

令和 5（2023）年度キンメダイ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（亙 真吾・竹茂愛吾・川内陽平・
青木一弘・竹村紫苑・半沢祐大・小柳津瞳）

参画機関：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、三重県水産研究所、高知県水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター

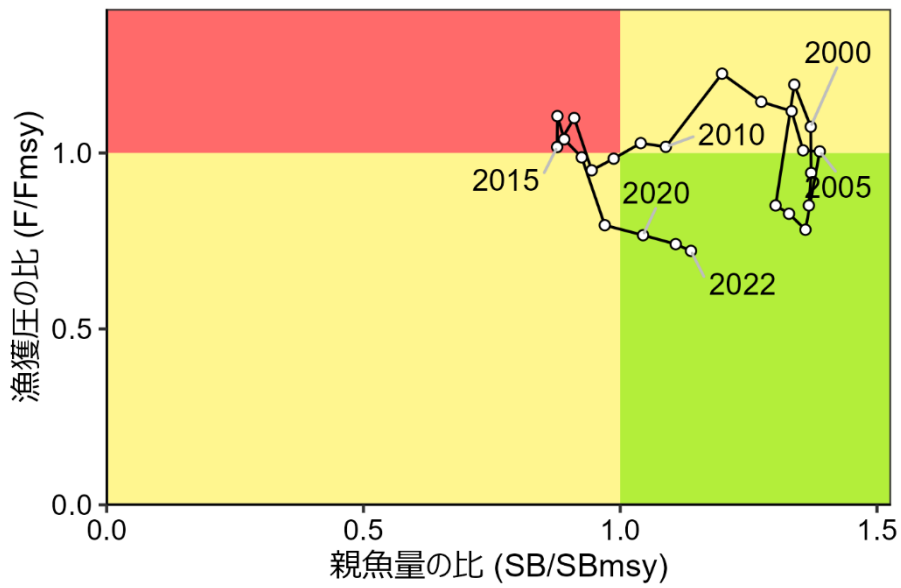
要 約

本系群の資源評価は、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間得られる関東沿岸から伊豆諸島周辺海域を対象とし、資源量指標値をチューニング指標としたコホート解析により資源量推定を実施し評価した。資源量指標値には、海洋環境に関する要因を除去し年変動のみを抽出した主要水揚港の標準化 CPUE を用いた。資源評価対象海域を網羅するため、昨年度導入した 6 地区（うち東京湾口部は 2 海域）の標準化 CPUE と八丈島のノミナル CPUE に加え、三宅島、御前崎の標準化 CPUE を整備しコホート解析のチューニング指標値として用いた。2022 年における本系群全体の漁獲量は 4,286 トン、資源量推定を実施している関東沿岸から伊豆諸島周辺海域では 3,755 トンであった。2022 年の資源量は 33.2 千トン、親魚量は 27.6 千トン、加入量は 453 万尾と推定された。2015 年以降の推移は、親魚量は増加、資源量は横ばい、加入量は 2017 年前後に一時的に増加しその後減少傾向にある。

令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係にはホッケー・スティック型が適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現できる水準の親魚量（SBmsy）は 24.3 千トンである。この基準に従うと、本系群の 2022 年の親魚量は、MSY を実現する水準を上回る。また、本系群に対する 2022 年の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2018～2022 年）の推移から「増加」と判断される。

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

要 約 図 表



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	24.3 千トン
2022 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る
2022 年の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2022 年の親魚量の動向	増加
最大持続生産量 (MSY)	4.7 千トン
2024 年の ABC	-
コメント: ・ ABC は、本系群の漁獲管理規則が「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。 ・ 近年の漁獲圧は低く、親魚量は増加傾向を示している。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合					
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2018	33	22	4.4	0.99	13
2019	33	24	3.8	0.79	11
2020	34	25	3.8	0.77	11
2021	34	27	3.8	0.74	11
2022	33	28	3.8	0.72	11
2023	33	28	3.8	0.74	11
2024	34	26	-	-	-

・2023、2024年の値は将来予測に基づく平均値である。
・ここで示した各種数値は、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域(千葉県、東京都、神奈川県、静岡県)を対象とした資源解析に基づく。

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	水揚港別漁獲量(水産機構、千葉～鹿児島(10)都県) 月別漁獲物組成(銘柄組成または体長組成)、年齢査定を含む生物測定(水産機構、千葉～静岡(4)都県)
資源量指数	主要水揚港の漁獲量と努力量(千葉～静岡(4)都県)* 主要水揚港の漁獲量と努力量(高知) FRA-ROMS II、黒潮流軸情報(水産機構)
自然死亡係数(M)	年当たりM=0.1を仮定(田中 1960)

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

太平洋、大西洋、インド洋の熱帯から温帯域の海山および大陸棚縁辺部に世界的規模で分布する。日本では、北海道釧路以南の太平洋と新潟県以南の日本海に、未成魚は大陸棚の水深100～250 m、成魚は沖合の水深200～800 mに分布する(落合・田中 1998、林 2013)。我が国太平洋岸における主な生息域(漁場)は房総半島から伊豆半島沿岸、御前崎沖、伊豆諸島周辺、四国沖、南西諸島周辺海域などである(図 2-1)。関東地方の沿岸部からの小型魚の標識放流結果によると、放流海域付近にとどまる個体と、伊豆諸島などのより深い水深の海域に移動する個体がいることが示唆されている。沿岸の大陸斜面上部には若齢の小型魚が多く、伊豆諸島や海山等の沖合の深場には高齢の大型魚が多い傾向がある。長距離の移動では、関東沿岸で放流した個体が伊豆諸島周辺海域を南下、また南西諸島周辺海域で再捕された個体の例がある。これらの標識放流結果を集約すると、関東沿岸で放流された個体は、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域で4年を経ても95%以上が、10年を経ても70%以上が再捕されることから、長距離の移動はごく一部であると想定される(亘ほか 2017)。

(2) 年齢・成長

年齢と体長の関係は、雌雄、生息海域、年代により若干異なる結果が得られているが、各年齢の尾叉長は概ね、満1歳で19 cm、満2歳で22 cm、満3歳で25 cm、満4歳で28 cm、満5歳で30 cm、満10歳で39 cm前後である(秋元 2007)(図 2-2)。耳石の年齢査定による最高齢魚は26歳である(明神・浦 2003)。

(3) 成熟・産卵

日本周辺海域における産卵場は、関東沿岸、伊豆諸島周辺海域、四国沖、南西諸島周辺海域、小笠原周辺にかけての広範囲で知られており、成魚が生息する海域であれば、どこでも産卵が行われていると考えられている(増沢ほか 1975、秋元 2007)。産卵期は6～

10月で盛期は7、8月（大西 1985、芝田 1985、久保島 1999、秋元ほか 2005）。年齢別成熟率は3歳まで0、4歳で0.5、5歳以上で1.0とされる（図2-3）。

(4) 被捕食関係

主要な餌料生物としては、ハダカイワシ類などの中深層性魚類、イカ類、エビ類、オキアミ類などが知られている（増沢ほか 1975、亘ほか 2017）。サメ類やイルカ類による捕食、操業中の食害がある（堀井 2011、大泉 2011）。また、大型のキンメダイは、キンメダイ稚魚を捕食することもある（池田 1980）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

キンメダイは陸棚斜面や海山や海丘の斜面や頂上に多く分布し、房総半島から南西諸島にいたる太平洋岸、伊豆諸島、沖合の海山周辺に漁場が点在する。主に自由漁業、知事許可漁業として立て縄、底立てはえ縄、樽流しといった釣り漁業で漁獲されている。また大臣許可漁業としては、東シナ海区ではえ縄漁業、太平洋南区、中区、北区で沖合底びき網漁業による漁獲があるが総漁獲量に占める割合は小さい。関東沿岸から伊豆諸島周辺海域北部では明治時代にすでに漁業がおこなわれ歴史も古い。一方、伊豆諸島周辺海域南部や四国沖、南西諸島周辺海域では1980年代以降に本格的な漁業が始まった。千葉県、東京都、神奈川県、静岡県（以下、「一都三県」という）ならびに高知県では立て縄漁業、樽流し漁業、底立てはえ縄漁業について休漁期、縄の本数の制限、針数の制限、体長制限などの規制が設けられている。一都三県では、1996年より一都三県キンメダイ資源管理実践推進漁業者協議会のもと、調査研究を踏まえ、漁業者が自主的に資源管理措置の合意形成を図るという資源管理の流れが構築されている。2014年にキンメダイ資源管理に関する漁業者代表部会が設置され、関係者間でさらなる資源管理の推進に向けた協議が行われている。

(2) 漁獲量の推移

キンメダイは2022年現在、農林水産省の漁獲統計の調査対象となっていないため、自由漁業、知事許可漁業については千葉県～鹿児島県の主要港の水揚量、大臣許可漁業については太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計年報ならびに、主要港の水揚量を集計し漁獲量を把握した（図3-1、表3-1）。2022年の全体の漁獲量は4,286トンであり、そのうち、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域（一都三県）が3,755トン、四国沖（和歌山県、徳島県、高知県）が151トン、南西諸島周辺海域（鹿児島県、東シナ海区）が179トンであった。漁獲量の傾向は、都県別に異なるものの、全体としては増減を繰り返しながら、2010年以降は漸減している。キンメダイは漁獲物の体長組成の経年変化からも卓越年級群の発生が確認でき、発生後数年間は漁獲量が増加するといった傾向もみられる（米沢ほか 2011）。資源評価を実施している1998年以降、一都三県について、地区別、漁法別に記載した（表3-2）。

1998年以降の一都三県の10ヵ所（千葉県：銚子・勝浦・富浦・勝山、東京都：大島・神津島・八丈島、神奈川県：三崎、静岡県：下田（底立てはえ縄）・伊豆半島東岸地区）の水

揚港について、漁業種類別、操業海域別に計 13 の漁獲物の体長組成や銘柄組成、年齢査定を含む生物測定データ、漁獲量を収集した。これらの情報により水揚港、漁法、操業海域ごとに年齢別漁獲尾数を求め合算し、海域全体の年齢別漁獲尾数を推定した（図 3-2、補足表 2-4）。若齢（2～3 歳）の漁獲尾数は少なく、4～10 歳が漁獲の中心であった。なお、千葉県、神奈川県沿岸部の漁獲物は銘柄別漁獲量情報をもとに、年齢分解を行った。

太平洋中区における遊漁による採捕量は、1992 年は 129 トン、2002 年は 516 トン、2008 年は 113 トン、そのうち一都三県での採捕量は、2002 年は 503 トン、2008 年は 102 トンと農林水産省（農林水産省統計情報部 1993、農林水産省統計部 2003）および政府統計ポータルサイト（<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&tstat=000001031445&cycle=8&year=20081&month=0&tclass1=000001031446&tclass2=000001031447&tclass3val=0>、2023 年 6 月 26 日閲覧）に報告がなされている。これ以降は遊漁採捕量調査が実施されていないため、本系群の資源評価においては遊漁による採捕の影響は考慮していない。

(3) 漁獲努力量

一都三県の主要港にキンメダイの漁獲があった 1 日 1 隻あたりの水揚回数を努力量とし、経年変化を図 3-3 に示す。多くの地区で 2018 年以降減少傾向にある。なお、自主的管理措置により、針数や操業時間の削減措置が実施されていることから、長期の比較においては、努力量として 1 日 1 隻あたりを用いることが適切か否か、引き続き検討が必要である。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

長寿命であること、卓越年級群が発生することなどの資源特性を踏まえ、コホート解析（VPA）（Pope 1972）により資源量を推定し資源評価を行った（補足資料 1、2）。漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データは一都三県においては 1990 年代後半から利用可能であるが、それ以外の県では、高知県において長期的な漁獲物の体長組成の把握が行なわれているのみで、多くは漁獲量の把握にとどまる。また、標識放流結果より関東沿岸から四国沖や南西諸島海域への長距離の移動は短期間に起こるものではないと考えられる。本系群の資源評価では、我が国最大の漁場であり、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間蓄積されている関東沿岸から伊豆諸島周辺海域を 1 つの単位として、1 日 1 隻あたり漁獲量（kg/日・隻）を資源量指標値としたチューニング VPA を実施し、海域外への移出入は考慮せず、海域内での資源の持続的利用方策、有効利用方策について検討した。資源評価には一都三県の情報のみを使用しているが、高知県の情報で利用可能なものについては参考として掲載した。なお、四国沖と南西諸島周辺海域についても本調査事業により漁獲物組成や年齢査定を含む生物測定データなどが蓄積されれば、海域ごとに年齢構造の把握、資源量、親魚量の推定を実施し、系群全体の資源管理方策の提案につなげることが望ましい。

令和 4 年度資源評価で今後検討すべき課題の 1 つとして整理されている「CPUE 標準化未実施の海域への拡大」（亘ほか 2023）に対応するため、今年度は東京都船が操業する三

宅島、静岡県船が操業する御前崎、下田において、CPUE 情報を新たに整理した。今年度資源評価では、千葉県船が操業する 2 地区（銚子、勝浦）、東京都船が操業する 3 地区（神津島、三宅島、八丈島）、静岡県船が操業する 3 地区（伊東、稲取、御前崎）、神奈川県船（三崎）と千葉県船（館山）が入会で操業する東京湾口部のそれぞれの海域、計 9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）について標準化 CPUE（御前崎は樽流し漁業、それ以外の地区は立て縄漁業を対象）を算出した。海洋環境の影響が考慮できていると考えられる 8 地区は標準化 CPUE を、チューニング VPA の指標として用いた。なお、八丈島の標準化の結果では、他海域より広域な漁場に対し、漁場内の海洋環境の違いを十分に考慮できていない可能性が考えられたため、ノミナル CPUE をチューニング VPA の指標として用いた（補足資料 7）。また、下田は操業海域情報の整理が不十分であることと、当該地区の主な操業海域が稲取と入会であり、稲取の指標により一定程度補完されていると考えたことから、今回はチューニング VPA の指標として用いなかった。

(2) 資源量指標値の推移

一都三県の 9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）における標準化 CPUE とノミナル CPUE の推移を比較すると、銚子、勝浦、御前崎では 2015 年以降増加傾向、東京湾口部、伊東などでは 2022 年は 2000 年代と比較して低い値、稲取、神津島、三宅島では 2000 年代と同程度であった（図 4-1）。また、年ごとに標準化 CPUE とノミナル CPUE を比較すると、伊東、稲取において 2004～2005 年、また、2018 年以降は標準化 CPUE の方が高い傾向が見られた。これらの期間は気象庁ホームページの示された黒潮大蛇行の発生とも一致し（https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/b_2/kuroshio_stream/kuroshio_stream.html、2023 年 6 月 26 日閲覧）、海洋環境の要因を除去していないノミナル CPUE では、近年の資源状態を過小評価する可能性があることが示唆された（図 4-1、補足資料 7、補足表 7-2、7-3）。

高知県については樽流し、手釣とも CPUE は横ばいで推移しているが、キンメダイ漁業者の高齢化や他漁業への転換などにより操業隻数が減少しており、資源状況を的確に反映しているかは検討が必要である（図 4-2）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は 2000 年代前半まで 4 万トン台で横ばいであったが 2010 年代前半に減少傾向となり、2010 年代後半から上昇に転じ、2015 年以降横ばい傾向で、2022 年は 33.2 千トンであった（図 4-3、表 4-1、補足表 2-4）。加入量は 2 歳資源尾数で、親魚量は年齢別資源量に年齢別成熟率（図 2-3）を乗じた年齢別親魚量の合計値である。親魚量は 2000 年代前半まで 3 万トン台で横ばいであったが、2015 年に 21.3 千トンまで減少した後、増加傾向となり 2022 年は 27.6 千トンであった（図 4-3、表 4-1）。一方、加入量は 2005 年以降減少傾向であったが、2017 年前後に一時的に増加し 1,186 万尾となり、その後減少傾向で 2022 年は 453 万尾となった（図 4-4、表 4-1）。自然死亡係数の値を±50%変化させた場合の資源量と親魚量および加入量の感度解析を行ったところ、2022 年推定値で資源量では 83～125%、親魚量では 84～123%、加入量で 77～135%の変化となったが、増減傾向が大きく変化することはなかった（図 4-5）。

年齢別漁獲係数は、2歳が平均0.03、5歳までは年齢に伴い上昇し6歳以上は0.12~0.4程度で推移しており、成熟後の6歳魚以上を中心に漁獲しているものと考えられた。漁獲係数(F)の全年齢の平均値は0.13~0.24の範囲で推移し、2022年は0.13であった(図4-6、補足表2-4)。漁獲割合は11~19%の範囲で推移し、2019~2022年は11%であった(図4-7、表4-1)。資源の動向に関する情報を拡充するため、三宅島、御前崎のCPUE標準化を行い、対象海域をより網羅する形でチューニングを実施したところ、親魚量の推定値は昨年度評価を上回った。なお、三宅島、御前崎のCPUEを追加せずに、昨年度と同じ7地区のCPUEでチューニングを行った場合の資源量推定結果は昨年度評価結果にほぼ一致した(補足資料2、補足図2-1)。

関東周辺から伊豆諸島周辺海域の漁業は立て縄や底立てはえ縄など釣漁業が主体であり、漁獲係数、漁獲割合は2010~2018年は横ばい傾向であるが、2019年以降減少傾向にあった(表4-1、補足表2-4)。この減少は、休漁などの自主的管理措置の実施、黒潮大蛇行などの環境要因による操業効率の低下、新型コロナウイルス感染拡大による出漁控えなどが要因として推察された。昨年度評価において、現状の漁獲圧を、黒潮非大蛇行期や、新型コロナウイルスの影響前の期間も参照した2016~2021年の6年間のFの平均値をF(2016-2021)と定義した。今年度評価では、黒潮大蛇行期間が継続している点、努力量も経年的に減少傾向が継続している点も考慮し(図3-3)、現状の漁獲圧は、直近3年間(2020~2022年)のFの平均値F(2020-2022)とした。

(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、加入量あたり親魚量(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4-8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。2019年以降、%SPRは増加傾向にあり、2022年は30%となった。現状の漁獲圧とした直近3年間(2020~2022年)のFの平均値から%SPRを算出すると29%となった。

現状の漁獲圧に対するYPRと%SPRの関係を図4-9に示す。このときFの選択率としては令和4年8月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量MSYを実現するF(F_{msy})の推定に用いた値(亘ほか2022)を用いた。また、年齢別平均体重および成熟率についてもF_{msy}算出時の値を使用した。F_{msy}は%SPRに換算すると22%に相当する。現状の漁獲圧(F₂₀₂₀₋₂₀₂₂)はF_{msy}を下回り、F_{30%SPR}と同程度であった。

(5) 再生産関係

親魚量(重量)と加入量(尾数)の関係(再生産関係)を図4-10に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはホッカー・スティック型再生産関係が適用されている(亘ほか2022)。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは、令和4(2022)年度の資源評価(亘ほか2022)に基づく1998~

2018年の親魚量、2000～2020年の加入量とした。最適化方法には最小二乗法を用い、加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産関係式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

現在（1998 年以降）の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）および MSY を実現する漁獲量として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値（亘ほか 2023）を補足表 6-2 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-11 に示す。また、2022 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示した。本系群における 2022 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（SBmsy）を上回っており、2022 年の親魚量は SBmsy の 1.14 倍である。また、2022 年の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）を下回っており、2022 年の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧の 0.72 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（ F/F_{msy} ）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（2018～2022 年）の推移から増加と判断される。本系群の親魚量は 2012～2019 年には SBmsy を下回っていたが、2017 年から漁獲圧が Fmsy 以下に減少しており、2020 年以降の親魚量は SBmsy を上る水準に維持、回復されている。

5. 資源評価のまとめ

2022 年の資源量は 33.2 千トン、親魚量は 27.6 千トン、加入量は 453 万尾と推定された。2022 年の親魚量は、MSY を実現する親魚量（SBmsy）を上回った。コホート解析の結果から、本系群に対する漁獲圧は長期的に低下傾向にあり、近年の 2 歳資源尾数の不確実性は高いが、若齢魚に対する漁獲圧は低い水準にあると考えられる。2015 年以降の親魚量は増加、資源量は横ばい、加入量は 2017 年に一時的に増加しその後減少傾向にある。2018 年以降は漁獲圧が MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）以下に減少しており、低い漁獲圧による漁業を継続することで親魚量を維持することができると推察される。

6. その他

(1) 加入あたり漁獲量（最適な漁獲圧と年齢の関係）

加入あたり漁獲量の観点で資源状態を見ると、現状の F は F_{max} を下回っているが、漁獲圧を増大させても YPR がほぼ頭打ちとなっているため、漁獲量の更なる増加は期待できない（図 4-9）。一方、YPR を年齢群別に分析すると、漁獲圧の変化により年齢群別の期待漁獲量は増減する（図 4-12）。6 歳以下は現状でも漁獲圧が低いことから、現状の選択率かつ、現実的な漁獲圧の変化の範囲で YPR の最大化は困難である。YPR を年齢群別ごとに分けた場合、各年齢群の漁獲量を最大化する漁獲圧は、7～9 歳は現状の 1.5 倍、10～12 歳は現状の 0.9 倍、13～14 歳は現状の 0.7 倍、15 歳以上では現状の 0.4 倍となった。漁獲圧の削減による若齢魚の獲り残しが高齢魚の漁獲量の増加につながる。本系群の資源評価で用いた解析手法は空間分布を明示的に考慮したものではないが、漁業実態として、

小～中型魚は関東沿岸で主に漁獲され、中～大型は伊豆諸島で主に漁獲される年齢構成は考慮している。そのため、各漁場による漁獲量最大化の観点で、最適な漁獲圧は異なることを示している。

(2) 引き続き検討すべき課題

本系群の資源評価は、平成 28 年度に資源評価対象種となって以降チューニング指標の検討、年齢組成の検討を進め、昨年度は海洋環境の要因を説明変数とした CPUE の標準化を実施し資源評価に実装した。今年度は、昨年度取り纏めた将来的な課題のうち「CPUE 標準化未実施の海域への拡大」に向けて、漁獲データの収集を行うとともに、2 地区については標準化 CPUE を計算し、新たなチューニング指標として実装した。一方で、資源評価手法自体の改善、食害の影響、遊漁の影響、漁業種類の考慮など現時点で未達成の課題もある。令和 4 年度資源評価から取りまとめた、今後の資源評価のさらなる高度化に向け、資源評価参画機関で議論した課題の進捗について補足資料として整理した(補足資料 8)。

7. 引用文献

- 秋元清治 (2007) 伊豆諸島周辺海域におけるキンメダイの年齢と成長. 神奈川水技報, **2**, 13-19.
- 秋元清治・瀬崎啓次郎・三谷 勇・渡部終五 (2005) ミトコンドリア 16S rRNA 遺伝子判別法によるキンメダイ卵および仔魚の同定と伊豆諸島周辺海域における分布様式. 日水誌, **71**, 205-211.
- 林 公義 (2013) キンメダイ科. 「日本産魚類検索 全種の同定 第三版」中坊徹次編, 東海大学出版会, 東京, 577-578.
- 堀井善弘 (2011) 八丈島周辺海域におけるサメ類と鯨類による食害の現状把握. 日水誌, **77**, 123.
- 池田郁夫 (1980) 海山、バンクの底魚資源. 「底魚資源」青山恒雄編, 恒星社厚生閣, 東京, 331-342.
- 久保島康子 (1999) 伊豆諸島海域における資源減少期のキンメダイ *Beryx splendens* の成熟 (1). 神水総研研報, **4**, 37-41.
- 増沢 寿・倉田洋二・大西慶一 (1975) 「キンメダイその他底魚類の資源生態」. 日本水産資源保護協会, 東京, 71 pp.
- 明神寿彦・浦 吉徳 (2003) 高知県産キンメダイの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, **4**, 11-17.
- 農林水産省統計情報部 (1993) 遊漁採捕量調査報告書. 112 pp.
- 農林水産省統計部 (2003) 平成 14 年遊漁採捕量調査報告書. 72 pp.
- 落合 明・田中 克 (1998) 「新版魚類学 (下) 改訂版」. 恒星社厚生閣, 東京, 1139 pp.
- 大泉 宏 (2011). 八丈島周辺海域のサメ類と鯨類による食害被害軽減に向けた基礎調査. 日水誌, **77**, 124.
- 大西慶一 (1985) キンメダイの資源補給に関する研究 (2). 静岡県水産試験場伊豆分場だより, **219**, 6-8.

