

平成 27（2015）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ており、2013年は155万トン、2014年は147万トンと推定された。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40.0万トンに増加したが、2014年は33.6万トンにやや減少した。

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、 B_{limit} 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、 B_{limit} 以上へ回復、維持させることが望ましい。2014年の親魚量は33.6万トンで B_{limit} を下回っていることから、資源水準は低位、最近5年間（2010～2014年）の親魚量および資源量の推移から動向は増加と判断した。なお、未成魚の資源量は増加しており、現在の漁獲状況で2015年には B_{limit} を上回ると見込まれる。2016年漁期のABCは、親魚量の回復を図る漁獲シナリオ（ F_{rec} ）および現状の漁獲圧は高くないため資源の増大が見込まれる現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（ $F_{current}$ ）に基づいて算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Limit/ Target	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価(%)		2016 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	Blimit へ回復 (5 年後)	2014 年親 魚量を維持 (5 年後)	
漁獲圧の維持* (Fcurrent)	Limit	0.30(1.00 Fcurrent)	18	406～ 951	511	99	100	338
	Target	0.24(0.80 Fcurrent)	15	404～ 890	462	100	100	280
親魚量の回復* (B/Blimit×Fmed) (Frec)	Limit	0.35(1.17 Fcurrent)	21	365～ 979	536	93	98	383
	Target	0.28(0.94 Fcurrent)	17	400～ 929	493	100	100	320
								2016 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (Fmed)	Limit	0.47(1.57 Fcurrent)	26	252～ 875	544	52	79	480
	Target	0.37(1.25 Fcurrent)	22	350～ 920	530	87	98	405

コメント

- ・本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)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。
- ・親魚量の回復を図るシナリオとして、Frec (Fmed を 2014 年親魚量と Blimit の比 (0.75) で低減) を設定。
- ・現状で未成魚資源が多く、2015 年当初には Blimit 以上への回復が見込まれるため、任意期間での回復シナリオ (例えば 5 年後に Blimit へ回復 (Frec1) 等) は設定できない。
- ・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增大することができると考えられ、現状の漁獲圧は高い確率で当該資源を増大できる水準である。同方針に対応するシナリオには*を付した。

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。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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2016 年漁期は 2016 年 7 月～2017 年 6 月である。Fcurrent は 2011～2014 年の F の平均値、漁獲割合は 2016 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 : 7.1 尾/kg) に対応する F とした。

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 2020 年の値 (80%区間)、5 年平均は 2016～2020 年の平均である。確率評価は漁獲を行った翌年 (2021 年当初) の親魚量で判断した。

漁期年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2013	1,550	221	0.31	14%
2014	1,473	271	0.39	18%
2015	1,656	—	—	—

漁期年（7 月～翌年 6 月）での値。2015 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
2014 年漁期	親魚量	45 万トン未満 (34 万トン)	

水準：低位 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（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、水研セ）：市場測定 月別体長・体重・年齢・成熟データ（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、水研セ）：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（北海道～宮崎（17）道県、水研セ）：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（水研セ）：中層トロール 北西太平洋北上期中層トロール調査（水研セ）：中層トロール 北西太平洋秋季浮魚類調査（水研セ）：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（水研セ、青森～宮崎（18）都府県）：ノルパックネット
2014 年漁期 加入量	北西太平洋北上期中層トロール調査（水研セ）：中層トロール 移行域幼稚魚調査（水研セ）：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）

各調査の詳細は補足資料 5 を参照。

1. まえがき

マサバ太平洋系群は、1970年代には年間150万トン近い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。最近では親魚量の増加に伴い加入量水準が上昇して資源量は増加してきているものの、2014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）を下回っているため、適切な漁獲圧のもとで親魚量の回復を図る必要がある。

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。最近では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。2010～2014 年漁期漁獲物の年齢別平均体長（尾叉長）、平均体重を、2014 年漁期漁獲物の年齢別平均体重と併せて図 2 に示す。2014 年漁期の 1 歳魚平均体重は、2010～2014 年平均値と比べて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。

（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 9～12 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年には同海域でた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2013年は22.1万トン、2014年は27.1万トンに増加した。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）。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年級群加入時の努力量増加は一定程度、抑えられたと推定されている（市野川ほか 2013）。最近は、後述のように2013年の高い加入量による資源量の増加に伴い努力量が増加しているが、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げ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により、1990年代のような増大はみられていない。

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、有効努力量の年変化と同様に増減している（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、漁獲係数が増加幅ほどは高くなっているが、これは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、表2、3）。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、漁獲係数および加入量の変化を反映すると考えられる6系列の指標値を用いた。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、北部まき網有効努力量や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。最近年（2014 年）の加入量については、2013 年までの再生産成功率（RPS）と資源量指標値との回帰式によって推定した（補足資料 3）。

（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、2013 年は 264 兆粒、2014 年は 152 兆粒、2015 年 1～6 月は 164 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いる。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、表 3）。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る。

（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）。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ており、近年では卓越して高い 2013 年級群の加入によって 2013 年は 155 万トンに増加し、2014 年は 147 万トンであった。2015 年の資源量は、直近の調査船調査結果から 166 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）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 3）。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 2010～2013 年は 11～15%に低下した。2014 年の漁獲割合は 18%と比較的低い値を示した。

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 30 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 40.0 万トンに増加したが、2014 年は 33.6 万トンにやや減少した。ただし、若齢魚が多いことから今後、親魚量は増加すると見込まれる。2008 年以降は 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（2014）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 92%および 112%、親魚量は 97%および 109%、加入量は 96%および 107%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的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 万トンを経済的資源の回復措置をとる閾値である Blimit とする（図 13）。2014 年の親魚量は 33.6 万トンで、Blimit を下回っている。

（7）資源水準・動向

資源水準は、1970 年以降の 45 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（2014 年）の親魚量は 33.6 万トンと Blimit

を下回っていることから、資源水準は低位と判断した。動向は過去 5 年間（2010～2014 年）の親魚量および資源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るように（Kamimura et al. 2015、補足資料 3）、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。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、ブルーミ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。

2015 年の加入量は、5～7 月の北上期調査による 0 歳魚平均尾叉長、成長率を説明変数とする 2014 年までの加入量とのそれぞれの回帰式を用いて、2015 年の調査結果から 10.5 億尾とした（補足資料 3）。

2016 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 : 7.1 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 (F_{current}) は、震災の影響が見られる 2011 年以降の最近 4 年（2011～2014 年）の平均とした。 F_{current} 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。 F_{current} は、 $F_{30\%SPR}$ と同程度で、管理の閾値や F_{msy} の代替値に用いられる $F_{0.1}$ を下回り、高くないと判断される。

5. 2016 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。2014 年の親魚量は B_{limit} を下回っていることから資源水準は低位、2010～2014 年の親魚量および資源量の推移から資源動向は増加と判断される。未成魚の資源量が増加しており、親魚量は現在の漁獲状況で 2015 年には B_{limit} を上回ると見込まれるが、近年の加入量の年変動は大きいと、加入量の増加と一定水準の維持を図ることから、 B_{limit} を十分上回る水準へ回復、維持させることが望ましい。

(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、現状の親魚量は B_{limit} 未満であることから、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(2)を適用した。将来予測において親魚量の回復を図る漁獲シナリオ (F_{rec}) に基づいて 2016 年以降の F を設定し ABC を算定した。 F_{rec} は、現状 (2014 年) の親魚量と B_{limit} の比率 (0.75) で F_{med} を低減する F 値を適用した。 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 (7.1 尾/kg) に対応する F とした。なお、現状で未成魚資源が多く、2015 年当初には B_{limit} 以上への回復が見込まれるため、任意期間での回復シナリオ (例えば 5 年後に B_{limit} へ回復 (F_{rec1}) 等) は設定できない。また、現状の漁獲圧は高くはなく、資源を増大できる水準であることから、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ ($F_{current}$ 、2011～2014 年平均) も設定し ABC を算定した。併せて F_{med} での算定漁獲量についても検討した。

