

アオザメ インド洋

(Shortfin mako *Isurus oxyrinchus*)

管理・関係機関

- 国際連合食糧農業機関（FAO）
- 絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（CITES）
- インド洋まぐろ類委員会（IOTC）
- みなみまぐろ保存委員会（CCSBT）

最近の動き

2020年9月にIOTC混獲生態系作業部会（WPEB）において、アオザメの資源評価が行われた。各国の漁獲量や単位努力量当たりの漁獲量（CPUE）等のデータを用いて3種類の資源評価モデルによる解析が行われたが、解析に用いられた資源評価モデルの妥当性のほか、用いられた生物パラメータや漁獲量の不確実性に関する問題から、報告された評価結果に基づく資源管理措置の勧告は見送られた。2024年に新たな資源評価が行われる予定である。

利用・用途

肉はソテーやみそ漬け、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、サメ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、マグロ・カジキ類を対象とした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、2018～2022年にインド洋で漁獲されたアオザメの漁獲量（報告値）は666～1,674トン（2018～2022年の平均値：1,013トン）であったが（IOTC 2023）、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。

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 2023）。最近5年間（2018～2022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マグロを、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 2023）。

IOTC事務局が公表している最新の漁獲統計資料（1964～2022年）によれば、インド洋におけるアオザメの漁獲量は1964～1980年代中盤までは100トン未満で推移していたとされているが、各国が種別漁獲量の報告を始めた1980年代後半から1990年代中盤にかけて500トン近くまで緩やかに增加了。その後、1,000トン以上まで増加して以降は、2019年頃まで（2004～2005年など一部の年を除き）、1,000～2,000トンの間で増減を繰り返していたが、2015年以降は減少傾向が続いている（図1）。2022年の漁獲量は666トン（暫定値）と2000年代以降最も低い値となっている。近年の漁獲量の減少は、各種規制が影響している可能性もあるが、漁業によるインパクトを把握する上でも、投棄量に関する情報の提供が各国に求められている。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、1980年代中盤に入ると、スリランカやパキスタンの漁獲が増え始める一方で、2000年頃からはスペインやポルトガル、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、2020年以降は1%前後となっている（図1）。

漁法別に見ると、1964～2022年を通じて平均して7割近くの漁獲量がはえ縄、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年前後から顕著

