

平成 23 年度ゴマサバ東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（由上龍嗣、依田真里、大下誠二、田中寛繁、安田十也）

参画機関：福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

ゴマサバ東シナ海系群の資源量を、資源密度指数を考慮したコホート解析により計算した。資源量は、1992～2010 年に比較的安定して同程度の水準を保っている。近年では 2004 年級群の高い加入量のため、資源量は 2005 年に高い値を示した。その後、資源量は 2008 年にかけて減少傾向を示したが、2009 年以降は緩やかな増加傾向を示している。資源水準は中位で、動向は横ばいと判断される。今後、再生産成功率（加入量÷親魚量）が過去 18 年間（1992～2009 年）の中央値で継続した場合に、それぞれの漁獲シナリオで期待される漁獲量を算定した。

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 (千トン)		評価		2012 年 漁期 ABC (千トン)
			5 年後	5 年 平均	現在親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$) *	0.43 (0.68 $F_{current}$)	27%	59 ～ 121	63	100%	100%	46 (39)
現状の漁獲圧の 維持 ($F_{current}$) ＝現在の親魚量 の維持 (F_{med}) *	0.63 (1.00 $F_{current}$)	38%	30 ～ 100	59	64%	80%	59 (50)
コメント ・現状の漁獲圧($F_{current}$)は当該資源を持続的に利用可能な水準である。 ・本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「大韓民国（韓国）及び中華人民共和国等と我が国の水域にまたがって分布し、外国漁船によっても採捕が行われていて我が国のみの管理では限界があることから、関係国との協調した管理に向けて取り組みつつ、当面は資源を減少させないようにすることを基本に、我が国水域への来遊量の年変動も配慮しながら、管理を行うものとする。」とされている。これに対応する漁獲シナリオには*を付けた。							

2012 年漁期は 2012 年 7 月～翌年 6 月。漁獲割合は 2012 年漁期漁獲量／資源量（資源量は 2012 年 1 月と 2013 年 1 月時点推定値の平均）。F 値は各年齢の平均。2012 年漁期 ABC（）内は、我が国 EEZ 内の値。 $F_{current}$ は 2008～2010 年の F の平均。将来漁獲量

の幅は 80% 区間。現在の親魚量は 2010 年の親魚量。

年*	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2009	124	44 (36)	0.72	35%
2010	132	40 (28)	0.45	30%
2011	155	—	—	—

* 年は暦年 (1～12 月)、2011 年の資源量は加入量を仮定した値。漁獲量 () 内は我が国 EEZ 内の値。

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	2004 年水準 (39 千トン)	1992～2010 年の最低水準。比較的安定しているゴマサバ資源において、この水準を下回った場合には漁獲圧を下げるのが妥当。
2010 年	親魚量	2004 年水準以上 (47 千トン)	

水準：中位 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	漁業・養殖業生産統計年報 (農林水産省) 主要港水揚量 (福岡～鹿児島(5)県) 九州主要港入り数別水揚量 (水研セ) 大中型まき網漁業漁獲成績報告書 (水産庁) 月別体長組成調査 (水研セ、福岡～鹿児島(5)県) ・市場測定
資源量指数 ・ 0 歳魚指標値	大中型まき網漁業漁獲成績報告書 (水産庁) 資源量直接推定調査 (水研セ) ・ 着底トロール
・ 年齢別資源量指数	大中型まき網漁業漁獲成績報告書 (水産庁)
自然死亡係数(M)	年当たり M=0.4 を仮定

1. まえがき

ゴマサバはマサバよりやや南方域に分布し、マサバの資源量が高い水準にはない近年、ゴマサバ資源は重要度を増している。ゴマサバ東シナ海系群の漁獲は、主にまき網漁業により東シナ海中・南部、九州南部沿岸域で行われている。これまで浮魚資源に対する努力量管理が、大中型まき網漁業の漁場 (海区制) 内の許可隻数を制限する

などの形で行われてきた。さらに 1997 年から、マサバとあわせてさば類として TAC 管理が行われている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ゴマサバは、マサバに比べて高温（南方）域に分布する（図 1）。東シナ海のゴマサバは魚釣島からクチミノセの海域で 1～4 月に発生し、成長したものが東シナ海南部海域から九州西岸に現れる。一部は日本海にまで分布する。また、薩南海域では、1～5 月に産卵が行われ、春期には幼魚が九州西岸もしくは太平洋岸に出現する。春夏に索餌のために北上回遊を、秋冬に越冬・産卵のため南下回遊をする。

(2) 年齢・成長

成長の詳細は不明であるが、本報告では 1 歳で尾叉長約 28cm、2 歳で約 32cm、3 歳で約 36cm、4 歳で約 38cm、5 歳で約 39cm に成長すると推定した（図 2）。寿命は 6 歳程度と考えられる。

(3) 成熟・産卵

産卵は 1～4 月に東シナ海中部・南部から九州南部沿岸、5 月に東シナ海中部から九州西岸で行われる (Yukami et al. 2009)。成熟年齢の詳細は不明であるが、本報告ではマサバの研究結果からの類推と生物測定結果から、1 歳で 60%、2 歳で 85%、3 歳以上で 100%の個体が成熟すると考えた（図 3）。

(4) 被捕食関係

ゴマサバの幼魚はイワシ類の稚仔魚や浮遊性の甲殻類などを、成魚は動物プランクトンや小型魚類を捕食する。稚幼魚は魚食性魚類に捕食されると考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

ゴマサバのほとんどは、大中型まき網及び中・小型まき網漁業によって漁獲されている。主漁場は東シナ海から九州南部沿岸域である。

(2) 漁獲量の推移

統計上マサバとゴマサバは区別されず、さば類として一括されることが多いので、本報告では統計資料から独自に算定した漁獲量の値を使用する（補足資料 2-1-補注 1、表 5）。我が国の東シナ海、日本海におけるゴマサバ漁獲量は、年変動はあるものの、1980 年代以降およそ 5 万トン前後で推移している（図 4）。1999 年に近年で最高の 88 千トンが漁獲された後、減少傾向を示し、2004 年は 31 千トンであった。2005 年には

76千トンに増加したが、その後は再び減少傾向を示し、2010年は29千トンであった。韓国のゴマサバ漁獲量（韓国のさば類漁獲量におけるマサバとゴマサバの割合については補足資料2-1）は、2008年は10千トン、2009年は7千トン、2010年は11千トンであった（「漁業生産統計」韓国統計庁）。中国のさば類漁獲量は、1995年以降、40万トン前後で経過していて、2008年には59万トン、2009年には40万トンとなっている（FAO Fish statistics: Capture production 1950-2009 (Release date: February 2011)）。中国のマサバとゴマサバの魚種別の漁獲量は不明である。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁獲量、漁獲努力量等の情報を収集し、漁獲物の生物測定結果とあわせて年齢別・年別漁獲尾数による資源解析を行った（補足資料2-1）。資源計算は日本と韓国の漁獲について行った。

新規加入量（0歳魚）を主対象として、2～6月にニューストンネット等を用いた稚仔魚分布調査、5～6月に着底トロール網による現存量推定調査、7～9月にトロール網と計量魚探による魚群量調査を行った（補足資料3）。

