

令和4（2022）年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

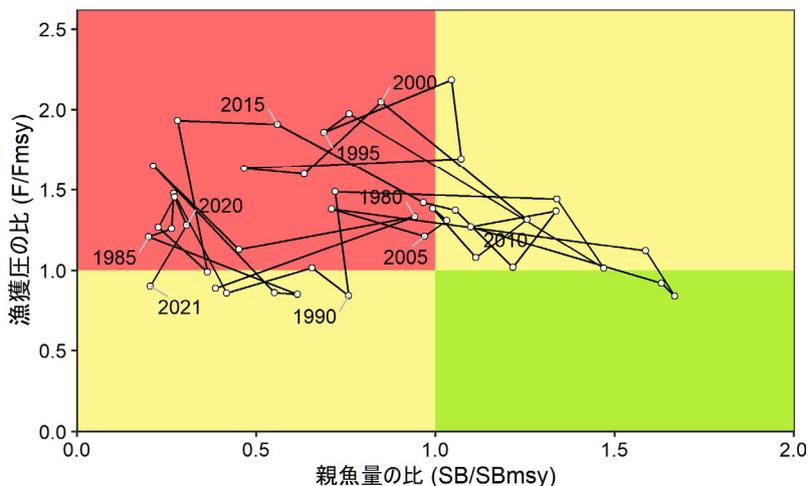
参画機関：北海道立総合研究機構釧路水産試験場、北海道立総合研究機構函館水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産資源研究所、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産技術研究所、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、高知県水産試験場、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、漁業情報サービスセンター、海洋生物環境研究所

要 約

本系群の資源量について、小型いか釣り船の標準化 CPUE を用いて推定した。資源量は、1990 年漁期（4 月～翌年 3 月）以降は、本系群の再生産に好適な環境下であり、短期的な変動はあるものの、概ね 50 万～100 万トンの範囲で安定して推移していた。しかし、2015、2016 年漁期に連続して産卵場の水温環境が不適であったことを主な要因として大きく減少し、それ以降は横ばい傾向にある。2022 年漁期の資源量は 14.1 万トンと予測され、前年よりやや増加した。親魚量は 2007 年漁期に増加して 37.1 万トンになり、その後漁獲圧が比較的lowめに推移したため、2014 年漁期までは高めに維持されてきたが、2015 年漁期以降は大きく減少している。2021 年漁期の親魚量は 4.8 万トンと推定され、2022 年漁期の親魚量は 4.9 万トンと予測された。

令和 3 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て、本系群の目標管理基準値（SBmsy : 23.4 万トン）、限界管理基準値（SBlimit : 13.2 万トン）、禁漁水準（SBban : 1.4 万トン）、および漁獲管理規則が定められた。目標管理基準値は最大持続生産量 MSY を実現する親魚量であり、本系群の 2021 年漁期の親魚量はこれを下回り、また、限界管理基準値も下回る。本系群の 2021 年漁期の漁獲圧は、MSY を実現する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は近年 5 年間（2017～2021 年漁期）の推移から「横ばい」と判断される。本系群の漁獲シナリオでは、親魚量が禁漁水準を下回ることが見込まれない限り、2022～2024 年漁期の ABC は 0.5 万トンで固定すると定められている。将来予測において、2022 年漁期終了後の親魚量は限界管理基準値を下回り、禁漁水準を上回ると予測された。また、本系群の漁獲シナリオに基づく、親魚量が 2026 年漁期に限界管理基準値を上回る確率、および 2031 年漁期に目標管理基準値を上回る確率はともに 50%を下回ると予測され、漁獲シナリオが定められた時点での達成目標に関する前提（親魚量が 2026 年漁期に限界管理基準値を上回る確率、および 2031 年漁期に目標管理基準値を上回る確率がともに 50%以上）を満たさなくなった。これは、2022 年漁期の漁獲量が ABC を上回ると予測されることに主に起因する。

要 約 図 表



MSY、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量	23.4 万トン
2021 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年漁期の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年漁期の親魚量の動向	横ばい
最大持続生産量 (MSY)	14.9 万トン
2023 年漁期の ABC	0.5 万トン
コメント:	
<ul style="list-style-type: none"> •ABC の算定は、令和 3 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに基づく。漁獲シナリオでは、2022～2024 年漁期の漁獲量は年間 0.5 万トンで固定とする。2025 年漁期以降は 3 年毎に調整係数 $\beta=0.45$ とする漁獲管理規則に従って漁獲量を算出し、これを 3 年間一定とする。ただし、親魚量が禁漁水準を下回ることが見込まれる場合は禁漁とする。 •本系群の漁期年は 4 月～翌年 3 月である。 	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合					
漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2017	227	85	54	0.99	24
2018	158	53	46	1.27	29
2019	204	64	62	1.45	30
2020	214	72	59	1.28	27
2021	123	48	25	0.90	20
2022	141	49	39	1.21	28
2023	136	71	5	0.15	4
<ul style="list-style-type: none"> •2022 年漁期の値は漁期途中までの情報から予測された資源量と現状の漁獲圧 (F2019-2021) に基づく値であり、2023 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。 •2023 年漁期の漁獲量には ABC の値を用いた。 					

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
月別・海域別漁獲尾数(系群別漁獲尾数)	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 全国イカ水揚げ集計表(全漁連) いか釣り漁業漁獲成績報告書(水産庁) 主要港漁業種類別水揚げ量、生物情報収集調査(北海道～高知(12)道県) 水産統計(韓国海洋水産部、URL: https://www.fips.go.kr/p/Main/ 、2022年10月) NPFC(North Pacific Fisheries Commission)統計 (URL: https://www.npfc.int/statistics/ 、2022年10月) 漁船活用調査(水研)
資源量指数 ・資源量指標値 ・加入量指標値 ・幼生分布量	7～12月の小型いか釣り船月別 CPUE(水研、北海道、青森県、岩手県、宮城県) 7～10月中旬までの小型いか釣り船月別 CPUE(水研、北海道、青森県、岩手県、宮城県) 第2次太平洋いか類漁場一斉調査(8月上旬～9月上旬、水研、北海道、青森県、岩手県、宮城県):いか釣り調査 道東太平洋いか類南下期資源調査(8月中旬～8月下旬、北海道):いか釣り調査 第1次太平洋いか類漁場一斉調査(6月上旬～7月上旬、水研、北海道、青森県、岩手県、宮城県):いか釣り調査 移行域幼稚魚調査(5月上旬～6月上旬、水研):中層トロール 三陸～道東沖における加入量把握調査(7月、水研):中層トロール スルメイカ稚仔調査(2月、水研):ボンゴネット
自然死亡係数(M)	月当たり $M=0.1$ (漁期間6ヶ月で0.6)を仮定
漁獲努力量	小型いか釣り船月別延べ出漁隻数(水研、北海道～高知(12)道県)

本系群の漁獲量は漁期年(4月～翌年3月)で集計した。

2. 生態

(1) 分布・回遊

スルメイカ冬季発生系群の分布域、産卵場、主な漁場を図2-1に、想定される分布回遊経路の模式図を図2-2に示した。日本周辺海域に分布するスルメイカは、周年にわたり再生産を行っており、春季と夏季に発生する群の資源量は小さいが、秋季と冬季に発生する秋季発生系群と冬季発生系群の資源量が卓越している(新谷 1967)。冬季発生系群は最も広域に分布する系群であり(図2-1)、我が国では太平洋で主に漁獲される。主産卵場は東シナ海と推定されており(松田ほか 1972、森ほか 2002、森 2006)、幼生は本州以南の暖水域に

分布し、黒潮や対馬暖流によって北方冷水域へ移送される（図 2-2）。太平洋を北上する群は、常磐～北海道太平洋沿岸域に回遊し、一部はオホーツク海に回遊する。日本海を北上する群は、沿岸および沖合を北上し、一部は宗谷海峡からオホーツク海に回遊する。成熟が進むにつれて北上回遊から南下回遊に切り替わり、太平洋側に来遊した群れは津軽海峡や宗谷海峡から日本海へ移動し、日本海を北上した群れとともに産卵海域と推定される東シナ海へ回遊する。太平洋側を南下する群れは、日本海を南下する群れと比較して規模が小さいと推定されている（森・中村 2001）。

(2) 年齢・成長

平衡石を用いた日齢解析の結果、スルメイカの寿命は 1 年と推定されており、冬季発生系群については下記の成長式が報告されている（菅原ほか 2013）。

$$DML = 337 \exp\{-7.09 \exp(-0.0136a)\}$$

ここで DML は外套背長（mm）、a は孵化後の日数である。孵化後の月数別の平均的な外套背長および体重を図 2-3、表 2-1 に示す。

(3) 成熟・産卵

スルメイカの成熟開始月齢は雌雄により異なる。2012～2021 年級群では、雄は孵化後約 6～7 ヶ月で成熟を開始する一方、雌の成熟開始月齢は孵化後約 7～8 ヶ月以降であった。スルメイカ冬季発生系群の産卵場は、天然産出卵の採集例がないことから特定されていない。しかし、九州周辺海域での成熟個体や孵化直後と推定される幼生の分布から、東シナ海に主産卵場が存在すると推定されている（松田ほか 1972、森ほか 2002、森 2006）。主産卵期は幼生の出現頻度や産卵群の出現状況から 12 月～翌年 3 月と推定されている（新谷 1967）。

(4) 被捕食関係

スルメイカの主要な餌料は、日本海における胃内容物調査結果から、沿岸では小型魚類、沖合では甲殻類とされている（沖山 1965）。スルメイカは幼生から成体まで、大型魚類、海産ほ乳類等に捕食されると考えられているが、これらの捕食による減耗率は明らかではない。また、日本海では共食いも報告されている（木所・氏 1999）。

(5) 特記事項

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（村田・新谷 1977、Okutani and Watanabe 1983、桜井 1998、木所・後藤 1999）。1988/1989 年にレジームシフトと呼ばれる中長期的な海洋環境の変化が発生し、北西太平洋では寒冷期から温暖期に移行したと考えられている（Yasunaka and Hanawa 2002、Overland et al. 2008）。この温暖期において、資源の増加とスルメイカの再生産可能海域の拡大が同調していたことから、海洋環境が温暖なレジームはスルメイカの再生産にとって好適と考えられている（Sakurai et al. 2000）。1990 年以降の海洋環境は再生産に好適な環境が継続してきたと考えられ、2014 年漁期までは親魚量が高めに維持され、資源量も概ね安定して推移してきた。

しかし、2015、2016年漁期と2年連続して産卵場の水温環境が不適となり、さらに漁獲圧も高めであったことから、親魚量は大きく減少し、その後も親魚量が低下した状況が継続している。

近年の環境の変化に関して、2014/15年を境としてPDO（太平洋十年規模振動）の符号が負から正へと反転したことや、過去に太平洋でマイワシが増加した時期に当たる寒冷期へとレジームシフトが起きた可能性についての議論もあるが（渡邊ほか 2017、黒田・戸谷 2017）、現段階ではレジームシフトが起きたとは判定されていない。また、近年の再生産可能海域の縮小は、高水温が一因ともなっており、平均水温は過去の寒冷期と比較すると高めであることから、海洋環境が長期的に寒冷化しているとは考えにくい。さらに、2019年以降の産卵場の環境は近年では比較的好適もしくは平年並であったと考えられている。海洋環境の変化による再生産への影響、さらに産卵から加入までのプロセスにおける海洋環境の影響についても今後注視する必要がある。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁場を図3-1に示す。スルメイカは主にいか釣りによって漁獲されるが、太平洋側では近年、釣り以外の漁法による漁獲量が増加している。1995年漁期以降、底びき網、定置網、まき網などによる漁獲量は全漁獲量の概ね50%前後で推移している。2016年漁期以降釣り以外の漁法による漁獲の割合は増加傾向にあり、2021年漁期は61%を占めた。

本系群は我が国以外にも、韓国、中国、北朝鮮、ロシアによって漁獲されているが、日本海における中国と北朝鮮の漁獲の実態は不明である。本資源評価の漁獲量は日本と韓国、および太平洋における中国とロシアを集計対象としている。日本以外では韓国とロシアの漁獲量が多く、2021年漁期の冬季発生系群全体の漁獲量に占める日本、韓国、ロシア、中国の割合は、それぞれ55%、24%、19%、2%であった。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量の経年変化を図3-2、表3-1に示す。漁獲量は1980年代では低水準で推移し、1989年漁期以降に増加傾向に転じて1996年漁期には約40万トンになった。2011～2015年漁期は18万～29万トンで推移していたが、2016年漁期以降は大きく減少して推移している。2021年漁期の漁獲量は前年より減少し、2.5万トンであった（表3-1）。NPFC（North Pacific Fisheries Commission, <https://www.npfc.int/statistics/>）によると、太平洋における2012年漁期以降の中国の漁獲量は2013年漁期に最も多く0.3万トンであり、2021年漁期は455トンであった。同じく2012年漁期以降のロシアによる漁獲量は277～1.8万トンの範囲で推移し、2021年漁期は0.5万トンと報告されている。2021年漁期における我が国による漁獲量は1.4万トン（前年比52%）で、韓国による漁獲量は0.6万トン（前年比35%）であった。

なお、2022年11月25日現在での我が国による2022年4～9月のスルメイカ冬季発生系群の概算漁獲量は4,830トンで、前年同期の99%、2017～2021年漁期平均の66%であった。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。

(3) 漁獲努力量

小型いか釣り漁業の延べ出漁隻数を図 3-3 に示す。集計範囲は 1979 年漁期以降の宮城県～北海道太平洋岸主要港（宮城県主要港、岩手県主要港、八戸港、大畑港、函館港、浦河港（1993 年漁期以降）、道東主要港は釧路港および十勝港（1980 年漁期以降）と花咲港（2006～2008 年漁期、2017 年漁期除く 2004 年漁期以降））であり、集計期間は 7～12 月である。集計した出漁隻数は、補足資料 2-(1) に示す方法に基づいて発生系群別に割り振った。2016 年漁期以降延べ出漁隻数は減少しており、2021 年漁期は 0.6 万隻で、前年比 50%、2016～2020 年漁期の平均の 56%であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源尾数は資源量指標値から推定した（補足資料 1、補足資料 2-(3)）。資源量指標値には宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船の 7～12 月の標準化 CPUE を用いた（補足資料 5-(1)）。資源尾数は資源量指標値と比例関係にあると仮定し、その比例係数 q (18.32) は、漁獲率 E （漁獲尾数÷資源尾数）に関する過去の知見に基づいて推定した（補足資料 2-(3)-1）。資源量の計算は、推定された資源尾数に漁獲物の平均体重（1988 年漁期以前 300 g、1989 年漁期以降 311 g）をかけて求めた（補足資料 2-(2)-3）。求めた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漁期後の親魚尾数を推定した。親魚尾数の計算には、資源量の計算と同様に漁獲物の平均体重（1988 年漁期以前 300 g、1989 年漁期以降 311 g）を用いて計算した。自然死亡係数 M は月当たり 0.1、漁期間 6 ヶ月間で 0.6 と仮定した。

(2) 資源量指標値の推移

資源量指標値に用いた小型いか釣り船標準化 CPUE の経年変化を図 3-2 および表 3-1 に示す。CPUE は 1989 年漁期以降大きく増加して 1996 年漁期に 1.85 に達した後 1998 年漁期に大きく減少し、1998、1999 年漁期は低めに推移した。その後 2000 年漁期に再び増加して 2007 年漁期には 1.86 となった。2012 年漁期以降の CPUE は概ね 1.3 前後で推移していたが、2015 年漁期から急減し、2016 年漁期には 0.45 となった。2021 年漁期は前年より減少し、1979 年漁期以降で最も低い 0.22 であった。資源評価当年漁期（2022 年漁期）においては、資源評価実施時点では漁期が終了していないため、7 月～直近（10 月下旬）までの小型いか釣り船標準化 CPUE から資源量指標値を予測した（補足資料 5-(3)）。その結果、2022 年漁期の資源量指標値は 0.25 と予測された（前年比 115%）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源計算を行った 1979 年漁期以降の資源量と漁獲割合の経年変化を図 4-1 および表 4-1 に示す。資源量は、1981～1988 年漁期は 40 万トン以下で推移していたが、1989 年漁期以降増加して 1996 年漁期には 103.8 万トンに達した。その後は概ね 50 万～100 万トンで推移していたが、2015 年漁期から大きく減少に転じ、2016 年漁期以降は 30 万トン以下の低い水準で推移している。2021 年漁期は前年より減少し（前年比 58%）、1979 年漁期以降で最低の 12.3 万トンであった。今漁期の直近までの小型いか釣り船標準化 CPUE から予測した資

源量指標値に基づく、2022年漁期の資源量は前年からやや増加して14.1万トンと予測された（前年比115%、2017～2021年漁期平均比76%）。

漁獲係数Fは、1980～1990年代は増減を繰り返しながらも概ね横ばい傾向で、1990年代中盤から2000年漁期にかけては高めに推移した（図4-2）。その後はやや低下し、概ね安定して推移したが、2015、2016年漁期に上昇した。2017年漁期には一旦減少したものの、その後やや増加している。2019、2020年漁期は北方四島周辺への来遊が多く、ロシア漁船による漁獲圧が過去に比べて高めになったと考えられる。漁獲割合は、1990年代中盤～2000年漁期にかけては平均37%（34～40%の範囲）で高めに推移し、その後2014年漁期までは平均28%（21～32%の範囲）で低めに推移した。近年では、2015、2016年漁期にそれぞれ39、40%まで上昇した後に低下し、2021年漁期は20%となった。

