

平成 27（2015）年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所（加賀敏樹、岡本 俊、山下紀生、船本鉄一郎）

参 画 機 関：東北区水産研究所、中央水産研究所、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、福島県水産試験場、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 CPUE（1 日 1 隻当たりの漁獲尾数）を用いて推定した。本系群の資源量は、漁獲の影響に加えて海洋環境の変化によって大きく変動する。1990 年以降は、本系群の再生産に好適な海洋環境下にあり、資源量は短期的な変動はあるものの高位～中位水準を維持しており、近年 5 年間は概ね 800 千～1,100 千トンで推移し、2015 年の資源量は 796 千トンであった。2015 年の資源水準は推定資源尾数（25.7 億尾）から中位、動向は最近 5 年間（2011～2015 年）の資源尾数の推移から、減少と判断した。2016 年級群を生む 2015 年漁期終了時の親魚尾数は 9.4 億尾と推定され、Blimit（6.2 億尾）を上回っている。調査結果では、資源の再生産に不適と考えられる寒冷な海洋環境への変化は観測されていないことから、本系群は今後も好適な海洋環境下での再生産が継続すると判断した。今後、再生産成功率（加入尾数÷親魚尾数）が 1990 年以降の中央値で継続した場合に、現状の漁獲圧の維持および親魚量の維持の漁獲シナリオで期待される 2016 年の ABC（生物学的許容漁獲量）を算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Limit / Target	F 値 (F _{current} と の比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価 (%)		2016 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	2015 年 親魚量を 維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
現状の漁獲 圧の維持* (F _{current})	Limit	0.41 (1.00 F _{current})	25	100～568	255	60	81	203
	Target	0.33 (0.80 F _{current})	21	116～654	255	81	93	169
親魚量 の維持* (F _{med})	Limit	0.44 (1.07 F _{current})	26	94～534	253	53	75	215
	Target	0.35 (0.86 F _{current})	22	112～631	256	76	91	179

コメント

- ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(1)を用いた。
- ・現状の漁獲圧は資源を悪化させる状況にはないと判断される。
- ・海洋環境の変化によって、水温・産卵場形成の変化等、資源動向が変化する兆候が観察された場合は、加入量予測に用いる再生産関係および Blimit 等の値を変更する必要がある。
- ・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、「高、中位にある資源が海洋環境の変化により大幅減少に転じる可能性があることから、資源動向の把握に努めつつ、海洋環境条件に応じた資源水準の維持を基本方向として管理を行う。資源水準の変動に際しては、関係漁業者の経営への影響が大きくなりすぎないように配慮を行うものとする」とされており、再生産に好適な海洋環境が継続する場合、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲圧以下を維持すれば資源を維持または増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

2016 年漁期は 2016 年 4 月～2017 年 3 月である。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。F_{target} = α F_{limit} とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。現状の漁獲圧を示す F_{current} は直近 3 年間（2012～2014 年）の F の平均である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は、中長期的に安定する親魚量での維持を指し、F_{med} は 1990～2014 年の再生産成功率（RPS）の中央値に基づいて算定した。将来漁獲量並びに評価値は、1990 年以降の RPS 値を無作為抽出するシミュレーション（100,000 回試行）により算定した。将来漁獲量の範囲は 80%区間を示す。下記の表中にある 2015 年親魚量は 2015 年漁期終了時の親魚量（291 千トン）、将来漁獲量の 5 年後は 2020 年、5 年平均は 2016～2020 年の平均値である。また、評価の対象とした 5 年後の親魚量は、2020 年漁期終了時の予測親魚量である。

スルメイカ冬季発生系群－3－

漁期年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2013	842	228	0.45	27%
2014	800	216	0.44	27%
2015	796*	—	—	—

*2015 漁期年の資源量は加入量予測モデルによる推定値である。

漁期年は 4 月～翌年 3 月。

	指 標	水 準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	6.2 億尾 (191 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。
2015 年 漁期	親魚量	9.4 億尾 (291 千トン)	

2015年漁期の親魚量はFcurrentで漁獲した場合の2015年漁期終了時の親魚量である。

水準：中位 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 : http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp 、2015 年 3 月)
資源量指数 ・ 資源量指標値 ・ 加入量指数 ・ 幼生分布量	小型いか釣り船月別 CPUE（水研セ、北海道、青森県、岩手県、宮城県） 第 1 次太平洋いか類漁場一斉調査（水研セ、北海道、青森県、岩手県、宮城県） ・ いか釣り調査 黒潮親潮移行域における小型浮魚類並びにスルメイカの加入量早期把握調査（水研セ） ・ 表層トロール他 スルメイカ稚仔調査（水研セ） ・ ボンゴネット他
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（水研セ、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 1 つであり、平成 25 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ともに約 5%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、2010～2014 年には太平洋側（オホーツク海を含む）での漁獲量は底びき網、まき網、定置網等の釣り以外の漁業によるものが全体の約 60%を占めるようになった。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、特にオホーツク海への来遊量の変動は顕著である。

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。春季から夏季に発生する群の資源量は小さく、秋から冬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）、太平洋海域が漁獲の主体となっている。主産卵場は東シナ海と推定されていて（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れは、常磐～北海道太平洋沿岸域に來遊し、一部はオホーツク海に回遊する。日本海を北上する群れは、沿岸および沖合域を北上し、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、太平洋側に來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。月齢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。2012～2014 年級群では、雄は孵化後約 6～7 ヶ月で成熟に達する一方、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、海産ほ乳類等に捕食され则认为られているが、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 71%に達した。2014 年の釣り以外の漁法による漁獲割合は 57%であった。

本系群は我が国以外にも、韓国、中国、北朝鮮によって漁獲されているが、中国および北朝鮮の漁獲の実態は不明である。なお、2014 年の冬季発生系群全体の漁獲量に占める韓国の漁獲量の割合は、38%（近年 5 年平均 36%）と推定される（図 4、表 2）。

（2）漁獲量の推移

本系群の漁獲量（日本および韓国）の経年変化を図 4、表 2 に示す。漁獲量は 1950～60 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 年の漁獲量は 560 千トン（暦年）であった。1970 年代に入ると漁獲量は急減し、1980 年代には低水準期が続き、1989 年以降に再び増加傾向に転じ、1996 年には約 400 千トンになった。近年 5 年間は 180 千～290 千トンで推移しており、2014 年の漁獲量は 216 千トンであった（表 2）。1991 年以降における我が国による漁獲量は概ね 100 千～200 千トンで推移しており、2014 年の我が国による漁獲量は 133 千トン、韓国による漁獲は 83 千トンで、我が国の漁獲量は系群全体の約 60%を占めている。

（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（釧路港、十勝港：1980 年以降））であり、集計期間は 6～12 月である。なお、2004～2005 年、2009～2014 年は、道東の東部海域で大きな漁場が形成され、花咲港に水揚げされたため、花咲港も道東主要港として集計した。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。2014 年の出漁隻数は約 22 千隻であり、東日本大震災以前の 5 年（2006～2010 年）平均の 86%であった。これは震災の影響により、特に三陸沿岸において減少した漁船数が回復していないためと考えられる。

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（補足資料 2-3）から推定した。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 6～12 月の平均 CPUE（千尾／隻／日）を用いた。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平均漁獲個体重量（1988 年以前 300g、1989 年以降 310g）をかけて求めた（補足資料 2-2（3））。親魚尾数は、前述し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推定した。自然死亡係数 M は月当たり 0.1、加入後 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 CPUE の経年変化を図 4 および表 2 に示す。平均 CPUE は 1989 年以降大きく増加して 1996 年に 3.7 千尾／隻／日に達した後は 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3.3千尾／隻／日となった。前述のように2011～2014年は震災の影響等により、三陸海域（特に宮城県）の出漁隻数が大きく減少したことから各主要港における出漁隻数割合も大きく変化した（補足資料3）。このため、宮城県～北海道太平洋岸主要港における月別出漁隻数が震災前3年間と同じであった場合に期待される補正出漁隻数と補正漁獲尾数を算出し、その補正值に基づいて2011～2014年の資源量指標値を算出したところ（補足資料3）、2014年の資源量指標値は2.2千尾／隻／日であった。2015年の小型いか釣り船CPUEは資源評価実施時点では得られないため、5～6月に実施した第1次漁場一斉調査（以下、一斉調査）と加入量早期把握調査（以下、加入量調査）の結果を説明変数として重回帰式を用い（補足資料2-2）、2015年の資源量指標値を2.2千尾／隻／日と推定した。

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）。2015年（調査年）の幼生分布密度は97.2尾／1000m³（速報値）で、2001年以降の最高値という高い水準であった。幼生の分布状況から、産卵場は例年通り形成されていると判断した。

黒潮親潮移行域における表層トロールによる加入量調査結果の詳細を補足資料4-2に示す。漁獲の中心となる外套背長10cm未満の幼体の平均漁獲尾数（1曳網当たり漁獲尾数）は99.0尾（速報値）であり（図7）、1996年以降の平均漁獲尾数（321.6尾）を下回った。

一斉調査結果の推移を図8に示す（補足資料4-3）。2015年の有漁調査点の平均CPUE（尾／台／時間）は1.90尾（前年比50%）、有漁調査点割合（全調査点におけるスルメイカが漁獲された調査点の割合）は53%（前年比130%）であった。

（3）外套背長組成の推移

一斉調査（補足資料4-3）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9に示す。外套背長組成は2009年以降、単峰型を示している。2015年のモードは17cmであり、前年（15cm）より大型であった。

（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10および表3に示す。資源量は1981～1988年は300千トン以下で推移していたが、1989年以降増加して1996年には1,340千トンに増加した。その後は大きく変動する年があるものの、概ね800千～1,100千トンで推移している。一斉調査と加入量調査から推定した2015年の資源量は796千トンであり、2010～2014年の平均の88%であった。漁獲割合は資源が増加した1989年以降、概ね20～30%で推移し、2014年の漁獲割合は27%であった。

図11に漁期終了時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た各年の残存尾数である。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15.2億尾に達した。2014年の親魚尾数は9.1億尾であり、2013年の96%であった。2015年漁期終了時の親魚尾数は、2015年の資源尾数（25.7億尾）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、9.4億尾と推定された（表3、補足資料2-3）。

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、2015 年漁期終了時の親魚尾数は 6.2 億～13.3 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 13 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、2015 年漁期終了時の親魚尾数は 5.6 億～16.2 億尾に、2016 年の資源尾数は 20.3 億～39.9 億尾に変化した。

(5) 再生産関係

図 14 に再生産成功率 (RPS、当該年の資源尾数÷前年の親魚尾数) の経年変化を示す。RPS は 1990 年以降 1.48～5.04 の範囲で変動し (中央値 2.82)、2014 年は 2.71 であった (表 3)。

