

## 平成 23 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（川端 淳、渡邊千夏子、西田 宏、梨田一也、本田 聡）

参画機関：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、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、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、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

ゴマサバ太平洋系群の漁獲量は、1995 年漁期（7 月～翌 6 月、以下同じ）に 10 万トンを上回ってから高い水準にあり、2004 年級群の高い資源水準によって 2005、2006 年漁期に 19.2 万トンと過去最高となり、2010 年漁期は 18.2 万トンと依然として高い水準にある。資源量も同様の経過をたどり、2005 年（7 月時点）の 65.2 万トンをピークに 2006 年に 57.5 万トンにやや減少したが、その後も高い水準で推移し、2010 年は 55.9 万トンであった。資源水準と動向は高位で横ばいと判断した。1995 年以降の親魚量と加入量の関係からみて、現状（近年 5 年平均）の漁獲圧のもとで親魚量は将来的には 10 万トン以上の高い水準で推移すると見込まれ、資源の持続的な利用が可能な状態にあると考えられる。資源管理は親魚量を基準とし、推定可能な 1995 年以降における親魚量の最低値であり、資源中・高位水準における最低水準と見なされる 1996 年水準（3.8 万トン）を **Blimit** とした。2012 年の ABC は、現状の漁獲圧を低減して資源の増加を図る漁獲シナリオ（**F0.1** を適用）、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（**Fcurrent**）、および将来予測において親魚量を高い水準で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（**F30%SPR** を適用）、それぞれに基づいて算定した。また、**Blimit** 以上の親魚量を 2016 年まで一定以上の確率で維持しつつ漁獲圧を過大でない程度（2 歳魚の **F** を過去最高値以下）に高めて直近の漁獲量を増加させる漁獲シナリオ（**F20%SPR** を適用）に基づいた漁獲量もあわせて算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ( $F_{current}$ との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2012 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後) <sup>2)</sup>	Blimit を維持 (5 年後)	
漁獲圧を低減し 資源の増加を図 る( $F_{0.1}$ ) <sup>1)</sup> *	0.55 (0.87 $F_{current}$ )	28%	123~255 千トン	164 千トン	100%	100%	134 千トン
現状の漁獲圧の 維持( $F_{current}$ ) *	0.63 (1.00 $F_{current}$ )	31%	125~258 千トン	170 千トン	99%	100%	148 千トン
親魚量を高水準 で維持・漁獲量増 加( $F_{30\%SPR}$ ) *	1.01 (1.60 $F_{current}$ )	42%	109~272 千トン	186 千トン	30%	100%	203 千トン
							2012 年 漁期算定 漁獲量
親魚量 ( $\geq B_{limit}$ ) の維持・漁獲量増 加( $F_{20\%SPR}$ )	1.43 (2.26 $F_{current}$ )	51%	69~209 千トン	175 千トン	9%	65%	246 千トン
<p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状の漁獲圧は当該資源を持続的に利用可能な水準である。</li> <li>・ <sup>1)</sup> 現状の漁獲圧を低減して資源の増加・5年後の親魚量 15 万トン以上 (過去最高水準) を目標として <math>F_{0.1}</math> を適用。ただし、親魚量増加に比例した加入量増加は見込めない。</li> <li>・ <sup>2)</sup> 現状親魚量 (2010 年) は高い水準にあり、将来的に親魚量がこれを下回っても資源水準の維持は可能。</li> <li>・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。</li> <li>・ 平成 23 年に設定された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」とされており、<math>F_{20\%SPR}</math> 以外のシナリオがこれに合致する(*)。</li> <li>・ <math>F_{20\%SPR}</math> では 10 年後には資源水準が低位になって漁獲量が現状を大きく下回ることが見込まれる。また、環境要因によって再生産成功率の低い年が連続するなどした場合には資源量が短期間で大きく減少する恐れがある。5 年後に Blimit を下回る確率も 35%となることから算定漁獲量とした。</li> </ul>							

将来漁獲量 (5 年後・2016 年漁期) の幅は 80% 区間を示す。

将来漁獲量・評価は、卓越年級群発生年 (1996、2004 年) を除く過去の観測値に仮定した親魚量-再生産成功率回帰式と、回帰式からの残差のリサンプリング (卓越年級群発生年含む) によって加入量を与える 1,000 回のシミュレーションによる。

$F_{current}$  は近年 5 年 (2006~2010 年漁期) 平均。

評価・現状親魚量を維持 (5 年後) は、2016 年に 2010 年親魚量の 95% 以上である確率。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2009	582	178	0.70	31%
2010	559	179	0.71	32%
2011	496	-	-	-

2011 年の資源量は、加入量を調査船調査結果による推定値で仮定した値。漁獲量は資源解析における計算値であり、実際の値とは異なる。

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1996年水準 (38千トン)	資源量推定可能な期間における最低水準であり、資源中・高位水準における最低水準。
2010年	親魚量	1996年水準以上 (114千トン)	

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	主要港月別・漁業種別水揚量 (水研セ、北海道～宮崎(17)道県) 体長組成調査 (水研セ、北海道～宮崎(18)都道県) ・市場測定 ・調査船調査等 体長-体重・体長-年齢測定調査 (水研セ、北海道～宮崎(18)都道県) ・市場測定 ・調査船調査等
資源量指数 ・加入量指標値  ・産卵量	黒潮－親潮移行域幼稚魚調査：加入量指数 (水研セ・5～6月) ・中層トロール 北西太平洋北上期中層トロール調査*：0歳魚現存尾数・出現率・平均尾叉長 (水研セ・5～7月) ・中層トロール ・計量魚探 北西太平洋秋季浮魚類調査**：0歳魚出現率 (水研セ・9～10月) ・中層トロール (2001年以降) ・流し網 (1995～2002年) 北西太平洋サンマ棒受網漁業：さば類0歳魚混獲率 (東北水研) 静岡県棒受網漁況：未成魚資源量指数 (静岡県・8月～翌7月) ・CPUE ・漁場面積 卵採集調査 (水研セ、青森～宮崎(18)府県) ・ノルパックネット
自然死亡係数(M)	年当たり 0.4 を仮定 (M と寿命の統計的關係 (田中 1960) による)
2011年加入量	北西太平洋北上期中層トロール調査*：0歳魚出現率・平均尾叉長 (水研セ・2011年5～7月) ・中層トロール 日向灘沿岸定線観測水温 (宮崎県)

\*西部北太平洋サンマ資源調査 (東北水研、移行域～親潮域(142°E～165°W)、2001年～継続中)、および北上期浮魚類調査 (中央水研・東北水研、黒潮統流域～親潮域(141°～148°E)、2001～2004、2010年～継続中)

\*\*東北海区浮魚類分布調査 (東北水研、移行域～親潮域(141°～167°E)、1995～2007年)、秋季北西太平洋浮魚類資源調査 (中央水研、移行域～親潮域(141°～169°E)、2008年～継続中)

## 1. まえがき

ゴマサバ太平洋系群は、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ともない中区（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、北区（茨城～青森県）での漁獲も増加した。同属のマサバと外部形態および分布回遊生態が似ているために漁業ではよく混獲されて漁獲統計上ではマサバと混同される場合が多く、資料解析の際に注意を要する。近年は調査参画機関の市場標本調査等によって魚種別の資料がほぼ整備できており、今後も調査の継続と充実が必要である。外部形態による本種の判別は、体側中央に明瞭な黒点が並ぶこと、および第1背鰭棘の鰭底間隔がマサバより狭いこと（1～9棘の鰭底長が尾叉長の12%未満）で比較的容易に行える（水産庁1999）。なお、マサバとの天然交雑が確認されているが、出現頻度はさば類全体に対して0.3%程度であり（谷口ほか1989、斉藤2001）、資源評価上問題にはならないと考えられる。

## 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後述のように黒潮周辺域である。

分布、回遊を図1、2に示した。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度付近までの黒潮一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所的に分布する（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（Savinykh2004、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）。資源水準の高い2004年級群では、東経171度の天皇海山周辺での越冬も確認された（川端ほか2008、2009a）。越冬後の1歳以上は、1980年代までは索餌期に大きく北上回遊しないために三陸以北海域にはあまり出現しなかったが（飯塚1978、曾ほか1980）、近年の資源量の増大と東北～北海道海域の表面水温の上昇に伴い、2001年以降では越冬後の1、2歳魚が夏秋季に三陸北部や道東海域まで索餌回遊して漁場形成するようになった（川端ほか2006b、2008）。これらの群は秋冬季には越冬のために南下し、春季の伊豆諸島周辺海域への産卵回遊に移行する（目黒ほか2002）。また、このように伊豆諸島周辺～黒潮続流域から東北～北海道海域を大規模に季節回遊する群とは異なり、本邦南岸の黒潮周辺の沿岸域に周年分布する群も多く、各地先漁業の対象となっている。3歳以上の高齢魚は、最近では三陸以北海域まで回遊するものもあるが、伊豆諸島周辺海域や熊野灘では足摺岬周辺海域など西方の海域に比べて分布が少ないことや（花井1999、山川1999）、標識放流試験結果などから、加齢にともなって主分布域を足摺岬周辺などの西方海域へ移し、

黒潮周辺域で比較的小規模な季節回遊をしたり、産卵場周辺に周年留まったりするようになり、さらに黒潮の上流の東シナ海へ移動するものもあると推定されている（梨田ほか 2006）。

## (2) 年齢・成長

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

## (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（図 3、4）。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、2）。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 12～6 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 3～6 月であり（高橋ほか 2010）、マサバと同所的に分布することからも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

餌生物は、仔稚魚期は小型の浮遊性甲殻類やいわし類の仔魚（シラス）などであり、幼魚期以降ではこれらのほかに小型魚類やいか類も捕食する（落合・田中 1998）。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、いか類などを捕食する（三重県調査資料）。三陸北部漁場ではおも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（水研センター調査資料）。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被食もみられる（日鯨研調査資料）。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

本系群を対象とする主要漁業は、中型まき網漁業（おもに太平洋中・南区）、大中型まき網漁業（おもに太平洋北区）、火光利用さば漁業（たもすくい・棒受網、中区）、定置網漁業（北・中・南区）、および立て縄などの釣り漁業（おもに南区）である（図 2）。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、まき網漁業ではおもに 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

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

1982 年漁期以降の海区・漁業種別の年間漁獲量（7 月～翌 6 月）は、太平洋南区（宮崎～和歌山県）では 9 千トン（1991 年漁期、以下同じ）～56 千トン（1996）、中区まき網漁業（三重～静岡県）では 1 千トン（1982）～90 千トン（2006）、火光利用さば漁業では 7 千トン（1991）～62 千トン（1985）、北部まき網では 0 トン～64 千トン（2009）の範囲でそれぞれ変動している（図 5、附表 1）。合計では、1995 年漁期に 10 万トンを上回ってから高い水準にあり、2005、2006 年漁期では 2004 年級群の高い資源水準によって 19.2 万トンと過去最高値となった。2010 年漁期は 2009 年級群の高い資源水準によって 18.2 万トンであった。

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（図 5）、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 年以降増加した（目黒 1999）。南区のさば類漁獲量から類推されるゴマサバ漁獲量は 1982 年以降と比べて多くなかった。以上から 1981 年以前のゴマサバの漁獲量は、近年の水準を大きく下回っていた。なお、1989 年以降、我が国排他的経済水域（EEZ）内で本系群を対象とした外国漁船による漁獲はない。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

1995～2010年の年齢別資源量（最近年の加入量を除く）を、7月を起点とする7月～翌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）。加入後の自然死亡係数(M)は寿命との統計的關係  $M=2.5/\text{寿命}$ （田中 1960）により、寿命6歳から0.4とした。2歳以上は全て成熟、産卵する親魚とした（図4）。

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年漁期で集計した。

チューニングは、加入量を指標すると考えられる次の6系列の資源量指数を用いた。

- ① 黒潮－親潮移行域幼稚魚調査による加入量指数（中央水研・北水研）
- ② 北西太平洋北上期中層トロール調査での0歳魚出現率（東北水研・中央水研）
- ③ 北西太平洋北上期中層トロール調査での0歳魚平均尾叉長（東北水研・中央水研）
- ④ 北西太平洋秋季浮魚類調査での0歳魚出現率（東北水研・中央水研）
- ⑤ 北西太平洋サンマ棒受網漁業におけるさば類0歳魚混獲率（東北水研）
- ⑥ 静岡県地先棒受網漁業CPUE・漁場面積による未成魚資源量指数（静岡水技研）

いずれの指数も加入量である0歳魚資源尾数に適合させた。なお、昨年度評価ではこれらに加えて北西太平洋北上期中層トロール調査での0歳魚現存尾数も用いていたが、使用する調査船隻数の減少によって調査点配置が疎らになるなどのために推定精度が低下したと考えられ、加入量との相関が低下したことから除外した。

最近年（2010年）の加入量については、年変動の大きい0歳時の漁獲動向に依存するコホート解析による推定値は精度が低いと判断されることから、前年までの加入量と資源量指数との重回帰式によって推定した（補足資料3）。資源量指数は使用が妥当と判断された上記③、⑤および⑥を用いた。

##### (2) 資源量指標値の推移

前項で挙げた加入量水準の指標となる資源量指数の経年推移を図6、7、および付表9に示した。いずれの指標値も1996、2004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、年級群豊度に対応した変動を示していると考えられる。

親魚量の指標となる産卵量の経年変化を図8に示した。2005年以降の太平洋側のゴマサバの産卵量は、2007年に64.3兆粒のピークに達した後、おおむね30兆粒以上で推移しており、2011年は49.8兆粒（6月までの暫定値）であった。

##### (3) 漁獲物の年齢組成

漁獲物の年齢組成は、年変化が大きいものの若齢魚を主対象とするまき網による漁獲量

が多いためにおおむね1、2歳魚が主体である（図9、付表2、3）。また、加入が良好な年級群が出現すると0、1歳魚として大量に漁獲される特徴がみられる。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、おもに0歳魚の分布回遊特性によるもので、沿岸域で操業する漁船に対して0歳魚の多くは沖合を広く回遊するために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

1995～2010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年級群の卓越した高い加入によって、30万トン前後から2004～2005年には60万トン以上に達する高い水準にある（図10、付表5、6）。2010年は、加入量水準の高い2009年級群が主体で55.9万トンであった。2010年の親魚量は、加入量水準が比較的高かった2007年級群などによって3歳以上の高齢魚が比較的多く残存していたが、2歳魚（2008年級群）が少ないために11.4万トンと最近5年間では最低であった（図11、付表6）。2011年の資源量は、2011年級群の加入量を4-(8)に後述のように直近の調査船調査結果による推定値から仮定し、1歳以上を2010年の値から前進法で推定すると49.6万トンであった。

