

平成 18 年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（森 賢、永澤 亨）

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、北海道立釧路水産試験場、北海道立函館水産試験場、青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、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、静岡県水産試験場、三重県科学技術振興センター水産研究部、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

要 約

スルメイカ冬季発生系群の資源状況は、1960 年代後半の高水準期から 1980 年代の低水準期を経て、1990 年代は再び高水準期に入った。しかし、近年も資源変動は大きく、1998 年の大幅な減少、その後の回復と不安定な状態は続いている。解析の結果、2006 年の資源水準は中位水準と推定された。また、直近 5 年間の資源動向は、減少と判断された。

ABC は近年の産卵親魚量が B limit (SSB limit) を超えた水準で推移していることから、現在の資源水準の維持を目標として算出した。管理目標達成のための ABC limit は 16 万 3 千トン（漁獲割合 28%）、ABC target は 14 万トン（漁獲割合 23%）と推定された。しかし、再生産成功率が大きく変動する可能性が高く、ABC は再生産状況により大きく変化するので注意を要する。

なお、資源量の推定結果および 2007 年の予測資源量には不確実性が伴うため、資源管理には ABC target 値を基準値として用いることが望ましい。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2007 年		評 価			
		漁獲量 (千ト ン)	F 値	漁獲割合 (%)	A (%)	B (千ト ン)	C (千ト ン)
ABC limit (Fsim)	近年 (2001~2005 年) の RPS の元で 5 年後に も B limit を上回る SSB を維持する	163 (108)	0.45	28	64	218	164
ABC target (0.8Fsim)	資源回復の不確実性 を考慮して予防的措 置をとる	140 (93)	0.36	23	91	280	164
近年の RPS の中央値 に相当する漁獲圧 (Fmed)	近年 (2001~2005 年) の RPS の中央値に相当 する F で漁獲する	156 (103)	0.42	26	78	236	164

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2007年			評 価		
		漁獲量 (千ト ン)	F 値	漁獲割合 (%)	A (%)	B (千ト ン)	C (千ト ン)
現在の親魚量維持 (Fsus)	今後5年程度、産卵親 魚量を現在の水準 (2006年:212千トン)に 維持する	166 (110)	0.46	28	60	212	163
現状の漁獲圧維持 (Fcurrent)	現状の漁獲圧(2003～ 2005年の平均)を維持 する	144 (95)	0.38	24	89	267	164

2007年漁獲量()内は我が国EEZの漁獲量。F値および漁獲割合は2007年級群に対する数値。評価欄: 加入量変動を考慮した10,000回のシミュレーションにおいて、A: 2011年のSSBがB limitを上回る確率、B: 2007～2011年の平均SSB、C: 2007～2011年の平均漁獲量。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2004	884	213	0.38	24%
2005	817	177	0.32	21%
2006	576			

※ 資源量、F値、漁獲割合は各年に加入した群に対する数値。

※ 漁獲量は日韓の合計値で漁期年(4月～翌年3月)集計。漁獲割合も合計漁獲量を元に算出。

	指 標	値	設定理由
Bban	未設定		
B limit (SSB limit)	親魚量	5.9億尾 (185千トン)	これ以下の親魚量だと良好な加入 量があまり期待できなくなる
2005年	親魚量	10.4億尾 (325千トン)	

水準: 中位 動向: 減少

1. まえがき

近年の農林統計によると、我が国漁業におけるスルメイカの占める割合は、漁獲量では6%、生産額では3%である。また、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1万8千にのぼり(全漁労体数の6%)、その資源動向は我が国の漁業に大きな影響を与える。スルメイカはいか釣りのみならず、定置網、底びき網等によっても漁獲される。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50%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、日本海及び東シナ海に分布・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。

本系群は我が国以外に、韓国、中国及び北朝鮮によっても漁獲されるが、中国と北朝鮮の漁業実態は不明である。韓国の漁獲量は我が国の漁獲量の約 55% (2001～2005 年の平均) にあたる。

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・回遊範囲を図 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、太平洋海域での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、宗谷海峡、津軽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 年と推定されている。平衡石を用いた成長解析は日本海側で報告があるが、太平洋側における成長解析例は少なく、成長式の算出には至っていない。参考までに日本海における秋季発生系群の成長式は、木所ほか (1999) によると下記のとおりである。成長式より雌が雄と比較して 15mm 程度最大体長が大きくなることが推定されている。表 1、図 2 に対馬暖流域で主に秋季に発生した個体の平均的な成長を示す。

$$\text{雄: } DML = \frac{253}{1 + e^{(4.50 - 0.0262t)}}$$

$$\text{雌: } DML = \frac{268}{1 + e^{(4.54 - 0.0257t)}}$$

(DML は外套背長、t は孵化後の日数、単位は mm)

表 1 スルメイカ秋季発生系群の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)	53	106	142	187	219	235
体重 (g)	4.8	29.6	64.9	136	227	281

(3) 成熟・産卵生態

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、孵化直後と推定される幼生の分布や九州周辺海域での底びき網調査による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、いか類を捕食する（沖山1965）。

スルメイカは幼生から成体まで、大型魚類、海産ほ乳類等に捕食されると考えられているが、これらの捕食による減耗率は明らかではない。また、日本海では共食いも報告されている（木所・氏1999）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

スルメイカは主にいか釣りによって漁獲される。しかし、太平洋側では、近年、釣り以外の漁獲量が増加している。1995年以降、底びき網、定置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69%に増加した。2005年の釣り以外の漁獲割合は54%であった。底び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。冬季発生系群の主要漁場を図3に示した。

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。中国および北朝鮮の漁獲の実態は不明であるが、FAOによるスルメイカの漁獲統計から、1998~2002年における日本と韓国以外の漁獲量は最大でも3万4千トンと推測される。なお、韓国による冬季発生系群の漁獲量は、我が国の漁獲量の約55%に達すると推定される。

(2) 漁獲量の推移

スルメイカ冬季発生系群の漁獲量を図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1-(1)の表4に示した。

スルメイカ冬季発生系群の漁獲量は1950~60年代にピークを迎え、主漁場は道東から北方4島の太平洋側に形成されるようになり（新谷1967）、1968年の漁獲量約56万トンは日本全国の漁獲量の84%を占めた。1970年代に入ると漁獲量は急減し、1980年代は低水準期が続いた。1990年代に入り再び増加傾向に転じ、1996年には38万トンに達したが、1998年に激減、その後増加と漁獲量は大きく変動している。2005年1~12月の合計漁獲量は前年を約4万8千トン下回る17万8千トンであった。

(3) 主要漁業の漁獲努力量

主要漁業である小型イカ釣り漁業の操業隻数を図5に示した。集計範囲は宮城県～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、道東主要港）であり、集計期間は6～12月である。なお、この集計期間では秋季発生系群の漁獲が含まれることになるため、補足資料1-(3)の表5に示した漁獲量分配ルールに基づいて集計を行った。それによると2005年の漁獲努力量は29,984隻であり、2004年(30,325隻)並みであった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

スルメイカ冬季発生系群の資源量の推定は、漁期年(4月から翌年3月)で行い、資源量の指数には東北・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。そのため、資源量の計算は、推定された資源尾数に年平均漁獲個体重量(312g)を掛けて求めた。

資源尾数は資源量指数から推定した。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。資源尾数の推定は上記の資源量指数と資源尾数が比例関係にあり、資源尾数に対する漁獲尾数の割合(漁獲率 $E=0.3$)を仮定することで計算を行った。産卵親魚尾数の推定は、前述した資源尾数を自然死亡係数Mと漁獲死亡係数Fで減耗させることにより行った。漁獲率の設定理由などの詳細は補足資料2を参照されたい。

(2) 資源量指標値の推移

スルメイカ冬季発生系群の資源尾数を代表する値は東北・北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り漁船の6～12月の平均CPUE(千尾/隻)とした。この平均CPUEの経年変化を図4および補足資料1-(1)の表4に示した。CPUEは1989年以降大きく増加し、1996年に3.6に達した後は1998～1999年にかけて大きく減少したが、2000年に再び増加し、その後はほぼ横ばい傾向を示していた。また、2006年の小型いか釣り漁船CPUEは現時点では得られないため、6月中下旬に実施している第1次漁場一斉調査結果と小型いか釣り漁船のCPUEの関係の重回帰式から、小型いか釣り漁船のCPUEを推定した。