- 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.
- 芝田健二 (1985) 房総海域におけるキンメダイについて-2-成熟と性比. *千葉水試研報*, **43**, 3-9.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. *東海区水研報*, **28**, 1-200.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次 (2017) キンメダイの資源生態と資源管理. *水産研究・教育機構研究報告*, **44**, 1-46.
- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ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-SA2022-BRP04-01, *水産研究・教育機構*, 横浜, 48pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf
- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2023) 令和 4 (2023) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-37, 令和 4 年度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, 50pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_37.pdf
- 米沢純爾・小埜田明・橋本 浩・鈴木達也・岡部 久・飯沼紀雄・林 芳弘・阪地英男 (2011) 漁獲量, CPUE, 尾叉長組成からみた日本近海におけるキンメダイの資源動向. *黒潮の資源海洋研究*, **12**, 9-97.



図 2-1. キンメダイ太平洋系群の主要漁場

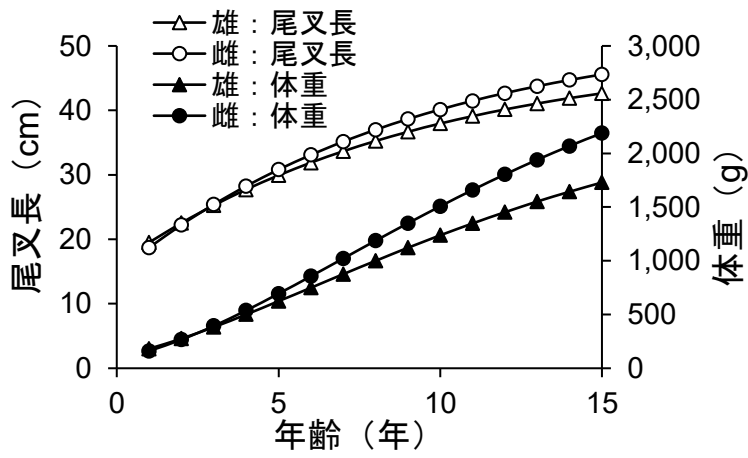


図 2-2. 年齢と成長

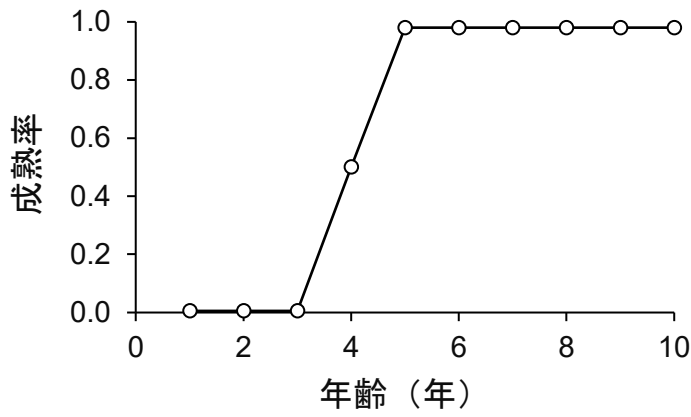


図 2-3. 年齢別成熟率

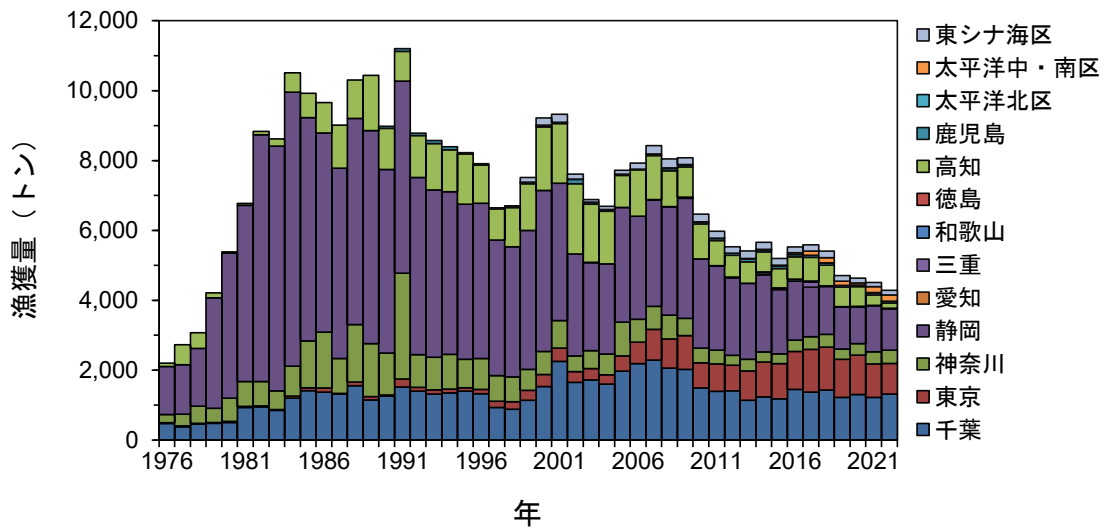


図 3-1. 漁獲量の推移

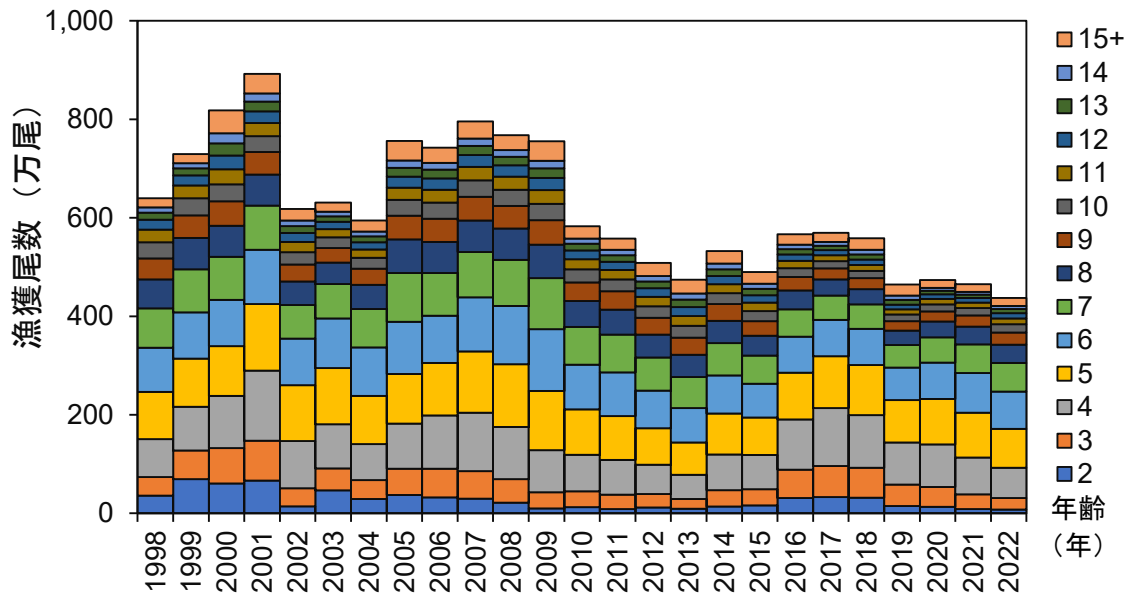


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

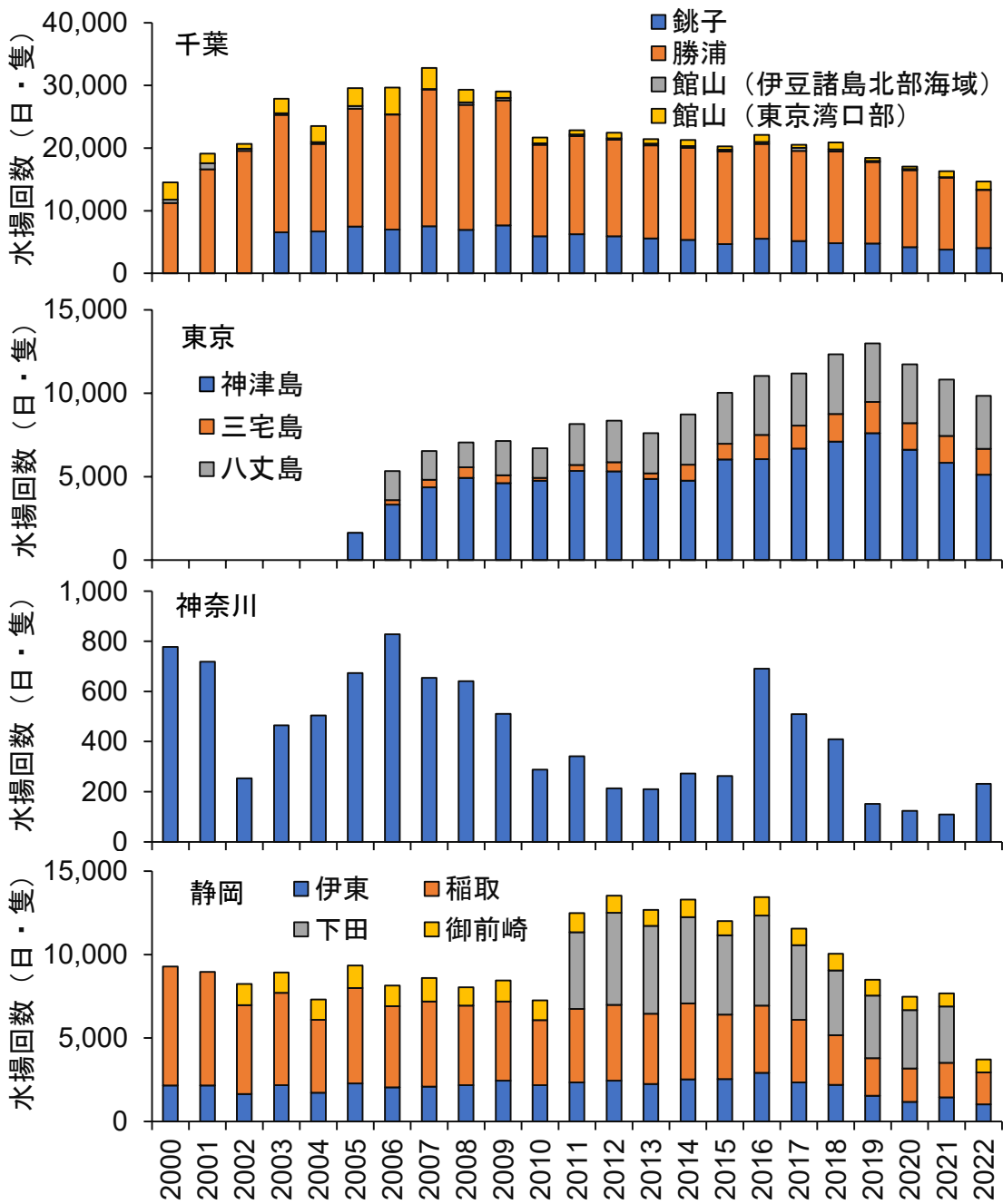


図 3-3. 一都三県の主要港の立て縄漁業の努力量（1日1隻当たりの水揚げ回数）の推移
 一部暫定値や未集計期間を含む。静岡県御前崎は樽流し漁業の努力量を示す。神奈川県は三崎地区の立縄船の水揚げ回数を集計。

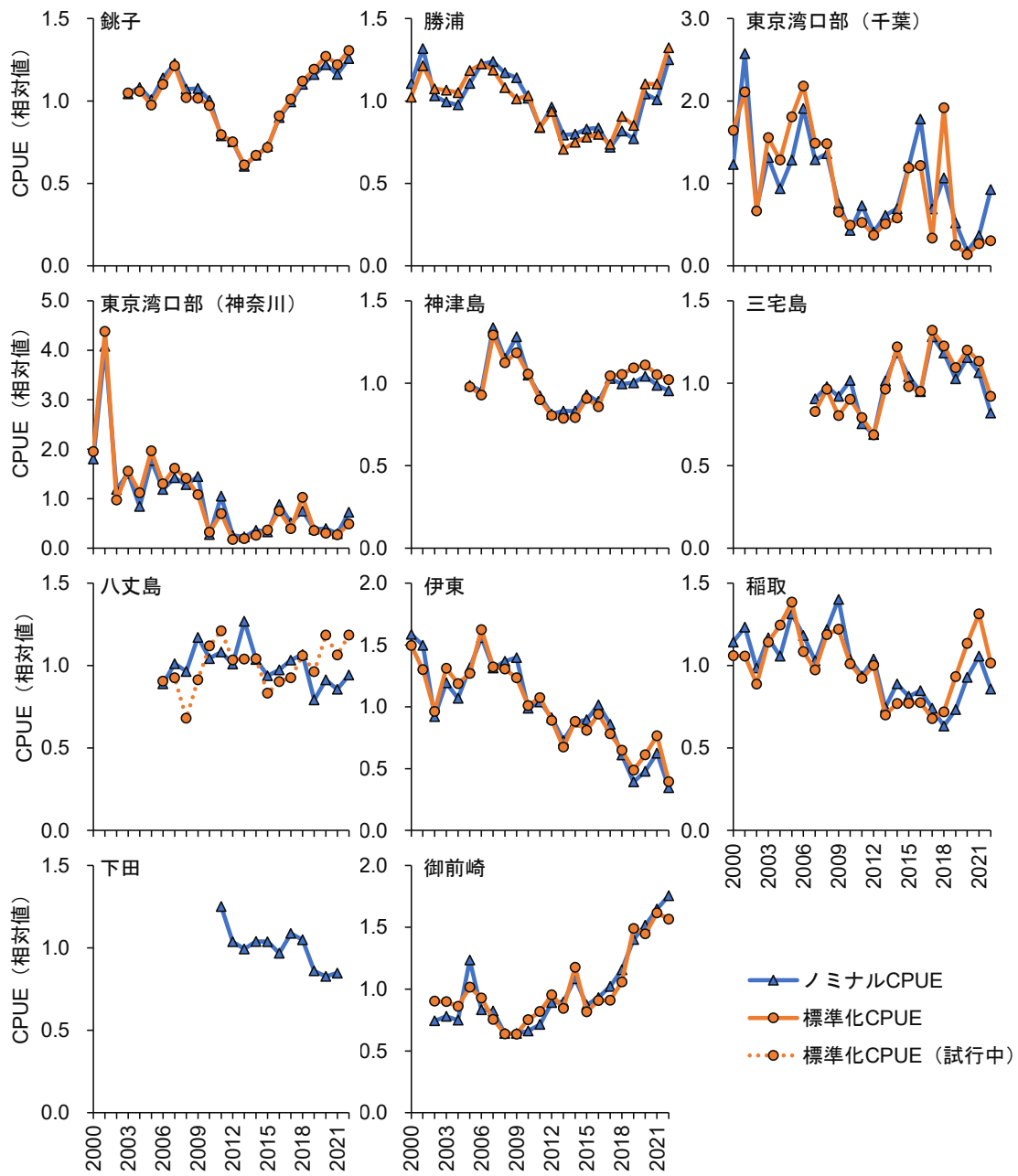


図 4-1. 銚子、勝浦、東京湾口部（千葉）、東京湾口部（神奈川）、神津島、三宅島、八丈島、伊東、稲取、下田における立て縄漁業と御前崎における樽流し漁業の標準化 CPUE とノミナル CPUE（全期間の平均値で除した相対値）

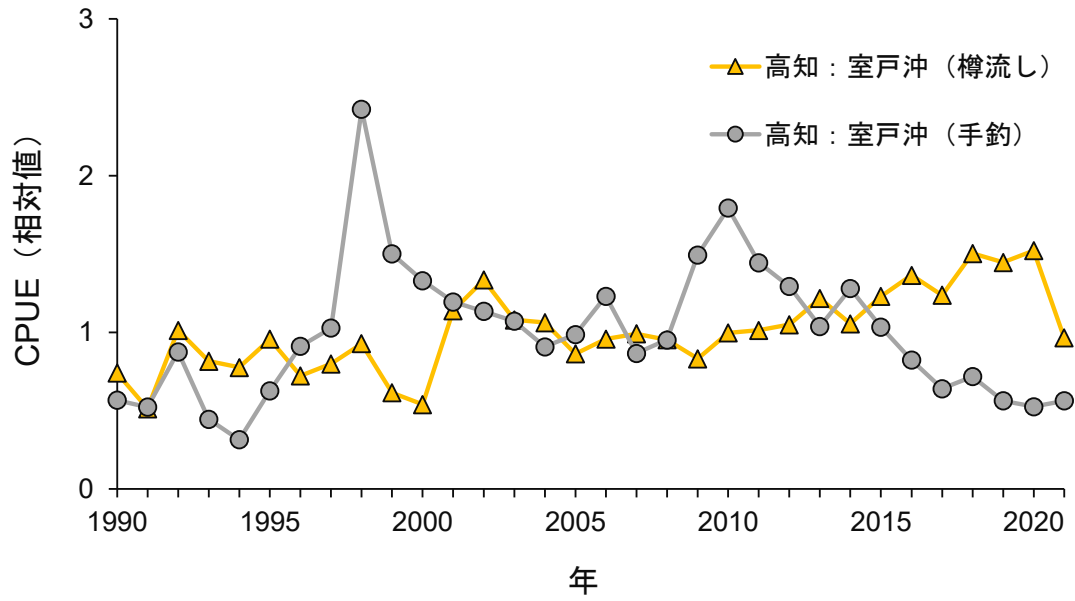


図 4-2. 1990～2022 年の平均値で除した高知県の室戸沖樽流しと手釣りの CPUE (相対値)

