

令和元（2019）年度マサバ対馬暖流系群の資源評価

担当水研：中央水産研究所、西海区水産研究所

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、2018 年の資源量は 65 万トンと推定された。2018 年の親魚量は 24 万トンと推定された。

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、本系群の再生産関係にはホッケースティック型（HS）が適用されており、最大持続生産量（MSY）を実現することのできる水準の親魚量（SBmsy）は 31 万トンと推定されている。この基準に従うと、本系群の 2018 年の親魚量は MSY を実現する水準を下回る。また本系群に対する漁獲圧は近年横ばい傾向にあり、MSY を実現する水準（Fmsy）を上回っている。親魚量の動向は近年 5 年間（2014～2018 年）の推移から「増加」と判断される。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。

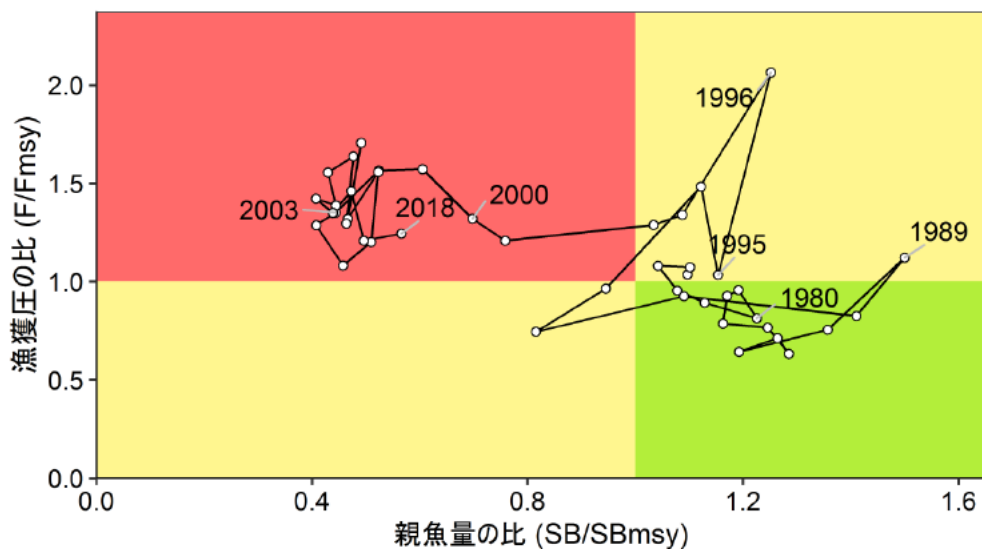
（本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については管理基準値等に関する研究機関会議において提案された値を暫定的に示した）

項目	値	備考
現在の環境下において MSY を実現する水準		
SBmsy	310 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量
Fmsy	(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) = (0.33, 1.07, 0.69, 0.69)	
%SPR (Fmsy)	20%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	323 千トン	最大持続生産量 MSY
2018 年の親魚量と漁獲圧		
SB2018	238 千トン	2018 年の親魚量
F2018	(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) = (0.30, 1.34, 1.01, 1.01)	
%SPR (F2018)	16.7%	2018 年の %SPR
%SPR (F2016-2018)	15.6%	2016～2018 年の平均漁獲圧に対応する %SPR
MSY を実現する水準に対する比率		
SB2018/ SBmsy	0.77	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2018 年の親魚量の比
F2018/ Fmsy	1.24	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2018 年の漁獲圧の比*

*2018 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



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 、2019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である。

本系群の年齢の起算日は1月1日とした。

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ると考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

対馬暖流域のマサバのほとんどは、大中型まき網漁業及び中・小型まき網漁業で漁獲される。主漁場は東シナ海、韓国沿岸、九州北西岸、日本海西部であるが、2011 年以降、九州北西岸及び日本海西部での漁獲が多い。また、2016 年以降、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) 漁獲量の推移と漁獲物の年齢組成

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、2018 年は 15 万トンだった。2018 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）は 14 万トンであり、前年（10 万トン）より増加した。中国のさば類漁獲量は 2010 年以降、50 万トン前後に増加し、2017 年も 44 万トンと同水準であった（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2017（Release date: March 2019）、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2019 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。

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。2018 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。2018 年の網数は過去最少

(4,710 網) を記録した。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 4-1)。

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 1973～2018 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 (2018 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 4-1)。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 4-1)。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、2018 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、2018 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 4-2、補足資料 2-1-補注 3)。2018 年の資源量指標値は、過去 14 年間と比べて、1 歳で高く、2 歳で低かった。0 歳と 3 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 2019、図 4-2、補足資料 2-1-補注 3)。2018 年の資源量指標値は、過去 14 年間と比べて、0 歳ではやや低く、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) 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4-3、表3-2）。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37万トンとなったが、2014年以降、60万トン前後まで回復し、2018年は65万トンであった。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年と2017年にやや減少した。2018年は45%であった（図4-3、表3-2）。

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4-4、表3-2）。近年では、2013年に低加入（8億尾）、2014年（15億尾）と2017年（20億尾）に高加入となった。2018年は13億尾となった。

親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は、1993～1996年に47万トンにまで増加したが、1997年に急減し、2003年には12万トンにまで減少した（図4-4、表3-2）。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17万トンまで増加した。その後、親魚量は減少したが、2018年は増加して24万トンであった。

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。2018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4-5）。

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4-6）。2009年以降の F はゆるやかな減少傾向を示し、近年5年間では横ばい傾向である。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4-6）。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。

項目	値	備考
SB2018	238 千トン	2018年の親魚量
F2018	(0歳, 1歳, 2歳, 3歳以上) = (0.30, 1.34, 1.01, 1.01)	
U2018	45%	2018年の漁獲割合

(4) 加入量当たり漁獲量（YPR）、加入量あたり親魚量（SPR）、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4-7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。

近年5年間（2014～2018年）の選択率における平均漁獲圧に対する%SPRの関係を図4-8に示す。現状の漁獲圧（F2016-2018）は、 F_{med} 、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{0.1}$ などの管理基準値と比べ

て高い。なお、図 4-8 には平成 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 MSY を算出した際の条件下での平均漁獲圧に対する %SPR の関係も合わせて示した。現状の漁獲圧 (F2016-2018) や F2018 は、「管理基準値等に関する研究機関会議」と同じ条件下でも F_{msy} より高い。

項目	値	備考
%SPR (F2018)	16.7%	2018 年の %SPR
%SPR (F2016-2018)	15.6%	現状の漁獲圧 (F2016-2018) 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 4-9 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型関係式が適用されている (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 2019) 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.
ホッキー・スティック型	最小二乗法	無	0.00755	237,192	0.31

ここで、a は HS の折れ点までの再生産曲線の傾き (尾/kg)、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

現在 (1973 年以降) の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) および MSY を実現する漁獲圧 (F_{msy}) として上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値 (安田ほか 2019) を下表に示す。

項目	値	備考
SB_{msy}	310 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量
F_{msy}	(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) = (0.33, 1.07, 0.69, 0.69)	
%SPR (F_{msy})	20%	F_{msy} 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 4-10 に示す。漁獲圧の比 (F/F_{msy}) は、各年の選択率下において %SPR 値が F_{msy} に対応する値となる場合の F 値と、各年の F 値との比である。近年における本系群における漁獲圧は MSY を実現する水準を上

回っていると判断される。2018 年の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧の 1.24 倍である。また本系群における親魚量は 1997 年以降 MSY を実現する水準を下回っており（表 3-2）、2018 年の親魚量は MSY を実現する親魚量の 0.77 倍である。親魚量の動向は、近年 5 年（2014～2018 年）の推移から増加と判断される。なお、図 4-10 における各年の値は、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」と同様に、3 年間の移動平均値を示した。

項目	値	備考
SB2018/ SBmsy	0.77	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2018 年の親魚量の比
F2018/ Fmsy	1.24	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2018 年の漁獲圧の比*

*2018 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

5. 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。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、2018 年の資源量は 65 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 2014 年まで 11～19 万トンの範囲で増減を繰り返して推移した。2018 年は増加して 24 万トンとなった。

2018 年の親魚量は MSY を実現する水準を下回るとともに、親魚量の動向は近年 5 年間（2014～2018 年）の推移から増加と判断される。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。

6. その他

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。

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 2019）。

7. 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 (2019) 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 (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.
- 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)

(執筆者：安田十也・黒田啓行・林 晃・由上龍嗣)

