

令和 6（2024）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・森山丈継・
松井 萌・倉島 陽・西澤文吾・西嶋翔太・高崎健二・宮下智一・
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

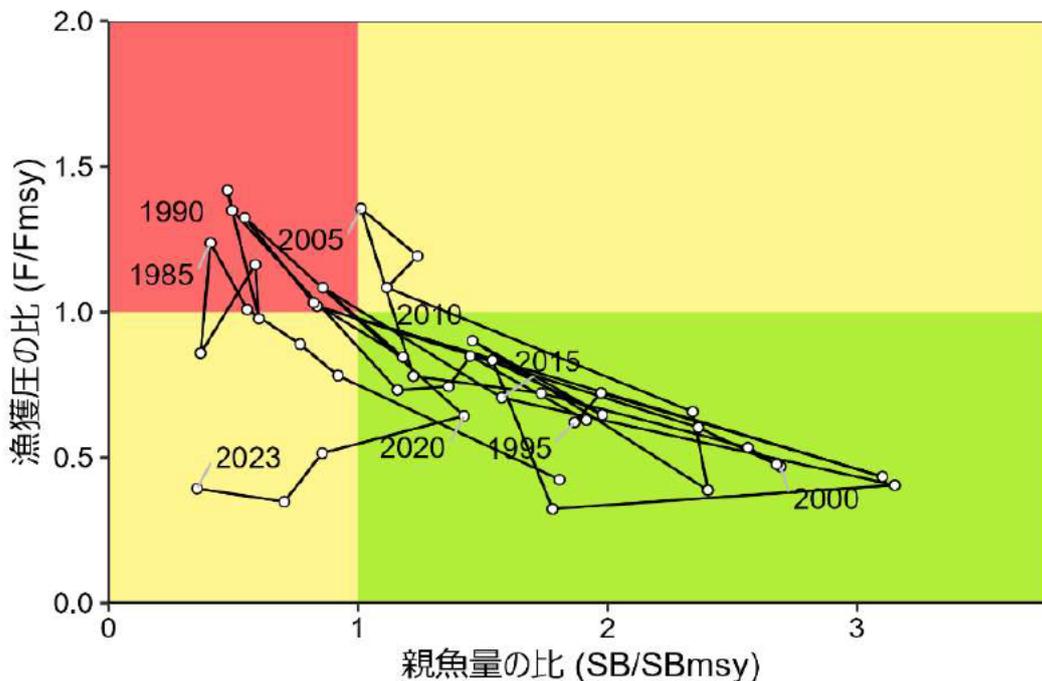
要 約

本系群の資源量について、1981～2020 年漁期（漁期年は 4 月～翌年 3 月）では、日本海
スルメイカ漁場一斉調査（6～7 月）による釣獲試験から得られた標準化 CPUE（いか釣り
機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）により推定した。2021 年漁期以降の資源量は、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、再生産関係式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 年代で低い水
準にあったが 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を維
持した。2016～2019 年漁期では資源量が減少し、2020 年漁期にいったん増加したものの、
2021 年漁期以降再び減少し、2024 年漁期の資源量は過去最低の 14.5 万トンと予測された。
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、2023 年漁
期の親魚量は 9.0 万トンと推定され、2024 年漁期の親魚量は 6.5 万トンと予測された。

令和 6 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」では、本系群の再生産関係に
はベバートン・ホルト型再生産関係式が適用されて いる。これに基づき提案された最大持
続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）は 25.5 万トンである。この基準に従うと、
本系群の 2023 年漁期の親魚量は SBmsy を下回る。また、2024 年漁期の漁獲圧は SBmsy を
維持する漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年漁期）の推
移から「減少」と判断される。

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

要 約 図 表



最大持続生産量(MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	25.5 万トン
2023 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2023 年漁期の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る
2023 年漁期の親魚量の動向	減少
MSY	24.0 万トン
2025 年漁期の ABC	-
コメント:	
<ul style="list-style-type: none"> ・ ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。 ・ 近年の加入量が再生産関係から期待される平均値を継続して下回っている。 ・ 本系群の漁期年は 4 月～翌年 3 月である。 	

直近 6 漁期年と将来 1 漁期年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合					
漁期年	資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	漁獲量 (万トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2019	51.1	13.9	19.1	1.32	37
2020	93.0	36.3	19.8	0.64	21
2021	52.2	21.8	9.2	0.51	18
2022	39.3	18.0	4.9	0.35	12
2023	20.3	9.0	2.8	0.39	14
2024	14.5	6.5	2.0	0.39	14
2025	22.5	—	—	—	—

・ 2024 年漁期の値は予測資源量と、2024 年の日韓漁獲量推定値（1.5 万トン）に中国による漁獲量仮定値（0.5 万トン）を加えた漁獲量に基づく値である。

・ 2025 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://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?parentId=K2.1&vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01 、2024年10月閲覧) 漁船活用調査(水産機構)
資源量指数 ・資源量指標値 ・旧中型いか釣り CPUE ・小型いか釣り CPUE ・幼生分布密度 ・対馬暖流域 50 m 平均水温	日本海スルメイカ漁場一斉調査(水産機構、北海道～鳥取(8)道県による6～7月の釣獲調査(1995～2024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。 いか釣り漁業漁獲成績報告書(水産庁) 漁船活用型調査(水産機構・JAFIC) 主要港の小型いか釣り月別漁獲量、水揚げ隻数(北海道、青森、石川) 卵稚仔調査(青森～島根(11)府県 10月、11月) 日本海スルメイカ稚仔調査(水産機構 10～11月、12月) ・LNP 鉛直曳き、ボンゴネット 沿岸・沖合海洋観測等調査(青森～島根(11)府県) ・CTD
自然死亡係数 (M)	月あたり $M = 0.1$ (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、秋季と冬季に発生する群が卓越して多く(新谷 1967)、主産卵場や主発生時期、発生後の主な回遊経路および主漁場から秋季発生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、Punceta 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 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（補足資料 7）。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 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 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 (韓国西海岸での漁獲量を除いたもの、補足資料 9-(2)) 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。本系群を対象とした国別の漁獲動向については補足資料 9 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、4-1 に示す。1978 年以前の漁獲量は、秋季発生系群と冬季発生系群の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)。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、2023 年漁期は 2.8 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 8) 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、2009 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 (補足資料 9-(3)、久保田ほか 2020)。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 8、9）、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、2021～2024 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 8）。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 3.4 万トンで、2022 年漁期以降は 1 万トンを下回った（4-(1)、表 3-1）。

2024 年 11 月 18 日現在での 2024 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 4,160 トン、沖合漁業（いか釣り）で 942 トン、韓国で 6,887 トン、合計 11,989 トンで、それぞれ前年同期の 116%、86%、55%、合計では 69%、過去 5 年平均（2019～2023 年漁期）の 47%、27%、34%、合計では 37%であった。なお、ここでの我が国の漁獲量は全国イカ水揚げ集計表（全漁連）により得られた海域別漁獲量から推定した。冷凍水揚げ量（沖合のいか釣り）は、2023 年漁期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 2024 年漁期の冷凍水揚げ量は、漁船活用調査（水産機構）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値である。

(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 年代にはおおよそ 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 年漁期は 5,000 日・隻を下回り、その後も 5,000 日・隻前後で推移した。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（西澤ほか 2024）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. 資源の状態

(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 月上旬～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 7）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、本調査で得られた CPUE を標準化し資源量指標値とした（調査 CPUE）（補足資料 2）。

- イ) 1981～2020年漁期の資源尾数は、ア) から得られた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、2023年漁期までは漁績より算出、2024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地域の小型いか釣り 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式 (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年の再生産関係式 (図4-8) 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、それぞれの重みと同じになるように 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 (補足表2-3)。

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)。2021年漁期以降については、日本海での漁業の経過を考慮すると、日本海スルメイカ漁場一斉調査は本系群の分布を捉えるには十分ではないと考えられることから (補足資料9)、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) で述べた前進計算も用いて、資源尾数を推定した (補足資料2、宮原ほか2023)。このとき前進計算に使用する残差については、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。

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8) 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、2021～2023 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、2023 年漁期：0.15）を求めた。2024 年漁期については 5～9 月までの情報から同期比を求めた（2024 年漁期の比率：0.12）。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、2024 年漁期：4,696 トン）。次に 2024 年漁期の日韓の漁獲量は、2021～2023 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（11,984 トン）の比率の過去 3 年平均（0.79）と 2024 年の 9 月までの累計漁獲量から推定した結果、1.5 万トンとなった。2024 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 2.0 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 7）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 9）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 0.30 となった。1990 年漁期以降増加傾向に転じ、1998 年を除くと 2015 年にかけて 0.94～1.99 と比較的高い値で推移したが、2016 年以降は低下し、2020 年の 1.02 を除き 1 を下回った。2021 年以降の調査による標準化 CPUE は 0.30 以下で、2024 年は前年と同じ 0.03 であった（補足表 2-2）。また、資源量指標値は 0.43、0.33、0.10 と減少し 2024 年は 0.11 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、1981 年漁期より減少し 1986 年漁期に 27.0 万トン（2010 年代までの最低値）となった後、1990 年代に増加し、1997 年漁期に 181.1 万トン（過去 2 番目の最高値）に達した（図 4-2、表 4-1）。翌 1998 年漁期にいったん 66.6 万トンとなったが、1999 年漁期以降、80 万～160 万トン台で推移した。資源量は 2014 年漁期に過去最高の 181.3 万トンとなった後、減少傾向となり、2016～2021 年漁期まで 50 万～90 万トン台、2022 年漁期以降は 40 万トンを下回った。2024 年漁期の資源量は過去最低の 14.5 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 年漁期には 38%、2019 年漁期には 37%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 12～18%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～

0.72 となった。

図 4-2 に親魚量の経年変化を示す。親魚量は親魚尾数に重量を乗じて得られた値であり、親魚尾数は、資源尾数から自然死亡係数 (M) を適用して減耗させ、漁獲尾数を差し引いて得られる漁期終了後の残存尾数であり、この親魚が翌年の加入群を産む。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 25 万トン以上と比較的高水準で推移していたが、資源量の減少に伴い 2015 年漁期以降緩やかに減少した。2020 年漁期にいったん親魚量は 36 万トンに増加したものの、再び減少し 2023 年漁期は 9.0 万トンとなった。2024 年漁期の親魚量は、資源量を上述 (4-(2)) の 2024 年漁期の漁獲量推定値 (2.0 万トン) と自然死亡係数 (M) で減耗させた残存資源量として推定した値で 6.5 万トン (2.3 億尾) 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、2024 年漁期の親魚尾数はそれぞれ、3.2 億尾と 1.6 億尾と推定された。

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~2000 年代にかけて概ね 2 を上回っていたが、2015 年漁期以降では 2 を下回る年が多く見られた。本系群の場合、RPS が 1.82 より小さいと漁獲が無くても資源量は減少していくが、2020 年漁期に 6.68 をとった後、2021 年漁期以降はそれよりも小さい値をとっており、加入尾数、RPS ともに低水準となっている。

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) 加入量あたり親魚量 (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、加入量あたり親魚量 (SPR) を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行っている。このとき、年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合 (%SPR) によって漁獲圧の推移を表現しており、漁獲圧が低いほど %SPR は大きな値となる。一方、スルメイカは単年生資源であるため、漁獲圧を比較するにあたって年齢別選択率を考慮する必要はないが、他の年齢構成のある資源と同様に、%SPR の推移を図 4-6、表 4-1 に示す。現状の漁獲圧 (F2021-2023) を %SPR に換算すると 80% となった (図 4-7)。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を維持する漁獲圧 (Fmsy) は %SPR に換算すると 59% に相当する。現状の漁獲圧は Fmsy や F30%SPR を下回る。

(5) 再生産関係

親魚量（重量）と加入量（尾数）との関係（再生産関係）を図 4-8 に示す。令和 6 年度の本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において、本系群の再生産関係にはベバートン・ホルト（BH）型再生産関係式を用いることが提案されている（宮原ほか 印刷中）。再生産関係のパラメータ推定に使用されたデータは、本資源評価に基づく 1981～2019 年漁期親魚量および 1982～2020 年漁期の加入量（スルメイカでは資源量と同義）であり、最適化手法には最小二乗法が用いられている。加入量の残差の自己相関は考慮されていない。再生産式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

上述の管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された現在（1982 年漁期以降）の環境下における MSY、MSY を実現する親魚量（SBmsy）、および SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を補足表 6-2 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-9 に示す。また、2023 年漁期の親魚量および漁獲圧の値と SBmsy および Fmsy との比較結果を補足表 6-3 に示す。本系群における 2023 年漁期の親魚量は SBmsy を下回っており、SBmsy の 0.35 倍に相当する。また、2023 年漁期の親魚量は、MSY の 80%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.8msy：限界管理基準値案）を下回っており、MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.1msy：禁漁水準案）は上回っている。2023 年漁期の漁獲圧は Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.39 倍に相当する本系群の漁獲圧は 2020 年漁期以降、SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回っている。

5. 資源評価のまとめ

スルメイカの資源量は海洋環境の変化によって変動することが報告されている。資源量は 1980 年代で低い水準にあったが 1990 年代に増加し、1990 年代後半から 2010 年代前半にかけて変動はあるものの高い水準を維持した。2016～2019 年漁期に資源量は減少し、2020 年漁期にいったん増加したものの、2021 年漁期以降低い水準となっている。2023 年漁期の資源量は 20.3 万トンと 2010 年代までで最低であった 1986 年漁期を下回る低水準であったが、2024 年漁期の予測資源量は 2023 年漁期をさらに下回り過去最低の 14.5 万トンと予測された。

2023 年漁期の親魚量（9.0 万トン）は 2022 年漁期のおよそ半分であり、SBmsy（25.5 万トン）および SB0.8msy（12.3 万トン：限界管理基準値案）を下回り、SBmsy の 0.35 倍である。また、2023 年漁期の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回り、Fmsy の 0.39 倍である。2024 年漁期の親魚量は 6.5 万トンと予測され、SBmsy および SB0.8msy を下回り、SB0.1msy（0.9 万トン：禁漁水準案）は上回ると予測される。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年漁期）の推移から「減少」と判断される。

6. 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。特に日本水域での北偏・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が必要である (補足資料 7、9)。近年の資源の分布の変化、および資源の減少に影響を与えた要因の一つの可能性として、今年度、補足資料 10 に近年の日本海におけるスルメイカの再生産可能域およびそこから輸送された幼生の分布・回遊について示した。2001 年漁期以降を解析した結果、本系群の再生産可能面積は 11~12 月に最も大きく、次いで、1 月、2 月となり 10 月が最も面積が小さいと推定された。また日本海内に輸送された幼生の量としては、11 月、12 月、10 月の順に多いと推定された。うち、2020 年漁期以降に着目すると、11~12 月生まれの幼生は、2023 年漁期を除き、比較的多くの割合が日本海の大陸側へ輸送されていた可能性が示された。近年、産卵場からの輸送先として相対的に大陸側が多くなっていることが本系群の再生産のプロセスのうち、加入のプロセスにおいてどのような結果をもたらすのか、すなわち資源量の大小 (加入の多寡) にどのように関係するのか、今後さらに検討を進める必要がある。

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、4 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。併せて、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。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。

本系群は令和 2 年度より MSY を目標とする資源管理に対応した資源評価を実施してきた。前回管理基準値等の提案後の経過、その間の資源評価の推移について補足資料 11 に取りまとめた。また、今年度の資源評価、管理基準値等の提案 (宮原ほか 印刷中) に関連した、今後検討すべき課題を補足資料 12 に取りまとめた。

7. 引用文献

- 安達二郎 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ, *Todarodes pacificus* Steenstrup, の漁業生物学的研究. 島根水試研報, 5, 1-93.
- 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. Mitsushashi, 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 (2020) 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://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/06/FRA-SA2020-BRP04-2.pdf> (last accessed Nov 4th, 2024)
- 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・岡本 俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井 萌・森山丈継・高崎健二・齋藤 勉・稲掛伝三 (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 Nov 4th, 2024)
- 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.
- 西澤文吾・松井 萌・岡本 俊・若林敏江・酒井光夫 (2024) アカイカ 北太平洋. 令和

- 5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/R05/R05_70_OFJ.pdf (last accessed Oct 24th, 2024)
- 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

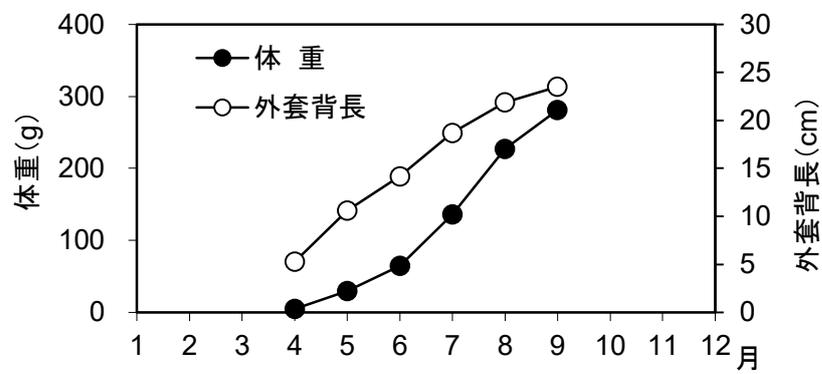


図 2-2. 月齢による外套背長・体重の変化

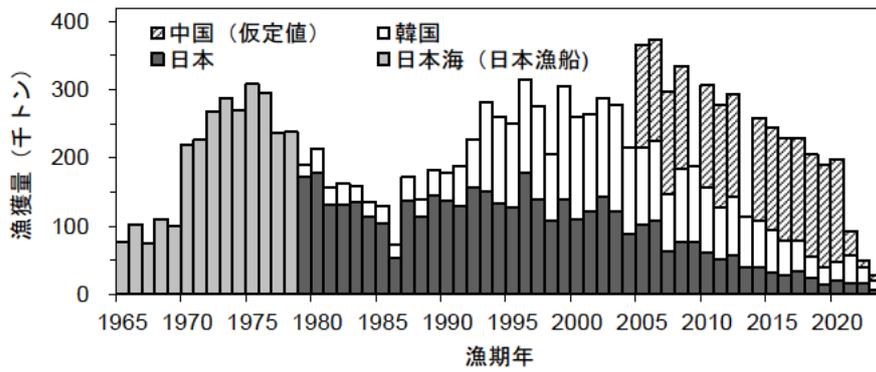


図 3-1. 国別漁獲量の推移

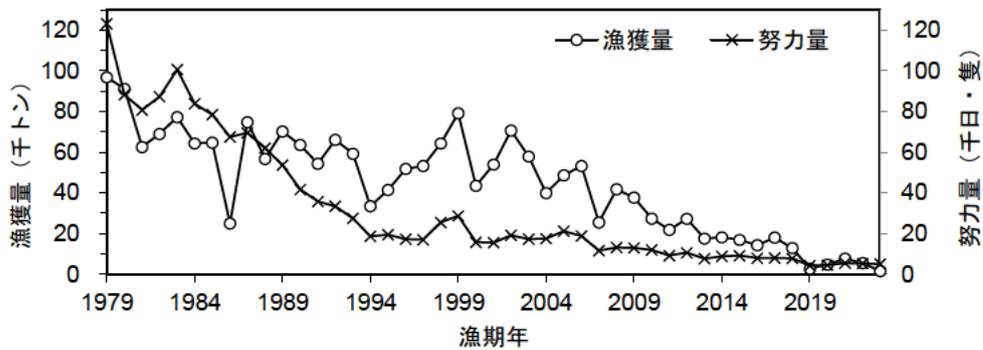


図 3-2. 旧中型いか釣り漁船による漁獲量および努力量の推移

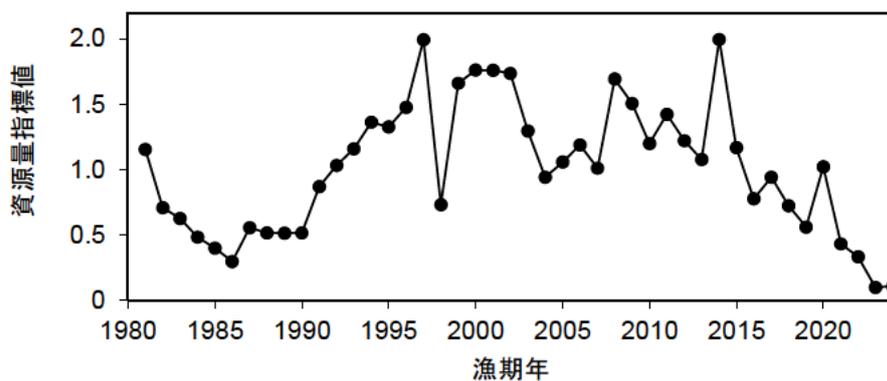


図 4-1. 資源量指標値の推移

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）

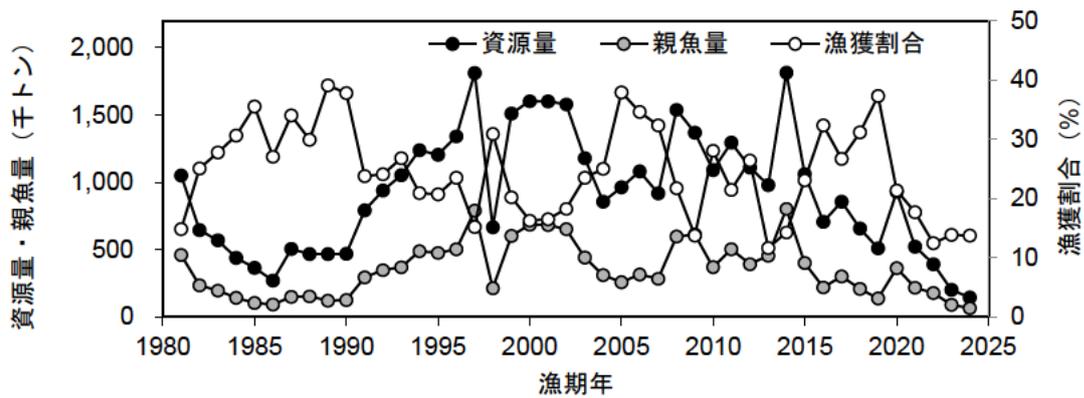


図 4-2. 資源量、親魚量、漁獲割合の推移

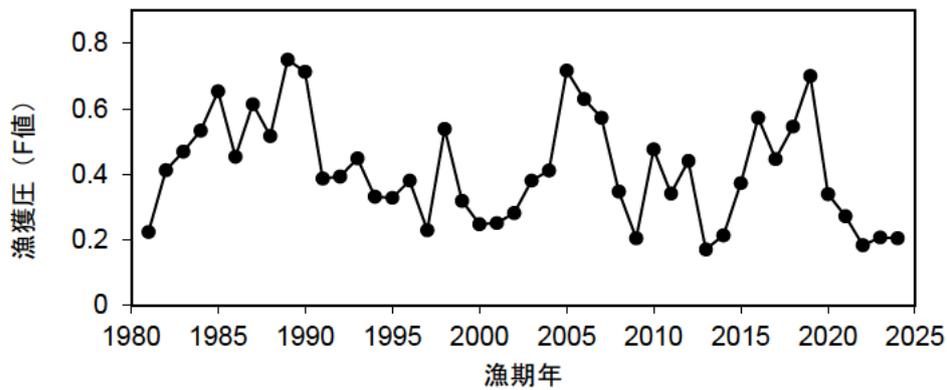


図 4-3. 漁獲係数 F の推移

2024 年漁期は予測値であり、算出については 4-(1)を参照。

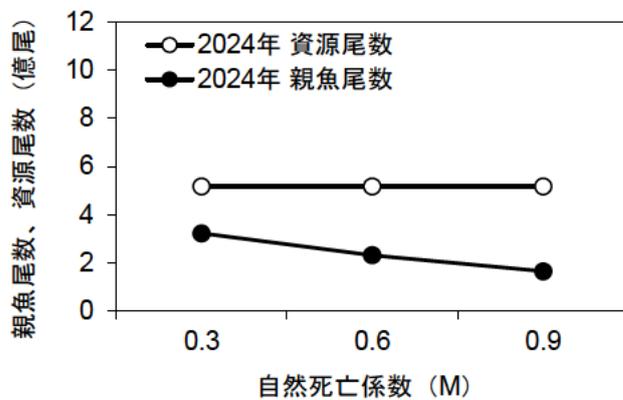


図 4-4. 資源尾数と親魚尾数の推定に対する自然死亡係数 M の影響

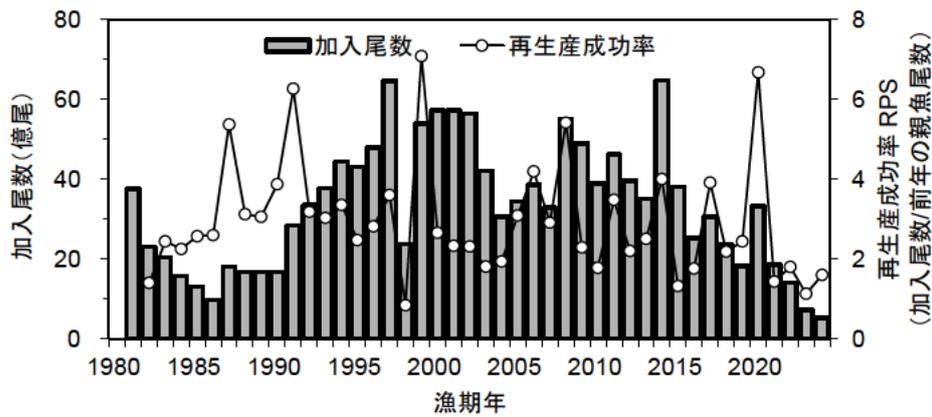


図 4-5. 加入尾数と再生産成功率 (RPS) の推移
スルメイカでは、加入尾数と資源尾数とは同義である。

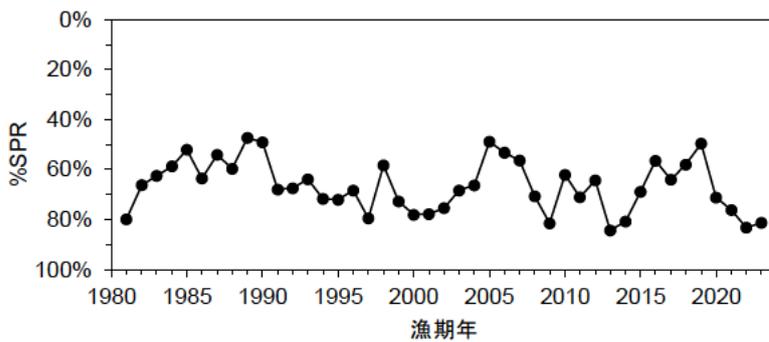


図 4-6. %SPR の推移 %SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、漁獲圧 (F 値) が高い (低い) と %SPR は低く (高く) なる。

