

## 平成 29（2017）年度マサバ対馬暖流系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（黒田啓行、依田真里、安田十也、鈴木圭、竹垣草世香、佐々千由紀、高橋素光）

参画機関：日本海区水産研究所、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、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

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析によって計算した。本系群の資源量は、1973～1996年には、数年を除き、100万トン前後で安定的に推移したが、2000年以降は50万トン前後に留まっていた。しかし、2014年以降、高い加入量に支えられ、資源量は60万トン前後まで増加し、2016年の資源量は59万トンと推定された。2016年の親魚量は22万トンと推定され、 $B_{limit}$ （25万トン）をやや下回った。資源水準は親魚量の水準から低位とし、動向は最近5年間（2012～2016年）の資源量の推移から増加と判断した。親魚量の水準が低いため、親魚量の回復措置をとる必要がある。今後、再生産成功率（加入量/親魚量）が、不確実性の高い直近年を除く過去26年間（1990～2015年）の中央値で継続した場合に、親魚量の回復及び増大の漁獲シナリオ（ $B/B_{limit} \times F_{med}$ 、 $F_{30\%SPR}$ ）に加え、現状の漁獲圧を維持した場合（ $F_{current}$ ）に期待される漁獲量を2018年漁期ABCとして算定した。本系群は韓国、中国等によっても漁獲され、特に東シナ海において操業する数百隻の中国漁船は当該資源に大きな影響を与えていると想定されるが、本資源評価ではそれらの影響を考慮できていない。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2023年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2023年に 2016年 親魚量を 維持	2023年に Blimitを 維持
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	194	22	0.36 (-51%)	769 (555~969)	100	100
	Limit	227	26	0.45 (-38%)	648 (451~819)	100	99
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	268	32	0.59 (-20%)	517 (308~673)	97	96
	Limit	304	37	0.73 (±0%)	409 (170~494)	79	72
親魚量の回復 (B/Blimit×Fmed)* (Frec)	Target	278	33	0.62 (-15%)	487 (248~621)	93	90
	Limit	313	38	0.78 (+6%)	369 (142~463)	70	61
		2018年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fmed)	Target	297	36	0.70 (-4%)	430 (188~538)	84	78
	Limit	332	41	0.88 (+20%)	253 (94~373)	44	35
コメント <ul style="list-style-type: none"> <li>・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(2)を用いた。</li> <li>・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「大韓民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。また、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする。」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数未満であれば、資源回復を目的とした資源管理計画に沿って資源を増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。</li> <li>・韓国による漁獲は考慮したが、中国による漁獲は考慮していない。</li> <li>・親魚量増大には若齢魚の漁獲回避が有効と考えられる。</li> </ul>							

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F による漁獲量とした。

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F による漁獲量とした。Ftarget =  $\alpha$  Flimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。Fcurrent は 2014~2016 年の F の平均、漁獲割合は 2018 年漁期漁獲量/資源量 (資源量は 2018 年 1 月と 2019 年 1 月時点推定値の平均)、F は各年齢の平均値とした。2018 年漁期は 2018 年 7 月~2019 年 6 月とした。

2016 年の親魚量は 219 千トン。

マサバ対馬暖流系群-3-

年*	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2013	388	128	166	0.97	43
2014	594	119	214	0.92	36
2015	681	199	247	0.69	36
2016	592	219	228	0.58	39
2017	686	213	243	0.73	35
2018	781	239	—	—	—

\*年は暦年（1～12月）。2017年、2018年の資源量は加入量を仮定した値。Fは各年齢の平均値。漁獲量は日本と韓国の合計値。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1997年水準（25万トン）	これ未満では良好な加入が期待できなくなる
2016年	親魚量	1997年水準未満（22万トン）	

水準：低位 動向：増加

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（青森～鹿児島（17）府県） 九州主要港入り数別水揚量（水研） 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、青森～鹿児島（17）府県） ・市場測定 水産統計（韓国海洋水産部）（ <a href="http://www.fips.go.kr">http://www.fips.go.kr</a> 、2017年3月）
資源量指標値	大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）* 幼稚魚分布調査（2～6月、水研、山口県、長崎県、鹿児島県） ・ニューストーンネット 計量魚探による浮魚類魚群量調査（7～9月、水研） ・計量魚探、中層トロール 資源量直接推定調査（5～6月、水研） ・着底トロール 卵採集調査（周年、水研、青森～鹿児島（17）府県） ・ノルパックネット
自然死亡係数（M）	年当たり M=0.4 を仮定（Limbong et al., 1988）

\*はコホート解析におけるチューニング指数。

### 1. まえがき

対馬暖流域（東シナ海・黄海・日本海）のマサバは、まき網漁業の重要資源である。これまで本資源の管理は大中型まき網漁業の漁場（海区制）における操業許可隻数を制限するなど、努力量管理の形で行われてきた。これに加えて、平成9（1997）年からゴマサバと

合わせて「さば類」とした TAC（漁獲可能量）による資源管理が実施されている。また平成 21（2009）年度から平成 23（2011）年度の間、日本海西部・九州西海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画が実施された。小型魚保護を目的とした本計画は、小型魚を主体とする漁獲があった場合、大中型まき網漁業に対しては集中的な漁獲圧をかけないように速やかな漁場移動を求め、中・小型まき網漁業に対しては団体毎に一定日数の休漁や水揚げ日数制限等の漁獲規制を行った。これらの取り組みは平成 24（2012）年度以降も、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下で継続されている。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

分布は東シナ海南部から日本海北部、さらに黄海や渤海にも及ぶ（山田ほか 2007、図 1）。春夏には索餌のために北上回遊し、秋冬には越冬・産卵のため南下回遊する。日本海北部で越冬する群もある（Limbong et al., 1991、Yasuda et al., 2014）。

### (2) 年齢・成長

成長は海域や年代等によってやや異なるが、ふ化後 1 年で尾叉長 25～28 cm、2 年で 29～32 cm、3 年で 33～35 cm、4 年で 36 cm、5 年で 37 cm に達する（Shiraishi et al., 2008、図 2）。寿命は 6 歳程度と考えられる。

### (3) 成熟・産卵

産卵は東シナ海南部の中国沿岸から東シナ海中部、朝鮮半島沿岸、九州・山陰沿岸にわたる広い海域で行われる（山田ほか 2007、Sassa and Tsukamoto 2010）。産卵期は南部ほど早く（1～4 月）、北部ほど遅い（5～6 月）傾向がある（大内・濱崎 1979、Yukami et al., 2009）。成熟年齢は 1～2 歳で、1 歳で産卵に参加する個体が 60%、2 歳では 85%、3 歳以上では 100%と見積もられている（白石、未発表、図 3）。

### (4) 被捕食関係

成魚はオキアミ類、アミ類、橈脚類などの浮遊性甲殻類とカタクチイワシなどの小型魚類を主に捕食する（山田ほか 2007、森脇・宮邊 2012）。幼稚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

対馬暖流域のマサバのほとんどは、大中型まき網漁業及び中・小型まき網漁業で漁獲される。主漁場は東シナ海、韓国沿岸、九州北西岸、日本海西部であるが、2011 年以降、九州北西岸及び日本海西部での漁獲が多い。また、2016 年はさば類を対象とした漁船の一部の操業自粛や太平洋での操業増加などで、対馬暖流域での漁獲努力量は過去最低となった。

### (2) 漁獲量の推移

マサバとゴマサバは漁獲統計上区別されず、さば類として一括されることが多い。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した（補足資料 2-1-補注 1、表 1）。東シナ海・黄海・日本海における我が国のマサバ漁獲量は、1970 年代後半には 30 万トン前後であったが、1990 年代初めに 15 万トンほどまで減少した（図 4、表 2）。その後、1996 年に 41 万トンにまで増加したが、2000 年以降、概ね 8~12 万トンの低い水準で推移している。近年の漁獲量は、2013 年に 6 万トンと 1973 年以降で最も少なかったが、その後増加に転じ、2016 年には 9 万トンだった。韓国のマサバ漁獲量（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）についても、2013 年は 10 万トンと少なかったが、2014 年から 2016 年までは 13 万トンだった。中国のさば類漁獲量は、1995 年以降、40 万トン前後で推移し、2011 年以降は 50 万トンを超えていたが、2015 年は 47 万トンだった（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2015 (Release date: March 2017)、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2017 年 3 月）。中国におけるマサバとゴマサバの魚種別の漁獲量は不明である。

### (3) 漁獲努力量

東シナ海・日本海で操業する大中型まき網の網数を図 5 に示す。網数は、1980 年代後半に過去最多となったが、1990 年以降に減少し、2016 年には 5,054 網と 1973 年以降で最少となった。これは、2016 年前半にさば類を対象とした漁船の一部の操業自粛や、秋以降の太平洋での操業の増加が主な理由である。後述の有効漁獲努力量も 1998 年以降には概ね減少傾向を示している（図 6）。

## 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併せて年齢別・年別漁獲尾数による資源解析を行った（補足資料 1、2-1）。資源解析の計算は 1973~2016 年の日本と韓国の年齢別漁獲尾数に基づき、2003 年以降の大中型まき網の年齢別資源量指標値の変動と各年齢の資源量の変動が合うように F を推定した。中国の漁獲量はマサバ・ゴマサバが魚種別に計上されていないことや、直近年（2016 年）の値が得られないことなどから使用していない。

新規加入量（0 歳魚）を主対象として、2~6 月にニューストーンネット等を用いた幼稚魚分布調査、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）。また、周年にわたる卵採集調査を実施した。ただし、現時点ではこれらの調査結果から信頼できるマサバの資源量指標値が得られていないため、定性的な参考情報として用いた。引き続き、データの蓄積を継続し、調査・解析手法の改善に取り組む予定である。

### (2) 資源量指標値の推移

1973 年以降の長期的な資源変動を概観する資源量指標値として、東シナ海・日本海で操業する大中型まき網の統計値から資源密度指数（トン/網）を求めた。指数は 1970 年代前半から 1980 年代後半にかけて減少したが、1990 年代半ばと 2009 年前後に高かった（図 6）。近年では、2011 年から 2013 年にかけて急減した後増加に転じ、2015 年以降は高い水

準だった。有効漁獲努力量は、1994年まではほぼ一定の水準を保っていたが、以降は緩やかな減少傾向にある（図6）。なお、資源密度指数は、経緯度30分間隔に区分された漁区のうち、2016年に操業があった漁区について、漁区毎の一網当りの漁獲量を漁区間で平均した値とした。有効漁獲努力量は、2016年に操業があった漁区の漁獲量を資源密度指数で除して求めた。

また2003年以降の年齢毎の資源変動を詳細に表す指標値として、東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の銘柄別漁獲量から年齢別の資源量指標値を計算し、コホート解析に用いた（図7、補足資料2-1-補注3）。2016年の資源量指標値は、過去13年間と比べて、0歳魚は平均的で、1歳魚と3+歳魚では高かったが、2歳魚では低かった。コホート解析における指標値とモデル予測との当てはまりから、年齢別の資源量指標値は、各年齢の資源動態を十分に表していると考えられた。

### (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8、補足資料4）。1990年代以降、全体の漁獲尾数に占める0歳魚の割合が高まり、2歳魚以上の割合は低くなっている。2016年は2015年に引き続き1歳魚の割合が高かった。

### (4) 資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により求めた資源量は、1973～1989年には100万トン前後で比較的安定していた（図9、表2）。資源量は1990年に64万トンに急減したが、その後増加に転じ、1996年には137万トンの高水準に達した。その後、資源量は再び急減し、2000年以降には50万トン前後で推移している。近年では、資源量は2008年に70万トンに増加した後減少し、2013年には1973年以降で最低の39万トンとなったが、2014年以降急増し、2016年は59万トンであった。漁獲割合は1996年に急増し、その後2013年まで40～50%と比較的高い水準で推移していたが、2015年と2016年にはそれぞれ36%、39%とやや低かった（図9、表2）。

加入量（資源計算の0歳魚資源尾数）は、1995年に33億尾とかなり高い値を示した後漸減し、2002年には10億尾を下回る水準となった（図10、表2）。近年では、加入量は2004年（15億尾）と2008年（18億尾）に多かったが、2009年以降は再び10億尾前後で推移した。2014年と2015年には2008年以来の高加入（16億尾と14億尾）となったが、2016年の加入量は11億尾とやや低くなった。親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は、1993～1996年に47万トンにまで増加したが、1997年に急減し、2003年には12万トンにまで減少した（図10、表2）。その後、親魚量は2014年まで11～19万トンの範囲で増減を繰り返したが、2015年の親魚量は2014年級群の高加入により前年の12万トンから20万トンまで急増した。2016年の親魚量は2015年級群の高加入により22万トンと引き続き多かった。

コホート解析に用いた自然死亡係数（ $M$ ）に対する感度解析として、 $M$ を仮定値（0.4）に対して0.3および0.5とした条件のもと資源評価を行った。2016年の資源量、親魚量、加入量は $M$ の上昇とともに多くなり、 $M$ が0.1変化すると、各推定値に対して10%前後の影響があった（図11）。

