

令和 2（2020）年度マサバ対馬暖流系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：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、山形県水産研究所、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る。2014 年以降、高い加入量に支えられ、資源量は 2018 年に 68 万トンまで増加したが、2019 年の低加入により資源量は減少し、2019 年の資源量は 45 万トンと推定された。2019 年の親魚量は 23 万トンと推定された。

目標管理基準値は最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（31 万トン）であり、本系群の 2019 年の親魚量はこれを下回る。また、本系群の 2019 年の漁獲圧は、 MSY を実現する水準の漁獲圧（ F_{msy} ）を上回る。親魚量の動向は近年 5 年間（2015～2019 年）の推移から「増加」と判断される。ただし、2019 年の加入量は低いと推定されるため、今後の親魚量の動向には注意が必要である。2021 年の親魚量および資源量の予測値と、「資源管理方針に関する検討会」にて取りまとめられた漁獲シナリオに基づき算出された 2021 年の ABC は 217 千トンである。

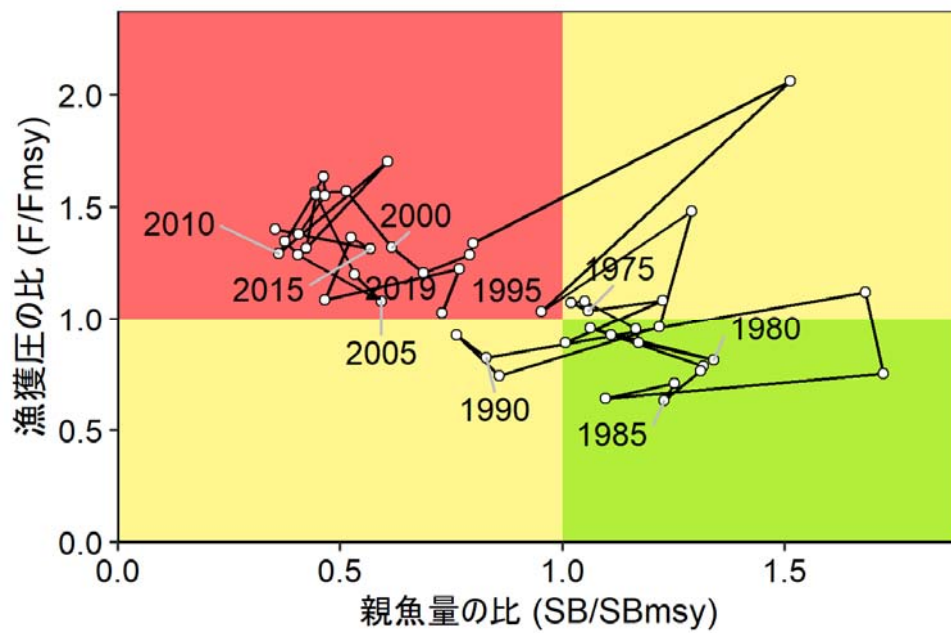
本系群は韓国、中国等によっても漁獲されており、本資源評価では韓国の漁獲の影響は考慮している。しかし、特に東シナ海において操業する数百隻の中国漁船は当該資源に大きな影響を与えていると想定されるものの、本資源評価ではその影響を考慮できていない。

項目	値	説明
管理基準値と MSY に関する値		
SBtarget	310 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit	143 千トン	MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)
SBban	22 千トン	MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧 (漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) = (0.33, 1.07, 0.69, 0.69)	
%SPR (Fmsy)	19.9%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	323 千トン	最大持続生産量 MSY
2019 年の親魚量と漁獲圧		
SB2019	226 千トン	2019 年の親魚量
F2019	2019 年の漁獲圧 (漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) = (0.39, 0.94, 0.82, 0.82)	
%SPR (F2019)	19.4%	2019 年の %SPR
%SPR (F2017-2019)	17.9%	現状 (2017~2019 年) の漁獲圧に対応する %SPR
目標管理基準値および MSY を実現する水準に対する比率		
SB2019/ SBtarget (SBmsy)	0.73	目標管理基準値 (MSY を実現する親魚量) に対する 2019 年の親魚量の比
F2019/ Fmsy	1.03	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2019 年の 漁獲圧の比*

*2019 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して算出し求めた比率

再生産関係：ホッケー・スティック型（自己相関なし）

親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を上回る
親魚量の動向	増加（ただし今後の動向には注意を要する）



年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2016	503	162	228	1.37	45.3
2017	630	144	217	1.09	34.3
2018	677	237	293	1.23	43.2
2019	454	226	202	1.03	44.5
2020	542	172	198	1.11	36.5
2021	623	193	—	—	—

年は暦年（1～12月）。2020年、2021年の値は将来予測に基づいた推定値である。漁獲量は日本と韓国の合計値。

2021年の ABC (千トン)	2021年の親魚量 予測平均値 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2019)	2021年の 漁獲割合(%)
217	193	0.85	35.0

コメント:

- ・令和2年2月に開催された「資源管理方針に関する検討会」にて取りまとめられた漁獲シナリオに基づきABCを算定した。
- ・数値はいずれも暦年の値である。
- ・ABCは日本と韓国を合わせた値。
- ・2021年漁期でのABCは222千トンである(漁期は7月～翌年6月)。

1. データセット

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 、2020 年 3 月）
資源量指数	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である。

本系群の年齢の起算日は 1 月 1 日としている

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 2-1）。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 2-2）。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 2-3）。

（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 3-1）。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 3-1、表 3-2）。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 年以降増加にあったが、2019 年は前年（15 万トン）より減少し、10 万トンだった。2019 年の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-補注 2）は 10 万トンであり、前年（14 万トン）より減少した。中国のさば類漁獲量は 2010 年以降、50 万トン前後に増加し、2018 年も 43 万トンと同水準であった（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2018 (Release date: March 2020)、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2020 年 6 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。

日本では 0 歳魚と 1 歳魚が主に漁獲される（図 3-2、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。2019 年は 1 歳魚の割合が高かった。韓国や中国の漁獲物の年齢組成は不明である。

（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 3-3 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。2019 年の網数（4,802 網）は 2018 年の過去最少に近かった（表 3-2）。これは秋を中心にマイワシ、マサバなどを対象とした太平洋での操業へシフトしていることが主な理由である。

4. 資源の状況

（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 1973～2019 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。本資源評価では韓国の漁獲量は考慮したもの、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（2019 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

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 4-1、補足資料 2-1-補注 3）。2019 年の資源量指標値は、過去 16 年間で比べて、0 歳で非常に低く、1 歳と 3 歳で高かった。2 歳は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ている（黒田ほか 2019a、図 4-1、補足資料 2-1-補注 3）。2019 年の資源量指標値は、過去 16 年間で比べて、0 歳で非常に低く、1 歳は平均的な水準だった。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）資源量と漁獲圧の推移

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 4-2、表 4-1）。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、高い漁獲圧の影響もあり、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 年に過去最低の 37 万トンを記録して以降、2018 年に 68 万トンまで回復したが、2019 年は 45 万トンに減少した。

親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は、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 4-2、表 4-1）。その後、親魚量は 2017 年まで 11 万～19 万トンの範囲で増減を繰り返したが、2018 年の親魚量は 2017 年級群の高加入により前年の 14 万トンから 24 万トンまで増加した。2019 年は 23 万トンであった。

年齢別資源尾数（図 4-3）及び年齢別資源重量（図 4-4）より、1990 年代までは 2 歳以上の生き残りもある程度資源を構成していたが、1990 年代後半以降はその割合が減少したと考えられる。

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 4-5、表 4-1）。近年では、2013 年に

低加入（8 億尾）、2017 年（19 億尾）に高加入となったが、2019 年は過去最低の 7 億尾となった。再生産成功率（図 4-5）は 2000 年代以降高いが、変動も大きい。2019 年は 1989 年以来の低さだった。加入量（再生産成功率）の変動には、水温などの海洋環境が関わっていると考えられ、本資源では冬季（2 月）の東シナ海中部の水温が高いほど、加入量は少ない傾向にあるとの分析結果がある（黒田ほか 2019a）。2019 年 2 月の東シナ海中部の水温は平年より非常に高く、このため加入量が少なかった可能性があるが、水温との関係で加入量が説明できない年もあり、本資源の加入量変動のメカニズムについては不明な点が多い。

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。2019 年の資源量と親魚量は 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 4-6）。

0 歳魚の漁獲係数 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 4-7）。一方、1 歳の F は引き続き高い水準にある。なお、2000 年以降、日本の大中型まき網の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。

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 年と 2017 年にやや減少した。2019 年は 44.5%であった（図 4-8、表 4-1）。

昨年度の評価（安田ほか 2020）と比較して、2018 年までの推定資源量などは大きな変化はなかったが、2019 年の加入量が昨年度の予測値から大幅に下方修正された（補足資料 8）。これは 2019 年に 0 歳魚の漁獲が振るわなかったためである。これに伴い、資源量や漁獲量などに関する直近の将来予測結果も下方修正された。

項目	値	説明
SB2019	226 千トン	2019 年の親魚量
F2019	2019 年の漁獲圧（漁獲係数 F ） (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.39, 0.94, 0.82, 0.82)	
U2019	44.5%	2019 年の漁獲割合

(4) 加入量当たり漁獲量（YPR）、加入量当たり親魚量（SPR）および現状の漁獲圧

選択率の影響を加味して漁獲圧を比較するため、各年の F 値を %SPR（年ごとに漁獲がなかったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合）に換算した値を図 4-9 に示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きい値をとる。%SPR は 1996 年に最小値となった後、わずかながら上昇傾向にある。

現状の漁獲圧に対する YPR と %SPR の関係を図 4-10 に示す。このとき F の選択率としては平成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (F_{msy}) の推定に用いた値（安田ほか 2019）を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても F_{msy} 算出時の値を使用した。 F_{msy} は %SPR に換算すると 19.9%に相当する。同様の条件下で、17.9%SPR を達成する F を現状の漁獲圧 ($F_{2017-2019}$) とした。現状の漁獲圧 ($F_{2017-2019}$) は F_{msy} や $F_{0.1}$ 、 $F_{30\%SPR}$ を上回る。

項目	値	説明
%SPR (F2019)	19.4%	2019 年の%SPR
%SPR (F2017-2019)	17.9%	現状 (2017～2019 年) の漁獲圧に対応する%SPR

(5) 再生産関係

親魚量（重量）と加入量（尾数）の関係（再生産関係）を図 4-11 に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」により、本系群の再生産関係にはホッケー・スティック (HS) 型関係式を用いることが提案された（安田ほか 2019）。ここで、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、平成 30（2018）年度の資源評価（黒田ほか 2019a）に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産式の各パラメータは下表に示す。

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ホッケー・スティック型	最小二乗法	無	0.00755	2.37e+05	0.31	-

ここで、a は HS の折れ点までの再生産曲線の傾き（尾/g）、b は HS の折れ点となる親魚量（トン）である。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準および管理基準値等

上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」（安田ほか 2019）では現在（1973 年以降）の環境下における最大持続生産量 MSY は 32 万トンと推定された。令和 2 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」では、この MSY を実現する親魚量（SBmsy : 31 万トン）を目標管理基準値とする資源管理目標が取り纏められた。また、MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量（14 万トン）を限界管理基準値、MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量を禁漁水準（2 万トン）とする漁獲シナリオが取り纏められた。MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）と共に諸数値を下表に示す。

項目	値	説明
SBtarget	310 千トン	目標管理基準値。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）。
SBlimit	143 千トン	限界管理基準値。MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量（SB0.6msy）。
SBban	22 千トン	禁漁水準。MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量（SB0.1msy）。
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧（漁獲係数 F） (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.33, 1.07, 0.69, 0.69)	
%SPR (Fmsy)	19.9%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	323 千トン	最大持続生産量 MSY

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-12 に示す。本系群における 2019 年の親魚量は MSY を実現する親魚量 (SBmsy すなわち目標管理基準値) を下回るが、MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy すなわち限界管理基準値) を上回る。2019 年の親魚量は SBmsy の 0.73 倍である。また、2019 年の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を上回っており、2019 年の漁獲圧は Fmsy の 1.03 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比 (F/Fmsy) とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、近年 5 年間 (2015～2019 年) の推移から増加と判断される。ただし、2019 年の加入量は低いと推定されるため、今後の親魚量の動向には注意が必要である。本系群の親魚量は 1997 年以降 SBmsy を下回っている。また漁獲圧は 1994 年以降 Fmsy を上回っている。

項目	値	説明
SB2019/ SBmsy (SBtarget)	0.73	最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値)に対する 2019 年の親魚量の比
F2019/ Fmsy	1.03	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2019 年の漁獲圧の比*

* 2019 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して算出し求めた比率

親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を上回る
親魚量の動向	増加(ただし今後の動向には注意を要する)

5. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2019 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2020～2051 年までの将来予測計算を行った (補足資料 2-2)。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、10,000 回の繰り返し計算を行った。2020 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2017-2019) から仮定した。2021 年以降の漁獲圧には、(2) の漁獲管理規則を適用した。

(2) 漁獲管理規則

漁獲管理規則は、目標管理基準値以上に親魚量を維持・管理するため、親魚量が限界管理基準値を下回った場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則である (図 5-1)。親魚量が限界管理基準値以上にある場合には Fmsy に安全係数 β を乗じた漁獲圧 (βF_{msy}) とする。

