

板鰓類シンポジウム 2010 年  
海洋生態系の高次捕食者としてのサメ・エイ類の多様性  
その分類・生態・資源・利用に関する最新の研究成果から

開催日時：2010 年 12 月 10 日（金）9:30～20:00

場所：東京大学農学部弥生講堂・一条ホール

主催：長崎大学水産学部，共催：日本板鰓類研究会

シンポジウムに関する連絡先：長崎大学水産学部 山口敦子

(TEL：095-819-2822, e-mail：y-atsuko@nagasaki-u.ac.jp)

### プログラム

開会挨拶 山口敦子（長崎大学水産学部教授）

#### 口頭発表

—座長— 佐藤圭一（沖縄美ら海水族館）

1. 新たに発見された日本産の古生代軟骨魚類化石の多様性について

○後藤仁敏（鶴見大短大）

2. 西部太平洋産ヘラザメ属魚類の分類学的再検討

○川内惇郎（北大院水産）・仲谷一宏（北大）

3. カグラザメ目の鰓弓の相同性に関する一仮説

○須田健太（北大院水産）仲谷一宏（北大）

4. ミトコンドリア DNA 全長配列決定によるカグラザメ目 5 種の系統関係

○田中景子・椎名 隆・猪子英俊（東海大医学）・田中 彰（東海大海洋）

—座長— 堀江琢（東海大学海洋学部）

5. シークエンシングによるサメ MHC 領域の比較ゲノム解析

○椎名 隆・田中景子（東海大医学）・Yuko Ohta・Martin F. Flajnik（University of Maryland）・  
田中 彰（東海大海洋）・猪子英俊（東海大医学）

6. ミツクリザメの摂餌行動とその意義

○仲谷一宏（北大）・須田健太・大野 誠（北大院水産）・佐藤稔彦・高野克彦（NHK）

7. CT スキャンを用いたサメ類の機能形態

○佐藤圭一・内田詮三（沖縄美ら海水族館）・仲谷一宏（北大）・荒井一利（鴨川シーワールド）

—座長— 後藤友明（岩手県水産技術センター）

8. 高次捕食者であるサメ・エイ類が有明海生態系に及ぼす影響

○山口敦子・古満啓介・久米 元（長崎大水産）

9. 有明海およびその周辺海域におけるスミツキザメの生活史に関する知見

○伊藤毅史（長大院生産）・古満啓介・山口敦子（長崎大水産）

10. アカエイ属の繁殖戦略～有明海のフィールドから見えてきたこと～

○古満啓介・山口敦子（長崎大水産）

―座長― 山口敦子（長崎大学水産学部）

11. 八丈島周辺海域で駆除されるサメ類と生態系への影響

○堀井善弘（都島しよ農水総セ八丈）・大泉 宏・田中 彰（東海大海洋）

12. 八丈島周辺海域における外洋性サメ類の行動生態調査（速報）

○森 友彦（東海大院海洋）・堀井義弘（都農しよ農水セ八丈）・田上英明・小松輝久・佐藤克文（東大海研）・大泉 宏（東海大海洋）

13. 八重山諸島周辺海域におけるサメ類の分布

○矢野寿和（東海大院海洋）・平良守弘（石垣市水産）・堀江 琢・田中 彰（東海大海洋）

14. 八重山諸島周辺海域におけるツマジロの年齢推定と成長

○藤波裕樹・矢野寿和（東海大院海洋）・堀江 琢・田中 彰（東海大海洋）

総合討論・総括

閉会挨拶 仲谷一宏（北海道大学名誉教授・日本板鰐類研究会会長）

ポスター発表

1. トラザメ *Scyliorhinus torazame* の日本における地域集団について

○六車 香織（名古屋大学大学院生命農学研究科）・吉野 哲夫（琉球大学理学部 海洋自然科学科）

2. 響灘で採集された奇形トビエイについて

○落合晋作・進藤英朗・土井啓行・石橋敏章（下関市立しものせき水族館）

3. 有明海におけるコモンサカタザメの食性

○田中伸也（長崎大院生産）・古満啓介・久米元・山口敦子（長崎大水産）

4. メカジキを対象とした近海はえ縄漁業データから見る 北太平洋中西部におけるアオザメ (*Isurus oxyrinchus*) の分布パターン

○田口美緒子・仙波靖子・余川浩太郎（遠洋水研）

5. 石垣島周辺海域におけるフトツノザメの繁殖特性に関する知見

○嶺井祐輝・古満啓介・山口敦子（長崎大学水産学部）

6. 有明海におけるウチワザメの生活史

○久米元・古満啓介・田中伸也・山口敦子（長崎大学水産学部）

7. 駿河湾で採集したフトツノザメとトガリツノザメの有機塩素系化合物の蓄積

○桑原 智之・堀江 琢・田中 彰（東海大学海洋）

8. イタチザメの PCBs と DDT 汚染

○堀江 琢・矢野寿和・田中 彰（東海大海洋）

9. クラカケザメ科テンジクザメ類にみる鰓の形態と捕食における噴水機能の特性

○後藤友明（岩手水技セ）・芝洋二郎・柴垣和弘（大洗水族館）・仲谷一宏（北海道大）

展示コーナー（終日：弥生講堂エントランスホール）

サメ・エイ類に関連した動画、写真、ポスター、標本、商品などを展示します。

（展示協力：海遊館、沖縄美ら海水族館、(株) 中華高橋水産、東海大学、長崎大学）

新たに発見された日本産の古生代軟骨魚類化石の多様性について  
On the diversity of new found chondrichthyan remains from the Palaeozoic of Japan

後藤仁敏 (鶴見大学短期大学部歯科衛生科)  
Masatoshi Goto (Tsurumi University, Junior College)

近年、多数の軟骨魚類の歯化石が日本の古生代の地層から発見されている。今回は、日本産の古生代軟骨魚類の歯化石を紹介し、古生代において軟骨魚類はどのような多様性を示していたかについて概観してみよう。

古生代後期の石炭紀 (3.5 億~2.9 億年前) の地層からは、さまざまな種類の板鰓類と全頭類の歯化石が報告されている。板鰓類はクテナカントゥス類 4 種、アガシゾドゥス類 1 種、オロドゥス類 1 種、計 6 種が、全頭類はペタロドゥス類 3 種とコクリオドゥス類 7 種の計 10 種が知られている。石炭紀の板鰓類としては、岐阜県高山市の一ノ谷層から、クテナカントゥス類の *Cladodus* の歯、エウゲネオドゥス類の *Agassizodus* の側歯が報告されている (後藤・大倉, 2004)。岡山県高梁市の高山石灰岩下部層から *Cladodus* の歯、山口県美祢市の秋吉石灰岩層群から、オロドゥス類の *Orodus* の側歯が発見されている。歯は敷石状で咬頭は低くて丸い。ペタロドゥス類としては、一ノ谷層から、*Petalodus* と *Janassa* の正中歯が記載されている。最近、日本最古の軟骨魚類化石として、新潟県糸魚川市の土倉沢石灰岩からペタロドゥス類の *Petalodus* の歯が発見された。全頭類ではコクリオドゥス類が知られ、岐阜県福地の一ノ谷層から *Poecilodus*、*Cyrtonodus* などの 5 種の歯板化石が記載されている (後藤・大倉, 2004)。近年、一ノ谷層からコクリオドゥス類の *Psephodus* の歯板が、土倉沢石灰岩からも種属不明のコクリオドゥス類の歯板が発見されている (未発表)。

古生代末期のペルム紀 (2.9 億~2.5 億年前) の地層からも、板鰓類 15 種と全頭類 11 種の計 26 種が知られている。板鰓類としては、岐阜県大垣市の赤坂石灰岩累層下部層から、シムモリウム類の *Symmorium* と *?Symmorium* の歯、ヒボドゥス類の *?Acroodus* の歯、*Petrodus* と *?Petrodus* の皮歯が報告されている (後藤ほか, 1988)。宮城県本吉町の海岸の登米層中部から *Cladodus* sp. の歯化石が発見されている。同町の千松層からはクテナカントゥス類の *Orthacanthus* sp. の歯の咬頭が報告されている (後藤ほか, 2000)。福島県いわき市の高倉山層群柏平層から板鰓類のカグラザメ類の歯が報告されている。最近、岐阜県本巣市と山県市の船伏山石灰岩下部から板鰓類の *Goodrichthys*、*Symmorium*、*?Acroodus*、*Lissodus*、*Polyacroodus* などの歯化石が発見されている。エウゲネオドゥス類の接合歯列は、群馬県東村の八木原石灰岩から *Helicoprion* (Yabe, 1903)、宮城県気仙沼市の黒沢層から *Helicoprion* の 2 標本 (荒木, 1980; 後藤ほか, 2010)、宮城県登米市の登米層から *Helicampodus* が報告されている。ペタロドゥス類としては、岐阜県高山市福地の水屋ヶ谷層から *Petalodus* が報告されている。岐阜県本巣市の舟伏山石灰岩、大垣市の赤坂石灰岩累層下部層と最上部層からは *Neopetalodus* の歯が発見されている。群馬県佐野市の鍋山層から *Petalorhynchus*、滋賀県の霊仙山石灰岩から *?Serratodus* の正中歯が発見されている。全頭類のコクリオドゥス類については、岐阜県大垣市の赤坂石灰岩累層下部層から属・種不明の歯板の断面が報告された後、*Sandalodus* の歯と、新属新種と思われる 4 種のコクリオドゥス類の歯板化石が報告されている (未発表)。

