

令和 7（2025）年度マサバ太平洋系群の資源評価

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（由上龍嗣・西嶋翔太・上村泰洋・井須小羊子・古市 生・渡部亮介・東口胤成・伊澤雄登・齋藤 類・石川和雄）

水産技術研究所 養殖部門

参画機関：北海道立総合研究機構釧路水産試験場・函館水産試験場、地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場、漁業情報サービスセンター、海洋生物環境研究所

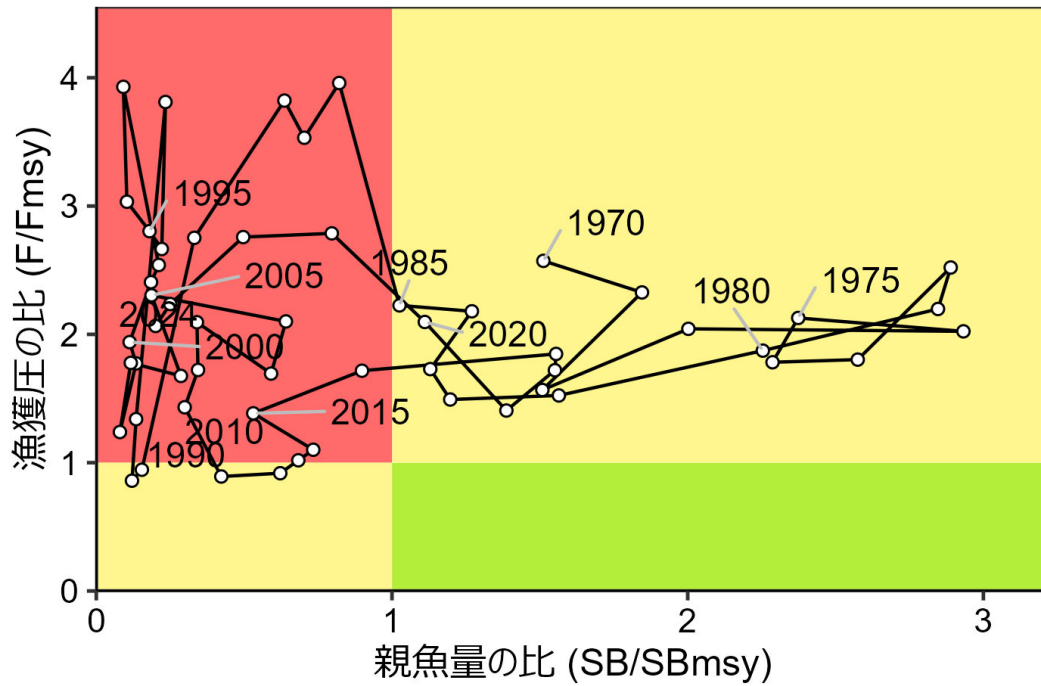
要 約

本系群の資源量について、状態空間資源評価モデル（SAM）により推定した。資源量は 1970 年代には 300 万トン以上の高い水準にあったが、1980 年代に入ると減少傾向を示し、1990 年代には 100 万トン以下までさらに減少し、2001 年漁期には 18.8 万トンまで落ち込んだ。その後、2004 年漁期の高い加入量によって資源量は 80 万トンに増加し、その後も比較的高い加入量と漁獲圧の低下によって、2000 年代初めの最低水準を脱して増加し、2013 年漁期の高い加入量によって、2013 年漁期は 225 万トンに急増した。その後、2018 年漁期の高い加入量により資源量は 2019 年漁期まで横ばい傾向を示したが、2020 年漁期以降は減少傾向を示し、2024 年漁期は 93.0 万トンと推定された。親魚量は、1990 年代から 2000 年代初めまで 12 万トンを下回る極めて低い水準で推移したが、2013 年漁期の極めて高い加入量により 2017 年漁期に急激に増加し 75.0 万トンとなった。その後は減少傾向を示し、2024 年漁期の親魚量は 9.7 万トンと推定された。

令和 7 年 1 月に公開された管理基準値等に関する研究機関会議資料での議論に基づき、本系群では生活史パラメータに基づく生物学的管理基準値を最大持続生産量 MSY に対応する水準の漁獲圧（ F_{msy} ）の代替値（ F_{msy} proxy）とする 1B ルールの管理規則が適用され、令和 7 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、本系群の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準を含む漁獲シナリオが定められた。目標管理基準値は $F_{40\%SPR}$ （ F_{msy} proxy）に基づき算出される親魚量（ SB_{msy} proxy、48.2 万トン）、限界管理基準値は漁獲がないときの親魚量の 10%（ $0.1SB_0$ ）（ SB_{limit} 、14.2 万トン）であり、本系群の 2024 年漁期の親魚量は SB_{msy} proxy および SB_{limit} を下回る。2024 年漁期の漁獲圧は SB_{msy} proxy を維持する漁獲圧（ F_{msy} proxy）を上回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から「減少」と判断される。漁獲シナリオに基づ

き、2026 年漁期の親魚量および資源量の予測値から算出される 2026 年漁期の ABC は 6.2 万トンである。

要 約 図 表



最大持続生産量(MSY)の代替値、親魚量の水準と動向、および ABC	
F40%SPR を Fmsy の代替値として漁獲を続け平衡状態となった時に得られる親魚量 (SBmsy proxy)	48.2 万トン
2024 年漁期の親魚量の水準	SBmsy proxy を下回る(0.20 倍)
2024 年漁期の漁獲圧の水準	SBmsy proxy を維持する水準を上回る(2.07 倍)
2024 年漁期の親魚量の動向	減少
最大持続生産量(MSY)の代替値	22.3 万トン
2026 年漁期の ABC	6.2 万トン
コメント: ・ F40%SPR は、加入量当たり親魚量が、漁獲圧が 0 の場合の値に対し 40%となる漁獲圧である。 ・ ABC の算定には、令和 7 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を用いた。 ・ 調整係数 β は 0.9 が用いられる。 ・ 本系群の漁期年は 7 月～翌年 6 月である。	

直近5年と将来2年の資源量、親魚量、漁獲量(解析値および実績値)、 F/Fmsy proxy、および漁獲割合						
漁期年	資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	漁獲量 (解析値) (万トン)	漁獲量 (実績値) (万トン)	F/Fmsy proxy	漁獲割合 (%)
2020	240.2	53.6	48.2	43.9	2.10	20.1
2021	199.2	38.4	42.6	37.6	2.79	21.4
2022	173.9	24.0	29.1	23.2	2.76	16.7
2023	118.1	12.1	17.9	13.2	2.24	15.1
2024	93.0	9.7	14.3	12.3	2.07	15.4
2025	106.0	8.7	13.2	—	2.10	12.5
2026	142.5	11.3	6.2	—	0.63	4.4

・漁獲量(解析値)はSAMにより推定された年齢別漁獲尾数と漁獲物の年齢別平均体重を掛け合わせて求めた値であり、各国・各地の漁獲量報告値の合計である漁獲量(実績値)と異なる。
 ・漁獲割合は資源量に対する漁獲量(解析値)の割合。
 ・2025、2026年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。
 ・2026年漁期の漁獲にはABCの値を用いた。

English title (authors)

Stock assessment and evaluation for the Pacific stock of chub mackerel (fiscal year 2025).

(Ryuji Yukami, Shota Nishijima, Yasuhiro Kamimura, Sayoko Isu, Sho Furuichi, Ryosuke Watanabe, Kazunari Higashiguchi, Yuto Izawa, Rui Saito, Kazuo Ishikawa)

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	主要港水揚量(北海道～宮崎(17)道県、JAFIC、北部まき網組合) 体長組成調査(水産機構、北海道～宮崎(17)道県、JAFIC):市場測定 体長一体重調査・体長一年齢測定調査(水産機構、北海道～宮崎(17)道 県、JAFIC):市場測定、調査漁獲物 漁業種別マサバ・ゴマサバ混獲比率(水産機構、北海道～宮崎(17)道県、 JAFIC):水揚げ情報、標本港混獲率、市場測定標本混獲率 中国・ロシア漁船の体長組成(2014～2024年) 北太平洋漁業委員会(NPFC)の中国・ロシアの漁獲量情報
資源量指数 ・産卵量 ・親魚量指標 値 ・0、1歳魚資源 量指標値 ・資源量指標 値	卵稚仔調査(周年、水産機構、関係都道府県):ノルパックネット* 伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE(神奈川県、静岡県)* 移行域幼稚魚調査(5、6月、水産機構):中層トロール、計量魚探 北西太平洋北上期浮魚類資源調査(6～7月、水産機構):中層トロール、計 量魚探* 三陸道東沖加入量把握調査(7月、水産機構):中層トロール* 北西太平洋秋季浮魚類資源調査(9、10月、水産機構):中層トロール、計量 魚探* 浮魚類分布調査(北海道):流し網、中層トロール 房総～常磐海域大中型まき網漁況に基づく未成魚越冬群指数(茨城水試) 北部太平洋まき網 CPUE(単位努力量あたり漁獲量)および漁場分布に基づ く資源量指数(JAFIC) 中国まき網 CPUE* ロシアトロール CPUE*
自然死亡係数 (M)	0歳=0.80、1歳=0.60、2歳=0.51、3歳=0.46、4歳=0.43、5歳=0.41、6歳以上 =0.40を仮定(NPFC 2024)

*は状態空間資源評価モデル(SAM)におけるチューニング指数である。

本系群の漁期は7月～翌年6月であり、年齢の起算日は7月1日としている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マサバ太平洋系群は、我が国太平洋南部沿岸から千島列島沖合に分布する(図2-1)。資源高水準期には、ロシア漁船の操業や調査船調査結果などから、幼魚、成魚とも東経170度を超えて分布したと考えられている。1990～2000年代の低水準の資源では、稚魚は黒潮続流による移送によって東経170度付近まで分布するが(西田ほか2001)、成魚は索餌回遊範囲

が縮小して、加入量水準の高い年級群以外は東経 150 度以東ではほとんど見られない。最近では資源の増加に伴って成魚の索餌回遊範囲が北東へ拡大しており、2018 年以降の夏秋季の成魚の分布は、調査船調査結果から千島列島東方沖の北緯 49 度、東経 170 度付近まで達している。

成魚は主に春季（3～6 月）に伊豆諸島海域などで産卵したのち北上し、夏～秋季には三陸～北海道沖へ索餌回遊する（目黒ほか 2002、図 2-1）。稚魚は春季に本邦太平洋南岸から黒潮続流域、黒潮－親潮移行域に広く分布し、黒潮続流域～移行域のものは夏季には千島列島沖の亜寒帯域に北上し、秋冬季には未成魚となって北海道～三陸海域の沿岸あるいは沖合を南下し、主に房総～常磐海域、一部は三陸海域で越冬する（川崎 1968、飯塚 1974、西田ほか 2001、川端ほか 2006）。未成魚と成魚の一部は紀伊水道や豊後水道および瀬戸内海へ回遊する。主産卵場である伊豆諸島海域には明らかに黒潮上流に由来する稚魚が出現すること（小泉 1992）、産卵場は本邦太平洋南岸から東北海域まで連続していること（黒田 1992）などから、我が国太平洋側に分布するマサバは同一系群と考えられる。

(2) 年齢・成長

マサバの成長は、加入量水準および海洋環境の影響を受けて変化することが知られている（Watanabe and Yatsu 2004）。成長に雌雄差は見られない。寿命は、漁獲物の年齢構成からみて 7、8 歳程度と推定され、最大 11 歳の記録がある（飯塚 2002）。2020 年漁期漁獲物の年齢別平均体長（尾叉長）、平均体重を、成長の遅れが見られていなかった 2011～2014 年漁期のそれぞれの平均値と併せて図 2-2 に示す。2024 年漁期の年齢別平均体重は、2011～2014 年漁期の平均値と比べて著しく低く、図 2-2 に併せて示した 1970 年代の資源高水準期と比較しても低い値を示している。近年見られている年齢別平均体重の低下は、マサバ・マイワシの資源量の増加に伴う種内・種間密度の増加による餌料競合が主要因と考えられる（Kamimura et al. 2021）。

(3) 成熟・産卵

1 尾の雌は産卵期間に数回の産卵を行い、1 回の産卵数は 5 万～9 万粒である（加藤・渡邊 2002）。年齢別成熟割合は成長の変化の影響を強く受けて変化することが知られている（Watanabe and Yatsu 2006）。産卵場は伊豆諸島海域を中心に、紀南、室戸岬、足摺崎周辺など本邦太平洋南岸沿岸各地に形成され、東北海域でも産卵がみられる。産卵期は 1～6 月である。主産卵場である伊豆諸島海域における産卵盛期は 3、4 月であるが、2000 年代は産卵期が遅い傾向にある若齢親魚の割合が高いために、5、6 月の産卵も相対的に高くなっていった（渡邊 2010）。近年は産卵量の分布から、3、4 月が産卵盛期とみられる。年代別の年齢別成熟割合は図 2-3 の通りであり、2013 年級群の漁獲加入以降、成長の遅れに伴い成熟開始年齢の高齢化が見られている。このため、2016 年漁期以降の年齢別成熟割合を 2020 年度評価において変更し、今年度評価においても同じ年齢別成熟割合を用いた（図 2-3）。

(4) 被捕食関係

仔魚期にはカイアシ類の卵とノープリウス幼生、稚魚期には小型カイアシ類、夜光虫、尾虫類、サルパなどの小型動物プランクトンを捕食する（加藤・渡邊 2002）。幼魚と成魚の食

性は海域や生活年周期により異なるが、甲殻類（オキアミ類、カイアシ類など）、魚類（カタクチイワシ、ハダカイワシ類など）、サルパ類が中心である。三陸海域ではツノナシオキアミ、カタクチイワシが主要な餌生物である。

資源水準が高かった 1980 年代までは、ネズミザメ、ヨシキリザメ、シマガツオ、ビンナガ、およびカツオなどの大型魚類（川崎 1965、長沢 1999）やミンククジラによる被食が見られた（Kasamatsu and Tanaka 1992）。資源が低水準となった 1990 年代ではミンククジラによる被食は確認されなかったが（Tamura et al. 1998）、2000～2015 年の北西太平洋におけるヒゲクジラ類の餌生物調査によると、2012 年以降は胃内容物におけるカタクチイワシの出現が減少する一方、さば類およびマイワシの出現が増加してきており、特にイワシクジラでは主要餌が 2000 年代前半のカタクチイワシから 2000 年代後半にはさば類およびマイワシへと切り替わり（Tamura et al. 2016）、2010 年以降もさば類が主要な餌の一つとなっている（Konishi et al. 2016）。北西太平洋におけるさば類の分布量がヒゲクジラ類の捕食対象となるまで増加したと考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁業は、まき網、定置網、底びき網、たもすくいおよび棒受網である。大中型まき網は、主に常磐～三陸北部海域で 9 月～翌年 2 月を中心にほぼ周年操業する。資源水準が高かった 1980 年代以前に主要漁場となっていた道東海域では、資源の減少した 1990～2000 年代は漁場がほとんど形成されなかったが、2012 年以降は漁場が形成されていた。2019 年以降は再び道東海域での漁獲は低調に推移している。中型まき網は千葉県以西の太平洋沿岸各地で周年操業する。定置網は、太平洋沿岸各地で行われ、三陸沿岸での漁獲が多い。底びき網は、鹿島灘から三陸沿岸で行われ、特に三陸沿岸での漁獲が多い。たもすくいおよび棒受網（火光利用さば漁業）は、伊豆諸島海域を主漁場とし、1～6 月に越冬、産卵で集群する親魚群（2 歳以上）を主な対象とするが、2022 年漁期以降、その漁獲量は極めて低い水準となっている。その他、各地で釣りなどでも漁獲される。2014 年以降、中国が北西太平洋公海域において、ロシアが北西太平洋公海域、ロシア 200 カイリ内および日本 EEZ 内で漁獲している。

(2) 漁獲量の推移

本評価は 7 月～翌年 6 月の漁期年単位で行い、漁獲量等は漁期年で集計した値、資源量等は漁期年当初（7 月）の値を用いる。漁獲統計では多くの場合、マサバはゴマサバと合わせてさば類として集計されることから、以下の方法でマサバの漁獲量を推定した。生物情報収集調査により得られた北海道太平洋側～宮崎県（東京都および徳島県、愛媛県、大分県の瀬戸内海側を除く）の標本港におけるさば類の漁獲量を道県別・月別・漁業種別に集計した。漁業種の内訳はほとんどの道県でまき網、定置網、その他（底びき網・たもすくい・棒受網・釣りなど）である。混獲率（さば類のマサバとゴマサバの割合）については、道県別・月別・漁業種別に収集した。マサバとゴマサバの魚種別漁獲量が得られる標本港・漁業種についてはその値をそのまま使用し、それ以外の標本港・漁業種については抽出標本から混獲率を月別・漁業種別に推定した。混獲率が欠測した道県・月・漁業種については、担当者の判断で

尤もらしいデータ（他漁業種、前後の月、隣県など）を参照した。以上の手法により道県別・月別・漁業種別に得られたさば類の漁獲量と混獲率から、マサバの漁獲量を推定した。

本系群の我が国の漁獲は、1951年に津軽・八戸沖漁場が釣りにより開発され、1954年に本格化した（宮沢 1994）。その後1958年に伊豆諸島海域の銭洲漁場などが開発され、1975年には同海域でたもすくい漁業が開始された。1964年にまき網漁業が参入したことによって漁獲量は急激に増加し、1964年漁期の22.7万トンから1978年漁期には120.7万トンに達した（図3-1、表3-1）。1979年漁期以降、漁獲量は減少し、1990、1991年漁期は3万トン以下にまで落ち込んだ。1992～2003年漁期は4.7万～39.8万トンで変動が大きかったが、2004～2008年漁期は、2004年漁期の高い加入量によって17.6万～24.5万トンと比較的安定して推移した。その後、2009～2012年漁期は漁獲努力量の低下やゴマサバの混獲割合の上昇、漁場形成の変化などによって10.2万～13.0万トンとやや減少したが、2013年漁期の高い加入量によって2014年漁期は28.2万トンに増加し、2015～2018年漁期は30.1万～33.2万トンで推移した。2019年漁期以降は減少し、2022年漁期は9.9万トン、2023年漁期は7.5万トン、2024年漁期は4.8万トンと急激に減少してきている。この2022年漁期以降の漁獲量の急激な減少は、太平洋北部まき網の漁獲量の減少によるところが大きい。ロシアは1966～1988年にかけて本系群を漁獲し、1972～1979年漁期のピーク時の漁獲量は12.3万～24.0万トンであった（図3-1、表3-1）。近年、中国が北西太平洋公海域、ロシアがロシアおよび日本200海里水域内でさば類を漁獲しており、北太平洋漁業委員会（NPFC）に2014年以降の漁獲量の報告がある（由上ほか 2025、<https://www.npfc.int/summary-footprint-chub-mackerel-fisheries>）。中国の漁獲量はNPFCに提出された報告書の値を使用した（Zhang 2025、図3-1、表3-1）。ロシアについてはNPFCへの報告のとおり、さば類はすべてマサバとした（図3-1、表3-1）。なお、NPFCへの報告は暦年集計であるが、漁船の動向から公海域の主漁期は7～11月と考えられるため、暦年の値をそのまま漁期年としても問題ないと判断した。

年齢別漁獲尾数は以下のように推定した。北海道太平洋側～宮崎県の主要港における体長測定データを道県別・月別・漁業種別に集計し、道県別・年別に集計した精密測定データから求めた体長・体重関係を用いて、道県別・月別・漁業種別漁獲量に一致するように引き延ばした。体長測定データが欠測した道県・月・漁業種については、担当者の判断で尤もらしいデータ（他漁業種、前後の月、隣県など）を参照した。一方で、年齢査定結果を静岡県以北と愛知県以西の2海域に分けて、4半期別に集計してAge-Length-Keyを作成し、先に求めた道県別・月別・漁業種別体長組成データに充てて年齢別漁獲尾数を求めた。年齢査定結果が欠測した海域・4半期については、近年の平均的な値を充てた。中国とロシアの年齢別漁獲尾数は、NPFCのマサバ資源評価作業部会で共有・合意されたデータを使用して算出した（Manabe et al. 2025）。中国とロシアの年齢別漁獲尾数の計算方法の詳細は補足資料2に示した。以上の手法により得た年齢別漁獲尾数を図3-2および表3-2に示す。資源量が極めて低い水準となった1990～2004年漁期は未成魚（0、1歳魚）が漁獲の主体であり、漁獲物に占める2歳以上の割合は低かったが、加入量が高い2004年級群の漁獲加入後は2歳以上の割合も高くなっている（図3-2、補足表2-1）。後述する漁獲努力量の推移にあるとおり、2004年漁期以降、若齢魚への漁獲圧が低下して加入後の生残が良くなっているためと考えられる。2014～2019年漁期は2013年級群が占める割合が高くなっていたが、2020年漁期以降は特に割合が高い年級群は出現していない。

(3) 漁獲努力量

主要漁業である北部太平洋まき網漁業（以下、「北部まき網」という）の有効努力量は、加入量の高い年級群が主対象となると増加する特徴がみられ、1992年漁期以降、1992、1996年漁期の高い加入量による増加とその後の減少を繰り返しつつ減少傾向となり、2004年漁期の高い加入量により再び増加したが、その後は減少傾向となった（図3-3）。2003年から開始された資源回復計画に基づく操業管理により、2004年級群加入時の漁獲圧の増加は一定程度、抑えられたと推定されている（Ichinokawa et al. 2015、市野川・岡村 2016）。この操業管理は現在も継続して実施されており、それにより2000年代後半以降も引き続き、1990年代のような漁獲圧の過度な増大が抑えられていると考えられる。さらに、2011年3月の東日本大震災の影響による常磐海域における操業自粛海域の設定や水揚港の受け入れ処理能力および関係産業の需要量の低下、また、経営の改善などを目的とした船団構成への変更や、従来の安価でも大量漁獲から良価で適量漁獲へという漁業者の意識の変化も、漁獲努力量の過度な増加の抑制に貢献していると考えられる。東日本大震災の影響が緩和された2012～2015年漁期の有効努力量はやや高い値を示したが、2016～2019年漁期以降は低い値を示した。2020、2021年漁期の有効漁獲努力量の値は再び増加したものの、2022年漁期以降は減少傾向にある。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

昨年度評価より導入している状態空間資源評価モデル（SAM）により資源評価を行った。1970～2024年漁期の年齢別資源量を、7月～翌年6月を漁期とした年齢別漁獲尾数および資源量指標値を使用し、SAMにより推定した（表4-1、補足資料1、2）。自然死亡係数（M）は年当たり0歳=0.80、1歳=0.60、2歳=0.51、3歳=0.46、4歳=0.43、5歳=0.41、6歳以上=0.40を仮定した（NPFC 2024）。資源量指標値として資源量、親魚量、加入量および1歳魚資源尾数の変化を反映すると考えられる7系列の指標値を用いた（補足表2-2）。なお、本系群では外国船による漁獲を考慮して、公海域を含めた北太平洋全体の資源を対象として資源計算を行っており、将来予測における漁獲量にも外国船による漁獲を含んでいる。

(2) 資源量指標値の推移

太平洋側のサバ属産卵量（海区Ⅰ～Ⅲ）は、1960年代と1970年代中期にピークがみられ1千兆粒に達し、1980年代後半以降は低い水準で推移していたが、最近では親魚量の増加に伴い増加している（図4-1、卵稚仔データベース、Oozeki et al. 2007）。2005年よりゴマサバと区別して推定されるようになったマサバ産卵量は、2005年の39兆粒から2007年には322兆粒と大きく増加した。その後は増減を繰り返していたが、2017年は347兆粒に増加し、2018年は583兆粒、2019年は553兆粒と、1970年代に見られた水準にまで増加した。2020年以降は減少傾向を示し、2025年1～6月は25.5兆粒となり、2000年代並みの低い水準となった。これまで親魚量を指標するチューニング指数の1つとして産卵量（海区Ⅰ～Ⅳ）を使用してきたが、近年、マサバの産卵場の時空間的分布が変化してきていることから、2021年度の資源計算より標準化産卵量を使用している（補足表2-2、補足資料4）。図4-2に示す

各種調査から得られる加入量の指標値は、2004、2007、2009、2013、2016、2018、2021年に高い値がみられるなど加入量水準を反映しており、2018年は多くの指標値で最も高い値を示した。2025年は2024年よりもやや高い値を示したが、2022年以降の比較的低い値を維持している。図4-3に示す主要漁業である北部まき網のCPUEと資源量指数は、資源動向を反映し、1992、1996年漁期といった卓越年級群が発生した年とその翌年に高くなっていた。その後、加入量が高い2004年級群が漁獲加入した2005年漁期以降、CPUEは高い水準を維持し、加入量が高い2013年級群が漁獲加入した2013年漁期以降はさらに増加傾向を示し、2017年漁期はかなり高い値となった。2018、2019年漁期のCPUEは高い水準を維持したが、2020年漁期以降の値は急減しており、2020年漁期以降の北部まき網の不漁を反映している。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は1970～1979年漁期には400万～600万トン程度の高い水準にあったが、1979、1980年漁期の低い再生産成功率（RPS）による加入量の減少と高い漁獲圧によって1980年漁期に225万トンに減少した（図4-4、4-6、表4-1、補足表2-1）。1981～1986年漁期は158万～241万トンとおおむね横ばいで推移したが、1987年漁期以降、低いRPSによる加入量の減少と高い漁獲圧によってさらに減少し、1990年漁期には23.2万トンとなった。1992、1996年漁期の高い加入量による資源量の増加と、高い漁獲圧による減少を繰り返し、2001年漁期に過去最低の18.8万トンに落ち込んだ。2004年漁期以降は2004年漁期の高い加入量と漁獲圧の低下により2000年代初めの最低水準を脱して増加し、2013年漁期の高い加入量によって、2013年漁期は225万トンに急増した。その後、2018年漁期の高い加入量により資源量は2019年漁期まで横ばい傾向を示したが、2020年漁期以降は減少傾向を示し、2024年漁期は93.0万トンと推定された。また、資源量を年齢別に見ると、2013～2019年漁期まで2013年級群が占める割合が高かったこと、1990年代、2000年代の資源低水準期は0・1歳が占める割合が高かったことが見て取れる（図4-4）。2022年漁期以降も0・1歳が占める割合が高くなってきている。

親魚量は1970～1980年漁期は73万～141万トンと高い水準であったが、1979、1980年漁期の加入量の減少と高い漁獲圧によって1981年漁期に76万トン、1982年漁期に58万トンに減少した（図4-5、4-6、表4-1、補足表2-1）。1985年漁期まではおおむね50万トン以上で推移したが、1986年漁期以降、加入量の減少と高い漁獲圧によって減少し、1991年漁期に5.8万トンまで落ち込んだ。その後、おおむね10万トン以下の著しく低い水準で推移し、2002年漁期には過去最低の3.9万トンとなった。2004年漁期の高い加入量のため2006年漁期に31万トンに増加し、その後は2010年漁期にかけて減少したものの、2013年漁期の高い加入量により2017年漁期に急激に増加し75万トンとなった。その後は減少傾向を示し、2024年漁期の親魚量は9.7万トンと推定された。

年齢別Fの変化を図4-7、補足表2-1に示す。1980年代および1993～2010年漁期に比較的高い値を示し、2011～2019年漁期は低い値を示していたが、2020年漁期以降はやや高い値を示している。

漁獲割合は1980年代後半にやや高く、資源量を大きく減少させた（図4-8、表4-1、補足表2-1）。その後、1990年代にも漁獲割合が高い年があり、2001年漁期の過去最低の資源量をもたらした。2002年漁期以降は比較的低い水準で推移している。

2021～2025 年度評価における各種推定値との比較を補足資料 7 にまとめた。今年度評価では親魚量を指標する標準化産卵量およびたもすくい標準化 CPUE の 2025 年の値が低かったことにより、昨年度評価と比較して加入量の推定値が過去に遡ってやや下方修正され、2023 年漁期以降の親魚量が下方修正されている。

(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

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量当たり親魚量 (SPR) を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-9 に年ごとに漁獲が無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 (%SPR) の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きい値をとる。%SPR の値は 1993～1997 年漁期に極めて小さな値を示し、この期間に未成年への漁獲圧が高かった様子が見てとれる。2011～2015 年漁期まで 40%前後の比較的高い値で推移していたが、2016 年漁期以降は再び低下し、2020 年漁期以降は 20%以下の低い値を示している。

Fmsy の代替値に対する 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、令和 6 年 12 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、最大持続生産量の代替値 MSY proxy を実現する F (Fmsy proxy) の推定に用いた値を使用した (西嶋ほか 2025)。水産政策審議会において採用された Fmsy proxy の %SPR は 40%であり (<https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/250502-4.pdf>)、現状の漁獲圧 (F2022-2024) は Fmsy proxy および F0.1 を上回っている。

(5) 加入量の見積もりおよび親魚量と加入量の関係

加入量 (尾数) の推移を昨年度評価の加入量と併せて図 4-11 に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において、将来予測では過去最低親魚量 (4.2 万トン) を折れ点とし、それより高い水準では 49.6 億尾が幾何平均値となるような再生産関係を使用した。また、残差の自己相関を考慮した。これらのパラメータおよび設定については「管理基準値等に関する研究機関会議」の時点の資源評価モデル SAM の結果に基づいており、詳細については西嶋ほか (2025) を参照されたい。

参考として親魚量と加入量の関係を図 4-12 に示す。2012～2022 年漁期は親魚量および加入量ともに 1990 年代および 2000 年代の低水準期を脱していたが、2023 年漁期以降は親魚量、加入量ともに低い水準にある。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準の代替値および管理基準値等

令和 7 年 1 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議資料」(西嶋ほか 2025) で推定された現在 (1970 年漁期以降) の環境下における最大持続生産量 (MSY) の代替値 (MSY proxy) を実現する親魚量 (SBmsy proxy) および SBmsy proxy を維持する F (Fmsy proxy) を補足表 3-2 に示す。令和 7 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て、この SBmsy proxy (48.2 万トン) が資源管理基本方針の漁獲シナリオに目標管理基準値として定められた。また、漁獲がない時の親魚量の 10%の親魚量 (14.2 万トン) が限界管理基準値 (SBlimit)、親魚量 0 トンが禁漁水準 (SBban) とされた。平衡状態における管理基準値と年齢別漁獲量の関係を図 4-13 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量の代替値 (SBmsy proxy) と、SBmsy proxy を維持する漁獲圧 (Fmsy proxy) を基準にした神戸プロットを図 4-14 に示す。また、2024 年漁期の親魚量と漁獲圧、それらの値と管理基準値との比較結果を補足表 3-3 に示す。本系群における 2024 年漁期の親魚量 (9.7 万トン) は MSY を実現する親魚量の代替値 (SBmsy proxy) を大きく下回り、漁獲がないときの親魚量の 10% (0.1SB0、限界管理基準値) を下回る。2024 年漁期の親魚量は SBmsy proxy の 0.20 倍である。また、2024 年漁期の漁獲圧は SBmsy proxy を維持する漁獲圧 (Fmsy proxy) を上回っており、Fmsy proxy の 2.07 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比 (F/Fmsy proxy) とは、各年の F の選択率の下で Fmsy proxy 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、直近 5 年間 (2020~2024 年漁期) の推移から減少と判断される。親魚量は 1970~1985 年漁期および 2017~2020 年漁期において SBmsy proxy を上回っていたが、その他の期間は SBmsy proxy を下回っていた。また、漁獲圧は 1990・1991 年漁期および 2011・2012 年漁期を除くすべての期間において Fmsy proxy を上回っていた。

5. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2024 年漁期の資源量から、SAM の個体群動態モデルを用いて 2025~2056 年の将来予測計算を行った (補足資料 2)。この将来予測では、過去最低親魚量 (4.2 万トン) を折れ点とし、それより高い水準では 49.6 億尾が幾何平均値となるような再生産関係を使用した (西嶋ほか 2025)。また、残差の自己相関を考慮し、無作為抽出した誤差を予測値に与える計算を 10,000 回行い、それらの平均値と 90% 予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。

2025 年漁期の漁獲圧は 2024 年漁期の漁獲圧 (F2024) を仮定した。同年に予測される資源量と 2024 年漁期の漁獲圧から同年の漁獲量を算出した。2026 年漁期以降の漁獲圧は、「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。この漁獲シナリオから算出される漁獲圧と各年に予測される資源量から、2026 年漁期以降の漁獲量を算出した。

(2) 漁獲管理規則

資源管理基本方針で定められた本系群の漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を図 5-1 に示す。この漁獲管理規則は、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には Fmsy proxy に調整係数 β を乗じた漁獲圧とし、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り、調整係数 β には 0.9 が用いられる。

(3) 2026 年漁期の予測値と ABC の算定

2026 年漁期に予測される親魚量は平均 11.3 万トンと見込まれた (補足表 3-4)。2026 年漁期の漁獲量の予測値は漁獲シナリオに則した場合には 6.2 万トン (90% 予測区間は 1.8 万~

12.4 万トン)、現状の漁獲圧を継続した場合には 13.0 万トン (90%予測区間は 5.0 万~24.2 万トン) であった。

漁獲シナリオに則した漁獲管理規則から算定される 2026 年漁期の予測平均漁獲量 6.2 万トンを ABC として提示する (補足表 3-5)。2026 年の予測平均親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を下回り、平均 11.3 万トンと見込まれた。この親魚量は限界管理基準値未満であるため、ABC 算定のための漁獲圧は親魚量に応じた係数を乗じて $\gamma(SB_t) \times \beta F_{msy proxy}$ として求めた。ここで 2026 年漁期の $\gamma(SB_t)$ 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、下式により計算された。

$$\gamma(SB_t) = \frac{SB_t - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}}$$

(4) 2027 年漁期以降の予測

2027 年漁期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 および補足表 3-6 に示す。本系群の漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、2035 年漁期の親魚量の予測平均値は 93.3 万トン (90%予測区間は 10.6 万~296.6 万トン) であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 52%、限界管理基準値を上回る確率は 90%である (図 5-2、表 5-1、5-2、補足表 3-6)。

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 (F2022-2024) を継続した場合の将来予測結果についても示す (補足表 3-6)。現状の漁獲圧を継続した場合、2035 年漁期の親魚量の予測値は平均 43.5 万トン (90%予測区間は 5.7 万~142.1 万トン) であり、目標管理基準値を上回る確率は 23%、限界管理基準値を上回る確率は 67%である。

漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、親魚量が目標管理基準値を 50%以上の確率で上回る年は、2034 年漁期以降となると予測された。限界管理基準値を 50%以上の確率で上回る年は、2028 年漁期と予測された (補足表 3-6)。

6. 資源評価のまとめ

資源量は 1970 年代には 300 万トン以上の高い水準にあったが、1980 年代に入ると減少傾向を示し、1990 年代には 100 万トン以下までさらに減少し、2001 年漁期には 18.8 万トンまで落ち込んだ。その後、2004 年漁期の高い加入量によって資源量は 80 万トンを超え、その後も比較的高い加入量と漁獲圧の低下によって、2000 年代初めの最低水準を脱して増加し、2013 年漁期の高い加入量によって、2013 年漁期は 225 万トンに急増した。その後、2018 年漁期の高い加入量により資源量は 2019 年漁期まで横ばい傾向を示したが、2020 年漁期以降は減少傾向を示し、2024 年漁期は 93.0 万トンと推定された。親魚量は、1990 年代から 2000 年代初めまで 12 万トンを下回る極めて低い水準で推移したが、2013 年漁期の高い加入量により 2017 年漁期に急激に増加し 75.0 万トンとなった。その後は減少傾向を示し、2024 年漁期の親魚量は 9.7 万トンと推定された。親魚量の動向は直近 5 年間 (2020~2024 年漁期) の推移から「減少」と判断される。

親魚量は 1970~1985 年漁期および 2017~2020 年漁期において MSY を実現する親魚量の代替値 (SB_{msy proxy}) を上回っていたが、その他の期間は SB_{msy proxy} を下回っていた。

また、漁獲圧は 1990・1991 年漁期および 2011・2012 年漁期を除くすべての期間において SBmsy proxy を維持する漁獲圧 (Fmsy proxy) を上回っていた。

7. その他

北太平洋漁業委員会 (NPFC) に中国およびロシアから北西太平洋公海域およびロシア・日本 200 海里水域におけるさば類漁獲量および漁獲物の体長・年齢が報告されたことをうけて、これらの情報を考慮した資源評価を行った。しかしながら中国およびロシアの漁獲物の内容は断片的な報告に留まっている。資源評価の精度向上のためにはより詳細な情報が必要であり、これらについても報告されるように引き続き働きかける必要がある。

また、NPFC のマサバ資源評価技術作業部会において本系群の国際的な資源評価が進められている。シミュレーションを用いて、参加国が候補として提案する様々な資源評価モデルの推定性能を評価・比較した結果、状態空間資源評価モデル (SAM) が採択され、資源評価が行われた (NPFC 2023)。本評価においても SAM を採用し、NPFC における資源評価で使用した基本的なデータを継承しつつ、新たに得られたデータを加えて資源評価を行った。

一方、北西太平洋における外国漁船による漁獲努力量を調査することを目的に、平成 26 (2014) 年度から人工衛星夜間可視データを用いて外国漁船の動向を把握する取り組みを開始している (補足資料 5)。この人工衛星夜間可視データ等から IUU を含めた外国漁船の漁獲量を推定する報告もあるが (Oozeki et al. 2018)、資源計算に取り入れるには精度の高い漁獲量の値が必要であるため、現時点では IUU の漁獲量は考慮できていない。引き続きこれらの漁獲量の情報収集に取り組む必要がある。

