

平成 27（2015）年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（由上龍嗣、渡邊千夏子、上村泰洋、梨田一也、岸田 達）

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

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により計算した。資源量は、1995～2003 年にかけて 25 万～38 万トンで推移していたが、2004 年および 2009 年の高い加入量により、2009 年以降は 70 万トンを超える水準で推移している。2014 年の資源量は 79 万トンであった。1995 年以降で最低の親魚量水準である 1996 年の親魚量 3.8 万トンを B_{limit} とした。2014 年の親魚量は 39.7 万トンであり、 B_{limit} を上回っている。2014 年の資源量は、北方への分布域の拡大の目安となる 30 万トンを超えていることから、資源水準は高位、最近 5 年間（2010～2014 年）の資源量の推移から動向は横ばいと判断した。本系群は、1995 年以降の親魚量と加入量の関係からみて、現状（2010～2014 年平均）の漁獲圧のもとで親魚量が将来的には 30 万トン以上の高い水準で推移すると見込まれ、資源の持続的な利用が可能な状態にあると考えられる。

2016 年漁期の ABC は、資源の維持が見込まれる現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（ $F_{current}$ ）、高い水準の親魚量の維持を図る漁獲シナリオ（ $F_{30\%SPR}$ を適用）、および B_{limit} を十分に上回る水準で親魚量を維持しつつ漁獲量を増加させる漁獲シナリオ（ $F_{20\%SPR}$ を適用）に基づき算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Limit/ Target	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価(%)		2016 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	資源量高位 水準維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Limit	0.37 (1.00 Fcurrent)	23	134～ 246	178	100	100	183
	Target	0.30 (0.80 Fcurrent)	19	121～ 216	157	100	100	153
親魚量を 高水準で維持* (F30%SPR)	Limit	0.50 (1.35 Fcurrent)	29	146～ 282	207	100	100	232
	Target	0.40 (1.08 Fcurrent)	25	137～ 261	188	100	100	195
親魚量をBlimit 以上で維持・ 漁獲量の増加* (F20%SPR)	Limit	0.77 (2.09 Fcurrent)	40	145～ 313	240	100	100	314
	Target	0.62 (1.67 Fcurrent)	34	150～ 309	226	100	100	270
コメント ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 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、「資源を中位水準以上に維持することを基本方向として、管理を行う」とされている。現状の漁獲圧は資源を中位水準以上に維持することができる水準であると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。 ・ 2014 年の資源量は非常に高い水準にあるため、いずれの漁獲シナリオでも高い確率で資源量高位水準（資源量 30 万トン以上）を維持する。								

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2016 年漁期は 2016 年 7 月～2017 年 6 月である。Fcurrent は 2010～2014 年の F の平均値、漁獲割合は 2016 年漁期 ABC／資源量、F 値は各年齢の平均値である。

将来漁獲量・確率評価は、卓越年級群発生年（1996、2004、2009 年）を除く過去の観測値から求めた親魚量－再生産成功率回帰式と、回帰式からの残差のリサンプリング（卓越年級群発生年含む）によって加入量を与える 1,000 回のシミュレーションによる。将来漁獲量の 5 年後は 2020 年の値（80%区間）、5 年平均は 2016～2020 年の平均である。確率評価は漁獲を行った翌年（2021 年漁期当初）の資源量および親魚量で判断した。

漁期年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2013	840	109	0.29	13%
2014	791	115	0.27	15%
2015	917	—	—	—

漁期年（7 月～翌年 6 月）での値である。2015 年漁期の資源量は、加入量を調査船調査結果から推定した値である。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（水揚げ調査結果）とは異なる。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1996 年水準 (38 千トン)	資源量推定可能な期間における最低水準であり、中・高位水準の資源における最低水準。
2014 年漁期	親魚量	1996 年水準以上 (397 千トン)	

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・漁期年別 漁獲尾数	主要港水揚げ量（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、北部まき網組合） 月別体長組成（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、水研セ）：市場測定 月別体長・体重・年齢・成熟データ（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、 水研セ）：市場測定、漁獲試験 月別漁業種別マサバ・ゴマサバ混獲比率（北海道～宮崎（17）道県、 水研セ）：水揚げ情報、標本港混獲率、市場測定標本混獲率、漁獲試験
資源量指数 ・加入量指標値	北西太平洋北上期中層トロール調査*（水研セ・5～7月）：中層トロール 北西太平洋秋季浮魚類調査**（水研セ・9～10月）：中層トロール（2001 年以降）、流し網（1995～2002年） 北西太平洋サンマ棒受網漁業情報（東北水研）：さば類0歳魚混獲率 静岡県棒受網漁況（静岡県）：CPUE、漁獲物年齢組成
・資源密度指数 ・産卵量	卵採集調査（水研セ、青森～宮崎（18）都府県）：ノルパックネット
自然死亡係数（M）	年当たり 0.4 を仮定（M と寿命の統計的關係（田中 1960）による）
2014 年漁期 加入量	北西太平洋北上期中層トロール調査*：0歳魚出現率、平均尾叉長 静岡県棒受網漁況（静岡県）：CPUE、漁獲物年齢組成

*サンマ資源量直接推定調査（東北水研、親潮～移行域（142°E～165°W）、2001年～継続中）、
および北上期浮魚類資源調査（中央水研・東北水研、親潮～黒潮統流域（141°～150°E）、2001
～2004、2010年～継続中）

**東北海区浮魚類分布調査（東北水研、親潮～移行域（141°～167°E）、1995～2007年）、
秋季北西太平洋浮魚類資源調査（中央水研、親潮～移行域（141°～175°E）、2008年～継続
中）

1. まえがき

本系群は、同属のマサバとともに我が国の主要浮魚資源の一つである。1970 年代までは太平洋南区（宮崎～和歌山県）での漁獲が主体であったが、1980 年代のマサバ資源の減少に伴い太平洋中区（三重～千葉県）での漁獲が増加し、1990 年代後半以降は資源が増加して分布域が拡大し、太平洋北区（茨城～青森県）での漁獲も増加した。マサバと外部形態および分布回遊生態が類似するために、漁業ではよく混獲されて漁獲統計上ではマサバと混同される場合が多く、資料解析の際に注意を要する。近年は調査参画機関の市場標本調査等によって魚種別の資料がほぼ整備できており、今後も調査の継続と充実が必要である。外部形態による本種の判別は、体側中央に明瞭な黒点が並ぶこと、および第 1 背鰭棘の鰭底間隔がマサバより狭いこと（1～9 棘の鰭底長が尾叉長の 12%未満）で比較的容易に行える（水産庁 1999）。なお、マサバとゴマサバの天然交雑が確認されており、交雑種の出現頻度はさば類全体の 0.3%程度であり（谷口ほか 1989、斉藤 2001）、資源評価上問題はないと考えられる。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ゴマサバは、同属のマサバに比べて暖水性、沖合性が強いとされ（落合・田中 1998）、太平洋側の成魚の主分布域は黒潮周辺域である。

分布、回遊を図 1 に示す。黒潮周辺域で発生した稚魚は、成長しながら黒潮に移送されて本邦南岸の沿岸域から東経 165～170 度付近までの黒潮－親潮移行域の表面水温 17℃前後の海域にマサバ稚魚とほぼ同じ様に分布する（渡邊ほか 1999、西田ほか 2000、川端ほか 2006a）。移行域に移送された尾叉長 5～15 cm 程度の稚幼魚は成長とともに北上し、夏秋季は表面水温 13℃前後の道東～千島列島の太平洋沿岸から沖合の東経 165 度付近までの亜寒帯水域で索餌期を過ごし（Savinykh 2004、川端ほか 2006a、2007）、秋冬季には 20～25 cm 程度になって南下し、常磐～房総半島の沿岸から沖合の黒潮続流周辺海域で越冬する（川端ほか 2009b）。加入量が高かった 2004 年級群は、東経 171 度の天皇海山周辺での越冬も確認された（川端ほか 2008、2009a）。越冬後の 1 歳以上は、1980 年代までは索餌期に大きく北上回遊しないために三陸以北海域にはあまり出現しなかったが（飯塚 1978、曾ほか 1980）、近年の資源量の増大と東北～北海道海域の表面水温の上昇に伴い、2001 年以降では越冬後の 1、2 歳魚が夏秋季に三陸北部や道東海域まで索餌回遊して漁場形成するようになった（川端ほか 2006b、2008）。これらの群は秋冬季には越冬のために南下し、春季の伊豆諸島周辺海域への産卵回遊に移行する（目黒ほか 2002）。また、このように伊豆諸島周辺～黒潮続流域から東北～北海道海域を大規模に季節回遊する群とは異なり、本邦南岸の黒潮周辺の沿岸域に周年分布する群も多く、各地先漁業の対象となっている。3 歳以上の高齢魚は、最近では三陸以北海域まで回遊するものもあるが多くはなく、伊豆諸島周辺海域や熊野灘では足摺岬周辺海域など西方の海域に比べて分布が少ないことや（花井 1999、山川 1999）、標識放流試験結果などから、加齢にともなって主分布域を足摺岬周辺などの西方海域へ移し、黒潮周辺域で比較的小規模な季節回遊をしたり、産卵場周辺に周年留まったりするようになり、さらに黒潮の上流の東シナ海へ移動するものもあると推定されている（梨田ほか 2006）。

(2) 年齢・成長

稚幼魚期の成長は、耳石の日輪解析により、ふ化後、尾叉長 5 cm 程度までは平均で 1 日当たり 1 mm 程度成長するが（渡邊ほか 2002）、その後、成長が速くなり、ふ化後 80 日で 15 cm 程度、120 日で 20 cm 以上になる（高橋ほか 2010）。未成魚期以降では、鱗の年輪解析による年齢査定が比較的簡便で調査上実的であり（近藤・黒田 1966、渡邊ほか 2002）、本調査で実施されている。耳石の年輪や日輪による年齢査定の有効性も示唆されている（樋田 1999、木村ほか 2002、梨田ほか 2003、片山・石井 2009）。近年の漁獲物の年齢査定結果による各年齢における体長は、0 歳の秋季には尾叉長 20～25 cm、1 歳の夏季には 28～31 cm、2 歳は 30～34 cm、3 歳は 33～36 cm、4 歳は 37 cm 前後、最大体長は 45 cm 程度である。漁獲物の年齢構成からみて、寿命は 6 歳程度と推定される。若齢時の成長速度は海域によって異なり、熊野灘以西海域では伊豆諸島以北海域よりも速い傾向がある。本評価の将来予測で用いた年齢別平均尾叉長、体重（2010～2014 年漁獲物の平均値）を図 2 に示す。

(3) 成熟・産卵

卵巢組織の観察結果から尾叉長 30 cm 以上で成熟、産卵する（花井・目黒 1997）。年齢では 2 歳以上に該当することから、本評価では 2 歳以上は全て成熟、産卵する親魚とした（図 2、3）。産卵場は、薩南、足摺岬周辺から伊豆諸島周辺の本邦南岸の黒潮周辺域である（Tanoue 1966、図 1）。これらよりさらに規模の大きい東シナ海の産卵場で発生した群も、黒潮流路に沿った仔稚魚の出現状況や高知県沿岸における幼魚の出現状況からみて太平洋側に加入すると推定される（Tanoue 1966、新谷 2007）。産卵期は、足摺岬周辺以西では 12 月～翌年 6 月の冬春季であり、東シナ海では 1～3 月、足摺岬周辺では 2～3 月が盛期である（Tanoue 1966、梨田ほか 2006）。マサバの主産卵場でもある伊豆諸島周辺海域では 3～6 月の春季であるが、卵巢組織観察から推定される個体当たりの産卵期間は短く、卵の分布量も少ないことから、産卵場として好適でないことが示唆されている（渡邊ほか 2000、橋本ほか 2005）。しかしながら、最近移行域以北に出現する稚幼魚は、推定ふ化時期がマサバと同様に 3～6 月であり（高橋ほか 2010）、分布様式がマサバと同様であることからマサバと同じ伊豆諸島周辺海域で発生したものが主体となっている可能性がある。