これらのシナリオのもとで予測される 2016～2020 年の漁獲量、資源量は下表のとおり (図 18、表 4、補足資料 1、2、3)。将来予測に用いる年齢別体重は最近 5 年 (2010～2014 年) の平均値としたが、2013 年級群は成長の遅れが見られることから、2013 年級群に加入量水準および 1 歳魚としての平均体重に近い 1985 年級群の年齢別体重の値を、2013 年級群のみに適用した (図 2、表 5、補足資料 6)。将来予測に用いる年齢別成熟割合は 2015 年以降に B_{limit} 以上に回復が見込まれることから、資源中位水準期 (1970～1986 年) の値を用いた (図 2)。2015 年の F については $F_{current}$ を仮定した。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン、漁期年)						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
現状の漁獲圧維持 ($F_{current}$)	Limit	0.30	271	333	338	389	440	520	598
	Target	0.24	271	333	280	338	398	495	599
SSB2014/ B_{limit} × F_{med} 親魚量の回復 (F_{rec})	Limit	0.35	271	333	383	425	464	526	580
	Target	0.28	271	333	320	373	428	515	601
親魚量の維持 (F_{med})	Limit	0.47	271	333	480	489	492	505	506
	Target	0.37	271	333	405	441	473	525	567
漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	資源量 (千トン、漁期年)						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
現状の漁獲圧維持 ($F_{current}$)	Limit	0.30	1,473	1,656	1,833	2,238	2,548	2,935	3,372
	Target	0.24	1,473	1,656	1,833	2,352	2,815	3,399	4,097
SSB2014/ B_{limit} × F_{med} 親魚量の回復 (F_{rec})	Limit	0.35	1,473	1,656	1,833	2,148	2,346	2,596	2,865
	Target	0.28	1,473	1,656	1,833	2,274	2,630	3,076	3,588
親魚量の維持 (F_{med})	Limit	0.47	1,473	1,656	1,833	1,959	1,946	1,964	1,975
	Target	0.37	1,473	1,656	1,833	2,106	2,254	2,447	2,648

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である。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である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α に

は標準値 0.8 を用いた。

(3) 2016 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(2021 年漁期当初)に B_{limit} へ回復する確率および 2014 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 4 の通り。2013 年の高い加入量によって資源は増加傾向にあることから、2021 年漁期当初における親魚量が B_{limit} へ回復する確率は F_{med} 以外の漁獲シナリオで高かった。

漁獲シナリオ (管理基準)	Limit/ Target	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価(%)		2016 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	B_{limit} へ回復 (5 年後)	2014 年親 魚量を維持 (5 年後)	
漁獲圧の維持* ($F_{current}$)	Limit	0.30 (1.00 $F_{current}$)	18	406～ 951	511	99	100	338
	Target	0.24 (0.80 $F_{current}$)	15	404～ 890	462	100	100	280
親魚量の回復* ($B/B_{limit} \times F_{med}$) (F_{rec})	Limit	0.35 (1.17 $F_{current}$)	21	365～ 979	536	93	98	383
	Target	0.28 (0.94 $F_{current}$)	17	400～ 929	493	100	100	320
								2016 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (F_{med})	Limit	0.47 (1.57 $F_{current}$)	26	252～ 875	544	52	79	480
	Target	0.37 (1.25 $F_{current}$)	22	350～ 920	530	87	98	405

コメント

- ・本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)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。
- ・親魚量の回復を図るシナリオとして、 F_{rec} (F_{med} を 2014 年親魚量と B_{limit} の比 (0.75) で低減) を設定。
- ・現状で未成魚資源が多く、2015 年当初には B_{limit} 以上への回復が見込まれるため、任意期間での回復シナリオ(例えば 5 年後に B_{limit} へ回復 (F_{rec1}) 等) は設定できない。
- ・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、現状の漁獲圧は高い確率で当該資源を増大できる水準である。同方針に対応するシナリオには*を付した。

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。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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2016 年漁期は 2016 年 7 月～2017 年 6 月である。Fcurrent は 2011～2014 年の F の平均値、漁獲割合は 2016 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：7.1 尾／kg）に対応する F とした。

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 2020 年の値（80%区間）、5 年平均は 2016～2020 年の平均である。確率評価は漁獲を行った翌年（2021 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
2014 年漁期漁獲量、年齢別体重、年齢一体長関係 2014 年秋季～2015 年春季における資源量指数	2014 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)
2014 年漁期 (2013 年当初)	0.8Fmed	0.82	2,122	478*	401	
2014 年漁期 (2014 年再評価)	0.8Fmed	0.87	1,946	501	426	
2014 年漁期 (2015 年再評価)	0.8Fmed	0.37	1,473	297	246	271
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	
2014、2015 年漁期とも、TAC 設定の根拠となった管理基準について行った。*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 2014 年漁期の実績値である。						

2014 年漁期資源量については、2013 年級群の年齢別平均体重を下方修正したことにより下方修正となった。2014 年漁期 ABC については、資源量の下方修正に加えて、将来予測に用いる年齢別成熟割合の変更に伴う Fmed の値の低下もあり、大幅な下方修正となった。

2015 年漁期資源量については、2014 年当初は 2015 年の加入量を RPSmed と予測親魚量の積としていたが、2015 年再評価では調査船調査による結果から推定したところ、2015 年の加入量が大幅な下方修正となったことと、2013 年級群の年齢別平均体重を下方修正したことにより、大幅な下方修正となった。2015 年漁期 ABC については、資源量の大幅な下方修正に加えて、将来予測に用いる年齢別成熟割合の変更に伴う Frec の値の低下もあり、大幅な下方修正となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

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。渡邊ら（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 が低くなっており（図 12）、 $F_{current}$ でも資源の増加が見込める。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ミング時期と一致し、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

- 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.
- 市野川桃子・岡村寛・渡邊千夏子・川端淳・大関芳沖 (2013) 統計モデルを用いた休漁管理効果の定量的評価—マサバ資源回復計画への応用—. 平成 25 年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 31.
- 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.
- Yatsu, A., T. Watanabe, M. Ishida, H. Sugisaki and L.D. Jacobson (2005) Environmental effects on recruitment and productivity of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* and chub mackerel *Scomber japonicus* with recommendations for management. Fish. Oceanogr., 14, 263-278.
- 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ー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.

