

平成 22 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、2009 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、2005 年（7 月時点）の 65.0 万トンをピークに 2009 年は 52.9 万トンに減少したが高い水準にある。資源水準と動向は高位で減少と判断された。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る 1996 年水準（3.8 万トン）を Blimit とした。2011 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）、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）、および Blimit 以上の親魚量を 2015 年まで十分な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）に高めて漁獲量を増加させる漁獲シナリオ（F20%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		2011 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後) ²⁾	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}) ¹⁾ *	0.51 (0.79 F _{current})	26%	113~234 千トン	156 千トン	61%	100%	133 千トン
現状の漁獲圧の 維持(F _{current}) *	0.64 (1.00 F _{current})	31%	118~252 千トン	172 千トン	33%	100%	159 千トン
親魚量を高水準 で維持・漁獲量増 加(F _{30%SPR}) *	0.92 (1.45 F _{current})	40%	109~261 千トン	185 千トン	13%	100%	206 千トン
親魚量(≥Blimit) の維持・漁獲量増 加(F _{20%SPR})	1.31 (2.04 F _{current})	49%	78~224 千トン	185 千トン	2%	92%	254 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 F_{0.1} 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。 ・ ²⁾ 現状親魚量（2009 年）は高い水準にあり、その維持は難しいが、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 18 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もの」とされており、F_{20%SPR} 以外のシナリオがこれに合致する (*)。 ・ F_{20%SPR} では 10 年後には資源水準が中位以下に低下し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。							

将来漁獲量（5 年後・2015 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（2005～2009 年漁期）平均。

評価・現状親魚量を維持（5 年後）は、2015 年に 2009 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
2008	435	150	0.54	34%
2009	529	177	0.74	33%
2010	508	-	-	-
2010 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。				
指標		値	設定理由	
Bban	未設定			
Blimit	親魚量	1996 年水準（38 千トン）	推定可能な期間における最低水準。	
2009 年	親魚量	1996 年水準以上(196 千トン)		
水準：高位	動向：減少			

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・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：サバ類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、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）
2010年加入量	移行域幼稚魚調査：加入量指数（水研セ・2010年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歳魚出現率・平均尾叉 長（水研セ・2010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、2001年～継続中）、および北上期浮魚類調査（中央水研・東北水研、2001～2004、2010年）

**東北海区浮魚類分布調査（東北水研、1995～2007年）、秋季北西太平洋浮魚類資源調査（中央水研、2008年～継続中）

1. まえがき

本系群を対象とした資源評価は、水産研究所、各都道府県水産試験研究機関等が実施した「我が国周辺漁業資源調査」により1995年から行われている。関係資料の解析は、以前は主な漁場である太平洋南・中区（宮崎県～静岡県）を対象としていたが、近年では太平洋北区における漁獲量も増加していることから、平成12年度以降は太平洋側全体を対象として行っている。同属のマサバと分布回遊生態および外部形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が必要である。近年は調査参画機関の市場標本調査等によって魚種別の資料がほぼ整備できているが、今後も調査のさらなる充実が必要である。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、出現頻度はサバ類全体に対して 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（図 1、2）

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。

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 2009）。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、2009）。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、高齢になるに従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（図 3）

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。

(3) 成熟・産卵 (図 1、3、4)

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)。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イワシ類の仔魚 (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イカ類も捕食する (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、イカ類などを捕食する (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イカ類、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 (おもに北部まき網、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。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などを主対象とするため、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が漁獲され、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的である。また、北区、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（図 5、付表 1）

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サバ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）。合計値では、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。2009 年漁期は 2007、2009 年級群の比較的高い資源水準によって 17.7 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）。南区のサバ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 200 カイリ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（補足資料 1、2）

1995 年以降について、7 月を起点とする 7～6 月の漁期を年単位とし、4 歳以上を最高齢グループとする年齢構成のコホート解析（Pope 1972）によって年齢別資源量を推定した。

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た。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。

4 歳以上の最高齢グループと 3 歳の資源尾数については、平松（2001）の方法により、最高齢と最高齢-1 歳グループの漁獲係数（F）は等しいとするプラスグループを考慮した計算を行った。

最近年（2009 年）の F は、はじめに最近年の年齢別漁獲係数を 1995 年以降最近年まで

の平均として、3 歳と 4 歳以上の F が等しくなるようにして、年齢別選択率を求め、次に 1995 年以降最近年までの選択率の平均値を用いて、最近年の 2 歳魚の F をチューニングにより決定した。チューニングは、加入量を指標すると考えられる次の 7 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）
- ② 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（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 歳魚出現率（東北水研・中央水研）
- ④ 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）
- ⑤ 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）
- ⑥ 北西太平洋サンマ棒受網漁業におけるサバ類 0 歳魚混獲率（東北水研）
- ⑦ 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）

昨年度評価では 2 系列（①、⑦）としていたが、各々の指数のばらつきの影響を小さくするために使用可能な 5 系列を追加した。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。

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）。

（2）資源量指標値の推移（図 6、7、8、付表 9、補足資料 3）

前項で挙げた加入量水準の指標となる 7 つの資源量指数の経年推移を図 6、7 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、2010 年は 26.9 兆粒（6 月まで）に減少した。

なお、昨年度まで指標値を示していた高知県足摺以布利大型定置網幼魚入網調査および九州南東海域の方型枠大型稚魚網採集調査は昨年度で終了した。

（3）漁獲物の年齢組成（図 9、付表 2、3）

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）。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（図 10、11、12、13、14、付表 5、6、7）

コホート解析により推定された 1995～2009 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）。2009 年は、比較的豊度の高い 2007、2009 年級群の加入があり、52.9 万トンであった。2009 年の親魚量は、4 歳以上の高齢魚が比較的多く残存し、2 歳魚（2007 年級群）も比較的多いために 19.6 万トンと高い水準にある（図 11）。2010 年の資源量は、2010 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 2009 年の値から前進法で推定すると 50.8 万トンである。

1995～2008 年漁期の漁獲割合は 22～56%の範囲で変化し、1996～1997 年に高かった（図 10）。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 0.5～1.2 の範囲で変化し、2009 年では 0.74 であった（図 13、14）。

自然死亡係数（M）を本報告で仮定する 0.4 から 0.3 と 0.5 にそれぞれ変化させた場合の 2009 年の推定資源量および親魚量は、M=0.3 の場合では 45.8 万トンおよび 17.6 万トン、M=0.5 では 61.3 万トンおよび 21.9 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（図 5、6、10、附表 5、6、9）

2・(1)、3・(2)に前述のとおり、漁獲量は 1995 年以降高い水準にあり、分布域拡大にともなって漁場が北区まで拡がり、その漁獲量も多く、資源量はそれ以前に比べて高い水準にあると考えられる（図 5）。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、2009 年の資源水準は高位、資源動向は、資源量が 2005 年の 65.0 万トンをピークに 2009 年は 52.9 万トンに減少していることから減少と判断された（図 10）。

最近の加入動向は、2006 年級群は加入量が 6.6 億尾と 1995 年以降の平均的な水準を下回ると推定された。2007 年級群は 11.2 億尾と比較的高い水準であると推定された。2008 年級群は 4.5 億尾と近年の最低水準であると推定された。2009 年級群は、稚幼魚期に北西太平洋沖合で大量の分布がみられるなど調査船調査や漁業情報から豊度は高いと判断され、最近年であるため推定値の不確実性が高いが、加入量が 15.7 億尾と高い水準であると推定された。2010 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、移行域幼稚魚調査（中央水研）の 2010 年 6 月実施結果による加入量指数（対数）は 5.5 であり、過去同調査結果において比較的高かった。5～7 月の北西太平洋北上期中層トロール調査（西部北太平洋サンマ資源調査・東北水研、北上期浮魚類調査・中央水研）による 0 歳魚推定現存尾数は 14 億尾（暫定値）と比較的少ないものの、出現率は 22.1%と過去同調査において中位であり、漁獲物の平均尾叉長（200 日齢までの成長式（高橋ほか未発表）を用いて 7 月中旬に規準化した値：補足資料 3）は 18.0 cm と過去最高水準であった。これらから加入量水準は比較的高いと推定される。

親魚量は、2007 年級群などによって高い水準にあるが、最近の加入動向から、今後も 2009、

2010 年級群によって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 (図 11、16、付表 6)

評価を開始した 1995 年以降 2009 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) ～33.3 万トン (2006 年) の範囲であり、加入量はおおむね 7 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)。

1995～2009 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 8.0 尾/kg、平均値は 12.0 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)。

$$RPS = 14.8 \cdot \exp(-0.00592 \cdot SSB) \quad (r^2 = 0.74)$$

1996、2004 年の RPS は、この回帰式から予測される値のそれぞれ 3.5 倍、4.1 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 (図 11、付表 6)

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、本報告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)。禁漁水準 (Bban) は資源の低水準期に関するデータがないために設定できない。

(8) 今後の加入量の見積もり (図 11、17、補足資料 3)

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 (宮崎県水産試験場) 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 17～18℃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。2010 年級群については、SSB-RPS 回帰式と 2010 年 2 月の水温 19.8℃、および推定親魚量 9.6 万トンから RPS は 8.6 尾/kg、加入量は 8.3 億尾と近年の中位水準であると思積もられた。

将来予測における今後の加入量は、2010 年級群については、北西太平洋における 5～7 月の中層トロール調査による 2009 年までの資源量指標値と加入量実績 (コホート解析結果)

との関係式を用いて 2010 年の同調査結果から推定した値を仮定した。すなわち、移行域幼稚魚調査の加入量指数（対数）との回帰式による推定値（12.2 億尾）、および北上期中層トロール調査の 0 歳魚出現率と平均尾叉長との重回帰式による推定値（12.1 億尾）の平均値の 12.2 億尾とした（補足資料 3）。

2011 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、本報告では、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）。昨年度評価で用いた再生産関係と比較して、親魚量が 10 万トン前後からそれ以上の高い場合にはほぼ同程度、 B_{limit} 付近からそれ以下の低い場合には低めの値となり、資源管理上、より安全な将来予測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（図 13、14、15、付表 7）