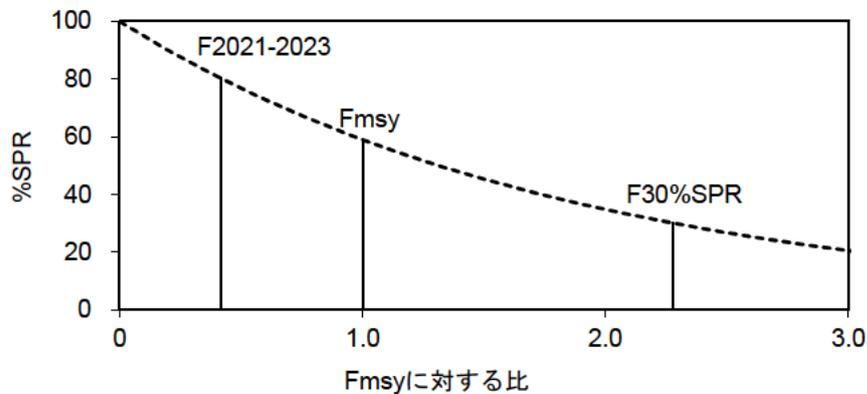


図 4-7. F_{msy} に対する %SPR の関係

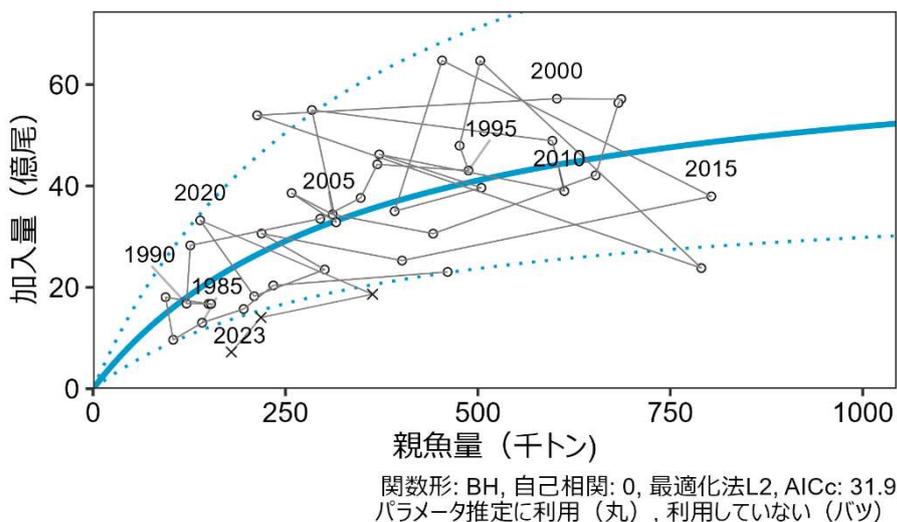


図 4-8. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮しないベバートン・ホルト（BH）型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。丸印は分析に使用した 1981～2019 年漁期の親魚量と 1982～2020 年漁期加入量を示す。図中の数字は年級群を示す。パラメータ推定の際は加入尾数の推定に再生産関係を用いる 2021～2023 年漁期のデータを除いた。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。

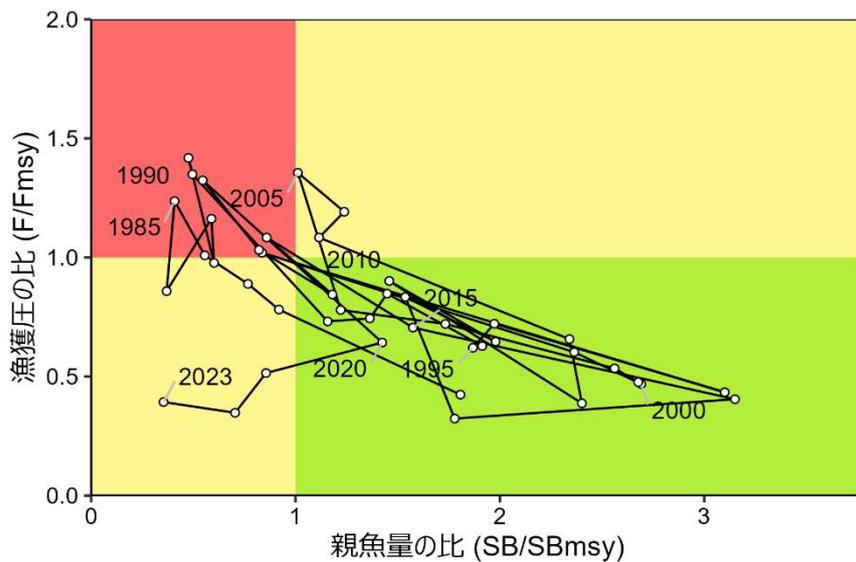


図 4-9. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

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	27,854	50,793	150,000
2017	34,514	44,192	150,000
2018	24,785	30,264	150,000
2019	13,525	26,980	150,000
2020	20,579	27,855	150,000
2021	16,303	41,422	34,401
2022	15,585	24,813	8,561
2023	6,232	13,759	8,163

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	5,523	1.049	5,266
2023	1,634	0.323	5,055

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	1.16	37.51	156	1,050	16.45	461	14.9	0.22	0.42	80	
1982	6.54	0.71	23.04	162	645	8.37	234	25.1	0.41	0.78	66	1.40
1983	7.28	0.63	20.38	159	571	6.99	196	27.8	0.47	0.89	62	2.44
1984	8.82	0.48	15.73	135	440	5.06	142	30.6	0.53	1.01	59	2.25
1985	4.36	0.40	13.03	130	365	3.72	104	35.6	0.65	1.24	52	2.57
1986	2.76	0.30	9.65	73	270	3.36	94	27.0	0.45	0.86	64	2.60
1987	6.18	0.56	18.06	172	506	5.36	150	34.0	0.61	1.16	54	5.37
1988	5.09	0.52	16.73	140	468	5.48	153	29.9	0.52	0.98	60	3.12
1989	6.04	0.52	16.73	183	468	4.34	121	39.1	0.75	1.42	47	3.05
1990	7.58	0.52	16.79	178	470	4.51	126	37.8	0.71	1.35	49	3.87
1991	8.29	0.87	28.28	188	792	10.54	295	23.8	0.39	0.73	68	6.26
1992	11.46	1.03	33.53	226	939	12.42	348	24.1	0.39	0.74	67	3.18
1993	12.00	1.16	37.63	282	1,054	13.19	369	26.8	0.45	0.85	64	3.03
1994	15.08	1.36	44.25	259	1,239	17.42	488	20.9	0.33	0.63	72	3.35
1995	15.80	1.33	43.03	250	1,205	17.01	476	20.7	0.33	0.62	72	2.47
1996	14.64	1.48	47.93	315	1,342	17.96	503	23.5	0.38	0.72	68	2.82
1997	21.70	1.99	64.70	275	1,811	28.23	790	15.2	0.23	0.43	79	3.60
1998	8.46	0.73	23.80	206	666	7.62	213	30.9	0.54	1.02	58	0.84
1999	18.46	1.66	53.93	305	1,510	21.52	603	20.2	0.32	0.60	73	7.08
2000	23.01	1.76	57.21	260	1,602	24.51	686	16.2	0.25	0.47	78	2.66
2001	21.68	1.76	57.14	264	1,600	24.38	683	16.5	0.25	0.48	78	2.33
2002	25.04	1.74	56.36	288	1,578	23.32	653	18.2	0.28	0.53	75	2.31
2003	16.88	1.30	42.09	277	1,179	15.78	442	23.5	0.38	0.72	68	1.81
2004	12.07	0.94	30.59	214	856	11.12	311	25.0	0.41	0.78	66	1.94
2005	16.24	1.06	34.37	365	962	9.21	258	37.9	0.72	1.36	49	3.09
2006	15.80	1.19	38.59	374	1,081	11.28	316	34.6	0.63	1.19	53	4.19
2007	11.18	1.01	32.82	297	919	10.16	284	32.3	0.57	1.08	56	2.91
2008	21.06	1.69	54.96	335	1,539	21.31	597	21.7	0.35	0.66	71	5.41
2009	18.24	1.51	48.90	188	1,369	21.87	612	13.7	0.20	0.39	81	2.29
2010	14.59	1.20	38.98	306	1,091	13.28	372	28.1	0.48	0.90	62	1.78
2011	16.59	1.42	46.21	278	1,294	18.02	504	21.5	0.34	0.65	71	3.48
2012	17.32	1.22	39.63	293	1,110	14.00	392	26.4	0.44	0.83	64	2.20
2013	14.12	1.08	35.02	114	981	16.20	454	11.6	0.17	0.32	84	2.50
2014	28.80	1.99	64.74	259	1,813	28.69	803	14.3	0.21	0.40	81	4.00
2015	14.56	1.17	37.94	245	1,062	14.34	401	23.1	0.37	0.71	69	1.32
2016	11.12	0.78	25.27	229	708	7.82	219	32.3	0.57	1.08	56	1.76
2017	11.89	0.94	30.61	229	857	10.75	301	26.7	0.45	0.84	64	3.91
2018	10.16	0.72	23.51	205	658	7.48	209	31.2	0.55	1.03	58	2.19
2019	7.40	0.56	18.24	191	511	4.97	139	37.3	0.70	1.32	50	2.44
2020	14.32	1.02	33.20	198	930	12.97	363	21.3	0.34	0.64	71	6.68
2021	5.43	0.43 *	18.64 **	92	522 **	7.79	218	17.7	0.27	0.51	76	1.44
2022	2.05	0.33 *	14.05 **	49	393 **	6.42	180	12.4	0.18	0.35	83	1.80
2023	0.49	0.10 *	7.24 **	28	203 **	3.23	90	13.9	0.21	0.39	81	1.13
2024	0.38	0.11 *	5.18 **	20 ***	145 **	2.31 ***	65 ***	13.7 ***	0.20 ***	0.39 ***	81 ***	1.60

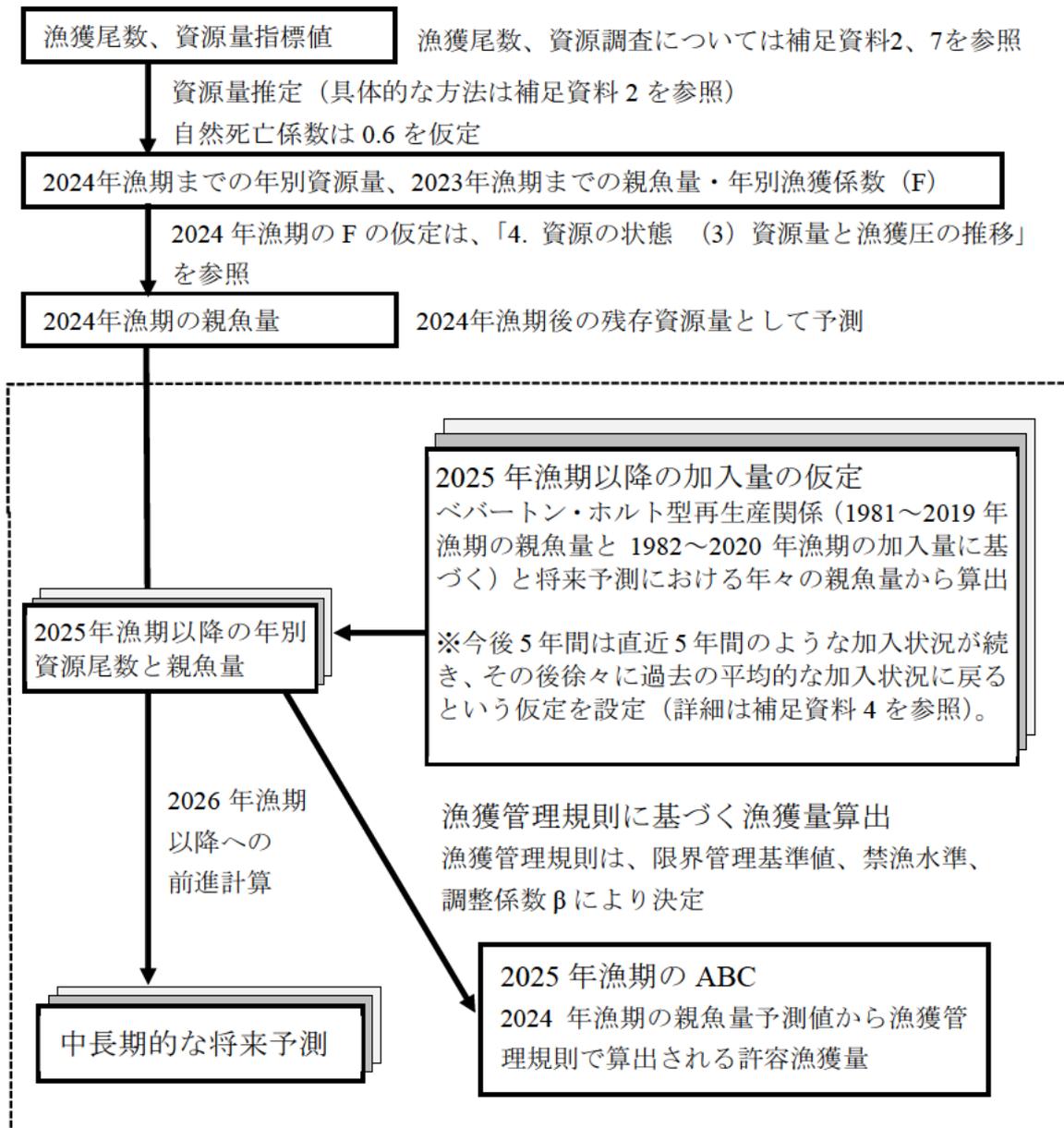
親魚尾数は漁期終了後の値。漁獲係数および再生産成功率は尾数に対応する値。

*2021～2024 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。

**2021～2024 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）。

***2024 年の漁獲量は、日韓漁獲量（推定値、15 千トン）と中国の漁獲量（仮定値、5 千トン）の合計値とし、各解析値を算出した。

補足資料 1 資源評価の流れ



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

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 7-(1)、表 4-1）から得られる調査 CPUE（釣機 1 台 1 時間あたりの釣獲尾数）を標準化した値を資源量指標値（ U_t ）とし、資源量推定に用いている。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 1981～2024 年までの調査データを使用した。

調査 CPUE の標準化には、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）。

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 9 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、月あたりの自然死亡係数 0.1（加入後 6 ヶ月で 0.6）を仮定値として用いた。

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

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

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

(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「(5) 2000 年漁期以前の平均的な漁獲係数の推定方法」で計算され
た 1979~2000 年漁期の平均的な漁獲係数 $F^* = 0.447$ を再現するように推定した。 t 年漁期
の漁獲係数 F_t は、 q 、 t 年漁期の漁獲尾数 C_t 、 U_t を用いて以下のように表される。

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

上式を用いて 2000 年漁期以前の各漁期年の F を計算し、その平均値が F^* となるような q
 $= 3.25 \times 10^9$ 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。

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

ここで、(z^*) は 1979~2000 年漁期の平均的な 1 日あたりの全減少係数、 d は 6 月 1 日か
らの経過日数である。

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

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

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

(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。

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

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、資源評価の当年漁期の漁獲尾数については、4~9 月までの本系群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した (詳細は補足資料 5-(2)-1) および宮原ほか (2023) を参照)。

(7) 再生産成功率の算出法

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

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

(8) 2021 年漁期以降の資源量の推定方法

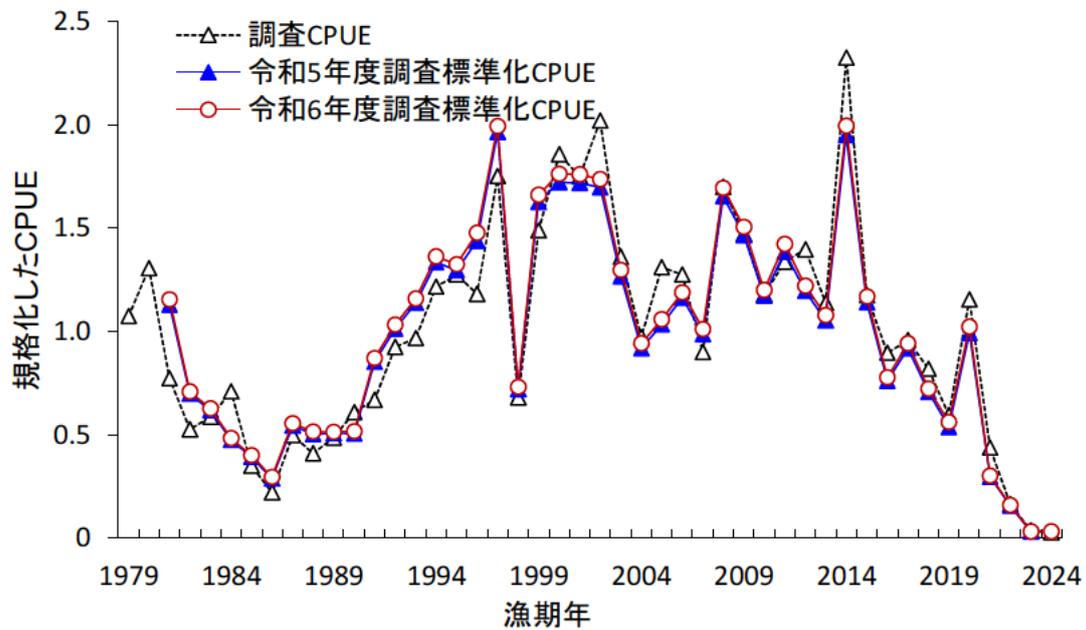
2021~2023 年漁期では、日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE のみで資源尾数を推定せず、4-(1)のオ) で述べたように、資源量指標値 (3 指標値の幾何平均値) および前年漁期の親魚尾数と再生産関係を用いた前進計算による結果を平均化することで算出した (補足表 2-3)。資源量指標値から資源尾数を求めるにあたって (1) 式を用いたが、このときの q には、(2) 式における U_t に 1981~2000 年漁期の幾何平均値をあて算出した $q = 3.05 \times 10^9$ を用いた。

引用文献

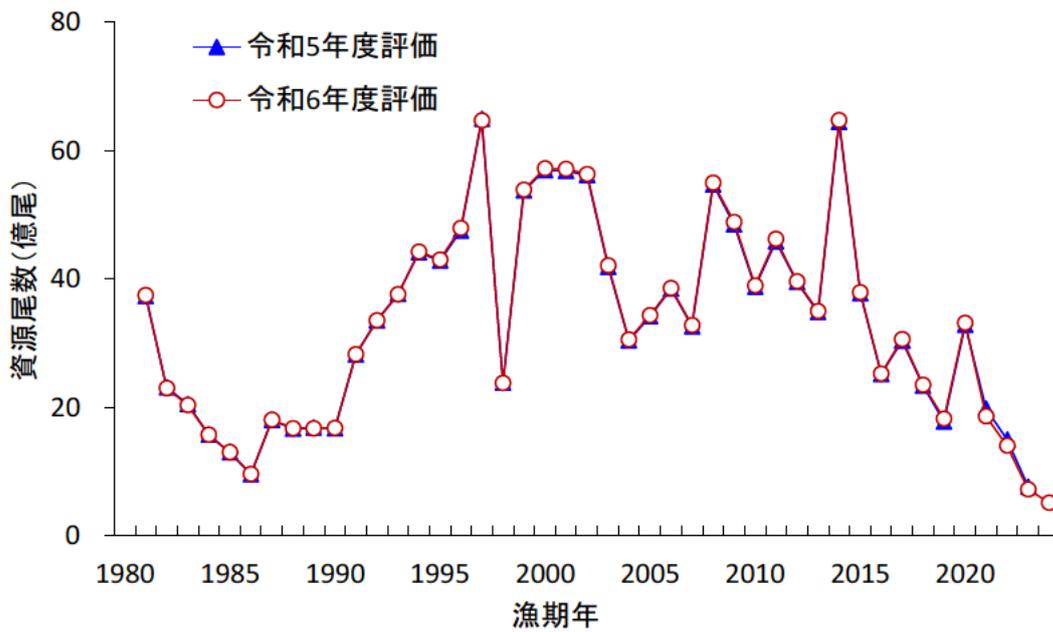
- 安達二郎 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ, *Todarodes pacificus* Steenstrup, の漁業生物学的研究. 島根水試研報, **5**, 1-93.
- 町中 茂・宮下民部・宮島英雄・笠原昭吾 (1980) 1979 年日本海沖合水域におけるスルメイカ標識放流の再捕結果と資源特性値の推定. 石川水試研究報告, **3**, 37-52.
- 宮原寿恵・岡本 俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井 萌・森山丈継・高崎健二・齋藤 勉・

稲掛伝三 (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 Nov 4th, 2024)

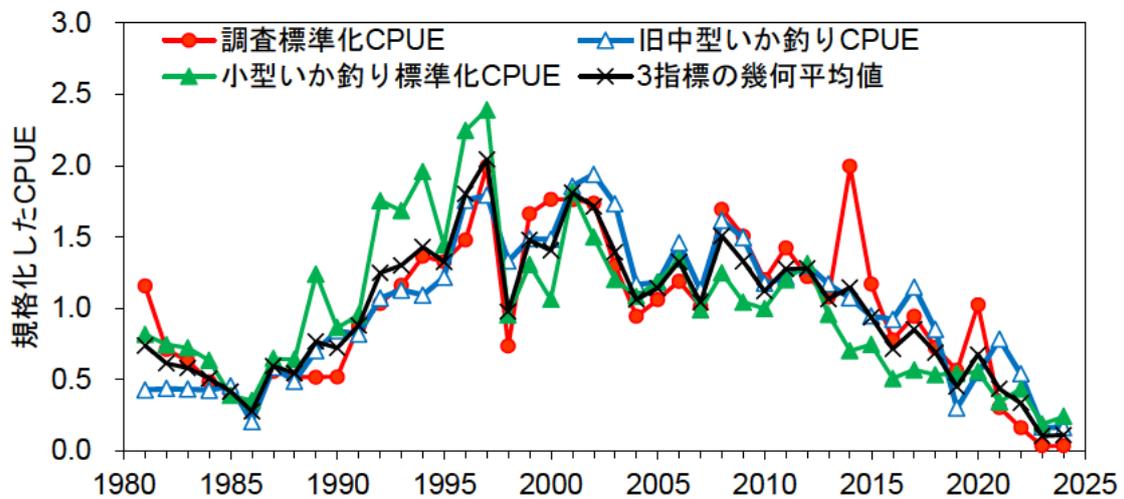
宮原寿恵・岡本 俊・森山丈継・松井 萌 (印刷中) 令和6(2024) 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値算出に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP01-02, 令和6 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 横浜.