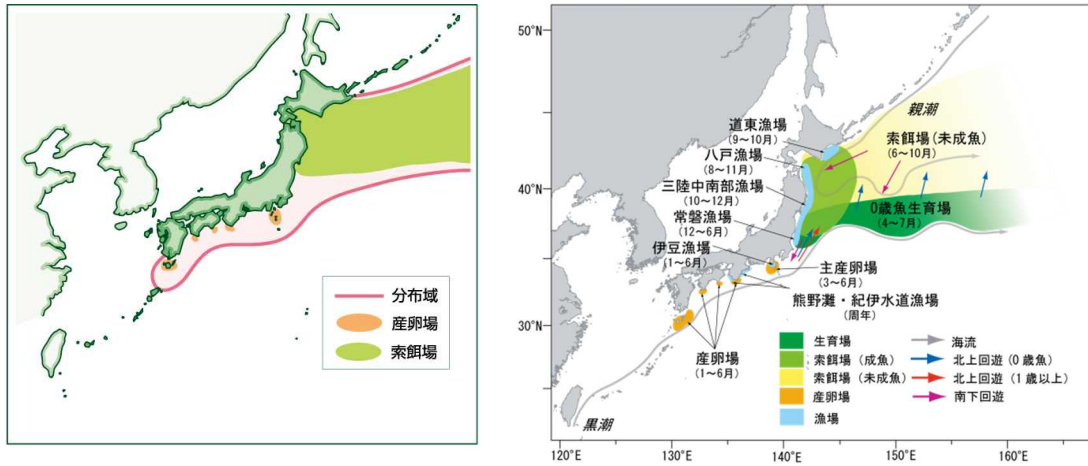


図1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

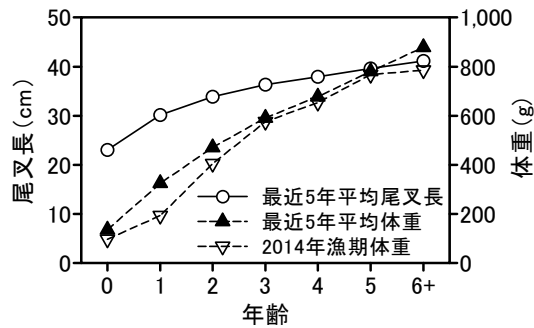


図2. 年齢と成長（漁獲物の平均値）

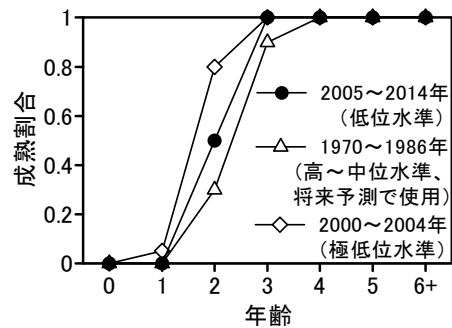


図3. 年齢と成熟割合

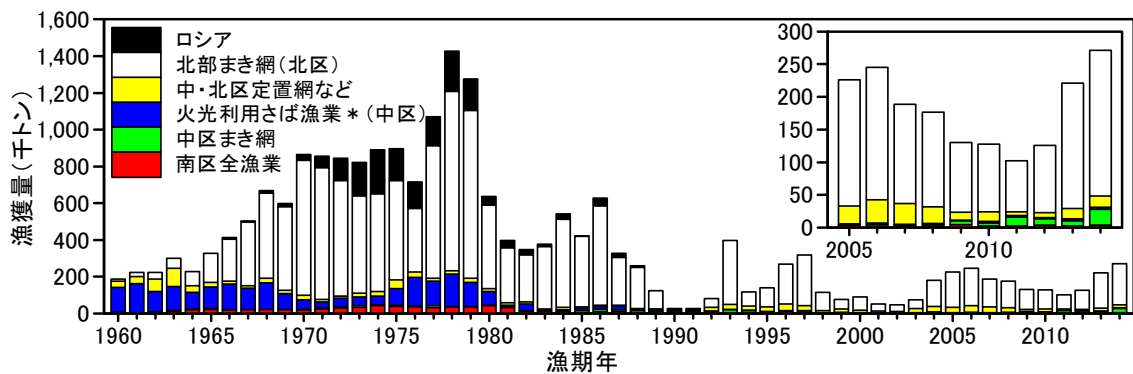


図4. 漁業種類別漁獲量の推移 *火光利用サバ漁業：たもすくい、棒受網。

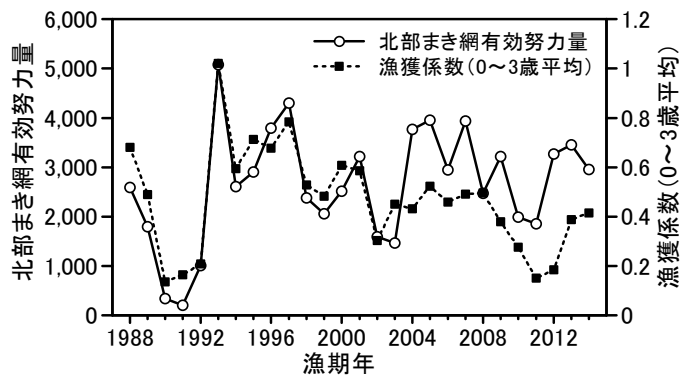


図5. 北部まき網漁業のさば類に対する有効努力量（左軸。JAFIC 資料。補足資料5）と0～3歳魚の平均漁獲係数（右軸）

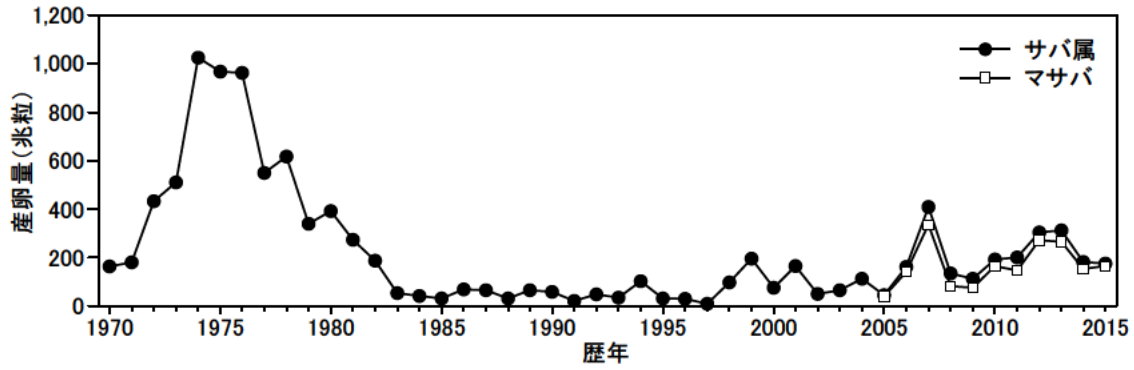


図 6. 本邦太平洋側におけるサバ属の産卵量 2005 年以降はマサバを分けて示した。2015 年は 1～6 月までの値。

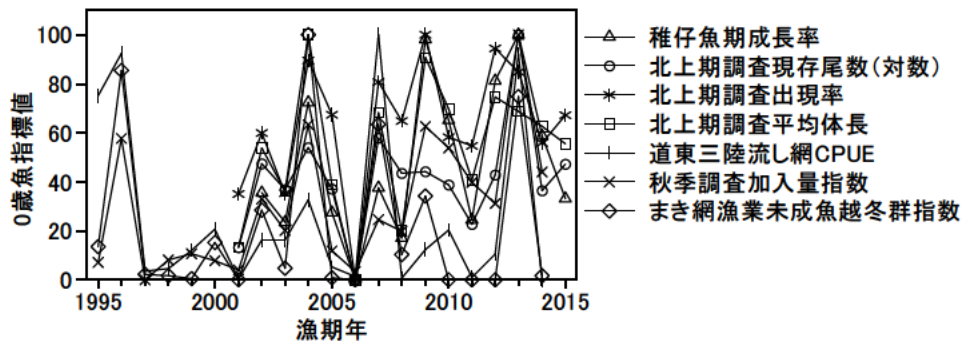


図 7. 各種調査(補足資料 5)による加入量の指標値の推移(指標値の最大値を 100、最小値を 0 とした場合の相対値)

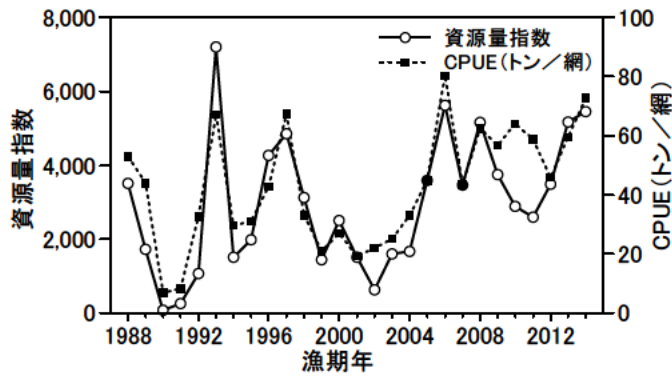


図 8. 北部太平洋まき網漁業の CPUE と資源量指数の推移 (JAFIC 資料。補足資料 5)

