

## 平成 29（2017）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、梨田一也）

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・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、2016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。2016年の親魚量は12.5万トンであり、Blimitを上回っていることから、資源水準は中位、最近5年間（2012～2016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（2012～2016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。2018年漁期のABCは、親魚量の増大を図る漁獲シナリオ（F30%SPRを適用）、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（Fcurrent）、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。

ゴマサバ太平洋系群-2-

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2023年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2023年に 2016年 親魚量を 維持	2023年に Blimitを 維持
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	63	19	0.41 (-25%)	202 (87~343)	65	100
	Limit	75	23	0.51 (-7%)	169 (68~309)	48	100
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	66	21	0.44 (-20%)	192 (79~318)	62	100
	Limit	79	25	0.55 (±0%)	159 (60~278)	41	100
親魚量を Blimit 以上で維持・ 漁獲量の増加* (F20%SPR)	Target	89	28	0.64 (+16%)	136 (51~219)	29	98
	Limit	105	32	0.80 (+45%)	102 (33~168)	17	85
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。							

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。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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2018 年漁期は 2018 年 7 月～2019 年 6 月である。Fcurrent は 2012～2016 年の F の平均値、漁獲割合は 2018 年漁期漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。2016 年漁期の親魚量は 125 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
2013	399	194	109	0.53	27%
2014	319	154	115	0.74	36%
2015	289	106	70	0.61	24%
2016	234	125	45	0.34	19%
2017	301	123	82	0.55	27%
2018	323	99	—	—	—

漁期年 (7 月～翌年 6 月) での値。2017、2018 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。

ゴマサバ太平洋系群-3-

	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
2016年漁期	親魚量	1996年水準以上(125千トン)	

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	主要港水揚げ量 (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*	北西太平洋北上期中層トロール調査** (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 卵採集調査 (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)、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5～15cm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20～25cm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2016）。

#### (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、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（2012~2016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の特徴である。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0.6万（2015）～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0～6.4万トン（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、2006年に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。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、2016年は4.5万トンで、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いる。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が、その漁獲量のほとんどを占める中国の報告はマサバとしての報告である。そのため、本系群の資源評価においては外国漁船による漁獲を考慮していない。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

1995～2016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。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。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(2016年)の漁獲係数(ターミナルF)を求めた。なお、今年度評価では、調査船調査の0歳魚指標値をチューニング指数として使用せず、ターミナルFの選択率を仮定する等の変更を行った(補足資料2、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年級群は3歳までの累積漁獲尾数から判断して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数が高い値を示している(補足資料2)。

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(1～6月までの値)は16.9兆粒で、2016年以降は増加している。

##### (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

1995～2016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 4）。2011 年以降は減少傾向を示し、2016 年は 23.4 万トンで、1995 年以降では最も低い値となった。親魚量は資源量と同様の傾向を示し、2016 年は 12.5 万トンであった（図 9、表 2、補足資料 4）。

1995～2016 年の漁獲割合は 19～56%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、2016 年は 19%と最も低い値であった（図 8、表 2、補足資料 4）。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 0.34～1.2 の範囲で変化し、2016 年は最も低い値であった（図 10、11、補足資料 4）。

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（2016）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 122%、親魚量は 86% および 117%、加入量は 79% 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

1995～2016 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（図 9）。2012～2016 年の加入量は 2014 年（8.5 億尾）を除いて、3.7 億尾～6.8 億尾と平均を下回る水準と推定され、2015 年の加入量 3.7 億尾は 1995 年以降で最も低い値であった（表 2）。

1995～2016 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 6.8 尾/kg、平均値は 9.6 尾/kg であった（図 13、表 2、補足資料 4）。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 年を特異年として除き、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）。

$$RPS = 12.5 \cdot \exp(-0.00557 \cdot SSB) \quad (r^2 = 0.68)$$

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（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 4）。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。2016 年の親魚量は 12.5 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、1995～2014 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 4)。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、2016 年の資源量は 23.4 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、2016 年の漁獲量は 4.5 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 2012～2016 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

平成 27 年度資源評価までは、当年の加入量を北上期調査による出現率、平均尾叉長を説明変数とする 2015 年までの加入量との重回帰式を用いて推定していたが、2012 年以降、この関係から推定される加入量の過大推定が継続していたことから、昨年度評価からこの重回帰式を用いず前述 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。

2017 年の北上期調査の出現率は 54%で過去最高値、平均尾叉長は 19.9cm で 2009 年に次いで過去 2 番目に高い値を示したが、本系群を対象とする主要な漁業である三重県熊野灘の中型まき網および定置網、静岡県棒受網漁業の 2017 年 10 月までの当歳魚の漁獲状況から判断しても、2017 年の加入量は高くない可能性があり、北上期調査による加入量指数を用いて 2017 年の加入量を推定すると、過大推定する可能性が高いと判断される。このため、今年度も昨年度同様に 2017 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(2012～2016 年平均)の年齢別選択率を用いて求めた(図 15)。現状の **F** (**F<sub>current</sub>**: 近年 5 年(2012～2016 年)の平均)は、**F<sub>msy</sub>** の代替値と考えられる **F<sub>0.1</sub>** より高いものの、**F<sub>30%SPR</sub>** 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 4)。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. 2018 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

2016 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、2012 年以降は比較的低い加入量が継続しているため、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。

2018 年漁期の ABC は、将来予測において親魚量の増大が見込める漁獲シナリオ (F30%SPR を適用)、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ (Fcurrent)、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 (2012~2016 年) 平均とした。2017 年漁期は Fcurrent を仮定した。2018 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、2017 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、年漁期)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.41	45	82	63	74	86	93	97	99
	Limit	0.51	45	82	75	84	93	98	102	104
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.44	45	82	66	77	88	95	99	101
	Limit	0.55	45	82	79	87	95	99	103	104
親魚量 Blimit 以上維持・ 漁獲量増加 (F20%SPR)	Target	0.64	45	82	89	93	98	101	103	104
	Limit	0.80	45	82	105	101	101	99	98	98
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	資源量 (千トン、年漁期)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.41	234	301	323	375	415	438	450	454
	Limit	0.51	234	301	323	358	385	402	412	417
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.44	234	301	323	370	406	428	439	444
	Limit	0.55	234	301	323	352	375	390	398	403
親魚量 Blimit 以上維持・ 漁獲量増加 (F20%SPR)	Target	0.64	234	301	323	339	352	361	366	369
	Limit	0.80	234	301	323	316	313	310	308	306
漁獲シナリオ (管理基準)		F値	親魚量 (千トン、年漁期)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.41	125	123	99	143	164	185	197	202
	Limit	0.51	125	123	99	133	145	158	165	169
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.44	125	123	99	140	158	177	187	192
	Limit	0.55	125	123	99	129	138	149	155	159
親魚量 Blimit 以上維持・ 漁獲量増加 (F20%SPR)	Target	0.64	125	123	99	122	125	131	134	136
	Limit	0.80	125	123	99	109	104	103	102	102