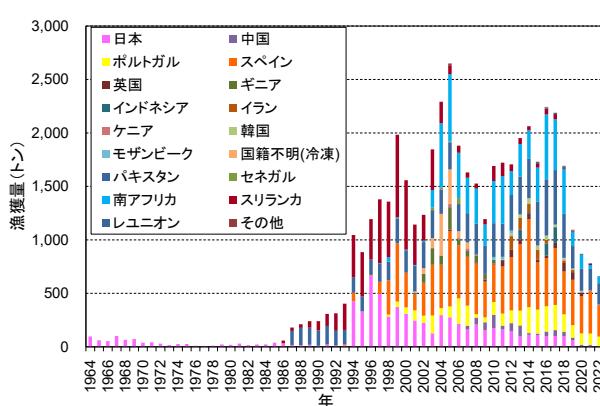


図1. インド洋における国・地域別のアオザメ水揚量（1964～2022年）

IOTCの統計情報（IOTC 2023）に基づき作成。2022年の数値は暫定値。

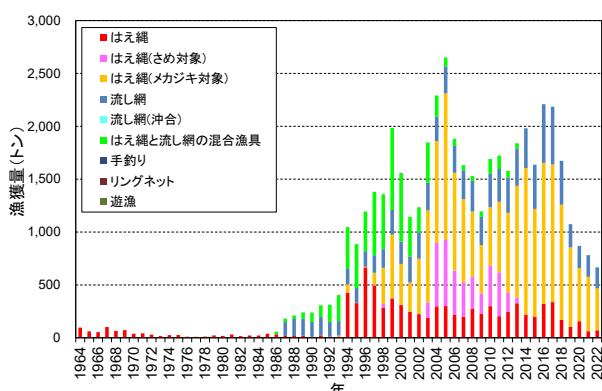


図 2. インド洋における漁法別のアオザメ水揚量（1964～2022年）

IOC の統計情報 (IOTC 2023) に基づき作成。2022年の数値は暫定値。

になり、1993～2000年頃に全体の漁獲量の4割近くを占めたが、その後は激減し、2014年以降は当該漁具による漁獲は報告されていない。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の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、425トン（1994年）から63トン（2019年）まで緩やかに減少し、2020年以降は10トン未満となっている。2022年は暫定値であるが、5トンが漁獲されている。

生物学的特性

マグロ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 (Compagno 2001) (図3)。鉛直方向には、表層から水深500m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サメ除外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)。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 (Corrigan 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を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

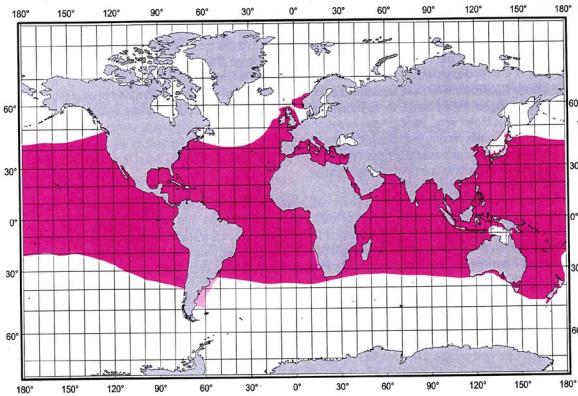


図3. アオザメの分布 (Compagno 2001)

色の濃い部分は信頼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。

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こともあり、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)、1回の産仔数は4~16、出生時の全長は約70cm (Stevens 1983、Mollet et al. 2000) である。本種の繁殖サイクルは、妊娠期間のうち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)。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)。

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、各大洋でポップアップアーカイバルタグを用いた移動・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前線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)。

【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) または19.5歳 (Groeneveld et al. 2014)、

雌が18歳 (Liu *et al.* 2018) または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%性成熟体長に関して、南西インド洋における研究報告によれば、雄は190cm(尾叉長)、雌は250cm(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)。性成熟体長・年齢については各海域で異なる推定値が得られており、いずれもサンプル数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。

インド洋においては、本種の最大体長・体重は尾叉長311.3cm、273.9kg(推定)と報告されている。

【食性・捕食者】

主としてマグロ・カツオ類を含む魚類やイカ類を捕食する (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と見捕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・地域が推定した標準化CPUE等がIOTCのWPEBにて議論されてきた。我が国は、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の推移(1994~2010年)を報告し、年によ

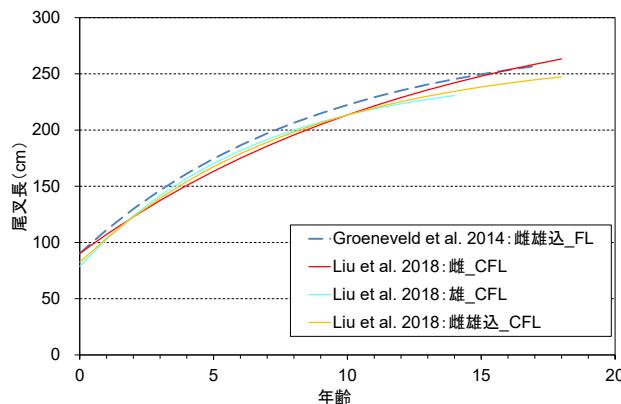


図4. インド洋におけるアオザメの成長曲線 (Groeneveld *et al.* 2014、Liu *et al.* 2018 を基に作成)

