

平成 28 (2016) 年度マサバ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（由上龍嗣、渡邊千夏子、上村泰洋、岸田 達）

参画機関：北海道区水産研究所、東北区水産研究所、北海道立総合研究機構釧路水産試験場・函館水産試験場、地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により計算した。資源量は、1970年代は300万トン以上の高い水準にあったが、1980年代に200万トン以下に、1990年代に100万トン以下にさらに減少し、2001年には15万トンまで落ち込んだ。2004年の高い加入量によって資源量は70万トンを超え、その後も比較的高い加入量と漁獲圧の低下によって、2000年代初めの最低水準を脱して増加し、2013年の極めて高い加入量によって、2013年は207万トンとなった。その後、資源量は減少し2015年は135万トンと推定された。親魚量は、2000年代初めまでの10万トンを下回る最低水準を脱して、2012年には41.7万トンに増加し、その後も緩やかな増加傾向を示し、2015年は49.0万トンと推定された。

過去の再生産関係によれば、親魚量45万トン以上で再生産成功率が比較的安定していたことから、Blimitを親魚量45万トンと設定した。本系群の加入量の増加と一定水準以上の維持を図るためには、Blimit以上に回復、維持させることが望ましい。2015年の親魚量は49.0万トンでBlimitを上回っていることから、資源水準は中位、最近5年間（2011～2015年）の親魚量の推移から動向は増加と判断した。2017年漁期のABCは親魚量をBlimit以上に維持することを目標とし、現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）、親魚量の増大（F30%SPR）および親魚量の維持（Fmed）の漁獲シナリオに基づいて算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 (%)	2017 年 漁期 ABC (千トン)	Blimit=450 千トン
					親魚量 5 年後 (千トン)
現状の漁獲圧の 維持* (Fcurrent)	Target	0.27 (0.80Fcurrent)	15	237	925
	Limit	0.34 (1.00Fcurrent)	18	287	749
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	0.29 (0.85Fcurrent)	15	249	879
	Limit	0.36 (1.06Fcurrent)	19	301	704
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37 (1.10Fcurrent)	19	310	678
	Limit	0.47 (1.37Fcurrent)	23	372	512

コメント

- ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。
- ・ 本系群は毎年の再生産成功率の変動が大きいため将来予測の不確実性が高い。
- ・ 2015 年の親魚量が Blimit を上回ったため、ABC 算定規則に基づき、資源の回復措置をとらない漁獲シナリオ Fmed の ABC を提示しているが、親魚量は Blimit を若干(9%)上回った状況であることに留意すべきである。また、本評価の将来予測では我が国 EEZ のすぐ外側の公海での外国漁船による漁獲を考慮しておらず楽観的であり、今後、外国漁船による漁獲が継続すれば、将来予測が大きく変わる可能性があるため、安全を見込んだシナリオが選択されることが望ましく、早急に外国漁船の適正な管理にも取り組むべきである。
- ・ 海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「近年の海洋環境が当該資源の増大に不適な状態にあると認められないことから、優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする」とされており、親魚量の維持シナリオより低い漁獲圧で資源量が増大することができると考えられ、同方針に対応するシナリオには*を付した。

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2017 年漁期は 2017 年 7 月～2018 年 6 月である。Fcurrent は 2011～2015 年の F の平均値、漁獲割合は 2017 年漁期漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量の維持を図る漁獲シナリオであり、Fmed を適用した。Fmed は 1970～2014 年の再生産成功率の中央値 (RPSmed : 6.6 尾/kg) に対応する F とした。2015 年の親魚量は 490 千トン。

漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2012	1,001	417	126	0.35	13%
2013	2,069	434	221	0.37	11%
2014	1,850	381	282	0.29	15%
2015	1,353	490	322	0.35	24%
2016	1,518	704	—	—	—

漁期年（7月～翌年6月）での値。2016年漁期の資源量は、加入量を調査船調査結果から推定した値。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	この値以下では加入量の年変動が大きくなる水準 (45万トン)	過去の再生産関係から、この値以下では加入量の年変動が大きく、水準も低い
2015年漁期	親魚量	45万トン以上 (49万トン)	

水準：中位 動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下の通り

データセット	基礎情報、関連調査等
年齢別・漁期年別漁獲尾数	主要港水揚げ量（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、北部まき網組合） 月別体長組成（水研、北海道～宮崎（17）道県、JAFIC）：市場測定 月別体長・体重・年齢・成熟データ（水研、北海道～宮崎（17）道県、JAFIC）：市場測定、漁獲試験 月別漁業種別マサバ・ゴマサバ混獲比率（水研、北海道～宮崎（17）道県）：水揚げ情報、標本港混獲率、市場測定標本混獲率、漁獲試験
資源量指数 ・加入量指標値 ・親魚量指標値 ・産卵量	冬春季常磐海域まき網漁況に基づく未成魚越冬群指数（茨城県） 道東～三陸海域流し網調査 CPUE（北海道）：流し網 移行域幼稚魚調査（5・6月、水研）：中層トロール* 北西太平洋北上期中層トロール調査（5～7月、水研）：中層トロール* 北西太平洋秋季浮魚類資源調査（9・10月、水研）：中層トロール* 伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE（神奈川県）* 卵採集調査（水研、青森～宮崎（18）都府県）：ノルパックネット
2016年漁期加入量	北西太平洋秋季浮魚類資源調査（9・10月、水研）：中層トロール
自然死亡係数 (M)	年あたり $M=0.4$ を仮定（本間ほか 1987）
漁獲努力量指数	北部太平洋まき網有効努力量（JAFIC、漁場別漁獲状況調査）*

*はコホート解析におけるチューニング指数である。各調査の詳細は補足資料4を参照。

1. まえがき

マサバ太平洋系群は、1970年代には年間100万トン前後の漁獲量があった主要浮魚資源である。1980年代以降減少し、1990年には年間漁獲量が約3万トンまで減少した。資源が低い水準となった1990～2000年代は、数年おきに卓越して加入量水準の高い年級群が発生する一方で、著しく低い年級群も見られるなど、加入量の年変動が大きかった。1992年および1996年に少ない親魚量(SSB)から極めて高い再生産成功率(RPS)によって加入量水準の高い年級群が発生したが、これらは未成魚段階から多獲され、資源の回復にはつながらなかった。その後、加入量水準の高い2004年級群が発生し、2003年から実施された資源回復計画に基づく操業管理の効果もあって親魚量が増加し、次いで加入量水準の高い2009年級群が発生し、資源量、親魚量ともに1990年代～2000年代初めの最低水準を脱した。さらに、加入量水準が極めて高い2013年級群が発生し、2015年親魚量は資源の回復措置をとる閾値であるBlimit(親魚量45万トンに設定)を上回っている。

本評価は7月～翌年6月の漁期年単位で行い、漁獲量等は漁期年で集計した値、資源量等は漁期年当初(7月)の値を用いる。漁獲統計では、多くの場合、マサバはゴマサバと合わせてさば類として計上されているため、本評価では標本港での両種の水揚げ比率や銘柄組成、市場での抽出標本の混獲率等を集計し、マサバの漁獲量を推定した。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マサバ太平洋系群は、我が国太平洋南部沿岸から千島列島沖合に分布する(図1)。資源高水準期には、ロシア漁船の操業や調査船調査結果などから、幼魚、成魚とも東経170度を超えて分布したと考えられている。1990～2000年代の低水準の資源では、稚魚は黒潮続流による移送によって東経170度付近まで分布するが(西田ほか2001)、成魚は索餌回遊範囲が縮小して、加入量水準の高い年級群以外は東経150度以東ではほとんど見られない。最近の後述の道東海域における漁場形成に見られるように、資源の増加に伴って成魚の索餌回遊範囲が北東へ拡大している。

成魚は主に春季(3～6月)に伊豆諸島海域などで産卵したのち北上し、夏～秋季には三陸～北海道沖へ索餌回遊する(目黒ほか2002、図1)。稚魚は春季に本邦太平洋南岸から黒潮続流域、黒潮-親潮移行域に広く分布し、黒潮続流域～移行域のものは夏季には千島列島沖の親潮域に北上し、秋冬季には未成魚となって北海道～三陸海域の沿岸あるいは沖合を南下し、主に房総～常磐海域、一部は三陸海域で越冬する(川崎1968、飯塚1974、西田ほか2001、川端ほか2006)。未成魚と成魚の一部は紀伊水道や豊後水道および瀬戸内海へ回遊する。主産卵場である伊豆諸島海域には明らかに黒潮上流に由来する稚魚が出現すること(小泉1992)、産卵場は本邦太平洋南岸から東北海域まで連続していること(黒田1992)などから、我が国太平洋側に分布するマサバは同一系群と考えられる。

(2) 年齢・成長

マサバの成長は、加入量水準および海洋環境の影響を受けて変化することが知られている(Watanabe and Yatsu 2004)。成長に雌雄差は見られない。寿命は、漁獲物の年齢構成からみて7・8歳程度と推定され、最大11歳の記録がある(飯塚2002)。近年の漁獲物にお

ける6歳以上の出現は少ない。2011～2014年漁期漁獲物の年齢別平均体長（尾叉長）、平均体重を、2015年漁期漁獲物の年齢別平均体長、平均体重と併せて図2に示す。2015年漁期の平均体重は、2011～2014年平均値と比べて低く、特に2歳魚（2013年級群）はかなり低い値を示している。

(3) 成熟・産卵

1尾の雌は産卵期間に数回の産卵を行い、1回の産卵数は5万～9万粒である（加藤・渡邊 2002）。年齢別成熟割合は成長の変化の影響を強く受けて変化することが知られている（Watanabe and Yatsu 2006）。産卵場は伊豆諸島海域を中心に、紀南、室戸岬、足摺崎周辺など本邦太平洋南岸沿岸各地に形成され、東北海域でも産卵がみられる。産卵期は1～6月である。主産卵場である伊豆諸島海域における産卵盛期は3・4月であるが、近年は産卵期が遅い傾向にある若齢親魚の割合が高いために、5・6月の産卵も相対的に高くなっている（渡邊 2010）。年代別の年齢別成熟割合は図3の通り。2015年の2歳魚の成熟割合は、2013年級群の成長が遅かったために2014年以前よりも低くなっていることが想定されることおよび2015年の親魚量がBlimitを上回り中位水準に回復したことから、2015年の年齢別成熟割合は資源量中位水準期の値を用いた。

(4) 被捕食関係

仔魚期にはカイアシ類の卵とノープリウス、稚魚期には小型カイアシ類、夜光虫、尾虫類、サルパなどの小型動物プランクトンを捕食する（加藤・渡邊 2002）。幼魚と成魚の食性は海域や生活年周期により異なるが、魚類（カタクチイワシ、ハダカイワシ類など）、甲殻類（オキアミ類、カイアシ類など）、サルパ類が中心である。三陸海域ではツノナシオキアミ、カタクチイワシが主要な餌生物である。

資源水準が高かった1980年代までは、ネズミザメ、ヨシキリザメ、シマガツオ、ビンナガ、およびカツオなどの大型魚類（川崎 1965、長沢 1999）やミンククジラによる被食が見られた（Kasamatsu and Tanaka 1992）。資源が低水準となった1990年代ではミンククジラによる被食は確認されなかったが（Tamura et al. 1998）、2000年代以降では加入量水準の高い年ではヒゲクジラ類による幼魚の被食が見られ、さらに2012年には道東海域のミンククジラの胃内容から成魚のまとまった出現が見られた（JARPNII 調査未発表資料）。道東海域における分布量がヒゲクジラ類の捕食対象となるまで増加したと考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁業は、まき網、定置網、たもすくいおよび棒受網である。大中小型まき網は、主に常磐～三陸北部海域で0～2歳魚を主対象として9月～翌年2月を中心にほぼ周年操業する。資源水準が高かった1980年代以前に主要漁場となっていた道東海域では、資源の減少した1990～2000年代は漁場がほとんど形成されなかったが、2012年以降はまとまった漁場が形成されている。中型まき網は千葉県以西の太平洋沿岸各地で周年操業するが、ゴマサバが主体でありマサバの漁獲は少ない。定置網は、太平洋沿岸各地で行われ、三陸沿岸での漁獲が多い。たもすくいおよび棒受網（火光利用サバ漁業）は、伊豆諸島海域を主漁場とし、

1～6月に越冬、産卵で集群する親魚群（2～4歳魚）を主な対象とする。その他、各地で釣りなどでも漁獲される。近年は駿河湾以西でのマサバの漁獲は少ない。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲は、1951年に津軽・八戸沖漁場が釣りにより開発され、1954年に本格化した（宮沢 1994）。その後 1958年に伊豆諸島海域の銭洲漁場などが開発され、1975年には同海域でもすくい漁業が開始された。1964年にまき網漁業が参入したことによって漁獲量は急激に増加し、1964年の23万トンから1978年には143万トンに達した（図4、表1）。1979年以降漁獲量は減少し、1990、1991年は3万トン程度まで落ち込んだ。1992～2003年は5万～40万トンで変動が大きかったが、2004～2008年は、2004年と2007年の高い加入量によって18万～25万トンと比較的安定して推移した。その後、2009～2012年は漁獲努力量の低下やゴマサバの混獲割合の上昇、漁場形成の変化などによって10万～13万トンとやや減少したが、2013年の高い加入量によって2014年は28.2万トン、2015年は32.2万トンに増加した。ロシアは1966～1988年にかけて本系群を漁獲し、1972～1979年のピーク時の漁獲量は12万～24万トンであった（図4、表1）。近年、中国が北西太平洋公海域でさば類を漁獲しており、北太平洋漁業委員会（NPFC）への報告によると、2014年（暦年）に24,629トン、2015年（暦年）に134,846トンのさば類を北西太平洋公海域で漁獲した（水産庁資料）。中国の漁獲実態について現時点では不明な点が多いことなどから、中国の漁獲量を考慮せずに資源評価を行った。中国の漁獲量を考慮し、多くの仮定を置いた場合の試算結果は補足資料7とした。1989年以降、我が国排他的経済水域（EEZ）内での外国漁船による本系群の漁獲はない。

(3) 主要漁業の漁獲努力量

主要漁業である北部太平洋まき網漁業（北部まき網）の有効努力量は、加入量の高い年級群が主対象となると増加する特徴がみられ、1992年以降、1992、1996年の高い加入量による増加とその後の減少を繰り返しつつ減少傾向となり、2004年の高い加入量により再び増加したが、その後は減少傾向となった（図5）。2003年から開始された資源回復計画に基づく操業管理により、2004年級群加入時の漁獲圧の増加は一定程度、抑えられたと推定されている（Ichinokawa et al. 2015、市野川ほか2016）。この操業管理は現在も継続して実施されており、それにより2000年代後半も引き続き、1990年代のような漁獲圧の過度な増大が抑えられていると考えられる。さらに、2011年3月の東日本大震災の影響による常磐海域における操業自粛海域の設定や水揚港の受け入れ処理能力および関係産業の需要量の低下、また、経営の改善などを目的とした船団構成への変更や、従来の安価でも大量漁獲から良価で適量漁獲へという漁業者の意識の変化も、漁獲努力量の過度な増加の抑制に貢献していると考えられる。

本漁業の主対象となっている0～3歳魚の平均漁獲係数（後述の資源解析による計算値）は、2003年以前は有効努力量の年変化と同様に増減していた（図5）。2004年以降は、増減の動向はほぼ一致するものの、2003年以前と比較して、漁獲係数が有効努力量の増加幅ほどは高くなるなくなっているが、これは操業管理による操業形態の変化やゴマサバの混獲割合の上昇などに起因するものと思われる。

4. 資源状態

(1) 資源評価の方法

7月～翌年6月を漁期とし、Pope (1972) の近似式を用いたチューニング VPA (コホート解析) により資源量を推定した (補足資料 1、2、6、表 2)。自然死亡係数 (M) は年当たり 0.4 とした (本間ほか 1987)。チューニングに用いる指数として、漁獲係数、親魚量および加入量の変化を反映すると考えられる 7 系列の指標値を用いた (補足表 2-1)。2010～2013 年漁期の漁獲圧は、常磐海域のまき網操業自粛海域の設定など 2011 年 3 月の東日本大震災の影響によって通常よりも低下していたことが想定されるが、本評価においては、複数の資源量指標値を用いたチューニングにより資源量を推定しているため、資源量推定値等については漁獲圧低下の影響は受けていないと考えられる。

(2) 資源量指標値の推移

太平洋側のサバ属産卵量は、1960 年代と 1970 年代中期にピークがみられ 1 千兆粒に達し、1980 年代後半以降は低い水準で推移していたが、最近では親魚量の増加に伴い増加している (図 6、卵稚仔データベース、Oozeki et al. 2007)。2005 年よりゴマサバと区別して推定されるようになったマサバ産卵量は、2005 年の 39 兆粒から 2007 年には 335 兆粒と大きく増加した。その後は増減を繰り返し、2016 年 1～6 月は 99 兆粒であった。図 7 に示す各種調査から得られる加入量の指標値は、2004、2007、2009、2013 年に高い値がみられるなど加入量水準を反映しており、2016 年はいずれの指標値も高い値を示した。図 8 に示す主要漁業である北部まき網の CPUE と資源量指数は、資源動向を反映し、1992、1996 年といった卓越年級群が発生した年とその翌年に高くなった。加入量水準の高かった 2004 年級群が漁獲加入した 2005 年以降、CPUE は高い水準を維持している。

(3) 漁獲物の年齢組成

資源量が極めて低い水準となった 1990～2004 年は未成魚 (0～1 歳魚) が漁獲の主体であり、漁獲物に占める 2 歳以上の割合は低かったが、加入量水準の高い 2004 年級群の漁獲加入後は 2～4 歳魚の割合も高くなっている (図 9、補足資料 6)。3- (3) の通り、2004 年以降、若齢魚への漁獲圧が低下して加入後の生残が良くなっているためと考えられる。2013、2014 年は加入量水準の高い 2013 年級群の漁獲加入により、0、1 歳魚の割合が高くなっていて、2015 年は 2 歳魚の割合が高かった。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は 1970～1979 年は 300 万～500 万トン程度の高い水準にあったが、1979、1980 年の低い RPS による加入量の減少と高い漁獲圧によって 1980 年に 193 万トンに減少した (図 10、11、表 2、補足資料 6)。1981～1986 年は 146 万～182 万トンとおおむね横ばいで推移したが、1987 年以降、低い RPS による加入量の減少と高い漁獲圧によってさらに減少し、1990 年には 22 万トンとなった。1992、1996 年の高い加入量による資源量の増加と、高い漁獲圧による減少を繰り返し、2001 年に過去最低の 15 万トンに落ち込んだ。2004 年以降は 2004、2009 年などの高い加入量と漁獲圧の低下により増加し、2013 年の極めて高