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。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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) 2018 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。2018 年以降の加入量を前述 4-(5) の SSB-RPS 回帰式、および 1995~2016 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 F30%SPR、Fcurrent 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 (2023 年漁期当初) に 2016 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	2018年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2023年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2023年に 2016年 親魚量を 維持	2023年に Blimitを 維持
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	63	19	0.41 (-25%)	202 (87~343)	65	100
	Limit	75	23	0.51 (-7%)	169 (68~309)	48	100
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	66	21	0.44 (-20%)	192 (79~318)	62	100
	Limit	79	25	0.55 (±0%)	159 (60~278)	41	100
親魚量を Blimit 以上で維持・ 漁獲量の増加* (F20%SPR)	Target	89	28	0.64 (+16%)	136 (51~219)	29	98
	Limit	105	32	0.80 (+45%)	102 (33~168)	17	85

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。

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。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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2018 年漁期は 2018 年 7 月～2019 年 6 月である。Fcurrent は 2012～2016 年の F の平均値、漁獲割合は 2018 年漁期漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。2016 年漁期の親魚量は 125 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
・2016 年漁期漁獲量、体長組成、体長－体重関係、年齢－体長関係 ・2016 年秋季～2017 年春季の各種資源量指数	・2016 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)
2016 年漁期 (当初)	F20%SPR	0.77	792	314*	270	
2016 年漁期 (2016 年再評価)	F20%SPR	0.73	494	177	169	
2016 年漁期 (2017 年再評価)	F20%SPR	0.80	234	85	73	45 (0.34)
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	

2016、2017 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 2016 年漁期の実績値である。

昨年度評価と比較すると、2016 年漁期、2017 年漁期ともに、今年度評価では北西太平洋北上期調査による加入量指数をチューニング指数として用いなかったことが主要因となって（用いなかった理由は補足資料 2 を参照）、2013、2015 および 2016 年の加入量が大幅に下方修正されたために資源量が大幅に下方修正され、それに伴い ABC も大幅に下方修正された。

## 6. ABC 以外の管理方策への提言

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。

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・山口閑常・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.

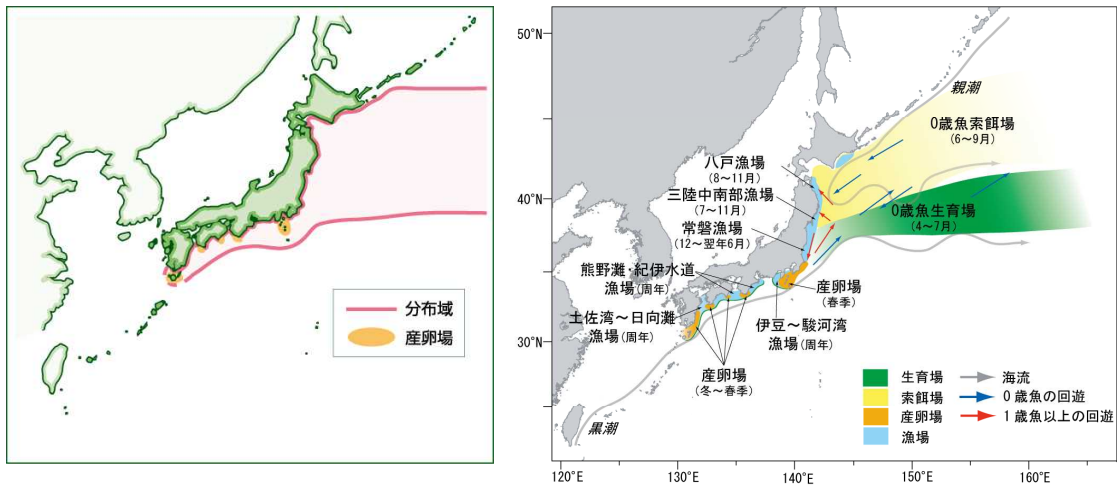


図1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

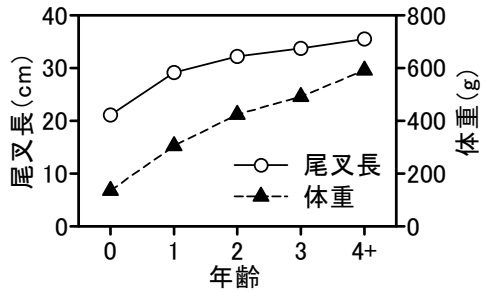


図2. 年齢と成長 (2012~2016年漁期漁獲物の平均)

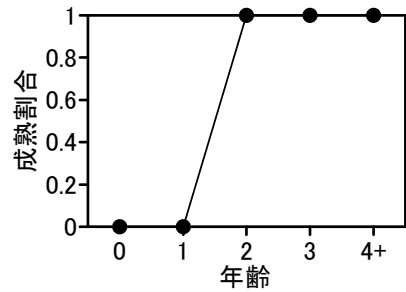


図3. 年齢と成熟率

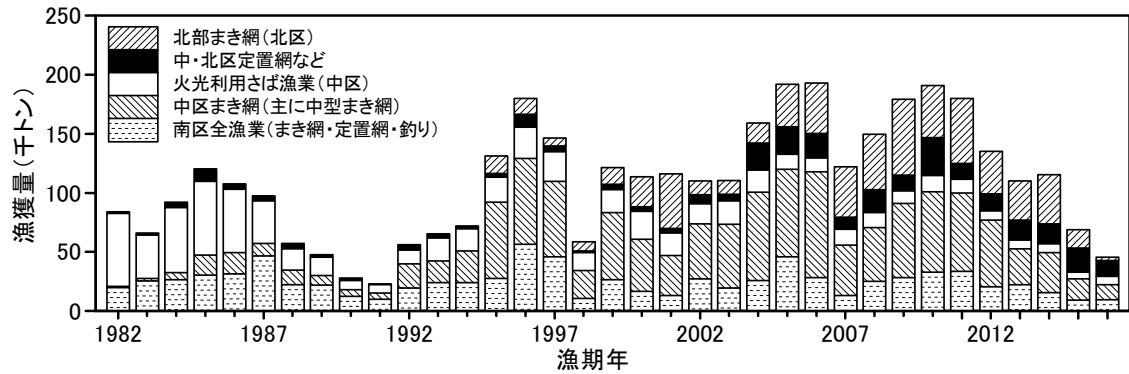
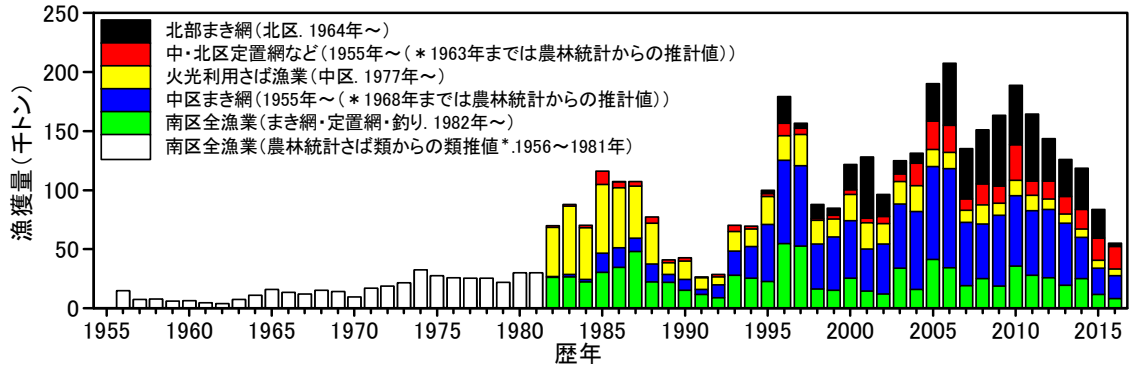


