

平成 24 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、梨田一也、本田 聡、久保田 洋）

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、2011 年漁期は 17.7 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、2004 年（7 月時点）に 60 万トンを超えてから高い水準で推移し、2011 年は 71.0 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 B_{limit} とした。2013 年の ABC は、将来予測において親魚量の高い水準での維持を図る漁獲シナリオ（ $F_{30\%SPR}$ を適用）、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（ $F_{current}$ ）、および B_{limit} を十分に上回る水準で親魚量を維持しつつ漁獲圧を現状より高めて漁獲量を増加させる漁獲シナリオ（ $F_{20\%SPR}$ を適用）、それぞれに基づいて算定した。

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		2013 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後) ¹⁾	Blimit を維持 (5 年後)	
親魚量を高水準で 維持(F30%SPR) *	0.45 (0.95 F _{current})	25%	123~237 千トン	165 千トン	29%	100%	171 千トン
現状の漁獲圧の 維持(F _{current}) *	0.48 (1.00 F _{current})	26%	126~241 千トン	172 千トン	28%	100%	178 千トン
親魚量の維持・ 漁獲量の増加 (F20%SPR) *	0.68 (1.43 F _{current})	34%	135~278 千トン	201 千トン	13%	100%	234 千トン
コメント ・ 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。 ・ ¹⁾ 現状親魚量(2011 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。 ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 平成 23 年度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、全てのシナリオがこれに合致する(*)。							

将来漁獲量（5 年後・2017 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、2009 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（2007～2011 年漁期）平均。

評価・現状親魚量を維持（5 年後）は、2018 年漁期当初に 2011 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
2010	785	182	0.44	23%
2011	710	177	0.49	25%
2012	726	-	-	-

2012 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
B _{ban}	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。
2011 年	親魚量	1996 年水準以上（283 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	北西太平洋北上期中層トロール調査*（水研セ・5～7月）：0歳魚現存尾数、出現率、平均体長 ・中層トロール ・計量魚探 北西太平洋秋季浮魚類調査**（水研セ・9～10月）：0歳魚出現率 ・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：資源密度指数（静岡県）・CPUE ・年齢組成卵採集調査（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）
2012 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

*西部北太平洋サンマ資源調査（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調査（中央水研・東北水研、親潮～黒潮続流域(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、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°～171°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 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 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 5～15 cm 程度の稚幼魚は成長とともに北上し、夏秋季は表面水温 13℃前後の道東～千島列島の太平洋沿岸から沖合の東経 165 度付近までの亜寒帯水域で索餌期を過ごし（Savinykh 2004、川端ほか 2006a、2007）、秋冬季には 20～25 cm 程度になって南下し、常磐～房総半島の沿岸から沖合の黒潮続流周辺海域で越冬する（川端ほか 2009b）。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 歳以上の高齡魚は、最近では三陸以北海域まで回遊するものもあるが多くはなく、伊豆諸島周辺海域や熊野灘では足摺岬周辺海域など西方の海域に比べて分布が少ないことや（花井 1999、山川 1999）、標識放流試験結果などから、加齢にともなって主分布域を足摺岬周辺などの西方海域へ移し、黒潮周辺域で比較的小規模な季節回遊をしたり、産卵場周辺に周年留まったりするようになり、さらに黒潮の上流の東シナ海へ移動するものもあると推定されている（梨田ほか 2006）。

(2) 年齢・成長

稚幼魚期の成長は、耳石の日輪解析により、ふ化後、尾叉長 5 cm 程度までは平均で 1 日当たり 1 mm 程度成長するが（渡邊ほか 2002）、その後成長が速くなり、ふ化後 80 日で 15 cm 程度、120 日で 20 cm 以上になる（高橋ほか 2010）。未成魚期以降では、鱗の年輪解析による年齢査定が比較的簡便で調査上实际的であり（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（近年漁獲物の平均値）を図 2 に示した。

(3) 成熟・産卵

卵巢組織の観察結果から尾叉長 30 cm 以上で成熟、産卵する（花井・目黒 1997）。年齢

では 2 歳以上に該当することから、本評価では 2 歳以上は全て成熟、産卵する親魚とした（図 2、3）。産卵場は、薩南、足摺岬周辺から伊豆諸島周辺の本邦南岸の黒潮周辺域である（Tanoue 1966、図 1）。これらよりさらに規模の大きい東シナ海の産卵場で発生した群も、黒潮流路に沿った仔稚魚の出現状況や高知県沿岸における幼魚の出現状況からみて太平洋側に加入すると推定される（Tanoue 1966、新谷 2007）。産卵期は、足摺岬周辺以西では 12～6 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

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 1）。漁場は、陸棚上から陸棚縁辺、および島しょ周辺や瀬などに形成される。漁獲物は、まき網漁業ではおもに 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）～89千トン（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4、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、2006年漁期では2004年級群の高い資源水準によって19.3万トンと過去最高値となった。2011年漁期は2009年級群の高い資源水準によって17.7万トンと高水準であった。

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4-1）、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

1995～2011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。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。加入量を指標すると考えられる各時期、海域の5系列の資源量指数（図5、表9）をチューニング指数に用いて探索的に最近年の漁獲係数（ターミナル F ）を求めた。最近年（2011年）の加入量については、前年までの加入量と資源量指数との重回帰式によって推定した（補足資料3）。

(2) 資源量指標値の推移

加入量の指標となる資源量指数の経年推移を図5および表9に示した。いずれの指標値も1996、2004、2009年級群などの豊度の高さや2006、2008年級群などの低さを反映し、加入量水準に対応した変動を示していると考えられる。

親魚量の指標となる産卵量の経年変化を図 6 に示した。2005 年以降の太平洋側のゴマサバの産卵量は、2007 年に 73.2 兆粒のピークに達した後、おおむね 30 兆粒以上で推移しており、2012 年は 30.7 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 7、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 60 万トン以上に達する高い水準にある（図 8、表 5、6）。2011 年は、加入量水準の高い 2009 年級群と 2010 年級群が主体で 71.0 万トンであった。2011 年の親魚量は、2009 年級群の 2 歳魚が多いことから 28.3 万トンと近年では最高水準であった（図 9、表 6）。2012 年の資源量は、2012 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（補足資料 3）、1 歳以上を 2011 年の値から前進法で推定すると 72.6 万トンであった。

1995～2010 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 8、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(年齢別 F の単純平均)は 0.4～1.2 の範囲で変化し、2011 年では 0.49 であった（図 12、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 2011 年の推定資源量および親魚量は、M 0.3 では 66.3 万トンおよび 28.9 万トン、M 0.5 では 78.1 万トンおよび 28.4 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 10）。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 4、8、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 2011 年の資源水準は高位、資源動向は、資源量が 2007 年以降、おおむね 60～70 万トンで推移していることから横ばいと判断した（図 8、表 6）。

(6) 再生産関係

推定可能な 1995 年以降 2011 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）～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）。最近の加入動向は、2008 年級群は 7.1 億尾と低い水準、2009 年級群は 20.4 億尾と高い水準、2010 年級群は 13.7 億尾と比較的高い水準とそれぞれ推定された。2011 年級群は、調査船調査や漁業の情報から近年の平均程度と判断され、加入量は 8.6 億尾と推定された（補足資料 3）。親魚量は、2008 年級群が少ないために 2010 年に減少したが、2011 年には高い加入量水準の 2009 年級群によって増加した。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。

1995～2011 年の再生産成功率（RPS：加入量／親魚量）は、2.1 尾/kg（2006 年）～41.2 尾/kg（1996 年）の範囲であり、中央値は 7.8 尾/kg、平均値は 11.4 尾/kg であった（図 14）。親魚量(SSB)と RPS の関係に、卓越して高い 1996、2004 および 2009 年の特異年として除き、親魚量の増加に伴い RPS が低下する指数関係を仮定して SSB-RPS 回帰式を得た（図 9）。

$$RPS = 14.7 \cdot \exp(-0.00556 \cdot SSB) \quad (r^2 = 0.81)$$

1996、2004 および 2009 年の RPS は、この回帰式から予測される値のそれぞれ 3.5 倍、4.1 倍および 2.2 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 9、14）。

(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 9、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

2012 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 月の北上期調査による 0 歳魚推定現存尾数は 21.0 億尾、出現率は 35.6%、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 19.0 cm と過去同調査においていずれも比較的高位であった（図 5、表 9）。これらから加入量水準は比較的高いと推定される。