Kawai et al. (2002) は、1970 年代の高水準期には未成魚への漁獲圧は低く、同じような漁獲をしていれば 1990 年代に資源は回復したと論じた。平成 17 年度までの本報告書において、1993 年以降、若齢魚 (0、1 歳魚) の F が顕著に高くなったため (図 4-7)、未成魚段階での多獲は不合理であることを指摘し、生物学的にみた本系群の最適な漁獲開始年齢を検討し、全個体が成熟を開始する 3.5 歳が最適であるとの結論を得ている。渡邊ほか (2012) は、本系群の資源動態モデルを構築して漁期・漁場別の漁獲方策による資源管理効果を検討し、越冬場周辺における若齢魚の漁獲規制の効果が高いことを指摘している。近年は若齢魚への F が低くなっている (図 4-7)。資源の持続的利用のために、引き続き若齢魚に対する漁獲圧の低減が望ましい。

最近の複数の研究によって、加入量の多寡は主に卵～稚仔魚期の生残率によって決まることがわかってきており、産卵親魚の状態 (産卵経験、栄養状態、産卵前経験水温) による卵質の違いによる生残率の違い (Yoneda et al. 2022) や、稚仔魚期の経験環境による成長率の違いとそれによる生残率の違い (高橋ほか 2010、米田ほか 2013) が大きく影響していると考えられている。北上期幼魚の成長率と加入量とに高い相関がみられ、加入量の多い年は産卵盛期である 4 月ふ化個体の割合が高く、少ない年は低いという特性が見られ、主に 4 月ふ化個体の生残率によって加入量が決定すると考えられる (Kamimura et al. 2015)。4 月の産卵は後述のように 5～6 月に比べて親魚の組成や経験水温からみて良質卵となり、摂餌開始期がブルーミング時期と一致するなど仔稚魚の生残に有利であるが、その一方で、初期生残率に大きく影響するふ化後の経験環境の年変化は大きく、経験水温が産卵場水温と同様の 18°C 程度では成長率が低くなって変態が遅れ生残率は低くなり、速やかに黒潮付近の 20°C

程度の水温で移送されると成長率が高くなり、加入量も高くなることが示唆されている（高橋ほか 2010、Takahashi et al. 2012、米田ほか 2013）。今後、このような環境と生物の特性とそれらの関係の統合的な解析によって、精度の高い加入量の見積もりが可能となることが期待される。

また、産卵経験のある（複数回目の産卵期の）親魚（経産魚）の産む卵の方が、初回産卵（初めての産卵期）のものよりも卵質が良く、ふ化仔魚の生残率が高いことが飼育実験の結果などからわかってきた（Yoneda et al. 2022）。加えて、高齢経産魚の方が産卵場への南下回遊が早く（渡邊 2010）、産卵期には成熟（産卵準備）が早く進み、早期（3～4月）に産卵する傾向が強い。4月は高水準期の本系群が集中的に産卵する時期であり（渡邊 2010）、人為的影響の無い状態での系群本来の産卵盛期と言え、餌生物が多くなるブルーミング時期と一致し、カツオなどの暖水性捕食者の来遊もまだ少ない時期であることから稚仔魚の生育に適していると考えられる。高齢経産魚による好適期の良質卵の産卵は、年々の加入の環境変化への耐性を高める効果を持つと考えられ、加入量の増加と一定水準以上の維持を図るためには、この産卵を増加、維持させることが重要である。そのためには親魚の年齢（未産・経産魚）構成を考慮した資源評価、管理を行い、産卵経験のある高齢親魚量を確保する必要がある。

8. 引用文献

- 市野川桃子・岡村 寛 (2016) 一般化状態空間モデルで漁業動態を記述する—マサバ努力量管理効果の定量評価. 統計数理, **64**, 59-75.
- Ichinokawa, M., H. Okamura, C. Watanabe, A. Kawabata and Y. Oozeki (2015) Effective time closures: Quantifying the conservation benefits of input control for the Pacific chub mackerel fishery. Ecol. Appl., **25**, 1566-1584.
- 飯塚景記 (1974) 東北海区におけるマサバ未成魚の生態—III. 八戸沖で越冬すると推定される魚群について. 東北水研研報, **33**, 37-49.
- 飯塚景記 (2002) 1960～70年代におけるマサバ資源と漁場. 月刊海洋, **34**, 273-279.
- Kamimura, Y., M. Taga, R. Yukami, C. Watanabe and S. Furuichi (2021) Intra- and inter specific density dependence of body condition, growth, and habitat temperature in chub mackerel (*Scomber japonicus*). ICES J. Mar. Sci., **78**, 3254-3264.
- Kamimura, Y., M. Takahashi, N. Yamashita, C. Watanabe and A. Kawabata (2015) Larval and juvenile growth of chub mackerel *Scomber japonicus* in relation to recruitment in the western North Pacific. Fish. Sci., **81**, 505-513.
- Kasamatsu, F. and S. Tanaka (1992) Annual changes in prey species of minke whales taken off Japan 1948-87. Nippon Suisan Gakkaishi, **54**, 637-651.
- 加藤充宏・渡邊千夏子 (2002) マサバとゴマサバの成熟・産卵および食性. 月刊海洋, **34**, 266-272.
- 川端 淳・中神正康・巢山 哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆 (2006) 近年の広域名調査船調査から推定されるサバ、イワシ類の季節的分布回遊. 2006 年度水産海洋学会講演要旨集, 94.
- Kawai, H., A. Yatsu, C. Watanabe, T. Mitani, T. Katsukawa and H. Matsuda (2002) Recovery policy

- for chub mackerel stock using recruitment-per-spawning. Fish. Sci., **68**, 963-971.
- 川崎 健 (1965) カツオの生態と資源 (I). 水産研究叢書, **8**, 148.
- 川崎 健 (1968) マサバ太平洋系群未成魚の生態について. 東海水研報, **55**, 59-113.
- 小泉正行 (1992) 伊豆諸島海域で採集したサバ卵・仔稚魚・幼魚の一考察. 水産海洋研究, **56**, 57-64.
- Konishi, K. T. Isoda and T. Tamura (2016) Decadal change of feeding ecology in sei, Bryde's and common minke whales in the offshore of the Western North Pacific. Paper SC/F16/JR23 submitted to the JARPNII Review Workshop, Tokyo, February 2016, 19pp.
- 黒田一紀 (1992) 日本の太平洋沿岸域におけるさば属魚類の産卵期、産卵場及び産卵量水準の動向. 水産海洋研究, **56**, 65-72.
- Manabe, A., K. M. Gazi and K. Oshima. (2025) The data description for the base case stock assessment of chub mackerel *Scomber japonicus* in the northwestern Pacific Ocean for 2025 assessment. NPFC-2025-TWG CMSA11-WP03 Rev. 39 pp. (available at <https://www.npfc.int/meetings/11th-twg-cmsa-meeting>)
- 目黒清美・梨田一也・三谷卓美・西田 宏・川端 淳 (2002) マサバとゴマサバの分布と回遊一成魚. 月刊海洋, **34**, 256-260.
- 宮沢公雄 (1994) マサバ資源の変動とさば漁業の変遷. 水産海洋研究, **58**, 48-49.
- 長沢和也 (1999) 黒潮・親潮移行域における魚食性魚類の分布と生態. 月刊海洋, **346**, 245-250.
- 西田 宏・川端 淳・目黒清美・梨田一也・三谷卓美 (2001) マサバとゴマサバの分布と回遊一幼魚. 水産海洋研究, **65**, 201.
- 西嶋翔太・由上龍嗣・上村泰洋・井須小羊子・古市 生・渡部亮介・東口胤成 (2025) 令和6(2024) 年度マサバ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP02-01. 水産研究・教育機構, 横浜, 60pp. https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assesment_meeting/2024/files/sa2024-sc16/fra-sa2024-brp02-01.pdf.
- NPFC (2023) 7th Meeting of the Technical Working Group on Chub Mackerel Stock Assessment Report. NPFC2023-TWG CMSA07-Final Report. 53 pp. <https://www.npfc.int/sites/default/files/2023-10/TWG%20CMSA07%20Report.pdf>
- NPFC (2024) Stock assessment of chub mackerel in the northwest Pacific Ocean. NPFC-2024-SC09-WP20 (Rev. 1) (available at <https://www.npfc.int/meetings/9th-scientific-committee-meeting>)
- Oozeki, Y., D. Inagake, T. Saito, M. Okazaki, I. Fusejima, M. Hotai, T. Watanabe, H. Sugisaki and M. Miyahara (2018) Reliable estimation of IUU fishing catch amounts in the northwestern Pacific adjacent to the Japanese EEZ: Potential for usage of satellite remote sensing images. Marine Policy, **88**, 64-74.
- Oozeki, Y., A. Takasuka, H. Kubota and M. Barange (2007) Characterizing spawning habitats of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), and Pacific round herring (*Etrumeus teres*) in the northwestern Pacific. CalCOFI Reports, **48**, 191-203.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Com. Northw. Atl. Fish. Bull., **9**, 65-74.

- Takahashi, M., A. Kawabata, C. Watanabe, M. Yoneda, D. Ambe and T. Okunishi (2012) Migratory behavior and recruitment process of the Pacific stock of chub mackerel *Scomber japonicus*. PICES-2012 Program and Abstracts, 111.
- 高橋正知・渡邊千夏子・川端 淳・西田 宏・安倍大介・奥西 武・山下紀生・森 賢・橋本 浩・池上直也・森 訓由・岡部 久・斉藤真美 (2010) 粒子追跡を用いたマサバ太平洋系群当歳魚の産卵場からの輸送過程とその成長 (2004~2007 年). 2010 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 71.
- Tamura, T., Y. Fujise and K. Shimazaki (1998) Diet of minke whales *Balaenoptera auctorostrata* in the Northwestern part of the North Pacific in summer, 1994 and 1995. Fish. Sci., **64**, 71-76.
- Tamura, T., K. Konishi and T. Isoda (2016) Updated estimation of prey consumption by common minke, Bryde's and sei whales in the western North Pacific. Paper SC/F16/JR15 submitted to the JARPNI Review Workshop, Tokyo, February 2016, 58pp.
- 渡邊千夏子 (2010) マサバ太平洋系群の繁殖特性の変化とその個体群動態への影響. 水産海洋研究, **74**, 46-50.
- 渡邊千夏子・須田真木・赤嶺達郎・川端 淳・西田 宏 (2012) 許容漁獲量の時空間的配分がマサバ太平洋系群の資源動態に与える影響. 日水誌, **78**, 15-26.
- Watanabe, C. and A. Yatsu (2004) Effects of density-dependence and sea surface temperature on inter-annual variation in length-at-age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the Kuroshio-Oyashio area during 1970-1997. Fish. Bull., **102**, 196-206.
- Watanabe, C. and A. Yatsu (2006) Long-term changes in maturity at age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in relation to population declines in the waters off northeastern Japan. Fish. Res., **78**, 323-332.
- 米田道夫・北野 載・松山倫也・高橋正知・川端 淳・清水昭男 (2013) マサバの加入機構に関する実験アプローチ: 初期生態に及ぼす母性効果と水温影響. 2012 年度春季水産海洋シンポジウム (魚種交替のシンテシス-気候変動による海洋生態系・浮魚資源変動機構およびその科学的理解に基づく社会への貢献) 要旨集, 10.
- Yoneda, M., H. Kitano, M. Nyuji, M. Nakamura, M. Takahashi, A. Kawabata, M. Matsuyama, A. Shimizu, T. Tsuzaki, H. Togashi and Y. Kamimura (2022) Maternal spawning experience and thermal effects on offspring viability of chub mackerel and their influence on reproductive success. Front. Mar. Sci., **23**, 1063468.
- 由上龍嗣・西嶋翔太・上村泰洋・古市 生・井須小羊子・渡部亮介・東口胤成・齋藤 類・石川和雄 (2025) 令和 6 (2024) 年度マサバ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究教育機構, 東京, 96pp, <https://abchan.fra.go.jp/>.
- Zhang, H. (2025) Review of chub mackerel fishery in China in 2024-2025. NPFC-2025-TWG CMSA11-IP05. 19 pp. (available at <https://www.npfc.int/meetings/11th-twg-cmsa-meeting>)

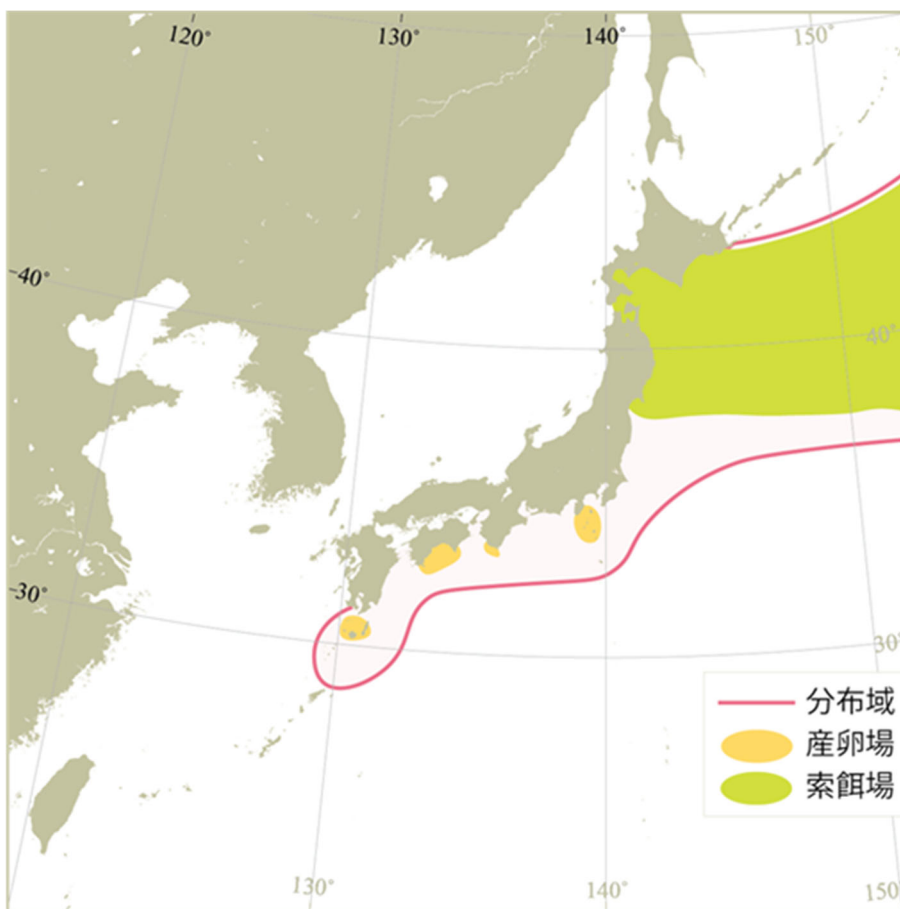


図 2-1. マサバ太平洋系群の分布域と産卵場

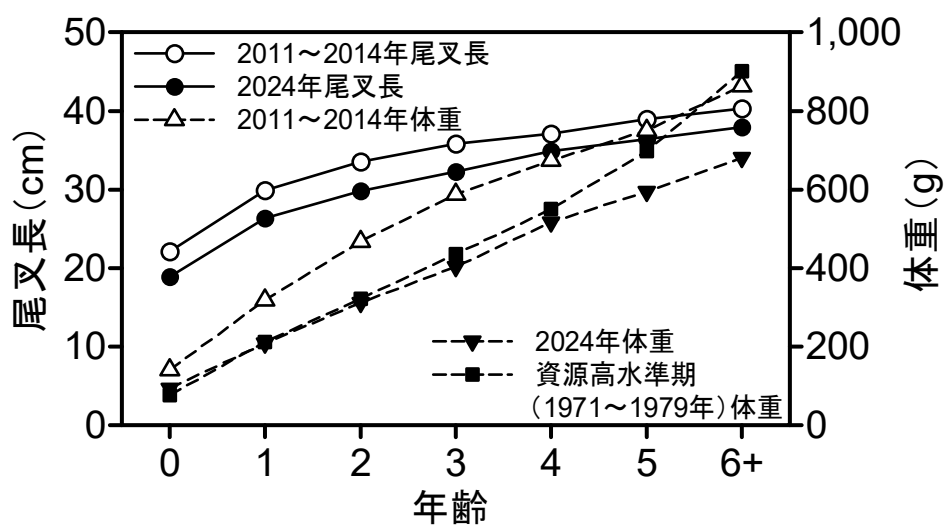


図 2-2. 年齢と成長

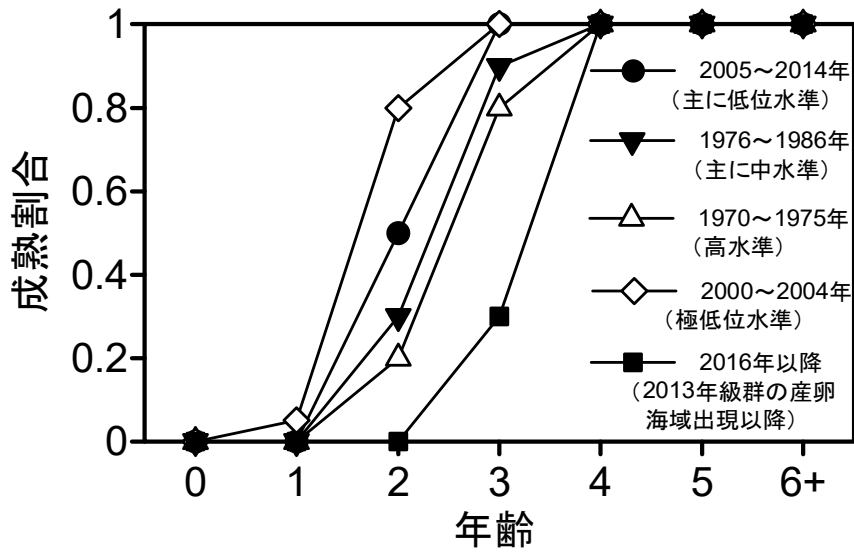


図 2-3. 年齢と成熟割合

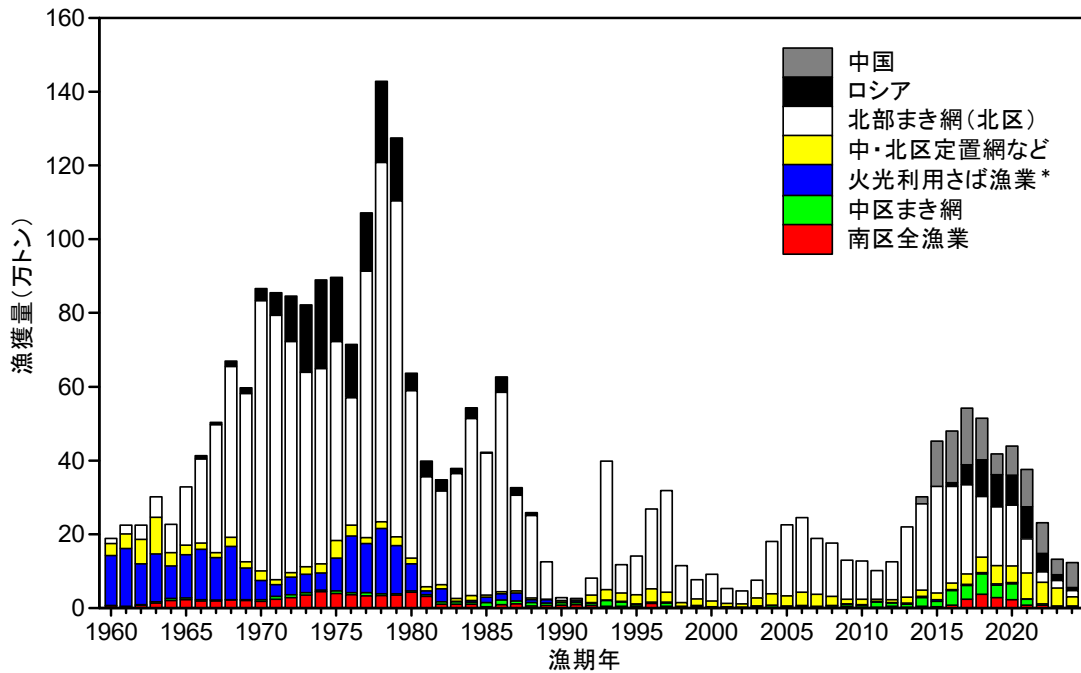


図 3-1. 漁業種類別漁獲量の推移

*火光利用サバ漁業：たもすくい、棒受網。2014年漁期以降の中国およびロシアの漁獲量はNPFCへの報告値。

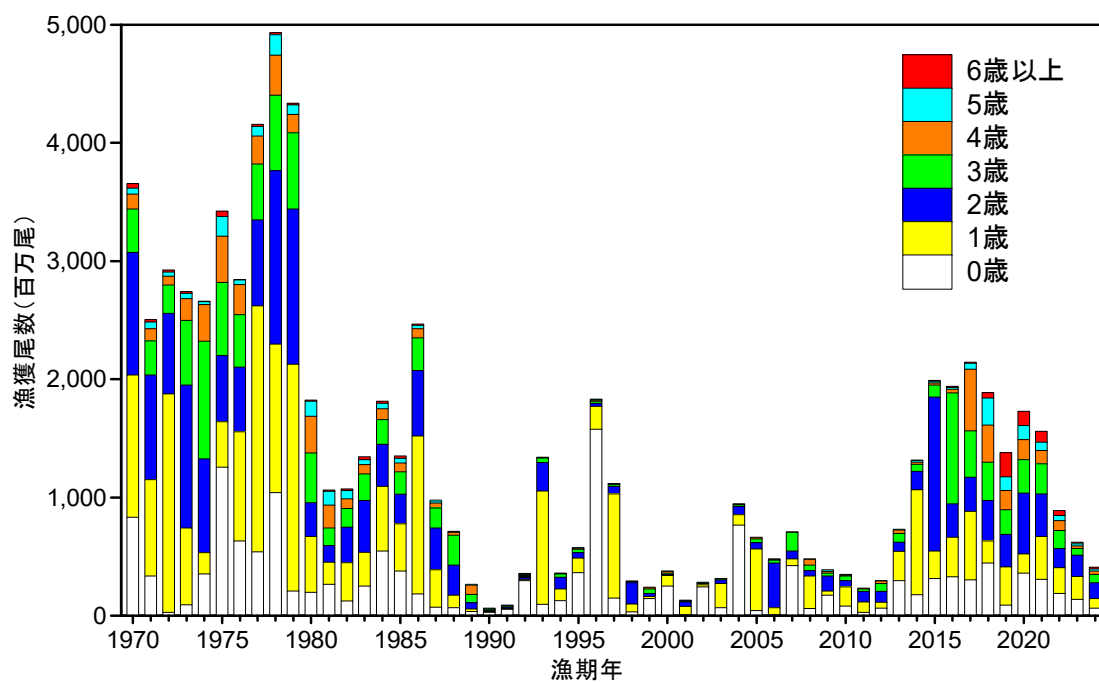


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

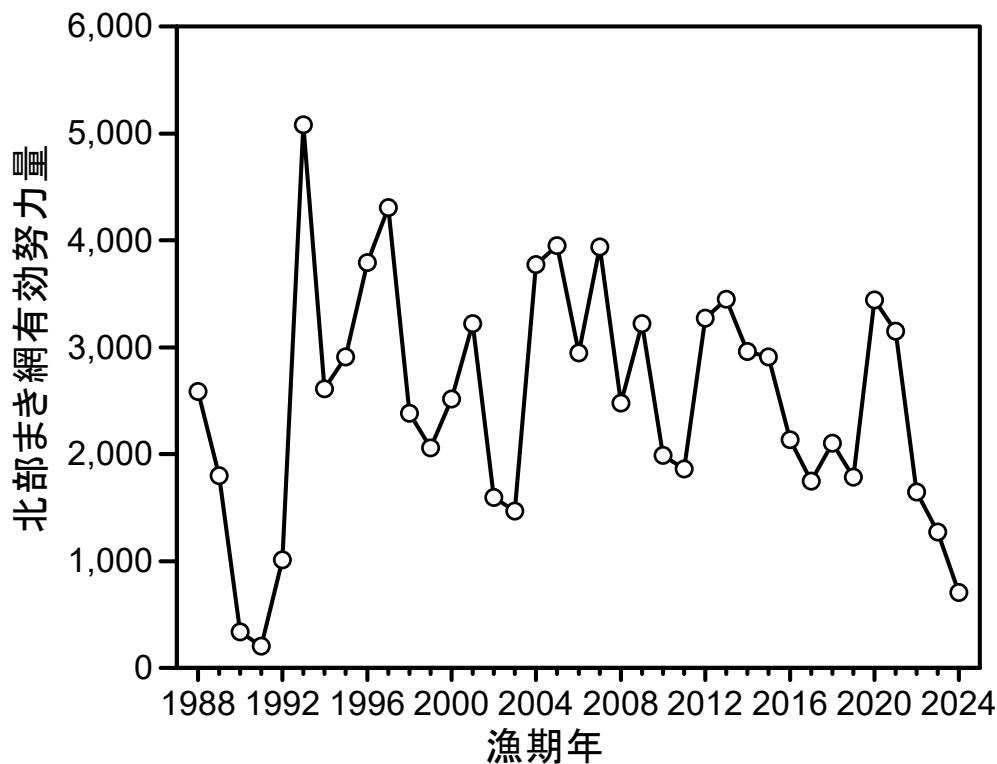


図 3-3. 北部まき網のさば類に対する有効努力量 (JAFIC 資料。補足資料 4)

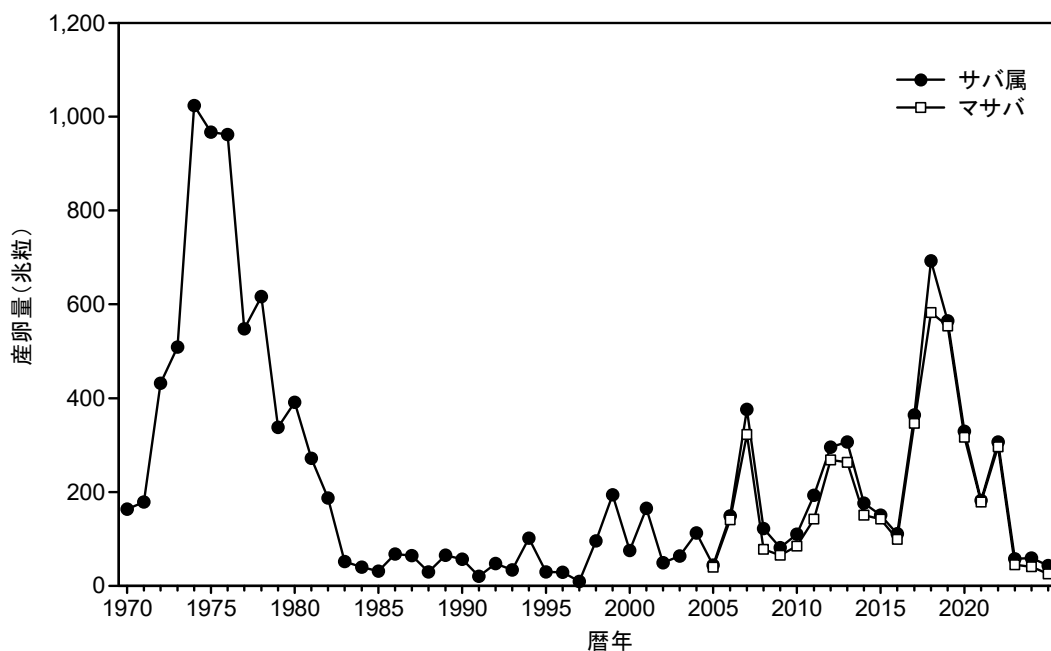


図 4-1. 本邦太平洋側におけるサバ属の産卵量
2005 年以降はマサバを分けて示した。2025 年は 1～7 月までの値。

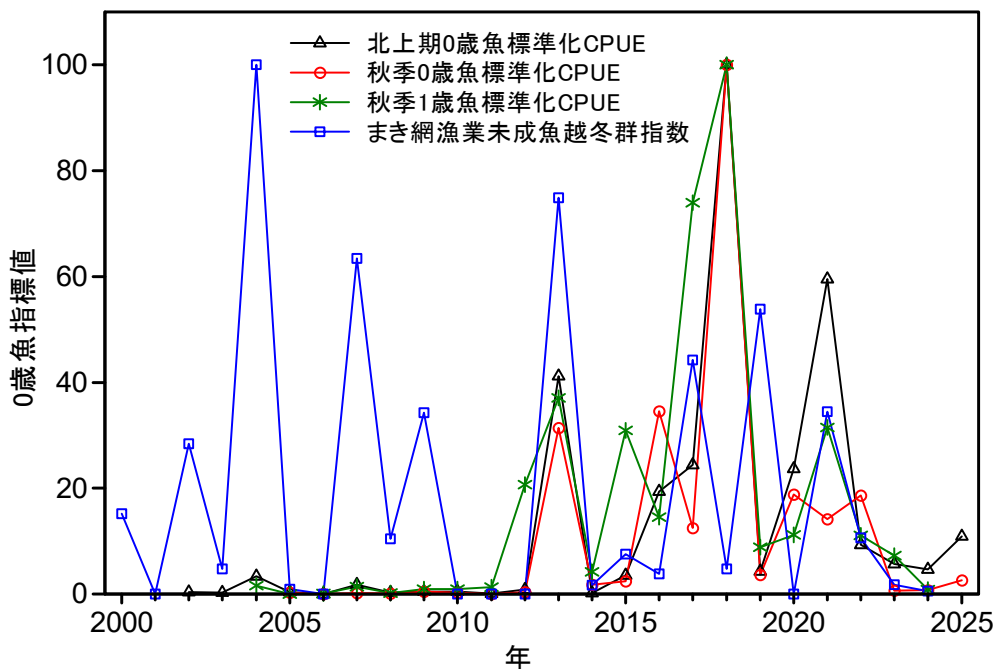


図 4-2. 各種調査（補足資料 4）による加入量指標値の推移
指標値の最大値を 100、最小値を 0 とした場合の相対値。秋季調査 1 歳魚 CPUE は前年の加入量と対応するので 1 年ずらして表示。

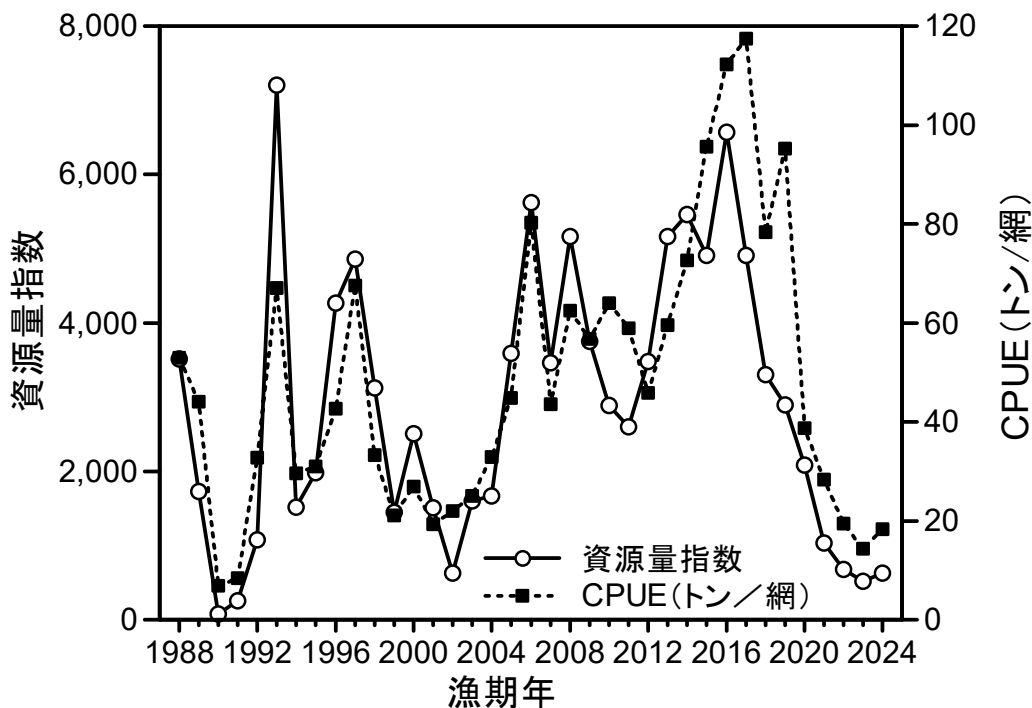


図 4-3. 北部まき網のさば類資源量指数と CPUE の推移 (JAFIC 資料。補足資料 4)