図 15、図 16 に再生産関係を示す。親魚尾数が増加すると $\ln RPS$ (再生産成功率の自然対数) が減少する傾向が示された (図 16)。しかし、親魚尾数に大きな観測誤差がある場合、親魚尾数と加入尾数の関係に負の傾き (密度効果) がなくても、親魚尾数と RPS の間に負の関係が見出されることがある (Quinn and Deriso 1999)。

(6) Blimit の設定

1980 年以降の再生産関係を用いて、高い RPS があったときに高い加入量が期待できる親魚量 (191 千トン、6.2 億尾) を Blimit と設定した (Myers et al. 1994)。なお、親魚量がこの値を下回った場合には資源回復措置をとる必要がある。

(7) 資源水準・動向

資源水準は、1979～2015 年の 37 年間の最高資源尾数 (43.2 億尾) と最低資源尾数 (3.1 億尾) の範囲を 3 等分し、低位と中位の境界を 16.5 億尾、中位と高位の境界を 29.8 億尾として判断した。2015 年の資源尾数は 25.6 億尾 (796 千トン、図 17) であり、中位と判断した。資源の動向は、2011～2015 年の 5 年間の資源尾数の変化から減少と判断した。なお、現状の低位と中位の境界は資源尾数と親魚尾数の関係から導かれる Blimit のレベルと近い値になっている。

(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、海洋環境が温暖な年代はスルメイカにとって好適な環境であると考えられている (Sakurai et al. 2000)。

前述の調査結果から、資源動向に大きな影響を与えると考えられる産卵場形成や幼生の発生状況などに大きな変動はなく、スルメイカの再生産にとって不適と考えられる寒冷な海洋環境への変化の兆候も観察されていない。以上より、スルメイカにとっての好適な海洋環境が今後も継続すると判断した。そこで、今後の加入量の予測として 2016 年以降の

RPS には、1990～2014 年の RPS の中央値（RPSmed）を用いた（図 14）。

(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（近年 3 年平均）の漁獲係数（ $F_{current}$ ）は 0.41 である。 $F_{current}$ は 1990 年以降の RPS の中央値から推定した親魚量を維持することが期待できる漁獲係数（ $F_{med}=0.44$ ）を下回っている。このため、現状の漁獲係数は資源水準を低下させない水準であると判断される。

5. 2016 年 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その資源の再生産に好適な海洋環境下にあり、資源量の短期的な変動はあるものの、高位～中位水準を維持している。2015 年の資源水準は中位、動向は減少と判断した。2015 年漁期終了時の推定親魚量（9.4 億尾）は B_{limit} を上回っている。

(2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

2015 年の資源水準は中位であり、漁期終了時の親魚尾数は資源の回復措置を講じる閾値である B_{limit} （6.2 億尾）を上回る 9.4 億尾である。したがって ABC 算定規則の 1-1)-(1)を適用した。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、「海洋環境条件に応じた資源水準の維持を基本方向として管理を行う」としている。このことから現状の海洋環境条件下での資源水準を維持する方策として 1990 年以降の RPS 時系列の中央値に対応する F_{med} 、現状の漁獲圧を維持する方策として近年 3 年間（2012～2014 年）の平均漁獲係数（ $F_{current}$ ）、そして、それらの予防的措置を講じた漁獲シナリオ（ $0.8F_{med}$ 、 $0.8F_{current}$ ）をそれぞれ ABC 算定のための漁獲シナリオとした。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。

各漁獲シナリオで漁獲した場合に予測される 2015 年以降の資源量と漁獲量の推移を図 18 および次項の表に示す。資源量と漁獲量は F_{med} で漁獲した場合は横ばいで推移する。 F_{med} 未満の漁獲圧では資源量の増加が見込まれ、 $F_{current}$ で漁獲した場合、将来の資源量および漁獲量は増加する。

各漁獲シナリオによる漁獲量および資源量の今後の推移

漁獲シナリオ（管理基準）		F 値	漁獲量（千トン、漁期年）						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）	Limit	0.41	216	197	203	209	216	222	229
	Target	0.33	216	197	169	189	211	236	263
親魚量の維持（Fmed）	Limit	0.44	216	197	215	215	215	215	215
	Target	0.35	216	197	179	195	213	233	254
			資源量（千トン、漁期年）						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）	Limit	0.41	800	796	820	844	869	895	922
	Target	0.33	800	796	820	916	1,023	1,143	1,277
親魚量の維持（Fmed）	Limit	0.44	800	796	820	820	820	820	820
	Target	0.35	800	796	820	895	976	1,065	1,163

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) 2016 年 ABC、加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

RPS の変化が加入動向に大きな影響を及ぼしていることが想定されるため、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。

2015 年の加入尾数は、加入量予測モデルによる推定値に、1996 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、2015 年の漁獲量は近年 3 年平均の F で漁獲した場合の値を使用した。2016 年以降の加入尾数は、親魚尾数に応じて 1990～2014 年の RPS 観測値を、重複を許してリサンプリングすることで推定した。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 19 に、5 年後（2020 年）の予測漁獲量の幅（80%区間）、5 年間（2016～2020 年）の平均漁獲量、5 年後に親魚量が Blimit を維持する確率、現在の親魚量を維持する確率を次ページの表に示す。図 19 の灰色の線は任意の 10 組の加入条件を与えた場合の、親魚尾数と漁獲量の推移を示す。

シミュレーションの結果、5 年後の親魚尾数が Blimit（6.2 億尾）を維持する確率は、Fcurrent で 81%、0.8Fcurrent で 93%、Fmed で 75%、0.8Fmed で 91%であった。親魚尾数が

2015 年の親魚尾数（9.4 億尾）を維持する確率は、 $F_{current}$ で 60%、 $0.8F_{current}$ で 81%、 F_{med} で 53%、 $0.8F_{med}$ で 76%であった。最も低い親魚尾数の推移は 1990 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。

漁獲シナリオ (管理基準)	Limit / Target	F 値 ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合 (%)	将来漁獲量 (千トン)		確率評価 (%)		2016 年 漁期 ABC (千トン)
				5 年後	5 年 平均	2015 年 親魚量を 維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
現状の漁獲 圧の維持* ($F_{current}$)	Limit	0.41 (1.00 $F_{current}$)	25	100～568	255	60	81	203
	Target	0.33 (0.80 $F_{current}$)	21	116～654	255	81	93	169
親魚量 の維持* (F_{med})	Limit	0.44 (1.07 $F_{current}$)	26	94～534	253	53	75	215
	Target	0.35 (0.86 $F_{current}$)	22	112～631	256	76	91	179
コメント ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(1)を用いた。 ・現状の漁獲圧は資源を悪化させる状況にはないと判断される。 ・海洋環境の変化によって、水温・産卵場形成の変化等、資源動向が変化する兆候が観察された場合は、加入量予測に用いる再生産関係および Blimit 等の値を変更する必要がある。 ・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、「高、中位にある資源が海洋環境の変化により大幅減少に転じる可能性があることから、資源動向の把握に努めつつ、海洋環境条件に応じた資源水準の維持を基本方向として管理を行う。資源水準の変動に際しては、関係漁業者の経営への影響が大きくなりすぎないように配慮を行うものとする」とされており、再生産に好適な海洋環境が継続する場合、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲圧以下を維持すれば資源を維持または増大させることができると考えられる。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。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2016 年漁期は 2016 年 4 月～2017 年 3 月である。現状の漁獲圧を示す $F_{current}$ は直近 3 年間（2012～2014 年）の F の平均である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は、中長期的に安定する親魚量での維持を指し、 F_{med} は 1990～2014 年の再生産成功率（RPS）の中央値に基づいて算定した。将来漁獲量並びに

評価値は、1990 年以降の RPS 値を無作為抽出するシミュレーション（100,000 回試行）により算定した。将来漁獲量の範囲は 80% 区間を示す。表中にある 2015 年親魚量は 2015 年漁期終了時の親魚量（291 千トン）、将来漁獲量の 5 年後は 2020 年、5 年平均は 2016～2020 年の平均値である。また、評価の対象とした 5 年後の親魚量は、2020 年漁期終了時の予測親魚量である。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
1979 漁期年以降の漁獲量	1979 漁期年以降の漁獲量、漁期全体に占める 4～12 月の漁獲量の割合、平均体重、係数 q
1988 漁期年以前における漁獲物の月別平均体重	1988 漁期年以前の漁獲尾数
2014 漁期年資源量指標値の確定（小型いか釣り船の CPUE）	2014 漁期年漁期資源量確定 Blimit 1990 年以降の RPS の中央値 管理基準値（Fmed）
2015 漁期年資源量指標値（第 1 次漁場一斉調査の有漁調査点 CPUE、加入量調査 CPUE）	2015 漁期年加入量の推定値の更新 （2014 漁期年親魚尾数と RPS を用いた推定値から、2015 年一斉調査結果および加入量調査結果による推定値に置き換え）

評価対象年 （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）
2014 年（当初）	Fmed	0.47	698	187*	166	
2014 年（2014 年再評価）	Fmed	0.45	823	229	199	
2014 年（2015 年再評価）	Fmed	0.44	800	217	188	220
2015 年漁期（当初）	Fmed	0.45	863	233	194*	
2015 年漁期（2015 年再評価）	Fmed	0.44	796	209	174	
2014、2015 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数値である。 資源量、F 値は漁期に対する値、2014 年の ABC、漁獲量は暦年である。						

2014 年以前の ABC は、暦年単位での算定を行っていたため、2014 年に対する当初の ABC については、最新の情報をもとに暦年単位での再計算を行った。2014 年 ABC は、2015 年再評価では、2014 年の小型いか釣り船の CPUE から推定した資源量（800 千トン）が当初評価を上回ったことから ABC も増加した。一方、2014 年再評価時から大きな変化はな

く、ABC も再評価に近い値となった。

2015 年漁期の ABC は 2015 年再評価で下方修正となった。これは 2015 年級群の推定資源量が当初評価値の 863 千トンから 2015 年の調査船調査結果により 796 千トンに下方修正（92%に減少）されたことによる。

なお、参考までに 2014 年漁期の ABC を計算すると、2015 年再評価値は、ABCLimit が 210 千トン、ABCtarget が 175 千トンとなり、2014 年漁期の当初評価値である ABCLimit 193 千トン、ABCtarget 162 千トンから上方修正され、2014 年再評価値である ABCLimit 222 千トン、ABCtarget 185 千トンからは大きな変化はなかった。

6. ABC 以外の管理方策への提言

単年生の生物資源である本種は、世代が毎年更新し、新規加入量はその年の資源量となる。そのため海洋環境の年変化により、たとえ十分な親魚量を確保しても RPS の大きな変動により、加入量が予測と大きく異なる可能性がある。したがって、調査船調査の結果を用いて、実際の加入状況を把握するとともに、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必要である。また、本系群は韓国などによっても漁獲されているため、資源の評価・管理にあたっては各国間の協力が必要である。

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.
- 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.
- 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.
- Myers, R. A., A. A. Rosenberg, P. M. Mace, N. Barrowman, and V. R. Restrepo (1994) In search of thresholds for recruitment over fishing. ICES J. Mar. Sci., 51, 191-205.
- 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.
- Quinn II, T. J. and R. B. Deriso (1999) Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press, New York. 542pp.
- 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.
- Yasunaka, S. and K. Hanawa (2002) Regime shifts found in the Northern Hemisphere SST field. J. Meteorol. Soc. Jpn., 80, 119-135.



