

## 平成 26 (2014) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（木所英昭、後藤常夫、高原英生）

参画機関：北海道区水産研究所、西海区水産研究所、北海道立総合研究機構中央水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、長崎県総合水産試験場

### 要 約

本系群の資源量について、調査船による釣獲試験で得られた CPUE（釣り機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）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。1980 年代は不適な海洋環境（寒冷な環境）であったことから、本系群の資源量は 500 千トン前後の水準で推移した。1990 年代以降は好適な環境（温暖な環境）へ変化するとともに資源量が増加した。1990 年代半ばには資源量が 1,000 千トンを超え、2000 年前後には概ね 1,500 千～2,000 千トンとなった。2003 年以降の資源量はやや低下し、概ね 1,000 千～1,500 千トンになったものの、2014 年の資源量は過去最高の 2,345 千トンと推定され、資源水準は高位と判断した。動向は、最近 5 年間（2009～2013 年）の推定資源量の変化から横ばいと判断した。

2013～2014 年にかけての調査では、資源量の少なかった 1980 年代に見られた海洋環境の変化および産卵場形成位置等の生態的な変化は観測されていない。したがって、本系群の資源量が急速に低下するような状況ではないと判断される。しかし、2000 年以降の再生産成功率(RPS)は 1990 年代と比較して低い傾向にあることから、今後の加入量の見積もりにあたってはこの傾向を配慮することが重要である。

以上の資源状況および再生産動向を基にすると、2015 年以降も適切に資源を管理することで資源量を高位水準に維持することが可能と考える。そこで、現状の漁獲圧の維持( $F_{current}=0.15$ 、漁獲割合=10%)および親魚量の維持 ( $F_{med}=0.33$ 、漁獲割合=21%)の漁獲シナリオを設定し、各シナリオによる 2015 年の予測漁獲量として 2015 年の ABC を算定した。現状の漁獲係数で漁獲した場合、2014 年漁期終了時の親魚量は 1,113 千トンであり、 $B_{limit}$  (401 千トン) を上回ると推定される。2015 年の資源量は 2014 年漁期終了時の予測親魚量 (1,113 千トン) と再生産成功率 (過去 23 年間の中央値=2.53) から、上限値 (過去最高値) となる 2,345 千トンと予測され、2015 年の ABC( $ABC_{limit}$ )は、現状の漁獲圧の維持( $F_{current}$ )シナリオでは 235 千トン、親魚量の維持( $F_{med}$ )シナリオでは 486 千トンと算定された。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ( $F_{current}$ との比較)	漁獲割合	将来漁獲量		評価		2015年漁期 ABC
			5年後	5年平均	2014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 ( $F_{current}$ )*	$F=0.15$ (1.0 $F_{current}$ )	10%	84千トン ～ 392千トン	238千トン	36%	91%	235千トン
現状の漁獲圧の維持の 予防的措置 ( $0.8F_{current}$ )*	$F=0.12$ (0.8 $F_{current}$ )	8%	75千トン ～ 318千トン	195千トン	41%	95%	191千トン
親魚量の維持 ( $F_{med}$ )*	$F=0.33$ (2.3 $F_{current}$ )	21%	102千トン ～ 727千トン	439千トン	17%	77%	486千トン
親魚量の維持の予防的 措置 ( $0.8F_{med}$ )*	$F=0.26$ (1.8 $F_{current}$ )	17%	112千トン ～ 640千トン	380千トン	24%	83%	402千トン
コメント <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本系群のABC算定には規則1-1)-(1)を用いた。</li> <li>・ 現状の漁獲圧は資源を悪化させる状況にないと判断される。</li> <li>・ 漁獲量の年変動は大きく、資源量は短期的に変動すると推測される。</li> <li>・ 海洋環境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等を変更する必要がある。</li> <li>・ 海洋生物資源の保存およ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、現状の好適な海洋環境が継続すれば親魚量の維持シナリオ以下に漁獲圧を維持することで、資源水準を高、中位に維持す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。</li> <li>・ 漁獲シナリオにおける管理開始5年後の評価で、2014年親魚量を維持する確率が低いのは、2014年親魚量が非常に高い値(過去最高値)であり、この値を維持するのが困難なためである。</li> </ul>							

2015年漁期は2015年4月～2016年3月。現状の漁獲圧を示す $F_{current}$ は過去3年間(2011～2013年)の平均のFである。漁獲シナリオにおける「親魚量の維持( $F_{med}$ )」は、中長期的に安定する親魚量での維持を指し、1992～2014年(過去23年間)の再生産成功率(RPS)の中央値に基づいて算定。将来漁獲量および評価値は、過去23年間のRPSを無作為抽出するシミュレーション(1,000回試行)により算出した。将来漁獲量の範囲は80%区間を示す。将来漁獲量の「5年後」は2019年、「5年平均」は2015～2019年の平均値、評価の「2014年親魚量」は2014年漁期終了時の親魚量(1,113千トン)である。また、評価の対象とした5年後の親魚量は、2019年漁期終了時の予測親魚量である。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2012	1,410	145	0.15	10%
2013	1,149	117	0.15	10%
2014	2,345	—	—	—

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	401 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
2014 年	親魚量	1,113 千トン	

2014 年親魚量は、2014 年漁期終了時の親魚量

水準：高位 動向：横ばい

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) 主要港漁業種別水揚量、生物情報収集調査 (北海道～長崎 (14)道府県) 韓国漁獲統計量(URL : <a href="http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp">http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp</a> ) 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 ・ 資源量指数 ・ 幼生分布量 ・ 新規加入量調査	日本海スルメイカ漁場一斉調査(水研セ、北海道～鳥取(8)道県) ・いか釣り調査、6～7 月 スルメイカ稚仔調査(水研セ、青森～島根(11)府県) ・口径 45cm(鉛直曳き)および 80cm のリングネット、口径 70cm の ボンゴネット(斜め曳き)、10～11 月 日本海における加入量早期把握調査(水研セ、富山県、石川県) ・表層トロール他、4 月
海洋環境 ・ 海洋観測調査	CTD による対馬暖流域水温(青森～島根(6)県)、3、6、9、11 月
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	いか釣り漁獲成績報告書(水産庁)

## 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 24 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約 4%である。スルメイカはいか釣り、定置網、底びき網漁業等によって漁獲される。しかし、本系群の多くはいか釣り漁業で漁獲される。いか釣り漁業は、いか釣り漁業（主に旧中型いか釣り漁船 30～200 トン）と、小型いか釣り漁業（30 トン未満漁船）に分けられる。スルメイカは我が国の他、韓国、中国、北朝鮮によっても漁獲されている。このうち、韓国による本系群の漁獲量は多く、1999 年以降は我が国を上回る漁獲量となっている。さらに、中国の漁獲量もかなり多いことが示唆されるものの、資料が少なく、正確な情報は得られていない。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

スルメイカは日本周辺海域に広く分布し、周年にわたり再生産を行っている。秋季から冬季に発生した群は卓越して多く、産卵時期や分布回遊の違いから本系群と冬季発生系群の 2 系群に分けることができる（図 1）。なお、春季から夏季に発生した群も想定されている（新谷 1967）が、資源量および漁獲量は少ない。また、夏季に発生した群の分布回遊は本系群に近く、春季に発生した群の分布回遊は冬季発生系群に近いことから、本報告書では、これらの漁獲量および推定資源量をそれぞれ本系群および冬季発生系群に含めて扱った。

### (2) 年齢・成長

スルメイカは単年生であり、1 年で成長・成熟し、産卵後に死亡する。スルメイカの成長は発生時期や分布域および雌雄によって異なるが（浜部・清水 1966、新谷 1967、木所・檜山 1996）、本系群の平均的な成長は図 2 のとおりである。

### (3) 成熟・産卵

スルメイカの雄は孵化後 7～8 ヶ月から生殖腺が発達し始め（坂口 2011）、約 9 ヶ月で成熟すると雌と交接し始める。雌は雄よりも成熟が遅く、孵化後 10 ヶ月以降、産卵直前になって急速に生殖器官を発達させ、産卵する。多くのイカ類(Rocha et al. 2001)同様、生活史の最後に産卵して死亡する。しかし、産卵回数が 1 回のみであるか、複数回行われるかは確証が得られていない（安達 1988、Ikeda et al. 1993）。本系群は主に 10～12 月に北陸沿岸域から対馬海峡付近および東シナ海で産卵する（図 1）。

### (4) 被捕食関係

スルメイカの餌料は発育とともに変化する。外套背長 5cm 未満では主にプランクトン食であるが、外套背長 5～7cm 以上になると成体と同様の体型になるとともに、遊泳力が増大し、魚類を多く捕食するようになる(Uchikawa and Kidokoro 2014)。日本海では海域によって餌料が異なり、沿岸の対馬暖流域ではキュウリエソをは

はじめとする小型魚類を捕食するが、沖合の亜寒帯冷水域では動物プランクトンが主要な餌料となる（沖山 1965）。

スルメイカは大型魚類や海産ほ乳類によって捕食されると考えられるものの、日本海における被食状況は明らかでない。孵化後 100 日前後の若齢個体は共食いによる被食が多い（木所・氏 1999）。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

本系群は主に日本海に分布し（図 1）、夏から秋に漁獲対象となる。漁場は、スルメイカの回遊とともに移動する。日本海の沿岸域では主に小型いか釣り漁船（30 トン未満）により、沖合域では旧中型いか釣り漁船（30～200 トン）により漁獲される。沿岸域の漁獲物は主に生鮮で、沖合域の漁獲物は主に冷凍で水揚げされる。

#### (2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量の推移（日本+韓国）を表 1 および図 3 に示す。1978 年以前の漁獲量は各系群に配分することが困難である。そこで、本系群が大部分を占めていた日本漁船による日本海の漁獲量を参考値として示した（図 3）。我が国における本系群の漁獲量は、日本海中央部で漁場が開発された 1960 年代後半以降に増加し、ピーク時の 1975 年には 30.7 万トンに達した。1970 年代半ば以降は漁獲量が減少に転じ、1986 年には 5.4 万トンに落ち込んだ。その後は増加し、1990 年代の漁獲量は 11 万～18 万トンとなった。しかし、2000 年以降は再び減少傾向となり、2011 年の漁獲量は 5.1 万トン、2013 年は 3.9 万トンであった。これらの値は過去 30 年間で最低の水準である。

本系群を対象とした韓国の漁獲量は 1980 年代までは最大 4 万トンであった。しかし、1990 年以降は急速に増加し、1993 年以降は 10 万トンを超える水準になった。1999 年以降は我が国の漁獲量を上回り、本系群の漁獲量に占める韓国の比率は、近年 5 年平均で 62%、2013 年は 67%であった。

本系群に対する我が国と韓国の合計漁獲量は、1980 年代は最大 21 万トン前後（平均は 15.8 万トン）であったが、韓国の漁獲量の急速な増加により 1996 年および 1999 年には 30 万トンを超え、1970 年代前半の日本海の漁獲量水準に回復した。しかし、近年は減少傾向となり、2007 年には 20 万トンを下回った。さらに、2013 年は 12 万トンを下回り、過去 30 年間では 1986 年（7.7 万トン）に次ぐ低い値となった。

以上のように、本系群の漁獲量は 2000 年前後をピークとして減少している。その要因として、後述するように資源量が 2000 年前後をピークとしてやや低下したことや、日本周辺海域の水温上昇によって夏季の日本海沿岸域を中心に漁場が形成されにくくなった（木所 2011）ことが考えられる。また、我が国のいか釣り漁船の操業日数の減少（表 2 および図 6）に加えて、冬季発生系群の資源量の増加によって太平洋側での操業比率が高くなったこと（木所 2011）も要因として考え

られる。そのため、2000年以降では冬季発生系群の漁獲量が増加（減少）した年は本系群の漁獲量が減少（増加）する傾向がある。

### (3) 漁獲努力量

日本海沖合域の主漁業である旧中型いか釣り漁船の漁獲努力量（操業日数）は、1980年代半ばまでは年間7万～13万日であった（表2）。しかし、1990年代以降は減少し、2000年代は2万日台、2009年以降は2万日を下回った。2013年は、10月にオホーツク海で冬季発生系群を対象に操業した漁船が多かったために日本海での努力量が減少し、過去最低となった（表2）。漁獲努力量の減少には、長期的には沖合域で操業する漁船数の大幅な減少が深く関係している。さらに、近年では、日本海における魚体の小型化による魚価安や漁期開始期の遅れも努力量減少の要因となっていると考えられる。

なお、表2に示したCPUE（漁船）は、漁獲成績報告書における日本海と東シナ海の旧中型いか釣り漁船の1日あたりの漁獲量の集計結果、漁獲量は日本海と東シナ海の冷凍漁獲量集計値である。漁獲努力量は、これらの漁獲量とCPUE（漁船）の値を用いて漁獲量/CPUE（漁船）として算出した。

## 4. 資源の状態

### (1) 資源評価の方法

漁場一斉調査、幼生分布調査および新規加入量調査の結果を用いて各発育段階の資源状況を把握し、今後の資源動向を判断する資料とした（詳細は補足資料1および3）。なお、資源量の推定方法の概要は下記のとおりである（詳細は補足資料2）。

- ア) 日本海漁場一斉調査の結果から分布状況を把握するとともに、全調査点で実施した調査船のCPUE（釣機1台1時間あたりの採集尾数）の平均値を資源量指数として求めた。
- イ) 資源量は、上記の漁場一斉調査で得られた資源量指数に比例すると仮定し、資源量指数に比例定数(q)を乗じて推定した。
- ウ) 比例定数(q)は、1979～2000年の漁獲係数の平均値が、1979～2000年の調査船調査で得られたデータ（CPUEの日間減少率）を用いて推定される1979～2000年の平均的な漁獲係数(F\*)と同値になるように求めた。

