アオザメ　大西洋

(Shortfin mako *Isurus oxyrinchus*)

管理・関係機関

国際連合食糧農業機関（FAO）
大西洋まぐろ類保存国際委員会（ICCAT）
みなみまぐろ保存委員会（CCSBT）
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）

最近の動き

2021 年 11 月に行われた ICCAT 年次会合において、北大西洋系群に関する管理勧告が策定され、加盟国は 2022 年に開始される北大西洋系群の資源回復計画を実施することとなった。管理目標は、2070 年までに 60～70％の確率で資源を最大持続生産量（MSY）水準に回復させることで合意され、①2022～2023 年に本系群の船上保持を禁止とすること、②次回の科学委員会による検討が行われるまでは、漁獲による死亡量は 250 トンを超えないようにすること、③2023 年以降、資源回復計画を維持する水準で死亡個体を保持する妥当性を議論すること、等が合意された。2023 年の科学委員会及び年次会合において、2024 年の北大西洋系群の許容保持量が検討された。水揚量や投棄量、放流後死亡率等の利用可能な情報に基づき推定した 2022 年の北大西洋系群の水揚推定量は 110 トン、死亡投棄推定量は 887 トンとなり、漁獲許容量の 250 トンを超過したことから、2024 年における本資源の漁獲許容量は 0 トンとなった。

利用・用途

肉はソテーやみそ漬け、練り物原料として、鰭はフカヒレ、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

メキシコ湾、カリブ海を含む大西洋において、本種を含む外洋性サメ類は、はえ縄、流し網、遊漁を含むその他の漁業（手釣り、底びき網、釣り（遊漁）を含むひき縄、突きん棒等）で混獲されているが、混獲量の大部分はマグロ・カジキ類を対象としたはえ縄漁業が占めている（ICCAT 2005）。米国、カナダ、英国やアイルランドでは遊漁の対象ともなっている（ICCAT 2005）。

大西洋における我が国のはえ縄漁業は、1957 年頃より、キハダ、ビンナガ等の缶詰材料魚種を主対象とする基地操業形態のはえ縄船団によって開始されたが、その後刺身材料としてのメバチ、クロマグロを対象とした本土操業形態に転向した（久米 1976）。現在では、北米沖（ニューヨークからカナダのニューファンドランド沖合）及びアイスランドやフェロー諸島付近にて大西洋クロマグロを、熱帯域（特に西アフリカ沖）にてメバチやキハダを主対象とした操業を展開している。一連のまぐろはえ縄操業において、アオザメは主に混獲物として利用されてきた。

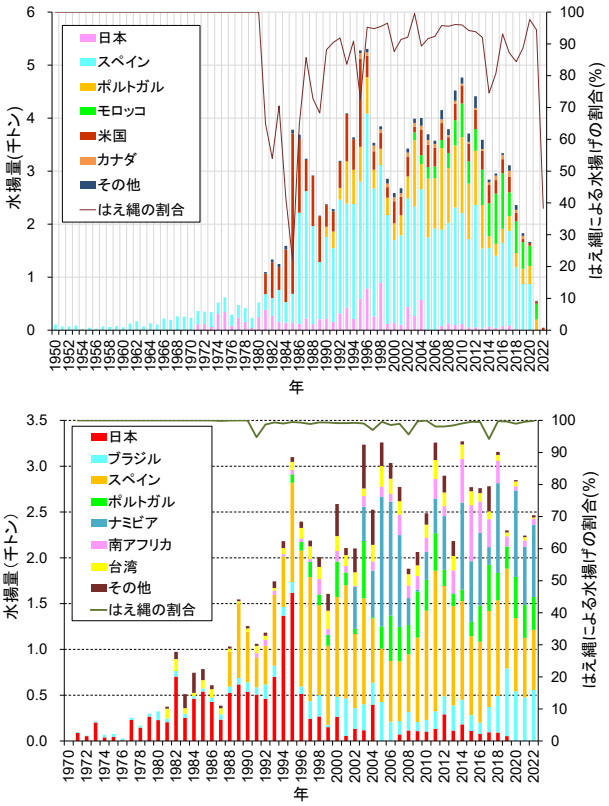

図 1. 北大西洋（上、1950～2022 年）及び南大西洋（下、1971～2022 年）におけるアオザメ水揚量とはえ縄漁業による水揚が全体を占める割合
ICCAT 事務局の資料に基づき作成。棒グラフは各国・地域による水揚量（単位：千トン）を、折れ線グラフ（単位：%）ははえ縄漁業による水揚が全体に占める割合を示す。はえ縄以外の漁法はその他の表層漁業が占めている。2022 年の数値は暫定値。