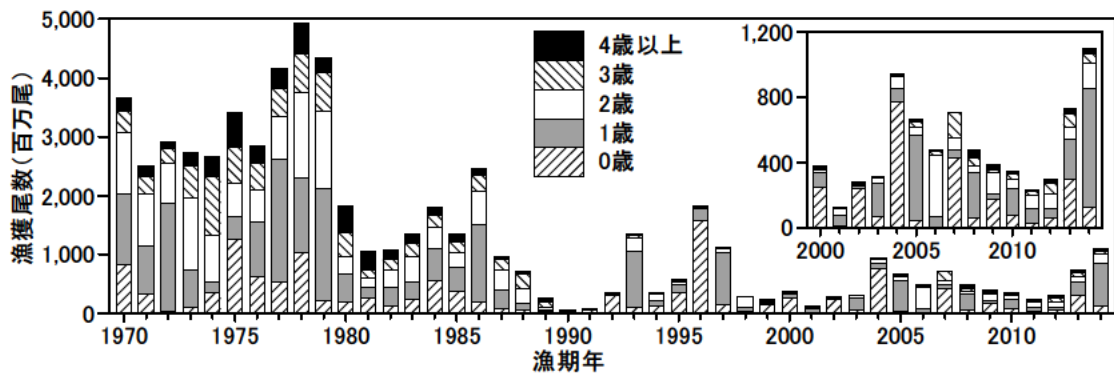


図 9. 年齢別漁獲尾数

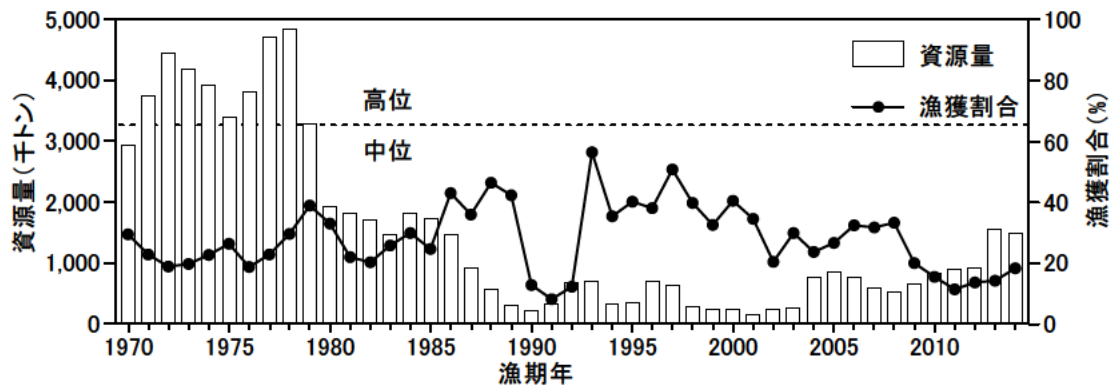


図 10. 資源量と漁獲割合の推移 点線は資源水準の高－中位区分の目安を示す。

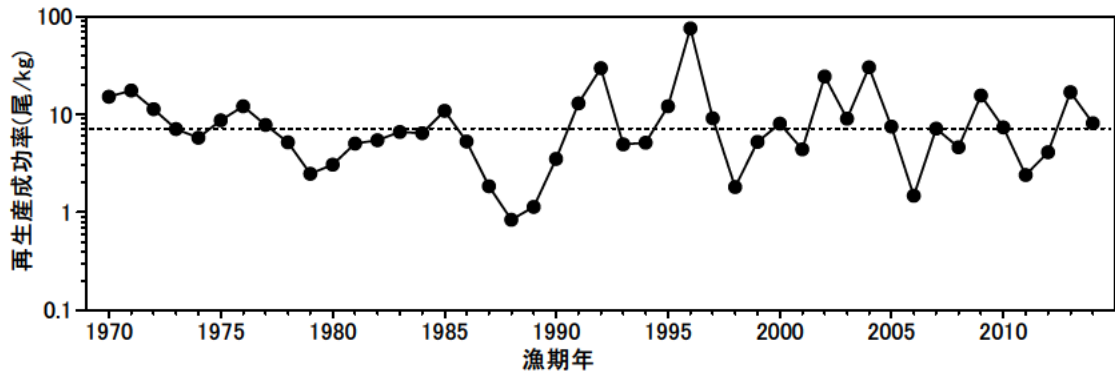


図 11. 再生産成功率 (RPS) の推移 点線は中央値 (7.1 尾/kg)。

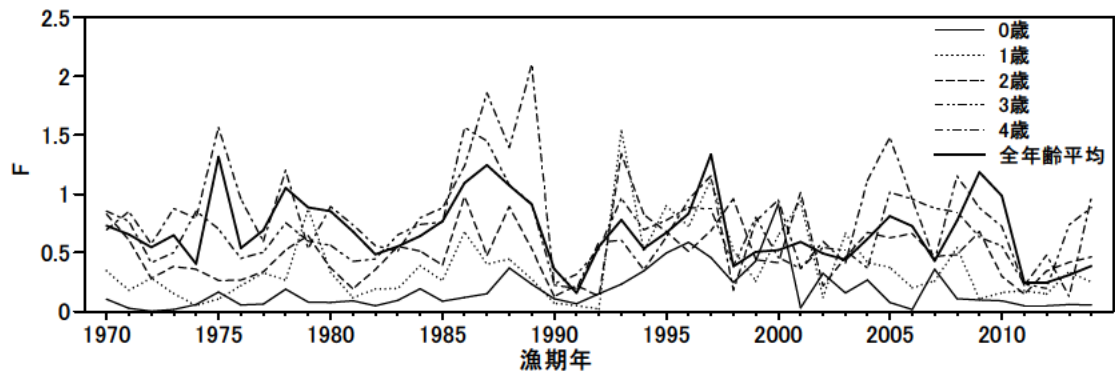


図 12. 漁獲係数 F の推移

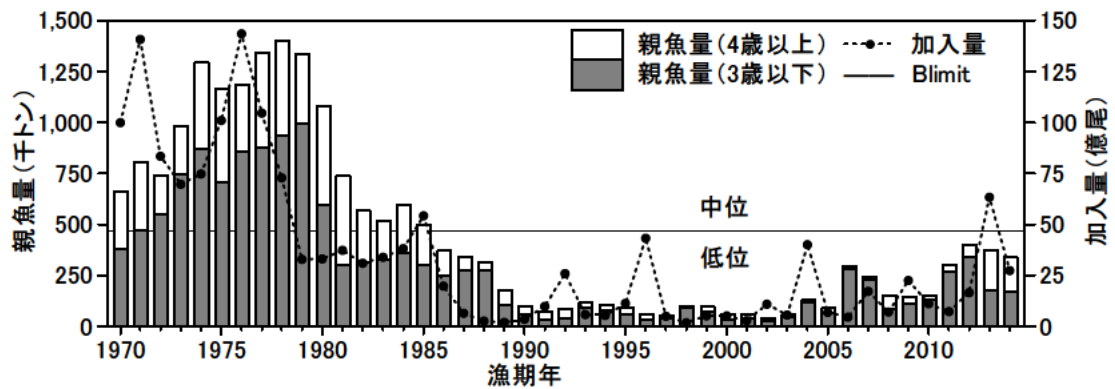


図 13. 親魚量と加入量の推移

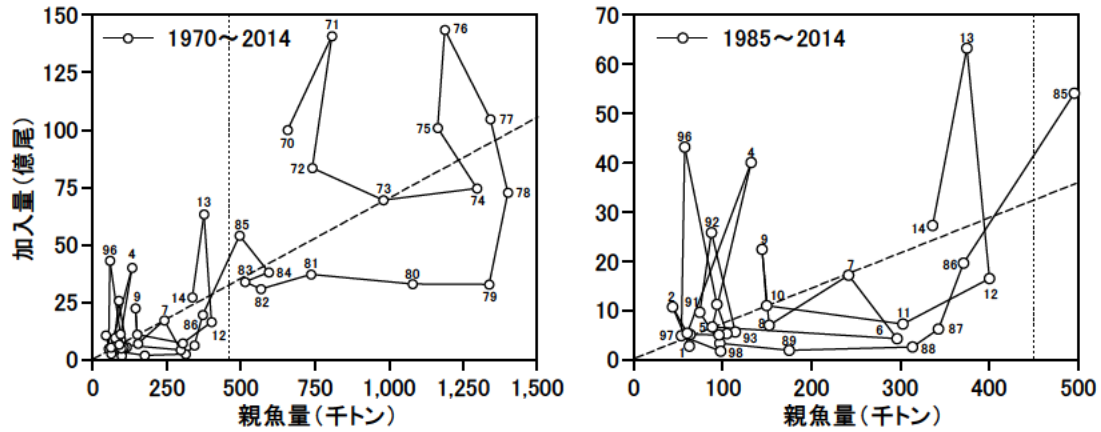


図 14. 親魚量と加入量の関係 点線は Blimit (親魚量 450 千トン)、破線は将来予測に用いた関係 (RPS 中央値 (1970~2014 年): 7.1 尾/kg) をそれぞれ示す。

