

令和元（2019）年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価

担当水研：中央水産研究所

参画機関：北海道区水産研究所、東北区水産研究所、日本海区水産研究所、西海区水産研究所、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

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。本系群の資源量は、漁獲の影響だけでなく海洋環境の変化によっても大きく変動する。1990 漁期年（4 月～翌年 3 月）以降は、本系群の再生産に好適な海洋環境にあり、資源量は短期的な変動はあるものの概ね高位～中位水準を維持していたが、2002 漁期年以降は低めの RPS になる年が多く、平均的に加入動向が低下している可能性が考えられる。2014 漁期年までは、2007 漁期年に高い加入があったこともあり資源量は概ね安定して推移してきたが、2015、2016 漁期年と連続して産卵場の水温環境が不適であったことを主要因として、資源量は大きく減少した。2018 漁期年にも産卵場の不適な水温環境が形成され、資源はさらに減少しており、2019 漁期年の資源量は 144 千トンと推定された。2019 漁期年の資源水準は、推定資源尾数（4.6 億尾）から低位、動向は最近 5 年間（2015～2019 漁期年）の資源尾数の推移から、減少と判断した。2020 年級群を生む 2019 年漁期後の親魚尾数は 1.5 億尾（47 千トン）と推定され、Blimit（5.3 億尾、165 千トン）を下回っている。このことから、生物学的許容漁獲量（ABC）は、親魚量の増大（ $B/B_{limit} \times F_{med}$ ）と親魚量の増大（5 年で Blimit へ回復）の漁獲シナリオを設定し、各シナリオで期待される漁獲量を 2020 年漁期の ABC とした。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2020 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)	2024 年 漁期後の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年 漁期後に 2019 年 漁期後の 親魚量を 維持	2024 年 漁期後に Blimit を 維持
親魚量の増大* (B/Blimit× Fmed) (Frec)	Target	7	6	0.09 (－84%)	322 (88～636)	96	69
	Limit	9	7	0.11 (－80%)	289 (79～572)	95	64
親魚量の増大* (5 年で Blimit へ回復) (Frec5yr)	Target	9	7	0.10 (－81%)	301 (82～595)	95	66
	Limit	11	9	0.12 (－77%)	266 (73～526)	95	59
		2020 年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fmed)	Target	24	19	0.30 (－43%)	110 (30～217)	77	17
	Limit	29	23	0.38 (－29%)	75 (21～149)	59	8
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	32	26	0.42 (－20%)	59 (16～117)	46	5
	Limit	38	30	0.53 (±0%)	35 (10～69)	21	1

コメント

- ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(2)を用いた。
- ・現状の漁獲圧は長期的に親魚量を維持することが期待できる漁獲係数 (Fmed) をやや上回っており、漁獲による親魚量の減少に留意する必要がある。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では「本資源は減少傾向にあるが、これは海洋環境の変化に伴う再生産環境の悪化によると考えられ、短期的には減少傾向を緩和し、中期的には環境が改善された場合に資源を速やかに増大できるよう親魚量を確保することを基本方向とする」とされており、本系群の親魚量は Blimit を下回っていると推定されたことから、親魚量の回復を図るよう管理をすべきと考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオ

の下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。直近の漁獲圧を示す Fcurrent は、2016～2018 年漁期の F の平均とした。漁獲シナリオにある「親魚量の増大」は、中長期的に安定する親魚量を維持する漁獲圧である Fmed を B/B_{limit} で引き下げた漁獲シナリオ、および 5 年で B_{limit} に親魚量を回復させる漁獲シナリオである。2020 年以降の加入量は、2002～2018 年の再生産成功率（RPS）の中央値（2.65）を使用して予測した。Fmed は 2002～2018 年漁期の再生産成功率の中央値に基づいて算定した。漁獲割合は 2020 年漁期の漁獲量／資源量である。2019 年漁期の漁獲量は Fcurrent による予測漁獲量（37 千トン）とし、2024 年漁期の親魚量および確率評価は加入量変動を考慮した 100,000 回のシミュレーションから算出した。評価の対象とした 5 年後の親魚量は、2024 年漁期後の予測親魚量である。2019 年漁期後の親魚量は 47 千トンである。

漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2015	500	131	193	0.74	39
2016	255	67	101	0.74	40
2017	229	86	54	0.38	23
2018	159	55	45	0.47	28
2019	144	47	44	0.53	30
2020	124	—	—	—	—

漁期年は 4 月～翌年 3 月。2019 年漁期の資源量は加入量予測モデルによる推定値。2019 年漁期の漁獲量は Fcurrent による予測漁獲量。2019 年漁期の親魚量は現状の漁獲圧による漁獲量を仮定した場合の 2019 年漁期後の親魚量。2020 年漁期の資源量は将来予測による値。F 値と漁獲割合は漁獲量と資源量から算出した値。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	5.3 億尾（165 千トン）	高い再生産成功率があったときに 高い加入量が期待できる親魚量
2019 年漁期	親魚量	1.5 億尾（47 千トン）	
水準：低位	動向：減少		

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げ量、生物情報収集調査（北海道～高知（14）道県） 水産統計（韓国海洋水産部） （URL： https://www.fips.go.kr/p/Main/ 、2019 年 11 月） NPFC（North Pacific Fisheries Commission）統計 （URL： https://www.npfc.int/statistics/ 、2019 年 11 月） 漁船活用調査（水研）
資源量指標値 ・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） 10 月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、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 三陸道東沖加入量把握調査（7 月上旬～中旬、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 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（14）道県）

1. まえがき

スルメイカは我が国の主要な水産資源の一つであり、平成 29 年の漁業・養殖業生産統計年報によると、我が国海面漁業の漁獲量（養殖業を除く）および生産額（養殖業を除く）におけるスルメイカの占める割合はそれぞれ 2%および 4%であった。スルメイカを主な漁獲対象とする漁業は、沖合および沿岸いか釣り漁業であるが、2014～2018 年の太平洋側（オホーツク海を含む）では底びき網、まき網、定置網等の釣り以外の漁業によるものが漁獲量全体の 60%を占めた。なお、漁獲量は漁期年（4 月～翌年 3 月まで、以下、「年」という）

で集計した。

スルメイカ冬季発生系群は、太平洋、オホーツク海、日本海および東シナ海に分布・回遊するが、我が国における主な漁場は太平洋に形成される。各海域への来遊状況は、海洋環境等により大きく変化し、オホーツク海への来遊量の変動は特に顕著である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

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いる。春季と夏季に発生する群の資源量は小さいが、秋季と冬季にかけて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 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。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、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、表 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。2012～2018 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）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁場を図 3 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が全漁獲量の約 50%を占め、2002 年には 69%に達した。2018 年の釣り以外の漁法による漁獲の割合は 62%であった。

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く、2018 年の冬季発生系群全体の漁獲量に占める韓国の割合は、49%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 4、表 2 に示す。漁獲量は 1950～1960 年代にピークを迎え、主漁場は道東から北方四島の太平洋側に形成されるようになり（新谷 1967）、1968 年（暦年）の漁獲量は 560 千トンであった。1970 年代に入ると漁獲量は急減して 1980 年代は低水準で推移し、1989 年以降に再び増加傾向に転じて 1996 年には約 400 千トンになった。2011～2015 年は 180 千～290 千トンで推移していたが、2016 年以降大きく減少しており、2018 年の漁獲量は 45 千トンであった（表 2）。NPFC（North Pacific Fisheries Commission、<https://www.npfc.int/statistics/>）に報告された中国による漁獲量は 2013～2016 年では 0.7 千～2.7 千トンの範囲であり、2017 年以降の漁獲はなかった。ロシアによる漁獲量は 2012 年以降で 0.3 千～10.7 千トンの範囲であり、2018 年の漁獲量は 0.3 千トンと報告されている。2018 年の我が国による漁獲量は 23 千トン（前年比 79%）で、韓国による漁獲量は 22 千トン（前年比 91%）であった。系群全体の漁獲量に占める我が国の割合は 50%であった。

なお、2019 年 11 月 15 日現在での 2019 年 4～9 月のスルメイカ冬季発生系群の漁獲量は 6.5 千トン（沿岸漁業：6,490 トン、沖合漁業（いか釣り）：31 トン）で、前年同期の 83%、2014～2018 年平均の 33%であった。沿岸漁業の漁獲量は全国イカ水揚げ集計表（全漁連）による集計値に基づき推定し、沖合漁業の漁獲量は 2019 年の漁船活用調査（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 5 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 年以降延べ出漁隻数は減少しており、2018 年は約 8.5 千隻で、前年の 83%、2013～2017 年平均の 45%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 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 （18.90）は資源尾数に対する漁獲尾数の率（漁獲率 E ）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 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。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 4 および表 2 に示す。CPUE は 1989 年以降大きく増加して 1996 年に 1.77 に達した後は 1998 年に大きく減少し、1998、1999 年は低めに推移した。その後 2000 年に再び増加して 2007 年に 1.77 となった。2012 年以降の CPUE は概ね 1.2 前後で推移していたが、2015 年以降減少し、2018 年は 0.27 となった。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、10 月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 7）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、2019 年の資源量指標値は 0.25 と推定された（前年比 91%）。

再生産動向を把握するために九州南西海域周辺で実施している稚仔調査の結果を図 6 に示す（補足資料 4-1）。2019 年（調査年）の幼生分布密度は 6.6 尾/1,000 m³（速報値）で、前年より増加したが、2014～2018 年の幼生分布密度（16.4 尾/1,000 m³：秋季発生系群の親魚の一部で産卵時期が遅れ、発生した幼生が冬季発生系群と同時期に添加した可能性がある 2015 年（木所ほか 2015）の結果を除く）は下回った。

(3) 外套背長組成の推移

いか釣り調査（補足資料 4-2）で漁獲されたスルメイカの外套背長組成の経年変化を図 8 に示す。2019 年の外套背長組成のモードは 21 cm にあり、前年より 1 cm 小さかった。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源計算を行った 1979 年以降の資源量と漁獲割合の経年変化を図 9 および表 3 に示す。資源量は、1981～1988 年は 400 千トン以下で推移していたが、1989 年以降増加して 1996 年には 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 年以降大きく減少に転じ、2018 年は 159 千トンであった。10 月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、2019 年の資源量は 144 千トンで、2014～2018 年平均の 39%で、過去最低であった 1985 年に次ぐ低い水準と推定された。漁獲割合は資源が増加した 1989 年以降、概ね 20～40%で推移しており、2018 年は前年より上昇し 28%であった。

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 10）。その後はやや低下し、概ね安定して推移し、2015、2016 年は高めに推移したが、2017 年には減少し、2018 年はやや増加した。2015、2016 年は南下回遊時における日本海沖合の水温が高めに推移し、韓国周辺への来遊状況がよく、韓国漁船による漁獲圧が高めになった可能性が考えられる。

図 11 に漁期後の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 年には 11.1 億尾に達した。2018 年漁期後の親魚尾数は 1.8 億尾であり、2017 年の 64%であった。2019 年漁期後の親魚尾数は、2019 年の資源尾数 (4.6 億尾) を現状の漁獲係数 (F_{current}) と自然死亡係数 (M) を適用し減耗させたものであり、1.5 億尾と推定された（表 3、補足資料 2-3）。

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たが、2002 年以降の RPS は低めの年が多く（図 13）、海洋環境の解析からも加入動向が平均的に低下した可能性が考えられている（加賀ほか 2018）。加入動向に変化がみられたものの、2007 年に高い加入があったことと、漁獲圧が概ね低めに推移してきたことから（図 10）、2014 年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た（図 11）。2017 年の産卵場の水温環境は幾分好適に転じたが、2018 年は再び不適となり（加賀ほか 2018）、資源の減少が継続し、2019 年は産卵場の水温環境は平均的であったが（補足図 4-6）、親魚量が減少しており、前年より資源は減少したと考えられる。

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 12 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、2019 年漁期後の親魚尾数は 1.0 億～2.2 億尾に変化した。同様に漁獲率 (E) を変化させた場合の親魚尾数および資源尾数を図 12 に示す。仮定した $E=0.3$ に対して $E=0.2$ 、 0.4 で計算したところ、2019 年漁期後の親魚尾数は 0.8 億～2.8 億尾に、2019 年の資源尾数は 2.7 億～6.2 億尾に変化した。