ICCAT 事務局が公表している漁獲統計資料によれば、北大西洋におけるアオザメの水揚量（報告された漁獲量）は、1980

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

年以前は 1,000 トン以下であったが、その後 1985 年にかけて約 3,800 トンまで急増したのち 1989 年に約 2,200 トンまで減少した。その後、1990 年代中盤にかけて約 5,300 トンまで増加した。その後はおよそ 2,600～4,800 トンの範囲で推移していたが、2010 年以降は減少傾向にあり、2022 年の水揚量（47 トン）は前年の 552 トンから大きく減少しているが、一部の主要漁業国の報告が反映されていないため、解釈には注意を要する。この減少が 2017 年の管理勧告によるものか資源の減少によるものかは検討されていないが、各国の放流・投棄量のデータが揃えば今後検証が可能であり、漁業によるインパクトを把握する上でも、死亡投棄・生存放流に関する情報の提供が各国に求められている。漁法別にみると、統計資料が整備され始めた 1950～1980 年までは水揚量の 100%がはえ縄漁業によるとされていたが、1980 年代前半は、はえ縄漁業以外の表層漁業による水揚量が増加し同程度となった。1986 年頃から再びはえ縄による水揚量が増え始め、1990 年中盤以降はおおむね 90%以上がはえ縄による水揚となっている（図 1 上）。2022 年にはえ縄による水揚量の割合が減少しているのは、前述の通り、一部の主要漁業国の報告が反映されていないこともあり、解釈には注意が必要である。国別では、1980 年以前の記録はスペイン・日本によるものであったが、1981 年から米国の水揚量が、1990 年からはポルトガルの水揚量が増え始め、2000 年代中盤まではスペイン・米国・ポルトガルの水揚量が北大西洋全体の約 90%を占めるに至った（図 1 上）。2000 年代中盤からはモロッコの水揚量が増加し、2015～2016 年には全体の約 30%を占め、2017 年には 14%に減少したが、2021 年には北大西洋全体の 54%にまで増加した。2017 年以降のモロッコの水揚量は、300～600 トンの間を推移している。

南大西洋においては、1970～1980 年代中盤までのアオザメの水揚量（報告された漁獲量）は 1,000 トン以下の範囲で緩やかに増加し、その後は増減を繰り返しながら 1995 年には約 3,000 トンまで急激に増加した。それ以降は増減を繰り返しながらおよそ 1,600～3,300 トンの範囲で推移している。漁法別には、大部分の水揚量（94%以上）がはえ縄によるもので、国別には 1970～1980 年代終盤までの水揚量の大部分は日本による報告であったが、その後はスペインの水揚量が増え始め、1988 年以降は南大西洋の全体水揚量の約 40%（1988～2022 年のスペインの水揚量割合の平均）を占めている。ナミビアは 2002 年から水揚量が増え始め、2005～2007 年には南大西洋全体水揚量の約 40%を占めたが、その後大きく減少し、近年は 30%前後を推移している（図 1 下）。日本の水揚量は、1980 年代終盤～1995 年頃までは南大西洋全体の 40～60%を占めていたが、それ以後急激に減少し、2016 年以降は、100 トンを下回り、2021 年以降の水揚量は 0 トンとなっている。

日本のはえ縄の漁獲成績報告書の報告率で選別したデータに基づく分析から、大西洋全域において、1994～2010 年の期間に 3,340～11,120 個体（平均 5,730 個体）、150～500 トン（平均 260 トン）のアオザメが日本のはえ縄漁船によって漁獲されたと推定されている（Semba and Yokawa 2012）が、規制の影響により、近年はほぼすべての個体を放流している。

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、生物学的特性値の多くは系群毎に明らかにされていないため、一部は大西洋以外の系群の断片的な情報を統合したものを示す。

【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 2）。鉛直方向には、表層から水深 500 m までの深度帯に分布することが知られている。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ており（Heist *et al.* 1996）、ミトゲノムを分析した最新の研究においても、大西洋内に遺伝的に大きく異なる 2 つの系統の存在が認められた（Takeshima *et al.* 2021）。この研究では、核ゲノムのデータを個体ごとに分析し、これまで検出されていなかった遺伝的に異なる 2 つのグループの存在を初めて明らかにした（Takeshima *et al.* 2021）。また、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。

太平洋の知見では、本種は成長段階や性による棲み分けが示唆されているが（中野 1996、Mucientes *et al.* 2009、Semba

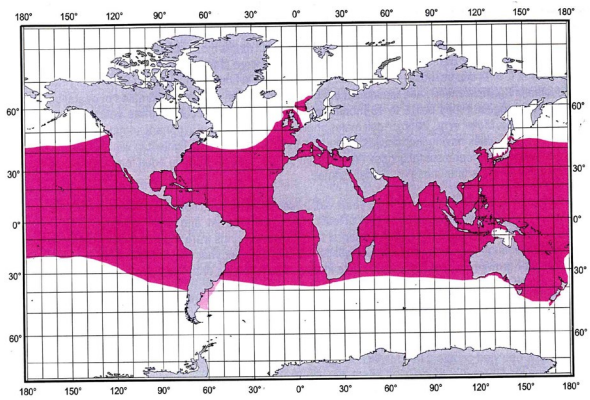

図 2. アオザメの分布（Compagno 2001）
色の濃い部分は信用できる情報に基づく既存の分布あるいは確かに分布していると思われるエリア、薄い部分は分布が推定されるもしくは不確実な情報に基づく分布エリアを示す。

