

受賞者総説

板鰓類の資源生物学的研究

平成 16 年度日本水産学会賞奨励賞受賞

山口 敦子*

長崎大学水産学部

Fisheries biology of elasmobranchs

ATSUKO YAMAGUCHI*

Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Bunkyo, Nagasaki 852-8521, Japan

板鰓類(サメ・エイ類)は沿岸から外洋まで広く分布し、その形態、生態や生理などあらゆる面でユニークな生物グループである。海洋生態系の中では高次捕食者として重要であり、板鰓類の動態は他の生物に多大な影響を及ぼす。多くの種では、その肉や皮、鰭、内臓、骨や肝油にいたるまで様々な部位が利用可能であり、有用資源となっているものの、その資源や生態に関する基礎的情報は著しく不足している。板鰓類は長寿で、成熟には長い年数を要することに加えて産卵仔数は極めて少ない。それら資源の持続的な利用と生態系の保全を目指すには、漁獲の情報に加えてその生物学的な側面を理解することが重要である。そこで、これまでに深海性サメ類の行動と浮力調節機能に関する研究^{1,2)}や全国規模での板鰓類の水揚げと利用、投棄、流通の現状^{3,4)}などを調べてきた。これまでに行ってきた研究の中から特に沿岸性板鰓類に関する成果を紹介したい。

1. 沿岸性板鰓類の生活史とその地理的変異

海洋の沿岸域にはドチザメ科、ネコザメ科、トラザメ科等の様々な小型サメ類が生息している。漁業の直接の対象種となっているものは少なく、混獲物として水揚げされることが多い。一般に沿岸性サメ類は定着性が強く、分布範囲は限られているのが特徴である。しかし、ホシザメ *Mustelus manazo* は、北海道以南から東南アジアに至るまでの海域に広く分布し、どの海域でも比較的安定して漁獲されている。ホシザメのように冷水域から暖水域にまで広く生息する種は珍しい。ホシザメは肉質が良く、日本では各地で刺身、湯引き、干物、すり身の原料等に利用されてきた。しかし、最近では多くの海域でホシザメ資源の減少が危惧されるようになった。

資源の評価や管理を行なう際には、その生活史に関する情報を明らかにすることが不可欠である。しかし、同種であっても生息環境が異なると、その生活史も異なる可能性がある。板鰓類ではこれまでに環境の大きく異なる海域間で生活史を総合的に調査された例はなかったため、ホシザメがどのような生活史戦略で異なる環境中に生息しているのかを明らかにすることを目的として一連の研究を行なった。調査海域はホシザメの分布の北限に近い青森(八戸・平舘)から東京湾、舞鶴、下関、台湾までの海域とし、東京湾では毎月底曳網漁船に乗船して、その他の海域では原則として毎月魚市場で採集を行い、合計 1514 個体を材料として各海域での生活史と生息環境に応じた生活史戦略を調べた。⁵⁻¹¹⁾

(1) 成長における地理的変異

年齢査定には脊椎骨を用い、軟 X 線写真により輪紋の観察と測定を行った。⁵⁻⁷⁾ 水温などの環境条件が海域によって異なるにも関わらず、輪紋の形成時期(6~7月)には地域差は認められなかった。

成長を海域ごとに比較したところ、青森産のものが各満年齢時の体長が最大で、台湾産が最小であった。標本中の最高年齢は台湾産で雄 5 歳、雌 9 歳、青森産で雄 9 歳、雌 17 歳と、青森産は台湾産の 2 倍近く高かった。標本中の最大体長は、台湾産で雄 707 mm、雌 865 mm、青森産で雄 1045 mm、雌 1350 mm であった。このように、成長には大きな地域差があり、最も南に位置する台湾産では体長が小さく寿命が短い、逆に北の青森産では体長が大きく寿命も長かった。しかし、東京湾は舞鶴よりも南に位置し、平均的に高水温であるにも関わらず、東京湾産は青森産に次いで大きく成長する。

* Tel : 81-95-819-2822. Fax : 81-95-819-2799. Email : y-atsuko@net.nagasaki-u.ac.jp