(5) 再生産関係

再生産成功率 (RPS) は 0.95～7.33 の範囲で変動しており、1980 年代は特に変動が大きい（図 13）。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 年までの中央値＝3.47）。2002 年以降になると RPS は概ね横ばいで推移し、中央値は 2.65 となり、1990 年代と比較して低下した。このことから、 RPS は 2002 年以降低めになっていると考えられる。近年では 2015、2016 年と低い RPS が続き、2017 年は 3.43 と上昇したものの、2018 年は再び 1.85 に低下し、2019 年は 2.64 で 2002 年以降の中央値と同程度となった（表 3）。

図 14、15 に再生産関係と親魚尾数と再生産成功率の関係を示す。親魚尾数と翌年の資源

尾数には正の相関がみられる（図 14）が、親魚尾数が増加すると RPS が低くなる傾向がある（図 15）。なお、この場合、実際の RPS よりも親魚尾数の観測誤差等のため過小に推定されている可能性もある点に、注意が必要である（Walters and Martell 2004）。

（6）Blimit の設定

1980 年以降の再生産関係を用いて、RPS_{high}（再生産成功率の高い方から 10% 点に相当）を示す直線において、R_{high}（R の高い方からの 10% 点に相当）を実現する親魚量（165 千トン、5.3 億尾）を B_{limit} と設定した（図 14、Myers et al. 1994）。親魚量が B_{limit} を下回ると、高い RPS があっても高い加入を得ることが難しくなるため、親魚量を B_{limit} 以上にするのが重要であり、下回った場合には資源回復措置をとる必要がある。

（7）資源の水準・動向

資源水準は、1979～2019 年の 41 年間の最高資源尾数（33.5 億尾）と最低資源尾数（4.5 億尾）の範囲を 3 等分し、低位と中位の境界を 14.2 億尾、中位と高位の境界を 23.9 億尾として判断した。2019 年の資源尾数は 4.6 億尾（144 千トン、図 16）と推定され、低位と判断した。資源の動向は、2015～2019 年の 5 年間の資源尾数の変化から減少と判断した。

（8）今後の加入量の見積もり

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）。一方寒冷レジームでは、冬季発生系群の東シナ海における再生産可能な適水温帯が南部に縮小したと考えられており、海洋環境が寒冷なレジームはスルメイカの再生産にとって不適と考えられている（Sakurai et al. 2000）。寒冷化による再生産可能海域の縮小と初期生活史の段階でふ化幼生が低い水温にさらされることにより、生残率が低下し、資源減少に関与すると考えられている（Rosa et al. 2011）。

東シナ海における 2019 年の 2 月上旬～3 月上旬の再生産可能海域（海底水深 100～500 m の範囲で表面水温 18.0～23.0℃ の海域、最適は 19.5～23.0℃。）を補足図 4-6 に示した。なお、再生産成功率が高く、好適な環境が形成されたと考えられる 2007 年についても比較対象として示した。2019 年の 2 月中旬以前は北側の低水温と、南側では黒潮の水温がはなはだ高温傾向で推移しており（平成 30 年度第 2 回対馬暖流域マアジ・さば類・いわし類長期漁海況予報、<http://abchan.fra.go.jp/index2.html>）、黒潮から派生した 23℃ 以上の高水温により、再生産可能海域の全体的な縮小（2 月上旬）や九州周辺まで連続せずやや分断される状況（2 月中旬）がみられた。2 月下旬以降は北側の低水温傾向は緩和され、再生産可能海域の縮小・分断は見られなかった。同時期の 2007 年と比較して、主産卵期の前半に再生産可能海域が縮小する期間があったことから、そ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、概ね安定した再生産環境が形成されていたと考えられる。近年の再生

産可能海域の縮小は、海洋環境の寒冷化のみによりもたらされているとはいえず、過去に資源が大きく減少した年代の海洋環境と比較すると、近年の産卵場の水温は高めとなっている。少なくともスルメイカの主産卵時期の東シナ海においては、過去に資源が大きく減少した年代のように海洋環境が長期的に寒冷化しているとは考えにくい。

一方、2002 年以降の RPS をみると、2007、2011、2017 年は高めの RPS であったが、1990 年～2001 年までと比較すると低い RPS が続いている（図 13）。海洋環境の寒冷化が 1980 年代のように長期的に継続するような状況ではないと思われるが、1990 年以降で再生産可能海域の面積に変化がみられており、産卵場の海洋環境に変化が生じ、2002 年以降のスルメイカの RPS の低下に影響した可能性が考えられる（加賀 2018）。このような状況下で 1990 年以降の RPS の中央値により加入量を推定すると、加入量が過大推定になる危険性があることから、昨年度と同様に 2002 年以降の RPS の中央値（RPSmed = 2.65）を用いることとした（図 13）。

なお、長期的な漁獲量変動において、スルメイカと逆の関係をもつマイワシ（太平洋系群）は資源量が増加している（古市ほか 2019）。また、2014/2015 年を境とした PDO（北太平洋十年規模振動）の変化から、今後日本周辺海域が寒冷化する可能性も示唆されている（黒田・戸谷 2017）。今後の海洋環境データの蓄積によって、スルメイカの再生産にとって不適な環境へ移行したと考えられる年代が客観的に判断される可能性もあり、環境変化に伴う再生産状況の変化に対応した加入量の見積もり等、より適切と考えられる資源評価手法の検討を進めている（岡本・山下 2015）。

（9）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

現状の漁獲圧（Fcurrent）は 2016～2018 年の近年 3 年平均の F とした。Fcurrent は 0.53 であり、2002 年以降の RPS の中央値から推定した中長期的に親魚量を維持することが期待できる漁獲係数（Fmed = 0.38）を上回っており、漁獲による親魚量の減少に注意する必要がある。Fcurrent の加入量当たり親魚量は 59%、Fmed、Frec、Frec5yr は 69%、90%、88% であり、漁獲がない場合と比較してそれぞれ 59、69、90、88%の親魚尾数が確保されると計算される（図 10）。

5. 2020 年漁期 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

1990 年以降のスルメイカ冬季発生系群は資源量の短期的な変動はあるものの、中位～高位水準を維持し、比較的安定して推移してきた（図 9）。2002 年以降の RPS は 1990 年以降と比較して低めの RPS の年が多く、加入動向が低下している可能性が考えられる（図 13）。さらに、2015、2016 年には連続して低い RPS が続き、2015 年以降資源量は大きく減少した。2017 年の RPS は高めであったが、2018 年には再び低い RPS となり、2019 年の RPS は 2002 年以降の中央値と同程度であった。資源量は過去最低であった 1985 年に次ぐ低い水準まで減少し、2019 年の資源水準は低位、最近 5 年間の推移から動向は減少と判断された。2019 年漁期後の推定親魚尾数（1.5 億尾、47 千トン）は Blimit を下回っていると推定されたため（図 11）、親魚量を Blimit 以上の水準に回復させることを管理目標とした。

(2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

漁獲シナリオとして、F の基準値（中長期的に安定する親魚量の維持を図るシナリオ＝Fmed）を現在（2019 年漁期終了後）の親魚量と Blimit の比（0.28）で引き下げた F（Frec : $F_{med} \times 2019 \text{ 年漁期終了後の親魚量} / B_{limit}$ ）および、5 年後に親魚量が Blimit に回復することが期待できる F（Frec5yr）を設定した。これらの親魚量の増大を図るシナリオと併せて、Fmed と現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオ（Fcurrent、2016～2018 年の F の平均）での算定漁獲量についても検討した。ABC は漁期年であり、算定方法の詳細は補足資料 2-3 (2) に示す。また、これらの漁獲シナリオの予防的措置を講じた場合の漁獲量も算定した。予防的措置のための安全率 α は標準値である 0.8 とした。

これらのシナリオの下で漁獲した場合に予測される 2019 年以降の資源量と漁獲量の推移を図 17 および次項の表に示す。資源量と漁獲量は Fcurrent で漁獲した場合は減少し、Fmed で漁獲した場合は横ばいで推移し、Fmed 未満の漁獲圧である Frec および Frec5yr では 2021 年以降資源量および漁獲量は増加し、漁獲量は 2024 年には Fcurrent で漁獲した場合を上回ると見込まれる。

漁獲シナリオ (管理基準)		F値	漁獲量（千トン：漁期年）						
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の増大 ($B/B_{limit} \times F_{med}$) (Frec)	Target	0.09	45	44	7	10	13	18	24
	Limit	0.11	45	44	9	12	16	21	27
親魚量の増大 (5年でBlimitへ回復) (Frec5yr)	Target	0.10	45	44	9	11	15	20	26
	Limit	0.12	45	44	11	14	18	23	29
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.30	45	44	24	26	28	30	32
	Limit	0.38	45	44	29	29	29	29	29
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.42	45	44	32	30	29	27	26
	Limit	0.53	45	44	38	32	28	24	20

漁獲シナリオ (管理基準)		F値	資源量（千トン：漁期年）						
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の増大 (B/Blimit×Fmed) (Frec)	Target	0.09	159	144	124	166	221	296	395
	Limit	0.11	159	144	124	162	212	277	363
親魚量の増大 (5年でBlimitへ回復) (Frec5yr)	Target	0.10	159	144	124	163	215	284	375
	Limit	0.12	159	144	124	159	205	264	340
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.30	159	144	124	133	144	155	167
	Limit	0.38	159	144	124	124	124	124	124
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.42	159	144	124	118	113	107	102
	Limit	0.53	159	144	124	106	91	78	67
			親魚量（千トン：漁期年）						
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の増大 (B/Blimit×Fmed) (Frec)	Target	0.09	55	47	62	83	112	149	199
	Limit	0.11	55	47	61	80	105	137	179
親魚量の増大 (5年でBlimitへ回復) (Frec5yr)	Target	0.10	55	47	62	81	107	141	186
	Limit	0.12	55	47	60	77	100	128	165
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.30	55	47	50	54	58	63	68
	Limit	0.38	55	47	47	47	47	47	47
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.42	55	47	45	42	40	39	37
	Limit	0.53	55	47	40	34	29	25	22

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) 2020 年漁期 ABC、加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

RPS の変動が漁獲量と親魚量の動向に与える影響をみるために、各漁獲シナリオにおいて加入量の不確実性による影響を検討した。2019 年の加入尾数は、加入量予測モデルによる推定値に、1979 年以降に観測された加入量予測モデルの推定誤差を無作為抽出して加え

た値を使用した。なお、推定誤差を加えた場合にマイナスの値になるケースがあったため、その場合はマイナスの値にならない最大の推定誤差を与えることとした。2019 年の漁獲量は $F_{current}$ で漁獲した場合の値を使用した。2020 年以降の加入尾数は、2002～2018 年の RPS が重複を許してランダムに発生するという条件の下で、推定した。各漁獲シナリオで漁獲した場合の今後の親魚尾数および漁獲量の推移について、シミュレーションを 100,000 回試行した結果を図 18、19 に示した。また、5 年後（2024 年）の予測漁獲量の幅（80% 区間）、5 年間（2020～2024 年）の平均漁獲量、5 年後に親魚尾数が B_{limit} を上回る確率、2019 年漁期後の親魚量を上回る確率を要約表に示す。図 18、19 の灰色の線は任意の 10 組の加入条件を与えた場合の、親魚量と漁獲量の推移を示す。なお、RPS の頻度分布は右に裾を引いた形になっており、平均値は中央値よりも高くなっている。RPS を無作為に抽出したシミュレーション結果は、RPS の平均値で加入を見積ることになるため、(2)で示した RPS 中央値による決定論的な予測よりも、楽観的な将来予測になっている。

シミュレーションの結果、5 年後の親魚尾数が B_{limit} （5.3 億尾）を上回る確率は、 F_{rec} で 64%、 F_{rec5yr} で 59%であった。親魚尾数が 2019 年の親魚尾数（1.5 億尾）を上回る確率は、 F_{rec} で 95%、 F_{rec5yr} で 95%であった。最も低い親魚尾数の推移は 2002 年以降に観測された低い水準の RPS が連続的に発生したケースであり、このようなケースでは資源水準が急激に低下することを示す。加入量の不確実性により、5 年後における漁獲量の将来予測幅はどの漁獲シナリオにおいても大きく変化した。 $F_{current}$ では、5 年後に B_{limit} を上回る確率は 1%であった。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2020 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)	2024 年 漁期後の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年 漁期後に 2019 年 漁期後の 親魚量を 維持	2024 年 漁期後に Blimit を 維持
親魚量の増大* (B/Blimit × Fmed) (Frec)	Target	7	6	0.09 (－84%)	322 (88～636)	96	69
	Limit	9	7	0.11 (－80%)	289 (79～572)	95	64
親魚量の増大* (5 年で Blimit へ回復) (Frec5yr)	Target	9	7	0.10 (－81%)	301 (82～595)	95	66
	Limit	11	9	0.12 (－77%)	266 (73～526)	95	59
		2020 年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fmed)	Target	24	19	0.30 (－43%)	110 (30～217)	77	17
	Limit	29	23	0.38 (－29%)	75 (21～149)	59	8
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	32	26	0.42 (－20%)	59 (16～117)	46	5
	Limit	38	30	0.53 (±0%)	35 (10～69)	21	1