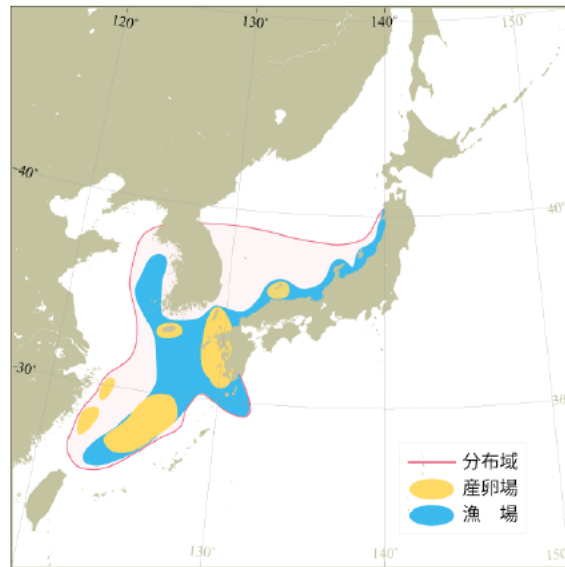


図 2-1. マサバ対馬暖流系群の分布域と産卵場

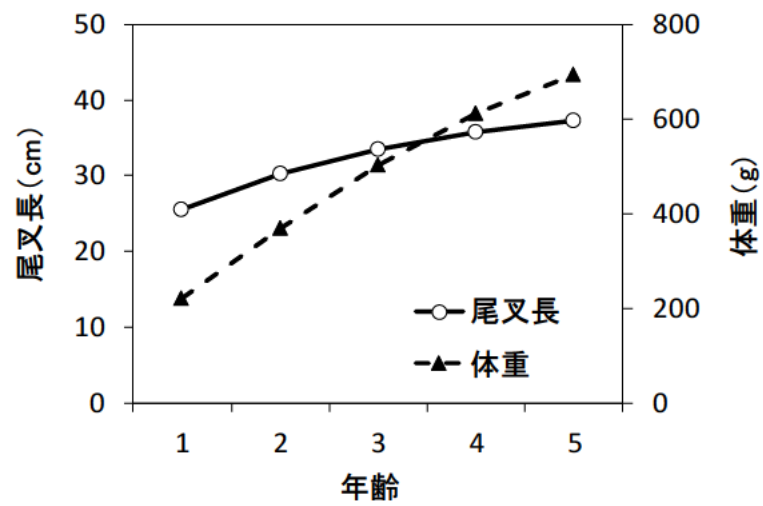


図 2-2. 年齢と成長

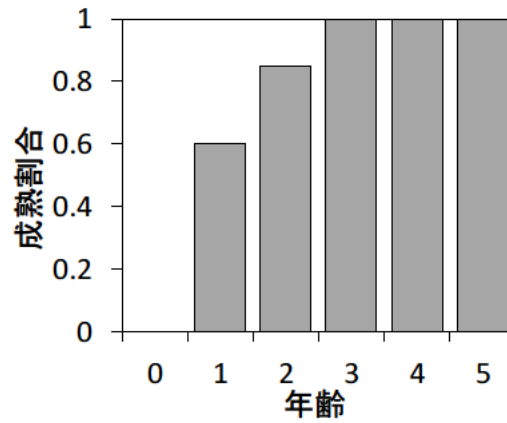


図 2-3. 年齢と成熟割合

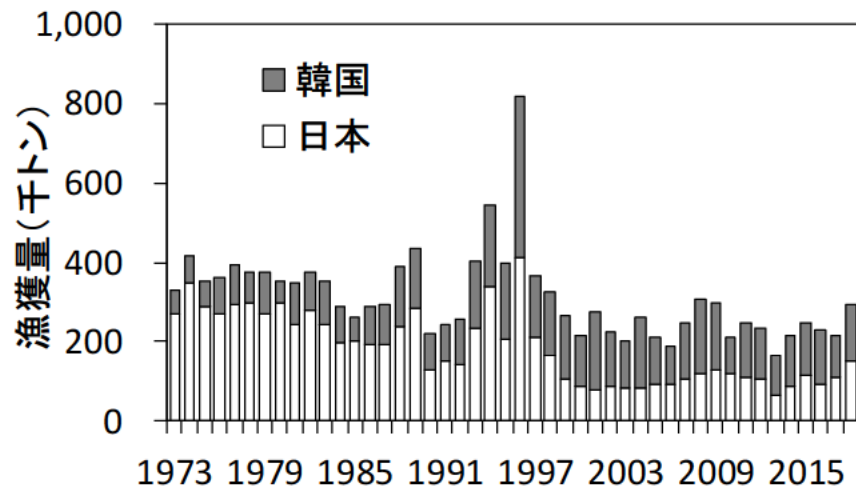


図 3-1. 漁獲量の推移

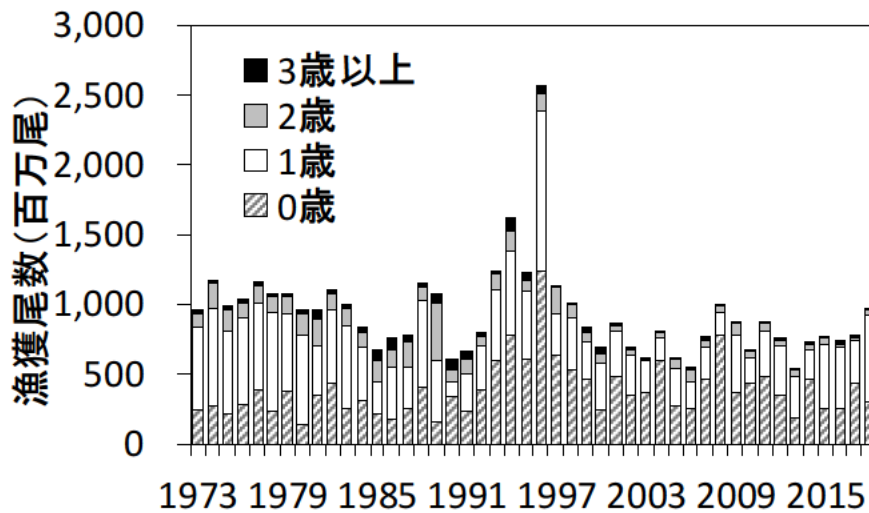


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

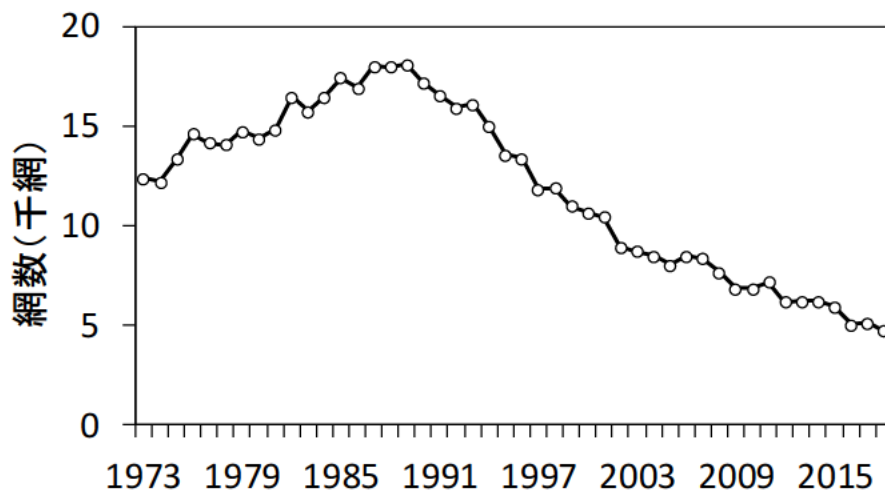


図 3-3. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数の推移

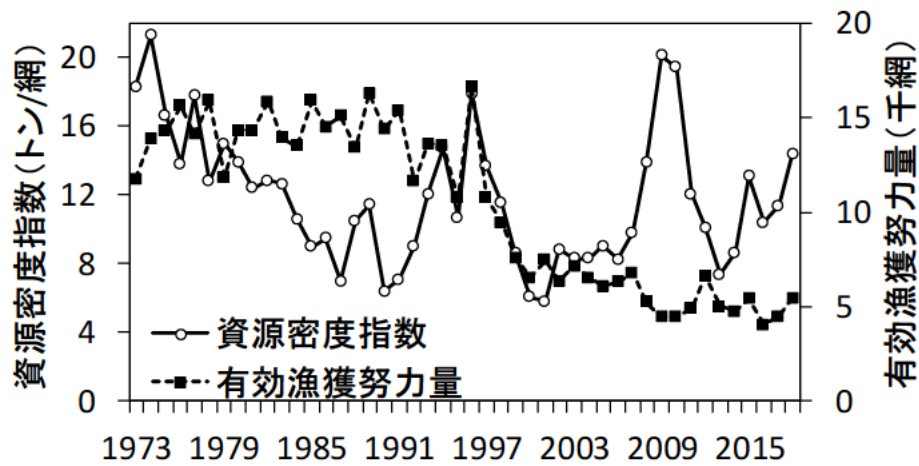


図 4-1. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網におけるマサバの資源密度指数と有効漁獲努力量の推移。