これらの歯化石を見ると、すでに古生代において、今日見られるのと同様に、あるいはそれ以上に、軟骨魚類はかなりの多様性を示していたと言えよう。

西部太平洋産ヘラザメ属魚類の分類学的再検討  
Revision of the Genus *Apristurus* (Scyliorhinidae) from the Western Pacific

川内惇郎 (北海道大学大学院水産科学院)・仲谷一宏 (北海道大学)

<sup>1</sup>Junro Kawauchi and <sup>2</sup>Kazuhiro Nakaya

(1: Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 2: Hokkaido University)

ヘラザメ属 *Apristurus* Garman, 1913 はメジロザメ目トラザメ科に属し、両極域を除く全世界に分布し、水深 200-2000 m の深海海底付近に分布する。本属は吻が長く扁平する、尾鰭上葉に独立した肥大鱗列をもたないことなどで特徴づけられる。現在のところ世界から 35 有効種が認められており、西部太平洋からは 18 有効種が報告されている。本海域の本属魚類の分類は Nakaya (1975, 1991) や Nakaya and Sato (2000) などにより行われてきたが、全ての種を包括的に扱った研究はなくシノニム関係にある種や未記載種が存在することが示唆されており、未だに多くの分類学的な問題が残されている。このような現状のもと、本研究は西部太平洋産ヘラザメ属魚類を分類学的に再検討することを目的に行われた。

本研究で 929 個体の標本を観察した結果、本海域には 2 未記載種を含む 18 種が分布し、*A. internatus* と *A. micropterygeus* はそれぞれ *A. gibbosus* と *A. macrostomus* の新参シノニムであることが明らかとなった。日本周辺海域からは従来知られていた 6 種の他に、新たに 4 種 (*A. gibbosus*, *A. macrostomus*, *A. pinguis* および *A. sinensis*) が分布することが明らかになった。

The genus *Apristurus* Garman, 1913 is one of the largest genera among the sharks, and is found globally except for in polar areas, at depths of 200–2000 m. The genus is characterized by having a long and flattened snout, and the absence of distinct enlarged dermal denticles on the upper margin of the caudal fin. Thirty-five species are currently considered to be valid, and eighteen species of them have been reported from the western Pacific. Taxonomy of *Apristurus* from this region has been studied by some authors (Nakaya, 1975, 1991; Nakaya and Sato, 2000), but many taxonomic problems remain to be solved from the western Pacific. The purpose of this study is to review the genus *Apristurus* from the western Pacific.

Based on 929 specimens, eighteen species are recognized from this region, with two undescribed species, and *A. internatus* and *A. micropterygeus* to be a junior synonym of *A. gibbosus* and *A. macrostomus*, respectively. Four species (*A. gibbosus*, *A. macrostomus*, *A. pinguis*, and *A. sinensis*) are newly found to be distributed in Japanese waters.

カグラザメ目の鰓弓の相同性に関する一仮説  
A Hypothesis of Homology of Gill Arches in the Hexanchiformes

須田健太 (北海道大学水産科学院)・仲谷一宏 (北海道大学)

Kenta SUDA<sup>1</sup> and Kazuhiro NAKAYA<sup>2</sup>

(1: Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 2: Hokkaido University)

サメ類は一般的に5対の鰓弓をもつが、カグラザメ目は6-7対の鰓弓をもつ。カグラザメ目の鰓弓の相同性に関しては、現在までに統一見解は得られていない。本研究は、骨格系と循環系から、カグラザメ目の鰓弓の相同性を検証した。比較解剖の結果、第1鰓弓( $\alpha$ 鰓弓)の相同性は、 $\alpha$ 鰓弓に関連する第1入鰓動脈が入舌動脈と連結することから、最後方から2対目の鰓弓( $\gamma$ 鰓弓)と最後方の鰓弓( $\delta$ 鰓弓)との相同性は、互いの鰓弓の背側部の要素が癒合しないが近接することから、サメ類全体で相同と判断した。Shirai (1992) は残りの鰓弓、すなわち5対のサメの第2-3鰓弓、6対のサメの第2-4鰓弓、そして7対のサメの第2-5鰓弓を $\beta$ 鰓弓として定義した。カグラザメ目の最後方の $\beta$ 鰓弓の出鰓動脈は、 $\gamma$ 鰓弓の出鰓動脈と連結する。この形態は他のサメ類には見られない形態であることから、最後方の $\beta$ 鰓弓が鰓弓‘増加’の一つの原因と考えられるが、骨格では同様の形態が他のサメ類にも確認される。従って $\beta$ 鰓弓は形態的に区別する事が出来ず、カグラザメ目の鰓弓の‘増加’は $\beta$ 鰓弓に起因すると考えられる。

Sharks have five gill arches generally, but the Hexanchiformes has six to seven gill arches. The homology of gill arches in the Hexanchiformes does not reach consensus to the present. In this study, homology of the gill arches in the Hexanchiformes is examined based on the skeletal and circulatory system. After the comparative anatomy, homology of the first ( $\alpha$  arch), penultimate ( $\gamma$  arch), and ultimate ( $\delta$  arch) gill arches are inferred in the living sharks based on following reasons: the first afferent branchial artery, associated with the  $\alpha$  arch, is connected with the afferent hyoidean artery; dorsal elements of the  $\gamma$  and  $\delta$  gill arches are not fused but contiguous. Shirai (1992) defined the remaining gill arches, i.e. second to third gill arches in five-gilled sharks, second to fourth in six-gilled, and second to fifth in six-gilled, as the  $\beta$  arch. The posteriormost efferent branchial artery of the  $\beta$  arch (antepenultimate gill arch) in the Hexanchiformes is connected with the efferent branchial artery of the  $\gamma$  arch. It is possible that the antepenultimate gill arch is the cause of ‘increase’ of gill arch in the Hexanchiformes because the artery in the antepenultimate gill arch is connected with the artery in the  $\gamma$  arch, but skeleton of the antepenultimate gill arch in the Hexanchiformes is unable to be distinguished from that in the other sharks. Consequently, all the  $\beta$  arches in the living sharks are morphologically undistinguished; therefore, it is thought ‘increase’ of the gill arch is caused by the  $\beta$  arch.

ミトコンドリア DNA 全長配列決定によるカグラザメ目 5 種の系統関係  
**Phylogenetic relationships of Hexanchiformes species elucidated by complete mitochondrial genome determination**

田中景子<sup>1</sup>、椎名隆<sup>1</sup>、猪子英俊<sup>1</sup>、田中彰<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup> 東海大学医学部、<sup>2</sup> 東海大学海洋学部 )  
Keiko Tanaka<sup>1</sup>, Takashi Shiina<sup>1</sup>, Hidetoshi Inoko<sup>1</sup> and Sho Tanaka<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup> Sch. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ., <sup>2</sup> Med. Sch., Tokai Univ. )

ツノザメ上目に属するカグラザメ目は他のサメ類と比較して異なる外部形態を示すがカグラザメ目の分子進化学的情報は乏しく、その系統関係は不明である。本研究ではカグラザメ目 5 種 (ラブカ・エビスザメ・エドアブラザメ・カグラザメ・シロカグラ) の他にツノザメ上目ツノザメ目 1 種 (オンデンザメ) ならびにネズミザメ上目メジロザメ目 1 種 (チヒロザメ) を加えた計 7 種のミトコンドリア DNA (mtDNA) ゲノム全塩基配列を決定し、既知の 13 種を含む計 20 種の比較から、その進化学的位置の考察を目的とした。

方法として、筋肉片より抽出した DNA を用いてシトクローム b (CYTB) 遺伝子の PCR 増幅、その塩基配列決定および類似性検索により解析対象種であることを確認した後、その塩基配列をもとに設計したプライマーを用いてロング PCR 増幅を行った。その産物の塩基配列をショットガン法により決定した。得られた塩基配列より推定された 12 個の遺伝子 (ND6 を除く) のアミノ酸配列を用いて、ClustalW にて整列化後、近隣結合法 (MEGA ver.4、PAM matrix model)、最尤法 (PyhML、mtREV+I+F model)、ベイズ法 (Phylogeny.fr、mtREV+I+F model) により分子系統樹を作成した。

本研究にて解析した 7 種の mtDNA 配列には 13 個の遺伝子、2 個の rRNA、22 個の tRNA ならびに D-loop 領域が他のサメ類同様に確認された。カグラザメ目の 5 種の D-loop 領域は 1326bp から 3259bp とその他のサメ類の 1050bp から 1095bp よりも著しく長い塩基数を有していた。本研究では、近隣結合法、最尤法、ベイズ法のいずれの系統関係ともサメ類とエイ類の種分岐後にカグラザメ目がサメ類の中で最も古い時期に分岐し、その後他のツノザメ上目とネズミザメ上目が分岐するという新しい系統関係が示唆された。

## シーケンシングによるサメ MHC 領域の比較ゲノム解析 Comparative genome analysis of shark MHC regions

椎名 隆<sup>1</sup>、田中景子<sup>1</sup>、Yuko Ohta<sup>2</sup>、Martin F. Flajnik<sup>2</sup>、田中 彰<sup>2</sup>、猪子英俊<sup>1</sup>  
(1 東海大学医学部、2University of Maryland、3 東海大学海洋学部)