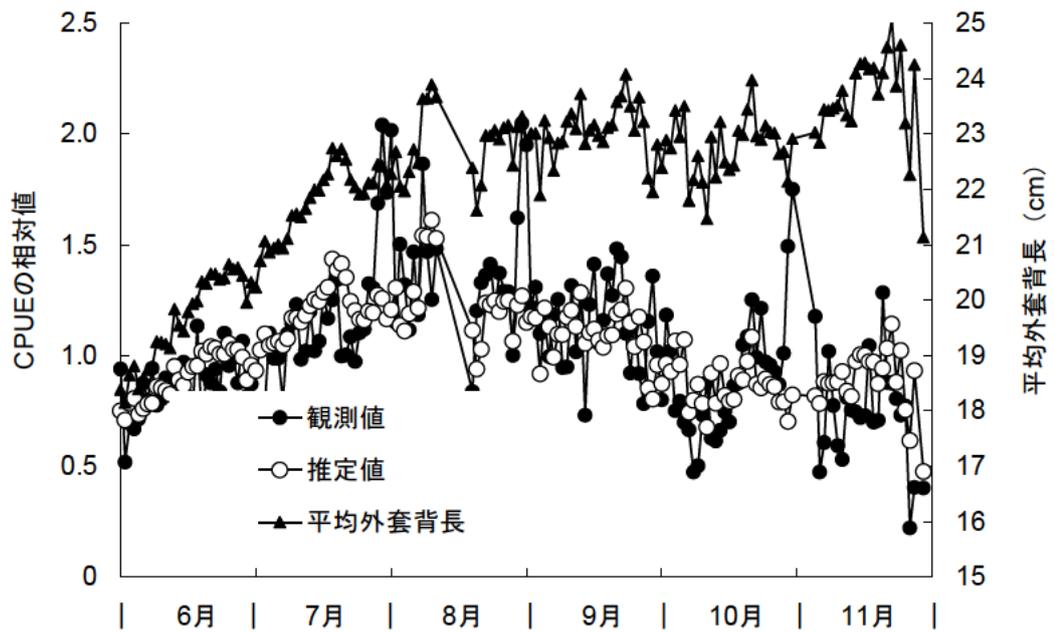
補足図 2-1. 日本海スルメイカ漁場一斉調査の平均 CPUE と、令和 5 年度評価および今年度評価における調査標準化 CPUE の推移
比較のため、各 CPUE は平均が 1 となるように規格化した。



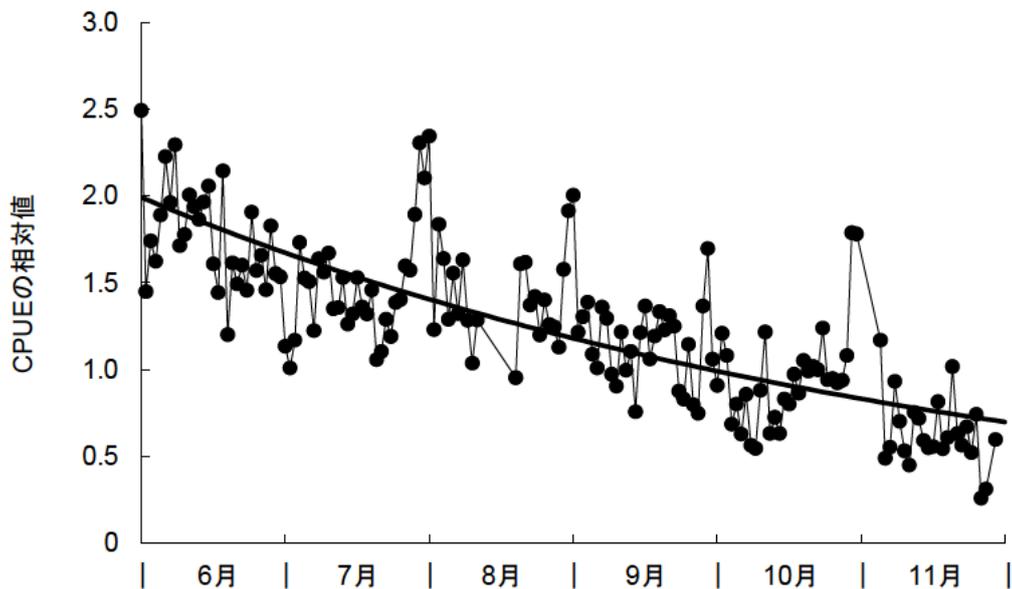
補足図 2-2. 令和 5 年度評価および今年度評価における資源尾数の推移



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正後の CPUE の相対値 (u_d) の変化として示す。

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	1.16	0.43	0.81	0.74
1982	0.71	0.44	0.74	0.61
1983	0.63	0.43	0.72	0.58
1984	0.48	0.42	0.63	0.51
1985	0.40	0.46	0.39	0.41
1986	0.30	0.20	0.35	0.28
1987	0.56	0.59	0.65	0.59
1988	0.52	0.49	0.64	0.54
1989	0.52	0.70	1.24	0.77
1990	0.52	0.84	0.86	0.72
1991	0.87	0.82	0.95	0.88
1992	1.03	1.07	1.75	1.25
1993	1.16	1.13	1.68	1.30
1994	1.36	1.09	1.96	1.43
1995	1.33	1.22	1.44	1.32
1996	1.48	1.76	2.25	1.80
1997	1.99	1.79	2.39	2.04
1998	0.73	1.33	0.95	0.98
1999	1.66	1.49	1.31	1.48
2000	1.76	1.48	1.06	1.40
2001	1.76	1.85	1.82	1.81
2002	1.74	1.94	1.50	1.71
2003	1.30	1.73	1.20	1.39
2004	0.94	1.17	1.08	1.06
2005	1.06	1.18	1.18	1.14
2006	1.19	1.46	1.34	1.32
2007	1.01	1.13	0.99	1.04
2008	1.69	1.62	1.25	1.51
2009	1.51	1.49	1.04	1.33
2010	1.20	1.17	1.00	1.12
2011	1.42	1.22	1.20	1.28
2012	1.22	1.30	1.31	1.28
2013	1.08	1.17	0.96	1.06
2014	1.99	1.07	0.70	1.14
2015	1.17	0.94	0.75	0.94
2016	0.78	0.92	0.51	0.71
2017	0.94	1.15	0.57	0.85
2018	0.72	0.85	0.53	0.69
2019	0.56	0.30	0.54	0.45
2020	1.02	0.54	0.55	0.68
2021	0.30	0.78	0.34	0.43
2022	0.16	0.54	0.43	0.33
2023	0.03	0.17	0.19	0.10
2024	0.03	0.16	0.24	0.11

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 9 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)	前年親魚量からの 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	13.21	34.93	18.64
2022	10.22	25.53	14.05
2023	3.11	19.63	7.24
2024	3.34	10.67	5.18

各資源尾数の算出については 4-(1)を参照。

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

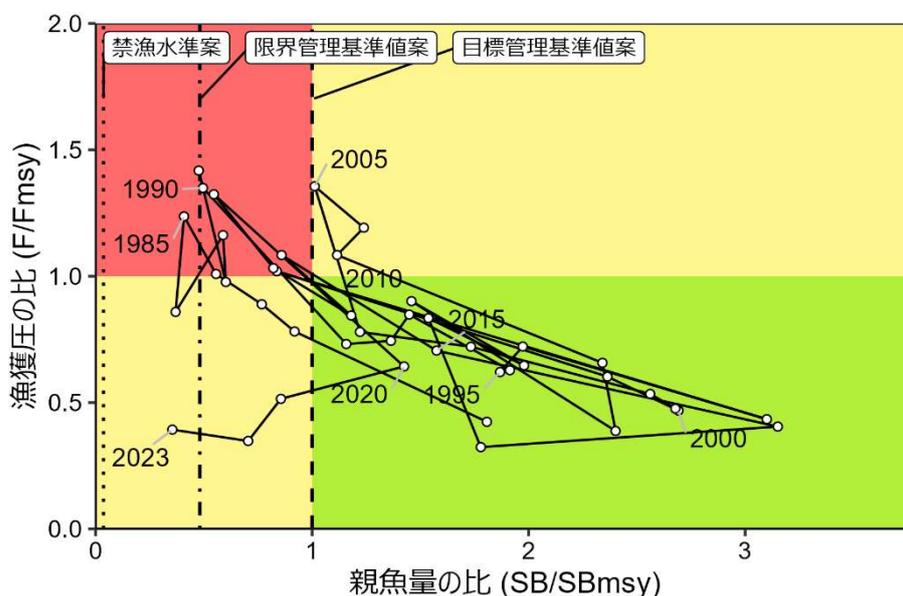
令和 6 年度の「スルメイカ秋季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 25.5 万トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 80% が得られる親魚量 (SB0.8msy : 12.3 万トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 0.9 万トン) の更新値を用いることが提案されている (補足表 6-2、宮原ほか 印刷中)。

目標管理基準値案と、SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。資源解析により得られた 2023 年漁期終了後親魚量 (SB2023 : 9.0 万トン) は目標管理基準値案および限界管理基準値案を下回るが、禁漁水準案は上回る。本系群における 2020 年漁期以降の漁獲圧は、Fmsy を下回っていた。

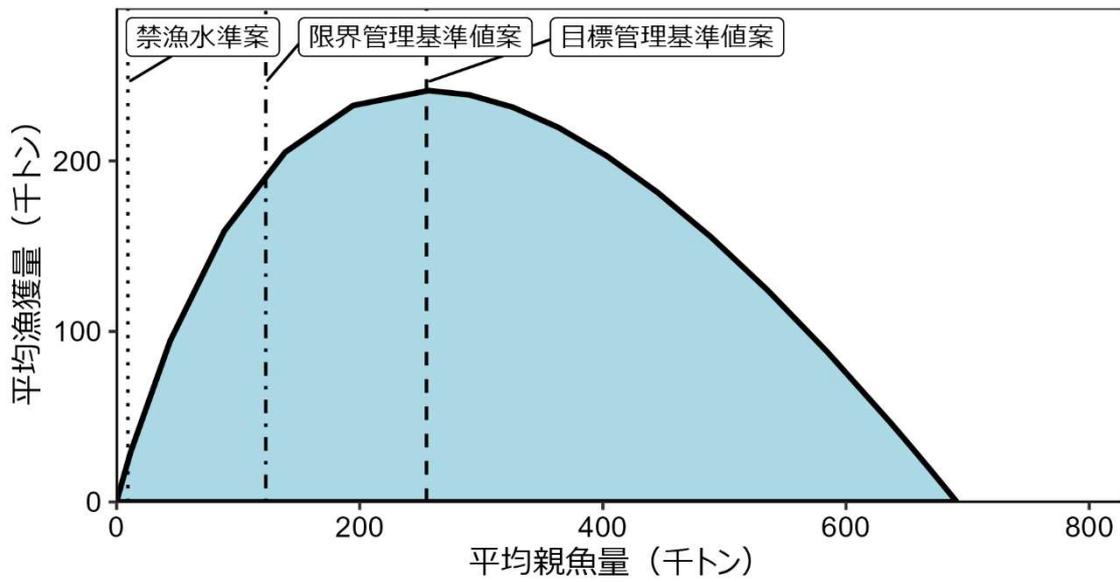
補足図 3-2 に様々な漁獲圧を変えた場合の平衡状態における平均親魚量と平均漁獲量との関係を示す。

引用文献

宮原寿恵・岡本 俊・森山丈継・松井 萌 (印刷中) 令和 6 (2024) 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値算出に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP01-02, 令和 6 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.



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)



補足図 3-2. 平衡状態における平均親魚量と平均漁獲量との関係 (漁獲量曲線)

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定された 2024 年漁期の資源量から、2025～2054 年漁期までの将来予測計算を行った（補足資料 5）。なお、スルメイカは単年生であるため、資源量と加入量は同義である。将来予測における加入量は、各年漁期の親魚量から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 年間のような加入状況が続く、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うことで考慮した。また、再生産関係式を用いて翌年の加入量を予測するためには資源評価当年漁期終了後の親魚量および加入変動（再生産関係からのずれ）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。

2024 年漁期の漁獲量は、本系群の 4～9 月までの漁獲量から予測される 2024 年日韓漁獲量と予測資源量から推定した中国漁獲量仮定値の合計値（2.0 万トン、詳細は 4-(3)を参照）を用いた。2025 年漁期以降の漁獲圧は、後述の漁獲管理規則案に従い、各年に予測される親魚量を基に算出した。なお、将来予測における漁獲量は、本系群を漁獲するすべての国の合計値であり、その合計漁獲量は漁獲管理規則案に基づき算定されたものである。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値を下回った場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として調整係数 β を 0.35 とした場合を示した。なお、研究機関からの提案では「 β が 0.35 以下であれば、管理開始から 5 年後および 10 年後に親魚量がそれぞれ限界管理基準値案および目標管理基準値案を上回る確率がともに 50%以上になると予測される」とされている。

(3) 2025 年漁期の予測値

2024 年漁期終了後の親魚量は 6.5 万トンと見込まれ、目標管理基準値案および限界管理基準値案を下回り、禁漁水準案を上回ると予測された（補足表 4-1、4-2）。この親魚量は限界管理基準値案未満であるため、2025 年漁期の漁獲圧は親魚量に応じた係数を乗じて $\gamma(SB_t) \times \beta F_{msy}$ として求めた。ここで 2025 年漁期の $\gamma(SB_t)$ は「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」における 1A 資源の管理規則に基づき、下式により計算された。

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

漁獲管理規則案に基づき計算された 2025 年漁期の平均漁獲量は、 β を 0.35 とした場合には 1.6 万トン、 β を 1.0 とした場合には 3.7 万トンと予測された（補足表 4-3）。

(4) 2026年漁期以降の予測

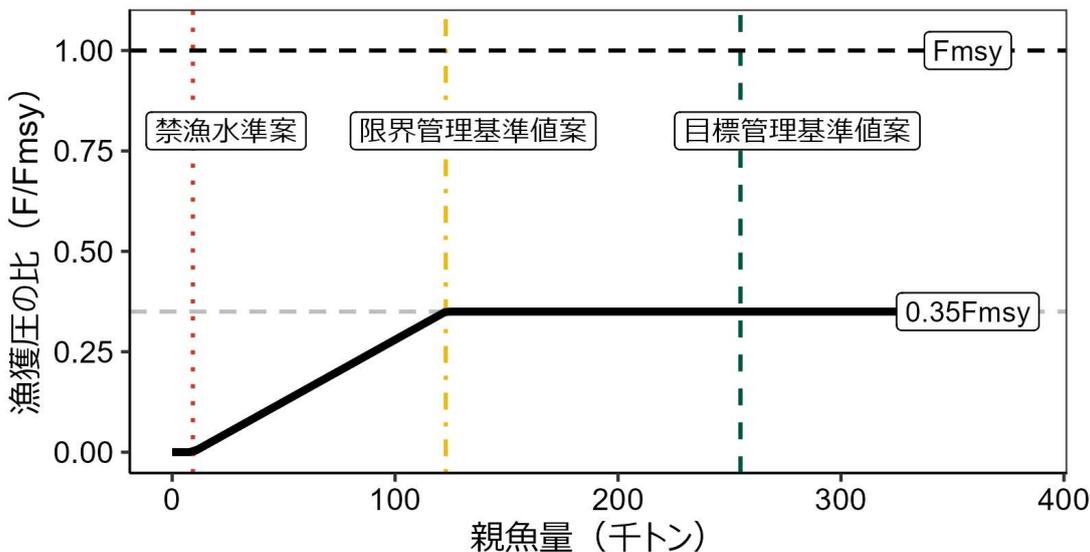
管理開始から5年後(2029年漁期終了後)の親魚量予測値が目標管理基準値案を上回る確率が50%以上になる β は無く($\beta=0$ であっても43%)、限界管理基準値案を上回る確率が50%以上になる β は0.35以下であった(補足表4-1、4-2)。また、10年後(2034年漁期終了後)の親魚量予測値が目標管理基準値案を上回る確率が50%以上になる β は0.35以下であり、限界管理基準値案を上回る確率が50%以上になる β は0.65以下であった(補足表4-1、4-2)。以上のことから、5年後および10年後に親魚量予測値がそれぞれ限界管理基準値案および目標管理基準値案を上回る確率がともに50%以上になる β は0.35以下であった。

将来予測の結果の年推移を補足図4-2に示す。また、現状の漁獲圧(F2021-2023)で漁獲を継続した場合の結果も比較のため示した。 β を0.35として漁獲管理規則案に基づく管理を継続した場合、平均親魚量は5年後に19.2万トン(90%予測区間は1.2万~62.4万トン)、10年後に32.3万トン(90%予測区間は1.5万~86.7万トン)と予測された(補足図4-2、補足表4-2)。 β を1.0とした場合には、5年後に8.5万トン(90%予測区間は1.8~35.9万トン)、10年後に10.9万トン(90%予測区間は0.0016~47.6万トン)と予測された。親魚量が目標管理基準値案を50%以上の確率で上回る年は、 β を0.35とした場合には2033年漁期以降となると予測された(補足表4-2)。また、限界管理基準値案を50%以上の確率で上回る年は、2028年漁期と予測された。現状の漁獲圧(F2021-2023)を継続した場合、管理開始から5年後の平均親魚量は17.7万トン(90%予測区間は3.7万~55.2万トン)であり、目標管理基準値案を上回る確率は20%、限界管理基準値案を上回る確率は52%と予測された。また、管理開始から10年後の平均親魚量は31.7万トン(90%予測区間は5.8万~73.6万トン)であり、目標管理基準値案を上回る確率は58%、限界管理基準値案を上回る確率は79%と予測された。

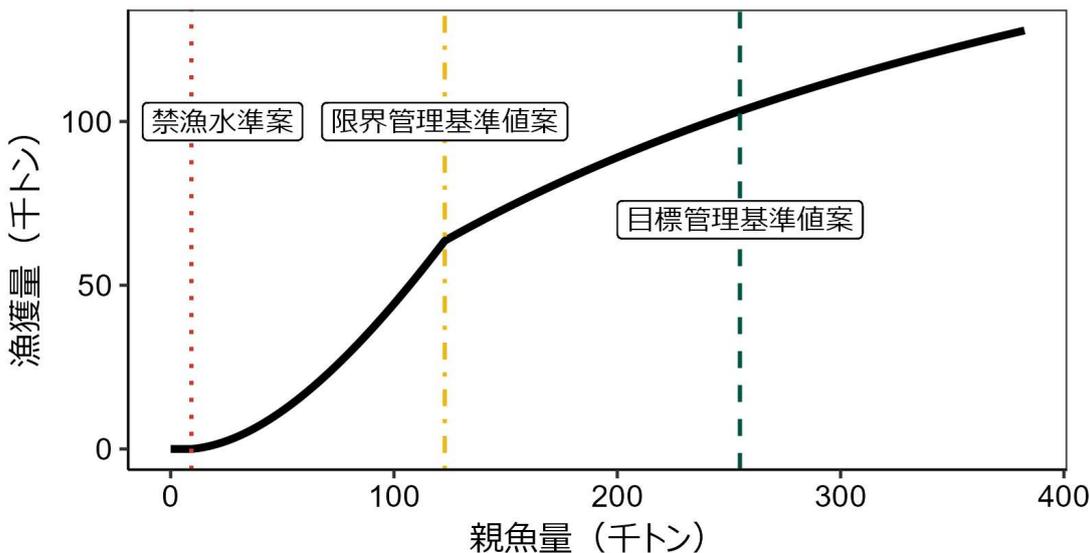
引用文献

宮原寿恵・岡本 俊・森山丈継・松井 萌 (印刷中) 令和6(2024)年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値算出に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP01-02, 令和6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.

a) 縦軸を漁獲圧にした場合

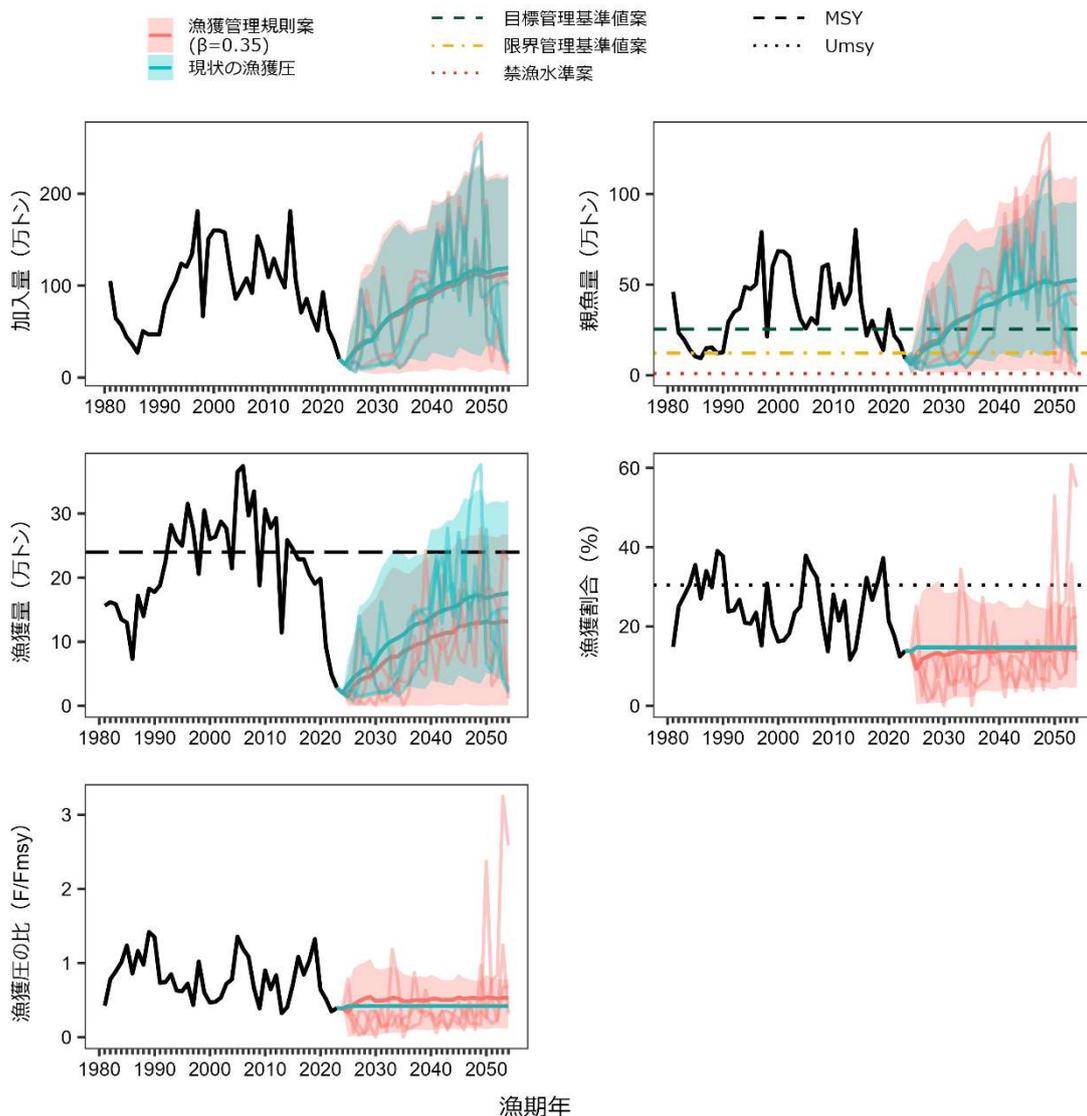


b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案

目標管理基準値 (SBtarget) 案はベバートン・ホルト型再生産関係に基づき算出した SBmsy である。限界管理基準値案 (SBlimit) は SB0.8msy、禁漁水準案 (SBban) は SB0.1msy である。調整係数 β には0.35を用いた。黒破線は Fmsy、灰色破線は 0.35Fmsy、黒太線は漁獲管理規則 (HCR) 案、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量にした場合である。b) については、それぞれの親魚量の下で漁獲管理規則案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。



補足図 4-2. 漁獲管理基準値案に従って漁獲を続けた場合の将来予測（赤色）と現状の漁獲圧で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる90%予測区間、細線は3通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒点線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。2024年漁期の漁獲は2024年日韓漁獲量予測値と中国漁獲量仮定値の合計値 (2.0 万トン) を用い、2025年漁期以降の漁獲は漁獲管理規則案 (補足図 4-1) に従うものとした。調整係数 β には 0.35 を用いた。

補足表 4-1. 将来の親魚量が (a) 目標管理基準値案、(b) 限界管理基準値案、(c) 禁漁水準案を上回る確率

(a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.00		11	11	11	10	9	10	12	13	14	15
0.95		11	11	11	10	9	11	13	14	15	16
0.90		11	11	12	11	10	12	14	16	17	18
0.85		11	12	12	11	11	13	15	17	18	20
0.80		12	12	13	12	11	14	17	19	20	22
0.75		12	12	13	13	12	15	18	21	23	24
0.70		13	13	14	14	13	17	20	23	25	27
0.65		13	13	15	15	14	18	22	26	28	30
0.60		14	14	15	16	15	20	24	29	31	33
0.55		15	15	16	17	16	22	27	32	34	36
0.50	0	15	16	17	18	18	24	30	35	37	40
0.45		16	17	18	19	19	27	33	38	41	44
0.40		16	17	19	21	21	29	37	42	46	48
0.35		17	18	20	22	23	32	41	47	51	54
0.30		18	18	21	24	25	36	45	53	56	58
0.25		18	18	22	26	27	39	50	57	60	62
0.20		19	19	25	28	30	43	55	62	64	65
0.15		19	19	26	31	33	48	60	66	67	68
0.10		20	20	29	34	36	52	64	69	69	70
0.05		20	20	32	36	40	58	68	72	72	72
0.00		20	20	34	38	43	62	72	75	75	75
現状の漁獲圧		0	8	14	19	20	29	40	48	54	58

(b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.00		20	27	26	23	21	24	26	28	28	29
0.95		20	27	27	24	22	26	28	30	30	32
0.90		20	28	28	26	23	27	30	32	33	34
0.85		20	29	29	27	25	29	32	34	35	37
0.80		20	30	30	28	26	31	34	37	38	40
0.75		20	30	31	30	28	33	37	40	41	43
0.70		20	31	32	32	30	36	41	43	45	46
0.65		20	32	34	33	32	40	45	48	49	50
0.60		20	33	35	36	34	43	49	52	52	54
0.55		20	34	37	38	37	47	53	55	56	57
0.50	0	20	35	39	40	40	50	56	59	59	61
0.45		20	35	41	43	43	54	60	63	63	64
0.40		20	36	43	46	47	58	64	67	66	68
0.35		20	38	46	50	51	63	70	71	71	72
0.30		20	40	49	53	56	68	74	76	76	76
0.25		20	43	53	58	61	73	79	80	80	80
0.20		20	45	56	62	65	78	82	83	83	83
0.15		20	48	59	67	70	82	86	87	86	87
0.10		20	52	63	71	75	86	89	90	89	90
0.05		20	55	68	75	79	90	91	92	93	93
0.00		20	56	73	78	84	93	94	95	95	96
現状の漁獲圧		20	36	44	48	52	66	75	78	79	79

(c) 禁漁水準案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.00	100	92	82	74	69	64	63	62	60	58	57
0.95		92	83	76	71	66	65	64	63	61	60
0.90		93	85	78	73	68	67	66	65	64	63
0.85		93	86	79	74	70	69	68	68	66	65
0.80		94	87	81	76	72	71	71	70	69	68
0.75		95	88	82	78	74	74	73	73	72	71
0.70		95	90	85	81	78	77	77	76	75	74
0.65		96	91	87	84	81	80	80	79	78	78
0.60		96	92	89	86	83	83	82	82	81	81
0.55		97	94	90	88	86	85	85	85	84	84
0.50		97	95	92	90	88	88	88	88	87	87
0.45		98	96	93	91	89	89	90	90	89	89
0.40		99	97	95	93	92	92	92	92	92	91
0.35		99	98	97	96	96	96	96	96	96	96
0.30		99	99	98	98	98	98	98	98	98	98
0.25		100	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0.20		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.15		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.10		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.05		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

