

令和 2（2020）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 500 千～1,000 千トンの範囲で安定して推移していたが、2015 年、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。2020 年漁期の資源量は 166 千トンで前年よりやや減少した。親魚量は 2007 年漁期に増加し 372 千トンになり、漁獲圧が低めに推移したことから、2014 年漁期までは高めに推移してきたが、2015 年漁期以降は大きく減少している。2020 年漁期の親魚量は 56 千トンと推定された。

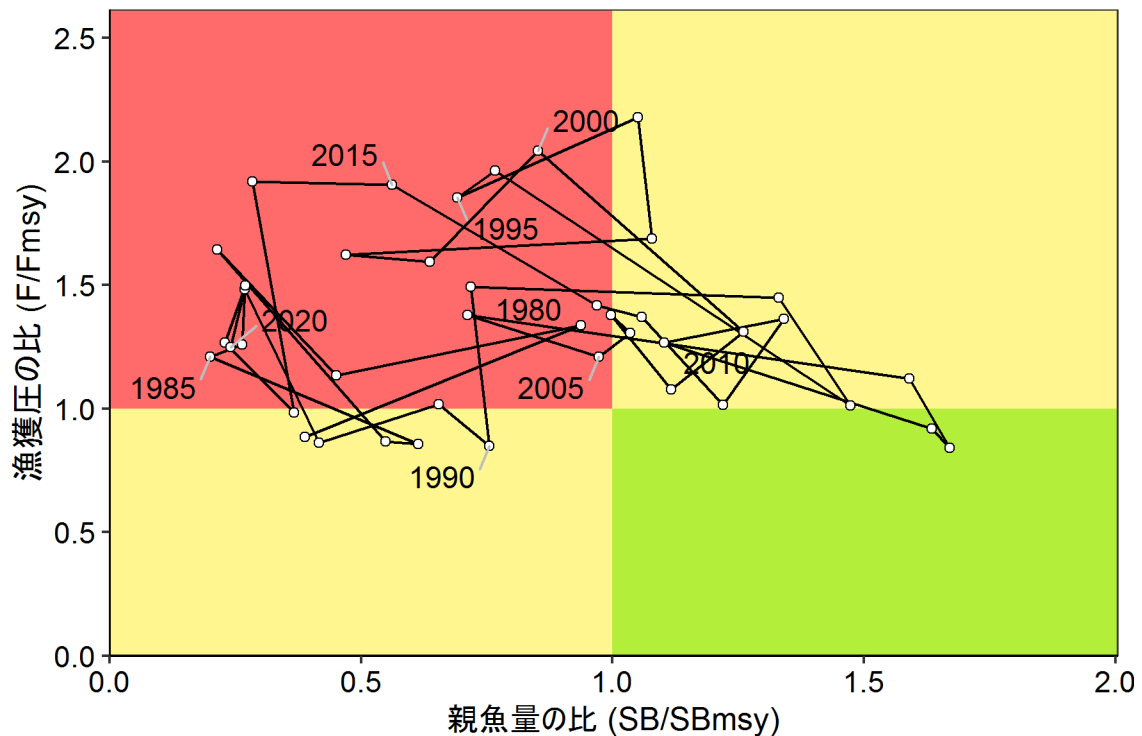
令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係にはベバートン・ホルト型が適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量 (MSY) を実現できる水準の親魚量 (SB_{msy}) は 234 千トンである。この基準に従うと、本系群の 2020 年漁期の親魚量は、MSY を実現する水準を下回る。また、本系群に対する 2020 年漁期の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧 (F_{msy}) を上回る。親魚量の動向は近年 5 年間（2016～2020 年漁期）の推移から「横ばい」と判断される。

本資料における管理基準値等については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）における検討材料として、研究機関会議において暫定的に提案されたものである。これらについては、ステークホルダー会合を経て最終化される。

項目	値	説明
現在の環境下において MSY を実現する水準		
SBmsy	234 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧 (F) = 0.39	
%SPR (Fmsy)	68%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	149 千トン	最大持続生産量 MSY
2020 年漁期の親魚量と漁獲圧		
SB2020	56 千トン	2020 年漁期後の親魚量
F2020	2020 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F) = 0.48	
%SPR (F2020)	62%	2020 年漁期の%SPR
MSY を実現する水準に対する比率		
SB2020/ SBmsy	0.24	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2020 年漁期の親魚量の比
F2020/ Fmsy	1.25	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2020 年漁期の漁獲圧の比*

再生産関係：ベバートン・ホルト型（自己相関なし）

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 を実現する水準を上回る
親魚量の動向	横ばい



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 (%)
2016	254	66	101	1.92	39.8
2017	228	86	54	0.98	23.5
2018	159	53	47	1.27	29.4
2019	205	63	64	1.50	31.0
2020	166	56	47	1.25	28.4

※2020 年漁期の値は、加入量予測モデルから推定した資源量と現状の漁獲圧 (F2017-2019) に基づく暫定値。

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/ 、2020年10月) NPFC (North Pacific Fisheries Commission) 統計 (URL : https://www.npfc.int/statistics/ 、2020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) 7～11 月第 1 半旬まで(一部地域 10 月下旬まで)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を回遊し、一部はオホーツク海に移動する。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移動する。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移動する。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。2012～2019 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～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、海産哺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続いている。

近年の環境の変化に関して、2014/2015 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については、引き続き注視していくことが必要である。

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、2019 年漁期は 69%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。日本以外では韓国の漁獲量が多いが、2019 年漁期はロシアによる漁獲量が韓国と同程度となり、2019 年漁期の冬季発生系群全体の漁獲量に占めるロシアおよび韓国の割合は、それぞれ 28%と 27%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 400 千トンになった。2011～2015 年漁期は 180 千～290 千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。2019 年漁期の漁獲量は前年よりやや増加し 64 千トンであった (表 3-1)。NPFC (North Pacific Fisheries Commission, <https://www.npfc.int/statistics/>) によると太平洋における中国の漁獲量は 2013 年漁期以降 0.7～2.7 千トンの範囲であり、2017 年漁期以降の漁獲はなかった。同じくロシアによる漁獲量は 2012～2018 年漁期には 0.3～10.7 千トンの範囲であったが、2019 年漁期は大きく増加し 17.6 千トンと報告されている。2019 年漁期における我

が国による漁獲量は 29 千トン（前年比 120%）で、韓国による漁獲量は 17 千トン（前年比 76%）であった。系群全体の漁獲量に占める我が国の割合は 45%であった。

なお、2020 年 11 月 11 日現在での 2020 年 4～9 月のスルメイカ冬季発生系群の漁獲量は 7.7 千トンで、前年同期の 75%、2015～2019 年平均の 45%であった。漁獲量は全国イカ水揚げ集計表（全漁連）および漁船活用調査（水研）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 年以降）、道東主要港は釧路港および十勝港（1980 年以降）と花咲港（2006～2008、2017 年除く 2004 年以降））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、2019 年漁期は約 8.2 千隻で、前年の 96%、2014～2018 年漁期の平均の 52%であった。

4. 資源の状況

（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 3-1）。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 （18.61）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 年以前 300 g、1989 年以降 312 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。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 1.79 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 1.80 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 年漁期以降減少し、2019 年漁期は前年よりやや増加したものの 0.35 と低い水準であった。資源評価当年の小型いか釣り船標準化 CPUE は資源評価実施時点では得られないため、7 月～直近（11 月第 1 半旬、一部地域 10 月下旬）までの小型いか釣り船標準化 CPUE（補足資料 3-2）と 8 月に実施した第 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（以下、いか釣り調査、図 4-1）の幾何平均 CPUE を説明変数として重回帰式により推定した（補足資料 2-2）。重回帰式により、2020 年漁期の資源量指標値は 0.29 と推定された（前年比 81%）。

（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 4-2 および表 4-1 に示す。資源量は、1981～1988 年漁期は 400 千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 1,039 千トンに達した。その後は大きく変動する年があるものの、概ね 500 千～1,000 千トンで推移していたが、2015 年漁期以降大きく減少に転じ、2019 年漁期は前年より増加したが（前年比 129%）、205 千トンで依然として低い水準にある。今漁期の直近までの小型いか釣り船標準化 CPUE といか釣り調査を変数とする加入量予測モデルによると、2020 年漁期の資源量は 166 千トンで、2015～2019 年漁期平均の 61%と推定された。

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 年にかけては高めに推移した（図 4-3）。その後はやや低下し、概ね安定して推移したが、2015、2016 年漁期は上昇し、2017 年漁期には一旦減少したものの、2019 年漁期は再び増加した。2019 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高めになった可能性が考えられる。漁獲割合は、1990 年代中盤～2000 年にかけては平均 36%（34～39%の範囲）で高めに推移し、その後は平均 28%（21～32%の範囲）で低めに推移した。近年では 2015、2016 年漁期に 39、40%まで上昇した後はやや低下し、2019 年漁期は 31%となった。

図 4-4 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、その後は漁獲圧が低めであったことから、2014 年漁期までは高めに維持された。しかし、2015 年漁期以降は大きく減少している。2019 年漁期の親魚尾数は 2.0 億尾であり、前年の 118%であった。2020 年漁期の親魚尾数は、2020 年漁期の資源尾数（5.3 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、1.8 億尾と推定された（表 4-1、補足資料 2-3）。なお、現状の漁獲圧は、2017～2019 年漁期の平均漁獲圧に対応する F 値（ $F_{2017-2019}$ ）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 4-5 に示す。仮定した $M=0.6$ に対して $M=0.3$ および 0.9 で計算したところ、2020 年漁期の親魚尾数は 2.6 億尾および 1.2 億尾と推定され、 M を大きく（小さく）設定すると親魚尾数は小さく（大きく）推定された。

再生産成功率（RPS）は 0.95～7.37 の範囲で変動しており、1980 年代は特に変動が大きい（図 4-6）。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＝3.48）。2002 年以降には 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 となり、2017 と 2019 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。2020 年漁期は 2.62 で 2002 年以降の中央値に近い値となった（表 4-1）。2020 年は 2 月下旬～3 月上旬において、北側は低水温、南側は黒潮からの高水温水の波及により、再生産可能海域の縮小が見られており、この期間の生残はやや好適でなかった可能性が考えられるが、全体としては、好適な環境であったと思われる（補足図 4-7）。一方、RPS は 2002 年以降での平均的な値に近い可能性があるが、産卵場からの流れや、加入前に経験する移行域の環境が加入に及ぼす影響については今後の検討課題である。