ほぼ全ての脊椎動物に認められる主要組織遺伝子複合体 (Major Histocompatibility Complex = MHC) にコードされる MHC 抗原は、免疫誘導における自己-非自己の識別に関与し、細菌やウイルスなどの外来抗原由来のペプチドと結合して、T 細胞に抗原提示することにより、抗体産生や細胞免疫を誘導する。すなわち、MHC 抗原は自己たる身体に進入して健康を脅かす非自己たる異物を識別し、これを駆逐する免疫応答の誘導に重要な働きをこなす。我々は、ヒトからサメまでの他種におけるゲノムシーケンシングを進めており、それらを比較解析することによりゲノム進化、形成の分子機構を解明することを試みている。これまでにコモリザメ MHC 領域、約 400 kb のゲノム配列を決定した結果、ヒト MHC 領域同様に MHC-I、TAP1, TAP2, LMP, BRD2 遺伝子が同定され、興味深いことにヒトやその他の生物種では MHC 領域と独立して位置する B2M ( $\beta$  2 ミクログロブリン) 遺伝子がこの領域に位置することを発見した。B2M 分子は MHC クラス I 抗原との結合により T 細胞への抗原提示能を有することから、サメの MHC 領域はその他の生物種よりも原始的なゲノム構造を保持すると考えられた。さらに、同定されたすべての遺伝子の長さはヒト直系遺伝子 (オーソログ) よりも 5~7 倍長かったことから、遺伝子長の増減に進化の方向性があると考えられた。ところが、これら特徴はコモリザメ特有なものである可能性もあるため、現在ミトコンドリア DNA 解析よりサメ類の中で比較的古い時期に種分化したと示唆されたツノザメ上目ラブカにおけるゲノム解析も併せて進めている。



## ミツクリザメの摂餌行動とその意義

### Feeding Behavior of Goblin Shark, *Mitsukurina owstoni* and its Implication

仲谷一宏 (北大)・須田健太・大野 誠 (北大院水産)・佐藤稔彦・高野克彦 (NHK)  
(Kazuhiro Nakaya, Kenta Suda, Makoto Ohno, Toshihiko Sato and Katsuhiko Takano)

ミツクリザメは横浜近海から得られた全長約 1 m の標本に基づき、1898 年に新科新属新種として記載された。本種は世界各地で散発的に採集されていたが、近年東京湾海底谷などから数多くの未成熟標本が採集され (Yano et al. 2007)、短期間水族館で生きた個体が展示されたこともあるが、ミツクリザメの生態はほとんど解明されていないのが現状である。

このような中、NHK の撮影チームが 2008 年に東京湾海底谷で発見されたミツクリザメの噛みつき行動を海中撮影することに成功した。この行動を解析するために、標本の形態情報と、撮影された噛みつき行動の動画を併せて検討した。その結果、彼らの摂餌行動は、安静状態から 0.17 秒で下顎が最大限引き下げられ、その後長大な舌顎軟骨の回転により、両顎が開かれたまま高速で前方に押し出され、最前端で両顎を閉じるという経過をたどり、その所要時間は僅かに 0.33 秒であった。遊泳速度の遅い (解剖所見と動画による) ミツクリザメは両顎を瞬間的に大きく前方に“投げ出す”ことでエサの獲得能力を高めていると推定される。この様子は動作の緩慢なカメレオンやヤゴの摂餌法を想起させる。

Goblin shark was described in 1898, based on a specimen from Yokohama, and this species has spottily been reported from the world oceans since. Many specimens, all immature, have been reported from the depths in the Tokyo Bay (Yano et al., 2007), but its biology is still unknown. NHK Underwater Filming Team successfully videotaped the biting behavior of the goblin shark in the Tokyo Bay, and we analyzed it in order to clarify the feeding behavior of the goblin shark. The shark maximally lowered its lower jaw from its resting position in 0.17 second. Immediately, both jaws were quickly sent out forward for a considerable distance, and one biting behavior finished in only 0.33 second. The goblin shark, which is a slow swimmer, appears to have obtained an excellent feeding ability by throwing its jaws out quickly and for a great distance. This reminds us of the feeding behaviors of the dragonfly larva and chameleon.

## CT スキャンを用いたサメ類の機能形態 Using CT scanner for functional morphology of sharks

佐藤圭一・内田詮三(沖縄美ら海水族館)・仲谷一宏(北大)・荒井一利(鴨川シーワールド)  
Keiichi Sato, Senzo Uchida (Okinawa Churaumi Aquarium), Kazuhiro Nakaya  
(Hokkaido University) and Kazutoshi Arai (Kamogawa Sea World)

サメ類の機能形態学は、主に解剖学的所見に基づく調査、および画像解析によるデータに基づくものが主流であった。近年ではコンピューター性能の向上にとともに、三次元の画像処理が可能となり、CT 画像やMRI 画像を立体構築した画像での解析が一般化しつつある。今回筆者らは、摂餌機構が明らかとなっていないミツクリザメについて、顎の突出機構の解明を試みた。千葉県金谷沖で採集された本種の冷凍標本を、SIEMENS 社製 CT スキャンにより断層撮影し、画像解析ソフト AZE Virtual Place により 3D 画像解析した。その結果、本種の噛み付き過程において、最も収縮率の高い部位は、coraco-mandibularis (肩帯-下顎を結ぶ筋肉)、coraco-hyoideus (肩帯-基舌軟骨を結ぶ筋肉)、coraco-arcualis (肩帯-鰓弓を結ぶ筋肉)であることが推測された。また、突出に際して pre-orbitalis がやや収縮し、前方への突出に関与している様子が確認された。ミツクリザメにおける顎の突出は、大きく弓を引くように下顎および舌弓が後方へ引かれ、弛緩と同時に両顎が突出、直後に quadrato-mandibularis (閉顎筋)が収縮し閉顎することが推定された。この過程は多くのメジロザメ・ネズミザメ類にも共通するが、本種は舌顎軟骨が顕著に長く、下顎および角舌骨との関節の可動域がきわめて大きいことにより、特異的な前方突出を獲得したと考えられる。本研究を実施するにあたり、シーメンスジャパン(株)および(株)AZE 畦元将吾氏に厚く御礼を申し上げる。

Studies on the functional morphology have been made mainly based on the anatomical observations and graphical analyses on the living animals. However, as the digital instruments progress, it became popular to analyze 3D graphics using CT and MRI scanning in recent years. Here we present a model of the jaw protrusion in the goblin shark, *Mitsukurina owstoni*, of which feeding mechanisms have been unknown until now. Our observations on the 3D CT image reconstructions suggest that the coraco-mandibularis, coraco-hyoideus and coraco-arcualis are the most contracted muscles concerning with all the phases in total feeding motions of this species. In addition, pre-orbitalis may effects protrusion by pulling posterior region of both jaws. We suppose that the mechanisms of the jaw protrusion are activated with revolting (depressing) mandibular and hyoid arches posteriorly in the pre-protrusion phase. These processes are common with those of the other carcharhinid and lammoid sharks, but the goblin shark acquired the ability of conspicuous jaw protrusion by possessing extremely long hyomandibula and its wide mobile range of hyomandibular-ceratohyal articulation. We express sincere thanks to SIEMENS JAPAN Co. and Mr. S. Azemoto of AZE Co. for donations and contributions to our research.

高次捕食者であるサメ・エイ類が有明海生態系に及ぼす影響  
The ecological roles of elasmobranchs as an apex predator in Ariake Bay - ecosystem

山口敦子・古満啓介・久米元（長崎大水産）  
Atsuko Yamaguchi, Keisuke Furumitsu and Gen Kume  
(Faculty of Fisheries, Nagasaki University)

長崎、佐賀、福岡、熊本の4県が面する有明海は九州最大の内湾であり、その面積は東京湾よりも大きく、現存する干潟面積は日本一である。多くの流入河川を擁し、広大な干潟が広がる有明海の平均水深は約20mと浅いが、島原半島に沿った海域（有明海中央部）の最も深い地点の水深は100mを超える。近年、有明海では赤潮の頻発、貧酸素水塊の発生、底層環境の悪化などに加え、諫早湾の締め切り堤防建設などにより生物の生息場所が縮小するなど、その生息環境は急速に悪化したものとみられ、二枚貝類や底生魚類の漁獲量は大幅な減少傾向にある。しかし一方で、ナルトビエイやアカエイ類をはじめとしたエイ類の増加が指摘されており、2001年からはナルトビエイが摂食する二枚貝を保護するため、駆除が行われている。

有明海の現状から推測すると、有明海の生物生態系の構造は短期間のうちに急激に変化し、バランスを欠いているものとみられる。しかし、有明海に生息する魚類の種類とそれらの生態、その群集構造（食物網の構造）や生態系の持つ機能についての研究は過去に行われておらず、特にサメ・エイ類等の高次捕食者についての情報は皆無であった。そこで演者らは、2000年から有明海をフィールドに、魚類の季節ごとの生息状況、主要な魚類（硬骨魚類、板鰓類）の分布、回遊、成長、繁殖、食性等の生活史、食物網の解析と魚種間の相互作用等についての研究を総合的に行ってきた。これまでのところ、高次捕食者であるサメ類は減少傾向にあり、捕食者であるサメ類の減少がその下位の生物群であるエイ類を一時的に増加させた可能性があることがわかってきた。また、エイ類増加による摂食圧の増大は、既に大幅に減少していた二枚貝類をさらに減少させた可能性がある。一方で、ヒラメ・カレイ類やニベ・グチ類などの水産資源減少には、食性などの生活史の面からみて競合関係にあるとみられるエイ類の増加が少なからず関与している可能性もあり、調査が必要であることがわかった。

有明海に生息することがわかった300種を超える魚類には、少なくとも19種のサメ・エイ類が含まれる。エイ類は種数・量ともに豊富で、中でもアカエイ属の種数が最も多い。一方で、かつて重要な食用資源となっていたホシザメやカスザメは有明海からは消滅してしまった可能性が高い。この講演では、演者らが行ってきた硬骨魚類、軟骨魚類の分類・分布・生態・回遊・集団構造等の生物学的な研究成果の中から、サメ・エイ類に関するトピックスを紹介する。また、生態系をベースに資源回復と生物多様性保全を実現するために、有明海の魚類を中心とした食物網の解析と、高次捕食者の動態が有明海生態系を構成する他の生物に与える影響の調査研究についても紹介し、今後の展望について考えたい。

有明海およびその周辺海域におけるスミツキザメの生活史に関する知見  
Aspects on the life history of the whitecheek shark, *Carcharhinus dussumieri*, in  
Ariake Bay and the surrounding ocean.

