

アオザメ 全水域

(Shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus*)



最近の動き

2018 年 4 月に ISC さめ類作業部会において、統合モデルによる北太平洋のアオザメの資源評価が初めて行われた。2015 年のインディケーター解析以降に漁業・生物データを大きく改善した結果、ベースケースでは、最大持続生産量（MSY）を管理基準とした場合、2016 年の親魚資源量は MSY 水準を 36% 上回り、2016 年の漁獲強度は MSY 水準の 62% に相当したことから、北太平洋系群は乱獲状態でもなく、過剰漁獲の状態でもないと推定された。複数のシナリオに基づく感度解析でも同様の傾向が確認され、将来予測の結果は 2013-2015 年の漁獲強度の平均下において、2017-2026 年にかけて資源は緩やかに増加することが示された。この結果は、2018 年 8 月に行われた WCPFC の第 14 回科学委員会においても承認された。

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、さめ類の中でも商品価値が高い。

漁業の概要

我が国において、アオザメは主にまぐろはえ縄や沿岸流し網で混獲されている。遠洋はえ縄漁船は冷凍、近海はえ縄や沿岸流し網漁船は氷蔵で水揚げしている。日本の主要漁港におけるまぐろはえ縄などによるさめ類の種別水揚量は、水産庁による委託事業「日本周辺高度回遊性魚類資源対策調査委託事業（平成 12 ～ 17 年度）」、「日本周辺国際魚類資源調査（平成 18 年度～ 27 年度）」および「国際漁業資源評価調査・情報提供事業 現場実態調査（平成 28 年度～ 29 年度）」によって調査が行われている。1992 ～ 2017 年におけるアオザメの総水揚量は 554 ～ 1,479 トンで、その内はえ縄による水揚量が 473 ～ 1,308 トンと大部分を占めており（アオザメ総水揚量の約 84%）、流し網が続いて多かった（アオザメ総水揚量の約 16%）。2011 年の水揚量は、東日本大震災の影響から前年に比べて減少し、約 550 トンであったが、2012 年には約 850 トンまで回復した。その後は、780 ～ 870 トンの範囲を推移している（図 1）。過去 10 年のさめ類の総漁獲量に占める本種の割合（2006 ～ 2017 年）は 6.2 ～ 7.7%

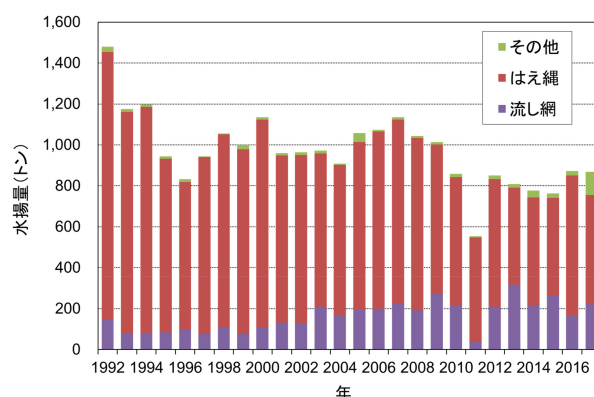


図 1. 日本の主要漁港へのアオザメ水揚量

であった。

大西洋においては、大西洋まぐろ類保全国際委員会（ICCAT）事務局が漁獲統計を公表している。それによれば、1990 ～ 2017 年の北大西洋個体群の漁獲量は 2,193 ～ 5,347 トンで、1990 ～ 1995 年にかけて 2,323 トンから 5,347 トンまで増加した後は、およそ 2,600 ～ 4,500 トンの範囲で推移している。1980 年代は、遊漁とはえ縄漁業による漁獲がほぼ同程度であったが、1990 年中盤以降はほぼ 9 割以上がはえ縄による漁獲となっている。国別では、1990 ～ 1996 年は米国・ポルトガル・日本による漁獲が大部分を占めていたが、1997 年以降はスペインの漁獲が急増する一方で日本の漁獲は減少し、スペイン・ポルトガル・米国による漁獲が全体の大部分を占めている。2011 年以降はモロッコの漁獲が増加し、2015-2016 年には全体の 3 割を占めたが、2017 年の漁獲量は前年の半分に減少した（北大西洋全体の 15%）。2017 年にはセネガルが 68 トン（北大西洋全体の 2%）を漁獲している。南大西洋においては、1992 ～ 2003 年にかけて 493 トンから 3,801 トンまで増加した後は、2008 年にかけて 1,880 トンまで減少し、その後はおよそ 2,000 ～ 3,000 トンの範囲で推移している。1990 ～ 2015 年にかけて 9 割以上の漁獲がはえ縄によるもので、国別漁獲量は 1990 年代中盤以降、スペイン、ナミビア、ポルトガルによる漁獲が全体の 6 割以上を占めている。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)。