調整係数 β を 0.00～1.00 にて 0.05 刻みで変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年漁期の漁獲量は日韓漁獲量予測値と中国漁獲量仮定値の合計値 (2.0 万トン) とし、2025 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.42$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 将来の平均親魚量（万トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.00	6.5	9.6	10.6	10.3	9.5	8.5	9.1	9.7	10.4	10.5	10.9
0.95		9.7	10.9	10.7	9.9	9.0	9.6	10.4	11.1	11.4	11.8
0.90		9.8	11.1	11.0	10.4	9.5	10.2	11.1	12.0	12.3	12.8
0.85		9.9	11.4	11.5	10.9	10.0	10.9	11.9	12.9	13.3	13.9
0.80		10.0	11.7	11.9	11.4	10.6	11.6	12.8	13.9	14.4	15.1
0.75		10.1	12.0	12.3	12.0	11.2	12.4	13.8	15.0	15.6	16.4
0.70		10.3	12.3	12.8	12.6	11.9	13.4	15.0	16.4	17.1	17.9
0.65		10.4	12.7	13.4	13.3	12.7	14.6	16.4	17.9	18.8	19.6
0.60		10.5	13.0	14.0	14.1	13.6	15.8	17.9	19.5	20.4	21.3
0.55		10.6	13.4	14.6	14.9	14.6	17.1	19.4	21.2	22.2	23.2
0.50		10.8	13.8	15.3	15.8	15.6	18.4	21.0	23.0	24.1	25.1
0.45		10.9	14.2	16.0	16.7	16.7	19.8	22.7	24.8	26.0	27.1
0.40		11.0	14.6	16.7	17.7	17.9	21.3	24.6	26.9	28.2	29.4
0.35		11.2	15.1	17.6	18.8	19.2	23.1	26.9	29.5	30.9	32.3
0.30		11.3	15.6	18.4	20.1	20.7	25.1	29.2	32.2	33.7	35.0
0.25		11.5	16.1	19.3	21.3	22.2	27.1	31.7	34.8	36.3	37.6
0.20		11.7	16.7	20.3	22.7	23.8	29.2	34.1	37.4	38.9	40.1
0.15	11.8	17.2	21.3	24.1	25.4	31.3	36.6	39.9	41.4	42.6	
0.10	12.0	17.8	22.4	25.5	27.1	33.6	39.1	42.5	43.9	45.1	
0.05	12.2	18.4	23.5	27.0	28.9	35.9	41.7	45.2	46.5	47.7	
0.00	12.3	19.0	24.6	28.6	30.7	38.3	44.4	47.9	49.2	50.3	
現状の漁獲圧		9.9	13.0	15.3	16.9	17.7	21.8	25.7	28.6	30.3	31.7

調整係数 β を 0.00～1.00 にて 0.05 刻みで変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年漁期の漁獲量は日韓漁獲量予測値と中国漁獲量仮定値の合計値（2.0 万トン）とし、2025 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2021-2023、 $\beta = 0.42$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 将来の平均漁獲量（万トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.00	2.0	3.7	6.0	6.1	5.7	5.2	5.7	6.3	6.7	7.0	7.0
0.95		3.5	5.9	6.1	5.7	5.3	5.8	6.4	6.9	7.3	7.2
0.90		3.4	5.7	6.0	5.7	5.3	5.9	6.6	7.1	7.5	7.5
0.85		3.3	5.6	5.9	5.7	5.4	6.0	6.7	7.3	7.6	7.7
0.80		3.1	5.4	5.8	5.7	5.4	6.0	6.8	7.4	7.8	8.0
0.75		3.0	5.2	5.7	5.7	5.4	6.1	6.9	7.5	8.0	8.2
0.70		2.8	5.0	5.6	5.6	5.4	6.1	7.0	7.8	8.2	8.4
0.65		2.6	4.8	5.4	5.6	5.4	6.2	7.1	8.0	8.5	8.6
0.60		2.5	4.6	5.3	5.5	5.4	6.2	7.2	8.0	8.6	8.7
0.55		2.3	4.3	5.1	5.3	5.3	6.1	7.2	8.0	8.6	8.6
0.50		2.1	4.0	4.8	5.2	5.2	6.0	7.1	7.9	8.5	8.5
0.45		1.9	3.7	4.6	4.9	5.1	5.9	6.9	7.8	8.2	8.3
0.40		1.8	3.4	4.3	4.7	4.8	5.7	6.7	7.5	7.9	8.0
0.35		1.6	3.1	3.9	4.4	4.6	5.4	6.4	7.2	7.6	7.7
0.30		1.4	2.7	3.5	4.0	4.2	5.0	5.9	6.7	7.1	7.1
0.25		1.1	2.3	3.1	3.5	3.8	4.5	5.4	6.0	6.4	6.4
0.20		0.9	1.9	2.6	3.0	3.2	3.9	4.6	5.2	5.5	5.4
0.15		0.7	1.5	2.0	2.4	2.6	3.2	3.7	4.1	4.3	4.3
0.10		0.5	1.0	1.4	1.7	1.8	2.3	2.6	2.9	3.1	3.1
0.05		0.2	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
現状の漁獲圧	3.3	4.3	5.1	5.6	5.9	7.3	8.6	9.6	10.1	10.6	

調整係数 β を 0.00～1.00 にて 0.05 刻みで変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年漁期の漁獲量は日韓漁獲量予測値と中国漁獲量仮定値の合計値（2.0 万トン）とし、2025 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2021-2023、β=0.42 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測における各種設定には補足表 5-1 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R (version 4.4.0) を用いて実施した。

(1) 再生産関係と今後の加入の想定

将来予測における加入量は、本資料において提案されたベバートン・ホルト (BH) 型再生産関係 (補足表 6-1) と予測親魚量から求めた。将来予測のパラメータには補足表 5-1 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った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 5-1)。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り予測値である 2024 年を除く直近 5 年分 (2019~2023 年漁期) の残差のみから重複を許したリサンプリングを行う。
- 将来予測の 6~10 年目：最新 5 年分 (2019~2023 年漁期)、または、過去 6~10 年目 (2014~2018 年漁期) の残差のどちらかをランダムに選択し、選ばれた方の 5 年分の残差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 年ずつリサンプリングできる範囲を追加する。

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 (補足図 5-2) 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。

(2) 翌年漁期の加入量予測と漁獲量算定

再生産関係式を用いて翌年の加入量を予測するためには資源評価の当年漁期終了後の親魚量および加入変動 (再生産関係からのずれ) を予測する必要があるが、これらの予測には誤差が伴う。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、スルメイカは単年性資源であるため、資源尾数と加入尾数は同義である。

1) 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) から補足資料 2-(6) の式 5 で計算される。 N_t は資源量指標値 (補足資料 2) に比例定数を掛けることで算出される。資源評価の当年漁期の漁獲尾数については、4~9 月までの本系群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、予測資源尾数と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、1984~2023 年漁期の各年漁期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 (1.14) および傾き $slope$ (0.94) 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。

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

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

2) 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 BH 型であり、親魚尾数と加入尾数の関係は式 8 で定式化される。

$$R(S_t | a, b) = \frac{aS_t}{1 + bS_t} \quad (8)$$

a と b は再生産関係式から推定される係数である。ここで、各年漁期の資源尾数の確定値 $N_{i,past}$ と再生産関係式からの推定値との残差 e_i は式 9 で表される (i は 1982~2023 年漁期)。

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

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

$$N_{t+1,k} = R(S_{t,k} | a, b) \cdot \exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta), \quad (10)$$

$$\delta = -\log\left(\frac{\sum_{i=1982}^{2023} \exp(e_i)}{42}\right)$$

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

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

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

$\varepsilon'_{t,2,k}$ はバックワードリサンプリング法によって前述の手順と同様に無作為抽出される残差であり、真の加入変動を表す式 5 の $\varepsilon_{t,2,k}$ とは独立である。

3) 予測資源尾数からの漁獲量算定

漁獲管理規則案に基づいて翌年の漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ を算定する際には、漁獲係数 $F'_{t+1,k}$ を掛ける資源尾数として $N'_{t+1,k}$ を使用する (式 12)。

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

$F'_{t+1,k}$ は漁獲管理規則案に基づき、式 13 と式 14 によって求められる（補足図 4-1a 参照）。

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

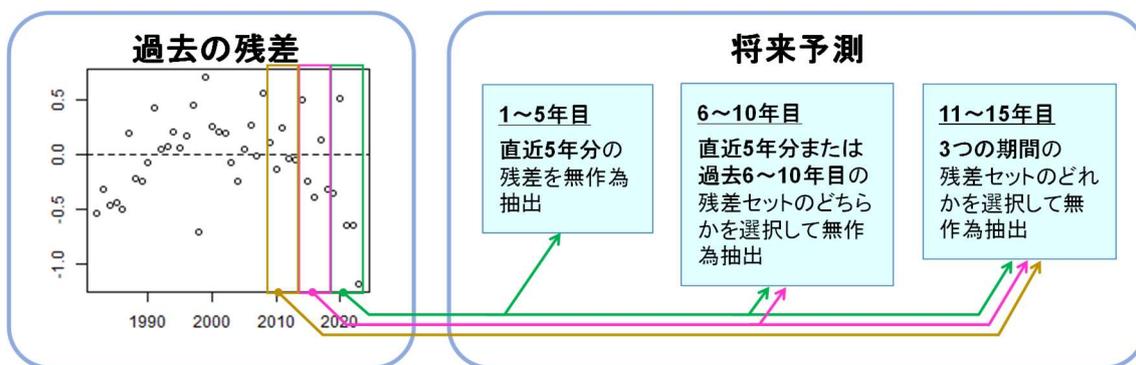
$$\gamma = \frac{S'_{t,k} - SB_{\text{ban}}}{SB_{\text{limit}} - SB_{\text{ban}}} \quad (14)$$

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

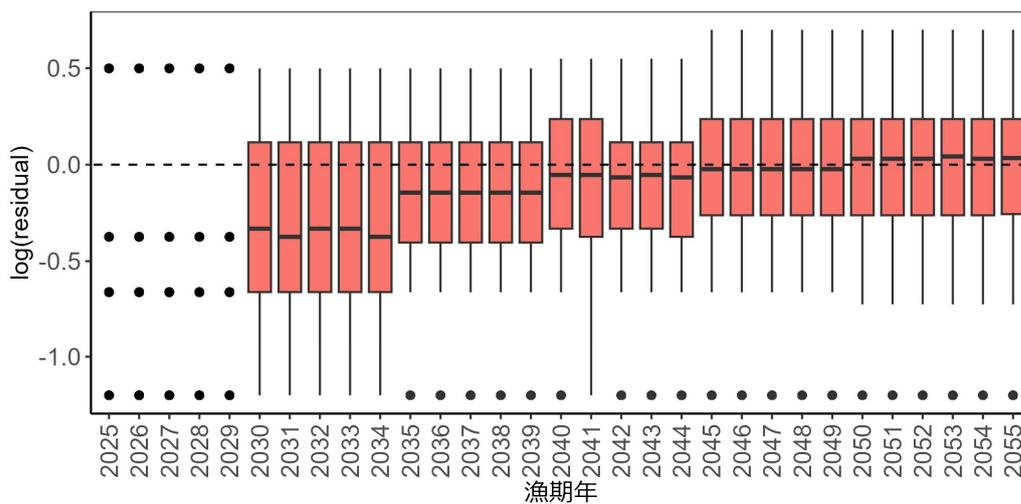
$$C'_{t+1,k} = 0.99N_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (15)$$

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

尾数単位による計算結果は、今年度の資源評価における平均体重（280g）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、漁獲管理規則案に基づいた翌年の漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ は、異なる $\epsilon'_{t+1,k}$ 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。



補足図 5-1. バックワードリサンプリング法の概念



補足図 5-2. 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 5-1. 将来予測のパラメータ

年齢	Fmsy	F2021-2023	平均重量 (g)	自然死亡係数 (漁期中)	成熟率
1	0.53	0.22	280	0.6	1

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ベバートン・ホルト型	最小二乗法	無	0.200	0.003	0.334	-

a と b (1/億尾) は再生産関係のパラメータであり、S.D. は加入のばらつきの大きさをあらわす指標 (対数残差の標準偏差)、 ρ は自己相関係数である。

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	25.5 万トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	12.3 万トン	限界管理基準値案。MSY の 80% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.8msy)
SBban 案	0.9 万トン	禁漁水準案。MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	0.53	SBmsy を維持する漁獲圧
%SPR	58.9%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	24.0 万トン	最大持続生産量

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	9.0 万トン	2023 年漁期の親魚量
F2023	2023 年漁期の漁獲圧（漁獲係数 F） = 0.22	
U2023	13.9%	2023 年漁期の漁獲割合
%SPR（F2023）	83.2%	2023 年漁期の%SPR
%SPR（F2021-2023）	80.0%	現状（2021～2023 年漁期）の漁獲圧に対応する%SPR
管理基準値案との比較		
SB2023/ SBmsy	0.35	最大持続生産量を実現する親魚量（SBmsy、目標管理基準値案）に対する 2023 年漁期の親魚量の比
F2023/ Fmsy	0.74	SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する 2023 年漁期の漁獲圧の比
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る	
親魚量の動向	減少	

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

2024 年漁期の親魚量：65 千トン			
項目	2025 年漁期の 平均漁獲量 (万トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2025 年漁期の 漁獲割合 (%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)			
$\beta=0.35$	1.6	0.82	9
上記と異なる β を使用した場合			
$\beta=1.0$	3.7	2.85	21
$\beta=0.5$	2.1	1.30	13
$\beta=0.4$	1.8	0.98	10
$\beta=0.3$	1.4	0.67	8
$\beta=0.2$	0.9	0.40	6
$\beta=0.0$	0	0.00	0
F2021-2023	3.3	1.00	15

補足表 6-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性：加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2029 年漁期 の平均親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2029 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)					
$\beta=0.35$	19.2	1.2 – 62.4	23	51	96
上記と異なる β を使用した場合					
$\beta=1.0$	8.5	1.8×10^{-4} – 35.9	9	21	64
$\beta=0.5$	15.6	0.07 – 54.3	18	40	88
$\beta=0.4$	17.9	0.2 – 59.5	21	47	92
$\beta=0.3$	20.7	2.6 – 65.5	25	56	98
$\beta=0.2$	23.8	4.5 – 72.7	30	65	100
$\beta=0.0$	30.9	8.0 – 86.2	43	84	100
F2021-2023	17.7	3.7 – 55.2	20	52	100

補足表 6-5. (続き)

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	2034年漁期の平均親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2034年漁期に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)					
$\beta=0.35$	32.3	1.5 – 86.7	54	72	96
上記と異なる β を使用した場合					
$\beta=1.0$	10.9	1.6×10^{-7} – 47.6	15	29	57
$\beta=0.5$	25.1	3.5×10^{-4} – 77.0	40	61	87
$\beta=0.4$	29.4	0.06 – 82.8	48	68	91
$\beta=0.3$	35.0	3.5 – 90.6	58	76	98
$\beta=0.2$	40.1	6.6 – 98.2	65	83	100
$\beta=0.0$	50.3	12.7 – 112.0	75	96	100
F2021-2023	31.7	5.8 – 73.6	58	79	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			
	親魚量が管理基準値案を50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)			
$\beta=0.35$	2033年漁期	2028年漁期	2024年漁期
上記と異なる β を使用した場合			
$\beta=1.0$	2055年漁期以降	2055年漁期以降	2024年漁期*
$\beta=0.5$	2037年漁期	2030年漁期	2024年漁期
$\beta=0.4$	2035年漁期	2030年漁期	2024年漁期
$\beta=0.3$	2032年漁期	2028年漁期	2024年漁期
$\beta=0.2$	2031年漁期	2027年漁期	2024年漁期
$\beta=0.0$	2030年漁期	2026年漁期	2024年漁期
F2021-2023	2033年漁期	2029年漁期	2024年漁期

*2045年漁期以降、50%の確率を下回る

補足表 6-6. 将来の平均資源量（万トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.00	14.5	22.5	27.5	27.0	25.0	22.6	24.2	26.2	28.0	28.7	29.3
0.95		22.5	27.7	27.6	25.8	23.5	25.4	27.7	29.7	30.5	31.3
0.90		22.5	28.0	28.2	26.7	24.5	26.7	29.2	31.4	32.5	33.4
0.85		22.5	28.3	28.9	27.6	25.5	27.9	30.7	33.2	34.5	35.7
0.80		22.5	28.6	29.5	28.5	26.6	29.3	32.5	35.3	36.8	38.2
0.75		22.5	28.9	30.2	29.5	27.7	30.9	34.4	37.5	39.3	40.9
0.70		22.5	29.2	31.0	30.5	29.0	32.8	36.8	40.3	42.3	43.9
0.65		22.5	29.5	31.7	31.8	30.6	34.9	39.6	43.4	45.6	47.3
0.60		22.5	29.9	32.6	33.0	32.1	37.1	42.3	46.5	48.8	50.5
0.55		22.5	30.2	33.4	34.3	33.8	39.4	45.1	49.5	52.0	53.9
0.50		22.5	30.6	34.3	35.7	35.5	41.7	47.9	52.6	55.3	57.3
0.45		22.5	30.9	35.3	37.1	37.3	44.0	50.7	55.7	58.5	60.7
0.40		22.5	31.3	36.2	38.6	39.1	46.5	53.8	59.1	62.0	64.4
0.35		22.5	31.7	37.3	40.2	41.2	49.5	57.5	63.5	66.7	69.2
0.30		22.5	32.1	38.3	41.9	43.3	52.5	61.3	67.7	71.0	73.4
0.25		22.5	32.5	39.4	43.6	45.5	55.5	64.9	71.5	74.8	77.1
0.20		22.5	32.9	40.5	45.3	47.6	58.5	68.3	75.0	78.2	80.4
0.15		22.5	33.4	41.6	47.0	49.8	61.4	71.6	78.3	81.3	83.5
0.10		22.5	33.8	42.7	48.7	51.9	64.2	74.8	81.4	84.2	86.3
0.05		22.5	34.2	43.8	50.4	54.0	67.0	77.8	84.4	87.0	89.0
0.00	22.5	34.6	44.9	52.1	56.0	69.8	80.8	87.3	89.7	91.7	
現状の漁獲圧	22.5	29.5	34.7	38.4	40.2	49.5	58.3	65.0	68.9	72.0	

調整係数 β を 0.00～1.00 にて 0.05 刻みで変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年漁期の漁獲量は日韓漁獲量予測値と中国漁獲量仮定値の合計値（2.0 万トン）とし、2025 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2021-2023、 $\beta=0.42$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 7 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 7-1）。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（補足図 7-2、木所 2016）。

2024 年の調査結果の概要を補足図 7-1 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いる。2024 年も同様で、CPUE は本海域のいずれの調査点においても 1 尾を下回り、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 は最大で 1.01 尾で、次いで 0.05 尾の点が 2 点あったほかは漁獲されなかった。本州北部日本海では CPUE は最大で 1.15 尾であったほかはいずれも 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 7.85 尾であり、次いで 1.79 尾であった他は 0.4 尾を下回った。沖合域では、いずれの調査点でも CPUE は 1 尾を下回り、漁獲のない点もあった。2024 年の本調査の算術平均 CPUE は 0.38 尾で、2023 年の 0.49 を下回り過去最低となった（表 4-1）。

補足図 7-3 に、調査から得られた外套背長組成を、各調査点の CPUE で重み付けした平均値で示した。2024 年調査での外套背長のモードは 19 cm 台にあり、22cm 台以上の個体がほとんど見られず、外套背長組成は左に偏った分布を示した。能登半島より北の海域では外套背長 18 cm 台未満の個体が多く、外套背長 19 cm 台以上の個体は、主に能登半島以西の海域で漁獲された。

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

1) 日本海スルメイカ稚仔調査（10～11 月）

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 7-4）。日本海スルメイカ稚仔調査（水産機構）における口径 45 cm ネットの鉛直曳きによる 1 曳網あたりの分布密度（尾/m²）は、1980 年代は 1 尾/m² を下回る低い値であったが、1989 年以降増加し、1990 年代以降はおおよそ 5 尾/m² 以上となった（補足図 7-5）。しかし、2016 漁期以降、1989 年以降の資源増加期と同様に対馬海峡付近でも幼生は採集されるものの、平均分布密度は低下した。2023 年の平均分布密度は 0.44 尾/m² で 2022 年の調査結果（0.38 尾/m²）と同様に低い水準で、過去 5 年（2018～2022 年）平均（1.70 尾/m²）の 26%であった。

幼生の分布密度は翌年の加入量よりもその年の親魚量との相関が高いことが知られ（笠原・永澤 1988）、資源水準が高い年代には親魚量を把握するのに有効であった（後藤 1999）。

しかし、2000年以降は、本系群の主産卵時期が遅くなった（桜井ほか 2007、桜井 2014）ため、調査時期と主産卵時期が一致しなくなったことに加え、2005年以降は中国の漁獲が加わり正確な漁獲量が不明となった影響で、親魚量の推定精度が低下していることが影響し、以前よりも関係が明瞭でなくなったと考えられる。また、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 7-6）。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。

2) 府県による卵・稚仔分布調査

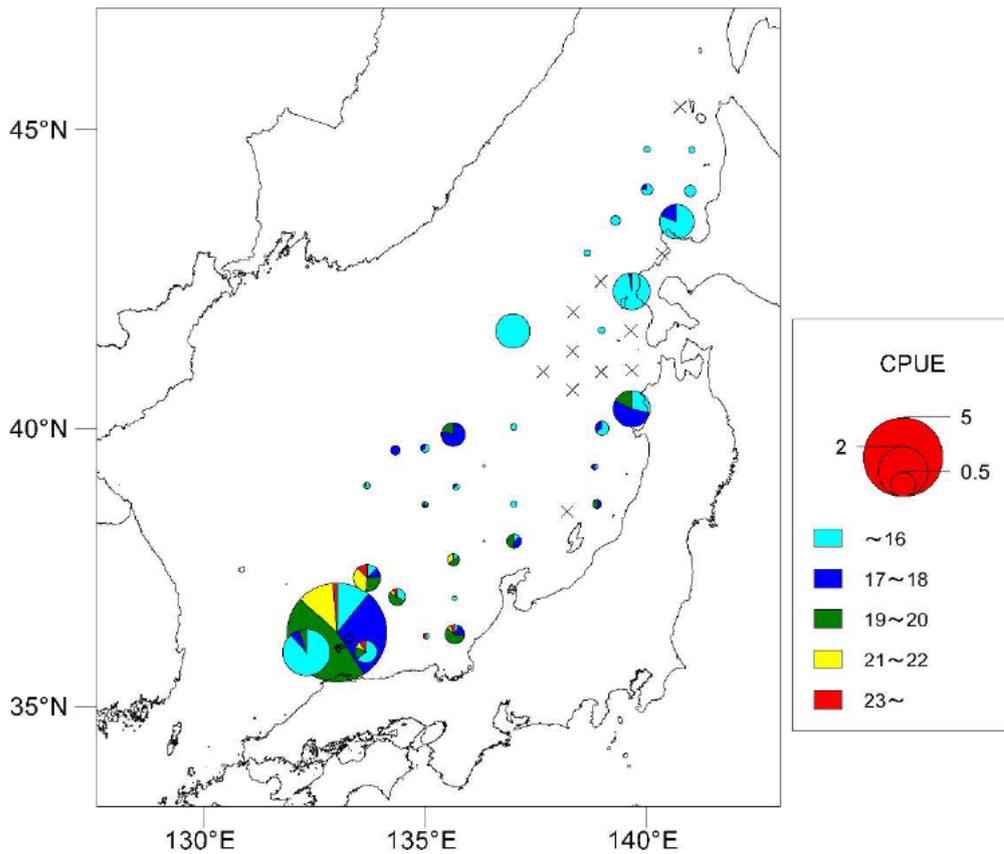
日本海では、多獲性浮魚類の卵・稚仔の分布状況およびその経年変化の把握を目的として、青森県から島根県の日本海側の試験研究機関により、プランクトンネットを用いた卵・稚仔の採集調査が行われている。本調査は1970年代から行われており、秋季の調査については2003年漁期以降9～11月の中で2回程度、各府県により日本海沿岸を広く調査されている。本調査から得られたスルメイカ幼生の分布状況を整理することにより、産卵期のスルメイカ幼生の分布状況をより広範囲で把握できると考えられる（Goto 2002）。

今回は卵稚仔データベース（Oozeki et al. 2007）より十分なデータ数が得られた2003～2023年の9～11月の府県卵・稚仔分布調査の結果を用い、スルメイカ幼生の平均分布密度（尾/m²）を算出した。調査海域はおおよそ補足図 7-6 から東シナ海を除いた範囲に対応する。また(2)-1)にある水産機構による調査（日本海スルメイカ稚仔調査、以下、水研稚仔調査とする）についても同様の平均分布密度を求め、両者を比較した。

平均分布密度の年推移を補足図 7-7 に示す。幼生の平均分布密度は、水研稚仔調査よりも府県卵・稚仔分布調査のほうが低い傾向にあった（補足図 7-7a）。これは、本系群の再生産可能域（補足資料 10）を中心とした調査を行っている水研稚仔調査と比べて、府県卵・稚仔分布調査は東北沖～山陰沖までの広い海域に調査がまたがっていることや、採集効率の違い等が原因として考えられた。一方、長期的な推移を見ると、いずれの調査結果も減少傾向にあり、特に、2016年漁期以降はそれまでよりも低い水準にあることが示された（補足図 7-7b）。今後、水研稚仔調査と同じ海域、もしくは東シナ海を含むより広域な海域に着目した解析を行うことで、本系群の産卵海域や時期の検討、また親魚量指標値としての活用等が考えられる。

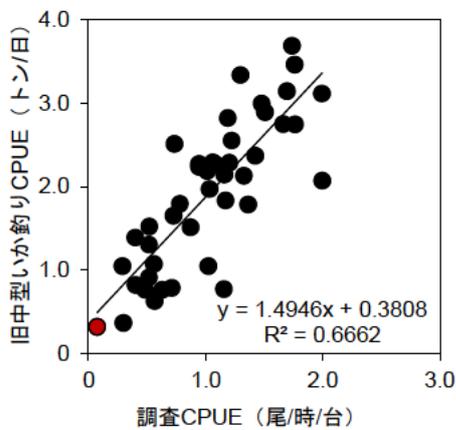
引用文献

- 後藤常夫 (1999) 口径 45 cm プランクトンネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集とその有効性 (要旨). イカ類資源研究会議報告 (平成 10 年度), 北海道区水産研究所, 99-100.
- Goto, T. (2002) Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan and its implication for locating spawning grounds. *Bull. Mar. Sci.*, 7, 299-312.
- 笠原昭吾・永澤 亨 (1988) 対馬暖流系スルメイカ稚仔分布の経年変動. イカ類資源・漁海況検討会議報告 (昭和 62 年度), 北海道区水産研究所, 34-45.
- 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.
- Oozeki, Y., Takasuka, A., Kubota, H., Barange, M. (2007) Characterizing spawning habitats of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), and Pacific round herring (*Etrumeus teres*) in the northwestern Pacific. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 48: 191–203.
- Rosa, A. L., J. Yamamoto and Y. Sakurai (2011) Effect of environmental variability on the spawning areas, catch, and recruitment of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae), from the 1970s to the 2000s. *ICES J. Mar. Sci.*, 68, 1114-1121.
- 桜井泰憲 (2014) スルメイカの繁殖生態と気候変化に応答する資源変動. *水産振興*, 559, 54 pp.
- 桜井泰憲・岸 道郎・中島一步 (2007) スケトウダラ, スルメイカ, 地球規模海洋生態系変動研究 (GLOBEC) - 温暖化を軸とする海洋生物資源変動のシナリオ-. *月刊海洋*, 39, 323-330.