(4) 被捕食関係

仔稚魚期では主に小型の浮遊性甲殻類やいわし類の仔魚（シラス）などを捕食する（落合・田中 1998）。幼魚期以降ではこれらの他に小型魚類やいか類も捕食する。熊野灘漁場ではカタクチイワシ、ワニギスやハダカイワシ科などの魚類、オキアミ類などの甲殻類、いか類などを、三陸北部漁場では主にツノナシオキアミとカタクチイワシを、常磐～三陸沖合の親潮～移行域ではカイアシ類やオキアミ類などの甲殻類、カタクチイワシやハダカイワシ科などの魚類、ホタルイカモドキ科などのいか類、サルパ類など様々な生物を捕食する。

稚幼魚期にカツオなど大型魚類によって大量に捕食される（堀田 1957、横田ほか 1961）。分布量の多い年にはヒゲクジラ類による捕食も見られる（Matsuoka et al. 2008）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁業は、中型まき網漁業（主に太平洋中・南区）、大中型まき網漁業（主に太平洋北区）、たもすくい・棒受網の火光利用さば漁業（中区）、定置網漁業（北・中・南区）、および立て縄などの釣り漁業（主に南区）である（図 1）。漁場は、陸棚上から陸棚縁辺、および島しょ周辺や瀬などに形成される。漁獲物は、まき網漁業では主に 2 歳以下の若齢魚であり、40 cm を超えるような高齢魚は少ない。火光利用さば漁業では 1、2 歳魚を主対象とする。南区の釣り漁業では「瀬付き」と呼ばれる周年、産卵場周辺に留まる成魚を主対象とし、他の漁業に比べて高齢魚の割合が高い。定置網漁業では幼魚から高齢魚まで漁獲され、時期や海域によって漁獲物組成が大きく異なる。南区では「サバ仔（コ）」と呼ばれる幼魚が比較的多く漁獲される点が特徴である。また、北・中区の各種漁業では多くの場合マサバと混獲される。漁業種別漁獲量はまき網漁業が最も多い。

(2) 漁獲量の推移

前述の通り、漁獲統計では多くの場合マサバとともにさば類として集計されることから、市場での水揚げ銘柄や水揚げ物標本による混獲率調査に基づいて漁獲量を推定した。

1982 年漁期以降の海区・漁業種類別の年間漁獲量（7 月～翌年 6 月）は、南区（宮崎～和歌山県）では 1.0 万（1991 年漁期、以下同じ）～5.6 万トン（1996）、中区まき網漁業（三重～静岡県）では 0.1 万（1982）～8.9 万トン（2006）、火光利用さば漁業では 0.7 万（1991）～6.2 万トン（1985）、北部まき網では 0～6.4 万トン（2009）の範囲でそれぞれ変動している（図 4、表 1、2）。合計では、1995 年漁期に 10 万トンを上回ってから高い水準にあり、2006 年漁期に 2004 年の高い加入量によって 19.3 万トンと過去最高値となった。2014 年漁期は引き続き高い資源水準によって 11.4 万トンと、依然として高い水準にある。

1981 年以前については、ゴマサバとしての漁獲量資料が揃っていないが、北区の北部まき網や定置網での漁獲はごく少なかった（曾ほか 1980、東北水研資料）。中区でもまき網での漁獲は少なく、主要漁業であるたもすくいでは 1970 年代までは漁獲物のほとんどがマサバであり、ゴマサバはマサバが急減した 1982 年以降に増加した（目黒 1999）。南区のさば類漁獲量から類推されるゴマサバ漁獲量は 1982 年以降と比べて多くなかった。以上から 1981 年以前のゴマサバの漁獲量は、近年の水準を大きく下回っていた。なお、1989 年以降、我が国排他的経済水域（EEZ）内で本系群を対象とした外国漁船による漁獲はない。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1995～2014 年の年齢別資源量（最近年の加入量を除く）を、7 月を起点とする 7 月～翌年 6 月の漁期を年単位として 4 歳以上を最高齢グループとする年齢構成で Pope（1972）の近似式を用いたチューニング VPA（コホート解析）によって推定した（補足資料 1、2、表 2～9）。加入後の自然死亡係数（ M ）は寿命との統計的關係 $M=2.5/\text{寿命}$ （田内・田中の式、田中 1960）により、寿命 6 歳から 0.4 とした。年齢別漁獲尾数は、太平洋側各地主要港の漁業種別、月別の水揚げ量と水揚げ物生物測定結果に基づく体長組成、体長－体重関係から各道県の体長階級別漁獲尾数を求め、水揚げ物標本の年齢査定結果に基づいて作成し

た熊野灘以西と遠州灘以北それぞれの海域 3 ヶ月ごとの体長－年齢関係から各道県の月別年齢別漁獲尾数を求めて漁期年で集計した。加入量の指標となると考えられる各時期、海域の 4 系列の資源量指数（図 5、表 10）をチューニング指数に用いて、探索的に最近年（2014 年）の漁獲係数（ターミナル F）を求めた。2014 年の加入量については、2013 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

加入量の指標値の経年変化を図 5 および表 10 に示す。いずれの指標値も 1996、2004、2009 年級群などの豊度の高さや 2006、2008 年級群などの低さを反映し、加入量水準に対応した変動を示していると考えられる。

親魚量の指標となる産卵量の経年変化を図 6 に示す。2005 年以降の太平洋側のゴマサバの産卵量は、2007 年に 73.2 兆粒のピークに達した後、2014 年までおおむね 30 兆粒以上で推移していたが、2015 年は 9.4 兆粒（1～6 月までの値）に減少した。

（3）漁獲物の年齢組成

漁獲物の年齢組成は、年変化が大きいものの若齢魚を主対象とするまき網による漁獲量が多いために 1、2 歳魚が主体である（図 7、表 3、4）。また、加入が良好な年級群が出現すると、その年級群が 0、1 歳魚として大量に漁獲される特徴が見られる。0 歳魚の割合は卓越年級群の出現年を除けば比較的低い。これは主に 0 歳魚の分布回遊特性によるものと考えられ、漁業は主に沿岸域で操業するのに対して、0 歳魚の多くは沖合を広く回遊して漁獲対象になりにくいためと考えられる。

（4）資源量と漁獲割合の推移

1995～2014 年の資源量（7 月時点）は、1995 年以降のおおむね安定した加入の継続と 1996、2004 年の卓越した高い加入量によって、30 万トン前後から 2004 年以降は 50 万～60 万トン前後に増加し、さらに 2009 年の高い加入量によって 2009 年以降は 69 万トン以上に達する高い水準にある（図 8、表 7）。2014 年は、2012～2014 年の比較的高い加入量によって 79.1 万トンと高い水準であった。2014 年の親魚量は 39.7 万トンと、1995 年以降で最も高い値であった（図 9、表 7）。2015 年の資源量は、加入量を後述 4-（8）のように直近の調査船調査結果から推定し（補足資料 3）、1 歳以上を 2014 年の値から前進法で推定すると 91.7 万トンとなる。

1995～2014 年の漁獲割合は 13～56%の範囲で変化し、1995～1997 年に高かった（図 8、表 8）。親魚量と漁獲係数（F）の推移から、1995 年以降の親魚量水準において漁獲圧が極端に高くなることはなく、全年齢平均 F（年齢別 F の単純平均）は 0.3～1.2 の範囲で変化し、2014 年では 0.27 であった（図 10、11、表 8）。

自然死亡係数 M に対する感度解析として、本評価での設定値（0.4）に対して 0.3 と 0.5 にして直近（2014）年の資源量、親魚量、加入量を推定した（図 12）。資源量はそれぞれ 92%および 114%、親魚量は 98%および 106%、加入量は 80%および 129%となり、M の値が大きくなると、いずれの値も大きくなった。

(5) 再生産関係

1995～2014 年の親魚量と加入量の関係を見ると、親魚量は 3.8 万（1996 年）～39.7 万トン（2014 年）の範囲であり、加入量はおおむね 8 億尾前後である（図 9）。最近の加入量の動向は、2009 年は 24.3 億尾と高い水準、2011～2013 年は 12.0～15.9 億尾と比較的高い水準と推定された（表 6）。2014 年の加入量は、これまでの調査船調査や漁業の情報から比較的高い水準と判断し、13.6 億尾と推定した（補足資料 3）。親魚量は非常に高い水準にあり、最近の加入動向から、今後も親魚量が高い水準で維持されると見込まれる。

1995～2014 年の再生産成功率（RPS：加入量／親魚量）は、2.0 尾／kg（2006 年）～41.2 尾／kg（1996 年）の範囲であり、中央値は 7.0 尾／kg、平均値は 10.4 尾／kg であった（図 13、表 7）。親魚量（SSB）と RPS の関係において、RPS が卓越して高い 1996、2004 および 2009 年の特異年として除き、親魚量の増加に伴い RPS が低下する指数関係を仮定して SSB-RPS 回帰式を得た（図 14）。

$$RPS = 12.2 \cdot \exp(-0.00386 \cdot SSB) \quad (r^2 = 0.76)$$

1996、2004 および 2009 年の RPS は、この回帰式による予測値のそれぞれ 3.9 倍、4.3 倍および 2.1 倍であり、再生産に好適な環境条件によって特に RPS が高かったと思われる。この再生産の関係式は後述の将来予測における加入量の見積もりに用いるが、親魚量と加入量の間にはばらつきが大きいため（図 14）、資源管理において再生産曲線から得られる加入量が最も高くなる親魚量を目標としない。

以上のように、1995 年以降の親魚量水準では、年による変化はあるものの極端な再生産関係の悪化や加入量の低下は見られなかった（図 9、14）。

(6) Blimit の設定

前項の通り、親魚量が 1995 年以降の水準にある場合では極端な再生産関係の悪化や加入量の低下は見られない。しかしながら、この水準を下回った場合の加入量は不明であり、極端に低下する恐れもある。このことから、資源の回復措置をとる閾値である Blimit を、資源計算を行った 1995 年以降で最低の親魚量水準である 1996 年の親魚量 3.8 万トンとした（図 9、表 7）。Blimit を下回ったときの資源水準を低位と判断する。過去の資源量に対する親魚量の平均的な割合から、Blimit は資源量 15 万トン程度に対応する。禁漁水準（Bban）は低水準期の資源に関するデータが乏しいために設定しない。2014 年の親魚量は 39.7 万トンで、Blimit を大きく上回っている。

(7) 資源の水準・動向

前述 2-（1）、3-（2）のとおり、1995 年以降では漁獲量はおおむね 10 万トン以上の高い水準にあり、北区での漁獲量が増加し、北方への分布域拡大に伴う漁場拡大が見られた（図 4、表 1）。1995 年以降の資源量はおおむね 30 万トン以上であるが、漁獲量増加や分布域の北方拡大からみて、それ以前に比べて高い水準にあると考えられる（図 8、表 7）。過去の資源量と漁獲量の関係から、資源量 30 万トンは漁獲量 10 万トン程度に対応し、これ以上では分布域が北区へ顕著に拡大して北区での漁獲が増加する水準であり、資源水準の高－中位の区分とする。資源量 15 万トンは漁獲量 5 万トン程度に対応し、これ以下では分布域がおおむね南区へ縮小して北・中区での漁獲が減少する。Blimit を中－低位の区分とし、

