

令和 4（2022）年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：北海道立総合研究機構函館水産試験場、北海道立総合研究機構中央水産試験場、北海道立総合研究機構稚内水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、長崎県総合水産試験場、漁業情報サービスセンター

要 約

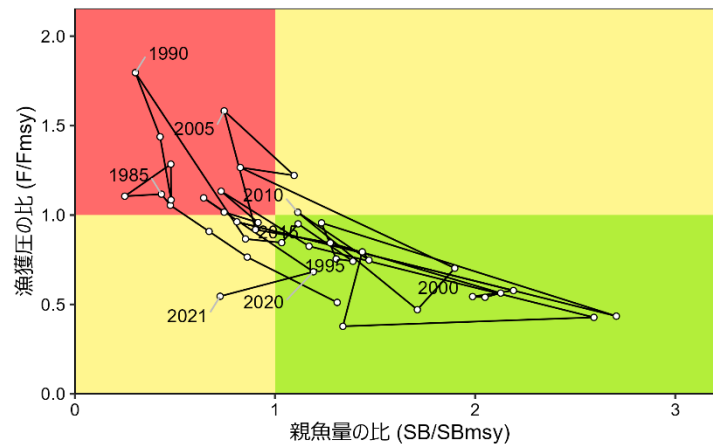
本系群の資源量について、1981～2020 年漁期では、日本海スルメイカ漁場一斉調査（6～7 月）による釣獲試験から得られた標準化 CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）により推定した。2021 年漁期（漁期年は 4 月～翌年 3 月）以降では、当調査の CPUE に加えて、旧中型いか釣り漁業 CPUE および小型いか釣り漁業標準化 CPUE の幾何平均値を資源量指標値として求めた資源量と、本系群に適用される再生産関係を用いて前年の親魚量から計算した資源量の加重平均値を各年の資源量として推定した。資源量は 1980 年代の低い水準から 1990 年代に増加し、1990 年代後半から 2010 年代前半にかけて高い水準で推移した。2016～2019 年漁期は低い加入が続き資源量が減少し、2020 年漁期に一旦は増加したものの、2021 年漁期以降再び減少し、2022 年漁期の資源量は 28.1 万トンと推定された。漁期後の生き残り資源量として推定される親魚量も資源量と同様の推移を示し、2021 年漁期の親魚量は 23.9 万トンと推定され、2022 年漁期の親魚量は 11.7 万トンと予測された。

「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（SB_{msy}: 32.9 万トン）、限界管理基準値（SB_{limit}: 18.9 万トン）、禁漁水準（SB_{ban}: 3.0 万トン）、および漁獲管理規則が定められた。目標管理基準値は最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量であり、2021 年漁期の親魚量はこれを下回るが、限界管理基準値は上回る。また、本系群に対する 2021 年漁期の漁獲圧は MSY を実現する水準（F_{msy}）を下回る。親魚量の動向は近年 5 年間（2017～2021 年漁期）の推移から「横ばい」と判断される。本系群に適用されている 3 年間漁獲量一定方策を基本とする漁獲シナリオでは、親魚量が禁漁水準を下回ると予測されない場合、2022～2024 年漁期の ABC は毎年 12.7 万トンとなっている。将来予測において、2022 年漁期の親魚量は限界管理基準値を下回るが、禁漁水準を下回らないと予測された。一方、2023 年、2024 年漁期における親魚量予測値は、漁獲シナリオの策定時と比べて禁漁水準を下回る確率が増大しており、現在の ABC が 2023～2024 年漁期に継続される場合、資源状態悪化のリスクが高くなることが懸念される。今後の TAC の検討で資源状態悪化リスクの低減を考慮する場合、参照可能な情報として、現在の資源水準を反映した漁獲管理規則案とそれに基づく算定漁獲量を提示した（補足資料 10）。

本系群は、資源量算出の基礎となる調査の時期における資源の分布状況が近年変化してきていると考えられ、資源量推定の不確実性が増大している。本系群は日本海に広く分布し

ていることから、大陸側の資源豊度の把握が極めて重要であるが、現状の我が国の資源評価の体制ではこれらの情報を取り込むことが難しい。また、中国漁船等による漁獲量を正確に把握することは困難であることから、親魚量推定値の不確実性も大きい。我が国における調査および漁業情報の収集のみならず、大陸側の本系群を漁獲する各国からの漁業情報の収集の強化が必要不可欠である。

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	32.9 万トン
2021 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年漁期の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年漁期の親魚量の動向	横ばい
最大持続生産量 (MSY)	27.3 万トン
2023 年漁期の ABC	12.7 万トン
コメント： •ABC の算定は、令和 3 年 12 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、令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに基づく。漁獲シナリオでは、2022～2024 年漁期の漁獲量は年間 12.7 万トンで固定とする。2025 年漁期以降は 3 年毎に調整係数 $\beta=0.4$ とする漁獲管理規則に従って漁獲量を算出し、これを 3 年間一定とする。ただし、親魚量が禁漁水準を下回ることが見込まれる場合は禁漁とする。 •現在の漁獲シナリオに基づく ABC が継続される場合、2023 年、2024 年漁期親魚量予測値が禁漁水準を下回る確率が、漁獲シナリオ策定時より増大しており、資源状態悪化のリスクが高くなることが懸念される。 •本系群の漁期年は 4 月～翌年 3 月である。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合					
漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2017	868	301	236	0.96	27
2018	727	245	207	1.02	29
2019	652	212	197	1.10	30
2020	990	392	204	0.68	21
2021	565	239	96	0.55	17
2022	281	117	50	0.57	18
2023	340	93	127	1.97	42
・2022 年漁期の値は予測資源量と、2022 年の日韓漁獲量推定値(45 千トン)に中国による漁獲量仮定値(5 千トン)を加えた漁獲量に基づく値である。 ・2023 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。 ・2023 年漁期の漁獲量には ABC の値を用いた。					

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
月別・海域別漁獲尾数 (系群別漁獲量)	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) いか釣り漁業漁獲成績報告書(水産庁) 全国イカ水揚げ集計表(全漁連) 主要港漁業種類別水揚量、生物情報収集調査(北海道～長崎(14)道府県) 水産統計(韓国海洋水産部) (https://www.fips.go.kr/p/Main/ 、2022 年 10 月) 漁船活用調査(水研)
資源量指数 ・資源量指標値 ・旧中型いか釣り CPUE ・小型いか釣り CPUE ・幼生分布密度 ・幼イカ分布密度 ・対馬暖流域 50m 平均水温	日本海スルメイカ漁場一斉調査(水研、北海道～鳥取(8)道県による 6～7 月の釣獲調査(1995～2022 年)。なお 1981～2000 年の 6～7 月に行われた調査船・実習船の釣獲調査データも同等に扱う。) ・いか釣り調査 2021、2022 年漁期については、下記に示す旧中型いか釣り CPUE および小型いか釣り CPUE も併せて用いた。 いか釣り漁業漁獲成績報告書(水産庁) 主要港の小型いか釣り月別漁獲量、水揚げ隻数(北海道、青森、石川) 卵稚仔調査(青森～島根(11)府県 10 月、11 月) 日本海スルメイカ稚仔調査(水研 10～11 月、12 月) ・LNP 鉛直曳き、ボンゴネット 日本海スルメイカ新規加入量調査(水研、富山県、石川県、4 月) ・表層トロール 沿岸・沖合海洋観測等調査(青森～島根(11)県) ・CTD
自然死亡係数 (M)	月あたり 0.1(漁期間 6 ヶ月で 0.6)を仮定
漁獲努力量	いか釣り漁業漁獲成績報告書(水産庁)

本系群の漁期年は 4 月～翌年 3 月である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

スルメイカは日本周辺海域に広く分布し、周年にわたり再生産を行っている。このうち、秋季から冬季に発生した群が卓越して多く、産卵時期や分布回遊の違いから本系群と冬季発生系群の 2 系群に分けて評価している。なお、春季から夏季に発生した群も想定されているが(新谷 1967)、資源量および漁獲量は少ない。夏季に発生した群の分布回遊は本系群に近く、春季に発生した群の分布回遊は冬季発生系群に近いことから、本報告書では、これら

の漁獲量および推定資源量をそれぞれ本系群および冬季発生系群に含めて扱った。本系群の主群は、10～12月に主産卵場となる北陸沿岸域から東シナ海北部で発生し、稚仔は対馬暖流により日本海に流入し、日本海で春夏季に北上、秋季に南下する回遊を行う。一部は津軽暖流を通じて太平洋へ、また宗谷海峡を通じてオホーツク海へ回遊し、オホーツク海沿岸や道南太平洋～三陸北部にも分布する（図 2-1）。

（2）年齢・成長

スルメイカは単年生であり、1年で成長・成熟し、産卵後に死亡する。スルメイカの成長は発生時期や分布域および雌雄によって異なるが（浜部・清水 1966、新谷 1967、木所・檜山 1996）、本系群の平均的な成長は図 2-2 のとおりである。

（3）成熟・産卵

スルメイカの雄では、孵化後 7～8 ヶ月から生殖腺が発達し始め（坂口 2011）、約 9 ヶ月で成熟し、雌と交配し始める。雌は雄よりも成熟が遅く、孵化後 10 ヶ月以降、産卵直前になって急速に生殖器官を発達させ、多くのイカ類（Rocha et al. 2001）同様、生活史の最後に産卵して死亡する。しかし、産卵回数が 1 回のみであるとの確証は得られていない（安達 1988、Ikeda et al. 1993）。本系群は主に 10～12 月に北陸沿岸域から東シナ海北部で産卵する（図 2-1）。

（4）被捕食関係

スルメイカの餌料は発育とともに変化する。外套背長 5 cm 未満では主にプランクトンを捕食するが、外套背長 5～7 cm 以上になると成体と同様の体型になるとともに、遊泳力が増大し、魚類を多く捕食ようになる（Uchikawa and Kidokoro 2014）。日本海では海域によって餌料が異なり、沿岸の対馬暖流域ではキュウリエソをはじめとする小型魚類を捕食するが、沖合の亜寒帯冷水域では動物プランクトンが主要な餌料となる（沖山 1965）。

スルメイカはトドに捕食されていた記録があるほか（Goto et al. 2017）、大型魚類や海産ほ乳類によって捕食されると考えられるものの、被食による減耗率は明らかでない。孵化後 100 日前後の若齢個体は共食いによる被食が多い（木所・氏 1999）。

（5）特記事項

スルメイカの資源量は、漁獲の影響に加えてレジームシフトと呼ばれる中長期的な海洋環境の変化と、年による短期的な海洋環境の変化に影響される（村田・新谷 1977、Okutani and Watanabe 1983、Sakurai et al. 2000、木所 2009）。特に 1989 年の北西太平洋における冬季水温の上昇（Hare and Mantua 2000、Yasunaka and Hanawa 2002）は、スルメイカの主産卵場の形成位置（Sakurai et al. 2000、Goto 2002）や回遊経路（Kidokoro et al. 2010）、主発生時期の変化（木所 2009）と関連し、1990 年代以降にスルメイカの資源量が増加した主要因と考えられている。そのため、中長期的な海洋環境の変化、およびスルメイカの生態的な変化を把握することが、今後の資源変動を把握する上で重要である。

近年の環境の変化に関しては、2014/15 年を境として太平洋十年規模振動指数（PDO）の符号が負から正へと反転したことや、近年の様々な浮魚類の資源動向の変化を受け、過去に

マイワシが増加した時期であった寒冷期へとレジームが移行した可能性についての議論もあるが（渡邊ほか 2017、黒田・戸谷 2017）、現段階ではレジームシフトが起きたとは判定されていない。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は主に日本海に分布し（図 2-1）、主に夏から秋に漁獲対象となる。漁場はスルメイカの回遊とともに移動する。我が国では、日本海の沿岸域で主に小型いか釣り漁船（30 トン未満）により、沖合域で旧中型いか釣り漁船（30～200 トン）により漁獲される。沿岸域の漁獲物は主に生鮮で、沖合域の漁獲物は主に冷凍で水揚げされる。本系群は我が国のほか、韓国、中国、北朝鮮およびロシアでも漁獲されるが、中国と北朝鮮の漁獲の実態は不明である。本資源評価での漁獲量としては、日本と韓国の統計値に、中国の漁獲量仮定値を加えたものを使用した（後述）。北朝鮮による漁獲量に関する情報は無く、ここでは考慮しなかった。また、ロシアによる漁獲は 5,000 トン近い年もあるが、公表値でなく、500 トン未満と少ない場合が多いためここでは考慮しなかった。各国の漁獲動向や、我が国の漁業種別漁獲動向については補足資料 7 にまとめた。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量の推移（日本＋韓国＋中国の仮定値）を図 3-1 および表 3-1、表 4-1 に示す。1978 年以前の漁獲量は各系群に配分することが困難であることから、本系群が大部分を占めていたと想定される日本漁船による日本海での漁獲量を参考値として示した。なお、スルメイカは両系群とも 4 月～翌年 3 月を漁期年と定義するが、本系群の漁期は 4 月から 11 月までであるため、漁期年と暦年（1～12 月）で集計される漁獲量は同じである。本系群の漁獲量は、1980 年代は平均 15.7 万トンであったが、韓国の漁獲量の急速な増加により 1996 年漁期および 1999 年漁期には 30 万トンを超え、1970 年代前半の日本海の漁獲量と同程度まで増加した。以降、日韓合計の漁獲量は 2000 年前後をピークとして減少したが、2005 年漁期以降に中国漁船による漁獲が本格化し、2005 および 2006 年漁期で 38 万トン前後のピークとなり、以降は減少傾向で、2020 年漁期で 20.4 万トン、2021 年漁期は 9.6 万トンであった。なお、2005 年漁期以降の漁獲量は、中国漁船による漁獲量（仮定値）を含む。中国漁船の動向として 2004 年から主に 2 そうびき船が北朝鮮水域に入漁しており、近年は灯火網船も加わり、漁船数は多い時では 1,000 隻を超えると報告されている（チョほか 2016）。本報告書では中国漁船による漁獲量として、韓国の調査報告（チョほか 2016）、近年の報道、および人工衛星等を活用した漁業活動の調査（Park et al. 2020、補足資料 6）から、中国が北朝鮮水域に入域した 2004～2020 年漁期については、中国漁船による漁獲が少なかったと推測される 2004 年、2009 年および 2013 年漁期以外では、平均的に年間 15 万トンあったと仮定した（久保田ほか 2020a、補足資料 7）。一方、2021 年、2022 年漁期については北朝鮮水域での中国漁船数が 2020 年以前と比べて減少していることから（補足資料 6 および 7）、中国漁船の漁獲努力量が相対的に減少していると考えられる。そこで、2021 年漁期および 2022 年漁期については、2018～2020 年漁期の平均累積出漁隻数に対する各年の累積出漁隻数の相対値を用いて従来の中国の漁獲圧（F）を引き下げた。結果、2021 年、2022 年漁期それぞれ

れの中国の漁獲圧から求められた中国漁獲量の仮定値はそれぞれ 31,116 トン、5,079 トンとなった（表 3-1 および補足表 8-1）。なお、中国の漁獲量を従来通りの 15 万トンで一定とした場合の 2021 年、2022 年漁期の本系群の漁獲量を補足資料 8、補足表 8-1 に示した。

近年の我が国の漁況の特徴として、2018 年までは沖合漁場、沿岸漁場ともに北偏傾向があり、また対馬暖流が流れる沿岸域での漁獲の低下がより顕著であったことから、日本海の水水温の上昇が、漁場の北偏および沖合化に影響したと考えられた。しかし 2019 年以降、海水温が高い傾向は継続しつつも、北海道日本海側での漁獲が沿岸・沖合とも大きく減少し、主要ないか釣り漁場は沖合域では大和堆周辺もしくは本州近海に、沿岸域では津軽海峡の本州沿岸にそれぞれ変化した。また、2019 年からは石川県以北の本州日本海側での底びき網での漁獲が急増しており（補足図 7-4）、スルメイカの鉛直的な分布に変化が起きた可能性が考えられ、こうした変化と北方海域への回遊の減少との関連も考えられる。我が国での漁獲量は総じて少ない状況が続いているものの、2019 年もしくは 2020 年以降、産卵期・産卵場近辺への来遊に増加の兆しが観察されており（補足図 4-5、7-3）、今後注視する必要がある。

2022 年 11 月 18 日現在での 2022 年 4～9 月のスルメイカ秋季発生系群の漁獲量は、我が国の沿岸漁業（いか釣り、定置、底びき等）で 8,400 トン、沖合漁業（いか釣り）で 3,289 トン、韓国で 24,579 トン、合計 36,268 トンで、それぞれ前年同期の 125%、54%、75%、合計で 79%、過去 5 年平均の 72%、49%、84%、合計で 76%であった。なお、ここでの我が国の漁獲量のうち、生鮮水揚げ量は全国イカ水揚げ集計表（全漁連）による集計値を 2021 年（暦年）の比率で漁業・養殖業生産統計年報（以下、「農林統計」）相当に引き延ばした値である。冷凍水揚げ量（沖合のいか釣り）は、2021 年以前はいか釣り漁業漁獲成績報告書（水産庁、以下「漁績」）に基づく月別・海域別漁獲量を過去の漁績と農林統計値の比率で引き延ばした値である。漁績が未集計である 2022 年の冷凍水揚げ量は、漁船活用調査（水研）により得られる調査対象 10 隻の月別・海域別漁獲量を過去の同調査と漁績との比率、および漁績と農林統計値の比率を利用して推定した。

（3）漁獲努力量

本系群を対象とする日本海沖合域の旧中型いか釣り漁船の漁獲努力量（5～10 月の日本海および 5～11 月の東シナ海における操業日数）は、1980 年代半ばまで年間およそ 7 万～10 万日・隻であったが、1990 年代以降減少し、2000 年代にはおおむね 2 万日・隻台を下回った（表 3-2、図 3-2）。2007 年漁期以降は 1 万日・隻前後、2013 年漁期以降は 1 万日・隻未満が継続しており、2019～2020 年漁期は 5,000 日・隻を下回ったが、2021 年漁期は 5,558 日・隻となった。漁獲努力量の長期的な減少には沖合域で操業する漁船数が年々減少していること（三木 2003、四方 2009）や 2016 年漁期以降の資源の減少の影響がある。また 2019 年漁期および 2020 年漁期ではアカイカの漁期の拡大（阿保ほか 2022）に伴い、スルメイカを狙った操業が減少したことも関係している。

4. 資源の状況

（1）資源評価の方法

本系群では、日本海スルメイカ漁場一斉調査により得られた結果に基づき、資源量推定を

行った（補足資料 1）。資源量の推定方法の概要は下記のとおりであり、詳細は補足資料 2 に示す。

- ア) 6 月中旬～7 月中旬の日本海スルメイカ漁場一斉調査（1995 年以降。なお、1981～2000 年の 6～7 月に行われた調査船・実習船による釣獲調査の結果も本調査と同等に扱う、補足資料 4）の結果から分布状況を把握するとともに、各調査点で CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）を求め、併せて水温、外套背長組成等を記録した。1981～2020 年漁期については、これらの調査で得られた CPUE を標準化し資源量指標値とした（調査 CPUE）。なお、本年の評価では前年度からさらに改善した標準化手法を採用した（補足資料 2）。
- イ) 資源尾数は、上記の調査で得られた標準化 CPUE に基づく資源量指標値に比例すると仮定し、資源量指標値に比例定数（ q ）を乗じて推定した。資源量は資源尾数に漁獲物の平均体重として 280 g を乗じることにより求めた。
- ウ) 比例定数（ q ）は、2000 年以前の漁獲係数の平均値が、1979～2000 年の 6～11 月に行われた調査船・実習船による釣獲調査で得られたデータ（CPUE）の日間減少率から推定した平均的な漁獲係数（ $F^* = 0.447$ ）と同値になるように求めた。
- エ) 親魚尾数は、資源尾数を自然死亡係数 M で減耗させ、漁獲尾数を差し引くことにより求めた。漁獲尾数は漁獲量を平均体重 280 g で割ることで求めた。自然死亡係数 M は月あたり 0.1、漁期 6 ヶ月間で 0.6 と仮定した。
- オ) 2021 年漁期は、ア) で求めた 2021 年の調査 CPUE、2021 年漁期の旧中型いか釣り CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量、漁績より算出）と 2021 年漁期の主要 4 港の小型いか釣り CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）の標準化した値の幾何平均を資源量指標値とし、この指標値から資源尾数を求めた。このとき用いる比例定数（ q ）は、イ) と同じ手法に幾何平均 CPUE をあてることで求めた（補足資料 2）。また、2020 年親魚尾数と再生産関係（後述、図 4-8）を用いた前進計算により資源尾数を求めた。3 つの指標値から得た資源量と前進計算により得た資源量を平均することにより 2021 年漁期の資源尾数を求めたが、それぞれの重みが同じになるように 3:1 の重み付けにより平均した。また、前進計算においては近年の加入の状態が反映されるように、再生産関係における近年の残差（2016～2020 年漁期）を適用して 5 通りの資源尾数予測値を計算し、それらの平均値を 2021 年漁期の前進計算による資源尾数とした。
- カ) 2022 年漁期についてもオ) と同様に、2022 年の調査 CPUE、2022 年漁期の旧中型いか釣り CPUE（漁船活用調査（10 隻）から求めた値）と 2022 年漁期小型いか釣り CPUE の標準化値の幾何平均から資源尾数を求めた。ここで用いた比例定数（ q ）はオ) と同値である。また、オ) で求めた 2021 年漁期の資源尾数から得られた同年漁期の親魚尾数と再生産関係からの前進計算により資源尾数を求めた。オ) と同様に 2 つの資源尾数の重みづけ平均値を 2022 年漁期の資源尾数とした。前進計算においては、オ) と同じく 2016～2020 年漁期の残差を適用した。

2021 年および 2022 年漁期に関しては、日本海での漁業の経過を考慮すると、日本海スルメイカ漁場一斉調査は本系群の分布を捉えるには十分ではなく（補足資料 7）、オ) およびカ) で述べた手法により資源尾数を推定した（補足資料 2）。なお、日本海における我が国

の排他的経済水域（EEZ）における本系群の豊度の情報を広く活用するため、漁業由来の CPUE も評価に用いた。

令和元～3 年度の評価では、2019 年漁期についてもオ) に述べた前進計算により資源量を求めていたが、標準化手法の改善により調査 CPUE が資源豊度を反映するようになったと判断し、前進計算を適用しなかった。このように 2019 年漁期については、従来手法により資源尾数を推定したことから、2021 年、2022 年漁期の資源尾数を再生産関係で予測（前進計算）する際に用いる残差に 2019 年漁期も含めた。

各年の調査 CPUE から求めた資源量指標値に基づく資源量、親魚量の試算結果および、前進計算を 2021 年、2022 年漁期に連続して行った場合の試算結果については補足資料 9 に示す。また、本系群では、毎年新たな標準化によって資源量指標値を求めるため、傾向的に大きく異なることはないものの、資源量指標値が過去に遡って更新される（補足図 2-2、2-3）。今年度採用した資源量の算出手法により、2019 年漁期および 2021 年漁期資源量は、前年評価で求めた資源量（61.4 万トンおよび 93.1 万トン）はそれぞれ 65.2 万トン、56.5 万トンとなった。

2021 年、2022 年漁期の本系群の漁獲圧は、3-(2)で述べたように、中国が 15 万トン漁獲したと仮定した 2018～2020 年漁期の平均の F を 2021 年、2022 年漁期の中国の努力量の減少に応じて引き下げた漁獲圧から求めた中国の漁獲量仮定値（2021 年 3.1 万トン、2022 年 0.5 万トン）と日韓の漁獲量を足し合わせて求めた本系群の漁獲量から算出している。

まず、2018～2020 年漁期の各年の中国の F は、補足資料 2 の式 2 において漁獲量に中国漁獲量仮定値（15 万トン）を当てはめて求め、2018～2020 年漁期各年の F を平均した。次に、2018～2022 年漁期の中国の漁獲努力量については、人工衛星の合成開口レーダ（PALSAR-2）による 2 そうびき船のモニタリング結果（補足資料 6）に基づき、2018 年漁期以降の各年について中国 2 そうびき漁船の累積出漁隻数を求めた。2018～2021 年漁期は 5～12 月の情報が利用できるが、2022 年漁期については 5～9 月までが利用可能であった。確認された中国 2 そうびき船の月間最大値（ペア数）を各月の代表値（出漁隻数）として、各年漁期における累積出漁隻数（累積ペア数）を計算した。2018～2020 年漁期については、各年の累積出漁隻数の平均値を求めた。次に、2021 年、2022 年漁期それぞれの累積出漁隻数から、2018～2020 年漁期の平均累積出漁隻数に対する比率（2021 年漁期：0.25、2022 年漁期：0.08）を求めた。なお、2022 年漁期の比を求めるにあたり、2018～2020 年漁期についても 5～9 月の累積出漁隻数を用いた。2018～2020 年漁期の中国の平均 F に 2021 年、2022 年漁期それぞれの比率を乗ずることで各年の中国の F を算出し、各年の中国漁獲量を算出した。なお、2021 年、2022 年漁期にも中国漁船が過去と同程度の漁獲努力量で漁獲した場合（中国漁獲量仮定値を 15 万トンとした場合）の試算結果については補足資料 8 に示す。

次に 2022 年漁期の日韓の漁獲量は、2019～2021 年漁期の各年について年間漁獲量と 9 月までの秋季発生系群の累積漁獲量の比率の過去 3 年平均（0.81）と 2022 年の 9 月までの累計漁獲量から推定した（4.5 万トン、詳細は補足資料 5 に示す）。なお、前年度までと同様の手法（日韓のみの漁獲量から求めた過去 3 年平均 F（0.12）から算出）で求められる 2022 年漁期の日韓漁獲量推定値は 2.3 万トンであるが、2022 年漁期の 4～9 月までの漁獲量（3.6 万トン、3-(2)）がこれを上回っており、資源解析に用いなかった。

(2) 資源量指標値の推移

日本海スルメイカ漁場一斉調査（補足資料 4）における CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）の標準化 CPUE を資源量指標値として用いた（図 4-1、表 4-1）。2021 年、2022 年漁期については（1）のオ）およびカ）で述べたように漁業による指標値（旧中型いか釣り CPUE および小型いか釣り標準化 CPUE、補足表 2-1 および補足資料 7）も用いて算出した。資源量指標値は 1980 年代前半に減少し、1986 年に 0.26 となった。1990 年以降増加傾向に転じ、1997 年に 2.05 と最も高い値となった。1998 年に 0.79 となった後、1999～2015 年で 0.86～1.95 と比較的高い値で推移していたが、2016 年以降は 2020 年を除き 1 を下回った。2021 年および 2022 年の調査による標準化 CPUE はそれぞれ 0.38、0.18 と低い値をとったが、これら 2 年については調査および漁業の指標値の幾何平均から求めた 0.44、0.34 をそれぞれ資源量指標値とした（補足表 2-1）。本報告書では、漁業の指標値として日本の漁業の情報を取り入れたが、大陸側の情報として、韓国の近海いか釣り漁業の CPUE 情報がある（補足資料 7、9）。韓国近海いか釣り漁業 CPUE は、2001 年漁期以降整理されているが、操業隻数情報がないため、年間登録隻数あたりの漁獲量となっていること、また 2022 年に関しては漁獲量情報に推定値をあてているといった不確実性に関する課題が多く、本報告書では採用しなかった（補足資料 7）。韓国の漁業情報を含めた場合の試算結果（補足資料 9）では、韓国の漁業情報の有無による資源解析結果への影響はほとんど見られなかった。

(3) 資源量と漁獲量の推移

本系群について推定された資源量は、1986 年漁期に 25.4 万トンとなった後、1990 年代に増加し、1997 年漁期に最大の 199.6 万トンとなった（図 4-2、表 4-1）。翌 1998 年漁期にいったん 76.9 万トンとなったが、1999 年漁期以降、80 万～190 万トン台で推移した。資源量は 2014 年漁期に 190.7 万トンとなった後、減少傾向となり、2016 年漁期以降 60 万～90 万トン台で推移した。2021 年、2022 年漁期の資源量はそれぞれ、56.5 万トン、28.1 万トンと推定された。

漁獲割合は、1980 年代は概ね 25%を超え、1990 年漁期に最高値の 43%となった（図 4-2、表 4-1）。その後、漁獲割合は資源量の増加とともに低下し 14～27%程度で推移した。2005 年漁期以降に中国の漁獲が本格化するに伴って漁獲割合は再び高まり、30%を超える年もあった。2021 年および 2022 年漁期はそれぞれ 17%、18%であった。

漁獲係数 F （図 4-3、表 4-1）は 1980 年代後半に上昇し、1990 年漁期に 0.86 となった後に低下し、1991～2004 年漁期では 0.21～0.46、2005～2020 年漁期では 0.18～0.76 となった。2021 年漁期の F は 0.26 となった。

親魚量は、資源量と同様に 1980 年代後半には減少傾向にあったが、1991 年漁期以降増加し 1997 年漁期に 89 万トンとなった（図 4-2、表 4-1）。親魚量はいったん 1998 年漁期に 27 万トンとなった後、2004 年漁期までは 30 万～70 万トン程度で推移した。中国の漁獲が開始された 2005 年漁期以降も概ね 30 万トン以上で推移していたが、資源量の減少に伴い 2016 年漁期以降緩やかに減少した。2020 年漁期に親魚量は 39.2 万トンに増加したものの、2021 年漁期は 23.9 万トンとなった。2022 年漁期の親魚量は資源量を上述（4-(1)）の漁獲の仮定による $F_{2022}=0.27$ および自然死亡係数（ M ）を適用し減耗させた残存資源量として推定し

た値で 11.7 万トンと予測された。資源計算の際に仮定した自然死亡係数 (M) を変化させた場合の親魚尾数を図 4-4 に示す。仮定した $M=0.6$ に対して $M=0.3, 0.9$ で計算したところ、2022 年漁期の親魚尾数は 2.9 億～5.9 億尾に変化した。

加入尾数と再生産成功率 (RPS) の推移を図 4-5 と表 4-1 に示した。再生産成功率は、前年の親魚 1 尾あたりの加入尾数として求めた。なお、スルメイカでは加入尾数は資源尾数と同義である。RPS は資源が増加傾向にあった 1990 年代では 3 前後であったが、2000 年漁期以降では 2 前後の年が多くなった。2021 年、2022 年漁期の RPS は、各年の資源量が 4-(1) で述べた推定によるものであるが、それぞれ 1.44、1.18 となり、2021、2022 年漁期の加入の水準は低かった。

本系群の資源評価では、漁獲量、漁獲率、漁獲圧 (F)、漁期後の残存資源量として計算される親魚量および再生産成功率 (RPS) は他国の漁獲量の仮定による不確実性を伴うことに注意を要する。このため、特に中国および北朝鮮の漁獲動向に関する情報を強化することが不可欠である。

(4) 加入量当たり親魚量 (SPR) および 2022 年漁期の漁獲圧

我が国の漁業資源の評価において、年齢構成のある資源では、漁獲圧を比較検討する際に、年齢別選択率の影響を考慮する必要があることから、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ている。このとき、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) によって漁獲圧の推移を表現しており、漁獲圧が低いほど %SPR は大きな値となる。一方、スルメイカは単年生資源であるため、漁獲圧を比較するにあたって年齢別選択率を考慮する必要はないが、他の年齢構成のある資源と同様に、%SPR の推移を図 4-6、表 4-1 に示す。2022 年漁期の漁獲圧 (F_{2022}) を %SPR に換算すると 76% となった (図 4-7)。令和 2 年 7 月開催の「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}) として推定された値 (久保田ほか 2020a) は %SPR に換算すると 62% に相当する。2022 年漁期の漁獲圧 (F_{2022}) は F_{msy} および $F_{30\%SPR}$ を下回る。

(5) 再生産関係

親魚量 (尾数) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-8 に示す。令和 2 年 7 月開催の「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ケースティック型再生産関係が適用されている (久保田ほか 2020a)。再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは、同報告書 (久保田ほか 2020a) に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産関係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

「管理基準値等に関する研究機関会議」(久保田ほか 2020a) で提案された現在 (1981 年以降) の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) および MSY を実現する漁獲圧 (F_{msy}) を補足表 3-2 に示す。令和 3 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」、および令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て、この MSY

(27.3 万トン) を実現する親魚量 (SB_{msy} : 32.9 万トン) を目標管理基準値とする資源管理目標が定められた。また、MSY の 75% の漁獲量が得られる親魚量 (SB_{limit} : 18.9 万トン) が限界管理基準値、MSY の 15% の漁獲量が得られる親魚量 (SB_{ban} : 3 万トン) が禁漁水準とされた (図 4-9)。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-10 に示す。本系群における 2021 年漁期の親魚量は 23.9 万トンと推定され、MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) を下回った (SB_{msy} の 0.73 倍) が、限界管理基準値は上回った。親魚量の動向は、近年 5 年間 (2017~2021 年漁期) の推移から横ばいと判断される。また、本系群の漁獲圧は 2018~2019 年漁期にかけては MSY を実現する漁獲圧 (F_{msy}) を上回ったが、2020 年漁期以降は F_{msy} を下回っている。2021 年漁期の漁獲圧は、F_{msy} を下回り、その 0.55 倍であった。

本系群の資源状態に影響する環境要因の分析は今後の重要な検討課題である。その際、3-(2) および補足資料 7 に示した漁業の状況から 2019 年漁期以降、分布・回遊にそれまでとは異なる変化が起きており、特に 2021 年および 2022 年の調査船調査において、資源の主体を捉えられない可能性が高いこと (4-(1)、補足資料 4) に留意しなくてはならない。

5. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で予測した 2022 年漁期の資源量から、2023~2052 年漁期までの将来予測計算を行った (補足資料 2)。将来予測における加入量は、ホッケー・スティック型再生産関係式を用いて予測した。加入量の不確実性として、本系群では今後 5 年間は直近 5 年間のような親魚量から予測される加入量よりも低い加入の傾向が続き、その後徐々に過去の平均的な加入状況に戻ると想定したバックワードリサンプリング法を適用し、10000 回の繰り返し計算を行った。なお、最終年となる 2022 年漁期の加入量の推定に用いた旧中型いか釣り漁業の CPUE は暫定値 (漁船活用調査 10 隻分の情報) であることから、直近 5 年の加入は 2017~2021 年漁期の加入の残差を用いた (補足図 2-1)。

資源評価においては、翌年の加入量を予測するにあたり当年の親魚量および加入変動を予測する必要があるが、これらの予測には誤差が伴うため将来予測で考慮した (補足資料 2)。2022 年漁期の漁獲量および漁獲圧には、4-(1) で述べた 2022 年漁期漁獲量 (日韓 4.5 万トン、中国漁獲量仮定値 0.5 万トン、計 5.0 万トン) と漁獲圧 (2022 年漁期漁獲量から求めた、 $F_{2022}=0.27$) を用いた。将来予測における現状の漁獲圧は、2019~2021 年漁期の平均漁獲圧 ($F_{2019-2021}$ 、補足表 3-5) とした。2023 年漁期以降の漁獲圧は、令和 3 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」、および令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て決定された漁獲シナリオに従った。なお、将来における漁獲量は、日本だけでなく本系群を漁獲するすべての国の漁獲量の合計であり、その合計漁獲量は漁獲管理規則に基づき算定されたものである。