項目	値	説明
SB2020	56 千トン	2020 年漁期後の親魚量
F2020	2020 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F) = 0.48	
U2020	28.4%	2020 年漁期の漁獲割合

(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して比較する必要性から、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 4-7 に示す。現状の漁獲圧として近年 3 年間 (2017~2019 年漁期) の平均 F 値から %SPR を算出すると 62% となった。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は %SPR に換算すると 68% に相当する。現状の漁獲圧は Fmsy を上回り、F30%SPR を下回る (図 4-8)。

項目	値	説明
%SPR (F2020)	62%	2020 年漁期の %SPR

(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 4-9 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 2020)。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、同報告書 (加賀ほか 2020) 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下表に示す。

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	-

ここで、a と b は再生産関係の推定パラメータ、S.D. は加入量の標準偏差である。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

現在 (1980 年以降) の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy) および MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) として上述の「管理基準値等に関する研究会議」で提案された値 (加賀ほか 2020) を下表に示す。

項目	値	説明
SBmsy	234 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量。
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%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	149 千トン	最大持続生産量 MSY

(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 2020 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 0.24 倍に相当する。また、2020 年漁期の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を上回っており、MSY を実現する漁獲圧の 1.25 倍に相当する。親魚量の動向は、近年 5 年間 (2016 ~2020 年漁期) の推移から横ばいと判断される。本系群の漁獲圧は 2000 年以降では 2008 、2009 および 2017 年漁期を除いて Fmsy を上回っており、親魚量は 2014 年以降 SBmsy を下回っている。

項目	値	説明
SB2020/ SBmsy	0.24	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2020 年漁期の親魚量の比
F2020/ Fmsy	1.25	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2020 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 を実現する水準を上回る
親魚量の動向	横ばい

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。1990 年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、2019 年漁期にやや回復したものの 2020 年漁期の資源量は 166 千トンと推定され、長期的に見ると過去最低の水準付近にある。2020 年漁期の親魚量は 56 千トンで、MSY を実現する親魚量の水準 (234 千トン) を下回る。漁獲圧は MSY を実現する水準を上回っている。

6. その他

本系群の資源量は過去最低の水準付近まで減少している。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、単年生の生物資源

である本種は世代が毎年更新し、新規加入量が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いえ、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望ましい。

7. 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 (2020) 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 14 October 2020)
- 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・古籾 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.
- 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：加賀敏樹、岡本 俊、久保田 洋、宮原寿恵、西嶋翔太)