### (2) 資源量指標値の推移

#### ア) 資源量指数

漁場一斉調査（詳細は補足資料3）で得られた資源量指数の経年変化を表3と図4に示す。資源量指数は、1980年代前半は減少傾向にあり、1986年は2.76尾となった。1987年以降は増加傾向に転じ、1998年に一時的に減少したものの、2000年に20尾を上回り、2002年には25.04尾に達した。その後はやや減少し、2003年以降は概ね15尾前後となった。しかし、2014年は28.80尾に急増し、過去最高値になった。

## イ) 新規加入量調査

新規加入量調査は、漁期前に資源状況を把握することを目的として毎年4月に実施している。2000～2010年の調査結果では、本系群に相当する外套背長5cm以上の個体の平均採集数と資源量の間に関連関係があることが報告されている(Kidokoro et al. 2014)。2014年の調査結果では、外套背長5cm以上の個体の1曳網あたりの平均採集尾数は8.8尾であり、2013年(8.0尾)と同様、近年5年平均(12.5尾)よりも少なかった(補足資料3)。

## ウ) 幼生分布密度

幼生の分布密度は、資源水準が高い年代には親魚の資源水準の指標値として有効である(後藤 1999)。口径45cmネットの鉛直曳きによる1曳網あたりの採集数では1980年代は低い値(0.1尾前後)であったが、資源量指数同様、1990年代以降は高い値(1尾以上)となり、2000年前後には2.5尾前後となった(図5)。しかし、その後は減少傾向となり、2011年には1990年代以降で最も少ない0.50尾となった(図5)。2013年の1曳網あたりの採集数は0.86尾であり、1990年代以降では、2011年に次ぐ低い値となり、親魚尾数の減少が懸念される。ただし、近年の幼生分布密度の減少には、本系群の主産卵時期が遅くなった(桜井ほか 2007)ことにより、調査時期と主産卵時期が一致しなくなった影響も考えられる(補足資料3)。

## エ) CPUE(漁船)

日本海における旧中型いか釣り漁船のCPUE(1隻1日あたりの漁獲量)は、1980年代前半は概ね1トン以下であった。しかし、資源量指数と同様に1990年代に増加し、2000年前後には約3トンとなった(表2、図6)。その後はやや低下し、2004年以降は2.5トン前後で推移しており、2013年は2.17トンであった(表2、図6)。

## (3) 外套背長組成の推移

日本海漁場一斉調査で得られた外套背長組成を、各調査点の分布密度(各調査点で実施した調査船のCPUE)で重み付けした平均値で示した(図7)。2014年は、近年5年平均同様に18cm台にモードがある組成であった。外套背長15cm以下のサイズは前年および近年5年平均よりも少なかったが、外套背長17cm以上のサイズは前年および近年5年平均よりも多かった。

## (4) 資源量と漁獲割合の推移

本系群の推定資源量は、1980年代前半は減少傾向にあり、1980年代は50万トン前後、1986年には22.4万トンとなった(表3、図8)。1980年代後半以降は増加し、1990年代の平均資源量は108.7万トン、2000年前後には概ね150万～200万トンとなった(表3、図8)。資源量はその後やや低下し、2003年以降は概ね100万～150万トンで推移したが、2014年は234.5万トンに急増し、過去最高値と

推定された。

漁獲割合は 1980 年代に資源量の減少とともに上昇し、1980 年代半ばには 35～40%となった（表 3、図 8）。その後は、資源量の増加とともに低下し、1990 年代は 30%以下、2000 年以降は 20%前後となった。2008 年以降はさらに低下し、2011 年以降は 10%前後となっている。

親魚尾数（親魚尾数の計算手法は補足資料 2）も資源量と同様に 1980 年代前半は減少傾向であったものの、1980 年代後半以降は増加に転じ、2000 年前後は 30 億尾前後となった（表 3、図 9）。2003 年以降は低下し、概ね 20 億尾前後となった。なお、2014 年漁期に近年 3 年平均の漁獲係数( $F=0.146$ )で漁獲した場合、2014 年の漁獲量は 23.5 万トン、2014 年の親魚尾数は過去最高値の 39.7 億尾（111.3 万トン）と予測される。

#### (5) 資源の水準・動向

上記の資源量の変化より、資源量が少なかった 1980 年代（1981～1989 年）の平均値（51.2 万トン）を低位水準と中位水準の境界、資源量が増加した 1990 年代（1990～1999 年）の平均値（108.7 万トン）を中位水準と高位水準の境界とした（図 8）。

2014 年の資源量は 234.5 万トンであり、高位水準の閾値とする 1990 年代の平均値（108.7 万トン）を上回ったことから、2014 年の資源水準は高位と判断した。動向は、2014 年の資源量が急増したものの、近年 5 年の推定資源量の変化（図 8）から横ばいと判断した。

#### (6) 再生産関係

推定した資源尾数および親魚尾数を用いて再生産関係を求めた（図 10）。また、再生産成功率(RPS)を、資源尾数／前年の親魚尾数として求めた。RPS は、年による変化が大きいものの、低下傾向にある。資源が増加傾向にあった 1990 年代は親魚 1 尾あたり加入資源尾数が概ね 3～4 尾であったのに対し、2000 年以降は 2 尾前後となっている（表 3、図 11）。その結果、1990 年以降の RPS の中央値（1990 年以降その年までの中央値）に漸減傾向が認められ、特に 2000 年以降は、RPS が 1990 年以降の中央値（1990 年以降その年までの中央値）よりも小さい値になる場合が多くなった。

RPS が低下傾向にある要因として、海洋環境の変化、または密度効果による影響が想定されるが、明確な要因は分かっていない（補足資料 5）。また、近年北朝鮮海域で中国漁船が操業しているとの情報があるが、その漁獲量を考慮できないため、RPS が見かけ上、低下している可能性もある（補足資料 5）。

#### (7) 今後の加入量の見積もり

スルメイカの資源量は、漁獲の影響に加えてレジームシフトと呼ばれる中長期的な海洋環境の変化と、年による短期的な海洋環境の変化に影響されることが指摘されている（村田・新谷 1977、Okutani and Watanabe 1983、Sakurai et al. 2000、木所 2009）。特に 1989 年の北西太平洋における冬季水温の上昇(Hare and Mantua 2000、Yasunaka and Hanawa 2002)は、スルメイカの主産卵場の形成位置(Sakurai et

al. 2000、Goto 2002)や回遊経路(Kidokoro et al. 2010)および主発生時期(木所 2009)の変化を引き起こし、1990年代以降にスルメイカの資源量水準の上昇に大きく関与したと考えられている。そのため、中長期的な海洋環境の変化、およびスルメイカの生態的な変化を把握することで、スルメイカの資源動向および資源水準の変化を判断・予測することが可能と考えられている(木所 2009)。

2013~2014年の調査結果では、幼生の分布密度が低い値であるものの、資源水準の低下を示す産卵回遊経路や産卵場形成位置等の生態的な変化は認められず、環境の変化に伴う減少期に入った兆候は観察されなかった。そのため、本系群の資源量が急速に低下するような状況ではないと判断される。

一方、本系群の資源水準は1990年代以降、中位~高位水準を維持しているものの、RPSは低下傾向にあり、2000年以降のRPSは1990年代と比較して低くなっている(図11)。スルメイカの資源評価では、RPSの低下は算定されるABCに大きな影響を与えるため、近年のRPSの低下傾向を考慮することは、適切な資源管理方策を検討する上で非常に重要である(補足資料5)。特に、環境が好転したとされる1990年以降のRPSの中央値で今後の加入量を予測すると、加入量が過大評価となる場合が多く、注意が必要となる。

以上のように、環境変化に伴う減少期に入った兆候は観察されていないものの、2000年以降のRPSは低下傾向にある。そこで、今後の加入量の見積もりには、2000年以降のRPSの低下傾向を的確に反映させるために、RPSの中央値の参照期間を、環境が好転したとされる1990年以降とせず、前年度の評価時と同じ年数(23年)に固定してRPSの中央値を計算し、加入量を予測した(補足資料5)。ただし、親魚量が多いと加入量が頭打ちになることが想定されることから、過去の最大値を資源量の上限值として設定し、ABCを算定することとした。

今後の加入量の見積りに用いる過去23年間(1992~2014年)のRPSの中央値は2.53と計算され、この加入量の見積もり(RPSの中央値)を用いると、資源水準(親魚量)を維持する管理基準値(Fmed)は、(1)式より0.329と算出された。

$$F_{med} = \ln(RPS_{med}) - M \quad (1)$$

ここで、Mは自然死亡係数(=0.6)である。

#### (8) Blimit の設定

Blimitは、Myers et al.(1994)を参考に、再生産関係を用いて、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(40.1万トン、14.3億尾)として設定した(図12)。評価年の予測親魚量がこの値を下回った場合、次年のABCは資源回復措置を考慮して算定することとする。

#### (9) 生物学的管理基準値(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

現状(近年3年間の平均)の漁獲係数(Fcurrent)は0.146である。この値は、1990年以降の再生産関係(ただし、過去23年間のデータ)から推定した親魚量を維持することが期待される漁獲係数(Fmed=0.329)よりも低い値である。想定される今

後の加入量の見積もり（過去 23 年間の RPS の中央値）を基にすると、現状の漁獲係数は、資源量を低下させる水準にないと判断される（図 13）。また、 $F_{current}$  の %SPR は 86%、 $F_{med}$  の %SPR は 72%であり、漁獲がない場合と比較してそれぞれ 86%、および 72%の親魚尾数が確保されていると計算される。

## 5. 2015 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

スルメイカの資源変動特性として、漁獲の影響と海洋環境の変化によって資源量が大きく変動する。1980 年代は不適な海洋環境に加え、高い漁獲割合によって資源量が減少し、概ね 50 万トン前後で推移した。1990 年代以降は、好適な環境（温暖な環境）へ変化するとともに資源量が増大し、1990 年代半ばには 100 万トンを超えた。2000 年前後の資源量は概ね 150 万～200 万トンとなったものの、2003 年以降はやや低下し、概ね 100 万～150 万トンになった。しかし、2014 年の資源量は 234.5 万トンに急増し、過去最高値にあると推定された。

2013～2014 年の調査結果においてもスルメイカの資源水準の低下を示唆する産卵場形成位置等の生態的な変化は観測されておらず、急速に資源量が低下するような状況ではないと判断される。そのため、2015 年以降も適切に管理することで資源量を高位水準に維持することが可能と考える。

### (2) 漁獲シナリオに対応した 2015 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

2014 年の資源量は 234.5 万トン（83.7 億尾）と推定され、2014 年漁期に近年 3 年平均の漁獲係数( $F=0.146$ )で漁獲した場合、2014 年の漁獲量は 23.5 万トン（8.4 億尾）、2014 年の親魚量は 111.3 万トン（39.7 億尾）と予測される。2014 年の親魚量は  $B_{limit}$ （40.1 万トン、14.3 億尾）を上回ることから、ABC 算定規則の 1-1)-(1)を適用し、現状の漁獲圧の維持( $F_{current}$ )シナリオおよび親魚量の維持( $F_{med}$ )シナリオで 2015 年の ABC を算定した。

2015 年の資源量は、2014 年の予測親魚量（111.3 万トン、39.7 億尾）と過去 23 年間（1992～2014 年）の RPS の中央値(2.53)から、上限値（過去最高値）である 234.5 万トンと予測される。現状の漁獲圧（近年 3 年間の  $F$  値の平均値）シナリオの管理基準値は、 $F_{current}=0.146$ （漁獲割合 10.0%）であり、親魚量の維持シナリオにおける管理基準値は、 $F_{med}=0.329$ （漁獲割合 20.7%）である。よって、2015 年の ABC は、現状の漁獲圧( $F_{current}$ )を維持した場合では、 $234.5 \text{ 万トン} \times (\text{漁獲割合 } 10.0\%) = 23.5 \text{ 万トン}$ 、現在の親魚量を維持する漁獲( $F_{med}$ )では  $234.5 \text{ 万トン} \times (\text{漁獲割合 } 20.7\%) = 48.6 \text{ 万トン}$ と算定される。

各漁獲シナリオで予測される今後の漁獲量、資源量の変化を図 14 に示す。ここで、親魚尾数が 33.1 億尾（資源尾数の最大値（83.7 億尾）／RPS の中央値）を超えた場合は親魚尾数を 33.1 億尾として翌年の資源量（234.5 万トン）を計算した。なお、予防的措置として、各漁獲シナリオの漁獲係数に安全係数(0.8)をかけた漁獲シナリオも検討した。その結果、今後の資源量は検討した全てのシナリオにおいて 2015 年以降、上限値で推移すると計算された。漁獲量は、漁獲シナリオによって異なる（資源量の上限値×各シナリオにおけ

る漁獲割合) もの、検討した全てのシナリオで 2015 年以降、同じ値で推移すると計算された。

ただし、スルメイカの寿命は1年であり、獲り残した親魚は次の漁期開始時まで全て死亡する。2015年(ABCの対象)に漁獲対象となるのは、2014年漁期後に孵化した群である。そのため、次に述べる加入量の不確実性を考慮した検討でも示されるように、実際には資源量の年変動が大きく、翌年の再評価結果ではABCが当初値と大きく異なる場合もある。したがって、2015年ABCの取り扱い、および今後の漁獲量と資源量の予測にあたっては、加入量の不確実性を考慮することが重要である。