図4-3に親魚尾数の経年変化を示す。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生む。親魚尾数は1980年代後半から増加傾向を示し、1993年漁期には11.1億尾に達した。その後は減少したが、2007年漁期に再び増加し、その後漁獲圧が比較的低めに推移したため、親魚尾数は2014年漁期まで高めに維持された。しかし、2015年漁期以降は大きく減少している。2021年漁期の親魚尾数は1.5億尾（4.8万トン）であり、前年比67%であった。2022年漁期の親魚尾数は、2022年漁期の資源尾数（4.5億尾）を現状の漁獲圧と自然死亡係数（M）を適用し減耗させたものであり、1.6億尾（4.9万トン）と予測された（表4-1、補足資料2-(3)）。なお、現状の漁獲圧は、2019～2021年漁期の平均漁獲圧に対応するF値（F₂₀₁₉₋₂₀₂₁）とした。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と資源尾数の変化を図4-4に示す。M=0.3および0.9を仮定して計算したところ、2022年漁期の親魚尾数は2.3億尾および1.0億尾と予測され、Mを大きく（小さく）設定すると親魚尾数は小さく（大きく）予測された。

再生産成功率（RPS）は0.94～7.43の範囲で変動しており、1980年代は特に変動が大きい（図4-5）。1990年代は大きく低下する年があるものの、RPSは高めに推移した（1990～2001年漁期までの中央値=3.49）。2002年漁期以降にはRPSは概ね横ばいで推移し、中央値は2.67となり、1990年代と比較して低下した。近年では、2015、2016、2018年漁期に低いRPS、2017、2019、2020年漁期にはやや高いRPSとなるように変動が大きくなっている。2022年漁期のRPSは2.96で、2002年漁期以降の中央値をやや上回ると予測された（表4-1）。東シナ海において、2022年に再生産可能海域の分布面積の縮小は確認されず、なおかつRPSの高かった2007年に劣らず広がっていた（補足図4-7）。産卵場からの流れや、流された海域における海洋環境が資源加入前の幼稚魚の生残に影響を及ぼした可能性は考えられるため、引き続き今後の検討課題である。

(4) 加入量当たり親魚量（SPR）および現状の漁獲圧

我が国の漁業資源の評価において、年齢構成のある資源では、漁獲圧を比較するにあたって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。スルメイカは単

年性資源であるため、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に示す。

現状の漁獲圧として近年3年間（2019～2021年漁期）の平均F値から%SPRを算出すると62.6%となった（図4-7）。令和2年7月27日に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量MSYを実現するF（Fmsy）として推定された値（加賀ほか2020a）は%SPRに換算すると68.0%に相当する。現状の漁獲圧はFmsyを上回り、F30%SPRを下回る。

（5）再生産関係

親魚量（尾数）と加入量（尾数）の関係（再生産関係）を図4-8に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはベバートン・ホルト型再生産関係が適用されている（加賀ほか2020a）。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは、令和元（2019）年度の資源評価（加賀ほか2020b）に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小絶対値法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産関係式の各パラメータを補足表3-1に示す。

（6）現在の環境下においてMSYを実現する水準

「管理基準値等に関する研究機関会議」（加賀ほか2020a）で推定された現在（1979年漁期以降）の環境下における最大持続生産量MSY、MSYを実現する親魚量（SBmsy）、およびMSYを実現する漁獲圧（Fmsy）を補足表3-2に示す。令和3年12月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および令和4年2月に開催された「水産政策審議会」を経て、このMSY（14.9万トン）を実現する親魚量（SBmsy：23.4万トン）を目標管理基準値とする資源管理目標が定められた。また、MSYの85%の漁獲量が得られる親魚量（SBlimit：13.2万トン）が限界管理基準値、MSYの15%の漁獲量が得られる親魚量（SBban：1.4万トン）が禁漁水準とされた（図4-9）。

（7）資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSYを実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図4-10に示す。本系群における2021年漁期の親魚量はMSYを実現する親魚量（SBmsy）を下回っており、SBmsyの0.20倍に相当する。また、2021年漁期の親魚量は限界管理基準値も下回っている。2021年漁期の漁獲圧は、MSYを実現する漁獲圧（Fmsy）を下回っており、Fmsyの0.90倍に相当する。本系群の漁獲圧は2000年漁期以降では2008、2009、2017、および2021年漁期を除いてFmsyを上回っており、親魚量は2014年漁期以降SBmsyを下回っている。親魚量の動向は、近年5年間（2017～2021年漁期）の推移から横ばいと判断される。

5. 将来予測

（1）将来予測の設定

資源評価で予測した2022年漁期の資源量から、2023～2052年漁期までの将来予測計算を行った（補足資料2）。将来予測における加入量は、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

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、資源評価においては、翌年の加入量を予測するにあたり当年漁期終了後の親魚量および加入変動を予測する必要があるが、これらの予測には誤差が伴うため将来予測で考慮した。2022年漁期の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（2019～2021年漁期の平均漁獲圧（F2019-2021））から仮定した。昨年度開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオでは、漁獲管理規則に従って2022年漁期の漁獲量を0.5万トンと設定して将来予測していたが（岡本ほか 2021）、資源評価当年漁期の漁獲量については現在の漁業の実態を反映した現状の漁獲圧に基づいた方が妥当と考え、今年度の資源評価では3.9万トンと仮定している。なお、2022年11月25日現在での我が国のみによる2022年4～9月の本系群の概算漁獲量は4,830トンであり（3-(2)参照）、既に上記の0.5万トンとほぼ同値である。2023年漁期以降の漁獲圧は、上記2つの会議を経て資源管理基本方針で定められた漁獲シナリオに従った。以上の将来予測における漁獲量は、日本と韓国、および太平洋における中国とロシアの漁獲量の合計であり、その合計漁獲量は漁獲管理規則に基づき算定されたものである。

(2) 漁獲管理規則

「漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針」では、1A系資源の漁獲管理規則として、親魚量が限界管理基準値を下回ると禁漁水準まで直線的に漁獲圧を下げるとともに、漁獲圧の上限となる F_{msy} には調整係数 β を乗じるものを基本としている（図5-1）。ただし、本系群での「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオでは、2022～2024年漁期の漁獲量は0.5万トンで3年間固定とし、2025年漁期以降は3年毎に調整係数 $\beta=0.45$ とする漁獲管理規則に従って漁獲量を算出し、これを3年間一定にするとされている。また、親魚量が禁漁水準を下回ることが見込まれる場合は禁漁にするとされている。なお、令和3年12月の「資源管理方針に関する検討会」の時点では、2022年漁期からこの漁獲シナリオに基づいて漁獲管理が行われた場合、管理開始から5年後の2026年漁期に親魚量が限界管理基準値を上回る確率は61%、管理開始から10年後の2031年漁期に親魚量が目標管理基準値を上回る確率は60%と予測されていた（岡本ほか 2021）。

(3) 2022年漁期の予測値と2023年漁期のABCの算定

2022年漁期終了後の親魚量は4.9万トンと見込まれ、限界管理基準を下回ると予測される。また、禁漁水準（1.4万トン）は上回ると予測される。その場合、5-(2)で述べた漁獲シナリオに基づいて算定された漁獲量は2024年漁期まで3年間固定することとされている。したがって、2023年漁期のABCとして0.5万トンを提示する（補足表3-4）。

(4) 2023年漁期以降の予測

2023年漁期以降も含めた将来予測の結果を図5-2および表5-1、5-2に示す。2023～2024年漁期の漁獲量を0.5万トンとし、2025年漁期以降は3年毎に調整係数 $\beta=0.45$ とする漁獲管理規則に従って漁獲量を算出し、これを3年間一定とする管理を行った場合、管理開始か

ら5年後の2026年漁期の親魚量の予測値は平均13.9万トン（90%予測区間は4.1万～28.3万トン）であり、2026年漁期に親魚量が限界管理基準値を上回る確率は42%である。また、管理開始から10年後の2031年漁期の親魚量の予測値は平均21.0万トン（90%予測区間は4.9万～40.1万トン）であり、2031年漁期に親魚量が目標管理基準値を上回る確率は39%である。令和3年12月の「資源管理方針に関する検討会」の時点では上記確率はともに50%を上回ると予測されていたが、今年度評価では当時から2022年漁期の漁獲量の設定が0.5万トンから3.9万トン（現状の漁獲圧に基づく漁獲量）に変わっており、主にそのことに起因して両確率とも小さい予測結果となっている。なお、今年度評価において、2026年漁期および2031年漁期に禁漁水準を上回る確率はともに98%であった。

参考情報として、2025年漁期以降に異なる調整係数 β を用いた場合、および現状の漁獲圧（F2019-2021）を継続した場合の将来予測結果についても示す。2026年漁期の親魚量の予測値は、 β を0.25とした場合は平均15.3万トン（90%予測区間は5.5万～30.7万トン）であり、限界管理基準値を上回る確率は51%である。現状の漁獲圧を継続した場合の2026年漁期の親魚量の予測値は平均4.1万トン（90%予測区間は1.4万～8.9万トン）であり、限界管理基準値を上回る確率は0%である。また、2031年漁期の親魚量の予測値は、 β を0.25とした場合は平均26.0万トン（90%予測区間は8.5万～45.5万トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は55%である。現状の漁獲圧を継続した場合の2031年漁期の親魚量の予測値は平均4.3万トン（90%予測区間は0.9万～10.0万トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は0%である。

「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに基づく管理を継続した場合、親魚量が限界管理基準値を50%以上の確率で上回る漁期年は、2027年漁期になると予測された。また、目標管理基準値を50%以上の確率で上回る漁期年は、2033年漁期と予測された。異なる β を使用した場合の将来予測結果より、仮に2025年漁期以降の漁獲圧をゼロにした場合には（ $\beta=0$ ）、親魚量が限界管理基準値および目標管理基準値を50%以上の確率で上回るのはいずれも2026年漁期、2029年漁期になると予測された。

6. 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。1990年漁期以降のスルメイカ冬季発生系群の資源量は短期的な変動はあるものの、資源量は高い水準で維持され、比較的安定して推移してきた。しかし、2015、2016年と連続した再生産可能海域の分断・縮小が生じたことに加え、漁獲圧の上昇もあって資源量は大きく減少し、2021年漁期には過去最低となった。また、2021年漁期の親魚量は4.8万トンで、目標管理基準値（23.4万トン）および限界管理基準値（13.2万トン）を下回った。2021年漁期の漁獲圧は最大持続生産量MSYを実現する漁獲圧を下回った。2022年漁期の資源量はやや増加して14.1万トンと予測されたが、過去最低の水準付近にある。2022年漁期の親魚量は4.9万トンで、限界管理基準値を下回り、禁漁水準（1.4万トン）は上回ると予測される。

将来予測の結果、昨年度開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに基づく、親魚量が2026年漁期に限界管理基準値を上回る確率、および2031年漁期に目標管理基準値を上回る確率はともに50%を下回ると

予測され、漁獲シナリオが定められた時点での達成目標に関する前提（親魚量が2026年漁期に限界管理基準値を上回る確率、および2031年漁期に目標管理基準値を上回る確率がともに50%以上）を満たさなくなった。これは、2022年漁期の漁獲量がABCを上回ると予測されることに主に起因する。

7. その他

本系群の資源量は過去最低の水準まで減少している。資源の減少に伴い、漁獲による資源への影響が大きくなる可能性があるが、本系群は我が国以外の国によっても漁獲されており、資源の管理については各国間の緊密な協力が必要である。また、単年性資源である本種は世代が毎年更新し、新規加入量はその年の資源量となる。環境変化による影響を受け易いと言え、海洋環境の変化により、加入量が予測と大きく異なる場合もある。したがって、漁期前の調査船調査の結果等を用いて、実際の加入状況を把握するための手法を引き続き検討し、予測と大きく異なるような場合には速やかな対応を取る体制が必要である。

8. 引用文献

- 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, 60pp.
- 加賀敏樹・岡本 俊・久保田洋・宮原寿恵・西嶋翔太 (2020a) 令和2 (2020) 年度スルメイカ冬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, 1-81. FRA-SA2020-BRP04-1. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_w_20201014.pdf (last accessed 28 October 2021)
- 加賀敏樹・岡本 俊・安田十也 (2020b) 令和元 (2019) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京.
- 木所英昭・後藤常夫 (1999) 1998年の日本海におけるスルメイカの減少と今後の動向について. 平成10年度イカ類資源研究会議報告, 1-8.
- 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.
- 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.
- 松田星二・花岡藤雄・古藤 力・浅見忠彦・浜部基次 (1972) 本邦南西海域におけるスルメイカの再生産機構とその変動要因. スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究, 農林水産技術会議事務局, 10-30.
- 森 賢・中村好和 (2001) 標識放流から推定したスルメイカ太平洋系群の回遊経路. 北水研報, **65**, 21-43.
- 森 賢・木下貴裕・佐々千由紀・小西芳信 (2002) 黒潮周辺海域におけるスルメイカ冬季発生群の産卵海域と輸送経路. 月刊海洋, 号外 **31**, 106-110.
- 森 賢 (2006) スルメイカ冬季発生系群の初期生態と資源変動機構に関する研究. 北海道大学博士号論文, 172pp.
- 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.
- 沖山宗雄 (1965) 日本海沖合におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* STEEN-STRUP の食性.

- 日水研報, **14**, 31-42.
- 岡本 俊・加賀敏樹・久保田洋・宮原寿恵・松井 萌・西嶋翔太 (2021) 令和 3 (2021) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価の参考資料. 水産研究・教育機構, 1-44. FRA-SA2021-SC04-101. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_surume-w_20211118.pdf (last accessed 10 November 2022)
- 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.
- Overland, J., S. Rodionov, S. Minobe, and N. Bond (2008) North Pacific regime shift: definitions, issues and recent transitions. Prog. Oceanogr., **77**, 92-102.
- 桜井泰憲 (1998) 気候変化に伴うスルメイカ資源変動のシナリオ. 月刊海洋, **30**, 424-435.
- 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.
- 菅原美和子・山下紀生・坂口健司・佐藤 充・澤村正幸・安江尚孝・森 賢・福若雅章 (2013) 太平洋を回遊するスルメイカ冬季発生系群の成長に及ぼす孵化時期と性差の影響. 日水誌, **79**, 823-831.
- 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 Northern Hemisphere SST field. J. Meteorol. Soc. Jpn., **80**, 119-135.

(執筆者：岡本 俊、宮原寿恵、松井 萌、森山丈継、倉島 陽、阿保純一、西嶋翔太、瀬藤 聡)