伊藤毅史 (長崎大院生産)・古満啓介・山口敦子 (長崎大水産)  
Takeshi Ito (Grad. Sch. Sci. Tech., Nagasaki Univ.), Keisuke Furumitsu and Atsuko  
Yamaguchi (Fac. Fish., Nagasaki Univ.)

【目的】スミツキザメ *Carcharhinus dussumieri* はメジロザメ科メジロザメ属に属し、ペルシヤ湾から南日本にかけての温暖な沿岸域に生息する小型種である。スミツキザメは有明海および周辺海域において刺網や底曳網などによって漁獲され、漁業資源として利用されている。しかし、本種の生活史に関する知見はごく限られており、日本沿岸においては過去の研究報告はない。そこで本研究では、有明海およびその周辺海域におけるスミツキザメの生活史を解明することを目的として、繁殖生態、分布、食性について明らかにした。

【方法】2006年5月から2010年11月に有明海、橘湾、野母崎周辺海域、天草灘で刺網、底曳網、延縄などにより漁獲された合計480個体(雄:226個体、雌:254個体)を用いた。標本は漁獲後、船上もしくは氷蔵して研究室に持ち帰り、生物学的測定と解剖を行った。成熟度は、雄では交尾器の硬さ、精巣と貯精囊の発達状態、精子の有無により、雌では子宮と卵殻腺の発達状態、卵巣卵の成熟状態、胎仔の有無により判断した。成熟サイズを推定するために、50%成熟サイズを算出した。成熟した雄の生殖腺重量指数(GSI)と精巣の組織学的観察により交尾期を推定した。食性を調査するために、胃を摘出して10%中性ホルマリン溶液で固定した。餌生物は可能な限り種のレベルまで査定し、Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ )などを算出した。

【結果】50%成熟サイズは、雄で890 mm TL、雌で910 mm TLと推定された。漁獲調査の結果から、本種は有明海奥部の浅海域に5月頃から来遊し始め、6月から7月にかけて出産することが分かった。雄のGSIと精巣の組織学的観察の結果から、6月以降に交尾を行うと考えられた。妊娠期間は約1年であると推定された。成魚は浅海域で出産を行った後、すぐに有明海中央部の深場へ移動するが、当歳魚はその後もしばらくの間浅海域に留まった後、同様に中央部の深場へ移動することが分かった。また、本種は冬に有明海で全く漁獲されなくなることから、湾外へ移動する可能性が考えられた。

全体の空胃率は12.6%、平均の体重あたりの胃内容物重量比は1.05であった。平均重量%(平均%W)、出現頻度(%F)、RI (RI=平均%W×%F)の何れの指標から見ても魚類(平均%W; 37.6、%F; 58.6、RI; 2206)、頭足類(平均%W; 26.5、%F; 57.0、RI; 1510)、甲殻類(平均%W; 28.4、%F; 36.9、RI; 1050)が高い値を示しており、これらが重要な餌生物であることが分かった。 $H'$ は1.71と比較的高い値を示していたことから、本種は様々な種類の餌生物を捕食する Generalist に分類された。

アカエイ属の繁殖戦略 —有明海のフィールドから見てきたこと—  
Reproductive strategies of Dasyatid species, from Ariake Bay

古満啓介・山口敦子（長崎大水産）

Keisuke Furumitsu and Atsuko Yamaguchi

(Faculty of Fisheries, Nagasaki Univ.)

有明海は長崎、佐賀、福岡、熊本の4県に囲まれ、潮の干満の差が最大6mにも達し、国内の干潟面積の約40%を占める広大な干潟域を持つ九州最大の内湾である（鷲尾ら、1996）。その生物相は日本では他に例を見ないほど個性的であり、ムツゴロウやワラスボなどの特産種のイメージが強いが、実はサメやエイなどの軟骨魚類が多い海域でもあることが最近になって明らかになったばかりである（山口ら、2009）。

軟骨魚綱の板鰓亜綱に含まれるサメ・エイ類は、世界から少なくとも1000種が報告されており、約半数を超える547種をエイ目が占めている。エイ目は、9亜目23科からなり、トビエイ亜目では最大のグループであるアカエイ科には、66属69種が含まれる。その中でも、アカエイ属に分類される種が約38種と最も多く、日本にはそのうち9種が分布する（Compagno, 2005; 中坊, 2000）。これまでの調査によって有明海からは、アカエイ、イズヒメエイ、シロエイ、ズグエイおよびヤジリエイの5種に加え、未記載種1種（アリアケアカエイ）を含む6種が分布することを確認した（山口, 2003; 古満, 2009; 古満・山口, 2004, 2010; 古満ほか, 2006）。このように多くのアカエイ属魚類が分布する海域は、日本では他に例を見ない。

サメ・エイ類の再生産は、卵生あるいは胎生であり、繁殖様式に関わらず、全ての軟骨魚類は体内受精を行い、雌の生殖系内で胚形成の初期段階が生じる。胎生には、非胎盤型（形態学的に明確な管の交換器官は形成されない）と胎盤型（母体と胎仔の交換器官が形成される）の2種類があり、一般にStingrayとよばれるエイ類の繁殖様式は、非胎盤型の胎生であると考えられている。胎仔は初め卵黄の栄養に頼る。卵黄の蓄えが消耗されるとともに、母体の子宮は子宮絨毛と呼ばれる血管が発達した柔突起を発達させ、発生中の胎仔を育てるために栄養となる子宮ミルクを分泌するとみられている（Hamlett and Hysell, 1998）。

アカエイ属の繁殖様式は、胎生の非胎盤型であり、妊娠中～後期には子宮絨毛から分泌される子宮ミルクを栄養として胎仔を成長させる。同じアカエイ属の中でも繁殖特性には大きな違いがみられ、繁殖周期は年1～3回、妊娠期間は約3～12カ月、胎仔数は1～10個体と種によってさまざまである。そこで本発表では有明海を例に、これまでの研究で明らかとなってきたアカエイ属魚類の繁殖戦略について紹介する。

八丈島周辺海域で駆除されるサメ類と生態系への影響  
**Shark culling and its influence on marine ecosystem  
in the waters of Hachijo island, Izu islands, Japan**

堀井善弘 (東京都島しょ農林水産総合センター八丈事業所)  
大泉 宏・田中 彰 (東海大学海洋学部)

Yoshihiro Horii (Hachijo Branch, Tokyo Metropolitan Center for Agriculture, Forestry and Fisheries)  
Hiroshi Ohizumi and Sho Tanaka (School of Marine Science and Technology, Tokai University)

近年、日本各地で板鰐類による漁業被害が多く報告されている。伊豆諸島八丈島周辺でも、キンメダイ *Beryx splendens*、ハマトビウオ *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus*、カツオ *Katsuwonus pelamis*などを対象とする漁業で、漁獲物の横取りによる『食害』タイプの被害が多く発生しており、その被害金額は約2千万~1億円、年間水揚金額の約2~10%に及ぶと推定されている。その有効な被害対策として各地で駆除が実施されているが、駆除された板鰐類の個体数は総数として記録されるものの、正確な種査定に基づいた種ごとの捕獲数が記録されている例は少ない。また、板鰐類の生態学的知見が少なく、駆除活動が海洋生態系に与える影響について十分に検討されていないのが現状である。そこで、八丈島周辺海域において駆除活動により捕獲されるサメ類の種数、個体数および生物学的な知見を把握するとともに、駆除が海洋生態系に与える影響を含めて漁業被害が問題化する背景について検討した。

2005年8月以降、2010年10月現在、八丈島周辺海域において駆除目的で捕獲されたサメ類は、カグラザメ *Hexanchus griseus*、オオワニザメ *Odontaspis ferox*、オナガザメ属2種(ニタリ *Alopias pelagicus*、ハチワレ *A. superciliosus*)、アオザメ *Isurus oxyrinchus*、メジロザメ属7種(クロヘリメジロ *Carcharhinus brachyurus*、ハナザメ *C. brevipinna*、クロトガリザメ *C. falciformis*、ガラパゴスザメ *C. galapagensis*、ヨゴレ *C. longimanus*、ドタブカ *C. obscurus*、メジロザメ *C. plumbeus*)、イタチザメ *Galeocerdo cuvier*、ヨシキリザメ *Prionace glauca*、シュモクザメ属2種(アカシュモクザメ *Sphyrna lewini*、シロシュモクザメ *S. zygaena*)の合計16種307尾に及び、そのすべての種がIUCNレッドリストで準絶滅危惧(NT)以上のカテゴリーに属している。さらに絶滅危惧・危機種(EN)のアカシュモクザメが全捕獲数の4%を占め、絶滅危惧・危急種(VU)も8種、全捕獲数の29%を占めていることが明らかになった。また、駆除されたサメの胃内容物からは漁業対象種も多く確認され、クロトガリザメとカツオのように主分布域が表層域で重なり、通常、海洋生態系内でも捕食被食関係にある状態での被害パターンのほかに、表層性のヨゴレと底生性のキンメダイのように主分布域が異なり、漁業活動により捕食被食関係が生じて食害が発生する被害パターンがあることが推定された。

