FRA-SA2024-AC019

令和５（2023）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（宮原寿恵・岡本　俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井　萌・森山丈継・倉島　陽・髙﨑健二・稲掛伝三・井桁庸介・阿部祥子・永井　平）
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

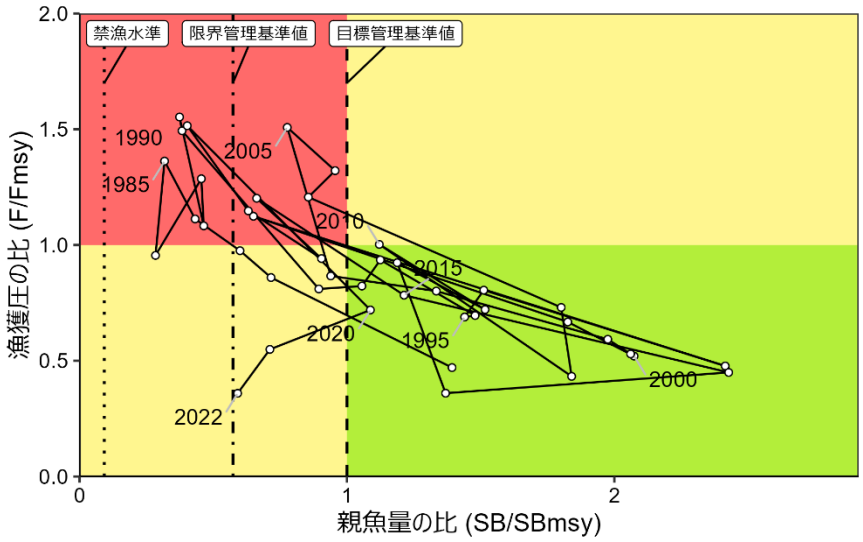
本系群の資源量について、1981～2020 年漁期は、日本海スルメイカ漁場一斉調査（6～7 月）による釣獲試験から得られた標準化 CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）により推定した。2021 年漁期（漁期年は 4 月～翌年 3 月）以降は、当調査の CPUE に加えて、旧中型いか釣り漁業 CPUE および小型いか釣り漁業標準化 CPUE の幾何平均値を資源量指標値として求めた資源量と、本系群に適用される再生産関係を用いて前年の親魚量から計算した資源量の加重平均値を各年の資源量として推定した。資源量は 1980 年代の低い水準から 1990 年代に増加し、1990 年代後半から 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、2023 年漁期の資源量は過去最低の 21.4 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、2022 年漁期の親魚量は 19.4 万トンと推定され、2023 年漁期の親魚量は 9.4 万トンと予測された。

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、本系群の目標管理基準値（SBmsy : 32.9 万トン）、限界管理基準値（SBlimit : 18.9 万トン）、禁漁水準（SBban : 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、2022 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 2022 年漁期の漁獲圧（F）は MSY を実現する水準（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2018～2022 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、2024 年漁期の ABC は 12.7 万トンとなっている。将来予測において、2023 年漁期の親魚量は限界管理基準値を下回るが、禁漁水準を上回ると予測された。一方、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 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に基づく算定漁獲量（5.8万トン）を用いた将来予測結果を補足資料8に提示した。漁獲管理規則案に基づく算定漁獲量を用いた場合、直近の禁漁水準を下回る確率は0%となり、資源状態悪化のリスクは低く抑えられると予測された。

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
2022 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2022 年漁期の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2022 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
2024 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 年ごとに調整係数 β = 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、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 （%）
2018	655	208	205	1.15	31
2019	498	132	190	1.52	38
2020	920	358	198	0.72	22
2021	555	234	95	0.55	17
2022	421	194	49	0.36	12
2023	214	94	32	0.47	15
2024	278	61	124	5.38	57

・2023 年漁期の値は予測資源量と、2023 年の日韓漁獲量推定値（23 千トン）に中国による漁獲量仮定値（9 千トン）を加えた漁獲量に基づく値である。
・2024 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。

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/、2023 年 10 月） 漁船活用調査（水研）
資源量指数 ・資源量指標値	日本海スルメイカ漁場一斉調査（水研、北海道～鳥取（7）道県による 6～7 月の釣獲調査（1995～2023 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 年漁期以降については、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。
・旧中型いか釣り CPUE	いか釣り漁業漁獲成績報告書（水産庁）
・小型いか釣り CPUE	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）
・幼生分布密度	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
・幼イカ分布密度	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
・対馬暖流域 50 m 平均水温	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、雌と交接し始める。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。産卵期において、産卵を複数回行う個体もいる可能性がある（安達 1988、Ikeda et al. 1993、Puneeta et al. 2015）。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、魚類を多く捕食するようになる（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 6 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（補足表 2-1）。また、今年度資源評価より韓国漁獲量の集計手法を変更し、韓国西海岸の黄海での漁獲量を除いたものを韓国漁獲量とした（補足資料 6-(2)）。本系群の漁獲量は、1980 年代は平均 15.2 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。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た。よって、2005 年漁期以降の本系群の漁獲量には、後述の通り、中国漁船による漁獲量（仮定値）を含むものとした。本系群の漁獲量は、2006 年漁期に 37.4 万トンとなった以降は減少傾向となり、2021 年漁期以降は 10 万トンを下回り、2022 年漁期は 4.9 万トンであった。

中国漁船の動向としては、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 5）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 6-(3)）。一方、2021 年漁期以降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 5 お

よび 6)、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（宮原ほか 2023）。そこで、2021～2023 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を引き下げた（4-(1)、補足資料 5）。その結果、2021 年漁期以降の中国漁獲量の仮定値は、2021 年漁期は 3.7 万トンに減少し、2022 年漁期以降は 1 万トンを下回った（4-(1)、表 3-1）。

2023 年 11 月 17 日現在での 2023 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 3,933 トン、沖合漁業（いか釣り）で 754 トン、韓国で 12,665 トン、合計 17,351 トンで、それぞれ前年同期の 43%、18%、66%、合計では 53%、過去 5 年平均の 38%、15%、59%、合計では 47%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 2022 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、2022 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 2023 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延べ操業日数）は、1980 年代半ばまで年間おおよそ 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・隻を下回った（図 3-2、表 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 年漁期に増加し 5,518 日・隻、2022 年漁期は 5,097 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 年漁期以降ではアカイカの漁期の拡大（阿保ほか 2023）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）（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 年漁期以降は、ア）で求めた各年の調査 CPUE、各漁期年の旧中型いか釣り CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量、2022 年漁期までは漁績より算出、2023 年漁期は漁船活用調査（10 隻）から求めた値）と各漁期年の主要 4 港の小型いか釣り CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）を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）の手法における資源量指標値を幾何平均 CPUE に置き換えることで求めた（補足資料 2）。次に、前年漁期の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る資源尾数を算出した。前進計算では、近年の加入の状態が反映されるように、各漁期年に対して直近 5 年の再生産関係における残差を用いた 5 通りの資源尾数予測値を求め、これらの平均値を各漁期年の前進計算による資源尾数とした。以上の通り求めた資源量指標値（幾何平均 CPUE）から得た資源尾数と、前進計算から得た資源尾数とを、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、各漁期年の資源尾数とした。

2021 年漁期以降、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いと考えられることから（補足資料 6）、令和 4 年度の資源評価より、2021 年漁期以降の資源量の算出においては、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 およびオ）に述べた前進計算も用いて、資源尾数を推定するものとした（宮原ほか 2023、補足資料 2）。このとき前進計算に使用する残差については、前年度の資源評価では、残差の期間を 2016～2020 年漁期に固定し、これを用いて各年の前進計算による資源尾数予測値を求めたが、今年度の資源評価では、各年から見て直近 5 年間の残差を前進計算に適用するものとした。

本系群では、標準化により資源量指標値を求めるため、毎年、資源量指標値が過去に遡って更新されるものの（補足図 2-1）、資源量の経年的な推移には大きな差は生じない（補足図 2-2）。また、今年度の資源評価では、オ）で述べた資源量指標値から求めた資源尾数と前進計算から求めた資源尾数を用いて各年の資源尾数を推定する際の、加重平均の計算方法を修正した。この修正を前年度の資源評価報告書における資源解析に適用し、正しく 2021 年漁期、2022 年漁期の資源量を求めると、それぞれ 56.5 万トンから 55.5 万トンに下方修正、および 28.1 万トンから 41.7 万トンに上方修正された。

これまでに述べたように、今年度の資源評価において、①資源量指標値の更新、②資源尾数の算出手法の訂正、③韓国漁獲量の集計手法の変更、および④前進計算で用いる残差の年の変更を導入した。①～④をすべて適用した結果、各年の資源尾数は更新され、それに伴い

資源解析結果も更新された。前述の②資源尾数の算出手法の訂正に伴う変更のあった 2021 年漁期、2022 年漁期の今年度の資源評価における推定値は、それぞれ 55.5 万トン、42.1 万トンとなり、前年度の資源評価結果と比べて、特に 2022 年漁期は大きく上方修正となった。

2021 年漁期以降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 年漁期の平均の漁獲圧を、各年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漁獲圧は、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 年漁期各年の漁獲圧を平均した。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 5）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。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 5～12 月の累積出漁隻数の平均値を求めた。次に、2021～2022 年漁期は 5～12 月の各漁期年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。2023 年漁期については 5～9 月までの情報から比を求めるものとし、2018～2020 年漁期についても 5～9 月の累積出漁隻数を用いた（2023 年漁期の比率：0.15）。2018～2020 年漁期の中国の平均漁獲圧に 2021 年漁期以降の各漁期年の比率をそれぞれ乗ずることで各漁期年の中国の漁獲圧を算出し、同年の中国漁獲量仮定値を算出した（表 3-1、2023 年：8,784 トン）。次に 2023 年漁期の日韓の漁獲量は、2020～2022 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（17,351 トン）の比率の過去 3 年平均（0.75）と 2023 年の 9 月までの累計漁獲量から推定した結果、2.3 万トンとなった。2023 年漁期の本系群の漁獲量は、日韓の推定漁獲量と中国の漁獲量仮定値から 3.2 万トンと推定された。

（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 2020 年漁期までの資源量指標値として用いた（図 4-1、表 4-1 および補足表 2-2）。2021 年漁期以降は（1）のオ）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 2-2 および補足資料 6）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 0.29 となった。1990 年以降増加傾向に転じ、1997 年に 1.96 と最も高い値となった。1998 年に 0.72 といったん低下したものの、1999～2015 年にかけて 0.92～1.95 と比較的高い値で推移していたが、2016 年以降低下し、1 を下回る値となった。2021 年以降の調査による標準化 CPUE は 0.30 以下で、2023 年は 0.03 と過去最低となり（補足表 2-2）、資源量指標値は 0.42、0.33、0.10 と減少し 2023 年漁期には 1981 年漁期以降で最低となった。。

（3）資源量と漁獲圧の推移

本系群について推定された資源量は、1986 年漁期に 26.9 万トンとなった後、1990 年代に増加し、1997 年漁期に最大の 181.9 万トンとなった（図 4-2、表 4-1）。翌 1998 年漁期にい

ったん 66.7 万トンとなったが、1999 年漁期以降、80 万～150 万トン台で推移した。資源量は 2014 年漁期に 180.4 万トンとなった後、減少傾向となり、2016 年漁期以降 40 万～90 万トン台で推移した。2023 年漁期の資源量は過去最低の 21.4 万トンと推定された。

漁獲割合は、1980 年代は概ね 25%を超え、1989 年漁期、1990 年漁期に 40%近くとなった（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 15～30%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、2005 年漁期、2019 年漁期には 38%となったが、中国漁船の出漁数が減少した 2021 年漁期以降は 12～17%となった。

漁獲係数 F（図 4-3、表 4-1）は 1980 年代後半に上昇し、1989 年漁期、1990 年漁期に 0.7 以上となった後に低下し、1991～2004 年漁期では 0.23～0.54、2005 年漁期以降は 0.17～0.73 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 79 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 21 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 25 万トン以上で推移していたが、資源量の減少に伴い 2015 年漁期以降緩やかに減少した。2020 年漁期に親魚量はいったん 35.8 万トンに増加したものの、2022 年漁期は 19.4 万トンとなった。2023 年漁期の親魚量は資源量を上述（4-(1)）の 2023 年漁期漁獲量推定値（3.2 万トン）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 9.4 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、2023 年漁期の親魚尾数は 2.4 億～4.7 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 年代では概ね 2 を上回っていたが、2000 年漁期以降では 2 を下回る年が多く見られた。RPS は 2020 年漁期にいったん 6.94 と高い値を取ったが、2021 年漁期以降いずれの年も 2 を下回り、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、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収集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）および現状の漁獲圧

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、加入量当たり親魚量（SPR）を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行っている。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。現状の漁獲圧（F2020-2022）を%SPR に換算すると 77%となった。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（Fmsy）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。現状の漁獲圧（F2020-2022）は Fmsy および F30%SPR を下回る（図 4-7）。

（5）再生産関係

親魚量（重量）と加入量（尾数）の関係（再生産関係）を図 4-8 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、令和元（2019）年度の資源評価（久保田ほか 2020b）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（SBmsy）および MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）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（SBmsy : 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（SBlimit : 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（SBban : 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 2022 年漁期の親魚量は 19.4 万トンと推定され、MSY を実現する親魚量（SBmsy）を下回った（SBmsy の 0.59 倍）が、限界管理基準値は上回った。親魚量の動向は、直近 5 年間（2018～2022 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 2020 年漁期以降、MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）を下回っている。2022 年漁期の漁獲圧は、Fmsy を下回り、Fmsy の 0.36 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。補足資料 6 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 年以降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に留意しなくてはならない。また、近年の日本海におけるスルメイカの分布・回遊のうち、特に発生初期の分布に影響を与えた可能性が考えられる対馬暖流との関係について、補足資料 7 に示す。

5. 将来予測

（1）将来予測の設定

資源評価で予測した 2023 年漁期の資源量から、2024～2053 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、10,000 回の繰り返し計算を行った。なお、2023 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 年の加入には 2018～2022 年漁期の加入の残差を用いた（補足図 2-6）。なお、同期間における加入について、2020 年漁期は非常に高い正の残差、そのほかの漁期年では大きな負の残差となっており、将来予測では、再生産関係から期待される平均的な加入よりも顕著に低い加入が予測されるものとなっている（補足図 2-7）。

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）。2023 年漁期の漁獲量には、4-(1)で述べた 2023 年漁期漁獲量（日韓漁獲量推定値 2.3 万トン、中国漁獲量仮定値 0.9 万トン、計 3.2 万トン）を用いた。将来予測における現状の漁獲圧は、2020～2022 年漁期の平均漁獲圧（F2020-2022）とした。2024 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 Fmsy には調整係数 β を乗じるものを基本としている（図 5-1）。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 年ごとに調整係数 β＝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（宮原ほか 2021）。

（3）2023 年漁期の予測値と 2024 年漁期の ABC の算定

2023 年漁期終了後の親魚量は 9.4 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）は上回ると予測される。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、2024 年漁期の ABC として 12.7 万トンを提示する（補足表 3-4）。

（4）2024 年漁期以降の予測

2024 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、2024 年漁期の漁獲量を 12.7 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年ごとに調整係数を β = 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、10,000 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、親魚量（280 トン、親魚尾数で 0.01 億尾）となるよう漁獲尾数を下方修正した（補足資料 2)。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。この漁獲尾数の修正により、2024 年漁期の平均漁獲量も 12.4 万トンとなっている（表 5-2(b)）。管理開始から 5 年後の 2026 年漁期親魚量の予測値は平均 8.6 万トン（90%予測区間は 0.1 万～36.1 万トン、補足表 3-5）で限界管理基準値を上回る確率は 14%、10 年後の 2031 年漁期親魚量の予測値は平均 17.9 万トン（90%予測区間は 0.2 万～71.0 万トン、補足表 3-5）で目標管理基準値を上回る確率は 19%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。2023 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、2023 年漁期の予測漁獲量は ABC を下回っているものの、2023 年漁期親魚量（9.4 万トン）も上記会議の時点での予測値（β = 0.4 で平均 44.8 万トン（宮原ほか 2021））から大きく下回ったことが主な要因と考えられる。予測を大きく下回った主な理由としては、令和 4 年度の資源評価より採用した 2021 年漁期以降の資源量推定手法により、2021 年漁期資源量が管理目標策定当初推定されていた 93.1 万トン（久保田ほか 2022）から下方修正されたこと（今年度資源評価結果で 55.5 万トン）が挙げられる（宮原ほか 2023、補足資料 8）。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、2024 年漁期における禁漁水準を下回る確率は 80%であり、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いる。以上のことより、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。なお、宮原ほか（2023）において提示した漁獲管理規則案である漁獲量 3 年間一定方策における β = 0.25 の漁獲シナリオと、それに基づき算出された 2022 年漁期算定漁獲量 5.8 万トンを 2024 年漁期の漁獲量として将来予測した場合を補足資料 8 に示す。宮原ほか（2023）に基づく算定漁獲量を用いた場合も、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%を下回るものの、2024 年漁期に禁漁水準を下回る確率は 0%であり、現在の ABC による漁獲を継続した場合よりも、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（F2020-2022）を継続した場合の将来予測結果についても示す（表 5-1、5-2）。仮に 2025 年漁期以降の漁獲圧をゼロにした場合（β= 0）の 2026 年漁期親魚量の予測値は平均 11.9 万トン（90%予測区間は 0.1 万～40.5 万トン、補足表 3-5）で、限界管理基準値を上回る確率が 22%であり、2031 年漁期親魚量の予測値は平均 26.5 万トン（90%予測区間は 0.3 万～96.5 万トン、補足表 3-5）で、目標管理基準値を上回る確率が 34%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 3.7 万～57.2 万トン、補足表 3-5）で、限界管理基準値を上回る確率は 30%、2031 年漁期の親魚量の予測値は平均 25.1 万トン（90%予測区間は 2.4 万～74.5 万トン、補足表 3-5）で、目標管理基準値を上回る確率は 27%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、2035 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、2037 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（β＝0）には、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 2032 年漁期、2034 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 年漁期にかけ資源量は減少し、2020 年漁期にいったん増加したものの、2021 年漁期以降に再び減少し、2023 年漁期は過去最低値と推定された。本系群の親魚量は資源量と同様の推移を示し、2000～2015 年漁期まで概ね目標管理基準値（32.9 万トン）を上回っていたが、2016 年漁期以降は 2020 年漁期を除き目標管理基準値を下回った。2022 年漁期の親魚量は 19.4 万トンで、目標管理基準値を下回り、限界管理基準値（18.9 万トン）は上回った。また、2022 年漁期の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）を下回った。2023 年漁期の親魚量は 9.4 万トンと予測され、限界管理基準値を下回るものの、禁漁水準（3.0 万トン）を上回った。

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、管理目標策定時の直近年の資源量の推定結果が、複数年の ABC に対して影響する。令和 4 年度の資源評価における 2021 年漁期以降の資源量推定手法の変更に伴い、管理策定当初時点の直近年の資源量である 2021 年漁期資源量が下方修正された（宮原ほか 2023）。その結果、現在の漁獲シナリオに基づく ABC を 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算定漁獲量（5.8 万トン）に基づく将来予測結果も補足資料 8 に提示した。漁獲管理規則案に基づく算定漁獲量を用いた場合、2024 年漁期に禁漁水準を下回る確率は 0%となり、資源状態悪化のリスクは低く抑えられると予測された。

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 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 6）。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 年漁期までの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（補足資料 7）。

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、特に資源水準が低く、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予測誤差となる。例えば近年では、2020 年漁期の加入は良かったものの、2021 年漁期以降、本系群の加入の状況は、3 年連続で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、複数の年齢から構成され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・倉島　陽・森山丈継・岡本　俊・若林敏江・酒井光夫 (2023) アカイカ　北太平洋. 令和 4 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/R04/R04_70_OFJ.pdf (last accessed Oct 31st, 2023)

安達二朗 (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. Mitsuhashi, 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・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. FRA-SA-2020-BRP04-2, 水産研究・教育機構, 横浜, 87pp. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_a_20201014.pdf (last accessed Oct 31st, 2023)

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, 67pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2019_019.pdf (last accessed Oct 31st, 2023)

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・髙崎健二・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)

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）. FRA-SA2021-SC04-102, 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, 横浜, 59pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_surume-a_20211118.pdf (last accessed Nov 13th, 2022)

宮原寿恵・岡本　俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井　萌・森山丈継・髙﨑健二・齋藤　勉・稲掛伝三 (2023) 令和 4 (2022) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2022-SC11-02, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 横浜, 97pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_19.pdf (last accessed Oct 31st, 2023)

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.

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.

Puneeta, P., D., Vijai, H-K. Yoo, H. Matsui, and Y. Sakurai (2015) Observations on the spawning behavior, egg masses and paralarval development of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* in a laboratory mesocosm. J. Exp. Biol., **218**, 3825-3835.

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いか釣り漁業. 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.