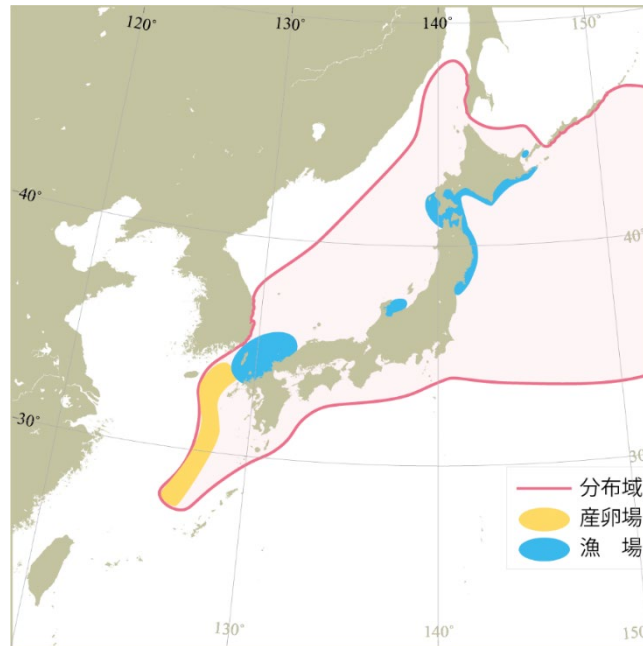


図 2-1. スルメイカ冬季発生系群の分布域・産卵場・漁場形成模式図

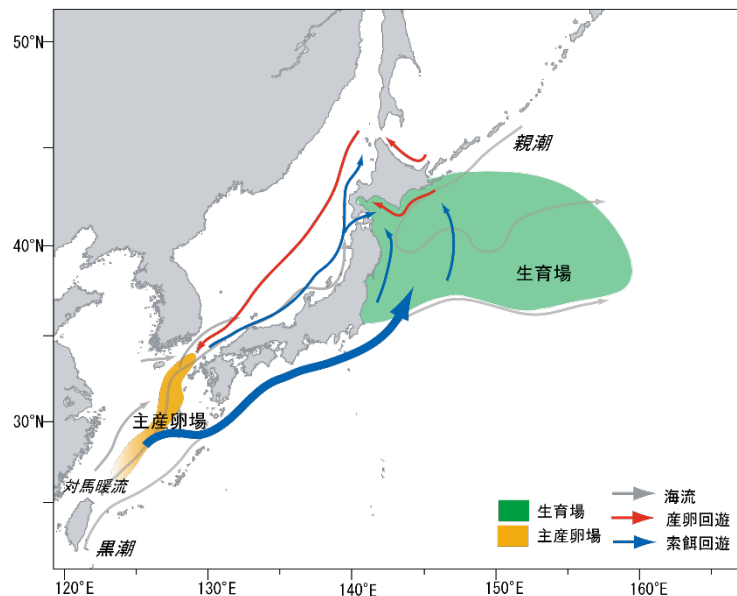


図 2-2. スルメイカ冬季発生系群の分布回遊模式図

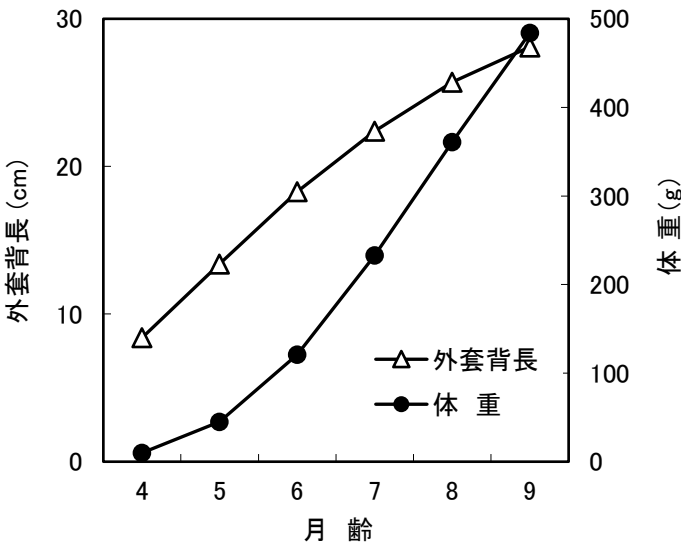


図 2-3. 月齢による外套背長・体重の変化

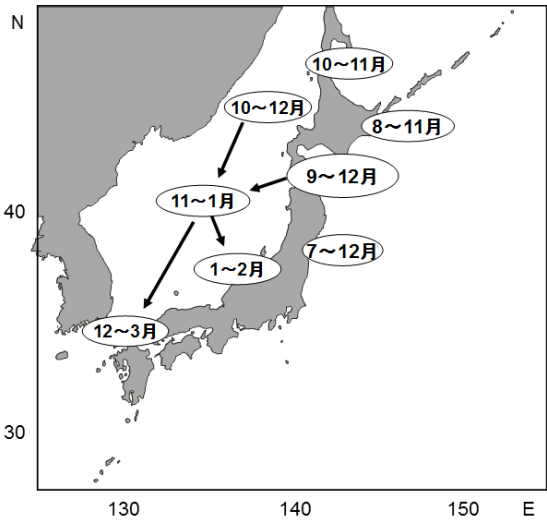


図 3-1. 主要漁場と漁期

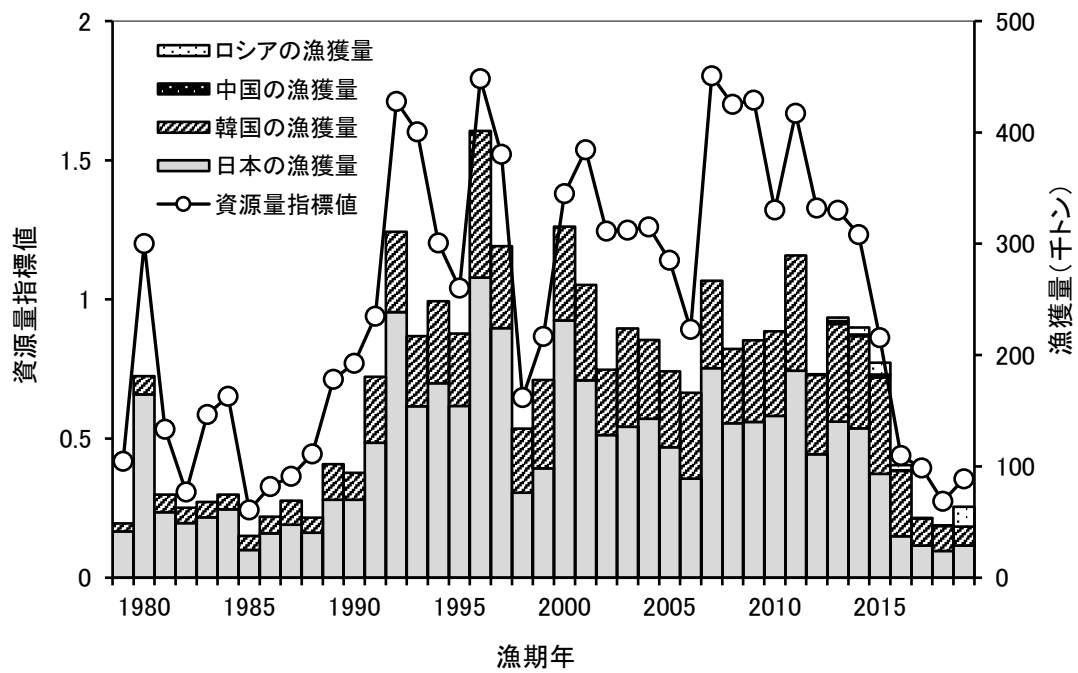


図 3-2. 国別漁獲量と資源量指標値の推移

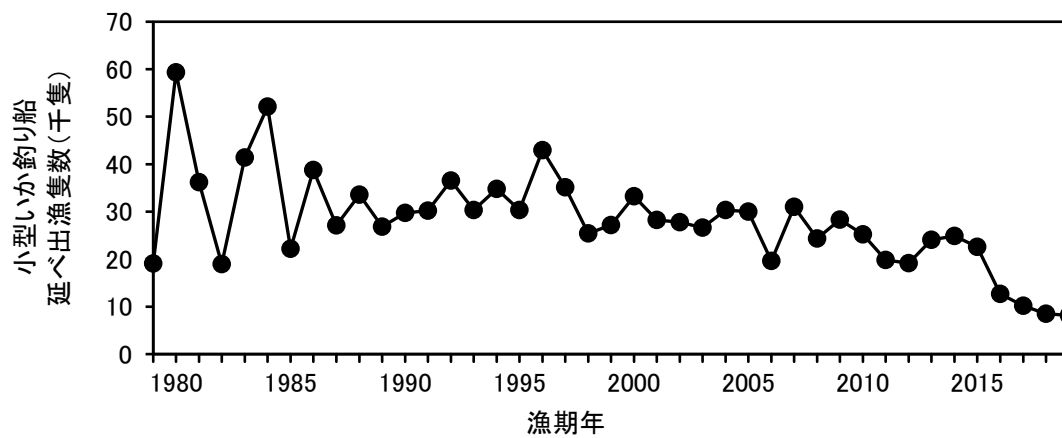


図 3-3. 宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り漁業の延べ出漁隻数

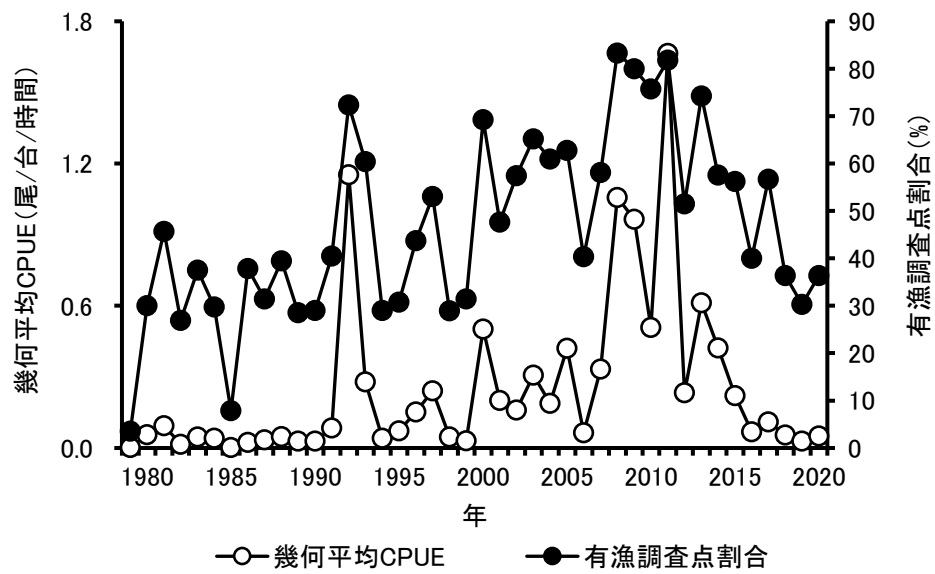


図 4-1. いか釣り調査での幾何平均 CPUE と有漁調査点割合

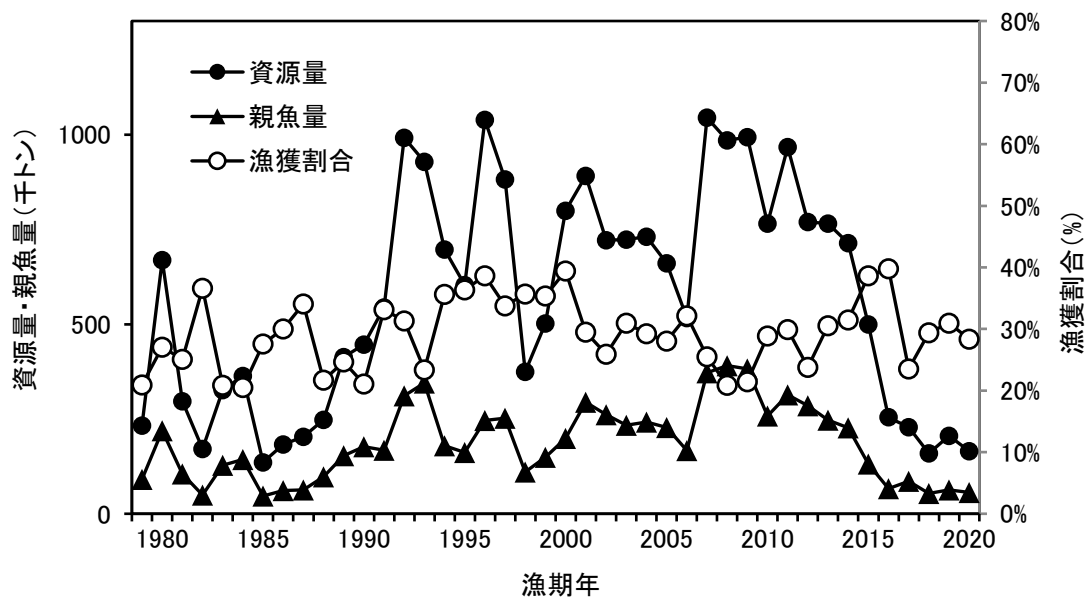


図 4-2. 資源量と親魚量と漁獲割合
2020 年漁期の値は予測資源量と現状の漁獲圧 (F2017-2019) に基づく値。

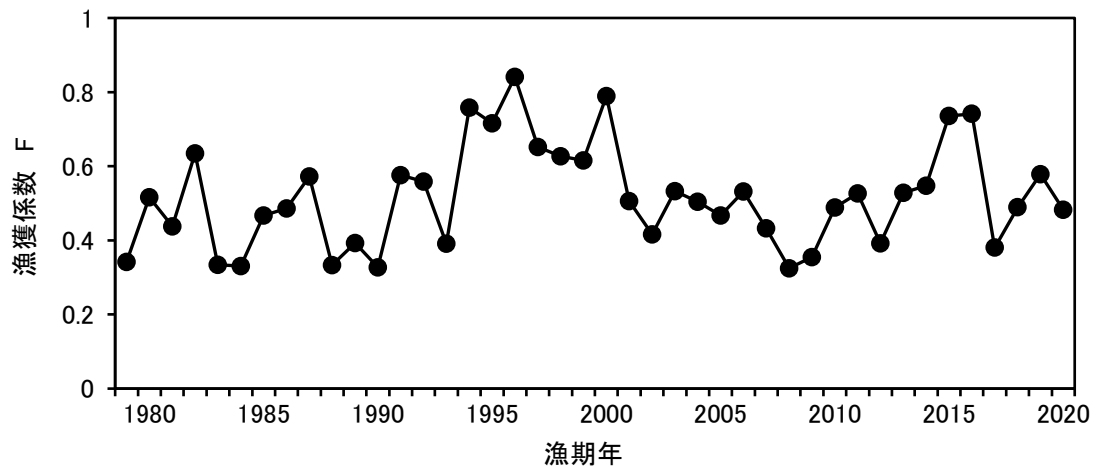


図 4-3. 漁獲係数 F の推移

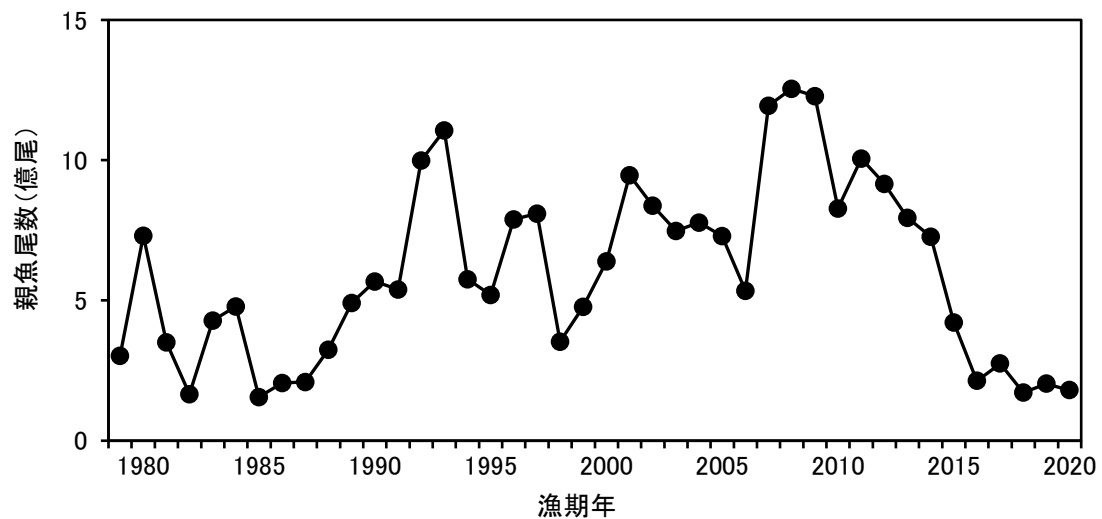


図 4-4. 親魚尾数の経年変化

2020 年漁期の値は予測資源量と現状の漁獲圧 (F2017-2019) に基づく値

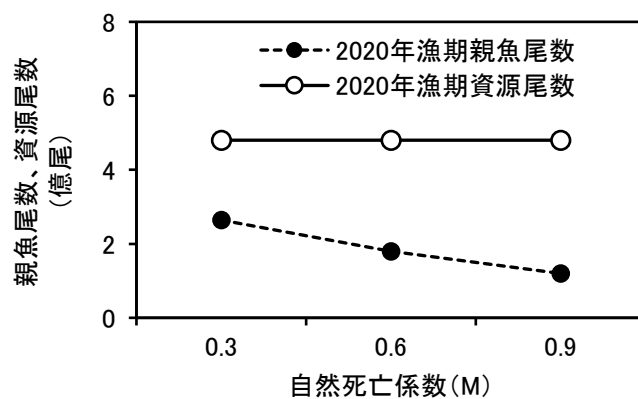


図 4-5. 自然死亡係数と親魚尾数、資源尾数の関係 (標準値 0.6)