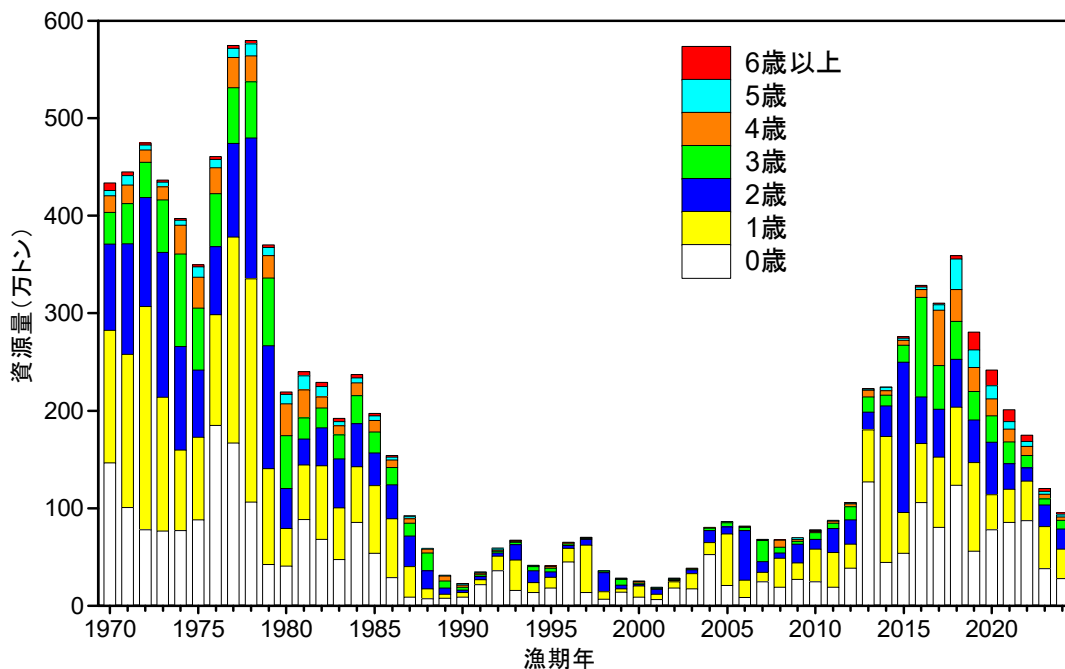


図 4-4. 資源量の推移

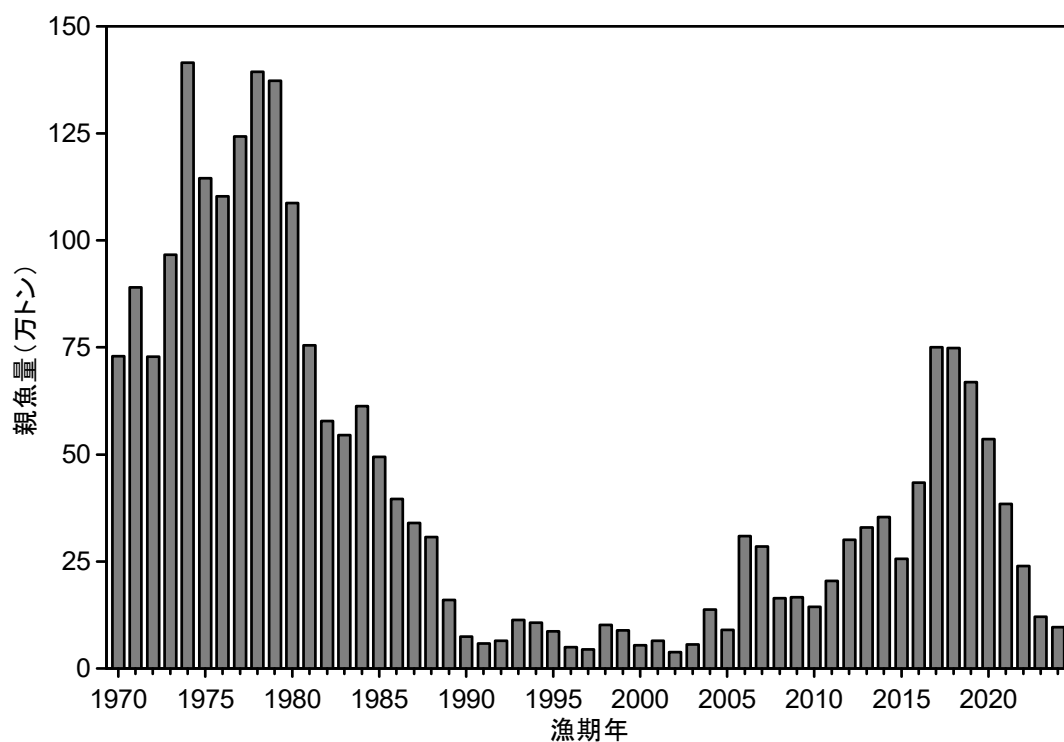


図 4-5. 親魚量の推移

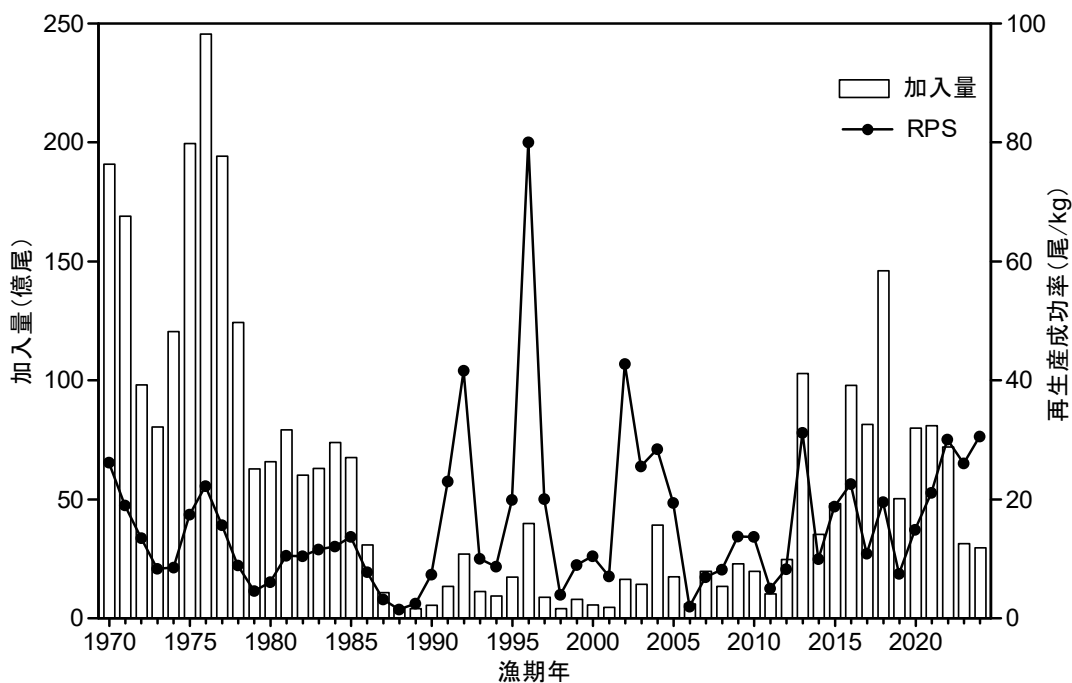


図 4-6. 加入量と再生産成功率 (RPS) の推移

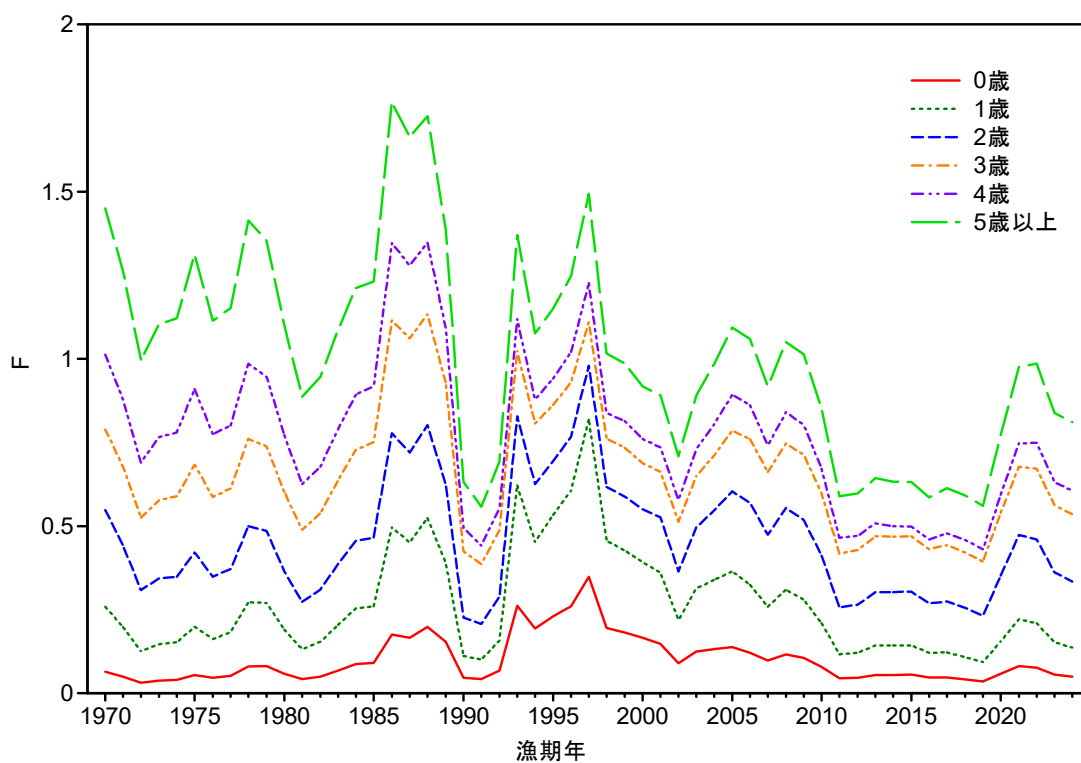


図 4-7. 年齢別漁獲係数 F の推移

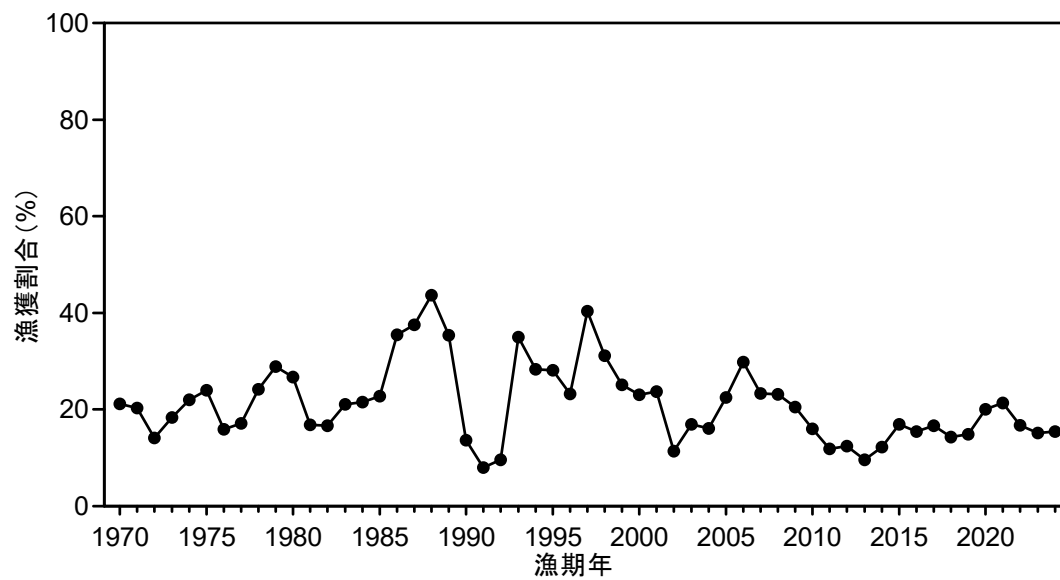


図 4-8. 漁獲割合の推移

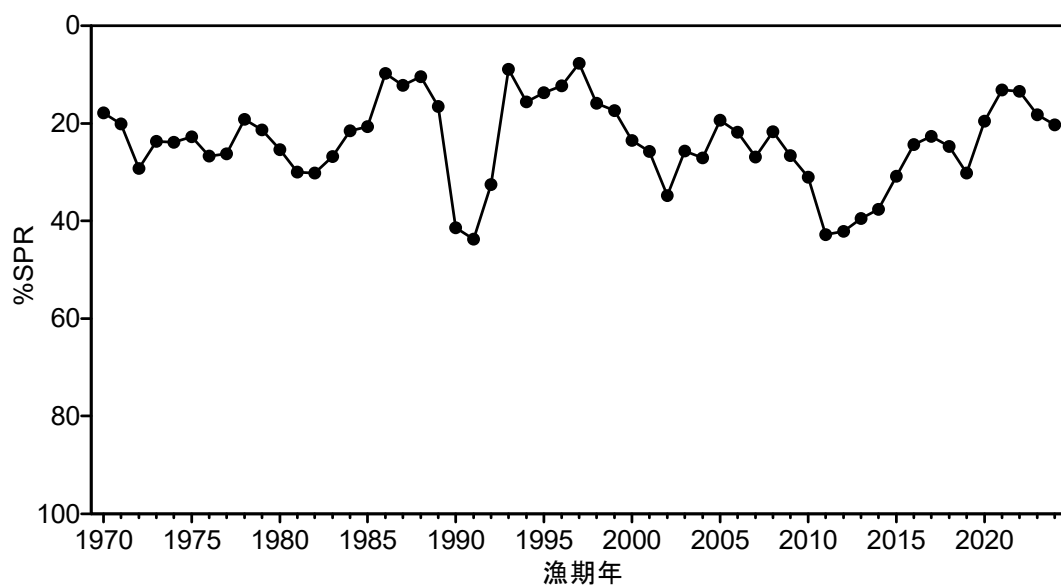


図 4-9. 各漁期年における%SPR 値の推移

%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。

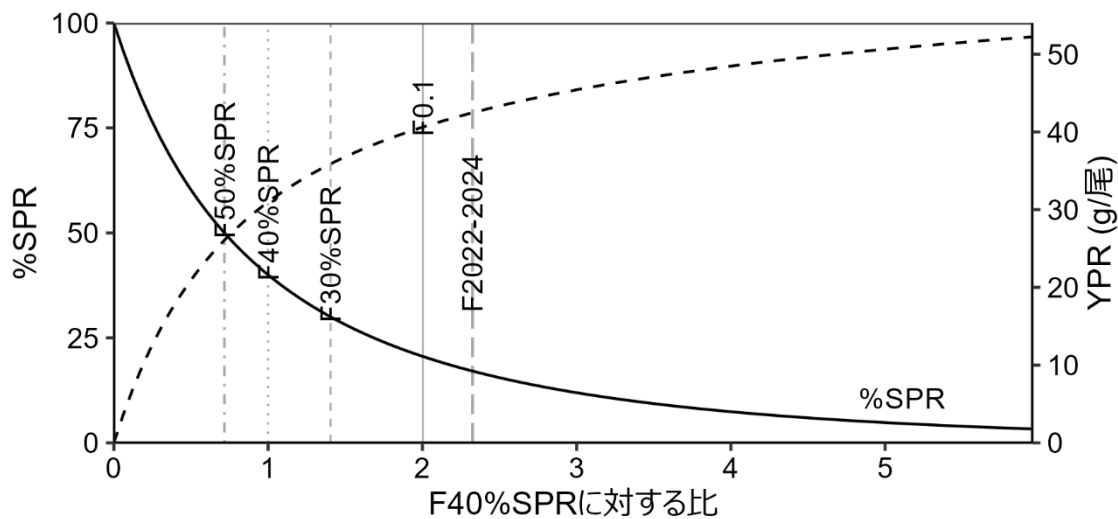


図 4-10. Fmsy proxy (F40%SPR) に対する YPR と%SPR の関係

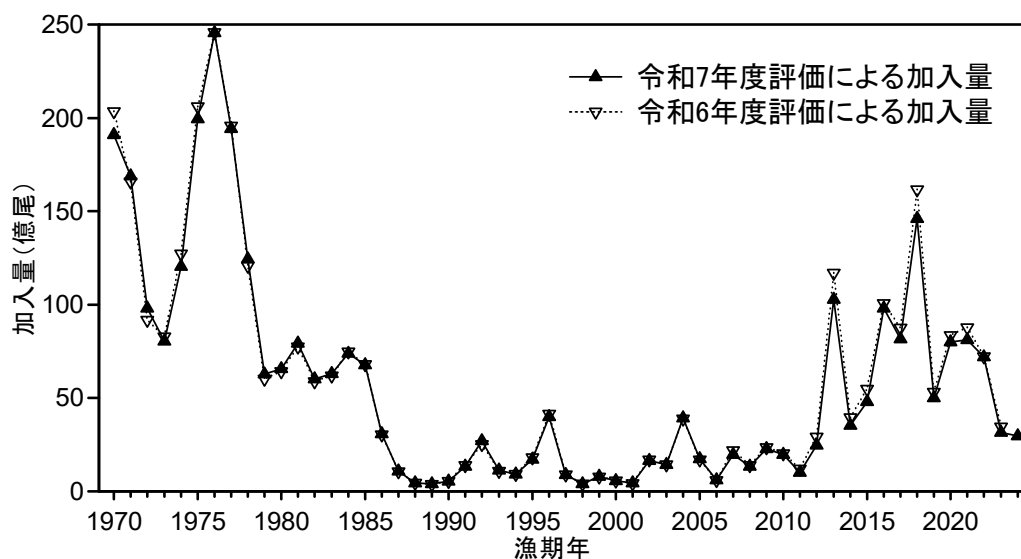


図 4-11. 今年度（令和 7 年度）評価と昨年度（令和 6 年度）評価の加入量の推移
 将来予測における加入予測は令和 6 年度評価の全期間の加入量の幾何平均値として推定された 49.6 億尾から、1 次の自己相関構造を持つ対数正規分布に従って変動し、親魚量と独立に求められると仮定した。

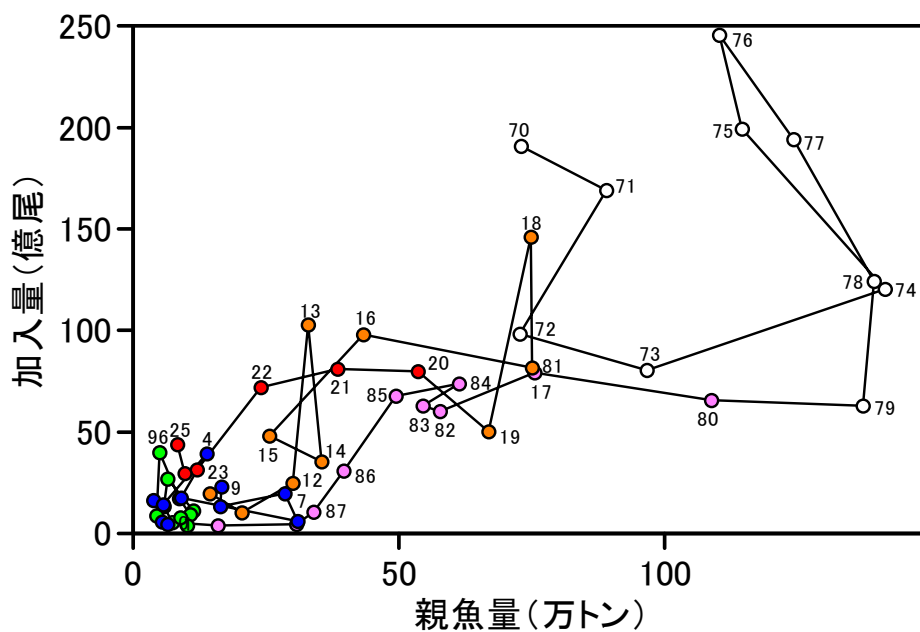


図 4-12. 親魚量と加入量の関係
 年代により色分けを行った。1970 年代：白、1980 年代：桃、1990 年代：黄緑、2000 年代：青、2010 年代：橙、2020 年代：赤。プロット近傍の数字は漁期年を示す。2025 年漁期のプロットは加入量の仮定値により示した。

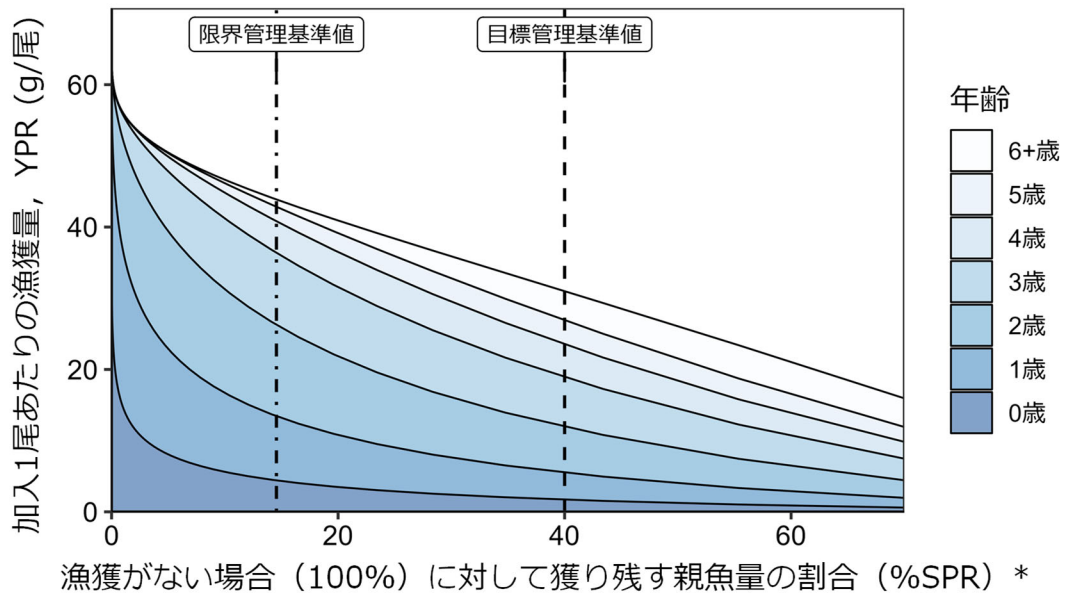


図 4-13. 管理基準値と年齢別漁獲量曲線

将来予測シミュレーションにおける平衡状態での%SPR あたりの年齢別 YPR の平均値とそれぞれの管理基準値の位置関係を示す。

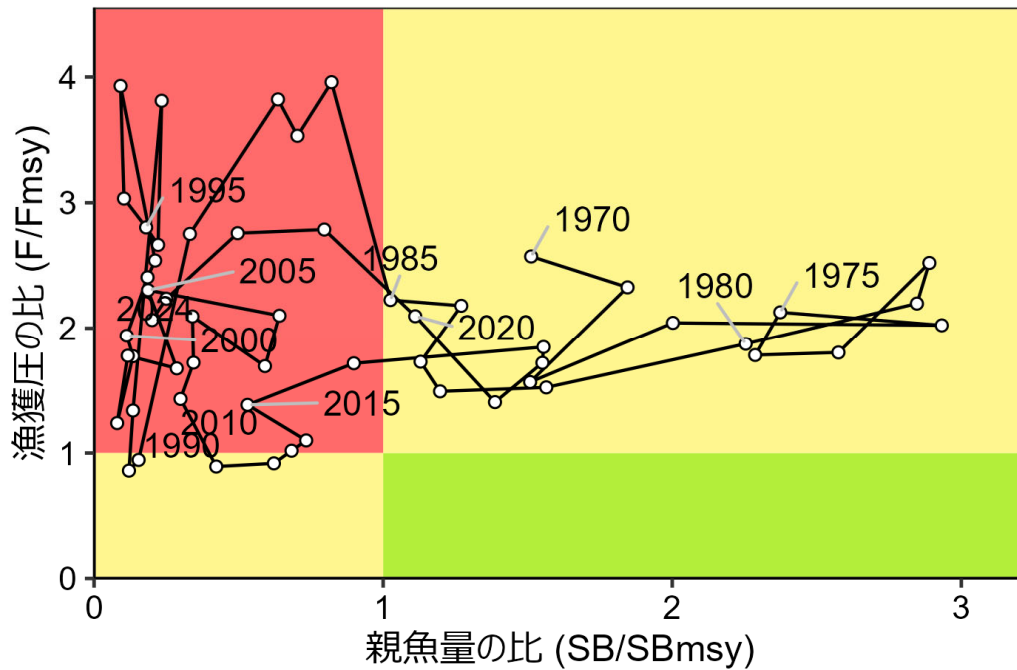
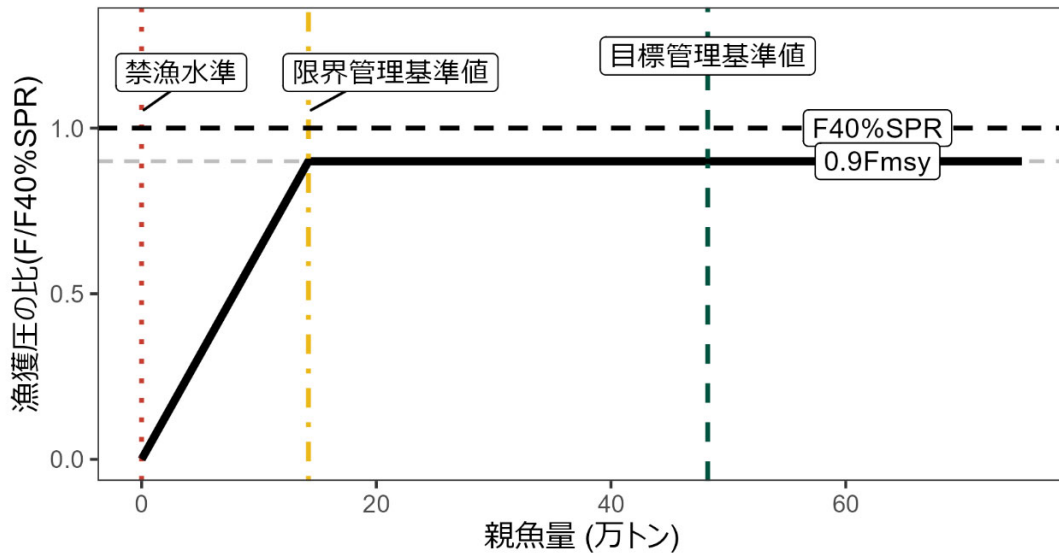


図 4-14. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量の代替値 (SBmsy proxy) と SBmsy proxy を維持する漁獲圧 (Fmsy proxy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

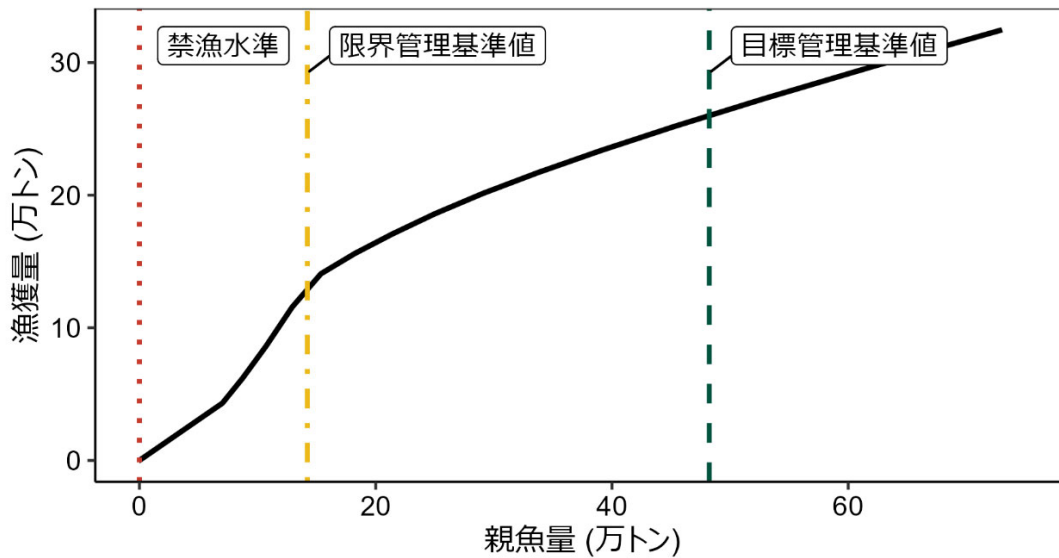


図 5-1. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則

目標管理基準値は最大持続生産量 MSY を実現する親魚量の代替値 (SBmsy proxy : 48.2 万トン) である。限界管理基準値は漁獲がない時の親魚量の 10%の親魚量 (14.2 万トン) であり、禁漁水準は親魚量 0 トンである。調整係数 β には 0.9 が用いられる。線種と色は、それぞれ黒破線が F_{msy} proxy、灰色破線が $0.9F_{msy}$ proxy、黒太線が漁獲シナリオに則した漁獲管理規則、赤点線が禁漁水準、黄一点鎖線が限界管理基準値、緑破線が目標管理基準値を示している。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、平衡状態における平均的な年齢組成となった場合の漁獲量を示している。

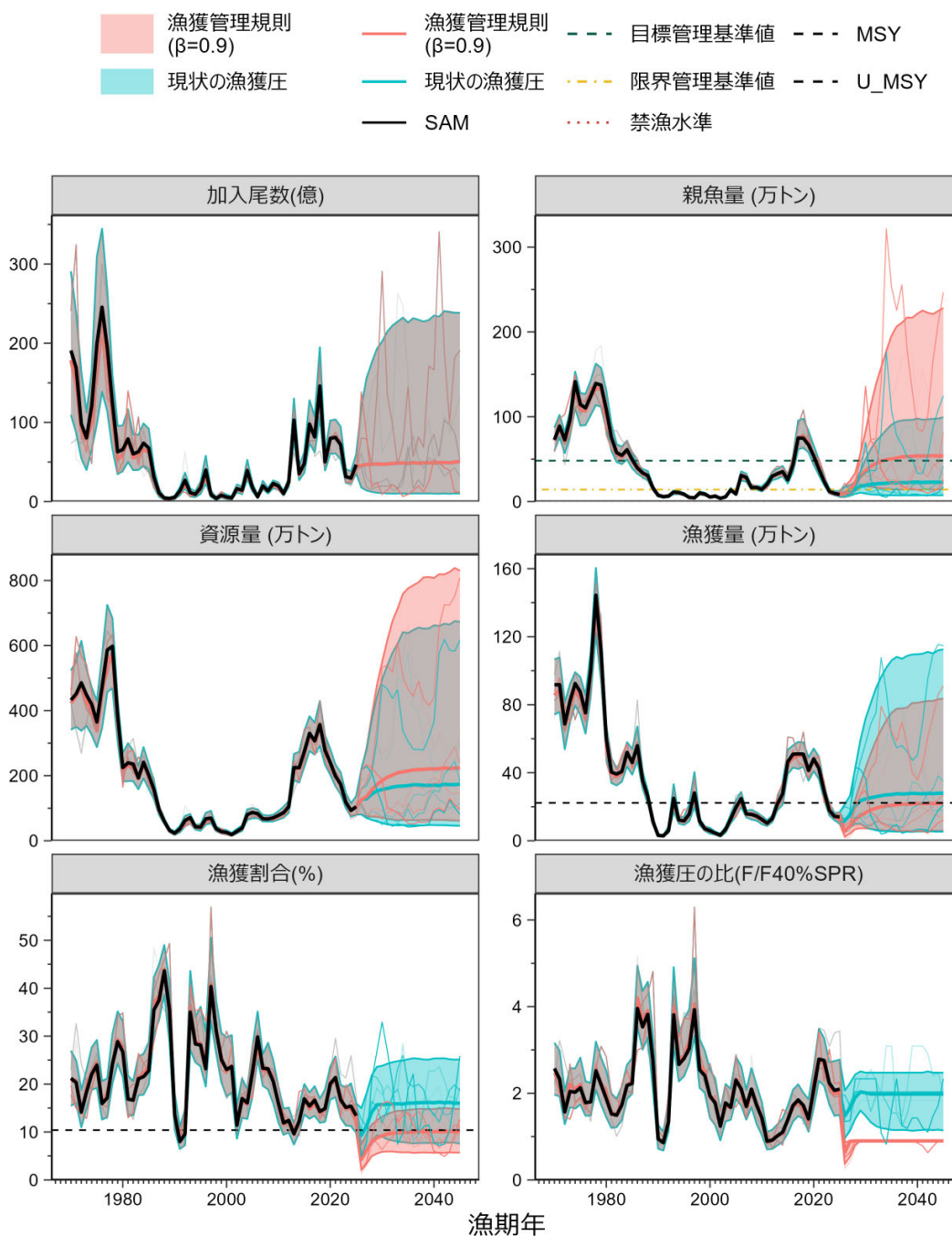


図 5-2. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2022-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）
 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる予測区間、細線は3通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量MSYを、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値を維持する漁獲割合の代替値(Umsy proxy)を示す。本系群の漁獲シナリオでは調整係数 β に0.9が用いられる。2025年漁期の漁獲量は予測される資源量と2024年漁期の漁獲圧(F2024)により仮定した。

表 3-1. 漁業種別・海区別・国別漁獲量（トン）

漁期年 7月～ 翌年6月	合計	日本 合計	ロシア	中国	太平洋北・中区				南区 全漁業
					北区 まき網	定置網等	火光利用 さば漁業*	中区 まき網	
1970	865,471	833,471	32,000	-	733,494	25,319	52,415	4,072	18,171
1971	855,109	793,109	62,000	-	715,905	14,115	31,986	7,253	23,849
1972	845,177	722,572	122,604	-	626,753	12,463	47,507	7,414	28,435
1973	821,531	638,536	182,996	-	527,106	20,188	49,180	7,308	34,753
1974	889,406	649,406	240,000	-	529,706	24,345	47,244	4,535	43,577
1975	896,611	722,805	173,806	-	540,113	46,915	89,945	6,370	39,461
1976	715,078	570,435	144,643	-	345,519	29,261	154,132	5,468	36,055
1977	1,070,984	912,950	158,034	-	722,035	15,933	133,046	9,250	32,686
1978	1,427,837	1,207,487	220,350	-	974,295	17,734	177,393	3,942	34,123
1979	1,275,041	1,104,013	171,028	-	911,006	23,234	130,929	4,347	34,497
1980	637,015	589,399	47,616	-	454,159	15,900	73,075	3,342	42,924
1981	398,394	356,046	42,348	-	298,344	11,811	9,855	4,036	32,001
1982	347,229	317,275	29,954	-	254,320	10,854	35,196	6,325	10,580
1983	378,130	364,628	13,502	-	338,760	8,299	915	6,147	10,506
1984	542,636	513,119	29,517	-	479,173	13,738	4,723	5,473	10,011
1985	422,432	419,724	2,708	-	384,355	5,959	14,196	11,457	3,758
1986	626,925	585,023	41,902	-	540,716	6,263	16,253	12,343	9,448
1987	326,549	305,635	20,914	-	259,765	5,214	21,442	7,658	11,555
1988	258,616	250,914	7,703	-	223,576	5,053	7,095	9,851	5,338
1989	125,291	125,291	-	-	101,051	1,747	8,420	7,610	6,463
1990	27,767	27,767	-	-	7,886	3,615	2,088	6,784	7,395
1991	26,385	26,385	-	-	5,321	1,958	4,924	5,129	9,052
1992	81,493	81,493	-	-	46,727	20,165	2,505	4,766	7,329
1993	397,959	397,959	-	-	348,663	27,732	1,596	15,202	4,766
1994	117,336	117,336	-	-	76,263	23,039	1,757	12,011	4,267
1995	140,569	140,569	-	-	104,151	25,503	1,591	4,862	4,461
1996	269,122	269,122	-	-	217,419	35,861	43	3,655	12,145
1997	318,407	318,407	-	-	275,169	27,874	1,661	9,579	4,124
1998	114,796	114,796	-	-	99,789	10,079	436	3,052	1,440
1999	76,512	76,512	-	-	51,193	18,581	43	3,515	3,181
2000	91,192	91,192	-	-	72,102	15,236	0	2,275	1,579
2001	52,896	52,896	-	-	40,432	8,616	0	1,390	2,458
2002	46,745	46,745	-	-	35,753	8,492	44	1,476	979
2003	75,559	75,559	-	-	48,429	21,822	84	920	4,304
2004	181,144	181,144	-	-	143,135	29,665	189	6,257	1,898
2005	226,256	226,256	-	-	193,026	27,596	388	1,769	3,477
2006	245,091	245,091	-	-	202,515	35,291	2,950	2,492	1,842
2007	188,373	188,373	-	-	151,563	31,996	721	1,690	2,402
2008	176,360	176,360	-	-	144,864	25,159	1,065	2,701	2,571
2009	130,228	130,228	-	-	106,561	12,442	939	5,792	4,494
2010	127,877	127,877	-	-	103,747	14,642	2,540	4,127	2,821
2011	102,020	102,020	-	-	78,163	5,369	2,772	13,048	2,668
2012	125,645	125,645	-	-	102,865	7,611	2,105	9,020	4,044
2013	220,671	220,671	-	-	191,576	16,018	2,766	7,730	2,581
2014	303,965	282,318	36	21,612	233,560	17,620	2,939	23,936	4,263
2015	456,676	329,777	423	126,476	289,416	17,294	4,506	15,689	2,872
2016	465,121	330,043	9,242	125,835	262,463	18,122	1,605	39,720	8,133
2017	532,303	332,271	53,792	146,240	240,934	27,124	2,910	37,531	23,771
2018	513,074	300,773	98,812	113,489	165,742	39,197	3,805	54,727	37,302
2019	410,784	266,835	86,592	57,357	158,584	42,369	4,313	33,724	27,844
2020	438,792	279,005	81,384	78,403	164,757	45,043	3,287	43,120	22,797
2021	376,256	187,098	87,388	101,770	92,650	69,842	1,378	14,850	8,378
2022	231,547	98,511	49,894	83,142	28,985	57,773	559	2,817	8,377
2023	132,228	74,677	15,540	42,011	20,401	48,618	305	1,776	3,577
2024	122,876	47,618	7,233	68,025	17,428	24,786	181	1,405	3,817

*火光利用さば漁業：棒受網、たもすくい。

表 3-2. 年齢別漁獲尾数 (百万尾)

漁期年\年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
1970	834.2	1201.5	1037.3	364.9	127.5	48.9	41.4
1971	334.0	814.6	888.0	288.5	103.7	56.4	18.7
1972	29.0	1846.5	680.7	241.9	73.1	35.3	17.6
1973	93.2	647.1	1210.6	547.6	183.1	46.1	12.2
1974	351.1	182.0	794.1	993.8	310.1	26.4	4.4
1975	1254.2	387.9	560.1	617.5	391.2	164.6	45.9
1976	631.5	923.3	547.8	445.8	251.3	41.6	3.6
1977	539.0	2083.0	726.8	471.9	236.3	81.8	15.6
1978	1039.1	1255.8	1468.4	640.8	338.1	173.0	16.6
1979	208.2	1918.5	1312.2	644.7	158.4	80.2	12.8
1980	199.0	472.1	286.3	419.2	309.8	126.5	11.3
1981	266.2	184.5	142.0	148.7	193.9	114.8	13.4
1982	123.1	323.5	301.4	159.7	80.7	70.5	12.8
1983	250.4	284.1	440.2	225.4	76.2	43.6	23.2
1984	548.5	544.0	358.3	208.1	89.8	45.8	17.7
1985	377.7	397.6	252.5	189.9	74.5	38.3	21.4
1986	182.7	1336.0	554.8	275.9	78.9	27.7	9.1
1987	72.3	315.6	351.6	170.4	41.2	19.2	6.1
1988	66.9	106.5	252.8	253.1	26.4	4.1	1.7
1989	33.8	23.9	53.0	70.5	77.2	4.0	0.6
1990	28.7	6.0	6.0	10.6	6.3	4.2	0.8
1991	52.5	8.1	10.7	8.1	4.7	2.1	0.3
1992	296.7	10.7	13.1	12.0	6.5	10.3	8.0
1993	96.5	957.2	239.7	39.1	5.2	1.7	1.6
1994	128.0	98.1	98.0	28.4	4.8	1.7	1.9
1995	362.1	123.3	48.7	27.6	8.9	3.5	1.7
1996	1578.2	193.0	22.7	19.7	9.7	4.5	2.7
1997	147.2	884.6	60.9	13.3	6.3	3.8	2.3
1998	31.6	68.6	177.4	13.2	1.1	0.3	0.1
1999	144.6	17.2	24.1	40.6	10.1	1.3	0.4
2000	251.8	85.5	13.3	10.8	13.6	0.8	0.3
2001	7.1	68.8	40.1	5.3	3.8	3.0	2.4
2002	243.8	16.6	5.9	6.5	3.6	3.2	1.9
2003	65.7	205.6	32.3	6.5	2.0	1.1	1.0
2004	767.1	86.7	72.0	11.4	4.3	1.4	1.3
2005	41.5	522.9	52.7	32.0	13.2	0.9	1.1
2006	6.3	61.5	376.3	24.9	7.5	1.8	0.5
2007	424.9	53.2	69.5	157.1	3.7	0.8	0.2
2008	59.6	274.9	46.7	44.4	51.1	3.1	1.3
2009	173.8	34.7	127.1	23.5	13.1	15.0	1.3
2010	79.7	162.9	54.0	37.3	9.2	5.7	0.6
2011	28.0	88.2	87.3	21.3	6.6	2.1	0.1
2012	62.7	51.9	90.3	66.4	20.9	4.0	0.6
2013	296.6	247.8	75.5	76.5	25.1	5.0	2.3
2014	175.8	889.1	156.2	59.6	16.8	16.4	0.8
2015	312.8	232.5	1302.3	102.8	17.9	10.4	9.8
2016	326.3	338.5	279.5	940.9	29.4	15.1	12.4
2017	302.9	579.6	290.2	389.0	523.7	47.3	13.3
2018	446.2	184.1	343.9	323.6	313.1	232.1	45.9
2019	86.5	326.8	273.7	210.1	161.7	114.4	206.0
2020	359.3	162.0	517.3	281.8	167.6	119.4	121.9
2021	308.3	360.5	360.9	255.0	113.1	69.0	91.7
2022	187.8	217.8	162.4	152.7	84.8	42.4	42.3
2023	137.2	194.0	180.7	55.8	21.0	19.4	13.9
2024	65.2	80.3	134.2	69.6	28.2	18.6	12.5

