

平成 26（2014）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（川端 淳、渡邊千夏子、上村泰洋、水戸啓一）

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 年代にさらに 100 万トン以下に減少し、2001 年には 15 万トンまで落ち込んだが、最近では 2000 年代初めの最低水準を脱して増加しており、2012 年は 103 万トン、2013 年は 136 万トンと推定される。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 47.5 万トンに増加したが、2013 年は資源の年齢構成が若齢魚主体となったため 41.3 万トンに減少した。

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、親魚量を 1985 年以前の水準である 45 万トン以上へ回復、維持させることが望ましいことから Blimit を親魚量 45 万トンと設定した。2013 年の親魚量は 41.3 万トンで Blimit をやや下回っていることから資源水準は低位、最近 5 年間（2009～2013 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 Blimit を上回ると見込まれる。2015 年の ABC は、将来予測において Blimit 以上への親魚量の回復を図る漁獲シナリオ（Frec）、親魚量の安定的増大を図る漁獲シナリオ（F30%SPR）、および資源を現状以上で維持若しくは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（Fcurrent）に基づいて算定した。

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2015 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	Blimit へ回復 (5 年後)	2013 年親 魚量を維 持 (5 年後)	
漁獲圧の維持 ($F_{current}$)*	0.57 (1.00 $F_{current}$)	19%	451 千トン ～ 1,056 千トン	557 千トン	100%	100%	421 千トン
漁獲圧の維持 予防的措置 ($0.8F_{current}$)*	0.45 (0.80 $F_{current}$)	16%	467 千トン ～ 965 千トン	511 千トン	100%	100%	351 千トン
親魚量の 安定的増大 ($F30\%SPR$)*	0.68 (1.20 $F_{current}$)	22%	453 千トン ～ 1,081 千トン	598 千トン	99%	100%	485 千トン
親魚量の 安定的増大 予防的措置 ($0.8F30\%SPR$)*	0.54 (0.96 $F_{current}$)	18%	484 千トン ～ 1,055 千トン	562 千トン	100%	100%	407 千トン
親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{med}$) (F_{rec})*	0.98 (1.73 $F_{current}$)	28%	348 千トン ～ 1,022 千トン	625 千トン	83%	86%	634 千トン
親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{med}$) 予防的措置 ($0.8F_{rec}$)*	0.79 (1.39 $F_{current}$)	24%	439 千トン ～ 1,088 千トン	612 千トン	98%	99%	540 千トン
							2015 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (F_{med})	1.09 (1.93 $F_{current}$)	31%	313 千トン ～ 913 千トン	623 千トン	68%	74%	681 千トン
親魚量の維持 予防的措置 ($0.8F_{med}$)	0.87 (1.54 $F_{current}$)	26%	402 千トン ～ 1,054 千トン	617 千トン	93%	95%	583 千トン
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 2013 年親魚量と $Blimit$ の比 (0.9) 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(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。中期的管理方針に対応するシナリオには*を付した。							

$F_{current}$ は、近年 5 年 (2009～2013 年) 平均とした。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、 F_{med} を適用した。 F_{med} は、1970～2013 年の再生産成功率の中央値 (RPS $_{med}$: 6.7 尾/kg) に対応する F とした。漁獲割合は 2015 年の漁獲量/資源量である。ABC は上述の RPS $_{med}$ のもとで算定した。将来漁獲

量・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 2019 年の値（80%区間）、5 年平均は 2015～2019 年の平均。評価は漁獲を行った翌年（2020 年当初）の親魚量で判断した。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2012	1,033	126	0.20	12%
2013	1,361	220	0.26	16%
2014	1,946	—	—	—

漁期年（7 月～翌年 6 月）での値。F 値は全年齢の単純平均。2014 年の資源量は、加入量を調査船調査結果から仮定した値。漁獲量は資源解析（コホート解析）における計算値であり、実際の値（水揚げ調査による実績値）とは異なる。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1985 年以前の最低水準 相当（45 万トン）	過去の再生産関係から、これ以下では年々の加入量の変動が大きく、水準も低い
2013 年	親魚量	1985 年以前の最低水準 相当未満（41 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・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2万トンまで減少した。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みられるなど、年々の加入量の変動が大きかった。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ともない加入量水準が上昇して資源量は増加し、2012年には親魚量が資源の回復措置をとる閾値であるBlimit(親魚量45万トンを設定)を一時的に上回った。2013年は再び下回ったが、未成魚は増加しており、適切な漁獲圧のもとで親魚量の回復、維持を図る必要がある。

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みられるように、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、黒潮一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。2009～2013年漁期漁獲物の年齢別平均体長(尾叉長)、平均体重を図2に示した。

(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)。年齢別成熟割合は図3の通り。

(4) 被捕食関係

捕食：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。近年は餌生物としてのカタクチイワシ(稚仔～成魚)の重要性が示唆されている(加藤・渡邊 2002)。

被食：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年代以前は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され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(図1)。

(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 15 万トンから 1978 年には 147 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 2 万トン程度まで落ち込んだ。1992～2003 年は 4 万～40 万トンで変動が大きかったが、2004～2008 年は、加入量水準が高い 2004 年級群と 2007 年級群によって 17 万～24 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 年は 22.0 万トンと増加した。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、加入量水準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 年級群の加入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 年級群の加入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）。最近では、後述のように 2012、2013 年級群の高い加入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の変更や漁業者の意識の変化（従来の安価でも大量漁獲から良価で適量漁獲へ）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、漁獲係数が有効努力量の増加幅ほどは高くなっていないが、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）。自然死亡係数(M)は年当たり 0.4 とした（本間ほか 1987）。チューニング指数には、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。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、ここでの推定においては漁獲圧低下の影響

は受けないと考えられる。最近年（2013 年）および本年（2014 年）の加入量については、前年までの加入量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たが、最近では親魚量の増加にともない増加した（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、2012 年は 272 兆粒、2013 年は 264 兆粒、2014 年 1～6 月は 146 兆粒であった。図 7 に示した各種調査から得られる加入量の指標値は、2004、2007、2009 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 に示した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

資源が低水準となった 1990～2000 年代は未成魚（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。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は 1970～1979 年は 300 万～400 万トンを超える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 170 万トンに減少した（図 10、17、表 3）。1980～1986 年は 130 万～180 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 年級群の加入による増加と高い漁獲圧による減少を繰り返す、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 年級群などの加入と漁獲圧の低下により増加しており、2012 年は 103 万トン、2013 年は近年では卓越して高い 2013 年級群の加入によって 136 万トンに増加したと推定される。2014 年は、直近の調査船調査結果から加入量を見積もると、2013 年級群の成長があることから、195 万トンに増加したと推定される。最近の資源の増加に伴い、道東漁場の形成(3-(1))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(2-(4))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 (4-(2)、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（表 1）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 1979、1986 および 1988～1989 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 58%と極めて高くなり、2001 年までは、1999 年を除き、35～53%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 年以降 2009 年までは 17～33%と比較的低い水準で推移し、2011 年 3 月の震災の影響のみられた

2010～2012 年は 10～14%に低下した。2013 年は 16%と比較的低かった。

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、最近は低くなっている (図 14)。

親魚量は 1970～1980 年は 71 万～138 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 67.0 万トン、1982 年に 50.7 万トンに減少した (図 11、12、表 3)。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 4.0 万トンとなった。2004 年以降はやや増加して 2011 年まで 12 万～38 万トンで推移し、2012 年は加入量水準の高かった 2009 年級群が 3 歳魚として親魚の主体となったため 47.5 万トンに増加して B_{limit} (45 万トン) 以上となった。2013 年は、2010、2011 年級群の加入量水準が高くなかったために新たに加算される親魚量が減少したことから、親魚量はやや減少して 41.3 万トンとなった。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 11)。

親魚量と F の関係を図 15 に示した。全体的な傾向は特に見いだせないが、上述のような 1979 年頃の高い F にともなう親魚量の大きな減少や、1986～1989 年の高い F にともな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(2013)年の資源量を推定した (図 13)。 M を 0.1 変えることによって推定値は 8～11% 程度変化した。

(5) 資源水準・動向

資源水準の量的判断基準について、1970 年以降の 44 年間の親魚量および資源量の推移から、1980 年代前半以前の親魚量 45 万トン (B_{limit}) 以上を中位水準とし、それ未満は低位水準とする (図 11)。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 年代にみられた 320 万トン以上を高位水準とする (図 10)。上述のように現状 (2013 年) の親魚量は 41.3 万トンと B_{limit} 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 年間の資源量の推移から増加と判断した。

(6) 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、加入量は年変化があるもののほぼ 30 億尾以上の高い水準であった (図 11、12、17、表 3)。親魚量が 45 万トンを下回った 1986～2011 年では、 RPS が著しく低い年 (1987～1989、1998、2006 年) がみられる一方で、著しく高い年 (1992、1996、2004 年) もみられるなど、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た。

(7) B_{limit} 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 B_{limit} とする (図 12)。

(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。北上期幼魚の平均体長と加入量とに高い相関がみられるように（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みられ、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的に良質卵となり、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加入量の見積もりが可能となることが期待される。

2015 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り、過去の RPS 中央値（6.7 尾/kg）に予測親魚量に乗じた値とした（図 12）。ただし、親魚量が過去観測最高値（138 万トン）を超える場合には 138 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 $F(F_{current})$ は最近 5 年（2009～2013 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 16 に示す。 $F_{current}$ は、管理の閾値や F_{msy} の代替値に用いられる $F_{0.1}$ を上回ったが、 F_{med} や $F_{30\%SPR}$ を下回り、高くないと判断される。

5. 2015 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。2013 年の親魚量は B_{limit} をやや下回り低位水準と判断される。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、年々の加入量の変動も大きく、加入量の増加と一定水準の維持を図るため、 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 2015 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

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 B_{limit} 以上への回復を図る漁獲シナリオ(F_{rec})に基づいて 2015 年以降の F を設定し ABC を算定した。 F_{rec} は、現状(2013 年)の親魚量と B_{limit} の比率(0.9)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、1970～2013 年の再生産成功率の中央値

