

平成 30（2018）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、2017 年の資源量は 59 万トンと推定された。2017 年の親魚量は 19 万トンと推定され、 B_{limit} （25 万トン）を下回った。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（2013～2017 年）の資源量の推移から増加と判断した。ただし、資源量は 2014 年に増加後、ほぼ横ばいであることに留意する必要がある。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 27 年間（1990～2016 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 2019 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、本資源評価ではその影響を考慮できていない。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2019 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2024 年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年に 2017 年 親魚量を 維持	2024 年に Blimit を 維持
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	199	22	0.36 (-48%)	735 (528~921)	100	100
	Limit	234	27	0.45 (-35%)	617 (416~794)	100	99
親魚量の回復 (B/Blimit×Fmed) * (Frec)	Target	252	29	0.51 (-27%)	560 (367~717)	100	99
	Limit	290	34	0.63 (-9%)	454 (223~576)	95	87
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	268	31	0.56 (-20%)	514 (321~679)	99	97
	Limit	306	37	0.70 (±0%)	411 (174~508)	88	76
		2019 年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fmed)	Target	297	35	0.66 (-5%)	434 (203~536)	93	82
	Limit	335	41	0.83 (+19%)	269 (106~379)	59	39
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 = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Fcurrent は 2015～2017 年の F の平均、漁獲割合は 2019 年漁期漁獲量/資源量（資源量は 2019 年 1 月と 2020 年 1 月時点推定値の平均）、F は各年齢の平均値とした。2019 年漁期は 2019 年 7 月～2020 年 6 月とした。

2017 年の親魚量は 189 千トン。

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 (%)
2014	577	114	214	0.98	37
2015	615	187	247	0.78	40
2016	573	184	228	0.77	40
2017	591	189	215	0.55	36
2018	703	230	252	0.70	36
2019	791	256	—	—	—

*年は暦年（1～12月）。2018年、2019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
2017年	親魚量	1997年水準未満（19万トン）	

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）（ http://www.fips.go.kr 、2018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）* 境港港中型まき網銘柄別水揚量（鳥取県）* 新規加入量調査「ニューストーンネットを用いた新規加入量調査」（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 魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」（8～9月、水研） ・計量魚探、中層トロール 資源量直接推定調査「底魚類現存量調査（東シナ海）」（5～6月、水研） ・着底トロール 卵稚仔調査（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（Limpong 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ことが考えられる。

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 年以降、太平洋での操業増加などに

より対馬暖流域における大中型まき網漁業の漁獲努力量は過去最低水準である。

(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、2017 年は 11 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）は、2014 年から 2016 年まで 13 万トン前後であったが、2017 年は 10 万トンに減少した。中国のさば類漁獲量は 2010 年以降、50 万トン前後に増加し、2016 年も同水準であった（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2016 （Release date: March 2018））、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2018 年 3 月）。ただし、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・日本海西部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、減少が続いている。2016 年には過去最少（5,054 網）を記録し、2017 年も 5,148 網と少なかった。これは秋を中心とした太平洋での操業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 1973～2017 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及び中型まき網（境港港）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（2017 年）の値が得られないことなどから使用していない。

調査は、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を用いた新規加入量調査、5～6 月に着底トロール網による資源量直接推定調査、8～9 月にトロール網と計量魚探による魚群分布調査を行った（補足資料 3）。また、周年にわたる卵稚仔調査を実施した。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・日本海西部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、2017 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マサバの漁獲があった漁区間で平均した値とした。有効漁獲努力量は、2017 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（0～3+歳）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）。2017 年の資源量指標値は、過去 14 年間で比べて、いずれの年齢でも平均的な水準だった。また、平成 30 年度資源評価より、日本海西部沿岸域での資源動態を表す指標として、境港港に水揚げする中型まき網の豆銘柄の漁獲量と入港隻数から 0 歳と 1 歳の資源量指標値を算定し、コホート解析に用いた（図 7、補足資料 2-1-補注 3）。2017 年の資源量指標値は、過去 14 年間で比べて、0 歳では非常に低く、1 歳では非常に高い水準だった。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、指標間に差はあるものの、各指標値は各年齢の資源動態をよく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。2017 年も 0 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 2013 年に 1973 年以降で最低の 38 万トンとなったが、2014 年以降、60 万トン前後まで回復し、2017 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、2014 年以降やや低下し、2017 年は 36%であった（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、2000 年代以降、10 億～15 億尾の水準にある（図 10、表 2）。近年では、2013 年に低加入（8 億尾）、2014 年に高加入（15 億尾）となった後、12 億～14 億尾と横ばいである。

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 11 万トンから 19 万トンまで急増した。その後、親魚量は横ばいで、2017 年の親魚量は 19 万トンであった。

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。2017 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、2017 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 年以降は減少傾向にある (図 12)。なお、2000 年以降、大中型まき網の有効努力量が減少したにも関わらず、F が減少しなかった理由の一つとして、韓国による漁獲の影響が考えられる。

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、親魚量が少ない場合には高加入がみられない傾向がある。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を資源回復の閾値 (Blimit) とし、Blimit を 1997 年の親魚量 (25 万トン) とした。

(7) 資源の水準・動向

資源水準について、過去 45 年間に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)。2017 年の資源量は過去 45 年間で上位 31 位にあった。親魚量が 19 万トンと Blimit を下回っていることから、2017 年の資源水準を低位とした。また最近 5 年間 (2013~2017 年) の資源量の推移から、動向を増加と判断した。ただし、2014 年以降、資源量は過去最低だった 2013 年 (38 万トン) より高い水準 (約 60 万トン) にあるものの、動向は横ばいであることに留意する必要がある。

(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)。2017 年は 1991 年以降では平均的な水準だった。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。残差と海面水温と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（2017年）の加入量の推定値は特に不確実性が大きい。ABCの算定等において、2018年以降の再生産成功率を、直近年を除く過去27年間（1990～2016年）の中央値である6.8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24億尾（親魚量35万トンと再生産成功率6.8尾/kgの積）で一定とした。ちなみに、ホッケー・スティック型の再生産関係を当てはめた場合、折れ点の親魚量はおよそ35万トンになる。

（9）生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

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、2018年以降の年齢別選択率は、現状の F （ F_{current} ）の参照期間である過去3年より長い過去5年（2013～2017年）の平均（0歳＝0.31、1歳＝1、2歳＝3歳＝0.65）とした。なお、 F_{current} は2015～2017年の各年齢における F の単純平均値（0.70）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_{current} は $F_{30\%SPR}$ や F_{rec} より高く、 F_{med} より低かった。

5. 2019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た（図9）。2017年の資源量は59万トンと推定され、2014年以降の安定した加入により2000年以降では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_{limit} とした。親魚量（19万トン）が B_{limit} を下回っているため（図10）、2017年の資源水準を低位とし、最近5年間（2013～2017年）の資源量の推移から、動向を増加と判断した。ただし、資源量は2014年に増加後、ほぼ横ばいであることに留意する必要がある。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

2017年の親魚量が B_{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管理目標として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_{med} ）を現在の親魚量と B_{limit} の比で引き下げた F （ $F_{\text{rec}} = F_{\text{med}} \times 2017 \text{年SSB} / B_{\text{limit}}$ ）、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_{current} と F_{med} についても検討した。 F_{med} は、SPRがRPSの逆数（146g）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_{target} についても計算を行った。なお今年度も昨年度に引き続き、5 年後に 50% の確率で資源量を B_{limit} まで回復させることが期待される F (F_{rec5yr}) は ABC 算出の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）、 B_{limit} 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であると考えたためである。ちなみに、今年度計算した F_{rec5yr} は $F_{current}$ の 1.13 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 2018 年漁期の終わり（2019 年 6 月）までは $F_{current}$ とし、2019 年漁期の始め（2019 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。 $F_{30\%SPR}$ では、管理を開始する 2019 年に漁獲量が減少するものの、その後の資源量の増加に伴い、漁獲量も増加に転じた。 F_{rec} や $F_{current}$ 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）							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$)	Target	0.36	248	281	199	270	325	352	366	372
	Limit	0.45	248	281	234	300	359	382	395	400
親魚量の回復 ($B/B_{limit} \times F_{med}$) (F_{rec})	Target	0.51	248	281	252	295	375	395	408	412
	Limit	0.63	248	281	290	335	393	416	427	431
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)	Target	0.56	248	281	268	324	387	405	417	421
	Limit	0.70	248	281	306	340	379	420	430	436
親魚量の維持 (F_{med})	Target	0.66	248	281	297	338	387	418	428	433
	Limit	0.83	248	281	335	345	343	344	344	344
			資源量（千トン；漁期年）							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$)	Target	0.36	647	747	896	1,127	1,327	1,442	1,502	1,531
	Limit	0.45	647	747	879	1,074	1,244	1,336	1,380	1,400

