌマガレイ、マコガレイ、サメガ

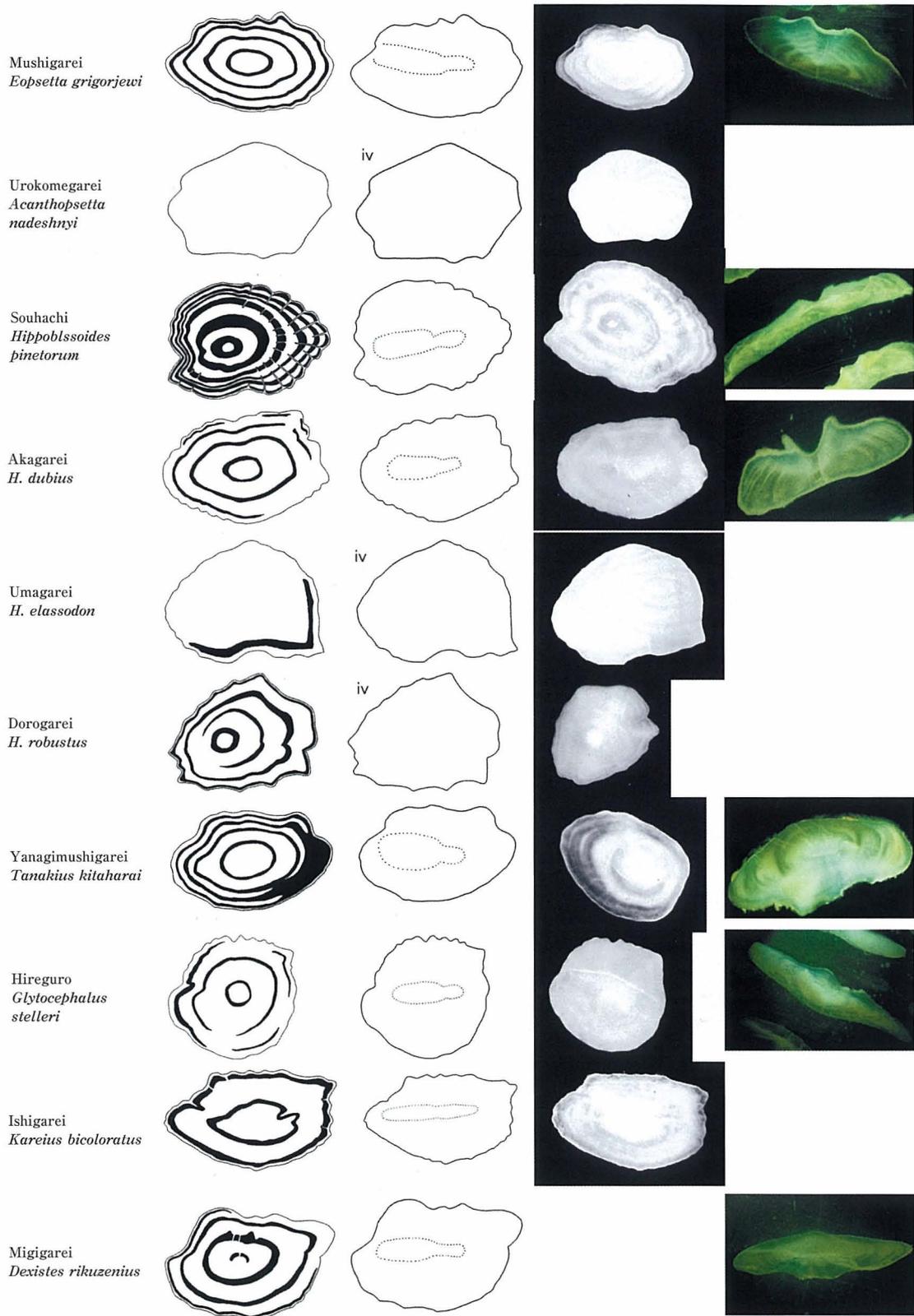
Table 2-17. Sample list used for otolith measurement (Pleuronectiformes)

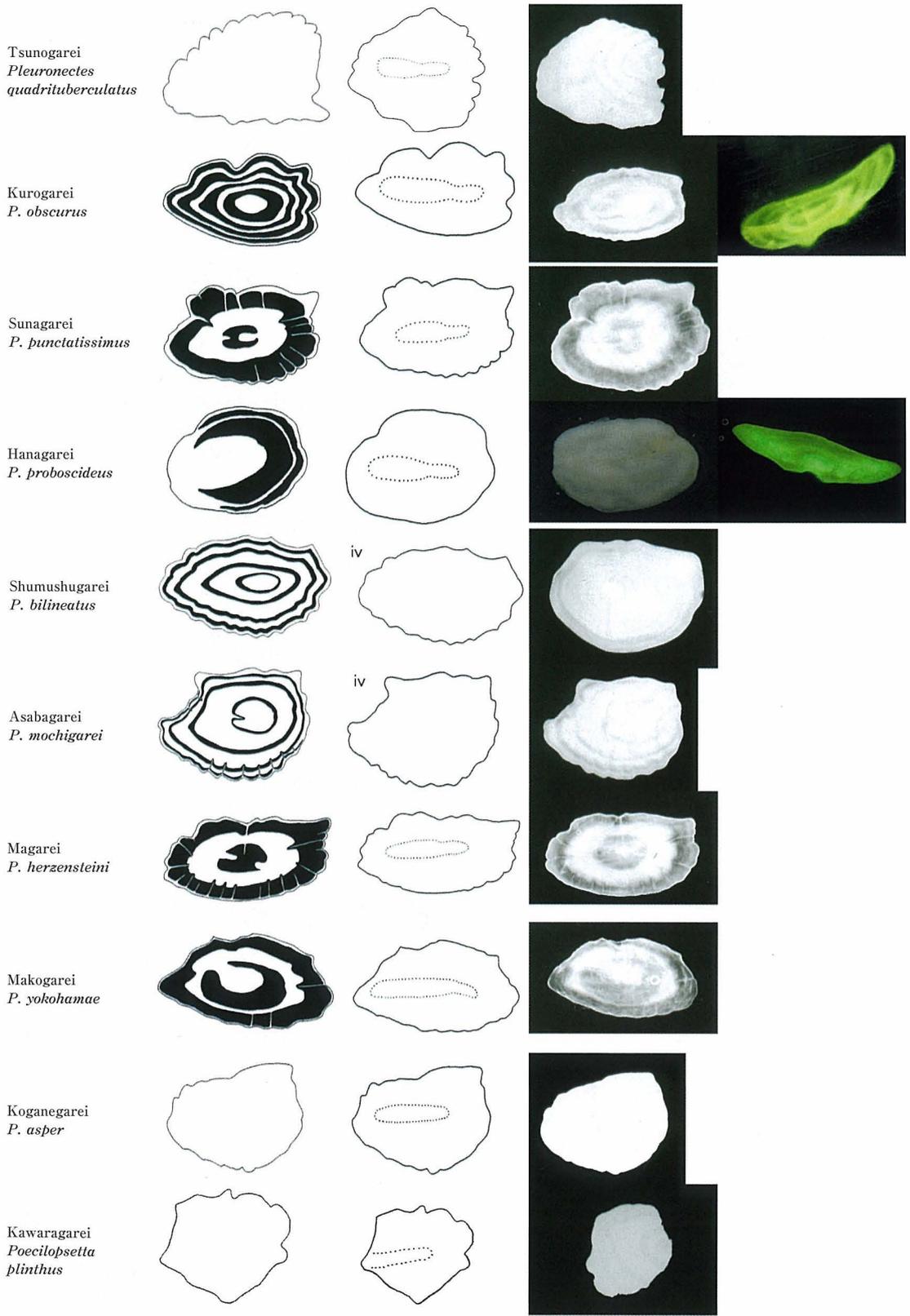
Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length:height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms		
Citharidae	Kokebirame	<i>Citharoides macrolepidotus</i>	Cm		2	99	98-100	2.70	1.85	5.05	1.46	22.27	B	a	II ₃
Paralichthyidae	Hirame	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Po	Small	7	161	131-187	3.71	2.26	5.21	1.65	23.02	B	a	II ₁
			Po	Medium	20	315	292-362	6.28	3.89	7.76	1.62	19.97			
			Po	Large	3	449	402-514	8.26	5.01	9.22	1.66	18.50			
	Aramegarei	<i>Tarphops oligolepis</i>	To		5	80	64-91	2.02	1.89	4.77	1.07	25.43	A	a	IV
	Yumearamegarei	<i>T. elegans</i>	Te		2	80	76-83	2.07	2.04	5.28	1.02	26.03	A	a	IV
	Tamaganzoubir	<i>Pseudorhombus pentophthalmu</i>	Pp		8	126	72-294	2.94	2.42	5.65	1.19	23.69	A,B	a	IV
	Nanyougarei	<i>P. oligodon</i>	Pf		6	248	209-294	4.48	3.29	5.94	1.36	18.05	B	a,b	II ₃
	Ganzoubirame	<i>P. cinnamoneus</i>	Pc		3	209	182-247	4.37	2.93	6.13	1.50	21.24	B	a	IV
Bothidae	Darumagarei	<i>Engyprosonop grandisquama</i>	Eg		1	182	182	3.10	2.30	3.92	1.35	17.03	B	a	II ₃
	Yarigarei	<i>Laeops kitaharae</i>	Lk		2	147	131-162	2.42	1.78	2.93	1.36	16.50	B	b,e	III
Pleuronectidae	Numagarei	<i>Platichthys stellatus</i>	Ps	Small	10	151	130-177	3.92	2.56	6.65	1.54	22.46	B	a	IV
			Ps	Large	5	249	224-296	5.02	3.28	6.61	1.53	20.14			
	Samegarei	<i>Clidoderma asperinum</i>	Ca		9	263	202-365	4.11	2.88	4.50	1.43	15.80	B	a	IV
	Meitagarei	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	Pm	Small	8	148	124-160	2.90	1.69	3.31	1.75	19.59	B	b,c	II _{3,IV}
			Pm	Large	5	223	194-257	3.96	2.07	3.68	1.92	17.75			
	Nagaremeitarag	<i>P. sp.</i>	Psp		1	309	309	5.05	3.60	5.88	1.40	16.34	B	e	IV
	Babagarei	<i>Microstomus achne</i>	Ma	Small	10	168	148-186	2.28	1.50	2.04	1.52	13.61	B	a	III
			Ma	Large	20	371	322-396	3.74	2.31	2.33	1.63	10.08			
	Hoshigarei	<i>Verasper variegates</i>	Vv		5	388	322-511	4.68	3.11	3.75	1.48	12.23	B	a	IV
	Matsukawa	<i>V. moseri</i>	Vm		3	353	313-396	4.18	2.88	3.41	1.46	11.91	B	a	IV
	Ohyou	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Hs		3	566	347-935	9.15	5.17	8.36	1.79	16.99	B	a,b	II ₃
	Karasugarei	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Rh		5	620	401-792	10.47	7.60	12.83	1.38	16.89	I	a	IV
	Aburagarei	<i>Atheresthes evermanni</i>	Ae		7	335	206-392	7.99	5.11	12.19	1.55	23.79	B	a	IV
	Mushigarei	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	Eg	Small	10	158	136-189	4.09	2.48	6.42	1.65	25.99	B	a	II ₃
			Eg	Large	10	246	210-273	5.04	3.27	6.70	1.68	22.20			
	Urokomagarei	<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>	An		1	151	151	3.10	2.50	5.13	1.24	20.52	B	b	nd
	Souhachi	<i>Hippoblossoides pinetorum</i>	Hp		20	180	152-201	5.12	3.80	10.81	1.35	28.45	B	b	IV
	Akagarei	<i>H. dubius</i>	Hd		3	304	265-340	6.45	5.13	10.88	1.27	21.05	B	a,b	IV
	Umagarei	<i>H. elassodon</i>	He		7	305	224-388	6.57	5.01	10.79	1.31	21.42	B	a	nd
	Dorogarei	<i>H. robustus</i>	Hr		2	299	250-347	7.02	5.83	13.69	1.20	22.91	B	a	IV
	Yanagimushiga	<i>Tanakius kitaharai</i>	Tk		3	205	179-237	3.73	2.55	4.64	1.46	18.23	B	b,e	IV
	Hireguro	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	Gs	Small	12	174	144-241	3.79	3.40	7.41	1.12	21.89	A	b,e	IV
			Gs	Large	2	288	286-289	5.42	5.03	9.47	1.08	18.33			
	Ishigarei	<i>Kareius bicoloratus</i>	Kb		20	300	251-343	6.19	3.61	7.45	1.71	21.05	B	a	IV
	Migigarei	<i>Dexistes rikuzenisi</i>	Dr		20	171	157-191	4.97	3.06	8.89	1.61	28.81	B	b	IV
	Tsunogarei	<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	Pq		5	350	285-437	7.77	6.08	13.50	1.27	22.16	B	b	IV
	Kurogarei	<i>P. obscurus</i>	Pk		4	228	191-251	4.33	2.58	4.90	1.70	18.98	B	a	IV
	Sunagarei	<i>P. punctatissimus</i>	Ps		3	191	179-209	3.96	3.05	6.32	1.30	20.71	B	a,b	IV
	Hanagarei	<i>P. proboscideus</i>	Ph		1	296	296	4.70	3.40	5.40	1.38	15.87	B	a	IV
	Shumushugarei	<i>P. bilineatus</i>	Pb		13	290	236-408	5.56	3.77	7.23	1.48	19.30	B	a,b	nd
	Asabagarei	<i>P. mochigarei</i>	Pg		2	299	298-300	5.78	3.67	7.09	1.58	19.32	B	a,b	nd
	Magarei	<i>P. herzensteini</i>	Pz		6	206	137-238	5.00	3.01	7.31	1.66	24.56	B	b	IV
	Makogarei	<i>P. yokohamae</i>	Py	Small	10	181	125-221	3.90	2.22	4.78	1.78	21.51	B	a	IV
			Py	Large	10	281	256-352	5.36	2.99	5.70	1.79	19.06			
	Koganegarei	<i>P. asper</i>	Pa		2	250	203-296	5.80	4.08	9.47	1.42	23.15	B	a	IV
Poecilopsettidae	Kawaragarei	<i>Poecilopsetta plinthus</i>	Pl		1	87	87	1.70	1.20	2.34	1.42	19.54	B	a	III
Soleidae	Sasa-ushinoshit	<i>Heteromycteris japonica</i>	Hj		3	108	93-119	2.48	1.87	4.29	1.33	23.01	B	a	II _{3,IV}
	Moyou-ushinos	<i>Aseraggodes kaianus</i>	Ak		2	109	104-113	2.57	2.37	5.59	1.09	23.25	A	a,b	IV
	Tobisasa-ushin	<i>A. kobensis</i>	Ao		3	99	98-99	2.45	1.99	4.92	1.23	24.65	A,B	a,b	IV
	Seto-ushinoshit	<i>Pseudaesopia japonica</i>	Pj		8	164	141-191	2.64	2.09	3.36	1.28	16.13	B	a,b	IV
	Shima-ushinos	<i>Zebrias zebra</i>	Zz		1	251		2.70	2.20	2.37	1.23	10.75	B	a	IV
Cynoglossidae	Kuro-ushinoshi	<i>Paraplagusia japonica</i>	Pr		3	238	190-315	3.05	2.46	3.15	1.23	12.90	B	a	IV
	Inunoshita	<i>Cynoglossus robustus</i>	Cr		3	336	314-350	4.99	3.51	5.21	1.43	15.03	B	e	IV
Minamiakashitabirame	<i>C. itinus</i>	Ci		2	120	119-121	2.43	1.88	3.81	1.30	20.10	B	a	IV	
	Akashitabirame	<i>C. joyneri</i>	Cj		2	197	194-200	2.95	2.45	3.67	1.21	14.97	B	a	II _{2,IV}
	Genko	<i>C. interruptus</i>	Cg		5	125	99-153	2.88	2.16	4.98	1.29	22.26	B	a	IV
	Hiregurogenko	<i>C. nigropinnatus</i>	Cn		2	111	109-113	2.50	2.10	4.73	1.18	22.29	B	a	IV

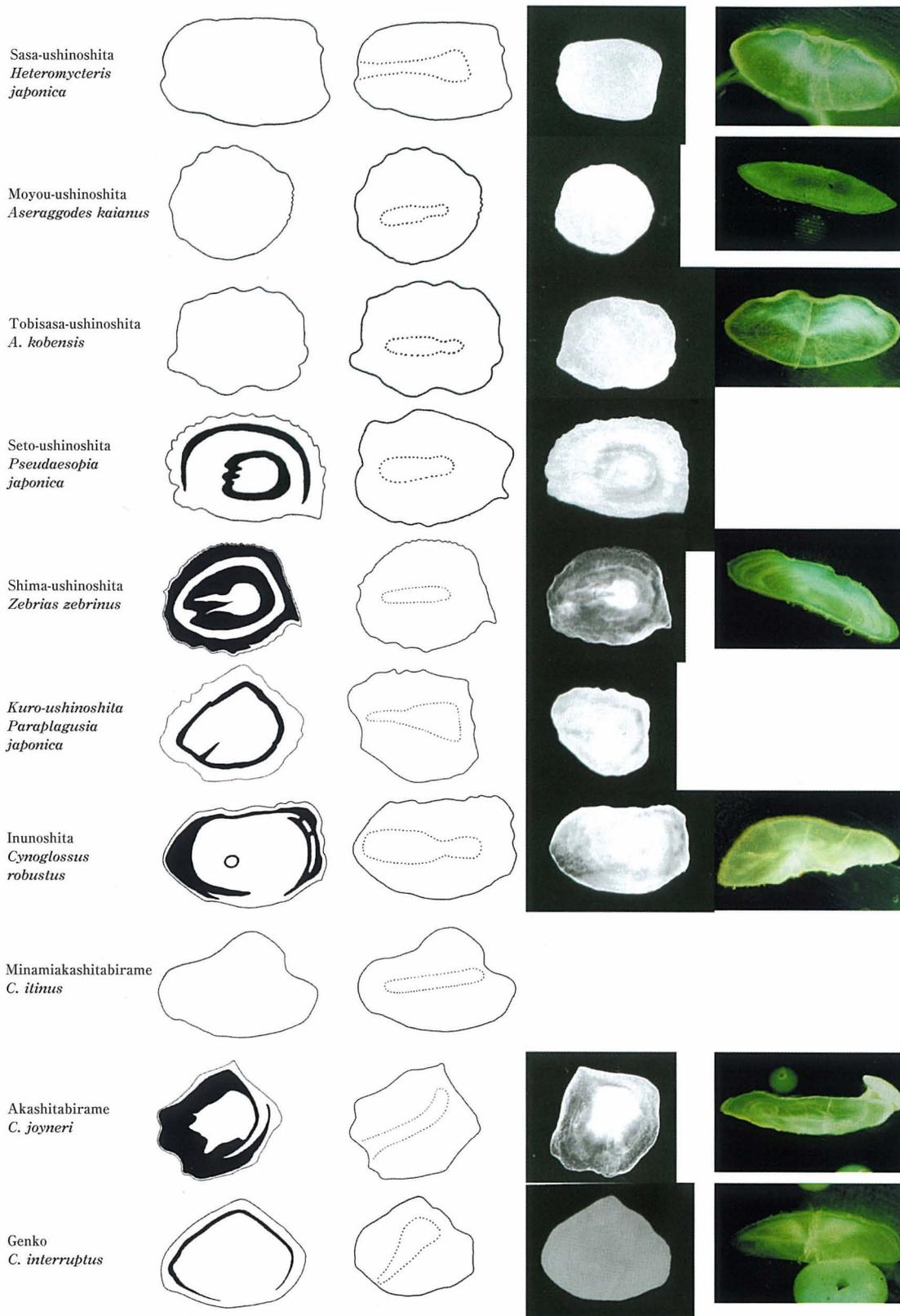
Fig. 2-36. Illustrations of otolith external form and sulcus, and photographs of otolith external face under reflected light and burnt otolith section under UV light (Pleuronectiformes, Tetraodontiformes).

Japanese name Scientific name	Surface view	Sulcus	Otolith external face under reflected light	Burnt otolith section under UV light
Kokebirame <i>Citharoides macrolepidotus</i>				
Hirame <i>Paralichthys olivaceus</i>				
Aramegarei <i>Tarphops oligolepis</i>				
Yumearamegarei <i>T. elegans</i>				
Tamaganzoubirame <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>				
Nanyougarei <i>P. oligodon</i>				
Ganzoubirame <i>P. cinnamomeus</i>				
Darumagarei <i>Engyprosopon grandisquama</i>				
Yarigarei <i>Laeops kitaharae</i>				

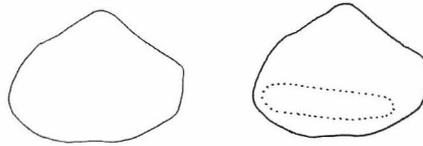




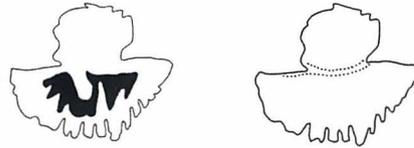




Hiregurogenko
C. nigropinnatus



Amimongara
Canthidermis maculata



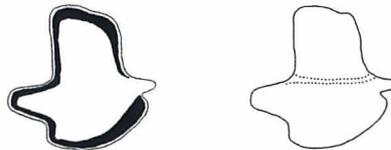
Umazurahagi
Thmnaconus modestus



Kawahagi
Stephanolepis cirrhifer



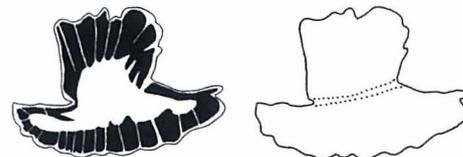
Yosogi
Paramonacanthus japonicus



Hakofugu
Ostracion immaculatus



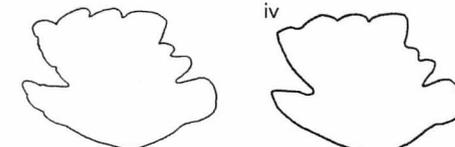
Higanfugu
Takifugu pardalis



Syousaifugu
T. snyderi

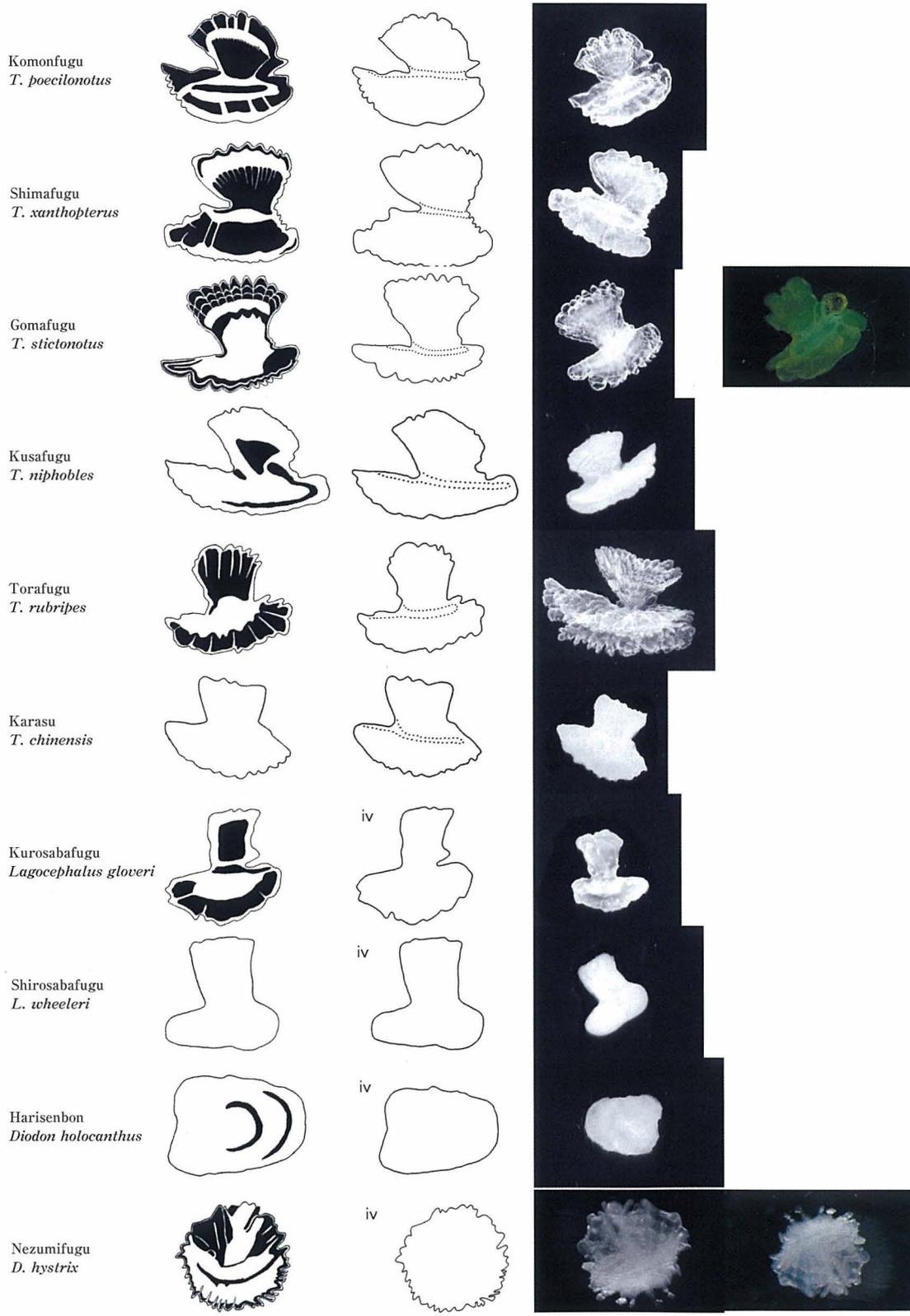


Nashifugu
T. vermicularis



Mafugu
T. porphyreus





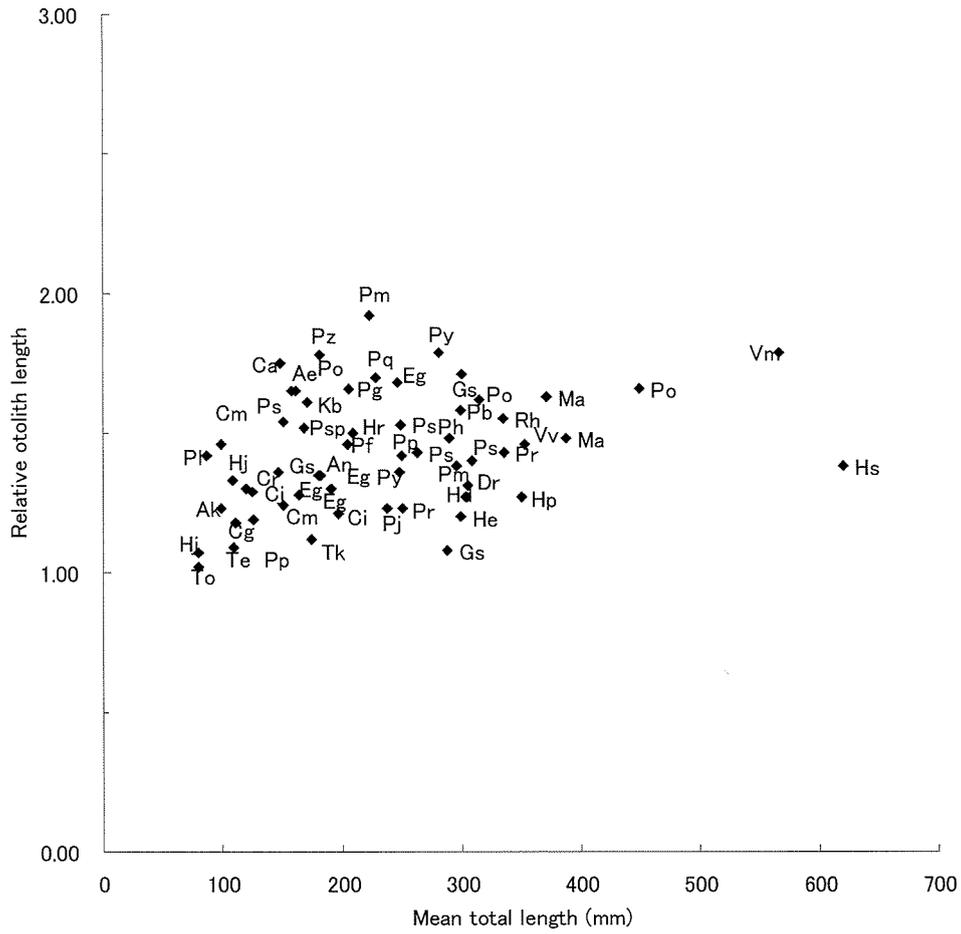


Fig. 2-37. Relation of otolith length:height ratio to total length (Pleuronectiformes). Abbreviations see table 2-17.

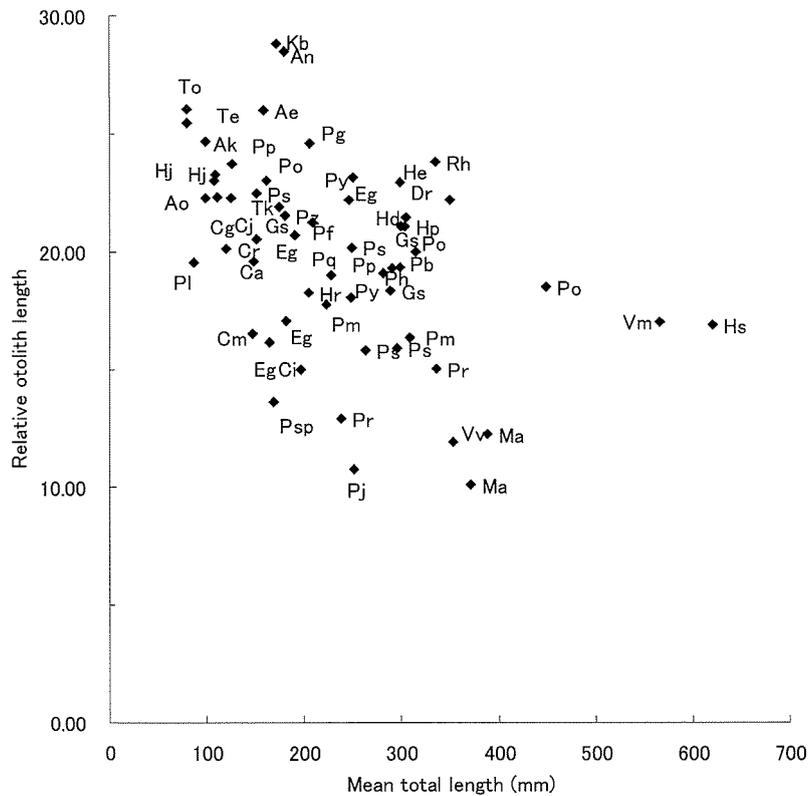


Fig. 2-38. Relation of otolith size index to total length (Pleuronectiformes). Abbreviations see table 2-17.