下回った場合に低位とする（図 9）。現状の資源水準は高位、資源動向は 2010 年以降の資源量の推移から横ばいと判断した。

（8）今後の加入量の見積もり

2015 年 5～7 月の北上期調査による 0 歳魚推定現存尾数は 52 億尾、出現率は 32%、漁獲物の平均尾叉長（7 月中旬に規準化した値：補足資料 4）は 16.1 cm であり、過去の同調査の結果に比べて現存尾数、出現率はやや高い値を示し、平均尾叉長はやや小さかった（図 5、表 10）。2015 年の加入量は、この北上期調査による出現率、平均尾叉長を説明変数とする 2014 年までの加入量との重回帰式を用いて、2015 年の調査結果から 11.7 億尾とした（補足資料 4）。

2016 年以降の加入量については、環境要因などにより予測は現時点では不可能である。本評価では、昨年度評価と同様に、親魚量が B_{limit} を下回った場合も含めて、前述 4-（5）の SSB-RPS 回帰式と推定親魚量により加入量を仮定した（図 14）。

（9）生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

資源の有効利用の観点から加入量当たり漁獲量を検討した。YPR 曲線と SPR 曲線を成長、体長－体重関係、成熟、自然死亡係数、および近年（2010～2014 年平均）の年齢別選択率を用いて求めた（図 15）。現状の F ($F_{current}$ ：近年 5 年（2010～2014 年）の平均）は、 F_{msy} の代替値と考えられる $F_{0.1}$ とほぼ同等であり、 $F_{30\%SPR}$ を下回っていることから、現状の漁獲圧は高くないと考えられる。

本系群に対する漁獲圧は、前述 4-（4）のように全年齢平均 F で見た場合、1995 年以降の親魚量水準において極端に高くなることなく推移し、現状も高くない（図 10、表 8）。親魚量が減少しても漁獲圧は過大にはならず、漁業が資源を減少過程に追い込む恐れは小さいと考えられる。未成魚である 0、1 歳魚についても、現状では選択率が高くないため加入量当たり漁獲量（YPR）の面からも系群全体として大きな問題はないと考えられる（図 10、15、表 8）。しかしながら、1996 年級群のように 0、1 歳時に比較的高い漁獲圧がかかった年もあること、漁獲の主体となっている漁業種類が未成魚を多獲する傾向の強いまき網や棒受網であることから、今後も漁獲圧が過度にならないよう留意が必要である。

5. 2016 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

2014 年までの漁獲量と資源量の推移から、資源水準は高位、動向は横ばいと判断した。1995 年以降の加入量はおおむね 8 億尾前後であり、1996、2004 年と卓越して高く、資源が増加し、その後、2009 年が卓越して高く、以降も比較的高い加入量が続いており、資源は高水準で推移している。これらから、今後 5 年程度の見通しとしては、現状の漁獲圧の維持、さらには親魚量が B_{limit} を十分に上回る水準で維持しつつ漁獲圧を現状から引き上げても、資源は持続的に利用できると考えられる。漁獲圧を現状より低減した場合には資源の増加が図られるが、親魚量の増加に比例した加入量の増加が望めないために大幅な資源の増加は見込めない。

(2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

再生産関係が得られており、親魚量は B_{limit} を上回っていることから、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1)を適用した。

2016 年漁期の ABC は、将来予測において資源の維持が見込まれる現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ ($F_{current}$)、親魚量を高い水準で維持する漁獲シナリオ ($F30\%SPR$ を適用)、 B_{limit} を十分に上回る水準で親魚量を維持しつつ漁獲圧を現状より高めて漁獲量を増加させる漁獲シナリオ ($F20\%SPR$ を適用) について算定した (下表、表 11、補足資料 2)。 $F_{current}$ は近年 5 年 (2010～2014 年) 平均とした。2015 年漁期は $F_{current}$ を仮定した。2016 年漁期以降はそれぞれの漁獲シナリオの F とし、加入量は前述 4- (5) の $SSB-RPS$ 回帰式と推定親魚量による値とした。これらから、2015 年漁期当初の資源量から前進法で資源量、漁獲量を計算した (補足資料 2)。

現状の漁獲圧は高くなく、 $F_{current}$ で資源量は高い水準で維持される。これより漁獲圧をある程度高めた場合でも資源量、親魚量は一定水準を維持し、短期的な漁獲量は増加する (図 16)。漁獲圧を低減した場合には資源量の増加、および $\%SPR$ の増加、大型魚割合の増大が見込まれる。しかしながら、短期的には漁獲量はかなり減少し、中長期的にも親魚量の増加にともなう比例的な加入量の増加は見込めないために、資源量の増加による漁獲量の大幅な増加は期待できない。管理基準の設定はこれらを踏まえた上で、資源の利用形態を含めて検討し、判断する必要がある。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン、漁期年)						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
現状の漁獲圧維持 ($F_{current}$)	Limit	0.37	115	210	183	159	146	142	143
	Target	0.30	115	210	153	140	132	129	129
親魚量を高水準で維持 ($F30\%SPR$)	Limit	0.50	115	210	232	183	162	157	158
	Target	0.40	115	210	195	166	150	146	148
親魚量 B_{limit} 以上維持・漁獲量増加 ($F20\%SPR$)	Limit	0.77	115	210	314	208	171	162	159
	Target	0.62	115	210	270	197	169	162	162
漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	資源量 (千トン、漁期年)						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
現状の漁獲圧維持 ($F_{current}$)	Limit	0.37	791	917	792	709	680	680	686
	Target	0.30	791	917	792	737	713	713	718
親魚量を高水準で維持 ($F30\%SPR$)	Limit	0.50	791	917	792	665	625	622	626
	Target	0.40	791	917	792	699	667	667	673
親魚量 B_{limit} 以上維持・漁獲量増加 ($F20\%SPR$)	Limit	0.77	791	917	792	581	517	498	488
	Target	0.62	791	917	792	627	577	568	567

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

(3) 2016 年漁期 ABC、加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

前項で設定した漁獲シナリオについて管理効果を判断するために、加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量、漁獲量の将来予測を行った。2016 年以降の加入量を前述 4- (5) の SSB-RPS 回帰式、および 1995～2014 年の実績から無作為に選択した RPS 観測値と回帰式予測値との比によって与えた。ただし、RPS 観測値と回帰式予測値の比が 2 以上の年を卓越年級群発生年とし、卓越年級群発生年の翌年、および Blimit 未満の親魚量では卓越年級群は発生しないという条件とした。このような将来予測を、漁獲係数を Fcurrent、F30%SPR および F20%SPR の、それぞれ Limit および Target に設定して 1,000 回行い、それぞれの場合の管理効果を親魚量と漁獲量の試算値から検討し、5 年後（2021 年漁期当初）に中位水準（資源量 30 万トン）および Blimit をそれぞれ維持する確率で評価した。

将来予測の結果、資源量、親魚量、漁獲量の動向は、前項で述べた不確実性を考慮せずに加入量を SSB-RPS 回帰式で与えた場合とほぼ同様の傾向を示した（図 17）。資源量、親魚量、漁獲量とも漁獲圧を現状維持あるいはある程度高めても、いずれも近年の高い水準を維持すると予測された。

漁獲シナリオ (管理基準)	Limit/ Target	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価(%)		2016 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	資源量高位 水準維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Limit	0.37 (1.00 Fcurrent)	23	134～ 246	178	100	100	183
	Target	0.30 (0.80 Fcurrent)	19	121～ 216	157	100	100	153
親魚量を 高水準で維持* (F30%SPR)	Limit	0.50 (1.35 Fcurrent)	29	146～ 282	207	100	100	232
	Target	0.40 (1.08 Fcurrent)	25	137～ 261	188	100	100	195
親魚量を Blimit 以上で維持・ 漁獲量の増加* (F20%SPR)	Limit	0.77 (2.09 Fcurrent)	40	145～ 313	240	100	100	314
	Target	0.62 (1.67 Fcurrent)	34	150～ 309	226	100	100	270
コメント ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 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、「資源を中位水準以上に維持することを基本方向として、管理を行う」とされている。現状の漁獲圧は資源を中位水準以上に維持することができる水準であると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。 ・ 2014 年の資源量は非常に高い水準にあるため、いずれの漁獲シナリオでも高い確率で資源量高位水準（資源量 30 万トン以上）を維持する。								

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget =

α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2016 年漁期は 2016 年 7 月～2017 年 6 月である。Fcurrent は 2010～2014 年の F の平均値、漁獲割合は 2016 年漁期 ABC／資源量、F 値は各年齢の平均値である。

将来漁獲量・確率評価は、卓越年級群発生年（1996、2004、2009 年）を除く過去の観測値から求めた親魚量－再生産成功率回帰式と、回帰式からの残差のリサンプリング（卓越年級群発生年含む）によって加入量を与える 1,000 回のシミュレーションによる。将来漁獲量の 5 年後は 2020 年の値（80%区間）、5 年平均は 2016～2020 年の平均である。確率評価は漁獲を行った翌年（2021 年漁期当初）の資源量および親魚量で判断した。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット		修正・更新された数値				
・ 2014 年漁期漁獲量、体長組成、体長－体重関係、年齢－体長関係 ・ 過去に遡及した資料の改訂 ・ 2014 年秋季～2015 年春季の調査による資源量指数		・ 2014 年漁期までの年齢別漁獲尾数 ・ 資源計算の改訂により、資源尾数、資源量、再生産関係、漁獲係数、%SPR 等 ・ 資源量指数と加入量の関係、2015 年加入量				
評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2014 年漁期（当初）	Fcurrent	0.50	929	243*	203	
2014 年漁期(2014 年再評価)	Fcurrent	0.42	855	216	180	
2014 年漁期(2015 年再評価)	Fcurrent	0.46	791	220	184	114
2015 年漁期（当初）	F20%SPR	0.71	756	283	242*	
2015 年漁期(2015 年再評価)	F20%SPR	0.77	917	361	310	
2014、2015 年漁期とも、TAC 設定の根拠となった管理基準について行った。*は TAC 設定の根拠である。資源量、F 値は漁期に対する値、漁獲量は 2014 年漁期の実績値である。						

昨年度評価と比較すると、2014 年漁期については 2014 年 0 歳魚の漁獲物平均体重が昨年度評価における予測よりも実績値が低くなったことが主要因となって資源量が下方修正された。2014 年漁期 ABC は、資源量が下方修正されたものの、F 値の上昇によりほとんど変化しなかった。2015 年漁期については 2012、2013 年の加入量の上方修正が主要因となって、今年度再評価において資源量および ABC が上方修正となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

前述の通り、現状の 0 歳魚に対する漁獲圧は高くなく、親魚量の増加による比例的な加入量の増加も望めないため、0 歳魚漁獲規制による資源・漁獲量増加の効果は小さいと考えられる。しかしながら、1 歳以上では 0 歳魚に比べて価格が上昇することから、経済的効果の面から年齢別の漁獲方策を検討する意義はあると考えられる。

本系群はマサバとともに漁獲される場合が多いため、マサバと合わせたさば類による TAC 設定で資源管理されている。しかしながら、資源状態は両種で異なっており、マサバと区別した資源管理を検討する必要があると考えられる。