親魚量の回復 ($B/Blimit \times F_{med}$) (F_{rec})	Target	0.51	647	747	868	1,045	1,201	1,282	1,319	1,336
	Limit	0.63	647	747	845	975	1,101	1,172	1,202	1,214
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)	Target	0.56	647	747	859	1,020	1,164	1,238	1,269	1,283
	Limit	0.70	647	747	834	926	1,030	1,112	1,150	1,164
親魚量の維持 (F_{med})	Target	0.66	647	747	840	952	1,067	1,143	1,177	1,190
	Limit	0.83	647	747	812	835	837	836	836	836
			親魚量 (千トン ; 漁期年)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の増大 ($F_{30\%SPR}$)	Target	0.36	209	243	289	401	543	647	705	735
	Limit	0.45	209	243	284	369	476	554	597	617
親魚量の回復 ($B/Blimit \times F_{med}$) (F_{rec})	Target	0.51	209	243	281	352	442	508	544	560
	Limit	0.63	209	243	273	315	370	416	442	454
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)	Target	0.56	209	243	278	336	412	471	501	514
	Limit	0.70	209	243	270	299	333	370	398	411
親魚量の維持 (F_{med})	Target	0.66	209	243	272	308	352	394	421	434
	Limit	0.83	209	243	263	269	269	269	269	269

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。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α 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) 2019 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、2018～2029 年の加入量を仮定値 ($RPS=6.8$ 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。2018 年以降の加入量は、1973～2016 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 6.8 尾/kg と各年の親魚量を乗じて求めた。親魚量 35 万トン以上においては、加入量を 24 億尾 (親魚量 35 万トンと再生産成功率 6.8 尾/kg の積) 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 2019 年に大きく減少するものの、その後増加に転じ、2020 年以降には 2018 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 2019 年以降、下側 10%は 2020 年以降ともに増加傾向を示した。2025 年頃、加入が上限に達するため、それ以降、漁獲量、親魚量とも横ばい傾向を示した。Frec の場合、漁獲量、親魚量の平均値、下限 10%とも緩やかに増加した。Fcurrent では、2025 年ごろまで漁獲量、親魚量ともに緩やかに増加したが、それ以降、平均値、下側 10%とも横ばい傾向を示した。Fmed は、2020 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、漁獲量と親魚量と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、2024 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 2024 年 1 月に 2017 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、2024 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 2024 年に 2017 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 2024 年に Blimit を上回る確率は 70%以上であったが、Fmed では 40%未満であった。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2019 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2024 年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年に 2017 年 親魚量を 維持	2024 年に Blimit を 維持
親魚量の増大* (F30%SPR)	Target	199	22	0.36 (-48%)	735 (528~921)	100	100
	Limit	234	27	0.45 (-35%)	617 (416~794)	100	99
親魚量の回復 (B/Blimit×Fmed) * (Frec)	Target	252	29	0.51 (-27%)	560 (367~717)	100	99
	Limit	290	34	0.63 (-9%)	454 (223~576)	95	87
現状の漁獲圧 の維持* (Fcurrent)	Target	268	31	0.56 (-20%)	514 (321~679)	99	97
	Limit	306	37	0.70 (±0%)	411 (174~508)	88	76
		2019 年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fmed)	Target	297	35	0.66 (-5%)	434 (203~536)	93	82
	Limit	335	41	0.83 (+19%)	269 (106~379)	59	39

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 = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Fcurrent は 2015～2017 年における F の平均値、漁獲割合は 2019 年漁期漁獲量/資源量（資源量は 2019 年 1 月と 2020 年 1 月時点推定値の平均）、F は各年齢の平均値である。2019 年漁期は 2019 年 7 月～2020 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
2016 年漁獲量確定値 2017 年漁獲量暫定値 2017 年月別体長組成	2016、2017 年年齢別漁獲尾数
2017 年大中型まき網 漁業漁獲成績報告書	2017 年までの資源量指標値、2017 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)
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	
2017 年漁期 (2018 年再評価)	Fcurrent	0.92	641	283	253	248 (0.67)
2018 年漁期(当初)	Frec	0.78	819	313*	278	
2018 年漁期 (2018 年再評価)	Frec	0.63	770	271	237	
2017、2018 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。2017 年漁期の漁獲量と F 値は推定値。						

昨年度評価と比べて、2015 年級と 2017 年級の資源量がやや下方修正された一方、2016 年級の資源量はやや上方修正された。これは 2017 年の 0~2 歳魚の漁況を反映したものである。これに伴い、2018 年の親魚量はやや下方修正されたため、2018 年級の加入量もやや下方修正された。これらの理由から、2017 年及び 2018 年の資源量が 1 割ほど下方修正され、両年の ABC もやや下方修正された。

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 2019 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、2019~2024 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 1990~2016 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 24 億尾（親魚量 35 万トンと再生産成功率 6.8 尾/Kg の積）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 2019 年には 0 歳魚の F が小さいほど減少するが、2021 年以降では 0 歳魚の F に関わらず同程度であった。2024 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.