1995～2008年漁期の漁獲割合は21～56%の範囲で変化し、1996～1997年に高かった（図10、付表7）。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では0.4～1.2の範囲で変化し、2010年では0.71であった（図13、14、付表6、7）。

自然死亡係数(M)を本評価で仮定する0.4から0.3と0.5にそれぞれ変化させた場合の2010年の推定資源量および親魚量は、 $M=0.3$ では49.2万トンおよび10.3万トン、 $M=0.5$ では64.2万トンおよび12.6万トンと推定され、 $M$ を大きくするに従って推定値は大きくなった（図12）。加入量の推定値（前年までの加入量と資源量指数との重回帰式による）も同様に $M$ を変化させることによって20%程度増減した。

#### (5) 資源の水準・動向

2-(1)、3-(2)に前述のとおり、1995年以降、漁獲量はおおむね10万トン以上の高い水準にあり、分布域拡大にともなって漁場が北区まで広がってその漁獲量も多く、資源量はおおむね30万トン以上であり、それ以前に比べて高い水準にあると考えられる（図5、10、付表1、5、6）。このような漁獲量の推移と1995年以降の資源量の推移から2010年の資源水準は高位、資源動向は、資源量が2006年以降、2008年を除き、55～58万トンで推移していることから横ばいと判断した（図10、付表6）。

最近の加入動向は、2007年級群は11.0億尾と比較的高い水準、2008年級群は5.0億尾と近年の最低水準、2009年級群は18.2億尾と高い水準、とそれぞれ推定された。2010年級群は、調査船調査や漁業情報から豊度は比較的高いと判断され、最近年であるため推定値の不確実性が高いが、加入量は9.8億尾と推定された（補足資料3）。2011年級群の加入量水準は、直近の調査船調査による資源量指標値では、5～7月の北西太平洋北上期中層トロー

ル調査（東北水研、中央水研）による0歳魚推定現存尾数は2.2億尾と少ないものの、出現率は29.5%、漁獲物の平均尾叉長（7月中旬に規準化した値：補足資料4）は14.3cmと過去同調査においていずれも中位であった（図6、付表9）。これらから加入量水準は中位と推定される。

親魚量は、2008年級群が少ないために2010年に減少したが、2011年には2009年級群の高い加入量水準によって増加すると見込まれる。最近の加入動向から、今後も一定の水準以上が維持されると見込まれる。

#### (6) 再生産関係

推定可能な1995年以降2010年までの推定親魚量と加入量の関係をみると、親魚量は3.8万トン（1996年）～33.4万トン（2006年）の範囲であり、加入量はおおむね8億尾前後で、2004年などが卓越して多く、2008年が少なかった（図11、付表5、6）。

1995～2010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8.7尾/kg、平均値は11.9尾/kgであった（図16）。親魚量(SSB)とRPSの関係について、卓越して高い1996、2004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11）。

$$RPS = 14.9 \cdot \exp(-0.00575 \cdot SSB) \quad (r^2 = 0.72)$$

1996、2004年のRPSは、この回帰式から予測される値のそれぞれ3.4倍、4.0倍であり、再生産に好適な環境条件によって特異的にRPSが高かったと思われる。

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みられなかった（図11、16）。

#### (7) 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みられない。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、本評価では資源管理は親魚量を基準とし、資源回復水準(Blimit)を1995年以降で最低の親魚量水準である1996年水準（3.8万トン）とした（図11、付表6）。過去の資源量に対する親魚量の平均的な割合から、Blimitは資源量15万トン程度に対応し、資源量がこれ以下では、過去の資源動向や漁獲割合から類推して、分布域がおおむね南区へ縮小し、漁獲量は5万トン程度以下に減少すると推測される。このときの資源水準は低位と判断される。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できない。

#### (8) 今後の加入量の見積もり

将来予測における今後の加入量は、2011年級群については、2010年までの加入量（コホート解析結果（～2009年）および資源量指数回帰式による推定値（2010年））と北西太平洋における5～7月の中層トロール調査による資源量指数（0歳魚出現率、平均尾叉長）と

の重回帰式を用いて、2011年の同調査結果から推定される8.0億尾とした（補足資料4）。

2012年級群以降については、環境要因などによる予測は現時点では不可能であり、本評価では、昨年度評価と同様に、親魚量が  $B_{limit}$  を下回った場合も含めて、4-(6)に前述の  $SSB-RPS$  回帰式と推定親魚量による値を仮定した（図11）。

資源と海洋環境の関係として、昨年度までに産卵場周辺である宮崎県日向灘南部沿岸定線の2月の表面水温（宮崎水試）と  $RPS$  の相関が高いことがわかった。日向灘の水温は黒潮流路の変動の影響を強く受けることから、本水温情報は黒潮の変動に係る再生産環境条件の変化を指標していることが窺われる。そこで4-(6)に前述の  $SSB-RPS$  回帰式の予測値と  $RPS$  観測値の比と本水温の関係を検討したところ、負の相関関係にあり、とくに水温が  $17\sim 18^{\circ}\text{C}$  と低い年では  $RPS$  が高くなる関係がみられた（図17）。本水温によって推定される加入量水準は後述の調査船調査による推定値の補足情報となると考えられる。

#### (9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

資源の有効利用の観点から加入量当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、2歳魚の漁獲係数および近年（2006～2010年平均）の年齢別選択率を用いて求めた（図15）。2歳魚の現状の  $F$  ( $F_{current}$ : 近年5年（2006～2010年）の平均）は、 $F_{msy}$  の代替値と考えられる  $F_{0.1}$  より大きい、資源の持続的な利用の指標とされる  $F_{40\%SPR}$  を下回り、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、4-(4)に前述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14、付表7）。親魚量が減少しても漁獲圧は過大にはならず、漁業が資源を壊滅的な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13、15、付表7）。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、まき網や棒受網など未成魚を多獲する漁業種もあることから、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. 2012年ABCの算定

### (1) 資源評価のまとめ

2010年までの漁獲量と資源量の推移から、資源水準・動向は高位・横ばいと判断される。

1995年以降の加入量はおおむね8億尾前後であり、1996、2004年級群と2度卓越して高く、資源が増加した。最近は、2008年級群では低い、2009年級群は高い。親魚量は2006年をピークにしてやや減少したが依然として高い水準にある。これらから、今後5年程度の見通しとしては、現状の漁獲圧の維持、さらには資源量が  $B_{limit}$  以上の水準を維持するようにして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思われる。また、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 2012 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

調査年は限られているが再生産関係が得られており、前述のように、親魚量は **Blimit** を上回っており、資源の回復措置をとる必要はないことから、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1)を適用した。

2012 年の ABC は、現状の漁獲圧を低減して資源の増加を図り 5 年後の親魚量を過去の最高水準である 15 万トン以上にすることを目標とする漁獲シナリオ (F0.1 を適用)、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ (Fcurrent)、および将来予測において親魚量を高い水準で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 (F30%SPR を適用)、それぞれに基づいて予防的措置を講じた場合もあわせて算定した (下表、付表 10、補足資料 2)。また、**Blimit** 以上の親魚量を 2016 年まで一定以上の確率で維持しつつ漁獲圧を過大でない程度 (2 歳魚の F を過去最高値以下) に高めて直近の漁獲量を増加させる漁獲シナリオ (F20%SPR を適用) についても算定した。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
漁獲圧を低減し資源の増加を図る	F0.1 (F=0.55)	179	139	134	134	135	137	138
上記の予防的措置	0.8F0.1 (F=0.44)	179	139	113	121	125	128	129
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.63)	179	139	148	142	140	140	141
上記の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.50)	179	139	125	129	132	134	135
親魚量を高水準で維持・漁獲量増加	F30%SPR (F=1.01)	179	139	203	158	140	131	125
上記の予防的措置	0.8F30%SPR (F=0.80)	179	139	176	152	143	140	138
親魚量(≥Blimit)維持・漁獲量増加	F20%SPR (F=1.43)	179	139	246	155	120	99	83
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
漁獲圧を低減し資源の増加を図る	F0.1 (F=0.55)	559	496	480	487	493	497	499
上記の予防的措置	0.8F0.1 (F=0.44)	559	496	480	511	526	531	532
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.63)	559	496	480	470	469	471	472
上記の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.50)	559	496	480	497	507	512	513
親魚量を高水準で維持・漁獲量増加	F30%SPR (F=1.01)	559	496	480	397	361	340	325
上記の予防的措置	0.8F30%SPR (F=0.80)	559	496	480	435	418	410	405
親魚量(≥Blimit)維持・漁獲量増加	F20%SPR (F=1.43)	559	496	480	326	257	213	180

2012年漁期当初(7月)の資源量の算出にあたっては、2011年漁期の漁獲について2011年3月の震災の影響を考慮した。被災各地の聞き取り調査(北水研、岩手水技セ)の結果を参考に、岩手、宮城、福島県海域での定置網、まき網による漁獲は通常の半分程度にとどまり、系群全体の漁獲量は93%程度となると想定し、2011年漁期の漁獲が2006~2010年漁期の平均の漁獲圧の90%( $0.9F_{current}$ )で行われると仮定して2011年漁期当初の資源量から前進法で計算した(補足資料2)。加入量は4-(8)に前述のSSB-RPS回帰式と推定親魚量による値とした。2013年以降の資源量は、加入量を同様にSSB-RPS回帰式と推定親魚量による値として、それぞれの漁獲シナリオのFに基づいて前進法で計算した。

現状の漁獲圧は高くなく、 $F_{current}$ で資源量は高い水準で維持される。これより漁獲圧を高めた場合でも資源量は一定水準を維持し、短期的な漁獲量は増加する(図18)。ただし、1.8~2.3倍程度まで高めた場合( $F_{20\%SPR}$ 相当)には将来的に資源水準が現状よりも低下するために漁獲量は減少する。 $F_{20\%SPR}$ では、2016年の親魚量は $B_{limit}$ 程度まで減少し(付表10)、次項のとおり、将来的に $B_{limit}$ を下回る確率も高まり、環境の変化によっては資源量が短期間で大きく減少する恐れもあり、ABCとはならない。

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(図15)。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。

### (3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

加入量の不確実性を考慮した将来予測を検討した。2012年以降の加入量を4-(6)に前述のSSB-RPS回帰式、および1995~2010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 $B_{limit}$ 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 $F_{0.1}$ 、 $F_{current}$ 、 $F_{30\%SPR}$ 、および $F_{20\%SPR}$ 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た。

将来予測の結果、親魚量と漁獲量の動向は、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であった(図19)。2012~2016年の平均親魚量は、 $F_{current}$ では19.4万トン、 $F_{30\%SPR}$ では13.2万トンであり、漁獲圧を現状維持あるいは1.6倍程度高めても高い水準で推移すると考えられた。漁獲圧を低減する $F_{0.1}$ ではさらに多い21.3万トンと予測された。漁獲圧を2.3倍程度高める $F_{20\%SPR}$ では5年間の平均親魚量9.3万トンであるが、2016年の親魚量は5.4万トン(平均値)まで減少すると予測され、 $B_{limit}$ を下回る確率も35%まで高まる。10年後の2021年には資源量14.7万トン(平均値)、親魚量2.9万トン(平均値)まで減少し、ほぼ低位水準となると予測される。

また、同期間の平均漁獲量は、 $F_{current}$ では17.0万トン、 $F_{30\%SPR}$ では18.6万トン、お

よび F0.1 では 16.4 万トンであり、いずれも近年の高い水準を維持すると予測された。F20%SPR では 2012、2013 年の漁獲量は多いものの、その後は資源量が減少して漁獲量が減少するために、同期間の平均漁獲量は F30%SPR を下回る 17.5 万トンと予測された。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2012 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後) <sup>2)</sup>	Blimit を維持 (5 年後)	
漁獲圧を低減し 資源の増加を図 る(F0.1) <sup>1)</sup> *	0.55 (0.87 Fcurrent)	28%	123~255 千トン	164 千トン	100%	100%	134 千トン
上記の予防的措 置(0.8F0.1)*	0.44 (0.70 Fcurrent)	24%	116~231 千トン	146 千トン	100%	100%	113 千トン
現状の漁獲圧の 維持(Fcurrent)*	0.63 (1.00 Fcurrent)	31%	125~258 千トン	170 千トン	99%	100%	148 千トン
現状の漁獲圧の 維持の予防的措 置(0.8Fcurrent)*	0.50 (0.80 Fcurrent)	26%	122~242 千トン	156 千トン	100%	100%	125 千トン
親魚量を高水準 で維持・漁獲量増 加(F30%SPR)*	1.01 (1.60 Fcurrent)	42%	109~272 千トン	186 千トン	30%	100%	203 千トン
親魚量を高水準 で維持・漁獲量増 加の予防的措 置(0.8F30%SPR)*	0.80 (1.28 Fcurrent)	37%	124~286 千トン	183 千トン	83%	100%	176 千トン
							2012 年 漁期算定 漁獲量
親魚量(≥Blimit) の維持・漁獲量増 加(F20%SPR)	1.43 (2.26 Fcurrent)	51%	69~209 千トン	175 千トン	9%	65%	246 千トン
コメント <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状の漁獲圧は当該資源を持続的に利用可能な水準である。</li> <li>・ <sup>1)</sup> 現状の漁獲圧を低減して資源の増加・5 年後の親魚量 15 万トン以上（過去最高水準）を目標として F0.1 を適用。ただし、親魚量増加に比例した加入量増加は見込めない。</li> <li>・ <sup>2)</sup> 現状親魚量（2010 年）は高い水準にあり、将来的に親魚量がこれを下回っても資源水準の維持は可能。</li> <li>・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。</li> <li>・ 平成 23 年に設定された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」とされており、F20%SPR 以外のシナリオがこれに合致する(*)。</li> <li>・ F20%SPR では 10 年後には資源水準が低位になって漁獲量が現状を大きく下回るの見込まれる。また、環境要因によって再生産成功率の低い年が連続するなどした場合には資源量が短期間で大きく減少する恐れがある。5 年後に Blimit を下回る確率も 35%となることから算定漁獲量とした。</li> <li>・ 不確実性を考慮して安全率を 0.8 とした。</li> </ul>							