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（2005～2009 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（2005～2009 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 $F_{40\%SPR}$ の付近にあり、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）。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）。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. 2011 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2009 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・減少と判断される。

1995 年以降の加入量はおおむね 7 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、2007、2009 年級群は比較的高い。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 2011 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定 (図 15、18、付表 10)

調査年は限られているが再生産関係が得られているため、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(1) (使用する情報：親魚量と再生産関係、資源状態： $B \geq B_{limit}$) を適用した。

前述のように、親魚量は B_{limit} を上回っており、資源の回復措置をとる必要はない。2011 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 万トン以上にするを目標とする漁獲シナリオ ($F_{0.1}$ を適用)、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ ($F_{current}$)、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 ($F_{30\%SPR}$ を適用)、および B_{limit} 以上の親魚量を 2015 年まで十分な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) に高めて漁獲量を増加させる漁獲シナリオ ($F_{20\%SPR}$ を適用)、それ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)。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
漁獲圧を低減し資源の増加を図る	$F_{0.1}$ ($F=0.50$)	177	142	133	138	132	127	126
上記の予防的措置	$0.8F_{0.1}$ ($F=0.40$)	177	142	111	123	122	118	116
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.64$)	177	142	159	151	140	134	132
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.51$)	177	142	134	138	132	128	126
親魚量を高水準で維持・漁獲量増加	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.92$)	177	142	206	166	142	130	124
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.74$)	177	142	176	158	142	135	132
親魚量 ($\geq B_{limit}$) 維持・漁獲量増加	$F_{20\%SPR}$ ($F=1.31$)	177	142	254	167	129	106	92
上記の予防的措置	$0.8F_{20\%SPR}$ ($F=1.05$)	177	142	222	168	139	124	115
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(千トン)						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
漁獲圧を低減し資源の増加を図る	$F_{0.1}$ ($F=0.50$)	529	508	517	501	481	472	470
上記の予防的措置	$0.8F_{0.1}$ ($F=0.40$)	529	508	517	523	510	500	497
現状の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ($F=0.64$)	529	508	517	473	445	433	429
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.51$)	529	508	517	500	480	471	469
親魚量を高水準で維持・漁獲量増加	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.92$)	529	508	517	418	370	345	329
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.74$)	529	508	517	453	418	403	395
親魚量 ($\geq B_{limit}$) 維持・漁獲量増加	$F_{20\%SPR}$ ($F=1.31$)	529	508	517	353	280	234	203
上記の予防的措置	$0.8F_{20\%SPR}$ ($F=1.05$)	529	508	517	397	340	308	286

2011 年漁期当初(7 月)の資源量は、1 歳以上は、2010 年漁期の漁獲が 2005～2009 年漁期の平均の漁獲圧($F_{current}$)で行われると仮定して 2010 年漁期当初の資源量から前進法で計算した。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。2012 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、1.7～2.0 倍程度($F_{20\%SPR}$ 相当)まで高めた場合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。漁獲圧を低減した場合には資源量の増加、および $\%SPR$ の増加と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資源量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 (図 19)

加入量の不確実性を考慮した将来予測を検討した。2011 年以降の加入量を 4-(6)に前述の SSB-RPS 回帰式、および 1995～2009 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)。2011～2015 年の平均親魚量は、 $F_{current}$ では 19.7 万トン、 $F_{30\%SPR}$ では 14.7 万トンであり、漁獲圧を現状維持あるいは 1.5 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 22.6 万トンと予測された。漁獲圧を 2 倍程度高める $F_{20\%SPR}$ では 5 年間の平均親魚量 10.6 万トンであるが、2015 年の親魚量は 6.6 万トン(平均値)まで減少すると予測された。また、同期間の平均漁獲量は、 $F_{current}$ では 17.2 万トン、 $F_{30\%SPR}$ では 18.5 万トン、および $F_{0.1}$ では 15.6 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。 $F_{20\%SPR}$ では 2011、2012 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 $F_{30\%SPR}$ の場合と同じ 18.5 万トンと予測された。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2011 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後) ²⁾	Blimit を維持 (5 年後)	
漁獲圧を低減し資源の増加を図る (F0.1) ¹⁾ *	0.51 (0.79 Fcurrent)	26%	113~234 千トン	156 千トン	61%	100%	133 千トン
上記の予防的措置 (0.8F0.1) *	0.41 (0.63 Fcurrent)	21%	107~207 千トン	139 千トン	91%	100%	111 千トン
現状の漁獲圧の維持(Fcurrent) *	0.64 (1.00 Fcurrent)	31%	118~252 千トン	172 千トン	33%	100%	159 千トン
現状の漁獲圧の維持の予防的措置 (0.8Fcurrent) *	0.51 (0.80 Fcurrent)	26%	114~234 千トン	158 千トン	60%	100%	134 千トン
親魚量を高水準で維持・漁獲量増加 (F30%SPR)*	0.92 (1.45 Fcurrent)	40%	109~261 千トン	185 千トン	13%	100%	206 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)*	0.74 (1.16 Fcurrent)	34%	117~262 千トン	178 千トン	25%	100%	176 千トン
親魚量(≥Blimit)の維持・漁獲量増加(F20%SPR)	1.31 (2.04 Fcurrent)	49%	78~224 千トン	185 千トン	2%	92%	254 千トン
親魚量(≥Blimit)の維持・漁獲量増加の予防的措置 (0.8F20%SPR)*	1.05 (1.64 Fcurrent)	43%	101~251 千トン	189 千トン	11%	100%	222 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。 ・ ²⁾ 現状親魚量（2009 年）は高い水準にあり、その維持は難しいが、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 18 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もの」とされており、F20%SPR 以外のシナリオがこれに合致する（*）。 ・ F20%SPR では 10 年後には資源水準が中位以下に低下し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。 ・ 不確実性を考慮して安全率を 0.8 とした。							

将来漁獲量（5 年後・2015 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。

$F_{current}$ は近年 5 年（2005～2009 年漁期）平均。

評価・現状親魚量を維持（5 年後）は、2015 年に 2009 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
2009 年漁期漁獲量 2009 年漁期体長組成、体長－体重関係、 年齢－体長関係 過去に遡及した漁獲量の見直し 2009 年資源量指数（9-10 月調査船調査、 漁業情報） 2010 年資源量指数（5-7 月調査船調査）	2009 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、2009 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)
2009 年(当初)	F18%SPR	1.08	231	94	82	
2009 年(2009 年再評価)	F20%SPR	1.26	452	191	168	
2009 年(2010 年再評価)	F20%SPR	1.29	529	212	187	177
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	
2009、2010 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。						

2009 年の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（2008 年）では 2009 年級群の加入量について予測不可能なため過去中央値を仮定したことなどが過小評価であったため、2010 年再評価では 2009 年再評価から年齢別平均体重（漁獲物平均体重）が更新されたためである。

2010 年の再評価では資源量は当初評価（2009 年）とほぼ同じであった。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期待される漁獲量を図 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小さかった。本系群に対する 0 歳魚漁獲規制の資源・漁獲量増加へ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、マサバと合わせたサバ類による 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の試み．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・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（2009）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.

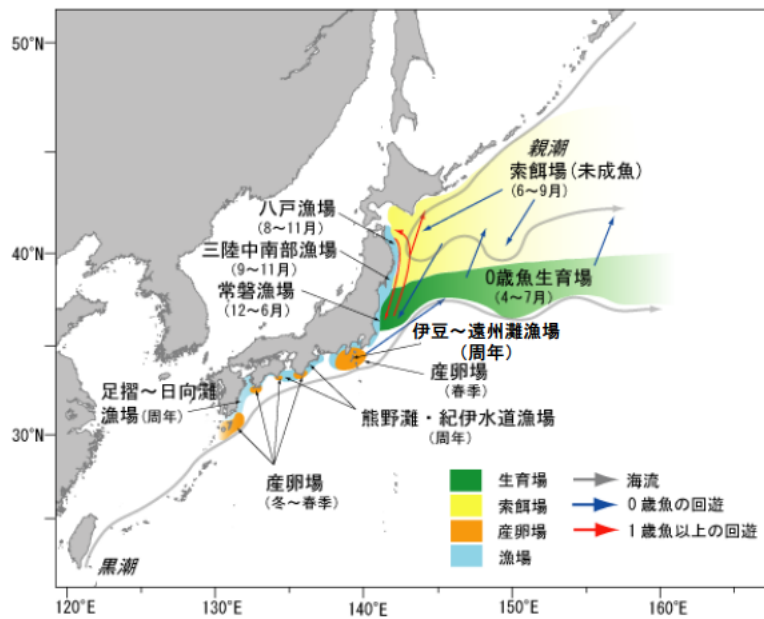


図 1. ゴマサバ太平洋系群の生活史と漁場形成の模式図



図 2. 分布・回遊

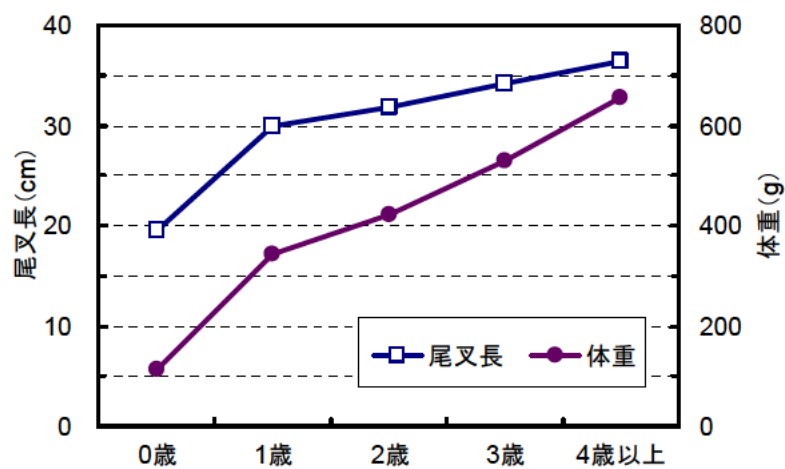


図 3. 年齢と成長 各年齢における漁獲物の尾叉長と体重 (2005~2009 年漁期の平均値)