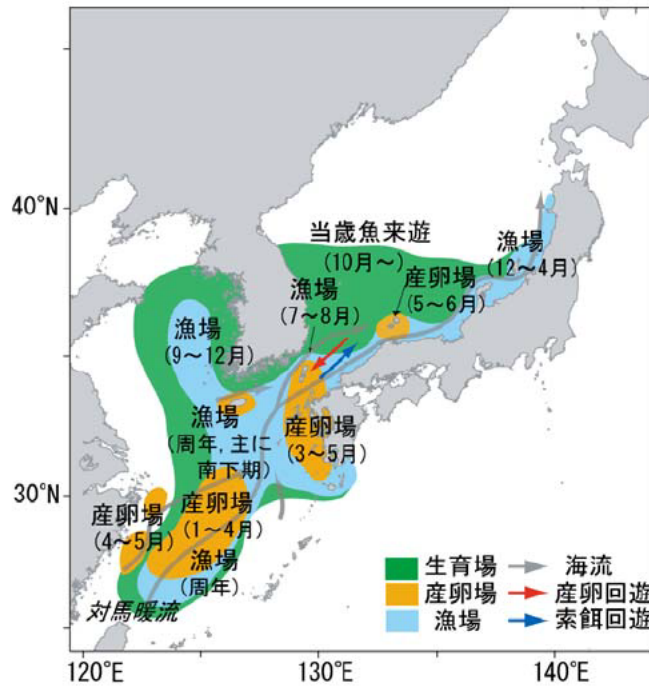


図1. マサバ対馬暖流系群の分布・回遊
および生活史と漁場形成模式図

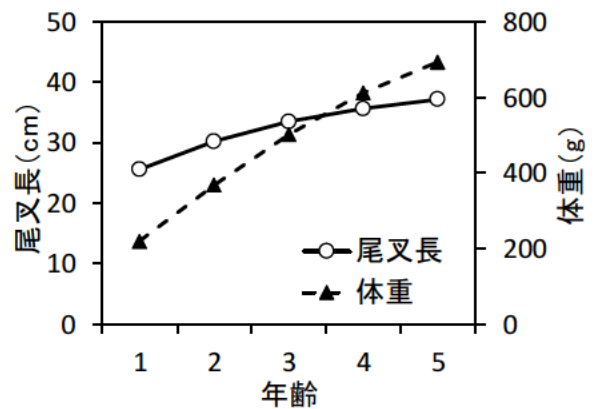


図2. 年齢と成長

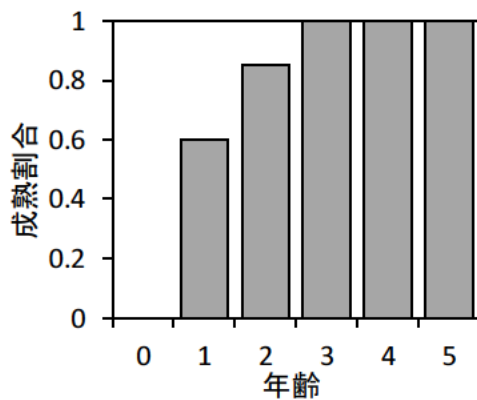


図3. 年齢と成熟割合

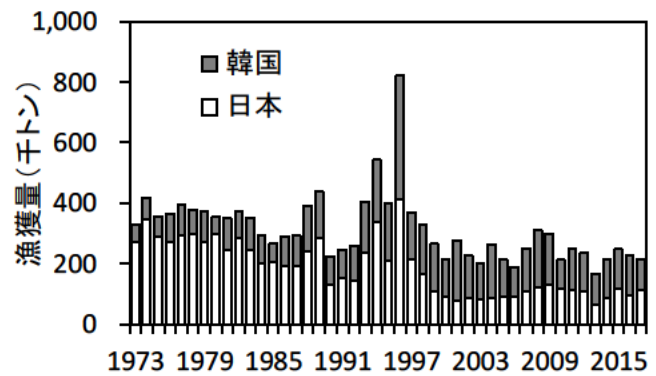


図4. 漁獲量

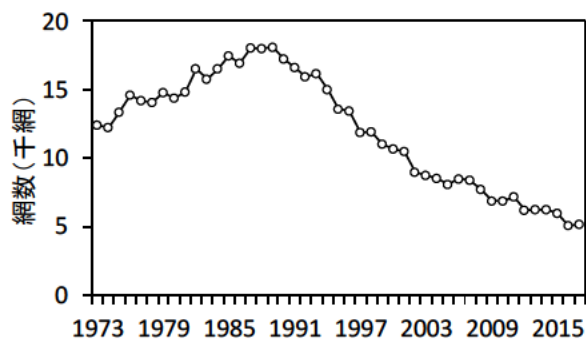


図5. 大中型まき網の網数

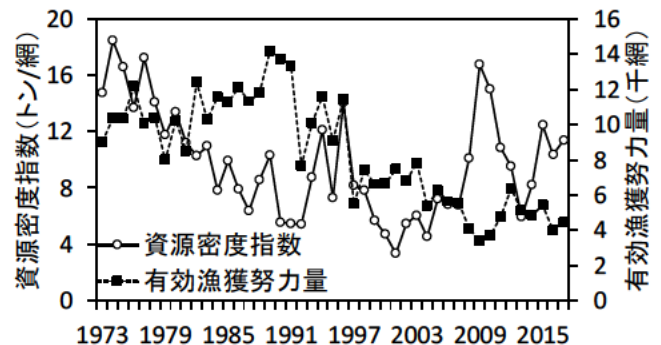


図6. 資源密度指数と大中型まき網の
有効漁獲努力量

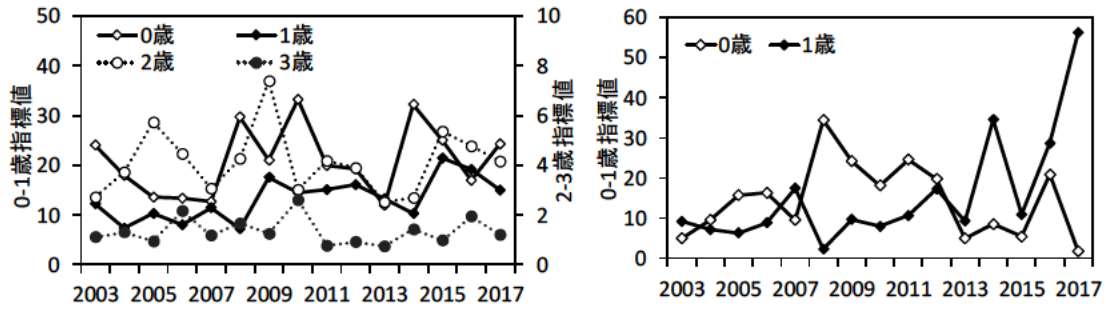


図 7. 年齢別資源量指標値 (左図：大中型まき網、右図：境港港水揚げの中型まき網)

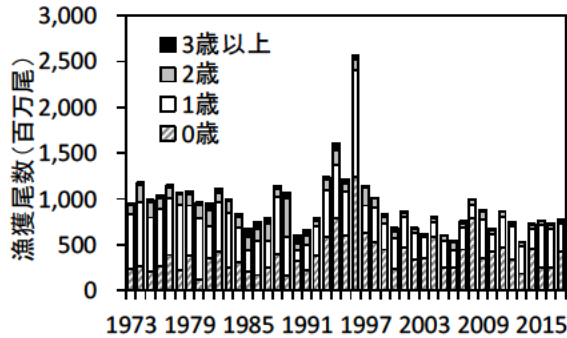


図 8. 年齢別・年別漁獲尾数

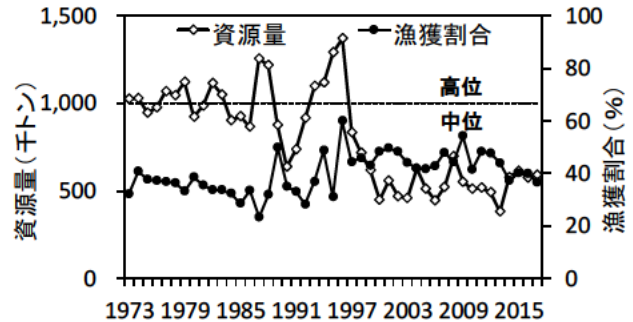


図 9. 資源量と漁獲割合 (破線は高位水準中位水準の境界)

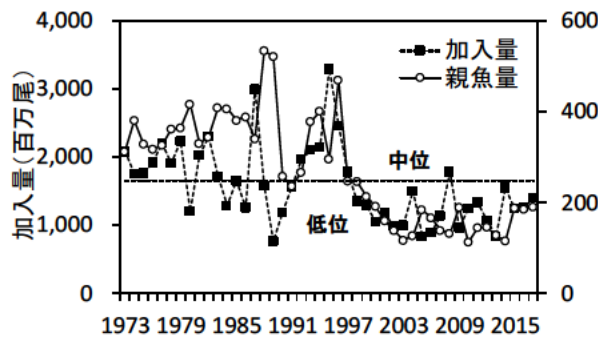


図 10. 加入量と親魚量 (破線は中位水準と低位水準の境界)