(RPSmed : 6.7 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、親魚量の安定的増大を図る漁獲シナリオ ($F_{30\%SPR}$ を適用)、および、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 ($F_{current}$) も設定し ABC を算定した。あわせて 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 2015～2019 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)。年齢別体重、成熟割合は、最近 5 年 (2009～2013 年) の平均値とした (表 2)。2014 年の F については、現状の漁業において、3-(3)にも記述の通り、北部まき網では通常よりも操業海域の縮小がみられるなどしていることから、震災の影響のみられる最近 3 年 2011～2013 年の平均を仮定した。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.57$)	220	315	421	436	536	668	766
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.45$)	220	315	351	380	485	638	750
親魚量の安定的増大	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.68$)	220	315	485	482	572	676	750
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.54$)	220	315	407	426	527	664	767
親魚量の増大	F_{rec} ($F=0.98$)	220	315	634	568	614	640	650
上記の予防的措置	$0.8F_{rec}$ ($F=0.79$)	220	315	540	517	594	671	722
親魚量の維持	F_{med} ($F=1.09$)	220	315	681	590	616	615	605
上記の予防的措置	$0.8F_{med}$ ($F=0.87$)	220	315	583	542	606	660	692
	管理基準	資源量(千トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.57$)	1,361	1,946	2,226	2,690	3,213	3,872	4,636
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.45$)	1,361	1,946	2,226	2,818	3,508	4,408	5,341
親魚量の安定的増大	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.68$)	1,361	1,946	2,226	2,572	2,951	3,413	3,922
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.54$)	1,361	1,946	2,226	2,715	3,270	3,973	4,797
親魚量の増大	F_{rec} ($F=0.98$)	1,361	1,946	2,226	2,296	2,375	2,467	2,555
上記の予防的措置	$0.8F_{rec}$ ($F=0.79$)	1,361	1,946	2,226	2,469	2,730	3,040	3,367
親魚量の維持	F_{med} ($F=1.09$)	1,361	1,946	2,226	2,208	2,202	2,203	2,200
上記の予防的措置	$0.8F_{med}$ ($F=0.87$)	1,361	1,946	2,226	2,390	2,564	2,769	2,975

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2015 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	Blimit へ回復 (5 年後)	2013 年親 魚量を維 持 (5 年後)	
漁獲圧の維持 ($F_{current}$)*	0.57 (1.00 $F_{current}$)	19%	451 千トン ～ 1,056 千トン	557 千トン	100%	100%	421 千トン
漁獲圧の維持 予防的措置 ($0.8F_{current}$)*	0.45 (0.80 $F_{current}$)	16%	467 千トン ～ 965 千トン	511 千トン	100%	100%	351 千トン
親魚量の 安定的増大 ($F_{30\%SPR}$)*	0.68 (1.20 $F_{current}$)	22%	453 千トン ～ 1,081 千トン	598 千トン	99%	100%	485 千トン
親魚量の 安定的増大 予防的措置 ($0.8F_{30\%SPR}$)*	0.54 (0.96 $F_{current}$)	18%	484 千トン ～ 1,055 千トン	562 千トン	100%	100%	407 千トン
親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{med}$) (F_{rec})*	0.98 (1.73 $F_{current}$)	28%	348 千トン ～ 1,022 千トン	625 千トン	83%	86%	634 千トン
親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{med}$) 予防的措置 ($0.8F_{rec}$)*	0.79 (1.39 $F_{current}$)	24%	439 千トン ～ 1,088 千トン	612 千トン	98%	99%	540 千トン
							2015 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (F_{med})	1.09 (1.93 $F_{current}$)	31%	313 千トン ～ 913 千トン	623 千トン	68%	74%	681 千トン
親魚量の維持 予防的措置 ($0.8F_{med}$)	0.87 (1.54 $F_{current}$)	26%	402 千トン ～ 1,054 千トン	617 千トン	93%	95%	583 千トン
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 2013 年親魚量と $Blimit$ の比 (0.9) 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(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。中期の方針に対応するシナリオには*を付した。							

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 (2020

年当初)に Blimit へ回復する確率および 2013 年親魚量を維持する確率を評価した(上表、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 年級群の高い加入量によって資源は増加傾向にあることから、2020 年漁期当初における親魚量が Blimit へ回復する確率は、いずれの漁獲シナリオでも高かった。

(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
2013 年漁獲量、年齢別体重、年齢一体長関係 2013 年秋季～2014 年春季における資源量指数	2013 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)
2013 年(2012 年当初)	Frec2	0.72	1,147	271	227	
2013 年(2013 年再評価)	Fcurrent	0.68	1,666	296	247	
	0.8Fmed	0.82		344	289	
	Fmed	1.03		405	344	
2013 年(2014 年再評価)	Fcurrent	0.67	1,361	249	209	220
	0.8Fmed	0.89		306	259	
	Fmed	1.11		357	306	
2014 年(2013 年当初)	0.8Fmed	0.82	2,122	478	401	
2014 年(2014 年再評価)	0.8Fmed	0.87	1,946	501	426	
TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。2013 年の根拠となったシナリオは Frec2(10 年後に Blimit に回復)であるが、実漁獲量が少なかったこともあり、再評価では 2012 年の親魚量が Blimit を上回ったことから、Fmed、0.8Fmed ならびに Fcurrent を適用した。2014 年の再評価では、2013 年の親魚量が Blimit を下回ったが、根拠となったシナリオの 0.8Fmed(親魚量の安定的維持)で親魚量の回復が見込めることから、これについて行った。漁獲量は実績値。						

2014 年については、昨年評価で RPS 中央値を仮定した 2014 年級群の加入量見積もりが過大評価であったことや 2012 年級群が見込みよりも多く漁獲されて減少したことなどから、本年再評価において資源量がやや下方修正されたが、F 値がやや高く改訂され、ABC はやや多くなった。

6. ABC 以外の管理方策への提言

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 5)、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 14）、 F_{current} の維持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

- 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.
- 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.
- 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.

- 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 sardin (*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－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．

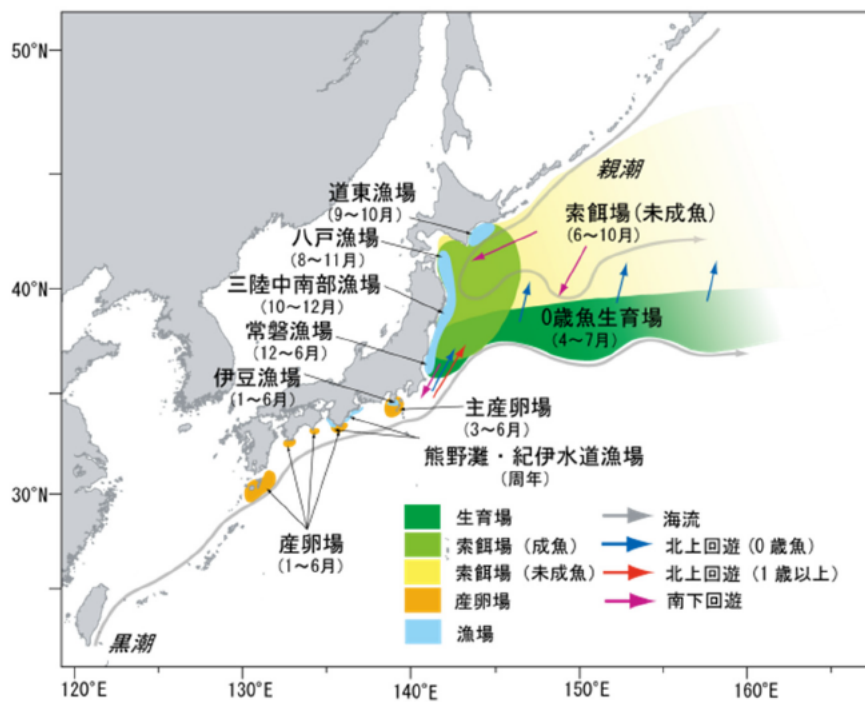
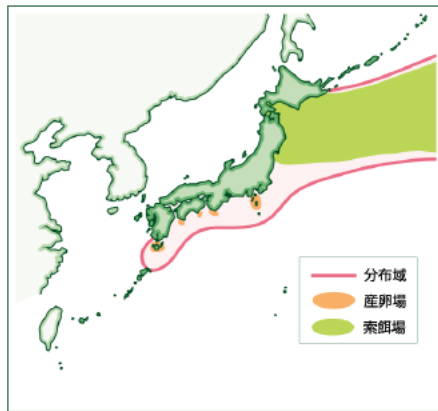


図1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

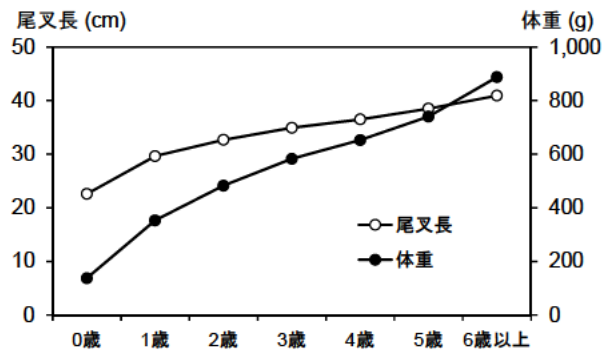


図2. 年齢と成長
(2009～2013年漁期漁獲物の平均値)