レイ, シュムシュガレイ, メイタガレイとソウハチに認められた。出現頻度には, 左右による相違はみられず, どの魚種も左右何れかの一個が異常であった。

31. フグ目 (Tetraodontiformes) (Table 2-18, Figs. 2-36, 2-39, 2-40)

フグ目魚類はギマ亜目とフグ亜目に分けられる。フグ亜目魚類はモンガラカワハギ科, カワハギ科, フグ科, ハリセンボン科等, 8科125種に分類されるが, 有用種は, カワハギ科のカワハギ, ウマズラハギとフグ科のトラフグ, カラス, マフグ, シロサバフグ, クロサバフグ等の数種に過ぎない。フグ目に関する形態, 年齢研究は非常に少ない。形態研究では日本産ギマ科1種, ベニカワムキ科2種, モンガラカワハギ科2種, カワハギ科5種, フグ科6種の外形, 溝の形状等の特徴に関する報告がある (Ohe, 1985)。また, 北西大西洋のモンガラカワハギ科 *Balistes capriscus*, ハリセンボン科 *Chilomycterus schoepfi*, フグ科 *Sphoeroides maculatus* の凹凸両面の写真画像が提示されている (Campana, 2004)。さらに, 南アフリカ周辺海域のベニカワムキ科1種, モンガラカワハギ科12種, ハコフグ科2種, フグ科8種, ハリセンボン科1種について, 写真画像とともに形態の詳細な記載が示されている (Malcolm *et al.*, 1995)。

年齢研究では, 耳石が年齢形質に不適なことから椎体 (脊椎骨) が用いられ, 黄海・東シナ海のトラフグとカラス (尾串, 1987, 岩政, 1988), 韓国沿岸と東シナ海のウマズラハギ (朴 1985, 銭・胡 1999) に関する報告があるが, 耳石による年齢査定は見当たらない。

耳石を採取した標本魚は, フグ亜目のモンガラカワハギ科1種, カワハギ科3種, ハコフグ科1種, フグ科12種, ハリセンボン科2種の合計5科19種で, ギマ亜目からは採集できなかった。

31-1. モンガラカワハギ科 Balistidae

アミモンガラ *Canthidermis maculata*

外形は鏡餅に似た不定形 (I型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確であり, 後縁部に大きい凹みと下縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型 (b型) である。溝は欠刻部からやや上弦の弓状で, 後縁の凹みに達する (I₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

31-2. カワハギ科 Monacanthidae

ウマズラハギ *Thamnaconus modestus*

外形は飛ぶ鳥に似た不定形 (I型) で, 前角と前上角はあまり発達しないが, 欠刻はやや明確であり, 後

縁部に大きい凹みがある。側面形は棒状型 (b型) である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに, 後縁の凹みに達する (I₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭であるが, 透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で, 読み取りは困難である。

カワハギ *Stephanolepis cirrhifer*

外形は飛ぶ鳥に似た (帆船状でもある) 不定形 (I型) で, 前角と前上角はやや発達し, 欠刻は明確で, 後縁部に大きい凹みと下縁前部に際立った切込みがある。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝は欠刻部からやや上限の弓状で, 後縁の凹みに達する (I₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭であるが, 透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で, 読み取りは困難である。

ヨソギ *Paramonacanthus japonicus*

外形はウマズラハギとは少し異なるが, 飛ぶ鳥に似た不定形 (I型) で, 前角と前上角は発達し, 欠刻はやや明確であり, 後縁部に大きい凹みがある。側面形は棒状型 (b型) である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに, 後縁の凹みに達する (I₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

31-3. ハコフグ科 Ostraciidae

ハコフグ *Ostracion immaculatus*

外形は上部が大きい不定形 (I型) で, 前角と前上角はやや発達し, 欠刻は明確であり, 後縁部に大きい凹みがある。側面形は弱い反り状型 (a型) である。溝の形状は不明である。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

31-4. フグ科 Tetraodontidae

ヒガンフグ *Takifugu pardalis*

外形は帆船に似た不定形 (I型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確であり, 後縁部に大きい凹みと上, 下縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型 (b型) である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに, 後縁の凹みに達する (I₁型)。輪紋は, 表面観察でやや明瞭であるが, 透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で, 読み取りは困難である。

ショウサイフグ *T. snyderi*

外形は鏡餅に似た不定形 (I型) で, 前角と前上角が発達し, 欠刻は明確であり, 後縁部に大きい凹みと上縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型 (b型) である。凹面には, 弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部の下部からやや上弦の弓状に, 後縁付近まで認められる (II₁型)。輪紋は, 表面観察では不明瞭である。

ナシフグ *T. vermicularis*

外形は、やや帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に凹みと上縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型（b型）である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

マフグ *T. porphyreus*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角がやや発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みと上・下縁に不規則な凹凸がある。幼魚（143 mm）には、上、下縁の凹凸はみられない。側面形は棒状型（b型）である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに、後縁の凹みに達する（I₁型）。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

コモフグ *T. poecilonotus*

外形は帆船状の不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に凹みと上縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型（b型）か弱い逆反り状型（e型）である。凹面には、弱い隆起が中央部にみられる。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに、後縁の凹みに達する（I₁型）。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で、読み取りは困難である。

シマフグ *T. xanthopterus*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みと上、下縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型（b型）である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに、後縁の凹みの下部に達する（I₁型）。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で、読み取りは困難である。

ゴマフグ *T. stictonotus*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みと上、下縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型（b型）である。溝は浅く不明確であるが、欠刻部のやや下部から上弦の弓状に、後縁の凹み付近まで認められる（II₁型）。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で、読み取りは困難である。

クサフグ *T. nipholes*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角は発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みがある。側面形は棒状型（b型）である。溝は隆起が強く、欠刻部からほぼ真直ぐに、後縁付近まで認められる（II₁型）。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

トラフグ *T. rubripes*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みと上、下縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型（b型）である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに、後縁付近まで認められる（II₁型）。輪紋は、表面観察では透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で、読み取りは困難である。

カラス *T. chinensis*

外形は鏡餅に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みと下縁に不規則な凹凸がある。側面形は棒状型（b型）である。溝は欠刻部からほぼ真直ぐに、後縁付近まで認められる（II₁型）。輪紋は、表面観察では不明瞭である。

クロサバフグ *Lagocephalus gloveri*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確であり、後縁部に大きい凹みがある。側面形は棒状型（b型）である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、透明帯と不透明帯の境界が不明瞭で、読み取りは困難である。

シロサバフグ *L. wheeleri*

外形は帆船に似た不定形（I型）で、前角と前上角が発達し、欠刻は明確である。側面形は棒状型（b型）である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察でやや明瞭であるが、透明帯と不透明帯の境界は不明瞭で、読み取りは困難である。

31-5. ハリセンボン科 Diodontidae**ハリセンボン *Diodon holocanthus***

外形は楕円形（B型）で、前角と前上角はあまり発達せず、欠刻は不明確である。側面形は棒状型（b型）である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

ネズミフグ *D. hystrix*

外形は、ほぼ全縁に小さい凹凸が発達する円形（A型）で、前角と前上角は発達せず、欠刻は不明確である。側面形は弱い反り状形（a型）である。溝の形状は不明である。輪紋は、表面観察ではやや不明瞭である。

フグ目魚類の耳石長比および相対耳石サイズを種間で比較する。耳石長比は1.00～1.58の範囲で、ハコフグ科のハコフグが最も大きく、フグ科のシロサバフグが最も小さい。体長による相違は、フグ科のトラフグでは若干認められる。科別にみると、カワハギ科（3種）が1.0、フグ科（12種）が1.2、ハリセンボン科（2種）が1.2、モンガラカワハギ（1種）が1.5、ハコフグ科（1

Table 2-18. Sample list used for otolith measurement (Tetraodoniformes)

Family	Japanese name	Scientific name	Abbreviation	Size category	Sample size	Mean total length (mm)	Range	Otolith length (mm)	Otolith width (mm)	Otolith area index	Length:height ratio	Relative otolith size	Code of external-sulcus forms
Balistidae	Aminongara	<i>Canthidermis maculata</i>	Cm		2	296	268-284	2.45	1.75	1.45	1.48	8.88	I b I ₁
Monacanthidae	Umazurahagi	<i>Thamnaconus modestus</i>	Tm		3	198	166-238	0.95	0.90	0.43	1.08	5.30	I b I ₁
	Kawahagi	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	Sc		8	213	199-227	1.55	1.40	1.02	1.05	6.91	I a I ₁
	Yosogi	<i>Paramonacanthus japonicus</i>	Pj		1	130	130	1.10	1.10	0.93	1.00	8.46	I b I ₁
Ostraciidae	Hakofugu	<i>Ostracion immaculatus</i>	Oi		1	187	187	1.58	1.00	0.84	1.58	8.44	I a iv
Tetraodontidae	Higanfugu	<i>Takifugu pardalis</i>	Tp		3	246	199-322	1.07	0.84	0.37	1.28	4.41	I b I ₁
	Syousaifugu	<i>T. snyderi</i>	Ts		2	184	170-197	1.43	1.16	0.90	1.24	7.79	I b II ₁
	Nashifugu	<i>T. vermicularis</i>	Tv		1	167		1.45	1.00	0.87	1.45	8.86	I b iv
	Mafugu	<i>T. porphyreus</i>	Tp		4	253	193-327	1.45	1.23	0.70	1.16	5.68	I b I ₁
	Komonfugu	<i>T. poecilonothus</i>	Tk		5	155	106-180	1.42	1.15	1.05	1.23	9.21	I b,e I ₁
	Shimafugu	<i>T. xanthopterus</i>	Tx		2	299	282-316	1.89	1.56	0.99	1.21	6.29	I b I ₁
	Gomafugu	<i>T. stictonotus</i>	Tt		4	269	162-371	1.35	1.30	0.65	1.04	5.26	I b II ₁
	Kusafugu	<i>T. niphobles</i>	Tn		3	131	122-136	1.53	1.20	1.40	1.30	11.60	I b II ₁
	Torafugu	<i>T. rubripes</i>	Tr	Small	12	376	360-470	2.06	1.66	0.91	1.23	4.94	I b II ₁
			Tr	Large	13	571	531-601	2.76	2.13	1.03	1.36	4.85	I b II ₁
	Karasu	<i>T. chinensis</i>	Tc		2	280	276-283	1.58	1.25	0.71	1.27	5.63	I b iv
	Kurosabafugu	<i>Lagocephalus gloveri</i>	Lg		2	241	210-271	1.00	0.99	0.41	1.01	4.06	I b iv
	Shirosabafugu	<i>L. wheeleri</i>	Lw		1	228	228	0.70	0.70	0.21	1.00	3.07	I b iv
Diodontidae	Harisenbon	<i>Diodon holocanthus</i>	Dh		1	141	141	0.75	0.58	0.31	1.29	5.31	B b iv
	Nezumifugu	<i>D. hystrix</i>	Dy		1	329	329	1.43	1.37	0.60	1.04	4.34	A a iv

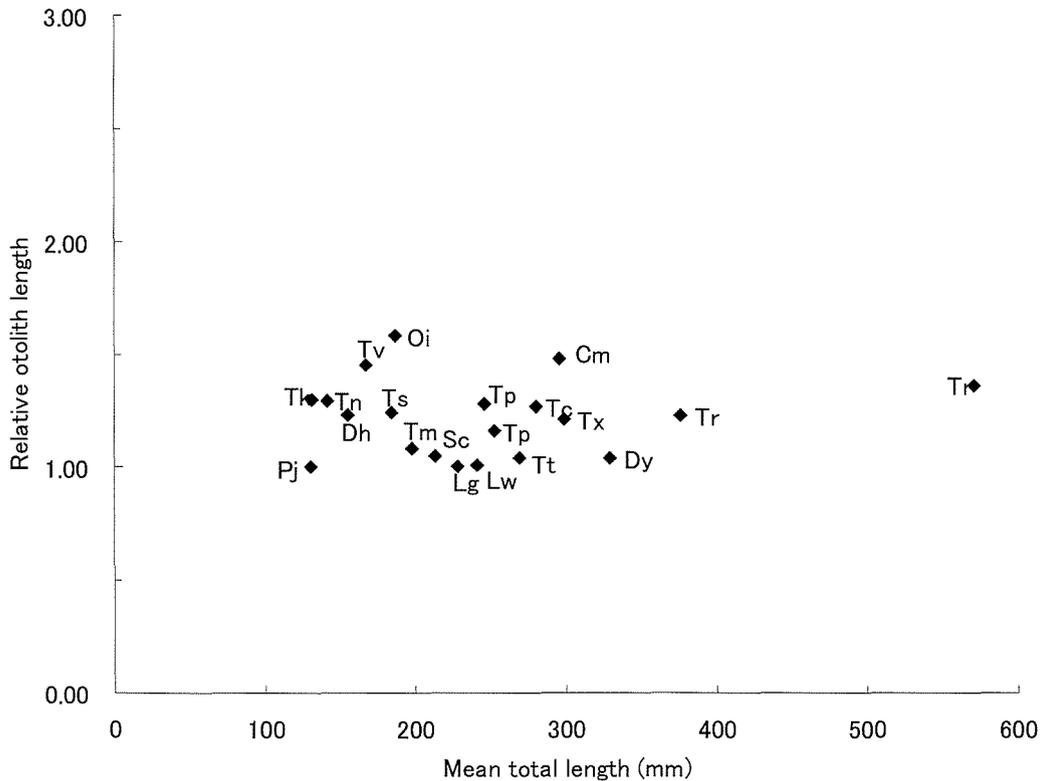


Fig. 2-39. Relation of otolith length:height ratio to total length (Tetraodontiformes). Abbreviations see table 2-18.

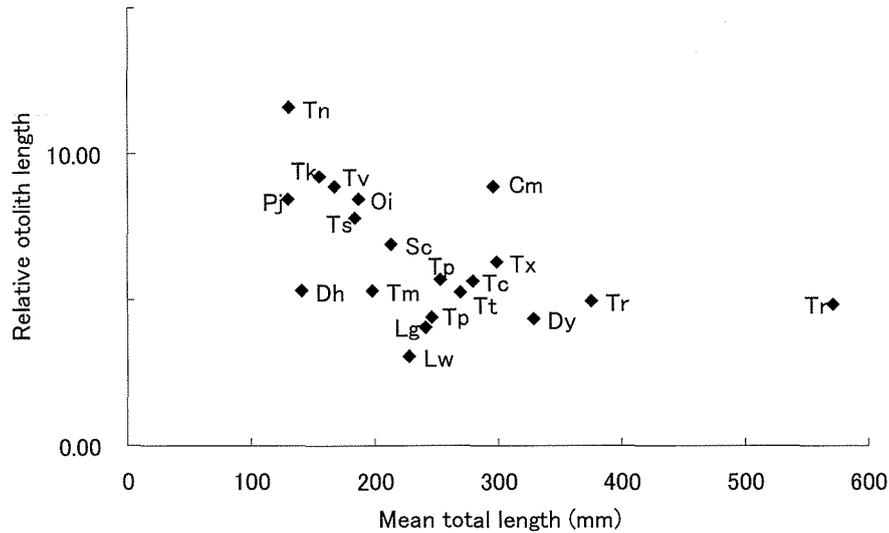


Fig. 2-40. Relation of otolith size index to total length (Tetraodontiformes). Abbreviations see table 2-18.

種)が1.6で、1.0～1.6の狭い範囲内にある。相対耳石サイズは3.07～11.69の範囲で、フグ科のクサフグが最も大きく、シロサバフグが最も小さい。体長による相違は、フグ科のトラフグでは認められない。科別にみると、フグ科には、種による相違が若干みられるが、科間では6～9の殆ど同程度の値を示している。

フグ目魚類の耳石形態の特徴をまとめると、外形はハリセンボンとネズミフグ(楕円形と円形)以外は帆船状、鏡餅状等の不定形(I型)である。ハリセンボン

科(不明確)以外は前角と前上角が発達し、欠刻が明確である。側面形は、殆どが棒状型(b型)、溝はI₁型とII型である。従って、形状コードの組み合わせは単純であり、溝の不明種を除き、I-b-I型(約4割)とI-b-II型(約3割)の2型である。耳石長比は1.0～1.6の比較的狭い範囲内にあるが、科別ではハコフグ科がやや大きく、カワハギ科が小さい。耳石相対サイズは3～12の範囲で、フグ科では、種間に若干相違がみられるが、科間では殆どみられない。

第3章 総合考察

本研究の主目的は、日本産魚類の耳石形態を魚種毎に記載し、耳石の形と大きさを分類群間で比較することによって、分類群毎の特徴を見出すことである。さらに、これらの解析を通して、耳石を用いた分類群や魚種の判別が可能であるかどうかを検討することである。総合考察においては、まず各章で記載された情報をまとめて、特徴的な耳石形態を列記すること、また耳石形態のコード（平面形-側面形-溝の形状）を整理することによって、判別が可能である分類群、種を明らかにする。そして、耳石形態に関して、系統進化的、生態学的、機能形態学的な検討を行い、耳石形態を規定する要因を考察する。

1. 耳石形状の分類群毎の特徴 (Figs. 3-1, 3-2, 3-3)

特徴的な耳石形状を有する分類群については以下のようにまとめられる。

ニシン目：カタクチイワシだけに、耳石下縁に鋸歯状突起が並ぶ。

コイ科：平衡石の方が星状石よりも小さく、鍵状（棒状）の特異な形状。

サバヒ科：三角形の特異な形状。

ギス科：溝がオタマジャクシ状（ニベ科の同様の特徴）。

サケ科：溝がイワナ属だけがⅡ型で、他はⅠ型。

タラ目：平面形がチゴダラ科が不定形、タラ科が長楕円形、ソコダラ科が楕円形。

アシロ目：ヨロイイタチウオはシオイタチウオと異なり、外縁に小型の鋸歯状突起の有する。

ウラナイカジカ科：不定形で縁辺部に顕著な波状凹凸。

クサウオ科：ほぼ円形。

ニベ科：側面形が突出隆起型。溝がオタマジャクシ状（ギス科と同様の特徴）

テンジクダイ科：溝がⅡ型であるが、オタマジャクシ型に近い。耳石相対サイズが著しく大きい。

ネズボ科：下縁が底辺の三角形。

フエダイ科、タカサゴ科、イサキ科、フエフキダイ科：強い反り状型。

シロギス（キス科）、アカタチ科：凹面に肥厚状の隆起を有する。

サバ科：後縁が底辺の長三角形か長方形で、溝の隆起が発達。

ハゼ科：溝が中央部付近だけで欠刻に達しないⅣ型。

カレイ目：溝が中央部付近だけで欠刻に達しないⅣ型。

カレイ科：ほとんどが楕円形だが、ヒレグロのみが円形、カラスカレイ属のみが不定形。

フグ目：欠刻が明確で大きく、後縁に大きい凹み。

カワハギ科：飛鳥に似た不定形。

フグ科：帆船および鏡餅に似た不定形。

また、複数の分類群にわたる特徴的な耳石形状を有する魚種については、以下のようにまとめられる。

ゲンロクダイ（チョウチョウウオ科）、タカノハダイ、ユウダチタカノハ（タカノハダイ科）：側面が上下縁が凹面に曲がる反り状型。

アカチヨッキクジラウオ（アンコウイワシ科）、マツカサウオ（マツカサウオ科）、メダカ（メダカ科）、シラウオ（シラウオ科）、デメエソ（デメエソ科）、ミカドハダカ（ハダカイワシ科）、カムチャッカゲンゲ（ゲンゲ科）とイトヒキハゼ（ハゼ科）：平面形が縦長楕円形。

アカマンボウ（アカマンボウ科）、クサビウロコエソ（ハダカエソ科）、マトウダイ科およびカワハギ科の魚種：平面形が翼を広げた鳥にやや似た不定形。

2. 平面形の類型組成と特徴的な魚種

円形型 (A型)	30種	(5.5%)
楕円形型 (B型)	293種	(53.3%)
長楕円形型 (C型)	131種	(23.8%)
縦長楕円形型 (D型)	9種	(1.6%)
広線形型 (E型)	16種	(2.9%)
三角形型 (F型)	18種	(3.3%)
正方形型 (G型)	8種	(1.5%)
長方形型 (H型)	3種	(0.5%)
不定形型 (I型)	42種	(7.6%)

平面形は、楕円形が一般的であり、耳石長比が0.8～3.0の魚種が、全体の約83%を占める。ただし、耳石長比が3を超える広線形は16種に限られている。しかし、それらは、ムネダラ、ギンダラ、オニカサゴに加え、エソ類、コチ類、カマス類、マグロ類の一部から構成されており、広い分類群にわたっている。耳石長比が0.8以下の縦長の耳石を有する魚種は、マツカサウオとカムチャッカゲンゲを加えて、8種のみである。また長方形の耳石はマサバ、ゴマサバ、カツオの3種であり、分類形質として有用である。また不定形の帆船に似た特異な型の平面形はマトウダイ目とフグ目のみに見られる特徴であり、分類形質として有用であると考えられた。

3. 側面形の類型組成と特徴的な魚種

反り状型 (a型)	409種	(74.4%)
棒状型 (b型)	77種	(14.0%)

半広線型 (c 型)	36種	(6.5%)
突出隆起型 (d 型)	7種	(1.3%)
逆反り状型 (e 型)	6種	(1.1%)
不定型 (f 型)	4種	(0.7%)
不定型のため不明	4種	(0.7%)
観察できず形状不明	7種	(1.3%)

最も多い型は a 型で、全体の約74%を占める。反り方の強弱はあるものの、3/4以上の魚種が、外側に反った耳石を有していることが示された。d 型はニベ科に特有な形状である。また、e 型で弱いながらも内側に反った耳石 (溝側に僅かに湾曲) は、マツカサウオ、シラウオ、ナガレメイタガレイ、イヌノシタのみにみられており、種判別に有用である。

4. 溝の形状の類型組成と特徴的な魚種

I 型 (欠刻部から後縁あるいは 下縁の後部まで)	60種	(10.9%)
II 型 (欠刻部から後縁付近あるいは 下縁の後部付近まで)	329種	(59.8%)
III 型 (欠刻部から中央付近まで)	33種	(6.0%)
IV 型 (中央部のみ)	72種	(13.1%)
V 型 (オタマジャクシ状)	7種	(1.3%)
VI 型 (I—V 型以外の形状)	5種	(0.9%)
不定型のため不明	26種	(4.7%)
観察できず形状不明 (iv)	18種	(3.3%)

最も多い型は II 型で、全体の60%を占める。また I 型 II 型 III 型を合わせると76.7%となり、3/4以上の魚種が、耳石にみられる溝が耳石前縁の欠刻部から中央部もしくは後縁にいたる構造であることが示された。II₂型は、殆ど外形が楕円形で、側面形は強い反り状型である。溝の III・IV 型は全体的に浅く、不明確のものが多い。なお、IV 型 (中央部のみ) は、カレイ目、ハゼ科にみられる特徴的な型であるが、これら分類群以外ではリュウキュウホラアナゴ、ホタテウミヘビ、ヒモアナゴ、インキウオ、ワヌケフウリュウウオにみられる。また E 型 (オタマジャクシ型) は、ニベ科に特徴的な型であるが、ギスも同様の形である。F 型は不定形であり、チョウザメ、ナマズが上下に延びる溝で、ゴンズイ、アカチョッキクジラウオ、エビスダイが各々特異な形状を呈している。形状不明な魚種は49種あるが、溝が浅くて型の判別が困難な場合 (サンゴタツ、クダヤガラ、イソギンポ、エビスシイラ、ゴマギンポ、アカヤガラ、サギフエ、アゴハゼ、アカウオ、ハリセンボン) と平面形が不定形のために溝の確認が困難な場合 (アカマンボウ、バシヨウカジキ、メカジキ、クロカジキ、コイ、キンギョ、ニゴイ、カガ

ミダイ、マトウダイ、コンニャクカジカ、アカウオ、ハコフグ、ナシフグ、カラス、シロサバフグ、クロサバフグ、ネズミフグ) が含まれている。溝が浅くて型の判別が困難な魚種は、ほとんどが底棲性であるという傾向がある。

5. 耳石形状のコード (平面形 - 側面形 - 溝の形状) の組み合わせ

以下、全体の約1%にあたる5種以上を有するコードの組み合わせについて、その種数と割合を示す。

A-a-IV	5種	(0.9%)
A-a-I ₁	22種	(4.0%)
A-a-I ₂	6種	(1.1%)
B-a-II ₁	64種	(11.6%)
B-a-II ₂	23種	(4.2%)
B-a-II ₃	36種	(6.5%)
B-a-III	11種	(2.0%)
B-a-IV	24種	(4.4%)
B-b-II ₁	11種	(2.0%)
B-b-II ₃	6種	(1.1%)
B-b-IV	11種	(2.0%)
B-c-II ₁	6種	(1.1%)
B-d-V	5種	(0.9%)
C-a-I ₁	10種	(1.8%)
C-a-II ₁	41種	(7.5%)
C-a-II ₂	16種	(2.9%)
C-a-II ₃	40種	(7.3%)
C-a-III	6種	(1.1%)
E-a-II ₁	9種	(1.6%)
F-a-II ₁	9種	(1.6%)
I-a-iv	8種	(1.5%)
I-b-I ₁	6種	(1.1%)

耳石の形状を表す耳石形態コードにおいて、最も多い組み合わせは B-a-II₁ (11.6%)、次いで C-a-II₁ (7.5%) である。溝の細分を合わせて集計すると、B-a-II が123種 (22.4%)、C-a-II が97種 (17.6%) で、併せて40%以上の魚種が、外側に反った楕円形で溝が欠刻部から後縁付近まで形成されている耳石を有していることが示された。このような耳石は一般的な耳石形状であるがため、耳石形態からは種判別は困難であるといえる。反対に、特徴的な組み合わせは以下のとおりであり、種判別に有用であると考えられる。

トウゴロウイワシ	A-a-III
サンゴタツ	A-a-iv
クロソコギス、キツネソコギス、ナメハダカ	A-b-III

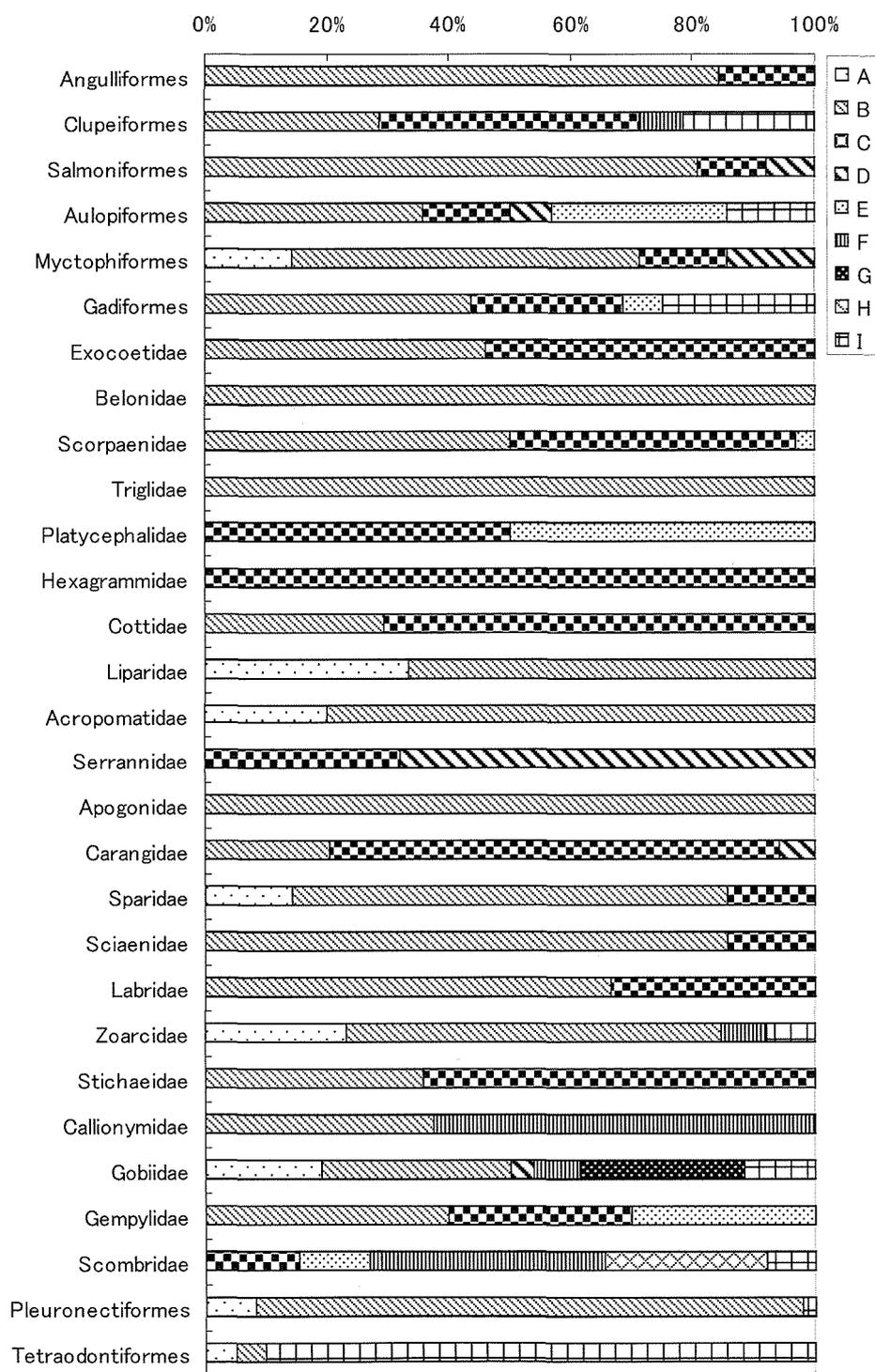


Fig. 3-1. Type compositions of otolith external form of each taxon. Abbreviations see figure 1-3.

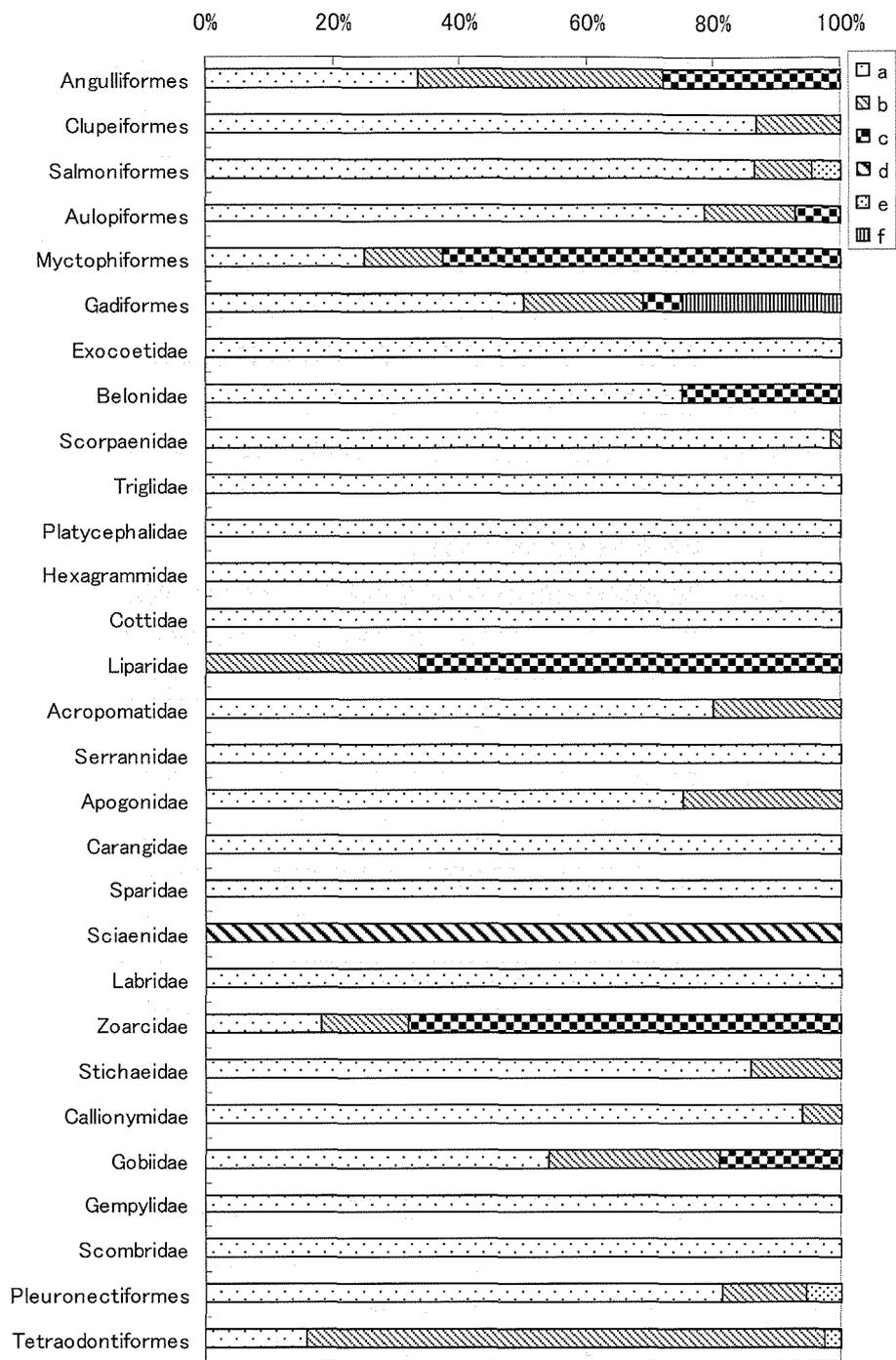


Fig. 3-2. Type compositions of otolith side form of each taxon. Abbreviations see figure 1-4.