7. 引用文献

- 花井孝之 (1999) 伊豆諸島海域におけるゴマサバの資源特性について. 中央ブロック長期漁海況予報, (107), 32-39.
- 花井孝之・目黒清美 (1997) ゴマサバの卵巣組織観察による成熟, 産卵についての基礎的研究. 関東近海のマサバについて, (30), 92-99.
- 橋本浩・池上直也・森訓由・岡部久 (2005) 2005 年の関東近海におけるサバ属卵の分布. 2005 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 120.
- 堀田秀之 (1957) カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚 (薩南海区). 東北水研研報, (9), 129-132.
- 飯塚景記 (1978) 東北海区北部海域におけるゴマサバについての二・三の生物学的観察. 東北水研研報, (39), 11-20.
- 片山知史・石井光廣 (2009) サバ類の耳石による年齢査定を試み. 2009 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 89.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・西田宏・渡邊千夏子 (2007) 北西太平洋における近年のゴマサバ 0 歳魚の分布, 回遊と加入量. 2007 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 9.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・西田宏・渡邊千夏子 (2008) 北西太平洋における近年のゴマサバ資源の増加と 1 歳魚以上の分布, 回遊. 黒潮の資源海洋研究, (9), 61-66.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・上野康弘・谷津明彦 (2009a) 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.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆 (2006a) 最近の広域な調査船調査から推定される北西太平洋におけるサバ, イワシ類の季節的分布回遊. 2006 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 94.
- 川端淳・山口閔常・巢山哲・中神正康 (2006b) 近年の東北～北海道海域における表層性魚類相とゴマサバの来遊動向. 月刊海洋, 38 (3), 175-180.
- 川端淳・谷津明彦・西田宏・小澤竜太・高木香織・山下紀生・山下夕帆・中神正康・高橋正知 (2009b) 北西太平洋におけるマサバ・ゴマサバ未成魚の越冬海域の年変化. 第 57 回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 東北水産研究所八戸支所, 157-162.
- 木村量・梨田一也・大関芳沖・本多仁 (2002) ゴマサバ *Scomber australasicus* に適した耳石による年齢査定法. 水産海洋研究, 66 (4), 247-251.
- 近藤恵一・黒田一紀 (1966) サバ属魚類の成長－I. 東海水研報, (45), 31-60.
- Matsuoka, K., S. Otani, T. Isoda, A. Wada, S. Kumagai, T. Ohshima, I. Yoshimura, K. Sugiyama, M. Aki, K. Kato, M.M.U. Bhuiyan, N. Funasaka, Y. Suzuki, R. Sudo, Y. Motohashi, M. Mori, M. Tsunekawa, D. Inagake, H. Murase and T. Ogawa (2008) Cruise report of the second phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Western North Pacific (JARPN II) in 2007 - Offshore component -. Paper SC/60/O5 submitted to the 60th IWC Scientific Committee, 40pp. (※著者らは本調査の胃内容物標本を日鯨研を通じて実際に観察し, サバ類はマサバとゴマサバであることを確認した)
- 目黒清美 (1999) 関東近海のゴマサバの分布について. 中央ブロック長期漁海況予報, (107), 40-54.

- 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.
- 梨田一也・本多仁・阪地英男・木村量 (2003) 足摺岬周辺及び土佐湾中央部海域で漁獲されたゴマサバの年齢形質としての耳石の有効性．黒潮の資源海洋研究, (4), 5-9.
- 梨田一也・本多仁・阪地英男・三谷卓美・平井一行・上原伸二 (2006) 足摺岬周辺海域及び伊豆諸島海域で実施した標識放流調査によるゴマサバの移動・回遊．水研センター研報, (17), 1-15.
- 新谷淑生 (2007) 高知県西部海域におけるゴマサバ若魚の加入について．黒潮の資源海洋研究, (8), 101.
- 西田宏・渡邊千夏子・谷津明彦・木下貴裕 (2000) 黒潮続流～黒潮親潮移行域における幼稚魚採集と表面水温情報を利用したマサバ・ゴマサバの加入量予測．関東近海のマサバについて, (33), 96-102.
- 落合明・田中克 (1998) ゴマサバ．新版魚類学 (下) 改訂版, 恒星社厚生閣, 東京, 844-855.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., 9, 65-74.
- 斉藤憲治 (2001) リボゾーム DNA の変異を利用した種判別法．東北水研ニュース, (62), 2-5.
- Savinykh, V.F., A.A. Baitalyuk and A.Yu. Zhigalin (2004) Pelagic fish new to the Pacific waters of the Southern Kurils, migrants from the zone of Kuroshio. Journal of Ichthyology (Voprosy Ikhtiologii), 44 (8), 611-615.
- 水産庁 (1999) マサバ・ゴマサバ判別マニュアル．水産庁水産業関係試験研究推進会議マサバ・ゴマサバ判別マニュアル作成ワーキンググループ, 中央水産研究所, 32 pp.
- 高橋正知・高木香織・川端淳・渡邊千夏子・西田宏・山下紀生・森賢・巢山哲・中神正康・上野康弘・斉藤真美 (2010) マサバ・ゴマサバ太平洋系群 2007 年級群の推定孵化時期．黒潮の資源海洋研究, (11), 49-54.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理．東海水研報, (28), 1-200.
- 谷口順彦・向井龍男・関伸吾・津田恭敬 (1989) マサバ・ゴマサバ．アイソザイムによる魚介類の集団解析, 海洋生物集団の識別等に関する先導的評価手法の開発事業報告書, 日本水産資源保護協会, 371-384.
- Tanoue, T. (1966) Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (BLEEKER). Memoir of Fac. Fish. Kagoshima Univ., 15, 91-175.
- 樋田史郎 (1999) ゴマサバの日齢査定について．中央ブロック長期漁海況予報, (107), 83-91.
- 曾萬年・中田英昭・平野敏行 (1980) 近年のゴマサバ資源の増大について．水産海洋研究会報, 36, 19-26.
- 渡邊千夏子・花井孝之・目黒清美 (2000) マサバとゴマサバの産卵生態の比較．一日当たり総産卵量に基づくマサバ太平洋系群の資源量推定法に関する調査報告書, 中央水産研究所, 14-23.
- 渡邊千夏子・川端淳・和田時夫 (1999) 黒潮親潮移行域におけるサバ類当歳魚の分布．月刊海洋, 31 (4), 236-240.

- 渡邊千夏子・小林憲一・川端淳・梨田一也 (2002) マサバとゴマサバの年齢と成長. 月刊海洋, 34 (4), 261-265.
- 山川卓 (1999) 熊野灘におけるゴマサバの漁獲状況と尾叉長組成. 中央ブロック長期漁海況予報, (107), 25-39.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二 (1961) 魚食性魚類の胃内容物の研究. 南海水研報, (14), 153-202.

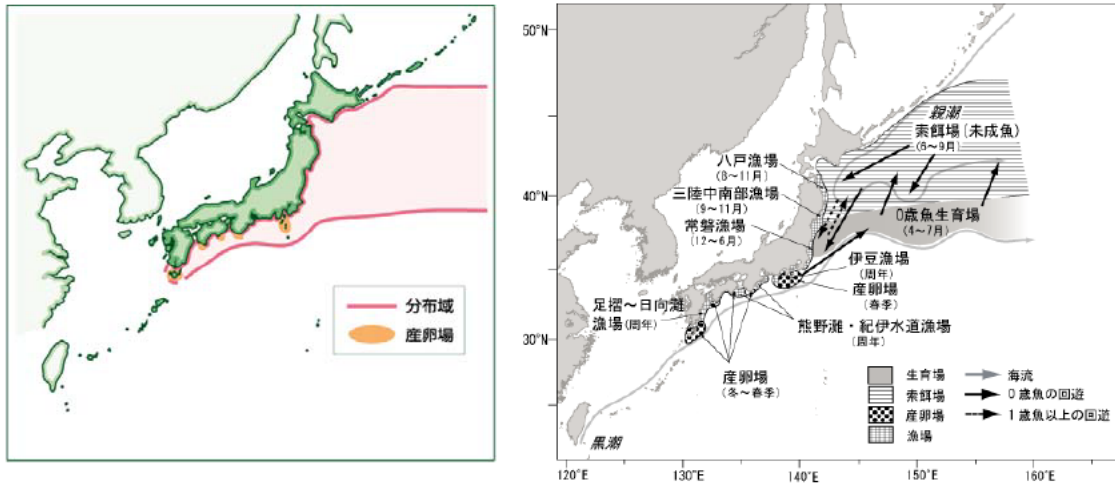


図 1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

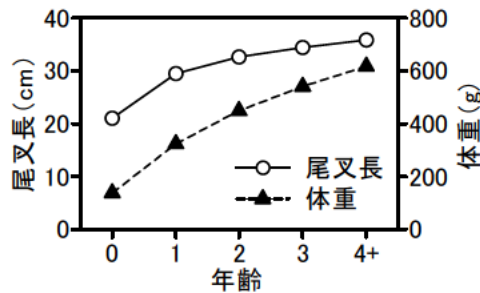


図 2. 年齢と成長 (2010～2014 年漁期漁獲物の平均)

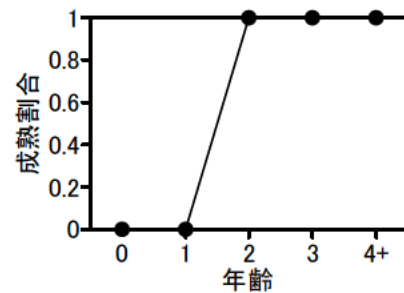


図 3. 年齢と成熟率

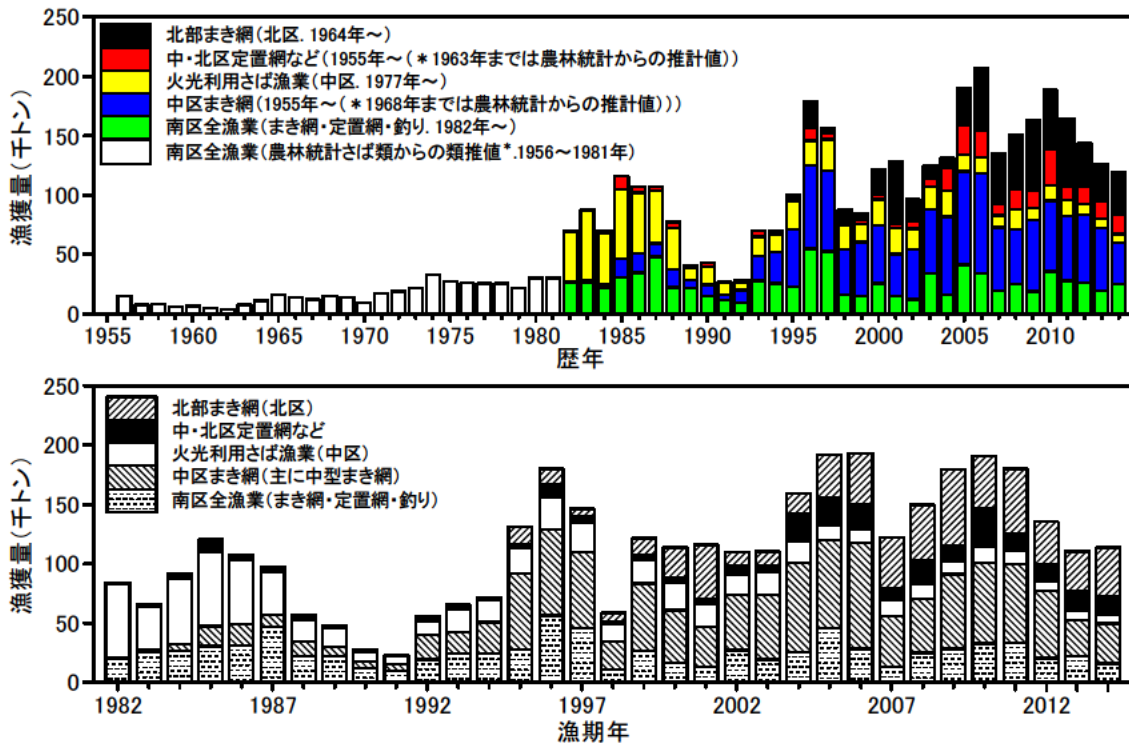


図 4. 漁獲量の推移 太平洋側の暦年 (1～12 月、上図) および漁期年 (7 月～翌年 6 月、下図) 別の海区・漁業種別漁獲量。*南区の 1982～2005 年の農林水産統計さば類漁獲量に対する主要港ゴマサバ水揚量 (各県資料) の比率を使って求めた。