(2) 繁殖における地理的変異

成熟に達する年齢と体長は、最も差の大きかった青森産と台湾産では年齢で3年、体長にして30 cmの相違が見られた。^{8,9)}

雄の生殖腺指数 (GSI) から求めた交尾期は青森以外では5~7月の間と推定されたが、青森には特定の交尾期がないと考えられた。同種内で交尾期にこのような大きな違いがある例は未だ知られていない。妊娠の頻度にも海域差が見られた。ホシザメは胎生のサメである。5~7月にかけて雌の卵巣から排卵された卵は体内で受精卵となり、約一年後の出産までに母親の子宮内で全長約30 cmにまで成長する。ホシザメでは成熟後は毎年妊娠することがわかったが、青森産のものだけは出産直前の胎子を持つ個体の卵巣卵は明らかに未熟であり、出産後は一年ないしそれ以上の間隔をあけてから次を妊娠すると推定された。以上のように、青森での繁殖サイクルは他の海域とは大きく異なっていた。

雌一個体が一度に出産する胎子数は、青森産のものは2~19で、最も少なかった東京湾産では2~13であった。母親の体長と胎子数との間には正の相関が認められたが、この関係は海域によって異なっていた。体長が等しい母親について考えれば、東京湾、舞鶴と下関、青森、台湾産の順に胎子数が多かった。

(3) 食性における地理的変異

ホシザメはどの海域においても甲殻類を主な餌としていたが、各海域で最も重要であると考えられた餌は青森、下関、台湾ではカニ、舞鶴ではエビ、東京湾ではシャコであることがわかった。¹⁰⁾ 成長に伴う餌生物の変化は、東京湾でのみ顕著に認められ、成長に伴いエビジャコ等の小型甲殻類からシャコへと移行することがわかった。餌の多様性は成長に伴い低くなる傾向が見られた。食性の類似度は、東京湾と他の海域との間で最も低かった。ホシザメは甲殻類の中でもカニや遊泳力の弱いエビなどを餌としていたが、東京湾では資源量の多いそれらの甲殻類よりもむしろシャコやテッポウエビなど底泥中の巣穴に棲む甲殻類を選択的に餌としていることがわかった。

ホシザメの歯は平たく敷石状に配列しており、開口部は小さく、甲殻類を押し潰して食べるのに適した「押し潰し型」の食性に分類されていた。¹²⁾ ところが胃内容物中の餌生物の出現状態を観察したところ、東京湾では押し潰したり噛み砕いたような痕はなく、未消化のものについてはほとんどが完全な形で底泥とともに出現した。さらに胃内容物中の餌生物の向きから、東京湾でのみシャコを泥ごと頭胸部方向から摂餌していることがわかった。これらのことから、底泥中に生息する餌生物を掘り起こして丸呑みする (東京湾)、底層の餌生物を押し潰して食べる (東京湾を除く海域) と、環境に応じて二つ

の摂餌戦略があることが明らかになった。東京湾のホシザメが丸呑みしていたことから偶然、潮下帯の深い巣穴に生息するアナジャコの一稀種 *Upogebia imperfecta* が初めて完全な形で発見された。¹³⁾

成長の良かった青森や東京湾では餌となる甲殻類が豊富であり、特定の餌生物を大量に食べる傾向が見られたが、台湾では出現する餌生物の種類は多く、各個体の胃内容物重量は少なかった。こうした餌環境や、競合する種の存在など各海域における生物相も重要で、様々な環境条件にしたがってその生活史が変化することがわかった。さらには人為的な影響もその生活史を左右する可能性があり、サメの生活史をより深く理解するためには、環境や漁獲圧に対する生活史の変化の幅を調べる必要がある。

2. ホシザメの系群構造

資源の問題を考慮する際にはその最小単位である系群を明らかにしておく必要があるが、板鰓類ではこれまで総合的な系群識別が行われた例はなかった。そこで、ホシザメの生活史における地理的変異の結果に加えて、寄生虫の寄生率、外部および内部形態、mtDNAを用いた遺伝的なアプローチによる結果から総合的に系群識別を試みた。¹⁴⁻¹⁶⁾ この研究の結果、日本と台湾産のホシザメは明らかに異なる系群であり、日本の中には少なくとも津軽海峡以北と日本海側にそれぞれ一系群、太平洋側に複数の系群があると推定された。まだ全ての海域を網羅したわけではないが、日本周辺にはローカルな系群がいくつも存在することが明らかになってきた。