(2) 資源量指標値の推移

東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の資源密度指数は、1990年代後半からやや高い値を示していて、2005年にはかなり高い値となった（図5）。2006年以降は減少傾向を示しているものの、2010年は1990年代後半以降の比較的高い値を維持している。有効漁獲努力量は、1995～2001年に増加傾向を示したが、2002年以降は減少傾向を示し、2010年はかなり低い値を示した（図5）。資源密度指数は、緯経度30分間隔で分けられた漁区のうち、2010年に操業が行われた漁区について、漁区ごとの一網当り漁獲量の総和をゴマサバの漁獲があった漁区数で割って求めた。有効漁獲努力量は、2010年に操業が行われた漁区の漁獲量を資源密度指数で割って求めた。

豆銘柄の漁獲状況から求めた0歳魚指標値（補足資料2-1補注3）は、資源計算に用いた2003年以降でみると比較的安定しているが、2004、2005、2008年にやや高い値を示し、2006、2007、2009、2010年はやや低い値を示している（図6）。

(3) 漁獲物の年齢組成

0歳魚と1歳魚が主に漁獲される（図7）。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

年齢別・年別漁獲尾数（補足資料2-1）に基づき、コホート計算により求めた資源量は、1992～2010年に比較的安定して同程度の水準を保っている（図8）。近年では2005年に190千トンと高い値になったが、その後は減少傾向を示し、2008年は113千トン

であった。2009 年以降はやや増加し、2010 年は 132 千トンであった。

加入量（資源計算の 0 歳魚資源尾数）は、1992 年以降において多少は変動するもののおおむね 3 億尾前後の水準を保っている（図 9）。近年では、2004 年にやや高い値となったが、2005 年はやや減少し、その後は横ばい傾向を示している。親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は、2000～2004 年にかけて減少傾向を示していたが、2004 年級群の高い加入量のため 2005 年に増加した。その後は再び減少傾向を示していたが、2010 年は 2009 年に比べてやや増加した。

コホート計算に使った自然死亡係数(M)の値が資源計算に与える影響を見るために、M の値を変化させた場合の 2010 年の資源量、親魚量、加入量を図 10 に示す。M の値が大きくなると、いずれの値も大きくなる。

漁獲係数 F（各年齢の F の単純平均）は、1997～2001 年に増加傾向を示したが、2002 年に減少した（図 11、有効漁獲努力量を併せて図示）。その後は増減を繰り返しながら横ばい傾向を示していたが、2010 年はかなり低い値を示した。

資源量と F の間に、はっきりした関係は見られない（図 12）。

（5）資源の水準・動向

資源水準について、資源量を計算した過去 19 年間（1992～2010 年）における資源量の順位の上位 3 分の 1 を高位と判断した。一方、1992 年以降において資源密度指数は 1970・80 年代より高い値を維持しているため、1992 年以降では低位と判断される年はないとした。したがって、2010 年の資源量は 13 番目に高いことから中位とする。動向は、資源量が 2006～2008 年にかけて減少傾向を示したが、2009 年以降は緩やかな増加傾向を示していて、過去 5 年間（2006～2010 年）において、明瞭な増加傾向、あるいは減少傾向を示していないので、横ばいと判断する。

（6）再生産関係

親魚量と加入量の間にはっきりした関係はない（図 13）。1992～2010 年において、親魚量は同水準で比較的安定していて、この間の最低親魚量を下回らなければ特に問題はないと考えられる。

（7）Blimit の設定

回復の閾値(Blimit)を検討する。親魚量と加入量の 19 年間の計算値には特定の関係は認められず、再生産成功率が海洋環境等によって変動すると想定される。比較的、資源変動が安定しているゴマサバ東シナ海系群において、再生産成功率が高い年に高い加入量を得るためには、1992～2010 年の最低親魚量を下回らないことが望ましい。この間の最低水準である 2004 年の親魚量（39 千トン）を Blimit とし、それ以下の親魚量となった場合には、漁獲圧を下げて親魚量の回復を図ることが妥当である。2010 年の親魚量は 47 千トンであり、Blimit を上回っている。

(8) 今後の加入量の見積もり

再生産成功率（加入量÷親魚量）は、（親魚量と産卵量に比例関係があるとして）、発生初期の生き残りの良さの指標値になると考えられる。再生産成功率は、1993、2004年に高い値を示した他は、比較的安定している（図 14）。再生産成功率と親魚量の間には相関関係は見られず、密度効果が働いていないと考えられる（図 15）。

再生産成功率の変動には、海洋環境が深く関わっていると考えられる。再生産成功率と東シナ海（北緯 33 度、東経 128 度）の 4 月の海面水温（気象庁保有データ）には、正の相関がある（図 16、5%有意水準）。水温に代表される海洋環境が、初期生残等に大きな影響を与えると想定されるが、詳細については不明な点が多く、今後の課題である。

再生産成功率は 1993、2004 年に高い値を示した他は、1992～2010 年に比較的安定していて、今後の加入量の見積もりに特定の傾向を仮定する必要はないと考えられる。直近年（2010 年）の加入量計算値は不確実性が高いので、ABC の算定等においては、2011 年以降の再生産成功率を、直近年を除く過去 18 年間（1992～2009 年）の中央値 5.0 尾/kg と設定する。1992 年以降では最も多い 1998 年の加入量 5.5 億尾以上では再生産関係が不明であるので、加入量が 5.5 億尾を超えないように設定した（再生産成功率の変動を考慮しない場合、加入量 5.5 億尾を与える親魚量 111 千トン以上では、加入量は 5.5 億尾で一定）。

(9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

年齢別選択率を一定（2006～2010 年平均）として F を変化させた場合の、加入量当り漁獲量(YPR)と加入量当り親魚量(SPR)を図 17 に示す。現状の F (F_{current})を年齢別選択率が 2006～2010 年の平均（0 歳＝0.79、1 歳＝1、2 歳＝0.97、3 歳＝0.97）で、各年齢の F の単純平均値が 2008～2010 年の平均と同じ(0.63)である F とする（0 歳＝0.53、1 歳＝0.68、2 歳＝0.66、3 歳以上＝0.66）。 F_{current} は、 $F_{0.1}$ 、 $F_{30\%SPR}$ より高い。

5. 2012 年漁期 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は、1992～2010 年に比較的安定して同程度の水準を保っている。近年では 2004 年級群の高い加入量のため、資源量は 2005 年に高い値を示した。その後、資源量は 2008 年にかけて減少傾向を示したが、2009 年以降は緩やかな増加傾向を示している。資源水準は中位で、動向は横ばいと判断される。 B_{limit} は過去最低親魚量（2004 年水準）とし、2010 年の親魚量は B_{limit} を上回っていると考えられ、現在の水準で親魚量を維持すれば特に問題はないと考えられる。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2012 年漁期 ABC 並びに推定漁獲量の算定