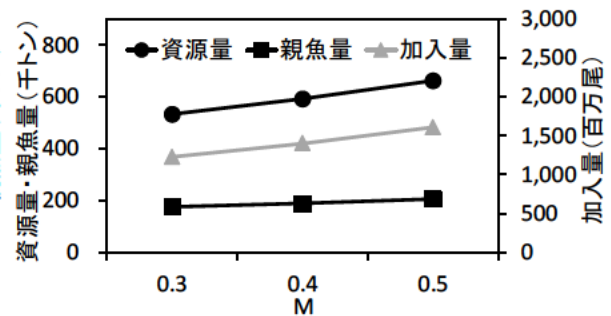


図 11. 自然死亡係数 (M) と 2017 年の資源量、親魚量、加入量の関係

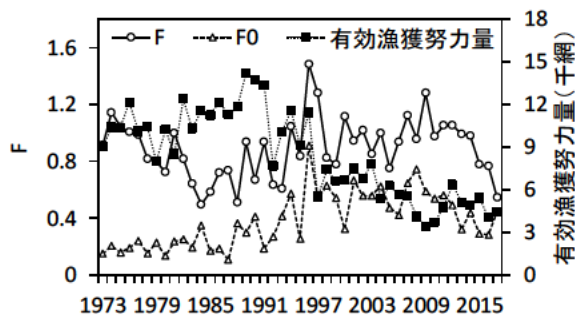


図 12. 漁獲係数 (F) と大中型まき網の有効漁獲努力量

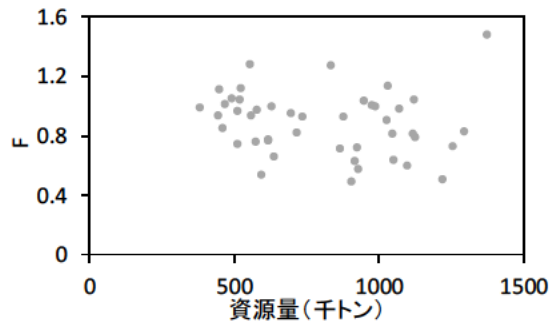


図 13. 資源量と漁獲係数 (F) の関係

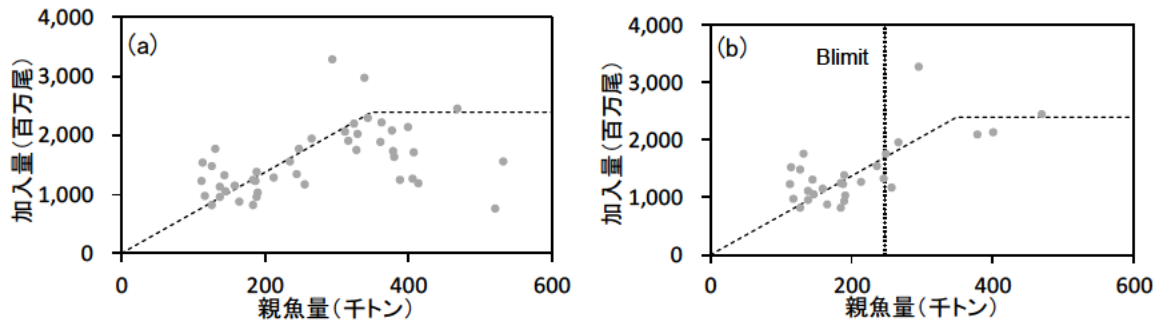


図 14. 親魚量と加入量の関係 (a : 1973～2017 年、b : 1990～2017 年、破線は将来予測で仮定した再生産関係、b の点線は Blimit (1997 年親魚量) を示す)

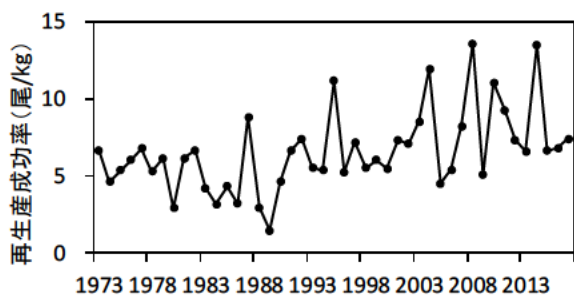


図 15. 再生産成功率

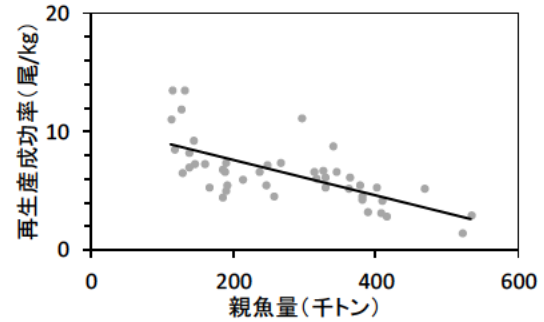


図 16. 親魚量と再生産成功率の関係

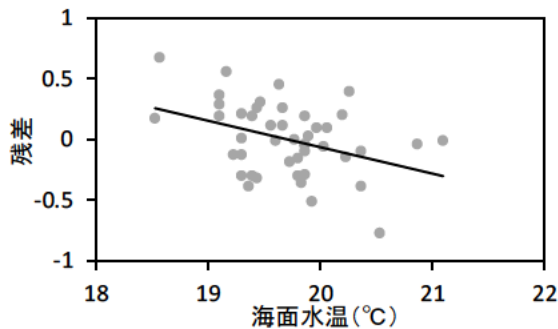


図 17. 海面水温と親魚量 - 再生産成功率 (対数) 関係の残差の関係

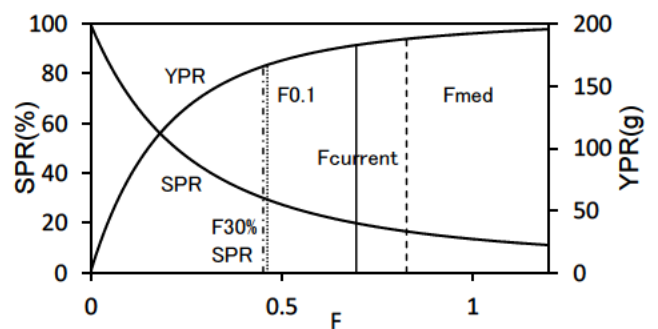


図 18. YPR、SPR と漁獲係数 (F) との関係 (F は各年齢平均)

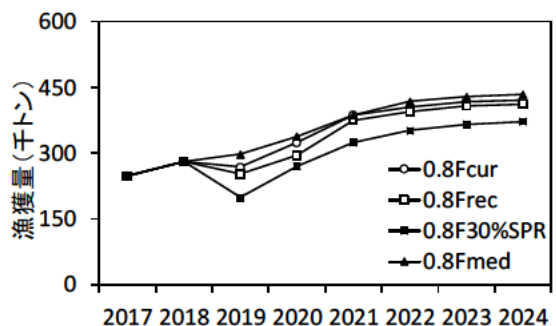
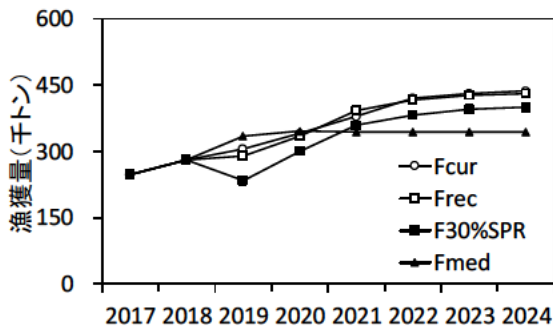
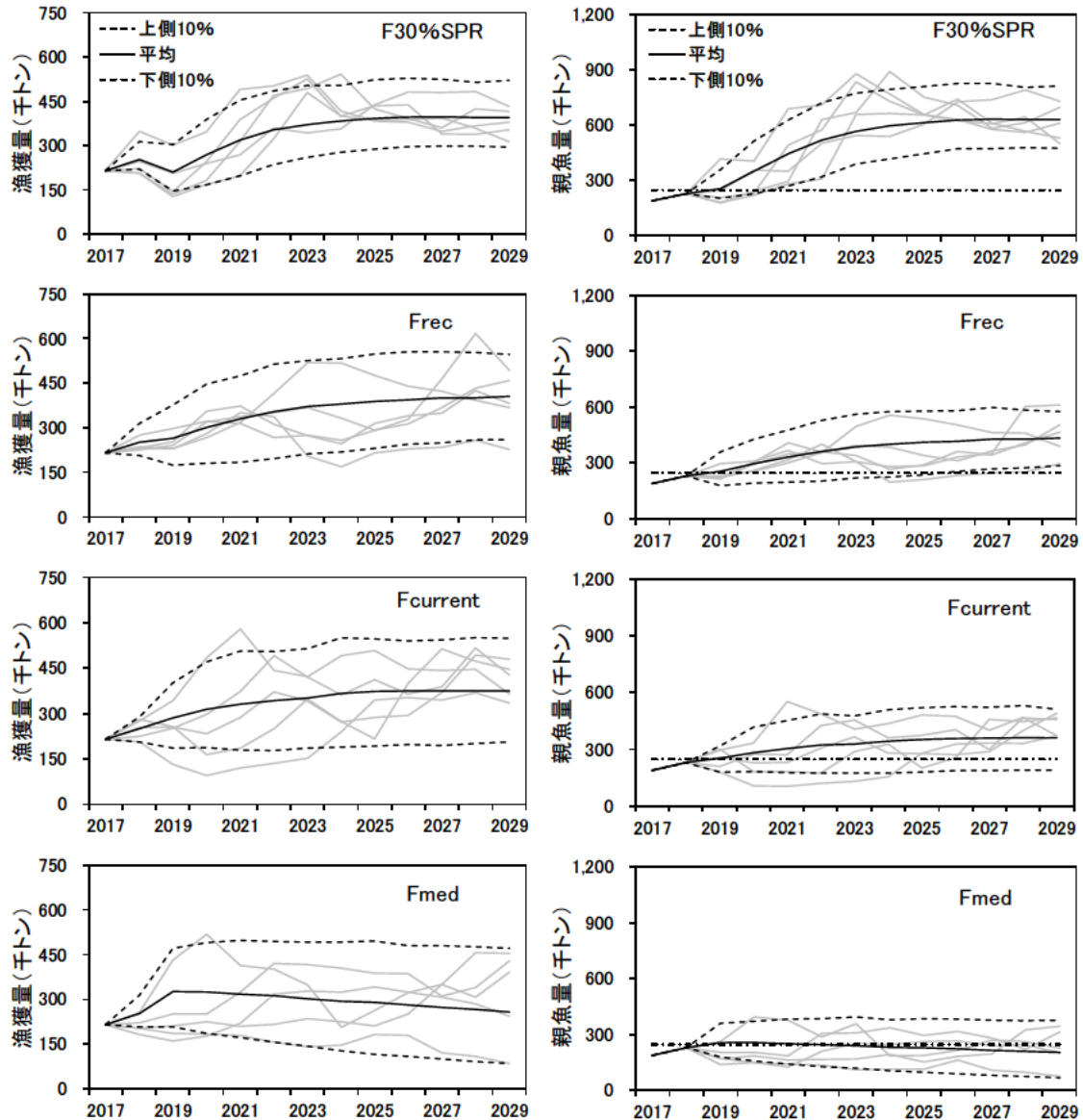
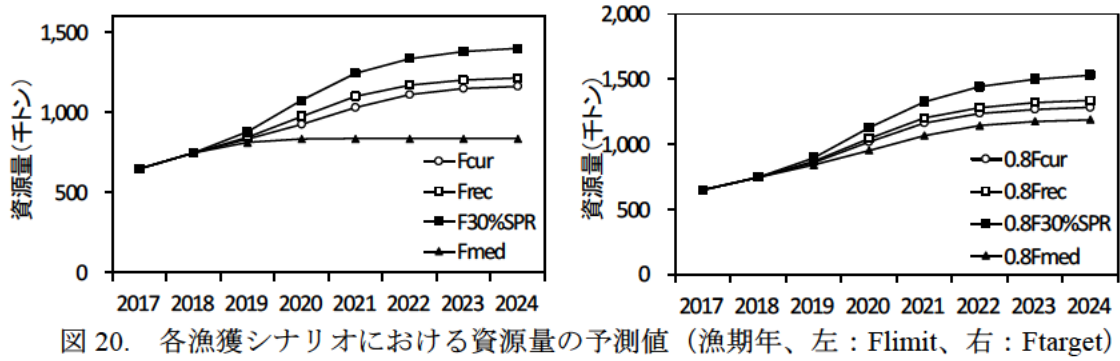