漁獲係数  $F$ （各年齢の  $F$  の単純平均）は、1973～1984 年に漸減した後 1995 年まで漸増し、1996 年に急増した（図 12）。 $F$  はその後やや減少し、2000 年以降には横ばい傾向を示していたが、2015 年に急減し、2016 年はさらに低くなった。0 歳魚の  $F$  は、1990 年頃から増加傾向にあったが、2009 年以降には減少傾向にある（図 12）。

資源量と  $F$  との間には、明瞭な関係は見られない（図 13）。

#### (5) 再生産関係

親魚量と加入量の間には、弱い正の相関がある（図 14a、5%有意水準）。特に、親魚量 35 万トン以下では強い密度効果は見られない。また、親魚量が少ない場合には高加入がみられない傾向があり、特に 1990 年以降では親魚量と加入量との間に強い正の相関がある（図 14b、1%有意水準）。

#### (6) Blimit の設定

1990 年以降では親魚量と加入量との間に正の相関があるため（図 14b）、高加入を得るためには、なるべく高い親魚量を確保することが望まれる。これらのことから、1990 年以降で低加入をもたらす可能性が低い親魚量の閾値として、1997 年の親魚量（25 万トン）を資源回復の閾値（Blimit）とした。

#### (7) 資源の水準・動向

資源水準について、過去 44 年間における資源量の上位 1/3 を高位とし、Blimit を中位と低位の境界とした（図 9、10）。2016 年の資源量は過去 44 年間で上位 32 位にあった。親魚量が 22 万トンと Blimit を下回っていることから、2016 年の資源水準を低位とした。また最近 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から、動向を増加と判断した。

#### (8) 今後の加入量の見積もり

親魚量と産卵量に比例関係があるとすれば、再生産成功率（加入量÷親魚量）は、発生初期の生残率の指標になると考えられる。再生産成功率は、1991 年以降に比較的高く、1995、2004、2008、2010、2014 年に特に高かった（図 15）。2016 年は 1991 年以降ではやや低い水準だった。また、再生産成功率の変動幅は 2004 年以降に増大した。再生産成功率と親魚量との間には負の相関があり（1%有意水準）、密度効果が働いている可能性がある（図 16）。

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。再生産成功率の対数と親魚量に直線関係を当てはめ、直線からの残差を 2 月における東シナ海（北緯 29 度 30 分、東経 127 度 30 分）の海面水温（気象庁保有データ）と比較した結果を図 17 に示した。残差と海面水温の間には負の相関があることから（1%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。ただし、近年では再生産成功率が高かった 2014 年も冬季の水温が特に低かったわけではなく、海洋環境が加入量変動に与える影響を解明することは今後の課題である。

1990 年以降、親魚量と加入量との間に正の相関が見られるが、直近年（2016 年）の加入量の推定値は特に不確実性が大きいいため、ABC の算定等において、2017 年以降の再生産成功率を、直近年を除く過去 26 年間（1990～2015 年）の中央値である 7.1 尾/kg とした。

また、親魚量 35 万トン以上では、加入量に対する密度効果が見られることから（図 14）、親魚量 35 万トン以上においては、加入量を 25 億尾（親魚量 35 万トンと再生産成功率 7.1 尾/kg の積）で一定とした。

#### (9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

漁獲係数  $F$  の年齢別選択率は年変動が大きく、その変動には一定の傾向が見られないことから、2017 年以降の年齢別選択率は、現状の  $F$  ( $F_{\text{current}}$ ) の参照期間である過去 3 年より長い過去 5 年（2012～2016 年）の平均（0 歳=0.29、1 歳=1、2 歳=3 歳=0.67）とした。なお、 $F_{\text{current}}$  は 2014～2016 年の各年齢における  $F$  の単純平均値（0.73）とした。年齢別選択率を一定として  $F$  を変化させた場合の加入量当りの漁獲量（YPR）と親魚量（SPR）を図 18 に示した。 $F_{\text{current}}$  は  $F_{30\%SPR}$  より高く、 $F_{\text{rec}}$  や  $F_{\text{med}}$  より低かった。

### 5. 2018 年 ABC の算定

#### (1) 資源評価のまとめ

資源量は 1973～1996 年の間、一時的に 60 万～70 万トン台に低下した年を除き、100 万トン前後で比較的安定していたが、2000 年以降は 50 万トン前後で推移している（図 9）。2016 年の資源量は 59 万トンと推定され、2014 年と 2015 年の高加入により比較的高い値となった。再生産関係から、1997 年の親魚量水準（25 万トン）を  $B_{\text{limit}}$  とした。親魚量（22 万トン）が  $B_{\text{limit}}$  を下回っているため（図 10）、2016 年の資源水準を低位とし、最近 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から、動向を増加と判断した。親魚量の水準は低く、親魚量の回復措置をとる必要がある。

#### (2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

2016 年の親魚量が  $B_{\text{limit}}$  を下回っていることから、ABC 算定規則 1-1)-(2)を適用し、親魚量の回復を図ることを目標として ABC を算出した。漁獲シナリオとして、 $F$  の基準値（親魚量維持シナリオ  $F_{\text{med}}$ ）を現在の親魚量と  $B_{\text{limit}}$  の比で引き下げた  $F$  ( $F_{\text{rec}} = F_{\text{med}} \times 2016 \text{ 年 SSB} / B_{\text{limit}}$ )、さらに漁獲がない場合の 30%に相当する加入量当たり親魚量 (SPR) を達成する  $F$  ( $F_{30\%SPR}$ ) を設定した。これらの親魚量回復および増大のシナリオと併せて、 $F_{\text{current}}$  と  $F_{\text{med}}$  についても検討した。 $F_{\text{med}}$  は、SPR が RPS の逆数 ( $1 \div 0.0071 \text{ 尾/g} = 141 \text{ g}$ ) と等しくなる  $F$  である。また、それぞれの  $F$  の 0.8 倍に相当する  $F_{\text{target}}$  についても計算を行った。なお今年度は、5 年後に 50%の確率で資源量を  $B_{\text{limit}}$  まで回復させることが期待される  $F$  ( $F_{\text{rec5yr}}$ ; 平成 27 年度までの資源評価報告書では、 $F_{\text{rec1}}$  と表記) は ABC の算出に際して、もととなる漁獲シナリオとして検討しなかった。その理由は、将来の加入量の不確実性を考慮した場合（後述）、5 年後に  $B_{\text{limit}}$  に回復後、それ以上に資源が増加する確率が低く、資源回復を図るシナリオとして不適切と考えたためである。ちなみに、今年度計算した  $F_{\text{rec5yr}}$  は  $F_{\text{current}}$  の 1.09 倍に相当した。

将来予測においては、7 月～翌年 6 月とする漁期年に対して ABC を計算するため、1～6 月と 7～12 月の半年を単位とするコホート解析を行った（補足資料 2-2）。設定した加入量の条件の下で、 $F$  を 2017 年漁期の終わり（2018 年 6 月）までは  $F_{\text{current}}$  とし、2018 年漁期の始め（2018 年 7 月）からそれぞれの漁獲シナリオに合わせて変化させた場合の推定

漁獲量と資源量を以下の表および図 19 と図 20 に示す。F30%SPR では、管理を開始する 2018 年に漁獲量が大きく減少するものの、その後の資源量の急激な増加に伴い、漁獲量も増加に転じた。Frec や Fcurrent では資源量、漁獲量とも緩やかに増加した。なお、後述する加入量の不確実性を考慮した検討や、表 3 に記載した将来予測においては、暦年単位でコホート解析を行った。この方法と不確実性を考慮しない半年単位の将来予測とでは、管理開始時期に半年の差が生じるため、推定される漁獲量や資源量等との間に若干の差異が生じる。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン ; 漁期年)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.36	213	277	194	266	336	365	383	390
	Limit	0.45	213	277	227	296	373	398	414	420
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.59	213	277	268	324	410	430	443	447
	Limit	0.73	213	277	304	340	381	427	454	461
親魚量の回復 (B/Blimit×Fmed) (Frec)	Target	0.62	213	277	278	330	405	434	447	452
	Limit	0.78	213	277	313	343	370	400	432	460
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.70	213	277	297	338	388	442	454	461
	Limit	0.88	213	277	332	345	343	343	343	343
			資源量 (千トン ; 漁期年)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.36	639	733	883	1,134	1,376	1,520	1,596	1,635
	Limit	0.45	639	733	868	1,089	1,300	1,417	1,474	1,501
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.59	639	733	847	1,029	1,207	1,298	1,336	1,352
	Limit	0.73	639	733	826	923	1,034	1,137	1,200	1,227
親魚量の回復 (B/Blimit×Fmed) (Frec)	Target	0.62	639	733	842	1,001	1,165	1,260	1,300	1,317
	Limit	0.78	639	733	819	893	966	1,043	1,122	1,177
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.70	639	733	830	942	1,078	1,185	1,234	1,251
	Limit	0.88	639	733	805	832	834	834	834	834

			親魚量 (千トン ; 漁期年)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
親魚量の増大 (F30%SPR)	Target	0.36	216	226	269	378	533	656	730	769
	Limit	0.45	216	226	265	350	471	567	621	648
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.59	216	226	258	314	396	465	501	517
	Limit	0.73	216	226	252	281	315	353	388	409
親魚量の回復 ( B/Blimit×Fmed ) (Frec)	Target	0.62	216	226	257	306	374	435	470	487
	Limit	0.78	216	226	250	272	294	318	343	369
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.70	216	226	253	287	330	377	413	430
	Limit	0.88	216	226	246	253	253	253	253	253

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F による漁獲量とした。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F による漁獲量とした。Ftarget =  $\alpha$ Flimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。資源量は当該年 1 月と翌年 1 月時点の推定値の平均値とした。

### (3) 2018 年 ABC、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、2017~2028 年の加入量を仮定値 (RPS=7.1 尾/kg) の周りで変化させ、前述の漁獲シナリオ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。2017 年以降の加入量は、1973~2015 年における再生産成功率について、平均値に対する各年の値の比を計算し、これらの値から重複を許してランダム抽出された値に、仮定値 7.1 尾/kg と各年の親魚量を乗じて求めた。親魚量が 35 万トンを超えた場合には、加入量計算に用いる親魚量を 35 万トンで一定とした。

漁獲量および親魚量を、1,000 回シミュレーションした結果を図 21 に示した (0.8 の頭文字がついたシナリオは Ftarget を意味する)。F30%SPR の場合、漁獲量は管理を開始する 2018 年に大きく減少するものの、その後増加に転じ、2019 年以降には 2017 年の値を上回ることが予測された。親魚量に関しては、平均値は 2018 年以降、下側 10%は 2019 年以降ともに増加傾向を示した。Fcurrent の場合、漁獲量、親魚量ともに 2022 年頃まで緩やかに増加し、その後平均値および下側 10%は横ばい傾向を示した。Frec では、Fcurrent と同様に、漁獲量、親魚量ともに緩やかに増加し、平均値はその後も横ばい傾向にあったが、下側 10%は減少傾向を示した。Fmed は、2019 年以降漁獲量、親魚量ともに平均値の緩やかな減少が見られた。これは加入量に上限を設定していることが影響していると思われる。Ftarget を採用する場合、いずれの漁獲シナリオにおいても、漁獲量と親魚量はともに管理

開始直後に増減があるものの、長期的には増加した。

このシミュレーションに基づき、2023年の親魚量の予測区間（上下10%の値を除いた80%区間）、親魚量が2023年1月に2016年の値およびBlimitを上回る確率を、以下の表に示した。全てのシナリオにおいて、2023年の予測親魚量の幅は、再生産成功率の変動の大きさを反映して増大した。予測の下限に注目すれば、Fが低いほど親魚量の下限が高くなる傾向が見られた。また親魚量が2023年に2016年の値およびBlimitを上回る確率は、Fを低くするほど高くなった。Fcurrentでは親魚量が2023年にBlimitを上回る確率は50%以上であったが、Fmedでは50%未満であった。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2023年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2023年に 2016年 親魚量を 維持	2023年に Blimitを 維持
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	194	22	0.36 (-51%)	769 (555~969)	100	100
	Limit	227	26	0.45 (-38%)	648 (451~819)	100	99
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	268	32	0.59 (-20%)	517 (308~673)	97	96
	Limit	304	37	0.73 (±0%)	409 (170~494)	79	72
親魚量の回復 (B/Blimit×Fmed)* (Frec)	Target	278	33	0.62 (-15%)	487 (248~621)	93	90
	Limit	313	38	0.78 (+6%)	369 (142~463)	70	61
		2018年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fmed)	Target	297	36	0.70 (-4%)	430 (188~538)	84	78
	Limit	332	41	0.88 (+20%)	253 (94~373)	44	35

コメント

- ・本系群のABC算定には、規則1-1)-(2)を用いた。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第3に記載されている本系群の中期的管理方針では、「大韓民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。また、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする。」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数未満であれば、資源回復を目的とした資源管理計画に沿って資源を増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには\*を付した。
- ・韓国による漁獲は考慮したが、中国による漁獲は考慮していない。
- ・親魚量増大には若齢魚の漁獲回避が有効と考えられる。