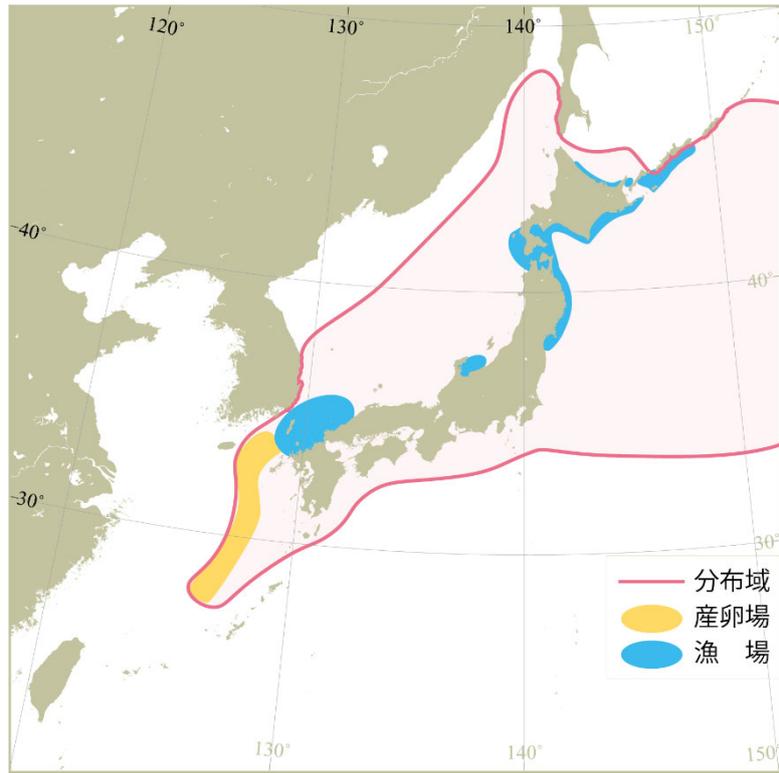


図 2-1. スルメイカ冬季発生系群の分布域・産卵場・漁場形成模式図

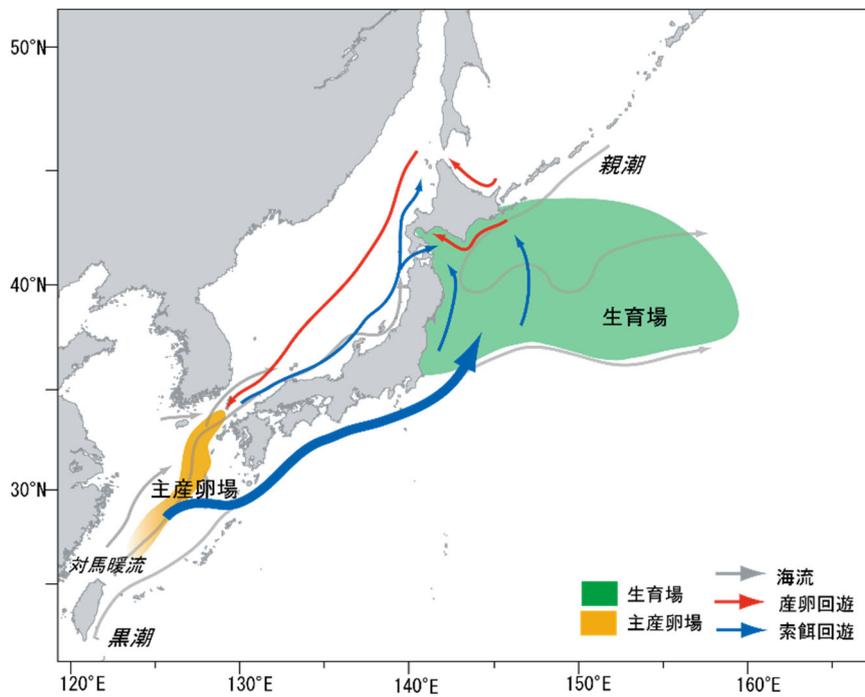


図 2-2. スルメイカ冬季発生系群の分布回遊模式図

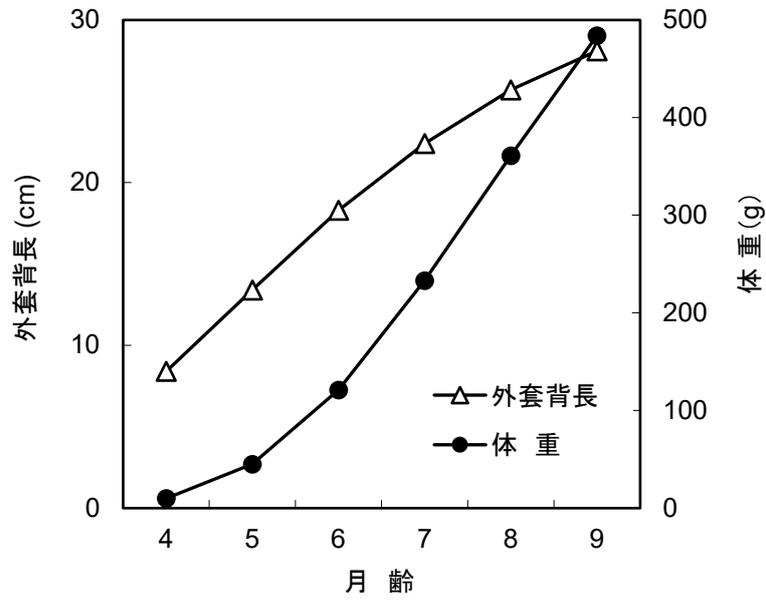


図 2-3. 月齢による外套背長・体重の変化

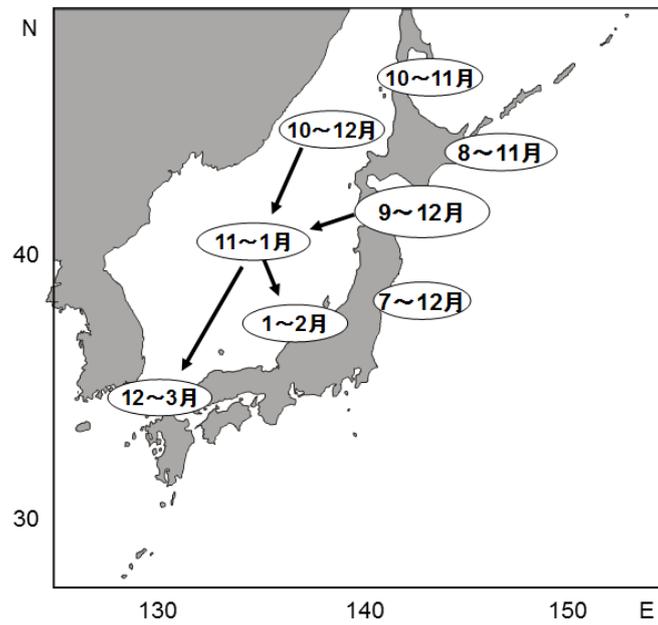


図 3-1. 主要漁場と漁期

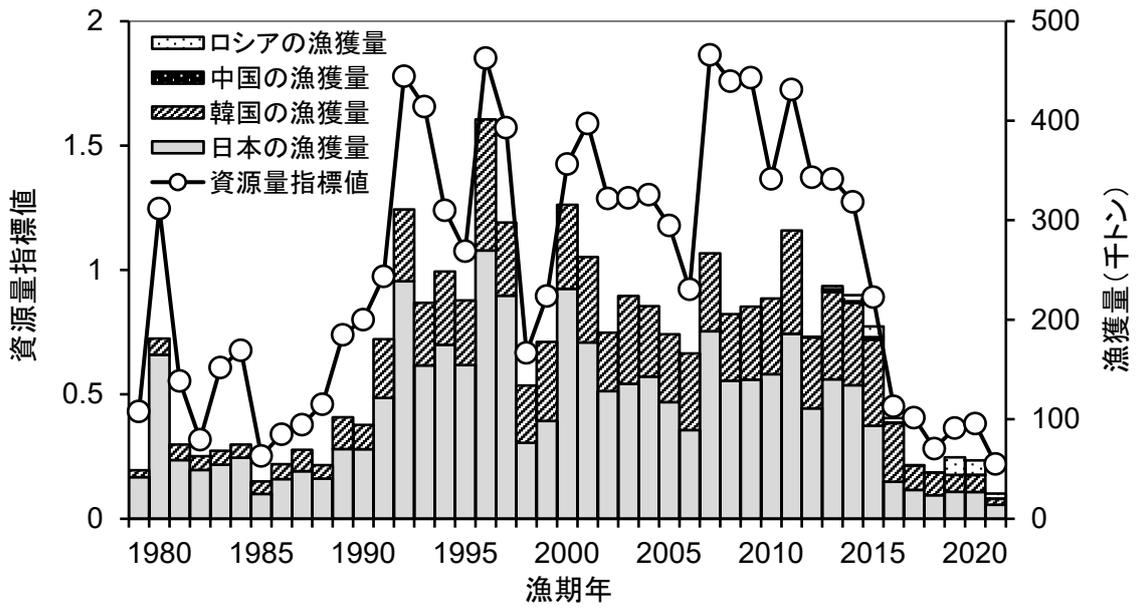


図 3-2. 国別漁獲量と資源量指標値の推移

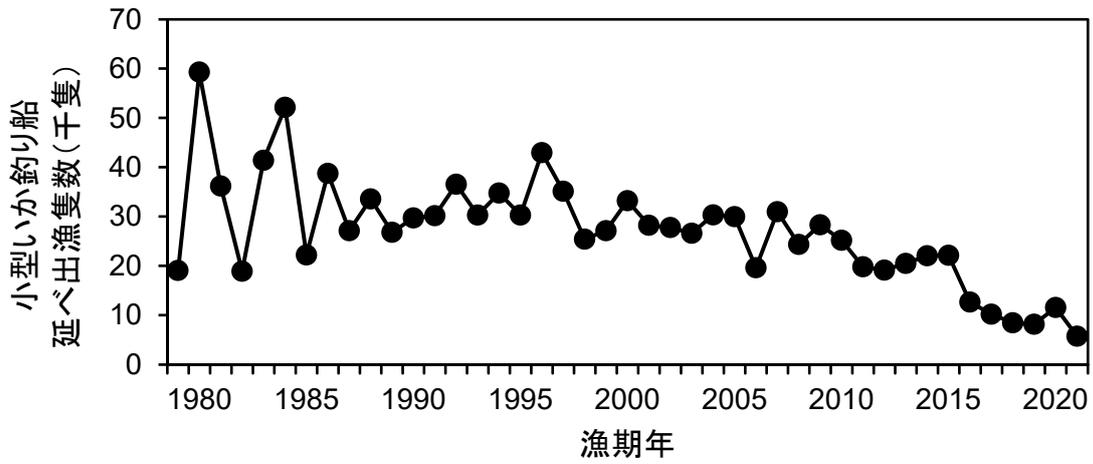


図 3-3. 宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り漁業の延べ出漁隻数

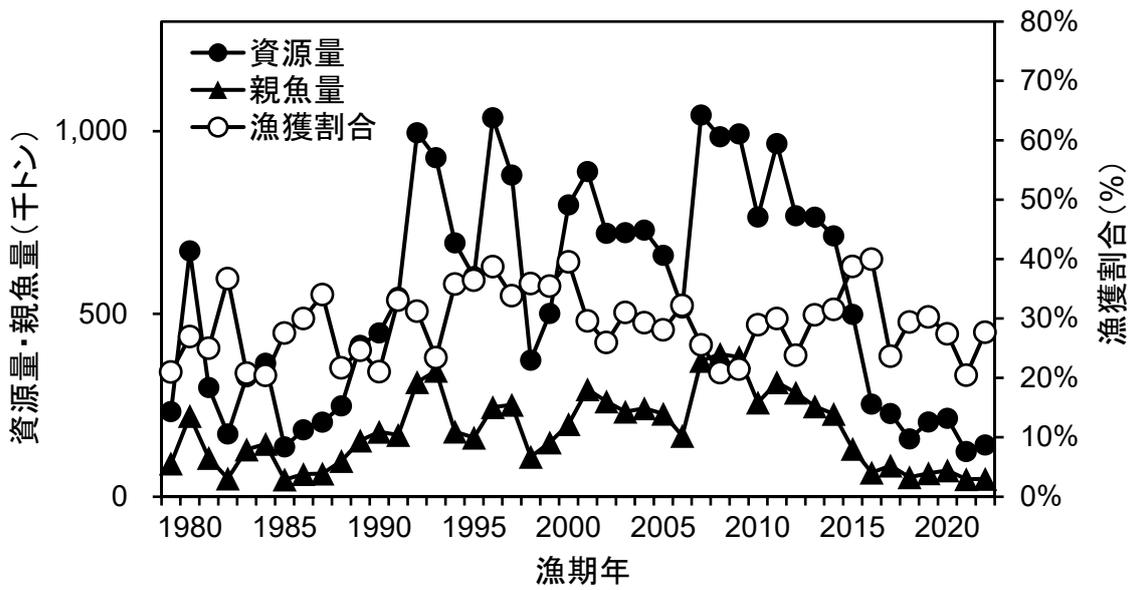


図 4-1. 資源量と親魚量と漁獲割合

2022 年漁期の値は予測資源量と現状の漁獲圧 (F2019-2021) に基づく値。

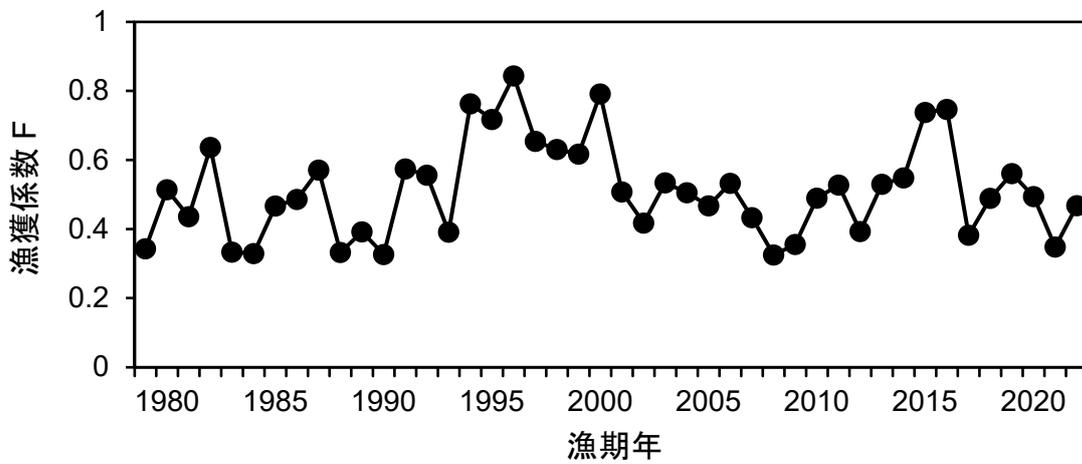


図 4-2. 漁獲係数 F の推移

2022 年漁期の値は 2019~2021 年漁期の漁獲圧の平均値。

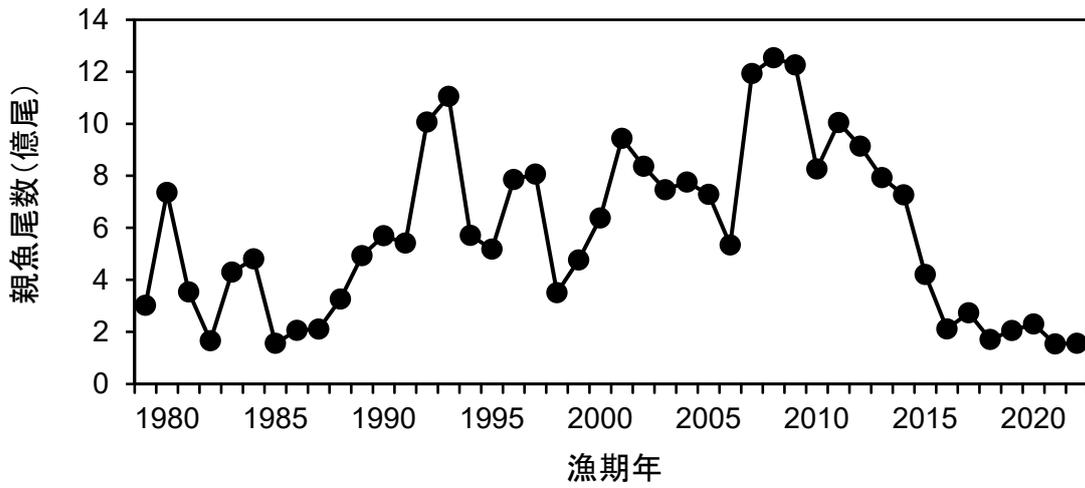


図 4-3. 親魚尾数の経年変化

2022年漁期の値は予測資源量と現状の漁獲圧 (F2019-2021) に基づく値。

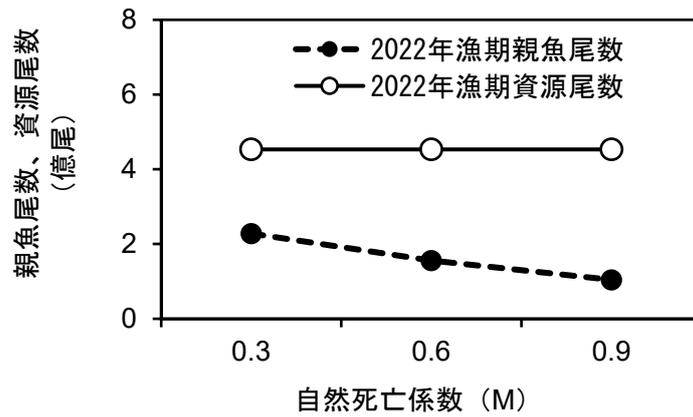


図 4-4. 自然死亡係数 M と親魚尾数、資源尾数の関係

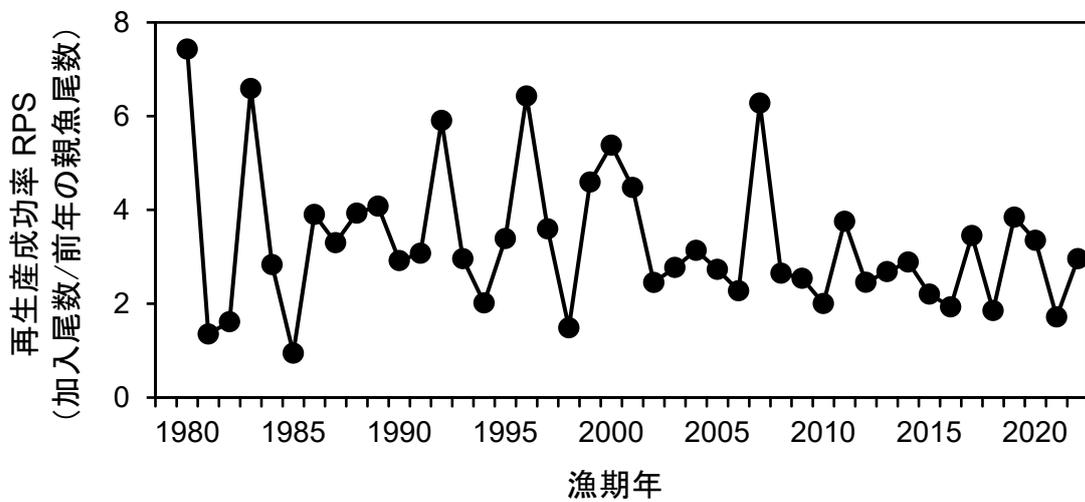


図 4-5. 再生産成功率の推移

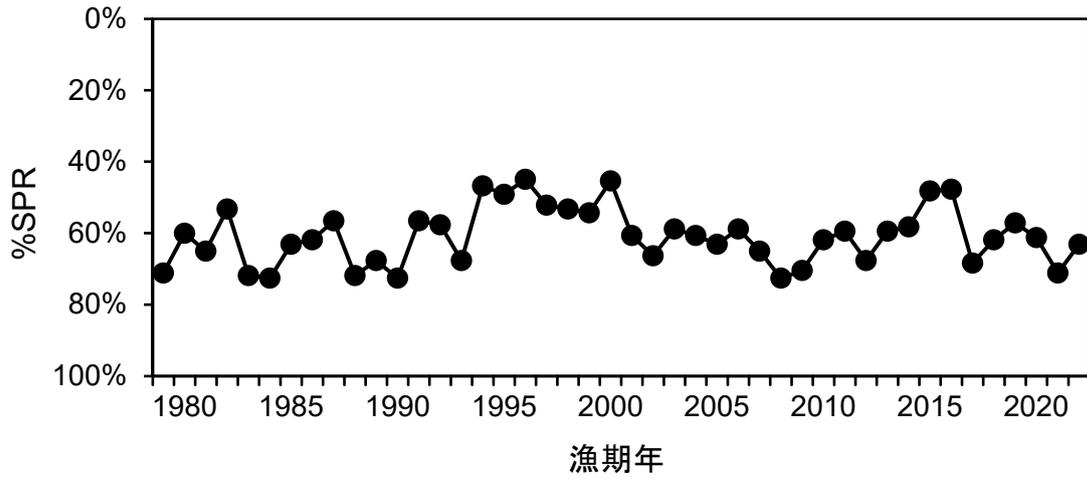


図 4-6. %SPR の経年変化

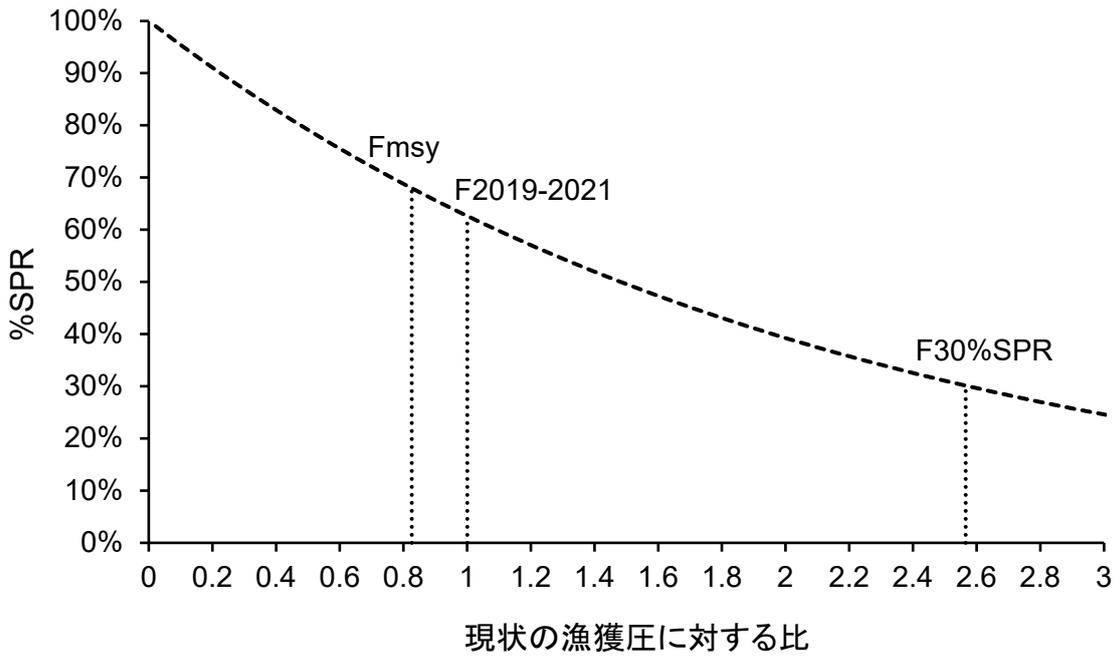


図 4-7. 現状の漁獲圧に対する%SPR の関係

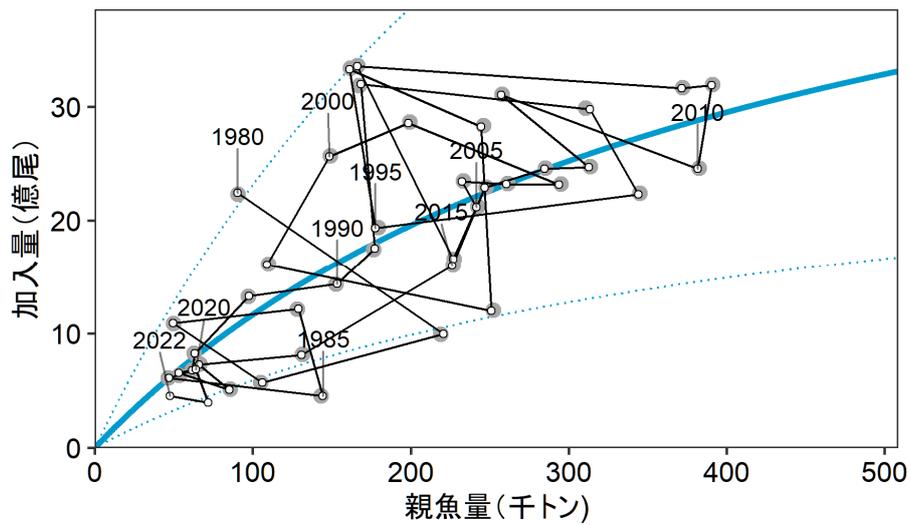


図 4-8. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

灰色の丸は令和元年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示し、青線はそれらのデータに基づき令和 2 年 7 月に開催された研究機関会議にて適用された再生産関係を示す。青点線は観察データの 90%が含まれると推定される範囲を示す（加賀ほか 2020a）。白色の丸は本年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示す。図中の数字は年級群を示す。2022 年漁期の値は、加入量予測モデルから推定した加入量、および現状の漁獲圧によって予測した親魚量である。