い加入量によって、2013年は207万トンとなった。その後、資源量は減少し、2015年は135万トンであった。2016年の資源量は、直近の調査船調査結果から152万トンと推定される。最近の資源の増加に伴い、道東漁場の形成や沖合の調査船調査における成魚の漁獲の増加、成魚がミンククジラの捕食対象となるなど、索餌回遊域の北東への拡大と回遊群の増加が認められる。さらに、産卵量の増加(図6)、産卵場周辺漁業(たもすくい、中区まき網)のCPUE(補足表2-1)や漁獲量増加にみられる親魚や越冬群の密度の増加も認められる。

漁獲割合は1986、1988および1989年に40%以上と高く、資源量を大きく減少させた(図10、表2、補足資料6)。その後、1993年に56%と極めて高くなり、2001年までは、1999年を除き、35~51%の高い水準で推移し、2001年の過去最低の資源量をもたらした。2002~2009年までは20~33%と比較的低い水準で推移し、2011年3月の震災の影響の見られた2010~2014年は11~15%に低下した。2015年の漁獲割合は資源量の減少に伴い、2010~2014年と比較してやや高い値(24%)を示した。

若齢魚(0~2歳魚)のFは1992、1996年級群が漁獲主対象となった年に特に高かったが、2010年以降は低くなっている(図12)。

親魚量は1970~1980年は66万~140万トンと高い水準であったが、1979~1980年の加入量の減少と高い漁獲圧によって1981年に73.7万トン、1982年に56.7万トンに減少した(図13、14、表2)。1985年までは45万トン以上で推移したが、1986年以降、加入量の減少と高い漁獲圧によって減少し、1990年に10万トン以下まで落ち込んだ。その後、おおむね10万トン以下の著しく低い水準で推移し、2002年には過去最低の4.4万トンとなった。2004年の高い加入量のため2006年に29.6万トンに増加し、その後は2010年にかけて減少したものの、2009年以降の比較的高い加入量と漁獲圧の低下によって2012年には41.7万トンに増加し、その後は緩やかな増加傾向を示し、2015年は49.0万トンであった。2013年以降は、高い生残率となるふ化仔魚をもたらすことが明らかになってきている4歳以上の経産高齢親魚の量も増加している(図13)。

親魚量とFの関係を図15に示す。全体的な傾向は特に見いだせないが、上述のような1979~1981年の高いFに伴う親魚量の大きな減少や、1986~1989年の高いFに伴う親魚量のさらなる減少、1996年級群の加入後の1997年の極めて高いFによって親魚量は低水準のままであった様が見て取れる。

自然死亡係数Mに対する感度解析として、本評価での設定値(0.4)に対して0.3と0.5にして直近(2015)年の資源量、親魚量、加入量を推定した(図16)。資源量はそれぞれ89%および114%、親魚量は97%および106%、加入量は77%および132%となり、Mの値が大きくなると、いずれの値も大きくなった。

(5) 再生産関係

親魚量が45万トン以上であった1970~1985年では、RPSは比較的安定しており、加入量は年変動があるもののほぼ30億尾以上の高い水準であった(図11、13、14、表2)。親魚量が45万トンを下回った1986~2014年では、RPSが著しく低い年(1987~1989、1998、2006年)が見られる一方で、著しく高い年(1992、1996、2004年)も見られるなど、年々の変動幅が大きく、かつ親魚量が少ないために加入量の水準が大きく低下している。

(6) Blimit の設定

前項の通り、親魚量が 45 万トンを下回った 1986 年以降、RPS の年変動が大きくなり、加入量水準が低下したことから、親魚量 45 万トンを資源の回復措置をとる閾値である Blimit とする (図 14)。2015 年の親魚量は 49.0 万トンと推定され、Blimit を上回った。

(7) 資源水準・動向

資源水準は、1970 年以降の 46 年間の親魚量および資源量の推移から判断した。親魚量 45 万トン (Blimit) 以上を中位水準、それ未満は低位水準とし (図 13)、資源量の過去最高～最低値の上位 3 分の 1 程度に相当する、1970 年代に見られた資源量 320 万トン以上を高位水準とした (図 10)。上述のように現状 (2015 年) の資源量は 135 万トン、親魚量は 49.0 万トンであることから、資源水準は中位と判断した。動向は過去 5 年間 (2011～2015 年) の親魚量の推移から増加と判断した。

(8) 今後の加入量の見積もり

最近の複数の研究によって、加入量の多寡は主に卵～稚仔魚期の生残率によって決まることがわかってきており、産卵親魚の状態 (産卵経験、栄養状態、産卵前経験水温) による卵質の違いによる生残率の違い (米田ほか 2010、2013) や、稚仔魚期の経験環境による成長率の違いとそれによる生残率の違い (高橋ほか 2010、米田ほか 2013) が大きく影響していると考えられている。北上期幼魚の成長率と加入量とに高い相関がみられ、加入量の多い年は主産卵期である 4 月ふ化個体の割合が高く、少ない年は低いという特性が見られ、主に 4 月ふ化個体の生残率によって加入量が決定すると考えられる (Kamimura et al. 2015)。早期の 4 月の産卵は、6 に後述のように、後期 (5～6 月) に比べて親魚の組成や経験水温からみて良質卵となり、ブルームング時期と一致するなど仔稚魚の生残に有利であるが、その一方で、初期生残率に大きく影響するふ化後の経験環境の年変化は大きく、経験水温が産卵場水温と同様の 18℃程度では成長率が低くなって変態が遅れ生残率は低くなり、速やかに黒潮付近の 20℃程度の水温で移送されると成長率が高くなり高い加入量となることが示唆されている (高橋ほか 2010、Takahashi et al. 2012、米田ほか 2013)。今後、このような環境と生物の特性とそれらの関係の統合的な解析によって、精度の高い加入量の見積もりが可能となることが期待される。

2016 年の加入量は、2016 年 9・10 月の秋季浮魚類調査結果から 44.1 億尾とした (補足表 2-1、補足資料 4-4)。

2017 年以降の加入量は、環境要因などによる予測は現時点では不可能であるため、1970～2014 年の RPS 中央値 (RPSmed : 6.6 尾/kg) に予測親魚量を乗じた値とした (図 14)。ただし、親魚量が過去観測最高値 (140 万トン) を超える場合には 140 万トンに乗じた。

(9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

現状の F (Fcurrent) は、震災の影響が見られる 2011 年以降の最近 5 年 (2011～2015 年) の平均とした。Fcurrent の年齢別選択率 (各年齢の F を最大の年齢別 F で除した値) を用いた YPR 曲線と SPR 曲線を図 17 に示す。Fcurrent は F30%SPR よりもやや低く、管理の

閾値や F_{msy} の代替値に用いられる $F_{0.1}$ と同程度であり、高くないと判断される。

5. 2017 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

親魚量、資源量とも 1990 年代～2000 年代初めの最低水準を脱して増加している。2015 年の親魚量は B_{limit} を上回っていることから資源水準は中位、2011～2015 年の親魚量の推移から資源動向は増加と判断される。加入量の増加と一定水準の維持を図ることから、 B_{limit} を十分に上回る水準で維持させることが望ましい。現状の漁獲圧は高くなく、将来的に 1970～2014 年の再生産成功率の中央値が維持されれば、資源を増加できる水準である。ただし、今後の外国漁船による漁獲の急増等があれば、将来予測が変わる可能性がある。

(2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

再生産関係が得られており、親魚量は B_{limit} を上回っていることから、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1)を適用した。想定される再生産関係のもとで B_{limit} 以上の親魚量水準の維持を図る漁獲シナリオとして、資源の増大が可能である現状の漁獲圧の維持 ($F_{current}$ 、2011～2015 年平均)、親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$)、親魚量の維持 (F_{med})、およびこれらの予防的措置を講じた F を設定し、それぞれの漁獲シナリオに従って 2017 年の ABC を算定した。 F_{med} は中長期的に安定する親魚量の維持を図る基準値であり、1970～2014 年の RPS 中央値 (6.6 尾/kg) に対応する F とした。2016 年の F については $F_{current}$ を仮定した。

これらのシナリオのもとで予測される 2015～2021 年の漁獲量、資源量、親魚量は下表のとおり (図 18、表 3、補足資料 1、2)。昨年度評価では年齢別平均体重に過去 5 年平均値を用いたが、2015 年の年齢別平均体重が 2011～2014 年平均値よりも低い値を示したことから (図 2)、その影響をより強く取り込むために、今年度評価においては過去 3 年 (2013～2015 年) 平均値を用いた (表 4)。さらに、2013 年級群は成長の遅れが特に著しく、2015 年の 2 歳魚としての漁獲物平均体重は最も低い値を示した。直近の漁獲物から判断して、その傾向は今後も続く可能性が高いことから、2013 年級群の 3 歳魚 (2016 年) および 4 歳魚 (2017 年) の平均体重には、過去に観測された 3 歳魚および 4 歳魚平均体重の最低値を用いた (表 4、補足資料 6)。将来予測に用いる年齢別成熟割合は、2016 年以降の親魚量が B_{limit} を上回る状態が継続すると予測されることから、資源中・高位水準期 (1970～1986 年、2015 年) の値を用いた (図 3)。

漁獲シナリオ (管理基準)		F値	漁獲量 (千トン、年漁期)						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.27	322	310	237	291	351	391	447
	Limit	0.34	322	310	287	335	384	409	446
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.29	322	310	249	302	360	397	449
	Limit	0.36	322	310	301	346	391	411	442
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37	322	310	310	353	396	412	439
	Limit	0.47	322	310	372	396	415	406	406
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	資源量 (千トン、年漁期)						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.27	1,353	1,518	1,618	1,924	2,247	2,562	2,916
	Limit	0.34	1,353	1,518	1,618	1,832	2,038	2,215	2,404
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.29	1,353	1,518	1,618	1,901	2,195	2,475	2,784
	Limit	0.36	1,353	1,518	1,618	1,806	1,981	2,122	2,272
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37	1,353	1,518	1,618	1,790	1,946	2,067	2,193
	Limit	0.47	1,353	1,518	1,618	1,678	1,709	1,703	1,695
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	親魚量 (千トン、年漁期)						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.27	490	704	490	589	765	817	925
	Limit	0.34	490	704	490	549	682	695	749
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.29	490	704	490	579	744	786	879
	Limit	0.36	490	704	490	538	660	663	704
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37	490	704	490	531	646	643	678
	Limit	0.47	490	704	490	483	554	518	512

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量およびそれで達成される資源量、親魚量である。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量およびそれで達成される資源量、親魚量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) 2017 年漁期 ABC、加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

前項で設定した漁獲シナリオについて管理効果を判断するために、加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量、漁獲量の将来予測シミュレーションを行い、親魚量が 5 年後(2022 年漁期当初)に Blimit を維持する確率および 2015 年親魚量を維持する確率を評価した(図 19)。シミュレーションの条件設定は補足資料 3 の通り。5 年後に Blimit を維持する確率は、Fcurrent の Limit で 97%、F30%SPR の Limit で 95%と高かったが、Fmed の Limit では 63%とやや低かった。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価 (%)		2017 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	Blimit を維持 (5 年後)	2015 年親 魚量を維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	0.27 (0.80 Fcurrent)	15	293~ 614	344	100	99	237
	Limit	0.34 (1.00 Fcurrent)	18	292~ 606	372	97	95	287
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	0.29 (0.85 Fcurrent)	15	297~ 612	353	100	99	249
	Limit	0.36 (1.06 Fcurrent)	19	294~ 620	380	95	92	301
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37 (1.10 Fcurrent)	19	287~ 607	382	93	89	310
	Limit	0.47 (1.37 Fcurrent)	23	239~ 573	396	63	53	372

コメント

- ・本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。
- ・本系群は毎年の再生産成功率の変動が大きいため将来予測の不確実性が大きい。
- ・2015 年の親魚量が Blimit を上回ったため、ABC 算定規則に基づき、資源の回復措置をとらない漁獲シナリオ Fmed の ABC を提示しているが、親魚量は Blimit を若干 (9%) 上回った状況であることに留意すべきである。また、本評価の将来予測では我が国 EEZ のすぐ外側の公海での外国漁船による漁獲を考慮しておらず楽観的であり、今後、外国漁船による漁獲が継続すれば、将来予測が大きく変わる可能性があるため、安全を見込んだシナリオが選択されることが望ましく、早急に外国漁船の適正な管理にも取り組むべきである。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「近年の海洋環境が当該資源の増大に不適な状態にあると認められないことから、優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする」とされており、親魚量の維持シナリオより低い漁獲圧で資源量が増大することができると考えられ、同方針に対応するシナリオには*を付した。

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2017 年漁期は 2017 年 7 月～2018 年 6 月である。Fcurrent は 2011～2015 年の F の平均値、漁獲割合は 2017 年漁期漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量の維持を図る漁獲シナリオであり、Fmed を適用した。Fmed は 1970～2014 年の再生産成功率の中央値 (RPSmed : 6.6 尾/kg) に対応する F とした。2015 年の親魚量は 490 千トン。

将来漁獲量・確率評価は、再生産成功率の不確実性を考慮した 1,000 回のシミュレーションによる。将来漁獲量の 5 年後は 2021 年の値 (80%区間)、5 年平均は 2017～2021 年の平均である。確率評価は漁獲を行った翌年 (2022 年当初) の親魚量で判断した。

(4) ABC の再評価

昨年度以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
過去に遡及した年別・年齢別漁獲尾数の見直し	年齢別漁獲尾数
2015年漁期漁獲量、年齢別体重、年齢一体長関係 2015年秋季～2016年秋季における資源量指数	2015年漁期年齢別漁獲尾数 資源計算の改訂により、資源尾数、資源量、親魚量、RPS、漁獲係数等

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2015年漁期 (2014年当初)	Frec	0.98	2,226	634	540*	
2015年漁期 (2015年再評価)	Frec	0.35	1,656	380	315	
2015年漁期 (2016年再評価)	Fmed	0.47	1,353	375	313	322
2016年漁期 (2015年当初)	Frec	0.35	1,833	383*	320	
2016年漁期 (2016年再評価)	Fmed	0.47	1,518	397	334	
2015、2016年漁期とも、親魚量が Blimit 以上に回復したことに伴い、管理基準を Fmed として ABC を算定した。*は TAC 設定の根拠である。資源量、F 値は漁期に対する値、漁獲量は 2015年漁期の実績値である。						

2015年漁期資源量は、2013年の加入量が上方修正されたものの、年齢別平均体重を下方修正したことと、2014年の加入量を下方修正したことにより下方修正となった。2015年漁期 ABC は、資源量が下方修正となったものの、Blimit 以上へ回復したことに伴って管理基準が変更されたことにより、ほぼ変化がなかった。昨年度評価では、2014年の加入量を各種調査船調査の結果から推定した値 (27億尾) としていたが、今年度評価ではコホート解析により推定した結果、11億尾となった。昨年度の手法では2014年加入量を過大に推定していたと考えられる。

2016年漁期資源量は、年齢別平均体重を下方修正したことと、2014年の加入量を下方修正したことにより下方修正となった。2016年漁期 ABC は、資源量が下方修正となったものの、Blimit 以上へ回復したことに伴って管理基準が変更されたことにより、わずかに上方修正された。

6. ABC 以外の管理方策への提言

北太平洋漁業委員会 (NPFC) に中国から北西太平洋公海域におけるさば類漁獲量が報告されたが、中国の漁獲物の内容 (マサバ・ゴマサバ比率、年齢組成、月別漁獲量等) について、現時点では解析に供するほどの十分な情報が得られていないことなどから、中国の漁獲量は考慮せずに資源評価を行った。今後、外国漁船による漁獲が継続し、日本漁船の漁場に分布するマサバ資源に影響を与えるとすれば、将来予測はここに示したものと大きく異なる可能性がある。また、中国の漁獲量を考慮した場合を試算して補足資料としたが、中国の漁獲物の内容について十分な情報が得られていないため、様々な仮定を置いた上での試算となっている (補足資料 7)。資源評価の精度向上のために、漁獲量の値のみならず、年齢組成等の情報が必要であり、これらについても報告されるように働きかける必要がある。

る。

一方、北西太平洋における外国漁船による漁獲努力量を調査することを目的に、平成 26 年度から人工衛星夜間可視データを用いて外国漁船の動向を把握する取り組みを開始した（補足資料 5）いくつかの課題はあるが、将来的に努力量の変化などを定量化できる可能性がある。

Kawai et al. (2002) は、1970 年代の高水準期には未成魚への漁獲圧は低く、同じような漁獲をしていれば 1990 年代に資源は回復したと論じた。平成 17 年度までの本報告書において、1993 年以降、若齢魚（0、1 歳魚）の F が顕著に高くなったため（図 12）、未成魚段階での多獲は不合理であることを指摘し、生物学的にみた本系群の最適な漁獲開始年齢を検討し、全個体が成熟を開始する 3.5 歳が最適であるとの結論を得ている。渡邊ほか(2012) は、本系群の資源動態モデルを構築して漁期・漁場別の漁獲方策による資源管理効果を検討し、越冬場周辺における若齢魚の漁獲規制の効果が高いことを指摘している。近年は若齢魚への F が低くなっている（図 12）。資源の持続的利用のために、引き続き若齢魚に対する F の低減が望ましい。

最近の研究によって、産卵経験のある（複数回目の産卵期の）親魚（経産魚）の産む卵の方が、初回産卵（初めての産卵期）のものよりも卵質が良く、ふ化仔魚の生残率が高いことが飼育実験の結果などからわかってきた（米田ほか 2013）。加えて、高齢経産魚の方が産卵場への南下回遊が早く（渡邊 2010）、産卵期には成熟（産卵準備）が早く進み、早期（3~4 月）に産卵する傾向が強い。4 月は高水準期の本系群が集中的に産卵する時期であり（渡邊 2010）、人為的影響の無い状態での系群本来の主産卵期と言え、餌生物が多くなるブルージング時期と一致し、カツオなどの暖水性捕食者の来遊もまだ少ない時期であることから稚仔魚の生育に適していると考えられる。高齢経産魚による好適期の良質の産卵は、年々の加入の環境変化への耐性を高める効果を持つと考えられ、加入量の増加と一定水準以上の維持を図るためには、この産卵を増加、維持させることが重要である。そのためには親魚の年齢（未産・経産魚）構成を考慮した資源評価、管理を行い、産卵経験のある高齢親魚量を確保する必要がある。

7. 引用文献

- 本間 操・佐藤祐二・宇佐美修造 (1987) コホート解析によるマサバ太平洋系群の資源量推定. 東海水研報, 121, 1-11.
- Ichinokawa, M., H. Okamura, C. Watanabe, A. Kawabata and Y. Oozeki (2015) Effective time closures: Quantifying the conservation benefits of input control for the Pacific chub mackerel fishery. *Ecol. Appl.*, 25, 1566-1584.
- 市野川桃子・岡村 寛 (2016) 一般化状態空間モデルで漁業動態を記述する-マサバ努力量管理効果の定量評価. 統計数理, 64, 59-75.
- 飯塚景記 (1974) 東北海区におけるマサバ未成魚の生態-Ⅲ. 八戸沖で越冬すると推定される魚群について. 東北水研報, 33, 37-49.
- 飯塚景記 (2002) 1960~70 年代におけるマサバ資源と漁場. 月刊海洋, 34 (4), 273-279.