この研究の中で、ホシザメの外部・内部寄生虫が系群識別に有効な生物指標となることを示した。¹⁴⁾ また、青森と東京湾についてのみ8種の条虫類の寄生の有無をカテゴリ変数として正準判別分析を行なったところ、ほぼ100%系群識別が可能であった。同様にして日本周辺で重要な資源となっているシロザメやアカエイ等の板鰓類とシログチ等の硬骨魚類を対象に、その系群構造を解明するための調査を行っている。¹⁷⁻¹⁹⁾

3. 閉鎖系内湾域におけるエイ類の分布と生態

エイ類はサメ類をしのぐ種数を誇るものの、その生態研究例は極めて少ない。九州最大の閉鎖系内湾である有明海では、環境悪化と二枚貝類の著しい減少が深刻な問題となっており、原因のひとつとしてトビエイ類による食害が疑われたことから、エイの動態が注目されるようになった。食害現場の特徴は何かで掘り起こされたような穴が無数にあき、その周辺にはバラバラに砕かれた貝殻の破片が散乱していることであった。このような背景のもと、有明海に面する各県では2001年頃から本格的な捕獲に乗り出すこととなった。2002, 2003年度はそ

それぞれ約 100 トン、2004 年度には約 328 トンが捕獲されており、捕獲は相当量に上っている。しかし、この捕獲が始まった当初はその食害実態は明らかではなく、エイ類に関する生物学的な情報は皆無であった。また、魚類に関する定量的なデータもほとんどなかった。

この問題をきっかけに、基本的な情報を得るため、2001 年から島原半島沖の有明海中央部において底曳網による定期的な試験操業を行い、魚種組成を継続して調べることとした。これまでのところ 46 科 69 属 112 種の魚類を記録しており、中でも板鰓類が漁獲物に占める割合が多いことがわかった。²⁰⁻²¹⁾ 多いときには漁獲重量の 80% を板鰓類（主としてエイ類）が占めた。有明海には少なくとも 13 種のエイが生息しており、^{20-21,24)} それらは最深部から河口域に至るあらゆる海域に分布する。これだけエイ類の豊富な内湾域は他に見当たらない。板鰓類とともに優占することがわかってきたシログチやシタピラメ類などの硬骨魚類についてもその生物学的研究を行い、^{17,22-23)} 近年になってなぜ有明海にエイ類が急増したのか、種間関係や食物網から解明するため、板鰓類を含めた優占魚類 30 種以上の食性も調査している。

有明海のエイ類のうち、二枚貝を餌とするのはトビエイ科の二種、トビエイ *Myliobatis tobijei* とナルトビエイ *Aetobatus flagellum* であることがわかった。²¹⁾ このうち、食害の面で最も大きな影響を与えているのはナルトビエイであると考えられた。ナルトビエイは熱帯から亜熱帯海域に広く分布するとされ、²⁵⁾ インド洋ではしばしば汽水域にも出現することが記されている。²⁶⁾ 日本では 1989 年に初めて長崎県五島沖から報告され、²⁷⁾ その後瀬戸内海、²⁸⁾ 日本海²⁹⁾ や有明海³⁰⁾ でもその出現が記録されている。漁業資源となることは稀で、分布や生態に関する既往の知見はない。

ナルトビエイは比較的大型のエイで、これまでに得られた最大個体は体盤幅 1500 mm、体重 50 kg の雌であった。これまでにを行った調査結果から、水温が上昇する春になると有明海など日本の沿岸域に大群を成して来遊し、水温が低下する冬までの間、アサリやタイラギ等の二枚貝類のみを大量に捕食し、成長は良く比較的長寿で、交尾・産仔等の繁殖を有明海内で行い、産仔数は少ないことがわかった。³¹⁾ また、佐賀県と共同で行った調査では、タイラギの減少要因として「立枯れ」とともにエイによる食害が解決すべき重要な問題であることが明らかとなった。³²⁾ 現在も引き続き、生物調査と標識放流による生息数の推定（図 1）を行っており、漁獲調査や衛星を利用した追跡調査による冬季の移動経路と越冬場所、系群構造の解明にも取り組んでいる。

