

## アオザメ インド洋

(Shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus*)



### 最近の動き

2019年8月にスイス(ジュネーブ)にて開催されたワシントン条約(CITES)第18回締約国会議(COP18)において、本種及びバケアオザメ(類似種規定による)を附属書IIに掲載する提案が採択され、2019年11月26日から国際取引の規制が発効した。我が国は、アオザメは科学的に附属書II掲載基準を満たしておらず、FAO(国際連合食糧農業機関)専門家パネルにおいても、その旨結論付けられることからこれを留保している。

2019年9月にインド洋まぐろ類委員会(IOTC)混獲生態系作業部会(WPEB)において、アオザメの資源評価に向けた議論が行われた。

### 利用・用途

肉はソテーやみぞ漬け、練り物原料として、鰓はフカヒレ、脊椎骨は医薬・食品原料、皮は革製品として利用される。肉質が良いため、さめ類の中でも商品価値が高い。

### 漁業の概要

インド洋においては、本種は遊漁、沿岸小規模漁業、準産業規模の漁業によって漁獲されるほか、まぐろ・かじき類を対象としたはえ縄漁業において混獲されている。IOTC事務局が取りまとめた統計資料によれば、2013～2017年の漁獲量(報告値)は1,268～1,672トン(2013～2017年の平均値:1,555トン)であったが、未報告の漁獲があるため、実際の漁獲量はこれよりも多いと考えられている(IOTC 2016、2018)。

インド洋で操業する我が国漁業において、アオザメは主にまぐろはえ縄での混獲物として利用してきた。インド洋における我が国はえ縄漁業は1952年に東部熱帯域で始まり、1960年代後半にはインド洋全域に広まった。努力量は1960年代後半まで増加した後変動を繰り返していたが、2008年以降にはソマリア沖の海賊の影響により大きく減少した(Japan 2019)。現在(2014～2018年)では、モザンビーク～マダガスカル沖、東部熱帯域において熱帯まぐろを、豪州の西でビンナガやミナミマグロを、南アフリカ沖でミナミマグロを対象とした操業を行っている(Japan 2019)。

IOTC事務局が公表している漁獲統計資料(1964～2018年)によれば、インド洋におけるアオザメの漁獲量は1964～

1970年頃までは1,000～1,500トンの範囲にあり、その後200トン以下まで減少し、その後2005年にかけて2002年に一度減少したものの2,650トンまで一貫して増加している(図1)。それ以降は、2009年まで1,200トンまで減少したものの再度2,000トン付近まで増加している。国別に見ると、1964～1980年代中盤まではほぼ日本による報告(漁獲)であったが、この期間のはえ縄漁業の漁獲量の記録様式は、種類別ではなくさめ類として合算されたものであり、推定値には不確実性が伴う点に留意が必要である。1980年代中盤以降は、スリランカやパキスタンの漁獲が増え始め、2000年頃からはスペインや南アフリカの漁獲が増え、日本の漁獲量の占める割合は、2011年以降は10%未満となっている(図1)。

漁法別に見ると、1964～2018年を通じて平均して8割近くの漁獲量がはえ縄により、次いで流し網による漁獲が多い(図2)。はえ縄と流し網の混合漁具による漁獲は1990年頃から顕著になり、1993～2000年頃までの間に全体の漁獲量の4割近くを占めたが、その後ははえ縄による漁獲が逆転した。はえ縄による漁獲の内訳をみると、2000年前後からメカジキを対象とする操業による漁獲が増え、大部分を占めるに至っている。

インド洋における我が国アオザメの漁獲量は、種別の漁獲量が報告されるようになった1994年以降、1996年の666トンを除き、430トン(1994年)から100トン(2018年)まで緩やかに減少している。