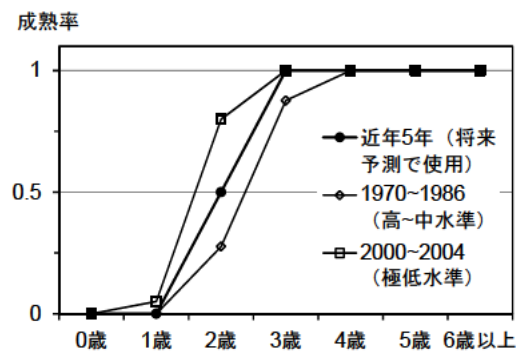


図3. 年齢と成熟率

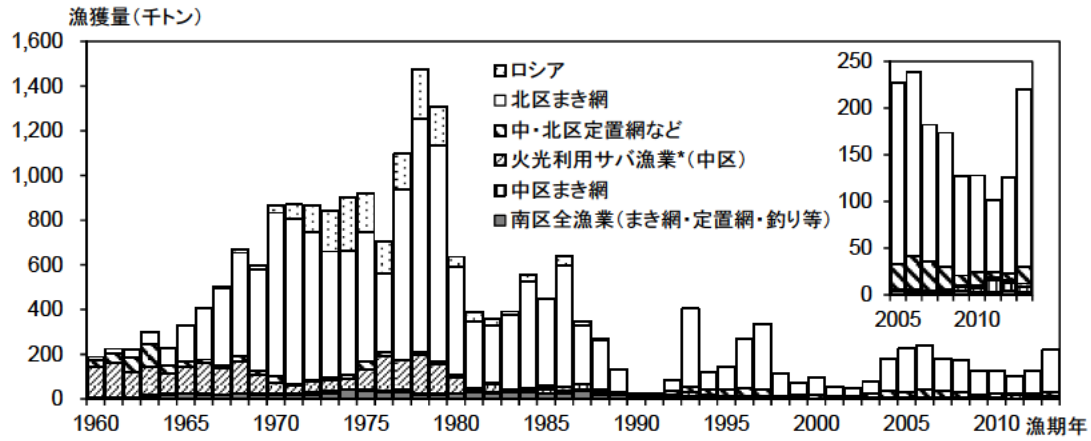


図 4. 漁業種類別漁獲量の推移 *火光利用サバ漁業：たもすくい、棒受網。

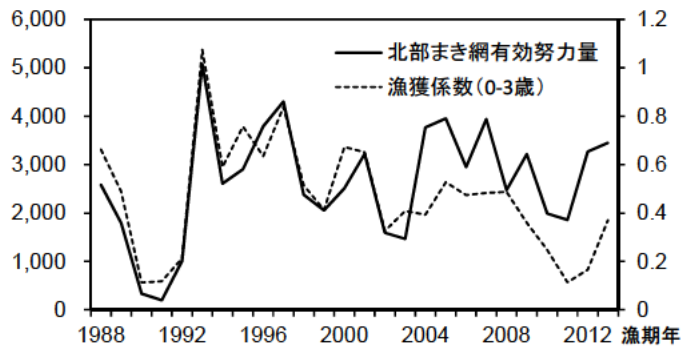


図 5. 北部まき網漁業のさば類に対する有効努力量（左軸。JAFIC 資料。補足資料 5）と 0～3 歳魚の平均漁獲係数（右軸）

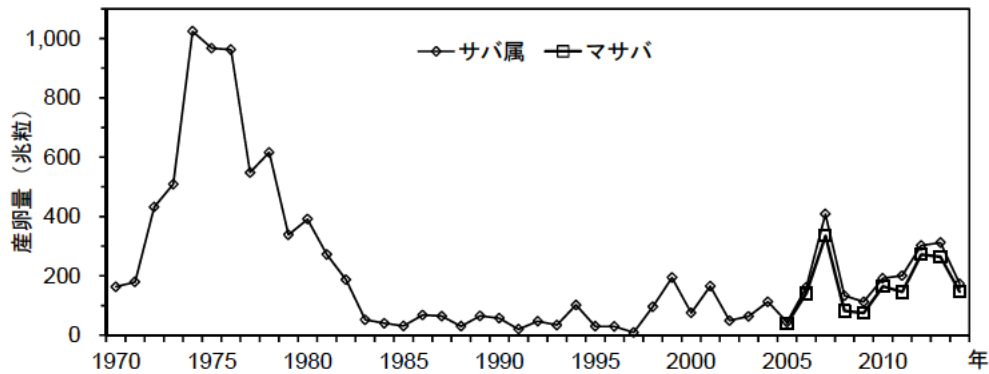


図 6. 本邦太平洋側におけるサバ属の産卵量 2005 年以降はマサバを分けて示した。2014 年は 1～6 月までの値。

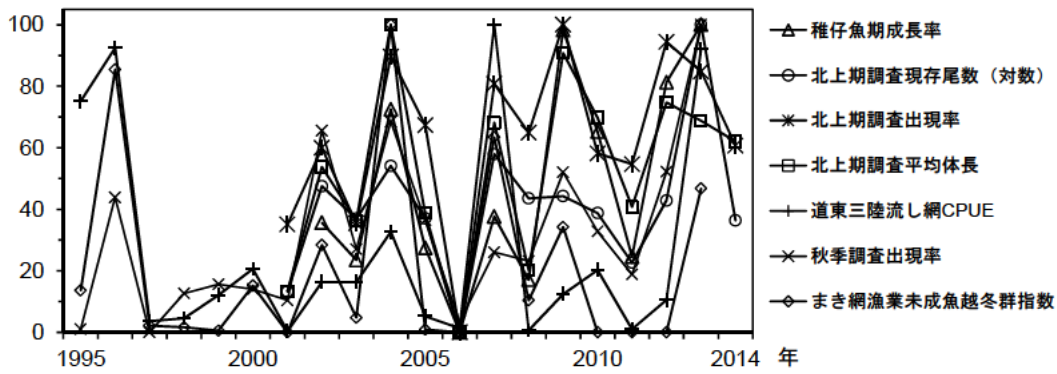


図 7. 各種調査（補足資料 5）による加入量の指標値の推移（指標値の最大値を 100、最小値を 0 とした場合の相対値）

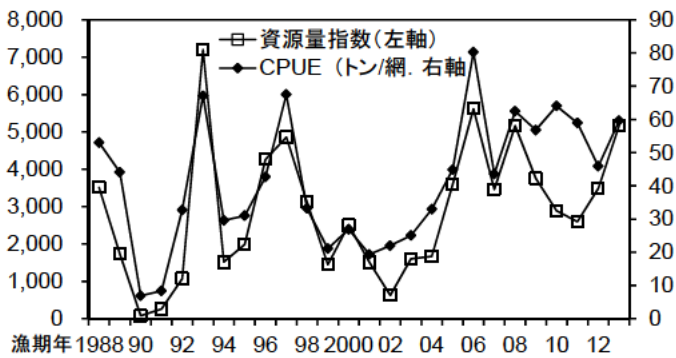


図 8. 北部太平洋まき網漁業の CPUE と資源量指数の推移（JAFIC 資料。補足資料 5）

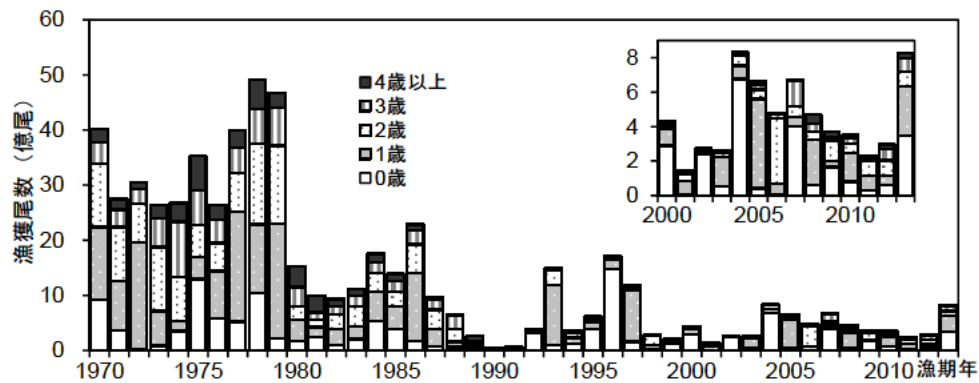


図 9. 年齢別漁獲尾数

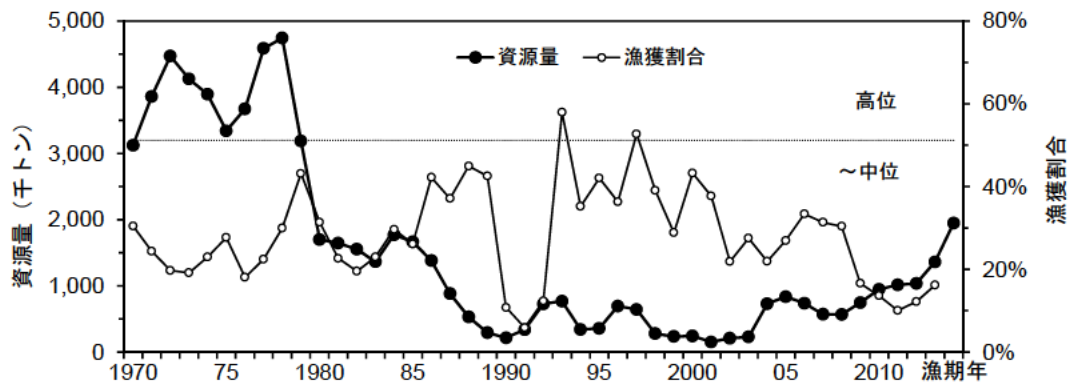


図 10. 資源量と漁獲割合の推移 点線は資源水準の高～中位区分の目安を示す。

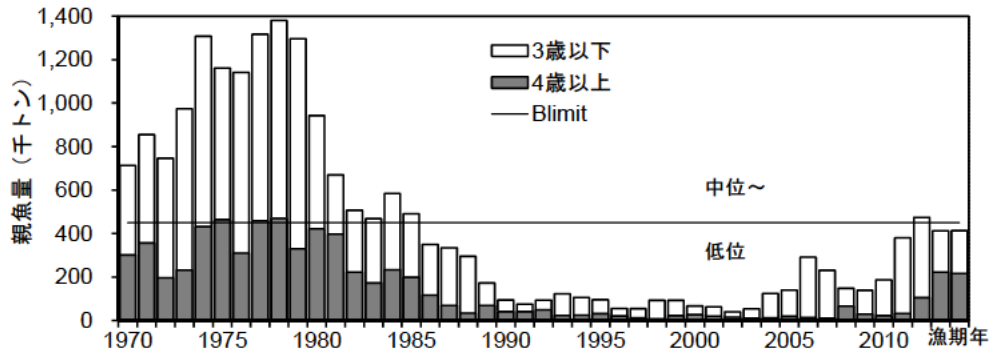


図 11. 親魚量の推移

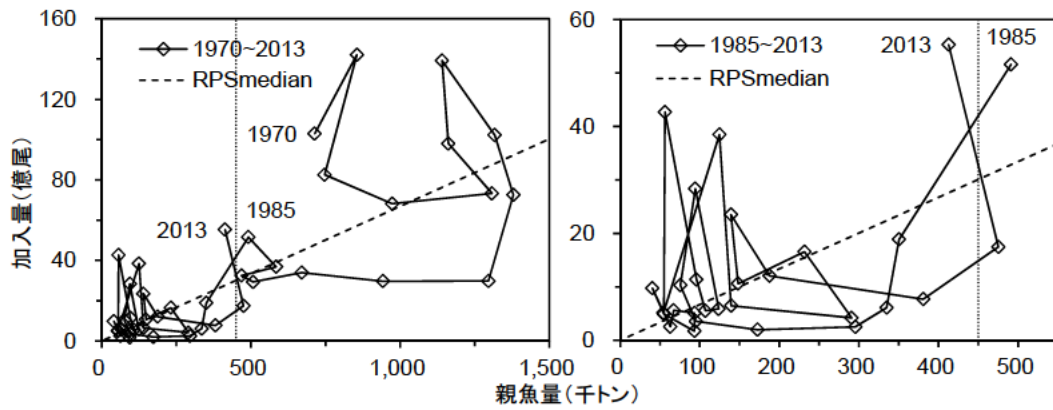


図 12. 親魚量と加入量の関係 点線は Blimit (親魚量 450 千トン)、破線は将来予測に用いた関係 (RPS 中央値 (1970～2013 年) : 6.7 尾/kg) をそれぞれ示す。