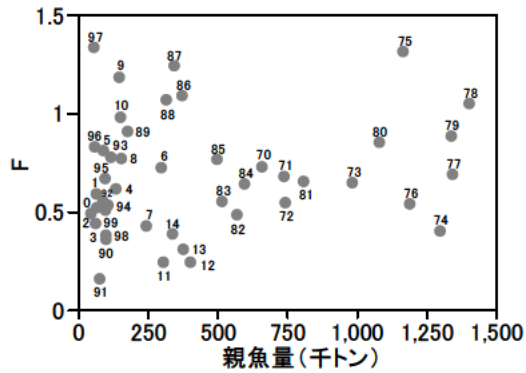


図 15. 親魚量と漁獲係数 F の関係

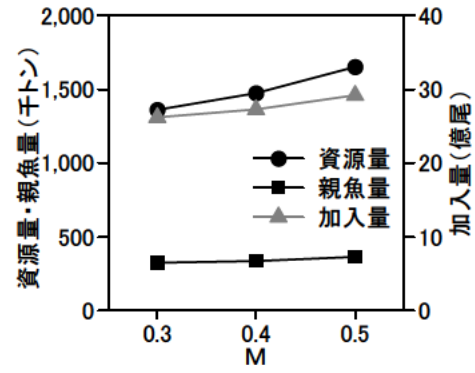


図 16. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2014 年漁期の資源量、親魚量および加入量

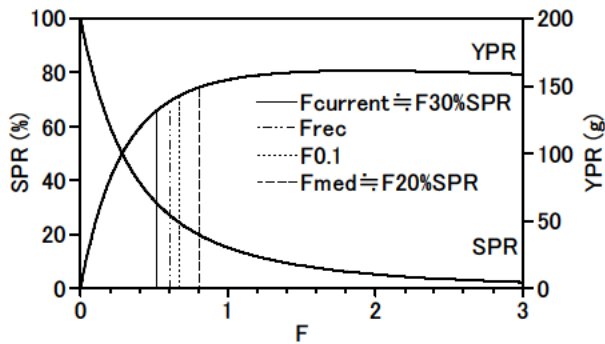


図 17. 漁獲係数 F と %SPR、YPR の関係

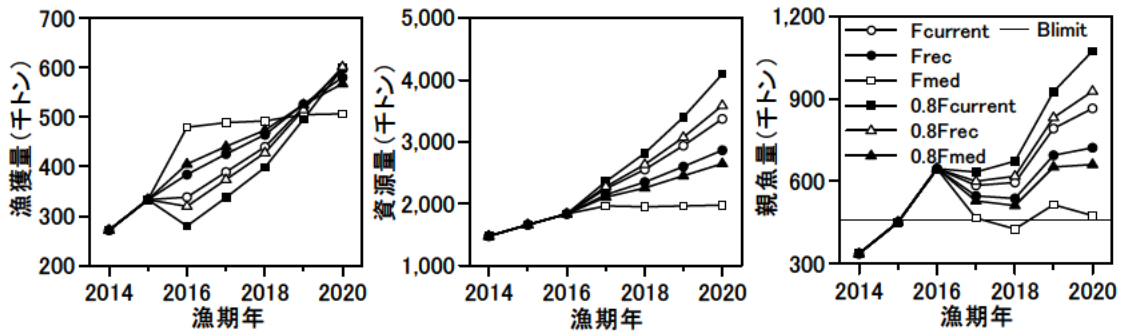


図 18. 各漁獲シナリオの F において予測される漁獲量、資源量および親魚量

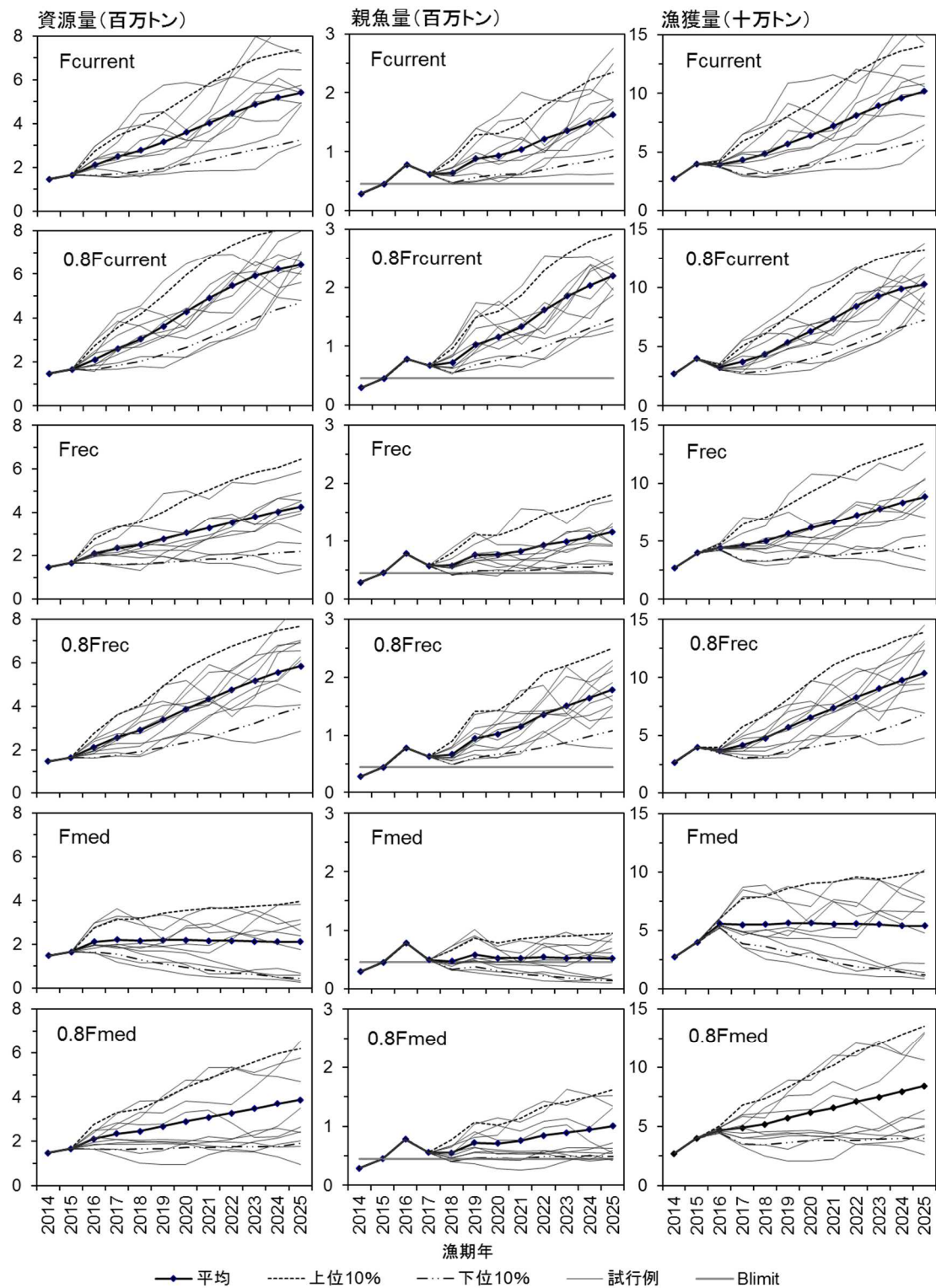


図 19. 各漁獲シナリオでの加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。灰細線は 1,000 回のうち任意の 10 回の試行を示す。

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	0	8,420	7,610	6,463
1990	27,767	7,886	3,615	0	2,088	6,784	7,395
1991	26,385	5,321	1,958	0	4,924	5,129	9,052
1992	81,493	46,727	20,165	0	2,505	4,766	7,329
1993	397,959	348,663	27,732	0	1,596	15,202	4,766
1994	117,336	76,263	23,039	0	1,757	12,011	4,267
1995	140,569	104,151	25,503	0	1,591	4,862	4,461
1996	269,122	217,419	35,861	0	43	3,655	12,145
1997	318,407	275,169	27,874	0	1,661	9,579	4,124
1998	114,796	99,789	10,079	0	436	3,052	1,440
1999	76,512	51,193	18,581	0	43	3,515	3,181
2000	91,192	72,102	15,236	0	0	2,275	1,579
2001	52,896	40,432	8,616	0	0	1,390	2,458
2002	46,745	35,753	8,492	0	44	1,476	979
2003	75,559	48,429	21,822	0	84	920	4,304
2004	181,144	143,135	29,665	0	189	6,257	1,898
2005	226,256	193,026	27,596	0	388	1,769	3,477
2006	245,091	202,515	35,291	0	2,950	2,492	1,842
2007	188,373	151,563	31,996	0	721	1,690	2,402
2008	176,360	144,864	25,159	0	1,065	2,701	2,571
2009	130,228	106,561	12,442	0	939	5,792	4,494
2010	127,877	103,747	14,642	0	2,540	4,127	2,821
2011	102,020	78,163	5,369	0	2,772	13,048	2,668
2012	125,645	102,865	7,611	0	2,105	9,020	4,044
2013	220,696	191,576	16,042	0	2,766	7,730	2,581
2014	271,122	223,009	17,149	0	2,939	23,936	4,089

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	4,002	24	30.2
2005	226	849	89	667	27	7.5
2006	245	755	296	435	32	1.5
2007	188	593	242	1,719	32	7.1
2008	176	530	153	702	33	4.6
2009	130	651	144	2,244	20	15.6
2010	128	827	150	1,099	15	7.4
2011	102	889	303	728	11	2.4
2012	126	921	400	1,647	14	4.1
2013	221	1,550	375	6,324	14	16.9
2014	271	1,473	336	2,727	18	8.1

表 3-1. 年齢別漁獲量、資源量 (1970～1981 年漁期)

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
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)												
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

表 3-2. 年齢別漁獲量、資源量 (1982～1993 年漁期)

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
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)												
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

表 3-3. 年齢別漁獲量、資源量 (1994～2005 年漁期)

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
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	4,002	667
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	4,552	2,945
年齢別資源量 (千トン)												
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

表 3-4. 年齢別漁獲量、資源量 (2006～2015 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)									
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	6	425	60	174	80	28	63	297	123
1歳	62	53	275	35	163	88	52	248	729
2歳	376	70	47	127	54	87	90	75	153
3歳	25	157	44	24	37	21	66	77	57
4歳	8	4	51	13	9	7	21	25	29
5歳	2	1	3	15	6	2	4	5	5
6歳以上	0	0	1	1	1	0	1	2	1
計	479	709	481	388	349	234	297	729	1,097

年齢別漁獲重量 (千トン)									
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	1	51	8	21	10	5	10	37	12
1歳	22	17	86	13	57	35	19	78	141
2歳	199	33	18	64	26	43	43	37	62
3歳	16	84	26	13	23	13	37	47	33
4歳	5	3	34	8	7	5	13	17	19
5歳	2	1	2	10	5	2	3	4	4
6歳以上	1	0	1	1	1	0	1	2	1
計	245	188	176	130	128	102	126	221	271
漁獲割合	32%	32%	33%	20%	15%	11%	14%	14%	18%

