

平成 30（2018）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、井須小羊子、渡邊千夏子、上村泰洋、古市 生）

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、福島県水産海洋研究センター、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・2010 年は 70 万トンを超える極めて高い水準に達した。しかしながら 2010 年以降は高い加入量が見られていないことから、2011 年以降、資源量は減少傾向を示し、2017 年は 23 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 **Blimit** とした。2017 年の親魚量は 9.2 万トンであり、**Blimit** を上回っていることから、資源水準は中位、最近 5 年間（2013～2017 年）の資源量の推移から動向は減少と判断した。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（2013～2017 年平均）の漁獲圧のもとで資源量が将来的には現状よりも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。

再生産関係が得られており、親魚量は **Blimit** を上回っていることから、親魚量を **Blimit** 以上に維持することを管理目標として、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1)を適用した。2019 年漁期の ABC を、資源の維持若しくは増大が見込まれる現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ (**Fcurrent**)、親魚量の増大を図る漁獲シナリオ (**F30%SPR** を適用) および **Blimit** 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 (**F20%SPR** を適用) に基づいて算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2019 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2024 年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年に 2017 年 親魚量を 維持	2024 年に Blimit を 維持
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	66	19	0.38 (-20%)	189 (89~359)	89	100
	Limit	79	23	0.48 (±0%)	156 (70~317)	75	100
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	68	20	0.40 (-17%)	183 (85~356)	86	100
	Limit	81	24	0.49 (+3%)	150 (66~289)	72	100
親魚量を Blimit 以上で維持・ 漁獲量の増加* (F20%SPR)	Target	95	28	0.61 (+27%)	121 (51~239)	52	97
	Limit	112	33	0.76 (+58%)	89 (34~169)	32	86
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。							

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。2019 年漁期は 2019 年 7 月～2020 年 6 月である。Fcurrent は 2013～2017 年の F の平均値、漁獲割合は 2019 年漁期漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。2017 年漁期の親魚量は 92 千トン。

漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2014	349	174	120	0.69	34%
2015	284	130	83	0.62	29%
2016	225	118	49	0.34	22%
2017	231	92	35	0.25	15%
2018	311	126	74	0.48	24%
2019	338	118	—	—	—

漁期年 (7 月～翌年 6 月) での値。2018、2019 年漁期の値は、将来予測に基づいた値。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 (水揚げ調査結果) とは若干、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
2017 年漁期	親魚量	1996 年水準以上 (92 千トン)	

水準：中位 動向：減少

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	主要港水揚量（北海道～宮崎（17）道県、JAFIC、北部まき網組合） 月別体長組成（水研、北海道～宮崎（17）道県、JAFIC）：市場測定 月別体長・体重・年齢・成熟データ（水研、北海道～宮崎（17）道県、 JAFIC）：市場測定、漁獲試験 月別漁業種別マサバ・ゴマサバ混獲比率（水研、北海道～宮崎（17） 道県）：水揚げ情報、標本港混獲率、市場測定標本混獲率、漁獲試験
資源量指数 ・加入量指標値 ・資源密度指数* ・産卵量*	北西太平洋北上期浮魚類資源調査**（5～7 月、水研）：中層トロール 北西太平洋秋季浮魚類資源調査***（9・10 月、水研）：中層トロール （2001 年以降）、流し網（1995～2002 年） 静岡県棒受網漁況（静岡県）：CPUE、漁獲物年齢組成 卵稚仔調査（水研、青森～宮崎（17）都県）：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）

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

**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）、および北西太平洋北上期浮魚類資源調査（中央水研・東北水研、親潮～黒潮続流域（141°～150°E）、2001～2004 年、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）、北西太平洋秋季浮魚類資源調査（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いるが、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いるが、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 et al. 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）、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）。さらに、2008～2015 年にかけて天皇海山海域に 2008 年級群を主体としたゴマサバ

の分布がみられたが、この現象は 2008 年に八丈島以南の海域で産卵量が多く、この海域で産卵された個体が天皇海山海域に輸送されたことによると考えられている（上村ほか 2017）。

（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際的であり（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、最大 11 歳の報告がある。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（2013～2017 年漁獲物の平均値）を図 2 に示す。

（3）成熟・産卵

卵巣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）。これらよりはるか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、卵巣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 4）。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 年以降の海区・漁業種類別の我が国の年間漁獲量（7 月～翌年 6 月）は、南区（宮崎～和歌山県）では 0.9 万（2015 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 0.5 万（2017）～6.2 万トン（1985）、中区・北区定置網では 0.1 万（1991）～3.2 万トン（2010）、北区まき網では 0（1994 など）～6.4 万トン（2009）の範囲でそれぞれ変動している（図 4、表 1）。特に北区まき網では、2014 年には 4.1 万トンであったが、2015 年に 1.6 万トン、2016 年に 0.3 万トンと減少が著しい。合計では、1995 年に 10 万トンを上回ってから高い水準にあり、2004 年の高い加入量によって 2006 年に 19.3 万トンと過去最高値となった。その後も高い水準を維持し、2010 年には引き続き高い資源水準によって 19.1 万トンと高い値を示した後、2011 年以降は減少傾向を示し、2017 年は 3.2 万トンで、資源量が推定可能な 1995 年以降では最も低い値となった。

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と判断される。

近年、中国およびロシアが北西太平洋公海域およびロシア 200 海里水域内でさば類を漁獲しており、北太平洋漁業委員会（NPFC）に 2014 年以降の漁獲量の報告がある（水産庁水産政策審議会第 82 回資源管理分科会配付資料（2017 年 4 月）：<http://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/170406-8.pdf>、および NPFC 資料：<http://www.npfc.int/summary-footprint-chub-mackerel-fisheries>）。この漁獲量にはマサバとゴマ

サバが含まれているため、それぞれの比率は、北部太平洋まき網漁業のそれぞれの年の7～12月の漁獲物のマサバとゴマサバの比率に等しいと仮定し、中国およびロシアのゴマサバの漁獲量を推定した（図4、表1）。その結果、ゴマサバの割合は2014年が21%、2015年が9%、2016年が2%、2017年が1%と推定された。また、NPFCへの報告は暦年集計であるが、漁船の動向から主漁期は7月～11月と考えられるため、暦年の値をそのまま漁期年としても問題ないと判断した。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1995～2017年の年齢別資源量を、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、4、表2）。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。日本の年齢別漁獲尾数は、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。今年度評価より北西太平洋公海域およびロシア200海里水域内における中国およびロシアの2014年以降の漁獲量を考慮した。中国およびロシアの漁獲物の年齢組成は、遠州灘以北の7～12月の漁獲物の年齢組成と同じと仮定した。加入量の指標となると考えられる静岡県棒受網資源密度指数（図5、表3）と、親魚量の指標となると考えられる産卵量（図6、表3）をチューニング指数として用いて、探索的に最近年（2017年）の漁獲係数（ターミナル F ）を求めた。

(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3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。しかし、2013、2016、2017年級群はコホート解析結果からは高い加入量ではないとみられるが、北上期調査や秋季調査の各指標値が高い値を示すなど、近年は加入量と指標値の動向が一致しない傾向がみられている。

親魚量の指標となる産卵量の経年変化を図6および表3に示す。2005年以降の太平洋側のゴマサバの産卵量は、豊度が高い2004、2009年級群の成熟に伴う親魚量の増加を反映して、2007、2011年に高い値を示した。その後は2014年までおおむね25兆粒以上で推移していたが、2015年は8.9兆粒に減少した。2016年は12.0兆粒、2017年は17.3兆粒で、2016年以降は増加した。2018年（1～6月までの値）は109.6兆粒に急増したが、このうち102.2兆粒が3月に海区Ⅲ（日向灘～土佐湾～潮岬）での産卵量となっている。しかしながら、この海域で採集された卵径の頻度分布および親魚の分布情報から、2018年のゴマサバの産卵量は過大推定されている可能性が高いと判断し、2018年のゴマサバ産卵量は参考値として扱い、チューニング指数として使用しないこととした（補足資料2）。

(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、補足資料3)。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

1995～2017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・2010年は70万トン以上に達する高い水準にあった(図8、9、表2、補足資料3)。2011年以降は減少傾向を示し、2016年は22.5万トンで、1995年以降では最も低い値となったが、2017年は23.1万トンにわずかに増加した。親魚量は資源量と同様の傾向を示し、2017年は9.2万トンであった(図9、表2、補足資料3)。

1995～2017年の漁獲割合は15～56%の範囲で変化し、1995～1997年に高く、その後はおおむね30%前後で推移していたが、近年は減少傾向を示し、2017年は15%と最も低い値であった(図8、表2、補足資料3)。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0.25～1.2の範囲で変化し、2017年は最も低い値であった(図10、11、補足資料3)。