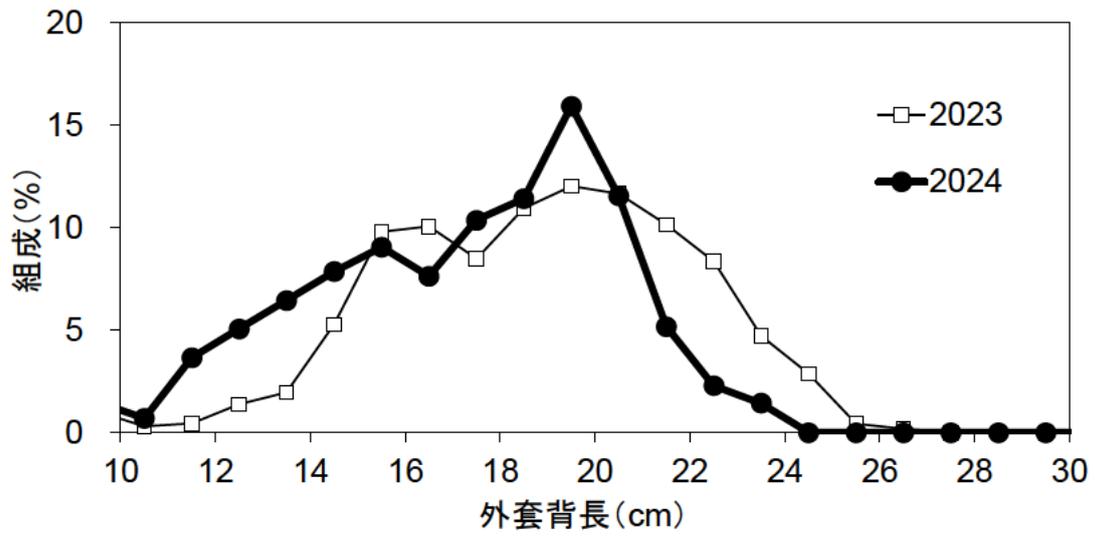
補足図 7-1. 2024 年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果

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）を示す。また、各色は各外套背長範囲（cm）の比率を示す。

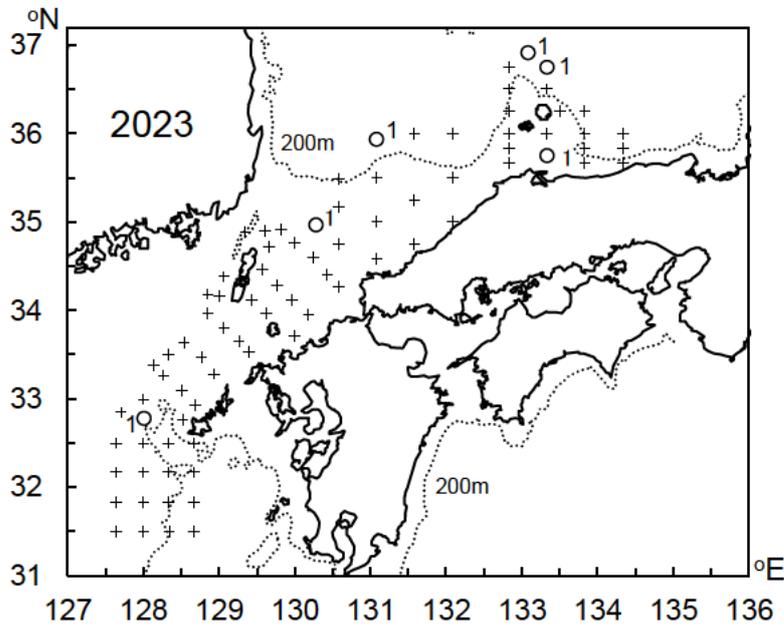


補足図 7-2. 調査 CPUE と旧中型イカ釣り漁船の CPUE の関係

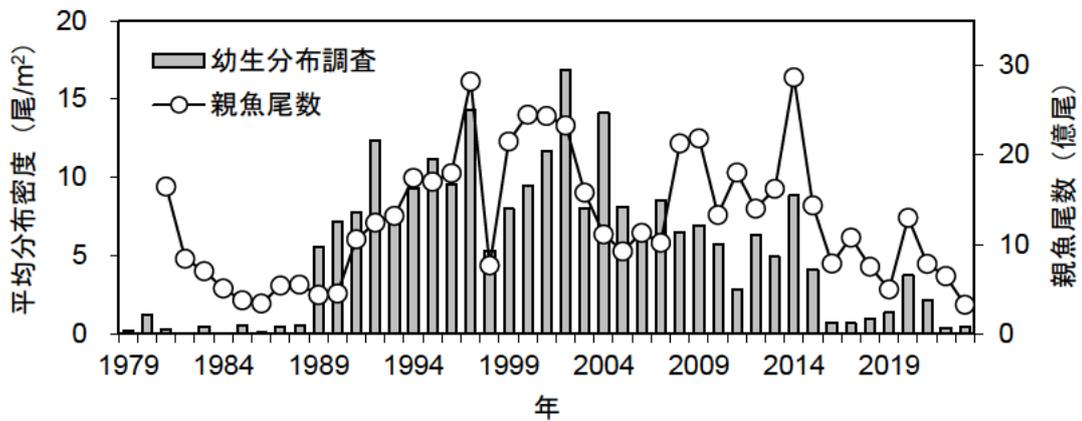
図中の回帰式は 1981～2023 年漁期のデータを基に解析。赤丸は 2023 年漁期



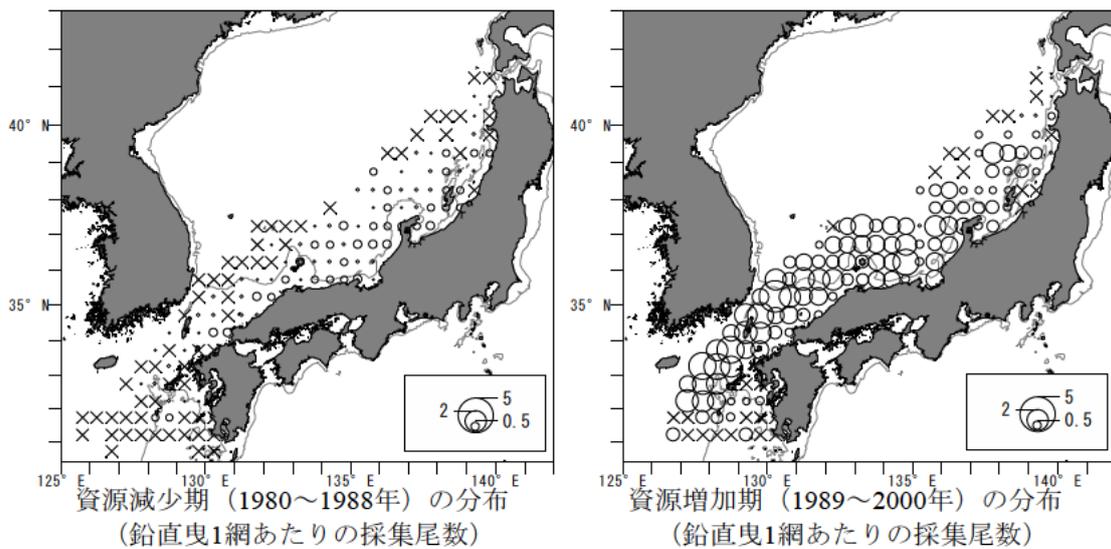
補足図 7-3. 日本海スルメイカ漁場一斉調査で採集されたスルメイカ外套背長組成各調査点の組成を重み付け平均後、全体の組成とした。



補足図 7-4. 2023 年 10～11 月の日本海スルメイカ稚仔調査（水産機構）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
○：幼生が採集された点、+：採集無し



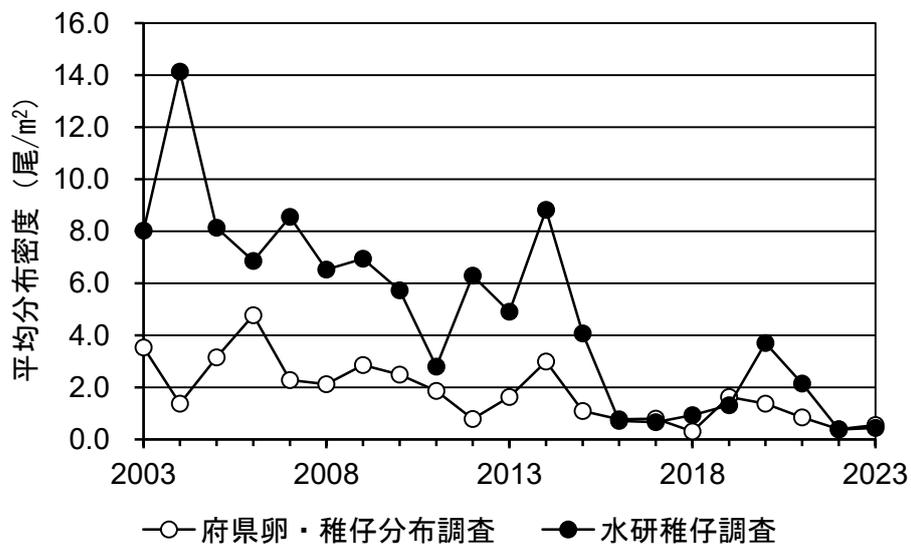
補足図 7-5. 10～11月の日本海スルメイカ稚仔調査において口径 45 cm ネットの鉛直曳きにより採集されたスルメイカ幼生の平均分布密度 (尾/m²) と漁期終了後の推定親魚尾数の推移



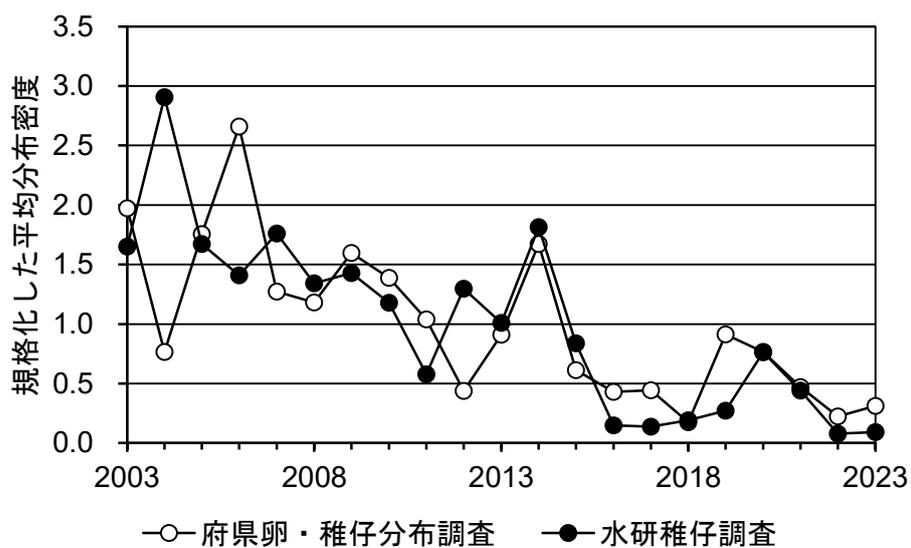
補足図 7-6. スルメイカ幼生の分布域の変化 (Kidokoro et al. 2010 より)

×は採集されなかった調査点を示す。

a)



b)



補足図 7-7. 10月におけるスルメイカ幼生の平均分布密度の年推移

a)は面積当たりの尾数 (尾/m²)、b)はa)の値を平均1となるよう規格化した値

補足資料 8 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。今年度より、灯火操業漁船の抽出に、機械学習による光点の自動抽出手法を用いるものとした。また灯火漁船のほかに、2018年度からは日本の地球観測衛星ALOS-2（だいち2号、JAXA）に搭載された合成開口レーダ（PALSAR-2）によって、2そうびき漁船のように灯火を用いない漁船の動向のモニタリングも開始した（高崎ほか 2020）。

解析例として2022～2024年に得られた代表的な光点分布図を補足図8-1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。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。

灯光漁船数のカウントは上述の通り、機械学習により抽出された光点数を2018年漁期以降について再カウントした。輝度 $300 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 以上の中～高輝度点数のうち、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8-2にその推移を示した。中～高輝度点数は、2019年に増加後、2020年秋以降は減少した。2024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年漁期以降、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（補足図8-1では黄色点）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（ $300 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 未満）は、分布域が北朝鮮水域や大和堆水域に留まらず、かなり北の方まで分布域が広がる年もあったため、より広範囲を対象として光点数をカウントし、各月で最も多かった日を抽出し、補足図8-3に推移を示した。大部分が北朝鮮の木造船と見られる低輝度点数は2018、2019年にはほぼ同数で推移し、また分布範囲は2019年まではロシア水域や我が国EEZにも大きく広がっていたが、2020年以降大きく減少しており、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

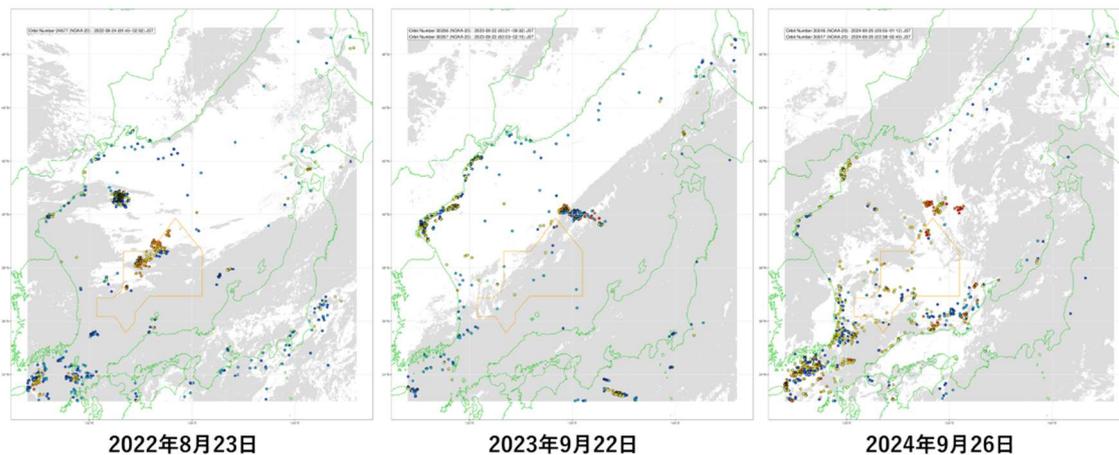
かりを灯したとしても作業灯程度であり、夜間光画像で捉えることは困難である。一方、人工衛星に搭載された能動型のレーダセンサ（合成開口レーダ）では、観測モードの解像度程度の大きさの船であれば、灯火の有無、昼夜の別、雲の有無に関わらず漁船位置を把握できる。さらに、2 そうびき特有の漁船配置の特徴を利用し、2 そうびき漁船を抽出・計数する手法が開発された（高崎ほか 2020）。

ALOS-2 による観測は、様々な要因によって毎日、もしくは一定間隔での定期的な観測が難しいが、ここでは、2018 年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 8-4）、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 8-5 に示した。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%、2024 年漁期は 15%であった。2024 年漁期は 9 月までの累積隻数で見ると 2018～2020 年漁期同期の平均の 12%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。

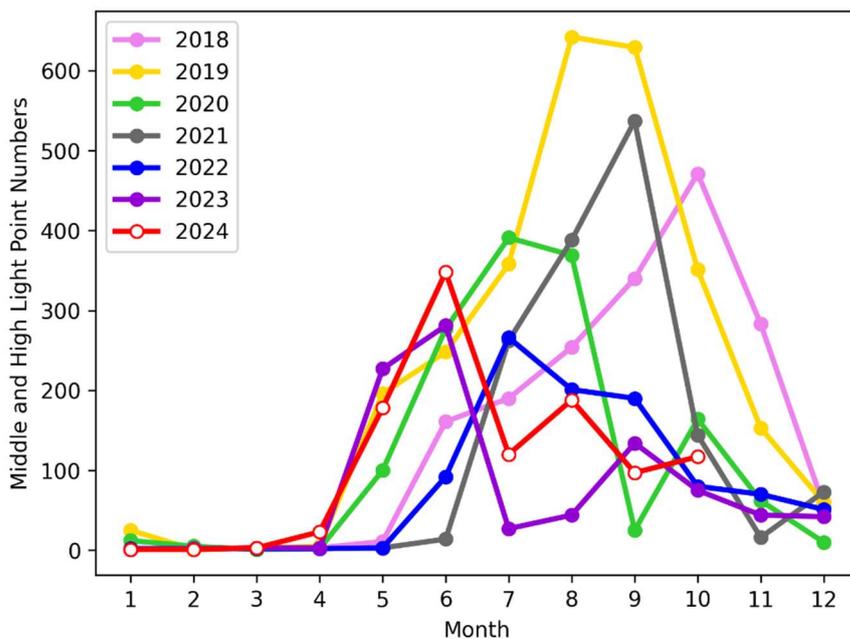
人工衛星による情報では、漁船種類の判別に限界があるほか、1 日 1 隻あたりの漁獲量の推定は困難であるため、定量的な漁獲量情報として用いることは難しい。一方で、これまでの情報の蓄積により、定性的な情報として、外国漁船の努力量の増減の把握の一助となると考えられる。今後も漁船の出漁動向の把握は極めて重要な課題であるため、技術開発とモニタリングの継続が重要と考えられる。

引用文献

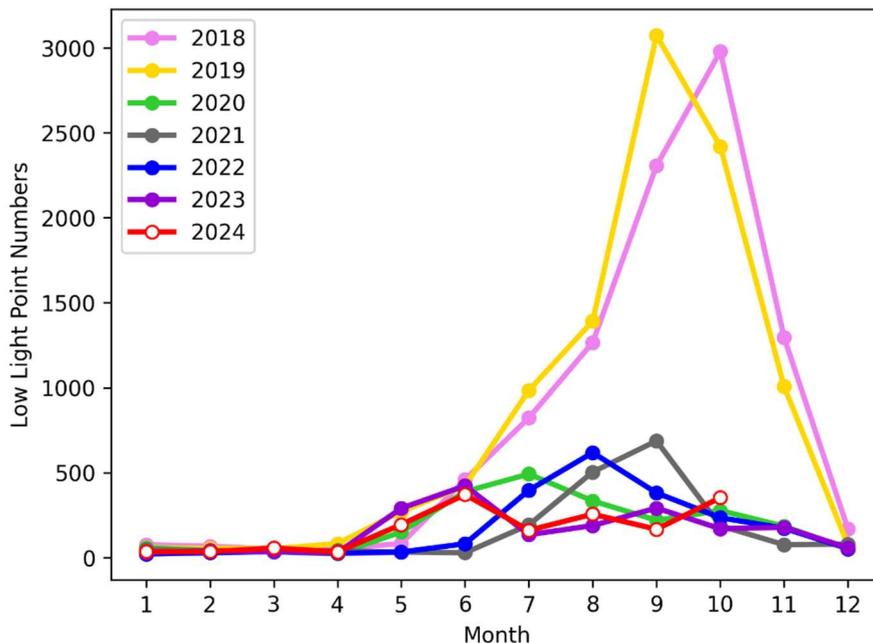
- Miller, S. D., S. P. Mills, C. D. Elvidge, D. T. Lindsey, T. F. Lee and J. D. Hawkins (2011) Suomi satellite brings to light a unique frontier of nighttime environmental sensing capabilities. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **109**, 15706-15711.
- Park, J., J. Lee, K. Seto, T. Hochberg, B. A. Wong, N.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



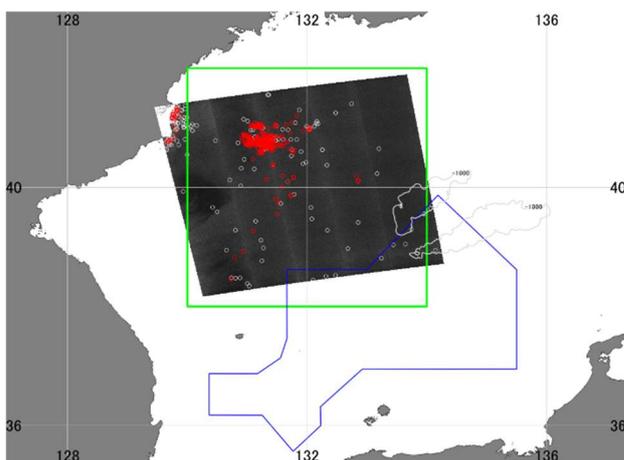
補足図 8-1. 日本海の NPP 衛星夜間可視データから抽出された光点の分布
2022～2024 年の比較。暖色系は高輝度点、寒色系は低輝度点、灰色は雲域を示す。



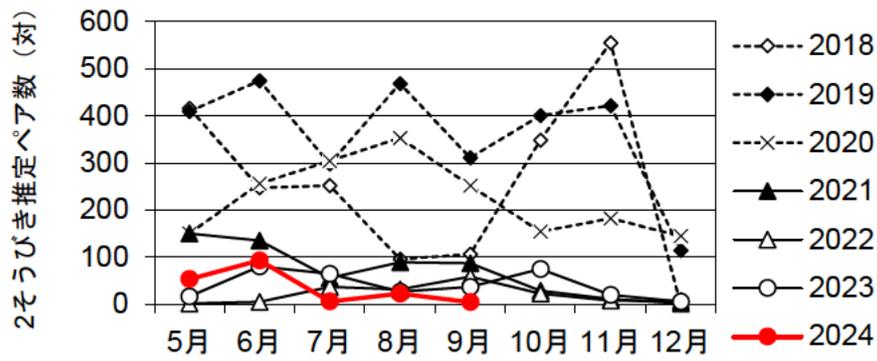
補足図 8-2. 北朝鮮水域～大和堆西側水域における中・高輝度点 ($300 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 以上、補足図 8-1 の黄色～赤色の点) の日々のカウント数の月間最大値の各年の推移
ここで計数した光点の多くは中国の灯光網船と推察される。



補足図 8-3. 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（ $300 \times 10^{-10} \text{ W cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ 未満、補足図 8-1 の水色～青色の点）の日々のカウント数の月間最大値の各年の推移
光点の多くは北朝鮮漁船と推察される。



補足図 8-4. 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 8-5. 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各年の推移

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 9 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（図 3-1、表 3-1）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、2021 年漁期以降は 2 万トンを下回っている。2023 年漁期の漁獲量は 6 千トンで、初めて漁獲量が 1 万トンを下回った。以下に、2021 年漁期以降の資源量指標値算出に用いた、我が国の沖合いか釣りおよび小型いか釣りについて漁獲動向を簡単に記す。

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）の推移を補足図 9-1 に示す。CPUE は 1980 年代前半は概ね 1 トン以下であったが、1990 年代に増加し、2000 年漁期前後には約 3 トンとなった後、短期的な変動はあるものの緩やかに減少した。2019 年漁期には 0.63 トンと 1980 年代の水準まで落ち込んだ後、2021 年漁期にかけていったん増加したものの、再び減少し、2023 年漁期は 0.32 トンと過去最低となった（表 3-2）。また、日本海における漁場は 2000 年前後までは漁期を通じ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。2024 年漁期の沖合域の漁況は、水産機構の漁船活用調査の結果から、漁獲が開始した 6 月からほとんど漁場が形成されていない（補足図 9-2）。これは新聞報道等（例えば水産経済新聞、2024 年 9 月 19 日）から、日本海でのスルメイカの不漁を受け、多くの漁船が北西太平洋のアカイカ漁に切り換えたことも影響したと考えられる。

令和 4 年度の資源評価より、旧中型いか釣り漁船の CPUE は日本海沖合域での漁期を通じた情報を反映しているとみなし、これを 2021 年漁期以降の資源量指標値算出に用いた。日本海での 1981～2023 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情報と、2024 年漁期の漁船活用調査（水産機構）に基づく旧中型いか釣り漁船 10 隻から得た情報から CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）を求め、資源量指標値算出に供した（補足表 2-2）。

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、漁獲はスルメイカが北上する夏季が中心であ

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。補足図 9-3 に、長期的な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（1日1隻あたり漁獲量）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。

令和4年度の資源評価より、小型いか釣り CPUE が、調査と同時期の日本沿岸の資源の情報を反映しているとみなし、各地の秋季発生系群の主漁期における小型いか釣り漁業の標準化 CPUE を 2021 年漁期以降の資源量指標値算出に用いた。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 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 (fc_{pue}) の対数値とした。データの期間は 1981～2024 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。

$$\log(fc_{pue_{ijk}}) = \alpha + Year_i + Month_j + Port_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