2010 年の親魚量が B_{limit} を上回っていることから、ABC 算定規則 1-1)-(1)により ABC を算定した。F の基準値として、 F_{med} 、 $F_{current}$ 、 $F_{30\%SPR}$ を選択した。設定した加入量の条件（再生産成功率＝1992～2009 年の中央値 5.0 尾/kg、親魚量が 111 千トンを超えた場合は加入量 5.5 億尾で一定）のもとで、2011 年漁期の F は $F_{current}$ とし、2012 年漁期よりそれぞれの漁獲シナリオに合わせて F を変化させた場合の推定漁獲量と資源量を示す。 F_{med} は、年齢別選択率が 2006～2010 年の平均で、SPR が 200g ($1 \div 0.0050$ 尾/g) になる F (0 歳＝0.53、1 歳＝0.68、2 歳＝0.66、3 歳＝0.66) であるが、その値が $F_{current}$ とほぼ等しいので、 $F_{current} = F_{med}$ とし、1 つのシナリオとして扱った。 $F_{30\%SPR}$ は、親魚量の増大が期待できるシナリオとして、漁獲がない場合の 30%に相当する SSB/R を達成する F (0 歳＝0.36、1 歳＝0.46、2 歳＝0.45、3 歳＝0.45) とした。平成 20 年度から ABC を 7 月～翌年 6 月とする年漁期に対して計算することとなったため、将来予測においては、1～6 月と 7～12 月の半年を単位とするコホート計算を行った（補足資料 2-2）。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量（千トン、年漁期）						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
親魚量の増大	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.43$)	51	59	46	55	67	81	93
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.34$)	51	59	38	50	66	81	89
現状の漁獲圧の維持 ＝現在の親魚量の維持	$F_{current} = F_{med}$ ($F=0.63$)	51	59	59	60	60	60	60
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.51$)	51	59	51	57	65	74	83
漁獲シナリオ	管理基準	資源量（千トン、年漁期）						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
親魚量の増大	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.43$)	144	156	166	196	240	284	316
上記の予防的措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.34$)	144	156	171	216	277	327	359
現状の漁獲圧の維持 ＝現在の親魚量の維持	$F_{current} = F_{med}$ ($F=0.63$)	144	156	157	157	157	158	158
上記の予防的措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.51$)	144	156	162	180	204	231	261

図 18、19 に図示、資源量は当該年 1 月と翌年 1 月時点推定値の平均。現在の親魚量は 2010 年の親魚量。

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

再生産成功率の年変動が親魚量と漁獲量の動向に与える影響を見るために、2011～2022 年の再生産成功率を仮定値の周りで変動させ、 $F_{current}$ ($=F_{ave2008-2010}$)、

F30%SPR、0.8Fcurrent、0.8 F30%SPR で漁獲を続けた場合の親魚量と漁獲量を暦年単位で計算した。2011～2022 年の再生産成功率は毎年異なり、その値は 1992～2009 年の再生産成功率の平均値に対する各年の比率が同じ確率で現れて（重複を許してランダム抽出）、その比率に仮定値 5.0 尾/kg を乗じたものであるとした。親魚量が 111 千トンを超えた場合は、加入量を計算する際の親魚量は 111 千トンで一定とした。

1,000 回シミュレーションした結果を図 20 に示した。親魚量のシミュレーション結果を見ると、Fcurrent の場合、平均値では親魚量が現状の値をほぼ維持したが、下側 10%（下位 100 回）では親魚量がかなり低い値になった。F30%SPR の場合、平均値では親魚量が増加傾向を示し、下側 10%でも親魚量が緩やかな増加傾向を示した。0.8Fcurrent の場合、平均値では親魚量が増加傾向を示し、下側 10%でも親魚量が緩やかな増加傾向を示した。0.8F30%SPR の場合、下側 10%でも親魚量が増加傾向を示した。

漁獲量のシミュレーション結果を見ると、Fcurrent の場合、平均値では現状の漁獲量をほぼ維持したが、下側 10%では漁獲量がかなり低い値になった。F30%SPR の場合、平均値では漁獲量が増加傾向を示し、下側 10%でも漁獲量が緩やかな増加傾向を示した。0.8Fcurrent の場合、平均値で漁獲量が増加傾向を示し、下側 10%でも現状の漁獲量が緩やかな増加傾向を示した。0.8F30%SPR の場合、下側 10%でも漁獲量が増加傾向を示した。

1,000 回シミュレーションの際、あわせて 5 年後（2016 年）予想漁獲量の幅（上下 10%の値を除いた 80%区間）、5 年（2012～2016 年）平均漁獲量、5 年後（2017 年 1 月）に 2010 年親魚量を上回る確率、5 年後に Blimit を上回る確率を求めた。

5 年後予想漁獲量の幅の上側の値は、F を引き下げるほど高い値となる傾向が見られたが、加入量の設定条件のため、F を 0.8Fcurrent より引き下げてもほとんど増加しなかった。下側の値は、F を引き下げるほど高い値となった。5 年平均漁獲量には、シナリオによる変化はほとんど見られなかった。5 年後に 2010 年親魚量および Blimit を上回る確率は、F を引き下げるほど高くなった。

上記の検討より、資源量推定値などの不確実性を踏まえた予防的措置として、安全係数 0.8 を乗じた F 値による ABC が望ましい。

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 (千トン)		評価		2012 年 漁期 ABC (千トン)
			5 年後	5 年 平均	現在親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$) *	0.43 (0.68 $F_{current}$)	27%	59 ～ 121	63	100%	100%	46 (39)
親魚量の増大の 予防的措置 ($0.8F_{30\%SPR}$) *	0.34 (0.54 $F_{current}$)	22%	66 ～ 112	59	100%	100%	38 (33)
現状の漁獲圧の 維持 ($F_{current}$) ＝現在の親魚量 の維持 (F_{med}) *	0.63 (1.00 $F_{current}$)	38%	30 ～ 100	59	64%	80%	59 (50)
現状の漁獲圧の 維持の予防的措置 ($0.8F_{current}$) *	0.51 (0.80 $F_{current}$)	32%	46 ～ 116	64	99%	100%	51 (43)
コメント ・現状の漁獲圧($F_{current}$)は当該資源を持続的に利用可能な水準である。 ・本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(1)を用いた。 ・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「大韓民国（韓国）及び中華人民共和国等と我が国の水域にまたがって分布し、外国漁船によっても採捕が行われていて我が国のみの管理では限界があることから、関係国との協調した管理に向けて取り組みつつ、当面は資源を減少させないようにすることを基本に、我が国水域への来遊量の年変動も配慮しながら、管理を行うものとする。」とされている。これに対応する漁獲シナリオには*を付けた。 ・不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とした。							

2012 年漁期は 2012 年 7 月～翌年 6 月。漁獲割合は 2012 年漁期漁獲量／資源量（資源量は 2012 年 1 月と 2013 年 1 月時点推定値の平均）。F 値は各年齢の平均。2012 年漁期 ABC（）内は、我が国 EEZ 内の値。 $F_{current}$ は 2008～2010 年の F の平均。将来漁獲量の幅は 80%区間。現在の親魚量は 2010 年の親魚量。

我が国 EEZ 内外への配分は、日本と韓国の漁獲実績から求めた総漁獲量に対する我が国 EEZ 内における漁獲量の比率の直近 5 カ年（2006～2010 年）の平均値(0.847)を用いた。ただし当該比率は年により漁場形成が異なるため、年変動がある。1999 年以降で最も高い比率（2007 年、0.984）を用いた場合、現在の親魚量維持シナリオによる 2012 年漁期 ABC 我が国 EEZ 内の値は 59 千トンであった。

(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 年漁獲量確定値 2010 年漁獲量暫定値 2010 年月別体長組成	2009、2010 年年齢別漁獲尾数
2010 年大中型まき網 漁業漁獲成績報告書	2010 年までの資源密度指数、2010 年までの年齢別資源尾数 (再生産関係)、漁獲係数 (年齢別選択率)