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(2017)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84%および121%、親魚量は87%および117%、加入量は80%および127%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

1995～2017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)～34.0万トン(2006年)の範囲であり、加入量はおおむね8億尾前後であるが、2015～2017年の加入量は3.0億尾～5.1億尾と平均を下回る水準で推移している(図9、表2)。

1995～2017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6.5尾/kg、平均値は9.4尾/kgであった(図13、表2、補足資料3)。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)。

$$RPS = 12.0 \cdot \exp(-0.00540 \cdot SSB) \quad (r^2 = 0.67)$$

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4.1倍、4.8倍および2.9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、親魚量と加入量の関係にはばらつきが大きいため(図14)、再生産曲線から得られる加入量が最も高

くなる親魚量を資源管理における目標とはしない。

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 2、補足資料 3）。Blimit を下回ったときの資源水準を低位と判断する。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。2017 年の親魚量は 9.2 万トンで、Blimit を上回っている。

（7）資源の水準・動向

前述 2-（1）、3-（2）のとおり、1995～2014 年には漁獲量はおおむね 10 万トン以上の高い水準にあり、太平洋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ていた（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 4、8、表 1、2、補足資料 3）。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。中－低位の区分は Blimit（親魚量 38 千トン）とし、下回った場合に低位とする（図 9）。資源量は 2011 年以降、急激に減少して 2015 年には 30 万トンを下回り、2017 年の資源量は 23.1 万トンと推定された。また、2015 年以降、北区での漁獲量が急減して、2015 年には系群全体の漁獲量が 10 万トンを下回り、2017 年の漁獲量は 3.2 万トンとさらに減少したことから、現状の資源水準は中位、資源動向は 2013～2017 年の資源量の推移から減少と判断した。

（8）今後の加入量の見積もり

2018 年以降の加入量については、親魚量が Blimit 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）生物学的管理基準（漁獲係数）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（2013～2017 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（2013～2017 年）の平均）は、 F_{msy} の代替値と考えられる $F_{0.1}$ より高いものの、 $F_{30\%SPR}$ よりわずかに高い程度であることから、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、補足資料 3）。このため、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)。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. 2019 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2017 年までの資源量と親魚量の推移から、資源水準は中位、動向は減少と判断した。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、2009・2010 年の資源量は極めて高い水準に達した。しかし、2010 年以降は高い加入量が見られていないことから、2011 年以降、資源量は減少傾向を示している。今後 5 年程度の見通しとしては、現状の漁獲圧を維持、さらには親魚量が **Blimit** 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 **Blimit** を上回っていることから、親魚量を **Blimit** 以上に維持することを管理目標として、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1)を適用した。

2019 年漁期の ABC は、将来予測において資源の維持若しくは増大が見込まれる現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ (**Fcurrent**)、親魚量の増大を図る漁獲シナリオ (**F30%SPR** を適用)、**Blimit** 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、図 16、表 4、補足資料 2)。**Fcurrent** は近年 5 年 (2013～2017 年) 平均とし、2018 年漁期は **Fcurrent** を仮定した。2019 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、2018 年漁期当初の資源量から前進法で漁獲量、資源量、親魚量を計算した (補足資料 2)。

現状の漁獲圧は高くなく、**Fcurrent** 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、年漁期)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.38	35	74	66	75	84	90	93	94
	Limit	0.48	35	74	79	86	92	96	98	99
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.40	35	74	68	77	86	91	94	95
	Limit	0.49	35	74	81	87	93	96	98	99
親魚量 Blimit 以上維持・ 漁獲量増加 (F20%SPR)	Target	0.61	35	74	95	95	98	98	99	99
	Limit	0.76	35	74	112	103	100	96	94	93
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	資源量 (千トン、年漁期)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.38	231	311	338	382	413	431	440	443
	Limit	0.48	231	311	338	365	384	395	402	405
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.40	231	311	338	380	409	426	435	439
	Limit	0.49	231	311	338	362	379	390	396	399
親魚量 Blimit 以上維持・ 漁獲量増加 (F20%SPR)	Target	0.61	231	311	338	343	347	349	351	352
	Limit	0.76	231	311	338	318	307	298	293	288
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	親魚量 (千トン、年漁期)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.38	92	126	118	154	174	190	199	203
	Limit	0.48	92	126	118	143	153	162	167	170
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.40	92	126	118	152	171	186	195	198
	Limit	0.49	92	126	118	141	150	158	163	165
親魚量 Blimit 以上維持・ 漁獲量増加 (F20%SPR)	Target	0.61	92	126	118	129	130	132	133	133
	Limit	0.76	92	126	118	115	107	103	100	98

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

(3) 2019 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。2019 年以降の加入量を前述 4- (5) の SSB-RPS 回帰式、および 1995～2017 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 Target および Limit 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 (2024 年漁期当初) に 2017 年親魚量および 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)。漁獲圧を現状よりある程度高めても、Blimit を十分に上回る水準を維持すると予測された。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2019 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2024 年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年に 2017 年 親魚量を 維持	2024 年に Blimit を 維持
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	66	19	0.38 (-20%)	189 (89~359)	89	100
	Limit	79	23	0.48 (±0%)	156 (70~317)	75	100
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	68	20	0.40 (-17%)	183 (85~356)	86	100
	Limit	81	24	0.49 (+3%)	150 (66~289)	72	100
親魚量を Blimit 以上で維持・ 漁獲量の増加* (F20%SPR)	Target	95	28	0.61 (+27%)	121 (51~239)	52	97
	Limit	112	33	0.76 (+58%)	89 (34~169)	32	86
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。							

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。2019 年漁期は 2019 年 7 月～2020 年 6 月である。Fcurrent は 2013～2017 年の F の平均値、漁獲割合は 2019 年漁期漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。2017 年漁期の親魚量は 92 千トン。

(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
・2017 年漁期漁獲量、体長組成、体長－体 重関係、年齢－体長関係 ・2017 年秋季～2018 年春季の各種資源量 指数	・2017 年漁期年齢別漁獲尾数 ・資源計算の改訂により、資源尾数、資源量、 親魚量、再生産関係、漁獲係数、%SPR 等

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (千トン)	ABC limit (千トン)	ABC target (千トン)	漁獲量 (千トン) (実際の F 値)
2017 年漁期 (当初)	F20%SPR	0.73	491	169*	144	
2017 年漁期 (2017 年再評価)	F20%SPR	0.80	301	106	91	
2017 年漁期 (2018 年再評価)	F20%SPR	0.76	231	83	71	35 (0.25)
2018 年漁期 (当初)	F20%SPR	0.80	323	105*	89	
2018 年漁期 (2018 年再評価)	F20%SPR	0.76	311	105	89	
2017、2018 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 2017 年漁期の実績値である。						

昨年度評価と比較すると、2017 年資源量および ABC が下方修正された。これは昨年度評価では再生産関係から推定していた 2017 年の加入量が、今年度評価においてコホート計算で推定したところ下方修正となったためである。2018 年資源量は、2017 年の加入量が下方修正になったものの、2016 年級群に相当する年齢の残存資源量が上方修正されたため、全体としてはわずかな下方修正に留まった。

6. ABC 以外の管理方策への提言

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。

高豊度年級群の発生がマサバには近年見られるがゴマサバには見られないなど、資源状態は両種で異なっている。その一方で、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 設定で資源管理が行われている。そのため、今後、本系群の資源動向はマサバと併せて注視していく必要がある。

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.

- 上村泰洋・川端 淳・米崎史郎・高橋正知・由上龍嗣・渡邊千夏子 (2017) 天皇海山海域におけるゴマサバの生物学的特性. 水産海洋研究, **81**, 18-28.
- 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・山口関常・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**, 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, 東北区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**, 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, さば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**, 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**, 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**, 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**, 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.