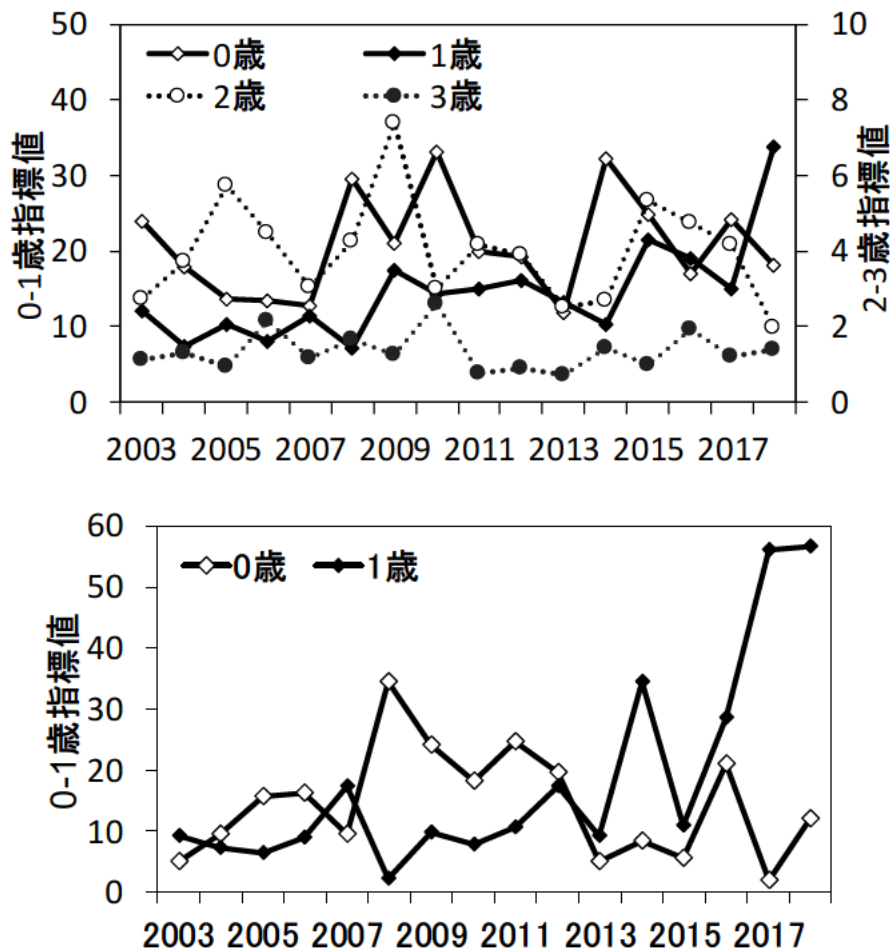


図 4-2. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の銘柄別漁獲量から算出した年齢別の資源量指標値の推移（上図）と境港港に水揚げする中型まき網の豆銘柄の漁獲量と入港隻数から算定した0歳と1歳の資源量指標値の推移（下図）。