図 1. 分布模式図

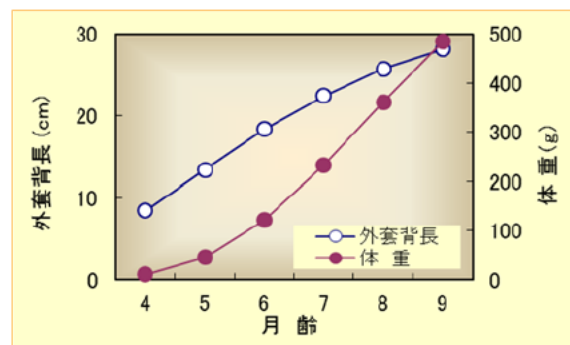


図 2. 平均的な成長

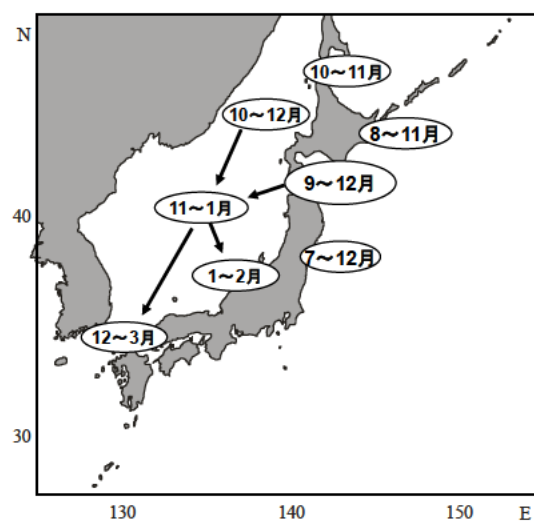


図 3. 主要な漁場と漁期の模式図

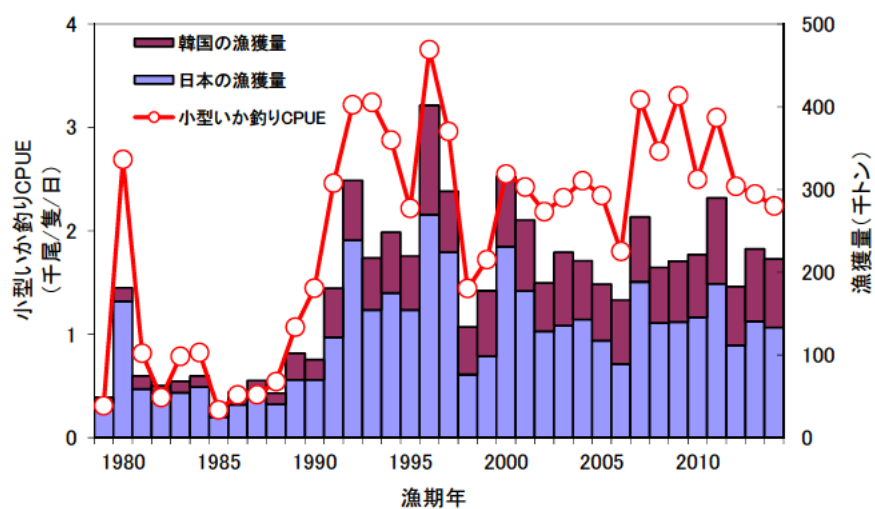


図 4. 日本と韓国の漁獲量（全漁業種類合計）と小型いか釣り船の CPUE

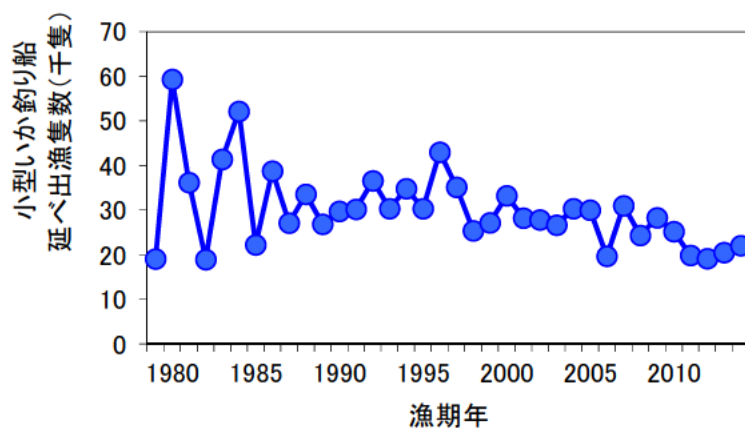


図 5. 宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船延べ出漁隻数

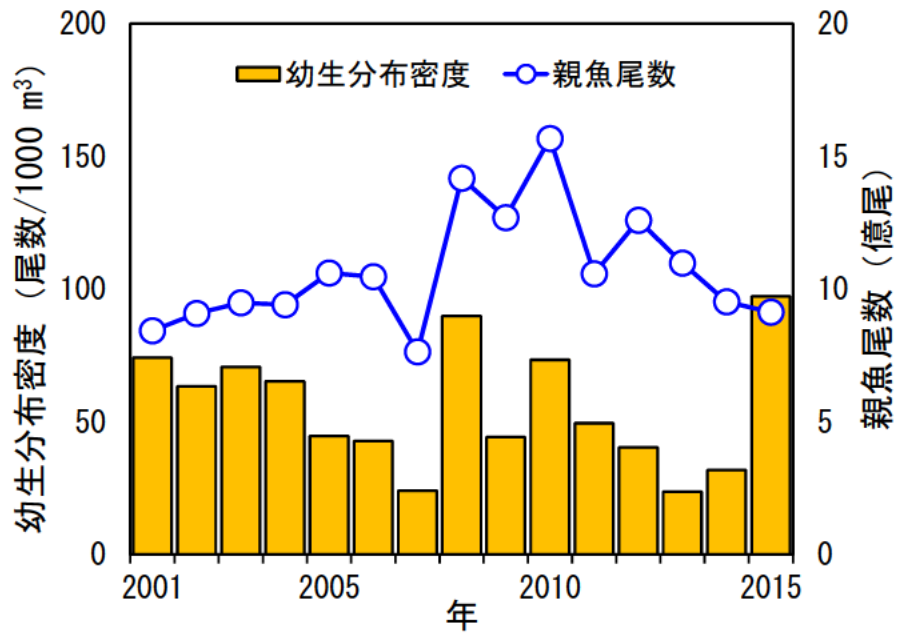


図 6. 幼生の分布密度と親魚尾数

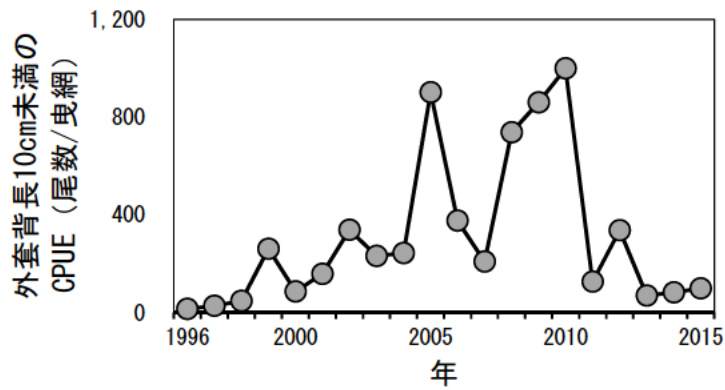


図 7. 加入量調査で漁獲された外套背長 10cm 未満の平均 CPUE

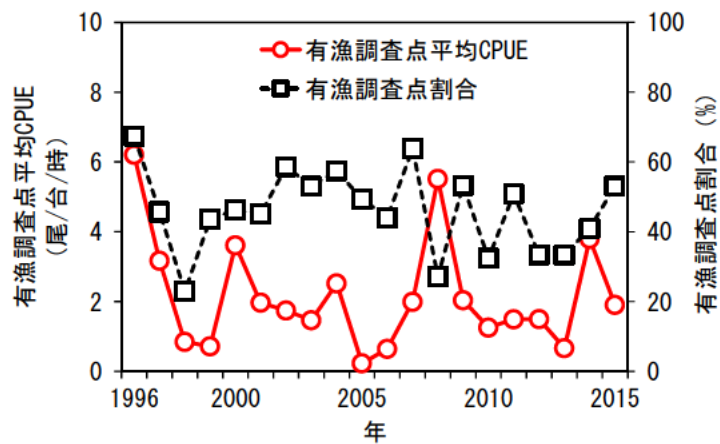


図 8. 一斉調査での有漁調査点平均 CPUE と有漁調査点割合

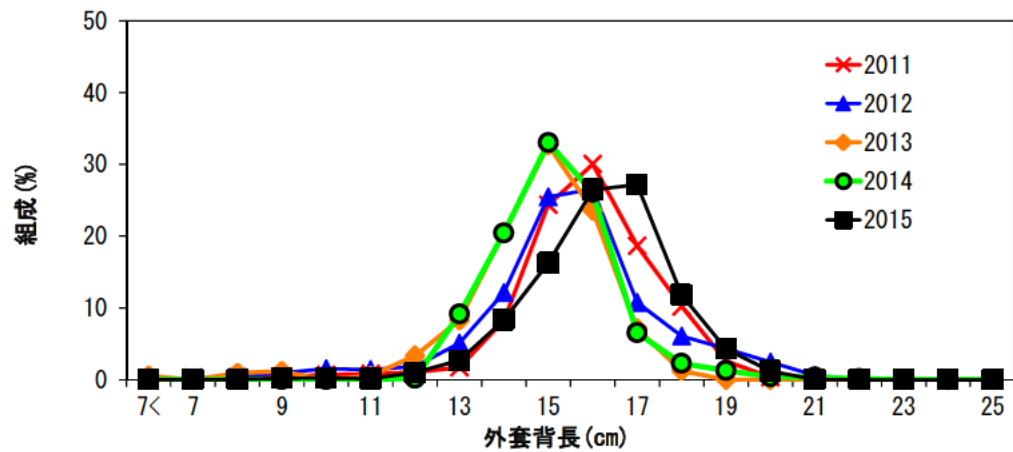