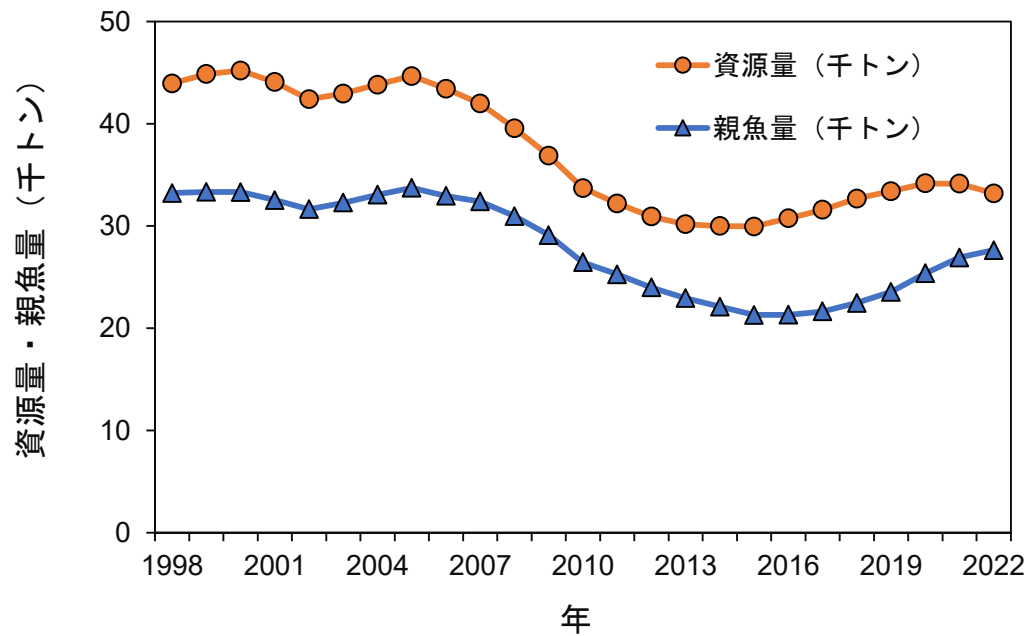


図 4-3. 資源量と親魚量の経年変化

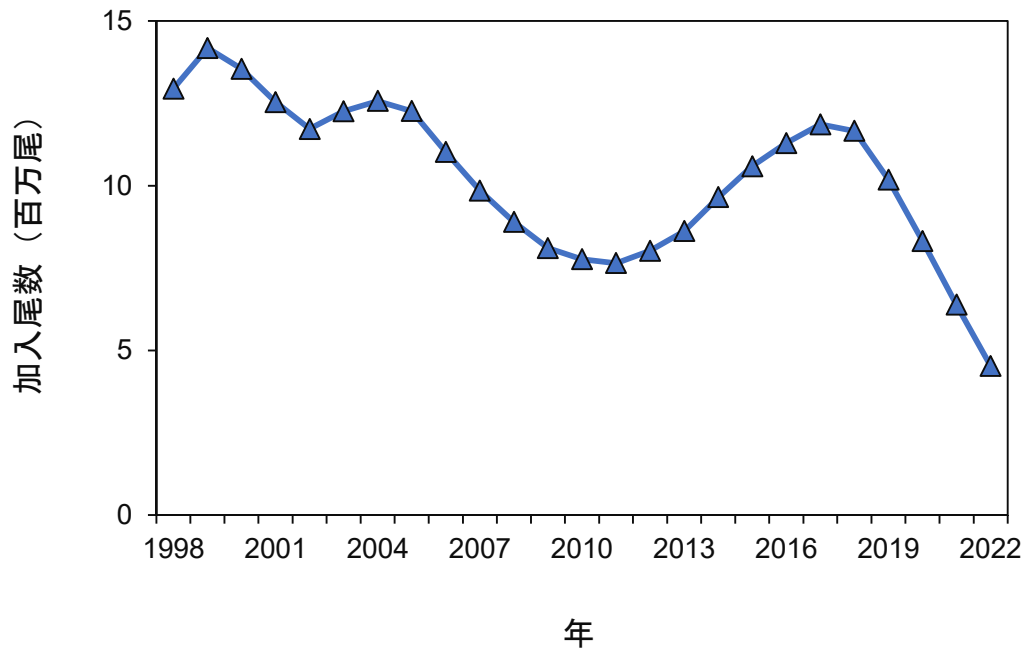


図 4-4. 加入量の経年変化

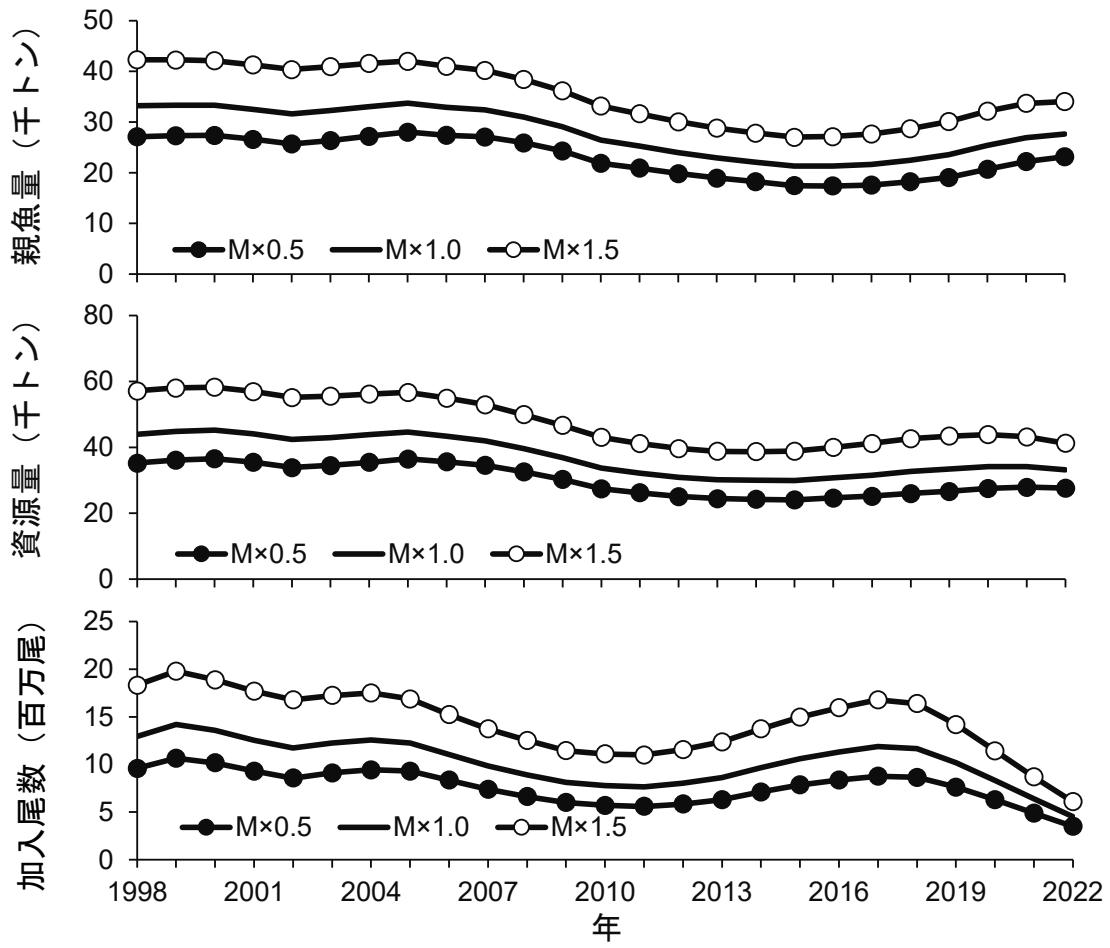


図 4-5. 自然死亡係数 M を変化させた場合の親魚量、資源量、および加入量

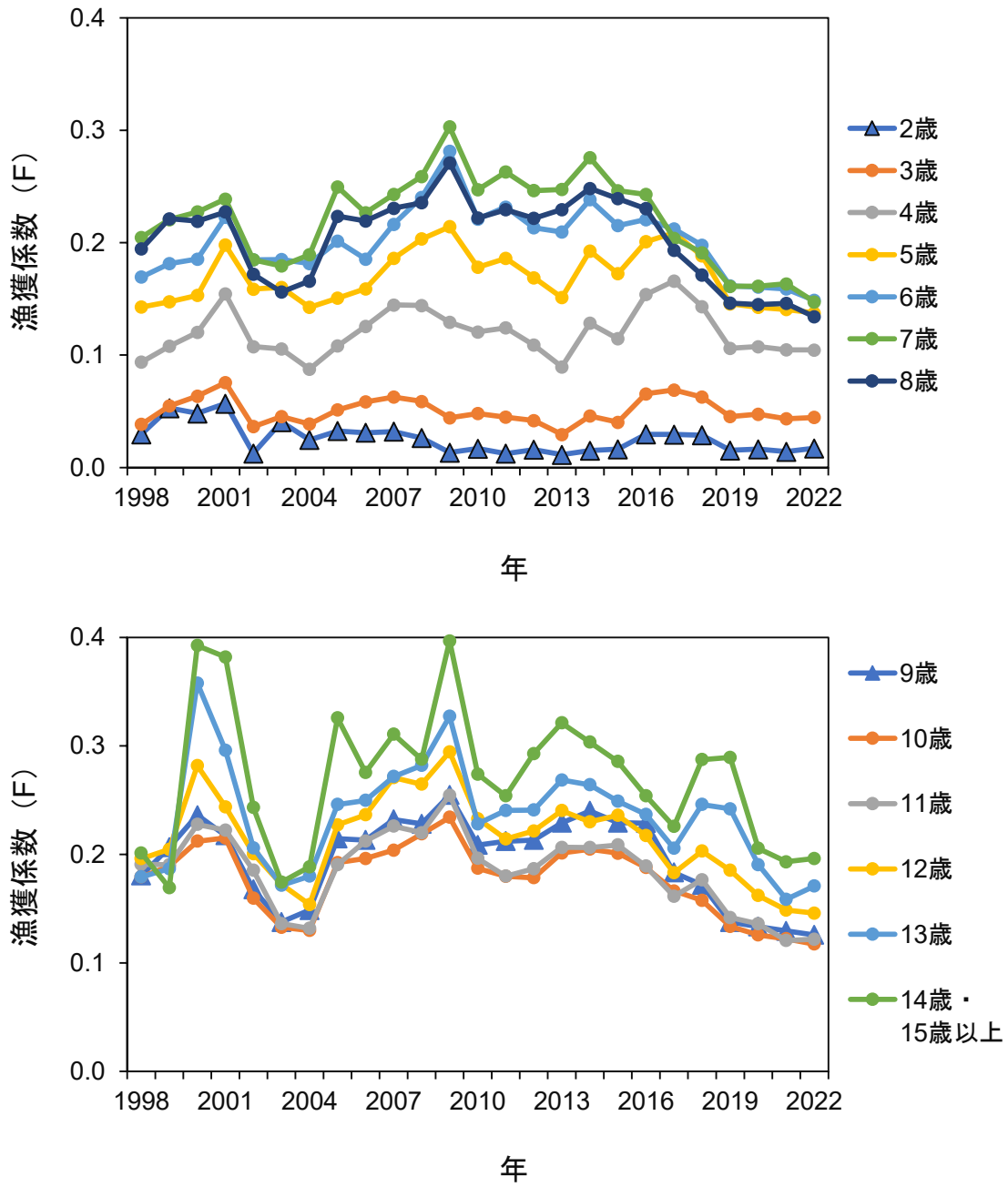


図 4-6. 年齢別漁獲係数 F の推移 (上図 2~8 歳、下図 9~15 歳以上)

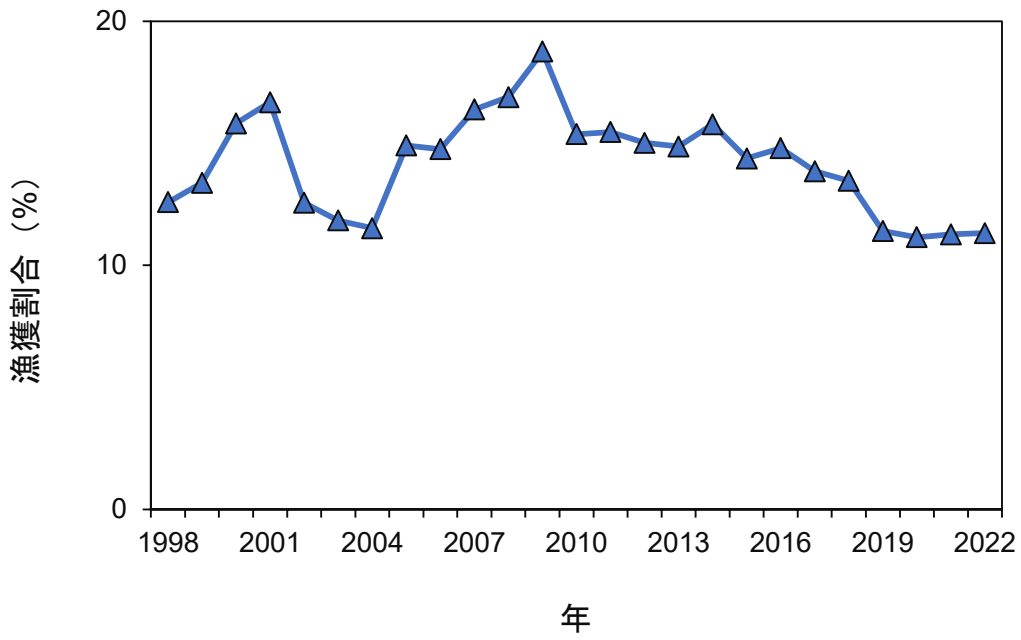


図 4-7. 漁獲割合の推移

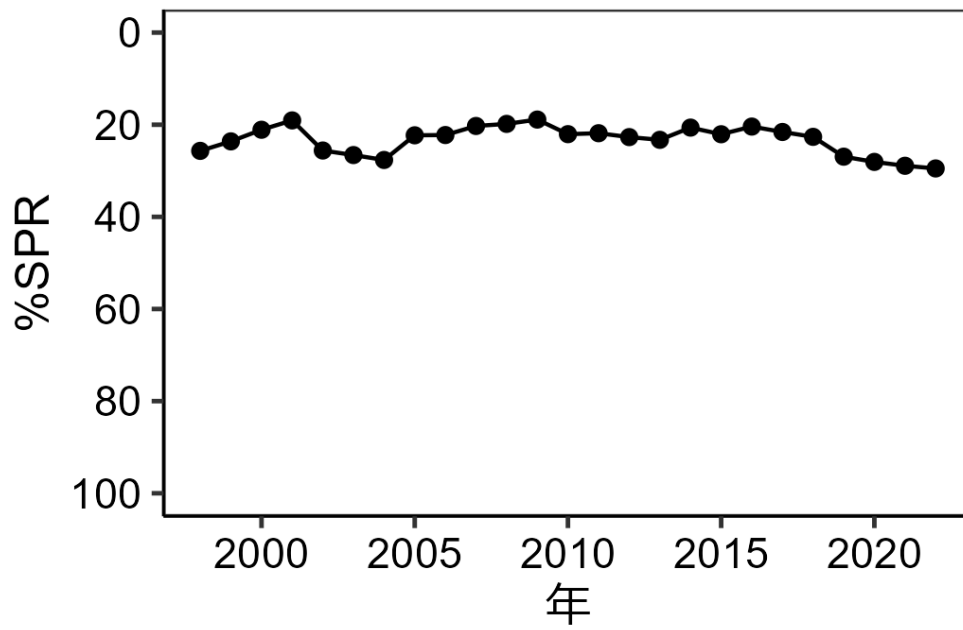


図 4-8. %SPR の推移

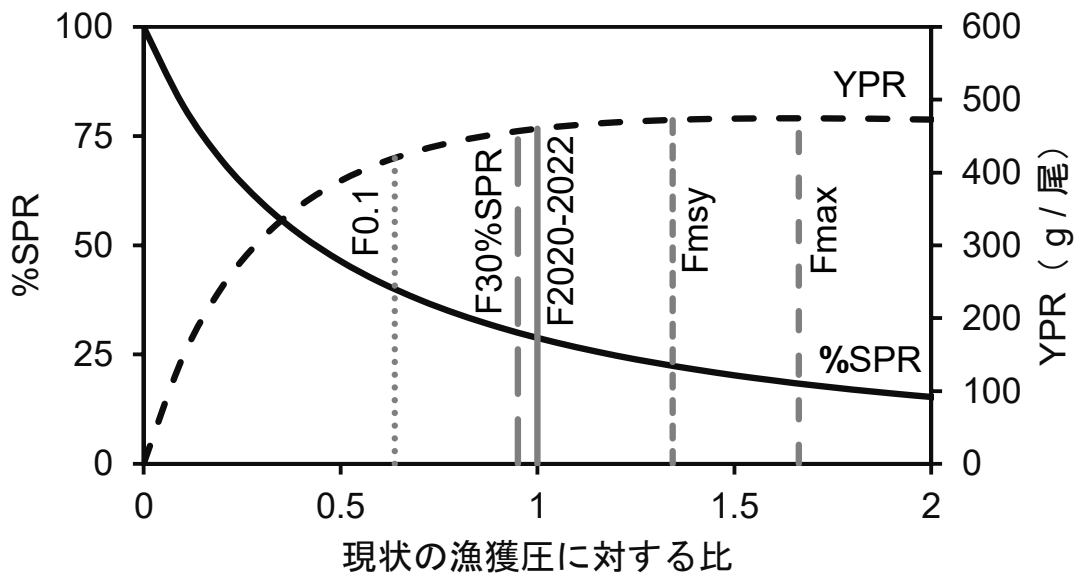


図 4-9. 現状の漁獲圧（F2020-2022）に対する YPR と %SPR の関係

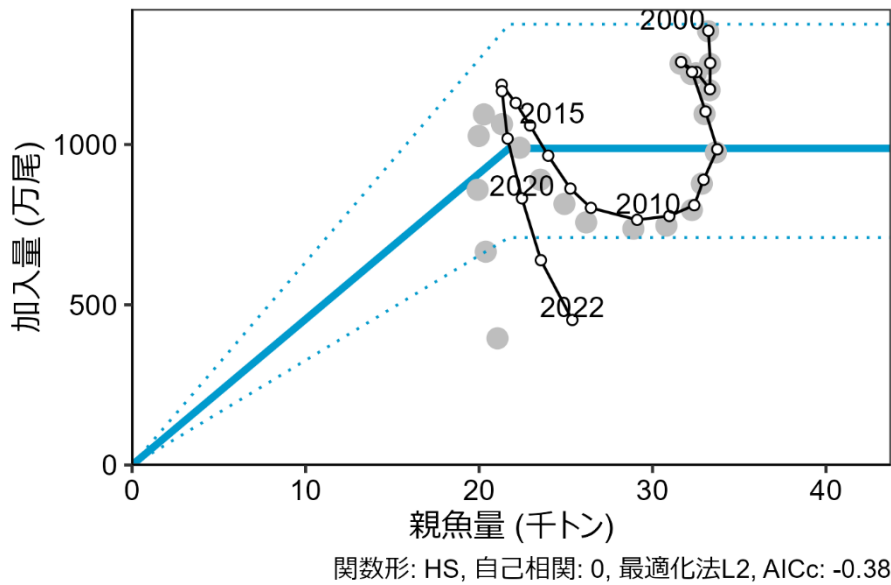


図 4-10. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（亘ほか 2022）で提案された再生産関係式と再生産関係のプロット（灰色の丸印）。青実線は本系群で適用した再生産関係式であり、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。黒実線と白丸印は今年度の資源評価において推定された 1998～2020 年の親魚量と 2000～2022 年の加入量（2 歳時点）のプロット。

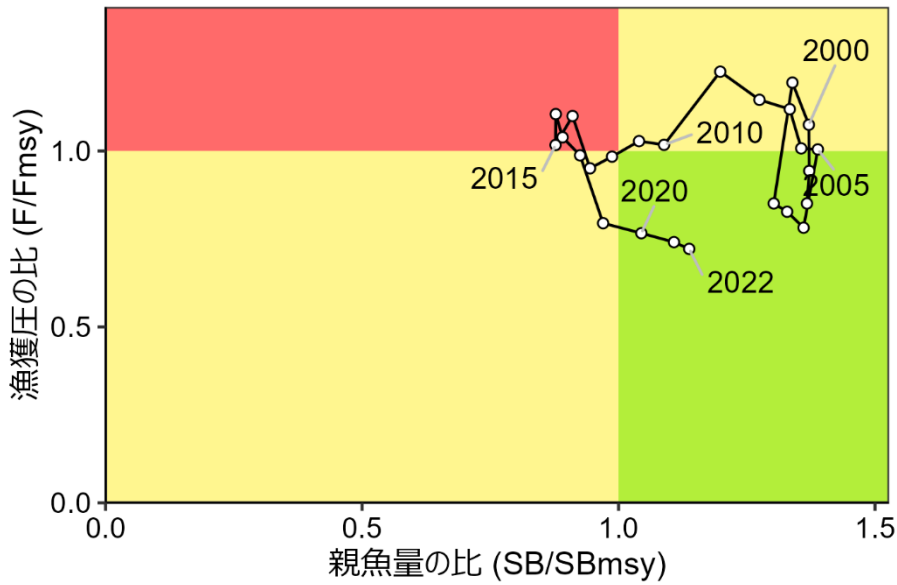


図 4-11. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

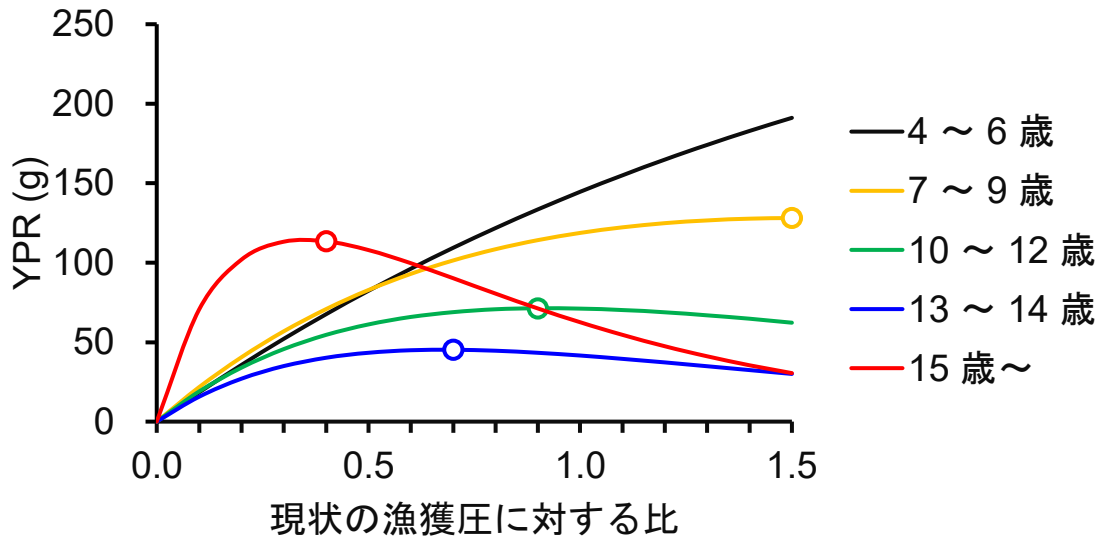


図 4-12. 年齢群別の漁獲圧 (F2020-2022) に対する YPR の関係
丸は各年齢群で YPR が最大となる現状の漁獲圧に対する比を示す。

表 3-1. 各都県の自由漁業と知事許可漁業、大臣許可漁業の主要港での水揚量、統計資料より算出したキンメダイの漁獲量（トン）の推移（「0」は四捨五入して1トンに満たない、「空欄」は未集計または記録なし、「-」は漁獲実績がないことを示す。）

年	自由漁業・知事許可漁業									大臣許可漁業			合計
	千葉	東京	神奈川	静岡	愛知	三重	和歌山	徳島	高知	鹿児島	太平洋 北区	太平洋 中区・ 南区	
1976	471	25	233	1,378					98				2,205
1977	374	34	334	1,414					575				2,731
1978	455	28	484	1,660					440				3,067
1979	479	27	407	3,155					147				4,215
1980	500	34	664	4,155					28				5,381
1981	933	26	717	5,047					49				6,772
1982	950	30	693	7,067					97				8,837
1983	848	24	536	7,007					205				8,620
1984	1,202	54	856	7,844					559				10,515
1985	1,418	81	1,342	6,388					695				9,924
1986	1,369	121	1,603	5,697					869				9,659
1987	1,308	26	1,003	5,442					1,232				9,011
1988	1,557	104	1,649	5,898					1,099				10,307
1989	1,146	98	1,512	6,099					1,582				10,437
1990	1,257	30	1,207	5,250					1,179	58			8,981
1991	1,521	225	3,032	5,493					853	73			11,198
1992	1,400	109	936	5,068					1,205	64			8,782
1993	1,321	117	937	4,783					1,325	91			8,575
1994	1,348	113	990	4,652					1,206	91			8,400
1995	1,400	99	817	4,433					1,442	34			8,224
1996	1,324	127	881	4,448					1,093	35			7,907
1997	936	173	740	3,874					892	24	8		6,646

表 3-1. (続き) 各都県の自由漁業と知事許可漁業、大臣許可漁業の主要港での水揚量、統計資料より算出したキンメダイの漁獲量(トン)の推移(「0」は四捨五入して1トンに満たない、「空欄」は未集計または記録なし、「-」は漁獲実績がないことを示す。)