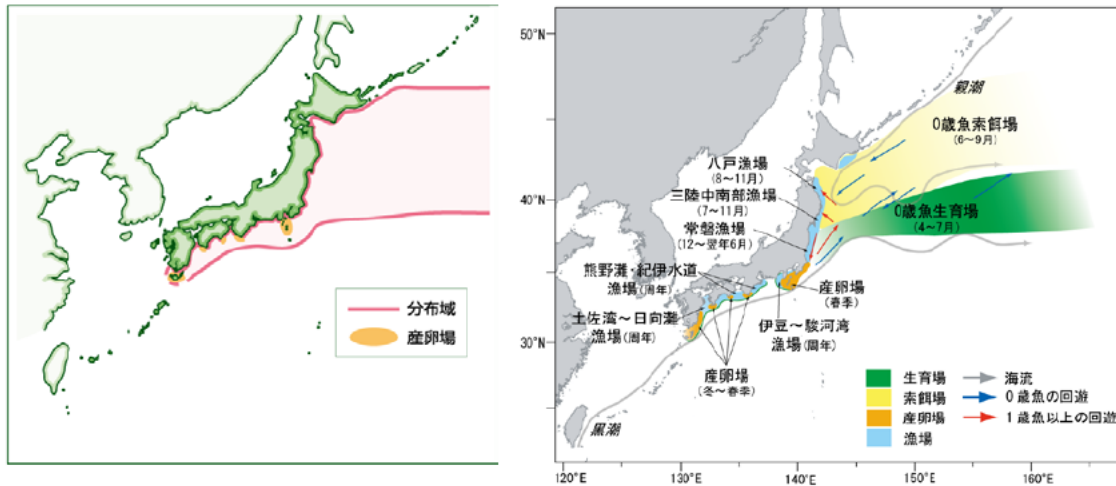


図1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

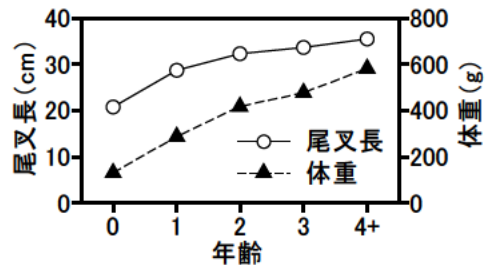


図2. 年齢と成長 (2013～2017年漁期漁獲物の平均)

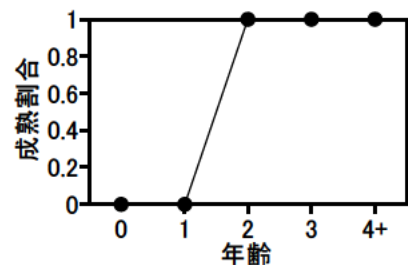


図3. 年齢と成熟率

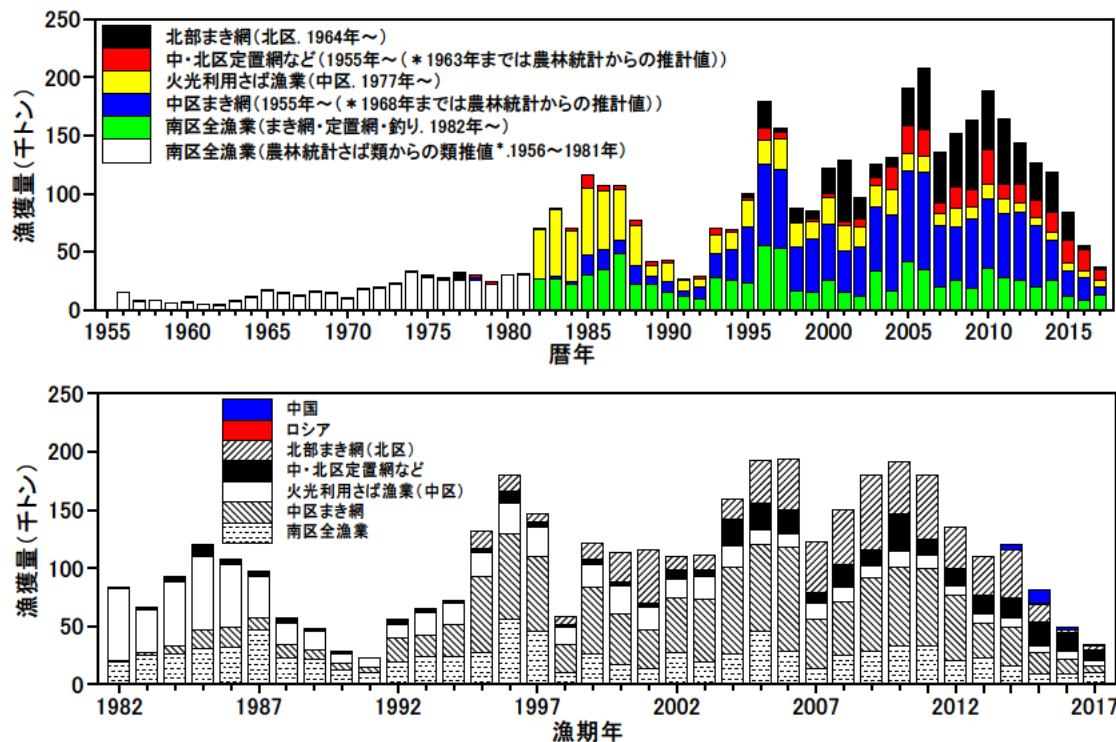


図4. 漁獲量の推移 太平洋側の暦年 (1～12月、日本のみ、上図) および漁期年 (7月～翌年6月、外国を含む、下図) 別の海区・漁業種類別漁獲量。*南区の1982～2005年の農林水産統計さば類漁獲量に対する主要港ゴマサバ水揚量 (各県資料) の比率を使って求めた。下図の2014年漁期以降の中国およびロシアの漁獲量は推定値。