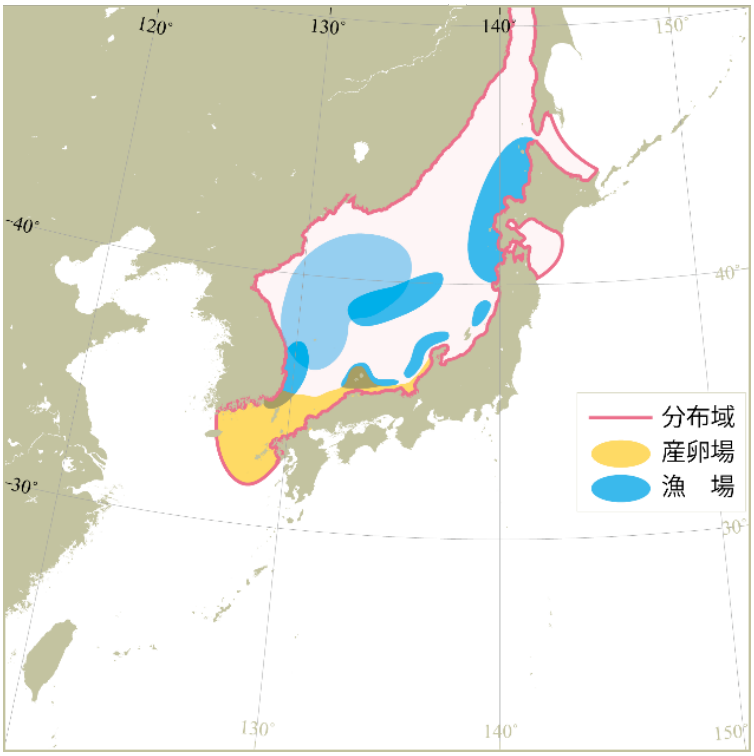


図 2-1.　スルメイカ秋季発生系群の分布域と産卵場

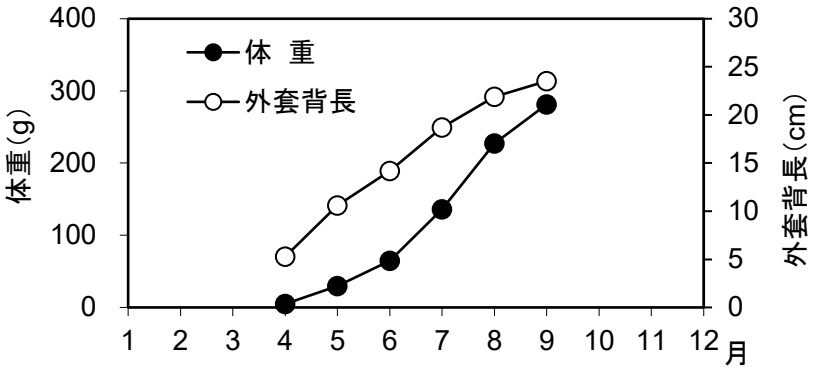


図 2-2.　成長

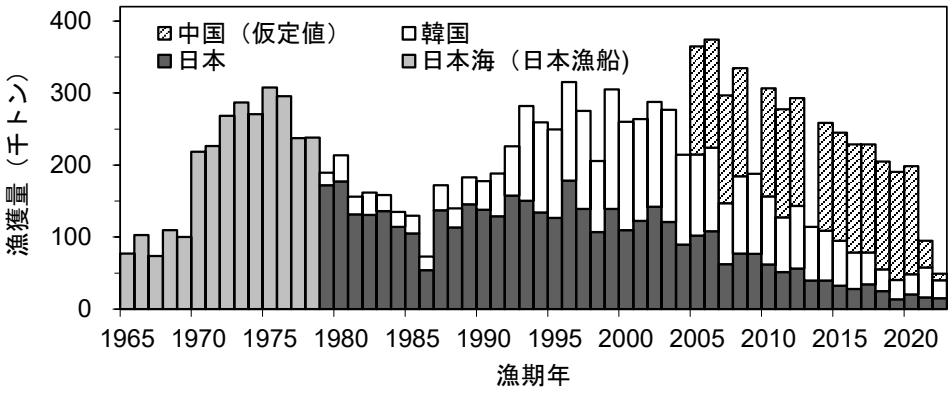


図 3-1.　漁獲量の推移

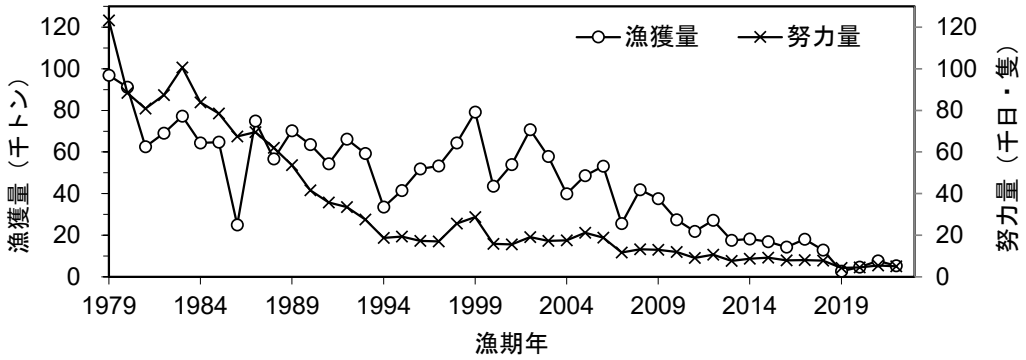


図 3-2.　旧中型いか釣り漁船による漁獲量および努力量の推移

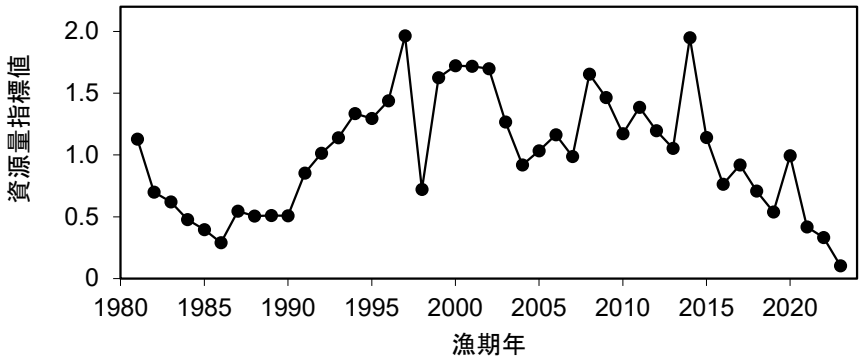


図 4-1.　資源量指標値の推移

1981～2020 年漁期はスルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE、2021 年漁期以降は調査標準化 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（補足資料 2）

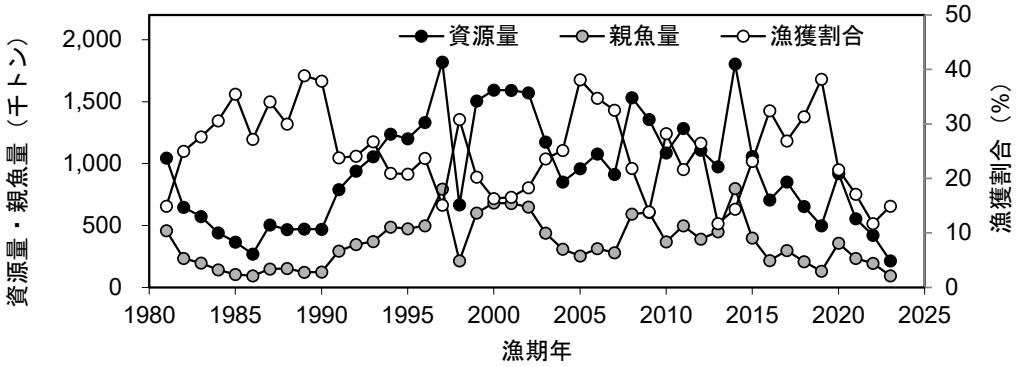


図 4-2.　資源量、親魚量、漁獲割合の推移

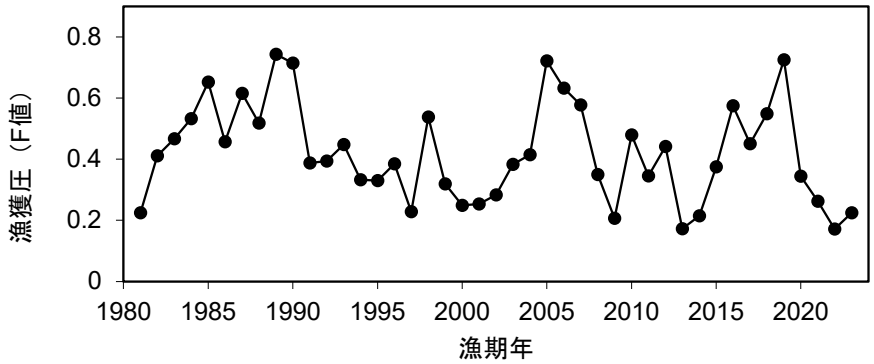


図 4-3.　漁獲圧（F 値）の推移

2023 年漁期は予測値であり、算出については 4-(1)を参照。

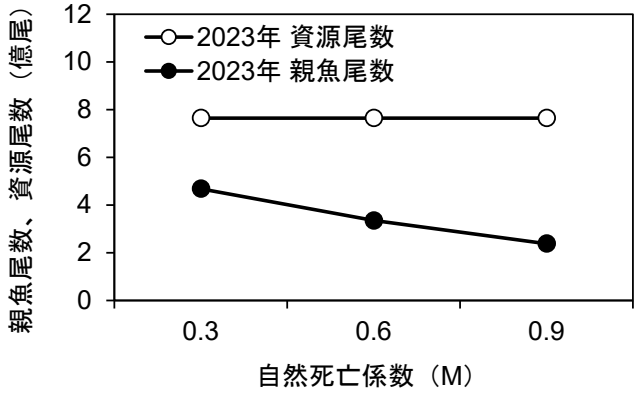


図 4-4.　資源尾数と親魚尾数の推定に対する自然死亡係数 M の影響

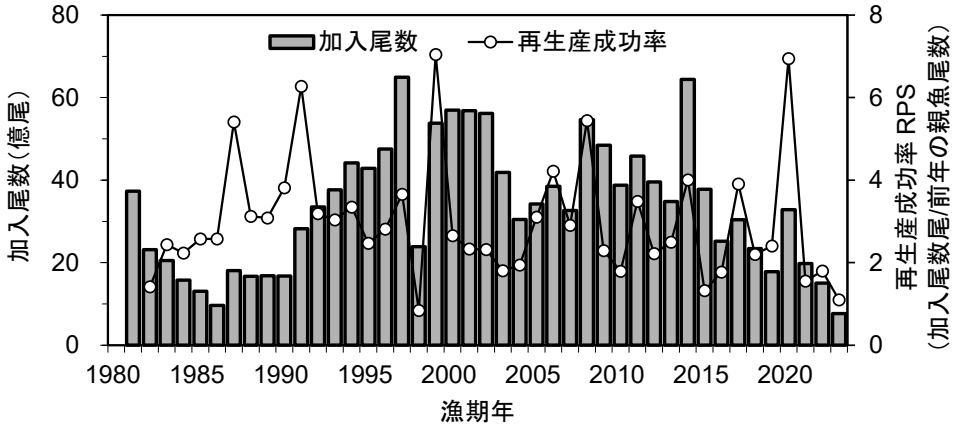


図 4-5.　加入尾数と再生産成功率（RPS）の推移
スルメイカでは、加入尾数と資源尾数とは同義である。

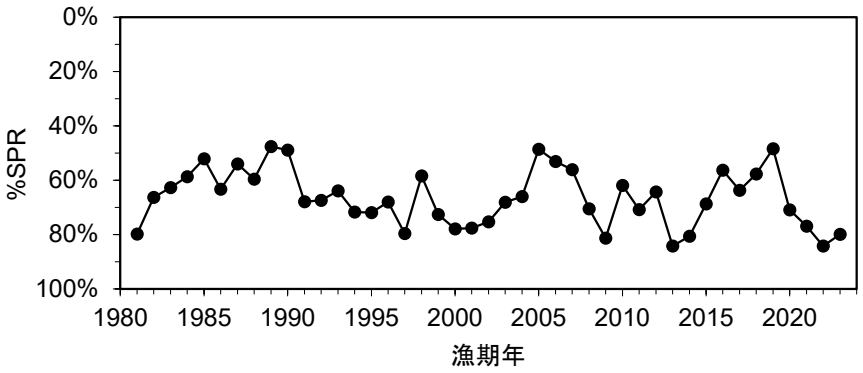


図 4-6.　%SPR の推移　%SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、漁獲圧（F 値）が高い（低い）と%SPR は低く（高く）なる。

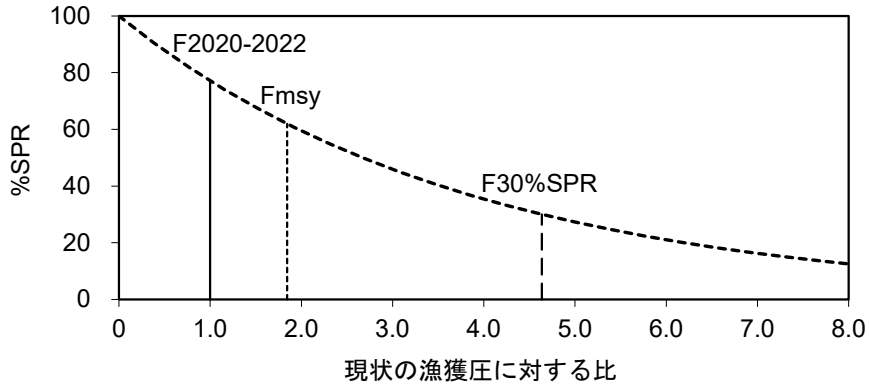


図 4-7.　現状の漁獲圧（F2020-2022）に対する%SPR

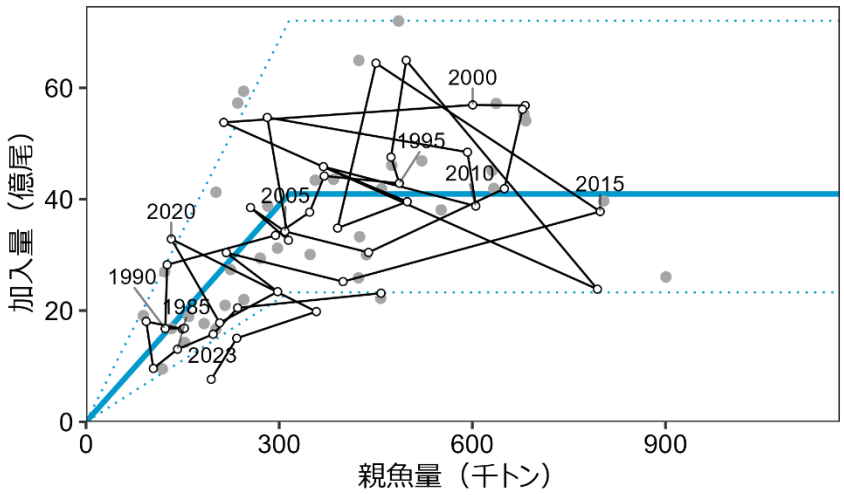


図 4-8.　親魚量と加入量の関係（再生産関係）

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。2023 年漁期の親魚量は 2023 年漁期漁獲量 3.2 万トンを漁獲した後の残存資源尾数より求めた推定値である。

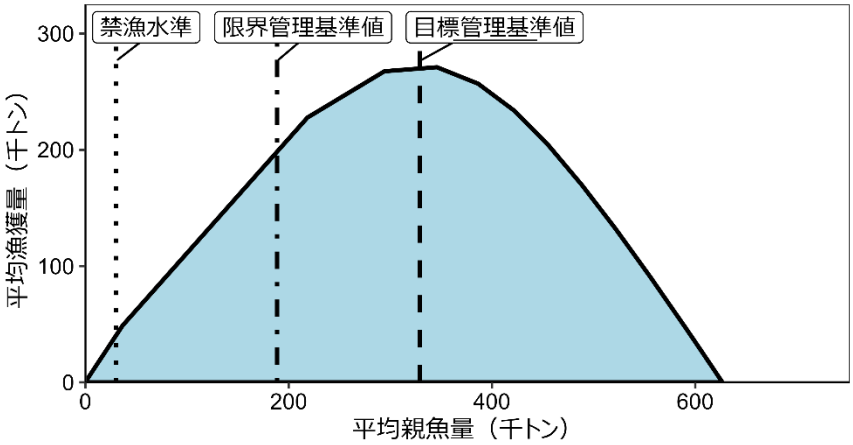


図 4-9.　管理基準値と漁獲量曲線

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。

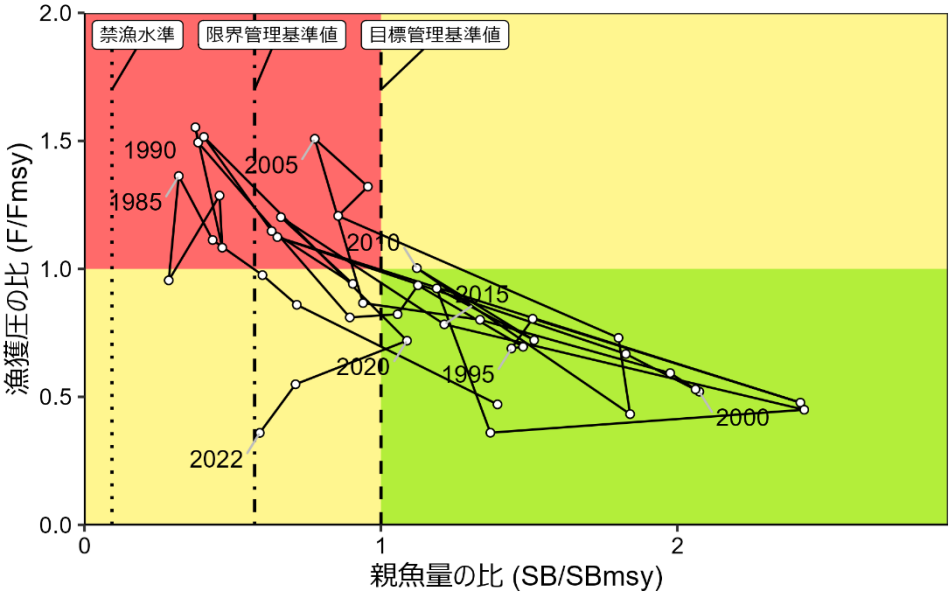
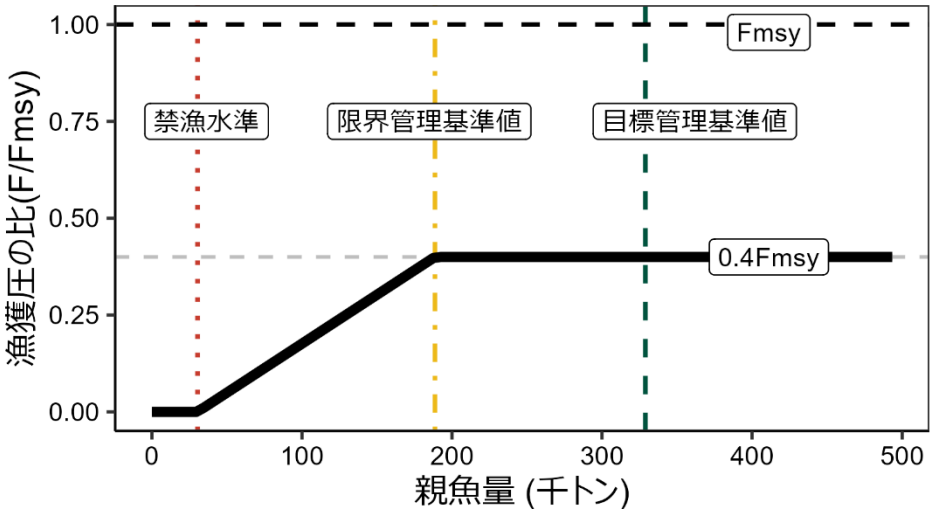


図 4-10.　最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）と MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

（a）



（b）

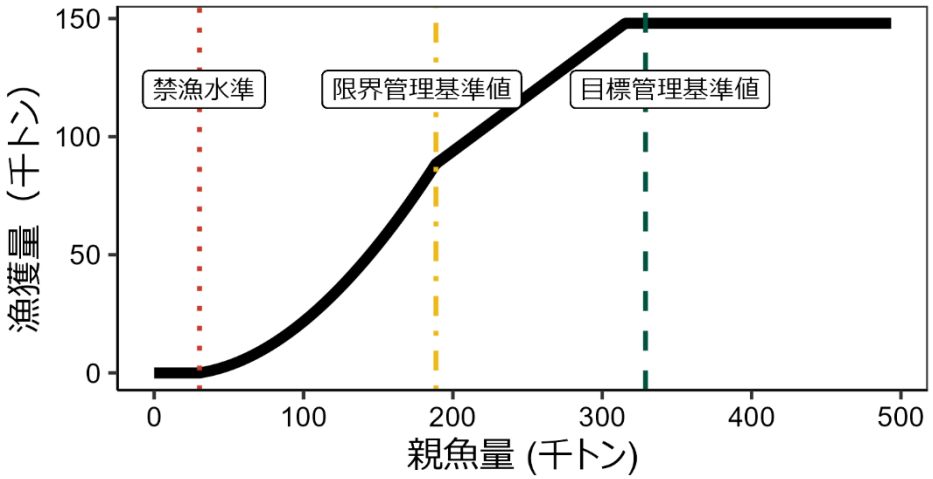


図 5-1.　漁獲管理規則（β を 0.4 とした場合のものを示す）

黒破線は Fmsy、灰色破線は 0.4Fmsy、黒太線は漁獲管理規則、緑破線は目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準をそれぞれ示す。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（加入変動は考慮せず、決定論的に計算した漁獲量）を示した。