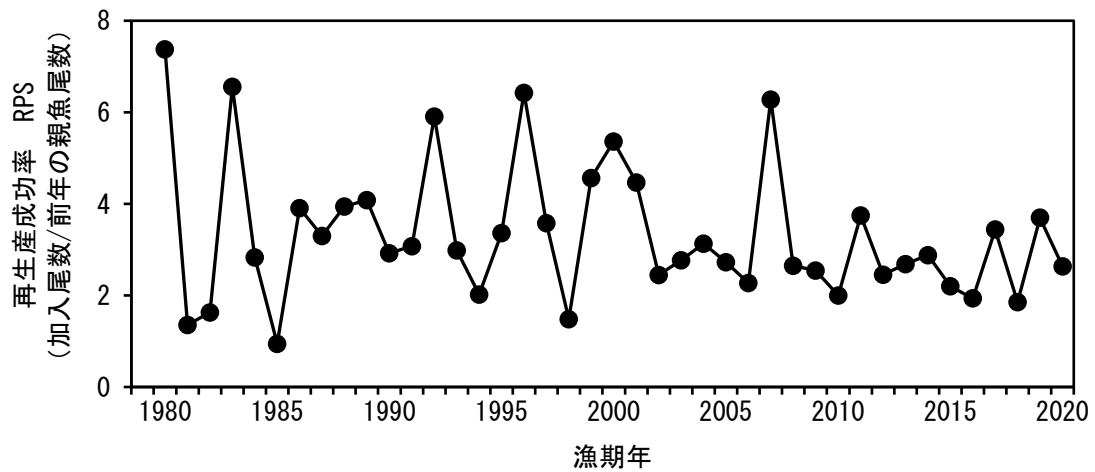


図 4-6. 再生産成功率の推移

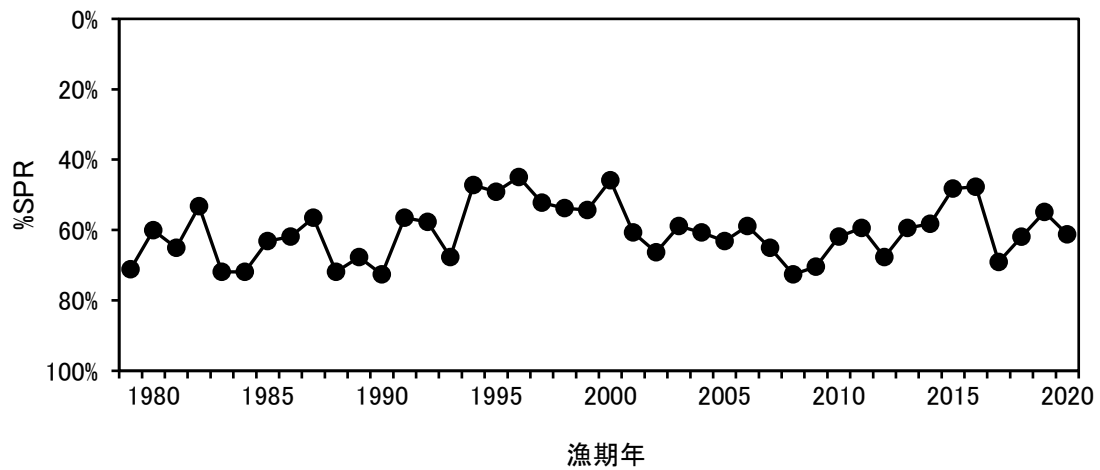


図 4-7. %SPR の経年変化

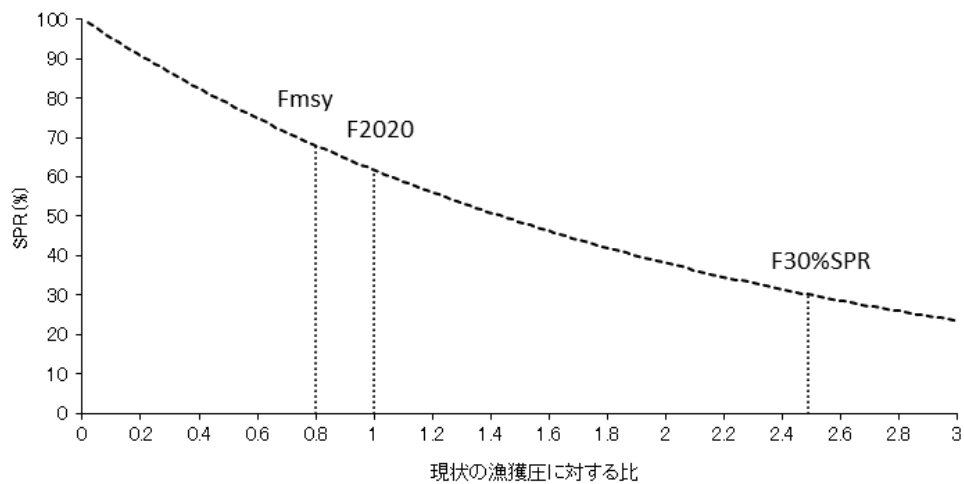


図 4-8. %SPR と現状の漁獲圧の関係

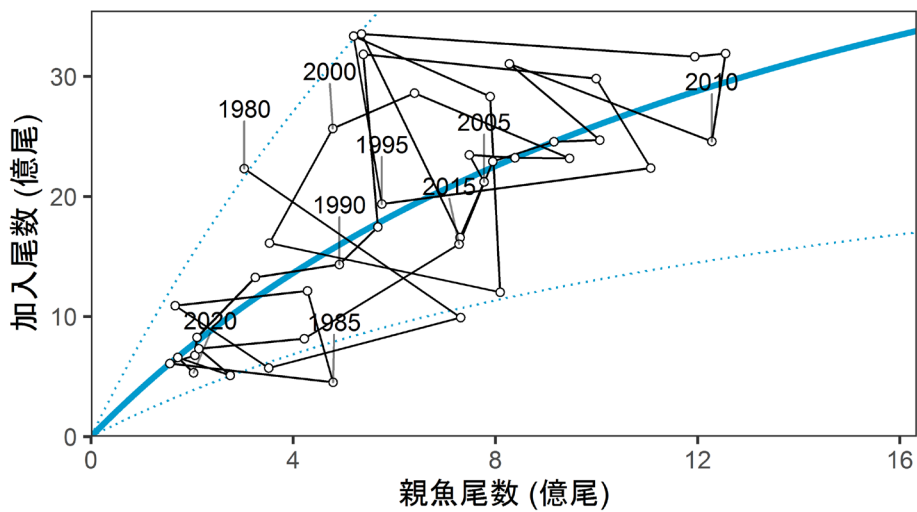


図 4-9. 親魚量と加入量の関係（再生産関係） 令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」で提案された再生産関係式。青実線は再生産関係、上下の青点線は観測データの 90%が含まれると推定される範囲である。図中の数字は年級群を示す。

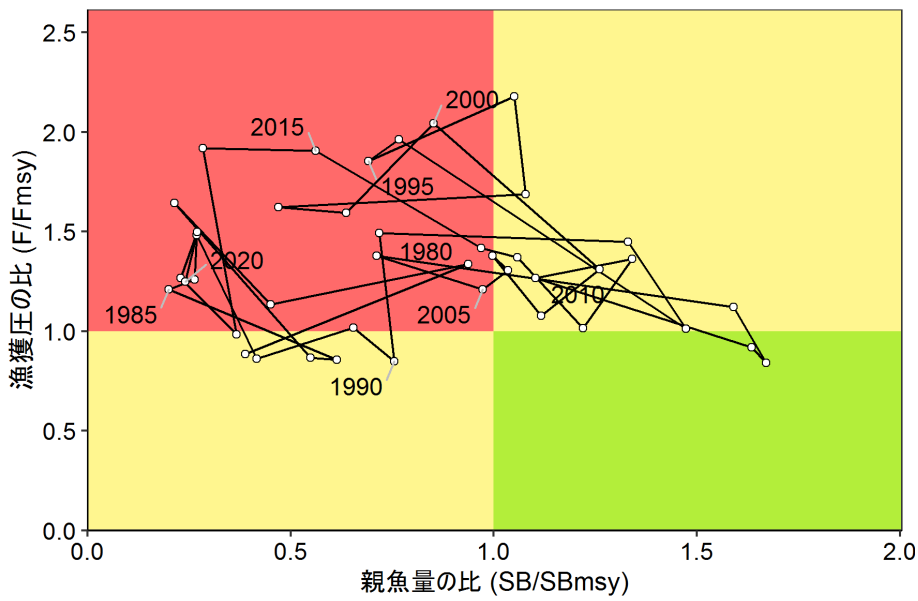


図 4-10. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)と MSY を実現する漁獲圧(Fmsy) に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

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	0.42
1980	164,659	16,383			181,041	1.20
1981	58,903	15,673			74,576	0.53
1982	49,025	13,799			62,824	0.31
1983	54,350	13,813			68,162	0.59
1984	61,406	13,140			74,546	0.65
1985	24,976	12,498			37,474	0.24
1986	39,858	14,945			54,802	0.33
1987	47,689	21,520			69,209	0.36
1988	40,368	13,436			53,803	0.44
1989	70,006	31,894			101,900	0.71
1990	69,910	24,319			94,229	0.77
1991	121,272	59,101			180,373	0.94
1992	238,517	72,200			310,717	1.71
1993	154,048	62,902			216,949	1.60
1994	174,743	73,630			248,373	1.20
1995	154,358	65,056			219,414	1.04
1996	269,605	131,711			401,315	1.79
1997	224,088	73,573			297,661	1.52
1998	76,264	57,611			133,875	0.65
1999	98,263	79,338			177,601	0.87
2000	231,030	84,366			315,395	1.38
2001	177,165	85,779			262,944	1.54
2002	128,252	58,669			186,921	1.25
2003	135,534	88,320			223,854	1.25
2004	142,837	70,773			213,610	1.26
2005	117,196	68,174			185,370	1.14
2006	89,025	77,021			166,046	0.89
2007	188,312	78,287			266,599	1.80
2008	138,713	66,756			205,468	1.70
2009	139,825	73,301			213,126	1.72
2010	145,301	75,922			221,223	1.32
2011	185,854	103,703			289,557	1.67
2012	110,926	71,145	0	767	182,838	1.33
2013	140,071	87,761	2,698	3,277	233,806	1.32
2014	134,207	82,763	1,504	6,189	224,663	1.23
2015	93,362	86,449	2,637	10,746	193,194	0.86
2016	37,148	58,773	671	4,517	101,108	0.44
2017	29,006	24,392	0	345	53,743	0.39
2018	24,034	22,392	0	277	46,703	0.27
2019	28,902	17,074	0	17,619	63,595	0.35