将来予測における今後の加入量は、2012 年級群については、この北上期調査による 0 歳

魚出現率、平均尾叉長を説明変数とする 2011 年までの加入量との重回帰式を用いて、2012 年の同調査結果から推定される 16.0 億尾とした（補足資料 4）。

2013 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 9）。

資源と海洋環境の関係として、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 の相関が認められている。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関係す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。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図 15 に示した。負の相関関係がみられ、水温が 19℃以下と低い年では RPS の高い場合が多い関係がみられる。

(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、および近年（2007～2011 年平均）の年齢別選択率を用いて求めた（図 13）。現状の F ($F_{current}$: 近年 5 年（2007～2011 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、 $F_{20\%SPR}$ や F_{max} 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 12、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 11、13、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が主体であることから、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. 2013 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2011 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 年級群と卓越して高く、資源が増加し、その後、2009 年級群も卓越して高く、資源は高水準で推移している。これらから、今後 5 年程度の見通しとしては、現状の漁獲圧の維持、さらには親魚量が B_{limit} を十分に上回る水準で維持され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 2013 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

再生産関係が得られており、前述のように、親魚量は B_{limit} を上回っていて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。

2013 年の ABC は、将来予測において親魚量を高い水準で維持する漁獲シナリオ ($F_{30\%SPR}$ を適用)、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ($F_{current}$)、および B_{limit} を十分に上回る水準で親魚量を維持しつつ漁獲圧を現状より高めて漁獲量を増加させる漁獲シナリオ ($F_{20\%SPR}$ 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、表 10、補足資料 2)。 $F_{current}$ は近年 5 年 (2007～2011 年漁期) 平均とした。2012 年漁期は $F_{current}$ を仮定した。2013 年以降はそれぞれの漁獲シナリオの F とし、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。これらから、2012 年漁期当初の資源量から前進法で資源量、漁獲量を計算した(補足資料 2)。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
親魚量を高水準で維持	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.45$)	177	184	170	162	142	132	131
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.36$)	177	184	142	144	129	120	118
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.48$)	177	184	178	167	145	135	134
親魚量の維持・漁獲量の増加	$F_{20\%SPR}$ ($F=0.68$)	177	184	234	192	159	148	146
上記の予防的措置	$0.8F_{20\%SPR}$ ($F=0.55$)	177	184	198	177	151	141	140
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(千トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
親魚量を高水準で維持	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.45$)	710	726	692	612	552	537	540
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.36$)	710	726	692	635	576	558	562
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.48$)	710	726	692	605	545	531	533
親魚量の維持・漁獲量の増加	$F_{20\%SPR}$ ($F=0.68$)	710	726	692	557	490	471	465
上記の予防的措置	$0.8F_{20\%SPR}$ ($F=0.55$)	710	726	692	588	526	512	512

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

(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。2013 年以降の加入量を 4-(6)に前述の SSB-RPS 回帰式、および 1995～2011 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 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（2018 年当初）に現状の親魚量（2011 年親魚量の 95%水準）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、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 17）。2018 年当初の平均親魚量は、それぞれ F30%SPR では 26.6 万トン、Fcurrent では 26.2 万トン、F20%SPR では 19.1 万トンであり、漁獲圧を現状維持あるいはある程度高めても高い水準で維持されと考えられた。5 年後 2017 年の平均漁獲量は、それぞれ F30%SPR では 16.4 万トン、Fcurrent では 17.1 万トン、F20%SPR では 19.1 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。

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		2013 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後) ¹⁾	Blimit を維持 (5 年後)	
親魚量を高水準で 維持(F30%SPR) *	0.45 (0.95 Fcurrent)	25%	123~237 千トン	165 千トン	29%	100%	171 千トン
親魚量を高水準で 維持の予防的措置 (0.8F30%SPR) *	0.36 (0.76 Fcurrent)	21%	111~203 千トン	146 千トン	43%	100%	142 千トン
現状の漁獲圧の 維持(Fcurrent) *	0.48 (1.00 Fcurrent)	26%	126~241 千トン	172 千トン	28%	100%	178 千トン
親魚量の維持・ 漁獲量の増加 (F20%SPR) *	0.68 (1.43 Fcurrent)	34%	135~278 千トン	201 千トン	13%	100%	234 千トン
親魚量の維持・ 漁獲量の増加の 予防的措置 (0.8F20%SPR) *	0.55 (1.15 Fcurrent)	29%	132~261 千トン	183 千トン	24%	100%	198 千トン
コメント ・ 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。 ・ ¹⁾ 現状親魚量(2011 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。 ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 平成 23 年度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、全てのシナリオがこれに合致する(*)。							

将来漁獲量（5 年後・2017 年漁期）の幅は 80%区間を示す。

(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
2011 年漁期漁獲量、体長組成、体長 体重関係、年齢 体長関係 過去に遡及した資料の修正 2011 年秋季～2012 年春季の調査による資源量指数	2011 年漁期までの年齢別漁獲尾数 資源計算の改訂により、資源尾数、資源量、再生産関係、漁獲係数、%SPR 等 資源量指数と加入量の関係、2012 年加入量

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (千トン)	ABCLimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2011 年(当初)	F20%SPR (F10%SPR*)	1.31	517	254	222	
2011 年(2011 年再評価)	F20%SPR	1.43	496	255	225	
2011 年(2012 年再評価)	(F10%SPR*)	1.30	710	345	303	177
2012 年(当初)	F30%SPR (F13%SPR*)	1.01	480	203	176	
2012 年(2012 年再評価)	(F13%SPR*)	0.97	726	301	261	
2011、2012 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 ABCtarget (0.8F20%SPR)が根拠とされた。漁獲量は実績値。 %SPR の計算において、昨年までの評価では 5 歳以上の親魚量を含めていなかったが、今年度 の評価では含めることとしたため、同じ F 値でも %SPR が異なる。当初評価の 2011 年 F20%SPR およ び 2012 年 F30%SPR の F 値は、*今年度の計算方法ではそれぞれ F10%SPR および F13%SPR に相当する。再評価は、今年度の計算方法でのそれぞれの %SPR で算出した。						

2011 年について、本年再評価では資源量、ABC が増加した。これはおもに、2009、2010 年級群の加入量の上方修正による。2012 年については、本年再評価では 2012 年級群の加入量について予測不可能なために過去の再生産関係から仮定した値が過小評価であったこと、および 2009、2010 年級群の加入量の上方修正によって資源量は増加し、ABC は増加した。

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、資源状態は両種で異なっており、マサバと区別した資源管理を検討する必要がある。

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成魚. 月刊海洋, 34(4), 256-260.

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

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

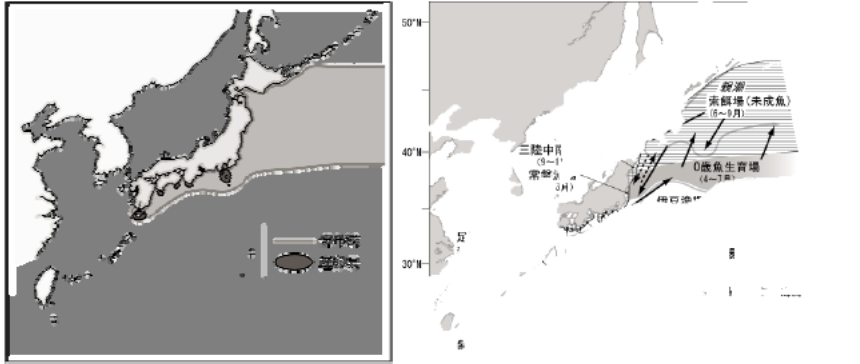


図 1. 分布・回遊、生活史と漁場形成の模式図

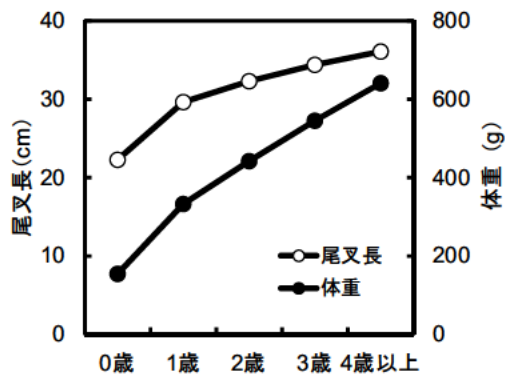


図 2. 年齢と成長

(2007～2011 年漁期漁獲物の平均値)