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。インド洋まぐろ類委員会 (IOTC) 事務局が取りまとめた統計資料によれば、2012～2016 年の漁獲量 (報告値) は 1,268～1,672 トン (2012～2016 年の平均値: 1,503 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 2018)。

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、ここでは各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および温帯の沿岸から外洋まで広く分布する (図 2、Compagno 2001)。温帯域での分布豊度が比較的高く、ヨシキリザメと同様に温帯域出現種と考えられている (中野 1996)。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)。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 (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)、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 (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℃ (Casey and Kohler 1992) であること、電子標識を用いた調査によれば、22～27℃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)、これに従って環境水温の変化に伴い回遊を行うことが示唆されている。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)、成長段階を通じた性別の移動の詳細は不明である。近年は、PSAT (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いる (Loefer *et al.* 2005, Abascal *et al.* 2011, Rogers *et al.* 2015)。近年大西洋で報告された研究によれば、主要分布域は大陸棚上であるものの、移動パターンの個体差が大きいこと、一部の個体は季節移動を行うことが示されている (Vaudo *et al.* 2017)。この研究では、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 個体のアオザメに電子標識が装着され、放流されたが、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、前者は大陸棚を超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が報告されている。

交尾期、交尾場、出産場など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、北東太平洋 (Cailliet and Bedford 1983, Ribot-Carballal *et al.* 2005, Wells *et al.* 2013)、中西部北太平洋 (Semba *et al.* 2009) (表 1)、南太平洋 (Bishop *et al.* 2006, Cerna and Licandeo 2009)、大西洋 (Pratt and Casey 1983, Natanson *et al.* 2006, Doño *et al.* 2015)、インド洋 (Groeneveld *et al.* 2014) 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・モデル式など) 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、近年北東太平洋の研究報告において、未成魚期には輪紋が年に 2 本形成され、成魚になると 1 本に減少する可能性が指摘されている (Kinney *et al.* 2016)。北太平洋まぐろ類国際科学委員会 (ISC) では、北太平洋で行われた年齢査定の研究で得られた length at age のデータを用いたメタ解析により、不確実性を考慮した北太平洋系群の成長式を推定し (Takahashi *et al.* 2017)、2018 年の資源評価に用いた。

50%成熟体長に関して、雄は 150～183 cm (尾鰭前長)、雌は 230～260 cm (尾鰭前長)、年齢では雄は 5～9 歳、雌は 17～21 歳と推定されている。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。

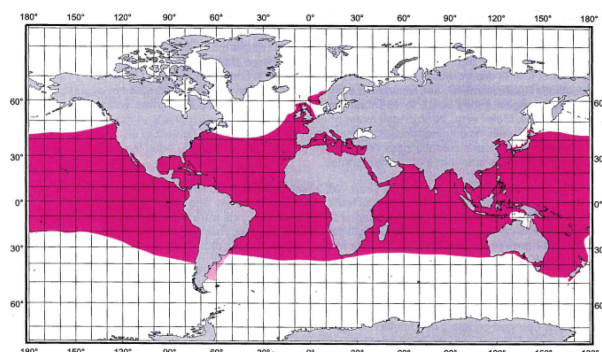


図 2. アオザメの分布 (Compagno 2001)

表 1. アオザメの年齢と尾鰭前長 (Takahashi *et al.* 2017)

年齢	雌	雄
0	60	60
1	88	87
2	113	111
3	134	130
4	153	146
5	170	160
6	185	171
7	198	181
8	209	189
9	219	196
10	228	202
11	236	207
12	243	211
13	249	214
14	254	217
15	259	219
16	263	221
17	267	223
18	270	224
19	273	226
20	275	227
21	277	228
22	279	228
23	281	229
24	282	229
25	284	230
26	285	230
27	286	230
28	287	231
29	287	231
30	288	231
31	289	231