(3) 2021 年の予測値と ABC の算定

本系群の「資源管理方針に関する検討会」で取りまとめられた漁獲シナリオでは、親魚量が 2030 年に目標管理基準値を 50%以上の確率で上回り、かつ将来の漁獲量が最大となるものとして、(2) の漁獲管理規則を適用した β_{Fmsy} の中で、 $\beta=0.95$ とするシナリオが選択された。本系群では、この $\beta=0.95$ とした漁獲シナリオに基づき算出される 2021 年の予測漁獲量を ABC として提示する。2021 年（暦年）の ABC は 217 千トンである。なお、漁期年（7 月～翌年 6 月）に合わせた ABC は 222 千トンである（補足資料 5）。2021 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 193 千トンと見込まれた。

2021 年の ABC (千トン)	2021 年の親魚量 予測平均値 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2019)	2021 年の 漁獲割合(%)
217	193	0.85	35.0
コメント： ・令和 2 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」にて取りまとめられた漁獲シナリオに基づき ABC を算定した。 ・数値はいずれも暦年の値である。 ・ABC は日本と韓国を合わせた値。 ・2021 年漁期での ABC は 222 千トンである（漁期は 7 月～翌年 6 月）。			

(4) 2022 年以降の予測

2022 年以降も含めた将来予測の結果を図 5-2 および表 5-1、5-2 に示す。漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、2030 年の親魚量の予測値は 328 千トン（80%信頼区間は 254 千～411 千トン）であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 58%、限界管理基準値を上回る確率は 100%である。親魚量が目標管理基準値を 50%以上の確率で上回る年は、2026 年となると予測された。また、限界管理基準値を 50%以上の確率で上回る年は、2019 年と予測された。

参考情報として、異なる β を使用した場合、および現状の漁獲圧（F2017-2019）を継続した場合の将来予測結果についても示す。2030 年の親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合は平均 309 千トン（80%信頼区間は 235 千～390 千トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は 45%である。同じく β を 0.8 とした場合は平均 391 千トン（80%信頼区間は 310 千～482 千トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は 90%である。いずれの場合も限界管理基準値を上回る確率は 100%であった。一方、現状の漁獲圧を継続した場合の親魚量の予測値は 260 千トン（80%信頼区間は 175 千～347 千トン）であり目標管理基準値を上回る確率は 22%、限界管理基準値を上回る確率は 96%である。

考慮している不確実性： 加入量					
項目	2030 年 の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2030 年に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.95$	328	254 – 411	58	100	100
その他の方策（漁獲管理規則とは異なる β を使用した場合）					
$\beta=1.0$	309	235 – 390	45	100	100
$\beta=0.9$	348	272 – 432	70	100	100
$\beta=0.8$	391	310 – 482	90	100	100
$\beta=0.7$	443	354 – 542	99	100	100
$\beta=0$	1522	1294 – 1769	100	100	100
F2017-2019	260	175 – 347	22	96	100

考慮している不確実性：加入量			
	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget	SBlimit	SBban
漁獲管理規則で使用する β			
$\beta=0.95$	2026 年	2019 年	2019 年
その他の方策（漁獲管理規則とは異なる β を使用した場合）			
$\beta=1.0$	2051 年以降	2019 年	2019 年
$\beta=0.9$	2025 年	2019 年	2019 年
$\beta=0.8$	2024 年	2019 年	2019 年
$\beta=0.7$	2023 年	2019 年	2019 年
$\beta=0$	2022 年	2019 年	2019 年
F2017-2019	2051 年以降	2019 年	2019 年

6. 資源評価のまとめ

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。2014 年以降、高い加入量に支えられ、資源量は 2018 年に 68 万トンまで増加したが、2019 年の低加入により資源量は減少し、2019 年の資源量は 45 万トンと推定された。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。その後、親魚量は 2017 年まで 11 万～19 万トンの範囲で増減を繰り返したが、2018 年の親魚量は 2017 年級群の高加入により前年の 14 万トンから 24 万トンまで増加した。2019 年は 23 万トンであった。

2019 年の親魚量は MSY を実現する水準を下回るが、親魚量の動向は近年 5 年間（2015～2019 年）の推移から「増加」と判断される。ただし、2019 年の加入量は低いと思われるため、今後の親魚量の動向には注意が必要である。近年の漁獲圧は横ばい傾向にあり MSY を

実現する水準を上回っている。

7. その他

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。

本資源の資源評価結果に大きな不確実性をもたらす要因として、中国漁船による漁獲の影響を資源評価で考慮できていない点が挙げられる。また将来予測に関する不確実性として、中国、韓国などの外国漁船による漁獲量を正確に予測できない点、また日本の漁獲量に関しても、TAC がマサバ、ゴマサバをまとめた「さば類」として設定されるため、種別の漁獲量の予測が難しい点などが挙げられる。これらの要因は、再生産関係、管理基準値、管理目標の達成確率などに影響をもたらす可能性がある。より効果的な資源管理のためには、加入量変動のメカニズムや回遊パターンの解明などとともに漁業の実態把握を国際的に協調して進めて行く必要がある（黒田ほか 2019b）。

8. 引用文献

- 黒田啓行・北島 聡・後藤常夫・佐々千由紀・田中秀一・平松一彦・向草世香・安田十也・山田明徳・山田東也・由上龍嗣・依田真里 (2019a) マサバ対馬暖流系群の生態と資源, 水産海洋研究, **84**(4), 237-251.
- 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 (2019b) 平成 30（2018）年度マサバ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（魚種別系群別資源評価・TAC 種）第 1 分冊, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, pp. 209-247.
- 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.
- 安田十也・黒田啓行・林 晃 (2019) 平成 31 (2019) 年度マサバ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_masaba_t.pdf (last accessed 2 November 2019)
- 安田十也・黒田啓行・林 晃・由上龍嗣 (2020) 令和元 (2019) 年度マサバ対馬暖流系群の資源評価. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201906.pdf> (last accessed 25 November 2020)

(執筆者：黒田啓行、向草世香、依田真里、日野晴彦、高橋素光)