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

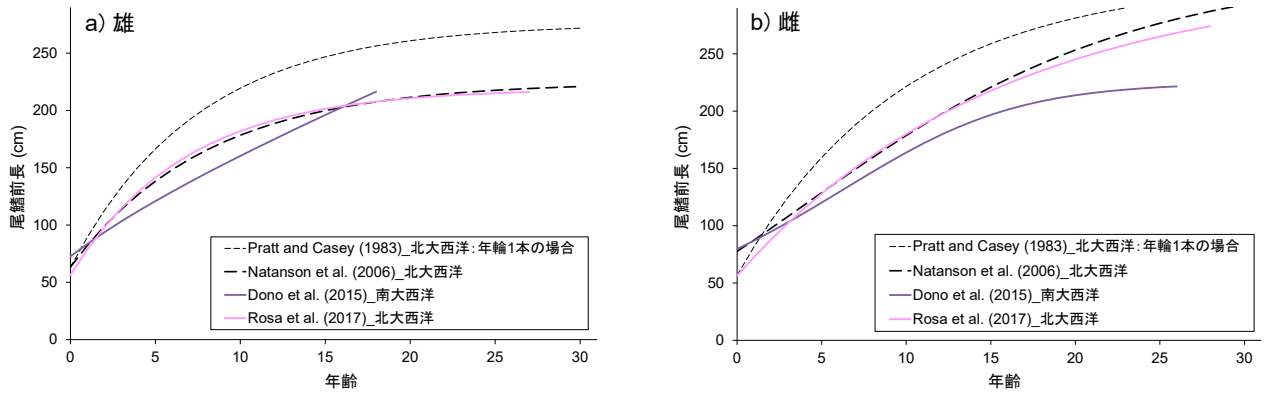

図 3. 大西洋で報告されているアオザメの成長曲線

2018）、大西洋では包括的な研究が少なく、詳細な分布様式は不明であった。近年の報告によれば、メキシコ湾やポルトガル沖合が出産場・生育場と推定されているが、北西海域が主要な生育場であると考えられている（Natanson *et al.* 2020）。依然として成熟した雌の報告例は少ないこともあり、詳細な分布様式の把握のためには引き続き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 70 cm（Stevens 1983、Mollet *et al.* 2000）である。本種の繁殖サイクルは、妊娠期間のの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）。北大西洋で行われた標識放流調査の結果によると、本種の適水温は 17～22°C（Casey and Kohler 1992）であること、電子標識を用いた調査では、22～27°Cの水温帯に多くの時間滞在していることが明らかとなり（Vaudo *et al.* 2016）、適水温に従って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、北大西洋を中心に PSAT（pop-up satellite archival tag：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（Loefer *et al.* 2005、Vaudo *et al.* 2016、Vaudo *et al.* 2017）、Vaudo *et al.*（2017）が行った研究では、米国メリーランド沖とメキシコのユカタン半島沖から計 26 個体のアオザメに PSAT を装着・放流した結果、2 つの海域で放流された個体の移動は重複することなく、前者は大陸棚を越えて外洋域まで長距離の移動を行ったのに対し、後者は大陸棚に留まり、周年カンペチェバンク周辺に分布していたことから、主要分布域は大陸棚上であるが、移動パターンの個体差が大きいこと、一部の個体は季節回遊を行うことが報告されている。大西洋全域で行われた同様の調査では、北西域・中央部で放流された個体は放流場所から移動する傾向を示す一方、北東域・南西域で放流された個体は長期間、カナリア諸島・アフリカ北西部・ブラジル南部やウルグアイの大陸棚や外洋域に滞在する傾向を示した（Santos *et al.* 2021）。また、ギニア沖で放流された 1 個体は赤道を越えナミビアの排他的経済水域（EEZ）まで移動したことが確認されており、今後、ゲノム情報に基づく研究とあわせた解析が望まれる。北太平洋においては、幼魚は亜寒帯境界付近を生育場にすると推測されているが（中野 1996）、大西洋においては、ブラジル南部（Costa *et al.* 2002、Vooren *et al.* 2005）・アフリカ北西部・ポルトガル近海において幼魚や当歳魚、妊娠個体の出現が報告されており、生育場と推定されている（Maia *et al.* 2007、Natanson *et al.* 2020）。成長段階を通じた性別の移動の詳細は不明であるが、近年成魚の移動に関する知見も報告されており、メキシコ湾西部で成魚を対象に行われた標識放流調査では、放流個体の多くは未成魚と異なりメキシコ湾北西部に留まる傾向を示し、成魚雄はテキサス沖からカリブ海・米国北東部沿岸に季節的に移動したのに対し、成魚雌は大陸棚付近を中心に 2 年以上留まる傾向を示した（Gibson *et al.* 2021）。

交尾期、交尾場、出産場等についての知見は乏しいが、メキシコ湾は交尾場・出産場の 1 つと考えられており（Gibson *et al.* 2021）、出産期は晩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、北大西洋の個体群については、Pratt and Case（1983）、Natanson *et al.*（2006）、Rosa *et al.*（2017）、南大西洋の個体群については、Doño *et al.*（2015）から成長式が報告されている。図 3 はこれまでに報告されている成長式の比較を行ったものである。研究により推定結果に違いが見られるが、これには高齢個体の標本の不足や技術的な問題（年齢査定法・モデル式等）に加えて輪紋周期性の仮定の差（年に 2 本か 1 本か）が関与していると考えられる。

50％性成熟体長に関して、北大西洋の個体群では、雄は 163～167 cm（Natanson *et al.* 2006、2020、Maia *et al.* 2007）、雌は 190～263 cm（Mollet *et al.* 2000、Natanson *et al.* 2006、2020、Maia *et al.* 2007）、南西大西洋の雄は 149 cm（Canani and Oddone 2020）、南半球の雌については、224 cm（Mollet *et al.* 2000）と推定されており（いずれも尾叉長または全長の推定値を尾鰭前長に換算した値）、年齢では雄は約 8 歳、雌は 18 歳もしくは 19 歳以上（北大西洋；Natanson *et al.* 2006、2020）と推定されている。寿命については定義や推定方法によって推定値が異なるが、雄は 20～30 歳、雌は 30～40 歳と推