将来漁獲量（5年後・2016年漁期）の幅は80%区間を示す。

将来漁獲量・評価は、卓越年級群発生年（1996、2004年）を除く過去の観測値に仮定したSSB-RPS回帰式と、回帰式からの残差のリサンプリング（卓越年級群発生年含む）によって加入量を与える1,000回のシミュレーションによる。

F<sub>current</sub> は近年5年（2006～2010年漁期）平均。

評価・現状親魚量を維持（5年後）は、2016年に2010年親魚量の95%以上である確率。

(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
2010年漁期漁獲量 2010年漁期体長組成、体長－体重関係、 年齢－体長関係 過去に遡及した資料の修正 2010年資源量指数（9-10月調査船調査、 漁業情報） 2011年資源量指数（5-7月調査船調査）	2010年漁期までの年齢別漁獲尾数、資源尾数、 資源量、再生産関係、漁獲係数、%SPR 資源量指数と加入量の関係、2010年加入量

評価対象年 （当初・再評価）	管理基準	F 値	資源量 （千トン）	ABC <sub>limit</sub> （千トン）	ABC <sub>target</sub> （千トン）	漁獲量 （千トン）
2010年（当初）	F20%SPR	1.26	498	225	196	
2010年（2010年再評価）	F20%SPR	1.31	508	231	201	
2010年（2011年再評価）	F20%SPR	1.32	559	259	225	182
2011年（当初）	F20%SPR	1.31	517	254	222	
2011年（2011年再評価）	F20%SPR	1.43	496	255	225	
2010、2011年とも、TAC設定の根拠となったシナリオについて行った。なお、2011年のTAC設定においてはABC <sub>target</sub> (0.8F20%SPR)が根拠とされた。漁獲量は実測値。						

2010年の2011年再評価では資源量が増加しているが、これはおもに、当初評価（2009年）では2010年級群の加入量について予測不可能なために仮定した過去平均値が過小評価であったため、2010年再評価では2009年級群の加入量について年変動の大きい0歳時の漁獲動向をもとにしたコホート解析による推定値が過小評価であったためである。

2011年の再評価では資源量はデータの追加による再解析で当初評価（2010年）よりわずかに減少したが、年齢別選択率などのデータを最新のものに改訂した結果、F値はやや高くなり、ABCは当初評価と同等となった。

## 6. ABC 以外の管理方策への提言

若齢魚漁獲規制の効果を検討した。0 歳魚にかかる漁獲圧を現状( $F_{current}$ )から低減した場合に将来予測される漁獲量を図 20 に示した。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、漁獲圧を現状の 0% (禁漁) に下げた場合でも 5 年後の資源量や漁獲量の増加は見込めず、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検討する価値はあろう。

本系群はマサバとともに漁獲される場合が多いため、マサバと合わせたさば類による TAC 設定で資源管理されている。しかしながら、マサバでは資源水準は低位で親魚量の回復が必要とされているなど、資源状態は両種で大きく異なっており、マサバと区別した資源管理を検討する必要がある。

## 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.
- 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.
- 堀田秀之 (1957) カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚 (薩南海区). 東北水研研報, (9), 129-132.
- 飯塚景記 (1978) 東北海区北部海域におけるゴマサバについての二・三の生物学的観察. 東北水研研報, (39), 11-20.
- 片山知史・石井光廣 (2009) サバ類の耳石による年齢査定を試み. 2009 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 89.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・西田宏・渡邊千夏子 (2007) 北西太平洋における近年のゴマサバ 0 歳魚の分布, 回遊と加入量. 2007 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 9.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・西田宏・渡邊千夏子 (2008) 北西太平洋における近年のゴマサバ資源の増加と 1 歳魚以上の分布, 回遊. 黒潮の資源海洋研究, (9), 61-66.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・上野康弘・谷津明彦 (2009a) 2001~2008 年 5~7 月の北西太平洋におけるサバ類 0 歳魚の分布, 体長組成と加入豊度との関係. 2009 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 19.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆 (2006a) 最近の広域な調査船調査から推定される北西太平洋におけるサバ, イワシ類の季節的分布回遊. 2006 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 94.

- 川端淳・山口閔常・巢山哲・中神正康 (2006b) 近年の東北～北海道海域における表層性魚類相とゴマサバの来遊動向. 月刊海洋, 38(3), 175-180.
- 川端淳・谷津明彦・西田宏・小澤竜太・高木香織・山下紀生・山下夕帆・中神正康・高橋正知 (2009b) 北西太平洋におけるマサバ・ゴマサバ未成魚の越冬海域の年変化. 第57回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 東北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(4), 247-251.
- 近藤恵一・黒田一紀 (1966) サバ属魚類の成長-I. 東海水研報, (45), 31-60.
- 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一成魚. 月刊海洋, 34(4), 256-260.
- 梨田一也・本多仁・阪地英男・木村量 (2003) 足摺岬周辺及び土佐湾中央部海域で漁獲されたゴマサバの年齢形質としての耳石の有効性. 黒潮の資源海洋研究, (4), 5-9.
- 梨田一也・本多仁・阪地英男・三谷卓美・平井一行・上原伸二 (2006) 足摺岬周辺海域及び伊豆諸島海域で実施した標識放流調査によるゴマサバの移動・回遊. 水研センター研報, (17), 1-15.
- 新谷淑生 (2007) 高知県西部海域におけるゴマサバ若魚の加入について. 黒潮の資源海洋研究, (8), 101.
- 西田宏・渡邊千夏子・谷津明彦・木下貴裕 (2000) 黒潮続流～黒潮親潮移行域における幼稚魚採集と表面水温情報を利用したマサバ・ゴマサバの加入量予測. 関東近海のマサバについて, (33), 96-102.
- 落合明・田中克 (1998) ゴマサバ. 新版魚類学(下)改訂版, 恒星社厚生閣, 東京, 844-855.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., 9, 65-74.
- 斉藤憲治 (2001) リボゾーム DNA の変異を利用した種判別法. 東北水研ニュース, (62), 2-5.
- Savinykh, V.F., A.A. Baitalyuk and A.Yu. Zhigalin (2004) Pelagic fish new to the Pacific waters of the Southern Kurils, migrants from the zone of Kuroshio. Journal of Ichthyology (Voprosy Ikhtiologii), 44(8), 611-615.
- 水産庁 (1999) マサバ・ゴマサバ判別マニュアル. 水産庁水産業関係試験研究推進会議マサバ・ゴマサバ判別マニュアル作成ワーキンググループ, 中央水産研究所, 32 pp.
- 高橋正知・高木香織・川端淳・渡邊千夏子・西田宏・山下紀生・森賢・巢山哲・中神正康・上野康弘・斉藤真美 (2010) マサバ・ゴマサバ太平洋系群 2007 年級群の推定孵化時期. 黒潮の資源海洋研究, (11), 49-54.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, (28), 1-200.

- 谷口順彦・向井龍男・関伸吾・津田恭敬 (1989) マサバ・ゴマサバ. アイソザイムによる魚介類の集団解析, 海洋生物集団の識別等に関する先導的評価手法の開発事業報告書, 日本水産資源保護協会, 371-384.
- Tanoue, T. (1966) Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (BLEEKER). Memoir of Fac. Fish. Kagoshima Univ., 15, 91-175.
- 樋田史郎 (1999) ゴマサバの日齢査定について. 中央ブロック長期漁海況予報, (107), 83-91.
- 曾萬年・中田英昭・平野敏行 (1980) 近年のゴマサバ資源の増大について. 水産海洋研究会報, 36, 19-26.
- 渡邊千夏子・花井孝之・目黒清美 (2000) マサバとゴマサバの産卵生態の比較. 一日当たり総産卵量に基づくマサバ太平洋系群の資源量推定法に関する調査報告書, 中央水産研究所, 14-23.
- 渡邊千夏子・川端淳・和田時夫 (1999) 黒潮親潮移行域におけるサバ類当歳魚の分布. 月刊海洋, 31(4), 236-240.
- 渡邊千夏子・小林憲一・川端淳・梨田一也 (2002) マサバとゴマサバの年齢と成長. 月刊海洋, 34(4), 261-265.
- 山川卓 (1999) 熊野灘におけるゴマサバの漁獲状況と尾叉長組成. 中央ブロック長期漁海況予報, (107), 25-39.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二 (1961) 魚食性魚類の胃内容物の研究. 南海水研報, (14), 153-202.

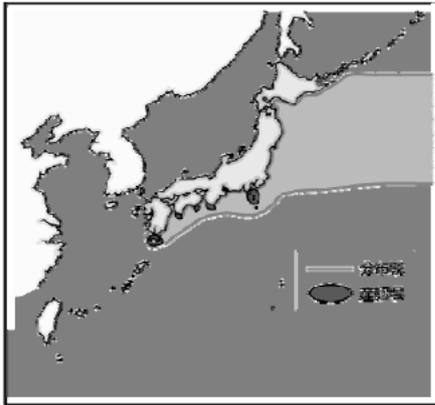


図1. 分布・回遊

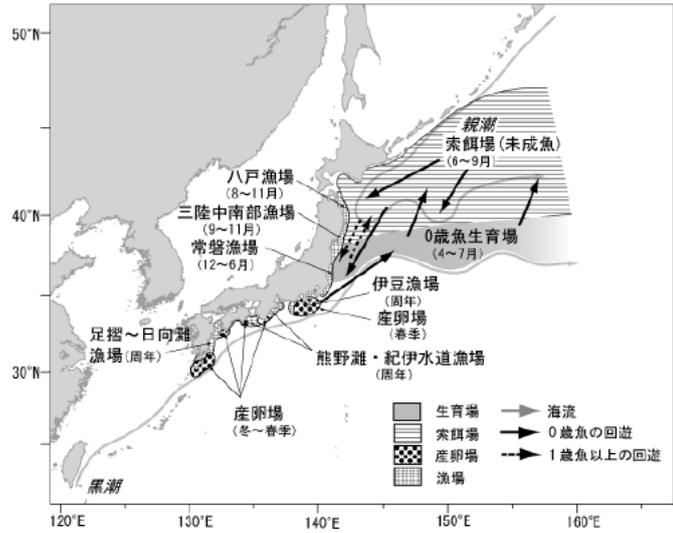


図2. 生活史と漁場形成の模式図

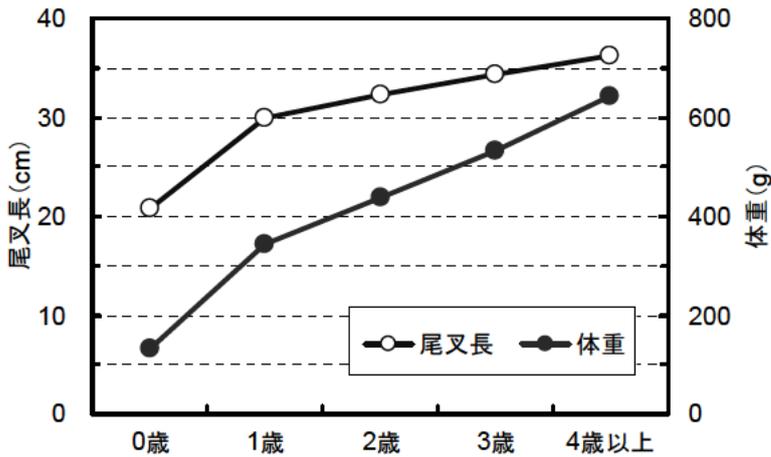


図3. 年齢と成長 各年齢における漁獲物の尾叉長と体重 (2006～2010年漁期の平均値)

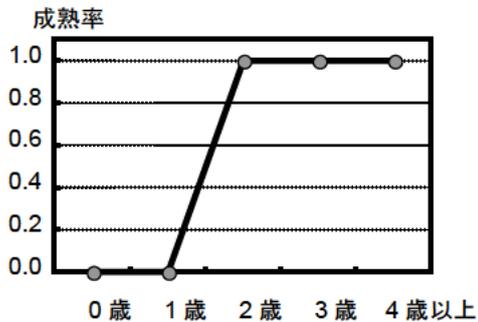


図4. 年齢と成熟率

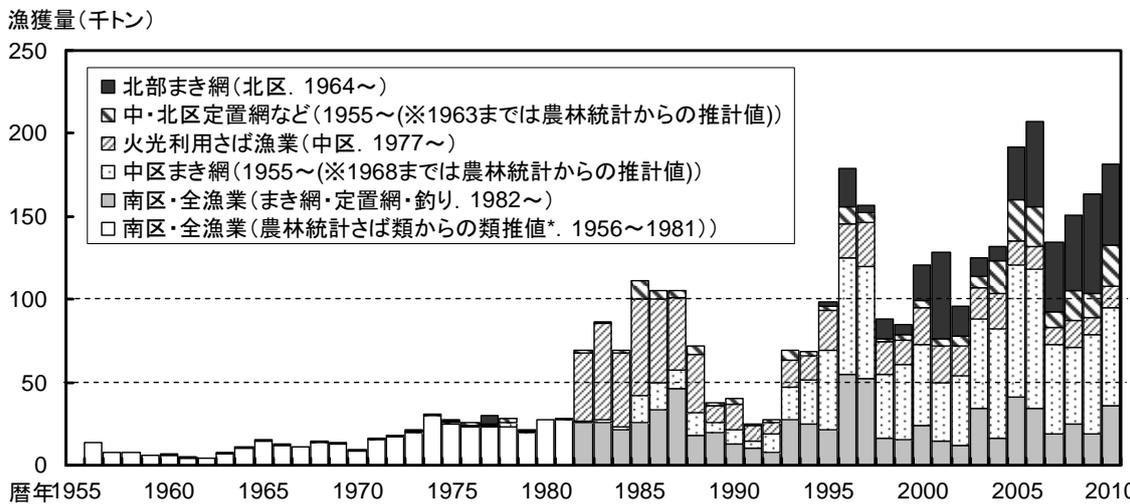
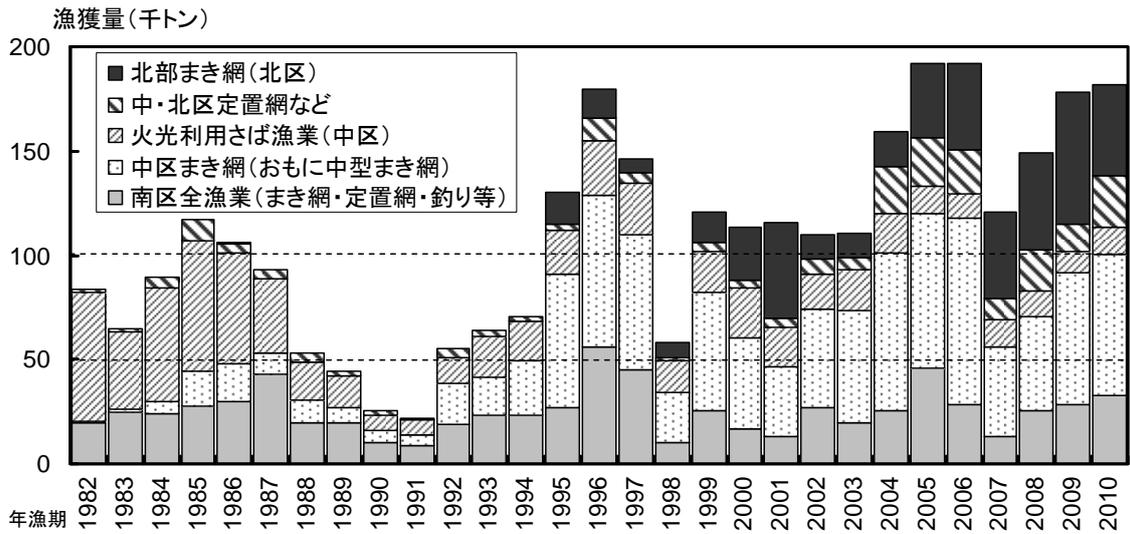