2006年の新規加入量水準を評価する指標である漁場一斉調査の平均CPUE(釣り機1台1時間当たり漁獲尾数)および有漁地点割合〔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(%)〕を図6に示した。2006年の平均CPUEは0.4(尾/台/時)であり、2005年を上回り、前年比214%まで増加した。一方、有漁地点割合は46.3%であり、2005年をやや下回り、前年比89%であった。なお、これ以降に記述する資源評価調査の詳細は補足資料3を参照されたい。

新規加入量水準を評価する指標の一つと考えられる黒潮親潮移行域における加入量早期把握調査結果を補足資料3-2に示した。2005年5月中下旬におけるスルメイカ幼体の平均採集尾数(1曳網当たり漁獲尾数)は253尾であり、2005年の41%に減少した。また、採集された個体に占める8cm以上の大型個体の平均採集尾数は5尾であり、2005年の50%に減少し、2002年以降で最も低い水準であった。

(3) 漁獲物の年齢（体長）組成の推移

スルメイカの寿命は1年であるため、漁獲物のすべては0歳である。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一つとして、6月に行われている漁場一斉調査で漁獲されたスルメイカの体長組成の経年変化を図7に示した。外套背長組成は2001年以降、単峰型を示している。2006年のモードは昨年を上回る16cmであった。

(4) 資源量の推移

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8および補足資料1- (2) の表4に示した。資源量は1981~1988年まで30万トン以下の低水準で推移していたが、1989年以降増加に転じ、1996年には134万トンにまで増加した。その後は1998年まで減少、2000年まで増加と経年変化が大きい。2005年の資源量は82万トンであった。また、第1次漁場一斉調査から計算した2006年の資源量は58万トンであり、2005年の70%、近5年平均の69%に減少したと推定された。一方、漁獲割合は資源が増加した1989年以降、1996年、2000年を除き20~30%で推移していた。2005年の漁獲割合は21%で2004年の24%から3ポイント低下した。

図9に産卵親魚尾数の経年変化を示した。ここでの産卵親魚は、加入資源尾数から自然死亡係数および漁獲係数を適用して得られた各年の残存尾数であり、翌年の加入を産む親魚である。産卵親魚は1980年代後半から増加傾向を示し、1993年には最大の15億尾に達した。その後、1998、1999年に大きく減少したものの再度増加と変動が大きい。2005年の産卵親魚は10億尾であり、2004年の98%であった。

産卵親魚の資源水準および再生産動向を把握するために実施している稚仔分布調査結果を図10に示した。九州南西海域における調査の結果、2006年の稚仔の平均分布密度は33.2（尾/1000m³、暫定値）であり、2005年の66%に減少していた。1996~2004年にかけて稚仔分布密度と推定産卵親魚尾数は高い相関を示していたが、2005年以降は大きく外れている。加えて、黒潮親潮移行域で実施している新規加入量調査（補足資料3-2）において、2005年および2006年は2004年以前では出現頻度が低かった小型個体が多数確認されていた。このことから、2005年以降、産卵時期が変化した可能性が示唆されるが、その要因や程度の詳細は明らかになっていない。

資源計算の際に仮定した自然死亡係数Mに対する各数値の感度解析結果を図11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、2005年の資源量はMによる影響を受けないために変化はない。一方、産卵親魚量はMが増加するに従い、14.7~5.1億尾に変化した。

同様に漁獲率Eに対する各数値の感度解析結果を図12に示す。標準値として仮定したE=0.3に対して、漁獲率を0.2、0.4、0.5で計算したところ、2005年の資源量は39.3~15.7億尾に、産卵親魚量は17.6~4.7億尾にそれぞれ変動した。

(5) 資源水準・動向

過去20年間の資源量、産卵親魚量、再生産成功率の推移から、2006年に推定された資源水準は中位、動向は2002~2006年の5年間の変化から減少と判断した。

5. 資源管理の方策

(1) 再生産関係

図 13 に再生産成功率の経年変化を示す。再生産成功率は 1990 年以降 1.4~4.9 の範囲で変動した。2006 年の再生産成功率は 1.8 (暫定値) であり、2005 年の 2.5 より大きく低下したと推定される。

図 14 に再生産関係を示す。産卵親魚尾数と加入資源尾数の対応から、スルメイカ冬季発生系群の再生産関係には正の相関が見られる。しかし、冬季発生系群には秋季発生系群に見られるような密度効果は小さいと考えられ、各年の再生産成功率の変化については、海洋環境変動などの環境要因の影響が大きいと考えられた。

(2) 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)。この要因として、レジームシフトと呼ばれる中長期的な海洋環境の変化が考えられている(Sakurai et al. 2000)。レジームシフトは太平洋海域では 1980 年代後半に起こり、寒冷期から温暖期に移行したと考えられている。このレジームシフトを境にスルメイカの資源量が増加に転じたため、海洋環境が温暖な年代はスルメイカにとり好適な環境であるが、寒冷な年代は不適になると考えられている。海洋環境が与えるスルメイカ資源への影響の仮説として、冬季の東シナ海における水温の変化によって産卵場の形成位置が変化し、その結果、冬季発生系群の資源量に影響を与えるとの報告がある(桜井 2003)。また、日本海における海洋構造の変化によってスルメイカの回遊経路が変化するとともに産卵場の形成位置が移動し、これらによって資源変動が引き起こされる可能性も考えられている。なお、系群の特徴として、冬季発生系群は秋季発生系群に比べレジームシフトの影響が大きく、資源量の変動幅が秋期発生系群と比較して大きい。

また、1990 年以降の好適な環境条件の中でも、スルメイカ冬季発生系群の再生産成功率の変化は大きい。近年の再生産成功率の変動要因として、生活史初期の生残率の変化が想定され、海洋環境と深く関係があることが明らかにされつつあるが、そのプロセスについては不明な点が多く、調査研究を継続する必要がある。

A B C 算定および将来予測における加入量は以下のように扱った。2006 年級群の加入量は前述の一斉調査結果より推定した。2007 年以降の加入量は、スルメイカの再生産状況が、東シナ海における稚仔調査結果(補足資料 3-1) および黒潮親潮移行域における新規加入量調査結果(補足資料 3-2) から推定して、近年は再生産状況が変化している可能性があること、また、2001 年以降の再生産成功率が減少傾向にあることから、資源がおおむね高水準であった 1990~2000 年に観測された再生産成功率を用いず、減少傾向に転じた 2001~2005 年の再生産成功率を用いて推定した。

(3) 漁獲圧と資源動向

1990 年以降の漁獲割合は概ね 20~30% で安定しているが(図 8)、資源量や再生産成功率は大きく変動している。このことから、資源量の変動要因に関して、漁業活動による影響は小さく、海洋環境などの環境要因が主因と考えられている。そのため、近年の漁業活

動が資源に大きな影響を及ぼしているとは考えにくい。しかし、低水準期における過剰な漁獲は資源に大きな影響を及ぼすことが他の多獲性浮魚類などでも報告されていることから、スルメイカ冬季発生系群の資源水準が低位に減少した場合には、現状よりもFを下げる必要がある。

現状のF (F_{current}: 2003~2005年の平均) を基準として、Fを変化させた場合の2011年までの資源動向を下表に示した。将来予測の条件となる2007年以降の再生産成功率は、スルメイカ冬季発生系群には明瞭な密度効果が認められないことから、2001~2005年までの再生産成功率の平均値(2.82)を用いた。現状よりも低いFのもとで将来予測を行った場合、資源量が過去に経験の無い高水準に達してしまうため、便宜上、資源量の上限値を過去に観察された最大の値である1,336千トンとした。

		漁獲量 (千トン)						
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.08	0.2F _{current}	173	145	33	47	68	73	73
0.15	0.4F _{current}	173	145	63	84	112	141	141
0.23	0.6F _{current}	173	145	92	114	140	174	205
0.30	0.8F _{current}	173	145	119	136	156	179	205
0.38	F _{current}	173	145	144	153	163	173	184
0.42	F _{med}	173	145	158	160	163	166	169
		資源量 (千トン)						
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.08	0.2F _{current}	818	576	599	860	1236	1336	1336
0.15	0.4F _{current}	818	576	599	798	1063	1336	1336
0.23	0.6F _{current}	818	576	599	740	915	1130	1336
0.30	0.8F _{current}	818	576	599	686	787	902	1034
0.38	F _{current}	818	576	599	637	677	720	766
0.42	F _{med}	818	576	599	609	619	630	641