表 4-1. SAM による解析結果（漁獲量は解析による推定値であり実漁獲量と異なる）

漁期年	漁獲量 (万トン)	資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	加入量 (億尾)	再生産成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)	%SPR	F/Fmsy
1970	91.7	432.5	72.9	190.86	26.2	21.2	17.88	2.57
1971	91.8	451.6	89.0	168.95	19.0	20.3	20.10	2.33
1972	68.7	485.6	72.8	98.14	13.5	14.1	29.29	1.57
1973	82.1	448.3	96.6	80.37	8.3	18.3	23.74	2.04
1974	92.5	419.5	141.5	120.49	8.5	22.1	23.88	2.02
1975	87.4	364.9	114.5	199.42	17.4	24.0	22.77	2.13
1976	75.2	472.2	110.3	245.56	22.3	15.9	26.73	1.78
1977	100.4	586.2	124.2	194.22	15.6	17.1	26.23	1.80
1978	144.4	597.9	139.4	124.32	8.9	24.2	19.17	2.52
1979	110.8	384.3	137.3	62.85	4.6	28.8	21.38	2.20
1980	60.1	225.0	108.7	65.72	6.0	26.7	25.43	1.87
1981	40.4	239.5	75.5	79.21	10.5	16.9	30.04	1.52
1982	39.2	235.8	57.7	60.18	10.4	16.6	30.20	1.49
1983	40.7	193.1	54.5	62.99	11.6	21.1	26.79	1.73
1984	52.0	241.4	61.3	73.83	12.0	21.5	21.50	2.18
1985	46.0	201.9	49.5	67.63	13.7	22.8	20.73	2.23
1986	55.9	157.7	39.6	30.88	7.8	35.5	9.82	3.96
1987	35.6	94.8	33.9	10.72	3.2	37.5	12.19	3.53
1988	26.2	60.0	30.7	4.48	1.5	43.6	10.44	3.82
1989	11.4	32.1	16.0	3.98	2.5	35.4	16.55	2.75
1990	3.2	23.2	7.4	5.44	7.3	13.6	41.39	0.94
1991	2.9	36.1	5.8	13.37	23.0	8.0	43.72	0.86
1992	6.0	62.6	6.5	27.02	41.6	9.6	32.53	1.34
1993	25.0	71.3	11.3	11.30	10.0	35.0	8.97	3.81
1994	12.2	42.9	10.7	9.28	8.7	28.4	15.61	2.67
1995	11.7	41.7	8.7	17.29	19.9	28.1	13.76	2.80
1996	15.7	67.5	5.0	39.95	80.0	23.2	12.31	3.03
1997	28.1	69.7	4.4	8.85	20.1	40.3	7.74	3.93
1998	11.5	36.8	10.2	3.99	3.9	31.2	15.93	2.54
1999	7.1	28.3	8.9	7.99	8.9	25.1	17.36	2.41
2000	5.9	25.6	5.4	5.68	10.4	23.0	23.53	1.94
2001	4.4	18.8	6.5	4.57	7.0	23.7	25.77	1.77
2002	3.3	28.8	3.9	16.46	42.7	11.4	34.77	1.24
2003	6.6	39.1	5.6	14.36	25.5	17.0	25.71	1.78
2004	12.9	80.3	13.8	39.23	28.4	16.1	27.11	1.68
2005	19.5	87.0	9.0	17.48	19.4	22.5	19.41	2.30
2006	24.8	83.2	30.9	6.05	2.0	29.8	21.85	2.10
2007	15.8	67.7	28.5	19.80	6.9	23.3	26.89	1.69
2008	15.5	66.8	16.4	13.44	8.2	23.2	21.75	2.09
2009	14.5	70.5	16.6	22.87	13.8	20.6	26.65	1.72
2010	12.5	78.1	14.4	19.75	13.7	16.0	31.04	1.43
2011	10.3	86.4	20.4	10.17	5.0	11.9	42.84	0.89
2012	13.0	105.0	30.0	24.70	8.2	12.4	42.12	0.92
2013	21.7	225.1	33.0	102.85	31.2	9.6	39.54	1.02
2014	27.5	224.6	35.4	35.28	10.0	12.2	37.59	1.10
2015	46.4	274.4	25.6	48.07	18.8	16.9	30.88	1.38
2016	50.9	330.2	43.3	97.98	22.6	15.4	24.34	1.72
2017	51.1	306.8	75.0	81.56	10.9	16.6	22.68	1.85
2018	50.9	356.7	74.8	145.98	19.5	14.3	24.78	1.72
2019	41.3	277.5	66.9	50.20	7.5	14.9	30.20	1.41
2020	48.2	240.2	53.6	79.85	14.9	20.1	19.54	2.10
2021	42.6	199.2	38.4	81.05	21.1	21.4	13.17	2.79
2022	29.1	173.9	24.0	71.98	30.0	16.7	13.48	2.76
2023	17.9	118.1	12.1	31.42	26.0	15.1	18.29	2.24
2024	14.3	93.0	9.7	29.56	30.6	15.4	20.28	2.07

表 5-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値を上回る確率

a) 目標管理基準値を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	0	0	1	14	29	38	43	46	48	49
0.9			0	2	16	32	42	47	49	51	52
0.8			1	2	18	35	45	50	53	54	55
0.7			1	3	21	39	49	54	57	58	59
0.6			1	3	23	43	53	58	61	61	62
0.5			1	4	26	47	57	62	64	66	66
0.4			1	5	30	51	61	66	68	69	70
0.3			1	5	34	55	66	70	72	73	74
0.2			1	7	38	60	70	74	76	76	77
0.1			1	8	42	65	74	78	79	80	81
0.0			1	10	47	69	78	81	83	84	84
現状の漁獲圧					0	0	4	11	16	18	20

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	3	22	47	81	95	95	93	92	90	90	89
0.9			49	83	96	96	95	93	92	91	90
0.8			51	85	97	97	96	94	93	93	92
0.7			53	87	97	98	97	95	95	94	93
0.6			54	89	98	98	98	97	95	95	94
0.5			56	90	98	99	98	98	97	96	96
0.4			57	91	99	99	99	98	97	97	96
0.3			59	92	99	99	99	99	98	98	97
0.2			61	93	99	100	99	99	99	98	98
0.1			62	94	99	100	100	99	99	99	99
0.0			64	95	100	100	100	100	99	99	99
現状の漁獲圧					28	49	70	69	68	68	68

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は 2024 年漁期の漁獲圧 (F2024) から予測される 13.2 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2022-2024、 $\beta=2.39$ 相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-2. 将来の平均親魚量（万トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	8.7	11.3	15.4	21.4	32.9	44.5	55.6	65.7	73.3	80.3	86.7
0.9			15.7	22.2	34.4	47.0	59.0	70.1	78.5	86.2	93.3
0.8			16.0	22.9	36.0	49.6	62.8	74.9	84.2	92.7	100.6
0.7			16.3	23.7	37.7	52.4	66.8	80.2	90.5	99.9	108.7
0.6			16.6	24.5	39.5	55.4	71.2	85.9	97.5	108.0	117.7
0.5			17.0	25.4	41.4	58.7	76.0	92.2	105.2	116.9	127.8
0.4			17.3	26.3	43.4	62.2	81.2	99.1	113.7	126.8	139.2
0.3			17.6	27.3	45.6	66.0	86.8	106.7	123.1	137.9	151.9
0.2			18.0	28.3	47.9	70.0	92.9	115.0	133.6	150.3	166.3
0.1			18.3	29.4	50.4	74.4	99.6	124.2	145.2	164.2	182.5
0.0			18.7	30.5	53.0	79.0	106.9	134.4	158.2	179.9	201.0
現状の漁獲圧					12.6	15.4	21.4	26.7	31.2	35.3	38.1

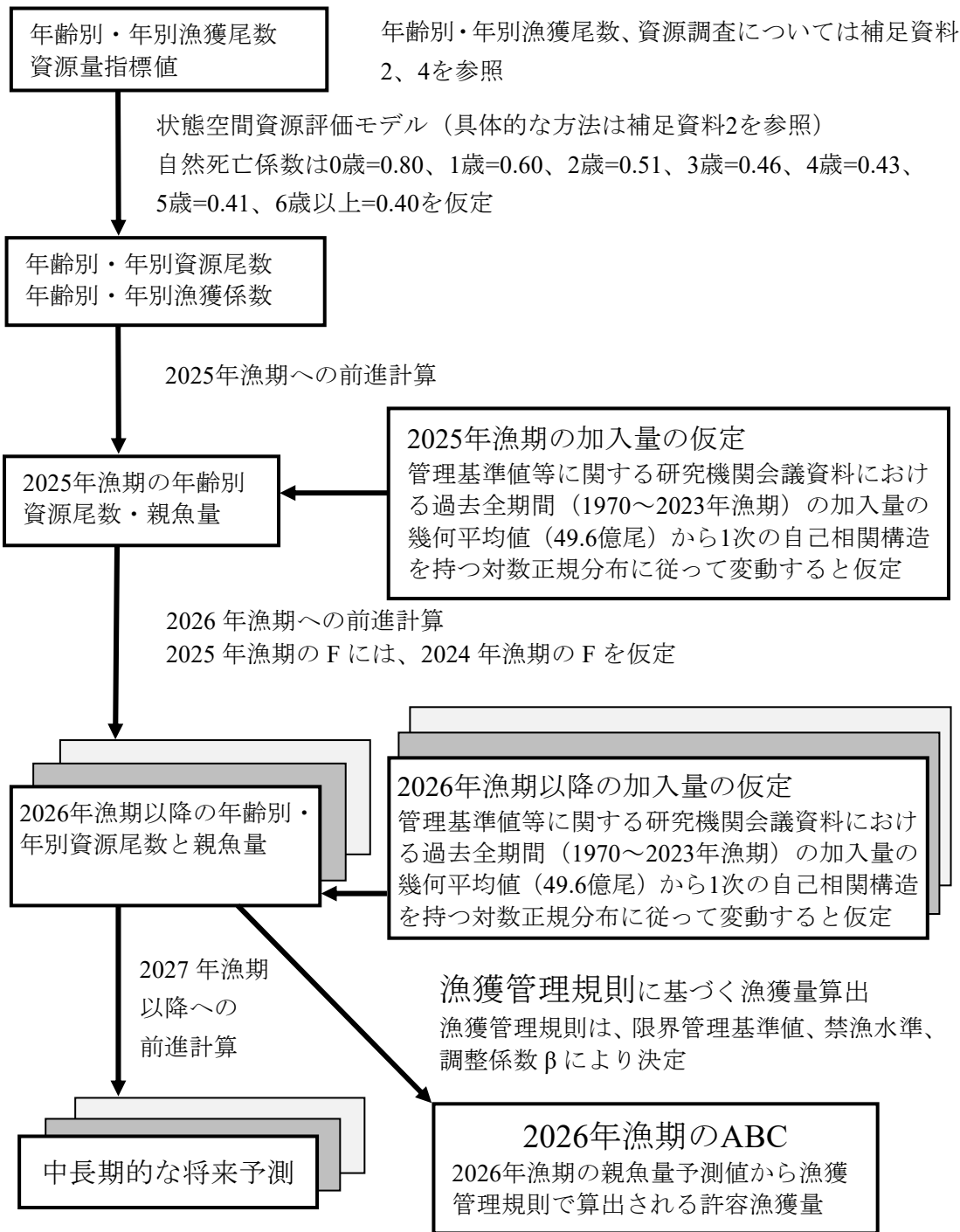
β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は 2024 年漁期の漁獲圧（F2024）から予測される 13.2 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-2024、 $\beta=2.39$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-3. 将来の平均漁獲量（万トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	13.2	6.9	10.3	15.7	20.4	24.6	28.5	31.7	34.1	36.6	38.3
0.9		6.2	9.4	14.5	19.0	23.0	26.8	29.9	32.3	34.7	36.4
0.8		5.6	8.6	13.3	17.4	21.2	24.9	27.9	30.2	32.5	34.2
0.7		4.9	7.7	11.9	15.7	19.3	22.8	25.7	27.9	30.1	31.8
0.6		4.2	6.7	10.5	13.9	17.2	20.5	23.2	25.3	27.4	29.0
0.5		3.5	5.7	9.0	12.0	15.0	17.9	20.4	22.4	24.3	25.8
0.4		2.9	4.7	7.4	10.0	12.5	15.1	17.3	19.0	20.8	22.1
0.3		2.2	3.6	5.7	7.8	9.8	11.9	13.8	15.2	16.7	17.8
0.2		1.4	2.4	3.9	5.4	6.9	8.4	9.7	10.9	11.9	12.8
0.1		0.7	1.2	2.0	2.8	3.6	4.4	5.2	5.8	6.4	6.9
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧			13.0	16.6	24.6	31.7	36.3	40.5	43.7	46.2	48.8

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は 2024 年漁期の漁獲圧（F2024）から予測される 13.2 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-2024、 $\beta=2.39$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 計算方法

(1) 資源計算方法

状態空間資源評価モデル (SAM; Nielsen and Berg 2014) により年齢別資源尾数および年齢別漁獲係数を推定した (補足表 2-1)。7 月～翌年 6 月の漁期年単位とし、親魚は 6 月に産卵、子は 7 月に漁獲加入すると仮定した。年齢別漁獲尾数は、宮崎県～北海道太平洋側における主要漁業および外国による漁獲物について求めた。6 歳以上はまとめて 6+ 歳 (プラスグループ) とした。2014～2023 年漁期における、中国とロシアの年齢別漁獲尾数は、NPFC のマサバ資源評価作業部会で共有・合意されたデータを使用した (Manabe et al. 2025)。ただし、2014～2017 年 (歴年) の中国の年齢別漁獲尾数、2014～2015 年 (歴年) のロシアの年齢別漁獲尾数は正しい値の 1000 分の 1 の値に誤記載されているため、中国の 2017 年漁期第 2 四半期まで、ロシアの 2015 年漁期第 2 四半期までの四半期別年齢別漁獲尾数の値を千倍し、漁期年単位で再集計した。2024 年漁期の中国とロシアの年齢別漁獲尾数は現時点で不明であるので、以下の手順で計算した。

- 1) 2024 年上半期 (1～6 月) のマサバ漁獲量を中国とロシアそれぞれが NPFC マサバ資源評価作業部会に提出した年齢別漁獲尾数と年齢別体重を掛け合わせて求めた。
- 2) 2024 年下半期 (7～12 月) の漁獲量は、NPFC の Annual Footprint の 2024 年の値から (1) で求めた上半期の漁獲量を引いたものとした。この際、中国はゴマサバを漁獲しているため、中国が NPFC を通じて提示したマサバ・ゴマサバ別漁獲量 (Zhang 2025) からマサバ・ゴマサバ比を算出し、Annual Footprint のサバ類合計漁獲量に適用した。
- 3) 2025 年上半期の漁獲量は、2021～2023 年漁期の上半期に対する下半期の比の平均を求め、(2) で求めた 2024 年下半期の漁獲量を掛けて算出した。
- 4) 2024 年漁期の四半期別の年齢別体重は過去 3 年平均とし、漁獲尾数の年齢構成 (各年齢の割合) も 2021～2023 年の平均と等しいと仮定して、(2) と (3) で求めた漁獲量と一致するように年齢別漁獲尾数を求めた。
- 5) 四半期を足し合わせて、2024 年漁期の年齢別漁獲尾数を求めた。

NPFC で合意された 2014～2023 年漁期と、上記手法で算出した 2024 年漁期の年齢別漁獲尾数と漁獲尾数の年齢別割合を補足図 2-1～2-6 に示した。日本の年齢別漁獲尾数では、2013 年級群が占める割合が 2014～2019 年漁期まで高かったことが読み取れる一方、中国、ロシアでは明瞭でない (補足図 2-1、2-2、2-3)。また漁獲尾数の年齢別割合を見ると、日本の 2016～2019 年漁期では 2 歳以下が占める割合は比較的 low だったが、その他の漁期年では他国と比較しても低くない (補足図 2-4)。中国はすべての漁期年で 2 歳以下が占める割合が比較的高い一方、ロシアは 2014、2015 年漁期を除いて 2 歳以下が占める割合は比較的 low 値で推移している (補足図 2-5、2-6)。

年齢別体重、年齢別成熟割合、自然死亡係数 (M) は基本的に、NPFC マサバ資源評価作業部会で合意されたものを使用した (Manabe et al. 2025)。ただし、2024 年漁期の中国とロシアの年齢別体重は不明なので、日本の漁獲物の値を使用した。年齢別成熟割合は、日本の資源評価で使われていた値を NPFC で使用することになっているので昨年度評価からの変更はない。自然死亡係数 M は年齢別の値として、以下を用いた： 0 歳 : 0.80、1 歳 : 0.60、2 歳 : 0.51、3 歳 : 0.46、4 歳 : 0.43、5 歳 : 0.41、6+ 歳 : 0.40)。

y 年における a 歳の資源尾数 $N_{a,y}$ の個体群動態は以下で表される。

$$\log(N_{0,y}) = \log(R_0) + \varphi[\log(N_{0,y-1}) - \log(R_0)] + \eta_{0,y}, \quad (1)$$

$$\log(N_{a,y}) = \log(N_{a-1,y-1}) - F_{a-1,y-1} - M_{a-1,y-1} + \eta_{a,y}, \quad 1 \leq a \leq 5 \quad (2)$$

$$\log(N_{6+,y}) = \log(N_{5,y-1}e^{-F_{5,y-1}-M_{5,y-1}} + N_{6+,y-1}e^{-F_{6+,y-1}-M_{6+,y-1}}) + \eta_{6+,y}, \quad (3)$$

加入量は一定の値 (R_0) の周りに変動し、その変動が 1 次の自己相関を持つことを仮定した (式 1)。使用する管理基準値との整合性を取るために、加入量の幾何平均値 (R_0) は、令和 6 年度の研究機関会議時点での推定値である 49.6 億尾 (西嶋ほか 2025) として固定した。なお、このパラメータを推定した場合、加入量の幾何平均値 (R_0) は 51.2 億尾であり、対数尤度および加入量等の推定値はほとんど変わらなかった。また、SAM では 1 歳魚以上の個体群動態にも過程誤差 ($\eta_{a,y}$) が含まれている (式 2, 3)。

年齢別漁獲係数は多変量正規分布によるランダムウォークを仮定した。

$$\log(\mathbf{F}_y) = \log(\mathbf{F}_{y-1}) + \boldsymbol{\xi}_y, \quad (4)$$

ここで $\mathbf{F}_y = (F_{1,y}, \dots, F_{A-1,y})^T$ 、 $\boldsymbol{\xi}_y \sim \text{MVN}(0, \boldsymbol{\Sigma})$ であり、 $\boldsymbol{\Sigma}$ は多変量正規分布における分散共分散行列である。直交成分は σ_a^2 とし、年齢間の共分散には相関係数 ρ を用いて、 $\rho^{|a-a'|} \sigma_a \sigma_{a'}$ ($a \neq a'$) と仮定することで、年齢別漁獲係数の年齢間での相関の強さを年齢の近さに依存するようにした。最高齢のプラスグループの F については、VPA と同じく $F_{6+,y} = F_{5,y}$ を仮定した。

年齢別漁獲尾数は

$$\log(C_{a,y}) = \log\left(\frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M_{a,y}} (1 - \exp(-F_{a,y} - M_{a,y})) N_{a,y}\right) + \varepsilon_{a,y} \quad (5)$$

で表され、観測誤差は $\varepsilon_{a,y} \sim N(0, \tau_a^2)$ として正規分布を仮定した。また資源量指標値 (補足表 2-2 および補足資料 4 を参照のこと) は

$$\log(I_{k,y}) = \log(q_k X_{k,y}^{b_k}) + \eta_{k,y}, \quad (6)$$

で表され、観測誤差は $\eta_{k,y} \sim N(0, v_k^2)$ として正規分布を仮定した。 I は各指標の観測値、 q および b はそれぞれ、比例定数と非線形性を表す推定パラメータ、 X は指標値の対象 (詳細な Nakayama et al. 2025 を参照のこと)、添え字の k は 7 つの指標 (補足表 2-2) を表す。2025 年漁期の指標値を適合させるのに必要な 2025 年漁期の年齢別体重は 2022~2024 年漁期の年齢別体重の平均値を、2025 年漁期の年齢別成熟割合は 2016 年漁期以降に使用している値を、それぞれ用いた。

NPFC のマサバ資源評価技術作業部会における AIC 規準に基づくモデル選択の結果に基づき (Nakayama et al. 2025)、パラメータに以下の制約を課した。

- 年齢別資源尾数の過程誤差は、0 歳と 1 歳魚以上で異なる分散をもつことを仮定

$$\eta_{0,y} \sim N(0, \omega_R^2), \eta_{a,y} \sim N(0, \omega_{S,a}^2) \quad (a > 0) \quad (7)$$

- 漁獲死亡係数のプロセスエラーの標準偏差はある年齢間で共通すると仮定

$$\sigma_0 = \sigma_1, \sigma_3 = \dots = \sigma_{A-1}, \quad (8)$$

- 年齢別漁獲尾数の観測誤差の標準偏差がある年齢間で共通すると仮定

$$\tau_2 = \tau_3, \tau_4 = \tau_5 \quad (9)$$

- たもすくい標準化 CPUE、標準化産卵量、中国まき網 CPUE およびロシアトロール CPUE は線形関係を仮定

$$b_3 = b_4 = b_6 = b_7 = 1 \quad (10)$$

尤度はプロセス誤差と観測誤差の確率を掛け合わせた以下の式で表される：

$$L(\theta, \alpha | x) = \prod_{1971}^{2025} \{\phi[\alpha_y - T(\alpha_{y-1}) | \theta]\} \times \prod_{1970}^{2025} \{\phi[x_y - \hat{x}_y | \theta, \alpha]\}. \quad (11)$$

θ は固定効果のパラメータ (補足表 2-3)、 α はランダム効果のパラメータ ($\log(N_{a,y})$, $\log(F_y)$) で x は観測されたデータ ($\log(C_{a,y})$, $\log(I_{k,y})$) である。 ϕ は多変量正規分布の尤度関数、 T は $y-1$ 年の状態変数から y 年の状態変数を予測するときの関数 (式 1-4)、 \hat{x}_y は y 年の観測の予測値 (式 5-6) を表している。ここから、ランダム効果 α について周辺化した尤度を最大化するように固定効果 θ を推定した：

$$L_M(\theta | x) = \int L(\theta, \alpha | x) d\alpha \quad (12)$$

この際、複雑な積分計算が必要となるため、ラプラス近似を使用した。さらに、推定された固定効果の下で、経験ベイズ法を用いて、式 11 の尤度を最大化するようにランダム効果を推定した。解析は R パッケージの TMB (Kristensen et al. 2016) および frsam (version 1.0.4, <https://github.com/ShotaNishijima/frsam/releases/tag/v1.0.4>) を用いて行った。ランダム効果は対数スケールで推定されるため、TMB で実装されている資源尾数や漁獲係数の平均値のバイアス補正を行った (Thorson and Kristensen 2016)。SAM の設定については、西嶋ほか (2024) に詳しい。

SAM によって推定された資源量、親魚量、加入量、漁獲割合の結果を補足図 2-7 に示す。なお、資源量に対する漁獲量の比である漁獲割合の計算に際して、漁獲量には SAM で推定された年齢別漁獲尾数と生物測定から求めた年齢別体重 (補足表 2-1) の積和を使用した。固定効果のパラメータの勾配は十分に 0 に近く、標準誤差も適切に推定されていた (補足表 2-3)。また、パラメータの初期値を変化させたジッタ解析やプロファイル尤度解析 (補足図 2-8) も行い、大域解に収束していることを確認した。レトロスペクティブ解析の結

果、資源量や加入量にやや過大なレトロスペクティブパターンが見られた（補足図 2-9）。各指標値に対する当てはまりは全般には良いものの（補足図 2-10）、たもすくい標準化 CPUE において残差に時間的な傾向が見られた（補足図 2-11）。資源量指数と年齢別漁獲尾数における 1 ステップ予測残差（one step ahead residual）を補足図 2-12 と 2-13 に示す。1 ステップ予測残差は、あるデータを除いて、固定効果はすべてのデータから得られたもので固定したうえでランダム効果の再推定を行い、除いたデータを予測し、その予測値と実際の観測値との差を残差としたものである。これにより、時系列解析における逐次的な予測精度やデータ再現性の検証が可能となる。また、1 ステップ予測残差は、自己相関構造やモデルの適合性、構造的な誤差の評価にも用いられる。例えば、今回の解析では、たもすくい標準化 CPUE において 1 ステップ予測残差の自己相関が見られることが示された（補足図 2-12）。さらに、1 ステップ予測残差の QQ プロットを図示した結果、いくつかのデータにおいて、期待よりも小さな残差を持つ傾向が明らかになった（補足図 2-14）。各資源量指標を除き、資源量等の推定値を比較したところ（leave-one-out index analysis）、北上期標準化 CPUE を除くと加入量のパターンが変わるものの、それ以外の推定値は各指標の除去に対して頑健であった（補足図 2-15）。年齢別漁獲尾数の過程誤差は 0 歳で大きかった一方で、2018 年級以降において 1 歳魚以上の過程誤差が負になることが多かった（補足図 2-16）。このことは、近年、1 歳魚以上での自然死亡率が仮定している値よりも高い、または対象海域外に移出していることを示唆している。最後に、年齢別漁獲尾数および資源量指標値の予測値と標準偏差からブートストラップデータを 100 個生成し、それぞれに対して同じモデルを当てはめた。その結果、資源量等のブートストラップ推定値はおおむね元データにおける点推定値と一致した（補足図 2-17）。

(2) 将来予測方法

SAM の個体群動態では、1B ルールの基本設定である加入量が親魚量によらないという仮定に基づき、加入量が 1 次の自己相関に従うと仮定して、解析を行った：

$$\log N_{0,y+1} \sim \text{Normal}(\log R_0 + \phi[\log N_{0,y+1} - \log R_0], \omega_0^2), \quad (13)$$

ここで、 $N_{0,y}$ は y 年の加入量、 R_0 は加入量の幾何平均値、 ϕ は自己相関係数、 ω_0^2 は加入量の過程誤差の分散である。パラメータは、管理基準値の整合性を取るために、研究機関会議時点での SAM の結果の値である $R_0 = 49.6$ [億尾] で固定し、その他のパラメータは SAM で今年度推定された $\hat{\phi} = 0.82$, $\hat{\omega}_0 = 0.73$ と推定された値を使用した。

1B ルールを適用するには当たっては、折れ点を固定した HS 型再生産関係を使用するが、本資源では過去最低親魚量 ($\hat{b} = 4.2$ [万トン]) を折れ点とした。折れ点以上で加入量の幾何平均値が SAM の推定値 R_0 (49.6 億尾) と一致するように、原点における傾きは $\hat{a} = 11.8$ [万尾/トン] とした。自己相関係数と過程誤差は SAM で推定された値を用いた（補足表 2-4）。

なお、本資源では将来予測および管理基準値計算に資源量推定値の不確実性を考慮する

ために、SAM で得られた結合精度行列 (joint precision matrix) から固定効果とランダム効果のリサンプリングを行ったが、その際、昨年度と同じく、SAM で R_0 と φ は点推定値で固定した。リサンプリングしたそれぞれの結果について、100 回ずつの将来予測を行い、合計 10,000 回のシミュレーションを行った。

また、SAM の個体群動態に基づき、本資源の将来予測では 1 歳魚以上の資源尾数の過程誤差も考慮した：

$$N_{a+1,y+1} = \begin{cases} N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) \exp(\eta_{a+1,y+1}), & 0 \leq a \leq 4 \\ [N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) + N_{a+1,y} \exp(-F_{a+1,y} - M_{a+1})] \exp(\eta_{a+1,y+1}), & a = 5 \end{cases} \quad (14)$$

$\eta_{a,y}$ は y 年の a 歳における過程誤差で、

$$\eta_{a,y} \sim \text{Normal}(0, \omega_a^2)$$

である。過程誤差の大きさを表す標準偏差は 1 歳魚以上で共通とし、SAM における推定値 $\hat{\omega}_{1-6+} = 0.33$ を使用した。

SAM では資源量等のパラメータの不確実性を推定しやすいことから、将来予測においてパラメータの不確実性を考慮した。SAM で推定された固定効果とランダム効果の結合精度行列から多変量正規分布を用いて乱数を発生させ、固定効果とランダム効果のリサンプリングを 100 回繰り返した。ただし、前述の通り、再生産関係の頑健性を担保するため、加入量の幾何平均値と残差の自己相関係数については点推定値で固定した。そのため、将来の個体群動態で考慮されている不確実性は初期状態 (将来予測開始年：2025 年漁期)、年齢別資源尾数の過程誤差 (ω_a) である。Fmsy の代替値を使用する場合は表 2 に示した選択率の下で将来予測を行ったが、現状の漁獲圧での予測の際は、年齢別漁獲死亡係数の不確実性を考慮した。

2025・2026 年漁期における年齢別体重は、2022～2024 年漁期の年齢別体重の平均値を仮定した。2027 年漁期以降の年齢別体重は研究機関会議に使用したのと同じ値を用いた。将来の成熟割合は 2016 年漁期以降に使用している値を用いた。2025 年漁期の漁獲圧は 2024 年漁期の漁獲圧 (F2024) を仮定した。

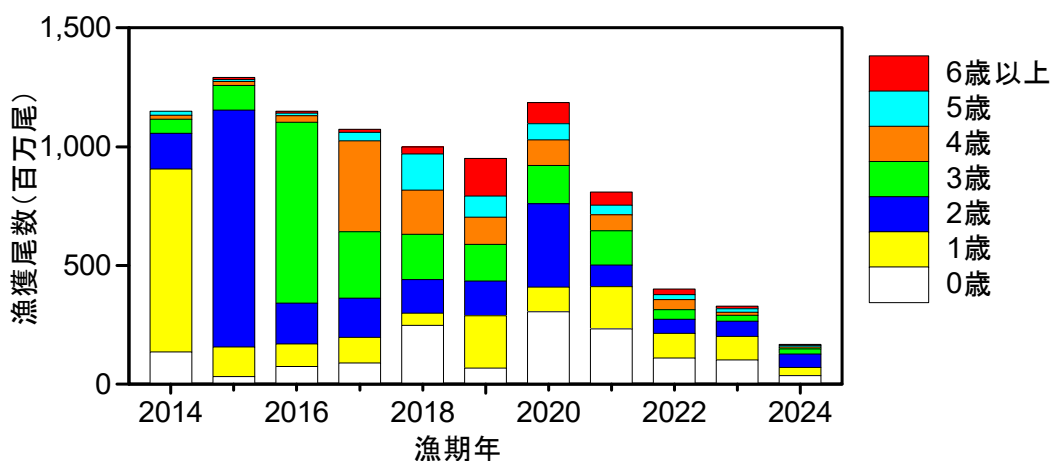
2026 年漁期以降の漁獲圧は、「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。漁獲管理規則は、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には Fmsy proxy に調整係数 β を乗じた漁獲圧とし、親魚量が限界管理基準値を下回った場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則である。調整係数 β は水産政策審議会で決定された 0.9 を基本シナリオとし、0～1 の範囲を 0.1 刻みで変化させたシナリオについても将来予測を行った。親魚量が限界管理基準値未満である場合の漁獲圧は、当年の親魚量に応じた係数を乗じて $\gamma(\text{SBt}) \times \beta \text{ Fmsy proxy}$ として求めた。ここで $\gamma(\text{SBt})$ 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、(15) 式により計算した。

$$\gamma(SB_t) = \frac{SB_t - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}} \quad (15)$$

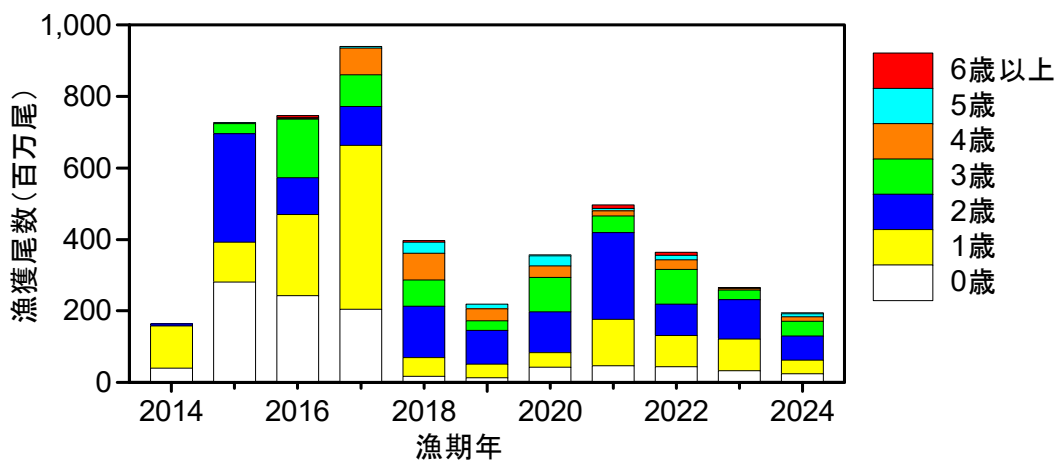
将来予測における、そのほかの設定については補足表 2-5 の値を用いた。将来予測および管理基準値の計算には、統計ソフトウェア R (version 4.2.1) 用計算パッケージ frasyr (version 2.4.0.3) を用いた。

引用文献

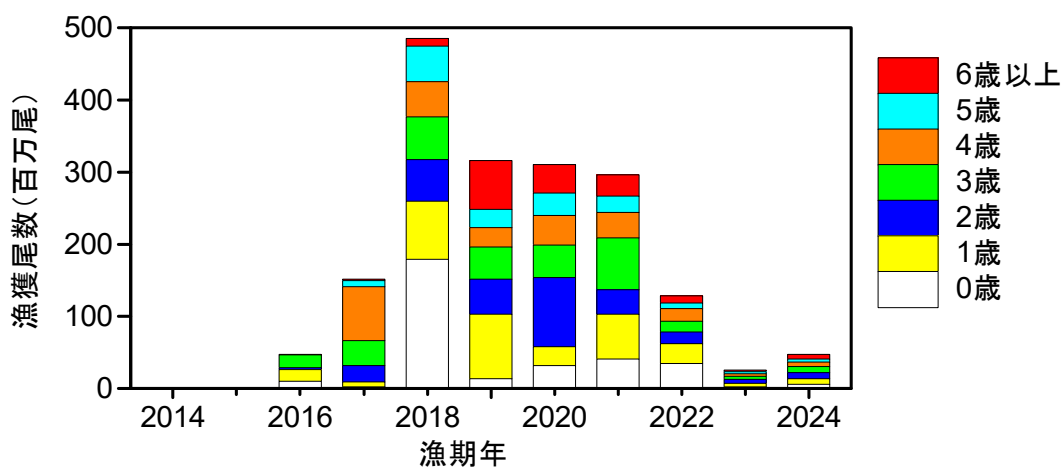
- Kristensen, K., A. Nielsen, C. W. Berg, H. Skaug and B. M. Bell (2016) TMB: Automatic differentiation and laplace approximation. *J. Stat. Softw.*, **70**, 1-21.
- Manabe, A., K. M. Gazi and K. Oshima. (2025) The data description for the base case stock assessment of chub mackerel *Scomber japonicus* in the northwestern Pacific Ocean for 2025 assessment. NPFC-2025-TWG CMSA11-WP03 Rev. 39 pp. (available at <https://www.npfc.int/meetings/11th-twg-cmsa-meeting>)
- Nakayama, S., S. Nishijima, M. Ichinokawa, A. Manabe, K. Oshima and J. Rice (2024) Candidate base cases for the stock assessment for chub mackerel in Northwest Pacific Ocean in 2025. NPFC-2025-TWG CMSA11-WP06 (Available at <https://www.npfc.int/meetings/11th-twg-cmsa-meeting>).
- Nielsen, A. and C. W. Berg (2014) Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models. *Fish. Res.*, **158**, 96-101.
- 西嶋翔太・由上龍嗣・上村泰洋・井須小羊子・古市 生・渡部亮介・東口胤成 (2024) 令和 5 (2023) 年度マサバ太平洋系群の資源評価の参考資料 (暫定的な状態空間資源評価モデルによる試算結果). FRA-SA2023-SC12-103. 水産研究・教育機構, 横浜, 8pp.
- 西嶋翔太・由上龍嗣・上村泰洋・井須小羊子・古市 生・渡部亮介・東口胤成 (2025) 令和 6(2024) 年度マサバ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP02-01. 水産研究・教育機構, 横浜, 60pp. https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assesment_meeting/2024/files/sa2024-sc16/fra-sa2024-brp02-01.pdf.
- Thorson, J. T. and K. Kristensen (2016) Implementing a generic method for bias correction in statistical models using random effects, with spatial and population dynamics examples. *Fish. Res.*, **175**, 66-74.
- Zhang, H. (2025) Review of chub mackerel fishery in China in 2024-2025. NPFC-2025-TWG CMSA11-IP05. 19 pp. (available at <https://www.npfc.int/meetings/11th-twg-cmsa-meeting>)