図4. 漁獲量の推移 太平洋側の暦年(1~12月、上図)および漁期年(7月~翌年6月、下図)別の海区・漁業種類別漁獲量。\*南区の1982~2005年の農林水産統計さば類漁獲量に対する主要港ゴマサバ水揚量(各県資料)の比率を使って求めた。



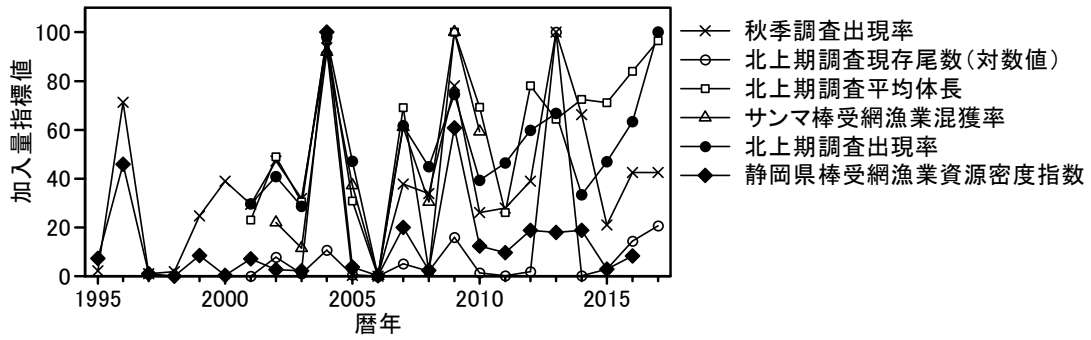


図 5. 各種調査による加入量指標値の経年変化 最大値を 100、最小値を 0 とした相対値。

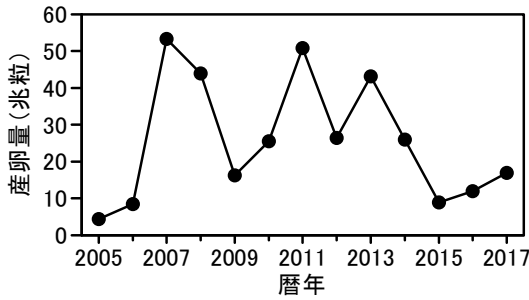


図 6. 太平洋側におけるゴマサバの産卵量  
2017 年は 1~6 月の値。

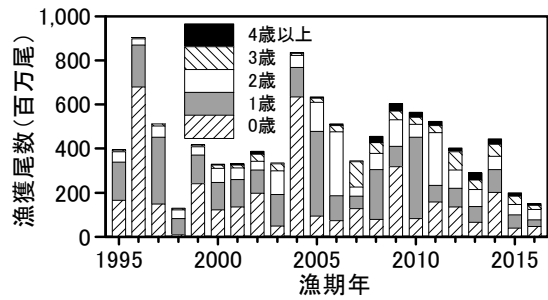


図 7. 年齢別漁獲尾数

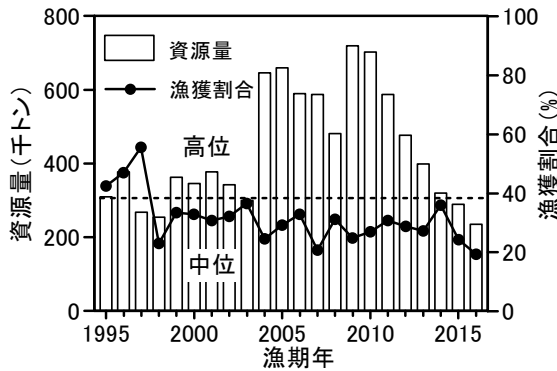


図 8. 資源量と漁獲割合  
破線は資源水準の高-中位区分の目安

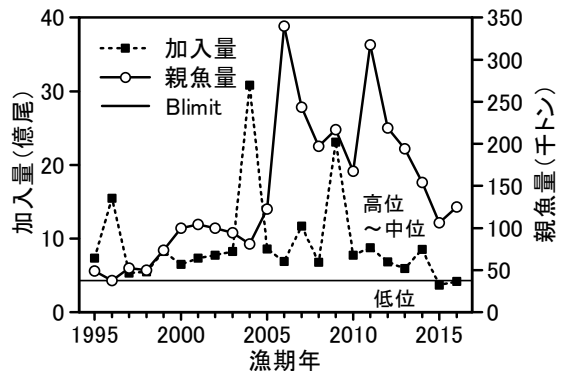


図 9. 加入量と親魚量の推移

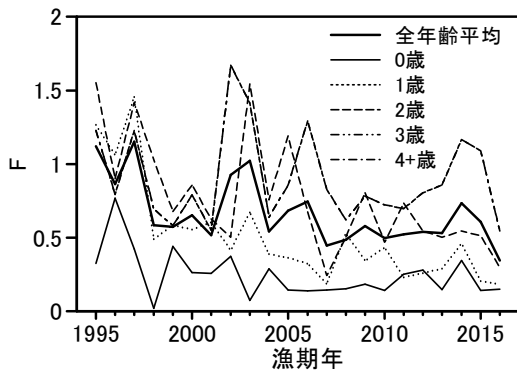


図 10. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

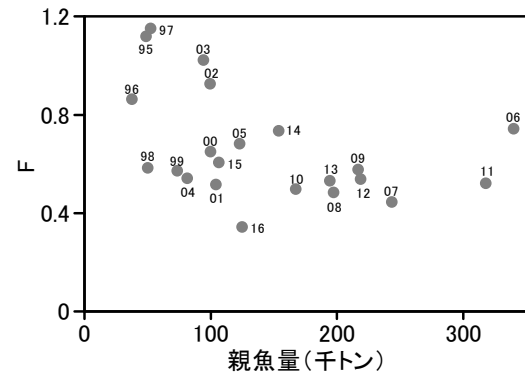


図 11. 親魚量と全年齢平均漁獲係数 (F) の関係 (1995~2016 年漁期)