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)
2010 年漁期(当初)	Fmed	0.68	150	56 (56)	49 (48)	
2010 年漁期 (2010 年再評価)	Fmed	0.61	162	61 (60)	52 (52)	
2010 年漁期 (2011 年再評価)	Fmed	0.63	137	55 (47)	48 (40)	51 (36)
2011 年漁期(当初)	Fmed	0.61	162	61 (60)	52 (51)	
2011 年漁期 (2011 年再評価)	Fmed	0.63	156	59 (50)	51 (43)	
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。 2010 年漁期漁獲量は推定値。ABC および漁獲量 () 内は我が国 EEZ 内の値。						

2008、2010 年の加入量が、昨年度評価時よりも低い値であったため、2010 年漁期資源量および ABC が 2010 年再評価よりも低い値となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

東シナ海のゴマサバは、韓国、中国等によっても漁獲されるので、資源評価、資源管理に当たっては各国間の協力が必要である。

若齢魚への漁獲圧を緩和することの効果を見るために、他年齢の F は F_{current} ($=F_{\text{ave2008-2010}}$)と同じで、0 歳魚の F のみを 2012 年より削減した場合の、2012～2016 年の漁獲量および親魚量の予測値を求めた。再生産成功率が 1992～2009 年の中央値で一定 (親魚量が 111 千トンを超えた場合は加入量 5.5 億尾で一定) の条件のもとで期待される 2016 年の漁獲量は、0 歳魚の F の削減率が大きいほど 2012 年の漁獲量は減少するが、2014 年には削減率にかかわらず同程度となり、2016 年には削減率を大きくするほど増加した (図 21)。2016 年の親魚量は削減率を大きくするほど増加した。

7. 引用文献

Yukami, R., S. Oshimo, M. Yoda and Y. Hiyama (2009) Estimation of the spawning grounds of chub mackerel *Scomber japonicus* and spotted mackerel *Scomber australasicus* in the East China Sea based on catch statistics and biometric data. Fish. Sci., 75, 167-174.

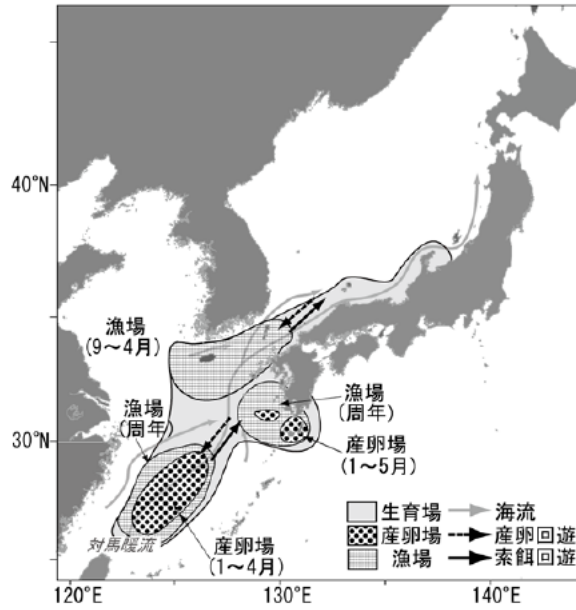


図 1. ゴマサバ東シナ海系群の分布・回遊
および生活史と漁場形成模式図

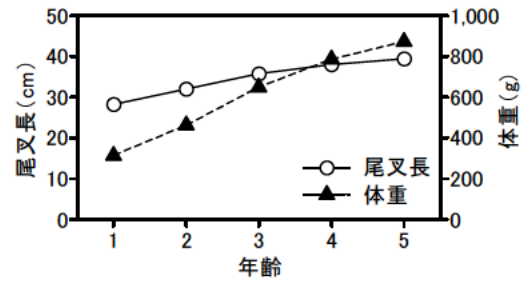


図 2. 年齢と成長

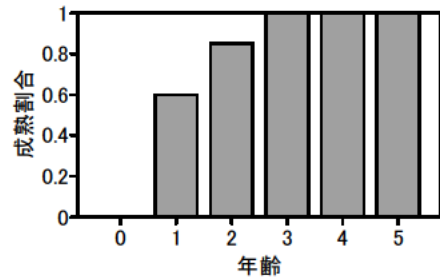


図 3. 年齢と成熟割合

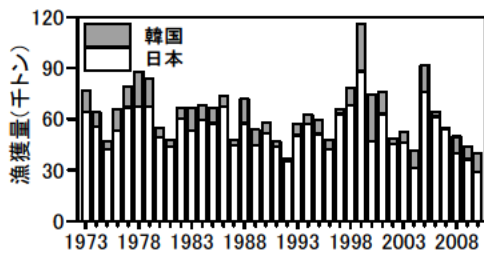


図 4. 漁獲量

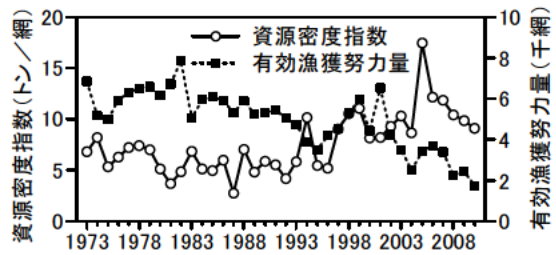


図 5. 大中型まき網の資源密度指数と
有効漁獲努力量

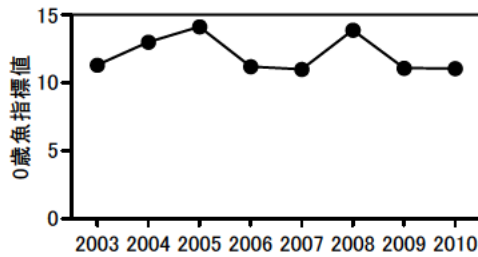


図 6. 豆銘柄による 0 歳魚指標値

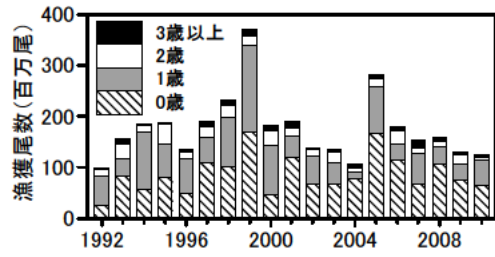


図 7. 年齢別・年別漁獲尾数

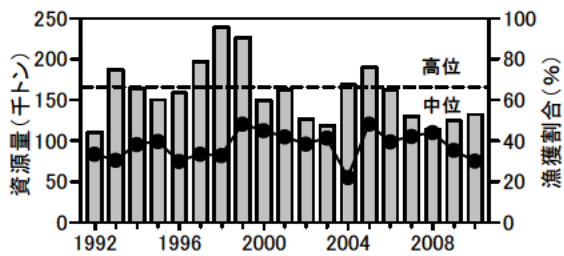


図 8. 資源量 (棒グラフ) と
漁獲割合 (折線グラフ)