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

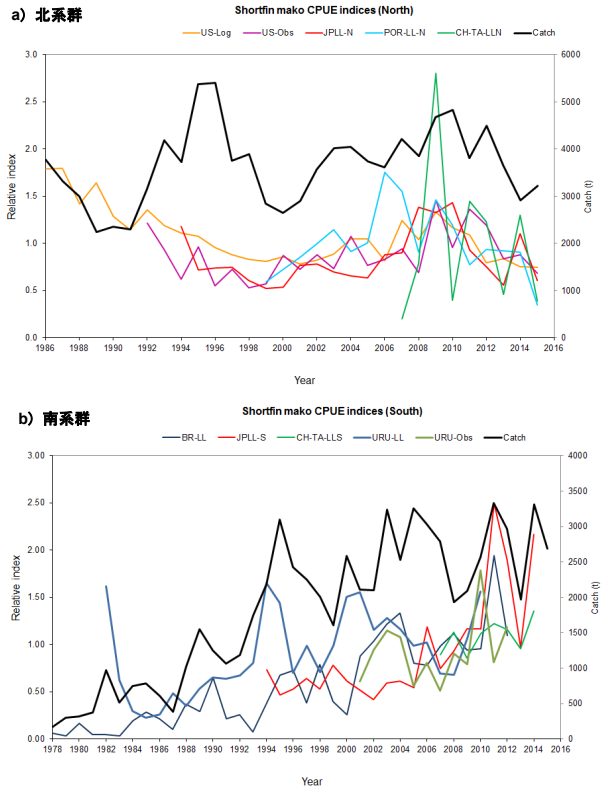

図 4. 大西洋におけるアオザメの標準化 CPUE と漁獲量の年トレンド（a：北資源（1986～2015 年）、b：南資源（1978～2015 年））（ICCAT 2017）

黒線は上下とも漁獲量を示す。CPUE を示す線は、北大西洋ではオレンジが米国（ログブック）、紫が米国（オブザーバーデータ）、赤が日本、緑が台湾、水色がポルトガルのはえ縄データを基に相対化した値で、南大西洋では青がウルグアイ、草色がウルグアイ（オブザーバーデータ）、赤が日本、紺（細線）がブラジル、緑が台湾のはえ縄データを基に計算した値を意味する。

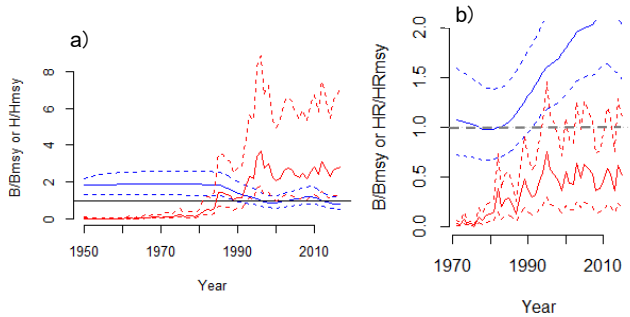

図 5. BSP2-JAGS によって推定された a）北大西洋系群（1950～2015 年）と b）南大西洋系群（1971～2015 年）の資源量（青線）と漁獲強度（赤線）の年変化

資源量については、各年の資源量と MSY 水準の資源量の比を示し、1 未満であれば資源量水準が低いことを示す。漁獲強度については、各年の漁獲強度と MSY 水準時の漁獲強度の比を示し、1 より大きければ漁獲強度が適正水準よりも高いことを示す。ICCAT（2017）より引用。

定されている（北大西洋；Natanson *et al.* 2006）。

【生産力（内的自然増加率）】

主に南北大西洋系群について報告されている複数の成長式、

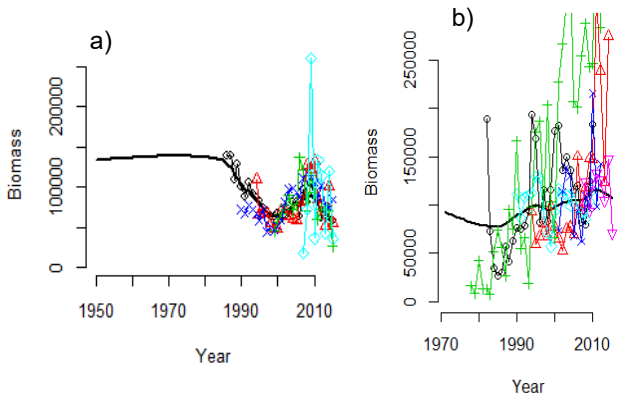

図 6. 大西洋のアオザメにおいて BSP2-JAGS によって推定された資源量（黒実線）と各国・地域の提出した CPUE（実線とマーカー）の年変化（a：北大西洋系群、b：南大西洋系群、1971～2015 年）（ICCAT 2017）

CPUE を示すマーカーは、北大西洋系群では黒（○）が米国、青（×）がスペイン、赤（△）が米国（オブザーバーデータ）、紫（▽）が日本、緑（+）がポルトガル、水色（◇）が台湾、南大西洋系群では緑（+）がブラジル、黒（○）がウルグアイ、水色（◇）がスペイン、赤（△）が日本、青（×）がウルグアイ（オブザーバーデータ）、紫（▽）が台湾を示す。いずれも 1971 年を開始年とし、CPUE に国・地域別の重み付けをしていない。

