

平成 23 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（山下紀生、加賀敏樹、福若雅章）

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、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、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

スルメイカ冬季発生系群の資源量は、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であり、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。資源量は直近年においてはやや減少しているものの依然として1990年代以降の水準を保っており、近年は概ね800千～1,200千トンで推移している。

2011年資源量は調査結果から898千トン、親魚量は11.8億尾と推定され、Blimit（6.0億尾）を上回っている。また海洋環境の変化が資源動向に大きな影響を及ぼすと考えられているが、近年の調査結果から不適な環境の兆候はみられていない。以上より、本系群の資源量は今後も好適な海洋環境下での再生産関係に従って資源が変動すると判断した。

上記の資源状況から、2012年のABCは資源水準を維持する漁獲シナリオ($F_{med}=0.47$)と現状の漁獲圧を維持するシナリオ($F_{current}=0.34$)に基づいて算定した。その結果、2012年のABCは、資源水準の維持(F_{med})には271千トン、現状の漁獲圧の維持($F_{current}$)では215千トンとなった。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2012 年 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	0.34 (1.00 Fcurrent)	21%	148 千トン ～ 928 千トン	344 千 トン	81%	96%	215 千トン (142 千トン)
現状の親魚量 の維持 (Fmed)*	0.47 (1.39 Fcurrent)	28%	114 千トン ～ 717 千トン	335 千 トン	48%	81%	271 千トン (179 千トン)
コメント <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 漁獲量は不安定に推移しており、資源量は短期的に変動していると推測される。 ・ 2012 年 ABC の () 内は我が国 EEZ 内の漁獲量。 ・ F 値、漁獲割合、将来漁獲量および評価は 2012 年漁期の値。 ・ ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 海洋環境の変化によって資源動向が変化する兆候（水温、産卵場の変化）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。 ・ 平成 23 年に定められた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。」こととしており、当方針に合致するのは*である。 							

現状の漁獲圧を示す Fcurrent は直近 3 年間（2008～2010 年）の平均の F である。Fmed は 1990～2010 年の再生産成功率(RPS)の中央値に基づいて算定。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（20,000 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。表中の現状親魚量は 2011 年の親魚量（11.8 億尾）、将来漁獲量の 5 年後は 2016 年、5 年平均は 2012～2016 年の平均値である。我が国 EEZ 内の漁獲量は、2006～2010 年の全漁獲量に対する我が国 EEZ 内における漁獲量の平均割合(0.66)から算出。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2009	1,175	213	0.29	19%
2010	888	219	0.40	24%
2011	898	-	-	-

※ 漁期年の値。

	指 標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	6.0 億尾 (186 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。
2011 年	親魚量	11.8 億尾 (364 千トン)	

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) 主要港水揚量 (北海道・北海道水試集計速報値・全漁連) 韓国漁獲統計量(URL : http://fs.fips.go.kr/main.jsp) 生物情報収集調査 (水研セ、北海道～高知(14)県) 外国漁船漁獲量等集計委託事業年報 韓国漁船 (水産庁)
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) 第一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)県)

1. まえがき

スルメイカは我が国で最も重要な水産資源の1つであり、平成20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）におけるスルメイカの占める割合は約5%、生産額（養殖業を除く）では約4%である。スルメイカを主な漁獲対象とする近海および沿岸いか釣り漁労体数は約15千にのぼり、スルメイカの資源動向は我が国の漁業に大きな影響を与える。また、スルメイカは定置網、底びき網、まき網等によっても漁獲され、近年、太平洋側ではいか釣り以外による漁獲量が全体の約60%を占めるようになった。

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、秋季発生系群と比較して資源量の変動が大きく、特に太平洋、オホーツク海での変動が顕著である。

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。その中でも秋から冬にかけて再生産を行う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）。冬季発生系群の分布を図1に示す。冬季発生系群は最も広域に分布する系群であり、太平洋海域が漁獲の主体となっている。卵期の分布は明らかになっていないが、幼生、幼体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。太平洋側に來遊した群れは、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、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 2011）。

$$DML = \frac{24.5}{1 + e^{(4.60 - 0.0349t)}}$$

（DMLは外套背長（cm）、 t は孵化後の日数）

表1、図2に平均的な成長を示す。

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(cm)	9.8	16.0	20.7	23.0	24.0	24.3
体重(g)	16	79	181	253	290	302

(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り、雄は孵化後7～8ヶ月から生殖腺が発達し始め、約9ヶ月で成熟に達し、雌と交接を始める。一方、雌の成熟開始月齢は孵化後約10ヶ月以降であり、雄よりも遅い。

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、九州周辺海域での孵化直後と推定される幼生や成熟個体の分布から、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）。産卵期は幼生の出現頻度や周辺海域の漁業実態から1～3月と推定される。

(4) 被捕食関係

胃内容物調査結果から、幼体～若齢期には動物プランクトンを捕食し、外套背長15cm以上では動物プランクトン、小型魚類、イカ類を捕食する（沖山 1965）。

スルメイカは幼生から成体まで、大型魚類、海産ほ乳類等に被食されると考えられているが、これらの被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に示した。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（オホーツク海を含む）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合計漁獲量の約50%を占め、2002年には71%に達した。2010年の釣り以外の漁法の漁獲割合は61%であった。底びき網・まき網等による漁獲の増加はスルメイカ資源の増加とともにイワシ類やタラ類などの資源減少による漁獲対象種の変化が要因と考えられる。

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。中国および北朝鮮の漁獲の実態は不明である。なお、2010年の冬季発生系群全体の漁獲量に占める韓国漁獲量の割合は、31%（近年5年平均35%）と推定される（図4）。

(2) 漁獲量の推移

漁獲量の経年変化を図4に示す。なお、1978年以前は、月別海域別の漁獲統計資料が整理されていないため、発生時期の区分が困難であった。そこで、冬季発生系群が殆どを占めると推定される太平洋側の漁獲量を補足資料2-1に示した。

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560千トン（日本全国のスルメイカ漁獲量

の 84%を占めた。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いた。1989 年以降に再び増加傾向に転じ、1996 年には約 380 千トンであった。近年は約 150 千～270 千トンで推移している。2010 年 1～12 月の合計漁獲量は前年を 17 千トン下回る 199 千トンであった。なお、2010 年漁期（4 月から翌年 3 月）では、219 千トンであった（補足資料 2-2、補足表 2）。

(3) 漁獲努力量

小型いか釣り漁業の延べ出漁隻数を図 5 に示した。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、2009、および 2010 年には、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。集計した漁獲努力量は、補足資料 2-3 に示した方法に基づいて発生系群別に割り振った。それによると 2010 年の漁獲努力量は 25 千隻であり、2009 年の 89%、近年 5 年平均の 90%であった。長期的には概ね安定して推移している。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源量推定は、漁期年で行い、資源量指標値には東北・北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船 CPUE を用いた。なお、資源評価は重量単位ではなく尾数単位で解析を行った。このため資源量の計算は、推定された資源尾数に平均漁獲個体重量（1988 年以前 301 g、1989 年以降 310 g）を掛けて求めた。

資源尾数は資源量指数（補足資料 2-5）から推定した。資源尾数は資源量指数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割合に関する過去の知見（漁獲割合 $E=0.3$ ）に基づいて推定した（補足資料 2-5）。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

資源尾数を代表する資源量指標値は東北・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）とした。この平均 CPUE の経年変化を図 4 および補足資料 2-1 に示した。CPUE は 1989 年以降大きく増加し、1996 年に 3.7 千尾に達した後は 1998～1999 年にかけて大きく減少し、2000 年に再び増加、その後 2005 年まではほぼ横ばい傾向を示していた。2010 年は 2.5 千尾であった。2011 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、6 月に実施した第 1 次漁場一斉調査（以下；一斉調査）結果に加え、本年度の資源評価から 5～6 月に実施した新規加入量早期把握調査（以下；加入量調査）結果を加え、重回帰式を用いて（補足資料 2-4）、2011 年の資源量指標値を 2.5 千尾と推定した（補足資料 2-5）。

再生産動向を把握するために実施している稚仔調査結果を図 6 に示した。九州南西海域における調査の結果、2011 年の幼生平均密度は 47.9 尾/1000 m³（速報値）であり、2010

年の63%に相当し、2000年以降の平均密度(55.0尾)をやや下回っていた(補足資料3-1)。親魚尾数と幼生密度の関係に大きな変化は見られず、スルメイカの再生産にとって不適な海洋環境の変化の兆候は観察されていない。

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3-2に示した。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)(図7)は120.9尾(速報値)であり、2000年以降の平均採集尾数(415.9尾)を下回った。

一斉調査結果の推移を図8に示した(調査結果の詳細は補足資料3-3)。2011年の有漁調査点の平均CPUE(尾/台/時間)は1.76尾(前年比141%)、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52%(前年比160%)であった。

(3) 外套背長組成の推移

漁獲対象は月齢6ヶ月以降が主体になると考えられるが、漁獲物の月別月齢別体長組成は得られていない。体長組成の経年変化を表す指標の1つとして、一斉調査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に示した。外套背長組成は2007年以降、単峰型を示している。2011年のモードは16cmであり、前年を3cm上回った。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源計算を行った1979年以降の資源量および漁獲割合の経年変化を図10および補足資料2-2に示した。資源量は1981~1988年の間は300千トン以下の低い水準で推移していたが1989年以降増加に転じ、1996年には1,334千トンにまで増加した。その後は大きく変動する年はあるものの、概ね800千~1,200千トンの高い水準で推移している。一斉調査と加入量調査から推定した2011年の資源量は898千トンであり、近年5年平均の93%であった。漁獲割合は資源が増加した1989年以降、4年間(1996年、2000年、2001年、2009年)を除き20~30%で推移している。2010年の漁獲割合は24%であった。