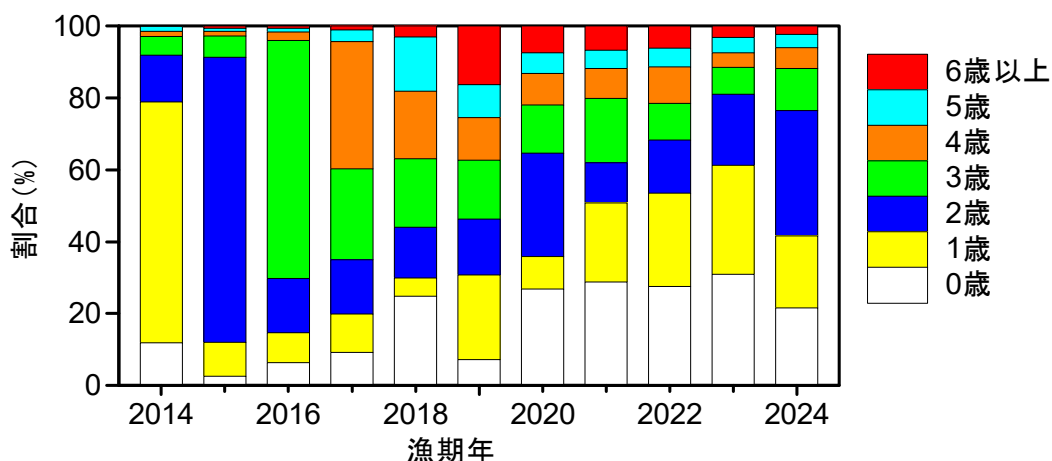
補足図 2-1. 日本漁船による年齢別漁獲尾数



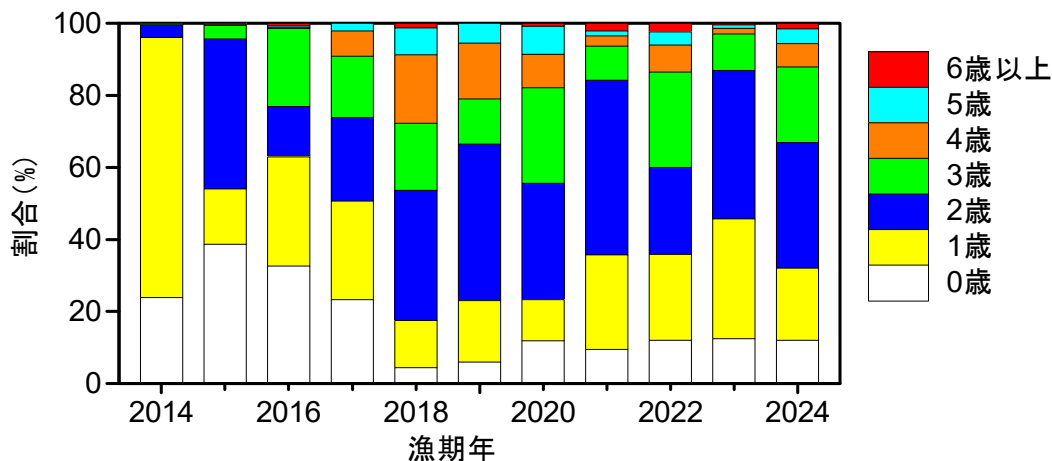
補足図 2-2. 中国漁船による年齢別漁獲尾数



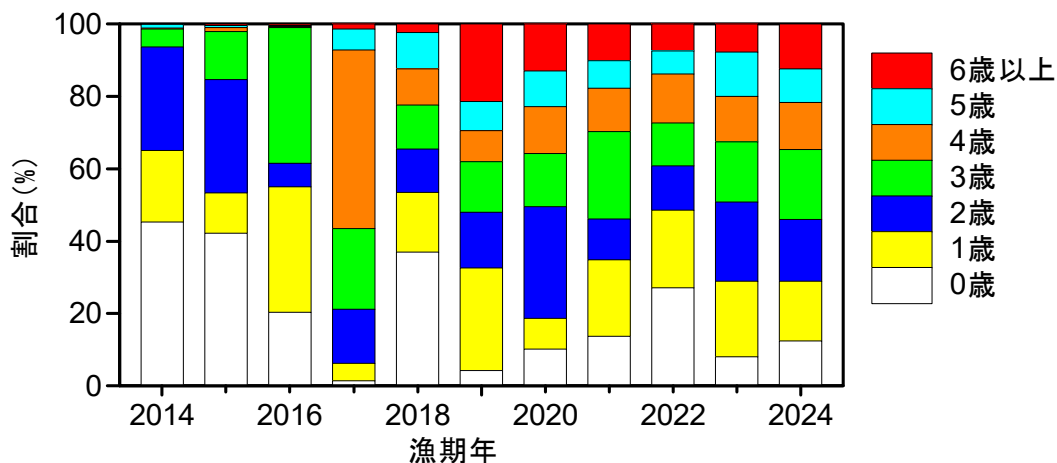
補足図 2-3. ロシア漁船による年齢別漁獲尾数



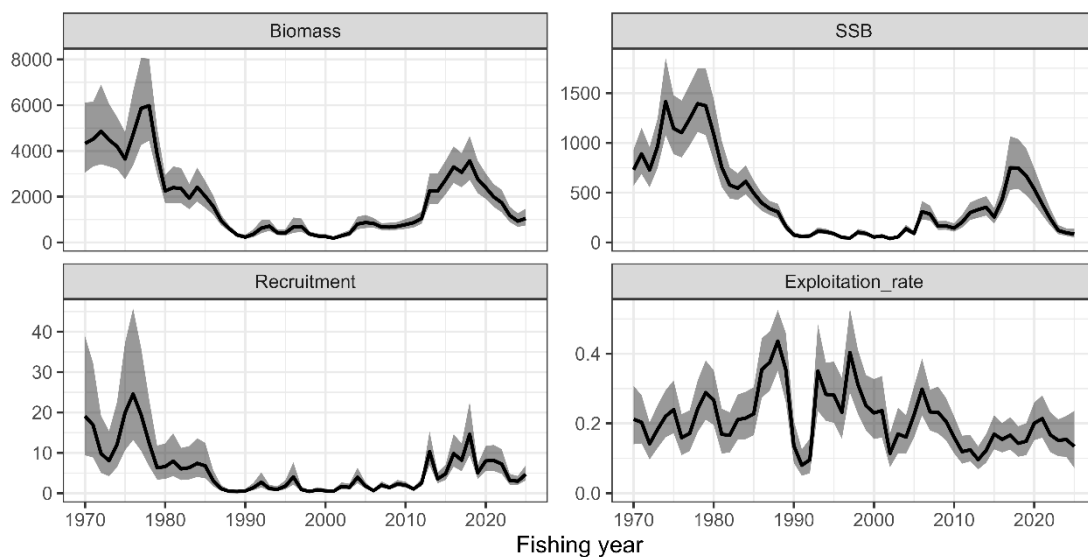
補足図 2-4. 日本漁船による漁獲尾数の年齢別割合



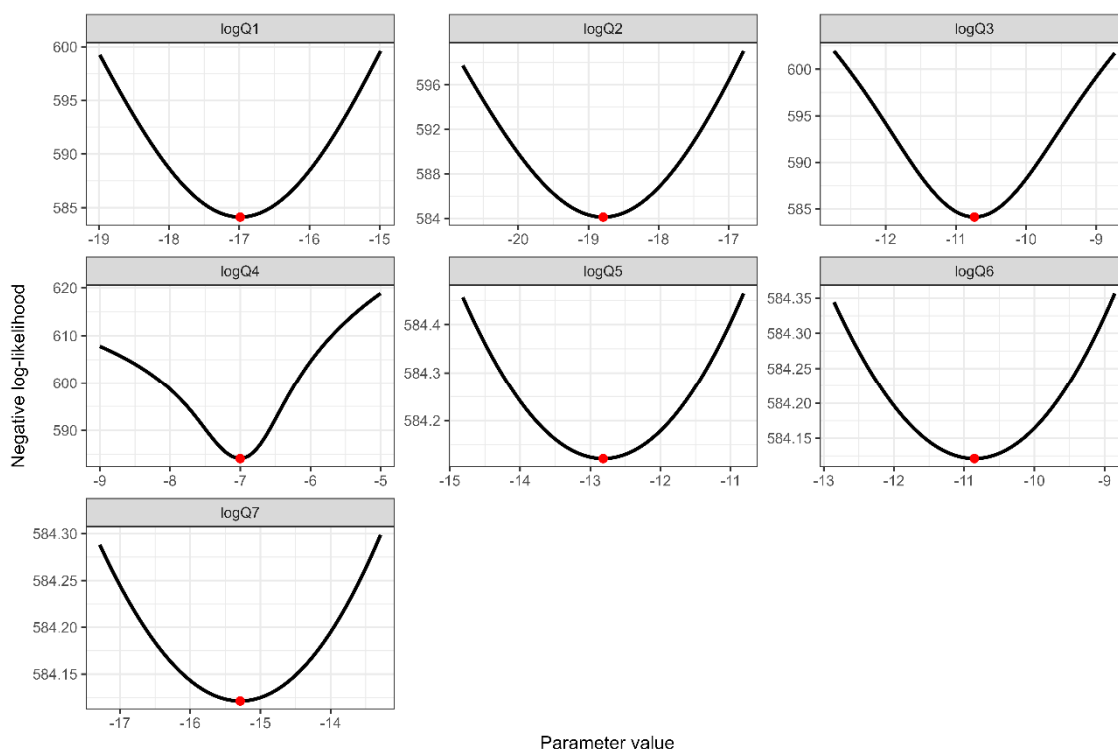
補足図 2-5. 中国漁船による漁獲尾数の年齢別割合



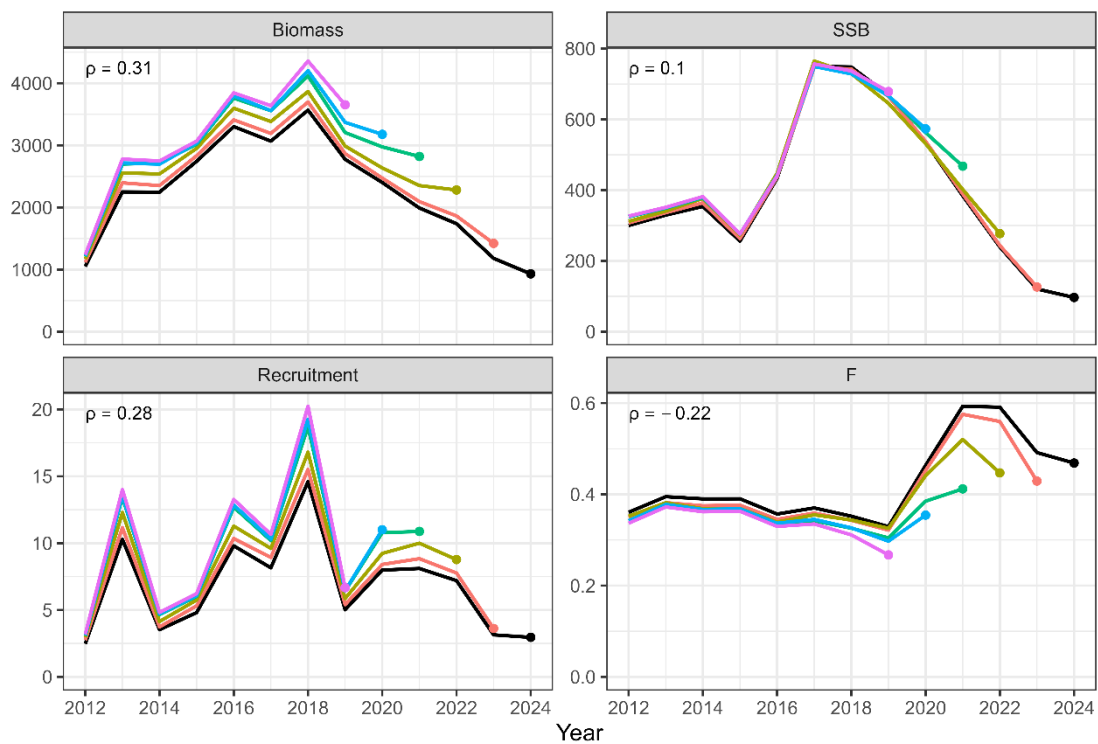
補足図 2-6. ロシア漁船による漁獲尾数の年齢別割合



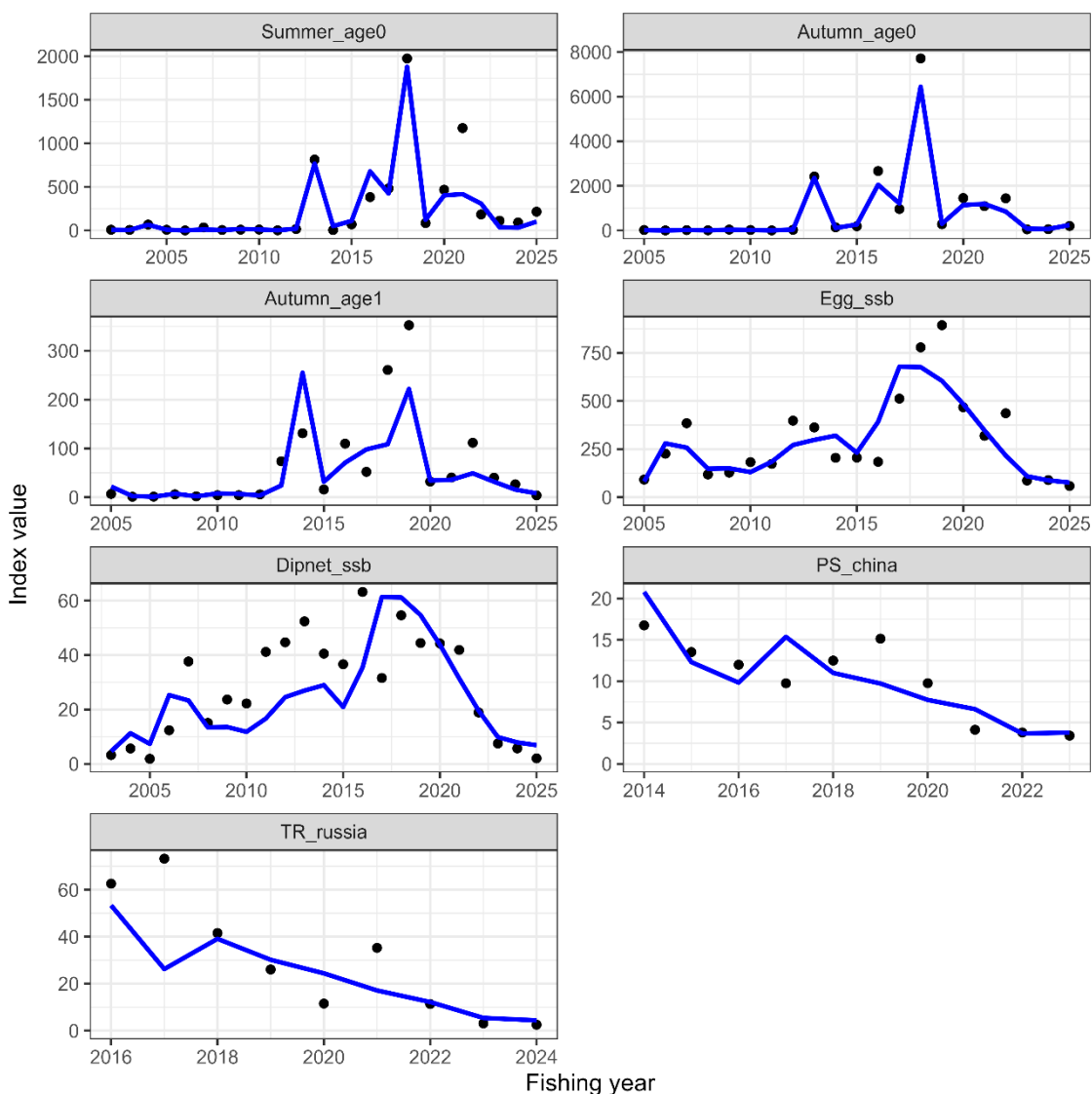
補足図 2-7. 資源量 (左上、千トン)、親魚量 (右上、千トン)、加入量 (左下、十億尾)、漁獲割合 (右下)
影はデルタ法により求めた 95%信頼区間を表す。



補足図 2-8. 漁具能率のパラメータ $\log Q$ を変化させたときの負の対数尤度の値と点推定値 (赤点)

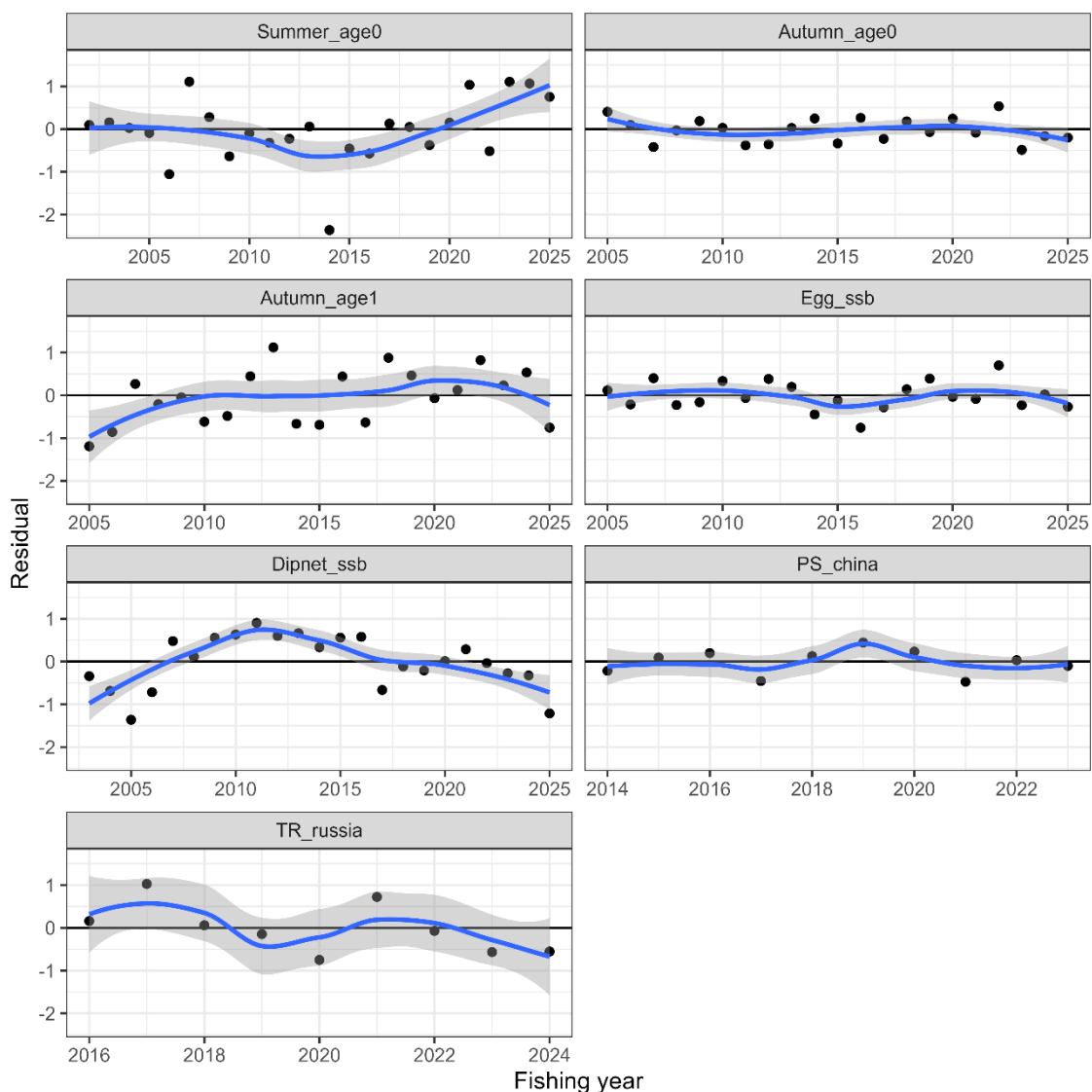


補足図 2-9. レトロスペクティブ解析の結果
Mohn's rho の値を左上に示す。



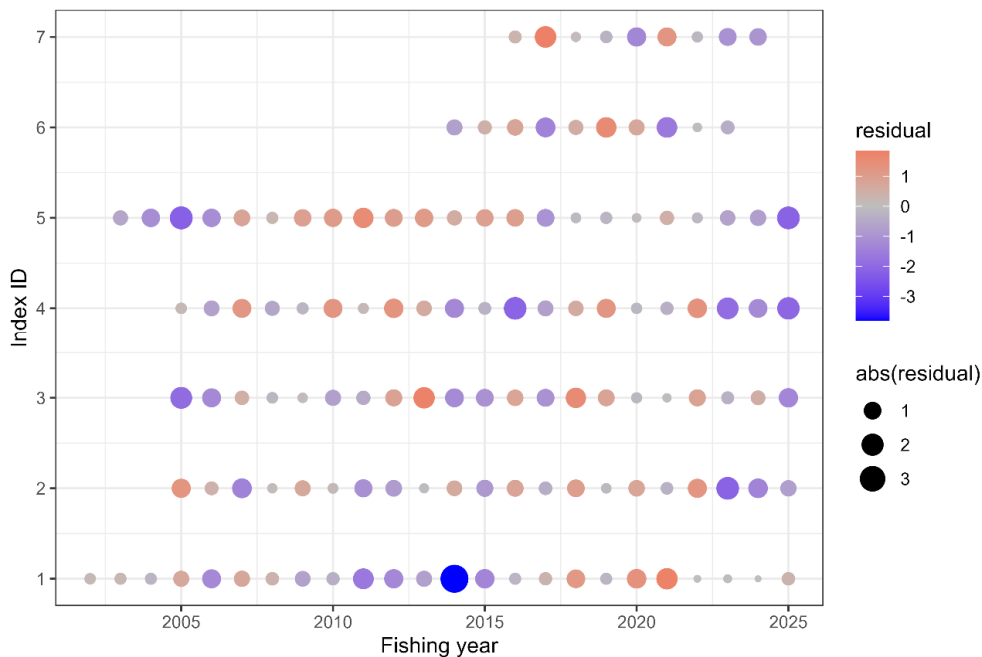
補足図 2-10. 資源量指標値に対する SAM の当てはまり

Summer_age0: 北上期 0 歳魚標準化 CPUE、Autumn_age0: 秋季 0 歳魚標準化 CPUE、Dipnet_ssb: たもすくい標準化 CPUE、Egg_ssb: 標準化産卵量、Autumn_age1: 秋季 1 歳魚標準化 CPUE、PS_China: 中国まき網標準化 CPUE、TR_russia : ロシアトロール標準化 CPUE。



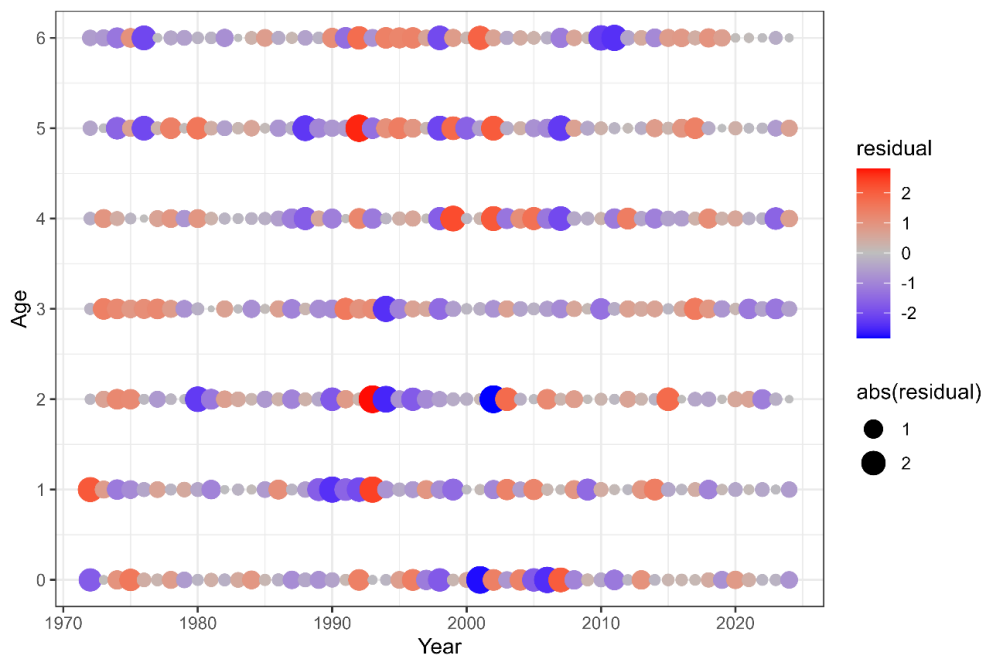
補足図 2-11. 資源量指標値における残差

Summer_age0: 北上期 0 歳魚標準化 CPUE、Autumn_age0: 秋季 0 歳魚標準化 CPUE、Dipnet_ssb: たもすくい標準化 CPUE、Egg_ssb: 標準化産卵量、Autumn_age1: 秋季 1 歳魚標準化 CPUE、PS_China: 中国まき網標準化 CPUE、TR_russia : ロシアトロール標準化 CPUE。青線と影は局所多項式回帰の推定値と 95%信頼区間を表す。

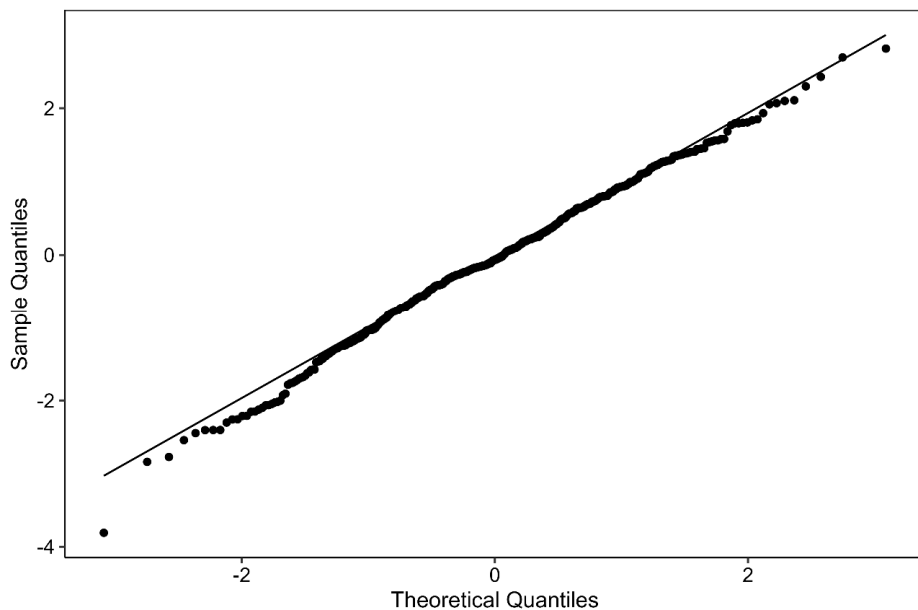


補足図 2-12. 資源量指標値における 1 ステップ先予測残差 (one step ahead residual)

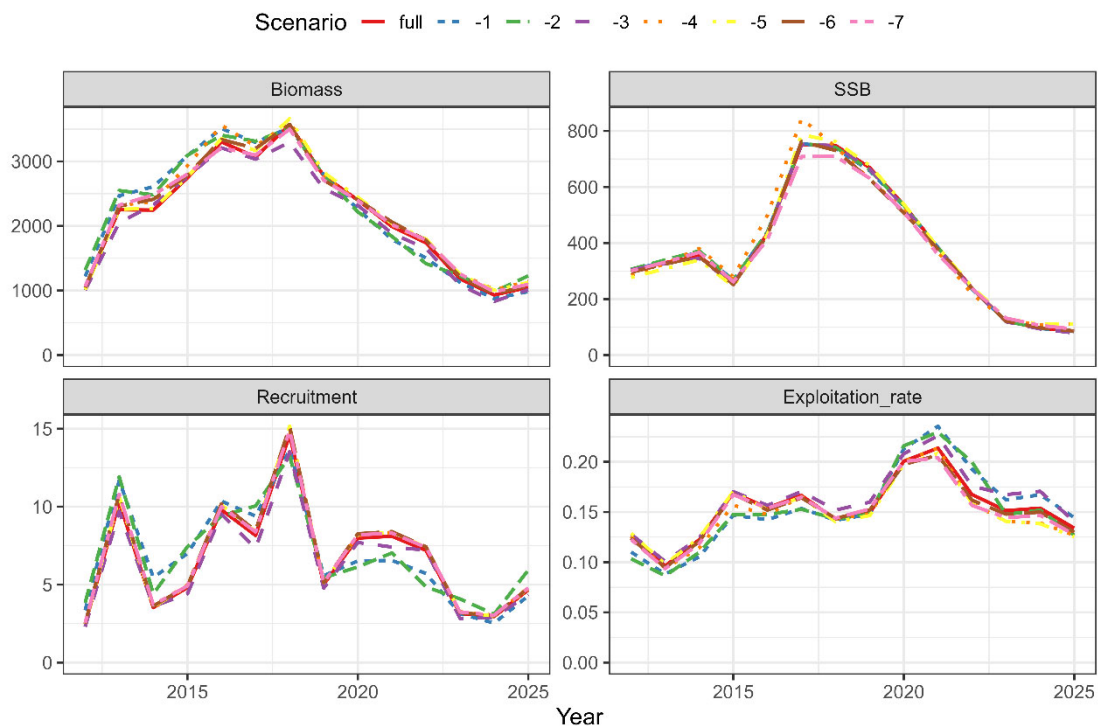
1: 北上期 0 歳魚標準化 CPUE、2: 秋季 0 歳魚標準化 CPUE、3: 秋季 1 歳魚標準化 CPUE、4: 標準化産卵量、5: たもすくい標準化 CPUE、6: 中国まき網標準化 CPUE、7: ロシアトロール標準化 CPUE。



補足図 2-13. 年齢別漁獲尾数における 1 ステップ予測残差

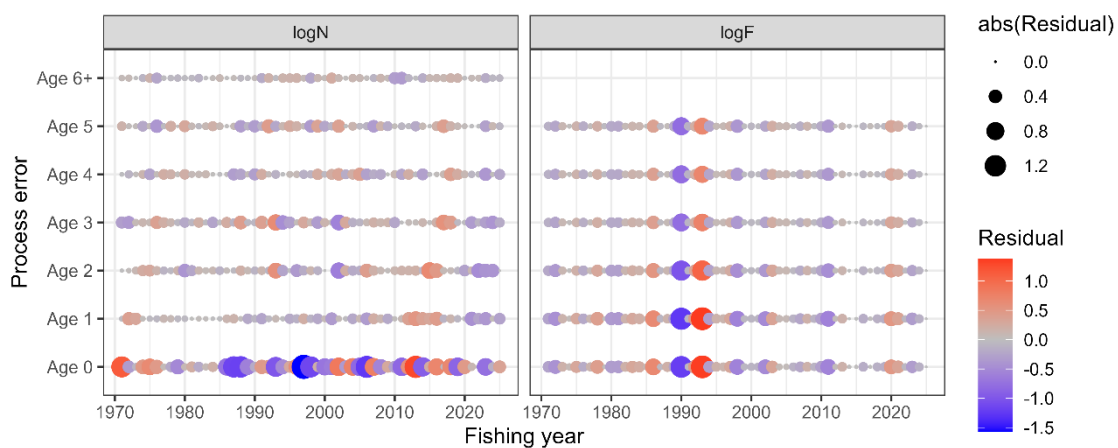


補足図 2-14. 1 ステップ予測残差を用いた QQ プロット

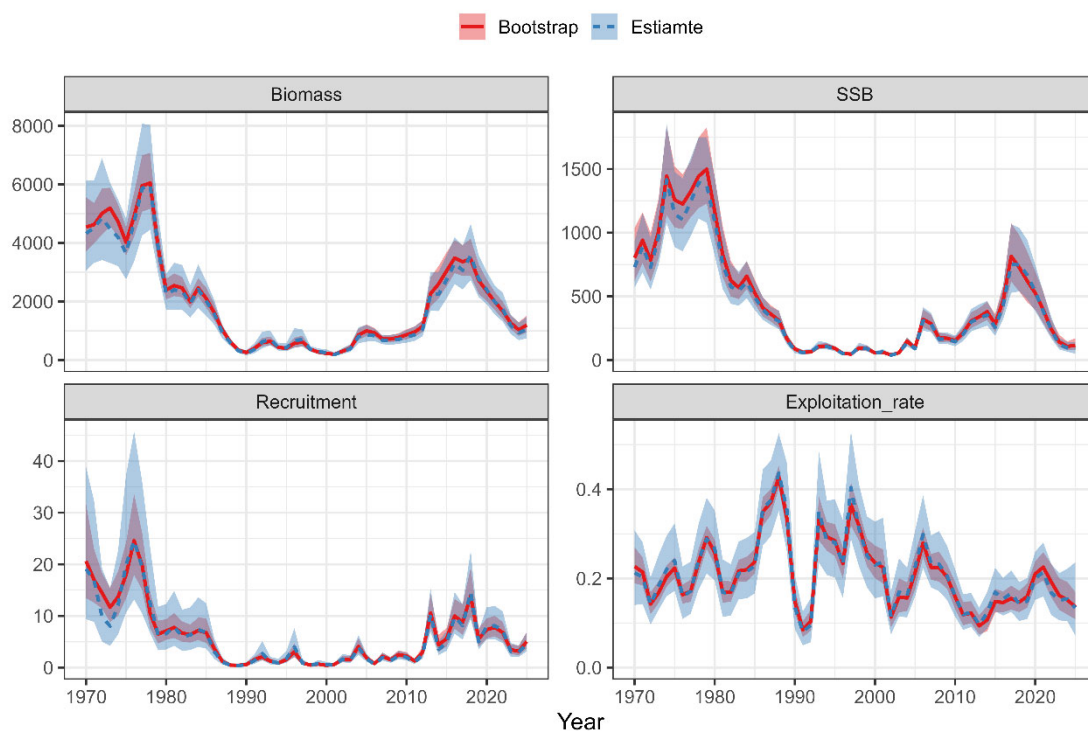


補足図 2-15. 各資源量指標値を除いたときの資源量等の推定値

- 1: 北上期 0 歳魚標準化 CPUE、 2: 秋季 0 歳魚標準化 CPUE、 3: たもすくい標準化 CPUE、 4: 標準化産卵量、 5: 秋季 1 歳魚標準化 CPUE、 6: 中国まき網標準化 CPUE、 7: ロシアトロール標準化 CPUE。



補足図 2-16. 年齢別資源尾数と年齢別漁獲死亡係数の過程誤差の推移



補足図 2-17. 資源量等のブートストラップ中央値と 95%信頼区間 (青) および点推定値 (赤)