(2) 漁獲管理規則

「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、1A 系資源の漁獲管理規則と

して、親魚量が限界管理基準値を下回ると禁漁水準まで直線的に漁獲圧を下げるとともに、漁獲圧の上限となる F_{msy} には調整係数 β を乗じるものを基本としている。ただし、本系群での「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量 3 年間一定方策を基本とする漁獲シナリオでは、2022～2024 年漁期の漁獲量は毎年 12.7 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に調整係数 $\beta = 0.4$ とする漁獲管理規則に従って漁獲量を算出するとされている。なお、漁獲量を一定とする期間であっても親魚量が禁漁水準を下回ることが見込まれる場合は禁漁となる。なお、令和 3 年 12 月の「資源管理方針に関する検討会」の時点では、2022 年漁期からこの漁獲シナリオに基づいて漁獲管理が行われた場合、管理開始から 5 年後の 2026 年漁期に親魚量が限界管理基準値を上回る確率は 89%、管理開始から 10 年後の 2031 年漁期に親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 66% と予測されていた。

(3) 2022 年漁期の予測値と 2023 年漁期の ABC の算定

2022 年漁期終了後の親魚量は 11.7 万トンと見込まれ、限界管理基準値（18.9 万トン）を下回るものの、禁漁水準（3 万トン）を下回らないと予測される。その場合、5-(2)で述べた漁獲シナリオに基づいて算定された漁獲量は 2024 年漁期まで 3 年間固定することとされている。したがって、2023 年漁期の ABC として 12.7 万トンを提示する（補足表 3-4）。

(4) 2023 年漁期以降の予測

2023 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 に示す。将来予測では、2023～2024 年漁期の漁獲量を 12.7 万トン、ただし親魚量が禁漁水準（3 万トン）を下回った場合は 2024 年漁期まで禁漁とするものとし、2025 年漁期以降は 3 年ごとに調整係数を $\beta = 0.4$ とする漁獲管理規則に従って漁獲量を算出し、これを 3 年間一定とするが、親魚量が禁漁水準を下回った場合は、翌年から残りの漁獲量一定の期間について禁漁とする管理を行うものとした。また、10000 回の計算の中で、漁獲量と自然死亡を合わせると親魚量が計算上 0 以下になってしまう場合、僅かながら親魚量が残るよう漁獲尾数を下方修正した。その結果、将来予測における漁獲量の平均値が、3 年間一定とならない場合が生じている。管理開始から 5 年後の 2026 年漁期親魚量の予測値は平均 13.1 万トン（90%予測区間は 0.1 万～46.6 万トン）で限界管理基準値を上回る確率は 25%、10 年後の 2031 年漁期親魚量の予測値は平均 30.4 万トン（90%予測区間は 0.8 万～86.9 万トン）で目標管理基準値を上回る確率は 41%である。令和 3 年 12 月の「資源管理方針に関する検討会」の時点では、上記の確率はともに 50%を上回ると予測されていたが、今年度評価では管理開始 5 年後の 2026 年漁期親魚量が限界管理基準値を上回る確率および管理開始 10 年後の 2031 年漁期親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 50%を下回った。今年度評価で 2022 年漁期の推定資源量が予測を大幅に下回ったことに伴い、予測される漁獲量が ABC を下回っているものの、2022 年漁期親魚量（11.7 万トン）も上記会議の時点での予測値（ $\beta = 0.4$ で平均 46.3 万トン（宮原ほか 2021））から大きく下回ったことが主要な要因と考えられる。予測を大きく下回った理由としては、2021～2022 年漁期に採用した資源量推定手法による 2021 年漁期資源量の下方修正が挙げられる（補足資料 10）。なお、今年度評価において、漁獲シナリオに基づく ABC（12.7 万トン）を継続する場合、2023 年および 2024 年漁期における禁漁水準を下回る確率

はそれぞれ 20%と 45%であり、また 2026 年漁期および 2031 年漁期に当水準を下回る確率はそれぞれ 31%と 16%である。以上から、近い将来において本系群の資源水準が禁漁水準を下回る確率が、漁獲シナリオの策定時よりも高くなっており、現在の漁獲シナリオによる ABC が継続される場合、資源状態悪化のリスクが高くなることが懸念される。そこで補足資料 10 では、下方修正した 2021 年漁期資源量を反映した漁獲管理規則案を改めて検討し、それに基づく将来予測とリスク評価を実施した。その結果、2022～2024 年漁期の算定漁獲量は毎年 5.8 万トンとなった。この算定漁獲量を 2023～2024 年漁期の漁獲量として将来予測した場合、資源状態悪化のリスクは低くなった。

参考情報として、2025 年漁期以降に異なる調整係数 β を用いた場合、および現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果についても示す。仮に 2025 年漁期以降の漁獲圧をゼロにした場合 ($\beta=0$) の 2026 年漁期親魚量の予測値は平均 16.1 万トン (90%予測区間は 0.1 万～60.0 万トン) で、限界管理基準値を上回る確率が 32%であり、2031 年漁期親魚量の予測値は平均 40.4 万トン (90%予測区間は 1.0 万～100.4 万トン) で、目標管理基準値を上回る確率が 62%である。現状の漁獲圧を継続した場合の 2026 年漁期の親魚量の予測値は平均 16.4 万トン (90%予測区間は 4.6 万～39.0 万トン) で、限界管理基準値を上回る確率は 32%であり、2031 年漁期の親魚量の予測値は平均 25.9 万トン (90%予測区間は 4.7 万～60.2 万トン) で、目標管理基準値を上回る確率は 30%である。

「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基づく管理を継続した場合、親魚量が限界管理基準値を 50%以上の確率で上回る漁期年は、2029 年漁期以降と予測された。また、目標管理基準値を 50%以上の確率で上回る漁期年は、2033 年漁期以降と予測された。異なる β を使用した場合の将来予測結果より、仮に 2025 年漁期以降の漁獲圧をゼロにした場合には ($\beta=0$)、親魚量が限界管理基準値および目標管理基準値を 50%以上の確率で上回るのはそれぞれ 2028 年漁期、2030 年漁期になると予測された。

6. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は 1980 年代の低い水準から 1990 年代に増加し、1990 年代後半から 2010 年代前半にかけて高い水準で推移した。2016～2019 年漁期は低加入の年が続き資源量が減少し、2020 年漁期にいったん増加したものの、2021 年漁期に再び減少し、2022 年漁期は過去 2 番目に低い値と推定された。本系群の親魚量は資源量と同様の推移を示し、2000～2015 年漁期まで概ね 30 万トン以上で、MSY を実現する親魚量 (SBmsy、32.9 万トン) を上回っていたが、2016 年漁期以降は 2020 年漁期を除き SBmsy を下回った。2021 年漁期の親魚量 23.9 万トンで、SBmsy を下回り、限界管理基準値 (SBlimit、18.9 万トン) は上回った。また、2021 年漁期の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を下回った。2022 年漁期の親魚量は 11.7 万トンで、限界管理基準値を下回るものの、禁漁水準 (3.0 万トン) を上回ると予測された。

本種は単年生であることから、資源量の年変動が大きい。そのため、2022 年漁期以降の本資源の管理では、漁獲量 3 年間一定方策に基づく漁獲シナリオが採用された。一方で、ABC が 3 年間一定であるため、ABC の計算に用いる直近年の資源量の推定結果が複数年にわたり影響する。今年度 2021～2022 年漁期に採用した資源量推定手法により 2021 年漁期

資源量が下方修正された。その結果、現在の漁獲シナリオに基づく ABC を 2023～2024 年漁期に継続する場合、資源状態悪化のリスクがこれまでの想定以上に高くなることが示された。この結果を踏まえ、今後の TAC の検討において、資源状態悪化リスクの低減を考慮する場合に参照できる情報として、現在の資源水準を反映した漁獲管理規則案とそれに基づく算定漁獲量を提示した（補足資料 10）。

7. その他

(1) 資源量推定について

2021 年漁期以降については、同年の調査船調査 CPUE の標準化から資源量指標値を求め、資源量を算出することが適当でないと判断される状況であった（補足資料 7）。その原因として、日本海スルメイカ漁場一斉調査の調査時期における調査範囲内外での資源の分布様式がこれまでと異なる状況にある可能性が考えられる。今後の対応策として、まずは我が国での調査や漁況から資源量推定に利用できる情報収集の強化と資源量推定手法の改善が早急に必要であり、評価手法として複数の資源量指標値を利用できる状態空間モデルによる資源動態の推定手法の検討を進めている（Nishijima et al. 2020、久保田ほか 2020b）。あわせて日本海スルメイカ漁場一斉調査以外の調査結果（例えば産卵期の親魚の来遊情報として 10～11 月稚仔調査結果、補足資料 4-(2)）や漁況の情報の活用も検討する必要がある。加えて、我が国 EEZ 外での資源の分布状況の定量的な把握に向けた取り組みも必要である。

(2) その他

スルメイカの再生産関係は中長期的および短期的な海洋環境の変動に影響される（Okutani and Watanabe 1983、村田・新谷 1977、Sakurai et al. 2000、木所 2009）。そのため、海洋環境や幼生の分布状況等の調査、漁況のモニタリングを継続して資源や環境の動向を把握することが重要である。特に北偏・沖合化が進行していた 2018 年漁期まで分布の傾向とは異なる変化が、2019 年漁期以降に起きていることに留意し、再生産や分布回遊の変化に影響する要因を明らかにしていくことが重要である。

本系群の資源評価では、漁獲量、漁獲率、漁獲圧（F）、漁期後の残存資源量として計算される親魚量および再生産成功率（RPS）は他国の漁獲量の仮定による不確実性を伴う。さらに、2021 年漁期以降の資源の分布状況の変化に伴い、本系群の資源評価で重要なプロセスである資源量の推定では大陸側の資源豊度の把握が極めて重要となるが、現状の我が国の資源評価の体制ではこれらの情報を取り込めず、結果として我が国の資源評価の結果に重大な不確実性をもたらす。したがって、大陸側の本系群を漁獲する各国からの漁業情報の収集は、特に資源の分布パターンに変化が見られる近年において必要不可欠である。

スルメイカは年齢組成のある資源と異なり、単年生の生物資源であり、新たに産まれた資源が翌年の漁獲対象資源の全てとなる。従って、加入量予測の誤差が、そのまま漁獲対象資源全体の誤差となる。例えば、2021 年、2022 年漁期の本系群の加入の状況は、2 年連続して再生産関係から大きく外れ、加入が悪い状況にあった（図 4-8）。このような加入の不確実性のほか、予測される漁獲量にも、年齢組成のある資源よりも高い不確実性が伴う。さらに、親魚量を推定するにあたっては漁獲量情報が不可欠であるが、本系群では正確な量が把握できず仮定値とせざるを得ない漁獲量があることも予測の誤差を生む要因として大きい。

漁獲管理に際しては、こうした資源評価の不確実性を十分考慮することが重要である。本系群は我が国および韓国以外の国によっても漁獲されているため、管理にあたっては、各国の漁獲量や努力量等を正確に把握した上で、国家間の相互協力のもとで資源の評価・管理を行える体制整備が必要である。

8. 引用文献

- 阿保純一・松井 萌・加賀敏樹・岡本俊・久保田洋・若林敏江・酒井光夫 (2022) アカイカ 北太平洋. 令和 3 年度国際漁業資源の現況. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京.
https://kokushi.fra.go.jp/R03/R03_70_OFJ.pdf (last accessed Nov 11th, 2022)
- 安達二郎 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ, *Todarodes pacificus* Steenstrup, の漁業生物学的研究. 島根水試研報, **5**, 1-93.
- 新谷久男 (1967) スルメイカの資源. 水産研究叢書, 16, 日本水産資源保護協会, 66 pp.
- チョ ジョンヒ・チョン ミョンファ・ムン ソクラン・イ ドンリム・キム セイン (2016) 中国漁業北朝鮮水域操業被害調査研究 (중국어선 북한수역조업피해조사 연구). 韓国海洋水産開発院. 1-113. (韓国語)
- Goto, T. (2002) Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan and its implication for locating spawning grounds. Bull. Mar. Sci., **7**, 299-312.
- Goto, Y., A. Wada, N. Hoshino, T. Takashima, M. Mitsunashi, K. Hattori and O. Yamamura (2017) Diets of Steller sea lions off the coast of Hokkaido, Japan: An inter-decadal and geographic comparison. Mar. Ecol., **38**, e12477
- 浜部基次・清水虎雄 (1966) 日本海西南海域を主としたスルメイカの生態学的研究. 日水研報, **16**, 13-55.
- Hare, S. R. and N. J. Mantua (2000) Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. Prog. Oceanogr., **47**, 103-145.
- Ikeda, Y., Y. Sakurai and K. Shimazaki (1993) Maturation process of the Japanese common squid *Todarodes pacificus* in captivity. In: Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology, ed. Okutani, T., R. K. O'Dor and T. Kubodera, Tokai University Press, Tokyo, pp. 179-187.
- 木所英昭 (2009) 気候変化に対するスルメイカの日本海での分布回遊と資源変動に関する研究. 水産総合研究センター報告, **27**, 95-189.
- 木所英昭 (2016) スルメイカ秋季発生系群の推定資源量と日本海における漁業情報 (中型・小型いか釣り漁船の CPUE) との関係. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成 27 年度), 北水研, 40-51.
- 木所英昭・檜山義明 (1996) 日本海におけるスルメイカの分布海域による成長の差異. 日水研報, **46**, 77-86.
- 木所英昭・氏 良介 (1999) 共食いで捕食されたスルメイカの孵化後の日数の推定. 日水研報, **49**, 123-127.
- Kidokoro, H., T. Goto, T. Nagasawa, H. Nishida, T. Akamine and Y. Sakurai (2010) Impact of a climate regime shift on the migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan. ICES J. Mar. Sci., **67**, 1314-1322.

- 久保田洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊 (2020a) 令和 2 (2020) 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. 水産研究・教育機構, 1-87. FRA-SA-2020-BRP04-2. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_a_20201014.pdf (last accessed Oct 21st, 2020)
- 久保田洋・宮原寿恵・松倉隆一・岡本 俊・西嶋翔太 (2020b) 令和元 (2019) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 令和元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. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201919.pdf> (last accessed Oct 21st, 2020)
- 黒田 寛・戸谷夕子 (2017) 日本周辺亜寒帯域における近年の海況変動. 月刊海洋, **49**, 398-403.
- 三木克弘 (2003) イカ釣り漁業の展開. 「スルメイカの世界」有元貴文・稲田博史共編, 成山堂書店, 東京, 1-51.
- 宮原寿恵・久保田洋・松倉隆一・岡本 俊・加賀敏樹・松井萌・西嶋翔太・竹内幸夫 (2021) 令和 3 (2021) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価の参考資料 (資源管理目標等の検討材料の提案). 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産研究・教育機構, 1-59. FRA-SA2021-SC04-102. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_surume-a_20211118.pdf (last accessed Nov 13th, 2022)
- 村田 守・新谷久男 (1977) スルメイカ冬生まれ群資源の現状と問題点. スルメイカ資源・漁海況検討会議シンポジウム報告, 日水研, 1-14.
- Myers, R. A., A. A. Rosenberg, P. M. Mace, N. Barrowman and V. R. Restrepo (1994) In search of thresholds for recruitment over fishing. ICES J. Mar. Sci., **51**, 191-205.
- Nishijima S., H. Kubota, T. Kaga, S. Okamoto, H. Miyahara and H. Okamura (2020) State-space modeling clarifies productivity regime shifts of Japanese flying squid. Popul. Ecol., <https://doi.org/10.1002/1438-390X.12062>
- 沖山宗雄 (1965) 日本海沖合におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* STEENSTRUP の食性. 日水研報, **14**, 31-42.
- Okutani, T. and T. Watanabe (1983) Stock assessment by larval survey of the winter population of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae), with a review of early works. Biol. Oceanogr., **2**, 401-431.
- Park, J., J. Lee, K. Seto, T. Hochberg, B. A. Wong, N. A. Miller, K. Takasaki, H. Kubota, Y. Oozeki, S. Doshi, M. Midzik, Q. Hanich, B. Sullivan, P. Woods and D. A. Kroodsma (2020) Illuminating dark fishing fleets in North Korea. Sci. Adv., **6**, eabb1197.
- Rocha, F., A. Guerra and A. F. Gonzalez (2001) A review of reproductive strategies in cephalopods. Biol. Rev. **76**, 291-304.
- 坂口健司 (2011) 北海道西部日本海および津軽海峡周辺海域に分布する雄スルメイカの性成熟と日齢. 北水試研報, **80**, 17-23.
- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto and Y. Hiyama (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., **57**, 24-30.
- 四方崇文 (2009) 日本海沖合におけるスルメイカ資源とイカ釣り漁業. スルメイカ資源評価

協議会報告 (平成 20 年度), 日水研, 58-64.

Uchikawa, K. and H. Kidokoro (2014) Feeding habits of juvenile Japanese common squid *Todarodes pacificus*: Relationship between dietary shift and allometric growth. Fish. Res., **152**, 29-36.

渡邊千夏子・宍道弘敏・船本鉄一郎・渡邊良朗 (2017) 変動期に入った日本周辺海域の漁業資源. 月刊海洋, **49**, 331-335.

Yasunaka, S. and K. Hanawa (2002) Regime shifts found in the North Hemisphere SST field. J. Meteorol. Soc. Jpn., **80**, 119-135.

(執筆者：宮原寿恵、岡本 俊、西嶋翔太、松倉隆一、松井 萌、森山丈継、
高崎健二、齋藤 勉、稲掛伝三)

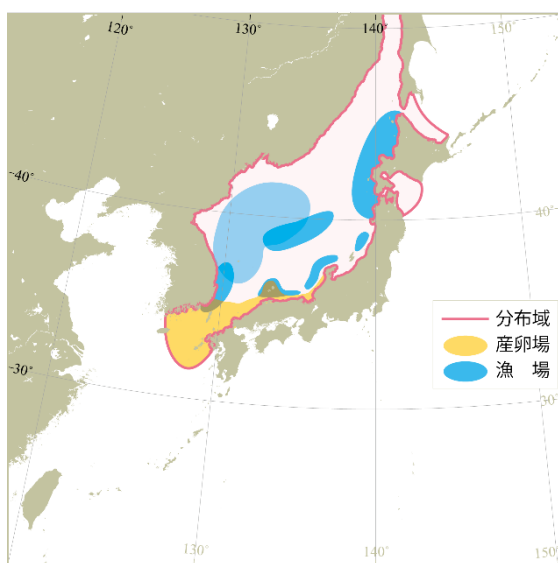


図 2-1. スルメイカ秋季発生系群の分布域と産卵場

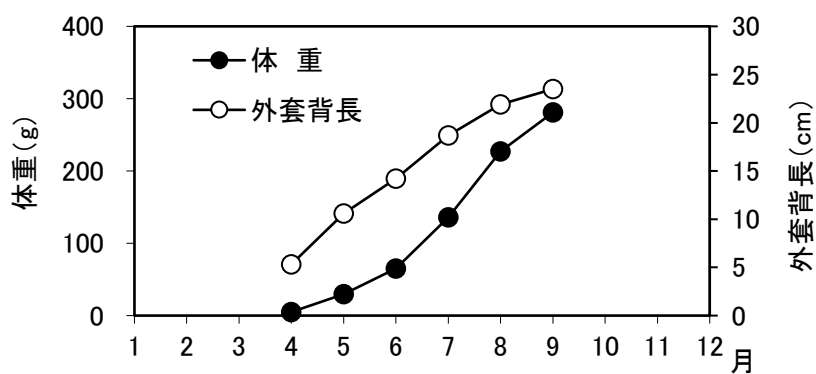


図 2-2. 成長

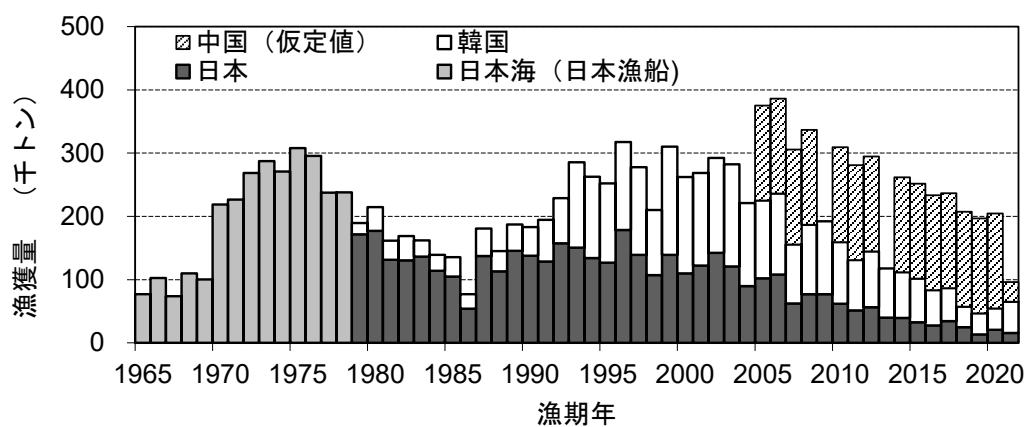


図 3-1. 漁獲量の推移

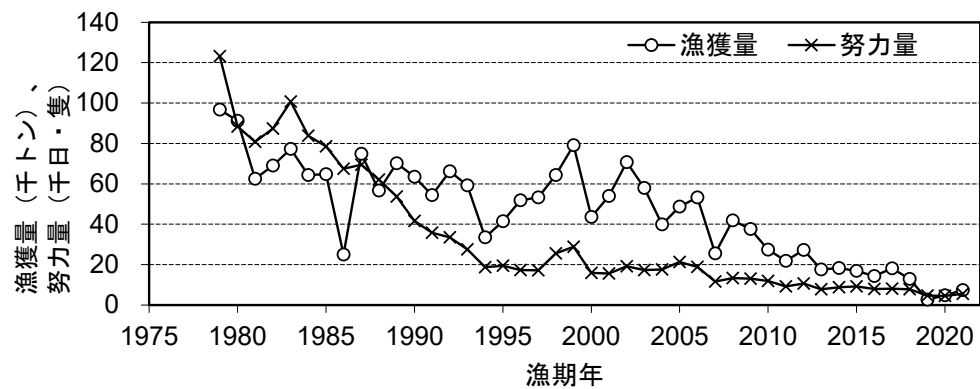


図 3-2. 旧中型いか釣り漁船による漁獲量および努力量の推移

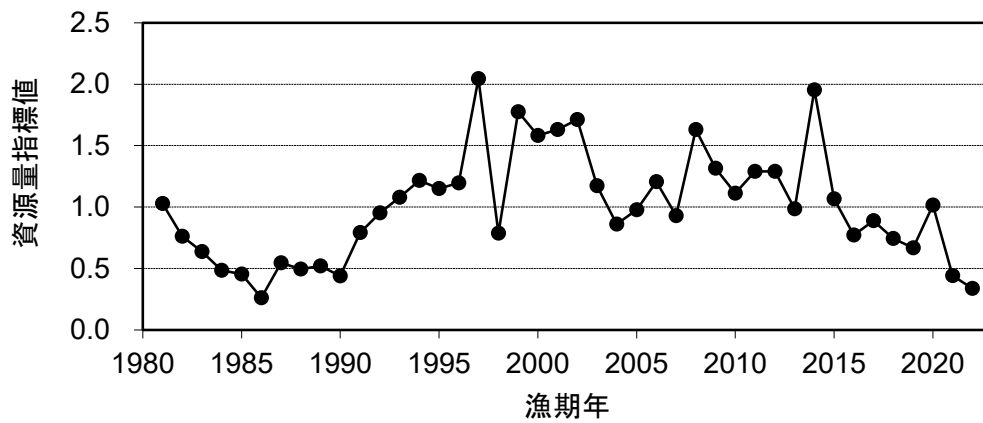


図 4-1. 資源量指標値の推移

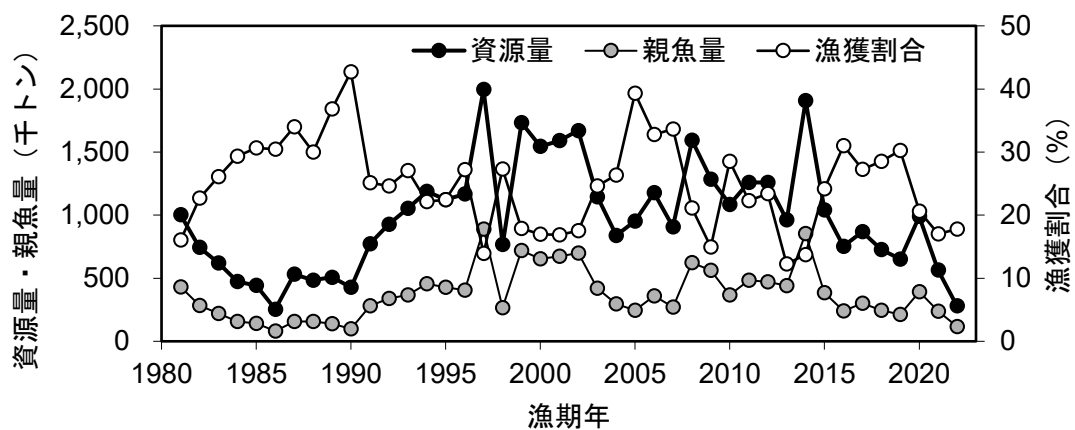


図 4-2. 資源量、親魚量、漁獲割合の推移

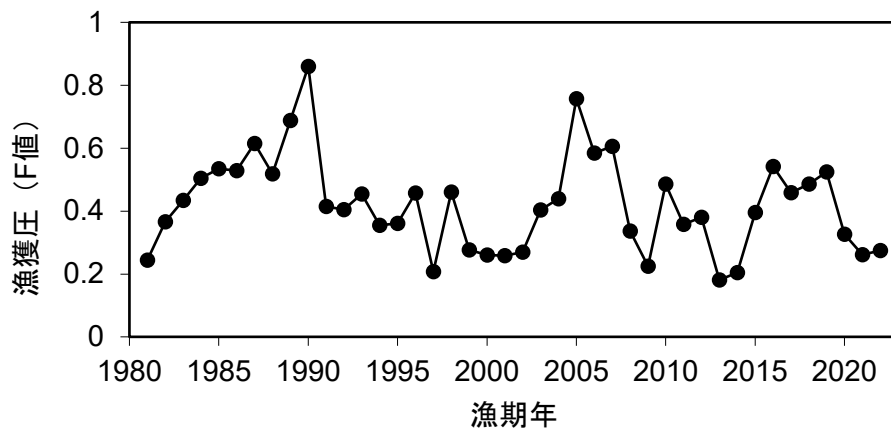


図 4-3. 漁獲圧 (F 値) の推移

2022 年は予測値であり、算出については 4-(1)を参照。

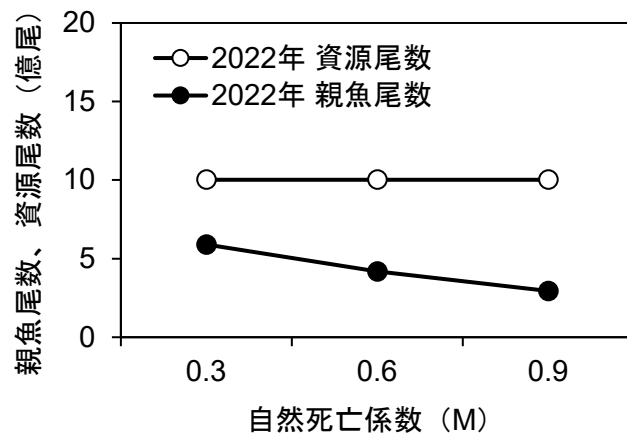


図 4-4. 資源量と親魚量の推定に対する自然死亡係数 M の影響

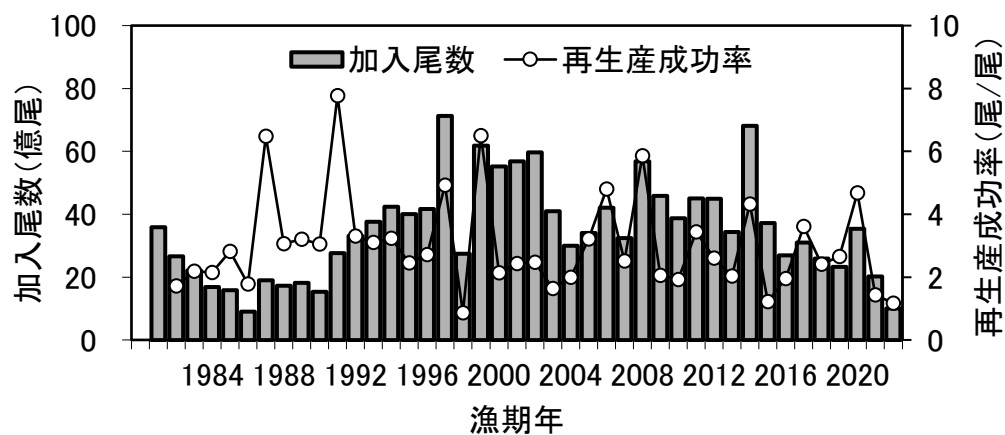


図 4-5. 加入尾数と再生産成功率 (RPS) の推移

スルメイカでは、加入尾数と資源尾数とは同義である。

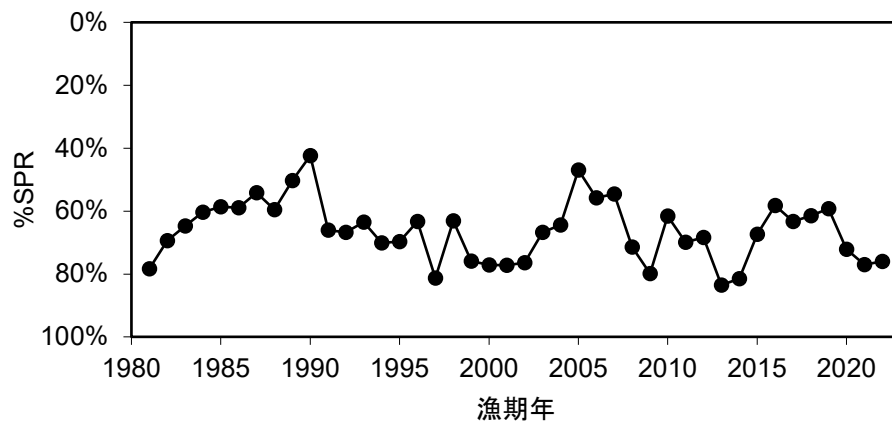


図 4-6. %SPR の推移

%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、漁獲圧（F 値）が高い（低い）と %SPR は低く（高く）なる。

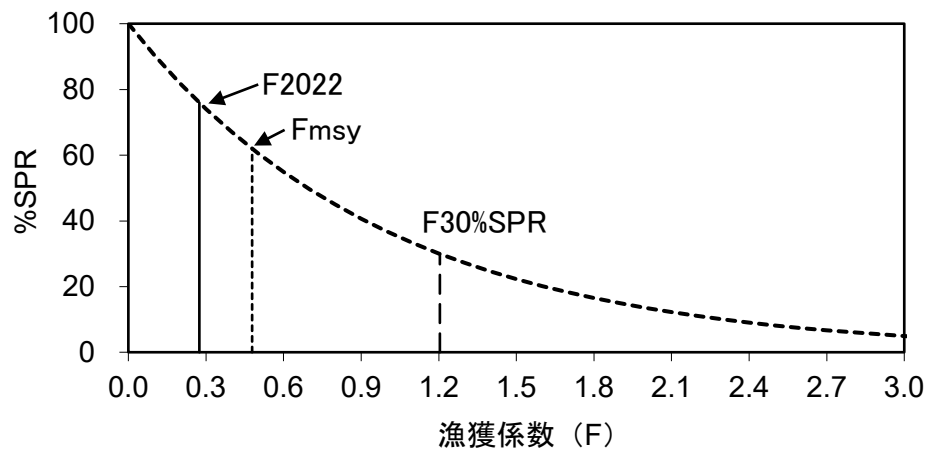


図 4-7. F2022 に対する %SPR の関係

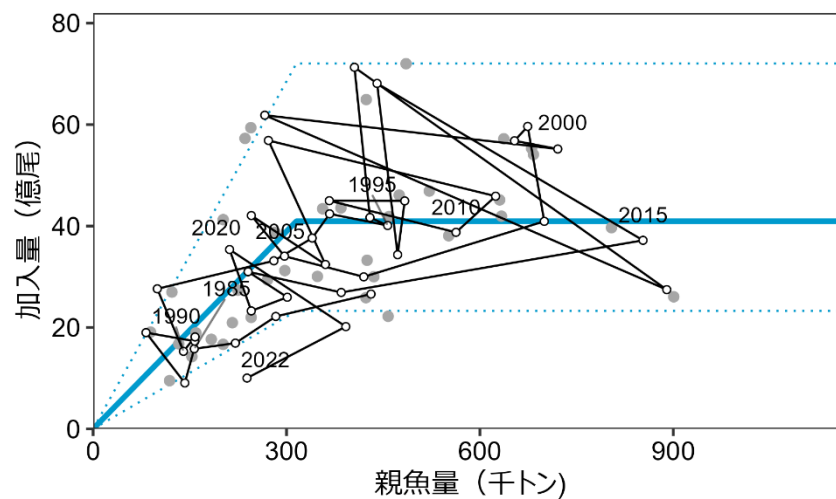


図 4-8. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

灰色の丸は令和元年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示し、青線はそれらのデータに基づき令和 2 年 7 月に開催された研究機関会議にて適用された再生産関係を示す。青点線は観察データの 90%が含まれると推定される範囲を示す（久保田ほか 2020a）。白色の丸は本年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示す。図中の数字は年級群を示す。2022 年漁期の親魚量は F2022（予測値）による漁獲後の残存資源尾数より求めた推定値である。

