

平成 25 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、本田 聡、岡村 寛、市野川桃子）

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、北海道立総合研究機構函館水産試験場、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

マサバ太平洋系群の資源量は、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。資源量の推移に応じて漁獲量は変化し、1970 年代は 70 万～147 万トンと高水準であったが、1980 年代以降減少し、1990 年代に 2 万トンまで落ち込んだ。近年は数年おきに加入量（0 歳魚資源尾数）水準の高い年級群が発生しており、まき網漁業の操業管理による漁獲圧の低下もあり、資源量は 1990 年代から 2000 年代はじめの最低水準を脱して増加している。2012 年の資源量は 109 万トン、親魚量は 47.2 万トンと推定された。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。現状の親魚量は Blimit を上回っていることから資源水準は中位、動向は過去 5 年間の親魚量および資源量の推移から増加と判断した。2014 年の ABC は、将来予測において Blimit 以上の親魚量を維持する漁獲シナリオに基づいて算定した。現状の親魚量は Blimit をわずかに上回る水準であり、2014 年には一時的に Blimit を下回ると見込まれ、今後の加入動向の不確実性も高いことから、より安全をみた安定的維持を図る漁獲シナリオ（0.8Fmed を適用）が望ましい。また、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（Fcurrent）に基づく ABC も算定した。

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		2014 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧維持 ($F_{current}$)*	0.68 (1.00 $F_{current}$)	19%	375~950 千トン	504 千トン	96%	97%	410 千トン
親魚量の安定的維持 ($0.8F_{med}$)*	0.82 (1.22 $F_{current}$)	23%	342~968 千トン	536 千トン	83%	86%	478 千トン
親魚量の維持 (F_{med})*	1.03 (1.52 $F_{current}$)	27%	250~900 千トン	545 千トン	54%	56%	564 千トン
コメント ・ 当該資源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。 ・ 現状の親魚量は Blimit 以上であり、本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 親魚量の維持を図るシナリオを設定した。現状の親魚量は Blimit をわずかに上回る水準であり、2014 年には一時的に Blimit を下回ると見込まれ、今後の加入動向の不確実性も高いことから、より安全をみた安定的維持を図ること($0.8F_{med}$)が望ましい。 ・ 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」とあり、全てのシナリオ(*)はこれに合致する。							

$F_{current}$ は 2008～2012 年の平均とした。 F_{med} は 1970～2012 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F。漁獲割合は 2014 年の値。将来漁獲量・評価は、再生産成功率(RPS)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 (5 年後・2018 年)の幅は 80%区間。評価の現状親魚量を維持 (5 年後) および Blimit を維持 (5 年後) は、2019 年漁期当初にそれぞれ 2012 年親魚量以上および Blimit 以上である確率。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2011	1,039	105	0.36	10%
2012	1,090	123	0.34	11%
2013	1,666	-	-	-

漁期年 (7 月～翌年 6 月) での値。F 値は全年齢の単純平均。2013 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		値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	45 万トン (1985 年以前の最低水準相当)	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
2012 年	親魚量	47 万トン	

水準：中位 動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下の通り

データセット	基礎情報、関連調査等
年齢別・年別漁獲尾数	主要港水揚げ量（北海道～宮崎(17)道県、JAFIC、北部太平洋まき網組合） 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、市場測定による標本混獲率、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：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
2013 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 年代はじ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ており、現在の親魚量（2012 年）は 47 万トンと資源回復水準（Blimit：SSB 45 万トン）を上回っている。

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

2. 生態

(1) 分布・回遊

マサバ太平洋系群は、我が国太平洋南部沿岸から千島列島沖合に分布する（図 1）。資源高水準期には、ロシアの漁船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。現在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おり、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。

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。産卵場は、伊豆諸島海域が中心であるが、紀南、室戸岬、足摺崎周辺などにも形成され、東北海域でも産卵がみられる。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。2008～2012 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）。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（JARPNI 調査未発表資料）。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 年にはまとまった漁場が形成された。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。近年は遠州灘以西でのマサバの漁獲は少ない。主な漁場形成は図 1 の通り。

(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 年以降は 4 万～40 万トンで変動が大きかった。2004～2008 年は、加入量水準が高い 2004 年級群と 2007 年級群によって漁獲量は 17 万～24 万トンと比較的安定して推移した。その後、後述の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 2011 年は 10.5 万トン、2012 年は 12.3 万トンとやや減少した。ロシアは 1966～1988 年に本系群を漁獲し、1972～1979 年のピーク時は 12 万～24 万トンを漁獲した（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）。2004 年級群の加入時には 2003 年から開始された資源回復計画に基づく操業管理が行われており、努力量の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）。最近の低下は、2011 年 3 月の震災の影響によるところが大きい。常磐海域における操業自粛海域の設定や漁獲物放射能検査のための週 1

日程度の検体休漁が継続されているほか、水揚げ港の受け入れ処理能力や需要量は震災前の水準を依然下回っている。また、経営の改善や頑健性を高めることを目的とした船団構成の変更が進められ、運搬船の減船などが行われている。漁業者の意識の変化もみられ、従来の安価でも大量に漁獲から良価で適量の漁獲の方向へと変わってきている。こういったことも努力量の低下につながっているとみられる。

本漁業の主対象となっている 0～3 歳魚の平均漁獲係数（後述の資源解析による計算値）は、有効努力量を反映し、同様の推移を辿って最近では低くなっている（図 5）。図 5 の通り、両者の関係は 2004 年以降変化しているとみられ、操業形態の変化やゴマサバの混獲割合の増加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）。チューニング指数は漁獲係数、親魚量および加入量を指標すると考えられる 7 系列の指標値を用いた。2010～2012 年漁期の漁獲圧は、2011 年 3 月の震災の影響でとくに常磐海域のまき網で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、ここでの推定における漁獲圧低下の影響は受けないと考えられる。最近年（2012 年）の加入量については、前年までの加入量と資源量指数との重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 1,000 兆粒に達した。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）。マサバ産卵量は、2005 年よりゴマサバと区別して推定されるようになり、2005 年の 39 兆粒から 2007 年には 335 兆粒と大きく増加し、その後 2011 年は 145 兆粒、2012 年は 272 兆粒であった。2013 年 1～6 月は 247 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。

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ており、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（図 8）。加入量水準の高かった 2004 年級群が漁獲加入して以降（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、2 歳以上は少なかったが、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。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は 1970～1979 年は 312 万～474 万トンと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、16、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し、2001 年に過去最低の 15 万トンに落ち込んだ後、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、2011 年まで 51 万～104 万トンで推移し、2012 年は 109 万トンであった。資源の増加に伴い、索餌回遊域の拡大と回遊群増加による道東漁場の形成(3-(1))や沖合調査における成魚の漁獲の増加が認められ、成魚がミンククジラの捕食対象に再びなった(2-(4))。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 2-1)、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 19～35%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る 2010～2012 年は 10～15%と低下した。

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とくに高かったが、最近では低くなっている(図 13)。

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 万トン、1982 年に 51 万トンに減少した(図 11、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 万トンとなった。2004 年以降はやや増加して 2011 年まで 12 万～32 万トンで推移し、2012 年は 47 万トンに増加して Blimit(45 万トン)以上となった。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。

親魚量と F の関係を図 14 に示した。全体的な傾向はとくに見いだせないが、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(2012)年の資源量を推定した(図 12)。資源量はそれぞれ 84%と 120%、親魚量は 89%と 113%となり、M を 0.1 変えることによって推定値は 13～20%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 43 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(Blimit)以上、それに概ね対応する資源量 160 万トン以上は、過去最高 最低値の上位 3 分の 2 程度に相当し、これを中位水準以上とし、

未満は低位水準とする（図 10、11）。1970 年代の親魚量 90 万トン以上、資源量 320 万トン以上は、過去最高 最低値の上位 3 分の 1 程度に相当し、これを高位水準とする。上述のように現状（2012 年）の親魚量は 47 万トンと Blimit を上回っていることから資源水準は中位と判断した。資源量は 109 万トンと中位水準下限の目安に達していないものの今後の増加が見込まれている。動向は過去 5 年間の親魚量および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、16、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) Blimit の設定

前項の通り、1986 年以降、親魚量が 45 万トンを下回ると 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 万トンを資源回復水準の Blimit とする（図 11）。

(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（高橋未発表）、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、ブルージ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℃程度では成長率低く変態が遅れ生残率低くなり、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。

本評価では、調査船調査結果およびこれまで得られている再生産関係から今後の加入量を見積もる。近年、北上期中層トロール調査で得られる現存尾数、出現率や漁獲物の平均体長、体長のばらつき(CV)が加入量や RPS を反映することがわかっている（川端ほか 2009、補足資料 3、5）。また、主産卵期である 4 月ふ化個体の稚仔魚期の成長率が加入量や RPS を反映することがわかっている（Yamashita et al. 2006、高橋ほか 2010）。2013 年は、北上期トロール調査における平均体長、出現率や稚仔魚期成長率は高い水準にあり、現存尾数は過去最高をはるかに上回って非常に多かった（図 7、補足表 2-1）。このことから、2013 年