補足表 2-1. SAM に用いたデータおよび解析結果

年齢別漁獲尾数 (百万尾)													
年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
0歳	834.2	334.0	29.0	93.2	351.1	1,254.2	631.5	539.0	1,039.1	208.2	199.0	266.2	123.1
1歳	1,201.5	814.6	1,846.5	647.1	182.0	387.9	923.3	2,083.0	1,255.8	1,918.5	472.1	184.5	323.5
2歳	1,037.3	888.0	680.7	1,210.6	794.1	560.1	547.8	726.8	1,468.4	1,312.2	286.3	142.0	301.4
3歳	364.9	288.5	241.9	547.6	993.8	617.5	445.8	471.9	640.8	644.7	419.2	148.7	159.7
4歳	127.5	103.7	73.1	183.1	310.1	391.2	251.3	236.3	338.1	158.4	309.8	193.9	80.7
5歳	48.9	56.4	35.3	46.1	26.4	164.6	41.6	81.8	173.0	80.2	126.5	114.8	70.5
6歳以上	41.4	18.7	17.6	12.2	4.4	45.9	3.6	15.6	16.6	12.8	11.3	13.4	12.8
計	3,655.6	2,504.0	2,924.1	2,739.9	2,661.7	3,421.4	2,844.8	4,154.4	4,931.7	4,335.1	1,824.1	1,063.5	1,071.7
年齢別漁獲重量 (万トン)													
年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
0歳	6.30	2.14	0.23	0.94	2.48	5.70	4.79	4.84	10.06	1.46	1.23	2.84	1.39
1歳	22.62	16.54	41.71	15.23	4.29	7.09	14.19	38.77	32.77	42.00	7.72	3.90	7.53
2歳	29.89	34.17	23.06	34.57	26.21	18.61	15.87	22.16	45.21	41.65	9.50	4.57	8.32
3歳	14.73	15.90	11.12	19.37	38.71	26.46	20.18	21.25	25.47	27.77	18.77	6.53	7.01
4歳	6.78	8.41	4.32	8.12	15.00	18.94	13.31	13.29	17.41	8.49	16.86	12.17	4.70
5歳	3.20	6.02	2.60	2.81	1.84	9.33	2.84	5.46	10.39	5.20	8.53	8.40	4.80
6歳以上	3.02	2.33	1.48	1.11	0.41	3.52	0.33	1.32	1.48	0.95	1.08	1.43	0.97
計	86.55	85.51	84.52	82.15	88.94	89.66	71.51	107.10	142.78	127.50	63.70	39.84	34.72
漁獲割合	21.2%	20.3%	14.1%	18.3%	22.1%	24.0%	15.9%	17.1%	24.2%	28.8%	26.7%	16.9%	16.6%
年齢別漁獲係数 (F)、Fmsyに対する各年のFの比および%SPR													
年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
0歳	0.06	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.06	0.04	0.05
1歳	0.26	0.20	0.13	0.15	0.15	0.20	0.16	0.18	0.27	0.27	0.19	0.13	0.15
2歳	0.55	0.44	0.31	0.34	0.35	0.42	0.35	0.37	0.50	0.49	0.36	0.27	0.31
3歳	0.79	0.68	0.52	0.58	0.59	0.68	0.59	0.61	0.76	0.74	0.60	0.49	0.54
4歳	1.01	0.88	0.69	0.77	0.78	0.91	0.77	0.80	0.99	0.95	0.77	0.63	0.68
5歳	1.45	1.26	1.00	1.10	1.12	1.31	1.11	1.15	1.41	1.35	1.10	0.89	0.95
6歳以上	1.45	1.26	1.00	1.10	1.12	1.31	1.11	1.15	1.41	1.35	1.10	0.89	0.95
平均 (Fbar)	0.80	0.68	0.52	0.58	0.59	0.70	0.59	0.62	0.78	0.75	0.60	0.48	0.52
F/Fmsy	2.57	2.33	1.57	2.04	2.02	2.13	1.78	1.80	2.52	2.20	1.87	1.52	1.49
%SPR	17.88	20.10	29.29	23.74	23.88	22.77	26.73	26.23	19.17	21.38	25.43	30.04	30.20
年齢別資源尾数 (百万尾)													
年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
0歳	19,086	16,895	9,814	8,037	12,049	19,942	24,556	19,422	12,432	6,285	6,572	7,921	6,018
1歳	7,412	7,540	10,503	5,737	3,523	4,886	7,813	11,496	8,767	4,771	2,432	2,756	3,453
2歳	2,995	3,012	3,387	5,453	3,395	2,150	2,463	3,182	4,806	4,112	1,305	851	1,435
3歳	830	762	805	1,583	2,584	1,543	1,218	1,278	1,465	1,621	1,226	499	471
4歳	309	237	222	312	645	699	520	537	529	451	609	457	210
5歳	85	86	67	76	76	202	125	150	196	129	154	198	152
6歳以上	94	31	25	24	21	26	35	36	39	38	30	41	61
計	30,812	28,564	24,824	21,223	22,293	29,448	36,730	36,101	28,235	17,407	12,327	12,723	11,800
年齢別資源量 (万トン)、親魚量 (万トン)、再生産成功率 (RPS、尾/kg)													
年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
0歳	144.2	108.4	76.4	80.9	85.1	90.7	186.4	174.4	120.4	44.2	40.6	84.5	67.9
1歳	139.6	153.1	237.3	135.0	83.1	89.3	120.0	213.9	228.8	104.4	39.8	58.2	80.4
2歳	86.3	115.9	114.7	155.7	112.0	71.4	71.4	97.0	148.0	130.5	43.3	27.4	39.6
3歳	33.5	42.0	37.0	56.0	100.6	66.1	55.1	57.6	58.2	69.8	54.9	21.9	20.7
4歳	16.4	19.2	13.1	13.8	31.2	33.8	27.6	30.2	27.3	24.1	33.1	28.7	12.2
5歳	5.5	9.1	4.9	4.6	5.3	11.5	8.5	10.0	11.8	8.4	10.4	14.5	10.4
6歳以上	6.9	3.9	2.1	2.2	2.0	2.0	3.2	3.1	3.5	2.8	2.8	4.3	4.7
計	432.5	451.6	485.6	448.3	419.5	364.9	472.2	586.2	597.9	384.3	225.0	239.5	235.8
親魚量	72.9	89.0	72.8	96.6	141.5	114.5	110.3	124.2	139.4	137.3	108.7	75.5	57.7
RPS(尾/kg)	26.2	19.0	13.5	8.3	8.5	17.4	22.3	15.6	8.9	4.6	6.0	10.5	10.4
年齢別体重 (g)													
年齢\漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
0歳	76	64	78	101	71	45	76	90	97	70	62	107	113
1歳	188	203	226	235	236	183	154	186	261	219	164	211	233
2歳	288	385	339	286	330	332	290	305	308	317	332	322	276
3歳	404	551	459	354	390	429	453	450	397	431	448	439	439
4歳	532	811	592	443	484	484	530	563	515	536	544	628	583
5歳	655	1,066	737	611	699	567	683	668	601	648	675	732	681
6歳以上	731	1,242	843	908	946	768	917	847	893	738	954	1,067	758

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)														
年齢\漁期年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0歳	250.4	548.5	377.7	182.7	72.3	66.9	33.8	28.7	52.5	296.7	96.5	128.0	362.1	1,578.2
1歳	284.1	544.0	397.6	1,336.0	315.6	106.5	23.9	6.0	8.1	10.7	957.2	98.1	123.3	193.0
2歳	440.2	358.3	252.5	554.8	351.6	252.8	53.0	6.0	10.7	13.1	239.7	98.0	48.7	22.7
3歳	225.4	208.1	189.9	275.9	170.4	253.1	70.5	10.6	8.1	12.0	39.1	28.4	27.6	19.7
4歳	76.2	89.8	74.5	78.9	41.2	26.4	77.2	6.3	4.7	6.5	5.2	4.8	8.9	9.7
5歳	43.6	45.8	38.3	27.7	19.2	4.1	4.0	4.2	2.1	10.3	1.7	1.7	3.5	4.5
6歳以上	23.2	17.7	21.4	9.1	6.1	1.7	0.6	0.8	0.3	8.0	1.6	1.9	1.7	2.7
計	1,343.1	1,812.2	1,351.9	2,465.2	976.2	711.5	263.0	62.7	86.6	357.3	1,341.0	360.8	575.7	1,830.5
年齢別漁獲重量 (万トン)														
年齢\漁期年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0歳	1.93	6.59	3.08	1.79	0.62	1.13	0.70	0.49	0.89	4.25	1.38	1.86	3.82	18.62
1歳	5.68	12.15	9.58	26.62	7.69	2.71	0.78	0.22	0.25	0.31	27.22	2.88	5.01	5.02
2歳	13.51	12.98	9.49	15.58	11.81	8.63	2.25	0.35	0.52	0.56	8.81	4.67	2.31	1.03
3歳	9.06	11.38	9.28	11.22	7.61	11.13	3.79	0.70	0.47	0.63	1.68	1.64	1.73	1.07
4歳	3.62	5.89	5.52	4.52	2.65	1.72	4.62	0.52	0.31	0.49	0.37	0.32	0.72	0.62
5歳	2.51	3.52	3.27	2.09	1.60	0.37	0.32	0.40	0.17	1.02	0.16	0.15	0.31	0.33
6歳以上	1.50	1.76	2.01	0.86	0.67	0.18	0.07	0.09	0.03	0.89	0.18	0.21	0.16	0.22
計	37.81	54.26	42.24	62.69	32.65	25.86	12.53	2.78	2.64	8.15	39.80	11.73	14.06	26.91
漁獲割合	21.1%	21.5%	22.8%	35.5%	37.5%	43.6%	35.4%	13.6%	8.0%	9.6%	35.0%	28.4%	28.1%	23.2%
年齢別漁獲係数 (F)、Fmsyに対する各年のFの比および%SPR														
年齢\漁期年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0歳	0.07	0.09	0.09	0.18	0.17	0.20	0.15	0.05	0.04	0.07	0.26	0.19	0.23	0.26
1歳	0.20	0.25	0.26	0.50	0.45	0.52	0.39	0.11	0.10	0.16	0.62	0.45	0.53	0.61
2歳	0.39	0.46	0.47	0.78	0.72	0.80	0.63	0.23	0.21	0.29	0.83	0.63	0.69	0.77
3歳	0.64	0.73	0.75	1.12	1.06	1.13	0.93	0.42	0.39	0.49	1.02	0.81	0.86	0.93
4歳	0.79	0.89	0.92	1.35	1.28	1.35	1.09	0.50	0.44	0.55	1.12	0.88	0.94	1.02
5歳	1.09	1.21	1.23	1.77	1.66	1.73	1.39	0.63	0.56	0.69	1.37	1.08	1.15	1.25
6歳以上	1.09	1.21	1.23	1.77	1.66	1.73	1.39	0.63	0.56	0.69	1.37	1.08	1.15	1.25
平均 (Fbar)	0.61	0.69	0.71	1.06	1.00	1.07	0.85	0.37	0.33	0.42	0.94	0.73	0.79	0.87
F/Fmsy	1.73	2.18	2.23	3.96	3.53	3.82	2.75	0.94	0.86	1.34	3.81	2.67	2.80	3.03
%SPR	26.79	21.50	20.73	9.82	12.19	10.44	16.55	41.39	43.72	32.53	8.97	15.61	13.76	12.31
年齢別資源尾数 (百万尾)														
年齢\漁期年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0歳	6,299	7,383	6,763	3,088	1,072	448	398	544	1,337	2,702	1,130	928	1,729	3,995
1歳	2,585	2,567	2,918	3,073	1,332	412	132	138	179	533	1,204	376	277	528
2歳	1,673	1,233	941	1,258	954	550	141	43	74	79	435	267	125	61
3歳	602	524	450	447	309	421	137	42	30	38	66	70	63	39
4歳	194	206	159	138	69	53	90	26	22	14	13	15	21	18
5歳	76	69	60	42	25	9	8	14	9	14	4	3	5	7
6歳以上	57	33	23	17	7	4	2	2	5	7	7	2	2	2
計	11,486	12,014	11,313	8,063	3,768	1,896	908	809	1,657	3,386	2,858	1,662	2,222	4,650
年齢別資源量 (万トン)、親魚量 (万トン)、再生産成功率 (RPS、尾/kg)														
年齢\漁期年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0歳	48.6	88.7	55.1	30.3	9.2	7.5	8.2	9.2	22.6	38.7	16.2	13.5	18.2	47.1
1歳	51.7	57.3	70.3	61.2	32.5	10.5	4.3	5.1	5.5	15.4	34.2	11.0	11.3	13.8
2歳	51.4	44.6	35.4	35.3	32.0	18.8	6.0	2.5	3.6	3.3	16.0	12.7	5.9	2.8
3歳	24.2	28.7	22.0	18.2	13.8	18.5	7.4	2.7	1.8	2.0	2.8	4.1	4.0	2.1
4歳	9.2	13.5	11.8	7.9	4.4	3.4	5.4	2.1	1.4	1.0	0.9	1.0	1.7	1.2
5歳	4.4	5.3	5.1	3.1	2.1	0.8	0.6	1.4	0.7	1.4	0.4	0.3	0.5	0.5
6歳以上	3.7	3.3	2.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.2	0.5	0.7	0.8	0.3	0.1	0.1
計	193.1	241.4	201.9	157.7	94.8	60.0	32.1	23.2	36.1	62.6	71.3	42.9	41.7	67.5
親魚量	54.5	61.3	49.5	39.6	33.9	30.7	16.0	7.4	5.8	6.5	11.3	10.7	8.7	5.0
RPS(尾/kg)	11.6	12.0	13.7	7.8	3.2	1.5	2.5	7.3	23.0	41.6	10.0	8.7	19.9	80.0
年齢別体重 (g)														
年齢\漁期年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0歳	77	120	82	98	86	168	207	170	169	143	143	146	106	118
1歳	200	223	241	199	244	255	325	365	305	288	284	294	406	260
2歳	307	362	376	281	336	341	426	582	488	424	368	476	474	451
3歳	402	547	489	407	446	440	537	661	585	529	430	578	626	545
4歳	475	656	741	572	644	654	599	828	654	749	705	661	809	633
5歳	576	768	855	755	838	886	814	954	790	990	943	896	908	743
6歳以上	645	993	943	947	1,112	1,066	1,034	1,101	957	1,114	1,115	1,116	973	819

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)														
年齢\漁期年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	147.2	31.6	144.6	251.8	7.1	243.8	65.7	767.1	41.5	6.3	424.9	59.6	173.8	79.7
1歳	884.6	68.6	17.2	85.5	68.8	16.6	205.6	86.7	522.9	61.5	53.2	274.9	34.7	162.9
2歳	60.9	177.4	24.1	13.3	40.1	5.9	32.3	72.0	52.7	376.3	69.5	46.7	127.1	54.0
3歳	13.3	13.2	40.6	10.8	5.3	6.5	6.5	11.4	32.0	24.9	157.1	44.4	23.5	37.3
4歳	6.3	1.1	10.1	13.6	3.8	3.6	2.0	4.3	13.2	7.5	3.7	51.1	13.1	9.2
5歳	3.8	0.3	1.3	0.8	3.0	3.2	1.1	1.4	0.9	1.8	0.8	3.1	15.0	5.7
6歳以上	2.3	0.1	0.4	0.3	2.4	1.9	1.0	1.3	1.1	0.5	0.2	1.3	1.3	0.6
計	1,118.4	292.3	238.3	376.1	130.5	281.5	314.2	944.2	664.2	478.8	709.4	481.2	388.4	349.2
年齢別漁獲重量 (万トン)														
年齢\漁期年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	2.24	0.52	2.44	3.97	0.10	2.75	0.81	10.11	0.49	0.09	5.14	0.83	2.09	1.00
1歳	25.42	2.23	0.53	3.13	2.41	0.59	4.85	2.43	16.53	2.22	1.67	8.58	1.31	5.71
2歳	2.61	7.92	1.24	0.56	1.77	0.27	1.21	4.09	2.52	19.85	3.26	1.80	6.39	2.64
3歳	0.71	0.69	2.46	0.56	0.32	0.37	0.34	0.85	1.85	1.57	8.44	2.62	1.31	2.26
4歳	0.41	0.08	0.81	0.81	0.24	0.23	0.15	0.36	1.03	0.55	0.25	3.43	0.78	0.67
5歳	0.26	0.03	0.12	0.07	0.20	0.25	0.08	0.14	0.09	0.18	0.06	0.25	1.04	0.45
6歳以上	0.19	0.01	0.05	0.03	0.26	0.22	0.10	0.14	0.12	0.05	0.02	0.13	0.11	0.05
計	31.84	11.48	7.65	9.12	5.29	4.67	7.56	18.11	22.63	24.51	18.84	17.64	13.02	12.79
漁獲割合	40.3%	31.2%	25.1%	23.0%	23.7%	11.4%	17.0%	16.1%	22.5%	29.8%	23.3%	23.2%	20.6%	16.0%
年齢別漁獲係数 (F)、Fmsyに対する各年のFの比および%SPR														
年齢\漁期年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.35	0.19	0.18	0.17	0.15	0.09	0.12	0.13	0.14	0.12	0.10	0.12	0.11	0.08
1歳	0.82	0.46	0.43	0.39	0.36	0.22	0.31	0.34	0.36	0.32	0.26	0.31	0.28	0.21
2歳	0.98	0.62	0.59	0.55	0.53	0.36	0.50	0.55	0.60	0.57	0.47	0.55	0.52	0.41
3歳	1.11	0.76	0.73	0.69	0.66	0.51	0.65	0.71	0.79	0.76	0.66	0.75	0.71	0.60
4歳	1.23	0.84	0.81	0.76	0.73	0.58	0.73	0.80	0.89	0.86	0.74	0.84	0.80	0.67
5歳	1.49	1.02	0.99	0.92	0.89	0.71	0.89	0.98	1.09	1.06	0.92	1.05	1.01	0.85
6歳以上	1.49	1.02	0.99	0.92	0.89	0.71	0.89	0.98	1.09	1.06	0.92	1.05	1.01	0.85
平均 (Fbar)	1.07	0.70	0.67	0.63	0.60	0.45	0.58	0.64	0.71	0.68	0.58	0.67	0.63	0.52
F/Fmsy	3.93	2.54	2.41	1.94	1.77	1.24	1.78	1.68	2.30	2.10	1.69	2.09	1.72	1.43
%SPR	7.74	15.93	17.36	23.53	25.77	34.77	25.71	27.11	19.41	21.85	26.89	21.75	26.65	31.04
年齢別資源尾数 (百万尾)														
年齢\漁期年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	885	399	799	568	457	1,646	1,436	3,923	1,748	605	1,980	1,344	2,287	1,975
1歳	1,687	247	117	313	152	183	665	465	1,702	500	307	931	447	962
2歳	129	449	73	41	113	30	98	217	152	985	239	142	384	210
3歳	22	32	103	27	15	22	17	31	68	54	403	101	57	109
4歳	8	4	12	30	11	7	7	7	14	15	14	107	31	20
5歳	5	1	2	3	8	5	2	3	2	3	3	5	26	10
6歳以上	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	1	2	5
計	2,739	1,133	1,106	982	756	1,896	2,228	4,647	3,687	2,163	2,947	2,631	3,233	3,291
年齢別資源量 (万トン)、親魚量 (万トン)、再生産成功率 (RPS、尾/kg)														
年齢\漁期年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	13.5	6.6	13.5	9.0	6.3	18.5	17.8	51.7	20.6	8.2	23.9	18.6	27.4	24.8
1歳	48.5	8.0	3.6	11.4	5.3	6.5	15.7	13.0	53.8	18.1	9.7	29.1	16.9	33.7
2歳	5.5	20.1	3.8	1.7	5.0	1.4	3.7	12.3	7.3	51.9	11.2	5.5	19.3	10.3
3歳	1.2	1.7	6.2	1.4	0.9	1.3	0.9	2.3	3.9	3.4	21.7	5.9	3.2	6.6
4歳	0.5	0.3	1.0	1.8	0.7	0.4	0.5	0.6	1.1	1.1	0.9	7.2	1.9	1.5
5歳	0.3	0.1	0.2	0.2	0.6	0.4	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	1.8	0.8
6歳以上	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
計	69.7	36.8	28.3	25.6	18.8	28.8	39.1	80.3	87.0	83.2	67.7	66.8	70.5	78.1
親魚量	4.4	10.2	8.9	5.4	6.5	3.9	5.6	13.8	9.0	30.9	28.5	16.4	16.6	14.4
RPS(尾/kg)	20.1	3.9	8.9	10.4	7.0	42.7	25.5	28.4	19.4	2.0	6.9	8.2	13.8	13.7
年齢別体重 (g)														
年齢\漁期年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	152	165	169	158	137	113	124	132	118	136	121	138	120	126
1歳	287	325	308	366	350	354	236	280	316	362	314	312	377	351
2歳	428	446	515	421	440	455	374	569	477	528	469	385	503	490
3歳	535	523	606	517	599	576	530	742	578	631	537	589	557	606
4歳	642	787	803	593	626	643	756	835	787	726	683	672	599	729
5歳	699	879	950	895	689	780	788	1,011	1,002	1,013	745	806	694	796
6歳以上	840	970	1,099	1,031	1,078	1,126	1,078	1,087	1,089	1,122	921	995	838	940

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)														
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	28.0	62.7	296.6	175.8	312.8	326.3	302.9	446.2	86.5	359.3	308.3	187.8	137.2	65.2
1歳	88.2	51.9	247.8	889.1	232.5	338.5	579.6	184.1	326.8	162.0	360.5	217.8	194.0	80.3
2歳	87.3	90.3	75.5	156.2	1,302.3	279.5	290.2	343.9	273.7	517.3	360.9	162.4	180.7	134.2
3歳	21.3	66.4	76.5	59.6	102.8	940.9	389.0	323.6	210.1	281.8	255.0	152.7	55.8	69.6
4歳	6.6	20.9	25.1	16.8	17.9	29.4	523.7	313.1	161.7	167.6	113.1	84.8	21.0	28.2
5歳	2.1	4.0	5.0	16.4	10.4	15.1	47.3	232.1	114.4	119.4	69.0	42.4	19.4	18.6
6歳以上	0.1	0.6	2.3	0.8	9.8	12.4	13.3	45.9	206.0	121.9	91.7	42.3	13.9	12.5
計	233.7	296.9	728.8	1,314.7	1,988.5	1,942.0	2,146.0	1,889.0	1,379.2	1,729.3	1,558.5	890.3	622.0	408.7
年齢別漁獲重量 (万トン)														
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0.51	0.98	3.65	2.23	3.40	3.53	2.92	3.81	0.97	3.47	3.21	2.28	1.66	0.60
1歳	3.46	1.94	7.77	17.93	4.82	6.48	11.04	3.65	5.01	2.73	5.39	3.37	3.92	1.68
2歳	4.26	4.33	3.69	6.39	33.73	8.40	8.62	8.74	6.52	12.34	8.70	3.58	5.05	4.18
3歳	1.31	3.66	4.68	3.45	5.05	30.70	13.43	10.94	7.05	9.15	8.64	5.14	2.15	2.81
4歳	0.47	1.31	1.69	1.09	1.14	1.70	20.34	12.08	6.68	7.05	4.89	3.77	1.07	1.46
5歳	0.18	0.30	0.37	1.18	0.73	1.05	2.61	9.88	5.29	5.94	3.54	2.27	1.13	1.11
6歳以上	0.01	0.05	0.21	0.07	0.72	1.00	0.98	3.12	10.09	6.66	5.58	2.65	0.98	0.85
計	10.20	12.56	22.07	32.33	49.60	52.86	59.95	52.22	41.61	47.36	39.94	23.05	15.95	12.69
漁獲割合	11.9%	12.4%	9.6%	12.2%	16.9%	15.4%	16.6%	14.3%	14.9%	20.1%	21.4%	16.7%	15.1%	15.4%
年齢別漁獲係数 (F)、Fmsyに対する各年のFのおよび%SPR														
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	0.08	0.08	0.06	0.05
1歳	0.12	0.12	0.14	0.14	0.14	0.12	0.12	0.11	0.09	0.15	0.22	0.21	0.15	0.14
2歳	0.26	0.27	0.30	0.30	0.30	0.27	0.28	0.25	0.23	0.35	0.47	0.46	0.36	0.33
3歳	0.42	0.43	0.47	0.47	0.47	0.43	0.44	0.42	0.39	0.54	0.68	0.67	0.56	0.53
4歳	0.46	0.47	0.51	0.50	0.50	0.46	0.48	0.46	0.43	0.59	0.75	0.75	0.63	0.61
5歳	0.59	0.60	0.64	0.63	0.63	0.59	0.61	0.59	0.56	0.77	0.98	0.99	0.84	0.81
6歳以上	0.59	0.60	0.64	0.63	0.63	0.59	0.61	0.59	0.56	0.77	0.98	0.99	0.84	0.81
平均 (Fbar)	0.35	0.36	0.39	0.39	0.39	0.36	0.37	0.35	0.33	0.46	0.59	0.59	0.49	0.47
F/Fmsy	0.89	0.92	1.02	1.10	1.38	1.72	1.85	1.72	1.41	2.10	2.79	2.76	2.24	2.07
%SPR	42.84	42.12	39.54	37.59	30.88	24.34	22.68	24.78	30.20	19.54	13.17	13.48	18.29	20.28
年齢別資源尾数 (百万尾)														
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	1,017	2,470	10,285	3,528	4,807	9,798	8,156	14,598	5,020	7,985	8,105	7,198	3,142	2,956
1歳	898	647	1,790	6,391	2,074	3,202	3,817	4,034	5,927	2,168	2,216	2,629	2,078	1,416
2歳	504	515	380	769	5,927	1,592	1,661	1,967	1,825	2,247	1,123	596	770	653
3歳	83	248	249	191	349	3,141	1,289	1,157	862	848	680	378	170	217
4歳	30	44	101	75	76	144	1,411	791	622	410	296	212	85	64
5歳	6	12	15	43	30	36	91	683	357	275	148	92	50	33
6歳以上	3	3	6	7	21	21	25	52	326	263	182	93	40	26
計	2,544	3,941	12,825	11,004	13,283	17,935	16,449	23,281	14,940	14,196	12,750	11,198	6,336	5,365
年齢別資源量 (万トン)、親魚量 (万トン)、再生産成功率 (RPS、尾/kg)														
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	18.4	38.4	126.7	44.7	52.3	106.0	78.6	124.5	56.0	77.2	84.4	87.2	37.9	27.4
1歳	35.3	24.2	56.2	128.8	43.0	61.3	72.7	80.0	90.9	36.5	33.1	40.7	42.0	29.6
2歳	24.6	24.7	18.6	31.5	153.5	47.8	49.3	50.0	43.5	53.6	27.1	13.2	21.5	20.3
3歳	5.1	13.7	15.2	11.0	17.1	102.5	44.5	39.1	28.9	27.5	23.0	12.7	6.6	8.8
4歳	2.1	2.8	6.8	4.9	4.8	8.4	54.8	30.5	25.7	17.2	12.8	9.4	4.3	3.3
5歳	0.5	0.9	1.1	3.1	2.2	2.5	5.0	29.1	16.5	13.7	7.6	4.9	2.9	2.0
6歳以上	0.3	0.3	0.5	0.6	1.5	1.7	1.8	3.5	16.0	14.4	11.1	5.8	2.8	1.7
計	86.4	105.0	225.1	224.6	274.4	330.2	306.8	356.7	277.5	240.2	199.2	173.9	118.1	93.0
親魚量	20.4	30.0	33.0	35.4	25.6	43.3	75.0	74.8	66.9	53.6	38.4	24.0	12.1	9.7
RPS(尾/kg)	5.0	8.2	31.2	10.0	18.8	22.6	10.9	19.5	7.5	14.9	21.1	30.0	26.0	30.6
年齢別体重 (g)														
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	181	156	123	127	109	108	96	85	112	97	104	121	121	93
1歳	393	373	314	202	207	191	191	198	153	168	149	155	202	209
2歳	488	480	489	409	259	301	297	254	238	239	241	221	279	311
3歳	614	550	612	579	491	326	345	338	335	325	339	336	385	403
4歳	701	627	672	652	635	579	388	386	413	421	433	444	508	516
5歳	842	751	747	717	706	697	553	426	463	498	513	536	584	595
6歳以上	909	868	886	945	742	806	738	681	490	547	608	626	703	681

補足表 2-2. チューニングに用いた指標値とパラメータ推定値

指標値	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
対象	N ₀	N ₀	N ₁	SSB	SSB	B	B
2002	7.8						
2003	5.9			3.3			
2004	67.2			5.7			
2005	7.5	21.7	6.6	1.9	91.6		
2006	0.2	0.8	1.0	12.4	225.8		
2007	34.4	13.6	1.2	37.6	384.6		
2008	5.6	6.6	5.8	15.1	118.2		
2009	8.7	37.9	1.7	23.7	127.7		
2010	10.2	21.2	4.1	22.2	182.3		
2011	1.5	2.1	4.1	41.2	173.2		
2012	16.0	27.4	5.7	44.7	397.7		
2013	814.2	2,417.8	73.6	52.4	362.6		
2014	4.7	139.7	131.1	40.5	204.7	16.8	
2015	69.7	189.6	15.8	36.6	205.5	13.5	
2016	383.0	2,664.9	109.8	63.2	183.7	12.0	62.6
2017	482.5	962.8	51.9	31.6	512.3	9.8	73.2
2018	1,975.6	7,712.5	260.8	54.6	778.8	12.5	41.6
2019	84.4	280.2	352.5	44.4	894.0	15.1	26.1
2020	467.1	1,452.2	32.0	44.3	467.5	9.8	11.5
2021	1,176.0	1,093.1	40.4	41.9	319.1	4.1	35.3
2022	184.0	1,440.2	111.6	18.9	436.4	3.8	11.4
2023	111.9	48.1	39.9	7.5	86.6	3.4	3.1
2024	92.0	55.6	26.5	5.7	89.1		2.5
2025	215.4	198.6	3.8	2.0	58.3		

- ① 北西太平洋北上期浮魚類資源調査・三陸道東沖加入量把握調査による中層トロール 0 歳魚標準化 CPUE (尾/網/60 分)。
- ② 北西太平洋秋季浮魚類資源調査による中層トロール 0 歳魚標準化 CPUE (尾/網/60 分)。
- ③ 北西太平洋秋季浮魚類資源調査による中層トロール 1 歳魚標準化 CPUE (尾/網/60 分)。
- ④ 伊豆諸島海域たもすくい漁業標準化 CPUE (kg/人/時)。
- ⑤ 海区 I~IV (太平洋全域) の標準化産卵量 (兆粒)。
- ⑥ 中国まき網標準化 CPUE (トン/網)。
- ⑦ ロシアトロール標準化 CPUE (トン/網)。

補足表 2-3. 固定効果の最尤推定値、推定値の標準誤差、最終勾配およびリンク関数を逆変換した元の尺度の値

固定効果	最尤 推定値	標準誤差	最終勾配	記号	元の尺度の値
logQ	-16.973	2.753	0.000061	q_1	4.255E-08
logQ	-18.772	2.794	-0.000035	q_2	7.034E-09
logQ	-10.727	1.885	-0.000022	q_3	2.194E-05
logQ	-7.009	0.121	0.000068	q_4	9.039E-04
logQ	-9.411	0.156	0.000212	q_5	8.180E-05
logQ	-12.355	0.134	-0.000081	q_6	4.309E-06
logQ	-10.991	0.231	-0.000080	q_7	1.686E-05
logB	0.939	0.133	0.000412	b_1	2.556
logB	1.055	0.120	-0.000248	b_2	2.873
logB	0.619	0.137	0.000255	b_3	1.857
logSdLogFsta	-0.808	0.204	-0.000038	σ_{0-1}	0.446
logSdLogFsta	-1.052	0.207	-0.000049	σ_2	0.349
logSdLogFsta	-1.339	0.182	-0.000069	σ_{3-6+}	0.262
logSdLogN	-0.300	0.131	0.000186	ω_0	0.741
logSdLogN	-1.063	0.120	-0.000028	ω_{1-6+}	0.345
logSdLogObs	-0.250	0.132	0.000026	τ_0	0.779
logSdLogObs	-0.592	0.158	0.000210	τ_1	0.553
logSdLogObs	-1.865	0.520	-0.000051	τ_{2-3}	0.155
logSdLogObs	-0.939	0.142	-0.000040	τ_{4-5}	0.391
logSdLogObs	-0.114	0.132	0.000059	τ_{6+}	0.892
logSdLogObs	-0.166	0.186	-0.000085	ν_1	0.847
logSdLogObs	-0.737	0.496	-0.000005	ν_2	0.478
logSdLogObs	-0.291	0.230	0.000033	ν_3	0.747
logSdLogObs	-1.034	0.180	0.000100	ν_4	0.356
logSdLogObs	-0.475	0.162	-0.000221	ν_5	0.622
logSdLogObs	-1.198	0.252	-0.000050	ν_6	0.302
logSdLogObs	-0.557	0.248	-0.000040	ν_7	0.573
logit_rho	4.007	0.900	0.000009	ρ	0.982
trans_phil	2.243	0.494	-0.000033	φ	0.808

補足表 2-4. 再生産関係のパラメータ推定値

a は原点から折れ点までの傾き (万尾/トン)、 b は折れ点での親魚量 (万トン)、S.D. は加入のばらつきの大きさをあらわす指標 (対数残差の標準偏差)、 ϕ は自己相関係数である。

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ϕ
HS 型 ¹	SAM の推定パラメータを利用 ²	有	1.28	3.87	0.727	0.815

1: 最低親魚量を折れ点とする HS 型再生産関係

2: 「管理基準値等に関する研究機関会議」の時点の SAM で推定された加入量の幾何平均値 (\hat{R}_0 : 49.6 億尾) から、 $a = \hat{R}_0/b$ を求めた。S.D. と自己相関係数 ϕ は SAM で推定されたパラメータをそのまま使用した。 b は過去最低親魚量とした。

補足表 2-5. MSY proxy 管理基準値等の算出および将来予測計算に用いた各種設定と Fmsy proxy (F40%SPR)

年齢	選択率	Fmsy proxy (F40%SPR)	F2022 -2024	平均体重(g)		自然 死亡 係数	成熟 割合
				2025-2026 年漁期	2027 年 漁期以降		
0 歳	0.08	0.03	0.05	111	92	0.80	0
1 歳	0.21	0.07	0.13	188	166	0.60	0
2 歳	0.47	0.16	0.30	270	249	0.51	0
3 歳	0.74	0.25	0.46	375	340	0.46	0.3
4 歳	0.79	0.26	0.53	489	431	0.43	1.0
5 歳	1.00	0.34	0.68	571	509	0.41	1.0
6 歳以上	1.00	0.34	0.68	670	672	0.40	1.0

平均体重は、2025・2026 年漁期は 2022～2024 年漁期の平均を、2027 年漁期以降は 2017～2023 年漁期の平均を使用した。現状の漁獲圧 (F2022-2024 ; 2022～2024 年の平均漁獲圧) と Fmsy proxy (F40%SPR) の選択率は、生物パラメータの参照期間に合わせて 2017～2023 年漁期の年齢別漁獲死亡係数から求めた。自然死亡係数は各年で使用されている年齢別死亡係数を用いた。

補足資料 3 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 3-1. 将来予測における加入量の仮定

項目	説明
参照したデータ	管理基準値等に関する研究機関会議資料の全期間(1970～2023年漁期)の加入量の幾何平均値および今年度の資源量推定結果(1970～2024年漁期)
更新データの利用	2024年漁期のデータの追加等により更新された今年度のSAMで推定された加入変動の標準偏差および自己相関係数を利用
参照の仕方 (不確実性の考慮)	全期間の加入量の幾何平均値として推定された49.6億尾から、1次の自己相関構造を持つ対数正規分布に従って変動し、親魚量と独立に求められると仮定した。ただし、過去最低親魚量以下では親魚量0のときに加入量が0となるよう、親魚量に比例して加入量が減少する仮定を組み込んだ。
コメント: ・加入量の幾何平均値は、今年度評価の値を用いると若干更新され、管理基準値等にも波及することから、管理基準値等に関する研究機関会議資料の値を用いた。	

補足表 3-2. 管理基準値とMSYの代替値

項目	値	説明
SBtarget	48.2万トン	目標管理基準値。最大持続生産量MSYを実現する親魚量の代替値(SBmsy proxy)
SBlimit	14.2万トン	限界管理基準値。漁獲がないときの親魚量の10%(0.1SB0)
SBban	0トン	禁漁水準
Fmsy	SBmsy proxyを維持する漁獲圧 (0歳, 1歳, 2歳, 3歳, 4歳, 5歳, 6歳以上)=(0.03, 0.07, 0.16, 0.25, 0.26, 0.34, 0.34)	
%SPR (Fmsy proxy)	40%	Fmsy proxyに対応する%SPR
MSY proxy	22.3万トン	最大持続生産量MSYの代替値

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2024	9.7 万トン	2024 年漁期の親魚量
F2024	2024 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上)=(0.05, 0.14, 0.34, 0.53, 0.61, 0.79, 0.79)	
U2024	15.4%	2024 年漁期の漁獲割合
%SPR (F2024)	20.3%	2024 年漁期の%SPR
%SPR (F2022-2024)	17.1%	現状(2022~2024 年漁期)の漁獲圧に対応する%SPR
管理基準値との比較		
SB2024/ SBmsy proxy	0.20	最大持続生産量を実現する親魚量の代替値(目標管理基準値)に対する 2024 年漁期の親魚量の比
F2024/ Fmsy proxy	2.07	SBtarget を維持する漁獲圧(Fmsy proxy)に対する 2024 年漁期の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY proxy を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	SBmsy proxy を維持する水準を上回る	
親魚量の動向	減少	

* 2024 年漁期の選択率の下で Fmsy proxy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 3-4. 2026 年漁期の予測漁獲量と予測親魚量

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):11.3 万トン				
項目	2026 年漁期の 漁獲量 予測平均値 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022-2024)	2026 年漁期の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	6.8	2.0 – 13.7	0.47	4.8
$\beta=0.9$	6.2	1.8 – 12.4	0.42	4.4
$\beta=0.8$	5.6	1.6 – 11.1	0.38	3.9
$\beta=0.7$	4.9	1.4 – 9.8	0.33	3.4
$\beta=0.6$	4.2	1.2 – 8.5	0.28	3.0
$\beta=0.4$	2.9	0.8 – 5.7	0.19	2.0
$\beta=0.2$	1.4	0.4 – 2.9	0.09	1.0
$\beta=0.0$	0	0 – 0	0	0
F2022-2024	13.0	5.0 – 24.2	1.00	9.1

補足表 3-5. ABC と予測親魚量

2026 年漁期の ABC (万トン)	2026 年漁期の親魚量 予測平均値 (万トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022-2024)	2026 年漁期の 漁獲割合(%)
6.2	11.3	0.42	4.4
コメント: ・ABC の算定には、令和 7 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに対応した漁獲管理規則を用いた。			

