

令和 7（2025）年度ゴ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（上村泰洋・由上龍嗣・西嶋翔太・古市 生・井須小羊子・渡部亮介・東口胤成・伊澤雄登）
水産技術研究所 養殖部門

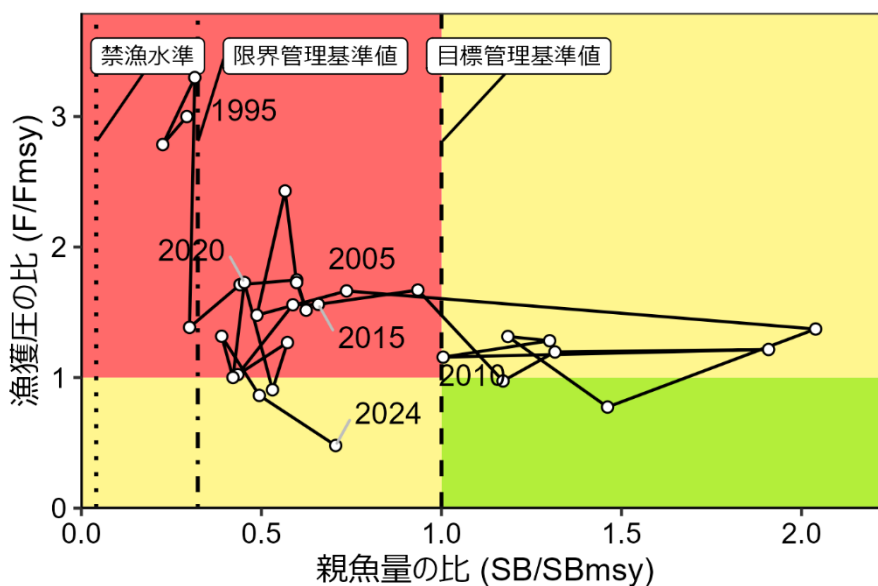
参画機関：北海道立総合研究機構釧路水産試験場・函館水産試験場、地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場、漁業情報サービスセンター、海洋生物環境研究所

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した。資源量は、1995～2003 年漁期（7 月～翌年 6 月）にかけて 25.4 万～37.8 万トンの範囲で安定して推移していたが、2004 年漁期および 2009 年漁期の高い加入量により、2009、2010 年漁期は 70 万トンを超える極めて高い水準に達した。しかしながら 2010 年漁期以降は高い加入量が見られていないことから、2011 年漁期以降、資源量は減少傾向を示し、2020 年漁期は 14.6 万トンとなった。その後緩やかに増加し、2024 年漁期は 19.9 万トンであった。親魚量は資源量と同様の変動傾向を示し、2006～2014 年漁期は 15.6 万～34.0 万トンの範囲の比較的高い値で推移したが、その後は減少傾向を示し、2022 年漁期は 6.5 万トンとなった。その後緩やかに増加し、2024 年漁期は 11.8 万トンであった。漁獲圧（年齢別漁獲係数）は、1995～1997 年漁期に高い値を示した後、変動しながらも低下傾向にある。

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。目標管理基準値は最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy、16.7 万トン）である。2024 年漁期の親魚量は SBmsy を下回る。2024 年漁期の漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から「増加」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 5.0 万トンである。

要 約 図 表



最大持続生産量(MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	16.7 万トン
2024 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る(0.71 倍)
2024 年漁期の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る(0.48 倍)
2024 年漁期の親魚量の動向	増加
MSY	7.2 万トン
2026 年漁期の ABC	5.0 万トン
コメント: ・ABC は、本系群の漁獲シナリオが「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」を経て定められた後に算定される。 ・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、F/Fmsy、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 (万トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2020	14.6	7.5	4.7	1.73	32.2
2021	15.4	7.0	3.4	1.00	22.0
2022	19.2	6.5	5.3	1.32	27.6
2023	18.3	8.2	3.3	0.86	17.8
2024	19.9	11.8	2.3	0.48	11.4
2025	23.6	11.6	5.3	1.08	22.5
2026	24.9	9.9	5.0	0.90	20.0

・ 2025、2026 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。

English title (authors)

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

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

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・漁期年別漁獲尾数	主要港水揚量(北海道～宮崎(17 道県)、JAFIC、北部まき網組合) 月別体長組成(水産機構、北海道～宮崎(17 道県)、JAFIC):市場測定 月別体長・体重・年齢・成熟データ(水産機構、北海道～宮崎(17 道県)、JAFIC):市場測定、漁獲試験 月別漁業種別マサバ・ゴマサバ混獲比率(水産機構、北海道～宮崎(17 道県)):水揚げ情報、標本港混獲率、市場測定標本混獲率、漁獲試験 水産庁水産政策審議会第 82 回資源管理分科会配付資料 北太平洋漁業委員会(NPFC)の中国・ロシア漁獲量情報 中国漁船の体長組成(2020～2024 年)
資源量指数 ・加入量指標値 ・産卵量 ・資源量	北西太平洋北上期浮魚類資源調査**(5～7 月、水産機構) 北西太平洋秋季浮魚類資源調査*** (9、10 月、水産機構) 静岡県棒受網漁業 0 歳魚資源密度指数(静岡県) 卵稚仔調査(水産機構、青森～宮崎(17) 都県)* 静岡県棒受網漁業 CPUE(静岡県)*
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.4$ (M と寿命の統計的關係(田中 1960)による)

*はコホート解析 (Virtual Population Analysis, VPA) におけるチューニング指数である。

**サンマ資源量直接推定調査 (水産資源研究所、親潮～移行域 (142°E～165°W)、2001 年～継続中)、および北西太平洋北上期浮魚類資源調査 (水産資源研究所、親潮～黒潮続流域 (141°～150°E)、2001～2004 年、2010 年～継続中)

***東北海区浮魚類分布調査 (東北水研、親潮～移行域 (141°～167°E)、1995～2007 年)、北西太平洋秋季浮魚類資源調査 (水産資源研究所、親潮～移行域 (141°～175°E)、2008 年～継続中)

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

ゴマサバは、同属のマサバに比べて暖水性、沖合性が強いとされ (落合・田中 1998)、太平洋側の成魚の主分布域は黒潮周辺域である。

分布、回遊を図 2-1 に示す。黒潮周辺域で発生した稚魚は、成長しながら黒潮に移送されて本邦南岸の沿岸域から東経 165～170 度付近までの黒潮－親潮移行域の表面水温 17°C 前後の海域にマサバ稚魚とほぼ同じ様に分布する (渡邊ほか 1999、西田ほか 2000、川端ほか 2006a)。移行域に移送された尾叉長 5～15 cm 程度の稚幼魚は成長とともに北上し、夏秋季は表面水温 13°C 前後の道東～千島列島の太平洋沿岸から沖合の東経 165 度付近までの亜寒

帯水域で索餌期を過ごし (Savinykh et al. 2004、川端ほか 2006a、2007)、秋冬季には 20～25 cm 程度になって南下し、常磐～房総半島の沿岸から沖合の黒潮続流周辺海域で越冬する (川端ほか 2009b)。加入量が多かった 2004 年級群は、東経 171 度の天皇海山周辺での越冬も確認された (川端ほか 2008、2009a)。越冬後の 1 歳以上は、1980 年代までは索餌期に大きく北上回遊しないために三陸以北海域にはあまり出現しなかったが (飯塚 1978、曾ほか 1980)、資源量の増大と東北～北海道海域の表面水温の上昇に伴い、2001 年以降では越冬後の 1、2 歳魚が夏秋季に三陸北部や道東海域まで索餌回遊して漁場形成するようになった (川端ほか 2006b、2008)。これらの群は秋冬季には越冬のために南下し、春季の伊豆諸島周辺海域への産卵回遊に移行する (目黒ほか 2002)。また、このように伊豆諸島周辺～黒潮続流域から東北～北海道海域を大規模に季節回遊する群とは異なり、本邦南岸の黒潮周辺の沿岸域に周年分布する群も多く、各地先漁業の対象となっている。3 歳以上の高齢魚は、最近では三陸以北海域まで回遊するものもあるが多くはなく、伊豆諸島周辺海域や熊野灘では足摺岬周辺海域など西方の海域に比べて分布が少ないことや (花井 1999、山川 1999)、標識放流試験結果などから、加齢にともなって主分布域を足摺岬周辺などの西方海域へ移し、黒潮周辺域で比較的小規模な季節回遊をしたり、産卵場周辺に周年留まったりするようになり、さらに黒潮の上流の東シナ海へ移動するものもあると推定されている (梨田ほか 2006)。さらに、2008～2015 年にかけて天皇海山海域に 2008 年級群を主体としたゴマサバの分布がみられたが、この現象は 2008 年に八丈島以南の海域で産卵量が多く、この海域で産卵された個体が天皇海山海域に輸送されたことによると考えられている (上村ほか 2017)。

(2) 年齢・成長

稚幼魚期の成長は、耳石の日輪解析により、ふ化後尾叉長 5 cm 程度までは平均で 1 日当たり 1 mm 程度成長するが (渡邊ほか 2002)、その後成長が速くなり、ふ化後 80 日で 15 cm 程度、120 日で 20 cm 以上になる (高橋ほか 2010)。未成魚期以降では、鱗の年輪解析による年齢査定が比較的簡便で調査上实际的であり (近藤・黒田 1966、渡邊ほか 2002)、本調査で実施されている。耳石の年輪や日輪による年齢査定の有効性も示唆されている (樋田 1999、木村ほか 2002、梨田ほか 2003、片山・石井 2009)。近年の漁獲物の年齢査定結果による各年齢における体長は、0 歳の秋季には尾叉長 20～25 cm、1 歳の夏季には 28～31 cm、2 歳は 30～34 cm、3 歳は 33～36 cm、4 歳は 37 cm 前後、最大体長は 45 cm 程度である。漁獲物の年齢構成からみて、寿命は 6 歳程度と推定され、最大 11 歳の報告がある。若齢時の成長速度は海域によって異なり、熊野灘以西海域では伊豆諸島以北海域よりも速い傾向がある。本評価の将来予測で用いた年齢別平均尾叉長、体重 (2019～2023 年漁期漁獲物の平均値) を図 2-2 に示す。

(3) 成熟・産卵

卵巣組織の観察結果から尾叉長 30 cm 以上で成熟、産卵する (花井・目黒 1997)。年齢では 2 歳以上に該当することから、本評価では 2 歳以上は全て成熟、産卵する親魚とした (図 2-2、2-3)。産卵場は、薩南、足摺岬周辺から伊豆諸島周辺の本邦南岸の黒潮周辺域である (Tanoue 1966、図 2-1)。これらよりはるかに規模の大きい東シナ海の産卵場で発生し

た群も、黒潮流路に沿った仔稚魚の出現状況や高知県沿岸における幼魚の出現状況からみて太平洋側に加えると推定される (Tanoue 1966、新谷 2007)。産卵期は、足摺岬周辺以西では12月～翌年6月の冬春季であり、東シナ海では1～3月、足摺岬周辺では2～3月が盛期である (Tanoue 1966、梨田ほか 2006)。マサバの主産卵場でもある伊豆諸島周辺海域では3～6月の春季であるが、卵巣組織観察から推定される個体当たりの産卵期間は短く、卵の分布量も少ないことから、産卵場として好適でないことが示唆されていた (渡邊ほか 2000、橋本ほか 2005)。しかしながら、近年移行域以北に出現する稚幼魚は、推定ふ化時期がマサバと同様に3～6月であり (高橋ほか 2010)、分布様式がマサバと同様であることからマサバと同じ伊豆諸島周辺海域で発生したものが主体となっている可能性がある。

(4) 被捕食関係

仔稚魚期では主に小型の浮遊性甲殻類やいわし類の仔魚 (シラス) などを捕食する (落合・田中 1998)。幼魚期以降ではこれらの他に小型魚類やいか類も捕食する。熊野灘漁場ではカタクチイワシ、ワニギスやハダカイワシ科などの魚類、オキアミ類などの甲殻類、いか類などを、三陸北部漁場では主にツノナシオキアミとカタクチイワシを、常磐～三陸沖合の親潮～移行域ではカイアシ類やオキアミ類などの甲殻類、カタクチイワシやハダカイワシ科などの魚類、ホタルイカモドキ科などのいか類、サルパ類など様々な生物を捕食する。

稚幼魚期にカツオなど大型魚類によって大量に捕食される (堀田 1957、横田ほか 1961)。分布量の多い年にはヒゲクジラ類による捕食も見られる (Matsuoka et al. 2008)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁業は、中型まき網漁業 (主に太平洋中・南区)、大中型まき網漁業 (主に太平洋北区)、たもすくい・棒受網の火光利用さば漁業 (中区)、定置網漁業 (北・中・南区)、および立て縄などの釣り漁業 (主に南区) である (図 3-1)。漁場は、陸棚上から陸棚縁辺、および島しょ周辺や瀬などに形成される。漁獲物は、まき網漁業では主に2歳以下の若齢魚であり、40 cm を超えるような高齢魚は少ない。火光利用さば漁業では1～4歳魚を主対象とする。南区の釣り漁業では「瀬付き」と呼ばれる周年、産卵場周辺に留まる成魚を主対象とし、他の漁業に比べて高齢魚の割合が高い。定置網漁業では幼魚から高齢魚まで漁獲され、時期や海域によって漁獲物組成が大きく異なる。南区では「サバ仔 (コ)」と呼ばれる幼魚が比較的多く漁獲される点が特徴である。また、北・中区の各種漁業では多くの場合マサバと混獲される。2014年以降、中国の漁船によっても0、1歳魚主体に漁獲されている。

(2) 漁獲量の推移

ゴマサバはマサバと外部形態および分布回遊生態が類似するために、漁業ではよく混獲されて、漁獲統計では多くの場合マサバとともにさば類として集計されることから、以下の方法でゴ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宮崎県～北海道太平洋側 (東京都および徳島県、愛媛県、大分県の瀬戸内海側を除く) の標本港におけるサバ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 (サバ類のゴ

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。ゴマサバと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サバ類の漁獲量と混獲率から、ゴマサバの漁獲量を推定した。なお、外部形態による本種の判別は、体側中央に明瞭な黒点が並ぶこと、および第1背鰭棘の鰭底間隔がマサバより狭いこと(1~9棘の鰭底長が尾叉長の12%未満)で比較的容易に行える(水産庁1999)。また、マサバとゴマサバの天然交雑が確認されているが、交雑種の出現頻度はさば類全体の0.3%程度であり(谷口ほか1989、斉藤2001)、資源評価上問題はないと考えられる。

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。0歳魚については、発生年の1~6月分は翌漁期年の0歳魚に相当すると考えられたため、その後の7月~翌年6月の漁期年へ加えた。1982年漁期以降の海区・漁業種類別の我が国の年間漁獲量は、南区(宮崎~和歌山県)では1,584(2024年漁期(以下「年漁期」省略))~5.6万トン(1996)、中区まき網漁業(三重~静岡県)では826(1982)~8.9万トン(2006)、火光利用さば漁業では852(2024)~6.2万トン(1985)、中区・北区定置網では692(1991)~3.2万トン(2010)、北区まき網では0(1994など)~6.4万トン(2009)の範囲でそれぞれ変動している(図3-1、表3-1)。特に北区まき網では、2014年漁期には4.1万トンであったが、2015年漁期に1.6万トン、2016年漁期に2,907トンと減少が著しく、2018年漁期はわずか599トンであった。2024年漁期は1,588トンに増加したものの、依然として低い水準にある。日本の合計では、1995年漁期に10万トンを上回ってから高い水準にあり、2004年漁期の高い加入量によって2006年漁期に19.3万トンと過去最高値となった。その後も高い水準を維持し、2010年漁期には引き続き高い資源水準によって19.1万トンと高い値を示した後、2011年漁期以降は減少傾向を示し、2024年漁期は1.8万トンで、資源量が推定可能な1995年漁期以降では最も低い値となった。

1981年以前については、ゴマサバとしての漁獲量資料が揃っていないが、北区の北部まき網や定置網での漁獲はごく少なかった(曾ほか1980、東北水研資料)。中区でもまき網での漁獲は少なく、主要漁業であるたもすくいでは1970年代までは漁獲物のほとんどがマサバであり、ゴマサバはマサバが急減した1982年以降に増加した(目黒1999)。南区のさば類漁獲量から類推されるゴマサバ漁獲量は1982年以降と比べて多くなかった。以上から1981年以前のゴマサバの漁獲量は、5万トン未満の水準であったと判断される(図3-1)。

近年、中国およびロシアが北西太平洋公海域およびロシア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年以降の漁獲量が報告されている(<https://www.npfc.int/summary-footprint-chub-mackerel-fisheries>)。中国については、NPFCのマサバ作業部会で提示されたマサバ・ゴマサバ別漁獲量(Zhang 2025)のデータが公表されている。これらを用いて、中国およびロシアのゴマサバの漁獲量を推定した(図3-1、表3-1)。ロシアは、さば類に占める正確なゴマサバ割合を推定していないが、その割合は1%未満と非常に低いと考えられていることから、報告資料と同様にロシアはゴマサバを漁獲していないと仮定した(NPFC 2025)。NPFCへの報告は暦年集計であるが、漁船の動向から

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。宮崎県～北海道太平洋側における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。中国の漁獲物データについては、2020～2024 年に漁獲されたゴマサバの 4 半期別の体長別漁獲尾数、体長別漁獲重量が NPFC のゴマサバ小部会を通じて提供されたため、この資料と静岡県以北の Age-Length-Key を用いて、2020～2024 年の中国の年齢別漁獲尾数および年齢別体重を推定した。なお、これらの 4 年間の年齢別漁獲尾数の割合の平均値と 4 年間の年齢別体重の平均値が、中国による 2014～2019 年の年齢別漁獲尾数の割合と年齢別体重と等しいと仮定し、中国によるゴマサバ漁獲量に合うように 2014～2019 年の年齢別漁獲尾数を求めた。以上の手法により推定された漁獲物の年齢組成は、年変化が大きいものの、近年は若齢魚を主対象とする漁獲量が多いために 0、1 歳魚が主体である（図 3-2、補足表 2-1）。なお、2015～2022 年漁期の 0 歳魚漁獲尾数のうち、外国漁船の漁獲の割合は、38～67%と高かったが、2023 年漁期は 27%、2024 年漁期は 26%と低下した。

加入が良好な年級群が出現すると、その年級群が 0、1 歳魚として大量に漁獲される特徴が見られる。0 歳魚の割合は卓越年級群の出現年を除けば比較的低い。これは主に 0 歳魚の分布回遊特性によるものと考えられ、漁業は主に沿岸域で操業するのに対して、0 歳魚の多くは沖合を広く回遊して漁獲対象になりにくいためと考えられる。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1995～2024 年漁期の年齢別資源量を、7 月を起点とする 7 月～翌年 6 月の漁期を年単位として 4 歳以上を最高齢グループとする年齢構成で Pope (1972) の近似式を用いたチューニング VPA (コホート解析) によって推定した (表 4-1、補足表 2-2、補足資料 1、2、5、)。加入後の自然死亡係数 (M) は寿命との統計的關係 $M=2.5/\text{寿命}$ (田内・田中の式、田中 1960) により、寿命 6 歳から 0.4 とした。親魚量の指標となると考えられる標準化産卵量 (図 4-2、表 4-2、補足資料 5) と資源量の指標となると考えられる静岡県棒受網標準化 CPUE (図 4-3、表 4-2、補足資料 5) をチューニング指数として用いて、探索的に最近年 (2024 年漁期) の漁獲係数 (ターミナル F) を求めた。

(2) 資源量指標値の推移

加入量の指標値の経年変化を図 4-1 および表 4-2 に示す。いずれの指標値も 1996、2004、2009 年級群などの豊度の高さや 2006、2008 年級群などの低さを反映し、加入量水準に対応した変動を示していると考えられる。しかし、2013、2016～2018、2020 年級群はコホート

解析結果からは高い加入量ではないとみられるが、北上期調査や秋季調査の各指標値が高い値を示すなど、近年は加入量と指標値の動向が一致しない傾向がみられている。

親魚量の指標となる産卵量の経年変化を図 4-2 および表 4-2 に示す。2005 年以降の太平洋側のゴマサバの産卵量は、豊度が高い 2004、2009 年級群の成熟に伴う親魚量の増加を反映して、2007、2011 年に高い値を示した。その後は 2014 年までおおむね 25 兆粒以上で推移していたが、2015 年は 9.0 兆粒に減少した。2016、2017 年は緩やかに増加し、2018 年は 109.6 兆粒に急増したが、2019 年は 10.3 兆粒に急減した。2021 年は 3.7 兆粒とさらに減少したが、2024 年 18.0 兆粒に増加した。2018 年の産卵量のうち 102.2 兆粒が 3 月の海区Ⅲ（日向灘～土佐湾～潮岬）での産卵量となっているが、この海域で採集された卵径の頻度分布および親魚の漁獲状況から、2018 年のゴマサバの産卵量は過大推定されている可能性が高いと判断された（由上ほか 2019）。2019 年以降も親魚の漁獲状況から 2018 年と同様の状況が継続していると考えられるため、産卵量の値をそのままチューニング指数として使用することは困難と判断し、産卵量の標準化を行った（補足資料 5）。標準化産卵量は 2007 年をピークとしてその後は減少傾向を示し、2019 年は 2005 年以降で最も低い値となり、2020 年以降は緩やかな増加傾向にある（図 4-2、表 4-2）。標準化産卵量は親魚量のチューニング指数として使用した。