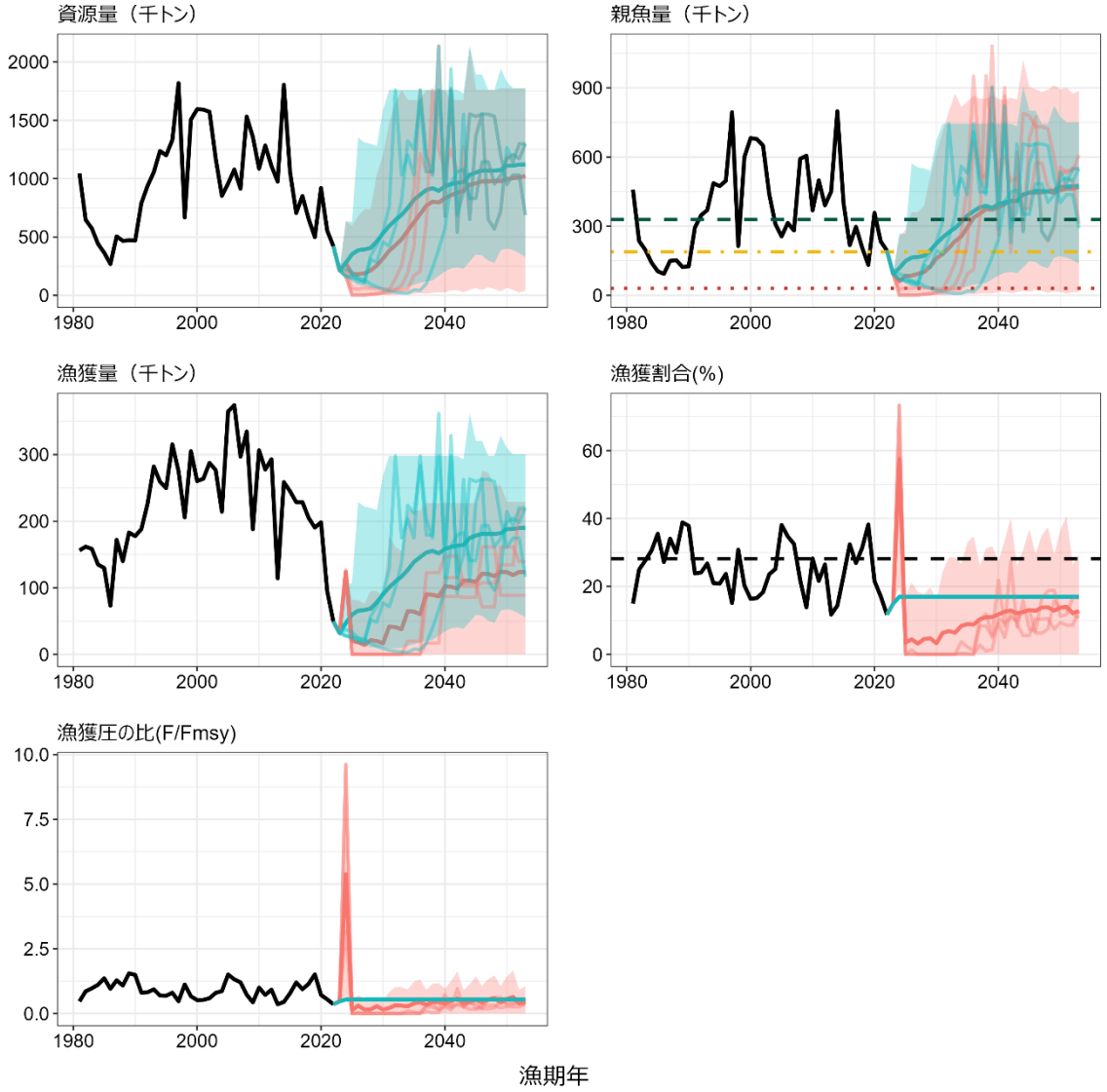


図 5-2.　2025 年漁期以降に漁獲管理規則（β = 0.4）を用いた場合と現状の漁獲圧（F2020-2022）で漁獲を続けた場合とでの将来予測の比較

漁獲シナリオに従って 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 年ごとに調整係数 β=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、2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022）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、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲割合の図の点線は MSY を実現する漁獲割合（Umsy）である。2023 年漁期の漁獲量には、日韓漁獲量推定値（2.3 万トン）および中国漁獲量仮定値（0.9 万トン）の合計値 3.2 万トンを用いた（詳細は 4-(1)）。

表 3-1.　スルメイカ秋季発生系群の国別漁獲量（トン）

漁期年	日本	韓国	中国(仮定値)
1979	171,855	17,548	
1980	177,249	36,307	
1981	131,396	24,779	
1982	130,649	31,091	
1983	136,247	22,255	
1984	114,006	20,877	
1985	105,080	24,652	
1986	53,938	19,123	
1987	137,254	34,733	
1988	113,332	26,681	
1989	145,374	37,673	
1990	137,936	39,639	
1991	128,797	59,346	
1992	157,623	68,590	
1993	150,544	131,544	
1994	134,173	125,188	
1995	126,623	123,084	
1996	178,290	137,086	
1997	139,028	136,138	
1998	107,152	98,582	
1999	139,000	166,137	
2000	109,724	150,540	
2001	122,408	141,397	
2002	142,191	145,446	
2003	121,071	155,632	
2004	89,699	124,596	
2005	101,975	112,850	150,000
2006	108,143	116,082	150,000
2007	62,518	84,420	150,000
2008	77,124	107,460	150,000
2009	76,913	110,990	0
2010	61,969	94,507	150,000
2011	51,415	76,128	150,000
2012	56,266	86,861	150,000
2013	39,852	74,362	0
2014	39,632	69,104	150,000
2015	32,503	62,505	150,000
2016	27,838	50,793	150,000
2017	34,462	44,192	150,000
2018	24,773	30,264	150,000
2019	13,416	26,980	150,000
2020	20,579	27,855	150,000
2021	16,303	41,422	37,244
2022	15,089	24,818	9,332

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	0.629	4,333
2020	4,773	1.050	4,544
2021	7,678	1.391	5,518
2022	5,346	1.049	5,097

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

漁期年	漁場一斉調査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			189								
1980	16.20			214								
1981	9.59	1.13	37.35	156	1,046	16.36	458	14.9	0.23	0.47	80	
1982	6.54	0.70	23.12	162	647	8.41	236	25.0	0.41	0.86	66	1.41
1983	7.28	0.62	20.49	159	574	7.05	197	27.6	0.47	0.98	63	2.44
1984	8.82	0.48	15.75	135	441	5.08	142	30.6	0.53	1.11	59	2.23
1985	4.36	0.39	13.06	130	366	3.73	105	35.5	0.65	1.36	52	2.57
1986	2.76	0.29	9.60	73	269	3.34	93	27.2	0.46	0.96	63	2.57
1987	6.18	0.55	18.04	172	505	5.35	150	34.1	0.62	1.29	54	5.41
1988	5.09	0.50	16.69	140	467	5.46	153	30.0	0.52	1.08	60	3.12
1989	6.04	0.51	16.83	183	471	4.39	123	38.8	0.74	1.55	48	3.08
1990	7.58	0.51	16.76	178	469	4.50	126	37.8	0.71	1.49	49	3.82
1991	8.29	0.85	28.22	188	790	10.51	294	23.8	0.39	0.81	68	6.27
1992	11.46	1.01	33.51	226	938	12.41	347	24.1	0.39	0.82	67	3.19
1993	12.00	1.14	37.68	282	1,055	13.21	370	26.7	0.45	0.94	64	3.04
1994	15.08	1.34	44.17	259	1,237	17.38	487	21.0	0.33	0.70	72	3.34
1995	15.80	1.30	42.86	250	1,200	16.92	474	20.8	0.33	0.69	72	2.47
1996	14.64	1.44	47.56	315	1,332	17.76	497	23.7	0.39	0.80	68	2.81
1997	21.70	1.96	64.95	275	1,819	28.37	794	15.1	0.23	0.48	80	3.66
1998	8.46	0.72	23.84	206	667	7.64	214	30.8	0.54	1.12	58	0.84
1999	18.46	1.63	53.79	305	1,506	21.45	601	20.3	0.32	0.67	73	7.04
2000	23.01	1.72	56.93	260	1,594	24.36	682	16.3	0.25	0.52	78	2.65
2001	21.68	1.72	56.83	264	1,591	24.21	678	16.6	0.25	0.53	78	2.33
2002	25.04	1.70	56.15	288	1,572	23.21	650	18.3	0.28	0.59	75	2.32
2003	16.88	1.27	41.90	277	1,173	15.67	439	23.6	0.38	0.80	68	1.81
2004	12.07	0.92	30.44	214	852	11.04	309	25.1	0.41	0.87	66	1.94
2005	16.24	1.03	34.21	365	958	9.12	255	38.1	0.72	1.51	49	3.10
2006	15.80	1.16	38.50	374	1,078	11.23	314	34.7	0.63	1.32	53	4.22
2007	11.18	0.99	32.63	297	914	10.05	281	32.5	0.58	1.21	56	2.91
2008	21.06	1.65	54.69	335	1,531	21.16	592	21.9	0.35	0.73	71	5.44
2009	18.24	1.47	48.45	188	1,357	21.62	605	13.9	0.21	0.43	81	2.29
2010	14.59	1.17	38.77	306	1,086	13.17	369	28.2	0.48	1.00	62	1.79
2011	16.59	1.39	45.84	278	1,284	17.82	499	21.6	0.35	0.72	71	3.48
2012	17.32	1.20	39.56	293	1,108	13.95	391	26.5	0.44	0.92	64	2.22
2013	14.12	1.05	34.81	114	975	16.08	450	11.7	0.17	0.36	84	2.49
2014	28.80	1.95	64.44	259	1,804	28.52	799	14.3	0.22	0.45	81	4.01
2015	14.56	1.14	37.79	245	1,058	14.26	399	23.2	0.37	0.78	69	1.33
2016	11.12	0.76	25.20	229	706	7.78	218	32.4	0.58	1.20	56	1.77
2017	11.89	0.92	30.39	229	851	10.63	298	26.9	0.45	0.94	64	3.91
2018	10.16	0.71	23.39	205	655	7.41	208	31.3	0.55	1.15	58	2.20
2019	7.40	0.54	17.80	190	498	4.73	132	38.2	0.73	1.52	48	2.40
2020	14.32	0.99	32.85	198	920	12.78	358	21.6	0.34	0.72	71	6.94
2021	5.43	0.42*	19.81**	95	555**	8.36	234	17.1	0.26	0.55	77	1.55
2022	2.05	0.33*	15.03**	49	421**	6.94	194	11.7	0.17	0.36	84	1.80
2023	0.49	0.10*	7.64**	32***	214**	3.35***	94***	14.9***	0.22***	0.47***	80***	1.10

*2021～2023 年漁期の資源量指標値は、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。

**2021～2023 年漁期の資源尾数は、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加重平均値（詳細は 4-(1)、補足資料 2 を参照）。

***2023 年の漁獲量は、日韓漁獲量（推定値、23 千トン）と中国の漁獲量（仮定値、9 千トン）の合計値とし、各解析値を算出した。

親魚尾数は漁期終了後の値。漁獲係数および再生産成功率は尾数に対応する値。

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	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	0	0	4	4	3	4	5	9	**9**	12	17	29	36
0.95	0	0	4	4	4	4	6	10	**10**	13	18	32	38
0.90	0	0	4	4	4	4	6	10	**11**	14	19	34	40
0.85	0	0	4	5	4	4	6	11	**11**	14	19	36	43
0.80	0	0	4	5	4	4	7	11	**12**	15	20	39	45
0.75	0	0	4	5	4	4	7	12	**12**	16	21	42	48
0.70	0	0	4	5	5	4	8	13	**13**	17	22	44	51
0.65	0	0	4	5	5	5	8	13	**14**	18	22	47	54
0.60	0	0	4	5	5	5	9	14	**15**	19	24	50	58
0.55	0	0	4	5	6	5	9	15	**16**	20	25	54	61
0.50	0	0	4	5	6	6	10	15	**16**	21	26	57	65
0.45	0	0	4	5	6	6	11	16	**18**	22	27	61	69
0.40	0	0	4	6	7	7	12	17	**19**	23	28	65	72
0.35	0	0	4	6	7	7	13	18	**20**	25	31	68	75
0.30	0	0	4	7	8	8	14	19	**22**	27	32	71	78
0.25	0	0	4	7	8	9	15	21	**24**	29	34	74	80
0.20	0	0	4	8	9	9	16	22	**26**	31	37	77	82
0.15	0	0	4	9	9	10	18	24	**28**	34	39	81	85
0.10	0	0	4	9	10	11	19	25	**30**	36	41	84	88
0.05	0	0	4	10	12	13	21	27	**33**	38	43	86	92
0.00	0	0	4	10	13	15	23	28	**34**	40	44	88	93
F2020-2022	0	0	4	8	10	11	16	23	**27**	32	36	70	79

（b）親魚量が限界管理基準値を上回る確率（%）

β	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.00	0	20	9	**8**	9	8	12	18	18	23	28	44	50
0.95	0	20	9	**8**	9	9	12	19	19	24	29	47	52
0.90	0	20	9	**9**	10	9	13	20	20	25	30	49	54
0.85	0	20	10	**9**	10	10	13	20	21	26	32	52	57
0.80	0	20	10	**9**	11	10	14	21	22	27	33	55	59
0.75	0	20	10	**10**	11	11	15	22	23	28	34	57	62
0.70	0	20	10	**10**	12	11	16	23	24	30	35	60	64
0.65	0	20	10	**10**	12	12	16	24	26	31	36	63	68
0.60	0	20	11	**11**	12	13	17	25	27	32	37	66	71
0.55	0	20	11	**11**	13	14	18	26	28	33	39	69	74
0.50	0	20	13	**12**	14	14	20	27	29	35	40	71	77
0.45	0	20	14	**13**	15	15	20	28	31	36	42	75	80
0.40	0	20	15	**14**	16	16	22	29	33	38	43	78	83
0.35	0	20	17	**16**	17	18	23	30	35	40	45	81	86
0.30	0	20	18	**17**	18	19	25	32	37	42	47	84	89
0.25	0	20	18	**17**	19	20	26	34	39	44	50	88	91
0.20	0	20	19	**18**	20	23	28	35	42	47	52	91	94
0.15	0	20	19	**20**	22	24	30	37	44	50	55	94	96
0.10	0	20	20	**21**	22	26	32	39	46	52	57	97	99
0.05	0	20	20	**22**	24	27	33	40	47	53	58	98	100
0.00	0	20	20	**22**	25	28	34	40	47	54	59	98	100
F2020-2022	0	20	37	**30**	27	28	38	47	53	58	61	86	92

（c）親魚量が禁漁水準を上回る確率（%）

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.00	100	20	33	35	36	39	46	50	54	57	61	74	74
0.95	100	20	33	36	37	40	46	50	55	58	62	75	75
0.90	100	20	33	36	38	40	47	51	55	59	63	77	77
0.85	100	20	33	37	38	41	48	52	57	60	64	78	78
0.80	100	20	34	37	39	42	49	53	58	61	65	79	79
0.75	100	20	34	38	40	43	49	54	59	62	66	81	81
0.70	100	20	34	38	40	44	50	55	60	63	67	82	83
0.65	100	20	35	38	41	45	51	55	60	64	68	84	84
0.60	100	20	35	38	42	45	51	56	61	65	69	85	86
0.55	100	20	35	39	43	46	52	57	62	66	70	87	88
0.50	100	20	36	39	43	48	53	57	63	67	71	89	90
0.45	100	20	37	39	43	48	53	58	63	67	72	91	92
0.40	100	20	37	39	44	49	54	58	64	68	73	93	94
0.35	100	20	37	39	44	49	55	59	65	70	75	95	95
0.30	100	20	37	40	45	50	56	60	66	71	76	97	97
0.25	100	20	37	41	45	50	57	61	67	73	78	98	99
0.20	100	20	37	41	46	51	58	63	68	74	79	99	100
0.15	100	20	37	41	47	52	59	64	69	75	80	100	100
0.10	100	20	37	41	47	52	59	64	69	75	81	100	100
0.05	100	20	37	41	47	52	59	64	69	75	81	100	100
0.00	100	20	37	41	47	52	59	64	69	75	81	100	100
F2020-2022	100	100	100	100	97	93	93	92	93	94	94	99	100

漁獲シナリオに従って 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 年ごとに漁獲管理規則（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 2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022、β =0.54 に相当）を継続した場合の将来予測結果を示す。太字は漁獲管理規則による管理開始から(a)10 年目、(b)5 年目をそれぞれ示す。

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）

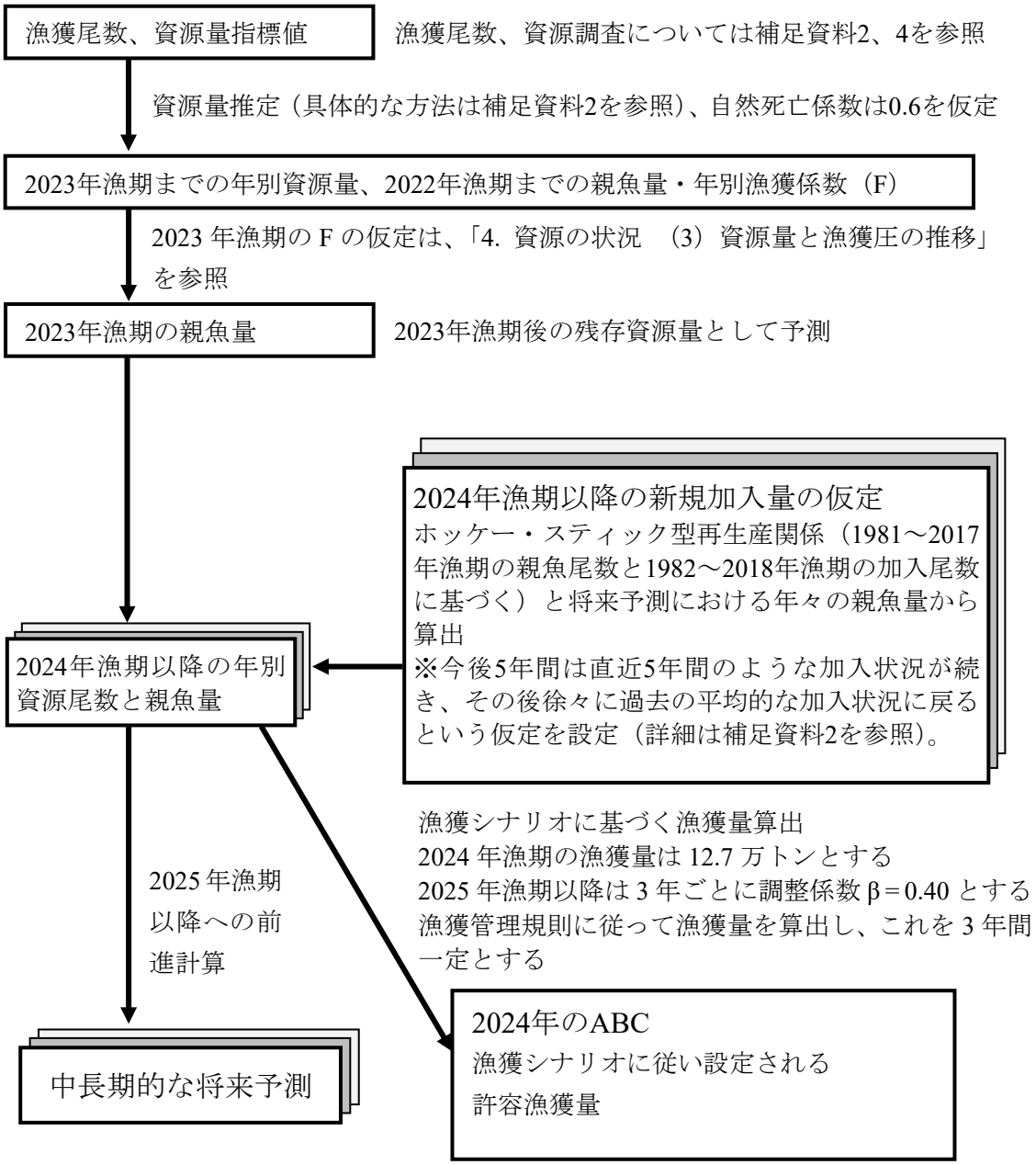
β	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	94	61	70	**61**	64	64	79	105	**108**	126	156	216	258
0.95	94	61	71	**63**	65	66	82	109	**112**	130	160	227	269
0.90	94	61	72	**65**	67	68	85	112	**117**	135	165	239	281
0.85	94	61	73	**66**	69	71	88	116	**122**	140	171	252	295
0.80	94	61	74	**68**	71	73	91	120	**127**	146	176	265	309
0.75	94	61	75	**70**	73	76	94	124	**132**	152	182	280	325
0.70	94	61	76	**72**	75	78	98	129	**138**	159	189	295	339
0.65	94	61	77	**74**	77	81	102	134	**144**	165	194	310	359
0.60	94	61	78	**76**	80	85	106	139	**151**	173	202	326	378
0.55	94	61	80	**78**	83	89	111	144	**157**	180	210	346	402
0.50	94	61	81	**81**	86	92	115	149	**164**	188	217	364	423
0.45	94	61	83	**83**	90	96	120	155	**171**	196	226	386	448
0.40	94	61	85	**86**	93	101	125	161	**179**	205	235	409	470
0.35	94	61	86	**89**	97	106	131	168	**188**	216	247	431	496
0.30	94	61	88	**93**	102	111	138	175	**198**	228	260	455	520
0.25	94	61	90	**97**	106	117	146	184	**209**	241	273	480	546
0.20	94	61	92	**101**	111	124	156	194	**221**	255	288	503	569
0.15	94	61	93	**106**	116	131	166	205	**235**	270	304	525	592
0.10	94	61	95	**110**	122	139	176	214	**246**	282	316	545	613
0.05	94	61	97	**114**	127	146	185	222	**256**	292	327	563	632
0.00	94	61	99	**119**	133	152	193	229	**265**	302	337	581	651
F2020-2022	94	118	149	**164**	167	172	195	225	**251**	273	292	411	475

（b）漁獲量の平均値（千トン）

β	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	32	124	40	**27**	19	28	20	17	**60**	48	37	149	151
0.95	32	124	38	**26**	19	27	20	17	**60**	49	38	148	151
0.90	32	124	37	**25**	19	27	19	18	**59**	49	39	148	152
0.85	32	124	36	**24**	19	27	19	18	**59**	50	40	148	152
0.80	32	124	35	**23**	19	27	19	18	**58**	50	41	146	152
0.75	32	124	33	**22**	19	27	19	18	**57**	50	41	145	152
0.70	32	124	32	**22**	18	26	20	17	**56**	50	42	142	151
0.65	32	124	30	**21**	18	26	20	17	**54**	49	42	139	150
0.60	32	124	28	**20**	18	26	20	17	**53**	48	42	135	147
0.55	32	124	26	**20**	17	25	20	17	**50**	47	42	131	144
0.50	32	124	24	**20**	16	24	20	17	**48**	45	41	124	138
0.45	32	124	22	**19**	15	23	20	17	**45**	43	40	118	132
0.40	32	124	20	**18**	14	21	20	17	**42**	41	38	111	123
0.35	32	124	18	**17**	13	20	19	16	**38**	38	36	102	114
0.30	32	124	15	**15**	12	18	18	16	**35**	34	33	92	103
0.25	32	124	13	**13**	12	16	16	15	**30**	30	30	80	90
0.20	32	124	10	**10**	10	14	14	14	**26**	26	26	67	75
0.15	32	124	8	**8**	8	11	11	11	**20**	20	20	52	58
0.10	32	124	5	**5**	5	8	8	8	**14**	14	14	36	40
0.05	32	124	3	**3**	3	4	4	4	**7**	7	7	18	20
0.00	32	124	0	**0**	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
F2020-2022	32	47	60	**66**	67	69	78	90	**101**	109	117	164	190

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 年ごとに漁獲管理規則（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（F2020-2022、β = 0.54 に相当）を継続した場合の将来予測結果を示す。太字は漁獲管理規則による管理開始から 5 年目、10 年目をそれぞれ示す。

補足資料１　資源評価の流れ



補足資料２　計算方法

（1）日本および韓国で漁獲されたスルメイカの発生系群別集計方法

補足表 2-1 に示すスルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表に基づき、日本および韓国におけるスルメイカ漁獲量を系群ごとに振り分けた。なお、混合の場合は、秋季と冬季に 1/2 ずつ配分した。