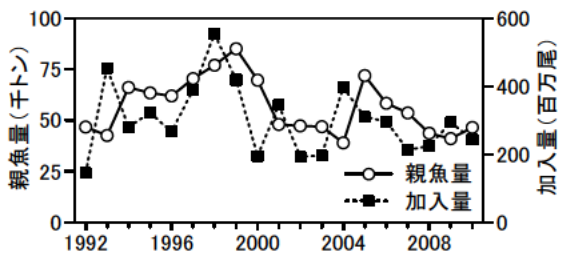


図 9. 親魚量と加入量

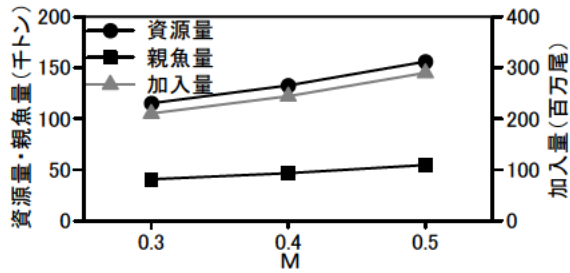


図 10. M と 2010 年資源量、親魚量、加入量の関係

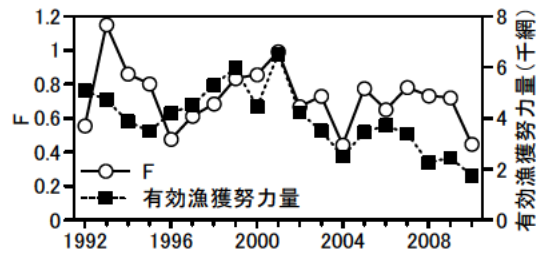


図 11. F と大中小型まき網の有効漁獲努力量

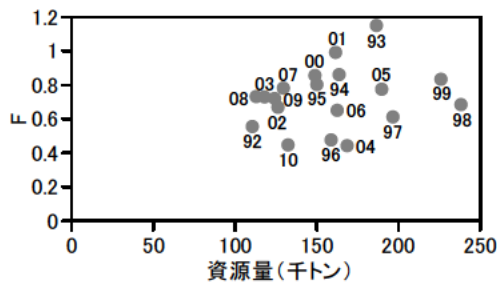


図 12. 資源量と F の関係

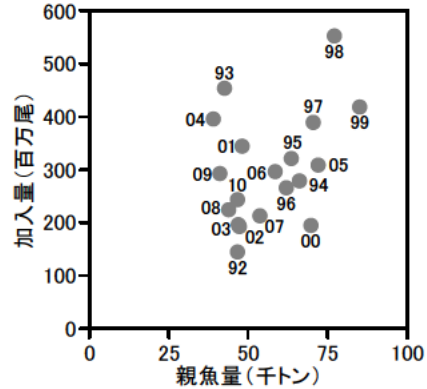


図 13. 親魚量と加入量の関係

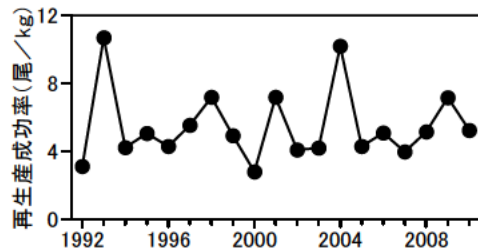


図 14. 再生産成功率

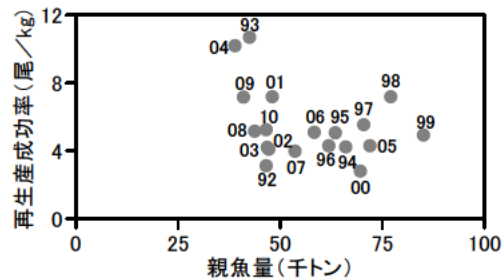


図 15. 親魚量と再生産成功率の関係

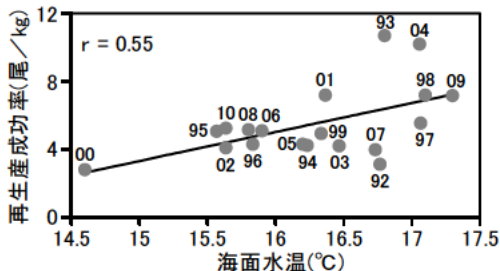


図 16. 海面水温と再生産成功率の関係

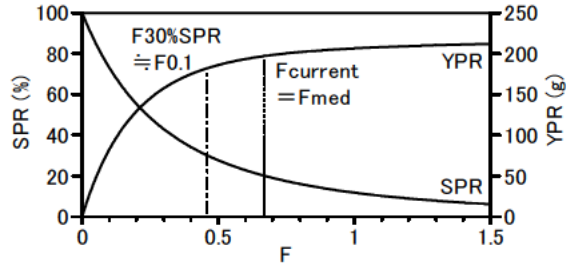


図 17. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 2006～2010 年平均)

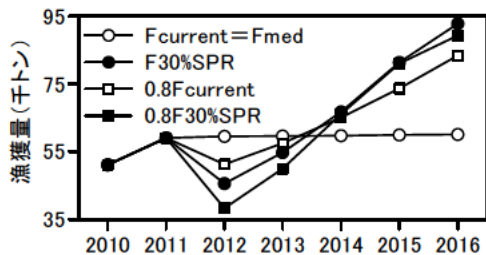


図 18. 様々な F による漁獲量の予測値 (年漁期)

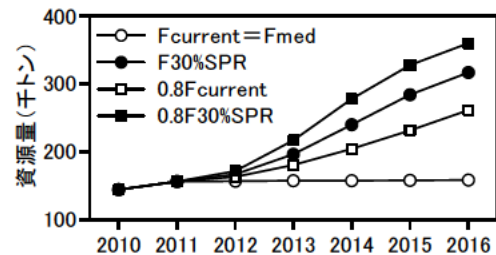


図 19. 様々な F による資源量の予測値 (年漁期)