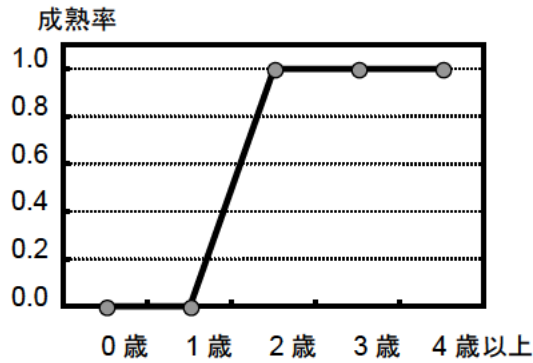


図 4. 年齢と成熟率

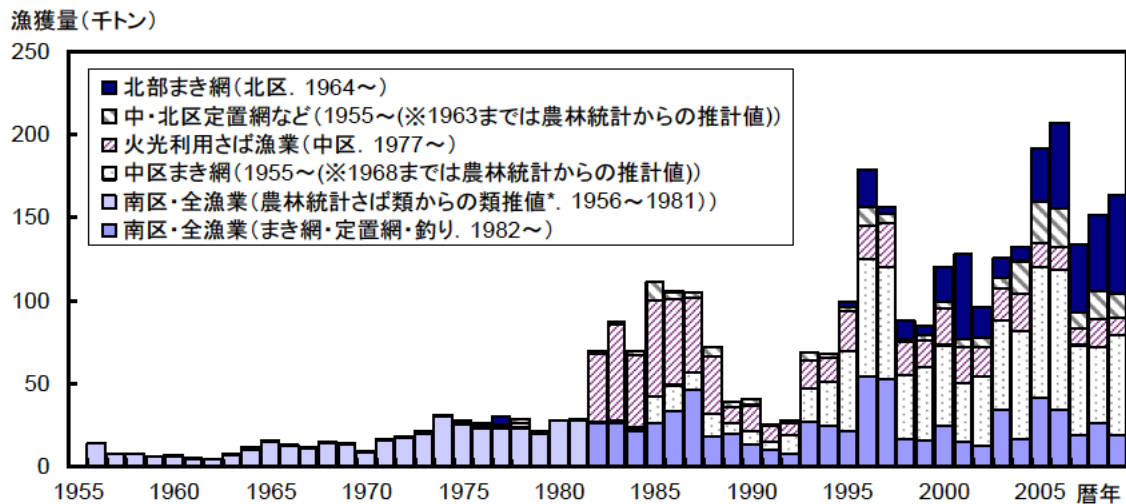
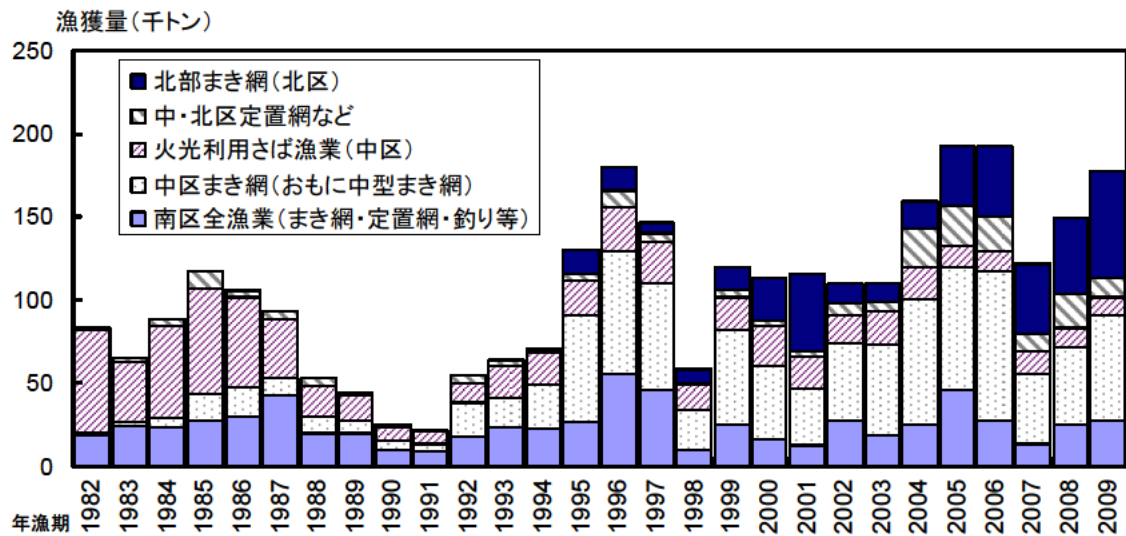


図 5. 漁獲量の推移 太平洋側の海区・漁業種類別ゴマサバ漁獲量(千トン)。上段は1982年以降の年漁期(7月～翌6月)漁獲量。下段は暦年(1～12月)漁獲量。凡例カッコ内数字はデータの年限。*南区の1982～2005年の農林水産統計さば類漁獲量(農林水産省)と主要港ゴマサバ水揚量(各県資料)との比率を使って求めた。

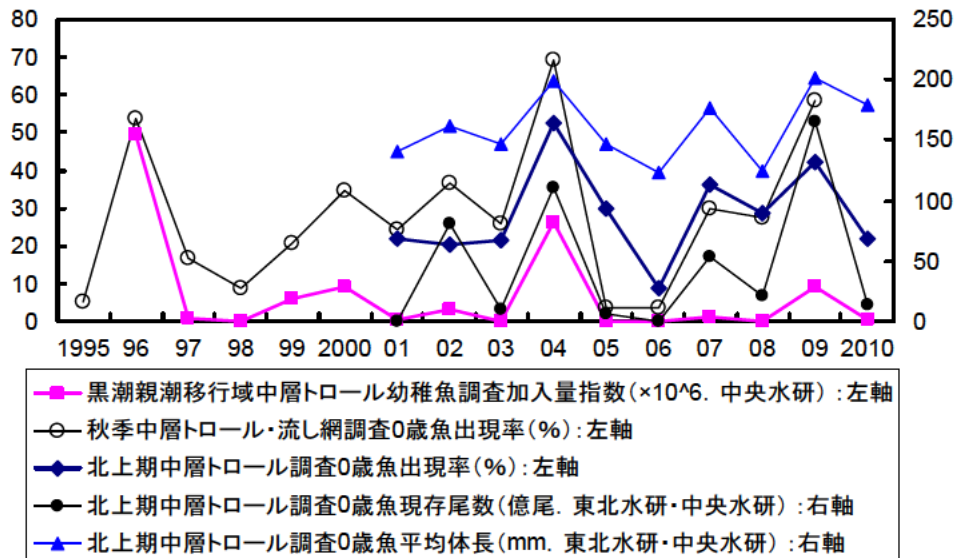


図 6. 各種調査船調査によるゴマサバ加入量指標値の経年変化

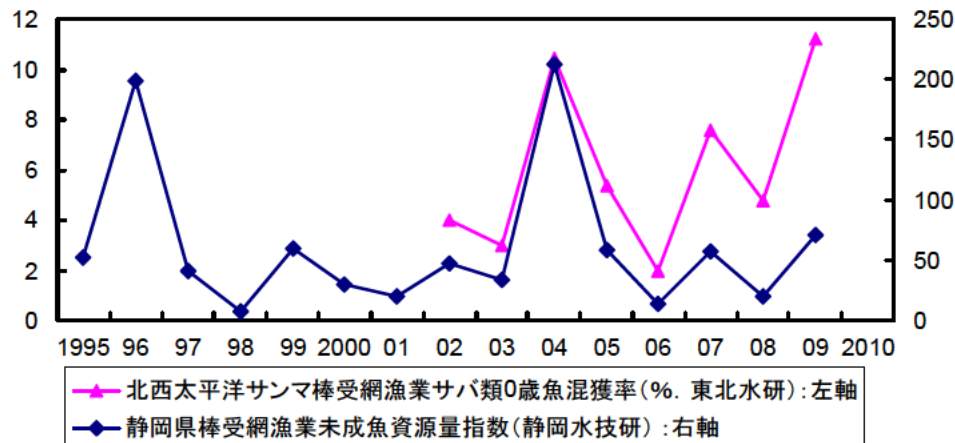


図 7. 各種漁業情報に基づくゴマサバ加入量指標値の経年変化

※サンマ棒受網漁業の混獲資料はサバ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。

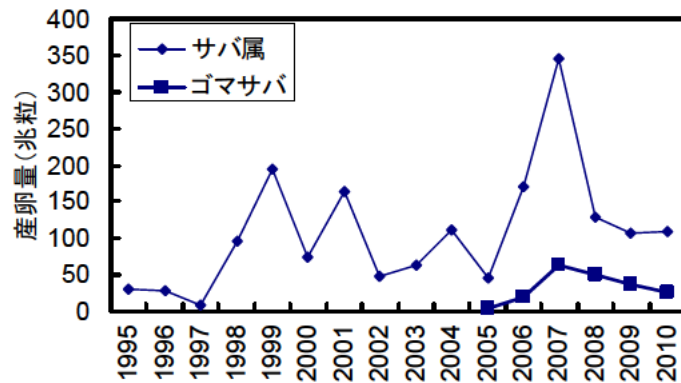


図 8. 太平洋側におけるサバ属の産卵量 (2010 年は 6 月まで)

漁獲尾数(100万尾)