図 9. 一斉調査結果による外套背長組成

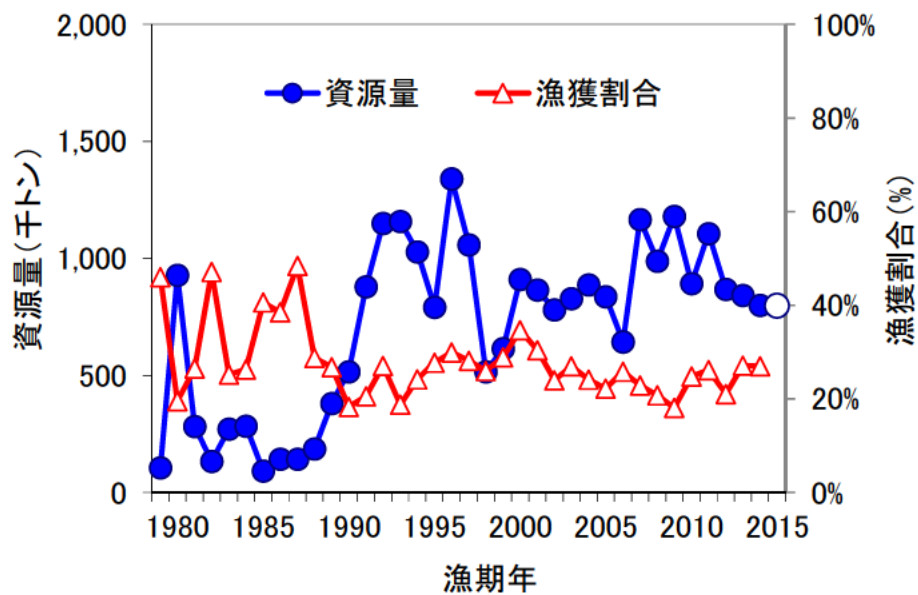


図 10. 資源量と漁獲割合

白丸で示す 2015 漁期年は加入量予測モデルからの推定値。

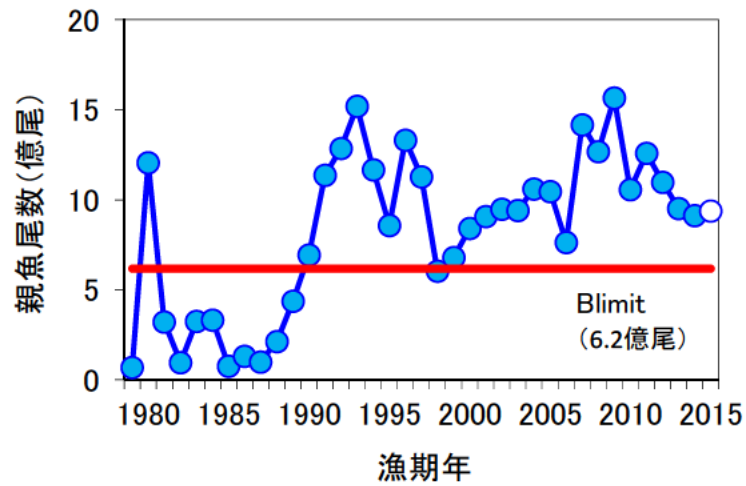


図 11. 親魚尾数の経年変化
白丸で示す 2015 漁期年は暫定値。

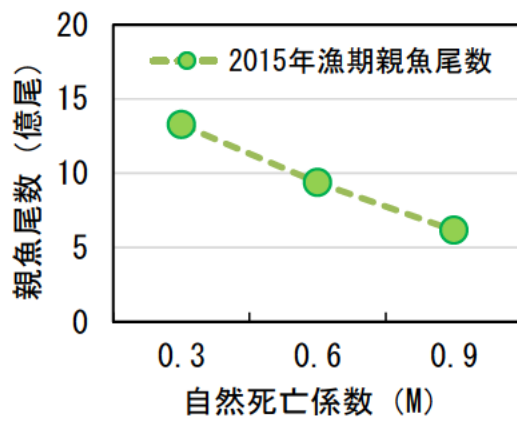


図 12. 自然死亡係数と親魚尾数の関係 (標準値: $M=0.6$)

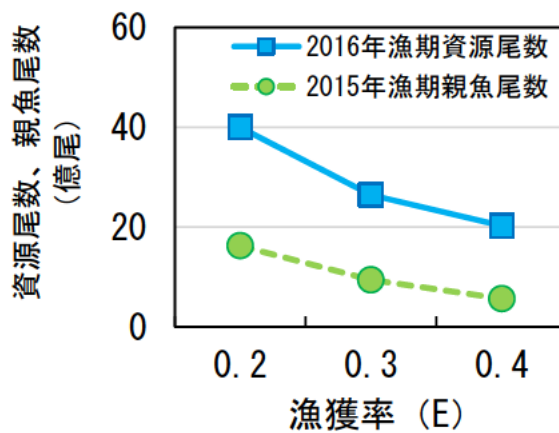


図 13. 漁獲率と資源尾数および親魚尾数の関係 (標準値: $E=0.3$)

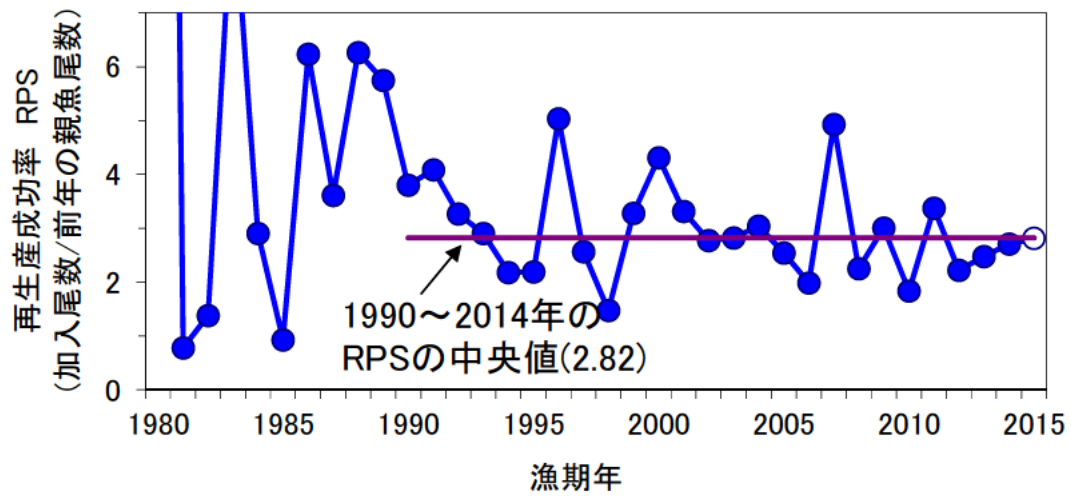


図 14. 再生産成功率の経年変化
白丸で示す 2015 漁期年は暫定値。

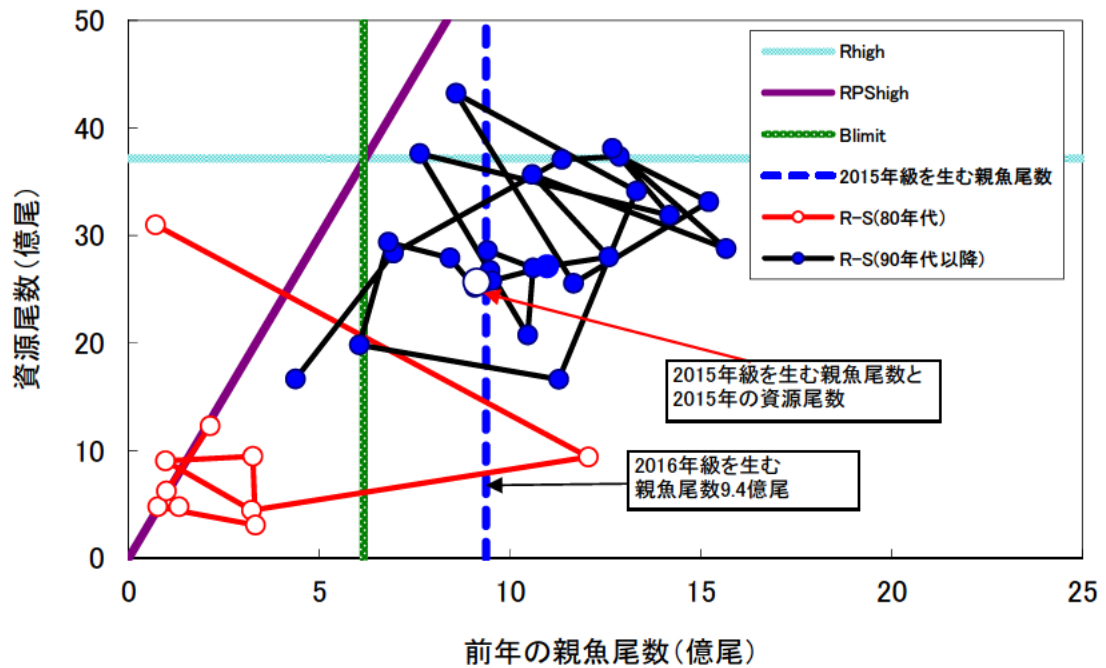


図 15. 再生産関係 赤丸は寒冷期（1980～1989 漁期年）、
青丸は温暖期（1990～2015 漁期年）。
2015 漁期年の値は暫定値。図中の緑線は Blimit（6.2 億尾）を示す。