サメ類による漁業被害が問題化した時期は、沿岸漁業の漁獲量の減少期と重なっており、サメ類の現存量が増加している可能性よりも、サメ類より栄養段階の低い漁業対象種の現存量が減少し、海洋生態系のバランスが『Top Heavy』の状態になったことにより被害率が高くなっている可能性も否定できない。よって、漁業被害を軽減させるための原因療法として、生態系ベースを視野に入れた漁業資源の適切な管理が必要であり、対症療法的に現在行われ

ているサメ類の駆除も、正確な駆除数のモニタリングと生物学的知見を収集し、今後、海棲哺乳類で実施されている PBR (生物学的潜在除去数)など参考にしながら計画的な駆除を導入する必要がある。

## 八丈島周辺海域における外洋性サメ類の行動生態調査(速報)

### Behavior of pelagic sharks (Carcharhinidae spp.) in waters of Hachijo island, Tokyo

森 友彦(東海大学大学院海洋学研究科)・堀井善弘(東京都島しょ農林水産総合センター八丈事業所)・田上英明・小松輝久・佐藤克文(東京大学大気海洋研究所)・大泉 宏(東海大学海洋学部)

Tomohiko Mori (Gradual School Marine Science and Technology, Tokai University), Yoshihiro Horii (Hachijo Branch, Tokyo Metropolitan Center for Agriculture, Forestry and Fisheries), Hideaki Tanoue, Teruhisa Komatu, Katsufumi Sato (Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo), and Hiroshi Ohizumi (School Marine Science and Technology, Tokai University)

八丈島周辺海域では外洋性サメ類による漁具の破損や漁獲物の横取りなどの漁業被害が多数報告されており、その被害額は、年間約2千万~1億円に及ぶと推定されている。捕獲されたサメ類の食性分析の結果、メジロザメ科数種(クロトガリザメ *Carcharhinus falciformis*、ガラパゴスザメ *C. galapagensis*、ヨゴレ *C. longimanus* など)が主要な加害種であることが判明しつつあるが、これらの食害加害種の行動生態については不明な点が多く、漁業被害を加えるまでのプロセスが分かっていない。そこで私たちは八丈島周辺海域で、外洋性サメ類の行動生態や生息環境を明らかにすることを目的としてバイオリギング手法を用いた調査を行い、八丈島周辺海域で外洋性サメ類へのデータロガー装着及び回収に成功し、遊泳行動等のデータを取得することができたのでここに報告する。

本調査では、八丈島周辺海域において、東京都漁業調査指導船「たくなん」で立縄漁具により釣り上げられたサメを用い、遊泳速度・深度・加速度・温度が記録可能なデータロガー(W2000-PD2GT)、VHF 発信器、切離装置、浮力体の4つから構成される標識を使用した。標識の装着および放流方法は、サメを舷側まで引き寄せ、鉈を用いて体側に装着したのち、釣り針に近い部分を切断してサメを放流した。標識は、切離装置の設定時刻にサメの魚体から切り離され、海面へ浮上する構造となっており、海面に浮上した標識から発信されている電波をVHF受信機で探知し、浮上した方角を検出しながら「たくなん」により回収作業を行った。

2009年7~9月、2010年8~10月に調査を行い、イタチザメ *Galeocerdo cuvier* 2尾、クロトガリザメ 1尾の計3尾に標識の装着および回収に成功し、遊泳行動のデータを取得することが出来た。イタチザメではそれぞれ約1時間半及び20時間の行動を記録し、水温19°C~27°Cの範囲で、深度約200mまでの連続的な潜水行動が見られた。また昼間と比べて夜間の潜水間隔のほうが長く、夜間は海面への浮上回数が少ない傾向が見られた。クロトガリザメでは約7時間半の行動を記録し、水温22°C~27°Cの範囲で、深度約120mまでの連続的な潜水行動が見られた。また潜水深度が比較的浅く、潜水の多くが水深100m以浅であった。



## 八重山諸島周辺海域におけるサメ類の分布 Distribution of sharks around Yaeyama Islands, Okinawa

矢野寿和(東海大院海洋)・平良守弘(石垣市水産課)・堀江 琢・田中 彰(東海大海洋)  
Toshikazu Yano (Grad. Sch. Mar. Sci. & Tech., Tokai Univ.), Morihito Taira (Ishigaki City),  
Taku Horie & Sho Tanaka (Sch. Mar. Sci. & Tech., Tokai Univ.)

【目的】沖縄県八重山諸島周辺海域ではサメ類による漁獲物への食害や漁具の破損が漁業者により報告されている。また、イタチザメを含む数種のサメ咬症の報告もある。そのため、漁業被害軽減目的及び人的被害防止のために、1987年から有害水産動物駆除事業が実施されている。高次捕食者であるサメ類の過剰な駆除により、そのトップダウン効果を抑制し、その結果生態系のバランスが乱れる恐れがある。そのため、サメ類の種組成や分布特性、豊度について詳細に検討する必要がある。本報告では、経年的に捕獲されたサメ類の生物学的知見を蓄積する研究の一環として、本海域におけるサメ類の分布特性を明らかにすることを目的とした。

【方法】試魚は1987年から2010年の間に、各部会（一本釣、電燈潜、籠網）がそれぞれ年1回あるいは2回夏季（一部春季）に延縄漁法にて捕獲した。駆除された板鰐類の水揚作業中に、漁獲場所・水深、種判別、性別、体長、体重などを記録した。

【結果】1987年以降、合計2443個体の板鰐類が捕獲された。最も捕獲数の多い年は2007年の185個体で、最も少ない年は1987年の39個体であった。1996年以降は合計1615個体、6目2亜目12科17属25種が確認された。八重山諸島周辺の32地点で板鰐類が捕獲された。最も多くの板鰐類が捕獲された地点は、32番で357個体捕獲され、次いで5番の205個体であった。また、本海域ではイタチザメが最も多く捕獲され、全板鰐類中59.4%を占め、次いでツマジロが20.1%を占めた。イタチザメとツマジロは、全捕獲場所32地点中それぞれ29地点と23地点に出現した。また、カマストガリザメは捕獲地点データを持つ90個体中51個体が9番で捕獲された。

八重山諸島周辺海域におけるツマジロの年齢推定と成長  
Age estimation and growth of silvertip shark, *Carcharhinus albimarginatus* around Yaeyama  
Islands, Okinawa

藤波裕樹・矢野寿和(東海大院海洋)・堀江 琢・田中 彰 (東海大海洋)  
Yuuki Fujinami, Toshikazu Yano (Grad.Sch.Mar.Sci.&Tech., Tokai Univ.), Taku Horie and Sho Tanaka  
(Sch.Mar.Sci.&Tech., Tokai Univ.)

[目的] 沖縄県八重山諸島周辺海域ではサメ類による漁獲物への食害や漁具の破壊といった漁業被害が報告されており、その対策として 1987 年から毎年サメ駆除が行われている。近年、世界的な野生生物保護運動が高まり、高次捕食者であるサメ類の生態系における役割とその資源管理について再検討されている。そこで、本研究では八重山諸島周辺海域に生息するサメ類の中で生物学的知見が乏しく、サメ駆除の際イタチザメに次いで多く捕獲されているツマジロを対象とし、その年齢・成長について調査を行った。

[材料と方法] 試魚は、1997 年~2010 年にかけてサメ駆除により延縄漁法で採集された雄 120 個体(体長範囲 57cm~174cm)、雌 117 個体(体長範囲 61cm~194cm)、計 237 個体である。その内、雄 87 個体、雌 79 個体の脊椎骨を年齢査定に使用した。脊椎骨椎体は切片作成後(厚さ 0.1mm~0.3mm)、5% 蟻酸で脱灰し、ヘマトキシリン染色によって明瞭化し、顕微鏡下で輪紋数、輪紋半径、椎体半径を計測した。その後、観察値、SPH と Dahl の式を用いて各年齢の計算体長を算出し、表計算ソフトウェア(MS-Excel)のソルバーを用いて von Bertalanffy の成長パラメータを推定した。また、交接器の長さ、骨形成の状態、子宮の最大幅のデータを元に雌雄の成熟体長・成熟年齢を推定した。

[結果] 輪紋は、雄 82 個体、雌 75 個体で観察できた。本研究の採集個体は 8 月~9 月に行われたサメ駆除で捕獲された個体に限定されているため、輪紋形成時期・輪紋形成周期の特定はできなかった。多くのメジロザメ科のサメでは年に 1 回輪紋が形成されていることから、本研究においてもツマジロの輪紋は年に 1 輪形成されると仮定した。輪紋は雄で 1~12 輪、雌で 2~16 輪形成されていた。成長式のパラメータの適合度を示す  $\chi^2$  値は、雄では Dahl の式からの計算体長、雌では観察値の体長より求めたものが最も小さかった。また雄の適合度が雌よりも高かった。観察値から求めた理論的極限体長  $L_{\infty}$  は雄 256.8cm、雌 246.0cm、成長係数(k)は雄 0.073、雌 0.081、理論的出生年齢( $t_0$ )は雄-3.81、雌-3.80 となった。雌雄間で成長式の相違は見られず、ほぼ同じ成長を示した。また、雄の成熟体長は 136cm、成熟年齢は 6~7 歳、雌の成熟体長・年齢は少なくとも体長 150cm、8 歳以上であると考えられた。

トラザメ *Scyliorhinus torazame* の日本における地域集団について  
Local populations found in the catshark *Scyliorhinus torazame* in Japan

六車 香織 (名古屋大学大学院生命農学研究科)・吉野 哲夫 (琉球大学理学部海洋自然科学科)