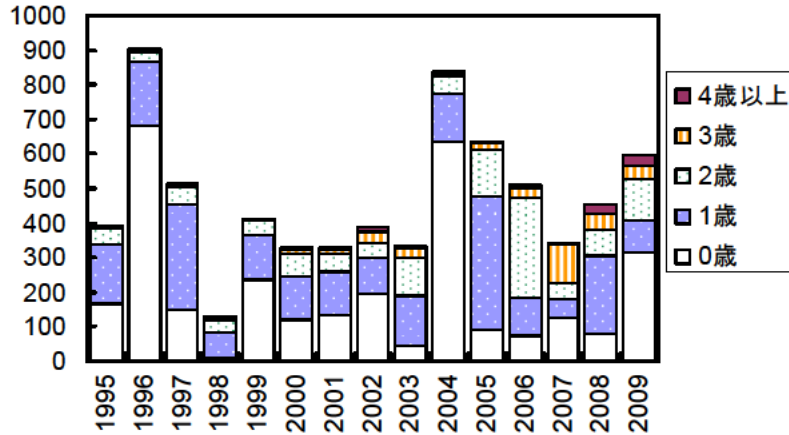


図 9. 年齢別漁獲尾数

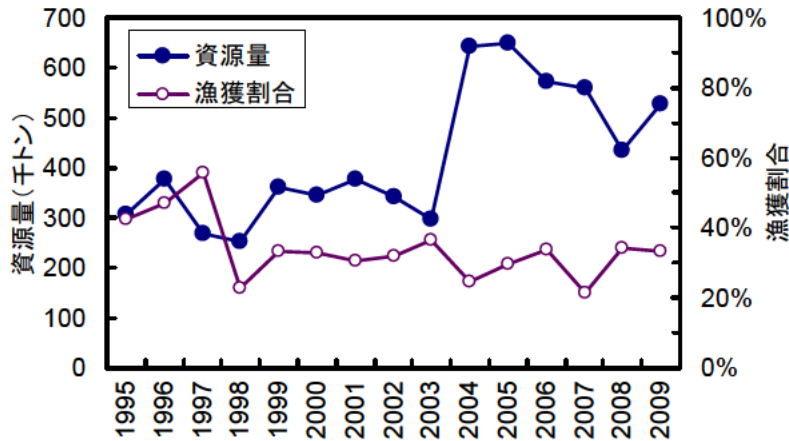


図 10. 資源量と漁獲割合

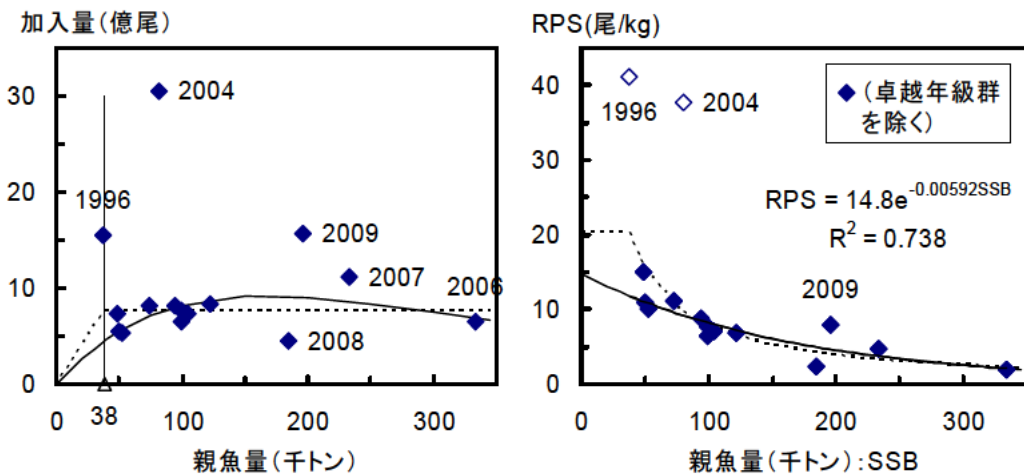


図 11. 親魚量と加入量および RPS の関係 (1995～2009 年) 左図の三角は Blimit、実線は将来予測で仮定した SSB-RPS 回帰式 (左図、卓越年級群発生年 1996、2004 年を除く) とこの回帰式に基づく親魚量と加入量の関係、点線は昨年度評価で用いた関係 ($SSB \geq Blimit$: 加入量中央値、 $SSB < Blimit$: Blimit 時の想定 RPS) をそれぞれ示す。

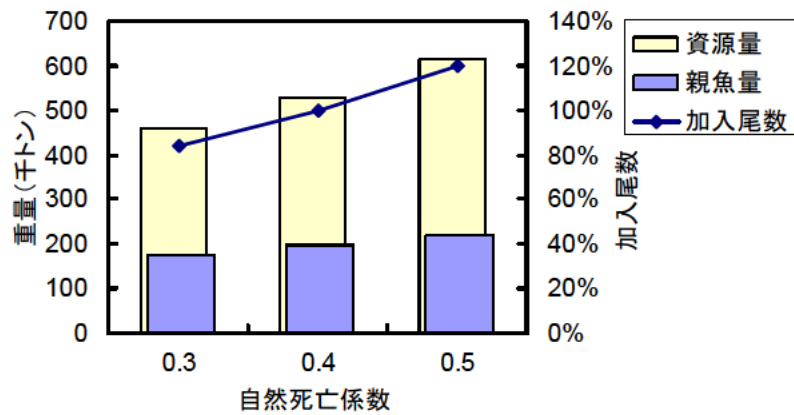


図 12. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2009 年の推定資源量、親魚量、および加入量 (M=0.4 での値を 100 とした場合の割合)

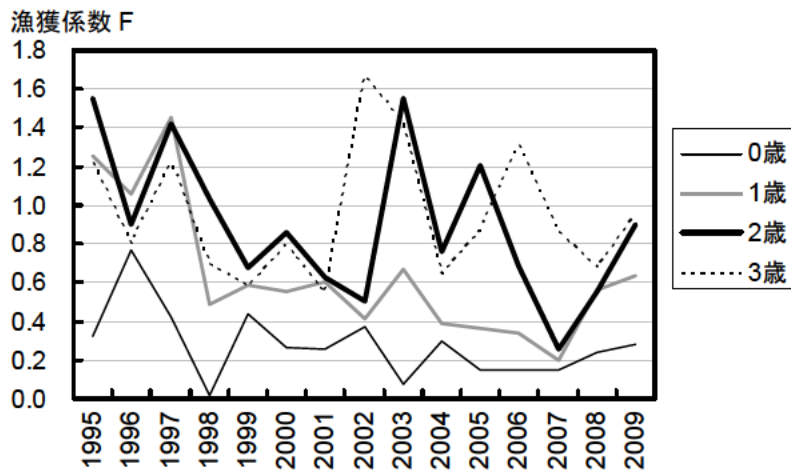


図 13. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

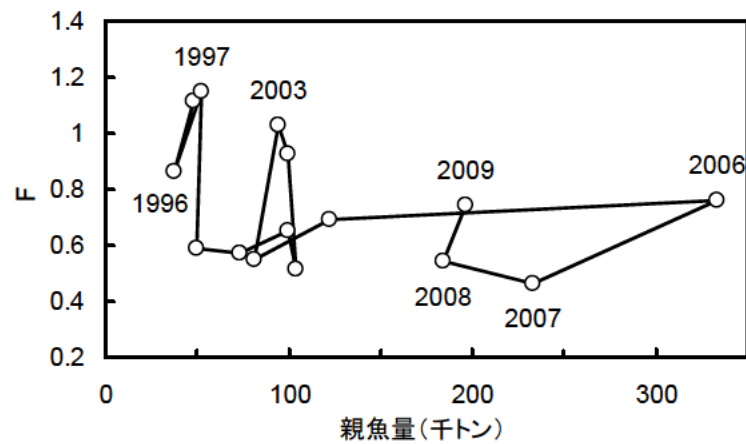


図 14. 親魚量と全年齢平均漁獲係数 (F) の関係 (1995～2009 年)

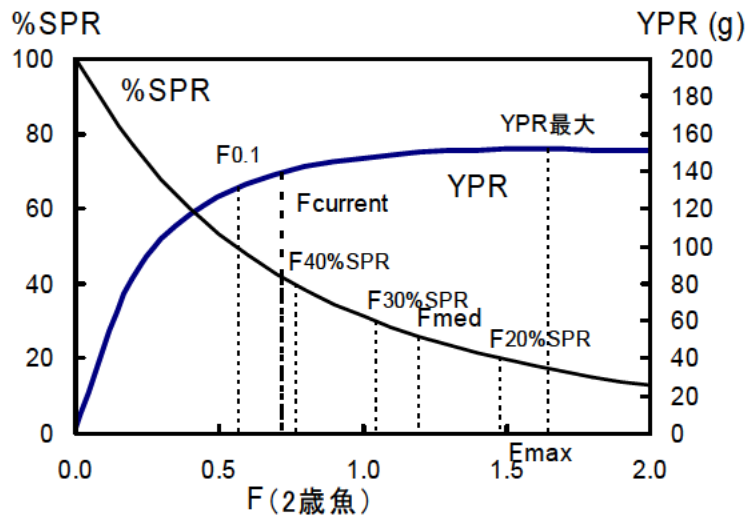


図 15. YPR と %SPR (F は 2 歳魚に対する値)

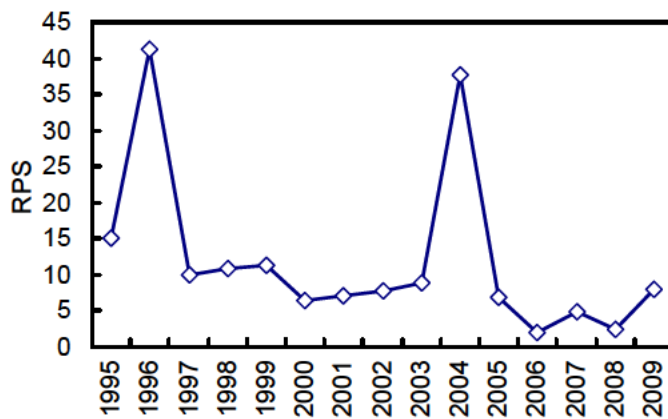


図 16. 再生産成功率 (RPS : 加入量／親魚量 (尾/kg)) の推移 (1995～2009 年)

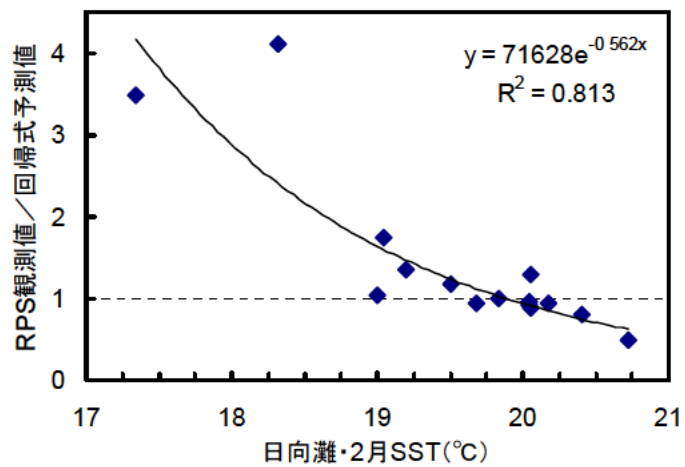


図 17. 宮崎県日向灘沿岸観測定線 (内海・油津・都井) における 2 月の表面水温 (宮崎水試) と RPS 観測値／SSB-RPS 回帰式予測値との関係 (1995～2009 年)