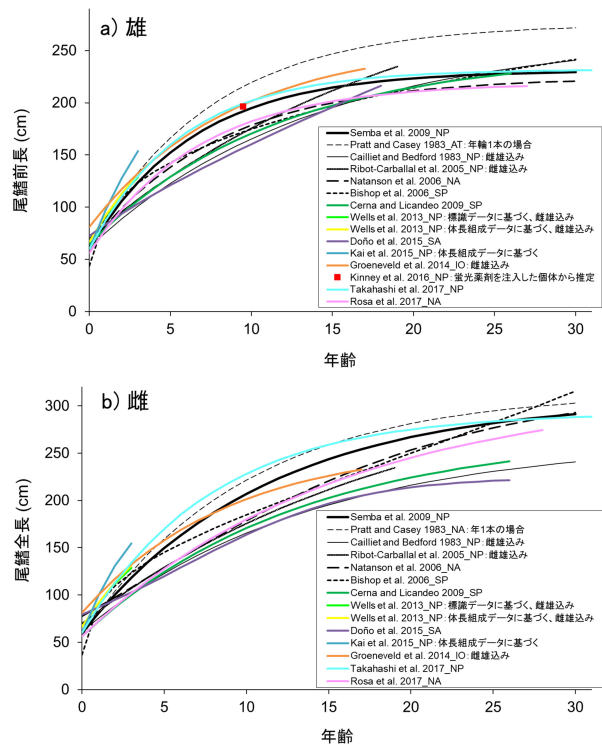


図 3. アオザメの年齢と成長 (尾鰭前長)
NP、NA、SP、SA、IO はそれぞれ北太平洋、北大西洋、南太平洋、南大西洋、インド洋で推定された成長式であることを示す。Takahashi *et al.* (2017) および Rosa *et al.* (2017) の成長式はそれぞれ北太平洋、北大西洋の資源評価で用いられた。

【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 (川崎ほか 1962、谷内 1984、Strasburg 1958、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、成長段階など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

2015 年に行われた北太平洋系群の資源状態に関する包括的な指標による解析 (indicator analysis: ISC 2015) 以降、漁獲データや生物パラメータの集積、および資源量指数などの改善を経て、2018 年 4 月に統合モデル (SS) による資源評価が初めて行われた。資源評価には、日本、米国 (西海岸とハワイ)、台湾、メキシコのまぐろはえ縄および流し網の漁獲量および標準化 CPUE (はえ縄のみ)、漁獲物の雌雄別体長データが入力データとして用いられた (ISC 2018)。ベースケースとなる日本、米国、台湾、メキシコの資源量指数のトレンドは、2015 年に見られたコンフリクトが改善され (図 4)、課題であった成長式についても各国の年齢別体長データを統合したメタ解析により推定された成長式を用いたこと、産仔数や成熟体長に関しても同様のメタ解析を行うことにより、生物パラメータの精度も向上した。ベースケースについて推定された資源状態は、現在 (2016 年) の資源量は MSY 水準を上回り ($SA_{2016}/SA_{MSY}=1.36$)、漁獲強度は 1980 ~ 1990 年にかけて MSY 水準を上回ったものの、それ以降減少し、現在の漁獲強度は MSY 水準を下回る ($F_{2016}/F_{MSY}=0.62$) と推定されたことから (図 5)、MSY を管理基準値とした場合、本系群は乱獲状態でなく過剰漁獲でもないと判断された。不確実性を考慮した 6 つのシナリオ下で計算した資源状態は、ベースケースの結果に類似していた。3 つの漁獲強度の下 (2013-2015 年の漁獲強度の平均値、平均より 2 割少な

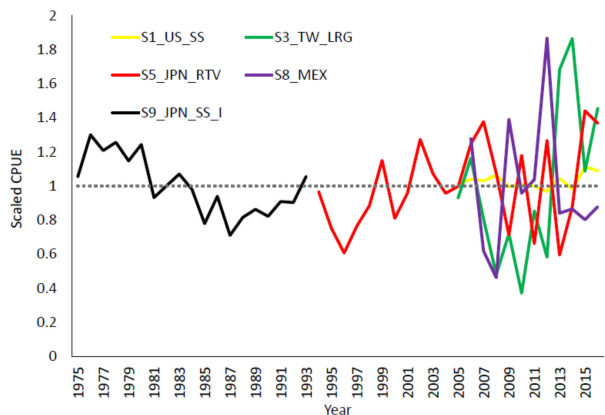


図 4. 北太平洋のはえ縄漁業データに基づくアオザメの標準化 CPUE の年トレンド (ISC 2018)
黄色、黒、赤、緑、紫はそれぞれハワイ (浅縄)、日本 (浅縄; 1993 年以前)、日本 (深縄; 1994 年以降)、台湾、メキシコのはえ縄漁業データに基に相対化した値 (推定値) を示す。