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F による漁獲量とした。Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F による漁獲量とした。Ftarget =  $\alpha$  Flimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。Fcurrent は 2014～2016 年における F の平均値、漁獲割合は 2018 年漁期漁獲量/資源量（資源量は 2018 年 1 月と 2019 年 1 月時点推定値の平均）、F は各年齢の平均値である。2018 年漁期は 2018 年 7 月～2019 年 6 月である。将来漁獲量の幅は 80% 区間を示す。「親魚量の維持」は、親魚量を中長期的に安定する値に維持する漁獲シナリオである。

## (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
2015 年漁獲量確定値 2016 年漁獲量暫定値 2016 年月別体長組成	2015、2016 年年齢別漁獲尾数
2016 年大中型まき網漁業漁獲成績報告書	2016 年までの資源量指標値、2016 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) (実際の F 値)
2016 年漁期(当初)	Frec1	0.73	528	191*	167	
2016 年漁期 (2016 年再評価)	Frec1	0.88	921	375	334	
2016 年漁期 (2017 年再評価)	Frec1	0.73	638	215	189	213 (0.70)
2017 年漁期(当初)	Fcurrent	0.86	973	386*	342	
2017 年漁期 (2017 年再評価)	Fcurrent	0.86	717	300	268	
2016、2017 年漁期とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。 *は TAC 設定の根拠である。 資源量、漁獲量は漁期年に基づく。2016 年漁期の漁獲量と F 値は推定値。 平成 27 年度までの資源評価報告書では、Frec5yr を Frec1 と表記していた。						

昨年度評価時の予測と比べて、2016 年の 0 歳魚の漁獲量が予測より大幅に少なく、資源量指標値も高くなかったため、2016 年の加入量が 4 割ほど下方修正された。また、2016 年の 1 歳魚以上の漁況も予測ほどよくなかったため、2016 年の資源量と親魚量が下方修正され、2017 年の加入量の下方修正にもつながった。これらの理由から、2016 年及び 2017 年の資源量が 3 割ほど下方修正され、両年の ABC も下方修正された。0 歳魚を中心に 2016 年の漁況がよくなかった理由については、加入に影響を与える水温などの環境要因とともに、漁場選択などの社会経済的要因が関与したと思われるが、詳細は不明である。なお、今年度資源量指標値に日本海北中部のデータを加えること(補足資料 2-1-補注 3)で、ABC の下方修正の程度はやや軽減された。

加入量の推定及び将来予測が困難であることに加えて、中国漁船による漁獲の影響を考慮できていないことが資源評価に大きな不確実性をもたらし、再評価における資源量およびABCの変化をより大きくしている可能性がある。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

若齢魚に対する漁獲圧緩和の効果を見るために、0歳魚のFのみを2018年から低下させ、他年齢のFは $F_{current}$ と同一とした場合における、2018～2023年の漁獲量および親魚量の予測値を求めた(表4、図22)。再生産成功率を1990～2015年の中央値で一定(親魚量が35万トンを超えた場合は加入量25億尾で一定)とする条件のもとで期待される漁獲量は、管理を開始する2018年には0歳魚のFが小さいほど減少するが、2020年以降では0歳魚のFに関わらず同程度であった。2023年における親魚量は、0歳魚のFを小さくするほど増加した。若齢魚に対する漁獲圧の緩和は本資源の資源量を増大させ、CPUEの増加などにつながることを期待される。

対馬暖流域のマサバは、韓国、中国、台湾によっても漁獲されている。特に、東シナ海において数百隻の虎網等灯火を利用した中国漁船が操業しているとされており、当該資源に大きな影響を与えていると想定される。資源評価、資源管理に当たっては、漁獲量や漁獲努力量等の情報を各国間で共有する必要がある。しかし、中国の漁獲量および漁獲努力量の具体的な数値が得られていないため、資源評価ではそれらの影響を考慮できていない。そのため、東シナ海における外国漁船による漁獲努力量を調査することを目的に、平成26年度から人工衛星夜間可視データを用いて外国漁船の動向を把握する取組みを開始した(補足資料5)。いくつか課題はあるが、将来的に努力量の変化などを定量化できる可能性がある。

## 7. 引用文献

- Limbong, D., K. Hayashi and Y. Matsumiya (1988) Length cohort analysis of common mackerel *Scomber japonicus*, Tsushima Warm Current stock. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., **66**, 119-133.
- Limbong, D., K. Hayashi and K. Shirakihara (1991) Seasonal distribution and migration of the common mackerel in the southwestern Japan Sea and the East China Sea. Nippon Suisan Gakkaishi, **57**, 63-68.
- 森脇晋平・宮邊 伸 (2012) 日本海南西沿岸海域におけるマサバの摂餌生態. 島根水技セ研報, **4**, 39-44.
- 大内 明・濱崎清一 (1979) 日本海西部・東シナ海におけるマサバの系統群. 西水研研報, **53**, 125-152.
- Sassa, C. and Y. Tsukamoto (2010) Distribution and growth of *Scomber japonicus* and *S. australasicus* larvae in the southern East China Sea in response to oceanographic conditions. Mar. Ecol. Prog. Ser., **419**, 185-199.
- Shiraishi, T., K. Okamoto, M. Yoneda, T. Sakai, S. Ohshimo, S. Onoe, A. Yamaguchi and M. Matsuyama (2008) Age validation, growth and annual reproductive cycle of chub mackerel *Scomber japonicus* off the waters of northern Kyushu and in the East China Sea. Fish. Sci., **74**,

947-954.

山田梅芳・堀川博史・中坊徹次・時村宗春 (2007) マサバ. 東シナ海・黄海の魚類誌, 東海大学出版会, 神奈川, 972-979.

Yasuda, T., R. Yukami and S. Ohshimo (2014) Fishing ground hotspots reveal long-term variation in chub mackerel *Scomber japonicus* habitat in the East China Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., **501**, 239-250.

Yukami, R., S. Ohshimo, 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.

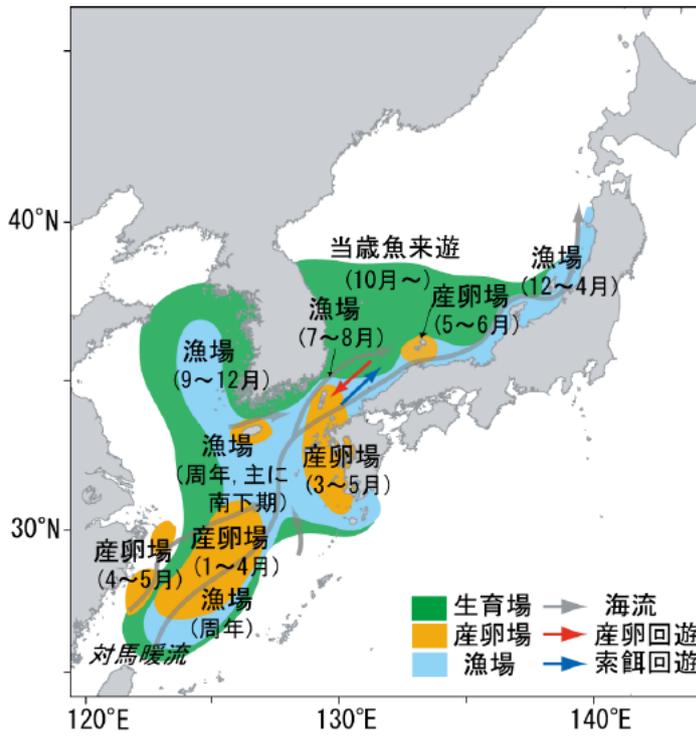


図1. マサバ対馬暖流系群の分布・回遊  
および生活史と漁場形成模式図

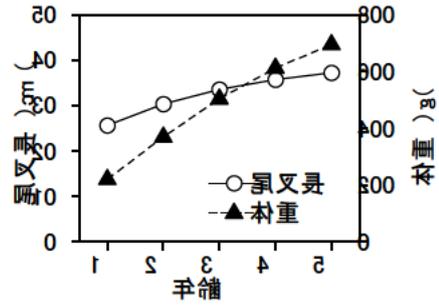


図2. 年齢と成長

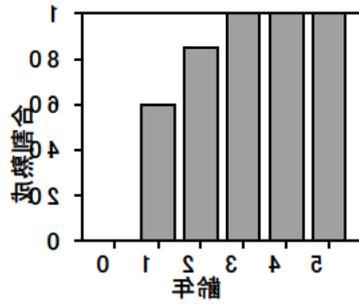


図3. 年齢と成熟割合

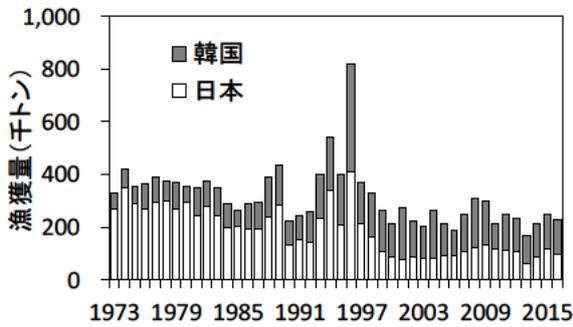


図4. 漁獲量

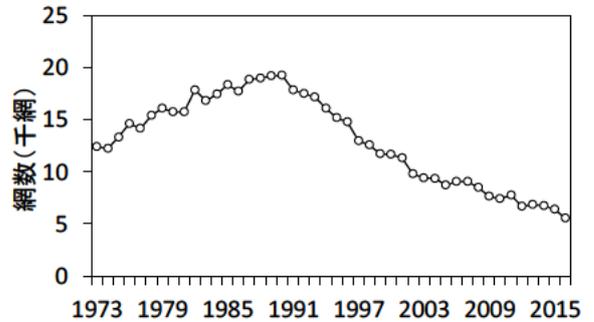


図5. 大中型まき網の網数

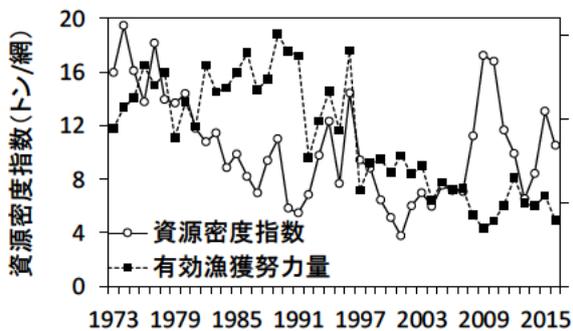


図6. 資源密度指数と大中型まき網の  
有効漁獲努力量

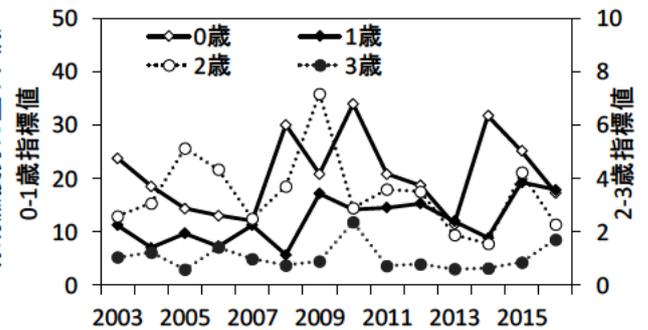


図7. 年齢別資源量指標値

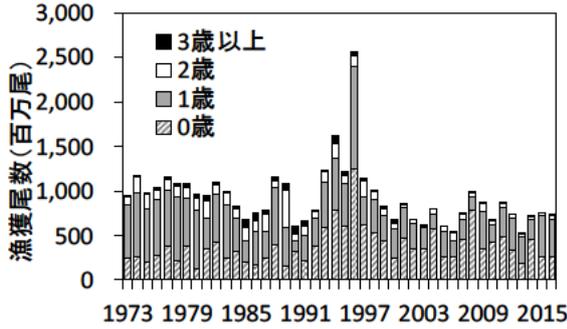


図 8. 年齢別・年別漁獲尾数

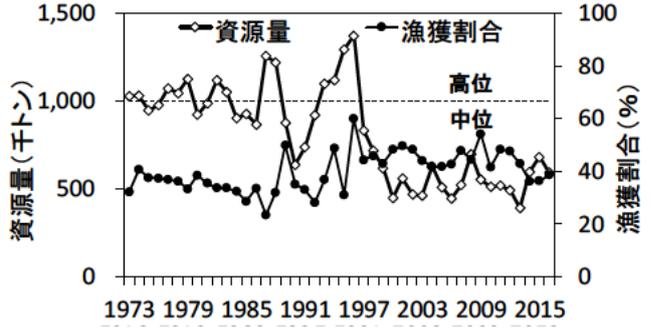


図 9. 資源量と漁獲割合 (破線は高位水準と中位水準の境界)

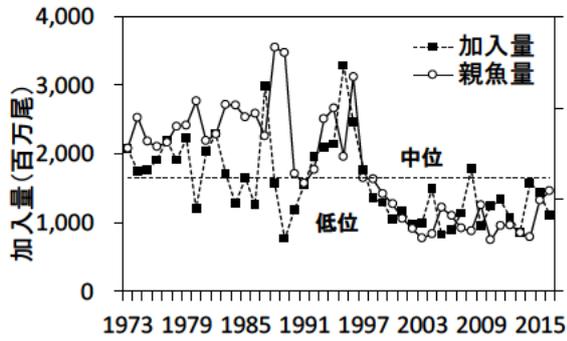


図 10. 加入量と親魚量 (破線は中位水準と低位水準の境界)