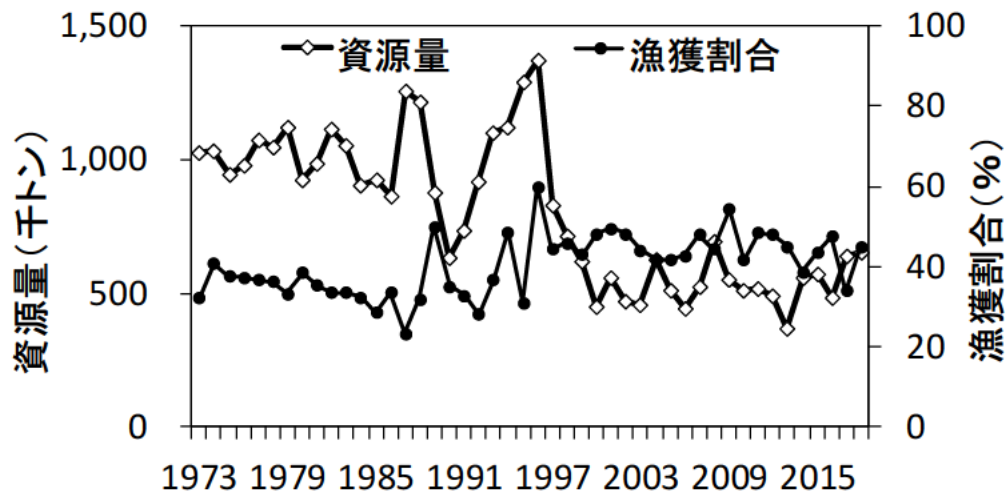


図 4-3. 資源量と漁獲割合の推移

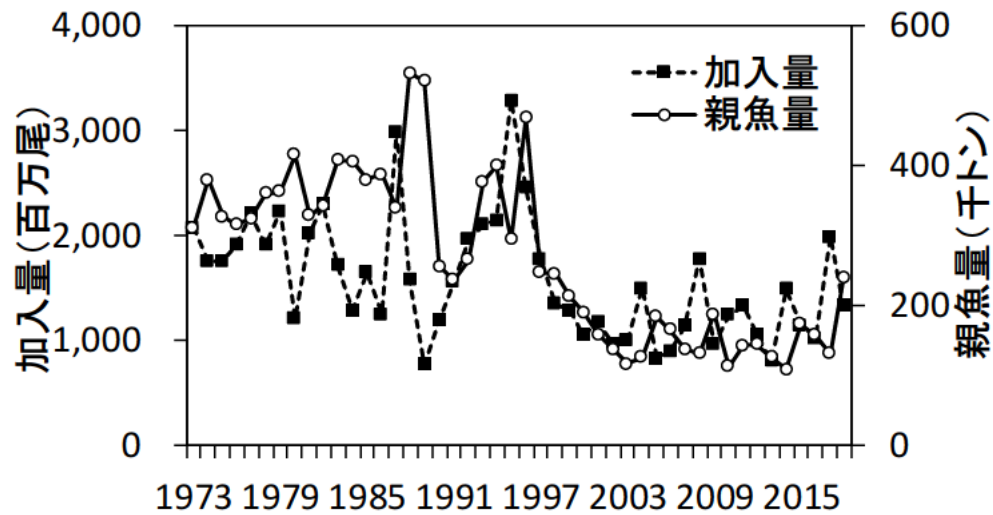


図 4-4. 加入量と親魚量の推移

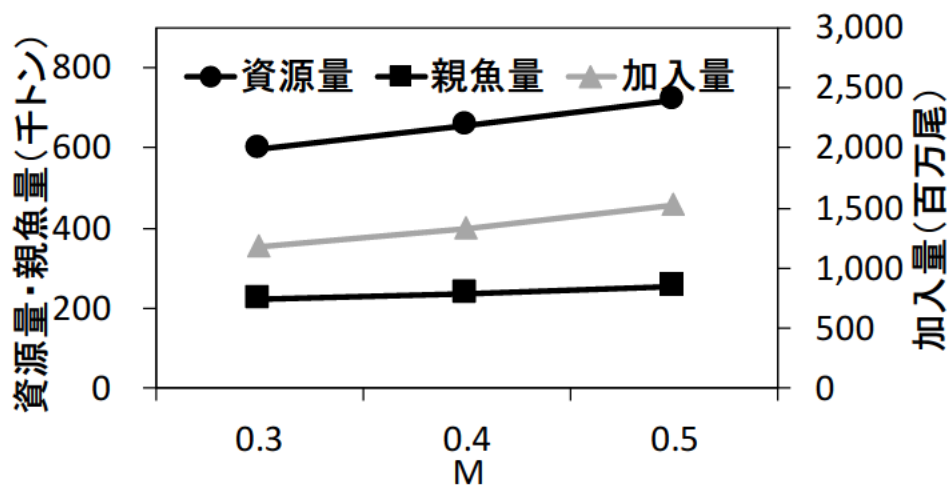


図 4-5. M の値を変化させた場合の 2018 年の資源量、親魚量と加入量の変化。

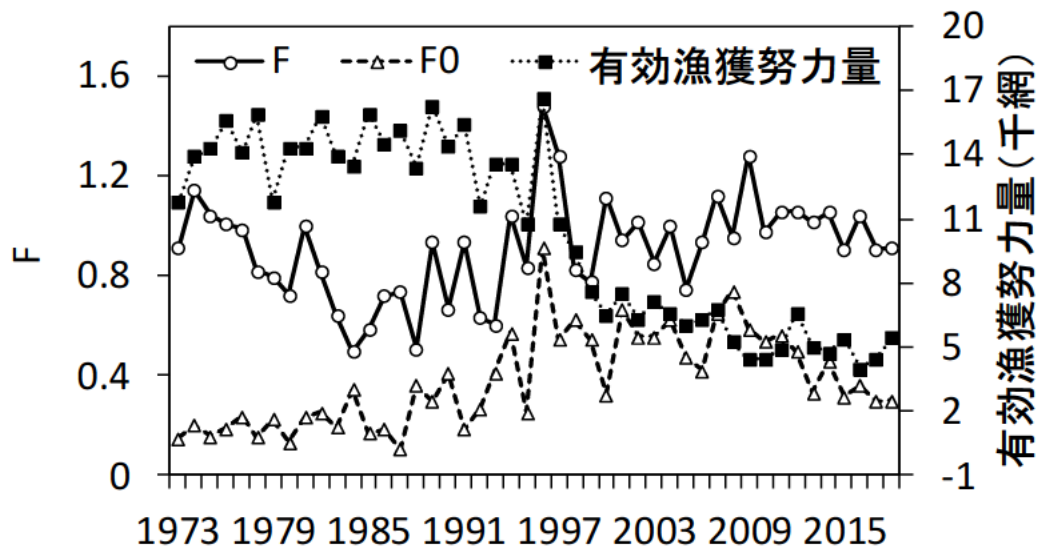


図 4-6. 各年齢の F の単純平均、0 歳魚の F 、および有効漁獲努力量。

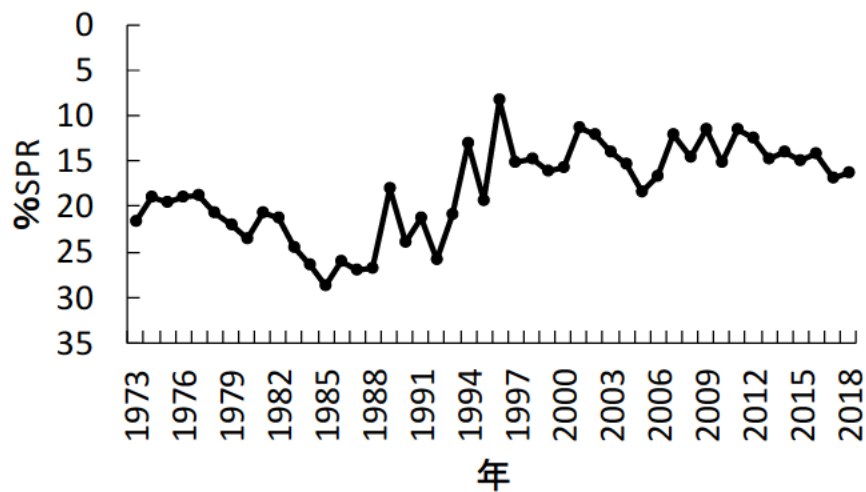


図 4-7. %SPR 値の推移

%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。

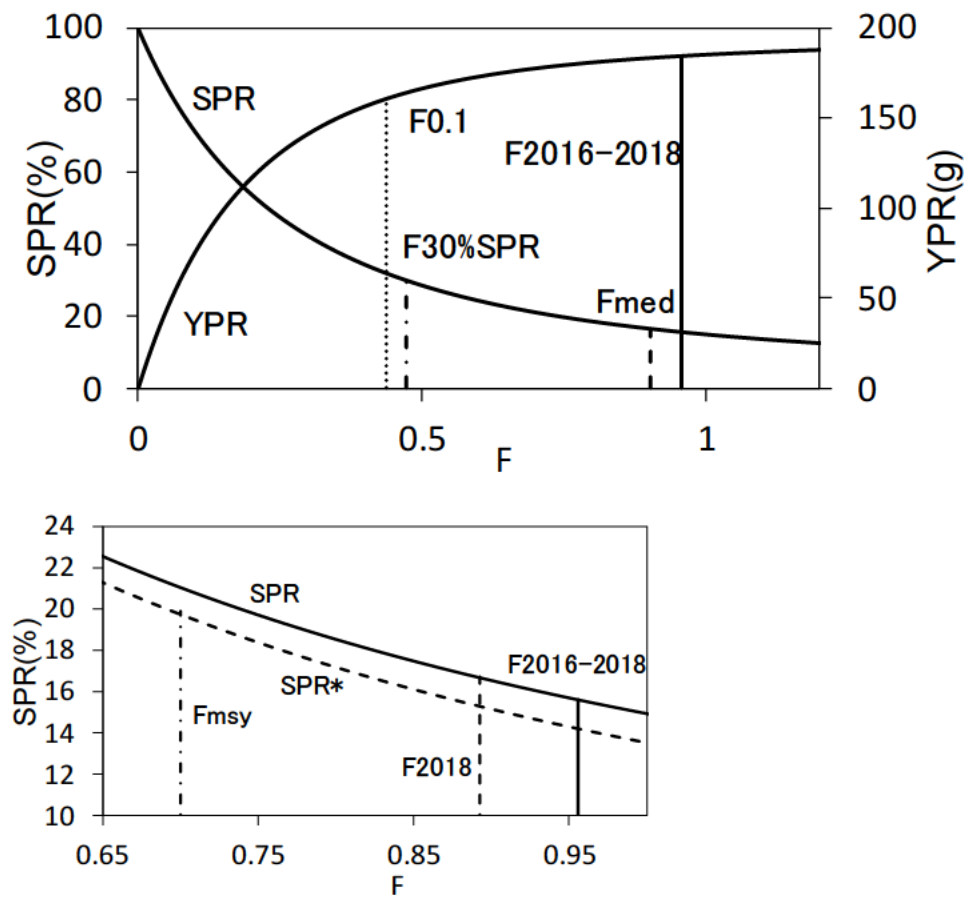


図 4-8. 現状の漁獲圧 (F2016-2018) に対する YPR と%SPR の関係
 下図の SPR* (破線曲線) は MSY を算出した際の条件下での平均漁獲圧に対する %SPR の関係

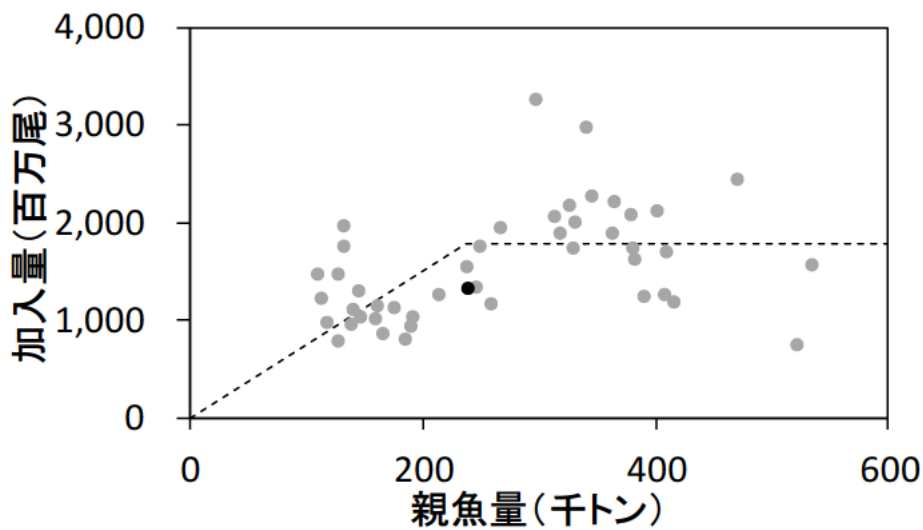


図 4-9. 親魚量と加入量の関係 (再生産関係) 破線は平成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」(安田ほか 2019) で適用された再生産関係式。2018 年の値は●で示す。

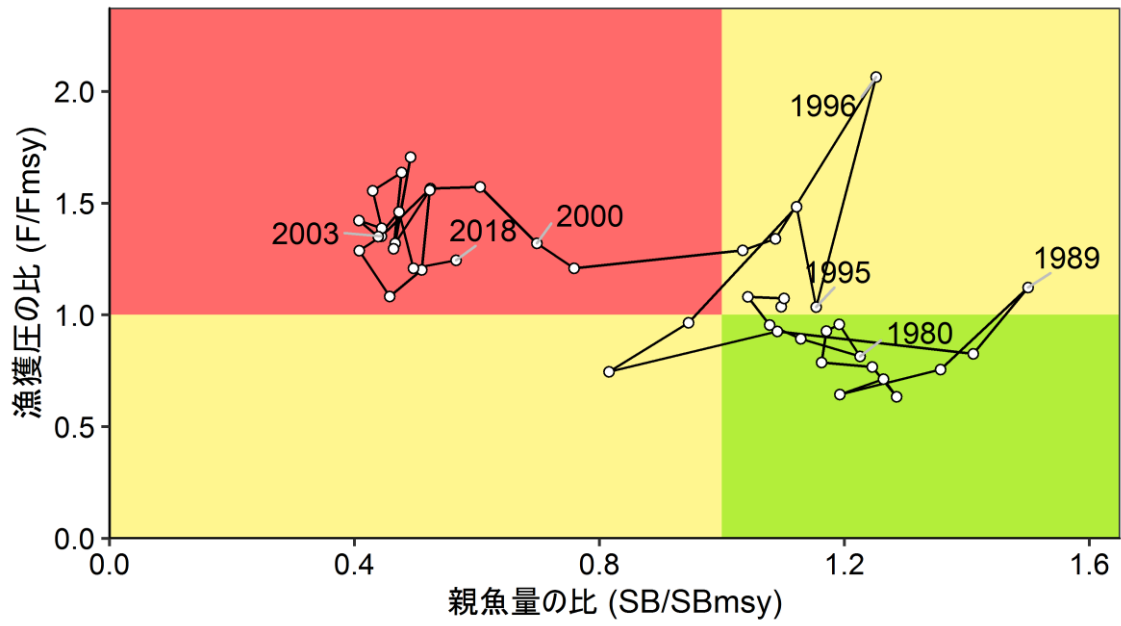


図 4-10. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) と漁獲圧 (F_{msy}) に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）。値は 3 年間の移動平均。