の加入量は近年では卓越して高く、これまでの加入量と各指標値との関係から外れると考えられた。そこで、補足資料 3 に示す通り、これまでの RPS と平均体長、成長率の関係から推定される RPS とコホート解析による親魚量から推定するほうが妥当であると考え、本評価ではこの推定値の 49 億尾を仮定する。

2014 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 (6.3 尾/kg) に予測親魚量を乗じた値とした (図 11)。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 万トンを乗じた。

(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 (2008~2012 年) の平均値とした。 $F_{current}$ 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 15 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} を大きく下回り、 $F_{30\%SPR}$ と同等であり、高くないと判断される。

5. 2014 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 年代はじめの最低水準を脱して増加している。2012 年の親魚量は B_{limit} 以上であり、資源水準は中位、動向は増加と判断した。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2014 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} 以上であることから、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1) を適用し、将来予測において B_{limit} 以上の親魚量を維持する漁獲シナリオに基づいて 2014 年以降の F を設定した。現状の親魚量の維持を図る漁獲シナリオ (F_{med} を適用) が設定されるが、現状の親魚量は B_{limit} をわずかに上回る水準であり、2014 年には一時的に B_{limit} を下回ると見込まれ、今後の加入動向の不確実性も高いことから、より安全をみた安定的維持を図る漁獲シナリオ ($0.8F_{med}$ を適用) が望ましい。また、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ ($F_{current}$) に基づく ABC も算定した。 F_{med} は 1970~2012 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F とした。

これらの F のもとで予測される 2014~2018 年の漁獲量、資源量を算出した (下表、図 17、表 4、補足資料 1、2、3)。年齢別体重、成熟割合は、最近 5 年 (2008~2012 年) の平均値とした (表 2)。2013 年の F については、現状の北区の漁業において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 3-(3) にも記述の通り 2011 年 3 月の震災の影響が未だ残り、近々にこれらの回復は見込めないことから、震災の影響のみられる 2010~2012 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)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.68$)	123	222	410	450	504	577	659
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.54$)	123	222	342	397	466	561	677
親魚量の安定的維持 (親魚量の維持の予防的措置)	$0.8F_{med}$ ($F=0.82$)	123	222	478	496	528	573	619
上記の予防的措置	$0.8 \cdot 0.8F_{med}$ ($F=0.66$)	123	222	401	444	500	576	663
親魚量の維持	F_{med} ($F=1.03$)	123	222	564	544	540	545	547
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(千トン)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.68$)	1,090	1,666	2,122	2,297	2,645	2,991	3,375
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.54$)	1,090	1,666	2,122	2,414	2,925	3,471	4,116
親魚量の安定的維持 (親魚量の維持の予防的措置)	$0.8F_{med}$ ($F=0.82$)	1,090	1,666	2,122	2,180	2,380	2,555	2,737
上記の予防的措置	$0.8 \cdot 0.8F_{med}$ ($F=0.66$)	1,090	1,666	2,122	2,312	2,679	3,048	3,462
親魚量の維持	F_{med} ($F=1.03$)	1,090	1,666	2,122	2,032	2,062	2,065	2,061

(3) 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(2019年当初)に現状の親魚量(2012年親魚量)を維持する確率、および B_{limit} を維持する確率の2点で評価した(下表、図18)。シミュレーションの条件設定は補足資料4の通り。

シミュレーションの結果、親魚量、漁獲量の動向は前項での予測とほぼ同様であった(図18)。2019年漁期当初において、親魚量が現状の親魚量および B_{limit} を維持する確率は、親魚量の安定的維持を図る $0.8F_{med}$ では83%および86%と高いが、 F_{med} では54%および56%とやや低かった。平均親魚量は $0.8F_{med}$ では79.4万トン、 $F_{current}$ では100.2万トンといずれも B_{limit} を十分上回る水準が見込まれた。5年後の2018年漁期における平均漁獲量は $0.8F_{med}$ では61.1万トン、 F_{med} では54.1万トン、 $F_{current}$ では62.5万トンであり、 $0.8F_{med}$ や $F_{current}$ の方が資源量の増加にともなって F_{med} よりも多くなると見込まれた。

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		2014 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧維持 ($F_{current}$)*	0.68 (1.00 $F_{current}$)	19%	375~950 千トン	504 千トン	96%	97%	410 千トン
現状の漁獲圧維持 の予防的措置 ($0.8F_{current}$)*	0.54 (0.80 $F_{current}$)	16%	401~938 千トン	474 千トン	99%	100%	342 千トン
親魚量の安定的維持 (親魚量の維持 の予防的措置) ($0.8F_{med}$)*	0.82 (1.22 $F_{current}$)	23%	342~968 千トン	536 千トン	83%	86%	478 千トン
親魚量の安定的維持 の予防的措置 ($0.8 \cdot 0.8F_{med}$)*	0.66 (0.97 $F_{current}$)	19%	389~967 千トン	511 千トン	97%	98%	401 千トン
親魚量の維持 (F_{med})*	1.03 (1.52 $F_{current}$)	27%	250~900 千トン	545 千トン	54%	56%	564 千トン
コメント ・ 当該資源は毎年の再生産成功率の変動が大きいと将来予測の不確実性が高い。 ・ 現状の親魚量は Blimit 以上であり、本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 親魚量の維持を図るシナリオを設定した。現状の親魚量は Blimit をわずかに上回る水準であり、2014 年には一時的に Blimit を下回ると見込まれ、今後の加入動向の不確実性も高いことから、より安全をみた安定的維持を図ること($0.8F_{med}$)が望ましい。 ・ 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」とあり、全てのシナリオ(*)はこれに合致する。 ・ 不確実性を考慮した予防的措置の安全率は 0.8 とした。							

(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
2012 年漁獲量、年齢別体重、年齢 体長関係 2012 年秋季～2013 年春季における資源量指数	2012 年年齢別漁獲尾数 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)
2012 年(2011 年当初)	Frec2	0.63	1,039	267	224	
2012 年(2012 年再評価)	Frec2	0.70	1,049	284	238	
2012 年(2013 年再評価)	Fcurrent	0.69	1,090	277	232	122
	0.8Fmed	0.68		276	231	
	Fmed	0.85		326	276	
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	
2012、2013 年の TAC 設定の根拠となったシナリオは Frec2(10 年後に Blimit(親魚量 45 万トン)に回復)であるが、実漁獲量が少なかったこともあり、2012 年の親魚量が Blimit を上回ったことから、再評価では Fmed、0.8Fmed ならびに Fcurrent を適用した。漁獲量は実績値。						

2013 年については、昨年評価で RPS 中央値を仮定した 2013 年級群の加入量見積もりが過小評価であったことなどから、本年再評価において資源量が上方修正され、親魚量が Blimit を上回り、適用する漁獲シナリオの変更により F を改訂し、ABC は高くなった。

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 13)、Fcurrent 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.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・上野康弘・谷津明彦 (2009) 2001～2008 年 5～7 月の北西太平洋におけるサバ類 0 歳魚の分布、体長組成と加入豊度との関係. 2009 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 19.
- 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, 34(4), 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.
- Yamashita, N., M. Noto, C. Watanabe, A. Kawabata and H. Nishida (2006) Distribution and growth of juvenile chub mackerel, *Scomber japonicus*, in the Kuroshio-Oyashio transition region. PICES 15th Annual Meeting Program and Abstracts, 153.
- 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.