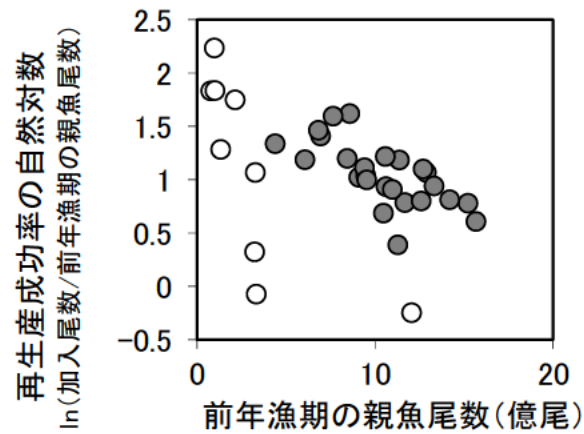


図 16. 親魚尾数と再生産成功率の関係
白丸は寒冷期（1981～1989 漁期年）、黒丸は温暖期（1990～2014 漁期年）。

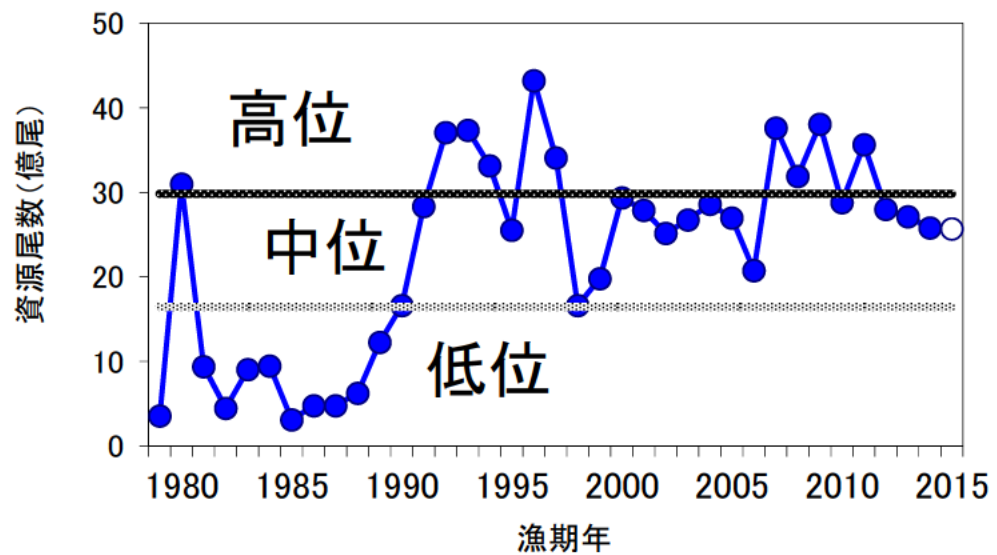


図 17. 資源尾数と資源水準の境界
白丸で示す 2015 漁期年は加入量予測モデルからの推定値。

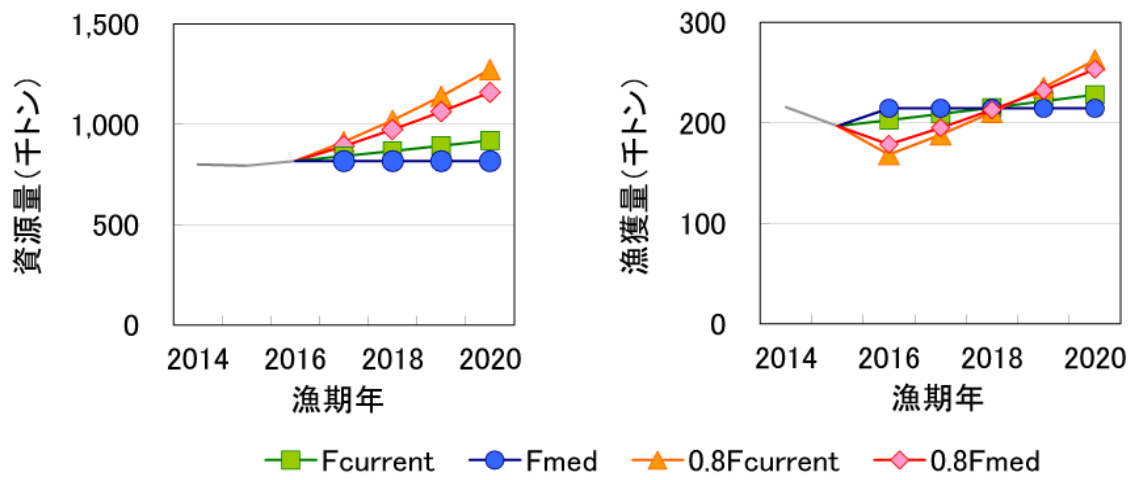


図 18. 漁獲係数 (F) を変化させた場合の資源量 (左図) と漁獲量 (右図) の将来予測

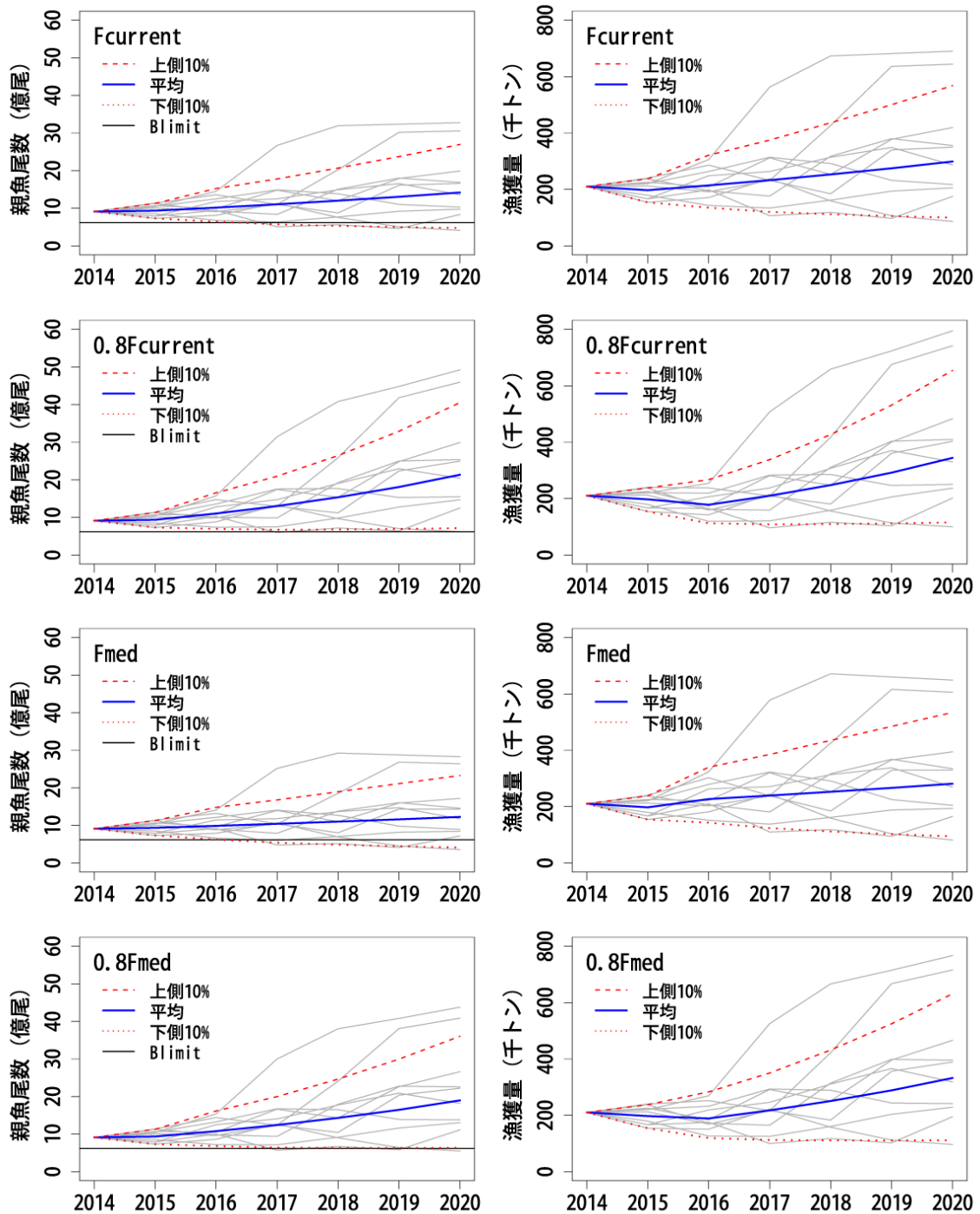


図 19. Fcurrent、0.8Fcurrent、Fmed、0.8Fmed で漁獲した場合の加入量の変動を考慮した 100,000 回のシミュレーションによる親魚尾数と漁獲量の将来予測
 灰色の線は、100,000 回の試行のうち、任意の 10 組の加入条件を与えた場合の、各推移、太い青実線、細い破線と点線および細い黒実線は、それぞれ 100,000 回の試行による平均値、上側 10%と下側 10%点および Blimit (6.2 億尾) を示す。

表 1. 月齢別平均体長と平均体重

孵化後の月数	4 ヶ月	5 ヶ月	6 ヶ月	7 ヶ月	8 ヶ月	9 ヶ月
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太平洋における小型いか釣り船 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 CPUE
	日本	韓国	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		0.3
1980	164,659	16,383	181,041		2.7
1981	58,903	15,673	74,576		0.8
1982	49,025	13,799	62,824		0.4
1983	54,350	13,813	68,162		0.8
1984	61,406	13,140	74,546		0.8
1985	24,976	12,498	37,474		0.3
1986	39,858	14,945	54,802		0.4
1987	47,689	21,520	69,209		0.4
1988	40,368	13,436	53,803		0.5
1989	70,006	31,894	101,900		1.1
1990	69,910	24,319	94,229		1.4
1991	121,272	59,101	180,373		2.5
1992	238,517	72,200	310,717		3.2
1993	154,048	62,902	216,949		3.2
1994	174,743	73,630	248,373		2.9
1995	154,358	65,056	219,414		2.2
1996	269,605	131,711	401,315		3.7
1997	224,088	73,573	297,661		3.0
1998	76,264	57,611	133,875		1.4
1999	98,263	79,338	177,601		1.7
2000	231,030	84,366	315,395		2.5
2001	177,165	85,779	262,944		2.4
2002	128,252	58,669	186,921		2.2
2003	135,534	88,320	223,854		2.3
2004	142,837	70,773	213,610		2.5
2005	117,196	68,174	185,370		2.3
2006	89,025	77,021	166,046		1.8
2007	188,312	78,287	266,599		3.3
2008	138,713	66,756	205,468		2.8
2009	139,825	73,301	213,126		3.3
2010	145,301	75,922	221,223		2.5
2011	185,908	103,703	289,611		3.1
2012	111,452	71,145	182,597		2.4
2013	140,397	87,761	228,158		2.4
2014	132,939	82,763	215,702		2.2