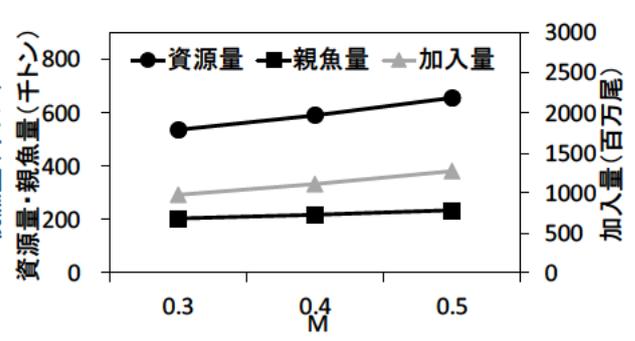


図 11. 自然死亡係数 (M) と 2016 年資源量、親魚量、加入量の関係

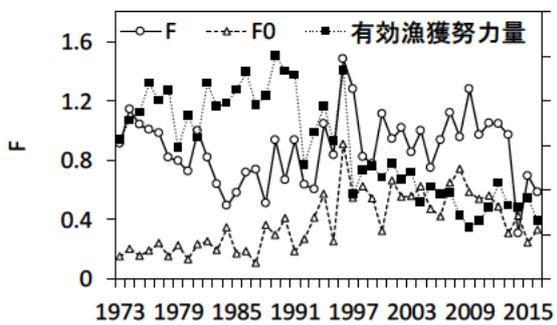


図 12. 漁獲係数 (F) と大中型まき網の有効漁獲努力量

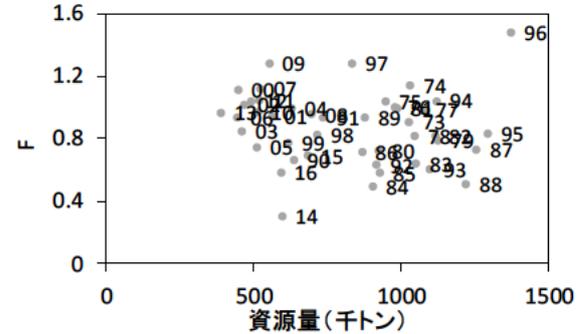


図 13. 資源量と漁獲係数 (F) の関係

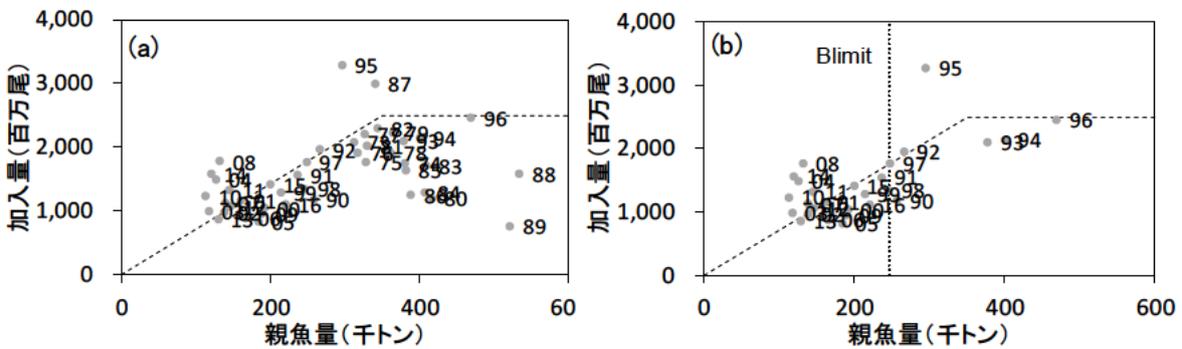


図 14. 親魚量と加入量の関係 (a : 1973~2016 年、b : 1990~2016 年、破線は将来予測で仮定した再生産関係、b の点線は Blimit (1997 年親魚量) を示す)

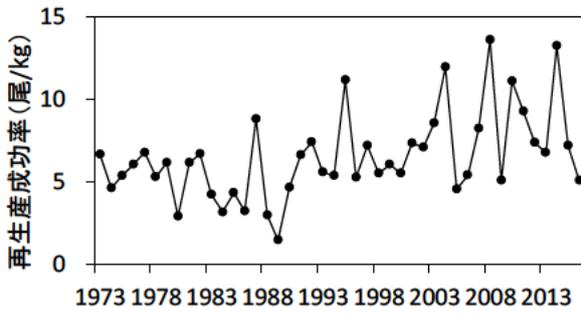


図 15. 再生産成功率

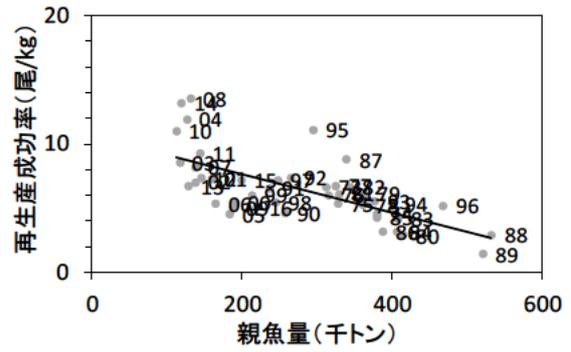


図 16. 親魚量と再生産成功率の関係

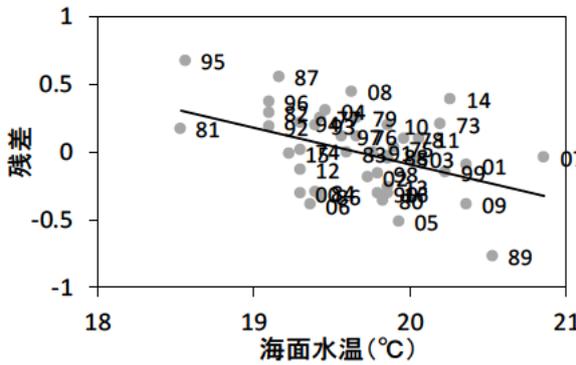


図 17. 海面水温と親魚量 - 再生産成功率 (対数) 関係の残差の関係

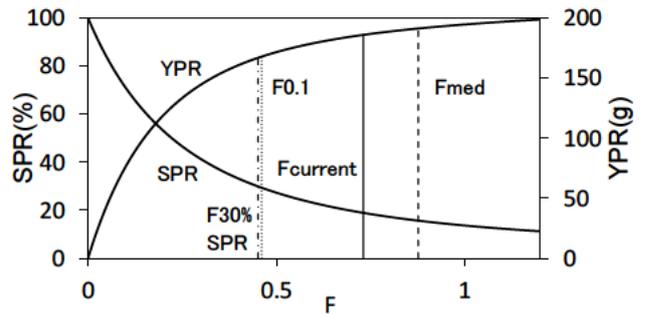


図 18. YPR、SPR と漁獲係数 (F) との関係 (F は各年齢平均)

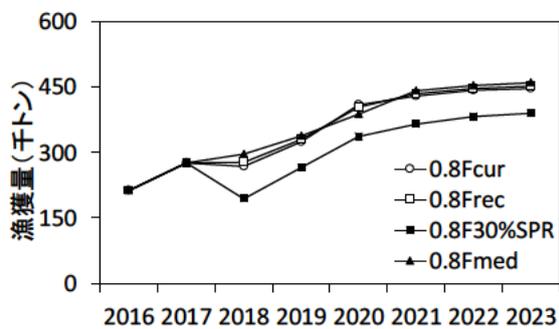
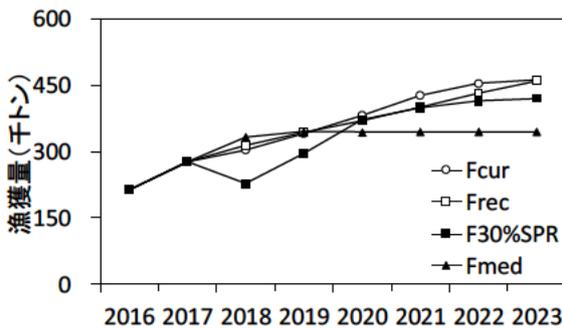


図 19. 各漁獲シナリオにおける漁獲量の予測値 (漁期年、左 : Flimit、右 : Ftarget)

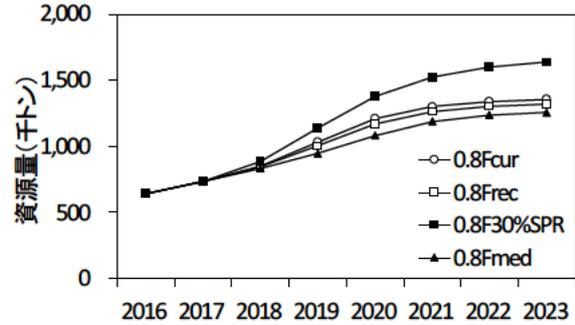
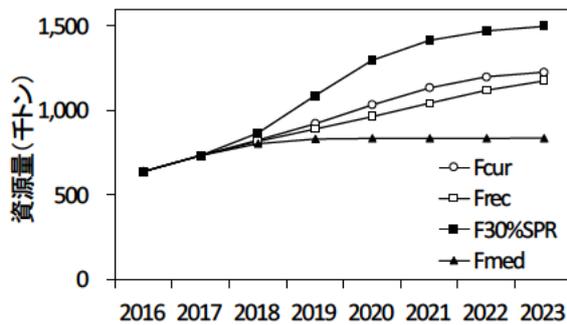


図 20. 各漁獲シナリオにおける資源量の予測値 (漁期年、左 : Flimit、右 : Ftarget)

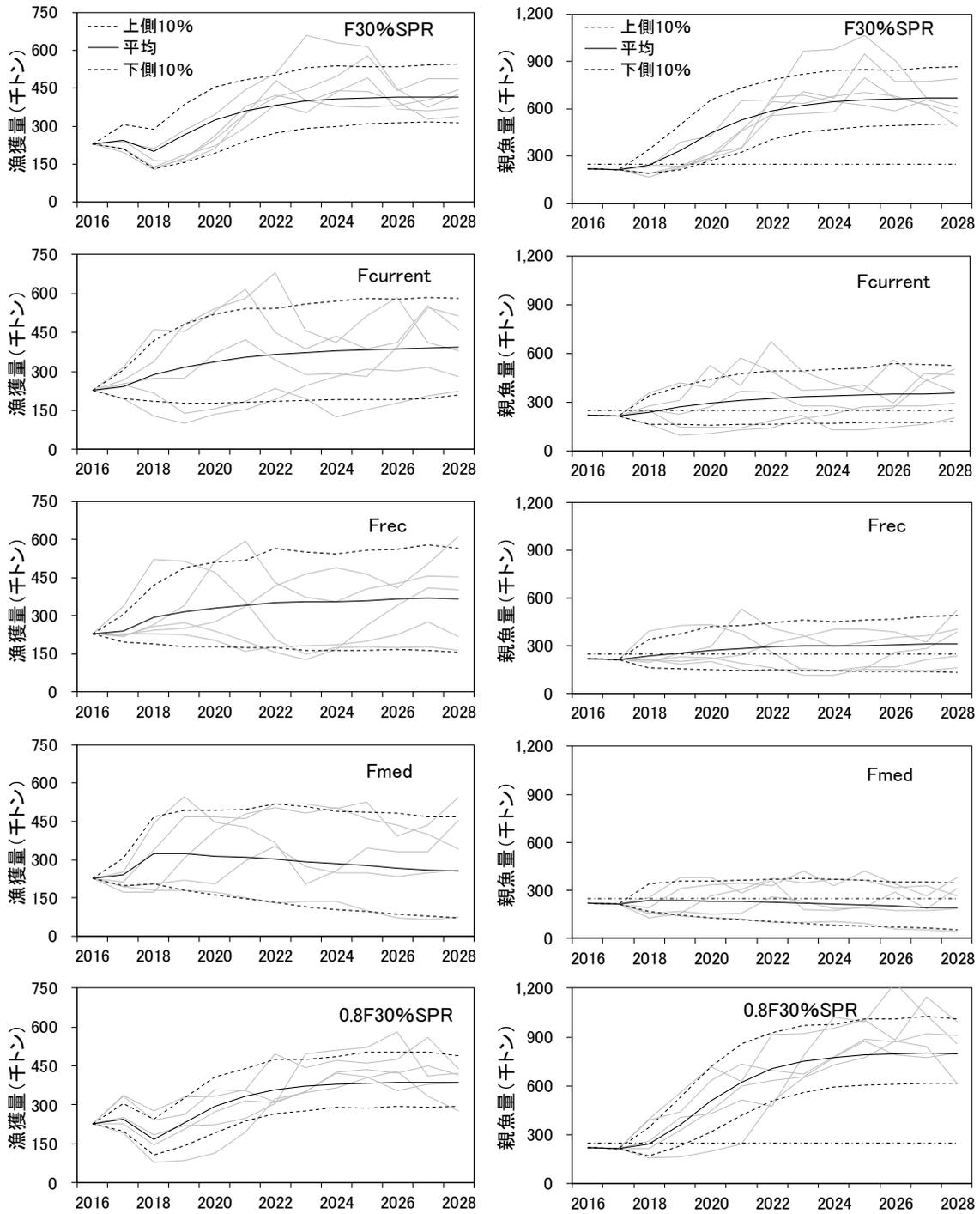


図 21. 再生産成功率 (RPS) の変動を考慮したシミュレーション結果 (暦年、左図：漁獲量、右図：親魚量。各図の点線は上下 10%値、実線は平均値、細線は 5 試行分の結果、右図の破線は Blimit を示す)