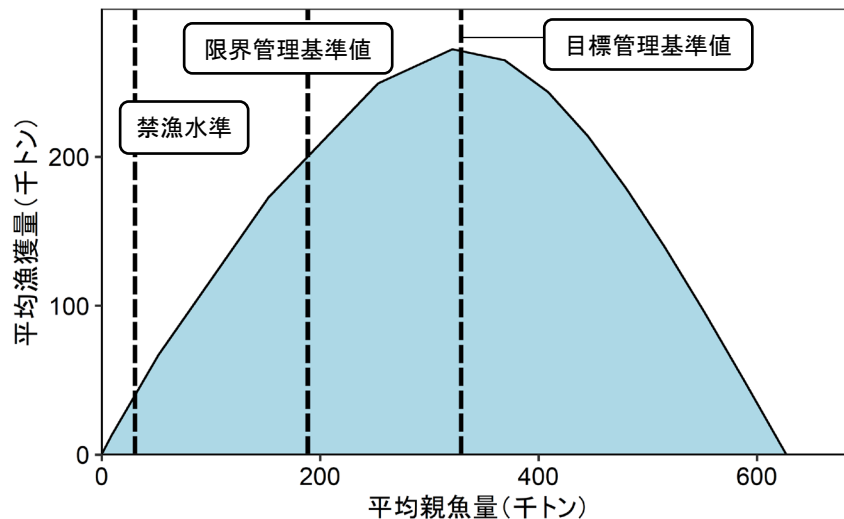


図 4-9. 管理基準値と漁獲量曲線

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

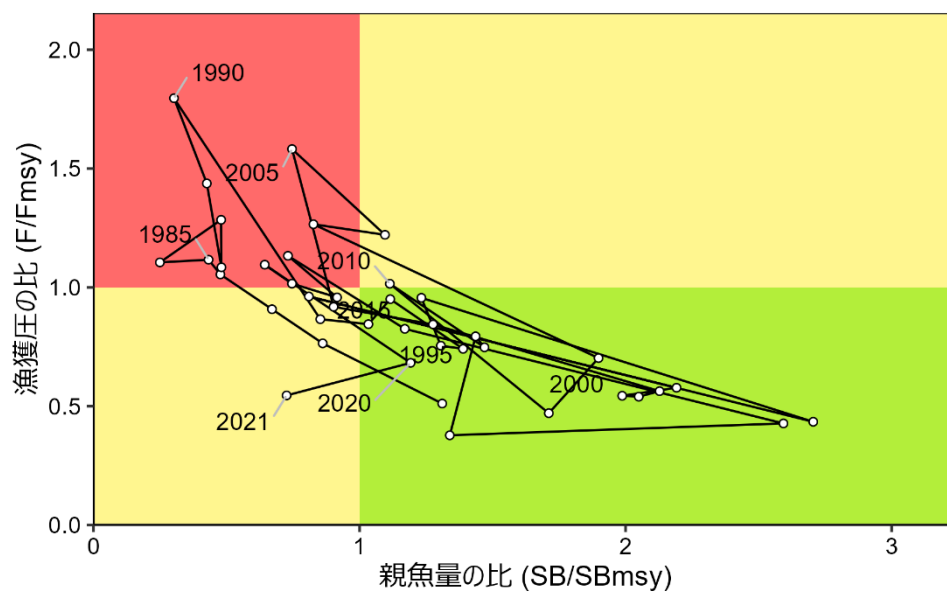
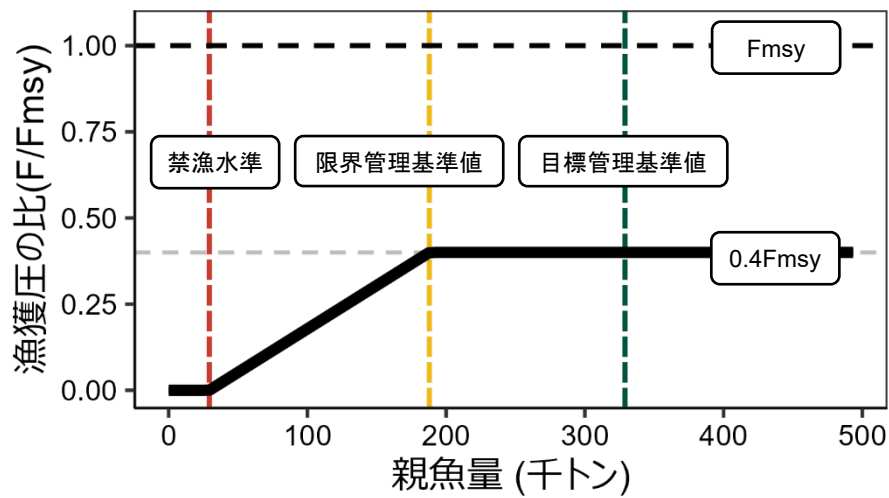


図 4-10. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) と MSY を実現する漁獲圧 (F_{msy}) に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

(a)



(b)

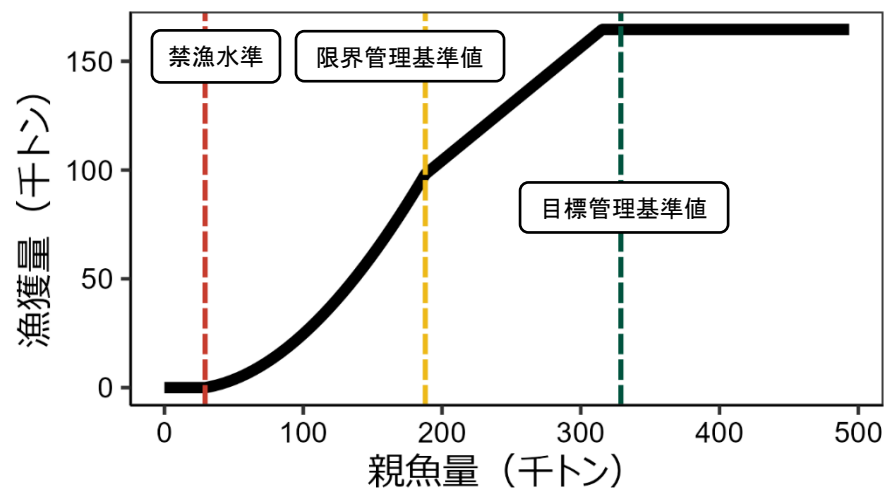


図 5-1. 漁獲管理規則 (β を 0.4 とした場合のものを示す)

黒破線は F_{msy} 、灰色破線は $0.4F_{msy}$ 、黒太線は漁獲管理規則、赤破線は禁漁水準、黄破線は限界管理基準値、緑破線は目標管理基準値をそれぞれ示す。上図 (a) が縦軸を漁獲圧にした漁獲管理規則の模式図を示し、下図 (b) では縦軸を漁獲量として、それぞれの親魚量の下で漁獲管理規則により期待される漁獲量を示した。

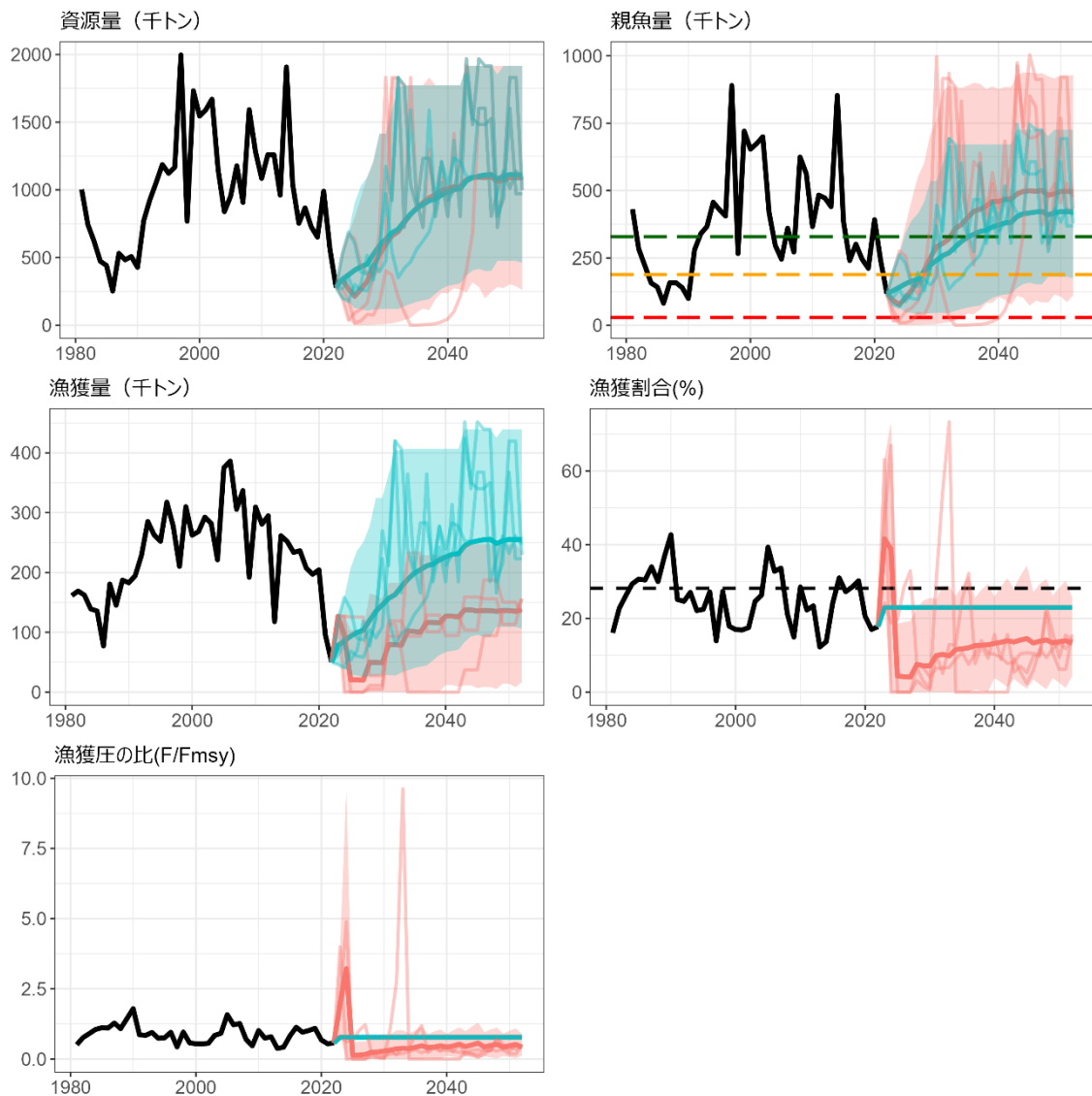


図 5-2. 2025 年漁期以降に漁獲管理規則 ($\beta=0.4$) を用いた場合と現状の漁獲圧 (F2019-2021) で漁獲を続けた場合とでの将来予測の比較

漁獲シナリオに従って 2023~2024 年漁期は年間漁獲量を 12.7 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に調整係数 $\beta=0.4$ とする漁獲管理規則に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果を赤で、2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) で漁獲した場合を青で示した。太実線は平均値、網掛けは 90% 区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄破線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲割合の図の点線は MSY を実現する漁獲割合 (Umsy) である。

表 3-1. 国別漁獲量（トン）

漁期年	日本	韓国	中国 (仮定値)
1979	171,855	17,725	
1980	177,249	37,469	
1981	131,396	29,962	
1982	130,649	38,360	
1983	136,247	25,908	
1984	114,006	25,017	
1985	105,080	30,548	
1986	53,938	23,265	
1987	137,254	43,580	
1988	113,332	31,915	
1989	145,374	41,767	
1990	137,936	44,991	
1991	128,797	65,641	
1992	157,623	71,179	
1993	150,544	134,771	
1994	134,173	128,597	
1995	126,623	125,558	
1996	178,290	139,259	
1997	139,028	138,714	
1998	107,152	102,992	
1999	139,000	170,980	
2000	109,724	152,677	
2001	122,408	146,033	
2002	142,191	150,286	
2003	121,071	161,075	
2004	89,699	131,476	
2005	101,975	123,152	150,000
2006	108,143	128,124	150,000
2007	62,518	93,088	150,000
2008	77,124	109,789	150,000
2009	76,913	115,095	0
2010	61,969	97,474	150,000
2011	51,415	79,393	150,000
2012	56,266	88,569	150,000
2013	39,852	77,981	0
2014	39,632	71,898	150,000
2015	32,503	69,265	150,000
2016	27,838	55,756	150,000
2017	34,462	51,968	150,000
2018	24,773	32,583	150,000
2019	13,416	33,566	150,000
2020	20,579	33,872	150,000
2021	15,730	49,303	31,116

中国の漁獲量は仮定値。

表 3-2. 旧中型いか釣り漁船によるスルメイカ秋季発生系群の漁獲量、CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）および漁獲努力量

漁期年	漁獲量 (トン)	CPUE (トン/日・隻)	努力量 (日・隻)
1979	96,803	0.786	123,216
1980	91,150	1.032	88,323
1981	62,536	0.774	80,834
1982	69,034	0.790	87,409
1983	77,219	0.767	100,662
1984	64,342	0.767	83,866
1985	64,702	0.824	78,537
1986	24,976	0.370	67,509
1987	74,864	1.077	69,501
1988	56,728	0.914	62,072
1989	70,166	1.307	53,687
1990	63,546	1.525	41,661
1991	54,325	1.517	35,819
1992	66,133	1.973	33,523
1993	59,266	2.149	27,584
1994	33,549	1.789	18,754
1995	41,480	2.134	19,433
1996	51,882	2.999	17,302
1997	53,269	3.117	17,091
1998	64,308	2.514	25,575
1999	79,139	2.754	28,739
2000	43,534	2.749	15,835
2001	53,999	3.465	15,584
2002	70,679	3.692	19,143
2003	57,899	3.343	17,322
2004	39,919	2.276	17,542
2005	48,670	2.293	21,223
2006	53,220	2.825	18,837
2007	25,567	2.192	11,663
2008	41,845	3.146	13,300
2009	37,606	2.895	12,989
2010	27,391	2.290	11,962
2011	21,797	2.374	9,180
2012	27,238	2.555	10,661
2013	17,599	2.279	7,722
2014	18,240	2.076	8,788
2015	16,916	1.839	9,198
2016	14,306	1.797	7,963
2017	18,077	2.240	8,070
2018	12,872	1.654	7,782
2019	2,724	0.580	4,697
2020	4,773	1.050	4,544
2021	7,415	1.334	5,558

表における漁獲量は日本海（5～10 月）と東シナ海（5～11 月）の冷凍漁獲量集計値。
CPUE（漁船）は漁獲成績報告書における日本海（5～10 月）と東シナ海（5～11 月）の漁
獲量集計値/のべ操業日数により算出。漁獲努力量はこれらの値から漁獲量/CPUE（漁船）
として算出。

表 4-1. 資源解析結果

	漁場一斉調査調査船 CPUE	資源量 指標値	資源尾数 (億尾)	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚尾数 (億尾)	親魚量 (千トン)	漁獲割合 (%)	漁獲圧 (F値)	F/Fmsy	%SPR	再生産 成功率 (RPS)
1979	13.32			190								
1980	16.20			215								
1981	9.59	1.03	35.83	161	1,003	15.40	431	16.1	0.24	0.51	78	
1982	6.54	0.76	26.59	169	744	10.12	283	22.7	0.37	0.76	69	1.73
1983	7.28	0.64	22.18	162	621	7.88	221	26.1	0.43	0.91	65	2.19
1984	8.82	0.49	16.91	139	473	5.60	157	29.4	0.50	1.05	60	2.15
1985	4.36	0.45	15.79	136	442	5.08	142	30.7	0.53	1.12	59	2.82
1986	2.76	0.26	9.06	77	254	2.93	82	30.4	0.53	1.11	59	1.78
1987	6.18	0.54	18.98	181	532	5.63	158	34.0	0.61	1.28	54	6.48
1988	5.09	0.50	17.29	145	484	5.65	158	30.0	0.52	1.08	60	3.07
1989	6.04	0.52	18.14	187	508	5.00	140	36.8	0.69	1.44	50	3.21
1990	7.58	0.44	15.29	183	428	3.55	99	42.7	0.86	1.80	42	3.06
1991	8.29	0.79	27.62	194	773	10.01	280	25.1	0.41	0.87	66	7.77
1992	11.46	0.95	33.15	229	928	12.14	340	24.7	0.40	0.85	67	3.31
1993	12.00	1.08	37.63	285	1,054	13.10	367	27.1	0.45	0.95	63	3.10
1994	15.08	1.22	42.40	263	1,187	16.32	457	22.1	0.35	0.74	70	3.24
1995	15.80	1.15	40.10	252	1,123	15.34	429	22.5	0.36	0.75	70	2.46
1996	14.64	1.20	41.69	318	1,167	14.48	405	27.2	0.46	0.96	63	2.72
1997	21.70	2.05	71.30	278	1,996	31.78	890	13.9	0.21	0.43	81	4.92
1998	8.46	0.79	27.46	210	769	9.51	266	27.3	0.46	0.96	63	0.86
1999	18.46	1.77	61.85	310	1,732	25.74	721	17.9	0.28	0.58	76	6.50
2000	23.01	1.58	55.19	262	1,545	23.35	654	17.0	0.26	0.54	77	2.14
2001	21.68	1.63	56.81	268	1,591	24.08	674	16.9	0.26	0.54	77	2.43
2002	25.04	1.71	59.65	292	1,670	25.00	700	17.5	0.27	0.56	76	2.48
2003	16.88	1.17	40.92	282	1,146	14.99	420	24.6	0.40	0.84	67	1.64
2004	12.07	0.86	29.98	221	839	10.60	297	26.3	0.44	0.92	64	2.00
2005	16.24	0.98	34.06	375	954	8.77	245	39.3	0.76	1.58	47	3.21
2006	15.80	1.21	42.07	386	1,178	12.87	360	32.8	0.58	1.22	56	4.80
2007	11.18	0.93	32.43	306	908	9.71	272	33.7	0.61	1.27	55	2.52
2008	21.06	1.63	56.88	337	1,593	22.30	624	21.2	0.34	0.70	71	5.86
2009	18.24	1.32	45.89	192	1,285	20.10	563	14.9	0.23	0.47	80	2.06
2010	14.59	1.11	38.76	309	1,085	13.08	366	28.5	0.49	1.02	62	1.93
2011	16.59	1.29	44.99	281	1,260	17.26	483	22.3	0.36	0.75	70	3.44
2012	17.32	1.29	44.95	295	1,259	16.87	472	23.4	0.38	0.79	68	2.60
2013	14.12	0.99	34.35	118	962	15.73	440	12.3	0.18	0.38	83	2.04
2014	28.80	1.95	68.12	262	1,907	30.47	853	13.7	0.20	0.43	81	4.33
2015	14.56	1.07	37.18	252	1,041	13.75	385	24.2	0.40	0.83	67	1.22
2016	11.12	0.77	26.91	234	753	8.59	240	31.0	0.54	1.13	58	1.96
2017	11.89	0.89	30.99	236	868	10.75	301	27.2	0.46	0.96	63	3.61
2018	10.16	0.74	25.96	207	727	8.76	245	28.5	0.49	1.02	61	2.41
2019	7.40	0.67	23.27	197	652	7.56	212	30.2	0.52	1.10	59	2.66
2020	14.32	1.01	35.37	204	990	14.00	392	20.6	0.33	0.68	72	4.68
2021	5.43	0.44 *	20.17 **	96	565 **	8.53	239	17.0	0.26	0.55	77	1.44
2022	2.05	0.34 *	10.03 **	50 ***	281 **	4.18 ***	117 ***	17.8 ***	0.27 ***	0.57 ***	76 ***	1.18

*2021 年、2022 年の資源量指標値は、調査標準化 CPUE、旧中型いか釣り CPUE、小型いか釣り標準化 CPUE の幾何平均値。

**2021 年、2022 年の資源尾数は、資源量指標値から求めた資源尾数と前年親魚尾数からの前進計算で求めた資源尾数の平均値（詳細は補足資料 2 を参照）。

***2022 年の漁獲量は、日韓漁獲量（推定値、45 千トン）と中国の漁獲量（仮定値、5 千トン）の合計値とし、各解析値を算出した。

表 5-1. 将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b)、禁漁水準 (c) 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	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	0	0	4	4	6	9	9	14	20	17	18	34	39
0.95	0	0	4	4	6	9	10	15	21	18	19	36	41
0.90	0	0	4	5	7	10	11	15	23	20	21	38	43
0.85	0	0	4	5	7	10	11	16	24	21	22	41	46
0.80	0	0	4	5	7	11	12	18	25	23	24	44	48
0.75	0	0	4	5	7	11	13	19	27	25	26	47	51
0.70	0	0	4	6	8	12	14	20	28	26	28	51	54
0.65	0	0	4	6	8	12	15	22	30	29	31	55	57
0.60	0	0	4	6	9	13	16	24	32	31	33	58	61
0.55	0	0	4	7	10	14	17	26	34	33	35	62	65
0.50	0	0	4	7	10	15	19	28	36	36	39	67	68
0.45	0	0	4	7	11	16	20	30	38	39	41	71	72
0.40	0	0	4	8	12	17	22	33	41	41	45	75	76
0.35	0	0	4	8	12	18	24	35	43	45	49	79	80
0.30	0	0	4	9	13	19	27	37	46	48	52	84	84
0.25	0	0	4	9	14	20	29	40	49	52	56	87	87
0.20	0	0	4	9	15	21	31	42	51	55	59	90	89
0.15	0	0	4	9	16	22	33	44	53	58	62	93	92
0.10	0	0	4	10	16	23	35	46	54	60	64	94	94
0.05	0	0	4	11	17	24	36	47	55	61	65	95	96
0.00	0	0	4	11	17	25	37	48	56	62	66	95	97
F2019-2021	0	0	4	5	8	9	16	22	26	30	33	65	31

(b) 親魚量が限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	0	20	11	13	16	21	23	29	36	33	33	50	57
0.95	0	20	11	13	16	22	24	30	37	35	35	53	59
0.90	0	20	11	14	17	23	25	32	39	37	37	55	61
0.85	0	20	11	14	17	23	27	34	40	39	40	58	64
0.80	0	20	11	14	18	24	29	36	42	41	42	61	67
0.75	0	20	11	14	19	25	30	37	45	44	45	65	69
0.70	0	20	11	15	20	26	32	39	47	46	47	69	72
0.65	0	20	11	16	21	27	34	41	49	49	50	72	75
0.60	0	20	11	16	22	29	35	43	51	51	53	75	78
0.55	0	20	11	16	22	30	37	46	53	54	56	79	81
0.50	0	20	11	17	23	31	39	48	55	57	59	83	84
0.45	0	20	11	17	24	32	41	50	57	60	62	86	87
0.40	0	20	11	18	25	33	43	52	59	62	65	90	90
0.35	0	20	11	19	26	35	45	54	61	65	68	93	92
0.30	0	20	11	19	27	36	46	56	63	67	70	95	94
0.25	0	20	11	20	28	37	48	58	65	69	72	97	96
0.20	0	20	11	21	29	38	49	59	66	70	74	99	98
0.15	0	20	11	22	30	38	50	60	67	71	75	99	99
0.10	0	20	11	22	30	39	51	61	68	72	76	100	99
0.05	0	20	11	23	31	40	52	61	68	73	76	100	100
0.00	0	20	11	24	32	40	52	62	68	73	77	100	100
F2019-2021	0	20	25	25	32	36	43	50	57	61	64	89	62

(c) 親魚量が禁漁水準を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	100	80	55	61	63	63	66	64	64	68	68	74	57
0.95	100	80	55	61	64	64	67	65	65	70	70	76	59
0.90	100	80	55	61	65	65	68	66	67	71	71	77	61
0.85	100	80	55	62	65	66	69	67	68	73	73	80	64
0.80	100	80	55	62	66	67	70	69	69	74	75	82	67
0.75	100	80	55	62	67	68	71	70	70	75	77	83	69
0.70	100	80	55	62	67	68	71	71	72	76	78	85	72
0.65	100	80	55	62	68	69	72	73	73	78	81	87	75
0.60	100	80	55	62	68	70	73	74	75	80	82	89	78
0.55	100	80	55	62	68	71	74	75	76	81	84	91	81
0.50	100	80	55	62	69	71	74	76	78	83	86	93	84
0.45	100	80	55	62	69	72	75	77	79	84	87	95	87
0.40	100	80	55	62	69	72	75	77	80	84	88	97	90
0.35	100	80	55	62	70	73	76	78	81	85	89	98	92
0.30	100	80	55	63	70	73	76	78	81	86	90	99	94
0.25	100	80	55	63	70	73	76	78	82	86	90	100	96
0.20	100	80	55	63	70	73	76	78	82	86	90	100	98
0.15	100	80	55	63	70	73	76	78	82	86	90	100	99
0.10	100	80	55	63	70	73	76	78	82	86	90	100	99
0.05	100	80	55	63	70	73	76	78	82	86	90	100	100
0.00	100	80	55	63	70	73	76	78	82	86	90	100	100
F2019-2021	100	100	100	100	99	99	99	99	98	98	98	100	62

漁獲シナリオに従って 2023～2024 年漁期は年間漁獲量を 12.7 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧(F2019-2021)を継続した場合の将来予測結果を示す。

表 5-2. 将来の親魚量 (a) および漁獲量 (b) の平均値の推移

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

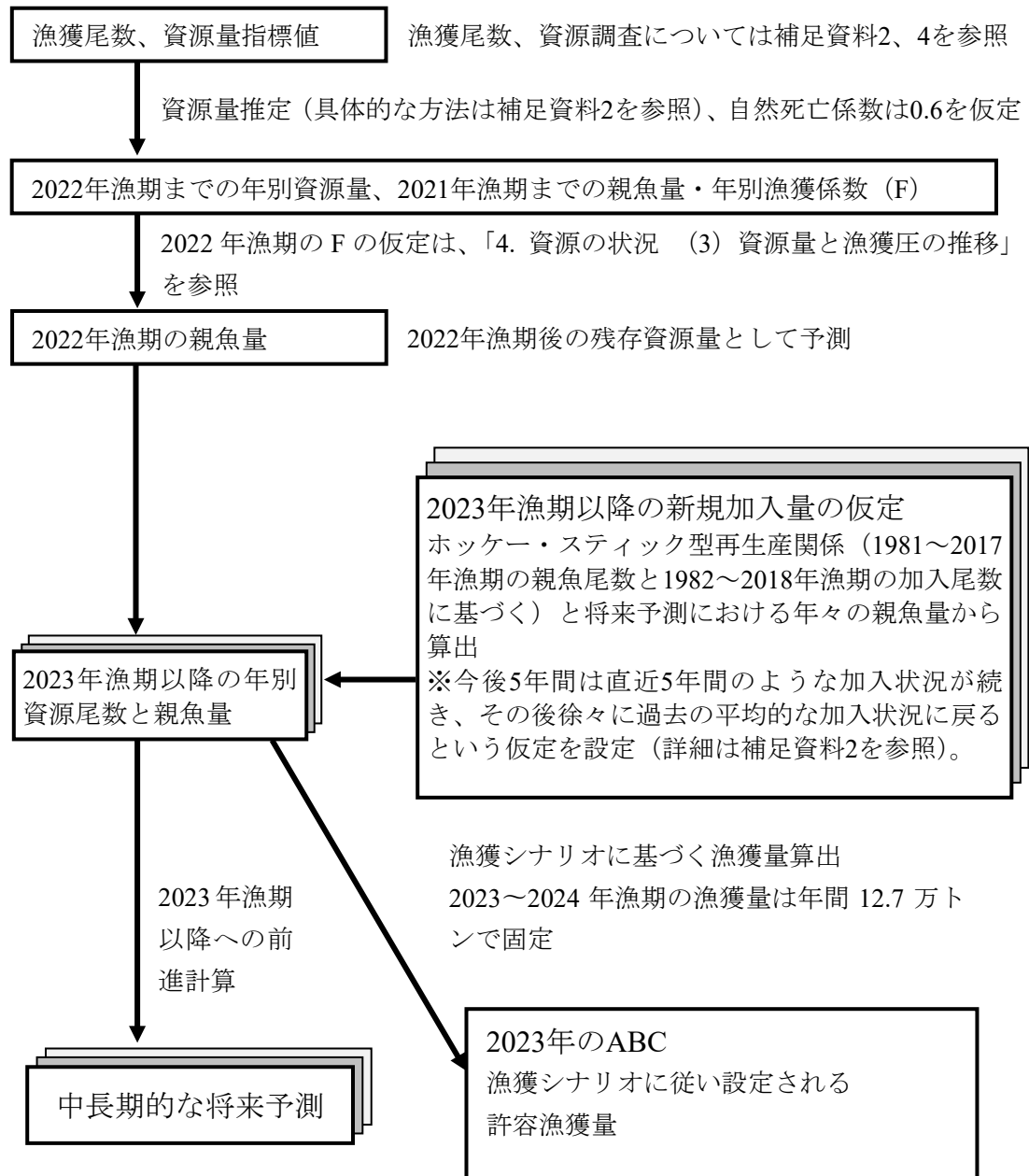
β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	117	93	77	84	96	114	123	145	176	164	166	249	254
0.95	117	93	77	85	98	117	128	151	183	173	175	258	265
0.90	117	93	77	87	101	121	133	158	191	182	185	271	280
0.85	117	93	77	88	103	124	138	165	198	191	195	283	294
0.80	117	93	77	90	106	127	144	173	207	202	206	301	312
0.75	117	93	77	91	109	131	150	181	216	212	218	319	331
0.70	117	93	77	93	112	135	157	189	225	223	230	339	354
0.65	117	93	77	94	115	139	164	199	235	235	244	357	376
0.60	117	93	77	96	118	144	171	208	245	248	258	379	398
0.55	117	93	77	97	121	148	179	219	257	261	273	399	422
0.50	117	93	77	99	124	153	187	229	268	276	289	422	447
0.45	117	93	77	101	128	158	195	240	280	290	305	446	471
0.40	117	93	77	103	131	163	203	251	291	304	320	469	495
0.35	117	93	77	104	135	168	212	262	303	318	336	491	519
0.30	117	93	77	106	139	173	221	273	314	332	352	512	541
0.25	117	93	77	108	142	178	230	284	325	345	366	530	560
0.20	117	93	77	110	146	183	238	294	335	358	379	548	579
0.15	117	93	77	112	149	188	247	303	345	370	392	564	596
0.10	117	93	77	114	153	192	255	313	353	381	404	580	612
0.05	117	93	77	116	157	197	264	322	362	393	416	595	629
0.00	117	93	77	118	161	201	272	331	371	404	428	611	645
F2019-2021	117	129	141	154	164	171	198	223	241	259	269	382	422

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	50	127	95	45	40	30	76	67	54	109	98	126	173
0.95	50	127	95	44	39	30	75	67	55	109	100	129	172
0.90	50	127	95	42	38	30	74	67	56	109	101	133	173
0.85	50	127	95	40	37	30	72	67	56	108	101	135	172
0.80	50	127	95	38	36	30	71	67	57	107	101	138	172
0.75	50	127	95	36	34	29	69	66	57	106	101	141	172
0.70	50	127	95	34	33	29	67	65	58	104	100	144	172
0.65	50	127	95	32	31	28	65	64	58	101	98	145	170
0.60	50	127	95	30	29	27	63	62	57	98	97	145	166
0.55	50	127	95	27	27	25	60	60	56	95	94	142	162
0.50	50	127	95	25	25	24	57	57	54	91	90	139	155
0.45	50	127	95	23	23	22	54	54	52	86	85	133	147
0.40	50	127	95	21	21	20	50	50	49	80	80	126	137
0.35	50	127	95	18	18	18	45	45	45	73	73	116	125
0.30	50	127	95	16	16	16	40	40	40	65	65	103	111
0.25	50	127	95	13	13	13	35	35	35	56	56	89	95
0.20	50	127	95	11	11	11	29	29	29	46	46	73	78
0.15	50	127	95	8	8	8	22	22	22	35	35	56	60
0.10	50	127	95	5	5	5	15	15	15	24	24	38	40
0.05	50	127	95	3	3	3	8	8	8	12	12	19	21
0.00	50	127	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2019-2021	50	78	86	94	100	104	120	135	146	157	163	231	255

漁獲シナリオに従って 2023～2024 年漁期は年間漁獲量を 12.7 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源量の計算方法

(1) 資源量指標値

本系群では、毎年 6～7 月に行われる日本海スルメイカ漁場一斉調査（日本海）（補足資料 4）から得られる調査 CPUE（釣機 1 台 1 時間あたりの釣獲尾数）から資源量指標値（ U_t ）を算出し、資源量推定に用いている。平成 29 年度評価までは標準化されていない調査 CPUE の算術平均を資源量指標値としていたが、平成 30 年度評価より調査 CPUE を標準化したうえで資源量指標値とするように改善した。解析には、現行の日本海スルメイカ漁場一斉調査の調査時期と海域情報に基づき、6～7 月に実施されたいか釣り調査のうち、東経 132 度以東の日韓暫定水域内および日ロの地理的中間線以南の調査データを用いた。なお、1980 年以前の調査データは表面水温等の情報の欠損が多いことから、解析には 1981～2022 年までの調査データを使用した。

本年度の評価の調査 CPUE の標準化では、漁獲の有無を考慮する有漁確率モデルおよび漁獲があった場合の CPUE を説明する有漁モデルに一般化線形混合モデル（GLMM）を用いた 2 段階の標準化を行うデルタ型二段階法を採用した。令和 3 年度の手法では、有漁確率モデルにおいて GLM を用いていたが今年度は統計解析ソフト R の解析パッケージを変更し GLMM を適用した。これまでの調査 CPUE の標準化手法の改善の経過については、CPUE 標準化・モデル診断結果（FRA-SA2022-SC11-101）に記載した。また、2021～2022 年漁期の資源量指標値には調査標準化 CPUE に加えて、漁業情報である旧中型いか釣り漁船の漁績に基づく中型いか釣り CPUE（1 日 1 隻あたり漁獲量）および小型いか釣り CPUE（1 日 1 隻あたり漁獲量）の標準化 CPUE をそれぞれ算出し、これら 3 指標の幾何平均値を用いた（補足図 2-1、補足表 2-1）。旧中型いか釣り CPUE と、小型いか釣り CPUE（標準化）の算出法については補足資料 7 に詳細を示す。

調査船調査 CPUE の算術平均値（平成 29 年度までの本系群の評価における資源量指標値）、令和 3 年度資源評価における調査標準化 CPUE および今年度評価における調査標準化 CPUE をそれぞれ規準化（各 CPUE の平均値が 1 となるように、各 CPUE の平均値で除す）し、比較した結果を補足図 2-2 に、調査船調査 CPUE および各年評価で用いた資源量指標値から推定した資源尾数の推移を補足図 2-3 に示す。長期的な変動傾向はいずれの指標値でも大きな差はなかったが、算術平均から求めた CPUE は 2000 漁期以降について概ね資源尾数が多い傾向が見られた（特に 2000～2003 年、2014 年、2020 年漁期、）。なお、令和 3 年度評価であれば 2019 年および 2021 年漁期、本年度評価であれば 2021 年、2022 年漁期については、資源量推定にあたって補足図 2-3 の値ではなく、前述の幾何平均値および前進計算を用いて算出した資源尾数を使用している（後述）。

(2) 資源量の推定方法（2020 年漁期まで）

本系群の資源尾数（ N_t ）は、資源量指標値（ U_t ）に比例すると仮定し、以下の方法で求めた。なお、資源量推定の際の漁獲過程および生物情報（成長、自然死亡係数）は以下のとおりとした。

漁獲過程：スルメイカは概ね孵化後 6 ヶ月以降に加入し、寿命とされる 1 年（孵化後 12 ヶ月）までの 6 ヶ月間（180 日）漁獲対象になる。しかし、漁獲加入直後の小型個体および