注：漁獲量の単位はトン。2019年は暫定値。

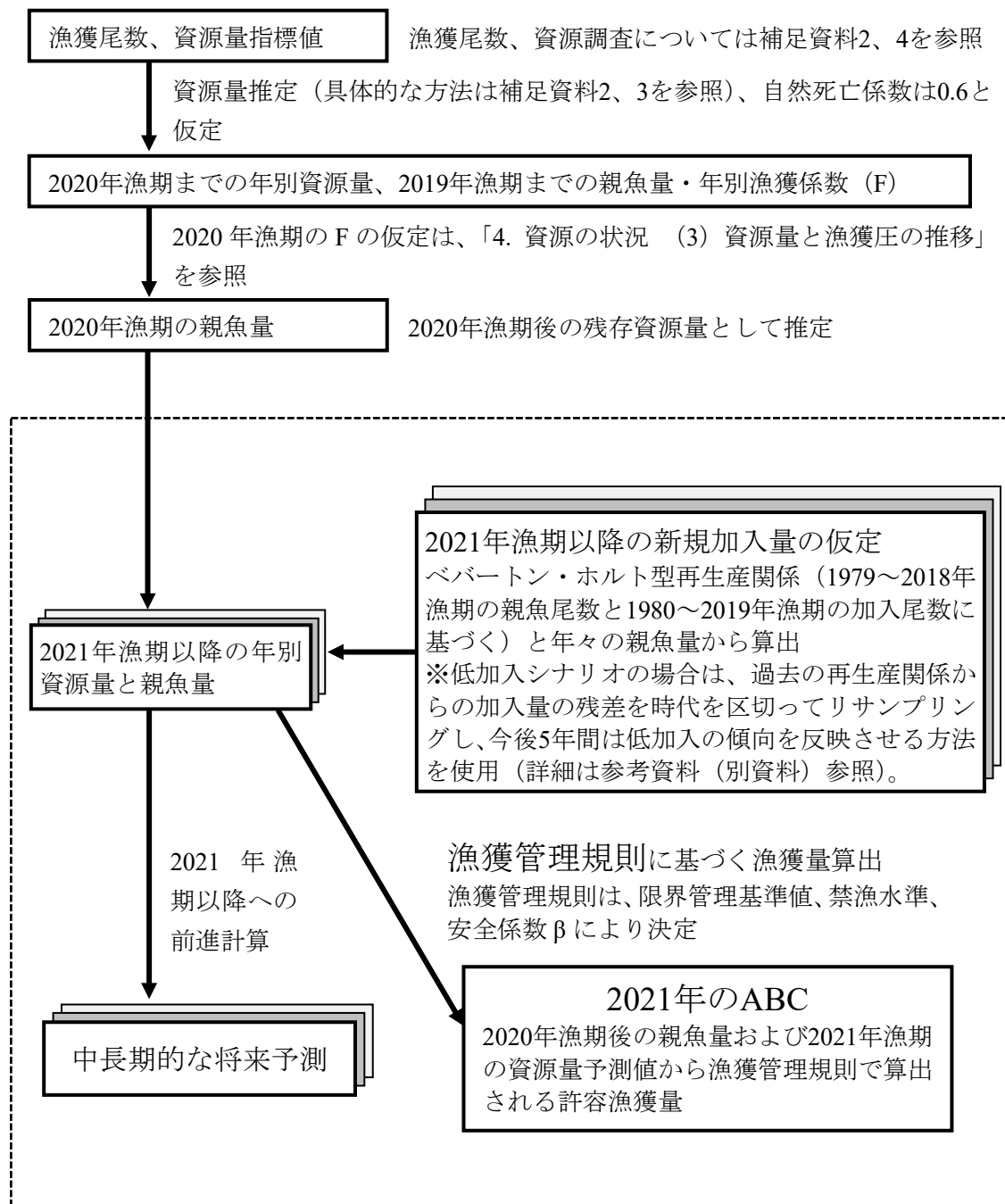
中国とロシアの漁獲量は太平洋海域における漁獲量としてNPFCに報告されている数値。

表 4-1. スルメイカ冬季発生系群の資源量、親魚量、漁獲割合、漁獲係数、再生産成功率

漁期年 (4～3月)	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 (F)	漁獲量 (千トン)	再生産 成功率
1979	7.8	233	3.0	91	21	0.34	49	
1980	22.3	669	7.3	219	27	0.52	181	7.37
1981	9.9	297	3.5	105	25	0.44	75	1.36
1982	5.7	171	1.7	50	37	0.63	63	1.63
1983	10.9	327	4.3	128	21	0.33	68	6.55
1984	12.1	364	4.8	143	20	0.33	75	2.83
1985	4.5	136	1.6	47	28	0.47	37	0.95
1986	6.1	183	2.1	62	30	0.49	55	3.91
1987	6.8	203	2.1	63	34	0.57	69	3.30
1988	8.3	248	3.3	97	22	0.33	54	3.94
1989	13.3	413	4.9	153	25	0.39	102	4.08
1990	14.3	447	5.7	177	21	0.33	94	2.92
1991	17.5	544	5.4	168	33	0.58	180	3.08
1992	31.8	992	10.0	311	31	0.56	311	5.91
1993	29.8	929	11.1	345	23	0.39	217	2.98
1994	22.4	697	5.8	179	36	0.76	248	2.02
1995	19.4	603	5.2	162	36	0.72	219	3.37
1996	33.4	1039	7.9	246	39	0.84	401	6.42
1997	28.3	882	8.1	252	34	0.65	298	3.59
1998	12.0	375	3.5	110	36	0.63	134	1.49
1999	16.1	502	4.8	149	35	0.62	178	4.57
2000	25.7	800	6.4	199	39	0.79	315	5.37
2001	28.6	891	9.5	295	30	0.51	263	4.47
2002	23.2	722	8.4	261	26	0.42	187	2.45
2003	23.2	724	7.5	233	31	0.53	224	2.77
2004	23.5	731	7.8	242	29	0.50	214	3.13
2005	21.2	661	7.3	227	28	0.47	185	2.73
2006	16.6	517	5.3	167	32	0.53	166	2.27
2007	33.5	1045	11.9	372	26	0.43	267	6.27
2008	31.6	986	12.5	391	21	0.32	205	2.65
2009	31.9	994	12.3	383	21	0.35	213	2.54
2010	24.6	766	8.3	258	29	0.49	221	2.00
2011	31.0	967	10.1	314	30	0.53	290	3.75
2012	24.7	769	9.2	285	24	0.39	183	2.45
2013	24.6	765	7.9	248	31	0.53	234	2.68
2014	22.9	714	7.3	227	31	0.55	225	2.88
2015	16.0	500	4.2	131	39	0.74	193	2.20
2016	8.2	254	2.1	66	40	0.74	101	1.93
2017	7.3	228	2.8	86	24	0.38	54	3.44
2018	5.1	159	1.7	53	29	0.49	47	1.85
2019	6.6	205	2.0	63	31	0.58	64	3.84
2020	5.3	166	1.8	56	28	0.48	47	2.62

注：漁獲係数および再生産成功率は尾数に対応する値。親魚尾数は漁期終了後の値。2020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。

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html

補足資料 2 計算方法

1. 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、すべ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 3-1 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）。

2020 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（11 月第 1 半旬、一部地域 10 月下旬）までの小型いか釣り船標準化 CPUE（補足資料 3-2）およびいか釣り調査（補足資料 4-2）を説明変数とし、小型いか釣り船の標準化 CPUE を推定する重回帰モデル（加入量予測モデル）を作成し、得られた重回帰式（1）を用いて 2020 年漁期の資源量指標値を推定した。

$$U_t = 0.93X_t + 0.15Y_t \quad (1)$$

ここで、 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、 Y_t はいか釣り調査の幾何平均 CPUE（補足資料 3-2、補足表 4-1）である。補足図 2-1 に小型いか釣り船標準化 CPUE の推定値と観測値の対比および CPUE 観測値に対するモデルの推定誤差を示す。

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) 生物学的パラメータ

1) 漁獲対象

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。

2) 自然死亡係数

月当たりの自然死亡係数（ M ）は 0.1（漁期 6 ヶ月で 0.6）を仮定する。

(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すべて冬季系に振り分けた。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の漁獲尾数とした。各年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年以前300 g、1989年以降312 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、漁獲尾数を得ることとした。

3. 資源量推定方法

(1) 資源量、親魚量の推定

資源尾数を、 t 年漁期のスルメイカ冬季発生系群の資源尾数 (N_t) と資源量指標値 (U_t) の関係を用いて推定した。両者は比例し、以下のように表せると仮定した。

$$N_t = qU_t \quad (2)$$

ここで N_t は t 年漁期の資源尾数（億尾）、 U_t は t 年漁期の小型いか釣り船標準化 CPUE より得られる資源量指標値（1979～2019 年漁期の指標値の平均が 1 になるように規準化した）、 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 について異なる資源解析手法を用いて検証した結果、概ね秋季発生系群と同様の結果が得られている（森 2006）。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。

当資源に対する漁獲圧はパルス的と仮定し、Pope の式（(3) 式）を用い漁獲係数 F_t を求め（4）式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 として計算した。

$$F_t = -\ln \left(1 - \frac{C_t e^{\frac{M}{2}}}{qU_t} \right) \quad (3)$$

$$S_t = \left(N_t \cdot e^{-\frac{M}{2}} - C_t \right) \cdot e^{-\frac{M}{2}} \quad (4)$$

ここで、 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) 2020 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2020年の漁期が終了していないため、補足資料2-2 (1) に記述した方法により、2020年の小型いか釣り船の標準化CPUE (0.29) を推定し、2020年の資源量指標値とした。2020年の資源量指標値を (2) 式に代入し、比例係数 q (18.61) をかけて2020年漁期の資源尾数 (資源量) を計算した。

2020年漁期資源尾数=5.3億尾 (166千トン)