図 19. 各漁獲シナリオにおける漁獲量の予測値 (漁期年、左 : Flimit、右 : Ftarget)



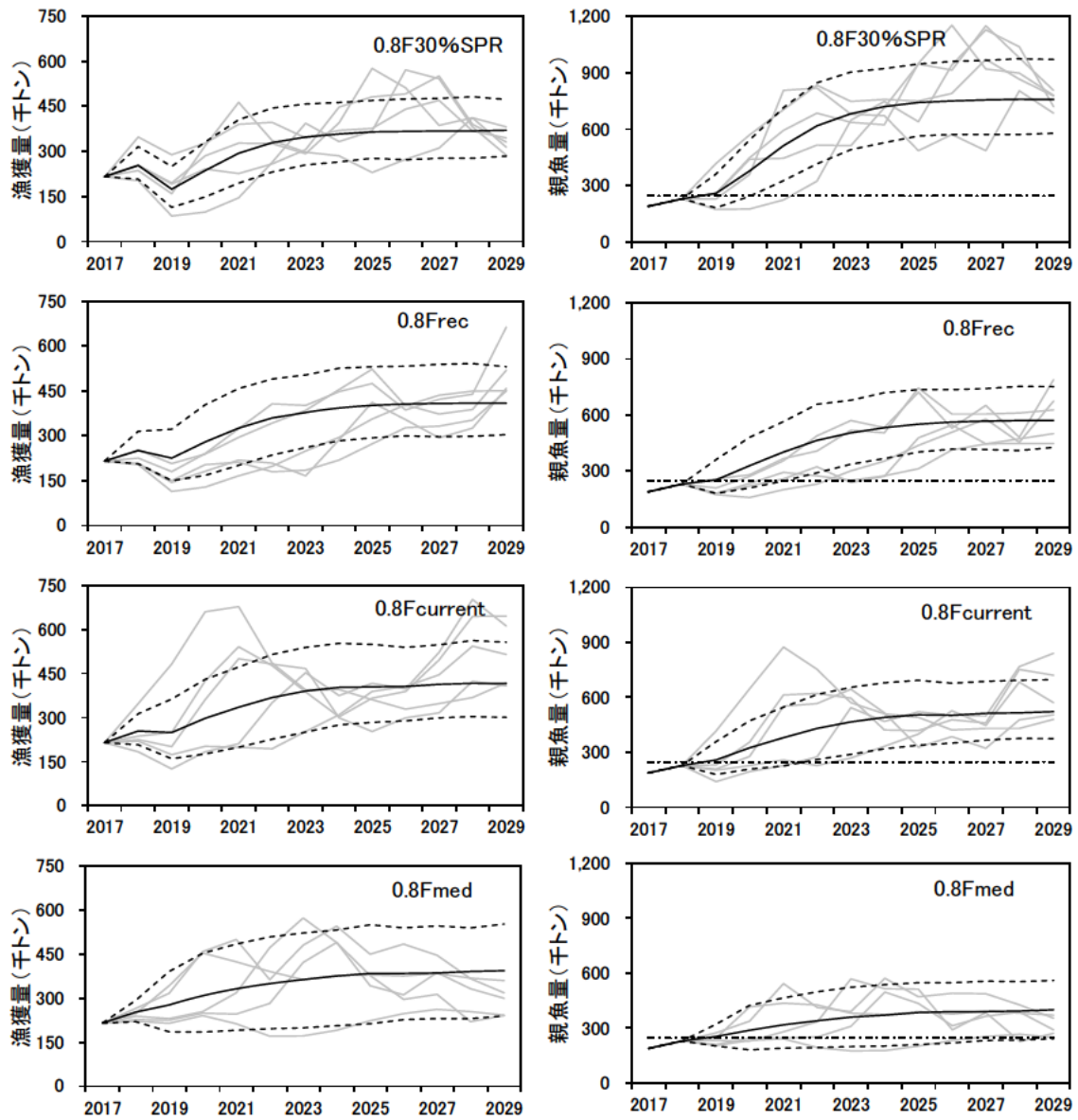


図 21. 再生産成功率 (RPS) の変動を考慮したシミュレーション結果の続き (暦年、左図：漁獲量、右図：親魚量。各図の点線は上下 10% 値、実線は平均値、細線は 5 試行分の結果、右図の破線は Blimit を示す)

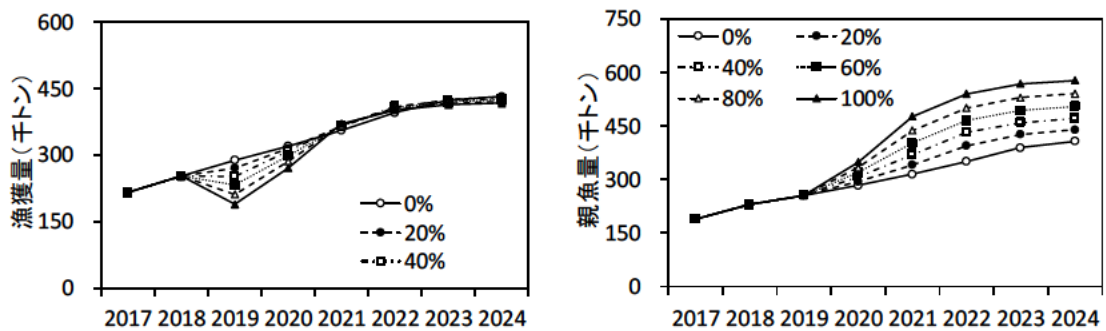


図 22. 0 歳の漁獲係数 (F) のみ削減した場合の漁獲量と親魚量の予測値 (暦年)