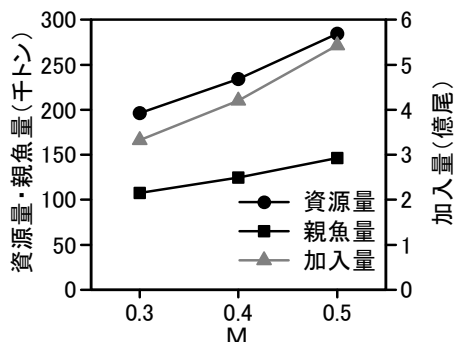


図 12. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2016 年漁期の資源量、親魚量および加入量

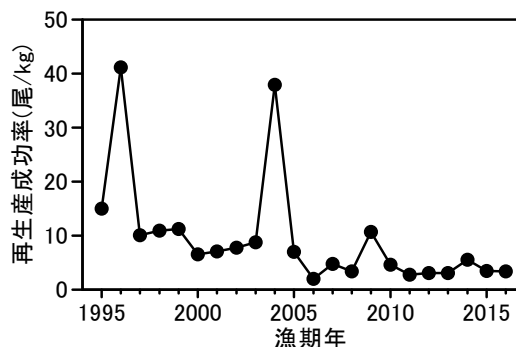


図 13. 再生産成功率の推移

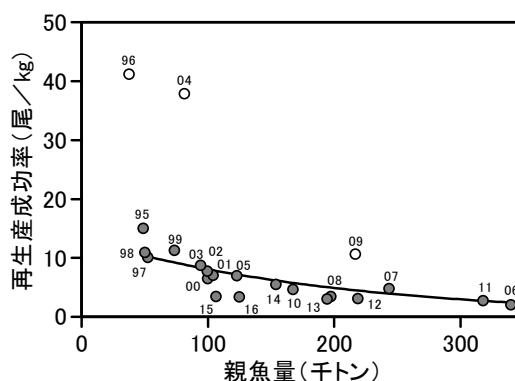
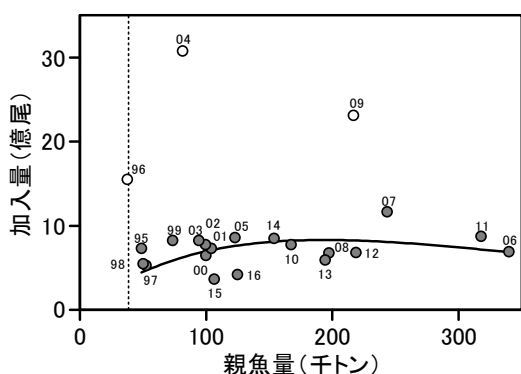


図 14. 親魚量と加入量および RPS の関係 点線は Blimit (左図)、実線は将来予測で仮定した SSB-RPS 回帰式 (右図、卓越年級群発生年 1996、2004、2009 年漁期を除く) と、この回帰式に基づく親魚量と加入量の関係 (左図) をそれぞれ示す。