年	自由漁業・知事許可漁業										大臣許可漁業			合計
	千葉	東京	神奈川	静岡	愛知	三重	和歌山	徳島	高知	鹿児島	太平洋 北区	太平洋 中区・ 南区	東シナ 海区	
1998	882	215	708	3,724					1,125	37	2			6,694
1999	1,141	285	597	3,978					1,336	42	2		134	7,515
2000	1,537	338	658	4,613					1,816	44	3		209	9,218
2001	2,252	381	788	3,930					1,707	34	4		230	9,326
2002	1,656	298	455	2,916				-	2,011	125	9		142	7,612
2003	1,722	321	512	2,529				6	1,661	47	8		74	6,880
2004	1,604	264	595	2,582				-	1,502	45	11		85	6,688
2005	1,972	439	964	3,283				-	0	915	34	5	113	7,725
2006	2,187	612	658	2,953				-	1	1,324	12	3	176	7,927
2007	2,291	872	665	3,048				9	1	1,258	25	21	232	8,423
2008	2,060	832	685	3,104				2	1	1,020	68	16	262	8,050
2009	2,022	968	497	3,431				31	0	869	60	9	192	8,079
2010	1,492	720	421	2,548				3	0	1,004	60	0	219	6,468
2011	1,392	788	394	2,403				15	0	721	61	2	204	5,979
2012	1,410	734	281	2,217	1	5	18	1	624	56	1		187	5,535
2013	1,144	838	334	2,168	0	3	-	2	613	78	2	14	221	5,417
2014	1,236	998	287	2,209	0	12	68	2	570	60	0	19	200	5,661
2015	1,177	1,011	279	1,839	0	34	12	2	552	79	1	22	191	5,199
2016	1,453	1,083	326	1,687	0	4	54	1	636	65	1	50	162	5,522
2017	1,368	1,230	362	1,415	0	151	27	1	676	55	2	121	177	5,586
2018	1,429	1,234	360	1,375	0	6	7	2	594	67	2	145	187	5,408
2019	1,219	1,093	287	1,210	0	6	-	2	558	53	0	115	167	4,710
2020	1,306	1,123	329	1,051	7	6	-	1	564	48	1	59	142	4,636
2021	1,220	961	345	1,321	1	11	-	0	295	57	6	175	119	4,511
2022	1,315	880	377	1,183	13	7	-	1	149	48	2	179	131	4,286

千葉県は2006年までは関東農政事務所による千葉県の属人統計、2007年以降は主要3港における水揚量。

神奈川県は2006年までは関東農政事務所による神奈川県の属人統計、2007年以降は三崎魚市場、松輪地区、真鶴地区における水揚量。

静岡県は2001年までは属人統計、2002~2006年は県属人統計と県外籍底立延縄船漁獲量の和、2007年以降は主要港における水揚量。

愛知県は主要2港における水揚量。

三重県は主要港における水揚量。

徳島県はキンメダイ類の水揚げ量

高知県は1977~1988年は主要3港、1989~2003年は主要4港、2004~2009年は主要5港、2010年以降は県漁協全体における水揚量。

鹿児島県は鹿児島魚市水揚量。

太平洋北区は沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書に記載されたキンメダイ類の水揚量

太平洋中区・南区は愛知県、三重県における沖合底びき網漁業の水揚量集計、2013年は4~12月の水揚量。

東シナ海区ははえ縄漁業による長崎魚市での水揚量。

表 3-2. 千葉県、東京都、神奈川県、静岡県の地区別、漁法別の漁獲量（トン）の詳細

都・県	千葉				東京				神奈川		静岡	
地区	銚子	勝浦	館山 (東京湾 口部)	館山 (伊豆諸島 北部海域)	大島・ 利島・ 新島・ 式根島	神津島	三宅島 御蔵島	八丈島	立て縄	底立て はえ縄	立て縄・ たる流し	底立て はえ縄
漁法	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	底立て はえ縄	立て縄・ たる流し	底立て はえ縄
1998	299	249	138	160	96	32	20	67	339	369	958	2,766
1999	427	308	207	152	106	45	14	120	269	328	1,200	2,778
2000	514	650	159	169	168	23	12	134	413	245	1,289	3,324
2001	665	1,035	105	351	139	28	25	189	522	266	1,128	2,802
2002	628	903	26	91	76	23	11	188	250	205	661	2,255
2003	628	828	149	99	62	44	11	204	255	257	792	1,737
2004	656	697	111	72	61	61	9	133	181	414	687	1,895
2005	705	854	155	207	103	124	10	202	458	506	1,065	2,218
2006	738	1,046	371	15	121	249	15	227	164	494	866	2,087
2007	854	1,179	230	27	116	470	24	268	181	485	892	2,156
2008	695	1,106	144	124	119	434	36	242	290	395	930	2,174
2009	779	1,086	37	128	114	462	28	364	210	287	1,073	2,358
2010	576	840	19	88	63	385	11	260	103	318	484	2,064
2011	456	825	13	97	46	392	16	334	85	309	779	1,624
2012	412	892	23	83	34	374	21	341	55	226	691	1,526
2013	313	701	25	105	34	356	20	429	87	247	685	1,484
2014	344	725	35	133	33	479	61	425	75	212	791	1,418
2015	313	747	31	86	54	501	56	402	104	175	672	1,167
2016	469	781	92	111	67	470	75	471	165	161	725	962
2017	478	677	21	191	64	575	90	500	189	173	660	754
2018	492	790	50	97	34	572	104	525	154	206	580	794
2019	513	648	14	44	24	589	102	378	75	212	493	717
2020	469	816	3	18	61	539	97	427	68	261	444	607
2021	408	783	16	13	39	453	92	377	78	267	563	758
2022	477	768	68	2	25	378	66	411	84	294	477	705

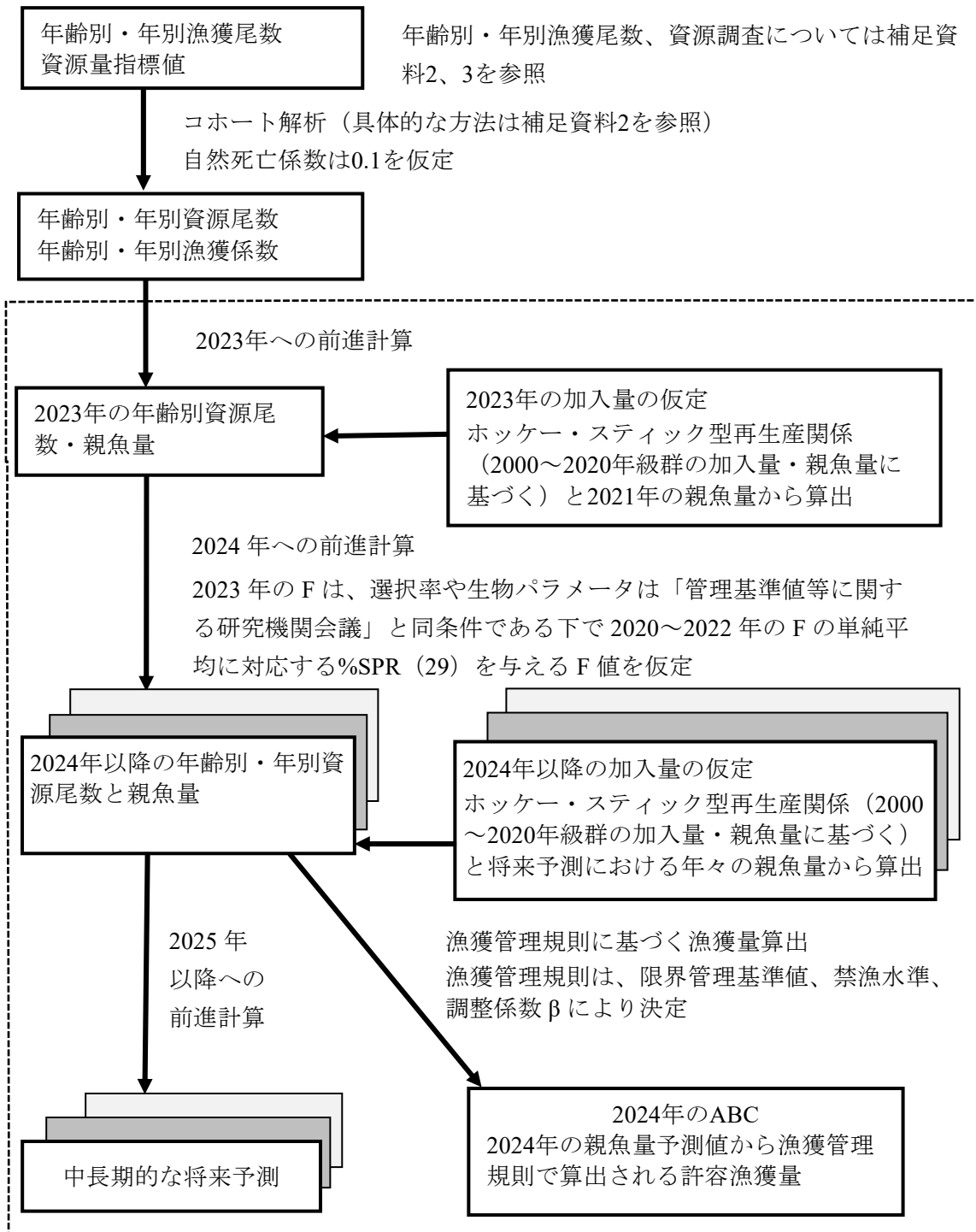
※ 漁獲統計による集計値と主要港の集計値に差があるため、表 3-1 の県合計と一致しない年がある。

表 4-1. キンメダイ太平洋系群の関東沿岸から伊豆諸島における資源解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲 割合 (%)	2歳加入 尾数 (百万尾)	%SPR	F/Fmsy
1998	5.53	43.9	33.2	13	14	25.7	0.85
1999	6.00	44.9	33.3	13	13	23.6	0.94
2000	7.15	45.2	33.3	16	12	21.1	1.07
2001	7.35	44.1	32.5	17	12	19.1	1.19
2002	5.32	42.4	31.6	13	13	25.6	0.85
2003	5.08	42.9	32.3	12	12	26.6	0.83
2004	5.05	43.8	33.1	12	11	27.7	0.78
2005	6.66	44.7	33.7	15	10	22.3	1.00
2006	6.41	43.4	32.9	15	9	22.2	1.01
2007	6.88	42.0	32.4	16	8	20.3	1.12
2008	6.68	39.6	31.0	17	8	19.8	1.15
2009	6.92	36.9	29.1	19	8	18.9	1.23
2010	5.18	33.7	26.4	15	8	22.1	1.02
2011	4.98	32.2	25.3	15	9	21.9	1.03
2012	4.64	30.9	24.0	15	10	22.7	0.98
2013	4.48	30.2	22.9	15	11	23.3	0.95
2014	4.73	30.0	22.1	16	11	20.6	1.10
2015	4.31	29.9	21.3	14	12	22.1	1.02
2016	4.55	30.7	21.3	15	12	20.4	1.10
2017	4.37	31.6	21.6	14	10	21.6	1.04
2018	4.40	32.7	22.5	13	8	22.6	0.99
2019	3.81	33.4	23.6	11	6	26.9	0.79
2020	3.81	34.2	25.4	11	5	28.1	0.77
2021	3.85	34.1	26.9	11	—	28.9	0.74
2022	3.75	33.2	27.6	11	—	29.5	0.72

2歳加入尾数は、0歳時の年にずらして表示した。2021、2022年に発生した年級群は2023年時点ではまだ漁獲対象資源に加入していないため「—」で示す。

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。

(http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html)

補足資料 2 計算方法

(1) 年齢別漁獲尾数

これまでの生物測定結果より、関東近海など沿岸部で採集された個体の最高年齢は 14 歳で 10 歳以下が大半を占める。一方、伊豆諸島南部など沖合部で捕獲された個体は 14 歳以上の個体も多く存在した。Age length key の作成に当たり沖合部の情報を沿岸部に当てはめると、沿岸部に高齢魚が多数存在することになり、調査で得られた実態と異なる。そこで Age length key は沿岸と沖合で 2 種類作成するとともに、水揚げ港ごと、漁法ごとに適用し、2 歳から 14 歳と 15 歳以上で構成される年齢別漁獲尾数を算出した（補足表 2-1）。千葉県で銘柄組成が得られる地区については、Age length key を年齢と銘柄の関係で集計した、Age 銘柄 key を使用した（補足表 2-2）。これらの銘柄は体重により 4~8 区分されているが、1 つの銘柄区分に複数の年齢群が含まれるため、年級群ごとに高い精度で年齢分解を実施するには限界があると考えられる。体長組成は、試験研究機関の担当者が月数回程度、水揚げ港で直接尾叉長を測定したもので、水揚げ港で取り扱った量のうち一部である。一方で銘柄組成は、水揚げ港で取り扱った量のうち、キズモノなど「その他」銘柄に区分されるものを除く全量を集計したものである。

年齢と体長、年齢と銘柄（体重）の関係は、複数年をまとめたものを使用し、毎年年齢査定情報を追加更新してきた。この情報の追加により年齢別平均体重や Age length key も毎年更新されるため、それによって年齢別漁獲尾数および漁獲量、コホート解析による親魚量や加入量の推定値が変化し、厳密には再生産関係も変化する。この変動を除く目的で、再生産関係が更新されるまでは、1998~2021 年の情報を用いた、令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」における平均体重（亘ほか 2022）および令和 4 年度の資源評価で用いた Age length key（亘ほか 2023）を継続して使用した。

なお、令和元（2020）年度評価までは、加入を 1 歳として、年齢別漁獲尾数を 1~14 歳と 15 歳以上をプラスグループとしていた。しかし、主漁獲対象サイズではなく、混獲に相当するものが資源評価に含まれる点について、漁業現場からも実態に即していないとの意見があり、その後の資源評価参画機関での協議と検討を経て、漁獲尾数の 1、2 歳に占める 1 歳の割合が年々低下していること、漁獲量全体に占める 1 歳の割合が 0.1%以下と小さいことを考慮し、令和 2 年（2021）年度の資源評価より、漁獲物の年齢構成を 2~14 歳と 15 歳以上で構成されるとしている。

年齢別漁獲尾数の算出は以下の手順に従った。このうち⑥の過程において 1 歳の尾数を除き、2 歳以上の年齢別漁獲尾数、計算漁獲量を使用した。

①	各地の銘柄組成、体長組成の整理集計
②	沿岸用と沖合用の Age length key、Age 銘柄 key で各年齢について体長階級別漁獲尾数、銘柄階級別漁獲尾数の割合を計算し、年齢別尾数割合にする
③	地区ごとに漁獲量と平均体重から総漁獲尾数を計算
④	地区ごとに年齢別漁獲尾数を計算
⑤	全地区を合計し年齢別漁獲尾数を算出
⑥	プラスグループの平均体重の設定などにより、⑤の年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重を乗じて求めた漁獲量（計算漁獲量）は、表 4-1 に示す漁獲統計と厳密には一致しない。そのため、以下の式で年齢別漁獲尾数を補正 各年各年齢の漁獲尾数×表 4-1 の漁獲量÷計算漁獲量

(2) コホート解析

1998～2022 年までの 25 年間の 2～14 歳と 15 歳以上をプラスグループとした年別年齢別漁獲尾数を用い、コホート解析で資源量推定を行った (Pope 1972)。a 歳、y 年の年別年齢別の漁獲尾数 $C_{a,y}$ から資源尾数 $N_{a,y}$ 、漁獲係数 $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (a=2,\dots,13, y=1998,\dots,Y-1) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = \ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (y=1998,\dots,Y) \quad (2)$$

ここで、Y は最近年の 2022 年を示し、15 歳以上はプラスグループとし、14 歳と 15+歳の漁獲係数は等しいと仮定した。資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{14,y} = \frac{C_{14,y}}{C_{14,y} + C_{15+,y}} N_{15+,y+1} \exp(M) + C_{14,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (y=1998,\dots,Y-1) \quad (3)$$

$$N_{15+,y} = \frac{C_{15+,y}}{C_{14,y} + C_{15+,y}} N_{15+,y+1} \exp(M) + C_{15+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (y=1998,\dots,Y-1) \quad (4)$$

最近年 Y の資源尾数は、

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y}}{1 - \exp(-F_{a,Y})} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (a=2,\dots,15+) \quad (5)$$

2022 (Y) 年の漁獲係数は CPUE を用いてチューニングを行い、14 歳と 15 歳以上の漁獲係数は等しく、2～14 歳の漁獲係数は過去 5 年の年齢別選択率 $S_{a,y}$ の平均に等しいとの条件で最適な F を推定した。

$$F_{a,y} = \frac{\frac{1}{5} \sum_{y=2017}^{Y-1} S_{a,y}}{\frac{1}{5} \sum_{y=2017}^{Y-1} S_{15+,y}} F_{15+,y} \quad (a=2,\dots,14) \quad (6)$$

$$S_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{F_{15+,y}} \quad (7)$$

チューニングには補足資料 7 および標準化 CPUE に関する文書 (FRA-SA2023-SC08-02 ~-11) で示した地区 (i) 別の標準化 CPUE $u_{y,i}$ を使用した (補足表 7-2、7-3)。八丈島の CPUE のみ一連の標準化のモデル選択において、年効果が選択されず、また海洋環境による漁獲効率への影響を十分に考慮できなかったことから、本解析ではノミナル CPUE を使用した。また、東京湾口部は神奈川県船と千葉県船の各操業海域の標準化 CPUE を平均したものを使用した。

y 年の地区 i における対数変換した CPUE の観測値 $\ln(u_{y,i})$ と CPUE の計算値の残差を最小にする未知パラメータ q_i と $F_{15+,y}$ を最小二乗法で推定した。各地区の CPUE について、漁獲物のサイズ組成を参考に漁獲年齢範囲 (age_i-A_i) を設定した。東京湾口部以外は、全地区共通で最小年齢 age_i は 2 歳、最高年齢 A_i は 15+歳、東京湾口部については 12 歳 (体重 1.5 kg 以上) を超える個体の漁獲がほとんどないことから、 age_i は 2 歳、 A_i を 11 歳と設定した。昨年度の資源評価と同様に地区ごとの年齢範囲を変えた設定について複数検討したが、年齢範囲の違いが資源量推定結果に与える影響は小さいと判断した (亘ほか 2023)。

$$\ln(\hat{u}_{i,y}) = \ln q_i \sum_{age_i}^{A_i} N_{a,y} W_a \quad (8)$$

$$RSS = \sum_i^I \sum_{y_i}^Y (\ln(u_{i,y}) - \ln(\hat{u}_{i,y}))^2 \quad (9)$$

自然死亡係数 M は田内・田中の式 ($M = 2.5 \div \text{寿命}$) (田中 1960) を参考に 0.1 とした。y 年の親魚量 SSB_y は資源尾数 $N_{a,y}$ と a 歳の平均体重 W_a 、a 歳の成熟率 (雌) fr_a より算出した。

$$SSB_y = \sum_{a=2}^{15+} N_{a,y} W_a fr_a \quad (10)$$

平均体重と成熟率は年によらず一定の情報を用いている (補足表 2-3)。資源解析結果の詳細を補足表 2-4 にまとめた。

今年度のチューニングには 9 地区の CPUE を使用したが、昨年度と同じ三宅島と御前崎を除く 7 地区でチューニングした際の親魚量の推移を比較した (補足図 2-1)。

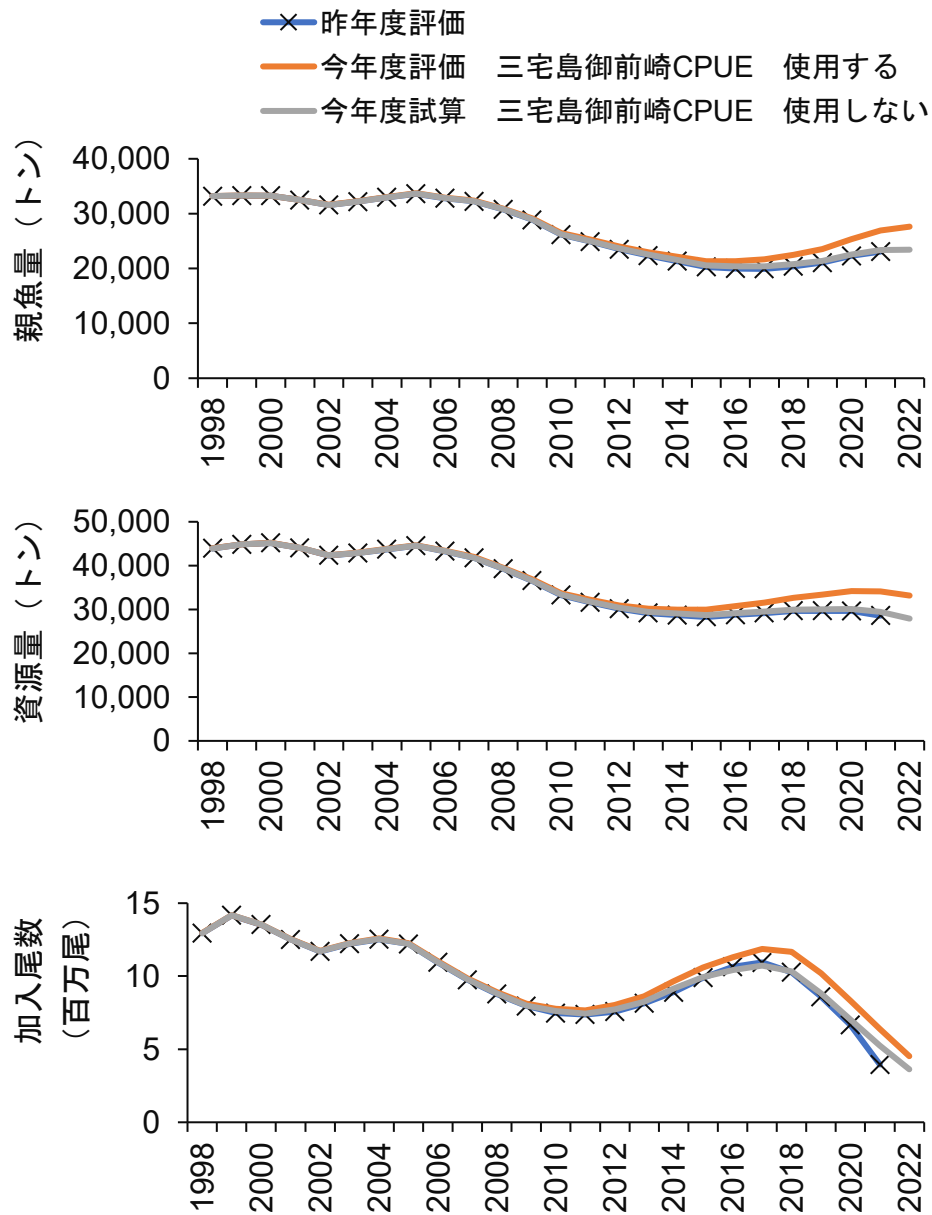
(3) モデル診断

また、「資源評価のモデル診断手順と情報提供指針 (令和 5 年度) (FRA-SA2023-ABCWG02-03)」に従って、本系群の資源評価に用いた 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 2-2、2-3、2-4 に、チューニング指数の観測値とモデルの予測値との残差を示す。9 地区の中では東京湾口部や御前崎の当てはまりが悪い傾向がみられた。点推定値において、2015 年以降、親魚量には増加傾向、資源量には横ばいの傾向がみられ、CPUE の誤差を考慮したブートストラップ解析の結果においても、同様の解釈が可能と考えられた (補足図 2-5)。