（2）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（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（Ut）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 1981～2023 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（FRA-SA2022-SC11-101、補足図 2-1）。本系群では調査標準化 CPUE の毎年の更新に伴い、資源量も毎年過去に遡って更新されるが、経年的な推移には大きな差は生じない（補足図 2-2）。また、2021 年漁期以降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 2-3、補足表 2-2）。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 6 に示す。

（3）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。

$$N_t = q \cdot U_t \tag{1}$$

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。

（4）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。

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

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 = 3.31×10^9 を得て、2020 年漁期までの資源尾数の算出に用いた。

（5）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。

$$u_d = a \cdot e^{-z^* \cdot d} \tag{3}$$

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。

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

（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/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。

（6）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。

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

ここで、M は自然死亡係数（= 0.6）を示す。

親魚量（SB_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）。

（7）再生産成功率の算出法

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

$$RPS = \frac{N_t}{S_{t-1}} \tag{6}$$

（8）2021 年漁期以降の資源量の推定方法

2021～2023 年漁期では、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、4-(1)のオ）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（補足表 2-3）。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 =3.14×10^9 を用いた。

（9）2024 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、10,000 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 2023 年を除く直近 5 年分(2018～2022 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 2023 年については資源量が推定値であるため、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（2018～2022 年)、または、過去 6～10 年目（2013～2017 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。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、1984～2022 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（0.56）および傾きslope（1.01）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。

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

$\varepsilon_{t,1,k}$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。

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

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$\mathrm{N_{i,past}}$と再生産関係式からの推定値との残差$\mathrm{e_i}$は式 9 で表される（i は 1982～2023 年）。

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

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。

$$\begin{gathered} N_{t+1,k} = \mathrm{R}(S_{t,k}|\mathrm{a},\mathrm{b}) \cdot \exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta), \\ \delta = -\log\left(\frac{\sum_{i=1982}^{2022}\exp(e_i)}{41}\right) \end{gathered} \tag{10}$$

$\varepsilon_{\mathrm{t,2,k}}$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$\exp(\varepsilon_{\mathrm{t,2,k}} + \delta)$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$\mathrm{N'_{t+1,k}}$は式 11 で表される。

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

$\varepsilon'_{\mathrm{t,2,k}}$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$\varepsilon_{\mathrm{t,2,k}}$とは独立である。

ウ．予測資源尾数からの漁獲量算定

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

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

$\mathrm{F'_{t+1,k}}$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）。

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

$$\gamma = \frac{S'_{t,k} - SB_{\mathrm{ban}}}{SB_{\mathrm{limit}} - SB_{\mathrm{ban}}} \tag{14}$$

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。

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

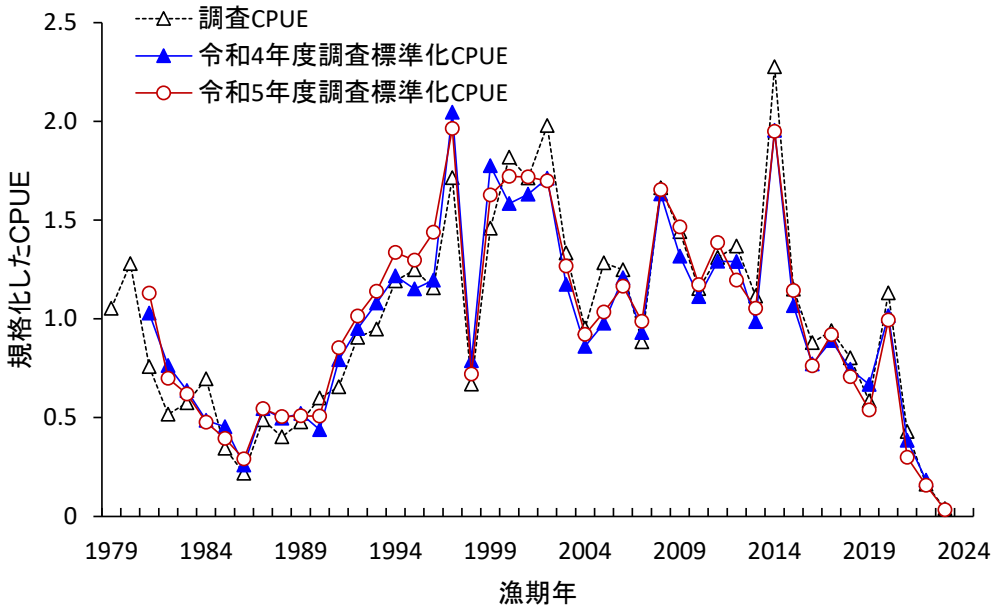
$$S_{t+1,k} = \left[N_{t+1,k} - C'_{t+1,k} \cdot \exp\left(\frac{M}{2}\right)\right] \cdot \exp(-M) \tag{16}$$

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$\varepsilon'_{t,2,k}$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。

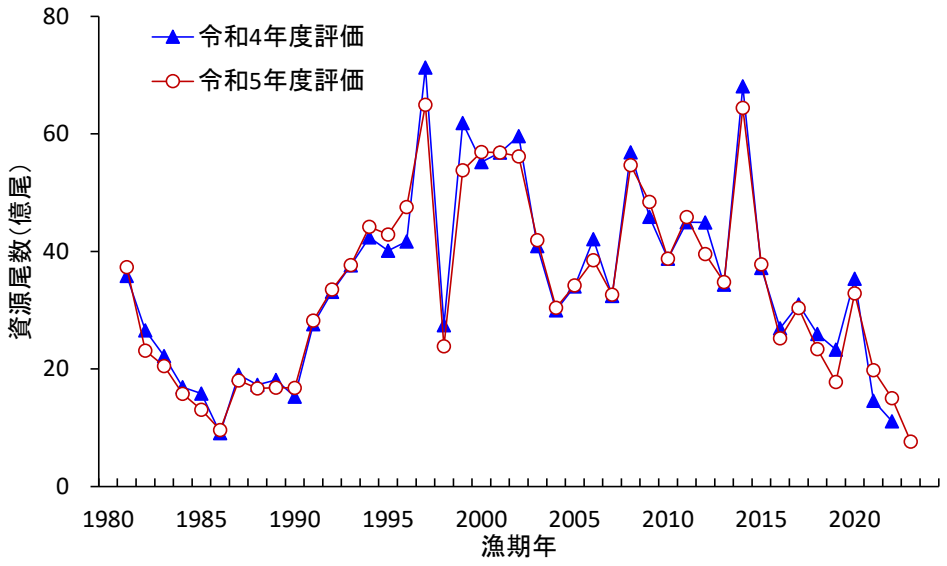
引用文献

安達二朗 (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.

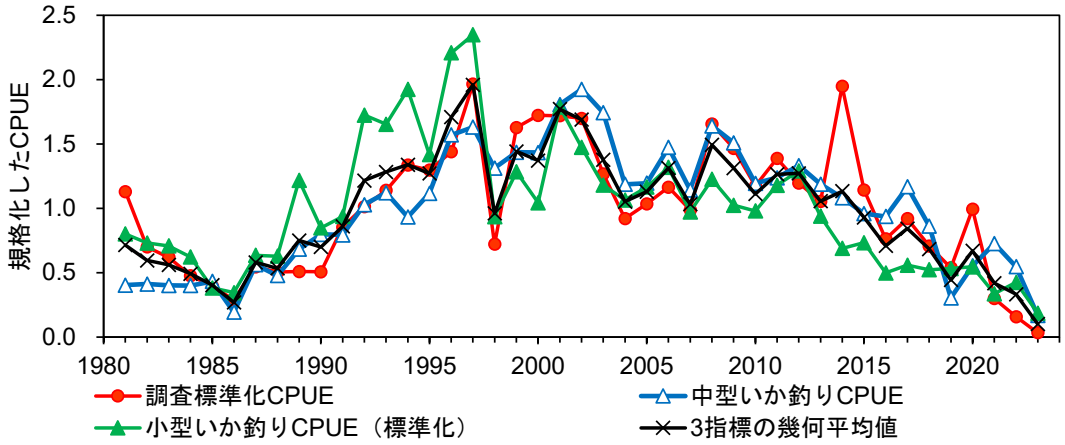
町中　茂・宮下民部・宮島英雄・笠原昭吾 (1980) 1979 年日本海沖合水域におけるスルメイカ標識放流の再捕結果と資源特性値の推定. 石川水試研究報告, **3**, 37-52.



補足図 2-1.　日本海スルメイカ漁場一斉調査の平均 CPUE と、令和 4 年度評価および今年度評価における調査標準化 CPUE の推移
比較のため、各 CPUE は平均が 1 となるように規格化した。

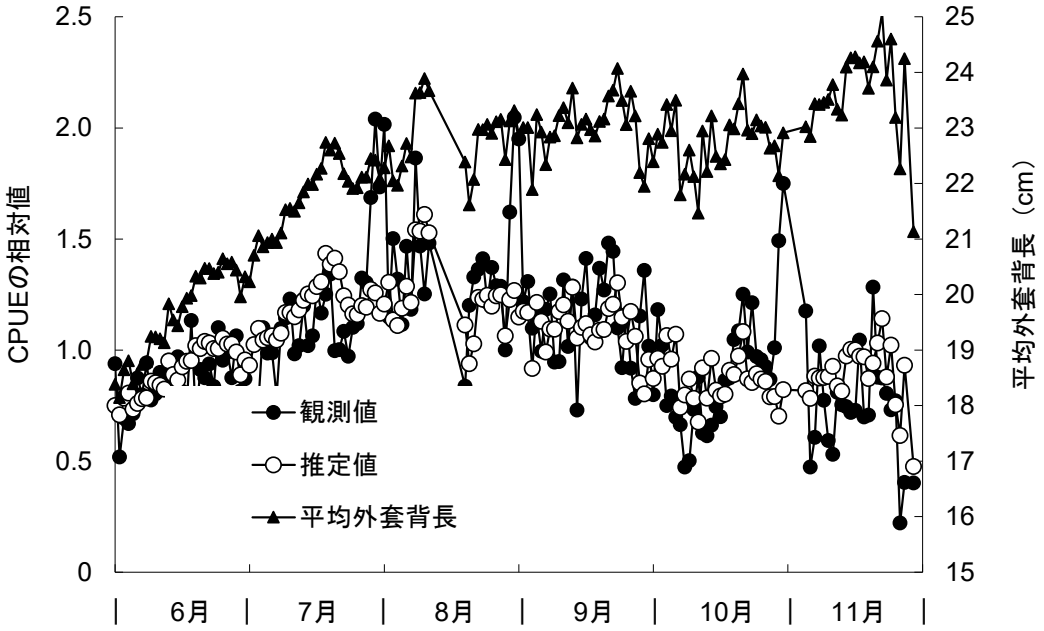


補足図 2-2.　令和 4 年度評価および今年度評価における資源尾数の推移

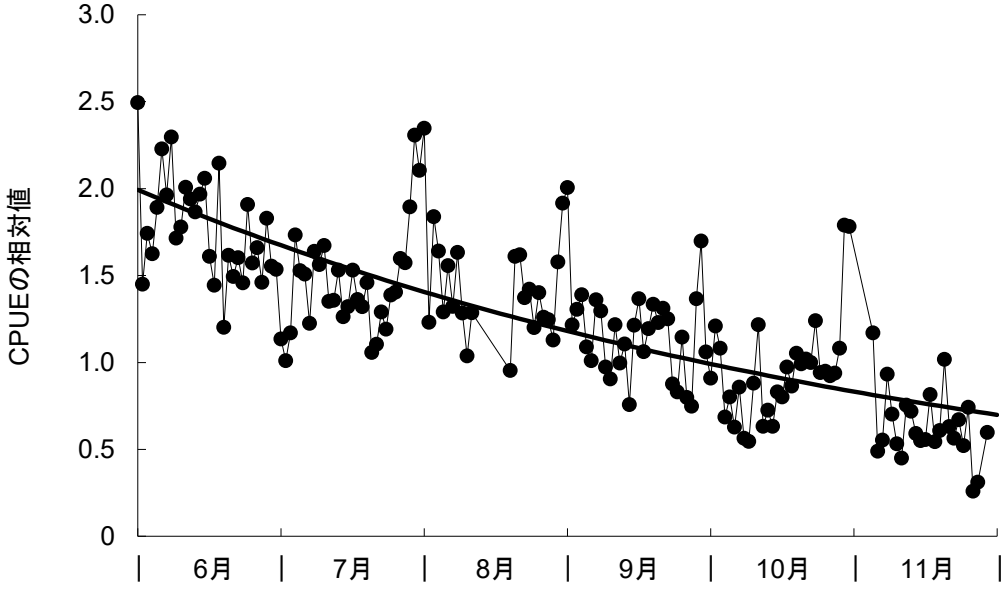


補足図 2-3.　調査標準化 CPUE、旧中型いか釣り CPUE、小型いか釣りの標準化 CPUE、および 3 指標の幾何平均 CPUE の推移

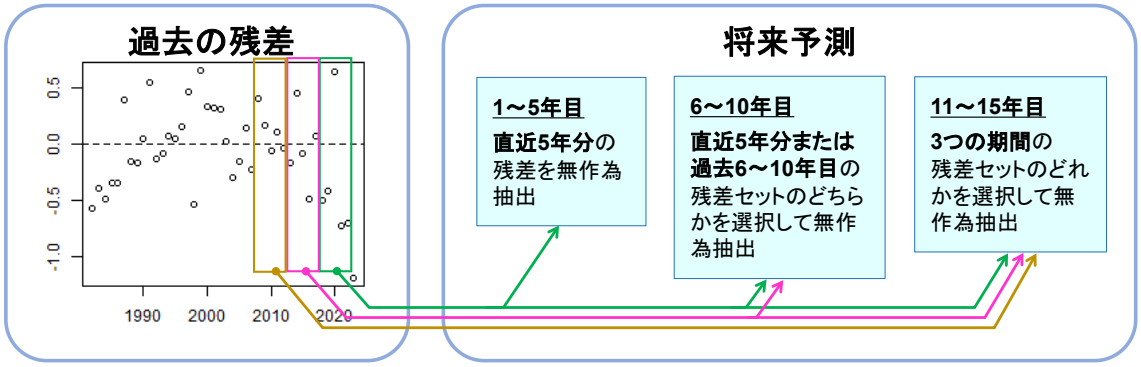
比較のため、各 CPUE は平均が 1 となるように規格化した。



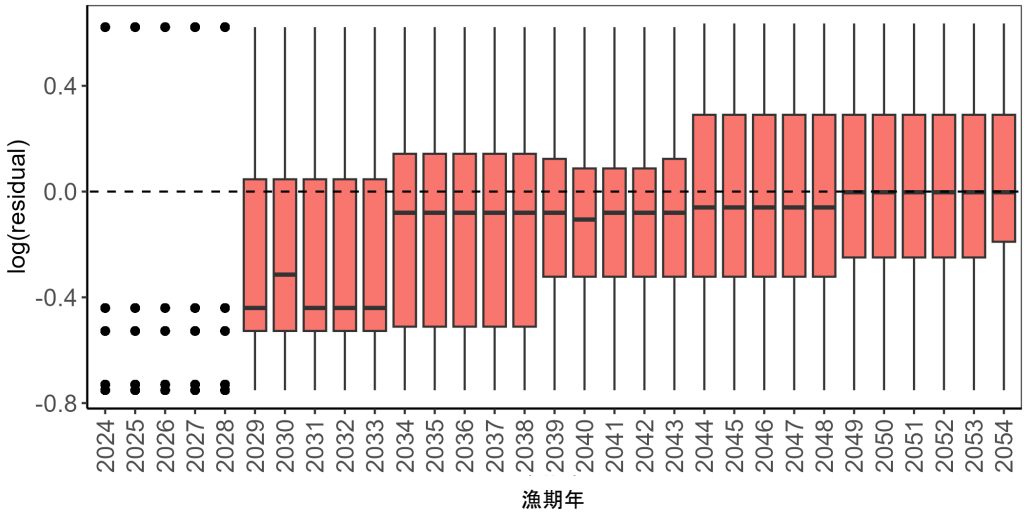
補足図 2-4.　年相対 CPUE および平均外套背長の日別変化



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.　スルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

日本におけるスルメイカ生鮮漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

地域		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北海道	石狩	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	後志	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	檜山	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	宗谷	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	留萌	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	渡島	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	胆振	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
	日高	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
	十勝	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
	釧路	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
	根室	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
	オホーツク	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
太平洋	大畑	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
	太平洋	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
日本海	本州	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季
	九州	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季

日本におけるスルメイカ冷凍漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

地域		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
太平洋	オホーツク海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
日本海		冬季	冬季	禁漁	禁漁	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	冬季	冬季
東シナ海		冬季	冬季	禁漁	禁漁	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	冬季

韓国におけるスルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
韓国	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季

補足表 2-2.　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	1.13	0.40	0.80	0.71
1982	0.70	0.41	0.73	0.59
1983	0.62	0.40	0.71	0.56
1984	0.48	0.40	0.62	0.49
1985	0.39	0.43	0.38	0.40
1986	0.29	0.19	0.34	0.27
1987	0.55	0.56	0.63	0.58
1988	0.50	0.48	0.63	0.53
1989	0.51	0.68	1.22	0.75
1990	0.51	0.80	0.85	0.70
1991	0.85	0.79	0.94	0.86
1992	1.01	1.03	1.72	1.22
1993	1.14	1.12	1.65	1.28
1994	1.34	0.93	1.92	1.34
1995	1.30	1.12	1.42	1.27
1996	1.44	1.57	2.21	1.71
1997	1.96	1.63	2.35	1.96
1998	0.72	1.31	0.94	0.96
1999	1.63	1.44	1.28	1.44
2000	1.72	1.43	1.04	1.37
2001	1.72	1.81	1.79	1.77
2002	1.70	1.92	1.47	1.69
2003	1.27	1.74	1.18	1.38
2004	0.92	1.19	1.06	1.05
2005	1.03	1.20	1.16	1.13
2006	1.16	1.47	1.32	1.31
2007	0.99	1.14	0.97	1.03
2008	1.65	1.64	1.23	1.49
2009	1.47	1.51	1.02	1.31
2010	1.17	1.19	0.98	1.11
2011	1.39	1.24	1.18	1.26
2012	1.20	1.33	1.29	1.27
2013	1.05	1.19	0.94	1.05
2014	1.95	1.08	0.69	1.13
2015	1.14	0.96	0.73	0.93
2016	0.76	0.94	0.50	0.71
2017	0.92	1.17	0.56	0.84
2018	0.71	0.86	0.52	0.68
2019	0.54	0.30	0.53	0.44
2020	0.99	0.55	0.54	0.67
2021	0.30	0.73	0.34	0.42
2022	0.16	0.55	0.42	0.33
2023	0.03	0.17	0.18	0.10

各 CPUE は平均が 1 となるように規格化した。

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 6 に記す。

補足表 2-3　2021 年漁期以降の資源尾数の推定

漁期年	幾何平均 CPUE から求めた資源尾数(億尾)	前年親魚量から前進計算により求めた資源尾数(億尾)	重み付け平均から求めた資源尾数(億尾)
2021	13.13	39.86	19.81
2022	10.44	28.78	15.03
2023	3.20	20.97	7.64

各資源尾数の算出については 4-(1)を参照。

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
SB2022	19.4 万トン	2022 年漁期の親魚量
F2022	2022 年漁期の漁獲圧（漁獲係数 F）＝0.17	
U2022	12%	2022 年漁期の漁獲割合
%SPR（F2022）	84%	2022 年漁期の%SPR
管理基準値との比較		
SB2022/ SBmsy	0.59	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 2022 年漁期の親魚量の比
F2022/ Fmsy	0.36	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2022 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

2024 年漁期の ABC （万トン）	2024 年漁期の親魚量予測平均値 （万トン）	現状の漁獲圧に対する比 （F/F2020-2022）	2024 年漁期の漁獲割合（%）
12.7	6.1	9.92	57
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。 ・将来予測において、2024 年漁期の漁獲量の平均値は 12.4 万トンと予測される。 ・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					
β=0.4	8.6	0.1 – 36.1	6	14	39
上記と異なる β を使用した場合					
β=1.0 (Fmsy)	6.1	0.1 – 28.3	4	8	35
β=0.9	6.5	0.1 – 29.8	4	9	36
β=0.8	6.8	0.1 – 30.8	5	9	37
β=0.7	7.2	0.1 – 31.9	5	10	38
β=0.6	7.6	0.1 – 32.9	5	11	38
β=0.5	8.1	0.1 – 34.1	5	12	39
β=0	11.9	0.1 – 40.5	10	22	41
F2020-2022	16.4	3.7 – 57.2	8	30	100

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					
β=0.4	17.9	0.2 – 71.0	19	33	64
上記と異なる β を使用した場合等					
β=1.0（Fmsy）	10.8	0.2 – 45.3	9	18	54
β=0.9	11.7	0.2 – 47.7	11	20	55
β=0.8	12.7	0.2 – 53.0	12	22	58
β=0.7	13.8	0.2 – 55.4	13	24	60
β=0.6	15.1	0.2 – 58.4	15	27	61
β=0.5	16.4	0.2 – 61.6	16	29	63
β=0	26.5	0.3 – 96.5	34	47	69
F2020-2022	25.1	2.4 – 74.5	27	53	93

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	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	214	278	181	**148**	142	154	171	215	**278**	294	335	596	675
0.95	214	278	181	**150**	145	158	175	222	**286**	302	344	613	693
0.90	214	278	181	**151**	148	161	180	228	**293**	312	354	634	717
0.85	214	278	181	**153**	151	165	186	235	**302**	323	366	658	743
0.80	214	278	181	**155**	155	169	191	242	**310**	332	376	680	768
0.75	214	278	181	**158**	158	174	198	250	**319**	344	388	706	797
0.70	214	278	181	**160**	162	179	205	258	**328**	356	401	729	822
0.65	214	278	181	**163**	165	184	212	267	**336**	367	411	753	857
0.60	214	278	181	**166**	170	189	219	276	**345**	380	426	776	888
0.55	214	278	181	**170**	174	195	228	286	**354**	392	438	808	926
0.50	214	278	181	**173**	179	200	237	295	**362**	403	451	831	957
0.45	214	278	181	**177**	184	206	245	304	**372**	416	464	862	993
0.40	214	278	181	**181**	189	213	255	315	**382**	429	480	895	1,023
0.35	214	278	181	**186**	195	220	266	328	**394**	445	499	923	1,059
0.30	214	278	181	**190**	202	227	276	341	**407**	462	518	954	1,087
0.25	214	278	181	**194**	209	235	288	356	**423**	480	538	982	1,117
0.20	214	278	181	**199**	216	244	302	371	**438**	499	560	1,008	1,138
0.15	214	278	181	**203**	223	254	317	388	**455**	519	581	1,028	1,158
0.10	214	278	181	**208**	230	263	330	401	**468**	533	595	1,041	1,170
0.05	214	278	181	**212**	236	271	342	410	**476**	542	605	1,051	1,179
0.00	214	278	181	**216**	242	278	351	417	**482**	550	613	1,059	1,186
F2020-2022	214	278	352	**387**	393	406	461	532	**594**	646	689	970	1,121

漁獲シナリオに従って 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 年ごとに漁獲管理規則（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 2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022、β =0.54 に相当）を継続した場合の将来予測結果を示す。太字は漁獲管理規則による管理開始から 5 年目、10 年目をそれぞれ示す。

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）を標準化した値（調査標準化 CPUE、補足資料 2）を用い、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（木所 2016、補足図 4-2）。

2023 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、2021 年以降は分布量が極めて少ない状況が続いており、2023 年も同様で、分布密度の指標となる CPUE は本海域では最大でも 3.4 尾で、漁獲のない点もあった。道南・津軽海域では前年までと同様にほとんど漁獲されず、CPUE は 0.3 尾を下回り、漁獲のない点もあった。本州北部日本海では CPUE は最大で 4.6 尾であった他は 0.2 尾を下回り、漁獲のない点もあった。西部日本海では CPUE は最大で 4.1 尾であった他は 0.7 尾を下回り､漁獲のない点もあった｡沖合域では、いずれの調査点でも CPUE は 2 尾を下回り、漁獲のない点もあった。2023 年の本調査の算術平均 CPUE は 0.49 で、過去最低となった（表 4-1）。

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。2023 年調査での外套背長のモードは 19～20 cm 台で、前年よりも大きい傾向にあった。北海道西沖の海域では外套背長 16 cm 台以下の個体が漁獲された一方、西部日本海では小型個体がほとんど漁獲されない傾向にあった。

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り、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。2020 年に平均採集尾数は 0.62 尾となったものの、再び減少し、2022 年は 0.07 尾で 2021 年の調査結果（0.34 尾）の 20%、過去 5 年（2017 年～2021 年）平均（0.30 尾）の 22% であった（補足図 4-5）。

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。1981～2000 年の平均採集数と漁期終了後の推定親魚尾数とを比較した場合の相関係数は 0.76、2001～2022 年では 0.52、1981～2022 年の全期間では 0.64 となった。

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）。

2023 年 4 月に実施した調査では、調査海域のうち沿岸に相対的に多く分布しており、若狭湾沖の調査点で最大の 57 尾が採集された（補足図 4-7）。1 調査点あたりの平均採集尾数は 5.8 尾で、前年（13.3 尾）の 43%、近年平均（20.1 尾）の 29%であった（補足図 4-8）。また外套背長 5 cm 以上の平均採集尾数は 1.0 尾であり、前年（10.0 尾）の 10%、近年平均（6.8 尾）の 14%で、分布密度は低い水準に留まった。

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.