図11に親魚尾数の経年変化を示した。ここでの親魚は翌年の加入群を産む親魚であり、その推定値は加入資源尾数から自然死亡係数を適用し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。親魚尾数は1980年代後半から増加傾向を示し、1993年には15億尾に達した。2010年の親魚尾数は10.6億尾であり、2009年の68%であった。2011年の親魚尾数は、2011年資源尾数(29.0億尾)に現状の漁獲係数に東日本大震災の影響を考慮した係数をかけて推定した2011年の漁獲係数(F2011)と自然死亡係数(M)を適用し減耗させて、11.8億尾と推定された(補足資料2-2、2-5)。

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に示した。標準値として仮定したM=0.6に対してM=0.3、0.9、1.2で計算したところ、2011年の親魚尾数は5.6~16.7億尾に変化した。同様に漁獲割合(E)を変化させた場合の親魚尾数および資源尾数を図13に示した。標準値として仮定したE=0.3に対してE=0.2、0.4、0.5で計算したところ、2011年の親魚尾数は5.3~19.7億尾に、資源尾数は17.4~43.5億尾に変化した。

(5) 資源水準・動向

2011年の資源尾数は29.0億尾(898千トン、図10)であり、1979～2011年の33年間の最高資源尾数(43.1億尾)と最低資源尾数(3.1億尾)の範囲を3等分した中で、中位水準に含まれた。なお、低位と中位の境界は16.4億尾、中位と高位の境界は29.7億尾である。動向は2007～2011年の5年間の変化から減少であると判断された。

(6) 再生産関係

図14に再生産成功率(RPS、加入尾数/親魚尾数)の経年変化を示す。RPSは1990年以降1.48～5.05の範囲で変動した(中央値2.91)。2010年のRPSは1.84であったが、2011年は2.75(暫定値)に増加したと推測された(補足資料2-2)。

図15、図16に再生産関係を示す。親魚尾数-RPS関係に負の関係が観察された(図16)。しかし、親魚尾数と加入尾数に観測誤差がある場合、親魚尾数に対して真のRPSがあっても観測誤差の影響により親魚尾数-RPS関係に負の関係が観察されることもあるため(桜本・鈴木2010)、この関係が密度効果によるものであるかは不明である。

(7) 今後の加入量の見積もり

スルメイカの資源量は中長期および短期の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は、産卵場形成の変化などの資源動向に大きな影響を与えると考えられる変動はなく、スルメイカの再生産にとって不適な海洋環境の変化の兆候は観察されていない。以上より、今後も1990年以降のスルメイカにとって好適な海洋環境が継続すると判断した。そこで、2012年以降のRPSは、1990年以降2010年までのRPSの中央値(RPSmed)と仮定した。

(8) Blimitの設定

近年、スルメイカ冬季発生系群は概ね高位～中位水準を維持している。そこで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をBlimit(186千トン、6.0億尾)と設定した(補足資料2-6)。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提案することとする。

(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)は0.34である。現状のFは1990年以降のRPSの中央値から推定した現状の資源水準を維持することが期待できる漁獲係数(Fmed=0.47)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する。

5. 2012 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であり、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。2011 年の親魚量は 11.8 億尾と推定され、Blimit を上回っている。資源動向の変化を示唆する産卵場形成位置等の生態的变化は観測されなかった。したがって、2012 年以降も好適な環境における加入量水準が期待できると判断した。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2012 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

2011 年級群の資源量水準は中位であり、2012 年級群を産出する親魚尾数は 11.8 億尾と推定されたことから、資源の回復措置を講じる閾値である Blimit (6.0 億尾) を上回っている。したがって ABC 算定規則の 1-1)-(1) を適用し、資源水準の維持が期待される漁獲シナリオに基づいて ABC を算定した。平成 23 年に定められた中期的管理方針は「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」としているため、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 時系列の中央値に基づいた Fmed と現状の漁獲圧を維持する方策として直近 3 年間 (2008～2010 年) の平均漁獲係数 (Fcurrent) を、ABC 算定のための漁獲シナリオとした。

2012 年級群を産出する親魚尾数は、一斉調査結果および加入量調査結果より推定された 2011 年級群の資源尾数が、東日本大震災の影響を考慮して推定した漁獲係数 F2011 で漁獲されると仮定し推定した (補足資料 2-5)。この将来予測において Fmed、Fcurrent およびそれらの予防的措置を講じた漁獲シナリオ (0.8Fmed、0.8Fcurrent) で漁獲した場合の漁獲量と資源量の推移を下表および図 17 に示す。2012 年以降の資源量と漁獲量は、Fcurrent で漁獲した場合は増加し Fmed で漁獲した場合は横ばいで推移する。

スルメイカ冬季発生系群の場合、資源計算は漁期年 (4 月～翌年 3 月) で行うが、ABC は暦年 (1～12 月) で設定する必要がある。そこで、直近 5 年の 1～3 月の漁獲量が漁期全体に占める割合 (0.19) から 2011 年級群の 1～3 月の漁獲量を推定し、同様に 4～12 月の漁獲量の割合 (0.81) から 2012 年級群の 4～12 月までの ABC を計算し、両者を合計して 2012 年の ABC とした。なお、我が国 EEZ 内の ABC 算定は、2006～2010 年の全漁獲量に対する我が国 EEZ 内における漁獲量の平均割合 (0.66) から算出した。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲の継続	F _{current} (F=0.34)	219	174	225	256	292	333	380
上記の予防的措置	0.8F _{current} (F=0.27)	219	174	186	226	276	337	411
現状の親魚量の維持	F _{med} (F=0.47)	219	174	294	294	294	294	294
上記の予防的措置	0.8F _{med} (F=0.37)	219	174	245	269	296	325	357
漁獲シナリオ	管理基準	資源量 (千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲の継続	F _{current} (F=0.34)	888	898	1,059	1,208	1,377	1,570	1,790
上記の予防的措置	0.8F _{current} (F=0.27)	888	898	1,059	1,292	1,576	1,923	2,345
現状の親魚量の維持	F _{med} (F=0.47)	888	898	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059
上記の予防的措置	0.8F _{med} (F=0.37)	888	898	1,059	1,164	1,278	1,403	1,541

※漁期年の値。

(3) 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、RPS の変動の不確実性を検討するためにシミュレーションを行なった。また資源評価結果の不確実性を考慮した予防的措置として、F_{current} および F_{med} に 0.8 を乗じた場合の予測についても併せて提示した。

シミュレーション (20,000 回試行) による 2012~2016 年級群の親魚尾数および漁獲量の推移を図 18 に示す。なお、2011 年の資源尾数は一斉調査と加入量調査結果からの推定値である。したがって、1996 年以降に観測された推定誤差を無作為抽出し、2011 年の資源尾数に加算した値をシミュレーションの初期値とした。RPS は、1990~2010 年に観測された値を重複を許して無作為に抽出した。

シミュレーションの結果、5 年後の親魚尾数が B_{limit} (6.0 億尾) を上回る確率は F_{current} で 96%、0.8F_{current} で 99%、F_{med} で 81%、0.8F_{med} で 94%であった。親魚尾数が 2011 年の親魚尾数 (11.8 億尾) を上回る確率は、F_{current} で 81%、0.8F_{current} で 91%、F_{med} で 48%、0.8F_{med} で 73%であった。1990 年以降の RPS が発生した場合、現状の漁獲圧は親魚尾数を高い確率で維持できると考えられる。

なお、ABC と将来漁獲量は 1990~2010 年の RPS の中央値に基づいて算定しているのに対し、加入量の不確実性を考慮したシミュレーションは同期間の RPS の無作為抽出により求めている。RPS の平均値 (3.04) は中央値よりも値が大きいため、図 18 に示す親魚尾数および漁獲量の推移は、RPS の中央値を用いた予測 (図 17) よりも楽観的になっている。

1990 年以降に観測された最も低い水準の RPS が連続的に発生した場合、資源水準は急激に低下する。このような低い水準の RPS の発生を予測することは困難であるため、現状を超えない程度の漁獲圧に留めておくことが望ましいと考える。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2012 年 ABC
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	0.34 (1.00 Fcurrent)	21%	148 千トン ～ 928 千トン	344 千 トン	81%	96%	215 千トン (142 千トン)
現状の漁獲圧 の維持 (予防的措置) (0.8Fcurrent)	0.27 (0.80 Fcurrent)	18%	160 千トン ～ 1,004 千ト ン	334 千 トン	91%	99%	184 千トン (121 千トン)
現状の親魚量 の維持 (Fmed)*	0.47 (1.39 Fcurrent)	28%	114 千トン ～ 717 千トン	335 千 トン	48%	81%	271 千トン (179 千トン)
現状の親魚量 の維持 (予防的措置) (0.8Fmed)	0.37 (1.11 Fcurrent)	23%	139 千トン ～ 872 千トン	344 千 トン	73%	94%	232 千トン (153 千トン)
コメント <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 漁獲量は不安定に推移しており、資源量は短期的に変動していると推測される。 ・ 2012 年 ABC の () 内は我が国 EEZ 内の漁獲量。 ・ F 値、漁獲割合、将来漁獲量および評価は 2012 年漁期の値。 ・ ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)を用いた。 ・ 海洋環境の変化によって資源動向が変化する兆候（水温、産卵場の変化）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。 ・ 平成 23 年に定められた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。」こととしており、当方針に合致するのは*である。 							

現状の漁獲圧を示す Fcurrent は直近 3 年間 (2008～2010 年) の平均の F である。Fmed は 1990～2010 年の再生産成功率(RPS)の中央値に基づいて算定。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 (20,000 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。表中の現状親魚量は 2011 年の親魚量 (11.8 億尾)、将来漁獲量の 5 年後は 2016 年、5 年平均は 2012～2016 年の平均値である。我が国 EEZ 内の漁獲量は、2006～2010 年の全漁獲量に対する我が国 EEZ 内における漁獲量の平均割合(0.66)から算出。