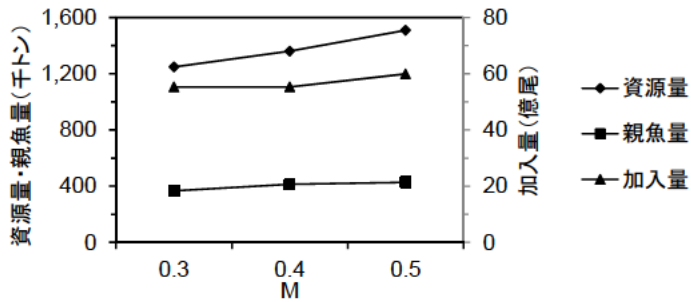


図 13. 自然死亡係数 M と資源量、親魚量、加入量の関係 最近年 (2013 年) の推定値。

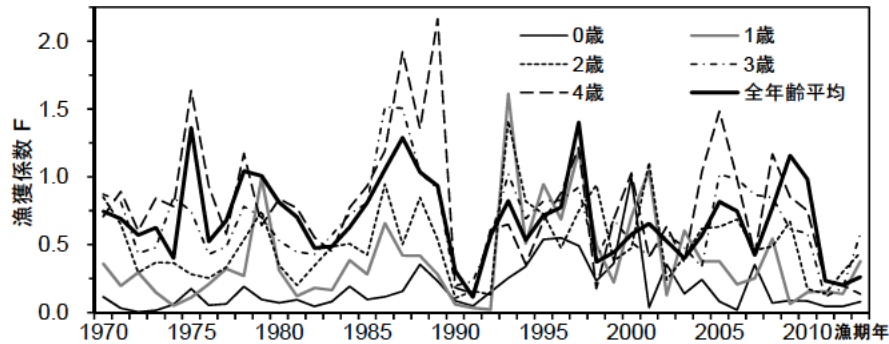


図 14. 漁獲係数 F の推移

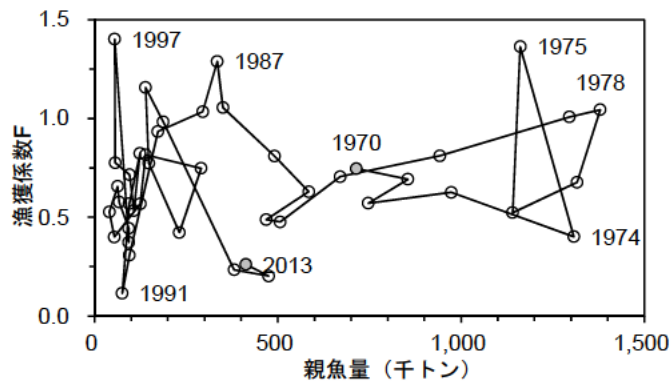


図 15. 親魚量と漁獲係数 F の関係

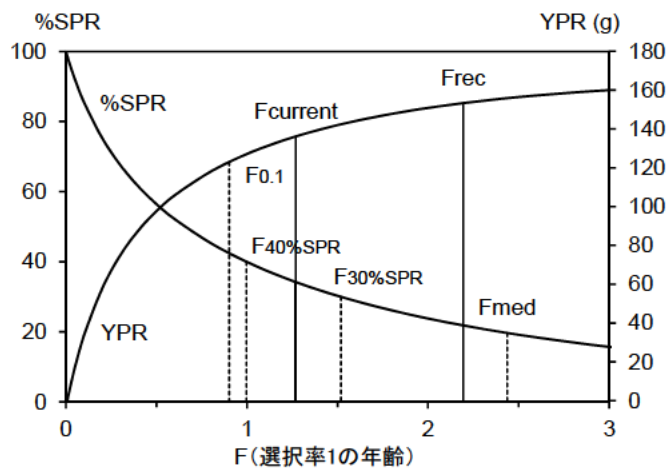


図 16. 漁獲係数 F と %SPR、YPR の関係

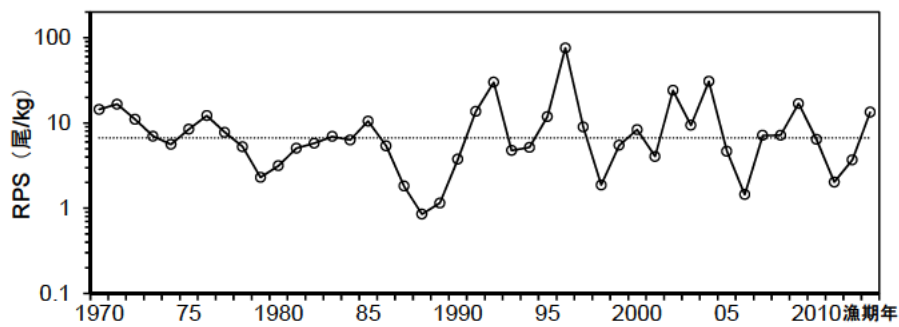


図 17. 再生産成功率(RPS)の推移 点線は中央値 (6.7 尾/kg)。

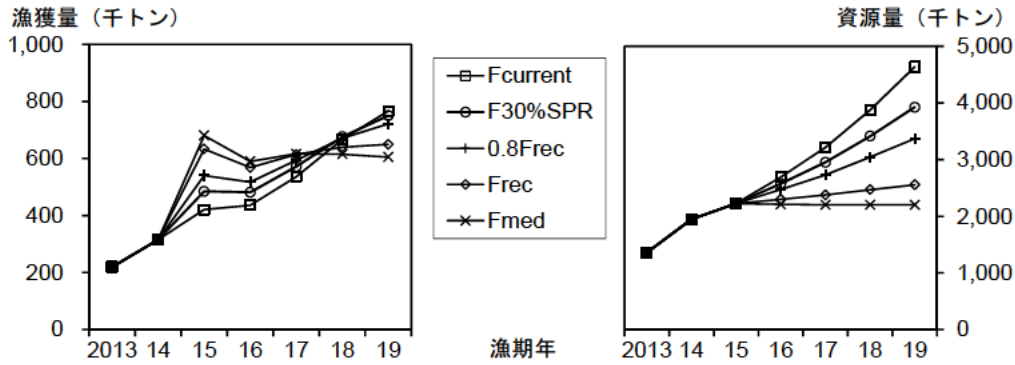


図 18. 各漁獲シナリオにおける漁獲量と資源量の将来予測

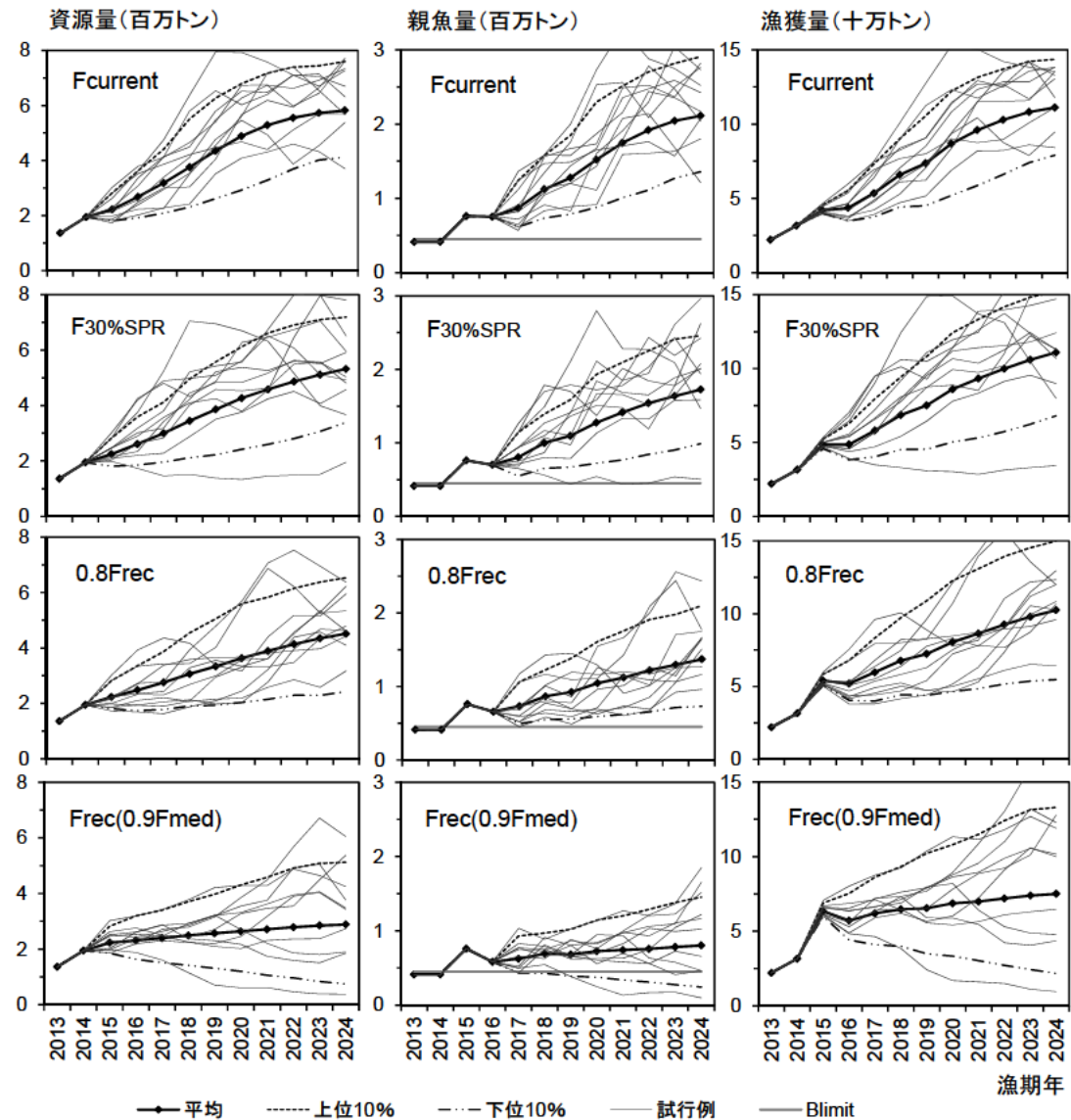


図 19. 各漁獲シナリオでの不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測
RPS 過去観測値の中央値からの残差のリサンプリングによって加入量を与える
1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。試行例 (灰細線) は 1,000 回のうち
任意の 10 回の試行を示す。