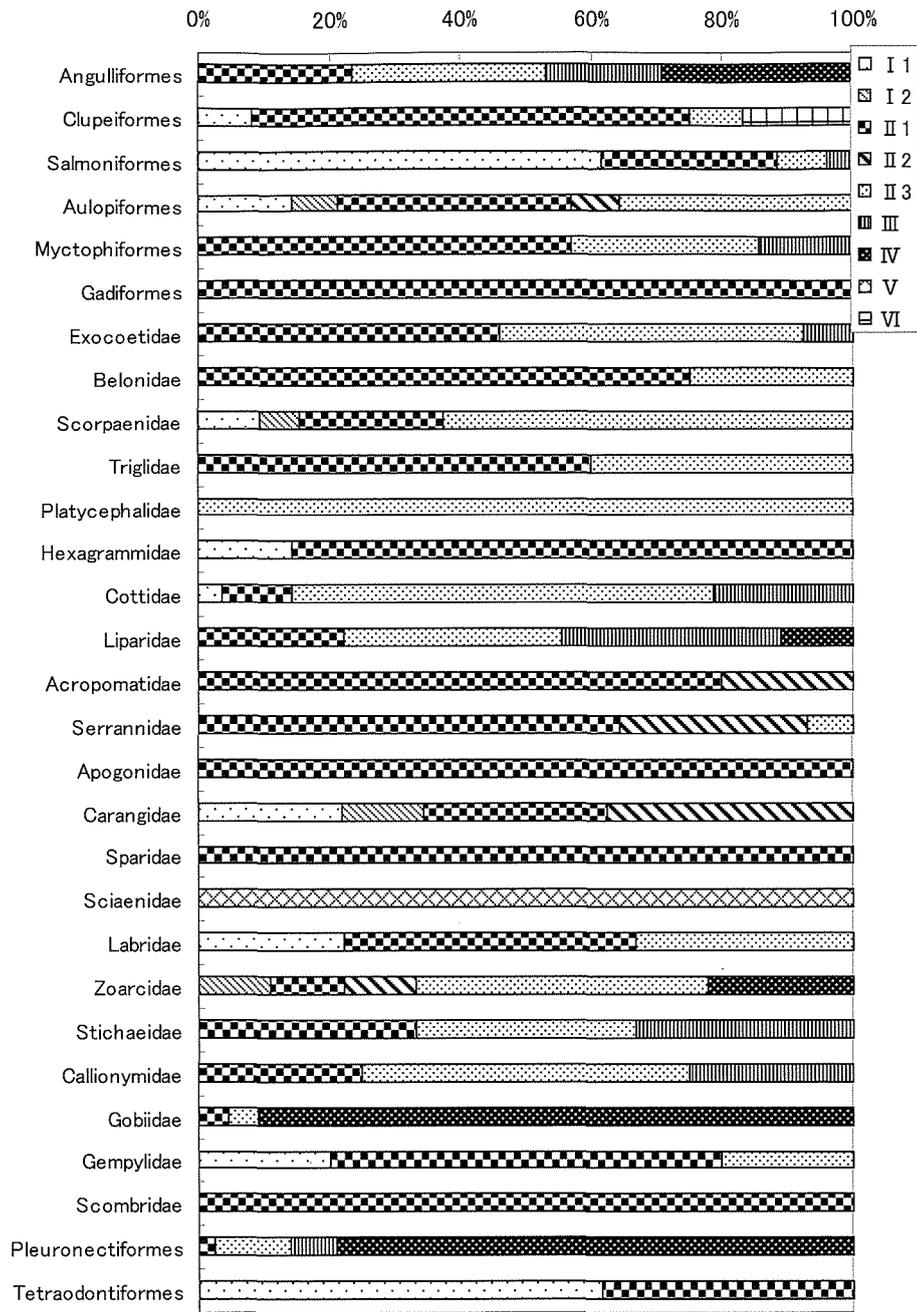


Fig. 3-3. Type compositions of otolith sulcus of each taxon. Abbreviations see figure 1-5.

サケビクニン, イレズミコンチャクウオ	A-c-II ₃
アイビクニン, フウライクサウオ	A-c-III
コモチジャコ, シロゲンゲ, カンテンゲンゲ	A-c-IV
マツカサウオ	A-e-II
ゴンズイ	B (もしくは A)-b-VI
ニベ科	B-d-V
カレイ目の一部	B-e-III, IV
マアナゴ, クロアナゴ, ギスカジカ, テングトクビレ, ムスジガジ, ミシマオコゼ	C-a-III
スズハモ	C-b-II
ホンニベ	C-d-V
デメエソ, ミカドハダカ	D-a-II ₃
ヨロイイタチウオ	D-a-IV
メダカ	D-b-I ₁
イトヒキダラ	D-b-IV
アカチョッキクジラウオ	D-c-VI
シラウオ	D-e-III
エソ類, コチ類, カマス類, マグロ類, ムネダラ, ギンダラ, オニカサゴ (広線形はほぼ全てこの組み合わせ)	E-a-II
ヒカリフリソデエソ	E-a, b-I
サバヒー, ギンカガミ	F-a-I
キュウリエソ	F-a-III
ヨメゴチ	F-a, b-III
アカヤガラ	F-b-iv
サギフエ	F-b-iv
ホウライエソ, ミミズハゼ	G-a-nd
チャガラ, アカオビシマハゼ, シモフリシマハゼ	G-a-IV
ドンコ	G-a-II ₁
チチブ	G-b-IV
アシシロハゼ, ジュズカケハゼ	G-c-IV
マサバ, ゴマサバ, カツオ	H-a-II ₁
アカマンボウ, カジキ類	I-iv-iv
コイ科, カガミダイ, マトウダイ, コンニャクカジカ, アカウオ, ハコフダ	I-a-iv
カワハギ	I-a-I ₁
マルソウダ	I-a-II ₁
クサビウロコエソ, フタナメハダカ	I-a-II ₃

ワラスボ, カラスガレイ	I-a-IV
チョウザメ, エビスダイ	I-A-VI
ニュードウカジカ	I-b-II ₃
フグ科	I-b-I ₁ , II ₁ , iv
アカドンコ, ニクハゼ	I-c-IV
カムチャッカゲンゲ	I-c-nd
カナダダラ, カラスダラ, エゾイソアイナメ, イトヒキダラ	I-f-II ₁

これら魚種のように、耳石形状から魚種が数種に絞り込むことができるのは70種弱であり、全体の12%程度しか種判別ができないことがわかった。今回の耳石は、成魚、未成魚の個体から採取したものである。これら種判別が可能な魚種についても稚魚幼魚の段階では、平面形がまだ円形であり、また溝も未発達であり種判別が困難になる。種レベルではなく分類群レベルでは、前述のように特有の耳石形状を有する場合が多く、本論文が耳石から分類群を推定する際の有用な資料となるものと考えられる。

6. 耳石形状の形成要因

耳石の形状については、分類群によって特徴が見られ、特に科のレベルでは、科内で耳石のコード組み合わせが似ており、ある程度の統一性が認められる。そこで、系統進化学的な傾向を検討するために、類型化された各形質の型の組成を分類群間で比較するとともに、生態学的、機能形態学的な考察を加える。

6-1. 平面形, 側面形, 溝の形状・類型

平面形では、不定形がフグ目、マトウダイ目、ハダカエソ科、チゴダラ科、ウラナイカジカ科に、長楕円形がハタ科、アジ科とアイナメ科に集中しており、広線形がエソ科、フデエソ科、ギンダラ科、ゲンゲ科、カマス科とクロタチカマス科にしか出現しないといった特色がある。側面形では、突出隆起型がニベ科に集中していること、反り型ではない棒状型、半広線型が半分以上を占めるのが、ウナギ目、ハダカイワシ目、クサウオ科、ニベ科、ゲンゲ科、フグ目に限られている。溝では、分類群間でその組成が大きく異なっている。オタマジャクシ型 (V型) はニベ科とギス科のみである。溝が、欠刻よりも後方から発しており中央部付近のみにみられるIV型は、ハゼ科、カレイ科、アンコウ目とアシロ目で優占し、ウナギ目、ウラナイカジカ科、クサウオ科、ゲンゲ科の一部にみられる。また、溝が欠刻から発した後縁か下縁かその付近まで達するI型、II型のうち、下方に曲がるもの (I₂型, II₂型) はスズキ目に集中しており、フエダイ科、イサキ科、アジ科等の魚類にみられる。しかし平面形、側面形、溝の

いずれの類型も複数の分類群に共通しており、系統進化学的な傾向が見られない。

平面形が円形の魚種はソコギス科とハゼ科、クサウオ科、ゲンゲ科、ヒラメ科の一部、ゴンズイ、キントキダイ、サンゴタツ、マメハダカ等であり、これらは底棲魚類である。広線形の魚種はカマス科、クロタチカマス科、エソ科の一部とヒカリフデエソ、ムネグラ、ギンダラで、底棲魚類も少なくない。このように、同じ底棲性であるのに最も丸みがある形状と最も長い形状のものが存在し、生活型が平面形を規定するようには考えにくい。後述する耳石相対サイズや耳石長比のように、頭部の大きさや形が最も大きな要因であるものと考えられる。

次に、更に生態学的、機能形態学的に検討するために、特に溝に関して、川本 (1970)、Platt and Popper (1981)、Bone *et al.* (1995)、Wright *et al.* (2002) の総説を参考に、内耳下部の構造と機能を概説する。耳石の礫石、扁平石、星状石が各々収納されている通囊 (utriculus)、小囊 (sacculus)・壺 (lagena) には、耳石膜 (otolith membrane) に覆われた聴斑 (macula, macula acustica: 通囊小囊, Macula lagenae: 壺) がある。その聴斑の内部に有毛細胞が存在し、音、重力および魚体の線形加速に反応する。小囊内の聴斑は、主に扁平石の溝に対応する場所に位置する (ハダカイワシ類、フグ類は例外的に、耳石が聴斑全体を覆っていない)。また有毛細胞には反応の方向性があり、位置する場所によってその方向が異なるとされる。Platt and Popper (1981) は有毛細胞の方向性について、溝の前方は水平方向、後方は鉛直方向に反応する魚種が多いことを図示している。したがって、この溝の形状や大きさは、聴覚や平衡感覚といった機能に関連すると想像できる。溝の面積については、各種の溝面積に加えタラ目魚類において体長の増加に伴って耳石面積に対する割合が大きくなることが報告されているものの (Lombarte A., 1992, Lombarte A. and

J. Lleonart, 1993)、溝の機能形態については、小囊内の聴斑の形状が種によって多様である (Popper 1980, Popper and Coombs, 1982) といった記載以外は報告がない。耳石自体の聴覚への関与については、鰾が音の収縮・拡張して第二の音源となり、その振動が、Weber の 4 つの小骨および無対洞、横行管を通して、小囊に伝達され、振動が耳石を上下させる。そこで、ここでは鰾と溝について更に検討を加える。

鰾については、鰾を持つ魚種と持たない魚種の耳石形状を比較して検討する。鰾を持たない魚種は、多くはないが、マゴチ、アイナメ、ホッケ、ヨコスジカジカ、ヒラメ、マガレイといった種が知られている (落合1994)。Table 3-1に各種の相対耳石サイズ、耳石長比、形状を示した。しかし、特異な特徴は認められない。

溝については、溝が十分に発達している I₁型、I₂型、II₁型、II₂型と、後縁、下縁付近まで達しない (II₃型、III型) もしくは欠刻から生じない (IV型) に分けて整理すると、前者の十分に発達しているタイプの分類群は、その80%以上の種がニシン目、サケ目、タラ目、アイナメ科、ホタルジャコ科、ハタ科、テンジクダイ科、アジ科、イサキ科、タイ科、クロタチカマス科、サバ科、フグ目であり、後者の十分に発達していないタイプの分類群は、その60%以上の種がウナギ目、コチ科、フサカサゴ科、カジカ科、クサウオ科、ゲンゲ科、タウエガジ科、ハゼ科、カレイ目である。総じて、遊泳性もしくは集群性の強い魚種が多い分類群は溝が発達し、定着性もしくは底棲性の強い魚種が多い分類群は溝が発達していない傾向がみられる。ただし、アイナメ科にII₁が多いことやホウボウ科やベラ科ではII₁型とII₃型がほぼ半数ずつ出現することなど、この傾向に当てはまらない分類群も多い。更には、第5章で検討したようにメバル属では、生息水深が浅いほど耳石後縁まで達せず中央と後縁の途中で途切れるII₃型が多かった。溝が欠刻から発し後縁か下縁かその付近まで達し、さらに下方に曲がるという特徴の

Table 3-1. Otolith length : height ratio, relative size and code of formes of fishes with swimbladder (gas bladder).

Japanese name	Scientific name	Length:height ratio	Relative otolith size	Code of external-side-sulcus forms
Magochi	<i>Platycephalus</i> sp.	2.97	28.21	E-a-II ₃
Hokke	<i>Pleurogrammus azonus</i>	2.00	13.96	C-a-I ₁
Ainame	<i>Hexagrammos otakii</i>	2.05	12.45	C-a-II ₁
Yokosujikajika	<i>Hemilepidotus gilbert</i>	2.36	24.31	C-a-nd
Hirame	<i>Paralichthys olivaceus</i>	1.65	23.02	B-a-II ₁
Magarei	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	1.66	24.56	B-b-IV

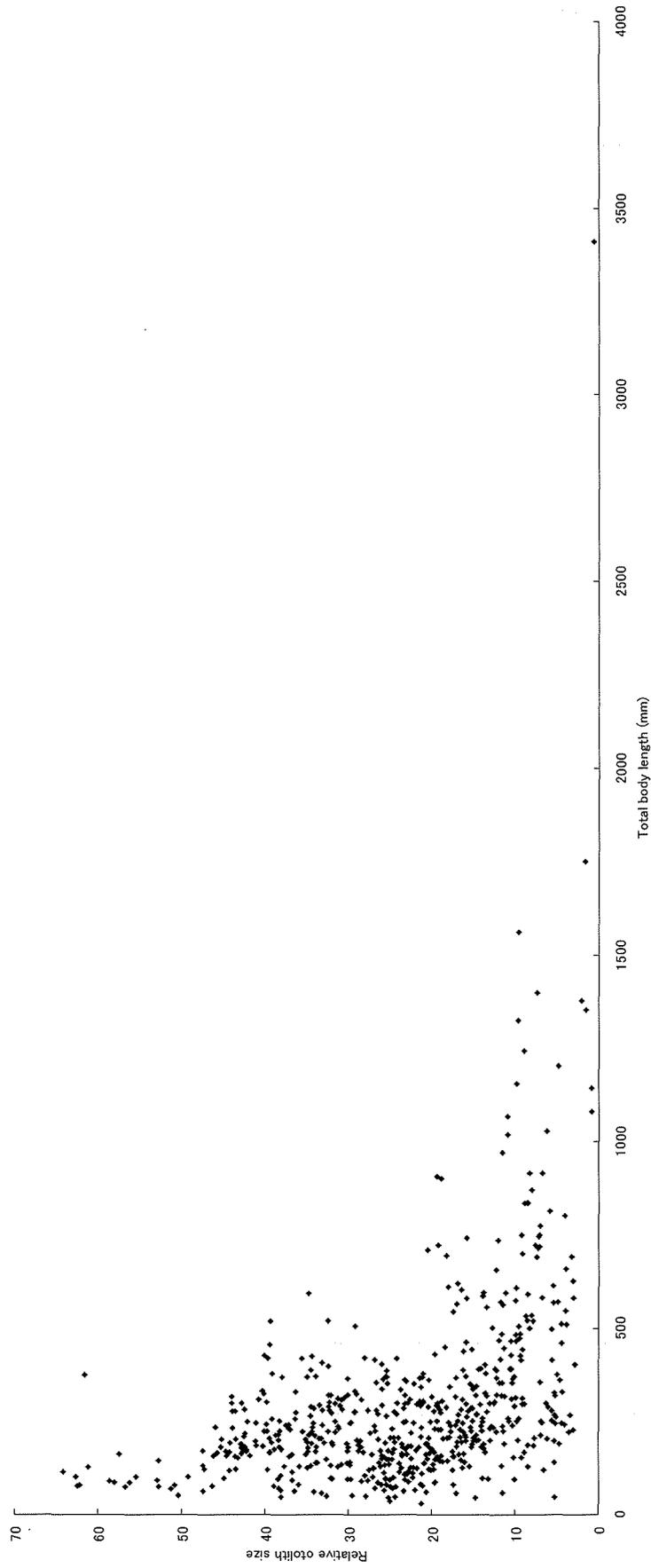


Fig. 3-4. Relationship of relative otolith size to total body length of fish species.

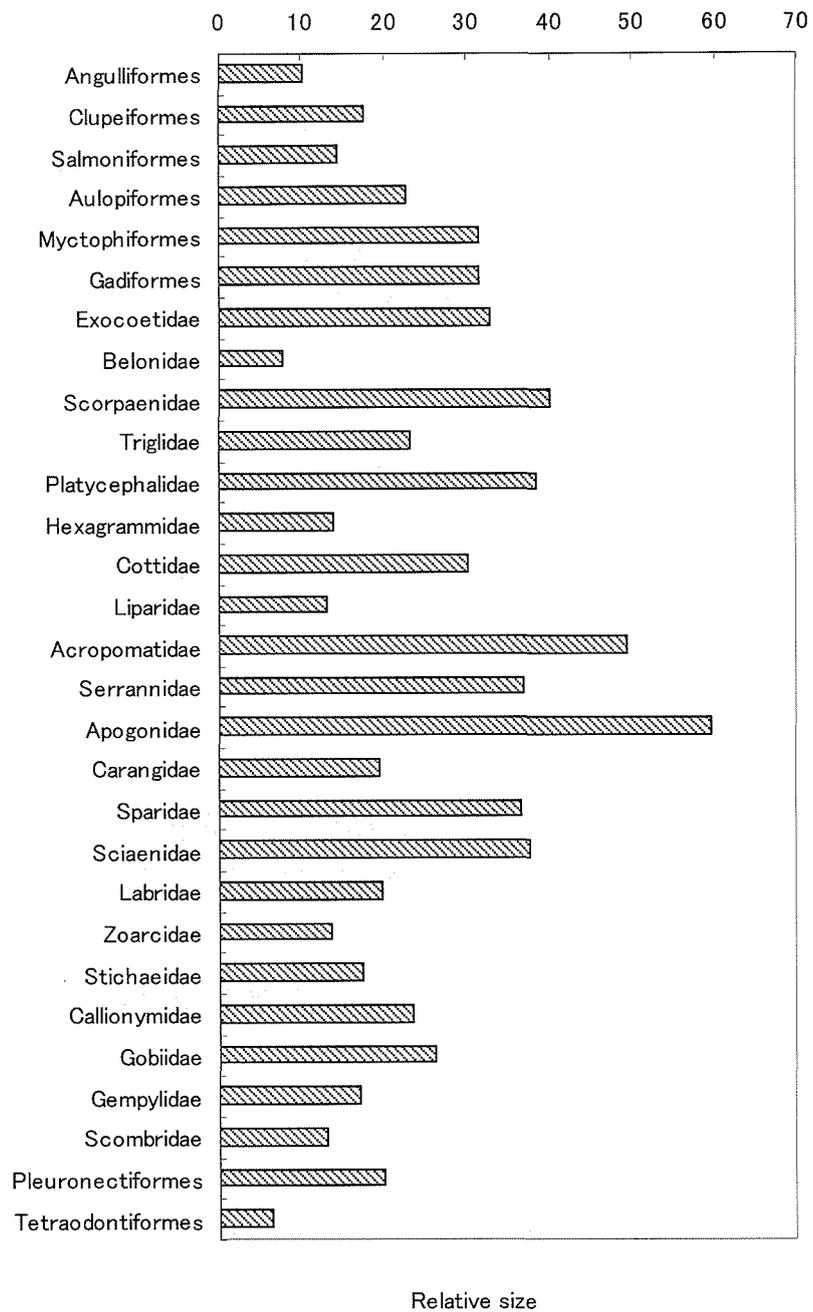


Fig. 3-5. Averages of relative otolith size of each taxon.

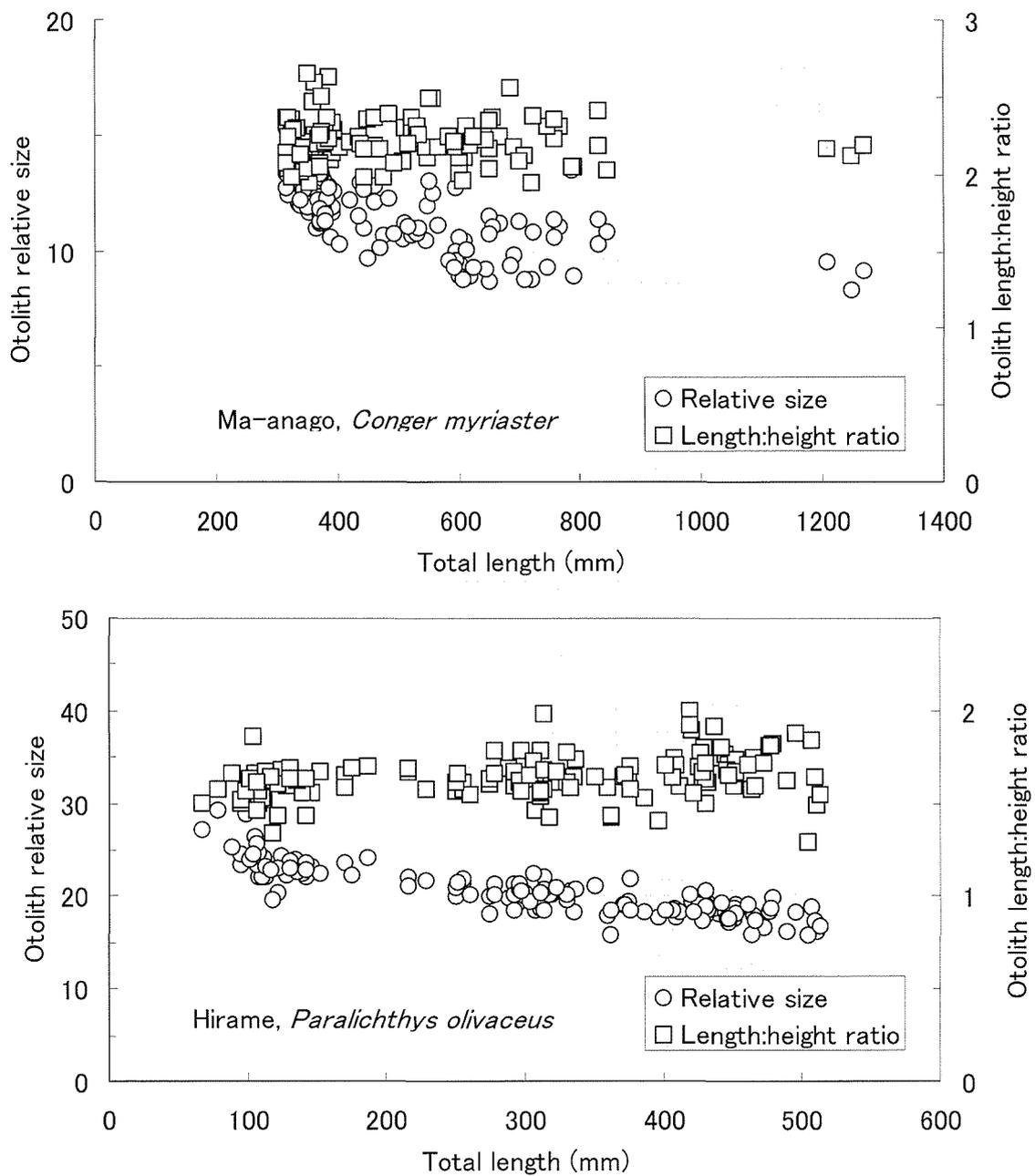


Fig. 3-6a. Relationship of relative otolith size and otolith length:height ratio to total body length of ma-anago, *Conger myriaster* (top) and hirame, *Paralichthys olivaceus* (bottom).

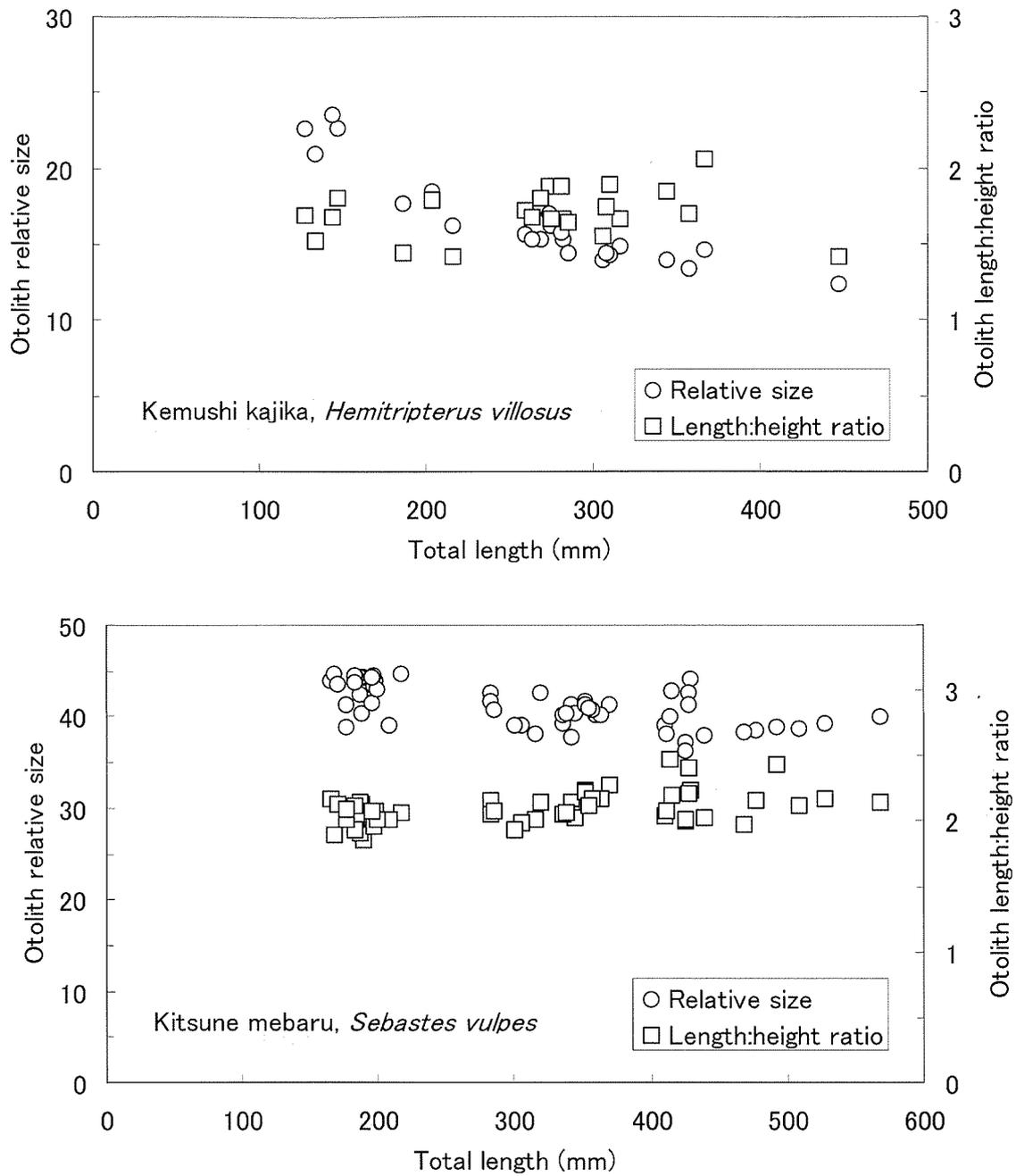


Fig. 3-6b. Relationship of relative otolith size and otolith length:height ratio to total body length of kemushi kajika, *Hemitripterus villosus* (top) and kitsune mebaru, *Sebastes vulpes* (bottom).

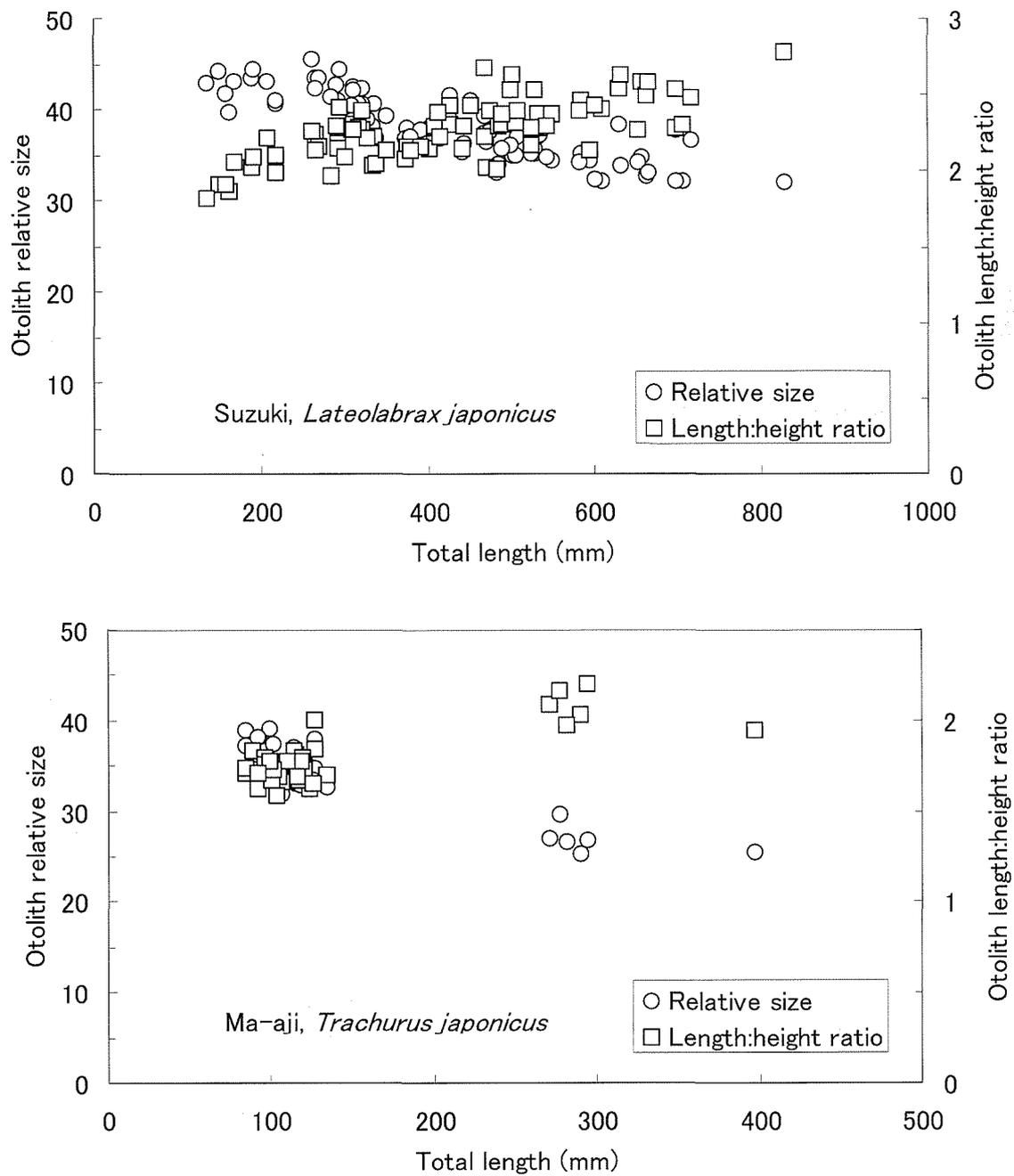


Fig. 3-6c. Relationship of relative otolith size and otolith length:height ratio to total body length of suzuki, *Lateolabrax japonicus* (top) and ma-aji, *Trachurus japonicus* (bottom).