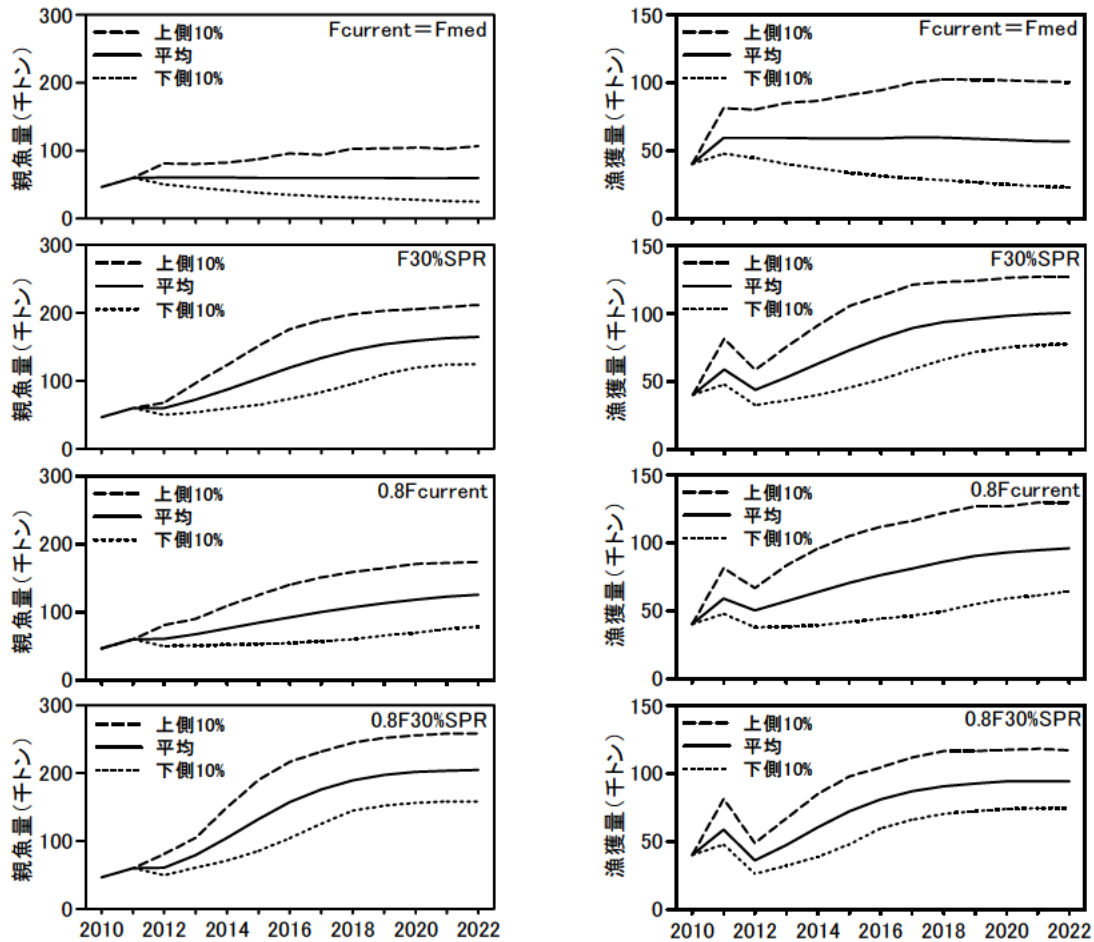


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果 (暦年、左列：親魚量、右列：漁獲量)

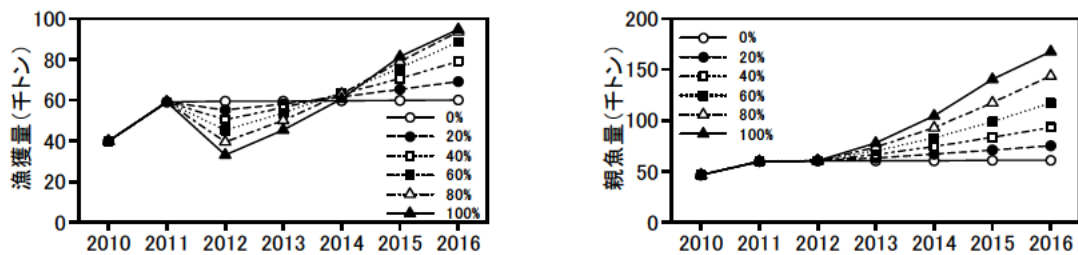
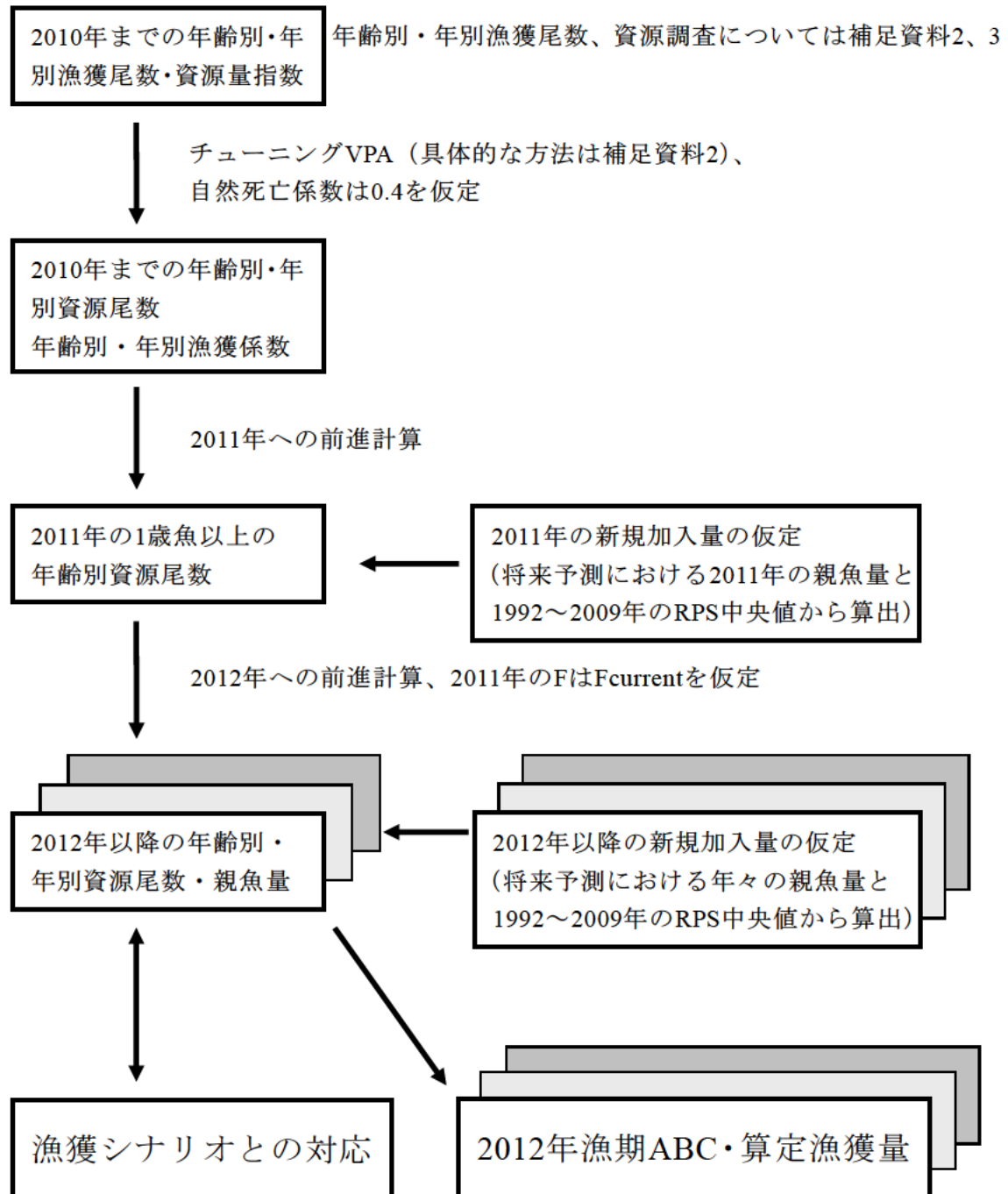


図 21. 0 歳 F のみ削減した場合の漁獲量と親魚量の予測値

補足資料1：資源評価の流れ



補足資料 2

1. コホート計算

ゴマサバの年齢別・年別漁獲尾数を推定し、コホート計算によって資源尾数を計算した。2010 年の漁獲物平均尾叉長と体重、及び資源計算に用いた成熟割合は以下のとおり。年齢 3+は 3 歳以上を表す。自然死亡係数 M は田内・田中の式（田中 1960）により、最高年齢を 6 歳として（ $M=2.5 \div \text{最高年齢 } 6 \text{ 歳} \div 0.4$ ）0.4 と仮定した。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長 (cm)	26.9	28.6	34.4	37.5
体重 (g)	272	327	581	755
成熟割合 (%)	0	60	85	100