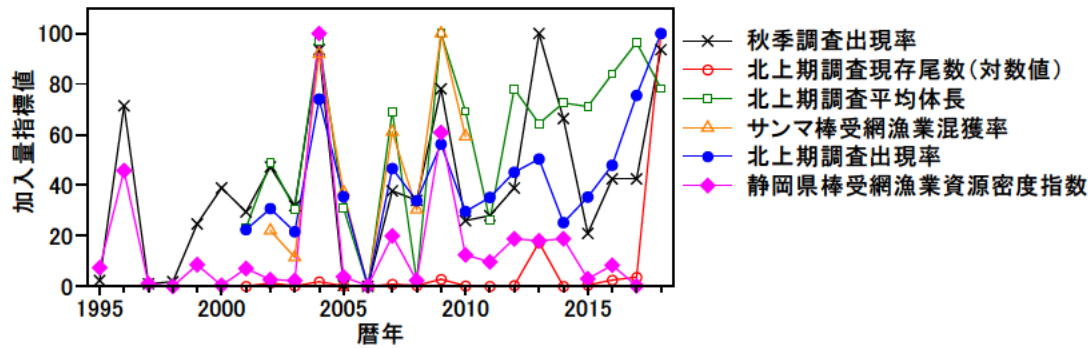


図 5. 各種調査による加入量指標値の経年変化 最大値を 100、最小値を 0 とした相対値。

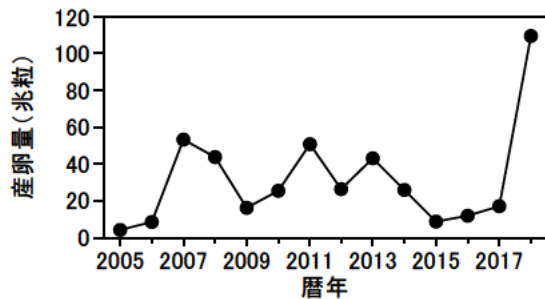


図 6. 太平洋側におけるゴマサバの産卵量
2018 年は 1~6 月の値。

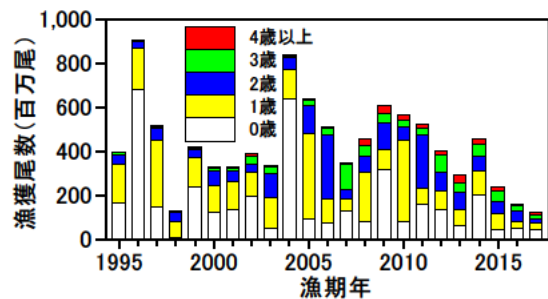


図 7. 年齢別漁獲尾数

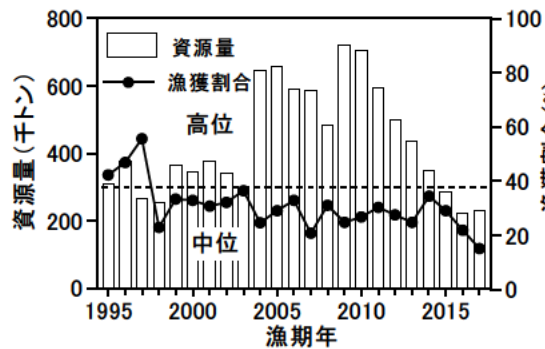


図 8. 資源量と漁獲割合
破線は資源水準の高-中位区分の目安。

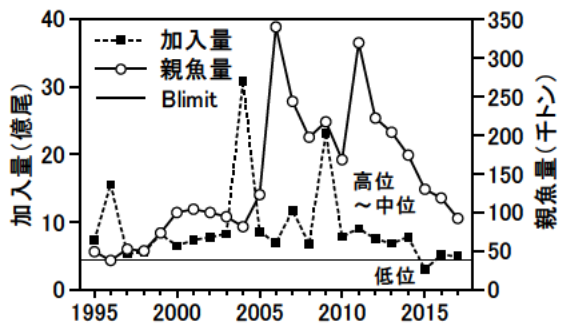


図 9. 加入量と親魚量の推移

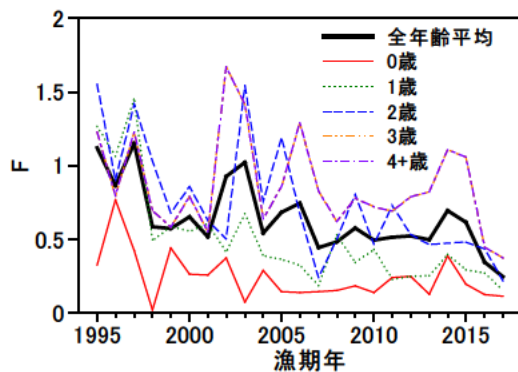


図 10. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

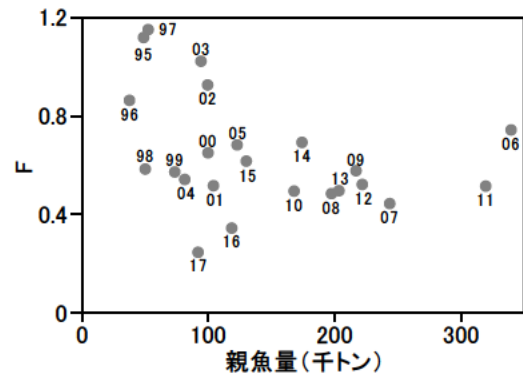


図 11. 親魚量と全年齢平均漁獲係数 (F)
の関係 (1995~2017 年漁期)

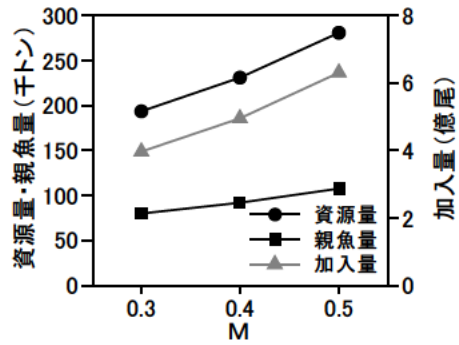


図 12. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2017 年漁期の資源量、親魚量および加入量

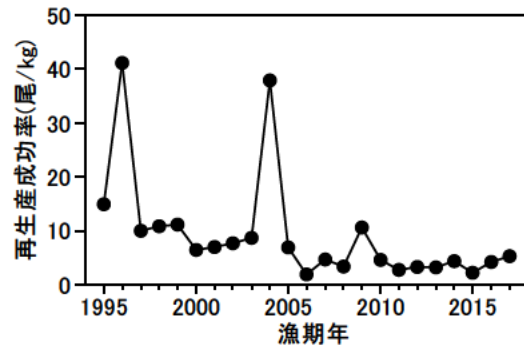


図 13. 再生産成功率の推移

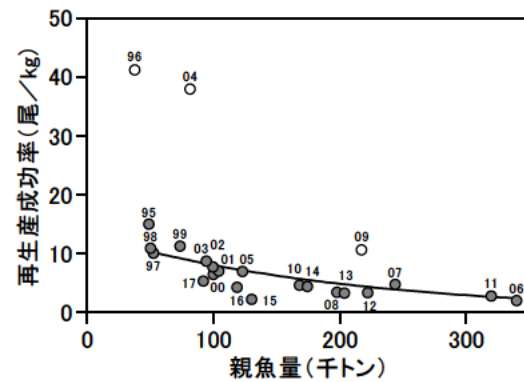
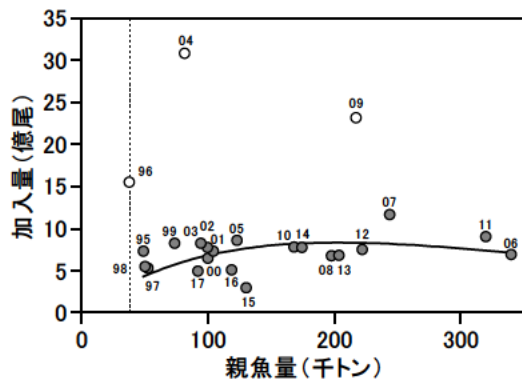


図 14. 親魚量と加入量および RPS の関係 点線は Blimit (左図)、実線は将来予測で仮定した SSB-RPS 回帰式 (右図、卓越年級群発生年 1996、2004、2009 年漁期を除く) と、この回帰式に基づく親魚量と加入量の関係 (左図) をそれぞれ示す。