年齢別体重 (g)										
漁獲物の平均体重。2015年漁期は予測値。										
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	136	121	138	120	126	181	156	123	96	136
1歳	362	314	312	377	351	393	373	314	193	325
2歳	528	469	385	503	490	488	480	489	405	336
3歳	631	537	589	557	606	614	550	612	575	591
4歳	726	683	672	599	729	701	627	672	653	677
5歳	1,013	745	806	694	796	842	751	747	767	781
6歳以上	1,122	921	995	838	940	909	868	886	786	878

年齢別漁獲係数 (F)									
年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	0.02	0.36	0.11	0.10	0.09	0.05	0.05	0.06	0.06
1歳	0.20	0.26	0.54	0.11	0.16	0.17	0.15	0.34	0.25
2歳	0.66	0.47	0.48	0.68	0.30	0.15	0.34	0.42	0.47
3歳	0.96	0.88	0.85	0.63	0.56	0.23	0.20	0.74	0.89
4歳	0.96	0.44	1.15	0.88	0.72	0.22	0.48	0.13	0.98
5歳	1.15	0.30	1.13	2.95	2.53	0.45	0.25	0.25	0.04
6歳以上	1.15	0.30	1.13	2.95	2.53	0.45	0.25	0.25	0.04
平均 (Fbar)	0.73	0.43	0.77	1.19	0.98	0.25	0.25	0.31	0.39

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
0歳	435	1,719	702	2,244	1,099	728	1,647	6,324	2,727*	1,045*
1歳	413	287	805	422	1,362	671	465	1,053	3,997	1,728
2歳	949	227	149	314	254	780	378	269	503	2,082
3歳	49	328	95	61	107	126	451	179	119	211
4歳	15	13	91	27	22	41	67	248	58	33
5歳	3	4	6	19	8	7	22	28	146	15
6歳以上	1	1	2	2	1	0	3	13	22	107
計	1,865	2,578	1,849	3,090	2,852	2,354	3,034	8,115	7,570	5,221

年齢別資源量 (千トン)										
*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
0歳	59	208	97	269	138	132	256	779	262*	142*
1歳	149	90	251	159	477	264	174	330	772	561
2歳	501	106	57	158	125	381	181	132	203	699
3歳	31	176	56	34	65	78	248	110	68	125
4歳	11	9	61	16	16	29	42	167	38	22
5歳	3	3	4	13	6	6	17	21	112	11
6歳以上	1	1	2	1	1	0	3	12	17	94
計	755	593	530	651	827	889	921	1,550	1,473	1,656
親魚量	296	242	153	144	150	303	400	375	336	450
RPS(尾/kg)	1.5	7.1	4.6	15.6	7.4	2.4	4.1	16.9	8.1	2.3

表 4-1. 2015 年漁期以降の資源尾数等

2015 年漁期は Fcurrent (2011～2014 年漁期の平均) を仮定し、2016 年漁期以降は現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)、親魚量の回復を図る漁獲シナリオ (Frec) および親魚量の維持 (Fmed) シナリオで漁獲した場合に予測される 2015～2020 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。

Fcurrent 年齢別漁獲係数 (F)							Frec 年齢別漁獲係数 (F)						
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0歳	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
1歳	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	1歳	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
2歳	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	2歳	0.34	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
3歳	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	3歳	0.51	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
4歳	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	4歳	0.45	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
5歳	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	5歳	0.25	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
6歳以上	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	6歳以上	0.25	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
平均	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	平均	0.30	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	1,045	4,579	4,146	4,221	5,614	6,137	0歳	1,045	4,579	3,873	3,810	4,922	5,115
1歳	1,728	664	2,911	2,637	2,684	3,570	1歳	1,728	664	2,885	2,441	2,401	3,102
2歳	2,082	922	355	1,554	1,407	1,432	2歳	2,082	922	341	1,481	1,253	1,232
3歳	211	989	438	168	738	668	3歳	211	989	413	153	664	561
4歳	33	85	397	176	68	296	4歳	33	85	364	152	56	244
5歳	15	14	36	169	75	29	5歳	15	14	34	144	60	22
6歳以上	107	64	41	40	110	97	6歳以上	107	64	39	36	90	75
計	5,221	7,317	8,324	8,965	10,695	12,229	計	5,221	7,317	7,949	8,216	9,446	10,352
年齢別資源量 (千トン)							年齢別資源量 (千トン)						
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	142	624	565	575	765	836	0歳	142	624	528	519	671	697
1歳	561	216	945	856	872	1,159	1歳	561	216	937	793	780	1,007
2歳	699	434	167	731	662	674	2歳	699	434	160	697	589	580
3歳	125	435	259	100	436	395	3歳	125	435	244	90	392	332
4歳	22	57	238	119	46	200	4歳	22	57	218	103	38	165
5歳	11	11	28	132	59	23	5歳	11	11	26	112	47	17
6歳以上	94	56	36	35	96	85	6歳以上	94	56	34	32	79	66
計	1,656	1,833	2,238	2,548	2,935	3,372	計	1,656	1,833	2,148	2,346	2,596	2,865
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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	44	193	175	178	236	258	0歳	44	225	190	187	241	251
1歳	288	111	486	440	448	596	1歳	288	127	553	468	460	595
2歳	497	220	85	371	336	342	2歳	497	250	93	402	340	335
3歳	69	325	144	55	242	219	3歳	69	365	153	56	245	207
4歳	10	25	118	52	20	88	4歳	10	29	122	51	19	82
5歳	3	3	7	30	13	5	5歳	3	3	7	30	12	5
6歳以上	19	11	7	7	20	17	6歳以上	19	13	8	7	19	16
計	930	888	1,021	1,134	1,316	1,526	計	930	1,012	1,126	1,202	1,337	1,490
年齢別漁獲量 (千トン)							年齢別漁獲量 (千トン)						
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	6	26	24	24	32	35	0歳	6	31	26	25	33	34
1歳	94	36	158	143	146	194	1歳	94	41	180	152	149	193
2歳	167	103	40	174	158	161	2歳	167	118	44	189	160	157
3歳	41	143	85	33	143	130	3歳	41	161	90	33	145	123
4歳	7	17	71	35	14	60	4歳	7	19	73	35	13	56
5歳	2	2	5	24	11	4	5歳	2	2	5	23	10	4
6歳以上	17	10	6	6	17	15	6歳以上	17	12	7	7	16	14
計	333	338	389	440	520	598	計	333	383	425	464	526	580