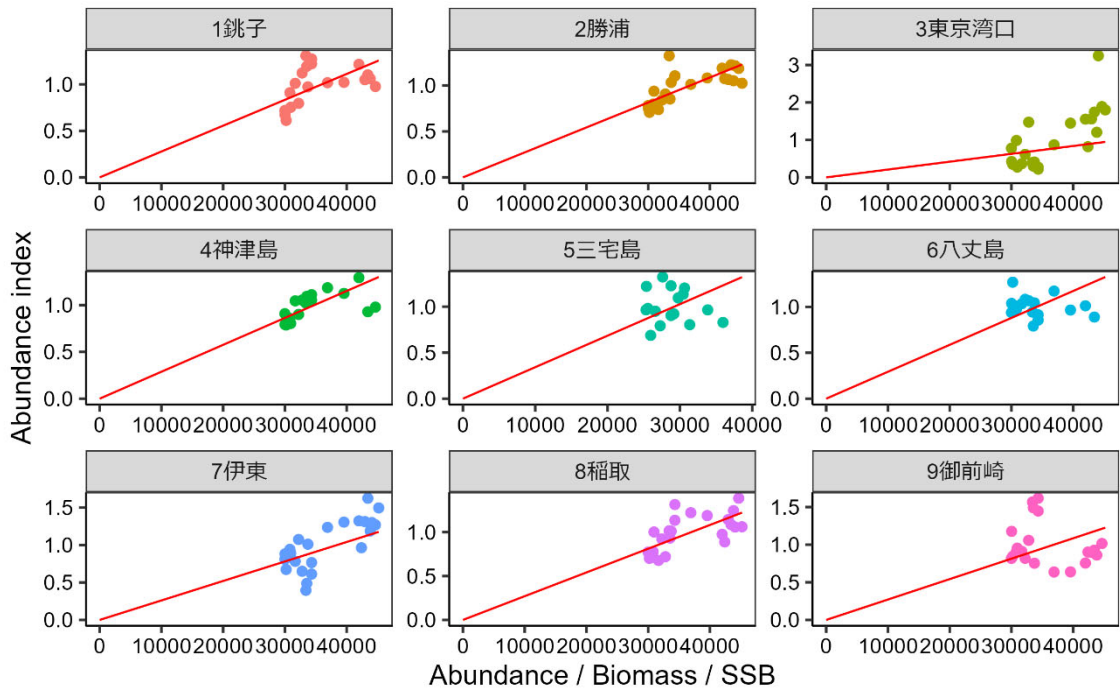
本系群資源評価に用いたチューニング VPA の結果について、5 年間のレトロスペクティブ解析により、データの追加・更新が行われることで F の値や資源量推定値に生じる変化を確認した。レトロスペクティブバイアス (Mohn's ρ ; Mohn 1999) は、資源量で 0.04、資源尾数で 0.08、漁獲係数で 0.02、親魚量で -0.01 と比較的小さかったが、加入量は 0.18 とその他の指標に比べて大きかった。これは、漁業者による自主的な体長制限により、若齢魚への漁獲圧が少なく、漁獲情報が得られにくいためと考えられる (補足図 2-6)。

引用文献

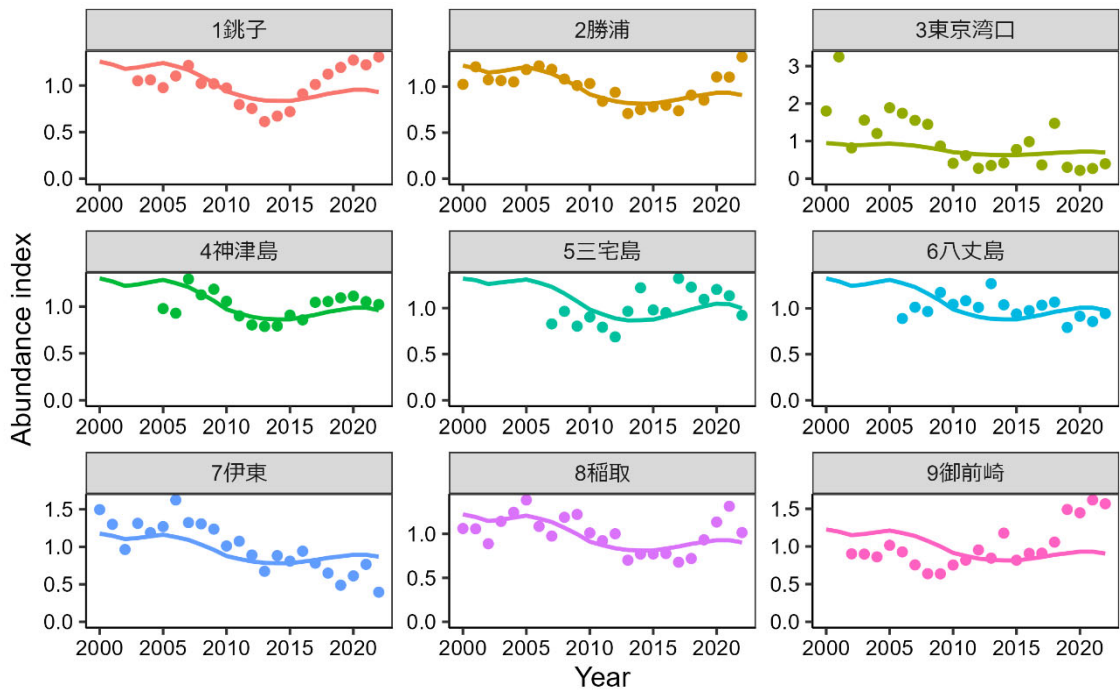
- Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 473-488.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水研報, **28**, 1-200.
- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ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-SA2022-BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf
- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2023) 令和 4 (2023) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-37, 令和 4 年度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, 50pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_37.pdf



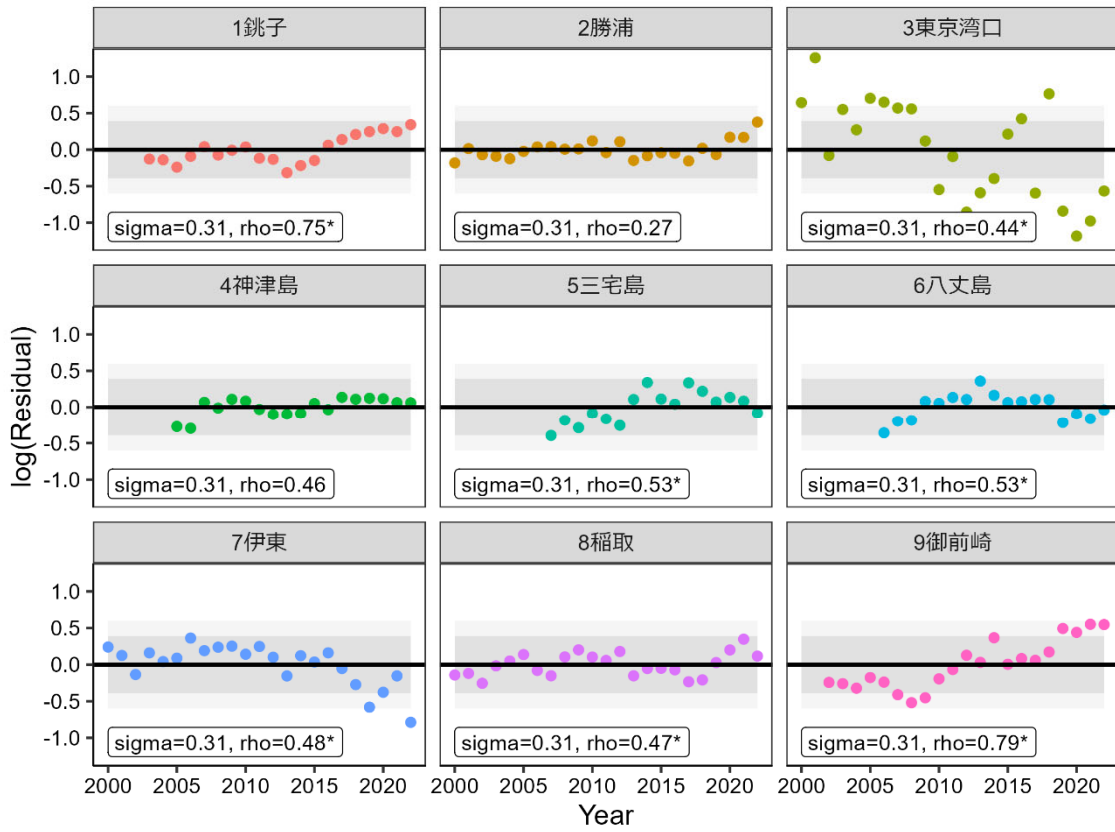
補足図 2-1. 7 地区の CPUE でチューニングを行った昨年度評価、9 地区の CPUE（三宅島と御前崎 CPUE 使用する）でチューニングを行った今年度評価、昨年度と同じ 7 地区の CPUE でチューニングを行った今年度評価の試算による親魚量、資源量、加入量の比較



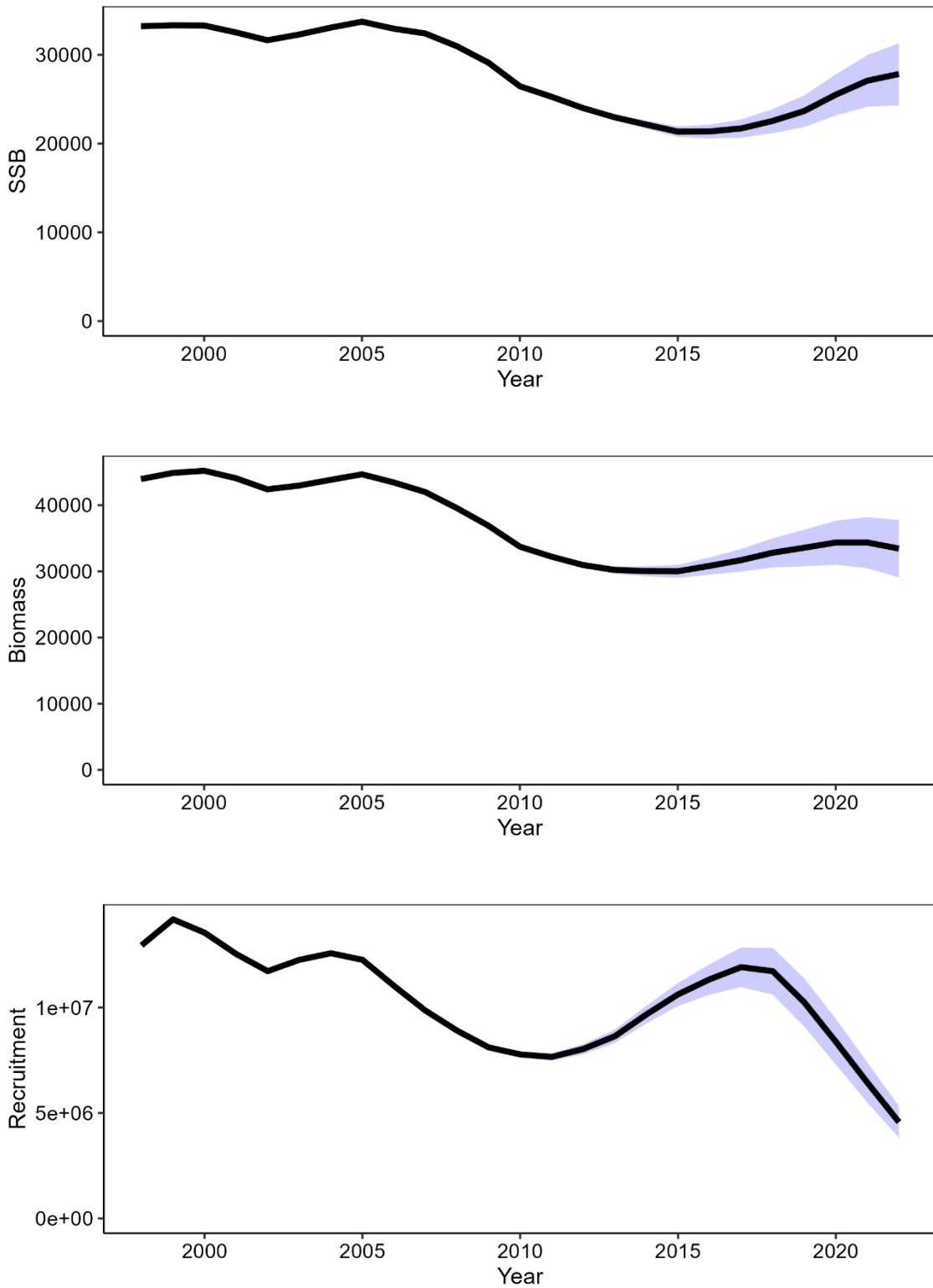
補足図 2-2. 資源量指数に対する推定資源量指数のプロット



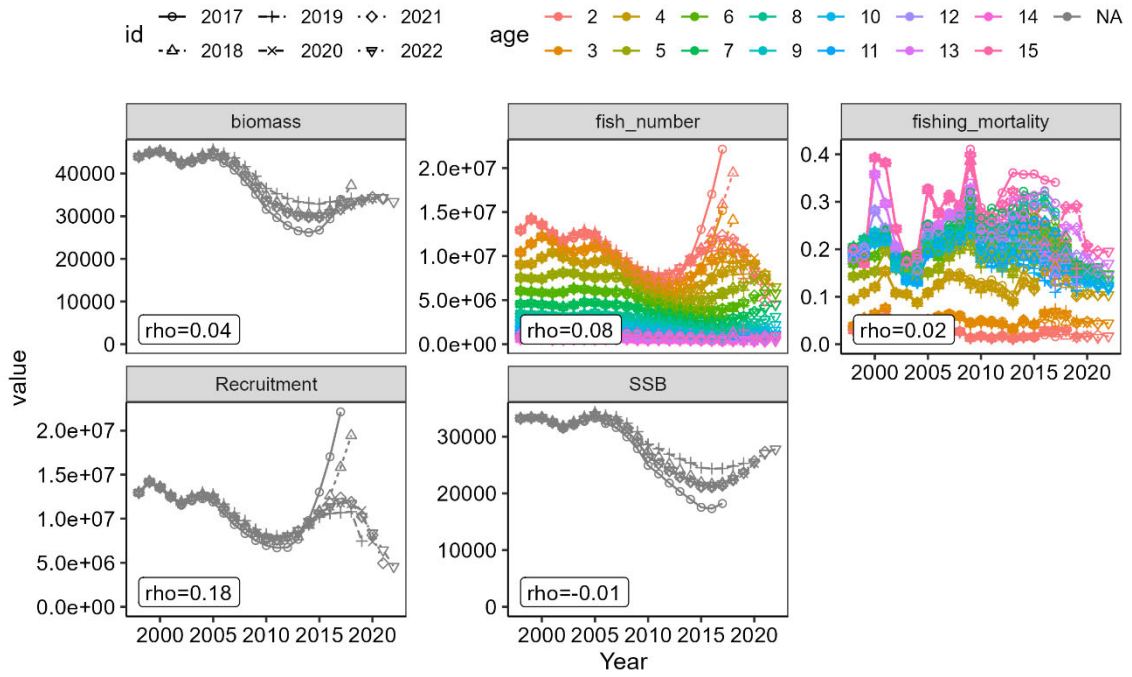
補足図 2-3. 指標値の観測値（丸印）とモデルの予測値（実線）の時系列プロット



補足図 2-4. 指標値の観測値とモデルの予測値の差を示す残差の時系列プロット



補足図 2-5. 親魚量 (SSB)、資源量 (Biomass)、加入量 (Recruitment) のブートストラップ解析 推定値 (黒実線) と 95%信頼区間 (青色) を表す。



補足図 2-6. レトロスペクティブ解析 (左上：資源量、中上：資源尾数、右上：漁獲係数、左下：加入量、中下：親魚量)

補足表 2-1. Age length key

沖合: 八丈島、神津島、下田底立て延縄

体長(cm)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
~18	1.00														
18-20	0.83	0.03	0.13												
20-22	0.01	0.48	0.23	0.26	0.02										
22-24	0.03	0.31	0.29	0.32	0.04	0.01	0.01								
24-26		0.29	0.35	0.26	0.08	0.04									
26-28		0.08	0.30	0.41	0.16	0.04	0.00	0.00	0.00						
28-30		0.01	0.18	0.35	0.29	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00					
30-32			0.05	0.23	0.35	0.22	0.11	0.03	0.01	0.00					
32-34			0.01	0.09	0.21	0.27	0.20	0.12	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	
34-36			0.00	0.02	0.11	0.18	0.23	0.19	0.12	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00
36-38				0.00	0.02	0.07	0.15	0.16	0.17	0.14	0.11	0.07	0.05	0.03	0.03
38-40				0.01	0.01	0.02	0.08	0.13	0.13	0.15	0.15	0.11	0.09	0.06	0.06
40-42				0.00		0.01	0.03	0.05	0.09	0.10	0.14	0.14	0.10	0.09	0.22
42-44					0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.08	0.10	0.14	0.11	0.11	0.37
44-46					0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.05	0.10	0.11	0.10	0.52
46-48										0.02	0.01	0.03	0.06	0.08	0.80
48-50											0.04		0.04	0.06	0.85
50~															1.00

沿岸: 大島、下田底立て縄、銚子

体長(cm)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
~16	1.00														
16-18	0.95	0.05													
18-20	0.69	0.29	0.01		0.00										
20-22	0.06	0.77	0.12	0.02	0.02	0.00									
22-24	0.02	0.37	0.25	0.16	0.07	0.06	0.05	0.01							
24-26	0.00	0.17	0.40	0.22	0.09	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00					
26-28	0.00	0.07	0.22	0.39	0.20	0.05	0.02	0.03	0.02						
28-30	0.00	0.02	0.11	0.37	0.29	0.10	0.05	0.03	0.01	0.00	0.01				
30-32		0.01	0.04	0.22	0.32	0.24	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00		
32-34		0.00	0.01	0.06	0.25	0.34	0.18	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
34-36		0.00	0.00	0.03	0.09	0.26	0.31	0.16	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
36-38			0.00	0.01	0.01	0.13	0.29	0.22	0.14	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02
38-40						0.13	0.13	0.11	0.13	0.07	0.13	0.13	0.04	0.07	0.07
40-42						0.05	0.05		0.29		0.05	0.19	0.14	0.10	0.14
42~													0.33	0.33	0.33

補足表 2-2. Age 銘柄 key

銚子															
体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.4	0.03	0.39	0.27	0.16	0.07	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00					
0.4～0.5	0.00	0.06	0.19	0.39	0.22	0.06	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00				
0.5～0.65		0.02	0.11	0.34	0.28	0.14	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00		
0.65～0.75		0.01	0.03	0.18	0.33	0.27	0.09	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00		
0.75～0.85		0.00	0.01	0.07	0.29	0.31	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00		
0.85～0.95		0.00	0.00	0.04	0.19	0.33	0.20	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	
0.95～1.1			0.00	0.02	0.08	0.22	0.34	0.18	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
1.1～				0.02	0.02	0.12	0.25	0.17	0.16	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04

東京湾口部(千葉)1

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.2	0.13	0.79	0.07	0.00	0.01										
0.2～0.3	0.02	0.49	0.23	0.11	0.06	0.04	0.04	0.01							
0.3～0.5	0.01	0.10	0.26	0.34	0.17	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.5～1.0		0.01	0.05	0.18	0.27	0.24	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01			
1.0～1.5			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.19	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02
1.5～							0.12		0.18	0.06		0.06	0.12	0.24	0.24

東京湾口部(千葉)2

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.2	0.13	0.79	0.07		0.01										
0.2～0.3	0.02	0.49	0.23	0.11	0.06	0.04	0.04	0.01							
0.3～0.5	0.01	0.10	0.26	0.34	0.17	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.5～1		0.01	0.05	0.18	0.27	0.24	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
1.0～2.0			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.18	0.12	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
2.0～													0.33	0.33	0.33

補足表 2-2. (続き) Age 銘柄 key

勝浦1

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.3	0.04	0.54	0.20	0.09	0.05	0.04	0.03	0.01							
0.3～0.5	0.01	0.10	0.26	0.34	0.17	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.5～0.7		0.01	0.09	0.31	0.30	0.17	0.05	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00		
0.7～0.9		0.00	0.01	0.07	0.27	0.33	0.17	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.9～1.1		0.00	0.00	0.03	0.10	0.24	0.32	0.17	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
1.1～				0.02	0.02	0.12	0.25	0.17	0.16	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04

勝浦2

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.5	0.02	0.26	0.24	0.25	0.13	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00				
0.5～0.6		0.02	0.13	0.37	0.28	0.12	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01				
0.6～0.8		0.01	0.05	0.20	0.32	0.24	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00		
0.8～1.0		0.00	0.01	0.04	0.19	0.32	0.23	0.11	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
1.0～			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.18	0.12	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

勝浦3

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.3	0.04	0.54	0.20	0.09	0.05	0.04	0.03	0.01							
0.3～0.6	0.00	0.08	0.22	0.35	0.20	0.07	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.7～1.0		0.00	0.01	0.06	0.24	0.31	0.20	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
1.0～			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.18	0.12	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

補足表 2-3. 資源量推定に用いた年齢別平均体重、成熟率および自然死亡係数

年齢	平均体重 (g)	成熟率	自然死亡係数 (年あたり)
2歳	289	0	0.1
3歳	434	0	0.1
4歳	543	0.5	0.1
5歳	666	1.0	0.1
6歳	783	1.0	0.1
7歳	901	1.0	0.1
8歳	987	1.0	0.1
9歳	1,111	1.0	0.1
10歳	1,204	1.0	0.1
11歳	1,307	1.0	0.1
12歳	1,439	1.0	0.1
13歳	1,503	1.0	0.1
14歳	1,620	1.0	0.1
15歳以上	1,721	1.0	0.1

補足表 2-4. 資源解析結果（年齢別漁獲尾数、漁獲量、漁獲係数。1998～2010年）

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	361	696	609	662	141	465	291	375	321	296	221	103	123
3歳	375	580	717	814	368	445	387	532	584	562	472	325	325
4歳	771	888	1,061	1,420	960	899	729	914	1,082	1,186	1,060	857	742
5歳	956	976	1,006	1,353	1,134	1,137	976	1,013	1,067	1,247	1,273	1,198	921
6歳	897	939	945	1,102	948	1,012	986	1,055	957	1,095	1,183	1,257	903
7歳	803	874	872	895	677	696	780	994	871	921	939	1,034	770
8歳	584	637	632	631	476	438	492	681	628	641	638	685	528
9歳	431	462	492	459	347	296	325	478	474	482	458	491	376
10歳	325	341	349	325	253	215	222	323	323	334	329	339	262
11歳	255	261	303	268	208	169	169	252	264	274	265	274	208
12歳	203	204	278	233	177	147	150	222	230	241	228	249	179
13歳	145	145	245	198	143	114	117	179	175	186	173	191	135
14歳	106	105	208	164	113	91	95	149	140	149	135	158	107
15歳以上	184	184	461	401	238	186	226	391	307	342	306	394	247
計	6,398	7,293	8,178	8,925	6,183	6,310	5,946	7,557	7,423	7,955	7,680	7,554	5,827