産卵直前は漁獲対象となりにくい。そこで、資源計算にあたっては、対象期間の中間にあたる孵化後 9 ヶ月時に全て漁獲されると仮定した。

生物情報：漁獲過程に合わせて、漁獲時の体重は成長様式（図 2-2）をもとに孵化後 9 ヶ月の 280 g とした。なお、漁獲割合（漁獲量/資源量）の計算を考慮し、便宜的に加入時、産卵時の体重も漁獲時と同じ 280 g として計算した。スルメイカの自然死亡係数は、これまでバイオマス解析（月あたり 0.431、安達 1988）、標識放流調査（町中ほか 1980）による推定が試みられている。しかし、かなり過大に推定されている可能性がある。そこで、月当たりの自然死亡係数 0.1（加入後 6 ヶ月で 0.6）を仮定値として用いた。

本系群の資源尾数（ N_t ）は（1）で計算された資源量指標値（ U_t ）を用いて、以下のように計算した。

$$N_t = q \cdot U_t \quad (1)$$

ここで、 N_t は t 年の資源尾数（億尾）、 q は比例定数、 U_t は t 年漁期の資源量指標値である。資源量指標値に比例定数（ q ）をかけると、資源尾数（ N_t ）が計算される。さらに、1 尾あたりの体重（280 g）をかけると、資源量（ B_t ）となる。

（3）資源量推定に用いた比例定数（ q ）の推定方法

比例定数 q は、下記「（4）2000 年以前の平均的な漁獲係数の推定方法」で計算された 1979～2000 年漁期の平均的な漁獲係数 $F^* = 0.447$ を再現するように推定した。 t 年漁期の漁獲係数 F_t は、 q 、 t 年漁期の漁獲尾数 C_t 、 U_t を用いて以下のように表される。

$$F_t = -\ln \left[1 - \frac{C_t \cdot e^{-\frac{1}{2}M}}{q \cdot U_t} \right] \quad (2)$$

上式を用いて 2000 年以前の各漁期年の F を計算し、その平均値が F^* となるような $q = 3.49 \times 10^9$ を得て、2020 年漁期までの資源尾数の算出に用いた。

（4）2000 年漁期以前の平均的な漁獲係数の推定方法

2000 年漁期以前の平均的な漁獲係数（ F^* ）は、全減少係数（ Z^* ）を 1979～2000 年の 6～11 月に行われた調査船調査結果を用いて推定した後、仮定した自然死亡係数（ $M = 0.6$ ）を差し引いて求めた。ここで、漁獲係数（ F^* ）、全減少係数（ Z^* ）および自然死亡係数（ $M = 0.6$ ）は漁期間（6 ヶ月間）の値である。

まず、各年月日の調査船 CPUE の平均値（ $u_{d,y}$ ）を、実施した調査船 CPUE の平均値（ $u_{avg,y}$ ）で割った相対値（ u_d ）として求めた。そして、調査船 CPUE の相対値（ u_d ）を 1 日あたりの全減少係数（ z^* ）を用いて下記で示した。

$$u_d = a \cdot e^{-z^* \cdot d} \quad (3)$$

ここで、（ z^* ）は 1979～2000 年漁期の平均的な 1 日あたりの全減少係数、 d は 6 月 1 日から

の経過日数である。

しかし、調査船 CPUE の相対値 (u_d) は、7 月下旬以降 ($d = 50$ 日以降) は減少傾向となっていたものの (補足図 2-4)、 u_d は 7 月までは増加しており、この間の資源尾数の減少は示されていなかった。そこで、調査船 CPUE の相対値 (u_d) の変化は、実際には、全減少係数 (z^*) に加えて、スルメイカの平均外套背長 (x_d) と関連する獲られやすさも影響 (指数関係にあると仮定) していると判断し、下式をもとに全減少係数 (z^*) を推定した。

$$u_d = a \cdot e^{(bx_d - z^* \cdot d)} \quad (4)$$

(4) 式の各パラメータは最小二乗法によって、 $a = 0.0153$ 、 $b = 0.212$ 、 $z^* = 0.00582/\text{日}$ と推定された。なお、平均外套背長による獲られやすさで補正した漁期中の減少過程は補足図 2-5 となる。漁期間を 180 日とすると、1 日あたりの全減少係数 ($z^* = 0.00582$) から全減少係数 (漁期間) は $Z^* = 1.047$ と計算され、推定された全減少係数 (Z^*) から自然死亡係数 ($M = 0.6$) を差し引くと、1979～2000 年漁期の平均的な漁獲係数は $F^* = 0.447$ と計算された。

(5) 親魚量の推定方法

親魚尾数 (S_t) は、資源尾数 (N_t) と漁獲尾数 (C_t) より下式で算出した。

$$S_t = \left[N_t - C_t \cdot e^{\frac{M}{2}} \right] \cdot e^{-M} \quad (5)$$

ここで、 M は自然死亡係数 ($= 0.6$) を示す。

親魚量 (SSB_t) は、資源量と同様に、親魚 1 尾あたりの体重が 280 g であるとして、親魚尾数 (S_t) に乗じて算出した。なお、最終年の親魚量の推定手法については、後述する (8)。

(6) 再生産成功率の算出法

再生産成功率 (RPS) は、資源尾数 (N_t) と前年の親魚尾数 (S_{t-1}) より下式で算出した。

$$RPS = \frac{N_t}{S_{t-1}} \quad (6)$$

(7) 2021 年漁期および 2022 年漁期の資源量の推定方法

2021 年漁期および 2022 年漁期では、2020 年漁期以前と異なり日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE のみで資源尾数を推定せず (詳細は補足資料 7 を参照)、4-(1) のオ) およびカ) で述べたように、資源量指標値 (3 指標値の幾何平均値) および前年漁期の親魚尾数と再生産関係を用いた前進計算による結果を平均化することで算出した。2021 年および 2022 年漁期の資源量指標値から資源尾数を求めるにあたって (1) 式を用いたが、このときの q には、(2) 式における U_t に 1981～2000 年漁期の幾何平均値をあて算出した $q = 3.30 \times 10^9$ を用いた。

(8) 2023 年漁期以降の将来予測の方法

① 再生産関係と今後の加入の想定

資源評価により推定された資源量を使用して将来予測を行った。将来の加入量の推定には、ホッケー・スティック型再生産関係式（補足表 3-1）から推定される値を用いた。

本系群に再生産関係を当てはめた時、近年は残差が負に偏る傾向が見られているため、将来予測においては、今後 5 年間は直近 5 年間のような加入状況が続き、その後徐々に過去の平均的な加入状況に戻るという仮定を以下のバックワードリサンプリング法によって設定した（補足図 2-6）。なお、加入量の不確実性を考慮するため、10000 回の繰り返し計算を行った。

- ・ 将来予測の 1～5 年目：資源評価の当年である 2022 年を除く直近 5 年分（2017～2021 年）の残差のみから重複を許したリサンプリングを行う。5-(1)で述べたように 2022 年については、リサンプリングの対象から外した。
- ・ 将来予測の 6～10 年目：最新 5 年分（2017～2021 年）、または、過去 6～10 年目（2012～2016 年）の残差のセットのどちらかをランダムに選択し、選ばれたセットの 5 年分の残差から重複を許してリサンプリングする。
- ・ 将来予測の 11 年目～：上記の手順のように、5 年区切りの残差のセットからランダムに一つのセットを選び、選ばれたセットから重複を許してリサンプリング手順を 5 年間隔で繰り返す。

このバックワードリサンプリング法で使用する加入量の残差は、適用された再生産関係式に対し、今年度の資源解析結果で得られた親子関係のプロットからの残差として求めた。将来予測において実際に与えた加入変動（リサンプリングした残差）の分布は補足図 2-7 に示す。

② 翌年の加入量予測と漁獲量算定

翌年の加入量を予測するにあたり当年漁期終了後の親魚尾数および加入変動を予測する必要があるが、資源評価で予測する加入量は誤差を伴う。誤差の詳細と漁獲量算定までの流れについて以下に記す。なお、スルメイカは単年生資源であるため、資源尾数と加入尾数は同値である。

ア．漁期終了後の親魚尾数の予測

t 年漁期終了後の親魚尾数 S_t は t 年漁期の資源尾数 N_t と漁獲尾数 C_t 、および自然死亡係数 M (0.6) から式 5 で計算される。なお、 N_t は資源量指標値に比例係数を掛けることで算出される（式 1）。資源評価の当年漁期の漁獲尾数については、4～9 月までの累積漁獲量と漁期年間漁獲量の比率の過去 3 年平均値を利用して予測する（補足資料 5）。したがって、当年漁期終了後の予測親魚尾数 S'_t には、漁獲尾数の予測誤差が含まれる。過去のデータに基づいて S'_t の誤差を推定するため、1984～2021 年の各年を対象として上記の将来予測と同様に漁期年間の漁獲尾数を予測し、過去の予測親魚尾数 $S'_{t,past}$ を計算した。正規分布の誤差を仮定し、親魚尾数の確定値 $S_{t,past}$ に対する $S'_{t,past}$ の標準誤差 σ_1 (0.57) および傾き $slope$ (1.00) を求めた。将来予測のシミュレーションにおいては、 $S'_{t,k}$ は式 7 で得られるとした。詳細は補足資料 5 も参照されたし。

$$S'_{t,k} = slope \times S_{t,k} + \varepsilon_{t,1,k}, \quad \varepsilon_{t,1,k} \sim \text{Normal}(0, \sigma_1^2) \quad (7)$$

$\varepsilon_{t,1,k}$ は平均 0、標準偏差 σ_1 の正規分布から得られるランダムな誤差であり、 k はシミュレーションの試行回数を示す。 S'_t が計算上 0 以下となった場合には、僅かに親魚尾数が残るよう、 S'_t に極小値として 0.01 億尾を与えた。

イ．加入変動の予測

スルメイカ秋季発生系群の再生産関係はホッケー・スティック型であり、親魚尾数と加入尾数の関係は式 3 で定式化される。

$$R(S_t|a, b) = f(x) = \begin{cases} aS_{t-1} & (S_{t-1} < b) \\ ab & (S_{t-1} \geq b) \end{cases} \quad (8)$$

a と b は再生産関係式から推定される係数である。ここで、各年の資源尾数の確定値 $N_{i,past}$ と再生産関係式からの推定値との残差 e_i は式 9 で表される (i は 1982～2020 年)。

$$e_i = \log(N_{i,past}) - \log R(S_{i-1,past}|a, b) \quad (9)$$

実際の資源変動には確率的な加入変動が伴い、本資源では今後 5 年間は直近 5 年間のような加入状況が続くと想定したバックワードリサンプリング法を適用しているため、翌年の真の資源尾数は式 10 で表される。

$$N_{t+1,k} = R(S_{t,k}|a, b) \cdot \exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta), \quad \delta = -\log\left(\frac{\sum_{i=1982}^{2021} \exp(e_i)}{40}\right) \quad (10)$$

$\varepsilon_{t,2,k}$ はバックワードリサンプリング法によって無作為抽出される残差である。 δ は残差リサンプリングで誤差を与える場合の平均値のバイアス補正項であり、再生産関係式に $\exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta)$ を掛けることによって加入変動を表している。

翌年の真の資源尾数は式 10 で表されるが、将来予測においては親魚尾数と加入変動に予測誤差が生じるため、管理上の予測資源尾数 $N'_{t+1,k}$ は式 11 で表される。

$$N'_{t+1,k} = R(S'_{t,k}|a, b) \cdot \exp(\varepsilon'_{t,2,k} + \delta) \quad (11)$$

$\varepsilon'_{t,2,k}$ はバックワードリサンプリング法によって前述の手順と同様に無作為抽出される残差であり、真の加入変動を表す式 10 の $\varepsilon_{t,2,k}$ とは独立である。

ウ．予測資源尾数からの漁獲量算定

3 年毎に漁獲管理規則に基づいて漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ を算定し、それを 3 年間一定とする際には、漁獲係数 $F'_{t+1,k}$ を掛ける資源尾数として $N'_{t+1,k}$ を使用する (式 12)。

$$C'_{t+1,k} = N'_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \cdot [1 - \exp(-F'_{t+1,k})], \quad F'_{t+1,k} = f(S'_{t,k}) \quad (12)$$

$F'_{t+1,k}$ は漁獲管理規則に基づき、式 13 と式 14 によって求められる (図 5-1 参照)。

$$F'_{t+1,k} = \begin{cases} 0 & \text{if } S'_{t,k} < SB_{\text{ban}} \\ \beta \cdot \gamma \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } SB_{\text{ban}} < S'_{t,k} < SB_{\text{limit}} \\ \beta \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } S'_{t,k} \geq SB_{\text{limit}} \end{cases} \quad (13)$$

$$\gamma = \frac{S'_{t,k} - SB_{\text{ban}}}{SB_{\text{limit}} - SB_{\text{ban}}} \quad (14)$$

F_{msy} はMSYを得られる漁獲係数、 SB_{limit} は限界管理基準値、 SB_{ban} は禁漁水準である。t+1年漁期終了後の真の親魚尾数 $S_{t+1,k}$ を計算する際には真の資源尾数 $N_{t+1,k}$ と $C'_{t+1,k}$ を使用するが、 $C'_{t+1,k}$ が $N_{t+1,k} \cdot \exp(-M/2)$ 以上の場合は $S_{t+1,k}$ が計算上0以下になってしまうため、僅かながら $S_{t+1,k}$ が残るように式15で漁獲尾数を下方修正した。続いて、式16で $S_{t+1,k}$ を算出した。

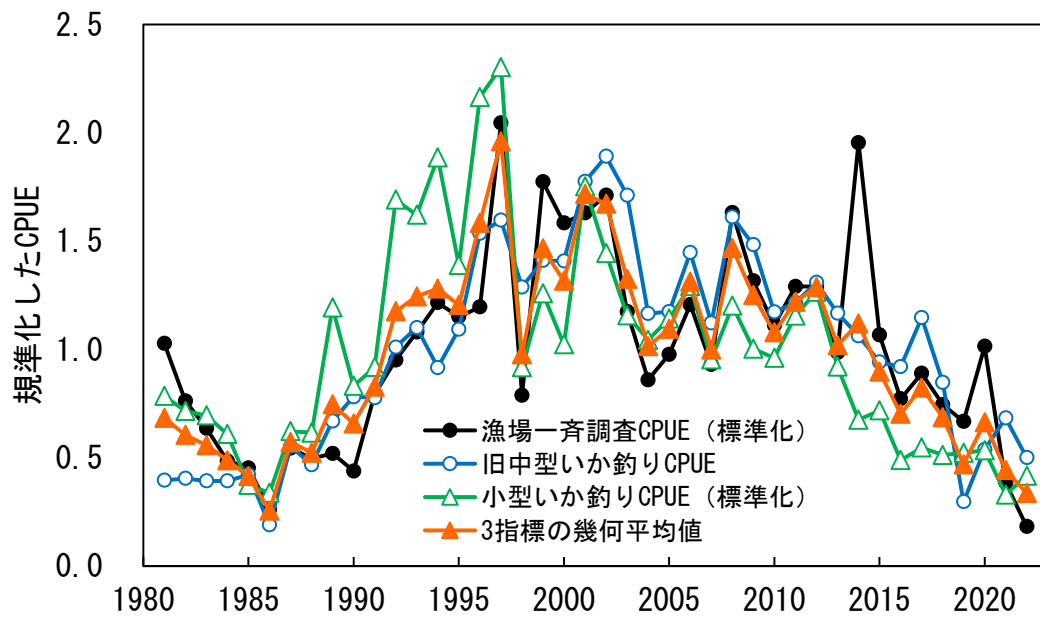
$$C'_{t+1,k} = 0.99N_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (15)$$

$$S_{t+1,k} = \left[N_{t+1,k} - C'_{t+1,k} \cdot \exp\left(\frac{M}{2}\right) \right] \cdot \exp(-M) \quad (16)$$

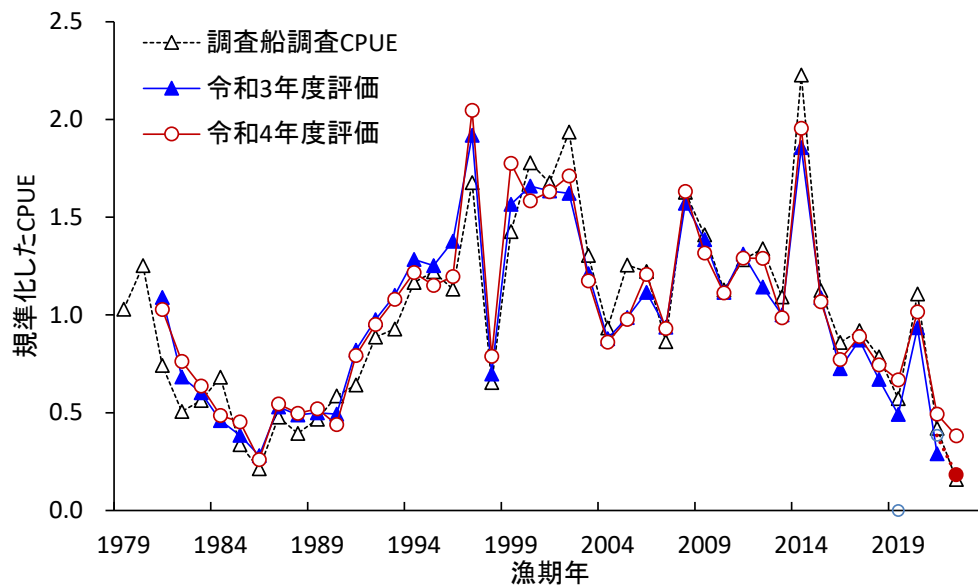
尾数単位による計算結果は、今年度の資源評価における平均体重を用いて、最終的に全て重量単位に換算した。なお、実際の管理の手順では、漁獲管理規則に基づいた翌年の漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ は、異なる $\varepsilon'_{t,k}$ をランダムに抽出した十分回数のシミュレーションによって得られた $N'_{t+1,k}$ の分布を基に計算される $C'_{t+1,k}$ の分布の平均値を利用しているが、ここでは計算時間の短縮のために式12を利用した。

引用文献

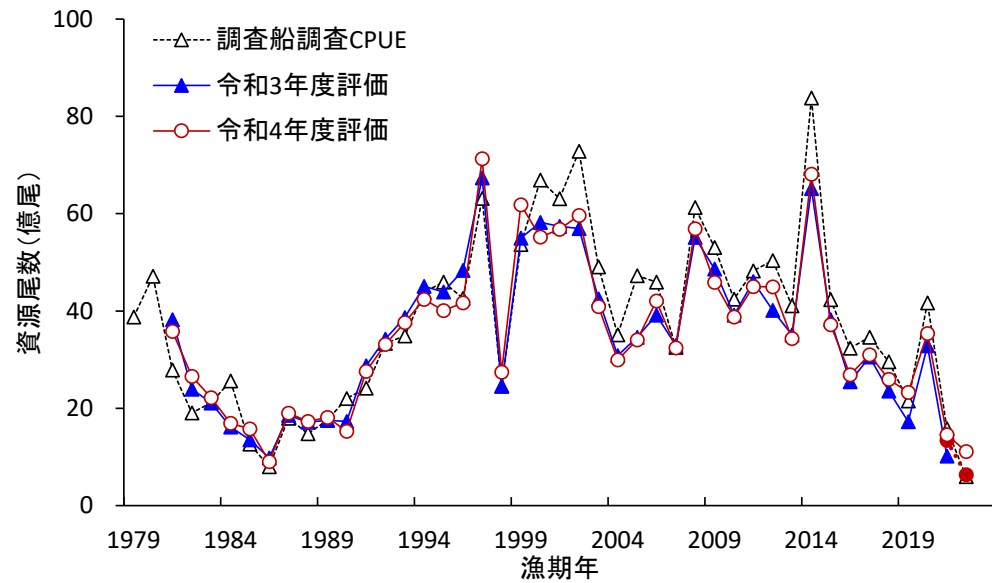
- 安達二郎 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ, *Todarodes pacificus* Steenstrup, の漁業生物学的研究. 島根水試研報, **5**, 1-93.
- 町中 茂・宮下民部・宮島英雄・笠原昭吾 (1980) 1979年日本海沖合水域におけるスルメイカ標識放流の再捕結果と資源特性値の推定. 石川水試研究報告, **3**, 37-52.
- 久保田洋・宮原寿恵・松倉隆一・岡本 俊・西嶋翔太 (2020a) 令和元(2019)年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 令和元年度我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201919.pdf> (last accessed Oct 21st, 2020)
- 久保田洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊 (2020b) 令和2(2020)年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. 水産研究・教育機構, 1-87. FRA-SA-2020-BRP04-2. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_a_20201014.pdf (last accessed Oct 21st, 2020)



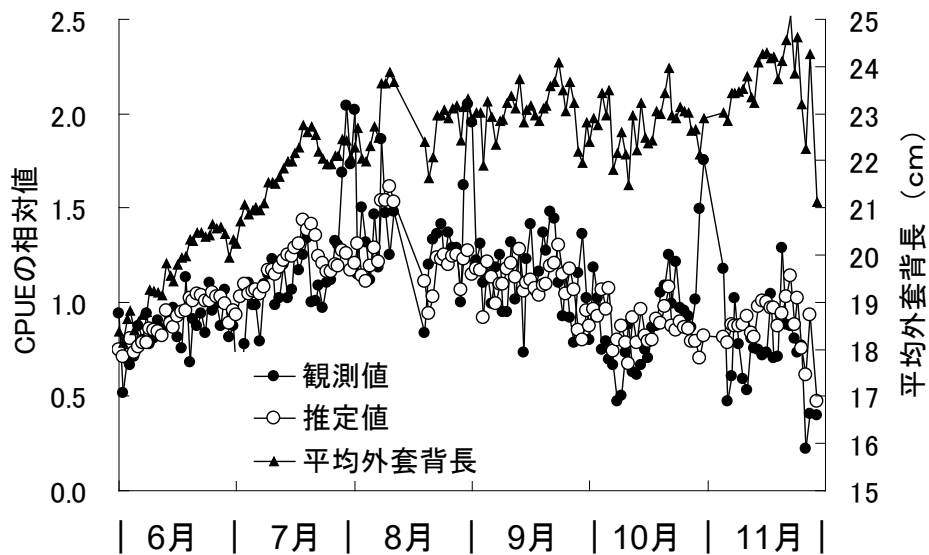
補足図 2-1. 今年度評価で求めた調査標準化 CPUE、旧中型いか釣り CPUE、小型いか釣りの標準化 CPUE、および 3 指標の幾何平均 CPUE の推移
比較のため、各 CPUE は平均が 1 となるように標準化した。



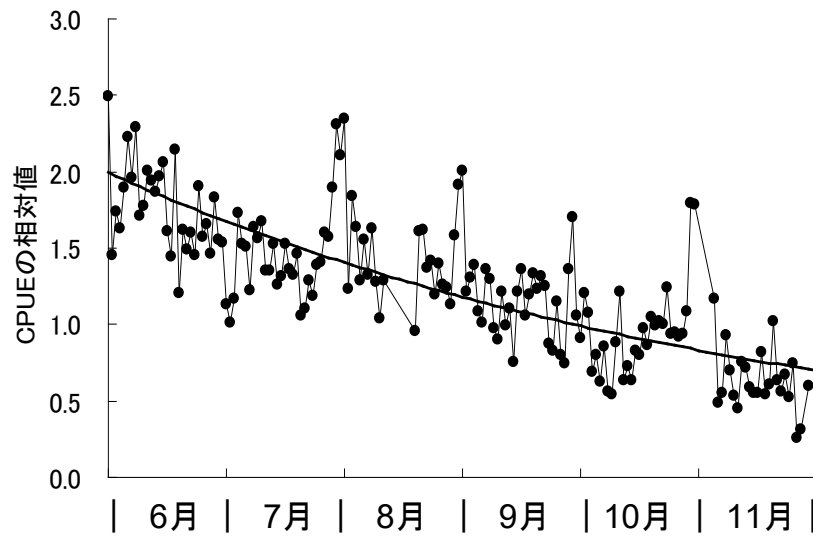
補足図 2-2. 日本海スルメイカ漁場一斉調査の平均 CPUE (調査船調査 CPUE)、令和 3 年度評価および今年度評価における指標値の推移 2022 年漁期の赤丸は調査標準化 CPUE を、白抜き丸は採用した資源量指標値 (調査および漁業指標値の幾何平均値) を示す。
比較のため、各 CPUE は平均が 1 となるように標準化した。



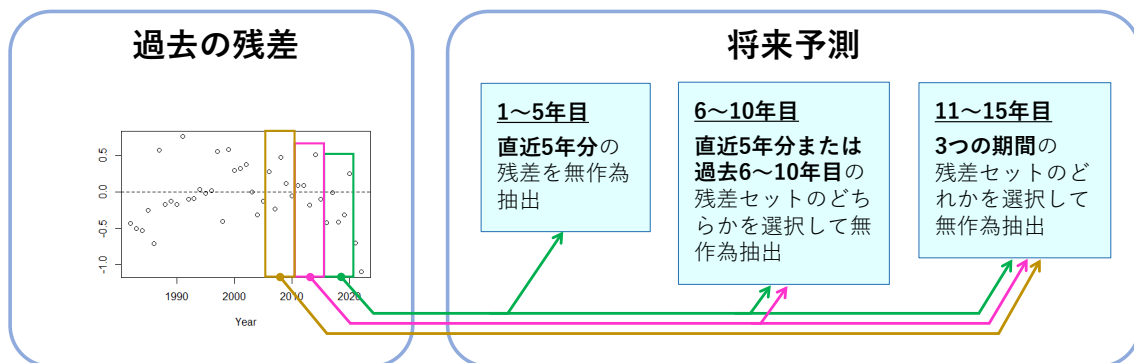
補足図 2-3. 補足図 2-1 に示す各指標値から推定された資源尾数の推移 2021 年、2022 年漁期の赤丸は調査標準化 CPUE から求めた資源尾数を、白抜き丸は採用した資源量指標値（調査および漁業指標値の幾何平均値）から求めた資源尾数を示す。



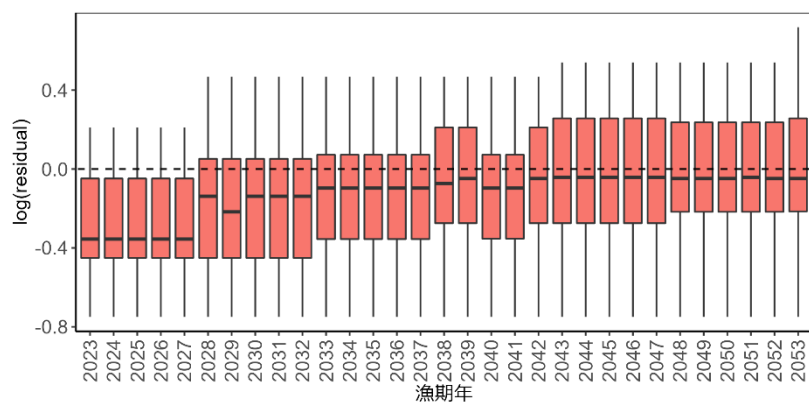
補足図 2-4. 年相対 CPUE および平均外套背長の日別変化



補足図 2-5. 平均外套背長で補正した年相対 CPUE の日別変化 平均外套背長 23 cm で加入率が 1 とした場合(縦軸の切片を設定)における外套背長補後の CPUE の相対値(u_d)の変化として示す。



補足図 2-6. 残差のバックワードリサンプリングの概念図



補足図 2-7. 将来予測においてバックワードリサンプリング法によって設定された各漁期年の加入量予測に与えるリサンプリング残差（加入変動）の分布

補足表 2-1. 日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE、旧中型いか釣り漁業の算術平均 CPUE、小型いか釣り漁業の標準化 CPUE、および 3 指標値の幾何平均値

年	漁場一斉 調査 CPUE (標準化)	旧中型い か釣り CPUE	小型いか 釣り CPUE (標準化)	3 指標の幾 何平均値
1981	1.03	0.40	0.79	0.68
1982	0.76	0.40	0.72	0.60
1983	0.64	0.39	0.69	0.56
1984	0.49	0.39	0.61	0.49
1985	0.45	0.42	0.37	0.42
1986	0.26	0.19	0.34	0.26
1987	0.54	0.55	0.62	0.57
1988	0.50	0.47	0.62	0.52
1989	0.52	0.67	1.19	0.75
1990	0.44	0.78	0.83	0.66
1991	0.79	0.78	0.92	0.83
1992	0.95	1.01	1.69	1.18
1993	1.08	1.10	1.62	1.24
1994	1.22	0.92	1.89	1.28
1995	1.15	1.09	1.39	1.20
1996	1.20	1.54	2.17	1.58
1997	2.05	1.60	2.30	1.96
1998	0.79	1.29	0.92	0.98
1999	1.77	1.41	1.26	1.47
2000	1.58	1.41	1.02	1.32
2001	1.63	1.78	1.75	1.72
2002	1.71	1.89	1.44	1.67
2003	1.17	1.71	1.16	1.33
2004	0.86	1.17	1.04	1.02
2005	0.98	1.17	1.14	1.09
2006	1.21	1.45	1.29	1.31
2007	0.93	1.12	0.95	1.00
2008	1.63	1.61	1.20	1.47
2009	1.32	1.48	1.00	1.25
2010	1.11	1.17	0.96	1.08
2011	1.29	1.22	1.16	1.22
2012	1.29	1.31	1.27	1.29
2013	0.99	1.17	0.92	1.02
2014	1.95	1.06	0.68	1.12
2015	1.07	0.94	0.72	0.90
2016	0.77	0.92	0.49	0.70
2017	0.89	1.15	0.55	0.82
2018	0.74	0.85	0.51	0.69
2019	0.67	0.30	0.52	0.47
2020	1.01	0.54	0.53	0.66
2021	0.38	0.68	0.33	0.44
2022	0.18	0.50	0.42	0.34

各 CPUE は平均が 1 となるように規準化した。

旧中型いか釣り CPUE と小型いか釣り CPUE の算出手法については補足資料 7 に記す。

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
ホッケー・スティック型	最小二乗法	無	3.64	1127	0.34	-

a は折れ点までの再生産式の傾き（百万尾/百万尾）、b は折れ点となる親魚量（百万尾）である。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
目標管理基準値	32.9 万トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
限界管理基準値	18.9 万トン	MSY の 75%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.75msy)
禁漁水準	3.0 万トン	MSY の 15%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.15msy)
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧（漁獲係数 F） = 0.48	
%SPR (Fmsy)	62%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	27.3 万トン	最大持続生産量 MSY

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2021	23.9 万トン	2021 年漁期の親魚量
F2021	2021 年漁期の漁獲圧（漁獲係数 F） = 0.26	
U2021	17%	2021 年漁期の漁獲割合
%SPR (F2021)	77%	2021 年漁期の%SPR
管理基準値との比較		
SB2021/ SBmsy	0.73	最大持続生産量を実現する親魚量（目標管理基準値）に対する 2021 年漁期の親魚量の比
F2021/ Fmsy	0.55	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2021 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	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	横ばい	

補足表 3-4. ABC と予測親魚量

2023 年漁期の ABC (万トン)	2023 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/F2019-2021)	2023 年漁期の 漁獲割合 (%)
12.7	9.3	1.89	42
コメント： ・ABC の設定は、令和 3 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに基づく。 ・現在の漁獲シナリオに従い上記 ABC による漁獲を 2024 年漁期まで続けることで、禁漁水準を下回る確率が令和 3 年度当初の将来予測より高くなることに注意が必要である。			

補足表 3-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性:加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
2025 年漁期以降に漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.4$	13.1	0.1 – 46.6	12	25	69
上記と異なる β を使用した場合					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	9.6	0.1 – 34.9	6	16	63
$\beta=0.9$	10.1	0.1 – 36.1	7	17	65
$\beta=0.8$	10.6	0.1 – 37.8	7	18	66
$\beta=0.7$	11.2	0.1 – 39.6	8	20	67
$\beta=0.6$	11.6	0.1 – 41.0	9	22	68
$\beta=0.5$	12.4	0.1 – 43.8	10	23	69
$\beta=0$	16.1	0.1 – 60.0	17	32	70
F2019-2021	16.4	4.6 – 39.0	8	32	99

考慮している不確実性: 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期の親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2031 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値等を上回る確率(%)		
			目標管理 基準値	限界管理 基準値	禁漁水準
2025 年漁期以降に漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.4$	30.4	0.8 – 86.9	41	65	84
上記と異なる β を使用した場合等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	16.4	0.2 – 56.9	17	33	68
$\beta=0.9$	18.2	0.2 – 62.3	20	37	71
$\beta=0.8$	20.2	0.3 – 66.1	23	42	74
$\beta=0.7$	22.3	0.3 – 71.8	26	47	76
$\beta=0.6$	24.8	0.5 – 75.4	31	53	80
$\beta=0.5$	27.6	0.7 – 83.9	36	59	83
$\beta=0$	40.4	1.0 – 100.4	62	73	86
F2019-2021	25.9	4.7 – 60.2	30	61	98

補足表 3-6. 将来の資源量の平均値の推移

資源量の平均値 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	281	340	268	215	228	249	327	355	393	446	435	623	697
0.95	281	340	268	215	231	255	335	367	408	463	455	645	716
0.90	281	340	268	215	234	261	342	379	423	479	474	673	743
0.85	281	340	268	215	238	266	350	391	437	494	491	698	767
0.80	281	340	268	215	241	272	359	405	454	512	513	734	800
0.75	281	340	268	215	244	278	368	419	471	530	533	771	836
0.70	281	340	268	215	247	285	377	433	488	547	554	812	876
0.65	281	340	268	215	251	291	387	448	506	565	577	847	915
0.60	281	340	268	215	254	297	397	463	525	584	600	886	949
0.55	281	340	268	215	257	304	407	479	544	605	624	918	986
0.50	281	340	268	215	261	311	417	495	562	625	649	956	1,023
0.45	281	340	268	215	264	318	428	510	580	643	670	992	1,057
0.40	281	340	268	215	267	324	438	525	597	661	691	1,024	1,088
0.35	281	340	268	215	271	331	448	539	613	678	711	1,050	1,114
0.30	281	340	268	215	274	337	457	552	627	692	728	1,072	1,135
0.25	281	340	268	215	277	342	466	564	640	705	742	1,086	1,150
0.20	281	340	268	215	280	348	473	574	650	714	753	1,096	1,160
0.15	281	340	268	215	283	353	480	583	658	721	762	1,103	1,167
0.10	281	340	268	215	286	358	486	590	664	727	768	1,107	1,170
0.05	281	340	268	215	289	362	491	597	670	732	774	1,110	1,173
0.00	281	340	268	215	292	367	495	602	675	736	779	1,113	1,175
F2019-2021	281	340	373	407	434	451	524	590	637	683	710	1,008	1,113

漁獲シナリオに従って 2023～2024 年漁期は年間漁獲量を 12.7 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足資料 4 調査船調査の経過および結果

(1) 日本海スルメイカ漁場一斉調査（いか釣り調査）

本系群の主分布域である日本海では、6～7 月に日本海側各試験研究機関共同で釣獲試験による分布調査（50～70 の調査点）を実施し、魚群の分布状況や魚体の大きさを把握している（補足図 4-1）。本調査船調査により得られた調査船の CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）を標準化することで、本系群の資源量指標値が得られている（補足資料 2）。なお、資源量指標値から推定される資源量は、その年の沖合域の漁況（旧中型いか釣り漁船の平均 CPUE）と一定の相関関係がある（補足図 4-2）。