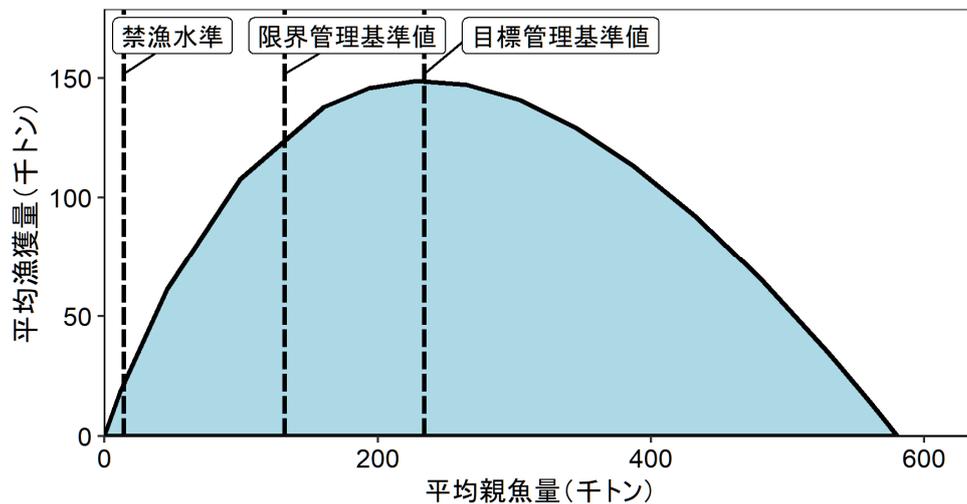


図 4-9. 管理基準値と漁獲量曲線

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

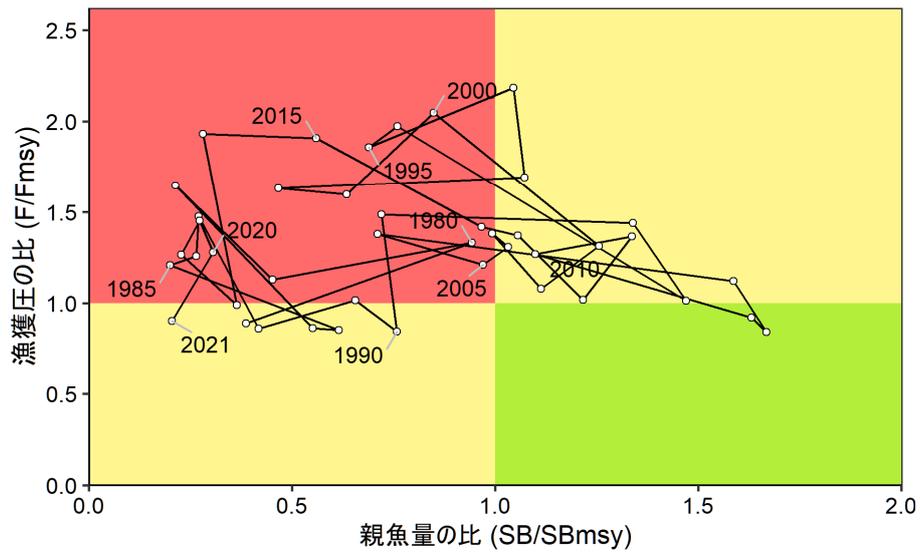
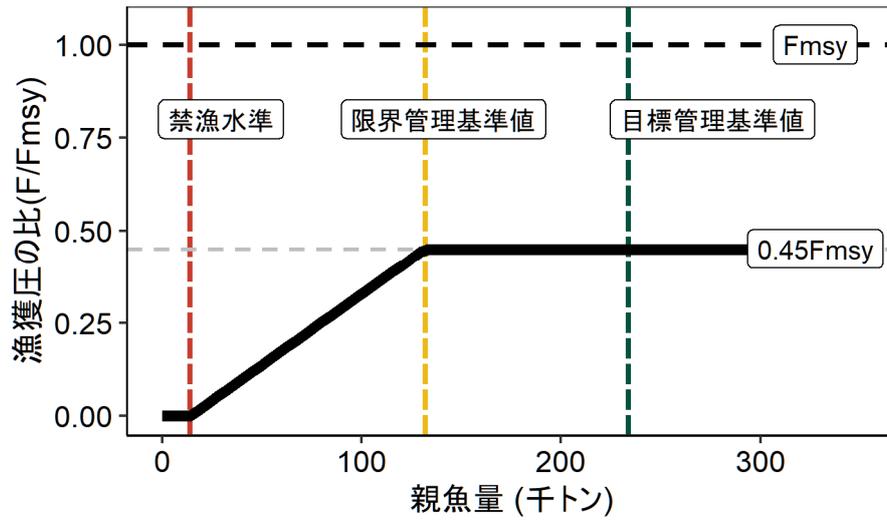


図 4-10. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)と MSY を実現する漁獲圧(Fmsy) に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

(a)



(b)

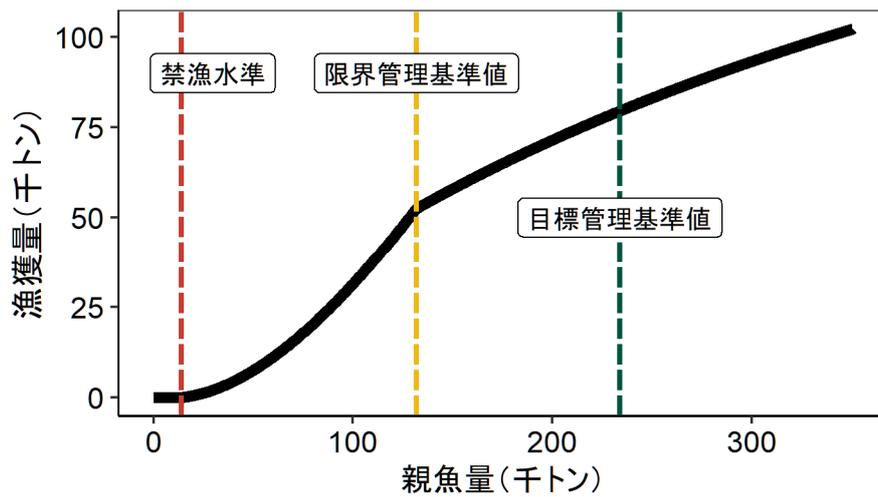


図 5-1. 漁獲管理規則 (β を 0.45 とした場合のものを示す)

黒破線は F_{msy} 、灰色破線は $0.45F_{msy}$ 、黒太線は漁獲管理規則、赤破線は禁漁水準、黄破線は限界管理基準値、緑破線は目標管理基準値をそれぞれ示す。上図 (a) が縦軸を漁獲圧にした漁獲管理規則の模式図を示し、下図 (b) では縦軸を漁獲量として、それぞれの親魚量の下で漁獲管理規則により期待される漁獲量 (加入変動は考慮せず、決定論的に計算した漁獲量) を示した。

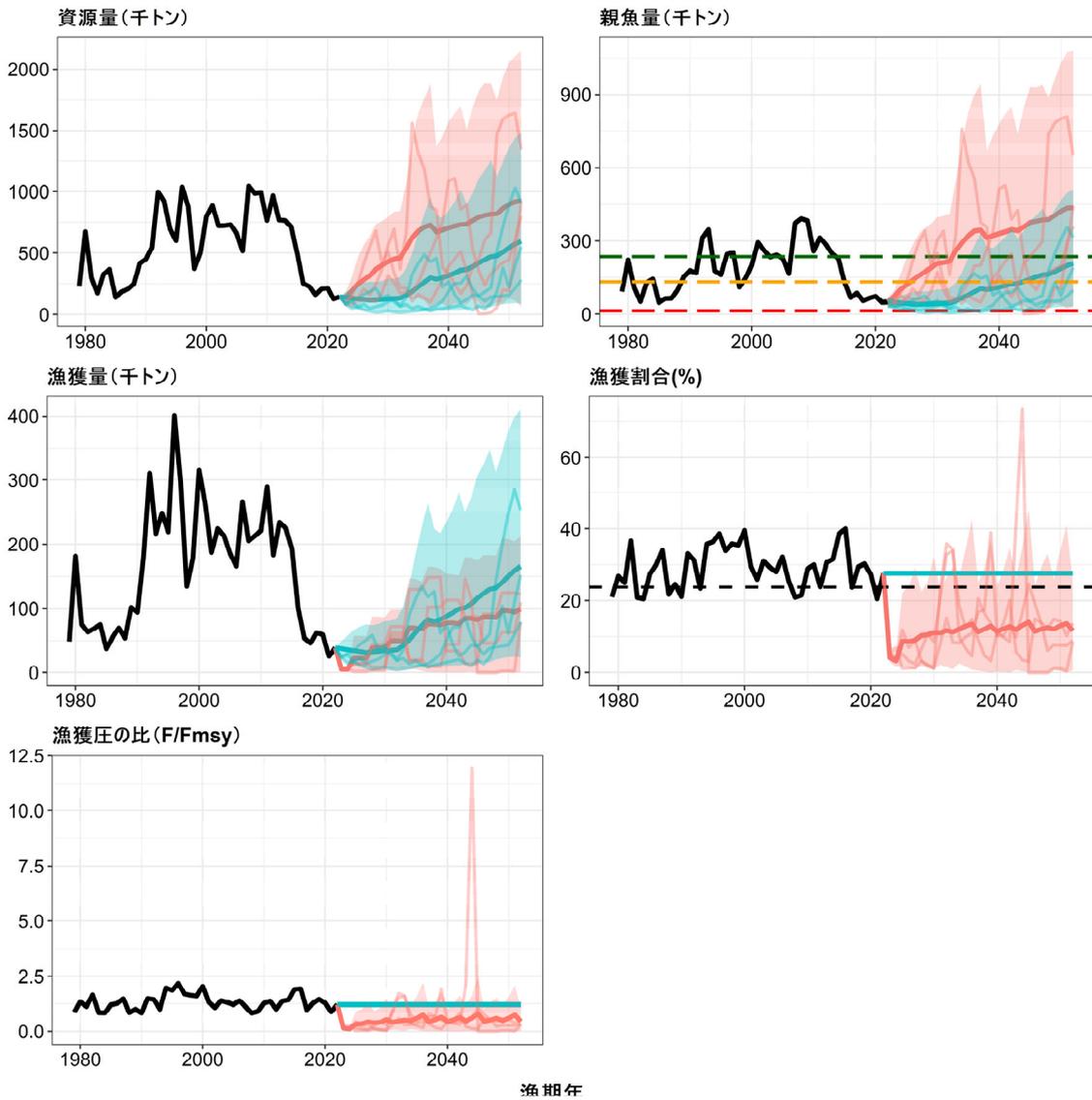


図 5-2. 2025 年漁期以降に漁獲管理規則 ($\beta=0.45$) を用いた場合と現状の漁獲圧 (F2019-2021) で漁獲を続けた場合とでの将来予測の比較

漁獲シナリオに従って 2023~2024 年漁期は年間漁獲量を 0.5 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に調整係数 $\beta=0.45$ とする漁獲管理規則に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果を赤で示した。同シナリオでは、親魚量が禁漁水準を下回ることが見込まれる場合は禁漁としている。2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) で漁獲した場合を青で示した。太実線は平均値、網掛けは 90% 区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄破線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲割合の図の点線は MSY を実現する漁獲割合 (U_{msy}) である。2022 年漁期の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2019-2021) により仮定した。