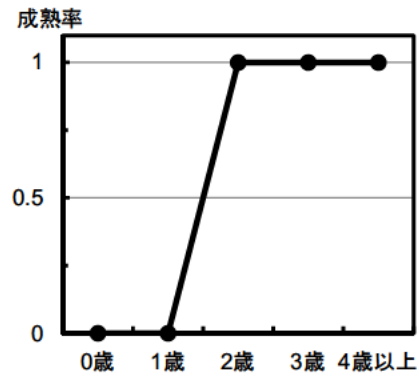


図 3. 年齢と成熟率

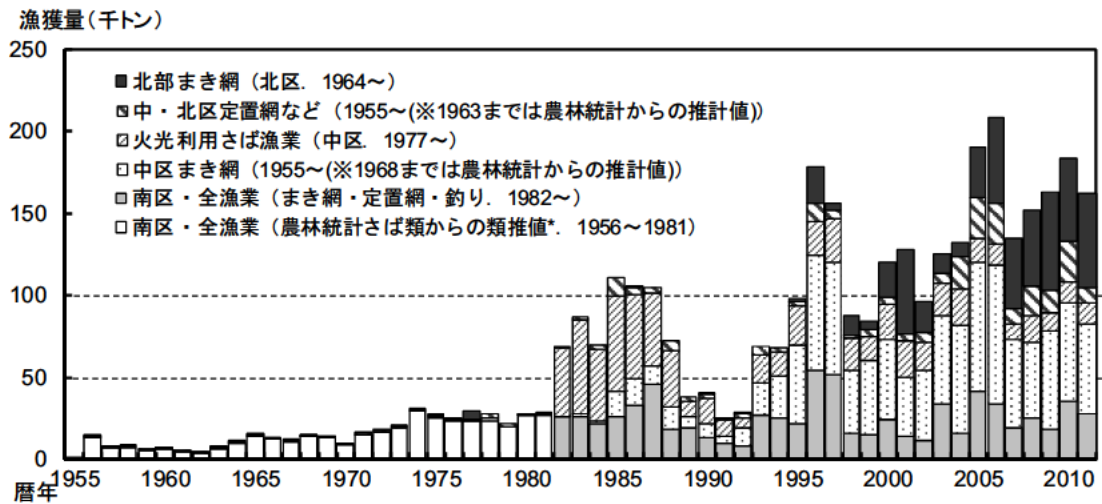


図 4-1. 漁獲量の推移 太平洋側の年別海区・漁業種別漁獲量。カッコ内数字はデータ年限。*南区の 1982～2005 年の農林水産統計さば類漁獲量と主要港ゴマサバ水揚量（各県資料）との比率を使って求めた。図中の破線は資源水準区分の目安。100 千トン：資源量 300 千トン程度に対応し、これ以上では北区での漁獲が増加（分布域拡大）する水準であり、高 中位の区分とする。50 千トン：資源量 150 千トン程度に対応し、これ以下では北・中区での漁獲が減少（分布域縮小）する水準であり、中 低位の区分とする。

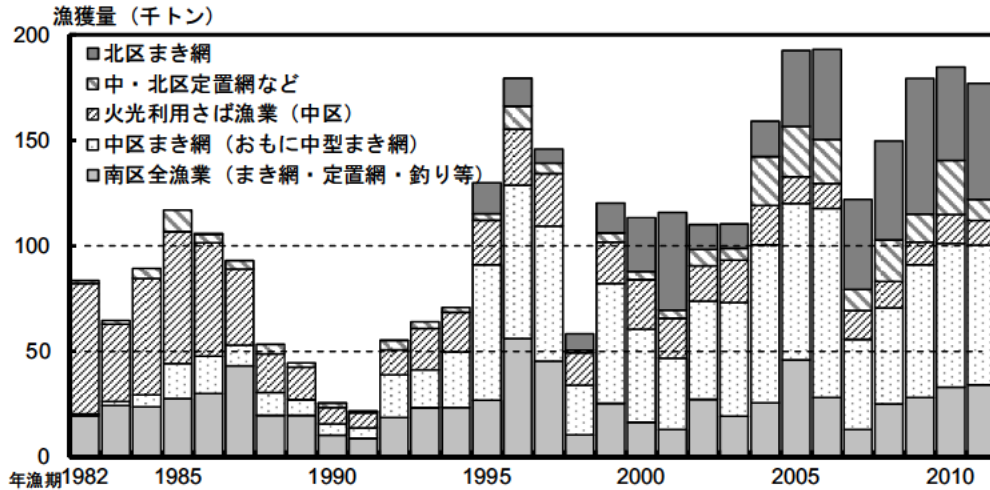


図 4-2. 漁獲量の推移 太平洋側の年漁期別海区・漁業種類別漁獲量。

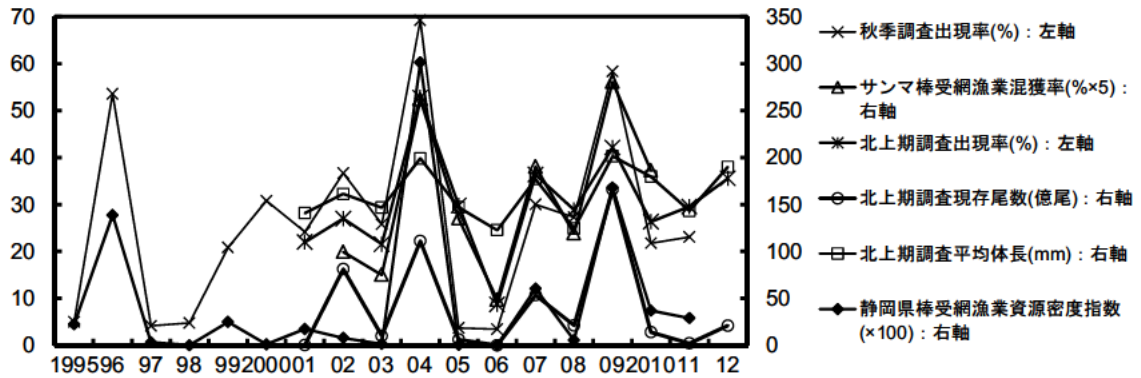


図 5. 各種調査による加入量指標値の経年変化

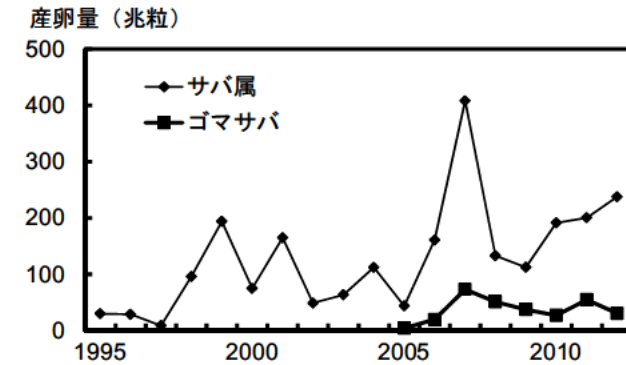


図 6. 太平洋側におけるサバ属の産卵量 (2012 年は 6 月まで)

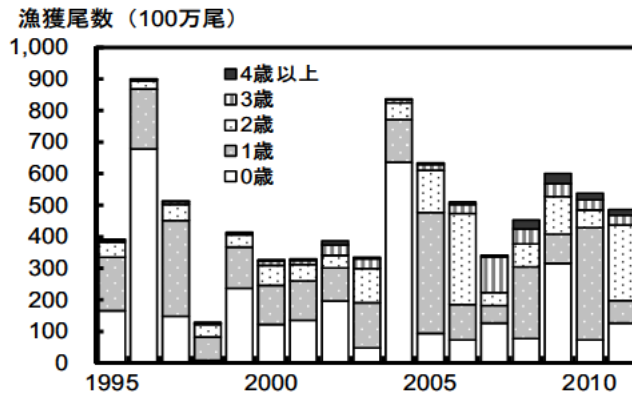


図 7. 年齢別漁獲尾数

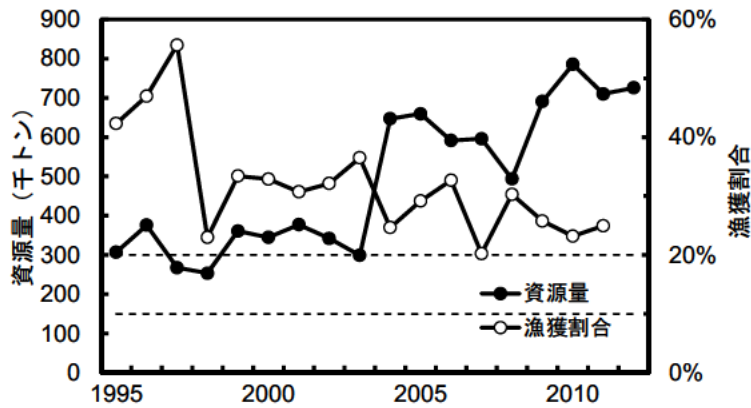


図 8. 資源量と漁獲割合
破線は資源水準区分。300 千
トン（高-中位）：漁獲量 100
千トン程度に対応。これ以上
では分布域が北区へ顕著に
拡大。150 千トン（中-低位）：
漁獲量 50 千トン程度に対応。
これ以下では分布域がおお
むね南区へ縮小。親魚量がほ
ぼ Blimit を下回る。