注：漁獲量の単位はトン、CPUEの単位は千尾/隻/日。

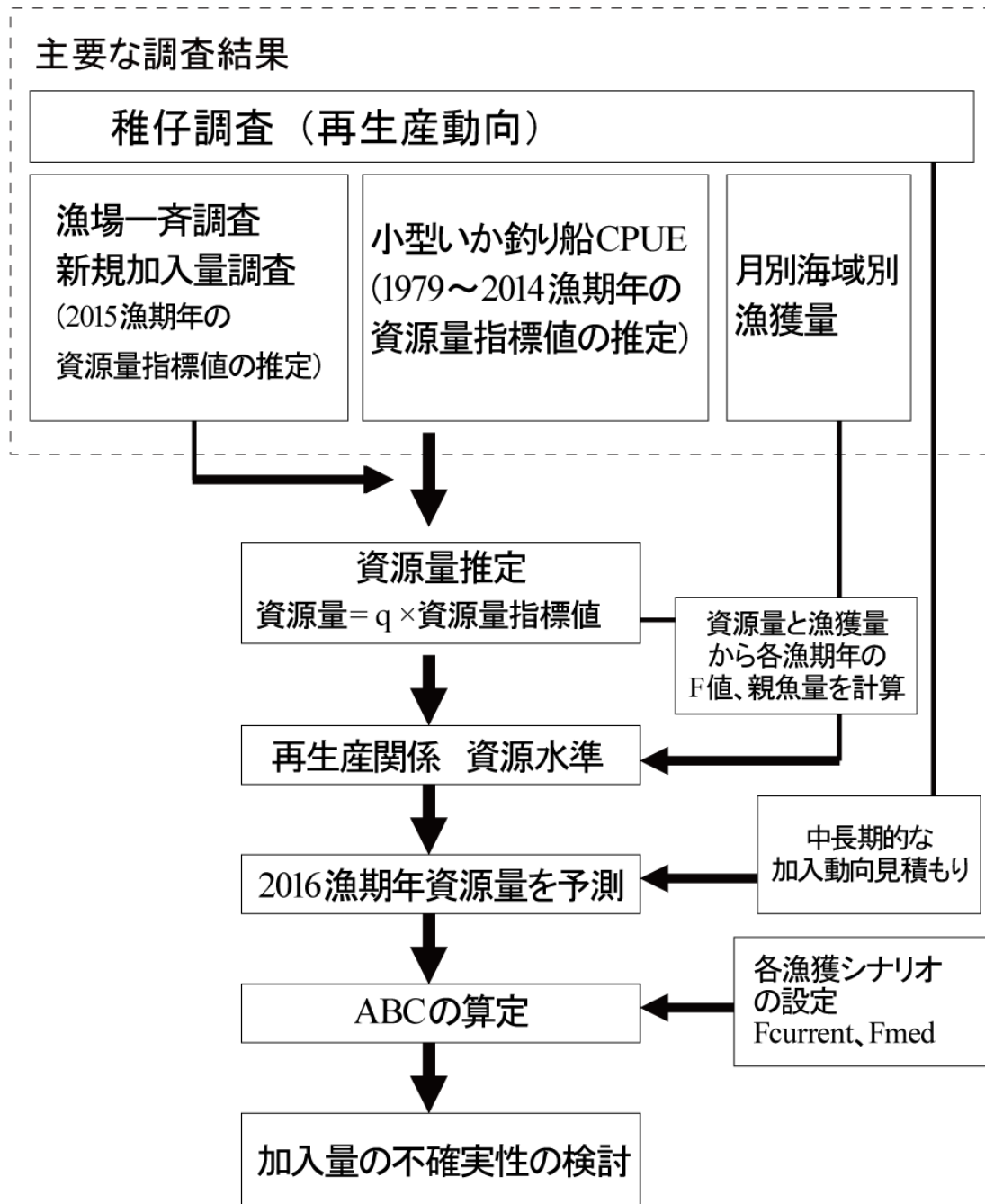
1964～1978年の太平洋側漁獲量は暦年、1979年以降の漁獲量は漁期年（4月～翌年3月）の値。

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	漁獲量 (千トン)	再生産 成功率
1979	3.5	106	0.7	21	46	1.01	49	
1980	31.0	928	12.1	361	20	0.34	181	43.99
1981	9.4	282	3.2	97	26	0.47	75	0.78
1982	4.5	133	1.0	29	47	0.93	63	1.38
1983	9.0	271	3.3	98	25	0.42	68	9.34
1984	9.5	284	3.3	100	26	0.45	75	2.91
1985	3.1	92	0.8	23	41	0.80	37	0.93
1986	4.8	143	1.3	40	38	0.68	55	6.24
1987	4.8	143	1.0	30	48	0.97	69	3.61
1988	6.2	187	2.1	64	29	0.47	54	6.26
1989	12.3	381	4.4	136	27	0.43	102	5.75
1990	16.6	516	6.9	215	18	0.28	94	3.80
1991	28.3	879	11.4	352	21	0.31	180	4.08
1992	37.1	1,150	12.9	399	27	0.46	311	3.26
1993	37.3	1,158	15.2	472	19	0.30	217	2.90
1994	33.1	1,028	11.7	362	24	0.44	248	2.18
1995	25.5	792	8.6	266	28	0.49	219	2.19
1996	43.2	1,341	13.3	413	30	0.58	401	5.04
1997	34.1	1,058	11.3	350	28	0.51	298	2.56
1998	16.6	516	6.0	188	26	0.41	134	1.47
1999	19.8	615	6.8	211	29	0.47	178	3.28
2000	29.4	911	8.4	261	35	0.65	315	4.31
2001	27.9	865	9.1	281	30	0.52	263	3.31
2002	25.2	780	9.5	294	24	0.38	187	2.77
2003	26.7	829	9.4	292	27	0.44	224	2.82
2004	28.6	887	10.6	329	24	0.39	214	3.04
2005	27.0	837	10.5	324	22	0.35	185	2.54
2006	20.7	644	7.6	237	26	0.40	166	1.98
2007	37.6	1,167	14.2	440	23	0.38	267	4.93
2008	31.9	989	12.7	393	21	0.32	205	2.25
2009	38.1	1,181	15.7	486	18	0.29	213	3.00
2010	28.8	892	10.6	328	25	0.40	221	1.84
2011	35.7	1,106	12.6	391	26	0.44	290	3.37
2012	28.0	868	11.0	340	21	0.34	183	2.22
2013	27.1	842	9.5	295	27	0.45	228	2.47
2014	25.8	800	9.1	283	27	0.44	216	2.71
2015	25.7	796	9.4	291	25	0.41	197	2.81

注：漁獲係数および再生産成功率は尾数に対応する値。2015 年の値は、加入量推定値、 $F_{current}$ 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 資源評価方法

2-1. 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、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。

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
	振興	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	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
オホーツク	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
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

2-2. 資源計算に用いた数値

(1) 資源量指標値

資源量指標値は、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 6～12 月の平均 CPUE とした。なお、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）。

2015 漁期年の小型いか釣り船 CPUE は資源評価実施時点では得られないため、一斉調査結果（補足資料 4-3）および加入量調査結果（補足資料 4-2）と小型いか釣り船の CPUE の関係から、小型いか釣り船の CPUE を推定する重回帰モデル（加入量予測モデル）を

作成した。得られた重回帰式 (1) を用いて 2015 漁期年の資源量指標値を推定した。

$$U_t = 0.00709X_t + 2.00Y_t + 1.23 \quad (1)$$

ここで、 U_t は t 漁期年の宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船の 6～12 月までの平均 CPUE、 X_t は加入量調査における外套背長 10cm 未満個体の漁獲尾数から算出した小型個体の資源量指数（補足資料 4-2、補足表 4-1）、 Y_t は一斉調査の有漁調査点における CPUE から算出した大型個体の資源量指数（補足資料 4-3、補足表 4-2）である。補足図 2 に推定された CPUE と小型いか釣り船 CPUE の対比を示す。

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 漁期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 漁期年、1989～2007 漁期年）の月別の漁獲物平均体重を仮定して尾数に換算し、本報告書での小型イカ釣り船 CPUE とした。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（加入後 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。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）。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漁期年中の漁獲尾数とした。また、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 漁期年以前 300g、1989 漁期年以降 310g）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。

2-3. 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、以下のように示せると仮定した。

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

ここで N_t は t 漁期年の資源尾数（億尾）、 U_t は t 漁期年の資源量指標値（千尾／隻／日）、 q は係数である。過去の資源解析結果から、スルメイカの漁獲率 (E) は 0.2～0.4 の水準にあると推定された（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、森 2006）。そこで、1979～2001 漁期年の E の平均値が 0.3 となるように係数 q を推定した。その結果、係数 q は 11.53 となり、この値を以後の解析に用いた。

当資源に対する漁獲圧はパルス的であると仮定し、Pope の式（(3) 式）を用い漁獲係数 F_t を求めて（4）式により計算される獲り残し数を、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

2016 漁期年の加入資源尾数予測は以下の手順で行った。

1996～2014 漁期年の宮城県～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、各漁期年6～12月における小型いか釣り船の平均CPUE（千尾／隻／日）を計算した。求められた小型いか釣り船の平均CPUE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2015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、2015 漁期年の小型いか釣り船のCPUE（2.2千尾／隻／日）を推定し、2015 漁期年の資源量指標値とした。2015 漁期年の資源量指標値を（2）式に代入し、係数 q （11.53）をかけて2015 漁期年の資源尾数（資源量）を計算した。

2015 漁期年資源尾数=25.7億尾（796千トン）

- ② 2015 漁期年の漁獲尾数は F_{current} （2012～2014 漁期年の平均漁獲係数）を用い、（3）式を変形して算出した。

2015 漁期年漁獲尾数=6.4億尾（197千トン）

- ③ 2015 漁期年の資源尾数、推定漁獲尾数、自然死亡係数から（4）式により、2016 漁期年の加入群を産む親魚尾数を計算した。

2016 漁期年の加入群を産む親魚尾数=9.4億尾（291千トン）

- ④ 図15および表3から、1990～2014 漁期年のRPSの中央値（RPSmed）を期待される再生産関係とした。

1990～2014 漁期年のRPSの中央値=2.82

- ⑤ 2016 漁期年の加入群を産む親魚尾数と RPSmed から、2016 漁期年に加入する資源尾数

を算出した。

2016漁期年資源尾数=26.4億尾（820千トン）

⑥ 2016漁期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。

2016漁期年漁獲尾数（Fmedの場合）=6.9億尾（215千トン）

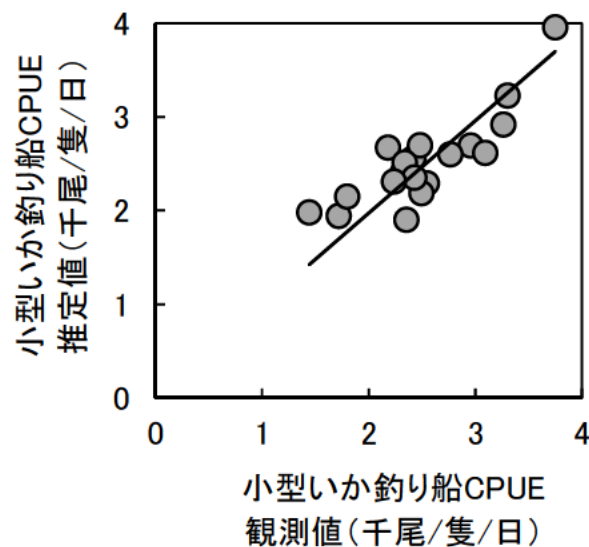
2-4. 引用文献

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. 小型いか釣り船 CPUE の観測値と
加入量予測モデルから推定した CPUE の比較