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、 $fc_{pue_{ijk}}$ 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 9-3 および補足図 2-3、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 年漁期以降さらに減少した。

(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 月は両系群が半々で見なしている（補足表 2-1）。

韓国の漁獲量は令和 5 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。

2023 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～34%で、韓国全体の漁獲量が低水準である1980年代および2010年代後半以降に比較的高い割合となっている（補足図9-4）。

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（補足図9-5）。1999年漁期以降、韓国の漁獲量は我が国の漁獲量を上回っているものの、長期的には減少傾向にあり、近年は2021年漁期にいったん4.1万トンとなった後、2022年漁期は2.5万トン、2023年漁期は1.4万トンとなり、1980年代並の低水準となった。また、2019年漁期以降は、本系群を対象とした漁獲のうち、4～9月の漁獲が占める割合が過去と比べて高い傾向となっている。

(3) 中国

本報告書の3-(2)および補足資料8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、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8）。またレーダ画像解析によれば、2そうびき漁船は5月から出漁し秋に向けて増加する傾向があり、2018年漁期には10月に約500組が日本海で操業していたと推測される（高崎ほか2020、Park et al. 2020、補足資料8）。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については、久保田ほか（2020）と同様に平均的に年間15万トンあったと仮定した。一方で2021年漁期以降は補足資料8で述べたとおり、近年減少傾向にある。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年は44隻で、2019年の1,115隻、2020年の4,393隻と比べ大幅に減少している。また2024年は10月31日現在で32隻と報告されており、2023年同期の44隻より少なかった（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>、2024年11月3日閲覧）。これらの報告は、補足資料8の2021年漁期以降の2そうびき漁船、ならびに2022年漁期以降の灯光網船の出漁隻数の減少傾向と整合する。

(4) 北朝鮮

北朝鮮漁船による漁獲に関連して、2019年前後には、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）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が、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。

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8）。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、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年漁期以降は、主漁場が沿海州南部となり、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。しかし、2023年漁期および2024年漁期は7月までで110～120トン程度に留まった（Мокрин 2024）。

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（久保田ほか 2020）、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た。

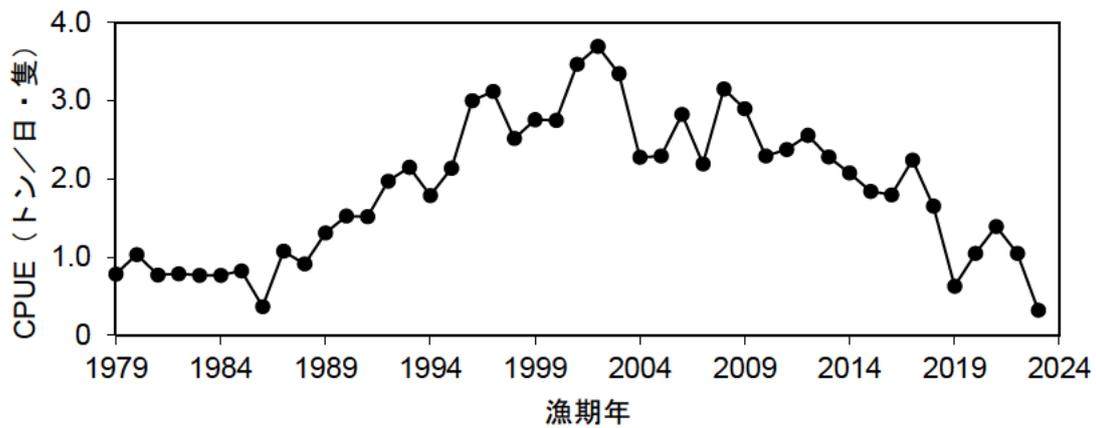
近年の資源の海域別の来遊状況から、2021～2022年漁期については、日本海の沖合域への資源の来遊はあったものの、6～7月の日本海スルメイカ漁場一斉調査における我が国EEZ内での調査時期、場所においては資源の主体となる群れを捕捉できていなかったと考えられる。一方で、2023年漁期以降は、調査および漁業の情報から、いずれの海域においても本系群の分布密度が低いと考えられ、これは本系群の資源量が非常に低水準にあることを示唆する。

2019年漁期以降、本系群の資源量の減少のほかに、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（宮原ほか 2024）。補足資料10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、その要因について検討を行った。

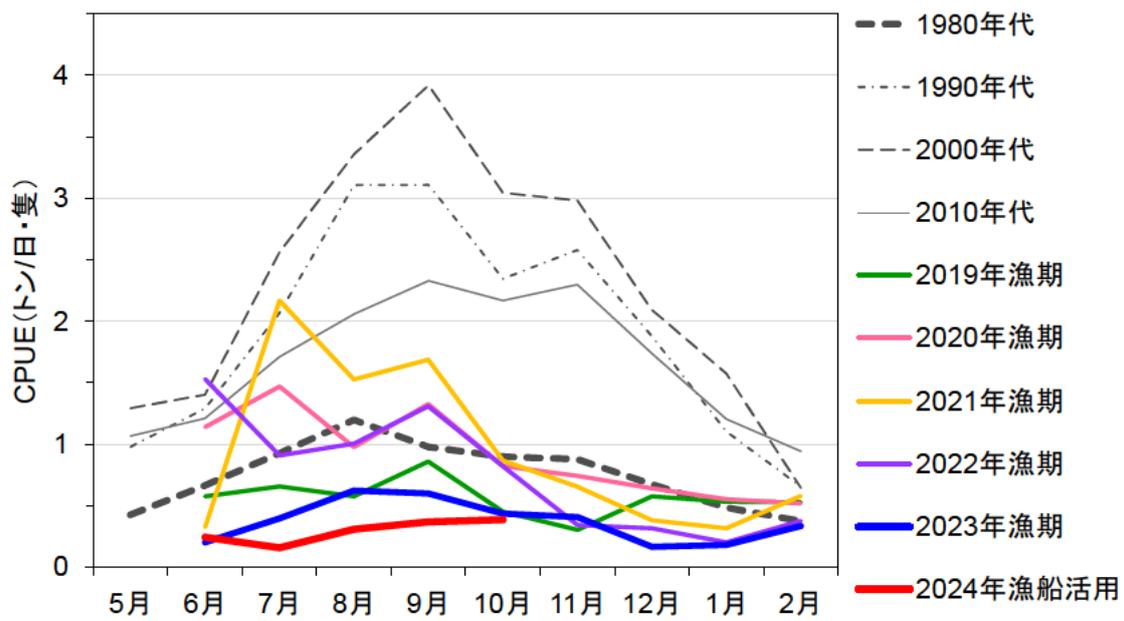
引用文献

- 崔 漸珍・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 (2020) 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://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/06/FRA-SA2020-BRP04-2.pdf> (last accessed Nov 3rd, 2024)
- 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・高崎健二・稲掛伝三・井桁庸介・阿部祥子・永井 平 (2024) 令和5 (2023) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2023-SC-14-02, 令和5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. http://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/03/details_2023_19.pdf (last accessed Nov 3rd, 2024)
- Мокрин Н.М (2024) Результаты российского промысла тихоокеанского кальмара в Японском море в 2023 году и предварительные данные по промыслу в 2024 году. 第38回日口漁業専門家・科学者会議資料. (ロシア語、未公表)
- 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)
- 高崎健二・齋藤 勉・大関芳沖・稲掛伝三・久保田洋・市川忠史・杉崎宏哉・清水収司 (2020) ALOS-2/PALSAR-2 を用いた 2 そうびき漁船の検出. *水産海洋研究*, **84**, 89-99.

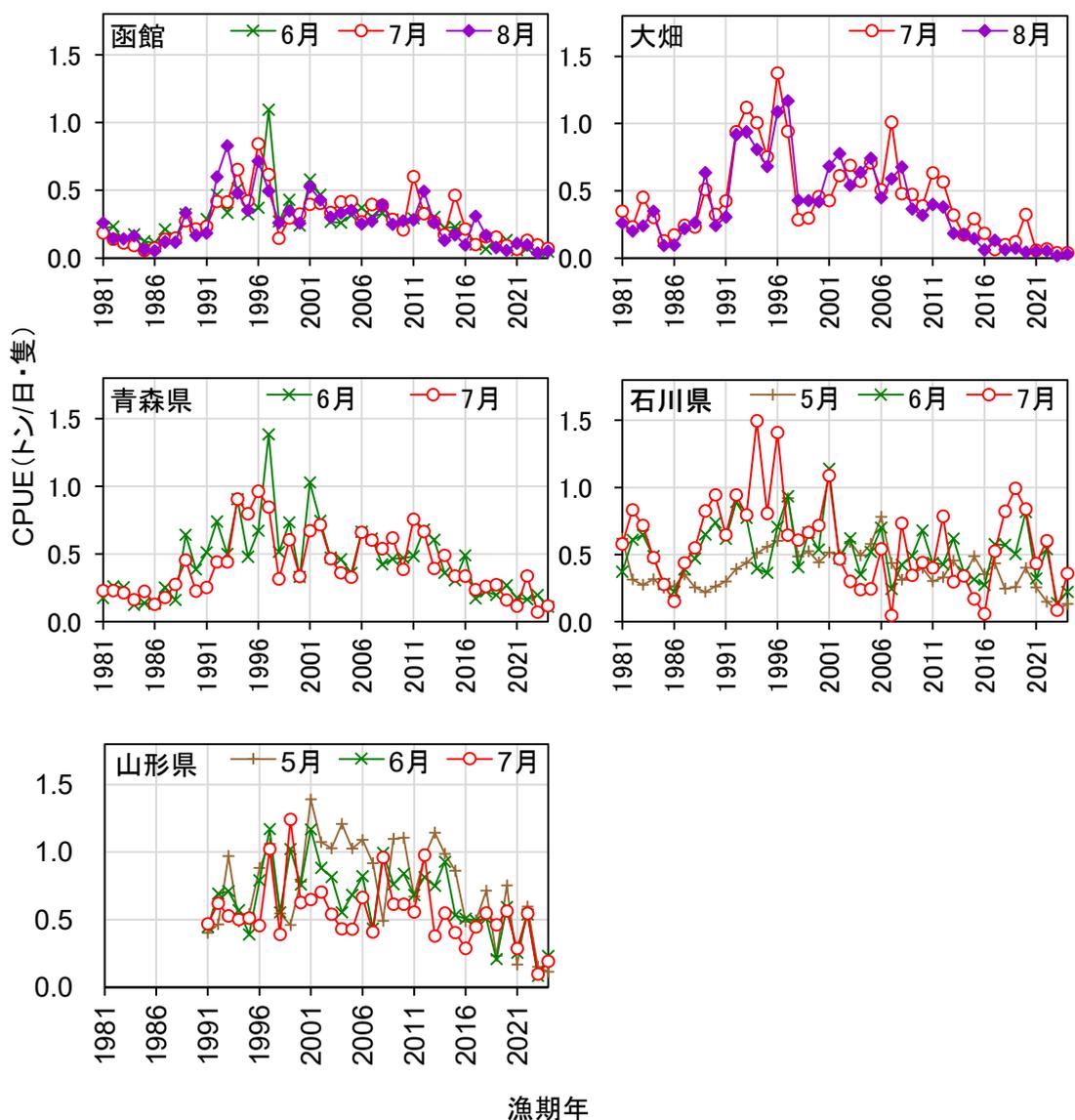


補足図 9-1. 旧中型いか釣り漁船による CPUE (1日1隻あたりの漁獲量) の推移



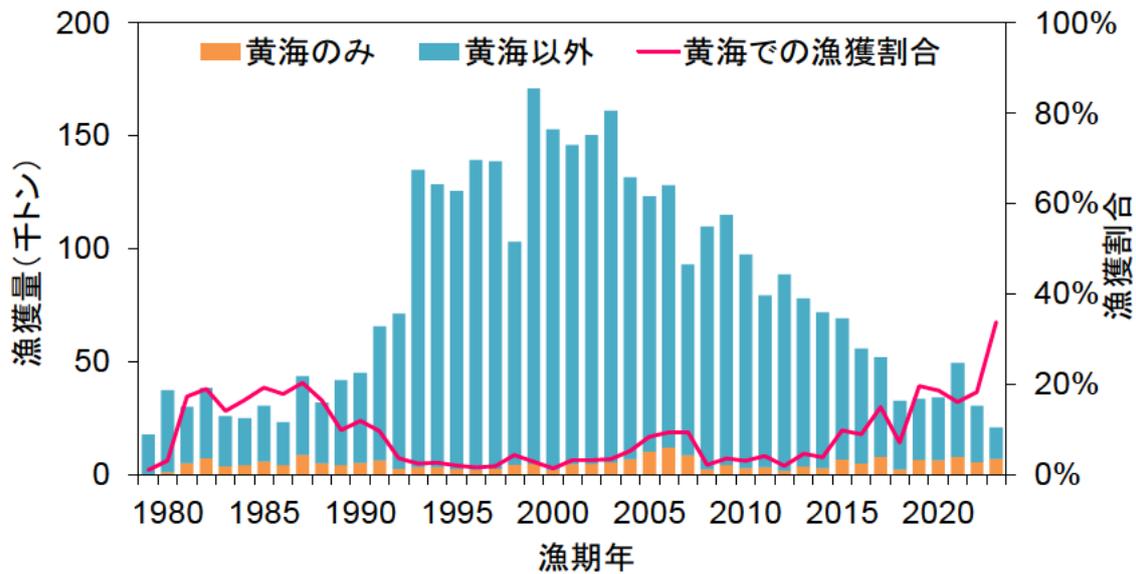
補足図 9-2. 旧中型いか釣り漁船による日本海での月別平均 CPUE の推移

2023年漁期以前は漁獲成績報告書、2024年漁期は漁船活用調査（調査対象10隻）に基づく平均値。



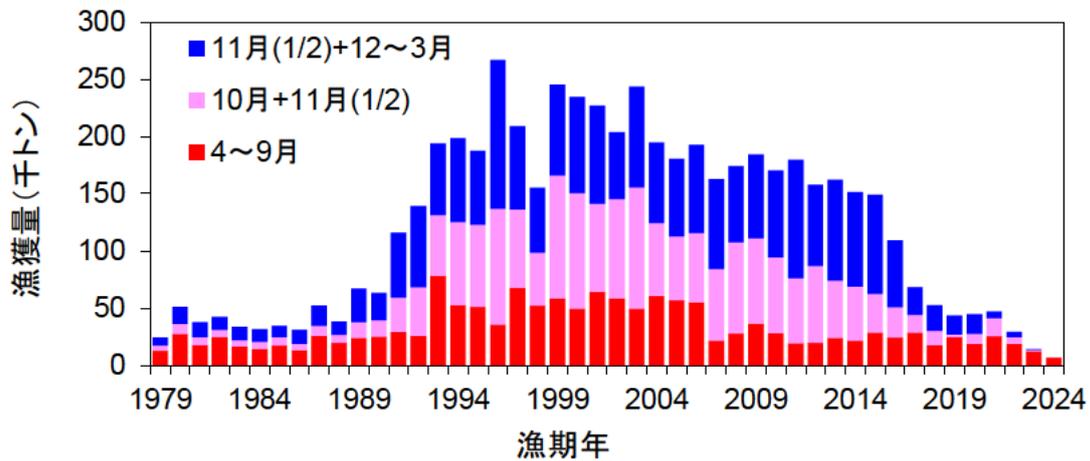
補足図 9-3. 小型いか釣り漁業の主要地域・主要漁期の月別 CPUE の推移

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、「山形県」は県内の合計。小型いか釣り漁業の標準化には、1981 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 9-4. 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 9-5. 韓国の漁獲量の推移

4～10月と11月漁獲の半分は秋季発生系群、11月の半分と12～3月の漁獲は冬季発生系群としている。2024年漁期は途中経過。

補足資料 10 近年の日本海におけるスルメイカの分布と海洋環境

本系群の資源量は、日本海スルメイカ漁場一斉調査によって把握されてきたが、近年、本調査による資源量の把握が困難となっている（4-(1)、宮原ほか 2023）。調査による資源量の把握が難しくなった理由としては、本系群の資源の回遊・分布状況が変化している可能性が考えられており（補足資料 9）、それらの要因のひとつとして、スルメイカ幼生の日本海への輸送経路の変化が検討されている（阿部ほか 2024、印刷中、宮原ほか 2024）。これまでに海洋モデルデータを用いて行われた粒子輸送実験の結果から、2020～2022 年漁期にかけて、東シナ海から発生した 11 月生まれの幼生が日本海の大陸側に流されやすい海洋環境であったことが明らかとなった。これは 2020 年漁期以降の日本海の沖合の資源の主体が 11 月生まれの可能性が高い、という結果と一致した（松井ほか 2023）。一方で、前述の粒子輸送実験は、幼生の初期分布が東シナ海に限定されている。そこで、本補足資料では、東シナ海だけでなく日本海も含めた幼生の発生可能な再生産可能域を推定した上で、何月生まれの幼生が日本海にどの程度の量が輸送されうるかを、輸送先の水平分布の変化も含め検討を行った。

再生産可能域面積の推定、および生残を加味した粒子輸送実験（以下、粒子生残輸送実験とする）にあたっては、海洋データ同化モデルである改良版 FRA-ROMS II の流速、水温、海底地形データを用いた。実験は、2001～2024 年漁期について、本系群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。再生産可能域の推定にあたっては、東経 121～137 度、北緯 25～37 度 30 分の水深 100～500m の海域を対象とし（補足図 10-1a）、うち、海面水温が 18～23℃の範囲を各月の再生産可能域とみなした（Sakurai et al. 2006）。粒子生残輸送実験では、前述の再生産可能域から幼生を模した粒子を放出し、深度 30m（Yamamoto et al. 2007）における水温を生残条件とした上で、90 日後まで追跡した。水温の生残条件としては、放出日をふ化日と見なした上で、10 日目までは水温 18～23℃（Sakurai et al. 2013、山本ほか 2012 など）、11～30 日目までは水温 15～23℃（Sakurai et al. 1996、桜井 2014）、31 日目以降は水温 7～23℃（Kidokoro et al. 2014、桜井 2014）の各水温範囲外では死亡すると見なした。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生残粒子数を解析した（補足図 10-1b）。

2024 年漁期の資源が生まれた時期の再生産可能域の推定結果、および粒子生残輸送実験で 90 日後に生残した粒子の分布についてそれぞれ補足図 10-2、10-3 に示す。2024 年漁期の再生産可能域を見ると、10 月は隠岐諸島北方と対馬北方のごく限られた範囲であり、再生産可能域面積は解析を行った 2001 年漁期以降で最小となった（補足図 10-4）。一方、再生産可能域面積が広がったのは 11～12 月で、11 月は能登半島西部～東シナ海北部にかけて、12 月は山陰沿岸と東シナ海に広く再生産可能域があったと推定された（補足図 10-2）。1～2 月の再生産可能域はいずれも東シナ海の西部～南部と推定された。再生産可能域から粒子を放流した粒子生残輸送実験の結果、日本海に流入した生残粒子の分布量（補足図 10-5）は、2001 年漁期以降おおよそ 11 月、12 月、10 月の順に多く、1～2 月は 90 日後には日本海内にほとんど分布していなかった。2024 年漁期について他の年と比較すると、11 月、12 月の分布量が多い点は変わらないが、10 月の分布量は少なかった。

次に、日本海に輸送された生残粒子の水平分布を見ると、2001 年漁期以降、10 月生まれ

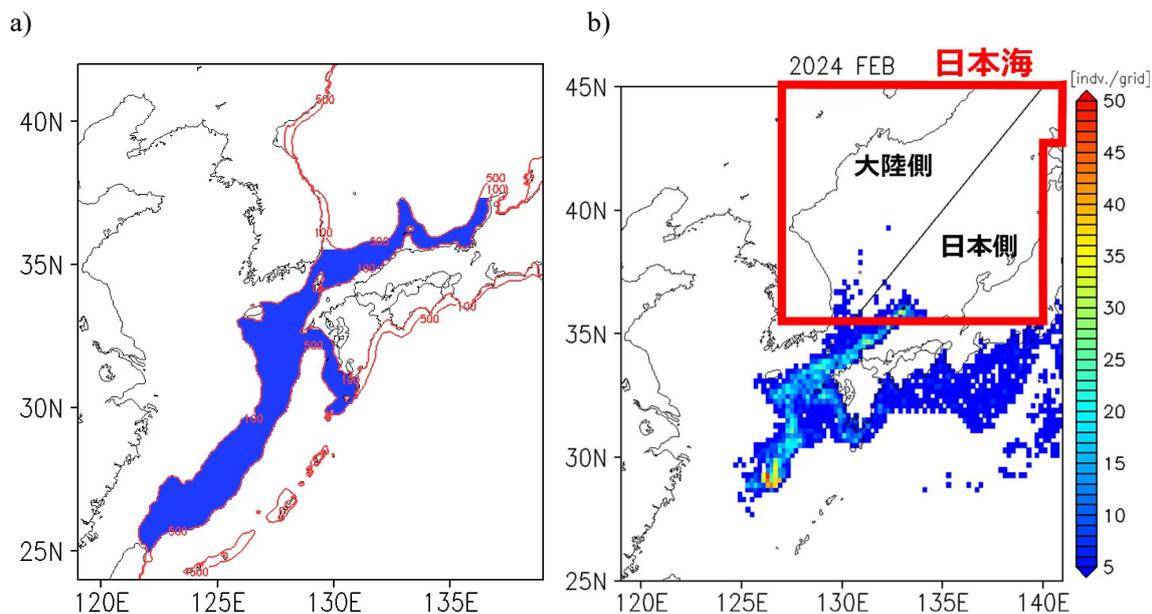
は日本海の日本側に分布する比率が相対的に高く、次いで、11月、12月となった。近年の生残粒子の分布を見ると、日本海への流入量が多い11月、12月（特に11月）は、2019年漁期前後以降大陸側への分布比率が高くなる傾向にあり、2023年漁期にいったん比率が下がったものの、2024年漁期に再び大陸側への分布比率が高くなった（補足図 10-5）。

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ているとされるが（2-(1)）、本解析結果から、2001年漁期以降の再生産可能域面積は、11～12月に広く、一方で10月は最も狭いことがわかった（補足図 10-4）。しかしながら、10月生まれの幼生は日本海の日本側へ輸送される比率が他の月よりも高いことも示された（補足図 10-5）。2024年漁期について見ると、10月生まれの生残粒子量は非常に少なく、相対的に11～12月生まれが多かったが、これらはより大陸側へ流された可能性が示された。11月生まれの初期位置から90日後までの大陸側への輸送経路としては、対馬海峡西水道や山口県沿岸から朝鮮半島沿岸への北上が検討されているが、より詳細な解析が必要である。今後、再生産可能域および生残粒子の水平分布についてモニタリングを行うとともに、再生産可能域の位置、面積および輸送経路、輸送先の変化がどのように近年の資源の減少に影響するかについて検討を行う必要がある。また、海洋モデルによる結果と、実際の調査結果である幼生分布調査（補足資料 7）や漁獲物の生まれ月組成（例えば松井ほか 2023）といった生態的な情報との関係性も併せて検討を行う必要がある。

引用文献

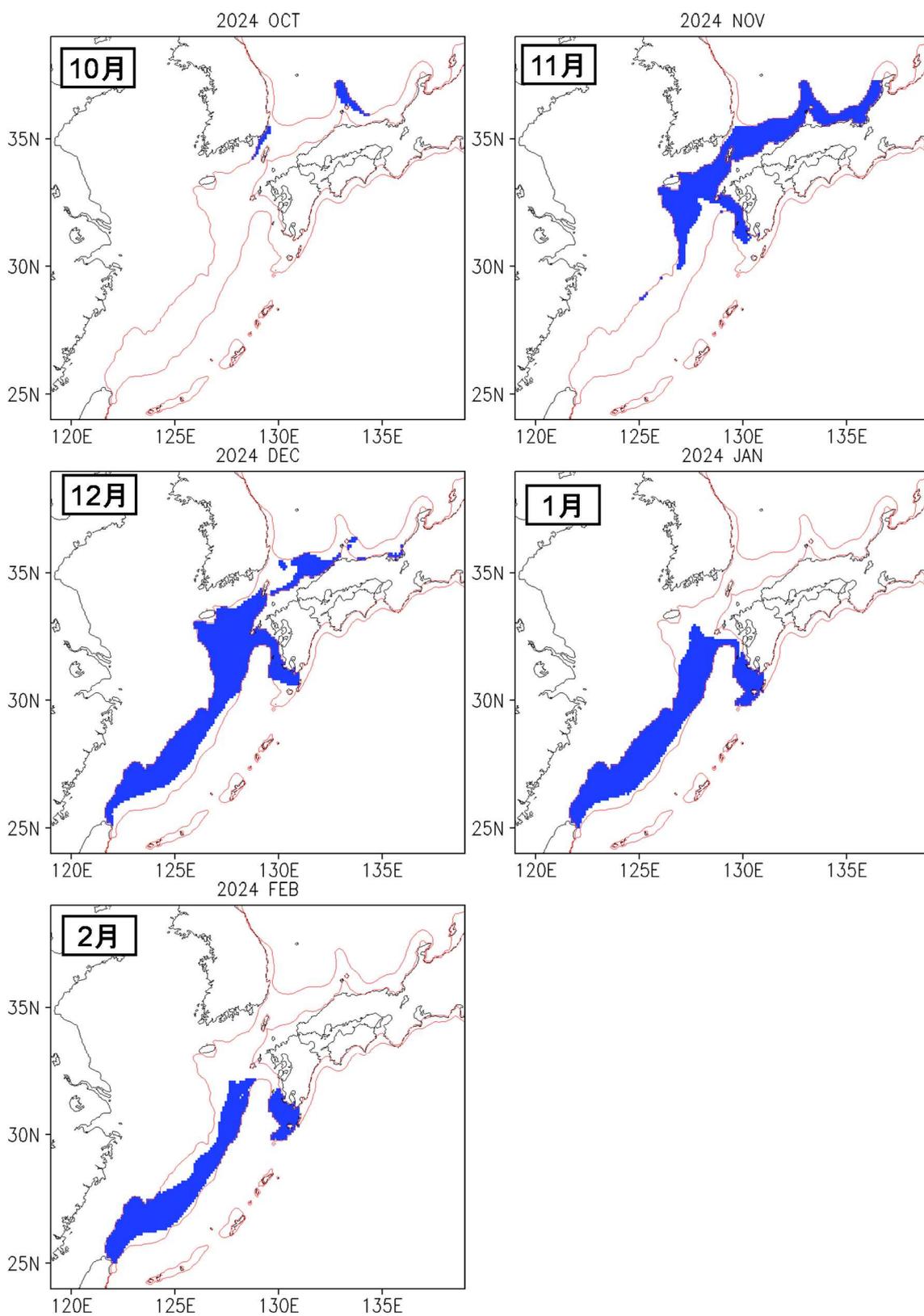
- 阿部祥子・井桁庸介・永井平・岡本俊・宮原寿恵(2024) 対馬暖流の変動によるスルメイカ秋季発生系群の日本海大陸側への分布の偏重. イカ類資源評価協議会報告(令和5年度), 水産研究・教育機構, 横浜.
- 阿部祥子・井桁庸介・永井平・岡本俊・宮原寿恵(印刷中) 近年の対馬暖流の変動はスルメイカ秋季発生系群の稚仔の分布を日本海大陸側へ偏重させる要因となり得るのか? イカ類資源評価協議会報告(令和6年度), 水産研究・教育機構, 横浜.
- Kidokoro, H., T. Shikata and S. Kitagawa (2014) Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. *Hidrobiológica*, **24(1)**, 23-31.
- 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・倉島陽・高崎健二・稲掛伝三・井桁庸介・阿部祥子・永井平(2024) 令和5(2023)年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2023-SC-14-02, 令和5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. http://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/03/details_2023_19.pdf (last accessed Nov 3rd, 2024)
- Sakurai, Y., J. R. Bower, Y. Nakamura, S. Yamamoto and K. Watanabe (1996) Effect of temperature on development and survival of *Todarodes pacificus* embryos and paralarvae. *Amer. Melac. Bull.*, **13(1/2)**, 89-95.
- Sakurai, Y. (2006) How climate change might impact squid populations and ecosystems: a case study

- of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*. Globec Report, **24**, 33-34.
- Sakurai, Y., H. Kidokoro, N. Yamashita, J. Yamamoto, K. Uchikawa and H. Takahara (2013) *Todarodes pacificus*, Japanese common squid. In: Rosa R et al (eds) Advances in squid biology, ecology and fisheries part II—oegopsid squids. Nova Science Publishers Inc, New York, pp 249–271.
- 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, 54pp
- Yamamoto, J., T. Shimura, R. Uji, S. Masuda, S. Watanabe and Y. Sakurai (2007) Vertical distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae near the Oki Islands, southwestern Sea of Japan. Mar Biol, **153**, 7-13.
- 山本 潤・宮永 幸・福井信一・桜井泰憲 (2012) スルメイカふ化幼生の遊泳行動に対する水温の影響. 水産海洋研究, **76**, 18-23.