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)

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
2018	84,054	13,229	348	32,640	92	845	2,284	27,587	3

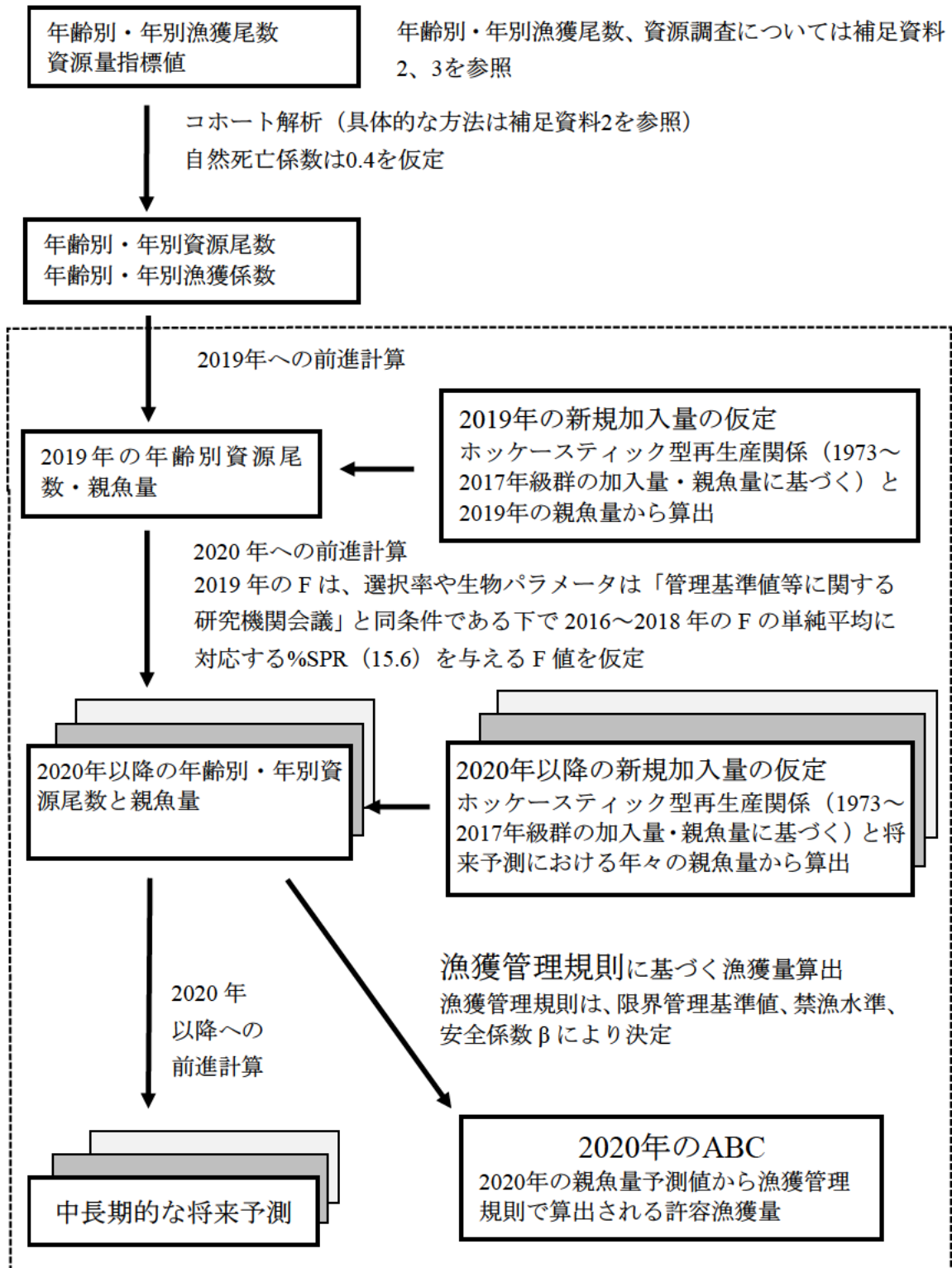
表 3-1. 大中型まき網のマサバ漁獲量と、大中型まき網以外の漁業種の府県別マサバ漁獲量
(トン) (続き)

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	112,668
2018	11	141	204	5,353	1,251	567	4	55	150,659

表 3-2. 漁獲量とコホート解析結果

年	漁獲量(千トン)			資源量	親魚量	加入量	漁獲割合	再生産成功率
	日本	韓国	計	(千トン)	(千トン)	(100万尾)	(%)	(尾/kg)
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	13.580
2009	131	168	298	551	188	955	54	5.079
2010	118	94	212	511	112	1,237	41	11.073
2011	111	139	250	516	143	1,326	48	9.260
2012	108	125	233	487	144	1,057	48	7.336
2013	64	102	166	371	125	804	45	6.412
2014	87	127	214	555	109	1,487	39	13.686
2015	115	132	247	570	173	1,144	43	6.607
2016	95	133	228	480	157	1,023	47	6.502
2017	111	104	215	640	130	1,986	34	15.262
2018	151	142	292	654	238	1,329	45	5.580

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。（<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/190612.html>）

補足資料 2 資源量計算方法

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。2018 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)	24.9	28.5	32.6	36.2
体重 (g)	213	323	486	673
成熟割合 (%)	0	60	85	100

1973～2018 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（2018 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 2003～2018 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、 $F_{0,2018}=0.30$ 、 $F_{1,2018}=1.34$ 、 $F_{2,2018}=F_{3+,2018}=1.01$ と推定された。またその他のパラメータは $q_{1,0}=0.065$ 、 $q_{1,1}=0.084$ 、 $q_{1,2}=0.102$ 、 $q_{1,3}=0.082$ 、 $q_{2,0}=0.038$ 、 $q_{2,1}=0.082$ 、 $\sigma_{1,0}=0.236$ 、 $\sigma_{1,1}=0.257$ 、 $\sigma_{1,2}=0.306$ 、 $\sigma_{1,3}=0.328$ 、 $\sigma_{2,0}=0.810$ 、 $\sigma_{2,1}=0.760$ であった。

推定された 2018 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 80%信頼区間は、 F_0 [0.21, 0.30]、 F_1 [1.21, 2.23]、 $F_{2,3+}$ [1.00, 1.50] 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	2018
大中まき						
0 歳	11.95	32.18	24.98	16.95	24.28	18.15
1 歳	13.23	10.31	21.46	19.14	15.03	33.93
2 歳	2.51	2.70	5.35	4.77	4.16	1.96
3 歳以上	0.74	1.43	0.98	1.94	1.21	1.39
境港中まき						
0 歳	4.98	8.52	5.49	20.95	1.85	11.93
1 歳	9.32	34.55	10.95	28.73	56.19	56.57

2. 将来予測

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案に従う将来予測を行った。管理基準値案については補足資料 6 に、漁獲管理規則案と将来漁獲量の算定については補足資料 7 に、将来予測の方法については補足資料 8 にそれぞれ詳細を示した。

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。1992～2017 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（2018 年の総測定尾数は 20,626 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（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。

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					
さば類	1.3	2.3	4.8	4.6					

(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				
マサバ	4,701	2,692	23,733	2,279				

(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。2015年以降、日本海での産卵量は高い水準にあり、2018年の産卵量も多かった。

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

引用文献

黒田啓行・高橋素光・依田真里 (2020) 令和元（2019）年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 令和元（2019）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（1973～2018 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	627	44	11	61	203	21	7