#### 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	漁獲量 (千トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現状の漁獲圧の維持	F <sub>current</sub> (F=0.146)	117	235	235	235	235	235	235
上記の予防的措置	0.8F <sub>current</sub> (F=0.116)	117	235	191	191	191	191	191
親魚量の維持	F <sub>med</sub> (F=0.329)	117	235	486	486	486	486	486
上記の予防的措置	0.8F <sub>med</sub> (F=0.263)	117	235	402	402	402	402	402
	管理基準	資源量 (千トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現状の漁獲圧の維持	F <sub>current</sub> (F=0.146)	1,149	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345
上記の予防的措置	0.8F <sub>current</sub> (F=0.116)	1,149	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345
親魚量の維持	F <sub>med</sub> (F=0.329)	1,149	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345
上記の予防的措置	0.8F <sub>med</sub> (F=0.263)	1,149	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345	2,345

#### (3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

加入量の不確実性による影響を、シミュレーション(補足資料 4)を基に検討した。図 14 で示される変化とは異なり、どの漁獲シナリオでも加入量の不確実性によって年々の資源量および漁獲量が大きく変化した(図 15)。各漁獲シナリオの 5 年後における漁獲量の変動幅(80%区間)および親魚量の維持(2014 年の親魚量を維持および B<sub>limit</sub> を維持)確率は次ページの表のとおりである。なお、10 年後の資源量、親魚量および漁獲量の平均値は、親魚量の維持シナリオによる漁獲(F<sub>med</sub>)では、それぞれ 159 万トン、64 万トン、32 万トン、現状の漁獲圧の維持シナリオでは、それぞれ 217 万トン、103 万トン、22 万トンであった。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ( $F_{current}$ との比較)	漁獲割合	将来漁獲量		評価		2015年漁期 ABC
			5年後	5年平均	2014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 ( $F_{current}$ )*	$F=0.15$ (1.0 $F_{current}$ )	10%	84千トン ～ 392千トン	238千トン	36%	91%	235千トン
現状の漁獲圧の維持の 予防的措置 ( $0.8F_{current}$ )*	$F=0.12$ (0.8 $F_{current}$ )	8%	75千トン ～ 318千トン	195千トン	41%	95%	191千トン
親魚量の維持 ( $F_{med}$ )*	$F=0.33$ (2.3 $F_{current}$ )	21%	102千トン ～ 727千トン	439千トン	17%	77%	486千トン
親魚量の維持の 予防的措置 ( $0.8F_{med}$ )*	$F=0.26$ (1.8 $F_{current}$ )	17%	112千トン ～ 640千トン	380千トン	24%	83%	402千トン
コメント <ul style="list-style-type: none"> <li>本系群のABC算定には規則1-1)-(1)を用いた。</li> <li>現状の漁獲圧は資源を悪化させる状況にないと判断される。</li> <li>漁獲量の年変動は大きく、資源量は短期的に変動すると推測される。</li> <li>海洋環境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等を変更する必要がある。</li> <li>海洋生物資源の保存およ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、現状の好適な海洋環境が継続すれば親魚量の維持シナリオ以下に漁獲圧を維持することで、資源水準を高、中位に維持す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。</li> <li>漁獲シナリオにおける管理開始5年後の評価で、2014年親魚量を維持する確率が低いのは、2014年親魚量が非常に高い値(過去最高値)であり、この値を維持するのが困難なためである。</li> </ul>							

2015年漁期は2015年4月～2016年3月。現状の漁獲圧を示す $F_{current}$ は過去3年間(2011～2013年)の平均のFである。漁獲シナリオにおける「親魚量の維持( $F_{med}$ )」は、中長期的に安定する親魚量での維持を指し、1992～2014年(過去23年間)の再生産成功率(RPS)の中央値に基づいて算定。将来漁獲量および評価値は、過去23年間のRPSを無作為抽出するシミュレーション(1,000回試行)により算出した。将来漁獲量の範囲は80%区間を示す。将来漁獲量の「5年後」は2019年、「5年平均」は2015～2019年の平均値、評価の「2014年親魚量」は2014年漁期終了時の親魚量(1,113千トン)である。また、評価の対象とした5年後の親魚量は、2019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
2013 年漁獲量確定値	2013 年漁獲量の追加、管理基準値(Fmed、Fcurrent、Blimit)の更新
2010～2012 年漁獲量の更新	2010～2012 年漁獲量の更新、管理基準値(Fmed、Fcurrent、Blimit)の更新
2014 年資源量確定値	2014 年資源量の追加、管理基準値(Fmed、Fcurrent、Blimit)の更新

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)
2013 年 (当初)	Fmed	0.374	1,719	397	329	
2013 年 (2013 年再 評価)	Fmed	0.351	1,149	252	209	
2013 年 (2014 年再 評価)	Fmed	0.374	1,149	266	220	117
2014 年 (当初)	Fmed	0.328	1,356	281	232	
2014 年 (2014 年再 評価)	Fmed	0.329	2,345	486	402	

2013、2014 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。

2013 年および 2014 年の ABC を、本評価による資源量等の値を用いて再計算した。2014 年の ABC の管理基準値(Fmed)は、2010～2012 年漁獲量の更新によって、2013 年評価時の 0.328 から 0.329 になった。また、2013 年度の資源評価では、2014 年の資源量は 135.6 万トンと予測されたが、2014 年の調査結果では 2014 年の資源量が 234.5 万トンと推定された（予測値の 173%、98.9 万トンの増加）。以上の管理基準値の更新、および 2014 年の資源量の確定によって、2014 年の ABC（2014 年再評価値=48.6 万トン）は、2014 年当初値（2013 年度資源評価値=28.1 万トン）の 173%（20.5 万トンの増加）となった。

## 6. ABC 以外の管理方策への提言

スルメイカの資源量は中長期的および短期的な海洋環境の変動に影響される（Okutani and Watanabe 1983、村田・新谷 1977、Sakurai et al. 2000、木所 2009）。そのため、海洋環境や幼生の分布状況のモニタリング調査（補足資料 3）を継続し、中長期的な資源動向を把握するとともに、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管理基準値を変更する等の対応が必要である。

スルメイカは単年生の生物資源であり、毎年漁獲対象資源が更新する。そのため、再生産関係から予測した資源量に対して実際に加入した資源量が少ない場合、設定した ABC は過大となる。このため、各発育段階における調査結果（補足資料 3）を用いて予測資源量と実際の資源状況を逐次把握するとともに、予想値と大き

く異なっていた場合は速やかに対応を検討することも重要である。

なお、本系群は韓国をはじめとする日本の周辺諸国によっても漁獲されることから、資源の評価・管理に当たっては各国間の協力が必要である。

## 7. 引用文献

- 安達二郎 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ、*Todarodes pacificus* Steenstrup、の漁業生物学的研究. 島根水試研報, 5, 1-93.
- 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, 66pp.
- 後藤常夫 (1999) 口径 45cm プランクトンネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集とその有効性 (要旨). イカ類資源研究会議報告 (平成 10 年度), 99-100, 北水研.
- Goto, T. (2002) Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan and its implication for locating spawning grounds. Bull. Mar. Sci., 7(1), 299-312.
- 浜部基次・清水虎雄 (1966) 日本海西南海域を主としたスルメイカの生態学的研究. 日水研報, 16, 13-55.
- Hare, S.R. and Mantua N.J. (2000) Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. Prog. Oceanogr., 47, 103-145.
- Ikeda, Y., Sakurai, Y. and Shimazaki, K. (1993) Maturation process of the Japanese common squid *Todarodes pacificus* in captivity. pp.179-187. In *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, ed. by Okutani, T., O'Dor, R. K. and Kubodera, T., Tokai University Press, Tokyo.
- 木所英昭 (2009) 気候変化に対するスルメイカの日本海での分布回遊と資源変動に関する研究. 水産総合研究センター報告, 27, 95-189.
- 木所英昭 (2011) 1990 年代後半以降の我が国日本海沿岸域におけるスルメイカ漁獲量の減少について. 水産海洋研究, 75, 205-210.
- 木所英昭・檜山義明 (1996) 日本海におけるスルメイカの分布海域による成長の差異. 日水研報, 46, 77-86.
- 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.
- Kidokoro, H., Shikata, T. and Kitagawa, S. (2014) Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. Hidrobiológica, 24 (1), 23-31.
- Kidokoro, H., Goto, T., Nagasawa, T., Nishida, H., Akamine, T. and Sakurai Y. (2010) Impact of a climate regime shift on the migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan. ICES J. Mar. Sci., 67, 1314-1322.
- 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, 1-14, 日水研.
- Myers, R. A., Rosenberg, A. A., Mace, P. M., Barrowman, N. and Restrepo, V. R. (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* STEENSTRUP 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.
- Rocha, F., Guerra, A. and Gonzalez, A.F. (2001) A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biol. Rev.* 76, 291-304.
- 坂口健司 (2011) 北海道西部日本海および津軽海峡周辺海域に分布する雄スルメイカの性成熟と日齢. *北水試研報*, 80, 17-23.
- 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.
- 桜井泰憲・岸 道郎・中島一步 (2007) スケトウダラ, スルメイカ, 地球規模海洋生態系変動研究(GLOBEC) -温暖化を軸とする海洋生物資源変動のシナリオ-. *月刊海洋*, 39, 323-330.
- Uchikawa, K. and Kidokoro, H. (2014) Feeding habits of juvenile Japanese common squid *Todarodes pacificus*: Relationship between dietary shift and allometric growth. *Fisheries Research*, 152, 29-36.
- Yasunaka, S. and Hanawa, K. (2002) Regime shifts found in the North Hemisphere SST field. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 80, 119-135.



図1. スルメイカ秋季発生系群の分布図

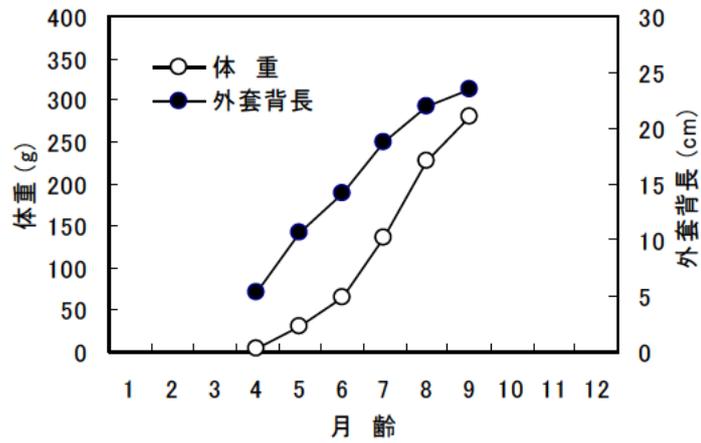


図2. スルメイカ秋季発生系群の成長

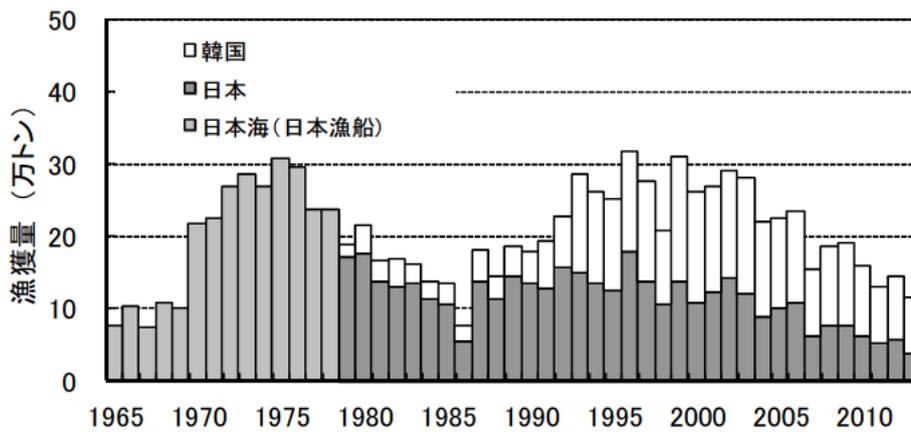


図3. スルメイカ秋季発生系群の漁獲量の推移  
1978年以前は秋季発生系群が大部分を占めていた日本海における日本漁船の漁獲量を参考値として示した。

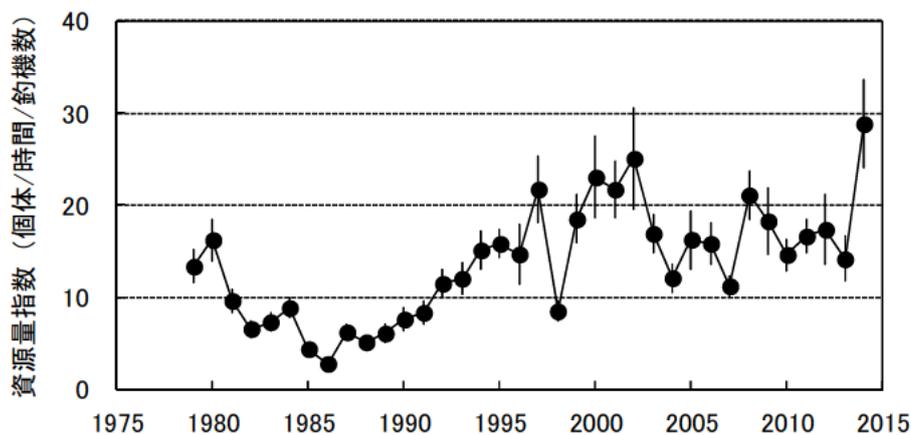


図4. スルメイカ秋季発生系群の資源量指数の経年変化 ( | は標準誤差)