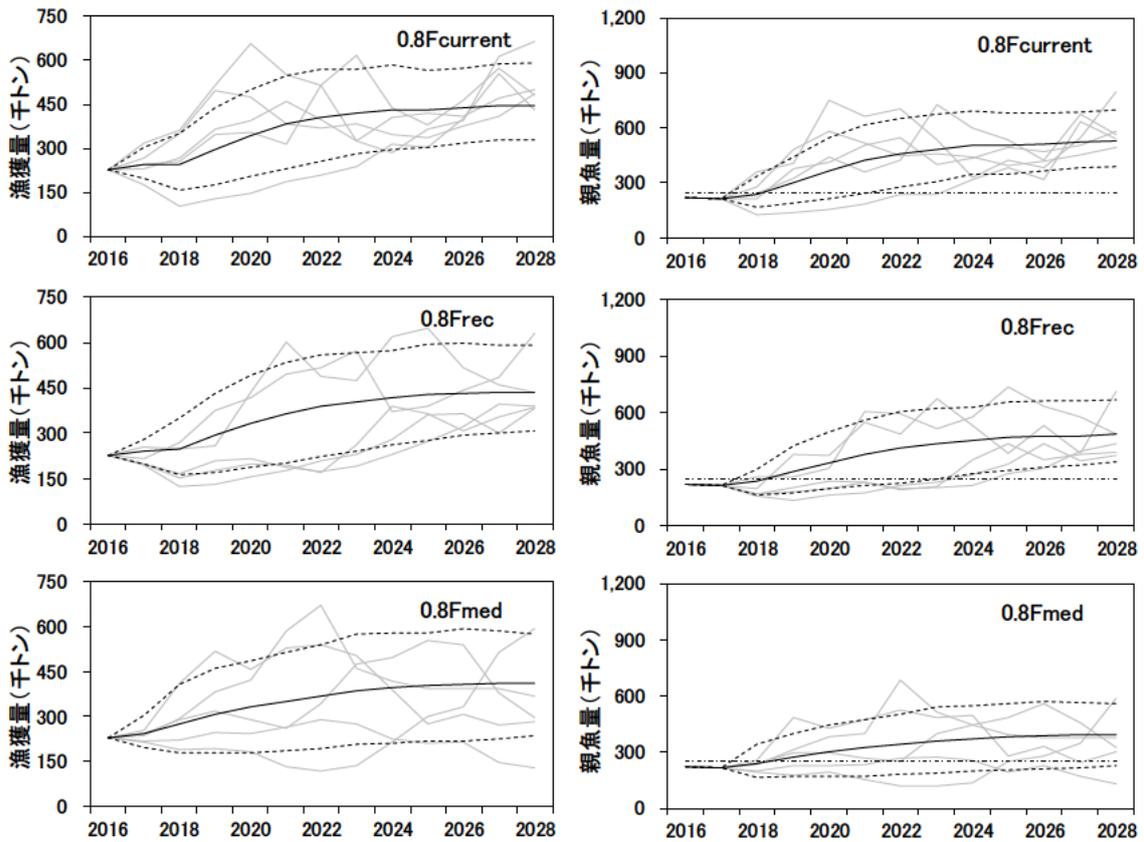


図 21. 再生産成功率 (RPS) の変動を考慮したシミュレーション結果の続き (暦年、左図：漁獲量、右図：親魚量。各図の点線は上下 10% 値、実線は平均値、細線は 5 試行分の結果、右図の破線は Blimit を示す)

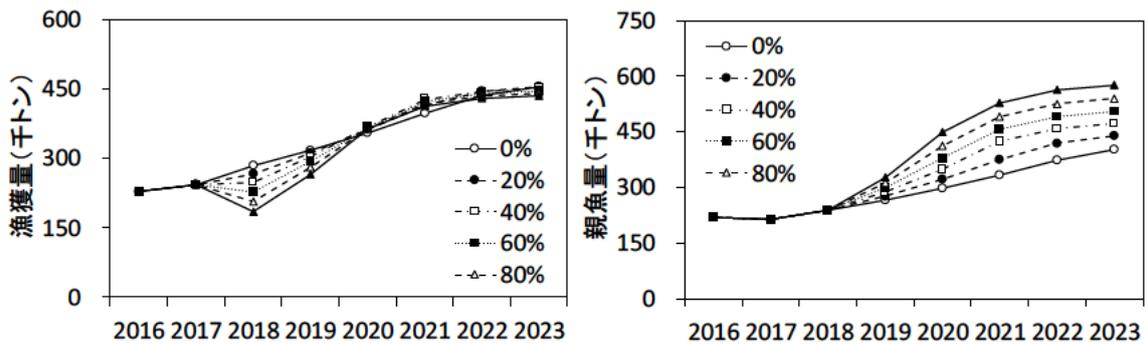


図 22. 0 歳の漁獲係数 (F) のみ削減した場合の漁獲量と親魚量の予測値 (暦年)

表1. 大中型まき網のマサバ漁獲量と、大中型まき網以外の漁業種の府県別マサバ漁獲量(トン)

暦年	大中まき	鹿児島	熊本	長崎	佐賀	福岡	山口	島根	鳥取
1973	215,160	966	942	2,414	34	764	1,911	38,598	9
1974	295,856	746	575	1,716	17	676	2,821	33,423	487
1975	237,859	1,361	828	2,132	14	662	1,619	38,432	212
1976	215,601	1,789	889	2,138	24	332	772	36,709	868
1977	250,593	1,749	863	3,647	41	674	1,338	21,241	247
1978	257,417	959	1,197	9,622	51	648	587	18,498	262
1979	212,769	2,542	1,093	7,102	106	705	1,069	38,385	118
1980	255,753	2,100	623	4,595	84	617	1,378	25,388	171
1981	203,333	2,740	2,106	7,098	140	549	1,477	19,952	260
1982	233,390	2,848	2,883	6,753	182	1,016	2,094	25,179	630
1983	197,112	2,863	1,268	5,590	266	1,440	2,235	24,158	377
1984	150,995	2,952	1,308	5,063	77	789	2,150	28,426	24
1985	152,021	3,853	2,784	12,803	42	743	2,957	21,189	233
1986	144,646	2,082	551	4,902	107	1,060	1,778	30,167	893
1987	124,383	2,307	2,358	25,887	370	1,623	2,863	25,006	266
1988	158,964	1,782	1,050	10,914	316	1,409	3,738	52,260	255
1989	213,583	1,524	1,019	7,711	613	1,625	1,485	47,890	13
1990	104,467	696	254	3,490	75	798	4,035	14,554	21
1991	111,700	867	1,454	4,227	65	571	6,687	25,152	3
1992	111,697	1,208	1,242	4,849	163	883	3,639	17,885	0
1993	175,995	2,240	1,457	10,058	489	3,518	3,202	33,375	5
1994	265,917	1,143	610	8,742	452	2,453	5,394	44,236	6
1995	154,712	1,051	1,933	9,467	187	1,483	5,683	28,748	2
1996	358,199	1,742	2,106	9,232	149	1,814	5,244	26,246	0
1997	173,610	2,297	2,748	11,288	275	786	3,900	12,204	11
1998	125,813	1,137	472	7,321	152	1,194	6,260	18,756	11
1999	79,681	1,372	671	8,745	149	1,373	2,713	10,555	12
2000	65,284	1,400	286	6,046	70	519	4,649	7,797	9
2001	54,132	1,157	50	7,580	145	1,142	3,602	7,824	8
2002	62,323	345	76	7,822	25	988	3,360	9,877	5
2003	62,440	1,135	7	8,046	11	1,177	939	7,850	0
2004	58,008	959	131	14,251	37	953	319	6,648	0
2005	61,858	2,331	117	10,843	20	879	928	10,252	1
2006	55,971	2,326	125	13,799	231	962	1,579	11,929	12
2007	71,649	1,771	282	12,065	51	2,353	1,728	13,451	2
2008	82,358	2,793	313	13,478	146	743	1,606	16,412	4
2009	92,412	1,744	59	14,416	13	578	2,005	17,123	5
2010	89,528	2,476	126	11,666	83	844	1,416	9,000	7
2011	62,842	4,164	290	19,802	19	1,282	1,528	15,684	2
2012	70,195	2,515	108	14,034	69	860	818	14,772	75
2013	41,032	2,172	117	9,062	45	69	557	6,818	114
2014	46,591	1,946	192	14,736	17	201	856	15,081	1
2015	76,914	2,390	301	14,489	20	614	1,763	9,917	6
2016	47,860	2,134	278	13,319	52	110	2,580	23,633	5

表1. 大中型まき網のマサバ漁獲量と、大中型まき網以外の漁業種の府県別マサバ漁獲量(トン)の続き

暦年	兵庫	京都	福井	石川	富山	新潟	山形	秋田	合計
1973	340	1,235	2,252	1,254	539	2,039	10	84	268,551
1974	1,486	477	2,520	3,172	1,205	1,500	6	144	346,826
1975	279	130	1,937	1,916	519	1,881	5	147	289,932
1976	678	169	2,070	3,356	1,120	2,041	2	227	268,787
1977	1,725	80	1,481	3,646	1,689	2,494	9	233	291,750
1978	1,676	61	979	3,415	1,419	1,495	0	153	298,439
1979	377	503	1,235	1,816	465	1,225	7	352	269,867
1980	43	295	894	2,492	1,000	1,446	7	215	297,101
1981	650	153	903	2,665	1,010	405	1	101	243,544
1982	1,772	95	791	2,579	402	603	1	140	281,358
1983	942	97	2,045	2,406	330	1,054	3	79	242,265
1984	557	106	1,504	2,224	239	905	6	204	197,530
1985	393	333	2,199	2,988	223	799	11	98	203,670
1986	383	93	1,164	3,382	465	1,059	15	110	192,858
1987	722	100	1,984	4,920	207	622	5	78	193,701
1988	369	140	2,179	5,408	316	838	4	102	240,043
1989	474	692	1,340	3,678	216	638	7	73	282,580
1990	187	301	494	1,510	134	184	0	29	131,228
1991	69	146	390	1,233	172	216	0	37	152,991
1992	70	120	190	1,047	230	140	0	24	143,385
1993	76	447	835	1,916	665	249	2	26	234,555
1994	746	632	1,334	5,180	1,357	498	3	50	338,751
1995	373	388	478	2,237	1,039	250	0	48	208,078
1996	283	298	516	4,255	764	335	2	31	411,217
1997	54	409	405	1,802	509	280	5	37	210,618
1998	10	472	183	1,257	1,306	144	4	32	164,524
1999	167	294	409	564	842	337	3	34	107,839
2000	113	409	265	1,028	1,134	178	1	59	89,249
2001	2	202	147	990	319	144	1	68	77,514
2002	6	276	151	630	117	85	1	33	86,121
2003	24	363	164	765	192	102	0	4	83,219
2004	2	180	51	1,144	525	112	6	51	83,377
2005	81	88	146	3,665	390	193	7	70	91,870
2006	35	1,399	602	878	348	232	27	58	90,514
2007	10	348	258	1,714	310	338	11	43	106,384
2008	57	279	188	1,316	764	545	16	53	121,073
2009	16	306	142	984	365	344	5	44	130,559
2010	14	86	199	1,368	495	339	4	26	117,678
2011	26	275	164	3,212	1,004	382	14	109	110,798
2012	18	53	162	2,870	1,193	283	1	23	108,048
2013	7	146	137	2,826	994	246	4	28	64,373
2014	4	514	29	3,156	3,201	447	3	15	86,990
2015	57	263	268	3,529	4,018	547	5	50	115,149
2016	4	217	249	2,988	754	456	3	32	94,674