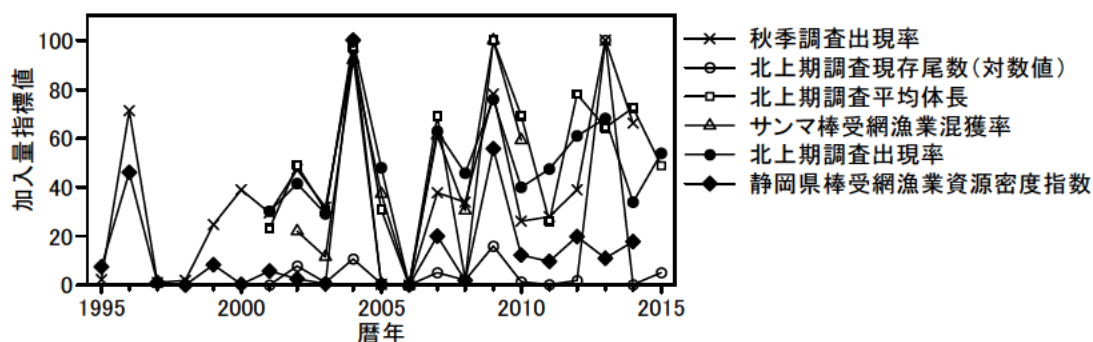


図 5. 各種調査による加入量指標値の経年変化 最大値を 100、最小値を 0 とした相対値。

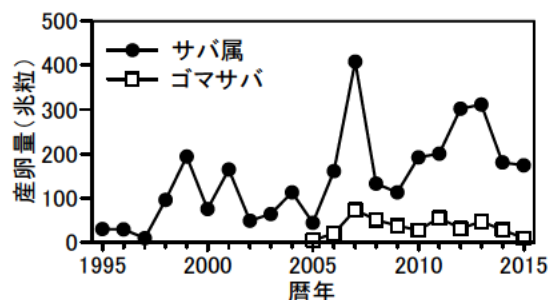


図 6. 太平洋側におけるサバ属の産卵量
2005 年以降はゴマサバを分けて示す。
2015 年は 1～6 月の値。

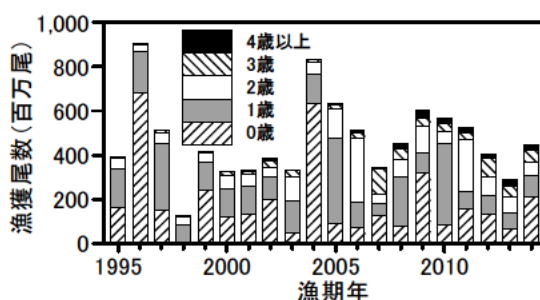


図 7. 年齢別漁獲尾数

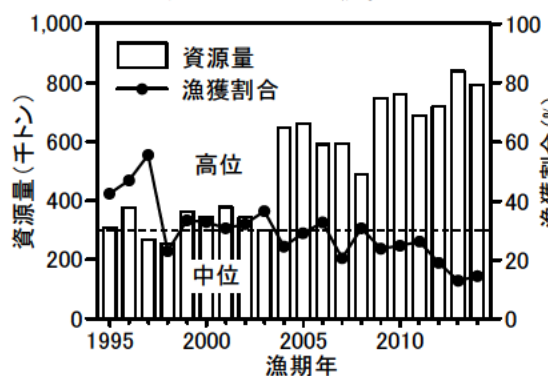


図 8. 資源量と漁獲割合
破線は資源水準の高-中位区分の目安

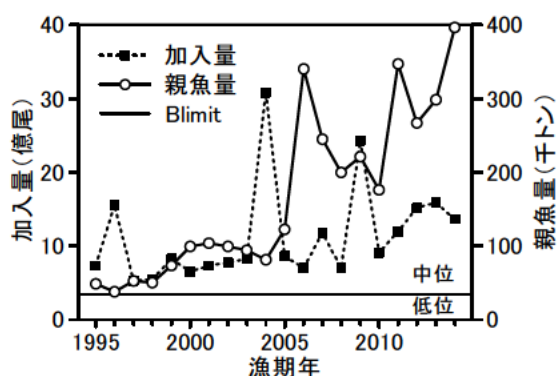


図 9. 加入量と親魚量の推移

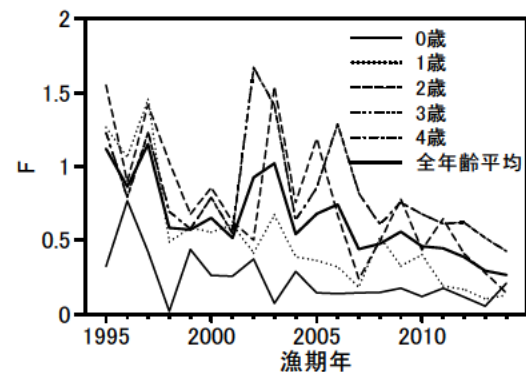


図 10. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

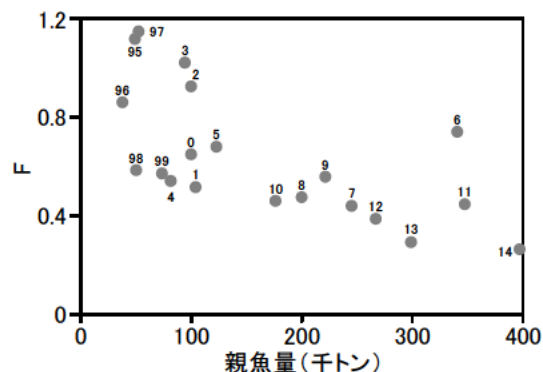


図 11. 親魚量と全年齢平均漁獲係数 (F) の関係 (1995～2014 年漁期)

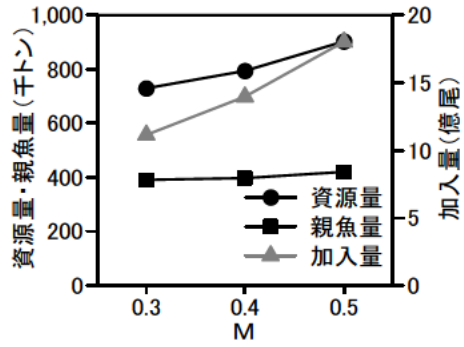


図 12. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2014 年漁期の資源量、親魚量および加入量

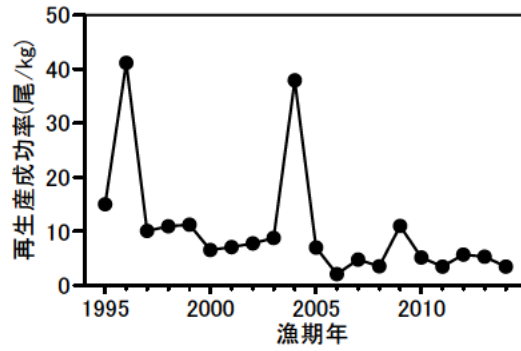


図 13. 再生産成功率の推移

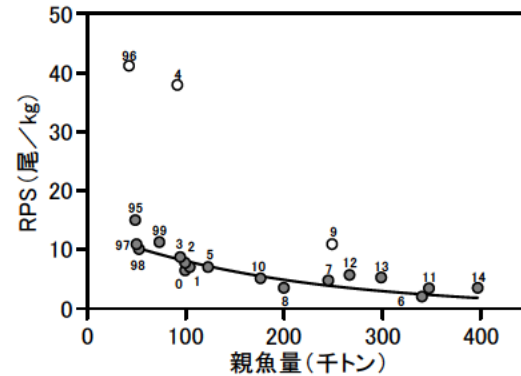
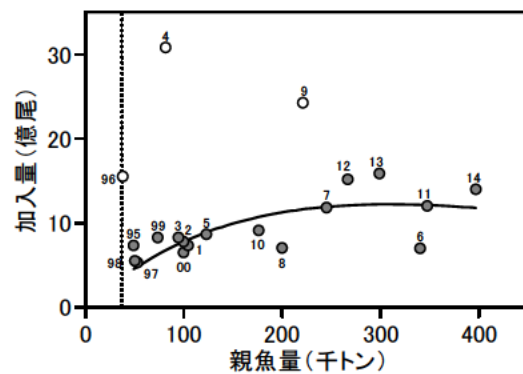


図 14. 親魚量と加入量および RPS の関係 点線は Blimit (左図)、実線は将来予測で仮定した SSB-RPS 回帰式 (右図、卓越年級群発生年 1996、2004、2009 年漁期を除く) と、この回帰式に基づく親魚量と加入量の関係 (左図) をそれぞれ示す。

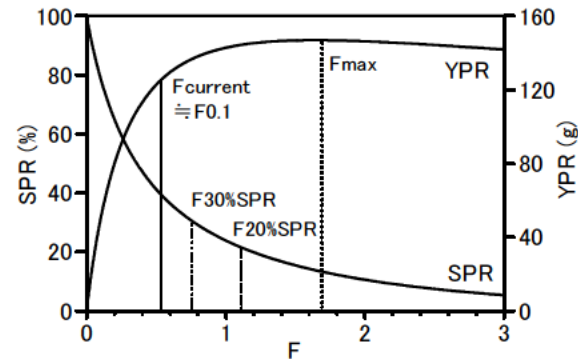


図 15. 漁獲係数 F と YPR、%SPR の関係

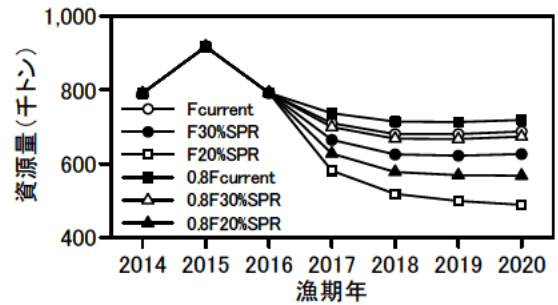
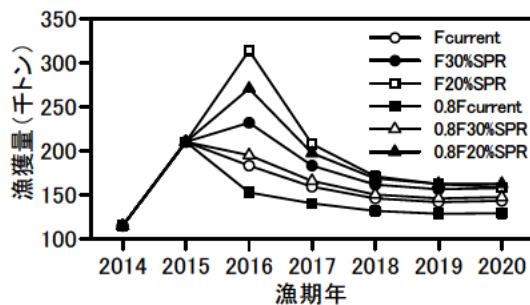