資源量の指標となる静岡県棒受網漁業 CPUE の平均値を図 4-3、表 4-2 に示す。棒受網漁業は、伊豆諸島周辺海域で年中操業が行われており、すべての年齢のゴマサバを漁獲対象としている。棒受網を含む太平洋中区火光利用さば漁業（棒受網、たもすくい）漁獲量は日本における太平洋海域の漁獲量の 6～26% を占める。2023 年度までの資源評価では、当漁業の 0 歳魚の資源密度指数（図 4-1、表 4-2）が、加入量のチューニング指数として利用されてきた。しかしながら、近年の加入量の減少を反映して 0 歳魚の漁獲量が大きく減少している一方、1～4 歳以上の漁獲量割合が高いことから、当漁業によるゴマサバ CPUE は 0 歳魚のみならずゴマサバ太平洋系群の資源量全体の指標となると考えた。2003 年漁期以降、CPUE の平均値は増加傾向を示し、2010 年漁期に 970 kg/網で最高となった後、減少傾向を示した。2019 年漁期に 188 kg/網となった後、増加傾向となったが、2024 年漁期は 74 kg/網と 1996 年漁期以降で最も低い値となった。棒受網漁業の標準化 CPUE は平均 CPUE と似た変動傾向を示した。棒受網漁業の標準化 CPUE を資源量のチューニング指数として使用した（補足資料 5）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は、1995 年漁期以降のおおむね安定した加入の継続と 1996、2004 年漁期の卓越した高い加入量によって、30 万トン前後から 2004 年漁期以降は 60 万トン前後に増加し、さらに 2009 年漁期の高い加入量によって 2009、2010 年漁期は 70 万トン以上に達する高い水準にあった（図 4-4、表 4-1、補足表 2-2）。2011 年漁期以降 2020 年漁期まで著しい減少傾向を示し、2020 年漁期は 14.6 万トンで、1995 年漁期以降では最も低い値となったが、その後緩やかに増加し、2024 年漁期は 19.9 万トンであった。親魚量は資源量と同様の傾向を示し、2006～2014 年漁期は 15.6 万～34.0 万トンの比較的高い値で推移したが、その後は減少傾向を示し、2022 年漁期は 6.5 万トンとなった。その後緩やかに増加し、2024 年漁期は 11.8 万トンであった（図 4-4、表 4-1、補足表 2-2）。再生産成功率（RPS）は 1996、2004 年漁期

に高い値を示した他は比較的安定した値を示していたが、2010年漁期以降はやや低い値で推移しており、2024年漁期は2.7尾/kgと低い値となった(図4-5、表4-1)。2010年漁期以降高い加入量は見られなくなり、2015年漁期以降は低い加入が継続している。2024年漁期の加入量の推定値は3.1億尾と1995年漁期以降では最も低い値となった(図4-5、表4-1)。

自然死亡係数Mに対する感度解析として、本評価での設定値(0.4)に対して0.3と0.5として直近(2024)年漁期の資源量、親魚量、加入量を推定した(図4-6)。資源量、親魚量、加入量は、Mの値が大きくなると、いずれの値も大きくなる傾向にあった。

年齢別Fの変化を図4-7、補足表2-2に示す。0歳、1歳のFは、1995~1997年漁期に高かったが、その後低く推移し、2014年漁期以降は、2020年漁期に1歳のFが高くなるなど、変動しながらやや高い値で推移している。2歳、3歳以上のFは、1995~1997年漁期、2002~2007年漁期に高い値を示した。2歳のFは、その後低く推移し、近年は0歳、1歳のFと同程度で推移している。3歳以上のFは2014年漁期、2015年漁期に高い値となり、その後は、低く推移している。漁獲割合は11~56%の範囲で変化し、1995~1997年漁期に高い値を示して以降、おおむね30%前後で推移した後、2023年漁期以降は低下傾向にある(図4-8、表4-1、補足表2-2)。

令和5(2023)年度評価(上村ほか2024)、2024年12月研究機関会議に用いた令和6(2024)年度評価(上村ほか2025a)における各種推定値との比較を補足資料6にまとめた。今年度資源評価では、令和6(2024)年度評価(研究機関会議)と比較して、2023年漁期の加入量が下方修正となったものの、親魚量、資源量の変化は小さかった(補足資料6)。

(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な値となる。%SPRの値は1995~1997年漁期に低い値を示し、1998~2013年漁期は変動しながら増加傾向を示した。2014~2016年漁期にやや低い値となったが、2017~2019年漁期はやや高い値を示した。2020年漁期以降は毎年大きく変動し、2024年漁期は55.0%に増加した。現状の漁獲圧として直近5年間(2020~2024年漁期)の平均F値から%SPRを算出すると28.7%となった。

現状の漁獲圧に対するYPRと%SPRの関係を図4-10に示す。このときFの選択率としては令和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」において最大持続生産量MSYに対応するF(F_{msy})の推定に用いた値(上村ほか2025b)を使用した。また、年齢別平均体重および成熟割合についてもF_{msy}算出時の値を使用した。F_{msy}は%SPRに換算すると31.1%に相当する。現状の漁獲圧(F₂₀₂₀₋₂₀₂₄)はF_{msy}と同じ程度で、F40%SPRを上回る。

(5) 再生産関係

親魚量(重量)と加入量(尾数)との関係(再生産関係)を図4-11に示す。上述の管理基準値等に関する研究機関会議資料において、本系群の再生産関係にはリッカー(RI)型再生産関係式を用いることが提案されている(上村ほか2025b)。再生産関係のパラメータ推

定に使用されたデータは、本資源評価に基づく親魚量・加入量であり、最適化手法には最小絶対値法が用いられている。加入量の残差の自己相関は考慮されていない。再生産式の各パラメータを補足表 3-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

上述の管理基準値等に関する研究機関会議資料で示された現在（1995 年漁期以降）の環境下における MSY、MSY を実現する親魚量（SBmsy）、および SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）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、SBmsy（16.7 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（<https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/#link1>）。また、MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量（5.4 万トン）が限界管理基準値、MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量（0.7 万トン）が禁漁水準と定められた。平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（上村ほか 2025b）を図 4-12 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では 0 歳および 1 歳魚の割合が高い。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

SBmsy と Fmsy を基準にした神戸プロットを図 4-13 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 に示した。本系群における 2024 年漁期の親魚量は SBmsy を下回るが、MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量（SB0.6msy）を上回る。2024 年漁期の親魚量は SBmsy の 0.71 倍である。また、2024 年漁期の漁獲圧は、Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.48 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（F/Fmsy）とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から増加と判断される。本系群の親魚量は 2006～2013 年漁期には SBmsy を上回っていたが、2014 年漁期以降、多くの年で漁獲圧が Fmsy を上回って推移したことに加え、低い加入量が継続したことにより、2014 年漁期以降の親魚量は SBmsy を下回る水準で推移している。

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、コホート解析の前進法を用いて 2025～2054 年漁期までの将来予測計算を行った（補足資料 2）。この将来予測では加入量の不確実性を考慮した。再生産関係式を用いて各年に予測される親魚量から加入量を予測し、その予測値に対数正規分布に従う誤差を与えることで加入量の不確実性を考慮した。対数正規分布から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 年漁期の漁獲圧には現状の漁獲圧（F2020-2024）を仮定した。同年に予測される資源量と現状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。

2015年漁期以降、加入量が低い値となっていることから（図4-3、4-4）、短期的には加入量の低下傾向が継続する可能性がある。この加入量の低下傾向を取り入れた将来予測の将来予測についても計算を行い、補足資料4に示した。

(2) 漁獲管理規則

資源管理基本方針では、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} 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漁獲管理規則が本系群の漁獲シナリオとして定められている（図5-1）。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9.9万トンと見込まれた（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5.0万トン（90%予測区間は3.3万～7.5万トン）、現状の漁獲圧を継続した場合には5.8万トン（90%予測区間は3.9万～8.8万トン）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である5.0万トンをABCとして提示する（補足表3-5）。

(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、補足表3-7、3-8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（ $\beta=0.9$ ）、2035年漁期の親魚量の予測値は18.3万トン（90%予測区間は10.6万～28.4万トン）であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は57%、限界管理基準値を上回る確率は100%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 を使用した場合の将来予測結果、および現状の漁獲圧（F2020-2024）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、14.4万トン（90%予測区間は7.9万～23.1万トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は27%、限界管理基準値を上回る確率は100%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漁期年は、2033年漁期と予測され、限界管理基準値を50%以上の確率で上回る漁期年は、2024年漁期と予測された（補足表3-6）。

6. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は、1995～2003年漁期にかけて25.4万～37.8万トンで推移していたが、2004年漁期および2009年漁期の高い加入量により、2009、2010年漁期は70万トンを超える極めて高い水準に達した。しかしながら2010年漁期以降は高い加入量が見られていないことから、2011年漁期以降、資源量は著しい減少傾向を示し、2020年漁期は14.6万トンとなった。その後、資源量は緩やかに増加し、2024年漁期は19.9万トンであった。親魚量は

資源量と同様の変動傾向を示し、2006～2014年漁期は15.6万～34.0万トンの比較的高い値で推移したが、その後は減少傾向を示し、2022年漁期6.5万トンとなった。その後緩やかに増加し、2024年漁期は11.8万トンとなった。漁獲圧（年齢別のF）は、2歳、3歳のFは1995～1997年漁期、2002～2007年漁期に高かったが、その後変動しながらも低下傾向を示している。

2024年漁期の親魚量はMSYを実現する水準を下回っている。また本系群に対する2024年漁期の漁獲圧はSB_{msy}を維持する水準（F_{msy}）を下回っている。親魚量の動向は直近5年間（2020～2024年漁期）の推移から「増加」と判断される。

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におけるさば類漁獲量および漁獲物の体長別漁獲尾数・重量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。

8. 引用文献

- 花井孝之 (1999) 伊豆諸島海域におけるゴマサバの資源特性について. 中央ブロック長期漁海況予報, **107**, 32-39.
- 花井孝之・目黒清美 (1997) ゴマサバの卵巣組織観察による成熟, 産卵についての基礎的研究. 関東近海のマサバについて, **30**, 92-99.
- 橋本 浩・池上直也・森 訓由・岡部 久 (2005) 2005年の関東近海におけるサバ属卵の分布. 2005年度水産海洋学会大会講演要旨集, 120.
- 堀田秀之 (1957) カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚 (薩南海区). 東北水研研報, **9**, 129-132.
- 飯塚景記 (1978) 東北海区北部海域におけるゴマサバについての二・三の生物学的観察. 東北水研研報, **39**, 11-20.
- 上村泰洋・川端 淳・米崎史郎・高橋正知・由上龍嗣・渡邊千夏子 (2017) 天皇海山海域におけるゴマサバの生物学的特性. 水産海洋研究, **81**, 18-28.
- 上村泰洋・由上龍嗣・西嶋翔太・古市 生・井須小羊子・渡部亮介・東口胤成 (2024) 令和5 (2023) 年度ゴ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, 59pp, <http://abchan.fra.go.jp/>.
- 上村泰洋・由上龍嗣・西嶋翔太・古市 生・井須小羊子・渡部亮介・東口胤成 (2025) 令和6 (2024a) 年度ゴ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, 77pp, <http://abchan.fra.go.jp/>.
- 上村泰洋・由上龍嗣・西嶋翔太・古市 生・井須小羊子・渡部亮介・東口胤成 (2025) 令和6 (2024b) 年度ゴ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. 産研究・教育機構, 東京, 45pp, FRA-SA2024-BRP02-02.
- 片山知史・石井光廣 (2009) サバ類の耳石による年齢査定の試み. 2009年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 89.

- 川端 淳・中神正康・巢山 哲・西田 宏・渡邊千夏子 (2007) 北西太平洋における近年のゴマサバ0歳魚の分布, 回遊と加入量. 2007年度水産海洋学会大会講演要旨集, 9.
- 川端 淳・中神正康・巢山 哲・西田 宏・渡邊千夏子 (2008) 北西太平洋における近年のゴマサバ資源の増加と1歳魚以上の分布, 回遊. 黒潮の資源海洋研究, **9**, 61-66.
- 川端 淳・中神正康・巢山 哲・上野康弘・谷津明彦 (2009a) 2001~2008年5~7月の北西太平洋におけるサバ類0歳魚の分布, 体長組成と加入豊度との関係. 2009年度水産海洋学会大会講演要旨集, 19.
- 川端 淳・中神正康・巢山 哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆 (2006a) 最近の広域な調査船調査から推定される北西太平洋におけるサバ, イワシ類の季節的分布回遊. 2006年度水産海洋学会大会講演要旨集, 94.
- 川端 淳・山口閔常・巢山 哲・中神正康 (2006b) 近年の東北~北海道海域における表層性魚類相とゴマサバの来遊動向. 月刊海洋, **38**, 175-180.
- 川端 淳・谷津明彦・西田 宏・小澤竜太・高木香織・山下紀生・山下夕帆・中神正康・高橋正知 (2009b) 北西太平洋におけるマサバ・ゴマサバ未成魚の越冬海域の年変化. 第57回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 東北区水産研究所八戸支所, 157-162.
- 木村 量・梨田一也・大関芳沖・本多 仁 (2002) ゴマサバ *Scomber australasicus* に適した耳石による年齢査定法. 水産海洋研究, **66**, 247-251.
- 近藤恵一・黒田一紀 (1966) サバ属魚類の成長-I. 東海水研報, **45**, 31-60.
- Matsuoka, K., S. Otani, T. Isoda, A. Wada, S. Kumagai, T. Ohshima, I. Yoshimura, K. Sugiyama, M. Aki, K. Kato, M.M.U. Bhuiyan, N. Funasaka, Y. Suzuki, R. Sudo, Y. Motohashi, M. Mori, M. Tsunekawa, D. Inagake, H. Murase and T. Ogawa (2008) Cruise report of the second phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Western North Pacific (JARPN II) in 2007 - Offshore component -. Paper SC/60/O5 submitted to the 60th IWC Scientific Committee, 40pp.
- 目黒清美 (1999) 関東近海のゴマサバの分布について. 中央ブロック長期漁海況予報, **107**, 40-54.
- 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-成魚. 月刊海洋, **34**, 256-260.
- 梨田一也・本多 仁・阪地英男・木村 量 (2003) 足摺岬周辺及び土佐湾中央部海域で漁獲されたゴマサバの年齢形質としての耳石の有効性. 黒潮の資源海洋研究, **4**, 5-9.
- 梨田一也・本多 仁・阪地英男・三谷卓美・平井一行・上原伸二 (2006) 足摺岬周辺海域及び伊豆諸島海域で実施した標識放流調査によるゴマサバの移動・回遊. 水研センター研報, **17**, 1-15.
- 新谷淑生 (2007) 高知県西部海域におけるゴマサバ若魚の加入について. 黒潮の資源海洋研究, **8**, 101.
- 西田 宏・渡邊千夏子・谷津明彦・木下貴裕 (2000) 黒潮続流~黒潮親潮移行域における幼稚魚採集と表面水温情報を利用したマサバ・ゴマサバの加入量予測. 関東近海のマサバについて, **33**, 96-102.
- NPFC (2025) Species summary for blue mackerel. pp.12. (available at <https://www.npfc.int/species-summaries>)

- 落合 明・田中 克 (1998) ゴマサバ. 新版魚類学 (下) 改訂版, 恒星社厚生閣, 東京, 844-855.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.
- 斉藤憲治 (2001) リボゾーム DNA の変異を利用した種判別法. 東北水研ニュース, **62**, 2-5.
- Savinykh, V. F., A. A. Baitalyuk and A. Yu. Zhigalin (2004) Pelagic fish new to the Pacific waters of the Southern Kurils, migrants from the zone of Kuroshio. *J. Ichthyol. (Voprosy Ikhtiologii)*, **44**, 611-615.
- 水産庁 (1999) マサバ・ゴマサバ判別マニュアル. 水産庁水産業関係試験研究推進会議マサバ・ゴマサバ判別マニュアル作成ワーキンググループ, 中央水産研究所, 32 pp.
- 高橋正知・高木香織・川端 淳・渡邊千夏子・西田 宏・山下紀生・森 賢・巢山 哲・中神正康・上野康弘・斉藤真美 (2010) マサバ・ゴマサバ太平洋系群 2007 年級群の推定孵化時期. 黒潮の資源海洋研究, **11**, 49-54.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.
- 谷口順彦・向井龍男・関 伸吾・津田恭敬 (1989) マサバ・ゴマサバ. アイソザイムによる魚介類の集団解析, 海洋生物集団の識別等に関する先導的評価手法の開発事業報告書, 日本水産資源保護協会, 371-384.
- Tanoue, T. (1966) Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (BLEEKER). *Memoir of Fac. Fish. Kagoshima Univ.*, **15**, 91-175.
- 樋田史郎 (1999) ゴマサバの日齢査定について. 中央ブロック長期漁海況予報, **107**, 83-91.
- 曾 萬年・中田英昭・平野敏行 (1980) 近年のゴマサバ資源の増大について. 水産海洋研究会報, **36**, 19-26.
- 渡邊千夏子・花井孝之・目黒清美 (2000) マサバとゴマサバの産卵生態の比較. 一日当たり総産卵量に基づくマサバ太平洋系群の資源量推定法に関する調査報告書, 中央水産研究所, 14-23.
- 渡邊千夏子・川端 淳・和田時夫 (1999) 黒潮親潮移行域におけるサバ類当歳魚の分布. 月刊海洋, **31**, 236-240.
- 渡邊千夏子・小林憲一・川端 淳・梨田一也 (2002) マサバとゴマサバの年齢と成長. 月刊海洋, **34**, 261-265.
- 山川 卓 (1999) 熊野灘におけるゴマサバの漁獲状況と尾叉長組成. 中央ブロック長期漁海況予報, **107**, 25-39.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二 (1961) 魚食性魚類の胃内容物の研究. 南海水研報, **14**, 153-202.
- 由上龍嗣・井須小羊子・渡邊千夏子・上村泰洋・古市 生 (2019) 平成 30 (2018) 年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 248-278.
- Zhang, H. (2025) Review of chub mackerel fishery in China and research activities in 2024-2025. NPFC-2025-TWG CMSA11-IP5, pp.19. (available at <https://www.npfc.int/meetings/11th-twg-cmsa-meeting>)



図 2-1. 分布域と産卵場

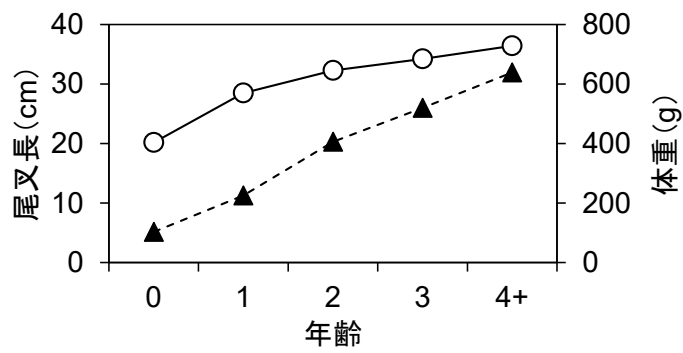


図 2-2. 年齢と成長 (2020～2024 年漁期漁獲物の平均)

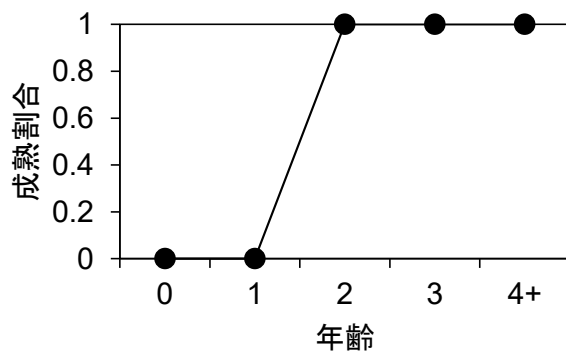


図 2-3. 年齢と成熟割合

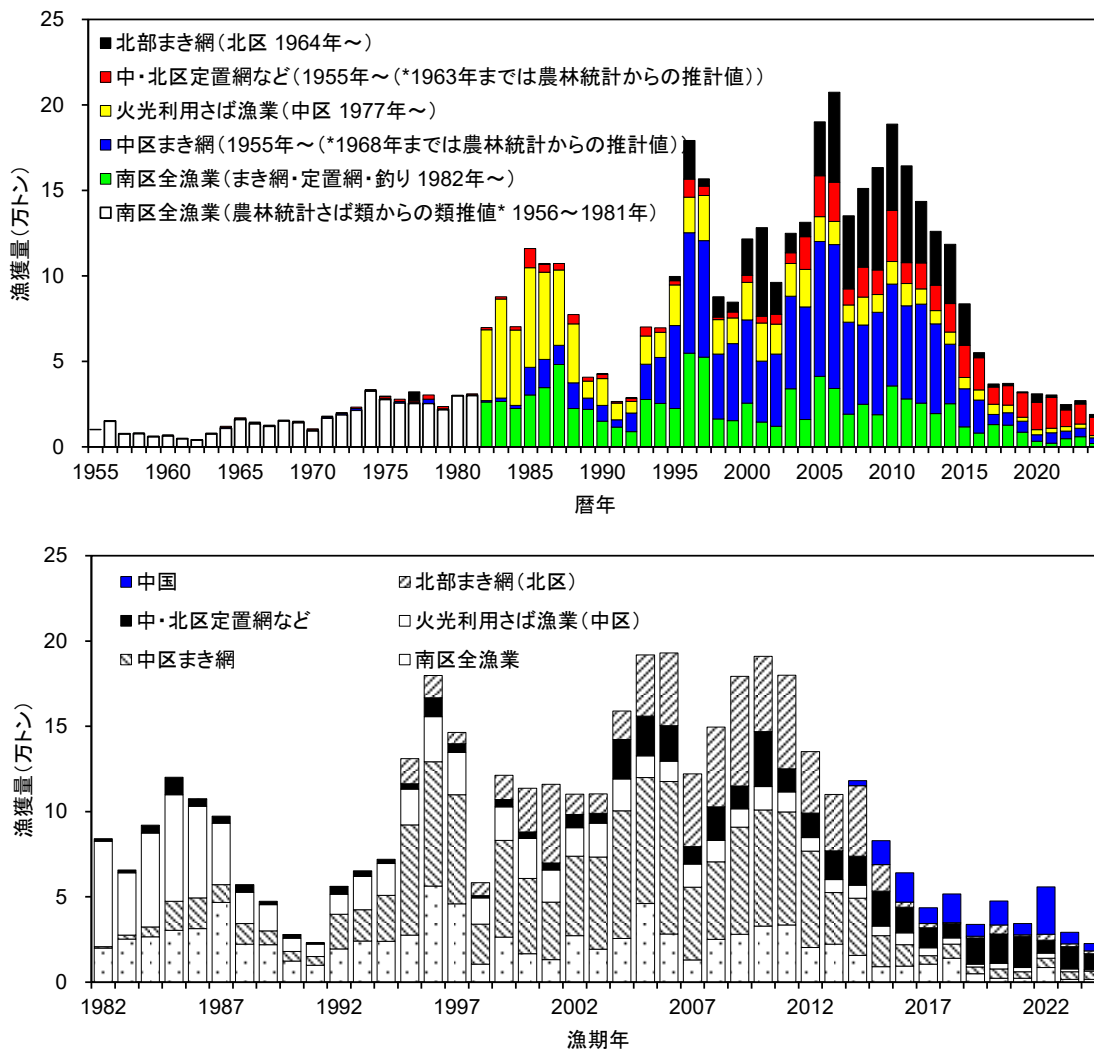


図 3-1. 漁獲量の推移

太平洋側の暦年（1～12月、日本のみ、上図）および漁期年（7月～翌年6月、外国を含む、下図）別の海区・漁業種別漁獲量。*南区の1982～2005年の農林水産統計さば類漁獲量に対する主要港ゴマサバ水揚量（各県資料）の比率を使って求めた。下図の2014年漁期以降の中国の漁獲量は公開資料に基づく。