成熟や再生産（成熟体長、産仔数、繁殖周期等）、自然死亡率等の情報をもとに生産力（r_{max}：資源の最大生産力）及び親子関係のパラメータ（h：スティープネス）値が推定されている（Cortés 2017）。その結果、北大西洋系群については、r_{max} = 0.031～0.06 (/ year)、h = 0.34～0.52、南大西洋系群については、r_{max} = 0.066～0.123 (/ year)、h = 0.44～0.72 となり、南大西洋系群の方が、生産力が高いことが示された。南北の違いは、生物パラメータ等の違いが反映されている。生産力に関するパラメータは資源評価結果に大きな影響を及ぼすことから、今後生物パラメータの推定精度向上が望まれる。

【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った物を摂餌しており、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的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

大西洋の南北両系群について、2017 年 6 月に ICCAT のさめ類作業部会において資源評価が行われた。日本、米国（北系群のみ）、スペイン、台湾、ポルトガル（北系群のみ）、ウルグアイ（南系群のみ）、ブラジル（南系群のみ）のまぐろはえ縄の漁獲量及び標準化した単位努力量当たりの漁獲量（CPUE）が資源評価の入力データとして用いられた（ICCAT 2017）。各国・地域が提出した（平均値で基準化した）CPUE は北大西

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

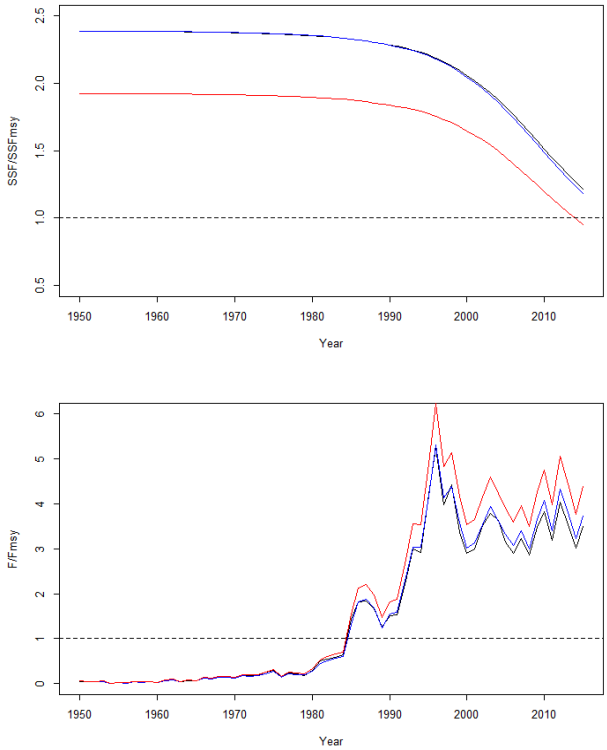

図 7. 統合モデルによって推定された北大西洋系群の資源状態（1950～2015 年）
上の図は、MSY 水準の親魚量に対する各年の親魚量、下の図は MSY 水準の漁獲強度（漁獲死亡係数）に対する各年の漁獲強度を示す。線の色は 3 つの異なる設定についての計算結果を示し、赤線がベースケースの結果を示す。点線は、MSY 水準を示す。

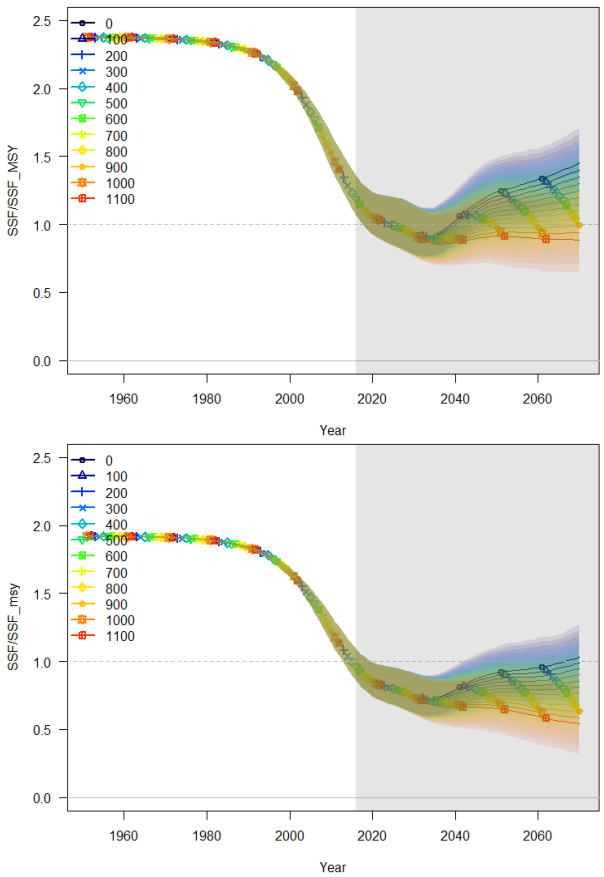

図 8. 統合モデル（モデル 1：上、モデル 3：下）に基づき、TAC を 100 トン刻みで変えた場合の親魚資源量の相対値の変化（将来予測期間：2016～2070 年）
モデル 1 は親子関係式がベバートンホルト・自然死亡が雌雄で大きく異なる仮定をおいたモデルで、モデル 3 は親子関係式が LFSR（ Low fecundity stock-recruitment relationship：サメ類のように産仔数が少ない資源に適した関係式）・自然死亡が雌雄で同じ仮定をおいたモデル。実線は中央値、色のついた区間は各漁獲量に対する推定値の 95％信頼区間を示す。