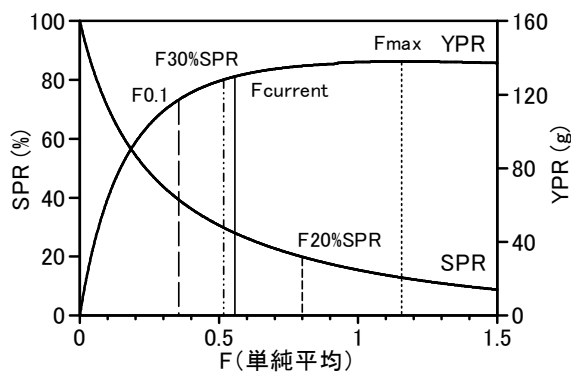


図 15. 漁獲係数 F と YPR、%SPR の関係

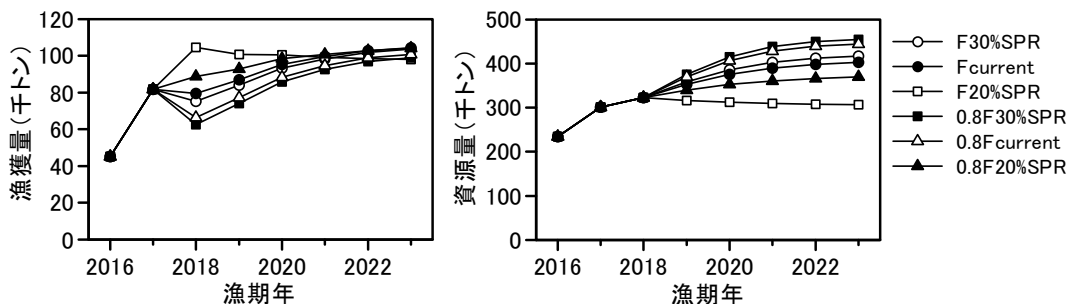


図 16. 各漁獲シナリオの F において予測される漁獲量と資源量

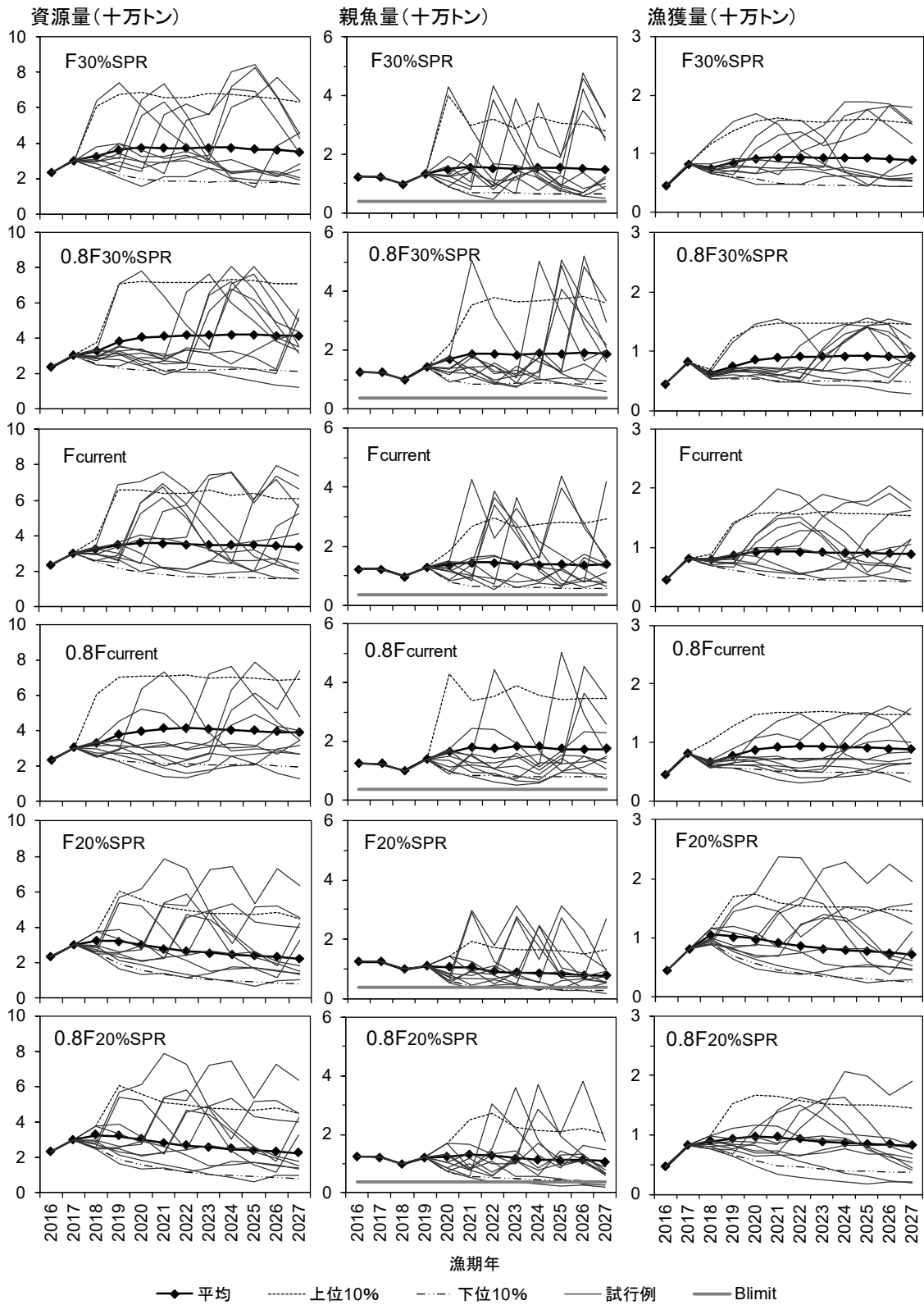


図 17. 各漁獲シナリオでの加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。灰細線は 1,000 回のうち任意の 10 回の試行を示す。

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	109,998	22,216	33,088	30,294	7,545	16,855
2014	115,192	15,619	41,393	33,608	7,568	17,005
2015	68,926	9,134	15,565	18,155	5,597	20,475
2016	45,431	9,578	2,770	12,500	7,029	13,553

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	646	81	3,079	25	37.9
2005	192	659	123	858	29	7.0
2006	194	589	340	691	33	2.0
2007	122	587	243	1,166	21	4.8
2008	150	481	197	675	31	3.4
2009	179	719	217	2,310	25	10.7
2010	189	702	167	774	27	4.6
2011	181	587	318	872	31	2.7
2012	137	477	219	682	29	3.1
2013	109	399	194	593	27	3.1
2014	115	319	154	850	36	5.5
2015	70	289	106	368	24	3.5
2016	45	234	125	420	19	3.4

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～2016年の加入量との相関係数。③は2010～2016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)。

	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		16.88	21.57	33.33
r	0.64	0.35	0.57	0.78	-0.03	0.55

- 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 (宮崎県以東の太平洋) 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)
- ⑥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)

表 4. 2017 年漁期以降の資源尾数等

2017 年漁期は  $F_{current}$  (2012~2016 年漁期の平均) を仮定し、2017 年漁期以降は  $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{current}$ 、 $F_{20\%SPR}$  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 2017~2023 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.  $F_{30\%SPR}$ 、 $0.8F_{30\%SPR}$  の場合

年齢別漁獲係数		$F_{30\%SPR}$							$0.8F_{30\%SPR}$						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1歳		0.28	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.28	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
2歳		0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.48	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3歳		0.89	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.89	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
4歳以上		0.89	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.89	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
平均		0.55	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.55	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41

年齢別資源尾数(百万尾)		$F_{30\%SPR}$							$0.8F_{30\%SPR}$						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		773	712	790	806	816	820	822	773	712	803	820	823	820	817
1歳		243	419	392	435	443	449	451	243	419	408	460	469	471	469
2歳		120	123	217	203	225	229	232	120	123	228	222	251	256	257
3歳		110	50	53	93	87	96	98	110	50	58	107	104	117	120
4歳以上		31	39	26	23	34	35	38	31	39	30	30	47	52	58
計		1,276	1,343	1,477	1,559	1,605	1,630	1,642	1,276	1,343	1,528	1,639	1,694	1,716	1,721

年齢別資源量(千トン)		$F_{30\%SPR}$							$0.8F_{30\%SPR}$						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		104	96	107	109	110	111	111	104	96	108	111	111	111	110
1歳		74	127	119	132	135	136	137	74	127	124	140	142	143	142
2歳		51	52	92	86	95	97	98	51	52	97	94	106	108	108
3歳		54	24	26	46	43	47	48	54	24	28	53	51	58	59
4歳以上		18	23	15	14	20	21	23	18	23	18	18	28	31	35
計		301	323	358	385	402	412	417	301	323	375	415	438	450	454
親魚量		123	99	133	145	158	165	169	123	99	143	164	185	197	202

年齢別漁獲尾数(百万尾)		$F_{30\%SPR}$							$0.8F_{30\%SPR}$						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		121	104	116	118	120	120	120	121	85	96	98	98	98	98
1歳		48	78	73	81	83	84	84	48	64	62	70	72	72	72
2歳		37	36	64	60	67	68	69	37	30	56	55	62	63	63
3歳		53	23	24	43	40	45	45	53	20	23	43	41	47	48
4歳以上		15	18	12	11	16	16	18	15	15	12	12	19	21	23
計		274	260	289	313	325	333	337	274	215	250	278	292	301	304

年齢別漁獲量(千トン)		$F_{30\%SPR}$							$0.8F_{30\%SPR}$						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		16	14	16	16	16	16	16	16	11	13	13	13	13	13
1歳		15	24	22	25	25	25	26	15	19	19	21	22	22	22
2歳		16	15	27	25	28	29	29	16	13	24	23	26	27	27
3歳		26	11	12	21	20	22	22	26	10	11	21	20	23	23
4歳以上		9	11	7	6	9	10	10	9	9	7	7	11	12	14
計		82	75	84	93	98	102	104	82	63	74	86	93	97	99
漁獲割合		27%	23%	23%	24%	24%	25%	25%	27%	19%	20%	21%	21%	22%	22%

表 4-2. Fcurrent、0.8Fcurrent の場合

年齢別漁獲係数		Fcurrent							0.8Fcurrent						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
1歳		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳		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
3歳		0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
4歳以上		0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
平均		0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44

年齢別資源尾数(百万尾)															
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		773	712	784	798	810	815	817	773	712	800	817	823	822	821
1歳		243	419	386	426	433	439	442	243	419	403	453	462	466	465
2歳		120	123	213	196	216	220	223	120	123	225	216	243	248	250
3歳		110	50	51	88	81	90	91	110	50	56	103	99	111	113
4歳以上		31	39	24	21	30	31	33	31	39	29	28	43	47	52
計		1,276	1,343	1,459	1,529	1,570	1,594	1,606	1,276	1,343	1,513	1,617	1,670	1,694	1,702

年齢別資源量(千トン)															
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		104	96	106	108	109	110	110	104	96	108	110	111	111	111
1歳		74	127	117	129	131	133	134	74	127	122	137	140	141	141
2歳		51	52	90	83	91	93	94	51	52	95	91	103	105	106
3歳		54	24	25	43	40	44	45	54	24	28	50	48	54	56
4歳以上		18	23	14	12	18	18	20	18	23	17	17	25	27	31
計		301	323	352	375	390	398	403	301	323	370	406	428	439	444
親魚量		123	99	129	138	149	155	159	123	99	140	158	177	187	192

年齢別漁獲尾数(百万尾)															
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		121	111	122	125	126	127	128	121	91	102	104	105	105	105
1歳		48	83	77	84	86	87	88	48	68	66	74	75	76	76
2歳		37	39	67	61	68	69	70	37	32	59	57	64	65	65
3歳		53	24	25	43	39	43	44	53	21	23	43	41	46	47
4歳以上		15	19	12	10	14	15	16	15	16	12	12	18	19	22
計		274	276	302	323	334	341	345	274	228	262	289	303	311	315