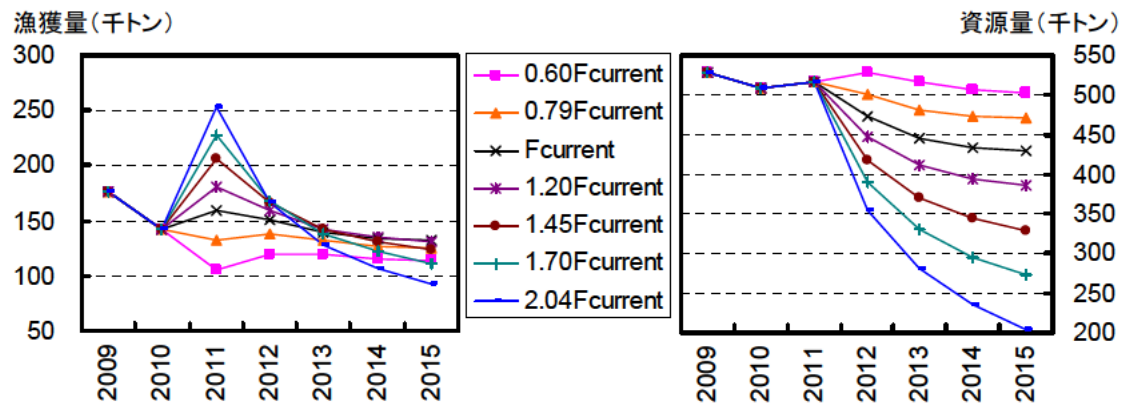


図 18. Fcurrent を基準として F を変化させた場合に予想される漁獲量と資源量

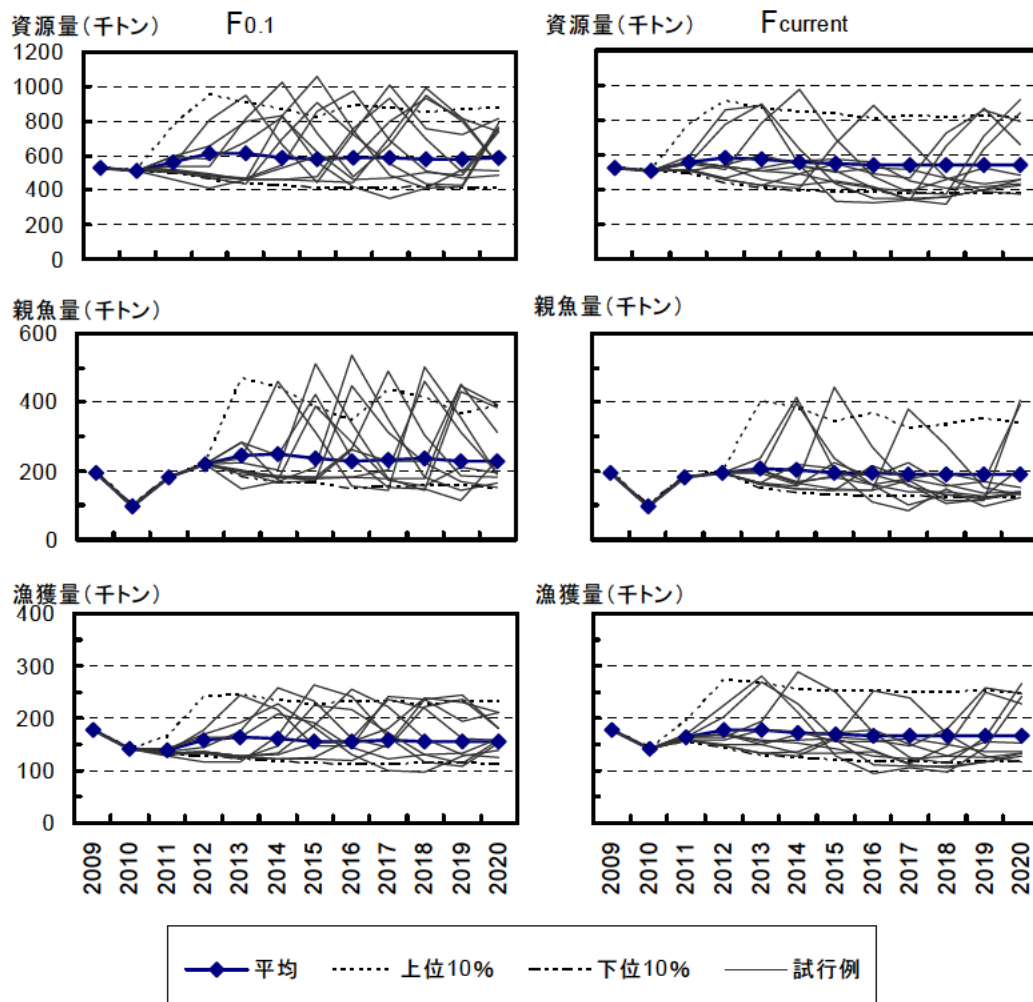


図 19-1. F0.1 と Fcurrent に設定し、卓越年級群発生年翌年および $SSB < B_{limit}$ では卓越年級群は発生しない条件のもと、SSB-RPS 回帰式と、回帰式からの 1995～2009 年の残差のリサンプリングで 2011 年以降の加入量を与えて行った資源量、親魚量および漁獲量の将来予測（1,000 回の試行での平均値と上下側 10% の値）
 灰細線は 1000 回のうち任意の 10 回の試行の推移を示す。