表 2-1. ふ化後の月数別平均外套背長と平均体重

孵化後の月数	4	5	6	7	8	9
外套背長(mm)	84	134	183	224	257	281
体重(g)	10	45	121	233	361	484

表 3-1. スルメイカ冬季発生系群の国別漁獲量および資源量指標値

漁期年	冬季発生系群漁獲量					資源量指標値
	日本	韓国	中国	ロシア	合計	
1979	41,712	7,019			48,730	0.43
1980	164,659	16,383			181,041	1.25
1981	58,903	15,673			74,576	0.55
1982	49,025	13,799			62,824	0.32
1983	54,350	13,813			68,162	0.61
1984	61,406	13,140			74,546	0.68
1985	24,976	12,498			37,474	0.25
1986	39,858	14,945			54,802	0.34
1987	47,689	21,520			69,209	0.38
1988	40,368	13,436			53,803	0.46
1989	70,006	31,894			101,900	0.74
1990	69,910	24,319			94,229	0.80
1991	121,272	59,101			180,373	0.97
1992	238,517	72,200			310,717	1.78
1993	154,048	62,902			216,949	1.66
1994	174,743	73,630			248,373	1.24
1995	154,358	65,056			219,414	1.08
1996	269,605	131,711			401,315	1.85
1997	224,088	73,573			297,661	1.57
1998	76,264	57,611			133,875	0.67
1999	98,263	79,338			177,601	0.90
2000	231,030	84,366			315,395	1.43
2001	177,165	85,779			262,944	1.59
2002	128,252	58,669			186,921	1.29
2003	135,534	88,320			223,854	1.29
2004	142,837	70,773			213,610	1.30
2005	117,196	68,174			185,370	1.18
2006	89,025	77,021			166,046	0.92
2007	188,312	78,287			266,599	1.86
2008	138,713	66,756			205,468	1.76
2009	139,825	73,301			213,126	1.77
2010	145,301	75,922			221,223	1.37
2011	185,854	103,703			289,557	1.73
2012	110,926	71,145	0	767	182,838	1.37
2013	140,071	87,761	2,698	3,277	233,806	1.37
2014	134,207	82,763	1,504	6,189	224,662	1.27
2015	93,362	86,449	2,637	10,746	193,194	0.89
2016	37,148	58,773	671	4,517	101,108	0.45
2017	29,006	24,392	0	345	53,743	0.41
2018	23,698	22,392	0	277	46,367	0.28
2019	26,998	17,074	0	17,619	61,691	0.36
2020	26,874	17,038	324	14,396	58,632	0.38
2021	13,965	5,924	455	4,835	25,178	0.22

注：漁獲量の単位はトン。2021年は暫定値。

中国とロシアの漁獲量は太平洋海域における漁獲量としてNPFCに報告されている数値。

表 4-1. 資源解析結果

漁期年	漁獲量 (千トン)	資源尾数 (億尾)	資源量 (千トン)	親魚尾数 (億尾)	親魚量 (千トン)	漁獲割合 (%)	漁獲係数	%SPR	F/Fmsy	再生産 成功率
1979	49	7.8	232	3.0	90	21	0.34	0.71	0.89	
1980	181	22.4	672	7.4	221	27	0.51	0.60	1.33	7.43
1981	75	10.0	298	3.5	106	25	0.44	0.65	1.13	1.35
1982	63	5.7	171	1.7	50	37	0.64	0.53	1.65	1.62
1983	68	10.9	328	4.3	129	21	0.33	0.72	0.86	6.59
1984	75	12.2	365	4.8	144	20	0.33	0.72	0.85	2.83
1985	37	4.5	136	1.6	47	28	0.47	0.63	1.21	0.94
1986	55	6.1	183	2.1	62	30	0.49	0.62	1.26	3.90
1987	69	6.8	204	2.1	63	34	0.57	0.57	1.48	3.30
1988	54	8.3	248	3.3	98	22	0.33	0.72	0.86	3.93
1989	102	13.3	414	4.9	153	25	0.39	0.68	1.01	4.08
1990	94	14.4	448	5.7	177	21	0.33	0.72	0.84	2.92
1991	180	17.5	545	5.4	169	33	0.57	0.56	1.49	3.07
1992	311	32.0	996	10.1	313	31	0.56	0.57	1.44	5.91
1993	217	29.8	927	11.1	344	23	0.39	0.68	1.01	2.96
1994	248	22.3	694	5.7	178	36	0.76	0.47	1.97	2.02
1995	219	19.3	602	5.2	161	36	0.72	0.49	1.86	3.39
1996	401	33.3	1036	7.9	245	39	0.84	0.43	2.18	6.43
1997	298	28.3	880	8.1	251	34	0.65	0.52	1.69	3.60
1998	134	12.0	373	3.5	109	36	0.63	0.53	1.63	1.49
1999	178	16.1	501	4.8	148	35	0.62	0.54	1.60	4.59
2000	315	25.6	798	6.4	199	40	0.79	0.45	2.05	5.38
2001	263	28.6	889	9.4	294	30	0.51	0.60	1.31	4.48
2002	187	23.1	720	8.4	260	26	0.42	0.66	1.08	2.45
2003	224	23.2	722	7.5	232	31	0.53	0.59	1.38	2.77
2004	214	23.4	729	7.8	241	29	0.51	0.60	1.31	3.14
2005	185	21.2	660	7.3	227	28	0.47	0.63	1.21	2.73
2006	166	16.6	516	5.3	166	32	0.53	0.59	1.38	2.27
2007	267	33.5	1044	11.9	371	26	0.43	0.65	1.12	6.28
2008	205	31.6	985	12.5	390	21	0.33	0.72	0.84	2.65
2009	213	31.9	992	12.3	382	21	0.36	0.70	0.92	2.54
2010	221	24.6	765	8.3	257	29	0.49	0.61	1.27	2.00
2011	290	31.0	966	10.0	313	30	0.53	0.59	1.36	3.76
2012	183	24.7	768	9.1	285	24	0.39	0.68	1.02	2.46
2013	234	24.5	764	7.9	247	31	0.53	0.59	1.37	2.69
2014	225	22.9	713	7.3	226	32	0.55	0.58	1.42	2.89
2015	193	16.0	498	4.2	131	39	0.74	0.48	1.91	2.20
2016	101	8.1	253	2.1	66	40	0.75	0.47	1.93	1.93
2017	54	7.3	227	2.7	85	24	0.38	0.68	0.99	3.45
2018	46	5.1	158	1.7	53	29	0.49	0.61	1.27	1.85
2019	62	6.5	204	2.1	64	30	0.56	0.57	1.45	3.84
2020	59	6.9	214	2.3	72	27	0.49	0.61	1.28	3.35
2021	25	4.0	123	1.5	48	20	0.35	0.71	0.90	1.72
2022	39	4.5	141	1.6	49	28	0.47	0.63	1.21	2.96

漁期年は4月～翌年3月。

2022年の値は、加入量予測モデルから推定した資源尾数、現状の漁獲圧などに基づく暫定値。

親魚尾数は漁期終了後の値。

漁獲係数および再生産成功率は尾数に対応する値。

表 5-1. 将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b)、禁漁水準 (c) を上回る確率

(a) 親魚量が目標管理基準値を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	0	0	0	0	5	11	9	10	15	12	12	33	40
0.95	0	0	0	1	6	12	10	11	16	13	13	35	42
0.90	0	0	0	1	6	12	11	12	18	15	15	37	44
0.85	0	0	0	1	7	13	12	14	19	17	17	39	46
0.80	0	0	0	1	7	14	13	16	21	19	20	42	49
0.75	0	0	0	1	8	15	14	17	23	21	22	45	51
0.70	0	0	0	1	8	16	16	20	26	24	25	48	54
0.65	0	0	0	1	9	17	17	22	28	27	28	51	57
0.60	0	0	0	2	10	18	18	24	30	29	31	55	60
0.55	0	0	0	2	11	18	20	27	33	33	35	58	64
0.50	0	0	0	3	12	19	22	29	35	36	38	62	68
0.45	0	0	0	3	13	20	24	32	38	39	42	65	71
0.40	0	0	0	3	14	20	27	35	41	43	46	69	75
0.35	0	0	0	4	15	21	29	37	44	47	49	72	78
0.30	0	0	0	5	15	22	33	40	48	51	54	75	81
0.25	0	0	0	6	16	24	35	44	52	55	58	79	83
0.20	0	0	0	7	16	25	37	47	56	59	62	82	86
0.15	0	0	0	8	17	27	40	51	59	63	66	84	88
0.10	0	0	0	10	18	29	43	54	63	67	69	86	90
0.05	0	0	0	12	19	30	46	58	67	71	73	89	92
0.00	0	0	0	13	20	32	49	62	70	74	77	91	94
F2019-2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	33

(b) 親魚量が限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	0	0	36	27	31	35	34	36	38	36	35	53	57
0.95	0	0	36	28	32	37	36	38	41	38	38	55	59
0.90	0	0	36	28	33	38	38	40	43	41	40	57	61
0.85	0	0	36	29	34	40	40	43	46	44	43	59	63
0.80	0	0	36	29	35	41	43	45	48	47	47	61	66
0.75	0	0	36	30	36	43	45	48	51	51	50	63	68
0.70	0	0	36	30	36	44	47	50	54	54	53	66	71
0.65	0	0	36	31	37	46	50	53	58	58	57	68	73
0.60	0	0	36	32	39	48	53	56	61	61	61	71	76
0.55	0	0	36	33	40	51	56	60	65	65	64	75	79
0.50	0	0	36	34	41	53	58	63	69	69	68	78	82
0.45	0	0	36	35	42	56	61	67	73	72	72	81	85
0.40	0	0	36	36	44	58	64	71	76	75	76	84	87
0.35	0	0	36	37	47	60	67	74	79	79	80	87	90
0.30	0	0	36	38	49	61	71	77	81	82	83	90	92
0.25	0	0	36	39	51	63	74	80	83	86	86	92	94
0.20	0	0	36	41	53	64	76	83	85	88	89	94	96
0.15	0	0	36	42	54	66	79	86	88	90	91	96	97
0.10	0	0	36	44	55	68	81	88	90	92	93	97	98
0.05	0	0	36	46	57	71	83	90	92	94	95	98	99
0.00	0	0	36	48	59	73	85	91	94	95	96	99	99
F2019-2021	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	35	60

(c) 親魚量が禁漁水準を上回る確率 (%)

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

漁獲シナリオに従って 2023～2024 年漁期は年間漁獲量を 0.5 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果を示す。

表 5-2. 将来の親魚量 (a) および漁獲量 (b) の平均値の推移

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

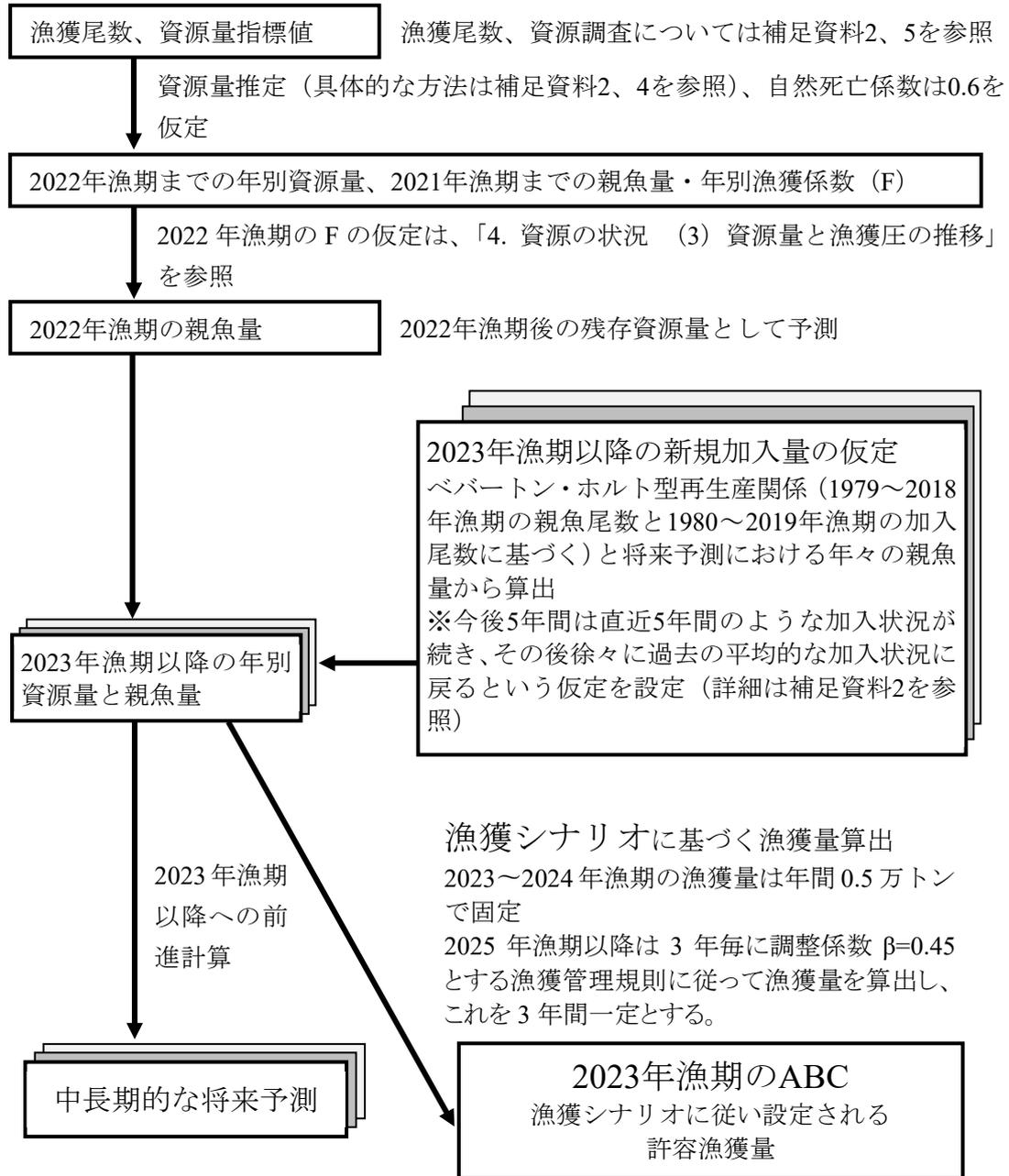
β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	49	71	99	102	105	110	107	108	113	108	105	201	256
0.95	49	71	99	103	107	113	112	113	119	114	112	209	266
0.90	49	71	99	104	110	117	117	119	125	121	119	217	279
0.85	49	71	99	106	113	121	122	125	133	129	128	226	292
0.80	49	71	99	107	116	125	128	132	140	138	137	238	307
0.75	49	71	99	109	119	129	133	139	149	147	146	249	321
0.70	49	71	99	110	122	133	139	147	157	156	156	262	337
0.65	49	71	99	112	125	138	146	155	166	166	167	277	354
0.60	49	71	99	114	129	142	152	163	175	176	178	292	373
0.55	49	71	99	115	132	147	159	171	185	187	190	309	392
0.50	49	71	99	117	135	152	166	180	195	198	202	327	413
0.45	49	71	99	119	139	157	173	189	206	210	214	345	436
0.40	49	71	99	120	142	162	181	199	217	222	228	365	459
0.35	49	71	99	122	146	167	188	208	228	235	241	386	483
0.30	49	71	99	124	149	172	196	218	239	247	255	406	506
0.25	49	71	99	126	153	178	204	228	251	260	268	426	530
0.20	49	71	99	127	156	183	212	239	262	274	282	446	553
0.15	49	71	99	129	160	188	221	249	274	287	297	466	575
0.10	49	71	99	131	164	193	229	260	286	301	312	485	597
0.05	49	71	99	133	168	198	238	271	298	315	327	505	620
0.00	49	71	99	135	171	204	247	282	311	329	342	526	642
F2019-2021	49	47	45	43	41	39	40	41	42	43	44	124	205

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	39	5	5	45	43	36	54	52	45	55	54	79	126
0.95	39	5	5	43	41	35	54	52	46	56	55	80	124
0.90	39	5	5	41	40	34	53	52	46	56	55	81	124
0.85	39	5	5	39	38	34	52	51	47	57	56	82	123
0.80	39	5	5	37	37	33	51	51	47	57	57	83	121
0.75	39	5	5	35	35	32	50	50	47	57	57	83	120
0.70	39	5	5	33	33	30	49	49	46	57	57	83	118
0.65	39	5	5	31	31	29	47	47	45	56	56	83	115
0.60	39	5	5	29	29	27	46	46	44	55	55	83	112
0.55	39	5	5	27	27	26	44	44	43	54	54	81	109
0.50	39	5	5	24	24	24	42	42	41	52	52	79	104
0.45	39	5	5	22	22	22	39	39	39	50	50	76	99
0.40	39	5	5	20	20	20	36	36	36	47	47	72	93
0.35	39	5	5	17	17	17	33	33	33	43	43	67	86
0.30	39	5	5	15	15	15	29	29	29	39	39	61	77
0.25	39	5	5	13	13	13	25	25	25	34	34	53	67
0.20	39	5	5	10	10	10	21	21	21	28	28	45	56
0.15	39	5	5	8	8	8	16	16	16	22	22	35	44
0.10	39	5	5	5	5	5	11	11	11	16	16	24	30
0.05	39	5	5	3	3	3	6	6	6	8	8	13	16
0.00	39	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2019-2021	39	38	36	34	33	32	32	33	34	35	36	99	165