図 16. 各漁獲シナリオの F において予測される漁獲量と資源量

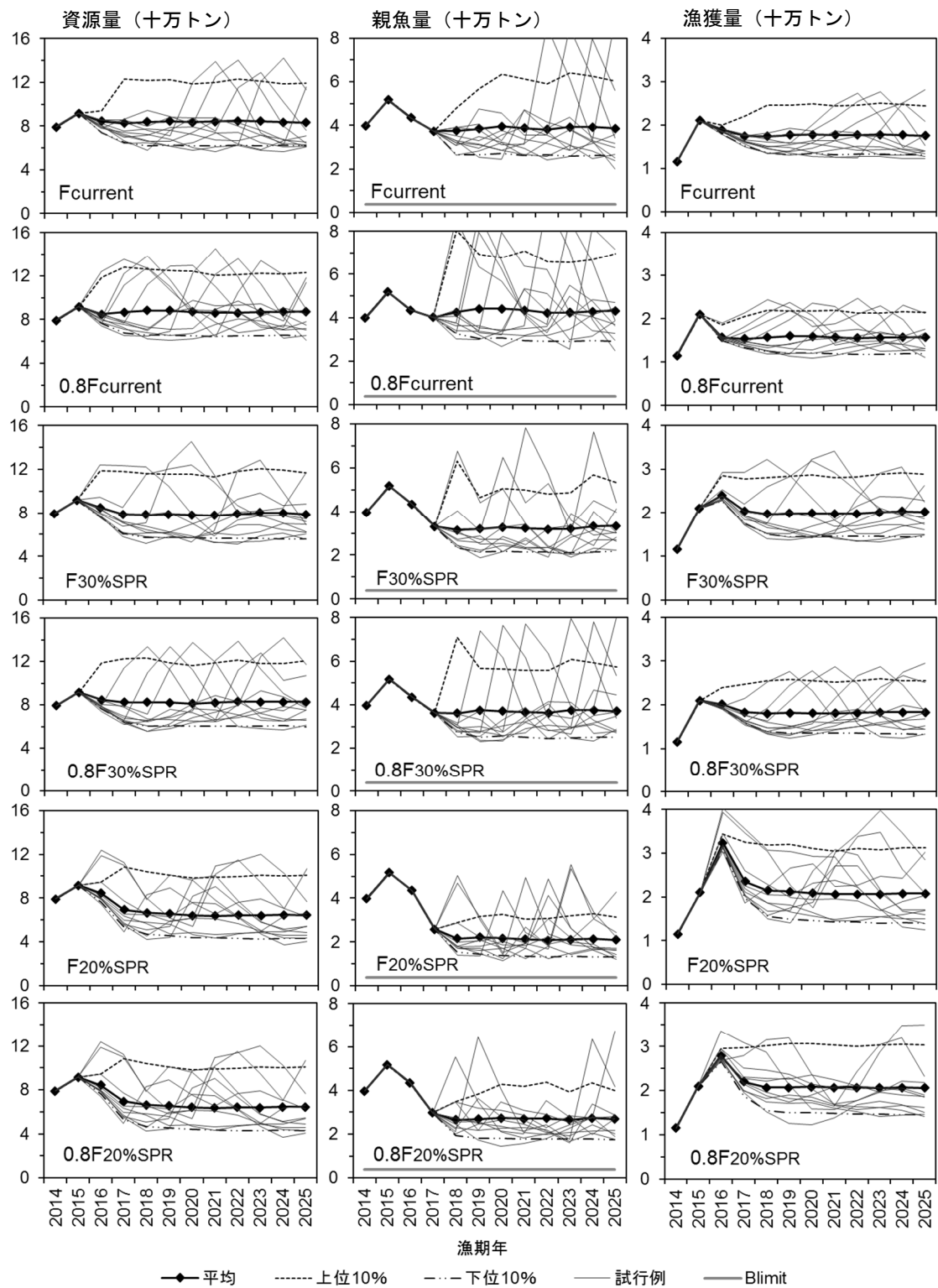


図 17. 各漁獲シナリオでの加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。灰細線は 1,000 回のうち任意の 10 回の試行を示す。

表 1. 太平洋側の漁業種類・海区別漁獲量（トン）

漁期年 （7月 ～翌年 6月）	合計	太平洋南区	中区・北区			
		全漁業種 （まき網・定置 網・釣り：宮崎 県～和歌山県）	北区 まき網 （千葉県 ～北海道）	中区まき網 （三重県、愛知 県（ばっち網含 む）、静岡県）	火光利用さば漁業 （たもすくい、棒 受網：静岡県、神 奈川県、千葉県）	定置網 など （三重県 ～北海道）
1982	84,023	19,927	0	826	61,917	1,354
1983	65,833	25,252	0	2,308	36,552	1,721
1984	92,096	26,525	0	5,816	55,088	4,667
1985	120,123	30,325	0	17,092	62,420	10,287
1986	107,583	31,460	532	18,010	53,655	3,925
1987	97,262	46,704	0	10,532	35,929	4,097
1988	57,242	22,356	0	12,067	18,240	4,579
1989	47,458	22,011	0	8,034	15,331	2,082
1990	27,864	12,302	47	5,678	7,767	2,070
1991	23,024	9,984	113	5,070	7,164	692
1992	56,060	19,463	10	20,284	11,870	4,434
1993	65,231	24,058	0	18,327	19,511	3,335
1994	71,962	24,002	0	26,894	18,718	2,348
1995	131,067	27,647	14,824	64,498	21,057	3,040
1996	179,832	56,408	13,184	72,788	26,514	10,938
1997	146,324	45,953	6,589	63,903	24,871	5,008
1998	58,385	10,518	7,641	23,544	15,348	1,334
1999	121,315	26,393	14,238	56,695	19,607	4,381
2000	113,597	16,624	25,548	44,230	23,365	3,830
2001	116,056	13,140	46,230	33,817	18,847	4,022
2002	110,135	27,252	11,746	46,575	16,760	7,802
2003	110,413	19,365	11,464	53,951	19,948	5,686
2004	158,927	25,582	16,673	74,934	18,631	23,107
2005	191,870	46,032	35,965	73,986	12,705	23,182
2006	192,976	28,239	42,643	89,427	11,890	20,777
2007	122,171	13,121	42,627	42,525	13,579	10,319
2008	149,584	25,129	46,848	45,411	12,572	19,624
2009	179,244	28,060	64,200	62,853	10,643	13,488
2010	190,993	32,947	44,136	68,058	13,732	32,121
2011	180,014	33,580	54,986	66,234	11,676	13,537
2012	135,075	20,288	35,991	56,504	8,015	14,278
2013	110,264	22,216	33,088	30,294	7,545	17,121
2014	113,729	16,046	40,549	33,608	7,568	15,958

表 2. コホート計算結果

漁期年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1995	131	309	49	732	42	15.0
1996	177	377	38	1,549	47	41.2
1997	149	268	52	528	56	10.1
1998	58	254	50	548	23	11.0
1999	121	363	73	826	33	11.3
2000	114	345	100	649	33	6.5
2001	116	378	104	733	31	7.0
2002	110	342	100	774	32	7.8
2003	109	299	94	825	37	8.8
2004	159	647	81	3,083	25	38.0
2005	192	660	123	863	29	7.0
2006	194	591	341	697	33	2.0
2007	122	593	245	1,178	21	4.8
2008	150	489	200	700	31	3.5
2009	179	748	221	2,426	24	11.0
2010	189	759	176	907	25	5.1
2011	181	689	347	1,198	26	3.4
2012	137	718	267	1,518	19	5.7
2013	109	840	299	1,587	13	5.3
2014	115	791	397	1,364	15	3.4

表 3. 年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	166.0	679.8	149.2	8.7	240.0	122.7	135.9	196.9	48.1	633.3
1歳	172.4	190.1	302.5	73.5	130.3	124.0	124.2	105.3	143.1	135.1
2歳	47.6	27.0	51.1	39.8	38.4	63.5	52.5	39.7	108.5	53.3
3歳	7.6	4.7	8.8	5.5	6.5	14.5	13.3	32.8	30.8	9.3
4歳以上	1.8	1.4	2.4	1.5	2.1	4.0	4.4	13.1	5.4	3.7
計	395.4	902.9	514.0	129.0	417.3	328.7	330.3	387.9	335.8	834.6

年齢\漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	93.9	73.3	128.7	78.2	317.4	82.8	157.9	135.6	66.9	210.8
1歳	383.2	112.2	55.2	227.1	92.2	369.4	75.8	84.9	71.3	97.7
2歳	133.2	290.3	42.6	72.9	121.0	56.7	239.2	82.7	76.2	59.2
3歳	18.2	28.2	113.6	48.2	40.4	33.8	31.9	81.6	44.1	54.9
4歳以上	5.6	8.5	5.2	28.6	32.5	21.2	17.5	18.1	31.3	25.9
計	634.0	512.5	345.2	455.0	603.5	563.9	522.2	402.9	289.7	448.6

漁期年:7月～翌年6月。0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

表 4. 年齢別漁獲量（千トン）

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	33.1	101.7	14.8	1.6	49.5	21.4	23.9	30.2	5.6	85.5
1歳	67.1	57.4	102.1	31.6	43.1	45.9	53.7	34.5	43.7	39.2
2歳	25.1	14.0	25.1	20.5	22.3	33.7	27.4	19.7	41.9	25.1
3歳	4.4	2.8	5.2	3.4	4.7	9.1	7.7	16.8	14.2	6.1
4歳以上	1.3	1.1	1.7	1.2	1.8	3.4	3.4	9.0	3.8	2.9
計	131.0	177.1	149.0	58.3	121.4	113.6	116.1	110.0	109.2	158.9

年齢\漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	6.2	4.8	21.7	8.1	51.9	14.8	19.6	18.5	10.8	18.7
1歳	118.9	46.0	20.2	71.8	29.4	113.7	27.1	30.7	22.4	26.4
2歳	53.0	122.4	19.9	27.0	55.6	27.1	103.8	35.4	35.2	26.2
3歳	10.0	15.1	56.5	25.6	21.6	19.2	18.9	41.3	22.8	28.3
4歳以上	4.0	5.7	3.5	17.5	20.0	14.0	11.5	11.2	17.6	15.4
計	192.1	194.0	121.7	150.1	178.6	188.8	180.9	137.1	108.8	115.0

※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えているために、合計値は表1と一致しない。

表 5. 年齢別平均体重（g） 漁獲物の平均体重。2015 年漁期以降は 2010～2014 年漁期の平均値を仮定。

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	199	150	99	190	206	175	176	153	116	135	66
1歳	389	302	338	429	331	370	432	327	305	290	310
2歳	527	519	492	516	580	532	522	496	387	471	398
3歳	588	599	597	615	727	627	583	511	463	660	552
4歳以上	687	793	697	746	851	854	774	685	704	794	716

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015～
0歳	65	168	104	164	179	124	137	161	89	138
1歳	410	366	316	319	308	357	362	315	271	322
2歳	422	467	371	459	477	434	428	461	442	448
3歳	536	498	531	534	570	594	506	518	515	540
4歳以上	672	660	610	616	661	658	615	563	594	618

表 6. 年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳(加入量)	732	1,549	528	548	826	649	733	774	825	3,083	863
1歳	293	355	482	232	360	357	335	380	358	514	1,548
2歳	74	56	82	75	95	135	138	123	168	123	234
3歳	13	10	15	13	18	32	38	49	50	24	39
4歳以上	3	3	4	4	6	9	13	20	9	10	12
計	1,116	1,974	1,112	873	1,305	1,182	1,256	1,346	1,409	3,753	2,695

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳(加入量)	697	1,178	700	2,426	907	1,198	1,518	1,587	1,364*	1,166*
1歳	501	407	684	405	1,366	540	674	907	1,009	741
2歳	724	244	228	273	196	613	300	382	550	596
3歳	48	248	129	93	84	85	215	134	194	320
4歳以上	14	11	77	75	53	47	48	95	91	125
計	1,985	2,089	1,818	3,272	2,607	2,484	2,756	3,104	3,207	2,948

* 調査船調査・漁業情報の各種資源量指数の回帰式による推定値。

表 7. 年齢別資源量と親魚量（千トン）、および再生産成功率 RPS（尾/kg）

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	146	232	52	104	170	113	129	119	96	416	57
1歳	114	107	163	100	119	132	145	124	109	149	480
2歳	39	29	41	39	55	72	72	61	65	58	93
3歳	8	6	9	8	13	20	22	25	23	16	21
4歳以上	2	3	3	3	5	8	10	14	6	8	9
計	309	377	268	254	363	345	378	342	299	647	660
親魚量(SSB)	49	38	52	50	73	100	104	100	94	81	123
RPS	15.0	41.2	10.1	11.0	11.3	6.5	7.0	7.8	8.8	38.0	7.0