補足表 3-6. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2035 年漁期の親魚量 予測平均値 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2035 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
$\beta=1.0$	86.7	9.7 – 275.2	49	89	100
$\beta=0.9^*$	93.3	10.6 – 296.6	52	90	100
$\beta=0.8$	100.6	11.4 – 318.3	55	92	100
$\beta=0.7$	108.7	12.4 – 343.2	59	93	100
$\beta=0.6$	117.7	13.6 – 369.2	62	94	100
$\beta=0.4$	139.2	16.5 – 435.0	70	96	100
$\beta=0.2$	166.3	20.8 – 517.2	77	98	100
$\beta=0.0$	201.0	26.5 – 621.7	84	99	100
F2022-2024	43.5	5.7 – 142.1	23	67	100

*漁獲シナリオで使用する β

考慮している不確実性: 加入量			
項目	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget	SBlimit	SBban
$\beta=1.0$	2046 年漁期	2028 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.9^*$	2034 年漁期	2028 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.8$	2033 年漁期	2027 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.7$	2032 年漁期	2027 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.6$	2031 年漁期	2027 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.4$	2030 年漁期	2027 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.2$	2030 年漁期	2027 年漁期	2025 年漁期
$\beta=0.0$	2030 年漁期	2027 年漁期	2025 年漁期
F2022-2024	2051 年漁期以降	2029 年漁期	2025 年漁期

*漁獲シナリオで使用する β

補足表 3-7. 漁獲管理規則に対応する将来予測

HCR (=0.90Fmsy proxy)

年齢別漁獲係数

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	0.050	0.052	0.018	0.021	0.024	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
1歳	0.136	0.142	0.047	0.056	0.063	0.064	0.064	0.064	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
2歳	0.334	0.336	0.104	0.124	0.139	0.142	0.142	0.141	0.140	0.140	0.139	0.139	0.138
3歳	0.534	0.529	0.163	0.196	0.219	0.223	0.223	0.222	0.221	0.219	0.219	0.218	0.218
4歳	0.606	0.607	0.173	0.207	0.232	0.236	0.236	0.235	0.234	0.232	0.232	0.231	0.230
5歳	0.810	0.793	0.220	0.263	0.294	0.300	0.300	0.299	0.297	0.295	0.294	0.293	0.293
6歳以上	0.810	0.793	0.220	0.263	0.294	0.300	0.300	0.299	0.297	0.295	0.294	0.293	0.293
平均	0.469	0.465	0.135	0.162	0.181	0.184	0.184	0.184	0.182	0.181	0.181	0.180	0.180

年齢別平均資源尾数 (百万尾) ※

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	2,956	4,648	6,147	7,276	8,321	9,190	9,471	10,311	10,142	10,910	10,859	10,569	10,482
1歳	1,416	1,024	2,117	2,884	3,400	3,879	4,270	4,451	4,775	4,804	5,129	5,090	4,938
2歳	653	722	518	1,175	1,582	1,844	2,119	2,341	2,414	2,598	2,643	2,788	2,789
3歳	217	251	337	299	663	889	1,020	1,176	1,319	1,330	1,460	1,457	1,532
4歳	64	69	102	189	165	357	477	551	624	685	721	791	782
5歳	33	22	27	58	105	90	197	261	302	339	373	390	424
6歳以上	26	19	14	23	44	79	89	150	214	271	316	364	393
計	5,365	6,755	9,262	11,904	14,280	16,328	17,642	19,239	19,791	20,936	21,501	21,451	21,340

年齢別平均資源量 (万トン) ※

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	27.4	51.8	68.5	67.1	76.7	84.7	87.3	95.1	93.5	100.6	100.1	97.5	96.6
1歳	29.6	19.3	39.9	47.9	56.5	64.5	71.0	74.0	79.4	79.9	85.3	84.6	82.1
2歳	20.3	19.5	14.0	29.2	39.4	45.9	52.7	58.2	60.1	64.6	65.8	69.4	69.4
3歳	8.8	9.4	12.6	10.2	22.6	30.2	34.7	40.0	44.9	45.3	49.7	49.6	52.1
4歳	3.3	3.4	5.0	8.1	7.1	15.4	20.6	23.7	26.9	29.5	31.0	34.1	33.7
5歳	2.0	1.2	1.5	3.0	5.3	4.6	10.0	13.3	15.4	17.2	19.0	19.9	21.6
6歳以上	1.7	1.3	0.9	1.5	2.9	5.3	6.0	10.0	14.4	18.2	21.2	24.5	26.4
計	93.0	106.0	142.5	167.1	210.6	250.6	282.3	314.4	334.5	355.3	372.1	379.5	382.0

年齢別平均漁獲尾数 (百万尾) ※

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	65	157	76	108	136	154	159	173	169	182	181	176	174
1歳	80	100	74	120	157	182	201	209	224	225	240	238	231
2歳	134	157	41	109	162	193	222	245	252	272	276	291	291
3歳	70	81	45	44	107	144	166	191	214	216	237	236	249
4歳	28	25	15	31	28	62	83	95	108	119	125	137	135
5歳	19	10	5	12	22	19	42	56	65	73	81	84	92
6歳以上	13	8	2	5	9	17	19	32	46	58	68	79	85
計	409	538	259	428	622	772	891	1,002	1,080	1,145	1,208	1,242	1,257

※10,000回の繰り返し計算を行った平均値。

補足表 3-8. 現状の漁獲圧に対応する将来予測

F2022-2024

年齢別漁獲係数

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	0.050	0.052	0.039	0.042	0.049	0.052	0.051	0.050	0.050	0.049	0.049	0.049	0.049
1歳	0.136	0.142	0.106	0.115	0.132	0.141	0.138	0.136	0.134	0.134	0.133	0.133	0.133
2歳	0.334	0.336	0.243	0.265	0.303	0.322	0.316	0.310	0.307	0.306	0.305	0.303	0.303
3歳	0.534	0.529	0.373	0.405	0.462	0.492	0.482	0.473	0.469	0.466	0.465	0.463	0.463
4歳	0.606	0.607	0.423	0.461	0.525	0.559	0.547	0.537	0.532	0.529	0.527	0.526	0.525
5歳	0.810	0.793	0.550	0.599	0.681	0.722	0.707	0.695	0.688	0.684	0.682	0.680	0.679
6歳以上	0.810	0.793	0.550	0.599	0.681	0.722	0.707	0.695	0.688	0.684	0.682	0.680	0.679
平均	0.469	0.465	0.326	0.355	0.405	0.430	0.421	0.414	0.410	0.407	0.406	0.405	0.404

年齢別平均資源尾数（百万尾）※

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	2,956	4,648	6,147	7,276	8,321	9,190	9,471	10,310	10,139	10,908	10,855	10,564	10,478
1歳	1,416	1,024	2,117	2,825	3,332	3,787	4,151	4,326	4,643	4,669	4,982	4,943	4,797
2歳	653	722	518	1,110	1,465	1,692	1,918	2,106	2,175	2,336	2,377	2,502	2,503
3歳	217	251	337	261	547	701	780	883	984	995	1,087	1,087	1,138
4歳	64	69	102	151	115	227	284	318	355	387	407	445	439
5歳	33	22	27	45	63	46	90	111	124	138	151	158	171
6歳以上	26	19	14	17	24	32	28	42	54	63	70	78	83
計	5,365	6,755	9,262	11,684	13,868	15,675	16,721	18,097	18,475	19,496	19,929	19,777	19,609

年齢別平均資源量（万トン）※

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	27.4	51.8	68.5	67.1	76.7	84.7	87.3	95.1	93.5	100.6	100.1	97.4	96.6
1歳	29.6	19.3	39.9	47.0	55.4	63.0	69.0	71.9	77.2	77.6	82.8	82.2	79.7
2歳	20.3	19.5	14.0	27.6	36.4	42.1	47.7	52.4	54.1	58.1	59.1	62.3	62.3
3歳	8.8	9.4	12.6	8.9	18.6	23.9	26.5	30.1	33.5	33.9	37.0	37.0	38.7
4歳	3.3	3.4	5.0	6.5	5.0	9.8	12.2	13.7	15.3	16.7	17.5	19.1	18.9
5歳	2.0	1.2	1.5	2.3	3.2	2.3	4.6	5.7	6.3	7.0	7.7	8.0	8.7
6歳以上	1.7	1.3	0.9	1.1	1.6	2.2	1.9	2.8	3.6	4.2	4.7	5.3	5.5
計	93.0	106.0	142.5	160.5	197.0	227.9	249.3	271.6	283.5	298.1	309.0	311.3	310.5

年齢別平均漁獲尾数（百万尾）※

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0歳	65	157	161	206	270	325	338	363	359	391	388	378	378
1歳	80	100	159	228	306	376	415	432	468	469	504	500	486
2歳	134	157	89	202	302	373	426	470	483	522	531	562	560
3歳	70	81	92	74	170	227	253	286	319	322	354	354	371
4歳	28	25	31	49	40	82	103	115	128	140	147	161	159
5歳	19	10	10	17	26	20	38	48	53	59	65	68	74
6歳以上	13	8	5	6	10	13	11	17	22	26	29	32	34
計	409	538	546	782	1,124	1,416	1,584	1,730	1,834	1,930	2,018	2,054	2,062

※10,000回の繰り返し計算を行った平均値。

補足資料 4 資源調査の概要

(1) 移行域幼稚魚調査

中央水研・北水研（当時）により 1995 年に予備調査、1996 年開始。5～6 月に小型浮魚類幼稚魚の生育場である黒潮続流域～黒潮一親潮移行域で中層トロールによる漁獲試験を実施。幼稚魚の分布状況を把握している。

(2) 北西太平洋北上期浮魚類資源調査・道東三陸沖加入量把握調査

北西太平洋北上期浮魚類資源調査は東北水研・中央水研（当時）により 2000 年に予備調査、2001 年開始。サンマ資源量直接推定調査（水産資源研究所）と北上期浮魚類資源調査（水産資源研究所）の 2 つの調査からなる。北上期のサンマ等小型浮魚類を対象に、5～7 月に本邦沿岸から西経域（165°W）に至る移行域～親潮域で複数の調査船で中層トロール漁獲試験を実施。道東三陸沖加入量把握調査は中央水研（当時）により 2019 年に開始。太平洋におけるスルメイカの加入量を把握するために、7 月の本邦沿岸から東経 155°E の移行域～親潮域で中層トロール漁獲試験を実施。それぞれの調査の 0 歳魚 CPUE が加入量の指標となる（図 4-2、補足表 2-2）。

(3) 道東～三陸海域流し網調査

北海道立総合研究機構釧路水産試験場により 1994 年開始。道東～三陸海域で 6～10 月にかけて行われる 4 つの調査からなる。小型浮魚類を対象に流し網および中層トロール網漁獲試験を実施。0 歳魚および成魚の分布状況を把握するとともに、CPUE が資源量の指標となる。

(4) 北西太平洋秋季浮魚類資源調査

東北水研（当時）により 1984 年に漁業資源評価システム高度化調査として開始。8～11 月に道東～三陸～常磐海域で浮魚類を対象に流し網漁獲試験を実施。その後、調査期間を 9～10 月に集約。東北海区浮魚類分布調査として継続。2001 年から漁具を中層トロールに変更、計量魚探機も使用し、調査対象を小型浮魚類に集約。2005 年から調査海域を千島列島東方沖まで拡大。2008 年から中央水研（当時）が北西太平洋秋季浮魚類資源調査として引き継ぎ実施。漁場外の沖合域における主に 0 歳魚の分布状況を把握し、0 歳魚 CPUE が加入量の指標となる（図 4-2、補足表 2-2）。また近年では資源量の増加に伴い 1 歳以上も沖合域に分布するようになったことと、耳石による年齢査定を行ったため、中層トロールの年齢別 CPUE が利用可能になったことから、1 歳魚 CPUE を 1 歳魚資源尾数の指標値として使用した（図 4-2、補足表 2-2、補足資料 6）。

(5) 冬春季常磐海域まき網漁況調査（未成魚越冬群指数）

茨城県水産試験場により実施され、年明け後の冬春季に未成魚（尾叉長 25 cm 未満）がまき網漁獲物（標本）の 50%（尾数比）を超えている期間の、越冬場（35°～37°N、142°E 以西のまき網漁場（房総～常磐南部海域））における緯度・経度 10 分升目毎のまき網 1 日 1 投網平均漁獲量の総和を未成魚越冬群指数と定義して算出している（図 4-2）。漁獲量に

はゴマサバも含まれるが、漁獲物調査の結果、越冬期に当該海域に分布するさば類未成魚のうち、マサバの割合は80~100%であることから、指数はマサバの加入量水準の指標値となると判断される。しかし、2014年以降は越冬場で0歳魚~明け1歳魚がほとんど漁獲されなくなり、さらに2015年以降は2歳以上も越冬場で漁獲されるようになったため、指数が加入量(0歳魚資源尾数)を的確に指標していない可能性が高く、注意が必要である。

(6) 北部まき網漁業の有効努力量、資源量指数

漁業情報サービスセンター(JAFIC)により、北部まき網漁業のさば類を対象とした操業情報から算出される。主な対象はマサバと考えられるが、漁業情報サービスセンターの調査結果から時期による変化も大きく、ゴマサバの割合が高かった年代もあるなど、本評価での指標値としての使用にあたっては精査が必要である。CPUE:漁獲量/努力量(投網回数)(図4-3)。資源量指数:海区(漁場の形成された緯度経度30分単位のメッシュ)あたりの平均CPUEの全海区合計(図4-3)。有効努力量:漁獲量/平均密度指数(図3-3)。平均密度指数:資源量指数/海区数。

(7) 卵稚仔調査

太平洋側の関係各機関による共同調査。改良ノルパックネット(メッシュ335 μ m)採集で浮魚類の卵の分布量を把握。マサバとゴマサバの卵の種査定が可能になり、2005年から種別に産卵量が算出されている(図4-1、補足表2-2)。

(8) たもすくい漁業のCPUE

神奈川県水産技術センター(2003~2020年)および静岡県水産・海洋技術研究所(2014年以降)により収集される、産卵場である伊豆諸島周辺海域でマサバを主対象に操業するたもすくい標本漁船の操業記録から1人1時間当たり漁獲量として算出される。産卵場における成魚の分布密度の指標となり、親魚量の指数となる(補足表2-2)。

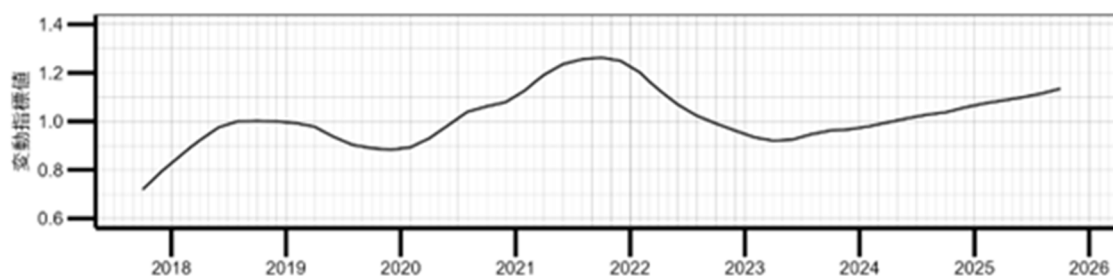
補足資料 5 北西太平洋における外国漁船の漁獲動向把握に向けた取り組み

2014 年以降、北西太平洋公海域（NPFC 条約海域）では中国を中心とした外国漁船がさば類を漁獲しているが、その漁獲動向の把握が重要な課題となっている。

平成 26 年度から水産資源調査・評価推進事業の一環として、米国 NOAA/NASA が運用している人工衛星のマルチチャンネルイメージャ・放射計（VIIRS）センサが夜間に北西太平洋の上空にて取得した可視光データを用いて灯光を利用する漁船の位置を推定している（Miller et al. 2012）。今年度も夜間可視光データから灯光漁船の位置を抽出し、北西太平洋の北緯 35～45 度、NPFC 条約海域の境界線～東経 160 度を解析海域として、灯光漁船の推定隻数を経年的に整理し始めた。2017 年 10 月～2025 年 10 月の中長期的な変動パターンを観察するため、統計解析により推定隻数の月積算値から 12 ヶ月の周期成分と各月の残差を引いた傾向成分を算出した。人工衛星の観測頻度や気象の影響を考慮して、傾向成分を相対的な評価が可能な変動指標値に変換した（補足図 5-1）。今後、マサバを漁獲する灯光漁船を同じく北西太平洋にて操業を行うサンマ漁船やいか釣り漁船と識別することが望まれる。また、灯光漁船の操業位置、輝度レベル、海洋環境データの比較解析を行うことにより、より高度な外国漁船の漁獲動向が推定可能になると期待される。

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. 北西太平洋の解析海域における灯光漁船の変動指標値

補足資料 6 資源量指標値の標準化

北西太平洋北上期浮魚類資源調査・三陸道東沖加入量把握調査による 中層トロール 0 歳魚 CPUE (以下、北上期 CPUE)、北西太平洋秋季浮魚類調査による中層トロール 0 歳魚 CPUE (以下、秋季 0 歳 CPUE)、北西太平洋秋季浮魚類調査による中層トロール 1 歳魚 CPUE (以下、秋季 1 歳魚 CPUE)、伊豆諸島海域たもすくい漁業 CPUE (以下、たもすくい CPUE)、産卵量の標準化を行った。北上期 CPUE と秋季 0 歳魚 CPUE は加入量 (0 歳魚資源尾数) の指標値、秋季 1 歳魚 CPUE は 1 歳魚資源尾数、たもすくい CPUE と産卵量は親魚量の指標値である。以下では、(1) 北上期 CPUE、秋季 0 歳魚 CPUE および秋季 1 歳魚 CPUE の標準化、(2) たもすくい CPUE の標準化、(3) 産卵量の標準化の 3 つに分けて説明する。

(1) 北上期 CPUE、秋季 0 歳魚 CPUE および秋季 1 歳魚 CPUE の標準化

北太平洋北上期浮魚類資源調査・三陸道東沖加入量把握調査における中層トロール 0 歳魚 CPUE (尾/網/時) および北太平洋秋季浮魚類資源調査における中層トロール 0 歳魚 CPUE と 1 歳魚 CPUE (尾/網/時) のデータを用いた CPUE の標準化を行った。両調査はともに 2001 年から開始されているが、解析にはおおよその調査範囲が一致している 2002~2025 年 (北上期 CPUE) の期間を使用し、Vector-Autoregressive Spatio-Temporal (VAST) モデル (Thorson and Barnett 2017) を用いて標準化を行った。シミュレーションでは、VAST は一般化線形モデルや一般化加法モデルよりも、CPUE 標準化における総合的なパフォーマンスが高かったことが報告されている (Grüss et al. 2019)。

VAST の解析では、上記の調査期間のすべてのデータを使用した。VAST では調査 CPUE (尾/網/時) を、サンプル i の遭遇確率 ($p_1(i)$) と、遭遇時した場合のサンプル i の密度 ($p_2(i)$) に分けて、以下の 2 つの線形予測子で表す。

$$p_1(i) = \beta_1(t_i) + \omega_1(s_i) + \varepsilon_1(s_i, t_i) + \sum_{k_1}^{n_{k_1}} \lambda_1(k_1) Q_i(i, k_1) \quad (16)$$

$$p_2(i) = \beta_2(t_i) + \omega_2(s_i) + \varepsilon_2(s_i, t_i) + \sum_{k_2}^{n_{k_2}} \lambda_2(k_2) Q_i(i, k_2) \quad (17)$$

右辺の第 1 項の $\beta(t_i)$ は調査年 t の効果を表す係数であり、第 2 項の $\omega(s_i)$ は調査年 t における空間のランダム効果、第 3 項の $\varepsilon(s_i, t_i)$ は調査年 t と場所 s における時空間のランダム効果を表している。第 4 項は漁具能率に影響する共変量 Q と係数 λ を表している。VAST では初めに、空間情報から、クラスタリングの一種である k -平均法により空間分布を近似するノットを決め、ノットにおける相対密度の時空間変化をモデル化する。先行研究ではノット数は 100 以上とすることを推奨されているので (Thorson 2019)、これに倣い、今回はノット数を 100 とした。空間効果の確率密度関数は多変量正規分布 (MVN) を使って、

$$\omega_1(\cdot, f) \sim MVN(0, \mathbf{R}_1), \quad \omega_2(\cdot, f) \sim MVN(0, \mathbf{R}_2) \quad (18)$$

と表す。ここで、 \mathbf{R}_1 , \mathbf{R}_2 は Matérn 相関関数であり、

$$\mathbf{R}_1(s_n, s_m) = \frac{1}{2^{\varphi-1}\Gamma(\varphi)} \times (\kappa_1 |\mathbf{d}(s_n, s_m)\mathbf{H}|)^\varphi \times K_\nu(\kappa_1 |\mathbf{d}(s_n, s_m)\mathbf{H}|), \quad (19)$$

$$\mathbf{R}_2(s_n, s_m) = \frac{1}{2^{\varphi-1}\Gamma(\varphi)} \times (\kappa_2 |\mathbf{d}(s_n, s_m)\mathbf{H}|)^\varphi \times K_\nu(\kappa_2 |\mathbf{d}(s_n, s_m)\mathbf{H}|) \quad (20)$$

と表される。VAST では、 $\varphi = 1$ として推定しない。 Γ はガンマ関数、 K_ν は第2種の変形ベッセル関数、 κ_1 と κ_2 は非相関率、 $\mathbf{d}(s_n, s_m)$ はノット間の距離、 \mathbf{H} は地理的な異方性（方角によって相関の程度が異なること）を表す行列であるが、いずれの指標も推定が困難であったため異方性を仮定しなかった。同様に、時空間効果の確率密度関数は

$$\varepsilon_1(\cdot, f, t) \sim \begin{cases} MVN(\mathbf{0}, \mathbf{R}_1) & \text{if } t = 1 \\ MVN(\rho_{\varepsilon_1} \varepsilon_1(\cdot, f, t-1), \mathbf{R}_1) & \text{if } t > 1 \end{cases} \quad (21)$$

$$\varepsilon_2(\cdot, f, t) \sim \begin{cases} MVN(\mathbf{0}, \mathbf{R}_2) & \text{if } t = 1 \\ MVN(\rho_{\varepsilon_2} \varepsilon_2(\cdot, f, t-1), \mathbf{R}_2) & \text{if } t > 1 \end{cases} \quad (22)$$

で与えられる。北上期 CPUE では、VAST の初期設定である各年の効果(β)を固定効果で推定し、時空間効果は独立と仮定する($\rho_{\varepsilon_1} = \rho_{\varepsilon_2} = 0$)手法を使用した。秋季0歳魚 CPUE では同様に、各年の効果(β)を固定効果で推定し、遭遇時の CPUE を予測するモデルにおける空間効果(ω_2)、遭遇確率の時空間効果(ε_1)は推定できなかったため、除外した。遭遇時の CPUE を予測するモデルにおける時空間効果(ε_2)はランダムウォークと仮定した $\rho_{\varepsilon_2} = 1$ 。秋季1歳魚 CPUE では、2006年と2007年では1歳魚が採集されたデータが存在せず、これらの年でも正の標準化 CPUE の値を算出するため、調査年の効果をランダム効果で推定した。

$$\beta_1(t) \sim \begin{cases} Normal(0, \sigma_{\beta_1}^2) & \text{if } t = 1 \\ Normal(\rho_{\beta_1} \beta_1(t-1), \sigma_{\beta_1}^2) & \text{if } t > 1 \end{cases} \quad (23)$$

$$\beta_2(t) \sim \begin{cases} Normal(0, \sigma_{\beta_2}^2) & \text{if } t = 1 \\ Normal(\rho_{\beta_2} \beta_2(t-1), \sigma_{\beta_2}^2) & \text{if } t > 1 \end{cases} \quad (24)$$

各年の効果を独立として($\rho_{\beta_1} = \rho_{\beta_2} = 0$)、年効果(β)を推定した。時空間効果(ε)についても、各年で独立として推定を行った($\rho_{\varepsilon_1} = \rho_{\varepsilon_2} = 0$)。遭遇確率のモデルでは、空間効果(ω_1)が推定できなかったため、推定から除外した。

本データを使用した解析では二項分布とガンマ分布を使用したデルタ型のモデルを使用し、予測遭遇率($r_1(i)$)と遭遇時の予測 CPUE ($r_2(i)$)を以下の式で表した(Thorson 2017)。

$$r_1(i) = \text{logit}^{-1}p_1(i) \quad (25)$$

$$r_2(i) = a_i \times \log^{-1}p_2(i) \quad (26)$$

a_i はオフセット項であるが、CPUE を目的変数としてオフセット項は 1 とした。CPUE が観測される確率は以下で表され、周辺尤度が最大となるパラメータを推定した。

$$\Pr(b_i = B) = \begin{cases} 1 - r_1(i) & \text{if } B = 0 \\ r_1(i) \times g\{B|r_2(i), \sigma_m^2(c)\} & \text{if } B > 0 \end{cases} \quad (27)$$

上記モデルのパラメータは、最尤法によって推定されるが、多くのランダム効果を伴うため、高速な計算が必要であり、Template Model Builder (Kristensen et al. 2016) と呼ばれる高速最適化ソフトが使用される。

漁具能率に影響する環境要因として、表面海水温 (SST) と水深 50 m 水温 (T50) が考えられるが、両変数の相関が比較的高く (北上期: $r=0.70$ 、秋季: $r=0.66$)、係数の推定値の信頼性や予測の安定性を下げる可能性が考えられた。そのため、これら 2 変数を用いた主成分分析を行い、直交する第 1 主成分 (PC1) と第 2 主成分 (PC2) を解析に使用した。両方の調査データにおいて、PC1 が両方に共通する要素、PC2 が両方の水温の差を表しており、第 1 主成分の寄与率が 80% を超えていた (補足図 6-1)。PC1 と PC2 の二乗項と交互作用項を含め、AICc 基準で総当たりのモデル選択を行った (補足表 6-1)。AICc 最小の変数を用いたモデルを使用し、資源量指標値を算出した。VAST の資源量指標値は各年における各位置の相対密度を $d(x, c, t) = r_1^*(x, c, t) \times r_2^*(x, c, t)$ で計算し (r^* は式 16、17 から第 4 項を除いたものから式 25、26 を用いて得られる)、各ノットの面積と密度を掛け合わせた値の総和を存在量として求められるが、今回の解析では密度は CPUE (尾/網/60 分) であるため、総和を面積の合計値で割った値を標準化 CPUE (尾/網/60 分) として算出した。

$$I(t) = \frac{\sum_{s=1}^{n_s} (a(s) \times d(s, t))}{\sum_{s=1}^{n_s} a(s)} \quad (28)$$

各ノットの面積の合計値は年によって変わらないため、この処理によって標準化指標値の相対的なトレンドは変わらない。指標値を求める際、ランダム効果の平均補正を行った (Thorson and Kristensen 2016)。VAST のモデル構造については、Thorson (2019) や GitHub (<https://github.com/James-Thorson-NOAA/VAST>) に詳しく記載されている。

VAST で推定された各年の局所密度の分布を補足図 6-2 から 6-4 に示す。北上期 0 歳魚と秋季 0 歳魚の標準化 CPUE は、2013 年以後、高い値で推移していたが、2022 年以降減少傾向にあった。2025 年の値は前年からやや増加した (補足図 6-5、補足表 2-2)。秋季 1 歳魚の標準化 CPUE は、2025 年は前年から減少した (補足図 6-5、補足表 2-2)。R パッケージの DHARMA (Hartig 2022) を使用しモデル診断を行ったところ、Q-Q プロットは理論

上の予測線の上に観測値が載っており、コルモゴロフ-スミルノフ検定において有意差は検出されなかった（補足図 6-6）。

(2) たもすくい CPUE の標準化

神奈川県のともすくい漁業のデータ（2003～2020 年）および静岡県（2014～2025 年）のデータを使用した。たもすくい CPUE（kg/時間/人）のデータも 0 以上の連続値であり、昨年度と同様に、二項分布と Tweedie 分布を合わせたゼロ過剰（zero inflated）Tweedie 分布モデルを使用した。解析には、本系群の主産卵期である 1～6 月のデータを使用した。

CPUE を予測する説明変数として、年（カテゴリカル変数）・海区（カテゴリカル変数）・操業時の表面海水温（連続変数）・表面海水温の二乗項・月（カテゴリカル変数）・船（カテゴリカル変数）・県（カテゴリカル変数）を使用した。海区はデータに記録されているカテゴリと緯度経度情報に基づき 7 区に分けたものを使用した。2007～2009 年と 2013 年は、すべてのデータで漁獲があったため、二項分布モデルの年効果を独立同分布（independent and identically distributed）のランダム効果として推定した。また、R パッケージの glmmTMB（Brooks et al. 2017）を使用し、二項分布モデルと Tweedie 分布モデルを同時に扱い、パラメータ推定と変数選択を一括して行った。R パッケージの MuMIn（Barton 2022）を使用し、AICc 規準で総当たりの変数選択を行った。

変数選択の結果、AICc が最小となったモデルの二項分布については県と船以外のすべての変数が選択され、Tweedie 分布については県以外の変数が選択された。このモデルを使用し、各変数のすべての組み合わせにおいて予測 CPUE を算出し、年ごとに予測 CPUE を平均した値を標準化した資源量指標値とした。連続変数である表面海水温に関しては、最小値と最大値を細かく分割し、そのときの予測値を求めた。標準化 CPUE は、ノミナル CPUE と似た傾向を示したが、2020 年および 2025 年はノミナル CPUE よりも標準化 CPUE の方が低かった（補足図 6-5）。2021 年以降、標準化 CPUE は急減し、2025 年の値は前年よりもわずかに減少した（補足表 2-2）。Q-Q プロットでは、理論上の予測線から観測値がやや外れており、コルモゴロフ-スミルノフ検定において有意差が検出された（補足図 6-6）。

(3) 産卵量の標準化

水産資源研究所が開発してきた卵稚仔データベースでは年間を通じた産卵量を、平均孵化日数や平均残存率で補正した各月の平均卵密度データを用いて、マサバの産卵量の標準化を行った。補正の式は以下で表される：

$$E_{y,m,i} = \left(\frac{1}{\bar{S}} \frac{D_{y,m}}{d_{y,m,i}} \right) \bar{X}_{y,m,i} \quad (29)$$

$E_{y,m,i}$ は年 y 月 m 区画 i における月平均卵密度、 \bar{S} は卵の平均生残率、 $D_{y,m}$ は y 年 m 月の日数、 $d_{y,m,i}$ は年 y 月 m 区画 i における平均孵化日数である（渡部 1983）。 $\bar{X}_{y,m,i}$ は y 年 m 月における区画 i における 1 m^2 あたり平均卵数である（渡部 1983）。平均孵化日数は卵採集時の水温や卵の発生ステージおよび卵発生速度（Uehara and Mitani 2009）を用いて算出さ

れる(渡部 1983)。解析期間はマサバ産卵量が発見されたことのある 1 月から 7 月とした。空間分布の年変化だけではなく季節変化も推定する VAST の「季節モデル」(Thorson et al. 2020) を使用した。

モデルの構造は北上期 CPUE で使用したものとおおよそ同じであるが、季節モデルでは年効果は

$$\beta(t) = \mu_{\beta} + \beta_m(m_t) + \beta_y(y_t) + \beta_t(t) \quad (30)$$

で表される。ここで、 μ_{β} はすべての年と月を通じた平均を表す切片、 $\beta_m(m_t)$ は月 m の効果、 $\beta_y(y)$ は年 y の効果、 $\beta_t(t)$ は年と月の交互作用を表す。右辺の第 3 項までは固定効果で推定し、第 4 項は隣り合う月が相関を持つと考え、一次の自己回帰モデルを用いて推定した。

$$\beta_t(t) \sim \begin{cases} N(0, \sigma_{\beta}^2), & \text{if } t = 1 \\ N(\rho_{\beta}\beta_t(t-1), \sigma_{\beta}^2), & \text{if } t > 1 \end{cases} \quad (31)$$

時空間効果については式 14、15 における ρ_e を推定し、ある場所の隣り合う月における局所密度が相関すると仮定した。産卵量の標準化には漁具能率に影響する共変量を使用しなかった。パラメータ推定には、卵稚仔調査で得られた海区 I~IV における 2005~2025 年 1~7 月の 30 分升目ごとのマサバの補正済みの産卵量データを使用した。空間の解像度を表すノット数は 100 とした。産卵量の絶対量を以下の式を各ノットにおける卵密度 ($d(s, t)$) とノットの面積 $A(s)$ の積の総和から算出し、標準化された資源量指標値とした。

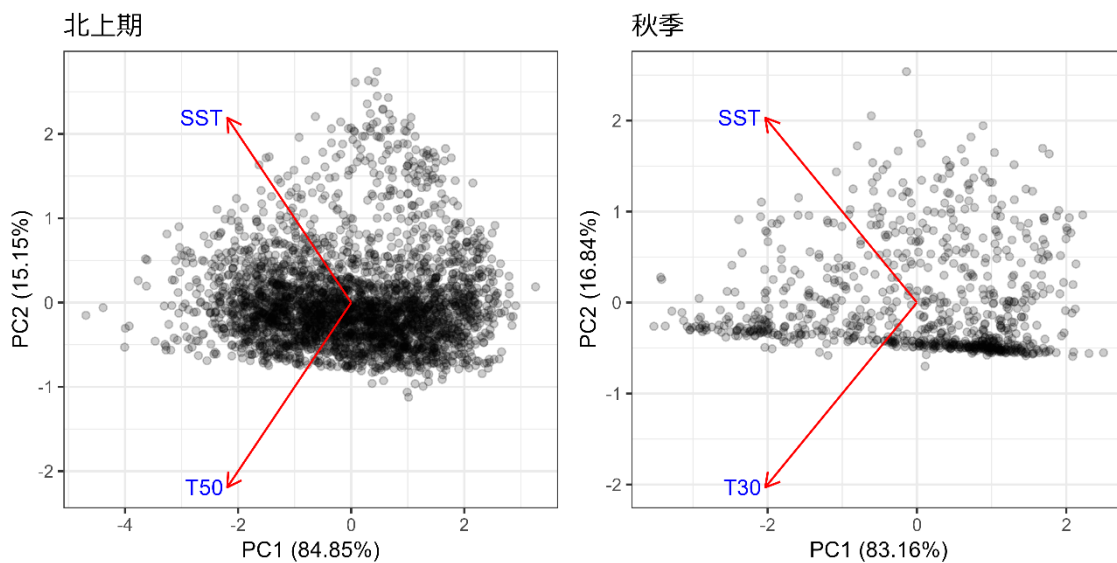
$$I(t) = \sum_{s=1}^{n_s} (A(s) \times d(s, t)) \quad (32)$$

解析の結果、マサバの卵密度は毎年 3~5 月の間に高く、産卵時期が遅くなるに連れて卵密度が高い地域は北東方向に移動していることが明らかになった(補足図 6-4)。標準化産卵量はノミナル産卵量よりもやや高い値が推定され(補足表 2-2)、2024 年の値は 2023 年よりわずかに増加したが、2025 年の値は再び減少し、かなり低い値となった(補足図 6-5)。Q-Q プロットでは、理論上の予測線上に観測値が載っていたが、コルモゴロフ-スミルノフ検定において有意差が検出された(補足図 6-6)。

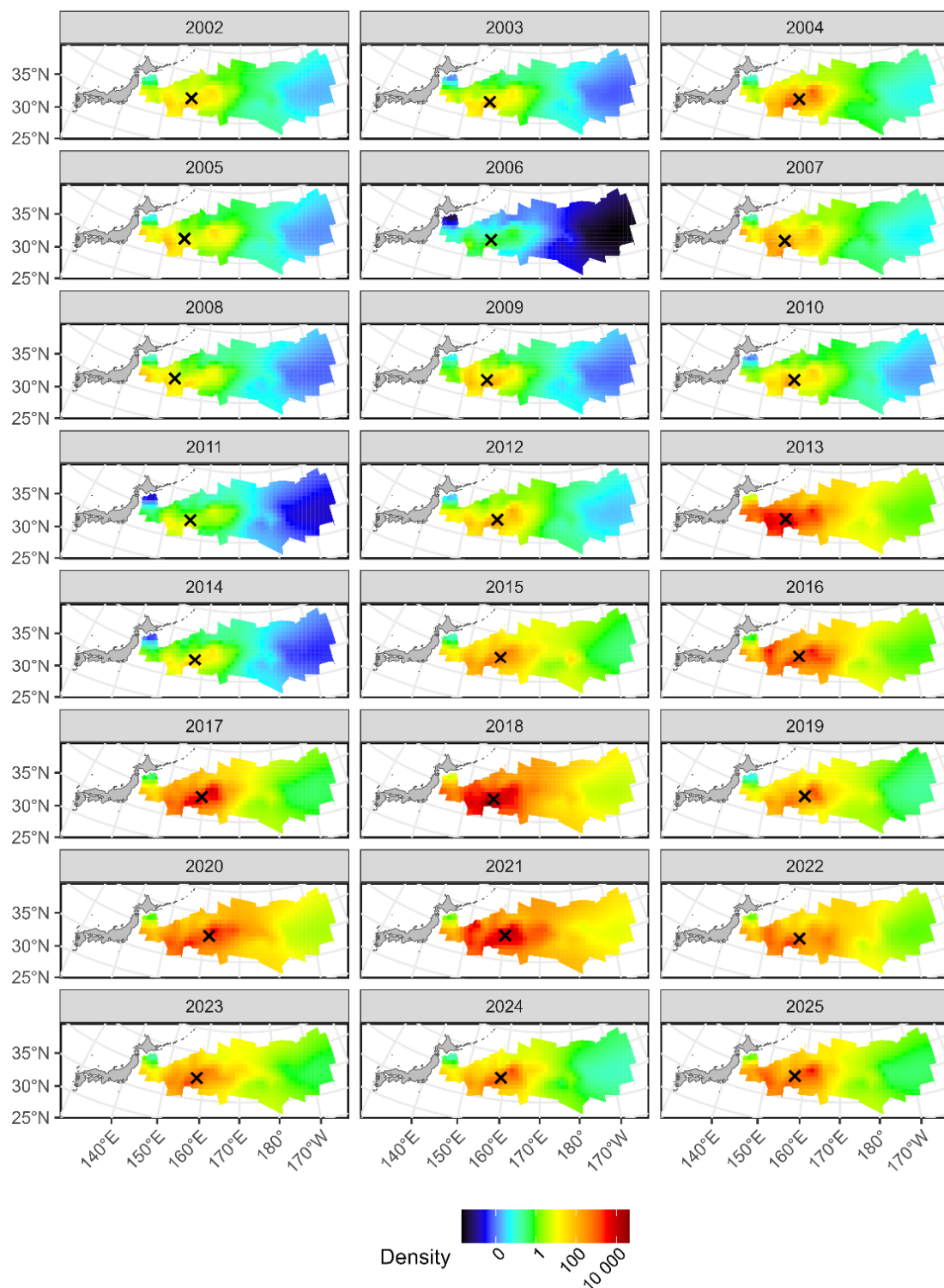
引用文献

- Bartoń, K. (2022) MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.46.0., <https://CRAN.R-project.org/package=MumIn>.
- Brooks, M. E., K. Kristensen, K. J. van Benthem, A. Magnusson, C. W. Berg, A. Nielsen, H. J. Skaug, M. Maechler and B. M. Bolker (2017) glmmTMB: Balances Speed and Flexibility Among