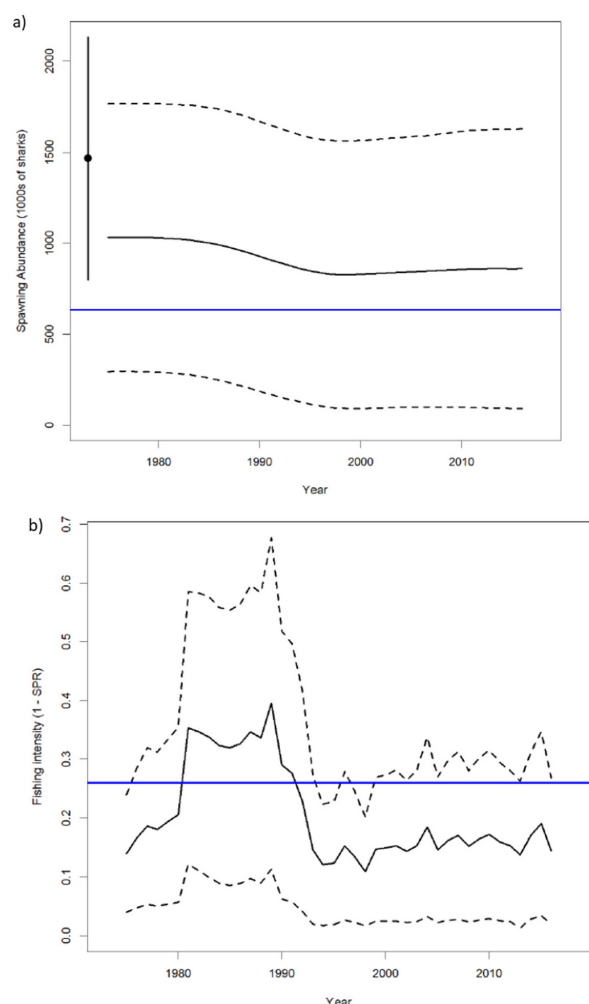


図 5. 統合モデルによって推定された北太平洋系群の a) 資源量および b) 漁獲強度（漁獲死亡係数）の年変化（ISC 2018）
点線は 95%信頼区間、青線は、MSY 水準の a) 資源量および b) 漁獲強度（漁獲死亡係数）を示す。

い水準、2 割高い水準）で推定された将来予測によれば（推定期間：2017-2026 年）、現在の平均的漁獲強度で漁獲を続けた場合は、資源量は緩やかに増加すると推定された。将来予測の結果と資源量指数や親魚量、加入量は安定して推移していることなどを合わせて考えると、北太平洋系群の資源の動向は増加傾向にあると推定される。今後、漁獲量や資源量指数のほか、成長式や親子関係などの不確実性を更に改善する必要があるものの、これらの結果は、2018 年 8 月に行われた WCPFC の第 14 回科学委員会においても承認された。

南北大西洋系群については、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および標準化 CPUE が資源評価の入力データとして用いられた（ICCAT 2017）。各国が提出した（平均値で基準化した）CPUE は北大西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 6a）。南大西洋系群については、国によって変動はあるものの 2015 年までおおむね増加傾向