2022 年の調査結果の概要を補足図 4-1 に示す。道北・道央海域は、2020 年以前、本調査においてスルメイカが相対的に高密度で分布する海域であったが、2022 年は 2021 年と同様に分布量が極めて少なく、分布密度の指標となる CPUE は最大でも 4.9 尾で、漁獲のない点もあった。道南・津軽海域ではスルメイカがほとんど漁獲されず、CPUE は 0.1 尾以下で、漁獲のない点もあった。本州北部日本海では CPUE は最大で 1.1 尾で、漁獲のない点もあった。西部日本海では CPUE は隠岐西の点の 24.9 尾が最大であった他は 1 尾を下回り、漁獲のない点もあった。沖合域では、CPUE は北緯 37 度 59 分、東経 132 度 38 分の最も西の点での 27.8 尾が最大で、次いで北緯 39 度 40 分、東経 134 度 20 分の点の 14.3 尾で、漁獲のない点もあった。

補足図 4-3 に日本海スルメイカ漁場一斉調査で得られた外套背長組成を、各調査点の分布密度（各調査点で実施した調査船の CPUE）で重み付けした平均値で示す。2021 年調査での外套背長のモードは 18～19 cm 台で、モードのサイズは 2020 年より大きかった。2022 年は 15 cm 台にモードが見られ、西部日本海、沖合域に分布しており、次いで 17～18 cm 台の頻度が高く、道北・道央、本州北部日本海、沖合域に分布していた。全体としては、前年および近年平均よりも小さい傾向にあった。

なお、日本海スルメイカ漁場一斉調査は、1994 年以前は 6 月、7 月、9 月の 3 回実施されてきたが、1995 年以降は 6～7 月の 1 回のみの実施となっている。

(2) 幼生分布調査

スルメイカ幼生の分布状況把握を目的として、10～11 月に本系群の主産卵場である山陰から九州北西部沿岸域でプランクトンネットによる調査を実施している（補足図 4-4）。日本海スルメイカ稚仔調査（水研）における口径 45 cm ネットの鉛直曳きによる 1 曳網あたりの採集数は、1980 年代は低い値（0.1 尾前後）であったが、1990 年代以降は高い値（1 尾以上）となり、2000 年前後には 2.5 尾前後となった（補足図 4-5）。しかし、その後は減少傾向となった。特に 2016～2019 年では、1989 年以降の資源増加期と同様に対馬海峡付近で幼生が採集されているものの、平均採集数が 0.1～0.3 程度と 1988 年以前に観察された分布密度並であった。2021 年の平均採集尾数は 0.33 尾で、2020 年の調査結果（0.62 尾）の 53%、過去 5 年（2016 年～2020 年）平均（0.26 尾）の 127%であった（補足図 4-5）。また、2021 年の調査で採集された幼生のうち、外套背長 1mm 未満の孵化直後の個体の平均採集尾数は 0.29 尾であり、2020 年調査結果と同数であった。

幼生の分布密度は翌年の加入量よりもその年の親魚量との相関が高いことが知られ（笠

原・永澤 1988)、資源水準が高い年代には親魚量を把握するのに有効であった(後藤 1999)。しかし、2000 年以降は、本系群の主産卵時期が遅くなった(桜井ほか 2007、桜井 2014)ため、調査時期と主産卵時期が一致しなくなったことに加え、2005 年以降は中国の漁獲が加わり正確な漁獲量が不明となった影響で、親魚量の推定精度が低下していることが影響して、以前よりも関係が明瞭でなくなったと考えられる。

一方、これまでの調査結果から、スルメイカ幼生の分布海域(概ね産卵場を示している)はスルメイカの資源水準と連動して変化してきたことが明らかとなっている(Goto 2002)。資源量が減少した 1980 年代は、スルメイカ幼生の主分布域は北陸沿岸域であったが、資源量が増加した 1990 年代には対馬海峡から東シナ海まで拡大した(補足図 4-6)。このような幼生の分布海域(産卵海域)の変化は、海洋環境の変化と関連しており、スルメイカの資源動向を判断する上で重要な情報となっている。

(3) 新規加入量調査

スルメイカは単年生(寿命が 1 年)であることに加え、幼生から加入までの生残率は環境の影響を受けやすく、十分な親魚量を確保したにもかかわらず、年によっては資源量が大きく減少する場合がある。そのため、表層トロール網(主に網口の直径 12 m)を用いて漁期直前の 4 月に分布状況を把握し、資源量を予測する調査を 2001 年より実施している。2001～2010 年までの調査結果では、本系群に相当する外套背長 5 cm 以上の平均採集尾数とその後の調査(日本海スルメイカ漁場一斉調査)で得られる資源量との間には有意な相関関係があることが示されている(Kidokoro et al. 2014)。

2022 年 4 月に実施した調査では、調査海域全域に広く分布しており、北緯 38 度 50 分、東経 134 度 30 分の点で最も多く採集され(78 尾)、次いで北緯 39 度 50 分、東経 138 度 30 分の点で多く採集された(50 尾)(補足図 4-7)。1 調査点あたりの平均採集尾数は 13.3 尾で、前年(18.5 尾)の 72%、近年平均(20.4 尾)の 64%であった。一方で、本予報期間(5 月～7 月)の漁獲対象になると想定される外套背長 5cm 以上の平均採集尾数は 10.0 尾であり、前年(3.4 尾)の 297%、近年平均(6.4 尾)の 156%であった。以上のように、2022 年調査における幼イカの分布密度は、比較的低い水準ではあるものの、5cm 以上の個体の平均採集尾数は前年を上回った。

(4) 秋季の西部対馬暖流域の平均 50 m 深水温

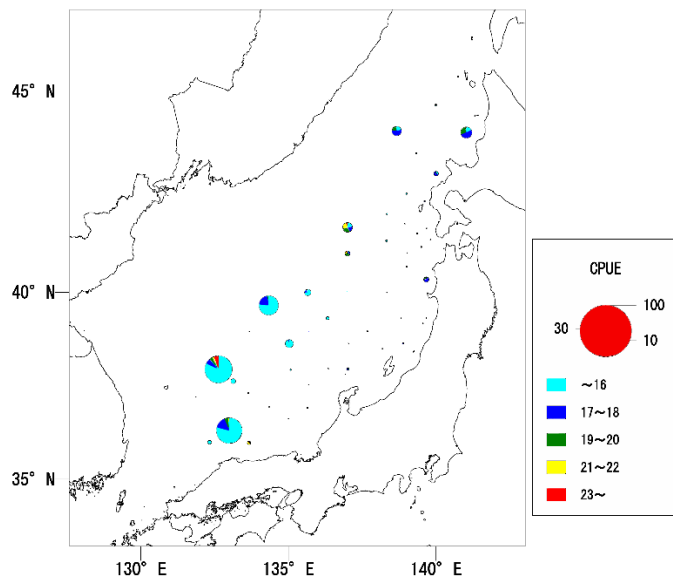
補足図 4-9 に西部対馬暖流域における 50 m 深水温の推移を示した。本系群の主分布域である対馬暖流域の水温は、1980 年代後半に冬季の水温が上昇したことに加えて、1998 年以降は春季～秋季の水温も上昇し、周年にわたって水温の高い状態となった(加藤ほか 2006)。1998 年に水温の上昇が観察され、同年にスルメイカの資源量が減少したものの、1999 年以降は資源量が増加し、比較的高い水準で資源量は推移した。そのため、当時は、1998 年の水温の変化はスルメイカの資源動向に影響を与えなかったと判断された(木所ほか 2004)。

しかし、その後のデータ蓄積によって、1998 年以降の対馬暖流域の秋季水温の上昇による産卵場形成への影響(Rosa et al. 2011)や、日本海沿岸域の漁期漁場の変化(木所 2011)が報告され、主産卵時期の中心がより遅い時期へ移行したことも考えられるようになった(桜井ほか 2007)。以上のように、1998 年以降の水温上昇がスルメイカの生態に影響を及

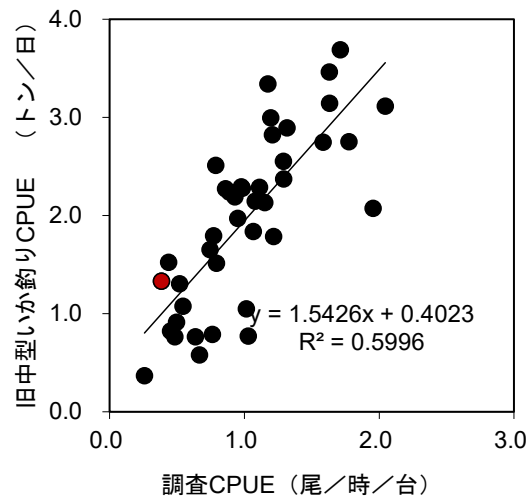
ばし、再生産成功率の低下を引き起こした可能性が考えられる。一方、2. 生態 (5) 特記事項で述べたように、2016 年以降に再生産の残差が負に偏ったことは寒冷化により資源が減少した 1980 年代の状況とは異なると推察される。また、秋季の西部対馬暖流域の 50 m 深水温の高温化傾向は、近年では必ずしも持続しておらず、海洋環境と資源調査の経過を注視する必要がある。

引用文献

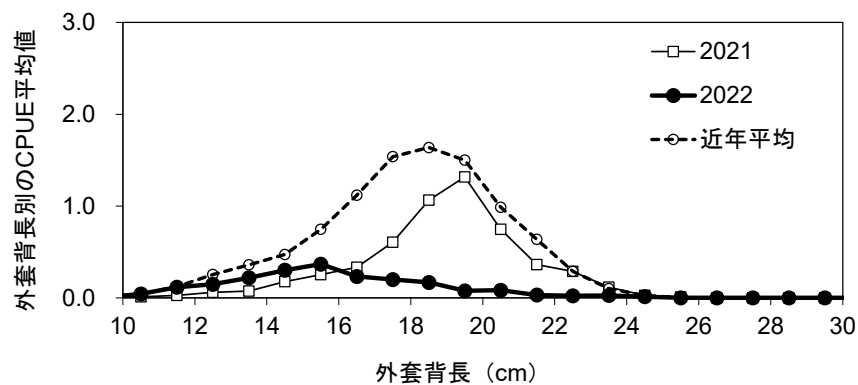
- 後藤常夫 (1999) 口径 45 cm プランクトンネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集とその有効性 (要旨). イカ類資源研究会議報告 (平成 10 年度), 北海道区水産研究所, 99-100.
- Goto, T. (2002) Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan and its implication for locating spawning grounds. Bull. Mar. Sci., 7, 299-312.
- 笠原昭吾・永澤 亨 (1988) 対馬暖流系スルメイカ稚仔分布の経年変動. イカ類資源・漁海況検討会議報告 (昭和 62 年度), 北海道区水産研究所, 34-45.
- 加藤 修・中川倫寿・松井繁明・山田東也・渡邊達郎 (2006) 沿岸・沖合定線観測データから示される日本海及び対馬海峡における水温の長期変動. 沿岸海洋研究, 44, 19-24.
- 木所英昭 (2011) 1990 年代後半以降の我が国日本海沿岸域におけるスルメイカ漁獲量の減少について. 水産海洋研究, 75, 205-210.
- 木所英昭・森 賢・後藤常夫 (2004) 1998 年におけるスルメイカ資源の減少とその後の変化. 水産海洋研究, 68, 264.
- Kidokoro, H., T. Shikata and S. Kitagawa (2014) Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. Hidrobiológica, 24, 23-31.
- Rosa, A. L., J. Yamamoto and Y. Sakurai (2011) Effect of environmental variability on the spawning areas, catch, and recruitment of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae), from the 1970s to the 2000s. ICES J. Mar. Sci., 68, 1114-1121.
- 桜井泰憲 (2014) スルメイカの繁殖生態と気候変化に応答する資源変動. 水産振興, 559, 54 pp.
- 桜井泰憲・岸 道郎・中島一步 (2007) スケトウダラ, スルメイカ, 地球規模海洋生態系変動研究 (GLOBEC) - 温暖化を軸とする海洋生物資源変動のシナリオ. 月刊海洋, 39, 323-330.



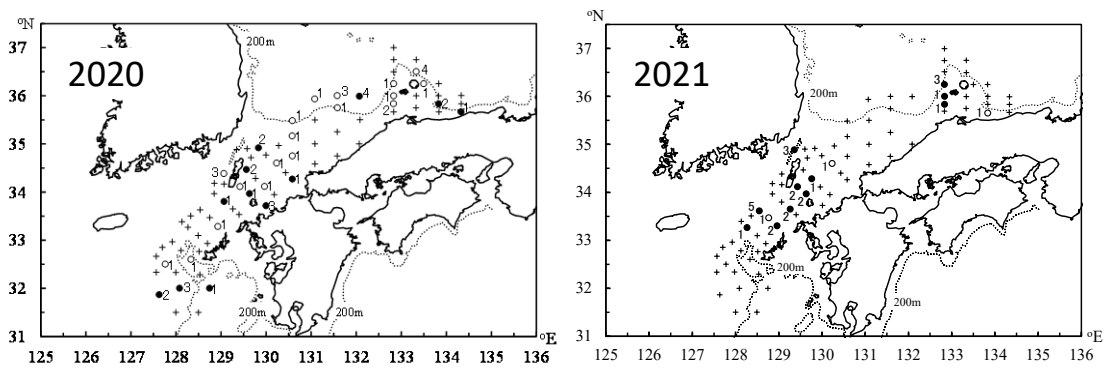
補足図 4-1. 2022 年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果
図中×は漁獲がなかった点
を示し、○の面積は各調査
点の分布密度の指標となる
調査船の CPUE (いか釣り機
1 台 1 時間の採集尾数) を示
し、各色は各外套背長範囲
(cm) の比率を示す。

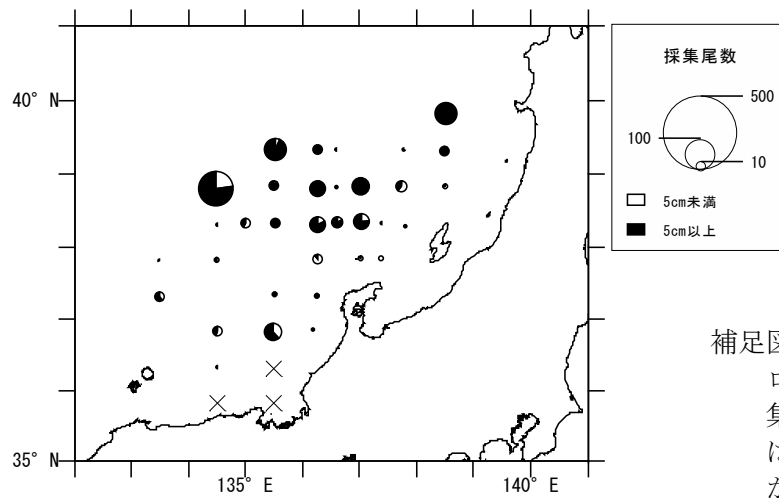


補足図 4-2. 調査 CPUE と旧中型イカ釣り
漁船の CPUE の関係 図中の回帰式は
1981～2021 年のデータを基に解析。赤
丸は 2021 年

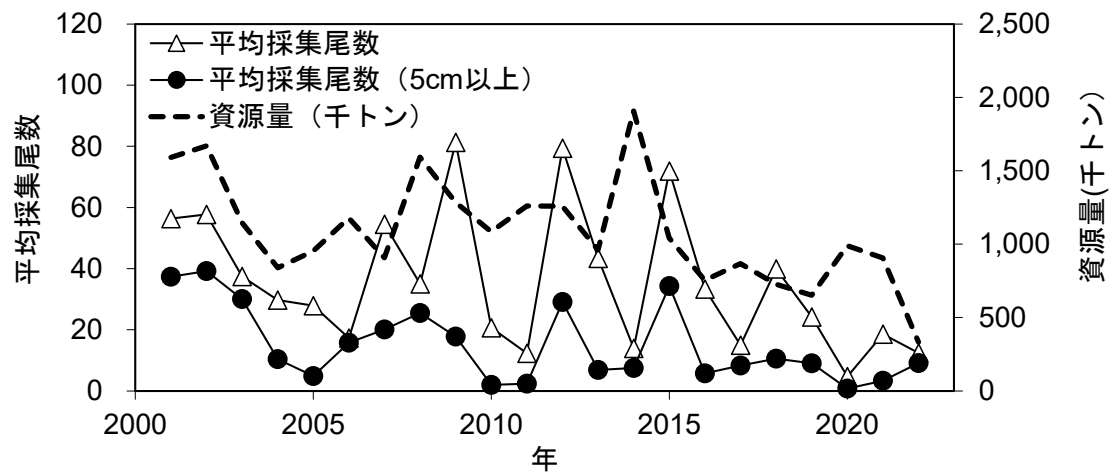


補足図 4-3. 日本海スルメイカ漁場一斉調査による CPUE 重み付け平均外套背長組成
近年平均は 2017～2021 年の 5 年平均。

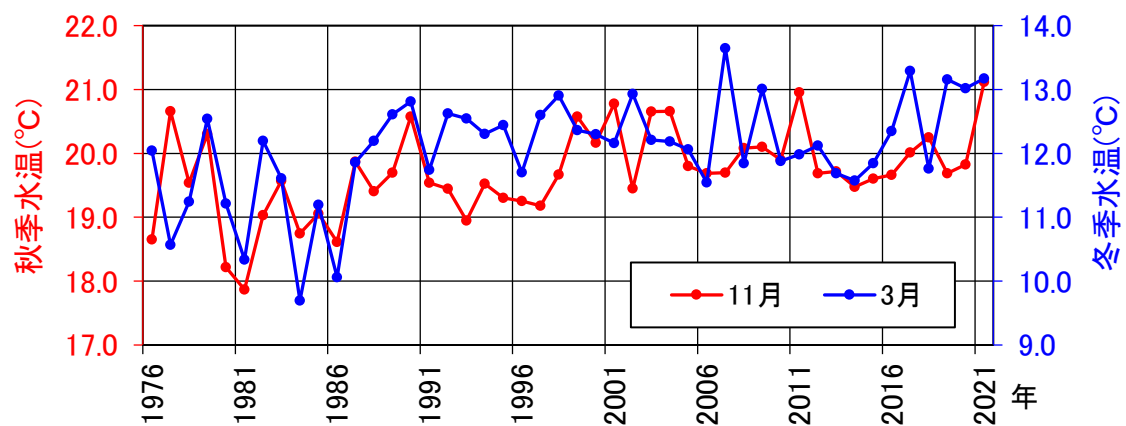




補足図 4-7. 2022 年 4 月の表層トロールによるスルメイカの採集調査結果 図中、○の面積は採集尾数、×は採集されなかった調査点を示す。



補足図 4-8. 新規加入量調査の平均採集尾数と資源量の経年変化



補足図 4-9. 西部対馬暖流域（東経 130～134 度）の 50 m 深の平均水温の推移

補足資料 5 資源評価当年漁期の漁獲量予測と親魚尾数の予測誤差について

(1) 資源評価当年漁期の漁獲量の予測

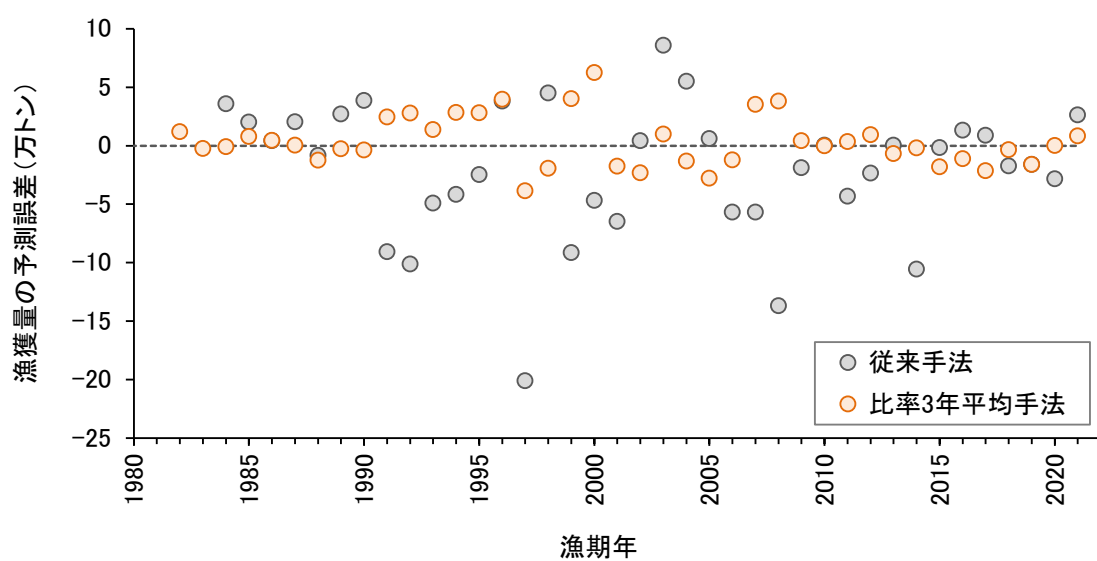
昨年度まで、資源評価当年漁期の日韓漁獲量を予測する際には日韓のみの漁獲による漁獲圧の過去 3 年平均値を利用していた（以降、従来手法と呼ぶ）。しかし、今年度、従来手法を用いた場合に求められる 2022 年漁期日韓漁獲量は 2.4 万トンとなり、4～9 月で既に漁獲されている 3.6 万トン（3-(2)参照）を下回ることになる。そこで今年度から、9 月までの累積漁獲量と漁期年間漁獲量の比率の過去 3 年平均値を利用して資源評価当年漁期の日韓漁獲量を予測することとした（以降、比率 3 年平均手法と呼ぶ）。その結果、2022 年漁期の日韓漁獲量は 4.5 万トンと予測された。比率 3 年平均手法による予測精度検証については以下に記す。

補足図 5-1 に従来手法と比率 3 年平均手法を用いて過去に遡って求めた日韓のみの漁獲量の各年の予測誤差を示す。比率 3 年平均手法による漁獲量の予測精度を検証した結果、予測精度の指標である RMSE（平均平方二乗誤差）は従来手法では 6.0 万トンであったのに対し、比率 3 年平均手法では 2.2 万トンとなり、全体的な予測精度は向上することが確認された。

(2) 将来予測における親魚尾数の予測誤差

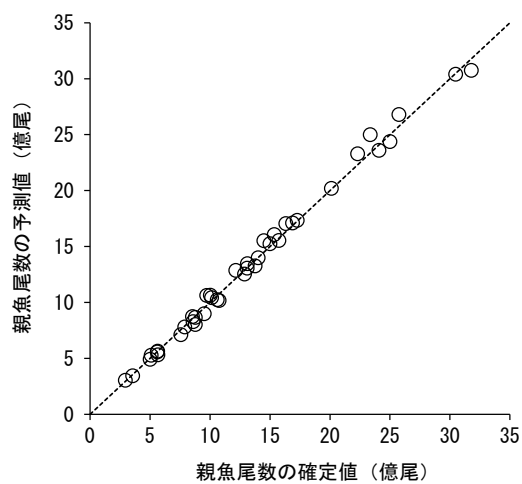
漁期終了後の親魚尾数を求めるためには、その漁期の資源尾数と漁獲尾数を与える必要がある（式 5）。資源評価当年漁期においては、漁獲尾数（漁獲量を平均体重で除した値）を上述の比率 3 年平均手法によって予測するため、同年漁期終了後の親魚尾数には予測誤差が含まれることになる。この誤差を将来予測において考慮するため、2021 年以前のデータを用いて予測誤差を推定した。以下にその解析手順と結果を示す。

過去に遡って各年の日韓漁獲量を比率 3 年平均手法によって予測し、中国の漁獲量の仮定値（3-(2)参照）を足し合わせることで本系群の予測漁獲量を算出した。その漁獲量を平均体重で除すことで予測漁獲尾数に換算した。式 5 に予測漁獲尾数と推定資源尾数を与えることで、各年の過去の予測親魚尾数を求めた。また、漁獲量データは 1979 年からあり、1981 年以前に比率 3 年平均手法は適用できないため、1982～2021 年の予測親魚尾数を求めた。確定値になった漁獲量データから求めた親魚尾数と予測親魚尾数の間には、補足図 5-2(a)のように直線的な関係が見られたため、正規分布の誤差を仮定して回帰係数 slope (1.00) と標準誤差 σ (0.57) を推定した。この値を式 7 におけるパラメータとして使用した。なお、上述の従来手法による予測漁獲尾数を使用した場合の回帰係数は 0.94、標準誤差は 1.22 であり（補足図 5-2(b)）、比率 3 年平均手法を用いた場合の方が予測親魚尾数の誤差は小さくなった。

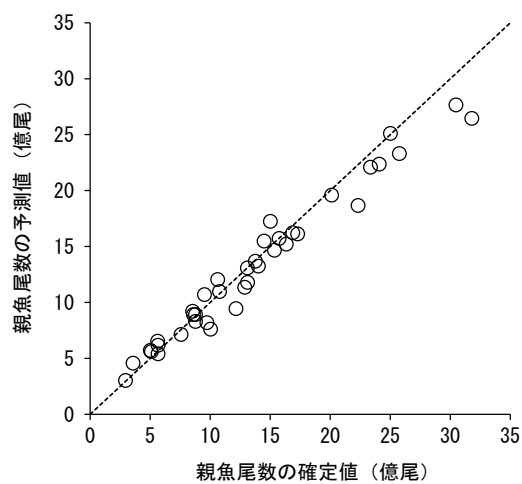


補足図 5-1. 従来手法と比率3年平均手法によって求めた日韓の漁獲量の予測誤差

(a) 比率3年平均手法



(b) 従来手法



補足図 5-2. 比率3年平均手法 (a) と従来手法 (b) による予測漁獲尾数を用いた場合の漁期終了後の親魚尾数の予測値と確定値との関係
破線は 1:1 の直線を示す。

補足資料 6 人工衛星の情報解析による中国および北朝鮮漁船の操業状況の把握

スルメイカ秋季発生系群の資源評価において、現在、日本海で操業する中国・北朝鮮漁船の操業実態や漁獲動向を把握することが重要な課題である。このため、2014 年度から外国漁船の漁獲動向把握を目的として、人工衛星夜間可視データ処理手順の確立に取り組み、灯火を用いる漁船動向のモニタリングを実施している。この調査では、米国の地球観測衛星（Suomi NPP・NOAA20 号）の夜間可視データ（Miller et al. 2011）から、灯火を用いて操業する漁船を光点として抽出し、さらに、輝度レベル、操業位置別に光点数を計数する。また、2017 年度からは、新たに日本の地球観測衛星 ALOS-2（だいち 2 号、JAXA）に搭載された合成開口レーダ（PALSAR-2）によって、2 そうびき漁船のように灯火を用いない漁船の動向のモニタリングも開始した（高崎ほか 2020）。

解析例として 2020～2022 年に得られた代表的な光点分布図を補足図 6-1 に示した。日韓暫定水域やその北東側の我が国 EEZ に分布する高輝度点（赤～橙）は、主に日本および韓国のいか釣り船であり、ロシア水域に分布する高輝度点は 2020 年では大部分が韓国のいか釣り船で、2021 年は日本のいか釣り船も含まれる。一方、日韓暫定水域の北端の大和堆・北大和堆の西側～北朝鮮水域に分布する高輝度点は、中国の灯光網船（虎網、かぶせ網）が主体であると推測され、2021 年、2022 年ではこのような高輝度の点は出現していない。また、2019 年以前にはこれらの北側に低輝度点（水色～青）が多数認められ、大多数は北朝鮮の木造船であると推察されるが、中国の 2 そうびき漁船等の作業灯程度のあかりを灯す漁船およびその他の船舶も含まれる可能性がある。2021～2022 年の画像における、北朝鮮水域の沖合で僅かに見られる低輝度点は、後述の合成開口レーダ解析の結果からも、中国の 2 そうびき漁船であると考えられる。ここで示した光点分布は一例であるが、抽出された光点（漁船）の数や配置の経年的な違いについて、モニタリングを継続している。

高輝度点（ $400 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 以上）のうち、北朝鮮水域から大和堆の西側の水域（日韓暫定措置水域より西の水域）に分布する光点数の各年の月別の推移について、各月において月光や雲により変化する視認条件が良好で、かつ高輝度点数のカウントが最も多かった日を抽出し、補足図 6-2 に推移を示した。高輝度点数は、2017 年漁期まで増加傾向で、2018 年漁期に減少、2019 年に増加、2020 年以降は減少した。2022 年では、高輝度点の総数としては 2021 年を下回った。2021 年漁降、北朝鮮水域の沖合～大和堆水域において中国漁船と見られる高輝度点が観察されず、北朝鮮沿岸域中心に高輝度点の中でもやや輝度の低い（図では黄色）漁船が主体となって、引き続き一定数の灯光網船が操業していたと推察される。

低輝度点（ $300 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 未満）は、分布域が北朝鮮水域や大和堆水域に留まらず、かなり北の方まで分布域が広がる年もあったため、より広範囲を対象として光点数をカウントし、各月で最も多かった日を抽出し、補足図 6-3 に推移を示した。大部分は北朝鮮の木造船と見られる低輝度点数は 2018 年まで増加傾向で、2019 年漁期も 2018 年漁期とほぼ同じ数で推移した。低輝度点の分布範囲は 2017～2019 年ではロシア水域や我が国 EEZ にも大きく広がっていた。一方、2020 年漁期以降は低輝度点が大きく減少し、北朝鮮の木造船の出漁が減少していると推察される。

中国が北朝鮮水域で漁獲を開始した当初は 2 そうびき漁船による漁獲が主体で、現在も 2 そうびき漁船が主力であると推察されるが（Park et al. 2020）、2 そうびき漁船が夜間にあか

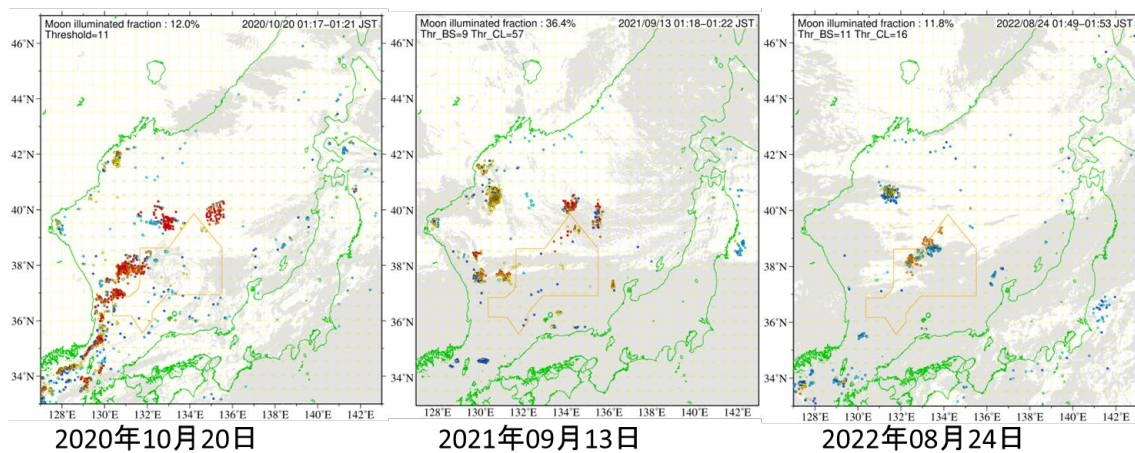
りを灯したとしても作業灯程度であり、夜間光画像では北朝鮮の木造船のような弱い灯火の漁船等との判別が困難である。一方、人工衛星に搭載された能動型のレーダセンサ（合成開口レーダ）では、観測モードの解像度程度の大きさの船であれば、灯火の有無、昼夜の別、雲の有無に関わらず漁船位置を把握できる。さらに、2 そうびき特有の漁船配置の特徴を利用し、2 そうびき漁船を抽出・計数する手法が開発された（高崎ほか 2020）。

ALOS-2 による観測は、様々な要因によって毎日、もしくは一定間隔での定期的な観測が難しいが、ここでは、2018 年漁期以降の漁期中に北朝鮮水域を観測した画像を可能な限り用いて、北朝鮮水域を中心とする対象海域における 2 そうびき漁船のペア数を計数し（補足図 6-4）、各月のカウント数の中で最大となった値を各月の代表値とし、推移を補足図 6-5 に示した。ただし、北朝鮮沿岸域に密集する灯火の弱い船の中で多数の 2 そうびき漁船が検出された場合は、当該海域に密集する灯光網船との判別が未検討であることから、月別最大値の探索から除外した。検出数は 2021 年漁期以降大きく減少しており、5～12 月までの月別最大値の累積隻数は 2018～2020 年漁期の平均に対して 2021 年漁期は 25%程度であった。また、2022 年漁期は 9 月までの累積隻数（9 月 25 日までの情報）で見ると 2018～2020 年漁期同期の平均の 8%であった。以上から、北朝鮮水域を中心とした水域での中国の 2 そうびき漁船の努力量が 2021 年漁期以降、減少していると見なされた。

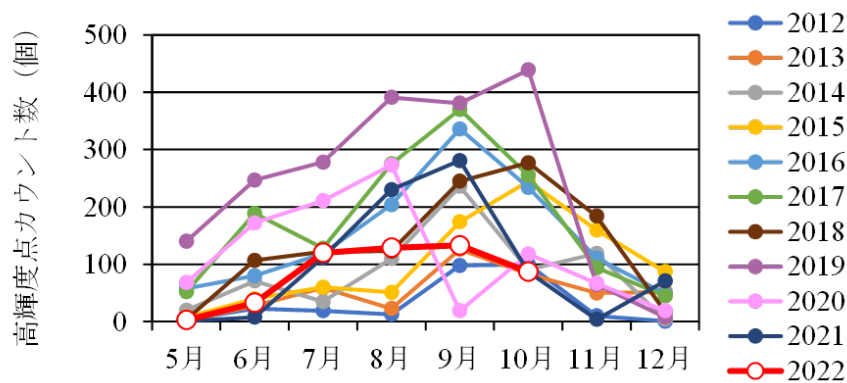
人工衛星による情報では、漁船種類の判別に限界があるほか、1 日 1 隻あたりの漁獲量の推定は困難であるため、定量的な漁獲量情報として用いることは難しい。一方で、これまでの情報の蓄積により、定性的な情報として、外国漁船の努力量の増減の把握の一助となると考えられる。今後も漁船の出漁動向の把握は極めて重要な課題であるため、技術開発とモニタリングを継続が重要と考えられる。

引用文献

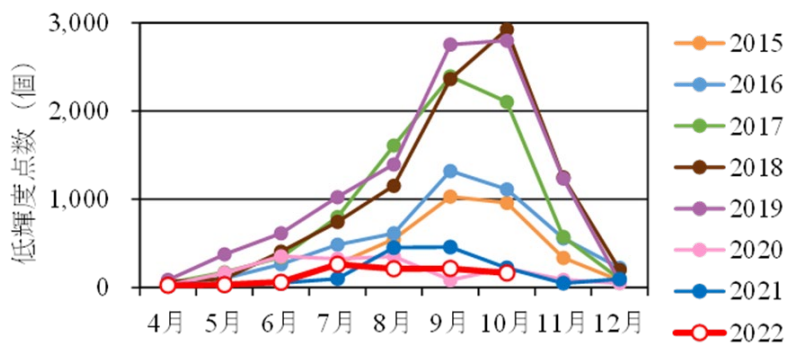
- Miller, S. D., S. P. Mills, C. D. Elvidge, D. T. Lindsey, T. F. Lee and J. D. Hawkins (2011) Suomi satellite brings to light a unique frontier of nighttime environmental sensing capabilities. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **109**, 15706-15711.
- Park, J., J. Lee, K. Seto, T. Hochberg, B. A. Wong, N. A. Miller, K. Takasaki, H. Kubota, Y. Oozeki, S. Doshi, M. Midzik, Q. Hanich, B. Sullivan, P. Woods and D. A. Kroodsma (2020) Illuminating dark fishing fleets in North Korea. *Sci. Adv.*, **6**, eabb1197.
- 高崎健二・齋藤 勉・大関芳沖・稲掛伝三・久保田洋・市川忠史・杉崎宏哉・清水収司 (2020) ALOS-2/PALSAR-2 を用いた 2 そうびき漁船の検出. *水産海洋研究*, **84**, 89-99.