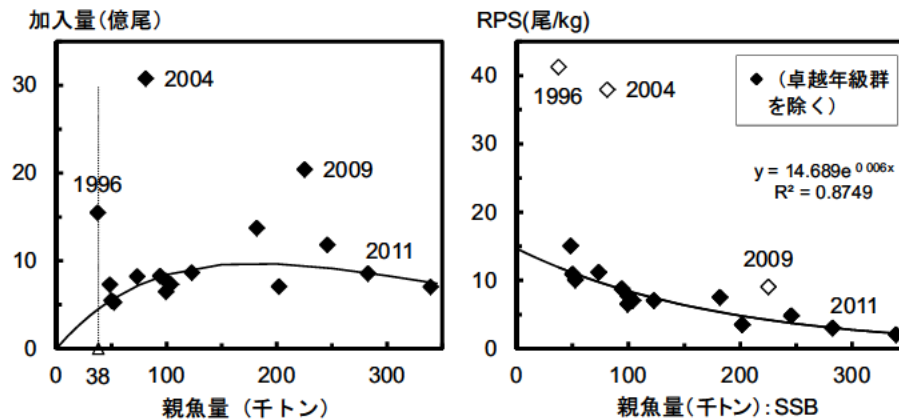


図 9. 親魚量と加入量および RPS の関係（1995～2011 年） 左図の三角・点線は Blimit、実線は将来予測で仮定した SSB-RPS 回帰式（右図、卓越年級群発生年 1996、2004、2009 年を除く）とこの回帰式に基づく親魚量と加入量の関係（左図）をそれぞれ示す。

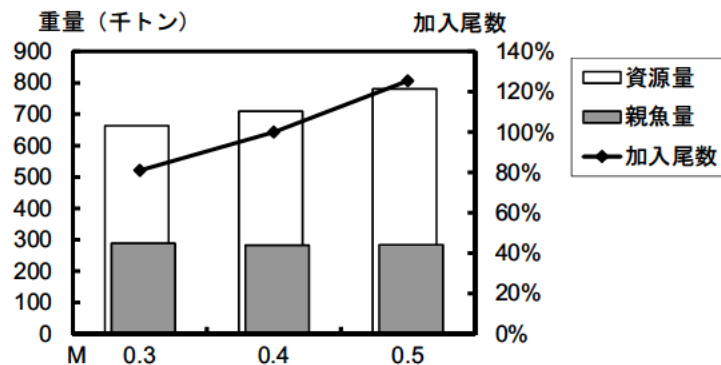


図 10. 自然死亡係数(M)の違い
による 2011 年の推定資源量、
親魚量および加入尾数 (M=0.4
の場合を 100%とした相対値)

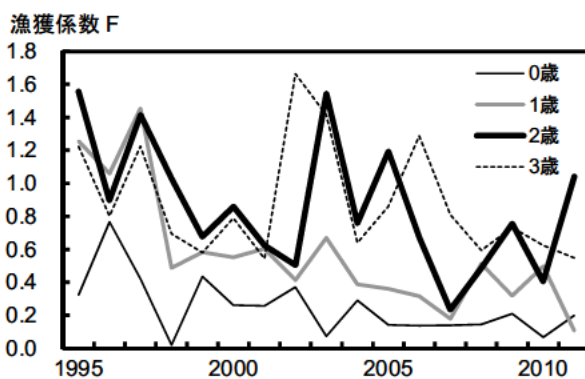


図 11. 年齢別漁獲係数(F)の推移

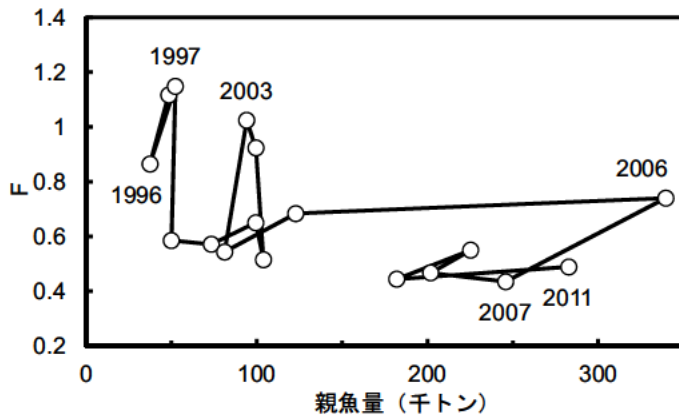


図 12. 親魚量と全年齢平均漁獲係数(F)の関係 (1995～2011 年)

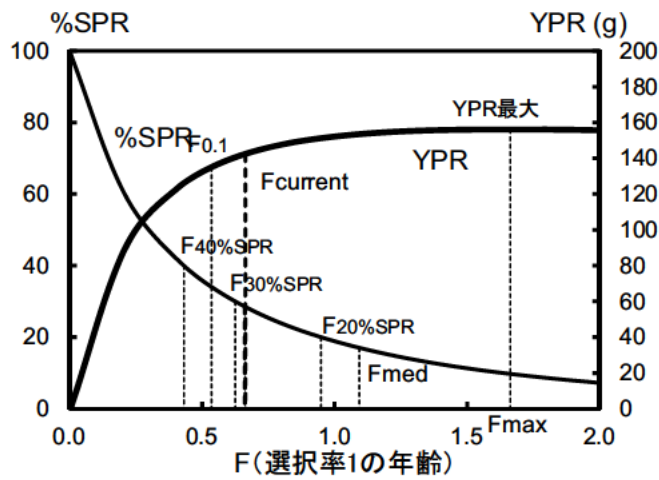


図 13. YPR と %SPR F は選択率 1 の年齢に対する値。
Fcurrent は 2007～2011 年の平均。

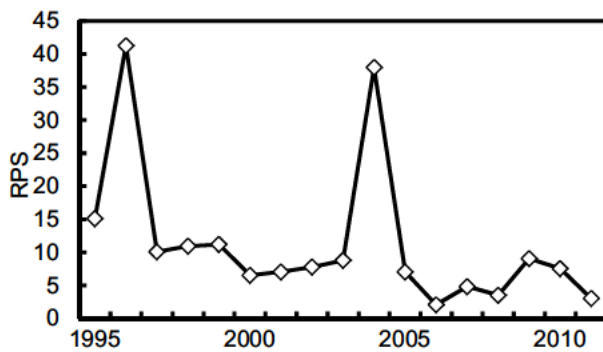


図 14. 再生産成功率 (RPS: 加入量／親魚量 (尾/kg)) の推移

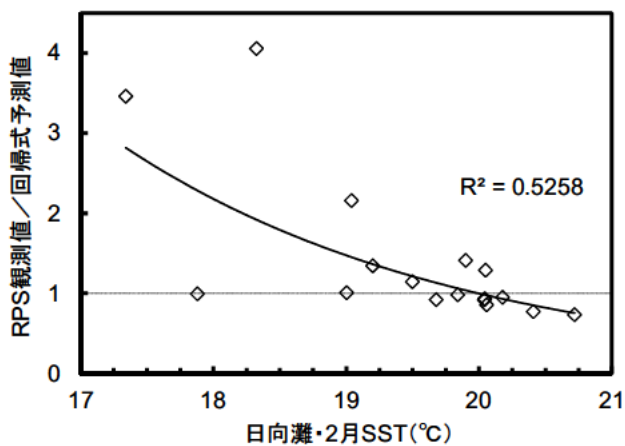


図 15. 宮崎県日向灘沿岸観測定線 (内海・油津・都井) における 2 月の表面水温 (宮崎水試) と RPS 観測値／SSB-RPS 回帰式予測値との関係 (1995～2011 年)