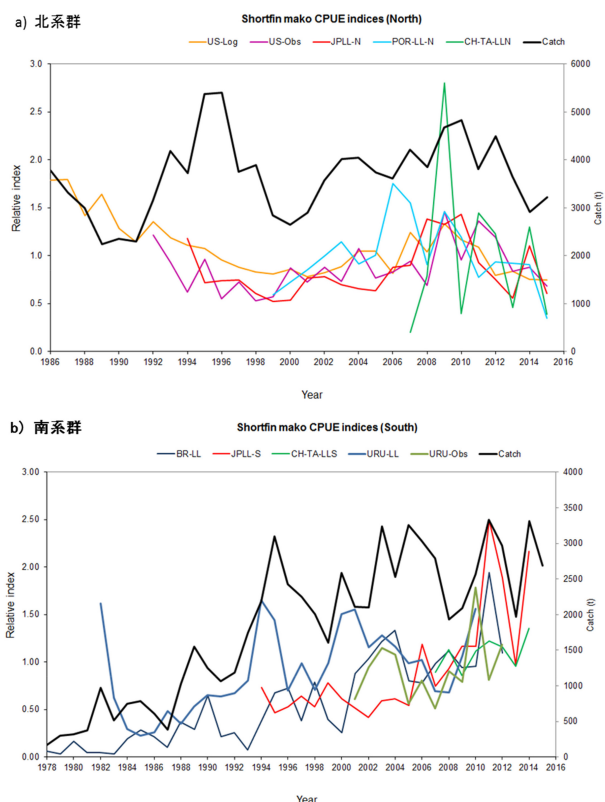


図 6. 大西洋におけるアオザメの標準化 CPUE と漁獲量の年トレンド（a：北資源、b：南資源）（ICCAT 2017）

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。

を示した（図 6b）。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（BSPM）および SS が用いられた。BSPM については BSP2-JAGS および 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などが挙げられる。南大西洋系群については BSPM（BSP2-JAGS、JABBA、CMSY）が用いられた。CMSY は CPUE を使わずに漁獲量および生産力から 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（ $B_{2015}/B_{MSY} = 0.66 \sim 0.85$ ）、漁獲強度は MSY 水準を上回る（ $H_{2015}/H_{MSY} = 2.97 \sim 3.58$ ）結果となった（図 7a）。推定された資源量の年トレンドは、各国の CPUE の年トレンドと比較的よく合致した（図 8a）。一方、SS の結果（ベースケース）では、漁獲強度は 1980 年代中頃から 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、過剰漁獲が行われていることが示唆された（図 9）。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、 $B_{2015}/B_{MSY} = 0.57 \sim 0.95$ 、 $F_{2015}/F_{MSY} = 1.93 \sim 4.38$ 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

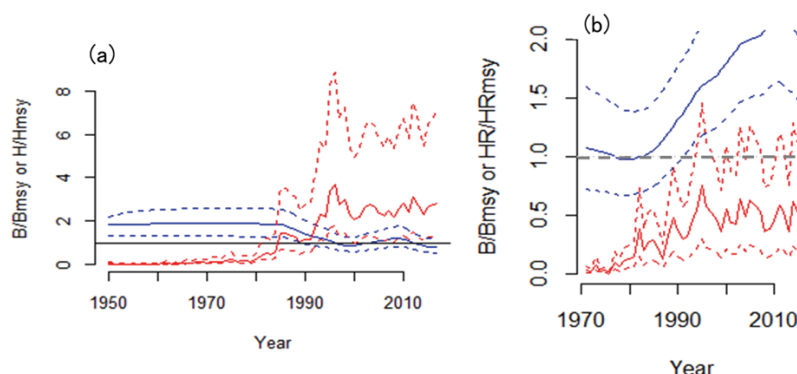


図7. BSP2-JAGSによって推定された(a)北大西洋系群と(b)南大西洋系群の資源量(青線)と漁獲強度(赤線)の年変化

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。漁獲圧については、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。