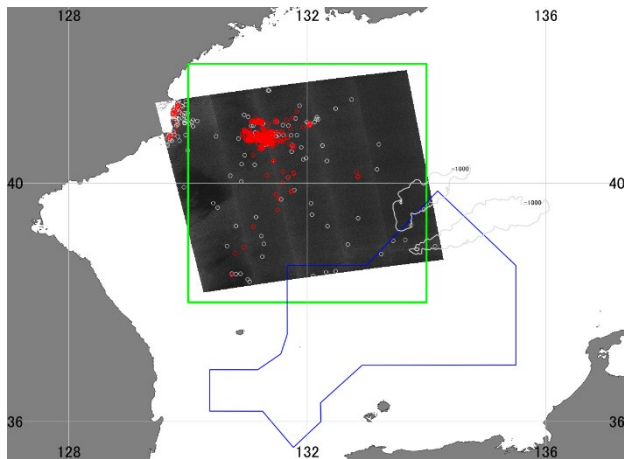
補足図 6-1. 日本海の NPP 衛星夜間可視データから抽出された光点の分布 2020～2022 年の比較。暖色系は高輝度点、寒色系は低輝度点、灰色は雲域を示す。



補足図 6-2. 北朝鮮水域～大和堆西側水域における高輝度点 ($400 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 以上、補足図 6-1 の黄色～赤色の点) の日々のカウント数の月間最大値の推移。ここで計数した光点の多くは中国の灯光網船と推察される。

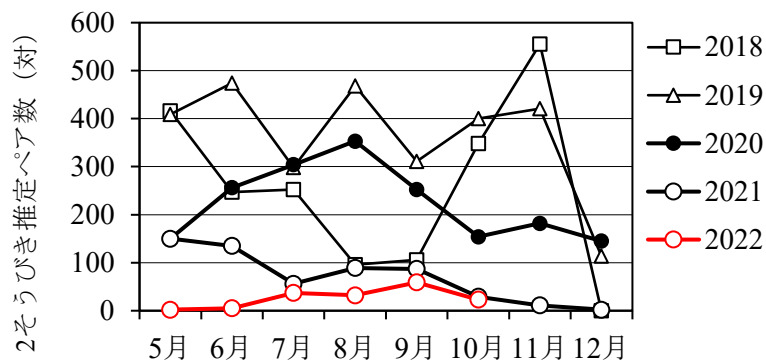


補足図 6-3. 東経 130～137 度、北緯 38 度 37 分～北緯 43 度 (2018 年 8 月以降は東経 130～138 度 30 分、北緯 38 度 37 分～北緯 45 度。北朝鮮水域、ロシア水域、我が国 EEZ を含む) の海域における低輝度点 ($300 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 未満、補足図 6-1 の水色～青色の点) の日々のカウント数の月間最大値の推移。光点の多くは北朝鮮漁船で、中国の 2 そうびき船等も含まれると推察される。



補足図 6-4. ALOS-2/PALSAR-2 の衛星画像解析による計数範囲と解析例

赤丸は 2 そうびきと判定された漁船。白丸はその他の検出された船舶。緑線は 2 そうびきペアのカウント領域。青線は日韓暫定水域。灰色曲線は大和堆付近水深 1,000 m の等深線。カウント領域付近の画像は 2020 年 8 月 1 日に取得されたもの。



補足図 6-5. 東経 130～134 度、北緯 38～42 度（北朝鮮水域、ロシア水域、我が国 EEZ を含む）の海域において ALOS-2/PALSAR-2 の衛星画像解析により 2 そうびきと推定された漁船のペア数の推移。2 そうびき船であるため、漁船数はペア数の 2 倍。

補足資料 7 国別・漁法別の漁獲動向

(1) 日本

我が国における本系群の漁獲量は、日本海中央部で漁場が開発された 1960 年代後半以降に増加し、ピーク時の 1975 年漁期には 30.8 万トンに達した。1970 年代半ば以降は漁獲量が減少に転じ、1986 年漁期には 5.4 万トンに落ち込んだ。その後は増加し、1990 年代の漁獲量は 10.7 万～17.8 万トンとなった。漁獲が最も多かったのは 1996 年漁期で、以降は減少傾向となり、2013 年漁期以降は 4 万トンを下回っている。2021 年漁期の漁獲量は 1.6 万トンで、2020 年漁期（2.1 万トン）を下回り、過去 2 番目に低い水準である（図 3-1、表 3-1）。以下に、主要な漁業種類別の漁獲動向を記す。

(1-1) 沖合いか釣り（旧中型いか釣り漁業）

我が国 EEZ の日本海沖合域では、5～2 月に大臣許可のいか釣り漁業（以下、旧中型いか釣り）が行われており、本資源評価では同漁業での日本海における 5～10 月、および東シナ海における 5～11 月の漁獲は秋季発生系群が主対象であると想定している（令和 4（2022）年度スルメイカ冬季発生系群資源評価の補足資料 2 参照）。秋季発生系群を主対象とする時期・海域における旧中型いか釣り漁船の CPUE（90 トン以上の漁船の 1 隻 1 日あたりの漁獲量）は、1980 年代前半は概ね 1 トン以下であったが、その後、資源量指標値と同様に 1990 年代に増加し、2000 年漁期前後には約 3 トンとなった。その後は短期的な変動はあるものの緩やかに減少傾向で、2015 年以降は近年の中でも低めで推移し、2019 年漁期には 0.58 トンと 1980 年代の水準まで落ち込んだものの、2020 年漁期は 1.05、2021 年漁期は 1.33 とやや回復した（表 3-2、補足図 7-1、7-2）。また、日本海における漁場は 2000 年前後までは日本海に広く分布していたが、その後、2018 年漁期までは北海道日本海沿岸に偏る傾向にあった。2019 年漁期以降は一転し、大和堆周辺を中心とした海域に漁場が偏る状況が継続している。2022 年漁期の沖合域の漁況は、水研の漁船活用調査の結果から 6 月は近年の中では高い CPUE であったが、7 月以降減少傾向にあり、2020 年漁期をやや下回る経過である（補足図 7-2）。6～7 月の日本海スルメイカ漁場一斉調査における調査結果では 2021 年漁期は近年の中でも特に低い水準で、さらに 2022 年漁期は 2021 年を下回る過去最低値であり、調査時の状況と漁況が一致していない。日本海スルメイカ漁場一斉調査では、我が国 EEZ 外の海域（主に日本海の大陸側）が調査対象となっていないこと、また 6～7 月の日韓の漁獲量比（後述、補足図 7-6）から、資源の分布状況が日本海でも大陸寄りの海域に偏っていたと推察される。

今年度の資源評価においては、漁業の情報から日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE 以外の他の資源状態の指標となる値を求め、資源量指標値の算出に供した（補足表 2-1、補足資料 2）。旧中型いか釣り漁船 CPUE については、調査と同様の沖合域での漁期を通じた情報を反映しているとみなし、日本海での 1979～2022 年漁期の 5～10 月の旧中型いか釣り漁船の漁績から得られた CPUE をこれに用いた。2022 年漁期については漁船活用調査に基づく旧中型いか釣り漁船 10 隻から得た情報から求めた。旧中型いか釣り漁船 CPUE の推移については補足図 2-1 および補足表 2-1 に示すが、増減の傾向は前述の補足図 7-1 に示す推移と大きな違いは無い。

(1-2) 沿岸いか釣り（小型いか釣り漁業）

我が国の日本海側の沿岸いか釣り漁業（以下、小型いか釣り漁業）は、北海道から九州まで日本海側各地で行われている。秋季発生系群を対象とした漁期は5～8月の北上期および9～10月の産卵期にあるが、漁獲は北上期が中心である。北上期の代表的な漁期・漁場として、5～7月の石川県、6～7月の青森県の日本海側（以下、青森県）、7～8月の青森県の津軽海峡側（以下、大畑）、6～8月の函館、7～9月の北海道日本海側（以下、北海道西部）がある。これらの海域以外（秋田～新潟、福井県以西）でも北上期のいか釣り漁業が行われている。補足図 7-3 に、長期的な情報が1日1隻あたりの漁獲量情報が整理されている函館、大畑、青森、石川の小型いか釣り CPUE の推移と、近年の情報が整理された山形、秋田（6～7月）、また産卵期（9～10月）の情報として鳥取、山口を示す。

今年度の資源評価においては、漁業の情報から日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE 以外の他の資源状態の指標となる値を求め、資源量指標値の算出に供した（補足表 2-1、補足資料 2）。小型いか釣り CPUE は、調査と同時期の日本沿岸を北上する資源の情報を反映しているとみなし、この時期における小型いか釣り漁業の標準化 CPUE をこれに用いた。小型いか釣り漁業の CPUE の標準化にあたって、重量データによる CPUE（トン/日・隻）を、各月・各漁場での1尾あたり平均体重の推定値で除算することにより得た時系列に基づいて、一般化線形モデルを適用し、説明変数を年（Year）、月（Month）、水揚げ港（Port）、応答変数を CPUE（ fc_{pue} ）の対数値とした。データの期間は1979～2022年で、4つの水揚げ港における5～8月の CPUE を使用した（函館：6～8月、大畑：7～8月、青森：6～7月、石川：5～7月）。誤差分布には正規分布を仮定した。説明変数は全てカテゴリー変数として扱い、それぞれの変数の交互作用項を組み込んだモデルも候補として検討した。ベイズ情報量規準（BIC）を用いてモデル選択した結果、下式のモデルが選択された。

$$\log (f_{cpue_{ijk}}) = \alpha + Year_i + Month_j + Port_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

α は切片、 $Year_i$ は年の効果、 $Month_j$ は月の効果、 $Port_{jk}$ は水揚げ港の効果、 ε_{ijk} は i 年、 i 月、水揚げ港 k での残差、 $f_{cpue_{ijk}}$ は i 年、 j 月、水揚げ港 k での CPUE を表す。交互作用は選択されなかった。

小型いか釣り漁業の標準化 CPUE の推移は補足図 2-1 および補足表 2-1 に示す。1986 年を底として、以降 1997 年まで急増し、1997 年で最大となった。1998 年に急減した後、2013 年までは 1997 年には及ばないもののある程度の水準を維持したが、2014 年以降減少し、2017～2020 年で低い水準で横ばいとなり、2021 年に過去最低となった。2022 年は前年をやや上回ったが、以前低い水準にある。

(1-3) 底びき網

日本海側の底びき網において、2018 年以前ではスルメイカは主要な漁獲対象になっておらず、農林統計においても年間漁獲量は 1,000 トン程度であった。このため、本系群の資源評価においても底びき網はほとんど注目していなかったが、2019 年漁期から日本海の各地で底びき網での漁獲情報が聞かれるようになったため、道府県研究機関から新たに情報を

収集し、集計した（補足図 7-4）。各地の主要港、主要漁法（沖合底びき網のみまたは沖合底びき＋小型底びき）の漁獲量の経年変動から、4～6 月までの合計漁獲量で判断すると、石川県～青森県の海域で 2019 年漁期以降、それ以前を大きく上回る漁獲があった一方で、福井県以西では 2019 年漁期および 2020 年漁期でやや多い県もあるが、概ねこれまでの変動の範囲内であった。

（2）韓国

韓国では、大型トロール、釣り等によりスルメイカが漁獲される。漁獲のピークは例年 10 月と 12 月にあり、5 月から 10 月にかけて徐々に漁獲が上昇するのが例年の漁獲の推移である。こうした漁期の特徴から、4～10 月の漁獲を秋季発生系群、12～3 月の漁獲を冬季発生系群、11 月は両系群が半々と見なしている（令和 4（2022）年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価 補足資料 2）。本系群を対象とした韓国の漁獲量は 1990 年漁期までは最大 4.5 万トンであったが、1991 年漁期以降に急速に増加し、1993 年漁期に 10 万トンを超えた。1999 年漁期以降、韓国の漁獲量は我が国の漁獲量を上回ったものの、以降は我が国と同様に長期的に減少傾向にあり、2018～2020 年漁期は 3.3 万～3.4 万トンで推移した（図 3-1、表 3-1）。2021 年漁期は近年の中ではやや多い 4.9 万トンで 2017 年漁期年並であった。

韓国漁船による本系群の漁獲量の各年における月別漁獲量の推移をみると、2019 年漁期では 8 月までの漁獲量が多く、主漁期である 10 月以降に極めて不漁であったものの、総じて前年並となった（補足図 7-5）。2020 年漁期では、9 月が約 8,000 トンと最も多かったが、全般に明瞭なピークの見られない推移で、前年並の漁獲量となった。2021 年漁期では、4 月から 9 月にかけて順調に漁獲が伸びていたものの、10 月は横ばい、11 月以降は 2001 年以降では最低水準で推移した。2022 年漁期は 8 月まで前年並に推移している。

日本海スルメイカ漁場一斉調査を実施している時期の日本側と大陸側への資源の来遊割合の指標として、6～7 月における日本と韓国の漁獲量比率の推移を参照した（補足図 7-6）。日本の漁獲量の比率は 2014 年漁期まで 70%以上であったが、2015～2018 年漁期に徐々に低下し、60%前後となった。日本の比率は 2019 年漁期に 33%に急減し、2020 年漁期にやや回復（52%）したものの、2021 年漁期には再び減少し 39%となった。2022 年漁期は 49%であった。

4-(1)の方法で述べたが、大陸側における資源状況の把握に向けた指標値の候補として、韓国の近海いか釣り漁業の CPUE（年間登録隻数あたり漁獲量）についても検討を行った（補足図 7-7）。韓国の近海いか釣り漁業による CPUE は、2001 年漁期以降が整理されており、前述の秋季発生系群相当と考えられる 4～11 月までに対応した CPUE を試算している。CPUE 算出にあたっては、操業隻数の情報が利用できないことから年間登録隻数を漁獲努力量としている点に注意が必要ではあるが、推移としては、2000 年代からの長期的な減少傾向は日本の調査と同じ傾向であった。一方、近年は日本の調査と傾向が異なっており、2018 年から徐々に CPUE が増加傾向にある。2022 年漁期の CPUE は、過去の 4～9 月までの漁獲量に基づき予測した漁獲量と 2021 年漁期の年間登録隻数から求めた推定値であるが、2021 年漁期を下回った。韓国近海いか釣り漁業の CPUE については、前述の通り年間登録隻数を漁獲努力量としていること、また直近年に関しては漁獲量情報にも推定値を適用していることから、他の CPUE よりも値の不確実性が大きいと判断したため、これまでの資源

評価報告書では示していなかった。今年度は大陸側の資源密度の情報を考慮した場合の 2021 年、2022 年漁期の資源量の試算において、本 CPUE を用いた（補足資料 9）。

（3）中国

本報告書の 3.（2）漁獲量の推移で述べたとおり、中国漁船の動向として、2004 年から主に 2 そうびき船が北朝鮮水域に入漁しており、近年は灯火網船も加わり、漁船数は多い時には 1,000 隻を超えると報告されている（チョほか 2016）。中国漁船のうち、灯火網船の日本海への出漁時期を衛星夜間光の解析から判断すると、8～10 月をピークとして 11 月までであり、12 月には漁船数は大きく減少する（補足資料 6）。またレーダ画像解析によれば、2 そうびき漁船は 5 月から出漁し秋に向けて増加する傾向があり、2018 年漁期には 10 月に約 500 組が日本海で操業していたと推測される（高崎ほか 2020、Park et al. 2020、補足資料 4）。日本海沖合域の漁獲物の主体は、11 月以降に太平洋から来遊した冬季発生系群に入れ替わってくるが、中国漁船の出漁時期は 10 月までをピークとして 12 月にはほぼ終漁している年がほとんどであるため、中国が漁獲対象とするスルメイカ資源の主体は秋季発生系群であると考えられる。

本報告書では、2020 年漁期までの漁獲量として、北朝鮮漁場開発当時の 2 そうびき漁船 1 組あたりの漁獲量（Song et al. 2008）、韓国の調査報告（チョほか 2016）、人工衛星等を活用した漁業活動の調査（Park et al. 2020、補足資料 6）および近年の報道等（後述）から、中国が北朝鮮水域に入域した 2004 年漁期以降、中国漁船による漁獲が少なかったと推測される 2004 年、2009 年および 2013 年漁期以外では、久保田ほか（2020a）と同様に平均的に年間 15 万トンあったと仮定した。

中国漁船に対する大和堆周辺水域等における中国漁船に対する退去警告のべ隻数は、2022 年 9 月 30 日現在で 17 隻と報告されており、2020 年同期の 2,586 隻、また 2020 年以前よりも隻数が減少していた 2021 年同期 582 隻と比べても少なかった（水産庁 2022 年 10 月 4 日発表資料 <https://www.jfa.maff.go.jp/j/kanri/torishimari/attach/pdf/20221004.pdf> 2022 年 11 月 1 日閲覧）。これらの報告は、補足資料 6 において 2021 年漁期以降の 2 そうびき漁船の減少傾向と、2022 年漁期についてはあわせて灯火網船の出漁隻数も減少したと推定された結果と整合する。このように、2021 年漁期以降中国の出漁隻数は減少したと推察され、2021 年漁期以降にも毎年 15 万トンを中国漁獲量として仮定するのは適切ではないと判断した。そのため、今年度の評価においては、3-(2)および補足資料 8 に記した通り、2021 年漁期以降の中国船の漁獲努力量の低下を中国の F に反映させて、2021 年、2022 年漁期の中国漁獲量の仮定値を算出した。

（4）北朝鮮

北朝鮮漁船による漁獲に関連して、大和堆水域における木造船や鋼船の増加、我が国 EEZ やロシア水域での不法漁獲、我が国漁船への操業妨害、また破損した木造船の漂着等が報じられてきた。人工衛星夜間光画像の解析から、北朝鮮による漁業活動が拡大してきたのは明らかであるが（Park et al. 2020、補足資料 6）漁獲量を推定した報告は無い。

北朝鮮の漁船が急増したのは 2017～2019 年で、1 日あたり出漁隻数は最大約 3,000 隻と見積もられ、ピーク時は北朝鮮水域のみならず、ロシア水域および我が国 EEZ にも不法に

漁場を拡大していた。一方、2020 年漁期以降は北朝鮮の木造船と推測される低輝度の漁船は大きく減少した。出漁隻数が減少した事情として、中国漁船に北朝鮮の水域を明け渡した結果、北朝鮮漁船が漁場を求めて日本海の遠方沖合へ出漁していたが、2020 年漁期では中国漁船が減少したことと北朝鮮政府が沖合への出漁を規制したことの影響で、北朝鮮漁船は自国の近海で操業している（水産経済新聞、2020 年 8 月 19 日）との報道があった。また、新型コロナウイルスの感染予防対策として出漁を控えているとの報道もある（Daily NK 2021 年 9 月 30 日の記事 <https://www.dailynk.com/북한-어민-불만-보다-코로나-방역-연말까지-조업-불/> 2021 年 11 月 1 日閲覧）。

北朝鮮漁船の日本海への出漁時期は、衛星夜間光の解析から、8～10 月をピークとして 11 月までであり、12 月には漁船数は大きく減少する（補足資料 4）。このため、北朝鮮が漁獲対象とするスルメイカ資源も、中国と同様、秋季発生系群が主体であると考えられる。

(5) ロシア

2015 年漁期まで年間数トン～500 トンと少なかったが、その後増加しており、2016 年漁期は 1,300 トン、2017 および 2018 年漁期は 5,000 トン弱、2019 および 2020 年漁期は 300～400 トン程度であった。2021 年漁期以降、主漁場が沿海州南部に夏季に形成しており、2021 年漁期では 10 月末までで約 2,300 トン、2022 年漁期は 8 月までで約 3,300 トンが漁獲された（モクリン・ドゥレニナ 2022）。

以上のような各国の漁獲状況から、本系群の評価および資源管理にあたって、再生産関係を推定したうえで目標水準を設定し、今後の資源、漁獲圧、再生産の動向等を予測するためには、詳細は不明ながらも、漁獲量が比較的多いと推定される中国漁船による漁獲を考慮しないのは合理的でないと判断した（久保田ほか 2020a）。このため、公表されている我が国と韓国の漁獲量に、中国漁船による漁獲量の仮定値を加えたものを本系群の漁獲量としている、

2021 年漁期の漁獲や漁船の動向は以下のように整理される。①沖合域では近年の中では好漁。②沿岸いか釣りはどの海域でも不漁。③底びき網では石川県以北中心に 2019 年漁期以降好漁が継続。④韓国では 10 月までで近年の中では好漁で秋季発生系群の漁獲量は 2017 年並。⑤中国漁船の出漁数は 2020 年以前より減少。⑥北朝鮮漁船は 2019 年頃と比べ出漁数が大きく減少。⑦ロシア水域、特に沿海州付近への来遊が多かった可能性がある。

また、2022 年漁期の漁獲や漁船のこれまでの動向は以下のように整理される。①沖合域は 2021 年漁期を下回り、2020 年漁期並。②沿岸いか釣りは日本海沿岸で 2021 年と比べ好漁で近年 5 年平均並。③底びき網では石川県以北中心に 2019 年漁期以降の好漁が継続。④韓国では 9 月までの漁獲の推移は前年並。⑤中国漁船の出漁数は 2021 年よりさらに減少。⑥北朝鮮漁船は 2019 年頃と比べ出漁数が減少したまま。⑦ロシア水域、特に沿海州付近への来遊は 2021 年に続き 8 月まで多かった可能性がある。

以上のように、2021 年、2022 年漁期における資源の海域別の来遊状況から、日本海の沖合域への資源の来遊はあったものの、6～7 月の日本海スルメイカ漁場一斉調査における我が国 EEZ 内での調査時期、場所に置いては資源の主体となる群れを捕捉できていなかったと考えられる。

本系群の漁獲量の推移を我が国と韓国で比較した場合、資源量の変化に対して我が国の漁獲量の減少がより顕著である（図 3-1）ことの要因として、1998 年以降に春季～秋季の日本海の海水温が上昇したこと（加藤ほか 2006）が考えられる。日本海の本州沿岸域での漁獲量は、特に夏秋季に大きく減少しており（木所 2011）、長期的な CPUE の減少傾向は沿岸いか釣りの方が沖合いか釣りより顕著である（木所 2016、補足図 2-1）。日本海では本州沿岸に沿って対馬暖流が流れているため、相対的に沖合域～大陸寄りの海域の方が水温は低いが、日本海全体の高水温化により、夏秋季（8～11 月）の我が国の本州沿岸域は、スルメイカの生息にとってより不適な環境となっていることが考えられる。この結果、夏秋季のスルメイカの分布域がより沖合や北方に移ることによって、相対的な我が国の漁獲の減少、日本海北方のロシア海域での漁獲の増加、また、我が国 EEZ 内での漁場の沖合化・北偏化が起きた可能性が考えられる。さらに、漁獲量の減少には、我が国のいか釣り漁船数が長期的に減少しており（三木 2003、佐藤 2009、四方 2009）、その傾向が近年まで継続していることによる影響もあると考えられる。

2019 年漁期以降、資源量自体が少なかったことに加えて、我が国 EEZ の沖合域（大和堆～武蔵堆水域）への資源の来遊の割合が低かったと考えられた（久保田ほか 2020b）。一方、2019 年漁期では我が国の本州中部沿岸域で相対的に好漁となり、2020 年漁期でも同海域で好漁であった。また 2019 年漁期からの特徴として、北海道西部海域での漁獲が沿岸域・沖合域ともに急激に見られなくなり、さらに石川県以北の本州日本海側での底びき網での漁獲が急激に伸びているという変化も起きている。このように、1998 年以降の海水温上昇に伴う漁場の沖合化・北偏化とは異なる変化が 2019 年漁期以降に起きていると考えられ、今後、資源分布と環境との関係の解析が重要である。

引用文献

- チョ ジョンヒ・チョン ミョンファ・ムン ソクラン・イ ドンリム・キム セイン (2016) 中国漁業北朝鮮水域操業被害調査研究 (중국어선 북한수역조업피해조사 연구). 韓国海洋水産開発院. 1-113. (韓国語)
- 加藤 修・中川倫寿・松井繁明・山田東也・渡邊達郎 (2006) 沿岸・沖合定線観測データから示される日本海及び対馬海峡における水温の長期変動. 沿岸海洋研究, **44**, 19-24.
- 木所英昭 (2011) 1990 年代後半以降の我が国日本海沿岸域におけるスルメイカ漁獲量の減少について. 水産海洋研究, **75**, 205-210.
- 木所英昭 (2016) スルメイカ秋季発生系群の推定資源量と日本海における漁業情報 (中型・小型いか釣り漁船の CPUE) との関係. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成 27 年度), 北水研, 40-51.
- 久保田洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊 (2020a) 令和 2 (2020) 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. 水産研究・教育機構, 1-87. FRA-SA-2020-BRP04-2. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_a_20201014.pdf (last accessed Nov 1st, 2021)
- 久保田洋・宮原寿恵・松倉隆一・岡本 俊・西嶋翔太 (2020b) 令和元 (2019) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 令和元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. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201919.pdf> (last

accessed Nov 1st, 2021)

三木克弘 (2003) イカ釣り漁業の展開. 「スルメイカの世界」 有元貴文・稲田博史編, 成山堂書店, 東京, 1-51.

Мокрин Н.М・Дуленина П.А. (2022) Результаты российского промысла тихоокеанского кальмара в Японском море в 2021 году и предварительные данные по промыслу в 2022 году. 第36回日ロ漁業専門家・科学者会議資料. (ロシア語)

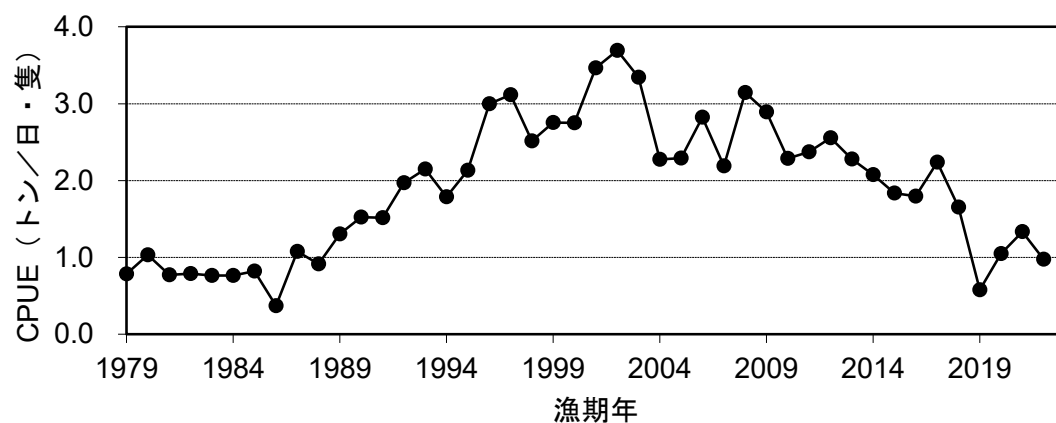
Park, J., J. Lee, K. Seto, T. Hochberg, B. A. Wong, N. A. Miller, K. Takasaki, H. Kubota, Y. Oozeki, S. Doshi, M. Midzik, Q. Hanich, B. Sullivan, P. Woods and D. A. Kroodsma (2020) Illuminating dark fishing fleets in North Korea. *Sci. Adv.*, **6**, eabb1197.

佐藤 充 (2009) 北海道西部日本海海域におけるスルメイカ漁業の変化. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成20年度), 日水研, 42-47.

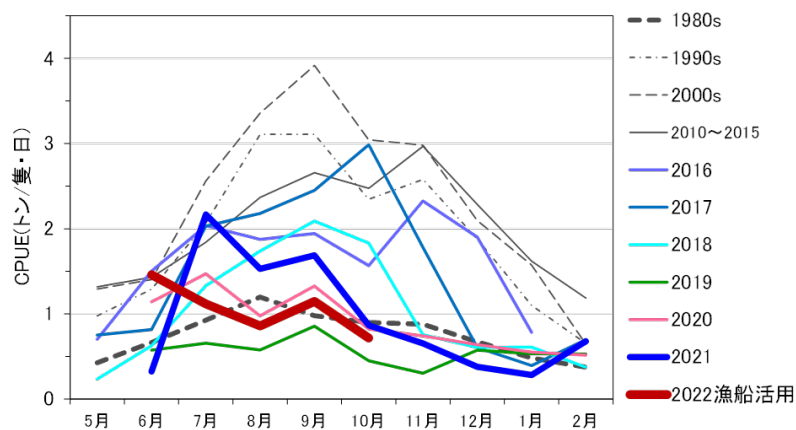
四方崇文 (2009) 日本海沖合におけるスルメイカ資源とイカ釣り漁業. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成20年度), 日水研, 58-64.

Song L., X. Qu and C. Yuan (2008) Analysis of fishing ground and resources of squid *Todarodes pacificus* in eastern coast of Korea. *J. Dalian Fish. Univ.* **23**, 123-127. (In Chinese with English abstract)

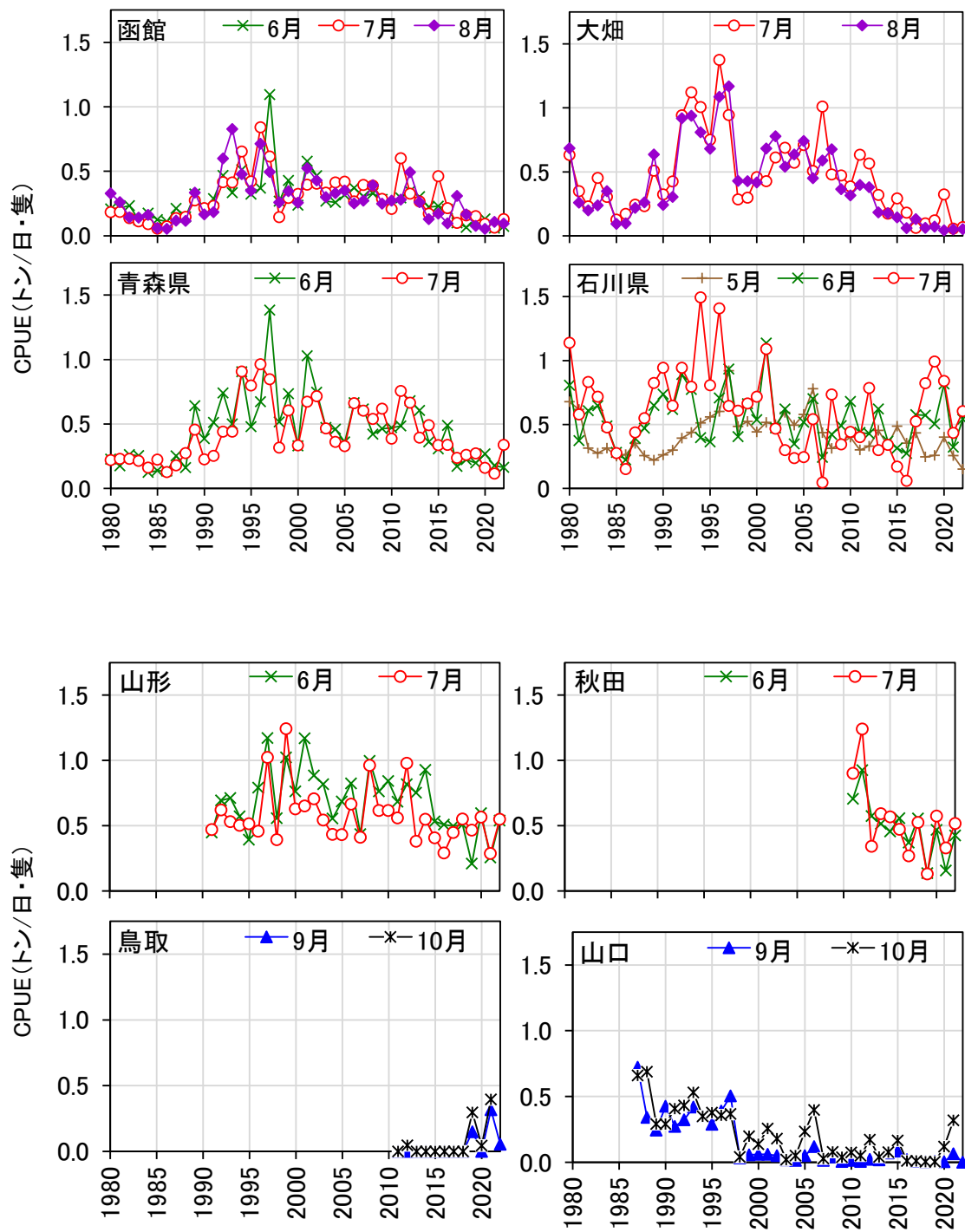
高崎健二・齋藤 勉・大関芳沖・稲掛伝三・久保田洋・市川忠史・杉崎宏哉・清水収司 (2020) ALOS-2/PALSAR-2 を用いた2そうびき漁船の検出. 水産海洋研究, **84**, 89-99.