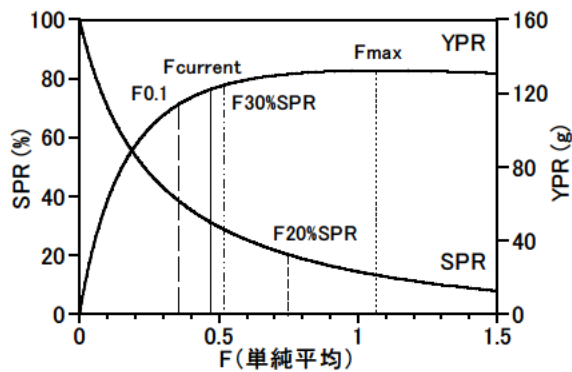


図 15. 漁獲係数 F と YPR、%SPR の関係

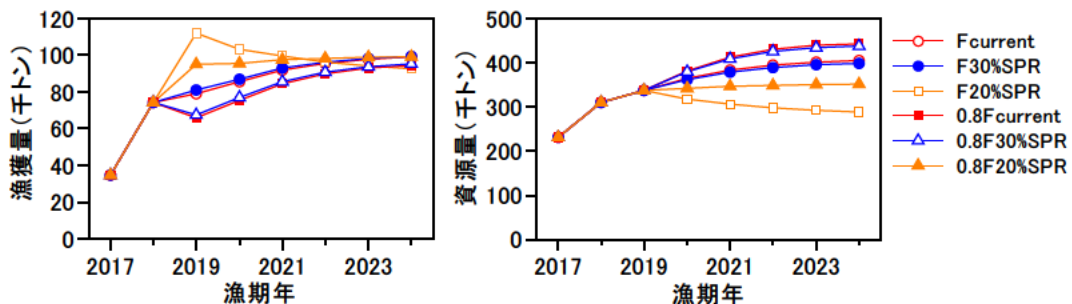


図 16. 各漁獲シナリオの F において予測される漁獲量と資源量

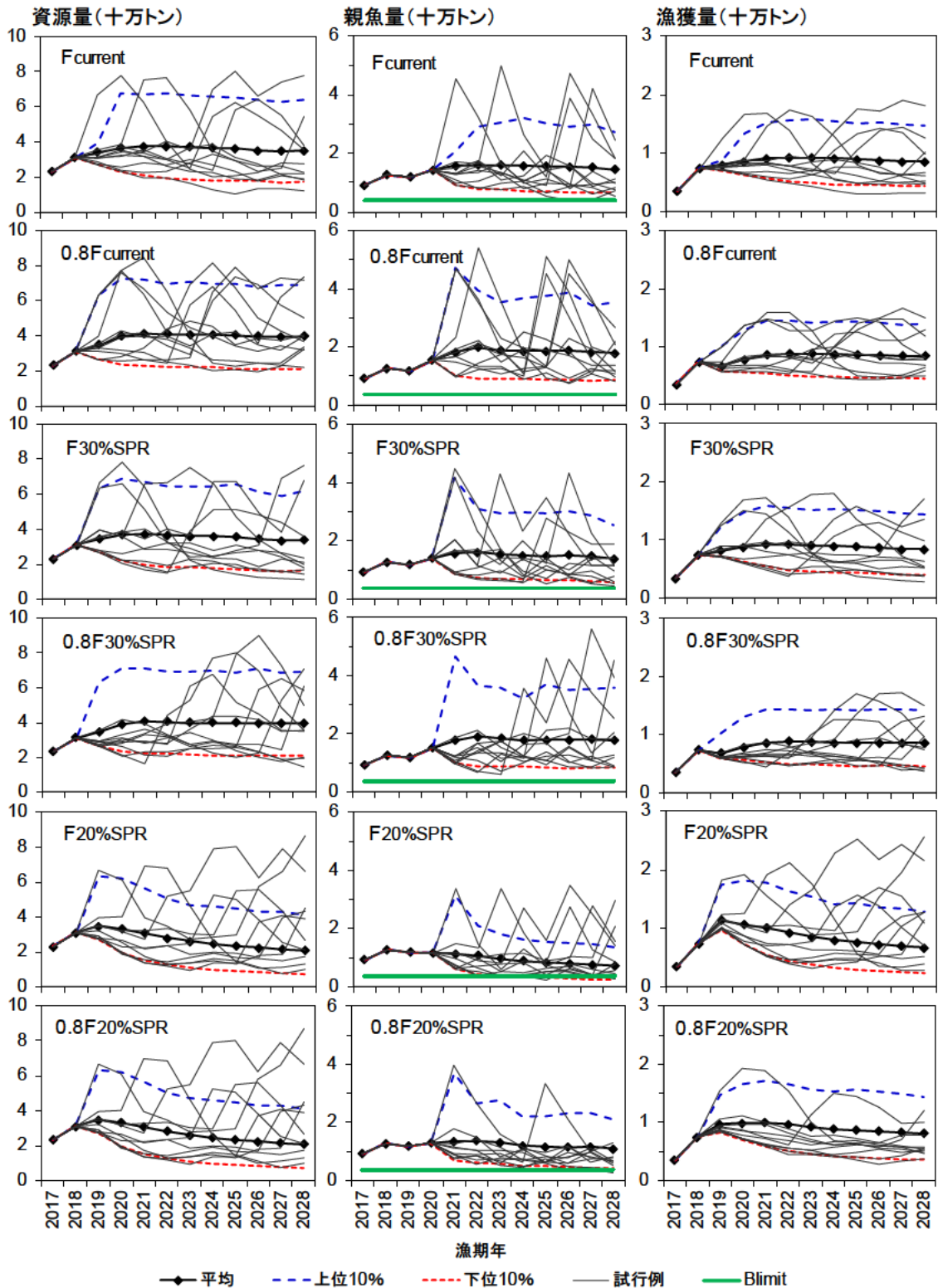


図 17. 各漁獲シナリオでの加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。灰細線は 1,000 回のうち任意の 10 回の試行を示す。

表 1. 漁業種類・海区別漁獲量（トン）

漁期年 7月～ 翌年 6月	合計	日本 合計	太平洋北・中区						南区 全漁業
			ロシア	中国	北区 まき網	定置網 等	火光利 用さば 漁業*	中区 まき網	
1982	84,023	84,023	-	-	0	1,354	61,917	826	19,927
1983	65,833	65,833	-	-	0	1,721	36,552	2,308	25,252
1984	92,096	92,096	-	-	0	4,667	55,088	5,816	26,525
1985	120,123	120,123	-	-	0	10,287	62,420	17,092	30,325
1986	107,583	107,583	-	-	532	3,925	53,655	18,010	31,460
1987	97,262	97,262	-	-	0	4,097	35,929	10,532	46,704
1988	57,242	57,242	-	-	0	4,579	18,240	12,067	22,356
1989	47,458	47,458	-	-	0	2,082	15,331	8,034	22,011
1990	27,864	27,864	-	-	47	2,070	7,767	5,678	12,302
1991	23,024	23,024	-	-	113	692	7,164	5,070	9,984
1992	56,060	56,060	-	-	10	4,434	11,870	20,284	19,463
1993	65,231	65,231	-	-	0	3,335	19,511	18,327	24,058
1994	71,962	71,962	-	-	0	2,348	18,718	26,894	24,002
1995	131,067	131,067	-	-	14,824	3,040	21,057	64,498	27,647
1996	179,832	179,832	-	-	13,184	10,938	26,514	72,788	56,408
1997	146,324	146,324	-	-	6,589	5,008	24,871	63,903	45,953
1998	58,385	58,385	-	-	7,641	1,334	15,348	23,544	10,518
1999	121,315	121,315	-	-	14,238	4,381	19,607	56,695	26,393
2000	113,597	113,597	-	-	25,548	3,830	23,365	44,230	16,624
2001	116,056	116,056	-	-	46,230	4,022	18,847	33,817	13,140
2002	110,135	110,135	-	-	11,746	7,802	16,760	46,575	27,252
2003	110,413	110,413	-	-	11,464	5,686	19,948	53,951	19,365
2004	158,927	158,927	-	-	16,673	23,107	18,631	74,934	25,582
2005	191,870	191,870	-	-	35,965	23,182	12,705	73,986	46,032
2006	192,976	192,976	-	-	42,643	20,777	11,890	89,427	28,239
2007	122,171	122,171	-	-	42,627	10,319	13,579	42,525	13,121
2008	149,584	149,584	-	-	46,848	19,624	12,572	45,411	25,129
2009	179,244	179,244	-	-	64,200	13,488	10,643	62,853	28,060
2010	190,993	190,993	-	-	44,136	32,121	13,732	68,058	32,947
2011	180,014	180,014	-	-	54,986	13,537	11,676	66,234	33,580
2012	135,075	135,075	-	-	35,991	14,278	8,015	56,504	20,288
2013	109,998	109,998	-	-	33,088	16,855	7,545	30,294	22,216
2014	120,382	115,192	9	5,180	41,393	17,005	7,568	33,608	15,619
2015	81,431	68,925	43	12,463	15,565	20,473	5,597	18,155	9,134
2016	49,215	46,893	141	2,182	2,907	15,004	7,048	12,495	9,440
2017	34,673	32,359	594	1,720	2,338	9,905	4,583	4,971	10,561

2014 年以降のロシアおよび中国の漁獲量は推定値。

*火光利用さば漁業：棒受網、たもすくい。

表 2. コホート計算結果 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、表 1）とは若干、異なる。

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	646	81	3,080	25	37.9
2005	192	659	123	858	29	7.0
2006	194	589	340	691	33	2.0
2007	122	588	244	1,167	21	4.8
2008	150	482	197	677	31	3.4
2009	179	721	217	2,318	25	10.7
2010	189	706	168	783	27	4.7
2011	181	595	320	905	30	2.8
2012	137	497	222	750	28	3.4
2013	109	437	204	681	25	3.3
2014	120	349	174	774	34	4.4
2015	83	284	130	298	29	2.3
2016	49	225	118	510	22	4.3
2017	35	231	92	495	15	5.4

表 3. 各種調査による資源量指標値 r：加入量および親魚量との相関係数（①②⑤⑥は開始年～2017 年の加入量との相関係数。③は 2010～2017 年の加入量との相関係数。④は 2007～2017 年の親魚量との相関係数）。③と④はコホート解析におけるチューニング指数。

	①	②	③	④	⑤	⑥
1995			2,235			5.00
1996			13,870			53.57
1997			321			4.17
1998			8			4.76
1999			2,560			20.83
2000			109			30.77
2001	21.98	14.08	2,142		0.04	24.14
2002	26.98	16.12	813		8.11	36.67
2003	21.52	14.67	692		1.01	25.81
2004	52.73	19.90	30,269		11.11	69.23
2005	29.79	14.69	1,146	4.35	0.62	3.70
2006	8.70	12.27	59	8.52	0.01	3.45
2007	36.36	17.70	6,038	53.25	5.34	30.00
2008	28.85	12.45	716	43.89	2.13	27.27
2009	42.11	20.14	18,386	16.27	16.59	58.33
2010	26.32	17.72	3,774	25.56	1.48	21.74
2011	29.55	14.32	2,939	50.79	0.22	23.08
2012	35.56	18.41	5,700	26.37	1.97	30.77
2013	38.64	17.33	5,423	43.12	104.14	73.68
2014	23.64	17.98	5,718	25.98	0.14	50.00
2015	29.73	17.86	892	8.87	2.98	18.18
2016	37.14	18.88	2,505	11.98	15.00	33.33
2017	53.57	19.86	35	17.27	21.57	33.33
2018	68.18	18.42		109.60	601.11	69.23
r	0.48	0.25	0.67	0.76	-0.01	0.56

- ①北西太平洋北上期浮魚類資源調査による中層トロール 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北西太平洋北上期浮魚類資源調査による中層トロール 0 歳魚漁獲物平均尾叉長
（cm。7 月中旬に規準化した値。東北・中央水研）
- ③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）
- ④海区Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ（宮崎県以东の太平洋）の産卵量
（兆粒。各水研、各都県）
- ⑤北西太平洋北上期浮魚類資源調査による中層トロール 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）
- ⑥北西太平洋秋季浮魚類資源調査による中層トロール・東北海区浮魚類分布調査による流し網出現率（％。148E 以西近海域の有漁点割合。東北・中央水研）