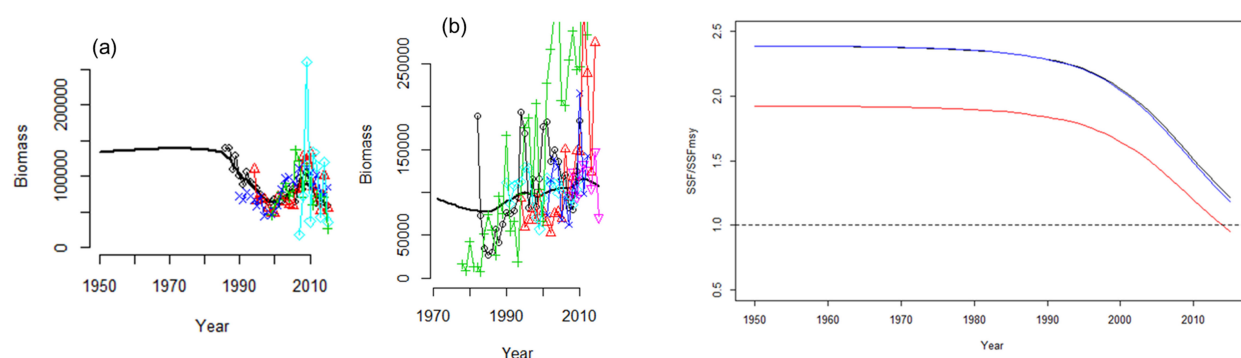


図8. 大西洋のアオザメにおいて BSP2-JAGS によって推定された資源量(黒実線)と各国の提出した CPUE (実線とマーカー)の年変化 (a: 北大西洋系群、b: 南大西洋系群) (ICCAT 2017)

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 に国別の重み付けをしていない。

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および 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 年) の資源量は MSY 水準を上回っており ($B_{2015}/B_{MSY} = 1.69 \sim 1.75$)、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 ($H_{2015}/H_{MSY} = 0.86 \sim 1.07$) ことから (図 7b)、資源量は乱獲状態にないが、過剰漁獲が起こっ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 ($B_{2015}/B_{MSY} = 0.65 \sim 1.12$)、過剰漁獲が起こっている可能性がある ($F_{2015}/F_{MSY} = 1.02 \sim 3.67$) 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の CPUE の年トレンドが合致しないこと (図 8b)、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

図9. 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 水準の漁獲強度に対する各年の漁獲強度 (漁獲死亡係数) 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。

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などを総合的に考え、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、 $B_{2015}/B_{MSY} = 0.65 \sim 1.75$ 、 $F_{2015}/F_{MSY} = 0.86 \sim 3.67$ であった。これらの結果に基づき、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プラン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%)、資源の回復をモニターするため

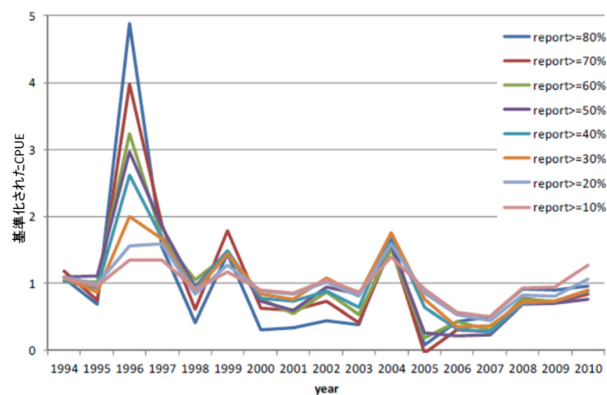


図 10. インド洋（全域）において日本のはえ縄で混獲されたアオザメの標準化 CPUE (Kimoto *et al.* 2011)
各折れ線は様々な報告率で抽出したデータに基づく解析結果を示す。

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レベル）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（プロダクションモデルについてプロセス誤差を考慮したこと）、②近年の各国の 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）などが考えられる。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・放流量の推定値など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など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。北大西洋系群については、2019 年に統合モデルによる将来予測を中心としたアップデートが行われる予定である。

インド洋系群についてはこれまで資源評価は行われていないが、2011 年にはインド洋で操業する日本の遠洋の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）がインド洋まぐろ類委員会に報告された（図 10）。標準化 CPUE は、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かった（Kimoto *et al.* 2011）。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、内臓およ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）および

漁獲データ提出が義務付けられている。加えて、WCPFC では、2014 年の年次会合において、①まぐろ・かじき類を対象とするはえ縄漁業は、ワイヤーリーダー（ワイヤー製の枝縄およびはりす）またはシャークライン（浮き玉または浮縄に接続された枝縄）のいずれかを使用しないこと、②さめ類を対象とするはえ縄漁業は、漁獲を適切な水準に制限するための措置などを含む管理計画を策定すること、が合意された。これを受け、北太平洋系群のヨシキリザメを漁獲対象としている気仙沼の近海はえ縄漁業において、年間のアオザメの水揚げ量の上限を 600 トンにすること、1 m 以下のアオザメをできるだけ放流することなどの取組を定めた管理計画が 2016 年 1 月 1 日より 5 年間実施されている。