漁獲シナリオに従って 2023~2024 年漁期は年間漁獲量を 0.5 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に漁獲管理規則(調整係数 β は 0~1.0 まで 0.05 間隔で変化)に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧 (F2019-2021) を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 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。NPFC で報告されている中国とロシアによる漁獲量は、漁獲されている海域が太平洋沖合のため、全て冬季として振り分けた。

(2) 資源計算に用いた数値

1) 資源量指標値

資源量指標値は、宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船の 7～12 月の標準化 CPUE とした。標準化 CPUE の計算方法は、補足資料 5-(1)に示した。CPUE の計算に用いた漁獲量および延べ出漁隻数の集計は、補足資料 2-(1)の発生系群別集計方法に基づいて行った（補足表 2-1）。2022 年漁期の小型いか釣り船標準化 CPUE は、資源評価実施時点では得ることができない。そのため、7 月～直近（10 月下旬）までの小型いか釣り船標準化 CPUE（補足資料 5-(2)）から、2022 年漁期の資源量指標値を予測した（補足資料 5-(3)）。なお、小型いか釣り船 CPUE は元々重量単位で得られる。これを 1979 年漁期以降のスルメイカ測定資料から、海洋環境のレジームシフトに対応した 2 期（1979～1988 年漁期、1989～2007 年漁期）における月別の漁獲物の平均体重で除算することで尾数に換算し、本報告書での小型いか釣り船 CPUE を得た。使用した月別の平均体重を補足表 2-2 に示す。

2) 自然死亡係数

月当たりの自然死亡係数（M）は 0.1 を仮定する。外套背長と孵化後の月数の関係より、スルメイカは孵化後 6 ヶ月で加入し、寿命とされる 1 年（孵化後 12 ヶ月）まで漁獲対象になると仮定するため、漁期 6 ヶ月での自然死亡係数は 0.6 とする。

3) 漁獲尾数と平均体重の算出

日本と韓国による地域別・月別スルメイカ水揚げ量から、秋季発生系群と冬季発生系群の漁獲量を算定した。日本と韓国による漁獲量の各系群への振り分けは、漁況情報などから地域ごとに設定した（補足資料 2-(1)）。NPFC に報告された中国とロシアによる漁獲量は、漁獲されている海域が太平洋沖合のため全て本系群に振り分けた。系群別に集計された月別の漁獲量と前述の月別平均体重（補足表 2-2）から月別漁獲尾数を計算し、4 月～翌年 3 月までを合計した漁獲尾数を各年漁期の漁獲尾数とした。各年漁期で合計した漁獲重量を漁獲尾数で除して、漁獲物の平均体重（1988 年漁期以前 300 g、1989 年漁期以降 311 g）を求め、個体数から重量に変換する際の体重として用いた。なお、NPFC で報告されている中国とロシアの漁獲量は年計であるため、太平洋沖合における主漁期の 7～11 月の平均体重（253 g）を用いて漁獲尾数を推定した。

(3) 資源量推定方法

1) 資源量、親魚量の推定

t 年漁期のスルメイカ冬季発生系群の資源尾数 (N_t) は資源量指標値 (U_t) に比例すると仮定し、式 1 で推定した。

$$N_t = qU_t \quad (1)$$

q は比例係数である。過去のスルメイカ秋季発生系群の資源解析結果によると、スルメイカの漁獲率 (E) は 0.2~0.4 の付近にあると推定され (日本海区水産研究所 1997、日本海区水産研究所 1998)、木所ほか (2006) により、1979~2000 年漁期の期間における平均の E はおよそ 0.3 と推定された。冬季発生系群についても 1979~2001 年漁期における E を異なる資源解析手法で検証した結果、概ね秋季発生系群と同様の結果が得られている (森 2006、Nishijima et al. 2020、森山・岡本 印刷中)。このことから、1979~2001 年漁期における E の平均値は 0.3 になると仮定し、比例係数 q を推定した結果、18.0 を得た。

当資源に対する漁獲圧はパルス的と仮定し、Pope の式 (式 2) を用いて漁獲係数 F_t を求め、式 3 により計算される獲り残し尾数を漁期終了後の親魚尾数 S_t とした。

$$F_t = -\ln\left(1 - \frac{C_t \cdot \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{qU_t}\right) \quad (2)$$

$$S_t = \left(N_t \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) - C_t\right) \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

C_t は t 年漁期におけるスルメイカ冬季発生系群の漁獲尾数、M は加入後のスルメイカの自然死亡係数で、0.6 (漁期間 6 ヶ月当たり) とした。

2) 2022 年漁期の資源量と親魚量の予測

① 資源評価実施時点ではまだ 2022 年漁期が終了していないため、補足資料 5-(3) に記述した方法により、2022 年漁期の小型いか釣り船の標準化 CPUE (0.25) を予測し、2022 年漁期の資源量指標値とした。2022 年漁期の資源量指標値を式 1 に代入し、比例係数 q (18.0) をかけて 2022 年漁期の資源尾数 (資源量) を計算した。

2022 年漁期資源尾数 = 4.5 億尾 (14.1 万トン)

② 2022 年漁期の漁獲尾数は現状の漁獲圧 (F2019-2021) を用い、式 2 を変形して算出した。

2022 年漁期漁獲尾数 = 1.3 億尾 (3.9 万トン)

③ 2022 年漁期の資源尾数、推定漁獲尾数、自然死亡係数から式 3 により、2022 年漁期の親魚尾数 (2023 年漁期の加入群を産む親魚尾数) を計算した。

2022 年漁期親魚尾数 = 1.6 億尾 (4.9 万トン)

3) 2023 年漁期以降の将来予測の方法

① 再生産関係と今後の加入の想定

資源評価により推定された資源量を使用して将来予測を行った。将来の加入量の推定に

は、ベバートン・ホルト型再生産関係式（補足表 3-1）から推定される値を用いた。

本系群に再生産関係を当てはめた時、近年は残差が負に偏る傾向が見られているため、将来予測においては、今後 5 年間は直近 5 年間のような加入状況が続き、その後徐々に過去の平均的な加入状況に戻るとい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 2-1）。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：資源評価の最新 5 年分（2017～2021 年漁期、2022 年漁期の資源量は予測値であるため含めない）の残差のみから重複を許したりサンプリングを行う。
- 将来予測の 6～10 年目：最新 5 年分（2017～2021 年漁期）の残差、または、さらに過去に遡った 5 年分（2012～2016 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は、適用された再生産関係式に対し、今年度の資源解析結果で得られた親子関係のプロットからの残差として求めた。将来予測において実際に与えた加入変動（リサンプリングした残差）の分布は補足図 2-2 に示す。

② 翌年漁期の加入量予測と漁獲量算定

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

ア. 漁期終了後の親魚尾数の予測

t 年漁期終了後の親魚尾数 S_t は t 年漁期の資源尾数 N_t と漁獲尾数 C_t 、および自然死亡係数 M (0.6) から式 3 で計算される。 N_t は資源量指標値（＝小型いか釣り漁船の標準化 CPUE）に比例係数を掛けることで式 1 より算出される。資源評価の当年漁期においては、資源尾数は当年漁期途中までの小型いか釣り漁業データと調査データから予測する。また、当年漁期の漁獲尾数は直近 3 年間の平均漁獲係数 F_{current} と予測資源尾数から予測する（例えば、2022 年漁期の漁獲尾数は、今年度の資源評価における現状の漁獲圧（F2019-2021）と 2022 年漁期の予測資源尾数から予測される）。したがって、当年漁期終了後の予測親魚尾数 S'_t には、当年漁期の資源尾数の予測誤差、および F_{current} による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、1982～2021 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途中までのデータから標準化 CPUE の予測値と F_{current} を求め、過去の予測親魚尾数 $S'_{t,\text{past}}$ を計算した。対数正規分布の誤差を仮定し、親魚尾数の確定値 $S_{t,\text{past}}$ に対する $S'_{t,\text{past}}$ の標準誤差 σ_1 (0.19) 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 4 で得られるとした。

$$S'_{t,k} = S_{t,k} \cdot \exp(\varepsilon_{t,1,k} - 0.5\sigma_1^2), \quad \varepsilon_{t,1,k} \sim \text{Normal}(0, \sigma_1^2) \quad (4)$$

$\varepsilon_{t,1,k}$ 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、 $-0.5\sigma_1^2$ は平均値のバイアス補正項である。kはシミュレーションの試行回数を示す。

イ. 加入変動の予測

スルメイカ冬季発生系群の再生産関係はベバートン・ホルト型であり、親魚尾数と加入尾数の関係は式5で定式化される。

$$R(S_t|a, b) = \frac{aS_t}{1 + bS_t} \quad (5)$$

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6で表される (i は 1980~2021 年漁期)。

$$e_i = \log(N_{i,past}) - \log R(S_{i-1,past}|a, b) \quad (6)$$

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、翌年漁期の真の資源尾数は式7で表される。

$$N_{t+1,k} = R(S_{t,k}|a, b) \cdot \exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta), \quad (7)$$

$$\delta = -\log\left(\frac{\sum_{i=1980}^{2021} \exp(e_i)}{42}\right)$$

$\varepsilon_{t,2,k}$ 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。

翌年漁期の真の資源尾数は式7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8で表される。

$$N'_{t+1,k} = R(S'_{t,k}|a, b) \cdot \exp(\varepsilon'_{t,2,k} + \delta) \quad (8)$$

$\varepsilon'_{t,2,k}$ 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7の $\varepsilon_{t,2,k}$ とは独立である。

ウ. 予測資源尾数からの漁獲量算定

3年毎に漁獲管理規則に基づいて漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ を算定し、それを3年間一定とする際には、漁獲係数 $F'_{t+1,k}$ を掛ける資源尾数として $N'_{t+1,k}$ を使用する (式9)。

$$C'_{t+1,k} = N'_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \cdot [1 - \exp(-F'_{t+1,k})], \quad F'_{t+1,k} = f(S'_{t,k}) \quad (9)$$

$F'_{t+1,k}$ は漁獲管理規則に基づき、式10と式11によって求められる (図5-1参照)。

$$F'_{t+1,k} = \begin{cases} 0 & \text{if } S'_{t,k} < SB_{\text{ban}} \\ \beta \cdot \gamma \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } SB_{\text{ban}} < S'_{t,k} < SB_{\text{limit}} \\ \beta \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } S'_{t,k} \geq SB_{\text{limit}} \end{cases} \quad (10)$$

$$\gamma = \frac{S'_{t,k} - SB_{\text{ban}}}{SB_{\text{limit}} - SB_{\text{ban}}} \quad (11)$$

F_{msy} はMSYを得られる漁獲係数、 SB_{limit} は限界管理基準値、 SB_{ban} は禁漁水準である。t+1年漁期終了後の真の親魚尾数 $S_{t+1,k}$ を計算する際には真の資源尾数 $N_{t+1,k}$ と $C'_{t+1,k}$ を使用するが、 $C'_{t+1,k}$ が $N_{t+1,k} \cdot \exp(-M/2)$ 以上の場合は $S_{t+1,k}$ が計算上0以下になってしまうため、僅かながら $S_{t+1,k}$ が残るように式12で漁獲尾数を下方修正した。続いて、式13で $S_{t+1,k}$ を算出した。

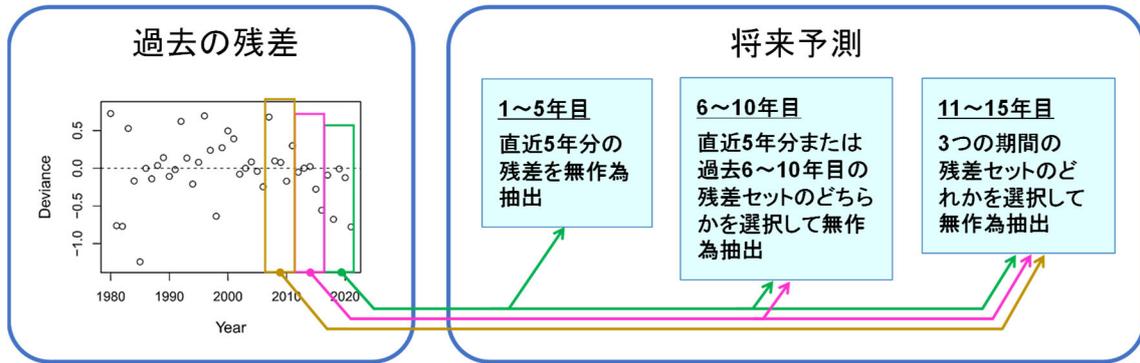
$$C'_{t+1,k} = 0.99N_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (12)$$

$$S_{t+1,k} = \left[N_{t+1,k} - C'_{t+1,k} \cdot \exp\left(\frac{M}{2}\right) \right] \cdot \exp(-M) \quad (13)$$

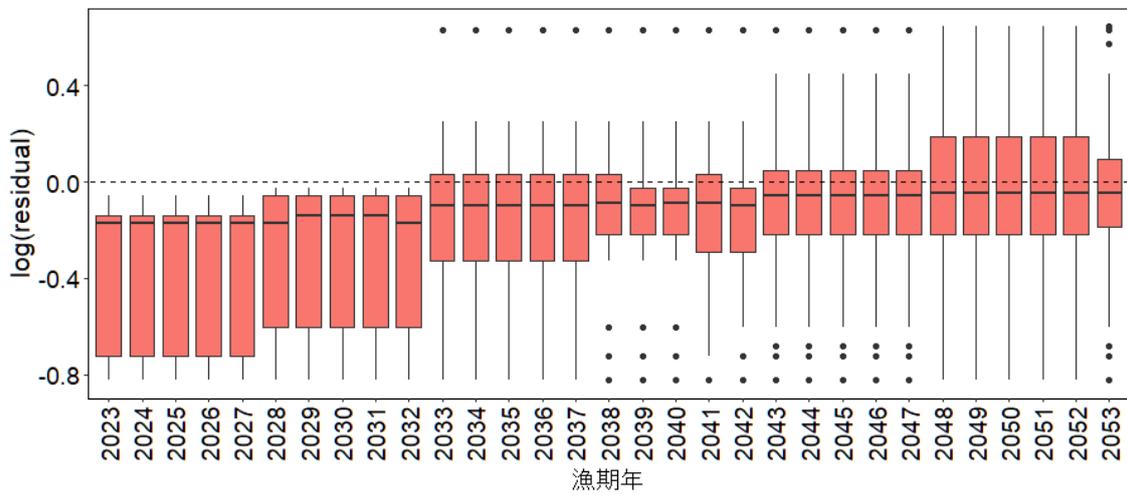
尾数単位による計算結果は、今年度の資源評価における平均体重(311g)を用いて、最終的に全て重量単位に換算した。なお、実際の管理の手順では、漁獲管理規則に基づいた翌年漁期の漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ は、異なる $\varepsilon'_{t,2,k}$ をランダムに抽出した十分回数のシミュレーションによって得られた $N'_{t+1,k}$ の分布を基に計算される $C'_{t+1,k}$ の分布の平均値を利用しているが、ここでは計算時間の短縮のために式9を利用した。

引用文献

- 木所英昭・後藤常夫・田永軍・木下貴裕(2006)平成17年スルメイカ秋季発生系群の資源評価。平成17年度我が国周辺漁業資源調査資源評価,水産庁・水産総合研究センター,522-546.
- 森賢(2006)スルメイカ冬季発生系群の初期生態と資源変動機構に関する研究。北海道大学博士号論文,172pp.
- 森山丈継・岡本俊(印刷中)修正DeLury法によるスルメイカ冬季発生系群の漁獲率の推定・検証。令和4年度イカ類資源評価協議会報告。
- 日本海区水産研究所(1997)対馬暖流系スルメイカ。平成8年度我が国周辺漁業資源調査資源評価票,水産庁,253-261.
- 日本海区水産研究所(1998)対馬暖流系スルメイカ。平成9年度我が国周辺漁業資源調査資源評価票,水産庁,289-299.
- 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>.