コメント

- ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(2)を用いた。
- ・現状の漁獲圧は長期的に親魚量を維持することが期待できる漁獲係数 (Fmed) をやや上回っており、漁獲による親魚量の減少に留意する必要がある。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では「本資源は減少傾向にあるが、これは海洋環境の変化に伴う再生産環境の悪化によると考えられ、短期的には減少傾向を緩和し、中期的には環境が改善された場合に資源を速やかに増大できるよう親魚量を確保することを基本方向とする」とされており、本系群の親魚量は Blimit を下回っていると推定されたことから、親魚量の回復を図るよう管理をすべきと考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオ

評価対象漁期年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン) (実際のF値)
2018年（当初）	Frec5yr	0.26	183	31*	25	
2018年（2018年 再評価）	Frec5yr	0.17	153	18	15	
2018年（2019年 再評価）	Frec5yr	0.17	159	19	15	45 (0.47)
2019年（当初）	Frec5yr	0.17	152	18*	14	
2019年（2019年 再評価）	Frec5yr	0.15	144	15	12	

2018、2019年とも、TAC設定の根拠となった管理基準について行った。
 *はTAC設定の根拠となった値である。

2018 年漁期 ABC の 2019 年再評価値は、当初評価値から下方修正となった。当初評価値からの減少は、RPS 中央値（1990 年以降の RPS 中央値=2.83）により、当初予測された資源量 183 千トンが過大で、漁業情報から推定された資源量確定値 159 千トンへ下方修正されたことにより、当初評価の ABC から下方修正された。2018 年再評価値からの大きな修正はなかった。

2019 年漁期の ABC は当初評価値から若干下方修正となった。これは 2018 年漁期の F 値の仮定が過小で、2018 年漁期後親魚量および 2019 年漁期資源量 152 千トンが過大推定となり、直近の漁業情報と調査船調査結果に基づき推定された 2019 年資源量 144 千トンへ下方修正されたことから、当初評価の ABC より下方修正となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群の資源量は過去最低であった 1985 年に次ぐ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、親魚量を確保するために、資源の管理について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。このため、十分な親魚量を確保しても、海洋環境の年変化により RPS に大きな変動が生じた場合、加入量が予測と大きく異なる可能性がある。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検討する体制が望ましい。

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, 東京, 60 pp.
- 古市 生・渡邊千夏子・由上龍嗣・上村泰洋・井須小羊子・宇田川美穂 (2019) 平成 30 年度マイワシ太平洋系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 14-56.
- 加賀敏樹・山下紀生・岡本 俊・濱津友紀 (2019) 平成 30 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 652-697.
- 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, 北海道区水産研究所, 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.
- 木所英昭・後藤常夫・高原英生・松倉隆一 (2015) 平成 27 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産総合研究センター, 663-699.
- 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, 農林水産技術会議研究成果, **57**, 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, 172 pp.
- 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, 日本海区水産研究所, 1-14.
- Myers, R. A., A. A. Rosenberg, P. M. Mace, N. Barrowman, and V. R. Restrepo (1994) In search of thresholds for recruitment overfishing. ICES J. Mar. Sci., **51**, 191-205.
- 岡本 俊・山下紀生 (2015) レジームシフトに対応した管理基準の検討～スルメイカ冬季発生系群を例に～. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成26年度), 日本海区水産研究所, 3-9.
- 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.
- Rosa, A.L., J. Yamamoto, and Y. Sakurai (2011) Effects 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 (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.
- Walters C.J. and Martell S.J.D. (2004) Fisheries ecology and management. Princeton University press, Princeton, 399 pp.
- 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、安田十也)