漁獲量および資源量は各加入年級群に対する値

(4) 漁獲制御方法

スルメイカ冬季発生系群の資源状況は、1990年以降、変動は大きいものの高位~中位水準を維持していたと考えられるが、2001年以降は再生産成功率が減少傾向にあり、また2005年、2006年のように再生産状況も不安定になりつつあると考えられる。しかし、産卵親魚量はB_{limit} (S S B_{limit}) を上回る水準で維持され、2006年の資源水準も中位であった。そこで、漁獲制御の方法として、現在の資源水準の維持を管理目標として設定した。F_{limit}には、後述するシミュレーションを用い、2011年の産卵親魚量がB_{limit}を60%以上の確率で上回るように推定された値(F_{sim})とした。F_{target}としては標準的な安全率0.8をF_{limit}に乗じた値を用いた。なお、シミュレーションで推定された2007年以降の親魚量がB_{limit}を下回る場合は、Fを引き下げるルールを用いた。

(5) 不確実性を考慮した検討

再生産成功率 (R P S) の経年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、シミュレーションを用いた A B C limit の設定を行った。F limit には 2011 年の推定親魚量が B limit を上回る確率が 60% 以上になる F sim を用い、F target は不確実性を考慮した $0.8F\text{ limit}$ を用いた。

シミュレーションでは 2005 年の産卵親魚量までを初期値として入力し、2006~2011 年級群の加入資源量および産卵親魚量を予測した。なお、2006 年の加入資源量は一斉調査からの推定値であるため、1981 年以降に観測された推定誤差を無作為に加算する事で加入量を求めた。再生産成功率には、2001~2005 年に観測された実測値から無作為に選択して当てはめた。また、推定された産卵親魚量が冬季発生系群の閾値である B limit (5.9 億尾) を下回った場合、その翌年の F を $S S B / B\text{ limit}$ で補正し、漁獲を抑制するルールを加えた〔詳細は補足資料 2-2-(3)〕。

F limit、F target ($0.8F\text{ sim}$)、F current (2003~2005 年の平均 F)、F sus (2007~2011 年の S S B の平均が 2006 年の S S B 水準を維持)、F med (2001~2005 年の R P S の中央値に相当する F) での試行結果を図 15 に示す。F limit による漁獲では、産卵親魚量は 2007~2011 年にかけて 6.9~7.1 億尾で安定している。F target による漁獲でも産卵親魚量が 2007 年以降増加し、2011 年には 10.5 億尾 (2006 年級の 155%) まで増加した。F current による解析では、産卵親魚量が 2007 年以降増加し 2011 年には 9.8 億尾 (2006 年級の 144%) まで増加した。F sus による解析では、産卵親魚量は 2007 年以降大きな変化はなく、2011 年でも 6.8 億尾 (2006 年級と同値) であった。F med による解析では、産卵親魚量は 2007 年以降増加し、2011 年には 8.0 億尾 (2006 年級群の 118%) に増加した。

上記シミュレーションでは、2007 年以降も 2001~2005 年に観測された再生産過程が起こることを仮定している。しかし、2006 年の再生産成功率は 2005 年を大きく下回ることが予想されるため、2007 年以降に関しても、上記の仮定が当てはまるかどうかは不明である。そこで、暫定値である 2006 年の再生産成功率を加えて、同様のシミュレーションを行った。その結果、F current を除き、すべての F 値が低下し、それに伴って漁獲量の減少が見られた。シミュレーションの詳細及び結果は補足資料 2-2-(3) に示した。

6. 2007 年の A B C の算定

(1) 資源評価のまとめ

近年の産卵親魚量は 2001 年以降、9~11 億尾の範囲で安定している (図 9)。2005 年級群の漁獲割合は前年より低下し、産卵親魚量は 2004 年級群に次ぐ水準の 10.4 億尾が確保出来た。しかし、2006 年の加入資源量は調査結果から 18.5 億尾と 2005 年を大きく下回る水準と推定されたため、2006 年の再生産成功率は 1.8 と 2005 年 (2.5) より大きく低下したと考えられる。近年の資源状態は、水準は中位で動向は減少と推定されるが、2005 年以降見られた産卵状況の変化から、不安定な状態にあると判断される。

(2) A B C と参考値の算定、管理の考え方と 2007 年漁獲量

2006 年級群の資源量水準は中位と推定された。また、水準判断の目安となる産卵親魚量を見ると、2007 年級群を産出する産卵親魚量は 6.8 億尾であり (後述)、漁獲係数を下げ

る閾値であるBlimit (5.9 億尾) を上回っている。そこで、5- (5) で記したシミュレーションを用いて推定されたFsimを用いてABCを算定した。

第1次漁場一斉調査平均CPUEと有漁地点割合より2006年級群の資源個体数を推定し、直近5年間(2001~2005年)のFの平均での漁獲を仮定し、2007年級群を産出する産卵親魚数を推定した(補足資料2)。推定された産卵親魚量がBlimitより大きいため、2007年のABC算定にはABC算定のための基本規則1-1) - (1)を使用した。冬季発生系群ではFlimitとしてシミュレーションから推定したFsimを、Ftargetとして安全率を見込んだ0.8Fsimを採用した。その結果、2007年級群に対するABClimitは16万7千トン、ABCtargetは13万9千トンと算定された。しかし、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ヶ年の1~3月の漁獲量が漁期全体に占める割合(0.15)から2006年級群の1~3月の予測漁獲量を推定し、同様に4~12月の漁獲量の割合(0.85)から2007年級群の4~12月までのABClimitを計算し、両者を合計して2007年のABClimitを16万3千トンと計算した。同様の方法で2007年のABCtargetは14万トンと計算された。なお、日本EEZ内のABC算定は、2001~2005年の全漁獲量に対する日本EEZ内における日本および韓国の漁獲量の平均割合(0.66)から算出した。

5- (5) で行ったシミュレーションで比較したFcurrent(2003~2005年の平均)、Fsus(2006年の産卵親魚水準を維持)、Fmed(2001~2005年のRPSの中央値に相当する漁獲圧で漁獲)についてABCの算定結果とその評価を示した。現在の漁獲状況はFtargetをやや上回る水準であり、現在の漁獲状況であればSSBをBlimit以下に低下させる危険性は低いと考えられる。

ABClimitについて、仮定値として用いたMとEの感度分析を行った結果を図11、12に示した。Mを0.3、0.6、0.9、1.2に変化させて解析した結果、ABCは16.3~17.7万トンに変化した。Eを0.2、0.3、0.4、0.5に変化させて解析した結果、ABCは15.3~22.8万トンに変化した。なお、これら感度分析については、資源解析パラメータの変化に伴う再生産関係の変化も考慮している。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2007年		評 価			
		漁獲量 (千ト ン)	F 値	漁獲割合 (%)	A (%)	B (千ト ン)	C (千ト ン)
ABClimit (Fsim)	近年(2001~2005年) のRPSの元で5年後に もBlimitを上回るSSB を維持する	163 (108)	0.45	28	64	218	164
ABCtarget (0.8Fsim)	資源回復の不確実性 を考慮して予防的措 置をとる	140 (93)	0.36	23	91	280	164

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2007年			評 価		
		漁獲量 (千ト ン)	F 値	漁獲割合 (%)	A (%)	B (千ト ン)	C (千ト ン)
近年の RPS の中央値 に相当する漁獲圧 (Fmed)	近年 (2001~2005 年) の RPS の中央値に相当 する F で漁獲する 今後 5 年程度、産卵親	156 (103)	0.42	26	78	236	164
現在の親魚量維持 (Fsus)	魚量を現在の水準 (2006 年:212 千トン)に 維持する	166 (110)	0.46	28	60	212	163
現状の漁獲圧維持 (Fcurrent)	現状の漁獲圧(2003~ 2005 年の平均)を維持 する	144 (95)	0.38	24	89	267	164

2007 年漁獲量 () 内は我が国 EEZ の漁獲量。F 値および漁獲割合は 2007 年級群に対
する数値。評価欄: 加入量変動を考慮した 10,000 回のシミュレーションにおいて、A :
2011 年の SSB が B limit を上回る確率、B : 2007~2011 年の平均 SSB、C : 2007~2011
年の平均漁獲量。

(3) ABC の再評価

2005 年級群と 2006 年級群に対する当初 (評価対象年の前年 8 月時点) の ABC limit、
ABC target、関連指数およびその後実施された再評価結果を表 2 に示した。