- ② 2020 年漁期の漁獲尾数は現状の漁獲圧 (F2017-2019) を用い、(3) 式を変形して算出した。

2020年漁期漁獲尾数=1.5億尾 (47千トン)

- ③ 2020年漁期の資源尾数、推定漁獲尾数、自然死亡係数から (4) 式により、2021年の加入群を産む親魚尾数を計算した。

2021年の加入群を産む親魚尾数=1.8億尾 (56千トン)

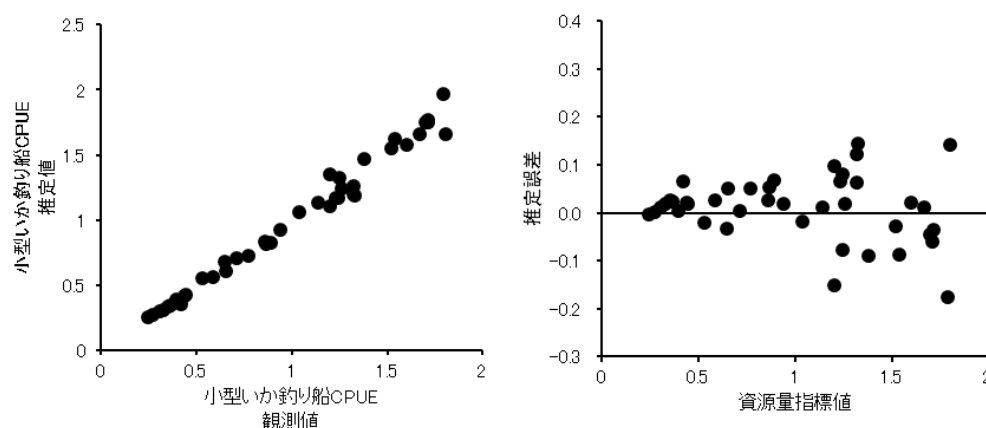
引用文献

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.

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.



補足図 2-1. 左：小型いか釣り船標準化 CPUE の観測値と加入量予測モデルから推定した CPUE の比較。

右：小型いか釣り船 CPUE 観測値に対する加入量予測モデルの推定誤差。

補足表 2-1. スルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

日本におけるスルメイカ生鮮漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

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

日本におけるスルメイカ冷凍漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
太平洋	オホーツク海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
	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	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	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 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海域別出漁割合は年変動しており、小型いか釣り船 CPUE は海域および月によって異なる傾向がある。それらの影響を除去するため、標準化した小型いか釣り船 CPUE を算出した（岡本ほか 2016）。7～12 月まで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。このようにして選択されたモデルを用いて標準化 CPUE を推定した。

2. 加入量予測モデルで使用する小型いか釣り船標準化 CPUE の推定方法

加入量予測モデルの変数の 1 つには、7 月～直近（11 月第 1 半旬、一部地域 10 月下旬）までの小型いか釣り船標準化 CPUE を使用した。この標準化 CPUE の推定方法は補足資料 3-1 と同様であるが、直近までのデータセットを元に推定している。最適なモデルを選択した結果、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、および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するモデルが選択され、選択されたモデルを用いて標準化 CPUE を推定し、加入量予測モデルの変数とした。

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. 日本水産学会誌, 82, 686-698.

補足資料 4 調査結果の概要

1. 稚仔調査

資源水準が低かった 1970～1980 年代の寒冷期には、産卵場の海洋環境が変化し、資源が激減した可能性が示唆されている (Sakurai et al. 2000)。将来、再生産環境が不適に変化した場合、幼生の分布量が激減することが想定される。このため、スルメイカ幼生の出現量および分布様式のモニタリングを目的とし、主に 2 月に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。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 4-1 に示す。2020 年 2 月調査時の幼生密度は 4.4 尾/1000 m³（速報値）で、前年をやや下回り（前年比 86%）、過去 5 年平均（23.6 尾/1000 m³）も下回った。

2019、2020 年のスルメイカ幼生の水平分布を補足図 4-2 に示す。2020 年の幼生は、過去の調査結果と同様に黒潮流軸の北側に多くの分布がみられると共に、黒潮流軸付近においてもいくつかの点で分布がみられた。幼生密度とその後の加入量の関係には、海洋環境による初期減耗の年変化の影響を受けるため、必ずしも高い関連性は観測されないが、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ことが必要である。

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 月下旬～9 月中旬に東北・北海道太平洋沿岸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、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/central/section/shigen/ukiuo/index.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。なお、津軽海峡内（恵山岬～尻屋崎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おり、結果から除外した。

2020 年の幾何平均 CPUE（尾/台/時間）は 0.05 尾で、2019 年を上回ったが（前年比 173%、補足表 4-1）、近 5 年平均（0.1 尾/台/時間）は下回った。有漁点割合は 36%で、2019 年（30%）並であった。

3. 第 1 次漁場一斉調査

6 月に東北・北海道太平洋沿岸から沖合域において、北海道、青森県、岩手県および宮城県の水産試験研究機関および北海道区水産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）。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、また日本海から津軽海峡に来遊した秋季発生系群である可能性が高いため（坂口ほか 2009）結果から除外している。2020 年の幾何平均 CPUE（尾/台/時間）は、0.01 尾で 2019 年並であった（補足表 4-2）。

4. 表層トロールによる移行域幼稚魚調査

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 25 m、コッドエンド目合 10 mm、30 分曳網）を実施した。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 10 cm 未満が主体であることから、外套背長 10 cm 未満の幼体の水平分布状況を補足図 4-5 に示す。2020 年の幾何平均 CPUE（尾／網）は 41.8 尾であり、前年を上回った（前年比 399%）（補足表 4-3）。

5. 表層トロールによる加入量把握調査

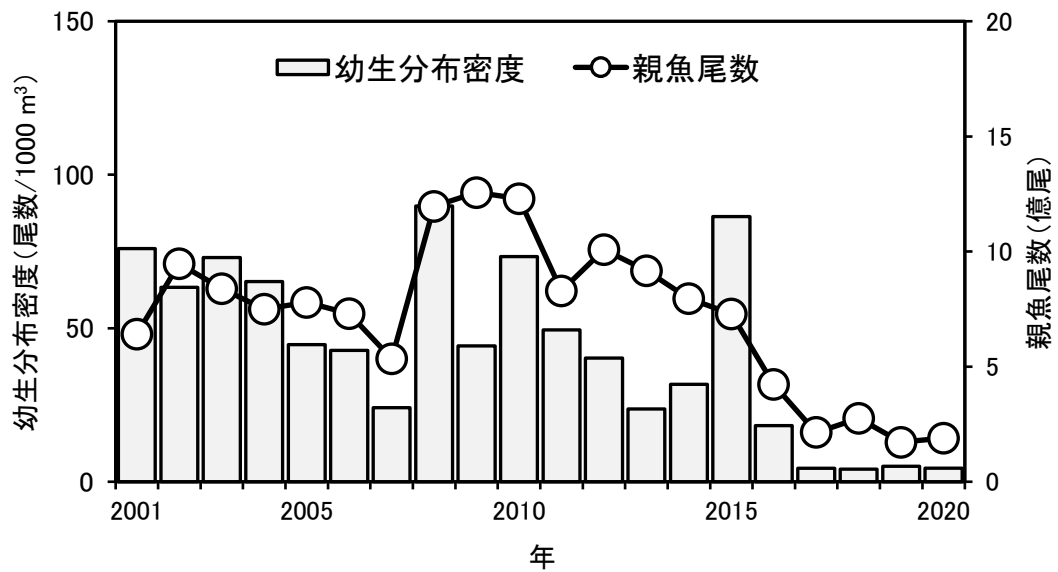
漁期開始期におけるスルメイカの加入量に関する情報を把握するために、三陸～道東沖海域において表層トロール調査（網口 30 m、コッドエンド目合 17 mm、60 分曳網）を実施した。2019 年度から実施している調査で、調査は 7 月上旬～中旬に実施した。この調査では外套背長 16 cm までのスルメイカが漁獲され、漁獲物のモードは 7 cm と 16 cm にあった。幾何平均 CPUE（尾／網）は 2.7 尾／網で前年を上回った（前年比 377%）。主に東経 143 度と 152 度（共に北緯 41 度）の海域で採集された（補足図 4-6）。

6. 再生産可能海域の解析結果

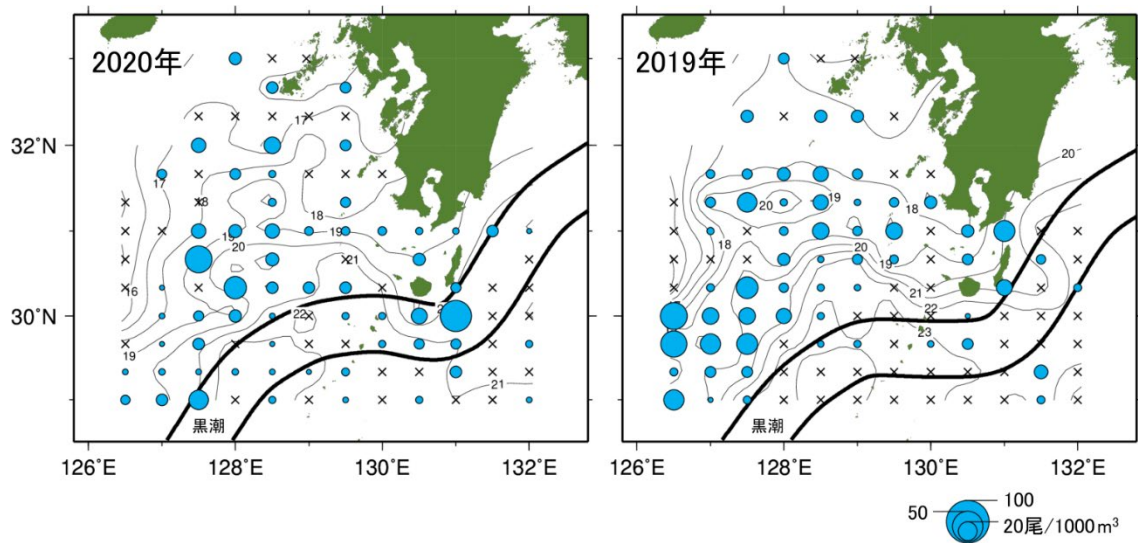
東シナ海の 2020 年 2 月上旬～3 月上旬における再生産可能海域（海底水深 100～500m の範囲で、表面水温 18.0～23.0℃ の海域で最適は 19.5～23.0℃、Sakurai 2006 を参考）を補足図 4-7 に示す。再生産成功率が高く好適な水温環境が形成されたと考えられる 2007 年を比較対象として示した。表面水温データは FRA-ROMS 解析値を使用した。2020 年の 2 月中旬以前は、再生産可能海域の縮小はみられていないが、2 月下旬以降は南側に黒潮から派生した高温水が波及しており、再生産可能海域が縮小する状況がみられた。2007 年と比較して再生産可能海域が縮小する期間が一部見られ、その期間の生残は好適でなかった可能性が考えられる。生残に不適と考えられる産卵場の環境は 2015、2016、2018 年に出現しており、今後の動向には注意が必要である。