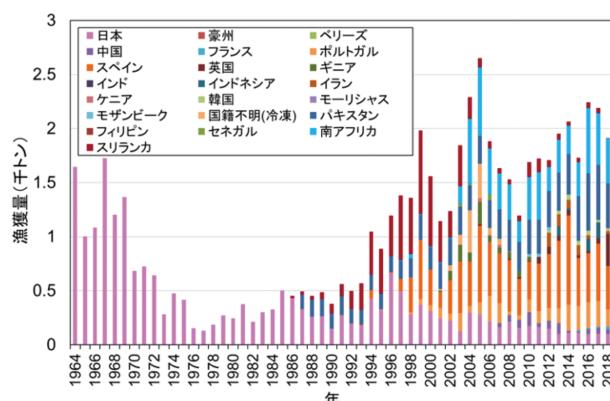


図1. インド洋における国別のアオザメ水揚量  
IOTCの統計情報(IOTC 2019)に基づき作成。

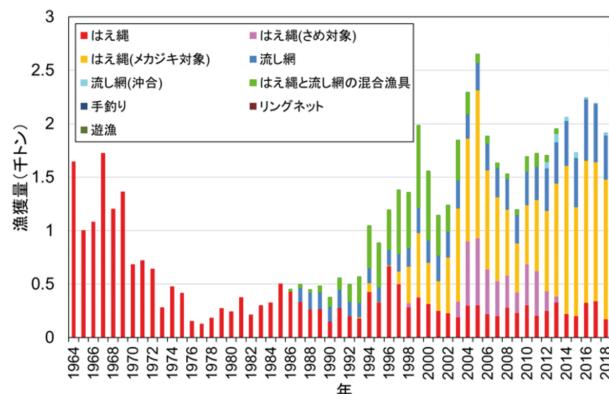


図2. インド洋における漁法別のアオザメ水揚量  
IOTCの統計情報 (IOTC 2019)に基づき作成。

## 生物学的特性

まぐろ類の地域漁業管理機関 (Tuna-RFMO) では、本種の系群は南太平洋・北太平洋・インド洋・南大西洋・北大西洋の5つからなるという仮定のもと、資源評価が行われている。しかしながら、生物学的特性値の多くは、個々の系群毎に明らかにされていないため、一部はインド洋以外の系群の情報を統合したもの示す。

### 【分布】

本種は全世界の熱帯及び温帯の沿岸から外洋まで広く分布するが、水温16°C以下の環境での出現はまれである (図3、Compagno 2001)。鉛直方向には、表層から深度500 mまでの深度帯に分布することが知られている。インド洋に面する南アフリカのクワズルナタールの沿岸のさめ除けネットの記録によれば、水温17~22°Cの環境下で出現が確認されている (Compagno 2001)。系群構造については、ミトコンドリアDNAを用いた解析が行われ、北大西洋の系群は、その他の海域 (南大西洋、北太平洋、南太平洋) の系群とは異なる遺伝組成であることが示された (Heist et al. 1996)。北大西洋、北インド洋、南半球の個体群は遺伝的に異なる集団である可能性が高いものの、インド洋南東部と太平洋南西部といった南半球内の個体群間には遺伝的交流があることが推定されている (Corrig

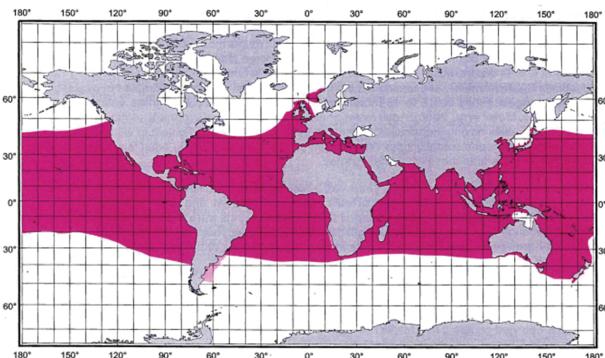


図3. アオザメの分布 (Compagno 2001)  
色の濃い部分は信用できる情報に基づく既存の分布あるいは確かに分布していると思われるエリア、薄い部分は分布が推定されるもしくは不確実な情報に基づく分布エリアを示す。

an et al. 2018)。Nohara et al. (2019) は、南北大西洋をカバーする個体のミトコンドリアDNAの部分塩基配列情報とCorrigan et al. (2018) が報告した情報を組み合わせて集団構造を分析し、南大西洋の個体群も南インド洋及び南太平洋の個体群と遺伝的に交流がある可能性を示唆した。分布域全体をカバーしたより詳細な系群構造については現在研究が行われているところである。また、本種は成長段階や性による棲み分けを示すことが示唆されているが (中野 1996、Mucientes et al. 2009)、成熟個体の分布に関する知見が少ないともあり、詳細な分布様式の把握のためには今後の調査における知見の収集が必要である。