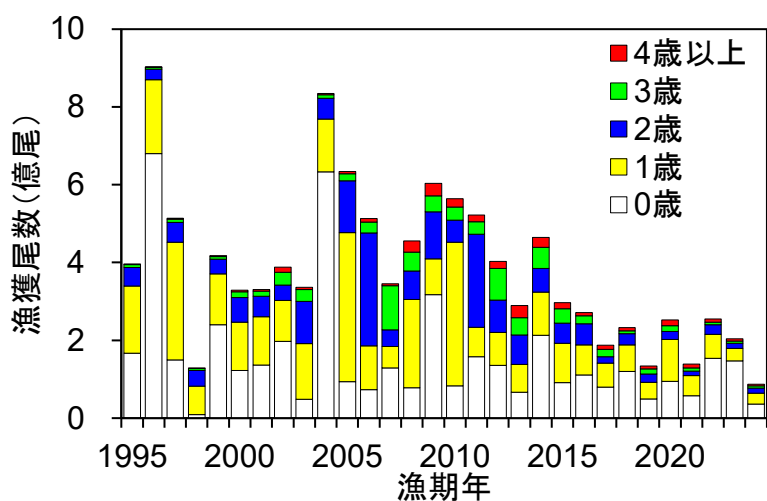


図 3-2. 年齢別漁獲尾数

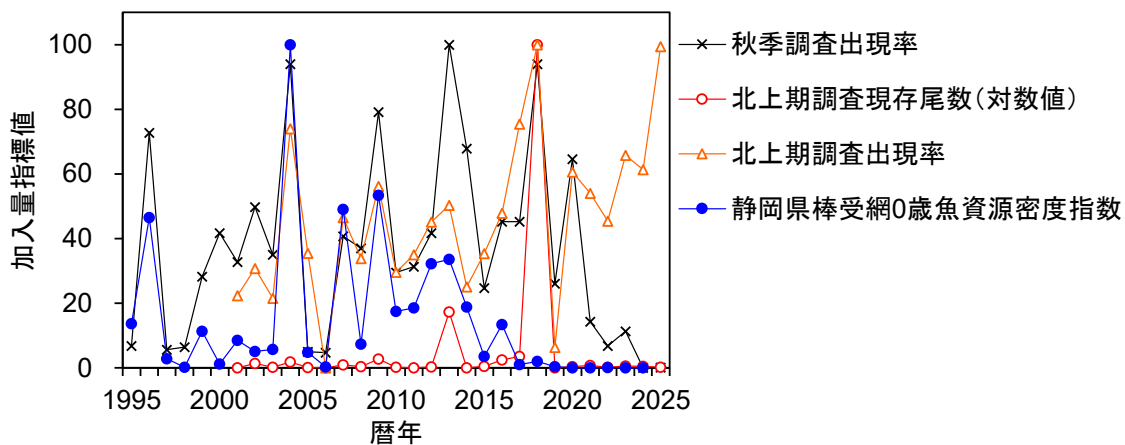


図 4-1. 各種調査による加入量指標値の経年変化
 最大値を 100、最小値を 0 とした相対値。

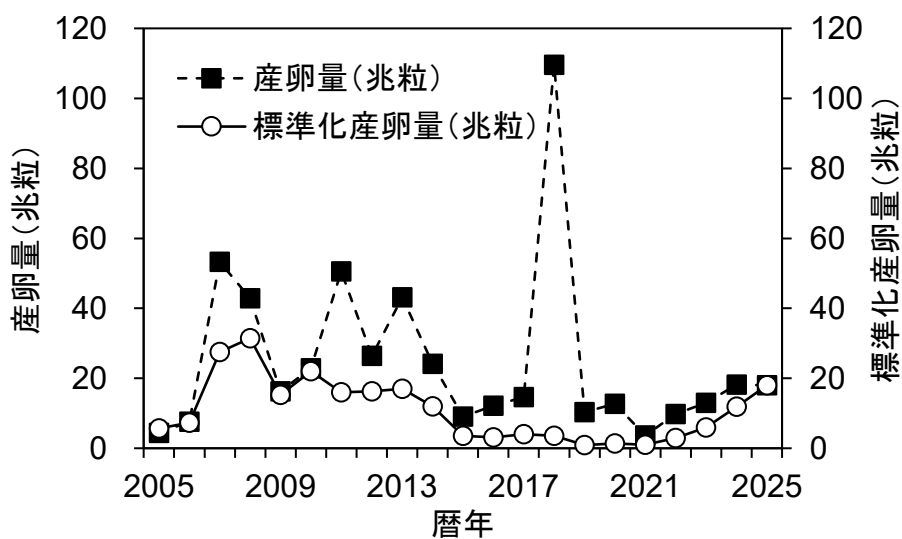


図 4-2. 太平洋側におけるゴマサバの産卵量および標準化産卵量

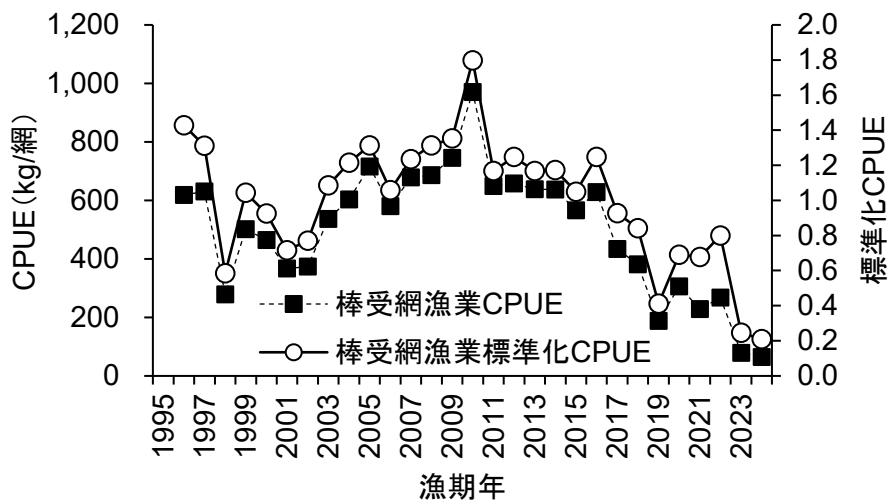


図 4-3. 静岡県棒受網漁業 CPUE の平均値および棒受網漁業標準化 CPUE

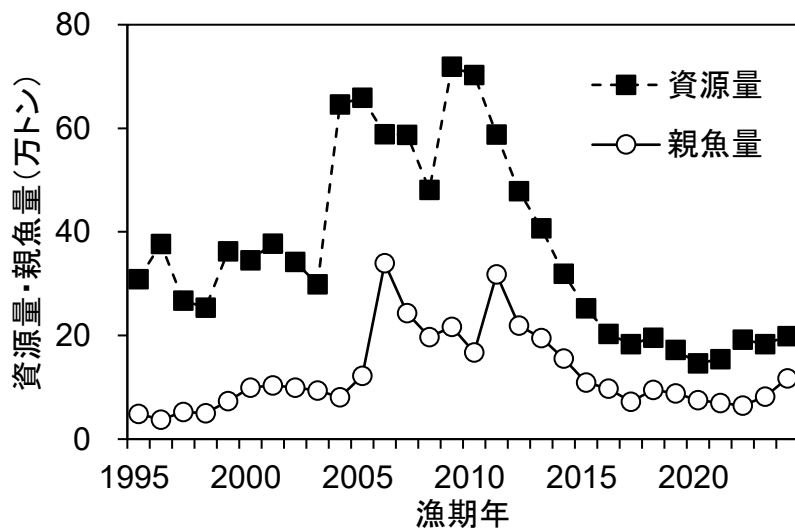


図 4.4. 資源量と親魚量の推移

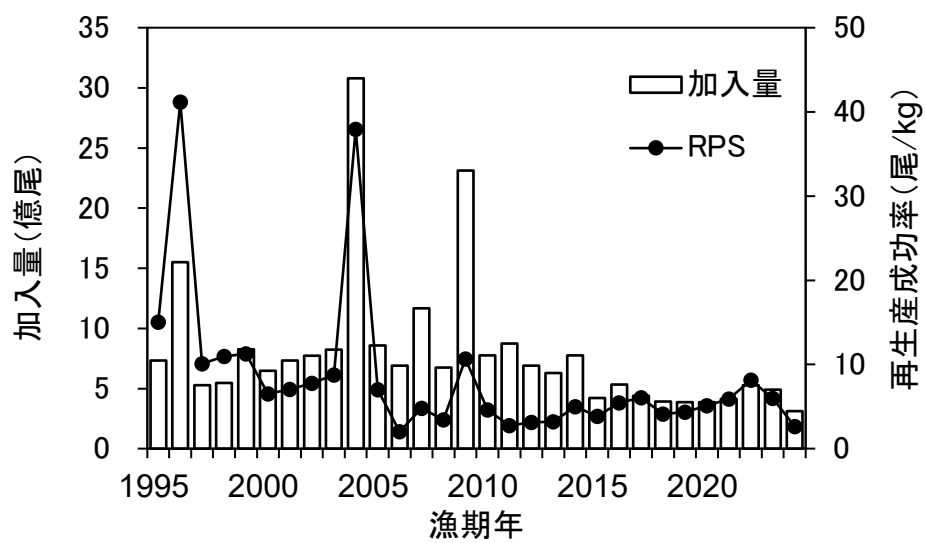


図 4.5. 加入量と再生産成功率 (RPS) の推移

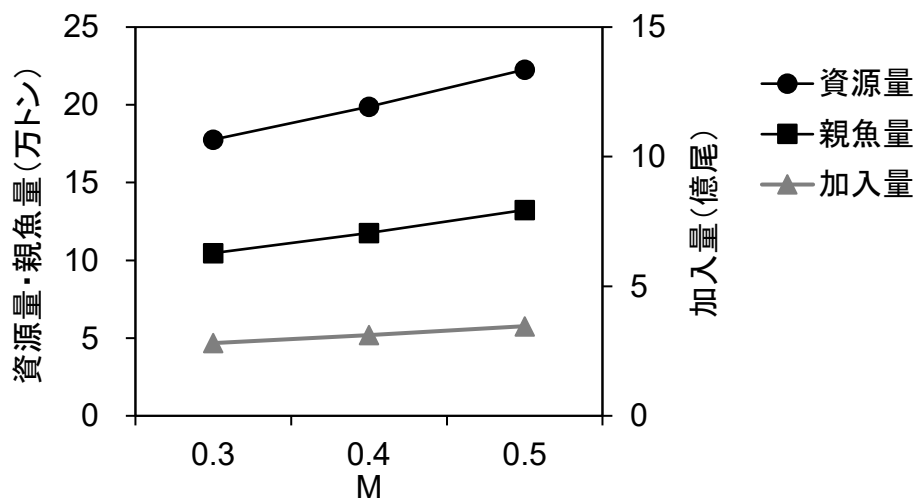


図 4-6. 自然死亡係数 (M) の違いによる 2024 年漁期の資源量、親魚量および加入量

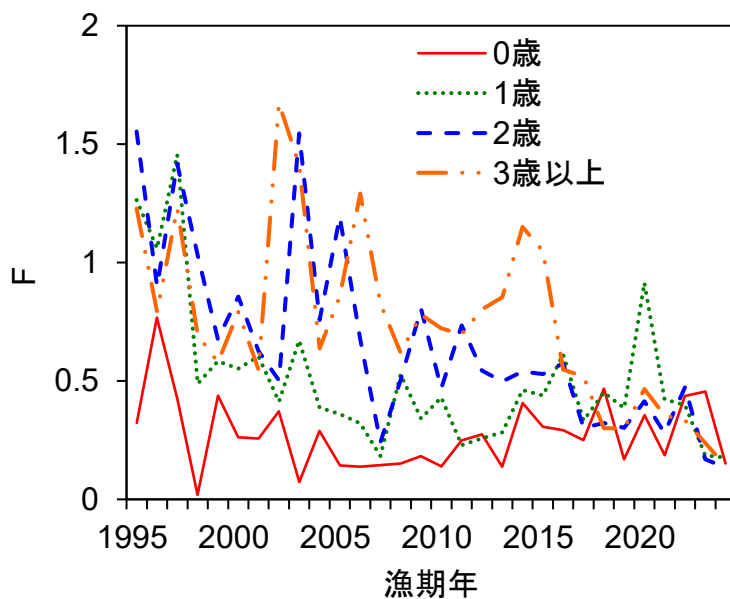


図 4-7. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

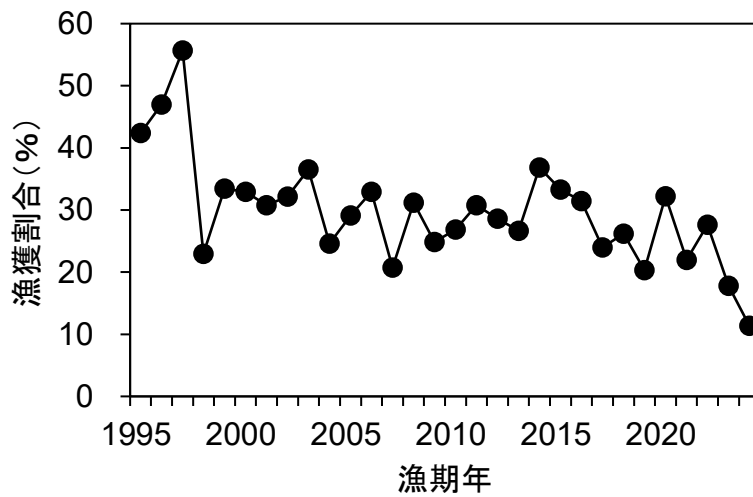


図 4-8. 漁獲割合の推移

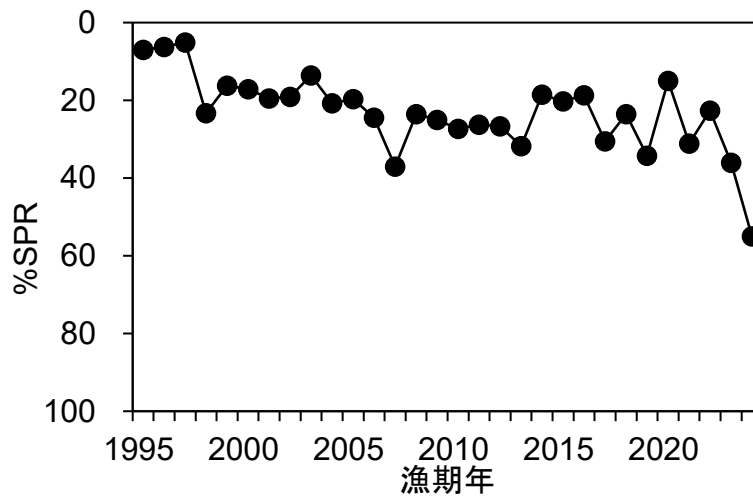


図 4-9. 各漁期年における%SPR 値の推移

%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。

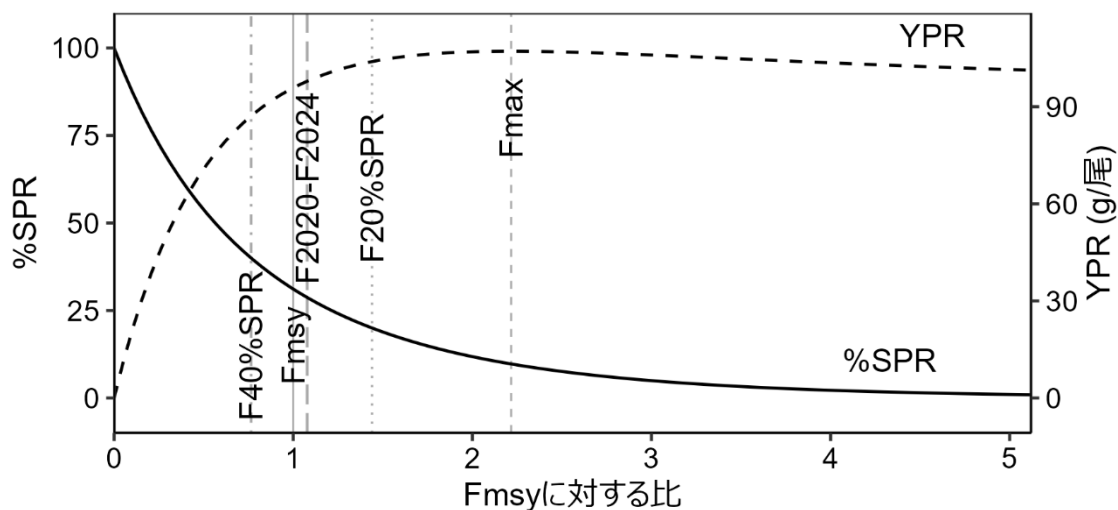


図 4-10. Fmsy に対する YPR と %SPR の関係

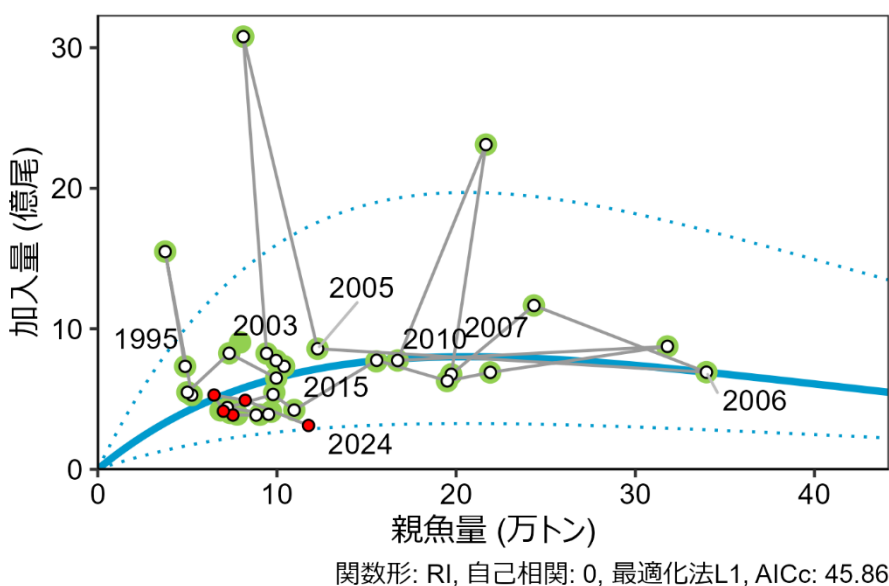


図 4-11. 親魚量と加入量の関係 (再生産関係)

再生産関係には自己相関を考慮しないリッカー (RI) 型再生産関係式を用い、最小絶対値法によりパラメータ推定を行った。緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 6 年度評価時の 1995~2022 年漁期の親魚量と加入量を示す。図中の数字は加入群の年級(生まれ年)を示す。図中の再生産関係式 (青実線) の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。白抜丸印は本年度評価における 1995~2019 年漁期の親魚量と加入量を示す。赤抜丸印は本年度評価における 2020~2024 年漁期の親魚量と加入量を示す。