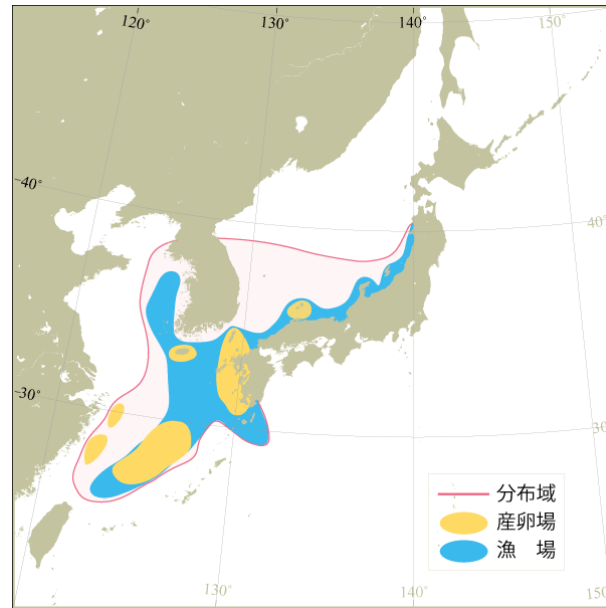


図 2-1. マサバ対馬暖流系群の分布域と産卵場

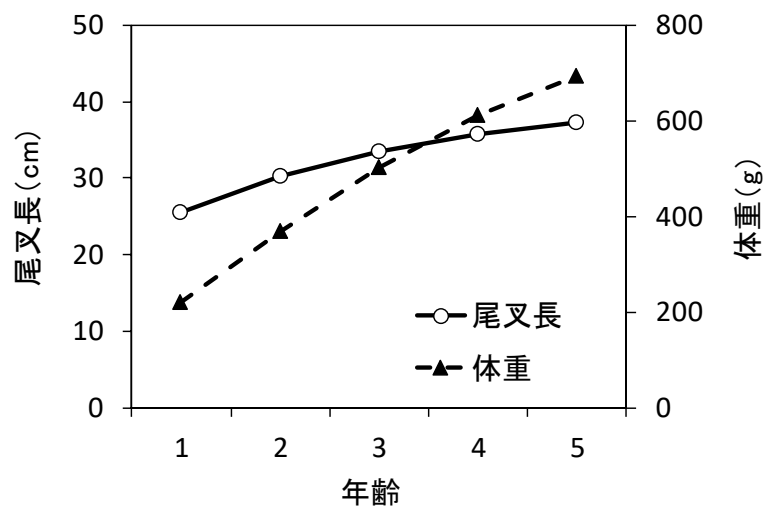


図 2-2. 年齢と成長

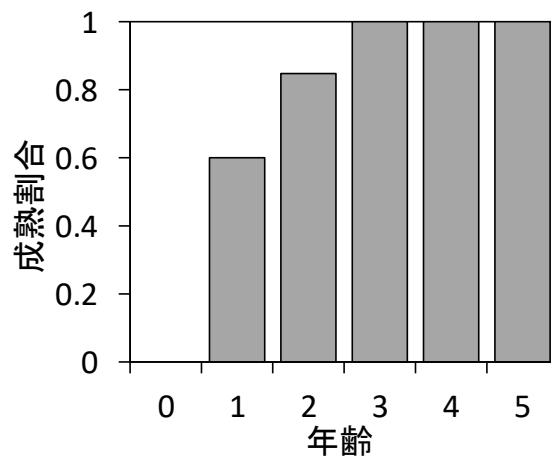


図 2-3. 年齢と成熟割合

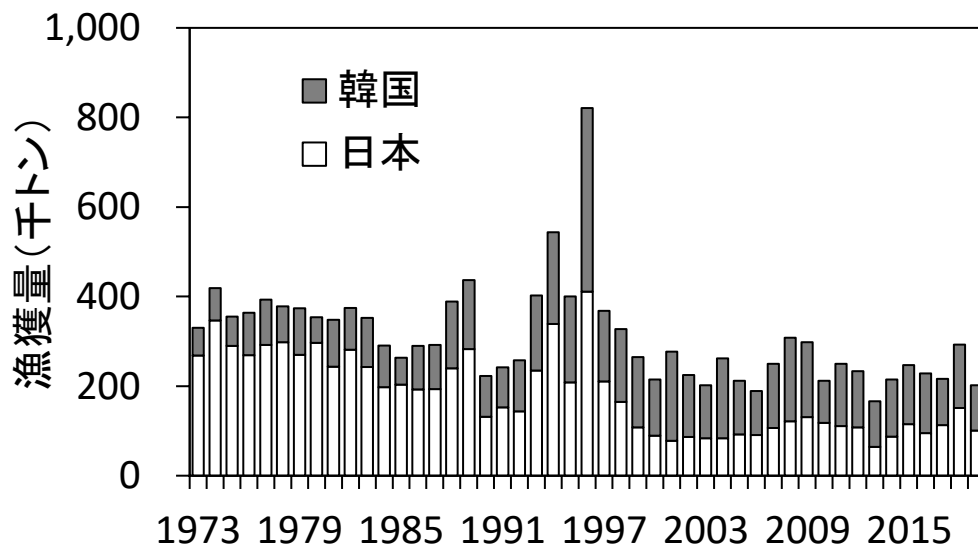


図 3-1. 漁獲量の推移

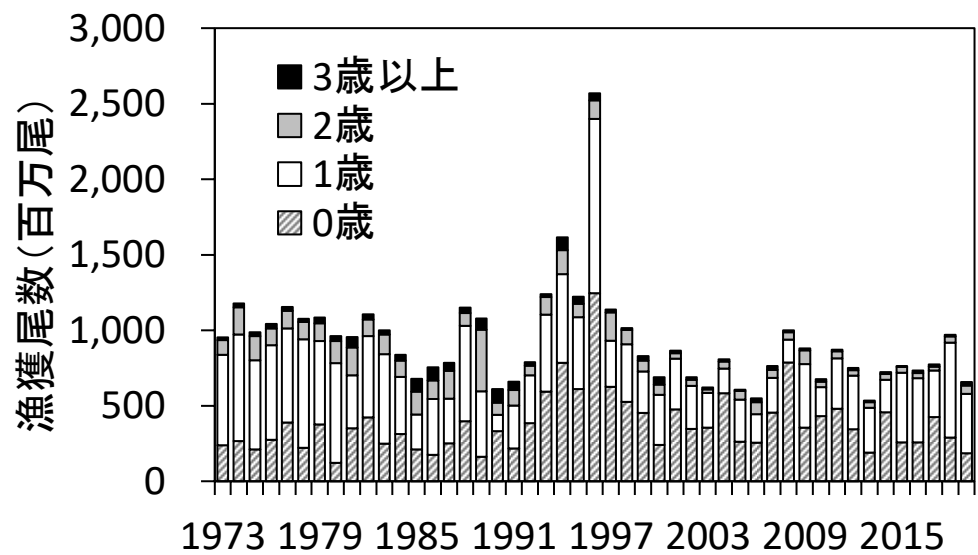


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

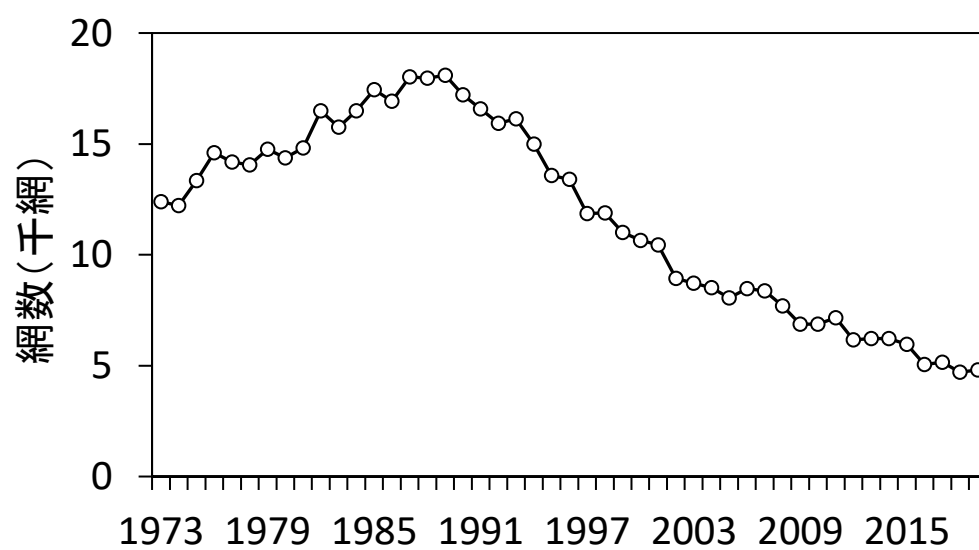


図 3-3. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数の推移

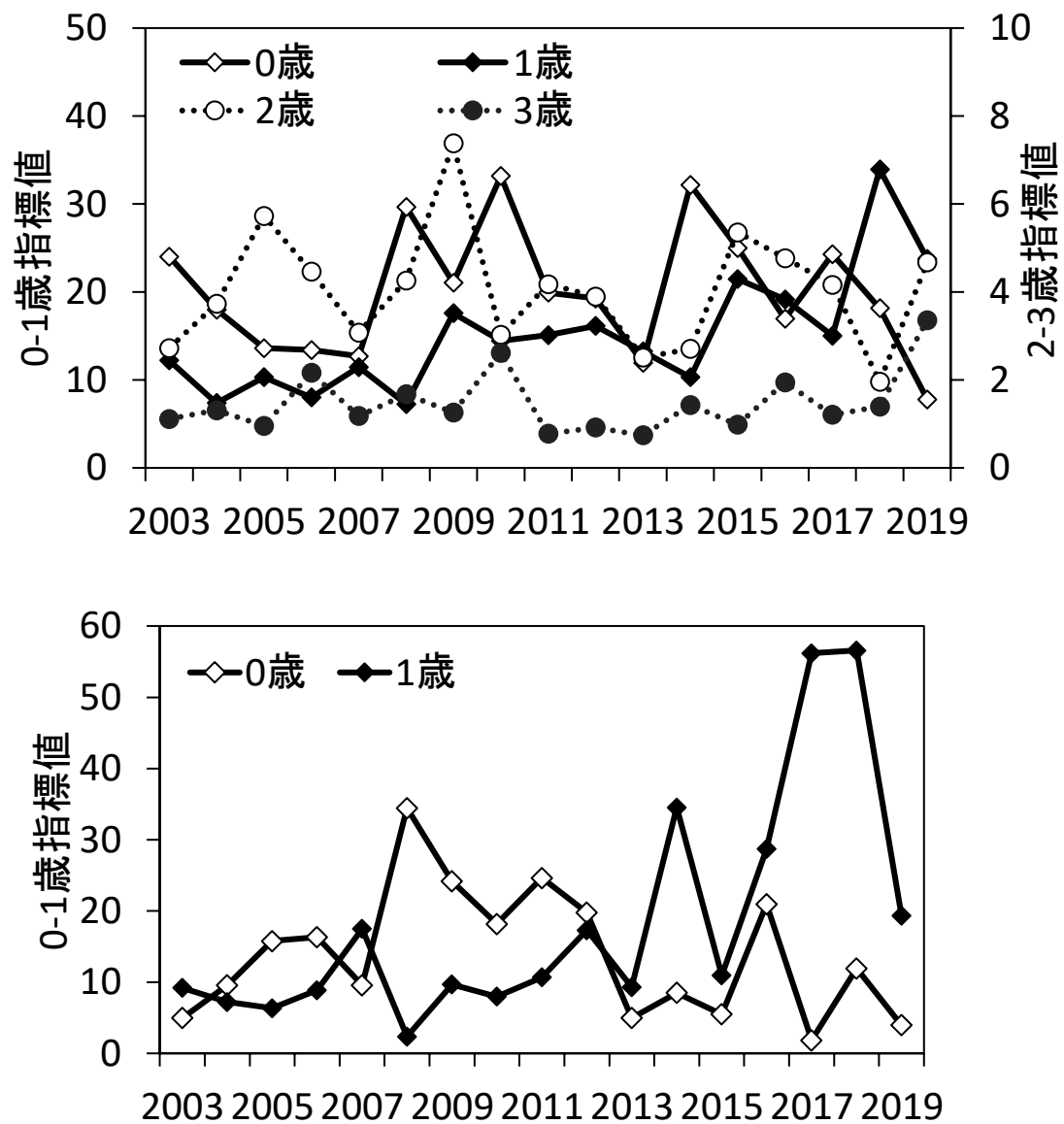


図 4-1. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の銘柄別漁獲量から算出した年齢別の資源量指標値の推移（上図）と境港港に水揚げする中型まき網の豆銘柄の漁獲量と入港隻数から算定した 0 歳と 1 歳の資源量指標値の推移（下図）。