(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
2010年漁獲量確定値	2010年漁獲量の確定
2010年資源量指数の確定（小型いか釣り船の平均 CPUE）	水準・動向判断 2010年資源量確定 Blimit 1990年以降の RPS の中央値 管理基準値(Fmed)
2011年資源量指数（第1次漁場一斉調査の有漁調査点 CPUE、	2011年加入量の推定値の更新 （2010年親魚尾数と RPS を用いた推定値から、2011年一斉調査結果および新規加入量調査結果による推定値に置き換え）
新規加入量調査 CPUE)	
2010年月別漁獲尾数	1989年以降の平均体重

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)
2010年(当初)	Fmed	0.45	919	242 (157)	207 (134)	
2010年 (2010年再評価)	Fmed	0.47	694	192 (125)	164 (107)	
2010年 (2011年再評価)	Fmed	0.47	888	220 (155)	188 (132)	199 (140)
2011年(当初)	Fmed	0.47	807	217 (141)	185 (120)	
2011年 (2011年再評価)	Fmed	0.47	898	251 (166)	217 (144)	
※ 2010年、2011年とも TAC 設定の根拠となったシナリオについて行なった。 () は我が国EEZ内漁獲量。 資源量、F値は漁期に対する値、ABC、漁獲量は暦年。						

2010年級群と2011年級群に対する当初のABCについて、最新の情報をもとに再計算を行った。2010年級に対するABCが2010年再評価で減少した理由は、2010年の調査船調査から推定した資源量が当初の評価を大幅に下回ったため、ABCも減少した。しかし、2011年再評価時では、2010年漁期の小型いか釣り船CPUEから得られた2010年級の資源量が2010年再評価を上回ったため、ABCは当初評価に近い値となった。

2011年級に対するABCが2011年再評価で増加した理由は、2011年の調査船調査から推定した資源量が当初の評価を上回ったためである。

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 が大きく変動し、加入量や親魚量が予測値と大きく異なる可能性がある。したがって、予測値が実測値と大きく異なっていた場合、漁期前、漁期中に実施する漁場一斉調査（第1次、第2次）と加入量早期把握調査の結果を用いて再評価を行い、TAC を見直していく体制を整える必要がある。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.
- 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 Watanabe, T. (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., Rodionov, S., Minobe, S., and Bond, N. (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.
- 桜本和美・鈴木直樹(2010)誤差が再生産関係に与える影響の評価. 月刊海洋, 42, 217-222.
- Sakurai, Y., Kiyofuji, H., Saitoh, S., Goto, T. and Hiyama, Y. (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・福若雅章(2011)スルメイカ冬季発生系群の成長. 平成 22 年度スルメイカ資源評価協議会報告, 63-64.
- Yasunaka, S. and Hanawa, K. (2002) Regime shifts found in the North Hemisphere SST field. J. Meteorol. Soc. Jpn., 80, 119-135.

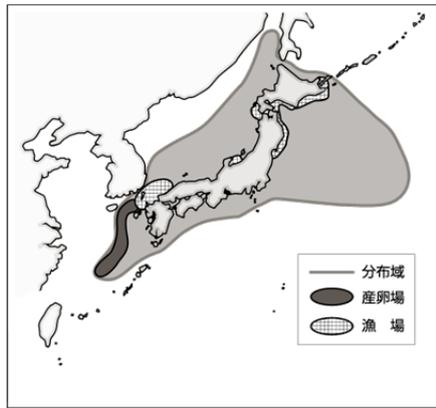


図 1. 分布図

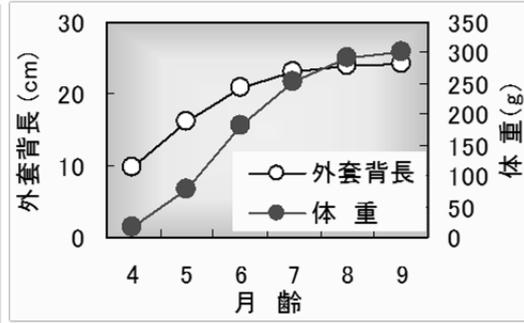


図 2. 成長

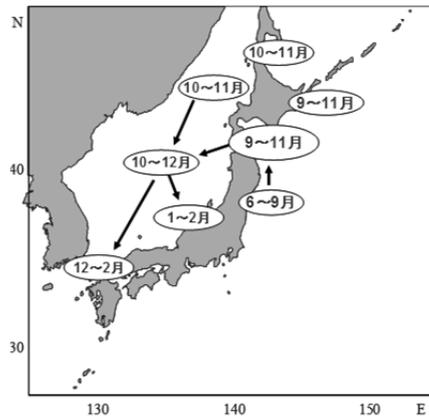


図 3. 主漁場図

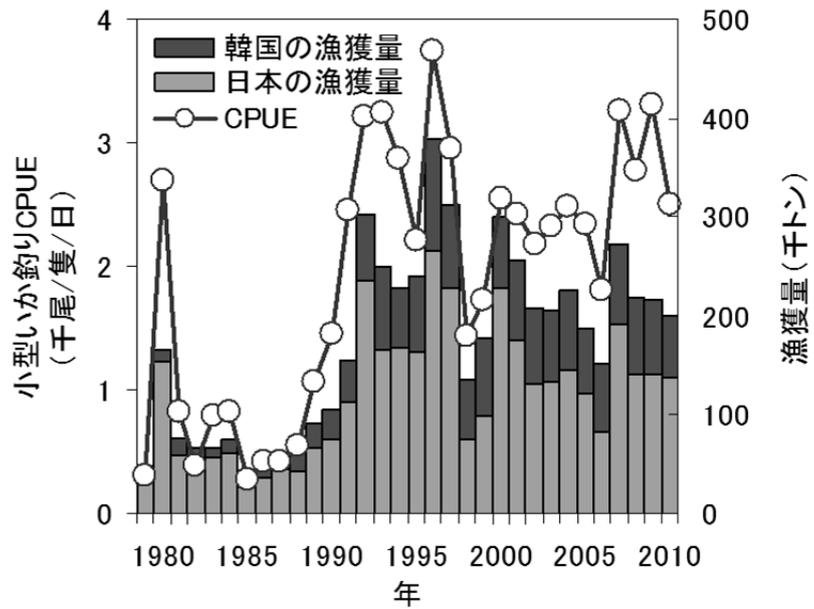


図 4. 漁獲量 (暦年、全漁業種類合計) と小型いか釣り船 CPUE

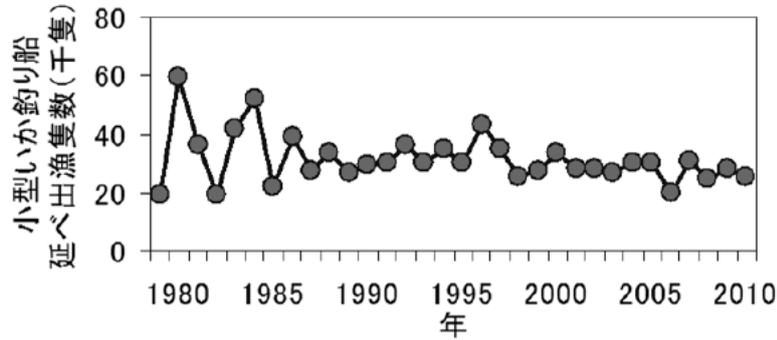


図5. 宮城県～北海道太平洋主要港における小型いか釣り船延べ出漁隻数

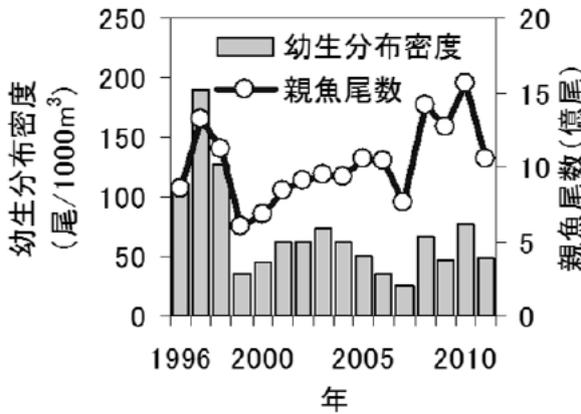


図6. 幼生の分布密度と親魚尾数
(親魚尾数は前年の値)

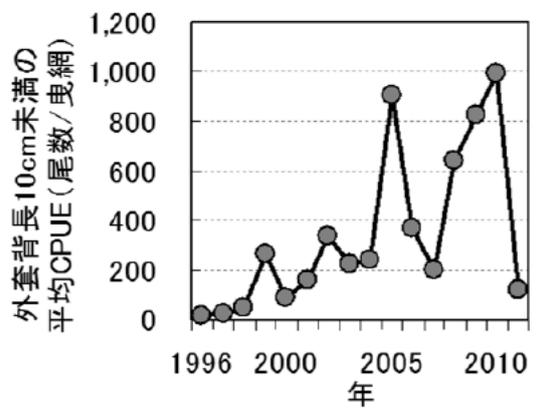


図7. 加入量調査で漁獲された外套背長10cm未満の平均CPUE(曳網/尾数)