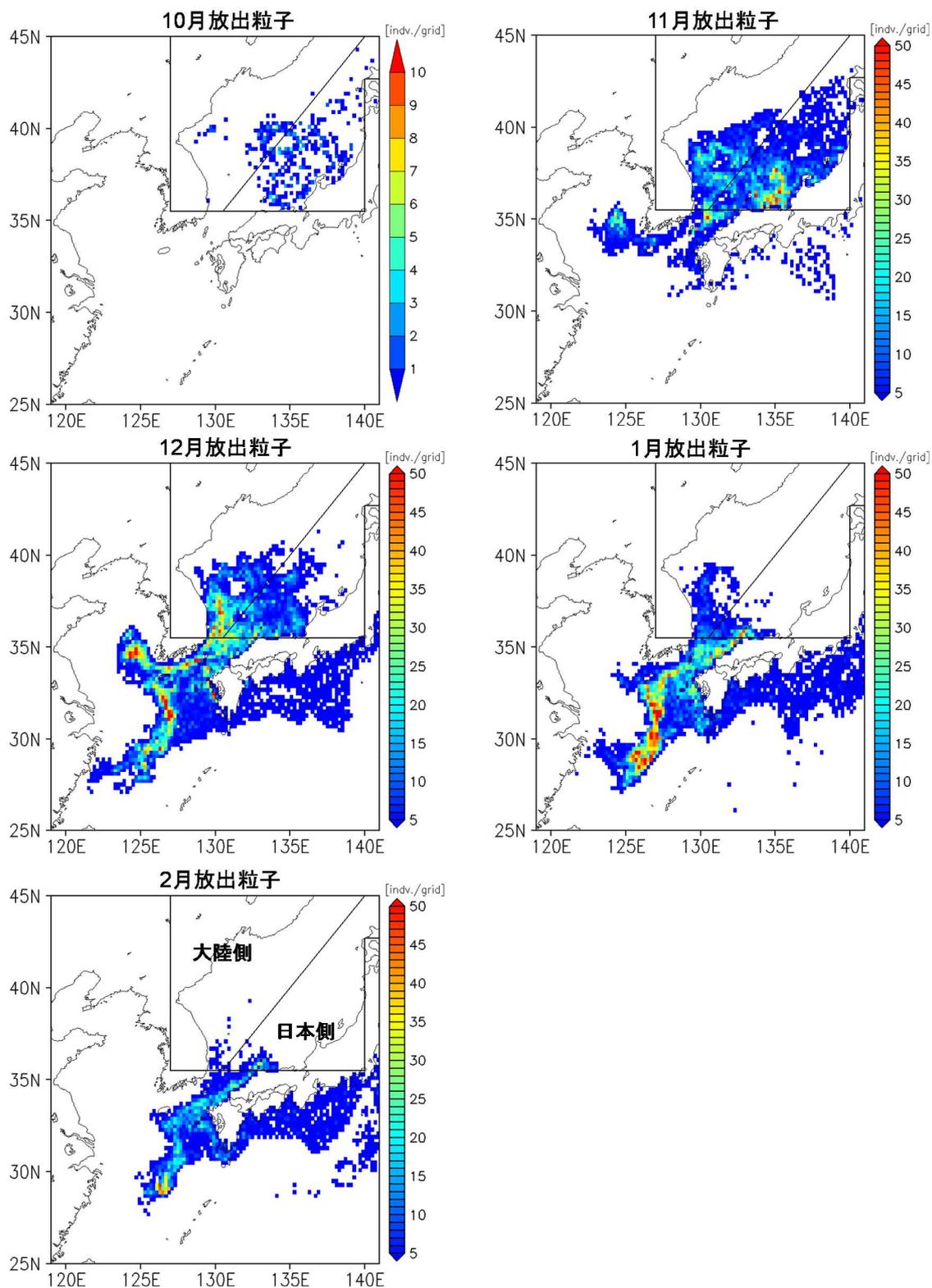


補足図 10-1. 再生産可能域の推定の対象海域と粒子追跡実験の模式図

- a) 本系群の再生産可能域の対象となる水深 100~500m の海域（青色の範囲）
- b) 生残粒子の 90 日後の分布とカウントを行った範囲。図中の赤枠内を粒子が日本海に流入した範囲とし、また境界に基づき、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。

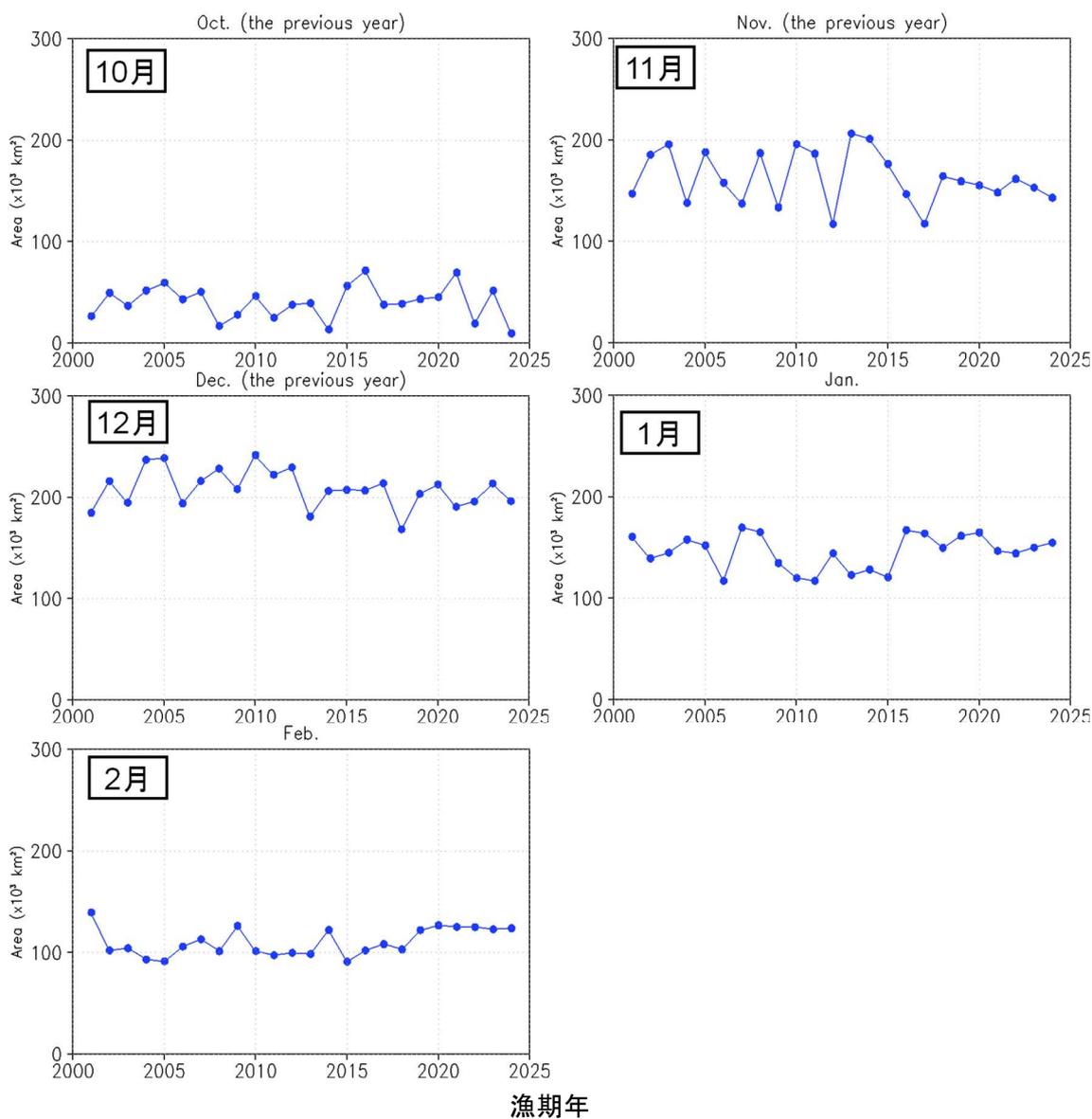


補足図 10-2 2024 年漁期資源発生時期の再生産可能域 (青) の分布 (2023 年 10 月～2024 年 2 月)



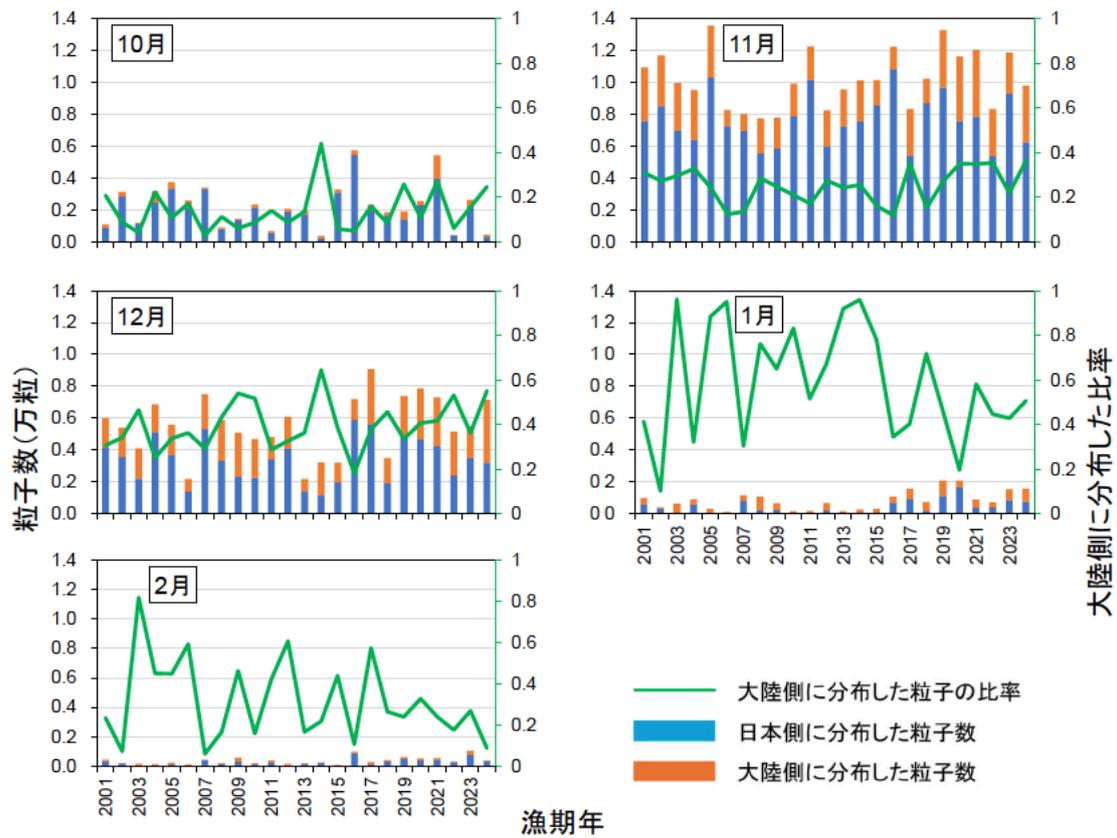
補足図 10-3 2024 年漁期資源の発生から 90 日後の分布

補足図 10-2 を初期配置とし、生残条件を与えた上での、90 日後の粒子の分布を示す。色は 1/5° グリッドごとの生残数を示し、赤色の方がより分布量が多いことを示す。



補足図 10-4 再生産可能域面積の月別年推移

横軸はそれぞれ発生した資源の漁期年に対応しており、10～12月については実際には前年となる。



補足図 10-5. 10月～翌年2月の各月生まれの生残粒子が90日後に日本海の大陸側または日本側に分布した数と大陸側に分布した粒子の比率の年推移

横軸はそれぞれ発生した資源の漁期年に対応しており、10～12月については実際には前年を示す。積み上げ棒グラフは各海域に分布した生残粒子数を示し、青が日本側に分布した生残粒子数、橙が大陸側に分布した生残粒子数を示す。折れ線グラフは日本海に流入した生残粒子のうち、大陸側に分布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 10-1 に示す。

補足資料 11 前回管理基準値等の提案後の経過

(1) 評価を取り巻く状況

1) 過年度の経緯

本系群は令和2年7月の管理基準値等に関する研究機関会議で管理基準値案が合意された。同案は令和2年12月資源管理方針に関する検討会で議論がなされたが、主にスルメイカの加入量予測の不確実性や外国漁船による漁獲が規制対象外である点において問題が大きいとの指摘をステークホルダーから受け、合意には至らなかった。その後、代替漁獲管理規則案としての獲り残し割合一定方策と漁獲量3年間一定方策、および外国での漁獲管理の事例を基にした試算が研究機関に求められた。資源評価においては加入量予測の不確実性も新たに考慮に入れた上で、令和3年8月に改めて研究機関会議を開催し、代替漁獲管理規則案が合意された。同年10月および12月の資源管理方針に関する検討会を経て管理基準値および代替漁獲管理規則である漁獲量3年間一定方策が合意され、令和4年4月からMSYに基づくTAC管理が開始された。資源管理、資源評価の関連する会議について補足表11-1に取りまとめた。

2) 資源管理基本方針に関連するパラメータ

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、「水産政策審議会」を経て資源管理基本方針が定められた（水産庁 2024）。同方針の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準、調整係数 β などは宮原ほか（2024）の補足資料3に示した通りである。

3) 前回管理基準値の提案以降の大きな出来事

本系群と冬季発生系群の系群別での漁獲量管理は困難であることから、我が国では2系群を一括したTAC（漁獲可能量）が設定されている。また、資源評価における本系群の漁獲量は日本、韓国のほかに、不明な外国漁獲量として中国漁獲量仮定値を含むが、TACの算定においては統計情報のある韓国漁獲量のみを考慮し、日本海での中国の漁獲については違法な操業によるものとして考慮していない（https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/attach/pdf/231027_8-40.pdf、2024年11月11日閲覧）。

令和4年度の資源評価において、2021年漁期以降の資源量、漁獲量の算出手法を変更した。（詳しくは本補足資料の4）参照）。これに伴い、2021年漁期以降の資源量が大幅に下方修正され、結果として、令和3年の資源評価から算出されたABC（12.7万トン）は本系群の資源に対して過大であったと考えられ、想定外の事態の発生として、算定漁獲量（5.8万トン）を提案した（宮原ほか 2022、宮原ほか 2023）。

4) 資源評価の変更点

令和2年度に管理基準値を提案し、その後、令和3年度に代替漁獲管理規則が合意された後の変更点については、以下の通りである。

① 調査CPUEの標準化手法の改善（令和2年度、令和3年度、令和4年度）

本系群の資源量指標値の算出には日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化CPUEを用

いている。令和2年度に提案された管理基準値の算出には令和元年度の資源評価結果を用いているが、この際の標準化モデルは一般化線形モデルによる有漁時漁獲モデルであった。しかしながら、2019年の本調査より漁獲の無い調査点が見られるようになったことから、令和2年度の資源評価から有漁確率モデルと有漁時漁獲モデルを用いたデルタ型二段階法を採用した。この際、各モデルには一般化線形モデルを用い、また年と海域の交互作用項をモデルに含むことから、標準化CPUEの算出には海域面積による重み付けを用いた。翌令和3年度に、モデルを改善し有漁確率モデルには一般化線形モデル、有漁時漁獲モデルには一般化線形混合モデルを用いた。併せて海域面積の重み付けの修正を行った。最後に、令和4年度からは有漁確率モデルにも一般化線形混合モデルを用いる手法へと変更した。以上の改善に伴う指標値の変化は限定的であった（宮原ほか（2024）の補足資料2）。標準化手法の改善の過年度の経緯の詳細については宮原ほか（2023）の補足資料2およびFRA-SA2022-SC11-101を参照されたい。

② 資源量推定手法および将来予測で使用する残差の範囲の変更（令和4年度）

令和3年度の資源評価においては、2021年漁期の資源量は2020年漁期の親魚量と再生産関係を用いて前進計算した値を用いていた（算出手法の詳細は久保田ほか2022）。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を改善した。まず2021年漁期以降の資源量指標値には、調査情報のほかに日本海の沖合域で操業する旧中型いか釣り漁業と沿岸域で操業する小型いか釣り漁業の漁業情報を用いた値を使用した。さらに、日本海の大陸側の情報も取り込むために、前年漁期の親魚量から再生産関係を用いて前進計算により算出される資源量も利用し、資源量指標値から得られた資源量とこれの重み付け平均を当年漁期の予測資源量とした。算出手法の詳細は4-(1)および補足資料2を参照されたい。この変更に伴い令和3年度の資源評価までは、将来予測のバックワードリサンプリングに評価当年の残差まで用いていたが、令和4年度より評価当年の資源量が予測値となったことから、資源評価当年の残差は用いないこととした。

③ 2021年漁期以降の中国漁獲量仮定値の変更（令和4年度）

本系群の資源評価においては、本系群の漁獲量に中国の漁獲量仮定値（2005年漁期以降、ただし2009年漁期、2013年漁期を除く）を含む（3-(1)および(2)、補足資料9-(3)）。令和3年度の資源評価では、2021年漁期の中国漁獲量の仮定値を2005～2020年漁期にあてた仮定値15万トンと同じとした。しかしながら、令和4年度の資源評価より、衛星情報等から2021年漁期以降中国の漁獲努力量が減少したとみなし（3-(2)、補足資料8、補足資料9-(3)）、中国漁獲量仮定値を15万トンより引き下げることとした。2021年漁期以降の中国漁獲量仮定値の算出手法の詳細については、4-(1)を参照されたい。

④ 最新年の日韓漁獲量の推定手法の改善（令和4年度）

令和3年度の資源評価においては、資源評価当年の日韓漁獲量は日韓のみの直近3年

間の平均漁獲圧（2021年であれば、2018～2020年の日韓平均漁獲圧）から予測していたが、令和4年度は実際の漁業の経過と前述の平均漁獲圧から予測される予測漁獲量が合わない状況であった。よって令和4年度の資源評価より、予測精度がより良い9月までの累積漁獲量と漁期年漁獲量の比率の過去3年間平均値と、評価当年漁期の9月までの累積漁獲量を利用して資源評価当年漁期の日韓漁獲量を予測することとした。算出手法の詳細は宮原ほか（2023）の補足資料5および本報告書の補足資料2、5を参照されたい。

⑤ 韓国漁獲量の集計手法の変更（令和5年度）

令和4年度の資源評価までは、本系群の漁獲量に含まれる韓国の漁獲量統計値に、韓国の西海岸（黄海）で漁獲されるスルメイカの漁獲量も含んでいた。しかしながら、黄海側の資源量は本系群の資源量推定に考慮されておらず、親魚尾数の過小推定を招いている可能性が考えられたため、令和5年度の資源評価より、韓国の西海岸での推定漁獲量を資源評価から除外した（補足資料9-(2)、宮原ほか（2024）の補足資料6-(2)）。

5) 前年度評価会議以降の議論

本系群は令和6年度に管理基準値の見直しが行われることを受けて、8月の資源管理方針に関する検討会後に水産庁から依頼された検討事項も含めて、9月の担当者会議にて本系群における最新の状況を踏まえた管理目標等について議論した。担当者会議では以下の検討内容およびドキュメントについて合意し、その後の資源管理基本方針に関する検討会に提示後、各種決定事項に基づいて管理基準値の見直しを速やかに進める準備を整えた。

令和6年9月の担当者会議で検討・議論した内容

【最新の状況を踏まえた管理目標等の検討】

1. 令和5年度資源評価結果に基づく再生産関係の推定
 - (1) 全期間のデータを用いた場合の再生産関係の推定
 - (2) 低加入期のみのデータを用いた場合の再生産関係の推定
2. 管理基準値と禁漁水準
 - (1) 全期間のデータから推定された再生産関係に基づく算定結果
 - (2) 低加入期のみのデータから推定された再生産関係に基づく算定結果
3. 漁獲管理規則と将来予測
 - (1) 全期間のデータから推定された再生産関係と管理基準値等に基づく結果
 - ① 再生産関係における平均的な加入が今後発生すると想定した場合の将来予測
 - ② 近い将来まで近年の悪い加入状況が続くと想定した場合の将来予測
 - (2) 低加入期のみのデータから推定された再生産関係と管理基準値等に基づく結果

6) ピア ビュー

水産研究・教育機構では、資源評価に関する透明性や客観性を確保するため、その科学

的妥当性について国内外の専門家に諮問するピアレビューのプロセスを、2020（令和 2）年度から導入している。本系群については令和 4 年 11 月 8、9、10、16、17 日に令和 3 年度の資源評価結果について日米の専門家からのレビューを受けた。大きな指摘事項として、各種不確実性も扱うことが可能な資源評価モデルの導入が挙げられた。レビューの詳細は報告書を参照されたい（https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/peer_review/index.html、2024 年 11 月 11 日閲覧）。

(2) 過年度資源評価の結果の比較

過去 3 ヶ年の資源評価結果を比べると、2020 年漁期以前の資源量および親魚量の推定値に大きな違いはなかった（補足図 11-1）。一方、2021 年漁期以降の結果については資源評価年度によって差が生じ、特に 2022 年度資源評価で行った資源評価手法の変更（詳しくは本補足資料の(1)-4 参照）により、資源量および親魚量が大きく下方修正された（補足表 11-2）。さらに、2021 年漁期以降の RPS が、漁獲が無くとも資源量が減少する値より小さかったこと、および想定した加入変動が全体的に下振れして悪くなった。結果として、令和 2 年度 12 月に開催された資源管理方針に関する検討会で合意された代替漁獲管理規則である漁獲量 3 年間一定方策で 2022～2024 年漁期に用いる ABC12.7 万トンが資源に対して過大と考えられた（本補足資料(1)-3）、宮原ほか 2023、宮原ほか 2024）。2021 年度評価において、将来予測により求められた F/F_{msy} は代替漁獲管理規則で用いた漁獲圧（ $\beta = 0.4$ ）よりも高い値（2022 年漁期 0.43、2023 年漁期 0.45、2024 年漁期 0.47）となっているが、これは本系群の将来予測において、近年の低加入を考慮したバックワードリサンプリングを採用した上で、加入変動の不確実性を考慮しているためである（補足資料 5、宮原ほか（印刷中）の補足資料 2）。すなわち、バックワードリサンプリングで用いる残差が偏った結果、将来予測の 10,000 回の予測の中で予測された加入よりも真の加入が少なく、結果として漁獲が代替漁獲管理規則での想定よりも高くなる場合が多かったことを示す。2022 年度以降の評価においては、前述の理由もあるが、資源評価手法の変更による資源量推定結果の低下に伴い、将来予測から得られた 2023 または 2024 年漁期の漁獲割合および F/F_{msy} はそれぞれ 39～57%、1.97～5.38 と他と比べ高い水準となった。