全米熱帯まぐろ類委員会（IATTC）でも、2016 年の年次会合で、シャークラインの使用禁止を内容とする決議が採択され、2018 年から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・死亡投棄個体数など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などの例外措置を盛り込んだ管理勧告が採択された。併せて同管理勧告の中で、科学委員会は 2019 年にこれらの措置の有効性を評価し、必要に応じて変更および追加の管理勧告を行うこととされている。

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

- Abascal, F.J., Quintans, M., Ramos-Cartelle, A., and Mejuto, H. 2011. Movements and environmental preferences of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the southwestern Pacific Ocean. *Mar. Biol.*, 158: 1175-1184.
- Bishop, S.D.H., Francis, M.P., Duffy, C., and Montgomery, J.C. 2006. Age, growth, maturity, longevity and natural mortality of the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in New Zealand waters. *Mar. Freshwater Res.*, 57: 143-154.
- Cailliet, G.M., and Bedford, D.W. 1983. The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: A review. *Cal. COFI Rep.*, 24: 57-69.
- 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.
- Cerna, F., and Licandeo, R. 2009. Age and growth of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the south-eastern Pacific off Chile. *Mar. Freshwater Res.*, 60(5): 394-403.
- 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.
- 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.
- 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.
- ICCAT. 2017. Report of the 2017 ICCAT shortfin mako assessment meeting (Madrid, Spain 12-16 June 2017).
- IOTC. 2018. Executive summary: shortfin mako shark. http://www.iotc.org/sites/default/files/documents/science/species_summaries/english/Shortfin_mako_shark_Executive_Summary.pdf (2018 年 12 月 3 日) Supporting information. http://www.iotc.org/sites/default/files/documents/science/species_summaries/english/Shortfin%20mako%20shark%20Supporting%20Information.pdf (2018 年 12 月 3 日)
- ISC. 2015. Indicator-Based Analysis of the Status of Shortfin Mako Shark in the North Pacific Ocean. WCPFC-SC11-2015/ SA-WP-08. 33 pp.
- ISC. 2018. Stock assessment of shortfin mako shark in the north pacific ocean through 2016. WCPFC-SA-WP-11. 118 pp.
- 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., Shiozaki, K., Oshimo, S., and Yokawa, K. 2015. Growth and spatiotemporal distribution of juvenile shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the western and central North Pacific. *Mar. Freshwater Res.*: 1176-1190.
- 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.
- Kinney, M.J., Wells, R.J.D., and Kohin, S. 2016. Oxytetracycline age validation of an adult shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus* after 6 years at liberty. *J. Fish Biol.*, 89: 1828-1833.
- 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.
- 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鰐類の分布. 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.
- Porsmoguer, S.B., Banaru, 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. *Environ. Biol. Fish.*, 95: 127-146.
- Ribot-Carballal, M.C., Galván-Magana, F., and Quinonez-Velazquez, C. 2005. Age and growth of the shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus*, from the western coast of Baja California Sur, Mexico. *Fish. Res.*, 75: 14-21.
- 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.
- 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.
- 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., Nakano, H., and Aoki, I. 2009. Age and growth analysis of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the western and central North Pacific Ocean. Environ. Biol. Fishes., 84: 377-391.
- 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.
- 水産庁（編）. 1993-1997. 平成 4 年度 - 平成 8 年度 日本周辺クロマグロ調査委託事業報告書 . 水産庁 , 東京 .
- 水産庁（編）. 1998-2001. 平成 9 年度 - 平成 12 年度 日本周辺高度回遊性魚類資源対策調査委託事業報告書－II. (別冊資料：まぐろ類等漁獲実態調査結果) . 水産庁 , 東京 .
- 水産総合研究センター（編）. 2002-2006. 平成 13 年度 - 平成 17 年度 日本周辺高度回遊性魚類資源対策調査委託事業報告書 . 水産総合研究センター , 横浜 .
- 水産総合研究センター（編）. 2007. 平成 18 年度 日本周辺国際魚類資源調査委託事業報告書 . 水産総合研究センター , 横浜 .
- 水産総合研究センター（編）. 2008-2011. 平成 19 年度 - 平成 22 年度 日本周辺国際魚類資源調査報告書 . 水産総合研究センター , 横浜 .
- 水産総合研究センター（編）. 2012-2016. 平成 23 年度 - 平成 27 年度 水揚げでのまぐろ・かじき調査結果 . 水産総合研究センター , 横浜 .
- 水産研究・教育機構（編）. 2017-2018. 平成 28 年度 - 平成 29 年度 国際漁業資源評価調査・情報提供事業 現場実態調査報告書 . 水産研究・教育機構 , 横浜 .
- Takahashi, N., Kai, M., Semba, Y., Kanaiwa, M., Liu, K.M., Rodríguez-Madrigal, J.A., Tovar-Ávila, J., Kinney, M.J., and Taylor, J.N. 2017. Meta-analysis of growth curve for shortfin mako shark in the north Pacific. SC/17/SHARKWG-3/05. 17 pp.
- 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., 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.
- Vaudo, J.J., Bryne, M.E., Wetherbee, B.M., Harvey, G.M., and Shivji, M.S. 2017. Long-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.
- Wells, R.J.D., Smith, S.E., Kohin, S., Freund, E., Spear, N., and Ramon, D.A. 2013. Age validation of juvenile shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) tagged and marked with oxytetracycline off southern California. Fish. Bull., 111: 147-160.
- Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. Amer. Zool., 17: 379-410.