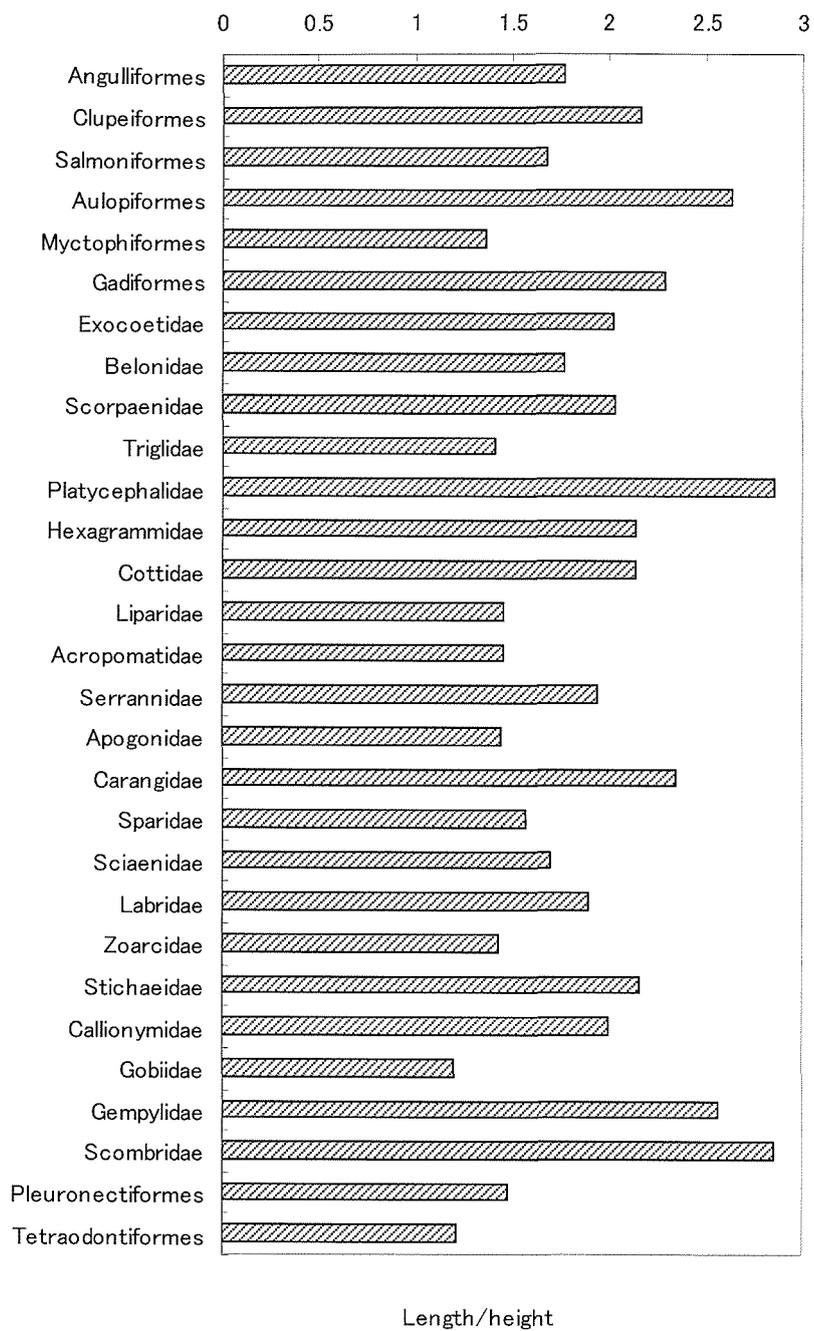


Fig. 3-7. Averages of otolith length:height ratio of each taxon.

Table 3-2. Differences of otolith characteristics between closely related species.

Japanese name	Scientific name	Mean total length (mm)	Length:height ratio	Relative otolith size	Code of sulcus form
Chikamekintoki	<i>Cookeolus japonicus</i>	270	1.38	26.53	II ₁
Kintokidai	<i>Priacanthus macracanthus</i>	206	1.08	7.69	II ₁
Hiragi	<i>Leiognathus nuchalis</i>	125	2.03	22.55	I ₁
Okihiragi	<i>L. rivulatus</i>	71	1.53	38.4	II ₁
Hirame	<i>Paralichthys olivaceus</i>	132	2.08	47.45	II ₁
Magarei	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	171	1.59	26.18	I ₂

ある形態である A₂型, B₂型は, 前述のとおりスズキ目以外ではヒメ目の 2 種のみであり, 約 95 % がスズキ目に集中している。スズキ目の中でもシマガツオ科, フェダイ科, イサキ科, イトヨリダイ科, ヒメジ科, タカノハダイ科, アカタチ科, スズメダイ科, シマイサキ科, イシダイ科, イスズミ科, カゴカキダイ科, メジナ科, およびアジ科にみられ, 岩礁域や珊瑚礁に生息する種とアジ科で構成されており, 分類学上の特徴に加え生活型との関係が示唆される。今回は, 外観から溝のタイプを判別して表現したが, 溝の深さも溝の大きさを表す重要な形質である。この溝の深さを含めて, 種別に生活型との関連性を解析する必要があると思われる。ただし, 前述のように耳石は聴覚や平衡感覚といった複数の機能を有しており, Platt and Popper (1981) が指摘するように, 溝の多様な形と大きさは, 多様な機能と関連付けて理解する必要があると考えられる。

側面形については, 上述のように基本形は「反り状型」であるが, 強い反り状型であるフェダイ科, タカサゴ科, イサキ科, フェフキダイ科, フサカサゴ科, ハタ科, タイ科等はサンゴ礁や岩礁域に生息する魚類であるという傾向が認められる。

6-2. 耳石相対サイズについて

全体として, 体長の大きな魚種ほど相対サイズが小さくなる (Fig. 3-4)。体長が 50 cm 以上で耳石相対サイズも 20 以上の魚種は, イバラヒゲ, スズキ, ワニエソ, オオサガ以外にはみられない。この傾向は種内でも同様であり, マアナゴ, キツネメバル, ケムシカジカ, スズキ, マアジ, ヒラメで調べたところ, いずれの種でも, 体長が大きくなると耳石相対サイズが小さくなる (Fig. 3-6abc)。分類群毎に平均耳石相対サイズを比べると, 最も大きいのはテンジクダイ科, 次いでホタルジャコ科, 最も小さいのはフグ目, 次いでウナギ目であり, 系統進化的な傾向は認められない (Fig. 3-5)。一般的に, 活動性の高い魚種は小さく, 底魚類は大きい (松原ら 1979) といわれるが, 相対サ

イズが小さい分類群は上記のフグ目, ウナギ目に加え, アイナメ科, クサウオ科, ゲンゲ科, サバ科といったものである。また, トビウオ科の魚種の相対耳石サイズがほぼ全て 30 以上であり, 他のダツ目の魚種に比べて明らかに大きい。種レベルで, 耳石相対サイズが 5 以下の小型の魚種と 50 以上の大型の魚種を列記すると, 小型の魚種は, ソコギス科の 2 種 (クロソコギス, キツネソコギス), ウナギ, ホラアナゴ, クズアナゴ, ホタテウミヘビ, アカマンボウ, サケガシラ, ホウライエソ, ミズウオ, アカヤガラ, ヨウジウオ, ホテイウオ, シイラ, イレズミコンニャクウオ, カジキ科, メカジキ科, ヒガンフグ, クロサバフグ, シロサバフグ, トラフグ, ネズミフグであり, 体型が紡錘形, ウナギ型の魚種もしくはカジキ類, フグ類に多い。対して相対耳石サイズの大きい魚種は, イズカサゴ, ワニゴチ, テンジクダイ科, エビスダイ, マツカサウオ, キンカジカ, フサカサゴ, ホタルジャコ科, イボダイ, ハナビヌメリ, コモチジャコであり, 頭部が体長に対して相対的に大きな魚種が多い。したがって, 耳石相対サイズは, 沿岸性, 外洋性, 底棲性, 遊泳性といったグループ分けや生活型では解釈しきれず, 頭部の大きさや分類群毎の特性によるものと考えられる。

6-3. 耳石長比について

耳石の形を特徴付ける耳石長比については, ほとんどの魚種が 1 から 3 の間である。3 を超えるのは, コイ科, エソ類, コチ科, サバ科の一部, ムネダラ, ギンダラ, エゾイソアイナメ, オニカサゴ, ヤマトカマス, アブラソコムツ, バラムツ, ツムブリであり, 1 を下回る縦長の耳石は, デメエソ, シラウオ, ミカドハダカ, アカチヨッキクジラウオ, マツカサウオ, メダカ, カムチャッカゲンゲ, イトヒキハゼにみられる。分類群毎で比べると平均値が 2.5 を超えるような細長い耳石を持つのは, エソ科, カマス科, サバ科, コチ科, クロタチカマス科, ヒメ目, 対して平均値が 1.2 程度の分類群は, ハゼ科, フグ科, ハダカイワシ科などである。したがって, 系統進化的な傾向は認めら

れないものの、頭部が縦扁している魚種は耳石長比が大きく、頭部が丸い魚種は耳石長比が小さい傾向がある。したがって、耳石の大きさや細長さは、頭部の大きさや形、神経頭蓋の耳殻部の大きさや形に大きく規定されるものと思われる。

ただし、近縁種で耳石相対サイズと耳石長比が明確に異なっている例が少なくない (Table 3-2)。キントキダイ科のカメキントキとキントキダイの耳石を比べると、溝は共にⅡ型であるが、キントキダイの方が、耳石が小型で若干丸い形をしている。ヒイラギ科のヒイラギとオキヒイラギを比べると、ヒイラギの方が耳石は小型で、細長く、溝も後縁まで達している。スズメダイ科のスズメダイとオヤビッチャを比べると、スズメダイの耳石の方が小型で、細長く、溝も後縁まで達していない。チカメキントキ、ヒイラギ、オヤビッチャは比較的体長が大きいことや、オキヒイラギやスズメダイの方が沖側に生息するといった違いがあるものの、それらが耳石の大きさや形状を規定しているとは判断できない。内耳の形態学的な検討が必要であろう。

おわりに

人間の耳石は平衡砂 statoconia (otolith) とよばれる多数の小さな砂粒で、ゼラチン様の膜 (平衡砂膜) 内に存在し、大きさは10ミクロン内外である (山本ら1999)。また、板鰓類では耳石の代わりに平衡砂 (statoconia) を含むコロイド状の塊である (落合, 1994)。つまり、板鰓類の耳石は人間の耳石に似ており、魚類の耳石は軟骨魚と硬骨魚では異なっていると判断される。しかし、特にエイ類の耳石の情報が乏しい。円口類 (ヤツメウナギ・ヌタウナギ類) も含めて、これら魚類についても、耳石の形態や構造の記載が望まれる。一方、イカ類やタコ類の耳石は、硬骨魚類の耳石と性状が似ている。動物の分類群を大きく包括した耳石の機能形態を検討する必要があると思われる。

本研究において、各種の耳石欠刻の形状や程度、耳石凸面 (溝側) の隆起等のここの特徴については記載しているものの、判別分析等、それらを統計的に類型化して解析するには至らなかった。また平面形、側面形、溝の形状・類型、耳石相対サイズ、耳石長比についても、生息域、分布範囲、生息水深、回遊や南北移動の度合、浅深移動の有無、生息水温、聴力、遊泳速度、生活史、食性、生殖行動、寿命、成長、卵数卵サイズ、鱗の型といった生活史や生理特性との関係を検討していない。これらの課題は、耳石形状の規定要因や耳石の機能形態を明らかにするために、今後の研究

に委ねたい。

ただし、耳石輪紋 (年輪もしくは年輪と思われる構造) については、水温との関係、成長速度との関係、生活年周期との関係の再検討が行われている (Katayama and Isshiki, 2006, 片山ら2006)。耳石輪紋研究者による成果を期待したい。

謝 辞

本研究を発表するにあたり、とりまとめのご指導と論文のご校閲をいただいた中央水産研究所業務推進部長入江隆彦博士には深く感謝申し上げます。本研究をすすめるにあたっては、元東海区水産研究所企画連絡室長故佐藤祐二博士、元東北大学大学院農学研究科教授大森迪夫博士、元西海区水産研究所故花淵信夫下関支所長、元瀬戸内海区水産研究所矢野実企画連絡室長にはご理解ある便宜と有益なご助言をいただき、心から深謝の意を表したい。また、標本採集や情報収集等にあたっては、長崎大学名誉教授多部田修博士には標本魚の同定と耳石に関する文献の提供をいただき、元東北水産研究所八戸支所石戸芳男底魚資源室長、元東北水産研究所資源管理部高橋章作主任研究官、元岩手県水産技術センター長洞幸夫副所長、北海道水産研究所業務推進部長北川大二博士、石巻専修大学理工学部教授角田出博士には標本魚の採集と情報収集にご協力をいただいた。記して厚く御礼申し上げます。

文 献

- Aass P., 1972: Age determination and year-class fluctuations of cisco, *Coregonus albula* L., in the Mjøsa hydroelectric reservoir, Norway. *Inst. Freshw. Res.*, **52**, 5-22.
- Adachi K., Takagi K., Tanaka E., Yamada S. and Kitakado T., 2000: Age and growth of *alfonsino* *Beryx splendens* in the waters around Izu Islands. *Fisheries Science*, **66**, 232-240.
- Aguilera O. and Aguilera D. R., 2001: An exceptional coastal upwelling fish assemblage in the Caribbean neogene. *J. Paleontology*, **75**, 732-742.
- Aguilera O. and Aguilera O. R., 2003: Two new otolith-based sciaenid species of the genus *Plagioscion* from south American neogene marine sediments. *J. Paleontology*, **77**, 1133-1138.
- Aguirre H. and Lombarte A., 1999: Ecomorphological comparisons of sagittae in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *J. Fish Biol.*, **55**, 105-114.

- Ahrenholz D. W., Fitzhugh G. R., Rice J. A., Nixon S. W. and Pritchard W. C., 1995: Confidence of otolith ageing through the juvenile stage for Atlantic menhaden, *Brevoortia tyrannus*. Fish. Bull., **93**, 209-216.
- 相澤 康, 1994: 相模湾のワカサギ資源調査 - II. 神奈川県淡水水試研報, **30**, 68-70.
- Albrechtsen K., 1968: A dying technique for otolith age reading. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, **32**, 278-280.
- Anderi D. S., Nishimura A. and Lowe S. A., 1996: Is the first annulus on the otolith of the atka mackerel, *Pleurogrammus monoptygius*? Fish. Bull., **94**, 163-169.
- Anderson J. R., Morison A. K. and Ray D. J., 1992a: Age and growth of murray cod, *Maccullochella peelii* (Perciformes: Percichthyidae), in the lower Murray-Darling Basin, Australia, from thin-sectioned otoliths. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **43**, 983-1013.
- Anderson J. R., Morison A. K. and Ray D. J., 1992b: Validation of the use of thin-sectioned otoliths for determining the age and growth of golden perch, *Macquaria ambigua* (Perciformes: Percichthyidae), in the lower Murray-Darling Basin, Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **43**, 1103-1128.
- Anderson M. E., and Cailliet G. M., 1974: Occurrence of the rare North Pacific frostfish, *Benthodesmua elongatus pacificus* Parin and Becker, 1970, in Monterey Bay, California. Calif. Fish and Game, **60**, 149-152.
- Andrade H. A., 2004: Age and growth of the searobin (*Prionotus punctatus*) in Brazilian waters. Bull. Mar. Sci., **75**, 1-9.
- Andrews A. H., Cailliet G. M. and Coale K. H., 1999: Age and growth of the Pacific grenadier (*Coryphaenoides acrolepis*) with age estimate validation using an improved radiometric ageing technique. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **56**, 1339-1350.
- Ann H. B., 1971: Studies on the age and growth of the Pacific mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, **7**, 7-24.
- Antonelis Jr. G. A., Fiscus C. H. and Delong R. L., 1984: Spring and summer prey of California Sea lions, *Zalophus californianus*, at San Miguel Island, California, 1978-79. Fish. Bull., **82**, 67-76.
- Arai T. and Iwamoto T., 1979: A new species of the macrourid fish Genus *Coelorinchus* from off Tasmania, New Zealand and the Falkland Island. Jan. J. Ichthyol., **26**, 238-246.
- Arai T., 1979: A additional information on a rare macrourid fish, *Mesobius antipodum*, from New Zealand. Jan. J. Ichthyol., **25**, 286-290.
- Arellano R. V., Hamerlynck O., Vincx M. Mees J., Hostens K., and Gijssels W., 1995: Changes in the ratio of the sulcus acusticus area to the sagitta area of *Pomatoschistus minutus* and *P. lozanoi* (Pisces, Gobiidae). Mar. Biol., **122**, 355-360.
- 有江康章, 石田雅俊, 1989a: 福岡県豊前海産マコガレイの資源生物学的研究 - I 成長について. 福岡県豊前水試研報, **2**, 31-38.
- 有江康章, 石田雅俊, 1989b: 福岡県豊前海産メイタガレイの資源生物学的研究 - I 成長について. 福岡県豊前水試研報, **2**, 45-51.
- 有江康章, 石田雅俊, 尾田一成, 1988: 福岡県豊前海産イシガレイの資源生物学的研究 - I 成長について. 福岡県豊前水試研報, **1**, 17-24.
- 有菌真琴, 松浦秀喜, 大内俊彦, 道中和彦, 1974: カサゴの放流技術開発に関する研究. 山口外海水試研報, **16**, 32-52.
- 厚地 伸, 増田育司, 赤毛 宏, 伊折克生, 2004: 耳石横断薄層切片を用いた鹿児島県近海産ヒラメの年齢と成長. Nippon Suisan Gakkaishi, **70**, 714-721.
- 畔田正格, 落合 明, 1962: 若狭湾産マアジの系群に関する研究. 日水誌, **28**, 967-978.
- Bagenal T. B., 1955a: The growth rate of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (Fabr). J.mar. biol. Ass. U. K., **34**, 297-311.
- Bagenal T. B., 1955b: The growth rate of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (Fabr)-a correction. J. mar. biol. Ass. U. K., **34**, 643-647.
- Bailey K. M., Brown A. L., Nishimura A. and Reilly M. T., 1995: Three-dimensional imaging of walleye pollock otoliths: reconstruction from serial sections and fluorescent laser cytometry. J. Fish Biol., **47**, 671-678.
- Bailey M. M., 1972: Age growth, reproduction and food of the burbot *Lota lota* (Linnaeus), in south-western Lake Superior. Trans. Amer. Fish. Soc., **4**, 667-674.

- Bailey R. F. J., Able K. W. and Leggett W. C., 1977: Evidence for the presence of amorphous check in capelin (*Mallotus villosus*) otoliths and implications for age determination. J. Fish. Res. Board Can., **34**, 2008-2014.
- Baker M. S. Jr., Wilson C. A. and vanGent D. L., 2001: Testing assumptions of otolith radiometric aging with two long-lived fishes from the northern Gulf of Mexico. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **58**, 1244-1252.
- Barbieri L. R., Chittenden Jr. M. E. and Jones C. M., 1994: Age, growth, and mortality of Atlantic croaker, *Micropogonias undulates*, in the Chesapeake Bay region, with a discussion of apparent geographic changes in population dynamics. Fish. Bull., **92**, 1-12.
- Barger L. E., 1985: Age and growth of Atlantic croakers in the northern Gulf of Mexico, based on otolith section. Trans. Amer. Fish. Soc., **114**, 847-850.
- Barger L. E., 1990: Age and growth of bluefish *Pomatomus saltatrix* from the northern Gulf of Mexico and U. S. south Atlantic coast. Fish. Bull., **88**, 805-809.
- Barnes M. A. and Power G., 1984: A comparison of otolith and scale ages for western Labrador Lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. Env. Biol. Fish., **10**, 297-299.
- Basimi R. A., and Grove D. J., 1985: Studies on feeding, growth and production of a recruited inshore population of *Pleuronectes platessa* (L.) at east Anglesey, north Wales. J. Fish Biol., **27**, 765-783.
- Beamish R. J., 1979: Differences in the age of Pacific hake (*Merluccius productus*) using whole otoliths and section of otoliths. J. Fish. Res. Board Can., **36**, 141-151.
- Beamish R. J., 1979: New information on the longevity of Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). J. Fish. Res. Board Can., **36**, 1395-1400.
- Beamish R. J., and Chilton D. E., 1982: Preliminary evaluation of a method to determine the age of sablefish (*Anoplopoma fimbria*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., **39**, 277-287.
- Beckman D. W., Stanley A. L., Render J. H. and Wilson C. A., 1990: Age and growth of black drum in Louisiana waters of the Gulf of Mexico. Trans. Amer. Fish. Soc., **119**, 537-544.
- Beckman D. W., Stanley A. L., Render J. H. and Wilson C. A., 1991: Age and growth-rate estimation of sheepshead *Archosargus probatocephalus* in Louisiana waters using otoliths. Fish. Bull., **89**, 1-8.
- Beckman D. W., Wilson C. A. and Stanley A. L., 1989: Age and growth of red drum, *Sciaenops ocellatus*, from offshore waters of the northern Gulf of Mexico. Fish. Bull., **87**, 17-28.
- Bennett B. A. and Griffiths C. L., 1986: Aspects of the biology of galjoen *Coracinus capensis* (Cuvier) off the south-western cape, South Africa. S. Afr. J. Mar. Sci., **4**, 153-162.
- Berg R., 1985: Age determination of eel, *Anguilla anguilla* (L): comparison of field data with otolith ring patterns. J. Fish Biol., **26**, 537-544.
- Bergstad O. A., 1990: Distribution, population structure, growth and reproduction of the roundnose grenadier *Coryphaenoides rupestris* (Pisces:Macrouridae) in the deep waters of the Skagerrak. Mar. Biol., **107**, 25-39.
- Bergstad O. A. 1993: Distribution, population structure, growth and reproduction of the grater silver smelt, *Argentna silus* (Pisces, Argentinidae), of the Skagerrak and the north-eastern North Sea. ICES J. mar. Sci., **50**, 129-143.
- Bilton H. T. and Jenkinson D.W., 1968: Comparison of the otolith and scale methods for aging sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and chum (*O. keta*) salmon. J. Fish. Res. Board Can., **25**, 1067-1069.
- Bilton H. T. and Jenkinson D.W., 1969: Age determination of sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and chum (*O. keta*) salmon from examination of pectoral fin rays. J. Fish. Res. Board Can., **26**, 1199-1203.
- Bird J. L., Eppler D. T. and Checkley D. M., 1986: Comparison of herring otoliths using Fourier series shape analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **43**, 1228-1234.
- Bishop K. A. and Bell J. D., 1978: Aspects of the biology of the Australian grayling *Prototroctes maraena* G nther (Pisces:Prototroctidae). Aust. J. Mar. Freshw. Res., **29**, 743-761.
- Boehlert G. W., 1985: Using objective criteria and multiple regression models for age determination

- in fishes. Fish. Bull., **83**, 103–117.
- Boehlert G. W., and Yoklavich M. M. 1984: Variability in age estimates in *Sebastes* as a function of methodology, different readers, and different laboratories. Calif. Fish and Game, **70**, 210–224.
- Boëtius J., 1985: Greenland eel, *Anguilla rostrata* LeSueur. Dana, **4**, 41–48.
- Booth A. J., Merron G. S. and Buxton C. D., 1995: The growth of *Oreochromis andersonii* (Pisces: Cichlidae) from the Okavango Delta, Botswana, and a comparison of the scale and otolith methods of ageing. Env. Biol. Fish., **43**, 171–178.
- Borges L., 2000: Age and growth of the snipefish, *Macrorhamphosus* spp., in the Portuguese continental waters. J. Mar. Biol. Ass. U. K., **80**, 147–153.
- Bori C., 1986: Análisis morfológico comparado del otolith (sagitta) de *Solea vulgaris*, *S. senegalensis* (Teleostei: Soleidae) del delta del Ebro. Inv. Pesq., **50**, 247–264.
- Bothe L., 1971: Growth and otolith morphology of the Cape hakes, *Meluccius capensis* Cast and *Merluccius paradoxus* Franca. Investl. Rep. Div. Sea Fish. Afr., **97**, 1–32.
- Bratberg E., 1956: On the interpretation of the opaque and hyaline zones in the otoliths of immature redfish (*Sebastes marinus* L.). J. du Cons., **22**, 66–74.
- Brophy D. and Danilowicz B. S., 2003: The influence of prerecruitment growth on subsequent growth and age at first spawning in Atlantic herring (*Clupea harengus* L.). ICES J. mar. Sci., **60**, 1103–1113.
- Brown F. R., and Mate B. R. 1983: Abundance, movements, and feeding habits of harbor seals, *Phoca vitulina*, at Netarts and Tillamook Bays, Oregon. Fish. Bull., **82**, 291–301.
- Brown I. W. and Sumpton W. D., 1998: Age, growth and mortality of redthroat emperor *Lethrinus miniatus* (Pisces: Lethrinidae) from the southern great barrier reef, Queensland, Australia. Bull. Mar. Sci., **62**, 905–917.
- Brown P., Green C., Sivakumaran K. P., Toessel D. S. and Giles A., 2004: Validating otolith annuli for annual age determination of common carp. Trans. Amer. Fish. Soc., **133**, 190–196.
- Brown R. F. and Mate B. R., 1983: Abundance, movements, and feeding habits of harbor seals, *Phoca vitulina*, at Netarts and Tillamook Bays, Oregon. Fish. Bull., **81**, 291–301.
- Bullock L. H., Murphy M. D., Godcharles M. F. and Mitchell M. E., 1992: Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. Fish. Bull., **90**, 243–249.
- Burchett M. S., Devries A., and J. Briggs A., 1984: Age determination and growth of *Dissostichus mawsoni* (Norman, 1937) (Pisces, Nototheniidae) from McMurdob Sound (Antarctica). Cybium, **8**, 27–31.
- Buxton C. D. and Clarke J. R., 1989: The growth of *Cymatoceps nasutus* (Teleostei: Sparidae), with comments diet and reproduction. S. Afr. J. Mar. Sci., **8**, 57–65.
- Buxton C. D., 1993: Life-history changes in exploited reef fishes on the east coast of South Africa. Env. Biol. Fish., **36**, 47–63.
- Cadwallader P. L., 1978: Age, growth and condition of the common river galaxias, *Galaxias vulgaris* Stokell, in the Glentui River, Canterbury, New Zealand. Fish. Res. Bull., **17**, 9–35.
- Cailliet G. M. and Lea R. N., 1977: Abundance of the "rare" zoarcid, *Maynea California* Gilbert, 1915, in the Monterey Canyon, Monterey Bay, California. Calif. Fish and Game, **63**, 253–261.
- Cambell R. B., 1929: Fish otoliths, their occurrence and value as stratigraphic markers. J. Paleontology, **3**, 254–279.
- Campana S. E. and Casselman J. M., 1993: Stock discrimination using otolith shape analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **50**, 1062–1083.
- Campana S. E. and Jones C. M., 1998: Radiocarbon from nuclear testing applied to age validation of black drum, *Pogonias cromis*. Fish. Bull., **96**, 185–192.
- Campana S. E., 2004: Photographic atlas of fish otoliths of the northwest Atlantic Ocean. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., **133**, 1–284.
- Campbell G., and Collins R. A., 1975: The age and growth of the Pacific bonito, *Sarda chiliensis*, in the eastern North Pacific. Calif. Fish and Game, **61**, 181–200.
- Campbell R. B., 1929: Fish otoliths, their occurrence and value as stratigraphic markers. J. Paleontology,

- 3, 254-279.
- Carl L. M., Kraft M. and Rhude L., 1989: Growth and taxonomy of bull charr, *Salvelinus confluentus* in Pinto Lake, Alberta. *Env. Biol. Fish.*, **26**, 239-246.
- Casselman J. M., Collins J. J., Crossman E. J., Ihssen P. E., and Spangler G. R., 1981: Lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) stocks of the Ontario water of Lake Huron. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**, 1772-1789.
- Casteel R. W., 1974: Identification of the species of Pacific salmon (genus *Oncorhynchus*) native to North America based upon otoliths. *Copeia*, **2**, 305-311.
- Castonguay M., Simard P., and Gagnon P., 1991: Usefulness of Fourier Analysis of otolith shape for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) stock discrimination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**, 296-302.
- Chilton D. E. and Stocker M., 1987: A comparison of otolith scale methods for ageing Pacific herring. *Nor. Amer. J. Fish. Manage.*, **7**, 202-206.
- 陳 二郎, 桜井泰憲, 1993: コマイの年齢と成長. 北水試研報, **42**, 251-264.
- 陳 哲聡, 大滝英夫, 1974: 東シナ海・黄海メイトガレイの資源生物学的研究. 西水研研報, **46**, 1-20.
- Chisnall B. L., 1989: Age, growth, and condition of freshwater eels (*Anguilla* sp.) in backwaters of the lower Waikato River, New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **23**, 459-465.
- Chisnall B. L. and Hayes J. W., 1991: Age and growth of shortfinned eels (*Anguilla australis*) in the lower Waikato basin, North Island, New Zealand. *N. Z. J. Freshw. Res.*, **25**, 71-80.
- Chisnall B. L. and Hicks B. J., 1993: Age and growth of longfinned eel (*Anguilla dieffenbachii*) in pastoral and forested streams in the Waikato River basin, and in two hydroelectric lakes in the North Island, New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **27**, 317-332.
- Chisnall B. L. and Kalish J. M., 1993: Age validation and movement of freshwater eels (*Anguilla Dieffenbachii*) and *A. australis*) in a New Zealand pastoral stream. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **27**, 333-338.
- Choat J. H., and Axe L. M., 1996: Growth and longevity in acanthurid fishes; an analysis of otolith increments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **134**, 15-26.
- Choat J. H., Axe L. M., and Lou D. C., 1996: Growth and longevity in fishes of the family Scaridae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **145**, 33-41.
- Christensen J. M., 1964: Burning of otoliths, a sole and other fish. *J. Cons. perm. int. Exp. Mer.*, **29**, 73-81.
- Chu Y., Lo Y. and Wu H., 1963: A study on the classification of the sciaenoid fishes of China, with description of new genera and species. Shanghai Scientific and Technical Publ. Co., Shanghai, ii+100pp.
- Chullasorn S., Mako H., Oka M. and Matsumiya Y., 1977: Studies on the fishery biology of the round herring in the Western Sea of Kyushu. *Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, **50**, 37-71.
- Coggan R. A., Gordon J. D. M. and Merrett N. R., 1999: Aspects of the biology of *Nezumia aequalis* from the continental slope west of the British Isles. *J. Fish Biol.*, **54**, 152-170.
- Coggan R., Skora K., Murray A., and White M., 1990: A comparison between age determinations of the Antarctic fish *Notothenia gibberifrons* Lönnberg using scales and otoliths. *Cybium*, **14**, 43-55.
- Collins, M. R., Schmidt D. J., Waltz C. W., and Pickney J. L., 1988: Age and growth of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the Atlantic coast of the United States. *Fish. Bull.*, **87**, 49-61.
- Collins R. A. and Spratt J. D., 1969: Age determination of the northern anchovies, *Engraulis mordax*, from otoliths. *Calif. Fish and Game, Fish. Bull.*, **147**, 39-55.
- Colman J. A., 1974: Growth of two species of flounders in the Hauraki Gulf, New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **8**, 351-370.
- Crabtree R. E., Harnden C. W., Snodgrass D. and Stevens C., 1996: Age, growth, and mortality of bonefish, *Albula vulpes*, from the waters of the Florida Keys. *Fish. Bull.*, **94**, 442-451.
- Crabtree R. E. and Bullock L. H., 1998: Age, growth, and reproduction of black grouper, *Mycteroperca bonaci*, in Florida water. *Fish. Bull.*, **96**, 735-753.
- Cruz A. and Lombarte A., 2004: Otolith size and its relationship with colour patterns and sound production. *J. fish Biol.*, **65**, 1512-1525.