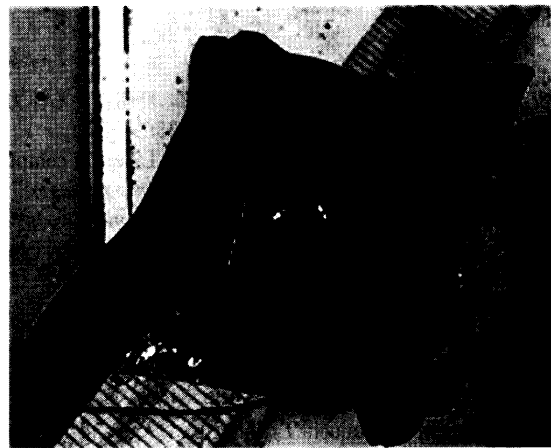


図 1 標識を装着したナルトビエイ
移動範囲や生息数推定のために 2002 年から標識放流を行っている。

4. 沿岸環境と生態系保全、人との共存を目指して

近年、様々な人間活動の結果として沿岸環境は大いに悪化している。また、過剰な漁獲圧により板鰓類の中にもその資源状態が極めて悪化している種もある。^{20,21)} これらの問題に加えて、近年では海水温の上昇傾向により南方系の魚類が分布を北へと拡大させており、新たな漁業被害も問題視されるようになった。このような環境問題に対する科学的な生物の管理方法や被害の防除方法は、未だ確立されていない。現在は“有害”と考えられた生物を除去することに重きが置かれているが、多種多様な生物の存在があって初めて健全な生態系が維持されることを忘れてはならない。板鰓類を含む全ての魚類とそれに関わる生物が生態系の中で果たしている重要な役割を明らかにし、多様性を保持しながら環境と生態系の保全に努めていくことが急務である。