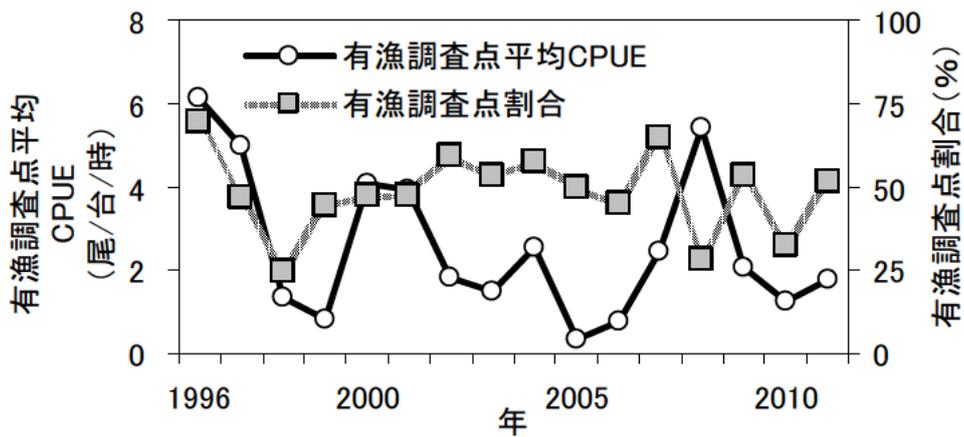


図8. 有漁調査点平均CPUEと有漁調査点割合

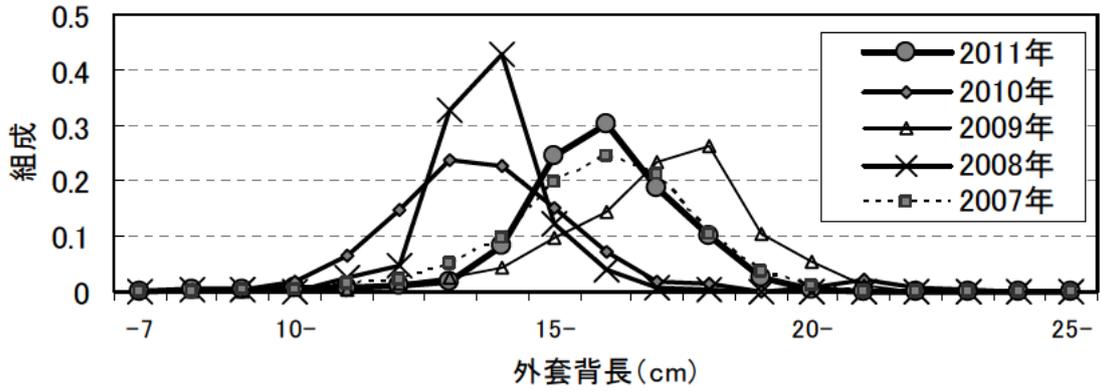


図9. 漁場一斉調査結果による外套背長組成

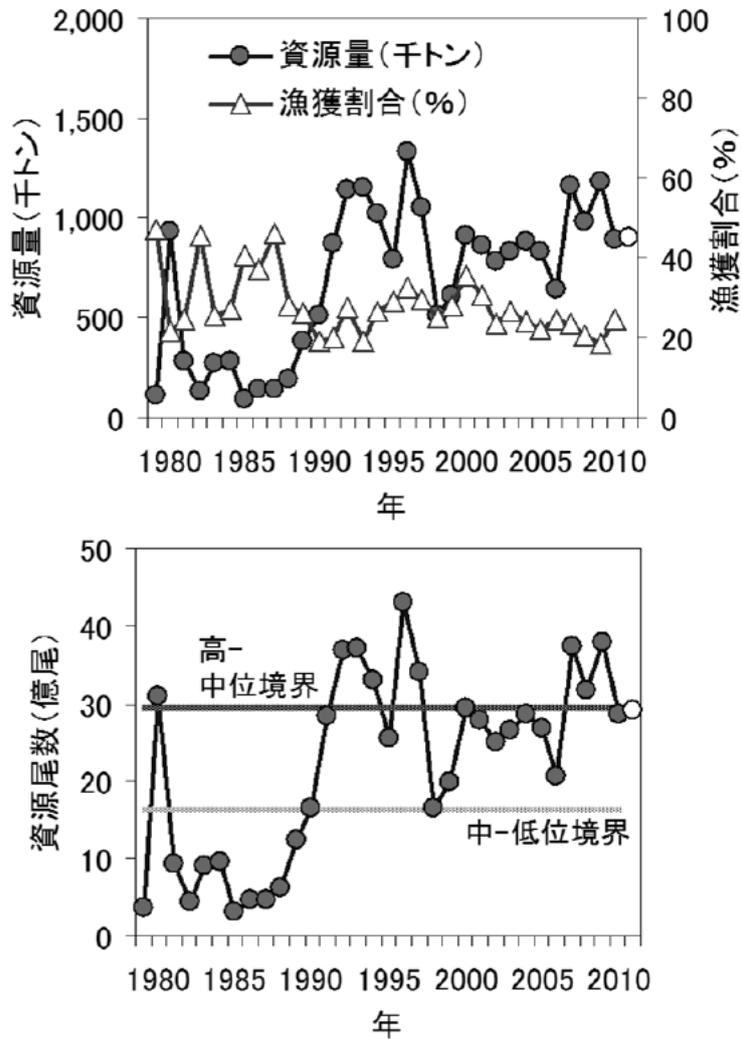


図10. 資源量と漁獲割合（上図）と資源尾数と資源水準の境界（下図）
（白丸で示した2011年は加入量モデルからの推定値）

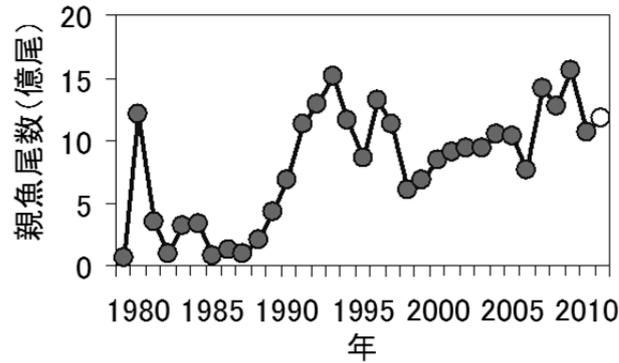


図 11. 親魚尾数の経年変化 (白丸で示した 2011 年は暫定値)

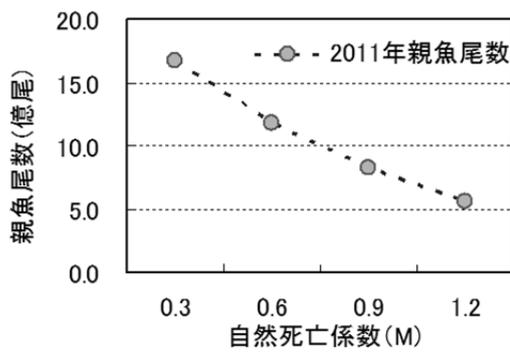


図 12. 自然死亡係数(M)と親魚尾数の関係 (標準値: M=0.6)

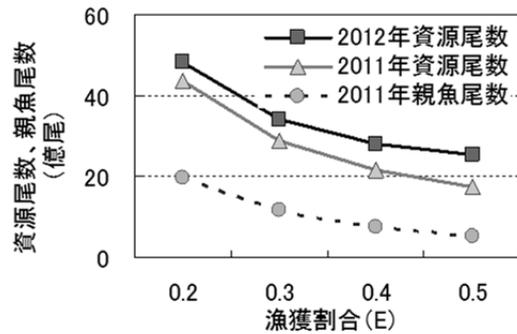


図 13. 漁獲割合(E)と資源尾数および親魚尾数の関係 (標準値: E=0.3)

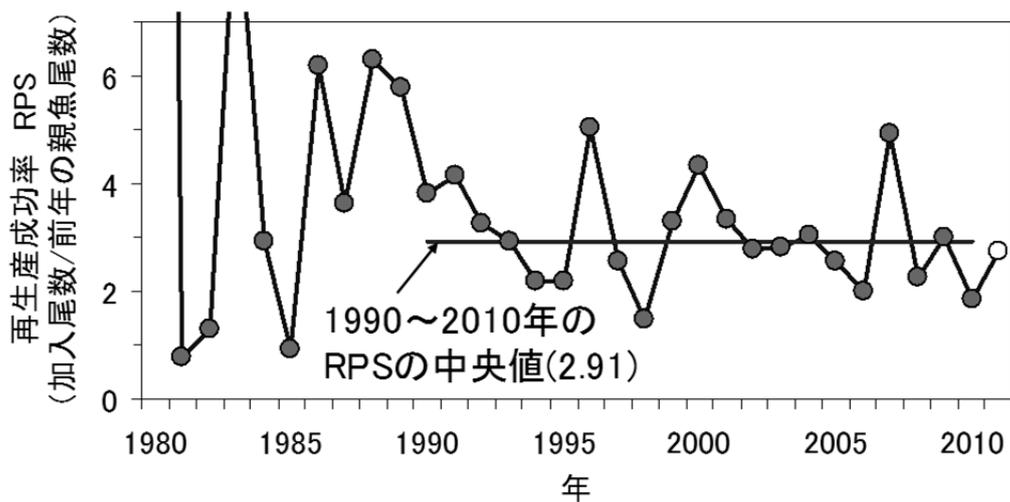


図 14. 再生産成功率 (RPS、加入尾数/前年の親魚尾数) の経年変化 (白丸で示した 2011 年は暫定値)

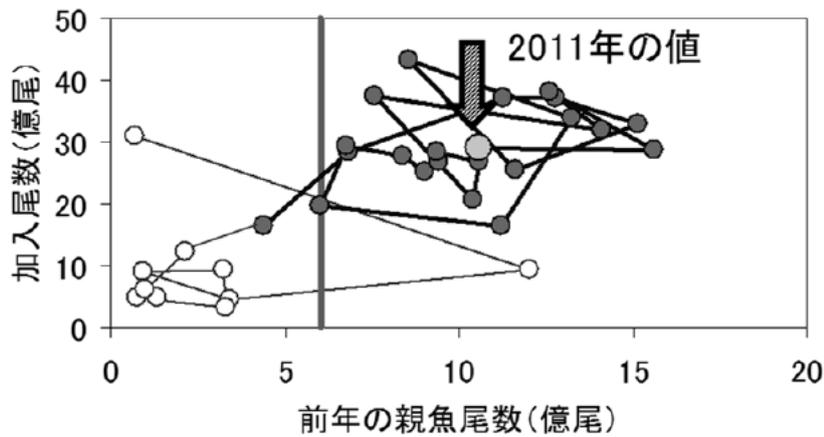


図 15. 再生産関係 白丸は寒冷期 (1980~1989 年)、黒丸は温暖期 (1990~2011 年)。2011 年の値は暫定値。図中の縦線は Blimit (6.0 億尾) を示す。