Kaori Muguruma (Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University) and Tetsuo Yoshino (Dept. of Marine Sciences, University of the Ryukyus)

トラザメ *Scyliorhinus torazame* (Tanaka, 1908) はトラザメ科 Scyliorhinidae トラザメ属 *Scyliorhinus* に含まれる軟骨魚類で、北海道南部以南の日本各地、東支那海、朝鮮半島東岸、渤海、黄海に至る西部太平洋の大陸棚上で一般的に見られ (Compagno et al., 2005, 吉野・青沼, 2000), 最大 50 cm まで成長する底生種である。本種では、斑紋等のいくつかの形態形質に関して地域間で変異が認められているが、遺伝学的な知見を含めその集団構造は明らかにされていない。そのため本研究では、形態および分子学的手法を用いて日本産トラザメ集団における多様性の検討を目的とした。北海道産、相模湾産、千葉県産、島根産、東支那海産、沖縄産の個体に関して mtDNA の 16S rRNA 遺伝子領域の後半部分 (16S) および cyt b 遺伝子の後半領域 (cyt b), 調節領域の前半部分 (調節領域) について塩基配列を決定し、得られた塩基配列のうち相同性の確認できた 16S rRNA の 380 bp および cyt b の 321 bp, 調節領域の 332 bp を解析に用いた。その結果、16S と cyt b では変異が確認されたが地域集団を特徴付けるようなものではなかったのに対し、調節領域では地域集団に特徴的な配列が確認され、近隣結合法より求めた系統樹では複数のクラスターが認められた。脊椎動物の mtDNA を用いた分子生物系統学的研究において 16S rRNA 遺伝子領域は種間または属間の系統類縁関係を検討するためによく用いられており (西田ら, 1998), 今回得られた日本産トラザメの同領域における塩基置換率はトラザメと同属他種である *S. canicula* 間の値よりも明瞭に低いことから、本種の各地域集団間に見られた変異は種間レベルには達していないと考えられる。このことから日本産のトラザメは種内レベルで各々独立した 3つの遺伝集団、沖縄集団、北海道・東支那海・島根県集団、相模湾・千葉県集団を形成していることが示唆された。得られた系統樹に形態情報 (体表面の斑紋パターン、両顎歯列数等の計数形質など) をマッピングしたところ、沖縄集団では比較的多い両顎歯列数、腹面にある明瞭かつ広範囲にわたる暗色斑により他の地域集団と明瞭に区別されたが、他の形態形質については地域を特徴づけるような形質は認められなかった。また今回の詳細な形態観察の結果、トラザメの計数形質に関する変異の幅は既報のデータよりも広がった。

**響灘で採集された奇形トビエイについて**  
**About the deformed Eagle ray, *Myliobatis tobijei*, collected off Hibiki-nada, Yamaguchi**  
**Prefecture, southern Japan**

落合晋作・進藤英朗・土井啓行・石橋敏章（下関市立しものせき水族館）  
Shinsaku Ochiai, Hideaki Shindo, Hiroyuki Doi, and Toshiaki Ishibashi  
(Shimonoseki Marine Science Museum)

トビエイ *Myliobatis tobijei* は、温帯から熱帯の沿岸域に生息し、本邦では北海道～東シナ海にかけて広く分布している。下関市立しものせき水族館では、2008年12月23日に山口県下関市豊浦町沖響灘に設置された定置網（水深 18m）にて採集された奇形トビエイを搬入し、2009年2月19日に死亡するまで（59日間）飼育することができた。また、死亡後に X 線撮影にて骨格の形状を観察することができた。本発表では、これらで得られた知見について報告する。

採集されたトビエイは、体盤幅 215.5mm、体盤長 116.1mm、体重 140 g のメスで、当館でのトビエイの産出サイズから、奇形個体は当歳魚であると考えられた。奇形部の形状は、頭部を挟んだ胸鰭上端が突起状に頭部より遊離した状態で、遊離部分の基部から先端までの長さは 26.3mm で、頭部に向かって弓形な形状であった。また、胸鰭が頭部先端で癒合していないことから頭鰭が発達せず、頭部の形態も正常個体とは異なる形状であった。

当館へ搬入後は、水量 4.2 m<sup>3</sup> FRP 製予備水槽（1.7m×2.1m×h1.2m）に収容し飼育を試みた。水槽内での様子は、正常なトビエイで観察されるのと同様に、着底した状態が多く、遊泳する際は正常個体と同様に胸鰭を上下に運動させ奇形部が悪影響を及ぼしているようには見られなかった。また摂餌する際は、水底に落ちたスルメイカやオキアミを頭部で押し付けて摂餌していた。正常個体の場合は、頭鰭を押し付けて索餌や摂餌をすることから、頭鰭が発達していない奇形個体は、自然界において長く生存することが困難と推定された。死亡後に実施した X 線撮影で骨格の形状を正常個体と比較した結果、前担鰭軟骨が遊離した状態であると推測された。

今回の奇形個体の発生原因については、トビエイにて母体内での奇形個体が見つかることから、発生段階において何らかの影響で胸鰭が遊離した状態で発生が停止し、奇形個体が産出されたものと考えられた。

有明海におけるコモンサカタザメの食性  
**Feeding habits of the guitarfish, *Rhinobatos hynnicephalus* in Ariake Bay.**

田中伸也 (長崎大院生産)・古満啓介・久米元・山口敦子 (長崎大水産)  
Shinya Tanaka (Grad. Sch.Tech.,Nagasaki Univ.)・Keisuke Furumitsu・Gen Kume・Atsuko Yamaguchi  
(Fac. Fish., Nagasaki Univ.)

【目的】コモンサカタザメ *Rhinobatos hynnicephalus* は、エイ目サカタザメ科に属しており、南日本から中国沿岸にかけて広く分布するとされる。有明海には板鰐類が多く生息しており、なかでもエイ類の割合が多い (山口, 2009)。コモンサカタザメは、有明海の中央部で底曳網や刺網で多く漁獲され、食用としてよく利用されている。適正な資源管理を行うためには生活史を包括的に理解する必要があるが、本種的生活史に関する知見は少なく、特に食性については世界的に見ても研究例はない。そこで本研究では、有明海に生息するコモンサカタザメの食性を明らかにすることを目的として調査を行った。

【方法】標本には2003年12月～2010年11月の間に有明海で底曳網および刺網で採集したコモンサカタザメのうち合計233個体を用いた。漁獲後、全長、体重などの生物測定を行い、胃を摘出して10%ホルマリン溶液で固定し、後日胃内容物の種査定を行った。空胃率 (%) および Fullness Index [FI% = (胃内容物総重量 / 体重) × 100] を求め、空胃個体を除いた各個体の各餌項目について、平均重量% (平均%W)、出現頻度 (%F) および Ranking Index (RI = 平均%W × %F) を求めた。また、餌の多様度を明らかにするために Shannon-Wiener Diversity Index ( $H'$ ) を算出した。

【結果】食性解析に用いたコモンサカタザメの全長は264～660mmの範囲であった。全体の空胃率は11.2%、Fullness Index は平均0.44で最大1.64であった。ほぼ甲殻類のみを餌としており (平均%W ; 99.7%、%F ; 100%、RI ; 9971.0)、特に小型のエビ類 (平均%W ; 82.5%、%F ; 96.6%、RI ; 7967.4) を最も多く利用していた。エビ類の中ではコエビ下目のソコシラエビ (平均%W ; 60.5%、%F ; 87.9%、RI ; 5320.0) が最も多く、その他にヒラツノモエビやエビジャコ等が見られた。エビ類に次いで多く利用していたのがカニ類 (平均%W ; 13.7%、%F ; 36.7%、RI ; 503.2) であり、カワリイシガニやヒゲガニ、オヨギピンノ等が見られた。甲殻類の他には多毛類とイカ類がわずかに見られたのみであった。成熟した雄の歯が雌の歯に比べて尖る性的二型が確認されたものの、食性に雌雄差は見られなかった。食性の季節変化については、秋季のサンプル数が少なかったものの、年間を通して大きな季節変化はみられなかった。一方で、成長にともなう食性の変化が見られ、成長にともなってエビ類の割合が減少し、カニ類の割合が増加した (one-way ANOVA  $P < 0.001$ )。食性が変化し始めるサイズは成熟サイズ (雄 : 431mm、雌 : 476mm) とほぼ一致していた。餌の多様度は  $H' = 0.4$  と有明海の他の板鰐類と比べても低く、本種は specialist と分類され、小型個体ほどその傾向が強かった。

メカジキを対象とした近海はえ縄漁業データから見る北太平洋中西部におけるアオザメ  
(*Isurus oxyrinchus*) の分布パターン

**Distributional pattern of short fin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the western and central North  
Pacific inferred from Japanese offshore surface longline fishery data**

田口美緒子・仙波靖子・余川浩太郎 (遠洋水研)

**Mioko Taguchi, Yasuko Semba and Kotaro Yokawa (NRIFSE, FRA)**

【目的】アオザメ (*Isurus oxyrinchus*) は、熱帯から温帯まで広く分布し、まぐろはえ縄漁や流し網漁によって漁獲される。北太平洋における本種の分布パターンに関する情報は、本種の資源評価及び管理に重要だが、その知見は少ない。そこで本研究では、我が国のはえ縄漁船が本種を多く漁獲している北太平洋中西部の漁獲データとそれに対応する市場測定データを併せて解析し、同水域における本種の季節別年齢別分布パターンについて検討した。