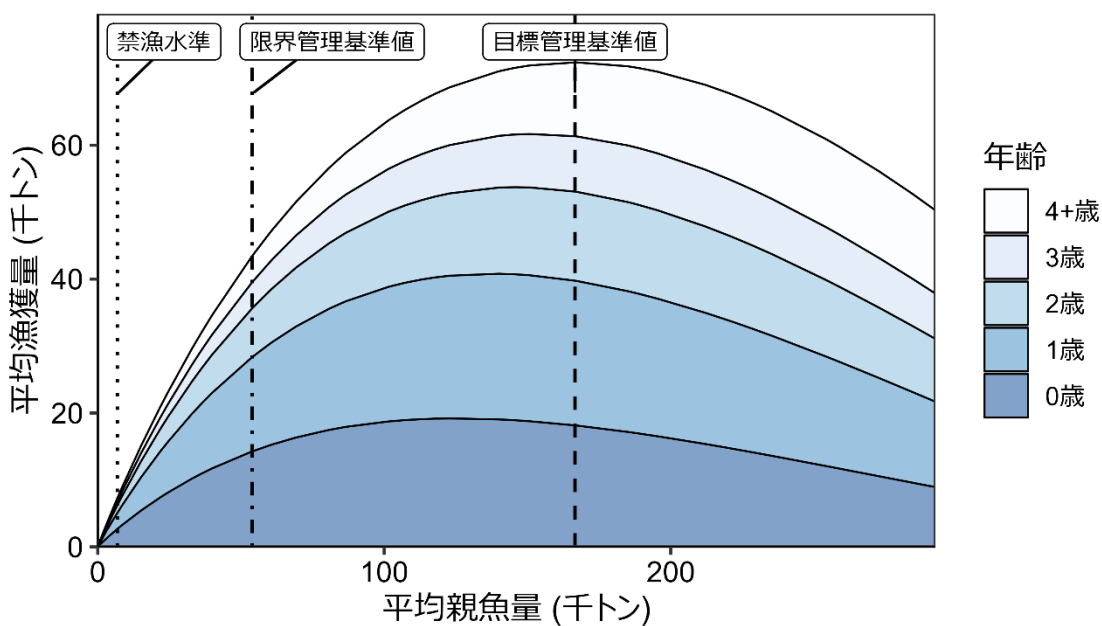


図 4-12. 管理基準値と年齢別漁獲量曲線

平衡状態での親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値の位置関係を示す。

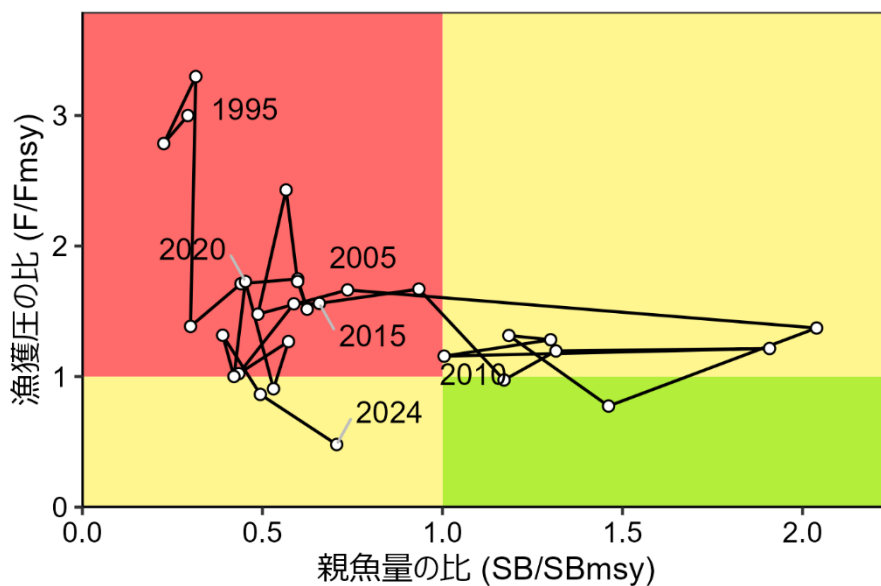
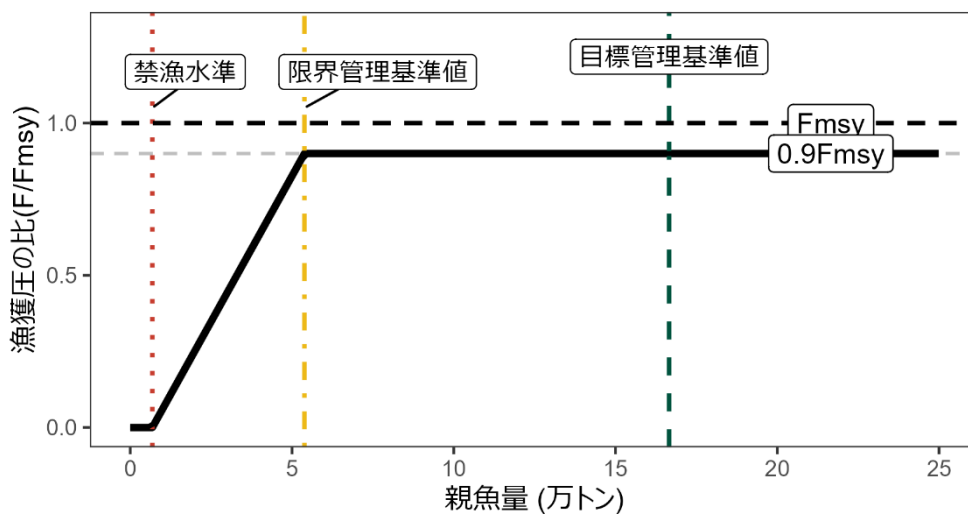


図 4-13. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

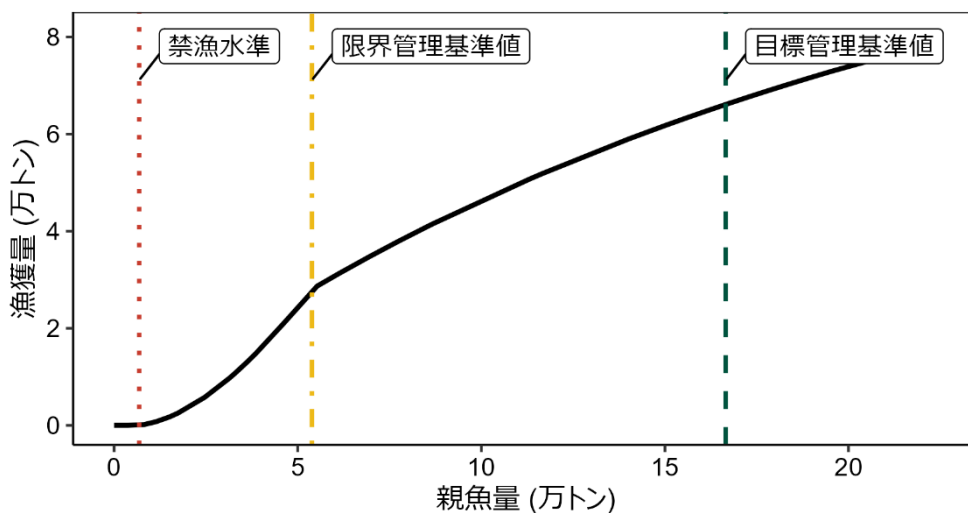


図 5-1. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則

目標管理基準値は HS 型再生産関係に基づき算出された最大持続生産量 MSY を実現する親魚量である。限界管理基準値および禁漁水準は、それぞれ MSY の 60%および 10% の漁獲量が得られる親魚量である。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} 、灰色破線が $0.9F_{msy}$ 、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。

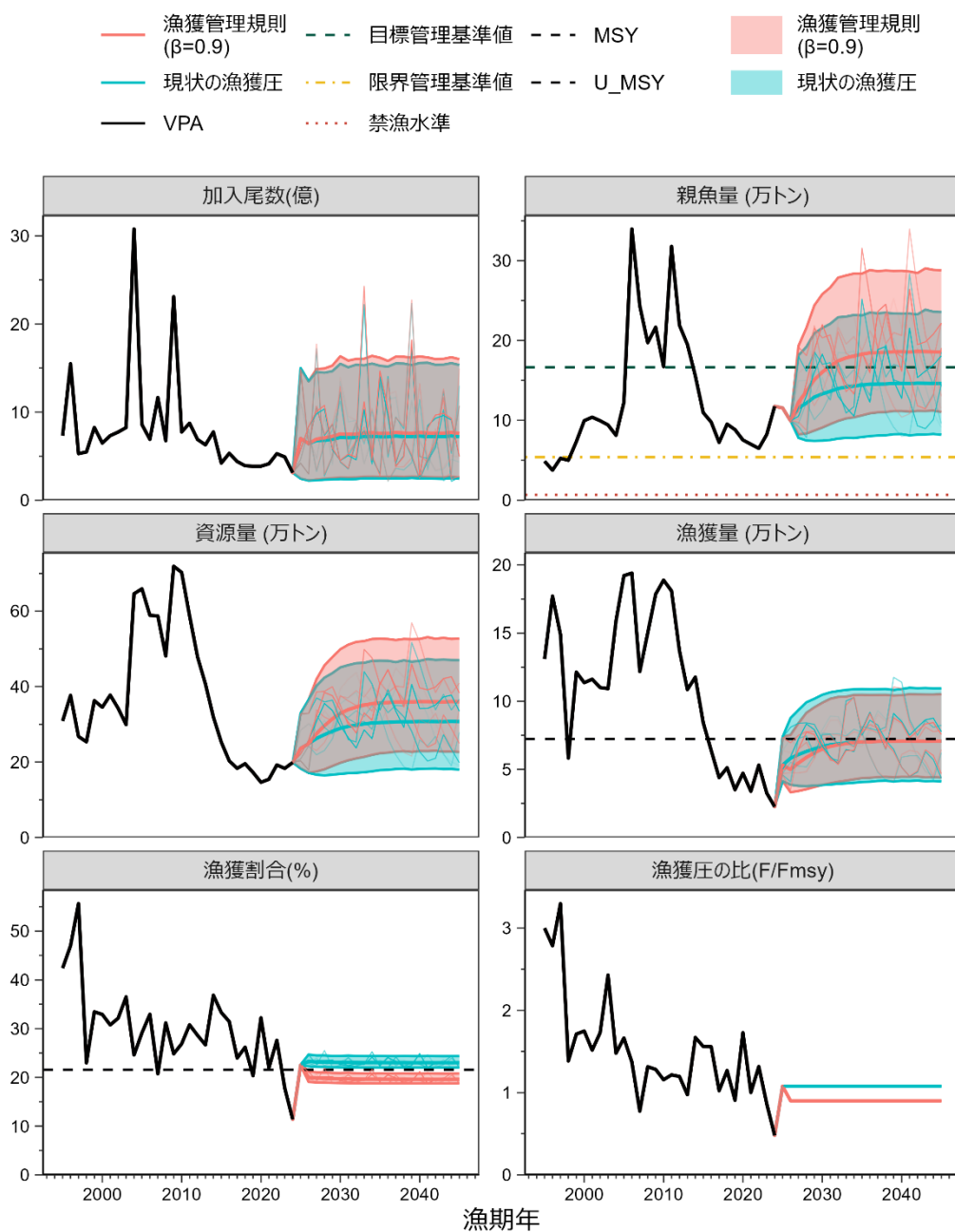


図 5-2. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）

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 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄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水準 (Umsy) 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現状の漁獲圧 (F2020-2024) により仮定した。

表 3-1. 漁業種類・海区別漁獲量 (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				
					北区 まき網	定置網 等	火光利 用さば 漁業*	中区 まき網	南区 全漁業
1982	84,023	84,023	-	-	0	1,354	61,917	826	19,927
1983	65,833	65,833	-	-	0	1,721	36,552	2,308	25,252
1984	92,096	92,096	-	-	0	4,667	55,088	5,816	26,525
1985	120,123	120,123	-	-	0	10,287	62,420	17,092	30,325
1986	107,583	107,583	-	-	532	3,925	53,655	18,010	31,460
1987	97,262	97,262	-	-	0	4,097	35,929	10,532	46,704
1988	57,242	57,242	-	-	0	4,579	18,240	12,067	22,356
1989	47,458	47,458	-	-	0	2,082	15,331	8,034	22,011
1990	27,864	27,864	-	-	47	2,070	7,767	5,678	12,302
1991	23,024	23,024	-	-	113	692	7,164	5,070	9,984
1992	56,060	56,060	-	-	10	4,434	11,870	20,284	19,463
1993	65,231	65,231	-	-	0	3,335	19,511	18,327	24,058
1994	71,962	71,962	-	-	0	2,348	18,718	26,894	24,002
1995	131,067	131,067	-	-	14,824	3,040	21,057	64,498	27,647
1996	179,832	179,832	-	-	13,184	10,938	26,514	72,788	56,408
1997	146,324	146,324	-	-	6,589	5,008	24,871	63,903	45,953
1998	58,385	58,385	-	-	7,641	1,334	15,348	23,544	10,518
1999	121,315	121,315	-	-	14,238	4,381	19,607	56,695	26,393
2000	113,597	113,597	-	-	25,548	3,830	23,365	44,230	16,624
2001	116,056	116,056	-	-	46,230	4,022	18,847	33,817	13,140
2002	110,135	110,135	-	-	11,746	7,802	16,760	46,575	27,252
2003	110,413	110,413	-	-	11,464	5,686	19,948	53,951	19,365
2004	158,927	158,927	-	-	16,673	23,107	18,631	74,934	25,582
2005	191,870	191,870	-	-	35,965	23,182	12,705	73,986	46,032
2006	192,976	192,976	-	-	42,643	20,777	11,890	89,427	28,239
2007	122,171	122,171	-	-	42,627	10,319	13,579	42,525	13,121
2008	149,584	149,584	-	-	46,848	19,624	12,572	45,411	25,129
2009	179,244	179,244	-	-	64,200	13,488	10,643	62,853	28,060
2010	190,993	190,993	-	-	44,136	32,121	13,732	68,058	32,947
2011	180,014	180,014	-	-	54,986	13,537	11,676	66,234	33,580
2012	135,075	135,075	-	-	35,991	14,278	8,015	56,504	20,288
2013	109,998	109,998	-	-	33,088	16,855	7,545	30,294	22,216
2014	118,096	115,192	0	2,904	41,393	17,005	7,568	33,608	15,619
2015	82,921	68,925	0	13,996	15,565	20,473	5,597	18,155	9,134
2016	64,051	46,892	0	17,159	2,907	14,998	7,048	12,500	9,440
2017	43,679	34,345	0	9,334	2,392	11,877	4,584	4,972	10,520
2018	51,786	34,828	0	16,958	599	8,270	3,640	8,274	14,045
2019	33,944	26,864	0	7,080	892	15,328	1,655	4,116	4,874
2020	47,532	33,479	0	14,053	5,182	17,260	3,265	5,432	2,341
2021	34,280	27,784	0	6,496	861	18,333	2,455	3,878	2,257
2022	55,824	28,110	0	27,714	3,501	7,570	3,082	5,355	8,602
2023	29,310	22,471	0	6,839	1,691	13,093	1,568	4,425	1,693
2024	22,663	18,321	0	4,342	1,588	9,494	852	4,803	1,584

2014年漁期以降のロシアおよび中国の漁獲量はNPFCへの報告値と公開資料に基づく。

*火光利用さば漁業：棒受網、たもすくい。

表 4-1. コホート計算結果

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
1995	13.1	30.9	4.9	7.32	15.0	42.4	6.97	3.00
1996	17.7	37.7	3.8	15.49	41.2	47.0	6.23	2.78
1997	14.9	26.8	5.2	5.28	10.1	55.7	5.12	3.30
1998	5.8	25.4	5.0	5.48	11.0	23.0	23.28	1.38
1999	12.1	36.3	7.3	8.26	11.3	33.5	16.19	1.71
2000	11.4	34.5	10.0	6.49	6.5	32.9	17.08	1.75
2001	11.6	37.8	10.4	7.33	7.0	30.8	19.46	1.52
2002	11.0	34.2	10.0	7.74	7.8	32.1	19.11	1.73
2003	10.9	29.9	9.4	8.25	8.8	36.5	13.54	2.43
2004	15.9	64.6	8.1	30.79	37.9	24.6	20.77	1.48
2005	19.2	65.9	12.3	8.58	7.0	29.1	19.67	1.66
2006	19.4	58.9	34.0	6.91	2.0	32.9	24.41	1.37
2007	12.2	58.7	24.3	11.66	4.8	20.7	37.01	0.77
2008	15.0	48.1	19.7	6.75	3.4	31.2	23.57	1.31
2009	17.9	71.9	21.7	23.11	10.7	24.8	25.03	1.28
2010	18.9	70.3	16.7	7.75	4.6	26.9	27.30	1.16
2011	18.1	58.8	31.8	8.75	2.8	30.8	26.21	1.22
2012	13.7	47.9	21.9	6.90	3.1	28.6	26.63	1.20
2013	10.9	40.7	19.5	6.29	3.2	26.7	31.76	0.97
2014	11.8	31.9	15.6	7.76	5.0	36.9	18.48	1.67
2015	8.4	25.3	11.0	4.21	3.8	33.3	20.20	1.56
2016	6.4	20.3	9.8	5.33	5.4	31.4	18.64	1.56
2017	4.4	18.3	7.2	4.39	6.1	24.0	30.49	1.02
2018	5.1	19.6	9.5	3.91	4.1	26.2	23.53	1.27
2019	3.5	17.2	8.8	3.86	4.4	20.3	34.22	0.91
2020	4.7	14.6	7.5	3.86	5.1	32.2	15.01	1.73
2021	3.4	15.4	7.0	4.14	5.9	22.0	31.10	1.00
2022	5.3	19.2	6.5	5.29	8.1	27.6	22.62	1.32
2023	3.3	18.3	8.2	4.91	6.0	17.8	36.00	0.86
2024	2.3	19.9	11.8	3.12	2.7	11.4	54.95	0.48

0歳魚については、発生年の1～6月分はその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えた。そのため、漁獲量は資源解析（コホート解析）における計算値であり、実際の値（水揚げ調査結果、表 3-1）とは若干、異なる。

表 4-2. 各種調査による資源量指標値

③' および ⑥' はコホート解析におけるチューニング指数。

年	①	②	③	③'	④	⑤	⑥	⑥'
1995		5,841				5.00		
1996		19,815				53.57	618.13	1.43
1997		1,229				4.17	630.88	1.31
1998		121				4.76	278.61	0.58
1999		4,825				20.83	501.23	1.04
2000		534				30.77	464.29	0.93
2001	21.98	3,642			0.04	24.14	366.81	0.72
2002	26.98	2,175			8.11	36.67	373.07	0.77
2003	21.52	2,460			1.01	25.81	536.79	1.08
2004	52.73	42,613			11.11	69.23	602.96	1.21
2005	29.79	2,066	4.36	5.61	0.62	3.70	716.22	1.31
2006	8.70	146	7.57	7.32	0.01	3.45	580.46	1.06
2007	36.36	20,912	53.24	27.54	5.34	30.00	678.43	1.24
2008	28.85	3,139	42.87	31.48	2.13	27.27	686.52	1.31
2009	42.11	22,768	16.27	15.29	16.59	58.33	745.18	1.35
2010	26.32	7,461	22.84	21.98	1.48	21.74	970.10	1.80
2011	29.55	7,935	50.57	15.94	0.22	23.08	649.07	1.17
2012	35.56	13,751	26.37	16.24	1.97	30.77	657.37	1.25
2013	38.64	14,326	43.12	16.96	104.14	73.68	638.24	1.17
2014	23.64	8,042	24.13	11.93	0.14	50.00	637.33	1.17
2015	29.73	1,547	9.04	3.58	2.98	18.18	565.90	1.05
2016	37.14	5,712	12.16	3.09	15.00	33.33	628.08	1.25
2017	53.57	433	14.61	4.01	21.57	33.33	433.52	0.93
2018	68.18	895	109.59	3.52	601.11	69.23	381.19	0.84
2019	12.50	190	10.31	0.89	0.02	19.23	188.22	0.41
2020	44.74	25	12.70	1.38	2.32	47.62	305.54	0.69
2021	40.85	28	3.68	0.98	4.69	10.53	227.87	0.68
2022	35.71	65	9.74	2.90	1.29	5.00	267.70	0.80
2023	47.83	38	12.92	5.87	3.19	8.33	78.95	0.25
2024	45.16	19	18.16	11.86	2.70	0.00	63.85	0.21
2025	67.86		18.03	17.95	1.02	0.06		

- ①北西太平洋北上期浮魚類資源調査による中層トロール0歳魚出現率
(%。169E以西、SST12~21°Cでの有漁点割合。水産資源研究所)
- ②静岡県地先棒受網漁業CPUEによる7月~翌年6月0歳魚資源密度指数(静岡県水技研)
- ③海区I、II、III(宮崎県以東の太平洋)の産卵量(兆粒。水産資源研究所、各都県)
- ③' 標準化産卵量(兆粒。補足資料5)
- ④北西太平洋北上期浮魚類資源調査による中層トロール0歳魚現存尾数
(10億尾。親潮~移行域における推定値。水産資源研究所)
- ⑤北西太平洋秋季浮魚類資源調査による中層トロール・東北海区浮魚類分布調査による流し網出現率(%。148E以西近海域の有漁点割合。水産資源研究所)
- ⑥静岡県地先棒受網漁業CPUEによる7月~翌年6月の平均値(トン/網。静岡県水技研)
- ⑥' 静岡県地先棒受網漁業標準化CPUE(補足資料5)