年齢別漁獲量(千トン)															
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		16	15	17	17	17	17	17	16	12	14	14	14	14	14
1歳		15	25	23	26	26	26	27	15	21	20	22	23	23	23
2歳		16	16	28	26	29	29	29	16	14	25	24	27	27	28
3歳		26	12	12	21	19	21	22	26	10	12	21	20	23	23
4歳以上		9	11	7	6	9	9	9	9	10	7	7	11	11	13
計		82	79	87	95	99	103	104	82	66	77	88	95	99	101
漁獲割合		27%	25%	25%	25%	26%	26%	26%	27%	21%	21%	22%	22%	23%	23%



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		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		0.21	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.21	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
1歳		0.28	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.28	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
2歳		0.48	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.48	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
3歳		0.89	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	0.89	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
4歳以上		0.89	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	0.89	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
平均		0.55	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.55	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64

年齢別資源尾数(百万尾)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		773	712	741	726	724	721	719	773	712	770	776	787	791	795
1歳		243	419	351	366	358	357	356	243	419	374	404	407	413	415
2歳		120	123	188	158	164	161	160	120	123	204	182	197	198	201
3歳		110	50	41	63	53	55	54	110	50	47	78	70	76	76
4歳以上		31	39	16	11	14	12	12	31	39	21	16	23	22	23
計		1,276	1,343	1,338	1,323	1,313	1,306	1,301	1,276	1,343	1,416	1,457	1,483	1,500	1,510

年齢別資源量(千トン)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		104	96	100	98	98	97	97	104	96	104	105	106	107	107
1歳		74	127	107	111	109	108	108	74	127	113	123	124	125	126
2歳		51	52	80	67	69	68	68	51	52	86	77	83	84	85
3歳		54	24	20	31	26	27	26	54	24	23	38	34	37	37
4歳以上		18	23	10	6	8	7	7	18	23	12	10	13	13	14
計		301	323	316	313	310	308	306	301	323	339	352	361	366	369
親魚量		123	99	109	104	103	102	102	123	99	122	125	131	134	136

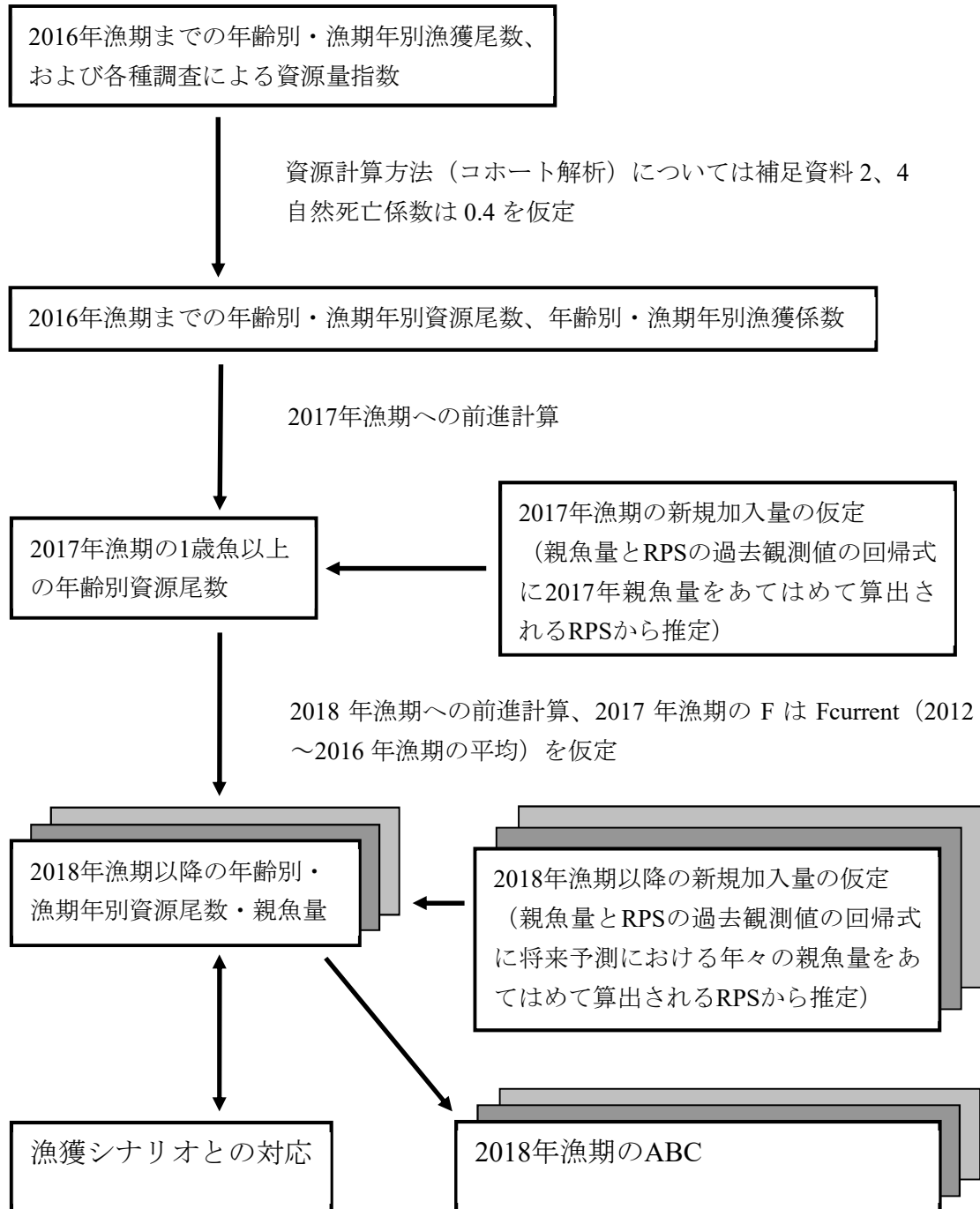
  

年齢別漁獲尾数(百万尾)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		121	154	160	157	156	155	155	121	127	137	138	140	141	141
1歳		48	113	95	99	97	97	96	48	94	84	91	92	93	93
2歳		37	51	77	65	67	66	66	37	43	71	63	69	69	70
3歳		53	29	24	37	31	33	32	53	26	25	41	37	40	40
4歳以上		15	23	10	6	8	7	7	15	20	11	9	12	12	12
計		274	370	366	364	360	358	356	274	310	328	342	349	354	357

年齢別漁獲量(千トン)		F20%SPR							0.8F20%SPR						
年齢\漁期年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳		16	21	22	21	21	21	21	16	17	18	19	19	19	19
1歳		15	34	29	30	29	29	29	15	29	25	28	28	28	28
2歳		16	21	33	27	28	28	28	16	18	30	27	29	29	30
3歳		26	14	12	18	15	16	16	26	13	12	20	18	20	20
4歳以上		9	14	6	4	5	4	4	9	12	7	5	7	7	7
計		82	105	101	101	99	98	98	82	89	93	98	101	103	104
漁獲割合		27%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	27%	28%	27%	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 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4）。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2016年）の1歳以上、および、その前年（t-1年、ここでは2015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（2016年）のFは過去4年（2012～2015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を除いた値）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（2010～2016年）とし、②の産卵量は、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、2007～2017年とした。