- Kamimura, Y., M. Takahashi, N. Yamashita, C. Watanabe and A. Kawabata (2015) Larval and juvenile growth of chub mackerel *Scomber japonicus* in relation to recruitment in the western North Pacific. *Fish. Sci.*, 81, 505-513.
- Kasamatsu, F., and S. Tanaka (1992) Annual changes in prey species of minke whales taken off Japan 1948-87. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 637-651.
- 加藤充宏・渡邊千夏子 (2002) マサバとゴマサバの成熟・産卵および食性. *月刊海洋*, 34 (4), 266-272.
- Kawai, H., A. Yatsu, C. Watanabe, T. Mitani, T. Katsukawa and H. Matsuda (2002) Recovery policy for chub mackerel stock using recruitment-per-spawning. *Fish. Sci.*, 68, 963-971.
- 川端 淳・中神正康・巢山 哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆 (2006) 近年の広域名調査船調査から推定されるサバ、イワシ類の季節的分布回遊. 2006 年度水産海洋学会講演要旨集, 94.
- 川崎 健 (1965) カツオの生態と資源 (I). *水産研究叢書*, 8 (1), 148.
- 川崎 健 (1968) マサバ太平洋系群未成魚の生態について. *東海水研報*, 55, 59-113.
- 小泉正行 (1992) 伊豆諸島海域で採集したサバ卵・仔稚魚・幼魚の一考察. *水産海洋研究*, 56, 57-64.
- 黒田一紀 (1992) 日本の太平洋沿岸域におけるさば属魚類の産卵期、産卵場及び産卵量水準の動向. *水産海洋研究*, 56, 65-72.
- 目黒清美・梨田一也・三谷卓美・西田 宏・川端 淳 (2002) マサバとゴマサバの分布と回遊-成魚. *月刊海洋*, 34 (4), 256-260.
- 宮沢公雄 (1994) マサバ資源の変動とさば漁業の変遷. *水産海洋研究*, 58, 48-49.
- 長沢和也 (1999) 黒潮・親潮移行域における魚食性魚類の分布と生態. *月刊海洋*, 346, 245-250.
- 西田 宏・川端 淳・目黒清美・梨田一也・三谷卓美 (2001) マサバとゴマサバの分布と回遊-幼魚. *水産海洋研究*, 65 (4), 201.
- Oozeki, Y., A. Takasuka, H. Kubota, M. Barange (2007) Characterizing spawning habitats of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), and Pacific round herring (*Etrumeus teres*) in the northwestern Pacific. *CalCOFI Reports*, 48, 191-203.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Com. Northw. Atl. Fish. Bull.*, 9, 65-74.
- Takahashi, M., A. Kawabata, C. Watanabe, M. Yoneda, D. Ambe, and T. Okunishi (2012) Migratory behavior and recruitment process of the Pacific stock of chub mackerel *Scomber japonicus*. *PICES-2012 Program and Abstracts*, 111.
- 高橋正知・渡邊千夏子・川端 淳・西田 宏・安倍大介・奥西 武・山下紀生・森 賢・橋本 浩・池上直也・森 訓由・岡部 久・斉藤真美 (2010) 粒子追跡を用いたマサバ太平洋系群当歳魚の産卵場からの輸送過程とその成長 (2004~2007 年). 2010 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 71.
- Tamura, T., Y. Fujise, and K. Shimazaki (1998) Diet of minke whales *Balaenoptera auctorostrata* in the Northwestern part of the North Pacific in summer, 1994 and 1995. *Fish. Sci.*, 64, 71-76.

- 渡邊千夏子 (2010) マサバ太平洋系群の繁殖特性の変化とその個体群動態への影響. 水産海洋研究, 74, 46-50.
- 渡邊千夏子・須田真木・赤嶺達郎・川端 淳・西田 宏 (2012) 許容漁獲量の時空間的配分がマサバ太平洋系群の資源動態に与える影響. 日水誌, 78, 15-26.
- Watanabe, C. and A. Yatsu (2004) Effects of density-dependence and sea surface temperature on inter-annual variation in length-at-age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the Kuroshio-Oyashio area during 1970–1997. Fish. Bull., 102, 196-206.
- Watanabe, C. and A. Yatsu (2006) Long-term changes in maturity at age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in relation to population declines in the waters off northeastern Japan. Fish. Res, 78, 323-332.
- 米田道夫・北野 載・松山倫也・高橋正知・川端 淳・清水昭男 (2013) マサバの加入機構に関する実験アプローチ：初期生態に及ぼす母性効果と水温影響. 2012 年度春季水産海洋シンポジウム (魚種交替のシンテシス－気候変動による海洋生態系・浮魚資源変動機構およびその科学的理解に基づく社会への貢献) 要旨集, 10.
- 米田道夫・北野 載・S. Selvaraj・入路光雄・川村耕平・松山倫也・清水昭男 (2010) マサバ2歳魚の卵サイズの変化が仔魚の成長と生残に及ぼす影響. 2010 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 47.

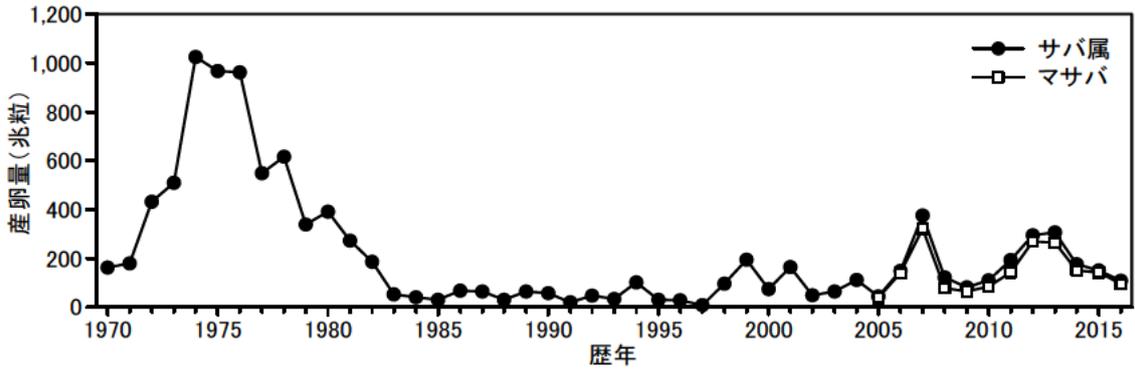


図6. 本邦太平洋側におけるサバ属の産卵量 2005年以降はマサバを分けて示した。2016年は1~6月までの値。

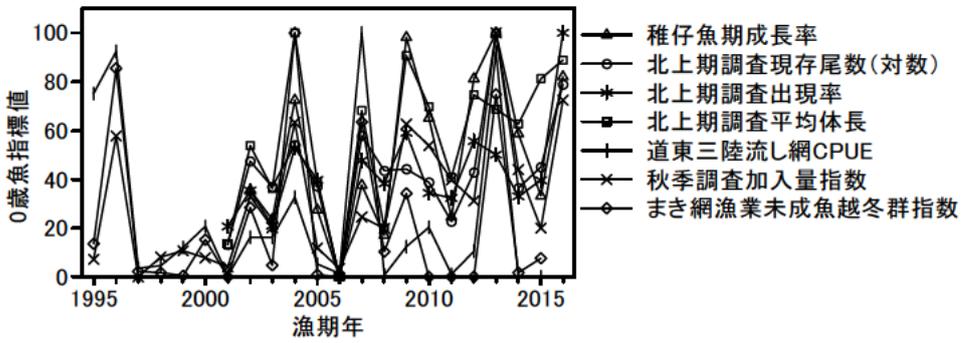


図7. 各種調査(補足資料5)による加入量の指標値の推移(指標値の最大値を100、最小値を0とした場合の相対値)

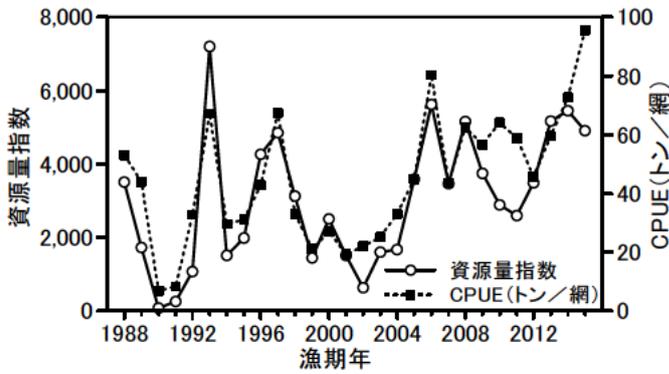


図8. 北部太平洋まき網漁業のさば類CPUEと資源量指数の推移 (JAFIC資料。補足資料4)

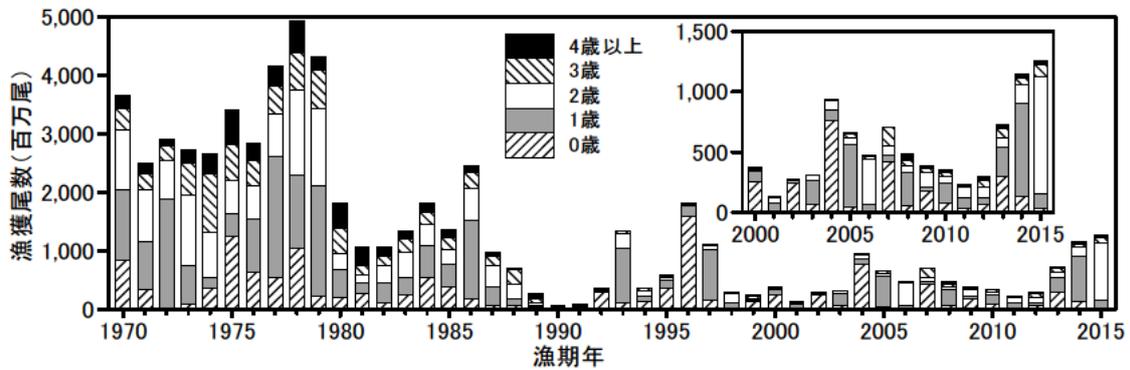


図9. 年齢別漁獲尾数

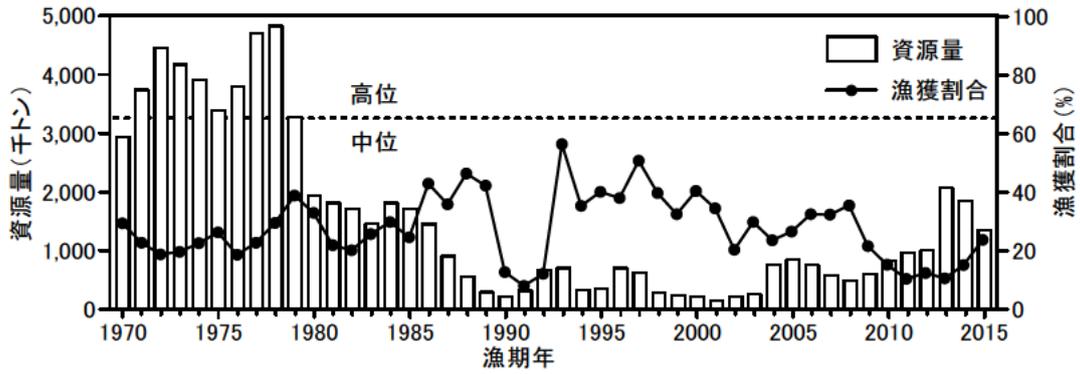


図 10. 資源量と漁獲割合の推移 点線は資源水準の高-中位区分の目安を示す。

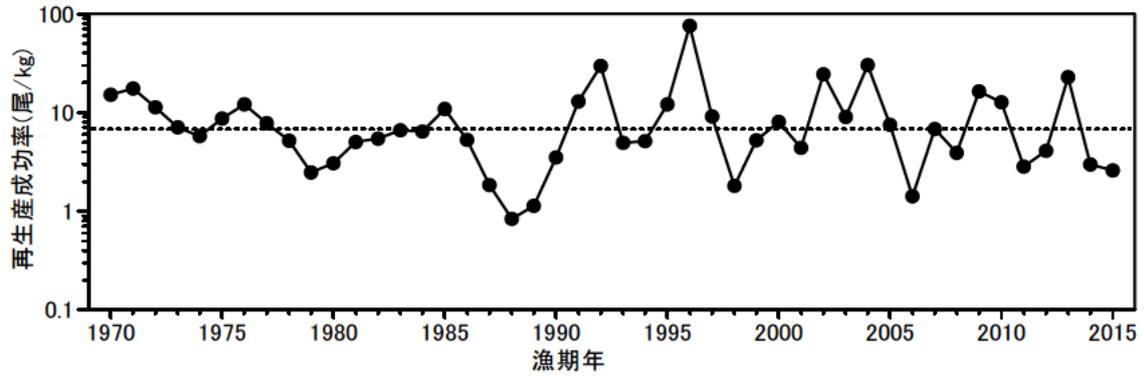


図 11. 再生産成功率 (RPS) の推移 点線は中央値 (6.6 尾/kg)。

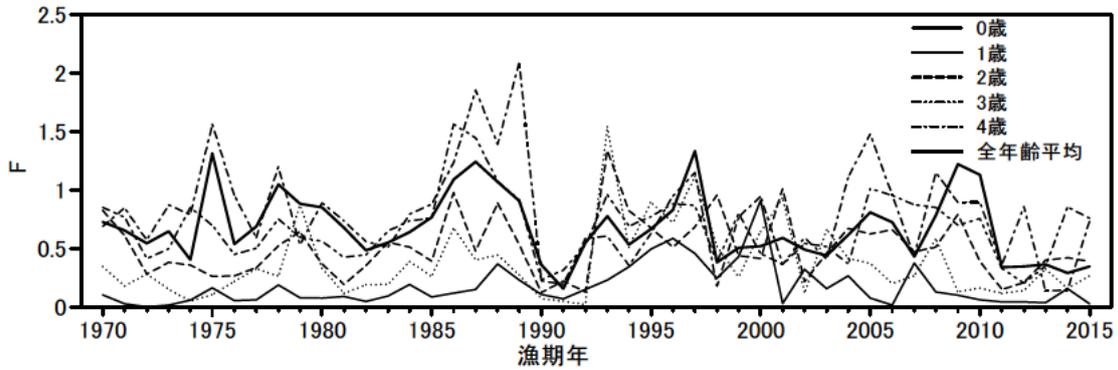


図 12. 漁獲係数 F の推移

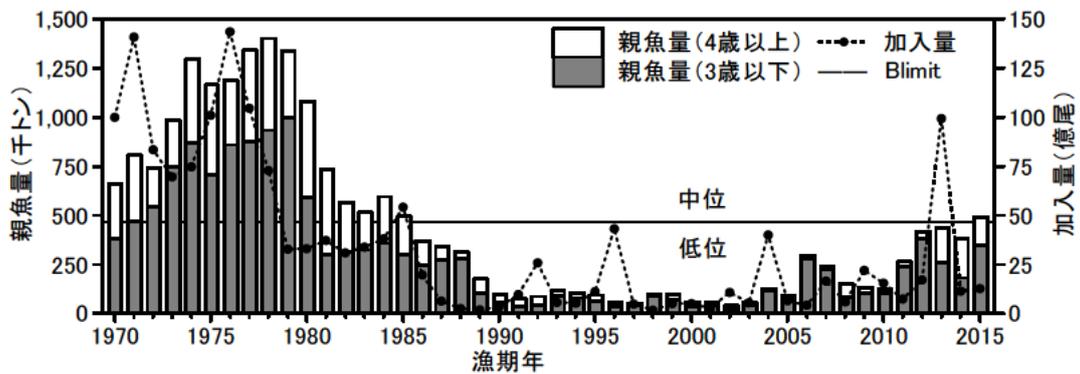


図 13. 親魚量と加入量の推移

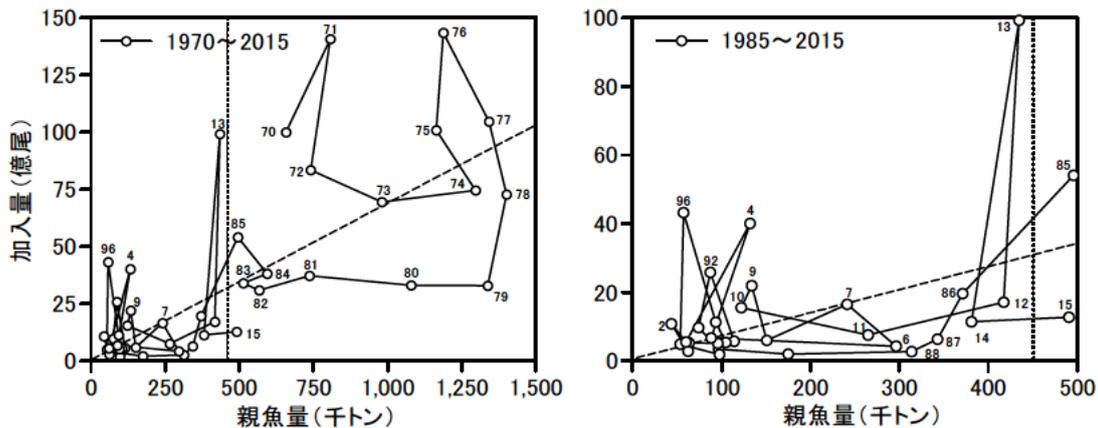


図 14. 親魚量と加入量の関係 点線は Blimit (親魚量 450 千トン)、破線は将来予測に用いた関係 (RPS 中央値 (1970~2014 年) : 6.6 尾/kg) をそれぞれ示す。