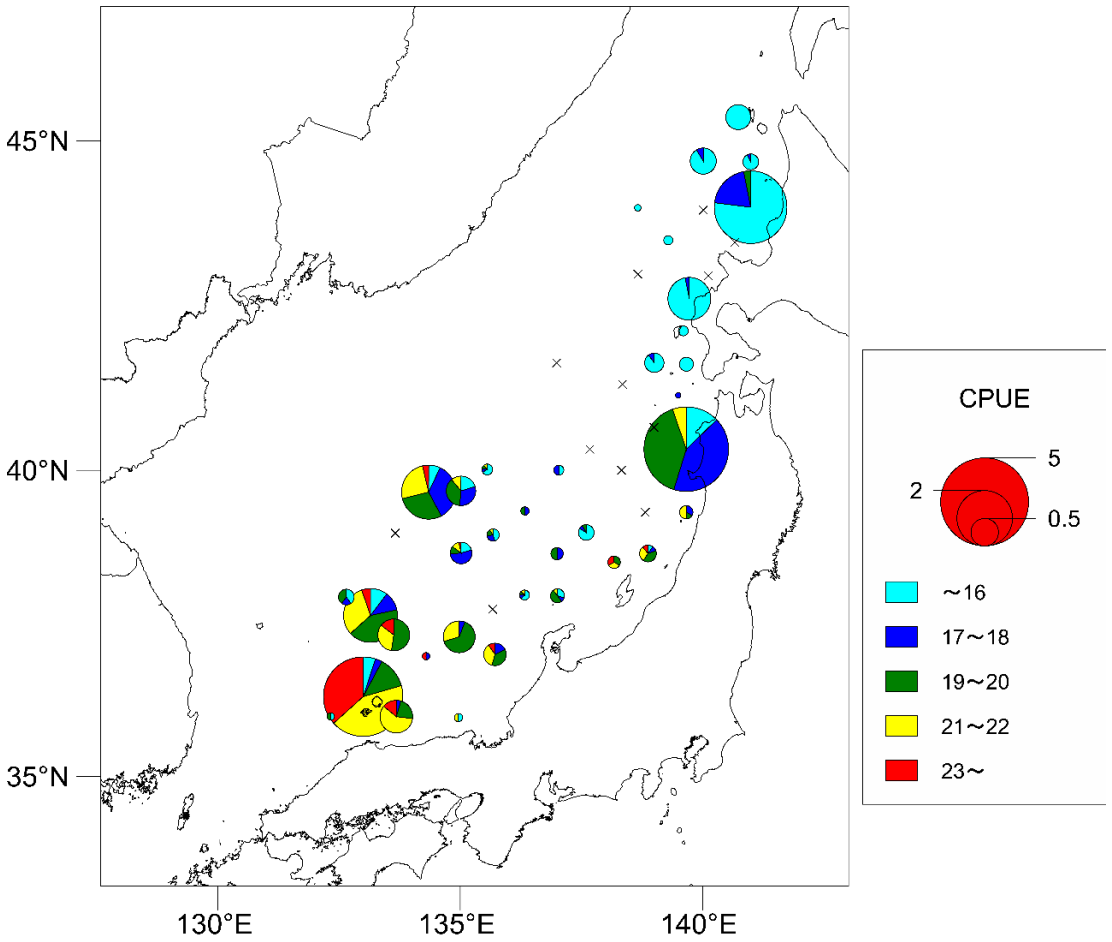
Kidokoro, H., T. Shikata and S. Kitagawa (2014) Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. Hidrobiológica, **24**, 23-31.

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.

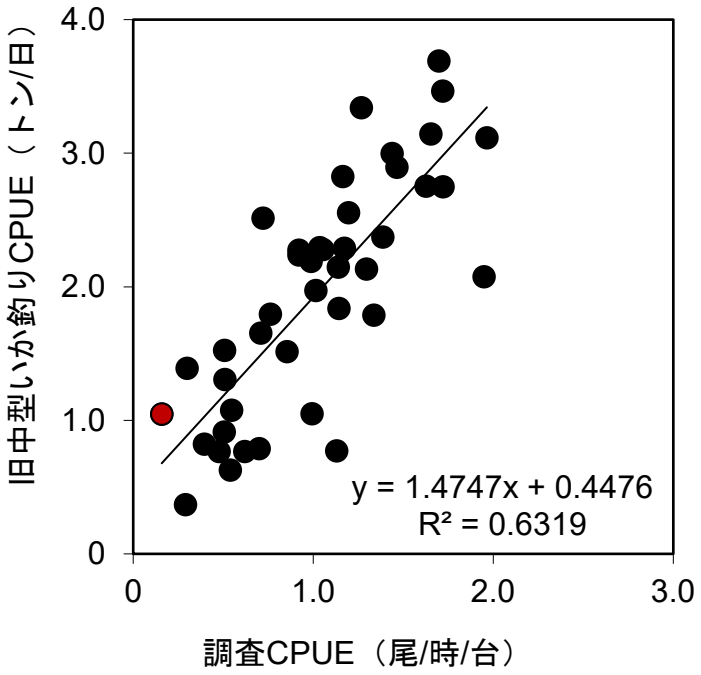
桜井泰憲 (2014) スルメイカの繁殖生態と気候変化に応答する資源変動. 水産振興, **559**, 54 pp.

桜井泰憲・岸　道郎・中島一歩 (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) ー温暖化を軸とする海洋生物資源変動のシナリオー. 月刊海洋, **39**, 323-330.

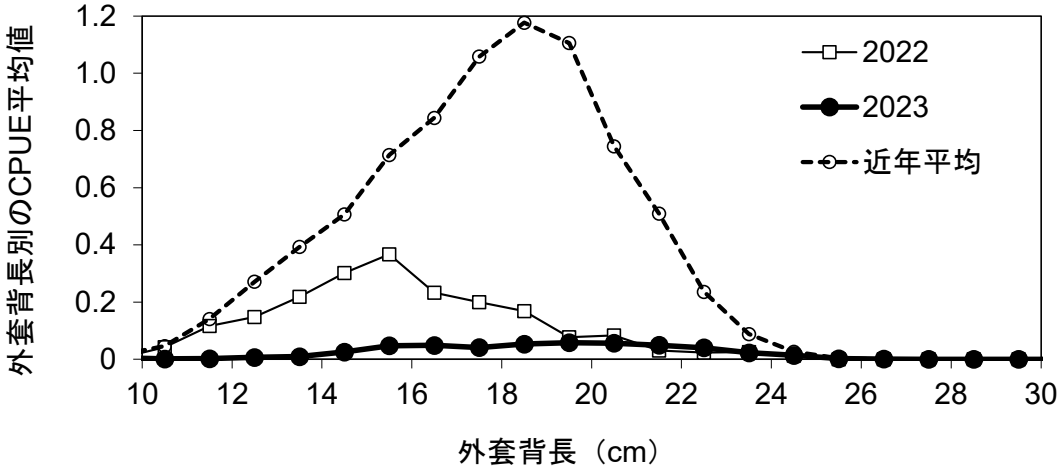


補足図 4-1.　2023 年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果

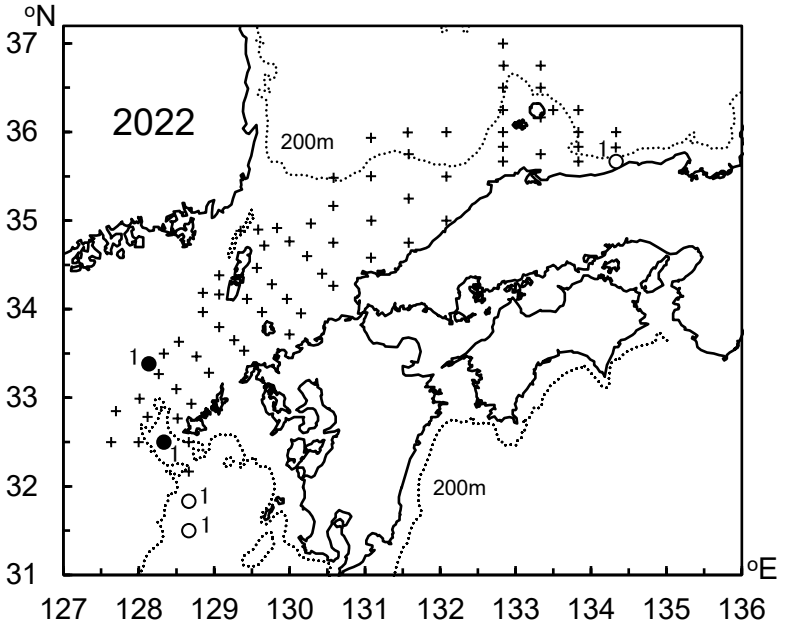
図中×は漁獲がなかった点を示し、○の面積は各調査点の分布密度の指標となる調査船の CPUE（いか釣り機 1 台 1 時間の採集尾数）を示し、各色は各外套背長範囲（cm）の比率を示す。



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 1981～2022 年のデータを基に解析。赤丸は 2022 年。

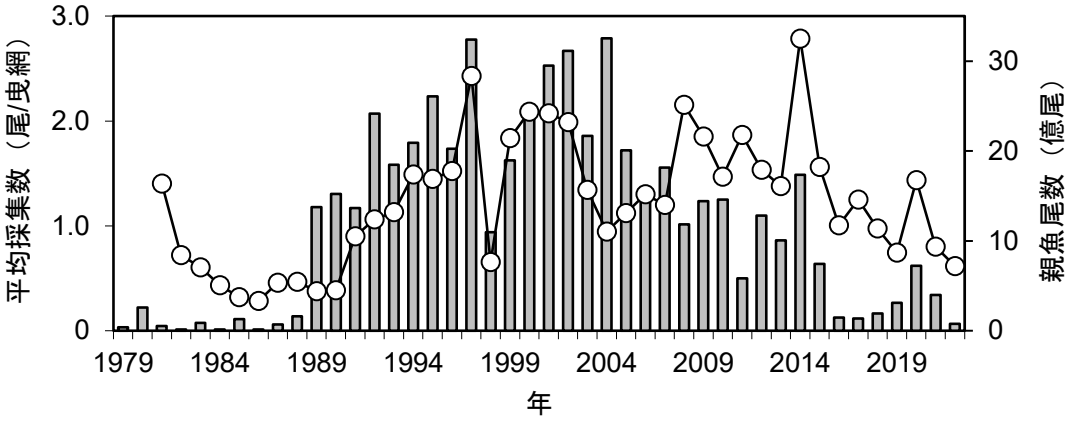


補足図 4-3.　日本海スルメイカ漁場一斉調査による CPUE 重み付け平均外套背長組成
近年平均は 2018～2022 年の 5 年平均。

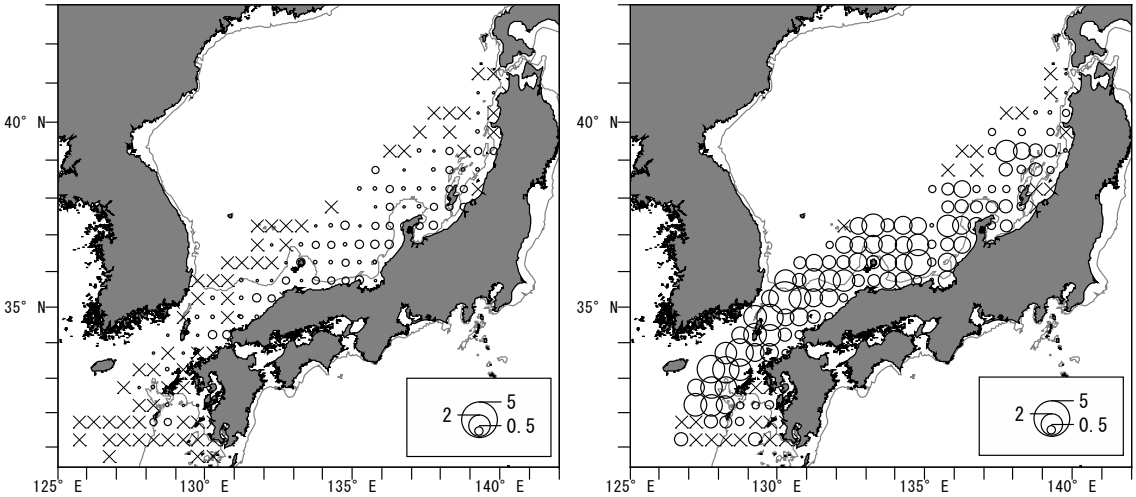


補足図 4-4.　2022 年 10～11 月の日本海スルメイカ稚仔調査 I（水研）における口径 45 cm ネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集尾数

+：採集無し、●：ふ化直後の幼生を含む点、○：ふ化直後の幼生を含まない点



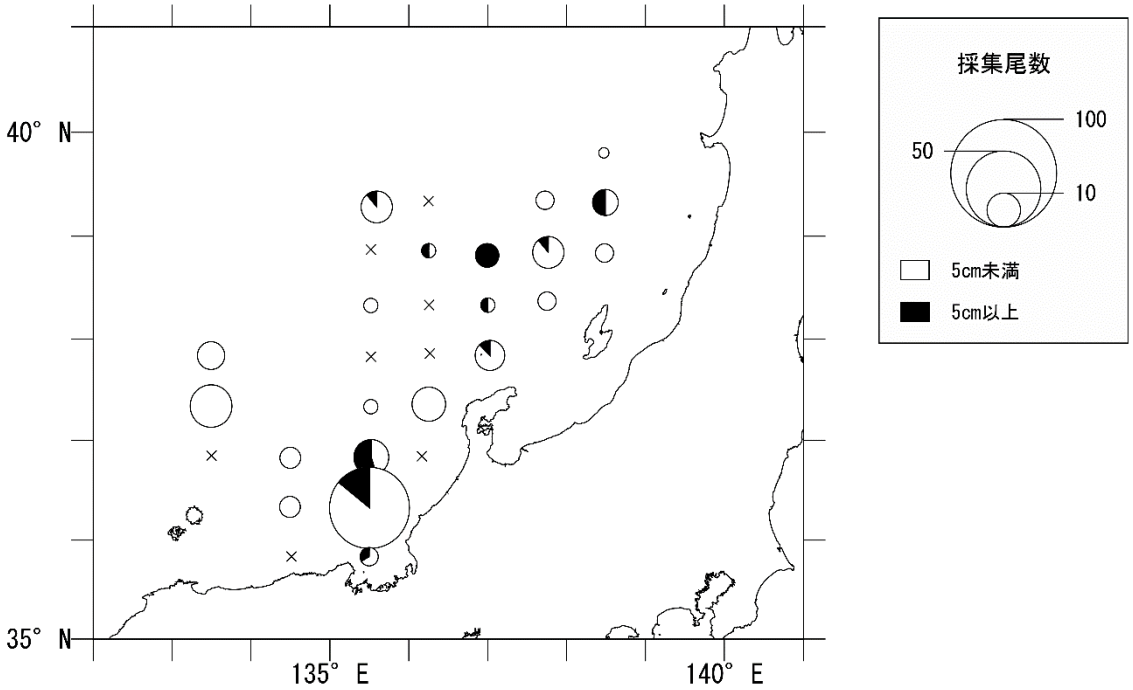
補足図 4-5.　10～11 月の日本海スルメイカ稚仔調査 I（水研）において口径 45 cm ネットの鉛直曳きにより採集されたスルメイカ幼生の 1 網平均採集尾数と親魚尾数の推移



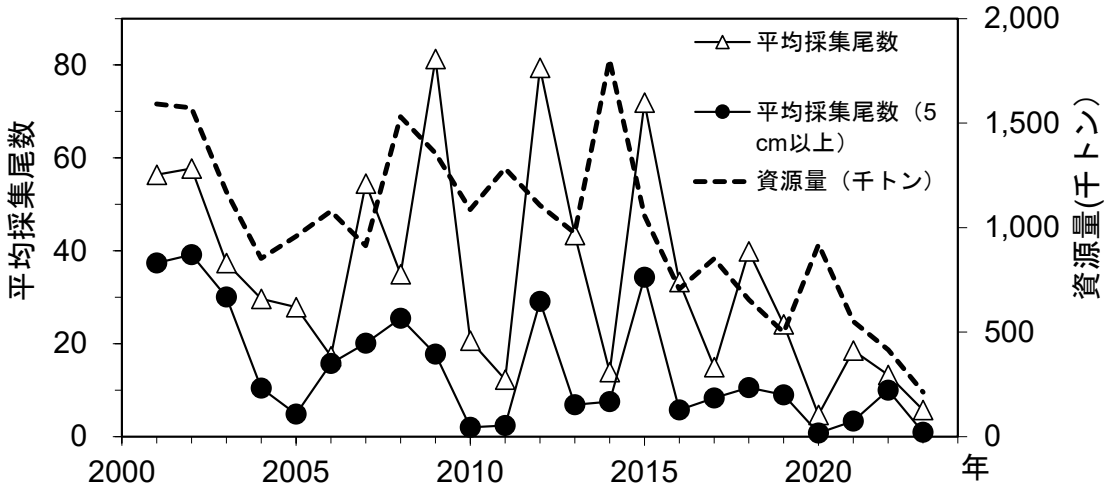
資源減少期（1980～1988年）の分布
（鉛直曳1網あたりの採集尾数）

資源増加期（1989～2000年）の分布
（鉛直曳1網あたりの採集尾数）

補足図 4-6.　スルメイカ幼生の分布域の変化（Kidokoro et al. 2010 より）
×は採集されなかった調査点を示す。



補足図 4-7.　2023 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

補足資料５　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・NOAA21 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、2018 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（髙﨑ほか 2020）。

解析例として 2021～2023 年に得られた代表的な光点分布図を補足図 5-1 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）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韓国のいか釣り船および日本のいか釣り船と考えられる。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中～高輝度点（橙～赤）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るが、2021 年以降、このような高輝度の点はほとんど出現していない。また、2019 年以前には前述の海域の北側に低輝度点（水色～青）が多数認められており、これらの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。2021～2023 年の画像における、北朝鮮水域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 そうびき漁船を含むと考えられる。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。

今年度より、灯光漁船数のカウントのうち、前年度までカウントに含まれていなかった輝度 300～400×10^{-10} W cm^{-2} sr^{-1} の範囲の中輝度灯光漁船数を、中～高輝度点数に含めた結果に変更した。この変更に伴うカウント数の変化は少なく、年傾向に差は見られなかった。中～高輝度点（300×10^{-10} W cm^{-2} 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 5-2 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 年秋以降は減少した。2023 年は、中～高輝度点は 2022 年を下回り、7 月以降の光点数は少なかった。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はほとんど観察されていない。一方、北朝鮮沿岸域ではやや輝度の低い中輝度点（図では黄色）の漁船が観察されており、引き続き灯光網船が操業していたと推察される。

低輝度点（300×10^{-10} W cm^{-2} 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 5-3 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（髙﨑ほか 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 5-4）、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 5-5 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%、2022 年漁期は 8%程度であった。また、2023 年漁期は 9 月までの累積隻数（10 月 7 日までの情報）で見ると 2018～2020 年漁期同期の平均の 15%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。

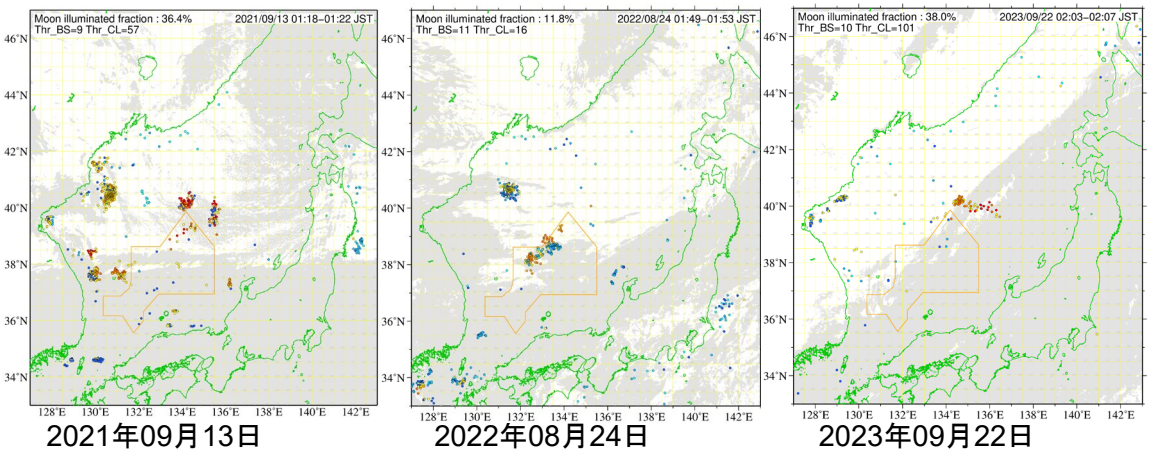
人工衛星による情報では、漁船種類の判別に限界があるほか、1 日 1 隻あたりの漁獲量の推定は困難であるため、定量的な漁獲量情報として用いることは難しい。一方で、これまでの情報の蓄積により、定性的な情報として、外国漁船の努力量の増減の把握の一助となると考えられる。今後も漁船の出漁動向の把握は極めて重要な課題であるため、技術開発とモニタリングの継続が重要と考えられる。

引用文献

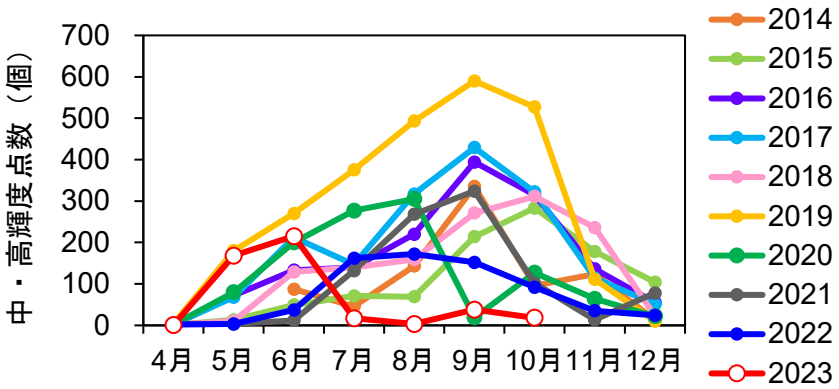
Miller, S. D., S. P. Mills, C. D. Elvidge, D. T. Lindsey, T. F. Lee and J. D. Hawkins (2011) Suomi satellite brings to light a unique frontier of nighttime environmental sensing capabilities. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **109**, 15706-15711.