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	13,326	52	193	2,580	23,633	5
2017	60,078	3,881	548	21,230	35	445	1,504	19,358	7

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	2,989	754	456	3	32	94,765
2017	5	257	193	2,762	808	305	3	32	111,450

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	5.081
2010	118	94	212	511	112	1,238	41	11.073
2011	111	139	250	517	143	1,328	48	9.263
2012	108	125	233	489	145	1,063	48	7.350
2013	64	102	166	380	127	835	44	6.585
2014	87	127	214	577	114	1,540	37	13.508
2015	115	132	247	615	187	1,239	40	6.614
2016	95	133	228	573	184	1,259	40	6.831
2017	111	104	215	591	189	1,399	36	7.401

表 3. 2018 年以降の資源尾数等（暦年） F30%SPR、Frec、Fcurrent、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＝243、1 歳＝330、2 歳＝478、3 歳以上＝619（2015～2017 年平均体重）。

F30%SPR

年齢別漁獲係数

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	0.33	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
1 歳	1.07	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
2 歳	0.69	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
3 歳以上	0.69	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
平均	0.70	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	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	1,568	1,749	2,378	2,391	2,391	2,391	2,391
1 歳	599	756	946	1,286	1,293	1,293	1,293
2 歳	184	138	253	317	431	433	433
3 歳以上	59	81	94	148	199	269	300
計	2,410	2,724	3,671	4,142	4,313	4,386	4,417

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	381	425	578	581	581	581	581
1 歳	198	249	312	425	427	427	427
2 歳	88	66	121	151	206	207	207
3 歳以上	36	50	58	92	123	167	186
資源量	703	791	1,070	1,249	1,337	1,382	1,401
親魚量	230	256	348	475	554	599	618

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	367	280	381	383	383	383	383
1 歳	335	319	399	543	545	545	545
2 歳	77	42	77	96	131	131	131
3 歳以上	25	25	28	45	60	82	91
計	805	666	886	1,067	1,120	1,142	1,151

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	89	68	93	93	93	93	93
1 歳	111	105	132	179	180	180	180
2 歳	37	20	37	46	63	63	63
3 歳以上	15	15	18	28	37	51	56
計	252	209	279	346	373	387	392

表 3. 2018 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	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	0.33	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
1 歳	1.07	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
2 歳	0.69	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
3 歳以上	0.69	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
平均	0.70	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	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	1,568	1,749	2,039	2,390	2,391	2,391	2,391
1 歳	599	756	869	1,012	1,187	1,187	1,187
2 歳	184	138	192	221	257	302	302
3 歳以上	59	81	78	96	113	132	155
計	2,410	2,724	3,178	3,720	3,948	4,012	4,034

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	381	425	496	581	581	581	581
1 歳	198	249	287	334	392	392	392
2 歳	88	66	92	105	123	144	144
3 歳以上	36	50	49	60	70	82	96
資源量	703	791	923	1,080	1,166	1,199	1,213
親魚量	230	256	298	350	410	439	453

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	367	378	440	516	516	516	516
1 歳	335	399	459	535	627	627	627
2 歳	77	54	76	87	101	119	119
3 歳以上	25	32	31	38	45	52	61
計	805	863	1,005	1,175	1,288	1,314	1,322

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	89	92	107	125	125	125	125
1 歳	111	132	151	176	207	207	207
2 歳	37	26	36	42	48	57	57
3 歳以上	15	20	19	24	28	32	38
計	252	269	314	367	408	421	427

表 3. 2018 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	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
1 歳	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
2 歳	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
3 歳以上	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
平均	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	1,568	1,749	1,935	2,152	2,391	2,391	2,391
1 歳	599	756	843	932	1,037	1,152	1,152
2 歳	184	138	174	194	215	239	266
3 歳以上	59	81	74	83	93	103	115
計	2,410	2,724	3,026	3,362	3,736	3,885	3,923

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	381	425	470	523	581	581	581
1 歳	198	249	278	308	342	380	380
2 歳	88	66	83	93	103	114	127
3 歳以上	36	50	46	51	58	64	71
資源量	703	791	877	975	1,084	1,140	1,160
親魚量	230	256	283	315	350	389	407

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	367	410	453	504	560	560	560
1 歳	335	423	472	522	580	645	645
2 歳	77	58	73	82	91	101	112
3 歳以上	25	34	31	35	39	44	48
計	805	925	1,029	1,143	1,270	1,349	1,365

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	89	100	110	123	136	136	136
1 歳	111	140	156	172	191	213	213
2 歳	37	28	35	39	43	48	54
3 歳以上	15	21	19	22	24	27	30
計	252	288	320	356	395	424	432

表 3. 2018 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	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	0.33	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
1 歳	1.07	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
2 歳	0.69	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
3 歳以上	0.69	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
平均	0.70	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	1,568	1,749	1,740	1,738	1,738	1,738	1,738
1 歳	599	756	792	788	787	787	787
2 歳	184	138	143	149	149	148	148
3 歳以上	59	81	65	61	62	62	62
計	2,410	2,724	2,739	2,736	2,736	2,736	2,736

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	381	425	423	423	423	423	423
1 歳	198	249	261	260	260	260	260
2 歳	88	66	68	71	71	71	71
3 歳以上	36	50	40	38	38	38	38
資源量	703	791	792	792	792	792	792
親魚量	230	256	255	254	254	254	254

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	367	474	471	471	471	471	471
1 歳	335	466	489	486	485	485	485
2 歳	77	66	68	71	71	71	71
3 歳以上	25	39	31	29	29	29	29
計	805	1,044	1,058	1,057	1,056	1,056	1,056

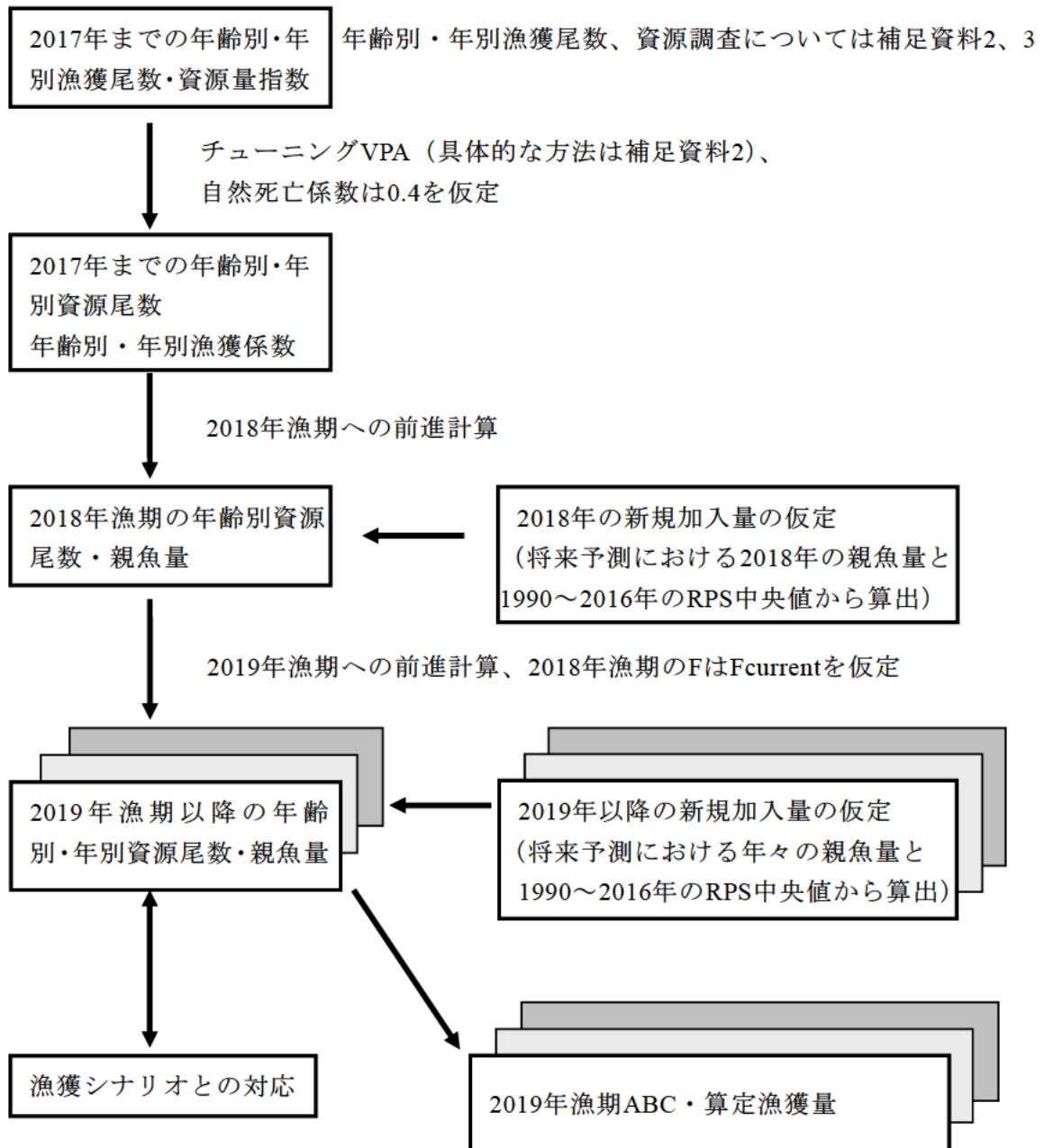
年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0 歳	89	115	115	114	115	115	115
1 歳	111	154	161	160	160	160	160
2 歳	37	31	32	34	34	34	34
3 歳以上	15	24	19	18	18	18	18
計	252	324	327	327	327	327	327