図 5. 漁獲量の推移 太平洋側の海区・漁業種類別ゴマサバ漁獲量(千トン)。上段は1982年以降の年漁期(7月～翌6月)漁獲量。下段は暦年(1～12月)漁獲量。凡例カッコ内数字はデータの年限。\*南区の1982～2005年の農林水産統計さば類漁獲量(農林水産省)と主要港ゴマサバ水揚量(各県資料)との比率を使って求めた。

図中の破線は資源水準区分の目安。100千トン：資源量300千トン程度に対応し、これ以上では北区での漁獲が増加(分布域拡大)する水準であり、高-中位の区分とする。50千トン：資源量150千トン程度に対応し、これ以下では北・中区での漁獲が減少(分布域縮小)する水準であり、中-低位の区分とする。

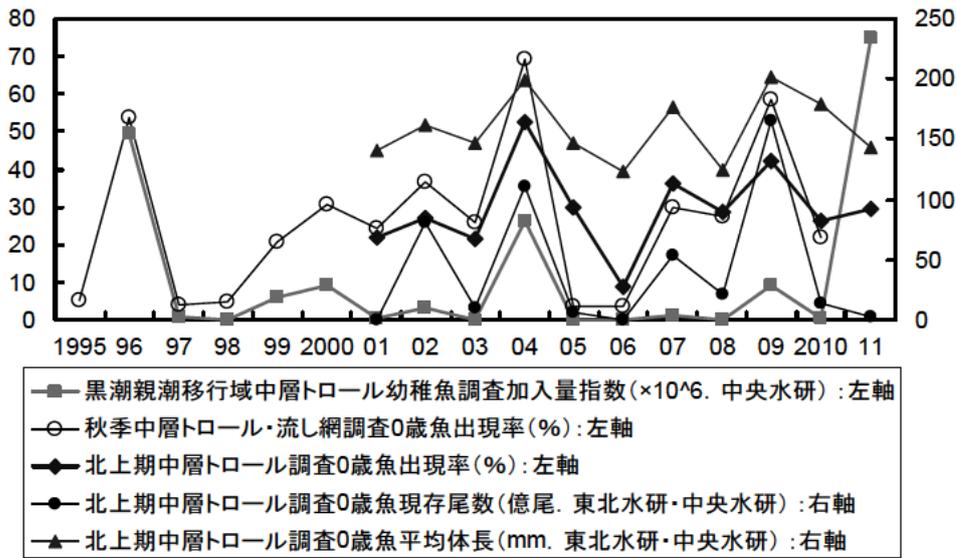


図 6. 各種調査船調査によるゴマサバ加入量指標値の経年変化

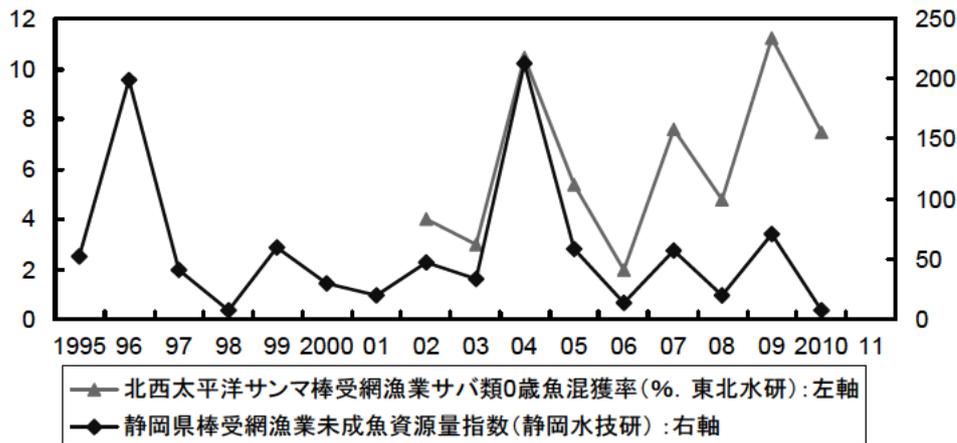


図 7. 各種漁業情報に基づくゴマサバ加入量指標値の経年変化

※サンマ棒受網漁業の混獲資料はさば類についてのものだが、混獲物の抽出標本には全てゴマサバが含まれていたことからゴマサバを指標すると考えられる。

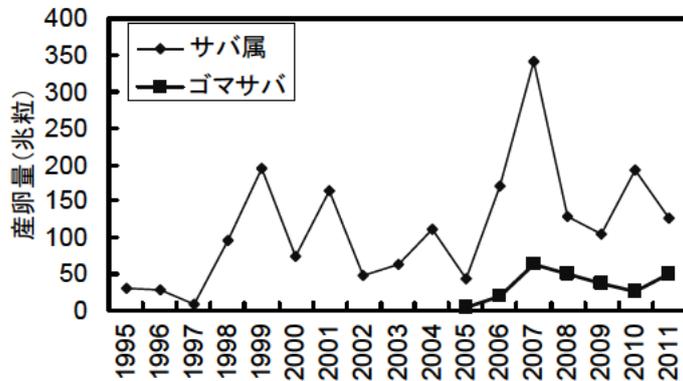


図 8. 太平洋側におけるサバ属の産卵量 (2011 年は 6 月まで)

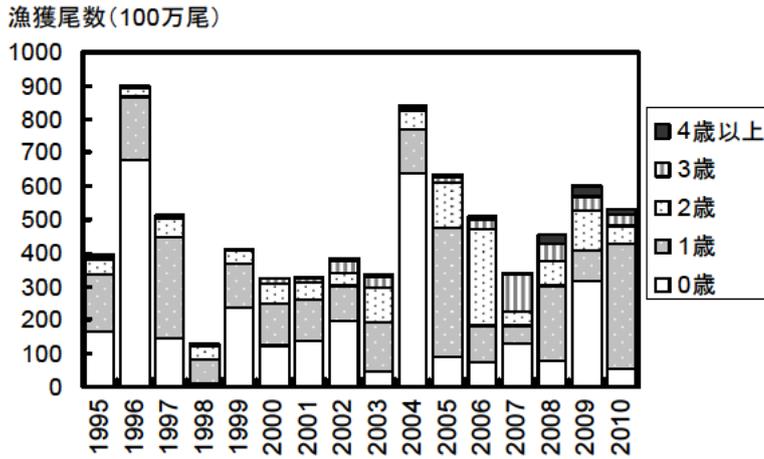


図 9. 年齢別漁獲尾数

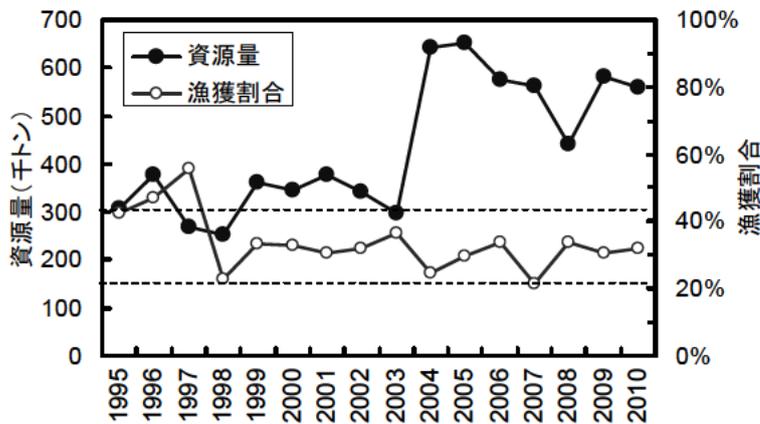


図 10. 資源量と漁獲割合 図中の破線は資源水準区分の資源量の目安。300 千トン：漁獲量 100 千トン程度に対応し、これ以上では分布域が北区へ顕著に拡大する水準であり、高一中位の区分とする。150 千トン：漁獲量 50 千トン程度に対応し、これ以下では分布域がおおむね南区へ縮小し、親魚量がほぼ Blimit を下回る水準であり、中一低位の区分とする。

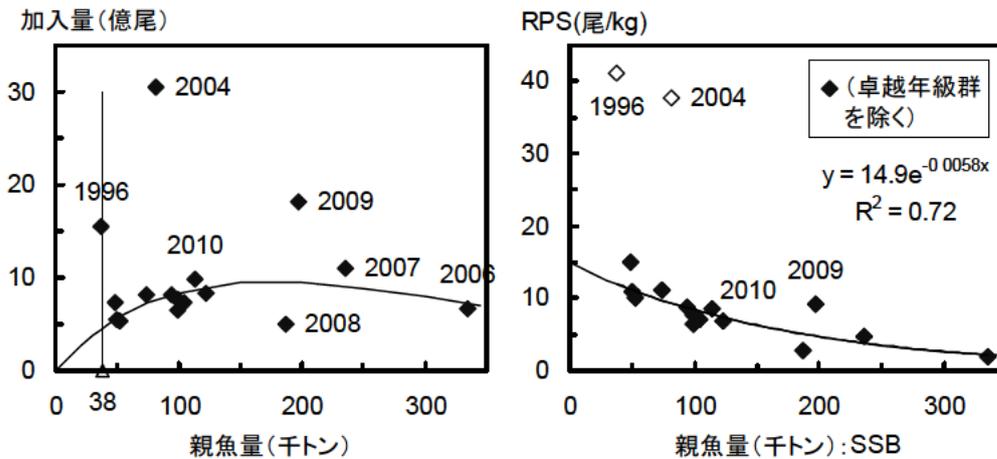


図 11. 親魚量と加入量および RPS の関係 (1995～2009 年) 左図の三角は Blimit、実線は将来予測で仮定した SSB-RPS 回帰式 (右図、卓越年級群発生年 1996、2004 年を除く) とこの回帰式に基づく親魚量と加入量の関係 (左図) をそれぞれ示す。

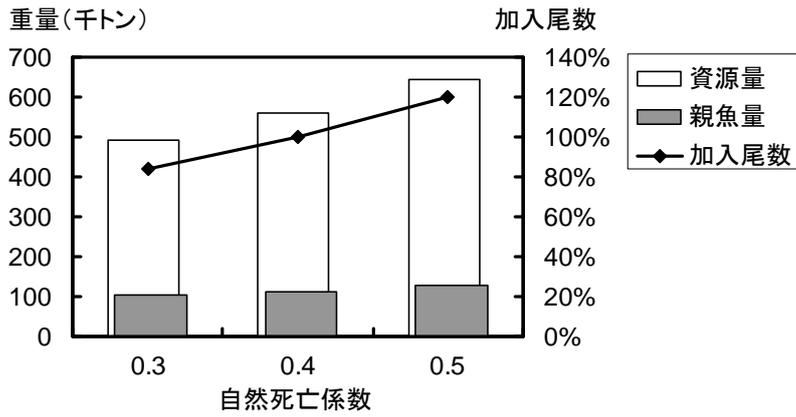


図 12. 自然死亡係数(M)の違いによる 2010 年の推定資源量、親魚量および加入尾数 (M=0.4 の場合を 100%とした相対値)

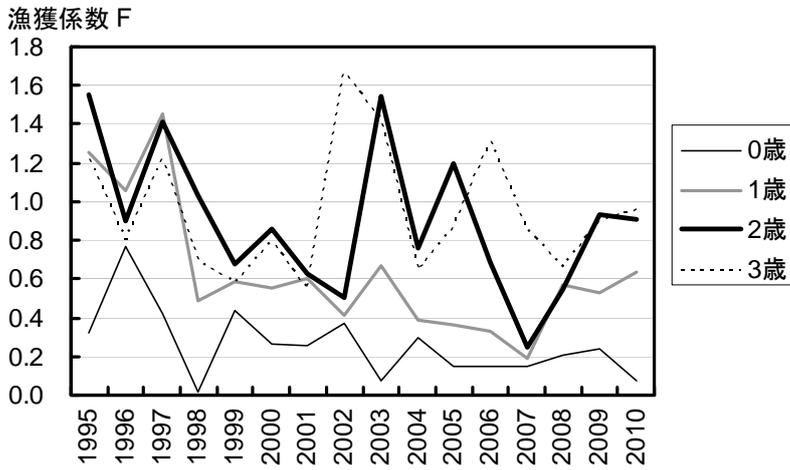


図 13. 年齢別漁獲係数(F)の推移

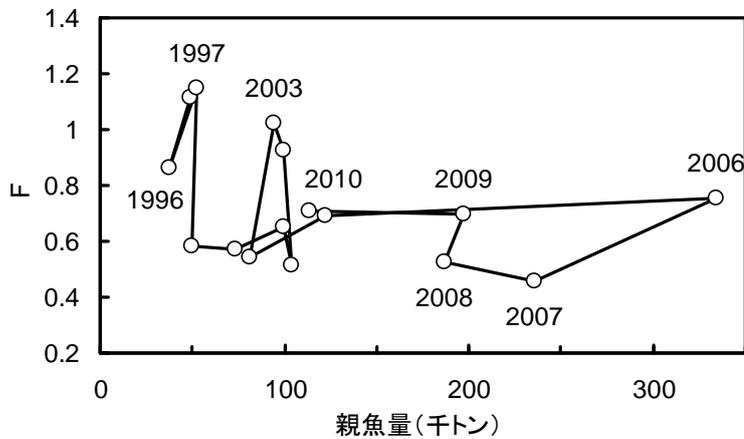


図 14. 親魚量と全年齢平均漁獲係数(F)の関係 (1995~2010年)