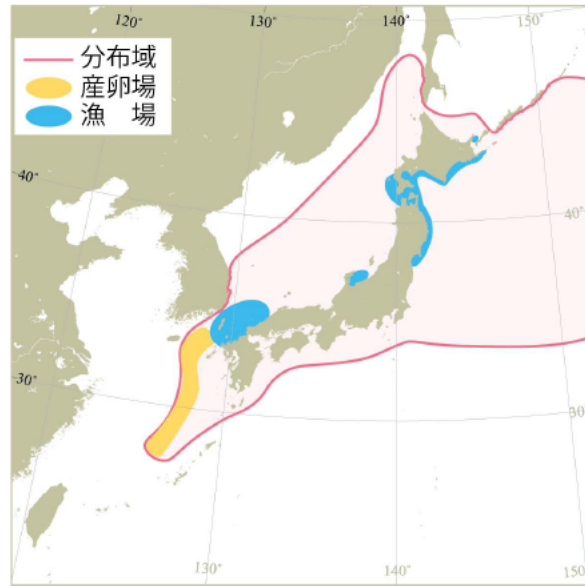


図 1. スルメイカ冬季発生系群の分布

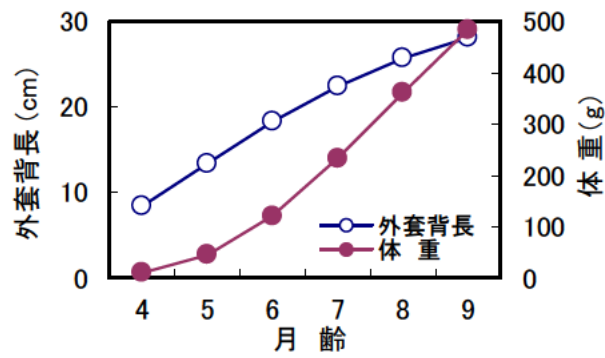


図 2. 平均的な成長

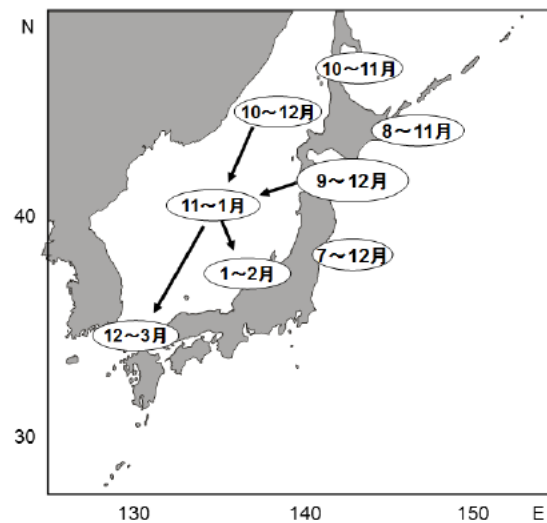


図 3. 主要な漁場と漁期の模式図

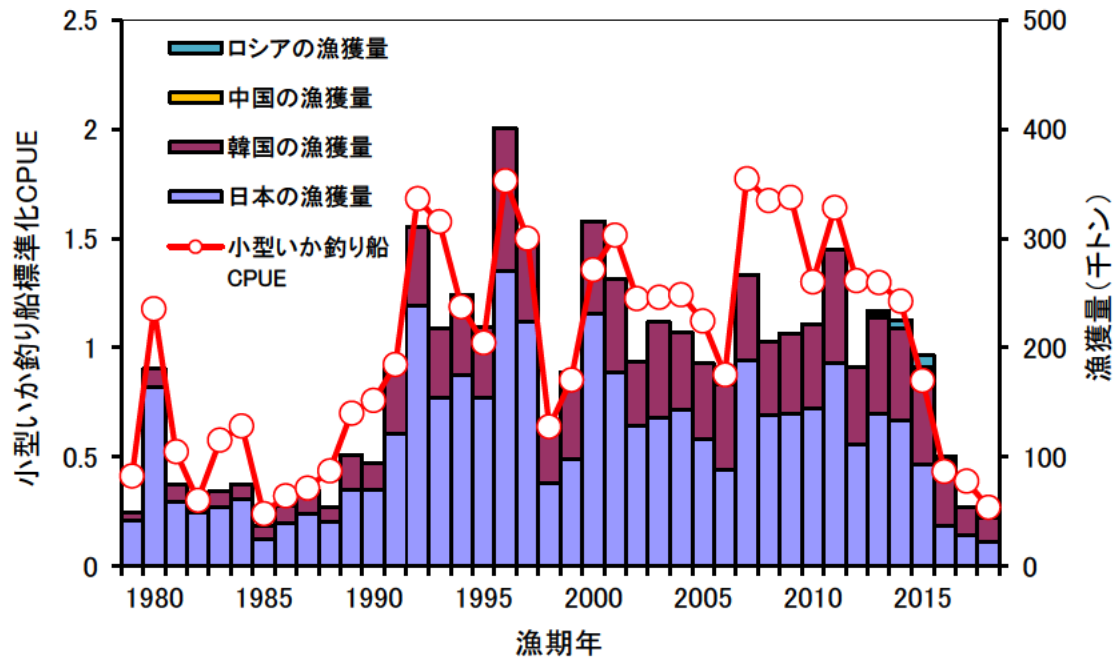


図4. 日本と韓国、中国、ロシアの漁獲量（全漁業種類合計）と小型いか釣り船 CPUE

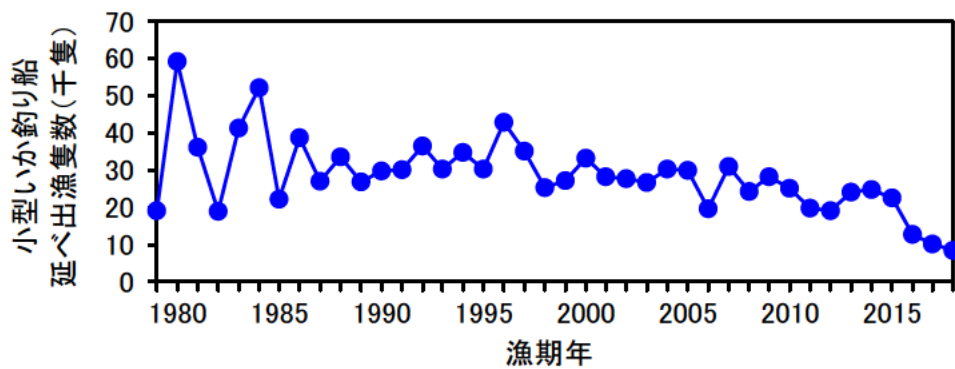


図5. 宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船延べ出漁隻数

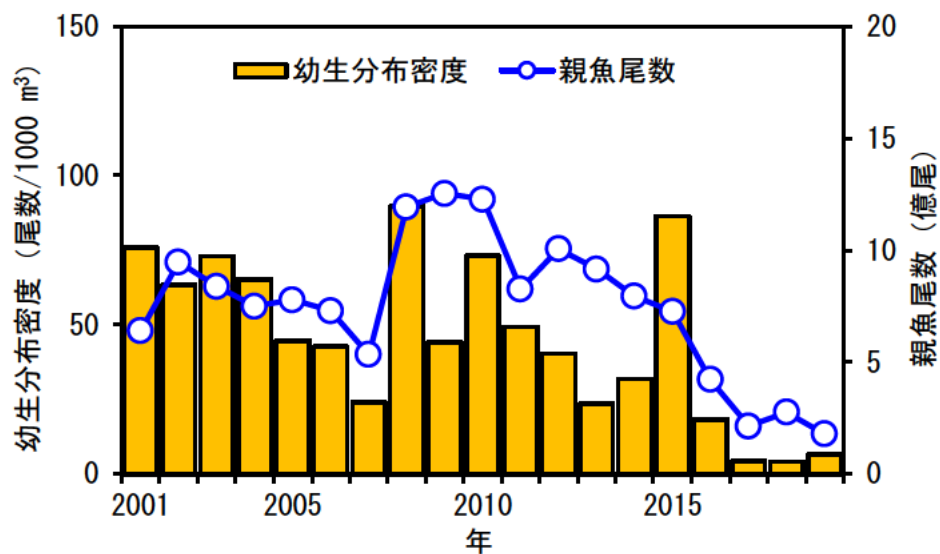


図6. 幼生の分布密度と親魚尾数

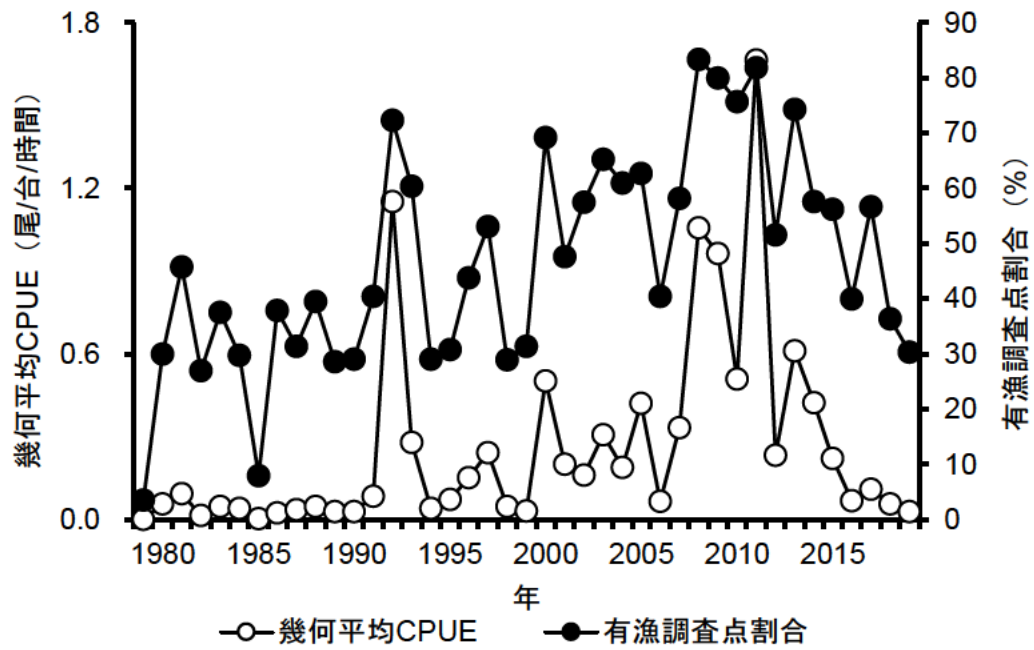


図 7. いか釣り調査での幾何平均 CPUE と有漁調査点割合

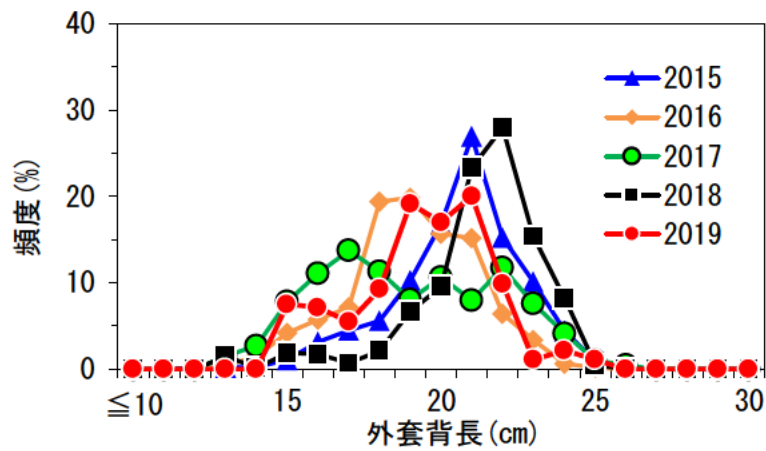


図 8. いか釣り調査による外套背長組成

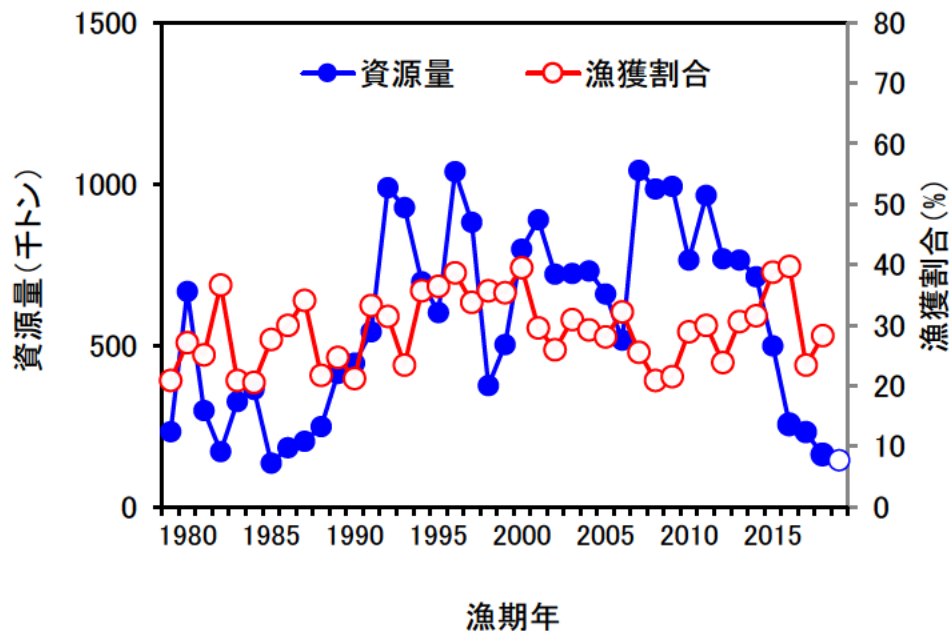


図9. 資源量と漁獲割合

白丸で示す 2019 漁期年は加入量予測モデルからの推定値。

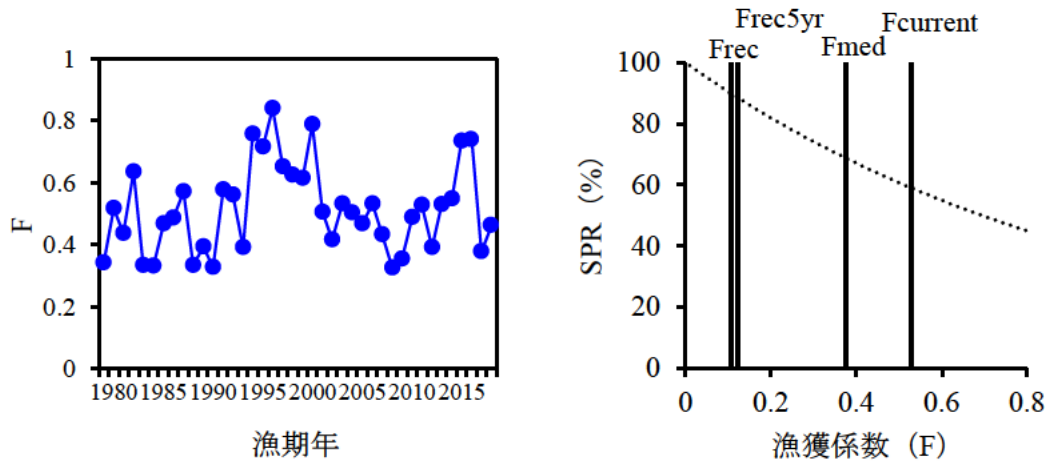


図10. 漁獲係数 (F、左図) の推移と F と SPR の関係 (右図)