表2. 漁獲量とコホート解析結果

暦年	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					
1973	269	61	330	1,026	312	2,078	32	6.667
1974	347	72	419	1,029	380	1,749	41	4.608
1975	290	65	355	946	327	1,759	38	5.373
1976	269	95	364	976	316	1,911	37	6.052
1977	292	101	393	1,070	325	2,202	37	6.777
1978	298	79	378	1,044	360	1,906	36	5.286
1979	270	104	374	1,123	363	2,229	33	6.144
1980	297	57	354	921	415	1,203	38	2.900
1981	244	105	348	985	329	2,026	35	6.162
1982	281	93	374	1,116	343	2,295	34	6.684
1983	242	110	352	1,050	408	1,714	34	4.202
1984	198	93	291	902	406	1,283	32	3.163
1985	204	60	264	926	380	1,647	28	4.332
1986	193	97	290	866	388	1,252	33	3.229
1987	194	98	292	1,255	339	2,992	23	8.816
1988	240	149	389	1,219	533	1,576	32	2.957
1989	283	154	437	876	521	762	50	1.463
1990	131	91	222	636	256	1,187	35	4.631
1991	153	89	242	735	236	1,559	33	6.616
1992	143	114	258	917	265	1,963	28	7.397
1993	235	168	403	1,098	377	2,100	37	5.570
1994	339	205	544	1,118	400	2,145	49	5.366
1995	208	192	400	1,292	295	3,287	31	11.152
1996	411	410	821	1,370	468	2,456	60	5.247
1997	211	158	368	832	247	1,775	44	7.183
1998	165	163	328	715	245	1,349	46	5.507
1999	108	157	265	617	213	1,286	43	6.048
2000	89	126	215	446	190	1,046	48	5.490
2001	78	199	277	559	159	1,166	50	7.341
2002	86	139	225	467	137	972	48	7.076
2003	83	119	202	459	116	991	44	8.539
2004	83	178	262	627	125	1,497	42	11.934
2005	92	120	212	509	183	830	42	4.529
2006	91	99	189	443	165	887	43	5.387
2007	106	143	249	522	138	1,132	48	8.224
2008	121	187	308	696	131	1,779	44	13.579
2009	131	168	298	551	188	955	54	5.082
2010	118	94	212	512	112	1,239	41	11.073
2011	111	139	250	518	144	1,330	48	9.266
2012	108	125	233	491	145	1,069	47	7.363
2013	64	102	166	388	128	864	43	6.745
2014	87	127	214	594	119	1,576	36	13.241
2015	115	132	247	681	199	1,426	36	7.172
2016	95	133	228	592	219	1,113	39	5.083

表 3. 2017 年以降の資源尾数等 (暦年)

F30%SPR、Fcurrent、Frec、Fmed で漁獲した場合の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、親魚量、漁獲尾数、漁獲量。体重 (g) は、0 歳=257、1 歳=326、2 歳=465、3 歳以上=639 (2014~2016 年平均体重)。

## F30%SPR

## 年齢別漁獲係数

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	0.32	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1 歳	1.12	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
2 歳	0.75	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
3 歳以上	0.75	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
平均	0.73	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

## 年齢別資源尾数 (百万尾)

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	1,520	1,700	2,376	2,494	2,494	2,494	2,494
1 歳	536	740	936	1,308	1,372	1,372	1,372
2 歳	165	118	249	315	440	462	462
3 歳以上	68	74	81	140	192	268	309
計	2,289	2,632	3,642	4,256	4,499	4,596	4,637

## 年齢別資源量 (千トン)

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	391	437	611	641	641	641	641
1 歳	175	241	305	427	448	448	448
2 歳	77	55	116	146	205	215	215
3 歳以上	43	47	52	89	123	171	197
資源量	686	781	1,084	1,304	1,417	1,475	1,501
親魚量	213	239	333	470	566	622	648

## 年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	346	252	353	370	370	370	370
1 歳	308	311	393	549	576	576	576
2 歳	73	36	77	97	136	143	143
3 歳以上	30	23	25	43	59	83	95
計	758	622	847	1,059	1,141	1,171	1,184

## 年齢別漁獲量 (千トン)

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	89	65	91	95	95	95	95
1 歳	100	101	128	179	188	188	188
2 歳	34	17	36	45	63	66	66
3 歳以上	19	15	16	28	38	53	61
計	243	198	271	347	384	402	410

表 3. 2017 年以降の資源尾数等（暦年）の続き

## Fcurrent

## 年齢別漁獲係数

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
1 歳	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
2 歳	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
3 歳以上	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
平均	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73

## 年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	1,520	1,700	1,890	2,119	2,374	2,494	2,494
1 歳	536	740	828	920	1,032	1,156	1,214
2 歳	165	118	163	182	202	227	254
3 歳以上	68	74	61	71	80	90	101
計	2,289	2,632	2,941	3,292	3,688	3,966	4,062

## 年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	391	437	486	545	611	641	641
1 歳	175	241	270	300	337	377	396
2 歳	77	55	76	85	94	105	118
3 歳以上	43	47	39	45	51	57	64
資源量	686	781	871	975	1,092	1,181	1,220
親魚量	213	239	265	297	333	373	402

## 年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	346	387	431	483	541	568	568
1 歳	308	425	476	529	593	664	698
2 歳	73	52	72	81	90	101	113
3 歳以上	30	33	27	32	36	40	45
計	758	898	1,005	1,124	1,259	1,373	1,423

## 年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	89	100	111	124	139	146	146
1 歳	100	139	155	172	193	217	228
2 歳	34	24	34	38	42	47	52
3 歳以上	19	21	17	20	23	25	29
計	243	284	317	354	397	435	455

表3. 2017年以降の資源尾数等（暦年）の続き

Frec

年齢別漁獲係数

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
1歳	1.12	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
2歳	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
3歳以上	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
平均	0.73	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	1,520	1,700	1,823	1,971	2,131	2,302	2,488
1歳	536	740	812	870	941	1,017	1,099
2歳	165	118	152	166	178	193	208
3歳以上	68	74	58	64	70	75	81
計	2,289	2,632	2,844	3,071	3,319	3,587	3,877

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	391	437	469	507	548	592	640
1歳	175	241	265	284	307	332	358
2歳	77	55	70	77	83	90	97
3歳以上	43	47	37	41	45	48	52
資源量	686	781	841	909	982	1,062	1,147
親魚量	213	239	256	277	299	323	349

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	346	408	438	473	511	553	597
1歳	308	440	483	517	559	605	653
2歳	73	55	70	77	83	89	96
3歳以上	30	34	27	29	32	35	38
計	758	937	1,017	1,097	1,186	1,281	1,385

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	89	105	113	122	132	142	154
1歳	100	144	157	169	182	197	213
2歳	34	25	33	36	38	41	45
3歳以上	19	22	17	19	21	22	24
計	243	296	320	345	373	403	436

表 3. 2017 年以降の資源尾数等（暦年）の続き

Fmed

年齢別漁獲係数

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	0.32	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
1 歳	1.12	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
2 歳	0.75	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
3 歳以上	0.75	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
平均	0.73	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	1,520	1,700	1,687	1,686	1,686	1,686	1,686
1 歳	536	740	777	771	770	770	770
2 歳	165	118	130	136	135	135	135
3 歳以上	68	74	52	50	51	51	51
計	2,289	2,632	2,646	2,642	2,642	2,642	2,642

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	391	437	434	434	434	434	434
1 歳	175	241	253	251	251	251	251
2 歳	77	55	60	63	63	63	63
3 歳以上	43	47	34	32	33	33	33
資源量	686	781	781	780	780	780	780
親魚量	213	239	237	237	237	237	237

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	346	452	449	448	449	449	449
1 歳	308	470	493	489	489	489	489
2 歳	73	59	65	68	68	68	68
3 歳以上	30	37	26	25	26	26	26
計	758	1,019	1,034	1,031	1,031	1,031	1,031

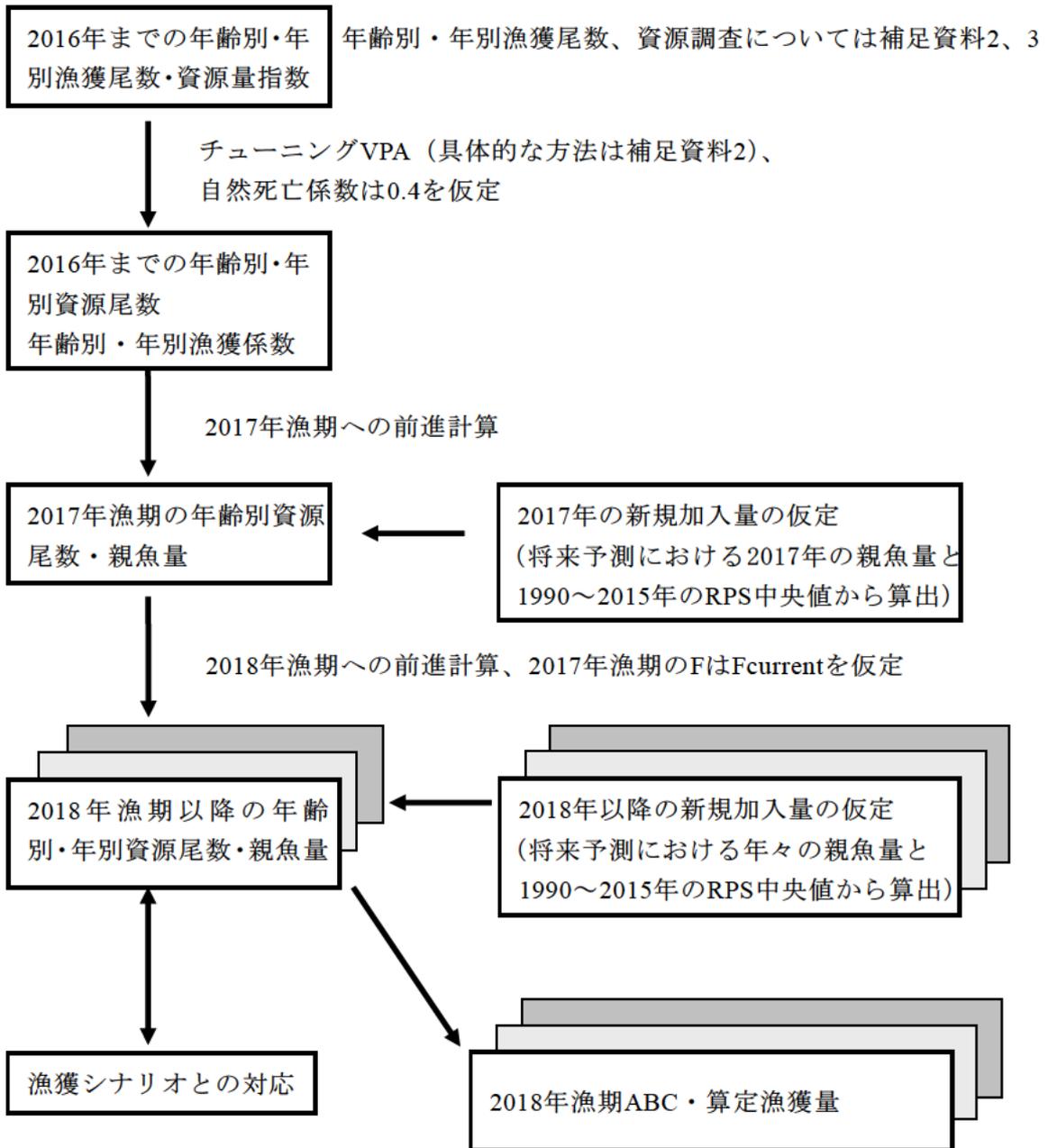
年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0 歳	89	116	115	115	115	115	115
1 歳	100	153	161	160	159	160	160
2 歳	34	27	30	32	32	32	32
3 歳以上	19	24	17	16	16	16	16
計	243	321	323	323	323	323	323

表 4. 0 歳魚の漁獲係数削減の効果 (暦年)

削減率		0%	20%	40%	60%	80%	100%
漁獲係数 (F)	0 歳	0.32	0.26	0.19	0.13	0.06	0.00
	1 歳	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
	2 歳	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	3 歳以上	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
2023 年漁獲量 (千トン)		455	454	451	446	440	435
2023 年親魚量 (千トン)		402	439	473	505	539	575

補足資料1 資源評価の流れ



## 補足資料 2 資源計算方法

## 1. コホート計算

マサバの年齢別・年別漁獲尾数を推定し、コホート解析によって資源尾数を計算した。2016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0.4と仮定した(Limbong et al., 1988)。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長 (cm)	25.9	28.8	31.8	34.3
体重 (g)	239	332	452	568
成熟割合 (%)	0	60	85	100

年齢別・年別漁獲尾数は東シナ海・日本海における大中型まき網漁業の銘柄別漁獲量と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マサバの体長組成から推定した(補注2)。1973~2016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、日本と韓国の漁獲量の合計値で引き伸ばした。韓国のさば類漁獲量のうちマサバが占める割合は、2007年以前については、韓国水域内で操業した日本の大中型まき網漁船によるデータからマサバの割合を算出し、これと同一とした。2008年以降については、韓国の漁獲量がマサバ・ゴマサバそれぞれについて公表されるようになったので、韓国のマサバ漁獲量を用いた。ただし2009年については、韓国のゴマサバの漁獲量の値が異常に高く、値の信頼性が低いことから、2007年以前と同一の方法で算出した。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は、生残の式(式1)と漁獲方程式(式2)に基づくコホート解析を用いた。

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

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

ここで、Nは資源尾数、Cは漁獲尾数、aは年齢(0~3+歳)、yは年である。Fの計算は石岡・岸田(1985)の反復式を使い、プラスグループの資源尾数の扱いについては、平松(2000; 非定常な場合のプラスグループ扱い方)に従った。また、最高年齢群3歳以上(3+)と2歳の各年の漁獲係数Fは同一とした。

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

最近年(2016年)の0、1、2歳のFを大中型まき網漁業の年齢別資源量指標値(0~3+歳; 補注3)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(チューニング)。チューニング期間は、漁船数など操業形態が現在に近く、漁獲効率が同じとみなせる2003~2016年とした。最小化させる負の対数尤度を以下のように定義した(山川 未発表)。

$$\text{最小 } -\ln L = \sum_a \sum_y \left[ \frac{[\ln I_{a,y} - (b_a \ln B_{a,y} + \ln q_a)]^2}{2\sigma_a^2} - \ln \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \right) \right] \quad (4)$$