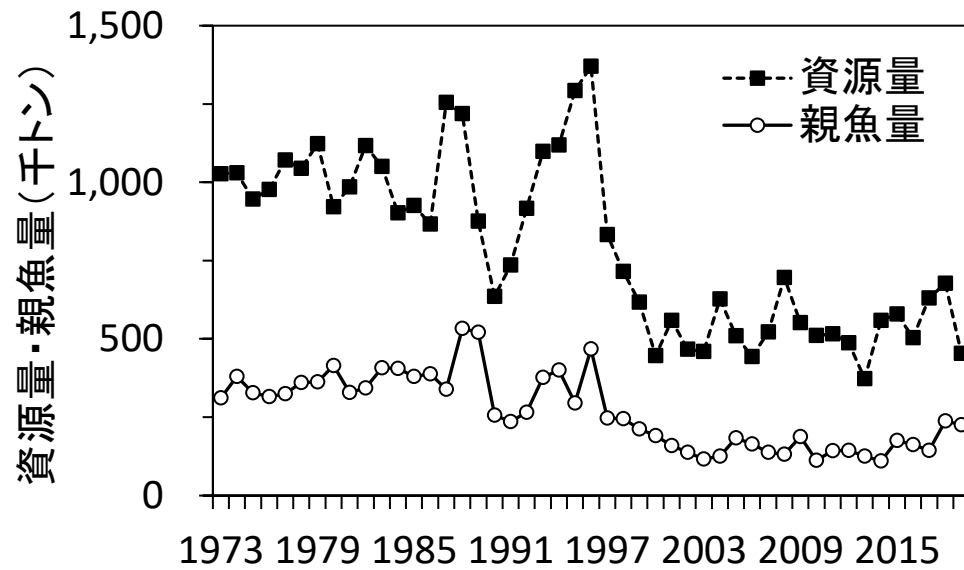


図 4-2. 資源量と親魚量の推移

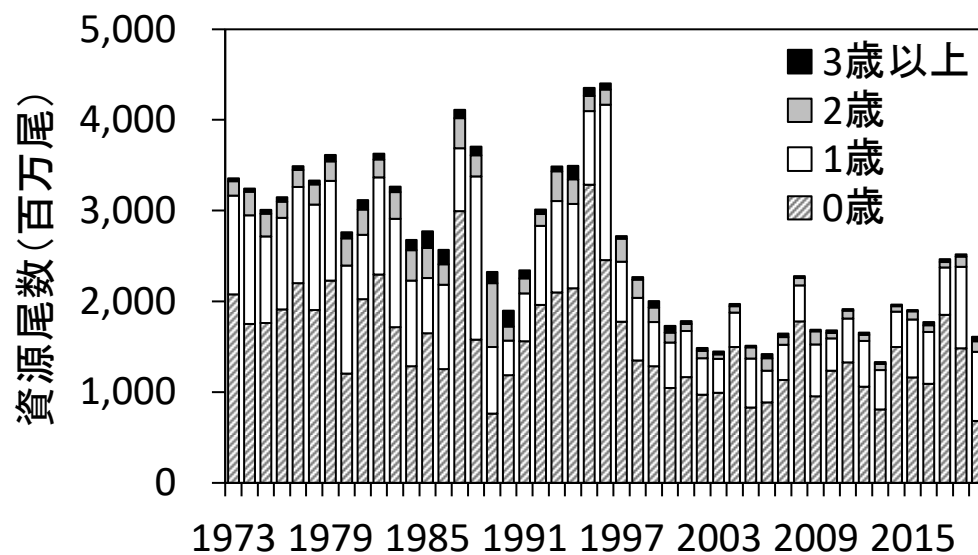


図 4-3. 年齢別資源尾数の推移

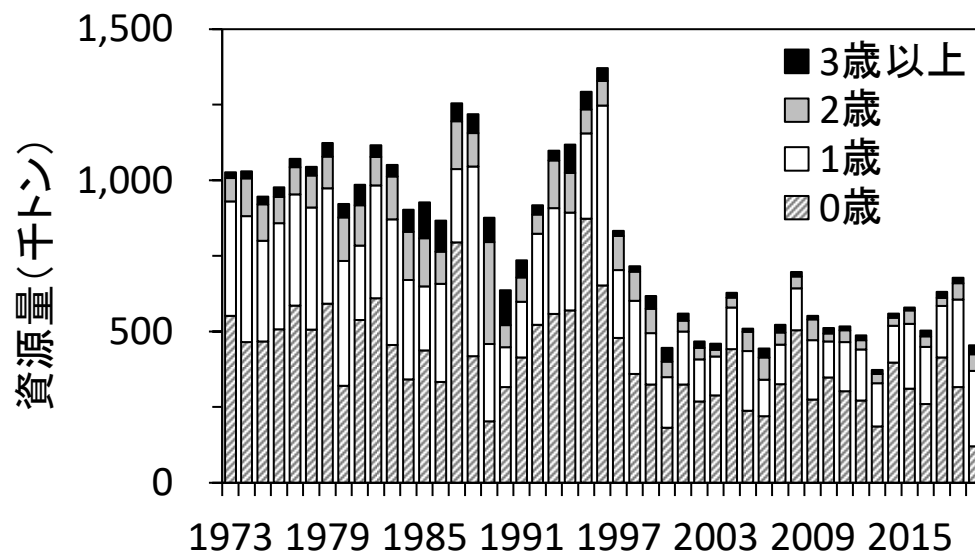


図 4-4. 年齢別資源重量の推移

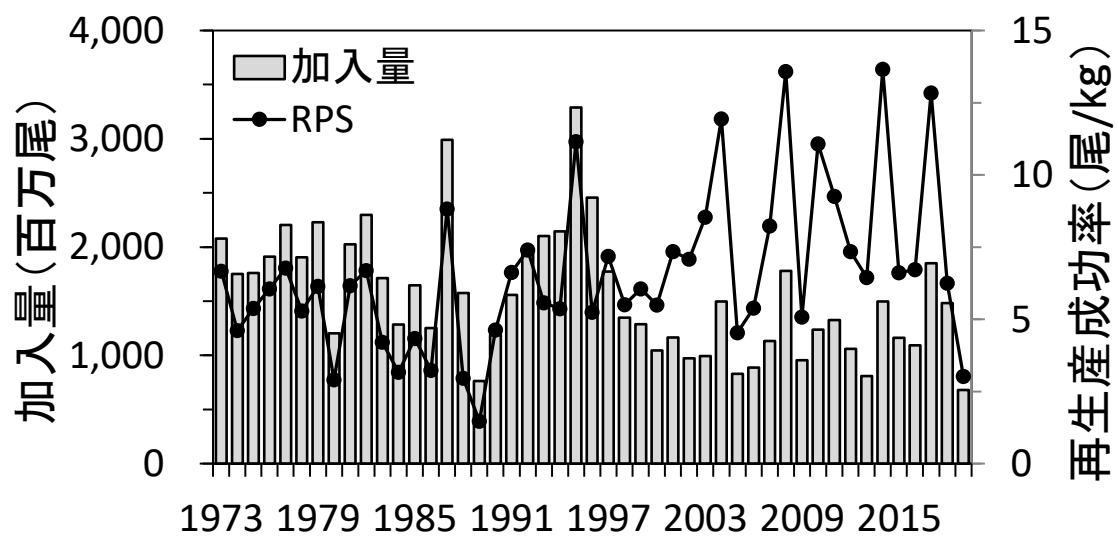


図 4-5. 加入量と再生産成功率 (RPS: 尾/kg) の推移

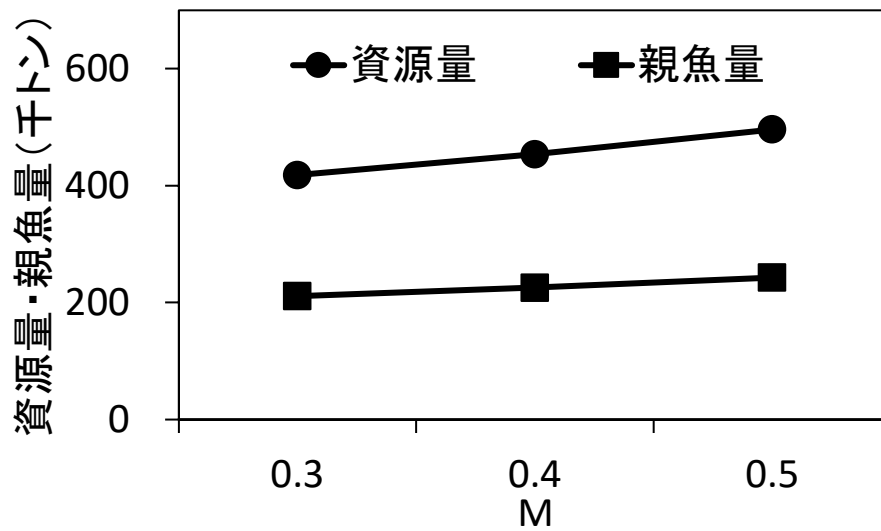


図 4-6. 資源量と親魚量の推定に対する自然死亡係数 M の影響

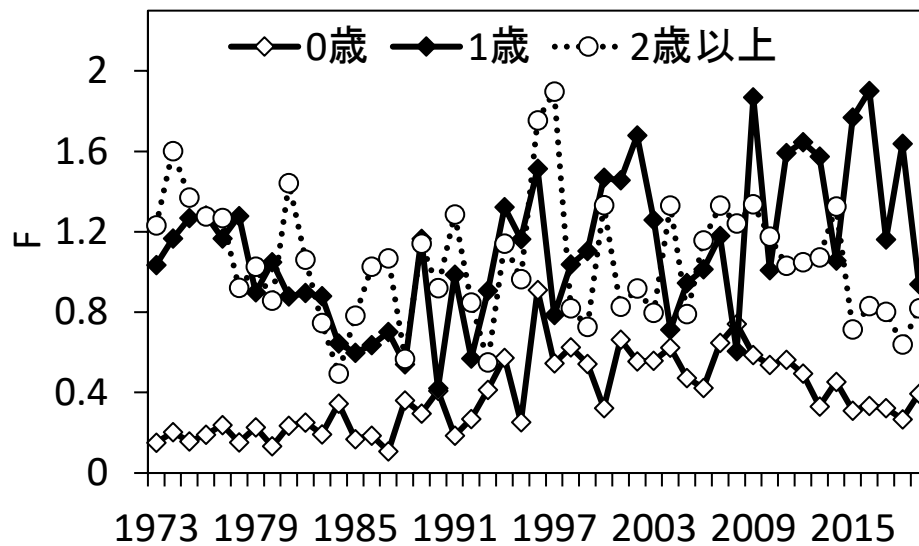


図 4-7. 年齢別漁獲係数 F の推移

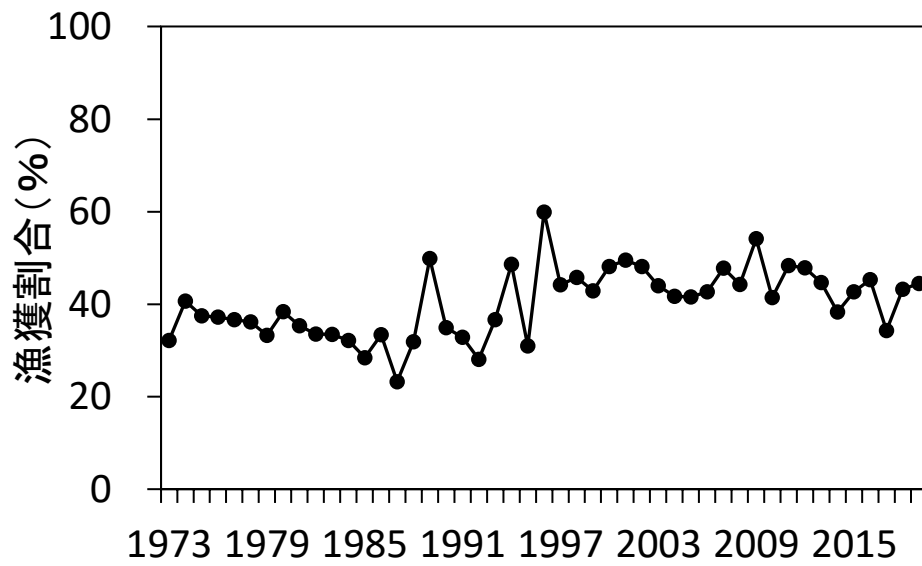


図 4-8. 漁獲割合の推移

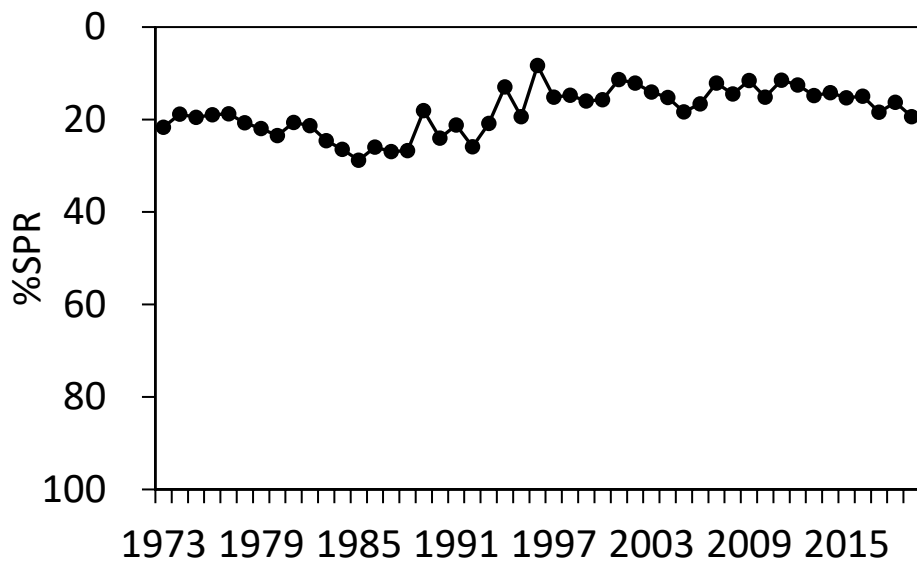


図 4-9. %SPR 値の推移 %SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、F が高い（低い）と %SPR は小さく（大きく）なる。

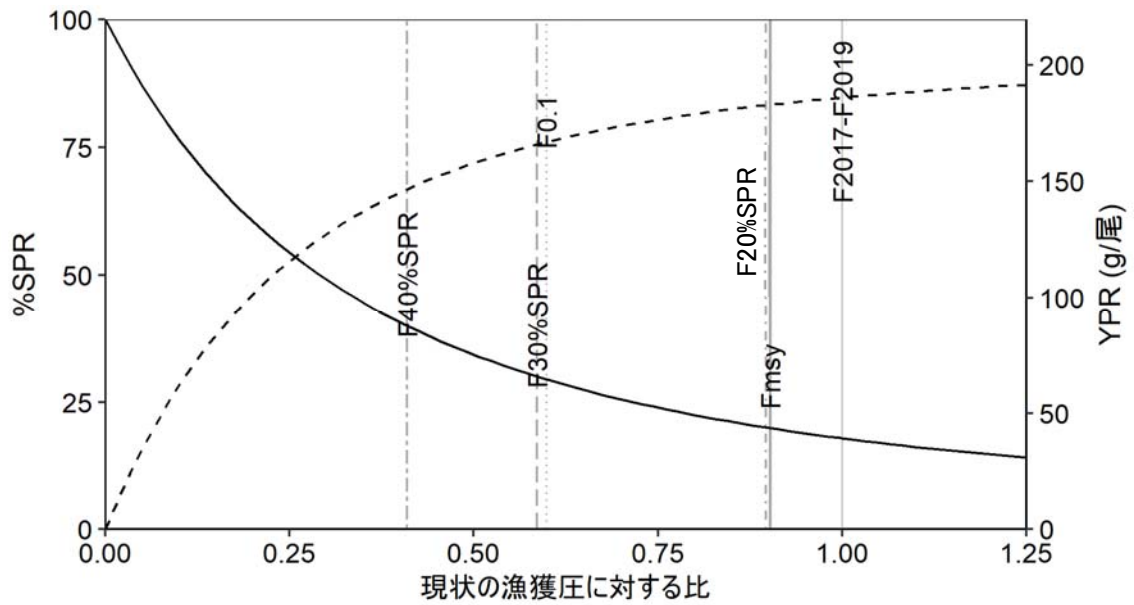


図 4-10. 現状の漁獲圧（F2017-2019）に対する YPR と%SPR の関係

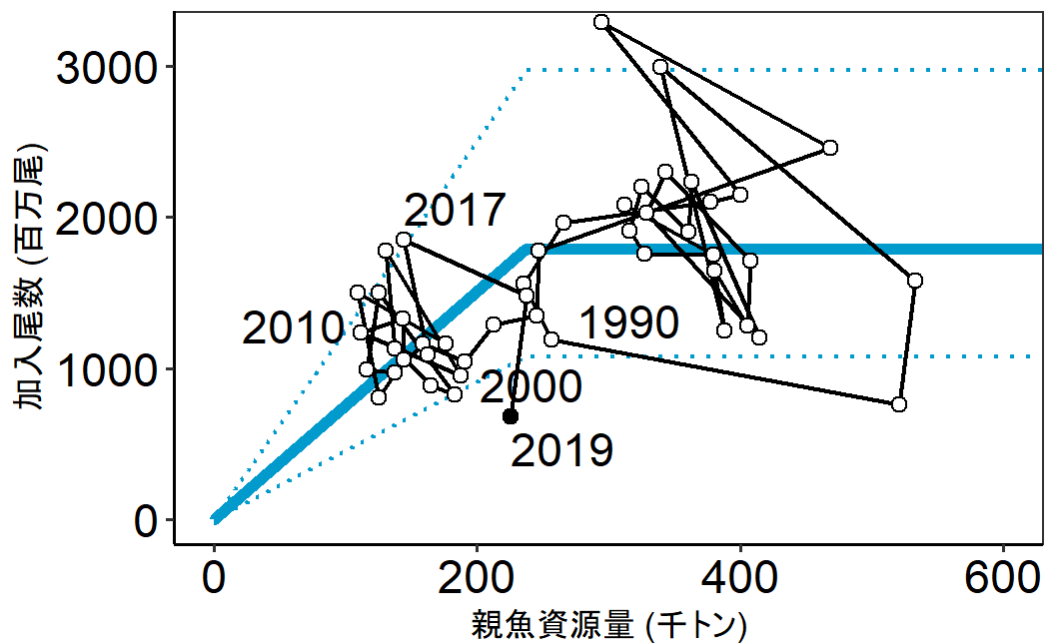


図 4-11. 親魚量と加入量の関係（再生産関係） 平成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（安田ほか 2019）で提案された再生産関係式（実線）。丸印は実測データ（1973~2019）であり、2019 年の値は●で示す。点線は仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。

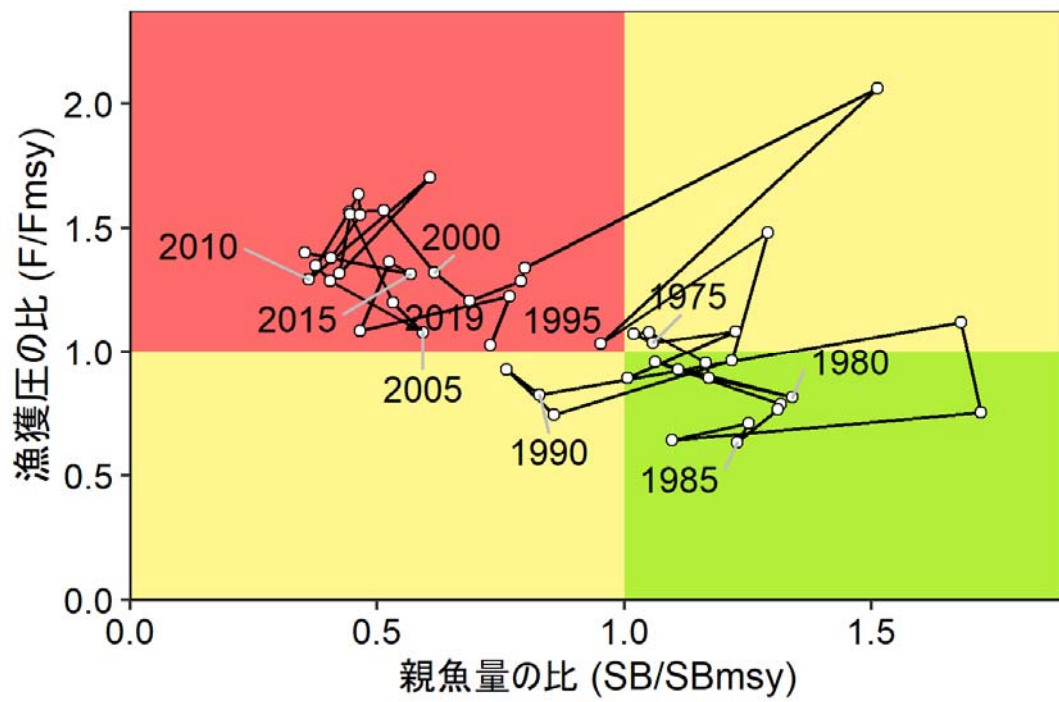
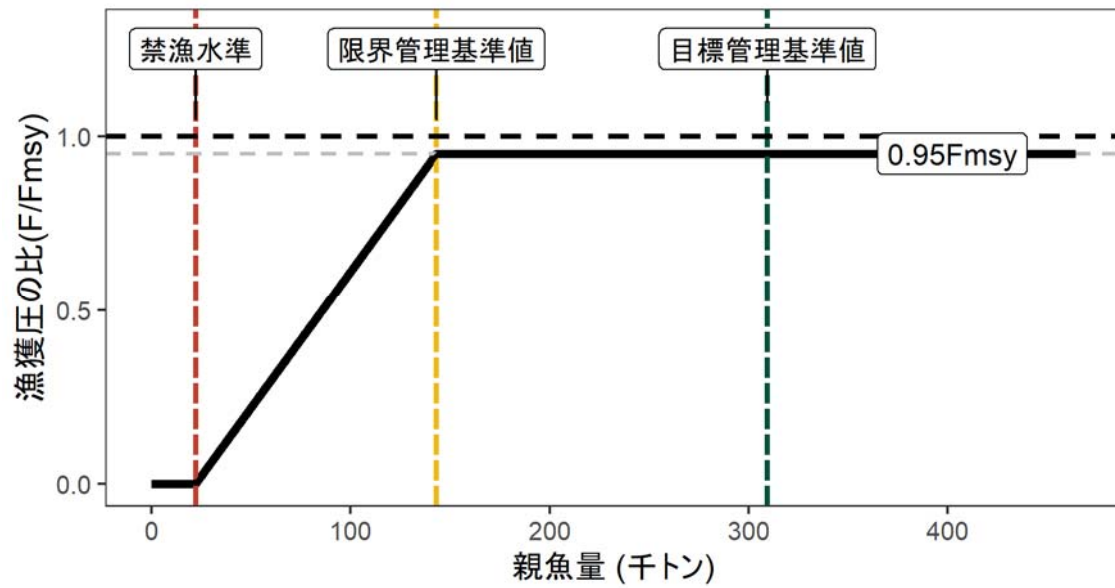