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.

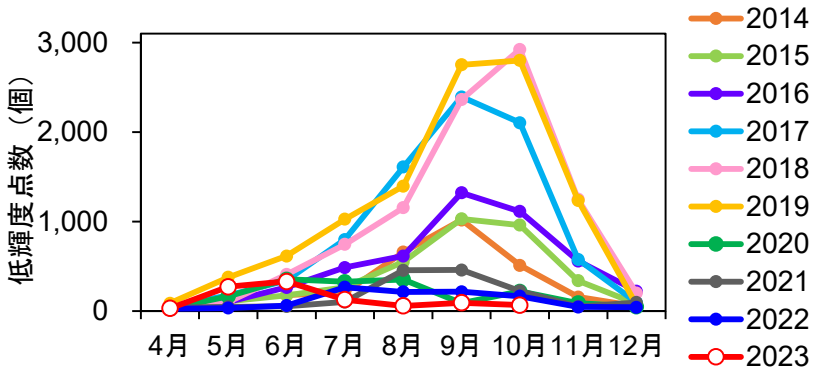
髙﨑健二・齋藤　勉・大関芳沖・稲掛伝三・久保田洋・市川忠史・杉崎宏哉・清水収司 (2020) ALOS-2/PALSAR-2 を用いた 2 そうびき漁船の検出. 水産海洋研究, **84**, 89-99.



補足図 5-1.　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
2021～2023 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。

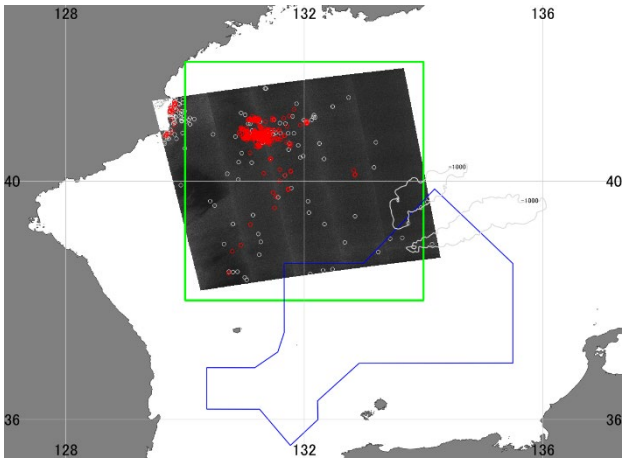


補足図 5-2.　北朝鮮水域～大和堆西側水域における中・高輝度点（300×10^{-10} W cm^{-2} sr^{-1} 以上、補足図 5-1 の黄色～赤色の点）の日々のカウント数の月間最大値の推移
ここで計数した光点の多くは中国の灯光網船と推察される。



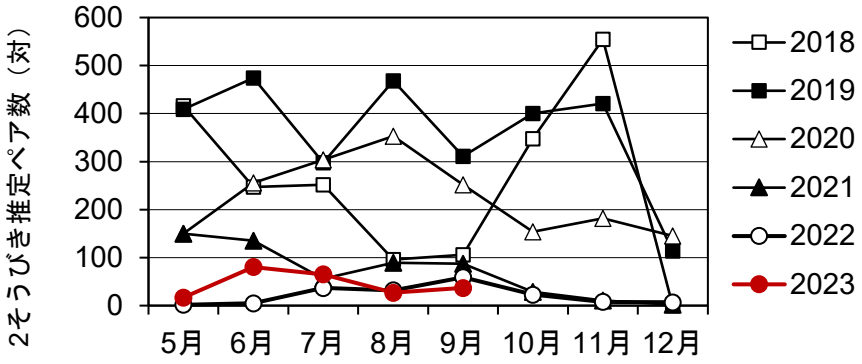
補足図 5-3.　東経 130～138 度 30 分、北緯 38 度 37 分～北緯 45 度（2016～2018 年 7 月は東経 130～137 度、北緯 38 度 37 分～北緯 43 度）（北朝鮮水域、ロシア水域、我が国 EEZ を含む）の海域における低輝度点（300×10^{-10} W cm^{-2} sr^{-1} 未満、補足図 5-1 の水色～青色の点）の日々のカウント数の月間最大値の推移

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 5-4.　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 5-5.　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６　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。2022 年漁期の漁獲量は 1.5 万トンで、2021 年漁期（1.6 万トン）並で、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（補足表 2-1）。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 年漁期以降は近年の中でも低めで推移し、2019 年漁期には 0.63 トンと 1980 年代の水準まで落ち込んだものの、2021 年漁期は 1.39、2022 年漁期は 1.05 となった（表 3-2、補足図 6-1、6-2）。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、大和堆周辺を中心に日本海の中央～南部に漁場が偏る状況が継続している。2023 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、漁獲が開始した 6 月から低迷しており、近年の中では低い CPUE で推移した 2019 年漁期をさらに下回る漁況となっている（補足図 6-2）。近年の沖合いか釣りの漁況は、日本海スルメイカ漁場一斉調査の推移と必ずしも一致しておらず、これは、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や、6～7 月の日韓の漁獲量比（後述、補足図 6-6）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可能性が推察される。なお、補足資料 7 に近年の資源がより大陸寄りに分布した要因について、海洋環境の影響に着目した検討結果を示す。

前年度の資源評価より、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漁業の情報から求め、資源量指標値の算出に供した（4-(1)、補足表 2-2、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し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 月のいか釣り漁業漁獲成績報告書から得られた CPUE（1 隻 1 日あたりの漁獲量）を用いた。また 2023 年漁期については、漁船活用調査（水研）に基づく旧中型いか釣り漁船 10 隻から得た情報を用いて求めた。資源量算出に用いた旧中型いか釣り漁船 CPUE の推移については補足図 2-4 および補足表 2-2 に示すが、増減の傾向は前述の補足図 6-1 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（補足表 2-1）。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 6-3 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（5～7 月）、の情報を示す。

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 2-2、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）、水揚港（Port）、応答変数を CPUE（fcpue）の対数値とした。データの期間は 1979～2023 年で、4 つの水揚港における 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カル変数として扱い、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。

$$\log(fcpue_{ijk}) = \alpha + Year_i + Month_j + Port_{jk} + \varepsilon_{ijk} \qquad (1)$$

α は切片、$Year_i$ は年の効果、$Month_j$ は月の効果、$Port_{jk}$ は水揚港の効果、ε_{ijk} は i 年、j 月、水揚港 k での残差、$fcpue_{ijk}$ は i 年、j 月、水揚港 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 2-3 および補足表 2-2 に示す。1986 年漁期を底として、以降 1997 年漁期まで急増し、1997 年漁期で最大となった。1998 年漁期に急減した後、2013 年漁期までは 1997 年漁期には及ばないもののある程度の水準を維持したが、2014 年漁期以降減少し、2017～2020 年漁期で低い水準で横ばいとなり、2021 年漁期に減少、2022 年漁期にはいったん増加したものの、2023 年漁期に再び減少し過去最低となった。

（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 6-4）。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、概ねこれまでの変動の範囲内であった。石川県以北の漁獲は、おおよそ全道県で 2021 年をピークに減少傾向にあり、2023 年は 2018 年以前並、もしくはやや多い程度となった。

（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（補足表 2-1）。

韓国の漁獲量はこれまで、月別の韓国全体の漁獲量を前述の配分の通り集計し用いてきた。しかしながら、本系群の資源量推定では、黄海での資源量は考慮されておらず、これが親魚尾数の過小推定を招いている可能性が考えられる。そこで、今年度の資源評価より韓国による黄海側での推定漁獲量を資源評価から除外するものとした。黄海の漁獲量の推定は次の通り行った。

① 1990 年以降において、仁川、京畿道、忠清南道、全羅北道での水揚量と、全羅南道での水揚量の半分を合計し、これを黄海側での推定漁獲量とした（Park, 2009）。
② 1989 年以前は韓国の地域別水揚量の統計情報が無いため、崔ほか（2002）で示された漁獲割合から推定した。

2022 年漁期までの集計で、韓国における全漁獲量に対して、黄海側での推定漁獲量が占める割合は 1%未満～20%であった（補足図 6-5）。黄海での推定漁獲量を日本・韓国・中国（仮定値）による全漁獲量から除外した結果、漁獲量全体として 2018 年漁期までは 1～5%、2021 年漁期に 8%、2022 年漁期は 10%減少した（補足図 6-6）。

黄海漁獲量を除く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 4.0 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、長期的には我が国と同様に減少傾向にあり、2018～2020 年漁期は 2.7 万～3.0 万トンで推移した（図 3-1、表 3-1）。2021 年漁期に 4.1 万トンと増加したものの、2022 年漁期は 2.5 万トンに減少し、1980 年代並の低水準となった。

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、2021 年漁期では、4 月から 10 月にかけて漁獲が伸びたものの、11 月以降は 2001 年以降では最低水準で推移した（補足図 6-7）。2022 年漁期では、8 月がおよそ 7,600 トンとなった後に減少し、2000 年代のような 10 月と 12 月のピークが見られなかった。2023 年漁期も 7 月まで前年並に推移したが、8 月の漁獲量は前年を下回っている。

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 6-8）。日本の漁獲量の比率は 2015 年漁期までおおよそ 75%以上であったが、2016 年漁期以降に

徐々に低下した。日本の比率は 2019 年漁期に 39%に急減し、2020～2022 年漁期は 47～59%で推移したが、2023 年漁期に再び減少し 25%となった。

（3）中国

本報告書の 3-(2)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、漁船数は多い時では 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、灯光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 5）。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（髙﨑ほか 2020、Park et al. 2020、補足資料 5）。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 5）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、2023 年 9 月 30 日現在で 33 隻と報告されており、2020 年同期の 2,586 隻よりも少ないが、2022 年同期の 17 隻と比べて増加した（水産庁漁業取締船による退去警告延べ隻数（うち放水措置）、https://www.jfa.maff.go.jp/j/kanri/torishimari/torishimari2.html、 2023 年 11 月 6 日閲覧）。これらの報告は、補足資料 5 において 2021 年漁期以降の 2 そうびき漁船の減少傾向ならびに、2022 年漁期については灯光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。今年度の評価においては、前年度同様、3-(2)および 4-(1)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 年漁期以降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 5）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/　2023 年 11 月 17 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 5）。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 トンが漁獲されたものの、2023 年漁期は 7 月までで同期の漁獲量を下回り、100 トンを超える程度に留まった（Мокрин 2023）。

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 年以降の好漁が継続。④韓国での漁獲は 9～10 月に 2021 年を下回ったほかは前年並。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。

2023 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沖合域は近年の中でも低調に推移。②沿岸いか釣りも低調な推移。③底びき網では石川県以北も含め概ね漁獲は低調。④韓国の 8 月までの漁獲の推移は 2021 年漁期並。6～7 月の日韓の漁獲量比で

は韓国が初めて 7 割以上となった。⑤中国漁船の出漁数は 2022 年並。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前年までと異なり減少。

以上のように、2021～2022 年漁期については、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、場所にお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。また、2023 年漁期については、調査および漁業の情報についても、前年までの状況と大きな変化は見られていない。

2019 年漁期以降、本系群の資源量の減少に加えて、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ことが考えられる（久保田ほか 2020b）。補足資料 7 においては、近年の資源分布と環境との関係に焦点をあて、資源の分布が大陸側へと偏重した要因について検討を行った。

引用文献

崔　淅珍・金　大安・金　東守 (2002) 韓国におけるイカ釣り漁業の現状と今後の展望. 水産工学研究所技報, **24**, 1-13.

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)

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)

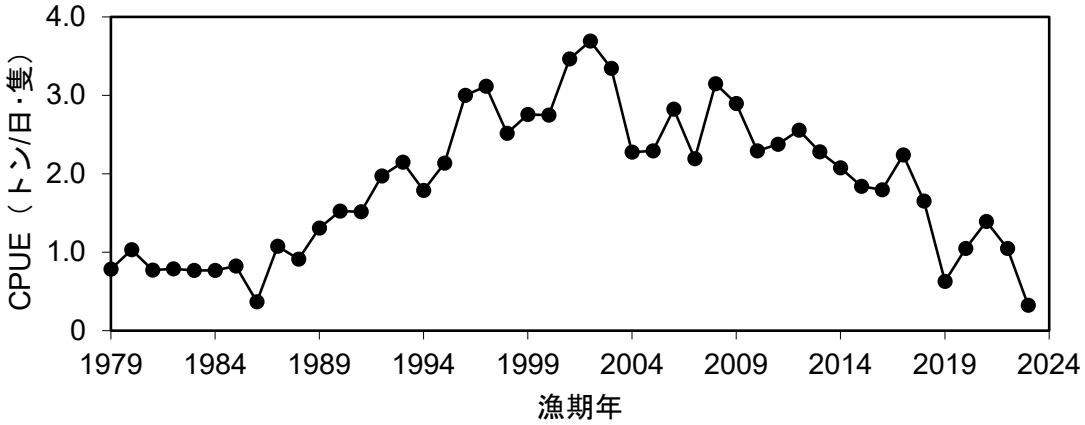
Мокрин Н.М (2023) Результаты российского промысла тихоокеанского кальмара в Японском море в 2022 году и предварительные данные по промыслу в 2023 году. 第 37 回日ロ漁業専門家・科学者会議資料. (ロシア語)

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.

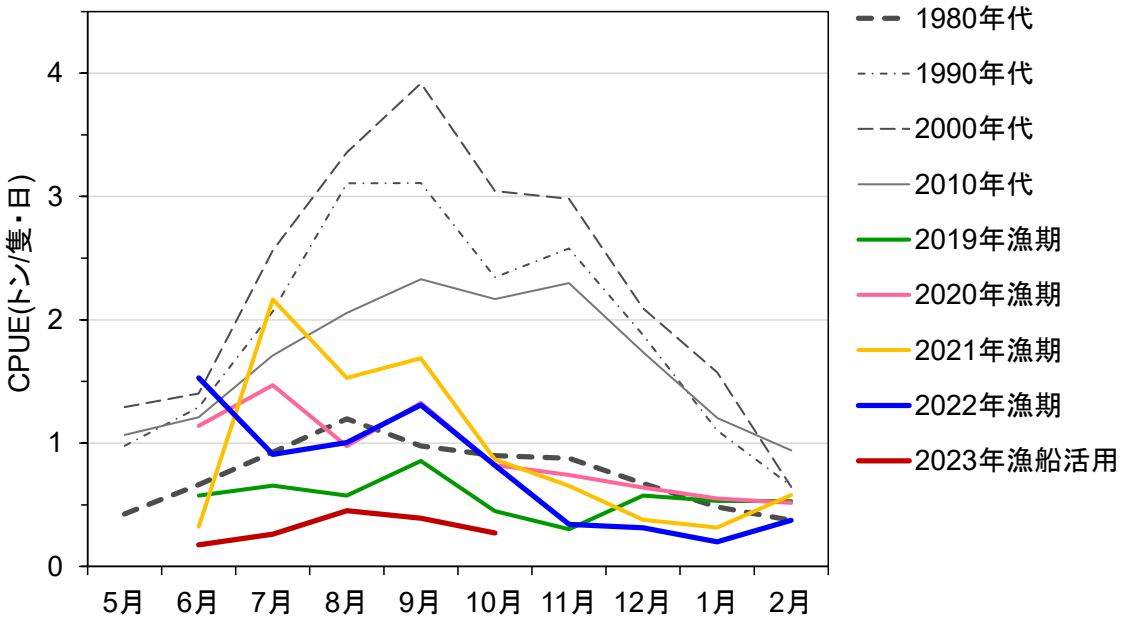
Park S.-K. (2009) Assessment of effectiveness of improved fisheries management techniques. KMI Int. J. Marit. Aff. Fish, **1**, 49-78.

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)

髙﨑健二・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.