表 4. 2018 年漁期以降の資源尾数等

2018 年漁期は $F_{current}$ (2013～2017 年漁期の平均) を仮定し、2019 年漁期以降は $F_{current}$ 、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{20\%SPR}$ およびそれぞれのシナリオの予防的措置を講じた F で漁獲した場合に予測される 2018～2024 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 4-1. $F_{current}$ 、 $0.8F_{current}$ の場合

年齢別漁獲係数		$F_{current}$							$0.8F_{current}$						
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
1歳		0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳		0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
3歳		0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
4歳以上		0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
平均		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38

年齢別資源尾数(百万尾)															
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		769	751	794	806	813	816	817	769	751	806	818	819	817	816
1歳		297	426	417	441	447	451	452	297	426	433	465	471	472	471
2歳		174	152	218	213	225	229	230	174	152	230	234	251	254	255
3歳		45	77	67	97	94	100	101	45	77	73	111	112	121	122
4歳以上		56	32	34	32	40	42	45	56	32	40	41	55	61	66
計		1,340	1,438	1,530	1,588	1,620	1,637	1,645	1,340	1,438	1,582	1,668	1,709	1,726	1,730

年齢別資源量(千トン)															
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		99	97	102	104	105	105	105	99	97	104	105	105	105	105
1歳		85	123	120	127	128	130	130	85	123	124	134	135	136	135
2歳		72	63	91	89	94	95	96	72	63	96	97	105	106	106
3歳		22	37	32	46	45	47	48	22	37	35	53	53	57	58
4歳以上		32	18	20	18	23	24	26	32	18	23	24	32	36	38
計		311	338	365	384	395	402	405	311	338	382	413	431	440	443
親魚量		126	118	143	153	162	167	170	126	118	154	174	190	199	203

年齢別漁獲尾数(百万尾)															
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		108	106	112	114	115	115	115	108	86	93	94	94	94	94
1歳		58	83	81	86	87	88	88	58	68	69	74	75	75	75
2歳		48	42	60	59	63	63	64	48	35	53	54	58	59	59
3歳		20	34	29	42	41	43	44	20	29	27	41	42	45	46
4歳以上		24	14	15	14	18	18	19	24	12	15	15	21	23	25
計		258	278	298	314	323	328	331	258	230	257	279	290	296	298

年齢別漁獲量(千トン)															
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		14	14	14	15	15	15	15	14	11	12	12	12	12	12
1歳		17	24	23	25	25	25	25	17	20	20	21	22	22	22
2歳		20	18	25	25	26	26	27	20	15	22	22	24	24	25
3歳		9	16	14	20	20	21	21	9	14	13	20	20	21	22
4歳以上		14	8	9	8	10	11	11	14	7	9	9	12	13	14
計		74	79	86	92	96	98	99	74	66	75	84	90	93	94
漁獲割合		24%	23%	23%	24%	24%	24%	24%	24%	19%	20%	20%	21%	21%	21%

表 4-2. F30%SPR、0.8F30%SPR の場合

年齢別漁獲係数		F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢\漁期年		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1歳		0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳		0.41	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.41	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
3歳		0.76	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.76	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
4歳以上		0.76	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.76	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
平均		0.48	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

年齢別資源尾数(百万尾)		F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢\漁期年		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		769	751	792	803	810	813	814	769	751	805	817	820	819	818
1歳		297	426	414	437	443	447	448	297	426	431	462	468	470	469
2歳		174	152	216	210	221	224	226	174	152	228	231	247	251	252
3歳		45	77	66	94	92	97	98	45	77	72	109	110	118	119
4歳以上		56	32	33	30	38	40	42	56	32	39	40	53	58	63
計		1,340	1,438	1,522	1,574	1,604	1,620	1,629	1,340	1,438	1,575	1,658	1,698	1,715	1,721

年齢別資源量(千トン)		F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢\漁期年		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		99	97	102	103	104	105	105	99	97	104	105	106	105	105
1歳		85	123	119	126	127	128	129	85	123	124	133	135	135	135
2歳		72	63	90	88	92	94	94	72	63	95	96	103	105	105
3歳		22	37	32	45	44	46	47	22	37	34	52	52	56	57
4歳以上		32	18	19	18	22	23	24	32	18	23	23	31	34	37
計		311	338	362	379	390	396	399	311	338	380	409	426	435	439
親魚量		126	118	141	150	158	163	165	126	118	152	171	186	195	198

年齢別漁獲尾数(百万尾)		F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢\漁期年		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		108	109	115	117	118	118	118	108	89	95	97	97	97	97
1歳		58	85	83	87	89	89	90	58	70	71	76	77	77	77
2歳		48	43	62	60	63	64	64	48	36	54	55	59	60	60
3歳		20	34	30	42	41	43	44	20	29	28	42	42	45	46
4歳以上		24	14	15	14	17	18	19	24	12	15	15	20	22	24
計		258	286	304	319	327	332	335	258	237	263	284	295	301	303

年齢別漁獲量(千トン)		F30%SPR							0.8F30%SPR						
年齢\漁期年		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		14	14	15	15	15	15	15	14	11	12	12	12	12	12
1歳		17	25	24	25	25	26	26	17	20	20	22	22	22	22
2歳		20	18	26	25	26	27	27	20	15	23	23	24	25	25
3歳		9	16	14	20	19	20	21	9	14	13	20	20	21	22
4歳以上		14	8	9	8	10	10	11	14	7	9	9	12	13	14
計		74	81	87	93	96	98	99	74	68	77	86	91	94	95
漁獲割合		24%	24%	24%	25%	25%	25%	25%	24%	20%	20%	21%	21%	22%	22%

表 4-3. F20%SPR、0.8F20%SPR の場合

年齢別漁獲係数		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		0.19	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.19	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
1歳		0.27	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.27	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
2歳		0.41	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.41	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
3歳		0.76	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.76	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
4歳以上		0.76	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.76	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
平均		0.48	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.48	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61

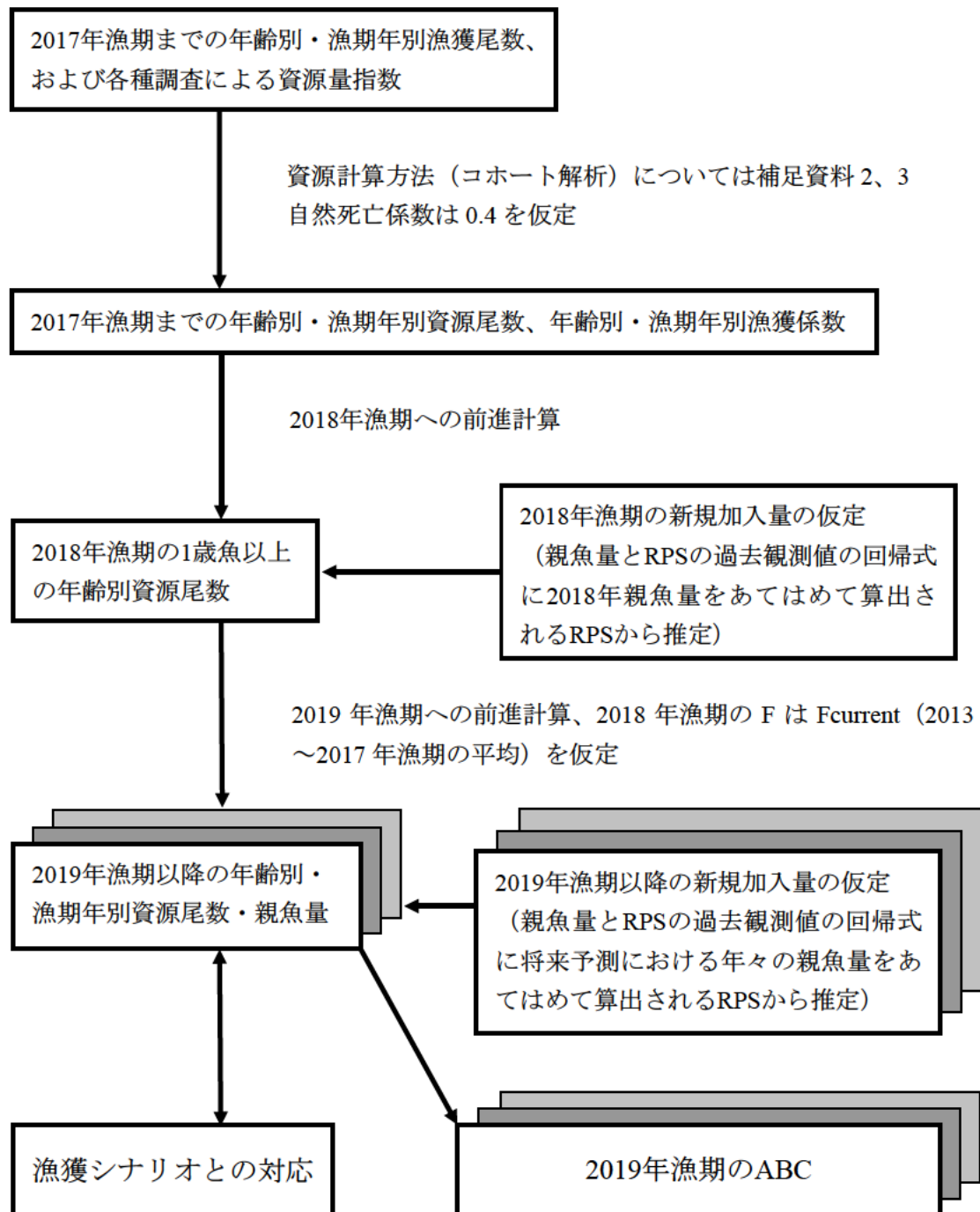
年齢別資源尾数(百万尾)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		769	751	744	723	712	703	696	769	751	774	775	778	780	781
1歳		297	426	373	370	359	354	349	297	426	396	408	409	410	411
2歳		174	152	186	163	161	157	154	174	152	203	188	194	194	195
3歳		45	77	53	65	57	56	54	45	77	60	80	75	77	77
4歳以上		56	32	22	15	16	15	14	56	32	28	22	26	26	26
計		1,340	1,438	1,378	1,336	1,305	1,284	1,268	1,340	1,438	1,461	1,474	1,482	1,487	1,490