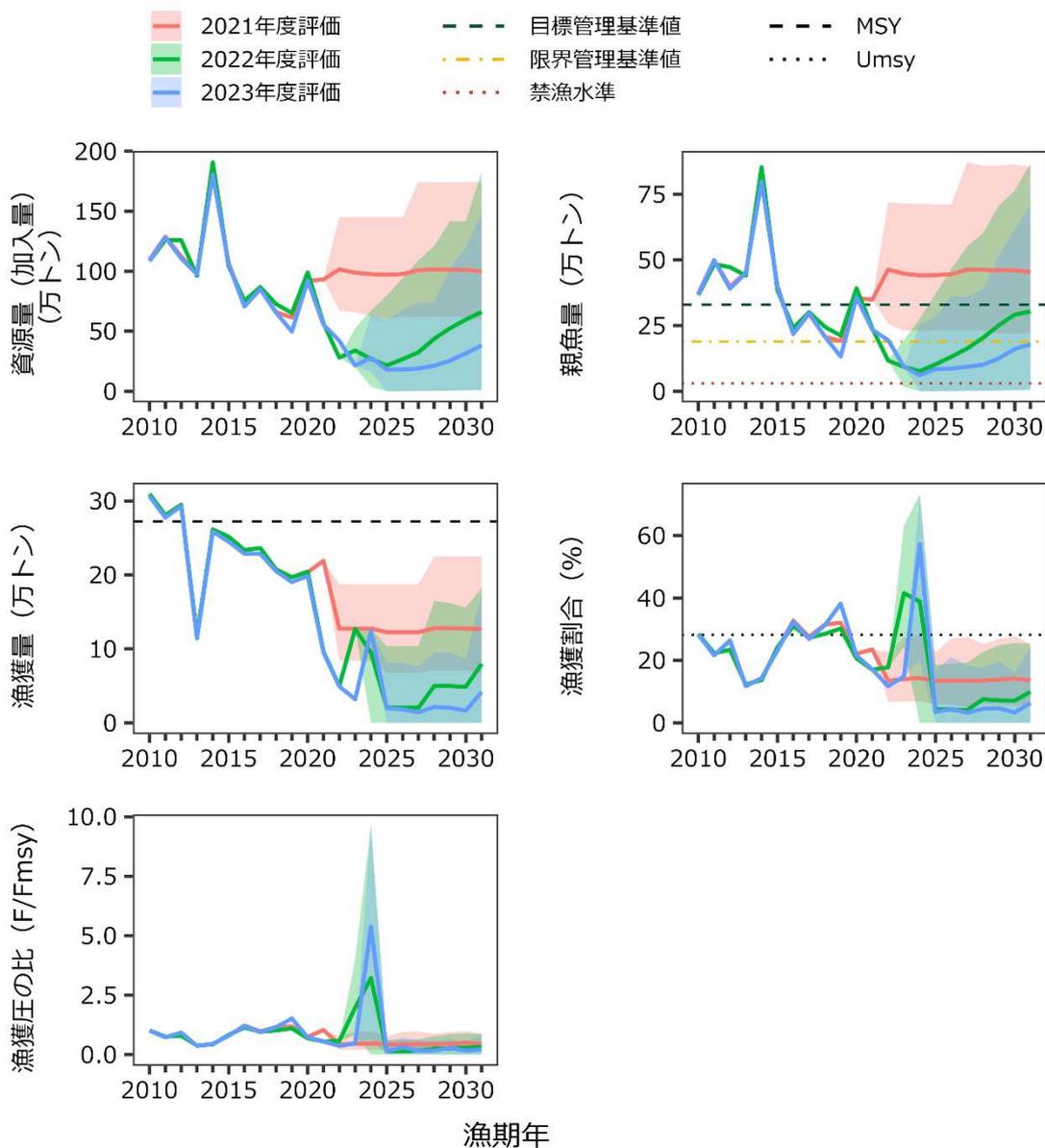
MSY 算定に用いた平均体重は、2019 年度資源評価より変更していない（補足図 11-2）。親魚量と加入量の関係については、最新の資源評価結果から得られた結果も、ほとんどが当初の再生産関係の 90% 予測区間に含まれるものの、標準化手法の変更（本補足資料(1)-4 -①）に伴う相違が見られた（補足図 10-3）。

(3) まとめ

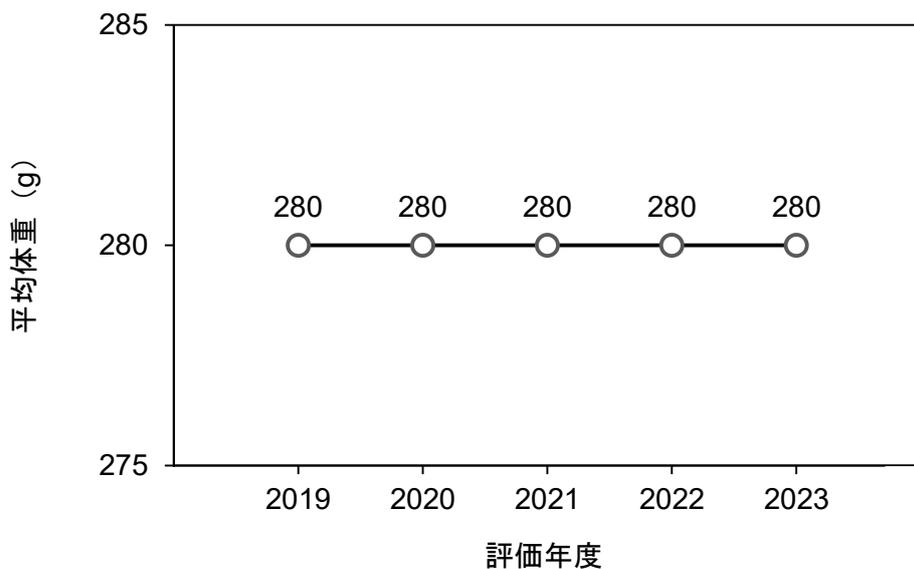
本系群は令和 4 年度の資源評価にて、資源量指標値の算出手法および資源量の算出手法等を変更した。この変更後の資源評価手法に基づき算出した、最新の資源評価結果のうち、資源量推定に再生産関係を用いた前進計算結果を含まない 1981～2020 年漁期までの資源評価結果を用い、改めて再生産関係の検討を行った。結果、再生産関係をホッカー・ステイック型からベバートン・ホルト型へと変更することとした。最新の資源評価結果を用いた再生産関係の検討に関する詳細は、令和 6 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料（宮原ほか（印刷中））を参照されたい。

引用文献

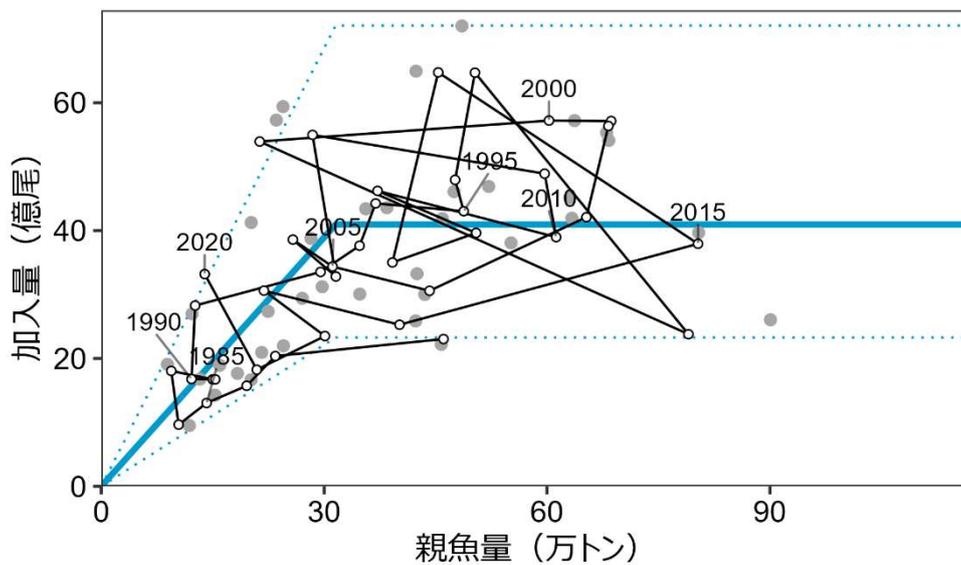
- 久保田洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊・松倉隆一・松井 萌・阿保純一・高崎健二・齋藤 勉・稲掛伝三 (2022) 令和 3(2021) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2021-SC04-02, 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 54pp. http://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_19.pdf (last accessed Nov 4th, 2024)
- 宮原寿恵・岡本 俊・西嶋翔太・松倉隆一・松井 萌・森山丈継・高崎健二・齋藤 勉・稲掛伝三 (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 Nov 4th, 2024)
- 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・高崎健二・稲掛伝三・井桁庸介・阿部祥子・永井 平 (2024) 令和 5 (2023) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. FRA-SA2023-SC-14-02, 令和 5 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. http://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/03/details_2023_19.pdf (last accessed Nov 3rd, 2024)
- 宮原寿恵・岡本 俊・森山丈継・松井 萌 (印刷中) 令和 6(2024) 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値算出に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP01-02, 令和 6 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.
- 水産庁 (2024) 資源管理基本方針 (令和 2 年 10 月制定、令和 6 年 7 月最終改正). 水産庁, 511pp. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/attach/pdf/index-627.pdf> (last accessed Nov 9th, 2024)



補足図 11-1. 評価年度別の資源量（加入量）、親魚量、漁獲量、漁獲割合（%）、漁獲圧の比（F/Fmsy）の比較（ β を 0.4 とした場合の漁獲量 3 年間一定方策に基づく将来予測結果を示す）



補足図 11-2. MSY 算定に用いた平均体重（2019 年度）と評価年度別の直近年の平均体重



補足図 11-3. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

灰色丸印は再生産関係の分析に使用した令和元年度評価における 1981～2017 年漁期の親魚量と 1982～2018 年漁期の加入量を示す。再生産関係には令和 2 年度に合意されたホッケー・スティック型を用いた。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。白抜丸印は本年度評価における 1981～2019 年漁期の親魚量と 1982～2020 年漁期の加入量を示す。

補足表 11-1. 本系群資源評価を取り巻く過年度の経緯

年月	資源評価をめぐる主な経緯
2020年7月	スルメイカの資源管理目標等に関する研究機関会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#20-05) 再生産関係、管理基準値案の設定、漁獲管理規則による将来予測について検討
2020年11月	令和2年度スルメイカ資源評価会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#20-11)
2020年12月	第1回資源管理方針に関する検討会（スルメイカ全系群） (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_8.html)
2021年8月	スルメイカ秋季・冬季発生系群に関する研究機関会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#21-07) 基本的漁獲管理規則案の更新、代替漁獲管理規則案の検討、外国事例を基にした試算、早期モニタリング指標値を用いた資源量予測の検討
2021年10月	第2回資源管理方針に関する検討会（スルメイカ全系群） (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_8.html)
2021年11月	令和3年度スルメイカ資源評価会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#21-08)
2021年12月	第3回資源管理方針に関する検討会（スルメイカ全系群） (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_8.html)
2022年4月	MSYに基づくTAC管理開始
2022年12月	令和4年度スルメイカ資源評価会議およびスルメイカ秋季発生系群将来予測の検討会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#22-22)
2023年12月	令和5年度スルメイカ資源評価会議 (https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stok_assesment_meeting/2023/sa2023-sc14.html)

補足表 11-2. 評価年度別の資源量（加入量）、親魚量、漁獲量、漁獲割合（%）、漁獲圧の比（F/Fmsy）の比較

資源量（加入量） （千トン）	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
2021年度評価	919	931	1,016	988	976
2022年度評価	990	565	281	340	268
2023年度評価	920	555	421	214	278
親魚量（千トン）	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
2021年度評価	354	349	463	448	441
2022年度評価	392	239	117	93	77
2023年度評価	358	234	194	94	61
漁獲量（千トン）	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
2021年度評価	204	219	127	127	127
2022年度評価	204	96	50	127	95
2023年度評価	198	95	49	32	124
漁獲割合（%）	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
2021年度評価	22	24	13	14	14
2022年度評価	21	17	18	42	39
2023年度評価	22	17	12	15	57
漁獲圧の比 （F/Fmsy）	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
2021年度評価	0.74	1.03	0.43	0.45	0.47
2022年度評価	0.68	0.55	0.57	1.97	3.22
2023年度評価	0.72	0.55	0.36	0.47	5.38

β を 0.4 とする漁獲管理規則に基づいて漁獲量を算出し、それを3年間一定とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を白背景で示す。それ以外の推定値などは灰色背景で示す。

補足資料 12 今後検討すべき課題の整理

今年度以降における本系群資源評価において、資源評価手法、資源量指標値の高精度化と親魚量指標値の開発、漁獲量集計方法について、それぞれ整理し今後取り組むべき課題として取りまとめた（補足表 12-1）。

(1) 資源評価手法

本系群の現在の資源評価手法は、2020 年漁期以前と 2021 年漁期以降で資源量推定手法が異なる（4-(1)）。また、2021 年漁期以降の資源量推定には再生産関係による加入量予測を含むため、現状、2021 年漁期以降の資源解析結果を再生産関係の推定に用いることは困難である（宮原ほか 印刷中）。以上から、資源評価の全期間を通じた資源量推定手法の開発が求められる。また、各パラメータ（資源量の絶対値を推定するための比例定数 q など）や観測データの不確実性を考慮できていない。また、比例定数 q については、その推定手法の妥当性や信頼性が問題視されている。それらを資源評価モデル内で定量的に取り扱うために、状態空間資源評価モデル SAMUIKA（Nishijima et al. 2020）や状態空間プロダクションモデル SPiCT への手法変更に関する検討を中長期的に進める必要がある。

(2) 資源量指標値の高精度化と親魚量指標値の開発

資源量指標値の高精度化および親魚量指標値の開発は今後検討すべき課題である。資源量指標値については、本系群では 2020 年漁期以前と 2021 年漁期以降で異なっている（4-(1)、補足資料 2）。(1)で述べた資源評価の全期間を通じた単一の資源量推定手法の開発にあたっては、資源量指標値についても一本化することが望ましい。資源量指標値の候補としては、本系群の漁期を通じた分布域をカバーする（もしくは過去にカバーしていた）情報を持つ日本海スルメイカ漁場一斉調査または旧中型いか釣り漁業の調査または漁業情報を利用した標準化 CPUE が挙げられる。これらの情報を時空間統計モデル（例えば VAST（Vector-Autoregressive Spatio-Temporal、Thorson and Barnett 2017））等の手法により標準化を行うことで、新しい資源量指標値の候補を得ることが可能と考えられる。また、本系群において現在、親魚量指標値が無いため、それを開発することで親魚量推定精度の向上に向けた検討を進める必要がある。

(3) 漁獲量集計方法

スルメイカの系群別漁獲量の集計は補足表 2-1 のスルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表に基づいているが、この方法が導入・再検討されてから 10 年近く経過するため、再度の検討および不確実性評価を実施する必要がある。

引用文献

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>

宮原寿恵・岡本 俊・森山丈継・松井 萌 (印刷中) 令和 6 (2024) 年度スルメイカ秋季発生系群の管理基準値算出に関する研究機関会議資料. FRA-SA2024-BRP01-02, 令和 6 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.

Thorson, J. T. and LAK. Barnett (2017) Comparing estimates of abundance trends and distribution shifts using single- and multispecies models of fishes and biogenic habitat. *ICES J. Mar. Sci.*, 74, 1311-1321.

補足表 12-1. 今後検討すべき課題の整理項目

項目	検討課題
資源評価手法	<ul style="list-style-type: none"> ・全期間を通じた単一の資源量算出手法の開発 ・資源評価手法の大幅変更 (資源評価モデルの導入)
資源量指標値と親魚量指標値	<ul style="list-style-type: none"> ・全期間を通じた単一の資源量指標値算出手法の開発 ・親魚量指標値の開発と親魚量推定精度の向上
漁獲量集計方法	<ul style="list-style-type: none"> ・漁獲量集計 (各系群への配分) 方法の再検討および不確実性評価

補足資料 13 想定よりも良い加入があった場合の試算

本補足資料では、水産庁からの依頼を受けて以下の事項に対応した。

1. 令和 6 年度資源評価結果に基づき、以下のような条件で 2025 年漁期の加入量を決定論的に算出する。
 - (1) 通常の再生産関係による加入があった場合（以降、シナリオ 1 とする）
 - (2) 低い加入の年代において、加入が通常の再生産関係よりも明確に高かった年（秋季発生系群では 1987、2017、2020 年漁期）の平均程度の加入があった場合（以降、シナリオ 2 とする）
 - (3) 通常の再生産関係式において、観察データの 90%が含まれると推定される範囲の上側 5%、すなわち 95percentile に相当する高加入があった場合（以降、シナリオ 3 とする）
2. 1 で想定した 2 通りの加入量の場合に、令和 6 年度の漁獲管理規則案に基づく漁獲量をそれぞれ算出する。

(1) 方法

2025 年漁期の漁獲量を算出する過程において、2024 年漁期終了後の予測親魚量から 2025 年漁期の加入量を予測し、また、漁獲管理規則案に基づいて漁獲係数を求める必要がある。それぞれの過程について以下で説明する。なお、スルメイカは単年性資源であるため、加入量と資源尾数は同義である。

1) 2025 年漁期の加入量の予測

① シナリオ 1 の場合

本系群の再生産関係は BH 型であり、親魚量 S と加入量 R の関係は式 17 で定式化される。

$$R(S|a, b) = \frac{aS}{1 + bS} \quad (17)$$

a と b は再生産関係式のパラメータである（補足表 6-1）。加入変動は考慮せずに決定論的に加入量を求めることから、式 17 に 2024 年漁期終了後の予測親魚量を代入することでシナリオ 1 における 2025 年漁期の加入量を予測し、 N_{2025} とした。

② シナリオ 2 の場合

はじめに、再生産関係からの加入量のばらつき（残差）を式 18 で求めた。

$$e_i = \log(N_{i,\text{past}}) - \log R(S_{i-1,\text{past}}|a, b) \quad (18)$$

$N_{i,\text{past}}$ は i 年漁期の加入量 (= 資源尾数) の観測値、 e_i は i 年漁期の残差を示す (i は 1982 ~ 2023 年漁期)。

「加入が通常の再生産関係よりも明確に高かった j 年漁期 (1987、2017、2020 年漁期)」の残差 ε_j および 2024 年漁期終了後の予測親魚量 S_{2024} (6.5 万トン、4-(3)) を用いて、式 19 によって 2025 年漁期の加入量 $N_{2025,j}$ を予測した。

$$N_{2025,j} = R(S_{2024}|a, b) \cdot \exp(\varepsilon_j + \delta_1),$$

$$\delta = -\log\left(\frac{\sum_{i=1982}^{2023} \exp(\varepsilon_i)}{42}\right) \quad (16)$$

ここで、 δ_1 は残差 ε_j を使用して加入量を予測す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 $\exp(\varepsilon_j + \delta_1)$ を掛けることによって通常の再生産関係よりも高い加入を仮定している。 $N_{2025,j}$ の平均値をシナリオ 2 における 2025 年漁期の加入量予測値 N_{2025} とした。

③ シナリオ 3 の場合

再生産関係において観察データの 90% が含まれると推定される範囲の上側 5%、すなわち 95percentile に相当する高加入があった場合 (図 4-8 の上側点線) の 2025 年漁期の加入量予測値 N_{2025} は式 20 で求めた。

$$N_{2025} = R(S_{2024}|a, b) \cdot \exp(F^{-1}(p) \times \delta_2) \quad (20)$$

ここで、 $F^{-1}(p)$ は確率 p に対する正規分布の逆累積確率分布関数を表し、 p が 95% の場合は 1.64 となる。また、 δ_2 は再生産関係からの加入量の予測値と観測値の対数残差における標準偏差 (0.33) である。

2) 2025 年漁期の漁獲係数の算出

漁獲量を算出する際に使用する 2025 年漁期の漁獲係数 F_{2025} は漁獲管理規則案 (例えば、補足図 4-1a) と S_{2024} に基づいて式 21 と式 22 によって決定された値である。

$$F_{2025} = \begin{cases} 0 & \text{if } S_{2024} < SB_{\text{ban}} \\ \beta \cdot \gamma \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } SB_{\text{ban}} < S_{2024} < SB_{\text{limit}} \\ \beta \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } S_{2024} \geq SB_{\text{limit}} \end{cases} \quad (21)$$

$$\gamma = \frac{S_{2024} - SB_{\text{ban}}}{SB_{\text{limit}} - SB_{\text{ban}}} \quad (22)$$

F_{msy} は MSY を得られる漁獲係数、 SB_{limit} は限界管理基準値案、 SB_{ban} は禁漁水準案である。また、 γ は親魚量が限界管理基準値案を下回った場合に回復を速めるために、親魚量に応じて決定される係数である。なお、シナリオ 1~3 の試算、および令和 6 年度資源評価の将来予測 (補足資料 4) では、共通の漁獲管理規則案を適用することから、調整係数 β が同じ値であれば F_{2025} も同じ値になる。

3) 2025 年漁期の漁獲量の予測

2025 年漁期の予測加入量と漁獲係数を使用して、式 23 から同年漁期の漁獲量 C_{2025} を求めた。

$$C_{2025} = wN_{2025} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \cdot [1 - \exp(-F_{2025})] \quad (23)$$

w は平均体重 (280 g)、M は自然死亡係数であり、漁期間 6 ヶ月で 0.6 と仮定した。

(2) 結果

シナリオ 1~3 の条件で、 β を 0.00~1.00 にて 0.05 刻みで変更した場合の 2025 年漁期の加入量、漁獲係数、漁獲量の予測結果を補足表 13-1 に示す。加入量は β に関係なく各シナリオで同一であり、シナリオ 1 の場合は 30.6 万トン、シナリオ 2 の場合は 40.5 万トン、シナリオ 3 の場合は 53.0 万トンであった。補足表 6-6 に示した令和 6 年度資源評価の将来予測結果では 22.5 万トンであった。また、補足資料 4-(4)では、5 年後および 10 年後に親魚量予測値がそれぞれ限界管理基準値案および目標管理基準値案をともに 50%以上の確率で達成する最大の β は 0.35 であり、その場合の 2025 年漁期の平均漁獲量は 1.6 万トンと予測されたが、本補足資料のシナリオ 1~3 の $\beta = 0.35$ の場合、シナリオ 1 では 2.0 万トン、シナリオ 2 では 2.6 万トン、シナリオ 3 では 3.4 万トンであった。

補足表 13-1. シナリオ 1～3 の場合の 2025 年漁期の加入量（万トン）、漁獲係数、漁獲量（万トン）の予測結果
調整係数 β を 0.00～1.00 にて 0.05 刻みで変更した場合の将来予測の結果を示す。

β	シナリオ1			シナリオ2			シナリオ3		
	加入量	漁獲係数	漁獲量	加入量	漁獲係数	漁獲量	加入量	漁獲係数	漁獲量
1.00	30.6	0.26	5.2	40.5	0.26	6.8	53.0	0.26	8.9
0.95	30.6	0.25	4.9	40.5	0.25	6.5	53.0	0.25	8.6
0.90	30.6	0.23	4.7	40.5	0.23	6.2	53.0	0.23	8.2
0.85	30.6	0.22	4.5	40.5	0.22	5.9	53.0	0.22	7.7
0.80	30.6	0.21	4.2	40.5	0.21	5.6	53.0	0.21	7.3
0.75	30.6	0.19	4.0	40.5	0.19	5.3	53.0	0.19	6.9
0.70	30.6	0.18	3.8	40.5	0.18	5.0	53.0	0.18	6.5
0.65	30.6	0.17	3.5	40.5	0.17	4.6	53.0	0.17	6.1
0.60	30.6	0.16	3.3	40.5	0.16	4.3	53.0	0.16	5.6
0.55	30.6	0.14	3.0	40.5	0.14	4.0	53.0	0.14	5.2
0.50	30.6	0.13	2.7	40.5	0.13	3.6	53.0	0.13	4.8
0.45	30.6	0.12	2.5	40.5	0.12	3.3	53.0	0.12	4.3
0.40	30.6	0.10	2.2	40.5	0.10	2.9	53.0	0.10	3.9
0.35	30.6	0.09	2.0	40.5	0.09	2.6	53.0	0.09	3.4
0.30	30.6	0.08	1.7	40.5	0.08	2.2	53.0	0.08	2.9
0.25	30.6	0.06	1.4	40.5	0.06	1.9	53.0	0.06	2.5
0.20	30.6	0.05	1.1	40.5	0.05	1.5	53.0	0.05	2.0
0.15	30.6	0.04	0.9	40.5	0.04	1.1	53.0	0.04	1.5
0.10	30.6	0.03	0.6	40.5	0.03	0.8	53.0	0.03	1.0
0.05	30.6	0.01	0.3	40.5	0.01	0.4	53.0	0.01	0.5
0.00	30.6	0.00	0.0	40.5	0.00	0.0	53.0	0.00	0.0
現状の漁獲圧	30.6	0.22	4.5	40.5	0.22	6.0	53.0	0.22	7.8

別紙（水産庁からの検討依頼文書）

事務連絡
令和6年11月20日

国立研究開発法人水産研究・教育機構
水産資源研究所 調査・評価部会長 福若雅章 様

水産庁漁場資源課沿岸資源班長

スルメイカの資源評価における試算等についてのお願い

スルメイカ秋季発生系群及びスルメイカ冬季発生系群の資源評価結果について、以下の条件での試算および次回の資源管理方針に関する検討会等における説明をお願いいたします。

- （1）令和6年度資源評価結果に基づき、以下のような条件で2025年の加入量を算出する。
 1. 通常の再生産関係による加入があった場合
 2. 低い加入の年代において、加入が通常の再生産関係よりも明確に高かった年（冬季発生系群では1980年、1983年および1989年、秋季発生系群では1987年、2017年および2020年）の平均程度の加入があった場合
 3. 通常の再生産関係式の95percentile上限に相当する高加入があった場合の3通りとし、それぞれの場合について予測を行う（決定論的に求める）。
- （2）（1）で想定した3通りの加入量の場合に、令和6年度の漁獲管理規則案に基づく漁獲量をそれぞれ算出する。

以 上