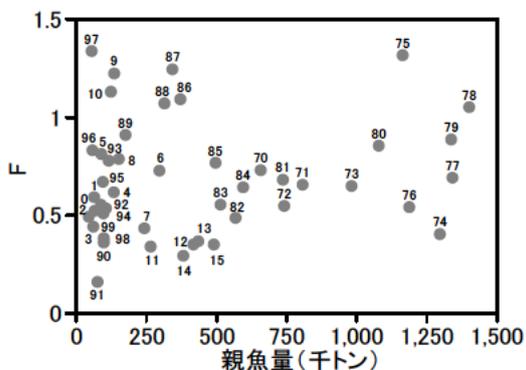


図 15. 親魚量と漁獲係数 F の関係

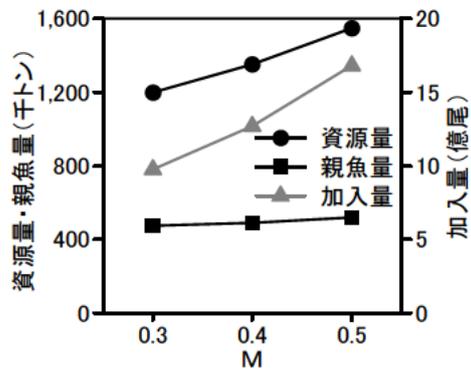


図 16. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2015 年漁期の資源量、親魚量および加入量

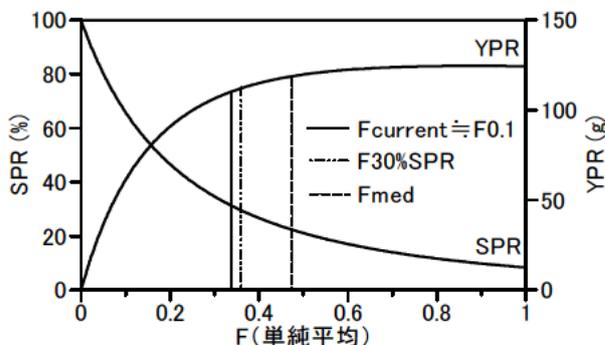


図 17. 漁獲係数 F と %SPR、YPR の関係

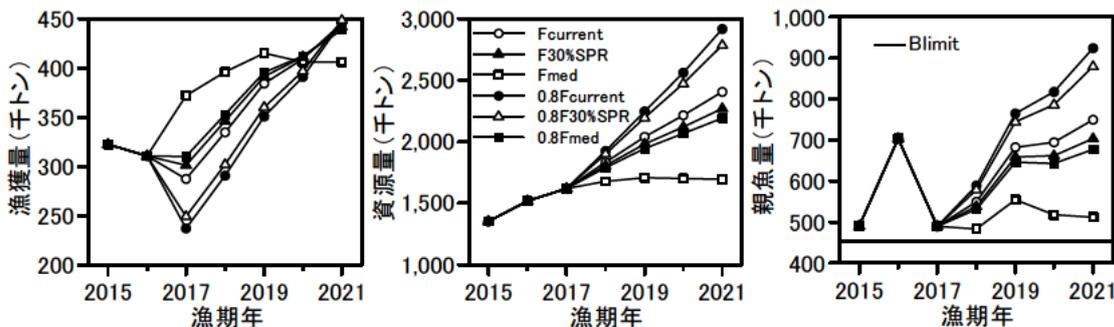


図 18. 各漁獲シナリオの F において予測される漁獲量、資源量および親魚量

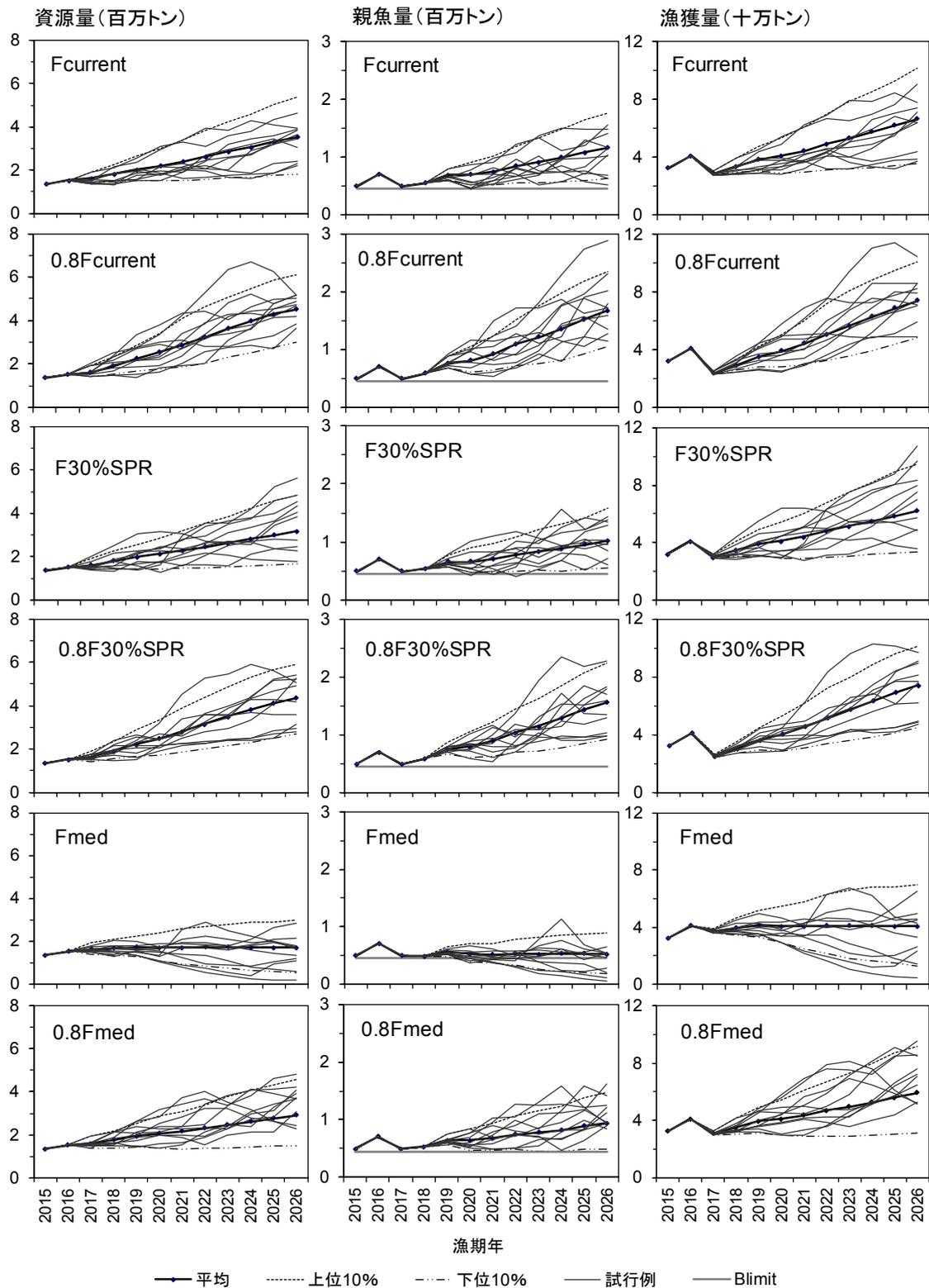


図 19. 各漁獲シナリオでの加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測。1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。灰細線は 1,000 回のうち任意の 10 回の試行を示す。

表 1. 漁業種類・海区别漁獲量 (トン) *火光利用サバ漁業：たもすくい、棒受網

漁期年 7月～ 翌年6月	合計	太平洋北・中区					南区 全漁業
		北区 まき網	定置網等	ロシア	火光利用 サバ漁業	中区 まき網	
1970	865,471	733,494	25,319	32,000	52,415	4,072	18,171
1971	855,109	715,905	14,115	62,000	31,986	7,253	23,849
1972	845,177	626,753	12,463	122,604	47,507	7,414	28,435
1973	821,531	527,106	20,188	182,996	49,180	7,308	34,753
1974	889,406	529,706	24,345	240,000	47,244	4,535	43,577
1975	896,611	540,113	46,915	173,806	89,945	6,370	39,461
1976	715,078	345,519	29,261	144,643	154,132	5,468	36,055
1977	1,070,984	722,035	15,933	158,034	133,046	9,250	32,686
1978	1,427,837	974,295	17,734	220,350	177,393	3,942	34,123
1979	1,275,041	911,006	23,234	171,028	130,929	4,347	34,497
1980	637,015	454,159	15,900	47,616	73,075	3,342	42,924
1981	398,394	298,344	11,811	42,348	9,855	4,036	32,001
1982	347,229	254,320	10,854	29,954	35,196	6,325	10,580
1983	378,130	338,760	8,299	13,502	915	6,147	10,506
1984	542,636	479,173	13,738	29,517	4,723	5,473	10,011
1985	422,432	384,355	5,959	2,708	14,196	11,457	3,758
1986	626,925	540,716	6,263	41,902	16,253	12,343	9,448
1987	326,549	259,765	5,214	20,914	21,442	7,658	11,555
1988	258,616	223,576	5,053	7,703	7,095	9,851	5,338
1989	125,291	101,051	1,747	-	8,420	7,610	6,463
1990	27,767	7,886	3,615	-	2,088	6,784	7,395
1991	26,385	5,321	1,958	-	4,924	5,129	9,052
1992	81,493	46,727	20,165	-	2,505	4,766	7,329
1993	397,959	348,663	27,732	-	1,596	15,202	4,766
1994	117,336	76,263	23,039	-	1,757	12,011	4,267
1995	140,569	104,151	25,503	-	1,591	4,862	4,461
1996	269,122	217,419	35,861	-	43	3,655	12,145
1997	318,407	275,169	27,874	-	1,661	9,579	4,124
1998	114,796	99,789	10,079	-	436	3,052	1,440
1999	76,512	51,193	18,581	-	43	3,515	3,181
2000	91,192	72,102	15,236	-	0	2,275	1,579
2001	52,896	40,432	8,616	-	0	1,390	2,458
2002	46,745	35,753	8,492	-	44	1,476	979
2003	75,559	48,429	21,822	-	84	920	4,304
2004	181,144	143,135	29,665	-	189	6,257	1,898
2005	226,256	193,026	27,596	-	388	1,769	3,477
2006	245,091	202,515	35,291	-	2,950	2,492	1,842
2007	188,373	151,563	31,996	-	721	1,690	2,402
2008	176,360	144,864	25,159	-	1,065	2,701	2,571
2009	130,228	106,561	12,442	-	939	5,792	4,494
2010	127,877	103,747	14,642	-	2,540	4,127	2,821
2011	102,020	78,163	5,369	-	2,772	13,048	2,668
2012	125,645	102,865	7,611	-	2,105	9,020	4,044
2013	220,681	191,576	16,027	-	2,766	7,730	2,581
2014	282,360	233,560	17,662	-	2,939	23,936	4,263
2015	322,376	288,527	16,987	-	3,823	10,277	2,762

表 2. コホート計算結果

漁期年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1970	865	2,938	657	9,998	29	15.2
1971	855	3,737	807	14,084	23	17.5
1972	845	4,454	741	8,345	19	11.3
1973	822	4,171	981	6,958	20	7.1
1974	889	3,917	1,296	7,462	23	5.8
1975	897	3,391	1,164	10,095	26	8.7
1976	715	3,803	1,188	14,344	19	12.1
1977	1,071	4,699	1,341	10,460	23	7.8
1978	1,428	4,826	1,401	7,283	30	5.2
1979	1,275	3,276	1,337	3,291	39	2.5
1980	637	1,932	1,079	3,302	33	3.1
1981	398	1,810	737	3,725	22	5.1
1982	347	1,706	567	3,084	20	5.4
1983	378	1,464	514	3,397	26	6.6
1984	543	1,816	595	3,805	30	6.4
1985	422	1,713	496	5,410	25	10.9
1986	627	1,455	371	1,962	43	5.3
1987	327	909	343	630	36	1.8
1988	259	558	314	263	46	0.8
1989	125	295	175	199	42	1.1
1990	28	215	97	342	13	3.5
1991	26	320	74	965	8	13.0
1992	81	665	87	2,581	12	29.5
1993	398	705	114	565	56	4.9
1994	117	332	105	536	35	5.1
1995	141	350	94	1,126	40	12.0
1996	269	705	57	4,321	38	75.4
1997	318	628	54	489	51	9.1
1998	115	288	98	176	40	1.8
1999	77	235	96	504	33	5.3
2000	91	225	64	514	41	8.1
2001	53	153	63	276	35	4.4
2002	47	228	44	1,071	20	24.5
2003	76	252	60	545	30	9.0
2004	181	763	132	4,001	24	30.2
2005	226	849	89	666	27	7.5
2006	245	753	296	421	33	1.4
2007	188	581	241	1,650	32	6.8
2008	176	497	151	589	36	3.9
2009	130	598	134	2,193	22	16.4
2010	128	831	122	1,545	15	12.6
2011	102	967	265	749	11	2.8
2012	126	1,001	417	1,711	13	4.1
2013	221	2,069	434	9,927	11	22.8
2014	282	1,850	381	1,133	15	3.0
2015	322	1,353	490	1,270	24	2.6

表 3. 2016 年漁期以降の資源尾数等

2016 年漁期は $F_{current}$ (2011~2015 年漁期の平均) を仮定し、2017 年漁期以降は現状の漁獲圧の維持 ($F_{current}$)、親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$)、親魚量の維持 (F_{med}) およびそれぞれのシナリオの予防的措置を講じた F で漁獲した場合に予測される 2016~2021 年漁期の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、漁獲尾数、漁獲量。

$F_{current}$							$0.8F_{current}$						
年齢別漁獲係数 (F)							年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0歳	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1歳	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1歳	0.20	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
2歳	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	2歳	0.32	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
3歳	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	3歳	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
4歳	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	4歳	0.45	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
5歳	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	5歳	0.43	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
6歳以上	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	6歳以上	0.43	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
平均	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	平均	0.34	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
年齢別資源尾数 (百万尾)							年齢別資源尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	4,413	3,236	3,629	4,508	4,592	4,951	0歳	4,413	3,236	3,892	5,056	5,402	6,109
1歳	826	2,775	2,035	2,282	2,835	2,888	1歳	826	2,775	2,061	2,479	3,221	3,441
2歳	333	453	1,521	1,116	1,251	1,554	2歳	333	453	1,584	1,176	1,415	1,838
3歳	1,661	163	221	743	545	611	3歳	1,661	163	236	824	612	736
4歳	73	674	66	90	301	221	4歳	73	674	73	106	370	275
5歳	11	31	288	28	38	129	5歳	11	31	315	34	49	173
6歳以上	99	48	35	141	74	49	6歳以上	99	48	38	168	96	69
計	7,416	7,379	7,796	8,908	9,637	10,403	計	7,416	7,379	8,198	9,844	11,165	12,641
年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	473	347	389	483	492	531	0歳	473	347	417	542	579	655
1歳	194	653	479	537	667	679	1歳	194	653	485	583	758	809
2歳	126	172	576	422	474	589	2歳	126	172	600	445	536	696
3歳	588	88	119	401	294	330	3歳	588	88	127	445	330	397
4歳	49	299	44	60	201	148	4歳	49	299	49	71	247	183
5歳	8	21	197	19	26	88	5歳	8	21	215	23	34	118
6歳以上	80	39	28	115	60	40	6歳以上	80	39	31	137	79	57
計	1,518	1,618	1,832	2,038	2,215	2,404	計	1,518	1,618	1,924	2,247	2,562	2,916
親魚量	704	490	549	682	695	749	親魚量	704	490	589	765	817	925
年齢別漁獲尾数 (百万尾)							年齢別漁獲尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	223	164	183	228	232	250	0歳	223	132	158	206	220	249
1歳	123	414	304	341	423	431	1歳	123	338	251	302	392	419
2歳	74	101	338	248	278	345	2歳	74	83	290	215	259	336
3歳	537	53	72	240	176	198	3歳	537	44	64	223	166	200
4歳	22	199	20	27	89	65	4歳	22	166	18	26	91	68
5歳	3	9	82	8	11	37	5歳	3	7	75	8	12	41
6歳以上	28	14	10	40	21	14	6歳以上	28	11	9	40	23	16
計	1,010	953	1,008	1,131	1,230	1,340	計	1,010	781	865	1,020	1,162	1,329
年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	24	18	20	24	25	27	0歳	24	14	17	22	24	27
1歳	29	97	71	80	100	101	1歳	29	79	59	71	92	99
2歳	28	38	128	94	105	131	2歳	28	31	110	82	98	127
3歳	190	28	39	130	95	107	3歳	190	24	34	121	90	108
4歳	14	88	13	18	60	44	4歳	14	74	12	17	61	45
5歳	2	6	56	5	7	25	5歳	2	5	51	6	8	28
6歳以上	23	11	8	33	17	11	6歳以上	23	9	7	33	19	13
計	310	287	335	384	409	446	計	310	237	291	351	391	447
漁獲割合	20%	18%	18%	19%	18%	19%	漁獲割合	20%	15%	15%	16%	15%	15%