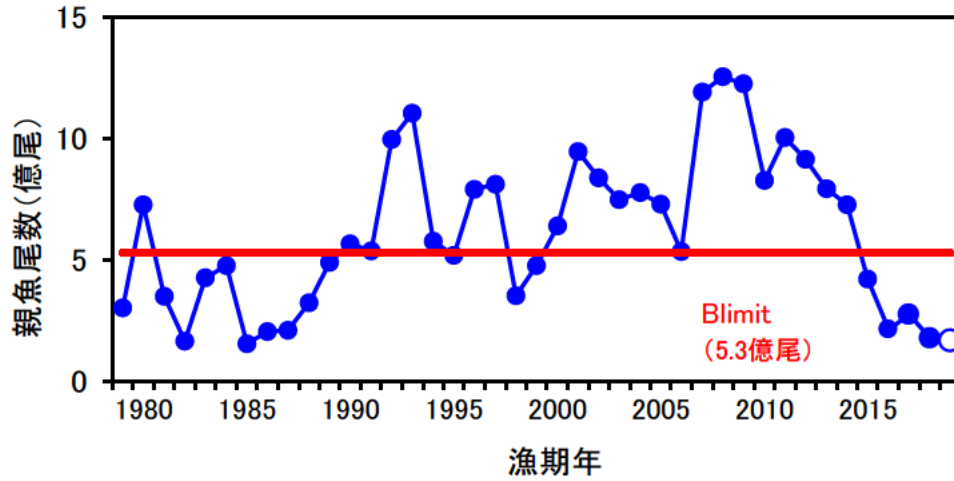


図 11. 親魚尾数の経年変化

白丸で示す 2019 漁期年は $F_{current}$ で漁獲した場合の暫定値。

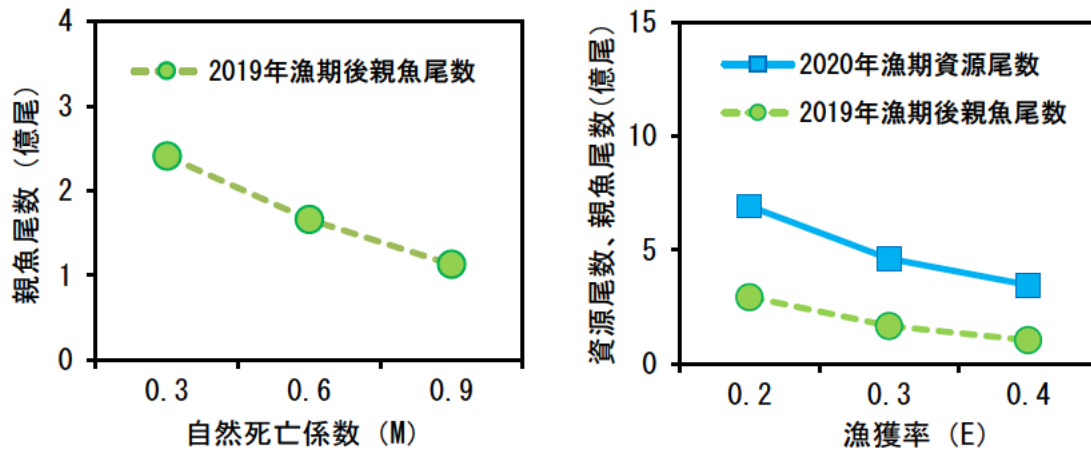


図 12. 左：自然死亡係数と親魚尾数の関係（基準値： $M=0.6$ ）

右：漁獲率と資源尾数および親魚尾数の関係（基準値： $E=0.3$ ）

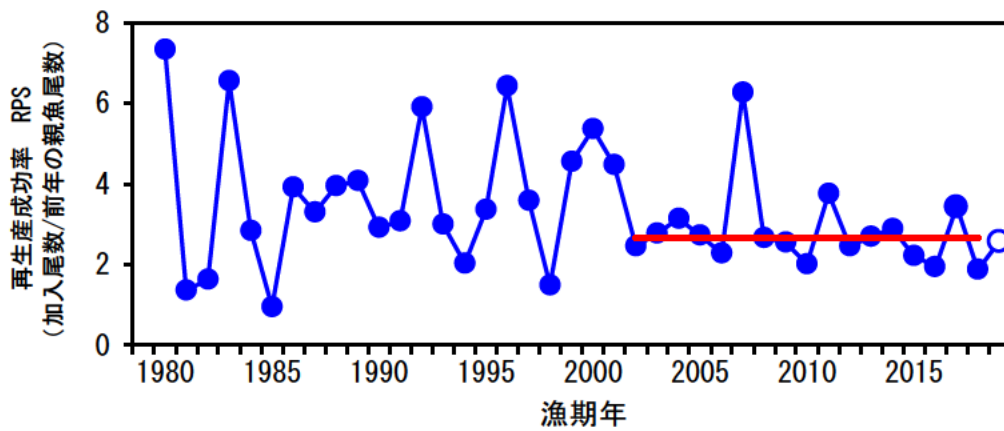


図 13. 再生産成功率の経年変化

白丸で示す 2019 漁期年は暫定値。

赤の線は中央値。

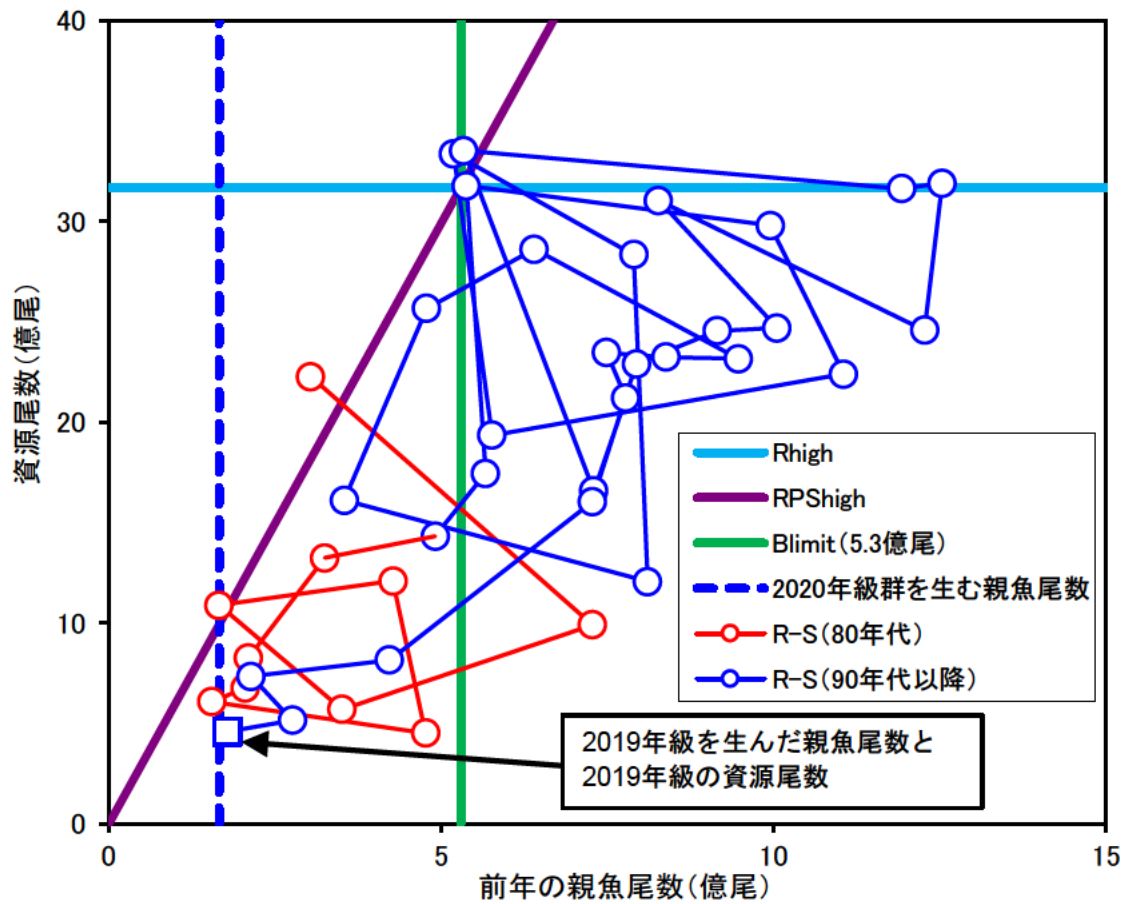


図 14. 再生産関係

赤丸は寒冷期（1980～1989 漁期年）、青丸は 1990 漁期年以降を示す。
2019 漁期年の値は暫定値。

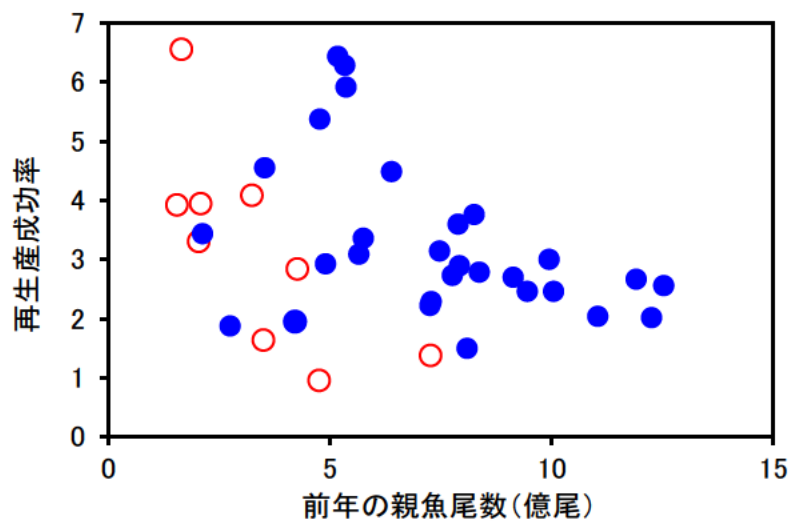


図 15. 親魚尾数と再生産成功率の関係

白丸は寒冷期（1981～1989 漁期年）、
青丸は 1990～2018 漁期年まで。

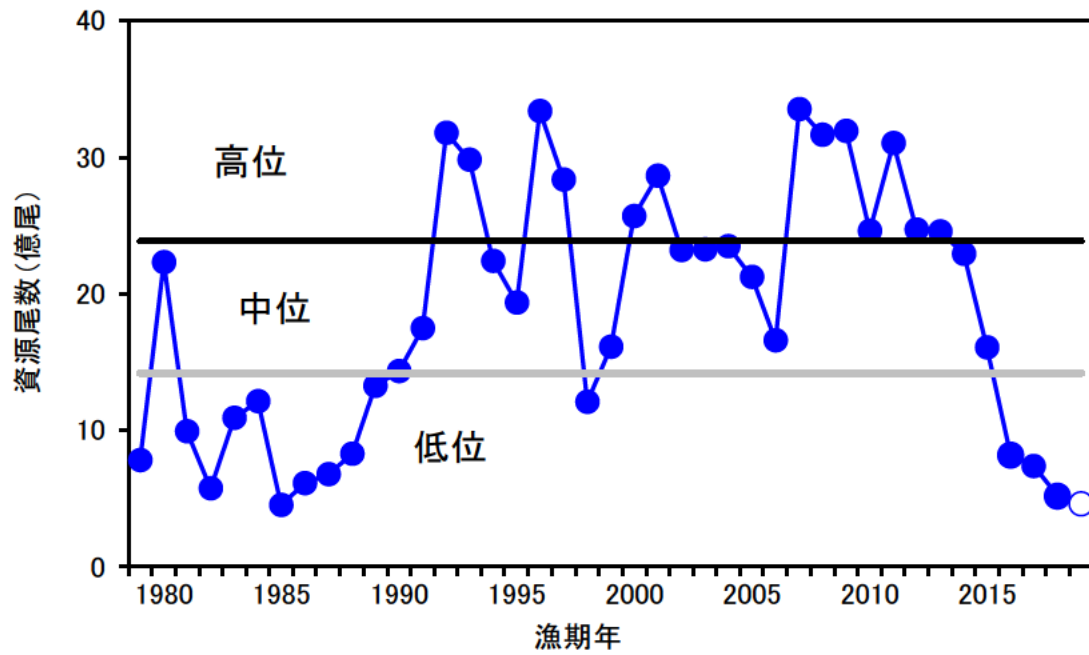


図 16. 資源尾数と資源水準の境界

白丸で示す 2019 漁期年は加入量予測モデルからの推定値。

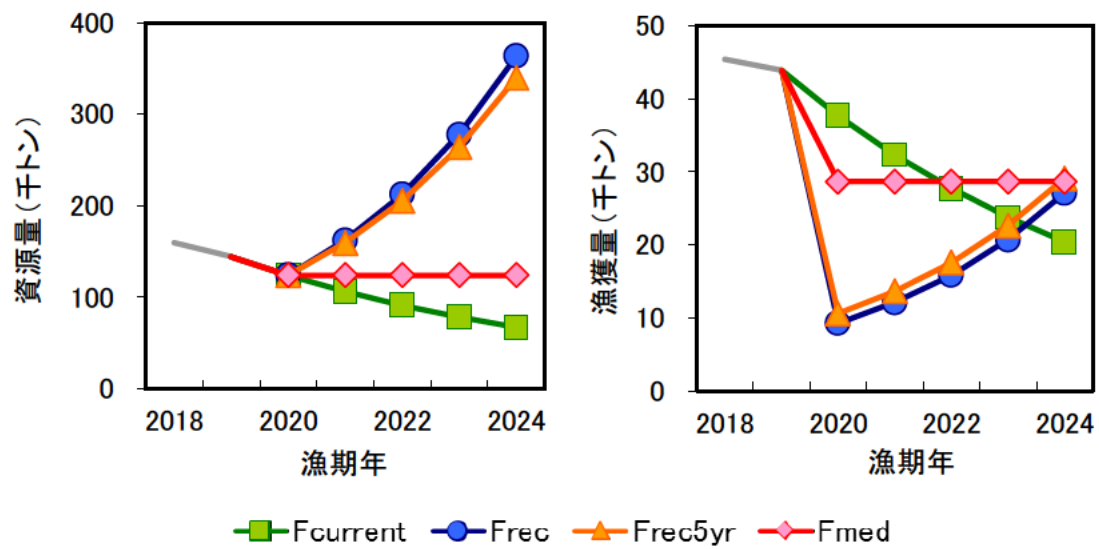


図 17. 漁獲係数 (F) を変化させた場合の資源量 (左図) と漁獲量 (右図) の将来予測

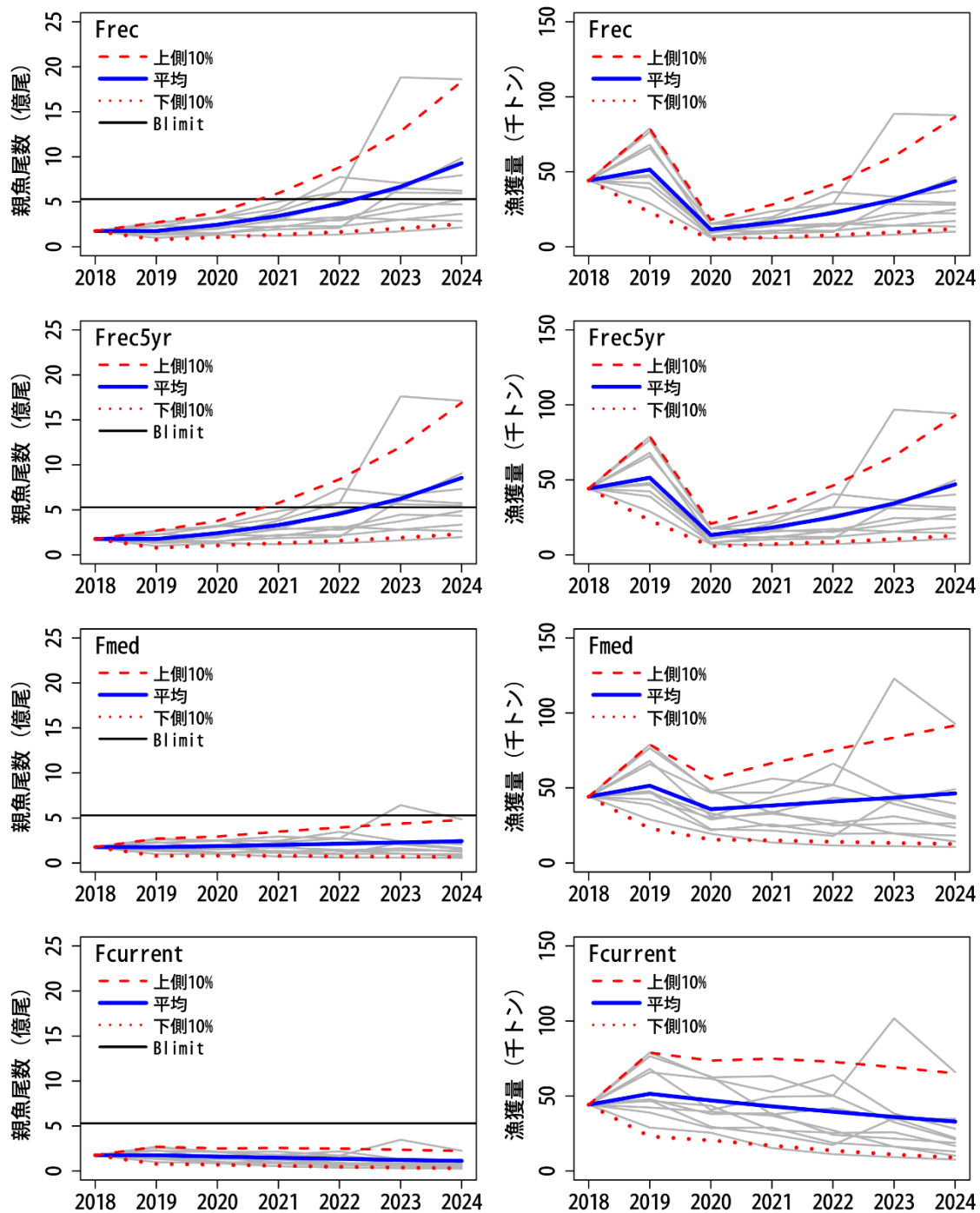


図 18. Frec、Frec5yr、Fmed、Fcurrent で漁獲した場合の加入量の変動を考慮した 100,000 回のシミュレーションによる親魚尾数 (左図) と漁獲量 (右図) の将来予測
 灰色の線は、100,000 回の試行のうち、任意の 10 組の加入条件を与えた場合の、各推移、太い青実線、細い赤破線と赤点線および細い黒実線は、それぞれ 100,000 回の試行による平均値、上側 10% と下側 10% 点および Blimit (5.3 億尾) を示す。