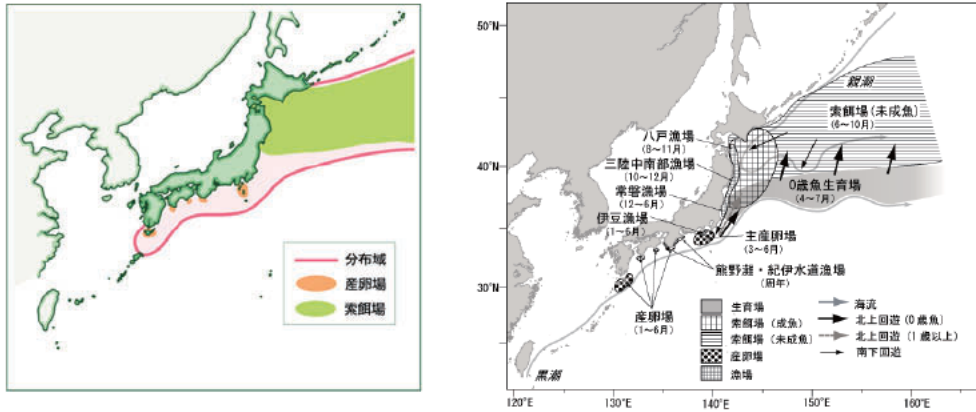


図 1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

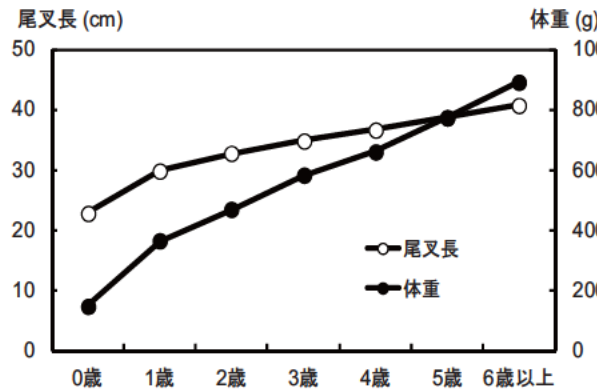


図 2. 年齢と成長

(2008～2012 年漁期漁獲物の平均値)

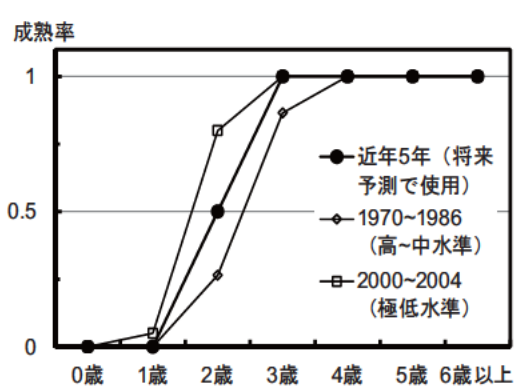


図 3. 年齢と成熟率

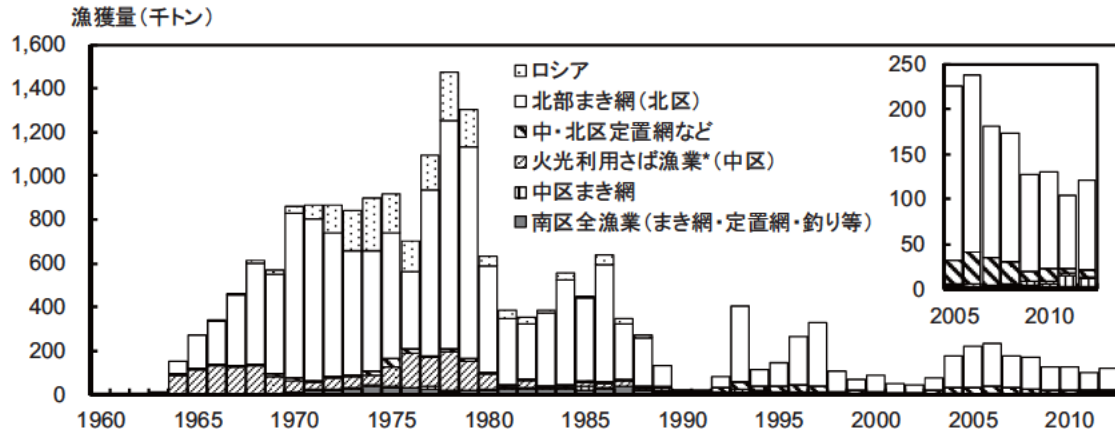


図 4. 漁業種別漁獲量の推移

*火光利用サバ漁業：たもすくい、棒受網。

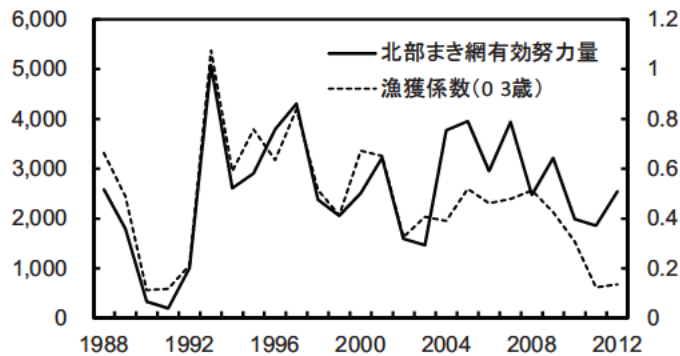


図 5. 北部まき網漁業のさば類に対する有効努力量(左軸。JAFIC 資料。補足資料 5) と 0～3 歳魚の平均漁獲係数(右軸)

産卵量 (兆粒)

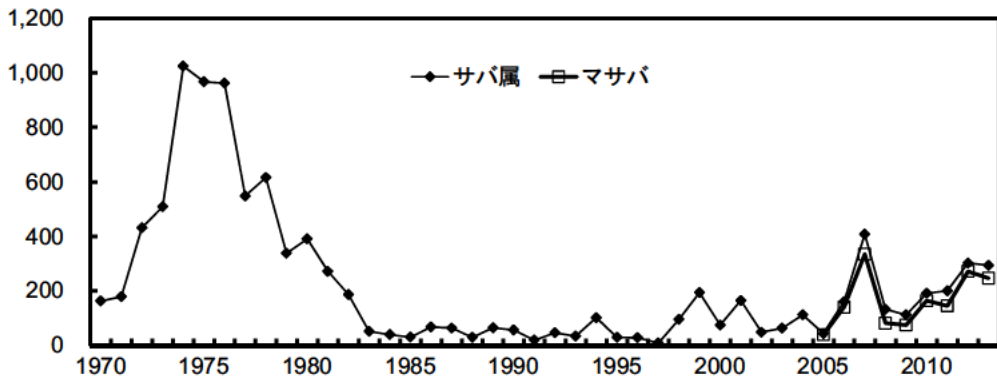


図 6. 本邦太平洋側におけるサバ属の産卵量 2013 年は 6 月までの暫定値。

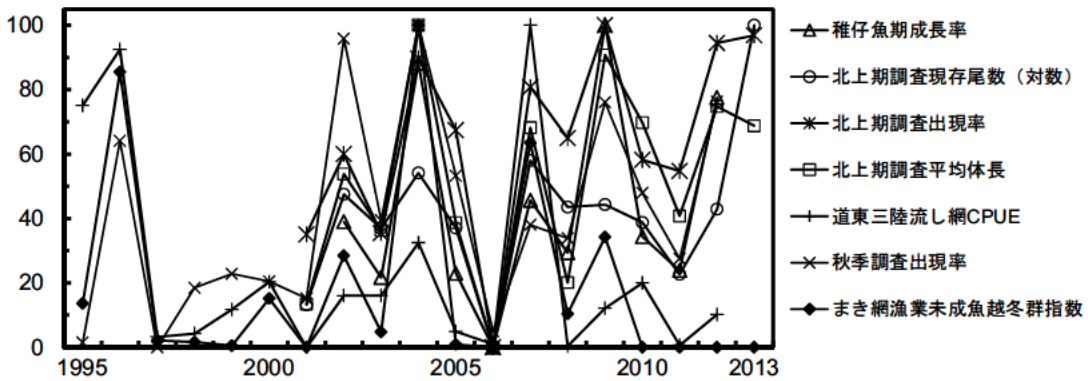


図 7. 各種調査 (補足資料 5) による加入量の指標値の推移 最大値を 100、最小値を 0 とした相対値。

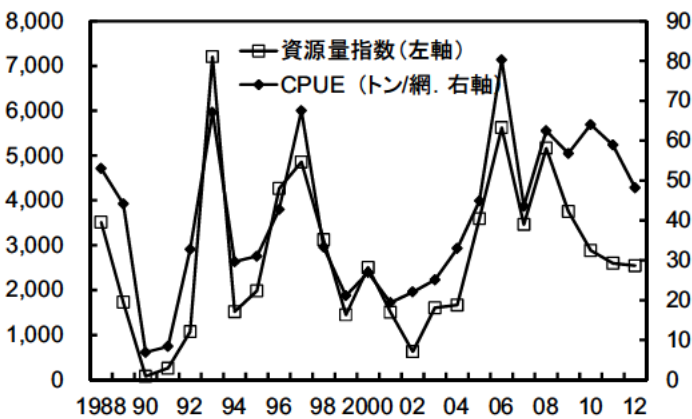


図 8. 北部太平洋まき網漁業の CPUE と資源量指数の推移 (JAFIC 資料。補足資料 5)

漁獲尾数 (100万尾)