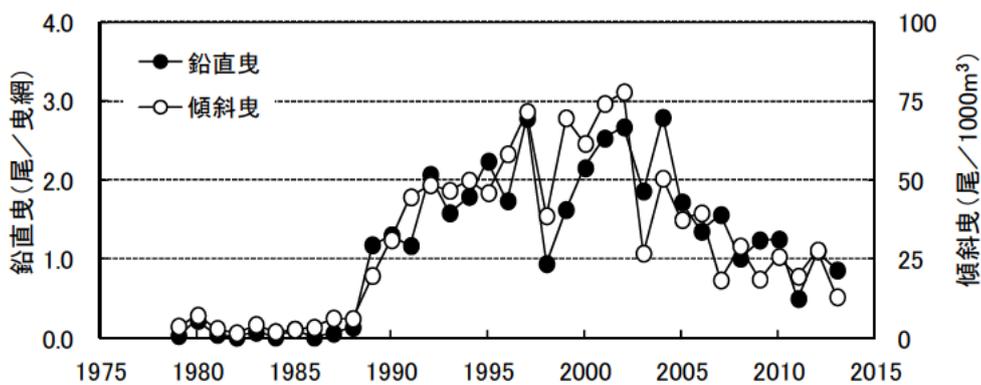


図5. 秋季の日本海におけるスルメイカ幼生の分布密度  
鉛直曳は全ての採集数、傾斜曳は外套背長1.5mm以上の個体の分布密度で示した。

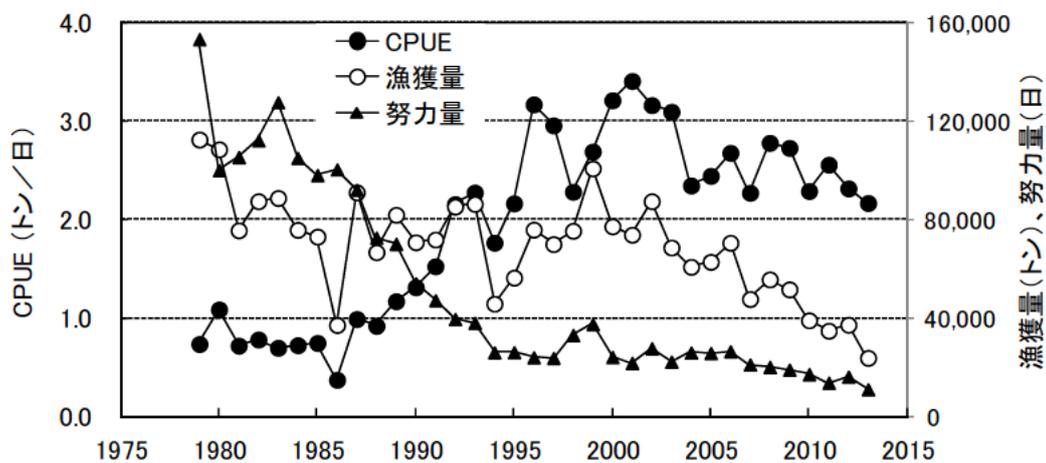


図6. 日本海における旧中型いか釣り漁船のCPUE、漁獲量、努力量の推移

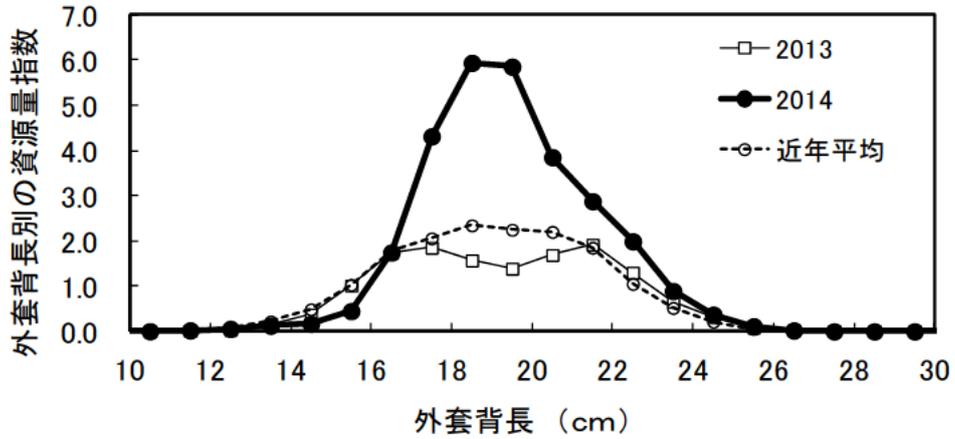


図7. 日本海漁場一斉調査結果による外套背長組成

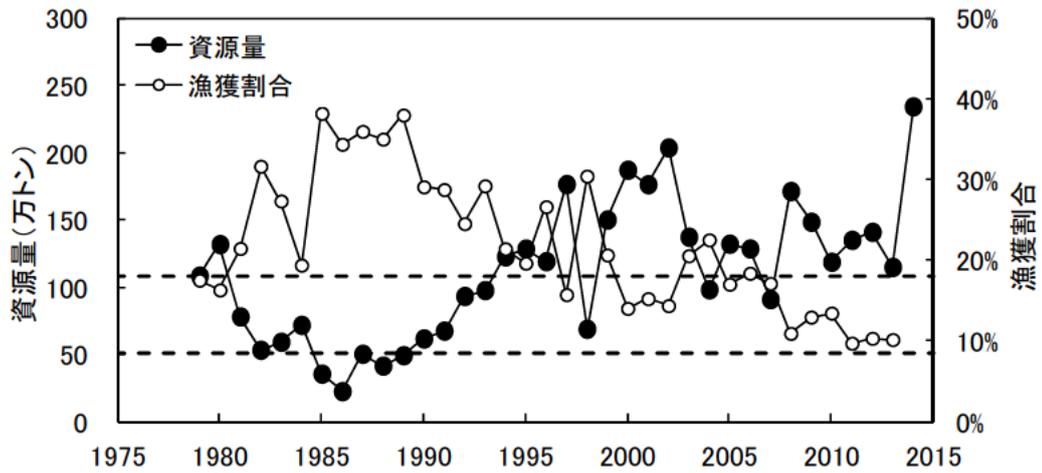


図8. スルメイカ秋季発生系群の推定資源量および漁獲割合  
破線は、高位水準と中位水準の境（108.7万トン）と、  
中位水準と低位水準の境（51.2万トン）を示す。

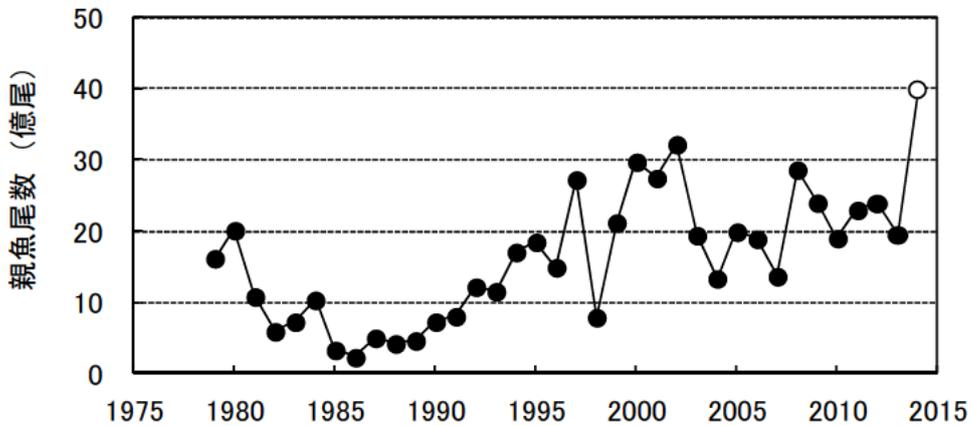


図9. スルメイカの推定親魚尾数 ○は2014年の予測値。

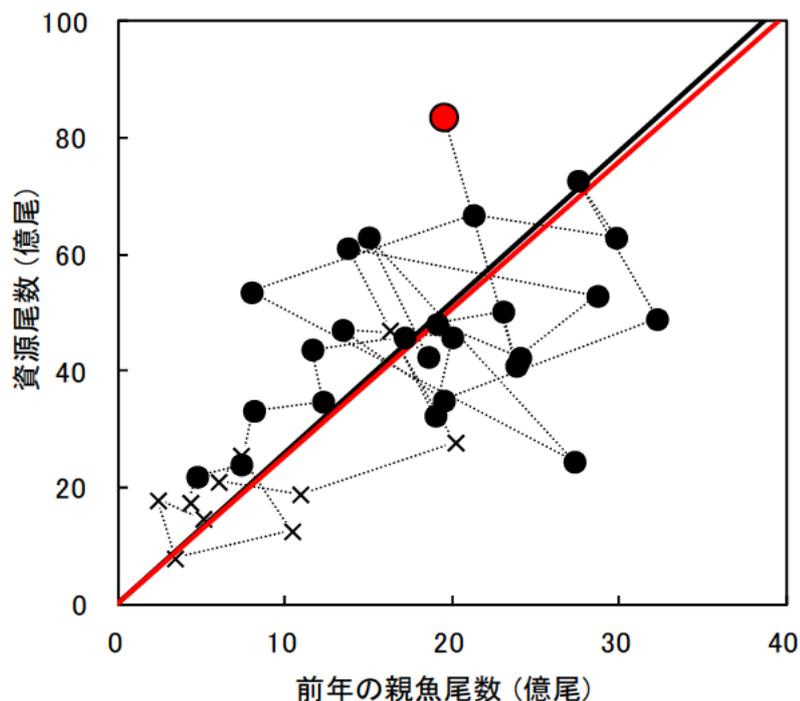


図10. スルメイカ秋季発生系群の再生産関係  
 図中●は2014年、●は1990年以降、×は1980年代を示す。原点を通る太直線は1990年以降のRPSの中央値を示し、同赤色直線は過去23年間（1992～2014年）のRPSの中央値を示す。

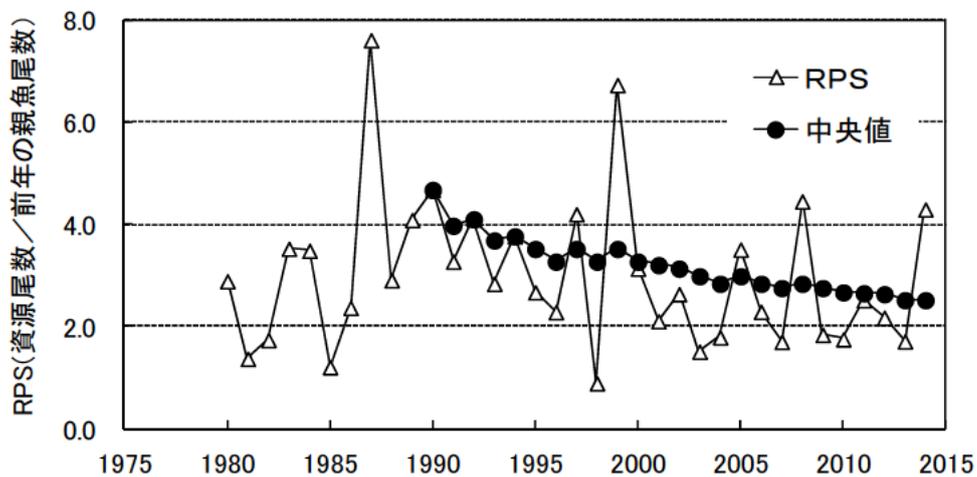


図11. RPS（資源尾数/前年の親魚尾数）の経年的変化  
 図中の中央値は、1990年以降その年までのRPSの中央値を示す。

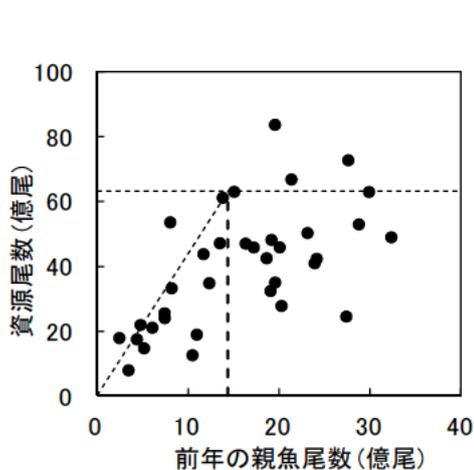


図12. スルメイカ秋季発生系群の再生産関係とBlimit値  
細破線はBlimit (太破線) を推定する際に用いた  
資源尾数およびRPSの90%値を示す。