洋系群についてはいずれも 1996 年頃から 2010 年頃まで増加傾向を示したが、その後 2015 年まで減少傾向を示した（図 4a）。南大西洋系群については、国・地域によって変動はあるものの 2015 年まで概ね増加傾向を示した（図 4b）。資源評価モデルは、北大西洋系群についてはベイジアンサープラスプロダクションモデル（Bayesian Surplus Production Model：BSPM）及び統合モデル（SS）が用いられた。BSPM については BSP2-JAGS 及び Just Another Bayesian Biomass Assessment（JABBA）が用いられた。JABBA は BSP2-JAGS より機能が充実しており、特徴としてはプロセス誤差や観測誤差に対して柔軟なモデリングが可能であることや自動的に複数の資源量指数データにあてはめることが可能なこと等が挙げられる。南大西洋系群については BSPM（BSP2-JAGS、JABBA、CMSY（Catch-only Monte-Carlo method））が用いられた。CMSY は CPUE を使わずに漁獲量及び生産力から MSY 管理基準値を計算する手法である。

北大西洋系群について、BSP2-JAGS の結果では、現在（2015 年）の資源量は MSY 水準を下回り（B_{2015} / B_{MSY} = 0.66～0.85）、漁獲強度は MSY 水準を上回る（H_{2015} / H_{MSY} = 2.97～3.58）結果となった（図 5a）。推定された資源量の年トレンドは、各国・地域の CPUE の年トレンドと比較的よく合致した（図 6a）。一方、SS の結果（ベースケース）では、漁獲強度は 1980 年代中旬から MSY 水準を超え、親魚量も 1990 年代から減少傾向を示しており、現在の資源量は MSY 水準付近にあるが、乱獲状態にあり、過剰漁獲行為が行われていることが示唆された（図 7）。2 つの資源評価モデルの結果を統合して推定した資源状態は、B_{2015} / B_{MSY} = 0.57～0.95、F_{2015} / F_{MSY} = 1.93～4.38 であった。BSP2-JAGS による将来予測の結果、現在の漁獲量水準を維持した場合、資源量は減少を続けること、減少を食い止めるには漁獲量を 1,000 トン以下にする必要があることが推定された。BSP2-JAGS から推定された資源量及び SS から推定された親魚量や加入量が減少傾向にあることから、北大西洋系群の資源動向は減少傾向にあると推定される。

南大西洋系群について、BSP2-JAGS の結果では、現在（2015

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

年）の資源量は MSY 水準を上回っており（B_{2015} / B_{MSY} = 1.69〜1.75）、漁獲強度については MSY 水準を上回っている可能性がある（H_{2015} / H_{MSY} = 0.86〜1.07）ことから（図 5b）、資源量は乱獲状態にないが、過剰漁獲行為が行われている可能性があると考えられた。また、CPUE の不確実性を考慮して実施した CMSY による資源評価結果によれば、南大西洋系群は乱獲状態の可能性があり（B_{2015} / B_{MSY} = 0.65〜1.12）、過剰漁獲行為が行われている可能性がある（F_{2015} / F_{MSY} = 1.02〜3.67）と考えられた。しかし、推定された資源量の年トレンドと各国・地域の CPUE の年変動の傾向が合致しないこと（図 6b）、推定された資源量、漁獲強度の年トレンドが非現実的な変化を示すこと、漁獲量と CPUE がともに増加傾向を示しモデルの設定に合わないこと等を総合的に考え、南大西洋系群の評価結果は不確実性が高く、信頼性が低い（すなわち正確な資源動向は不明）とされた。2 つの資源評価モデルの結果を統合して推定した資源状態は、B_{2015} / B_{MSY} = 0.65〜1.75、F_{2015} / F_{MSY} = 0.86〜3.67 であった。

これらの結果に基づき、ICCAT 科学委員会は、北大西洋系群については、乱獲を止め資源を回復させるには年間漁獲量を 500 トン以下にすること（2040 年までに資源が回復する確率は 35%）、目標とする資源回復計画によっては船上保持禁止が最も有効な緊急措置であること（2040 年までに資源が回復する確率は 54%）、資源の回復を監視するためのデータ収集体制を強化することを勧告した。南大西洋系群については、資源状態・漁獲量の不確実性・本系群の脆弱性と北大西洋系群の悪化した資源状態を考慮して、不確実性が低減されるまでは、年間漁獲量が過去 5 年の最低値を超えないようにすることを勧告した。

前回（2012 年）の資源評価結果（南北大西洋系群ともに乱獲状態の可能性は低く、現状の漁獲は持続可能な水準）と大きく異なる評価になった理由としては、①資源評価モデルが変更されたこと（BSPM についてプロセス誤差を考慮したこと）、②近年の各国・地域の CPUE の年トレンドが 2010 年以降減少傾向を示したこと（北大西洋系群）、③成長式を中心とする生物パラメータが更新され、内的自然増加率が前回の設定の約半分になったこと（北大西洋系群）等が考えられる。本系群の資源評価を更新するに当たり、前回と比べて使用するデータの質、量は向上したものの、更新された成長式や自然死亡率の検証が不十分なこと、統合モデルによる評価が不完全であること、沿岸漁業による漁獲量や投棄・放流量の推定値等の解析に必要なデータが十分な精度で得ることができない等の問題は依然としてあるため（特に南大西洋系群）、引き続き資源評価の精度を高めるための取り組みが必要である。