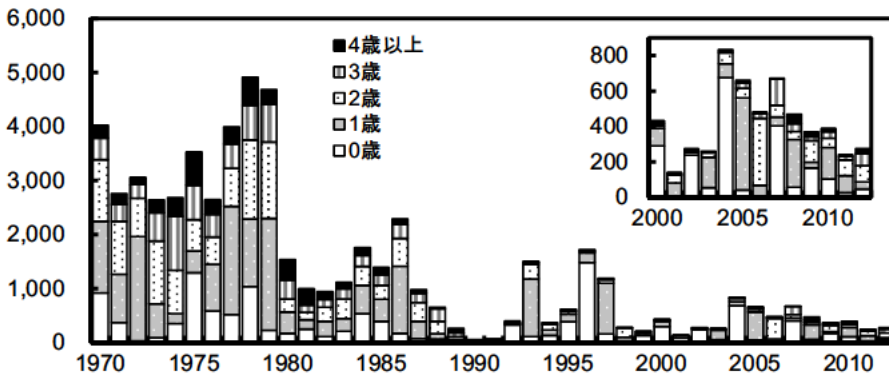


図 9. 年齢別漁獲尾数

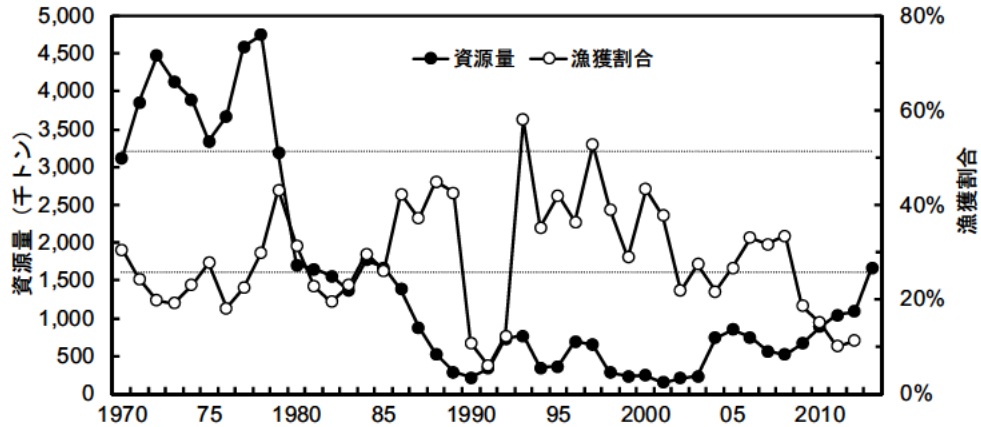


図 10. 資源量と漁獲割合の推移 点線は資源水準区分の目安。2013 年は加入量を直近の調査船調査結果から推定した値。

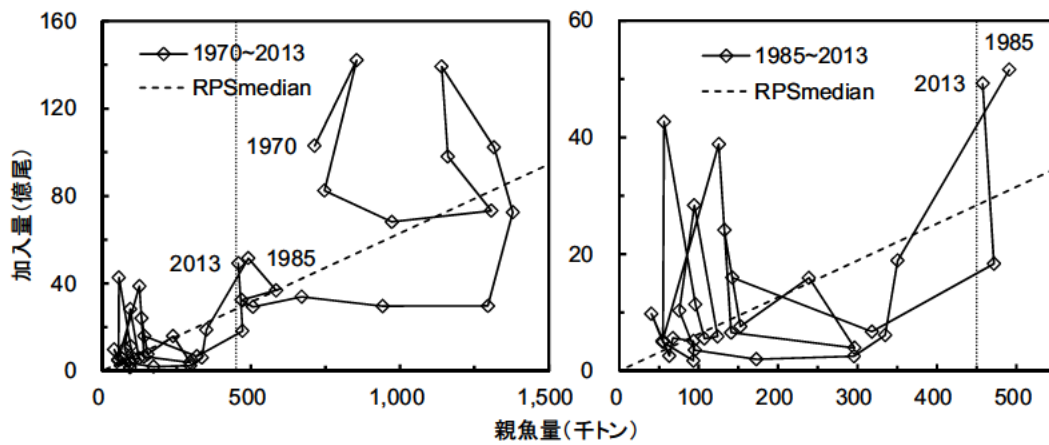


図 11. 親魚量と加入量の関係 点線は Blimit (SSB 450 千トン)、破線は将来予測に用いた関係 (RPS 中央値 (1985~2012 年) : 6.3 尾/kg) をそれぞれ示す。2013 年の加入量は直近の調査船調査結果から推定した値。