補足資料 4（続き） コホート解析結果の詳細（1973～2018 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	21.68	266	348	479	645
1974	0.20	1.17	1.60	1.60	18.87	266	348	479	645
1975	0.16	1.27	1.37	1.37	19.49	266	348	479	645
1976	0.19	1.28	1.28	1.28	18.94	266	348	479	645
1977	0.24	1.17	1.27	1.27	18.79	266	348	479	645
1978	0.15	1.28	0.92	0.92	20.73	266	348	479	645
1979	0.23	0.90	1.03	1.03	21.97	266	348	479	645
1980	0.13	1.05	0.86	0.86	23.45	266	348	479	645
1981	0.23	0.88	1.44	1.44	20.66	266	348	479	645
1982	0.25	0.90	1.06	1.06	21.33	266	348	479	645
1983	0.19	0.88	0.75	0.75	24.57	266	348	479	645
1984	0.35	0.64	0.50	0.50	26.46	266	348	479	645
1985	0.17	0.60	0.78	0.78	28.78	266	348	479	645
1986	0.19	0.64	1.03	1.03	25.95	266	348	479	645
1987	0.11	0.70	1.07	1.07	26.94	266	348	479	645
1988	0.36	0.54	0.57	0.57	26.70	266	348	479	645
1989	0.30	1.17	1.14	1.14	18.05	266	348	479	645
1990	0.41	0.42	0.92	0.92	24.00	266	348	479	645
1991	0.19	0.99	1.29	1.29	21.17	266	348	479	645
1992	0.27	0.57	0.85	0.85	25.91	266	348	479	645
1993	0.41	0.91	0.55	0.55	20.82	266	348	479	645
1994	0.57	1.32	1.14	1.14	12.96	266	348	479	645
1995	0.25	1.16	0.96	0.96	19.40	266	348	479	645
1996	0.91	1.51	1.75	1.75	8.31	266	348	479	645
1997	0.55	0.79	1.90	1.90	15.20	270	338	447	615
1998	0.63	1.04	0.82	0.82	14.74	266	351	477	631
1999	0.54	1.10	0.73	0.73	16.04	252	352	488	624
2000	0.32	1.47	1.33	1.33	15.70	173	334	481	613
2001	0.66	1.46	0.83	0.83	11.36	278	345	474	699
2002	0.56	1.68	0.92	0.92	12.11	276	348	481	653
2003	0.56	1.26	0.80	0.80	14.06	291	343	456	655
2004	0.62	0.71	1.33	1.33	15.27	295	360	455	654
2005	0.47	0.95	0.79	0.79	18.34	286	368	505	638
2006	0.42	1.01	1.16	1.16	16.65	247	349	530	672
2007	0.65	1.18	1.33	1.33	12.14	288	336	474	646
2008	0.74	0.61	1.24	1.24	14.47	283	350	488	654
2009	0.59	1.87	1.34	1.34	11.59	287	346	475	572
2010	0.54	1.01	1.18	1.18	15.19	281	334	456	604
2011	0.56	1.59	1.03	1.03	11.48	228	334	452	692
2012	0.49	1.65	1.05	1.05	12.53	256	334	470	647
2013	0.33	1.58	1.08	1.08	14.72	229	330	468	657
2014	0.46	1.07	1.35	1.35	13.99	265	311	449	697
2015	0.32	1.81	0.74	0.74	14.92	267	336	494	653
2016	0.36	2.01	0.90	0.90	14.09	238	331	467	580
2017	0.30	1.38	0.98	0.98	16.77	224	323	473	626
2018	0.30	1.34	1.01	1.01	16.24	213	323	486	673

補足資料 4（続き） コホート解析結果の詳細（1973～2018 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	1,057	506	66	25	271	169	31	16
2013	804	432	65	21	184	142	31	14
2014	1,487	386	60	20	394	120	27	14
2015	1,144	631	88	14	306	212	44	9
2016	1,023	559	69	33	244	185	32	19
2017	1,986	478	50	28	445	154	24	17
2018	1,329	989	81	20	282	319	39	13

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

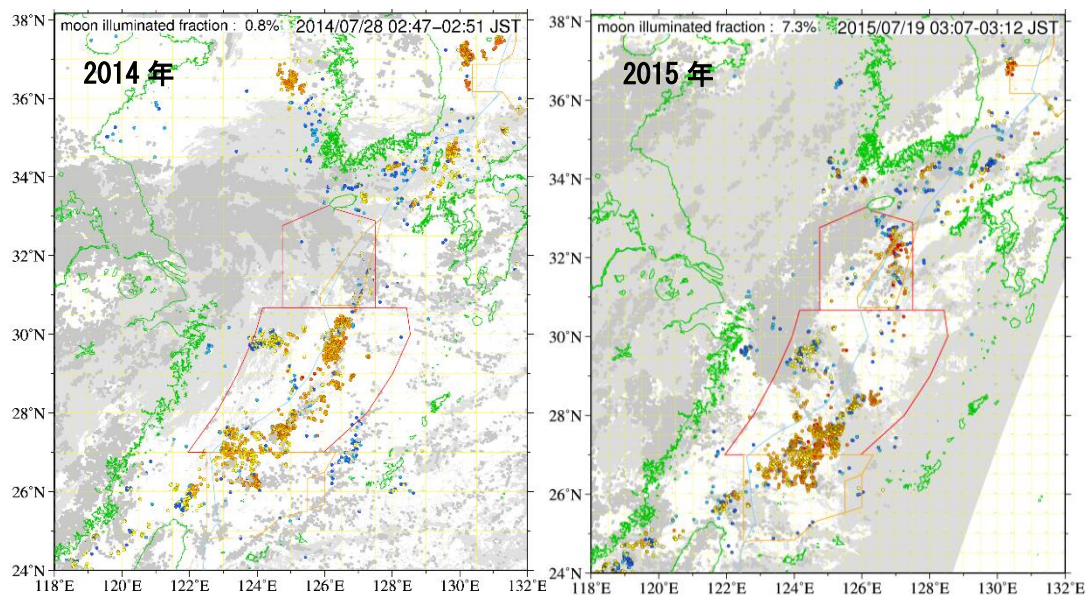
東シナ海における中国漁船によるマサバの漁獲量や漁獲努力量は確実な情報に乏しいため、マサバ対馬暖流系群の資源評価に組み込めていない。しかし、FAO の統計によれば、北西太平洋における中国漁船のサバ類の漁獲量は約 50 万トン（2016 年）と非常に多く、東シナ海においても当該資源に大きな影響を与えている可能性がある。

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。

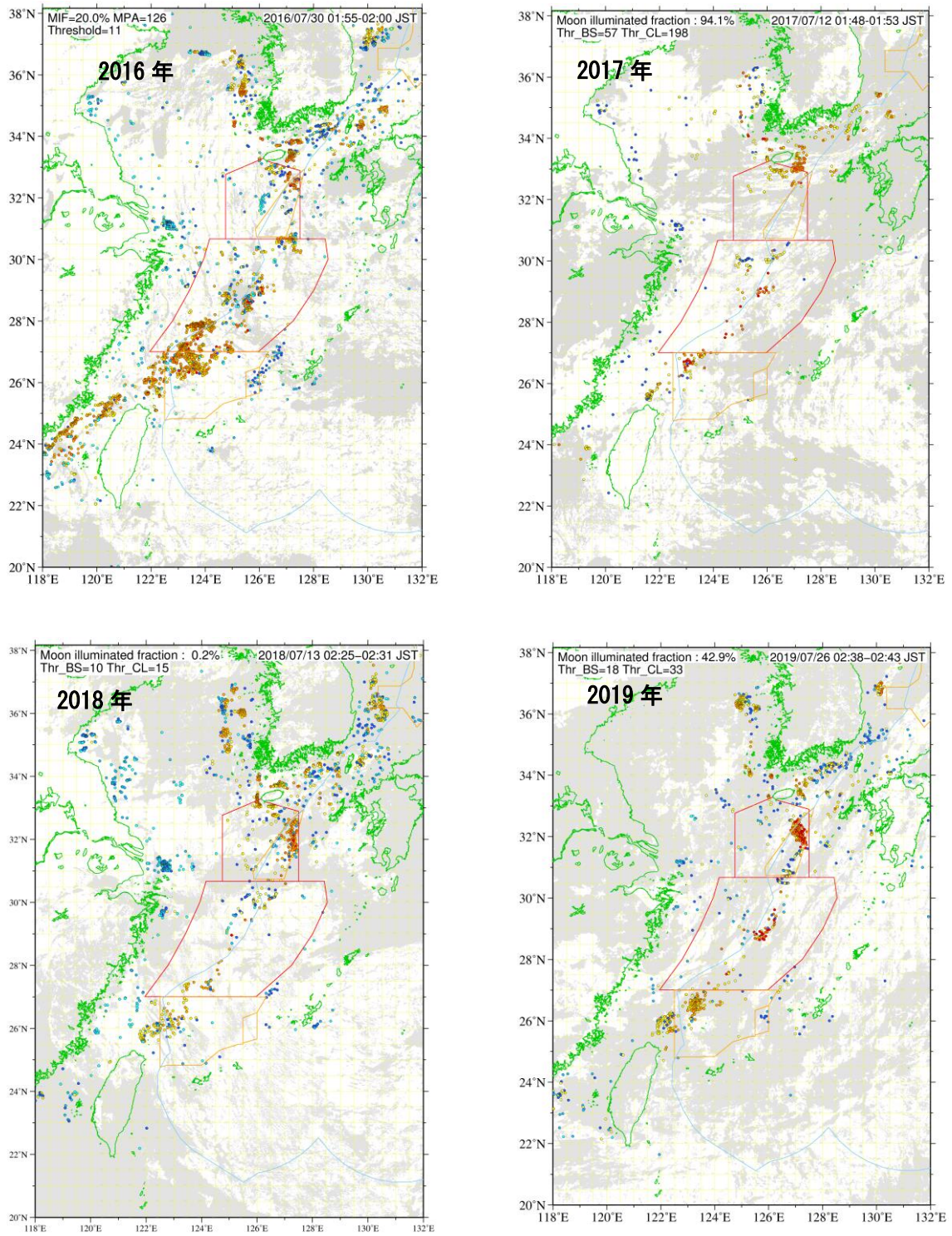
これらの漁業種類別操業点データを経年的に整理することにより、漁獲努力量の相対的变化を把握する手がかりが得られる。今後中国船による詳細な漁獲量統計が提供されれば、本調査により得られた漁獲努力量データとともに資源評価に取り入れることができるものと期待される。