表 2. 2005 年、2006 年資源量および ABC の再評価

年級群	評価年	備考	管理基準	資源量 (千トン)	ABC limit (千トン)	ABC target (千トン)	漁獲量 (千トン)	管理目標
2005 年	2004 年	当初	Fsus	795	246	211	-	現状維持
	2005 年	2005 年再評価	Fsim	551	159	132	-	現状維持
	2006 年	2006 年再評価	Fsim	818	242	208	177	現状維持
2006 年	2005 年	当初	Fsim	599	169	145	-	現状維持
	2006 年	2006 年再評価	Fsim	576	163	140	-	現状維持

※ 資源量、ABC、漁獲量は系群全体を対象にした値(日本+韓国)

7. 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、たとえ十分な産卵親魚数を確保しても再生産成功
率 (RPS) が大きく変動し、加入資源量や産卵親魚量が予測値と大きく異なる可能性が
ある。F limit の検証時に用いたシミュレーション結果では、2007 年の産卵親魚量が F
limit で漁獲されたとしても、3.8~9.8 億尾の範囲で変動する可能性を示している(図 15)。
したがって、新規加入量を漁期前に把握する手法を確立し、予測値が実際値と大きく異な

っていた場合、それに応じて再評価を行い、TACを見直していく体制を整える必要がある。

スルメイカ冬季発生系群のように将来動向の予測が困難な資源の場合、予防原則として下限値を採用し、加入資源の水準が再評価された時点でTACを加算する方式も検討する必要がある。

また、2005、2006年に観察された産卵時期の変化が、今後も継続する場合、資源水準の大幅な低下が予測されるため、その動向には十分な注意を払う必要がある。

8. 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． 島根県水産試験場研究報告、(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.
- 亀井佳彦・目黒敏美・小林直人・桜井泰憲（2001）1982年～2001年6月に北太平洋東経 155 度に流し網によって採集されたスルメイカ CPUE の年変動について．平成 13 年度イカ類資源研究会議発表要旨.
- 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．イカ類資源研究会議報告（平成 10 年度）；1-8；北水研.
- 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．日水研報告；(49)；123-127.
- 木所英昭、和田洋蔵、四方崇文、佐野勝雄、氏良介（1999）平衡石の日周輪解析をもとにした 1996 年の日本海におけるスルメイカの成長．日水研報、49、129-135.
- 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票、水産庁
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
- 日本海区水産研究所（1998）対馬暖流系スルメイカ．我が国周辺漁業資源調査資源評価票、水産庁
- 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．日水研報告；(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. Oceanog. **2** ; 401-431.
- 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** ; (7) ; 424-435.
- 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 journal of Marine Science ; (57) ; 24-30.
- 桜井泰憲 (2003) 気候のレジームシフトに連動したスルメイカの資源変動. 月刊海洋 ; 35(2) ; 100-106.
- 谷津明彦・木所英明・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.

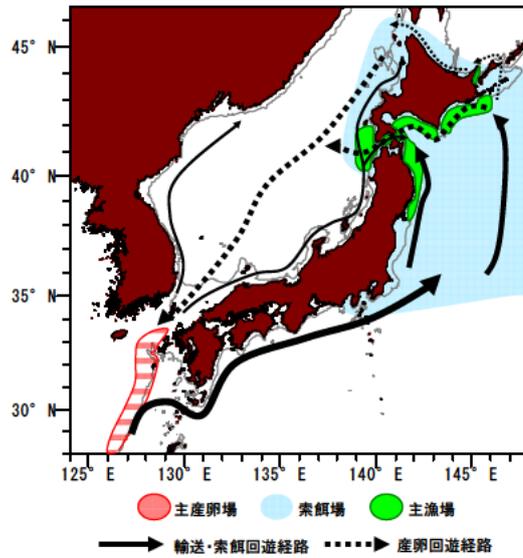


図1. スルメイカ冬季発生系群の分布回遊図

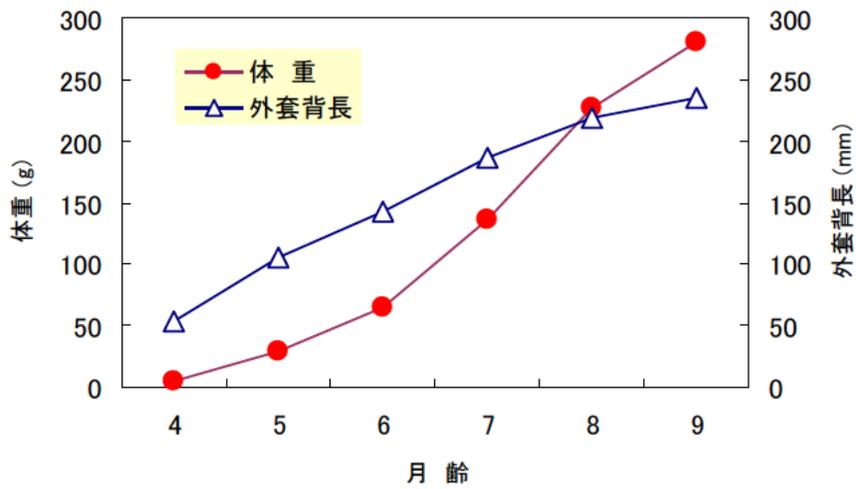


図2. スルメイカの成長様式 (秋季発生系群)