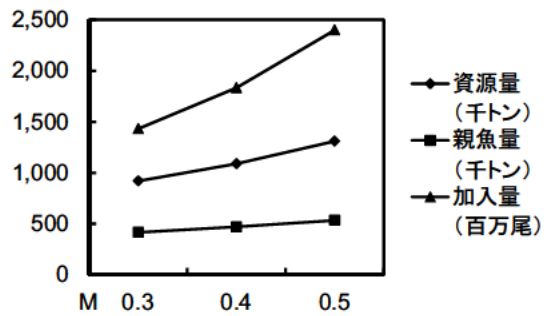


図 12. M と資源量、親魚量、加入量の関係 最近年 (2012 年) の推定値。

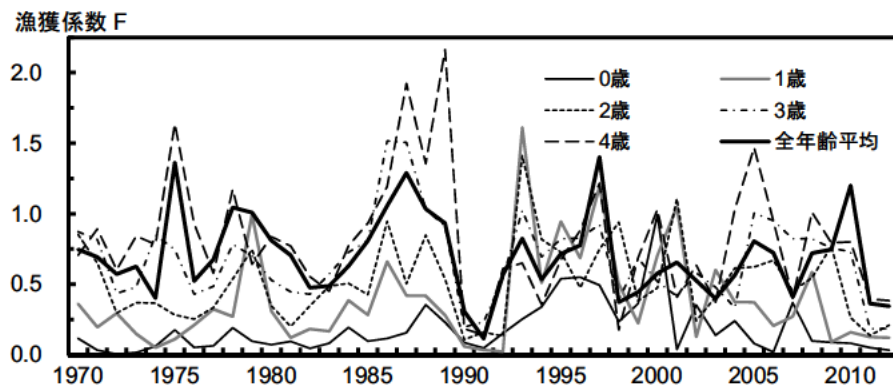


図 13. F の推移

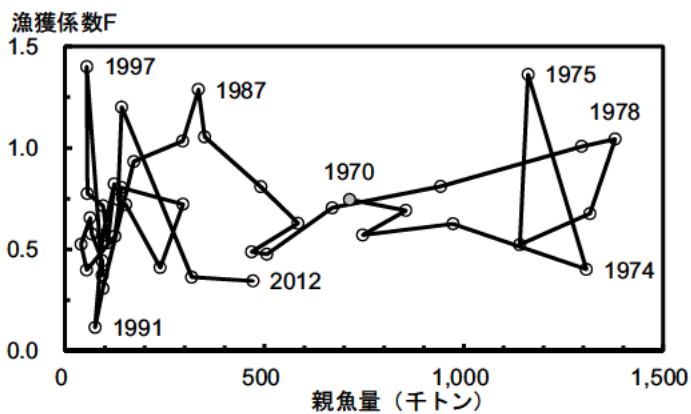


図 14. 親魚量と F の関係

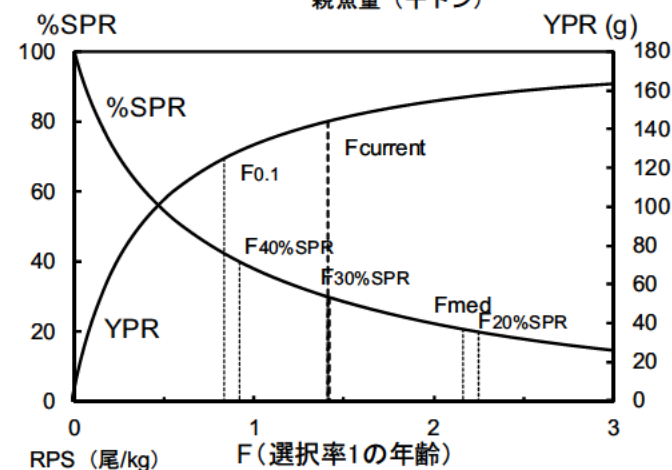


図 15. F と %SPR、YPR の関係
Fcurrent は 2008～2012 年の平均。

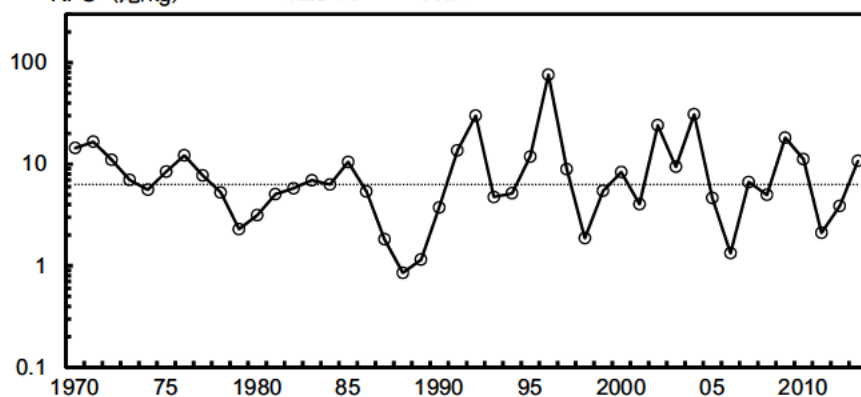


図 16. 再生産成功率(RPS)の推移
点線は中央値 (6.3 尾/kg)。
2013 年は加入量を直近の調査船調査から推定した結果。

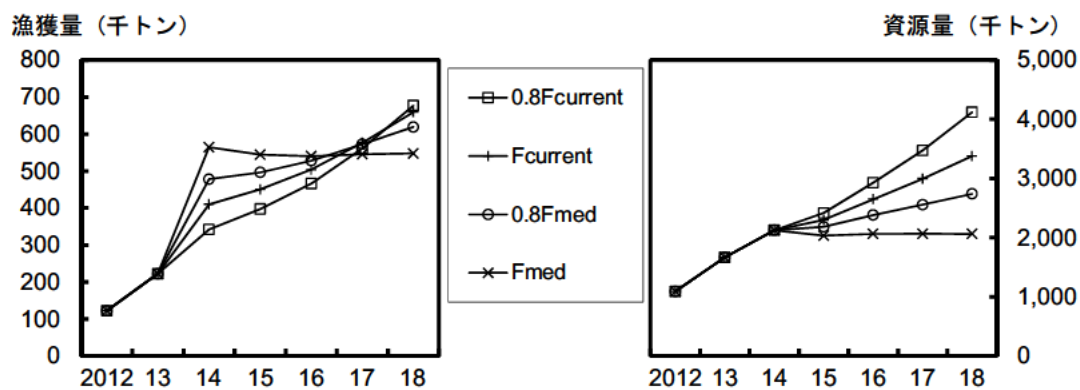


図 17. 各漁獲シナリオにおける漁獲量と資源量の将来予測

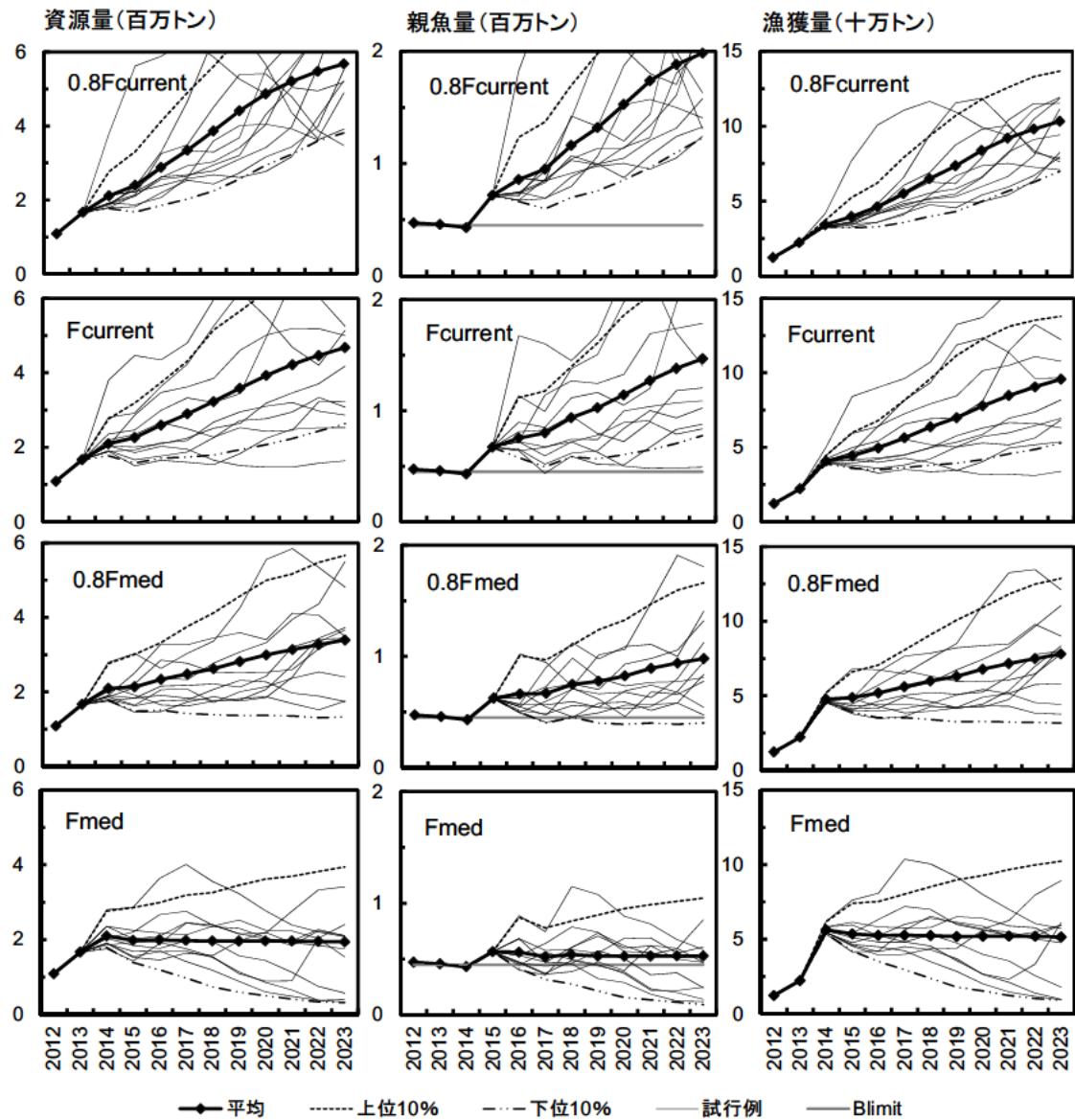


図 18. 各漁獲シナリオでの不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測
RPS 過去観測値の中央値からの残差のリサンプリングによって加入量を与える 1,000 回の
試行による平均値と上下側 10% の値。試行例 (灰細線) は 1,000 回のうち任意の 10 回の
試行を示す。

表 1. 漁業種・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6月	合計	北・中区					南区 全漁業
		北部まき 網	定置網等	ロシア	火光利用 サバ漁業*	中区まき 網	
1960	1,313	1,313	0	0	0	0	
1961	8,614	8,614	0	0	0	0	
1962	6,685	6,685	0	0	0	0	
1963	17,626	17,268	358	0	0	0	
1964	151,420	57,479	2,326	0	91,615	0	
1965	274,321	157,664	835	0	115,822	0	
1966	334,962	195,306	3,766	9	135,881	0	
1967	462,310	327,541	2,213	5,991	126,565	0	
1968	617,342	462,292	6,318	15,002	133,193	537	
1969	568,918	455,637	9,553	15,998	84,893	2,837	
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	130,899	107,808	13,603	0	2,540	4,127	2,821
2011	105,025	81,549	5,031	0	2,772	13,048	2,625
2012	122,303	101,439	6,414	0	2,105	9,020	3,324

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)	146	363	468	580	661	775	892
成熟割合(%)	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%
Fcurrent	0.07	0.22	0.39	0.54	0.68	1.42	1.42

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) ※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	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	978
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	523	1,213
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	29	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	234	243	152	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	24.2