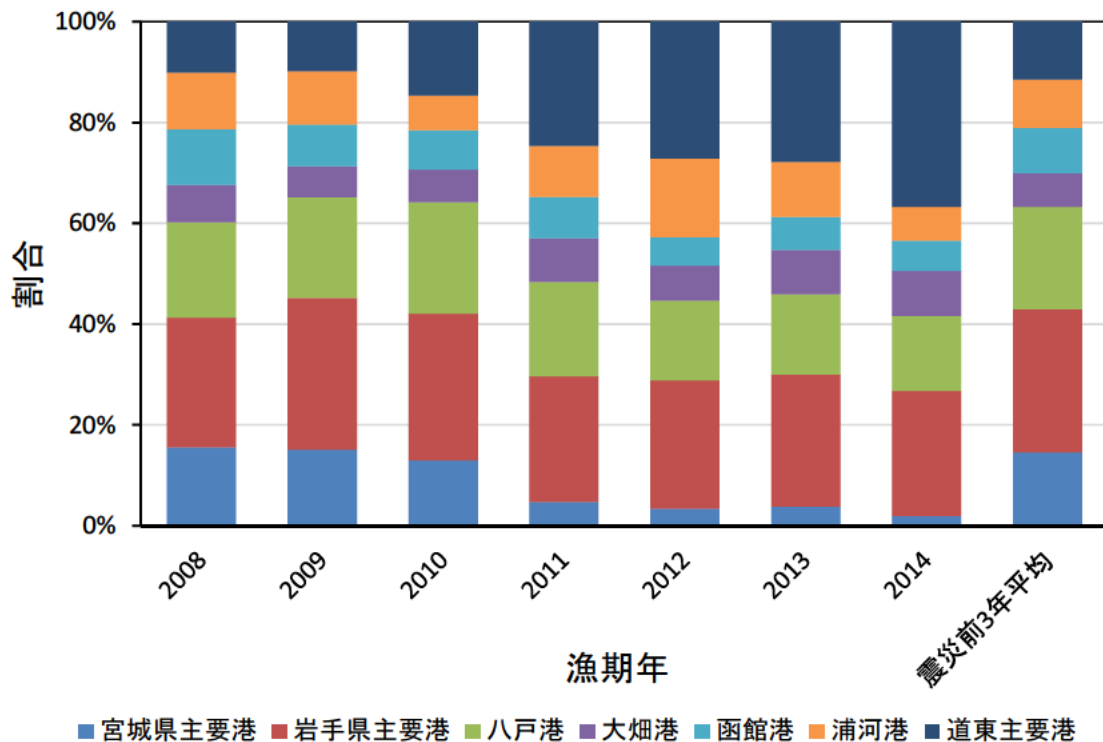
補足表 2-2. 漁獲物における月別平均体重

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

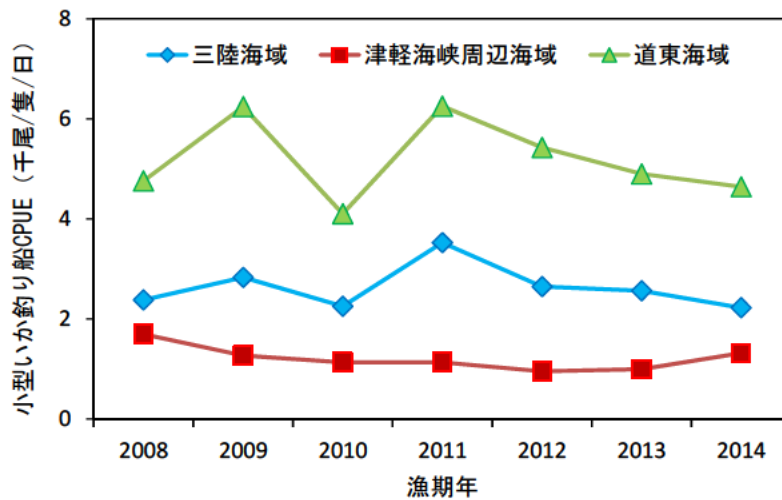
補足資料 3 2011 漁期年以降の資源量指標値の補正

スルメイカ冬季発生系群は小型いか釣り船 CPUE（宮城県～北海道太平洋岸主要港）を資源量指標値としている。2011 年 3 月の東日本大震災の影響により、2011 年漁期（6～12 月）以降における延べ出漁隻数は大きく変化した（図 5）。特に三陸沿岸の宮城県においては、震災前 3 年間平均と比して約 12～25%に減少し、逆に道東主要港では約 164～272%に増加した（補足図 3-1）。

これらは三陸沿岸における漁船数の減少、陸上の施設の被害および震災復興事業への従事等による操業隻数の減少と、燃油高騰の影響等により昼釣りを主体とした道東沿岸への漁船集中の影響と考えられる。道東海域（道東主要港、浦河港）の CPUE は三陸海域（宮城県主要港、岩手県主要港、八戸港）や津軽海峡周辺海域（函館港、大畑港）に比して高い傾向があり（補足図 3-2）、各海域間の出漁割合が大きく変化した状況の下、従来からの資源量指標値の計算方法（総漁獲尾数÷総延べ出漁隻数）を使用すると、2011 年以降の資源量指標値が過大推定される可能性がある。そこで、2012 年度の資源評価より、2011 漁期年以降の出漁隻数が震災前 3 年間（2008～2010 漁期年）の平均値であった場合に想定される補正出漁隻数（震災前 3 年間の平均出漁隻数）と補正漁獲尾数（補正係数×漁獲尾数）を年・月・主要港別に求め、合計補正出漁隻数あたり合計補正漁獲尾数を 2011 漁期年以降の資源量指標値とした。補正係数は、震災前 3 年間の平均出漁隻数÷当該年の出漁隻数として、年・月・主要港別に算出したものである。なお、操業海域の変化等の影響を除去した小型いか釣り船 CPUE の標準化を現在検討している（補足資料 5）。



補足図 3-1. 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出漁割合の推移



補足図 3-2. 三陸海域（宮城県主要港・岩手県主要港・八戸港）、津軽海峡周辺海域（大畑港・函館港）および道東海域（浦河港・道東主要港）の小型いか釣り船 CPUE の推移

補足資料 4 調査船調査の概要及び結果

4-1. 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）。将来に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 70cm、目合い 0.335mm）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。2015 年（調査年）の幼生密度は 97.2 尾／1000m³（速報値，前年比 306%）であり、近年 5 年平均を上回った（図 6）。親魚 1 億尾当たりの幼生密度は 10.6 尾／1000m³で近年 5 年平均（3.6 尾／1000m³）を上回った。2015 年は 2001 年以降の最高値であったが、2014 漁期年の親魚の南下回遊が早かったこと、秋季発生系群の産卵期が遅い親魚から発生した幼生が含まれていた等の可能性により、この調査で採集された幼生密度が高めになったことが考えられる。

2015 年のスルメイカ幼生の水平分布を補足図 4-1 に示す。2015 年の幼生は、過去の調査結果と同様に黒潮流軸の北側に広く分布していた。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。

4-2. 表層トロールによる加入量早期把握調査（加入量調査）

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の表層トロール調査（網口 25×25m、コッドエンド目合 10mm、夜間 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となるよう配置した。なお本調査は 1996 年以降、同一手法によって実施している。

調査時期が年により若干異なっているため、統一するため 5 月 8 日～6 月 10 日までの調査結果のみを利用することとした。また、1999 年以降は調査海域を東経 165 度以西に制限したため、1997～1998 年に実施した東経 165 度以東における結果は除外した。本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、加入量調査結果の年間比較には、外套背長 10cm 未満個体の漁獲尾数を示す（図 7）。

2014～2015 年のスルメイカ幼体の外套背長別水平分布状況を補足図 4-2 に、外套背長組成を補足図 4-3 に示す。2015 年の 5cm 未満と 5cm 以上の分布密度は、ともに 2014 年を下回った。外套背長のモードは 3cm 台であり、前年の外套背長組成よりもややサイズが大きい個体を中心であった（補足図 4-3）。

各調査点での外套背長 10cm 未満個体の漁獲尾数を幾何平均し、加入量予測モデルに用いる小型個体の資源量指数を算出した。小型個体の資源量指数は 6.0 尾（速報値）であり、1996 年以降では 3 番目に低い値であった（補足表 4-1）。

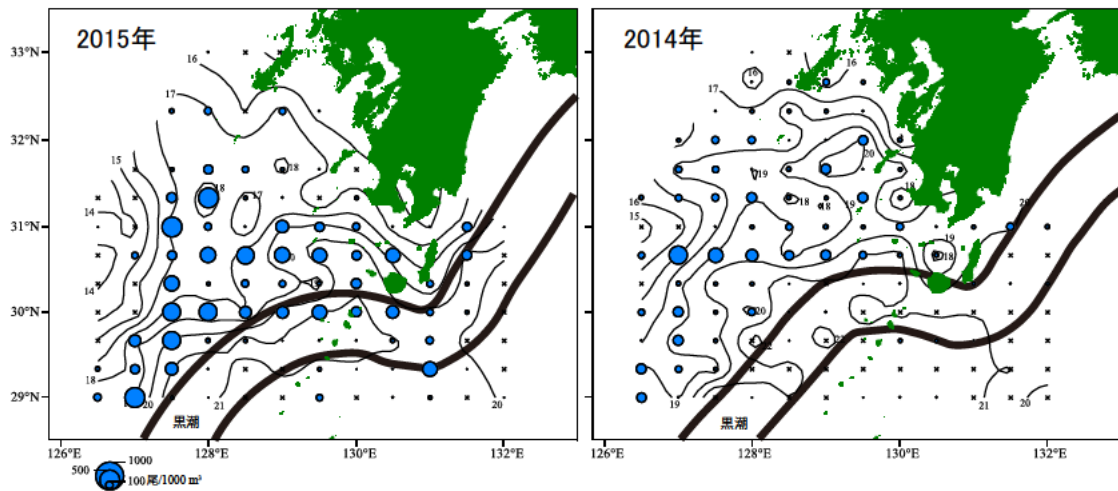
4-3. 第 1 次漁場一斉調査（一斉調査）

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、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いか釣り機を用いた釣獲調査を実施した（補足図 4-4）。なお、津軽海峡内（恵山岬～尻屋埼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、同海域内で漁獲されるスルメイカは日本海を北上し津軽海峡に來遊した秋季発生系群が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。また、1996 年および 2001 年の調査結果の中にそれぞれ 1 操業ずつ著しい外れ値が見られたため、これらをデータセットから除外した。