図 4-12. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SB_{msy})と MSY を実現する漁獲圧(F_{msy})に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

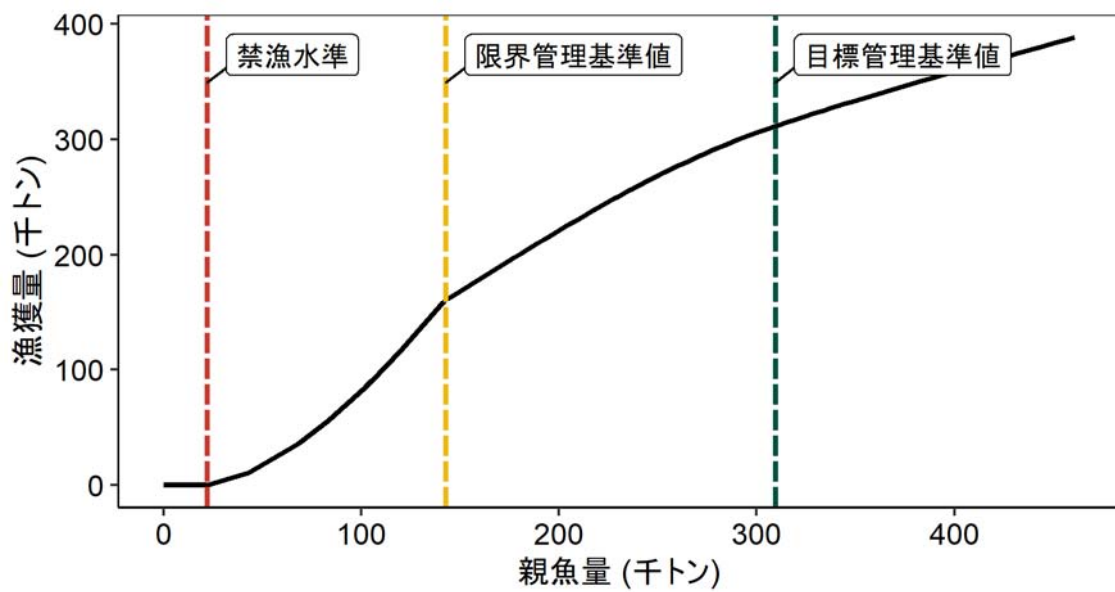
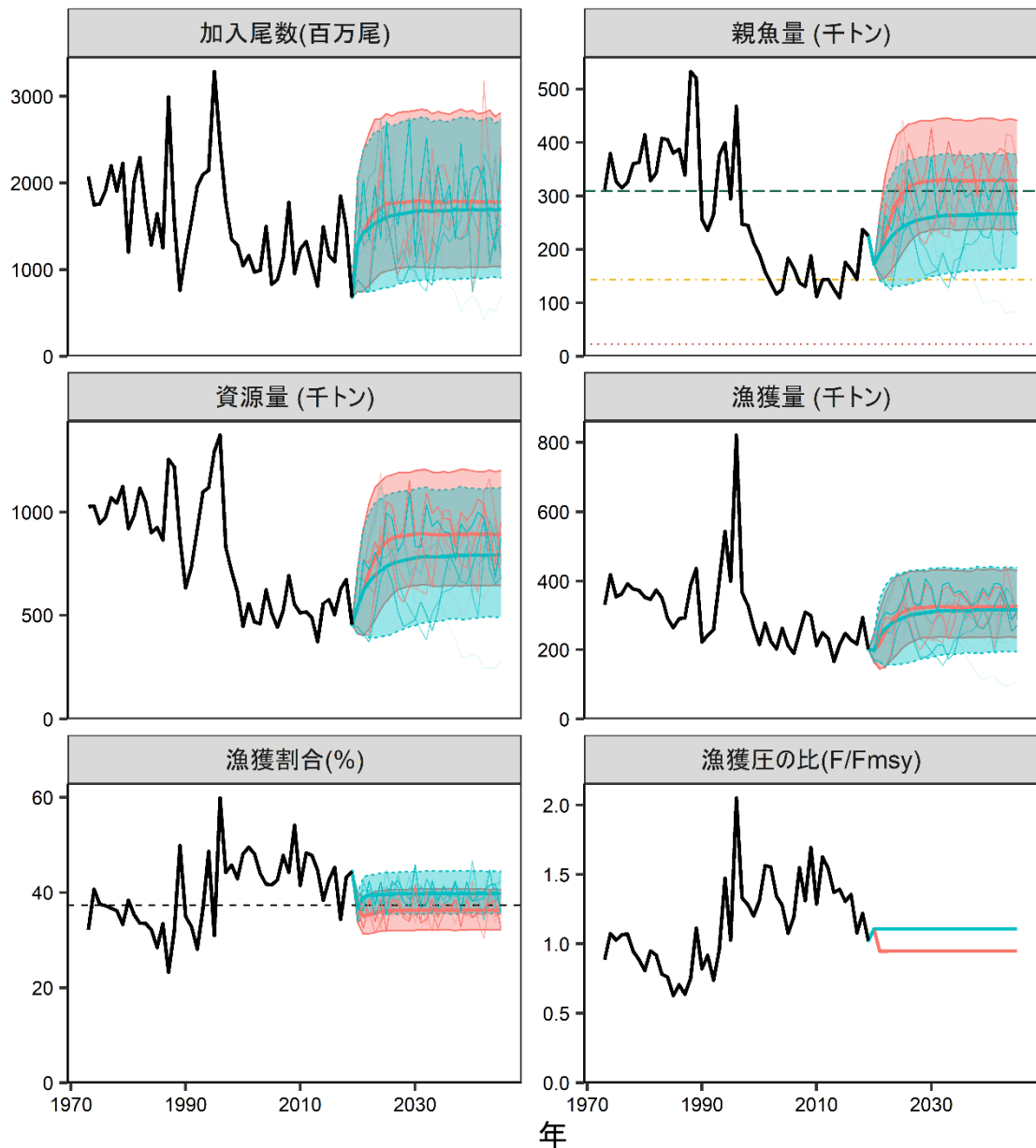


図 5-1. 漁獲管理規則 ($\beta=0.95$ の場合)



(塗り:5-95%予測区間, 太い実線: 平均値, 細い実線: シミュレーションの1例)

図 5-2. 管理基準値に基づく漁獲管理規則を用いた将来予測（赤色）と現状の漁獲圧で漁獲を続けた場合の将来予測（緑色）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄点線は限界管理基準値を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。安全係数 β には 0.95 を用いた。

表 3-1. 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	5,035	548	21,291	35	450	1,504	19,358	7
2018	84,054	3,861	278	26,090	83	825	2,170	26,207	2
2019	62,735	7,858	414	15,642	86	415	777	8,104	5

表 3-1. 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) (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	25	112,669
2018	10	134	194	5,358	1,251	567	4	55	151,145
2019	6	205	143	2,361	1,048	703	11	84	100,596

表 3-2. 漁獲量と東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網漁業の漁獲努力量

年	漁獲量 (千トン)			漁獲努力量 (千網)
	日本	韓国	計	
1973	269	61	330	12.400
1974	347	72	419	12.220
1975	290	65	355	13.350
1976	269	95	364	14.600
1977	292	101	393	14.180
1978	298	79	378	14.060
1979	270	104	374	14.760
1980	297	57	354	14.370
1981	244	105	348	14.820
1982	281	93	374	16.490
1983	242	110	352	15.760
1984	198	93	291	16.490
1985	204	60	264	17.440
1986	193	97	290	16.930
1987	194	98	292	18.030
1988	240	149	389	17.970
1989	283	154	437	18.090
1990	131	91	222	17.220
1991	153	89	242	16.580
1992	143	114	258	15.930
1993	235	168	403	16.130
1994	339	205	544	14.990
1995	208	192	400	13.580
1996	411	410	821	13.410
1997	211	158	368	11.860
1998	165	163	328	11.890
1999	108	157	265	11.010
2000	89	126	215	10.650
2001	78	199	277	10.450
2002	86	139	225	8.930
2003	83	119	202	8.715
2004	83	178	262	8.517
2005	92	120	212	8.052
2006	91	99	189	8.478
2007	106	143	249	8.369
2008	121	187	308	7.698
2009	131	168	298	6.868
2010	118	94	212	6.863
2011	111	139	250	7.161
2012	108	125	233	6.165
2013	64	102	166	6.223
2014	87	127	214	6.222
2015	115	132	247	5.953
2016	95	133	228	5.054
2017	113	104	217	5.148
2018	151	142	293	4.710
2019	101	101	202	4.802

表 4-1. コホート解析結果

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (100万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1973	1,026	312	2,078	32	6.667
1974	1,029	380	1,749	41	4.608
1975	946	327	1,759	38	5.373
1976	976	316	1,911	37	6.052
1977	1,070	325	2,202	37	6.777
1978	1,044	360	1,906	36	5.286
1979	1,123	363	2,229	33	6.144
1980	921	415	1,203	38	2.900
1981	985	329	2,026	35	6.162
1982	1,116	343	2,295	34	6.684
1983	1,050	408	1,714	34	4.202
1984	902	406	1,283	32	3.163
1985	926	380	1,647	28	4.332
1986	866	388	1,252	33	3.229
1987	1,255	339	2,992	23	8.816
1988	1,219	533	1,576	32	2.957
1989	876	521	762	50	1.463
1990	636	256	1,187	35	4.631
1991	735	236	1,559	33	6.616
1992	917	265	1,963	28	7.397
1993	1,098	377	2,100	37	5.570
1994	1,118	400	2,145	49	5.366
1995	1,292	295	3,287	31	11.152
1996	1,370	468	2,456	60	5.247
1997	832	247	1,775	44	7.183
1998	715	245	1,349	46	5.507
1999	617	213	1,286	43	6.048
2000	446	190	1,046	48	5.490
2001	559	159	1,166	50	7.341
2002	467	137	972	48	7.076
2003	459	116	991	44	8.539
2004	627	125	1,497	42	11.934
2005	509	183	830	42	4.529
2006	443	165	887	43	5.387
2007	522	138	1,132	48	8.224
2008	696	131	1,779	44	13.580
2009	551	188	955	54	5.080
2010	511	112	1,237	41	11.073
2011	516	143	1,326	48	9.261
2012	487	144	1,058	48	7.339
2013	373	126	810	45	6.444
2014	559	110	1,497	38	13.652
2015	579	176	1,162	43	6.610
2016	503	162	1,092	45	6.724
2017	630	144	1,851	34	12.837
2018	677	237	1,483	43	6.246
2019	454	226	681	44	3.021

表 5-1. 将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b) を上回る確率

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2020 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2017-2019) から予測される 198 千トンとし、2021 年から漁獲管理規則による漁獲とした。

a) 親魚量が目標管理基準値を上回る確率(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	0	0	1	8	19	27	34	39	42	44	44	45	46	47	46
0.95	0	0	1	10	24	36	45	51	55	56	57	58	59	60	58
0.90	0	0	1	12	30	47	57	64	68	69	70	70	71	71	70
0.80	0	0	1	16	45	68	80	86	88	89	89	90	90	90	90
0.70	0	0	1	23	62	85	94	97	98	98	98	99	98	98	98
0.60	0	0	1	30	77	95	99	100	100	100	100	100	100	100	100
0.50	0	0	1	38	89	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.40	0	0	1	48	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.30	0	0	1	58	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.20	0	0	1	68	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.10	0	0	1	78	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	0	0	1	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状F	0	0	1	5	10	14	16	19	20	20	21	22	22	23	23

b) 親魚量が限界管理基準値を上回る確率(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	100	95	95	97	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100
0.95	100	100	95	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.90	100	100	95	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.80	100	100	95	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.70	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.60	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.50	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.40	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.30	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.20	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.10	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状F	100	100	95	91	91	92	93	93	94	95	95	96	96	97	98

表 5-2. 将来の親魚量 (a) および漁獲量 (b) の平均値の推移

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2020 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2017-2019) から予測される 198 千トンとし、2021 年から漁獲管理規則による漁獲とした。