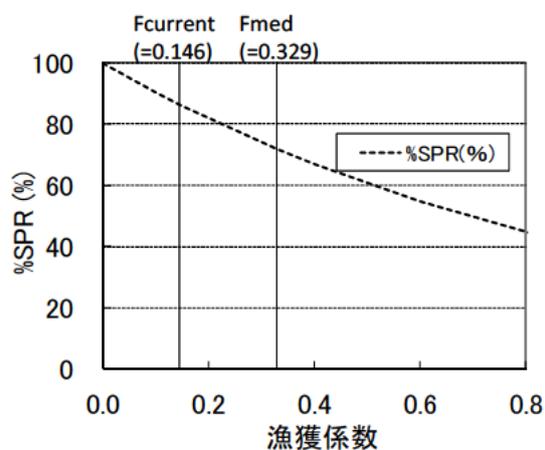


図13. 生物学的管理基準値(Fmed)と現状の漁  
獲圧(Fcurrent)の関係  
%SPR (図中の曲線) と合わせて示す。

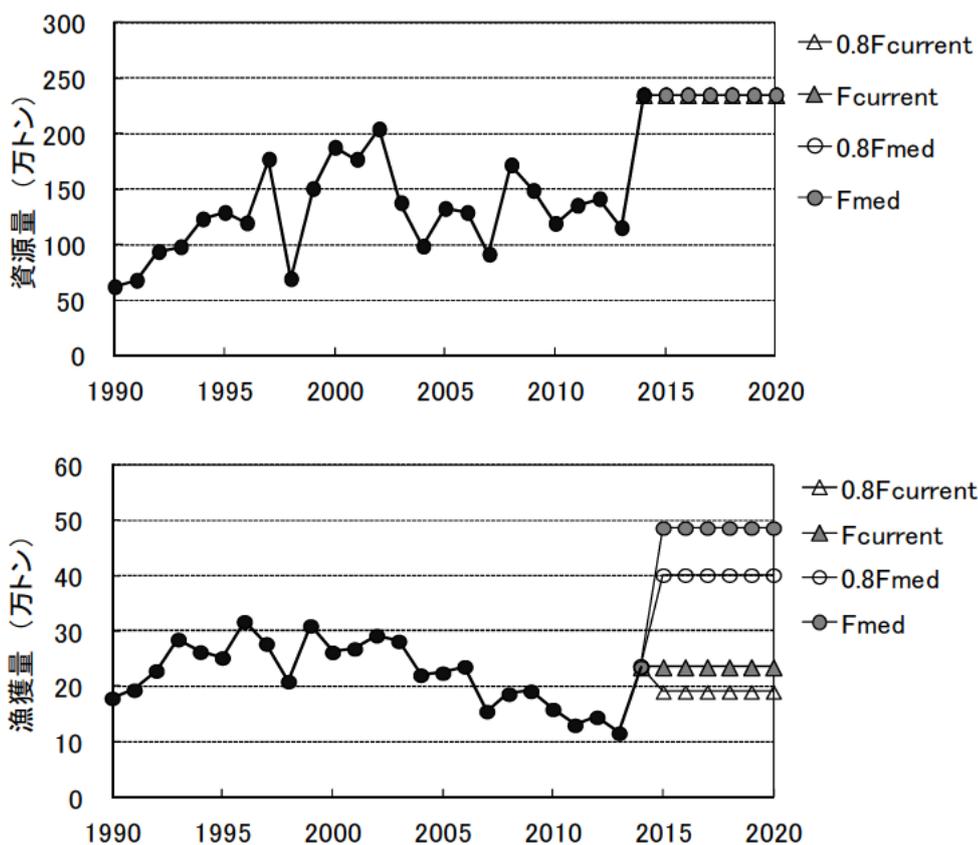


図14. 各漁獲係数による資源量 (上) 、および漁獲量 (下) の推移

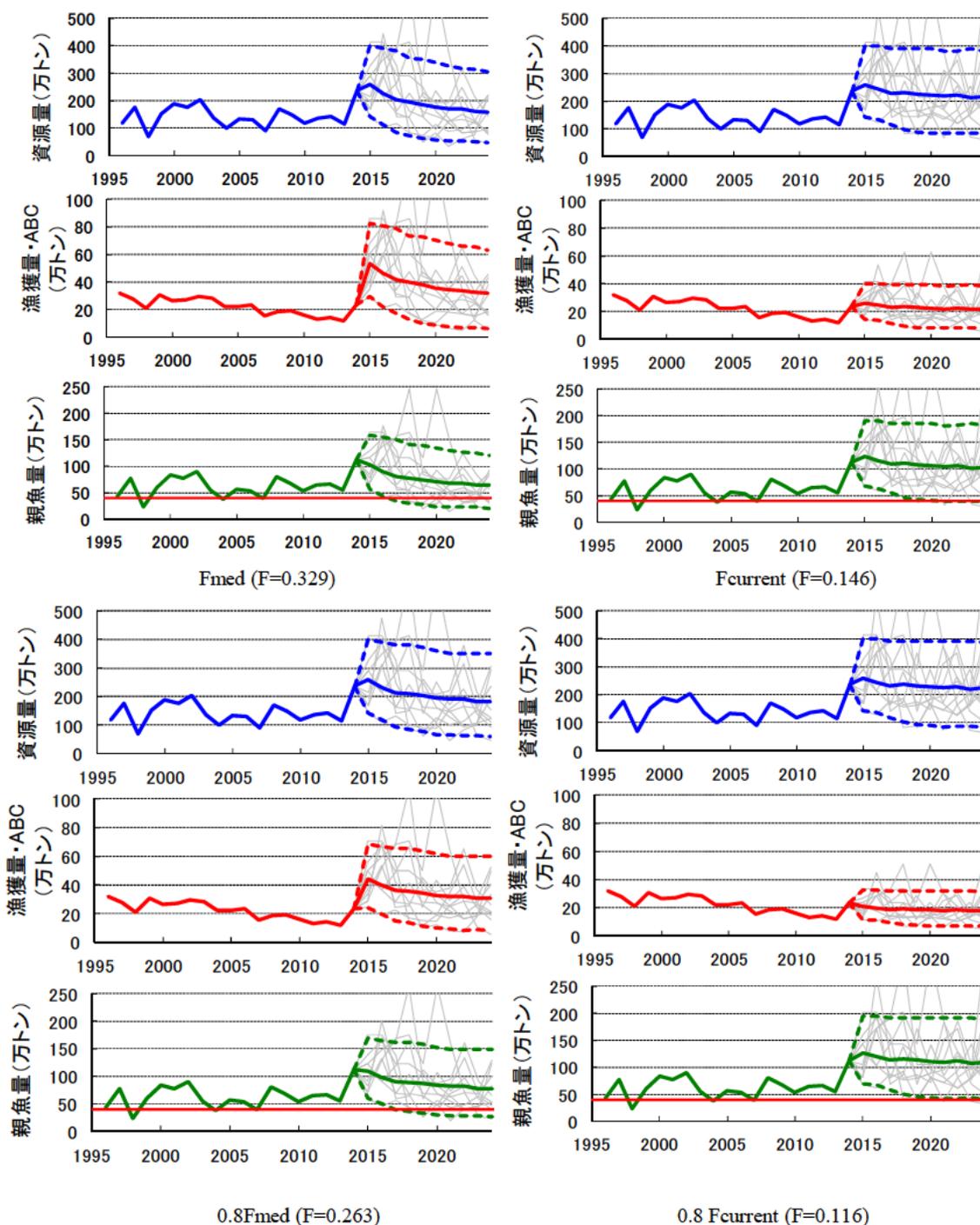


図15. 加入量の不確実性を考慮して各資源管理基準値で漁獲した場合の資源量(上図)、漁獲量(中図)、親魚量(下図)の推移  
 細線は1000回の試行のうち、任意の10回の試行の各推移、太線は1000回の試行による平均値、太点線は上側10%および下側10%点を示す。  
 親魚量のグラフ中の赤線はBlimit (40.1万吨)を示す。

表 1. スルメイカ秋季発生系群の漁獲量 (トン)

	日本	韓国	計
1979	172,093	17,725	189,818
1980	177,468	37,469	214,936
1981	137,370	29,962	167,332
1982	130,154	38,360	168,514
1983	135,995	25,908	161,902
1984	113,995	25,017	139,012
1985	104,906	30,548	135,454
1986	53,881	23,265	77,145
1987	137,339	43,580	180,919
1988	113,237	31,915	145,151
1989	145,139	41,767	186,906
1990	134,417	44,991	179,408
1991	128,444	65,641	194,085
1992	157,680	71,179	228,859
1993	150,624	134,771	285,395
1994	134,160	128,597	262,757
1995	126,606	125,558	252,164
1996	178,127	139,259	317,385
1997	138,812	138,714	277,525
1998	106,549	102,992	209,541
1999	138,947	170,980	309,926
2000	109,611	152,677	262,287
2001	122,491	146,033	268,524
2002	142,139	150,286	292,425
2003	121,056	161,075	282,130
2004	89,695	131,476	221,171
2005	101,654	123,152	224,805
2006	108,143	128,124	236,267
2007	62,518	93,088	155,606
2008	77,124	109,789	186,912
2009	76,913	115,095	192,008
2010	61,969	97,474	159,442
2011	51,415	79,393	130,808
2012	56,550	88,569	145,119
2013	38,526	77,981	116,506

表 2. 旧中型いか釣り漁船の漁獲量、CPUE および努力量

	漁獲量 (トン)	CPUE (トン/日)	努力量 (日)
1979	112,476	0.734	153,302
1980	108,501	1.085	99,975
1981	75,568	0.717	105,354
1982	87,411	0.779	112,146
1983	88,716	0.695	127,653
1984	75,753	0.722	104,969
1985	73,012	0.745	98,025
1986	37,072	0.369	100,338
1987	90,995	0.988	92,074
1988	66,679	0.918	72,615
1989	81,883	1.169	70,063
1990	70,729	1.310	53,983
1991	71,830	1.524	47,121
1992	85,218	2.156	39,526
1993	86,306	2.273	37,968
1994	45,737	1.763	25,946
1995	56,333	2.163	26,038
1996	75,862	3.169	23,937
1997	69,972	2.956	23,674
1998	75,369	2.281	33,036
1999	100,749	2.690	37,455
2000	77,199	3.211	24,042
2001	73,784	3.407	21,656
2002	87,395	3.162	27,642
2003	68,582	3.094	22,165
2004	60,730	2.345	25,899
2005	62,767	2.443	25,698
2006	70,506	2.677	26,341
2007	47,647	2.271	20,983
2008	55,618	2.778	20,019
2009	51,561	2.727	18,910
2010	38,980	2.289	17,031
2011	34,746	2.556	13,595
2012	37,181	2.315	16,060
2013	23,724	2.167	10,950

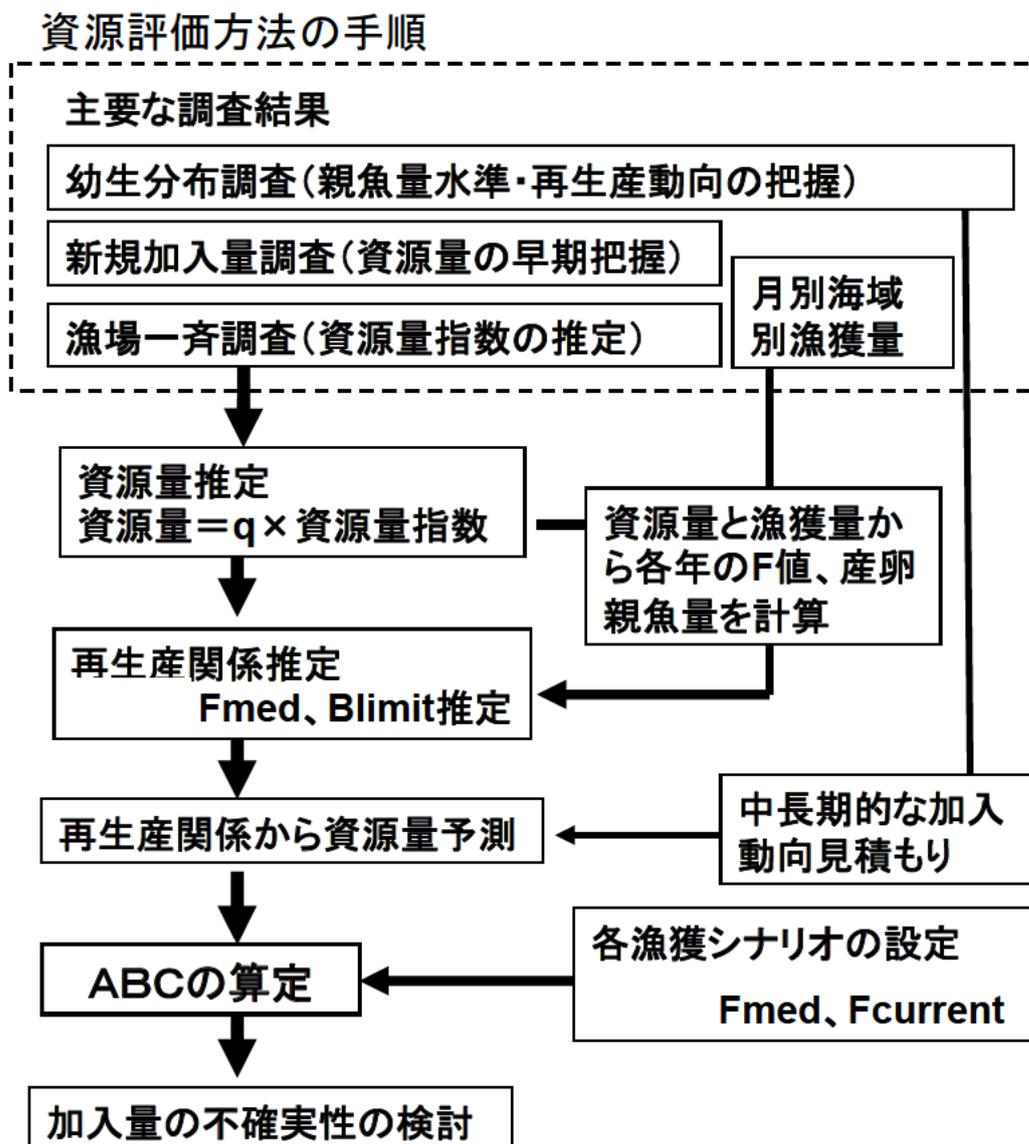
表における漁獲量は日本海と東シナ海の冷凍漁獲量集計値、CPUE（漁船）は漁獲成績報告書における日本海と東シナ海の旧中型いか釣り漁船の1日あたりの漁獲量の集計結果。漁獲努力量はこれらの値から漁獲量/CPUE（漁船）として算出。