表 5-1. 将来の親魚量が目標管理基準値、限界管理基準値を上回る確率

a) 親魚量が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	9	14	22	27	31	34	36	38	40
0.9			10	20	31	39	45	50	53	55	57
0.8			12	26	42	52	60	66	69	71	73
0.7			15	33	52	65	74	79	83	84	86
0.6			17	41	63	77	85	90	92	93	94
0.5			20	49	73	86	92	95	97	98	98
0.4			23	58	82	92	97	98	99	99	100
0.3			26	67	89	96	99	100	100	100	100
0.2			30	74	94	99	100	100	100	100	100
0.1			34	81	97	100	100	100	100	100	100
0.0			38	87	99	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧					8	11	16	20	22	24	26

b) 親魚量が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	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧					100	100	100	100	100	100	100

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 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2024) から予測される 5.3 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 (F2020-2024、β=1.08 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-2. 将来の親魚量および漁獲量の平均値の推移

a) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

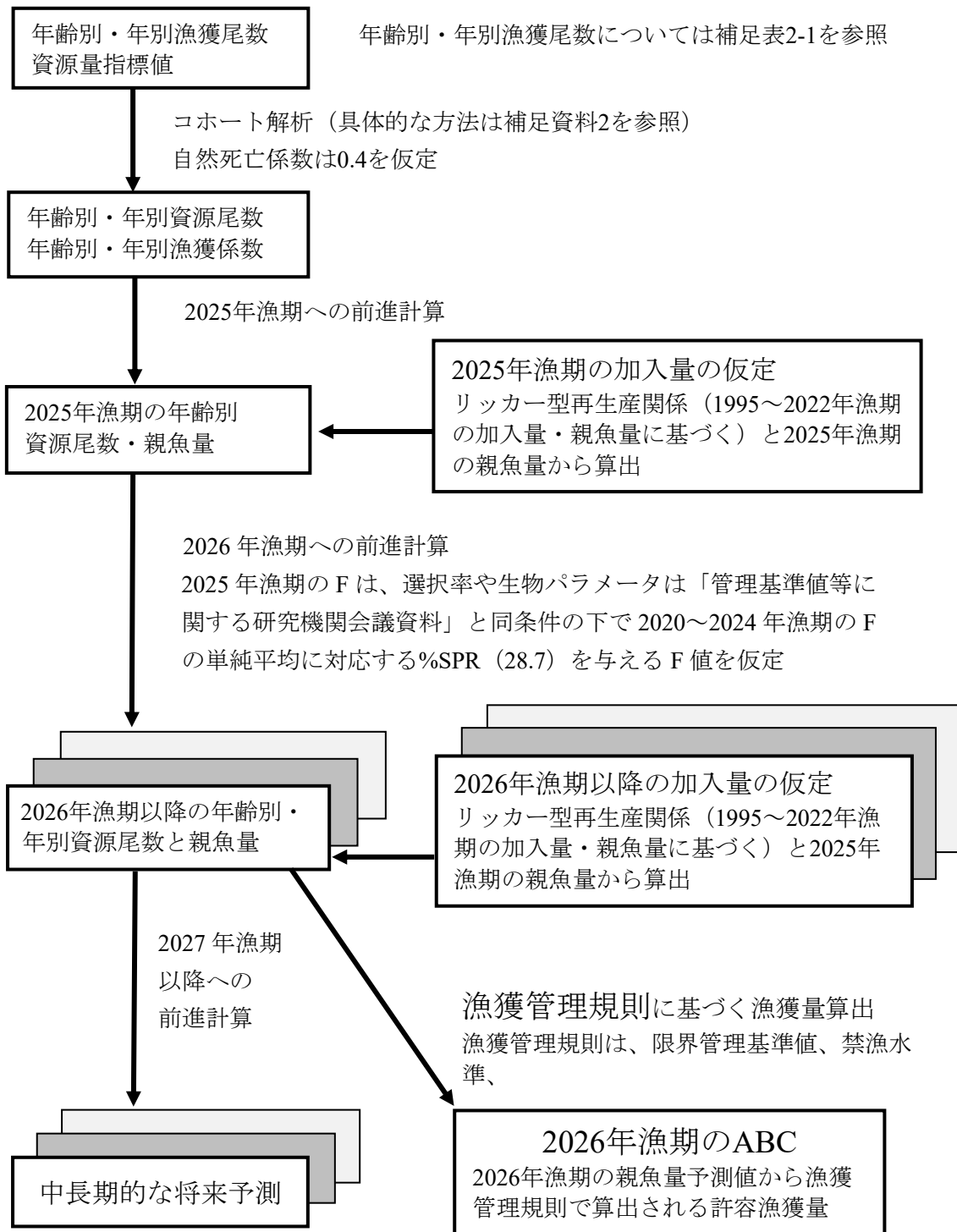
β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	11.6	9.9	11.9	12.8	13.8	14.5	14.9	15.4	15.7	15.9	16.1
0.9			12.3	13.6	15.1	16.0	16.8	17.4	17.8	18.1	18.3
0.8			12.7	14.5	16.5	17.8	18.8	19.6	20.1	20.4	20.6
0.7			13.1	15.5	18.0	19.7	21.0	22.0	22.5	22.8	23.0
0.6			13.5	16.5	19.6	21.8	23.4	24.5	25.1	25.4	25.6
0.5			14.0	17.6	21.4	24.1	26.0	27.3	27.8	28.0	28.1
0.4			14.5	18.8	23.3	26.6	28.8	30.2	30.6	30.7	30.7
0.3			15.0	20.1	25.4	29.4	31.9	33.2	33.6	33.4	33.3
0.2			15.5	21.4	27.7	32.4	35.2	36.5	36.6	36.2	36.0
0.1			16.0	22.8	30.2	35.6	38.7	39.9	39.7	39.1	38.6
0.0			16.6	24.4	32.9	39.2	42.5	43.5	42.9	41.9	41.3
現状の漁獲圧					11.6	12.2	12.9	13.3	13.6	14.0	14.2

b) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	5.3	5.5	5.8	6.1	6.4	6.6	6.8	6.9	7.0	7.0	7.1
0.9		5.0	5.5	5.9	6.2	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.0
0.8		4.5	5.1	5.5	5.9	6.3	6.5	6.6	6.7	6.8	6.8
0.7		4.0	4.6	5.2	5.6	5.9	6.1	6.3	6.3	6.4	6.4
0.6		3.5	4.1	4.7	5.1	5.5	5.7	5.8	5.9	5.9	5.9
0.5		2.9	3.6	4.1	4.6	4.9	5.1	5.2	5.2	5.2	5.3
0.4		2.4	3.0	3.5	3.9	4.2	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5
0.3		1.8	2.3	2.8	3.1	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
0.2		1.2	1.6	2.0	2.2	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0.1		0.6	0.8	1.0	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
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			5.8	6.1	6.3	6.5	6.7	6.8	6.9	6.9	7.0

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 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2024) から予測される 5.3 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 (F2020-2024、 $\beta=1.08$ 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

Pope (1972) の近似式を用いたコホート解析により年齢別資源尾数・重量、漁獲係数、漁獲量を推定した（詳細は平松 (2001) 等を参照。補足表 2-1）。解析は、生活史と漁獲の季節性に基づき 7 月～翌年 6 月の漁期年単位で、0～3 歳、および 4 歳以上をまとめた最高齢グループ（4+歳、プラスグループ）の年齢構成で行った。プラスグループの計算については平松 (2001) によった。自然死亡係数（M）は田内・田中の式より 0.4 とした（寿命 6 歳、田中 1960）。具体的な計算方法は下の通り。

ステップ 1

年齢別年別資源尾数を (1) 式により計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数である。

ただし、最近年（t 年、ここでは 2024 年漁期）の 1 歳以上、および、その前年（t-1 年、ここでは 2023 年漁期）までの最高齢グループ（添え字 p、ここでは 4+歳）、最高齢-1 歳（p-1、ここでは 3 歳）については、それぞれ (2) 式、および、(3)、(4) 式によった。

$$N_{a,t} = \frac{C_{a,t} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,t}))} \quad (2)$$

$$N_{p,y} = \frac{C_{p,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{p-1,y} = \frac{C_{p-1,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p-1,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (4)$$

漁獲係数（F）の計算は、最近年の F（ターミナル F、 $F_{a,t}$ ）以外は (5) 式によった。

$$F_{a,y} = -\ln\left\{1 - \frac{C_{a,y}}{N_{a,y}} \exp\left(\frac{M}{2}\right)\right\} \quad (5)$$

最近年（2024 年漁期）の F は過去 4 年（2020～2023 年漁期）の F の平均に等しいとした（(6) 式）。

$$F_{a,t} = \frac{1}{4} \sum_{y=t-4}^{t-1} F_{a,y} \quad (6)$$

最高齢グループの F は、全ての年で最高齢-1 歳と等しいとした（ $F_{p,y} = F_{p-1,y}$ ）。

ここで得られた最近年の F から年齢別選択率（年齢別 F の最大値で各年齢の F を除した値）を計算し、ステップ 2 で用いる選択率とした。

ステップ 2

最近年の F はチューニングによって探索的に求めた。チューニングには、資源量および親魚量を反映すると考えられる次の 2 系列の指標値 (Y) を用いた（補足表 2-3）。

- ① 静岡県棒受網漁業の標準化 CPUE（補足資料 5）
- ② 海区 I、II、III（宮崎県以東）の標準化産卵量（補足資料 5）

①は資源量、②は親魚量に適合させた。対象期間は、①の標準化 CPUE および②の標準化産卵量は、マサバ・ゴマサバ種別の産卵量データがある 2005 年以降とした。

次のような目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qX_y))^2 \quad (7)$$

ここで、X はある $F_{a,t}$ のもとでコホート解析から計算されるチューニングの対象（資源量、親魚量）である。q は比例係数であり、各指数について (8) 式によって計算した (I/X の乗平均)。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{X_y} \right) \right\} \quad (8)$$

ステップ 1 で求めた選択率の下で、これら目的関数の総和を最小にするような最近年の F の値を探索的に求めた。なお、コホート解析の前進法により 2025 年漁期の 1 歳以上の資源尾数を求めることで、2025 年の標準化産卵量を 2025 年漁期の親魚量の指標値として利用し、ターミナル F (2024 年漁期 F) を推定した。2025 年漁期の年齢別体重および年齢別成熟割合には、2020~2024 年漁期の平均値を用いた。

以上から得られる 2024 年漁期までの年齢別年別資源尾数に各年の年齢別漁獲物平均体重を乗じて資源量を得た。

「令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断手順と診断結果の情報提供指針 FRA-SA2025-ABCWG02-03」(水産研究・教育機構 2025a) に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した（補足図 2-1、2-2）。レトロスペクティブバイアス (Mohn's ρ) は、最新の資源評価の最終年 Y までの (2024 年漁期) までのフルデータに対する各年の推定値と、最新データを i 年分落とした場合の最終年 (Y-i 年) の推定値との相対値の平均値である。データを遡る年数は 7 年とした。7 年間のレトロスペクティブ解析により、データの追加・更新が行われることで F の値や資源量推定値に生じる変化を確認した（補足図 2-3）。F の過大バイアスが大きく、資源量、親魚量の過少バイアスもやや見られるものの、加入量のレトロスペクティブバイアスは比較的小さかった。

(2) 将来予測方法

将来予測における各種設定には補足表 2-1 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R (version 4.5.1) 用計算パッケージ frasyr (コミット番号: 28ae587) を用いて実施した。将来予測における加入量は、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」において提案されたリッカー型再生産関係 (上村ほか 2025) と年々推定される親魚量から求めた。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2024-ABCWG02-02)」(水産研究・教育機構 2025b) における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」にて提案された各種管理基準値案の推定に用いた値を引き続き用いた (上村ほか 2025)。これらは再生産関係と同じく、本年度の資源評価に基づく値であり、漁獲物平均体重はこの計算結果における 2018～2022 年漁期の平均値である。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 ((9)–(11) 式) を用いた。

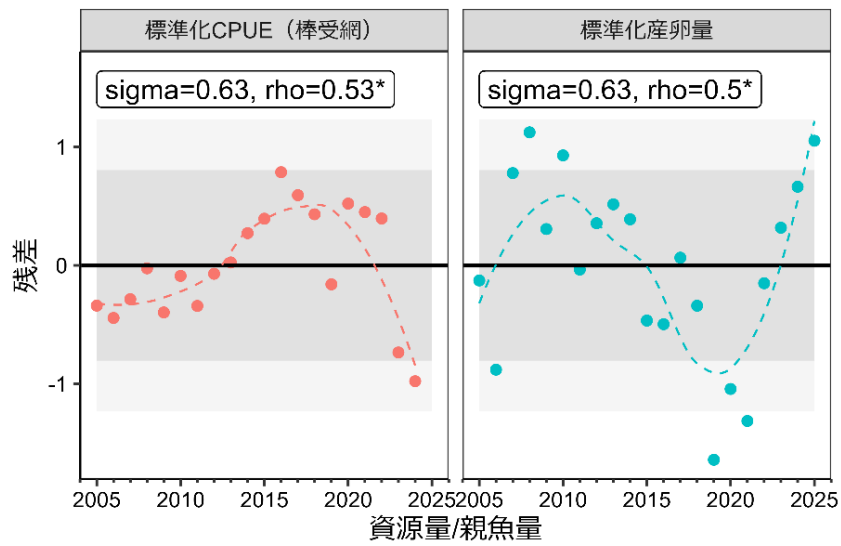
$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (9)$$

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (10)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (11)$$

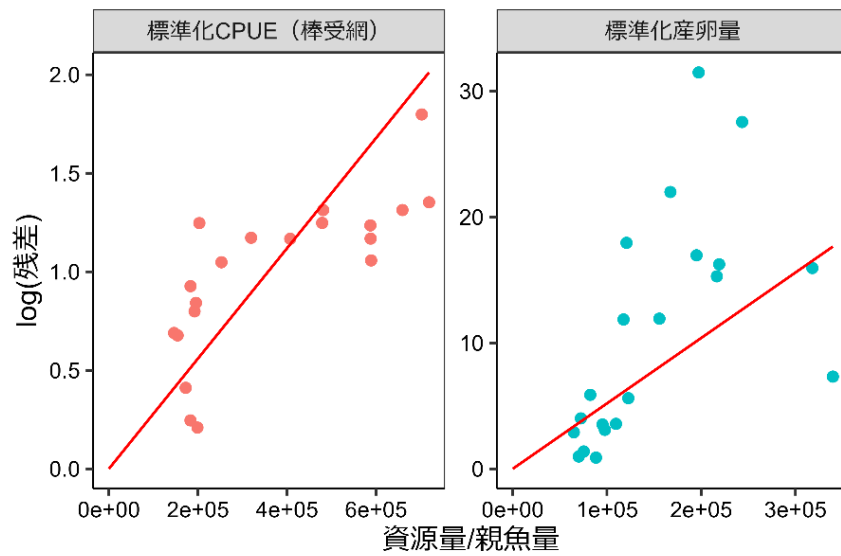
引用文献

- 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書 資源解析手法教科書, 日本水産資源保護協会, 104-128.
- 上村泰洋・由上龍嗣・西嶋翔太・古市 生・井須小羊子・渡部亮介・東口胤成 (2025) 令和 6 (2024) 年度ゴ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. 水産研究・教育機構, 東京, 45pp, FRA-SA2024-BRP02-02
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.
- 水産研究・教育機構 (2025a) 令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断手順と診断結果の情報提供指針. FRA-SA2025-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp. https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-03.
- 水産研究・教育機構 (2025b) 令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2025-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-01.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.

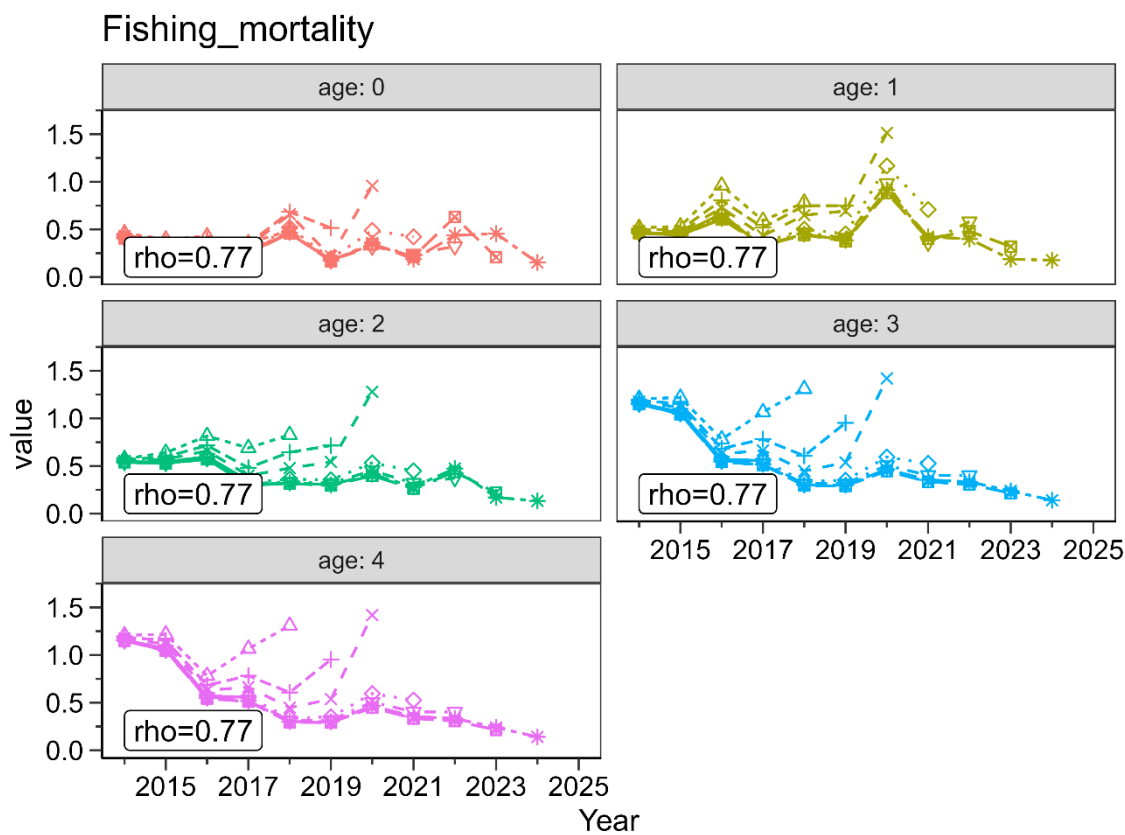
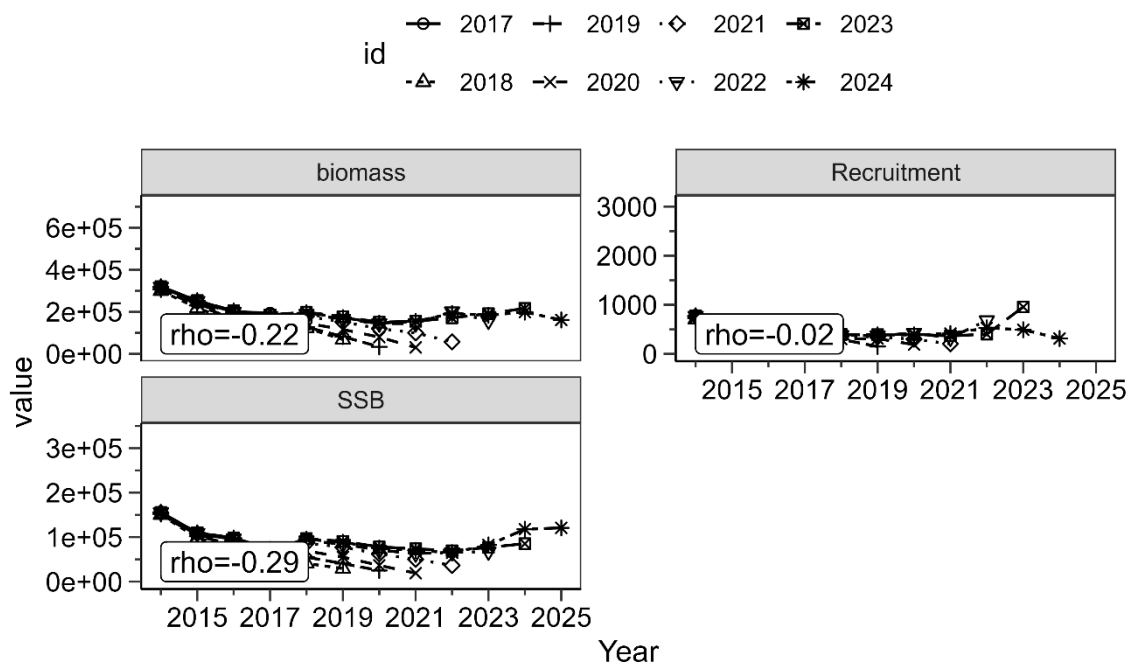


補足図 2-1. 残差プロット

濃い灰色は 80%信頼区間、薄い灰色は 95%信頼区間を示す。sigma は指標値の標準偏差、rho は自己相関係数を示す。



補足図 2-2. 予測資源量または産卵量と指標値の関係



補足図 2-3. 資源量、加入量、親魚量、漁獲係数のレトロスペクティブ解析の結果
Mohn's ρ の値を左下に示す。

補足表 2-1. 将来予測のパラメータ

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2020-2024 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.75	0.29	0.32	117	0.4	0
1 歳	1.00	0.39	0.42	216	0.4	0
2 歳	0.71	0.28	0.30	383	0.4	1.00
3 歳	0.69	0.27	0.29	496	0.4	1.00
4 歳以上	0.69	0.27	0.29	627	0.4	1.00