表 3-4. 年齢別漁獲量、資源量 (2003～2013 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	
0歳	54	677	41	6	403	58	165	103	27	48	
1歳	170	77	520	62	50	268	33	178	95	40	
2歳	27	64	52	378	66	46	121	53	89	91	
3歳	5	10	32	25	149	43	22	36	20	69	
4歳	2	4	13	8	3	50	12	7	7	21	
5歳	1	1	1	2	1	3	14	7	2	5	
6歳以上	1	1	1	0	0	1	1	3	0	1	
計	260	834	661	2,844	673	469	370	388	241	274	
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	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
0歳	7	89	5	1	49	8	20	11	5	8	
1歳	40	21	165	22	16	84	12	61	37	16	
2歳	10	36	25	199	31	18	61	26	43	43	
3歳	3	7	18	16	80	26	12	22	12	38	
4歳	1	3	10	5	2	33	7	5	5	13	
5歳	1	1	1	2	1	2	10	5	2	4	
6歳以上	1	1	1	1	0	1	1	3	0	1	
計	63	160	225	246	179	172	124	133	105	123	
漁獲割合	27%	22%	27%	33%	32%	33%	19%	15%	10%	11%	
年齢別体重(g) 2013年は2008~2012年の平均値を仮定。											
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	124	132	118	136	121	138	120	105	196	170	146
1歳	236	280	316	362	314	312	377	344	389	392	363
2歳	374	569	477	528	469	385	503	490	487	478	468
3歳	530	742	578	631	537	589	557	600	605	548	580
4歳	756	835	787	726	683	672	599	703	707	624	661
5歳	788	1,011	1,002	1,013	745	806	694	778	842	754	775
6歳以上	1,078	1,087	1,089	1,122	921	995	838	865	857	906	892
年齢別漁獲係数(F)											
年齢・漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
0歳	0.14	0.24	0.08	0.02	0.37	0.10	0.09	0.08	0.05	0.03	
1歳	0.60	0.37	0.37	0.21	0.27	0.59	0.09	0.16	0.13	0.12	
2歳	0.41	0.61	0.62	0.67	0.45	0.54	0.77	0.26	0.14	0.21	
3歳	0.48	0.33	1.00	0.95	0.82	0.82	0.76	0.73	0.19	0.19	
4歳	0.37	1.03	1.47	0.95	0.40	1.01	0.79	0.80	0.39	0.38	
5歳	0.40	0.68	1.05	1.13	0.28	0.99	1.36	3.19	0.83	0.74	
6歳以上	0.40	0.68	1.05	1.13	0.28	0.99	1.36	3.19	0.83	0.74	
平均(Fbar)	0.40	0.56	0.81	0.72	0.41	0.72	0.75	1.20	0.36	0.34	
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
0歳	514	3,882	656	394	1,593	760	2,410	1,596	671	1,833*	4,922*
1歳	460	300	2,047	406	259	738	462	1,480	986	428	1,190
2歳	97	169	138	946	221	132	275	283	846	583	254
3歳	17	43	61	50	325	94	51	85	146	494	316
4歳	7	7	21	15	13	96	28	16	28	81	275
5歳	3	3	2	3	4	6	23	8	5	12	37
6歳以上	3	3	2	1	1	2	2	4	0	2	4
計	1,102	4,407	2,927	1,815	2,416	1,829	3,252	3,474	2,681	3,434	6,999
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
0歳	64	511	77	54	193	105	289	167	131	311*	718*
1歳	109	84	647	147	81	230	174	509	384	168	431
2歳	36	96	66	499	104	51	138	139	412	278	119
3歳	9	32	35	31	174	56	29	51	88	271	183
4歳	5	6	16	11	9	64	17	11	19	51	182
5歳	3	3	2	3	3	5	16	7	4	9	29
6歳以上	3	3	2	1	1	2	2	4	0	1	4
計	229	736	846	746	565	514	665	887	1,039	1,090	1,666
親魚量	54	125	141	296	239	152	132	142	318	472	458
RPS(尾/kg)	9.4	31.0	4.7	1.3	6.7	5.0	18.2	11.2	2.1	3.9	10.8*

表 4-1. 2014 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（Fcurrent）および親魚量の維持を図る漁獲シナリオ（Fmed）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 2013 年の F は震災の影響のあった 2010～2012 年の平均とし、2014 年以降の選択率は Fcurrent 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									0.8Fmed								
年齢別漁獲係数(F)																	
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
0歳	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.03	0.05	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
1歳	0.12	0.13	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.12	0.13	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
2歳	0.21	0.20	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.21	0.20	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	
3歳	0.19	0.37	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.19	0.37	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
4歳	0.38	0.53	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.38	0.53	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	
5歳	0.74	1.58	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	0.74	1.58	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	
6歳以上	0.74	1.58	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	0.74	1.58	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	
平均	0.34	0.64	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.34	0.64	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	
年齢別資源尾数（百万尾）																	
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
0歳	1,833	4,922	2,714	4,228	4,837	5,125	6,016	6,711	1,833	4,922	2,714	3,934	4,270	4,302	4,796	5,080	
1歳	428	1,190	3,124	1,696	2,643	3,023	3,203	3,761	428	1,190	3,124	1,671	2,422	2,629	2,648	2,952	
2歳	583	254	697	1,687	916	1,427	1,632	1,729	583	254	697	1,609	860	1,247	1,354	1,364	
3歳	494	316	139	318	769	418	651	744	494	316	139	292	675	361	523	568	
4歳	81	275	147	55	125	302	164	255	81	275	147	49	102	235	126	183	
5歳	12	37	109	50	19	42	103	56	12	37	109	43	14	30	69	37	
6歳以上	2	4	6	19	11	5	8	18	2	4	6	14	7	2	4	9	
計	3,434	7,000	6,935	8,052	9,319	10,341	11,777	13,274	3,434	7,000	6,935	7,611	8,350	8,807	9,520	10,192	
RPS(尾/kg)	3.9	10.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	3.9	10.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	
年齢別資源量（千トン）																	
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
0歳	311	718	396	616	705	747	877	978	311	718	396	573	623	627	699	741	
1歳	168	431	1,133	615	958	1,096	1,162	1,364	168	431	1,133	606	878	953	961	1,071	
2歳	278	119	326	790	429	668	765	810	278	119	326	754	403	584	634	639	
3歳	271	183	81	184	446	242	377	432	271	183	81	169	391	209	303	329	
4歳	51	182	97	36	82	199	108	169	51	182	97	32	67	156	83	121	
5歳	9	29	84	39	14	33	80	43	9	29	84	33	11	23	54	29	
6歳以上	1	4	5	17	10	4	7	16	1	4	5	12	6	2	3	8	
計	1,090	1,666	2,122	2,297	2,645	2,991	3,376	3,812	1,090	1,666	2,122	2,180	2,380	2,555	2,737	2,937	
親魚量	472	458	430	671	767	813	954	1,065	472	458	430	624	677	682	761	806	
年齢別漁獲尾数（百万尾）																	
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
0歳	48	215	150	234	267	283	333	371	48	215	181	263	285	288	321	340	
1歳	40	123	498	270	421	482	510	599	40	123	592	317	459	498	502	560	
2歳	91	38	182	442	240	374	427	453	91	38	214	493	264	382	415	418	
3歳	69	80	47	108	261	142	221	253	69	80	55	115	265	142	205	223	
4歳	21	92	59	22	50	121	66	103	21	92	68	22	47	108	58	84	
5歳	5	24	68	31	12	26	64	35	5	24	73	29	10	20	47	25	
6歳以上	1	3	4	12	7	3	5	11	1	3	4	9	5	2	3	6	
計	274	575	1,008	1,118	1,258	1,431	1,626	1,824	274	575	1,187	1,248	1,334	1,440	1,550	1,655	
年齢別漁獲量（千トン）																	
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
0歳	8	31	22	34	39	41	49	54	8	31	26	38	42	42	47	50	
1歳	16	45	180	98	153	175	185	217	16	45	215	115	167	181	182	203	
2歳	43	18	85	207	112	175	200	212	43	18	100	231	124	179	194	196	
3歳	38	46	27	63	152	82	128	147	38	46	32	67	154	82	119	129	
4歳	13	61	39	15	33	80	44	68	13	61	45	15	31	72	38	55	
5歳	4	19	52	24	9	20	49	27	4	19	57	23	7	16	36	19	
6歳以上	1	3	3	10	6	3	4	10	1	3	3	8	4	1	2	5	
計	123	222	410	450	504	577	659	735	123	222	478	496	528	573	619	658	
漁獲割合	11%	13%	19%	20%	19%	19%	20%	19%	11%	13%	23%	23%	22%	22%	23%	22%	

表 4-2. (予測資源量、漁獲量の続き)

Fmed								
年齢別漁獲係数(F)								
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0.03	0.05	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
1歳	0.12	0.13	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2歳	0.21	0.20	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
3歳	0.19	0.37	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
4歳	0.38	0.53	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
5歳	0.74	1.58	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
6歳以上	0.74	1.58	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
平均	0.34	0.64	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03