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	46	198	72	397	162	149	208	256	121*	161*
1歳	205	149	217	129	420	193	244	285	273	239
2歳	305	114	85	125	94	266	129	176	243	267
3歳	25	123	68	50	48	51	109	69	100	173
4歳以上	10	8	47	46	35	31	29	53	54	77
計	591	593	489	748	759	689	718	840	791	917
親魚量(SSB)	341	245	200	221	176	347	267	299	397	518
RPS	2.0	4.8	3.5	11.0	5.1	3.4	5.7	5.3	3.4	2.3

* 調査船調査・漁業情報の各種資源量指数の回帰式による推定値。

表 8. 年齢別漁獲係数（F）

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	0.32	0.77	0.42	0.02	0.44	0.26	0.26	0.37	0.07	0.29
1歳	1.26	1.06	1.45	0.49	0.58	0.55	0.60	0.41	0.67	0.39
2歳	1.55	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.63	0.50	1.54	0.76
3歳	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64
4歳以上	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.52	0.93	1.02	0.54
漁獲割合	42%	47%	56%	23%	33%	33%	31%	32%	37%	25%

年齢\漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	0.14	0.14	0.14	0.15	0.17	0.12	0.18	0.12	0.05	0.21
1歳	0.36	0.32	0.18	0.52	0.33	0.40	0.19	0.17	0.10	0.13
2歳	1.19	0.67	0.24	0.50	0.78	0.44	0.65	0.41	0.28	0.14
3歳	0.86	1.29	0.82	0.61	0.76	0.68	0.61	0.62	0.52	0.42
4歳以上	0.86	1.29	0.82	0.61	0.76	0.68	0.61	0.62	0.52	0.42
平均	0.68	0.74	0.44	0.48	0.56	0.46	0.45	0.39	0.29	0.27
漁獲割合	29%	33%	21%	31%	24%	25%	26%	19%	13%	15%

表 9. 漁獲係数 F の年齢別選択率

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.21	0.72	0.29	0.02	0.65	0.31	0.41	0.22	0.05	0.38	0.12
1歳	0.81	1.00	1.00	0.47	0.86	0.64	0.96	0.25	0.43	0.51	0.30
2歳	1.00	0.85	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00
3歳	0.79	0.75	0.85	0.67	0.86	0.92	0.88	1.00	0.91	0.84	0.72
4歳以上	0.79	0.75	0.85	0.67	0.86	0.92	0.88	1.00	0.91	0.84	0.72

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015～
0歳	0.11	0.17	0.24	0.22	0.17	0.27	0.19	0.10	0.49	0.24
1歳	0.25	0.22	0.85	0.42	0.59	0.29	0.27	0.20	0.30	0.34
2歳	0.52	0.29	0.81	1.00	0.64	1.00	0.66	0.54	0.33	0.67
3歳	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
4歳以上	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00

2015年漁期以降は $F_{current}$ （2010～2014年漁期平均）の選択率を仮定。

表 10. 各種調査による資源量指標値 r ：加入量との相関係数（～2014 年）。

	①	②	③	④	⑤	⑥
1995				2,235	5.00	
1996				13,870	53.57	
1997				318	4.17	
1998				8	4.76	
1999				2,493	20.83	
2000				111	30.77	
2001	21.98	14.08		1,747	24.14	0.04
2002	26.98	16.12	3.98	781	36.67	8.11
2003	21.52	14.67	3.00	143	25.81	1.01
2004	52.73	19.90	10.47	30,124	69.23	11.11
2005	29.79	14.69	5.40	56	3.70	0.62
2006	8.70	12.27	1.94	7	3.45	0.01
2007	36.36	17.70	7.61	6,038	30.00	5.34
2008	28.85	12.45	4.77	559	27.27	2.13
2009	42.11	20.14	11.22	16,782	58.33	16.59
2010	26.32	17.72	7.45	3,696	21.74	1.48
2011	29.55	14.32		2,893	23.08	0.22
2012	35.56	18.41		5,950	30.77	1.97
2013	38.64	17.33		3,345	73.68	104.14
2014	23.64	17.98		5,382	50.00	0.14
2015	32.43	16.10				5.22
r	0.84	0.85	0.90	0.94	0.83	0.26

①北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚出現率

(%。169E以西・SST12～21℃での有漁点割合。東北・中央水研)

②北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚平均尾叉長

(cm。7月中旬に規準化した値。東北・中央水研)

③北西太平洋サンマ棒受網漁業における0歳魚(サバ類)混獲率

(%。混獲のあった操業の割合。東北水研)

④静岡県地先棒受網漁業CPUEによる資源密度指数(静岡県水技研)

⑤北西太平洋秋季浮魚類中層トロール・流し網調査による出現率

(%。148E以西近海域の有漁点割合。東北・中央水研)

⑥北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚現存尾数

(10億尾。親潮～移行域における推定値。東北・中央水研)

表 11. 2015 年漁期以降の資源尾数等

2015 年漁期は $F_{current}$ (2010～2014 年漁期の平均) を仮定し、2016 年漁期以降は $F_{current}$ 、 $F30\%SPR$ および $F20\%SPR$ でそれぞれ漁獲した場合に予測される 2015～2020 年漁期の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、漁獲尾数、漁獲量。

表 11-1. $F_{current}$ 、 $F30\%SPR$ の場合

年齢別漁獲係数 年齢\漁期年	$F_{current}$						$F30\%SPR$					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
1歳	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
2歳	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
3歳	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
4歳以上	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
平均	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

年齢別資源尾数(百万尾)												
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	1,166	992	1,079	1,137	1,146	1,142	1,166	992	1,127	1,164	1,163	1,164
1歳	741	683	581	633	666	672	741	683	554	630	651	650
2歳	596	408	376	320	348	367	596	408	351	285	324	334
3歳	320	273	187	172	146	159	320	273	163	140	114	129
4歳以上	125	169	167	134	116	99	125	169	137	93	72	58
計	2,948	2,525	2,391	2,396	2,423	2,440	2,948	2,525	2,333	2,312	2,324	2,335

年齢別資源量(千トン)												
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	161	137	149	157	158	158	161	137	155	161	160	161
1歳	239	220	187	204	215	217	239	220	179	203	210	210
2歳	267	183	169	144	156	165	267	183	158	128	145	150
3歳	173	147	101	93	79	86	173	147	88	76	62	70
4歳以上	77	104	103	83	72	61	77	104	85	58	45	36
計	917	792	709	680	680	686	917	792	665	625	622	626
親魚量	518	435	373	319	307	312	518	435	330	261	252	256

年齢別漁獲尾数(百万尾)												
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	120	102	111	117	118	118	120	135	153	158	158	158
1歳	108	100	85	92	97	98	108	131	106	120	124	124
2歳	155	106	98	83	91	95	155	135	116	94	107	111
3歳	114	97	66	61	52	57	114	120	72	62	50	57
4歳以上	44	60	59	48	41	35	44	74	60	41	32	25
計	542	465	420	402	399	403	542	594	507	475	471	475

年齢別漁獲量(千トン)												
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	17	14	15	16	16	16	17	19	21	22	22	22
1歳	35	32	27	30	31	32	35	42	34	39	40	40
2歳	70	48	44	37	41	43	70	61	52	42	48	50
3歳	62	52	36	33	28	31	62	65	39	33	27	31
4歳以上	27	37	37	30	26	22	27	46	37	25	20	16
計	210	183	159	146	142	143	210	232	183	162	157	158

表 11-2. F20%SPRの場合

年齢別漁獲係数		F20%SPR				
年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	0.13	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
1歳	0.20	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
2歳	0.38	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
3歳	0.57	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
4歳以上	0.57	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
平均	0.37	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	1,166	992	1,164	1,091	1,079	1,065
1歳	741	683	502	589	552	547
2歳	596	408	304	223	262	246
3歳	320	273	123	92	67	79
4歳以上	125	169	90	43	28	19
計	2,948	2,525	2,333	2,312	2,324	2,335

年齢別資源量(千トン)

年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	161	137	161	150	149	147
1歳	239	220	162	190	178	176
2歳	267	183	136	100	118	110
3歳	173	147	67	50	36	43
4歳以上	77	104	56	27	17	12
計	917	792	581	517	498	488
親魚量	518	435	259	177	171	165

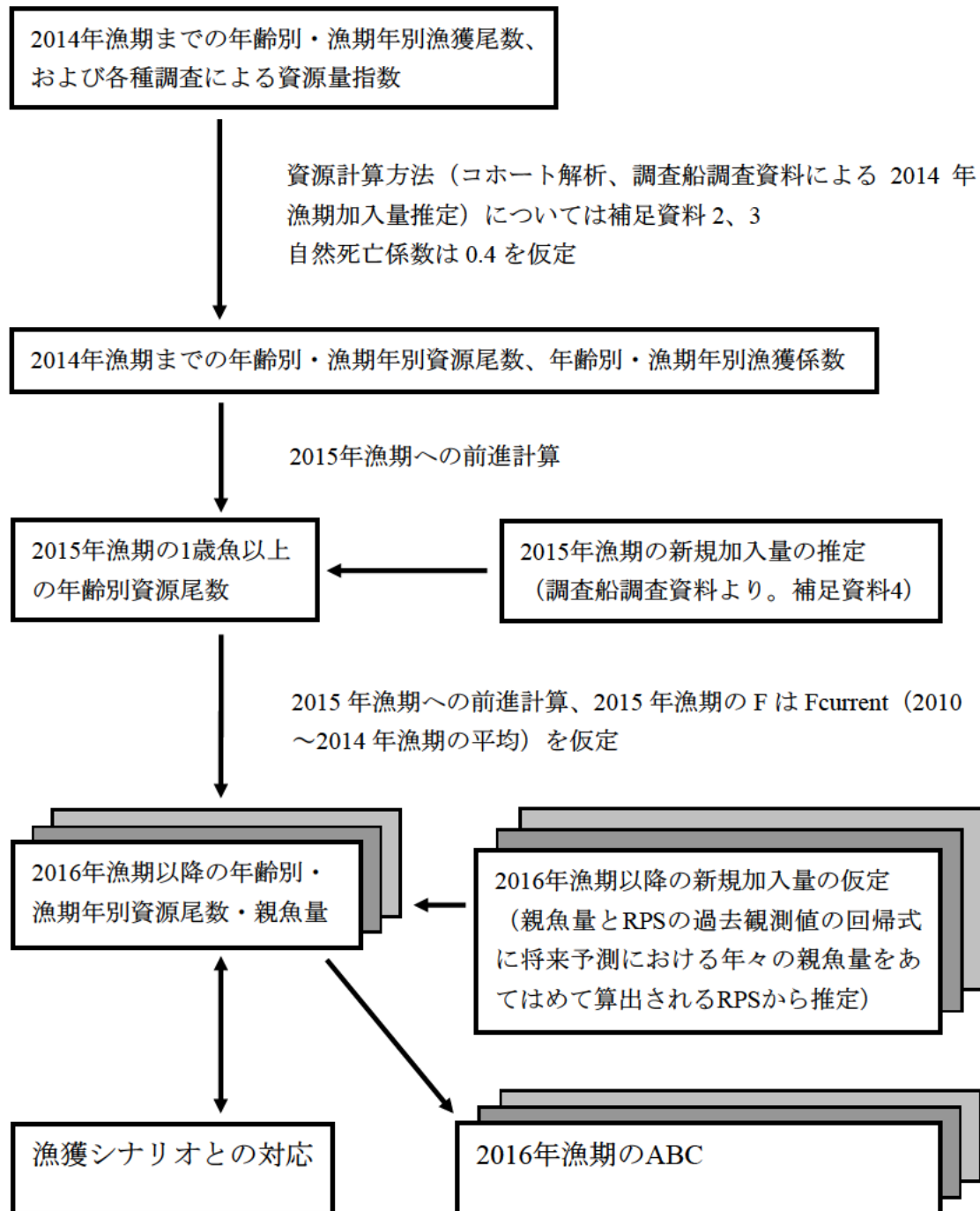
年齢別漁獲尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	120	198	233	218	216	213
1歳	108	188	138	162	152	151
2歳	155	184	137	101	118	111
3歳	114	155	70	52	38	45
4歳以上	44	96	51	25	16	11
計	542	822	629	558	540	530