ここで、 $I_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳の大中型まき網 CPUE、 $B_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳の資源量、 $q_a$ 、 $b_a$ 、 $\sigma_a$  は推定パラメータ（ターミナル  $F$  と同時推定）である。年齢別・年別の資源量は、年齢別・年別の資源尾数に年齢別・年別の漁獲物平均体重  $w_{a,y}$  を掛け合わせて求めた。

$$B_{a,y} = N_{a,y} w_{a,y} \quad (5)$$

また、 $I_{a,y}$  と  $B_{a,y}$  には、以下のべき乗式で表される関係があることを仮定した。

$$I_{a,y} = q_a B_{a,y}^{b_a} \quad (6)$$

ただし、本資源評価では  $b_a$  はいずれの指標値に対しても 1 に固定した。(式 4) を最小化するような  $F$  を探索的に求めた結果、 $F_{0,2016}=0.33$ 、 $F_{1,2016}=1.11$ 、 $F_{2,2016}=F_{3+,2016}=0.45$  と推定された。またその他のパラメータは  $q_0=0.064$ 、 $q_1=0.079$ 、 $q_2=0.097$ 、 $q_3=0.077$ 、 $\sigma_0=0.236$ 、 $\sigma_1=0.250$ 、 $\sigma_2=0.191$ 、 $\sigma_3=0.327$  であった。

推定された 2016 年の  $F$  値、加入量、資源量、親魚量の不確実性をノンパラメトリックブートストラップ法により評価した。チューニング時の観測値と予測値の残差をリサンプリングすることで、新たな資源量指標値を作成し、それを使って VPA を繰り返し計算した。計算は 1,000 回繰り返し、信頼区間を求めた。それぞれの推定値の 80% 信頼区間（丸括弧内は点推定値）は、 $F_0$  [0.23, 0.52] (0.33)、 $F_1$  [0.75, 1.95] (1.11)、 $F_2$  [0.36, 0.56] (0.45)、加入量（億尾）[7.7, 15.3] (11.1)、資源量（千トン）[497, 719] (592)、親魚量（千トン）[183, 265] (219) であった。

年齢別資源量指標値（トン/網）

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0 歳	24.02	17.92	13.61	13.39	12.69	29.67	21.03	33.17	19.90	19.25
1 歳	12.22	7.37	10.31	8.01	11.45	7.26	17.57	14.43	15.09	16.13
2 歳	2.72	3.73	5.73	4.46	3.07	4.26	7.38	3.02	4.17	3.89
3 歳以上	1.11	1.31	0.96	2.16	1.18	1.67	1.26	2.61	0.77	0.92

	2013	2014	2015	2016
0 歳	11.95	32.18	24.98	16.95
1 歳	13.23	10.31	21.46	19.14
2 歳	2.51	2.70	5.35	4.77
3 歳以上	0.74	1.43	0.98	1.94

補注 1. 対馬暖流系群の漁獲量を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ため、東シナ海と日本海で漁獲されたマサバの漁獲量を合計した。これに鹿児島～秋田県の農林統計（属人）の漁業種類別漁

獲量のうち、大中型まき網以外の漁業種類によるマサバ漁獲量を加算した。このマサバ漁獲量は、マサバがさば類漁獲量に占める割合を府県ごとに定め（鹿児島県 20%、熊本・長崎県 80%、佐賀・福岡県 90%、山口～福井県 95%、石川県以北 100%）、各府県のさば類漁獲量に乗じて算出した。

補注 2. 年齢別・年別漁獲尾数は以下のように推定した。1992～2016 年には、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は、月ごとに定めた各年齢の入り数範囲を用い、入り数別漁獲量から年齢別漁獲尾数を推定した。また九州の沿岸漁業及び日本海の漁獲物については、月ごとに定めた各年齢の体長範囲を用いて、体長測定データと漁獲量から年齢別漁獲尾数を推定した。1991 年以前については、1973～2007 年の大中型まき網の月別銘柄別漁獲量を各年齢に単純に割り振り、1992～2007 年についての上記推定結果との各年齢の比率を求め、1992～2007 年の比率の平均値を使って年齢別・年別漁獲尾数推定値を補正した。銘柄の年齢への振り分けは、7～12 月の豆銘柄を 0 歳、1～6 月の豆銘柄と 7～12 月の小銘柄を 1 歳、1～6 月の小銘柄と 7～12 月の中銘柄を 2 歳、1～6 月の中銘柄と全ての大銘柄を 3+歳とした。

補注 3. 東シナ海・日本海で操業する大中型まき網漁業の年齢別資源量指標値は、主漁期である 1～5 月と 9～12 月のマサバを対象とした操業について、各年齢に相当する銘柄（補注 2）の一網当り漁獲量（CPUE）として以下のように求めた。なお、2017 年度資源評価より、より広域の CPUE を算定するために、東シナ海・日本海西部に加えて、日本海北中部の漁獲データを使うことにした。まず、日別・船別の漁獲成績報告書に基づき、マサバの漁獲量が総漁獲量の 10%より多い操業日を抽出し、日別・船別・年齢別の CPUE を計算した。10%という狙い種を特定するには比較的低い閾値は、資源の減少を的確に捉えるため、なるべく多くの操業データを取り込み、明らかに混獲とみなせる操業のみを除外するという方針が反映されている。次に、各年齢における CPUE の算術平均を求め、年齢別資源量指標値とした。

## 2. ABC 算定方法

2017 年以降の資源尾数の将来予測にはコホート解析の前進法を用いた。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (8)$$

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

将来予測における加入量は、再生産成功率と親魚量の積とし、再生産成功率は 1990～2015 年の中央値である 7.1 尾/kg とした。また親魚量 35 万トン以上においては、親魚量 35 万トンと再生産成功率の積を加入量とした。2017 年の F は F<sub>current</sub> (2014～2016 年の平均) と仮定し、2018 年よりそれぞれの漁獲シナリオに基づいた F を適用し

た。2017年以降の年齢別選択率は2012～2016年の平均とした。

さらに、漁期年（7月～翌年6月）ABCを計算するために、2016年以降は資源尾数と漁獲尾数を半年（0.5年）ごとに求め、2018年漁期（2018年7月～2019年6月）のABCを算定した。

$$N_{a_2,y} = N_{a_1,y} \exp(-h_{a_1} F_{a,y} - \frac{M}{2}) \quad (10)$$

$$N_{a+1,y+1} = N_{a_2,y} \exp(-h_{a_2} F_{a,y} - \frac{M}{2}) \quad (11)$$

$$N_{3+1,y} = N_{2,y} \exp(-h_{2_2} F_{2,y} - \frac{M}{2}) + N_{3+2,y} \exp(-h_{3+2} F_{3+,y} - \frac{M}{2}) \quad (12)$$

$$C_{a_1,y} = N_{a_1,y} \frac{h_{a_1} F_{a,y}}{h_{a_1} F_{a,y} + \frac{M}{2}} (1 - \exp(-h_{a_1} F_{a,y} - \frac{M}{2})) \quad (13)$$

$$C_{a_2,y} = N_{a_2,y} \frac{h_{a_2} F_{a,y}}{h_{a_2} F_{a,y} + \frac{M}{2}} (1 - \exp(-h_{a_2} F_{a,y} - \frac{M}{2})) \quad (14)$$

ここで、 $a_1$ は前期（1～6月）、 $a_2$ は後期（7～12月）、 $h_a$ は年間のFを半年分のFへ分割する年齢別配分率。 $h_a$ は2014～2016年の1～6月および7～12月における、年齢別漁獲尾数の平均比率から求めた。漁獲量は前期と後期それぞれの各年齢の漁獲尾数に、各年齢の漁獲物平均体重（2014～2016年の平均）を乗じて求めた。なお、半年単位の漁獲物平均体重には、暦年単位と半年単位で計算した年間漁獲量の差異が小さくなるよう補正した値を用いた。

#### 引用文献

平松一彦 (2000) VPA. 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源評価教科書－, 104-127.

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.

Limbong, D., K. Hayashi and Y. Matsumiya (1988) Length cohort analysis of common mackerel *Scomber japonicus*, Tsushima Warm Current stock. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., **66**, 119-133.

## 補足資料3 調査船調査の結果

(1) 夏季(8~9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から得られた現存量指標値を以下に示した。本データにはマサバとゴマサバの区別がないため、「さば類」として示した。

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
さば類	0.2	2.2	1.6	0.9	0.3	0.3	0.05	1.0	2.7
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
さば類	1.7	0.9	8.3	0.8	0.4	0.8	7.8	1.6	1.7
年	2015	2016							
さば類	1.3	2.3							

(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から得られた0歳魚を主体とする現存量推定値(トン)を以下に示した(調査海域面積を138千km<sup>2</sup>、漁獲効率を1とした)。なお、本調査は底魚類を対象としており、マサバの分布水深を網羅していないため、本推定値は参考値として取り扱った。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
マサバ	26,100	14,513	4,951	2,715	3,645	1,062	9,363	213
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
マサバ	22,479	515	12,553	57,162	29,869	257	3,351	3,630
年	2016	2017						
マサバ	4,701	2,692						

(3) 2000年以降、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月の東シナ海及び九州沿岸海域で実施している。結果は平成29年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料5を参照されたい。

(4) 主に1~6月にかけて東シナ海から日本海で実施されている卵採集調査から推定したさば類の年間産卵量(兆粒)を海域別に以下に示した。本データにはマサバとゴマサバの区別がないため、「さば類」として示したが、日本海の卵の大部分はマサバの卵だと考えられる。2015年以降、日本海での産卵量が急増している。

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
東シナ海	30.7	32.6	12.1	9.7	10.4	7.6	8.3	5.1
九州北西	0.5	4.3	0.6	0.7	0.1	3.6	2.6	2.3
日本海	3.1	7.6	1.1	7.2	1.0	2.3	8.4	2.6
年	2014	2015	2016					
東シナ海	4.1	6.1	11.6					
九州北西	1.2	3.1	3.9					
日本海	2.8	24.7	30.0					

補足資料4 マサバ対馬暖流系群のコホート解析結果(暦年)

年齢 年\	漁獲尾数(百万尾)				漁獲重量(千トン)				漁獲係数F			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1973	240	598	97	19	64	208	46	12	0.15	1.03	1.23	1.23
1974	267	706	179	26	71	245	86	17	0.20	1.17	1.60	1.60
1975	211	590	161	26	56	205	77	17	0.16	1.27	1.37	1.37
1976	275	626	112	31	73	217	54	20	0.19	1.28	1.28	1.28
1977	389	624	116	27	103	217	55	17	0.24	1.17	1.27	1.27
1978	222	720	113	22	59	250	54	14	0.15	1.28	0.92	0.92
1979	376	552	119	39	100	192	57	25	0.23	0.90	1.03	1.03
1980	124	660	146	34	33	229	70	22	0.13	1.05	0.86	0.86
1981	352	350	184	69	94	122	88	45	0.23	0.88	1.44	1.44
1982	424	539	110	34	113	187	53	22	0.25	0.90	1.06	1.06
1983	249	594	130	27	66	206	63	17	0.19	0.88	0.75	0.75
1984	313	379	109	37	83	132	52	24	0.35	0.64	0.50	0.50
1985	212	230	153	83	56	80	73	54	0.17	0.60	0.78	0.78
1986	177	369	123	86	47	128	59	56	0.19	0.64	1.03	1.03
1987	252	296	185	51	67	103	89	33	0.11	0.70	1.07	1.07
1988	399	631	84	35	106	219	40	23	0.36	0.54	0.57	0.57
1989	162	433	409	73	43	151	196	47	0.30	1.17	1.14	1.14
1990	332	109	79	91	88	38	38	59	0.41	0.42	0.92	0.92
1991	219	282	104	55	58	98	50	35	0.19	0.99	1.29	1.29
1992	385	317	64	23	102	110	31	15	0.27	0.57	0.85	0.85
1993	595	509	117	18	158	177	56	12	0.41	0.91	0.55	0.55
1994	786	587	158	86	209	204	76	55	0.57	1.32	1.14	1.14
1995	611	477	87	47	162	166	42	30	0.25	1.16	0.96	0.96
1996	1,246	1,154	122	47	331	401	59	30	0.91	1.51	1.75	1.75
1997	626	305	187	20	169	103	84	12	0.55	0.79	1.90	1.90
1998	527	379	96	13	140	133	46	8	0.62	1.04	0.82	0.82
1999	452	276	71	30	114	97	35	19	0.54	1.10	0.73	0.73
2000	241	333	68	48	42	111	33	29	0.32	1.47	1.33	1.33
2001	476	336	37	15	132	116	17	11	0.66	1.46	0.83	0.83
2002	348	284	40	16	96	99	19	11	0.56	1.68	0.92	0.92
2003	356	230	23	14	104	79	11	9	0.56	1.26	0.80	0.80
2004	584	164	45	15	172	59	20	10	0.62	0.71	1.33	1.33
2005	262	280	58	8	75	103	29	5	0.47	0.95	0.79	0.79
2006	255	188	82	25	63	66	44	17	0.42	1.01	1.16	1.16
2007	454	231	53	24	131	78	25	16	0.65	1.18	1.33	1.33
2008	787	152	49	13	223	53	24	9	0.74	0.61	1.24	1.24
2009	356	419	92	13	102	145	44	7	0.59	1.87	1.34	1.34
2010	432	193	35	17	121	64	16	10	0.54	1.01	1.17	1.17
2011	480	334	48	10	109	112	22	7	0.56	1.58	1.03	1.03
2012	346	355	37	14	88	118	17	9	0.49	1.63	1.03	1.03
2013	190	297	37	12	44	98	17	8	0.31	1.52	1.03	1.03
2014	457	217	38	13	121	68	17	9	0.43	0.92	1.17	1.17
2015	258	460	39	6	69	155	19	4	0.25	1.48	0.52	0.52
2016	261	428	32	16	63	142	14	9	0.33	1.11	0.45	0.45