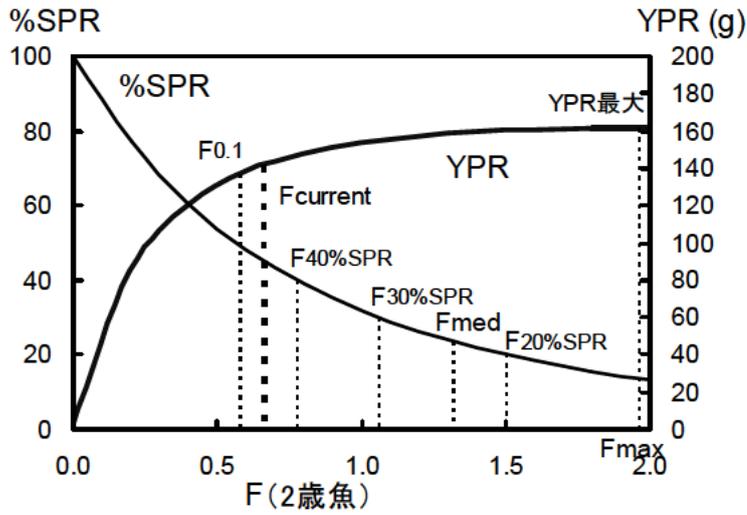


図 15. YPR と %SPR (F は 2 歳魚に対する値)

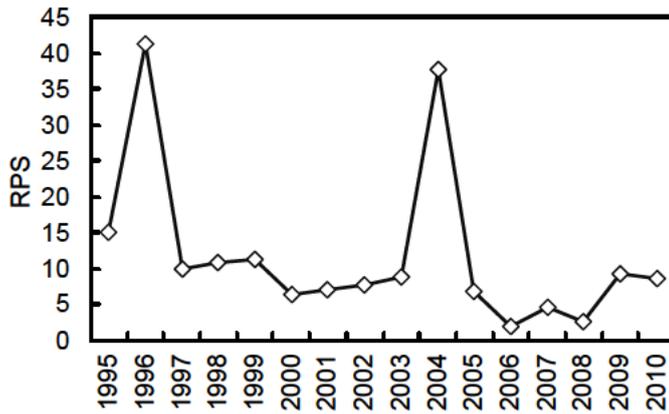


図 16. 再生産成功率 (RPS : 加入量 / 親魚量 (尾/kg)) の推移 (1995~2010 年)

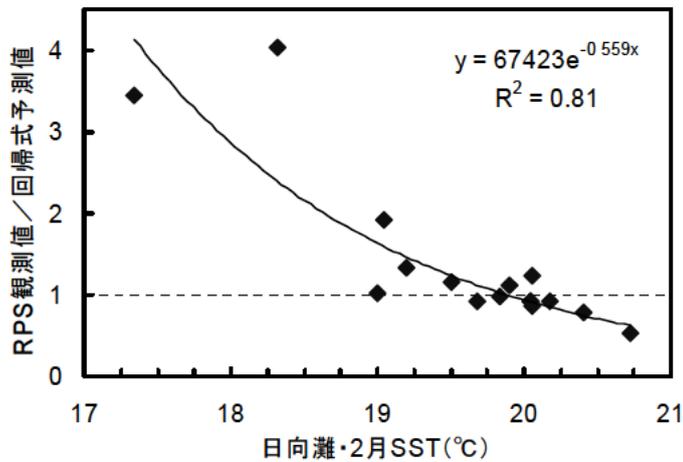


図 17. 宮崎県日向灘沿岸観測定線 (内海・油津・都井) における 2 月の表面水温 (宮崎水試) と RPS 観測値 / SSB-RPS 回帰式予測値との関係 (1995~2010 年)

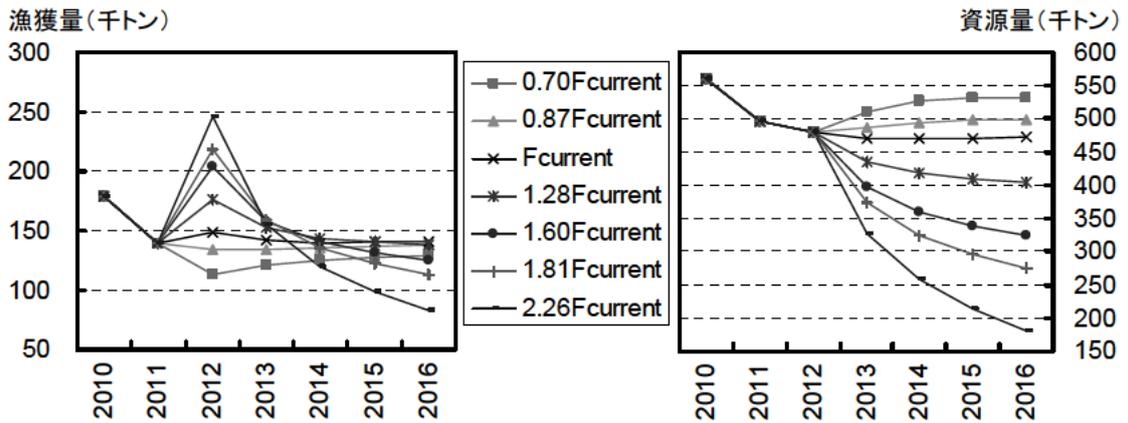


図 18. Fcurrent を基準として F を変化させた場合に予想される漁獲量と資源量

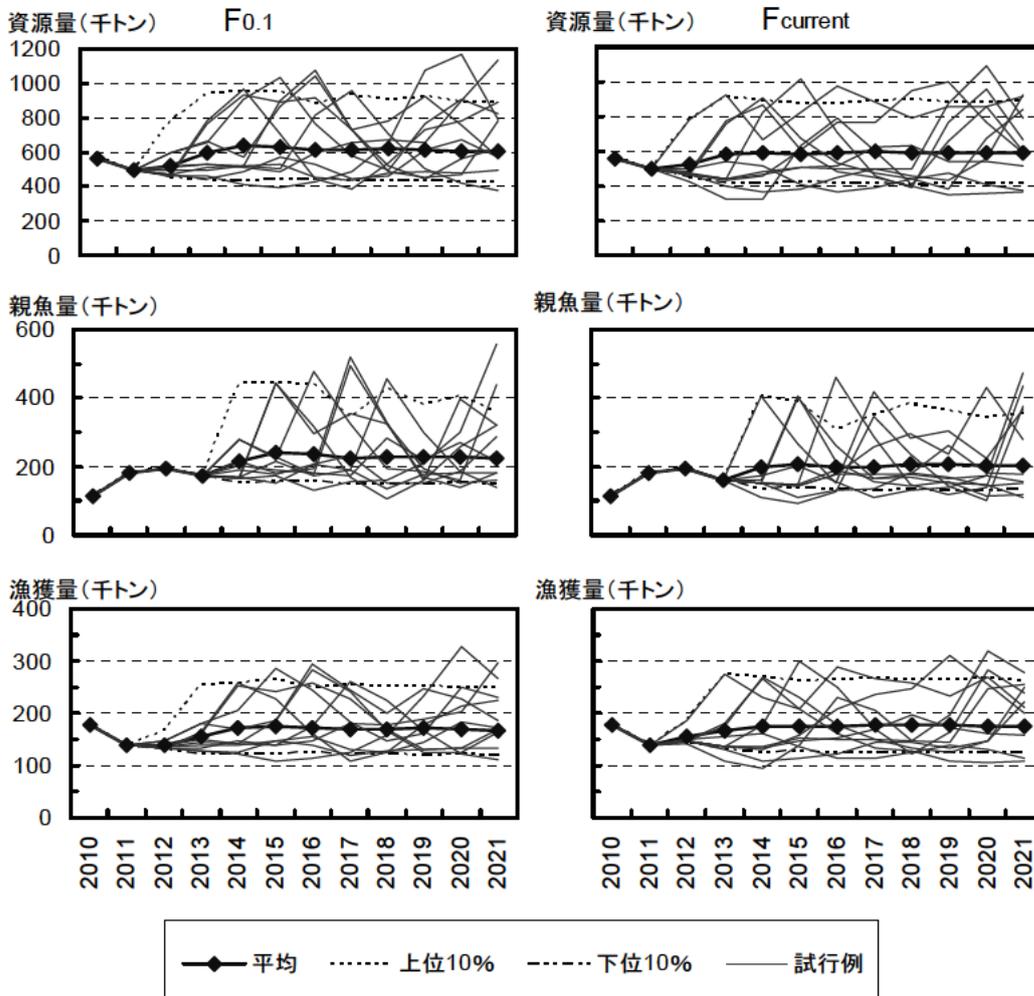


図 19-1. F0.1 と Fcurrent に設定し、卓越年級群発生年翌年および SSB < Blimit では卓越年級群は発生しない条件のもと、SSB-RPS 回帰式と、回帰式からの 1995~2010 年の残差のリサンプリングで 2012 年以降の加入量を与えて行った資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 (1,000 回の試行での平均値と上下側 10% の値)  
 灰細線は 1000 回のうち任意の 10 回の試行の推移を示す。

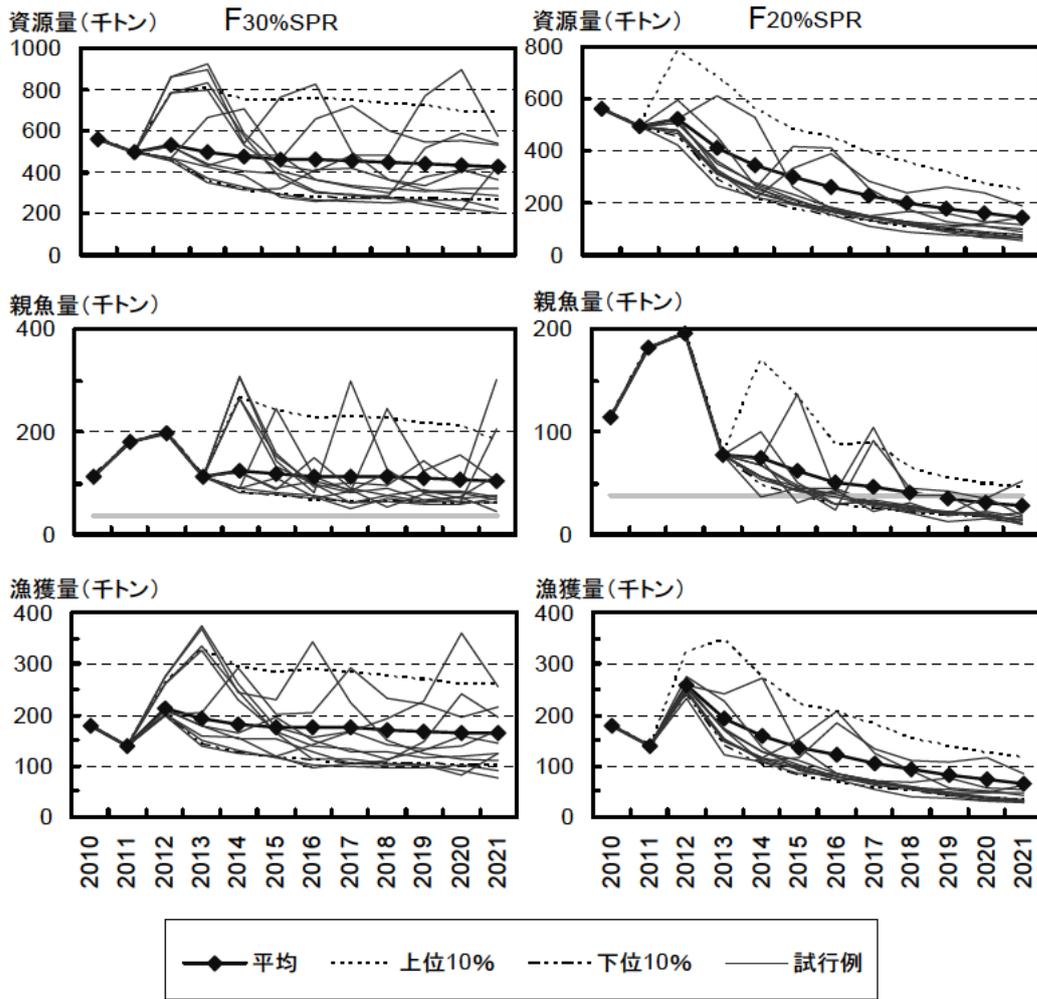


図 19-2. F30%SPR と F20%SPR に設定し、図 19-1 と同様に行った資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 親魚量図の灰太線は Blimit (38 千トン) を示す。