年齢別・年別漁獲尾数は、九州主要港における入り数別漁獲量、及び沿岸域で漁獲されたゴマサバの体長組成から推定した（補注 2）。1992～2010 年の年齢別・年別漁獲尾数（1 月～12 月を 1 年とする）を日本の漁獲量について推定し、日本+韓国の漁獲量で引き伸ばした。韓国のさば類漁獲量におけるゴマサバが占める割合は、日本の大中型まき網漁船の韓国水域内での割合（2010 年はゴマサバが 11%）と同じとした。中国の漁獲については考慮していない。

年齢別資源尾数の計算にはコホート計算を用い、最高年齢群 3 歳以上(3+)と 2 歳の各年の漁獲係数 F は等しいとした。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (2)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M} (1 - \exp(-F_{a,y} - M)) \quad (3)$$

$$F_{3+,y} = F_{2,y} \quad (4)$$

ここで、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 a は年齢（0～3+歳）、 y は年。 F の計算は、平松（内部資料）が示した、石岡・岸田(1985)の反復式を使う方法によった（平成 23 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料 2-1-補注 2 参照）。最近年（2010 年）の 0～2 歳の F を、大中型まき網漁業の年齢別資源密度指数（一網当り漁獲量の有漁漁区平均、1～3+歳）及び 0 歳魚指標値の変動傾向と、各年の年齢別資源量の変動傾向が最も合うように決めた。合わせる期間は、マアジ対馬暖流系群、マサバ対馬暖流系群と同じく 2003～2010 年とした。

$$\text{最小} \sum_{a=1}^3 \sum_{y=2003}^{2010} \{\ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y})\}^2 + \sum_{y=2003}^{2010} \{\ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(I_{0,y})\}^2 \quad (5)$$

$$q_{1,a} = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2010} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=2003}^{2010} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{8}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2010} I_{0,y}}{\prod_{y=2003}^{2010} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (6)$$

ここで、B は資源量、 I_0 は 0 歳魚の指標値（補注 3）、CPUE は大中型まき網漁業の 1 歳、2 歳と 3 歳以上に相当する銘柄の、1～5 月と 8～12 月について求めた年齢別資源密度指数。(5)式を最小化するような $F_{a,2010}$ を探索的に求めた結果、 $F_{0,2010}=0.39$ 、 $F_{1,2010}=0.55$ 、 $F_{2,2010}=0.42$ 、 $F_{3+,2010}=0.42$ と推定された。資源量は、各年齢の資源尾数に各年齢の漁獲物平均体重を掛け合わせて求めた。

年齢（銘柄）別資源密度指数（トン／網）								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 歳	4.35	3.86	9.89	8.00	6.76	5.70	4.55	8.07
2 歳	2.01	1.82	4.01	2.39	3.37	1.95	2.62	1.27
3 歳以上	2.16	1.35	1.48	2.06	2.39	1.19	1.83	1.45

補注 1. 漁獲量は以下のように算出した。大中型まき網の漁獲物についてはマサバとゴマサバの比率が報告されるので、東シナ海・日本海で漁獲されたゴマサバの漁獲量を東シナ海系群の漁獲量とする。鹿児島県～秋田県の農林統計（属人）により、漁業種類別漁獲量のうち大中型まき網以外の漁業種類について加算する。その際、各府県のさば類漁獲量を府県ごとに割合を定めてマサバとゴマサバに振り分けた。ゴマサバの割合を鹿児島県 80%、熊本県・長崎県 20%、佐賀県・福岡県 10%、山口県～福井県 5%、石川以北 0%とした（表 5）。

補注 2. 年齢別・年別漁獲尾数を以下のように推定した。九州主要港に水揚げされる大中型まき網の漁獲物について、月ごとに定めた各年齢の入り数範囲により入り数別漁獲量から、九州の沿岸漁業の漁獲物について、月ごとに定めた各年齢の体長範囲により体長測定データと漁獲量からそれぞれ月別に推定し、1～12 月分を足し合わせて年齢別漁獲尾数とした。

補注 3. 0 歳魚指標値は、日本海西部～東シナ海において 2010 年に操業が行われた漁区の、8～12 月における大中型まき網のゴマサバ 0 歳魚（豆銘柄）資源密度指数。

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0 歳魚指標値	11.29	12.97	14.11	11.19	10.98	13.85	11.05	11.04

2. ABC 算定方法

コホート計算は、産卵期と加入時期を考慮して、暦年（1～12 月）で計算している。年漁期（7 月～翌年 6 月）ABC を計算するために、2010 年以降は半年（0.5 年）ごとに資源尾数と漁獲尾数を求め、2012 年漁期（2012 年 7 月～2013 年 6 月）に対応した ABC を算定した（平成 23 年度マサバ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料 2-2 参照）。

表 1. ゴマサバ東シナ海系群のコホート計算（暦年）

年\年齢	漁獲尾数 (百万尾)				漁獲重量 (千トン)				漁獲係数 F				資源尾数 (百万尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1992	27	57	12	3	8	21	6	2	0.25	0.77	0.60	0.60	145	126	32	8
1993	82	34	29	11	24	12	14	8	0.24	0.76	1.80	1.80	454	76	39	15
1994	56	112	14	4	12	41	7	2	0.28	0.81	1.17	1.17	279	238	24	6
1995	80	65	39	3	15	24	18	2	0.36	0.78	1.03	1.03	321	142	71	6
1996	48	69	13	5	13	25	6	4	0.25	0.77	0.44	0.44	266	151	43	18
1997	110	48	21	12	29	18	11	9	0.41	0.53	0.75	0.75	390	139	47	27
1998	100	98	23	10	24	36	12	7	0.25	1.09	0.70	0.70	553	173	55	23
1999	169	170	18	12	42	51	9	8	0.65	1.16	0.76	0.76	419	290	39	26
2000	48	94	30	10	13	32	14	7	0.35	1.38	0.85	0.85	195	146	61	20
2001	120	40	16	15	34	14	8	11	0.54	0.71	1.36	1.36	345	93	25	23
2002	66	55	13	4	20	20	6	3	0.53	0.66	0.74	0.74	193	135	30	8
2003	67	42	20	5	19	16	10	4	0.52	1.03	0.68	0.68	197	76	47	12
2004	77	14	7	8	23	5	4	5	0.26	0.25	0.63	0.63	396	78	18	20
2005	167	90	17	6	46	33	9	4	1.00	0.74	0.68	0.68	309	204	41	14
2006	114	32	26	7	34	12	14	5	0.61	0.69	0.65	0.65	297	76	65	19
2007	67	60	12	14	18	21	6	9	0.47	1.04	0.81	0.81	214	108	26	29
2008	107	33	12	7	26	11	7	6	0.82	0.57	0.77	0.77	225	90	26	16
2009	75	31	16	6	18	12	9	5	0.37	0.82	0.84	0.84	293	66	34	13
2010	66	49	6	4	18	16	3	3	0.39	0.55	0.42	0.42	244	136	20	14