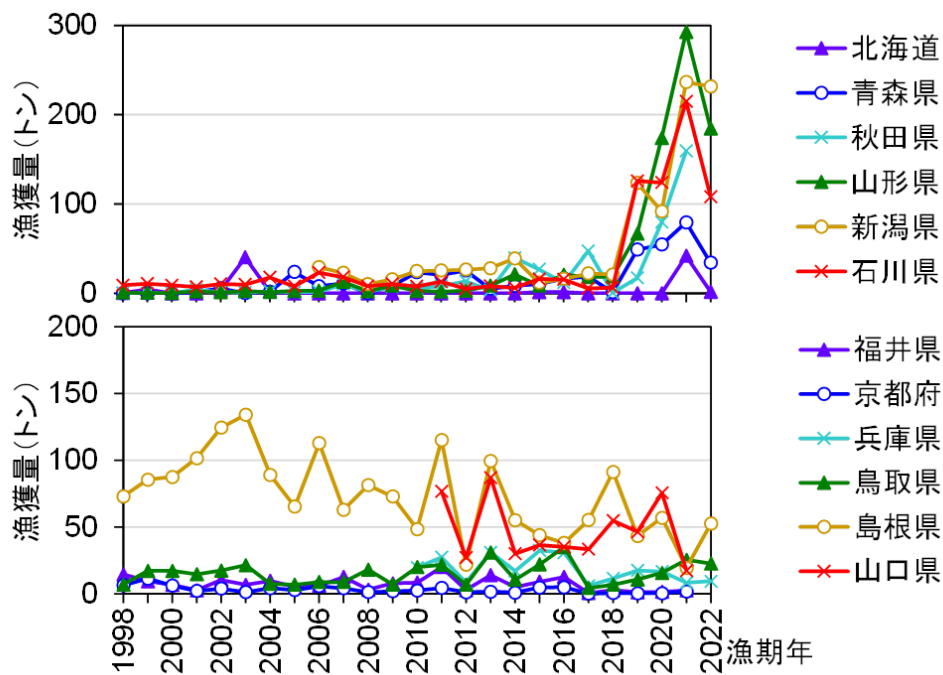
補足図 7-1. 旧中型いか釣り漁船による CPUE (1 日 1 隻あたりの漁獲量) の推移



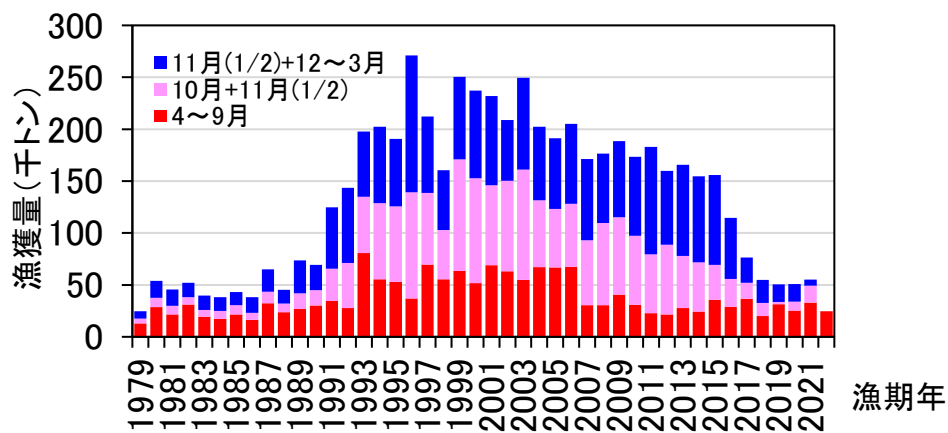
補足図 7-2. 旧中型いか釣り漁船による日本海での月別平均 CPUE の推移 2021 年漁期以前は漁獲成績報告書、2022 年漁期は漁船活用調査（調査対象 10 隻）に基づく平均値。



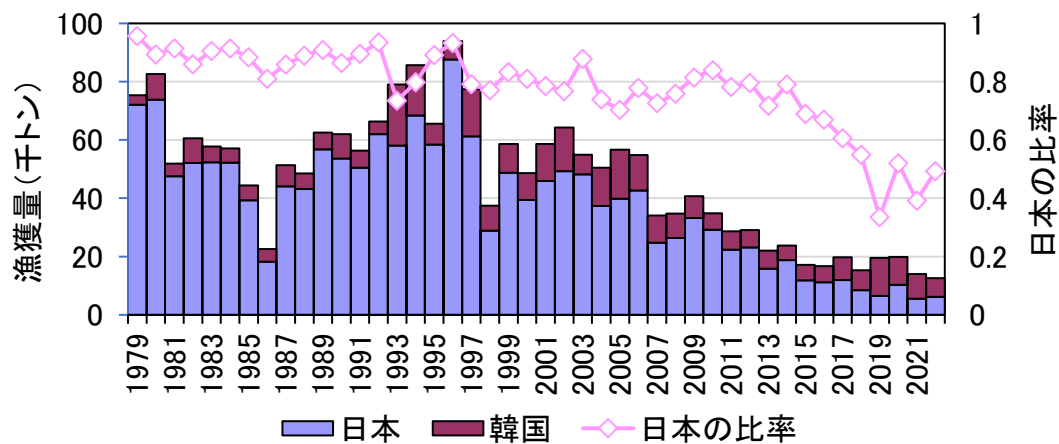
補足図 7-3. 小型いか釣り漁業の主要地域・主要漁期の月別 CPUE の推移 CPUE は 1 日 1 隻あたり漁獲量 (トン)。「青森県」は青森県日本海側の代表 4 港の合計、「石川県」は県内代表 6 港の合計。「鳥取」は境港、山口は特牛港の情報に基づく。小型いか釣り漁業の標準化には、上図の長期的な情報が整理された 4 地域 (函館、大畑、青森県、石川県) のデータを用いた。



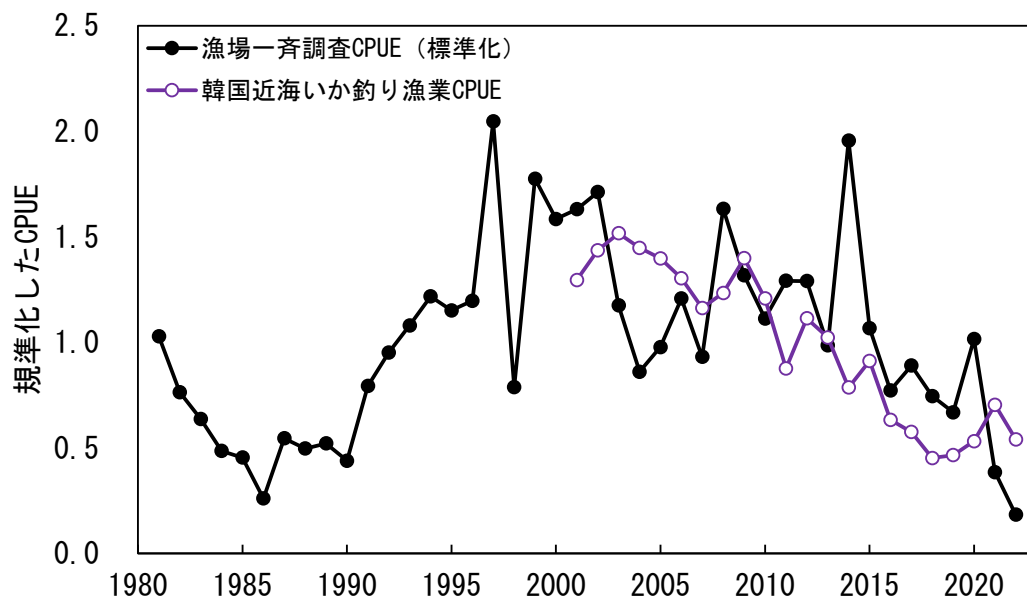
補足図 7-4. 日本海側道府県の主要港底びき網（大部分は沖合底びき網、一部小型底びき網を含む）の4～6月の合計漁獲量の推移。鳥取県の2007年はデータエラーと判断し削除した。



補足図 7-5. 韓国の漁獲量の推移。4～10月と11月漁獲の半分は秋季発生系群、11月の半分+12～3月は冬季発生系群としている。2022年は途中経過。



補足図 7-6. 日本と韓国の 6～7 月の漁獲量および両国合計漁獲量のうちの日本の比率の推移



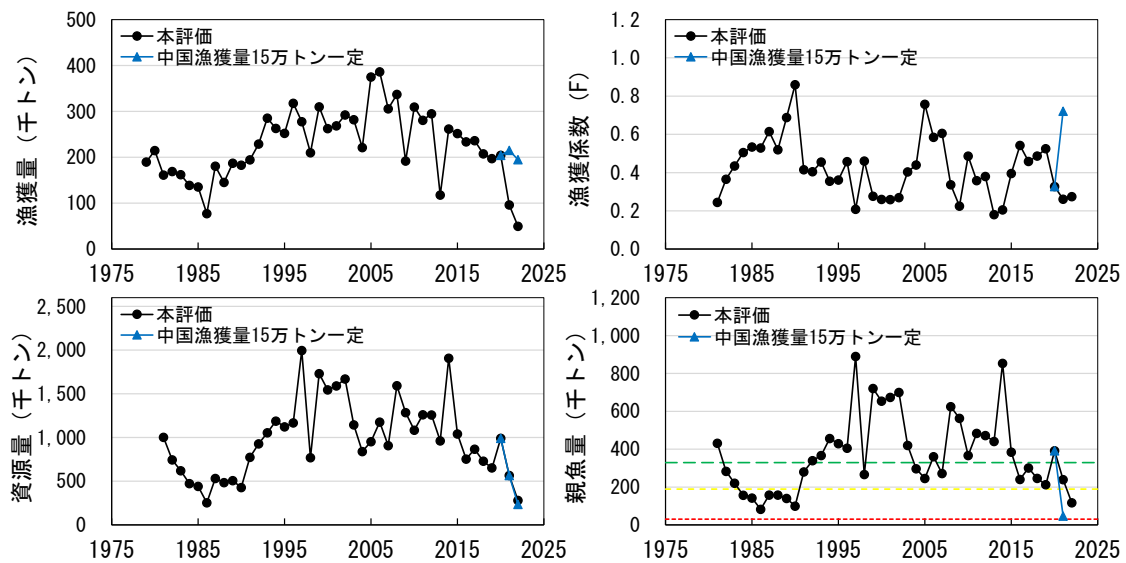
補足図 7-7. 韓国近海いか釣り漁業 CPUE（年間登録隻数あたり漁獲量）の推移

各年の情報は秋季発生系群相当と考えられる 4～11 月の漁獲量（ただし 11 月は漁獲量の半分、詳細は補足資料 7-（2）を参照）と各年の登録隻数から求めた。2022 年漁期については過去の 4～9 月までの漁獲量に基づき、回帰分析による予測した漁獲量と 2021 年漁期の登録隻数から求めた推定値。比較のため、日本海スルメイカ漁場一斉調査 CPUE（標準化）の推移を示す。

補足資料 8 中国の漁獲量仮定値が資源評価に及ぼす不確実性

3-(2)、4-(1)および補足資料 6、7 で述べたように、2004～2020 年漁期の本系群の漁獲量には、中国の年間 15 万トン（一定）の漁獲量仮定値が含まれている（ただし 2004 年、2009 年、2013 年漁期では漁獲量ゼロを仮定）。今年度の評価においては、2021 年、2022 年漁期については、人工衛星情報から得た漁獲努力量に基づき 2018～2020 年の中国の平均の F から引き下げた各年の F （詳細は 4-(1)を参照）の下での漁獲量とした。本補足資料では、前年度までと同様に中国の漁獲量が 2021 年、2022 年漁期においても 15 万トン一定と仮定した場合の漁獲量、資源量、漁獲係数および親魚量を試算した。

試算の結果を補足図 8-1、補足表 8-1 に示す。2021 年、2022 年漁期の中国の漁獲量が 15 万トンであった場合、本系群の漁獲量は 21.5 万トン、19.5 万トンとなった。このときの漁獲係数 (F) は、2021 年漁期では 0.72、2022 年漁期については漁獲割合が 83%と高く、算出できなかった。2021 年漁期については、資源量は同じであるが、漁獲量の増加に伴い、親魚量が 4.7 万トンと推定され、そこから前進計算で算出される 2022 年漁期の資源量が小さくなったことで、2022 年漁期資源量は 23.4 万トン、親魚量は前述の漁獲量および自然死亡係数から算出できなかった。3-(2)、4-(1)および補足資料 6、7 で述べたように、2021 年、2022 年漁期について、近年の資源が減少し、その中で 2021 年以降の中国の漁獲努力量が減少してきたと考えられる状況の下で、15 万トンの仮定による評価を行うことは、本系群の評価において必要以上に過大な漁獲を用いることとなり、親魚量を過小に見積もる可能性が高いと推察される。本補足資料で示した通り、中国の漁獲量仮定値は、特に近年のような資源の水準が低い状況下では本系群の資源解析結果の不確実性に与える影響が大きく、今後とも不明な外国漁船による漁獲量情報に関する情報収集が肝要である。



補足図 8-1. 本報告書で適用した資源解析結果と中国の漁獲量仮定値が 2021 年漁期以降も 15 万トン一定とした場合の漁獲量、漁獲係数、資源量、親魚量の推移の比較
親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄破線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。中国漁獲量仮定値を 15 万トンとしたときの 2022 年漁期の漁獲係数および親魚量は算出できなかった。

補足表 8-1. 本報告書で適用した資源解析結果と中国の漁獲量仮定値が 2021 年漁期以降も 15 万トン一定とした場合の 2021 年、2022 年漁期の中国漁獲量仮定値、系群漁獲量、漁獲係数、資源量、親魚量

漁期年	中国漁獲量 (トン)		漁獲量 (千トン)		漁獲圧 (F)		資源量 (千トン)		親魚量 (千トン)	
	中国漁獲量 仮定値15万 トン		中国漁獲 量仮定値 15万トン		中国漁獲 量仮定値 15万トン		中国漁獲 量仮定値 15万トン		中国漁獲 量仮定値 15万トン	
	本評価		本評価		本評価		本評価		本評価	
2021	31,116	150,000	96	215	0.26	0.72	565	565	239	47
2022	5,079	150,000	50	195	0.27	—	281	234	117	—

2022 年の漁獲量は、日韓のみの漁獲による漁獲圧の 2019～2021 年漁期の単純平均により求めた漁獲量に、中国の漁獲量仮定値を加えた値。中国漁獲量仮定値を 15 万トンとしたときの 2022 年漁期の漁獲係数および親魚量は算出できなかった。

補足資料 9 2021 年、2022 年漁期の資源量算出法が資源評価に及ぼす不確実性

4-(1)および補足資料 2 で述べた通り、本報告書では 2021～2022 年漁期の資源量の推定について、2020 年漁期までと異なり、日本海スルメイカ漁場一斉調査による CPUE に加えて、漁業情報を含めた資源量指標値から算出した資源量とおよび本系群で適用されている再生産関係からの前進計算で求めた資源量の平均から求めた（補足表 2-1）。本系群の資源豊度に関連する情報を多く利用しており、資源量の推定に採用する方法により結果は異なると考えられる。本補足資料では、異なる計算シナリオによる計算結果の違いを確認するため、2021 年、2022 年漁期についていくつかのシナリオに基づく資源解析の試算を行った。

本資料において用いた資源量指標は、1) 日本海スルメイカ漁場一斉調査による調査 CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間当たりの採集尾数）の標準化結果（調査 CPUE）、2) 旧中型いか釣り漁業 CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量、中いか CPUE）、3) 小型いか釣り漁業 CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）の標準化結果（小いか CPUE）、および 4) 大陸側の情報の指標値の候補である韓国の近海いか釣り漁業 CPUE（韓国いか釣り CPUE（補足資料 7））で、2021 年、2022 年漁期の資源量と親魚量を以下のシナリオに基づき試算した。

ア. 調査 CPUE、中いか CPUE、小いか CPUE の 3 つの指標値による資源量指標値、および前年漁期親魚量からの前進計算（本報告書で採用）

イ. アで用いた指標値に加えて、韓国いか釣り CPUE の 4 つの指標値による資源量指標値、および前年漁期親魚量からの前進計算

ウ. 調査 CPUE のみ

エ. 2020 年漁期親魚量から 2021 年、2022 年漁期について前進計算

オ. 調査 CPUE、中型いか CPUE、小いか CPUE の 3 指標による資源量指標値

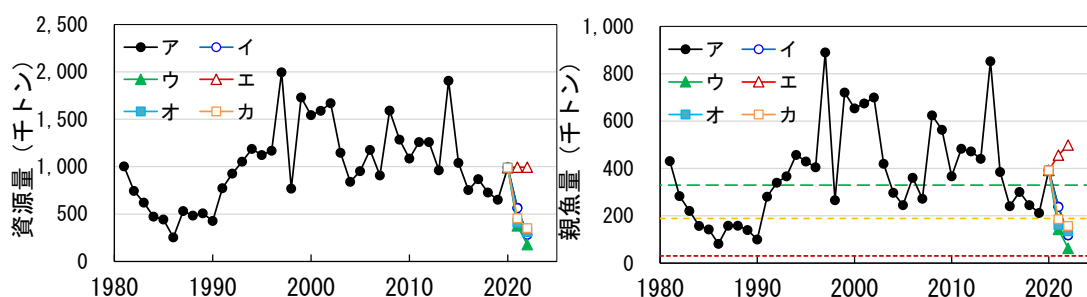
カ. オに韓国いか釣り CPUE を加えた 4 指標による資源量指標値

ア、イ、オ、カのシナリオにおいては資源量の算出の際、調査および日本漁船による 3 指標値および前進計算による資源量の重みが同等となるように重みづけを行った。一方で、韓国いか釣り CPUE については、他の指標値と異なり、操業隻数の情報が利用できないことから年間の登録隻数を漁獲努力量として CPUE を算出しているため、本 CPUE そのものの不確実性が他の指標値より高いと判断した（補足資料 7）。そのため、本 CPUE の重みは他の指標値の半分とした。前進計算では、4-(1)資源評価の方法で行った手法と同様に、2016～2020 年漁期の残差と再生産関係を用いて前年の親魚量から前進計算を行った。また、2021 年、2022 年漁期の中国漁獲量も同様に、本報告書で適用した手法を用いた。

試算結果を補足図 9-1 および補足表 9-2 に示す。2021 年漁期の資源量は 37.5 万～99.3 万トン間で、2022 年漁期は 17.8 万～99.3 万トン間でそれぞれ変化し、最も少なかったのはウの調査 CPUE から推定したときで、最も多かったのはエの前進計算を行った場合であった。2021 年漁期の親魚量は 14.2 万～45.6 万トン間で、2022 年漁期は 6.2 万～49.9 万トン間で変化し、親魚量と同じく、最も少なかったのはウの調査 CPUE から推定したときで、最も多かったのはエの前進計算を行った場合であった。また、韓国いか釣り CPUE の有無（アとイまたはオとカ）での差はほとんど見られなかった、指標値のほかに前進計算を資

源計算に加味した場合（ア、イ）と指標値の幾何平均値から試算した場合（オ、カ）を比較すると前進計算を加味した場合の方が 2021 年漁期の資源量、親魚量は大きく、2022 年漁期は小さくなった。

親魚量はエの前進計算を 2 年連続行った場合に両年とも目標管理基準値を上回る値となったが、ア、イ、カのシナリオでは 2021 年漁期は目標管理基準値を下回り、限界管理基準値を上回る親魚量で、ウ、オのシナリオでは 2021 年漁期に限界管理基準値を下回り、2022 年漁期の親魚量は、エのシナリオ以外はすべて限界管理基準値を下回るものと予測された。



補足図 9-1. 各シナリオにおける資源量、親魚量の推移の比較 シナリオの詳細は補足資料 9 を参照。

補足表 9-1. 各シナリオにおける 2021 年、2022 年漁期の資源量、親魚量

		シナリオ					
	漁期年	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
資源量 (千トン)	2021	565	562	375	993	408	455
	2022	281	283	178	993	311	352
親魚量 (千トン)	2021	239	237	142	456	161	186
	2022	117	118	62	499	135	158

補足資料 10 想定外の事態の発生

(1) 想定外の事態が生じたとの判断

今年度の評価において、漁獲シナリオに基づき将来予測を行った結果、親魚量が禁漁水準を上回る確率が 2023 年、2024 年漁期でそれぞれ 80%、55%と予測され（表 5-1(c)）、禁漁水準を下回る確率が当初の漁獲管理規則の策定時（2021 年度）よりも高くなった。その要因としては、2021 年漁期資源量の下方修正が挙げられる。前年度評価において、2021 年漁期資源量は 2020 年漁期の親魚量と本系群に適用される再生産関係から得られた加入量予測値の平均値 93.1 万トンと推定されていた（久保田ほか 2022）。今年度評価においては、2021 年漁期の資源量は 4-(1)および補足資料 2 で述べた手法を採用したことによって 56.5 万トンと推定された。また、2021 年漁期資源量の下方修正に伴い、2021 年漁期親魚量も 34.9 万トンから 23.9 万トンに下方修正された。その結果、2021 年度の資源評価結果を用いた将来予測（宮原ほか 2022）に基づき策定された現在の漁獲シナリオによる ABC は、現状の資源水準に対して過大と考えられる。さらに、最近年においても低加入の傾向が継続しており、現在の漁獲シナリオに基づく ABC が継続することにより、本系群の資源状態悪化のリスクが当初の想定を大きく上回ることが懸念される。そこで本補足資料では、この想定外の事態に対して、下方修正した 2021 年漁期資源量を反映した漁獲管理規則案を改めて検討し、それに基づく将来予測とリスク評価を実施した。

(2) 想定外の事態への対応

1) 今年度の資源評価手法を 2021 年度評価時点で適用した場合の将来予測

今年度の資源評価手法により推定した 2021 年漁期の資源量・漁獲量・親魚量（表 4-1）を使用し、2021 年度評価時点で遡って 2022～2051 年漁期までの将来予測計算を行うことで、2021 年度の資源評価時点で今年度の手法変更や情報を使用していた場合の試算を実施した。

2022 年漁期以降の将来予測における加入量は、再生産関係式に各年漁期の親魚量を代入して得られる値とした。加入量の不確実性として、本系群では今後 5 年間は直近 5 年間のような低加入が続くと想定したバックワードリサンプリング法を適用し、10000 回の繰り返し計算を行った。また、資源評価においては、翌年の加入量を予測するにあたり当年漁期終了後の親魚量および加入変動を予測する必要があるが、これらの予測には誤差が伴うため将来予測で考慮した（宮原ほか 2022）。2021 年漁期の漁獲量は、今年度資源評価で確定・予測された漁獲量とした（表 4-1）。2022 年漁期以降の漁獲圧としては、前年漁期後の親魚量に基づき漁獲管理規則で定められる漁獲圧を用いた。なお、本系群の将来の漁獲量は、日本だけでなく本系群を漁獲するすべての国の漁獲量の合計であり、その合計漁獲量は漁獲管理規則に基づき算定されたものである。

将来予測を実施した漁獲管理規則は基本的漁獲管理規則と、2022 年漁期から運用されている代替漁獲管理規則の漁獲量 3 年間一定方策である（宮原ほか 2022）。基本的漁獲管理規則の場合、「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針(FRA-SA2021-ABCWG02-01)」に基づき、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し、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} （MSY を実現する漁獲係数）に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とした。例として、図 5-1 に β が 0.4 の場合の基本的漁

獲管理規則を示す。漁獲量 3 年間一定方策の場合は、基本的漁獲管理規則に基づいて漁獲圧を決定し、その値と翌年の予測資源量から計算される漁獲量を 3 年間一定とした。ただし、この期間中に親魚量が禁漁水準を下回った場合は禁漁とした。また 4 年後に漁獲量を更新するが、この時に親魚量が禁漁水準を下回っていた場合は 3 年間禁漁とした。漁獲圧を決定する際の β は 0~1.0 の範囲にて 0.05 刻みで変化させたシナリオを設定し、各シナリオで将来予測を実施した。

各管理シナリオのパフォーマンスを評価する指標を以下の 4 つとした。

- ① 5 年後（2026 年漁期）に親魚量が限界管理基準値（32.9 万トン）を上回る確率
- ② 10 年後（2031 年漁期）に親魚量が目標管理基準値（18.9 万トン）を上回る確率
- ③ 5 年後までに一度でも親魚量が禁漁水準（3.0 万トン）を下回る確率
- ④ 5 年後までに一度でも親魚量が過去最低親魚量（8.2 万トン）を下回る確率

①と②は目標達成の指標で、③と④はリスクの指標である。スルメイカ資源については、①と②が 50%以上となることを管理目標としている。「代替漁獲管理規則を提案する際のガイドライン（令和 3 年度版は非公表、令和 4 年度版 FRA-SA2022-ABCWG02-06）」に基づき、基本的漁獲管理規則の代わりとして科学的に推奨できる代替漁獲管理規則は、「管理目標に適いつつ、基本的漁獲管理規則と同等のパフォーマンスを持つ管理方策」とした。

各管理シナリオのパフォーマンスを次の基準で分類した。すなわち、将来予測の結果から①と②がともに 50%以上となる基本的漁獲管理規則を基準シナリオとし、①と②がともに 50%以上で、かつリスクの指標となる③と④を基準シナリオ以下に抑えられる管理方策をランク 2 とした。また、①と②はともに 50%以上であるものの、③と④が基準シナリオより大きい場合はランク 1 とし、①と②のどちらか一方でも 50%未満の場合はランク 0 とした。

基本的漁獲管理規則における将来予測結果について、補足表 10-1、10-2 に示す。5 年後（2026 年漁期）に親魚量が限界管理基準値を上回る確率が 50%以上となる β は 0.75 以下であり、10 年後に（2031 年漁期）に親魚量が目標管理基準値を上回る確率が 50%以上となる β は 0.50 以下であった（補足表 10-1）。したがって、 β が 0.50 の時の基本的漁獲管理規則を漁獲量 3 年間一定方策とパフォーマンス比較する際の基準シナリオとした。また、漁獲量 3 年間一定方策における将来予測結果については補足表 10-3、10-4 に示す。

各管理シナリオ間での目標達成確率とリスクを比較するために、各シナリオにランクを付した上で補足表 10-5 に一覧としてまとめた。基準シナリオは β が 0.50 の時の基本的漁獲管理規則で、漁獲量 3 年間一定方策でランク 1 に該当する β は 0.45 以下、ランク 2 に該当する β は 0.25 以下であった（補足表 10-5）。なお、 β が 0.25 のときのリスクとしては、指標とした③、④については基準シナリオを下回ったが、「10 年後までに一度でも親魚量が禁漁水準を下回る確率」については、基準シナリオ（0%）を若干上回っていた（1%）。 $\beta=0.25$ のとき、2022 年漁期の平均漁獲量は 5.8 万トンと予測され、これを算定漁獲量とした。

2) 2023~2024 年漁期の漁獲量設定を変更した場合の将来予測

5-(4)では 2023~2024 年漁期の漁獲量を 2022 年漁期の ABC12.7 万トンと設定したが、ここでは上述の $\beta=0.25$ の漁獲量 3 年間一定方策における算定漁獲量 5.8 万トンを 2023~2024 年漁期の漁獲量として設定して 2023 年漁期以降の将来予測を実施した。補足図 10-1 および

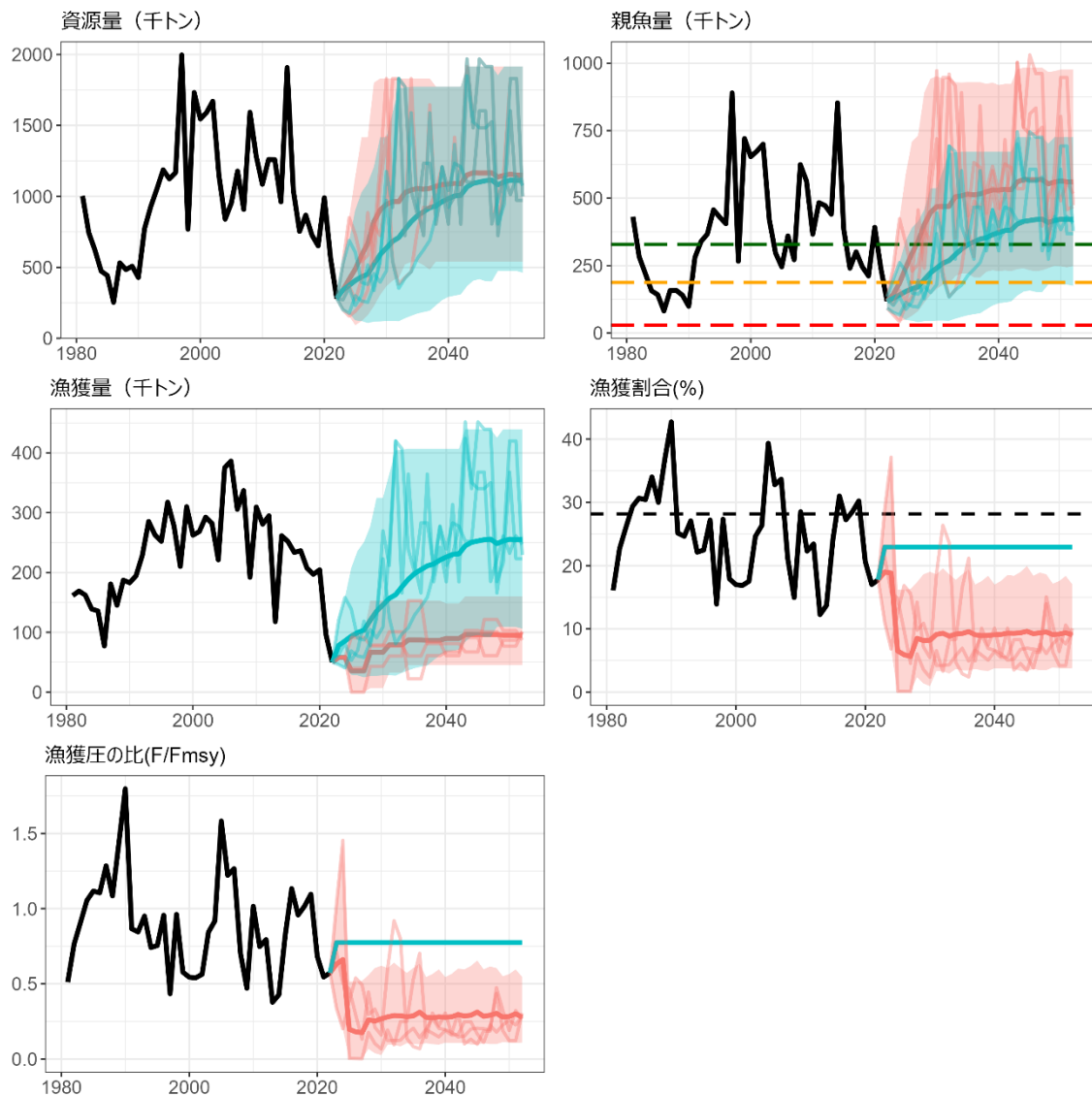
補足表 10-6、10-7 に将来予測結果を示す。 $\beta = 0.25$ のとき、管理開始から 5 年目の 2026 年漁期親魚量の予測値は平均 29.5 万トン（90%予測区間は 6.5 万～70.9 万トン）で限界管理基準値を上回る確率は 67%、10 年後の 2031 年漁期親魚量の予測値は平均 47.0 万トン（90%予測区間は 18.0 万～94.3 万トン）で目標管理基準値を上回る確率は 75%である。また、禁漁水準を上回る確率は管理開始から 2023 年漁期までは 100%、2024 年漁期に 96%で、管理開始当初よりは若干下がるものの、管理開始 10 年目までを見ても禁漁水準を上回る確率は高い確率で維持された。以上から、漁獲管理規則策定時点で用いた資源評価結果が適当であれば、2022 年漁期のように再生産関係から予測される加入量よりも加入が低かった場合でも、禁漁水準を上回る確率は高く維持されることがわかった。

3) まとめ

本種は単年生であることから、資源量の年変動が大きい。そのため、2022 年漁期以降の本資源の管理では、漁獲量 3 年間一定方策に基づく漁獲シナリオが採用された。一方で、ABC が 3 年間一定であるため、ABC の計算に用いる直近年の資源量の推定結果が複数年にわたり影響することになる。今年度 2021～2022 年漁期に採用した資源量推定手法により 2021 年漁期資源量が下方修正された。その結果、現在の漁獲シナリオに基づく ABC を 2023～2024 年漁期に継続する場合、資源状態悪化のリスクがこれまでの想定以上に高くなることが示された。この結果を踏まえ、今後の TAC の検討において、資源状態悪化リスクの低減を考慮する場合に参照できる情報として、現在の資源水準を反映した漁獲管理規則案とそれに基づく算定漁獲量を本補足資料で提示した。

引用文献

- ABCWG (2021) 令和 3 (2021) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2021-ABCWG02-01. <https://abchan.fra.go.jp/reference/FRA-SA2021-ABCWG02-01.pdf> (last accessed Dec 8th, 2022)
- ABCWG (2022) 代替漁獲管理規則（代替ルール）を提案する際のガイドライン（令和 4 年度）. FRA-SA2022-ABCWG02-06. <https://abchan.fra.go.jp/reference/FRA-SA2022-ABCWG02-06.pdf> (last accessed Dec 8th, 2022)
- 久保田洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊・松倉隆一・松井 萌・阿保純一・高崎健二・齋藤 勉・稲掛伝三 (2022) 令和 3(2021) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 水産研究・教育機構, 1-54. FRA-SA2021-SC04-02. <https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202119.pdf> (last accessed Dec 8th, 2022)
- 宮原寿恵・久保田洋・松倉隆一・岡本 俊・加賀敏樹・松井萌・西嶋翔太・竹内幸夫 (2021) 令和 3 (2021) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価の参考資料（資源管理目標等の検討材料の提案）. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産研究・教育機構, 1-59. FRA-SA2021-SC04-102. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_surume-a_20211118.pdf (last accessed Nov 13th, 2022)



補足図 10-1. 2025 年漁期以降に漁獲量 3 年間一定方策 ($\beta = 0.25$) を用いた場合と現状の漁獲圧 (F2019-2021) で漁獲を続けた場合とでの将来予測の比較

2022 年漁期の漁獲量は、今年度評価で予測された 5.0 万トンとした。2023～2024 年漁期の漁獲量は補足資料 10-(2)-1)における漁獲量 3 年間一定方策 ($\beta = 0.25$) での算定漁獲量 5.8 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に調整係数 $\beta=0.25$ とする漁獲量 3 年間一定方策に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果を赤で、2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) で漁獲した場合を青で示した。太実線は平均値、網掛けは 90% 区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄破線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲割合の図の点線は MSY を実現する漁獲割合 (U_{msy}) である。

補足表 10-1. 2021 年資源評価に遡って、基本的漁獲管理規則に基づき将来予測を行った場合に、将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b)、禁漁水準 (c) 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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	0	29	19	15	13	11	15	16	18	20	20	33	39
0.95	0	31	21	17	15	13	16	18	20	22	22	37	41
0.90	0	32	22	18	16	15	18	21	23	25	25	40	43
0.85	0	32	24	21	19	17	20	24	25	27	27	44	46
0.80	0	32	25	22	20	19	23	27	29	31	31	47	48
0.75	0	33	26	24	22	21	26	30	32	34	34	50	51
0.70	0	33	28	26	24	23	29	33	35	37	37	54	54
0.65	0	35	31	29	27	27	33	37	40	41	41	58	57
0.60	0	36	34	32	31	31	37	41	43	45	44	62	61
0.55	0	36	37	36	35	35	40	45	47	48	48	66	65
0.50	0	38	38	38	38	38	45	51	53	53	53	70	68
0.45	0	39	40	40	41	41	49	55	56	57	56	73	72
0.40	0	40	44	47	48	49	55	60	61	61	61	77	76
0.35	0	40	48	52	53	54	61	66	67	67	67	80	80
0.30	0	40	52	57	59	59	67	72	73	72	72	84	84
0.25	0	40	58	63	64	65	73	77	78	77	77	88	87
0.20	0	40	63	68	69	70	79	82	82	82	82	91	89
0.15	0	40	68	70	73	73	83	85	86	85	85	93	92
0.10	0	40	71	74	76	76	87	88	89	88	88	94	94
0.05	0	40	72	78	78	79	89	90	90	89	90	95	96
0.00	0	60	72	79	79	80	90	90	91	90	90	95	97
F2019-2021	0	20	20	16	16	13	17	20	21	23	24	47	31