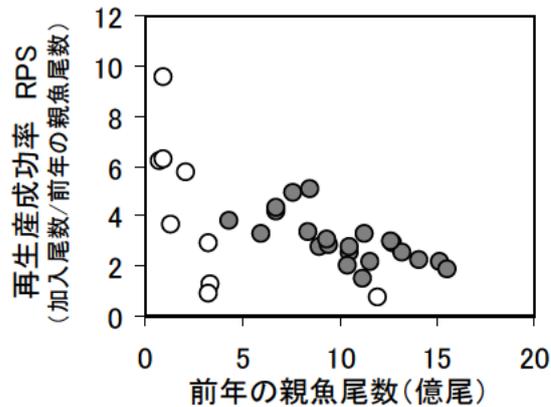


図 16. 親魚尾数と再生産成功率の関係 白丸は寒冷期 (1981~1989 年)、黒丸は温暖期 (1990~2011 年)。1980 年のプロット (前年の親魚尾数 12.0 億尾、再生産成功率 43.9) は省略。

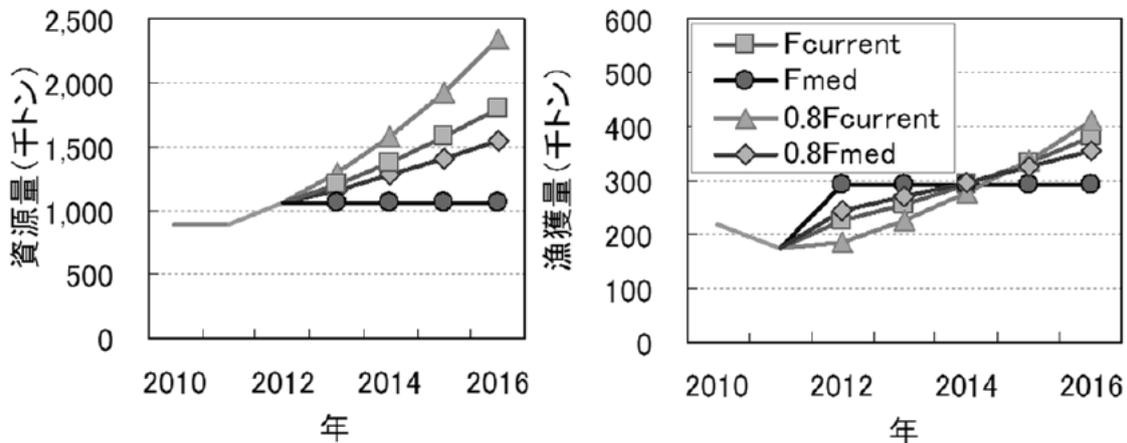


図 17. 漁獲係数(F)を変化させた場合の資源量 (左図) と漁獲量 (右図) の将来予測

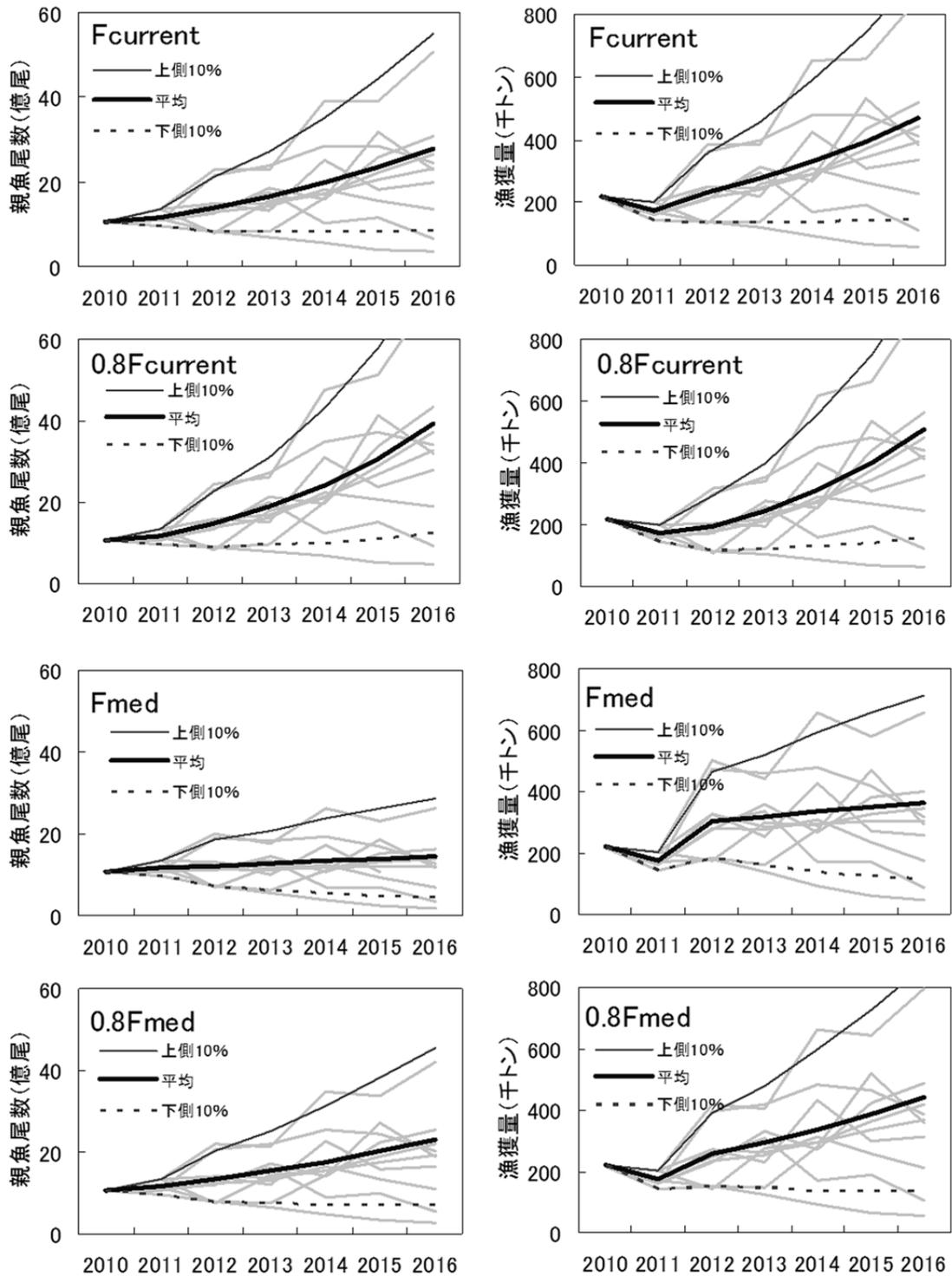
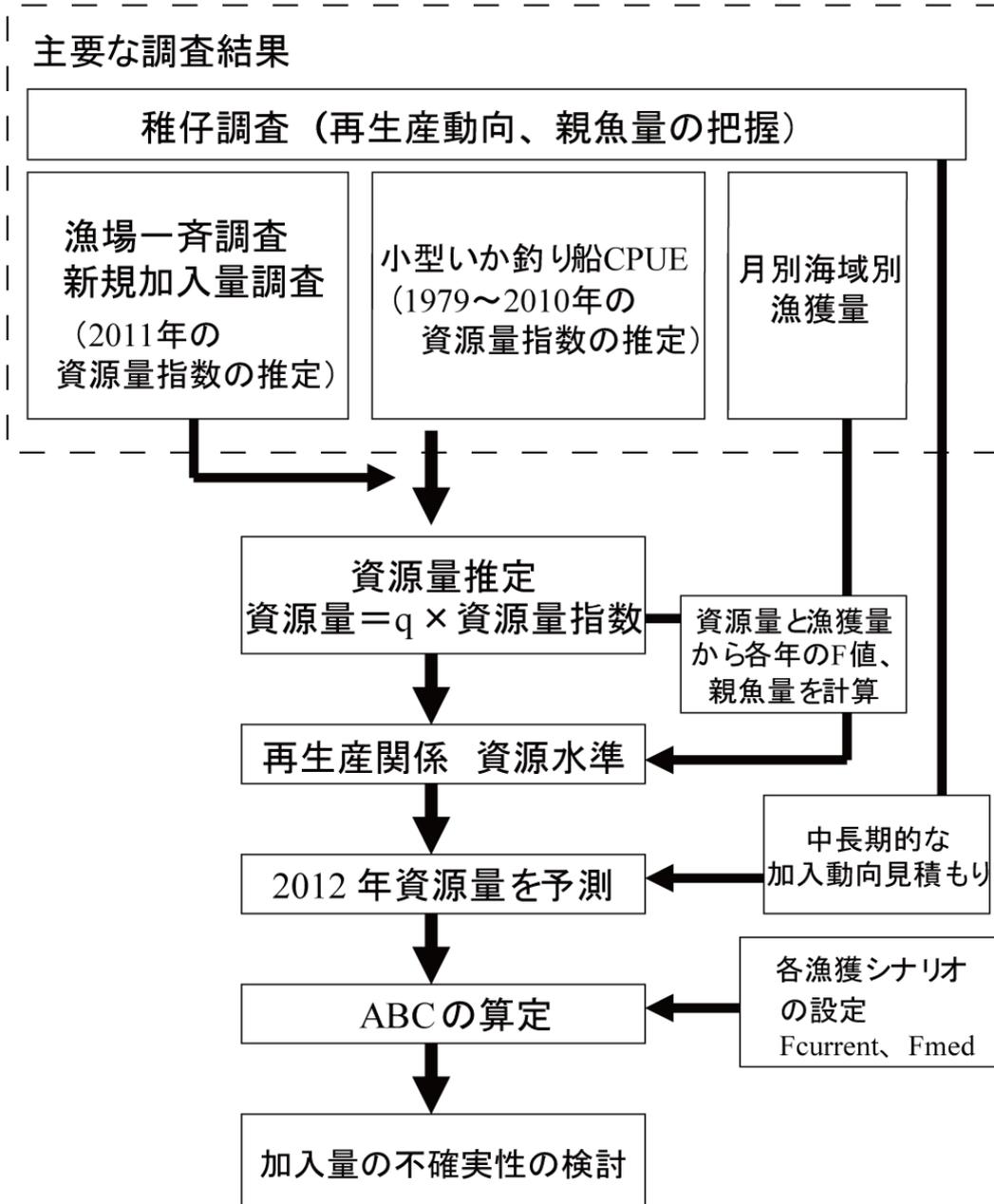