### 【産卵・回遊】

本種の繁殖様式は卵食型の非胎盤型胎生であり (Wourms 1977)、産仔数の範囲は4~16、出生時の全長は約70 cm (Stevens 1983、Mollet et al. 2000) である。本種の繁殖サイクルは、妊娠期間とともに休止期間を伴うと推定されているが、妊娠期間については研究によって推定値の幅が15~25か月と大きく、休止期間の推定値は得られていないため、繁殖周期は2年もしくは3年と考えられている (Mollet et al. 2000、Joung and Hsu 2005、Semba et al. 2011)。

北大西洋で行われた通常標識放流調査の結果においても、本種の適水温は17~22°C (Casey and Kohler 1992) であることが報告されており、環境水温の変化に伴い季節回遊を行うことが示唆されている。近年は、各大洋でPSAT (ポップアップアーカイバタグ) を用いた移動・回遊の研究が盛んに行われており、豪州南部のグレートオーストラリア湾で行われた研究によれば、放流された未成魚のうち数個体は冬季~春季にかけて、豪州南部からインド洋北東部の熱帯域あるいは珊瑚海あるいは亜熱帯のフロント域まで移動すること、更に1個体 (未成魚) はインド洋を横断し25,550 kmもの距離を移動したことが報告されている (Rogers et al. 2015)。

交尾期、交尾場、出産場等についての知見は乏しいが、いずれの海域においても、出産期は晚冬から盛夏にかけてと推測されている (Compagno 2001)。

### 【成長・成熟】

脊椎骨に形成される輪紋から年齢が推定されており、インド洋系群については、Groeneveld et al. (2014) 及びLiu et al. (2018) により成長式が報告されている (図4)。観察された最高年齢 (年齢査定した個体のうち最高齢の個体) は、雄が14歳 (Liu et al. 2018) 又は19.5歳 (Groeneveld et al. 2014)、雌が18歳 (Liu et al. 2018) 又は18.5歳 (Groeneveld et al. 2014) と報告されているが、実際の寿命はこれよりも長いと考えられる。寿命については定義によって推定値が異なるが、各海域の知見を統合すると、雄は20~30歳、雌は30~40歳と推定されている。

50%成熟体長に関して、南西インド洋における研究報告によれば、雄は190 cm (尾叉長)、雌は250 cm (尾叉長)、年齢では雄は7歳、雌は15歳と推定されている (Groeneveld et al. 2014)。成熟体長・年齢については各海域で異なる推定値が

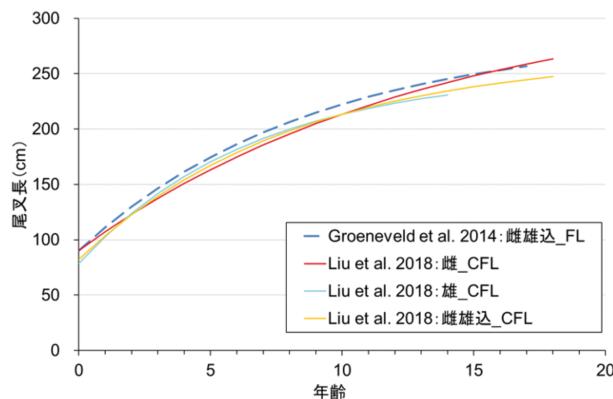


図4. インド洋におけるアオザメの年齢と成長 (Groeneveld *et al.* 2014, Liu *et al.* 2018を基に作成)

縦軸は直線状に計測した尾叉長 (FL: Groeneveld *et al.* 2014が採用した計測) もしくは体表に沿って (カーブ状) に測定した尾叉長 (CFL: Liu *et al.* 2018が採用した計測) を示す。統一基準に換算する係数が無いため、同一の図の中で示した。