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	862,536	749,335	14,178	32,000	52,219	4,072	10,733
1971	870,326	741,119	8,168	62,000	31,847	7,253	19,939
1972	867,232	661,304	6,747	122,604	47,833	7,414	21,330
1973	842,788	565,584	11,485	182,996	49,011	7,308	26,404
1974	902,798	554,472	15,579	240,000	47,065	4,535	41,147
1975	918,917	579,950	34,242	173,806	90,332	6,370	34,218
1976	707,857	352,460	19,515	144,643	154,374	5,468	31,397
1977	1,095,830	761,810	4,400	158,034	132,210	9,250	30,125
1978	1,474,434	1,045,072	9,662	220,350	177,396	3,942	18,012
1979	1,307,310	969,568	11,783	171,028	130,915	4,347	19,668
1980	636,826	482,153	8,323	47,616	73,076	3,342	22,316
1981	390,203	298,344	6,134	42,348	9,651	3,973	29,753
1982	356,984	254,320	5,614	29,954	35,334	5,778	25,984
1983	391,471	338,760	3,255	13,502	808	4,569	30,577
1984	557,086	479,173	9,180	29,517	4,567	7,425	27,223
1985	448,438	384,355	3,616	2,708	14,653	20,518	22,588
1986	640,616	541,306	3,856	41,902	16,240	10,767	26,545
1987	348,773	259,765	2,944	20,914	21,497	5,605	38,048
1988	271,925	223,576	4,200	7,703	6,515	9,214	20,718
1989	134,014	101,051	1,206	0	8,625	7,055	16,077
1990	24,013	7,933	1,468	0	2,112	4,578	7,922
1991	22,872	5,434	1,252	0	5,094	3,754	7,338
1992	83,898	46,761	19,554	0	2,019	4,675	10,889
1993	404,822	347,968	28,445	0	1,178	14,677	12,554
1994	117,863	74,801	23,235	0	1,619	11,010	7,198
1995	146,270	106,317	24,937	0	1,597	4,042	9,377
1996	267,194	219,303	34,038	0	14	3,244	10,594
1997	334,748	294,091	28,142	0	1,445	7,180	3,890
1998	113,258	98,983	10,126	0	274	2,445	1,431
1999	70,222	50,393	13,904	0	38	2,794	3,094
2000	93,707	76,988	13,174	0	0	2,036	1,509
2001	55,812	44,646	7,503	0	0	1,250	2,413
2002	48,192	37,131	8,724	0	44	1,337	957
2003	76,696	51,828	19,530	0	84	875	4,378
2004	180,667	144,039	29,202	0	188	5,506	1,732
2005	226,521	193,881	27,205	0	448	1,428	3,559
2006	238,989	198,057	34,394	0	2,714	2,109	1,715
2007	182,148	146,816	30,439	0	742	1,552	2,600
2008	173,401	143,010	24,120	0	1,139	2,540	2,592
2009	127,223	106,437	10,987	0	939	4,413	4,447
2010	127,877	103,747	14,642	0	2,540	4,127	2,821
2011	101,926	78,163	5,275	0	2,772	13,048	2,668
2012	125,366	102,865	7,332	0	2,105	9,020	4,044
2013	220,126	189,512	18,631	0	2,765	6,231	2,987

表 2. ABC 算定および将来予測における各年齢の体重、成熟割合および Fcurrent（近年 5 年の平均値）

項目\年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
体重(g)	137	353	483	583	653	740	887
成熟割合(%)	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%
Fcurrent	0.07	0.18	0.34	0.42	0.43	1.27	1.27

表 3-1. 年齢別漁獲量、資源量（1970～1980 年漁期）

年齢別漁獲尾数（100万尾）											
年齢・漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
0歳	917	367	30	90	353	1,293	586	518	1,034	225	167
1歳	1,321	895	1,927	622	183	400	857	2,001	1,250	2,069	395
2歳	1,141	976	710	1,164	799	577	508	698	1,461	1,415	240
3歳	401	317	252	527	1,000	636	414	453	638	695	351
4歳	140	114	76	176	312	403	233	227	336	171	259
5歳	54	62	37	44	27	170	39	79	172	87	106
6歳以上	45	21	18	12	4	47	3	15	16	14	9
計	4,020	2,753	3,052	2,635	2,677	3,526	2,641	3,990	4,908	4,676	1,528
年齢別漁獲重量（千トン） ※資源解析における計算値であり実績値とは異なる。											
年齢・漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
0歳	69	24	2	9	25	59	44	46	100	16	10
1歳	249	182	435	146	43	73	132	372	326	453	65
2歳	329	376	241	333	264	192	147	213	450	449	80
3歳	162	175	116	186	389	273	187	204	253	299	157
4歳	75	92	45	78	151	195	124	128	173	92	141
5歳	35	66	27	27	19	96	26	52	103	56	71
6歳以上	33	26	15	11	4	36	3	13	15	10	9
計	952	940	882	790	895	924	664	1,029	1,421	1,375	534
漁獲割合	30%	24%	20%	19%	23%	28%	18%	22%	30%	43%	31%
年齢別体重(g)											
年齢・漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
0歳	76	64	78	101	71	45	76	90	97	70	62
1歳	188	203	226	235	236	183	154	186	261	219	164
2歳	288	385	339	286	330	332	290	305	308	317	332
3歳	404	551	459	354	390	429	453	450	397	431	448
4歳	532	811	592	443	484	484	530	563	515	536	544
5歳	655	1,066	737	611	699	567	683	668	601	648	675
6歳以上	731	1,242	843	908	946	768	917	847	893	738	954
年齢別漁獲係数(F)											
年齢・漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
0歳	0.12	0.03	0.00	0.02	0.06	0.18	0.05	0.06	0.19	0.10	0.07
1歳	0.36	0.20	0.29	0.15	0.05	0.11	0.21	0.32	0.27	0.99	0.31
2歳	0.85	0.65	0.30	0.37	0.37	0.28	0.25	0.34	0.54	0.75	0.35
3歳	0.87	0.82	0.44	0.48	0.85	0.75	0.43	0.48	0.78	0.70	0.53
4歳	0.71	0.89	0.60	0.84	0.78	1.64	0.93	0.58	1.17	0.64	0.84
5歳	1.16	1.13	1.18	1.26	0.35	3.29	0.89	1.48	2.18	1.94	1.79
6歳以上	1.16	1.13	1.18	1.26	0.35	3.29	0.89	1.48	2.18	1.94	1.79
平均(Fbar)	0.75	0.69	0.57	0.63	0.40	1.36	0.52	0.68	1.04	1.01	0.81
年齢別資源尾数（100万尾）											
年齢・漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
0歳	10,295	14,207	8,253	6,816	7,328	9,805	13,922	10,223	7,254	2,975	2,968
1歳	5,333	6,150	9,223	5,507	4,495	4,623	5,514	8,852	6,429	4,016	1,810
2歳	2,429	2,493	3,389	4,604	3,182	2,863	2,771	2,995	4,296	3,286	997
3歳	842	694	872	1,690	2,133	1,479	1,447	1,441	1,436	1,683	1,044
4歳	338	236	206	378	702	612	470	631	595	440	559
5歳	96	112	65	75	109	215	80	124	237	123	155
6歳以上	81	37	32	20	18	60	7	24	23	20	14
計	19,414	23,930	22,040	19,091	17,967	19,657	24,212	24,290	20,269	12,543	7,547
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
0歳	778	911	642	686	518	446	1,057	918	702	209	184
1歳	1,004	1,249	2,083	1,296	1,061	845	847	1,647	1,678	879	296
2歳	700	959	1,148	1,315	1,050	951	803	913	1,323	1,043	331
3歳	340	383	401	598	831	634	655	649	571	725	467
4歳	180	191	122	167	339	296	249	355	306	236	304
5歳	63	119	48	46	76	122	54	83	142	80	105
6歳以上	59	46	27	18	17	46	6	20	20	15	13
計	3,124	3,859	4,471	4,126	3,893	3,340	3,672	4,586	4,742	3,186	1,700
親魚量	714	855	747	973	1,308	1,161	1,140	1,316	1,380	1,296	942
RPS(尾/kg)	14.4	16.6	11.0	7.0	5.6	8.4	12.2	7.8	5.3	2.3	3.1

表 3-2. 年齢別漁獲量、資源量（1981～1991 年漁期）

年齢別漁獲尾数（100万尾）											
年齢・漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0歳	249	108	207	531	389	170	72	61	34	24	39
1歳	172	283	235	527	409	1,241	316	98	24	5	6
2歳	133	263	364	347	260	515	352	232	52	5	8
3歳	139	140	187	201	195	256	171	232	70	9	6
4歳	181	71	63	87	77	73	41	24	76	5	4
5歳	107	62	36	44	39	26	19	4	4	4	2
6歳以上	13	11	19	17	22	8	6	2	1	1	0
計	994	937	1,112	1,755	1,392	2,289	977	654	260	52	65
年齢別漁獲重量（千トン） ※資源解析における計算値であり実績値とは異なる。											
年齢・漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0歳	27	12	16	64	32	17	6	10	7	4	7
1歳	36	66	47	118	99	247	77	25	8	2	2
2歳	43	73	112	126	98	145	118	79	22	3	4
3歳	61	61	75	110	95	104	76	102	38	6	4
4歳	114	41	30	57	57	42	27	16	46	4	2
5歳	79	42	21	34	34	19	16	3	3	3	1
6歳以上	13	8	12	17	21	8	7	2	1	1	0
計	373	303	313	525	435	582	327	238	124	23	20
漁獲割合	23%	20%	23%	30%	26%	42%	37%	45%	43%	11%	6%
年齢別体重(g)											
年齢・漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0歳	107	113	77	120	82	98	86	168	207	170	169
1歳	211	233	200	223	241	199	244	255	325	365	305
2歳	322	276	307	362	376	281	336	341	426	582	488
3歳	439	439	402	547	489	407	446	440	537	661	585
4歳	628	583	475	656	741	572	644	654	599	828	654
5歳	732	681	576	768	855	755	838	886	814	954	790
6歳以上	1,067	758	645	993	943	947	1,112	1,066	1,034	1,101	957
年齢別漁獲係数(F)											
年齢・漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0歳	0.09	0.05	0.08	0.19	0.10	0.12	0.16	0.35	0.23	0.09	0.05
1歳	0.12	0.18	0.17	0.39	0.28	0.66	0.42	0.42	0.28	0.06	0.03
2歳	0.20	0.35	0.49	0.51	0.43	0.95	0.50	0.85	0.54	0.11	0.16
3歳	0.45	0.43	0.57	0.73	0.81	1.52	1.50	1.03	0.91	0.20	0.23
4歳	0.77	0.55	0.45	0.77	0.93	1.19	1.92	1.35	2.16	0.18	0.14
5歳	1.65	0.89	0.83	0.91	1.56	1.48	2.26	1.62	1.21	0.76	0.10
6歳以上	1.65	0.89	0.83	0.91	1.56	1.48	2.26	1.62	1.21	0.76	0.10
平均(Fbar)	0.71	0.48	0.49	0.63	0.81	1.05	1.29	1.03	0.93	0.31	0.11
年齢別資源尾数（100万尾）											
年齢・漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0歳	3,392	2,932	3,250	3,684	5,157	1,888	610	251	199	357	1,032
1歳	1,853	2,070	1,878	2,009	2,034	3,139	1,126	350	118	106	219
2歳	890	1,101	1,156	1,066	915	1,029	1,088	496	154	60	67
3歳	472	488	522	476	430	401	268	441	143	60	36
4歳	412	203	213	197	154	129	59	40	105	38	33
5歳	162	128	78	91	61	41	26	6	7	8	21
6歳以上	19	23	42	35	34	13	8	2	1	2	3
計	7,200	6,944	7,139	7,558	8,787	6,638	3,186	1,587	727	631	1,412
年齢別資源量（千トン）											
年齢・漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0歳	362	331	251	442	420	185	52	42	41	60	175
1歳	391	482	375	449	490	625	275	89	38	39	67
2歳	286	304	355	386	344	289	365	169	66	35	33
3歳	208	214	210	261	210	163	120	194	77	40	21
4歳	259	118	101	129	114	74	38	26	63	32	22
5歳	119	87	45	70	52	31	22	5	6	8	17
6歳以上	20	18	27	35	32	13	9	3	1	2	3
計	1,645	1,553	1,364	1,772	1,664	1,379	881	528	292	215	337
親魚量	670	507	468	584	491	350	335	295	173	95	76
RPS(尾/kg)	5.1	5.8	6.9	6.3	10.5	5.4	1.8	0.9	1.1	3.7	13.6