引用文献

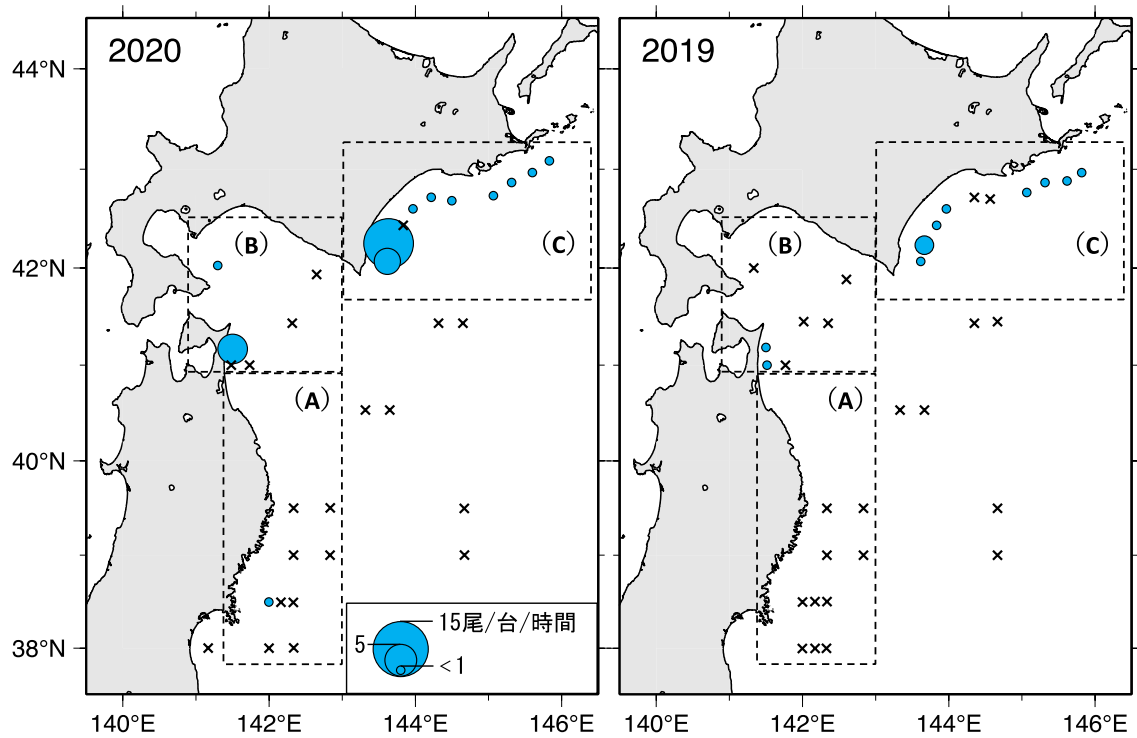
- 坂口健司・佐藤 充・三橋正基・木所英昭 (2009) 北海道周辺海域におけるスルメイカの日齢と発生時期. 日水誌, 75, 204-212.
- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto, and Y. Hiyama (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., 57, 24-30.
- 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.



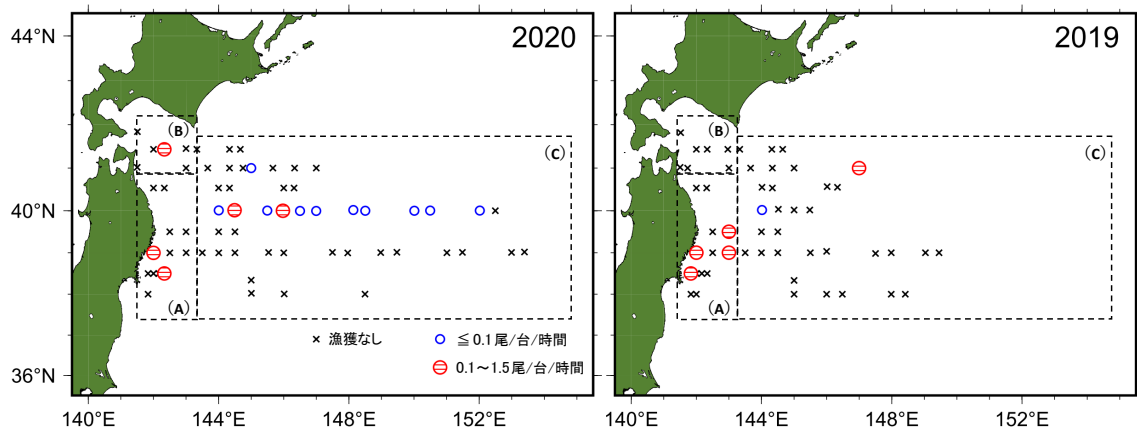
補足図 4-1. 九州南西海域で採集されたスルメイカ幼生の分布密度と親魚尾数



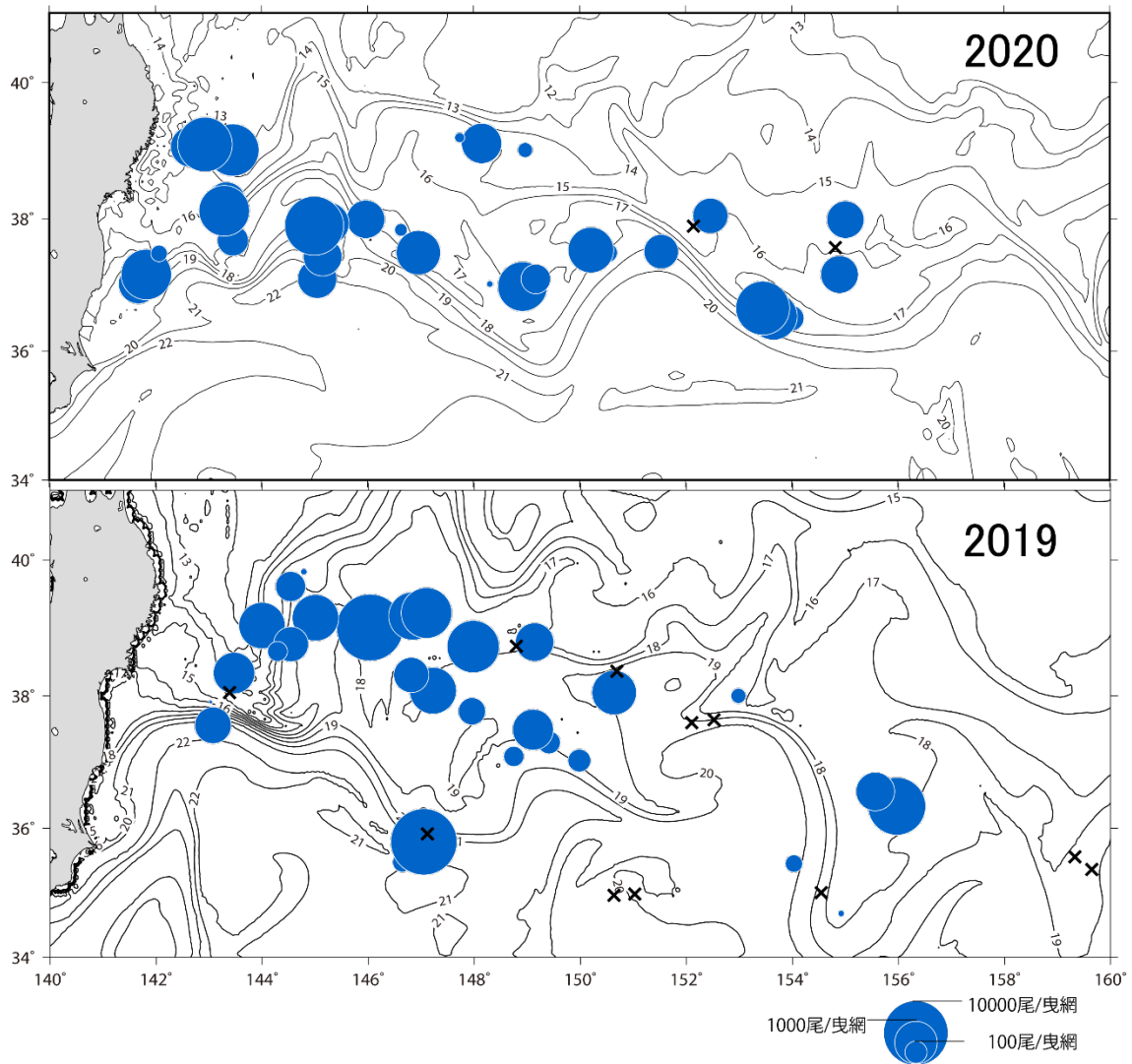
補足図 4-2. 2019、2020 年 2 月上旬～2 月下旬の九州南西海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布（尾／1000m³）、海面水温（細実線）および黒潮流路（2 本の太実線） 黒潮流路は、海洋速報（<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>）を引用。×は採集されなかった点。



補足図 4-3. 2019、2020 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 時間当たり漁獲尾数）の分布 ×は漁獲がなかった点。