年齢別資源量(千トン)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		99	97	96	93	92	90	90	99	97	100	100	100	100	101
1歳		85	123	107	106	103	102	100	85	123	114	117	117	118	118
2歳		72	63	78	68	67	65	64	72	63	85	79	81	81	81
3歳		22	37	25	31	27	27	26	22	37	29	38	36	37	37
4歳以上		32	18	13	9	9	8	8	32	18	16	13	15	15	15
計		311	338	318	307	298	293	288	311	338	343	347	349	351	352
親魚量		126	118	115	107	103	100	98	126	118	129	130	132	133	133

年齢別漁獲尾数(百万尾)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		108	159	158	153	151	149	148	108	131	135	135	136	136	136
1歳		58	122	107	106	103	101	100	58	102	94	97	97	98	98
2歳		48	60	73	64	64	62	61	48	51	68	63	65	65	65
3歳		20	44	30	37	32	32	31	20	39	30	41	38	39	39
4歳以上		24	18	13	9	9	8	8	24	16	14	11	13	13	13
計		258	403	381	369	359	352	348	258	339	342	348	349	351	352

年齢別漁獲量(千トン)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢	漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳		14	21	20	20	19	19	19	14	17	17	17	17	18	18
1歳		17	35	31	30	30	29	29	17	29	27	28	28	28	28
2歳		20	25	31	27	27	26	25	20	21	28	26	27	27	27
3歳		9	21	14	18	15	15	15	9	19	14	19	18	19	19
4歳以上		14	11	7	5	5	5	5	14	9	8	7	8	8	8
計		74	112	103	100	96	94	93	74	95	95	98	98	99	99
漁獲割合		24%	33%	32%	32%	32%	32%	32%	24%	28%	28%	28%	28%	28%	28%

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

Pope (1972) 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。補足資料 3）。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。

ステップ 1

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 2017 年）の 1 歳以上、および、その前年（t-1 年、ここでは 2016 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。

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

最近年（2017 年）の F は過去 4 年（2013～2016 年）の F の平均に等しいとした ((6) 式)。

$$F_{a,t} = \frac{1}{4} \sum_{y=t-4}^{t-1} F_{a,y} \quad (6)$$

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 ($F_{p,y} = F_{p-1,y}$)。

ここで得られた最近年の F から年齢別選択率（年齢別 F の最大値で各年齢の F を除した値）を計算し、ステップ 2 で用いる選択率とした。

ステップ 2

最近年の F 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、加入量および親魚量を反映すると考えられる次の 2 系列の指標値（Y）を用いた（表 3）。

① 静岡県棒受網漁業資源密度指数 ② 海区 I・II・III（宮崎県以東）の産卵量

①は加入量である 0 歳魚資源尾数（ N_0 ）、②は親魚量に適合させた。対象期間は、①は最後に卓越年級群が発生した 2009 年の翌年以降（2010～2017 年）とし、②の産卵量は、卵径による種判別に基づいて（西田ほか 2001、斉藤・池上 2010）、データは 2005 年以降、得られているが、2005、2006 年は卵の種判別の技術的な問題等も考えられることから 2007 年

以降とした。しかし、2018 年にサバ属卵が大量採集され、海区Ⅲの産卵量を押し上げている調査点（M6、土佐湾、2018 年 3 月）の卵径の頻度分布が、マサバ（卵径 1.1mm 以下）とゴマサバ（卵径 1.1mm より大）の境界をまたぎ、モードが 1.1mm を超える単峰型を示していたこと（補足図 2-1）、および 2018 年 2～5 月の日向灘のまき網においてマサバ親魚の漁獲量が急増していた一方で、ゴマサバ親魚の同時期の漁獲量は日向灘～豊後水道～土佐湾で低調に推移していたことから、2018 年 3 月の海区Ⅲの産卵量はマサバ親魚の急増により値が急増した可能性が高いと判断し、2018 年のゴマサバ産卵量の値はチューニング指数として使用しないこととした。卵径による種判別を行う根拠となったデータはマサバ太平洋系群の資源低水準期かつゴマサバ太平洋系群の資源高水準期のものが主体であったが（斉藤・池上 2010）、現在ではマサバ太平洋系群の資源は増加傾向にあり、ゴマサバ太平洋系群の資源は減少傾向にあるため、マサバでは親魚に占める高齢魚の割合が増えて卵径が大きくなり、ゴマサバでは逆に親魚に占める高齢魚の割合が減って卵径が小さくなって、卵径の重複が起きていることが想定される。そのため、卵径による種判別について再検討する必要がある。

①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）として対数値（ $\ln(Y)$ ）を用いた（補足表 2-1）。

次のような目的関数をおいた。

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

ここで X はある $F_{a,t}$ のもとでコホート解析から計算されるチューニングの対象（加入量、親魚量）である。q は比例係数であり、各指数について（8）式によって計算した（I/X の相乗平均）。

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

ステップ 1 で求めた選択率の下で、これら目的関数の総和を最小にするような最近年の F の値を探索的に求めた。

以上から得られる 2017 年までの年齢別年別資源尾数に各年の年齢別漁獲物平均体重を乗じて資源量を得た。

2018 年以降の資源尾数は、加入量に SSB-RPS 回帰式（図 14）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（（9）式）で求めた。 $F_{a,2018}$ は $F_{current}$ （最近 5 年（2013～2017 年）の平均 F）、2019 年以降の F（ $F_{a,2019\sim}$ ）は各漁獲シナリオによるものとした。

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

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

漁獲尾数は（10）式によった。

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

2018 年以降の年齢別体重は最近 5 年（2013～2017 年）の年齢別漁獲物の平均値とし（補足資料 3）、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。

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.

西田 宏・和田時夫・大関芳沖・瀬崎啓次郎・斉藤真美 (2001) 卵径によるさば属卵の種判別の可能性. 日本水産学会誌, **67**, 102-104.

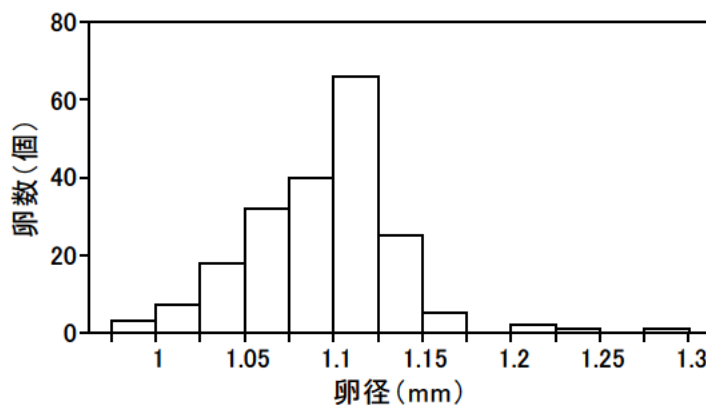
Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.