表 3-3. 年齢別漁獲量、資源量（1992～2002 年漁期）

年齢別漁獲尾数（100万尾）											
年齢・漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	326	108	131	388	1,479	156	30	127	290	8	238
1歳	12	1,070	100	132	181	940	65	15	99	74	16
2歳	14	268	100	52	21	65	168	21	15	43	6
3歳	13	44	29	30	18	14	12	36	12	6	6
4歳	7	6	5	10	9	7	1	9	16	4	4
5歳	11	2	2	4	4	4	0	1	1	3	3
6歳以上	9	2	2	2	3	2	0	0	0	3	2
計	393	1,499	368	617	1,715	1,189	276	210	433	141	275
年齢別漁獲重量（千トン）											
年齢・漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	47	15	19	41	174	24	5	22	46	1	27
1歳	3	304	29	54	47	270	21	5	36	26	6
2歳	6	98	48	25	10	28	75	11	6	19	3
3歳	7	19	17	19	10	8	7	22	6	3	4
4歳	5	4	3	8	6	4	1	7	9	3	2
5歳	11	2	2	3	3	3	0	1	1	2	2
6歳以上	10	2	2	2	2	2	0	0	0	3	2
計	90	445	120	151	252	338	109	67	105	57	46
漁獲割合	12%	58%	35%	42%	36%	53%	39%	29%	43%	38%	22%
年齢別体重(g)											
年齢・漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	143	143	146	106	118	152	165	169	158	137	113
1歳	288	284	294	406	260	287	325	308	366	350	354
2歳	424	368	476	474	451	428	446	515	421	440	455
3歳	529	430	578	626	545	535	523	606	517	599	576
4歳	749	705	661	809	633	642	787	803	593	626	643
5歳	990	943	896	908	743	699	879	950	895	689	780
6歳以上	1,114	1,115	1,116	973	819	840	970	1,099	1,031	1,078	1,126
年齢別漁獲係数(F)											
年齢・漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	0.15	0.25	0.34	0.54	0.55	0.49	0.23	0.36	0.99	0.04	0.35
1歳	0.02	1.61	0.51	0.94	0.69	1.19	0.50	0.22	0.70	1.05	0.13
2歳	0.13	1.41	0.82	0.73	0.48	0.75	0.94	0.38	0.47	1.11	0.24
3歳	0.55	1.02	0.69	0.82	0.83	0.92	0.38	0.68	0.52	0.42	0.58
4歳	0.61	0.65	0.36	0.67	0.88	1.22	0.18	0.69	1.03	0.41	0.64
5歳	1.26	0.41	0.51	0.65	1.00	2.62	0.19	0.38	0.16	0.79	0.87
6歳以上	1.26	0.41	0.51	0.65	1.00	2.62	0.19	0.38	0.16	0.79	0.87
平均(Fbar)	0.57	0.82	0.53	0.71	0.78	1.40	0.37	0.44	0.58	0.66	0.53
年齢別資源尾数（100万尾）											
年齢・漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	2,833	588	553	1,137	4,268	491	175	511	563	255	976
1歳	660	1,632	306	264	445	1,650	201	93	238	140	165
2歳	142	433	218	123	69	150	336	82	50	79	33
3歳	38	83	71	65	40	29	48	88	37	21	18
4歳	19	15	20	24	19	12	8	22	30	15	9
5歳	19	7	5	9	8	5	2	4	7	7	7
6歳以上	15	7	6	5	5	3	0	2	3	6	4
計	3,727	2,765	1,180	1,627	4,854	2,341	770	801	928	522	1,211
年齢別資源量（千トン）											
年齢・漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	406	84	80	120	504	75	29	86	89	35	110
1歳	190	464	90	107	116	474	65	28	87	49	58
2歳	60	159	104	58	31	64	150	42	21	35	15
3歳	20	36	41	40	22	15	25	53	19	12	10
4歳	14	10	13	19	12	8	6	17	18	9	6
5歳	19	7	5	9	6	4	2	4	7	5	5
6歳以上	17	7	7	4	4	3	0	2	3	6	4
計	727	768	340	358	694	642	278	233	243	151	209
親魚量	94	124	107	96	56	55	93	93	67	63	40
RPS(尾/kg)	30.0	4.8	5.2	11.9	75.9	8.9	1.9	5.5	8.4	4.0	24.1

表 3-4. 年齢別漁獲量、資源量 (2003～2014 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (100万尾)											
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	54	677	41	6	403	58	165	80	28	63	345
1歳	170	77	520	62	50	268	33	164	88	52	289
2歳	27	64	52	378	66	46	121	54	87	90	85
3歳	5	10	32	25	149	43	22	38	21	66	77
4歳	2	4	13	8	3	50	12	9	7	21	28
5歳	1	1	1	2	1	3	14	6	2	4	6
6歳以上	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
計	260	834	661	481	673	469	370	352	233	297	830

年齢別漁獲重量 (千トン)											
※資源※資源解析における計算値であり実績値とは異なる。											
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	7	89	5	1	49	8	20	10	5	10	36
1歳	40	21	165	22	16	84	12	58	35	19	79
2歳	10	36	25	199	31	18	61	27	43	43	38
3歳	3	7	18	16	80	26	12	23	13	36	45
4歳	1	3	10	5	2	33	7	7	5	13	17
5歳	1	1	1	2	1	2	10	5	2	3	4
6歳以上	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
計	63	160	225	246	179	172	124	129	102	126	220
漁獲割合	27%	22%	27%	33%	31%	30%	17%	14%	10%	12%	16%

年齢別体重(g)												
漁獲物の平均体重。2014年は2009~2013年の平均値を仮定。												
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	124	132	118	136	121	138	120	126	181	156	105	137
1歳	236	280	316	362	314	312	377	351	393	373	272	353
2歳	374	569	477	528	469	385	503	490	488	479	453	483
3歳	530	742	578	631	537	589	557	606	614	550	587	583
4歳	756	835	787	726	683	672	599	729	701	626	608	653
5歳	788	1,011	1,002	1,013	745	806	694	796	842	752	618	740
6歳以上	1,078	1,087	1,089	1,122	921	995	838	940	909	867	882	887

年齢別漁獲係数(F)											
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	0.14	0.24	0.08	0.02	0.35	0.07	0.09	0.08	0.05	0.04	0.08
1歳	0.60	0.38	0.38	0.21	0.25	0.55	0.06	0.15	0.16	0.14	0.38
2歳	0.41	0.62	0.63	0.69	0.46	0.49	0.67	0.17	0.14	0.30	0.44
3歳	0.48	0.34	1.02	0.98	0.87	0.85	0.62	0.58	0.12	0.18	0.58
4歳	0.37	1.04	1.48	0.99	0.43	1.17	0.85	0.75	0.23	0.20	0.14
5歳	0.40	0.68	1.06	1.17	0.30	1.15	2.90	2.57	0.47	0.28	0.11
6歳以上	0.40	0.68	1.06	1.17	0.30	1.15	2.90	2.57	0.47	0.28	0.11
平均(Fbar)	0.40	0.57	0.82	0.75	0.42	0.77	1.16	0.98	0.23	0.20	0.26

年齢別資源尾数 (100万尾)												
*各種調査の資源量指数による推定値。												
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	511	3,845	649	421	1,654	1,061	2,350	1,206	771	1,748	5,526*	1,456*
1歳	459	298	2,023	401	277	779	663	1,440	743	494	1,120	3,422
2歳	97	168	137	930	218	144	303	418	831	426	289	514
3歳	17	43	61	49	314	92	59	104	235	486	212	124
4歳	7	7	21	15	12	88	27	22	39	140	271	79
5歳	3	3	2	3	4	5	18	8	7	21	77	159
6歳以上	3	3	2	1	1	2	2	1	0	3	12	54
計	1,097	4,367	2,894	1,819	2,480	2,172	3,422	3,197	2,627	3,317	7,507	5,808

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	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	63	507	76	57	200	147	282	151	140	272	578*	200*
1歳	108	83	640	145	87	243	250	505	292	184	305	1,208
2歳	36	96	65	491	103	56	152	205	406	204	131	248
3歳	9	32	35	31	168	55	33	63	145	267	124	72
4歳	5	6	16	11	8	59	16	16	27	88	165	52
5歳	3	3	2	3	3	4	13	6	6	16	48	118
6歳以上	3	3	2	1	1	2	1	1	0	3	11	48
計	228	730	836	738	570	566	747	946	1,015	1,033	1,361	1,946
親魚量	54	125	140	291	232	148	139	188	381	475	413	413
RPS(尾/kg)	9.4	30.8	4.7	1.4	7.1	7.2	16.9	6.4	2.0	3.7	13.4	3.5