表 3. 2016 年以降の資源尾数等の続き

F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢別漁獲係数 (F)							年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0歳	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1歳	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	1歳	0.20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2歳	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	2歳	0.32	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
3歳	0.50	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	3歳	0.50	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
4歳	0.45	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	4歳	0.45	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
5歳	0.43	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	5歳	0.43	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
6歳以上	0.43	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	6歳以上	0.43	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
平均	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	平均	0.34	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
年齢別資源尾数 (百万尾)							年齢別資源尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	4,413	3,236	3,555	4,358	4,378	4,653	0歳	4,413	3,236	3,827	4,919	5,195	5,809
1歳	826	2,775	2,027	2,227	2,731	2,743	1歳	826	2,775	2,055	2,431	3,124	3,299
2歳	333	453	1,503	1,098	1,206	1,479	2歳	333	453	1,569	1,161	1,374	1,766
3歳	1,661	163	217	721	526	578	3歳	1,661	163	232	804	595	704
4歳	73	674	64	85	284	207	4歳	73	674	71	102	352	261
5歳	11	31	281	27	36	118	5歳	11	31	309	33	47	161
6歳以上	99	48	34	134	68	44	6歳以上	99	48	37	161	90	64
計	7,416	7,379	7,681	8,650	9,229	9,823	計	7,416	7,379	8,100	9,611	10,778	12,064
年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	473	347	381	467	469	499	0歳	473	347	410	527	557	623
1歳	194	653	477	524	642	645	1歳	194	653	483	572	735	776
2歳	126	172	569	416	457	560	2歳	126	172	594	440	520	669
3歳	588	88	117	389	284	312	3歳	588	88	125	434	321	380
4歳	49	299	43	57	190	138	4歳	49	299	48	68	235	174
5歳	8	21	191	18	24	81	5歳	8	21	210	22	32	110
6歳以上	80	39	28	109	56	36	6歳以上	80	39	30	132	74	52
計	1,518	1,618	1,806	1,981	2,122	2,272	計	1,518	1,618	1,901	2,195	2,475	2,784
年齢別漁獲尾数 (百万尾)							年齢別漁獲尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	223	173	190	233	234	249	0歳	223	139	165	212	224	250
1歳	123	436	319	350	429	431	1歳	123	356	264	312	401	423
2歳	74	106	350	256	281	345	2歳	74	87	302	224	265	340
3歳	537	55	73	244	178	195	3歳	537	46	66	228	169	200
4歳	22	209	20	26	88	64	4歳	22	174	18	26	91	68
5歳	3	9	84	8	11	35	5歳	3	8	77	8	12	40
6歳以上	28	14	10	40	20	13	6歳以上	28	12	9	40	23	16
計	1,010	1,002	1,046	1,157	1,241	1,333	計	1,010	823	901	1,050	1,183	1,337
年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	24	19	20	25	25	27	0歳	24	15	18	23	24	27
1歳	29	103	75	82	101	101	1歳	29	84	62	73	94	100
2歳	28	40	133	97	106	131	2歳	28	33	114	85	100	129
3歳	190	30	40	131	96	105	3歳	190	25	36	123	91	108
4歳	14	92	13	18	59	43	4歳	14	77	12	18	61	45
5歳	2	6	57	5	7	24	5歳	2	5	52	6	8	27
6歳以上	23	12	8	33	17	11	6歳以上	23	10	8	33	18	13
計	310	301	346	391	411	442	計	310	249	302	360	397	449
漁獲割合							漁獲割合						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
漁獲割合	20%	19%	19%	20%	19%	19%	漁獲割合	20%	15%	16%	16%	16%	16%

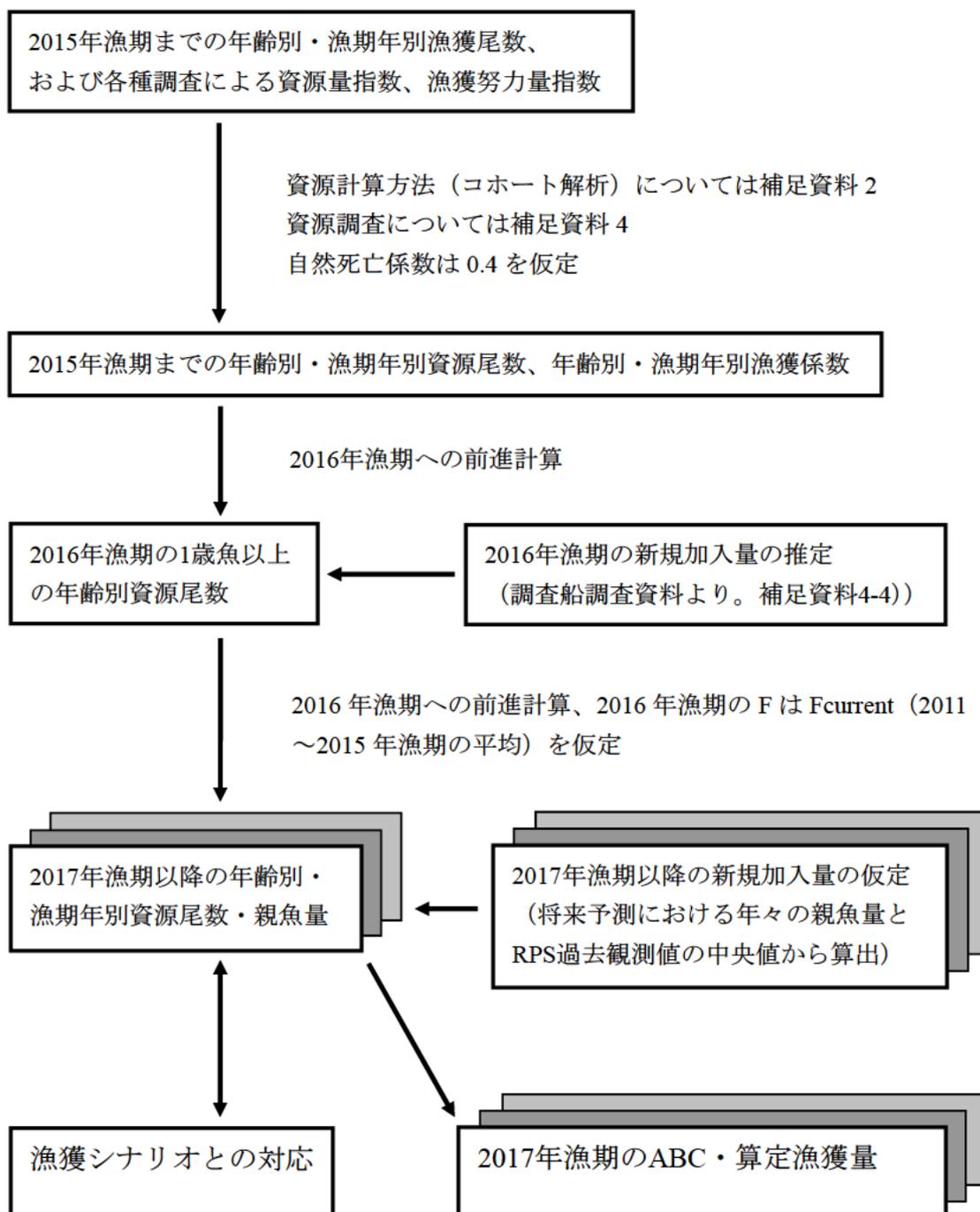
表 3. 2016 年以降の資源尾数等の続き

Fmed							0.8Fmed						
年齢別漁獲係数 (F)							年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.06	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0歳	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
1歳	0.20	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	1歳	0.20	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳	0.32	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	2歳	0.32	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
3歳	0.50	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	3歳	0.50	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
4歳	0.45	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	4歳	0.45	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
5歳	0.43	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	5歳	0.43	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
6歳以上	0.43	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	6歳以上	0.43	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
平均	0.34	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	平均	0.34	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
年齢別資源尾数 (百万尾)							年齢別資源尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	4,413	3,236	3,192	3,661	3,424	3,380	0歳	4,413	3,236	3,509	4,267	4,250	4,478
1歳	826	2,775	1,987	1,961	2,249	2,103	1歳	826	2,775	2,022	2,194	2,667	2,657
2歳	333	453	1,412	1,011	998	1,144	2歳	333	453	1,492	1,087	1,179	1,434
3歳	1,661	163	197	614	439	434	3歳	1,661	163	215	707	515	559
4歳	73	674	55	66	207	148	4歳	73	674	63	83	273	199
5歳	11	31	244	20	24	75	5歳	11	31	276	26	34	112
6歳以上	99	48	30	102	45	26	6歳以上	99	48	33	130	65	42
計	7,416	7,379	7,117	7,435	7,386	7,310	計	7,416	7,379	7,611	8,494	8,984	9,480
年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	473	347	342	392	367	362	0歳	473	347	376	458	456	480
1歳	194	653	468	461	529	495	1歳	194	653	476	516	628	625
2歳	126	172	535	383	378	433	2歳	126	172	565	412	447	543
3歳	588	88	106	331	237	234	3歳	588	88	116	382	278	302
4歳	49	299	37	44	138	99	4歳	49	299	42	55	183	133
5歳	8	21	166	14	16	51	5歳	8	21	188	18	23	76
6歳以上	80	39	24	83	37	21	6歳以上	80	39	27	106	53	34
計	1,518	1,618	1,678	1,709	1,703	1,695	計	1,518	1,618	1,790	1,946	2,067	2,193
親魚量	704	490	483	554	518	512	親魚量	704	490	531	646	643	678
年齢別漁獲尾数 (百万尾)							年齢別漁獲尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	223	222	219	251	234	231	0歳	223	179	194	236	235	247
1歳	123	548	392	387	444	415	1歳	123	450	328	356	432	431
2歳	74	130	407	291	287	330	2歳	74	109	358	261	283	344
3歳	537	66	80	250	179	177	3歳	537	56	74	245	179	194
4歳	22	253	21	25	78	56	4歳	22	214	20	26	87	63
5歳	3	11	89	7	9	27	5歳	3	10	85	8	10	34
6歳以上	28	17	11	37	17	9	6歳以上	28	15	10	40	20	13
計	1,010	1,248	1,218	1,248	1,248	1,245	計	1,010	1,032	1,069	1,171	1,246	1,326
年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	24	24	23	27	25	25	0歳	24	19	21	25	25	27
1歳	29	129	92	91	104	98	1歳	29	106	77	84	102	101
2歳	28	49	154	110	109	125	2歳	28	41	136	99	107	130
3歳	190	36	43	135	97	95	3歳	190	30	40	132	96	105
4歳	14	112	14	17	52	37	4歳	14	95	13	18	58	42
5歳	2	8	60	5	6	19	5歳	2	7	58	5	7	23
6歳以上	23	14	9	30	13	8	6歳以上	23	12	8	32	16	10
計	310	372	396	415	406	406	計	310	310	353	396	412	439
漁獲割合	20%	23%	24%	24%	24%	24%	漁獲割合	20%	19%	20%	20%	20%	20%

表 4. ABC 算定および将来予測における各年齢の体重、成熟割合

項目\年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
体重 (g)	107	235	379	540	668	682	817
2013年級群体重 (g)	—	—	235	354	443	682	817
成熟割合 (%)	0	0	30	90	100	100	100

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

Pope の近似式を用いたコホート解析により年齢別資源尾数・重量、漁獲係数、漁獲量を推定した(表 3、4)。7月～翌年 6月の漁期年単位とし、親魚は 6月に産卵、子は 7月に漁獲加入し、漁期の中央(12月)に漁獲されると仮定した。自然死亡係数(M)は本間ほか(1987)に基づき 0.4/年とした。年齢別漁獲尾数は、宮崎県～北海道太平洋側における主要漁業および外国(ロシア)による漁獲物について求めた。6歳以上はまとめて 6+歳(プラスグループ)とした。プラスグループの計算については平松(1999)の方法を用いた。なお、昨年度評価では最近年の 0歳魚資源尾数(加入量)は、コホート解析により推定される前年までの再生産成功率(RPS)と資源量指数との回帰式によって推定していたが、近年、回帰式の相関が低くなってきていることから、最近年の 0歳の F もチューニングによって求めた。

年齢別年齢別資源尾数を(1)式により計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数である。ただし、最近年、6+歳(プラスグループ、添え字 p)、5歳(p-1)は(2~4)式によった。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,y}))} \quad (2)$$

$$N_{p,y} = \frac{C_{p,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{p-1,y} = \frac{C_{p-1,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p-1,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (4)$$

漁獲係数 F は、最近年の F (ターミナル F、 F_t) 以外は(5)式によった。

$$F_{a,y} = -\ln\left\{1 - \frac{C_{a,y}}{N_{a,y}} \exp\left(\frac{M}{2}\right)\right\} \quad (5)$$

$F_{a,y}$: y 年における a 歳魚の漁獲係数

プラスグループの F は全ての年で最高齢-1 歳の F と等しいとした(平松 1999、(6)式)。

$$F_{p,y} = F_{p-1,y} \quad (6)$$

最近年の 0~5 歳の F ($F_{1,t} \sim F_{5,t}$) をチューニングによって探索的に求めた。チューニングには、補足表 2-1 に示した努力量、親魚量および加入量を反映すると考える 7 系列の指標値を用いた。補足表 2-1 の②④⑤の指標値(Y)では、加入量と指数関数的な関係がみられることから、指数関数を充てた値($\exp(Y)$)をチューニング指数(I)として用いた。

それぞれの指数について(7)式のように目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qX_y))^2 \quad (7)$$

ここでIはチューニング指数、Xはある F_{at} のもとでコホート解析から計算されるチューニングの対象（若齢魚漁獲係数、親魚量、加入量）であり、それぞれ補足表 2-1 の通り。ただし、2013 年の極めて高い加入量は、加入量に関するいずれのチューニング指数も加入量を定量的に評価できていないと判断し、補足表②～⑥の指標値の 2013 年の値は除外した。 q は比例係数であり、各指数について (8) 式によって計算した ($1/X$ の相乗平均)。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{X_y} \right) \right\} \quad (8)$$

これら 6 つの指数の目的関数の合計を最小にするような最近年の 0～5 歳の F の値を探索的に求めた。

資源尾数の予測は、本文 4- (8) の通り加入量を仮定し、5- (2) の通り各漁獲シナリオに対応した F を設定し、(9) 式によって計算した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad \text{※} a < p-1 \text{ の場合} \quad (9a)$$

$$N_{p,y+1} = (N_{p,y} + N_{p-1,y}) \exp(-F_{p,y} - M) \quad \text{※ プラスグループ} \quad (9b)$$

漁獲尾数は (10) 式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (10)$$

これらに年齢別の平均体重 (2013～2015 年平均、表 4) を乗じて資源量、漁獲量 (ABC) を得た。昨年度評価では年齢別の平均体重に過去 5 年平均値を用いたが、2015 年の 1～3 歳魚において平均体重が小さかったことから (図 2)、その影響をより強く取り込むために、今年度評価においては過去 3 年 (2013～2015 年) 平均とした。さらに、2013 年級群は成長の遅れが特に著しいことから、2013 年級群の 3 歳魚 (2016 年) および 4 歳魚 (2017 年) の平均体重には、過去に観測された 3 歳魚および 4 歳魚平均体重の最低値を用いた (表 4)。

昨年度評価では、親魚量の増加を十分に反映していない可能性があるとして、たもすくい漁業 CPUE をチューニング指数として用いてなかった。しかし、2013 年級群の成長の著しい遅れにより 2015、2016 年の親魚量に昨年度において想定していたほどの急増がなく、たもすくい漁業 CPUE は親魚量の指標値として有効な範囲内にあったと判断し、チューニング指数として用いた。

引用文献

平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 20, 9-28.

本間 操・佐藤祐二・宇佐美修造 (1987) コホート解析によるマサバ太平洋系群の資源量推定. 東海水研報, 121, 1-11.

補足表 2-1. チューニングおよび加入量の推定に用いた指標値 調査内容は補足資料 4.

指標値	①	② Y_1	$\exp(Y_1)$	③	④ Y_2	$\exp(Y_2)$	⑤ Y_3	$\exp(Y_3)$	⑥	⑦
対象*	SSB		N_0	N_0		N_0		N_0	N_0	Fbar0-3
2001				0.98	1.76	5.80	1.14	3.11	2.96	
2002		1.21	3.35	32.67	2.70	14.86	1.50	4.50	20.44	
2003	13.2	1.15	3.15	11.10	1.77	5.88	1.34	3.84	12.66	
2004	4.6	1.39	4.03	64.26	3.82	45.52	1.93	6.87	38.68	3,771
2005	8.1	1.17	3.21	11.25	2.98	19.66	1.37	3.92	7.63	3,952
2006	59.1	1.03	2.80	0.25	0.43	1.54	1.01	2.75	2.53	2,949
2007	74.3	1.22	3.38	95.17	3.48	32.62	1.64	5.13	15.29	3,938
2008	46.9	1.11	3.05	21.81	2.88	17.90	1.20	3.31	12.42	2,475
2009	64.4	1.52	4.58	23.52	4.21	67.39	1.84	6.31	38.28	3,218
2010	55.6	1.36	3.88	13.39	2.63	13.90	1.65	5.21	32.98	1,989
2011	125.3	1.15	3.16	2.57	2.50	12.18	1.39	4.00	24.44	1,858
2012	122.9	1.44	4.21	20.36	4.00	54.60	1.70	5.45	19.28	3,270
2013	131.9	1.53	4.62	7041.56	3.64	37.95	1.64	5.16	60.75	3,451
2014	131.6	1.32	3.76	10.50	2.55	12.75	1.59	4.88	27.05	2,959
2015	124.4	1.20	3.30	25.61	2.97	19.55	1.76	5.79	12.53	2,908
2016	165.2	1.44		807.80	6.83		1.82		44.13	

- ① 伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE (kg/人/時)
 ② 移行域幼魚標本稚仔魚期成長率 (mm/日) : Y_1 、チューニング指数 $\exp(Y_1)$
 ③ 北西太平洋北上期中層トロール調査による 0 歳魚現存尾数 (億尾)
 ④ 北西太平洋北上期中層トロール調査による 0 歳魚出現率 (10 分率) : Y_2 、チューニング指数 $\exp(Y_2)$
 ⑤ 北西太平洋北上期中層トロール調査による 0 歳魚平均尾叉長 (10cm) : Y_3 、チューニング指数 $\exp(Y_3)$
 ⑥ 北西太平洋秋季浮魚類調査加入量指数
 ⑦ 北部太平洋まき網有効努力量

*チューニングの対象 : SSB は親魚量 (千トン)、 N_0 は 0 歳魚資源尾数、Fbar0-3 は 0~3 歳の年齢別 F の単純平均。合わせる期間は①は 2003~2016 年、②~⑥は~2015 年までとした。北太平洋まき網有効努力量 (⑦) は 1988 年以降について資料があるが、近年の操業状況の変化やゴマサバの混獲の増加に起因して、F との関係に変化がみられることから (図 5)、変化したと考えられる 2004 年以降について用いた。

補足資料 3 資源量、漁獲量の将来予測シミュレーションの条件

加入量の不確実性を考慮したシミュレーションの設定条件は以下の通りとした。

- 1) 年齢別体重は近年 3 年 (2013~2015 年) の平均値、ただし 2013 年級群の 3、4 歳は過去最低値、成熟割合は中位水準以上の期間 (1970~1986 年) と同じ値とした (表 4)。2016 年の加入量は 44.1 億尾を仮定した (補足表 2-1 および補足資料 4-4))。
- 2) 親魚量 (SSB) が 45 万トン (Blimit) 未満では、1986~2014 年 (SSB < Blimit の期間) の RPS の平均値に対する毎年の RPS の比率を求め、ここから重複を許してランダムに抽出した値に 1970~2014 年 (過去観測全期間) の RPS 中央値 (6.6 尾/kg、以下 RPSmed) を乗じた値を RPS とし、これに親魚量を乗じて加入量とした。