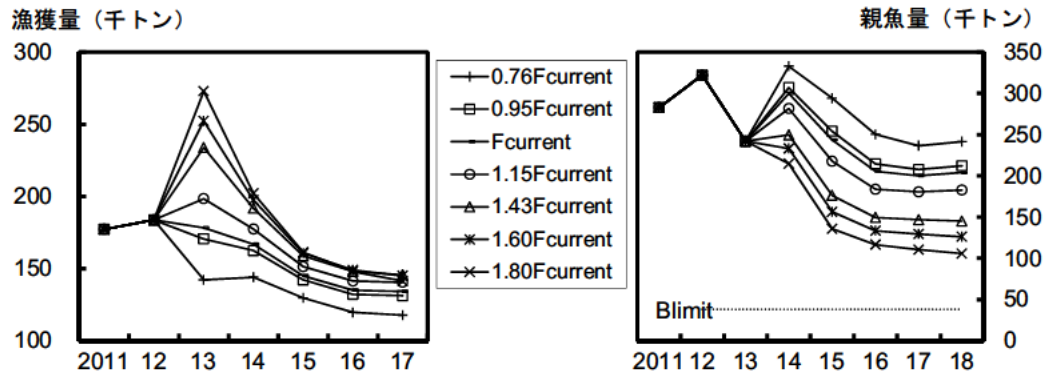


図 16. Fcurrent を基準として F を変化させた場合に予想される漁獲量と親魚量

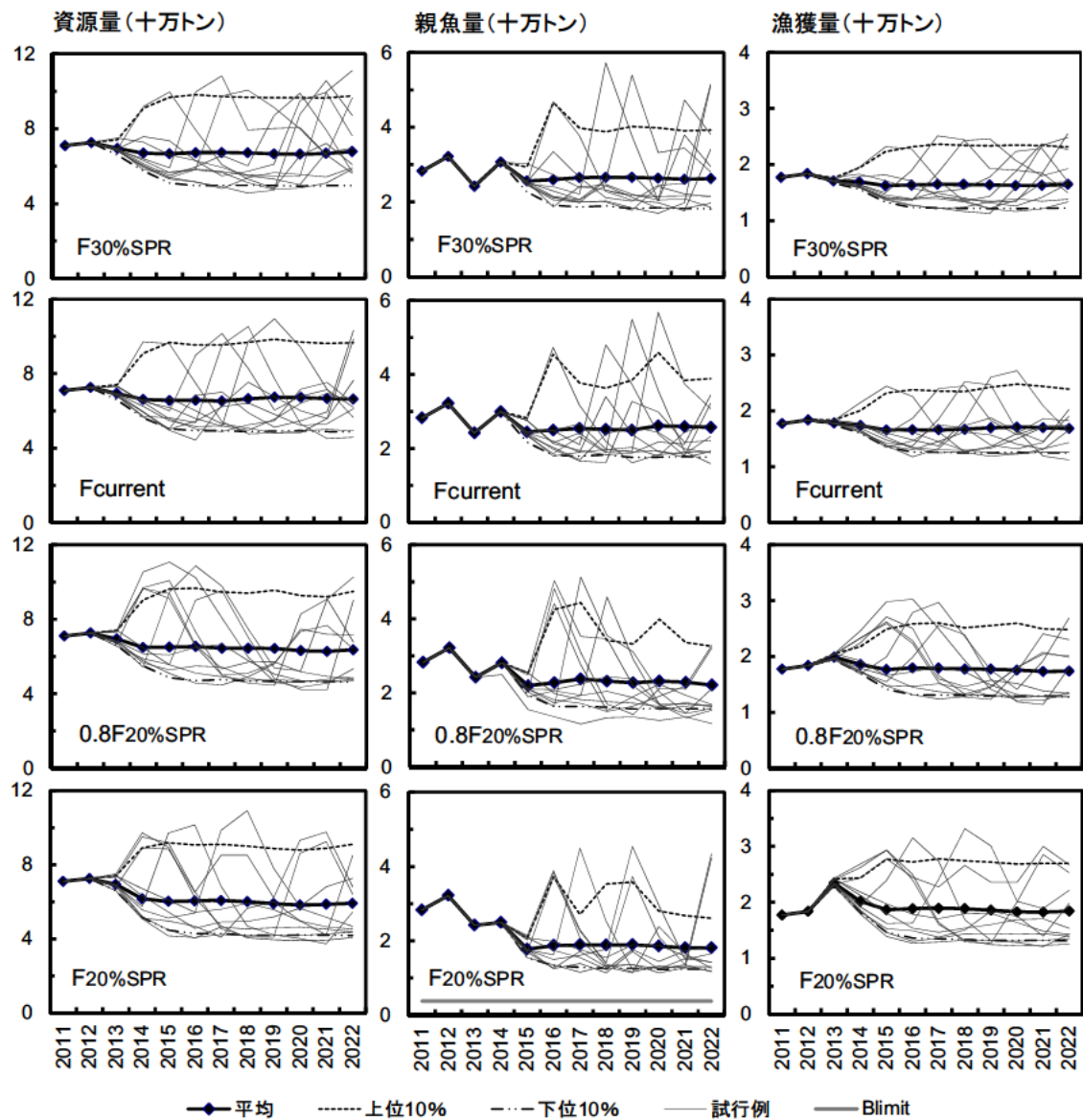


図 17. 各漁獲シナリオでの不確実性を考慮した資源量、親魚量および漁獲量の将来予測 1,000 回の試行による平均値と上下側 10% の値。灰細線は 1,000 回のうち任意の 10 回の試行を示す。

表 1. 漁業種・海区別漁獲量 (トン)

年漁期 (7～翌6月)	合計	南区 全漁業種 (まき網・定置 網・釣り:宮崎県 ～和歌山県)	中区・北区			
			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	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	145,784	45,435	6,589	63,903	24,871	4,986
1998	58,258	10,475	7,641	23,544	15,348	1,250
1999	120,298	25,409	14,238	56,695	19,607	4,348
2000	113,329	16,384	25,548	44,230	23,365	3,803
2001	115,823	12,949	46,230	33,817	18,847	3,980
2002	110,064	27,237	11,746	46,575	16,760	7,746
2003	110,303	19,291	11,464	53,951	19,948	5,650
2004	158,908	25,582	16,673	74,934	18,631	23,088
2005	192,425	46,032	35,965	73,986	12,705	23,738
2006	192,950	28,239	42,643	89,427	11,890	20,751
2007	121,919	13,124	42,627	42,525	13,579	10,064
2008	149,627	25,183	46,848	45,411	12,572	19,613
2009	178,673	28,233	64,200	62,853	10,643	12,744
2010	183,972	33,070	44,288	68,058	13,732	24,824
2011	176,913	34,217	54,969	66,177	11,564	9,986

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	2011
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	73.4	126.8
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	356.2	71.6
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	54.7	239.4
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	33.1	30.9
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	21.0	17.7
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	538.5	486.4

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。

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	2011
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	14.1	18.1
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	109.2	25.4
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	26.1	103.8
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	18.9	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	13.9	11.6
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	182.1	177.3

※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、合計値は表1と一致しない。

表 4. 年齢別平均体重(g) 漁獲物の平均体重。2012 年以降は 2007～2011 年の平均値を仮定。

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012～
0歳	199	150	100	190	206	175	176	153	116	135	66	64	169	104	164	192	143	154
1歳	389	302	338	430	330	370	432	327	305	291	310	410	366	316	319	306	355	333
2歳	528	519	492	516	580	532	522	496	386	471	398	422	468	371	460	478	434	442
3歳	588	599	597	615	727	627	583	511	463	660	552	536	498	531	534	570	592	545
4歳以上	687	793	697	746	852	854	774	685	704	794	714	672	660	611	616	660	658	641