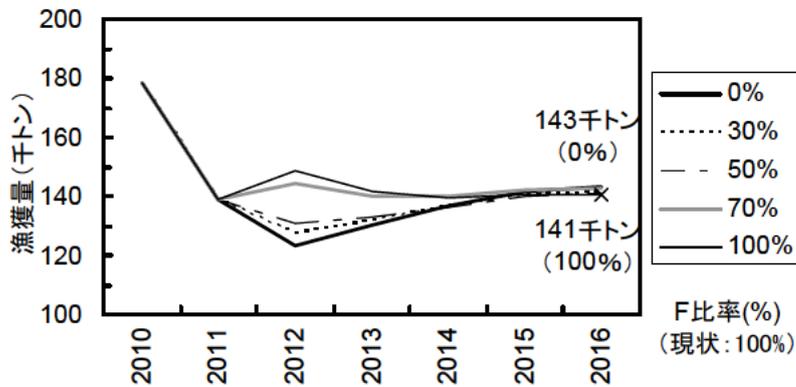
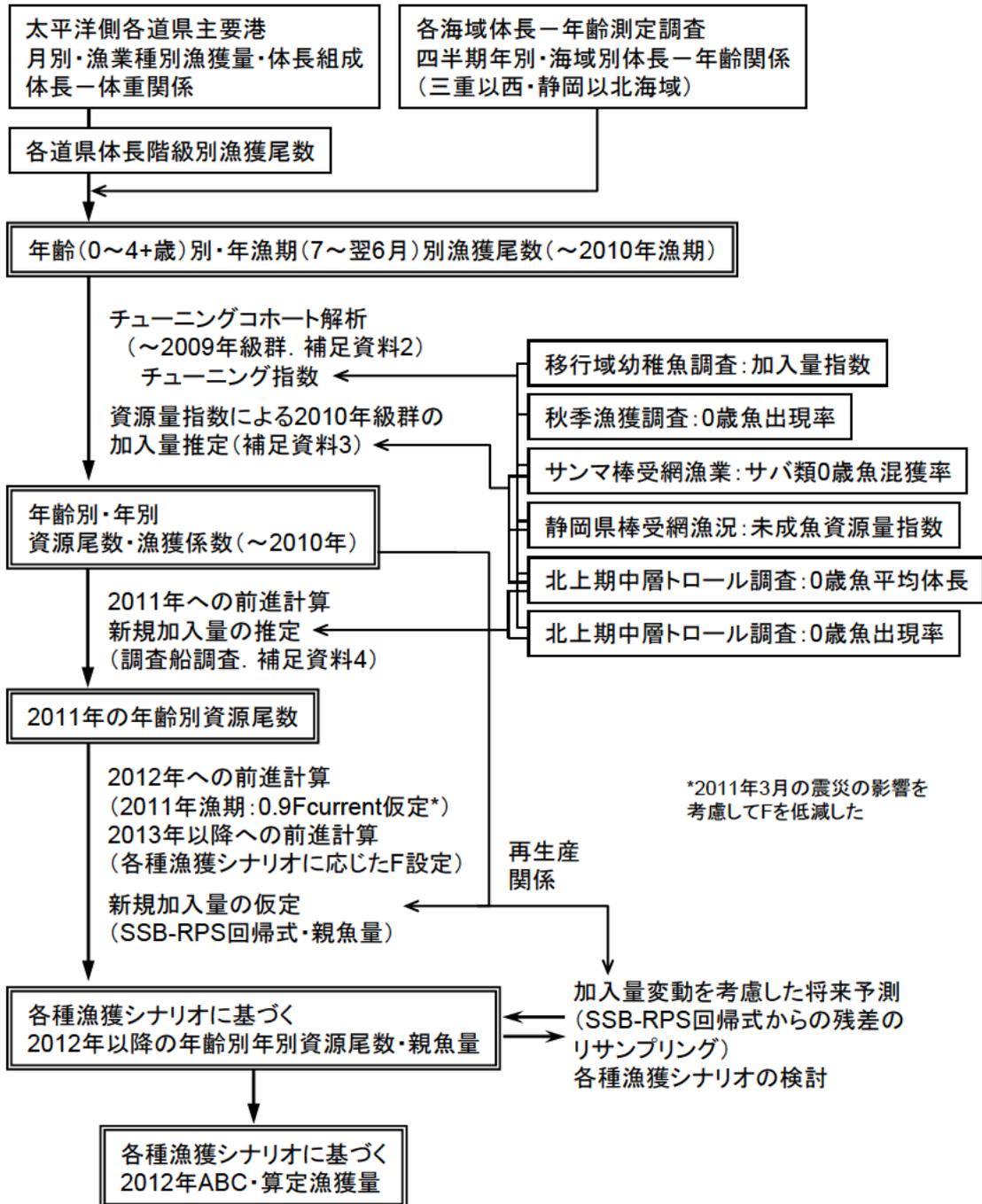


図 20. 若齢魚漁獲規制の効果 2012 年漁期以降の 0 歳魚の F を Fcurrent の 100% (現状) ~0% (禁漁) に設定した場合に予想される漁獲量の推移。

補足資料 1. 使用したデータと資源評価の関係のフロー



補足資料 2. 資源量推定法について

コホート解析により年齢別資源尾数、漁獲係数、資源重量、漁獲量を推定した（詳細は平松(2001)等を参照のこと）。解析は、ゴマサバの生活史と漁獲の季節性に基づき7月～翌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。計算にはPopeの近似式を用いた。プラスグループの計算については平松(2001)の方法を用いた。自然死亡係数(M)は0.4とした(寿命6歳、田中1960)。なお、最近年(2010年)の0歳魚資源尾数は、本コホート解析により推定される前年(2009年)までの加入量と資源量指数との回帰式によって推定した(補足資料3)。

1) ステップ 1

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2010年)の1歳以上、および、その前年(t-1年、ここでは2009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。

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

最近年のF(ここでは1歳以上の $F_t$ )は、データの得られている1995年から前年(t-1年)までの相加重平均とした。

$$F_{a,t} = \frac{1}{t-1995} \sum_{y=1995}^{t-1} F_{a,y} \quad (6)$$

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( $F_{p,y} = F_{p-1,y}$ )。

2) ステップ 2

ステップ 1 で得た最近年の 1 歳以上の  $F(F_{1-4+,t})$  から得られる年齢別選択率 (年齢別  $F$  の最大値で各年齢の  $F$  を除した値) のもとで  $F_{a,t}$  を次のようにチューニングした。

チューニングには、加入量を指標すると考えられる次の 6 系列の資源量指数を用いた\*<sup>1</sup>。

- ① 黒潮－親潮移行域幼稚魚調査・加入量指数 (中央・北海道区水産研究所)
- ② 北西太平洋北上期中層トロール調査・0 歳魚出現率 (東北区・中央水産研究所)
- ③ 北西太平洋北上期中層トロール調査・0 歳魚平均尾叉長 (東北区・中央水産研究所)
- ④ 北西太平洋秋季浮魚類調査・0 歳魚出現率 (東北区・中央水産研究所)
- ⑤ 北西太平洋サンマ棒受網漁業・さば類 0 歳魚混獲率 (東北区水産研究所)
- ⑥ 静岡県地先棒受網漁業・未成魚資源量指数 (静岡県水産技術研究センター)

いずれの指数も加入量である 0 歳魚資源尾数( $N_0$ )に適合させた (①～⑤は  $N_0$  の常用対数)。対象期間は、①は変化の動向が良く適合していると考えられる 2003～2009 年、その他は 2000 年以降でデータのある年限 (②③：2001～2009 年、④⑥：2000～2009 年、⑤：2002～2009 年) とした。

次のような目的関数を各指数についてそれぞれ求めた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_{0,y}))^2 \quad \text{※指数⑥の場合} \quad (6a)$$

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(q \log(N_{0,y})))^2 \quad \text{※指数①～⑤の場合 (常用対数)} \quad (6b)$$

ここで  $I$  は資源量指数、 $N_0$  はある  $F_{a,t}$  のもとでコホート解析から計算される 0 歳魚資源尾数、 $q$  は比例係数である。指数間で重み付けしないこれら目的関数の総和を最小にするような  $F_{a,t}$  および (それぞれの指数に対応する)  $q$  の値を探索的に求めた。

以上から得られた 2010 年までの年齢別年別資源尾数 ( $N_{0,t}$  は資源量指数から回帰式によって推定 (補足資料 3) ) に各年の年齢別漁獲物平均体重を乗じて資源重量を得た。

2011 年以降の資源尾数は、0 歳魚資源尾数に 2011 年は調査船調査結果による推定値 (補足資料 4, 付図 4) を、2012 年以降は SSB-RPS 回帰式 (図 11) と各年推定 SSB 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 ((7)式) で求めた。 $F_{a,2011}$  は震災の影響を考慮して  $0.9F_{\text{current}}$ 、2012 年以降の  $F(F_{a,2012-})$  は各漁獲シナリオによるものとした。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad \text{※} a < p-1 \text{ の場合} \quad (7a)$$

$$N_{p,y+1} = (N_{p,y} + N_{p-1,y}) \exp(-F_{p,y} - M) \quad \text{※プラスグループ} \quad (7b)$$

漁獲尾数は(8)式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (8)$$

2011 年以降の年齢別体重は最近 5 年 (2006～2010 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重量、漁獲量(ABC)を得た。

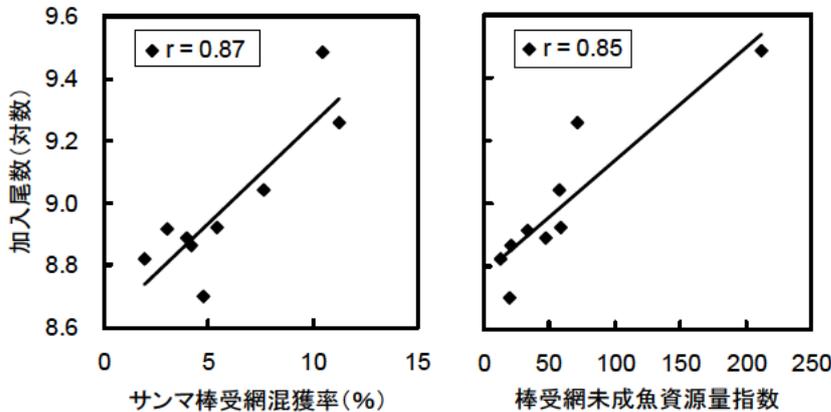
\*1 昨年度評価ではこれらに加えて北西太平洋北上期中層トロール調査での 0 歳魚現存尾数も用いていたが、加入量との相関が低下したことから除外した。

補足資料 3. 最近年の加入量の推定について

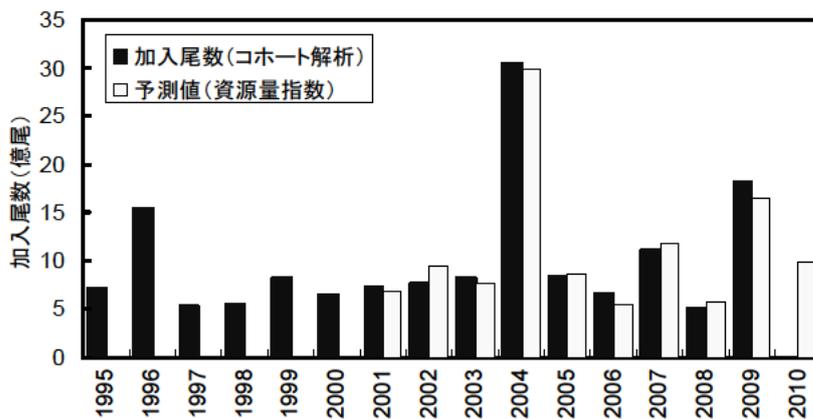
最近年（2010年）の加入量については、年変動の大きい0歳時の漁獲動向に依存するコホート解析による推定値は精度が低いと判断されることから、2001年から前年（2009年）までの推定加入量（コホート解析）と資源量指数との重回帰式によって推定した。それぞれ加入量( $N_0$ )の常用対数と高い相関があり、ここでの使用が妥当と判断される3つの資源量指数：北西太平洋北上期中層トロール調査0歳魚7月中旬規準化平均尾叉長 ( $FL$  (cm)、付図3)、北西太平洋サンマ棒受網漁業さば類0歳魚混獲率<sup>\*2</sup> ( $P$ (%)、付図1)、静岡県地先棒受網漁業未成魚資源量指数 ( $I$ 、付図1)を説明変数として加入量を予測する重回帰式を最小二乗法で求めた。

$$\log(N_0) = 0.0429 \cdot FL + 0.00320 \cdot P + 0.00192 \cdot I + 8.18 \quad (r^2 = 0.95)$$

2010年の各指数の値 ( $FL = 18.0$  cm、 $P = 7.4\%$ 、 $I = 7.9$ ) から、2010年級群の加入量( $N_{0,2010}$ )は9.8億尾と推定される(付図2)。 $F_{0,2010}$ は、ここで得られた $N_{0,2010}$ と $C_{0,2010}$ から補足資料2の(5)式によって求めた。



付図1. 2001～2009年の北西太平洋サンマ棒受網漁業さば類0歳魚混獲率および静岡県地先棒受網漁業未成魚資源量指数とコホート解析による加入量との関係



付図2. 資源量指数から回帰式で予測した加入量(予測値)とコホート解析による加入量

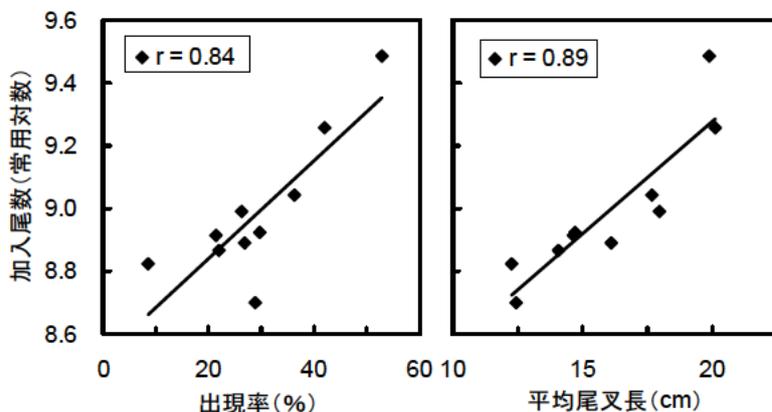
<sup>\*2</sup>北西太平洋サンマ棒受網漁業さば類0歳魚混獲率は、データが得られているのは2002年以降だが、年限を他の指数と合わせるために2001年について同様の時期・海域の指数である北西太平洋秋季浮魚類調査0歳魚出現率との関係式から求めた値で充当した。

補足資料 4. 5～7月の調査船調査による新規加入量の見積もりについて\*3

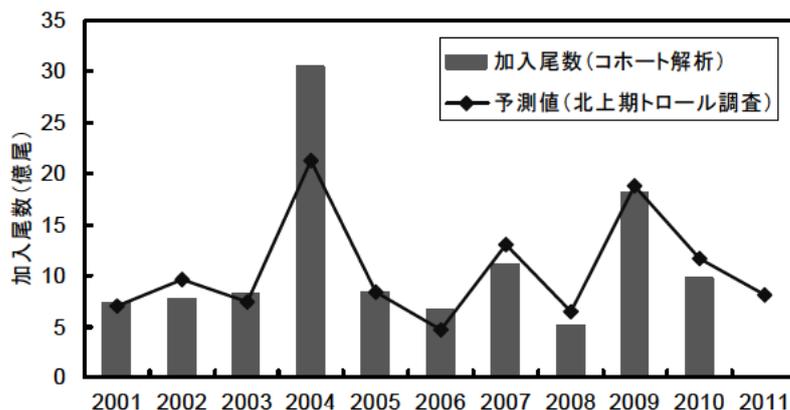
北西太平洋北上期中層トロール調査による親潮～移行域（東経 169 度以西、SST12～21℃）における 0 歳魚出現率（漁獲のあった調査点の割合： $O(\%)$ ）、および稚幼魚期の推定成長式（高橋ほか未発表： $L_i=26.6\exp(-\exp(-0.0216(i-54.3)))$ ）、 $i$ ：ふ化後日数、 $L_i$ ：ふ化後  $i$  日の尾又長(cm)）を仮定して 7 月中旬時に規準化した漁獲物の平均尾又長( $FL$ )は、それぞれ加入量 ( $N_0$ 、2009 年まではコホート解析による推定値、2010 年は資源量指数による推定値) の常用対数と高い相関がみられる（川端ほか 2009a、付図 3）。これらを説明変数として加入量を予測する重回帰式を最小二乗法で求めた。

$$\text{Log}(N_0) = 0.00610 \cdot O + 0.0503 \cdot FL + 8.00 \quad (r^2 = 0.83)$$