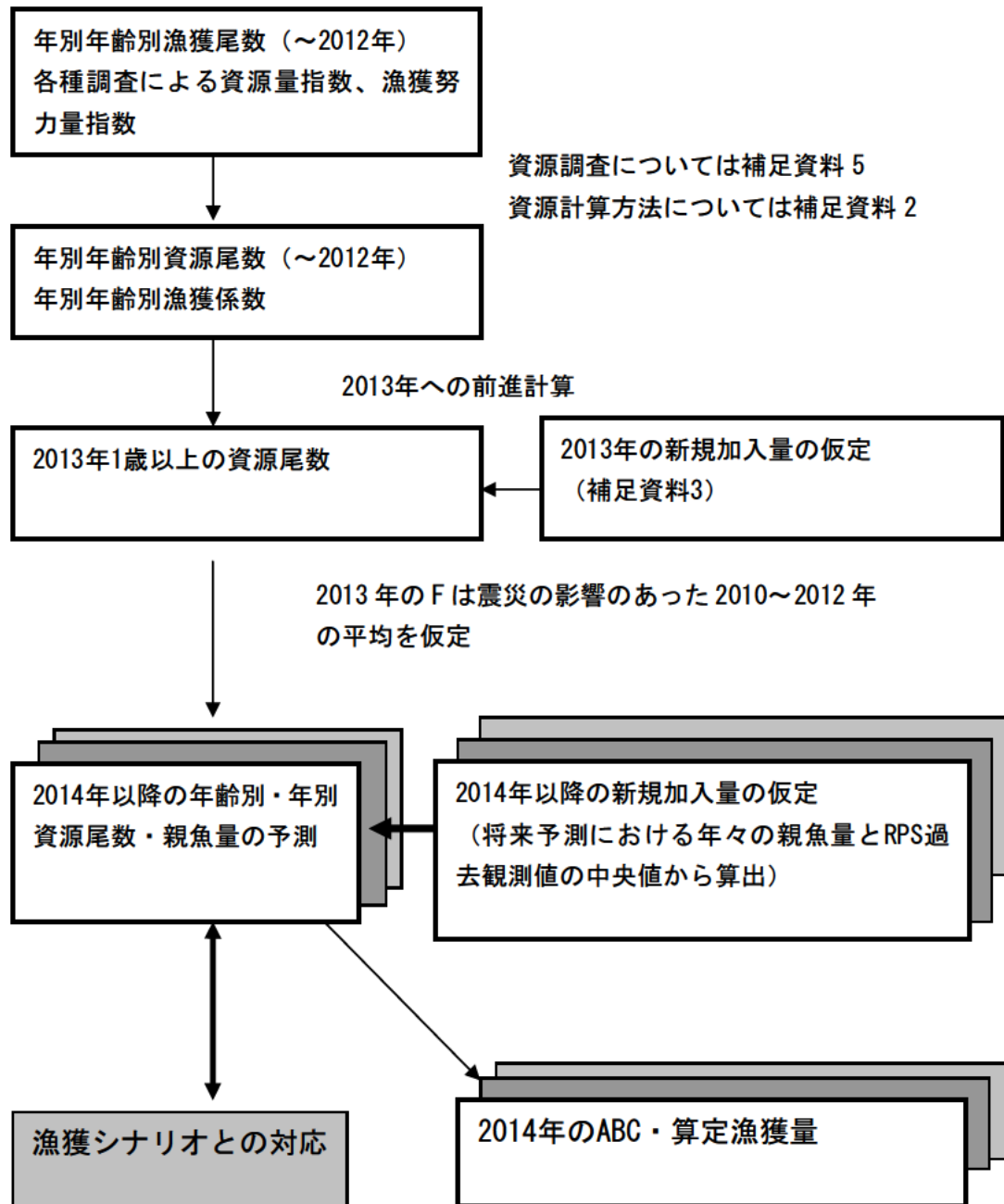
年齢別資源尾数 (百万尾)								
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	1,833	4,922	2,714	3,567	3,607	3,396	3,527	3,483
1歳	428	1,190	3,124	1,635	2,150	2,174	2,046	2,126
2歳	583	254	697	1,506	789	1,037	1,048	987
3歳	494	316	139	260	562	294	387	391
4歳	81	275	147	41	77	167	87	115
5歳	12	37	109	35	10	18	40	21
6歳以上	2	4	6	9	3	1	1	3
計	3,434	7,000	6,935	7,054	7,197	7,086	7,137	7,125
RPS(尾/kg)	3.9	10.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3

年齢別資源量 (千トン)								
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	311	718	396	520	526	495	514	508
1歳	168	431	1,133	593	780	788	742	771
2歳	278	119	326	706	369	486	491	462
3歳	271	183	81	151	326	171	224	227
4歳	51	182	97	27	51	110	58	76
5歳	9	29	84	27	8	14	31	16
6歳以上	1	4	5	8	3	1	1	3
計	1,090	1,666	2,122	2,032	2,062	2,065	2,061	2,062
親魚量	472	458	430	566	572	539	560	553

年齢別漁獲尾数 (百万尾)								
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	48	215	224	295	298	281	292	288
1歳	40	123	718	376	494	499	470	488
2歳	91	38	253	547	286	377	381	358
3歳	69	80	64	119	257	134	177	178
4歳	21	92	77	22	41	88	46	60
5歳	5	24	79	25	7	13	29	15
6歳以上	1	3	4	6	2	1	1	2
計	274	575	1,419	1,390	1,385	1,393	1,395	1,391

年齢別漁獲量 (千トン)								
年齢・漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	8	31	33	43	43	41	43	42
1歳	16	45	260	136	179	181	170	177
2歳	43	18	119	256	134	176	178	168
3歳	38	46	37	69	149	78	102	104
4歳	13	61	51	14	27	58	30	40
5歳	4	19	61	20	6	10	22	12
6歳以上	1	3	4	6	2	1	1	2
計	123	222	564	544	540	545	547	544
漁獲割合	11%	13%	27%	27%	26%	26%	27%	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, 2012 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（2011 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、震災の影響で漁獲圧が低下している最近 2 年（2010～2011 年）の平均を与えた（(6)式）。

$$F_{a,t} = (F_{a,2010} + F_{a,2011}) / 2 \quad (6)$$

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

最近年（2012 年）の 1 歳以上の F の選択率は、ステップ 1 で得られた直前年（2011 年）の選択率を仮定した（補足資料 6）。補足表 2-1 に示した 2001 年以降の各指標値をチューニング指数として用い、それぞれの指数についてチューニングの対象に応じて(8)式のように目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qX_y))^2 \quad (8)$$

ここで I はチューニング指数、X はチューニングの対象であり、それぞれ補足表 2-1 の通りである。

q は比例係数であり、各指数について(9)式によって計算した（I/X の相乗平均）。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{X_y} \right) \right\} \quad (9)$$

仮定した選択率の下で、これら 7 つの指数の目的関数の合計を最小化するような最近年の年齢別最大 F を探索的に推定した。

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、(10)式によって計算した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad \text{※} a < p-1 \text{ の場合} \quad (10a)$$

$$N_{p,y+1} = (N_{p,y} + N_{p-1,y}) \exp(-F_{p,y} - M) \quad \text{※ プラスグループ} \quad (10b)$$

漁獲尾数は(11)式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (11)$$

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。

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

指数	対象*	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
① 北部太平洋まき網有効努力量	Fbar0-3 r 0.68				3,771	3,952	2,949	3,938	2,475	3,218	1,989	1,858	2,546	
② 伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE(kg/人/時)	SSB r 0.88			13.2	4.6	8.1	59.1	74.3	46.9	64.4	55.6	125.3	122.9	131.9
③ 移行域幼魚標本 稚仔魚期成長率(mm/日)	log(N ₀) r 0.92		1.12	1.01	1.42	1.02	0.88	1.16	1.06	1.49	1.09	1.03	1.35	1.36
④ 北西太平洋北上期トロール調査 0歳魚現存尾数(百万尾)	N ₀ r 0.62	98	3,267	1,110	6,426	1,125	25	9,517	2,181	2,352	1,339	257	2,036	704,156
⑤ 同調査 0歳魚出現率(%)	log(N ₀) r 0.83	17.6	27.0	17.7	38.2	29.8	4.3	34.8	28.8	42.1	26.3	25.0	40.0	36.4
⑥ 同調査 0歳魚平均体長(cm)	log(N ₀) r 0.94	11.4	15.0	13.4	19.3	13.7	10.1	16.4	12.0	18.4	16.5	13.9	17.0	16.4
⑦ 北西太平洋秋季浮魚類調査 0歳魚出現率(%)	log(N ₀) r 0.76	12.5	56.7	25.8	59.0	33.3	6.9	25.0	22.7	45.8	30.4	19.2	45.9	

*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）、N₀

は0歳魚資源尾数、 $\log(N_0)$ は N_0 の常用対数。②は2013年まで、そのほかは2011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。rは指標値とチューニング対象との相関係数。

※昨年まで用いていた加入量指標値の未成魚越冬群指数は、震災後の操業実態の変化の影響もあるとみられるが、最近3年間は値が0になるなど加入量を指標するとは言えなくなったためチューニング指数から除外した。加入量指標値の道東～三陸流し網調査0歳魚CPUEも加入量との相関が低下し($r=0.37$ (2000～2011年))、補足資料6に後述のようにチューニング指数には適当でないと判断し除外した。一方で稚仔魚期成長率(③)は経年的なデータが蓄積されたことから加入量の指標値としてチューニング指数に取り入れた。また、親魚量の指標値として、たもすくい漁業CPUE(②)の資料をあらたに入手して取り入れた。

補足資料3. 各種調査資料による加入量の推定

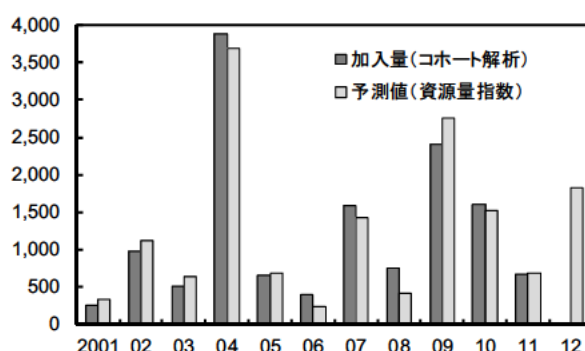
1) 最近年の加入量の推定

最近年の2012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、2001年から前年(2011年)までの推定加入量(コホート解析)と資源量指数との重回帰式によって推定した。それぞれ加入量(N_0)の常用対数と高い相関があり、ここでの使用が妥当と判断される2つの資源量指数：北上期トロール調査平均体長(FL(cm))、秋季浮魚類調査出現率(P)を説明変数として加入量を予測する回帰式を求めた。

$$\log(N_0) = 0.122 \cdot FL + 0.165 \cdot P + 7.12 \quad (r^2 = 0.97) \quad (12)$$