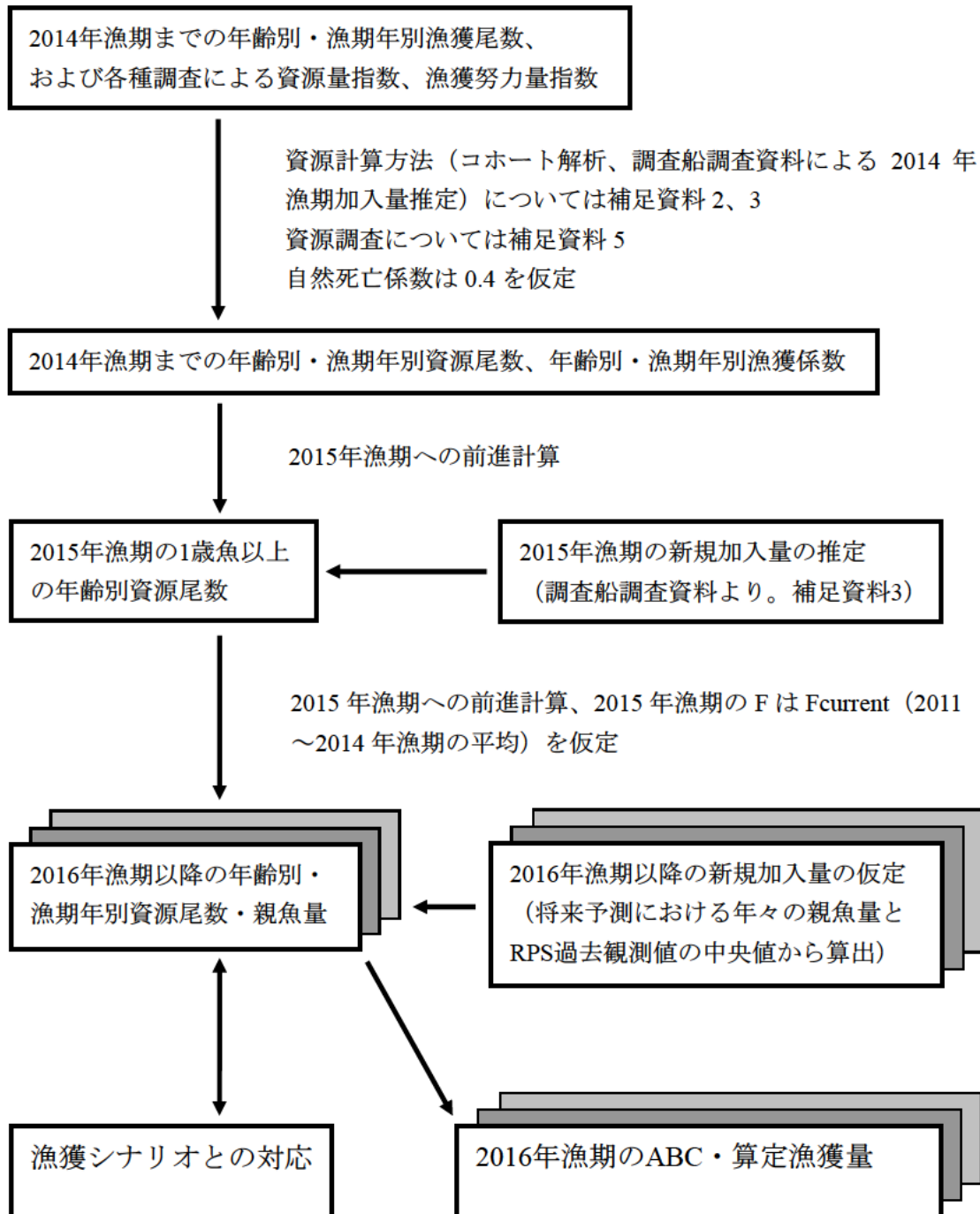
表 4-2. 2015 年以降の資源尾数等の続き

Fmed							
年齢別漁獲係数 (F)							
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	
1歳	0.23	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	
2歳	0.34	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	
3歳	0.51	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
4歳	0.45	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	
5歳	0.25	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	
6歳以上	0.25	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	
平均	0.30	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	
年齢別資源尾数 (百万尾)							
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	1,045	4,579	3,308	3,027	3,646	3,367	
1歳	1,728	664	2,826	2,042	1,868	2,250	
2歳	2,082	922	312	1,325	958	876	
3歳	211	989	360	122	518	374	
4歳	33	85	297	108	37	156	
5歳	15	14	28	98	36	12	
6歳以上	107	64	35	29	58	42	
計	5,221	7,317	7,166	6,751	7,120	7,078	
年齢別資源量 (千トン)							
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	142	624	451	413	497	459	
1歳	561	216	918	663	607	731	
2歳	699	434	147	623	450	412	
3歳	125	435	213	72	306	221	
4歳	22	57	178	73	25	105	
5歳	11	11	22	77	28	9	
6歳以上	94	56	31	25	51	37	
計	1,656	1,833	1,959	1,946	1,964	1,975	
親魚量	450	646	467	427	514	475	
年齢別漁獲尾数 (百万尾)							
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	44	297	215	197	237	219	
1歳	288	163	695	502	459	553	
2歳	497	315	106	452	327	299	
3歳	69	447	163	55	234	169	
4歳	10	35	123	45	15	65	
5歳	3	4	7	26	9	3	
6歳以上	19	17	9	8	15	11	
計	930	1,278	1,319	1,284	1,297	1,319	
年齢別漁獲量 (千トン)							
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	6	41	29	27	32	30	
1歳	94	53	226	163	149	180	
2歳	167	148	50	213	154	141	
3歳	41	196	96	33	138	100	
4歳	7	24	74	30	10	44	
5歳	2	3	6	20	7	2	
6歳以上	17	15	8	7	13	10	
計	333	480	489	492	505	506	

表 5. 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)	136	325	470	591	677	781	878
2013 年級群体重 (g)	—	193	336	440	599	781	878
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、最近年（t、2014 年）の 0 歳魚資源尾数（加入量）は、本コホート解析により推定される前年（2013 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た（補足資料 3）。

年齢別年別資源尾数を（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 1～5 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、努力量の指標値、親魚量の指標値、および加入量を反映すると考える 6 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、加入量）であり、それぞれ補足表 2-1 の通り。

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 (I/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 1～5 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。

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

これらに年齢別の平均体重 (2010～2014 年平均、表 5) を乗じて資源量、漁獲量 (ABC) を得た。2013 年級群は成長の遅れが見られることから、2013 年級群に加入量水準および 1 歳魚としての漁獲物平均体重に近い 1985 年級群の年齢別体重の値を、2013 年級群のみに適用した (表 5、補足資料 6)。

昨年度評価ではたもすくい漁業 CPUE をチューニング指数として用いていたが、加入量が高い 2013 年級群の一部が産卵親魚に加入したことによる 2015 年の親魚量の増加に関わらず、たもすくい漁業 CPUE の 2015 年の値は上昇しなかった (補足表 2-1 の⑦)。このため今年度評価において、たもすくい漁業 CPUE をチューニング指数として用いると、過去の親魚量を大幅に下方修正する計算結果となった。たもすくい漁業はその漁業の形態から、ある親魚量水準以上では親魚量の増加に伴う CPUE の上昇が見込めないと考えられる。これらのことから、今年度評価ではたもすくい漁業 CPUE をチューニング指数として用いないこととした。

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 5。

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*	Fbar0-3		N_0	N_0		N_0		N_0	N_0	SSB
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		1.15	3.15	11.10	1.77	5.88	1.34	3.84	12.66	13.2
2004	3,771	1.39	4.03	64.26	3.82	45.52	1.93	6.87	38.68	4.6
2005	3,952	1.17	3.21	11.25	2.98	19.66	1.37	3.92	7.63	8.1
2006	2,949	1.03	2.80	0.25	0.43	1.54	1.01	2.75	2.53	59.1
2007	3,938	1.22	3.38	95.17	3.48	32.62	1.64	5.13	15.29	74.3
2008	2,475	1.11	3.05	21.81	2.88	17.90	1.20	3.31	12.42	46.9
2009	3,218	1.52	4.58	23.52	4.21	67.39	1.84	6.31	38.28	64.4
2010	1,989	1.36	3.88	13.39	2.63	13.90	1.65	5.21	32.98	55.6
2011	1,858	1.15	3.16	2.57	2.50	12.18	1.39	4.00	24.44	125.3
2012	3,270	1.44	4.21	20.36	4.00	54.60	1.70	5.45	19.28	122.9
2013	3,451	1.53	4.62	7041.56	3.64	37.95	1.64	5.16	60.75	131.9
2014	2,959	1.32		10.50	2.55		1.59		27.05	131.6
2015		1.20		31.84	2.97		1.52			124.4

① 北部太平洋まき網有効努力量

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 伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE (kg/人/時)

*チューニングの対象 : Fbar0-3 は 0～3 歳の年齢別 F の単純平均、SSB は親魚量 (千トン)、 N_0 は 0 歳魚資源尾数。合わせる期間は 2013 年までとした。まき網有効努力量 (①) 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等に起因して、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。伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE (⑦) は今年度評価ではチューニング指数として用いなかったが、参考値として補足表に記載した。

補足資料 3 各種調査資料による加入量の推定

1) 最近年の加入量の推定

最近年 (2014 年) 加入量については、年変動の大きい 0 歳時の漁獲動向に依存するコホート解析による推定値よりも精度が高いと判断される、コホート解析による前年 (2013 年) までの RPS と資源量指数との回帰式および加入量指数によって推定した。

北上期中層トロール調査 (補足資料 5) による 0 歳魚漁獲物の尾叉長を、稚幼魚期の推定成長式 (高橋ほか未発表 : $L_i = 24.8 \exp(-\exp(-0.0223(i-63.2)))$)、 i : ふ化後日数、 L_i : ふ化後 i 日の尾叉長 (cm)) を用いて 7 月 15 日に規準化して求めた平均尾叉長 (FL) は、主にふ化日組成を反映し、尾叉長が大きい (小さい) 年は、産卵早期 (3～4 月) にふ化した個体の割合が高く (低く)、産卵後期 (5～6 月) のそれが低い (高い) ことを示す。このため、