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。

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)。このCPUE標準化の中で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、赤池情報量基準(AIC)をもとに負の二項分布モデルをベストなモデルとして選択した。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、資源変動に大きな影響を及ぼす内的自然増加率について、インド洋系群の生活史パラメータを中心にメタ解析し、同増加率は0.113(推定の中央値)と報告された (Semba *et al.* 2019)。これらの日本が示した漁獲量・CPUE・内的自然増加率は、2020年に行われた資源評価で用いられた。しかし、資源評価に関して、解析に用いられた資源評価モデル(年齢構造を考慮しないベイズ型プロダクションモデル)の妥当性に関する合意が得られなかったほか、入力されたパラメータや漁獲量の不確実性の問題が大きいことから、報告された評価結果に基づく資源管理措置の勧告は見送られた(IOTC 2020)。2024年に新たな資源評価が行われる予定である。

管理方策

全てのTuna-RFMOにおいて、漁獲されたサメ類の完全利

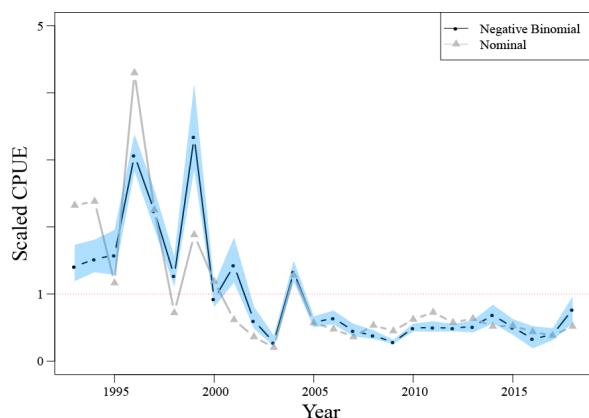


図5. インド洋(全域)における日本のはえ縄漁業データに基づき推定されたアオザメの標準化CPUE(1993~2018年、Kai and Semba 2019)

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。

用(頭部、内臓及び皮を除く全ての部位を最初の水揚げまた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サメ類に関するデータの記録と報告(Resolution 22/04)、サメ類の漁獲量の報告と完全利用(Resolution 17/05)等がある。

2019年8月に開催されたCITES第18回締約国会議において、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、公海域で採捕し自國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(Kai 2021)、FAO専門家パネルにおいても、その旨結論付けかれていることから、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、本種を他国に輸出する場合には輸出許可書が必要となるものの、自國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

水産資源研究所 水産資源研究センター

広域性資源部 まぐろ第4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. Freshw. 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. Freshw. Res., 65: 1045-1058.

IOTC. 2020. Report of the 16th Session of the IOTC Working Party on Ecosystems and Bycatch.

https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2020/01/IOTC-2020-WPEB16-R_FINAL.pdf(2022年11月21日)

IOTC. 2023. NOMINAL CATCH BY SPECIES, GEAR AND VESSEL FLAG REPORTING COUNTRY.

<https://iotc.org/data/datasets/latest/NC/ALL> (2024年12月22日)

Japan. 2023. Japan National Report to the Scientific Committee of the Indian Ocean Tuna Commission, 2023. <https://iotc.org/documents/SC/26/NR11E> (2023年12月22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. 2021. Are the current IUCN category and CITES listing appropriate for the conservation and management of shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the North Pacific Ocean? Mar. Policy, 134: 104790.

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., Bănaru, 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.
- Prete, 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 shortfin 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）

世界の漁獲量 (最近5年間)	666～1,674トン 最近(2022)年: 666トン 平均: 1,013トン (2018～2022年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	5～102トン 最近(2022)年: 5トン 平均: 37トン (2018～2022年)
資源評価の方法	年齢構造を考慮しないペイズ型プロダクションモデル
資源の状態 (資源評価結果)	検討中 ※資源の状態に関する国際的な合意事項は存在しない
管理目標	検討中
管理措置	漁獲物の完全利用等
管理機関・関係機関	FAO、IOTC、CCSBT、CITES
最近の資源評価年	2020年(管理勧告なし)
次回の資源評価年	2024年

* 2021年の漁獲量(世界及び我が国)の値は暫定値。