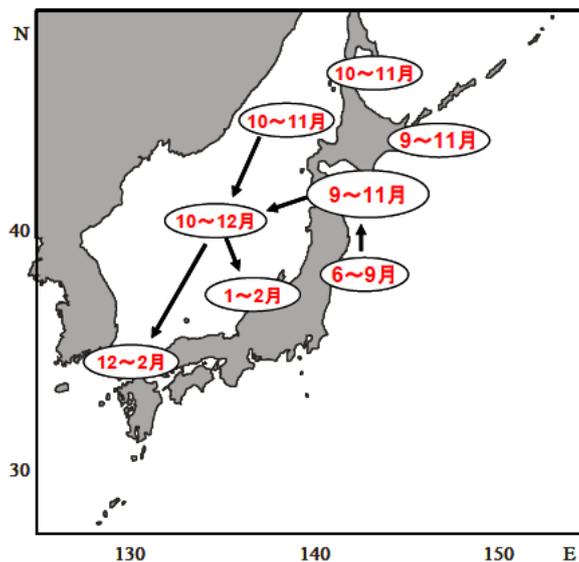


図3. スルメイカ冬季発生系群の主要漁場図

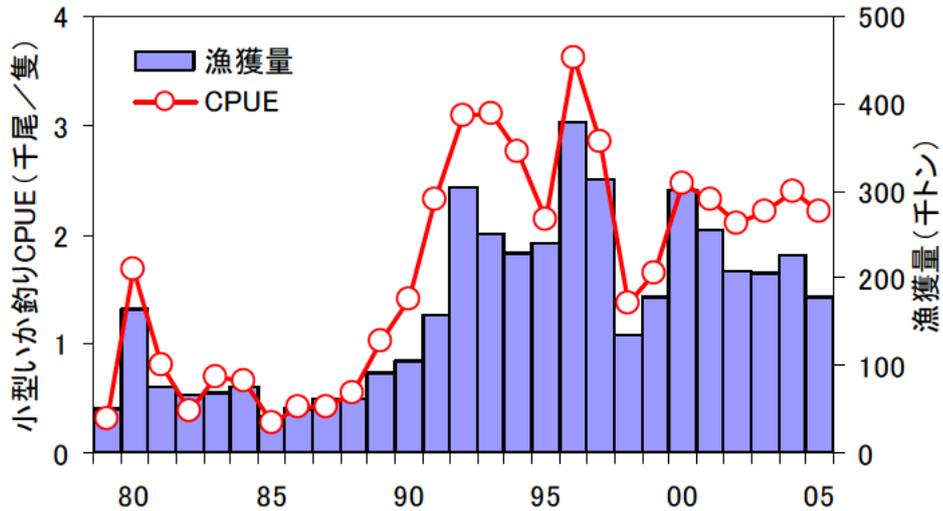


図 4. スルメイカ冬季発生系群の漁獲量（暦年）と小型いか釣り船 CPUE の経年変化

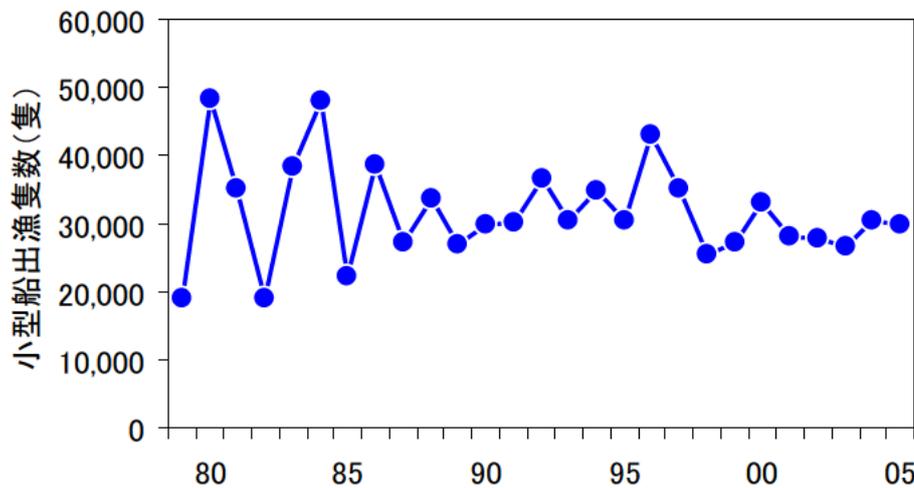


図 5. 宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船操業隻数

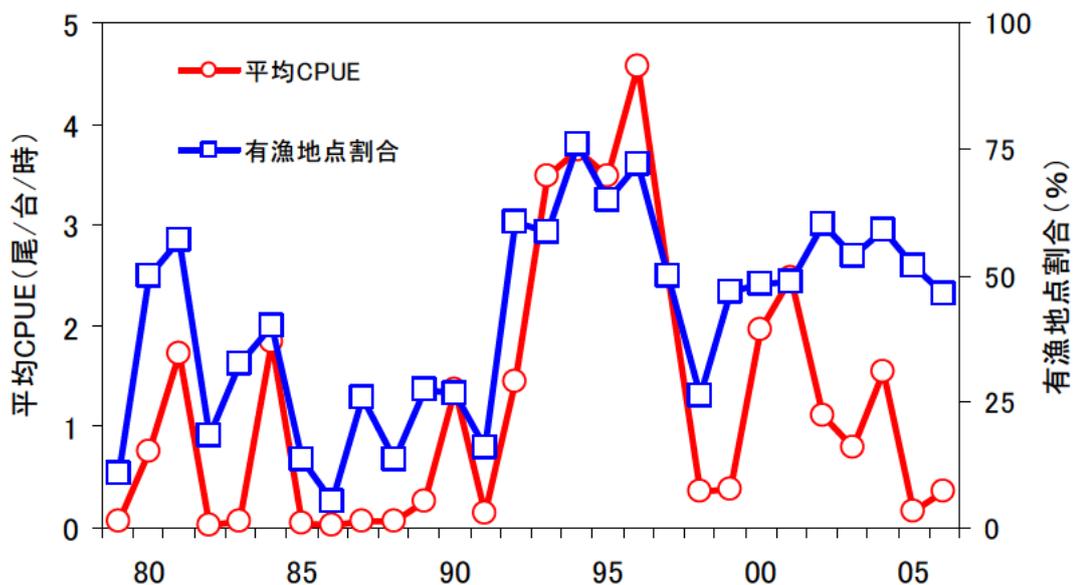


図 6. 北西太平洋における第 1 次漁場一斉調査（6 月）の平均 CPUE と有漁地点割合

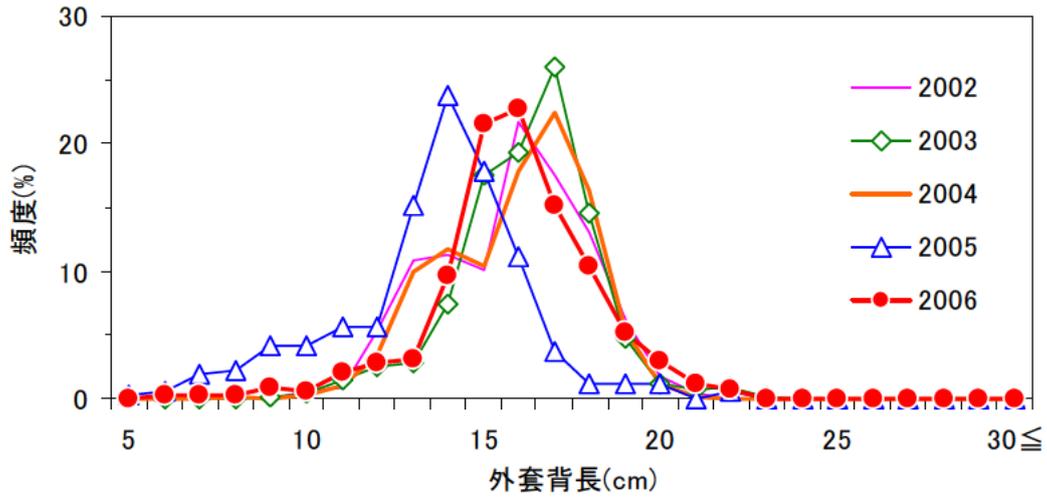


図7. 北西太平洋における第1次漁場一斉調査（6月）で漁獲されたスルメイカ外套背長組成の経年変化

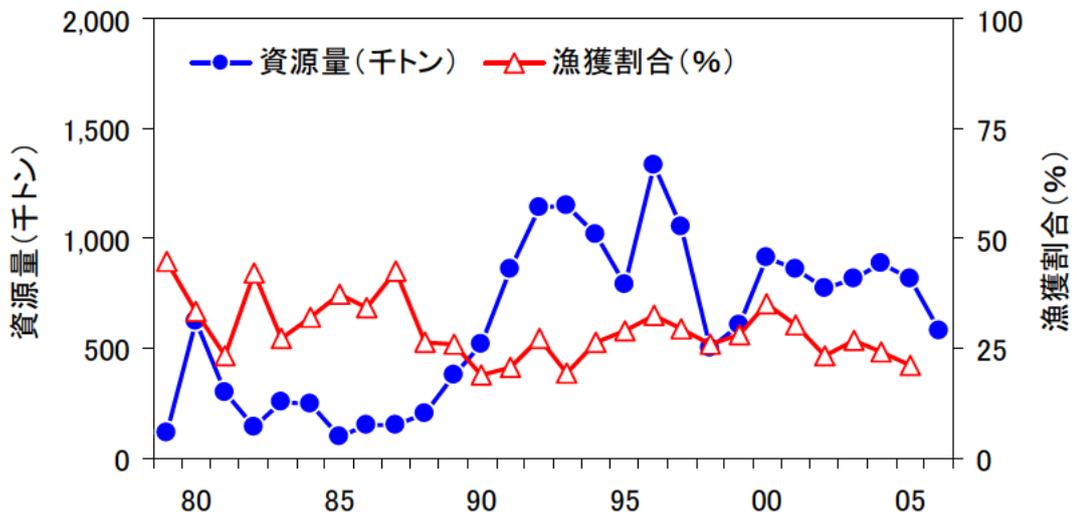


図8. スルメイカ冬季発生系群の資源量と漁獲割合の経年変化
(2006年の値は第一次漁場一斉調査からの推定値)

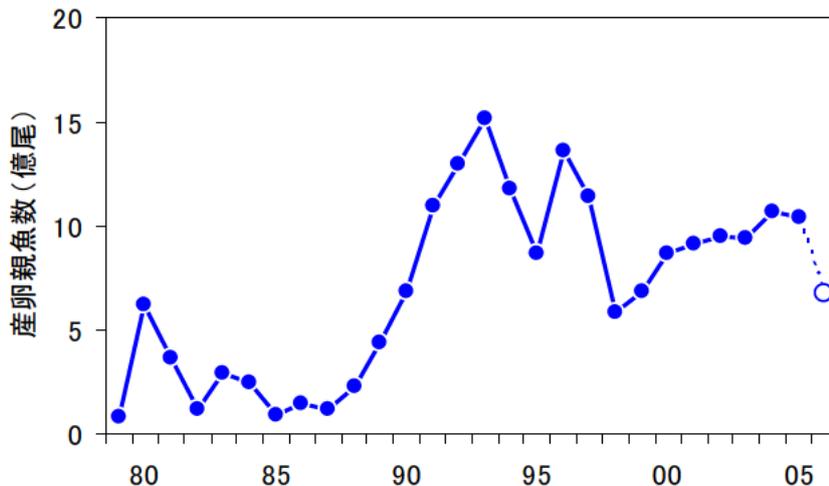


図9. スルメイカ冬季発生系群の産卵親魚尾数の経年変化
(2006年の値は暫定値)