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	2012
0歳(加入量)	730	1,548	528	547	822	648	732	773	826	3,079	866	703	1,184	708	2,041	1,372	856*	1,605*
1歳	291	354	482	232	359	356	334	379	357	514	1,543	504	411	690	411	1,109	859	470
2歳	73	55	82	75	95	134	138	123	168	123	234	721	246	230	277	201	452	517
3歳	13	10	15	13	18	33	38	49	50	24	38	48	247	131	95	87	90	107
4歳以上	3	3	4	4	6	9	13	20	9	10	12	14	11	77	77	55	51	55
計	1,110	1,971	1,112	871	1,300	1,181	1,255	1,345	1,410	3,750	2,694	1,990	2,100	1,837	2,901	2,824	2,308	2,754

* 調査船調査・漁業情報の各種資源量指数の回帰式による推定値。

表 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	2012
0歳	145	232	53	104	169	113	129	118	96	416	57	45	200	74	335	263	122*	247*
1歳	113	107	163	100	119	132	145	124	109	149	479	207	150	218	131	340	305	156
2歳	39	29	40	39	55	71	72	61	65	58	93	304	115	85	127	96	196	229
3歳	8	6	9	8	13	20	22	25	23	16	21	25	123	69	51	50	53	58
4歳以上	2	3	3	3	5	8	10	14	6	8	8	10	8	47	47	37	34	35
計	307	376	268	253	361	345	377	342	299	647	659	591	596	494	691	785	710	726
親魚量(SSB)	48	38	52	50	73	99	104	100	94	81	123	340	246	202	225	182	283	322
RPS	15.1	41.2	10.1	10.9	11.2	6.5	7.0	7.8	8.8	37.9	7.1	2.1	4.8	3.5	9.1	7.5	3.0	5.0

* 調査船調査・漁業情報の各種資源量指数の回帰式による推定値。

表 7. 年齢別漁獲係数(F)

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	0.32	0.77	0.42	0.02	0.44	0.26	0.26	0.37	0.07	0.29	0.14	0.14	0.14	0.14	0.21	0.07	0.20
1歳	1.26	1.06	1.45	0.49	0.58	0.55	0.60	0.41	0.67	0.39	0.36	0.32	0.18	0.51	0.32	0.50	0.11
2歳	1.56	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.62	0.50	1.55	0.76	1.19	0.67	0.23	0.49	0.76	0.41	1.04
3歳	1.22	0.80	1.23	0.69	0.58	0.79	0.54	1.66	1.42	0.64	0.86	1.29	0.81	0.59	0.73	0.62	0.55
4歳以上	1.22	0.80	1.23	0.69	0.58	0.79	0.54	1.66	1.42	0.64	0.86	1.29	0.81	0.59	0.73	0.62	0.55
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.51	0.92	1.02	0.54	0.68	0.74	0.43	0.47	0.55	0.44	0.49
漁獲割合	42%	47%	56%	23%	33%	33%	31%	32%	36%	25%	29%	33%	20%	30%	26%	23%	25%

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	2011	2012~
0歳	0.21	0.72	0.29	0.02	0.64	0.31	0.41	0.22	0.05	0.38	0.12	0.11	0.17	0.24	0.28	0.11	0.19	0.23
1歳	0.81	1.00	1.00	0.47	0.86	0.64	0.97	0.25	0.43	0.51	0.30	0.25	0.22	0.86	0.42	0.80	0.10	0.49
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	0.65	1.00	0.88
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	0.53	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	0.53	1.00

2012年以降はFcurrent(2007~2011年平均)の選択率を仮定。↑

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 (~2011)。

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
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・中央水研)																		
<i>r</i> 0.73							0.4	81.1	10.1	111.1	6.2	0.1	53.4	21.3	165.9	14.1	2.2	21.0
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・中央水研)																		
<i>r</i> 0.85							22.0	27.0	21.5	52.7	29.8	8.7	36.4	28.8	42.1	26.3	29.5	35.6
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・中央水研)																		
<i>r</i> 0.91							14.1	16.1	14.7	19.9	14.7	12.3	17.7	12.4	20.1	18.0	14.3	19.0
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。東北区・中央水研)																		
<i>r</i> 0.83	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	23.1	
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。東北区水研)																		
<i>r</i> 0.92								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による資源密度指数*(静岡県水技研)																		
<i>r</i> 0.97	2,235	13,870	318	8	2,493	111	1,747	781	143	30,124	56	7	6,038	559	16,782	3,696	2,893	

* チューニング指数に用いた指標値。

表 10. 2012 年は $F_{current}$ (2007~2011 年の平均値) を仮定し、2013 年以降は $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{current}$ 、 $0.8F_{20\%SPR}$ および $F_{20\%SPR}$ でそれぞれ漁獲した場合に予測される 2018 年までの資源量と漁獲量 2013 年以降の加入量は $SSB-RPS$ 回帰式によって与え、平均体重を最近 5 年の平均値(表 4)として前進法により 1 歳以上の資源量を求めた(補足資料 2)。

表 10-1. $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{current}$ の場合

漁獲係数		$F_{30\%SPR}$								$F_{current}$							
年齢\年漁期		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳		0.20	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
1歳		0.11	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.11	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
2歳		1.04	0.59	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	1.04	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
3歳		0.55	0.66	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.55	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
4歳以上		0.55	0.66	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.55	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
平均		0.49	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

資源尾数 (100万尾)		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
年齢\年(7月時点)																	
0歳		856	1,605	925	818	908	956	961	957	856	1,605	925	831	923	962	966	963
1歳		859	470	924	537	475	527	555	558	859	470	924	533	478	531	554	556
2歳		452	517	228	456	265	234	260	274	452	517	228	448	258	232	258	269
3歳		90	107	193	88	176	102	90	100	90	107	193	85	167	97	87	96
4歳以上		51	55	56	89	64	86	67	57	51	55	56	86	59	78	61	51
計		2,308	2,754	2,326	1,988	1,888	1,905	1,934	1,946	2,308	2,754	2,326	1,983	1,886	1,901	1,925	1,935

資源量 (千トン)		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
年齢\年(7月時点)																	
0歳		122	247	143	126	140	147	148	148	122	247	143	128	142	148	149	149
1歳		305	156	307	179	158	175	184	185	305	156	307	177	159	177	184	185
2歳		196	229	101	202	117	104	115	121	196	229	101	198	114	103	114	119
3歳		53	58	105	48	96	56	49	55	53	58	105	46	91	53	47	52
4歳以上		34	35	36	57	41	55	43	36	34	35	36	55	38	50	39	33
計		710	726	692	611	552	537	540	545	710	726	692	605	545	531	533	537
親魚量		283	322	242	307	254	214	208	212	283	322	242	300	243	205	200	204

漁獲尾数 (100万尾)		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
年齢\年漁期																	
0歳		127	186	102	90	100	105	105	105	127	186	107	96	107	111	112	111
1歳		72	106	199	116	102	114	119	120	72	106	209	120	108	120	125	126
2歳		239	188	79	159	92	82	91	95	239	188	83	163	94	84	94	98
3歳		31	42	74	33	67	39	34	38	31	42	77	34	66	38	34	38
4歳以上		18	22	21	34	24	33	26	22	18	22	22	34	23	31	24	20
計		486	543	475	432	385	372	376	380	486	543	497	447	398	385	389	393

漁獲量 (千トン)		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
年齢\年漁期																	
0歳		18	29	16	14	15	16	16	16	18	29	16	15	16	17	17	17
1歳		25	35	66	38	34	38	40	40	25	35	69	40	36	40	42	42
2歳		104	83	35	70	41	36	40	42	104	83	37	72	41	37	41	43
3歳		18	23	40	18	37	21	19	21	18	23	42	18	36	21	19	21
4歳以上		12	14	14	22	16	21	16	14	12	14	14	22	15	20	15	13
計		177	184	171	162	142	132	131	133	177	184	178	167	145	135	134	136

表 10-2. 0.8F20%SPR、F20%SPR の場合

漁獲係数		0.8F20%SPR								F20%SPR							
年齢\年漁期		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳		0.20	0.15	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.20	0.15	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
1歳		0.11	0.32	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.11	0.32	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
2歳		1.04	0.59	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	1.04	0.59	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
3歳		0.55	0.66	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.55	0.66	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
4歳以上		0.55	0.66	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.55	0.66	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
平均		0.49	0.48	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.49	0.48	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68