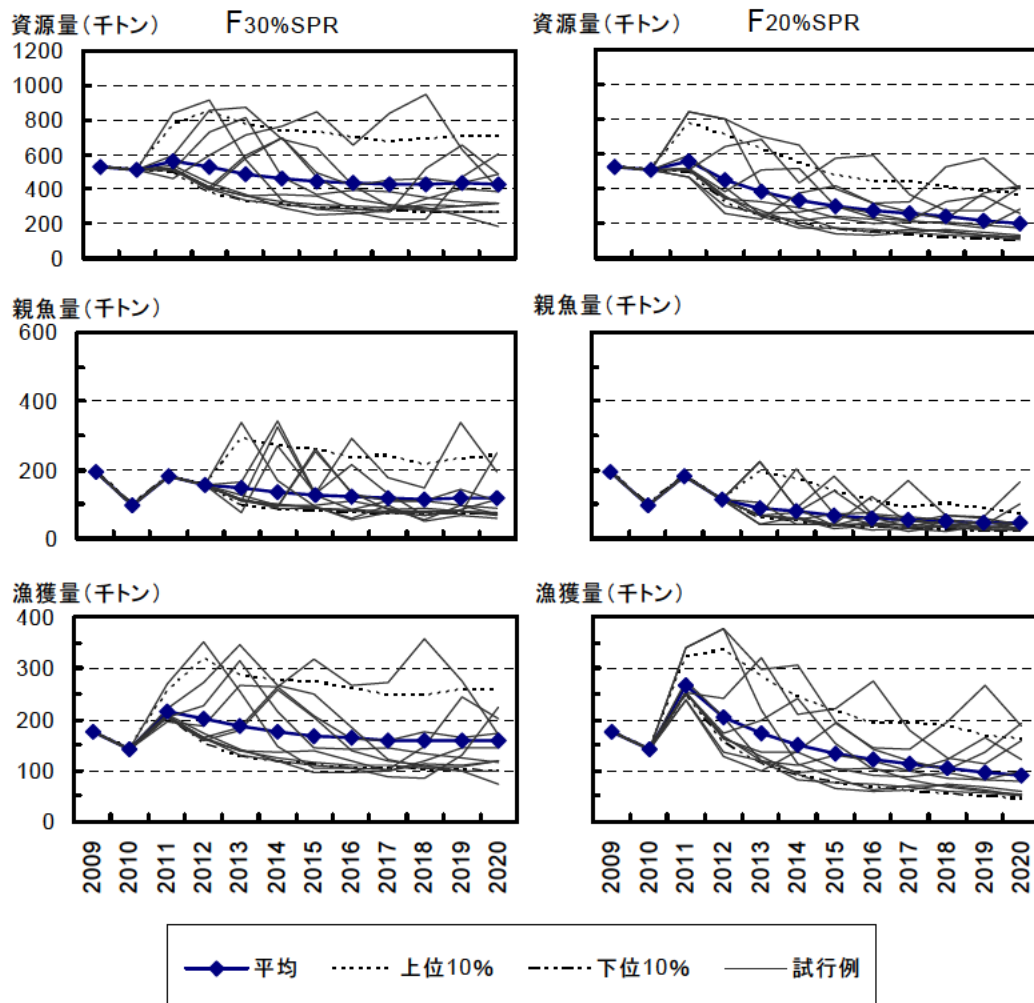


図 19-2. F30%SPR と F20%SPR に設定し、図 19-1 と同様に行った資源量、親魚量および漁獲量の将来予測

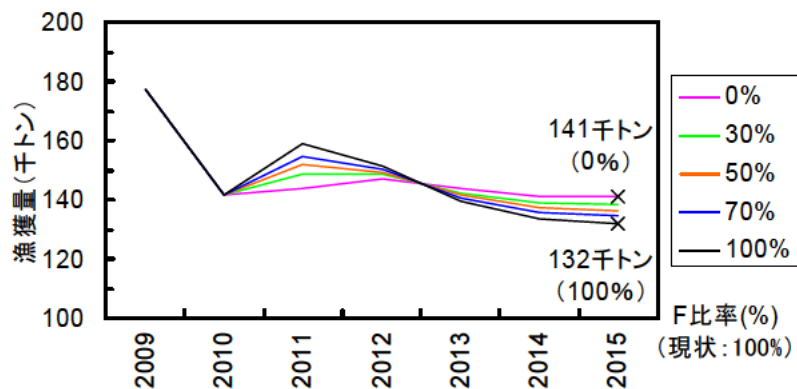
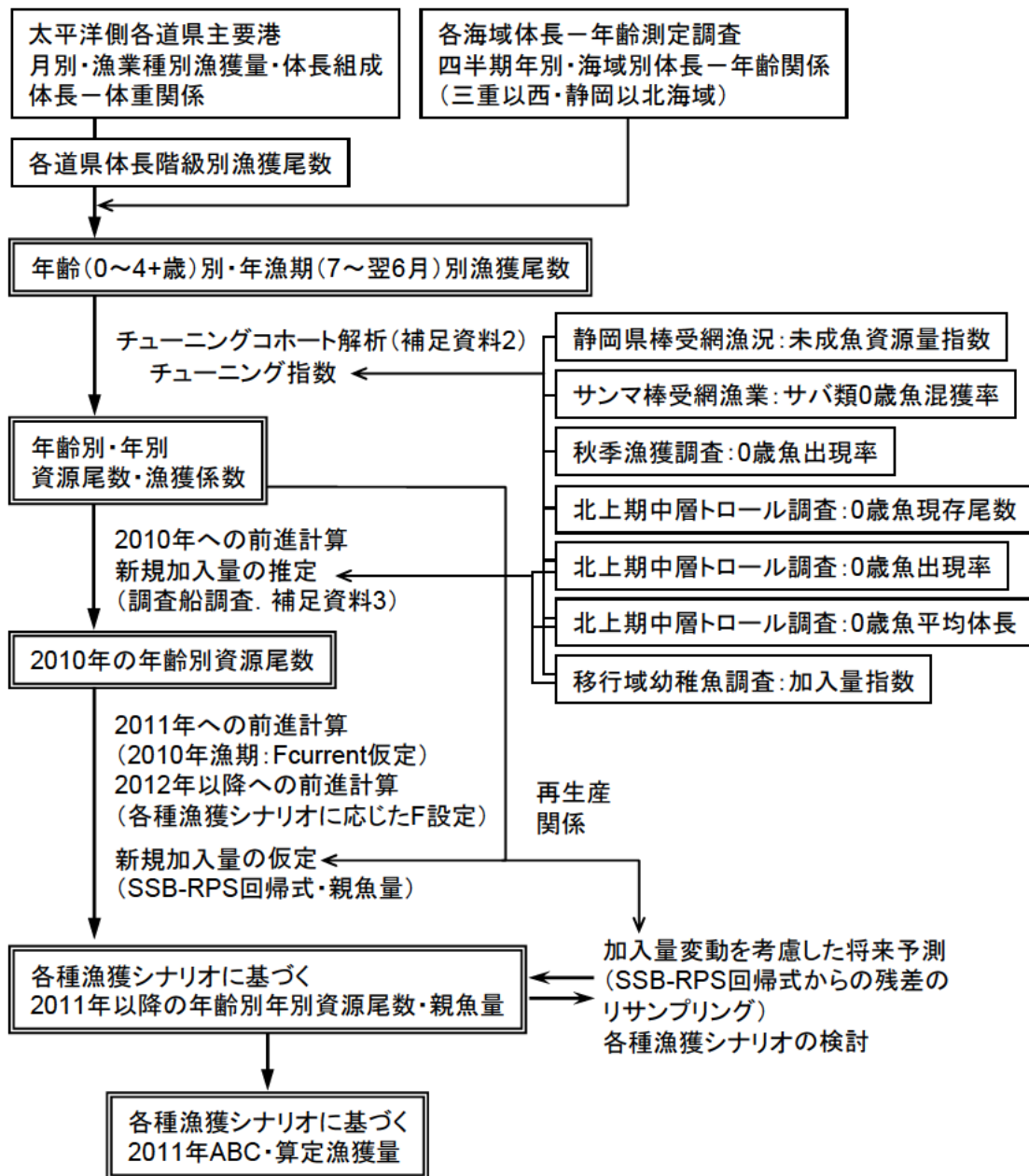


図 20. 若齢魚漁獲規制の効果 2011 年漁期以降の 0 歳魚の F を Fcurrent の 100% (現状) ~0% (禁漁) に設定した場合に予想される漁獲量の推移。

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、資源重量、漁獲係数を推定した。解析はゴマサバの生活史と漁獲の季節性に基づき 7 月を起点とする年漁期単位で行い、0～3 歳、および 4 歳以上をまとめた最高齢グループ（プラスグループ）について求めた。年齢別資源尾数 N の計算には Pope の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松（2001）の方法を用いた。具体的な計算式は以下の通りである。コホート解析の考え方と実際については平松（2001）を参照のこと。

(1) ステップ 1

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

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、最高齢（プラスグループ、添え字 p ）、最高齢-1 歳 ($p-1$) は (2) ～ (4) 式によった。

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

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

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

漁獲死亡係数 F の計算は、ターミナル F (F_t) 以外は (5) 式によった。

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

F_t は、①最近年については 1995 年以降最近年までの F の平均、②プラスグループについては最高齢-1 歳の F と等しいとした。

(2)ステップ 2

ステップ 1 で得た年別年齢別 F から各年における選択率 $S_{a,y}$ (ある年の最高の年齢別 F で、その年の各年齢の F を除した値) を求めた。選択率はデータの得られている 1995 年漁期からの平均とした。この選択率の下で、最近年の F (選択率=1 の F_t) をチューニングして求めた。チューニングに用いる資源量指数は、加入量を比較的良く指標すると考えられる次の 7 系列とした*1。

- ① 黒潮－親潮移行域幼稚魚調査・加入量指数 (中央水産研究所)
- ② 北西太平洋北上期中層トロール調査・0 歳魚現存尾数 (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 歳魚出現率 (東北区・中央水産研究所)
- ④ 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)
- ⑤ 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)
- ⑥ 北西太平洋サンマ棒受網漁業・サバ類 0 歳魚混獲率 (東北区水産研究所)
- ⑦ 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 歳魚資源尾数に適合させた。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、その他はデータのある年限 (②③④：2001～2009 年、⑤⑦：1995～2009 年、⑥：2002～2009 年) とした。

[資源量指数の対数] - [[比例係数] × [ある F_t の下でコホート解析から計算された資源尾数 (線形値または常用対数値)] の対数] の 2 乗の和を各指数についてそれぞれ求め、さらにその和を最小にするような F_t の値を求めた。すなわち、目的関数

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_y))^2 \quad \text{※指数②⑦の場合} \quad (6a)$$

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(q \log(N_y)))^2 \quad \text{※指数①③④⑤⑥の場合} \quad (6b)$$

を各指数について用意し、指数間での重み付けしないそれらの和を最小にする F_t を探索的に推定した。ここで I は資源量指数、 N は 0 歳魚資源尾数、 q は比例係数である。

資源尾数の予測は、0 歳魚資源尾数に、2010 年は調査船調査結果による推定値 (補足資料 3, 付図 4) を、2011 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) で行った。年齢別体重は直近 5 年 (2005～2009 年) の年齢別漁獲物の平均値とした。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (7)$$

漁獲尾数は (8) 式によった。

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

*1 昨年度評価では指数 2 系列を用いていたが、各々の指数のばらつきの影響を小さくするために現時点で使用可能な 5 系列を追加した。

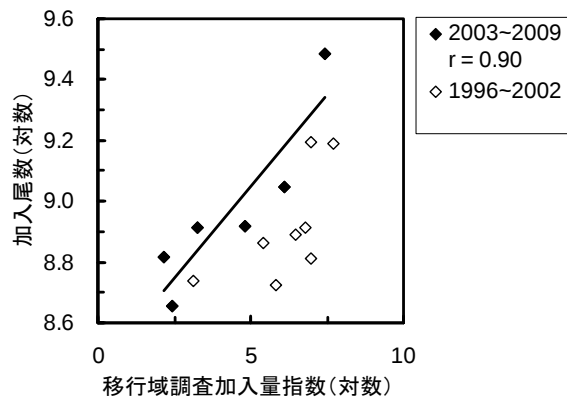
補足資料 3. 5～7 月の調査船調査による新規加入量の見積もりについて

(1) 黒潮－親潮移行域幼稚魚調査

1996～2009 年 5～6 月に東経 141～165 度の黒潮－親潮移行域で実施した中層トロールを使った幼稚魚調査（浮魚類加入量早期把握調査（中央水研・北水研））による加入量指数（成長に伴う生残率を仮定して基準体長（5 cm）時に換算した調査海域における 0 歳魚推定現存尾数の対数値：I）は、コホート解析による推定加入量（R）と有意な相関があり、とくに相関の高い 2003～2009 年について回帰式を得た（付図 1）。

$$\log R = 0.113 \cdot I + 8.47 \quad (r^2 = 0.82)$$

2010 年 5 月の調査結果（I = 5.5）から、2010 年級群の加入量は 12.2 億尾と推定される（付図 4）。



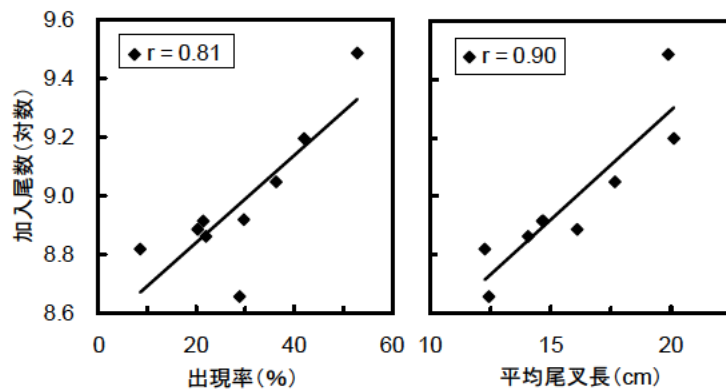
付図 1. 1996～2009 年の移行域幼稚魚調査による加入量指数とコホート解析による加入量との関係
回帰直線は 2003～2009 年。