- 3) 親魚量が45万トン以上では、1970～1985年（ $SSB \geq B_{limit}$ の期間）のRPSの平均値に対する毎年のRPSの比率を求め、ここから重複を許してランダムに抽出した値にRPSmedを乗じた値をRPSとし、これに親魚量を乗じて加入量とした。ただし、親魚量が過去観測最高値（140万トン）を超える場合は140万トンを乗じた。
- 4) 2)、3)で計算される加入量が過去観測最高値（143億尾）を超える場合は143億尾とした。

補足資料4 各種調査・資料の概要

1) 移行域幼稚魚調査

中央水研・北水研により1995年に予備調査、1996年開始。5～6月に小型浮魚類幼稚魚の生育場である黒潮続流域～黒潮一親潮移行域で中層トロールによる漁獲試験を実施。幼稚魚の分布状況を把握するとともに、得られる幼稚魚標本の耳石輪紋解析により、主産卵期である4月ふ化個体の稚仔魚期の成長率を推定する（補足表2-1の②）。

2) 北西太平洋北上期中層トロール調査

東北水研・中央水研により2000年に予備調査、2001年開始。サンマ資源量直接推定調査（東北水研）と北上期浮魚類資源調査（中央水研・東北水研）の2つの調査からなる。北上期のサンマ等小型浮魚類を対象に、5～7月に本邦沿岸から西経域（165°W）に至る移行域～親潮域で複数の調査船で中層トロール漁獲試験を実施。マサバの主な分布域である親潮～移行域（169°E以西、SST12～21°C）における0歳魚推定現存尾数、出現率（採集のあった調査点の割合）、体長組成を推定するとともに、採集標本を用いて1)と同様に稚仔魚期の成長率を推定する（補足表2-1の③④⑤）。

3) 道東～三陸海域流し網調査

釧路水試により1994年開始。道東～三陸海域で6～10月にかけて行われる4つの調査からなる。小型浮魚類を対象に流し網漁獲試験を実施。0歳魚～成魚の分布状況を把握するとともに、CPUEが資源量の指標となる（図7）。

4) 北西太平洋秋季浮魚類調査

東北水研により1984年に漁業資源評価システム高度化調査として開始。8～11月に道東～三陸～常磐海域で浮魚類を対象に流し網漁獲試験を実施。その後調査期間を9～10月に集約。東北海区浮魚類分布調査として継続。2001年から漁具を中層トロールに変更、計量魚探機も使用し、調査対象を小型浮魚類に集約。2005年から調査海域を千島列島東方沖まで拡大。2008年から中央水研が北西太平洋秋季浮魚類資源調査として引き継ぎ実施。漁場外の沖合域における主に0歳魚の分布状況を把握し、有漁獲点の割合（出現率）が加入量の指標となる（図7）。流し網と中層トロールの漁獲試験を並行実施した2001、2002年の結果から両試験の各調査点でのさば類0歳魚の漁獲の有無の差異は小さいと判断され、出現率を基にした調査年限を通じた加入量指数を算出した（補足表2-1の⑥）。年による試験

点配置の違いの影響を小さくするため、地理的に5海域、水塊的に親潮系、暖流系に区分し、計10区分における出現率を求めた。年による欠測区分では有意な正相関の他区分の出現率の平均を充てた。各区分出現率×係数（重み付け）の総和を加入量指数とし、指数が加入量（平成25年度資源評価におけるステップ1の1984～2008年の推定値（生涯漁獲が進んでおり推定値の不確実性が小さいと判断））の年変化に合うように係数を調整した。この係数を用いて、新規の調査で得られた10区分の出現率から加入量指数を求めた。この秋季浮魚類調査により得られる加入量指数は、加入量（億尾）の経年推移に合うように求めており、値はそのまま加入量（億尾）とみなせる。

5) 冬春季常磐海域まき網漁況調査（未成魚越冬群指数）

茨城水試により実施され、年明け後の冬春季に未成魚（尾叉長25cm未満）がまき網漁獲物（標本）の50%（尾数比）を超えている期間の、越冬場（35°～37°N、142°E以西のまき網漁場（房総～常磐南部海域））における緯度・経度10分目毎のまき網1日1投網平均漁獲量の総和を未成魚越冬群指数と定義して算出している（図7）。漁獲量にはゴマサバも含まれるが、漁獲物調査の結果、越冬期に当該海域に分布するさば類未成魚のうち、マサバの割合は80～100%であることから、指数はマサバの加入量水準の指標値となると判断される。

6) 北部まき網漁業の有効努力量、資源量指数

漁業情報サービスセンター（JAFIC）により、北部まき網漁業のさば類を対象とした操業情報から算出される。主な対象はマサバと考えられるが、漁業情報サービスセンターの調査結果から近年はゴマサバの漁獲割合が高く、時期による変化も大きく、本評価での指標値としての使用にあたっては精査が必要である。CPUE：漁獲量／努力量（投網回数）（図8）。資源量指数：海区（漁場の形成された緯度経度30分単位のメッシュ）あたりの平均CPUEの全海区合計（図8）。有効努力量：漁獲量／平均密度指数（図5、補足表2-1の⑦）。平均密度指数：資源量指数／海区数。

7) 産卵調査

太平洋側の関係各機関による共同調査。改良ノルパックネット（メッシュ335 μ m）採集で浮魚類の卵の分布量を把握。マサバとゴマサバの卵の種査定が可能になり、2005年から種別に産卵量が算出されている（図6）。

8) たもすくい漁業のCPUE

神奈川水技センターにより収集される、産卵場である伊豆諸島周辺海域でマサバを主対象に操業するたもすくい標本漁船の操業記録から1人1時間当たり漁獲量として算出される。産卵場における成魚の分布密度の指標となり、親魚量の指数となる（補足表2-1の①）。

補足資料 5 北西太平洋における外国漁船の漁獲動向について

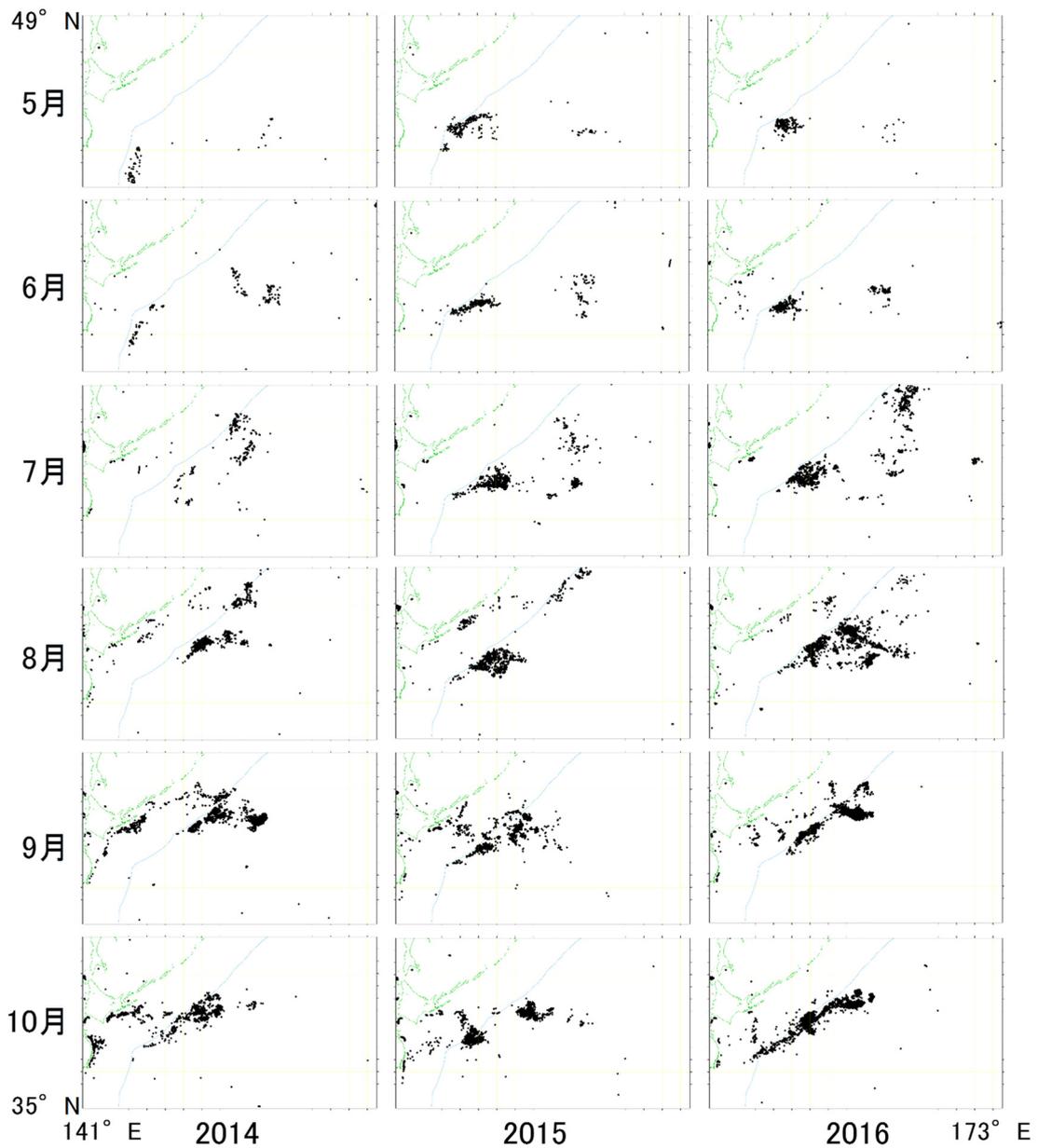
2000年以降、台湾を中心とした外国漁船によるサンマの漁獲割合が増加し、2013年には全漁業国に占める日本の漁獲量の割合が35.1%にまで低下した。外国漁船による漁獲は、主に公海で、日本の漁期である8月よりも早い5月末から始まっている。サンマは6~7月には公海域に多く分布し、その後日本近海に来遊するため、回遊経路の途中で外国漁船の漁獲量が増加することによって、日本近海への来遊量が減少することを危惧する指摘もある。しかし、外国漁船の操業時期や操業海域については詳細な情報がないため、日本近海に来遊する資源への影響を判断することは難しい。さらに、2012年には中国がサンマ漁業に参入しており、今後も外国漁船の隻数が増加する可能性があることから、その漁獲動向の把握がサンマ資源を適切に評価する上で重要な課題の一つとなっている。

以上の状況を踏まえ、平成26年度から、人工衛星夜間可視データを用いて外国漁船の動向を把握する取組みを開始した。具体的には、米国の地球観測衛星（Suomi NPP）の夜間可視データ（Miller et al. 2012）から、灯火を用いている船舶を光点として抽出し、さらに、輝度レベル、EEZ境界線、表面水温などの条件によりマサバを漁獲対象とする漁船か否かを判別して、時期別の操業海域の特定と操業隻数を計数することを目的としている。

マサバを漁獲対象とする外国漁船の識別手法や計数方法については技術開発途中であるが、操業点の抽出例として2014年~2016年の5月~10月の夜間可視データから抽出した灯火を用いた漁船の分布を補足図5-1に示す。年々、5月頃からEEZ境界線近くの公海で操業する外国漁船が増加していることが推測される。これらの中には、マサバを漁獲対象とする中国の虎網やかぶせ網漁船などが含まれていることが現場における視認情報から確認されている。今後、これらの外国漁船を、同じく北西太平洋で操業するサンマ漁船やいか釣り漁船他と判別し、計数することで外国漁船の操業実態や漁獲動向を把握することが可能になると期待される。

引用文献

Miller, S.D., Mills, S.P., Elvidge, C.D., Lindsey, D.T., Lee, T.F. and Hawkins, J.D. (2012) Suomi satellite brings to light a unique frontier of nighttime environmental sensing capabilities. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 109, 15706-15711.



補足図 5-1. 春季から夏季の北西太平洋において NPP 衛星夜間可視データから抽出された操業点の月別全点プロット (2014 年～2016 年の 5 月～10 月) 青線は EEZ 境界線を示す。

補足資料6 コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
0歳	834	334	29	93	351	1,254	632	539	1,039	208	199	266
1歳	1,202	815	1,847	647	182	388	923	2,083	1,256	1,919	472	184
2歳	1,037	888	681	1,211	794	560	548	727	1,468	1,312	286	142
3歳	365	288	242	548	994	618	446	472	641	645	419	149
4歳	127	104	73	183	310	391	251	236	338	158	310	194
5歳	49	56	35	46	26	165	42	82	173	80	126	115
6歳以上	41	19	18	12	4	46	4	16	17	13	11	13
計	3,656	2,504	2,924	2,740	2,662	3,421	2,845	4,154	4,932	4,335	1,824	1,063

年齢別漁獲重量 (千トン)

年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
0歳	63	21	2	9	25	57	48	48	101	15	12	28
1歳	226	165	417	152	43	71	142	388	328	420	77	39
2歳	299	342	231	346	262	186	159	222	452	416	95	46
3歳	147	159	111	194	387	265	202	213	255	278	188	65
4歳	68	84	43	81	150	189	133	133	174	85	169	122
5歳	32	60	26	28	18	93	28	55	104	52	85	84
6歳以上	30	23	15	11	4	35	3	13	15	9	11	14
計	865	855	845	822	889	897	715	1,071	1,428	1,275	637	398
漁獲割合	29%	23%	19%	20%	23%	26%	19%	23%	30%	39%	33%	22%

年齢別漁獲係数 (F)

年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
0歳	0.11	0.03	0.00	0.02	0.06	0.16	0.06	0.07	0.19	0.08	0.08	0.09
1歳	0.35	0.18	0.28	0.15	0.05	0.11	0.22	0.33	0.27	0.87	0.33	0.12
2歳	0.83	0.61	0.28	0.38	0.36	0.27	0.27	0.34	0.52	0.64	0.37	0.20
3歳	0.85	0.77	0.42	0.50	0.85	0.70	0.45	0.50	0.75	0.60	0.56	0.43
4歳	0.69	0.85	0.57	0.88	0.79	1.57	0.96	0.60	1.20	0.54	0.89	0.74
5歳	1.14	1.08	1.14	1.31	0.36	3.21	0.92	1.51	2.21	1.74	1.87	1.60
6歳以上	1.14	1.08	1.14	1.31	0.36	3.21	0.92	1.51	2.21	1.74	1.87	1.60
平均 (Fbar)	0.73	0.66	0.55	0.65	0.40	1.32	0.54	0.69	1.05	0.89	0.85	0.68

年齢別資源尾数 (百万尾)

年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
0歳	9,998	14,084	8,345	6,958	7,462	10,095	14,344	10,460	7,283	3,291	3,302	3,725
1歳	5,015	6,019	9,167	5,570	4,588	4,714	5,740	9,098	6,570	4,032	2,036	2,051
2歳	2,248	2,378	3,368	4,633	3,204	2,926	2,843	3,092	4,393	3,376	1,132	978
3歳	776	657	867	1,700	2,115	1,498	1,503	1,457	1,478	1,742	1,189	524
4歳	311	221	204	383	691	604	498	642	590	466	640	454
5歳	88	104	63	77	107	209	84	128	237	119	183	175
6歳以上	74	35	32	20	18	58	7	25	23	19	16	20
計	18,509	23,499	22,047	19,342	18,184	20,105	25,019	24,902	20,574	13,045	8,497	7,927

年齢別資源量 (千トン)、親魚量 (千トン)、再生産成功率 (RPS、尾/kg)

年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
0歳	755	903	649	700	527	459	1,089	939	705	231	204	397
1歳	944	1,222	2,071	1,311	1,083	862	882	1,693	1,714	883	333	433
2歳	648	915	1,141	1,323	1,057	972	824	943	1,353	1,071	376	315
3歳	313	362	398	601	824	642	680	656	587	750	532	230
4歳	166	180	121	170	334	292	264	361	304	250	348	285
5歳	57	111	47	47	75	119	58	86	142	77	123	128
6歳以上	54	43	27	19	17	45	7	21	20	14	16	22
計	2,938	3,737	4,454	4,171	3,917	3,391	3,803	4,699	4,826	3,276	1,932	1,810
親魚量	657	807	741	981	1,296	1,164	1,188	1,341	1,401	1,337	1,079	737
RPS(尾/kg)	15.2	17.5	11.3	7.1	5.8	8.7	12.1	7.8	5.2	2.5	3.1	5.1

年齢別体重 (g)

年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
0歳	76	64	78	101	71	45	76	90	97	70	62	107
1歳	188	203	226	235	236	183	154	186	261	219	164	211
2歳	288	385	339	286	330	332	290	305	308	317	332	322
3歳	404	551	459	354	390	429	453	450	397	431	448	439
4歳	532	811	592	443	484	484	530	563	515	536	544	628
5歳	655	1,066	737	611	699	567	683	668	601	648	675	732
6歳以上	731	1,242	843	908	946	768	917	847	893	738	954	1,067

補足資料6 コホート解析結果の詳細(続き)

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年齢\漁期年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	123	250	549	378	183	72	67	34	29	53	297	96
1歳	324	284	544	398	1,336	316	106	24	6	8	11	957
2歳	301	440	358	253	555	352	253	53	6	11	13	240
3歳	160	225	208	190	276	170	253	71	11	8	12	39
4歳	81	76	90	75	79	41	26	77	6	5	7	5
5歳	70	44	46	38	28	19	4	4	4	2	10	2
6歳以上	13	23	18	21	9	6	2	1	1	0	8	2
計	1,072	1,343	1,812	1,352	2,465	976	711	263	63	87	357	1,341

年齢別漁獲重量(千トン)