- Currens K. P., Schreck C.B. and Li H.W., 1988: Reexamination of the use of otolith nuclear dimensions to identify juvenile anadromous nonanadromous rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Fish. Bull., **86**, 160-163.
- Da Silva, J. and Neilson J. D., 1985: Limitation of using otoliths recovered in scat to estimate prey consumption in seals. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **42**, 1439-1442.
- Dark T. A., 1975: Age and growth of Pacific hake, *Merluccius productus*. Fish. Bull., **73**, 336-355.
- David A. W. and Grimes C. B., 1994: Vaterite sagittal otoliths in hatchery-reared juvenile red drum. Prog. Fish-Cult., **56**, 301-303.
- Davies N. M., Gauldie R. W., Crane S. A. and Thompson R. K., 1988: Otolith ultrastructure of smooth oreo, *Pseudocyttus maculatus*, and black oreo, *Alloctytus* sp., species. Fish. Bull., **86**, 499-515.
- Dellinger, T. and Trillmich F., 1988: Estimating diet composition from scat analysis in otariid seals (Otariidae): is it reliable? Can. J. Zool., **66**, 1865-1870.
- Deree H. L., 1999: Age growth, dietary habits, and parasitism of the fourbeard rockling, *Enchelyopus cimbrius*, from the Gulf of Maine. Fish. Bull., **97**, 39-52.
- Doerzbacher J. F. and Schramm Jr. H. L., 1984: Enlarger-produced photographs for the measurement of black crappie otoliths. Nor. Amer. J. Fish. Manag., **4**, 547-551.
- Don Jayasinghe S. D. and Kawakami T., 1974: Race separation of deep sea smelt of Japan Sea. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., **40**, 255-260.
- Downs C. C., White R.G. and Shepard B.B., 1997: Age at sexual maturity, sex ratio, fecundity and longevity of isolated headwater population of westslope cutthroat trout. Nor. Amer. J. Fish. Manag., **17**, 85-92.
- Duffy J. M., 1977: Southern range extensions for chum and sockeye salmon, *Oncorhynchus keta* and *nerka*. Calif. Fish and Game, **63**, 196-199.
- Dunkelberger D. G., Dean J. M. and Watabe N., 1980: The ultrastructure of the otolithic membrane and otolith in the juvenile mummichog, *Fundulus heteroclitus*. J. Morphology, **163**, 367-377.
- Dutka-Gianelli J. and Murie D. J., 2001: Age and growth of sheepshead, *Archosargus probatocephalus* (Pisces:Sparidae), from the northwest coast of Florida. Bull. Mar. Sci., **68**, 69-83.
- 海老名謙一, 1936a: 血鯛の成長に就いて. 水講研報, **31**, 77-86.
- 海老名謙一, 1936b: 真鯛の成長に就いて. 日水誌, **4**, 411-414.
- 海老沢明彦, 2000: スジアラの資源生態調査. 沖縄水試事業報告, 36-40.
- Ei-Haweet el-din A., and Ozawa T., 1996: Age and growth of ribbon fish *Trichiurus japonicus* in Kagoshima Bay, Japan. Fisheries Science, **62**, 529-533.
- Einarsson H., 1951: Racial analyses of Icelandic herring by means of the otoliths. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., **128**, 55-74
- Elder R. D., 1976: Studies on age and growth, reproduction, and population dynamics of red gurnard, *Chelidonichthys kumu* (Lesson and Garnot), in the Hauraki Gulf, New Zealand. Fish. Res. Bull., **12**, 11-77.
- Ennis G. P. 1970: Age, growth and sexual maturity of the shorthorn sculpin, *Myoxocephalus scorpius*, in Newfoundland water. J. Fish. Res. Board Can., **27**, 2155-2158.
- Fable Jr. W. A., Johnson A. G., and Barger L. E., 1987: Age and growth of Spanish mackerel, *Scomberomorus maculatus*, from Florida and the Gulf of Mexico. Fish. Bull., **85**, 777-783.
- Fagade S. O., 1980: The morphology of the otoliths of the bagrid catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepede) and their use in age determination. Hydrobiologia, **71**, 209-215.
- Ferreira B. P. and Russ G. R., 1992: Age, growth and mortality of the inshore coral trout *Plectropomus maculatus* (Pisces:Serranidae) from the central Great Barrier Reef, Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res. **43**, 1301-1312.
- Ferreira B. P. and Russ G. R., 1994: Age validation and estimation of growth rate of the coral trout, *Plectropomus leopardus*, (Lacepede, 1802) from Lizard Island, northern Great Barrier Reef. Fish. Bull., **92**, 46-57.
- Fisher A. J. and B. A. Thompson, 2004: The age and growth of southern flounder, *Paralichthys*

- lethostigma*, from Louisiana estuarine and offshore waters. Bull. Mar. Sci., **75**, 63-77.
- Fitch J. E., 1951: Age composition of the southern California catch of Pacific mackerel 1939-40 through 1950-51. Calif. Fish and Game, Fish Bull., **83**, 3-73.
- Fitch J. E., 1964: The fish fauna of the Playa Del Rey Locality a Southern California Marine Pleistocene deposit. Los Ang. Count. Mus. Contrib. Sci., **82**, 1-35.
- Fitch J. E., 1966: Additional Fish remains mostly otoliths, from a Pleistocene deposit at Playa Del Rey, California. Los Ang. Count. Mus. Contrib. Sci., **119**, 1-16.
- Fitch J. E., 1967a: The marine fish fauna, based primarily on otoliths of a lower Pleistocene deposit at San Pedro, California (Lacmip 332, San Pedro Sand). Los Ang. Count. Mus. Contrib. Sci., **128**, 1-122.
- Fitch J. E., 1967b: Fish remains recovered from a Corona Del Mar California Indian Midden (ORA-190). Calif. Fish and Game, **53**, 185-191.
- Fitch J. E., 1968: Otoliths and other fish remains from the Timms Point Silt (Early Pleistocene) at San Pedro, California. Los Ang. Count. Mus. Contrib. Sci., **146**, 1-29.
- Fitch J. E. and Barker L. W., 1972: The fish family moridae in the eastern north Pacific with notes on morid otoliths, caudal skeletons, and the fossil record. Fish. Bull., **70**, 565-584.
- Fitch J. E. and Brownell R. L., Jr., 1968: Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. J. Fish. Res. Board Can., **25**, 2561-2574.
- Fitch J. E. and Craig W. L., 1964: First records for the bigeye thresher (*Alopias superciliosus*) and slender tuna (*Allothunnus fallai*) from California, with notes on eastern Pacific scombrid otoliths. Calif. Fish and Game, **50**, 195-206.
- Fitch J. E., and Schultz S. A., 1978: Some rare unusual occurrences of fishes off California and Baja California. Calif. Fish and Game, **64**, 74-92.
- Fletcher W. J., 1991: A test of the relationship between otolith weight and age for the pilchard *Sardinops neopilchardus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **48**, 35-38.
- Fletcher W. J., 1995: Application of the otolith weight-age relationship for the pilchard, *Sardinops sagax neopilchardus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **52**, 657-664.
- Follett W. I., and Powell D., 1988: *Ernogrammus walkeri*, a new species of prickleback (Pisces:Stichaeidae) from south-central California. Copeia, **1988**, 135-152.
- Forest J., 1951: Observations sur deux Ammodytidés des Côtes Françaises, *Ammodytes lanceolatus* Lesauvage et *Ammodytes lancea* Cuvier. J. du Cons., xvi, 179-182.
- Fowler A. J. and Doherty P. J., 1992: Validation of annual growth increments in the otoliths of two species of damselfish from the southern Great Barrier Reef. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **43**, 1057-1068.
- Fowler A. J. and Short D. A., 1998: Validation of age determination from otoliths of the king george whiting *Sillaginodes punctata* (Perciformes). Mar. Biol., **130**, 577-587.
- Francis M. P., 1981: Age and growth of moki, *Latridopsis ciliaris* (Teleostei:Latridae). N. Z. J. Mar. Freshw. Res., **15**, 47-49.
- Francis M. P., Mulligan K. P., Davies N. M. and Beentjes M. P., 1999: Age and growth estimates for New Zealand hapuku, *Polyprion oxygeneios*. Fish. Bull., **97**, 227-242.
- Francis M. P., Williams M. W., Pryce A. C., Pollard S. and Scott S. G., 1993: Uncoupling of otolith and somatic growth in *Pagrus auratus* (Sparidae). Fish. Bull., **91**, 159-164.
- Francis R. I. C. C., 1992: Otolith radius is a poor predictor of age in adult snapper (*Pagrus auratus*). Aust. J. Mar. Freshw. Res., **43**, 1199-1202.
- Francis R. I. C. C. and Horn, P. L., 1997: Transition zone in otoliths of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) and its relationship to the onset of maturity. Mar. Biol., **129**, 681-687.
- Francis R. I. C. C., Paul L. J. and Mulligan K. P., 1992: Ageing of adult snapper (*Pagrus auratus*) from otolith annual ring counts: validation by tagging and oxytetracyclin injection. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **43**, 1069-1089.
- Friedland K. D. and Reddin O. G., 1994: Use of otolith morphology in stock discriminations of Atlantic

- salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51, 91-98.
- Frizzel D. L., Dante J. H., 1965: Otoliths of some early Cenozoic fishes of the Gulf coast. J. Paleontology, 39, 687-718.
- Frizzel D. L. and Dante J. H., 1965: Otoliths of some early cenozoic fishes of the Gulf Coast. J. Paleontology, 39, 678-718.
- Frost G. A., 1924: Fish otoliths from the stomach of a porpoise. Nature, 113, 310.
- Fryd C., 1901: Die Otolithen der Fische in Bezug auf ihre Bedeutung für Systematik und Alterbestimmung. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1-54.
- 藤 紘和, 多胡信良, 林 功, 1974: カレイ類の漁場資源生態調査研究 (第II報) 対象魚種: イシガレイ, マコガレイ. 福岡県豊前水試研究業務報告, 81-108, 昭和47年度, 福岡県豊前水産試験場, 1-226.
- 藤 紘和, 林 功, 1975: カレイ類の漁場資源生態調査研究 (第III報) 対象魚種: イシガレイ, マコガレイ. 福岡県豊前水試業務報告, 57-78, 昭和48年度, 福岡県豊前水産試験場, 1-220.
- 藤村治夫, 廣本正和, 木村 博, 1997: メバル生態調査, 山口内海水試報告, 26, 87-91.
- 藤原邦浩, 片山知史, 大森迪夫, 北川大二, 2002: テナガダラ *Abyssicola macrochir* (GÜNTHER) の分布様式. 東北底魚研究, 22, 1-3.
- Fujiwara S. and Hankin D. G., 1988: Ageing discrepancy related to asymmetrical otolith growth for sablefish *Anoplopoma fimbria* in northern California. Nippon Suisan gakkaiishi, 54, 27-31.
- 福島県水産試験場, 1974: 昭和47年・48年度太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査選択魚種 (アイナメ・メバル・キツネメバル) に関する調査結果報告書, II, アイナメ. 福島水試調査研究資料, 127, 11-24.
- 福島県水産試験場, 1975: 昭和49年度太平洋北区栽培漁業資源生態調査 ヤナギムシガレイ・スズキに関する調査結果報告書. 福島水試調査研究資料, 134, 1-33.
- Fukuwaka M. 1996: Allometric back-calculation of individual growth for Chum salmon otolith during early life. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 50, 113-116.
- Gaemers P. A. M., 1984: Taxonomic position of the Cichlidae (Pisces, Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. Netherlands J. Zool., 34, 566-595.
- Gago F. J., 1993: Morphology of saccular otoliths of six species of lanternfishes of the genus *Symbolophorus* (Pisces: Myctophidae). Bull. Mar. Sci., 52, 949-960.
- Gambell R. and Messtorff J., 1964: Age determination in the whiting (*Merlangius merlangus* L.) by means of the otoliths. J. du Cons., 28, 393-404.
- Garter Jr. J. V., 1991: Life histories of three species of lanternfishes (Pisces: Myctophidae) from the eastern Gulf of Mexico, I Morphological and microstructural analysis of sagittal otoliths. Mar. Biol., 111, 11-20.
- Gauldie R. W., 1986: Vaterite otoliths from chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 20, 209-217.
- Gauldie R. W., 1993: Polymorphic crystalline structure of fish otoliths. J. Morphology, 218, 1-28.
- Gauldie R. W., 1994: The morphological basis of fish age estimation methods based on the otolith of *Nemadactylus macropterus*. Can. J. Fish. Aquat., 51, 2341-2362.
- Gauldie R. W., 1995: Biological history and age estimation from the zones, checks, and microincrements of the otolith of the alfonsin, *Beryx splendens* (Berycidae). Cybium, 19, 107-129.
- Gauldie R. W. and Crampton J. S., 2002: An eco-morphological explanation of individual variability in the shape of fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. J. Fish Biol., 60, 1204-1221.
- Gjøaeter H. and Ajiad A. M., 1994: Growth to polar cod, *Boreogadus saida* (Lepechin), in the Barents Sea. ICES J. mar. Sci., 51, 115-120.
- Gjøaeter H. and Loeng H., 1987: Growth of the Barents Sea capelin, *Mallosus villosus*, in relation to climate. Env. Biol. Fish., 20, 293-300.
- Go Y. B., Kawaguchi K. and Kusaka T., 1977a: Ecologic study on *Diaphus suborbitalis* WEBER (Pisces, Myctophidae) in Suruga Bay, Japan- I Method of aging and its life span. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., 43, 913-919.

- Go Y. B., Kawaguchi K. and Kusaka T., 1977b: Ecologic study on *Diaphus suborbitalis* WEBER (Pisces, Myctophidae) in Suruga Bay, Japan- II Growth pattern. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., **43**, 1411-1416.
- Gon O., Ben-Tuvia A., 1983: The biology of boyer's sand smelt, *Atherina boyeri* Risso in the Bardawil Lagoon on the Mediterranean coast of Sinai. J. Fish. Biol., **22**, 537-547.
- Gooley G. J., 1992: Validation of the use of otoliths to determine the age and growth of murray cod, *Maccullochella peelii* (Mitchell) (Percichthyidae), in Lake Charlegrark, western Victoria. Aust. J. Freshw. Res., **43**, 1091-1102.
- Gordon J. D. M. and Swan S. C., 1996: Validation of age readings from otoliths of juvenile roundnose grenadier, *Coryphaenoides rupestris*, a deep-water macrourid fish. J. Fish Biol., **49**, 289-297.
- 後藤 晃, 大石浩平, 高田啓介, 1979: 北海道久根別川水系一水路におけるイバラトミヨ Pungitius pungitius (L.) の産卵習性, 生長および食物. 北水産彙報, **30**, 239-251.
- 後藤勝弥, 2000: 福島県海域におけるマアナゴの成長と成熟について. 東北底魚研究, **20**, 11-14.
- Gotshall D. W., 1977: Stomack contents of northean California Dungeness crabs, *Cancer magister*. Calif. Fish and Game, **63**, 43-51.
- Grainger E. H., 1953: On the age, growth, migration, reproductive potential and feeding habits of the Arctic char (*Salve*) of Frobisher Bay, Baffin Island. J. Fish. Res. Board Can., **10**, 326-370.
- Granada V. P. and Masuda Y., Matsuoka T., 2004: Age and growth of the yellowbelly threadfin bream *Nemipterus bathybius* in Kagoshima Bay, southern Japan. Fisheries Science, **70**, 497-506.
- Gray R. W. and Andrews C. W., 1971: Age and growth of the American eel (*Anguilla rostrata* LeSueur) in Newfoundland water. Can. J. Zool., **49**, 121-128.
- Green D. M. and Heidinger R. C., 1994: Longevity record for laegemouth bass. Nor. Amer. J. Fish. Manage., **14**, 464-465.
- Greenbank J., Nelson P. R., 1959: Life history of the threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus in Karluk Lake and Bare Lake Kodiak Island, Alaska. United States Department of The INTERIOR, Fred A. Seaton, Secretary, Fish and Wild life Service, **59**, 537-558.
- Gregory P. A., and Jow T., 1976: The validity of otoliths as indicators of age of petrale sole from California. Calif. Fish and Game, **68**, 132-140.
- Griffiths M. H., 1996: Age and growth of South African silver kob *Argyrosomus inodorus* (Sciaenidae), with evidence for separate stocks. S. Afr. J. Mar. Sci., **17**, 37-48.
- Griffiths M. H. and Hecht T., 1986: A preliminary study of age and growth of the monkfish *Lophius upsicephalus* (Pisces:Lophiidae) on the agulhasbank, South Africa. S. Afr. J. Mar. Sci., **4**, 51-60.
- Griffiths M. H. and Hecht T., 1995: On the life-history of *Atractoscion aequidens*, a migratory sciaenid off the east coast of southern Africa. J. Fish. Biol., **47**, 962-985.
- Griffiths M. H., Wilke C., Penney A. J. and melo Y., 2002: Life history of white stumpnose *Rhabdosargus globiceps* (Pisces: Sparidae) off South Africa. S. Afr. J. Mar. Sci., **24**, 281-300.
- Guan R., Wang X. and Ke G., 1994: Age and growth of eels *Anguilla japonica* in a Chinese river. J. Fish Biol., **45**, 663-660.
- 羽賀 茂, 石田昭夫, 三上正一, 谷野保夫, 1957: コマイの成長と年令について. 北水研研報, **12**, 23-28.
- Hagerman F. B., 1952: The biology of the dover sole, *Microstomus pacificus* (Lockington). Calif. Fish and Game, Fish Bull., **85**, 1-48.
- Halliday R. G., 1970: Growth and vertical distribution of the glacier lantern fish, *Benthoosema glaciale*, in the Northwestern Atlantic. J. Fish. Res. Board Can., **27**, 105-116.
- 浜田尚雄, 岩井昌三, 1967: 播磨灘におけるサワラの資源生物学的研究 - I. 形質特性と成長について. 日水誌, **33**, 1013-1019.
- 浜田律子, 1972: タチウオの耳石の横断切片による年令と成長について. 西水研研報, **41**, 53-62.
- 濱崎清一, 1993: 東シナ海・黄海に分布するサワラの年令と成長. 西水研研報, **71**, 101-110.
- Hammwers, B. E. and Miranda L. E., 1991: Comparison of methods for estimating age, growth, and related population characteristics of white crappies. Nor. Amer. J. Fish. Manag., **11**, 492-498.

- 花村宣彦, 1953: 小樽近海産のソウハチガレイの資源学的考察. 北水試月報, 10, 30-36.
- 花測靖子, 1989: 対馬近海産タチウオの年齢と成長. 西水研研報, 67, 37-57.
- 花測靖子, 木下貴裕, 1991: 日本海南西海域におけるソウハチの成長(予報). 漁業資源研究会議, 西日本底魚部会報, 19, 23-33.
- Hanchet S. M. and Uozumi Y., 1996: Age validation and growth of southern blue whiting, *Micromesistius australis* Norman, in New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 30, 57-67.
- 羽生 功, 1956: ニギス *Argentina semifasciata* Kishinouye の年齢および成長に就いて. 日水誌, 21, 991-999.
- Harada T. and T. Ozawa, 2003, Age and growth of *Lestrolepis japonica* (Aulopiformes: Paralepididae) in Kagoshima Bay, Southern Japan. Ichthyol Res., 50, 182-185.
- Harris J. H., 1985: Age of Australian bass, *Macquaria novemaculeata* (Perciformes: Percichthyidae), in the Sydney Basin. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 36, 235-246.
- Harris J. H., 1987: Growth of Australian bass *Macquaria novemaculeata* (Perciformes: Percichthyidae) in the Sydney Basin. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 38, 351-361.
- Hart A. M., and Russ G. R., 1996: Response of herbivorous fishes to crown-of-thorns starfish *Acanthaster planci* outbreaks. III. Age, growth, mortality and maturity indices of *Acanthurus nigrofuscus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 136, 25-35.
- 橋本博明, 1991: 日本産イカナゴの資源生態学的研究. 広島大学生物生産学部紀要, 30, 135-189.
- 橋本良平, 1955: ヤナギムシガレイの年齢に関する基礎的研究. 東北水研研報, 4, 156-164.
- 橋本良平・小谷地栄, 1977: スケトウダラの相対成長の地理的変異について. 東北水研研報, 38, 41-74.
- 畑中 寛, 1968: 南東ベーリング海産ロスケガレイの年齢と成長. 日水誌, 34, 562-569.
- 畑中正吉, 飯塚景記, 1962: モ場の魚の群集生態学的研究 - III, モ場の魚の生産効率. 日水誌, 28, 305-313.
- Hatanaka M., Okamoto R. 1950: Studies on population of Japanese sand lance (*Ammodytes personatus* Girard). Tohoku J. Agr. Res., 1, 57-67.
- Hatanaka M., Sekino K. K., and Otsuka A., 1952: Studies on the populations of the flatfishes in Sendai bay., II Age, growth and spawning of *Kareius bicoloratus* (Basilewsky). Tohoku J. Agr. Res., 2, 25-32.
- 服部 勉, 1998: 東北太平洋岸におけるキチジの年齢と生長様式. 漁業資源研究会議, 底魚部会報, 1, 3-10.
- 服部 勉, 桜井泰憲, 島崎健二, 1992: マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式. 日水誌, 58, 1203-1210.
- 林 清, 1965: 恵山群スケトウダラ資源の漁況予測. 北水試月報, 22, 11-20.
- 林 清, 1958: エゾカラスガレイ *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) について. 北水試月報, 15, 105-110.
- 林 凱夫, 1978: 大阪湾産タチウオの漁業生物学的研究. 大阪府水試研報, 5, 99-115.
- 林 周, 道津光生, 大田雅隆, 1995: 耳石によるカサゴの年齢査定における横断面法と表面法の信頼性の比較. 日水誌, 61, 1-5.
- 林 泰行, 1976a: 東シナ海産アカアマダイの成長に関する研究—I 年齢表示形質としての耳石の検討. 日水誌, 42, 1237-1247.
- 林 泰行, 1976b: 東シナ海産アカアマダイの成長に関する研究—II 耳石による年齢と成長の推定. 日水誌, 42, 1243-1249.
- 林 泰行, 1995: 周防灘に來遊するマナガツオの生態, 山口県水産試験場報告, 24, 1-5.
- 林 泰行・高木和昭・尾串好隆, 1987: 東シナ海シロアマダイの生態的研究. 山口外海水試研報, 22, 20-29.
- Hecht T., 1987: A guide to the otoliths of southern Ocean fishes. S.Afr. J. Antarct. Res., 17, 2-85.
- Hecht T. and Appelbaum S., 1982: Morphology and taxonomic significance of the otoliths of some bathypelagic Anguilloidei and Saccopharyngoidei from the Sargasso Sea. Helgoländer Meeresunterssungen, 35, 301-308.
- 平川英人, 1980: 福島県における小型底曳網の資源に関する研究—I, イシガレイの漁獲への加入以降の年齢および成長について. 福島水試研報, 6, 1-10.
- 平川英人, 1992: 福島沿岸域に分布するアイナメの成長および資源管理. 第13回底魚チーム会議報告, 43-48.
- 久田哲二, 井上太郎, 濱中雄一, 2000: 若狭湾西部海域におけるメバルの年齢・成長・成熟. 京都府立

- 海洋センター研報, 22, 44-49.
- Hoedt F. E., 1992: Age and growth of a large tropical anchovy, *Thryssa hamiltoni* (Gray): a comparison of ageing technique. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 43, 953-971.
- Holden M. J., 1959: Evidence of cod (*Gadus morhua* L.) migration from the Norway coast to the Faroese Islands. J. du Cons., 26, 68-72.
- Holtzhausen J. A. and Kirchner C. H., 2001: Age and growth of two populations of west coast steenbras *Lithognathus aureti* in Namibian waters, based on otolith readings and mark-recapture data. S. Afr. J. Mar. Sci., 23, 169-179.
- Hood P. B. and Johnson A. k., 2000: Age, growth, mortality, and reproduction of red porgy, *Pagrus pagrus*, from the eastern Gulf of Mexico. Fish. Bull., 98, 723-735.
- Hopkins C. L., 1979: Age-related growth characteristics of *Galaxias faciatius* (Salmoniformes: Galaxiidae). N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 13, 39-46.
- Horn P. L., 1988: Age and growth of bluenose, *Hyperoglyphe antarctica* (Pisces: Stromateoidei) from the lower east coast, North Island, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 22, 369-378.
- Horn P. L., 1993a: Growth, age structure, and productivity of jack mackerels (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 27, 145-155.
- Horn P. L., 1993b: Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae), in New Zealand waters. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 27, 385-397.
- Horn P. L., 1996: Age and growth of red cod (*Pseudophycis bachus*) off the south-east coast of Spath Island, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 30, 151-160.
- Horn P. L. and Sullivan K. J., 1996: Validated aging methodology using otoliths and growth parameters for hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in New Zealand waters. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 30, 161-174.
- Horn P. L., Tracey D. M. and Clark M. R., 1998: Between-area differences in age and length at first maturity of the orange roughy *Hoplostethus atlanticus*. Mar. Biol., 132, 187-194.
- 堀田英之, 1960: 鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長. 東北水研研報, 16, 41-64.
- 堀田英之, 1972: マアジ・サンマの年令査定の実態. 硬組織形成機構研究グループ会報, 8, 3-7.
- 堀田秀之, 中嶋純子, 1970: 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究-Ⅲ. 耳石の性状による解析. 西水研研報, 38, 113-121.
- Hourston A. S., 1968: Abnormal cessation of growth in a herring otolith. J. Fish. Res. Board Can., 25, 2503-2504.
- Hoyer M. V., Shireman J. V. and Maceina M. J., 1985: Use of otoliths to determine age and growth of largemouth bass in Florida. Trans. Amer. Fish. Soc., 114, 307-309.
- Huddleston T. W. and Barker L. W., 1978: Otoliths and other fish remains Santa Barbara-Ventura Counties, California. Los Ang. Count. Mus. Contrib. Sci., 289, 1-36.
- Hurley C. F., and Iles T. D., 1983: Age and growth estimation of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus Thynnus*, using otoliths. NOAA Tech. Rep. NMFS, 8, 71-75.
- Hutchings J. A. and Myers R. A., 1993: Effect of age on the seasonality of maturation and spawning of Atlantic cod, *Gadus morhua*, in the northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 50, 2648-2674.
- Hwang S. -D., 1999: Population ecology of Pacific mackerel, *Scomber japonicus*, off Korea. Department of Oceanography, Graduate School Chungnam National University Taejon Korea, 1-99.
- Hyndes G. A., Loneran N. R. and Potter I. C. 1992: Influence of sectioning otoliths on marginal increment trends and age and growth estimates for the flathead *Platycephalus speculator*. Fish. Bull., 90, 276-284.
- Hyndes G. A., Platell M. E., Potter I. C. and Lenanton R. C. J., 1998: Age composition, growth, reproductive biology, and recruitment of king george whiting, *Sillaginodes punctata*, in coastal waters of southwestern Australia. Fish. Bull., 96, 258-270.
- Hyndes G. A. and Potter I. C., 1997: Age, growth and reproduction of *Sillago schomburgkii* in south-western Australian, nearshore waters and comparisons of life history style of a suite of

- Sillago* species. Env. Biol. Fish., **49**, 435-447.
- 茨城県水産試験場, 1975: 昭和49年度太平洋北区栽培漁業漁業資源生態調査. イシガレイ太平洋北区栽培漁業資源生態調査報告, 総括, 21-34.
- 一丸俊雄, 田代征秋, 1994: 有明海におけるメイタガレイ (ホンメイタ型) の年齢と成長. 長崎水試研報, **20**, 1-7.
- 飯塚景記, 1967: 東北海区に來遊分布するマサバの年令と成長について. 東北水研研報, **27**, 21-44.
- 飯塚景記, 1975: 東北北部海域におけるマイワシの特徴. 日本水産学会東北支部会報, **25**, 44-52.
- 飯塚景記, 1994: 2. 海産魚類, 12) エゾメバル, 13) ウスメバル, 15) キツネメバル. 日本の稀少な野生水生生物に関する基礎資料, II, 225-233, 234-244, 251-259, 水産庁, 1-332.
- 飯塚景記, 2002: 硬骨魚類の耳石に関する国内研究年代記. 石巻専修大学 研究紀要, **13**, 23-46.
- 飯塚景記, 2004: 硬骨魚類の耳石研究における国外文献の集録. 石巻専修大学 研究紀要, **15**, 67-106.
- 飯塚景記, 角田 出, 菅原義雄, 土屋 剛, 大越健嗣, 1999: サケ科魚類の耳石形態の特徴. 石巻専修大学研究紀要, **10**, 1-19.
- 飯塚景記, 久保田清吾, 橋場敏雄, 1985: 耳石による魚種の識別と胃内容物魚種組成の評価. 昭和60年度日本水産学会春季大会, 講演要旨集, p22.
- Ikenouye H., 1969: Age determination by otolith of a Japanese alfoncin, *Beryx splendens*, with special reference to growth. J. Tokyo Univ. Fish., **55**, 91-98.
- Iles T. D. and Johnson P. O., 1962: The correlation table analysis of a sprat (*Clupea sprattus* L.) year-class to separate two groups differing in growth characteristics. J. du Cons., **27**, 287-303.
- 今井義博, 1993: 北海道東部沖合における耳石型からみたサンマの耳石と鱗の特性. 北水試研報, **43**, 1-10.
- 今井千文, 宮崎義信, 2005: 耳石解析によるムシガレイ日本海西部群の成長モデルの再検討. 水産大学校研報, **53**, 21-34.
- 今岡要次郎, 1967: アジの生態学的研究 - マアジの耳石に現れる輪紋の形成期について. 島根水試研報, **2**, 1-9.
- 今岡要次郎, 三栖 寛, 1969: 日本海西南海域およびその周辺海域産ムシガレイの漁業生物学的研究 第1報 年令と成長について. 西水研研報, **37**, 51-70.
- Inada T., 1981: Studies on the merlucciid fishes. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 1-172.
- 石田昭夫, 1954: 北海道周辺のスケトウダラの年齢査定と, 耳石にあらわれた形質の海区による差異について. 北水研研報, **11**, 36-67.
- 石田昭夫, 1957a: 襟裳以西太平洋水域のスケトウダラの系統について (予報). 北水試月報, **14**, 22-25.
- 石田昭夫, 1957b: 耳石の輪紋の状態からみた室蘭近海のスケットウダラのポピュレーション構造について. 北水研研報, **16**, 63-69.
- 石田昭夫, 1963: 北海道西岸のスケットウダラ資源についての二, 三の知見. 北水試月報, **20**, 381-383.
- 石田昭夫, 1967: ベーリング海東部のスケトウダラ (*Theragra chalcogramma* Pallas) の年令と成長. 北水研研報, **32**, 1-7.
- 石田 修, 田中邦三, 庄司泰雅, 1978: ヒラメの資源生態調査 - III, 内房および外房海域のヒラメの年令と成長. 千葉水試研報, **38**, 31-36.
- 石田力一, 北片正章, 1953: 北海道産鱈類の年齢に関する研究. 第3報 ヒレグロ (ナメタガレイ). 北水研研報, **8**, 63-86.
- 石田力一, 北片正章, 石垣富夫, 1952: 北海道産鱈類の年令に関する研究 第2報 サメガレイ. 北水研研報, **3**, 31-43.
- 石垣富夫, 加賀吉栄, 小野寺哲男, 1957: 北海道近海におけるシワイカナゴ (*Hypoptychus dybowskii* SYEINDACHNER) の一, 二の知見. 北水試月報, **14**, 324-334.
- 石戸芳男, 1964: 八戸近海のソウハチ・ムシガレイ・ミギガレイの年令および成長について. 東北水研研報, **24**, 73-80.
- Itoh T., and Tsuji S., 1996: Age and growth of juvenile southern bluefin tuna *Thunnus maccoy* based on otolith microstructure. Fisheries Science, **62**, 892-896.
- 岩井 保, 1963: ヒイラギ内耳の構造, 「動物系統分類学9 (上)」 (内田 亮監修), 中山書店, 東京, 1-195.
- 岩井 保, 中村 泉, 松原喜代松, 1965: マグロ類の分類学的研究. 京都大学みさき臨海研究所 特別報告, **2**, 1-51.
- 岩川敬樹, 小澤貴和, 1999: 鹿児島県産オオメハタの年齢と成長. Nippon Suisan Gakkaishi, **65**, 194-199.
- 岩政陽夫, 1988: 黄海・東シナ海産カラスの年齢と成長について. 山口外海水試研報, **23**, 12-19.
- 岩崎高志, 片山知史, 大森迪夫, 北川大二, 2003: 東北海域におけるイラコアナゴの生活史. 東北底魚