補足図 2-1. バックワードリサンプリング法の概念図



補足図 2-2. 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 2-1. スルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

日本におけるスルメイカ生鮮漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

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

日本におけるスルメイカ冷凍漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

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

韓国におけるスルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

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

補足表 2-2. 漁獲物の月別平均体重

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1988年漁期以前の平均体重(g)	84	84	123	156	237	274	301	314	333	333	333	333
1989年漁期以降の平均体重(g)	56	56	107	170	213	259	282	341	355	355	355	355

補足資料 3 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 3-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己 相関	a	b	S.D.	ρ
ベバートン・ホルト型	最小絶対値法	無	4.315	0.066	0.417	-

a と b (1/億尾) は再生産関係のパラメータであり、S.D.は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。

補足表 3-2. 管理基準値と MSY

項目	値	説明
目標管理基準値	23.4 万トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)
限界管理基準値	13.2 万トン	MSY の 85%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.85msy)
禁漁水準	1.4 万トン	MSY の 15%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.15msy)
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧(漁獲係数 F) = 0.39	
%SPR (Fmsy)	68.0%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	14.9 万トン	最大持続生産量 MSY

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2021	4.8 万トン	2021 年漁期の親魚量
F2021	2021 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F) = 0.35	
U2021	20%	2021 年漁期の漁獲割合
%SPR (F2021)	70.6%	2021 年漁期の%SPR
管理基準値との比較		
SB2021/ SBmsy	0.20	最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値)に対する 2021 年漁期の親魚量の比
F2021/ Fmsy	0.90	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2021 年漁期の漁獲圧の比
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	横ばい	

補足表 3-4. ABC と予測親魚量

2023 年漁期の ABC (万トン)	2023 年漁期の親魚量 予測平均値 (万トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2019-2021)	2023 年漁期の 漁獲割合(%)
0.5	7.1	0.12	4

コメント: ・ABC の設定は、令和 3 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ 令和 4 年 2 月に開催された「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに基づく。
--

補足表 3-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性:加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2026 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値等を上回る確率(%)		
			目標管理 基準値	限界管理 基準値	禁漁水準
2025 年漁期以降に漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.45$	13.9	4.1 - 28.3	13	42	100
上記と異なる β を使用した場合等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	10.5	0.1 - 23.5	5	31	92
$\beta=0.5$	13.5	3.8 - 27.8	12	41	100
$\beta=0.4$	14.2	4.4 - 28.9	14	44	100
$\beta=0.3$	14.9	5.2 - 30.0	15	49	100
$\beta=0.25$	15.3	5.5 - 30.7	16	51	100
$\beta=0$	17.1	6.5 - 33.9	20	59	100
F2019-2021	4.1	1.4 - 8.9	0	0	95

考慮している不確実性:加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期 の親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2031 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値等を上回る確率(%)		
			目標管理 基準値	限界管理 基準値	禁漁水準
2025 年漁期以降に漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.45$	21.0	4.9 - 40.1	39	72	98
上記と異なる β を使用した場合等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	10.8	0.1 - 28.6	12	36	78
$\beta=0.5$	19.8	3.7 - 38.9	36	69	97
$\beta=0.4$	22.2	5.8 - 41.4	43	75	99
$\beta=0.3$	24.7	7.6 - 44.1	51	82	100
$\beta=0.25$	26.0	8.5 - 45.5	55	86	100
$\beta=0$	32.9	13.3 - 53.1	74	95	100
F2019-2021	4.3	0.9 - 10.0	0	1	86

補足表 3-6. 将来の資源量の平均値の推移

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2052
1.00	141	136	188	246	249	248	269	267	267	271	264	474	636
0.95	141	136	188	246	252	254	277	277	279	283	278	488	652
0.90	141	136	188	246	255	259	285	287	291	297	292	504	675
0.85	141	136	188	246	258	265	293	298	305	312	308	523	698
0.80	141	136	188	246	261	271	302	309	319	328	326	545	723
0.75	141	136	188	246	264	278	311	321	334	345	344	565	746
0.70	141	136	188	246	267	284	320	333	348	361	361	589	773
0.65	141	136	188	246	270	290	329	346	364	378	380	616	800
0.60	141	136	188	246	273	296	339	359	380	396	400	643	831
0.55	141	136	188	246	276	303	349	371	395	413	418	672	861
0.50	141	136	188	246	279	309	358	384	411	431	438	702	893
0.45	141	136	188	246	283	316	368	397	427	449	458	731	928
0.40	141	136	188	246	286	322	378	411	443	468	478	763	961
0.35	141	136	188	246	289	328	388	424	460	486	497	794	995
0.30	141	136	188	246	292	335	397	437	475	503	517	822	1027
0.25	141	136	188	246	296	341	407	450	491	520	535	848	1056
0.20	141	136	188	246	299	347	416	463	506	537	553	873	1083
0.15	141	136	188	246	302	353	424	476	521	553	571	896	1107
0.10	141	136	188	246	306	359	433	489	536	569	589	917	1129
0.05	141	136	188	246	309	365	442	501	551	585	606	938	1150
0.00	141	136	188	246	312	371	450	514	566	600	623	958	1171
F2019-2021	141	136	130	124	119	114	117	120	123	126	129	359	598

漁獲シナリオに従って 2023～2024 年漁期は年間漁獲量を 0.5 万トンとし、2025 年漁期以降は 3 年毎に漁獲管理規則（調整係数 β は 0～1.0 まで 0.05 間隔で変化）に基づいて漁獲量を算出して 3 年間一定とした場合の将来予測結果、および 2023 年漁期も含めて現状の漁獲圧（F2019-2021）を継続した場合の将来予測結果を示す。

補足資料4 調査結果と再生産環境

(1) 稚仔調査 (2月)

スルメイカの資源量は産卵場の海洋環境変化に応じて大きく変動すると考えられているため (Sakurai et al. 2000)、2001年以降、スルメイカ幼生の出現量と分布様式のモニタリングを目的として、主に2月に東シナ海および九州南西海域周辺においてスルメイカ稚仔調査を実施している。採集器具はボンゴネット (網口2個、口径70 cm、目合い0.335 mm) であり、主な採集対象は1月生まれと想定されるスルメイカ幼生である。

近年の調査海域は北緯29～33度、東経126度30分～132度00分である。2021、2022年のスルメイカ幼生の水平分布を補足図4-1に示す。2022年については、黒潮流軸上およびその南側において分析が終了していない観測点が残っているものの、例年幼生の分布が相対的に多く確認される黒潮流軸北側においてはほぼ分析が終了している。この調査海域全体における2001年以降の調査結果を補足図4-2に示す。2022年2月調査時の平均幼生分布密度は2.6尾/1,000 m³ (速報値) で、前年を下回り (前年比72%)、近年5年平均も下回った (近年比60%)。

調査実施時期は例年2月の約1ヶ月間であり、なおかつスルメイカ幼生は海洋環境によって年変化する初期減耗の影響を受けるため、幼生分布密度とその後の加入量の間には必ずしも高い関連性が観察されるわけではないが、中長期的な資源変動に関連した再生産環境の変化を早期に把握するため、今後も幼生密度と海洋環境のモニタリングを継続する必要がある。

(2) 第2次漁場一斉調査および道東太平洋いか類南下期資源調査 (8～9月)

東北・北海道太平洋沿岸域から沖合域において、青森県、岩手県、宮城県の水産試験研究機関、旧北海道区水産研究所 (2007年まで) が実施した第2次漁場一斉調査および北海道立総合研究機構釧路水産試験場が独自に実施している道東太平洋いか類南下期資源調査 (釧路水産試験場事業報告および北海道浮魚ニュース: http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/kushiro/section/zoushoku/ukiuo_news.html から結果を引用) による自動いか釣り機を用いた釣獲調査の結果を補足図4-3に示した。主な漁獲対象は、前年12～3月生まれと想定されるスルメイカである。津軽海峡内 (恵山岬～尻屋埼を結ぶラインの西側) および東経148度以東は、近年調査がないか回数が減少しているため、結果から除外した。2022年の幾何平均CPUE (尾/台/時間) は0.01尾で、前年および近5年平均を下回った (前年比52%、近年比20%、補足表4-1)。有漁点割合は11%で、前年および近5年平均を下回った。

(3) 第1次漁場一斉調査 (6月)

東北・北海道太平洋沿岸域から沖合域において、北海道、青森県、岩手県、宮城県の水産試験研究機関および水産資源研究所で自動イカ釣り機を用いた釣獲調査を実施した (補足図4-4)。主な漁獲対象は、外套背長がおおよそ10 cm以上で、前年12～1月生まれと想定されるスルメイカである。津軽海峡内 (恵山岬～尻屋崎を結ぶラインの西側) の調査は近年回数が減少傾向にあり、また、日本海由来の秋季発生系群が漁獲の主体である可能性が高いため (坂口ほか 2009)、結果から除外した。2022年の幾何平均CPUE (尾/台/時間) は0.005尾

で、前年および近5年平均を下回った（前年比68%、近年比53%、補足表4-2）。

(4) 表層トロールによる移行域幼稚魚調査（5～6月）

加入前のスルメイカの分布量・様式を把握するために、春季黒潮親潮移行域において表層トロール調査（網口25m、コッドエンド目合10mm、30分曳網）を実施した。主な漁獲対象は、外套背長がおおよそ10cm未満で、2～3月生まれと想定されるスルメイカである。調査海域は常磐～三陸沖合域で、調査点は可能な限り例年と同様の海面水温の頻度分布に近くなるよう配置した。調査は、1996年以降同一手法によって実施している。本報告では、6月10日までの調査結果を利用した。この調査で漁獲されるスルメイカは外套背長10cm未満が主体であることから、外套背長10cm未満の幼体の水平分布状況を補足図4-5に示す。2022年の幾何平均CPUE（尾/網）は2.7尾であり、前年および近5年平均を下回った（前年比48%、近年比21%、補足表4-3）。

(5) 表層トロールによる加入量把握調査（7月）

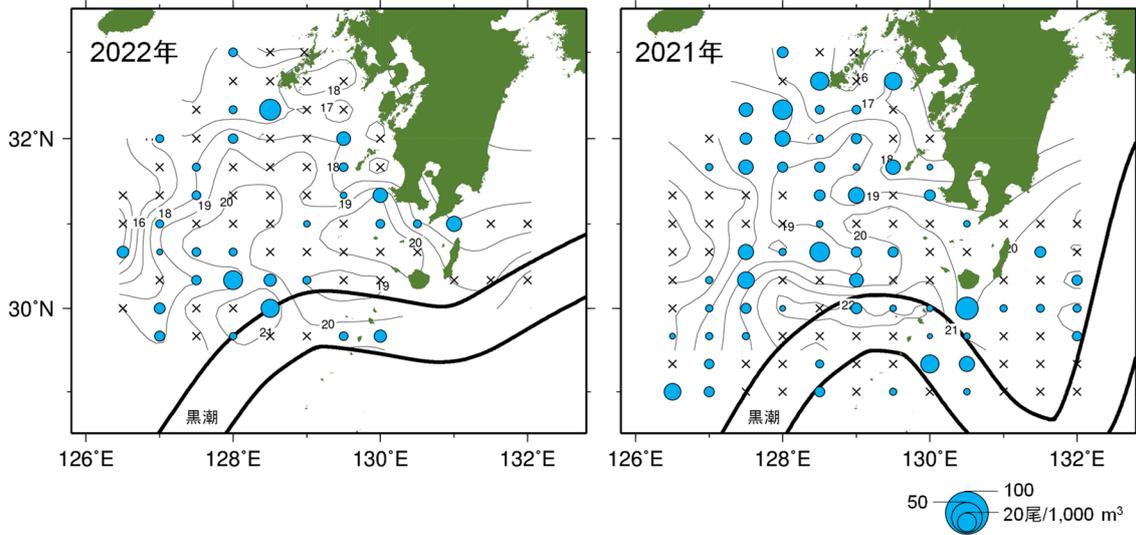
漁期開始期におけるスルメイカの加入量に関する情報を把握するために、三陸～道東沖海域において表層トロール調査（網口30m、コッドエンド目合17mm、60分曳網）を実施した。主な漁獲対象は、1～4月生まれと想定されるスルメイカである。本調査は2019年度から7月上旬～中旬に実施している。2022年の幾何平均CPUE（尾/網）は0.19尾/網で、前年を下回っており（前年比73%）、スルメイカが漁獲された海域は北海道襟裳岬の南西沖に限定されていた（補足図4-6）。

(6) 再生産可能海域の解析結果

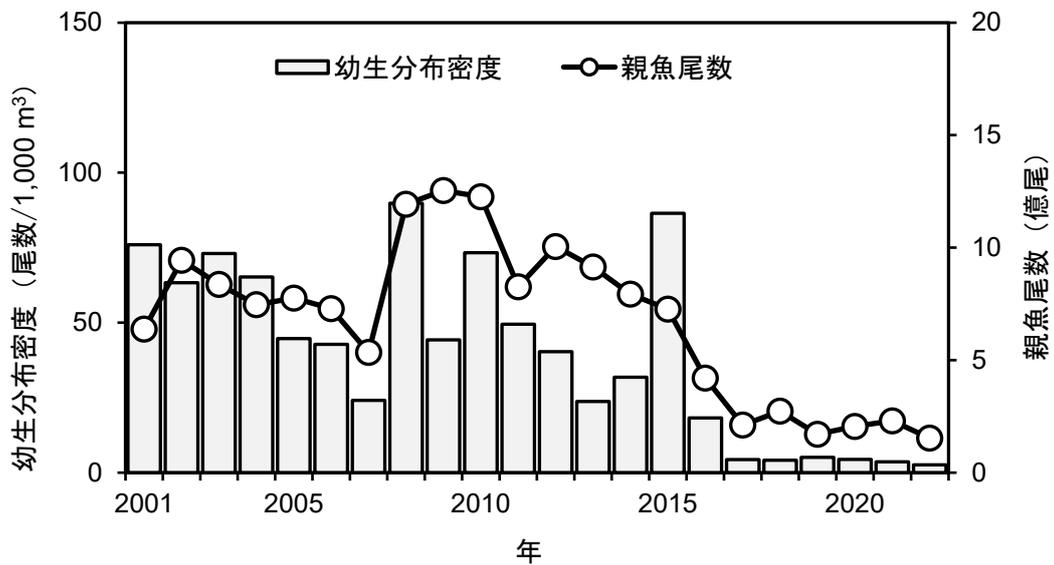
東シナ海の2022年1月中旬～3月上旬における再生産可能海域（水深100～500mの範囲で、表面水温18.0～23.0℃の海域（Sakurai 2006））を補足図4-7に示す。好適な水温環境が形成され、再生産成功率が高かったと考えられる2007年を比較対象として示した。表面水温データには気象庁気象予測モデルのMOVE（Usui et al. 2006）を使用した。2022年に再生産可能海域の縮小は確認されず、なおかつ2007年に劣らず広がっていた。一方で、近年には2015、2016、2018年のように再生産可能海域が縮小していた年が確認されていることから、今後の動向には引き続き注視する必要がある。

引用文献

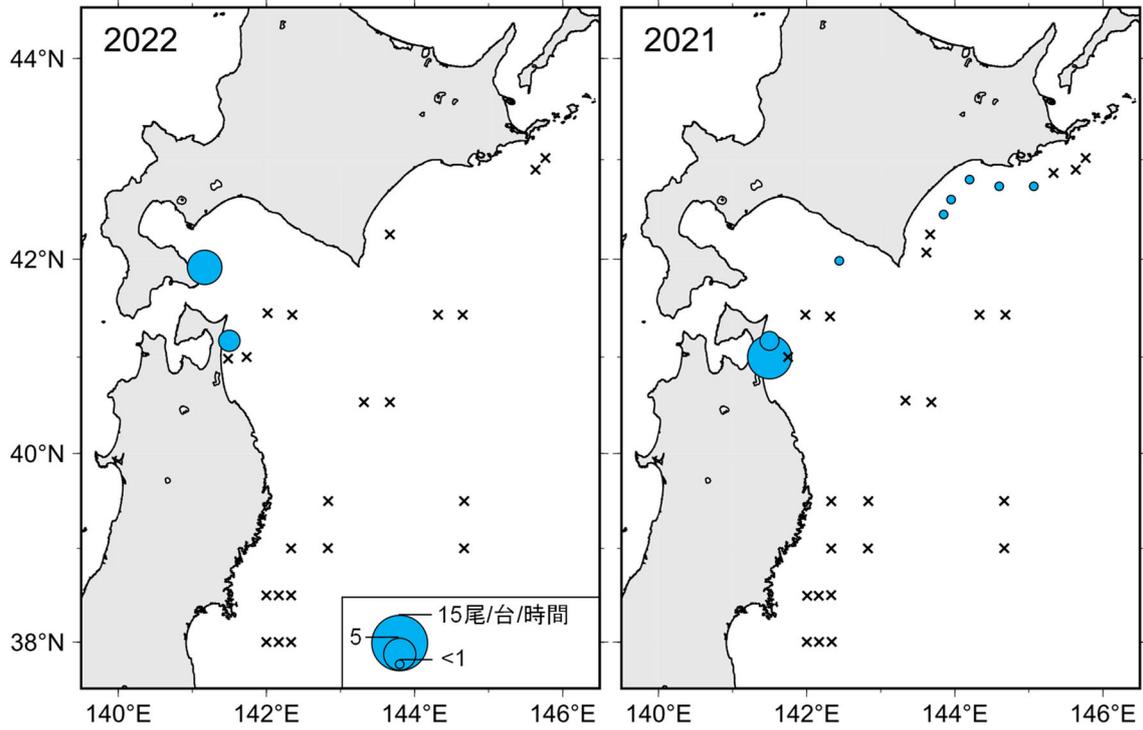
- 坂口健司・佐藤 充・三橋正基・木所英昭 (2009) 北海道周辺海域におけるスルメイカの日齢と発生時期. 日水誌, **75**, 204-212.
- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto and Y. Hiyama (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., **57**, 24-30.
- 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.
- Usui, N., H. Tsujino, Y. Fujii and M. Kamachi (2006) Short-range prediction experiments of the Kuroshio path variabilities south of Japan. Ocean Dynamics, **56**, 607-623.