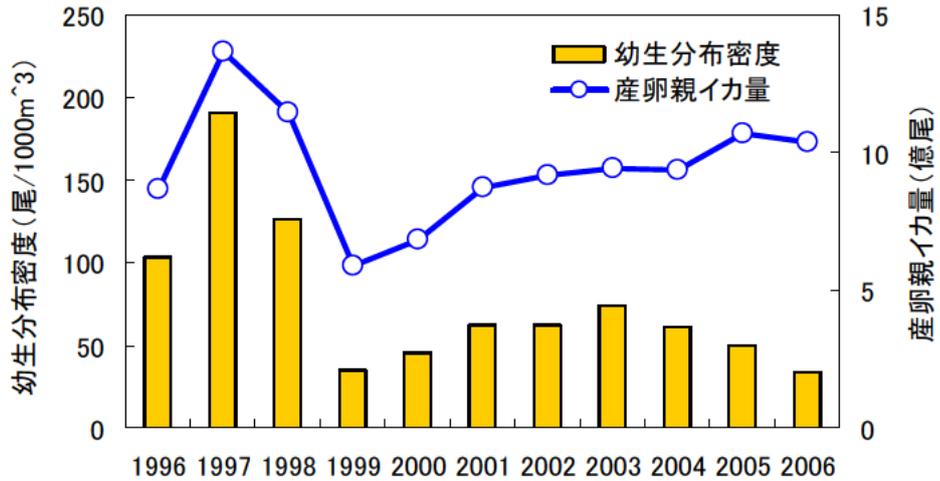


図 10. 九州南西海域におけるスルメイカ幼生の平均分布密度（2月）と産卵親魚量の経年変化（年は調査年であり、産卵親魚量は前年度の値になる）

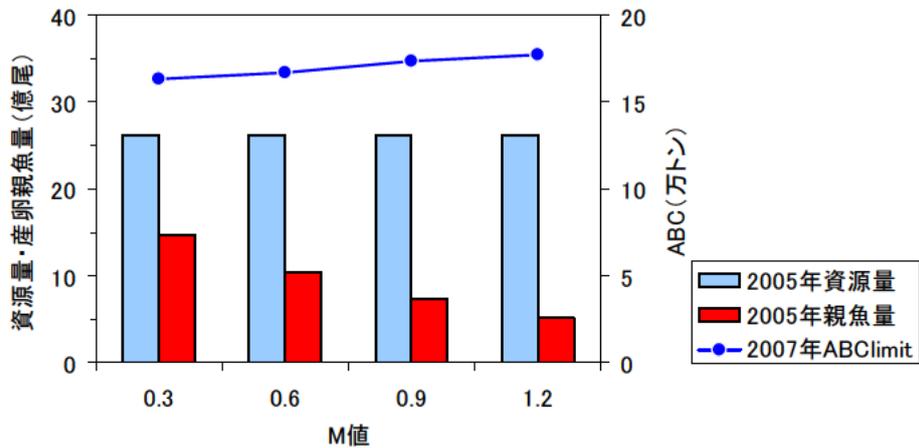


図 11. スルメイカ冬季発生系群の 2005 年の資源量、産卵親魚量および 2007 年 A B C limit に対する自然死亡係数 M の感度解析（標準値：M=0.6）

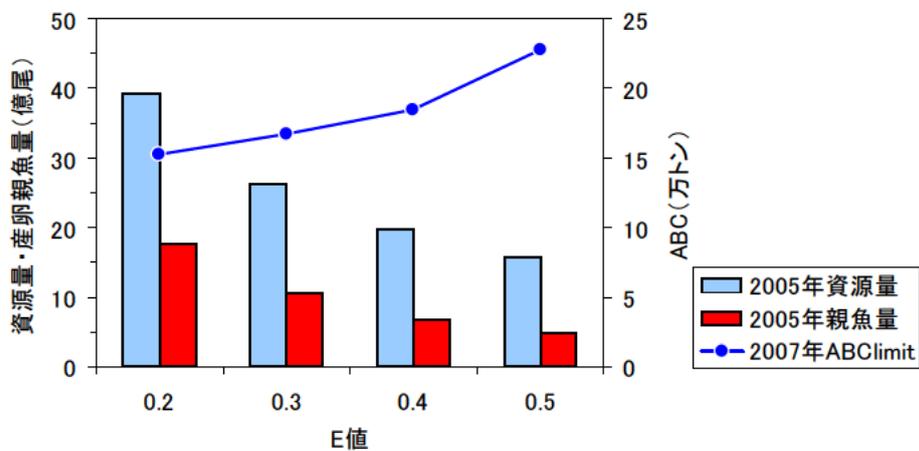


図 12. スルメイカ冬季発生系群の 2005 年の資源尾数、産卵親魚数および 2007 年 A B C limit に対する漁獲率の感度解析（標準値：E=0.3）

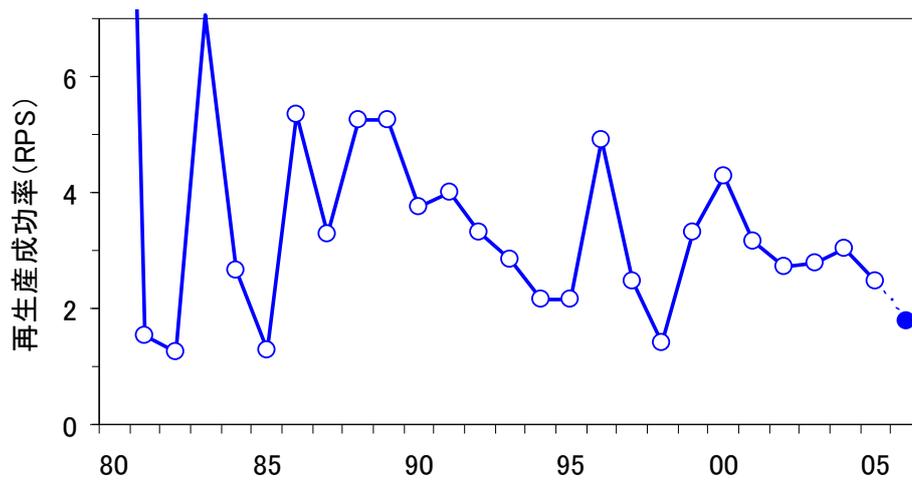


図 13. スルメイカ冬季発生系群再生産成功率の経年変化
(2006年の値は暫定値)

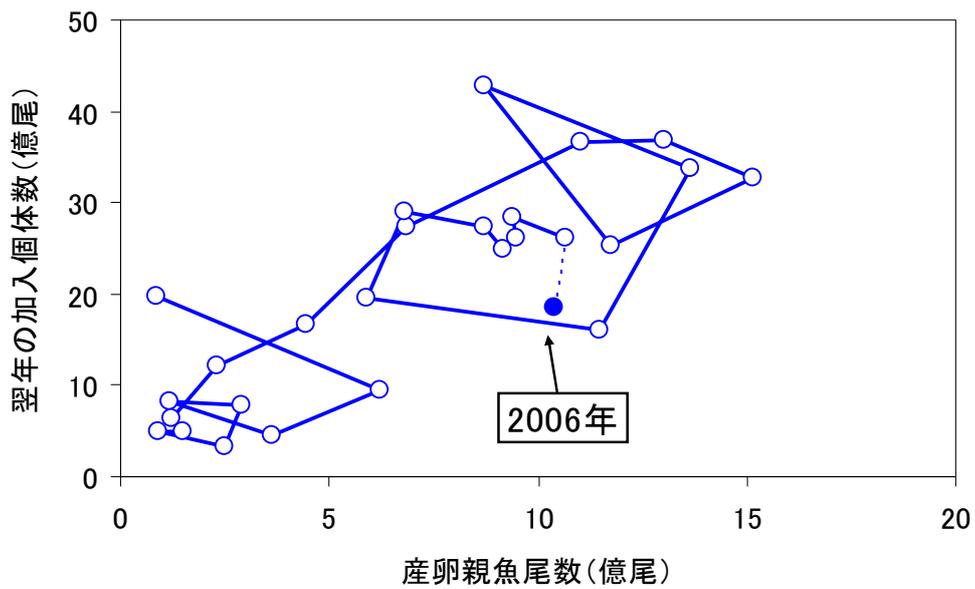


図 14. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係
(2006年の値は暫定値)