年齢\漁期年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	14	19	66	31	18	6	11	7	5	9	43	14
1歳	75	57	122	96	266	77	27	8	2	2	3	272
2歳	83	135	130	95	156	118	86	23	3	5	6	88
3歳	70	91	114	93	112	76	111	38	7	5	6	17
4歳	47	36	59	55	45	27	17	46	5	3	5	4
5歳	48	25	35	33	21	16	4	3	4	2	10	2
6歳以上	10	15	18	20	9	7	2	1	1	0	9	2
計	347	378	543	422	627	327	259	125	28	26	81	398
漁獲割合	20%	26%	30%	25%	43%	36%	46%	42%	13%	8%	12%	56%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0.05	0.09	0.19	0.09	0.12	0.15	0.37	0.23	0.11	0.07	0.15	0.23
1歳	0.19	0.19	0.39	0.26	0.68	0.40	0.44	0.27	0.07	0.05	0.02	1.54
2歳	0.36	0.55	0.52	0.40	0.98	0.48	0.89	0.53	0.13	0.22	0.13	1.34
3歳	0.45	0.65	0.74	0.76	1.57	1.45	1.07	0.92	0.24	0.32	0.53	0.96
4歳	0.56	0.52	0.80	0.88	1.24	1.86	1.39	2.10	0.22	0.20	0.59	0.61
5歳	0.90	0.93	0.93	1.49	1.53	2.19	1.66	1.16	0.88	0.14	1.23	0.38
6歳以上	0.90	0.93	0.93	1.49	1.53	2.19	1.66	1.16	0.88	0.14	1.23	0.38
平均(Fbar)	0.49	0.55	0.64	0.77	1.09	1.25	1.07	0.91	0.36	0.16	0.55	0.78

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	3,084	3,397	3,805	5,410	1,962	630	263	199	342	965	2,581	565
1歳	2,279	1,967	2,072	2,102	3,317	1,165	363	122	106	206	604	1,487
2歳	1,224	1,263	1,086	944	1,083	1,130	523	156	62	66	131	396
3歳	539	573	486	434	426	272	469	143	61	37	35	77
4歳	230	231	200	155	136	60	43	107	38	32	18	14
5歳	145	88	92	60	43	26	6	7	9	21	18	7
6歳以上	26	47	36	34	14	8	3	1	2	3	14	6
計	7,527	7,566	7,777	9,140	6,981	3,291	1,670	736	620	1,329	3,401	2,552

年齢別資源量(千トン)、親魚量(千トン)、再生産成功率(RPS、尾/kg)

年齢\漁期年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	348	262	457	441	192	54	44	41	58	163	370	81
1歳	531	393	463	507	661	284	92	40	39	63	174	423
2歳	338	388	393	355	304	379	178	66	36	32	56	146
3歳	237	230	266	212	173	121	206	77	41	21	19	33
4歳	134	110	131	115	78	38	28	64	32	21	13	10
5歳	99	51	71	52	33	22	6	6	8	16	18	6
6歳以上	20	30	35	32	13	9	3	1	2	3	15	7
計	1,706	1,464	1,816	1,713	1,455	909	558	295	215	320	665	705
親魚量	567	514	595	496	371	343	314	175	97	74	87	114
RPS(尾/kg)	5.4	6.6	6.4	10.9	5.3	1.8	0.8	1.1	3.5	13.0	29.5	4.9

年齢別体重(g)

年齢\漁期年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	113	77	120	82	98	86	168	207	170	169	143	143
1歳	233	200	223	241	199	244	255	325	365	305	288	284
2歳	276	307	362	376	281	336	341	426	582	488	424	368
3歳	439	402	547	489	407	446	440	537	661	585	529	430
4歳	583	475	656	741	572	644	654	599	828	654	749	705
5歳	681	576	768	855	755	838	886	814	954	790	990	943
6歳以上	758	645	993	943	947	1,112	1,066	1,034	1,101	957	1,114	1,115

補足資料6 コホート解析結果の詳細(続き)

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年齢\漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	128	362	1,578	147	32	145	252	7	244	66	767	42
1歳	98	123	193	885	69	17	86	69	17	206	87	523
2歳	98	49	23	61	177	24	13	40	6	32	72	53
3歳	28	28	20	13	13	41	11	5	6	7	11	32
4歳	5	9	10	6	1	10	14	4	4	2	4	13
5歳	2	3	4	4	0	1	1	3	3	1	1	1
6歳以上	2	2	3	2	0	0	0	2	2	1	1	1
計	361	576	1,830	1,118	292	238	376	131	281	314	944	664

年齢別漁獲重量(千トン)

年齢\漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	19	38	186	22	5	24	40	1	27	8	101	5
1歳	29	50	50	254	22	5	31	24	6	48	24	165
2歳	47	23	10	26	79	12	6	18	3	12	41	25
3歳	16	17	11	7	7	25	6	3	4	3	8	18
4歳	3	7	6	4	1	8	8	2	2	2	4	10
5歳	1	3	3	3	0	1	1	2	3	1	1	1
6歳以上	2	2	2	2	0	0	0	3	2	1	1	1
計	117	141	269	318	115	77	91	53	47	76	181	226
漁獲割合	35%	40%	38%	51%	40%	33%	41%	35%	20%	30%	24%	27%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.34	0.50	0.59	0.46	0.25	0.43	0.91	0.03	0.33	0.16	0.27	0.08
1歳	0.51	0.90	0.72	1.12	0.52	0.26	0.65	0.93	0.12	0.66	0.41	0.37
2歳	0.82	0.68	0.51	0.69	0.96	0.44	0.42	1.01	0.22	0.46	0.67	0.63
3歳	0.69	0.77	0.89	0.87	0.39	0.80	0.46	0.37	0.55	0.52	0.37	1.01
4歳	0.36	0.63	0.95	1.15	0.18	0.77	0.95	0.37	0.60	0.41	1.11	1.48
5歳	0.51	0.61	1.08	2.54	0.19	0.44	0.14	0.72	0.82	0.44	0.74	1.06
6歳以上	0.51	0.61	1.08	2.54	0.19	0.44	0.14	0.72	0.82	0.44	0.74	1.06
平均(Fbar)	0.54	0.67	0.83	1.34	0.38	0.51	0.52	0.59	0.49	0.44	0.62	0.81

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	536	1,126	4,321	489	176	504	514	276	1,071	545	4,001	666
1歳	299	254	459	1,604	207	92	219	138	179	518	312	2,054
2歳	213	120	69	149	351	83	48	77	36	107	179	138
3歳	69	63	41	28	50	90	36	21	19	20	45	61
4歳	20	23	19	11	8	23	27	15	10	7	8	21
5歳	5	9	8	5	2	4	7	7	7	4	3	2
6歳以上	6	4	5	3	0	2	3	6	4	3	3	2
計	1,148	1,601	4,922	2,290	796	798	854	541	1,327	1,204	4,551	2,944

年齢別資源量(千トン)、親魚量(千トン)、再生産成功率(RPS、尾/kg)

年齢\漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	78	119	510	74	29	85	81	38	121	68	527	78
1歳	88	103	119	461	67	28	80	48	63	122	87	649
2歳	101	57	31	64	157	43	20	34	17	40	102	66
3歳	40	39	22	15	26	55	18	13	11	10	33	35
4歳	13	19	12	7	6	18	16	9	6	6	7	16
5歳	5	8	6	3	2	4	6	5	5	3	3	2
6歳以上	7	4	4	3	0	2	3	6	5	4	3	2
計	332	350	705	628	288	235	225	153	228	252	763	849
親魚量	105	94	57	54	98	96	64	63	44	60	132	89
RPS(尾/kg)	5.1	12.0	75.4	9.1	1.8	5.3	8.1	4.4	24.5	9.0	30.2	7.5

年齢別体重(g)

年齢\漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	146	106	118	152	165	169	158	137	113	124	132	118
1歳	294	406	260	287	325	308	366	350	354	236	280	316
2歳	476	474	451	428	446	515	421	440	455	374	569	477
3歳	578	626	545	535	523	606	517	599	576	530	742	578
4歳	661	809	633	642	787	803	593	626	643	756	835	787
5歳	896	908	743	699	879	950	895	689	780	788	1,011	1,002
6歳以上	1,116	973	819	840	970	1,099	1,031	1,078	1,126	1,078	1,087	1,089

補足資料6 コホート解析結果の詳細(続き)

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	6	425	60	174	80	28	63	297	136	30
1歳	62	53	275	35	163	88	52	248	770	123
2歳	376	70	47	127	54	87	90	75	150	974
3歳	25	157	44	24	37	21	66	77	59	102
4歳	8	4	51	13	9	7	21	25	17	15
5歳	2	1	3	15	6	2	4	5	16	9
6歳以上	0	0	1	1	1	0	1	2	1	9
計	479	709	481	388	349	234	297	729	1,150	1,262

年齢別漁獲重量(千トン)

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	1	51	8	21	10	5	10	37	14	3
1歳	22	17	86	13	57	35	19	78	149	24
2歳	199	33	18	64	26	43	43	37	62	229
3歳	16	84	26	13	23	13	37	47	34	44
4歳	5	3	34	8	7	5	13	17	12	10
5歳	2	1	2	10	5	2	3	4	11	6
6歳以上	1	0	1	1	1	0	1	2	1	7
計	245	188	176	130	128	102	126	221	282	322
漁獲割合	33%	32%	36%	22%	15%	11%	13%	11%	15%	24%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	0.02	0.38	0.13	0.10	0.07	0.05	0.05	0.04	0.16	0.03
1歳	0.20	0.27	0.59	0.13	0.16	0.12	0.14	0.32	0.16	0.26
2歳	0.66	0.47	0.51	0.80	0.39	0.15	0.21	0.40	0.42	0.39
3歳	0.96	0.88	0.85	0.70	0.76	0.33	0.21	0.35	0.86	0.76
4歳	0.96	0.44	1.16	0.90	0.90	0.36	0.86	0.14	0.15	0.74
5歳	1.15	0.30	1.13	2.97	2.82	0.69	0.49	0.66	0.16	0.14
6歳以上	1.15	0.30	1.13	2.97	2.82	0.69	0.49	0.66	0.16	0.14
平均(Fbar)	0.73	0.43	0.79	1.22	1.13	0.34	0.35	0.37	0.29	0.35

年齢別資源尾数(百万尾)

*各種調査の資源量指数による推定値。

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	421	1,650	589	2,193	1,545	749	1,711	9,927	1,133	1,270	4,413*
1歳	412	277	758	346	1,328	970	479	1,096	6,412	648	826
2歳	949	226	142	283	203	757	578	279	532	3,667	333
3歳	49	328	95	57	86	92	436	314	125	233	1,661
4歳	15	13	91	27	19	27	44	238	148	36	73
5歳	3	4	6	19	7	5	13	13	139	85	11
6歳以上	1	1	2	2	1	0	2	6	6	83	99
計	1,850	2,498	1,682	2,927	3,189	2,601	3,263	11,872	8,494	6,022	7,416*

年齢別資源量(千トン)、親魚量(千トン)、再生産成功率(RPS、尾/kg)

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	57	199	82	263	194	136	266	1,223	118	120	473*
1歳	149	87	237	130	465	381	179	344	1,241	128	194
2歳	501	106	55	142	100	370	277	136	219	863	126
3歳	31	176	56	32	52	57	240	192	72	100	588
4歳	11	9	61	16	14	19	28	160	103	23	49
5歳	3	3	4	13	6	4	9	9	92	54	8
6歳以上	1	1	2	1	1	0	2	5	5	64	80
計	753	581	497	598	831	967	1,001	2,069	1,850	1,353	1,518*
親魚量	296	241	151	134	122	265	417	434	381	490	704
RPS(尾/kg)	1.4	6.8	3.9	16.4	12.6	2.8	4.1	22.8	3.0	2.6	6.3*

年齢別体重(g)

漁獲物の平均体重。2016年漁期は予測値。

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	136	121	138	120	126	181	156	123	104	94	107
1歳	362	314	312	377	351	393	373	314	194	198	235
2歳	528	469	385	503	490	488	480	489	412	235	379
3歳	631	537	589	557	606	614	550	612	577	430	354
4歳	726	683	672	599	729	701	627	672	695	638	668
5歳	1,013	745	806	694	796	842	751	747	660	637	682
6歳以上	1,122	921	995	838	940	909	868	886	792	772	817

補足資料 7 外国漁船による漁獲量を考慮した場合について

本評価では中国の漁獲量を考慮しなかったが、考慮した場合を試算した。中国が漁獲したさば類のマサバ・ゴマサバ比率について情報が得られていないため、中国漁船が主に操業している東経 146 度以東で（補足資料 5）、2014・2015 年の 6・7 月に行った調査船調査（中層トロールおよび流し網）の 1 歳魚以上に相当する尾叉長 20cm 以上の個体のマサバとゴマサバの漁獲尾数の、それぞれの年の比率を仮定した（マサバの割合が 2014 年 95.0%、2015 年 98.9%）。1 歳魚以上としたのは、後に仮定する年齢別漁獲尾数に 0 歳魚が占める割合がかなり低いためである。中国の漁獲量は暦年報告であるが、漁船の動向から主漁期は 7 月以降であるため（補足資料 5）、暦年の値をそのまま漁期年としても大きな問題はないと判断した。その結果、中国のマサバの漁獲量は、2014 年漁期に 23,388 トン、2015 年漁期に 133,394 トンと推定された。中国の漁獲物の年齢組成は、中国漁船が操業している海域に最も近い海域で操業している、太平洋北部まき網の 7~12 月の漁獲物の年齢組成と同じと仮定した。資源計算方法は、北部太平洋まき網有効努力量の 2015 年の値を使用しないことを除いて、中国の漁獲量を考慮しない場合と全く同じとした。資源計算結果の詳細を補足表 7-3 に示す。将来予測における加入量の見積もり、成熟割合の設定は中国の漁獲量を考慮しない場合と全く同じとしたが、年齢別平均体重のみ、2014、2015 年は中国の漁獲物の内容を仮定しているため、わずかではあるが異なる（補足表 7-2）。また現状の F ($F_{current}$) は、2015 年に漁獲割合および F の急増がみられたことから（補足表 7-3）、 F の年齢別選択率が最近 5 年（2011~2015 年）の年齢別 F の平均値の選択率に等しく、年齢別 F の単純平均が、 F の急増がみられた 2015 年と等しくなる年齢別 F とした。2016 年の外国漁船の動向から見ても、2016 年には 2015 年と同程度かそれ以上の漁獲努力量が想定されるので（補足資料 5）、 $F_{current}$ の設定の変更は妥当である。設定したシナリオのもとで予測される 2015~2021 年の漁獲量、資源量、親魚量は下表のとおり（補足表 7-1 に詳細な値を記載）。 $F_{current}$ の参照期間を変更したことにより $F_{current}$ の F 値が高い値となり、 F_{med} よりも高くなった。

漁獲シナリオ (管理基準)		F値	漁獲量 (千トン、年漁期)						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.29	456	415	205	256	316	334	382
	Limit	0.36	456	415	248	294	344	347	377
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37	456	415	255	300	347	347	375
	Limit	0.47	456	415	307	337	364	343	348
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.40	456	415	271	312	354	348	368
	Limit	0.50	456	415	325	348	366	339	335
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	資源量 (千トン、年漁期)						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.29	1,477	1,472	1,377	1,613	1,881	2,104	2,367
	Limit	0.36	1,477	1,472	1,377	1,535	1,701	1,807	1,935
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37	1,477	1,472	1,377	1,522	1,672	1,760	1,869
	Limit	0.47	1,477	1,472	1,377	1,430	1,472	1,453	1,450
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.40	1,477	1,472	1,377	1,494	1,609	1,663	1,733
	Limit	0.50	1,477	1,472	1,377	1,398	1,405	1,356	1,322
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	親魚量 (千トン、年漁期)						
			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.29	516	670	362	486	657	654	741
	Limit	0.36	516	670	362	454	584	549	595
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37	516	670	362	448	572	533	573
	Limit	0.47	516	670	362	410	492	428	434
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.40	516	670	362	437	547	499	528
	Limit	0.50	516	670	362	397	466	396	393

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量およびそれで達成される資源量、親魚量である。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量およびそれで達成される資源量、親魚量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

設定した漁獲シナリオについて管理効果を判断するために、加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量、漁獲量の将来予測シミュレーションを行い、親魚量が 5 年後（2022 年漁期当初）に Blimit を維持する確率および 2015 年親魚量を維持する確率を評価した。シミュレーションの条件設定は補足資料 3 の通り。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価 (%)		2017 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	Blimit を維持 (5 年後)	2015 年親 魚量を維持 (5 年後)	
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	0.29 (0.58 Fcurrent)	15	160~ 562	279	82	73	205
	Limit	0.36 (0.72 Fcurrent)	18	148~ 575	302	58	46	248
								2017 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.37 (0.75 Fcurrent)	19	150~ 561	300	53	42	255
	Limit	0.47 (0.93 Fcurrent)	22	112~ 610	319	29	21	307
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.40 (0.80 Fcurrent)	20	126~ 598	305	42	33	271
	Limit	0.50 (1.00 Fcurrent)	24	101~ 548	310	18	11	325

コメント

- ・本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。
- ・ABC および算定漁獲量は中国による漁獲量を含む。
- ・本系群は毎年の再生産成功率の変動が大きいため将来予測の不確実性が高い。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「近年の海洋環境が当該資源の増大に不適な状態にあると認められないことから、優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする」とされており、親魚量の維持シナリオより低い漁獲圧で資源量が増大することができると考えられ、同方針に対応するシナリオには*を付した。

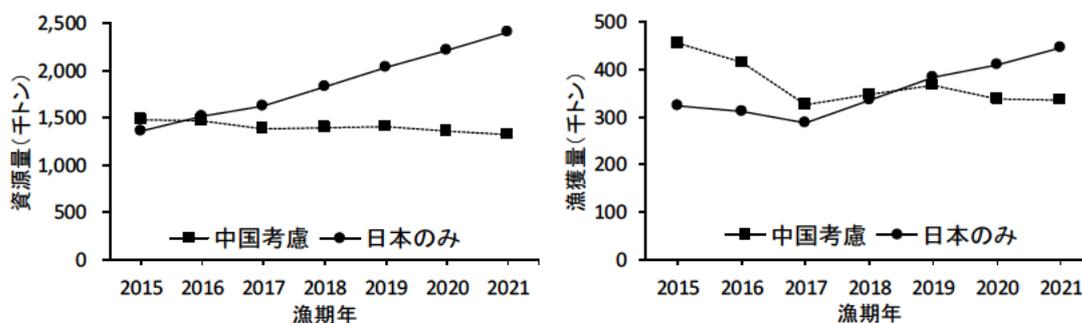
Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の回復または維持が期待される F 値による漁獲量である。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2017 年漁期は 2017 年 7 月～2018 年 6 月である。Fcurrent は F の年齢別選択率が最近 5 年 (2011～2015 年) の年齢別 F の平均値の選択率に等しく、年齢別 F の単純平均が、F の急増がみられた 2015 年と等しくなる年齢別 F、漁獲割合は 2017 年漁期漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量の維持を図る漁獲シナリオであり、Fmed を適用した。Fmed は 1970～2014 年の再生産成功率の中央値 (RPSmed: 6.6 尾/kg) に対応する F とした。2015 年の親魚量は 516 千トン (日本の漁獲量のみ考慮して計算した値と異なる)。