2011 年 6～7 月の調査結果 ( $O=29.5\%$ 、 $FL=14.3$  cm) から、2011 年級群の加入量( $N_{0,2011}$ ) は 8.0 億尾と推定される（付図 4）。



付図 3. 2001～2010 年の北上期中層トロール調査による 0 歳魚出現率および平均尾又長と加入量との関係



付図 4. 北上期中層トロール調査結果から回帰式で予測した加入量（予測値）とコホート解析による加入量（2010 年は各種資源量指数による推定値（補足資料 3））

\*3 昨年度評価では黒潮～親潮移行域幼稚魚調査（中央水研・北水研）の加入量指数による回帰式も用いていたが、2011 年の本指数は過去に観測例の無い高い値となり（図 6、付表 9）、回帰式による予測値は精度が低いと考えられることから本年度は用いなかった。

付表 1. 太平洋側におけるゴマサバの漁獲量

年漁期 (7～翌6月)	合計	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)	北部まき網 (千葉県～北 海道)	中区まき網 (三重県, 愛知 県(ぼっち網 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, 千葉県)	定置網など (三重県～北 海道)
1982	83,577	19,605	0	710	61,917	1,345
1983	64,608	24,380	0	1,977	36,552	1,699
1984	89,244	23,800	0	5,693	55,088	4,663
1985	116,940	27,637	0	16,634	62,420	10,249
1986	105,859	30,044	532	17,712	53,655	3,915
1987	93,041	43,134	0	9,883	35,929	4,096
1988	53,441	19,692	0	10,939	18,240	4,569
1989	44,551	19,707	0	7,452	15,331	2,061
1990	25,576	10,410	47	5,288	7,767	2,065
1991	21,743	8,799	113	4,997	7,164	670
1992	55,152	18,652	10	20,192	11,870	4,428
1993	64,088	23,331	0	17,915	19,511	3,332
1994	70,836	23,409	0	26,368	18,718	2,341
1995	129,928	26,842	14,824	64,188	21,057	3,017
1996	179,331	56,059	13,184	72,651	26,514	10,922
1997	146,220	45,435	6,589	64,339	24,871	4,986
1998	58,355	10,475	7,641	23,641	15,348	1,250
1999	120,527	25,409	14,238	56,925	19,607	4,348
2000	113,379	16,384	25,548	44,279	23,365	3,803
2001	115,841	12,949	46,230	33,835	18,847	3,980
2002	110,080	27,237	11,746	46,591	16,760	7,746
2003	110,334	19,291	11,464	53,982	19,948	5,650
2004	159,448	25,582	16,673	75,473	18,631	23,088
2005	192,056	46,032	35,434	74,147	12,705	23,738
2006	192,197	28,239	41,807	89,510	11,890	20,751
2007	120,995	13,124	41,696	42,532	13,579	10,064
2008	149,045	25,183	46,229	45,451	12,570	19,613
2009	178,282	28,245	63,566	63,094	10,633	12,744
2010	181,585	32,779	43,216	67,556	13,351	24,683

付表 2. 年齢別漁獲尾数 (100 万尾)

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	165.4	678.7	149.0	8.7	237.6	122.3	135.9	196.7	48.0	636.0	93.8	73.5	126.8	77.9	316.1	56.9
1歳	170.3	189.3	302.4	73.4	130.0	123.7	124.1	105.2	143.0	135.2	383.1	111.9	55.1	226.6	91.7	370.5
2歳	47.3	26.9	51.0	39.7	38.4	63.4	52.3	39.7	108.4	53.3	133.6	288.5	42.1	72.8	120.4	53.1
3歳	7.5	4.7	8.8	5.5	6.5	14.5	13.1	32.8	30.8	9.3	18.2	28.2	112.3	47.9	40.3	32.3
4歳以上	1.8	1.4	2.4	1.6	2.1	4.0	4.3	13.1	5.4	3.7	5.6	8.5	5.2	28.3	32.6	20.6
計	392.4	901.0	513.6	128.9	414.6	328.0	329.8	387.5	335.5	837.5	634.2	510.5	341.5	453.5	601.2	533.4

年漁期:7月～翌6月※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌6月の年漁期へ加えている。

付表 3. 年齢別漁獲量 (千トン)

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	32.9	101.5	14.8	1.6	48.9	21.4	23.9	30.1	5.6	85.9	6.2	4.7	21.4	8.1	51.8	8.9
1歳	66.3	57.2	102.1	31.5	42.9	45.8	53.7	34.4	43.6	39.3	118.9	45.9	20.2	71.7	29.2	113.1
2歳	24.9	14.0	25.1	20.5	22.3	33.7	27.3	19.7	41.9	25.1	53.1	121.8	19.7	27.0	55.3	24.8
3歳	4.4	2.8	5.2	3.4	4.7	9.1	7.6	16.8	14.2	6.1	10.0	15.1	55.9	25.4	21.5	18.3
4歳以上	1.3	1.1	1.6	1.2	1.8	3.4	3.4	9.0	3.8	2.9	4.0	5.7	3.4	17.3	20.1	13.5
計	129.9	176.6	148.9	58.2	120.6	113.4	115.9	110.0	109.1	159.4	192.3	193.2	120.6	149.5	178.0	178.6

※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌6月の年漁期へ加えているために、合計値は付表1と一致しない。

付表 4. 年齢別平均体重(g) 漁獲物の平均体重。2011 年は 2006~2010 年の平均値。

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	199	150	100	190	206	175	176	153	116	135	66	64	169	104	164	157	131
1歳	389	302	338	430	330	370	432	327	305	291	310	410	366	316	319	305	343
2歳	528	519	492	516	580	532	522	496	386	471	398	422	468	371	460	467	438
3歳	588	599	597	615	727	627	583	511	463	660	552	536	498	531	534	566	533
4歳以上	687	793	697	746	852	854	774	685	704	794	714	672	660	611	616	655	643

付表 5. 年齢別資源尾数 (100 万尾)

年齢\年 (7月時点)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳(加入量)	730	1,548	528	547	822	648	732	773	825	3,054	836	663	1,108	504	1,817	(977*)	(804*)
1歳	291	354	482	232	359	356	334	379	357	514	1,526	484	385	639	274	959	(608)
2歳	73	55	82	75	95	134	138	122	168	122	234	710	233	213	243	109	339
3歳	13	10	15	13	18	33	38	49	50	24	38	47	239	121	83	64	29
4歳以上	3	3	4	4	6	9	13	20	9	9	12	14	11	72	67	41	27
計	1,110	1,971	1,112	871	1,300	1,180	1,255	1,344	1,408	3,723	2,646	1,918	1,975	1,548	2,483	(2149)	(1808)

\* 調査船調査・漁業情報の各種資源量指数の回帰式による推定値。

付表 6. 年齢別資源量と親魚量 (千トン)、および再生産成功率 RPS (尾/kg)

年齢\年 (7月時点)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	145	232	53	104	169	113	129	118	96	413	55	43	187	52	298	(153*)	(106*)
1歳	113	107	163	100	119	132	145	124	109	149	474	198	141	202	87	293	(209)
2歳	39	29	40	39	55	71	72	61	65	58	93	300	109	79	111	51	149
3歳	8	6	9	8	13	20	22	25	23	16	21	25	119	65	44	36	16
4歳以上	2	3	3	3	5	8	10	14	6	8	8	10	7	44	41	27	17
計	307	376	268	253	361	345	377	342	299	643	652	575	563	442	582	(559)	(496)
親魚量 (SSB)	48	38	52	50	73	99	104	100	94	81	122	334	235	187	197	114	182
RPS	15.1	41.2	10.1	10.9	11.2	6.5	7.0	7.8	8.8	37.7	6.8	2.0	4.7	2.7	9.2	(8.6)	(4.4)

\* 調査船調査・漁業情報の各種資源量指数の回帰式による推定値。

付表 7. 年齢別漁獲係数(F)

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.32	0.77	0.42	0.02	0.44	0.26	0.26	0.37	0.07	0.29	0.15	0.15	0.15	0.21	0.24	0.07
1歳	1.26	1.06	1.45	0.49	0.58	0.55	0.60	0.41	0.67	0.39	0.37	0.33	0.19	0.57	0.53	0.64
2歳	1.56	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.62	0.50	1.55	0.76	1.20	0.69	0.25	0.54	0.93	0.91
3歳	1.22	0.80	1.23	0.69	0.58	0.79	0.54	1.66	1.42	0.64	0.87	1.31	0.85	0.66	0.90	0.96
4歳以上	1.22	0.80	1.23	0.69	0.58	0.79	0.54	1.66	1.42	0.64	0.87	1.31	0.85	0.66	0.90	0.96
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.51	0.92	1.03	0.54	0.69	0.76	0.46	0.53	0.70	0.71
漁獲割合	42%	47%	56%	23%	33%	33%	31%	32%	37%	25%	30%	34%	21%	34%	31%	32%

付表 8. 年齢別選択率

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.21	0.72	0.29	0.02	0.64	0.31	0.41	0.22	0.05	0.39	0.12	0.11	0.18	0.32	0.26	0.08
1歳	0.81	1.00	1.00	0.47	0.86	0.64	0.97	0.25	0.43	0.51	0.31	0.25	0.23	0.86	0.56	0.67
2歳	1.00	0.85	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00	0.52	0.29	0.82	1.00	0.95
3歳	0.79	0.76	0.84	0.67	0.86	0.92	0.87	1.00	0.92	0.84	0.72	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00
4歳以上	0.79	0.76	0.84	0.67	0.86	0.92	0.87	1.00	0.92	0.84	0.72	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00

付表 9. 各種調査による資源量指標値 r: 加入量との相関係数(~2009)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
黒潮-親潮移行域中層トロール幼稚魚調査による加入量指数(対数, 基準体長換算0歳魚現存尾数, 中央・北海道区水産研究所) r=0.62		7.7	5.8	3.1	6.8	7.0	5.4	6.5	3.2	7.4	4.8	2.1	6.1	1.9	7.0	5.5	7.9
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(億尾, 親潮→移行域における推定値, 東北区・中央水産研究所) r=0.72							0.4	81.1	10.1	111.1	6.2	0.1	53.4	21.3	165.9	14.1	2.2
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, 東北区・中央水産研究所) r=0.84							22.0	27.0	21.5	52.7	29.8	8.7	36.4	28.8	42.1	26.3	29.5
北西太平洋北上期中層トロール調査による漁獲物平均体長(cm, 7月中旬に規準化した値, 東北区・中央水産研究所) r=0.92							14.1	16.1	14.7	19.9	14.7	12.3	17.7	12.4	20.1	18.0	14.3
北西太平洋夏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, 東北区・中央水産研究所) r=0.84	5.0	53.6	4.2	4.8	20.8	30.8	24.1	36.7	25.8	69.2	3.7	3.4	30.0	27.3	58.3	21.7	
北西太平洋サンマ棒受網漁業における0歳魚(サバ類)混獲率(%、混獲のあった操業の割合, 東北区水産研究所) r=0.86							4.0	3.0	10.5	5.4	1.9	7.6	4.8	11.2	7.4		
静岡県地先棒受網漁業CPUE・漁場面積による未成魚資源量指数(静岡県水産技術研究所) r=0.86	52.5	198.6	40.9	7.9	60.2	29.5	20.5	47.0	33.8	212.4	58.9	13.1	57.6	19.3	71.1	7.9	

付表 10. 2011 年は Fcurrent (2006~2010 年の平均値) の 90% (震災の影響を考慮) で、2012 年以降は F0.1、Fcurrent、F30%SPR、F20%SPR でそれぞれ漁獲した場合の 2010~2016 年の資源量と漁獲量

自然死亡係数は全年齢とも 0.4、2 歳以上で全て成熟とした。加入量 (0 歳魚資源尾数) は、2011 年では直近の調査船調査結果による推定値を、2012 年以降は、SSB-RPS 回帰式によってそれぞれ与え、平均体重を最近 5 年 (2006~2010 年) の漁獲物平均値 (0 歳 : 131 g、1 歳 : 343 g、2 歳 : 438 g、3 歳 : 533 g、4 歳以上 : 643 g) として前進法により 1 歳以上の資源量を求めた。

付表 10-1. F0.1、Fcurrent (2006~2010 年の平均値)

漁獲係数		F0.1							Fcurrent						
年齢\年漁期		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳		0.07	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.07	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1歳		0.64	0.41	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.64	0.41	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
2歳		0.91	0.60	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.91	0.60	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
3歳		0.96	0.84	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.96	0.84	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
4歳以上		0.96	0.84	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.96	0.84	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
平均		0.71	0.57	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.71	0.57	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63