表 3. スルメイカ秋季発生系群の資源解析結果

	資源量指数 (尾数)	資源尾数 (億尾)	漁獲量 (千トン)	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値)	再生産 成功率 (RPS)
1979	13.32	38.73	190	1084	16.23	454	17.5	0.270	
1980	16.20	47.10	215	1319	20.16	565	16.3	0.248	2.90
1981	9.59	27.87	167	780	10.87	304	21.4	0.342	1.38
1982	6.54	19.02	169	533	5.98	167	31.6	0.557	1.75
1983	7.28	21.15	162	592	7.33	205	27.3	0.460	3.54
1984	8.82	25.63	139	718	10.39	291	19.4	0.303	3.50
1985	4.36	12.66	135	355	3.37	94	38.2	0.725	1.22
1986	2.76	8.01	77	224	2.36	66	34.4	0.624	2.38
1987	6.18	17.97	181	503	5.07	142	36.0	0.665	7.62
1988	5.09	14.81	145	415	4.29	120	35.0	0.640	2.92
1989	6.04	17.57	187	492	4.70	132	38.0	0.719	4.10
1990	7.58	22.02	179	617	7.34	206	29.1	0.499	4.69
1991	8.29	24.11	194	675	8.10	227	28.7	0.491	3.28
1992	11.46	33.33	229	933	12.24	343	24.5	0.402	4.12
1993	12.00	34.89	285	977	11.60	325	29.2	0.501	2.85
1994	15.08	43.85	263	1228	17.11	479	21.4	0.341	3.78
1995	15.80	45.92	252	1286	18.53	519	19.6	0.308	2.68
1996	14.64	42.58	317	1192	14.97	419	26.6	0.445	2.30
1997	21.70	63.08	278	1766	27.28	764	15.7	0.238	4.21
1998	8.46	24.60	210	689	7.96	223	30.4	0.529	0.90
1999	18.46	53.66	310	1502	21.25	595	20.6	0.326	6.74
2000	23.01	66.89	262	1873	29.77	834	14.0	0.210	3.15
2001	21.68	63.04	269	1765	27.49	770	15.2	0.230	2.12
2002	25.04	72.81	292	2039	32.22	902	14.3	0.215	2.65
2003	16.88	49.06	282	1374	19.46	545	20.5	0.325	1.52
2004	12.07	35.09	221	982	13.40	375	22.5	0.362	1.80
2005	16.24	47.21	225	1322	19.96	559	17.0	0.261	3.52
2006	15.80	45.94	236	1286	18.96	531	18.4	0.285	2.30
2007	11.18	32.49	156	910	13.71	384	17.1	0.263	1.71
2008	21.06	61.22	187	1714	28.66	802	10.9	0.159	4.46
2009	18.24	53.04	192	1485	24.03	673	12.9	0.192	1.85
2010	14.59	42.42	159	1188	19.06	534	13.4	0.200	1.77
2011	16.59	48.24	131	1351	23.01	644	9.7	0.140	2.53
2012	17.32	50.36	145	1410	23.80	666	10.3	0.150	2.19
2013	14.12	41.05	117	1149	19.45	544	10.1	0.147	1.72
2014	28.80	83.74	235*	2345	39.73*	1113*	10.0*	0.146*	4.31

\*2014年の漁獲量、親魚尾数、親魚量、漁獲割合および漁獲係数は予測値

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 資源量の計算方法

### (1) 資源量の推定方法

本系群の資源尾数( $N_t$ )は、漁場一斉調査結果(補足資料 3) から得られる資源量指数( $U_t$ )を用いて、以下の方法で求めた。なお、資源量推定の際の漁獲過程および生物情報(成長、自然死亡係数)は以下のとおりとした。

漁獲過程：スルメイカは概ね孵化後 6 ヶ月以降に加入し、寿命とされる 1 年(孵化後 12 ヶ月)までの 6 ヶ月間(180 日)漁獲対象になる。しかし、漁獲加入直後の小型個体および産卵直前は漁獲対象となりにくい。そこで、資源計算にあたっては、対象期間の中間にあたる孵化後 9 ヶ月時に全て漁獲されると仮定した。

生物情報：漁獲過程に合わせて、漁獲時の体重は成長様式(図 2)をもとに孵化後 9 ヶ月の 280 g とした。なお、漁獲割合(漁獲量/資源量)の計算を考慮し、便宜的に加入時、産卵時の体重も漁獲時と同じ 280g として計算した。スルメイカの自然死亡係数は、これまでバイオマス解析(月あたり 0.431、安達 1988)、標識放流調査(町中ほか 1980)による推定が試みられている。しかし、かなり過大に推定されている可能性がある。そこで、月当たりの自然死亡係数 0.1(加入後 6 ヶ月で 0.6)を仮定値として用いた。

本系群の資源尾数( $N_t$ )は、漁場一斉調査結果(補足資料 3-1)より得られる資源量指数( $U_t$ )から以下のように計算した。

$$N_t = q \cdot U_t \quad (2-1)$$

ここで、 $N_t$  は t 年の資源尾数(億尾)、 $q$  は比例定数、 $U_t$  は t 年の資源量指数である。資源量指数に比例定数( $q$ )をかけると、資源尾数( $N_t$ )が計算される。さらに、1 尾あたりの体重(280g)をかけると、資源量( $B_t$ )となる。

### (2) 資源量推定に用いた比例定数( $q$ )の推定方法

比例係数  $q$  は、3)で計算された 1979~2000 年の平均的な漁獲係数  $F^*=0.447$  を再現するように推定した。t 年の漁獲係数  $F_t$  は、 $q$ 、t 年における漁獲尾数  $C_t$ 、 $U_t$  を用いて以下のように表される。

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

上式を用いて 1979~2000 年の  $F$  を計算し、その平均値が  $F^*$ となるような  $q$  を求め  $q=2.907 \times 10^8$  を得た。

### (3) 1979~2000 年の平均的な漁獲係数の推定方法

1979~2000 年の平均的な漁獲係数( $F^*$ )は、全減少係数( $Z^*$ )を 1979~2000 年の調

査船調査結果を用いて推定した後、仮定した自然死亡係数( $M=0.6$ )を差し引いて求めた。ここで、漁獲係数( $F^*$ )、全減少係数( $Z^*$ )および自然死亡係数( $M=0.6$ )は漁期間(6ヶ月間)の値である。

1979~2000年の平均的な1日あたりの全減少係数( $z^*$ )は、各年月日の調査船CPUEの値( $u_{d,y}$ )を、各年に実施した調査船のCPUEの平均値( $u_{avg,y}$ )で割ったCPUEの相対値( $u_d$ )の日別変化を用いて推定した。dは6月1日からの経過日数である。調査船CPUEの相対値( $u_d$ )が漁期中のスルメイカの個体数の日別変化で示されるとすると、1日あたりの全減少係数( $z^*$ )を用いて下記で示すことができる。

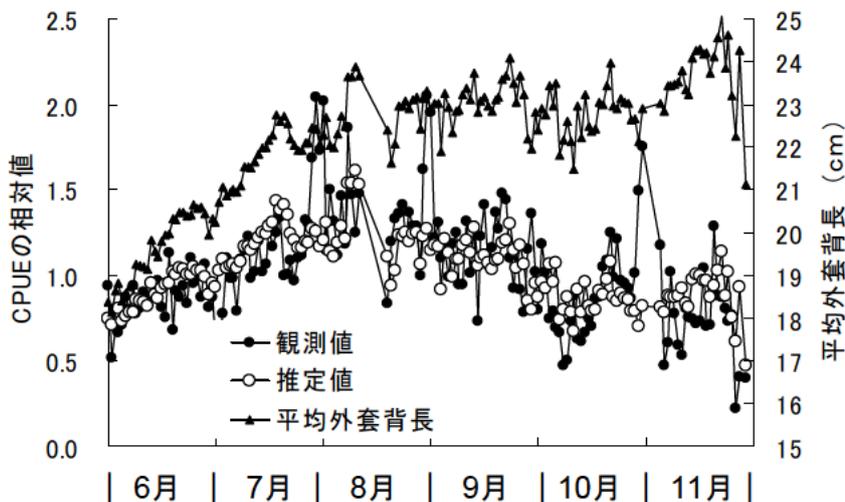
$$u_d = a \cdot e^{-z^* \cdot d} \quad (2-3)$$

実際に、1979~2000年の調査船調査結果では、調査船CPUEの相対値( $u_d$ )は、7月下旬以降( $d=50$ 日以降)は減少傾向となっていた(補足図2-1)。つまり、 $u_d$ より漁期中の資源尾数の減少が示されていた。しかし、 $u_d$ は7月までは増加しており、この間の資源尾数の減少は示されていない。

一方、平均外套背長( $x_d$ )も7月までは、日数の経過とともに急速に大きくなっていった(補足図2-1)。そこで、調査船CPUEの相対値( $u_d$ )の変化は、全減少係数( $z^*$ )に加えて、スルメイカの平均外套背長( $x_d$ )と関連する獲られやすさも影響(指数関係にあると仮定)していると判断し、下式で示した。

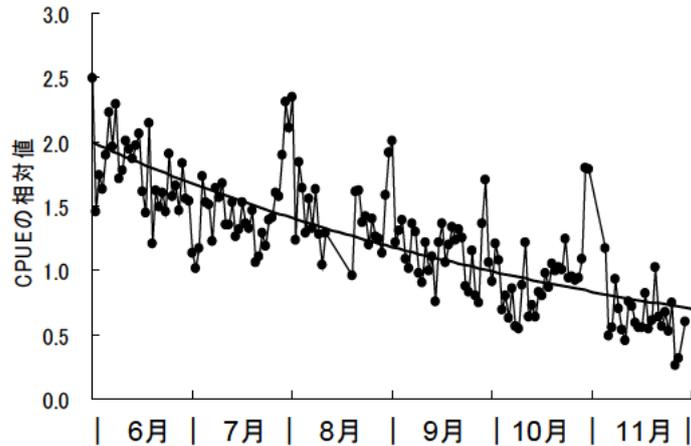
$$u_d = a \cdot e^{(bx_d - z^* \cdot d)} \quad (2-4)$$

ここで、式2-4による調査船CPUEの相対値( $u_d$ )の推定値と、実際の観測値の偏差の自乗が最小となるように各パラメータを推定した。その結果、 $a=0.0153$   $b=0.212$   $z^*=0.00582/$ 日と推定された。なお、平均外套背長による獲られやすさで補正した漁期中の減少過程は補足図2-2となる。



補足図 2-1. 年相対 CPUE および平均外套背長の日別変化

漁期間を 180 日とすると、1 日あたりの全減少係数( $z^*=0.00582$ )から全減少係数(漁期間)は  $Z^*=1.047$  と計算される。さらに、推定された全減少係数( $Z^*$ )から自然死亡係数( $M=0.6$ )を差し引くと、1979~2000 年の平均的な漁獲係数は  $F^*=0.447$  と計算された。



補足図 2-2. 平均外套背長で補正した年相対 CPUE の日別変化  
平均外套背長 23cm で加入率が 1 とした場合 (縦軸の切片を設定)  
における外套背長補正後の CPUE の相対値 ( $u_d$ ) の変化として示し

#### (4) 親魚量の推定方法

親魚尾数( $S_t$ )は、資源尾数( $N_t$ )と漁獲尾数( $C_t$ )より下式で算出した。

$$S_t = \left( N_t - C_t \cdot e^{\frac{M}{2}} \right) \cdot e^{-M} \quad (2-5)$$

ここで、 $M$  は自然死亡係数(=0.6)を示す。

親魚量( $SSB_t$ )は、資源量と同様に、親魚 1 尾あたりの体重が 280g であるとして、資源尾数( $S_t$ )に乗じて算出した。

#### 引用文献

安達二郎 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ、*Todarodes pacificus* Steenstrup、の漁業生物学的研究. 島根水試研報, 5, 1-93.