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. 2014～2019 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. 2014～2019 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 6 管理基準値案と禁漁水準案等

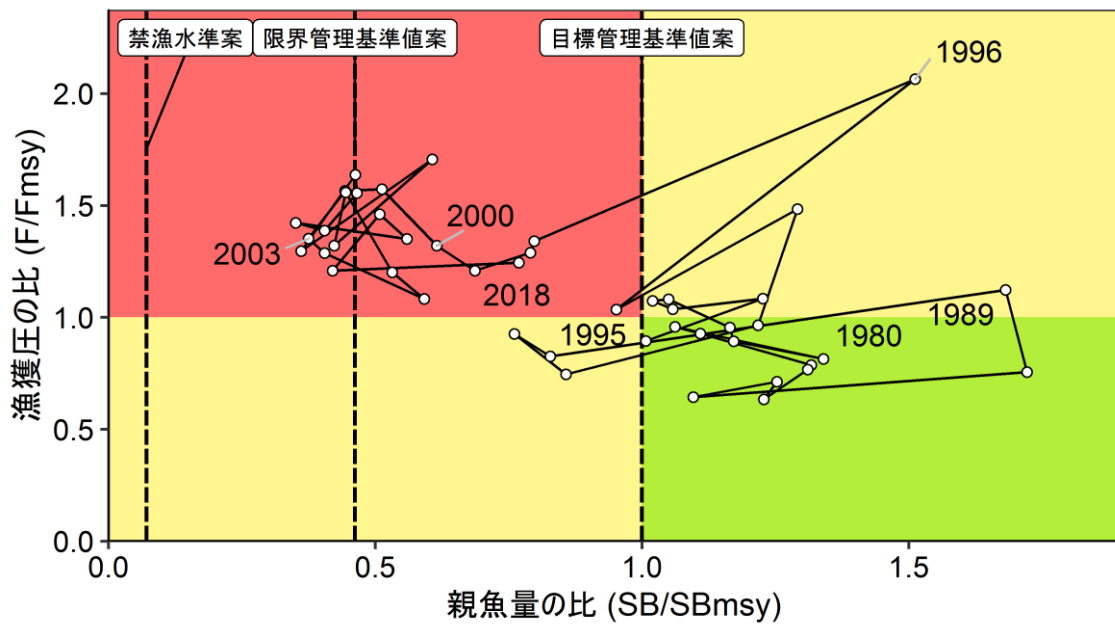
本系群の管理基準値案や禁漁水準案等について以下に示す。

項目	値	備考
SBtarget 案	310 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	143 千トン	MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)
SBban 案	22 千トン	MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Umsy	37%	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合
MSY	323 千トン	最大持続生産量 MSY
β	—	漁獲管理規則の漁獲圧の上限の設定のため、Fmsy に掛ける安全係数。
SB2018	238 千トン	2018 年の親魚量
U2018	45%	2018 年の漁獲割合
F2018/ Fmsy	1.24	2018 年の漁獲圧の、最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧に対する比

平成 31 年 4 月に開催された研究機関会議により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 310 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60%が得られる親魚量 (SB0.6msy : 143 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10%が得られる親魚量 (SB0.1msy : 22 千トン) を用いることが提案されている。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。

コホート解析により得られた 2018 年の親魚量 (SBcurrent : 238 千トン) は目標管理基準値案を下回るが、限界管理基準値案および禁漁水準案は上回る。また、2018 年の漁獲圧 (F2018) は MSY を実現する漁獲圧を上回り (F2018/Fmsy は 1.24)、2018 年の漁獲割合 (U2018) も MSY を実現する漁獲割合 (Umsy) を上回る。

目標管理基準値案と、MSY を実現する漁獲圧 (F) を基準にした神戸プロットを図 6-1 に示す。本系群における近年の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧を上回っていたと判断される。また、親魚量は、近年において目標管理基準値案を下回っている。なお、図 6-1 における各年の値は、図 4-10 とは異なり、単年値を示している。



補足図 6-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係（神戸プロット）。値は単年。

補足資料 7 漁獲管理規則案に対応した漁獲量の算定

漁獲管理規則案（HCR）は、目標管理基準値案以上の親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定める漁獲シナリオ案である。親魚量が限界管理基準値案を下回ると禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を下げる。漁獲圧の上限となる F_{msy} には安全係数となるチューニングパラメータ β を乗じる。補足図 7-1 に平成 31 年 4 月に開催された研究機関会議により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として安全係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関会議提案では、「 β が 0.9 以下であれば、10 年後に目標管理基準案を 50%以上の確率で上回ると推定される」とされている。

漁獲管理規則案を用いた将来予測に従い、2020 年漁獲量を試算した。将来予測は暦年データによるコホート解析の前進法に加え、親魚量から予測される加入量を再生産関係から与えて実施した（補足資料 8）。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、5,000 回の繰り返し計算を行った。現状の漁獲圧を示す 2019 年の漁獲圧（F2019）は、選択率や平均体重等の生物パラメータが管理基準値案を算出した時と同条件である下で今年度評価における 2016～2018 年の F の単純平均に対応する %SPR（15.6）を与える F 値とした（図 4-8）。その結果、F2019 の平均 F 値は 0.88 となった。2020 年漁獲量試算のための漁獲圧は、将来予測により予測された 2020 年の親魚量をもとに漁獲管理規則案で定められる漁獲圧とした。

将来予測の結果、漁獲管理規則案に従い試算された 2020 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 222 千トン、 β を 1.0 とした場合には 261 千トンであった。2020 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案を上回り、平均 224 千トンと見込まれた。

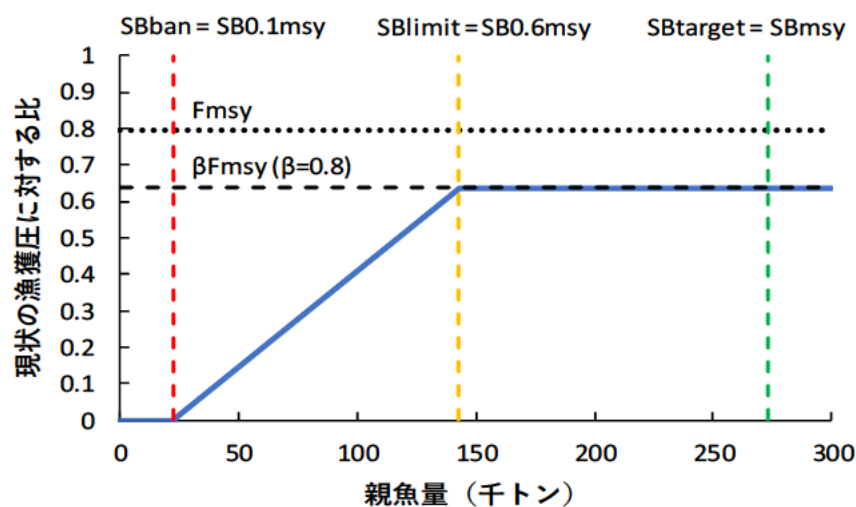
2020 年*の親魚量（予測平均値）：224 千トン			
項目	2020 年*の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2019)	2020 年*の 漁獲割合 (%)
10 年後に目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回る β の最大値に基づく方策			
$\beta \leq 0.9$	≤ 242	≤ 0.71	≤ 34
その他の方策（漁獲管理規則案にて異なる β を使用した場合）			
$\beta=1.0$	261	0.79	37
$\beta=0.8$	222	0.63	31
$\beta=0.6$	178	0.48	25
$\beta=0.4$	127	0.32	18
$\beta=0.2$	68	0.16	10
$\beta=0$	0	0	0
F2019	306	1.00	43