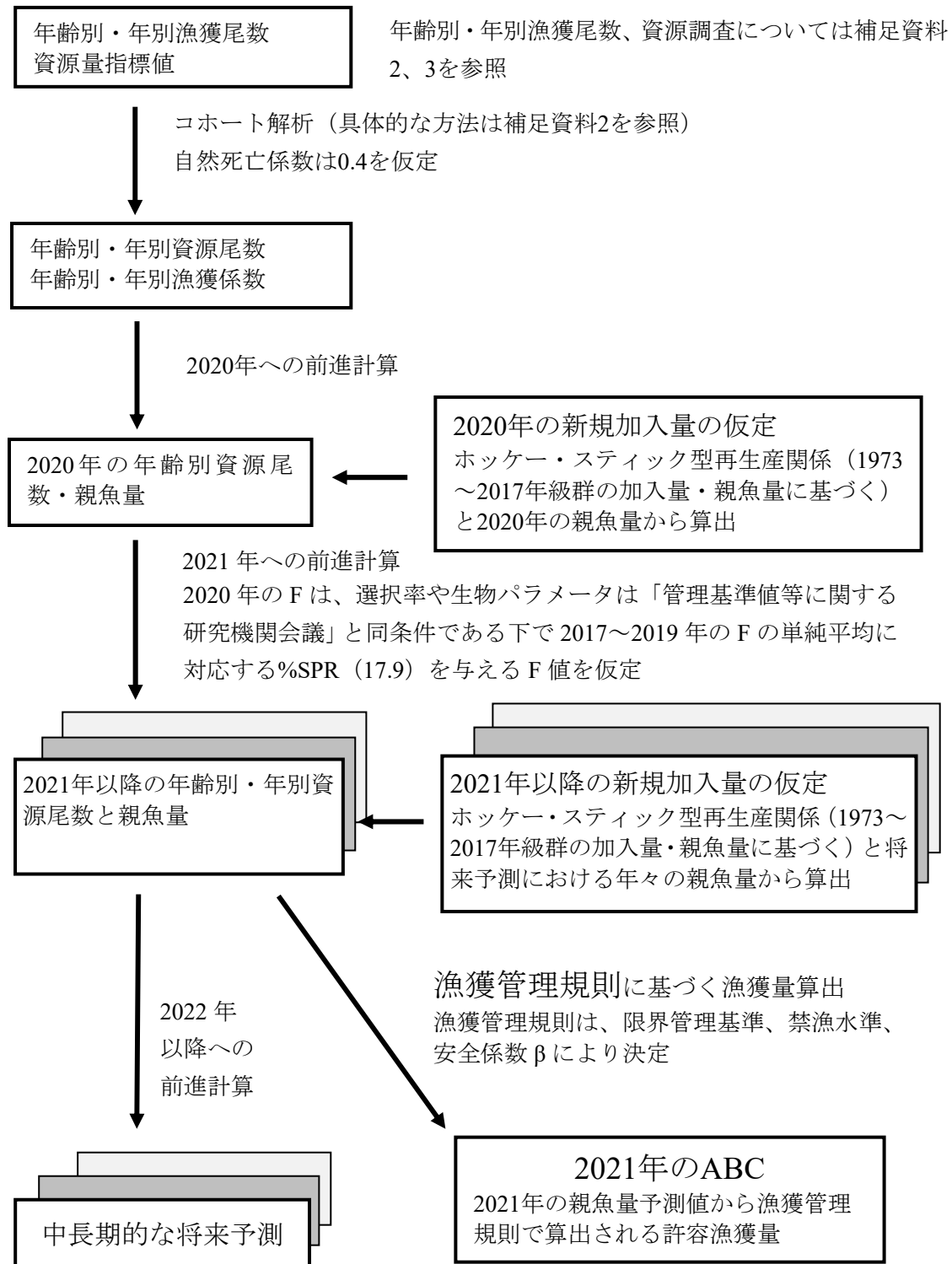
a) 親魚量の平均値の推移 (千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	226	172	193	222	250	272	285	295	301	305	307	309	310	311	310
0.95	226	172	193	228	263	289	305	316	322	325	327	328	329	330	328
0.90	226	172	193	235	277	307	325	337	343	346	347	348	349	349	347
0.80	226	172	193	249	306	346	368	382	387	390	390	391	392	392	390
0.70	226	172	193	264	339	389	417	432	439	441	442	443	444	444	442
0.60	226	172	193	280	374	438	473	492	500	504	505	507	507	508	506
0.50	226	172	193	298	414	495	540	565	577	583	584	586	587	588	586
0.40	226	172	193	317	459	560	621	655	672	681	684	687	689	690	688
0.30	226	172	193	338	509	637	719	766	791	806	812	817	820	823	820
0.20	226	172	193	360	565	729	838	904	943	966	979	987	992	998	996
0.10	226	172	193	385	630	837	985	1,079	1,139	1,176	1,199	1,214	1,223	1,238	1,236
0.00	226	172	193	412	704	967	1,166	1,301	1,392	1,454	1,495	1,522	1,541	1,578	1,577
現状F	226	172	193	208	223	235	242	249	253	256	258	260	262	267	266

b) 漁獲量の平均値の推移 (千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	202	198	225	255	279	295	306	314	318	320	322	324	325	325	324
0.95	202	198	217	251	279	297	308	316	319	321	322	323	324	324	323
0.90	202	198	209	247	278	297	308	315	318	320	320	321	322	321	321
0.80	202	198	191	236	273	293	304	310	312	313	313	314	314	314	313
0.70	202	198	173	222	263	284	294	300	302	303	303	304	304	304	303
0.60	202	198	153	205	248	269	280	286	288	289	290	290	291	291	290
0.50	202	198	132	184	227	249	261	268	270	272	272	273	273	273	272
0.40	202	198	109	158	200	222	235	242	246	247	248	249	249	249	249
0.30	202	198	84	128	166	187	200	208	212	214	215	216	216	217	216
0.20	202	198	58	92	122	141	153	160	164	167	168	169	170	170	170
0.10	202	198	30	50	68	80	88	94	97	99	100	101	102	102	102
0.00	202	198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状F	202	198	242	261	274	284	292	298	302	304	307	309	311	315	315

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

本系群の漁獲量からマサバの年齢別・年別漁獲尾数を推定し（補注 1-2）、コホート解析によって資源尾数を計算した。2019 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)	23.4	28.7	32.2	34.8
体重 (g)	176	329	470	594
成熟割合 (%)	0	60	85	100

1973～2019 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（2019 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 2003～2019 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。 q は漁具能率とも呼ばれる。

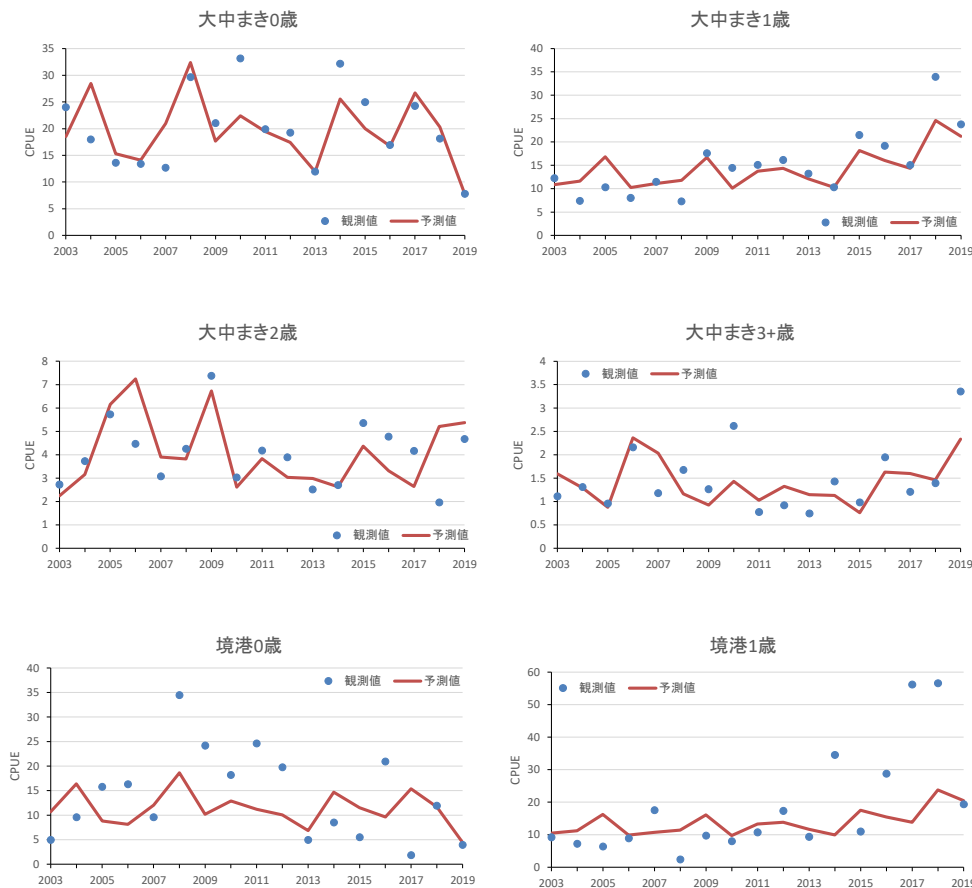
$$I_{f,a,y} = q_{f,a} B_{a,y}^{b_{f,a}} \quad (6)$$

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、 $F_{0,2019}=0.39$ 、 $F_{1,2019}=0.94$ 、 $F_{2,2019}=F_{3+,2019}=0.82$ と推定された。またその他のパラメータは $q_{1,0}=0.064$ 、 $q_{1,1}=0.085$ 、 $q_{1,2}=0.098$ 、 $q_{1,3}=0.082$ 、 $q_{2,0}=0.037$ 、 $q_{2,1}=0.082$ 、 $\sigma_{1,0}=0.227$ 、 $\sigma_{1,1}=0.254$ 、 $\sigma_{1,2}=0.331$ 、 $\sigma_{1,3}=0.326$ 、 $\sigma_{2,0}=0.772$ 、 $\sigma_{2,1}=0.732$ であった。推定された 2019 年の F 値の不確実性をプロファイル尤度により評価した。年齢別 F の推定値の 95%信頼区間は、 $F_0 [0.23, 0.57]$ 、 $F_1 [0.91, 1.41]$ 、 $F_{2,3+} [0.79, 1.23]$ 、また資源量は $[227,000, 539,000]$ であった。各指標値の観測値とモデルの期待値を補足図 2-1 に示す。

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	2018	2019
大中まき							
0 歳	11.95	32.18	24.98	16.95	24.28	18.15	7.79
1 歳	13.23	10.31	21.46	19.14	15.03	33.93	23.75
2 歳	2.51	2.70	5.35	4.77	4.16	1.96	4.67
3 歳以上	0.74	1.43	0.98	1.94	1.21	1.39	3.36
境港中まき							
0 歳	4.98	8.52	5.49	20.95	1.85	11.93	3.96
1 歳	9.32	34.55	10.95	28.73	56.19	56.57	19.36



補足図 2-1 指標値の観測値とモデルの予測値

2. 将来予測方法

コホート解析により得られた資源量をもとに漁獲管理規則に従う将来予測を行った。解析には R パッケージ `frasyr` (v2.1.1.0, 2020 年 9 月 17 日版) を用いた。将来の加入量の推定には、令和元年度に開催された資源管理方針に関する検討会において合意されたホッケースティック型関係式 ($a=0.0075$, $b=2.37e+05$, $SD=0.31$) から推定される値を用いた。なお、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、平成 30 (2018) 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。詳細は「平成 31 (2019) 年度マサバ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書」を参照されたい。

将来予測における漁獲係数 F は、「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測に用いたパラメータは補足表 2-1 に示す。選択率や漁獲物平均体重等の値には、令和元年度に開催された資源管理方針に関する検討会において合意された各種管理基準値の推定に用いた値を引き続き用いた。これらは再生産関係と同じく平成 30 (2018) 年度の資源評価に基づく値であり、選択率は 2013～2017 年、漁獲物平均体重は 2015～2017 年の平均値である。現状の漁獲圧は、選択率や平均体重等の生物パラメータが管理基準値を算出した時と同条件となる下で、今年度評価における $F_{2017-2019}$ (2017～2019 年の F の単純平均) に対応する %SPR (17.9) を

与える F 値とした。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（（7-9）式）を用いた。

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

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

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

補足表 2-1. 将来予測計算に用いたパラメータ

	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2017-2019 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.31	0.33	0.37	243	0.4	0
1 歳	1.00	1.07	1.18	330	0.4	0.6
2 歳	0.65	0.69	0.77	478	0.4	0.85
3 歳以上	0.65	0.69	0.77	619	0.4	1.00

注 1： 平成 31 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、平成 30 年度資源評価での Fcurrent の選択率）。

注 2： 平成 31 年度研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、平成 30 年度資源評価での Fcurrent に Fmsy/Fcurrent を掛けたもの）。

注 3： 上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2017～2019 年の年齢別の平均 F と同じ漁獲圧を与える F 値を %SPR 換算して算出した。この F 値は 2020 年の漁獲量の仮定に使用した。

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。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定した。

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。1992～2019 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（2019年の総測定尾数は26,171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。2018年もゴマサバの漁獲量の値が高かったが、公式統計を信頼してマサバの漁獲量は報告された値とした。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）の一網当たり漁獲量（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（黒田ほか 2019）。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、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。

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.