表 2. 漁獲量とコホート計算結果

歴年	漁獲量 (千トン)			資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
	日本	韓国	計					
1992	35	2	37	111	47	145	33	3.112
1993	50	7	57	187	43	454	30	10.687
1994	57	6	62	164	66	279	38	4.232
1995	51	8	60	150	63	321	40	5.059
1996	42	5	48	159	62	266	30	4.294
1997	63	3	66	197	70	390	33	5.531
1998	68	10	78	238	77	553	33	7.182
1999	88	21	109	226	85	419	48	4.925
2000	47	20	67	149	70	195	45	2.806
2001	63	5	68	162	48	345	42	7.175
2002	45	3	48	127	47	193	38	4.083
2003	46	3	49	118	47	197	41	4.196
2004	31	6	37	169	39	396	22	10.178
2005	76	16	91	190	73	308	48	4.298
2006	61	3	64	162	58	297	40	5.090
2007	54	1	55	130	54	214	42	3.983
2008	40	10	50	113	44	225	44	5.148
2009	36	7	44	124	41	293	35	7.155
2010	29	11	40	132	47	244	30	5.249

表 3. 0 歳魚の漁獲係数削減の効果 (暦年)

削減率		0%	20%	40%	60%	80%	100%
F	0 歳	0.53	0.43	0.32	0.21	0.11	0.00
	1 歳	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
	2 歳	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
	3 歳以上	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
2016 年漁獲量 (千トン)		60	69	79	88	93	95
2016 年親魚量 (千トン)		61	75	93	117	144	168

表 4. 2011 年以降の資源尾数等（暦年）

$F_{\text{current}} (=F_{\text{ave2008-2010}}) = F_{\text{med}}$ 、 $F_{30\%SPR}$ で漁獲した場合の 2011～2016 年の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、親魚量、漁獲尾数、漁獲量。体重(g)は、0 歳＝251、1 歳＝348、2 歳＝582、3 歳以上＝753（2008～2010 年平均体重）。

$F_{\text{current}} = F_{\text{med}}$

年齢別漁獲係数

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
1 歳	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
2 歳	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
3 歳以上	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
平均	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	299	303	302	303	304	305
1 歳	111	118	119	119	119	120
2 歳	52	38	40	40	40	40
3 歳以上	14	23	21	21	21	21
計	477	481	482	484	485	486

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	75	76	76	76	76	77
1 歳	39	41	41	41	42	42
2 歳	30	22	23	24	23	24
3 歳以上	11	17	16	16	16	16
資源量	155	157	157	157	158	158
親魚量	60	61	61	61	61	61

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	104	105	105	105	106	106
1 歳	46	49	49	49	50	50
2 歳	21	15	16	16	16	16
3 歳以上	6	9	9	9	9	9
計	177	179	179	180	180	181

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	26	26	26	26	27	27
1 歳	16	17	17	17	17	17
2 歳	12	9	9	10	10	10
3 歳以上	4	7	6	6	7	7
計	59	59	60	60	60	60

F30%SPR

年齢別漁獲係数

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	0.53	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
1 歳	0.68	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
2 歳	0.66	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
3 歳以上	0.66	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
平均	0.63	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	299	303	368	449	547	553
1 歳	111	118	141	172	210	255
2 歳	52	38	50	60	73	89
3 歳以上	14	23	26	33	40	48
計	477	481	586	714	869	946

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	75	76	93	113	138	139
1 歳	39	41	49	60	73	89
2 歳	30	22	29	35	42	52
3 歳以上	11	17	20	24	30	36
資源量	155	157	190	232	283	316
親魚量	60	61	74	90	110	133

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	104	77	93	114	138	140
1 歳	46	36	44	53	65	79
2 歳	21	11	15	18	22	27
3 歳以上	6	7	8	10	12	15
計	177	131	160	195	237	260

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	26	19	23	29	35	35
1 歳	16	13	15	19	23	27
2 歳	12	7	9	10	13	16
3 歳以上	4	5	6	7	9	11
計	59	44	53	65	79	89

表 5. 大中型まき網のゴマサバ漁獲量と、大中型まき網以外の漁業種の府県別ゴマサバ漁獲量（トン）

	大 中 ま き	鹿 児 島	熊 本	長 崎	佐 賀	福 岡	山 口	島 根	鳥 取	兵 庫	京 都	福 井	合 計
1992	27,314	4,833	310	1,212	18	98	192	941	0	4	6	10	34,938
1993	35,957	8,960	364	2,514	54	391	169	1,757	0	4	24	44	50,237
1994	46,907	4,573	152	2,185	50	273	284	2,328	0	39	33	70	56,895
1995	42,228	4,203	483	2,367	21	165	299	1,513	0	20	20	25	51,344
1996	30,352	6,969	527	2,308	17	202	276	1,381	0	15	16	27	42,088
1997	49,220	9,188	687	2,822	31	87	205	642	1	3	22	21	62,928
1998	60,130	4,548	118	1,830	17	133	329	987	1	1	25	10	68,128
1999	79,261	5,487	168	2,186	17	153	143	556	1	9	15	22	88,012
2000	38,723	5,600	72	1,512	8	58	245	410	0	6	22	14	46,668
2001	55,736	4,627	13	1,895	16	127	190	412	0	0	11	8	63,034
2002	41,201	1,382	19	1,955	3	110	177	520	0	0	15	8	45,389
2003	38,619	4,540	2	2,012	1	131	49	413	0	1	19	9	45,796
2004	23,234	3,834	33	3,563	4	106	17	350	0	0	9	3	31,153
2005	63,055	9,325	29	2,711	2	98	49	540	0	4	5	8	75,825
2006	47,746	9,305	31	3,450	26	107	83	628	1	2	74	32	61,483
2007	42,644	7,082	71	3,016	6	261	91	708	0	1	18	14	53,912
2008	24,338	11,174	78	3,370	16	83	85	864	0	3	15	10	40,034
2009	24,690	6,974	15	3,604	1	64	106	901	0	1	16	7	36,380
2010	16,036	9,430	31	2,947	1	94	75	474	0	1	5	10	29,111

補足資料 3

調査船調査

(1) 夏季(7～9月)に九州西岸と対馬東海域で行った計量魚探による浮魚類魚群量調査の現存量指標値を以下に示す。マサバとゴマサバをあわせたさば類としての値である。

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
さば類	0.2	2.2	1.6	0.9	0.3	0.3	0.05
年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
さば類	1.0	2.7	1.7	0.9	8.3	0.8	0.4

(2) 5～6月に東シナ海陸棚縁辺部で行った着底トロールを用いた資源量直接推定調査による、0歳魚を主体とする現存量推定値を以下に示す(調査海域面積138千km²、漁獲効率を1とした計算。単位はトン)。なお、本調査は底魚類を対象としたものであり、ゴマサバの分布水深を網羅していないので、得られる現存量推定値は参考程度のものである。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ゴマサバ	31,300	67,230	6,417	4,515	873	501
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ゴマサバ	11,063	251	3,694	78	327	5,759

(3) 2000年からニューストンネット等を用いた新規加入量調査(幼稚魚分布調査)を2～6月に東シナ海及び九州沿岸海域で行っている。結果については平成23年度マアジ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料3(4)を参照。

引用文献

- 石岡清英・岸田 達 (1985) コホート解析に用いる漁獲方程式の解法とその精度の検討. 南西水研報, 19, 111-120.
- 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.