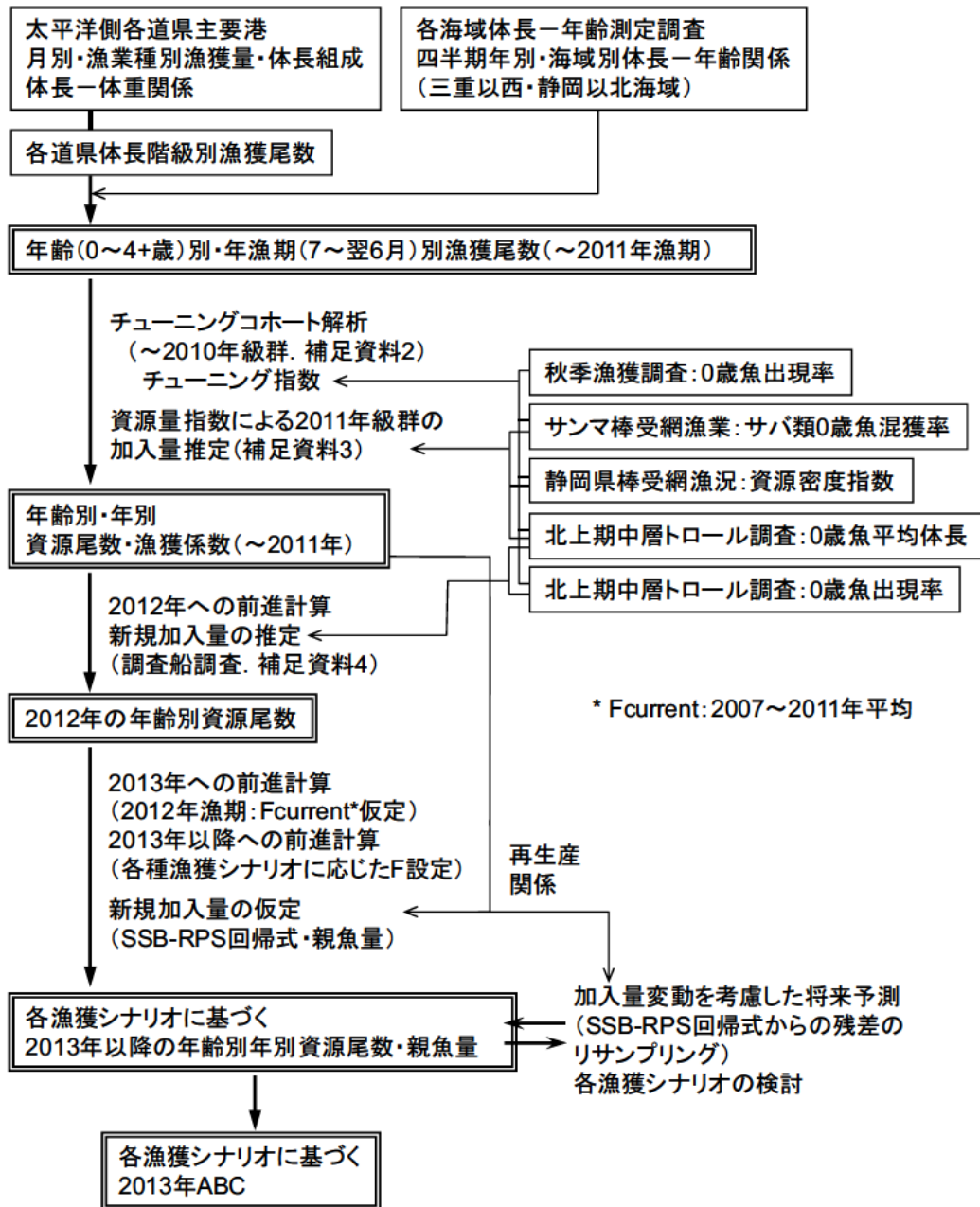
資源尾数 (100万尾)																	
年齢\年(7月時点)		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳		856	1,605	925	864	953	971	971	971	856	1,605	925	915	971	956	953	951
1歳		859	470	924	521	486	536	547	547	859	470	924	498	493	523	515	513
2歳		452	517	228	427	241	225	248	253	452	517	228	390	210	208	221	217
3歳		90	107	193	78	146	83	77	85	90	107	193	66	113	61	60	64
4歳以上		51	55	56	78	49	61	45	38	51	55	56	65	34	38	26	22
計		2,308	2,754	2,326	1,968	1,875	1,876	1,888	1,894	2,308	2,754	2,326	1,933	1,821	1,786	1,774	1,767

資源量 (千トン)																	
年齢\年(7月時点)		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳		122	247	143	133	147	150	150	150	122	247	143	141	150	147	147	147
1歳		305	156	307	173	162	178	182	182	305	156	307	166	164	174	171	171
2歳		196	229	101	189	106	99	110	112	196	229	101	172	93	92	98	96
3歳		53	58	105	43	80	45	42	46	53	58	105	36	62	33	33	35
4歳以上		34	35	36	50	31	39	29	25	34	35	36	41	22	24	16	14
計		710	726	692	588	526	512	512	514	710	726	692	556	490	471	465	462
親魚量		283	322	242	282	218	184	181	183	283	322	242	250	176	149	147	145

漁獲尾数 (100万尾)																	
年齢\年漁期		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳		127	186	121	113	125	128	128	128	127	186	149	147	156	154	153	153
1歳		72	106	234	132	123	136	139	139	72	106	280	151	150	159	156	156
2歳		239	188	91	171	96	90	99	101	239	188	106	181	98	97	103	101
3歳		31	42	84	34	64	36	34	37	31	42	97	33	57	31	30	32
4歳以上		18	22	24	34	21	27	20	17	18	22	28	32	17	19	13	11
計		486	543	556	485	430	416	419	421	486	543	660	545	477	459	455	453

漁獲量 (千トン)																	
年齢\年漁期		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳		18	29	19	17	19	20	20	20	18	29	23	23	24	24	24	24
1歳		25	35	78	44	41	45	46	46	25	35	93	50	50	53	52	52
2歳		104	83	40	76	43	40	44	45	104	83	47	80	43	43	45	45
3歳		18	23	46	19	35	20	18	20	18	23	53	18	31	17	16	17
4歳以上		12	14	16	22	14	17	13	11	12	14	18	21	11	12	8	7
計		177	184	198	177	151	141	141	141	177	184	234	192	159	148	146	145

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

Pope の近似式を用いたコホート解析により年齢別資源尾数・重量、漁獲係数、漁獲量を推定した（詳細は平松(2001)等を参照。表 2～10）。解析は、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。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 0.4 とした（寿命 6 歳、田中 1960）。具体的な計算方法は下の通り。なお、最近年（2011 年）の 0 歳魚資源尾数（加入量）は、本コホート解析による前年（2010 年）までの加入量と資源量指数との回帰式によって推定した（補足資料 3）。

年齢別年別資源尾数を(1)式により計算した。

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

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

ただし、最近年（ t 年、ここでは 2011 年）の 1 歳以上、および、その前年（ $t-1$ 年、ここでは 2010 年）までの最高齢グループ（添え字 p 、ここでは 4+ 歳）、最高齢-1 歳（ $p-1$ 、ここでは 3 歳）については、それぞれ(2)式、および、(3)、(4)式によった。

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

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

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

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

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

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

最近年の $F_{1,t}$ 、 $F_{2,t}$ および $F_{3,t}$ ($=F_{p,t}$) は、チューニングによって探索的に求めた。チューニングには、加入量を指標すると考えられる次の 5 系列の資源量指数を用いた*1（表 9）。

- ① 北上期調査・0 歳魚出現率(%)
- ② 北上期調査・0 歳魚平均尾叉長(cm)
- ③ 秋季浮魚類調査・0 歳魚出現率(%)
- ④ サンマ棒受網漁業・0 歳魚混獲率(%)
- ⑤ 棒受網漁業資源密度指数（対数）

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。対象期間は、データのあ

*1 昨年度評価では移行域幼稚魚調査による加入量指数も用いていたが、昨年度報告書で示したとおり、最近の調査結果では外れ値となるなど精度が低下したと判断され、除外した。

る年限（①②：2001～2010 年、③⑤：1995～2010 年、④：2002～2010 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。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_{0,y}))^2 \quad \text{※指数⑤の場合} \quad (6a)$$

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(q \log(N_{0,y})))^2 \quad \text{※指数①～④の場合（常用対数）} \quad (6b)$$