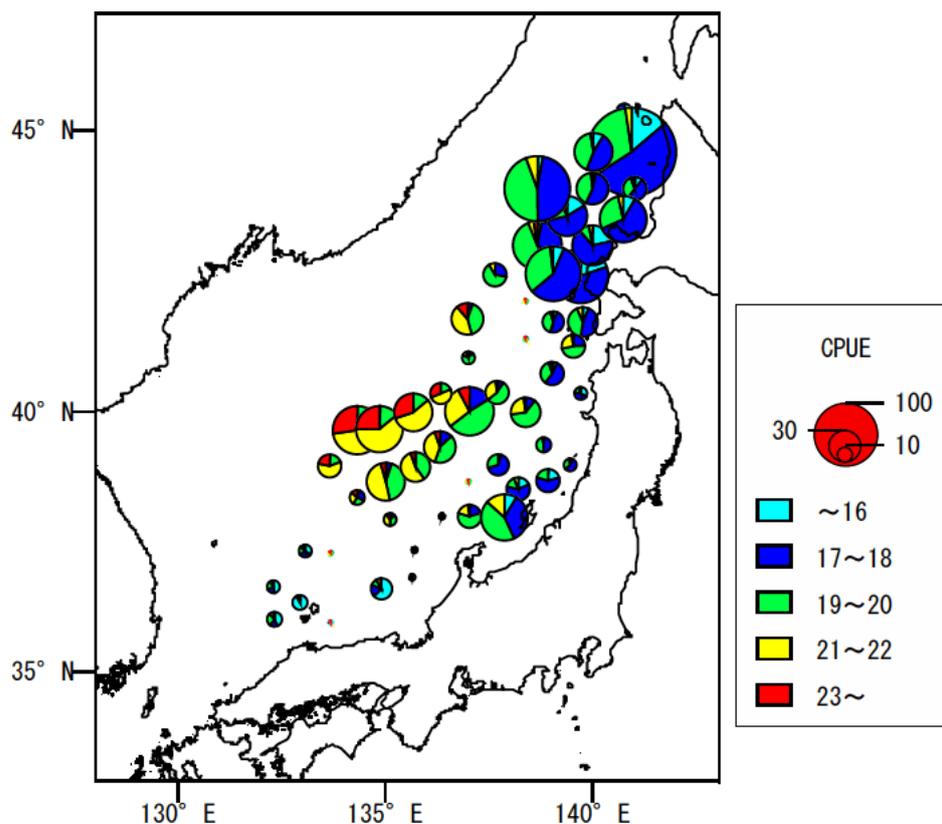
町中 茂・宮下民部・宮島英雄・笠原昭吾 (1980) 1979 年日本海沖合水域におけるスルメイカ標識放流の再捕結果と資源特性値の推定. 石川水試研究報告, 3, 37-52.

## 補足資料 3 調査船調査の経過および結果

## (1) 漁場一斉調査および資源量指数

## 漁場一斉調査（釣獲試験調査）

本系群の主分布域である日本海では、6月から7月にかけて日本海側各試験研究機関共同で釣獲試験による分布調査（50～70の調査点）を実施し、魚群の分布状況や魚体の大きさを把握している（補足図 3-1）。なお、実施した全調査点における調査船の CPUE（釣機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）の平均値はその年の漁況（漁獲量）と良い関係が見られている。



補足図 3-1. 2014 年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果

○の面積は各調査点の分布密度の指標となる調査船の CPUE（釣機 1 台 1 時間の採集尾数）を示し、各色は各外套背長範囲(cm)の比率を示す。

2014 年の調査結果の概要を補足図 3-1 に示す。北海道の沿岸から沖合では、外套背長 17～18cm 台および 19～20cm 台の小型サイズを中心に採集された。この海域では、分布密度の指標となる調査船の CPUE（釣機 1 台 1 時間あたりの採集尾数）が 50 尾以上の高い調査点が多く、調査船の CPUE が 100 尾以上の非常に分布密度の高い調査点もあった。また、大和堆付近でも調査船の CPUE が 50 尾以上の分布密度が高い調査点が多かった。この海域で採集されたスルメイカは、他の海域と異なり、21～22cm 台および 23cm 台以上の大型サイズが中心であった。

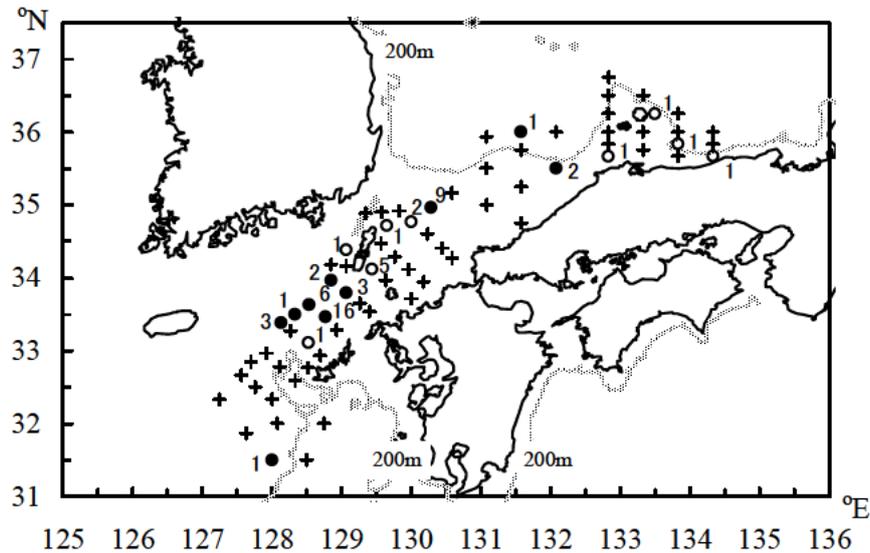
## 資源量指数

漁場一斉調査（日本海スルメイカ漁場一斉調査）は、1994年以前は6月、7月、9月の3回実施されてきたが、1995年以降は7月のみの実施となっている。したがって、資源評価に用いる資源量指数は、1995年を境に下記のように求めた。

- a) 1994年以前は、実施された調査点が海域的に重複している部分が多いことから、6～7月の調査海域を緯度経度1度範囲の小海区に区分し、各小海区内で実施された調査の平均CPUEを小海区における調査船のCPUEとして求め、全小海区における調査船CPUEの平均値を資源量指数として計算。
- b) 1995年以降は実施した全調査点の調査船の平均CPUE（釣機1台1時間あたりの採集尾数）を資源量指数として計算。

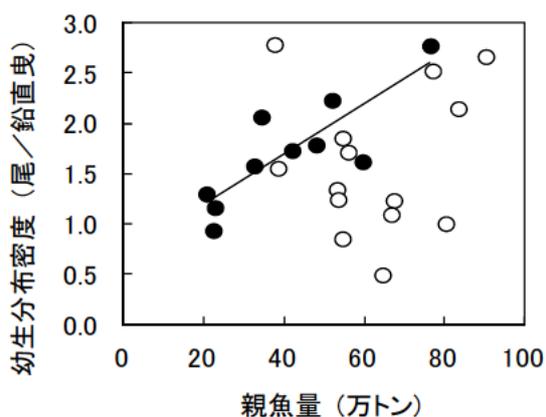
## (2) 幼生分布調査

スルメイカ幼生の分布状況把握を目的として、10～11月に本系群の主産卵場である山陰から九州北西部沿岸域で口径45cm（鉛直曳）と、70cmまたは80cm（傾斜曳）のプランクトンネットを用いて実施している（補足図3-2）。幼生の分布密度は翌年の加入量よりもその年の親魚量との相関が高いことが知られ（笠原・永澤 1988）、特に口径45cm（鉛直曳）による結果は資源水準が高い年代には親魚量を把握するのに有効である（後藤 1999）。しかし、2000年以降、推定親魚量（図9）と口径45cm（鉛直曳）による結果（図5）では、傾向が合わない状況も見られている（補足図3-3）。その理由として、本系群の主産卵時期が遅くなり（桜井ほか 2007）、調査時期と主産卵時期が一致しなくなった等の影響が考えられる。

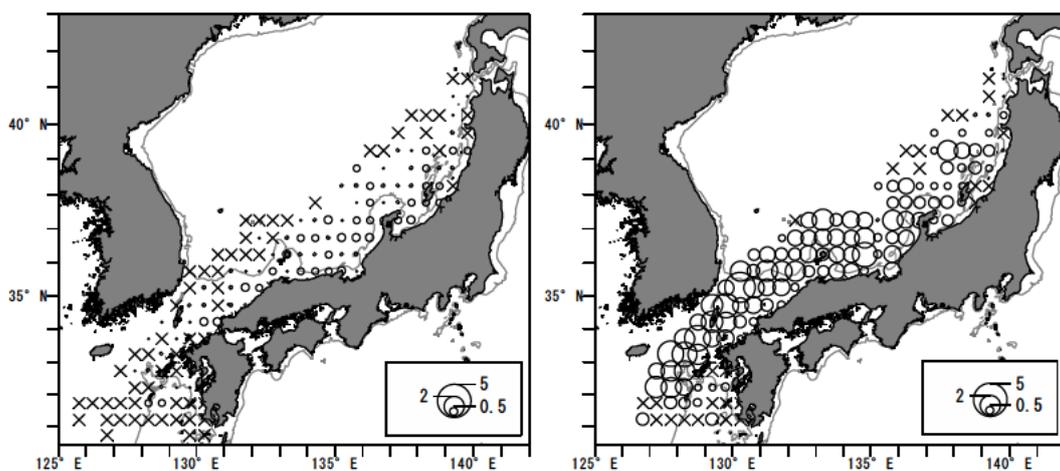


補足図3-2. 口径45cm ネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集尾数（2013年）  
 + : 採集尾数が無し、● : 孵化直後の幼生が採集された地点、○ : 幼生の採集地点。

なお、これまでの調査結果から、スルメイカ幼生の分布海域（概ね産卵場を示している）はスルメイカの資源水準と連動して変化してきたことが明らかとなっている(Goto 2002)。資源量が減少した 1980 年代は、主に北陸沿岸域がスルメイカ幼生の主分布域であったが、資源量が増加した 1990 年代には対馬海峡から東シナ海まで幼生の分布域が拡大した（補足図 3-4）。このような幼生の分布海域の変化（産卵海域の変化を示す）は海洋環境の変化が関連していると考えられ、スルメイカの幼生の分布域（特に対馬海峡から東シナ海における幼生分布の有無）から海洋環境および資源動向の変化を判断することが可能と考えられる。



補足図 3-3. 幼生の分布密度（尾／鉛直曳）と推定親魚量の関係  
 図中、●は 1990 年代の関係、○は 2000 年以降の関係を示す。



資源減少期（1980～1988年）の平均採集数  
 （鉛直曳1網あたりの採集尾数）

資源増加期（1989～2000年）の平均採集数  
 （鉛直曳1網あたりの採集尾数）

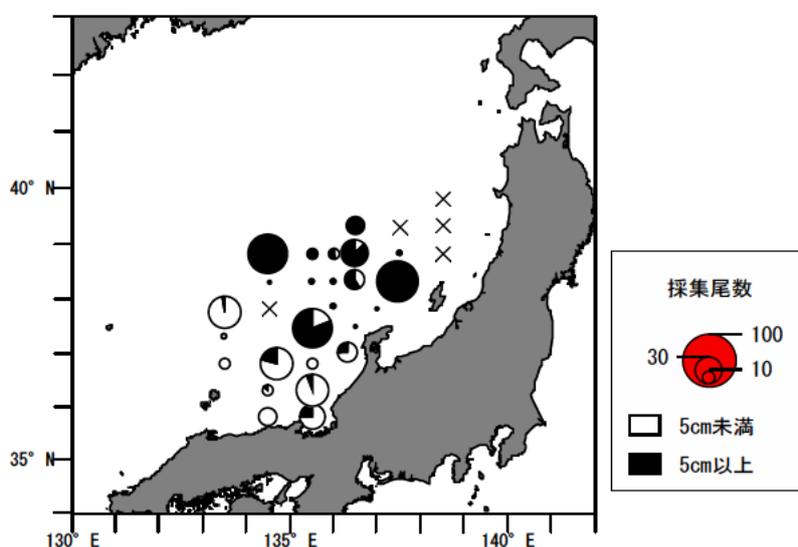
補足図 3-4. スルメイカ幼生の分布域の変化（Kidokoro et al. 2010 より）

### (3) 新規加入量調査

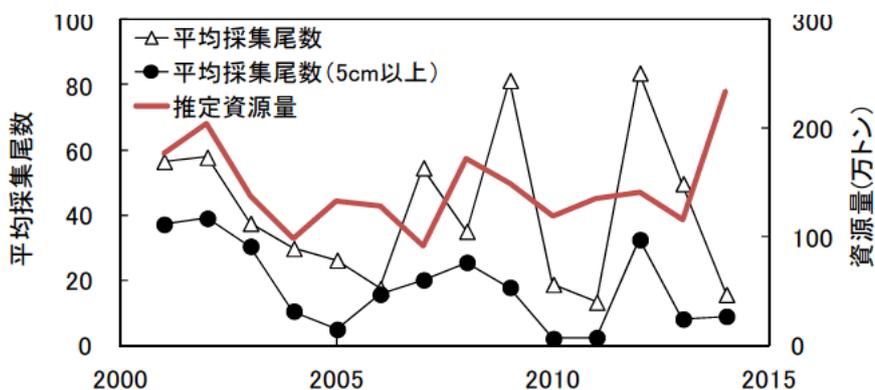
スルメイカは単年生（寿命が 1 年）であるため、毎年資源が更新し、新規加入群がその年の全漁獲対象資源となる。さらに、スルメイカの幼生から加入までの生残率は環境の影響を受けやすく、年によっては十分な親魚量を確保したにもか

かわらず、資源量が大きく減少する場合がある。そのため、表層トロール網（主に網口の直径 12m の表層トロール網）を用いて漁期直前の 4 月にスルメイカの分布量を把握し、資源量を予測する調査を 2001 年より実施している。これまでの調査結果から、この調査で得られた本系群に相当する 4 月に外套背長 5cm 以上のサイズの平均採集個体数と、その後の調査（漁場一斉調査）で得られる資源量との間には有意な相関関係があることが示されている(Kidokoro et al. 2014)。

2014 年 4 月に実施した調査では、隠岐諸島から能登半島沖にかけての広い範囲でスルメイカが採集された（補足図 3-5）。しかし 1 調査点あたりの平均採集尾数は 15.5 尾であり、近年 5 年平均（49.3 尾）および前年（49.6 尾）を下回った。なお、本系群に相当する 4 月に外套背長 5cm 以上のサイズでは、1 調査点あたりの平均採集尾数は 8.8 尾であり、前年（8.0 尾）と同様に近年 5 年平均（12.5 尾）を下回った（補足図 3-6）。