【方法】本種の主要な水揚げ港である気仙沼港において、2005～2009年に測定を実施し、約3万個体分のアオザメの性別・体長データを収集した。収集した体長データは既報の雌雄別成長曲線によって年齢分解し、各データに対応する水揚げ漁船の漁獲成績報告書からそれらの漁獲季節・位置を決定した。漁獲季節は3-5月を春季、6-8月を夏季、9-11月を秋季、12-2月を冬季と定義し、漁獲位置は漁船の航海毎の操業場所によって異なる精度で決定した。このうち、全体の1/3を占める高解像度データ（緯度経度の範囲が5×5度区画以下）のみを用いて、年変化を無視して、5×5度区画毎の雌雄別季節別年齢組成を求めた。さらに、この雌雄別季節別年齢組成が同様の傾向を示す区画の高解像度データを統合し、約2万個体分の低解像度データ（10×20度）を含めて、年齢別性比の水域別季節別変化を調べた。また、水域別季節別の豊度変化を調べるために、季節別の1000針あたりの漁獲尾数（CPUE）を区画毎（5×5度）に算出した。

【結果と考察】本研究で使用したデータは、本種の北太平洋中西部における主たる分布域の20°N以北を四季を通じてほぼカバーしており、当該水域における本種分布パターンを反映するものと考えられた。雌雄別年齢組成は、いずれの区画においても年間を通じて雌雄ともに3-5歳魚が最も多いことを示した。また、160°E以東では以西に比べて6歳以上のオスが多くなる傾向があった。そこで、当該水域の160°E以西を沿岸域、以東を外洋域として、それぞれにおける季節毎の年齢別性比を求めた。その結果、いずれの海域においても4歳までは雌雄ほぼ同じ割合で漁獲されていたのに対して、5歳以上の漁獲は、海域によって異なるパターンを示した。沿岸域では、季節的に高齢部（夏季：12-14歳、冬季：18歳以上）でメスの割合が急増したのに対して、外洋域では、沿岸域と比較して6歳以上の年齢部でオスの割合が高く、それは秋季にもっとも顕著となった。この結果と北太平洋における本種の性成熟年齢がオスで5-6歳、メスで17-18歳であることを考えると、成熟オスは未成熟オスとは異なる分布パターンを示す可能性が高いと考えられたが、成熟メスはほとんど漁獲されていないことが明らかとなった。またCPUEは年間を通じて黒潮続流域で高く、その南限は、季節的に25°N（夏季～秋季）から20°N（冬季～春季）にシフトする傾向にあった。これらの結果から、黒潮続流域を中心とした20-40°Nに分布するアオザメは、季節的な南北移動を行い、外洋域は沿岸域と比較して成熟オスが多い可能性があると考えられた。

石垣島周辺海域におけるフトツノザメの繁殖特性に関する知見  
Reproductive aspects of the shortspine spurdog *Squalus mitsukurii* off Ishigaki Island

嶺井祐輝・古満啓介・山口敦子（長崎大学水産学部）

Yuki Minei, Atsuko Yamaguchi and Furumitsu Keisuke

(Faculty of Fisheries, Nagasaki University)

【目的】フトツノザメ *Squalus mitsukurii* は、ツノザメ科ツノザメ属に属し、東北地方以南の南日本や南シナ海、ハワイなどの水深 150~300m の深海に生息するとされている。本種は、日本では資源としての利用価値は低く、混獲などで漁獲されても海上で投棄されることが多い。一般にサメ類の生活史特性は、硬骨魚類に比べて成長や成熟が遅く、繁殖力も低いため、混獲や過度な漁獲圧などにより資源が枯渇する可能性がある。しかし、深海に生息する本種の生活史特性に関する知見は限られており、日本では相模湾における年齢と成長、銚子、小笠原、ハンコック海山での繁殖、成長および食性における地理的変異の報告があるに過ぎない。そこで本研究では、生活史解明の一環として、石垣島周辺海域で漁獲されたフトツノザメの繁殖に関する知見を得ることを目的とした。

【方法】材料には 2007 年 3 月から 2010 年 10 月の間に、石垣島周辺海域で深海延縄により漁獲されたフトツノザメ計 317 個体（雄 131 個体、雌 186 個体）を用いた。漁獲水深は、140~380m であった。全長(mm)や体重(g)などの生物測定を行った後、雄では交尾器長や交尾器の状態、雌では卵殻腺、卵巣や子宮等の状態、胎子の有無をもとに成熟度の判定を行った。また、生殖腺重量指数{ $GSI = [生殖腺重量 / (全長^3)] \times 107$ }、卵巣卵径等をもとに繁殖期を推定し、胎子数や胎子の成長などについても調べた。

【結果】漁獲されたフトツノザメの全長は、雄で 435~702mm、雌で 511~945mm の範囲であった。また、最小の成熟個体は、雄で 580mm TL、雌で 687mm TL であった。雄の GSI の経月変化を調べたところ、データの欠ける月があるものの、3 月には高く、8 月~9 月にかけて低い傾向が見られた。一方、雌の GSI は雄に比べてばらつきが大きく、その平均値は 7 月に最小で、その後緩やかに増加し、5 月に最も高い傾向が見られた。また、最大卵巣卵径も各月で大きくばらついたものの、GSI と同様の傾向が見られた。一腹あたりの胎子数は 1~5（平均 3）で、母親の全長が大きいほど胎子数も増加する傾向が見られた。一腹の胎子の全長には個体差は見られなかったが、同じ月に漁獲された母親ごとに比較すると、発生直後の胎子から出産間近と思われる胎子まで様々であった。以上の結果から、石垣島周辺海域のフトツノザメの繁殖期を特定するには至らなかったが、フトツノザメの妊娠期間は 2 年に及ぶ可能性があることがわかった。

# 有明海におけるウチワザメの生活史

## Life history of fanray *Platyrrhina sinensis* in Ariake Bay

久米元・古満啓介・田中伸也・山口敦子（長崎大学水産学部）  
Gen Kume, Keisuke Furumitsu, Shinya Tanaka, Atsuko Yamaguchi  
(Faculty of Fisheries, Nagasaki University)

【目的】ウチワザメは太平洋西部を中心に広く分布する小型のエイ類である。2001年以降、我々の研究室で実施してきた試験底曳魚類相調査から、本種は有明海に生息する板鰓類のなかで、個体数、重量ともに最優占する種であることが分かっている。本研究では、これまでに生態学的知見が皆無であったウチワザメの生活史について理解することを目的として、年齢と成長、繁殖生態および食性について明らかにした。

【方法】2002年5月から2007年5月に、有明海中央部で底曳網と刺網で合計866個体（雄470；雌396）の標本を採集した。生物学的測定を行い、性別について記録した。脊椎骨椎体を年齢形質として使用し、年齢査定は軟X線法により行った。生殖器官の外部形態、精巢の組織観察結果等をもとに繁殖生態について明らかにした。胃内容物の同定を行い、食性解析を行った。餌生物の重量百分率と出現頻度、成長に伴う食性の変化について検討するために、シャノンウィーバーの多様度指数 ( $H'$ ) と栄養段階指数 (Trophic Level Index: TR) について算出した。また、歯の形態について実体顕微鏡下で観察した。

【結果】成長は雌雄ともに von Bertalanffy 成長モデルにより、最もよく表すことができた。成長には顕著な雌雄差がみとめられ、雌は雄よりも大きな漸近サイズに達し、より遅い成長を示した。最高年齢は雄で5歳、雌で12歳であった。50% 成熟年齢およびサイズ（全長）は、雄で2.1歳、393mm、雌で2.9歳、421mmとそれぞれ推定された。

成熟した精子は、GSI 値の減少する8-11月に形成されていた。雌では排卵直前と考えられる大型の卵巣内卵が8-11月にみられ、同時期に産仔直前の胎仔および出生直後の小型個体が出現した。以上の結果から、本種は8-11月に出産し、その後、直ちに交尾、排卵および受精を行っていることが明らかとなった。雌は成熟に達した後毎年妊娠し、妊娠期間は約1年と推定された。本種には明確な繁殖サイクルが見られたにもかかわらず、年間を通して子宮内に受精卵が出現したことから、本種の発生過程で長期の休眠期間があると推定された。雌の子宮内卵数は1-12（平均6）で、全長とともに増加する傾向が認められた。

胃内容物から37分類群の餌生物が同定された。最も重要な餌はソコシラエビで代表されるエビ類で、他にアミ類、魚類が出現していた。食性に雌雄差はみられなかったが、成長による変化が顕著であった。エビ類は全てのサイズ群で一貫して出現していたが、成長に伴い、アミ類の割合が減り、魚類の割合が増していた。成長に伴い、餌の多様性は増加し、栄養段階も上昇する傾向がみられた。歯型には、成熟した雄で歯先がとがる性的二型がみとめられた。食性に雌雄差がみられなかったことから、これは本種の繁殖行動に関与するものと推察される。



駿河湾で採集したフトツノザメとトガリツノザメの有機塩素系化合物の蓄積  
Bioaccumulation of organochlorines in *Squalus mitsukurii* and *S. japonicus*  
from Suruga bay , Japan

桑原 智之・堀江 琢・田中 彰 (東海大学海洋)

Tomoyuki Kuwahara, Taku Horie and Sho Tanaka

(School of Marine Science and Technology, Tokai University)

【目的】フトツノザメ *Squalus mitsukurii* とトガリツノザメ *S. japonicus* は、駿河湾の水深 200m 以深で行われる小型底曳網漁業で多獲され、中深層域の底生生物群集内で高次に位置している。蓄積性のある汚染物質を高濃度で蓄積しているとされるサメ類の汚染を知ることは、サメ類への影響や生息する環境の汚染状況を把握する上からも重要であると考えられる。本研究では、駿河湾の深海生物群集内で蓄積されている汚染物質の現状を把握する一環として、特に高濃度の蓄積が懸念される両種の PCBs Polychlorinated biphenyls と DDT Dichlorodiphenyl trichloroethane の蓄積状況を明らかにすることを目的とした。