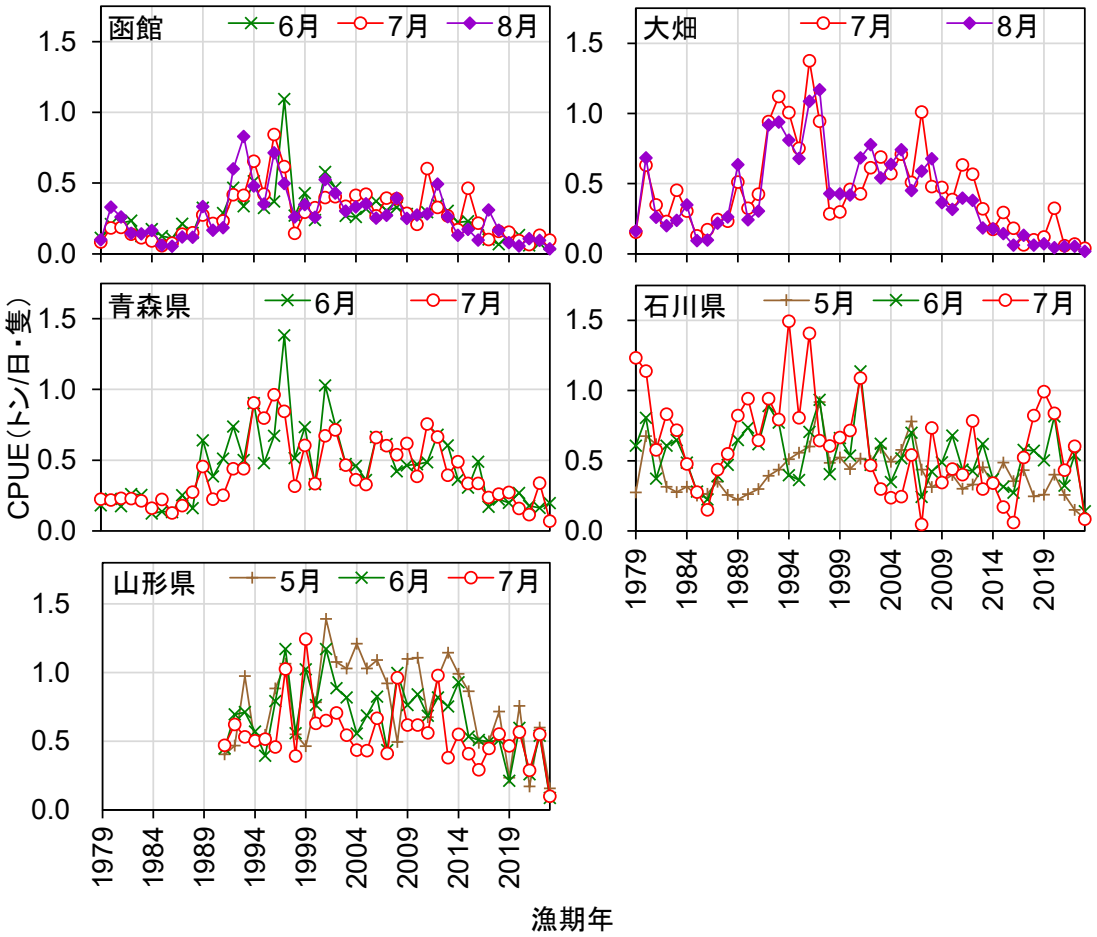


補足図 6-1. 旧中型いか釣り漁船による CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）の推移



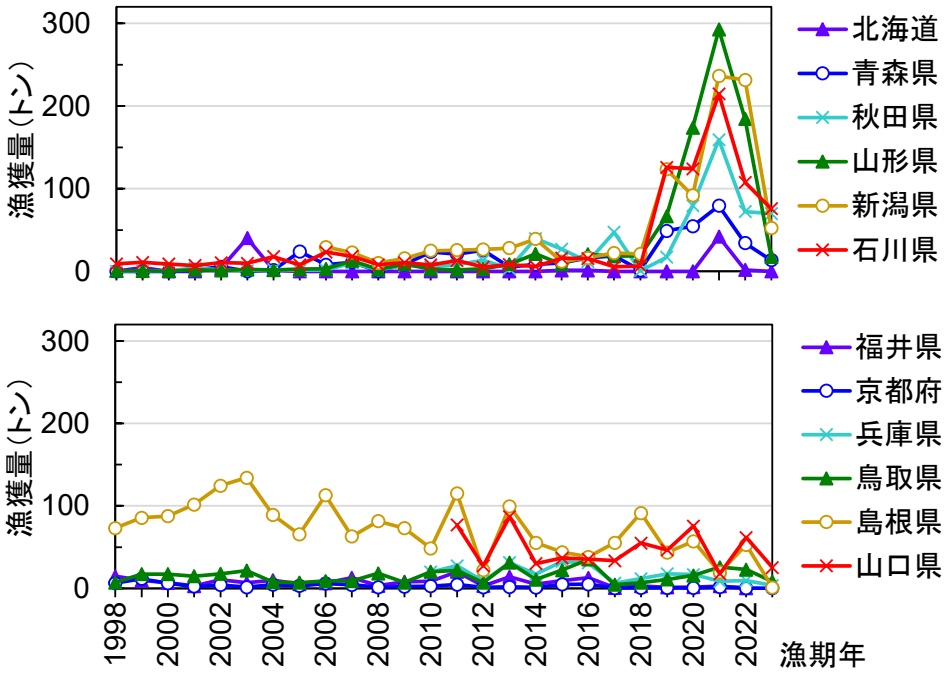
補足図 6-2.　旧中型いか釣り漁船による日本海での月別平均 CPUE の推移

2022 年漁期以前は漁獲成績報告書、2023 年漁期は漁船活用調査（調査対象 10 隻）に基づく平均値。

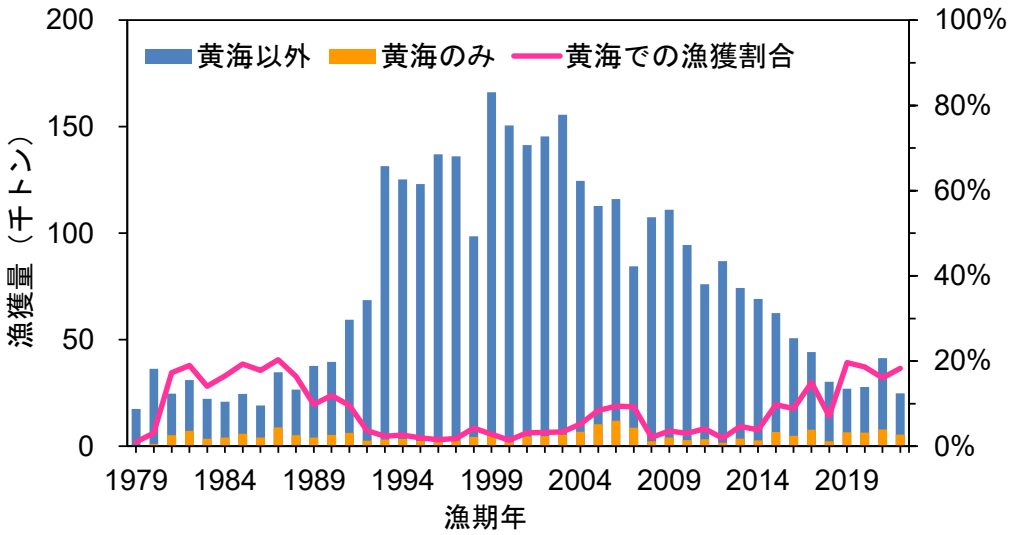


補足図 6-3.　小型いか釣り漁業の主要地域・主要漁期の月別 CPUE の推移

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。小型いか釣り漁業の標準化には、1979 年漁期から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。

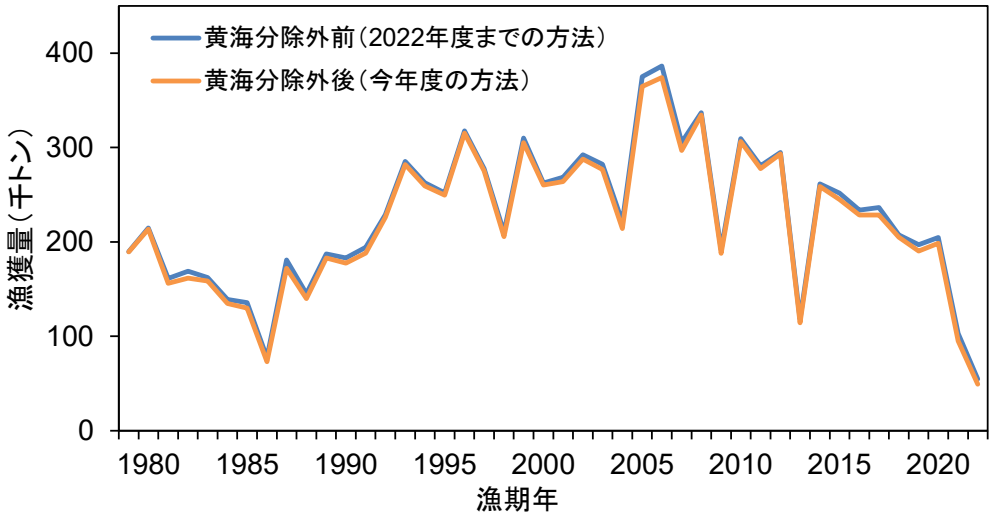


補足図 6-4.　日本海側道府県の主要港底びき網（大部分は沖合底びき網、一部小型底びき網を含む）の 4～6 月の合計漁獲量の推移

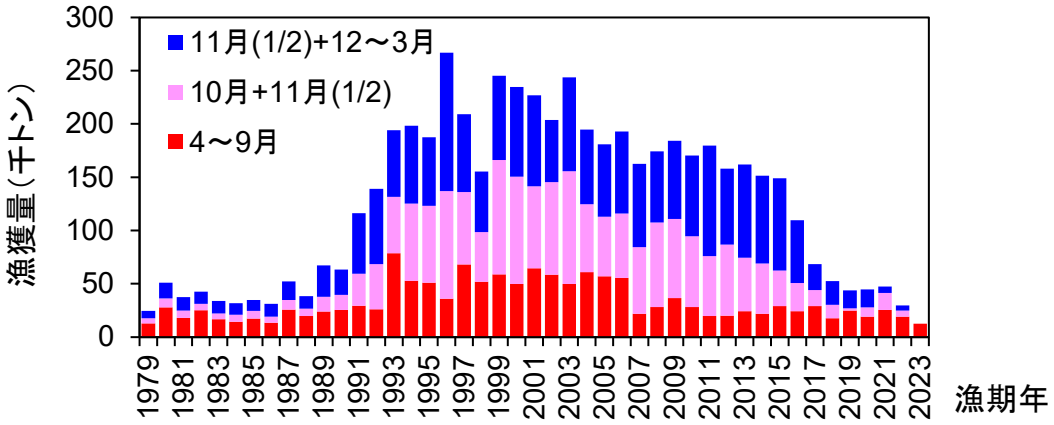


補足図 6-5.　韓国における年間漁獲量の推移

橙色の積み上げ棒は黄海での推定漁獲量を記しており、今年度の資源評価から除外した分の漁獲量を示す。青色の積み上げ棒は黄海以外での漁獲量を示し、赤線は全漁獲量に対する黄海での漁獲割合を示す。なお、漁獲量は日本における漁期年（4 月～翌年 3 月）で集計している。

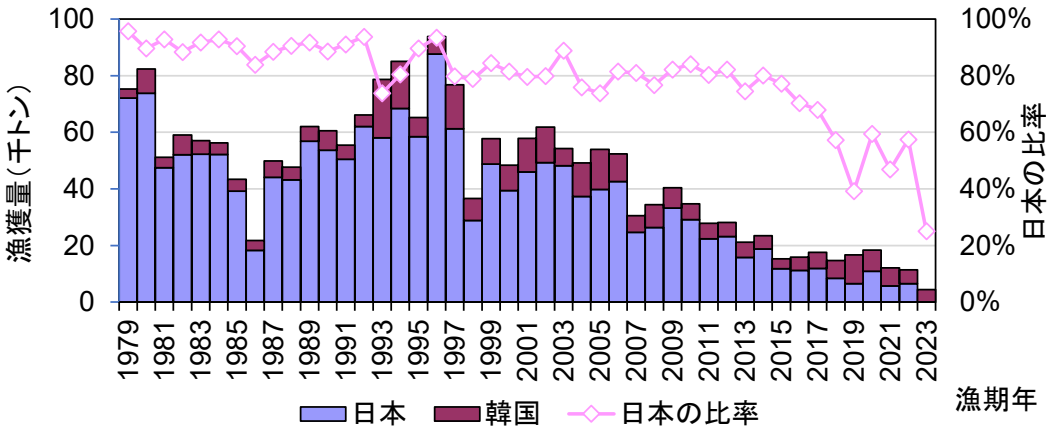


補足図 6-6. 韓国による黄海での漁獲量を除外する前後におけるスルメイカ秋季発生系群の全漁獲量（日韓漁獲量および中国漁獲量仮定値を含む）の年推移



補足図 6-7. 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。2023 年は途中経過。



補足図 6-8.　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

補足資料７　近年の日本海におけるスルメイカの分布と海洋環境

6～7 月の日本海スルメイカ漁場一斉調査での釣獲試験の平均 CPUE（釣り機 1 台 1 時間あたりの釣獲尾数）は、旧中型いか釣り漁業の平均 CPUE（1 日 1 隻あたり漁獲量）と一定の相関が見られ、資源量指標値として信頼性が高いとされ、スルメイカ秋季発生系群の資源量算出に用いられてきた（木所 2016、補足資料 2）。しかしながら、近年、調査 CPUE が必ずしも日本海におけるいか釣り漁業やそのほかの漁業の状況と一致せず（4-(1)、補足資料 6）、調査 CPUE を用いた資源量指標値のみでは、資源の豊度を充分に反映できないと考えられている。そのため、本系群の資源量の算出にあたっては、幾つかの手法の改訂を経て、2021 年漁期以降については調査の標準化 CPUE に加えて、漁業情報と再生産関係も併せて用いることで算出する手法へと変更された（4-(1)、宮原ほか 2023）。従来の資源評価における不確実性を増加させる要因の一つとして、日本海におけるスルメイカの回遊・分布の変化が挙げられる。例えば、前述の日本海スルメイカ漁場一斉調査で、本系群の資源量の把握が困難となってきた要因として、調査時期の本系群の資源の水平分布の偏りが、主に日本沿岸～沖合から、近年、大陸側に変化した可能性がある（久保田ほか 2022）。このような分布・回遊の変化は、海洋環境の変化に伴い生じている可能性が挙げられる。そこで、本補足資料では、近年の日本海における本種の水平的な分布の変化について、発生初期の卵稚仔の輸送経路に着目し検討を行った。

輸送経路の解析にあたっては、海洋データ同化モデルである FRA-ROMSIIの流速データを用い、2001～2023 年漁期の各漁期年の資源の発生時期と考えられる前年 10 月～当年 2 月生まれを対象とした粒子輸送実験を行った。本系群の再生産可能域は 10～12 月の日本海の北陸沿岸域から東シナ海北部であるが（Sakurai et al. 2000、2-(1)、図 2-1）、このうち、東シナ海で発生した卵稚仔に着目した。東シナ海で発生した卵稚仔は日本海へ輸送される過程で、対馬暖流の三分枝流（沿岸分枝、沖合分枝、東韓暖流）によって日本海の日本側、大陸側のどちらにも輸送されうるため、日本海における本系群の分布の偏重に影響すると考えられる。粒子輸送実験では東シナ海から稚仔を模した約 8 万個の粒子を放出し、90 日後まで追跡した。日本海を大陸側と日本側の二つの領域に分割し、90 日後にそれぞれの領域に分布する粒子数、および初期位置から 90 日後までの輸送経路を解析した（補足図 7-1）。なお、本解析では粒子の放出日を孵化日とみなし、その海域が水温条件や水深条件に基づく再生産可能域であるかどうかは考慮しないものとした。また、稚仔を模した粒子が、輸送中の経験水温により死亡することも考慮せず、粒子の輸送先が大陸側または日本側のいずれになるかという点に焦点を置くものとした。90 日後に日本海に分布する全体の粒子数は長期的に変動が見られるが、近年については、2021 年から 2022 年にかけて減少傾向にあった。月別に日本海に分布した粒子数を見ると 10 月に最も多く、次いで、11 月、12 月以降は少ないことがわかった。ここで、11 月生まれの粒子数に着目すると、2020～2022 年漁期に日本側で減少した一方、大陸側で増加しており、大陸側への偏重が見られ、沖合域の漁獲物の組成との一致が見られた（補足図 7-2）。松井ほか（2023）では、近年の日本海沖合域での漁獲物における生まれ月組成は、2020～2022 年漁期は 11 月生まれの漁獲割合が増加したと報告しており、粒子追跡実験の結果と一致が見られる。

11 月生まれの粒子について、その輸送経路を分析した結果、粒子の分布が大陸側へ偏重

する要因は各漁期年で異なっていた。2020 年漁期では、東韓暖流が平年と比べて大きく北上したことにより、多くの粒子が日本側へ輸送されることなく大陸側に残留した。2021 年漁期では、平年では日本側沿岸を岸に沿って流れる対馬暖流沿岸分枝が弱化した一方で、東水道から東韓暖流へ接続する流れが発生した。これにより、対馬海峡東水道を通過した粒子の多くが日本側ではなく大陸側へ輸送された。2022 年漁期では 2020～2021 年漁期の両特徴が現れたことにより、大陸側へ輸送される粒子が増加した。以上から、2020～2022 年漁期では東韓暖流および対馬海峡近辺における流動変動が 11 月生まれのスルメイカ秋季発生系群の日本海大陸側への分布の偏重要因となった可能性が示された。2023 年漁期について見ると、2022 年漁期と比べ大陸への偏重は見られない結果となった。

粒子追跡実験により、2020 年漁期以降はそれまでと比べて、本系群の発生初期の輸送先が、輸送経路には違いがあるものの、日本海の大陸側に偏重することが明らかとなった。この発生初期での輸送経路の変化が、日本海における本系群の資源の分布の変化に影響した要因の一つとして考えられる。今後も、継続的なモニタリングの実施や、併せて、水温等の生残条件を加味した再生産可能海域や、輸送中、輸送後の稚仔の生残に関する検討を行う必要がある。

引用文献

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.

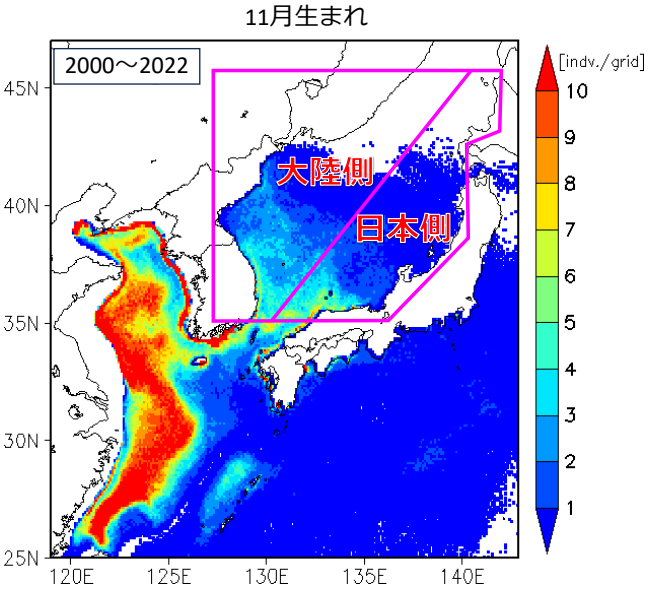
久保田洋・宮原寿恵・加賀敏樹・岡本　俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井　萌・阿保純一・髙﨑健二・齋藤　勉・稲掛伝三 (2022) 令和 3 (2021) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2021-SC04-02, 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 横浜, 54pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_19.pdf (last accessed Nov 2nd, 2023)

松井萌・岡本俊・宮原寿恵(2023) 漁獲物の発生月組成把握のためのサンプリング体制拡充について. イカ類資源評価協議会報告 (令和 4 年度), 水産研究・教育機構, 横浜.

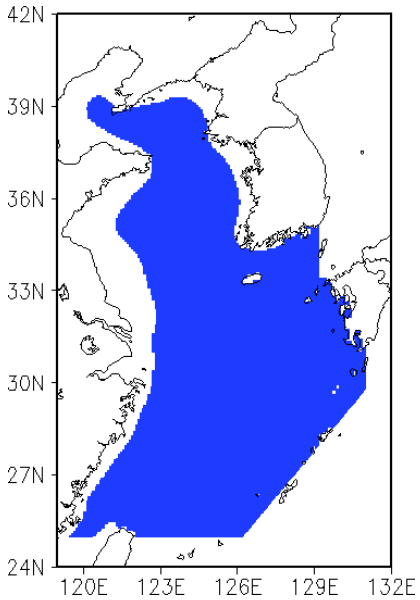
宮原寿恵・岡本　俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井　萌・森山丈継・髙﨑健二・齋藤　勉・稲掛伝三 (2023) 令和 4 (2022) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2022-SC11-02, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 横浜, 97pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_19.pdf (last accessed Oct 31st, 2023)

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.

a)

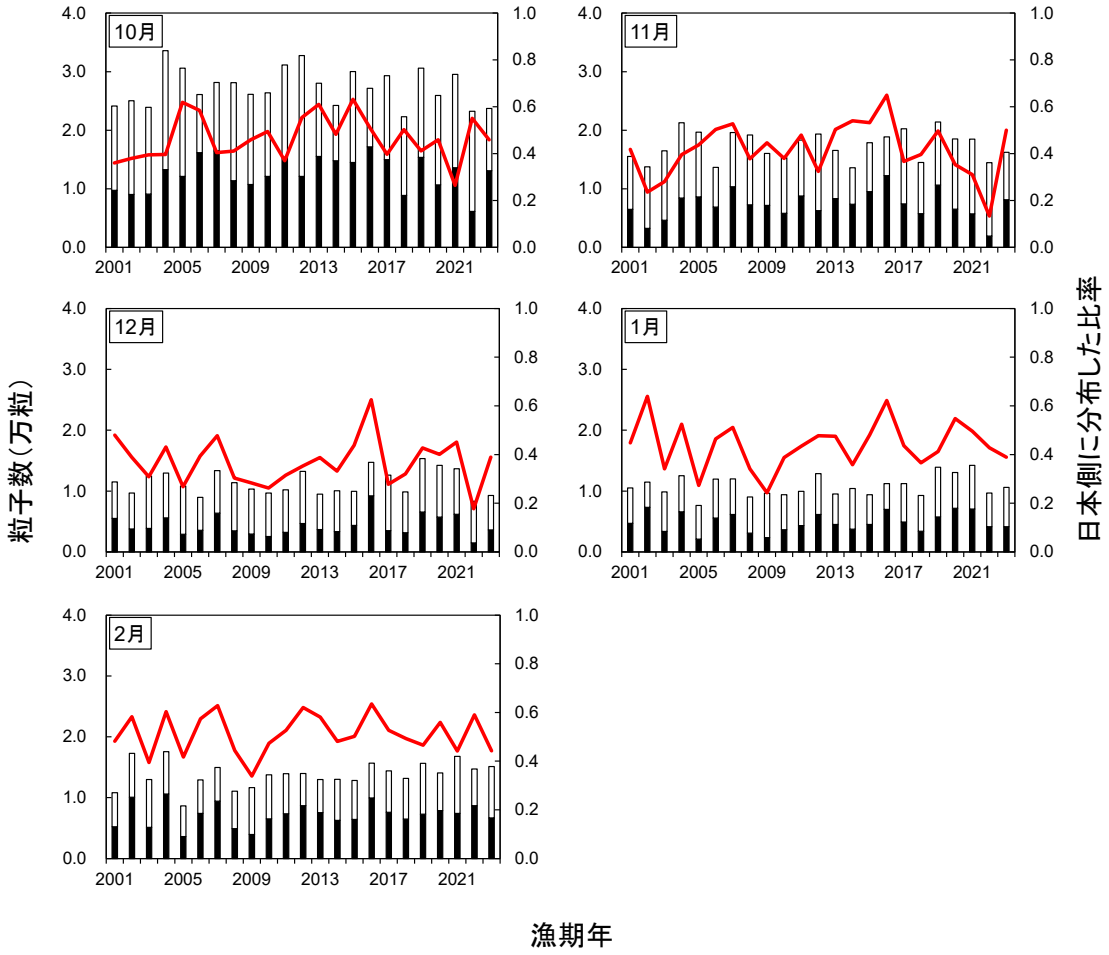


b)



補足図 7-1.　粒子追跡実験の模式図

a) 粒子の 90 日後の分布とカウントを行った範囲。図中の境界に基づき、日本海での大陸側または日本側に輸送された粒子数をカウントした。b) 粒子の初期配置図。



補足図 7-2.　10 月～翌年 2 月の各月生まれの粒子の 90 日後の分布に日本海の大陸側および日本側に分布した数と日本側に分布した粒子の比率の年推移

棒グラフは各海域に分布した数を示し、黒が日本側に分布した粒子数、白が大陸側に分布した粒子数を示す。折れ線グラフは日本海に流入した粒子のうち、日本側に流入した粒子の比率の推移を示す。海域区分については補足図 7-1 に示す。

補足資料８　想定外の事態の発生

（1）想定外の事態が生じたとの判断

令和 4 年度の資源評価および今年度の資源評価結果において、漁獲シナリオに基づき将来予測を行った結果、親魚量が直近数年のうちに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（5-(4)、宮原ほか 2023）。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。令和 3 年度の資源評価において、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）。しかしながら、令和 4 年度の資源評価より、2021 年漁期以降の資源量推定手法に 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、2021 年漁期資源量は今年度の資源評価で 55.5 万トンと下方修正された。また、2021 年漁期親魚量もこれに伴い下方修正され、令和 3 年度の資源評価では 34.9 万トンだったものが今年度の資源評価では 23.4 万トンとなった。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 2021）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（宮原ほか 2023）。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。そこで令和 4 年度の資源評価報告書の補足資料 10 において、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するため、漁獲量 3 年間一定方策の漁獲シナリオと算定漁獲量を試算し、それに基づく将来予測を行った（宮原ほか 2023）。本補足資料では、宮原ほか（2023）にて提示した漁獲管理規則案である漁獲量 3 年一定方策における β = 0.25 の漁獲シナリオとそれに基づき算出された 2022 年漁期算定漁獲量 5.8 万トンを用い、今年度の資源解析結果による将来予測を実施し、そのリスクを確認した。