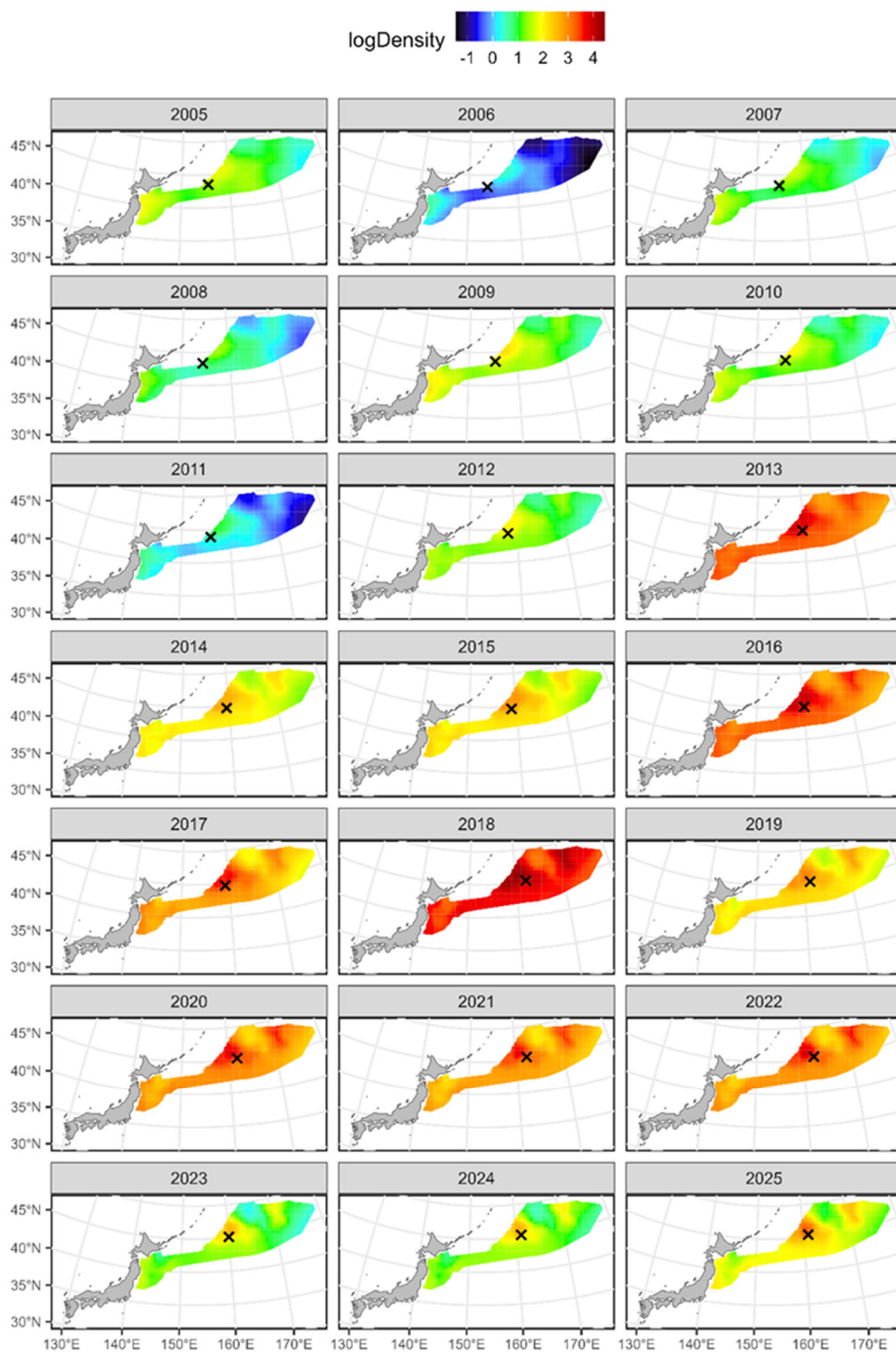
- Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal*, **9**, 378-400.
- Grüss, A., J. F. Walter III, E. A. Babcock, F. C. Forrestal, J. T. Thorson, M. V. Lauretta and M. J. Schirripac (2019) Evaluation of the impacts of different treatments of spatio-temporal variation in catch-per-unit-effort standardization models. *Fish. Res.*, **213**, 75-93.
- Hartig, F. (2022) DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level/Mixed) Regression Models. R package version 0.4.5. <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA>.
- Kristensen, K., A. Nielsen, C. E. Berg, H. Skaug and B. M. Bell (2016) TMB: automatic differentiation and Laplace approximation. *J. Stat. Softw.*, **70**, 1-21.
- Lo, N. C. H., L. D. Jacobson and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**, 2515-2526.
- Nishijima, S., M. Ichinokawa, and R. Yukami. (2024) Revised Standardized Abundance Indices for Ages 0 and 1 Fish of Chub Mackerel from Northwest Pacific Autumn Surveys up to 2023. NPFCA-2024-TWG CMSA09-WP06. (available at <https://www.npfc.int/>)
- Thorson, J. T. (2017) Three problems with the conventional delta-model for biomass sampling data, and a computationally efficient alternative. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **75**, 1369-1382.
- Thorson, J. T. (2019) Guidance for decisions using the Vector Autoregressive Spatio-Temporal (VAST) package in stock, ecosystem, habitat and climate assessments. *Fish. Res.*, **210**, 143-161.
- Thorson, J. T. and LAK. Barnett (2017) Comparing estimates of abundance trends and distribution shifts using single- and multispecies models of fishes and biogenic habitat. *ICES J. Mar. Sci.*, **74**, 1311-1321.
- Thorson, J. T. and K. Kristensen (2016) Implementing a generic method for bias correction in statistical models using random effects, with spatial and population dynamics examples. *Fish. Res.*, **175**, 66-74.
- Thorson, J. T., C. F. Adams, E. N. Brooks, L. B. Eisner, D. G. Kimmel, C. M. Legault, L. A. Rogers and E. M. Yasumiishi (2020) Seasonal and interannual variation in spatio-temporal models for index standardization and phenology studies. *ICES J. Mar. Sci.*, **77**, 1879-1892.
- Uehara, S. and T. Mitani (2009) Effect of temperature on the development of eggs and the daily pattern of spawning of round herring *Etrumeus teres*. *Fish. Sci.*, **75**, 159-165.
- 渡部奏輔 (1983) 卵数法. 水産資源の解析と評価. 石井丈夫編, 恒星社厚生閣. 東京, 9-22pp.



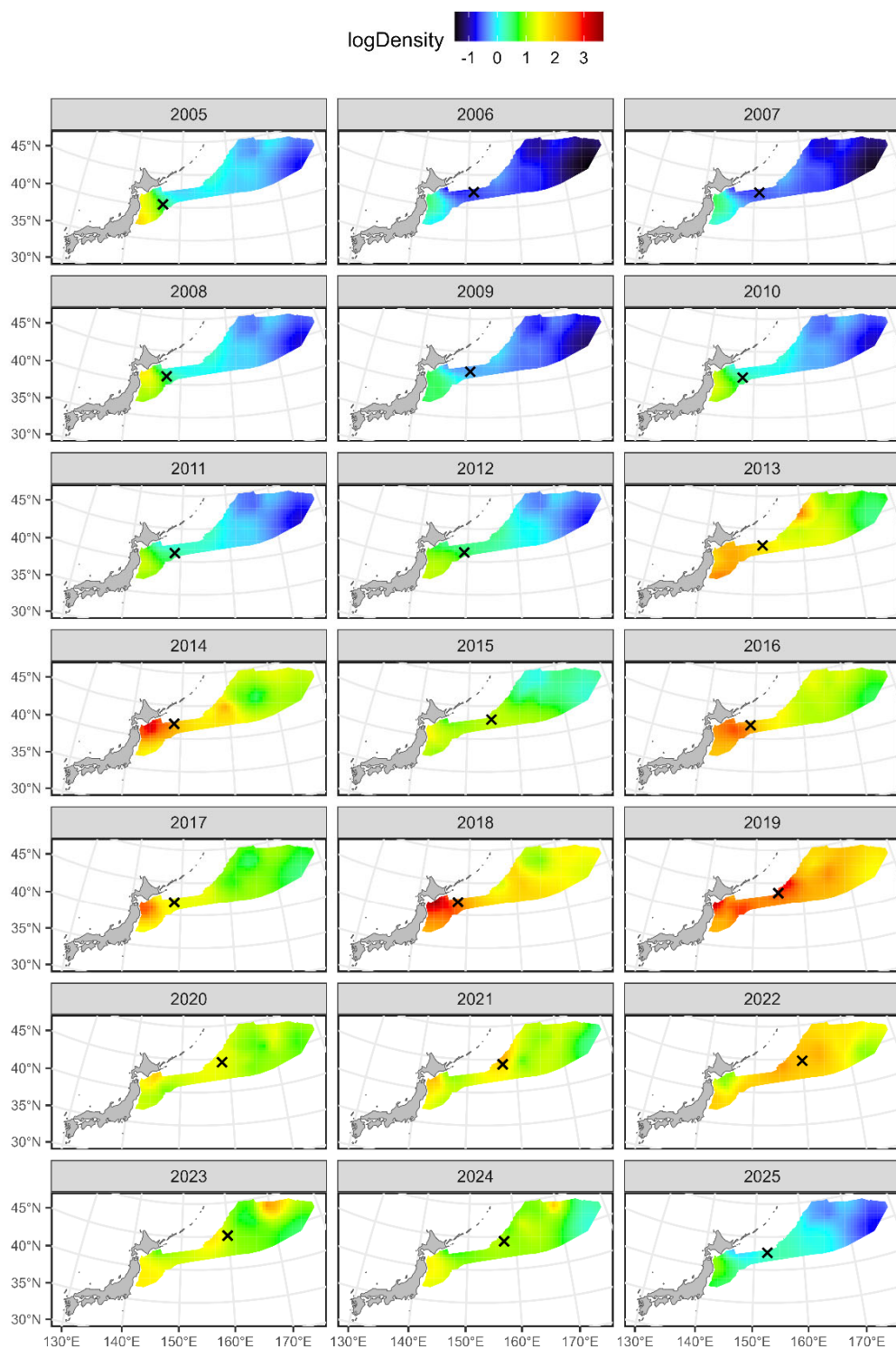
補足図 6-1. 北上期調査データ（左）および秋季調査データ（右）において海面表水温（SST）と水深 50m 水温（T50）を主成分分析した結果



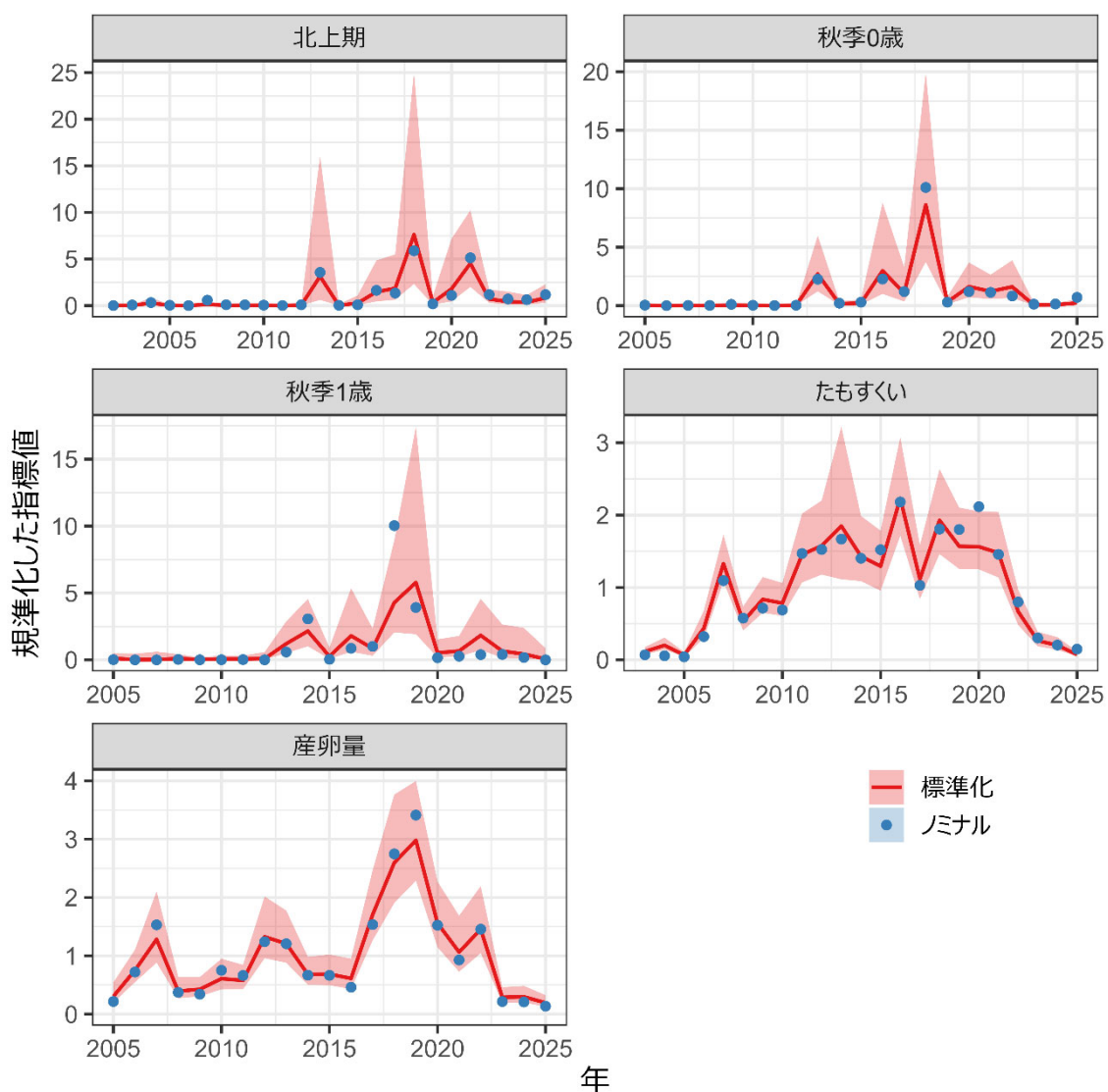
補足図 6-2. 北上期調査データから推定された各年の 0 歳魚の相対密度
 ×印は分布の重心を表す。



補足図 6-3. 秋季調査データから推定された各年の 0 歳魚の相対密度
 ×印は分布の重心を表す。

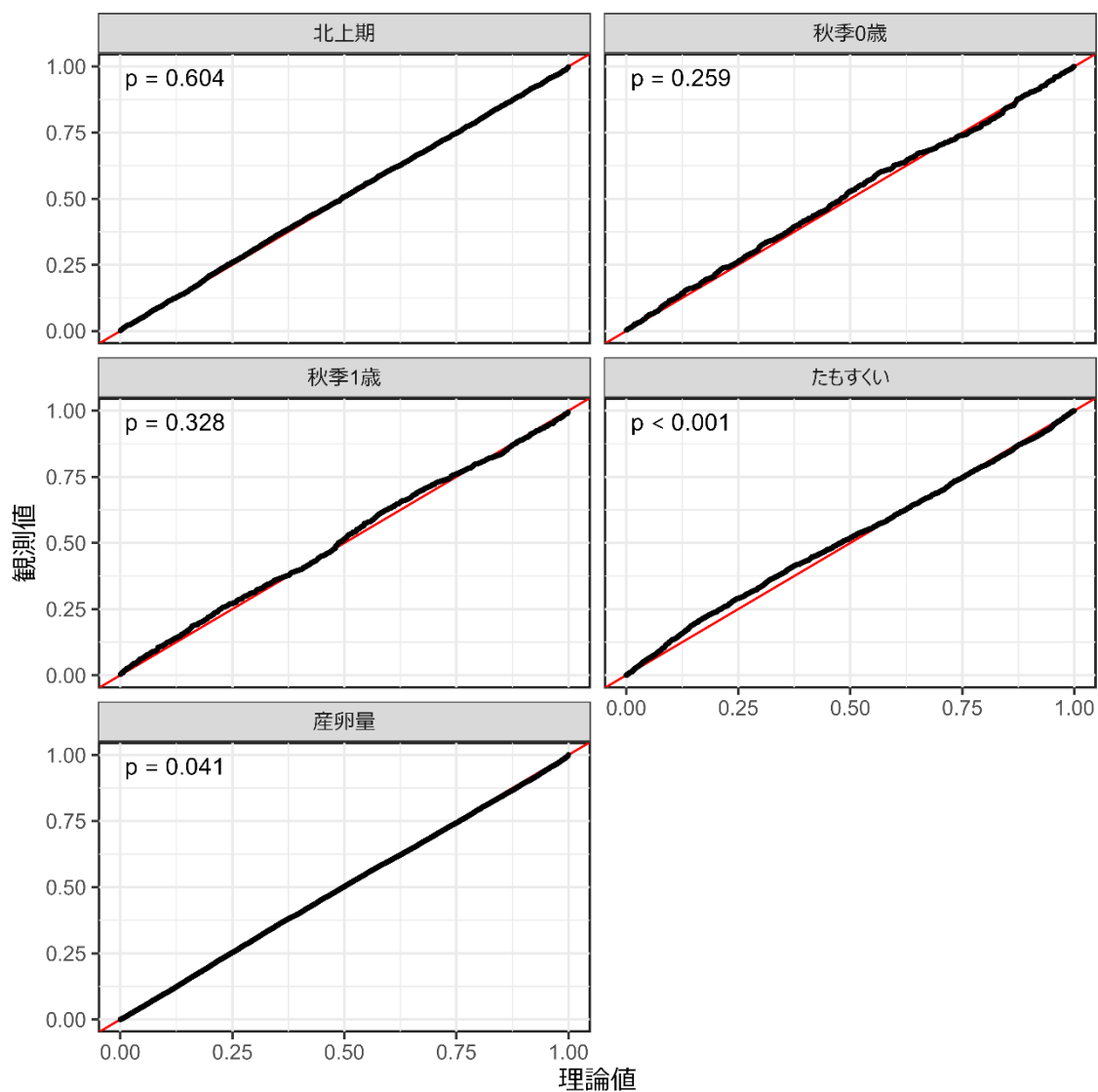


補足図 6-4. 秋季調査データから推定された各年の 1 歳魚の相対密度
赤い×印は分布の重心を表す。

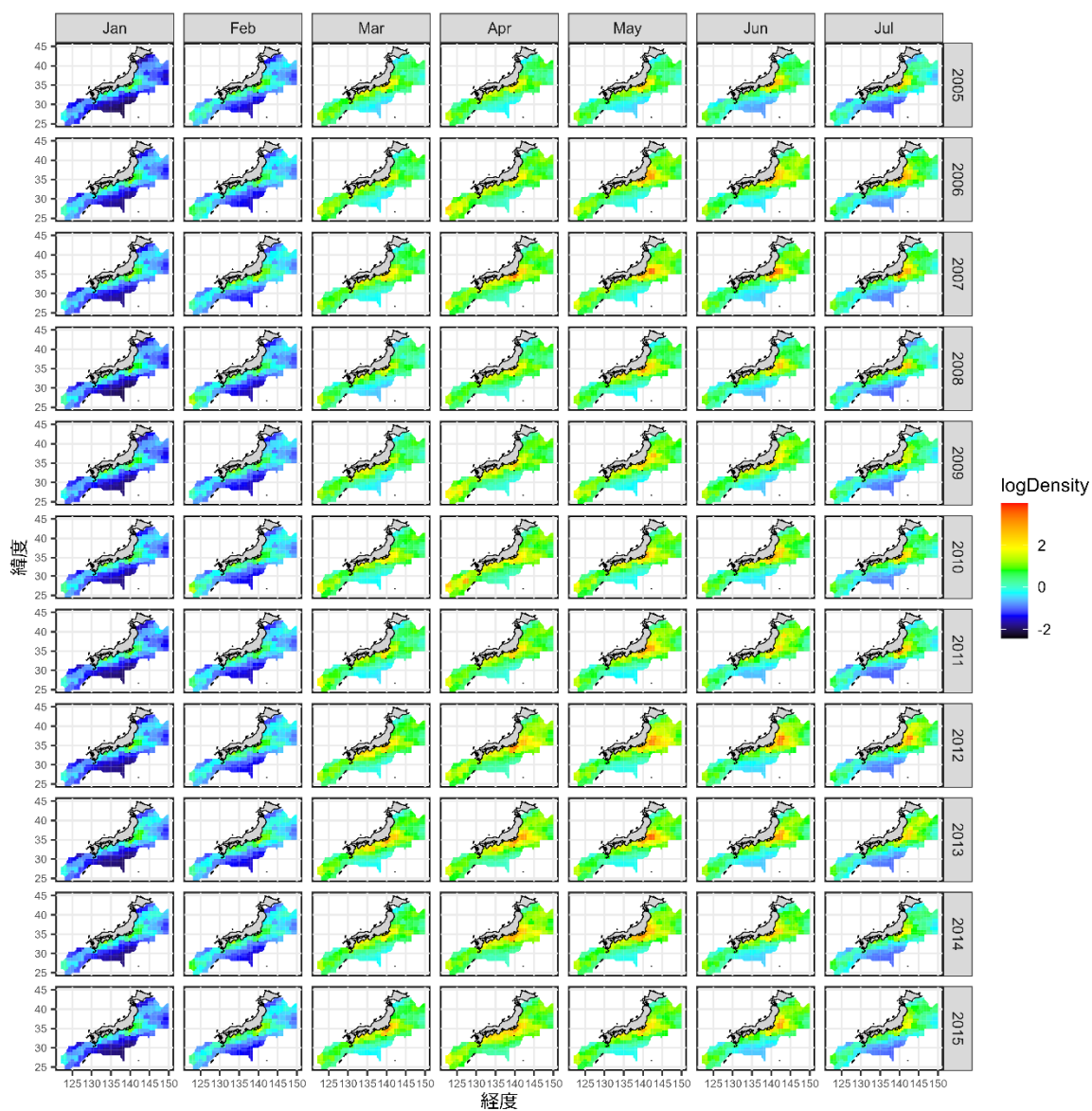


補足図 6-5. 北上期 CPUE (左上)、秋季 0 歳魚 CPUE (右上)、秋季 1 歳魚 CPUE (左中央)、たもすくい CPUE (右中央)、産卵量 (左下) の経年変化

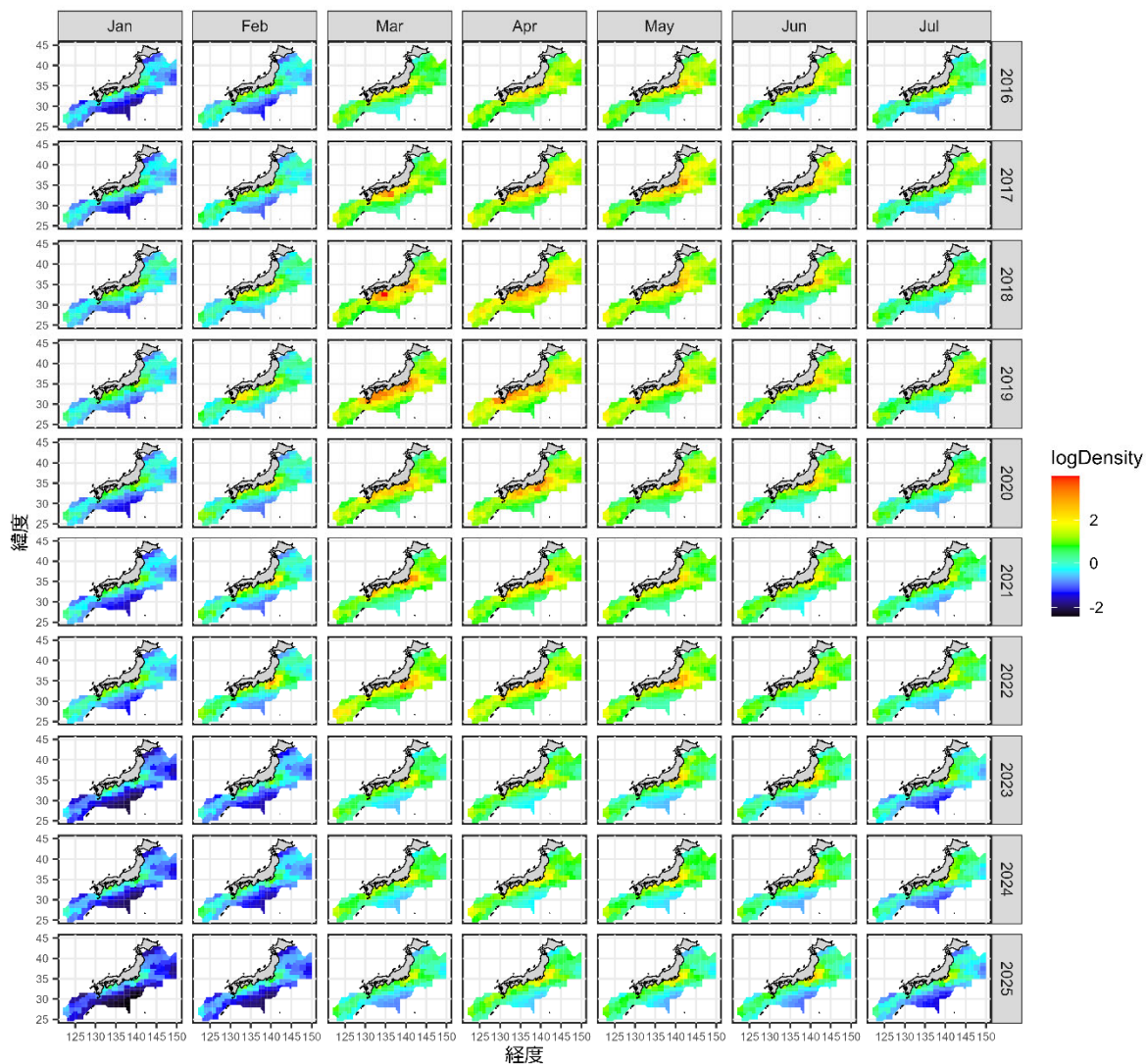
赤実線は今年度評価による標準化指標値、緑の点はノミナル指標値を表す。平均が 1 となるように標準化した値を示しており、影は 95%信頼区間を表す。ノミナルは産卵量以外では CPUE の単純平均を表し、産卵量の場合は各 30 分升目における各月の産卵量の総和を表す。



補足図 6-6. 各資源量指標値の解析における標準化残差 (0-1 の範囲に規準化した残差) の Q-Q プロット
左上にコルモゴロフ-スミルノフ検定における p 値を示す。



補足図 6-7a. 2005～2015 年（行）の 1～7 月（列）に推定されたマサバ卵密度
 すべてのサンプルでマサバ卵が発見されなかった年・月の密度はゼロとした。



補足図 6-7b. 2016～2025 年（行）の 1～7 月（列）に推定されたマサバ卵密度
 すべてのサンプルでマサバ卵が発見されなかった年・月の密度はゼロとした。

補足表 6-1. 北上期 CPUE、秋季 0 歳魚 CPUE、秋季 1 歳魚 CPUE の二項分布モデルおよびガンマ分布モデルにおける変数選択の結果

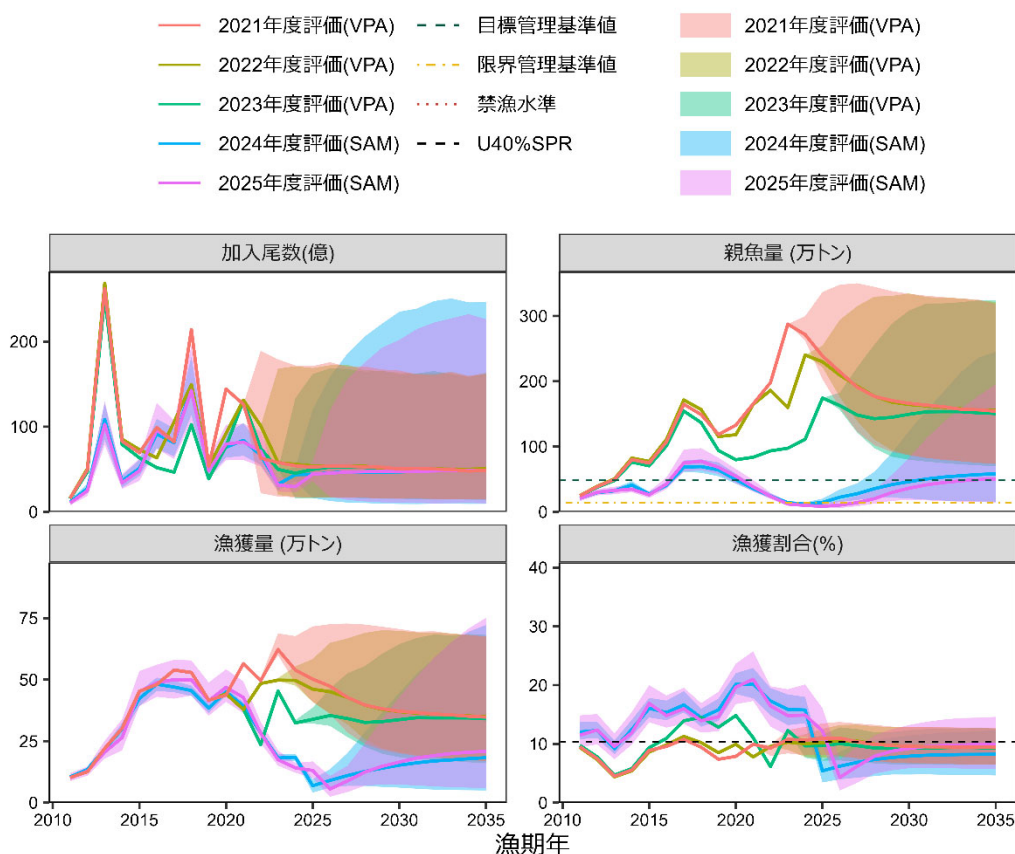
順位	PC1	PC1 ²	PC2	PC2 ²	PC1:PC2	パラメータ数	対数尤度	AICc	ΔAICc
<u>北上期</u>									
1	B,G	B	B,G	B,G	B	63	-4610.71	9350	0
2	B,G	B,G	B,G	B,G	B	64	-4609.79	9350.23	0.23
3	B,G	B,G	B,G	B	B,G	64	-4610.08	9350.83	0.83
4	B,G	B	B,G	B	B	62	-4612.3	9351.09	1.09
5	B,G	B,G	B,G	B	B	63	-4611.28	9351.14	1.14
<u>秋季0歳</u>									
1	B,G	B,G	G		G	53	-2838.8	5791.11	0
2	B,G	B,G	B,G		G	54	-2838.37	5792.54	1.43
3	B,G	B,G	G	G	G	54	-2838.68	5793.17	2.06
4	B,G	B,G	B,G		B,G	55	-2838.16	5794.43	3.32
5	B,G	B,G	B,G	G	G	55	-2838.25	5794.6	3.49
<u>秋季1歳</u>									
1	B,G	B,G				14	-1570.2	3168.92	0
2	B,G	B,G	G	G		16	-1568.16	3169	0.07
3	B,G	B,G	G	G	G	17	-1567.16	3169.08	0.16
4	B,G	B,G	B		B	16	-1568.7	3170.09	1.17
5	B,G	B,G	B,G	G	B	18	-1566.66	3170.18	1.26

PC1、PC2 は第 1 主成分と第 2 主成分をそれぞれ表す（補足図 6-1 参照）。

B は二項分布で、G はガンマ分布で各変数が選ばれたことを表す。

補足資料 7 過年度評価結果との比較

2021～2025 年度の資源評価結果を比較した図および表を補足図 7-1、補足表 7-1 に示した。VPA で資源計算を行った 2021～2023 年度の資源評価結果を比べると、評価年度が進むにつれて加入量が下方修正され、それに加えて将来予測で使用する年齢別平均体重の下方修正があり、親魚量の下方修正が継続していた（補足図 7-1、補足表 7-1）。2024 年度には資源評価モデルを VPA から SAM に変更したことに加え、2 年続けて 2 つの親魚量指標値が低かったことで近年の親魚量が大きく下方修正され、2018 年級群の加入量も大幅に下方修正された。また、外国の年齢別漁獲尾数の情報を取り込んだ影響で漁獲物中に占める 2013 年級群の割合が低下したことに伴い、卓越年級群である 2013 年級も下方修正された。2025 年度は 2024 年度と同じく SAM により資源計算を行ったが、2 つの親魚量指標値の 2025 年の値が低かったことにより、2024 年度評価と比較して加入量の推定値が過去に遡ってやや下方修正され、2022 年漁期以降の親魚量が下方修正されているが、VPA で資源計算を行っていた時と比較すると、その修正の度合いは大きく減少している。なお、ここで示した漁獲量は推定された年齢別漁獲尾数と資源計算用の年齢別体重から算出したものであるため、NPFC を通じたデータの修正や SAM の更新によって過去の値も変化する。



補足図 7-1. 評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数、漁獲量、漁獲割合 (%) 漁獲の比 (F/Fmsy) の比較 (β を 0.9 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。)

補足表 7-1. 評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数、漁獲量、漁獲割合(%)、漁獲圧の比 (F/Fmsy) の比較

親魚量(万トン)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2021 年度評価	165.4	197.9	287.4	278.0	259.2	240.2
2022 年度評価	164.4	186.1	159.8	240.2	235.3	226.4
2023 年度評価	83.7	93.4	97.5	111.2	174.3	167.2
2024 年度評価	35.7	23.9	14.4	12.1	15.0	22.9
2025 年度評価	38.4	24.0	12.1	9.7	8.7	11.3
資源量(万トン)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2021 年度評価	569	560	627	571	535	512
2022 年度評価	488	507	501	538	510	498
2023 年度評価	344	385	369	359	390	412
2024 年度評価	204	175	122	118	135	176
2025 年度評価	199	174	118	93	106	143
加入尾数(億尾)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2021 年度評価	126	92	85	81	81	82
2022 年度評価	131	101	81	82	81	82
2023 年度評価	130	75	50	65	77	80
2024 年度評価	88	72	35	46	60	75
2025 年度評価	82	72	32	30	46	61
漁獲量(千トン)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2021 年度評価	565	499	636	567	543	518
2022 年度評価	379	485	500	509	484	486
2023 年度評価	380	236	453	327	349	377
2024 年度評価	395	281	181	184	87	118
2025 年度評価	426	291	179	143	132	62
漁獲割合(%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2021 年度評価	9.9	9.0	10.6	9.9	10.1	10.1
2022 年度評価	7.8	9.6	10.0	9.5	9.5	9.7
2023 年度評価	11.1	6.1	12.3	9.1	8.9	9.1
2024 年度評価	19.4	16.0	14.8	15.6	5.1	5.4
2025 年度評価	21.4	16.7	15.1	15.4	12.5	4.4
漁獲圧の比	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2021 年度評価	1.25	1.11	0.90	0.90	0.90	0.90
2022 年度評価	0.98	1.16	1.11	0.90	0.90	0.90
2023 年度評価	1.71	0.93	1.59	1.11	0.90	0.90
2024 年度評価	3.58	3.45	2.74	2.96	0.90	0.90
2025 年度評価	2.79	2.76	2.24	2.07	2.10	0.63

2021～2024 年度評価は β を 0.9 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。将来予測結果は白背景で示し、それ以外の推定値などを灰色背景で示す。