- 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 (2019) 平成 30 (2018) 年度マサバ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 (魚種別系群別資源評価・TAC 種) 第 1 分冊, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, pp. 209-247.
- 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。2019年の高い値は本調査でマサバの0歳魚が多く観測されたことを反映している。

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	2018	2019				
さば類	1.3	2.3	4.8	4.6	39.8				

(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、本調査の対象は底魚類であり、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	2019	2020			
マサバ	4,701	2,692	23,733	2,279	未実施			

(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。結果は令和元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(黒田ほか 2020)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。

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	2018	2019		
東シナ海	4.1	6.1	11.6	20.6	25.4	247.2		
九州北西	1.2	3.1	3.3	7.8	2.7	3.0		
日本海	2.7	24.4	30.0	14.9	55.6	6.8		

引用文献

黒田啓行・高橋素光・依田真里・向草世香・佐々千由紀・日野晴彦 (2021) 令和 2 (2020) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 令和 2 (2020) 年度我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価), 印刷中

補足資料 4 コホート解析結果の詳細（1973～2019 年）

年\年齢	漁獲尾数（百万尾）					漁獲重量（千トン）				
	0	1	2	3+		0	1	2	3+	
1973	240	598	97	19		64	208	46	12	
1974	267	706	179	26		71	245	86	17	
1975	211	590	161	26		56	205	77	17	
1976	275	626	112	31		73	217	54	20	
1977	389	624	116	27		103	217	55	17	
1978	222	720	113	22		59	250	54	14	
1979	376	552	119	39		100	192	57	25	
1980	124	660	146	34		33	229	70	22	
1981	352	350	184	69		94	122	88	45	
1982	424	539	110	34		113	187	53	22	
1983	249	594	130	27		66	206	63	17	
1984	313	379	109	37		83	132	52	24	
1985	212	230	153	83		56	80	73	54	
1986	177	369	123	86		47	128	59	56	
1987	252	296	185	51		67	103	89	33	
1988	399	631	84	35		106	219	40	23	
1989	162	433	409	73		43	151	196	47	
1990	332	109	79	91		88	38	38	59	
1991	219	282	104	55		58	98	50	35	
1992	385	317	64	23		102	110	31	15	
1993	595	509	117	18		158	177	56	12	
1994	786	587	158	86		209	204	76	55	
1995	611	477	87	47		162	166	42	30	
1996	1,246	1,154	122	47		331	401	59	30	
1997	626	305	187	20		169	103	84	12	
1998	527	379	96	13		140	133	46	8	
1999	452	276	71	30		114	97	35	19	
2000	241	333	68	48		42	111	33	29	
2001	476	336	37	15		132	116	17	11	
2002	348	284	40	16		96	99	19	11	
2003	356	230	23	14		104	79	11	9	
2004	584	164	45	15		172	59	20	10	
2005	262	280	58	8		75	103	29	5	
2006	255	188	82	25		63	66	44	17	
2007	454	231	53	24		131	78	25	16	
2008	787	152	49	13		223	53	24	9	
2009	356	419	92	13		102	145	44	7	
2010	432	193	35	17		121	64	16	10	
2011	480	334	48	10		109	112	22	7	
2012	346	355	37	14		88	118	17	9	
2013	190	297	37	12		44	98	17	8	
2014	457	217	38	13		121	68	17	9	
2015	258	460	39	6		69	155	19	4	
2016	259	425	35	16		62	141	16	10	
2017	425	308	27	15		95	100	13	9	
2018	289	628	44	11		61	203	21	7	
2019	186	394	55	23		33	129	26	14	

補足資料 4（続き） コホート解析結果の詳細（1973～2019 年）

年＼年齢	漁獲係数F				%SPR	平均体重(g)			
	0	1	2	3+		0	1	2	3+
1973	0.15	1.03	1.23	1.23	21.7	266	348	479	645
1974	0.20	1.17	1.60	1.60	18.9	266	348	479	645
1975	0.16	1.27	1.37	1.37	19.5	266	348	479	645
1976	0.19	1.28	1.28	1.28	18.9	266	348	479	645
1977	0.24	1.17	1.27	1.27	18.8	266	348	479	645
1978	0.15	1.28	0.92	0.92	20.7	266	348	479	645
1979	0.23	0.90	1.03	1.03	22.0	266	348	479	645
1980	0.13	1.05	0.86	0.86	23.4	266	348	479	645
1981	0.23	0.88	1.44	1.44	20.7	266	348	479	645
1982	0.25	0.90	1.06	1.06	21.3	266	348	479	645
1983	0.19	0.88	0.75	0.75	24.6	266	348	479	645
1984	0.35	0.64	0.50	0.50	26.5	266	348	479	645
1985	0.17	0.60	0.78	0.78	28.8	266	348	479	645
1986	0.19	0.64	1.03	1.03	25.9	266	348	479	645
1987	0.11	0.70	1.07	1.07	26.9	266	348	479	645
1988	0.36	0.54	0.57	0.57	26.7	266	348	479	645
1989	0.30	1.17	1.14	1.14	18.1	266	348	479	645
1990	0.41	0.42	0.92	0.92	24.0	266	348	479	645
1991	0.19	0.99	1.29	1.29	21.2	266	348	479	645
1992	0.27	0.57	0.85	0.85	25.9	266	348	479	645
1993	0.41	0.91	0.55	0.55	20.8	266	348	479	645
1994	0.57	1.32	1.14	1.14	13.0	266	348	479	645
1995	0.25	1.16	0.96	0.96	19.4	266	348	479	645
1996	0.91	1.51	1.75	1.75	8.3	266	348	479	645
1997	0.55	0.79	1.90	1.90	15.2	270	338	447	615
1998	0.63	1.04	0.82	0.82	14.7	266	351	477	631
1999	0.54	1.10	0.73	0.73	16.0	252	352	488	624
2000	0.32	1.47	1.33	1.33	15.7	173	334	481	613
2001	0.66	1.46	0.83	0.83	11.4	278	345	474	699
2002	0.56	1.68	0.92	0.92	12.1	276	348	481	653
2003	0.56	1.26	0.80	0.80	14.1	291	343	456	655
2004	0.62	0.71	1.33	1.33	15.3	295	360	455	654
2005	0.47	0.95	0.79	0.79	18.3	286	368	505	638
2006	0.42	1.01	1.16	1.16	16.7	247	349	530	672
2007	0.65	1.18	1.33	1.33	12.1	288	336	474	646
2008	0.74	0.61	1.24	1.24	14.5	283	350	488	654
2009	0.59	1.87	1.34	1.34	11.6	287	346	475	572
2010	0.54	1.01	1.18	1.18	15.2	281	334	456	604
2011	0.56	1.59	1.03	1.03	11.5	228	334	452	692
2012	0.49	1.65	1.05	1.05	12.6	256	334	470	647
2013	0.33	1.57	1.07	1.07	14.8	229	330	468	657
2014	0.45	1.06	1.33	1.33	14.2	265	311	449	697
2015	0.31	1.77	0.71	0.71	15.3	267	336	494	653
2016	0.33	1.90	0.83	0.83	15.0	238	331	467	580
2017	0.32	1.16	0.80	0.80	18.4	224	323	473	626
2018	0.27	1.64	0.64	0.64	16.3	213	323	486	673
2019	0.39	0.94	0.82	0.82	19.4	176	329	470	594

補足資料 4（続き） コホート解析結果の詳細（1973～2019 年）

年\年齢	資源尾数（百万尾）					資源量（千トン）				
	0	1	2	3+		0	1	2	3+	
1973	2,078	1,089	160	31		552	378	76	20	
1974	1,749	1,199	259	37		465	417	124	24	
1975	1,759	957	250	40		467	333	120	26	
1976	1,911	1,008	181	49		507	350	87	32	
1977	2,202	1,059	188	43		585	368	90	28	
1978	1,906	1,162	221	44		506	404	106	28	
1979	2,229	1,098	217	71		592	382	104	46	
1980	1,203	1,191	299	69		319	414	143	45	
1981	2,026	706	280	105		538	246	134	68	
1982	2,295	1,074	197	61		609	373	94	39	
1983	1,714	1,197	294	60		455	416	141	39	
1984	1,283	947	333	112		341	329	160	73	
1985	1,647	609	333	182		437	212	160	117	
1986	1,252	932	224	158		333	324	107	102	
1987	2,992	697	331	92		795	242	159	59	
1988	1,576	1,802	232	97		418	626	111	63	
1989	762	736	703	125		202	256	337	81	
1990	1,187	380	154	178		315	132	74	115	
1991	1,559	529	167	88		414	184	80	57	
1992	1,963	868	132	47		521	302	63	31	
1993	2,100	1,006	329	52		558	350	158	33	
1994	2,145	930	272	147		570	323	130	95	
1995	3,287	811	166	90		873	282	80	58	
1996	2,456	1,711	170	65		652	595	81	42	
1997	1,775	663	252	27		479	224	113	17	
1998	1,349	689	202	28		359	242	96	18	
1999	1,286	484	164	68		324	170	80	42	
2000	1,046	501	107	75		181	168	52	46	
2001	1,166	507	77	32		324	175	37	23	
2002	972	402	79	32		268	140	38	21	
2003	991	374	50	30		288	128	23	20	
2004	1,497	380	71	24		442	137	32	16	
2005	830	538	125	17		237	198	63	11	
2006	887	347	140	43		219	121	74	29	
2007	1,132	390	84	39		326	131	40	25	
2008	1,779	397	80	22		503	139	39	14	
2009	955	568	145	20		274	197	69	11	
2010	1,237	356	59	29		348	119	27	18	
2011	1,326	484	87	18		302	162	39	13	
2012	1,058	506	66	25		271	169	31	16	
2013	810	433	65	21		185	143	31	14	
2014	1,497	390	60	20		397	121	27	14	
2015	1,162	637	91	14		311	214	45	9	
2016	1,092	571	73	34		260	189	34	20	
2017	1,851	524	57	31		414	169	27	20	
2018	1,483	899	110	27		315	290	53	18	
2019	681	761	117	48		120	250	55	29	

補足資料 5 半年ごとのコホート解析前進法による漁期年漁獲量の算出

漁期年（7月～翌年6月）漁獲量を計算するために、2020年以降は資源尾数と漁獲尾数を半年（0.5年）ごとに求め、2021年漁期（2021年7月～2022年6月）の漁獲量を算定した。

$$N_{a_2,y} = N_{a_1,y} \exp(-h_{a_1} F_{a,y} - \frac{M}{2}) \quad (1)$$

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

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

$$C_{a_1,y} = N_{a_1,y} \frac{h_{a_1} F_{a,y}}{h_{a_1} F_{a,y} + \frac{M}{2}} (1 - \exp(-h_{a_1} F_{a,y} - \frac{M}{2})) \quad (4)$$

$$C_{a_2,y} = N_{a_2,y} \frac{h_{a_2} F_{a,y}}{h_{a_2} F_{a,y} + \frac{M}{2}} (1 - \exp(-h_{a_2} F_{a,y} - \frac{M}{2})) \quad (5)$$

ここで、Nは資源尾数、Cは漁獲尾数、Fは漁獲死亡係数、Mは自然死亡係数、yは年、 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2017～2019年の年齢別漁獲尾数の前期・後期の平均配分率とF2017-2019のもとでの将来予測の2030年における配分率と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（暦年）漁獲量と同じになるように補正した値を用いた。また、加入変動は考慮していない。

本系群では、 $\beta=0.95$ とした漁獲管理規則に基づき算出される2021年漁期の予測漁獲量をABCとして提示する。

2021年漁期の ABC (千トン)	2021年漁期の 親魚量予測平均値 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2019)	2021年漁期の 漁獲割合(%)
222	198	0.85	35.7
コメント： ・令和2年2月に開催された「資源管理方針に関する検討会」にて取りまとめられた漁獲シナリオに基づきABCを算定した。 ・数値はいずれも漁期年の値である。 ・加入変動を考慮しない決定論的な結果である。			

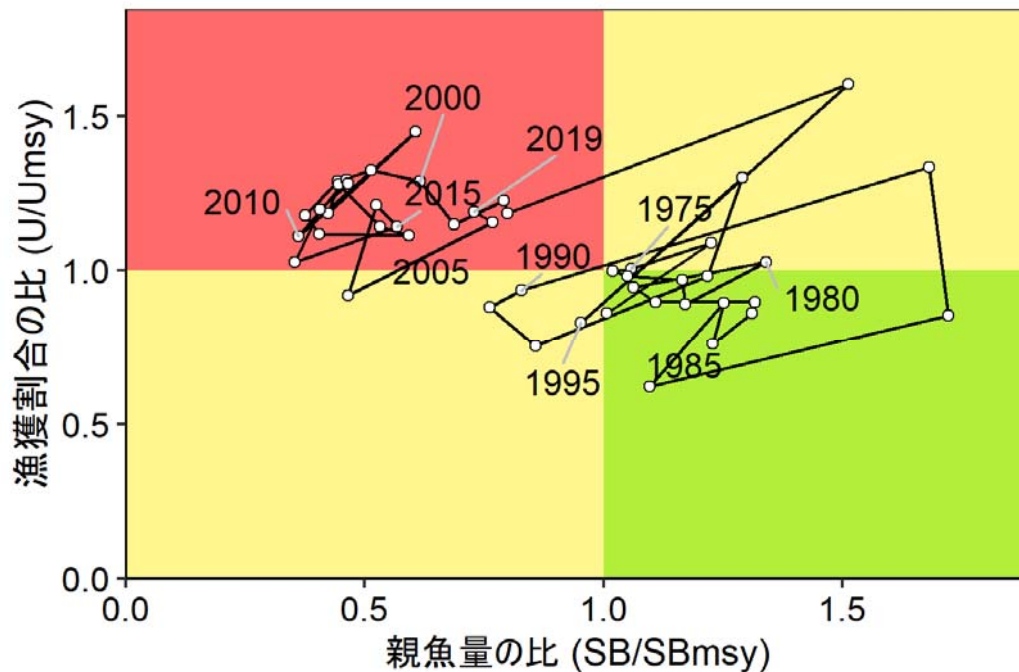
引用文献

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 6 漁獲割合に基づく神戸プロット

親魚量とその時の漁獲割合（U）を基準にした神戸プロットを下図に示す。本系群における親魚量は 2000 年以降において MSY を実現する水準を下回り、漁獲割合の比（U/Umsy）も MSY を実現する水準より高くなっている。