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	0.33	0.26	0.20	0.13	0.07	0.00
	1 歳	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	2 歳	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
	3 歳以上	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
2024 年漁獲量（千トン）		432	431	428	424	421	417
2024 年親魚量（千トン）		407	440	472	505	540	578

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。2017 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)	25.3	28.5	32.3	35.4
体重 (g)	224	323	473	626
成熟割合 (%)	0	60	85	100

1973～2017 年の年齢別・年別漁獲尾数および平均体重 (1 月～12 月を 1 年とする) 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)。

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 (2017 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) 及び境港港に水揚げする中型まき網漁業の年齢別資源量指標値 (0～1 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 2003～2017 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 (Hashimoto et al., 2018)。

$$-\ln L = \sum_f \sum_a \sum_y \frac{[\ln I_{f,a,y} - (b_{f,a} \ln B_{a,y} + \ln q_{f,a})]^2}{2\sigma_{f,a}^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{f,a}} \right) \quad (4)$$

ここで、 $I_{f,a,y}$ は y 年における a 歳の漁業 f (1: 大中まき、2: 境港港中まき) の CPUE、 $B_{a,y}$ は y 年における a 歳の資源量、 $q_{f,a}$ 、 $b_{f,a}$ 、 $\sigma_{f,a}$ 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、 $I_{f,a,y}$ 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。

$$I_{f,a,y} = q_{f,a} B_{a,y}^{b_{f,a}} \quad (6)$$

ただし、本資源評価では $b_{f,a}$ 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、 $F_{0,2017}=0.45$ 、 $F_{1,2017}=0.84$ 、 $F_{2,2017}=F_{3+,2017}=0.45$ と推定された。またその他のパラメータは $q_{1,0}=0.065$ 、 $q_{1,1}=0.080$ 、 $q_{1,2}=0.100$ 、 $q_{1,3}=0.076$ 、 $q_{2,0}=0.037$ 、 $q_{2,1}=0.076$ 、 $\sigma_{1,0}=0.240$ 、 $\sigma_{1,1}=0.248$ 、 $\sigma_{1,2}=0.188$ 、 $\sigma_{1,3}=0.360$ 、 $\sigma_{2,0}=0.772$ 、 $\sigma_{2,1}=0.711$ であった。

推定された 2017 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% 信頼区間は、 F_0 [0.32, 0.69]、 F_1 [0.60, 1.32]、 F_2 [0.35, 0.58]、加入量 (億尾) [10.0, 18.8]、資源量 (千トン) [498, 723]、親魚量 (千トン) [158, 226] であった。

年齢別資源量指標値 (トン/網)

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
大中まき										
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
境港中まき										
0 歳	4.97	9.58	15.77	16.32	9.59	34.46	24.18	18.18	24.64	19.76
1 歳	9.20	7.21	6.35	8.87	17.50	2.38	9.69	7.98	10.68	17.29

年	2013	2014	2015	2016	2017
大中まき					
0 歳	11.95	32.18	24.98	16.95	24.28
1 歳	13.23	10.31	21.46	19.14	15.03
2 歳	2.51	2.70	5.35	4.77	4.16
3 歳以上	0.74	1.43	0.98	1.94	1.21
境港中まき					
0 歳	4.98	8.52	5.49	20.95	1.85
1 歳	9.32	34.55	10.95	28.73	56.19

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。なお、2017 年より鹿児島県のマサバ割合は、主要港（枕崎、阿久根）における中型まき網のマサバ、ゴマサバ水揚げ量に基づき算出した。

補注 2. 年齢別・年別漁獲尾数は、漁業別または県別に以下のように推定した。1991 年以前と 1992 年以降で方法が異なる。1992～2017 年の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（1 箱 18kg 当たりの尾数）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。ただし、ローソク銘柄以下の小型魚（0～1 歳）については、想定した 1 尾当たりの体重と漁獲重量から漁獲尾数を推定した。また沿岸漁業（主に中型まき網及び定置網）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、各県での体長測定データ（2017 年の総測定尾数は 20,594 尾）と月別漁獲量から年齢別漁獲尾数を県別に推定した。なお、月ごとの各年齢の体長範囲は、成長速度の地域差を反映して、福井県以南と石川県以北で異なるものとした。韓国の漁獲物の年齢組成については情報がないため、九州主要港に水揚げされる大中型まき網の漁獲物と同じと仮定した。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ため、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。その他の漁業（日本海北中部で操業する大中型まき網など）の年齢組成は、漁獲物全体の年齢組成と同じとみなした。

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。

漁獲物の年齢別平均体重は上記の計算過程における月別年齢別の漁獲尾数と漁獲重量から算定した。

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用している。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。

また 2018 年度資源評価より、境港港に水揚げする中型まき網の 1 入港隻数当たりの豆銘柄水揚げ量を 0 歳と 1 歳の資源量指標値として用いた。盛漁期の 10-12 月の水揚げを 0 歳、翌年 1-3 月の水揚げを 1 歳とみなした。各年の資源量指標値はマサバの水揚げのあった日の指標値の平均値とした。

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 1990～2016 年の中央値である 6.8 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 $F_{current}$ (2015～2017 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。2018 年以降の年齢別選択率は 2013～2017 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、2017 年以降は資源尾数と漁獲尾数を半年（0.5 年）ごとに求め、2019 年漁期（2019 年 7 月～2020 年 6 月）の ABC を算定した。

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

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

$$N_{3+,y} = N_{2,y} \exp(-h_2 F_{2,y} - \frac{M}{2}) + N_{3+,y} \exp(-h_{3+} F_{3+,y} - \frac{M}{2}) \quad (12)$$

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

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

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である。 h_a は 2015～2017 年の年齢別漁獲尾数の前期・後期の平均配分率と F_{current} のもとでの将来予測の最終年（2028 年）における配分率が同じになるように求めた（向・黒田, 2018）。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（2015～2017 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

- Hashimoto, M., H. Okamura, M. Ichinokawa, K. Hiramatsu and T. Yamakawa (2018) Impacts of the nonlinear relationship between abundance and its index in a tuned virtual population analysis. *Fish. Sci.* **84**(2), 335-347.
- 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.
- 向 (竹垣) 草世香, 黒田啓行 (2018) 暦年集計と漁期年集計にもとづく資源評価の比較: マサバ対馬暖流系群を事例として. 水産海洋研究, **82**(1), 14-25.

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魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」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。現在、種別の現存量推定法について検討を行っている。

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	2017						
さば類	1.3	2.3	4.8						

(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「底魚類現存量調査(東シナ海)」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km²、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	2018					
マサバ	4,701	2,692	23,733					

(3) 2000年以降、新規加入量調査「ニューストンネットを用いた新規加入量調査」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30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(林ほか 2019)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稚仔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、日本海での産卵量は高い水準にあり、2017年は他の海域でも産卵量は多かった。

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	1.8	7.6	1.1	7.2	1.0	2.3	8.4	2.6
年	2014	2015	2016	2017				
東シナ海	4.1	6.1	11.6	20.6				
九州北西	1.2	3.1	3.3	7.8				
日本海	2.7	24.4	30.0	14.9				

引用文献

林 晃・安田十也・黒田啓行・高橋素光 (2019) 平成 30(2018)年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 971-1001, <http://abchan.fra.go.jp/>.