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 歳魚資源尾数である。 q は比例係数であり、各指数について(7)式によって計算した (I/N_0 または $I/\log(N_0)$ の相乗平均)。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{N_{0,y}} \right) \right\} \quad \text{※指数⑤の場合} \quad (7a)$$

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{\log(N_{0,y})} \right) \right\} \quad \text{※指数①～④の場合} \quad (7b)$$

これら目的関数の総和を最小にするような $F_{a,t}$ の値を探索的に求めた。

以上から得られる 2011 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。

2012 年以降の資源尾数は、加入量に 2012 年は調査船調査結果による推定値 (補足資料 4, 付図 4) を、2013 年以降は SSB-RPS 回帰式 (図 9) と各年推定親魚量から求められる値をそれぞれ与えて、コホート解析の前進法 ((8)式) で求めた。 $F_{a,2012}$ は F_{current} (最近 5 年 (2007～2011 年) の平均 F)、2013 年以降の $F(F_{a,2013\sim})$ は各漁獲シナリオによるものとした。

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

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

漁獲尾数は(9)式によった。

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

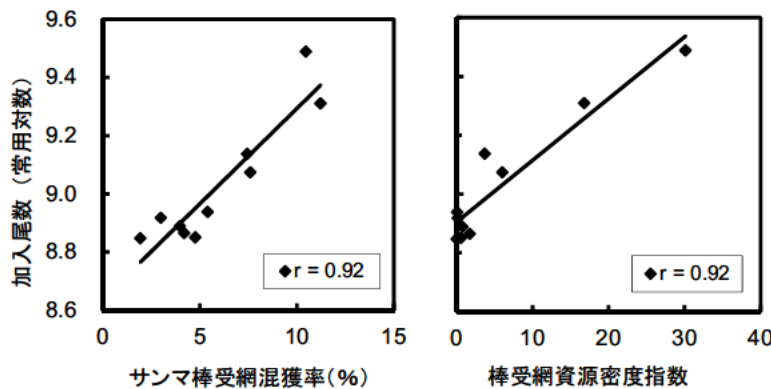
2012 年以降の年齢別体重は最近 5 年 (2007～2011 年) の年齢別漁獲物の平均値とし、年齢別資源尾数、漁獲尾数に乗じて資源重量、漁獲量(ABC)を得た。

補足資料 3. 最近年の加入量の推定について

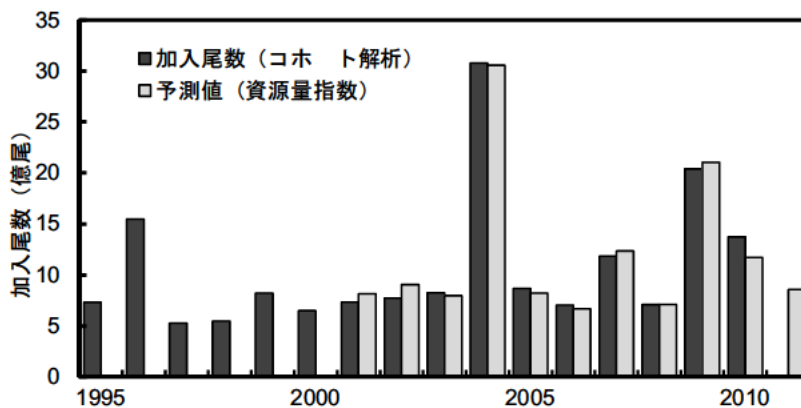
最近年の 2011 年の加入量については、2001 年から前年（2010 年）までの推定加入量（コホート解析）と資源量指数との重回帰式による推定の方が、コホート解析よりも精度が高いと判断し、適用した。それぞれ加入量(N_0)の常用対数と高い相関があり、ここでの使用が妥当と判断される 3 つの資源量指数：北上期調査平均体長 (FL (cm)、付図 3)、サンマ棒受網漁業混獲率^{*2} (P (%)、付図 1)、静岡県棒受網漁業資源密度指数 ($I(\times 10^3)$ 、付図 1) を説明変数として加入量を予測する重回帰式を求めた。

$$\log(N_0) = 0.0290 \cdot FL + 0.00577 \cdot P + 0.0130 \cdot I + 8.46 \quad (r^2 = 0.97)$$

2011 年の各指数の値 ($FL = 14.3$ cm、 $P = 4.0\%$ 、 $I = 2.9 \times 10^3$) から、2011 年級群の加入量 ($N_{0,2011}$) は 8.6 億尾と推定された (付図 2)。 $F_{0,2011}$ は、ここで得られた加入量と漁獲尾数 ($C_{0,2011}$) から補足資料 2 の(5)式によって求めた。



付図 1. サンマ棒受網漁業混獲率および静岡県棒受網漁業資源密度指数とコホート解析による加入量との関係（2001～2010 年）



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

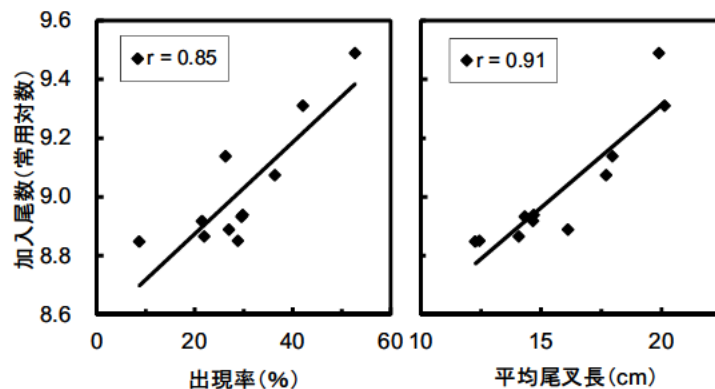
^{*2} 北西太平洋サンマ棒受網漁業混獲率は、データが得られているのは 2002～2010 年だが、年限を他の指数と合わせるために 2001 年については同様の時期・海域の指数である秋季浮魚類調査出現率との関係式から求めた値で充当した。

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

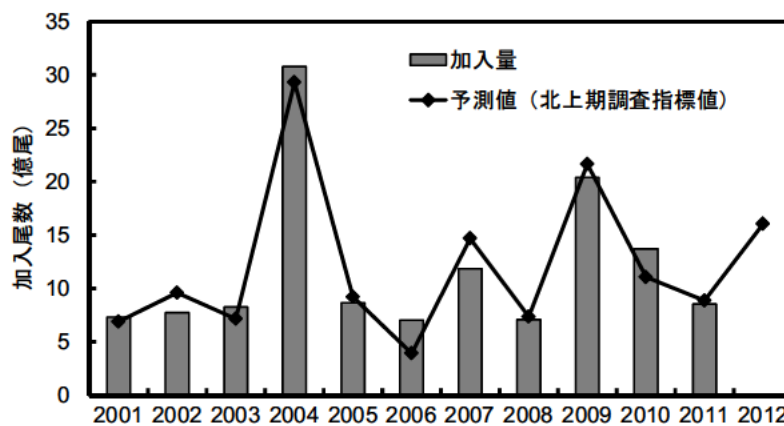
北西太平洋北上期中層トロール調査による親潮～移行域（東経 169 度以西、SST12～21℃）における 0 歳魚出現率（漁獲のあった調査点の割合： $O(\%)$ ）、および稚幼魚期の推定成長式（高橋ほか未発表： $L_i = 26.6 \exp(-\exp(-0.0216(i-54.3)))$ ）、 i ：ふ化後日数、 L_i ：ふ化後 i 日の尾叉長(cm)）を仮定して 7 月中旬時に規準化した漁獲物の平均尾叉長(FL)は、それぞれ加入量（ N_0 、2010 年まではコホート解析による推定値、2011 年は資源量指数による推定値）の常用対数と高い相関がみられる（川端ほか 2009a、付図 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求めた。

$$\log(N_0) = 0.0132 \cdot O + 0.0382 \cdot FL + 8.01 \quad (r^2 = 0.84)$$

2012 年 6～7 月の調査結果（ $O = 35.6\%$ 、 $FL = 19.0$ cm）から、2012 年級群の加入量($N_{0,2012}$)は 16.0 億尾と推定される（付図 4）。



付図 3. 2001～2011 年の北上期調査による 0 歳魚出現率および平均尾叉長と加入量との関係



付図 4. 北上期調査の指標値から回帰式で予測した加入量（予測値）とコホート解析による加入量（2011 年は各種資源量指数による推定値（補足資料 3））