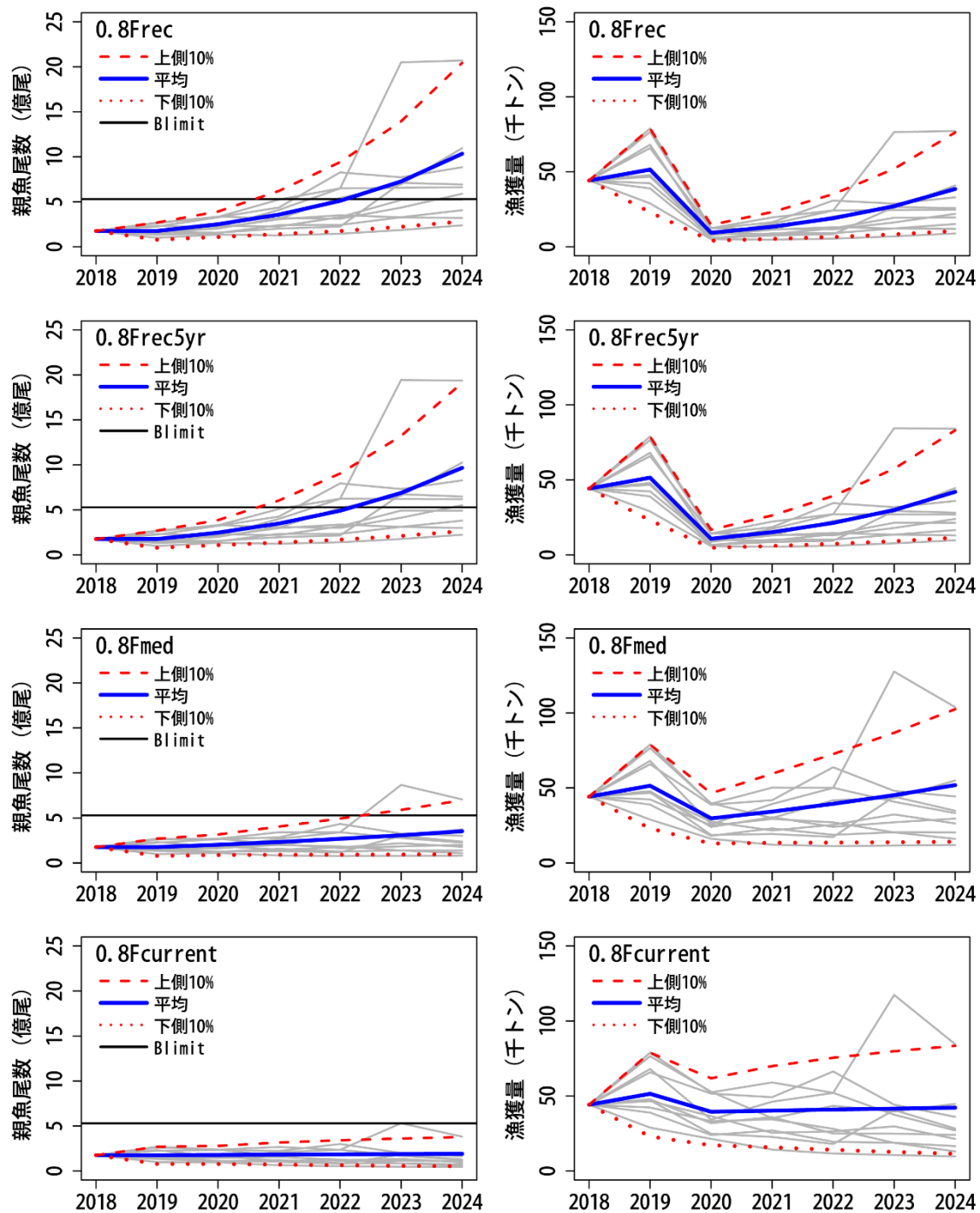


図 19. 0.8Frec、0.8Frec5yr、0.8Fmed、0.8Fcurrent で漁獲した場合の加入量の変動を考慮した 100,000 回のシミュレーションによる親魚尾数と漁獲量の将来予測
 灰色の線は、100,000 回の試行のうち、任意の 10 組の加入条件を与えた場合の、各推移、太い青実線、細い赤破線と赤点線および細い黒実線は、それぞれ 100,000 回の試行による平均値、上側 10% と下側 10% 点および Blimit (5.3 億尾) を示す。

表 1. 孵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 2. スルメイカ冬季発生系群の国別漁獲量および小型いか釣り船標準化 CPUE

年	冬季発生系群漁獲量					太平洋側漁獲量 (殆ど冬季発生系群)	太平洋小型 いか釣り船 標準化CPUE
	日本	韓国	中国	ロシア	合計		
1964	—	—			—	168,320	—
1965	—	—			—	319,706	—
1966	—	—			—	280,242	—
1967	—	—			—	403,408	—
1968	—	—			—	558,620	—
1969	—	—			—	377,812	—
1970	—	—			—	193,695	—
1971	—	—			—	137,955	—
1972	—	—			—	195,955	—
1973	—	—			—	60,449	—
1974	—	—			—	64,360	—
1975	—	—			—	77,516	—
1976	—	—			—	16,583	—
1977	—	—			—	26,828	—
1978	—	—			—	19,074	—
1979	41,712	7,019			48,730	—	0.41
1980	164,659	16,383			181,041	—	1.18
1981	58,903	15,673			74,576	—	0.52
1982	49,025	13,799			62,824	—	0.30
1983	54,350	13,813			68,162	—	0.58
1984	61,406	13,140			74,546	—	0.64
1985	24,976	12,498			37,474	—	0.24
1986	39,858	14,945			54,802	—	0.32
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	—	0.70
1990	69,910	24,319			94,229	—	0.76
1991	121,272	59,101			180,373	—	0.92
1992	238,517	72,200			310,717	—	1.68
1993	154,048	62,902			216,949	—	1.58
1994	174,743	73,630			248,373	—	1.19
1995	154,358	65,056			219,414	—	1.02
1996	269,605	131,711			401,315	—	1.77
1997	224,088	73,573			297,661	—	1.50
1998	76,264	57,611			133,875	—	0.64
1999	98,263	79,338			177,601	—	0.85
2000	231,030	84,366			315,395	—	1.36
2001	177,165	85,779			262,944	—	1.51
2002	128,252	58,669			186,921	—	1.23
2003	135,534	88,320			223,854	—	1.23
2004	142,837	70,773			213,610	—	1.24
2005	117,196	68,174			185,370	—	1.12
2006	89,025	77,021			166,046	—	0.88
2007	188,312	78,287			266,599	—	1.77
2008	138,713	66,756			205,468	—	1.67
2009	139,825	73,301			213,126	—	1.69
2010	145,301	75,922			221,223	—	1.30
2011	185,854	103,703			289,557	—	1.64
2012	110,926	71,145	0	767	182,838	—	1.31
2013	140,071	87,761	2,698	3,277	233,806	—	1.30
2014	134,207	82,763	1,504	6,189	224,663	—	1.21
2015	93,362	86,449	2,637	10,746	193,194	—	0.85
2016	37,148	58,773	671	4,517	101,108	—	0.43
2017	28,980	24,392	0	345	53,717	—	0.39
2018	22,829	22,293	0	277	45,399	—	0.27

注：漁獲量の単位はトン。2018年は暫定値。

1964～1978年の太平洋側漁獲量は暦年、1979年以降の漁獲量は漁期年（4月～3月）の値。

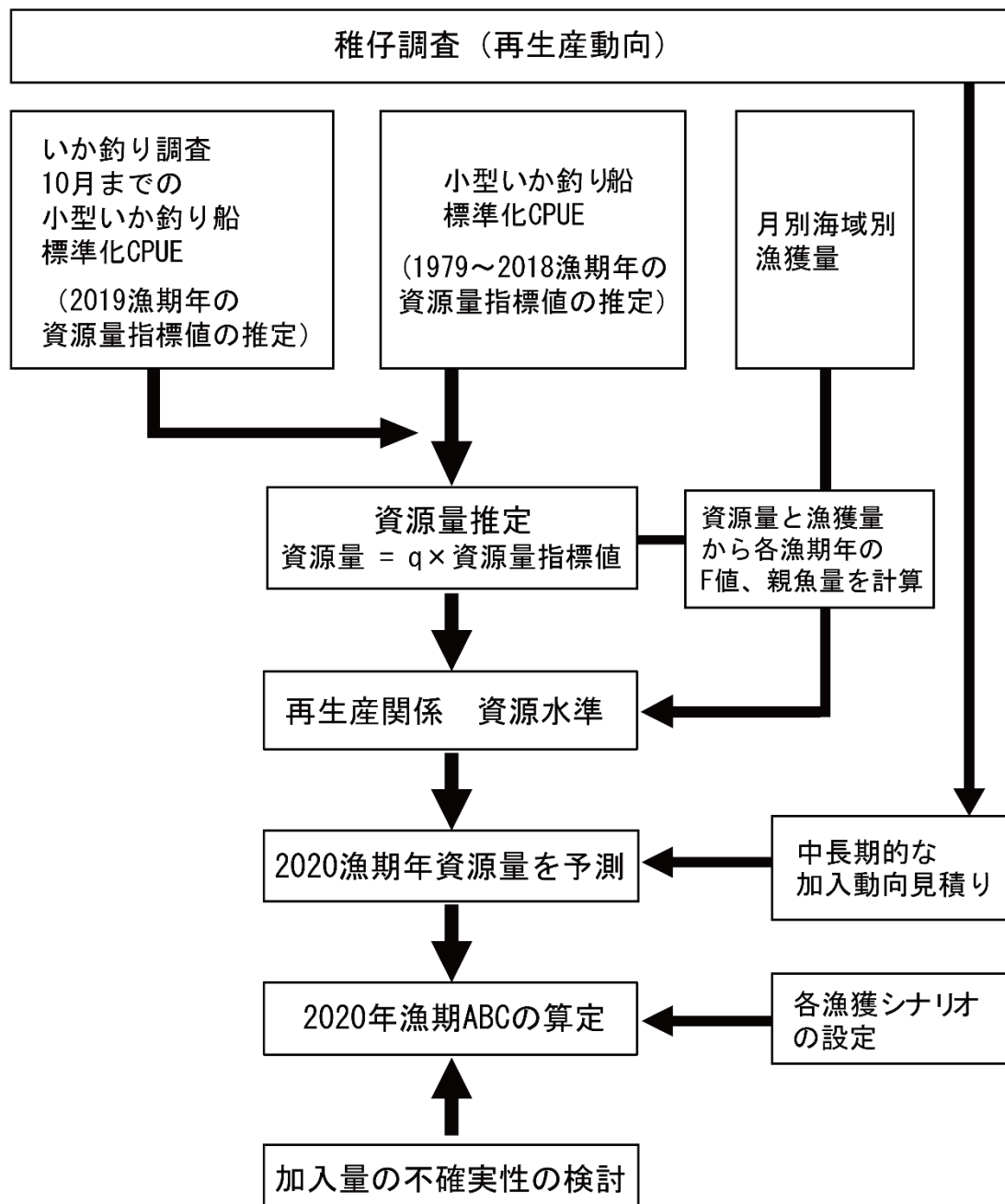
中国とロシアの漁獲量は太平洋海域における漁獲量としてNPFCに報告されている数値。