- 研究, 23, 25-28.
- 泉 茂彦, 1998a: 福島県におけるアイナメの漁獲動向と資源管理. 日本水産学会東北支部会報, 48, 10-13.
- 泉 茂彦, 1998b: 常磐海域におけるアイナメの漁獲動向と資源管理. 水産海洋研究, 62, 43-45.
- James G. D., 1984: Trevally, *Caranx georgianus* Cuvier: age determination, population biology, and the fishery. Fish. Res. Bull., 25, 9-51.
- Jellyman D. J., 1977: Summer upstream migration of juvenile freshwater eel in New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 11, 61-71.
- Jellyman J. D.: 1979: Scale development and age determination in New Zealand freshwater eel (*Anguilla* spp). N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 13, 23-30.
- Jenkins J. T., 1902: Altersbestimmung durch Otolithen bei de Clupeiden. Wiss. Meer. Such. Ne. Fol. Abt. Kiel, 81-122.
- Jepsen D. B., Winemiller K. O., Taphorn D. C. and Olarte D. R., 1999: Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. J. Fish Biol., 55, 433-450.
- Jessop, B. M., 1972: Aging round whitefish (*Prosopium cylindraceum*) of the Lerf River, Ungava, Quebec, by otoliths. J. Fish. Res. Board Can., 29, 452-454.
- Johnson A. G., Fable W. A., Jr., M. L. Williams, and Barger L. E., 1983: Age, growth, and mortality of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the southeastern United States. Fish. Bull., 81, 97-106.
- Johnson B. and Stenseth N.C., 1977: A method for estimations fish length from otolith size. Inst. Freshw. Res., 56, 81-86.
- Johnson C. R. 1970: Age of the showy snailfish, *Liparis pulchellus*. Jan. J. Ichthyol. 17, 121-123.
- Johnson J. B. and Belk M. C., 2004: Temperate Utah chub from varid otolith annuli in the absence of fluctuating water temperature. J. Fish Biol., 65, 293-298.
- Jones C. M. and Wells B., 1998: Age, growth, and mortality of black drum, *Pogonias cromis*, in the Chesapeake Bay region. Fish. Bull., 96, 451-461.
- Kai Y., T. Nakabo 2002: Morphological differences among three color morphotypes of *Sebastes inermis* (Scorpaenidae). Ichthyol Res, 49:260-266
- Kaiser C. E., 1973: Age and growth of horse mackerel *Trachurus murphyi* off Chile. Trans. Amer. Fish. Soc., 102, 591-595.
- 梶川活彦, 1973: 耳石によるゴンズイの年齢査定. 志摩マリンランド研報, 2, 1-22.
- Kalish J. M., Johnston J. M., Gunn J. S., and Clear N. P., 1996: Use of the bomb radiocarbon chronometer to determine age of southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 143, 1-8.
- Kanayama T., Sasaki T. and Sasaki H., 1978: Discovery of the morid fish *Halargyreus johnsonii* in the Western North Pacific. Jan. J. Ichthyol., 25, 68-70.
- Kannevorff P., 1968: Preliminary results and some problems concerning capelin investigations at Greenland. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., 158, 38-40.
- 菅間慧一, 1957: 耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造-1. 北水研研報, 16, 1-12.
- 菅間慧一, 1959: 耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造-2. 北水研研報, 20, 175-190.
- Kano Y., 2000: Age and growth of the Ajime-loach, *Niwaella delicate*, in the Yura River, Kyoto, Japan. Ichthyol. Res., 47, 183-186.
- 笠原康平, 1955: アブラガレイの年齢査定に就いて. 東北水研研報, 4, 147-155.
- 片山知史, 2003: 魚類の硬組織による年齢査定技術の最近の情報. 黒潮の資源海洋研究, 4, 1-4.
- 片山知史, 酒井敬一, 岩田 剛, 本多 仁, 2000: 名取川河口・広浦におけるマハゼの生活史. 宮城水セ研報, 16, 93-97.
- Katayama S. and Kawasaki T., 1994: Age determination of pond smelt using otolith phase. Toh. J. Agr. Res., 44, 91-106.
- Katayama T., Ishida T., Goto K., Iizuka K. and Karita K., 2002: A new aging technique of UV light observation of burnt otolith for Conger eel, *Conger myiaster*. Ichthyol. Res., 49, 81-84.
- Katayama S. and Isshiki T., 2006: Variation in otolith macrostructure of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*): discrimination of wild and released fish in developing a mass-marking system. J. Sea Res., 57, 180-186.
- 片山知史, 栗田 豊, 米田道夫, 2006: ヒラメ耳石の年輪再考. 東北底魚研究, 26, 7-11
- 加藤健太, 2002: 耳石日周輪幅から算出した太平洋の

- メバチ (*Tunnus obesus*) の成長. 神水研研報, 7, 39-42.
- 加藤源治, 大内 明, 1956: 重要魚族の漁業生物学的研究-ハタハタ. 日水研研報, 4, 197-215.
- 加藤和範, 1992: 新潟県本州沿岸域におけるマガレイの資源生物学的研究. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, 25, 27-49.
- 加藤和範, 安沢 弥, 梨田一也, 1987: 新潟県北部沿岸域におけるヒラメの資源生物学的研究 II, 標識放流結果からみたヒラメ未成魚の移動およびヒラメの成熟と成長. 新潟水試研報, 12, 42-59.
- 加藤和範, 樋口正二, 1999: メバル類の資源生態解明と管理技術の開発. 平成9年度水産業関係特定研究開発促進事業, 新潟県水産海洋研究所年報, 103-113.
- 川原重幸, 1992: ニュージーランド産マアジ類2種の年齢査定とその検証. 漁業資源研究会議, 西日本底魚部会報, 20, 33-46.
- Kawasaki T., Sato H. and Takechi A., 1985: Estimation of population fertility of a dab *Limanda herzensteini*. Bull. J. Soc. Sci. Fish., 51, 1933-1938.
- Kelly C. J., Connolly P. L. and Bracken J. J., 1997: Age estimation, growth, maturity and distribution of the roundnose grenadier from the Rockall trough. J. Fish Biol., 50, 1-17.
- Kelly C. J., Connolly P. L. and Bracken J. J., 1999: Age estimation, growth, maturity, and distribution of the bluemouth rockfish, *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) from the Rockall Trough. ICES J. Mar. Sci., 56, 61-74.
- Kelly G. F. and Barker A. M., 1961: Observations on the behaviour, growth, and migration of redfish at eastport, Maine. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 150, 263-275.
- Kelly G. F. and Wolf R. S. 1959: Age and growth of the redfish (*Sebastes marinus*) in the Gulf of Maine. U. S. Fish and Wildlife Service, 60, Fish. Bull., 156, 1-31.
- Kenchington T. J. and Augustine O., 1987: Age and growth of the blue grenadier, *Macruronus novaezelandiae* (Hector), in south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 38, 625-646.
- Kennedy M. and Fitzmaurice P., 1969: Age and growth of thick-lipped grey mullet *Crenimugil labrosus* in Irish waters. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 49, 683-699.
- Kerstan M., 1995: Ages and growth rates of Agulhas Bank horse mackerel *Trachurus trachurus capensis*-comparison of otolith ageing and length frequency analyses. S. Afr. J. Mar. Sci., 15, 137-156.
- 木本秀明, 1992: 島根県紙祖川に生息するゴギの資源状態. 日水誌, 58, 1585-1593.
- 木村 量, 梨田一也, 大関芳沖・本多 仁, 2002: ゴマサバ耳石の年輪を読む試み. 黒潮の資源海洋研究, 3, 93-96.
- 木村清志, 1984: 耳石を用いたイサキの年齢と成長. 日水誌, 50, 1843-1847.
- Kimura D. k., Mandapat R. R. and Oxford S. L. 1979: Method, validity, and variability in the age determination of yellowtail rockfish (*Sebastes flavidus*), using otoliths. J. Fish. Res. Board Can., 36, 377-383.
- Kirchner C. H. and Voges S. F., 1999: Growth of Namibian silver kob *Agyrosomus inodorus* based on otoliths and mark-recapture data. S. Afr. J. Mar. Sci., 21, 201-209.
- 北川大二, 1996: 耳石によるエゾイソアイナメの年齢査定. 漁業資源研究会議, 西日本底魚部会報, 23, 119-129.
- 北川大二, 石戸芳男, 桜井泰憲, 福永辰廣, 1994: 三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢, 成長, 成熟. 東北水研研報, 56, 69-76.
- 北川大二, 片山知史, 藤原邦浩, 2002: 東北海域におけるアカガレイの年齢, 成長および資源構造. 東北底魚研究, 22, 17-25.
- 北浜 仁, 1968: 室蘭沖合のハタハタの体長および年齢. 北水試月報, 25, 25-35.
- 北片正章, 1957: 北海道周辺におけるイカナゴ (*Ammodytes personatus* Girard) の漁業生物学的研究-II 年齢および成長について. 北水研研報, 16, 39-48.
- 清川智之, 曾田一志, 佐々木正, 2000: 島根県東部沿岸における放流オニオコゼ人工魚の採捕状況について. 栽培技研, 28, 17-23.
- 小林時正, 1979: 北海道周辺海域のハタハタについて. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, 12, 79-95.
- 小林徳光, 小林一郎, 菊池喜彦, 佐藤孝三, 1990: 仙台湾におけるアイナメの年齢と成長. 宮城水試研報, 13, 1-9.
- 小林徳光, 永島 宏, 児玉純一, 菊池喜彦, 小林一郎,

- 佐藤孝三, 1995: 宮城水セ研報, 14, 37-49.
- 児玉純一, 1980: 宮城県沿岸に生息するイカナゴ系群構造と資源生態. 宮城水試研報, 10, 1-41.
- 古賀秀雄, 1933: 秋田の鱒 (*Arctoscopus japonicus* Steindachner) に関する調査研究. 水産学雑誌, 36, 59-66.
- Kohler A. C. and Clark J. R., 1958: Haddock scale-otolith compositions. J. Fish. Res. Board Can., 15, 1239-1246.
- 河野光久, 1997: 山口県沿岸域におけるヒラメの資源生物学的研究. 山口外海水試研報, 26, 27-40.
- 近藤恵一, 黒田一紀, 1966: サバ属魚類の成長 - I. マサバの年齢形質の比較. 東海水研研報, 45, 31-60.
- Kosaka M., 1974: Ecological studies on the starry flounder, *Platichthys stellatus* (Pallas), in Sendai Bay. J. Fac. Mar. Technol. Tokai Univ., 8, 43-63
- 小坂昌也, 小椋将弘, 白井秀機, 前地道義, 1967: 駿河湾におけるタチウオの生態的研究. 東海大学紀要, 2, 131-146.
- Kotthaus A., 1961: Preliminary remarks about redfish otoliths. Papp. P. -v. Réun. Cons. int. Explor Mer., 150, 45-50.
- Kotthaus A., 1961: Preliminary remarks about redfish otoliths. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 150, 45-50.
- Kristoffersen K. and Klemetsen A., 1991: Age determination of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from surface and cross section of otolith related to otolith growth. Nord. J. Freshw. Res., 66, 98-107.
- Kruse C. G., Guy C. S. and Willis D. W., 1993: Comparison of otolith and scale age characteristics for black crappies collected from South Dakota waters. Nor. Amer. J. Fish. Manage., 13, 856-858.
- 久保伊津男, 吉原友吉, 1969: 水産資源学 改訂版. 第4章 年齢形質, 第5章 年齢査定法, 57-134, 共立出版株式会社, 1-482.
- 窪寺恒巳, 古橋正祐, 1987: 胃内容物のイカ類およびハダカイワシ科魚類の種査定に関するマニュアル. 昭和61年度北洋海域生態系モデル開発事業報告書別冊資料, 水産庁, 1-65.
- 窪田三朗, 1961: マアナゴの生態・成長ならびに変態に関する研究. 三重大学水産学部紀, 5, 190-370.
- Kume G., T. Horiguchi, A. Goto, H. Shiraiishi, Y. Shibata, M. Morita and M. Shimizu, 2006: Seasonal distribution, age, growth, and reproductive biology of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Fish. Sci., 72, 289-298.
- Kume G., Yamaguchi A. and Taniuchi T., 1998: Age and growth of the cardinalfish *Apogon lineatus* in Tokyo Bay, Japan. Fisheries Science, 64, 921-923.
- Kuo C. L. and Tanaka S., 1984a: Otolith features and reliability for age-determination of Hoki *Macruronus novaezelandidae* (Hector) in water around New Zealand. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., 50, 1349-1355.
- Kuo C. L. and Tanaka S., 1984b: Time of ring formation of otolith and growth curve of Hoki *Macruronus novaezelandidae* (Hector) in water around New Zealand. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., 10, 1627-1633.
- Kurita Y., Sano M. and Simizu M., 1991: Age and growth of the Hexagrammid fish *Hexagrammos agrammus* at Aburatsubo, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, 57, 1293-1299.
- 黒木敏行, 寺山誠人, 1993: 日向灘海域におけるアカアマダイの生態と混獲状況について. 南西外海の資源・海洋研究, 9, 53-64.
- Kwok K. Y., and Ni I-H., 2000: Age and growth of cutlassfishes, *Trichiurus* spp., from the South China Sea. Fish., Bull., 98, 748-758.
- 久新健一郎, 木下哲一郎, 林 清, 1961: 北海道襟裳以西水域におけるスケトウダラの魚群構造について (予報). 北水試月報, 18, 84-90.
- 久新健一郎, 高杉新弥, 1957: ホッケの研究 (IV), 年齢および生長. 北水試月報, 14, 461-470.
- L' Abée-Lund J. H., 1988: Otolith sharp discriminates between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. and Brown trout, *Salmo trutta* L. J. Fish Biol., 33, 899-903.
- L' Abée-Lund J. H. and Jensen A. J., 1993: Otoliths as natural tags in the systematics of salmonids. Env. Biol. Fish., 36, 389-393.
- Landa J., and Piñeiro C., 2000: Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) growth in the north-eastern Atlantic based on back-calculation of otolith rings. ICES J. Mar. Sci., 57, 1077-1090.
- Lear W. H. and Pitt T. K., 1975: Otolith age validation of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). J. Fish. Res. Board Can., 32,

- 289-292.
- Lehodey P. and Grandperrin R., 1996: Age and growth of the alfonsino *Beryx splendens* over the seamounts off New Caledonia. *Mar. Biol.*, **125**, 249-258.
- Libby D. A., 1982: Decrease in length at predominant ages during a spawning migration of the alewife, *Alosa pseudoharengus*. *Fish. Bull.*, **81**, 902-905.
- Libby D. A., 1985: A comparison of scale and otolith aging methods for the alewife, *Alosa pseudoharengus*. *Fish. Bull.*, **83**, 696-701.
- Lim P. -Y. and Misu H., 1974: On the age determination of the Aka-amadai, *Branchiostegus japonicus japonicus* (HUTTUYN), in the adjacent waters of Tsushima Islands. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, **46**, 41-51.
- Ling J. K., 1958: The sea garfish, *Reporhamphus melanochir* (Cuvier and Valenciennes) (Hemiramphidae), in south Australia: breeding, age determination, and growth rate. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **9**, 60-105.
- Linkowski T. B., 1985: Population biology of myctophid fish *Gymnoscopelus nicholsi* (Gillbert, 1911) from the western South Atlantic. *J. Fish Biol.*, **27**, 683-698.
- Lombarte A., 1992: Changes in otolith area: sensory area ratio with body size and depth. *Env. Biol. Fish.*, **33**, 405-410.
- Lou D. C., 1992: Validation of annual growth bands in the otolith of tropical parrotfishes (*Scarus schlegeli* Bleeker). *J. Fish Biol.*, **41**, 775-790.
- Love M. S. and Westphal W. V. 1981: Growth, reproduction, and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off central California. *Fish. Bull.*, **79**, 533-545.
- Lovell J. M., M.M. Findlay, R.M. Moate and D.A. Pilgrim, 2005: The polarization of inner ear ciliary bundles from a scorpaeniform fish. *J. Fish Biol.*, **66**, 836-846.
- Lowerre-Barbieri S. K., Chittenden M. E. and Jones Jr. C. M., 1994 A comparison of validated otolith method to age weakfish, *Cynoscion regalis*, with the traditional scale method. *Fish. Bull.*, **92**, 555-568.
- Lowerre-Barbieri S. K., Chittenden, Jr. M. E. and Barbieri L. R., 1995: Age and growth of weakfish, *Cynoscion regalis*, in the Chesapeake Bay region with a discussion of historical changes in maximum size. *Fish. Bull.*, **93**, 643-656.
- Luckhurst B. E., Barnes J. A. and Sadovy Y., 1992: Record of an unusually large red hind, *Epinephelus guttatus* (Pisces: Serranidae) from Bermuda with comments on its age. *Bull. Mar. Sci.*, **51**, 267-270.
- Mace P. M., Fenaughty J. M., Coburn R. P. and Doonan I. J., 1990: Growth and productivity of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) on the north Chatham Rise. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **24**, 105-119.
- Maceina M. J., Hata D. N., Linton T. L. and Landry, Jr. A. M., 1987: Age and growth analysis of spotted seatrout from Galveston Bay, Texas. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **116**, 54-59.
- Maceina M. J. and Murrhy B. R., 1989: Differences in otolith morphology among the two subspecies of largemouth bass and their F₁ hybrid. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **118**, 573-575.
- Machias A., Tsimenides N., Kokokiris L. and Divanach P., 1998: Ring formation on otoliths and scales of *Pagrus pagrus*: a comparative study. *J. Fish Biol.*, **52**, 350-361.
- MacNair L. D., Domeier, M. L. and Chun C. S. Y., 2001: Age, growth, and mortality of California halibut, *Paralichthys californicus*, along southern and central California. *Fish. Bull.*, **99**, 588-600.
- 前田辰昭, 1969: ベーリング海東部における底曳網漁場の研究 Ⅲ. ロスケガレイの年令と体長の組成について. *日水誌*, **35**, 251-254.
- 前原 務, 1992: 愛媛県瀬戸内海域におけるヒラメの年齢および成長. *愛媛水試研報*, **5**, 13-29.
- Maekawa K., 1978: Growth and development of *Salvelinus malma miyabei* compared with other forms of *S. malma*. *Jan. J. Ichthyol.*, **25**, 9-18.
- Malcolm J. S., Watson G. and Hecht T., 1995: Otolith atlas of southern African marine fishes, *Ichthyological Monographs of the J. L. B. Smith Institute of Ichthyology.*, **1**, pp. 253.
- Maraldo D. C. and MacCrimmon H. R., 1979: Comparison of ageing methods and growth rates for largemouth bass, *Micropterus salmoides* Lacépède, from northern latitudes. *Env. Biol. Fish.*, **4**, 263-271.
- 正木康昭, 伊東 弘, 東海 正, 山口義昭, 1985: 周防灘産メイトガレイの年令と成長. *日水誌*, **51**,

- 1963-1970.
- 正木康昭, 伊東 弘, 東海 正, 山口義昭, 1986: 周防灘産マコガレイの年令と成長. 日水誌, **52**, 423-433.
- 正木康昭, 伊東 弘, 東海 正, 山口義昭, 1986: 周防灘産イシガレイの年令と成長. 日水誌, **52**, 435-445.
- Massey B. R. and Horn P. L., 1990: Growth and age structure of alfonsino (*Beryx splendens*) from the lower east coast, North Island, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., **24**, 121-136.
- 梶川晋一, 1997: 高知県西部海域および豊後水道のタチウオの形態と成長について. 南西外海の資源・海洋研究, **13**, 3-39.
- 増田育司, 酒匂貴文, 松下 剛, 白石哲朗, 切通淳一郎, 神村祐司, 小澤貴和, 2003: 鹿児島湾産アカカマスの年齢, 成長および年級群組成. Nippon Suisan Gakkaishi, **69**, 709-716.
- Matallanas J., 1984: Descripción de *Parabathophilus*, n. gen. de Melanostomiidae (Pisces, Salmoniformes) y de *P. gloriae*, su especie tipo. Inv. Pesq., **48**, 557-562.
- 待鳥精治, 中村 悟, 1971: 北太平洋北西部におけるエチオピア (*Bramayai*) の分布と若干の知見. 遠洋水研報, **5**, 131-145.
- 松原喜代松, 落合 明, 岩井 保, 1979: 新版魚類学 (上), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 105-148.
- 松井 魁, 1952: 日本産鰻の形態並びに養成に関する研究. 水講研報, **2**, 1-245.
- 松本育夫, 根本芳春, 1998: イカナゴ成魚年齢別漁獲尾数調査, 4) イカナゴ夏眠調査. 福島水試事業報告, 39-42.
- 松島 睦, 1958: 瀬戸内海産硬骨魚類の球囊耳石について. 耳鼻咽喉科臨床, 広島大学, **51** (増刊号), 93-219.
- Mckern J. L., and Horton H. F., 1970: A punch to facilitate the removal of salmoid otoliths. Calif. Fish and Game, **56**, 65-68.
- Mckern J. L., Horton H.F. and Koski K.V., 1974: Development of the steelhead trout (*Salmo gairdneri*) otoliths and their use for age analysis and for separating summer from winter races and wild from hatchery stocks. J. Fish. Res. Board Can., **31**, 1420-1426.
- Mckinnon J., 1994: Feeding habits of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, in the coastal waters of central Peru. Fish. Bull., **92**, 569-578.
- McMillan P. J. and Paulin C. D., 1993: Descriptions of nine new species of rattails of the genus *Caelorinchus* (Pisces, Macrouridae) from New Zealand. Copeia, **3**, 819-840.
- Melo Y. C., 1984: Age studies on anchovy *Engraulis capensis* Gilchrist off south West Africa. S. Afr. J. mar. Sci., **2**, 19-31.
- Menon M. D., 1950: Bionomics of the poor-cod (*Gadus minutus* L.) in the Plymoutharea. J. Mar. Biol. Ass. U. K., **29**, 185-239.
- Merrett N. R., 1980: A new species of the deep-sea fish genus, *Coelorinchus giorna* (Macrouridae) from the eastern north Atlantic, with notes on its ecology. J. Fish Biol., **17**, 553-564.
- Merrett N. R. and Nielsen J. G., 2001: Fourth specimen of the deep benthopelagic ophiidid fish, *Apagesoma delosommatus* (Hureau, Staiger & Nielsen 1979). J. Fish Biol., **59**, 751-753.
- Messieh S. N., 1969: Similarity of otolith nuclei in spring-and autumn-spawning Atlantic herring in the southern Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Board Can., **26**, 1889-1898.
- Messieh S. N., 1972: Use of otoliths in identifying herring stocks in the southern Gulf of St. Lawrence and adjacent waters. J. Fish. Res. Board Can., **29**, 1113-1118.
- Messieh S. N., 1975: Growth of the otoliths of young herring in the Bay of Fundy. Trans. Amer. Fish. Soc., **4**, 770-772.
- Messieh S. N. and Tibbo S. N., 1970: A critique on the use of otoliths for ageing Gulf of St. Lawrence herring (*Clupea harengus* L.). J. Cons. int. Explor. Mer., **33**, 181-191.
- 三宅博哉, 中山信之, 1991: 日本海武蔵堆海域のマダラの年齢と成長. 北水試研報, **37**, 17-25.
- 三瀨英弘, 岸本源治, 塩見元晶, 相川広秋, 1958: マアジの年齢, 成長および成熟. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯 (漁業資源編), 133-144.
- 三河正男, 1963: カラスガレイの生態, 東北水研研報, **23**, 1-43.
- 三河正男, 1985: 東北海区のキチジの年齢査定について. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, **18**, 36-46.
- Milton D. A., Short S. A., Neill M. F. O and Blaber S. J. M., 1994: Ageing of three species of tropical snapper (Lutjanidae) from the Gulf of Carpentaria, Australia, using radiometry and

- otolith ring counts. Fish. Bull., **93**, 103-115.
- 三尾真一, 1961a: 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 - I, メバルの年令, 成長および成熟. 九大農学部学芸雑誌, **18**, 419-436.
- 三尾真一, 1961b: 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 - II, カサゴの年令, 成長および成熟. 九大農学部学芸雑誌, **18**, 437-449.
- 三尾真一, 1965: キスの年令と成長. 日水研研報, **14**, 1-18.
- Mio S., 1966: The determination of the age and growth of *Gnathagnus elongatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL). Bull. Jan. Sea Reg. Fish. Res., **16**, 1-6.
- 三尾真一, 1967: ハタハタの資源生物学的研究 I. 年令・成長および成熟. 日水研研報, **18**, 23-37.
- 三尾真一, 1969: 日本産ニギス (*Glossanodon semifasciatus* Kishinouye) の年令・成長および成熟. 日水研研報, **21**, 1-16.
- 三尾真一, 1974: 耳石の年令標示に認められる多標示個体について. 西水研研報, **46**, 21-32.
- 三尾真一, 浜田律子, 篠原富美子, 1975: 東シナ海・黄海における主要魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究. 西水研研報, **47**, 51-95.
- 三栖 寛, 1958: 東海・黄海タチウオ資源の研究 第一報 年令と成長について. 西水研研報, **15**, 1-13.
- 三栖 寛, 1964: 東シナ海・黄海産タチウオの漁業生物学的研究. 西水研研報, **32**, 1-58.
- Misu M. and Hamasaki S., 1971: Age and growth of Peruvian hake, *Merluccius gavi* (GUICHENOT). Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., **41**, 93-105.
- 道根 淳, 村山達郎, 由木雄一, 1993: 重要カレイ類の生態と資源管理に関する研究: ソウハチ. 鳥根県水産試験場, 水産関係地域重要新技術開発促進事業 (抄録), 53-54.
- 三戸芳典, 1993: 青森県日本海側小泊沖におけるウスメバルの年齢と成長について. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, **26**, 27-31.
- 宮城県水産試験場, 1982: 成魚の生態調査, 成長と年令. 昭和57年度放流技術開発事業 (マコガレイ) 総合報告書, 宮城県, 山口県, 大分県, 宮崎県, 26-31.
- 宮城県水産試験場, 1989: 天然および放流クロソイの年齢と成長. 昭和63年度放流技術開発事業実績報告書, 宮城県, 38-44.
- 宮嶋俊明, 濱中雄一, 竹野功爾, 1999: 京都府におけるウスメバルの年齢と成長について (短報). 京都府立海洋センター研報, **21**, 47-48.
- Miyake H. 1992: Anomalous undersized otoliths from walleye pollock *Theragra chalcogramma*. Nippon Suisan Gakkaishi, **58**, 361.
- 水江一弘, 1958: カサゴの研究 - III, カサゴの耳石に顕われる輪紋およびカサゴの成長に就いて. 長崎大水産学部研報, **7**, 1-9.
- 水江一弘, 小川能永, 藤森常生, 1961: メジナの年令と成長について. 長崎大水産学部研報, **10**, 1-14.
- Mochizuki K., 1979: Age and growth of the two Japanese scombroids, *Scombrops boops* and *S.gilberti*. Jan. J. Ichthyol. **26**, 62-68.
- Moores J. A. and Winters G. H., 1982: Growth patterns in a Newfoundland Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) stock. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **39**, 454-461.
- Morales-Nin B., Massuti E. and Stefanescu C., 1996: Bathymetric distribution and growth patterns of *Bathypterois mediterraneus* from the north-western Mediterranean Sea. J. Fish Biol., **49** (Supplement A), 276-288.
- Morales-Nin B. and Ralston S., 1990: Age and growth of *Lutjanus kasmira* (Forskål) in Hawaiian waters. J. Fish Biol., **36**, 191-203.
- Morales-Nin B., Torres G. J., Lombarte A. and Recasens L., 1998: Otolith growth and age estimation in the European hake. J. Fish Biol., **53**, 1155-1168.
- Morgan D. L., 2003: Distribution and biology of *Galaxias truttaceus* (Galaxiidae) in south-western Australia, including first evidence of parasitism of fishes in western Australia by *Ligula intestinalis* (Cestoda). Env. Biol. Fish., **66**, 155-167.
- Morgan D. L., Gill H.S. and Potter I.C., 2000: Age composition, growth and reproductive biology of the salamanderfish *Lepidogalaxias salamandroides*: a re-examination. Env. Biol. Fish., **57**, 191-204.
- 森浩一郎, 木村清志, 戸嶋 孝, 田代恵一, 1986: 伊勢湾におけるイシガレイの成長と成熟. 三重大水産研報, **13**, 151-161.
- 森浩一郎, 木村清志, 塚本洋一, 1988: 英虞湾におけるギンイソイワシの生長. 水産増殖, **36**, 87-90.
- Moriarty C., 1983: Age determination and growth rate of eels, *Anguilla anguilla* (L.). J. Fish Biol., **23**, 257-264.