図 18. $F_{current}$ 、 $0.8F_{current}$ 、 F_{med} 、 $0.8F_{med}$ で漁獲した場合の RPS の変動を考慮した 20,000 回のシミュレーションによる親魚尾数 (億尾) と漁獲量 (千トン) の将来予測 灰色の線は、20,000 回の試行のうち、任意の 10 回の試行の各推移、太い実線、細い実線および破線は、それぞれ 20,000 回の試行による平均値、上側 10% および下側 10% 点を示す。

補足資料 1. データと資源評価の関係を示すフロー



補足資料 2. 資源評価方法

2-1 スルメイカ冬季発生系群の海域別漁獲量および太平洋における小型いか釣り船 CPUE

補足表 1. 漁獲量と小型いか釣り船 CPUE

(暦年で表記)

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 (太平洋)	日本 (日本海)	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	15,000	25,748	8,407	49,155	—	0.31
1980	117,157	36,600	11,022	164,779	—	2.69
1981	19,611	39,849	16,753	76,213	—	0.81
1982	8,663	42,904	15,565	67,132	—	0.39
1983	29,093	26,972	11,379	67,444	—	0.78
1984	39,905	19,831	14,593	74,330	—	0.82
1985	7,856	19,824	12,331	40,011	—	0.27
1986	14,167	22,949	13,950	51,066	—	0.41
1987	12,684	32,494	17,350	62,528	—	0.41
1988	17,396	25,814	17,611	60,821	—	0.54
1989	34,478	32,269	24,119	90,866	—	1.07
1990	36,021	38,952	29,182	104,154	—	1.44
1991	62,908	50,650	41,966	155,524	—	2.46
1992	174,910	61,775	65,749	302,434	—	3.22
1993	105,428	59,882	84,697	250,006	—	3.24
1994	134,229	33,262	60,975	228,466	—	2.87
1995	125,355	38,311	75,339	239,006	—	2.22
1996	211,362	54,700	113,360	379,422	—	3.75
1997	189,492	37,675	86,246	313,412	—	2.96
1998	44,330	29,870	60,024	134,224	—	1.44
1999	46,518	51,882	79,012	177,411	—	1.72
2000	163,443	64,231	73,633	301,307	—	2.55
2001	127,407	48,293	79,583	255,283	—	2.42
2002	90,722	40,712	76,371	207,804	—	2.18
2003	94,447	38,337	72,180	204,964	—	2.32
2004	95,241	49,666	81,284	226,192	—	2.48
2005	86,325	34,382	65,975	186,681	—	2.34
2006	45,733	36,441	68,960	151,134	—	1.80
2007	144,930	46,138	81,391	272,459	—	3.26
2008	107,788	32,705	76,372	216,865	—	2.77
2009	113,877	28,027	74,065	215,969	—	3.30
2010	110,273	26,865	61,657	198,795	—	2.50

注：漁獲量の単位はトン、CPUEの単位は千尾/隻/日。

2-2. スルメイカ冬季発生系群の資源量、漁獲割合等の経年変化

補足表 2. 資源量、親魚量、漁獲割合、漁獲係数、再生産成功率（漁期年で表記）

漁期年 (4~3月)	資源尾数 (億尾)	資源量 (万トン)	親魚尾数 (億尾)	親魚量 (万トン)	漁獲割合 (%)	漁獲係数 (F)	漁獲量 (万トン)	再生産 成功率
1979	3.5	10.6	0.7	2.1	47.1	1.01	4.9	
1980	30.9	93.0	12.0	36.2	21.5	0.34	18.1	43.91
1981	9.4	28.2	3.4	10.3	24.7	0.41	6.9	0.78
1982	4.4	13.4	0.9	2.8	45.3	0.95	6.3	1.30
1983	9.0	27.1	3.2	9.8	25.5	0.42	6.8	9.53
1984	9.4	28.4	3.3	10.0	26.8	0.45	7.5	2.91
1985	3.1	9.3	0.8	2.3	40.4	0.79	3.8	0.93
1986	4.7	14.3	1.3	3.9	36.8	0.69	5.5	6.19
1987	4.8	14.3	1.0	3.0	46.0	0.97	6.9	3.63
1988	6.2	18.7	2.1	6.4	28.0	0.47	5.4	6.28
1989	12.2	37.9	4.4	13.5	26.0	0.43	10.1	5.77
1990	16.6	51.4	6.8	21.1	18.8	0.29	9.9	3.80
1991	28.2	87.5	11.3	35.0	20.1	0.32	18.1	4.15
1992	37.0	114.4	12.8	39.6	27.4	0.46	31.1	3.27
1993	37.2	115.3	15.1	46.9	19.2	0.30	21.7	2.91
1994	33.0	102.3	11.6	35.9	26.7	0.45	24.8	2.18
1995	25.5	78.8	8.5	26.4	28.8	0.49	21.9	2.19
1996	43.1	133.4	13.2	41.0	32.6	0.58	40.1	5.05
1997	34.0	105.3	11.2	34.7	29.6	0.51	29.8	2.57
1998	16.6	51.3	6.0	18.6	25.2	0.42	13.4	1.48
1999	19.8	61.2	6.8	21.0	27.8	0.47	17.8	3.29
2000	29.3	90.6	8.4	25.9	35.5	0.65	31.5	4.32
2001	27.8	86.1	9.0	27.9	30.3	0.53	26.3	3.32
2002	25.1	77.7	9.4	29.2	23.3	0.38	18.7	2.78
2003	26.6	82.5	9.4	29.0	26.7	0.45	22.4	2.82
2004	28.5	88.3	10.6	32.7	24.1	0.39	21.3	3.05
2005	26.9	83.3	10.4	32.2	21.9	0.35	18.6	2.55
2006	20.7	64.1	7.6	23.5	24.5	0.40	16.6	1.99
2007	37.5	116.1	14.1	43.7	23.3	0.38	26.7	4.94
2008	31.8	98.4	12.6	39.1	20.5	0.32	20.6	2.25
2009	37.9	117.5	15.6	48.3	18.6	0.29	21.3	3.01
2010	28.7	88.8	10.6	32.7	24.4	0.40	21.9	1.84
2011	29.0	89.8	11.8	36.4	19.4	0.30	17.4	2.75

注：漁獲割合、漁獲係数および再生産成功率は尾数に対応する値。

2011年の値は、加入量推定値、F2011などに基づく暫定値。

2-3. 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 3. 発生系群別 (秋季、冬季) 集計方法

日本の生鮮水揚げ量のスルメイカ発生系群別 (秋季、冬季) 集計方法

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

日本の冷凍水揚げ量のスルメイカ発生系群別 (秋季、冬季) 集計方法

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	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

韓国の漁獲量のスルメイカ発生系群別 (秋季、冬季) 集計方法

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

注：混合は秋季および冬季に1/2ずつ配分。

2-4. 資源計算に用いた数値

(1) 資源量指標値

資源量指標値は、補足資料 2-1 に示す東北・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 2-3 の発生系群別集計方法に基づいて行った。

2011 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 3-3) および加入量調査結果 (補足資料 3-2) と小型いか釣り船の CPUE の関係から、2011 年の小型いか釣り船の CPUE を求めた。2010 年までの資源評価では、一斉調査の有漁調査点における CPUE の平均値と有漁調査点割合 (スルメイカが漁獲された調査点の全調査点に対する割合) を説明変数、小型いか釣り船 CPUE を従属変数とする重回帰分析を行い、資源量指標値を推定していた。しかし近年、一斉調査後に加入するスルメイカの割合が増加している可能性があり、予測精度が低下しつつある。このため、

5～6月に実施している加入量調査（表層トロール）結果も組み入れた新しいモデルを開発した。一斉調査における有漁調査点の CPUE（大型個体の資源量指数）に加えて、加入量調査における外套背長 10 cm 未満個体漁獲尾数（一斉調査後に加入する可能性の高い小型個体の資源量指数）を説明変数として含む新たな加入量予測モデルは、従来のモデルと比べて二乗平均平方根誤差(RMSE)が 0.65 から 0.36 に減少し、大幅な予測精度の向上が見られた（データセットは補足表 5、6）。

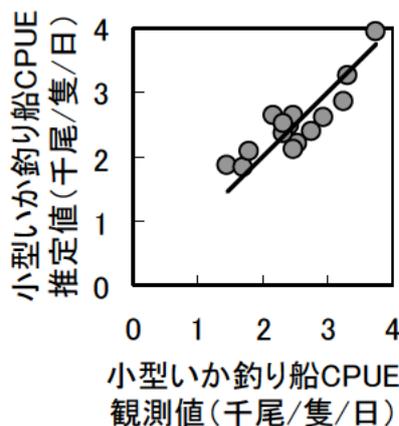
そこで、2011 年の評価からは、これら 2 つの調査から得られる資源量指数を用いた新たな加入量予測モデルに変更した。

得られた重回帰式(1)を用いて 2011 年の資源量指標値を推定した。

$$U_t = 0.00800X_t + 2.11Y_t + 1.08 \quad (1)$$

ここで、 U_t は t 年の東北・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 10 cm 未満個体漁獲尾数から算出した小型個体の資源量指数、 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である。補足図 1 に推定された CPUE と小型いか釣り船 CPUE の対比を示した。

なお、小型いか釣り船 CPUE は最初重量単位で得られるため、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二期（1979～1988 年、1989～2007 年）の月別の漁獲物の平均体重を求め、尾数に換算した。使用した月別の平均体重を補足表 4 に示す。



補足図 1. 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 4. 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年以前の 平均体重(g)	107	107	123	156	237	274	301	314	333	333	333	333
1989年以降の 平均体重(g)	56	56	107	170	213	259	282	341	355	355	355	355