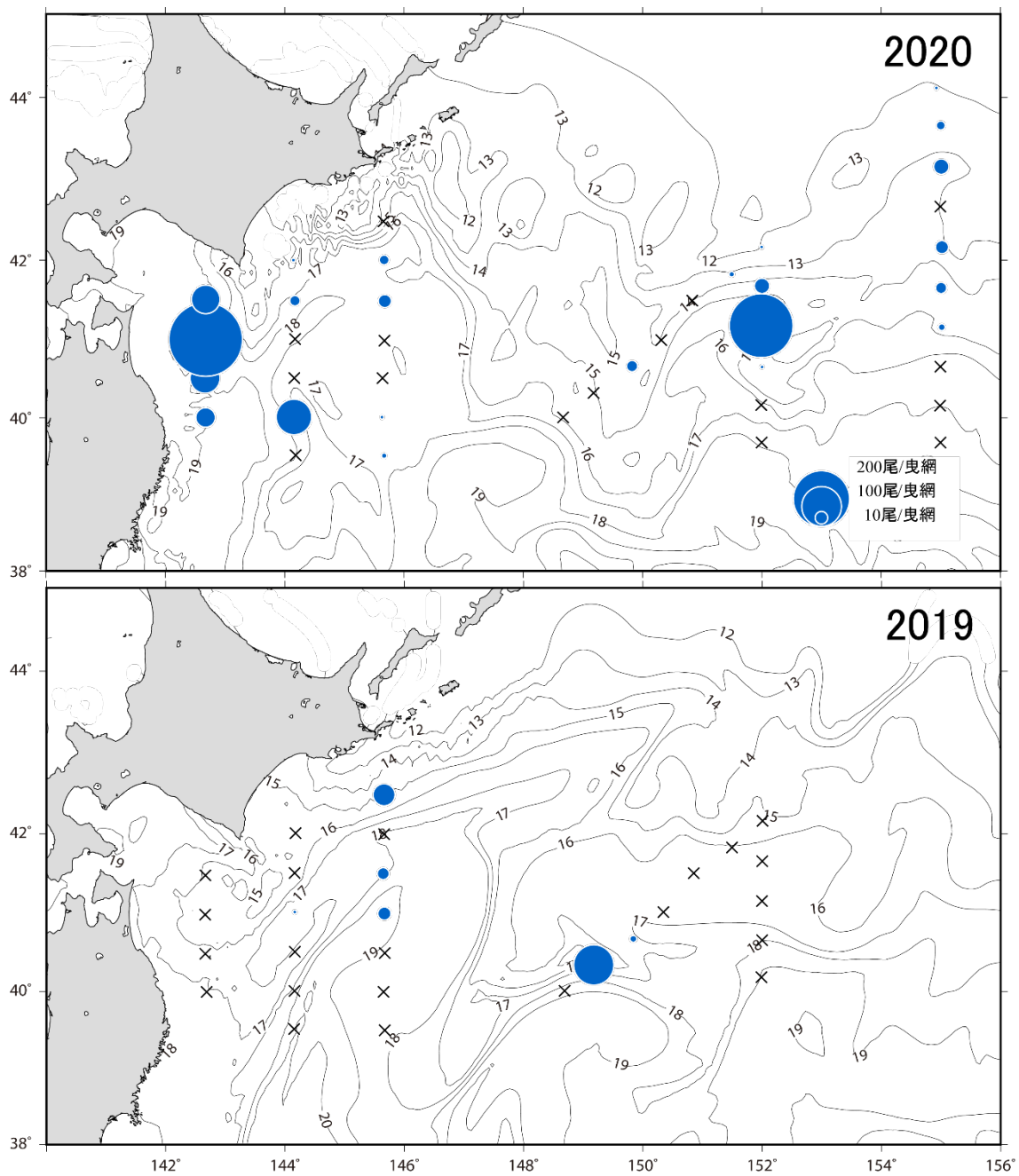


補足図 4-4. 2019、2020 年 6 月に実施された第 1 次漁場一斉調査における CPUE（釣り機 1 台 1 時間当たり漁獲尾数）の分布 ×は漁獲がなかった点、実線は海面水温の等温線。



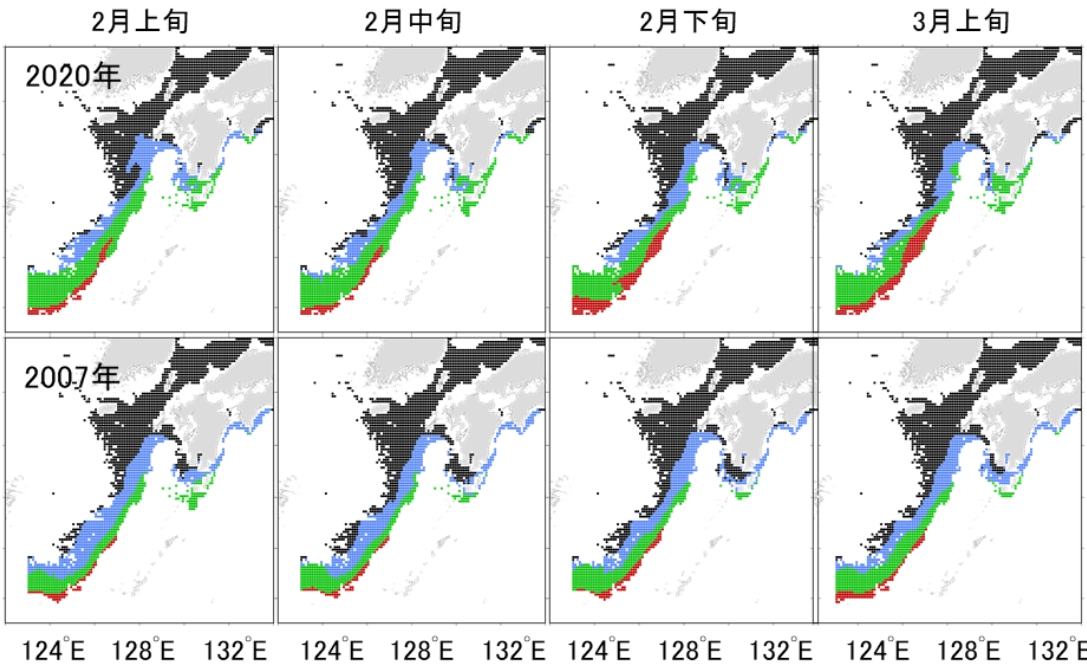
補足図4-5. 2019、2020年5～6月に実施された移行域幼稚魚調査で漁獲された幼体のCPUE（尾／網）と海面水温

×は漁獲がなかった点、実線は FRA-ROMS 解析値を使用した海面水温の等温線。



補足図 4-6. 2019 年、2020 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）と海面水温

×は漁獲がなかった点、実践は FRA-ROMS 解析値を使用した海面水温の等温値



補足図 4-7. 2007 年（下段）と 2020 年（上段）の 2 月上旬～3 月上旬の東シナ海における
冬季発生系群の再生産可能海域

（水深 100～500 m で再生産可能海域に該当する水温帯は青：18.0～19.5℃ と緑 19.5～
23.0℃ の海域。再生産可能海域に該当しない海域を黒：18.0℃ 未満と赤：23℃ 以上、
で示す。）

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	0.06	0.09	0.02	0.05	0.04	0.003	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	0.08	1.15	0.28	0.04	0.07	0.15	0.24	0.05	0.03	0.50	0.20	0.16
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	0.31	0.19	0.42	0.06	0.33	1.06	0.97	0.51	1.66	0.23	0.61	0.42
	2015	2016	2017	2018	2019	2020						
	0.22	0.07	0.11	0.06	0.03	0.05						

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	0.36	0.09	0.02	0.05	0.07	0.08	0.12	0.08	0.12	0.04	0.05	0.18
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0.02	0.07	0.03	0.10	0.04	0.03	0.06	0.10	0.04	0.01	0.01	0.01
	2020											
	0.01											

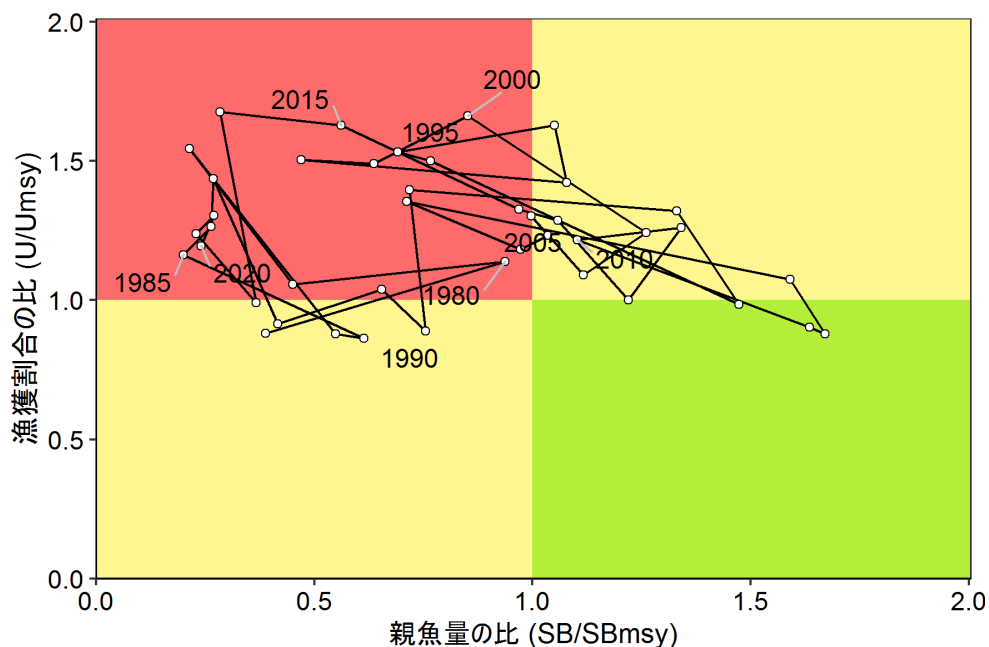
補足表 4-3. 移行域幼稚魚調査の幾何平均 CPUE (尾／網)

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											
	41.8											

補足資料 5 漁獲割合に基づく神戸プロット

親魚量とその時の漁獲割合 (U) を基準にした神戸プロットを下図に示す。本系群の親魚量は 2015 年以降、MSY を実現する水準 (SBmsy) を大きく下回っており、漁獲割合は 1990 年や 1980 年代と 2000 年代の一部の年を除き MSY を実現する水準 (Umsy) を上回っている。

項目	値	説明
SBmsy	234 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量
Umsy	23.7%	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合
U2020	28.4%	2020 年漁期の漁獲割合
U2020/ Umsy	1.20	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲割合に対する 2020 年漁期の漁獲割合の比



補足図 5-1. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy) と漁獲割合 (Umsy) に対する、過去の親魚量および漁獲割合の関係 (神戸プロット)