得られており、いずれもサンプルサイズが限られているため、推定値には不確実性が伴う点に留意が必要である。

#### 【食性・捕食者】

主としてまぐろ・かつお類を含む魚類やいか類を捕食する (Strasburg 1958、川崎ほか 1962、谷内 1984、Preti *et al.* 2012)。DNA を用いた分析によって、マイルカの捕食も確認されている (Porsmoguer *et al.* 2015)。海域、成長段階等によって異なる物を摂餌しており、特に選択的ではなく、生息域に豊富に分布している利用しやすい餌生物を食べる日和見食者と考えられている。成魚に対する捕食者は知られていないが、幼魚はホホジロザメによる捕食が報告されている (Compagno 2001)。

#### 資源状態

インド洋系群についてはこれまで資源評価は行われておらず、各国が推定した標準化 CPUE 等が IOTC の WPEB にて議論してきた。わが国は、2011 年に初めてインド洋で操業する日本の遠洋はえ縄の漁獲成績報告書データを用いて標準化した CPUE の経年変化 (1994~2010 年) を報告し、年によって飛び値や年変動が見られるものの、解析期間中に顕著な増減傾向は認められないことを報告した (Kimoto *et al.* 2011)。2019 年には、同じく日本の漁獲成績報告書のデータに基づき、本種を漁獲した船の情報を選別し (Kai 2019)、1993 年から 2018 年までの資源量指数 (標準化した CPUE) の年トレンドとそれに基づく漁獲量の推定値を報告した (Kai and Semba 2019)。3 つの誤差構造 (ゼロ過多ポワソンモデル・負の二項分布・ポワソンモデル) を考慮したモデルを検討し、AIC をもとに選択された負の二項分布モデルに基づき推定した CPUE は、1990 年代頭~2009 年にかけて大きく変動しながらも減少傾向を示し、その後は微増傾向を示した (図5)。このモデルに基づき、年別漁獲量を推定した結果、漁獲量は 1990 年代頭から増加し、1996 年にピークを迎えたが、2000 年以降は減少傾向を示した。その背景として、2000 年以前には努力量の増

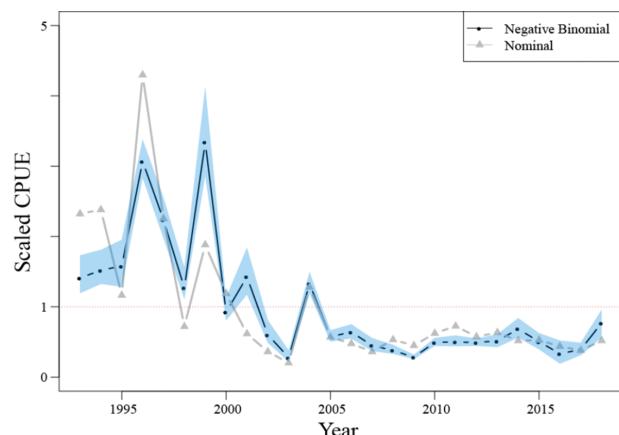


図5. インド洋 (全域) における日本のはえ縄漁業データに基づき推定されたアオザメの標準化 CPUE (Kai and Semba 2019)

横軸は年を、縦軸は基準化した CPUE (推定値の平均を 1 とした場合の各年の CPUE) を示す。薄い水色の区間は 95% ブートストラップ信頼区間を、灰色の△は標準化する前のノミナル CPUE を、黒の●は AIC によって選択されたベストモデル (負の二項分布) に基づく推定値を示す。

加と高い水準の CPUE が、2000 年以降は漁獲努力量の減少と低いレベルの CPUE が関係しているものと考えられた。この他、2020 年に行われる本系群の資源評価に備えて、重要な生物学的パラメーターである内的自然増加率を、インド洋の生活史パラメーターを中心にメタ解析した結果 (中央値: 0.113) を WPEB に報告した (Semba *et al.* 2019)。

現状でインド洋全体としての資源動向は不明であるが、2020 年にインド洋におけるアオザメの資源評価が行われる予定である。

#### 管理方策

全てのまぐろ類地域漁業管理機関において、漁獲されたさめ類の完全利用 (頭部、内臓及び皮を除く全ての部位を最初の水揚げ又は転載まで船上で保持すること) 及び漁獲データ提出が義務付けられている。

IOTC 独自の勧告としては、管理区域で操業する各漁法について漁獲量や努力量のデータの記録 (Resolution 15/01) と報告 (Resolution 15/02)、地域オブザーバーによるさめ類に関するデータの記録と報告 (Resolution 11/04)、さめ類の漁獲量の報告と完全利用 (Resolution 05/05) 等がある。