*暦年

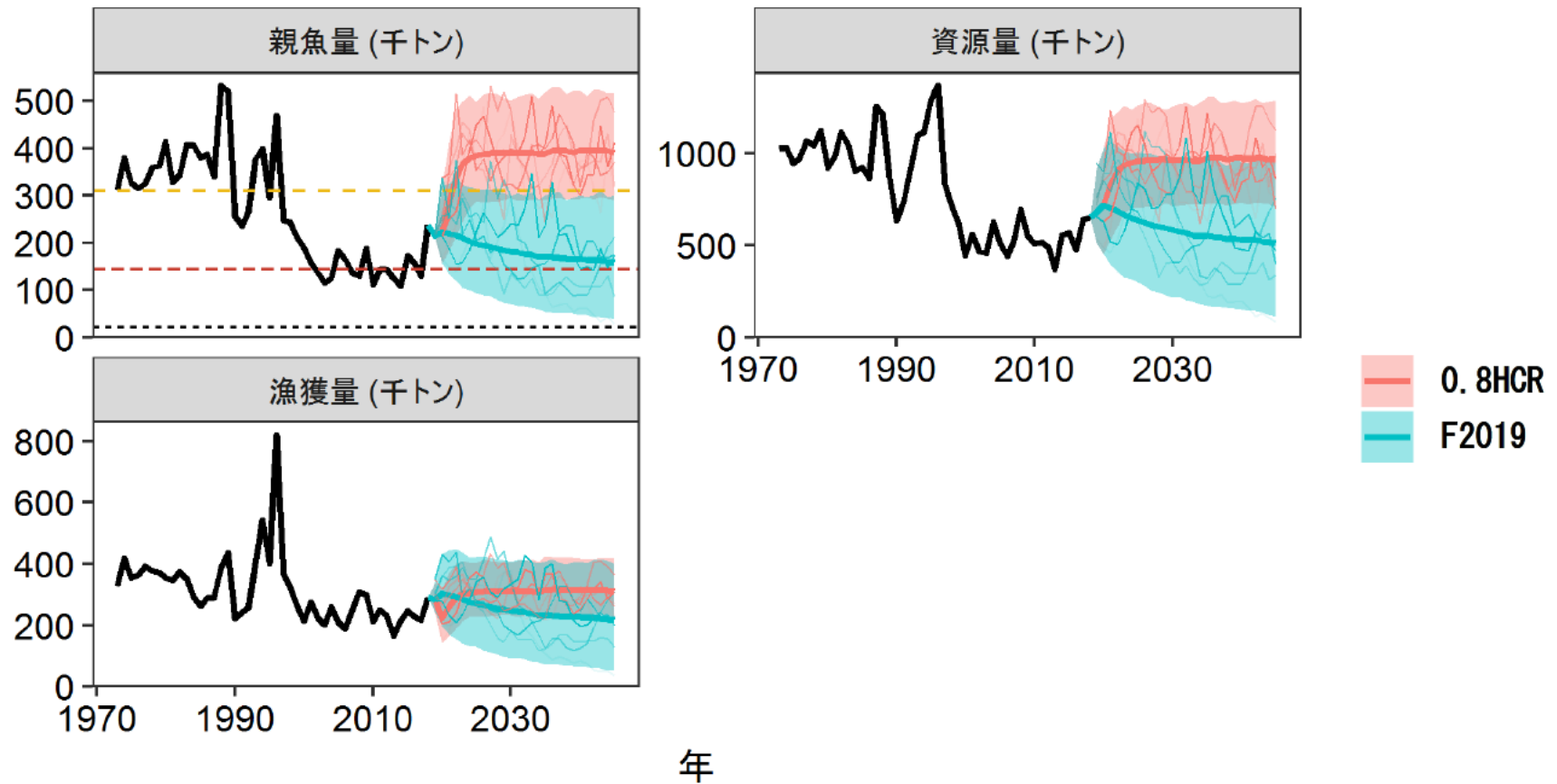
漁獲管理規則案（補足図 7-1）に基づく中長期的な将来予測の結果を補足図 7-2 および補足表 7-1、7-2 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2030 年の親魚量の予測値は β を 1.0 とした場合には平均 310 千トン（80%信頼区間は 234 千トン～391 千トン）、 β を 0.8 とした場合には平均 391 千トン（80%信頼区間は 306 千トン～481 千トン）である。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率および禁漁水準案を上回る確率は全ての方策において 100%となった。

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 管理基準値案と禁漁水準案を上回 る確率 (%)		
			SBtarget	SBlimit 案	SBban 案
10 年後に目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回る β の最大値に基づく方策					
$\beta \leq 0.9$	≥ 348	$\geq 269 - \geq 433$	≥ 70	100	100
その他の方策（漁獲管理規則案にて異なる β を使用した場合）					
$\beta=1.0$	310	234-391	46	100	100
$\beta=0.8$	391	306-481	88	100	100
$\beta=0.6$	506	405-614	100	100	100
$\beta=0.4$	689	561-824	100	100	100
$\beta=0.2$	997	823-1168	100	100	100
$\beta=0$	1576	1309-1790	100	100	100
F2019	185	94-277	4	69	100

*暦年



補足図 7-1. 漁獲管理規則案 現状の漁獲圧は F2019 である。漁獲管理規則案の β は 0.8 のものを示す。管理基準値及び禁漁水準はいずれも案。



補足図 7-2. 漁獲管理規則案（補足図 7-1）に基づく中長期的な将来予測の結果

5,000 回の平均値（太線）、5 回の試行結果（細線）および 80%信頼区間（網掛け）を示す。年は暦年であり、親魚量の図の黄破線は目標管理基準値案、赤点線は限界管理基準値案、黒点線は禁漁水準案である。漁獲管理規則案の β は 0.8 のものを示す。

[illegible]

[illegible]

補足資料 8 資源の将来予測の方法

得られた資源量をもとに漁獲管理規則案に従う将来予測を行った。

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 ($a=0.0075$ 、 $b=237,192$ 、 $SD=0.31$) 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 8-1 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案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、選択率および漁獲物平均体重はこの計算結果における 2013～2017 年の平均値である。現状の漁獲圧を示す 2019 年の漁獲圧 (F_{2019}) は、選択率や平均体重等の生物パラメータが管理基準値案を算出した時と同条件となる下で、今年度評価における $F_{2016-2018}$ (2016～2018 年の F の単純平均) に対応する %SPR (15.6) 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。

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

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

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

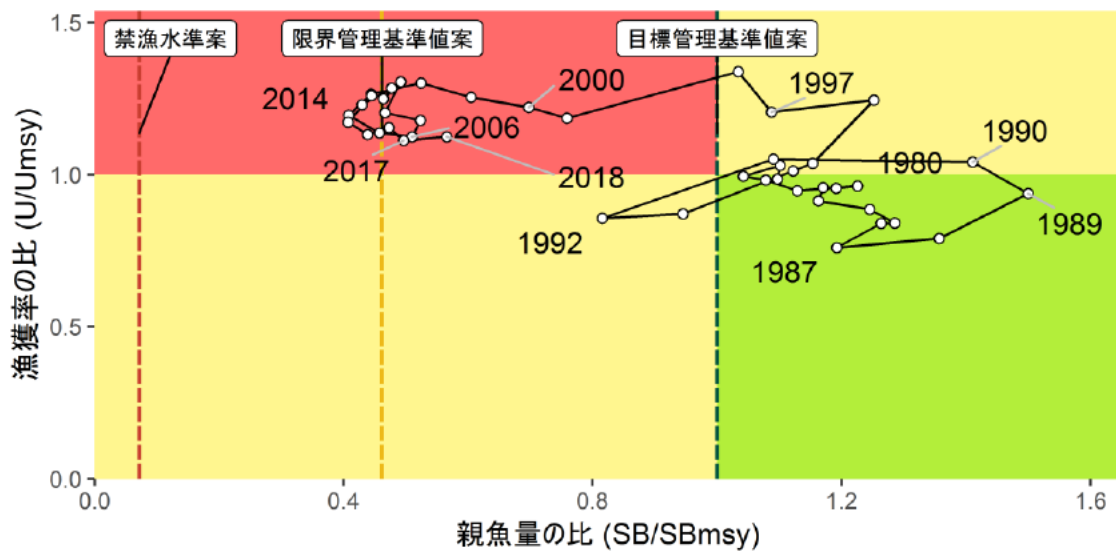
補足表 8-1. 将来予測計算に用いたパラメータ

	選択率	Fmsy	F2019	平均体重 (g)	自然死亡係数	成熟率
0 歳	0.31	0.33	0.42	243	0.4	0
1 歳	1.00	1.07	1.34	330	0.4	0.6
2 歳	0.65	0.69	0.87	478	0.4	0.8
3 歳以上	0.65	0.69	0.87	619	0.4	1.00

補足資料 9 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補足図 9-1 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/U_{msy} ）も MSY を実現する水準より高くなっている。

項目	値	備考
SBmsy	310 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量
Umsy	37%	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合
U2018	45%	2018 年の漁獲割合
U2018/ Umsy	1.22	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合に対する 2018 年の漁獲割合の比



補足図 9-1. 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）。値は3年間の移動平均。