年齢別漁獲量(トン)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	104	201	176	191	41	134	84	108	93	86	64	30	36
3歳	163	252	311	354	160	193	168	231	254	244	205	141	141
4歳	419	482	576	771	521	488	396	496	587	644	575	466	403
5歳	637	651	670	902	756	758	650	675	711	831	849	798	614
6歳	703	736	740	864	743	793	773	826	750	858	927	985	708
7歳	724	787	786	807	611	628	703	896	785	830	846	932	694
8歳	577	629	624	623	470	432	486	672	620	632	630	676	521
9歳	479	513	546	509	385	329	361	531	527	535	508	545	418
10歳	392	411	421	391	304	259	267	389	390	402	396	408	316
11歳	333	341	396	350	272	221	221	330	345	358	346	359	272
12歳	292	293	399	335	255	211	216	319	331	346	328	359	257
13歳	218	218	369	298	214	172	175	269	263	280	260	287	203
14歳	172	169	337	266	183	147	155	242	227	242	219	255	174
15歳以上	317	317	793	691	410	319	389	673	529	588	527	678	424
計	5,529	6,001	7,146	7,351	5,325	5,084	5,045	6,658	6,410	6,876	6,681	6,918	5,181

年齢別漁獲係数

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	0.03	0.05	0.05	0.06	0.01	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02
3歳	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.04	0.05
4歳	0.09	0.11	0.12	0.15	0.11	0.11	0.09	0.11	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12
5歳	0.14	0.15	0.15	0.20	0.16	0.16	0.14	0.15	0.16	0.19	0.20	0.21	0.18
6歳	0.17	0.18	0.19	0.22	0.18	0.19	0.18	0.20	0.19	0.22	0.24	0.28	0.22
7歳	0.20	0.22	0.23	0.24	0.18	0.18	0.19	0.25	0.23	0.24	0.26	0.30	0.25
8歳	0.19	0.22	0.22	0.23	0.17	0.16	0.17	0.22	0.22	0.23	0.24	0.27	0.22
9歳	0.18	0.21	0.24	0.22	0.17	0.14	0.15	0.21	0.21	0.23	0.23	0.25	0.21
10歳	0.18	0.19	0.21	0.22	0.16	0.13	0.13	0.19	0.20	0.20	0.22	0.23	0.19
11歳	0.19	0.19	0.23	0.22	0.19	0.14	0.13	0.19	0.21	0.23	0.22	0.25	0.20
12歳	0.20	0.20	0.28	0.24	0.20	0.17	0.15	0.23	0.24	0.27	0.26	0.29	0.23
13歳	0.18	0.19	0.36	0.30	0.21	0.17	0.18	0.25	0.25	0.27	0.28	0.33	0.23
14歳	0.20	0.17	0.39	0.38	0.24	0.17	0.19	0.33	0.28	0.31	0.29	0.40	0.27
15歳以上	0.20	0.17	0.39	0.38	0.24	0.17	0.19	0.33	0.28	0.31	0.29	0.40	0.27
単純平均	0.16	0.16	0.22	0.22	0.16	0.14	0.14	0.20	0.19	0.21	0.21	0.24	0.19

補足表 2-4. (続き) 資源解析結果 (年齢別漁獲尾数、漁獲量、漁獲係数。2011~2022 年)

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	91	122	93	138	164	314	329	316	148	129	85	73
3歳	291	268	199	332	326	573	634	606	436	403	301	238
4歳	701	593	488	727	694	1,025	1,174	1,074	856	869	748	612
5歳	892	747	657	829	763	944	1,053	1,013	859	923	911	790
6歳	887	761	697	775	687	729	737	740	663	738	804	758
7歳	766	675	637	655	571	560	495	492	458	512	581	581
8歳	511	460	450	453	399	382	325	313	289	321	361	373
9歳	369	346	345	338	299	274	224	219	196	208	227	246
10歳	243	232	241	225	206	181	148	148	132	142	152	165
11歳	191	191	201	183	170	145	118	121	104	107	110	122
12歳	168	174	180	164	153	130	106	113	96	93	92	105
13歳	132	136	151	140	127	110	90	104	98	74	70	82
14歳	107	112	125	116	104	91	75	90	85	60	56	66
15歳以上	229	268	279	253	235	209	191	238	225	156	151	158
計	5,578	5,086	4,742	5,327	4,896	5,665	5,700	5,586	4,644	4,735	4,649	4,371

年齢別漁獲量(トン)

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	26	35	27	40	47	91	95	91	43	37	25	21
3歳	126	117	86	144	141	249	275	263	189	175	131	103
4歳	380	322	265	395	377	556	637	583	465	472	406	332
5歳	594	498	438	553	509	629	702	675	572	615	607	527
6歳	695	596	546	607	538	571	577	579	519	578	630	594
7歳	691	608	574	590	515	505	446	444	412	461	523	524
8歳	505	455	444	447	394	377	321	309	285	317	356	368
9歳	410	384	383	376	332	304	249	243	217	231	252	274
10歳	292	279	291	271	248	218	179	178	159	171	184	199
11歳	249	249	263	239	222	189	155	157	136	140	143	160
12歳	241	251	259	235	220	187	152	162	138	133	133	152
13歳	199	205	226	210	190	165	136	157	147	112	105	123
14歳	174	182	203	188	169	148	122	145	138	98	91	107
15歳以上	394	461	480	436	405	360	328	410	387	268	260	271
計	4,977	4,642	4,484	4,731	4,306	4,549	4,375	4,398	3,809	3,809	3,846	3,755

年齢別漁獲係数

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02
3歳	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
4歳	0.12	0.11	0.09	0.13	0.11	0.15	0.17	0.14	0.11	0.11	0.10	0.10
5歳	0.19	0.17	0.15	0.19	0.17	0.20	0.21	0.19	0.15	0.14	0.14	0.14
6歳	0.23	0.21	0.21	0.24	0.22	0.22	0.21	0.20	0.16	0.16	0.16	0.15
7歳	0.26	0.25	0.25	0.28	0.25	0.24	0.20	0.19	0.16	0.16	0.16	0.15
8歳	0.23	0.22	0.23	0.25	0.24	0.23	0.19	0.17	0.15	0.15	0.15	0.13
9歳	0.21	0.21	0.23	0.24	0.23	0.23	0.18	0.17	0.14	0.13	0.13	0.13
10歳	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.19	0.17	0.16	0.13	0.13	0.12	0.12
11歳	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.19	0.16	0.18	0.14	0.14	0.12	0.12
12歳	0.21	0.22	0.24	0.23	0.24	0.22	0.18	0.20	0.19	0.16	0.15	0.15
13歳	0.24	0.24	0.27	0.26	0.25	0.24	0.21	0.25	0.24	0.19	0.16	0.17
14歳	0.25	0.29	0.32	0.30	0.29	0.25	0.23	0.29	0.29	0.21	0.19	0.20
15歳以上	0.25	0.29	0.32	0.30	0.29	0.25	0.23	0.29	0.29	0.21	0.19	0.20
単純平均	0.19	0.19	0.20	0.21	0.20	0.19	0.17	0.18	0.16	0.14	0.13	0.13

補足表 2-4. (続き) 資源解析結果 (年齢別資源尾数、資源量、親魚量。1998～2010 年)

年齢別資源尾数(千尾)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	12,948	14,182	13,551	12,541	11,725	12,261	12,573	12,264	11,027	9,850	8,901	8,107	7,770
3歳	10,427	11,417	12,218	11,728	10,760	10,516	10,694	11,143	10,783	9,710	8,664	7,875	7,265
4歳	9,034	9,114	9,818	10,415	9,877	9,423	9,128	9,345	9,615	9,238	8,284	7,420	6,843
5歳	7,541	7,471	7,431	7,907	8,106	8,057	7,702	7,596	7,617	7,702	7,260	6,515	5,923
6歳	6,037	5,939	5,855	5,792	5,892	6,282	6,234	6,066	5,935	5,902	5,808	5,381	4,776
7歳	4,551	4,629	4,499	4,418	4,210	4,449	4,742	4,723	4,505	4,478	4,317	4,148	3,689
8歳	3,469	3,369	3,372	3,255	3,160	3,178	3,377	3,564	3,342	3,262	3,190	3,027	2,783
9歳	2,738	2,594	2,452	2,460	2,356	2,417	2,470	2,598	2,589	2,438	2,353	2,289	2,097
10歳	2,079	2,076	1,916	1,759	1,798	1,809	1,913	1,933	1,904	1,900	1,755	1,701	1,612
11歳	1,540	1,579	1,560	1,408	1,288	1,392	1,439	1,526	1,448	1,421	1,407	1,281	1,222
12歳	1,196	1,155	1,185	1,129	1,024	972	1,103	1,145	1,146	1,064	1,030	1,026	902
13歳	927	893	855	812	803	761	743	859	829	821	737	718	694
14歳	609	704	673	543	548	594	582	564	610	586	568	505	470
15歳以上	1,058	1,239	1,490	1,326	1,159	1,216	1,381	1,476	1,338	1,343	1,285	1,262	1,080
計	64,156	66,359	66,876	65,492	62,707	63,327	64,081	64,804	62,687	59,715	55,560	51,254	47,126

年齢別資源量(トン)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	3,745	4,102	3,919	3,627	3,391	3,546	3,636	3,547	3,189	2,849	2,574	2,345	2,247
3歳	4,530	4,960	5,308	5,095	4,674	4,568	4,646	4,841	4,684	4,218	3,764	3,421	3,156
4歳	4,905	4,948	5,331	5,655	5,363	5,116	4,956	5,074	5,220	5,016	4,498	4,029	3,716
5歳	5,026	4,979	4,952	5,269	5,402	5,369	5,133	5,062	5,076	5,133	4,838	4,342	3,947
6歳	4,730	4,653	4,587	4,537	4,616	4,922	4,884	4,753	4,649	4,624	4,550	4,216	3,742
7歳	4,102	4,172	4,055	3,982	3,794	4,009	4,274	4,257	4,060	4,036	3,891	3,739	3,325
8歳	3,425	3,326	3,329	3,214	3,120	3,138	3,334	3,519	3,300	3,221	3,150	2,989	2,748
9歳	3,041	2,882	2,724	2,733	2,617	2,685	2,743	2,886	2,876	2,708	2,613	2,543	2,329
10歳	2,504	2,500	2,308	2,118	2,165	2,179	2,304	2,328	2,294	2,288	2,114	2,048	1,941
11歳	2,012	2,063	2,039	1,840	1,683	1,819	1,880	1,994	1,893	1,857	1,839	1,674	1,597
12歳	1,721	1,663	1,705	1,624	1,473	1,399	1,588	1,648	1,648	1,531	1,482	1,476	1,298
13歳	1,394	1,342	1,286	1,220	1,208	1,144	1,117	1,292	1,246	1,235	1,108	1,079	1,043
14歳	987	1,141	1,090	880	889	962	943	913	989	950	921	818	762
15歳以上	1,821	2,131	2,563	2,282	1,994	2,092	2,376	2,540	2,302	2,311	2,210	2,172	1,858
計	43,944	44,861	45,197	44,077	42,390	42,949	43,815	44,655	43,427	41,977	39,554	36,890	33,709

年齢別親魚量(トン)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4歳	2,453	2,474	2,665	2,827	2,682	2,558	2,478	2,537	2,610	2,508	2,249	2,014	1,858
5歳	5,026	4,979	4,952	5,269	5,402	5,369	5,133	5,062	5,076	5,133	4,838	4,342	3,947
6歳	4,730	4,653	4,587	4,537	4,616	4,922	4,884	4,753	4,649	4,624	4,550	4,216	3,742
7歳	4,102	4,172	4,055	3,982	3,794	4,009	4,274	4,257	4,060	4,036	3,891	3,739	3,325
8歳	3,425	3,326	3,329	3,214	3,120	3,138	3,334	3,519	3,300	3,221	3,150	2,989	2,748
9歳	3,041	2,882	2,724	2,733	2,617	2,685	2,743	2,886	2,876	2,708	2,613	2,543	2,329
10歳	2,504	2,500	2,308	2,118	2,165	2,179	2,304	2,328	2,294	2,288	2,114	2,048	1,941
11歳	2,012	2,063	2,039	1,840	1,683	1,819	1,880	1,994	1,893	1,857	1,839	1,674	1,597
12歳	1,721	1,663	1,705	1,624	1,473	1,399	1,588	1,648	1,648	1,531	1,482	1,476	1,298
13歳	1,394	1,342	1,286	1,220	1,208	1,144	1,117	1,292	1,246	1,235	1,108	1,079	1,043
14歳	987	1,141	1,090	880	889	962	943	913	989	950	921	818	762
15歳以上	1,821	2,131	2,563	2,282	1,994	2,092	2,376	2,540	2,302	2,311	2,210	2,172	1,858
計	33,217	33,325	33,305	32,528	31,643	32,277	33,055	33,730	32,943	32,402	30,966	29,110	26,447

補足表 2-4. (続き) 資源解析結果 (年齢別資源尾数、資源量、親魚量。2011～2022 年)

年齢別資源尾数(千尾)

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	7,651	8,023	8,624	9,652	10,593	11,298	11,863	11,665	10,186	8,319	6,390	4,526
3歳	6,940	6,863	7,171	7,745	8,636	9,466	9,963	10,462	10,294	9,110	7,434	5,723
4歳	6,289	6,027	5,978	6,324	6,719	7,534	8,052	8,446	8,925	8,935	7,891	6,466
5歳	5,509	5,045	4,909	4,965	5,052	5,442	5,867	6,196	6,648	7,291	7,288	6,455
6歳	4,502	4,154	3,870	3,833	3,719	3,862	4,043	4,325	4,662	5,220	5,742	5,752
7歳	3,477	3,243	3,048	2,851	2,743	2,724	2,813	2,970	3,223	3,603	4,038	4,450
8歳	2,617	2,428	2,302	2,162	1,966	1,948	1,940	2,084	2,228	2,492	2,785	3,114
9歳	2,025	1,890	1,767	1,662	1,532	1,406	1,405	1,453	1,595	1,749	1,958	2,186
10歳	1,546	1,487	1,387	1,276	1,188	1,106	1,015	1,063	1,111	1,262	1,390	1,562
11歳	1,214	1,173	1,130	1,030	945	882	833	781	824	883	1,011	1,117
12歳	912	921	884	835	761	696	663	644	595	650	700	814
13歳	649	669	670	631	602	546	509	501	477	449	502	548
14歳	502	463	477	465	440	427	391	376	356	340	337	389
15歳以上	1,070	1,107	1,065	1,016	993	978	990	1,001	938	880	903	928
計	44,903	43,493	43,283	44,447	45,889	48,314	50,348	51,965	52,063	51,183	48,368	44,028

年齢別資源量(トン)

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	2,213	2,320	2,494	2,792	3,064	3,268	3,431	3,374	2,946	2,406	1,848	1,309
3歳	3,015	2,981	3,115	3,364	3,752	4,112	4,328	4,545	4,472	3,958	3,229	2,486
4歳	3,415	3,272	3,246	3,434	3,648	4,091	4,372	4,586	4,846	4,852	4,285	3,511
5歳	3,671	3,362	3,271	3,309	3,367	3,626	3,910	4,129	4,430	4,859	4,857	4,302
6歳	3,527	3,255	3,032	3,003	2,914	3,025	3,167	3,388	3,652	4,090	4,499	4,506
7歳	3,134	2,923	2,747	2,569	2,472	2,455	2,536	2,677	2,905	3,247	3,639	4,010
8歳	2,584	2,398	2,273	2,135	1,941	1,923	1,916	2,057	2,200	2,460	2,750	3,075
9歳	2,249	2,099	1,963	1,847	1,702	1,561	1,561	1,614	1,771	1,943	2,175	2,428
10歳	1,862	1,791	1,670	1,537	1,430	1,333	1,223	1,280	1,338	1,520	1,674	1,882
11歳	1,587	1,533	1,477	1,346	1,234	1,153	1,088	1,021	1,077	1,154	1,321	1,460
12歳	1,312	1,325	1,272	1,201	1,095	1,002	954	926	855	935	1,007	1,171
13歳	976	1,005	1,008	949	906	821	765	754	717	674	754	824
14歳	813	751	773	754	713	691	634	610	577	551	546	630
15歳以上	1,841	1,906	1,832	1,748	1,709	1,683	1,703	1,722	1,615	1,515	1,553	1,597
計	32,199	30,922	30,174	29,987	29,947	30,744	31,588	32,681	33,403	34,163	34,137	33,190

年齢別親魚量(トン)

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4歳	1,707	1,636	1,623	1,717	1,824	2,045	2,186	2,293	2,423	2,426	2,142	1,755
5歳	3,671	3,362	3,271	3,309	3,367	3,626	3,910	4,129	4,430	4,859	4,857	4,302
6歳	3,527	3,255	3,032	3,003	2,914	3,025	3,167	3,388	3,652	4,090	4,499	4,506
7歳	3,134	2,923	2,747	2,569	2,472	2,455	2,536	2,677	2,905	3,247	3,639	4,010
8歳	2,584	2,398	2,273	2,135	1,941	1,923	1,916	2,057	2,200	2,460	2,750	3,075
9歳	2,249	2,099	1,963	1,847	1,702	1,561	1,561	1,614	1,771	1,943	2,175	2,428
10歳	1,862	1,791	1,670	1,537	1,430	1,333	1,223	1,280	1,338	1,520	1,674	1,882
11歳	1,587	1,533	1,477	1,346	1,234	1,153	1,088	1,021	1,077	1,154	1,321	1,460
12歳	1,312	1,325	1,272	1,201	1,095	1,002	954	926	855	935	1,007	1,171
13歳	976	1,005	1,008	949	906	821	765	754	717	674	754	824
14歳	813	751	773	754	713	691	634	610	577	551	546	630
15歳以上	1,841	1,906	1,832	1,748	1,709	1,683	1,703	1,722	1,615	1,515	1,553	1,597
計	25,264	23,984	22,942	22,114	21,307	21,319	21,643	22,470	23,562	25,373	26,917	27,640

補足資料3 管理基準値案と禁漁水準案等

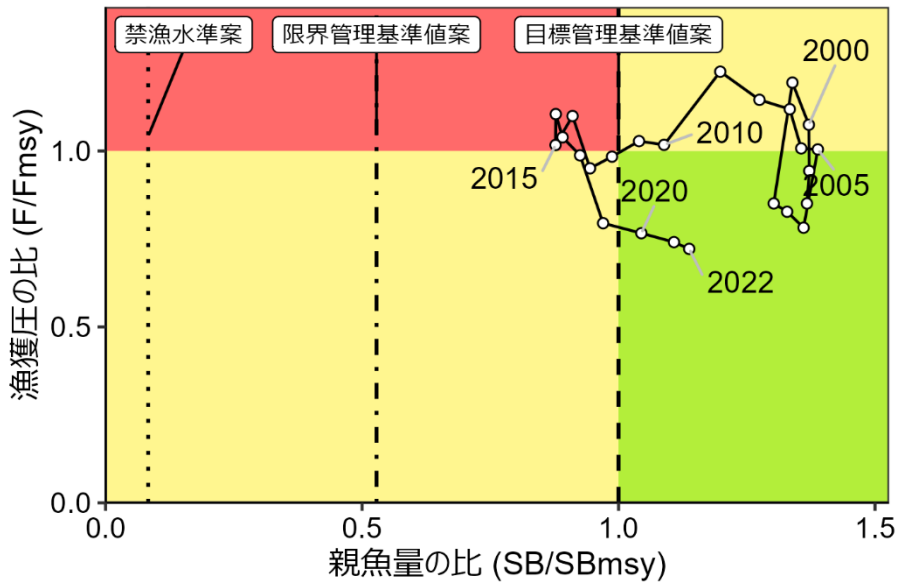
令和4年8月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 24.3 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy : 12.8 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 2.0 千トン) を用いることが提案されている (亘ほか 2022、補足表 6-2)。

目標管理基準値案と、MSY を実現する漁獲圧 (F) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。コホート解析により得られた 2022 年の親魚量 (SB2022 : 27,639 トン) は目標管理基準値案、限界管理基準値案および禁漁水準案を上回る。本系群における 2020 年以降の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧を下回っていたと判断される (補足表 6-3)。

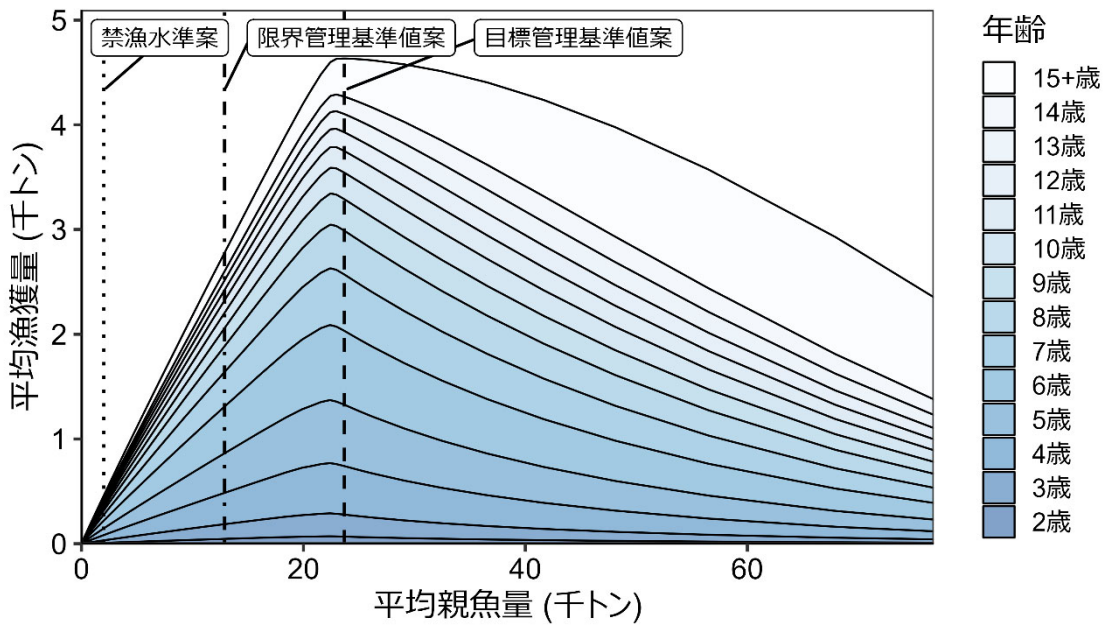
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。2 歳や 3 歳の若齢魚に対する漁獲圧も低く、目標管理基準値案を下回る水準では、漁獲に占める若齢魚の割合の変動は小さい。

引用文献

亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ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-SA2022-BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)



補足図 3-2. 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 (漁獲量曲線)