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2016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。

2017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。 $F_{a,2017}$ は $F_{current}$ （最近5年（2012～2016年）の平均F）、2018年以降のF（ $F_{a,2018-}$ ）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。

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

2017年以降の年齢別体重は最近5年（2012～2016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。

2016年の漁獲量は、減少傾向にあった2015年よりもさらに減少し、資源量を推定している1995年以降では最も低い値となるなど、低調な漁況は昨年度より顕著になっている。レトロスペクティブ解析の結果、昨年度評価と同様に調査船調査により得られる0歳魚指標値（表3の①および②）をチューニング指数として用いると、加入量および資源量が下方修正される傾向にあることが明らかとなった（補足資料3）。また、平成27年度評価では2013年の加入量は調査船調査の結果に基づき16億尾とかなり高く推定されたが、2013年級群の3歳までの累積漁獲尾数は2.38億尾であり、他の年級群の3歳までの累積漁獲尾数（2009

年級群 10.08 億尾、2010 年級群 2.85 億尾、2011 年級群 3.73 億尾、2012 年級群 3.03 億尾)と比較して最も低い値であり(補足資料 4)、調査船調査の結果からは上手く説明できない。以上のことから、今年度評価では調査船調査による 0 歳魚指標値をチューニング指数として用いなかった。調査船調査に基づき算出された 2013 年の加入量が過大であった理由として、2013 年はマサバ太平洋系群で極めて高い加入量が発生した年であり、マサバだけでなくゴマサバ 0 歳魚の分布域も拡大する条件にあったと考えられる。調査船調査はマサバ 0 歳魚の分布状況を把握することを主目的として設計されたものであるため出現率が過大推定となり、結果として加入量の過大推定につながった。2014 年以降もマサバ太平洋系群の加入量は比較的高いことから同様の現象が起きているとみられる。平均体長については、近年、ふ化時期が早まっていることにより高い値となっている可能性もあるが、稚魚の日齢査定によるふ化日の推定はできておらず、今後の課題である。

また、チューニング指数として用いる 0 歳魚指標値が静岡県棒受網資源密度指数のみとなったことにより、昨年度同様に 1995 年以降の値をチューニングに用いると、卓越年級群であった 1996、2004、2009 年の値と、2012 年以降の値の関係から、2012 年以降の加入量が比較的高く推定される。しかし、それは前述のように実態と合わないため、卓越年級群を含まない 2010 年以降の値をチューニングに用いた。

さらに、昨年度同様にターミナル F を年齢別に探索的に求めると、3 歳以上の F 値が極めて高い値と推定され、80%を超える漁獲割合となった。2012 年以降はステップ 1 で得られる F の年齢別選択率が比較的安定していることから(補足表 2-2)、ステップ 1 で得られたターミナル F の選択率を仮定した。

今後、さらに資源量の減少傾向が続くと、分布域が太平洋南区へ縮小していくことから、系群全体の資源状態をより良く反映するチューニング指数が得られるよう、南区を含めた漁業によるデータ等を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

	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	
② $Y_2$	53.25	43.89	16.27	25.56	50.79	26.37	43.12	25.98	8.87	11.98	16.88

① 静岡県地先棒受網漁業CPUEによる資源密度指数： $Y_1$

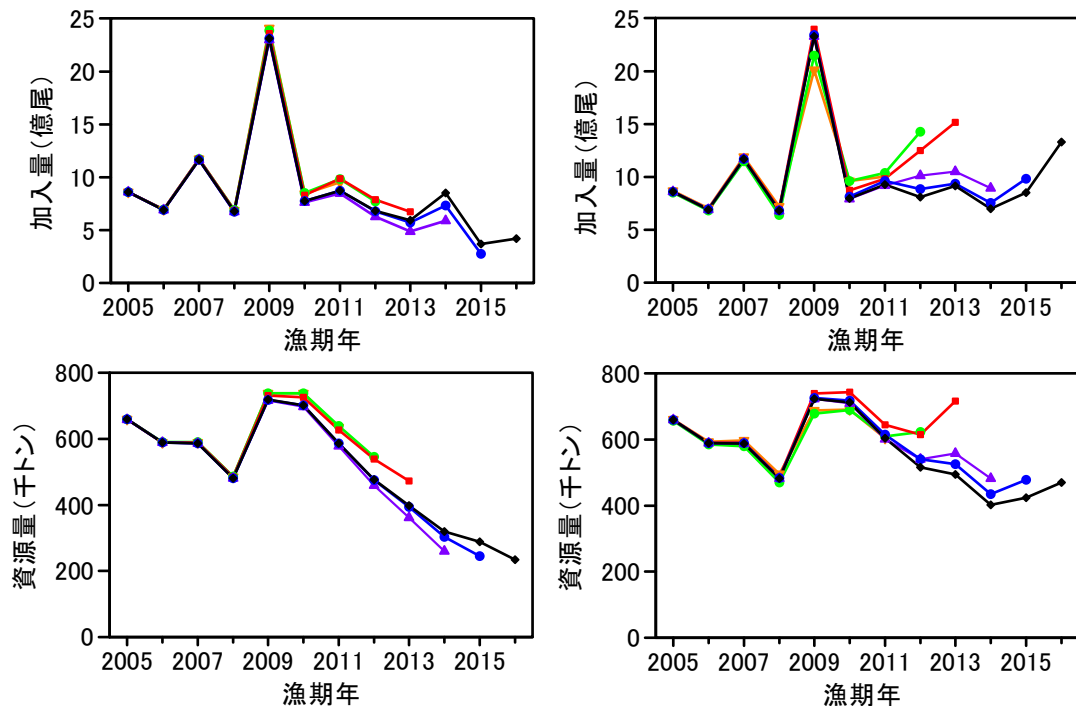
② 海区 I・II・III（宮崎県以東の太平洋）の産卵量（兆粒）： $Y_2$

補足表 2-2. ステップ 1 で得られた 2007 年以降の年齢別選択率（その年の最大の漁獲係数に対する各年齢の値の比）

年齢\漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	0.18	0.25	0.23	0.19	0.34	0.36	0.19	0.39	0.17	0.27
1歳	0.22	0.85	0.43	0.60	0.31	0.32	0.35	0.44	0.23	0.33
2歳	0.29	0.81	1.00	0.65	1.00	0.68	0.59	0.48	0.51	0.55
3歳	1.00	1.00	0.97	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4歳以上	1.00	1.00	0.97	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料3 レトロスペクティブ解析結果