(b) 親魚量が限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	59	45	39	34	32	35	38	40	41	42	60	57
0.95	100	60	48	41	38	35	38	42	44	45	46	64	59
0.90	100	62	51	45	41	39	42	46	48	49	50	67	61
0.85	100	64	53	47	44	42	46	50	53	54	54	70	64
0.80	100	66	56	51	48	46	51	55	57	58	58	73	67
0.75	100	68	58	54	52	50	55	59	62	63	62	76	69
0.70	100	69	61	57	55	54	59	63	65	66	66	80	72
0.65	100	70	65	62	61	60	64	68	70	71	71	83	75
0.60	100	72	68	66	65	65	69	73	75	75	74	86	78
0.55	100	75	72	71	70	70	74	77	78	78	78	88	81
0.50	100	76	75	74	74	74	78	81	82	82	81	90	84
0.45	100	78	78	78	78	78	83	85	86	86	86	92	87
0.40	100	81	82	83	83	84	87	89	90	89	89	94	90
0.35	100	84	85	86	87	87	91	92	93	92	92	96	92
0.30	100	84	90	92	92	93	94	94	95	95	95	97	94
0.25	100	89	93	94	95	95	96	96	97	96	96	98	96
0.20	100	92	96	96	97	97	98	98	98	99	99	99	98
0.15	100	96	96	98	99	99	99	99	99	99	99	100	99
0.10	100	100	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	99
0.05	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	80	60	57	52	48	50	54	56	57	58	79	62

(c) 親魚量が禁漁水準を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	96	93	91	89	88	88	88	89	90	91	95	57
0.95	100	96	94	92	92	91	93	93	94	94	94	96	59
0.90	100	97	95	95	94	95	96	96	96	95	95	97	61
0.85	100	98	98	98	97	98	97	97	97	97	96	97	64
0.80	100	99	99	99	99	99	99	98	98	97	97	98	67
0.75	100	100	100	100	99	99	99	98	98	98	97	98	69
0.70	100	100	100	100	100	100	99	99	98	98	98	99	72
0.65	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	100	75
0.60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	78
0.55	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	81
0.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84
0.45	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87
0.40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90
0.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92
0.30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94
0.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96
0.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	98	98	62

基本的漁獲管理規則に従って、調整係数 β を 0～1.0 まで 0.05 刻みで変化させて漁獲量を算出した場合の将来予測結果、および 2022 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2018-2020）を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足表 10-2. 2021 年資源評価に遡って、基本的漁獲管理規則に基づき将来予測を行った場合における将来の親魚量 (a)、漁獲量 (b)、および資源量 (c) の平均値の推移

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	239	235	211	189	174	164	178	191	197	205	205	276	303
0.95	239	241	220	199	185	176	192	206	214	222	224	292	320
0.90	239	247	228	209	197	188	207	222	231	239	240	308	337
0.85	239	253	238	220	209	201	222	239	248	256	256	324	354
0.80	239	259	248	232	222	215	238	256	265	273	273	341	371
0.75	239	265	258	245	236	229	255	273	282	290	289	358	388
0.70	239	272	268	257	250	245	272	291	300	307	307	377	407
0.65	239	278	279	271	264	260	290	310	319	326	325	395	425
0.60	239	285	290	285	280	277	309	330	339	345	343	413	443
0.55	239	292	302	299	296	295	330	351	360	365	363	431	461
0.50	239	299	314	315	314	313	351	372	380	385	382	448	478
0.45	239	306	327	331	332	332	372	394	401	405	402	466	496
0.40	239	314	340	347	350	351	394	416	422	425	421	483	513
0.35	239	322	354	365	369	371	416	437	442	444	440	500	530
0.30	239	329	369	382	388	390	437	458	461	462	459	516	547
0.25	239	338	385	400	406	409	459	478	479	480	477	533	564
0.20	239	346	401	418	424	427	479	497	497	497	494	549	581
0.15	239	354	418	435	443	445	499	515	514	514	511	565	597
0.10	239	363	435	452	461	463	518	532	530	530	527	580	613
0.05	239	372	452	470	478	480	537	548	546	545	542	596	629
0.00	239	381	469	489	495	497	555	564	561	561	558	612	645
F2018-2020	239	244	236	222	211	200	214	226	232	238	239	321	369

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	96	196	158	135	119	109	116	122	128	131	134	198	210
0.95	96	189	155	135	120	111	120	126	133	137	140	200	212
0.90	96	181	152	134	121	113	123	130	138	142	145	201	213
0.85	96	173	148	133	122	115	126	134	141	146	148	200	213
0.80	96	164	144	132	123	117	129	137	144	148	150	198	211
0.75	96	156	140	130	123	118	131	139	145	148	150	194	208
0.70	96	147	135	128	122	118	131	139	145	148	149	191	204
0.65	96	138	130	125	120	117	131	139	144	146	147	186	197
0.60	96	129	124	121	118	116	130	137	141	144	144	179	189
0.55	96	120	118	117	114	113	127	134	138	139	140	170	180
0.50	96	110	111	111	110	109	123	129	132	134	134	160	169
0.45	96	100	103	105	104	104	117	123	125	126	126	149	157
0.40	96	90	95	97	98	98	110	115	117	118	117	136	143
0.35	96	80	86	89	90	90	101	105	106	107	107	122	129
0.30	96	69	76	79	80	80	91	94	95	95	95	108	113
0.25	96	58	65	68	69	70	79	81	81	82	82	92	96
0.20	96	47	54	57	57	58	65	67	67	67	67	75	78
0.15	96	36	42	44	45	45	50	51	51	51	51	57	60
0.10	96	24	29	30	31	31	34	35	35	35	35	39	40
0.05	96	12	15	15	16	16	18	18	18	18	18	20	21
0.00	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2018-2020	96	185	179	169	160	151	162	171	176	180	182	244	280

(c) 資源量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	565	694	598	526	478	446	482	512	532	550	555	770	836
0.95	565	694	609	544	500	470	511	546	570	590	597	803	869
0.90	565	694	621	562	523	495	542	581	607	627	633	832	902
0.85	565	694	633	582	546	522	574	616	642	663	667	860	932
0.80	565	694	646	601	570	549	607	651	677	696	699	887	961
0.75	565	694	658	621	595	577	640	685	710	728	729	914	988
0.70	565	694	671	642	619	605	673	718	743	760	760	944	1,016
0.65	565	694	684	662	644	633	706	752	776	792	790	971	1,041
0.60	565	694	697	682	669	661	739	786	809	823	821	994	1,063
0.55	565	694	709	703	694	689	772	820	841	853	850	1,015	1,083
0.50	565	694	722	723	720	718	806	853	872	882	877	1,033	1,100
0.45	565	694	735	744	745	745	837	884	900	909	902	1,049	1,115
0.40	565	694	748	764	770	771	867	913	926	932	926	1,063	1,128
0.35	565	694	762	784	793	796	895	939	948	953	947	1,076	1,140
0.30	565	694	775	803	814	819	919	962	968	971	965	1,086	1,150
0.25	565	694	789	821	834	839	942	981	983	985	979	1,094	1,158
0.20	565	694	804	837	851	857	961	996	996	996	991	1,101	1,164
0.15	565	694	818	852	867	872	977	1,008	1,005	1,005	1,000	1,106	1,168
0.10	565	694	832	865	881	884	991	1,017	1,013	1,012	1,007	1,110	1,171
0.05	565	694	843	878	892	895	1,002	1,023	1,018	1,018	1,012	1,112	1,173
0.00	565	694	854	891	902	905	1,012	1,028	1,023	1,022	1,017	1,115	1,175
F2018-2020	565	694	670	633	599	568	610	642	659	677	681	915	1,049

基本的漁獲管理規則に従って、調整係数 β を 0～1.0 まで 0.05 刻みで変化させて漁獲量を算出した場合の将来予測結果、および 2022 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2018-2020）を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足表 10-3. 2021 年資源評価に遡って、代替漁獲管理規則である漁獲量 3 年間一定方針に基づき将来予測を行った場合に、将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b)、禁漁水準 (c) 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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	0	29	22	19	13	11	15	13	13	16	13	30	39
0.95	0	31	23	20	15	13	17	14	15	18	15	33	41
0.90	0	32	25	22	16	14	18	16	17	20	17	35	43
0.85	0	32	27	24	19	16	20	18	19	22	19	38	46
0.80	0	32	29	26	20	18	23	21	22	25	22	41	48
0.75	0	33	30	29	22	19	25	23	24	27	24	45	51
0.70	0	33	32	31	23	22	28	26	28	31	27	48	54
0.65	0	35	33	33	27	25	32	31	32	35	32	52	57
0.60	0	36	35	36	30	29	35	34	36	39	36	56	61
0.55	0	36	38	40	34	33	39	38	40	43	40	60	65
0.50	0	38	41	44	37	37	45	44	47	49	47	65	68
0.45	0	39	44	48	40	40	50	49	52	53	51	69	72
0.40	0	40	49	52	47	47	56	55	58	59	57	74	76
0.35	0	40	52	56	52	53	62	62	65	65	64	79	80
0.30	0	40	55	60	58	59	69	69	71	71	70	84	84
0.25	0	40	60	64	64	65	75	76	78	77	76	87	87
0.20	0	40	64	68	70	70	79	81	82	81	81	91	89
0.15	0	40	68	71	73	73	84	85	86	85	85	93	92
0.10	0	40	71	75	76	76	87	88	89	88	88	94	94
0.05	0	40	72	78	78	79	89	90	90	89	90	95	96
0.00	0	60	72	79	79	80	90	90	91	90	90	95	97
F2019-2021	0	20	20	16	16	13	17	20	21	23	24	47	31

(b) 親魚量が限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	59	45	39	29	25	27	25	25	28	26	49	57
0.95	100	60	48	41	32	28	30	27	28	31	29	52	59
0.90	100	62	50	44	35	31	33	31	32	34	32	54	61
0.85	100	64	53	46	38	34	36	34	35	37	35	58	64
0.80	100	66	56	49	42	38	39	38	38	40	38	60	67
0.75	100	68	59	53	45	41	43	42	43	44	42	64	69
0.70	100	69	62	56	48	45	47	46	47	48	47	68	72
0.65	100	70	64	60	54	50	53	52	53	54	53	71	75
0.60	100	72	67	64	58	55	58	58	58	59	57	75	78
0.55	100	75	70	68	64	61	63	63	64	64	63	79	81
0.50	100	76	74	72	68	66	69	69	70	70	70	83	84
0.45	100	78	77	76	73	72	75	76	77	77	76	86	87
0.40	100	81	81	80	79	78	81	82	83	82	82	90	90
0.35	100	84	85	85	83	84	86	88	88	87	87	93	92
0.30	100	84	89	89	90	89	91	92	92	92	92	96	94
0.25	100	89	91	92	94	93	95	95	96	95	95	97	96
0.20	100	92	94	95	97	96	97	98	98	98	98	99	98
0.15	100	96	96	98	98	98	99	99	99	99	99	100	99
0.10	100	100	97	99	99	100	100	100	100	100	100	100	99
0.05	100	100	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	80	60	57	52	48	50	54	56	57	58	79	62

(c) 親魚量が禁漁水準を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	96	76	62	62	54	50	54	55	58	66	76	57
0.95	100	96	78	64	65	58	53	57	58	61	67	77	59
0.90	100	97	81	67	68	62	57	60	60	61	68	80	61
0.85	100	98	83	70	72	65	59	62	61	62	68	81	64
0.80	100	99	85	73	74	68	62	65	65	65	71	83	67
0.75	100	100	87	76	77	72	66	69	68	68	74	85	69
0.70	100	100	89	79	81	76	71	72	71	71	76	87	72
0.65	100	100	91	83	84	80	75	77	77	75	79	89	75
0.60	100	100	93	86	87	84	79	80	80	78	82	90	78
0.55	100	100	96	89	90	87	83	85	85	83	85	92	81
0.50	100	100	97	91	93	91	88	89	89	87	89	94	84
0.45	100	100	98	94	95	94	92	93	92	90	92	96	87
0.40	100	100	99	96	97	96	95	96	96	94	95	97	90
0.35	100	100	100	98	98	99	97	98	98	97	97	99	92
0.30	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	94
0.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96
0.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	98	98	62

代替漁獲管理規則である漁獲量 3 年間一定方策に従って、3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0~1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2022 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2018-2020) を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足表 10-4. 2021 年資源評価に遡って、代替漁獲管理規則である漁獲量 3 年間一定方策に基づき将来予測を行った場合における将来の親魚量 (a)、漁獲量 (b)、および資源量 (c) の平均値の推移

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	239	235	204	172	141	121	133	126	128	144	138	234	271
0.95	239	241	213	182	152	132	145	139	141	157	151	247	281
0.90	239	247	222	192	163	143	158	151	154	170	162	260	294
0.85	239	253	232	203	175	155	171	165	168	182	173	276	308
0.80	239	259	242	216	188	169	186	181	184	198	188	292	325
0.75	239	265	252	229	203	184	203	199	202	216	206	311	342
0.70	239	272	264	243	218	201	223	219	223	236	226	329	361
0.65	239	278	276	258	236	220	245	244	249	261	250	347	383
0.60	239	285	288	275	255	240	268	268	273	283	273	370	405
0.55	239	292	302	292	274	262	293	295	301	311	301	392	427
0.50	239	299	315	310	295	286	321	326	333	342	332	416	450
0.45	239	306	329	329	316	310	350	357	364	371	361	440	474
0.40	239	314	344	348	338	335	379	388	394	401	393	465	497
0.35	239	322	359	368	361	360	408	419	425	430	422	489	520
0.30	239	329	374	387	383	383	435	447	452	455	449	512	542
0.25	239	338	390	406	404	406	460	473	476	477	472	531	562
0.20	239	346	406	424	425	427	482	495	496	496	492	549	580
0.15	239	354	423	441	444	445	502	514	513	513	510	565	596
0.10	239	363	439	457	462	463	521	532	530	529	526	581	613
0.05	239	372	454	473	479	480	538	548	546	545	542	596	629
0.00	239	381	469	489	495	497	555	564	561	561	558	612	645
F2018-2020	239	244	236	222	211	200	214	226	232	238	239	321	369

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	96	196	167	122	105	91	68	84	75	60	87	153	134
0.95	96	189	164	123	106	94	71	89	80	65	92	152	138
0.90	96	181	160	123	108	96	76	92	84	70	95	153	143
0.85	96	173	156	123	109	100	79	96	89	75	97	154	146
0.80	96	164	152	122	110	102	83	99	93	80	100	155	150
0.75	96	156	147	121	110	105	87	103	98	85	104	155	154
0.70	96	147	141	119	110	106	91	106	102	91	107	153	157
0.65	96	138	134	116	110	107	94	109	106	97	111	151	159
0.60	96	129	127	113	109	107	97	111	109	101	112	149	158
0.55	96	120	118	108	107	106	98	112	111	104	114	145	156
0.50	96	110	110	103	104	103	98	113	112	107	115	141	152
0.45	96	100	100	96	99	99	96	111	110	107	113	134	145
0.40	96	90	90	88	94	94	92	106	106	104	109	126	136
0.35	96	80	80	79	87	87	87	100	100	99	102	116	124
0.30	96	69	69	69	79	79	79	91	91	91	92	104	111
0.25	96	58	58	58	69	69	69	80	80	80	81	89	95
0.20	96	47	47	47	57	57	57	66	66	66	67	73	78
0.15	96	36	36	36	45	45	45	51	51	51	51	56	60
0.10	96	24	24	24	31	31	31	35	35	35	35	38	40
0.05	96	12	12	12	16	16	16	18	18	18	18	19	20
0.00	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2018-2020	96	185	179	169	160	151	162	171	176	180	182	244	280

(c) 資源量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	565	694	598	478	399	343	334	344	334	344	369	633	673
0.95	565	694	609	497	420	367	361	372	364	375	398	655	699
0.90	565	694	621	517	442	391	389	400	395	405	424	681	728
0.85	565	694	633	537	466	417	419	431	426	433	446	711	759
0.80	565	694	646	558	491	446	452	464	461	468	478	741	794
0.75	565	694	658	580	518	476	488	501	500	508	515	775	831
0.70	565	694	671	603	547	510	529	543	545	553	556	806	870
0.65	565	694	684	627	578	546	573	592	596	606	604	836	913
0.60	565	694	697	653	611	582	618	639	645	653	649	874	951
0.55	565	694	709	679	643	620	666	690	699	708	703	911	989
0.50	565	694	722	704	677	660	718	747	757	767	760	947	1,025
0.45	565	694	735	729	711	699	768	800	811	820	810	982	1,060
0.40	565	694	748	754	743	737	815	851	862	871	862	1,017	1,089
0.35	565	694	762	777	775	773	860	899	909	916	906	1,048	1,116
0.30	565	694	775	799	804	805	899	937	947	952	943	1,074	1,137
0.25	565	694	789	819	829	833	931	969	975	977	969	1,088	1,152
0.20	565	694	804	837	851	855	956	991	993	994	986	1,099	1,162
0.15	565	694	818	853	869	871	975	1,006	1,005	1,004	998	1,105	1,167
0.10	565	694	832	866	883	885	990	1,017	1,012	1,012	1,006	1,109	1,171
0.05	565	694	843	879	893	895	1,002	1,023	1,018	1,018	1,012	1,112	1,173
0.00	565	694	854	891	902	905	1,012	1,028	1,023	1,022	1,017	1,115	1,175
F2018-2020	565	694	670	633	599	568	610	642	659	677	681	915	1,049

代替漁獲管理規則である漁獲量 3 年間一定方策に従って、3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0~1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2022 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2018-2020) を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足表 10-5. 2021 年評価に遡った時の予測される親魚量・漁獲量と親魚量が管理基準値案を上回る確率のまとめ

調整係数 β を 0.0～1.0 にて 0.0.5 刻みで変更した基本的漁獲管理規則および漁獲量一定方策の代替漁獲管理規則の結果をまとめた。また、現状の漁獲圧 (F2018-2020) を継続した場合の結果についても最下段に併記した。漁獲管理規則での漁獲管理を開始する初年度 (1 年後) の 2022 年漁期の値と、5 年および 10 年管理を行った後の値 (2026 年漁期および 2031 年漁期) を示した。ランクは、*①と*②の目標達成確率がともに 50%以上となる基本的漁獲管理規則 ($\beta=0.50$) を基準とし、それ以上の*①と*②が得られ、かつリスクの指標となる*③と*④をその基準以下に抑えられる管理方策をランク 2 とした。また、*①と*②はともに 50%以上であるものの、*③と*④が基準より大きい場合はランク 1 とし、*①と*②のどちらか一方でも 50%未満の場合はランク 0 とした。

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値を上回る確率 *②	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	1年後 2022年 漁期	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
0	基本ルール ($\beta=1.00$)	32%	20%	164	205	196	109	134	16%	26%	51%	71%	81%	96%	78%	83%
0	基本ルール ($\beta=0.95$)	35%	22%	176	224	189	111	140	15%	22%	48%	67%	79%	96%	75%	80%
0	基本ルール ($\beta=0.90$)	39%	25%	188	240	181	113	145	13%	20%	41%	61%	78%	95%	72%	77%
0	基本ルール ($\beta=0.85$)	42%	27%	201	256	173	115	148	7%	12%	38%	57%	76%	94%	69%	74%
0	基本ルール ($\beta=0.80$)	46%	31%	215	273	164	117	150	4%	8%	34%	52%	74%	93%	66%	70%
0	基本ルール ($\beta=0.75$)	50%	34%	229	289	156	118	150	2%	6%	30%	45%	71%	91%	63%	67%
0	基本ルール ($\beta=0.70$)	54%	37%	245	307	147	118	149	1%	4%	26%	40%	69%	90%	60%	63%
0	基本ルール ($\beta=0.65$)	60%	41%	260	325	138	117	147	0%	3%	18%	30%	66%	87%	57%	60%
0	基本ルール ($\beta=0.60$)	65%	44%	277	343	129	116	144	0%	1%	14%	24%	63%	85%	54%	56%
0	基本ルール ($\beta=0.55$)	70%	48%	295	363	120	113	140	0%	0%	9%	17%	60%	82%	52%	53%
2	基本ルール ($\beta=0.50$)	74%	53%	313	382	110	109	134	0%	0%	5%	11%	57%	80%	49%	50%
2	基本ルール ($\beta=0.45$)	78%	56%	332	402	100	104	126	0%	0%	3%	6%	53%	77%	47%	47%
2	基本ルール ($\beta=0.40$)	84%	61%	351	421	90	98	117	0%	0%	1%	3%	49%	73%	45%	45%
2	基本ルール ($\beta=0.35$)	87%	67%	371	440	80	90	107	0%	0%	0%	1%	45%	69%	44%	43%
2	基本ルール ($\beta=0.30$)	93%	72%	390	459	69	80	95	0%	0%	0%	0%	40%	64%	42%	41%
2	基本ルール ($\beta=0.25$)	95%	77%	409	477	58	70	82	0%	0%	0%	0%	36%	59%	41%	40%
2	基本ルール ($\beta=0.20$)	97%	82%	427	494	47	58	67	0%	0%	0%	0%	32%	54%	40%	39%
2	基本ルール ($\beta=0.15$)	99%	85%	445	511	36	45	51	0%	0%	0%	0%	30%	51%	39%	38%
2	基本ルール ($\beta=0.10$)	100%	88%	463	527	24	31	35	0%	0%	0%	0%	29%	49%	38%	37%
2	基本ルール ($\beta=0.05$)	100%	90%	480	542	12	16	18	0%	0%	0%	0%	27%	47%	38%	37%

補足表 10-5. つづき

ラン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値を上回る確率 *②	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	1年後 2022年 漁期	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=1.00$)	25%	13%	121	138	196	91	87	52%	71%	64%	83%	59%	90%	38%	65%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.95$)	28%	15%	132	151	189	94	92	49%	67%	61%	80%	56%	88%	33%	61%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.90$)	31%	17%	143	162	181	96	95	45%	64%	58%	76%	53%	86%	28%	57%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.85$)	34%	19%	155	173	173	100	97	41%	60%	54%	73%	51%	84%	25%	52%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.80$)	38%	22%	169	188	164	102	100	37%	55%	50%	69%	48%	81%	22%	47%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.75$)	41%	24%	184	206	156	105	104	33%	50%	46%	64%	44%	78%	20%	44%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.70$)	45%	27%	201	226	147	106	107	28%	45%	41%	59%	40%	74%	18%	40%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.65$)	50%	32%	220	250	138	107	111	24%	39%	36%	53%	36%	71%	16%	36%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.60$)	55%	36%	240	273	129	107	112	19%	33%	30%	46%	33%	66%	15%	30%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.55$)	61%	40%	262	301	120	106	114	15%	27%	25%	40%	29%	61%	14%	25%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.50$)	66%	47%	286	332	110	103	115	11%	21%	20%	32%	26%	56%	14%	22%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.45$)	72%	51%	310	361	100	99	113	7%	15%	15%	25%	22%	50%	13%	19%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.40$)	78%	57%	335	393	90	94	109	5%	10%	11%	18%	18%	43%	12%	17%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.35$)	84%	64%	360	422	80	87	102	2%	5%	6%	11%	15%	37%	11%	15%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.30$)	89%	70%	383	449	69	79	92	1%	2%	4%	7%	12%	31%	10%	14%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.25$)	93%	76%	406	472	58	69	81	0%	1%	2%	3%	9%	25%	10%	14%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.20$)	96%	81%	427	492	47	57	67	0%	0%	0%	1%	7%	21%	10%	13%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.15$)	98%	85%	445	510	36	45	51	0%	0%	0%	0%	5%	17%	9%	13%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.10$)	100%	88%	463	526	24	31	35	0%	0%	0%	0%	4%	15%	9%	13%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.05$)	100%	90%	480	542	12	16	18	0%	0%	0%	0%	3%	14%	9%	12%
0	F2018-2020	48%	24%	200	239	185	151	182	0%	3%	15%	27%	7%	14%	30%	29%

補足表 10-6. 2023～2024 年漁期の漁獲量設定を補足資料 10-(2)-1)で記した算定漁獲量 5.8 万トンとし、そのほかの設定を漁獲シナリオに従って将来予測を行った場合に、将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b)、禁漁水準 (c) 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	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	0	0	11	13	15	19	18	20	24	20	19	34	39
0.95	0	0	11	14	16	20	19	22	26	22	21	37	41
0.90	0	0	11	14	17	21	21	23	28	24	23	39	43
0.85	0	0	11	15	18	22	22	25	30	25	25	41	46
0.80	0	0	11	15	18	23	24	27	33	29	28	44	48
0.75	0	0	11	16	19	24	25	30	35	31	31	47	51
0.70	0	0	11	16	20	26	27	33	38	34	34	50	54
0.65	0	0	11	17	22	28	30	36	41	38	38	54	57
0.60	0	0	11	18	23	30	33	39	44	41	41	58	61
0.55	0	0	11	19	25	33	35	42	48	45	45	61	65
0.50	0	0	11	19	27	35	39	47	52	50	51	66	68
0.45	0	0	11	19	29	37	42	50	56	53	54	70	72
0.40	0	0	11	21	31	40	46	55	61	58	59	74	76
0.35	0	0	11	22	33	42	51	60	65	64	65	79	80
0.30	0	0	11	24	35	45	56	65	71	70	70	84	84
0.25	0	0	11	26	37	48	60	70	75	75	76	87	87
0.20	0	0	11	27	39	51	65	74	79	80	80	90	89
0.15	0	0	11	28	41	53	69	78	82	83	84	93	92
0.10	0	0	11	29	42	55	72	80	85	86	87	94	94
0.05	0	0	11	30	44	56	75	82	86	88	88	95	96
0.00	0	0	11	30	47	57	76	83	87	88	89	95	97
F2019-2021	0	0	4	5	8	9	16	22	26	30	33	65	31

(b) 親魚量が限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	0	20	40	35	36	40	37	38	41	37	35	51	57
0.95	0	20	40	37	38	42	39	41	43	40	38	54	59
0.90	0	20	40	38	40	44	42	44	46	43	41	55	61
0.85	0	20	40	39	41	45	44	47	49	46	44	58	64
0.80	0	20	40	40	43	48	47	50	52	49	48	62	67
0.75	0	20	40	41	45	50	51	53	56	53	52	65	69
0.70	0	20	40	42	47	52	53	56	59	56	55	68	72
0.65	0	20	40	44	49	55	57	61	63	61	60	71	75
0.60	0	20	40	45	51	58	61	65	67	66	64	75	78
0.55	0	20	40	47	53	61	64	69	71	70	69	78	81
0.50	0	20	40	48	55	64	68	73	76	75	74	82	84
0.45	0	20	40	49	57	66	72	77	80	80	79	86	87
0.40	0	20	40	51	60	69	76	81	84	84	83	89	90
0.35	0	20	40	52	62	72	80	85	88	88	88	92	92
0.30	0	20	40	53	64	75	83	88	91	92	92	95	94
0.25	0	20	40	55	67	77	86	91	93	94	94	97	96
0.20	0	20	40	56	68	79	88	93	95	96	97	99	98
0.15	0	20	40	56	70	81	90	95	97	98	98	99	99
0.10	0	20	40	57	72	82	91	96	98	98	99	100	99
0.05	0	20	40	58	73	84	92	96	98	99	99	100	100
0.00	0	20	40	58	74	84	93	97	98	99	100	100	100
F2019-2021	0	20	25	25	32	36	43	50	57	61	64	89	62

(c) 親魚量が禁漁水準を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	100	100	96	95	84	75	76	69	64	67	65	75	57
0.95	100	100	96	95	86	77	79	72	67	70	67	77	59
0.90	100	100	96	96	88	80	81	75	70	72	69	79	61
0.85	100	100	96	96	89	82	83	77	72	74	71	81	64
0.80	100	100	96	97	91	83	84	79	74	75	73	82	67
0.75	100	100	96	97	92	85	87	82	77	78	76	84	69
0.70	100	100	96	98	93	87	88	84	80	81	79	86	72
0.65	100	100	96	98	95	89	90	88	83	84	83	87	75
0.60	100	100	96	98	96	92	93	90	86	87	85	89	78
0.55	100	100	96	98	97	93	95	93	89	90	89	91	81
0.50	100	100	96	98	97	95	96	95	92	93	92	93	84
0.45	100	100	96	98	98	97	97	97	94	95	94	95	87
0.40	100	100	96	98	99	98	98	98	96	97	96	97	90
0.35	100	100	96	98	99	99	99	99	98	98	98	98	92
0.30	100	100	96	98	99	99	100	100	99	99	99	99	94
0.25	100	100	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	96
0.20	100	100	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	98
0.15	100	100	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	99
0.10	100	100	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	99
0.05	100	100	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
F2019-2021	100	100	100	100	99	99	99	99	98	98	98	100	62

2023～2024 年漁期は年間漁獲量を補足資料 10-(2)-1)で記した算定漁獲量 5.8 万トンとし、2025 年漁期以降は漁獲シナリオに従って 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足表 10-7. 2023～2024 年漁期の漁獲量設定を補足資料 10-(2)-1)で記した算定漁獲量 5.8 万トンとし、そのほかの設定を漁獲シナリオに従って将来予測を行った場合における将来の親魚量 (a)、漁獲量 (b)、および資源量 (c) の平均値の推移

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	117	144	185	179	176	183	177	182	196	177	170	250	253
0.95	117	144	185	182	182	190	187	194	209	191	184	262	265
0.90	117	144	185	186	188	198	198	206	222	204	197	273	279
0.85	117	144	185	189	195	206	209	219	236	218	211	285	293
0.80	117	144	185	193	201	215	221	232	249	232	225	303	311
0.75	117	144	185	197	209	224	234	248	266	250	244	320	331
0.70	117	144	185	201	216	234	247	264	282	268	263	337	354
0.65	117	144	185	205	224	244	262	282	300	288	284	355	376
0.60	117	144	185	210	232	255	278	301	320	310	305	375	398
0.55	117	144	185	214	241	267	294	321	342	332	329	394	422
0.50	117	144	185	218	249	279	311	342	363	356	354	419	446
0.45	117	144	185	223	258	291	329	364	386	381	379	442	471
0.40	117	144	185	228	267	303	347	385	407	404	403	467	495
0.35	117	144	185	232	277	316	365	406	429	428	427	490	519
0.30	117	144	185	237	286	328	384	427	449	450	449	512	541
0.25	117	144	185	242	295	340	402	447	468	470	470	531	560
0.20	117	144	185	247	304	352	420	465	485	488	488	548	579
0.15	117	144	185	252	313	364	437	482	501	505	506	565	596
0.10	117	144	185	258	322	375	454	499	516	522	522	581	612
0.05	117	144	185	263	331	386	471	514	531	538	538	596	629
0.00	117	144	185	268	341	396	487	530	546	554	555	612	645
F2019-2021	117	129	141	154	164	171	198	223	241	259	269	382	422

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	50	58	58	121	106	79	126	111	87	121	109	126	173
0.95	50	58	58	117	104	79	126	113	90	124	114	128	172
0.90	50	58	58	112	101	79	125	114	93	126	117	130	172
0.85	50	58	58	107	98	79	125	115	96	128	120	131	171
0.80	50	58	58	101	95	78	124	116	98	128	121	134	172
0.75	50	58	58	96	91	77	122	116	100	129	124	137	172
0.70	50	58	58	91	87	76	121	116	102	129	125	140	172
0.65	50	58	58	85	83	73	118	115	104	129	125	142	170
0.60	50	58	58	79	78	71	115	113	104	128	125	141	167
0.55	50	58	58	73	73	67	111	110	103	126	124	139	162
0.50	50	58	58	67	67	64	106	106	101	122	121	137	155
0.45	50	58	58	61	61	59	101	100	97	117	117	132	147
0.40	50	58	58	55	55	54	94	94	92	110	110	125	137
0.35	50	58	58	49	49	49	86	86	85	102	102	116	125
0.30	50	58	58	42	42	42	77	77	77	91	91	104	111
0.25	50	58	58	36	36	36	67	67	67	79	79	90	95
0.20	50	58	58	29	29	29	55	55	55	65	65	74	78
0.15	50	58	58	22	22	22	43	43	43	50	50	56	60
0.10	50	58	58	15	15	15	29	29	29	34	34	38	40
0.05	50	58	58	7	7	7	15	15	15	17	17	19	21
0.00	50	58	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2019-2021	50	78	86	94	100	104	120	135	146	157	163	231	255

(c) 資源量の平均値 (千トン)

1.00	281	340	416	489	463	440	493	481	476	486	458	625	694
0.95	281	340	416	489	471	453	511	505	503	516	488	649	714
0.90	281	340	416	489	479	468	530	529	530	542	517	673	741
0.85	281	340	416	489	487	482	549	555	559	571	546	697	765
0.80	281	340	416	489	495	497	569	580	586	596	574	733	799
0.75	281	340	416	489	503	512	591	609	619	630	612	768	835
0.70	281	340	416	489	512	528	613	638	652	664	647	803	877
0.65	281	340	416	489	520	544	637	669	687	699	686	837	914
0.60	281	340	416	489	528	560	661	701	724	737	726	874	950
0.55	281	340	416	489	537	577	686	734	761	776	767	907	987
0.50	281	340	416	489	545	594	710	766	798	815	809	949	1,023
0.45	281	340	416	489	554	610	735	798	834	852	848	983	1,057
0.40	281	340	416	489	562	626	758	828	866	886	882	1,020	1,088
0.35	281	340	416	489	570	641	782	856	896	917	915	1,049	1,115
0.30	281	340	416	489	578	655	804	882	922	943	942	1,073	1,135
0.25	281	340	416	489	585	668	823	904	944	963	963	1,088	1,150
0.20	281	340	416	489	593	681	840	922	959	978	978	1,099	1,160
0.15	281	340	416	489	600	692	854	937	971	989	989	1,105	1,167
0.10	281	340	416	489	607	703	867	948	981	997	998	1,109	1,170
0.05	281	340	416	489	614	713	878	957	988	1,004	1,005	1,112	1,173
0.00	281	340	416	489	621	721	888	966	995	1,009	1,010	1,115	1,175
F2019-2021	281	340	373	407	434	451	524	590	637	683	710	1,008	1,113

2023～2024 年漁期は年間漁獲量を補足資料 10-(2)-1)で記した算定漁獲量 5.8 万トンとし、2025 年漁期以降は漁獲シナリオに従って 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果を示す。