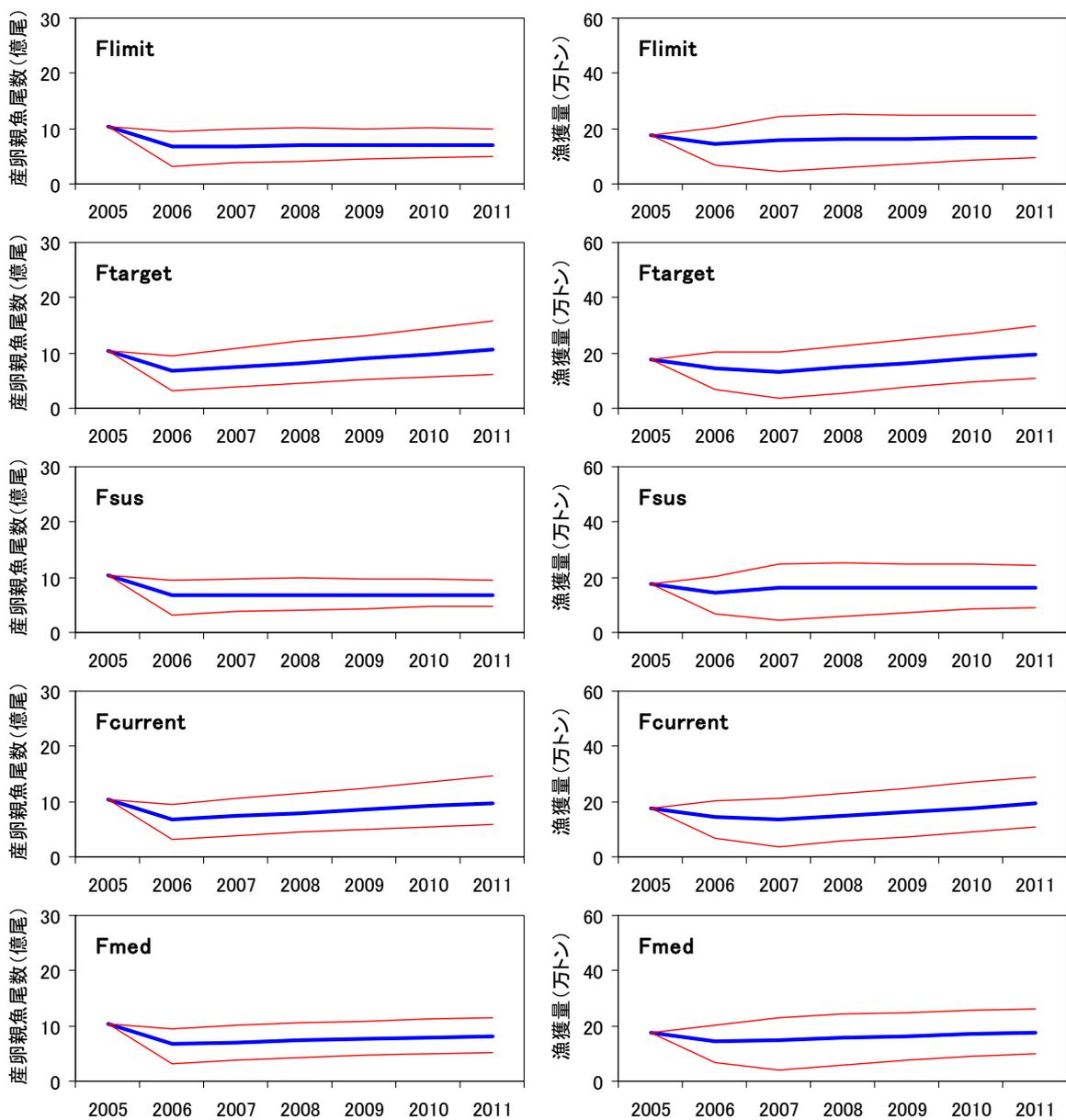


図 15. 5 通りの F の条件下で、2001~2005 年の再生産成功率および F (2007 年以降、SSB 水準で補正) を変化させてシミュレーションを行ったときの産卵親魚尾数および漁獲量の変化。太線は平均値、誤差範囲は上限 90%、下限 10%。試行は 10000 回。上図から F_{limit} 、 F_{target} ($0.8F_{limit}$)、 F_{sus} (2007~2011 年の平均 SSB が 2006 年の SSB に相当)、 $F_{current}$ (2003~2005 年の平均)、 F_{med} (2001~2005 年の RPS の中央値に相当する F)。

補足資料 1. 漁獲情報、資源量推定値等、発生系群の区分方法

(1) スルメイカ冬季発生系群の漁獲量と小型いか釣り船 CPUE

表3. スルメイカ冬季発生群の漁獲量と小型いか釣り船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 (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	—	0.30
1980	117,157	36,600	11,022	164,779	—	1.68
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	—	0.69
1984	39,905	19,831	14,593	74,330	—	0.65
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	—	1.03
1990	36,021	38,952	29,832	104,804	—	1.40
1991	62,908	50,650	42,989	156,547	—	2.32
1992	174,910	61,775	67,080	303,765	—	3.09
1993	105,428	59,882	84,697	250,006	—	3.11
1994	134,229	33,262	60,975	228,466	—	2.76
1995	125,355	38,311	75,339	239,006	—	2.14
1996	211,362	54,700	113,360	379,422	—	3.62
1997	189,492	37,675	86,246	313,412	—	2.85
1998	44,330	29,870	60,024	134,224	—	1.36
1999	46,518	51,882	79,012	177,411	—	1.65
2000	163,443	64,231	73,633	301,307	—	2.46
2001	127,407	48,293	79,583	255,283	—	2.32
2002	90,732	40,737	76,371	207,840	—	2.10
2003	94,447	38,337	72,180	204,963	—	2.22
2004	95,241	49,666	81,284	226,192	—	2.39
2005	80,501	31,737	65,975	178,213	—	2.22

註：漁獲量の単位はトン、CPUEの単位は千尾／隻

(2) スルメイカ冬季発生系群の資源量、産卵親魚量、漁獲率、漁獲係数、再生産成功率.

表4. スルメイカ冬季発生系群の資源動態に関する諸数値

漁期年 (4~3月)	資源個体数 (億尾)	資源量 (万トン)	産卵親魚数 (億尾)	産卵親魚量 (万トン)	漁獲率 (%)	漁獲死亡 係数 (F)	再生産 成功率
1979	3.6	11.2	0.8	2.6	44.9	0.85	
1980	19.8	61.9	6.2	19.4	33.2	0.56	23.5
1981	9.6	29.8	3.6	11.4	23.4	0.36	1.5
1982	4.6	14.3	1.2	3.6	42.0	0.77	1.3
1983	8.2	25.5	2.9	9.0	27.2	0.44	7.0
1984	7.7	24.2	2.5	7.8	32.0	0.53	2.7
1985	3.2	10.0	0.9	2.9	37.2	0.65	1.3
1986	4.9	15.2	1.5	4.7	34.1	0.58	5.3
1987	4.9	15.3	1.2	3.8	42.6	0.79	3.3
1988	6.4	20.0	2.3	7.2	26.1	0.42	5.2
1989	12.2	38.0	4.4	13.8	25.9	0.41	5.3
1990	16.6	51.7	6.9	21.4	18.7	0.28	3.7
1991	27.4	85.6	11.0	34.3	20.6	0.31	4.0
1992	36.6	114.2	13.0	40.6	27.1	0.43	3.3
1993	36.8	114.8	15.1	47.2	19.1	0.29	2.8
1994	32.7	101.9	11.7	36.6	26.5	0.42	2.2
1995	25.3	79.0	8.7	27.1	28.8	0.47	2.2
1996	42.8	133.5	13.6	42.6	32.4	0.54	4.9
1997	33.6	105.0	11.5	35.7	29.2	0.48	2.5
1998	16.1	50.3	5.9	18.4	25.7	0.41	1.4
1999	19.5	60.9	6.8	21.3	28.0	0.45	3.3
2000	29.1	90.8	8.7	27.2	35.3	0.61	4.3
2001	27.4	85.6	9.2	28.6	30.2	0.50	3.2
2002	24.8	77.5	9.5	29.5	23.4	0.37	2.7
2003	26.2	81.8	9.4	29.3	26.7	0.43	2.8
2004	28.3	88.4	10.7	33.3	24.0	0.38	3.0
2005	26.2	81.7	10.4	32.5	21.1	0.32	2.5