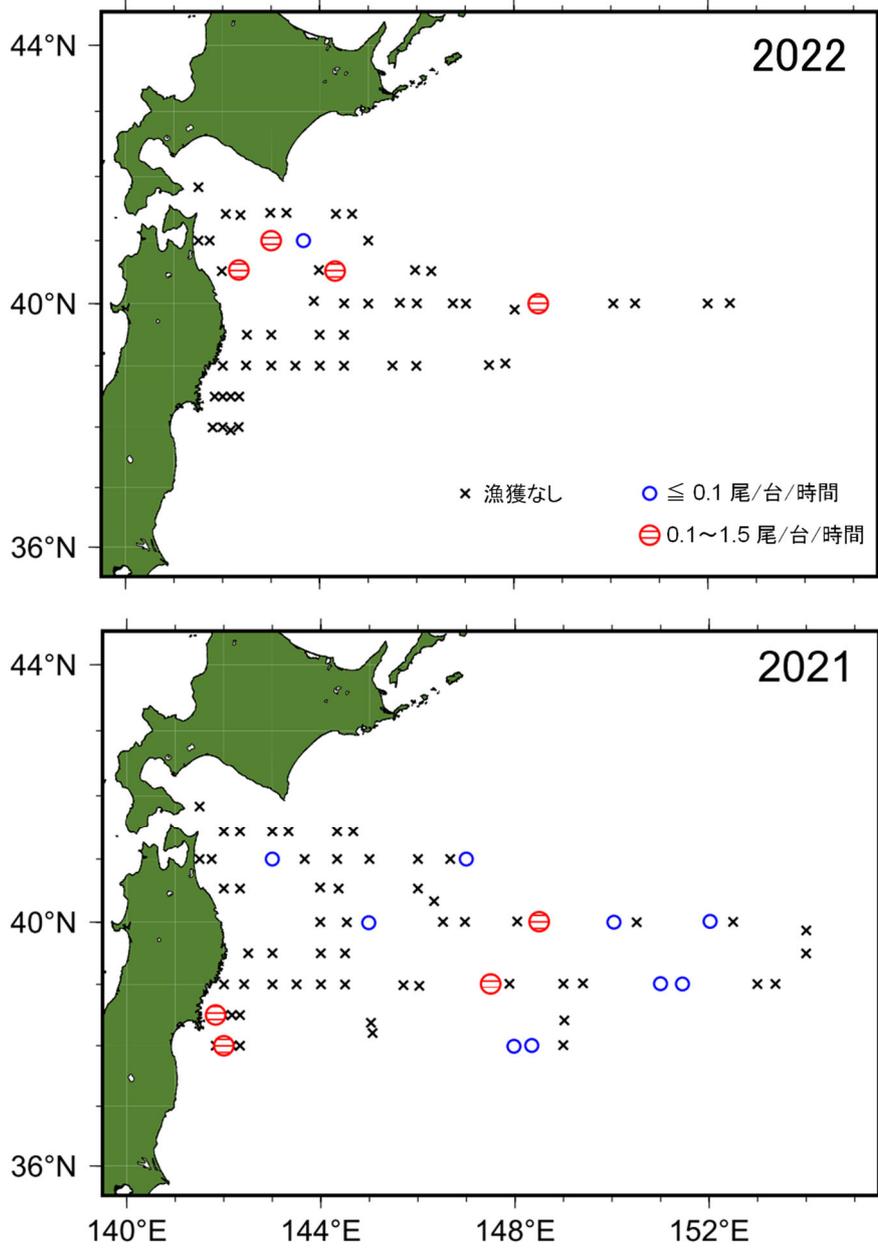
補足図 4-1. 2021、2022 年 2 月上旬～2 月下旬の九州南西海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布（尾/1,000 m³）、海面水温（細実線）および黒潮流路（2 本の太実線）
黒潮流路は、海洋速報（<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>）を引用。×は採集されなかった点を示す。



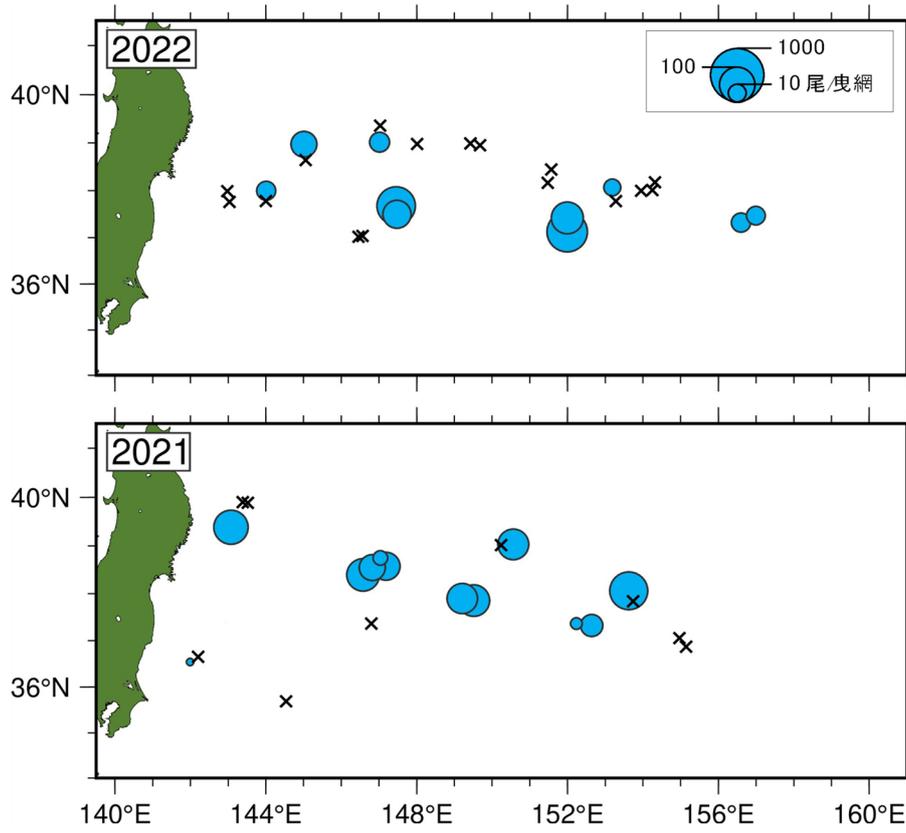
補足図 4-2. 九州南西海域で採集されたスルメイカ幼生の分布密度と親魚尾数



補足図 4-3. 2021、2022 年 8 月下旬～9 月中旬に実施された第 2 次漁場一斉調査および道東太平洋いか類南下期資源調査における CPUE（釣り機 1 台 1 時間あたり漁獲尾数）の分布
 ×は漁獲がなかった点を示す。

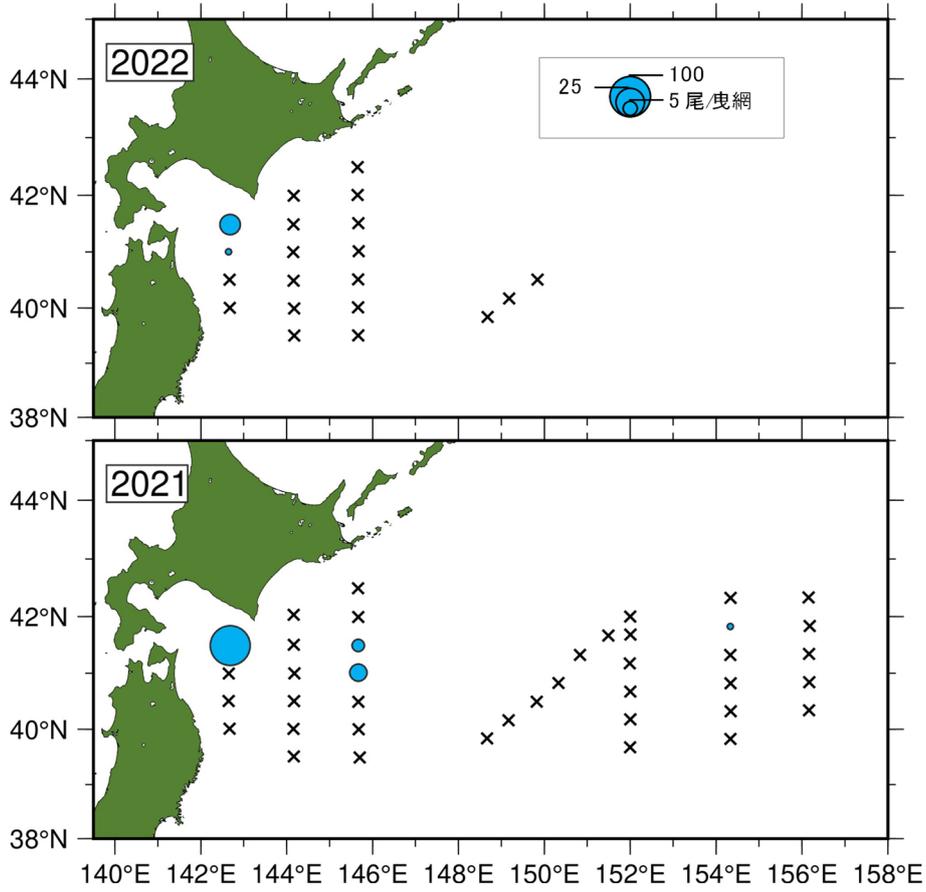


補足図 4-4. 2021、2022 年 5~6 月に実施された第 1 次漁場一斉調査における CPUE（釣り機 1 台 1 時間あたり漁獲尾数）の分布
 ×は漁獲がなかった点を示す。



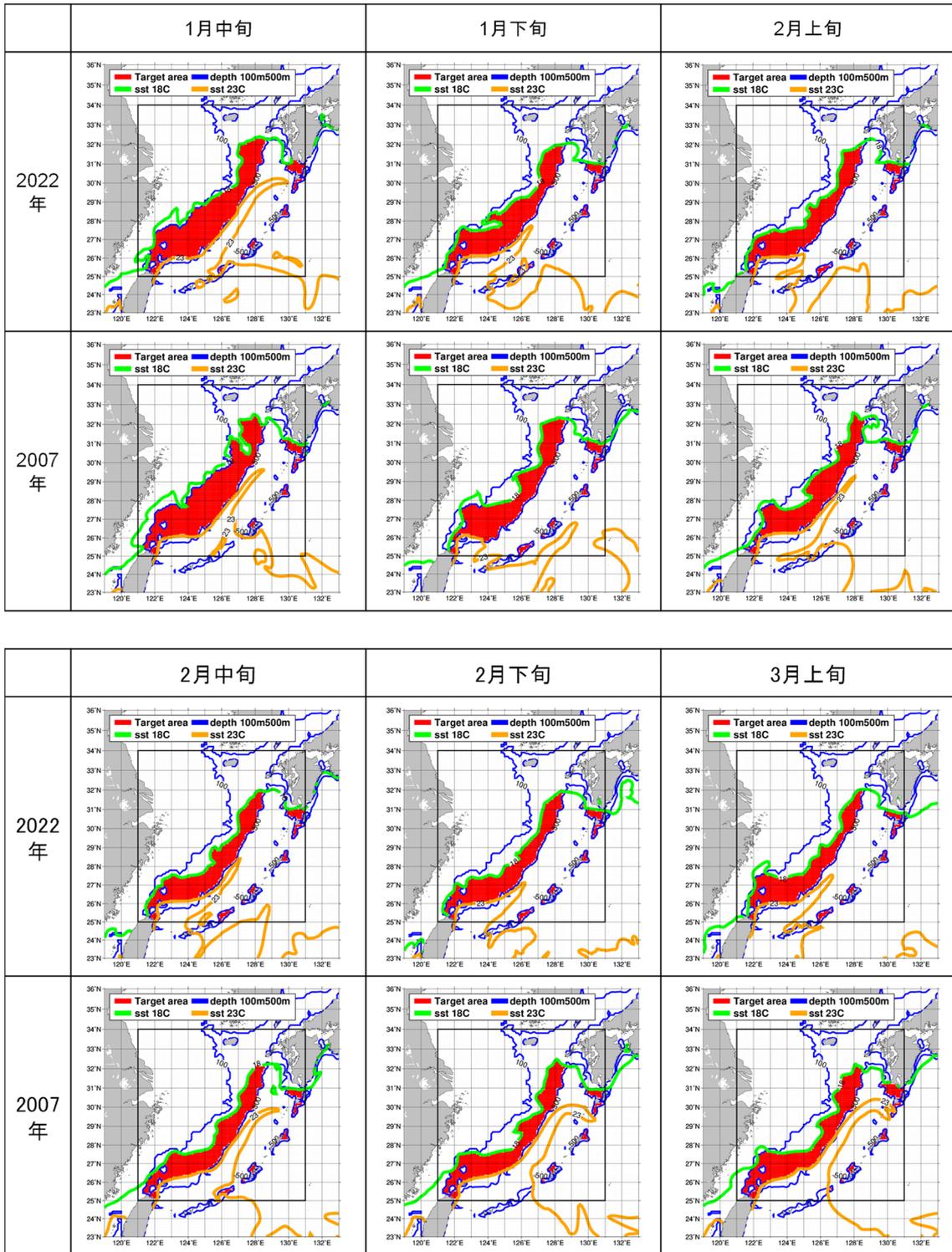
補足図4-5. 2021、2022年5～6月に実施された移行域幼稚魚調査で漁獲された幼体のCPUE (尾/網)

×は漁獲がなかった点を示す。



補足図 4-6. 2021 年、2022 年 7 月に実施された加入量把握調査で漁獲されたスルメイカの CPUE (尾/網)

×は漁獲がなかった点を示す。



補足図 4-7. 2007年と2022年の1月中旬～3月上旬の東シナ海におけるスルメイカの再生産可能海域（赤色の海域）
 再生産可能海域の定義は水深100～500mかつ表面水温18.0～23.0℃の海域。
 2007年は好適な水温環境が形成され、高い再生産成功率に寄与したと考えられる年。

補足表 4-1. 第2次漁場一斉調査および道東太平洋いか類南下期資源調査の幾何平均 CPUE (尾/台/時間)

年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
CPUE	0.002	0.057	0.094	0.015	0.047	0.041	0.003	0.024	0.035	0.048	0.030	0.029
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	0.085	1.153	0.280	0.041	0.072	0.152	0.242	0.046	0.031	0.501	0.201	0.161
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	0.308	0.188	0.421	0.065	0.333	1.056	0.965	0.509	1.664	0.234	0.612	0.423
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				
	0.221	0.068	0.110	0.055	0.029	0.050	0.020	0.011				

補足表 4-2. 第1次漁場一斉調査の幾何平均 CPUE (尾/台/時間)

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CPUE	0.411	0.088	0.020	0.051	0.074	0.089	0.121	0.081	0.122	0.037	0.048	0.182
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0.024	0.072	0.031	0.096	0.038	0.030	0.058	0.095	0.037	0.011	0.007	0.007
	2020	2021	2022									
	0.010	0.007	0.005									

補足表 4-3. 移行域幼稚魚調査の幾何平均 CPUE (尾/網)

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CPUE	9.8	4.5	4.8	10.6	13.9	27.6	61.5	59.6	53.1	142.0	49.2	43.9
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	110.9	199.3	51.9	33.5	39.9	18.1	14.1	6.0	7.4	4.2	1.6	10.5
	2020	2021	2022									
	41.7	5.6	2.7									

補足資料 5 小型いか釣り船の標準化 CPUE

(1) 小型いか釣り船標準化 CPUE（資源量指標値）の推定方法

宮城県から北海道の太平洋岸主要港における小型いか釣り船の漁獲効率は海域および月によって異なると想定される。その影響を除去した資源量指標値を得るため、標準化した小型いか釣り船 CPUE を算出した（岡本ほか 2016）。1979～2021 年漁期の 7～12 月の小型いか釣り船による月・水揚げ港毎の漁獲量および努力量をデータセットとして、一般化線形混合モデルを適用し、最適なモデルを情報量規準 BIC によって選択した。モデル選択の結果、年、月、水揚げ港の主効果、および水揚げ港ごとに変動する年のランダム切片、水揚げ港ごとに変動する月のランダム切片を説明変数としたモデルが選択された。このモデルを用いて標準化 CPUE を推定した。

(2) 資源評価当年漁期の小型いか釣り船標準化 CPUE の推定方法

資源評価当年漁期の 7 月～直近（10 月下旬）までの漁獲量・努力量データを用いた場合の小型いか釣り船標準化 CPUE を推定した。この標準化 CPUE の推定手順は補足資料 5-(1) と同様であるが、使用したデータは 1979～2022 年漁期の 7～10 月のデータである。最適なモデルを BIC によって選択した結果、年、月、水揚げ港の主効果、水揚げ港ごとに変動する年のランダム切片を説明変数とするモデルが選択された。このモデルを用いて標準化 CPUE を推定し、補足資料 5-(3)において資源評価当年漁期の資源量指標値を予測するための説明変数として利用した。

(3) 資源評価当年漁期の小型いか釣り船標準化 CPUE（資源量指標値）の予測方法

資源評価当年漁期の小型いか釣り船標準化 CPUE（資源量指標値）は資源評価実施時点では得ることができないため、7 月～直近（10 月下旬）までの小型いか釣り船標準化 CPUE を用いて、式 14 の回帰モデルで予測した。

$$\log(U_t) = a + b \cdot \log(X_t) + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (14)$$

U_t は t 年漁期の宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船の 7～12 月までの標準化 CPUE、 X_t は 7 月～直近までの小型いか釣り船の標準化 CPUE、 ε_t は正規分布に従う誤差である。

引用文献

岡本 俊・山下紀生・加賀敏樹 (2016) 小型いか釣り漁業データを用いたスルメイカ冬季発生系群の CPUE の標準化. 日水誌, **82**, 686-698.