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2022 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2023～2054 年までの将来予測計算を行った。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、1,000 回の繰り返し計算を行った。2023 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2020-2022) から仮定した。現状の漁獲圧は、管理基準値案を算出した時と同じ選択率や生物パラメータ (平均体重等) の条件下で、今年度評価における 2020～2022 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。2024 年以降の漁獲圧には、各年に予測される親魚量をもとに下記の漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。なお、将来予測の計算方法は補足資料 5 に示した。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧 (F) 等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値案以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議」により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として調整係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関会議提案では「 β が 0.9 以下であれば、10 年後に目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回ると推定される」とされている。

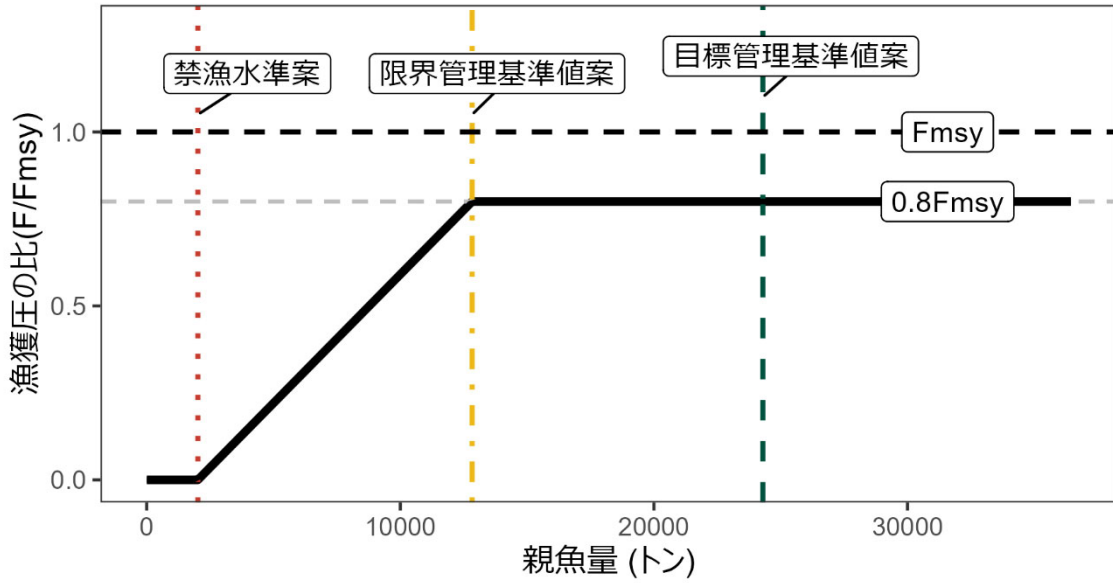
(3) 2024 年の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2024 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 3,994 トン、 β を 1.0 とした場合には 4,901 トンであった (補足表 6-4)。2024 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値案を上回り、平均 26,340 トンと見込まれた。

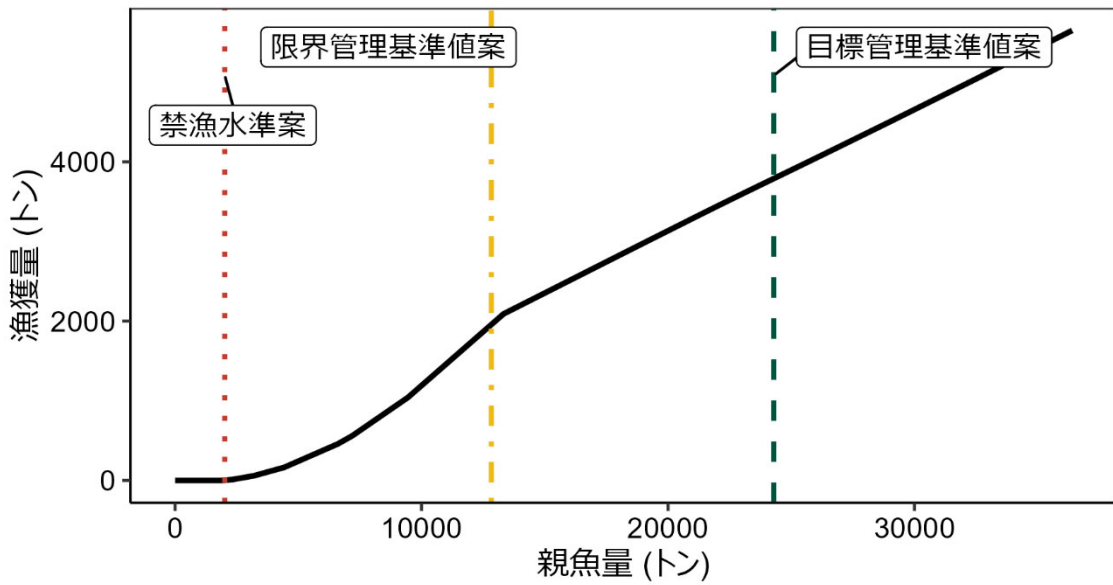
(4) 2025 年以降の予測

2025 年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、4-2 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2034 年の平均親魚量は β を 0.8 とした場合には 28,662 トン (90%予測区間は 25,905～31,561 トン) であり、 β を 1.0 とした場合には 24,033 トン (90%予測区間は 21,586～26,565 トン) である (補足表 6-5)。平均親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50%を上回る。現状の漁獲圧 (F2020-2022) を継続した場合の 2034 年の平均親魚量は 30,205 トン (90%予測区間は 27,355～33,163 トン) であり目標管理基準値案を上回る確率は 100%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

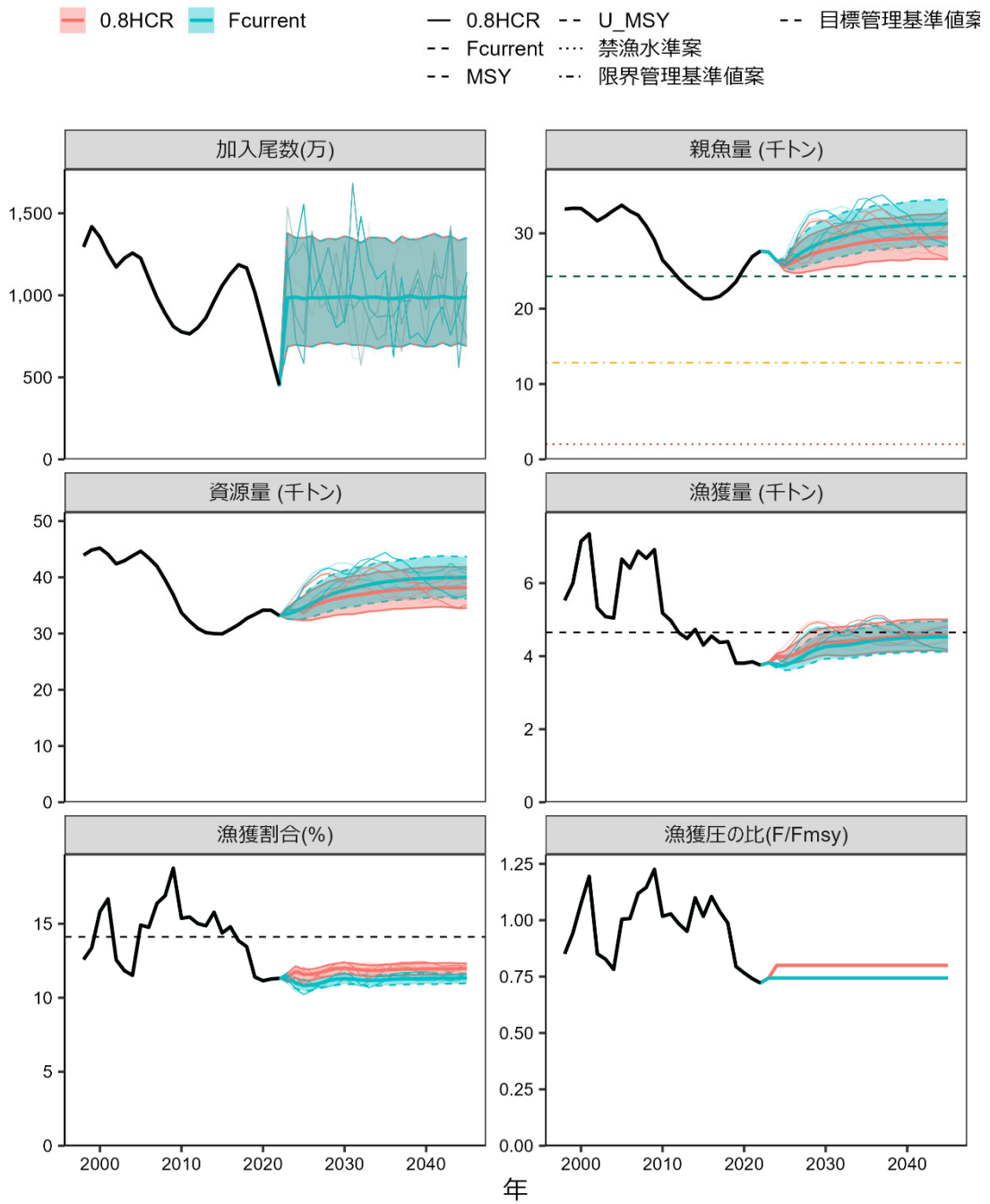
(a) 縦軸を漁獲圧にした場合



(b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$ の場合) (a) 縦軸を漁獲圧にした場合 (b) 縦軸を漁獲量にした場合



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

補足図 4-2. 漁獲管理規則案を用いた場合 (赤線) と現状の漁獲圧での将来予測 (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案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は最大持続生産量 MSY を達成する漁獲割合 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	100	100	100	84	52	48	46	42	39	39	38	40	43	48	49
0.9	100	100	100	99	86	84	84	83	85	84	86	87	89	92	93
0.8	100	100	100	100	99	99	98	99	100	99	99	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2023 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2022) から予測される 3.8 千トンとし、2024 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2020-2022, $\beta = 0.74$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案に基づく管理開始から 10 年目となる目標年の値を示す。

補足表 4-2. 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 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	28	28	26	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
0.9	28	28	26	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	27	27
0.8	28	28	26	26	26	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29
0.7	28	28	26	26	27	28	29	29	30	30	31	31	31	33	33
0.6	28	28	26	27	28	29	31	31	32	33	34	34	35	37	37
0.5	28	28	26	27	29	31	32	34	35	36	37	38	38	42	42
0.4	28	28	26	28	30	32	34	36	38	39	41	42	43	48	48
0.3	28	28	26	28	31	34	37	39	41	43	45	47	48	55	56
0.2	28	28	26	29	32	36	39	42	45	47	50	52	54	65	67
0.1	28	28	26	29	33	37	41	45	49	52	55	58	61	77	82
0.0	28	28	26	30	34	39	44	49	53	57	61	65	69	93	103
F2020-2022	28	28	26	26	27	27	28	29	29	29	30	30	30	31	31

b) 漁獲量の平均値の推移 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	3.8	3.8	4.9	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
0.9	3.8	3.8	4.5	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6
0.8	3.8	3.8	4.0	4.0	4.0	4.1	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6
0.7	3.8	3.8	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.3	4.5	4.5
0.6	3.8	3.8	3.1	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1	4.4	4.4
0.5	3.8	3.8	2.6	2.7	2.9	3.0	3.2	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	4.2	4.2
0.4	3.8	3.8	2.1	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.9	3.9
0.3	3.8	3.8	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.4	3.5
0.2	3.8	3.8	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.7	2.8
0.1	3.8	3.8	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.7	1.8
0.0	3.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2022	3.8	3.8	3.7	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5

2023 年以降の β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。比較のため現状の漁獲圧 (F2020-2022, $\beta = 0.74$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案に基づく管理開始から 10 年目となる目標年の値を示す。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測は、「令和 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2023-ABCWG02-01)」の 1 系資源の管理規則に従い、令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (Fmsy) の推定に用いた再生産関係 (亘ほか 2022) と、補足表 5-1 に示した各種設定 (自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重、現状の漁獲圧) を使用して実施した。資源尾数や漁獲量の予測計算には、「再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (FRA-SA2023-ABCWG02-04)」に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.2.3) および計算パッケージ frasyr (コミット番号 1135850) を用いた。将来予測における 3~14 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1} - F_{a-1,y-1}) \quad (a=3,\dots,14) \quad (11)$$

15 歳魚以上のプラスグループの資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{15+,y} = N_{14,y-1} \exp(-M_{14} - F_{14,y-1}) - N_{15+,y-1} \exp(-M_{15+}, -F_{15+,y-1}) \quad (12)$$

将来予測における漁獲圧 (F) は 1 系資源の漁獲管理規則案に従い、以下の式で求めた。

$$F_{a,y} = \begin{cases} 0 & \text{if } SB_t < SB_{ban} \\ \beta\gamma(SB_t)F_{msy} & \text{if } SB_{ban} \leq SB_t < SB_{limit} \\ \beta F_{msy} & \text{if } SB_t \geq SB_{limit} \end{cases} \quad (13)$$

$$\gamma(SB_y) = \frac{SB_y - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}} \quad (14)$$

ここで、SB_y は y 年の親魚量、F_{msy} および SB_{target}、SB_{limit}、SB_{ban} はそれぞれ補足表 6-2 に案として示した親魚量の基準値である。また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y}(1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-M_a/2) \quad (15)$$

将来予測における資源量および漁獲量は、ここで求めた年齢別資源尾数または漁獲尾数に補足表 5-1 の平均体重を乗じて求め、親魚量はこの資源量に年齢別成熟率を乗じて算出した。

引用文献

水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2023-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf

水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年度再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2023-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-04.pdf

亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ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-SA2022-

BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf

補足表 5-1. 将来予測計算に用いた設定値

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2020-2022 (注 3)	平均重量 (g)	自然死亡 係数	成熟率
2 歳	0.099	0.03	0.02	289	0.1	0.0
3 歳	0.234	0.06	0.05	434	0.1	0.0
4 歳	0.543	0.14	0.11	543	0.1	0.5
5 歳	0.712	0.19	0.14	666	0.1	1.0
6 歳	0.775	0.20	0.15	783	0.1	1.0
7 歳	0.789	0.21	0.15	901	0.1	1.0
8 歳	0.737	0.19	0.14	987	0.1	1.0
9 歳	0.704	0.18	0.14	1,111	0.1	1.0
10 歳	0.633	0.17	0.12	1,204	0.1	1.0
11 歳	0.652	0.17	0.13	1,307	0.1	1.0
12 歳	0.768	0.20	0.15	1,439	0.1	1.0
13 歳	0.890	0.23	0.17	1,503	0.1	1.0
14 歳	1.000	0.26	0.19	1,620	0.1	1.0
15 歳以上	1.000	0.26	0.19	1,721	0.1	1.0

注 1：令和 4 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、令和 4 年度資源評価での $F_{current}$ (2016～2021 年を平均した漁獲圧) の選択率)。

注 2：令和 4 年度研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、令和 4 年度資源評価での $F_{current}$ に $F_{msy}/F_{current}$ を掛けたもの）。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2020～2022 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 2023 年の漁獲量の仮定に使用した。

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 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
ホッケー・スティック型	最小二乗法	無	454.85	21,723.3	0.201	-

a と b は各再生産関係式の推定パラメータ、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 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	24.3 千トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	12.8 千トン	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 案	2.0 千トン	禁漁水準案。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧 (漁獲係数 F) (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳, 11 歳, 12 歳, 13 歳, 14 歳, 15 歳以上) = (0.03, 0.06, 0.14, 0.19, 0.2, 0.21, 0.19, 0.18, 0.17, 0.17, 0.2, 0.23, 0.26, 0.26)	
%SPR (Fmsy)	22%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	4.7 千トン	最大持続生産量 MSY

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2022	27.6 千トン	2022 年の親魚量
F2022	2022 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳, 11 歳, 12 歳, 13 歳, 14 歳, 15 歳以上)=(0.02, 0.04, 0.1, 0.14, 0.15, 0.15, 0.13, 0.13, 0.12, 0.12, 0.15, 0.17, 0.2, 0.2)	
U2022	11%	2022 年の漁獲割合
%SPR (F2022)	30%	2022 年の%SPR
%SPR (F2020-2022)	29%	現状(2020~2022 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2022/ SBmsy (SBtarget)	1.14	最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値案)に対する 2022 年の親魚量の比
F2022/ Fmsy	0.72	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2022 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	増加	

* 2022 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

2024 年の親魚量(予測平均値):26.3 千トン			
項目	2024 年の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2020-2022)	2024 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	4.9	1.34	14.4
$\beta=0.8$	4.0	1.08	11.8
$\beta=0.6$	3.1	0.81	9.0
$\beta=0.4$	2.1	0.54	6.1
$\beta=0.2$	1.1	0.27	3.1
$\beta=0$	0.0	0	0.0
F2020-2022	3.7	1.00	11.0

補足表 6-5. 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					
β	2034 年 の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2034 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	24.0	22 – 26	43.2	100	100
$\beta=0.8$	28.7	27 – 31	99.7	100	100
$\beta=0.6$	34.7	32 – 37	100	100	100
$\beta=0.4$	42.9	40 – 46	100	100	100
$\beta=0.2$	53.9	50 – 57	100	100	100
$\beta=0$	69.0	65 – 73	100	100	100
F2020-2022	30.2	28 – 33	100	100	100

補足資料 7 単位努力量当たり漁獲量 (CPUE) の標準化

(1) CPUE 標準化の経緯

令和 3 (2021) 年度資源評価では、コホート解析における確度の高いチューニング指数を得るため、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県的主要地区における立て縄漁業操業記録を集約し、黒潮流路等の環境要因を考慮した CPUE 標準化を試行した (亘・半沢 2022)。しかし、令和 3 (2021) 年度資源評価のモデルでは、漁場への黒潮接近に伴う漁獲効率の変化の影響が十分に除外していないこと、地区ごとの使用漁具等の操業形態や漁獲対象資源の年齢構造に違いがあること、さらにモデル診断の結果も良くなかったことが問題点として挙げられた。

令和 4 (2022) 年度資源評価では、千葉県船が操業する 2 地区 (銚子、勝浦)、東京都船が操業する 2 地区 (神津島、八丈島)、静岡県船が操業する 2 地区 (伊東、稲取)、神奈川県船と千葉県船が入会で操業する東京湾口部地区において各県が主に操業する 2 海域の、7 地区 (うち東京湾口部は 2 海域) 計 8 の海域に対して、別々に CPUE 標準化を実施することとした (亘ほか 2023)。

今年度資源評価では、令和 4 (2022) 年度評価で今後検討すべき課題の 1 つとして整理されている「CPUE 標準化未実施の海域への拡大」に対応するため、昨年度より標準化を実施してきた 7 地区に加え、新たに静岡県の御前崎地区および東京都三宅島地区におけるデータを用いた CPUE の標準化について検討を行った。

(2) 方法

CPUE 標準化に用いたデータは、過去年において月別情報のみが利用できるケースが存在したことから、月別操業記録 (操業位置情報は含まない) を使用した。また、気象庁海洋情報部が提供する海洋速報から黒潮北縁 (流軸から 13 海里) の位置情報を抽出するとともに、FRA-ROMS II (Kuroda et al. 2017、データアクセス日: 2023 年 3 月 31 日) から漁場内における海洋環境情報を抽出して説明変数として導入することとした。今年度、全地区・海域で導入した CPUE 標準化モデルは、誤差分布を対数正規分布とした一般化線形モデル (log-normal GLM) であり、フルモデルは主効果のみを考慮した以下のモデルとした。

$$\text{Log (CPUE)} = \text{切片} + \text{年} + \text{季節} + \text{水温} + \text{流速} + \text{流向} + \\ \text{地先における黒潮北縁の緯度} + \text{経度間の黒潮北縁の緯度差}$$

水温、流速、流向には FRA-ROMS II の再解析値を用いた。なお、フルモデルでは、水深の浅い地区・海域を除き、0 m 層、100 m 層、200 m 層、400 m 層、底層の 5 深度帯の値をすべて説明変数として導入した。FRA-ROMS II から抽出する各地区の漁場の位置は、補足図 7-1 に示した緯度経度 0.1 度グリッドの中から一都三県の資源評価参画機関との協議の上で決定した。なお、上記のとおり、東京湾口部において、神奈川県船と千葉県船が入会で操業を行っているが、両県の漁船は主漁場が若干異なっている (神奈川県: 野島崎西側、千葉県: 野島崎東側)。したがって、当該地区については、両県の操業海域で別々の標準化モデルを構築するとともに、それぞれのモデルで別々のグリッドにおける再解析値を説明変数に用いた (詳細は、FRA-SA2023-SC08-04、FRA-SA2023-SC08-05 を参照)。地先に

おける黒潮北縁の緯度は、東経 138、139、140、141 度のうち、一都三県との協議で決定した漁場に最も近い経度上の緯度を使用することとした（補足図 7-2）。黒潮流路に係る説明変数としては、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 138～139 度、東経 139～140 度、東経 140～141 度の 3 つ）を計算した。この値は黒潮北縁の緯度差/経度差（経度差は常に 1 度）とも書き換えられるため、黒潮北縁の傾きと同義である。傾きが正を示せば黒潮は南東方向、負を示せば北東方向への流れとなることから、本系群の資源評価ではこれを沿岸域への「黒潮の入込」指標と捉え、説明変数として採用した。なお、現在利用できるデータは月別 CPUE であり、様々な交互作用を考慮すると、推定パラメータ数がデータ数を上回ってしまうこと、また解釈が煩雑になる可能性もあることから主効果のみを考慮するモデルを導入した。

ベストモデルは、フルモデルについて、説明変数総当りの赤池情報量規準（AIC）によるモデル選択を実施したのち、最小 AIC+2 の範囲にあるモデルのうち、説明変数の数が最小のモデルを、環境・漁業面での説明力を考慮して決定した。ただし、AIC による変数選択において、FRA-ROMS II から得られた特定の説明変数で、複数の深度層を含むモデル（例えば、0 m 水温と 100 m 水温を同時に含むもの）は、解釈の簡便さや過適合を考慮して予め除外し、1 層のみを含むモデル候補の中から選択し、当該モデルをベストモデルとした。

(3) 結果

一連のプロセスにより選択された 9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）のベストモデルと、最小 AIC+2 の範囲に頻繁に含まれる説明変数を補足表 7-1 に示した。黄色で示した効果が各地区のベストモデルの変数、水色で示したのが最小 AIC+2 モデルで頻出した変数、黒塗は該当水深なしである。また、数値は最小 AIC+2 の範囲で選択されたモデル数を示す。

以上のベストモデルにおける切片の値と年効果の係数を抽出し、標準化 CPUE の年トレンドを計算した。9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）の標準化 CPUE とノミナル CPUE の年トレンドの相対値を補足表 7-2、7-3 にそれぞれ示した。年トレンドの計算方法および上記のモデル作成の手順、モデル診断結果等の標準化の詳細は標準化 CPUE に関する文書（銚子：FRA-SA2023-SC08-02、勝浦：FRA-SA2023-SC08-03、東京湾口部（千葉）：FRA-SA2023-SC08-04、東京湾口部（神奈川）：FRA-SA2023-SC08-05、神津島：FRA-SA2023-SC08-06、三宅島：FRA-SA2023-SC08-07、八丈島：FRA-SA2023-SC08-08、伊東：FRA-SA2023-SC08-09、稲取：FRA-SA2023-SC08-10、御前崎：FRA-SA2023-SC08-11）に示した。なお、9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）に加え、現在 CPUE を整備中の下田地区のノミナル CPUE も補足表 7-3 に示した。