表 3.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	234	3.0	91	21	0.34	49	
1980	22.3	668	7.3	218	27	0.52	181	7.33
1981	9.9	297	3.5	105	25	0.44	75	1.36
1982	5.7	171	1.7	50	37	0.64	63	1.63
1983	10.9	326	4.3	128	21	0.33	68	6.55
1984	12.1	363	4.8	143	21	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	3.29
1988	8.3	248	3.3	98	22	0.33	54	3.94
1989	13.3	413	4.9	153	25	0.39	102	4.08
1990	14.3	446	5.7	176	21	0.33	94	2.92
1991	17.5	543	5.4	168	33	0.58	180	3.08
1992	31.8	989	10.0	310	31	0.56	311	5.90
1993	29.8	927	11.1	344	23	0.39	217	2.99
1994	22.4	698	5.8	180	36	0.76	248	2.03
1995	19.4	603	5.2	162	36	0.72	219	3.35
1996	33.4	1039	7.9	246	39	0.84	401	6.43
1997	28.3	882	8.1	252	34	0.65	298	3.59
1998	12.1	376	3.5	110	36	0.62	134	1.49
1999	16.1	502	4.8	149	35	0.62	178	4.55
2000	25.7	799	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	721	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	730	7.8	242	29	0.50	214	3.13
2005	21.2	660	7.3	227	28	0.47	185	2.73
2006	16.6	516	5.3	166	32	0.53	166	2.27
2007	33.5	1044	11.9	371	26	0.43	267	6.28
2008	31.6	985	12.5	390	21	0.33	205	2.65
2009	31.9	993	12.3	382	21	0.36	213	2.54
2010	24.6	765	8.3	257	29	0.49	221	2.00
2011	31.0	966	10.1	313	30	0.53	290	3.75
2012	24.7	769	9.2	285	24	0.39	183	2.46
2013	24.6	764	7.9	247	31	0.53	234	2.68
2014	22.9	713	7.3	226	31	0.55	225	2.89
2015	16.0	500	4.2	131	39	0.74	193	2.21
2016	8.2	255	2.1	67	40	0.74	101	1.94
2017	7.4	229	2.8	86	23	0.38	54	3.43
2018	5.1	159	1.8	55	28	0.47	45	1.85
2019	4.6	144	1.5	47	30	0.53	44	2.64

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。2019年の値は、加入量予測モデルから推定した資源尾数、Fcurrent などに基づく暫定値。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

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、本文表 2 に示す宮城県～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）。

2019 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ることができない。そのため、10 月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 2019 年の資源量指標値を推定した。

$$U_t = 0.88X_t + 0.27Y_t \quad (1)$$

ここで、 U_t は t 年の宮城県～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 10 月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、1989～2007 年）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）。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漁期年の漁獲尾数とした。漁期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 漁期年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 漁期年の資源尾数（億尾）、 U_t は t 漁期年の小型いか釣り船標準化 CPUE より得られる資源量指標値（1979～2018 年の指標値の平均が 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 漁期年における 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 漁期年の 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のと仮定し、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 漁期年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) 次年の資源量予測および ABC 算定

資源量指標値は以下の手順で算定した。

1979～2018年の宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船の月別漁獲量を、補足表2-2に示す漁獲物の月別平均体重を用いて月別漁獲尾数に変換した。求められた月別漁獲尾数と月別延べ出漁隻数を集計し、7～12月における各漁期年の小型いか釣り船のCPUE（千尾／隻日）を計算した。ここで得られる小型いか釣り船のCPUEを標準化したものをスルメイカ冬季発生系群の資源量指標値とした。

- ① 資源評価実施時点ではまだ2019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、2019年の小型いか釣り船の標準化CPUE（0.25）を推定し、2019年の資源量指標値とした。2019年の資源量指標値を（2）式に代入し、比例係数 q （18.90）をかけて2019年の資源尾数（資源量）を計算した。

2019年資源尾数=4.6億尾（144千トン）

- ② 2019年の漁獲尾数は F_{current} （2016～2018 漁期年の平均漁獲係数）を用い、（3）式を変形して算出した。

2019年漁獲尾数=1.4億尾（44千トン）

- ③ 2019年の資源尾数、推定漁獲尾数、自然死亡係数から（4）式により、2020年の加入群を産む親魚尾数を計算した。

2020年の加入群を産む親魚尾数=1.5億尾（47千トン）

- ④ 図13および表3から、2002～2018年のRPSの中央値（ RPS_{med} ）を期待される再生産関係とした。

2002～2018年のRPSの中央値=2.65

- ⑤ 2020年の加入群を産む親魚尾数と RPS_{med} から、2020年に加入する資源尾数を算出した。

2020年資源尾数=4.0億尾（124千トン）

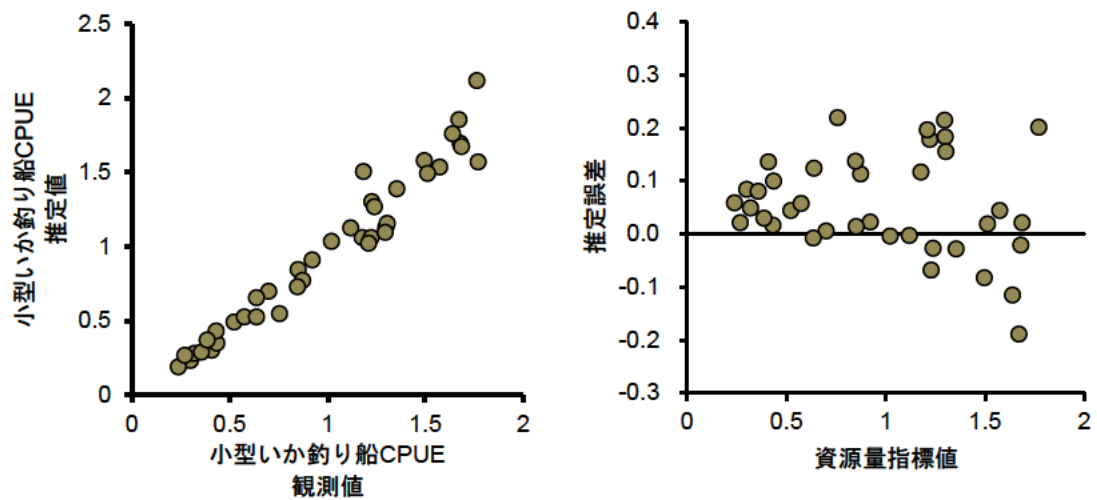
- ⑥ 2020年の漁獲尾数は各管理基準値を用い、（3）式を変形し算出した。

2020年漁獲尾数（ F_{rec5yr} の場合）=0.3億尾（11千トン）

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, 172 pp.
- 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	冬季
	日本海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	冬季	冬季
	東シナ海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	冬季

韓国におけるスルメイカ漁獲量の発生系群（秋季、冬季）分類表

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

補足表 2-2. 漁獲物の月別平均体重

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1988 漁期年以前の平均体重 (g)	84	84	123	156	237	274	301	314	333	333	333	333
1989 漁期年以降の平均体重 (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 CPUE の標準化の方法

1. 小型いか釣り船標準化 CPUE（資源量指標値）の推定

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を示しており、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。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

加入量予測モデルの変数の 1 つには、7～10 月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 1.と同様であるが、7～10 月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 調査船調査の概要および結果

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、1～2 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（補足図 4-1）を含む 2001 年以降の調査結果を図 6 に示す。2019 年 2 月調査時の幼生密度は 6.6 尾／1,000 m³（速報値）で、前年を上回ったが（前年比 161%）、過去 5 年平均（29.0 尾／1,000 m³）は下回った（図 6）。

2018、2019 年のスルメイカ幼生の水平分布を補足図 4-1 に示す。2019 年の幼生は、過去の調査結果と同様に黒潮流軸の北側に分布の中心がみられた。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 4-2 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。

2019 年の幾何平均 CPUE（尾／台／時間）は 0.03 尾で、2018 年を下回った（前年比 50%）（補足表 4-1）。有漁点割合は 30%で、2018 年（36%）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 4-3）。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來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。2019 年の幾何平均 CPUE（尾／台／時間）は、0.01 尾で 2018 年並（前年比 108%）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 4-4 に示す。2019 年の幾何平均 CPUE（尾／網）は 10.5 尾であり、前年を上回った（前年比 657%）（補足表 4-3）。

5. 表層トロールによる加入量把握調査

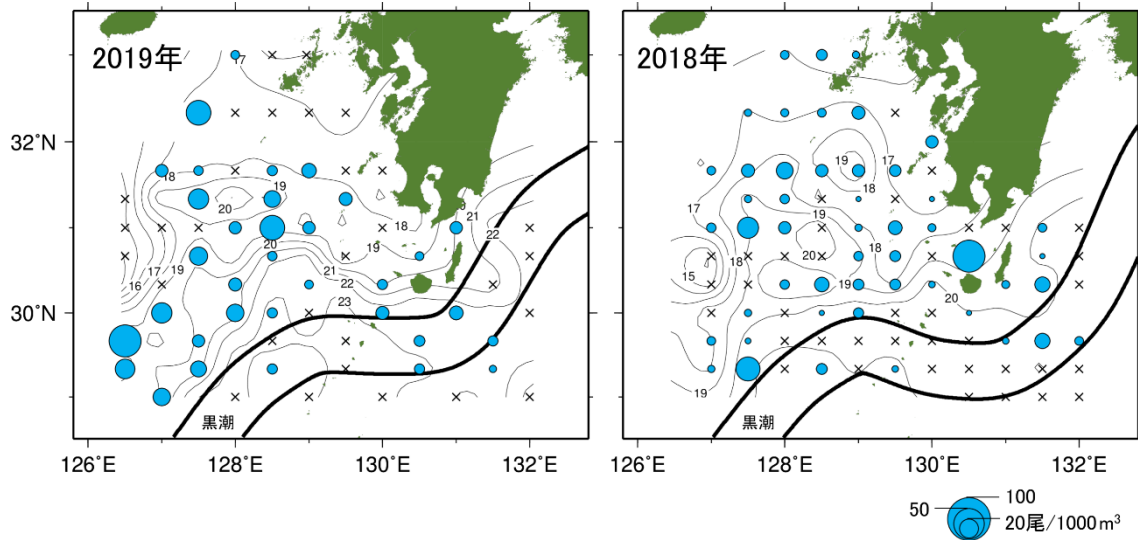
漁期開始期におけるスルメイカの加入量に関する情報を把握するために、三陸～道東沖海域において表層トロール調査（網口 30 m、コッドエンド目合 17 mm、60 分曳網）を実施した。今年度新規に実施した調査で、調査は 7 月上旬～中旬に実施した。この調査では外套背長 16 cm までのスルメイカが漁獲され、漁獲物のモードは 15 cm にあった。平均 CPUE（尾／網）は 5.6 尾／網で、主に東経 146～150 度の海域で採集された（補足図 4-5）。