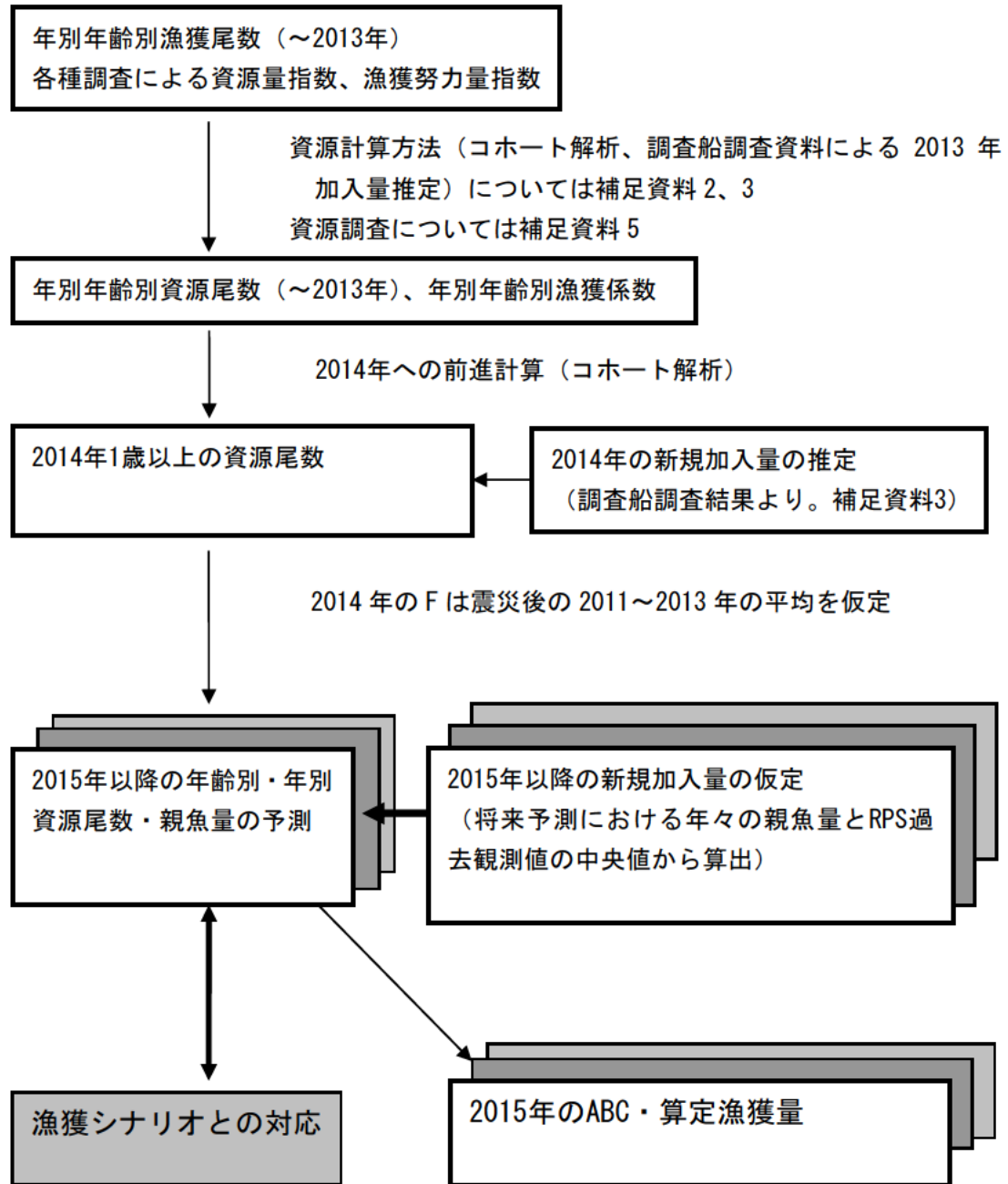
表 4-1. 2015 年以降、過去の RPS 中央値を仮定して加入量を与え、現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）および親魚量の増大を図る漁獲シナリオ（F30%SPR、Frec）で漁獲した場合に予測される年齢別漁獲係数、資源量、漁獲量 2014 年の F は震災の影響のあった 2011～2013 年の平均とし、2015 年以降の選択率は Fcurrent での選択率、体重と成熟割合は近年 5 年の平均値（表 2）とした。

Fcurrent									F30%SPR								
年齢別漁獲係数(F)																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
1歳	0.38	0.22	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.38	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
2歳	0.44	0.29	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.44	0.29	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
3歳	0.58	0.29	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.58	0.29	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
4歳	0.14	0.19	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.14	0.19	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
5歳	0.11	0.29	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	0.11	0.29	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
6歳以上	0.11	0.29	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	0.11	0.29	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
平均	0.26	0.23	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.26	0.23	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
年齢別資源尾数（百万尾）																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	5,526	1,456	5,081	5,027	5,826	7,523	8,641	9,226	5,526	1,456	5,081	4,684	5,297	6,553	7,203	8,485	
1歳	1,120	3,422	923	3,180	3,145	3,645	4,707	5,407	1,120	3,422	923	3,136	2,891	3,269	4,044	4,446	
2歳	289	514	1,833	518	1,786	1,766	2,047	2,644	289	514	1,833	500	1,700	1,567	1,772	2,192	
3歳	212	124	257	871	246	848	839	972	212	124	257	813	222	754	695	786	
4歳	271	79	62	114	385	109	375	371	271	79	62	105	331	90	307	283	
5歳	77	159	44	27	49	167	47	163	77	159	44	25	42	132	36	122	
6歳以上	12	54	107	29	10	11	34	15	12	54	107	22	7	7	20	8	
計	7,507	5,808	8,307	9,764	11,447	14,070	16,691	18,798	7,507	5,808	8,307	9,284	10,489	12,372	14,078	16,322	
RPS(尾/kg)	13.4	3.5	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	13.4	3.5	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	
年齢別資源量（千トン）																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	578	200	698	690	800	1,033	1,187	1,267	578	200	698	643	727	900	989	1,165	
1歳	305	1,208	326	1,123	1,111	1,287	1,662	1,909	305	1,208	326	1,107	1,021	1,154	1,428	1,570	
2歳	131	248	885	250	862	853	988	1,276	131	248	885	241	821	756	855	1,058	
3歳	124	72	150	507	143	494	489	567	124	72	150	474	129	439	405	458	
4歳	165	52	40	74	251	71	245	242	165	52	40	68	216	59	200	184	
5歳	48	118	32	20	37	124	35	120	48	118	32	18	31	97	27	90	
6歳以上	11	48	95	25	9	10	30	14	11	48	95	20	6	6	18	7	
計	1,361	1,946	2,226	2,690	3,213	3,872	4,636	5,395	1,361	1,946	2,226	2,572	2,951	3,413	3,922	4,533	
親魚量	413	413	760	752	871	1,125	1,293	1,581	413	413	760	701	792	980	1,077	1,269	
年齢別漁獲尾数（百万尾）																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	345	65	277	274	317	410	471	502	345	65	330	304	344	425	467	550	
1歳	289	563	123	422	418	484	625	718	289	563	145	491	453	512	633	696	
2歳	85	107	438	124	426	422	489	631	85	107	508	139	471	434	491	608	
3歳	77	26	72	243	69	236	234	271	77	26	83	262	71	243	224	253	
4歳	28	11	18	33	111	31	108	107	28	11	21	35	110	30	102	94	
5歳	6	32	26	16	29	98	28	96	6	32	28	16	27	84	23	78	
6歳以上	1	11	63	17	6	7	20	9	1	11	68	14	4	5	13	5	
計	830	816	1,015	1,128	1,376	1,688	1,974	2,334	830	816	1,182	1,260	1,480	1,733	1,954	2,285	
年齢別漁獲量（千トン）																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	36	9	38	38	44	56	65	69	36	9	45	42	47	58	64	76	
1歳	79	199	43	149	148	171	221	254	79	199	51	173	160	181	224	246	
2歳	38	52	211	60	206	203	236	305	38	52	245	67	227	210	237	293	
3歳	45	15	42	141	40	138	136	158	45	15	48	152	42	141	130	147	
4歳	17	7	12	21	72	20	71	70	17	7	13	23	72	20	67	61	
5歳	4	24	19	12	21	73	21	71	4	24	21	12	20	62	17	58	
6歳以上	1	10	56	15	5	6	18	8	1	10	61	13	4	4	12	5	
計	220	315	421	436	536	668	766	934	220	315	485	482	572	676	750	886	
漁獲割合	16%	16%	19%	16%	17%	17%	17%	17%	16%	16%	22%	19%	19%	20%	19%	20%	

表 4-2. (予測資源量、漁獲量の続き)

0.8Frec									Frec (0.9Fmed)								
年齢別漁獲係数(F)																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	0.08	0.06	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.06	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	
1歳	0.38	0.22	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.38	0.22	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	
2歳	0.44	0.29	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.44	0.29	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	
3歳	0.58	0.29	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.29	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	
4歳	0.14	0.19	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.14	0.19	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
5歳	0.11	0.29	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	0.11	0.29	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	
6歳以上	0.11	0.29	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	0.11	0.29	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	
平均	0.26	0.23	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.26	0.23	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	
年齢別資源尾数 (百万尾)																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	5,526	1,456	5,081	4,389	4,860	5,773	6,100	6,940	5,526	1,456	5,081	3,899	4,167	4,586	4,518	4,821	
1歳	1,120	3,422	923	3,096	2,675	2,961	3,518	3,717	1,120	3,422	923	3,023	2,320	2,479	2,729	2,688	
2歳	289	514	1,833	484	1,624	1,403	1,553	1,845	289	514	1,833	455	1,491	1,144	1,223	1,346	
3歳	212	124	257	762	201	675	583	646	212	124	257	676	168	550	422	451	
4歳	271	79	62	97	287	76	254	220	271	79	62	84	220	55	179	138	
5歳	77	159	44	23	36	105	28	93	77	159	44	20	26	70	17	57	
6歳以上	12	54	107	17	5	5	13	5	12	54	107	11	2	2	5	2	
計	7,507	5,808	8,307	8,869	9,686	10,998	12,049	13,466	7,507	5,808	8,307	8,169	8,395	8,887	9,094	9,502	
RPS(尾/kg)	13.4	3.5	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	13.4	3.5	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	
年齢別資源量 (千トン)																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	578	200	698	603	667	793	838	953	578	200	698	535	572	630	620	662	
1歳	305	1,208	326	1,093	944	1,046	1,242	1,313	305	1,208	326	1,068	819	875	964	949	
2歳	131	248	885	234	784	677	750	891	131	248	885	220	720	552	590	650	
3歳	124	72	150	444	117	394	340	376	124	72	150	394	98	321	246	263	
4歳	165	52	40	63	187	49	166	143	165	52	40	55	144	36	117	90	
5歳	48	118	32	17	26	78	21	69	48	118	32	14	20	52	13	42	
6歳以上	11	48	95	16	4	4	11	4	11	48	95	10	2	2	5	2	
計	1,361	1,946	2,226	2,469	2,730	3,040	3,367	3,749	1,361	1,946	2,226	2,296	2,375	2,467	2,555	2,657	
親魚量	413	413	760	657	727	864	912	1,038	413	413	760	583	623	686	676	721	
年齢別漁獲尾数 (百万尾)																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	345	65	379	327	362	430	454	517	345	65	468	359	383	422	416	444	
1歳	289	563	164	552	476	527	627	662	289	563	200	654	502	536	590	581	
2歳	85	107	570	150	505	436	483	574	85	107	675	168	549	421	450	495	
3歳	77	26	92	274	72	242	209	232	77	26	108	285	71	232	178	190	
4歳	28	11	23	36	106	28	94	81	28	11	27	36	95	24	78	60	
5歳	6	32	30	15	24	71	19	63	6	32	32	14	19	51	13	41	
6歳以上	1	11	72	12	3	3	9	3	1	11	78	8	2	2	4	1	
計	830	816	1,330	1,366	1,549	1,739	1,895	2,132	830	816	1,587	1,523	1,621	1,687	1,728	1,812	
年齢別漁獲量 (千トン)																	
年齢・漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0歳	36	9	52	45	50	59	62	71	36	9	64	49	53	58	57	61	
1歳	79	199	58	195	168	186	221	234	79	199	70	231	177	189	208	205	
2歳	38	52	275	73	244	211	233	277	38	52	326	81	265	203	217	239	
3歳	45	15	54	159	42	141	122	135	45	15	63	166	41	135	104	111	
4歳	17	7	15	23	69	18	61	53	17	7	18	24	62	15	51	39	
5歳	4	24	22	11	18	53	14	47	4	24	24	11	14	37	9	30	
6歳以上	1	10	64	11	3	3	8	3	1	10	69	7	1	1	3	1	
計	220	315	540	517	594	671	722	819	220	315	634	568	614	640	650	686	
漁獲割合	16%	16%	24%	21%	22%	22%	21%	22%	16%	16%	28%	25%	26%	26%	25%	26%	