資源尾数 (100万尾)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年 (7月時点)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		977.0	804.0	945.4	952.5	952.3	951.5	951.0	977.0	804.0	945.4	949.7	949.0	949.6	949.9	977.0	804.0	945.4	949.7	949.0	949.6	949.9	977.0	804.0	945.4	949.7	949.0	949.6	949.9																					
1歳		959.0	608.3	465.2	549.3	553.4	553.3	552.8	959.0	608.3	465.2	538.1	540.5	540.1	540.5	959.0	608.3	465.2	538.1	540.5	540.1	540.5	959.0	608.3	465.2	538.1	540.5	540.1	540.5																					
2歳		108.5	339.5	271.7	210.2	248.2	250.1	250.0	108.5	339.5	271.7	198.6	229.7	230.7	230.5	108.5	339.5	271.7	198.6	229.7	230.7	230.5	108.5	339.5	271.7	198.6	229.7	230.7	230.5																					
3歳		64.0	29.3	125.2	101.9	78.9	93.1	93.8	64.0	29.3	125.2	93.7	68.5	79.3	79.6	64.0	29.3	125.2	93.7	68.5	79.3	79.6	64.0	29.3	125.2	93.7	68.5	79.3	79.6																					
4歳以上		40.9	27.0	16.3	41.9	42.6	36.0	38.2	40.9	27.0	16.3	37.2	34.5	27.1	28.0	40.9	27.0	16.3	37.2	34.5	27.1	28.0	40.9	27.0	16.3	37.2	34.5	27.1	28.0																					
計		2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,855.8	1,875.3	1,883.9	1,885.8	2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,817.3	1,822.1	1,826.8	1,828.6	2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,817.3	1,822.1	1,826.8	1,828.6	2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,817.3	1,822.1	1,826.8	1,828.6																					

資源量 (千トン)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年 (7月時点)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		153.0	105.7	124.2	125.2	125.1	125.0	125.0	153.0	105.7	124.2	124.8	124.7	124.8	124.8	153.0	105.7	124.2	124.8	124.7	124.8	124.8	153.0	105.7	124.2	124.8	124.7	124.8	124.8																					
1歳		292.7	208.8	159.7	188.5	189.9	189.9	189.7	292.7	208.8	159.7	184.7	185.5	185.4	185.5	292.7	208.8	159.7	184.7	185.5	185.4	185.5	292.7	208.8	159.7	184.7	185.5	185.4	185.5																					
2歳		50.7	148.5	118.9	92.0	108.6	109.4	109.4	50.7	148.5	118.9	86.9	100.5	101.0	100.9	50.7	148.5	118.9	86.9	100.5	101.0	100.9	50.7	148.5	118.9	86.9	100.5	101.0	100.9																					
3歳		36.3	15.6	66.7	54.3	42.0	49.6	50.0	36.3	15.6	66.7	50.0	36.5	42.2	42.4	36.3	15.6	66.7	50.0	36.5	42.2	42.4	36.3	15.6	66.7	50.0	36.5	42.2	42.4																					
4歳以上		26.8	17.4	10.5	26.9	27.4	23.1	24.6	26.8	17.4	10.5	23.9	22.1	17.4	18.0	26.8	17.4	10.5	23.9	22.1	17.4	18.0	26.8	17.4	10.5	23.9	22.1	17.4	18.0																					
計		559.4	496.0	479.9	486.9	493.1	497.1	498.7	559.4	496.0	479.9	470.2	469.4	470.8	471.6	559.4	496.0	479.9	470.2	469.4	470.8	471.6	559.4	496.0	479.9	470.2	469.4	470.8	471.6																					
親魚量		113.7	181.5	196.0	173.2	178.0	182.2	184.0	113.7	181.5	196.0	160.8	159.2	160.6	161.3	113.7	181.5	196.0	160.8	159.2	160.6	161.3	113.7	181.5	196.0	160.8	159.2	160.6	161.3																					

漁獲尾数 (100万尾)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年漁期		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		56.9	90.1	103.1	103.9	103.9	103.8	103.7	56.9	90.1	116.8	117.4	117.3	117.4	117.4	56.9	90.1	116.8	117.4	117.3	117.4	117.4	56.9	90.1	116.8	117.4	117.3	117.4	117.4																					
1歳		370.5	166.2	124.1	146.6	147.7	147.6	147.5	370.5	166.2	138.3	160.0	160.7	160.6	160.7	370.5	166.2	138.3	160.0	160.7	160.6	160.7	370.5	166.2	138.3	160.0	160.7	160.6	160.7																					
2歳		53.1	125.0	97.9	75.8	89.5	90.1	90.1	53.1	125.0	107.9	78.9	91.2	91.7	91.6	53.1	125.0	107.9	78.9	91.2	91.7	91.6	53.1	125.0	107.9	78.9	91.2	91.7	91.6																					
3歳		32.3	13.6	57.2	46.6	36.0	42.6	42.9	32.3	13.6	62.3	46.6	34.1	39.4	39.6	32.3	13.6	62.3	46.6	34.1	39.4	39.6	32.3	13.6	62.3	46.6	34.1	39.4	39.6																					
4歳以上		20.6	12.6	7.4	19.1	19.5	16.4	17.5	20.6	12.6	8.1	18.5	17.1	13.5	13.9	20.6	12.6	8.1	18.5	17.1	13.5	13.9	20.6	12.6	8.1	18.5	17.1	13.5	13.9																					
計		533.4	407.7	389.8	392.0	396.5	400.6	401.7	533.4	407.7	433.4	421.4	420.5	422.5	423.2	533.4	407.7	433.4	421.4	420.5	422.5	423.2	533.4	407.7	433.4	421.4	420.5	422.5	423.2																					

漁獲量 (千トン)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年漁期		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		8.9	11.8	13.6	13.7	13.7	13.6	13.6	8.9	11.8	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	8.9	11.8	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	8.9	11.8	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4																					
1歳		113.1	57.1	42.6	50.3	50.7	50.7	50.6	113.1	57.1	47.5	54.9	55.2	55.1	55.2	113.1	57.1	47.5	54.9	55.2	55.1	55.2	113.1	57.1	47.5	54.9	55.2	55.1	55.2																					
2歳		24.8	54.7	42.8	33.1	39.1	39.4	39.4	24.8	54.7	47.2	34.5	39.9	40.1	40.1	24.8	54.7	47.2	34.5	39.9	40.1	40.1	24.8	54.7	47.2	34.5	39.9	40.1	40.1																					
3歳		18.3	7.3	30.5	24.8	19.2	22.7	22.9	18.3	7.3	33.2	24.9	18.2	21.0	21.1	18.3	7.3	33.2	24.9	18.2	21.0	21.1	18.3	7.3	33.2	24.9	18.2	21.0	21.1																					
4歳以上		13.5	8.1	4.8	12.3	12.5	10.6	11.2	13.5	8.1	5.2	11.9	11.0	8.7	8.9	13.5	8.1	5.2	11.9	11.0	8.7	8.9	13.5	8.1	5.2	11.9	11.0	8.7	8.9																					
計		178.6	139.0	134.3	134.2	135.2	137.0	137.8	178.6	139.0	148.4	141.6	139.7	140.3	140.7	178.6	139.0	148.4	141.6	139.7	140.3	140.7	178.6	139.0	148.4	141.6	139.7	140.3	140.7																					

付表 10-2. F30%SPR、F20%SPR

漁獲係数		F30%SPR							F20%SPR						
年齢\年漁期		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳		0.07	0.15	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.07	0.15	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
1歳		0.64	0.41	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.64	0.41	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
2歳		0.91	0.60	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	0.91	0.60	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
3歳		0.96	0.84	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	0.96	0.84	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
4歳以上		0.96	0.84	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	0.96	0.84	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
平均		0.71	0.57	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.71	0.57	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43

資源尾数 (100万尾)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年 (7月時点)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		977.0	804.0	945.4	880.5	825.3	795.2	768.8	977.0	804.0	945.4	880.5	825.3	795.2	768.8	977.0	804.0	945.4	880.5	825.3	795.2	768.8	977.0	804.0	945.4	880.5	825.3	795.2	768.8																					
1歳		959.0	608.3	465.2	488.0	454.5	426.0	410.5	959.0	608.3	465.2	488.0	454.5	426.0	410.5	959.0	608.3	465.2	488.0	454.5	426.0	410.5	959.0	608.3	465.2	488.0	454.5	426.0	410.5																					
2歳		108.5	339.5	271.7	151.7	159.1	148.2	138.9	108.5	339.5	271.7	151.7	159.1	148.2	138.9	108.5	339.5	271.7	151.7	159.1	148.2	138.9	108.5	339.5	271.7	151.7	159.1	148.2	138.9																					
3歳		64.0	29.3	125.2	63.1	35.2	36.9	34.4	64.0	29.3	125.2	63.1	35.2	36.9	34.4	64.0	29.3	125.2	63.1	35.2	36.9	34.4	64.0	29.3	125.2	63.1	35.2	36.9	34.4																					
4歳以上		40.9	27.0	16.3	21.3	12.7	7.2	6.6	40.9	27.0	16.3	21.3	12.7	7.2	6.6	40.9	27.0	16.3	21.3	12.7	7.2	6.6	40.9	27.0	16.3	21.3	12.7	7.2	6.6																					
計		2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,604.5	1,486.8	1,413.6	1,359.3	2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,604.5	1,486.8	1,413.6	1,359.3	2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,604.5	1,486.8	1,413.6	1,359.3	2,149.5	1,808.1	1,823.6	1,604.5	1,486.8	1,413.6	1,359.3																					

資源量 (千トン)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年 (7月時点)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		153.0	105.7	124.2	115.7	108.4	104.5	101.0	153.0	105.7	124.2	115.7	108.4	104.5	101.0	153.0	105.7	124.2	115.7	108.4	104.5	101.0	153.0	105.7	124.2	115.7	108.4	104.5	101.0																					
1歳		292.7	208.8	159.7	167.5	156.0	146.2	140.9	292.7	208.8	159.7	167.5	156.0	146.2	140.9	292.7	208.8	159.7	167.5	156.0	146.2	140.9	292.7	208.8	159.7	167.5	156.0	146.2	140.9																					
2歳		50.7	148.5	118.9	66.4	69.6	64.8	60.8	50.7	148.5	118.9	66.4	69.6	64.8	60.8	50.7	148.5	118.9	66.4	69.6	64.8	60.8	50.7	148.5	118.9	66.4	69.6	64.8	60.8																					
3歳		36.3	15.6	66.7	33.6	18.8	19.7	18.3	36.3	15.6	66.7	33.6	18.8	19.7	18.3	36.3	15.6	66.7	33.6	18.8	19.7	18.3	36.3	15.6	66.7	33.6	18.8	19.7	18.3																					
4歳以上		26.8	17.4	10.5	13.7	8.2	4.6	4.3	26.8	17.4	10.5	13.7	8.2	4.6	4.3	26.8	17.4	10.5	13.7	8.2	4.6	4.3	26.8	17.4	10.5	13.7	8.2	4.6	4.3																					
計		559.4	496.0	479.9	396.9	361.0	339.9	325.3	559.4	496.0	479.9	396.9	361.0	339.9	325.3	559.4	496.0	479.9	396.9	361.0	339.9	325.3	559.4	496.0	479.9	396.9	361.0	339.9	325.3																					
親魚量		113.7	181.5	196.0	113.7	96.5	89.2	83.4	113.7	181.5	196.0	113.7	96.5	89.2	83.4	113.7	181.5	196.0	113.7	96.5	89.2	83.4	113.7	181.5	196.0	113.7	96.5	89.2	83.4																					

漁獲尾数 (100万尾)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年漁期		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		56.9	90.1	178.0	165.8	155.4	149.7	144.7	56.9	90.1	239.6	188.1	156.5	132.7	114.5	56.9	90.1	239.6	188.1	156.5	132.7	114.5	56.9	90.1	239.6	188.1	156.5	132.7	114.5																					
1歳		370.5	166.2	195.6	205.2	191.1	179.1	172.6	370.5	166.2	243.7	229.3	179.9	149.7	127.0	370.5	166.2	243.7	229.3	179.9	149.7	127.0	370.5	166.2	243.7	229.3	179.9	149.7	127.0																					
2歳		53.1	125.0	145.4	81.2	85.2	79.3	74.3	53.1	125.0	173.0	71.5	67.2	52.8	43.9	53.1	125.0	173.0	71.5	67.2	52.8	43.9	53.1	125.0	173.0	71.5	67.2	52.8	43.9																					
3歳		32.3	13.6	79.5	40.0	22.4	23.4	21.8	32.3	13.6	90.2	29.2	12.0	11.3	8.9	32.3	13.6	90.2	29.2	12.0	11.3	8.9	32.3	13.6	90.2	29.2	12.0	11.3	8.9																					
4歳以上		20.6	12.6	10.3	13.5	8.1	4.6	4.2	20.6	12.6	11.7	8.2	3.0	1.2	1.0	20.6	12.6	11.7	8.2	3.0	1.2	1.0	20.6	12.6	11.7	8.2	3.0	1.2	1.0																					
計		533.4	407.7	608.8	505.7	462.0	436.2	417.7	533.4	407.7	758.2	526.2	418.7	347.8	295.3	533.4	407.7	758.2	526.2	418.7	347.8	295.3	533.4	407.7	758.2	526.2	418.7	347.8	295.3																					

漁獲量 (千トン)		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
年齢\年漁期		2010							2011							2012							2013							2014							2015							2016						
0歳		8.9	11.8	23.4	21.8	20.4	19.7	19.0	8.9	11.8	31.5	24.7	20.6	17.4	15.0	8.9	11.8	31.5	24.7	20.6	17.4	15.0	8.9	11.8	31.5	24.7	20.6	17.4	15.0																					
1歳		113.1	57.1	67.1	70.4	65.6	61.5	59.2	113.1	57.1	83.7	78.7	61.8	51.4	43.6	113.1	57.1	83.7	78.7	61.8	51.4	43.6	113.1	57.1	83.7	78.7	61.8	51.4	43.6																					
2歳		24.8	54.7	63.6	35.5	37.3	34.7	32.5	24.8	54.7	75.7	31.3	29.4	19.2	24.8	54.7	75.7	31.3	29.4	19.2	19.2	19.2	24.8	54.7	75.7	31.3	29.4	19.2	19.2																					
3歳		18.3	7.3	42.4	21.3	11.9	12.5	11.6	18.3	7.3	48.1	15.5	6.4	6.0	4.7	18.3	7.3	48.1	15.5	6.4	6.0	4.7	18.3	7.3	48.1	15.5	6.4	6.0	4.7																					
4歳以上		13.5	8.1	6.6	8.7	5.2	2.9	2.7	13.5	8.1	7.5	5.3	1.9	0.8	0.7	13.5	8.1	7.5	5.3	1.9	0.8	0.7	13.5	8.1	7.5	5.3	1.9	0.8	0.7																					
計		178.6	139.0	203.1	157.8	140.4	131.3	125.1	178.6	139.0	246.4	155.5	120.1	98.7	83.2	178.6	139.0	246.4	155.5	120.1	98.7	83.2	178.6	139.0	246.4	155.5	120.1	98.7	83.2																					