アオザメ（全水域）の資源の現況（要約表）

	北太平洋	南太平洋	北大西洋	南大西洋	インド洋
資 源 水 準	中位	調査中	低位	調査中	調査中
資 源 動 向	増加	調査中	減少	不明	不明
世界の漁獲量 (最近 5 年間) (2013 ～ 2017 年)	854 ～ 1,081 トン* (漁獲量) 最近 (2017) 年： 1,081 トン 平均：1,102 トン	調査中	2,904 ～ 3,646 トン (水揚量) 最近 (2017) 年： 3,112 トン 平均：3,254 トン	2,001 ～ 3,273 トン (水揚量) 最近 (2017) 年： 2,742 トン 平均：2,676 トン	調査中
我が国の漁獲量 (最近 5 年間) (2013 ～ 2017 年)	764 ～ 869 トン (水揚量) 最近 (2017) 年： 869 トン 平均：818 トン	91 ～ 198 トン 最近 (2017) 年：129 トン 平均：140 トン	33 ～ 89 トン (水揚量) 最近 (2017) 年： 89 トン 平均：62 トン	77 ～ 181 トン (水揚量) 最近 (2017) 年： 96 トン 平均：115 トン	99 ～ 112 トン 最近 (2017) 年：102 トン 平均：105 トン
管 理 目 標	検討中	検討中	MSY	MSY	検討中
資 源 評 価 の 方 法	統合モデルによる 解析	検討中	ベイジアンサープラ スプロダクションモ デルおよび統合モデ ルによる解析	ベイジアンサープラ スプロダクション モデルおよびCMSY (漁獲量と生産力情 報に基づく資源評価 手法) による解析	検討中
資 源 の 状 態	$SA_{2016}/SA_{MSY} : 1.36$ $1-SPR_{2016}/$ $1-SPR_{MSY} : 0.62$	検討中	$B_{2015}/B_{MSY} :$ $0.57 \sim 0.95$ $F_{2015}/F_{MSY} :$ $1.93 \sim 4.38$	$B_{2015}/B_{MSY} :$ $0.65 \sim 1.75$ $F_{2015}/F_{MSY} :$ $0.86 \sim 3.67$	検討中
管 理 措 置	漁獲物の完全利用 など	漁獲物の完全 利用など	漁獲物の完全利用な ど 原則所持禁止（例外 措置として、①オブ ザーバー乗船時に 種々のデータ収集を 行えば捕獲時死亡個 体のみ採捕可能とす る措置や、②一定の サイズ以上の個体で あれば生死によらず 採捕可能とする措 置、などがある。）	漁獲物の完全 利用など	漁獲物の完全 利用など
管理機関・関係機関	IATTC、ISC、 WCPFC	WCPFC	ICCAT	ICCAT	IOTC、CCSBT
最新の資源評価年	2018 年	—	2017 年	2017 年	—
次回の資源評価年	2021 年	—	2019 年（統合モデ ルアップデート）	—	2020 年

* 北緯 20 度以北の漁獲量に基づく（一部にバケアオザメが含まれる）。2017 年の値は暫定値。