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	1.59	1.03	1.03
2012	346	355	37	14	88	118	17	9	0.49	1.64	1.04	1.04
2013	190	297	37	12	44	98	17	8	0.32	1.55	1.05	1.05
2014	457	217	38	13	121	68	17	9	0.44	0.99	1.25	1.25
2015	258	460	39	6	69	155	19	4	0.29	1.60	0.61	0.61
2016	259	425	35	16	62	141	16	10	0.28	1.55	0.61	0.61
2017	423	306	27	15	95	99	13	9	0.45	0.84	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	1,238	356	59	29	348	119	27	18
2011	228	334	452	692	1,328	485	87	18	303	162	39	13
2012	256	334	470	647	1,063	507	66	25	272	170	31	16
2013	229	330	468	657	835	436	66	22	191	144	31	14
2014	265	311	449	697	1,540	407	62	21	408	127	28	14
2015	267	336	494	653	1,239	666	102	16	331	224	50	10
2016	238	331	467	580	1,259	622	90	43	300	206	42	25
2017	224	323	473	626	1,399	636	88	48	313	205	42	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

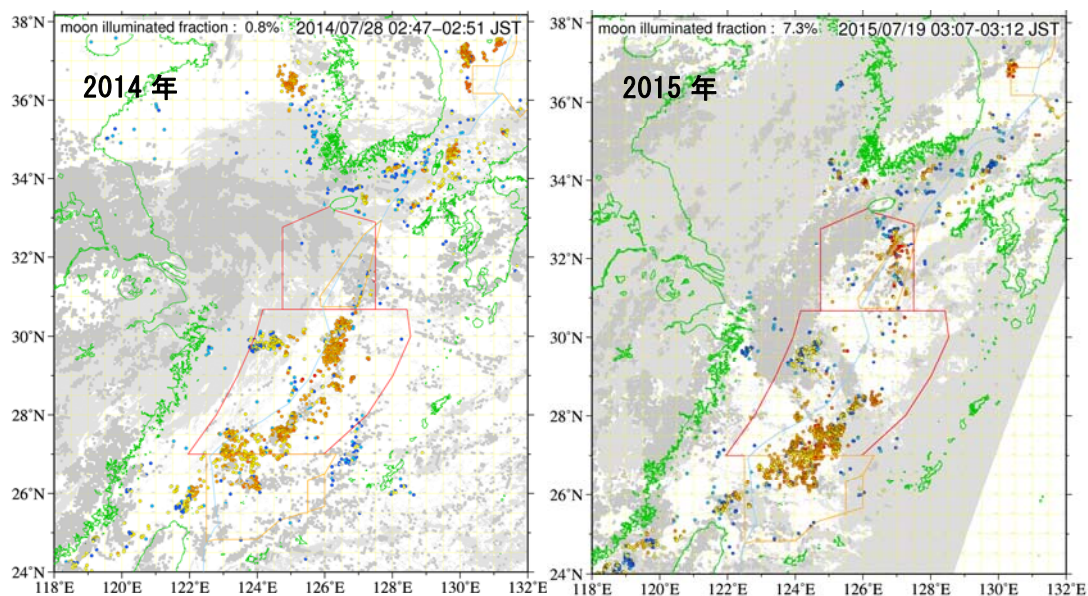
東シナ海における中国漁船によるマサバの漁獲量や漁獲努力量は確実な情報に乏しいため、マサバ対馬暖流系群の資源評価に組み込めていない。しかし、FAO の統計によれば、北西太平洋における中国漁船のサバ類の漁獲量は約 50 万トン（2016 年）と非常に多く、東シナ海においても当該資源に大きな影響を与えている可能性がある。

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）。また、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から、各操業点の漁業種類の推定が可能である。

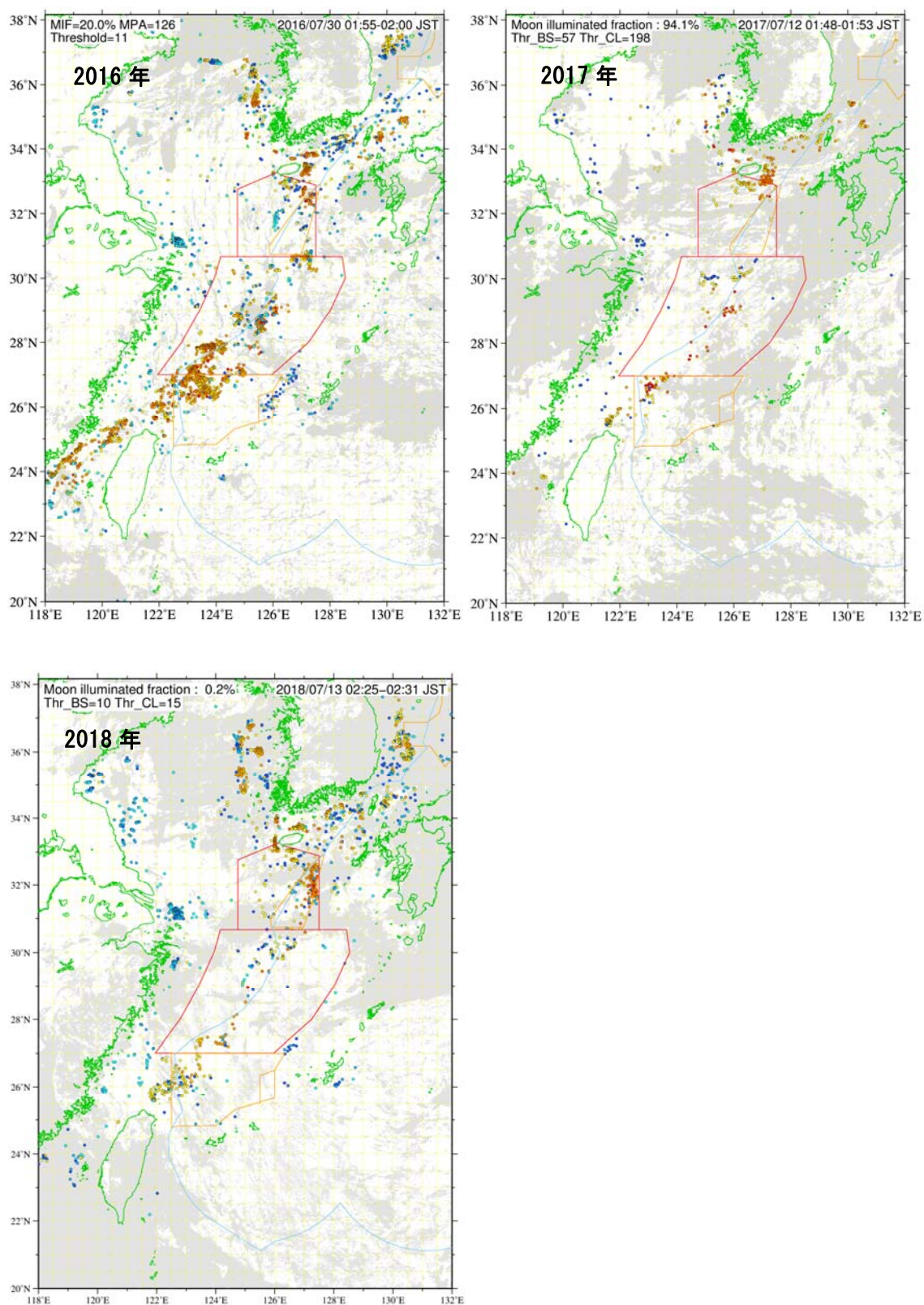
これらの漁業種類別操業点データを経年的に整理することにより、漁獲努力量の相対的变化を把握する手がかりが得られる。今後中国船による詳細な漁獲量統計が提供されれば、本調査により得られた漁獲努力量データとともに資源評価に取り入れることができるものと期待される。

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. 2014～2018 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. 2014～2018 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）