注 1：令和 6 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、2024 年度資源評価での F2018-2022 の選択率）。

注 2：令和 6 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料で推定された Fmsy。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2020～2024 年の年齢別の平均 F と同じ漁獲圧を与える F 値を %SPR 換算して算出した。この F 値は 2025 年漁期の漁獲量の仮定に使用した。

補足表 2-2. コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数(百万尾) ※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	166.0	679.8	149.2	8.7	240.0	122.7	135.9	196.9	48.1	633.3	93.9	73.3	128.7	78.2
1歳	172.4	190.1	302.5	73.5	130.3	124.0	124.2	105.3	143.1	135.1	383.2	112.2	55.2	227.1
2歳	47.6	27.0	51.1	39.8	38.4	63.5	52.5	39.7	108.5	53.3	133.2	290.3	42.6	72.9
3歳	7.6	4.7	8.8	5.5	6.5	14.5	13.3	32.8	30.8	9.3	18.2	28.2	113.6	48.2
4歳以上	1.8	1.4	2.4	1.5	2.1	4.0	4.4	13.1	5.4	3.7	5.6	8.5	5.2	28.6
計	395.4	902.9	514.0	129.0	417.3	328.7	330.3	387.9	335.8	834.6	634.0	512.5	345.2	455.0

年齢別漁獲量(万吨) ※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	3.31	10.17	1.48	0.16	4.95	2.14	2.39	3.02	0.56	8.55	0.62	0.48	2.17	0.81
1歳	6.71	5.74	10.21	3.16	4.31	4.59	5.37	3.45	4.37	3.92	11.89	4.60	2.02	7.18
2歳	2.51	1.40	2.51	2.05	2.23	3.37	2.74	1.97	4.19	2.51	5.30	12.24	1.99	2.70
3歳	0.44	0.28	0.52	0.34	0.47	0.91	0.77	1.68	1.42	0.61	1.00	1.51	5.65	2.56
4歳以上	0.13	0.11	0.17	0.12	0.18	0.34	0.34	0.90	0.38	0.29	0.40	0.57	0.35	1.75
計	13.10	17.71	14.90	5.83	12.14	11.36	11.61	11.00	10.92	15.89	19.21	19.40	12.17	15.01
漁獲割合	42.4%	47.0%	55.7%	23.0%	33.5%	32.9%	30.8%	32.1%	36.5%	24.6%	29.1%	32.9%	20.7%	31.2%

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	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	0.32	0.77	0.42	0.02	0.44	0.26	0.26	0.37	0.07	0.29	0.14	0.14	0.14	0.15
1歳	1.26	1.06	1.45	0.49	0.58	0.55	0.60	0.41	0.67	0.39	0.36	0.32	0.18	0.53
2歳	1.55	0.90	1.42	1.03	0.68	0.86	0.63	0.50	1.54	0.76	1.19	0.67	0.24	0.50
3歳	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64	0.86	1.29	0.83	0.62
4歳以上	1.23	0.79	1.23	0.69	0.58	0.79	0.55	1.67	1.41	0.64	0.86	1.29	0.83	0.62
平均	1.12	0.86	1.15	0.59	0.57	0.65	0.52	0.93	1.02	0.54	0.68	0.74	0.44	0.48
F/Fmsy	3.00	2.78	3.30	1.38	1.71	1.75	1.52	1.73	2.43	1.48	1.66	1.37	0.77	1.31
%SPR	6.97	6.23	5.12	23.28	16.19	17.08	19.46	19.11	13.54	20.77	19.67	24.41	37.01	23.57

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳(加入量)	732	1,549	528	548	826	649	733	774	825	3,079	858	691	1,166	675
1歳	293	355	482	232	360	357	335	380	358	513	1,546	498	403	676
2歳	74	56	82	75	95	135	138	123	168	122	234	722	242	225
3歳	13	10	15	13	18	32	38	49	50	24	39	48	247	127
4歳以上	3	3	4	4	6	9	13	20	9	10	12	14	11	76
計	1,116	1,974	1,112	873	1,305	1,182	1,256	1,345	1,409	3,749	2,688	1,973	2,069	1,780

年齢別資源量(万吨)、親魚量(万吨)、再生産成功率:RPS(尾/kg)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	14.6	23.2	5.2	10.4	17.0	11.3	12.9	11.9	9.6	41.6	5.7	4.5	19.6	7.0
1歳	11.4	10.7	16.3	10.0	11.9	13.2	14.5	12.4	10.9	14.9	48.0	20.4	14.7	21.4
2歳	3.9	2.9	4.1	3.9	5.5	7.2	7.2	6.1	6.5	5.8	9.3	30.5	11.3	8.3
3歳	0.8	0.6	0.9	0.8	1.3	2.0	2.2	2.5	2.3	1.6	2.1	2.5	12.3	6.8
4歳以上	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	1.0	1.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	4.6
計	30.9	37.7	26.8	25.4	36.3	34.5	37.8	34.2	29.9	64.6	65.9	58.9	58.7	48.1
親魚量(SSB)	4.9	3.8	5.2	5.0	7.3	10.0	10.4	10.0	9.4	8.1	12.3	34.0	24.3	19.7
RPS	15.0	41.2	10.1	11.0	11.3	6.5	7.0	7.8	8.8	37.9	7.0	2.0	4.8	3.4

年齢別漁獲物平均体重(g)

年齢\漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	199	150	99	190	206	175	176	153	116	135	66	65	168	104
1歳	389	302	338	429	331	370	432	327	305	290	310	410	366	316
2歳	527	519	492	516	580	532	522	496	387	471	398	422	467	371
3歳	588	599	597	615	727	627	583	511	463	660	552	536	498	531
4歳以上	687	793	697	746	851	854	774	685	704	794	716	672	660	610

補足表 2-2. (続き)

年齢別漁獲尾数(百万尾) ※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

年齢\漁期年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	317.4	82.8	157.9	135.6	66.7	212.6	91.2	110.5	79.8	119.7	49.2	94.7	57.7	153.2
1歳	92.2	369.4	75.8	84.9	71.1	111.2	100.6	78.0	61.9	68.1	43.0	107.1	51.2	62.0
2歳	121.0	56.7	239.2	82.7	76.1	60.6	52.1	53.5	16.1	28.9	20.9	20.8	11.8	24.6
3歳	40.4	33.8	31.9	81.6	44.0	54.0	36.8	21.1	18.6	7.9	13.2	14.8	8.1	6.9
4歳以上	32.5	21.2	17.5	18.1	31.2	25.6	16.0	8.1	10.8	7.6	7.7	14.9	10.0	8.1
計	603.5	563.9	522.2	402.9	289.0	464.0	296.7	271.2	187.2	232.2	134.1	252.2	138.7	254.7

年齢別漁獲量(万トン) ※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

年齢\漁期年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	5.19	1.48	1.96	1.85	1.08	1.86	1.23	1.26	0.84	1.60	0.55	0.99	0.59	2.15
1歳	2.94	11.37	2.71	3.07	2.24	2.90	2.52	1.68	1.50	1.43	1.08	1.51	1.19	1.44
2歳	5.56	2.71	10.38	3.54	3.51	2.68	1.98	2.04	0.63	1.17	0.79	0.78	0.47	0.88
3歳	2.16	1.92	1.89	4.13	2.28	2.80	1.75	0.93	0.82	0.43	0.63	0.67	0.42	0.34
4歳以上	2.00	1.40	1.15	1.12	1.76	1.53	0.94	0.49	0.61	0.50	0.47	0.78	0.71	0.51
計	17.86	18.88	18.09	13.71	10.86	11.77	8.42	6.39	4.39	5.12	3.51	4.72	3.39	5.31
漁獲割合	24.8%	26.9%	30.8%	28.6%	26.7%	36.9%	33.3%	31.4%	24.0%	26.2%	20.3%	32.2%	22.0%	27.6%

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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.18	0.14	0.25	0.27	0.14	0.41	0.31	0.29	0.25	0.47	0.17	0.36	0.19	0.44
1歳	0.34	0.43	0.23	0.26	0.28	0.46	0.44	0.61	0.33	0.45	0.39	0.91	0.42	0.40
2歳	0.80	0.47	0.73	0.54	0.50	0.54	0.53	0.58	0.30	0.32	0.30	0.41	0.28	0.47
3歳	0.78	0.72	0.70	0.80	0.85	1.15	1.05	0.55	0.52	0.30	0.30	0.47	0.35	0.33
4歳以上	0.78	0.72	0.70	0.80	0.85	1.15	1.05	0.55	0.52	0.30	0.30	0.47	0.35	0.33
平均	0.58	0.50	0.52	0.54	0.53	0.74	0.67	0.52	0.38	0.37	0.29	0.52	0.32	0.40
F/Fmsy	1.28	1.16	1.22	1.20	0.97	1.67	1.56	1.56	1.02	1.27	0.91	1.73	1.00	1.32
%SPR	25.03	27.30	26.21	26.63	31.76	18.48	20.20	18.64	30.49	23.53	34.22	15.01	31.10	22.62

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳(加入量)	2,311	775	875	690	629	776	421	533	439	391	386	386	414	529
1歳	389	1,289	451	457	351	367	346	208	267	229	164	218	181	230
2歳	267	185	562	241	237	177	155	149	75	128	98	75	59	80
3歳	91	80	78	181	94	97	69	61	56	37	62	48	33	30
4歳以上	73	50	43	40	66	46	30	23	33	36	36	49	41	35
計	3,132	2,380	2,008	1,608	1,377	1,462	1,021	974	870	821	746	776	728	903

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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	37.8	13.8	10.9	9.4	10.1	6.8	5.7	6.1	4.6	5.2	4.3	4.0	4.2	7.4
1歳	12.4	39.7	16.1	16.6	11.1	9.6	8.7	4.5	6.5	4.8	4.1	3.1	4.2	5.3
2歳	12.3	8.8	24.4	10.3	10.9	7.8	5.9	5.7	2.9	5.2	3.7	2.8	2.4	2.9
3歳	4.9	4.6	4.6	9.1	4.8	5.0	3.3	2.7	2.5	2.0	3.0	2.2	1.7	1.4
4歳以上	4.5	3.3	2.8	2.5	3.7	2.7	1.8	1.4	1.8	2.3	2.2	2.5	2.9	2.2
計	71.9	70.3	58.8	47.9	40.7	31.9	25.3	20.3	18.3	19.6	17.2	14.6	15.4	19.2
親魚量(SSB)	21.7	16.7	31.8	21.9	19.5	15.6	11.0	9.8	7.2	9.5	8.8	7.5	7.0	6.5
RPS	10.7	4.6	2.8	3.1	3.2	5.0	3.8	5.4	6.1	4.1	4.4	5.1	5.9	8.1

年齢別漁獲物平均体重(g)

年齢\漁期年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	164	179	124	137	161	88	134	114	105	133	111	104	102	140
1歳	319	308	357	362	315	261	250	215	243	210	251	141	233	232
2歳	459	477	434	428	461	442	381	380	389	403	376	374	403	359
3歳	534	570	594	506	518	517	475	441	437	543	476	453	521	487
4歳以上	616	661	658	615	563	597	589	602	560	658	609	521	714	628

補足表 2-2. (続き)

年齢別漁獲尾数(百万尾) ※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

年齢\漁期年	2023	2024
0歳	147.2	36.1
1歳	31.9	27.7
2歳	13.3	13.1
3歳	5.8	6.3
4歳以上	5.4	3.6
計	203.6	86.8

年齢別漁獲量(万トン) ※0歳魚について発生年の1～6月分をその後の7月～翌年6月の漁期年へ加えている。

年齢\漁期年	2023	2024
0歳	1.17	0.33
1歳	0.87	0.70
2歳	0.58	0.60
3歳	0.31	0.38
4歳以上	0.35	0.25
計	3.26	2.26
漁獲割合	17.8%	11.4%

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	2023	2024
0歳	0.46	0.15
1歳	0.19	0.18
2歳	0.17	0.13
3歳	0.24	0.14
4歳以上	0.24	0.14
平均	0.26	0.15
F/Fmsy	0.86	0.48
%SPR	36.00	54.95

年齢別資源尾数(百万尾)

年齢\漁期年	2023	2024
0歳(加入量)	491	312
1歳	229	209
2歳	103	127
3歳	33	59
4歳以上	31	34
計	888	740

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	2023	2024
0歳	3.9	2.9
1歳	6.2	5.3
2歳	4.5	5.9
3歳	1.8	3.6
4歳以上	2.0	2.3
計	18.3	19.9
親魚量(SSB)	8.2	11.8
RPS	6.0	2.7

年齢別漁獲物平均体重(g)

年齢\漁期年	2023	2024
0歳	79	92
1歳	271	252
2歳	434	460
3歳	529	609
4歳以上	641	691

補足表 2-3. チューニング指数

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
①Y ₁	1.31	1.06	1.24	1.31	1.35	1.80	1.17	1.25	1.17
②Y ₂	5.61	7.32	27.54	31.48	15.29	21.98	15.94	16.24	16.96
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
①Y ₁	1.17	1.05	1.25	0.93	0.84	0.41	0.69	0.68	0.80
②Y ₂	11.93	3.58	3.09	4.01	3.52	0.89	1.38	0.98	5.87
	2023	2024	2025						
①Y ₁	0.25	0.21							
②Y ₂	5.87	11.86	17.95						

①静岡県地先棒受網漁業の標準化CPUE : Y₁②海区 I、II、III (宮崎県以東の太平洋) の標準化産卵量 (兆粒) : Y₂

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. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
リッカー型	最小絶対値法	無	0.0106	4.85e-06	0.547	-

a と b はリッカー型再生産式のパラメータで、S.D.は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。

補足表 3-2. 管理基準値と MSY

項目	値	説明
SBtarget	16.7 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 (SBmsy)
SBlimit	5.4 万トン	限界管理基準値案。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)
SBban	0.7 万トン	禁漁水準案。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳以上)=(0.29, 0.39, 0.28, 0.27, 0.27)	
%SPR	31.1%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	7.2 万トン	最大持続生産量

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2024	11.8 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 歳以上)=(0.15, 0.18, 0.13, 0.14, 0.14)	
U2024	11.4%	2024 年漁期の漁獲割合
%SPR (F2024)	55.0%	2024 年漁期の%SPR
%SPR (F2020-2024)	28.7%	現状(2020~2024 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値との比較		
SB2024/ SBmsy	0.71	最大持続生産量を実現する親魚量(SBmsy、目標管理基準値案)に対する 2024 年漁期の親魚量の比
F2024/ Fmsy	0.48	SBtarget 案を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2024 年漁期の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る	
親魚量の動向	増加	

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

補足表 3-4. 2026 年漁期の予測漁獲量と予測親魚量

2026 年の親魚量(予測平均値):9.9 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/F2020-2024)	2026 年漁期の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	5.5	3.6 – 8.2	1.00	22
$\beta=0.9$	5.0	3.3 – 7.5	0.90	20
$\beta=0.8$	4.5	3.0 – 6.8	0.80	18
$\beta=0.6$	3.5	2.3 – 5.3	0.60	14
$\beta=0.4$	2.4	1.6 – 3.6	0.40	10
$\beta=0.2$	1.2	0.8 – 1.9	0.20	5
$\beta=0.0$	0	0 – 0	0	0
F2020-2024	5.8	3.9 – 8.8	1.1	23

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/F2020-2024)	2026 年漁期の 漁獲割合(%)
5.0	9.9	0.90	20.0

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」にて取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオでの漁獲管理規則を用いた。
- ABC は外国船による漁獲も合わせた値。

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
$\beta=1.0$	16.1	9.0 – 25.3	40	100	100
$\beta=0.9^*$	18.3	10.6 – 28.4	57	100	100
$\beta=0.8$	20.6	12.4 – 31.6	73	100	100
$\beta=0.6$	25.6	16.2 – 37.9	94	100	100
$\beta=0.4$	30.7	20.5 – 44.2	100	100	100
$\beta=0.2$	36.0	25.0 – 50.5	100	100	100
$\beta=0.0$	41.3	29.9 – 56.6	100	100	100
F2020-2024	14.4	7.9 – 23.1	27	100	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
$\beta=1.0$	2054 年漁期以降	2024 年漁期	2024 年漁期
$\beta=0.9^*$	2033 年漁期	2024 年漁期	2024 年漁期
$\beta=0.8$	2030 年漁期	2024 年漁期	2024 年漁期
$\beta=0.6$	2029 年漁期	2024 年漁期	2024 年漁期
$\beta=0.4$	2028 年漁期	2024 年漁期	2024 年漁期
$\beta=0.2$	2028 年漁期	2024 年漁期	2024 年漁期
$\beta=0.0$	2028 年漁期	2024 年漁期	2024 年漁期
F2020-2024	2054 年漁期以降	2024 年漁期	2024 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(=0.9Fmsy)

年齢別漁獲係数(F値)

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
0歳	0.152	0.316	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
1歳	0.177	0.421	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352
2歳	0.134	0.300	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251
3歳	0.140	0.291	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
4歳以上	0.140	0.291	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
平均	0.149	0.324	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270

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
0歳	312	700	644	693	708	725	753	750	752	762	765	760
1歳	209	180	342	332	357	365	374	388	386	387	393	394
2歳	127	117	79	161	156	168	172	176	183	182	183	185
3歳	59	75	58	41	84	82	88	90	92	95	95	95
4歳以上	34	54	64	64	56	74	82	89	94	98	102	103
計	740	1,125	1,188	1,292	1,362	1,414	1,468	1,492	1,507	1,525	1,537	1,538

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
0歳	2.9	8.2	7.5	8.1	8.3	8.5	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9
1歳	5.3	3.9	7.4	7.2	7.7	7.9	8.1	8.4	8.3	8.4	8.5	8.5
2歳	5.9	4.5	3.0	6.2	6.0	6.4	6.6	6.7	7.0	7.0	7.0	7.1
3歳	3.6	3.7	2.9	2.0	4.2	4.0	4.4	4.4	4.6	4.7	4.7	4.7
4歳以上	2.3	3.4	4.0	4.0	3.5	4.6	5.1	5.6	5.9	6.1	6.4	6.5
計	19.9	23.6	24.9	27.5	29.6	31.4	32.9	33.9	34.6	35.1	35.5	35.7

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
0歳	36	155	122	132	134	138	143	142	143	145	145	144
1歳	28	51	83	80	87	89	91	94	94	94	95	96
2歳	13	25	14	29	28	31	31	32	33	33	33	34
3歳	6	15	10	7	15	14	15	16	16	17	17	17
4歳以上	4	11	11	11	10	13	14	16	17	17	18	18
計	87	257	241	260	274	284	295	300	302	306	308	308

※10,000回の繰り返し計算を行った平均値である。

補足表 3-8. 現状の漁獲圧に対応する将来予測

F2020-2024

年齢別漁獲係数(F値)

年齢\年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
0歳	0.152	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316
1歳	0.177	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421
2歳	0.134	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
3歳	0.140	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291
4歳以上	0.140	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291
平均	0.149	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324

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
0歳	312	700	644	677	680	691	714	709	712	721	724	719
1歳	209	180	342	315	331	333	338	349	347	348	353	354
2歳	127	117	79	151	139	146	146	149	154	153	153	155
3歳	59	75	58	39	75	69	72	73	74	76	76	76
4歳以上	34	54	64	61	50	63	66	69	71	73	75	75
計	740	1,125	1,188	1,243	1,275	1,301	1,336	1,349	1,357	1,371	1,380	1,379

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
0歳	2.9	8.2	7.5	7.9	8.0	8.1	8.3	8.3	8.3	8.4	8.5	8.4
1歳	5.3	3.9	7.4	6.8	7.1	7.2	7.3	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6
2歳	5.9	4.5	3.0	5.8	5.3	5.6	5.6	5.7	5.9	5.8	5.9	5.9
3歳	3.6	3.7	2.9	1.9	3.7	3.4	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8
4歳以上	2.3	3.4	4.0	3.9	3.2	3.9	4.1	4.3	4.5	4.6	4.7	4.7
計	19.9	23.6	24.9	26.3	27.3	28.2	29.0	29.5	29.8	30.1	30.4	30.5

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
0歳	36	155	143	150	151	153	158	157	158	160	160	159
1歳	28	51	96	89	93	94	95	98	98	98	99	100
2歳	13	25	17	32	29	31	31	32	33	32	33	33
3歳	6	15	12	8	15	14	15	15	15	16	16	16
4歳以上	4	11	13	13	10	13	14	14	15	15	15	16
計	87	257	281	291	299	305	313	316	318	321	323	323

10,000 回の繰り返し計算を行った平均値である。

補足資料 4 近年の低加入の傾向が当面継続すると仮定した場合の将来予測

(1) 将来予測方法

2022 年漁期を除く 2015～2024 年漁期に再生産関係から期待される加入量よりも低い加入量が継続した（図 4-11）。低い加入量が継続している要因は不明ではあるが、今後も当面は低加入の傾向が継続する可能性も考えられ、低加入の傾向を考慮した将来予測を行った。具体的には加入量の不確実性として、2025 年漁期以降の加入量を 1995～2024 年漁期の観測値と再生産関係式の残差を後ろ向きに時代を区切ってリサンプリングによって与えるバックワードリサンプリングを行った。この試行を 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（補足図 4-1）。バックワードリサンプリングは以下のような手順で行われ、直近の低加入の傾向の影響が徐々に緩和されるような仮定となっている。