補足資料4 マサバ対馬暖流系群のコホート解析結果(暦年)の続き

年齢 年\	平均体重 (g)				資源尾数 (百万尾)				資源量 (千トン)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1973	266	348	479	645	2,078	1,089	160	31	552	378	76	20
1974	266	348	479	645	1,749	1,199	259	37	465	417	124	24
1975	266	348	479	645	1,759	957	250	40	467	333	120	26
1976	266	348	479	645	1,911	1,008	181	49	507	350	87	32
1977	266	348	479	645	2,202	1,059	188	43	585	368	90	28
1978	266	348	479	645	1,906	1,162	221	44	506	404	106	28
1979	266	348	479	645	2,229	1,098	217	71	592	382	104	46
1980	266	348	479	645	1,203	1,191	299	69	319	414	143	45
1981	266	348	479	645	2,026	706	280	105	538	246	134	68
1982	266	348	479	645	2,295	1,074	197	61	609	373	94	39
1983	266	348	479	645	1,714	1,197	294	60	455	416	141	39
1984	266	348	479	645	1,283	947	333	112	341	329	160	73
1985	266	348	479	645	1,647	609	333	182	437	212	160	117
1986	266	348	479	645	1,252	932	224	158	333	324	107	102
1987	266	348	479	645	2,992	697	331	92	795	242	159	59
1988	266	348	479	645	1,576	1,802	232	97	418	626	111	63
1989	266	348	479	645	762	736	703	125	202	256	337	81
1990	266	348	479	645	1,187	380	154	178	315	132	74	115
1991	266	348	479	645	1,559	529	167	88	414	184	80	57
1992	266	348	479	645	1,963	868	132	47	521	302	63	31
1993	266	348	479	645	2,100	1,006	329	52	558	350	158	33
1994	266	348	479	645	2,145	930	272	147	570	323	130	95
1995	266	348	479	645	3,287	811	166	90	873	282	80	58
1996	266	348	479	645	2,456	1,711	170	65	652	595	81	42
1997	270	338	447	615	1,775	663	252	27	479	224	113	17
1998	266	351	477	631	1,349	689	202	28	359	242	96	18
1999	252	352	488	624	1,286	484	164	68	324	170	80	42
2000	173	334	481	613	1,046	501	107	75	181	168	52	46
2001	278	345	474	699	1,166	507	77	32	324	175	37	23
2002	276	348	481	653	972	402	79	32	268	140	38	21
2003	291	343	456	655	991	374	50	30	288	128	23	20
2004	295	360	455	654	1,497	380	71	24	442	137	32	16
2005	286	368	505	638	830	538	125	17	237	198	63	11
2006	247	349	530	672	887	347	140	43	219	121	74	29
2007	288	336	474	646	1,132	390	84	39	326	131	40	25
2008	283	350	488	654	1,779	397	80	22	503	139	39	14
2009	287	346	475	572	955	568	145	20	274	197	69	11
2010	281	334	456	604	1,239	356	59	29	348	119	27	18
2011	228	334	452	692	1,330	485	87	18	303	162	39	13
2012	256	334	470	647	1,069	509	67	25	274	170	31	16
2013	229	330	468	657	864	440	67	22	198	145	31	14
2014	265	311	449	697	1,576	426	64	21	418	133	29	15
2015	267	336	494	653	1,426	690	114	18	381	232	56	12
2016	239	332	452	568	1,113	747	105	52	266	248	48	30

### 補足資料 5 東シナ海における外国漁船の漁獲動向について

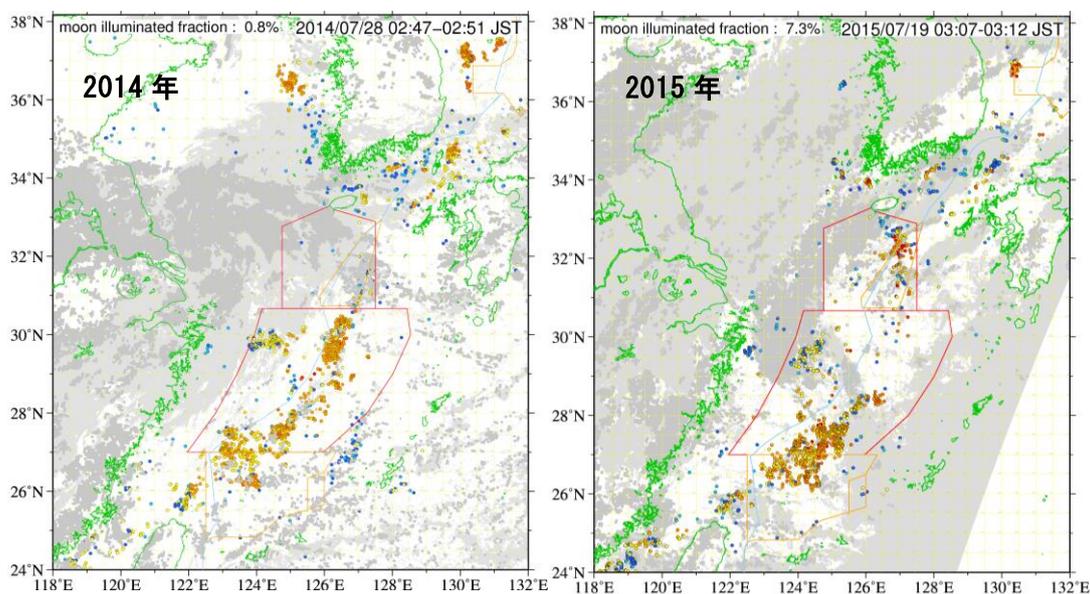
東シナ海における中国漁船によるマサバの漁獲量や漁獲努力量は確実な情報に乏しいため、マサバ対馬暖流系群の資源評価に組み込めていない。しかし、FAO の統計によれば、北西太平洋における中国漁船のサバ類の漁獲量は約 47 万トン（2015 年）と非常に多く、東シナ海においても当該資源に大きな影響を与えている可能性がある。

以上の背景を基に、平成 26 年度から、人工衛星夜間可視データを用いて東シナ海における外国漁船、特に中国船の動向を把握する取組みを開始した。今年度も引き続き、米国の地球観測衛星（Suomi NPP）の夜間可視データ（Miller et al., 2012）から、灯火を用いている漁船の操業点を抽出した（補足図 5-1）。さらに、輝度レベル、操業位置、水温などの条件と、調査船（陽光丸）運行時の目視による漁船の漁業種別データとの比較（補足図 5-2）から、各操業点の漁業種類を推定できるようになった。

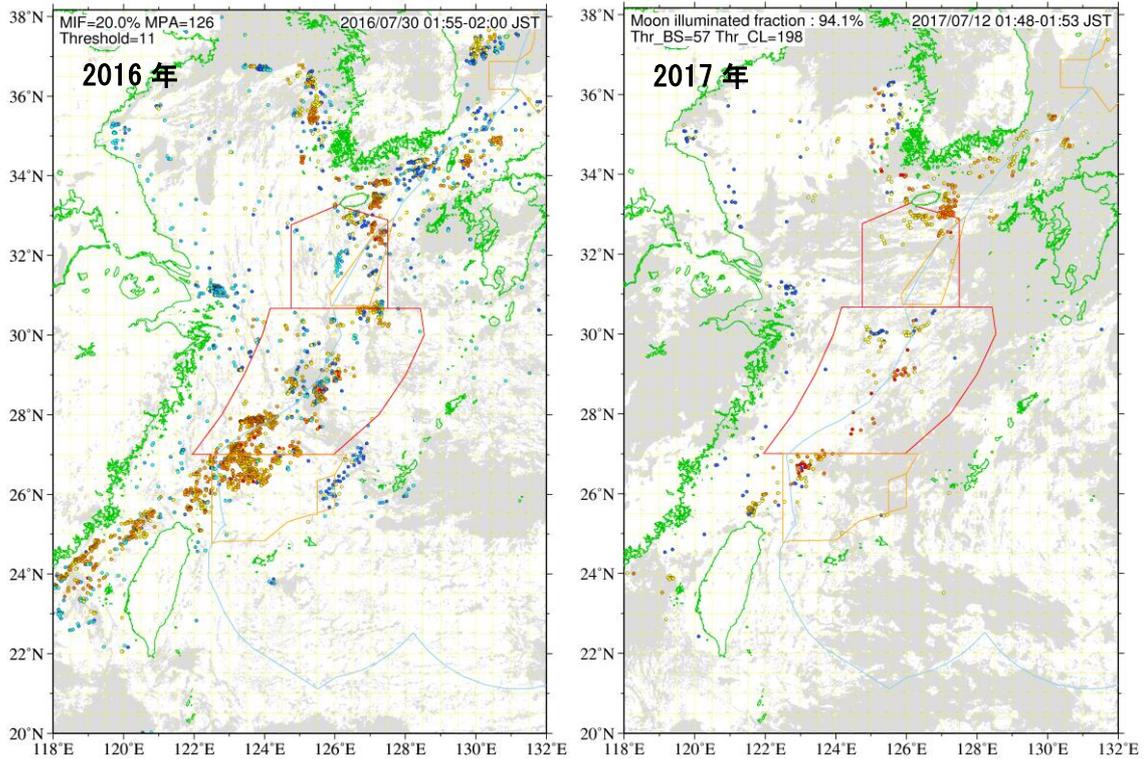
これらの漁業種別操業点データを経年的に整理することにより、漁獲努力量の相対的变化を把握する手がかりが得られる。今後中国船による詳細な漁獲量統計が提供されれば、本調査により得られた漁獲努力量データとともに資源評価に取り入れることができるものと期待される。

#### 引用文献

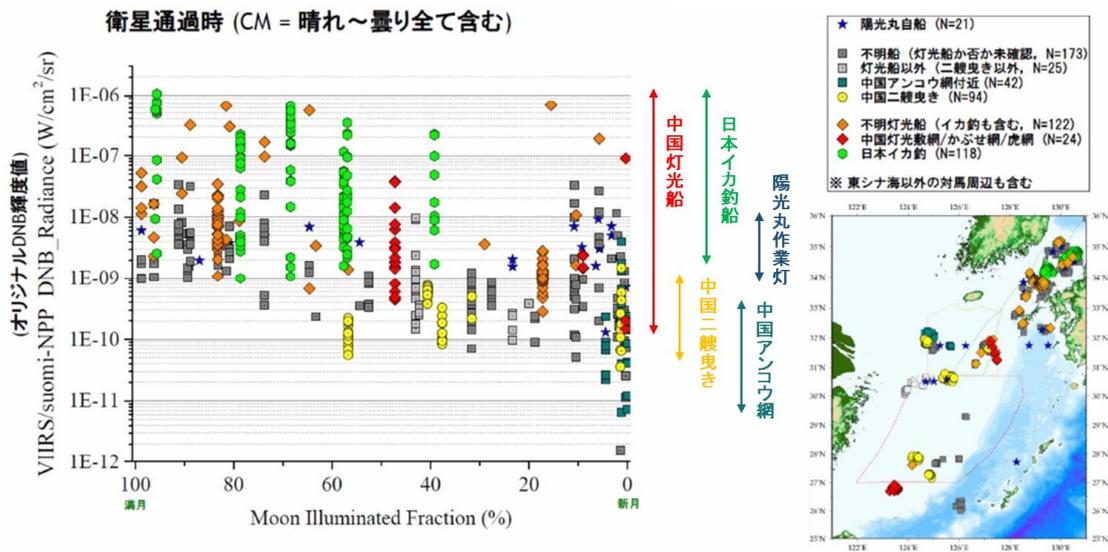
Miller, S.D., S.P. Mills, C.D. Elvidge, D.T. Lindsey, T.F. Lee, and J.D. Hawkins (2012) Suomi satellite brings to light a unique frontier of nighttime environmental sensing capabilities. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **109**, 15706-15711.



補足図 5-1. 2014～2017 年 7 月の東シナ海における人工衛星夜間可視データから抽出された操業点



補足図 5-1. 2014~2017年7月の東シナ海における人工衛星夜間可視データから抽出された操業点 (続き)



補足図 5-2. 調査船からの目視に基づいた人工衛星夜間可視データの漁船種別分析例