(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

日本周辺海域（韓国を含む）の地域別・月別スルメイカ水揚げ統計から、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毎に設定した（補足資料2-3）。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年以前301g、1989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。

2-5. 資源量推定方法

(1) 資源量、親魚量の推定

資源尾数を、 t 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 年の資源尾数（億尾）、 U_t は t 年の資源量指標値、 q は係数である。過去の資源解析結果から、スルメイカの漁獲割合(E)は0.2～0.4の水準にあると推定された（木所ほか 2006、日本海区水産研究所 1997、日本海区水産研究所 1998、谷津ほか 2002）。そこで、1979～2001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 11.49×10^5 となり、この値を以後の解析に用いた。

前年までの漁獲方程式は漁期内の漁獲圧が一定を仮定したモデルを用いてきた。しかしながら、小型いか釣り船の月別延べ出漁隻数の推移に基づき当資源に対する漁獲圧はパルス的であると仮定し、今年度資源評価よりパルス的漁業を表す Pope の式に変更する（補足資料 5）。計算された資源尾数と漁獲尾数の関係から、Pope の式 ((3)式) を用い漁獲係数 F_t を求め、(4)式により親魚尾数 S_t を計算した。

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

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

ここで、 C_t は日本と韓国の t 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とした。

(2) 次年の資源量予測、管理基準およびABC算定

2012年の加入時の資源尾数予測は以下の手順で行った。

1993～2010年漁期の東北・北海道太平洋主要港における小型いか釣り船の月別漁獲量を、補足表4に示した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2011年漁期が始まっていないため、補足資料2-4(1)に記述した方法により、2011年の小型いか釣り船のCPUE（2.52千尾/隻/日）を推定し、2011年の資源量指標値とした。2011年の資源量指標値を(2)式に代入し、係数 $q(11.49 \times 10^5)$ をかけて2011年資源尾数（加入資源量）を計算した。

2011年資源尾数=29.0億尾（=898千トン）

- ② 2011年の漁獲圧(F2011)は、東日本大震災等の影響により、 $F_{current}$ よりも低くなることを見込まれる。そこで、北海道～千葉県における資源評価参画機関担当者へ聞き取り調査を実施し、F2011の算定に大きな影響を及ぼす可能性のある県の漁獲尾数と操業復旧割合の推定値からF2011を $0.9F_{current}(=0.304)$ と仮定した。

- ③ 2011年の漁獲尾数は、(3)式を変形し算出した。

2011年漁獲尾数=5.6億尾（=174千トン）

- ③ 2011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、2012年加入群を産む親魚尾数を計算した。

2012年加入群を産む親魚尾数=11.8億尾（=364千トン）

- ④ 補足資料2-2から、1990～2010年のRPSの中央値(RPSmed)を期待される再生産関係とした。

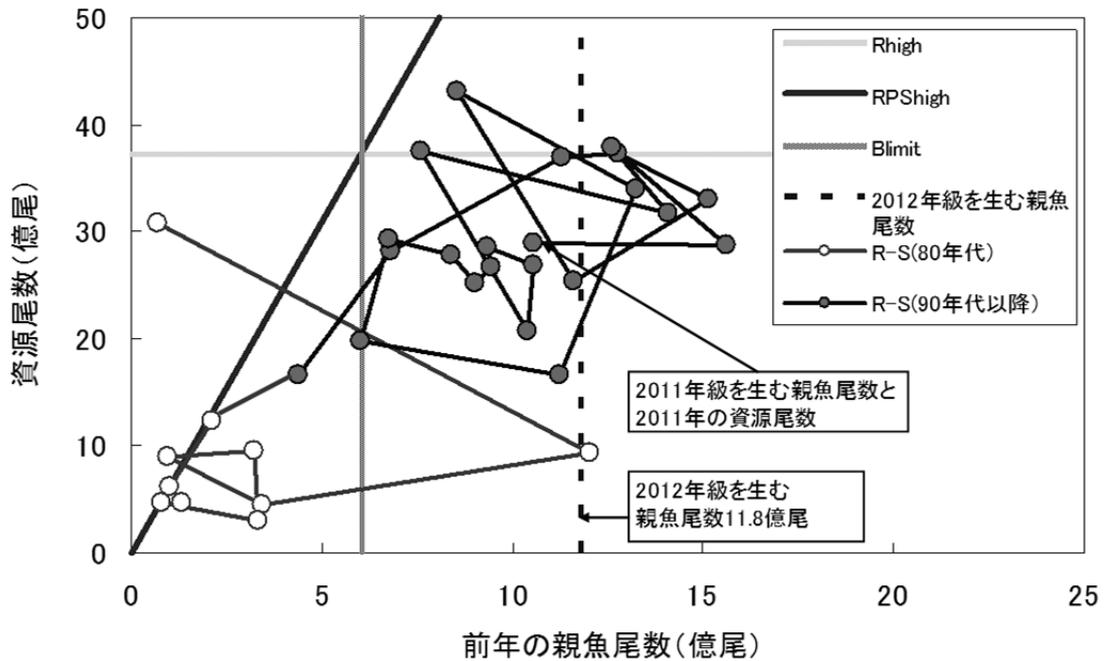
1990～2010年のRPSの中央値=2.91

⑥2012年の加入を産む親魚尾数とRPSmedから、2012年に加入する資源尾数を算出した。
 2012年資源尾数=34.2億尾 (=1,059千トン)

2-6. Blimit の設定

管理基準の設定には、「ABC算定のための基本規則（平成23年度）（以下基本規則と略記する）」に従って行った。本資源は、各年の資源量と再生産関係が得られていることから、「漁獲制御ルール」の1-1) を用いる。

「基本規則」では資源状態の判断に $B \geq Blimit$ または $B < Blimit$ を用いる。この判断のために、補足図2に本解析で得られた再生産関係を示す。この再生産関係においてRPSの高い方から10%点 (RPShigh) と加入量の高い方から10%点(Rhigh)の交点で示される親魚量Blimitは6.0億尾であり、上記の計算で得られた2012年加入群を産む親魚尾数の11.8億尾は、このBlimitを上回る水準にある。



補足図2. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係と各指標値

2-7. 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

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, 259-299.

谷津明彦・木所英昭・木下貴裕(2002)スルメイカの資源水準によりパラメータを変化させたプロダクションモデル. 平成14年度日本水産学会大会講演要旨集, 20.

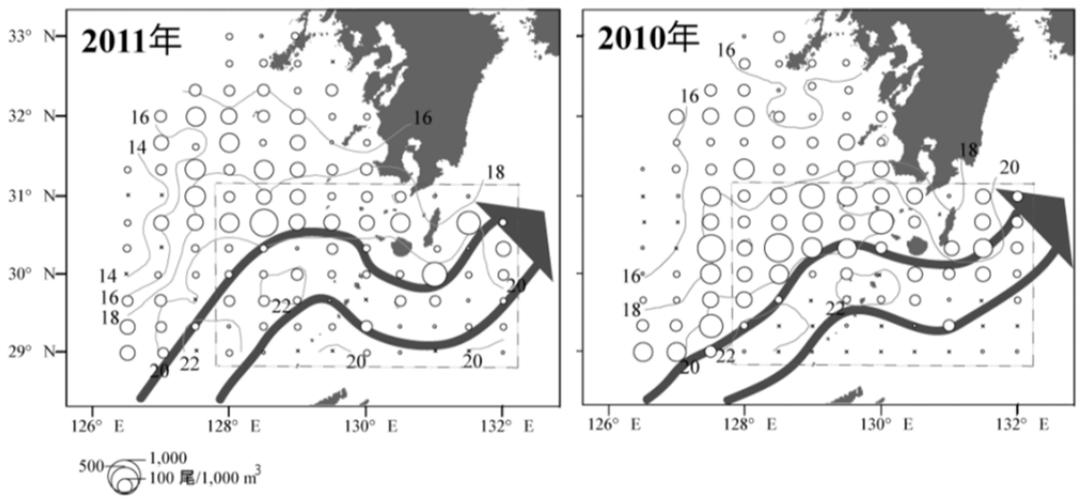
補足資料 3. 関連調査の経過および結果

3-1. 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 70 cm、目合い 0.335 mm) である。近年の調査海域は北緯 29 度～33 度、東経 126 度 30 分～132 度の範囲であるが、2003 年以前には現在と大きく異なっていた。そこで、2003 年以前の調査範囲とほぼ一致する海域 (北緯 29 度～31 度、東経 128 度～132 度：補足図 3) における調査結果を比較した (図 6)。

2011 年の幼生密度は 47.9 尾/1000 m³ (速報値, 前年比 63%) であり、2000 年以降の平均密度 (55.0 尾) をやや下回った (図 6)。しかし、親魚 1 億尾当たりの幼生密度は 4.5 尾/1000 m³ で近年 5 年平均 (4.0 尾/1000 m³) と同様の値となっていたことから、親魚量と幼生密度の関係に大きな変化は確認されなかった。以上より、現時点では本調査結果からはスルメイカの再生産にとって不適な海洋環境の変化の兆候は観察されていないと判断される。

2011 年のスルメイカ幼生の水平分布を補足図 3 に示す。2011 年の分布は、2010 年に比べてやや北偏していた。これは 2011 年の黒潮流路が調査海域内で 2010 年と比べてやや大きく蛇行し、海面水温 20 度の等温線がやや北上していたことが原因と考えられる。同海域の黒潮流路の変化が幼生の移送に大きな影響を与えている可能性が示唆されているため (森 2006)、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。