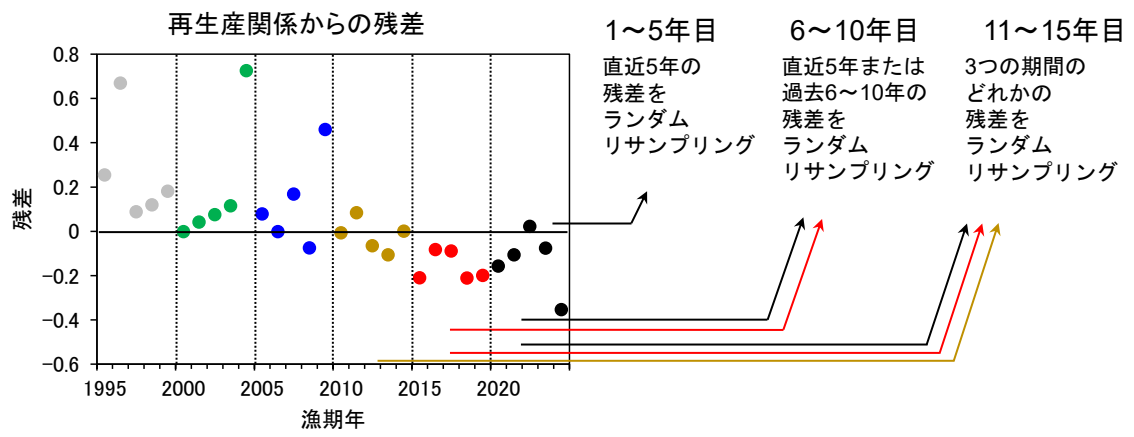
- ・将来予測の 1～5 年目：最新 5 年分（2020～2024 年漁期）の残差のみから重複を許したりサンプリングを行う。
- ・将来予測の 6～10 年目：最新 5 年分（2020～2024 年漁期）の残差、または、さらに過去に遡った 5 年分（2015～2019 年漁期）の残差のどちらかをランダムに選択し、選ばれた方の 5 年分の残差を、重複を許してリサンプリングを行う。
- ・将来予測の 11 年目～：上記の手順のように 5 年ずつリサンプリングする範囲を追加する。将来の加入量の設定以外は、「5. 将来予測(1)」でと同じ手法で将来予測の計算を行った。

(2) 2025 年漁期以降の予測

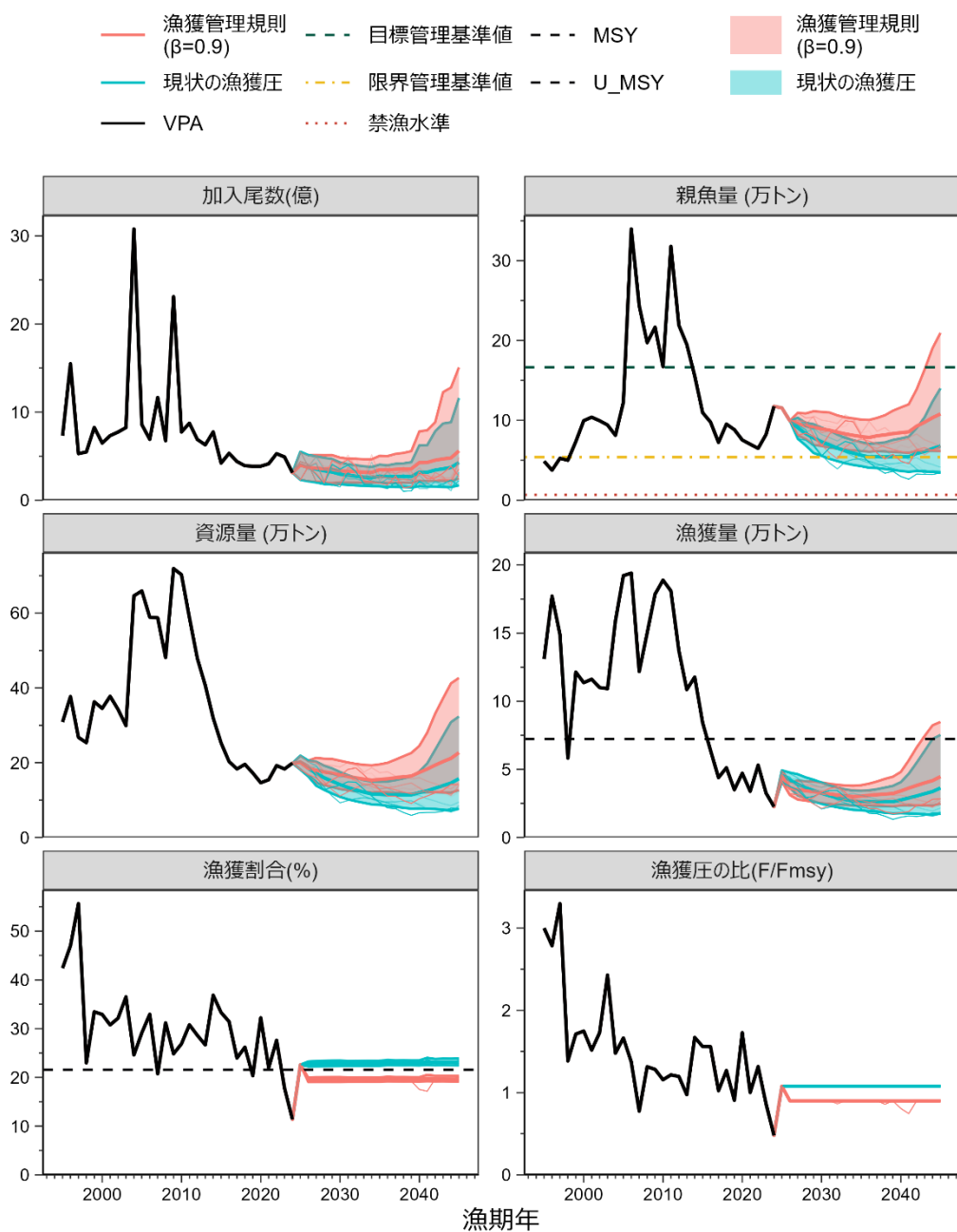
2025 年漁期以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1～4-4 に示す。漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、2035 年漁期の親魚量の予測値は β を 0.9 とした場合に 8.0 万トン（90%予測区間は 6.2 万～10.1 万トン）であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 0%、限界管理基準値を上回る確率は 99%である。

異なる β を使用した場合、および現状の漁獲圧（F2020-2024）を継続した場合の将来予測結果についても示す。現状の漁獲圧を継続した場合の 2035 年漁期の親魚量の予測値は平均 5.6 万トン（90%予測区間は 4.3 万～7.3 万トン）であり目標管理基準値を上回る確率は 0%、限界管理基準値を上回る確率は 58%である（補足表 4-1、4-2、4-4）。予測値が目標管理基準値を上回る確率は β が 0.4 以下で 50%を上回る。限界管理基準値を上回る確率は β が 1.0 以下で 50%を上回る。

このように近年の低加入の傾向が当面継続すると仮定した場合、 $\beta=0.9$ とした漁獲シナリオに基づく管理では、2035 年漁期に 50%以上の確率で親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 0%であった。前述のように再生産成功率の低い値が継続している要因は不明であるため、今後も加入量の低下傾向が継続するかどうかは不明であり、また、バックワードリサンプリングの設定が今後起こりうる加入量の挙動を適切に表現しているかどうか不明であるため、この試算結果の取り扱いには注意を要するが、今後の加入量の動向に注視する必要がある。



補足図 4-1. 残差のバックワードリサンプリングの概念図



補足図 4-2. 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（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）
 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 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄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水準 (U_{msy}) 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 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2024）により仮定した。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標管理基準値、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	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.7			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.6			0	0	0	1	7	16	19	22	24	26
0.5			0	0	8	29	47	56	65	70	73	
0.4			0	4	30	58	76	87	92	96	98	
0.3			0	12	57	82	93	97	99	100	100	
0.2			0	24	76	94	98	100	100	100	100	
0.1			0	52	90	98	100	100	100	100	100	
0.0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0		

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	100	100	100	100	100	99	98	97	95	93	90
0.9			100	100	100	100	100	100	100	99	99
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	99	97	93	87	80	70	58

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 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2024) から予測される 4.5 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 (F2020-2024、 $\beta = 1.08$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 将来の平均親魚量および漁獲量の平均値の推移

a) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	11.6	9.9	9.3	8.7	8.4	8.0	7.7	7.3	7.1	6.8	6.6
0.9			9.6	9.3	9.1	8.9	8.8	8.5	8.3	8.1	8.0
0.8			9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	9.8	9.7	9.6	9.6
0.7			10.2	10.6	10.9	11.1	11.3	11.3	11.4	11.4	11.4
0.6			10.6	11.2	11.9	12.4	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4
0.5			10.9	12.0	13.0	13.8	14.6	14.9	15.2	15.4	15.6
0.4			11.3	12.8	14.2	15.4	16.4	17.0	17.4	17.7	18.0
0.3			11.6	13.6	15.5	17.2	18.5	19.3	19.9	20.3	20.5
0.2			12.0	14.5	16.9	19.1	20.8	21.9	22.5	22.9	23.2
0.1			12.4	15.4	18.5	21.2	23.4	24.6	25.4	25.8	26.0
0.0			12.8	16.4	20.2	23.5	26.2	27.7	28.5	28.8	28.9
現状の漁獲圧			9.1	8.3	7.8	7.3	6.9	6.5	6.2	5.9	5.6

b) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	4.5	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8
0.9		3.6	3.5	3.4	3.4	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0
0.8		3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2
0.7		2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
0.6		2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2
0.5		2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0
0.4		1.7	1.9	2.1	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7
0.3		1.3	1.5	1.7	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2
0.2		0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
0.1		0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
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		4.2	3.9	3.6	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6

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 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2024) から予測される 4.5 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 (F2020-F2024、 $\beta=1.08$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 2026 年漁期の予測漁獲量と予測親魚量

2026 年の親魚量(予測平均値):9.9 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/F2020-2024)	2026 年漁期の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	4.0	3.4 – 4.5	1.00	21
$\beta=0.9$	3.6	3.1 – 4.1	0.90	20
$\beta=0.8$	3.3	2.8 – 3.7	0.80	18
$\beta=0.6$	2.5	2.2 – 2.9	0.60	14
$\beta=0.4$	1.7	1.5 – 2.0	0.40	9
$\beta=0.2$	0.9	0.8 – 1.0	0.20	5
$\beta=0.0$	0	0 – 0	0	0
F2020-2024	4.2	3.6 – 4.8	1.10	23

補足表 4-4. 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
$\beta=1.0$	6.6	5.1 – 8.4	0	90	100
$\beta=0.9$	8.0	6.2 – 10.1	0	99	100
$\beta=0.8$	9.6	7.5 – 12.0	0	100	100
$\beta=0.6$	13.4	10.8 – 16.4	4	100	100
$\beta=0.4$	18.0	15.0 – 21.6	73	100	100
$\beta=0.2$	23.2	19.9 – 27.3	100	100	100
$\beta=0.0$	28.9	25.4 – 33.4	100	100	100
F2020-2024	5.6	4.3 – 7.3	0	58	100

補足資料 5 指標値の標準化の手法

(1) 産卵量の標準化

本系群では令和元（2019）年度評価より、Vector-Autoregressive Spatio-Temporal（VAST; Thorson and Barnett 2017）モデルを使用し、産卵量の標準化を行ってきた（由上ほか 2020）。生データでは 2018 年にゴマサバの産卵量が急増したが、これはマサバ卵と混在したためと考えられており、VAST モデルにおいてマサバ卵密度の影響を考慮することで、マサバ卵混在の影響を取り除くことが可能になった（Kanamori et al. 2021）。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から推定しており、そのデータを使用した。なお、同様の補正済み月平均卵密度のデータはすでにウルメイワシ太平洋系群の資源評価で使用されている（渡邊ほか 2022）。補正の式は以下で表される：

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

ここで、 $E_{y,m,i}$ 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。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）。解析には、ゴマサバ卵が観測されたことのある 1 月から 7 月のデータを使用した。空間分布の年変化だけでなく季節変化も推定する「季節モデル」（Thorson et al. 2020）を使用し、各年各月の空間分布を推定した。

卵稚仔調査で得られた海区 I～III における 2005～2025 年 1～7 月の 30 分升目ごとのゴマサバの月平均卵密度（粒/km²）に対し、以下のモデルを当てはめた。卵密度を、サンプル i の遭遇確率（ $p_1(i)$ ）と、卵が採集された場合のサンプル i の卵密度（ $p_2(i)$ ）に分けて、以下の 2 つの線形予測子で表す。

$$\begin{aligned} p_1(i) &= \beta_1(t_i) + \omega_1(s_i) + \varepsilon_1(s_i, t_i) + \lambda_1 Q(i) \\ p_2(i) &= \beta_2(t_i) + \omega_2(s_i) + \varepsilon_2(s_i, t_i) + \lambda_2 Q(i) \end{aligned}$$

右辺の第 1 項の $\beta(t_i)$ は時間 t の効果で、この季節モデルではある年のある月を表す。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を表し、多変量正規分布（MVN）を使って

$$\omega(s) \sim MVN(0, \mathbf{R})$$

で表される。 \mathbf{R} は Matérn 相関関数であり場所 s_n と s_m の相関は以下の式で表される。

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

ここでは、 $\varphi = 1$ 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、 $\mathbf{d}(s_n, s_m)$ は場所間の距離、 \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。第3項の $\varepsilon(s_i, t_i)$ は時間 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。ある月と翌月の空間分布は相関すると考え、多変量正規分布と自己回帰モデルにより推定した。

$$\varepsilon(s, t) \sim \begin{cases} MVN(\mathbf{0}, \mathbf{R}), & \text{if } t = t_{min} \\ N(\rho_\varepsilon \varepsilon(s, t-1), \mathbf{R}), & \text{if } t > t_{min} \end{cases}$$

第4項の $\lambda Q(i)$ は採集率に影響する共変量 $Q(i)$ の固定効果を示しており、 $Q(i)$ には同所的に採集されたマサバの卵密度を使用した。

$$Q(i) = \log(\text{マサバ卵密度}[\text{粒}/\text{m}^2] + 0.1) - \log(0.1)$$

これは、サバ属の産卵量の増加に伴い、マサバの卵径の頻度分布とゴマサバの卵径の頻度分布が重複することで、ゴマサバ卵の採集率がマサバの産卵量により影響を受けることを考慮していることを意味する。マサバ卵混在の程度は観測された卵密度に左右されると考えられたため、平均孵化日数や平均生残率で補正する前の卵密度を使用した。また、マサバ卵密度が0のときに $Q(i)=0$ となり、この項を0にすることでマサバ卵密度の混在がない場合のゴマサバ卵密度を予測することが可能になる。

季節モデルでは、 $\beta(t)$ は

$$\beta(t) = \mu_\beta + \beta_m(m_t) + \beta_y(y_t) + \beta_t(t)$$

で表され、 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。

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

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 ($r_1(i)$) と予測卵密度 ($r_2(i)$) を以下の式で表した (Thorson 2017)。

$$\begin{aligned} r_1(i) &= \text{logit}^{-1} p_1(i) \\ r_2(i) &= a_i \times \log^{-1} p_2(i) \end{aligned}$$

ここで、 a_i はオフセット項であり、今回の場合は月平均卵密度を目的変数として用いているので1とした。卵密度 B 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。

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

空間の解像度を表すノット数 (n_s) は 100 とした。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。

推定されたパラメータから、各年における各位置の卵密度を $d(x, c, t) = r_1^*(x, c, t) \times r_2^*(x, c, t)$ で計算し (r^* は $\lambda = 0$ としたときの予測値)、各ノットが占める面積 ($A(s)$) と卵密度を掛け合わせた値の総和を各月の産卵量として算出した。

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

ある年のある月における全てのサンプルでゴマサバ卵が発見されなかった場合は、その年のその月における全ての場所での密度を 0 として産卵量を計算した。各年の 1 月から 7 月までの合計の産卵量をその年の標準化産卵量として算出した。なお、元のデータにおける 30 分升目の卵密度と面積からも産卵量をノミナル指標値として算出した。

解析の結果、ゴマサバの卵密度は毎年 3~5 月の間に高くなり、解析期間を通じて北緯 33.5°東経 138°付近に分布の重心が位置していることが多く、重心の経年変化と季節変化は小さかった (補足図 5-1)。ノミナル産卵量と比較すると、マサバ卵の混在の影響が特に大きかったと考えられる 2018 年の標準化産卵量は大きく減少し、2015 年以降は低水準で推移したものの、2022 年以降増加傾向にある (補足図 5-2)。VAST に備わっているモデルの診断を行ったところ、QQ プロットは予測線上に載っており、予測値と残差にも関係は見られなかった (補足図 5-3)。

(2) 棒受網漁業 CPUE の標準化

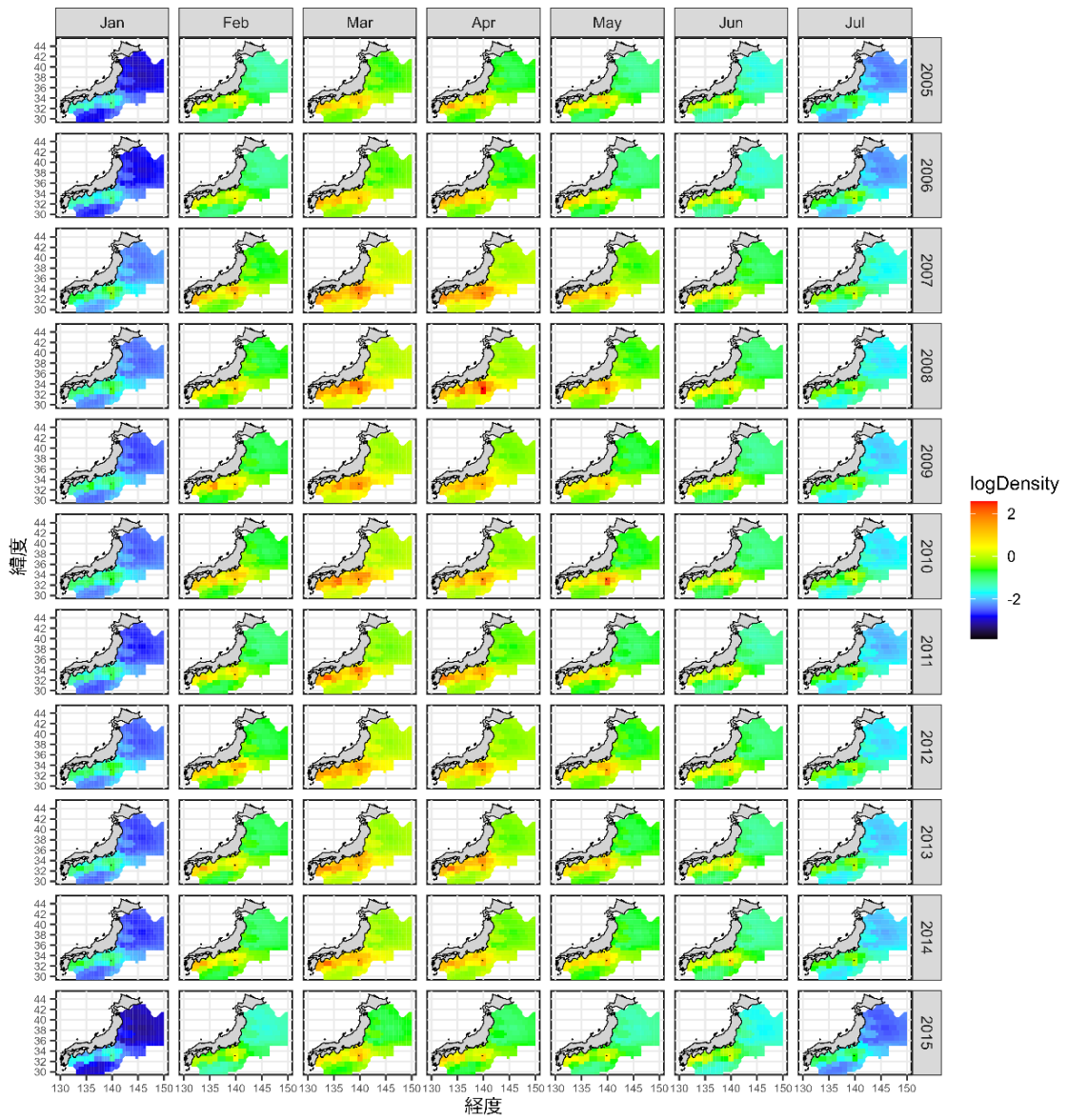
静岡県の棒受網漁業のデータ (1996~2024 年漁期) を使用した。棒受網 CPUE (kg/網) のデータも 0 以上の連続値であるため、delta-GLM (Lo et al. 1992) を適用した。これは、有漁となる確率を予測するモデルと、有漁となる場合の CPUE を予測するモデルの 2 つを別々に解析する手法である。前者のモデルの誤差分布には二項分布を使用し (logit リンク)、後者にはガンマ分布 (log リンク) を用いた。

CPUE を予測する説明変数として、漁期年 (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) を使用した。海区はデータに記録されている緯度経度情報に基づき 11 区に分けたものを使用した。二項分布モデル、ガンマ分布モデルそれぞれについて、各変数の有無を変えた総当たりのモデル選択を行い、BIC が最小となるものをベストモデルとして採用した。その結果、有漁確率を予測する変数としては年・表面海水温・表面海水温の二乗項が選ばれ、有漁時の CPUE を予測する変数としては年・海区・表面海水温・表面海水温の二乗項・月・船 が選択された。