【方法】試料として 2007 年 9 月から 2009 年 12 月に駿河湾で採集したフトツノザメ 78 個体と、トガリツノザメ 74 個体の肝臓を使用した。また胎仔を持つフトツノザメの卵巣卵、胎仔体部、胎仔外卵黄を使用した。試料内の脂質をヘキサンにて振とう抽出し、試料の脂質含有量を求めた。

脂質内の PCBs と DDT を JIS K 0093 に準じてアルカリ分解法にて抽出し、ガスクロマトグラフ分析計(GC-ECD)にて分析した。本法において DDT は定量的に DDE となるため、DDT と DDE の含量を DDT とした。組織内の脂質重量と脂質重量あたりの PCBs 及び DDT 濃度を乗じたものをそれぞれの総量とした。

【結果】フトツノザメの全長範囲は 250 - 1041mm であった。肝臓内の脂質含有率は雄で 18.3 - 93.8%、雌で 24.4 - 86.7% であった。肝臓内の脂質重量あたりの PCBs と DDT 濃度はそれぞれ雄で 0.29 - 11  $\mu$ g/g、0.14 - 2.0  $\mu$ g/g で、雌で 0.57 - 5.2  $\mu$ g/g、0.07 - 1.8  $\mu$ g/g であった。両物質とも全長 397mm の雄未成魚の濃度が最大であったが、成魚と未成魚で両濃度を比較すると、両濃度ともに成魚のほうが有意に高かった ( $P < 0.05$ )。また PCBs 濃度が成長に伴って、雄が雌よりも増加する傾向が見られたが、濃度に有意な差は見られなかった。トガリツノザメの全長範囲は 228 - 760mm であった。脂質含有率は雄で 23.3 - 81.1% で、雌で 19.7 - 81.8% であった。肝臓内の PCBs と DDT 濃度はそれぞれ、雄で 0.4 - 3.2  $\mu$ g/g、0.07 - 1.2  $\mu$ g/g、雌で 0.30 - 3.9  $\mu$ g/g、0.1 - 1.6  $\mu$ g/g であった。両物質とも雌未成魚の濃度が最大であったが、成長段階で濃度に有意な差は認められなかった ( $P > 0.05$ )。両種において両物質の総量は指数関数的に増加する傾向が見られた。フトツノザメ親魚の肝臓、卵巣卵、胎仔の負荷量から、一回の出産に伴う排出率は PCBs で 22%、DDT で 24% であった。両種から検出された PCBs、DDT 濃度の範囲は 1997 - 98 年に採集され報告されたフトツノザメの濃度よりも高い値を示す個体も見られたが、濃度範囲は重なっており、いまだに生息環境内に両物質が長期的に残留していると思われる。

# イタチザメの PCBs と DDT 汚染

## PCBs and DDT residues in tiger sharks, *Galeocerdo cuvier*

堀江 琢・矢野寿和・田中 彰 (東海大海洋)

Taku horie, Toshikazu Yano and Sho Tanaka

(School of Marine Science and Technology, Tokai University)

【目的】イタチザメ *Galeocerdo cuvier* の肝油は健康食品として利用されていたが、基準値を超える高濃度のダイオキシン類が含まれるとされた。サメ類の汚染濃度は成長や生息海域により変化することから、これらを考慮した汚染状況を明らかにする必要がある。本研究では、沖縄県石垣島周辺で採集したイタチザメの有機塩素系化合物である PCBs と DDT の蓄積について明らかにする事を目的とした。

【方法】2009年9月に沖縄県石垣島にて行われた有害水産動物駆除事業で採集した、イタチザメの肝臓(n=20)および子宮内の受精卵(n=4)、胎仔(n=1)を PCBs と DDT 分析に使用した。また比較試料として 2002年に採集したイタチザメの肝臓(n=25)を用いた。分析では試料から脂質を抽出し、アルカリ分解法にて PCBs および DDT の代謝産物である DDE を抽出し、島津社製 GC2014-ECD にて定量した。DDT は定量的に DDE に変化するため、DDT は DDT と DDE の合量とした。

【結果と考察】肝臓内脂質重量あたりの濃度は、PCBs で 0.33 - 7.5  $\mu\text{g/g}$ , DDE で 0.20 - 3.6  $\mu\text{g/g}$  であり、サメ類としても高濃度であった。2002年と2009年の試料で比較したところ、明瞭な濃度変化は見られなかった。我が国における両物質の製造および使用はすでに禁止されているにも関わらず、濃度の減少が見られないことから長期間の曝露による影響が懸念され、今後もモニタリングを続ける必要があるものと考えられた。PCB(X)と DDE(Y)濃度の関係は、 $Y=0.39X+0.45$  ( $r=0.848$ )と相関関係にあり、これまでに調査した他海域に比べ DDT 濃度の比率が高かった。これは南方の熱帯域を中心とした国々で、マラリア防除のため DDT が大量に使用されていたことが影響しているものと考えられる。DDT は現在でも一部の国で使用が認められており、今後の DDT の汚染の拡大やその影響が懸念される。濃度は成長に伴い増加傾向にあった。肝臓内負荷量は年齢とともに指数関数的に増加傾向にあるが、成熟雌は同年齢の雄に比べ低かった。受精卵の濃度範囲は、PCBs で 1.2 - 1.8  $\mu\text{g/g}$ , DDE で 1.1 - 1.3  $\mu\text{g/g}$  であり、一回の出産で PCBs で  $410 \pm 96 \mu\text{g}$ , DDE で  $320 \pm 47 \mu\text{g}$  排出すると推定された。これらの結果から、本種も親から子への汚染物質の移行が明らかとなったが、その移行率はこれまでに調査した板鰐類に比べ低かった。これは本種の親魚に対する子の大きさの割合が小さいためであると考えられた。また移行率が低いことから、本種の汚染は出産後の餌からの取り込みにより高濃度となっていることが考えられ、本種の獐猛な食性を反映しているものと考えられた。

クラカケザメ科テンジクザメ類にみる鰓の形態と捕食における喚水機能の特性  
**Characteristics on the gill morphology and the ventilation in prey capture of the carpet shark  
family Parascylliidae.**

後藤友明 (岩手水技セ)・芝洋二郎・柴垣和弘 (大洗水族館)・仲谷一宏 (北海道大)  
T. Goto (Iwate Fisheries Technology Center), Y. Shiba, K. Shibagaki (Oarai Aquarium) and K.  
Nakaya (Hokkaido Univ.)

クラカケザメ科 Parascylliidae は、オーストラリア周辺のみ分布する *Parascyllium* 属 5 種と南日本から南シナ海に分布するクラカケザメ属 3 種からなる細長い小型の底生性サメ類の一群である (Compagno, 2001)。本科サメ類は、第 5 鰓裂が著しく大きいなど内臓弓とそれに関連する形態が他のサメ類とは大きく異なり、特徴的であることが以前から指摘されてきた (Compagno, 1988; Goto, 2001)。板鰓類の鰓は呼吸のほか吸引捕食に伴う喚水機能と関連していることが知られている (Motta et al., 2007) が、本科サメ類の鰓にみる形態の特徴が喚水機能においてどのような役割を果たしているか明らかになっていない。そこで、本研究はクラカケザメ類の鰓の形態的・機能的な特徴を明らかにし、鰓を通した喚水機能との関連を考察することを目的として行った。

形態学的な特徴を明らかにするため、*Parascyllium* 属 4 種とクラカケザメ属 1 種の固定標本を用い、鰓に関連する外部・内部構造の比較解剖を行った。捕食に伴う喚水機能を明らかにするため、大洗水族館で飼育・展示されている *P. ferrugineum* 1 個体を用い、染色した餌を与えてビデオによる観察を行った。

比較解剖の結果、本科サメ類の第 5 鰓裂は他の鰓裂に比べて極めて大きいことが示された。一方、第 4 角鰓軟骨基部が大きく変形して咽頭の拡張を掌る筋肉 (coraco-branchialis) がその内側の突起に付着すること、体側筋の一部が肩帯を越えて第 5 鰓弓に付着することなど、内部形態にみられる特徴は第 5 鰓腔を取り囲む第 4・5 鰓弓に集中していることが明らかとなった。

ビデオ観察の結果、*P. ferrugineum* は海底上に定位したままの状態の下顎と咽頭部を拡張させることにより与えた餌を捕食した。捕食は、頭部の動きがほとんどないまま直下の餌を急激に口腔内に取り込むことによって行われたことから、本種は吸引捕食者であることが示された。この時点ではすべての鰓裂は閉じたままであったが、咽頭後部に餌を送り込んだ直後、第 5 鰓裂のみが大きく開き、咽頭内に取り込まれた水がここから一気に排出された。

形態観察で示された第 4・5 鰓弓における筋肉と骨格の特性は、第 5 鰓裂の大きな開閉を可能にしていると推察された。一方、本研究で観察された吸引捕食とそれに伴う喚水は、これまで捕食特性が知られているテンジクザメ類のそれと基本的に同様な特性を示していた。板鰓類の吸引捕食時における第 5 鰓裂のみからの排水は、餌を口腔内に吸引して咽頭後方へ送り込む際に発生させた圧力を効果的に体外へ逃がす役割のあることが知られている (Wilga and Sanford, 2008)。しかし、本科サメ類に見られた第 5 鰓裂に関わる形態学的特性は他のテンジクザメ類にはみられず、吸引捕食に関連して獲得した本科に特有な変化であると考えられる。