(2) 北西太平洋北上期中層トロール調査

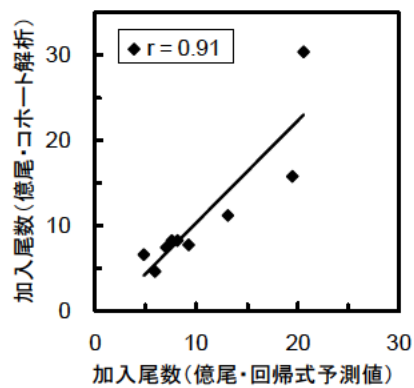
2001～2009 年 5～7 月に東経 141 度から西経 165 度の北西太平洋で実施した北上期中層トロール調査（西部北太平洋サンマ資源調査（東北水研）、北上期浮魚類調査（中央水研・東北水研）による親潮～移行域における 0 歳魚出現率（SST12～21℃・東経 169 度以西の漁獲のあった調査点の割合：O）、および稚幼魚期の推定成長式（高橋ほか未発表： $L_t = 26.6 \exp(-\exp(-0.0216(t-54.3)))$ ※t：ふ化後日数、 L_t ：ふ化後 t 日の尾叉長（cm））を仮定して 7 月中旬時に規準化した漁獲物の平均尾叉長（FL）は、それぞれコホート解析による推定加入量（R）と高い相関がみられた（付図 2）。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（付図 3）。

$$\log R = 0.00364 \cdot O + 0.0609 \cdot FL + 7.91 \quad (r^2 = 0.83)$$

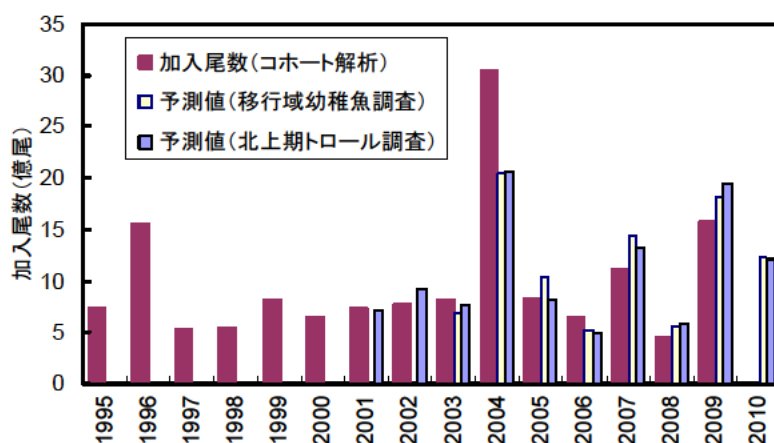
2009 年 6～7 月の調査結果（O = 22.1%、FL = 18.0 cm）から、2010 年級群の加入量は 12.1 億尾と推定される（付図 4）。



付図 2. 2001～2009 年の北上期中層トロール調査による 0 歳魚推定現存尾数、および平均尾叉長とコホート解析による加入量との関係



付図 3. 2001～2009 年の北上期中層トロール調査による重回帰式から推定される加入量(予測値)とコホート解析による加入量との関係



付図 4. 移行域幼稚魚調査および北上期中層トロール調査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

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	53,446	19,697	0	10,939	18,240	4,569
1989	44,840	19,996	0	7,452	15,331	2,061
1990	25,666	10,499	47	5,288	7,767	2,065
1991	21,772	8,828	113	4,997	7,164	670
1992	55,094	18,594	10	20,192	11,870	4,428
1993	64,196	23,439	0	17,915	19,511	3,332
1994	70,604	23,177	0	26,368	18,718	2,341
1995	129,912	26,826	14,824	64,188	21,057	3,017
1996	179,339	56,068	13,184	72,651	26,514	10,922
1997	146,244	45,458	6,589	64,339	24,871	4,986
1998	58,383	10,503	7,641	23,641	15,348	1,250
1999	120,343	25,225	14,238	56,925	19,607	4,348
2000	113,334	16,339	25,548	44,279	23,365	3,803
2001	115,822	12,930	46,230	33,835	18,847	3,980
2002	110,052	27,209	11,746	46,591	16,760	7,746
2003	110,334	19,290	11,464	53,982	19,948	5,650
2004	159,349	25,484	16,673	75,473	18,631	23,088
2005	191,875	45,851	35,434	74,147	12,705	23,738
2006	191,856	27,898	41,807	89,510	11,890	20,751
2007	121,397	13,525	41,696	42,532	13,579	10,064
2008	149,397	25,541	46,229	45,444	12,570	19,613
2009	177,229	27,874	63,517	62,986	10,630	12,222

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
0歳	165.5	678.7	149.0	8.7	237.3	122.3	135.9	196.7	48.0	635.9	93.8	73.5	126.8	77.9	313.7
1歳	170.4	189.3	302.5	73.5	129.9	123.5	124.1	105.2	143.0	135.1	382.9	111.4	55.9	226.9	92.4
2歳	47.2	26.9	51.0	39.7	38.4	63.4	52.3	39.7	108.4	53.3	133.5	288.4	42.2	72.9	119.8
3歳	7.5	4.7	8.8	5.5	6.5	14.5	13.1	32.8	30.8	9.3	18.2	28.1	112.5	48.0	40.5
4歳以上	1.8	1.4	2.4	1.6	2.1	4.0	4.3	13.1	5.4	3.7	5.5	8.5	5.2	28.5	32.4
計	392.5	901.0	513.6	128.9	414.1	327.8	329.7	387.4	335.5	837.2	633.8	509.8	342.5	454.2	598.8

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
0歳	33.0	101.5	14.8	1.6	48.8	21.4	23.9	30.1	5.6	85.9	6.2	4.7	21.4	8.1	51.1
1歳	66.3	57.2	102.1	31.6	42.8	45.7	53.7	34.4	43.6	39.2	118.8	45.6	20.4	71.9	29.4
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	55.0
3歳	4.4	2.8	5.2	3.4	4.7	9.1	7.6	16.8	14.2	6.1	10.0	15.0	56.0	25.5	21.6
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	17.4	19.9
計	129.8	176.6	148.9	58.3	120.4	113.3	115.9	110.0	109.1	159.3	192.1	192.9	121.0	149.9	177.0

付表 4. 年齢別平均体重 (g) 漁獲物の平均体重。

年齢\年漁期	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	199	150	100	190	206	175	176	153	116	135	66	64	169	104	163
1歳	389	302	338	430	330	370	432	327	305	290	310	410	365	317	318
2歳	528	519	492	516	580	531	522	496	386	471	398	422	468	371	459
3歳	588	599	597	615	727	627	583	511	463	660	552	535	498	531	533
4歳以上	687	793	697	746	852	854	774	685	704	794	715	671	661	611	615

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
0歳(加入量)	730	1,548	528	546	821	648	731	773	823	3,048	827	658	1,118	452	1,573	(1218*)
1歳	291	354	482	232	359	356	334	379	357	513	1,523	478	381	646	239	798
2歳	73	55	82	75	95	134	138	122	168	122	233	707	229	209	247	85
3歳	13	10	15	13	18	33	38	49	50	24	38	47	238	119	81	67
4歳以上	3	3	4	4	6	9	13	20	9	9	12	14	11	71	64	38
計	1,110	1,971	1,112	871	1,299	1,180	1,254	1,343	1,407	3,716	2,633	1,904	1,976	1,497	2,205	(2205)

*調査船調査による推定値

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
0歳	145	232	53	104	169	113	129	118	96	412	55	42	188	47	256	(138*)
1歳	113	107	163	100	118	132	145	124	109	149	473	196	139	204	76	274
2歳	39	29	40	39	55	71	72	61	65	58	93	299	107	78	113	36
3歳	8	6	9	8	13	20	22	25	23	16	21	25	119	63	43	36
4歳以上	2	3	3	3	5	8	10	14	6	8	8	9	7	43	40	25
計	307	376	268	253	361	345	377	342	298	642	650	571	560	435	529	(508)
親魚量 (SSB)	48	38	52	50	73	99	104	99	94	81	122	333	233	184	196	96
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	4.8	2.5	8.0	(12.6)

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
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	0.24	0.28
1歳	1.26	1.06	1.45	0.49	0.58	0.55	0.60	0.41	0.67	0.39	0.37	0.34	0.20	0.56	0.64
2歳	1.55	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.62	0.50	1.55	0.76	1.20	0.69	0.25	0.55	0.90
3歳	1.22	0.80	1.23	0.69	0.58	0.79	0.54	1.66	1.42	0.65	0.86	1.31	0.86	0.68	0.95
4歳以上	1.22	0.80	1.23	0.69	0.58	0.79	0.54	1.66	1.42	0.65	0.86	1.31	0.86	0.68	0.95
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.51	0.92	1.03	0.55	0.69	0.76	0.46	0.54	0.74
漁獲割合	42%	47%	56%	23%	33%	33%	31%	32%	37%	25%	30%	34%	22%	34%	33%

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
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	0.17	0.35	0.29
1歳	0.81	1.00	1.00	0.47	0.86	0.64	0.97	0.25	0.43	0.51	0.31	0.26	0.23	0.83	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	0.53	0.30	0.82	0.94
3歳	0.79	0.76	0.84	0.67	0.86	0.92	0.87	1.00	0.92	0.85	0.72	1.00	1.00	1.00	1.00
4歳以上	0.79	0.76	0.84	0.67	0.86	0.92	0.87	1.00	0.92	0.85	0.72	1.00	1.00	1.00	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
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, 中央水産研究所)																
$r=0.64$		7.7	5.8	3.1	6.8	7.0	5.4	6.5	3.2	7.4	4.8	2.1	6.1	2.4	7.0	5.5
北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚現存尾数(対数, 親潮～移行域における推定値, 東北区・中央水産研究所)																
$r=0.53$							7.6	9.9	9.0	10.0	8.8	7.0	9.7	9.3	10.2	9.1
北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚出現率(%、169E以西・SST12～21℃での有漁点割合, 東北区・中央水産研究所)																
$r=0.81$							22.0	20.2	21.5	52.7	29.8	8.7	36.4	28.8	42.1	22.1
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)																
$r=0.90$							14.1	16.1	14.7	19.9	14.7	12.3	17.7	12.4	20.1	18.0
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・中央水産研究所)																
$r=0.79$	5.0	53.6	16.7	8.7	20.8	34.6	24.1	36.7	25.8	69.2	3.7	3.4	30.0	27.3	58.3	
北西太平洋サンマ棒受網漁業における0歳魚(サバ類)混獲率(%、混獲のあった操業の割合, 東北区水産研究所)																
$r=0.82$							4.0	3.0	10.5	5.4	1.9	7.6	4.8	11.2		
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)																
$r=0.87$	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	