項目	値	説明
SBmsy	310 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量
Umsy	37.4%	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合
U2019	44.5%	2019 年の漁獲割合
U2019/ Umsy	1.19	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合に対する 2019 年の漁獲割合の比



補足図 6-1. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）と漁獲割合（Umsy）に対する、過去の親魚量および漁獲割合の関係（神戸プロット）

補足資料 7 外国漁船の漁獲動向

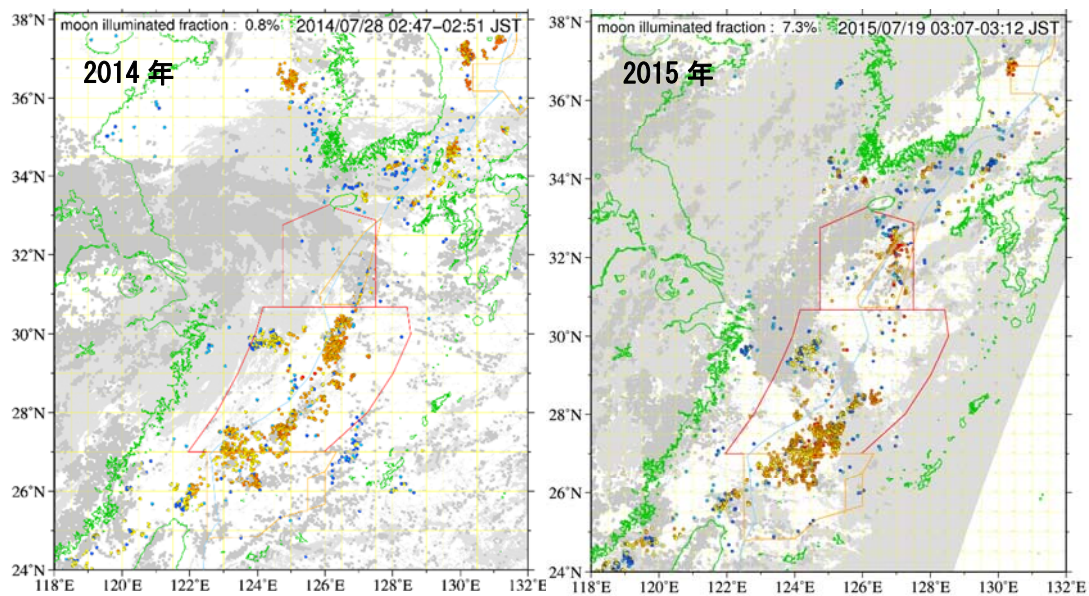
東シナ海における中国漁船によるマサバの漁獲量や漁獲努力量は確実な情報に乏しいため、マサバ対馬暖流系群の資源評価に組み込めていない。しかし、FAO の統計によれば、北西太平洋における中国漁船のサバ類の漁獲量は約 50 万トンと非常に多く、東シナ海においても当該資源に大きな影響を与えている可能性がある。

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 7-1）。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。

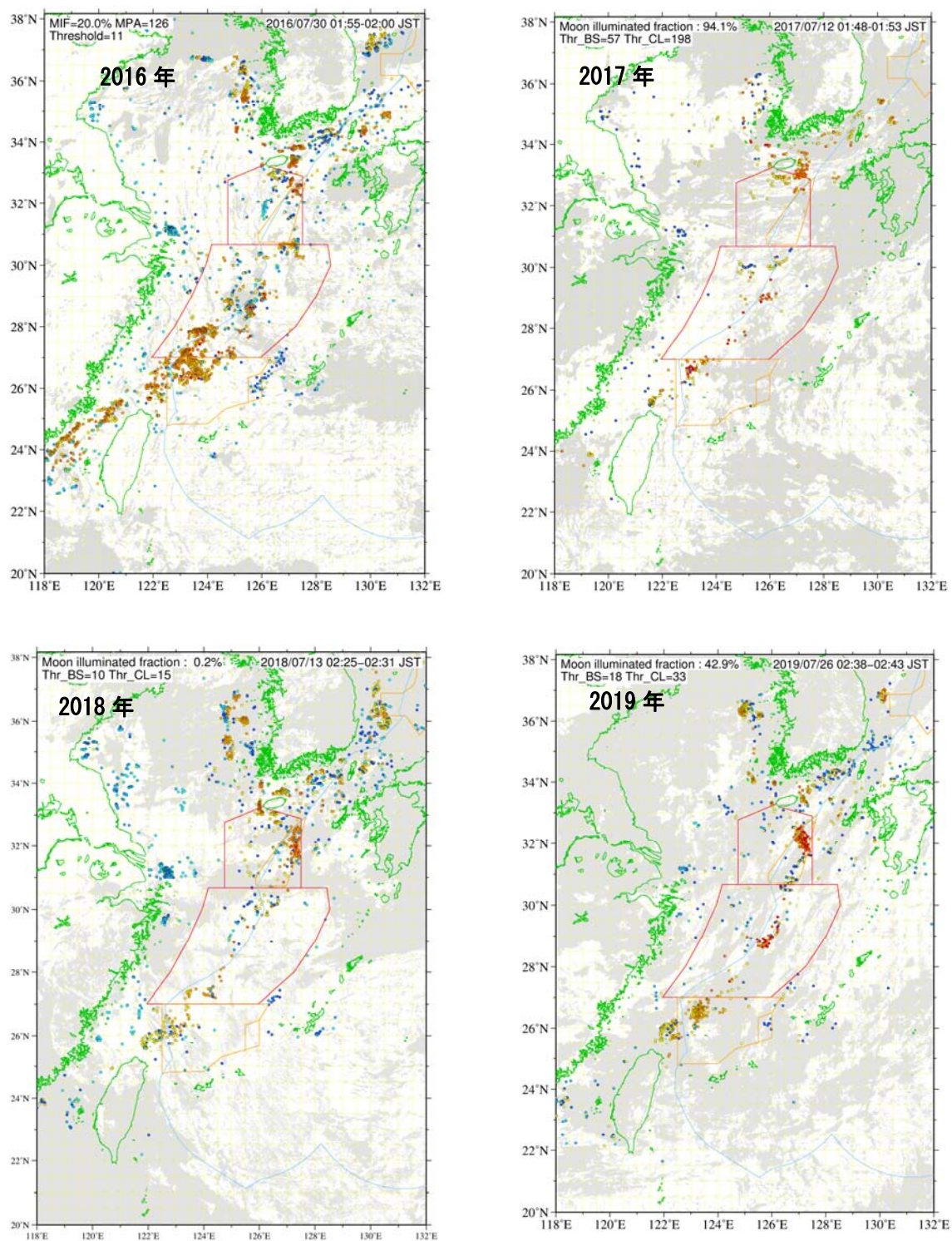
これらの漁業種類別操業点データを経年的に整理することにより、漁獲努力量の相対的变化を把握する手がかりが得られる。今後中国船による詳細な漁獲量統計が提供されれば、本調査により得られた漁獲努力量データとともに資源評価に取り入れることができるものと期待される。

引用文献

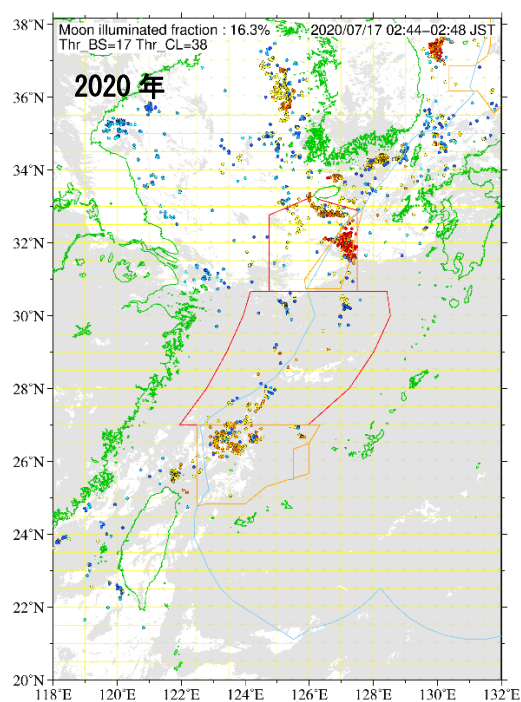
Miller, S.D., S.P. Mills, C.D. Elvidge, D.T. Lindsey, T.F. Lee, and J.D. Hawkins (2012) Suomi satellite brings to light a unique frontier of nighttime environmental sensing capabilities. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **109**, 15706-15711.



補足図 7-1. 2014～2020 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 7-1. 2014～2020 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）

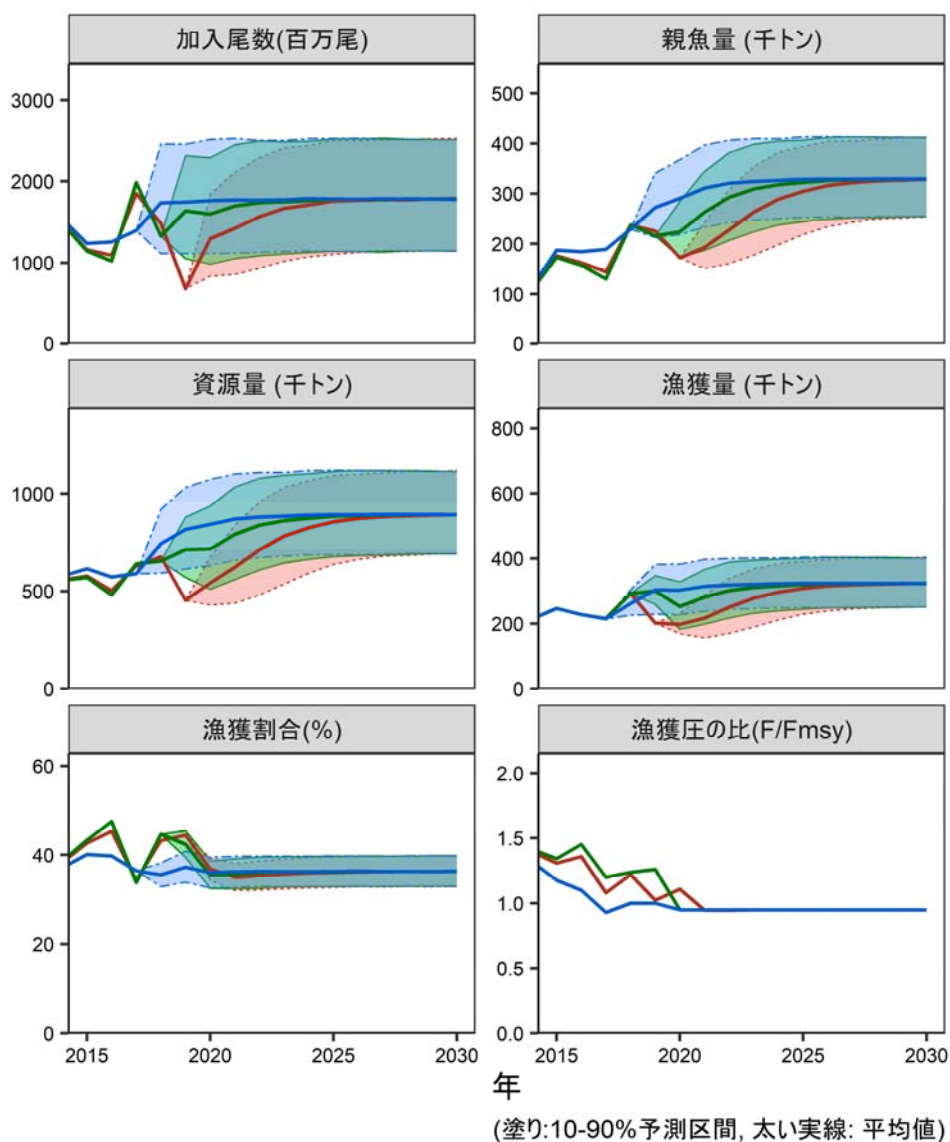


補足図 7-1. 2014～2020 年 7 月の東シナ海における人工衛星夜間可視データから抽出された操業点（続き）

補足資料 8 資源評価と将来予測の再評価

昨年度の評価（安田ほか 2020）と比較して、2018 年までの推定値については漁獲圧がやや低く推定されたものの、資源量などに大きな変化はなかった（補足図 8-1）。しかし、2019 年の加入量が昨年度の予測値から大幅に下方修正され、予測の 80%範囲の下限を大きく下回った。これは 2019 年に 0 歳魚の漁獲が振るわなかったためである。またこの低加入が原因で 2019 年の資源量も昨年度予測の 80%範囲を下回った。しかし、合意された漁獲管理規則に従えば、資源回復は遅れるものの、2026 年に目標管理基準値を上回る確率は 50%を超えると予測された。

以上の結果より、2019 年に著しい低加入という想定外の事態が生じた可能性があるが、合意された資源管理方針を見直す必要は現時点ではないと考えられる。



補足図 8-1. 加入尾数、資源量、親魚量、漁獲量、漁獲割合、漁獲圧の比の将来予測結果
（青：2018 年度資源評価に基づく研究機関会議予測、緑：2019 年度資源評価、赤：今年度資源評価。いずれも $\beta=0.95$ の時。）

引用文献

安田十也・黒田啓行・林 晃・由上龍嗣 (2020) 令和元（2019）年度マサバ対馬暖流系群の資源評価. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201906.pdf> (last accessed 25 November 2020)