- 森田 祥, 松山季子, 山本正義, 1966: クロガシラガレイの年齢と漁況. 北水試月報, **23**, 14-19.
- 森田 祥, 大原庄司, 1965: クロガシラガレイの漁業生物学的研究 (1), 産卵群の生活様式. 北水研研報, **30**, 45-59.
- Morrow J. V. Jr., Kirk J. P. and Killgore K. J. 1997: Collection, age, growth, and population attributes of triploid grass carp stocked into the Santee-Cooper Reservoirs, South Carolina. *Nor. Amer. J. Fish. Manage.*, **17**, 38-43.
- Mosher K. H., 1954: Use of otoliths for determining the age of several fishes from the Bering Sea. *J. du Cons.*, **19**, 337-344
- Moulton L. L., 1975: Life history observations on the Puget Sound rockfish, *Sebastes emphaeus* (Stark, 1911). *J. Fish. Res. Board Can.*, **32**, 1439-1442
- Mugiya Y., 1972: On aberrant sagittas of teleostean fish. *Jan. J. Ichthyol.*, **19**, 11-14.
- Mugiya Y., Tanaka S., 1992: Otolith development, increment formation, and an uncoupling of otolith to somatic growth rate in larval and juvenile goldfish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 845-851.
- Mug-Villanueva M., Gallucci V. F. and Lai H.-L., 1994: Age determination of corvine reina (*Cynoscion albus*) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, based on examination and analysis of hyaline zones, morphology and microstructure of otoliths. *J. Fish Biol.*, **45**, 177-191.
- 宗清正廣, 1991: 若狭湾西部海域におけるタチウオの漁業生物学的研究. 京都府立海洋センター, 研究論文集, **3**, 1-78.
- 宗清正廣, 桑原明彦, 1988: 若狭湾西部海域におけるタチウオの年齢と成長. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 1305-1313.
- 村山芳文, 1949: 「キダイ」の耳石に顕れる輪紋に就いての考察. 東海黄海底魚研究誌, 水産庁福岡駐在所, 水産研究会福岡分室共催, **1**, 117-124.
- Murie D. J., and Lavigne D. M., 1986: Interpretation of otolith in stomach content analyses of phocid seals: quantifying fish consumption. *Can. J. Zool.*, **64**, 1152-1157.
- Murphy M. D., Adams D. H., Tremain D. M. and Winner B. L., 1998: Direct validation of ages determined for adult black drum, *Pogonias cromis*, in east-central Florida, with notes on black drum migration. *Fish. Bull.*, **96**, 382-387.
- Murphy M. D. and Taylor R. G., 1991: Direct validation of ages determined for adult red drums from otolith sections. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **120**, 267-269.
- 明神寿彦, 浦 吉徳, 2003: 高知県産キンメダイの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, **4**, 11-17.
- Nafpaktitis B. G. and Paxton J. R., 1968: Review of the lanternfish genus *Lampadena* with a description of new species. *Los Ang. Count. Mus. Contrib. Sci.*, **138**, 1-29.
- 中坊徹次, 2000: 日本産魚類検索 - 全種の同定 - (第二版). 東海大学出版会, 東京, 1748pp.
- 中嶋純子, 1982: 西日本海域におけるマアジの成長と年齢について. 西水研研報, **57**, 47-56.
- 中村 泉, 1994: サバ型魚類学入門 (22) 耳と聴覚および平衡感覚. 海洋と生物, **91**, 88-94.
- 中村守純, 1963: 原色淡水魚類検索図鑑. 北隆館, 東京, 258pp.
- Nakano S., Maekawa K. and Yamamoto S., 1990: Change of the life cycle of Japanese charr following artificial lake construction by damming. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1901-1905.
- 中谷俊郎, 小泉広明, 横山信一, 前田辰昭, 高橋豊美, 松島寛治, 1990: 噴火湾産アカガレイの年齢と成長. 日水誌, **56**, 893-901.
- 梨田一也, 本多 仁, 阪地英男, 木村 量, 2003: 足摺岬周辺および土佐湾中央部海域で漁獲されたゴマサバの年齢形質としての耳石の有効性. 黒潮の資源海洋研究, **4**, 5-9.
- Nedreaas K., 1990: Age determination of northeast Atlantic *Sebastes* species. *J. Cons. int. Explor. Mar.*, **47**, 208-230.
- Neilson J. D., Geen G. H. and Chan B., 1985: Variability in dimension for stock identification and microstructure interpretation. *Fish. Bull.*, **83**, 81-89.
- Nielsen J. G., 1999: A review of the Genus *neobythites* (Pisces, Ophidiidae) in the Atlantic, with three species. *Bull. Mar. Sci.*, **64**, 335-372.
- 西村 明, 1993a: 耳石によるスケトウダラも齢査定. 北水試研報, **42**, 37-49.
- 西村 明, 1993b: ベーリング海で採集されたスケトウダラ1歳魚における耳石偽年齢形成. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, **26**, 71-81.
- 西村 明, 1997: 成長解析の実例 - 9, スケトウダラ, 「水産学シリーズ 115, 水産動物の成長解析」(日本水産学会監修, 赤嶺達郎, 麦谷泰雄編), 恒星

- 社厚生閣, 東京, pp. 95-105.
- Nishimura A., Nagasawa K., Asanuma T., Aoki H. and Kubota T., 1999: Age, growth and feeding habits of lanternfish, *Stenobrachius leucopsarus* (Myctophidae), collected from the nearsurface layer in the Bering Sea. *Fisheries Science*, **65**, 11-15.
- 西村 明, 渡邊良朗, 山田寿郎, 1985: サンマ耳石の日周輪様微細構造. *東北水研研報*, **47**, 33-35.
- 西村 明, 吉村 拓, 1991: ポーランドにおいて開催されたスケトウダラ年齢査定作業部会および日本提出プレゼンテーション(スケトウダラ耳石年齢構造と日輪構造の対応)に関する報告. *漁業資源研究会議*, *北日本底魚部会報*, **24**, 23-30.
- 西田 宏, 長谷川誠三, 1994: 新潟沿岸におけるマアジ産卵群の年齢と成長. *日水研研報*, **44**, 73-80.
- 西内修一, 1984: 北海道北部沿岸枝幸海域におけるマガレイの成長. *北水試月報*, **41**, 107-118.
- 野別貴博, 桜井泰憲, 北川大二, 2002: イトヒキダラの生活史および生態. *東北底魚研究*, **22**, 73-81.
- 野別貴博, 桜井泰憲, 成松庸二, 服部 勉, 北川大二, 2003: 東北海域におけるイトヒキダラの年齢組成および年変化. *東北底魚研究*, **23**, 64-70.
- Nolf D., 1993: A survey of Perciform otoliths and their interest for phylogenetic analysis, with an iconographic synopsis of the Percoidei. *Bull. Mar. Sci.*, **52**, 220-239
- North A. W., White, M. G. and Burchett M. S., 1980: Age determination of Antarctic fish. *Cybiurn*, **3e**, série, **8**, 7-11.
- 野沢清志, 1994: 1993-1994年に調査した岩手県沖合域におけるスケトウダラ耳石年輪形成について. 第15回東北海区底魚研究チーム会議会議報告, 青森県水産試験場・岩手県水産技術センター・宮城県水産研究開発センター・福島県水産試験場・茨城県水産試験場・東北区水産研究所, 24-30.
- O'Connell C. P., 1953: The life history of the cabezon, *Scorpaenichthys marmoratus* (Ayres). *Calif. Fish and Game, Fish. Bull.*, **93**, 7-76.
- 落合 明, 田中 克, 1986: 新版 魚類学(下). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 377-1140.
- 小田切譲二, 高坂祐樹, 2000: 海域生産性総合利用技術開発調査(まだら). *青森水試事業報告*, 平成10年, 79-89
- 小達 繁, 1966: 東北海区におけるハダカイワシ科魚類の研究 III. ススキハダカ *Myctophum affine* (Lutken) の年齢と成長. *東北水研研報*, **26**, 35-44.
- Ogasawara Y., and Kawasaki T., 1980: Life history of Migigarei, *Dexistes rikuzenius* (Jordan et Starks), in Sendai Bay, with special reference to sexual dimorphism. *Toh. J. Agr. Res.*, **30**, 163-182.
- 尾形哲男, 1954: スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) の年齢査定. *日水研年報*, **1**, 45-51.
- 尾形哲男, 伊東 弘, 1979: 日本産ニギス *Glossanodon semifasciatus* (Kishinouye) 成長式の吟味. *日水研研報*, **30**, 165-169.
- Ogden J. C., 1970: Relative abundance, food habits, and age of the American eel, *Anguilla rostrata* (LeSueur), in certain New Jersey stream. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **99**, 54-59.
- Ogi H., Tanaka H. and Tsujita T., 1985: The distribution and feeding ecology of murre in the northwestern Bering Sea. *J. Yamashina Institute for Ornithology*, **17**, 44-56.
- 尾串好隆, 1987: 黄海・東シナ海産トラフグの年齢と成長. *山口外海水試研報*, **22**, 30-36.
- 大江文雄, 1976: 東海地方第三系並びに第四系からのニベ科魚類耳石とその古生物学的変遷. *瑞浪化石博物館研究報告*, **3**, 73-97.
- 大江文雄, 1983: 静岡県掛川市南方にみられる鮮新統掛川層群土方泥岩累層からの深海性魚類の耳石群集について. *Bull. The Senior High School attached to Aichi University of Education*, **10**, 1-54.
- Ohe F., 1985: Marine fish - otoliths of Japan. Special Volume of Bulletin (Earth Science), The Senior High School Attached to the University of Education kariya Japan, 1-184.
- 大江文雄, 1991: 神奈川県北部の中津層群神沢層(鮮新統上部)から産出した魚類骨片と耳石化石. *神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学)*, **6**, 113-142.
- 涌坪敏明, 田村真道, 1983: 青森県日本海沿岸におけるウスメバルの生態と漁業. *栽培技研*, **12**, 1-11.
- Oliva-Paterna F. J., Torralva M. M. and Fernández-Delgado C., 2002: Age, growth and reproduction of *Cobitis paludica* in a seasonal stream. *J. Fish Biol.*, **60**, 389-404.
- 大分県水産試験場, 1974: 生物調査. 昭和48年度魚類放流技術開発調査報告-カサゴ-, 大分県水産試験場, 10-21.
- 大泉 宏, 渡邊 光, 空 雅利, 川原重幸, 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の同定. 海洋と生物, 137, 23, 626-637.
- 大久保正一, 1952: 黒頭鰈調査報告 第VI報 耳石より見た能取湖産黒頭鰈の成長について. 水産孵化場試験報告, 7, 163-182.
- 大滝英夫, 1961a: 東海産スズハモと瀬戸内海産スズハモ (*Muraenesox yamaguchiensis*) の比較形態学的研究. 西水研研報, 24, 133-138.
- 大滝英夫, 1961b: ハモ属の資源生物学的研究 第5報 ハモ *M. cinereus* の年齢と成長について. 西水研研報, 24, 47-61.
- 大滝英夫, 1964: 東シナ海・黄海ハモの漁業生物学的研究. 西水研研報, 32, 61-115.
- 大滝英夫, 花淵信夫, 千田哲資, 1954: ハモ属の資源生物学的研究 第1報 スズハモについて. 西水研研報, 4, 79-104.
- 大内 明, 1958: 日本海におけるハタハタ地方群とその生態・形態的特性について. 日水研研報, 4, 153-163.
- 大内 明, 武田信昭, 1954: 日本海西南海域のムシガレイの年齢および成長. 日水研年報, 1, 39-44.
- Oozeki Y. and Watanabe Y. 2000: Comparison of somatic growth and otolith increment growth in laboratory-reared larvae of Pacific saury, *Cololabis saira*, under different temperature conditions. Mar. Biol., 136, 349-359.
- Oxenford H. A. and Hunte W., 1983: Age and growth of dolphin, *Coryphurus hippurus*, as determined by growth rings in otoliths. Fish. Bull., 84, 906-909.
- 朴 柄夏, 1985: 韓国近海産ウマズラハギの資源生物学的研究. 釜山水産大学大学院, 水産学博士論文, 水産庁研究部資源課 (大滝英夫訳, 1989), 77pp.
- Panfili J. and Ximenes M. -C., 1992: Measurements on ground or sectioned otoliths : possibilities of bias. J. Fish Biol., 41, 201-207.
- Panfili J., 2002: Extraction and conservation of calcified structures, in "Manual of Fish Sclerochronology" (eds, Panfili J., Pontual H., Troadec H., Wright P. J.), Ifremer-IRD coedition, Brest, France, pp. 317-329.
- Parmentier E., Lagardère F. and Vandewalle P., 2002: Relationship between inner ear and sagitta growth during ontogenesis of three carapini species, and consequences of life-history events on the otolith microstructure. Mar. Biol., 141, 491-501.
- Parrish B. B. and Sharman D. P., 1958: Some remarks on methods used in herring "racial" investigations, with special reference to otolith studies. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., 143, 66-80.
- Parrish B. B. and Sharman D. P., 1959: Otolith types amongst summer-autumn spawning herring in the northern North Sea. J. du Cons., 25, 81-92.
- Pascoe P. L., 1986: Fish otoliths from the stomach of a thresher shark, *Alopias vulpinus*. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 66, 315-317.
- Patterson III. W. F., Cowan Jr. J. H., Wilson C. A. and Shipp R. L., 2001: Age and growth of red snapper, *Lutjanus campechanus*, from an artificial reef area off Alabama in the northern Gulf of Mexico. Fish. Bull., 99, 617-627.
- Pawson M. G. and Giama M. S., 1985: A biological sampling problem illustrated by the population structure and growth patterns of *Sardinella aurita* at Tripoli, Libya. Env. Biol. Fish., 12, 143-154.
- Pawson M. G., 1990: Using otolith weight to age fish. J. Fish Biol., 36, 521-531.
- Pearson D. E., 1996: Timing of hyaline-zone formation as related to sex, location, and year of capture in otoliths of the widow rockfish, *Sebastes entomelas*. Fish. Bull., 94, 190-197.
- Pearson D. E., Douglas D. A. and Barss B., 1993: Biological observations from the Cobb seamount rockfish fishery. Fish. Bull., 91, 573-576.
- Pearson D. E., Hightower J. E. and Chan J.T.H., 1991: Age, growth, and potential yield for shortbelly rockfish *Sebastes jordani*. Fish. Bull., 89, 403-409.
- Peltonen H., Raitaniemi J., Parmanne R., Eklund J., Nyberg K. and Halling F., 2002: Age determination of Baltic herring from whole otoliths and from neutral red stained otolith cross sections. ICES J. Mar. Sci., 59, 323-332.
- Peven C. M., Whitney R. R. and Willams K. R., 1994: Age and length of steelhead smolt from the Mid-Columbia River basin, Washington. Nor. Amer. Fish. Manage., 14, 77-86.
- Pfeiler E., Padrón D. and Crabtree R. E., 2000: Growth rate, age and size of bonefish from the Gulf of California. J. Fish Biol., 56, 448-454.
- Phillips J. B., 1964: Life history studies on the species of rockfish. Calif. Fish and Game, 126, 5-70.

- Pietsch T. W., 1972: A review of the monotypic deep-sea anglerfish, Family Centrophryidae: taxonomy, distribution and osteology. *Copeia*, **11**, 17-47.
- Pilling G. M., Millner R. S., Easey M. W., Mees C. C., Rathacharen S. and Azemia R., 2000: Validation of annual growth increments in the otoliths of the lethrinid *Lethrinus mahsena* and the lutjanid *Aprion virescens* from sites in the tropical Indian Ocean, with notes on the nature of growth increments in *Pristipomoides filamentosus*. *Fish. Bull.*, **98**, 600-611.
- Piñeiro C. and Sainza M., 2003: Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius*) (Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES J. mar. Sci.*, **60**, 1086-1102.
- Piner K. R., and Wischniowski S. G., 2004: Pacific halibut chronology of bomb radiocarbon in otoliths from 1944 to 1981 and a validation of ageing methods. *J. Fish Biol.*, **64**, 1060-1071.
- Pinkas L., Oliphant M. S. and Iverson I. L. K., 1971: Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California water. *Calif. Fish and Game*, **152**, 3-105.
- Pitt T. K., 1958: Age and growth of the capelin, *Mallotus villosus* (Müuller), from Newfoundland and Grand Bank areas. *J. Fish. Res. Board Can.*, **15**, 295-311.
- Pitt T. K., 1967: Age and growth of American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) in the Newfoundland area of the northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Board Can.*, **24**, 1077-1099.
- Poinsard F. and Troadec J.-P., 1966: Détermination de l'Âge par la Lecture des otolithes chez deux espèces de Sciaenidés Ouest-Africains (*Pseudotolithus senegalensis* C. V. et *Pseudotolithus typus* Blkr.). *J. Cons. perm. Int. Explor. Mer.*, **30**, 291-307.
- Poole W. R. and Reynolds J. D., 1996: Growth rate and age at migration of *Anguilla anguilla*. *J. Fish Biol.*, **48**, 633-642.
- Popper A. N., 1979: Ultrastructure of sacculus and lagena in a moray eel (*Gymnothorax* sp). *J. Morphology*, **161**, 241-256.
- Postuma K. H., 1974: The nucleus of the herring otolith as racial character. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **35**, 121-129.
- Postuma K. H. and Zijlstra J. J., 1958: On the distinction between herring races in autumn-and winter-spawning herring of the North Sea and English Channel by means of the otoliths and an application of this method in tracing the offspring of the races along the continental coast of the North Sea. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, **143**, 130-133.
- Potter I. C., Cardner D. C. and Claridge P. N., 1988: Age composition, growth, movements, meristics and parasites of the whiting, *Merlangius merlangus*, in the Severn estuary and Bristol channel. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **68**, 295-313.
- Potts J. C. and Manooch III C. S., 2001: Differences in the age and growth of white grunt (*Haemulon plumieri*) from North Carolina and South Carolina compared with southeast Florida. *Bull. Mar. Sci.*, **68**, 1-12.
- Power G., 1978: Fish population structure in Arctic lakes. *J. Fish. Res. Board Can.*, **35**, 53-59.
- Prentice J. D. and Dean, Jr. W. J., 1991: Use of known-age red drums to validate scale and otolith ages and to estimate growth in fresh water. *Nor. Amer. J. Fish. Manag.*, **11**, 424-428.
- Price W. S., 1978: Otolith comparison of *Alosa pseudoharengus* (Wilson) and *Alosa aestivalis* (Mitchill). *Can. J. Zool.*, **56**, 1216-1218.
- Prince E. D., Lee D. W., Wilson C. A., and Dean J. M., 1986: Longevity and age validation of a tag-recaptured Atlantic sailfish, *Istiophorus platypterus*, using dorsal spines and otoliths. *Fish. Bull.*, **84**, 493-502.
- Pruter, A. T., and Alverson D. L., 1962: Abundance, distribution, and growth flounders in the south-eastern Chuchi Sea. *J. du Cons.*, **27**, 81-99.
- Pulfrich, A. and Griffiths C. L., 1988: Growth, sexual maturity and reproduction in the hottentot *Pachymetopon blochii* (Val.) (1988) *S. Afr. J. mar. Sci.*, **7**, 25-36.
- Radtke L., 1989: Larval fish age, growth and body shrinkage: information available from otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **46**, 1884-1894.
- Radtke R. L., Collins M., and Dean J. M., 1982: Morphology of the Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) and their possible use in age estimation. *Bull. Mar. Sci.*, **32**, 498-503.

- Radtke R. L., and Dean J. M., 1981: Morphological features of the otoliths of the sailfish, *Istiophorus platypterus*, useful in age determination. Fish. Bull., **79**, 360-367.
- Radtke R. L., Fine M. L., and Bell J., 1985: Somatic and otolith growth in the oyster toadfish (*Opsanus tau* L.). J. Exp. mar. Biol. Ecol., **99**, 259-275.
- Radtke R. L., and Hurley P. C. F., 1983: Age estimation and growth of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the Northwest Atlantic based on external features of otoliths. NOAA Tech. Rep. NMFS, **8**, 145-150.
- Raitt D. F. S., 1961a: Otolith studies of southern North Sea herring. J. du Cons., **26**, 312-328.
- Raitt D. F. S., 1961b: Some unusual otolith types on the Bløden Ground in 1958 and their subsequent occurrence in the adult fisheries. J. du Cons., **26**, 329-335.
- Reay P. J., 1972: The seasonal pattern of otolith growth and its application to back-calculation studies in *Ammodytes tobianus* L. J. Cons. int. Explor. Mer., **34**, 485-504.
- Reibisch J., 1989: Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser von aus den Otolithen. Wissenschaftlich Meerensunter Suchungen Neue Folge Abteilung, Kiel, **4**, 233-248.
- Reimers N., 1979: A history of a stunted brook trout population in an Alpine lake: a lifespan of 24 years. Calif. Fish and Game, **65**, 196-215.
- Richter H., McDermott G., 1990: The staining of fish otoliths for age determination. J. Fish Biol., **36**, 773-779.
- Rijnsdorp A. D., and vanLeeuwen P. I., 1992: Density-dependent and independent changes in somatic growth of female North Sea plaice *Pleuronectes platessa* between 1930 and 1985 as revealed by back-calculation of otoliths. Mar. Ecol. Prog. Ser., **88**, 19-32.
- Robards M. D., Rose G. A., and Piatt J. F., 2002: Growth and abundance of Pacific sand lance, *Ammodytes hexapterus*, under differing oceanographic regimes. Env. Biol. Fish., **64**, 429-441.
- Roberson N. E., D. K. Kimura, D. R. Gunderson and A. M. Shimada, 2005: Indirect validation of the age-reading method for Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) using otoliths from marked and recaptured fish. Fish. Bull., **103**, 153-160.
- Rocha-Olivares A., 1998: Age, growth, mortality, and population characteristics of the Pacific red snapper, *Lutjanus peru*, off the southeast coast of Baja California, Mexico. Fish. Bull., **96**, 562-574.
- Rodríguez-Roda J., 1982: Biología de la caballa (o estornino), *Scomber* (*Pneumatophorus*) *japonicus* Houttuyn (1972) del golfo de Cádiz. Inv. Pesq., **46**, 143-159.
- Rodriguez M. J. R. and Hammann M. G., 1997: Age and growth of totoaba, *Totoaba macdonaldi* (Sciaenidae), in the upper Gulf of California. Fish. Bull., **95**, 620-628.
- Rollefsen G., 1933: The otolith of the cod. Rep. Norw. Fish. Mar. Inv., **4**, 1-14.
- Rollefsen G., 1934: The cod otoliths as a guide to race, sexual development and mortality. Rapp P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., **88**, 5-8.
- Rollefsen G., 1935: The spawning zone in cod otoliths and prognosis of stock. Rep. Norw. Fish. Mar. Inv., **4**, 1-10.
- Rybock J. T., Horton H. F. and Fessler J. L., 1975: Use of otoliths to separate juvenile steelhead trout from juvenile rainbow trout. Fish. Bull., **73**, 654-659.
- Sadovy Y., Figuerola M. and Román A., 1992: Age and growth of red hind *Epinephelus guttatus* in Puerto Rico and St. Thomas. Fish. Bull., **90**, 516-528.
- Sadovy Y. and Severin K. P., 1994: Elemental patterns in red hind (*Epinephelus guttatus*) otoliths from Bermuda and Puerto Rico reflect growth rate, not temperature. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **51**, 133-141.
- 佐伯光広, 1998: 仙台湾周辺海域のババガレイの加入動向. 水産海洋研究, **62**, 41-43.
- 佐伯光広, 1999: 三陸・常磐沖合で漁獲されたサメガレイの資源生態について. 東北底魚研究, **19**, 38-45.
- 佐伯光広, 2001: 仙台湾周辺海域で漁獲されたホシガレイの資源生態について. 日本水産学会東北支部会報, **51**, 21-22.
- 佐伯光広, 2002: 宮城県におけるマガレイの資源生態と近年の資源動向. 東北底魚研究, **22**, 34-36.

- 佐伯光広, 菊池喜彦, 2000: 宮城県沿岸域における異なる海域間で漁獲されたマコガレイの成長, 産卵期および遺伝的差異について. 宮城水セ研報, 16, 61-70.
- 酒井敬一, 1986: 魚類図鑑 南三陸の沿岸魚, 志津川漁業協同組合, 志津川町, 宮城, 179pp.
- 酒井敬一, 川村 亨, 熊野芳明, 1990: 南三陸周辺水域におけるクロソイの年齢と成長. 宮城水試研報, 13, 10-19.
- 阪地英男, 2001: 高知県宿毛湾におけるマアジ(「きあじ」タイプ)の産卵期と成熟年齢. 黒潮の資源海洋研究, 2, 39-44.
- 阪本俊雄, 1976: 紀伊水道産タチウオの年令と生長. 日水誌, 42, 1-11.
- 阪本俊雄, 鈴木 猛, 1974: 紀伊水道産イボダイの年令と生長. 日水誌, 40, 551-560.
- 桜井泰憲, 1991: 北海道・東北海域におけるマダラの年齢・成長と繁殖生態について. 第12回東北海区底魚研究チーム会議会議報告, 48-49.
- 桜井泰憲, 1997: 成長解析の実例-10, マダラとサンマ, 「水産学シリーズ 115, 水産動物の成長解析」(日本水産学会監修, 赤嶺達郎, 麦谷泰雄編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 106-122.
- 桜井泰憲, 福田慎作, 1984: 陸奥湾に来遊するマダラの年齢と成長. 青森県水産増殖センター研報, 3, 9-14.
- Samamé M. L. and Okada K., 1973: Determinación de la edad, crecimiento y dinámica de la población de la cachema, *Cynoscion analis* Jenyns, de la Costa Norte del Perú. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 73, 23-47.
- 山洞 仁, 樋田陽治, 1977: 浅海漁業重要資源生態調査-3 (ヒラメ). 昭和51年度浅海漁場重要資源生態調査報告書, 山形水試, 1-45.
- Sasaki K., 1995: Two new species of *Atroubucca* (Scaenidae) from the Bay of Bengal. Jan. J. Ichthyol., 42, 269-275.
- 佐々木正義, 蜜谷法行, 西内修一, 塩川文康, 高橋豊美, 2004: 北海道後志沿岸におけるクロソイの年齢と成長. 水産海洋研究, 68, 232-238.
- 佐藤 栄, 加賀吉栄, 1952: マイワシの年齢に関する研究(第2報). 北水研報, 3, 43-52.
- Sawyer P. J., 1967: Intertidal life-history of the rock gunnel, *Pholis gunnellus*, in the western Atlantic. Copeia, 1967, 1, 55-61.
- Scarnecchia D. L., 1987: Rapid removal of otoliths from salmonids. Nor. Amer. J. Fish. Manage., 7, 312-313.
- Schmidt D. J., Collins M. R., and Wyanski D. M., 1993: Age, growth, maturity, and spawning of Spanish mackerel, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), from the Atlantic coast of the southeastern United States. Fish. Bull., 91, 526-533.
- Schmidt J., 1923: Consumption of fish by porpoise. Nature, 112, 902
- Schneidervin R. W. and Hubert W. A., 1986: A rapid technique for otolith removal from salmonid and catostomids. Nor. Amer. J. Fish. Manage, 6, p287.
- Schneppenheim, R., and Freytag G., 1980: Age determination by staining otoliths of *Notothenia rossii marmorata* with ninhydrin. Cybium, 3e, série, 8, 13-15.
- Schramm Jr. H. L., 1989: Formation of annuli in otoliths of bluegills. Trans. Amer. Fish. Soc., 118, 546-555.
- Schramm Jr. H. L., Malvestuto S. P. and Hubert W. A., 1992: Evaluation of procedures for back-calculation of lengths of largemouth bass aged by otoliths. Nor. Amer. J. Fish. Manag., 12, 604-608.
- Schwamborn S. H. L. and Ferreira B. P., 2002: Age structure and growth of the dusky damselfish, *Stegastes fuscus*, from Tamandar reefs, Pernambuco, Brazil. Env. Biol. Fish., 63, 79-88.
- Scott D. M., 1954: A comparative study of the yellowtail flounder from three Atlantic fishing area. J. Fish. Res. Board Can., 11, 171-197.
- Secor D. H., Trice T. M. and Hornick H. T., 1995: Validation of otolith-based ageing and a comparison of otolith and scale-based ageing in mark-recaptured Chesapeake Bay striped bass, *Morone saxatilis*. Fish. Bull., 93, 186-190.
- 関川武史, 高橋豊美, 高津哲也, 2002: 北海道木古内湾におけるアイナメ *Hexagrammos otakii* の年齢と成長. 水産増殖, 50, 395-400.
- Sekigawa T., Takahashi T., Takatsu T., Nishiuchi S., Sasaki M. and Shiokawa F., 2003: Age and growth of *Sebastes vulpes* in the coastal waters of western Hokkaido, Japan. Fishery Science, 69, 575-580.
- 銭 世勤, 胡 雅竹, 1980: ウマズラハギの年齢と成長の初歩的研究. 水産学報, 4, 東海産ウマズラハギ論文集(大滝英夫訳, 1990), 49-56, 水産庁研究部資源課, 1-139.

- Shen K.-N., and Tzeng W.-N., 2002: Formation of a metamorphosis check in otoliths of the amphidromous goby *Sicyopterus japonicus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., **228**, 205-211.
- Shimose T. and Tachihara K., 2005: Age, growth and maturation of the blackspot snapper *Litjanus fulvivflammus* around Okinawa Island, Japan. Fisheries Science, **71**, 48-55.
- Sikstrom C. B., 1983: Otolith, pectoral fin ray, and scale age determinations for Arctic grayling. Prog. Fish-Cult., **45**, 220-223.
- 島村信也, 五十嵐 敏, 1998: ミギガレイ資源生態調査. 福島水試事業報告, 27-31.
- 清水詢道, 増沢 寿, 1974: ヒラメ III, 発生段階別分布生態. 昭和48年度太平洋中区栽培漁業資源生態調査報告書 (マダイ・ヒラメ), 神奈川水試, 64-69.
- 篠田正俊, 1974a: ヒラメ左右耳石の相称性について. 鳥取水試研報, **15**, 76-79.
- 篠田正俊, 1974b: ヒラメの年令と成長について. 鳥取水試研報, **15**, 80-87.
- Sinoda M. and Jayashinghe S. D. Don 1971: Possibility of race separation of "Nigisu" by means of otoliths. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., **37**, 1140-1149.
- 篠原基之, 福田富男, 萱野泰久, 濱崎正明, 1999: 播磨灘北西部におけるマアナゴの年齢組成と成熟について. 岡山水試研報, **14**, 74-75.
- Sipe A. M., and Chittenden Jr. M. E., 2001: A comparison of calcified structures for aging summer flounder, *Paralichthys dentatus*. Fish. Bull., **99**, 628-640.
- 白取尚美, 1993: 青森県太平洋側におけるヒラメの年齢と成長, 成熟および性比について. 東北海区人工魚礁技術研究会会議報告, 1992年度, 10-19.
- Six L. D. and Horton H. F., 1997: Analysis of age determination methods for yellowtail rockfish, canary rockfish, and black rockfish off Oregon. Fish. Bull., **75**, 405-414.
- Smedstad O. M. and Holm J. C., 1996: Validation of back-calculation formulae for cod otoliths. J. Fish Biol., **49**, 937-985.
- Smith D. C., 1982: Age and growth of jackass morwong (*Nemadactylus macropterus* Bloch & Schneider) in eastern Australian water. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **33**, 245-253.
- Smith D. C., Fenton G. E., Robertsen S. G. and Short S. A., 1995: Age determination and growth of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*): a comparison of annulus counts with radiometric ageing. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **52**, 391-401.
- Smith M. K., 1992: Regional differences in otolith morphology of the deep slope red snapper *Etelis carbunculus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **49**, 795-804.
- Smith S. N., 1968: Otolith age reading by mean of surface structure examination. J. Cons. int. Explor. Mer., **32**, 270-277.
- Smoker W. and Pearcy W. G., 1970: Growth and reproduction of the lanternfish, *Stenobrachius leucopsarus*. J. Fish. Res. Board Can., **27**, 1265-1275.
- Sogard S. M., 1991: Interpretation of otolith microstructure in juvenile winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*): ontogenetic development, daily increment validation, and somatic growth relationships. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **48**, 1862-1871.
- Solomon G., Sano M., Shimizu, M. and Nose Y., 1987: Age and growth of the pleuronectid flounder *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, **53**, 711-716.
- Southward G. M., 1962: A method of calculating body lengths from otolith measurements for Pacific-Albatross Grounds data between 1935 and 1957. J. Fish. Res. Board Can., **19**, 339-362.
- Spratt J. D., 1972: Age and length composition of northern anchovies, *Engraulis mordax*, in the California anchovy reduction fishery for the 1969-70 season. Calif. Fish and Game, **58**, 121-126.
- Spratt J. D., 1975: Growth rate of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in southern California waters, calculated from otoliths. Calif. Fish and Game, **61**, 116-126.
- Spratt J. D., 1976: Anomalous otoliths from the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Calif. Fish and Game, **62**, 235-236.
- Spratt J. D., 1981: Status of the Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*, resource in California 1972 to 1980. Calif. Fish and Game, Fish. Bull., **171**, 2-107.
- Staples D. J., 1971: Methods of ageing red gurnard (Teleostei: Triglidae) by fin rays and otoliths. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., **5**, 70-79.