年齢別漁獲量(千トン)

年齢\漁期年	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	17	27	32	30	30	29
1歳	35	61	45	52	49	49
2歳	70	82	61	45	53	50
3歳	62	84	38	28	21	24
4歳以上	27	59	32	15	10	7
計	210	314	208	171	162	159

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

Pope の近似式を用いたコホート解析により年齢別資源尾数・重量、漁獲係数、漁獲量を推定した（詳細は平松（2001）等を参照。表 2～9）。解析は、生活史と漁獲の季節性に基づき 7 月～翌年 6 月の漁期年単位で、0～3 歳、および 4 歳以上をまとめた最高齢グループ（4+歳、プラスグループ）の年齢構成で行った。プラスグループの計算については平松（2001）によった。自然死亡係数（M）は田内・田中の式より 0.4 とした（寿命 6 歳、田中 1960）。具体的な計算方法は下の通り。なお、最近年（2014 年）の 0 歳魚資源尾数（加入量）は、本コホート解析による前年（2013 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）。

年齢別年別資源尾数を（1）式により計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数である。

ただし、最近年（t 年、ここでは 2014 年）の 1 歳以上、および、その前年（t-1 年、ここでは 2013 年）までの最高齢グループ（添え字 p、ここでは 4+歳）、最高齢-1 歳（p-1、ここでは 3 歳）については、それぞれ（2）式、および、（3）、（4）式によった。

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

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

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

漁獲係数（F）の計算は、最近年の F（ターミナル F、 $F_{a,t}$ ）以外は（5）式によった。

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

最高齢グループの F は、全ての年で最高齢-1 歳と等しいとした（ $F_{p,y} = F_{p-1,y}$ ）。

最近年の $F_{1,2014}$ 、 $F_{2,2014}$ および $F_{3,2014}$ は、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、加入量を反映すると考えられる次の 4 系列の指標値（X）を用いた（表 10）。

- | | |
|--------------------|-------------------|
| ① 北上期調査・0 歳魚出現率 | ② 北上期調査・0 歳魚平均尾叉長 |
| ③ サンマ棒受網漁業・0 歳魚混獲率 | ④ 棒受網漁業資源密度指数 |

いずれの指標値も加入量である 0 歳魚資源尾数（ N_0 ）に適合させた。対象期間は、データのある年限（①②：2001～2013 年、③：2002～2010 年、④：1995～2013 年）とした。

①～③は資源尾数と指数関数的な関係がみられることから、チューニング指数（I）として指数関数を充てた値（ $\exp(X)$ ）を用いた（補足表 2-1）。④は対数値（ $\ln(X)$ ）を用いた。

次のような目的関数を各指数についてそれぞれ求めた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_{0,y}))^2 \quad (6)$$

ここで N_0 はある $F_{a,t}$ のもとでコホート解析から計算される 0 歳魚資源尾数である。 q は比例係数であり、各指数について (7) 式によって計算した (I/N_0 の相乗平均)。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{N_{0,y}} \right) \right\} \quad (7)$$

これら目的関数の総和を最小にするような $F_{1,2014}$ 、 $F_{2,2014}$ および $F_{3,2014}$ の値を探索的に求めた。

以上から得られる 2014 年までの年齢別年別資源尾数 ($N_{0,t}$ は資源量指数から回帰式によって推定 (補足資料 3)) に各年の年齢別漁獲物平均体重を乗じて資源量を得た。

2015 年以降の資源尾数は、加入量に 2015 年は調査船調査結果による推定値 (補足資料 4) を、2016 年以降は SSB-RPS 回帰式 (図 10) と各年推定親魚量から求められる値をそれぞれ与えて、コホート解析の前進法 ((8) 式) で求めた。 $F_{a,2015}$ は F_{current} (最近 5 年 (2010～2014 年) の平均 F)、2016 年以降の F ($F_{a,2015\sim}$) は各漁獲シナリオによるものとした。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad \text{※} a < p-1 \text{ の場合} \quad (8a)$$

$$N_{p,y+1} = (N_{p,y} + N_{p-1,y}) \exp(-F_{p,y} - M) \quad \text{※ プラスグループ} \quad (8b)$$

漁獲尾数は (9) 式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-\frac{M}{2}) \quad (9)$$

2015 年以降の年齢別体重は最近 5 年 (2010～2014 年) の年齢別漁獲物の平均値とし、年齢別資源尾数、漁獲尾数に乗じて資源量、漁獲量 (ABC) を得た。

なお、昨年度評価では北西太平洋秋季浮魚類中層トロール調査・流し網調査による 0 歳魚出現率 (表 10) をチューニング指数として用いていたが、同調査において 2013 年に非常に高い値が観測されたものの、その後の 2013 年級群の漁獲物における出現状況から 2013 年の加入量は高いとみなされないため、同調査の 0 歳魚出現率はチューニング指数として適当ではないと考え、今年度評価ではチューニング指数として用いなかった。

また、チューニング指数は静岡県以東の 0 歳魚指標値に偏っていて、それらの値が、三重県以西の漁獲量が減少し始めた 2012 年以降も比較的高い値で推移しているため、推定された資源量は三重県以西の近年の漁況と必ずしも一致していない。系群全体の資源状態をより良く反映する資源評価結果が得られるよう、今後は三重県以西のデータもチューニング指数として用いることを検討する必要がある。

引用文献

- 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書 資源解析手法教科書, 日本水産資源保護協会, 104-128.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, (28), 1-200.

補足表 2-1. チューニング指数

	①exp(X ₁)	②exp(X ₂)	③exp(X ₃)	④ln(X ₄)
1995				7.71
1996				9.54
1997				5.76
1998				2.06
1999				7.82
2000				4.71
2001	9.01	4.09		7.47
2002	14.86	5.01	1.49	6.66
2003	8.60	4.34	1.35	4.96
2004	194.95	7.31	2.85	10.31
2005	19.66	4.35	1.72	4.02
2006	2.39	3.41	1.21	2.00
2007	37.95	5.87	2.14	8.71
2008	17.90	3.47	1.61	6.33
2009	67.39	7.49	3.07	9.73
2010	13.90	5.88	2.11	8.22
2011	19.19	4.19		7.97
2012	35.01	6.30		8.69
2013	47.64	5.66		8.12

①北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚出現率(10分率):X₁

②北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚平均尾叉長(10cm):X₂

③北西太平洋サンマ棒受網漁業における0歳魚(サバ類)混獲率(10分率):X₃

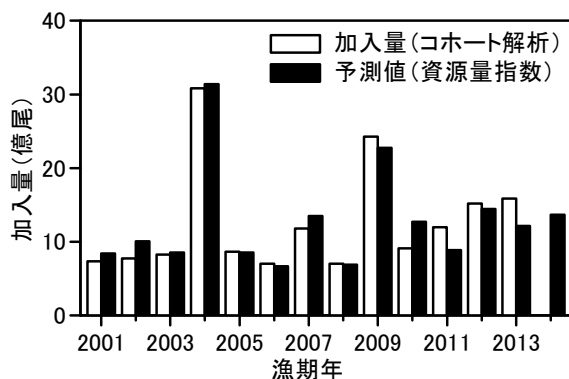
④静岡県地先棒受網漁業CPUEによる資源密度指数:X₄

補足資料 3 最近年の加入量の推定について

最近年(2014年)の加入量については、資源量指数を用いた重回帰式による推定の方が、コホート解析よりも精度が高いと判断し、適用した。それぞれ加入量(N₀)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2001年から前年(2013年)までの2つの資源量指数:北上期調査平均尾叉長(FL(cm)、表9、補足資料4)、静岡県棒受網漁業資源密度指数(I(×10³)、表9)を説明変数とする重回帰式を求めた。

$$N_0 = 10^{0.0437 FL + 0.0112 I + 8.29} \quad (r^2 = 0.92)$$

2014年の各指数の値(FL=18.0 cm、I=5.38×10³)から、2014年の加入量(N_{0,2014})は13.6億尾と推定された(補足図3-1)。F_{0,2014}は、ここで得られた加入量と漁獲尾数(C_{0,2014})から補足資料2の(5)式によって求めた。



補足図 3-1. 資源量指数の回帰式で予測した値とコホート解析による加入量

補足資料 4 5～7 月の調査船調査による新規加入量の見積もりについて

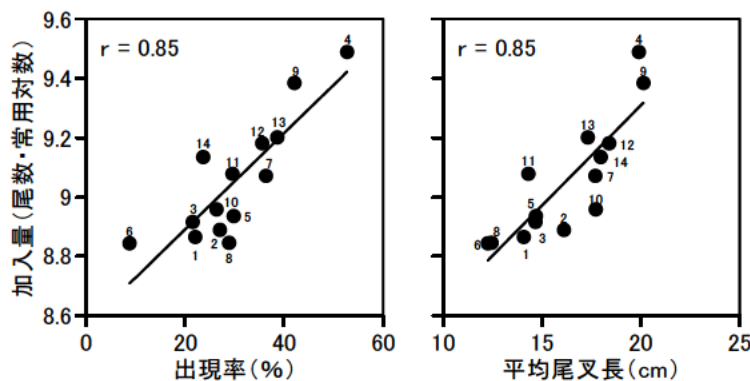
北西太平洋北上期中層トロール調査による親潮～移行域(東経169度以西、SST12～21℃)における0歳魚出現率(漁獲のあった調査点の割合: O (%))、および稚幼魚期の推定成長式(高橋ほか未発表: $L_i = 26.6 \exp(-\exp(-0.0216(i-54.3)))$ 、 i : ふ化後日数、 L_i : ふ化後 i 日の尾叉長 (cm)) を仮定して7月中旬時に規準化した漁獲物の平均尾叉長 (FL) は、それぞれ加入量 (N_0 、2013 年まではコホート解析による推定値、2014 年は資源量指数による推定値(補足資料 3)) の常用対数と高い相関がみられる(川端ほか 2009、補足図 4-1)。これらを説明変数として加入量を予測する重回帰式を求めた。

$$N_0 = 10^{0.0125 O + 0.0427 FL + 7.97} \quad (r^2 = 0.92)$$

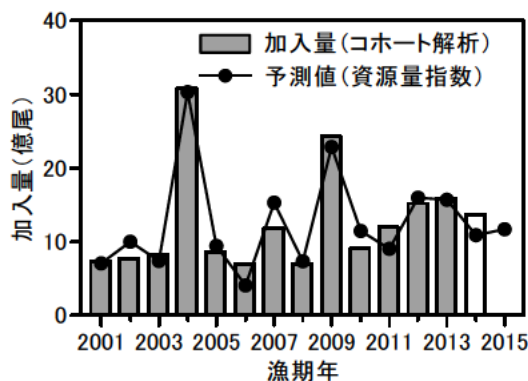
2015 年 6～7 月の調査結果 ($O = 32.4\%$ 、 $FL = 16.1$ cm) から、2015 年の加入量 ($N_{0,2015}$) は 11.7 億尾と推定された(補足図 4-2)。

引用文献

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.



補足図 4-1. 2001～2014 年の北上期調査による 0 歳魚出現率および平均尾叉長と加入量との関係



補足図 4-2. 北上期調査の指標値から回帰式で予測した加入量(予測値)とコホート解析による加入量(2014 年は各種資源量指数による推定値(補足資料 3))