補足資料 1 資源評価のフローチャート



補足資料 2 資源量推定法、ABC 算定法

Pope (1972)の近似式を用いるチューニングコホート解析で年齢別資源尾数・重量、漁獲係数を推定した（表 3）。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, 2013 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（2012 年）までの加入量と資源量指数との回帰式によって推定した（補足資料 3）。

1) ステップ 1

(1)式により年齢別年別資源尾数を計算した。

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

$N_{a,y}$: y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$: y 年 a 歳魚の漁獲尾数

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)式～(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

ここでのターミナル F は、震災の影響のみられる最近 3 年（2010～2012 年）の平均を与えた ((6)式)。

$$F_{a,t} = (F_{a,2010} + F_{a,2011} + F_{a,2012})/3 \quad (6)$$

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、(7)式）。

$$F_{p,y} = F_{p-1,y} \quad (7)$$

2) ステップ 2

ステップ 1 で得られた各年の漁獲係数から、最近年（2013 年）および特異年である 1991 年¹を除いた、1 歳魚（未成魚）および 2 歳以上（成魚）の F の最小値、最大値をそれぞれ求めた。

最近年の 1 歳以上の F ($F_{1,t} \sim F_{5,t}$ ($=F_{p,t}$)) 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 5 系列の指標値を用いた。補足表の③⑤⑥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、べき乗値 ($\exp(Y)$) 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(9)式のように目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qX_y))^2 \quad (9)$$

ここで I はチューニング指数、X はある $F_{a,t}$ 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、それぞれ補足表の通り。

q は比例係数であり、各指数について(10)式によって計算した（I/X の相乗平均）。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{X_y} \right) \right\} \quad (10)$$

これら 7 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年齢別 F の値をステップ 1 で得られた過去最少・最大値の範囲において探索的に推定した。

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、(11)式によって計算した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad \text{※} a < p-1 \text{ の場合} \quad (11a)$$

$$N_{p,y+1} = (N_{p,y} + N_{p-1,y}) \exp(-F_{p,y} - M) \quad \text{※ プラスグループ} \quad (11b)$$

漁獲尾数は(12)式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (12)$$

これらに年齢別の平均体重（近 5 年平均、表 2）を乗じて資源量、漁獲量(ABC)を得た。

¹ 1991 年は、主要漁業である北部まき網漁業の本系群に対する努力量が低下し、特異的に F が低かった。本系群資源量の減少とマイワシ太平洋系群の高い資源水準により、漁獲努力がマイワシに向けられたものと考えられる。

補足表. 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 (チューニング指数)	対象*	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
① 北部太平洋まき網有効努力量	Fbar0-3				3,771	3,952	2,949	3,938	2,475	3,218	1,989	1,858	3,270	3,451	
② 伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE(kg/人/時)	SSB			13.2	4.6	8.1	59.1	74.3	46.9	64.4	55.6	125.3	122.9	131.9	131.6
③ 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))	No	1.21	1.15	1.39	1.17	1.03	1.22	1.11	1.52	1.36	1.15	1.44	1.53	1.33	
④ 北上期調査0歳魚現存尾数(億尾)	No	1.0	32.7	11.1	64.3	11.3	0.3	95.2	21.8	23.5	13.4	2.6	20.4	7,042	10.5
⑤ 同調査 0歳魚出現率(10分率):Y ₂ (チューニング指数 exp(Y ₂))	No	1.76	2.70	1.77	3.82	2.98	0.43	3.48	2.88	4.21	2.63	2.50	4.00	3.64	2.73
⑥ 同調査 0歳魚平均体長(10 cm):Y ₃ (チューニング指数 exp(Y ₃))	No	3.1	4.5	3.8	6.9	3.9	2.8	5.1	3.3	6.3	5.2	4.0	5.5		
⑦ 秋季浮魚類調査加入量指数**	No	3.0	20.4	12.7	38.7	7.6	2.5	15.3	12.4	38.3	33.0	24.4	19.3	60.8	

*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)、No は 0 歳魚資源尾数。②は 2014 年まで、そのほかは 2012 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、恐らくは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。

**⑦の秋季浮魚類調査による指標値は、昨年度は出現率を用いたが、今年度は出現率を基にして年による調査点の配置の違いの影響を小さくするように換算した加入量指数を用いた (補足資料 5-4)。

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

最近年の 2013 年の加入量については、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 (2012 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 歳魚漁獲物の体長を、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 月中旬に規準化して求めた平均体長(FL)は、主にふ化日組成を反映し、体長が大きい (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。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 1)。

移行域幼稚稚魚調査 (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 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、2003～2012 年の平均体長(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。

$$RPS = 0.208 \exp(0.225 FL) \quad (r^2 = 0.67) \quad (13)$$

$$RPS = 0.0899 \exp(3.37 GR) \quad (r^2 = 0.27) \quad (14)$$

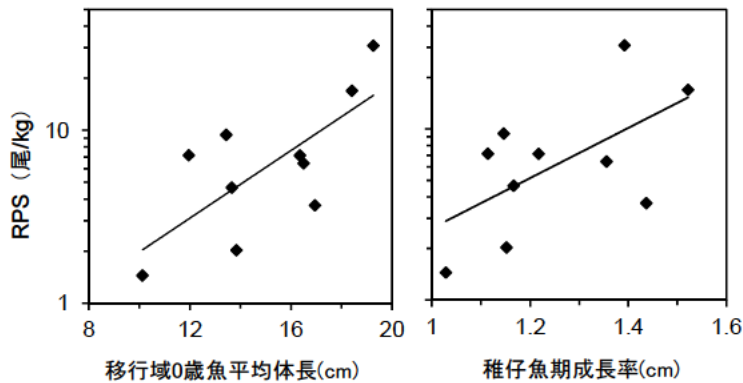
(13)、(14)式と 2013 年 5～7 月の調査結果 (FL = 16.4 cm、GR = 1.53 mm/日) からそれぞれ推定される値を平均して得られる RPS は 12.1 尾/kg であった。これにコホート解析による 2013 年の親魚量 (41.3 万トン) を乗じて得られる加入量は 49.8 億尾となった。

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 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。2013 年の指数は、1980 年代の最高値と同程度の 60.8 であった。

以上の北上期調査結果による値と秋季浮魚類調査結果による値の平均値である 55.3 億尾を 2013 年の加入量とした。



補足図 1. 2003～2012 年の北上期調査 0 歳魚平均体長および稚仔魚期平均成長率と RPS の関係

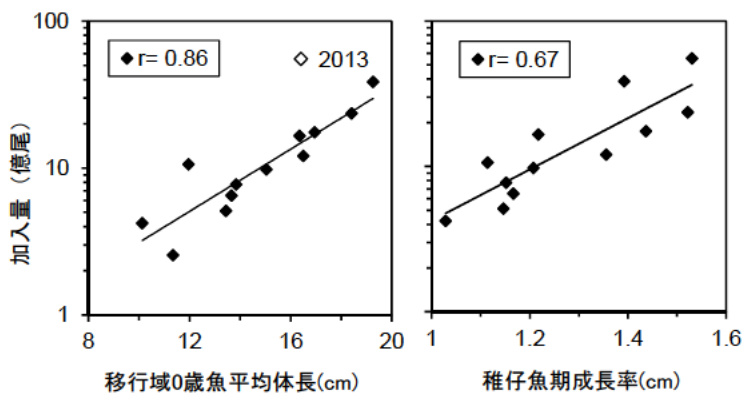
2) 本年の加入量の見積もり

上述の北上期中層トロール調査による 7 月規準化平均体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 2）、平均体長 (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、平均体長では、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 年について求めた。平均成長率ではデータのあ

$$N_0 = 27.2 \exp(0.244 \cdot FL) \quad (r^2 = 0.91) \quad (15)$$

$$N_0 = 7.30 \exp(4.06 \cdot GR) \quad (r^2 = 0.64) \quad (16)$$

(15)、(16)式と 2014 年 5～7 月の調査結果 (FL = 15.8 cm、GR = 1.33 mm/日) からそれぞれ推定された値 (12.8 億尾、16.3 億尾) を平均した 14.6 億尾を 2014 年の加入量とした。



補足図 2. 北上期調査 0 歳魚平均体長 (2001～2013 年) および稚仔魚期平均成長率 (2002～2013 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、成熟率は近年 5 年（2009～2013 年）の平均値とした（表 2）。2014 年の加入量は 14.6 億尾を仮定した（補足資料 3）。
- 2) 親魚量(SSB)が 45 万トン(Blimit)未満では、1986～2011、2013 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 1970～2013 年（過去観測全期間）の RPS 中央値（6.7 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、2012 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（138 万トン）を超える場合は 138 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(142 億尾)を超える場合は 142 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－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（補足表の③、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（補足表の③④⑤⑥、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（補足表の⑦、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））の年推移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 24 cm 以下）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 分升目毎のまき網 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（補足表の②）。

補足資料 6 資源量推定方法の検討と変更

本系群は、毎年の RPS、加入量の変動が大きく、かつ年齢別の F 選択率や漁獲割合の変化も大きいと、コホート解析による資源量推定におけるターミナル F（最近年の漁獲係数）の設定にあたっては、単に過去平均を仮定するといった方法ではなく、資源量や努力量についての時期、海域の異なる様々な指標値をチューニング指数として用いて、推定される

値が実際に観察される資源の出現状況や漁獲状況といった実態に合うように検討、チューニングを行って設定している。各年級群の加入状況の変動などによる年齢構成等資源の変化や、操業状況や漁場形成等の漁獲状況の変化、さらにはこれらの変化や調査実施内容の変化などによる指標値そのものの変化もあるため、毎年の資源評価においては、資源の実態に合うような妥当な推定結果を得るために、F の設定方法やチューニングに用いる指数の検討、見直しが必要となっている。

昨年度の本系群評価では、ターミナル F は、ステップ 1 で得た過去年の選択率をステップ 2 で設定してチューニングを行って求めた。しかしながら、毎年を選択率の変化が大きいため、過去年の平均あるいは任意の年の選択率がターミナル年と同等であるとの判断は難しい。そこで、今年度の評価では、努力量、親魚量、および加入量に対応する複数の指標値を用いて探索的にターミナル F を推定する方法に変更した。資源の経年変化を反映すると考えられる指標値の推移に合った資源量推定値が得られたと考えられる。