6. 再生産可能海域の解析結果

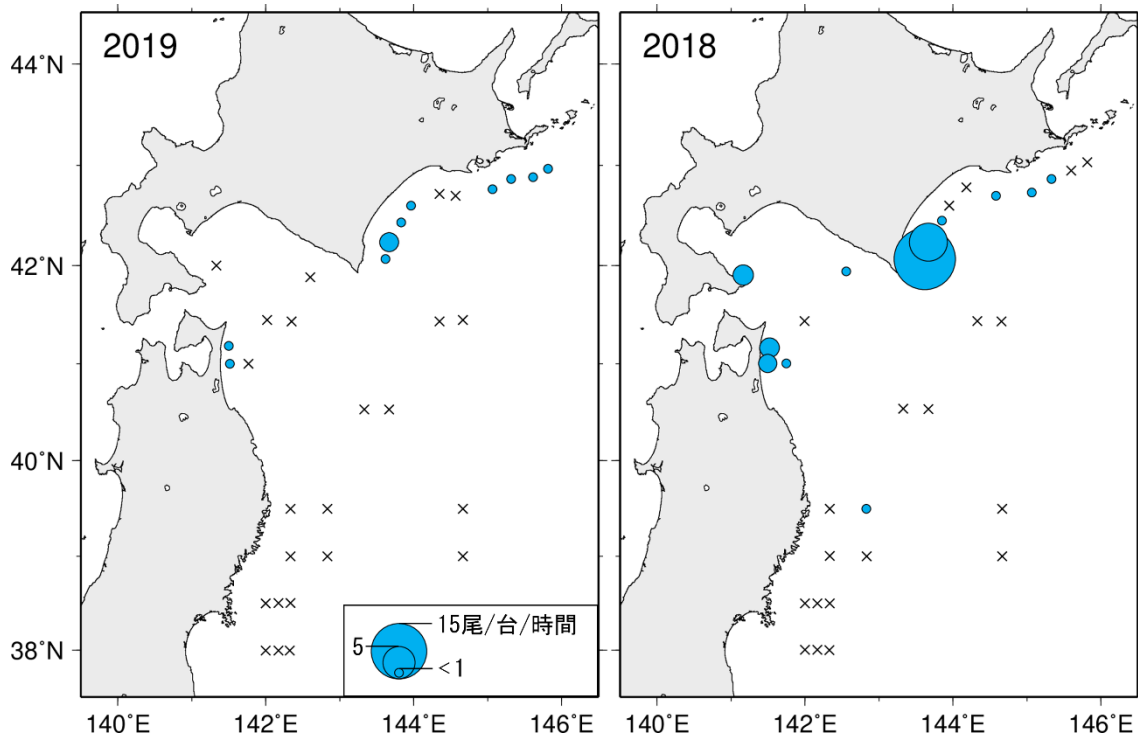
東シナ海の 2019 年 2 月上旬～3 月上旬における再生産可能海域（海底水深 100～500 m の範囲で、表面水温 18.0～23.0℃の海域で最適は 19.5～23.0℃、Sakurai 2006 を参考）を補足図 4-6 に示す。再生産成功率が高く好適な水温環境が形成されたと考えられる 2007 年を比較対象として示した。表面水温データは FRA-ROMS 解析値を使用した。2019 年の 2 月中旬以前は、北側は産卵場の冷え込み、南側は黒潮から派生した高水温の波及により再生産可能海域の縮小がみられている。2 月下旬以降は北側の低水温傾向は緩和され、再生産可能海域の縮小は見られなかった。2007 年と比較して再生産可能海域が狭い期間があり、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

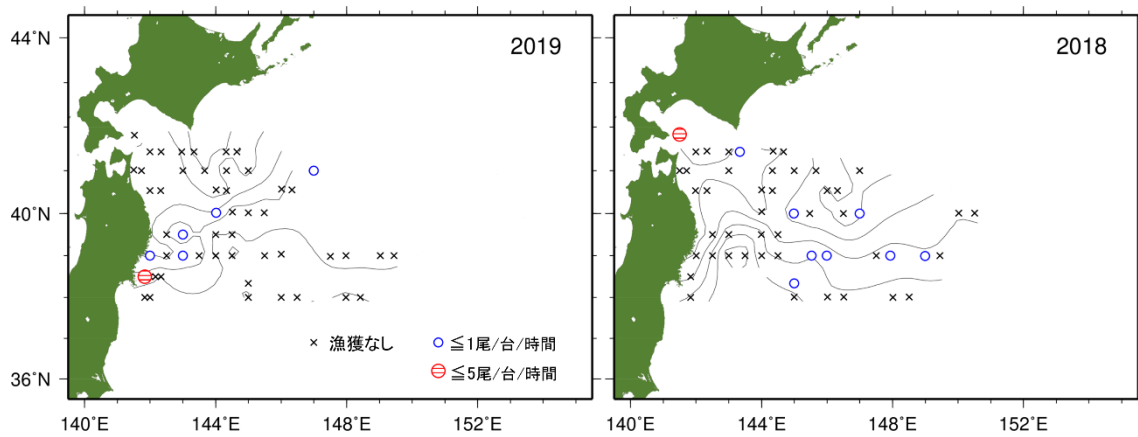
- 坂口健司・佐藤 充・三橋正基・木所英昭 (2009) 北海道周辺海域におけるスルメイカの日齢と発生時期. 日水誌, **75**, 204-212.
- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto, and Y. Hiyama (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., **57**,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



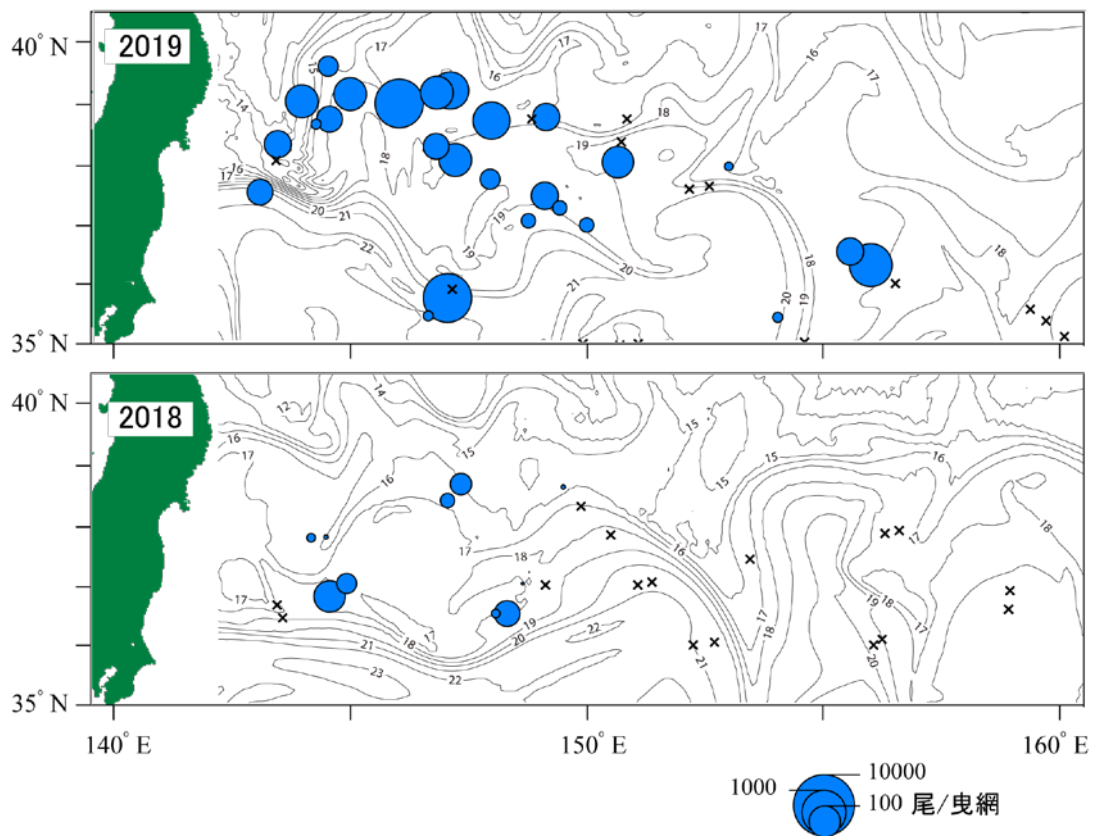
補足図 4-1. 2018 年、2019 年 1 月下旬～2 月下旬の九州南西海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布（尾／1,000 m³）、海面水温（細実線）および黒潮流路（2 本の太実線） 黒潮流路は、海洋速報（<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>）を引用。×は採集されなかった点。



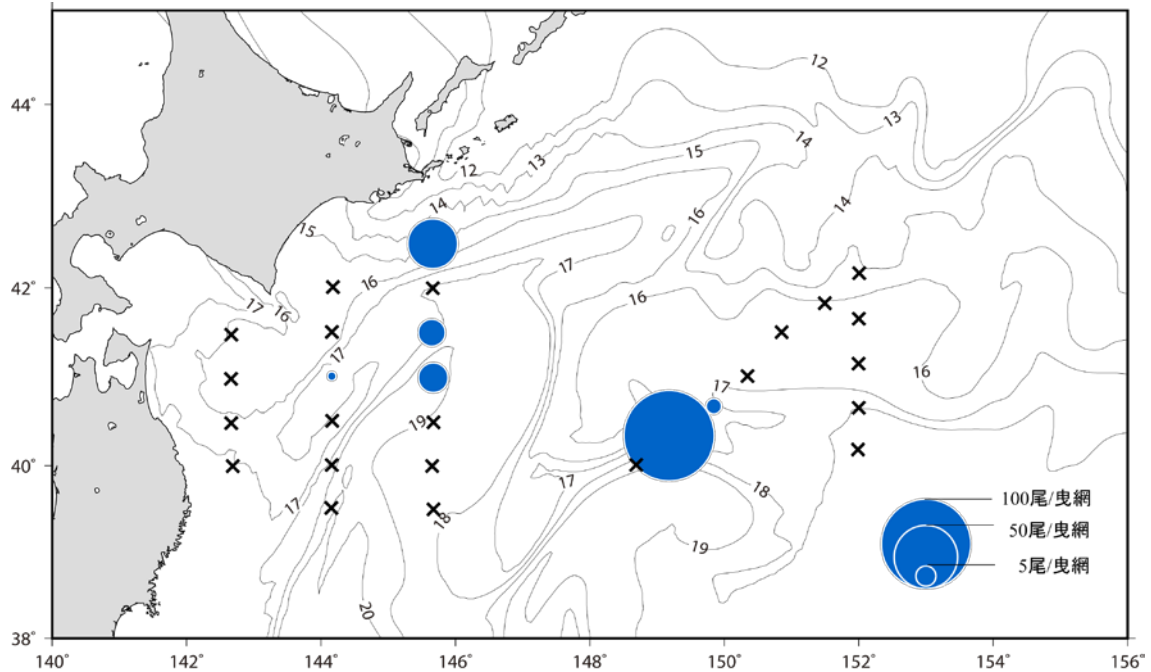
補足図 4-2. 2018、2019 年 8 月下旬～9 月中旬に実施された第 2 次漁場一斉調査および道東太平洋いか類南下期資源調査における CPUE（釣り機 1 台 1 時間当たり漁獲尾数）の分布 ×は漁獲がなかった点。



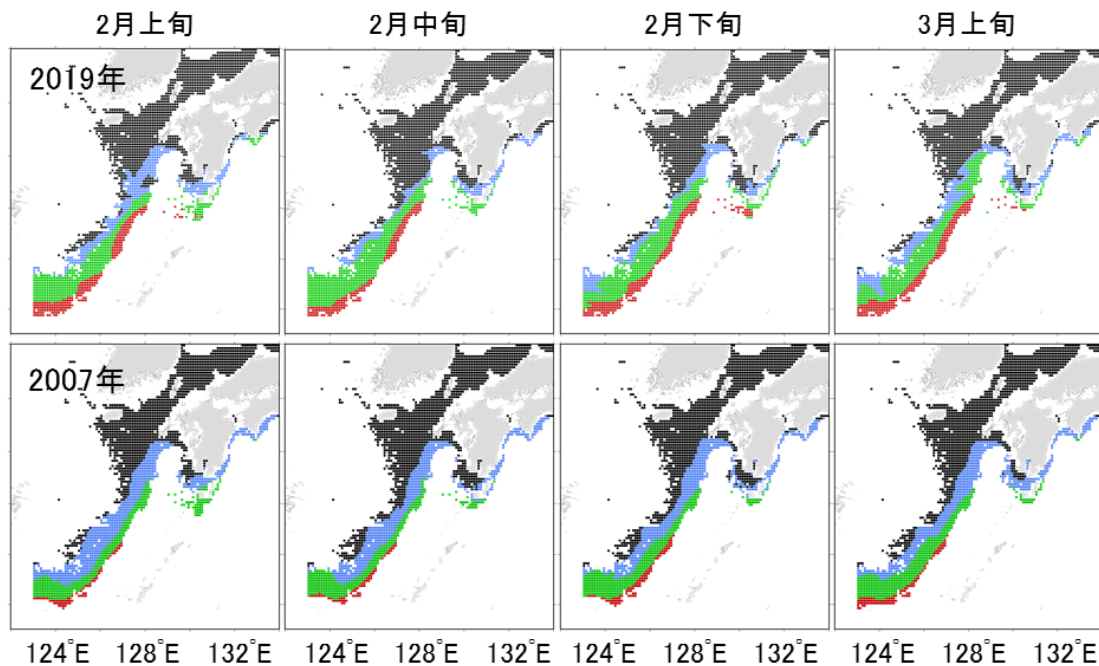
補足図 4-3. 2018、2019 年 6 月に実施された第 1 次漁場一斉調査における CPUE（釣り機 1 台 1 時間当たり漁獲尾数）の分布
×は漁獲がなかった点、実線は海面水温の等温線。



補足図 4-4. 2018、2019 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 4-5. 2019 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 4-6. 2007 年（下段）と 2019 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

（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。水深 100～500 m で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							
	0.22	0.07	0.11	0.06	0.03							

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

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