謝 辞

これらの研究は、三重大学大学院生物資源学研究所、東京大学大学院農学生命科学研究科、京都女子大学、長崎大学水産学部で行ったものです。ご助力いただきました学生、院生、教職員の皆様に御礼申し上げます。特に、ご指導いただきました東京大学（現日本大学）谷内透教授、同清水誠名誉教授、三重大学小林裕教授に厚く御礼申し上げます。また、貴重なご助言をいただきました長崎大学田北徹名誉教授、同中田英昭学部長をはじめ諸先生方に深く感謝いたします。青森から沖縄、台湾にいたるまでの全国各地のフィールドでは漁業関係者の方々、全国の水産研究所および各県の研究機関の方々にも多大なご協力をいただきました。多くの方のお力添えがありましたことをここに記し、皆様に心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) 山口敦子, 小林 裕. 深海性サメ類の肝臓による浮力調節について. 板鰐類研究会報 1997; **33**: 14-22.
- 2) Itabashi Y, Yamaguchi A, Nakaya K. Liver oil composition of the Megamouth Shark, *Megachasma pelagios*. In: Yano K, Morrissey JF, Yabumoto Y, Nakaya, K (eds) *Biology of the Megamouth shark*. Tokai University Press, Tokyo. 1997; 151-159.
- 3) 山口敦子. 日本のサメ資源とその生活史について. 海洋と生物 2002; **24**: 401-408.
- 4) 横川浩二, 山口敦子. 瀬戸内海から初記録となるサメ類2種. I. O. P. Diving News. 東京. 1997; **8**: 2-7.
- 5) Yamaguchi A, Taniuchi T, Shimizu M. Age and growth of the star-spotted dogfish *Mustelus manazo* from Tokyo Bay, Japan. *Fish. Sci.* 1996; **62**: 919-922.
- 6) Yamaguchi A, Taniuchi T, Shimizu M. Geographic variations in growth of the star-spotted dogfish *Mustelus manazo* from five localities in Japan and Taiwan. *Fish. Sci.* 1998; **64**: 732-739.
- 7) Yamaguchi A, Huang SZ, Chen CT, Taniuchi T. Age and growth of the star-spotted smooth-hound, *Mustelus manazo* (Chondrichthyes: Triakidae) in the waters of north-eastern Taiwan. 1999. Proc. 5th Indo-Pacif. Fish Conf., Noumea, 1997. Seret B, Sire JY (eds) *Soc. Fr. Ichtyol.* 1999; 505-513.
- 8) Yamaguchi A, Taniuchi T, Shimizu M. Reproductive biology of the star-spotted dogfish *Mustelus manazo* from Tokyo Bay, Japan. *Fish. Sci.* 1997; **63**: 918-922.
- 9) Yamaguchi A, Taniuchi T, Shimizu M. Geographic variations in reproductive parameters of the star-spotted dogfish, *Mustelus manazo*, from five localities in Japan and in Taiwan. *Environ. Biol. Fish.* 2000; **57**: 221-233.
- 10) Yamaguchi A, Taniuchi T. Food variations and ontogenetic dietary shift of the star-spotted dogfish *Mustelus manazo* at five locations in Japan and Taiwan. *Fish. Sci.* 2000; **66**: 1039-1048.
- 11) 山口敦子, 谷内 透. ホシザメの生活史における地理的変異. 月刊海洋 1999; **16**: 71-82.
- 12) Moss SA. Feeding mechanisms in sharks. *Amer. Zool.* 1977; **17**: 355-364.
- 13) Komai T, Yamaguchi A, Kinoshita K. Rediscovery of *Upogebia imperfecta* Sakai (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae) from Tokyo Bay, Japan. *Bentos Res.* 1999; **54**: 17-27.
- 14) Yamaguchi A, Yokoyama H, Ogawa K, Taniuchi, T. Use of Parasites as Biological Tags for Separating Stocks of the Star-spotted Dogfish, *Mustelus manazo*, in Japan and Taiwan. *Fish. Sci.* 2003; **69**: 337-342.
- 15) 山口敦子. ホシザメの系群識別に関する研究. 博士論文, 東京大学, 東京. 1997.
- 16) 山口敦子, 谷内 透. サメ類の系群識別. 月刊海洋 1996; **28**: 424-429.
- 17) Yamaguchi A, Kume G, Higuchi T, Takita T. Geographic variation in the growth of white croaker *Pennahia argentata* off the coast of northwest Kyusyu, Japan. *Environ. Biol. Fish.* 2004; **71**: 179-188.
- 18) Kume G, Yamaguchi A, Aoki I. Variation in life history parameters of the cardinalfish *Apogon lineatus*. *Fish. Sci.* 2003; **69**: 249-259.
- 19) 久米 元, 山口敦子, 青木一郎. テンジクダイの食性の地域差について. 長大水研報 2003; **84**: 39-46.
- 20) 山口敦子. 有明海における板鰐類について. 板鰐類研究会報 2002; **38**: 29-33.
- 21) 山口敦子. 有明海のエイ類について—二枚貝の食害に関連して—月刊海洋 2003; **35**: 241-245.
- 22) Higuchi T, Yamaguchi A., Takita T. Age and growth of white croaker, *Pennahia argentata*, in Ariake Sound, Japan. *Bull. Fac. Fish., Nagasaki Univ.* 2003; **84**: 47-51.
- 23) 山口敦子, 久米 元. 有明海におけるデンベエシタピラメの年齢, 成長および成熟について. 長大水研報 2004; **85**: 9-12.
- 24) 古満啓介, 山口敦子. 有明海で採集されたイズヒメエイ. 板鰐類研究会報 2004; **40**: 41-43.
- 25) Compagno LJV. Checklist of living Elasmobranchs. In: Hamlett WC (eds) *Sharks, Skates, and Rays*, Baltimore. 1999; 471-498.
- 26) Devadoss P. A preliminary study of the batoid fishery of Cuddalore with a note on the biology. *Indian J. Fish.* 1978; **25**: 181-187.
- 27) 山田梅芳, 三谷卓美. ナルトビエイ, 西水研ニュース 1989; **61**: 1.
- 28) 清水孝昭, 波戸岡清峰. 伊予灘と大阪湾より得られた瀬戸内海初記録種. I.O.P. Diving News 1997; **8**: 2-6.
- 29) 鈴木寿之, 細川正富. 山陰但馬で採集・確認された魚類の日本海初記録種. I.O.P. Diving News 1994; **5**: 2-6.
- 30) 鷲尾真佐人, 有吉敏和, 野口敏春. 有明海湾奥部の魚類相. 佐有水研報 1996; **17**: 7-10.
- 31) Yamaguchi A, Kawahara I, Itoh S. Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Environ. Biol. Fish.* 2005; (in press).
- 32) 川原逸郎, 伊藤史郎, 山口敦子. 有明海のタイラギ資源に及ぼすナルトビエイの影響. 佐有水研報 2004; **22**: 29-33.