2019 年 8 月に開催された CITES・COP18 において、本種及びバケアオザメ (類似種規定による) の附属書 II への掲載が提案され、投票の結果採択された。附属書掲載は 2019 年 11 月 26 日から発効し、本種の魚体、鰓等を含む一切の派生物を貿易する際は、輸出国による輸出許可書の発給が必要となり、公海域で採捕し自国に持ち帰る行為についても証明書の事前発給が義務付けられる (海からの持込み)。我が国は、アオザメは科学的に附属書 II 掲載基準を満たしておらず、FAO 専門家パネルにおいても、その旨結論付けられていることから、本種及びバケアオザメの附属書 II 掲載を留保している。このため、本種を締約国に輸出する場合には輸出許可書が必要となるものの、自国への海からの持込みについての証明書の発

給は不要となっている。

## 執筆者

かつお・まぐろユニット  
かじき・さめサブユニット  
国際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部  
まぐろ漁業資源グループ  
仙波 靖子・甲斐 幹彦

## 参考文献

- Casey, J.G., and Kohler, N.E. 1992. Tagging studies on the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in the western North Atlantic. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 43: 45-60.
- Compagno, L.J.V. 2001. FAO species catalog, Vol.4: Sharks of the world; Part 2 - Bullhead, mackerel and carpet sharks. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, Italy. 269 pp.
- Corrigan, S., Lowther, A.D., Beheregaray, L.B., Bruce, B.D., Cliff, G., Duffy, C.A., Foulis, A., Francis, M.P., Goldsworthy, S.D., Hyde, J.R., Jabado, R.W., Kacev, D., Marshall, L., Mucientes, G.R., Naylor, G.J.P., Pepperell, J.G., Queiroz, N., White, W.T., Wintner, S.P., and Rogers, P.J. 2018. Population connectivity of the highly migratory shortfin mako (*Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810) and implications for management in the Southern Hemisphere. *Front Ecol. Evol.*, 6: 187.
- Groeneveld, J.C., Cliff, G., Dudley, S.F.J., Foulis, A.J., Santos, J., and Wintner, S.P. 2014. Population structure and biology of shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the south-west Indian Ocean. *Mar. Freshwater Res.*, 65: 1045-1058.
- Heist, E.J., Musick, J.A., and Graves, J.E. 1996. Genetic population structure of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) inferred from restriction fragment length polymorphism analysis of mitochondrial DNA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 583-588.
- IOTC. 2016. SHORTFIN MAKO SHARK SUPPORTING INFORMATION. [https://iotc.org/sites/default/files/documents/science/species\\_summaries/english/Shortfin%20mako%20shark%20Supporting%20Information.pdf](https://iotc.org/sites/default/files/documents/science/species_summaries/english/Shortfin%20mako%20shark%20Supporting%20Information.pdf) (2020年1月8日)
- IOTC. 2018. Executive Summary: Shortfin Mako Shark. [https://iotc.org/sites/default/files/documents/science/species\\_summaries/english/ShortfinMakoShark2018.pdf](https://iotc.org/sites/default/files/documents/science/species_summaries/english/ShortfinMakoShark2018.pdf) (2020年1月8日)
- IOTC. 2019. IOTC-2019-DATASETS-CELongline. <https://iotc.org/data/datasets/latest/CELongline> (2020年1月17日)
- Japan. 2019. Japan National Report to the Scientific Committee of the Indian Ocean Tuna Commission. [https://iotc.org/sites/default/files/documents/2019/11/IOTC-2019-SC22-NR11\\_Rev1.pdf](https://iotc.org/sites/default/files/documents/2019/11/IOTC-2019-SC22-NR11_Rev1.pdf) (2020年1月10日)
- Joung, S.J., and Hsu, H.H. 2005. Reproduction and Embryonic Development of the Shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, in the Northwestern Pacific. *Zool. Stud.*, 44: 487-496.
- Kai, M. 2019. Data filtering of Japanese logbook data in the Indian Ocean for analysis of species-specific shark's data from 1993 to 2018. IOTC2019-WPEB15-15.
- Kai, M., and Semba, Y. 2019. Estimation of annual catch rates and catches for shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) caught by Japanese longline fishery operated in the Indian Ocean from 1993 to 2018. IOTC2019-WPEB15-21.
- 川崎 健・八百正和・安楽守哉・永沼 章・浅野政宏. 1962. 東北海区に分布する表層性魚食性魚類群集団の構造とその変動機構について. 第1報. 東北区水産研究所報告, 22: 1-44.
- Kimoto, A., Hiraoka, Y., Ando, T., and Yokawa, K. 2011. Standardized CPUE for shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) caught by Japanese longliners in the Indian Ocean in the period between 1994 and 2010. IOTC-WPEB07-34. 8 pp.
- Liu, K.-M., Sibagariang, R.D., Joung, S.-J., and Wang, S.-B. 2018. Age and Growth of the Shortfin Mako shark in the Southern Indian Ocean. *Mar. Coast. Fish. Dynam. Manag. Ecosys. Sci.*, 10: 577-589.
- Mollet, H.F., Cliff, G., Pratt, H.L.Jr., and Stevens, J.D. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. *Fish Bull.*, 98: 299-318.
- Mucientes, G.R., Queiroz, N., Sousa, L.L., Tarroso, P., and Sims, D.W. 2009. Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries. *Biol. Lett.*, 5: 156-159.
- 中野秀樹. 1996. 北太平洋における外洋性板鰓類の分布. *月刊海洋*, 28: 407-415.
- Nohara, K., Takeshima, H., Noda, S., Coelho, R., Santos, M.N., Cortés, E., Domingo, A., de Urbina, J.O., and Semba, Y. 2019. Progress report of genetic stock structure of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Atlantic Ocean. SCRS/2019/173.
- Porsmoguer, S.B., Bánaru, D., Boudouresque, C.F., Dekeyser, I., Viricel, A., and Merchán, M. 2015. DNA evidence of the consumption of short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* by the shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 532: 177-183.
- Preti, A., Soykan, C.U., Dewar, H., Wells, R.J.D., Spear, N., and Kohin, S. 2012. Comparative feeding ecology of shortfin mako, blue and thresher sharks in the California Current. *Environ. Biol. Fish.*, 95: 127-146.
- Rogers, P.J., Huveneers, C., Page, B., Goldsworthy, S.D., Coyne, M., Lowther, A.D., Mitchell, J.G., and Seuront, L. 2015. Living on the continental shelf edge: habitat use of juvenile shortfin makos *Isurus oxyrinchus* in the Great Australian Bight, southern Australia. *Fish. Oceanogr.*, 24: 14-25.
- Semba, Y., Aoki, I., and Yokawa, K. 2011. Size at maturity and reproductive traits of shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*,