(12)式と、2012年の各指数の値(FL=17.0 cm、P=0.459)から、2012年の加入量($N_{0,2012}$)を18.3億尾と推定した(補足図3-1)。F_{0,2012}は、ここで得られた加入量と漁獲尾数(C_{0,2012})から補足資料2の(5)式によって求めた。

補足図 3-1. コホート解析による加入量と資源量指数から回帰式で予測した加入量(予測値)



2) 新規加入量の見積もり

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)、後期のそれが低い(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)と相関が認められる(補足図3-2)。

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

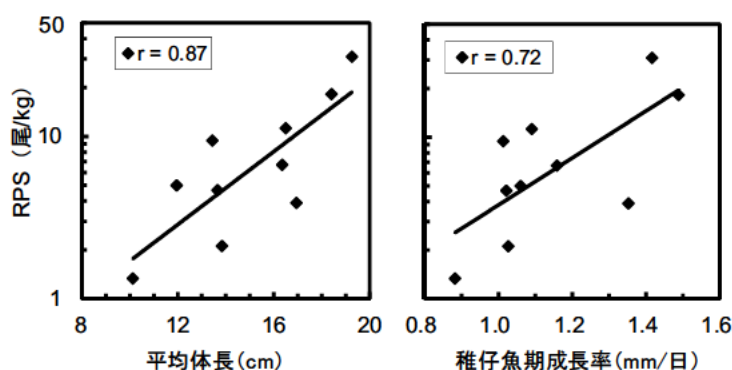
魚標本の耳石輪紋解析により推定される4月ふ化個体の稚仔魚期の平均成長率(GR)はRPSと相関が認められ(補足図3-2)、初期成長率の高い年は生残率が高いことが示唆される。

以上のことから、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。

$$RPS = 0.128 \exp(0.259 \cdot FL) \quad (r^2 = 0.63) \quad (13)$$

$$RPS = 0.133 \exp(3.35 \cdot GR) \quad (r^2 = 0.50) \quad (14)$$

(13)、(14)式と2013年5～7月の調査結果(FL = 16.4 cm、GR = 1.36 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10.8尾/kgであった。これにコホート解析による2013年の親魚量(45.8万トン)を乗じて得られる49.2億尾を2013年の加入量とした。



補足図3-2. 2003～2012年の北上期調査平均体長および稚仔魚期平均成長率とRPSとの関係

成長率は Yamashita et al. (2006)、高橋ほか(2010)および高橋未発表資料。

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(2008～2012年)の平均値とした(表2)。2013年の加入量は49.2億尾を仮定した(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1970～2012年(過去観測全期間)のRPS中央値(6.3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 ≥ 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 2-1 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。西部北太平洋サンマ資源調査（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、出現率が加入量の指標となる（補足表 2-1 の⑦、補足資料 3-1)）。

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を指標すると判断される。

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まっており、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を指標し、親魚量の指数となる（補足表 2-1 の②）。

補足資料 6. 資源量推定方法の検討と変更

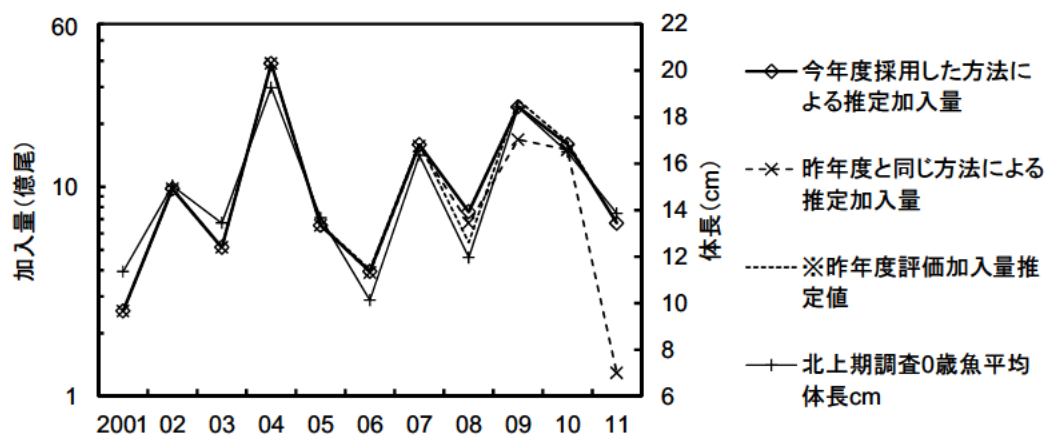
本系群は、毎年の RPS、加入量の変動が大きく、かつ年齢別の F 選択率や漁獲割合の変化も大きいため、コホート解析による資源量推定におけるターミナル F（最近年の漁獲係数）の設定にあたっては、単に過去平均を仮定するといった方法ではなく、資源量や努力量についての時期、海域の異なる様々な指標値をチューニング指数として用いて、推定される値が実際に観察される資源の出現状況や漁獲状況といった実態に合うように検討、チューニングを行って設定している。各年級群の加入状況の変動などによる年齢構成等資源の変化や、操業状況や漁場形成等の漁獲状況の変化、さらにはこれらの変化や調査実施内容の変化などによる指標値そのものの変化もあるため、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 の年齢別選択率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 について、3 歳以上の選択率は過去 5 年平均を仮定してステップ 1（補足資料 2）の方法で求め、年変化の大きい 1、2 歳魚の選択率ならびに選択率 1 の F（F の大きさ）をチューニングで探索的に求める方法をとった。チューニングの方法は補足資料 2 のステップ 2 と同様である。チューニング指数は、補足表 2-1 の①、④～⑦ならびに未成魚越冬群指数（補足資料 5）、道東～三陸流し網調査 0 歳魚 CPUE（補足資料 5）を用いた。

今年度の評価では、今年度のデータについて昨年度と同様の方法で試行したところ、チューニングにおける目的関数（補足資料 2 の(8)式）の値は大きく、加入量の推定値は 2009、2011 年級群では昨年度評価よりも大きく減少し、2009 年級群では 2010 年級群とほぼ同等に、2011 年級群では過去最低となるなど、実際の各年級群の出現状況や漁獲状況と全く合わない結果となった（補足図 6-1）。そこでチューニング指数について、補足表 2-1 の説明の通り、検討と見直しを行った。この見直しにおいて、資源量の指標値は、これまで加入量についてしか得られていなかったが、残存資源量である親魚量の指標値を指数に取り入れることができた。しかしながら、これら指数の見直しによっても、1、2 歳魚の選択率は 1 と高く、加入量は 2009 年級群では非常に高く、2011 年級群では非常に低く推定されるなど実態とは合わなかった。

このため、ターミナル F の年齢別選択率の設定方法の検討、見直しを行った。各年齢の選択率を 1、2 歳魚だけでなく 3 歳以上に拡大して探索的に推定する方法等も試行したが妥当と判断される推定はできなかった。震災後の最近の漁獲状況は、努力量が低下して若齢魚の F が低下している。そこで、震災の影響のある最近 2 年（2010～2011 年）の F を基本に設定することとし、この 2 年の平均 F をターミナル年に仮定してステップ 1（補足資料 2）の方法で各年の F を求めた上で、各年の選択率をターミナル F に設定する試行を行い、推定結果を検討した。その結果、直前年である 2011 年の選択率を設定した場合に目的関数の

値は小さく、補足図 6-1 に示すように各年加入量推定値の動向が加入量指数や昨年度評価の値と合い、資源量推定値が資源の出現状況や漁獲状況といった実態に合うことから、今年度の推定方法として用いることとした（補足資料 2）。なお、この推定方法において、昨年度と同じチューニング指数を用いた場合も試行したが、推定結果は実態からより離れる結果になったことから、補足表 2-1 の通り見直した指数を用いることとした。



補足図 6-1. 2001～2011 年の北上期調査 0 歳魚平均体長、および昨年度ならびに今年度採用の推定方法による推定加入量 0 歳魚平均体長はチューニング指数の一つであり加入量を良く指標すると判断される。昨年度の方法に比べて今年度採用の方法による推定値の方がより指数の経年動向に一致している。チューニング（補足資料 2 のステップ 2）における本指数の目的関数（推定値との残差平方和、(8)式）は、今年度採用の方法では 0.10 であり、昨年度の方法（0.19）より小さかった。※昨年度評価における加入量推定値も比較のために示した。