- Staples D. J., 1972: Growth of red gurnard (Teleostei: Triglidae) from Pegasus Bay, Canterbury New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **6**, 365-374.
- Steven G. A. 1952: Contributions to the biology of the mackerel, *Scomber scombrus* L. III. Age and growth. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **30**, 549-568.
- Stevenson J. T., Secor D. H., 1999: Age determination and growth of Hudson River Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus*. *Fish. Bull.*, **97**, 153-166.
- Stewart B. D., Fenton G. E., Smith D. C. and Short S. A., 1995: Validation of otolith-increment age estimates for a deepwater fish species, the warty oreo *Alloctytus verrucosus*, by radiometric analysis. *Mar. Biol.*, **123**, 29-38.
- Sturn M. G. L., and Salter P., 1989: Age, growth, and reproduction of the king mackerel *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) in Trinidad waters. *Fish. Bull.*, **88**, 361-370.
- Sulistiono M. Yokota, Kitada S. and Watanabe S., 1999: Age and growth of Japanese whiting *Sillago japonica* in Tateyama Bay. *Fisheries Science*, **65**, 117-122.
- Sunada J. S., 1974: Age and growth of the Pacific saury *Cololabis saira*. *Calif. Fish and Game*, **60**, 64-73.
- 巢山 哲, 2002: 北太平洋におけるサンマ *Cololabis saira* (Brevoort) の年齢, 成長および成熟に関する研究. *水研センター研報*, **5**, 68-113.
- 巢山 哲, 桜井泰憲, 2000: 西部太平洋におけるサンマの耳石透明帯の形成時期. *東北水研研報*, **63**, 97-108.
- 巢山 哲, 桜井泰憲, 目黒敏美, 島崎健二, 1992: 中部太平洋におけるサンマ *Cololabis saira* の耳石日周輪に基づき年齢と成長の推定. *水誌*, **58**, 1607-1614.
- Suyama S., Sakurai Y. and Shimazaki k., 1996: Age and growth of Pacific saury *Cololabis saira* (Brevoort) in the Western North Pacific Ocean estimated from daily otolith growth increments. *Fisheries Science*, **62**, 1-7.
- Suyama S., Kurita Y. and Ueno Y., 2006: Age structure of Pacific saury *Cololabis saira* based on observations of the hyaline zones in the otolith and length frequency distributions. *Fish. Sci.*, **72**, 742-749.
- Suzuki K., 1966: Growth of *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY). *Rep. Fac. Fish. Univ. Mie*, **5**, 455-472.
- Suzuki K., 1967a: A contribution of the fishery biology of a myctophid fish, *Chlorophthalmus albatrossis* Jordan et Starks. *Rep. Fac. Fish. Univ. Mie*, **6**, 1-15.
- Suzuki K., 1967b: Age and growth of *Limanda yokohamae* (Günther) in Ise Bay. *Rep. Fac. Fish. Univ. Mie*, **6**, 17-27.
- 鈴木 清, 木村清志, 1977: 長良川流域におけるフナ属魚類の成長. *魚類学雑誌*, **24**, 199-206.
- 鈴木 清, 木村清志, 1980: 熊野灘におけるタチウオの資源生物学的研究. *三重大水産研報*, **7**, 173-192.
- 鈴木智之, 大池一臣, 池原宏二, 1978: ウスメバルの年令と成長について. *水産研報*, **29**, 111-119.
- Svalastog D., 1991: A note on maximum age of brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish Biol.*, **38**, 967-968.
- Svedäng H., Wickström H., Reizenstein M., Holmgren K. and Florenius P., 1998: Accuracy and precision in eel age estimation, using otoliths of known age. *J. Fish Biol.*, **53**, 456-464
- 庄司泰雅, 1982: 銚子近海のムシガレイの成長と成熟. *千葉水試研報*, **40**, 75-82.
- 庄司泰雅, 目黒清美, 伊藤光正, 1982: 銚子近海のイシガレイの成長と成熟. *千葉水試研報*, **40**, 67-74.
- 高越哲男, 秋元義正, 1976: 福島県沖におけるヤナギムシガレイの生態について - 分布および成長. *日本水産学会東北支部会報*, **26**, p73.
- Takahashi T., Hayakawa Y., Kamiharako T., Nakatani T. and Takatsu T., 1995: Age and growth of brown sole *Pleuronectes herzensteini* in the coastal waters of western Aomori Prefecture, Japan. *Fish. Sci.*, **61**, 893-897.
- 高橋正和, 二平 章, 山廻邊昭文, 2003: 常磐海域におけるヤナギムシガレイの資源生態と管理方策. *東北底魚研究*, **23**, 1-3.
- 高橋裕哉, 矢部 衛, 1990: キンギョ, 「動物解剖図」(日本動物学会編), 丸善株式会社, 東京, pp. 52-58.
- 高井 徹, 1959: 日本産重要ウナギ目魚類の形態, 生態および増殖に関する研究. *農水講研報*, **8**, 196-211.
- 高井 徹, 吉岡信夫, 前川兼祐, 八幡健郎, 1954: 内海産ハモ属二種の比較生態学的研究. *水講研報*, **3**, 55-73.
- Takashima Y., Takada T., Matsuishi T. and Kanno Y., 2000: Validation of auto-counting method by NIH Image using otoliths of white-spotted char

- Salvelinus leucomaenis*. Fisheries Science, **66**, 515-520
- 高杉 知, 1996: 資源管理型漁業推進総合対策事業 (マコガレイ). 岩手県水産技術センター年報, 平成8年度, 77-82.
- 竹野功爾, 浜中雄一, 宮嶋俊明, 1997: 日本海沿岸におけるヒラメ1才魚の背鰭・臀鰭鰭条数と耳石初輪経の地理的変異. 京都府立海洋センター研報, **19**, 65-71.
- 竹野功爾, 浜中雄一, 宮嶋俊明, 1998: 京都沿岸海域におけるヒラメの資源構造にかんする研究 - III ヒラメの年齢別の背鰭・臀鰭鰭条数と耳石初輪経. 京都府立海洋センター研報, **20**, 56-61.
- 竹野功爾, 浜中雄一, 宮嶋俊明, 1999: 京都沿岸海域におけるヒラメの資源構造に関する研究 - IV ヒラメの年齢と成長. 京都府立海洋センター研報, **21**, 34-40.
- Takeshita N., Araki A., Mizoiri S., Tabeta O., Kimura S., 1998: Age and maturity of the bagrid fish *Pseudobagrus aurantiacus* in the Chikugo River, Kyushu Island, Japan. Fisheries Science, **64**, 21-26.
- 竹下直彦, 木村清朗, 1991: 筑後川におけるニゴイの年齢と成長. Nippn Suisan Gakkaishi, **57**, 29-34.
- Takita T., Sato T. and Kasai K. 1993: Age and growth of *Nibea albiflora* (Sciaenidae) distributed in Ariake Sound. Nippon Suisan Gakkaishi, **59**, 39-44.
- 田中利幸, 平川秀人, 泉 茂彦, 平田豊彦, 松本育夫, 鳥村信也, 1996: 底魚資源調査, 1) マコガレイの年齢組成調査. 福島水試事業報告, 19-22.
- 谷口順彦, 1981: ニベの生物学 II 系統・類縁. 海洋と生物, **17**, 459-464.
- Taniuchi T., Kanaya T., Uwabe S., Kojima T., Akimoto S. and Mitani I., 2004: Age and growth of alfonso *Beryx splendens* from the Kanto District, central Japan, based on growth increments on otoliths. Fisheries Science, **70**, 845-851.
- 反田 実, 中村行延, 岡本繁好, 1992: 紀伊水道北部海域産マコガレイの年令と成長. 水産増殖, **40**, 317-321.
- 田染博章, 福岡和光, 石川佑司, 1987: 別府湾北部海域におけるマコガレイの生態に関する研究 - I, 幼稚魚の分布域と成長. 大分浅海漁業試験場調査研究報告, **8**, 1-11.
- 田代征秋, 一丸俊雄, 1995: 長崎県近海海域におけるヒラメの漁業生物学的研究. 長崎水試研報, **21**, 37-49.
- Taylor R. G., Whittington J. A., Grier H. J. and Crabtree R. E., 2000: Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east west coast of South Florida. Fish. Bull., **98**, 612-624.
- Terwilliger M. R., and Munroe T. A., 1999: Age, growth, longevity, and mortality of blaskcheek tonguefish, *Symphurus plagiusa* (Cynoglossidae: Pleuronectiformes), in Chesapeake Bay, Virginia. Fish. Bull., **97**, 340-361.
- Thomas R. M., 1983: Back-calculation and time of hyaline ring formation in the otoliths of the pilchard off south west Afrika. S. Afr. J. Mar. Sci., **1**, 3-18.
- Thomas R. M., 1984: A method of age determination for the south west African pilchard *Sardinops ocellata*. S. Afr. J. Mar. Sci., **2**, 63-70.
- Thompson B. A., Beasley M. and Wilson C. A., 1999: Age distribution and growth of greater amberjack, *Seriola dumerili*, from the north-central Gulf of Mexico. Fish. Bull., **97**, 362-371.
- Thorogood J., 1987: Age and growth rate determination of southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii*, using otolith banding. J. Fish Biol., **30**, 7-14.
- Todd P. R., 1980: Size and age of migrating New Zealand freshwater eel (*Anguilla* spp). N. Z. J. Mar. Freshw. Res., **14**, 283-293.
- Tollit D. J., Steward M. J., Thompson P. M., Pierce G. J., Santos M. B. and Hughes S., 1997: Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: implication for estimates of pinniped diet composition. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **54**, 105-119.
- 富川なす美, 2000: 仙台湾におけるメバルの人工魚礁への移動について. 宮城水セ研報, **16**, 51-54.
- 富川なす美, 2001: 仙台湾に於けるメバルの成長および繁殖について. 宮城水セ研報, **21**, 23-25.
- 富永 敦, 1994: 鹿島灘に來遊するタチウオに関する二, 三の知見. 第15回東北海区底魚研究チーム会議報告, 1-9.
- Tominaga O., Inoguchi K., Watanabe Y., Yamaguchi M., Nakatani T., and Takahashi T., 1996: Age and growth of pointhead flounder

- Hippoglossoides pinetorum* in Ishikari Bay, Hokkaido. Fish. Sci., **62**, 215-221.
- Tong L. J. and Vooren C. M., 1972: The biology of the New Zealand tarakihi, *Cheilodactylus macropterus* (Bloch and Schneider). Fish. Res. Bull., **6**, 11-59.
- Toole C. L., Markle D. F., and Harris P. M., 1993: Relationships between otolith microstructure, and early life history events in dover sole, *Microstomus pacificus*. Fish. Bull., **91**, 732-753.
- Torres G. J., Lombarte A. and Morales-Nin B., 2000: Sagittal otolith size and shape variability to identify geographical intraspecific differences in three species of the genus *Merluccius*. J. Mar. Biol. Ass. U. K., **80**, 332-342.
- Trout G. C., 1954: Otolith growth of the Barents Sea cod. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., **136**, 89-102.
- Trout G. C., 1961a: The growth of immature *Sebastes viviparous* (Køyer) from the north Norwegian coast. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., **150**, 291-296.
- Trout G. C., 1961b: The otolith of group-0 *Sebastes mentella* Travin. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., **150**, 297-299.
- 辻 敏, 1975: 松山支庁沿岸のスケトウダラ調査. 北水試月報, **32**, 1-20.
- 辻野耕實, 安部恒之, 日下部敬之, 1997: 大阪湾におけるマコガレイの漁業生物学的研究. 大阪府立水試研報, **10**, 29-50.
- 塚本 賢, 小野寺隆幸, 後川慶三, 松浦修平, 1983: ムツゴロウの年齢形質. 日水誌, **49**, 69-74.
- 鶴田義成, 大関芳沖, 1991: 東北海域におけるイカナゴの生態と資源 - Ⅷ, 仙台湾におけるイカナゴの再生産力の評価. 昭和63年度 - 平成2年度イカナゴ資源研究会議報告書, 77-82.
- Tzeng W. N., Wu H. F. and Wickström H., 1994: Scanning electron microscopic analysis of annulus microstructure in otolith of European eel, *Anguilla anguilla*. J. Fish Biol., **45**, 479-492.
- Tzioumis V. and Kingsford M. J., 1999: Reproductive biology and growth of the temperate Damsel fish *Parma microlepis*. Copeia, **2**, 348-361.
- Uchiyama J. H. and Sampaga J. D., 1989: Age estimation and composition of pelagic armorhead *Pseudopentaceros wheeleri* from the Hancock Seamounts. Fish. Bull., **88**, 217-222.
- 上田幸男, 長江修身, 広沢 晃, 大西圭二, 山添喜教, 渡辺健一, 1992: ハモの資源生態と漁業実態. 徳島水試事業報告, 92-95.
- Uehara S., and Shimizu M., 1996: Age growth of stone flounder *Kareius bicoloratus* in Tokyo Bay, Japan. Fish. Sci., **62**, 897-901.
- 上野輝弥, 阪本一男, 1999: 魚の分類の図鑑 - 世界の魚の種類を考える, 東海大学出版会, 東京, 155pp.
- 植野敏之, 1977: 小型底曳網漁業資源に関する研究 - マガレイの生態について. 新潟水試研報, **6**, 51-65.
- 梅沢彰馬, 塚本勝巳, 1990: 耳石微細構造による湖産・海産アユの判別法. 日水誌, **56**, 1919-1926.
- 魚住雄二, 1982: ニュージーランドのホキ資源について. 漁業資源研究会議, 西日本底魚部会会議報告, **14**, 7-19.
- Utagawa K. and Taniuchi T. 1999: Age and growth of the black rockfish *Sebastes inermis* in eastern Sagami Bay off Miura Peninsula, central Japan. Fishery Science, **65**, 73-78.
- Vassilopoulou V., and Ondrias I., 1999: Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus bosci*) in eastern Mediterranean waters. J. mar. biol. Ass. U. K., **79**, 171-178.
- Vilhjálmsón H., 1968: A contribution to the knowledge of the Icelandic capelin. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., **158**, 32-38.
- Vilizzi L., Walker K. F., 1999: Age and growth of the common carp, *Cyprinus carpio*, in the River Murray, Australia, consistency of age interpretation, and growth models. Env. Biol. Fish., **54**, 77-106.
- Vooren C. M., 1977: Growth and mortality of tarakihi (Pisces: Cheilodactylidae) in lightly exploited populations. N. Z. J. Mar. Freshw., **11**, 1-22.
- Vøllestad L. A., 1985: Age determination and growth of yellow eels, *Anguilla anguilla* (L.), from brackish water, Norway. J. Fish. Biol., **26**, 521-525.
- 和田克彦, 1970: 新潟県沖合産マガレイの資源生物学的研究. 日水研研報, **22**, 31-43.
- 和田恵子, 堀 義彦, 富永 敦, 1997: 茨城県沿岸のマコガレイの成熟と年齢・成長について. 茨城水試研報, **35**, 19-23.
- 若林 清, 1989: 東部ベーリング海におけるコガネガレイの漁業生物学的研究. 遠洋水研研報, **26**, 21-152.

- Waldron M. E., 1994: Validation of annuli of the South African anchovy, *Engraulis capensis*, using daily otolith growth increments. ICES J. Mar. Sci., **51**, 233-234.
- Waldron M. E. and Kerstan M., 2001: Age validation in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) otoliths. ICES, J. Mar. Sci., **58**, 806-813.
- Warburton K., 1978: Age and growth determination in a marine catfish using an otolith check technique. J. Fish Biol., **13**, 429-434.
- 渡辺謙一, 岡崎孝博, 1999: 徳島県沿岸のイサキの年齢と生長. 水産増殖, **47**, 349-353.
- 渡辺謙一, 上田幸男, 城 康彦, 1995: 徳島県太平洋沿岸域のアカアマダイの年齢と成長. 徳島県水産試験場事業報告, IV研究報告, 193-200.
- 渡邊憲一, 貝田雅志, 花田利香子, 伊藤 東, 2003: 新潟県沿岸海域におけるオニオコゼ *Inimicus japonicus* の年齢と成長および産卵期. Nippon Suisan Gakkaishi, **69**, 201-207.
- 渡辺 徹, 1954: 日本海南西海域における底魚資源研究(1), ソウハチ *Cleisthens herzensteini*(Schimut) の年齢査定. 日水研年報, **1**, 65-81.
- 渡邊 徹, 1956: 重要魚族の漁業生物学的研究 - ニギス, 日水研研報, **4**, 159-182.
- Watanabe Y. and Kuji Y., 1991: Verification of daily growth increment formation in saury otoliths by rearing larvae from hatching. Jan. J. Ichthyol., **38**, 11-15.
- Watari, S., Yonezawa J., Yamada S., Tanaka E. and Kitakado T., 2005: Age and growth of yellowstriped butterflyfish, *Labracoglossa argentiventris*, around Izu Oshima Island. Fisheries Science, **71**, 86-94.
- Watson J. E., 1964: Determining the age of young herring from their otoliths. Trans. Amer. Fish. Soc., **93**, 11-20.
- Webb B. F. and Grant C. J., 1979: Age and growth of jack mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), from south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **30**, 1-9.
- Welch T. J., van den Avyle M. J., Betsill R. K. and Driebe E. M. 1993: Precision and relative accuracy of striped bass age estimates from otoliths, scales, and anal fin rays and spines. Nor. Amer. J. Fish. Manage., **13**, 616-620.
- Wenner C. A., Roumillat W. A. and Waltz C. W., 1986: Contributions to the life history of black sea bass, *Centropristis striata*, off the southeastern United States. Fish. Bull., **84**, 723-741.
- Westrheim S. J., 1973 Age determination and growth of Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*) in the northeast Pacific Ocean. J. Fish. Res. Board Can., **30**, 235-247.
- White D. B., Wyanski D. M., and Sedberry G. R., 1998: Age, growth, and reproductive biology of the blackbelly rosefish from the Carolina, U.S.A. J. Fish Biol., **53**, 1274-1291.
- Williams T. and Bedford B. C., 1973: The use of otoliths for age determination, in "Ageing of fish" (ed. by Bagenal T.B.), Unwin Brothers Ltd., Surry, pp. 114-123.
- Wilson C. A., Dean J. M., and Radtke R., 1982: Age, growth rate and feeding habits of the oyster toadfish, *Opsanus tau* (Linnaeus) in South Carolina. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., **62**, 251-259.
- Wilson C. A., Dean J. M., Prince E. D., and Lee D. W., 1991: An examination of sexual dimorphism in Atlantic and Pacific blue marlin using body weight, sagittae weight, and age estimates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., **151**, 209-225.
- Wilson Jr. R. R., 1985: Depth-related changes in sagitta morphology in six macrourid fishes of the Pacific and Atlantic Oceans. Copeia, **4**, 1011-1017.
- Winters G. H., 1970: Record size and age of Atlantic capelin, *Mallotus villosus*. J. Fish. Res. Board Can., **27**, 393-395.
- Winters G. H., 1981: Growth patterns in sand lance, *Ammodytes dubius*, from the Grand Bank. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **38**, 841-846.
- Withell A. F., and Wankowski J. W., 1988: Estimates of age and growth of ocean perch, *Helicolenus percoides* Richardson, in south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshwater Res., **39**, 441-457.
- Withell A. F. and Wankowski J. W., 1989: Age and growth estimates for pink ling, *Genypterus blacodes* (Schneider), and gemfish, *Rexea solandri* (Cuvier), from eastern Bass Strait, Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res., **40**, 215-226.
- Wood R. J. and Foster M., 1966: Studies on the dunmore herring stock 2. The otolith of the dunmore herring. J. Cons. int. Explor. Mer., **30**, 222-236.
- Worthington D. G., Doherty P. J. and Fowler A.

- J., 1995: Variation in the relationship between otolith weight and age: implications for the estimation of age of two tropical damselfish (*Pomacentrus moluccensis* and *P. wardi*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **52**, 233-242.
- Wright P. J., Panfili J., Morales-Nin B., Geffen A. J., 2002: Types of calcified structure, in "Manual of Fish Sclerochronology" (eds, Panfili J., Pontual H., Troadec H., Wright P. J.), Ifremer-IRD coedition, Brest, France, pp. 31-90.
- Wright P. J., Woodroffe D. A., Gibb F. M. and Gordon J. D. M., 2002: Verification of first annulus formation in the illicia and otoliths of white anglerfish, *Lophius piscatorius* using otolith microstructure. *ICES J. mar. Sci.*, **57**, 587-593.
- Wysokinski A., 1983: Photographic guide for the determination from otoliths of the age of young hake *Merluccius capensis* from south west Africa (Namibia). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **1**, 19-55.
- Yabuki K., 1989: Age determination of Yanagimushigarei *Tanakius kitaharai* (Pleuronectidae) from otoliths in the Sea of Japan off Kyoto Prefecture. *Nippon Suisan gakkaiishi*, **55**, 1331-1338.
- 八吹圭三, 1990: ホッケの耳石による年齢査定. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, **23**, 25-36.
- 八吹圭三, 1994: ホッケの耳石染色法による年齢査定と根室海峡における成長. 漁業資源研究会議, 北日本底魚部会報, **27**, 39-48.
- Yamamoto T., Edo K. and Ueda H., 2000: Lacustrine forms of mature male masu salmon, *Oncorhynchus masou* Brevoort, in Lake Toya, Hokkaido. *Japan. Ichthyol. Res.*, **47**, 407-410.
- 山本祥一郎, 中野 繁, 徳田幸憲, 1992: 人造湖におけるイワナ *Salvelinus leucomaenis* の生活史変異とその分岐. *日生態会誌*, **42**, 149-157.
- Yamamoto S. and Nakano S., 1996: Growth and development of a bimodal length-frequency distribution during smolting in a wild population of white-spotted charr in northern Japan. *J. Fish Biol.*, **48**, 68-79.
- 山本祥一郎, 高橋芳明, 北野 聡, 後藤 晃, 1996: 北海道南部の河川におけるアメマスの河川残留型雌. *魚類学雑誌*, **43**, 101-104.
- 山中崇裕, 1999: ムシガレイ放流技術開発調査. 青森水試事業報告, 121-127.
- 柳下直己, 大木 繁, 山崎 淳, 2005: 若狭湾西部海域におけるヤナギムシガレイの年齢と成長および年齢組成. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **71**, 138-145.
- 柳下直己, 山崎 淳, 田中栄次, 2006: 京都府沖合海域で採集されたアカガレイの年齢と成長. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **72**, 651-658.
- 安田秀明, 1940: 同一個体の魚鱗・耳石・脊椎骨に顯れる輪紋に就いて. *日水誌*, **8**, 298-300.
- Yodo T. and Kimura S., 1996: Age and growth of the laegemouth bass *Micropterus salmoides* in lakes Shorenji and Nishinoko, Central Japan. *Fisheries Science*, **62**, 524-528.
- 横川浩治, 1992: 播磨灘南部海域産マダイの耳石による年齢と成長の推定. *水産増殖*, **40**, 15-23.
- 横川浩治, 井口政紀, 山賀賢一, 1992a: 播磨灘南部沿岸海域におけるカサゴの年齢, 成長および肥満度. *水産増殖*, **40**, 227-234.
- 横川浩治, 井口政紀, 山賀賢一, 1992b: 播磨灘南部沿岸海域におけるメバルの年齢, 成長および肥満度. *水産増殖*, **40**, 235-240.
- Yoneda M., Tokimura M., Fujita H., Takeshita N., Takeshita K., Matsuyama M. and Matsuura S., 1997: Age and growth of anglerfish *Lophius litulon* in the East China Sea and the yellow sea. *Fisheries Science*, **63**, 87-892.
- Yoneda M., Tokimura M., Fujita H., Takeshita N., Takeshita K., Matsuyama M. and Matsuura S., 1998: Age and growth of the anglerfish *Lophiomus setigerus* in the East China Sea. *Fisheries Science*, **64**, 379-384.
- Yoneda M., Yamasaki S., Yamamoto K., Horikawa H., and Matsuyama M., 2002: Age and growth of John Dory, *Zeus faber* (Linnaeus, 1758), in the East China Sea. *ICES Journal of Marine Science*, **59**, 749-756.
- 吉原喜好, 門松寅吉, 筒井絵里, 2000: 伊豆半島沿岸域におけるメジナの年輪形成期について. *水産増殖*, **48**, 135-136.
- 吉川昌之, 1995a: ニホンウナギ *Anguilla japonica* 養殖場における体重, 年齢と生殖腺の成熟度の関係ならびにその季節変化について. *静岡水試研報*, **30**, 23-27.
- 吉川昌之, 1995b: 天然および養殖ニホンウナギ *Anguilla japonica* の大型魚における性比と体重および年齢の関係. *静岡水試研報*, **30**, 29-34.
- Young P. H., 1963: The kelp bass (*Paralabrax clathratus*) and its fishery, 1947-1958. *Calif. Fish and Game*, **122**, 2-55.

日本産硬骨魚類の耳石の外部形態に関する研究

飯塚 景記 (元東北水産研究所)

片山 知史 (中央水産研究所)

耳石形態に関する研究は、魚類年齢研究と共に早くから行われており、研究報告も比較的多い。それらの内容は、一魚種の耳石外形から複数魚種の耳石の外形、溝、核等の特徴を解析した研究まで様々である。しかし、耳石サイズを含めて耳石形態を体系的に整理した報告はこれまで発表されていない。筆者らは、耳石の形と大きさを分類群内、分類群間で比較を行い、さらに縦偏形、側偏形等の魚体型や定着性、回遊性等の生活型との関連を検討することにより、多様な耳石形態法則性を見いだすことを目的として、日本産硬骨魚類29目、162科、550種の耳石を収集し、表面各部の観察と耳石の長さ高さの計測を行った。本稿では第1章において、耳石形態研究が国内外でどのような研究経緯で進められてきたかを簡潔に述べ、次に、耳石の外部形態について、全体の形および各部位の形状を類型化し、さらに耳石の大きさの基準を決めた。第2章では魚種毎の観察結果、計測結果を基に、魚種毎の耳石形態を分類群毎に整理して記載した。第3章では各章で得られた耳石形態の特徴を総括し、耳石形態に関する系統進化的、生態学的、機能形態学的な検討を行い、耳石形態を規定する要因を考察した。耳石平面形は、楕円形が一般的であり、耳石長比（耳石高に対する耳石長の比）が0.8~3.0の魚種が、全体の約83%を占めた。ただし、耳石長比が3を超える広線形は16種に限られていた。しかし、それらは、ムネダラ、ギンダラ、オニカサゴに加え、エソ類、コチ類、カマス類、マグロ類の一部から構成されており、広い分類群にわたっていた。長方形の耳石はマサバ、ゴマサバ、カツオの3種であり、また不定形の帆船に似た特異な型の平面形はマトウダイ目とフグ目のみで見られる特徴であり、分類形質として有用であると考えられた。側面形については、全体の3/4以上の魚種が、外側に反った耳石を有していることが示された。突出隆起型はニベ科に特有な形状である。また、逆反り状型で弱いながらも内側に反った耳石（溝側に僅かに湾曲）は、マツカサウオ、シラウオ、ナガレメイタガレイ、イヌノシタのみにみられており、種判別に有用であると考えられた。溝の形については、全体の3/4以上の魚種が、耳石前縁の欠刻部から中央部もしくは後縁にいたる構造であることが示された。溝が耳石中央部のみであるのは、カレイ目、ハゼ科にみられる特徴的な型であるが、これら分類群以外ではリュウキュウホラアナゴ、ホタテウミヘビ、ヒモアナゴ、インキウオ、ワヌケフ

ウリュウオにみられた。耳石の形状をまとめると、併せて40%以上の魚種が、外側に反った楕円形で溝が欠刻部から後縁付近まで形成されている耳石を有していることが示された。また、耳石形状から魚種が数種に絞り込むことができるのは70種弱であり、全体の12%程度しか種判別ができないことがわかった。しかし、種レベルではなく分類群レベルでは、前述のように特有の耳石形状を有する場合が多く、本論文が耳石から分類群を推定する際の有用な資料となるものと考えられる。耳石外部形態の形成要因については、平面形、側面形、溝のいずれの類型も複数の分類群に共通しており、系統進化的な傾向が認められなかった。平面形が円形の魚種はソコギス科とハゼ科、クサウオ科、ゲンゲ科、ヒラメ科の一部、ゴンズイ、キントキダイ、サンゴタツ、マメハダカ等であり、これらのほとんどは底棲魚類である。広線形の魚種はカマス科、クロタチカマス科、エソ科の一部とヒカリフデエソ、ムネダラ、ギンダラで、底棲魚類も少なくなかった。このように、同じ底棲性であるのに最も丸みがある形状と最も長い形状のものが存在し、生活型が平面形を規定するとは考えられなかった。溝については、十分に発達しているタイプの分類群は、その80%以上の種がニシン目、サケ目、タラ目、アイナメ科、ホタルジャコ科、ハタ科、テンジクダイ科、アジ科、イサキ科、タイ科、クロタチカマス科、サバ科、フグ目であり、十分に発達していないタイプの分類群は、その60%以上の種がウナギ目、コチ科、フサカサゴ科、カジカ科、クサウオ科、ゲンゲ科、タウエガジ科、ハゼ科、カレイ目であった。総じて、遊泳性もしくは集群性の強い魚種が多い分類群は溝が発達し、定着性もしくは底棲性の強い魚種が多い分類群は溝が発達していない傾向がみられた。更には、メバル属では、生息水深が浅いほど耳石後縁まで達せず中央と後縁の途中で途切れるタイプが多かった。今回は溝の深さを計測しなかったが、溝の形・大きさと生活型との関連性が示唆された。

耳石の大きさについては、全体として体長の大きな魚種ほど相対サイズ（全長に対する耳石長の比）が小さくなる。耳石相対サイズが5以下の魚種は、体型が紡錘形、ウナギ型の魚種もしくはカジキ類、フグ類に多い。これに対して相対耳石サイズの大きい魚種は、頭部が体長に対して相対的に大きな魚種が多い。したがって、耳石相対サイズは、沿岸性、外洋性、底棲性、遊泳性というグループ分けや生活型では解釈しきれず、頭部の大きさや分類群毎の特性によるものと考えられる。耳石の形を特徴付ける耳石長比についても、前述のように系統進化的な傾向は認められなかった

が、頭部が縦扁している魚種は耳石長比が大きく、頭部が丸い魚種は耳石長比が小さい傾向があった。したがって、耳石の大きさや細長さは、頭部の大きさや形、神経頭蓋の耳殻部の大きさや形に大きく規定されるものと考えられた。

No.25, 1-222 (2008)