2019 年の ICCAT さめ類作業部会において、統合モデルによる北大西洋系群の将来予測（2016〜2070 年）を行うとともに、将来予測の中で 4 つの管理方策（総漁獲可能量（TAC）・漁獲サイズ規制・生存個体の放流・漁獲死亡係数（F）の削減）の効果（各方策あるいは各方策を組み合わせた場合の親魚雌資源の回復状態）を確認し、各規制の効果を議論した（図 8）。解析の結果、TAC = 0 で 2050 年までに MSY 水準まで回復する確率は 60%、サイズ規制は回復の速度を速める事、生存放流のレベルに関わらず資源は 2035 年まで減少すること、漁獲圧が 0 の場合 MSY を達成するレベルまで資源が回復するには 2070 年までかかることが予測された。

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用（頭部、内臓及び皮を除く全ての部位を最初の水揚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。

また、ICCAT の年次会合では、2017 年の資源評価の結果を受けて、北大西洋系群について原則所持禁止とするが、オブザーバーが乗船し生存放流・死亡投棄個体数等のデータを収集する条件で死亡個体の保持を認める、或いは生死に限らず一定サイズ以上の個体については保持を認める等の例外措置を盛り込んだ管理勧告が採択された。

2019 年に ICCAT 科学委員会で行われた、管理勧告に記載された管理方策の効果検証を踏まえて、2019 年の年次会合において北資源の管理勧告の見直しに向けた議論が行われたが合意に至らず、2020 年のパネル 4 会合にて、Web ベースの議論が行われた。国・地域によって推奨される管理措置が異なり、合意がなされなかったが、2021 年に行われた年次会合において、北大西洋系群に関する管理勧告が策定され、加盟国・地域は 2022 年に開始される北大西洋系群の資源回復計画を実施することとなった。管理目標は、2070 年までに 60〜70%の確率で資源を MSY 水準に回復させることで合意され、①2022〜2023 年に本系群の船上保持を禁止とすること、②次回の科学委員会による検討が行われるまでは、漁獲による死亡量は 250 トンを超えないようにすること、③2023 年以降、資源回復計画を維持する水準で死亡個体を保持する妥当性を議論すること、等が合意された。この他、ICCAT へのデータ提出（水揚、死亡投棄、生存放流数）や資源回復のための各種の調査（交尾・出産・生育場の特定、漁場・漁期や混獲回避に関係する管理措置等）の実施が推奨された。

2023 年の科学委員会及び年次会合において、2024 年の北大西洋系群の許容保持量が検討された。水揚量や投棄量、放流後死亡率等の利用可能な情報に基づき推定した 2022 年の北大西洋系群の水揚推定量は 110 トン、死亡投棄量は 887 トンとなり、漁獲許容量の 250 トンを超過したことから、2024 年の漁獲許容量は 0 トンとなった。

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 II 掲載は 2019 年 11 月 26 日から発効し、本種の魚体、鰭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（Kai 2021）、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 掲載について留保している。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。

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

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

Canani, G., and Oddone, M.C. 2020. Reproductive biology of *Isurus oxyrinchus* captured by the south Brazilian surface longline commercial fleet in the Southwest Atlantic Ocean, with data on CPUE and size distribution by sex. J. Northw. Atl. Fish. Sci., 51: 105-116.

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.

Cortés, E. 2017. Estimates of maximum population growth rate and steepness for shortfin makos in the north and south Atlantic Ocean. SCRS/2017/126.

Costa, F.E.S., Braga, F.M.S., Arfelli, C.A., and Amorim, A.F. 2002. Aspects of the reproductive biology of the Shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* (elasmobranchii Lamnidae), in the southeastern region of Brazil. Braz. J. Biol., 62: 239–248. Doi: 10.1590/S1519-69842002000200007.

Doño, F., Montealegre-Quijano, S., Domingo, A., and Kinas, P.G. 2015. Bayesian age and growth analysis of the shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus* in the Western South Atlantic Ocean using a flexible model. Environ. Biol. Fishes., 98: 517-533.

Gibson, K.J., Streich, M.K., Topping, T.S., and Stunz, G.W. 2021.　New insights into the seasonal movement patterns of shortfin mako sharks in the Gulf of Mexico. Front. Mar. Sci., 8:623104. Doi: 10.3389/fmars.2021.623104

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.

ICCAT. 2005. Report of the 2004 Inter-sessional meeting of the ICCAT Sub-Committee on by-catches: shark stock assessment. https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV058_2005/n_3/CV058030799.pdf（2022 年 11 月 21 日）

ICCAT. 2017. Report of the 2017 ICCAT shortfin mako assessment meeting (Madrid, Spain 12-16 June 2017). https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017_SMA_ASS_REP_ENG.pdf（2022 年 11 月 21 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. 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.

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体の構造とその変動機構にについて. 第 1 報. 東北区水産研究所報告, 22: 1-44.

久米 漸. 1976.　2.大西洋マグロ類の保存国際委員会の活動. 水産海洋研究 29 号, 44-45.

Loefer, J.K., Sedberry, G.R., and McGovern, J.C. 2005. Vertical movements of a shortfin mako in the western North Atlantic as determined by pop-up satellite tagging. Southeast. Nat., 4: 237-246.

Maia, A., Queiroz, N.C., Cabral, H.N., dos Santos, A.M., and Correia, J.P.S. 2007. Reproductive biology and population dynamics of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, off the southwest Portuguese coast, eastern North Atlantic. J. Appl. Ichthyol., 23: 246-251.

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.