将来漁獲量・確率評価は、再生産成功率の不確実性を考慮した 1,000 回のシミュレーションによる。将来漁獲量の 5 年後は 2021 年の値 (80%区間)、5 年平均は 2017～2021 年の平均である。確率評価は漁獲を行った翌年 (2022 年当初) の親魚量で判断した。

中国の漁獲量を考慮した場合 (以下、中国考慮) と考慮しない場合 (以下、日本のみ)

の結果を比較するために、 $F_{current}$ で漁獲した場合の 2015～2021 年の資源量と漁獲量を補足図 7-1 に示す。中国考慮と日本のみの 2015 年の資源量に大きな差がないことにより、中国考慮の漁獲割合および F 値は 2015 年に急増する結果となった（補足表 7-3）。その結果を受けて、 $F_{current}$ の設定を変更したこともあって、中国考慮の $F_{current}$ の F 値が高くなったことにより、将来予測における 2021 年資源量および漁獲量が大きく異なり、特に日本のみでは資源量が増加すると予測されるが、中国考慮では緩やかに減少すると予測される（補足図 7-1）。

また、中国考慮の将来漁獲量には中国による漁獲量が含まれているので、中国漁船も日本漁船と同様に資源管理を行うことが前提であり、国際的な資源管理が行われていない現状では、管理効果が発揮されない可能性が高い。現在、中国が漁獲しているマサバは、卓越年級群である 2013 年級群が主体を占めていると考えられる。2013 年級群は加入量が極めて高いために、1 歳魚以降での回遊範囲が我が国 EEZ 外にも拡大し、2014 年以降、中国漁船が北西太平洋公海域で漁獲していると考えられる。本系群の産卵場は我が国 EEZ 内に限られており、今後、2013 年級群が産卵親魚として産卵場に来遊してくるため、中国による漁獲が日本漁船の漁場に分布するマサバの将来資源に影響を与えるものと考えられ、早急に国際的な資源評価・管理を行うことが必要である。なお、ここにおける検討は、中国の漁獲物の内容（マサバ・ゴマサバ比率、年齢組成、月別漁獲量等）に大きな仮定を置いた上での試算結果である。従って、現時点では試算結果は参考程度に留めることが妥当であり、状況を注意深く見守りながら、今後、中国の漁獲物のマサバ・ゴマサバ比率、年齢組成等の情報収集および精査する必要がある。



補足図 7-1. $F_{current}$ による将来予測の比較 (左図：資源量、右図：漁獲量)

補足表 7-1. 2016 年以降の資源尾数等

2016年漁期はFcurrentを仮定し、2017年漁期以降は親魚量の増大(F30%SPR)、親魚量の維持(Fmed)、現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)およびそれぞれのシナリオの予防的措置を講じたFで漁獲した場合に予測される2016~2021年漁期の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、漁獲尾数、漁獲量。

F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢別漁獲係数 (F)							年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0歳	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1歳	0.29	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	1歳	0.29	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2歳	0.46	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	2歳	0.46	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
3歳	0.82	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	3歳	0.82	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
4歳	0.63	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	4歳	0.63	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
5歳	0.61	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	5歳	0.61	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
6歳以上	0.61	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	6歳以上	0.61	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
平均	0.50	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	平均	0.50	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
年齢別資源尾数 (百万尾)							年齢別資源尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	4,413	2,395	2,999	3,857	3,629	3,932	0歳	4,413	2,395	3,214	4,343	4,319	4,897
1歳	821	2,724	1,513	1,894	2,437	2,292	1歳	821	2,724	1,531	2,055	2,776	2,761
2歳	283	410	1,478	821	1,028	1,322	2歳	283	410	1,542	866	1,163	1,571
3歳	1,678	120	198	714	396	496	3歳	1,678	120	211	795	447	600
4歳	37	494	45	73	265	147	4歳	37	494	50	88	332	186
5歳	10	13	211	19	31	113	5歳	10	13	231	23	41	155
6歳以上	89	36	21	100	51	36	6歳以上	89	36	23	119	67	51
計	7,330	6,192	6,464	7,478	7,837	8,338	計	7,330	6,192	6,802	8,290	9,145	10,221
年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	474	257	322	414	390	422	0歳	474	257	345	466	464	526
1歳	193	642	357	447	574	540	1歳	193	642	361	484	654	651
2歳	107	155	560	311	390	501	2歳	107	155	584	328	441	596
3歳	594	65	107	386	214	268	3歳	594	65	114	430	242	324
4歳	25	219	30	49	177	98	4歳	25	219	34	59	221	124
5歳	7	9	142	13	21	76	5歳	7	9	156	16	28	105
6歳以上	72	29	17	81	42	29	6歳以上	72	29	19	97	55	41
計	1,472	1,377	1,535	1,701	1,807	1,935	計	1,472	1,377	1,613	1,881	2,104	2,367
親魚量	670	362	454	584	549	595	親魚量	670	362	486	657	654	741
年齢別漁獲尾数 (百万尾)							年齢別漁獲尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	286	113	141	182	171	185	0歳	286	91	122	165	164	186
1歳	171	425	236	296	380	358	1歳	171	347	195	262	354	352
2歳	85	94	339	188	235	303	2歳	85	78	291	164	220	297
3歳	770	44	72	261	145	182	3歳	770	37	65	245	138	185
4歳	14	147	13	22	79	44	4歳	14	123	12	22	82	46
5歳	4	4	62	6	9	33	5歳	4	3	56	6	10	38
6歳以上	33	10	6	29	15	10	6歳以上	33	9	6	29	16	12
計	1,363	837	869	983	1,034	1,114	計	1,363	687	748	893	984	1,116
年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	31	12	15	20	18	20	0歳	31	10	13	18	18	20
1歳	40	100	56	70	90	84	1歳	40	82	46	62	83	83
2歳	32	36	128	71	89	115	2歳	32	29	110	62	83	113
3歳	272	24	39	141	78	98	3歳	272	20	35	133	75	100
4歳	9	65	9	15	53	29	4歳	9	54	8	15	55	31
5歳	2	3	42	4	6	22	5歳	2	2	38	4	7	26
6歳以上	27	9	5	24	12	8	6歳以上	27	7	5	24	13	10
計	415	248	294	344	347	377	計	415	205	256	316	334	382
漁獲割合	28%	18%	19%	20%	19%	19%	漁獲割合	28%	15%	16%	17%	16%	16%

補足表 7-1. 2016 年以降の資源尾数等の続き

Fmed							0.8Fmed						
年齢別漁獲係数 (F)							年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0歳	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
1歳	0.29	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	1歳	0.29	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳	0.46	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	2歳	0.46	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
3歳	0.82	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	3歳	0.82	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
4歳	0.63	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	4歳	0.63	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
5歳	0.61	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	5歳	0.61	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
6歳以上	0.61	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	6歳以上	0.61	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
平均	0.50	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	平均	0.50	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37

年齢別資源尾数 (百万尾)							年齢別資源尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	4,413	2,395	2,711	3,251	2,829	2,869	0歳	4,413	2,395	2,963	3,779	3,521	3,786
1歳	821	2,724	1,487	1,683	2,018	1,756	1歳	821	2,724	1,510	1,868	2,382	2,220
2歳	283	410	1,389	758	858	1,029	2歳	283	410	1,467	813	1,006	1,283
3歳	1,678	120	180	609	332	376	3歳	1,678	120	196	700	388	480
4歳	37	494	38	56	190	104	4歳	37	494	44	71	254	141
5歳	10	13	185	14	21	71	5歳	10	13	208	18	30	107
6歳以上	89	36	19	77	34	21	6歳以上	89	36	21	97	49	33
計	7,330	6,192	6,008	6,448	6,283	6,227	計	7,330	6,192	6,408	7,346	7,631	8,051

年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	474	257	291	349	304	308	0歳	474	257	318	406	378	407
1歳	193	642	350	397	476	414	1歳	193	642	356	440	561	523
2歳	107	155	526	287	325	390	2歳	107	155	556	308	381	486
3歳	594	65	97	329	180	204	3歳	594	65	106	379	210	260
4歳	25	219	25	37	127	69	4歳	25	219	29	47	170	94
5歳	7	9	125	9	14	48	5歳	7	9	140	12	20	72
6歳以上	72	29	15	62	28	17	6歳以上	72	29	17	79	40	27
計	1,472	1,377	1,430	1,472	1,453	1,450	計	1,472	1,377	1,522	1,672	1,760	1,869
親魚量	670	362	410	492	428	434	親魚量	670	362	448	572	533	573

年齢別漁獲尾数 (百万尾)							年齢別漁獲尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	286	145	164	196	171	173	0歳	286	117	144	184	172	184
1歳	171	534	291	330	395	344	1歳	171	438	243	301	383	357
2歳	85	116	393	215	243	291	2歳	85	97	346	192	237	302
3歳	770	53	79	267	146	165	3歳	770	45	73	263	146	180
4歳	14	179	14	20	69	38	4歳	14	151	13	22	78	43
5歳	4	5	66	5	7	25	5歳	4	4	62	6	9	32
6歳以上	33	13	7	27	12	7	6歳以上	33	11	6	29	15	10
計	1,363	1,044	1,013	1,060	1,044	1,044	計	1,363	863	889	995	1,039	1,109

年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	31	16	18	21	18	19	0歳	31	13	15	20	18	20
1歳	40	126	69	78	93	81	1歳	40	103	57	71	90	84
2歳	32	44	149	81	92	110	2歳	32	37	131	73	90	115
3歳	272	29	43	144	79	89	3歳	272	24	40	142	79	97
4歳	9	79	9	14	46	25	4歳	9	67	9	15	52	29
5歳	2	3	45	3	5	17	5歳	2	3	42	4	6	22
6歳以上	27	10	5	22	10	6	6歳以上	27	9	5	24	12	8
計	415	307	337	364	343	348	計	415	255	300	347	347	375
漁獲割合	28%	22%	24%	25%	24%	24%	漁獲割合	28%	19%	20%	21%	20%	20%

補足表 7-1. 2016 年以降の資源尾数等の続き

Fcurrent							0.8Fcurrent						
年齢別漁獲係数 (F)							年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0歳	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
1歳	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	1歳	0.29	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
2歳	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	2歳	0.46	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3歳	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	3歳	0.82	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
4歳	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	4歳	0.63	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
5歳	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	5歳	0.61	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
6歳以上	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	6歳以上	0.61	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
平均	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	平均	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
年齢別資源尾数 (百万尾)							年齢別資源尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	4,413	2,395	2,625	3,078	2,614	2,594	0歳	4,413	2,395	2,886	3,614	3,299	3,486
1歳	821	2,724	1,478	1,620	1,900	1,613	1歳	821	2,724	1,503	1,811	2,268	2,070
2歳	283	410	1,361	739	810	949	2歳	283	410	1,444	796	960	1,202
3歳	1,678	120	174	579	314	344	3歳	1,678	120	191	672	371	447
4歳	37	494	35	51	170	92	4歳	37	494	42	66	233	129
5歳	10	13	177	13	18	61	5歳	10	13	201	17	27	95
6歳以上	89	36	18	71	30	18	6歳以上	89	36	20	90	44	29
計	7,330	6,192	5,869	6,150	5,856	5,673	計	7,330	6,192	6,286	7,067	7,202	7,458
年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	474	257	282	330	281	279	0歳	474	257	310	388	354	374
1歳	193	642	348	382	448	380	1歳	193	642	354	427	535	488
2歳	107	155	516	280	307	360	2歳	107	155	547	302	364	455
3歳	594	65	94	313	170	186	3歳	594	65	103	363	201	242
4歳	25	219	24	34	114	62	4歳	25	219	28	44	156	86
5歳	7	9	119	9	12	41	5歳	7	9	135	11	18	64
6歳以上	72	29	14	57	25	14	6歳以上	72	29	16	74	36	24
計	1,472	1,377	1,398	1,405	1,356	1,322	計	1,472	1,377	1,494	1,609	1,663	1,733
親魚量	670	362	397	466	396	393	親魚量	670	362	437	547	499	528
年齢別漁獲尾数 (百万尾)							年齢別漁獲尾数 (百万尾)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	286	155	170	199	169	168	0歳	286	125	151	189	172	182
1歳	171	568	308	338	396	336	1歳	171	467	258	310	389	355
2歳	85	123	408	221	243	285	2歳	85	103	361	199	240	301
3歳	770	55	80	265	144	158	3歳	770	48	75	265	146	176
4歳	14	189	14	20	65	35	4歳	14	160	14	21	75	42
5歳	4	5	67	5	7	23	5歳	4	4	64	5	9	30
6歳以上	33	13	7	27	11	7	6歳以上	33	11	6	29	14	9
計	1,363	1,108	1,053	1,075	1,035	1,011	計	1,363	917	928	1,019	1,045	1,095
年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	年齢\漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	31	17	18	21	18	18	0歳	31	13	16	20	18	20
1歳	40	134	73	80	93	79	1歳	40	110	61	73	92	84
2歳	32	47	155	84	92	108	2歳	32	39	137	76	91	114
3歳	272	30	43	144	78	85	3歳	272	26	41	143	79	95
4歳	9	84	9	13	43	24	4歳	9	71	9	14	50	28
5歳	2	3	45	3	5	15	5歳	2	3	43	4	6	20
6歳以上	27	11	5	22	9	5	6歳以上	27	9	5	23	11	8
計	415	325	348	366	339	335	計	415	271	312	354	348	368
漁獲割合	28%	24%	25%	26%	25%	25%	漁獲割合	28%	20%	21%	22%	21%	21%

補足表 7-2. 将来予測における各年齢の体重、成熟割合

項目\年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
体重 (g)	107	236	379	541	667	676	813
2013 年級群体重 (g)	—	—	238	354	443	676	813
成熟割合 (%)	0	0	30	90	100	100	100

補足表 7-3. コホート解析結果の詳細(2005年以前は補足資料6から変化がないので省略)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)										
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	6	425	60	174	80	28	63	297	140	33
1歳	62	53	275	35	163	88	52	248	821	179
2歳	376	70	47	127	54	87	90	75	168	1,413
3歳	25	157	44	24	37	21	66	77	66	128
4歳	8	4	51	13	9	7	21	25	17	16
5歳	2	1	3	15	6	2	4	5	19	11
6歳以上	0	0	1	1	1	0	1	2	1	10
計	479	709	481	388	349	234	297	729	1,233	1,790

年齢別漁獲重量 (千トン)										
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	1	51	8	21	10	5	10	37	15	3
1歳	22	17	86	13	57	35	19	78	159	36
2歳	199	33	18	64	26	43	43	37	69	337
3歳	16	84	26	13	23	13	37	47	38	56
4歳	5	3	34	8	7	5	13	17	12	10
5歳	2	1	2	10	5	2	3	4	12	7
6歳以上	1	0	1	1	1	0	1	2	1	7
計	245	188	176	130	128	102	126	221	306	456
漁獲割合	33%	32%	36%	22%	16%	11%	13%	10%	15%	31%

年齢別漁獲係数 (F)										
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	0.02	0.38	0.13	0.11	0.07	0.05	0.05	0.03	0.16	0.03
1歳	0.20	0.27	0.59	0.13	0.17	0.12	0.14	0.33	0.15	0.42
2歳	0.66	0.47	0.52	0.81	0.40	0.16	0.21	0.38	0.50	0.52
3歳	0.96	0.88	0.85	0.71	0.78	0.34	0.22	0.35	0.95	1.34
4歳	0.96	0.44	1.16	0.90	0.92	0.38	0.92	0.15	0.15	0.85
5歳	1.15	0.30	1.14	2.97	2.85	0.72	0.54	0.77	0.20	0.17
6歳以上	1.15	0.30	1.14	2.97	2.85	0.72	0.54	0.77	0.20	0.17
平均 (Fbar)	0.73	0.43	0.79	1.23	1.15	0.36	0.37	0.40	0.33	0.50

年齢別資源尾数 (百万尾)											*各種調査の資源量指数による推定値。
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	420	1,644	579	2,113	1,544	772	1,688	11,270	1,128	1,265	4,413*
1歳	412	276	754	340	1,274	970	494	1,080	7,311	641	821
2歳	949	226	142	280	199	721	578	289	521	4,229	283
3歳	49	328	95	57	84	89	412	313	132	212	1,678
4歳	15	13	91	27	19	26	42	222	147	34	37
5歳	3	4	6	19	7	5	12	11	128	85	10
6歳以上	1	1	2	2	1	0	2	5	5	73	89
計	1,849	2,492	1,669	2,838	3,128	2,583	3,228	13,191	9,374	6,539	7,330*

年齢別資源量 (千トン)、親魚量 (千トン)、再生産成功率 (RPS、尾/kg)											
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	57	199	80	254	194	140	263	1,388	119	119	474*
1歳	149	87	235	128	447	381	184	339	1,417	128	193
2歳	501	106	54	141	98	352	277	141	214	1,007	107
3歳	31	176	56	32	51	55	227	192	76	93	594
4歳	11	9	61	16	14	18	27	149	102	22	25
5歳	3	3	4	13	6	4	9	8	84	53	7
6歳以上	1	1	2	1	1	0	2	5	4	56	72
計	753	580	494	585	809	950	988	2,222	2,015	1,477	1,472*
親魚量	296	241	151	133	120	253	402	424	373	516	670
RPS(尾/kg)	1.4	6.8	3.8	15.9	12.9	3.0	4.2	26.6	3.0	2.5	6.6*

年齢別体重 (g)												漁獲物の平均体重。2016年漁期は予測値。
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
0歳	136	121	138	120	126	181	156	123	105	94	107	
1歳	362	314	312	377	351	393	373	314	194	200	236	
2歳	528	469	385	503	490	488	480	489	410	238	379	
3歳	631	537	589	557	606	614	550	612	574	437	354	
4歳	726	683	672	599	729	701	627	672	693	637	667	
5歳	1,013	745	806	694	796	842	751	747	656	624	676	
6歳以上	1,122	921	995	838	940	909	868	886	793	760	813	