（2）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 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 β = 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 2024 年漁期の漁獲量として設定して 2024 年漁期以降の将来予測を実施した。補足図 8-1 および補足表 8-1、8-2 に将来予測結果を示す。β＝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 20.3 万トン（90%予測区間は 4.1 万～87.7 万トン）で限界管理基準値を上回る確率は 40%、10 年後の 2031 年漁期親魚量の予測値は平均 37.9 万トン（90%予測区間は 4.6 万～93.1 万トン）で目標管理基準値を上回る確率は 48%であった。以上から、漁獲シナリオ設定時の目標である「管理開始 5 年目に限界管理基準値を 50%以上かつ管理開始 10 年目に目標管理基準値を 50%以上の確率で上回る」については、いずれの目標も下回ると予測された。一方で、禁漁水準を上回る確率は管理開始から 2024 年漁期に 100%で、その後は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。親魚量および漁獲量について見ると、2024 年漁期に ABC である 12.7 万トンを漁獲した場合よりも、算定漁獲量 5.8 万トンで漁獲した場合の方が、親魚量が速や

かに回復し、併せて漁獲量も増加する傾向が見られた（補足図 8-2）。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、2023 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

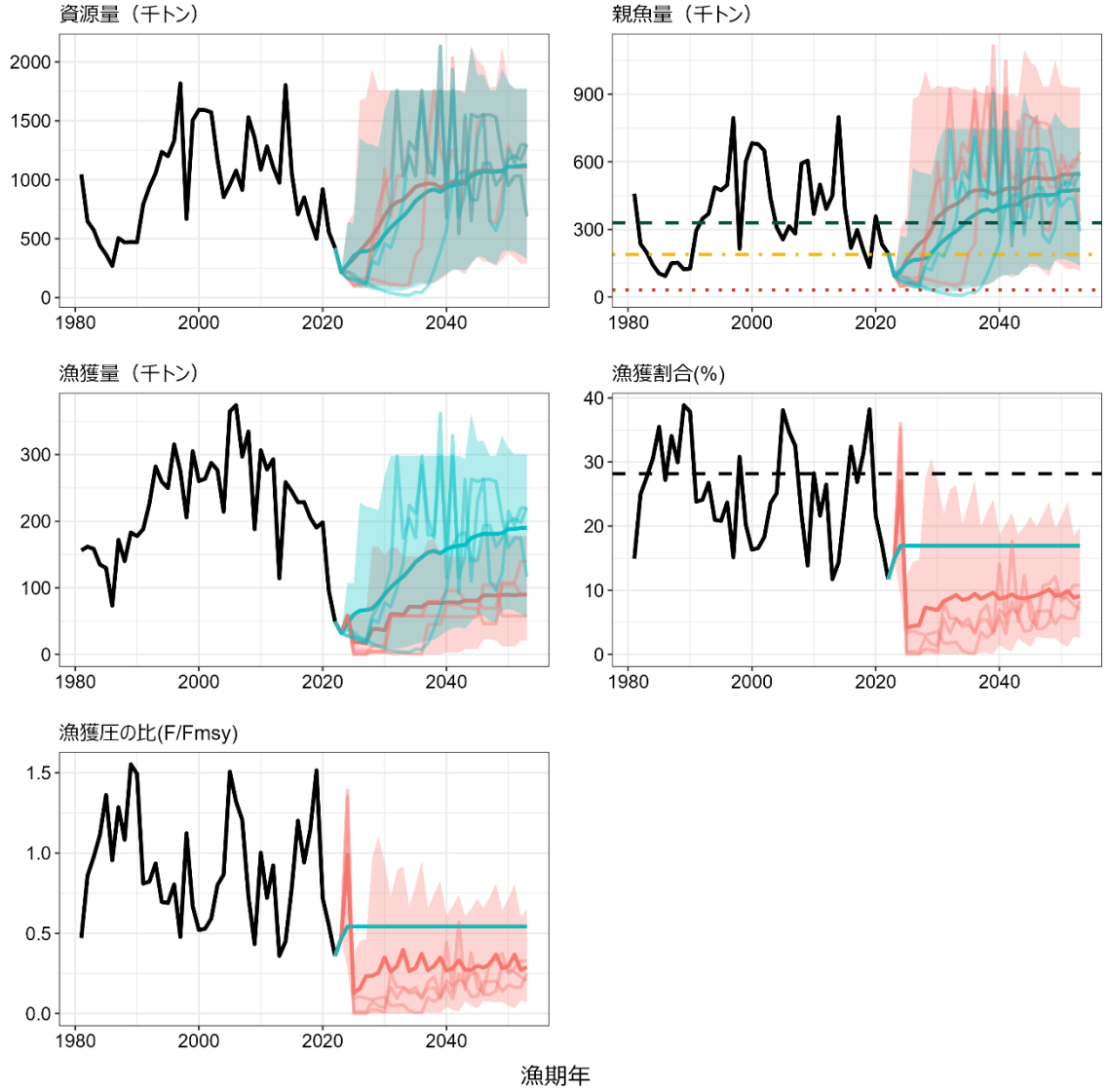
本種は単年生であることから、資源量の年変動が大きい。そのため、2022 年漁期以降の本資源の管理では、漁獲量 3 年間一定方策に基づく漁獲シナリオが採用された。一方で、ABC が 3 年間一定であるため、ABC の計算に用いる直近年の資源量の推定結果が複数年にわたり影響することになる。令和 4 年度の資源評価から 2021 年漁期以降に採用した資源量推定手法により、漁獲シナリオ策定当初よりも 2021 年漁期資源量が下方修正された。その結果、現在の漁獲シナリオに基づく ABC を 2024 年漁期まで継続する場合、資源状態悪化のリスクがこれまでの想定以上に高くなることが示された。この結果を踏まえ、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（宮原ほか 2023）に基づく算定漁獲量を用いた将来予測結果を行った。その結果、算定漁獲量による漁獲および漁獲管理規則案を用いた場合であっても、再生産関係から想定される加入量よりも加入が悪い状況が続くため、管理目標は達成できないと予測されるものの、直近の資源状態の悪化リスクは低く抑えられることが示された。

引用文献

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・髙崎健二・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)

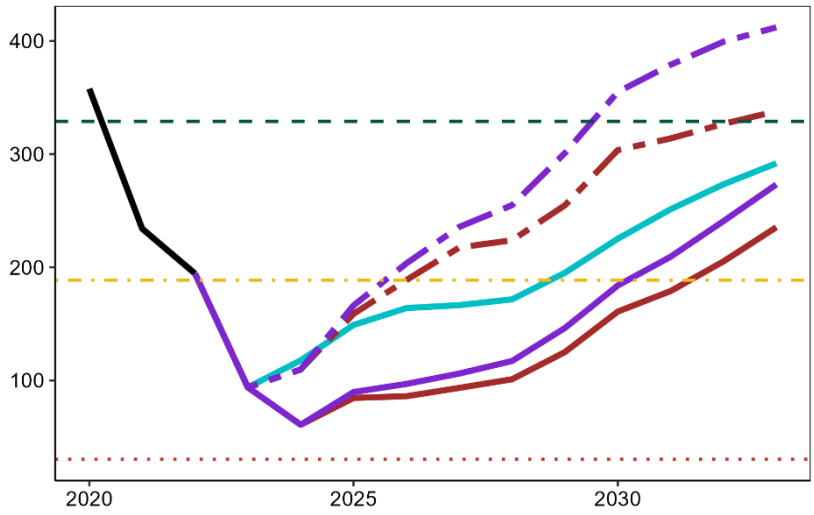
宮原寿恵・岡本　俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井　萌・森山丈継・髙崎健二・齋藤　勉・稲掛伝三 (2023) 令和 4 (2022) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2022-SC11-02, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 横浜, 97pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_19.pdf (last accessed Oct 31st, 2023)



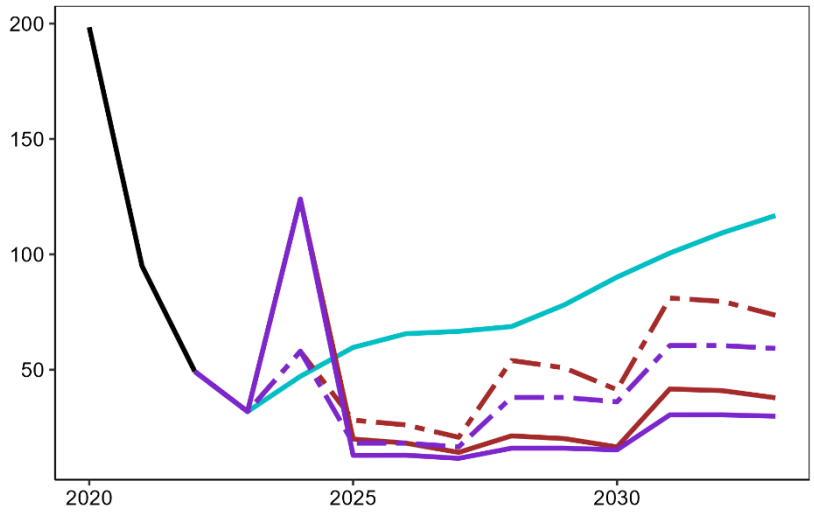
補足図 8-1.　2025 年漁期以降に漁獲量 3 年間一定方策（β＝0.25）を用いた場合と現状の漁獲圧（F2020-2022）で漁獲を続けた場合とでの将来予測の比較

2024 年漁期の漁獲量は本系群の令和 4 年度資源評価報告書（宮原ほか 2023）で提示した漁獲量 3 年間一定方策（β = 0.25）での算定漁獲量 5.8 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年ごとに調整係数 β=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、2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022）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、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲割合の図の点線は MSY を実現する漁獲割合（Umsy）である。2023 年漁期の漁獲量には、日韓漁獲量推定値（2.3 万トン）および中国漁獲量仮定値（0.9 万トン）の合計値 3.2 万トンを用いた（詳細は 4-(1)）。

（a）親魚量（千トン）



（b）漁獲量（千トン）



補足図 8-2.　（a）親魚量と（b）漁獲量の将来予測（2023～2033 年漁期）の比較

太線は平均値の推移を示し、実線は本報告書で採用した 2024 年漁期漁獲量を ABC（127 千トン）で漁獲するとしたシナリオ、鎖線は補足資料 8 で用いた 2024 年漁期漁獲量を算定漁獲量（58 千トン）で漁獲するものとした。2025 年漁期以降、3 年ごとに調整係数 β=0.4 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た場合を茶で、年ごとに調整係数 β=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を紫で、2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022）で漁獲した場合を青で示した。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。2023 年漁期の漁獲量には、日韓漁獲量推定値（2.3 万トン）および中国漁獲量仮定値（0.9 万トン）の合計値 3.2 万トンを用いた（詳細は 4-(1)）。

補足表 8-1.　2024 年漁期の漁獲量設定を算定漁獲量 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	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	0	0	4	8	11	9	13	18	**17**	20	23	28	36
0.95	0	0	4	8	11	9	13	19	**18**	21	25	31	38
0.90	0	0	4	8	11	10	14	20	**20**	23	26	33	40
0.85	0	0	4	8	12	10	15	21	**21**	24	28	35	43
0.80	0	0	4	8	12	10	16	23	**22**	26	29	37	45
0.75	0	0	4	8	12	10	17	24	**23**	27	30	40	48
0.70	0	0	4	8	12	11	18	26	**25**	29	32	42	51
0.65	0	0	4	9	13	11	19	27	**27**	31	33	46	54
0.60	0	0	4	9	13	12	20	29	**28**	33	35	49	58
0.55	0	0	4	9	14	13	21	30	**30**	34	36	52	61
0.50	0	0	5	10	14	13	23	32	**31**	36	38	56	65
0.45	0	0	6	10	15	14	25	34	**34**	39	41	59	69
0.40	0	0	6	11	16	15	26	36	**36**	41	43	64	72
0.35	0	0	7	11	16	16	29	39	**40**	45	48	67	75
0.30	0	0	7	13	17	18	31	41	**43**	48	50	71	78
0.25	0	0	7	13	18	19	34	45	**48**	53	55	74	80
0.20	0	0	9	14	19	21	37	48	**52**	57	59	78	82
0.15	0	0	10	15	20	23	39	51	**57**	62	64	82	85
0.10	0	0	11	16	22	25	43	54	**61**	65	68	85	88
0.05	0	0	12	17	23	28	47	58	**66**	70	72	88	92
0.00	0	0	12	19	24	31	50	60	**69**	73	75	90	93
F2020-2022	0	0	4	8	10	11	16	23	**27**	32	36	70	79

（b）親魚量が限界管理基準値を上回る確率（%）

β	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.00	0	20	19	**26**	31	21	27	35	31	35	37	43	50
0.95	0	20	19	**26**	32	22	28	37	33	36	39	45	52
0.90	0	20	20	**27**	33	24	29	38	35	38	41	48	54
0.85	0	20	21	**27**	33	25	31	40	37	40	42	50	57
0.80	0	20	22	**28**	34	26	32	42	40	43	45	53	60
0.75	0	20	22	**29**	35	27	34	44	42	45	47	56	62
0.70	0	20	22	**30**	36	29	36	45	44	47	49	58	65
0.65	0	20	24	**31**	37	31	38	48	47	49	51	61	68
0.60	0	20	25	**32**	38	33	40	50	49	51	53	64	71
0.55	0	20	25	**33**	39	35	42	52	52	54	55	67	74
0.50	0	20	25	**34**	41	37	45	54	54	56	57	70	77
0.45	0	20	25	**36**	42	39	47	56	57	59	60	73	80
0.40	0	20	26	**37**	43	41	49	59	61	62	63	77	83
0.35	0	20	26	**38**	45	44	53	62	65	67	68	80	86
0.30	0	20	27	**39**	47	46	56	66	69	71	72	84	89
0.25	0	20	27	**40**	48	49	59	70	74	76	77	88	91
0.20	0	20	27	**41**	50	53	63	74	79	81	82	92	94
0.15	0	20	29	**42**	51	56	67	78	84	86	87	96	96
0.10	0	20	29	**42**	53	59	70	81	87	89	91	99	99
0.05	0	20	29	**43**	54	61	72	83	89	92	94	100	100
0.00	0	20	29	**43**	55	62	74	85	91	93	95	100	100
F2020-2022	0	20	37	**30**	27	28	38	47	53	58	61	86	92

（c）親魚量が禁漁水準を上回る確率（%）

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.00	100	100	94	88	81	76	76	72	71	67	65	74	74
0.95	100	100	94	88	83	77	77	73	73	69	67	75	75
0.90	100	100	94	89	84	78	79	75	75	70	68	76	77
0.85	100	100	95	90	85	79	80	77	76	72	70	77	78
0.80	100	100	95	91	86	81	82	78	78	74	71	78	79
0.75	100	100	96	92	87	83	83	80	80	76	73	80	81
0.70	100	100	97	93	88	85	84	81	82	78	74	81	83
0.65	100	100	97	93	90	87	85	83	84	80	76	83	84
0.60	100	100	98	94	91	89	86	85	86	82	78	84	86
0.55	100	100	98	95	92	91	88	86	87	83	79	86	88
0.50	100	100	100	95	93	93	88	87	88	84	81	88	90
0.45	100	100	100	96	94	94	89	88	89	86	84	90	92
0.40	100	100	100	96	94	95	91	89	90	88	86	92	94
0.35	100	100	100	97	95	96	93	91	92	91	89	94	95
0.30	100	100	100	98	96	97	95	93	94	93	92	96	97
0.25	100	100	100	99	98	98	98	96	96	96	95	98	99
0.20	100	100	100	100	99	99	99	98	98	98	97	99	100
0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
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
F2020-2022	100	100	100	100	97	93	93	92	93	94	94	99	100

2024 年漁期の漁獲量は本系群の令和 4 年度の資源評価報告書（宮原ほか 2023）で提示した算定漁獲量 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 年ごとに漁獲管理規則（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 2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022、β＝0.54 に相当）を継続した場合の将来予測結果を示す。太字は漁獲管理規則による管理開始から（a）10 年目、（b）5 年目をそれぞれ示す。

補足表 8-2.　2024 年漁期の漁獲量設定を算定漁獲量 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	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	94	110	137	**150**	166	147	153	182	**170**	175	196	211	258
0.95	94	110	138	**152**	169	151	159	190	**179**	184	204	222	269
0.90	94	110	140	**155**	172	155	165	198	**188**	193	212	233	281
0.85	94	110	141	**158**	176	160	172	206	**198**	203	222	246	295
0.80	94	110	143	**161**	180	165	180	215	**208**	214	232	257	309
0.75	94	110	144	**164**	183	171	187	224	**219**	225	241	273	326
0.70	94	110	146	**167**	188	177	195	234	**230**	237	251	286	341
0.65	94	110	148	**170**	192	184	204	245	**243**	250	263	301	360
0.60	94	110	150	**174**	197	191	213	256	**256**	264	277	318	379
0.55	94	110	152	**177**	202	199	223	267	**269**	278	289	337	402
0.50	94	110	154	**181**	207	206	232	278	**282**	292	303	357	424
0.45	94	110	157	**184**	212	215	243	290	**297**	308	319	377	448
0.40	94	110	159	**189**	217	224	255	304	**314**	327	338	403	471
0.35	94	110	161	**193**	223	234	269	319	**333**	349	361	426	496
0.30	94	110	164	**198**	229	244	284	336	**355**	372	385	454	520
0.25	94	110	166	**203**	236	255	301	355	**379**	399	412	482	546
0.20	94	110	169	**209**	243	267	320	375	**404**	426	439	509	569
0.15	94	110	172	**214**	251	280	340	398	**430**	454	467	533	592
0.10	94	110	174	**220**	258	292	358	417	**453**	477	491	554	613
0.05	94	110	177	**225**	265	304	376	435	**474**	498	513	573	632
0.00	94	110	180	**230**	272	316	393	451	**494**	518	533	592	651
F2020-2022	94	118	149	**164**	167	172	195	225	**251**	273	292	411	475

（b）漁獲量の平均値（千トン）

β	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	32	58	58	**40**	30	81	57	48	**109**	87	66	144	152
0.95	32	58	56	**39**	30	80	56	48	**109**	88	69	143	152
0.90	32	58	54	**38**	30	79	55	49	**109**	90	71	143	151
0.85	32	58	52	**36**	30	78	54	49	**109**	91	73	142	152
0.80	32	58	50	**35**	29	77	54	48	**109**	92	75	141	152
0.75	32	58	48	**34**	29	76	53	48	**107**	93	77	140	152
0.70	32	58	46	**33**	28	74	53	47	**105**	93	79	137	151
0.65	32	58	43	**32**	26	72	52	46	**103**	93	80	134	150
0.60	32	58	41	**30**	26	69	52	45	**100**	92	80	131	148
0.55	32	58	38	**29**	25	66	52	45	**96**	90	80	127	144
0.50	32	58	34	**29**	23	62	53	43	**92**	87	79	121	138
0.45	32	58	31	**28**	22	58	52	42	**87**	84	76	115	132
0.40	32	58	28	**26**	21	54	51	41	**81**	80	74	109	123
0.35	32	58	25	**24**	19	49	48	40	**75**	74	70	101	114
0.30	32	58	22	**21**	18	44	44	39	**68**	68	65	92	103
0.25	32	58	18	**18**	17	38	38	36	**60**	60	59	81	90
0.20	32	58	15	**15**	14	32	32	31	**51**	51	51	68	75
0.15	32	58	11	**11**	11	25	25	25	**41**	41	41	53	58
0.10	32	58	7	**7**	7	17	17	17	**29**	29	29	37	40
0.05	32	58	4	**4**	4	9	9	9	**15**	15	15	19	20
0.00	32	58	0	**0**	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
F2020-2022	32	47	60	**66**	67	69	78	90	**101**	109	117	164	190

（c）資源量の平均値（千トン）

β	2023	2024	2025	**2026**	2027	2028	2029	2030	**2031**	2032	2033	2043	2053
1.00	214	278	328	**327**	344	377	355	398	**457**	436	448	580	675
0.95	214	278	328	**330**	349	384	365	412	**473**	454	465	598	694
0.90	214	278	328	**333**	355	390	376	426	**490**	473	483	618	715
0.85	214	278	328	**337**	361	398	387	442	**507**	493	503	640	743
0.80	214	278	328	**340**	367	406	399	457	**526**	514	524	659	769
0.75	214	278	328	**344**	373	413	412	473	**544**	535	544	687	799
0.70	214	278	328	**348**	379	422	426	490	**562**	557	564	706	826
0.65	214	278	328	**353**	385	431	442	508	**581**	580	586	730	858
0.60	214	278	328	**357**	393	441	458	527	**601**	605	612	757	889
0.55	214	278	328	**363**	401	451	477	548	**620**	628	636	785	927
0.50	214	278	328	**368**	408	460	493	564	**637**	649	658	814	959
0.45	214	278	328	**374**	416	471	513	586	**659**	675	685	843	994
0.40	214	278	328	**379**	424	481	533	609	**681**	703	715	881	1,024
0.35	214	278	328	**385**	433	492	554	636	**709**	736	753	913	1,059
0.30	214	278	328	**390**	442	503	576	664	**738**	770	789	951	1,086
0.25	214	278	328	**395**	452	516	600	695	**772**	809	831	987	1,116
0.20	214	278	328	**400**	462	529	626	727	**805**	846	869	1,019	1,138
0.15	214	278	328	**406**	472	543	652	758	**839**	882	907	1,044	1,158
0.10	214	278	328	**410**	480	556	676	784	**865**	908	933	1,059	1,170
0.05	214	278	328	**415**	488	567	698	805	**884**	928	954	1,070	1,180
0.00	214	278	328	**419**	495	576	716	821	**900**	944	970	1,078	1,186
F2020-2022	214	278	352	**387**	393	406	461	532	**594**	646	689	970	1,121

2024 年漁期の漁獲量は本系群の令和 4 年度の資源評価報告書（宮原ほか 2023）で提示した算定漁獲量 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 年ごとに漁獲管理規則（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 2024 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2020-2022、β＝0.54 に相当）を継続した場合の将来予測結果を示す。太字は漁獲管理規則による管理開始から 5 年目、10 年目をそれぞれ示す。