- in the western and central North Pacific. Mar. Freshwater Res., 62: 1-10.
- Semba, Y., Yokoi, H., and Kai, M. 2019. Estimate of intrinsic rate of natural increase ( $r$ ) of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) based on life history parameters from Indian Ocean. IOTC2019-WPEB15-20.
- Stevens, J.D. 1983. Observation on reproduction in the short fin mako *Isurus oxyrinchus*. Copeia, 1983: 126-130.
- Strasburg, D.W. 1958. Distribution, abundance, and habitats of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. Fish. Bull. U.S. Fish. Wildlife Serv., 58: 335-361.
- 谷内 透. 1984. 漁業との関わり. In 谷内 透・須山三千三(編), 資源生物としてのサメ・エイ類. 恒星社厚生閣, 東京. 35-45 pp.
- Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. Amer. Zool., 17: 379-410.

アオザメ(インド洋)の資源の現況(要約表)

資源水準	調査中
資源動向	不明
世界の漁獲量* (最近5年間)	1,268~1,672トン 最近(2017)年: 1,664トン 平均: 1,555トン(2013~2017年)
我が国の漁獲量* (最近5年間)	99~112トン 最近(2018)年: 102トン 平均: 105トン(2014~2018年)
管理目標	検討中
資源評価の方法	検討中
資源の状態	検討中
管理措置	漁獲物の完全利用等
管理機関・関係機関	IOTC, CCSBT, CITES
最新の資源評価年	未実施
次回の資源評価年	2020年

\* 2017年(世界)及び2018年(我が国)の値は暫定値。