付表 10. 2010 年は $F_{current}$ (2005～2009 年の平均値) で、2011 年以降は $F_{0.1}$ 、 $F_{current}$ 、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{20\%SPR}$ でそれぞれ漁獲した場合の 2009～2015 年の資源量と漁獲量

自然死亡係数は全年齢とも 0.4、2 歳以上ですべて成熟とした。加入量 (0 歳魚資源尾数) は、2010 年では直近の調査船調査結果による推定値を、2011 年以降は、SSB-RPS 回帰式によってそれぞれ与え、平均体重を直近 5 年 (2005～2009 年) の漁獲物平均値 (0 歳 : 113 g、1 歳 : 344 g、2 歳 : 424 g、3 歳 : 530 g、4 歳以上 : 655 g) として前進法により 1 歳魚以上の資源量を求めた。

付表 10-1. $F_{0.1}$ 、 $F_{current}$ (2005～2009 年の平均値)

漁獲係数		$F_{0.1}$							$F_{current}$						
年齢	年漁期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳		0.28	0.19	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.28	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
1歳		0.64	0.42	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.64	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
2歳		0.90	0.72	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.90	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
3歳		0.95	0.93	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
4歳以上		0.95	0.93	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
平均		0.74	0.64	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.74	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64

資源尾数 (100万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢	年 (7月時点)														
0歳		1,573.1	1,217.6	916.4	885.2	901.6	912.0	914.3	1,573.1	1,217.6	916.4	908.1	918.9	915.7	913.9
1歳		239.3	797.7	673.6	527.4	509.5	518.9	525.0	239.3	797.7	673.6	506.9	502.4	508.3	506.5
2歳		246.9	84.8	351.4	323.6	253.4	244.8	249.3	246.9	84.8	351.4	296.7	223.3	221.3	223.9
3歳		80.7	67.4	27.7	133.1	122.6	96.0	92.7	80.7	67.4	27.7	114.7	96.9	72.9	72.2
4歳以上		64.4	37.6	27.7	17.7	48.2	54.6	48.1	64.4	37.6	27.7	14.6	34.1	34.5	28.3
計		2,204.5	2,205.1	1,996.7	1,887.1	1,835.3	1,826.4	1,829.5	2,204.5	2,205.1	1,996.7	1,841.1	1,775.5	1,752.7	1,744.9

資源量 (千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢	年 (7月時点)														
0歳		256.3	137.8	103.7	100.1	102.0	103.2	103.4	256.3	137.8	103.7	102.7	104.0	103.6	103.4
1歳		76.1	274.4	231.7	181.5	175.3	178.5	180.6	76.1	274.4	231.7	174.4	172.8	174.9	174.3
2歳		113.4	35.9	148.9	137.1	107.4	103.7	105.6	113.4	35.9	148.9	125.7	94.6	93.8	94.9
3歳		43.0	35.7	14.7	70.6	65.0	50.9	49.2	43.0	35.7	14.7	60.8	51.3	38.6	38.3
4歳以上		39.6	24.6	18.1	11.6	31.6	35.7	31.5	39.6	24.6	18.1	9.5	22.3	22.6	18.5
計		528.5	508.5	517.1	500.9	481.2	472.0	470.3	528.5	508.5	517.1	473.2	445.0	433.5	429.3
親魚量		196.1	96.3	181.7	219.2	203.9	190.3	186.3	196.1	96.3	181.7	196.1	168.3	155.0	151.7

漁獲尾数 (100万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢	年漁期														
0歳		313.7	174.2	106.0	102.4	104.3	105.5	105.8	313.7	174.2	131.1	129.9	131.5	131.0	130.8
1歳		92.4	223.8	156.2	122.3	118.1	120.3	121.7	92.4	223.8	189.0	142.3	141.0	142.6	142.1
2歳		119.8	35.6	125.1	115.2	90.2	87.2	88.8	119.8	35.6	147.6	124.6	93.8	93.0	94.1
3歳		40.5	33.5	11.9	57.0	52.5	41.1	39.7	40.5	33.5	13.7	57.0	48.1	36.2	35.9
4歳以上		32.4	18.7	11.9	7.6	20.6	23.4	20.6	32.4	18.7	13.8	7.2	16.9	17.1	14.1
計		598.8	485.9	411.1	404.6	385.9	377.5	376.6	598.8	485.9	495.3	461.1	431.3	420.0	416.9

漁獲量 (千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢	年漁期														
0歳		51.1	19.7	12.0	11.6	11.8	11.9	12.0	51.1	19.7	14.8	14.7	14.9	14.8	14.8
1歳		29.4	77.0	53.7	42.1	40.6	41.4	41.9	29.4	77.0	65.0	48.9	48.5	49.1	48.9
2歳		55.0	15.1	53.0	48.8	38.2	36.9	37.6	55.0	15.1	62.5	52.8	39.7	39.4	39.8
3歳		21.6	17.8	6.3	30.2	27.8	21.8	21.1	21.6	17.8	7.3	30.2	25.5	19.2	19.0
4歳以上		19.9	12.2	7.8	5.0	13.5	15.3	13.5	19.9	12.2	9.0	4.7	11.1	11.2	9.2
計		177.0	141.8	132.8	137.7	132.0	127.4	126.0	177.0	141.8	158.7	151.4	139.7	133.7	131.8

付表 10-2. F30%SPR、F20%SPR

漁獲係数		F30%SPR							F20%SPR						
年齢\年漁期		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳		0.28	0.19	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.19	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
1歳		0.64	0.42	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.64	0.42	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
2歳		0.90	0.72	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.90	0.72	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
3歳		0.95	0.93	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.95	0.93	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
4歳以上		0.95	0.93	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.95	0.93	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
平均		0.74	0.64	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.74	0.64	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31

資源尾数 (100万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢\年 (7月時点)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳		1,573.1	1,217.6	916.4	915.5	857.4	824.2	800.0	1,573.1	1,217.6	916.4	857.1	681.0	613.0	530.6
1歳		239.3	797.7	673.6	465.3	464.9	435.4	418.5	239.3	797.7	673.6	414.8	387.9	308.2	277.4
2歳		246.9	84.8	351.4	246.1	170.1	169.9	159.1	246.9	84.8	351.4	191.4	117.9	110.2	87.6
3歳		80.7	67.4	27.7	83.3	58.3	40.3	40.2	80.7	67.4	27.7	54.1	29.5	18.1	17.0
4歳以上		64.4	37.6	27.7	9.6	16.1	12.9	9.3	64.4	37.6	27.7	5.5	5.9	3.5	2.2
計		2,204.5	2,205.1	1,996.7	1,719.9	1,566.9	1,482.8	1,427.2	2,204.5	2,205.1	1,996.7	1,522.9	1,222.2	1,053.1	914.8

資源量 (千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢\年 (7月時点)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳		256.3	137.8	103.7	103.6	97.0	93.2	90.5	256.3	137.8	103.7	97.0	77.0	69.3	60.0
1歳		76.1	274.4	231.7	160.1	160.0	149.8	144.0	76.1	274.4	231.7	142.7	133.5	106.0	95.5
2歳		113.4	35.9	148.9	104.3	72.0	72.0	67.4	113.4	35.9	148.9	81.1	49.9	46.7	37.1
3歳		43.0	35.7	14.7	44.1	30.9	21.4	21.3	43.0	35.7	14.7	28.7	15.6	9.6	9.0
4歳以上		39.6	24.6	18.1	6.3	10.6	8.5	6.1	39.6	24.6	18.1	3.6	3.9	2.3	1.4
計		528.5	508.5	517.1	418.4	370.5	344.9	329.3	528.5	508.5	517.1	353.0	279.9	234.0	203.0
親魚量		196.1	96.3	181.7	154.7	113.5	101.8	94.8	196.1	96.3	181.7	113.4	69.4	58.6	47.5

漁獲尾数 (100万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢\年漁期		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳		313.7	174.2	181.9	181.7	170.2	163.6	158.8	313.7	174.2	243.7	227.9	181.1	163.0	141.1
1歳		92.4	223.8	250.8	173.3	173.1	162.1	155.9	92.4	223.8	317.7	195.6	182.9	145.4	130.8
2歳		119.8	35.6	186.0	130.3	90.0	89.9	84.2	119.8	35.6	221.6	120.7	74.3	69.5	55.2
3歳		40.5	33.5	16.8	50.5	35.4	24.4	24.4	40.5	33.5	19.3	37.7	20.5	12.7	11.8
4歳以上		32.4	18.7	16.8	5.8	9.8	7.9	5.6	32.4	18.7	19.3	3.8	4.1	2.5	1.5
計		598.8	485.9	652.3	541.6	478.5	448.0	428.9	598.8	485.9	821.6	585.8	463.1	393.0	340.5

漁獲量 (千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
年齢\年漁期		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳		51.1	19.7	20.6	20.6	19.3	18.5	18.0	51.1	19.7	27.6	25.8	20.5	18.4	16.0
1歳		29.4	77.0	86.3	59.6	59.6	55.8	53.6	29.4	77.0	109.3	67.3	62.9	50.0	45.0
2歳		55.0	15.1	78.8	55.2	38.1	38.1	35.7	55.0	15.1	93.9	51.1	31.5	29.5	23.4
3歳		21.6	17.8	8.9	26.8	18.7	12.9	12.9	21.6	17.8	10.2	20.0	10.9	6.7	6.3
4歳以上		19.9	12.2	11.0	3.8	6.4	5.1	3.7	19.9	12.2	12.6	2.5	2.7	1.6	1.0
計		177.0	141.8	205.6	166.0	142.1	130.5	123.9	177.0	141.8	253.6	166.7	128.5	106.2	91.6