平均尾叉長は主産卵期である4月のふ化個体の生残率を主に指標すると考えられ、RPS(尾/kg)と正の相関が認められる(補足図3-1)。

移行域幼稚魚調査(補足資料5)および北上期中層トロール調査によって採集された幼稚魚標本の耳石輪紋解析により推定される4月ふ化個体の稚仔魚期の平均成長率(GR)はRPSと相関が認められ(補足図3-1)、初期成長率の高い年は生残率が高いことが示唆される。これらのことから、2003～2013年の平均尾叉長(FL(cm))および平均成長率(GR(mm/日))によるRPSの回帰式を求めた。

$$RPS = 0.1776 \exp(0.242 FL) \quad (r^2 = 0.67) \quad (11)$$

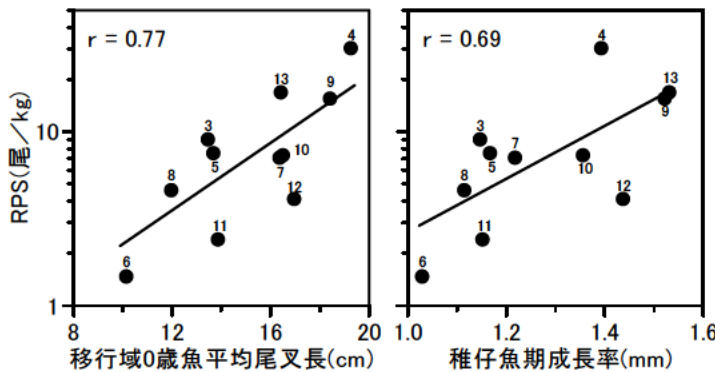
$$RPS = 0.0850 \exp(3.45 GR) \quad (r^2 = 0.32) \quad (12)$$

(11)、(12)式と2014年5～7月の調査結果(FL=15.9 cm、GR=1.32 mm/日)からそれぞれ推定される値を平均して得られるRPSは8.18尾/kgであった。これにコホート解析による2014年の親魚量(33.6万トン)を乗じて得られる加入量は27.5億尾となった。

なお、2013年級群は移行域以北における調査船調査による分布状況や漁業情報による漁場周辺での出現状況から近年では卓越して高い加入量であると想定され、これまでの指標値と加入量との関係から外れると考えられたため、RPSと指標値の回帰式を用いた。

本系群資源が中位水準であった1984年から継続されている秋季浮魚類調査により得られる加入量指数(補足資料5)は、加入量(億尾)の経年推移に合うように求めており、値は加入量とみなせる。2014年の指数は27.1であった。

以上の北上期調査結果による値(27.5億尾)と秋季浮魚類調査結果による値(27.1億尾)の平均値である27.3億尾を2014年の加入量とした。



補足図 3-1. 2003～2013 年の北上期中層トロール調査 0 歳魚平均尾叉長および稚仔魚期平均成長率と RPS の関係

2) 本年の加入量の見積もり

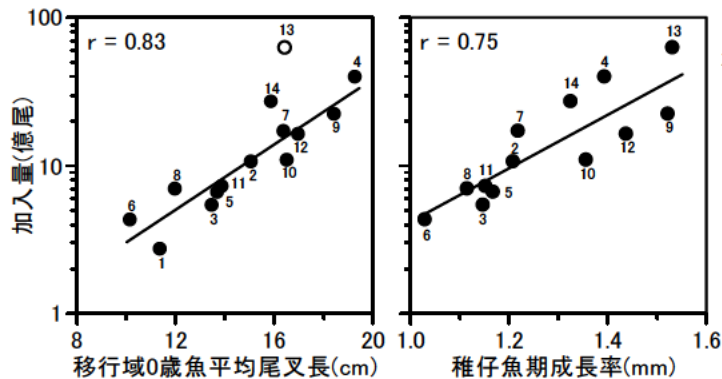
上述の北上期中層トロール調査による7月規準化平均尾叉長および稚仔魚期平均成長率は、RPSと相関が認められるとともに、加入量とも高い相関が認められることから(補足図3-2)、平均尾叉長(FL(cm))および平均成長率(GR(mm/日))による加入量(N_0 (億尾))の回帰式を求めた。なお、平均尾叉長では、2013年級群は卓越して高い加入量のため、関係から外れると考えられることから除外して2001～2012、2014年について求めた。平均成長率ではデータのある2002～2014年について求めた。

$$N_0 = 23.0 \exp(0.258 \cdot FL) \quad (r^2 = 0.80) \quad (13)$$

$$N_0 = 5.35 \exp(4.32 \cdot GR) \quad (r^2 = 0.59) \quad (14)$$

(13)、(14)式と2015年5～7月の調査結果(FL=15.2 cm、GR=1.20 mm/日)からそ

それぞれ推定された値(11.5 億尾、9.4 億尾)を平均した 10.5 億尾を 2015 年の加入量とした。



補足図 3-2. 北上期調査 0 歳魚平均尾叉長 (2001～2012、2014 年) および稚仔魚期平均成長率 (2002～2014 年) と加入量の関係

補足資料 4 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 5 年 (2010～2014 年) の平均値、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 5)。2015 年の加入量は 10.5 億尾を仮定した (補足資料 3)。シミュレーションにおいては 2013 年級群の成長の遅れは考慮していない。
- 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 (7.1 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 $\geq$ 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 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 5 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、補足資料 3-2)。

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℃）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②③④⑤、補足資料3-1）、3-2）。

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、補足資料3-1）。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。

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25 cm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（補足表 2-1 の①）。平均密度指数：資源量指数／海区数。

7) 産卵調査

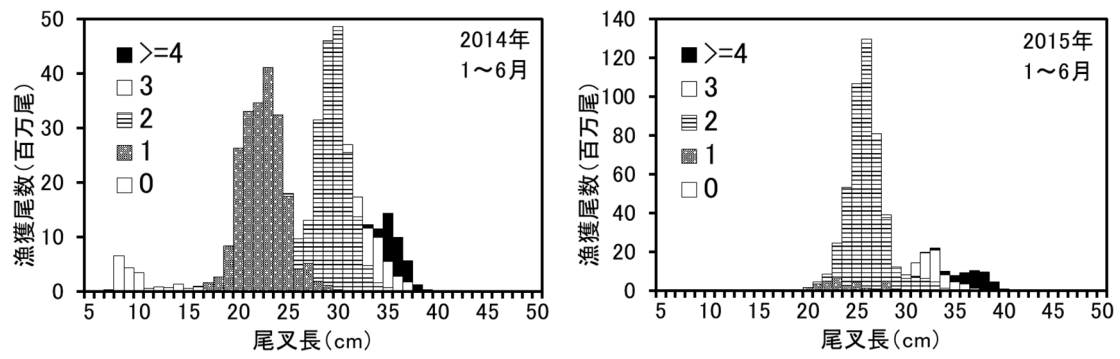
太平洋側の関係各機関による共同調査。改良ノルパックネット（メッシュ 335 μ m）採集で浮魚類の卵の分布量を把握。マサバとゴマサバの卵の種査定が可能になり、2005 年から種別に産卵量が算出されている（図 6）。

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⑦）。

補足資料 6 2013 年級群の成長の遅れについて

2013 年級群は卓越して高い加入量と推定され、2014 年漁期における 1 歳魚としての平均体重は 193g と、過去 10 年間（2004～2013 年漁期）の 1 歳魚の平均体重 280～393g と比べて非常に低い値を示した（表 3）。2015 年 1～6 月の漁獲物における尾叉長は、2013 年級群（1 月 1 日加齢として 2 歳魚）はモードが 26cm であり、2014 年 1～6 月の 2012 年級群（同 2 歳魚）のモード（30cm）と比較してかなり小さい（補足図 6-1）。このため、将来予測に用いる年齢別平均体重に 2010～2014 年平均値を与えると、将来予測における 2013 年級群の平均体重を過大推定して、2016 年漁期 ABC および確率評価等を過大評価する可能性が高い。過去に 1 歳魚の平均体重が 200g 以下であった最近年は 1986 年（1985 年級群）であり、1985 年級群の加入量は 54.1 億尾と、2013 年級群の加入量（63.2 億尾）に近い水準である。1985 年級群の 2 歳魚平均体重は 336g であり（表 3）、尾叉長と体重の関係から推定される、体重 336g に相当する尾叉長は 30.8cm となり、2015 年 1～6 月の 2013 年級群の尾叉長組成（補足図 6-1）から推測される 2015 年漁期の 2 歳魚平均尾叉長と大きく異ならない。これらのことから、将来予測において 2013 年級群の年齢別平均体重に 1985 年級群の値を適用することとした（表 5）。ただし、1985 年級群の 5 歳以上の年齢別平均体重は他の年級群と比較して低い値ではないことから、4 歳魚（2013 年級群の 2017 年漁期に相当）までの体重を用いた。2014 年級群以降については成長に関する情報がほとんど得られていないことから、将来予測に用いる年齢別平均体重に 2010～2014 年平均値を与えた。また、2013 年級群は成長の遅れに伴い成熟の遅れも見られることと、2015 年には親魚量が Blimit を上回り、中位水準に回復すると見込まれることから、2015 年以降の年齢別成熟割合は資源中位水準期（1970～1986 年）の値を用いた（図 2）。



補足図 6-1. 2014 年 1～6 月（左図）および 2015 年 1～6 月（右図）の漁獲物における年齢別尾叉長組成（1 月 1 日で加齢して表示）