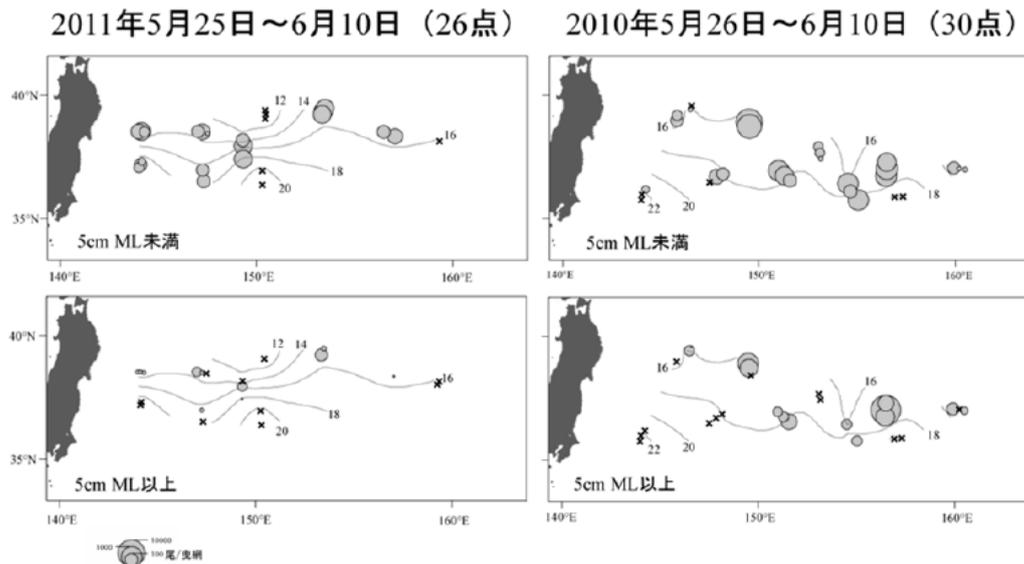
補足図 3. 2010 年、2011 年 1 月下旬～2 月下旬の東シナ海周辺海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布、海面水温 (細実線) および黒潮流路 (太実線矢印) 図内の点線で囲まれた海域は 1996 年以降、継続的に調査を実施している海域を示す。黒潮流路は、海洋速報 (海上保安庁 2010、2011) を引用。

3-2. 表層トロールによる加入量早期把握調査（加入量調査）

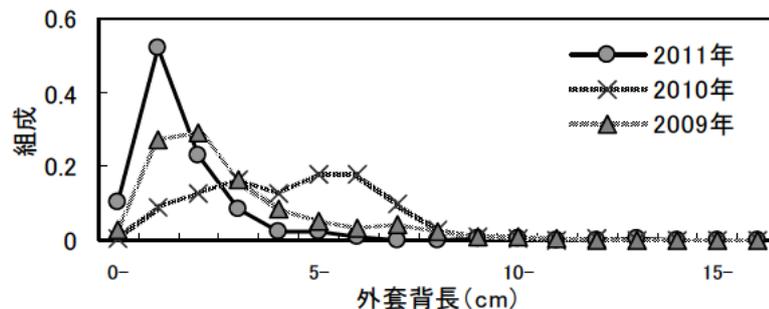
加入前の分布量・様式を把握するために、春季黒潮親潮移行域の表層トロール調査（網口 25×25 m、コッドエンド目合 8 mm、夜間 30 分曳網）を実施した。調査海域は常磐～三陸沖合域である。調査点は、可能な限り例年と同様の海面水温の頻度分布となるよう配置した。なお本調査は 1996 年以降、同一手法によって実施している。

1999 年以降は調査海域を東経 165 度以西に制限したため、1996～1998 年に実施した東経 165 度以東における結果は除外した。また、調査時期が年により変動しているため、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した（図 7）。本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、加入量調査結果の年間比較には、外套背長 10 cm 未満個体の漁獲尾数を示す。

2010～2011 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 に、外套背長組成を補足図 5 に示した。2011 年の分布密度は、2010 年に比べ 5 cm 未満およびそれ以上の個体ともにほぼ調査海域全域で低かった。外套背長のモードは 1 cm 台であり、前年よりも 4 cm、2009 年よりも 1 cm 小さかった（補足図 5）。



補足図 4. 2010年、2011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と海面水温（×は採集がなかった調査点）



補足図 5. 表層トロールネットで採集された幼体の外套背長組成（2011年の値は速報値）

加入量予測モデルに用いる小型個体の資源量指数を、各調査点での外套背長 10 cm 未満個体の漁獲尾数の対数値を平均し実数に戻し、算出した。小型個体の資源量指数は 30.0 尾であり、2009、2010 年を下回った（補足表 5）。

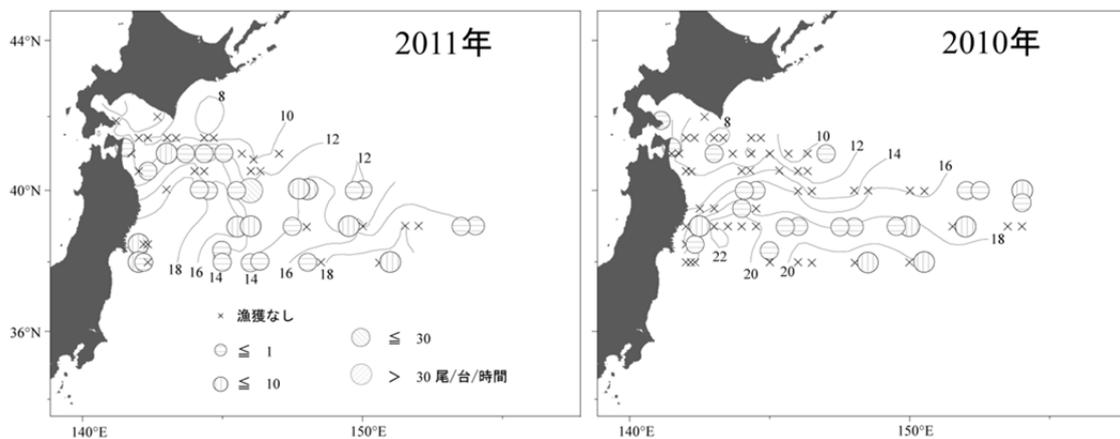
補足表 5. 表層トロールで採集された小型個体の資源量指数

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
小型個体指数	9.8	4.5	4.9	10.6	13.7	27.5	60.5	60.6
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	52.7	144.2	48.4	42.7	86.8	196.9	50.4	30.0

3-3. 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 6）。

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、また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来遊した秋季発生系群が主体である可能性が高いため、結果から除外した。1996 年および 2001 年の調査結果の中に 1 操業ずつ著しい外れ値が見られたので、これらをデータセットから取り除いた。



補足図 6. 2010、2011 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 ×は漁獲が無かった点、実線は海面水温の等温線。

加入量予測モデルに用いる大型個体の資源量指数を、各有漁調査点における CPUE の対数値を平均し実数に戻して算出した。2011 年の大型個体の資源量指数は 0.57 尾であり、2009 および 2010 年を上回った（補足表 6）。

補足表 6. 大型個体の資源量指数

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

3-4. 引用文献

海上保安庁(2010)海流図&表面水温図. 海洋速報, 30 (<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>).

海上保安庁(2011)海流図&表面水温図. 海洋速報, 30 (<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>).

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. 北海道大学大学院水産科学院博士論文, 172pp.

Sakurai, Y., Kiyofuji, H., Saitoh, S., Goto, T. and Hiyama, Y. (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., 57, 24-30.

補足資料 4. 東日本大震災発生に伴う漁獲統計の欠損値とその取り扱い

東日本大震災発生に伴い、漁獲統計に幾つかの欠損が発生している。これら欠損値およびその代替値を補足表 7 に示す。

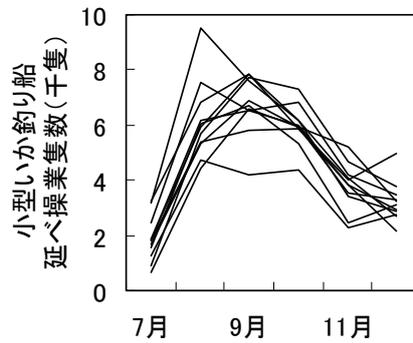
補足表 7. 東日本大震災発生に伴う欠損値とその代替値

統計	期間	場所	代替値
漁業・養殖業生産 統計年報 (農林水産省)	2010年1～12月	岩手県	岩手県主要港水揚げ量 (生物情報収集調査)
主要港水揚量 (全漁連)	2011年2～3月	久慈・宮古・山田～ 小名浜・大津・銚子	2月：過去3年平均 3月：過去3年平均の 3分の1

補足資料 5. 漁獲方程式変更に伴う 2012 年算定漁獲量の試算

平成 22 年度評価までは、漁期内の漁獲圧を一定と仮定した漁獲方程式を採用していた。しかし、冬季発生系群の主要な漁業である小型いか釣り船の延べ出漁隻数の推移を見ると、当資源に対する漁獲圧は、漁期半ばに高くなる傾向がある（補足図 9）。このことから、漁期中の漁獲圧はパルス的であると仮定し、今年度資源評価より漁獲方程式を Pope の式に変更する。なお、漁期内の漁獲圧が一定を仮定した漁獲方程式を用いて算定した 2012 年の漁獲量は、現状の親魚量を維持する漁獲シナリオの場合、269 千トン（我が国 EEZ 内漁獲量は 178 千トン）、現状の漁獲圧を維持する漁獲シナリオの場合、213 千トン（我が国 EEZ

内漁獲量は 141 千トン) であった。



補足図 7. 2000 年以降の漁期中における
小型いか釣り船の月別延べ出漁隻数

補足資料 6. ABC の再評価に使用するデータ

ABC の再評価のために必要なデータセットを示す。なお、各年級の資源尾数、自然死亡係数など、2011 年級の資源評価に使用した数値は、補足資料 2 を参照のこと。

補足表 8. ABC の再評価に使用するデータセット一覧

	2010 年再評価	2011 年再評価
2010 年 1～3 月漁獲量	27,402 トン	
2011 年 1～3 月漁獲量		48,003 トン
2010 年漁期に占める 4～12 月の漁獲量の割合	0.78	
2011 年漁期に占める 4～12 月の漁獲量の割合		0.81 (近年 5 年平均)
2010 年我が国 EEZ 内の漁獲量の割合	0.70	