今年度評価の方法と、今年度評価の方法に昨年度まで使用していた北上期調査の結果（出現率および平均体長）をチューニング指数として追加した方法による加入量および資源量推定値の頑健性を比較するために、レトロスペクティブパターンで評価した（補足図3）。昨年度同様、合わせる期間は2001年以降とし、それぞれの指数に指数関数を充てた値を用いた。ただしチューニング指数の数が増えたことにより、選択率を仮定せずに年齢別にFを探索的に求めても安定した値が得られることから、選択率は仮定せず年齢別にFを求めた（昨年度同様の手法）。北上期調査の結果を使用した場合の加入量のレトロスペクティブパターン（補足図3右上）をみると、加入量が毎年、下方修正されていた。加入量の毎年の下方修正に伴って、資源量も毎年、下方修正されていた（補足図3右下）。一方、今年度評価の方法の加入量のレトロスペクティブパターン（補足図3左上）をみると、継続した上方修正あるいは下方修正はみられず、資源量のレトロスペクティブパターン（補足図3左下）も同様であった。これは北上期調査の出現率・平均体長が高い値を示しても、成熟年齢が2歳であるため2年後に高い値となると想定される産卵量（親魚量を指標するチューニング指数）が、北上期調査の出現率・平均体長が高い値を反映していないことから、北上期調査の結果を使用すると加入量および資源量の下方修正が繰り返されていると考えられる。以上のことから、レトロスペクティブパターンで評価すると、今年度評価の方法が頑健な手法であり、北上期調査の結果を使用すると、来年度評価において加入量および資源量が下方修正される可能性が高いと判断された。



補足図3. 今年度評価の方法(左図)と今年度評価の方法に北上期調査(出現率+平均体長)をチューニング指数として追加した方法(右図)の、加入量(上図)と資源量(下図)のレトロスペクティブパターン

補足資料4 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
0歳	166.0	679.8	149.2	8.7	240.0	122.7	135.9	196.9	48.1	633.3	93.9
1歳	172.4	190.1	302.5	73.5	130.3	124.0	124.2	105.3	143.1	135.1	383.2
2歳	47.6	27.0	51.1	39.8	38.4	63.5	52.5	39.7	108.5	53.3	133.2
3歳	7.6	4.7	8.8	5.5	6.5	14.5	13.3	32.8	30.8	9.3	18.2
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
計	395.4	902.9	514.0	129.0	417.3	328.7	330.3	387.9	335.8	834.6	634.0

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	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	33.1	101.7	14.8	1.6	49.5	21.4	23.9	30.2	5.6	85.5	6.2
1歳	67.1	57.4	102.1	31.6	43.1	45.9	53.7	34.5	43.7	39.2	118.9
2歳	25.1	14.0	25.1	20.5	22.3	33.7	27.4	19.7	41.9	25.1	53.0
3歳	4.4	2.8	5.2	3.4	4.7	9.1	7.7	16.8	14.2	6.1	10.0
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
計	131.0	177.1	149.0	58.3	121.4	113.6	116.1	110.0	109.2	158.9	192.1
漁獲割合	42%	47%	56%	23%	33%	33%	31%	32%	37%	25%	29%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.32	0.77	0.42	0.02	0.44	0.26	0.26	0.37	0.07	0.29	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
2歳	1.55	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.63	0.50	1.54	0.76	1.19
3歳	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64	0.86
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
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.52	0.93	1.02	0.54	0.68

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	3,079	858
1歳	293	355	482	232	360	357	335	380	358	513	1,546
2歳	74	56	82	75	95	135	138	123	168	122	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	1,345	1,409	3,749	2,688

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
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	646	659
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	37.9	7.0

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
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



補足資料4 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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	73.3	128.7	78.2	317.4	82.8	157.9	135.6	66.7	202.0	39.3	47.6
1歳	112.2	55.2	227.1	92.2	369.4	75.8	84.9	71.1	102.9	60.5	29.1
2歳	290.3	42.6	72.9	121.0	56.7	239.2	82.7	76.1	59.7	47.8	46.8
3歳	28.2	113.6	48.2	40.4	33.8	31.9	81.6	44.0	54.0	36.7	20.1
4歳以上	8.5	5.2	28.6	32.5	21.2	17.5	18.1	31.2	25.6	16.0	7.5
計	512.5	345.2	455.0	603.5	563.9	522.2	402.9	289.0	444.2	200.2	151.1

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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	4.8	21.7	8.1	51.9	14.8	19.6	18.5	10.8	17.5	6.6	5.7
1歳	46.0	20.2	71.8	29.4	113.7	27.1	30.7	22.4	27.6	18.1	8.0
2歳	122.4	19.9	27.0	55.6	27.1	103.8	35.4	35.1	26.6	18.6	18.2
3歳	15.1	56.5	25.6	21.6	19.2	18.9	41.3	22.8	27.9	17.4	8.8
4歳以上	5.7	3.5	17.5	20.0	14.0	11.5	11.2	17.6	15.3	9.4	4.4
計	194.0	121.7	150.1	178.6	188.8	180.9	137.1	108.6	114.8	70.2	45.2
漁獲割合	33%	21%	31%	25%	27%	31%	29%	27%	36%	24%	19%

年齢別漁獲係数(F)

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	0.14	0.14	0.15	0.18	0.14	0.25	0.28	0.15	0.34	0.14	0.15
1歳	0.32	0.18	0.53	0.34	0.43	0.23	0.26	0.29	0.46	0.20	0.18
2歳	0.67	0.24	0.50	0.80	0.47	0.73	0.55	0.50	0.54	0.51	0.30
3歳	1.29	0.83	0.62	0.78	0.72	0.70	0.80	0.86	1.17	1.09	0.54
4歳以上	1.29	0.83	0.62	0.78	0.72	0.70	0.80	0.86	1.17	1.09	0.54
平均	0.74	0.44	0.48	0.58	0.50	0.52	0.54	0.53	0.74	0.61	0.34

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳(加入量)	691	1,166	675	2,310	774	872	682	593	850	368	420
1歳	498	403	676	389	1,289	451	455	346	343	404	214
2歳	722	242	225	267	185	561	240	236	174	146	221
3歳	48	247	127	91	80	78	180	93	96	68	58
4歳以上	14	11	76	73	50	43	40	66	45	29	22
計	1,973	2,069	1,780	3,131	2,378	2,005	1,598	1,334	1,507	1,014	936

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	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	45	196	70	378	138	108	93	96	74	62	51
1歳	204	147	214	124	397	161	165	109	92	121	59
2歳	305	113	83	123	88	244	103	109	77	57	86
3歳	25	123	68	49	46	46	91	48	50	32	26
4歳以上	10	8	46	45	33	28	25	37	27	17	13
計	589	587	481	719	702	587	477	399	319	289	234
親魚量(SSB)	340	243	197	217	167	318	219	194	154	106	125
RPS	2.0	4.8	3.4	10.7	4.6	2.7	3.1	3.1	5.5	3.5	3.4

年齢別漁獲物平均体重(g)

2017年漁期は予測値。

年齢\漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017~
0歳	65	168	104	164	179	124	137	161	87	169	121	135
1歳	410	366	316	319	308	357	362	315	268	299	274	304
2歳	422	467	371	459	477	434	428	461	445	390	390	423
3歳	536	498	531	534	570	594	506	518	517	475	438	491
4歳以上	672	660	610	616	661	658	615	563	597	590	590	591