Natanson, L.J., Kohler, N.E., Ardizzone, D., Cailliet, G.M., Wintner, S.P., and Mollet, H.F. 2006. Validated age and growth estimates for the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the North Atlantic Ocean. Environ. Biol. Fishes., 77: 367-383.

Natanson, L.J., Winton, M., Bowlby, H., Joyce, W., Deacy, B., Coelho, R., and Rosa, D. 2020. Updated reproductive parameters for the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the North Atlantic Ocean with inferences of distribution by sex and reproductive stage. Fish. Bull. 118. 21-36. Doi:

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

10.7755/FB.118.1.3

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.

Pratt, H.L.Jr., and Casey, J.G. 1983. Age and growth of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, using four methods. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 40: 1944-1957.

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. Envion. Biol. Fish., 95: 127-146.

Rosa, D., Mas, F., Mathers, A., Natanson, L.J., Domingo, A., Carlson, J., and Coelho, R. 2017. Age and growth of shortfin mako in the north Atlantic, with revised parameters for consideration to use in the stock assessment. SCRS/2017/111. 22 pp.

Santos, C.C., Domingo, A., Carlson, J., Natanson, L.J., Travassos, P., Macías, D., Cortés, E., Miller, P., Hazin, F., Mas, F., Ortiz de Urbina, J., Lino, P.G., and Coelho, R. 2021. Movements, habitat use, and diving behavior of shortfin mako in the Atlantic Ocean. Front. Mar. Sci., 8:686343. Doi: 10.3389/fmars.2021.686343.

Semba, Y. 2018. Significance of sex-specific ecological and life history traits on the sustainable exploitation of sharks. *In* Aoki, I., Yamakawa, T., and Takasuka, A. (eds.), Fish population dynamics, monitoring, and management. Chapter 5. pp.77-104. Doi: 10.1007/978-4-431-56621-2_5.

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. Freshw. Res., 62: 1-10.

Semba, Y., and Yokawa, K. 2012. Estimation of catches for shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) by the Japanese tuna longline fishery in the Atlantic Ocean from 1994 to 2010. SCRS/2012/075.

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.

Takeshima, H., Nanba, R., Ooka S., Ando, D., Hayakawa, A., Kokubun, S., Noda, S., Takano, Y., Yanada, R., Coelho, R., Santos, M.N., Cortés, E., Domingo, A., de Urbina, J.O., Sakuma, K., Nohara1, K., and Semba, Y. 2021. Mitogenomics and nuclear-genome-wide single-nucleotide polymorphism genotyping can resolve the complex genetic population structure of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Atlantic Ocean. SCRS/2021/163. 16pp.

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.

Vaudo, J.J., Bryne, M.E., Wetherbee, B.M., Harvey, G.M., and Shivji, M.S. 2017. Lond-term satellite tracking reveals region-specific movements of a large pelagic predator, the shortfin mako shark, in the western North Atlantic Ocean. J. Appl. Ecol., 54: 1765-1775.

Vaudo, J.J., Wetherbee, B.M., Wood, A.D., Weng, K., Howey-Jordan, L.A., Harvey, G.M., and Shivji, M.S. 2016. Vertical movements of shortfin mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. Mar. Ecol. Prog. Ser., 532: 177-183.

Vooren, C.M., Klippel, S., and Galina, A.B. 2005. Elasmobrânquios das águas costeiras da Plataforma Sul. *In* Vooren, C.M., and Klippel, S. (eds.) Ações Para a Conservação de Tubarões e Raias no Sul do Brasil, (Porto Alegre: Igaré), 113-120 pp.

Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. Amer. Zool., 17: 379-410.

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構

アオザメ（大西洋）の資源の現況（要約表）

海域	北大西洋	南大西洋
世界の漁獲量 （最近 5 年間）	47～2,367 トン（水揚量） 最近（2022）年：47 トン 平均：1,292 トン（2018～2022 年）	2,243～3,156 トン（水揚量） 最近（2022）年：2,465 トン 平均：2,602 トン（2018～2022 年）
我が国の漁獲量 （最近 5 年間）	0～20 トン（水揚量） 最近（2022）年：0 トン 平均：4.8 トン（2018～2022 年）	0～93 トン（水揚量） 最近（2022）年：0 トン 平均：29 トン（2018～2022 年）
資源評価の方法	ベイジアンサープラスプロダクションモデル（BSPM（BSP2-JAGS、JABBA））及び統合モデル（SS）による解析	BSPM（BSP2-JAGS、JABBA、CMSY）による解析
資源の状態 （資源評価結果）	B_{2015} / B_{MSY}：0.57～0.95 F_{2015} / F_{MSY}：1.93～4.38 2015 年の資源状態は、過剰漁獲であり乱獲状態である	B_{2015} / B_{MSY}：0.65～1.75 F_{2015} / F_{MSY}：0.86～3.67 2015 年の資源状態は、過剰漁獲であり乱獲状態の可能性がある(不確実性が高い)
管理目標	MSY	MSY
管理措置	漁獲物の完全利用等 原則所持禁止（2022～2023 年） 毎年の許容漁獲量は 250 トン上限（次回の検討まで）	漁獲物の完全利用等
管理機関・関係機関	FAO、ICCAT、CITES	FAO、ICCAT、CITES、CCSBT
最近の資源評価年	2019 年（統合モデルアップデート）	2017 年
次回の資源評価年	2025 年	未定

2022 年の値は暫定値。

© 2024 水産庁 水産研究・教育機構