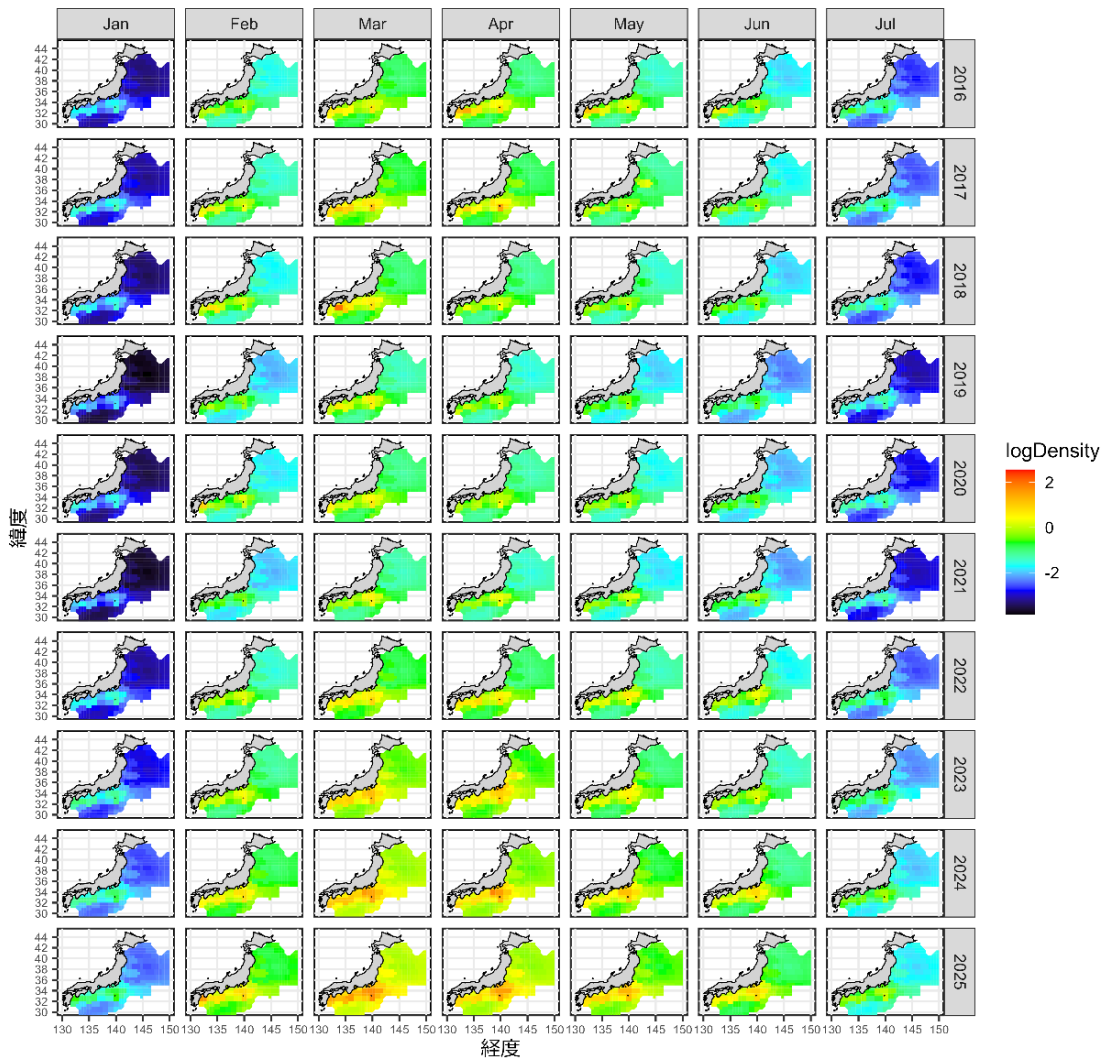
各変数のすべての組み合わせにおいて予測 CPUE を算出し、年ごとに予測 CPUE を平均した値を資源量指標値とした。連続変数である表面海水温に関しては、最小値と最大値を細かく分割し、そのときの予測値を求めた。標準化 CPUE は 2010 年漁期まで増加した後、2011 年漁期以降に減少傾向を示している（補足図 5-4）。Q-Q プロットでは、理論上の予測線から観測値がやや外れており、コルモゴロフ-スミルノフ検定において有意差が検出された（補足図 5-5）。標準化産卵量に合わせて 2005 年漁期以降の標準化 CPUE をチューニングに使用した。

引用文献

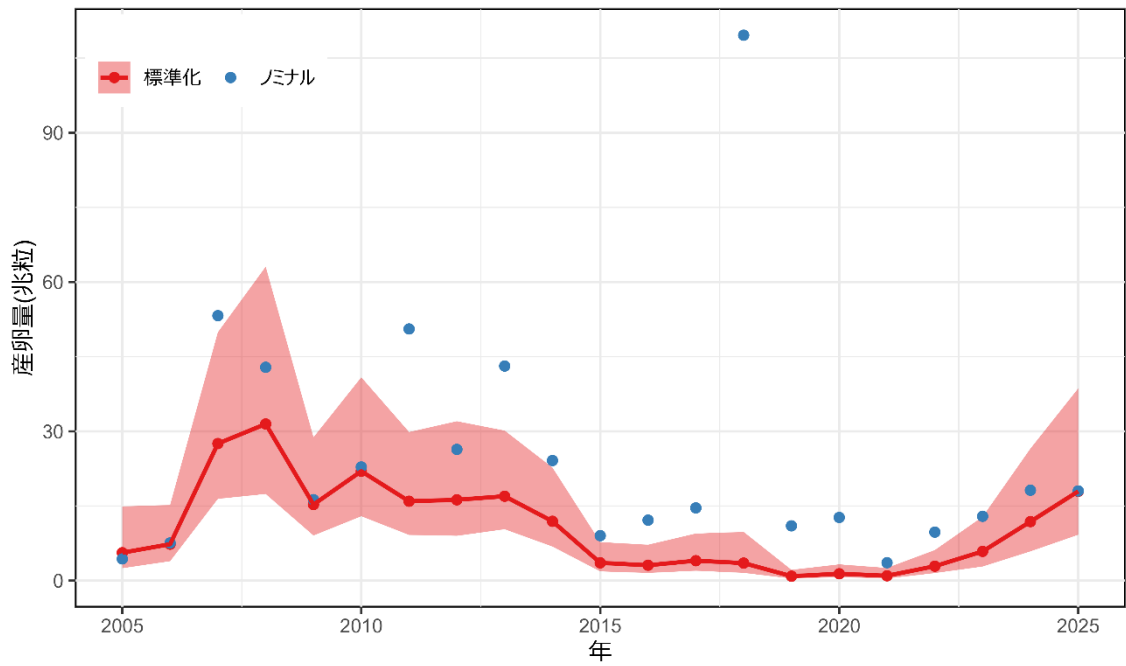
- Kanamori, Y., S. Nishijima, H. Okamura, R. Yukami, M. Watai and A. Takasuka (2021) Spatio-temporal model reduces species misidentification bias of spawning eggs in stock assessment of spotted mackerel in the western North Pacific. *Fish. Res.*, **236**, 105825.
- Kristensen, K., A. Nielsen, C. E. Berg, 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.
- 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. 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., 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, 9-22.
- 渡邊千夏子・安田十也・渡井幹雄・宇田川美穂・井元順一・木下順二 (2022) 令和3 (2021) 年度ウルメイワシ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, 28pp, <http://abchan.fra.go.jp/>.
- 由上龍嗣・井須小羊子・上村泰洋・古市 生・渡部亮介・金森由妃 (2020) 令和元 (2019) 年度ゴ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, 40pp, <http://abchan.fra.go.jp/>.



補足図 5-1a. 2005～2015 年（行）の 1～7 月（列）で推定されたゴマサバ卵密度
 すべてのサンプルでゴマサバ卵が発見されなかった年・月の密度はゼロとした。

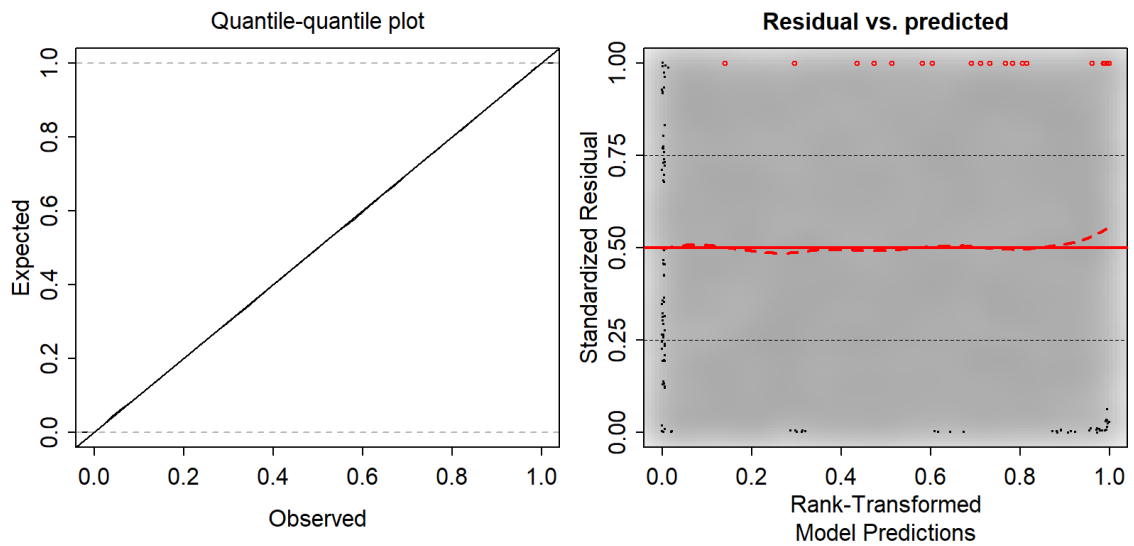


補足図 5-1b. 2016～2025 年（行）の 1～7 月（列）で推定されたゴマサバ卵密度
 すべてのサンプルでゴマサバ卵が発見されなかった年・月の密度はゼロとした。

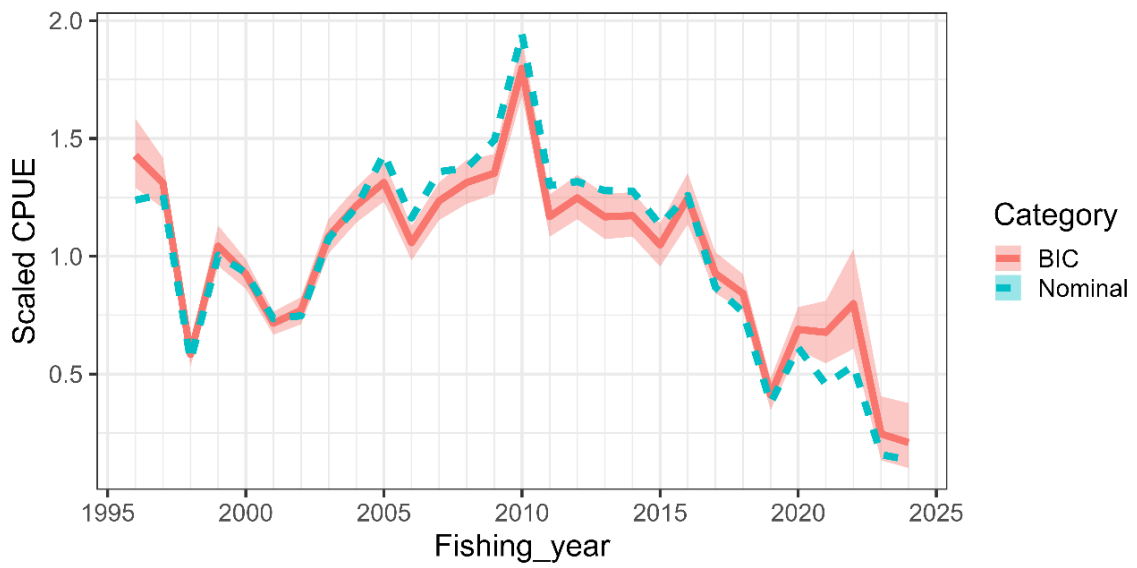


補足図 5-2. 産卵量の経年変化

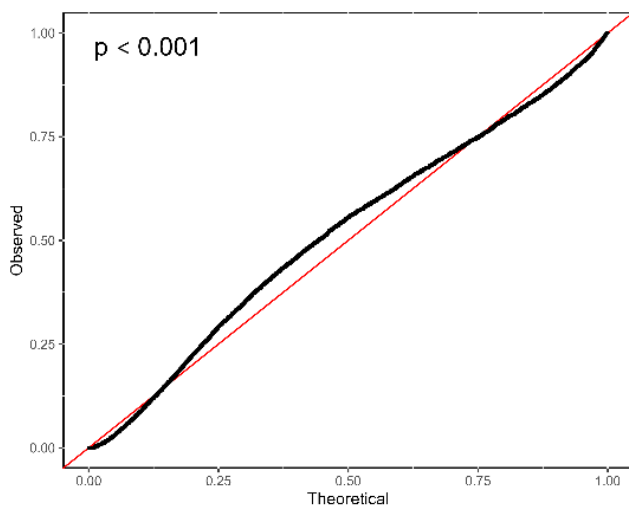
影は標準化指標値の 95%信頼区間を表す。



補足図 5-3. 産卵量標準化の際のモデル診断における QQ プロット (右) と残差とモデルの予測値の関係



補足図 5-4. 静岡県棒受網漁業 CPUE の経年変化
影は標準化指標値の 95%信頼区間を表す。

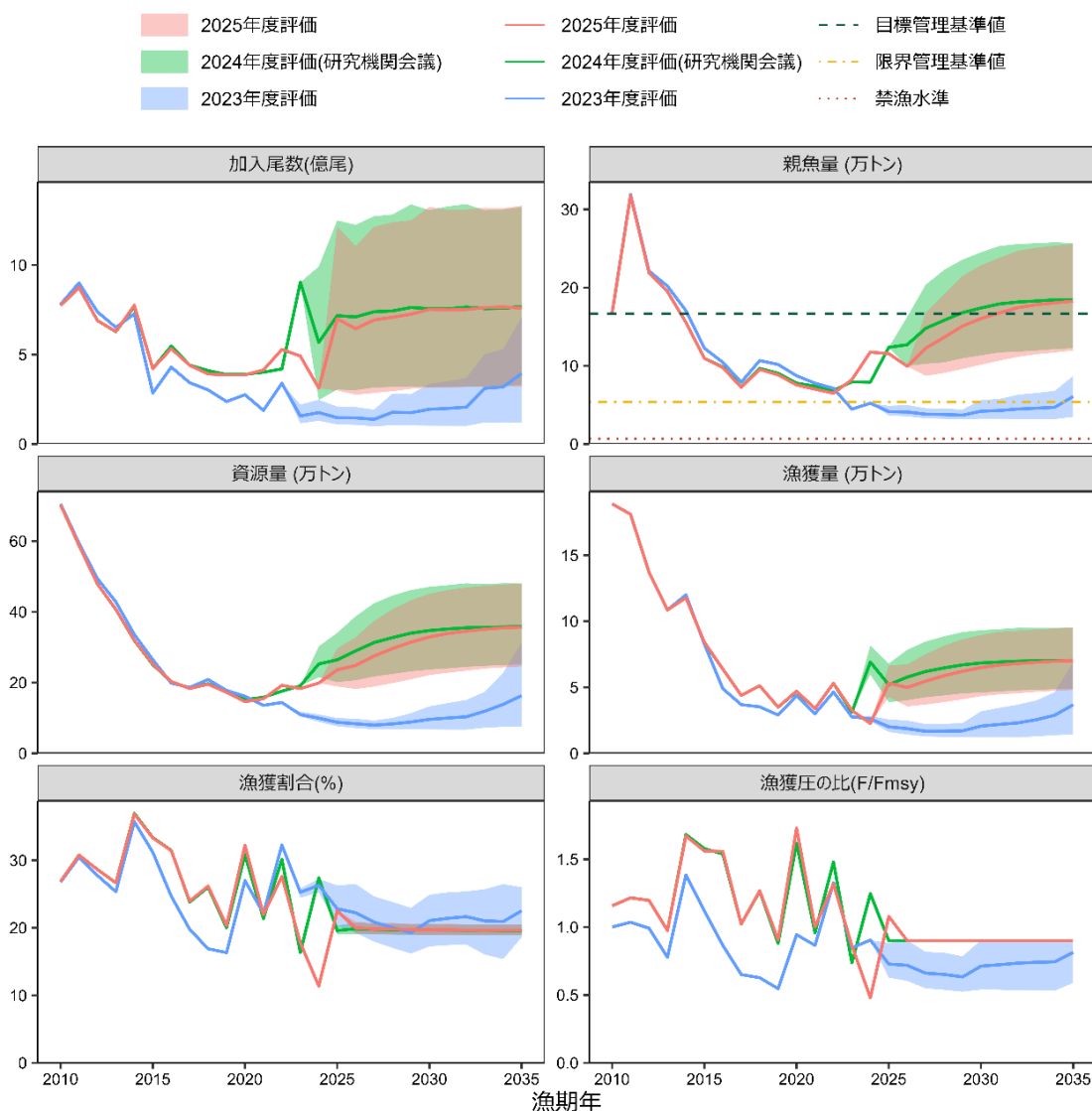


補足図 5-5. 静岡県棒受網漁業 CPUE の標準化残差 (0-1 の範囲に規準化した残差) の Q-Q
プロット
左上にコルモゴロフ-スミルノフ検定における p 値を示す。

補足資料 6 過年度資源評価との比較

令和 5 (2023) 年度～令和 7 (2025) 年度の資源評価結果を比較した図を補足図 6-1、補足表 6-1 に示した。令和 5 (2023) 年度評価の将来予測は加入量の低下傾向を考慮した場合、令和 6 (2024) 年度評価以降の将来予測は加入量が再生産関係に従う場合である。将来予測の結果を比較すると、令和 5 (2022) 年度評価の将来予測は加入量の低下傾向を考慮したため、予測結果は大きく異なる。

資源評価結果を比べると、令和 6 (2024) 年度評価 (研究機関会議) で、2015 年漁期以降の加入量の上方修正が顕著で、親魚量は下方修正、漁獲圧の比は上方修正された。これは、外国船漁獲量および外国船漁獲尾数の値を NPFC の報告資料に基づいた推定方法に変更した影響が大きい。令和 7 (2025) 年度の資源評価結果と令和 6 (2024) 年度評価の比較の結果を比較したところ、2023 年漁期の加入量の下方修正が顕著であった。これは、令和 6 (2024) 年度評価時点では、2023 年漁期に 0 歳魚が多獲されたため加入量が高く推定されたが、2024 年漁期に 1 歳魚としての漁獲尾数が少なく、資源量指標値も低かった影響が大きい。一方で、2023 年漁期までの資源量、親魚量の値の変化はあまり大きくなかったが、令和 6 (2024) 年度評価における 2024 年漁期の親魚量の予測値が、令和 7 (2025) 年度評価で上方修正された。これは、親魚量の指標値である 2025 年の標準化産卵量が高かった影響が大きく、2025 年漁期の 3 歳、4 歳以上の資源量が上方修正されたことにより、2024 年漁期に遡って 2 歳、3 歳の資源量も上方修正された。



補足図 6-1. 評価年度別の加入量、親魚量、資源量、漁獲量、漁獲割合 (%)、漁獲圧の比 (F/Fmsy) の比較 (2023~2025 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)

補足表 6-1. 評価年度別の推定された直近年の加入量、親魚量、資源量、漁獲量、漁獲割合 (%)、漁獲圧の比 (F/Fmsy)

加入量 (億尾)			
評価年度 / 漁期年	2022 年漁期	2023 年漁期	2024 年漁期
2023 年度評価	3.4		
2024 年度評価 (研究機関会議)	4.2	9.0	
2025 年度評価	5.3	4.9	3.1
親魚量 (万トン)			
評価年度 / 漁期年	2022 年漁期	2023 年漁期	2024 年漁期
2023 年度評価	7.1		
2024 年度評価 (研究機関会議)	6.8	7.9	
2025 年度評価	6.5	8.2	11.8
資源量 (万トン)			
評価年度 / 漁期年	2022 年漁期	2023 年漁期	2024 年漁期
2023 年度評価	14.4		
2024 年度評価 (研究機関会議)	17.6	19.1	
2025 年度評価	19.2	18.3	19.9
漁獲量 (万トン)			
評価年度 / 漁期年	2022 年漁期	2023 年漁期	2024 年漁期
2023 年度評価	4.6		
2024 年度評価 (研究機関会議)	5.3	3.1	
2025 年度評価	5.3	3.3	2.3
漁獲割合 (%)			
評価年度 / 漁期年	2022 年漁期	2023 年漁期	2024 年漁期
2023 年度評価	32.3		
2024 年度評価 (研究機関会議)	30.1	16.4	
2025 年度評価	27.6	17.8	11.4
漁獲圧の比 (F/Fmsy)			
評価年度 / 漁期年	2022 年漁期	2023 年漁期	2024 年漁期
2023 年度評価	1.33		
2024 年度評価 (研究機関会議)	1.48	0.74	
2025 年度評価	1.32	0.86	0.48

赤色の数字は当該年 ABC 計算時の親魚量予測値を、黒色の数字は次年度以降の親魚量推定値をそれぞれ示す。昨年度評価と今年度評価を比較すると、加入量の下方修正が顕著であるが、その他の変化は比較的小さかった。