補足図 3-5. 2014 年 4 月の表層トロールによるスルメイカの採集調査結果  
 図中、○の面積は採集尾数、×は採集されなかった調査点を示す。



補足図3-6. 新規加入量調査の平均採集尾数と推定資源量の経年変化

## (4) まとめ

以上のように、2014年の6~7月に実施した漁場一斉調査では、資源量指数が過去最高値となり、その結果を基に資源量が234.5万トンと推定された。資源増加の要因として、2013年10~11月に実施した幼生の分布調査結果では、近年と同様の調査結果であり、2014年の高い資源量に繋がる結果は特に得られてなかった。しかし、2013年12月は、幼生の分布調査は実施されていないものの、スルメイカの再生産に適した水温域が山陰から東シナ海北部に広く形成されており（桜井 2014）、この時期に生まれた個体の生残率が高かったことが2014年の資源量の増加に関連した要因の一つとして考えられる。一方、2014年4月に実施した新規加入量調査では、高い資源量を示す調査結果が得られず、漁期前の早い段階における資源状況の把握が出来なかった。その要因として、調査海域が日本のEEZ内のため、韓国および北朝鮮海域の状況を把握することが困難なことが考えられ、今後の資源量を早期に把握する際の課題として残された。

## 引用文献

- 後藤常夫 (1999) 口径 45cm プランクトンネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集とその有効性 (要旨). イカ類資源研究会議報告 (平成 10 年度), 99-100, 北水研.
- Goto, T. (2002) Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan and its implication for locating spawning grounds. Bull. Mar. Sci., 7(1), 299-312.
- 笠原昭吾・永澤 亨 (1988) 対馬暖流系スルメイカ稚仔分布の経年変動. イカ類資源・漁海況検討会議報告 (昭和 62 年度), 34-45, 北水研.
- Kidokoro, H., Shikata, T. and Kitagawa, S. (2014) Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. Hidrobiológica, 24 (1), 23-31.
- Kidokoro, H., Goto, T., Nagasawa, T., Nishida, H., Akamine, T. and Sakurai Y. (2010) Impact of a climate regime shift on the migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan. ICES J. Mar. Sci., 67, 1314-1322.
- 桜井泰憲 (2014) スルメイカの繁殖生態と気候変化に応答する資源変動. 水産振興, 559, 54pp.
- 桜井泰憲・岸 道郎・中島一步 (2007) スケトウダラ, スルメイカ, 地球規模海洋生態系変動研究(GLOBEC) -温暖化を軸とする海洋生物資源変動のシナリオ-. 月刊海洋, 39, 323-330.

## 補足資料 4 加入量の不確実性を考慮したシミュレーションの方法

加入量の不確実性を考慮したシミュレーション (図 15) において、資源尾数( $N_t$ )は、(4-1)式より、前年の親魚尾数( $S_{t-1}$ )に再生産成功率(RPS)をかけて計算した。ただし、親魚尾数( $S_{t-1}$ )が、33.1 億尾 (=資源尾数の過去の最大値/RPS の中央値) を超えた場合は 33.1 億尾として、式(4-1)より翌年の資源尾数を計算した。

$$N_t = RPS_t \cdot S_{t-1} \quad (4-1)$$

ここで、RPS は過去 23 年間 (1992~2014 年) の RPS が同じ確率で発生するものとした。

親魚尾数( $S_t$ )および漁獲量( $Y_t$ )は資源尾数と漁獲係数( $F_t$ )および自然死亡係数( $M_t=0.6$  で一定) から(4-2)式および(4-3)式で求めた。

$$S_t = N_t \cdot e^{-M_t - F_t} \quad (4-2)$$

$$Y_t = N_t \cdot e^{-M_t/2} \cdot (1 - e^{-F_t}) \cdot w \quad (4-3)$$

ただし、2014 年の親魚尾数(= $S_{2014}$ )は、2014 年の資源尾数と近年 3 年平均の  $F$  より求めた値を用いることとした。 $w$  は 280g で一定とした。なお、上記で計算される 2014 年の親魚尾数は、先に設定した上限値 (33.1 億尾) を超えることから、2014 年の親魚尾数は上限値である 33.1 億尾を用いた。

また、スルメイカの漁獲制御方法として、親魚量( $SSB_{t-1}$ )が  $B_{limit}$  (40.1 万トン) を下回った場合、管理基準となる漁獲係数( $F$ )に削減係数  $\beta$  を掛けた漁獲係数 ( $F_t = \beta F$ )を用いた。 $\beta$  は前年の親魚量( $SSB_{t-1} = S_{t-1} \cdot w$ )をもとに式 4-4 で計算した。

$$\beta = \frac{SSB_{t-1}}{B_{limit}} \quad (4-4)$$

シミュレーションは 2015 年から 2024 年までの 10 年間の変化を 1,000 回反復して計算した。

## 補足資料 5 RPS の低下傾向と今後の加入量の見積もり

2013 年秋以降の調査結果では、1980 年代（資源低水準期）に観測された海洋環境および生態的特性の変化は認められていない。しかし、本系群の再生産成功率 (RPS) は低下傾向にある。1990 年代は、親魚 1 尾あたりの加入資源尾数が概ね 3~4 尾であったのに対し、2000 年以降は 2 尾前後になっている。RPS が低下傾向にある要因は特定できていないものの、下記\*に示すとおり、資源量の増大による密度効果、海洋環境の変化、さらに未集計の漁獲量による影響が想定される。特に海洋環境の変化によって RPS が低下していた場合、1990 年以降の RPS の中央値で今後の加入量を見積もると ABC が過大推定となり、資源量を大きく減少させる危険性がある。

例えば、2014 年度に現在の親魚量を維持する管理基準値 (Fmed) を 1990 年以降の RPS の中央値 (2.65) で計算した場合、 $Fmed=0.374$  (漁獲率=23.1%) となるのに対し、2000 年以降の中央値 (2.19) で計算した場合は、 $Fmed=0.183$  (漁獲率=12.4%) となる (漁獲割合で約半分に低下)。さらに ABC 対象年の予測資源量も、2000 年以降の中央値 (2.19) で計算した場合、約 80% に減少する。つまり、今後の加入量の見積もりに、2000 年以降の中央値 (2.19) を想定した場合、計算される ABC は大きく減少 (44% に低下) することになる。そのため、今後の再生産成功率が 2000 年以降の RPS の中央値と同程度であった場合、1990 年以降の RPS の中央値で算定した「現在の親魚量を維持するシナリオ」の ABC で漁獲すると、数年後には親魚量が Blimit を下回ると予測される。したがって、レジームシフトを示す明確な変化が見られなかった場合でも、再生産成功率に低下傾向が観察された場合、それに対応した管理基準値の取り方が必要となる。

以上の問題点に対し、平成 25 年度の本系群の資源評価では、加入の見積もりに使用する RPS 中央値の参照年数を、データ数の蓄積とともに毎年追加させるのではなく、近年の傾向を段階的に反映できるように参照期間を前年評価時と同じ年数 (23 年) に固定して計算することとした。この方法で計算すると RPS の中央値を 1990 年以降の値で計算した場合よりも、近年の傾向を速やかに反映することが期待される。平成 26 年度も平成 25 年度に引き続き、同じ対応を取ることとした。

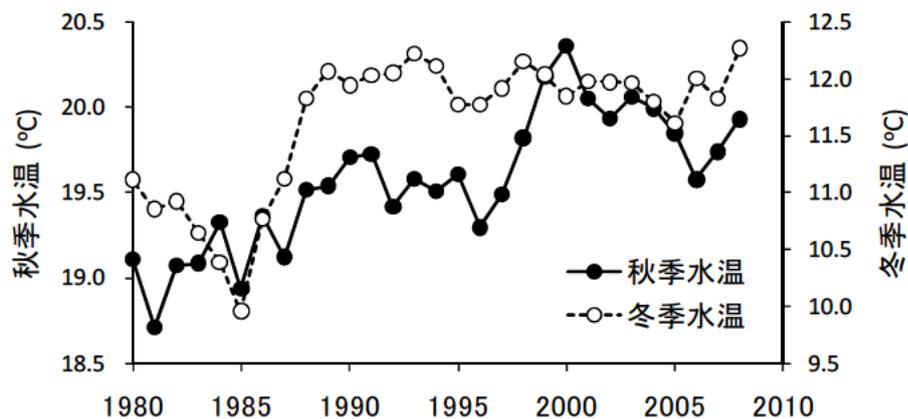
\* 想定される RPS の低下傾向の要因

### a) 海洋環境の変化

本系群の主分布域である対馬暖流域の水温は、1980 年代後半に冬季の水温が上昇したことに加えて、1998 年以降は他の季節の水温も上昇し (補足図 5-1)、周年にわたって水温の高い状態が続いている (加藤ほか 2006)。1998 年の水温の上昇によって、単年的にスルメイカの資源量は減少したものの、1999 年以降は資源量が回復し、2000 年前後には資源量指数が最も高い値となった。そのため、当時は、1998 年の水温の変化はスルメイカの資源動向に影響を与えなかったと判断された (木所ほか 2004)。

しかし、その後のデータ蓄積によって 2000 年以降に RPS の低下傾向が示され

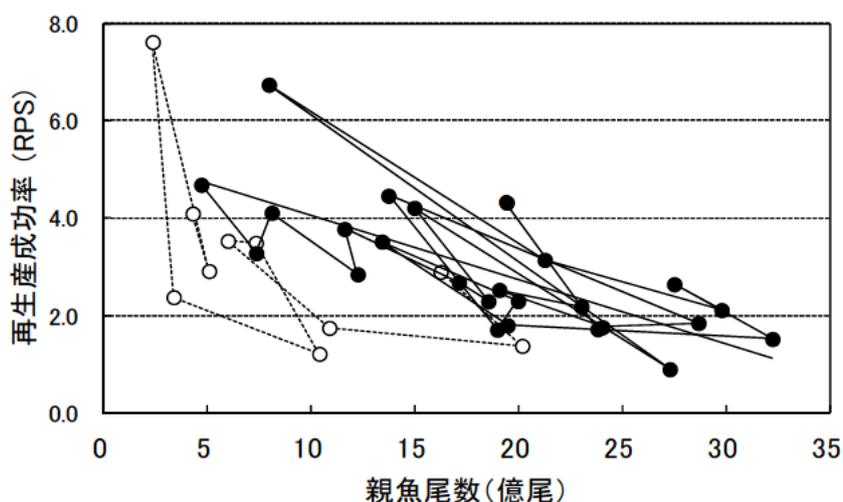
るようになった。さらに、近年の水温上昇が及ぼす秋季の産卵場形成への影響 (Rosa et al. 2011) や、日本海沿岸域の漁期漁場の変化 (木所 2011) が報告されるとともに、主産卵時期の中心が冬季へ移行したことも想定されるようになった (桜井ほか 2007)。以上のように、近年の研究では、1998 年以降の対馬暖流域の秋季水温の上昇がスルメイカに与えたと考えられる変化が報告されている。



補足図 5-1. 対馬暖流域における水深 50m 水温の変化

#### b) 密度効果

本系群では、推定されたスルメイカの RPS は親魚尾数と負の相関関係があり (補足図 5-2)、親魚尾数が増大すると RPS は低下する傾向がある。そのため、近年のように資源量が高水準になり、親魚量が多いと翌年の RPS は低くなる傾向がある。ただし、このような傾向は親魚尾数の観測誤差等によっても生じるため、その判断には慎重な検討が必要であることが指摘されている (Walters and Martell 2004)。



補足図 5-2. 親魚尾数と再生産成功率 (RPS) の関係

○は1980～1989年、●は1990年以降の関係を示す。

## c) 未集計漁獲量による影響

近年の RPS の低下には未集計漁獲量の影響も考えられる。RPS の計算に用いる親魚量は、資源量から漁獲量と自然死亡による減少を差し引いて得られたものである（補足資料 2）。現在、漁獲量は、日本と韓国のみを対象としているが、スルメイカ狙いの中国漁船が北朝鮮水域で近年急増していると推察されている。しかし、中国漁船によるスルメイカの漁獲量は不明なため、親魚量を推定する際に用いる漁獲量には含めていない。その結果、推定された親魚量は過大評価となっている可能性があり、この親魚量を用いて計算される RPS も、近年の値は、過小推定となっている可能性がある。

## 引用文献

- 加藤 修・中川倫寿・松井繁明・山田東也・渡邊達郎 (2006) 沿岸・沖合定線観測データから示される日本海および対馬海峡における水温の長期変動. 沿岸海洋研究, 44, 19-24.
- 木所英昭 (2011) 1990 年代後半以降の我が国日本海沿岸域におけるスルメイカ漁獲量の減少について. 水産海洋研究, 75, 205-210.
- 木所英昭・森賢・後藤常夫 (2004) 1998 年におけるスルメイカ資源の減少とその後の変化. 水産海洋研究, 68, 264.
- Rosa, A. L., Yamamoto J. and Sakurai Y. (2011) Effect 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・岸 道郎・中島一步 (2007) スケトウダラ, スルメイカ, 地球規模海洋生態系変動研究(GLOBEC) -温暖化を軸とする海洋生物資源変動のシナリオ-. 月刊海洋, 39, 323-330.
- Walters C.J. and Martell S.J.D. (2004) Fisheries ecology and management. Princeton university press, 399pp.