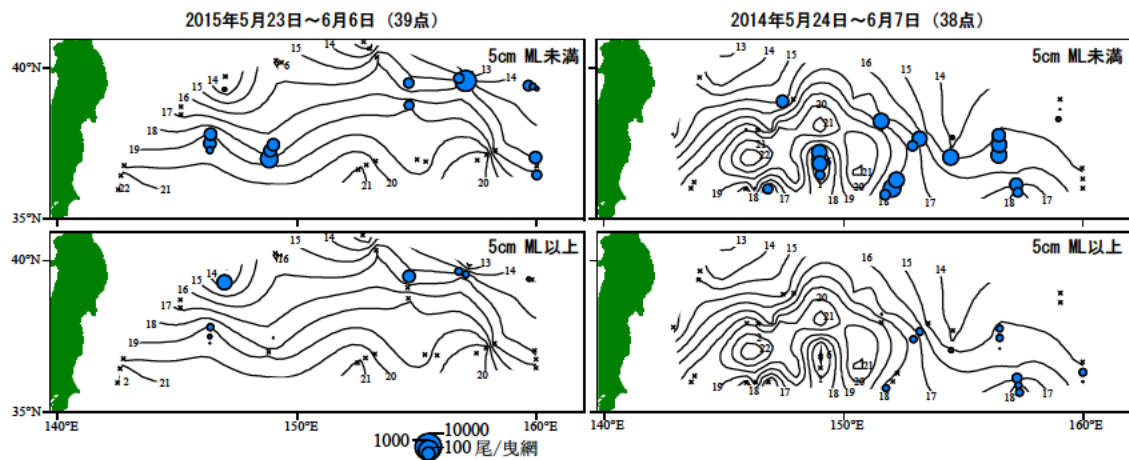
各有漁調査点における CPUE を幾何平均し、加入量予測モデルに用いる大型個体の資源量指数を算出した。2015 年の大型個体の資源量指数は 0.47 尾で、2014 年並みであった（補足表 4-2）。有漁点割合は 53%で、2014 年より調査海域内に広く分布していた。

4-4. 引用文献

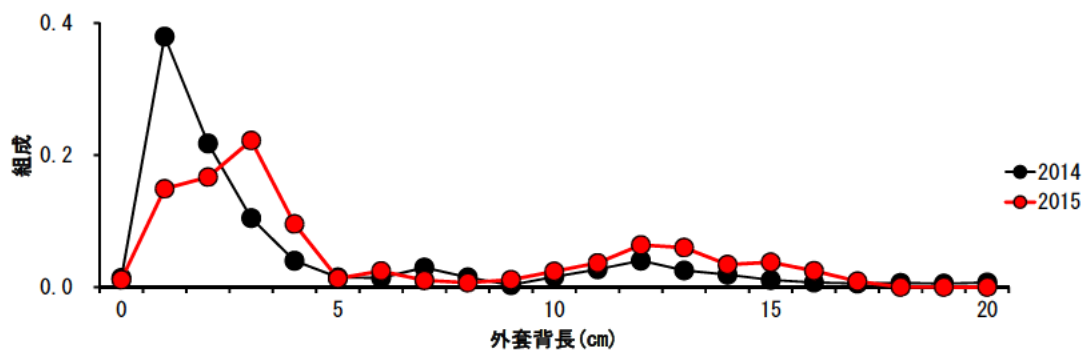
- 坂口健司・佐藤 充・三橋正基・木所英昭 (2009) 北海道周辺海域におけるスルメイカの日齢と発生時期. 日水誌, 75, 204-212.
- Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, T. Goto, and Y. Hiyama (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., 57, 24-30.



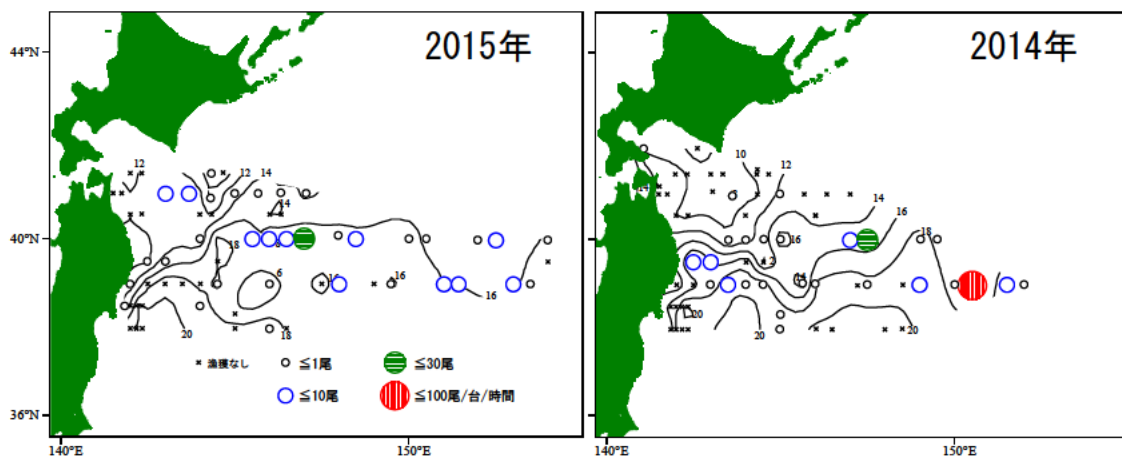
補足図 4-1. 2014 年、2015 年 1 月下旬～2 月下旬の九州南西海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布（尾数／1000m³）、海面水温（細実線）および黒潮流路（2 本の太実線） 黒潮流路は、海洋速報（<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>）を引用。



補足図 4-2. 2014 年、2015 年 5～6 月に表層トロールネットで漁獲した幼体の水平分布（尾／曳網）と海面水温（×は漁獲がなかった調査点）



補足図 4-3. 表層トロールネットで漁獲された幼体の外套背長組成

補足図 4-4. 2014、2015 年に実施された第 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。

補足表 4-1. 加入量早期把握調査による小型個体の資源量指数

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
小型個体指数	9.8	4.5	4.8	10.6	13.9	27.6	61.5	59.6	53.1	142.0
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	49.2	43.9	110.9	199.3	51.9	33.5	39.9	18.1	14.1	6.0

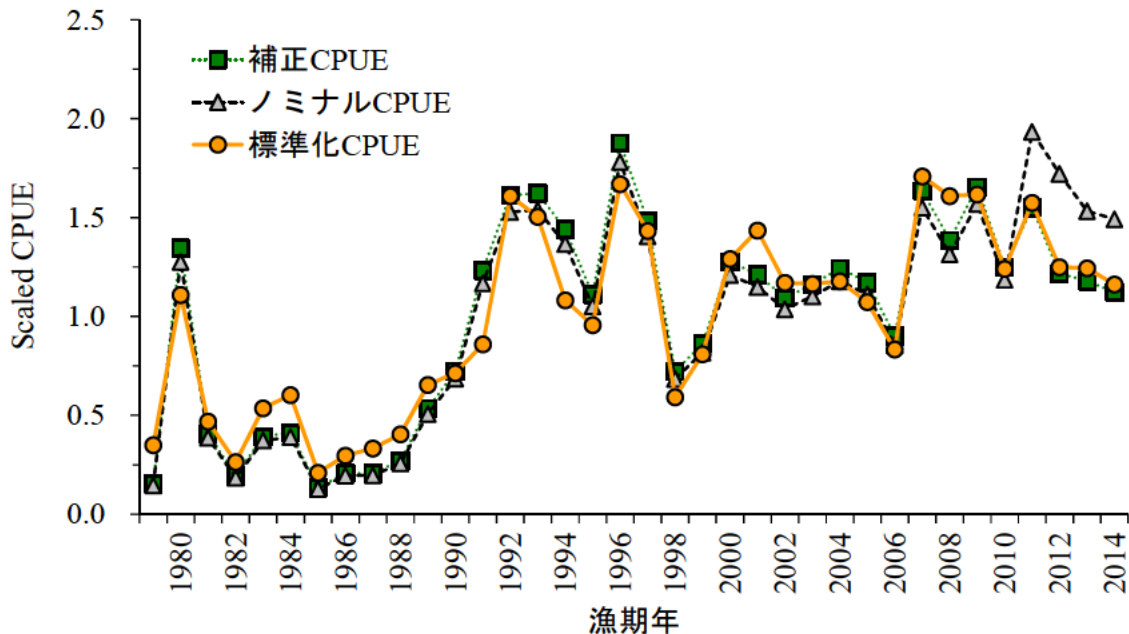
補足表 4-2. 漁場一斉調査による大型個体の資源量指数

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
大型個体指数	1.32	0.71	0.35	0.31	0.48	0.56	0.50	0.37	0.54	0.13
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	0.28	0.68	0.29	0.29	0.29	0.57	0.41	0.27	0.49	0.47

補足資料 5 小型いか釣り船 CPUE の標準化

宮城県から北海道の太平洋沿岸主要港における小型いか釣り船の海域による出漁割合は年変動を示しており（補足図 3-1）、小型いか釣り船 CPUE は海域によって異なる傾向がある（補足図 3-2）。小型いか釣り船 CPUE は月によっても違いが見られるため、それらの影響を除去した小型いか釣り船 CPUE の標準化を試みた。標準化には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、ノミナル CPUE（総水揚げ量÷総水揚げ隻日数）と比較した結果、標準化 CPUE の全体的な変動傾向はノミナル CPUE と大きく変わらず、ノミナル CPUE で懸念されていた 2011 漁期年以降の過大評価（補足資料 3）は下方修正された（補足図 5）。なお、2011 漁期年以降の補正 CPUE（補足資料 3）は標準化 CPUE と似通っており妥当な補正であると考えられる。この標準化 CPUE は、次年度以降の資源評価において、資源量指標値として適用することを目指し、現在検討を進めている。



補足図 5. 標準化 CPUE、ノミナル CPUE および補正 CPUE（補足資料 3）の年推移
それぞれ平均値で除すことで規準化している（2010 漁期年以前のノミナル CPUE と補正 CPUE はスケーリングのため若干ずれがあるが値は同値）。