斉藤真美・池上直也 (2010) 1997～2007 年に千葉県で実施したサバ属卵の卵径測定結果総括. 平成 22 年度中央ブロック卵・稚仔、プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所, 169-172.

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

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
① $\ln(Y_1)$				8.24	7.99	8.65	8.60	8.65	6.79	7.83	3.56
② Y_2	53.25	43.89	16.27	25.56	50.79	26.37	43.12	25.98	8.87	11.98	17.27
①静岡県地先棒受網漁業CPUEによる資源密度指数： Y_1											
②海区Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ（宮崎県以東の太平洋）の産卵量（兆粒）： Y_2											



補足図 2-1. サバ属卵が大量採集された調査点（M6、土佐湾、2018 年 3 月）の卵径の頻度分布

補足資料3 コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数(百万尾) ※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。

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	166.0	679.8	149.2	8.7	240.0	122.7	135.9	196.9	48.1	633.3	93.9	73.3
1歳	172.4	190.1	302.5	73.5	130.3	124.0	124.2	105.3	143.1	135.1	383.2	112.2
2歳	47.6	27.0	51.1	39.8	38.4	63.5	52.5	39.7	108.5	53.3	133.2	290.3
3歳	7.6	4.7	8.8	5.5	6.5	14.5	13.3	32.8	30.8	9.3	18.2	28.2
4歳以上	1.8	1.4	2.4	1.5	2.1	4.0	4.4	13.1	5.4	3.7	5.6	8.5
計	395.4	902.9	514.0	129.0	417.3	328.7	330.3	387.9	335.8	834.6	634.0	512.5

年齢別漁獲量(千トン) ※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。

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	33.1	101.7	14.8	1.6	49.5	21.4	23.9	30.2	5.6	85.5	6.2	4.8
1歳	67.1	57.4	102.1	31.6	43.1	45.9	53.7	34.5	43.7	39.2	118.9	46.0
2歳	25.1	14.0	25.1	20.5	22.3	33.7	27.4	19.7	41.9	25.1	53.0	122.4
3歳	4.4	2.8	5.2	3.4	4.7	9.1	7.7	16.8	14.2	6.1	10.0	15.1
4歳以上	1.3	1.1	1.7	1.2	1.8	3.4	3.4	9.0	3.8	2.9	4.0	5.7
計	131.0	177.1	149.0	58.3	121.4	113.6	116.1	110.0	109.2	158.9	192.1	194.0
漁獲割合	42%	47%	56%	23%	33%	33%	31%	32%	37%	25%	29%	33%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0.32	0.77	0.42	0.02	0.44	0.26	0.26	0.37	0.07	0.29	0.14	0.14
1歳	1.26	1.06	1.45	0.49	0.58	0.55	0.60	0.41	0.67	0.39	0.36	0.32
2歳	1.55	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.63	0.50	1.54	0.76	1.19	0.67
3歳	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64	0.86	1.29
4歳以上	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64	0.86	1.29
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.52	0.93	1.02	0.54	0.68	0.74

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	2006
0歳(加入量)	732	1,549	528	548	826	649	733	774	825	3,080	858	691
1歳	293	355	482	232	360	357	335	380	358	513	1,546	498
2歳	74	56	82	75	95	135	138	123	168	122	234	722
3歳	13	10	15	13	18	32	38	49	50	24	39	48
4歳以上	3	3	4	4	6	9	13	20	9	10	12	14
計	1,116	1,974	1,112	873	1,305	1,182	1,256	1,346	1,409	3,749	2,688	1,974

年齢別資源量(千トン)、親魚量(千トン)、再生産成功率:RPS(尾/kg)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	146	232	52	104	170	113	129	119	96	416	57	45
1歳	114	107	163	100	119	132	145	124	109	149	480	204
2歳	39	29	41	39	55	72	72	61	65	58	93	305
3歳	8	6	9	8	13	20	22	25	23	16	21	25
4歳以上	2	3	3	3	5	8	10	14	6	8	9	10
計	309	377	268	254	363	345	378	342	299	646	659	589
親魚量(SSB)	49	38	52	50	73	100	104	100	94	81	123	340
RPS	15.0	41.2	10.1	11.0	11.3	6.5	7.0	7.8	8.8	37.9	7.0	2.0

年齢別漁獲物平均体重(g)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	199	150	99	190	206	175	176	153	116	135	66	65
1歳	389	302	338	429	331	370	432	327	305	290	310	410
2歳	527	519	492	516	580	532	522	496	387	471	398	422
3歳	588	599	597	615	727	627	583	511	463	660	552	536
4歳以上	687	793	697	746	851	854	774	685	704	794	716	672

補足資料3 コホート解析結果の詳細(続き)

年齢別漁獲尾数(百万尾) ※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。

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	128.7	78.2	317.4	82.8	157.9	135.6	66.7	203.3	43.1	49.1	42.8
1歳	55.2	227.1	92.2	369.4	75.8	84.9	71.1	107.2	73.0	31.5	35.0
2歳	42.6	72.9	121.0	56.7	239.2	82.7	76.1	63.2	56.7	51.1	13.5
3歳	113.6	48.2	40.4	33.8	31.9	81.6	44.0	57.8	45.6	22.2	19.5
4歳以上	5.2	28.6	32.5	21.2	17.5	18.1	31.2	26.5	18.3	8.2	11.3
計	345.2	455.0	603.5	563.9	522.2	402.9	289.0	458.0	236.7	162.0	122.0

年齢別漁獲量(千トン) ※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。

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	21.7	8.1	51.9	14.8	19.6	18.5	10.8	17.7	7.4	5.9	4.4
1歳	20.2	71.8	29.4	113.7	27.1	30.7	22.4	28.6	21.3	8.6	10.2
2歳	19.9	27.0	55.6	27.1	103.8	35.4	35.1	28.0	21.8	19.9	5.5
3歳	56.5	25.6	21.6	19.2	18.9	41.3	22.8	29.9	21.5	9.7	8.4
4歳以上	3.5	17.5	20.0	14.0	11.5	11.2	17.6	15.8	10.7	4.9	6.3
計	121.7	150.1	178.6	188.8	180.9	137.1	108.6	120.0	82.7	49.0	34.8
漁獲割合	21%	31%	25%	27%	30%	28%	25%	34%	29%	22%	15%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.14	0.15	0.18	0.14	0.24	0.25	0.13	0.39	0.19	0.12	0.11
1歳	0.18	0.53	0.34	0.43	0.23	0.24	0.25	0.39	0.29	0.27	0.15
2歳	0.24	0.50	0.80	0.47	0.73	0.53	0.46	0.47	0.48	0.44	0.22
3歳	0.83	0.62	0.78	0.72	0.69	0.79	0.82	1.11	1.06	0.44	0.37
4歳以上	0.83	0.62	0.78	0.72	0.69	0.79	0.82	1.11	1.06	0.44	0.37
平均	0.44	0.48	0.58	0.49	0.52	0.52	0.50	0.69	0.62	0.34	0.25

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳(加入量)	1,167	677	2,318	783	905	750	681	774	298	510	495
1歳	403	677	390	1,294	457	477	392	402	352	164	302
2歳	242	225	268	186	565	244	250	204	182	176	84
3歳	247	128	91	80	78	183	96	106	85	75	76
4歳以上	11	76	73	51	43	41	68	48	34	28	44
計	2,070	1,782	3,140	2,394	2,048	1,695	1,488	1,534	951	954	1,002

年齢別資源量(千トン)、親魚量(千トン)、再生産成功率:RPS(尾/kg)

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	196	70	379	140	112	103	110	67	51	61	51
1歳	148	214	124	398	163	173	123	107	103	45	88
2歳	113	84	123	89	245	105	115	91	70	69	34
3歳	123	68	49	46	46	92	50	55	40	33	33
4歳以上	8	46	45	33	28	25	38	29	20	17	25
計	588	482	721	706	595	497	437	349	284	225	231
親魚量(SSB)	244	197	217	168	320	222	204	174	130	118	92
RPS	4.8	3.4	10.7	4.7	2.8	3.4	3.3	4.4	2.3	4.3	5.4

年齢別漁獲物平均体重(g)

2018年漁期以降は予測値。

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018~
0歳	168	104	164	179	124	137	161	87	171	120	103	129
1歳	366	316	319	308	357	362	315	267	292	272	291	287
2歳	467	371	459	477	434	428	461	443	384	389	408	417
3歳	498	531	534	570	594	506	518	516	472	439	433	476
4歳以上	660	610	616	661	658	615	563	596	585	601	555	580