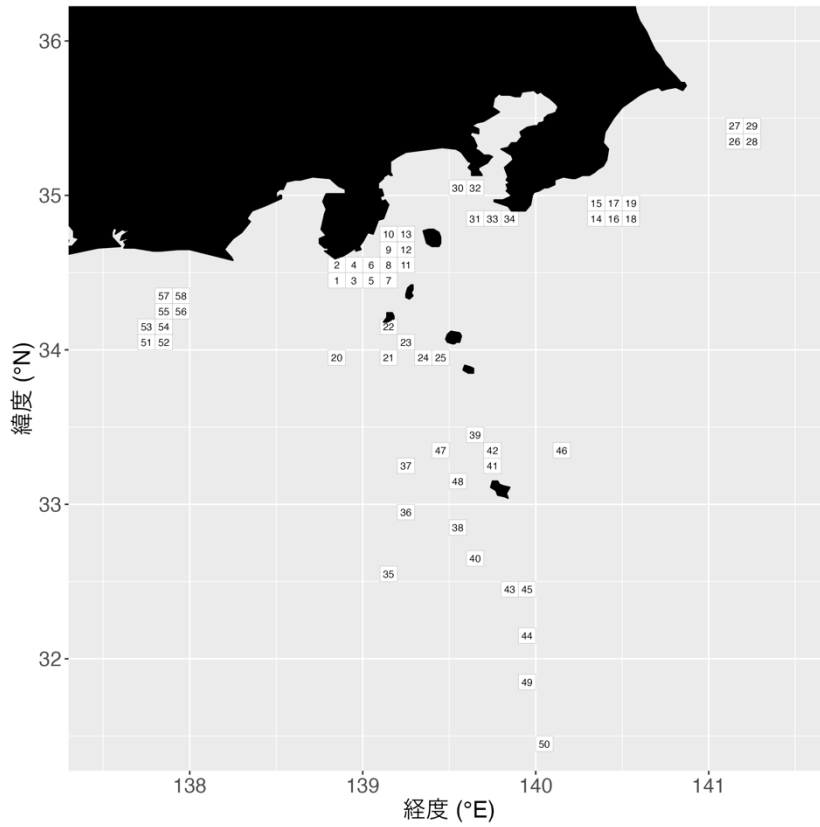
八丈島のモデルでは、標準化により海洋環境の影響を十分に取り除けていない可能性が考えられたことから、今年度の資源評価では資源量指標値として標準化 CPUE を採用せず、ノミナル CPUE を使用することとした。したがって、補足表 7-1 は年効果を含むモデルの中でのベストモデルであり、参考として示している。

ベストモデルでは、年と季節の効果に加え、御前崎において経度間の黒潮北縁の緯度差で 138 度と 139 度の差が選択された。また、ベストモデルで選択されなかったものの、稲取、銚子、東京湾口部（千葉）でも最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルに同変数が含まれた。これは、黒潮大蛇行期にあたる 2018 年 12 月の例（補足図 7-3 c）のように、138～139 度付近で蛇行の流れが北東方向に向くことから、この説明変数は大蛇行か否かの情報になって

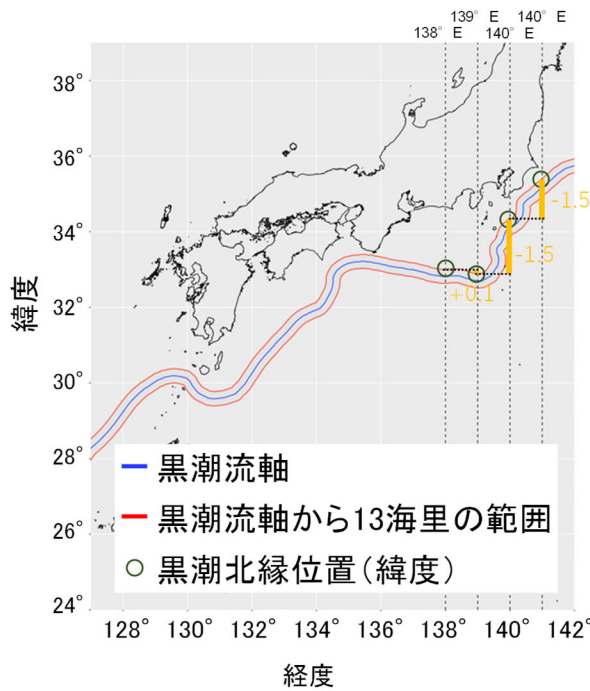
いるものと考えられる。また、神津島では 140 度と 141 度の差がベストモデルに選択され、三宅島でも最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルに同変数が含まれたが、2009 年 5 月の例（補足図 7-3 a）のように、ここで北北東方向の流れの向きであると伊豆諸島全体が黒潮内側域に入るケースが多い。地先における黒潮北縁の緯度については、伊東、御前崎で選択され、稲取、東京湾口部（千葉）、勝浦、銚子といった本州沿岸の各地区でも最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルに含まれたが、神津島、三宅島、八丈島では選択されない傾向にあった。一方、水温の効果も、黒潮が接近することによる漁場内での水温上昇、流速の上昇、流向の変化といった複合的な変化の一つとして検出された可能性が考えられる。

引用文献

- Kuroda, H., Setou, T., Kakehi, S., Ito, S., Taneda, T., Azumaya, T., Inagake, D., Hiroe, Y., Morinaga, K., Okazaki, M., Yokota, T., Okunishi, T., Aoki, K., Shimizu, Y., Hasegawa, D., Watanabe, T. (2017) Recent advances in Japanese fisheries science in the Kuroshio-Oyashio region through development of the FRA-ROMS ocean forecast system: Overview of the reproducibility of reanalysis products. *Open Journal of Marine Science*, 7, 62-90.
- 亘 真吾、川内陽平、青木一弘、竹村紫苑、竹茂愛吾、半沢祐大 (2023) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-37, 令和 4 年度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, 50pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_37.pdf
- 亘 真吾・半沢祐大 (2022) 令和 3 (2021) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2021-RC02-2, 令和 3 年度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, 47pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_37.pdf



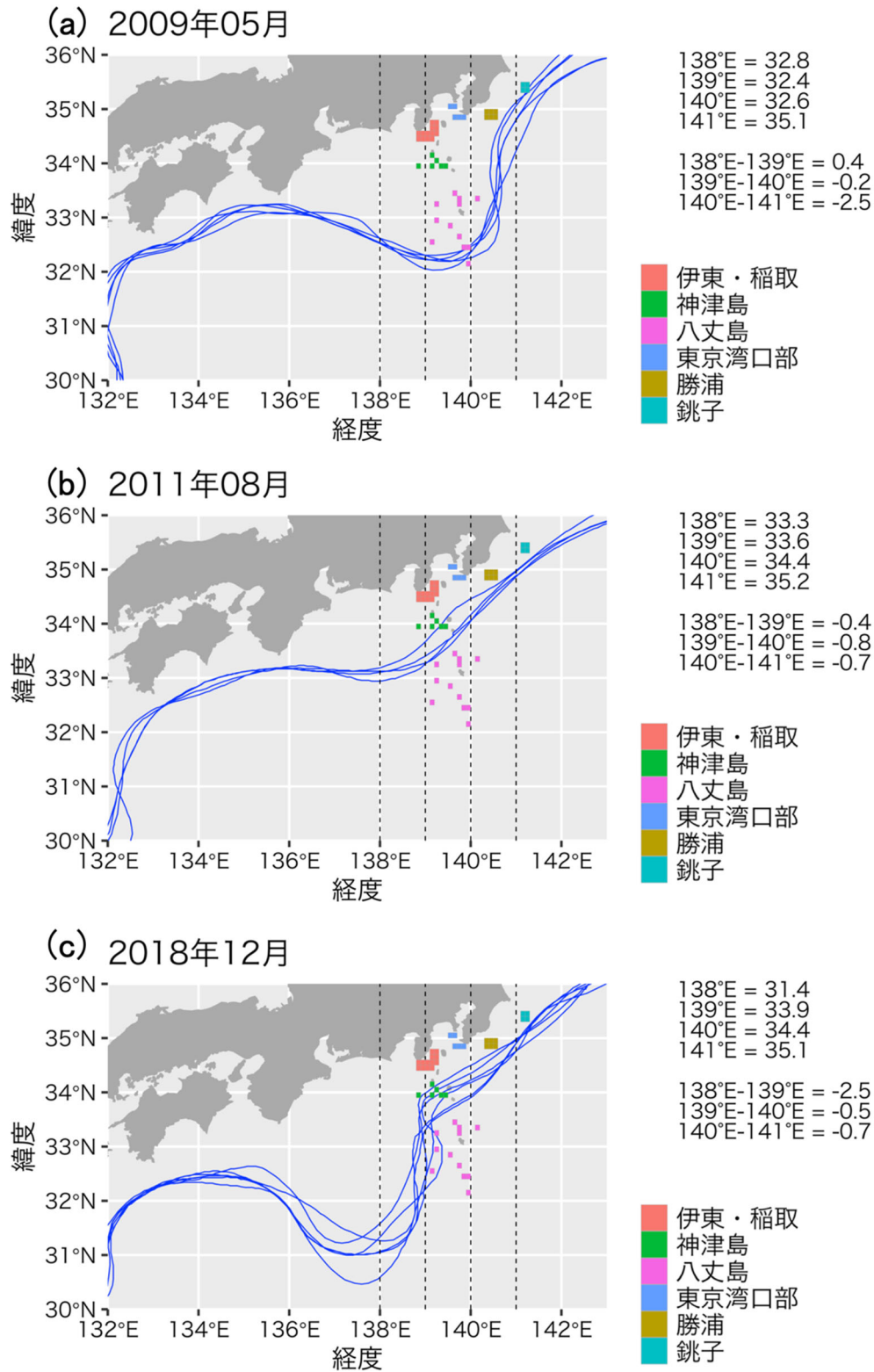
補足図 7-1. FRA-ROMS II再解析値の抽出を行う漁場位置（グリッド）の候補



経度間の黒潮北縁の緯度差
 = 黒潮北縁の「緯度差/経度差」
 = 黒潮北縁の傾き

傾き
 正: 南東方向の流れ
 負: 北東方向の流れ

補足図 7-2. CPUE 標準化で用いた黒潮に関する各指標の概念図



補足図 7-3. 黒潮北縁の緯度と経度間の黒潮北縁の緯度差の例

補足表 7-1. 選択された 9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）のベストモデルと、最小 AIC+2 の範囲のモデルに含まれる説明変数

地区 海域	黒潮北縁 緯度抽出 経度	流向					黒潮 北縁 緯度	経度間の黒潮 北縁の緯度差			流速					水温					季節	候補 モデル 数	
		0	100	200	400	底		138- 139	139- 140	140- 141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底			
銚子	141	18	12				13	14	1	14	3	4	14	14		34		6				40	40
勝浦	140	2	7				5	4	3	9	9					9						9	9
東京 湾口部 千葉	140			36		14	13	30	51	24	11	2	7	3	3	3	2	3	3	3	3	54	54
東京 湾口部 神奈川	140						1	1	1	1		9				1	1	1		1	9	9	
神津島	139			5	5		1	1	1	18	4	7	1	1	1		12		3	1	19	19	
三宅島	139					6	2	1	1	5	8										8	8	
八丈島*	139																						
伊東	139						8	5	8	1					8	2	1			2	8	8	
稲取	139			26			7	22	13	5	18	8			11	3	1				26	26	
御前崎	138						32	32	19	13	4	6	7	6	1			17	15			32	

黄色で示した効果が各地区のベストモデルの変数、水色で示したのが最小 AIC+2 モデルに含まれた変数、黒塗は水深が浅いため変数に用いていないことを示す。また、数値は最小 AIC+2 の範囲で選択されたモデル数。*八丈島では、参考として年効果を含む条件下での最小 AIC+2 以内のモデル数を表示し、黄色の効果はそのうちパラメータ自由度最小かつ AIC 最小のモデルの説明変数を示す。

補足表 7-2. 9 地区（東京湾口部は千葉県側の操業海域と神奈川県側の操業海域および両海域の平均）の標準化 CPUE

標準化CPUE（相対値）

地区 海域	銚子	勝浦	東京湾口部 (千葉)	東京湾口部 (神奈川)	東京湾口部 平均	神津島	三宅島	八丈島	伊東	稲取	御前崎
2000	1.02		1.65	1.96	1.80				1.50	1.06	
2001	1.21		2.11	4.38	3.25				1.30	1.06	
2002	1.07		0.67	0.97	0.82				0.96	0.89	0.90
2003	1.05	1.07	1.56	1.56	1.56				1.31	1.14	0.90
2004	1.06	1.05	1.29	1.12	1.20				1.19	1.25	0.86
2005	0.98	1.19	1.81	1.97	1.89	0.98			1.27	1.39	1.02
2006	1.10	1.23	2.18	1.30	1.74	0.93		0.91	1.62	1.09	0.93
2007	1.21	1.19	1.49	1.62	1.55	1.29	0.83	0.93	1.32	0.98	0.76
2008	1.02	1.08	1.48	1.41	1.45	1.13	0.96	0.68	1.31	1.19	0.64
2009	1.02	1.01	0.65	1.08	0.87	1.19	0.80	0.91	1.24	1.22	0.64
2010	0.97	1.03	0.49	0.32	0.41	1.06	0.90	1.12	1.01	1.01	0.75
2011	0.80	0.84	0.53	0.70	0.61	0.90	0.79	1.21	1.07	0.92	0.82
2012	0.75	0.94	0.37	0.18	0.28	0.80	0.69	1.03	0.89	1.00	0.95
2013	0.61	0.71	0.51	0.19	0.35	0.79	0.97	1.04	0.67	0.70	0.85
2014	0.67	0.75	0.58	0.26	0.42	0.79	1.22	1.04	0.88	0.77	1.18
2015	0.72	0.78	1.19	0.36	0.78	0.91	0.98	0.83	0.81	0.77	0.82
2016	0.91	0.80	1.22	0.75	0.99	0.86	0.95	0.90	0.94	0.78	0.91
2017	1.01	0.74	0.34	0.39	0.37	1.05	1.32	0.93	0.78	0.68	0.91
2018	1.12	0.91	1.92	1.03	1.47	1.05	1.23	1.06	0.65	0.72	1.06
2019	1.19	0.85	0.25	0.36	0.30	1.09	1.10	0.96	0.49	0.93	1.49
2020	1.27	1.10	0.14	0.30	0.22	1.11	1.20	1.19	0.61	1.13	1.45
2021	1.22	1.10	0.27	0.27	0.27	1.05	1.13	1.06	0.77	1.31	1.62
2022	1.31	1.32	0.31	0.49	0.40	1.02	0.92	1.19	0.40	1.01	1.57

値は各地区の全期間の平均で除した相対値、太字はチューニングに使用した CPUE を示す。

補足表 7-3. 漁獲量・漁獲努力量情報が利用可能な 10 地区のノミナル CPUE

ノミナルCPUE (相対値)											
地区	銚子	勝浦	東京湾口部	東京湾口部	神津島	三宅島	八丈島	伊東	稲取	下田	御前崎
海域			(千葉)	(神奈川)							
2000		1.11	1.23	1.80				1.59	1.14		
2001		1.32	2.58	4.08				1.50	1.23		
2002		1.03	0.71	1.19				0.92	0.98		0.74
2003	1.04	0.99	1.32	1.51				1.19	1.17		0.78
2004	1.08	0.98	0.94	0.84				1.07	1.06		0.75
2005	1.01	1.11	1.28	1.77	0.99			1.32	1.31		1.24
2006	1.14	1.23	1.91	1.19	0.95		0.89	1.56	1.18		0.83
2007	1.23	1.24	1.29	1.43	1.34	0.91	1.01	1.31	1.03		0.82
2008	1.07	1.17	1.36	1.28	1.15	0.98	0.97	1.37	1.22		0.64
2009	1.08	1.14	0.76	1.45	1.28	0.92	1.17	1.40	1.40		0.64
2010	1.00	1.02	0.43	0.27	1.05	1.02	1.04	0.99	1.04		0.66
2011	0.79	0.84	0.73	1.05	0.92	0.76	1.08	1.04	0.94	1.25	0.71
2012	0.75	0.96	0.41	0.26	0.81	0.69	1.01	0.91	1.04	1.04	0.89
2013	0.60	0.79	0.61	0.23	0.83	1.01	1.27	0.73	0.75	0.99	0.90
2014	0.67	0.80	0.70	0.36	0.83	1.19	1.04	0.88	0.89	1.04	1.08
2015	0.72	0.83	1.21	0.33	0.93	1.04	0.94	0.90	0.81	1.04	0.87
2016	0.90	0.84	1.78	0.88	0.89	0.95	0.97	1.02	0.85	0.97	0.93
2017	0.99	0.72	0.69	0.51	1.03	1.28	1.03	0.86	0.74	1.09	1.02
2018	1.10	0.82	1.07	0.75	1.00	1.18	1.07	0.61	0.63	1.05	1.16
2019	1.16	0.77	0.52	0.38	1.00	1.03	0.79	0.39	0.73	0.86	1.40
2020	1.22	1.04	0.18	0.40	1.04	1.16	0.91	0.48	0.93	0.83	1.52
2021	1.16	1.01	0.37	0.29	0.99	1.07	0.86	0.63	1.06	0.85	1.65
2022	1.26	1.25	0.93	0.73	0.95	0.82	0.94	0.35	0.86		1.76

各値は全期間の平均で除した相対値、太字はチューニングに使用した CPUE を示す。

補足資料 8 引き続き検討すべき課題の整理

今年度以降における本系群資源評価において、検討すべき課題として、資源評価手法、CPUE 標準化、遊漁・食害・対象海域の漁業について、それぞれ整理し今後取り組むべき課題として取りまとめた（補足表 8-1）。

(1) 資源評価手法

年級群ごとの豊度を精度よく把握するには Age length key は年別作成が理想である。しかし、年齢範囲が広範に及ぶこと、また、1年間の生物測定個体数に限りがあることから、本系群では、毎年作成するには至っていない。そのため、各年齢の漁獲尾数には他年級群の個体も混ざることが考えられる。その場合、ある年に卓越年級群が出現しても、その前後の年に生まれた年級群の漁獲尾数も同時に増加することになる。再生産関係の推定、将来予測においては、現状の Age length key の構造を考慮することが望まれる。年齢別漁獲尾数の推定精度向上のため、市場において漁獲物画像から体長組成の推定を行う手法の検討を進めている。

資源評価の高度化に向け、VPA の手法のさらなる検討、Age length key の構造の考慮、また、チューニング VPA 以外の手法・加入量指標値の探索を検討することは、キンメダイの持続的な利用に向けた中長期的な課題と考える。

(2) CPUE 標準化

立て縄漁業の一部主要港および、底立てはえ縄漁業について情報が入手できていない地区があり、これらの CPUE についてもチューニング VPA の指標として活用することも重要である。加えて、現状、CPUE 標準化には月別のデータを使用しているが、旬別や日別などの細かい単位の情報の収集体制の維持並びに拡充が必要である。底立てはえ縄漁業については、操業海域も広範囲に及ぶことから（樋口ほか 2022）の手法を応用するなど今後の検討が必要である。

今年度は主要漁場である伊豆諸島北部海域に位置する三宅島、静岡県西部でこれまで資源量指数に関する情報がなかった御前崎について、ノミナル CPUE を整理集計し、CPUE 標準化を行い、資源評価に取り込んだ。東京都八丈島地区では、標準化 CPUE の資源評価への取り込みには至っていないが、手法の精査を行った。また、静岡県下田について、CPUE の整理集計を進めた。

(3) 食害・遊漁・対象海域の漁業

キンメダイ漁業における食害とは、操業中に針にかかった漁獲物がサメ等に捕食される現象である。現在の資源評価における漁獲尾数では、食害により漁獲途中で失われた尾数が考慮されていない。この割合が、経年的に同率であれば、自然死亡係数 M を変化させたときの感度解析のように、親魚量、資源量、加入量の傾向は変化しない（図 4-5）。経年的に増減傾向がある場合、資源量、親魚量、加入量の変動傾向が変わる可能性もある。食害については、（高木ほか 2022）等を参考に、本資源の評価対象海域全体における情報収集体制の検討が必要である。今年度は、担当者会議において、各都県の調査方法と結果についての共有を行った。

遊漁に関しては、本報告の3. (2)に記載したとおり、2009年以降のデータがなく、資源評価の漁獲尾数にも考慮されていないため、今後も情報収集が必要と考える。

本評価は関東沿岸から伊豆諸島周辺海域のうち立て縄、底立てはえ縄、樽流しによる漁業を対象とし、移出入は考慮していないものである。太平洋中・南区における沖合底びき網漁業については、漁獲量として、愛知県三重県主要港における水揚量情報を経年的に収集しており、2022年は179トンであった(表3-1)。一方で、令和2年12月以降太平洋中部・南部で操業する沖合底びき網漁業については、漁獲成績報告書の報告対象魚種としてキンメダイが追加された。太平洋中部・南部沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計年報(令和5年1~12月)暫定値(印刷中)によると、キンメダイの海域別漁獲量は72トンで、海域別には伊豆沖2.4トン、遠州沖54.3トン、熊野灘4.4トン、紀州沖8.1トン、紀伊水道0.1トンであった。これらの値は資源評価における年齢別漁獲尾数に考慮されていないため、今後継続的な情報収集が必要であると考える。

引用文献

- 樋口 謙・山口邦久・長野雄太 (2022) 東京都海面におけるキンメダイ底立てはえ縄漁業のCPUE. 黒潮の資源海洋研究, **23**, 137-138.
- 太平洋中部・南部沖合底引き網漁業漁場別漁獲統計年報(令和5年1~12月)
- 高木康次・高田伸二・永倉靖大・吉川康夫 (2022) 伊豆半島東岸沖におけるキンメダイ漁業の食害被害について. 黒潮の資源海洋研究, **23**, 138.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次 (2017) キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, **44**, 1-46.

補足表 8-1. 引き続き検討すべき課題の整理項目

	検討課題
資源評価手法	<ul style="list-style-type: none">・年別年齢別漁獲尾数の推定精度向上・資源評価の高度化に向けた手法の更なる検討
CPUE 標準化	<ul style="list-style-type: none">・標準化 CPUE の精度向上・CPUE 標準化未実施の海域、漁業への拡大・旬別、日別等詳細な情報の収集体制の検討
食害・遊漁・対象海域の漁業	<ul style="list-style-type: none">・情報収集体制の検討