(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

表5. 日本の生鮮水揚げ量のスルメイカ発生系群別(秋季, 冬季)漁獲量集計方法													
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	混合	冬季	冬季	冬季	
	後志	冬季	冬季	冬季	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	混合	冬季	冬季	冬季	
	宗谷	冬季	冬季	冬季	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	混合	冬季	冬季	冬季	
	渡島	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季	
	胆振	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	
	日高	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	
	釧路	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	
	網走	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	混合	冬季	冬季	冬季
		太平洋	冬季	冬季	冬季	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	混合	冬季
九州		冬季	冬季	冬季	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)漁獲量集計方法													
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	
オホーツク海	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	
	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	
韓国の漁獲量のスルメイカ発生系群別(秋季, 冬季)漁獲量集計方法													
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							

註：混合は冬季および秋季に1/2ずつ配分

補足資料 2. 資源評価方法

1. 資源計算に用いた数値

(1) 資源量の指数

スルメイカ冬季発生系群の資源量を指標する資料は、補足資料 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漁船の 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操業隻数の集計は、補足資料 1- (3) の表 6 の漁獲量分配ルールに基づいて行った。

2006 年の小型いか釣り漁船 CPUE は現時点では得られないため、第 1 次一斉調査結果(補足資料 3-3) と小型いか釣り漁船の CPUE の相関関係から、2006 年の一斉調査結果を小型いか釣り漁船の CPUE に換算して求めた。2001 年までの資源評価では、小型いか釣り漁船 CPUE と一斉調査 CPUE から回帰式(累乗近似)を導き、2001 年の小型いか釣り漁船 CPUE を推定した。しかし、2001 年の推定値は実際の小型いか釣り漁船 CPUE に比べ過大であり、その結果、計算された資源量も過大評価となった。そこで、2002 年度以降の資源評価では、一斉調査 CPUE と一斉調査におけるスルメイカの有漁地点割合[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(%)]を用い、小型いか釣り漁船 CPUE との重回帰分析を行い資源量の指数を推定した。なお、解析に用いた 1979 年以降の調査データを精査したところ、1996 年および 2001 年の調査結果の中に各 1 操業ずつ外れ値が見られた。これらの数値が非常に過大であるため、平均値を増大させ全体の当てはまりを悪化させていると判断し、この 2 地点のデータを排除し、改めて 1996 年および 2001 年の平均値を算出した。そして、小型いか釣り船 CPUE と重回帰分析を行った。2006 年度の資源量指数の推定には 2005 年の数値を加えて再推定された (1) 式を用いた。

$$U_t = 0.264u_t + 0.024v_t + 0.362 \quad (1)$$

ここで、 U_t は東北・北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り漁船の 6～12 月までの平均 CPUE、 u_t は漁場一斉調査の CPUE (個体/時間/台数) の平均値、 v_t はスルメイカが採集された調査点の全調査点に対する割合 (%) である。図 16 に推定された CPUE と小型いか釣り船 CPUE の対比を示した。

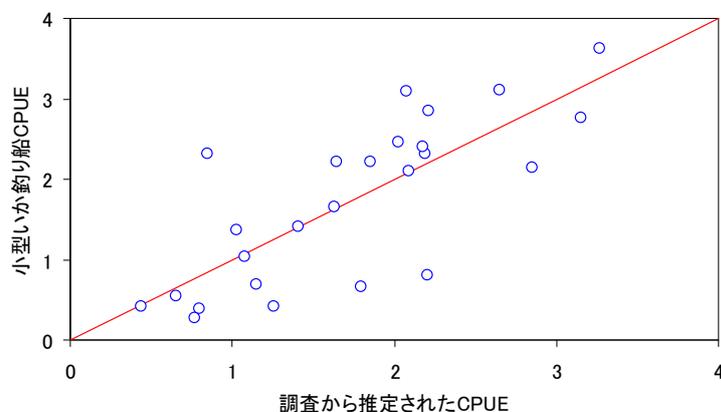


図 16. 一斉調査から推定された CPUE と小型いか釣り船 CPUE の比較

小型いか釣り漁船 CPUE は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、月別の漁獲物の平均体重を求め、個体数に換算した。使用した月別の平均体重を表 6 に示す。

表 6. 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
平均体重(g)	107	107	121	163	227	271	302	327	357	357	357	357

(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

これまでバイオマス解析（安達 1988）、標識放流調査（町中ら 1980）の結果等から推定が試みられているが、妥当な値は得られていない。そこで、以下の計算には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。この仮定値による資源計算への影響を確認するため、仮定値を変化させて解析を行う感度分析を実施した。感度分析の結果、産卵親魚数は M によって数値が大きく変化するが、ABC limit の変化は非常に小さかった（図 11）。

(3) 漁獲個体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、計算に用いた。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（表5）。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個体数を計算し、4月～翌年3月までを合計した漁獲個体数を年間の漁獲個体数とした。また、年で合計した漁獲重量を漁獲個体数で除して、漁獲物の平均体重（312 g）を求め、個体数で算出された ABC を重量に変換する時の体重として用いた。

2. 資源量推定方法

(1) 資源量、産卵親魚量の推定

まず、t 年のスルメイカ冬季発生系群の資源個体数 (N_t) は資源量指数 (U_t) に比例し、以下のように示せると仮定した。

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

ここで N_t は t 年の資源個体数（億個体）、 U_t は t 年の資源量指数、a は係数である。資源個体数は、(2) 式に係数 a を与えて推定した。これまで行われてきた資源量推定では、スルメイカの漁獲率 E が 0.2~0.4 の水準にあると推定されてきた（木所ほか 2006；日本海区水産研究所 1997, 1998；谷津ほか 2002）。そこで、1979~2001 年の漁獲率の平均値

が 0.3 となるように係数 a を仮定した。その結果、係数 a は 11.83×10^5 となり、この値を以後の解析に用いた。

計算された資源個体数と漁獲個体数の関係から [(3) 式] を用い漁獲係数 F_t を Microsoft Excel のソルバーを用いて求め、(4) 式により産卵親魚数 S_t を計算した。

$$C_t = \frac{F_t}{F_t + M_t} (1 - e^{-(F_t + M_t)}) N_t \quad (3)$$

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

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個体数、 M_t は t 年の加入後のスルメイカの自然死亡率で、全て 0.6 とした。

(2) 次年の資源量予測、管理基準および ABC 算定

2007年の加入時の資源個体数予測は以下の手順で行った。

1979年～2005年の東北・北海道太平洋主要港における小型いか釣り漁船の月別漁獲量を表6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する。求められた月別漁獲尾数と月別出漁隻数を集計し、各年6～12月における小型いか釣り漁船の平均CPUE (千尾/隻) を計算し、この数値をスルメイカ冬季発生系群の資源量指数とする。

①2006年の小型いか釣り漁船のCPUEは、まだ漁期が始まっていないため、第1次漁場一斉調査の平均CPUEならびに有漁地点割合と小型いか釣り漁船のCPUEとの関係 (1式) から、2006年の小型いか釣り漁船のCPUE 1.56 (千尾/隻) を算出し、2006年の資源量の指数とする。2006年の資源量の指数を (2) 式に代入し、係数 a (11.82×10^5) をかけて2006年資源個体数 (加入資源量) を計算した。

$$2006\text{年資源個体数} = 18.5\text{億尾}$$

②2006年の漁獲量は、近年の漁獲動向が継続すると仮定して、2001～2005年の平均漁獲係数 (0.40) を用い、(3) 式から計算した。

$$2006\text{年漁獲個体数} = 4.7\text{億尾}$$

③2006年の資源個体数、2001～2005年の平均漁獲係数から (4) 式により、2007年の加入を産む親魚個体数を計算した。

$$2007\text{年の加入を産む親魚個体数} = 6.8\text{億尾}$$

④補足資料1に示す再生産成功率 (RPS) から、2001年～2005年の再生産成功指数の平均値 (RPS avg) を期待される再生産関係とする。

$$2001\sim 2005\text{年 RPS avg} = 2.8$$

なおこの値は、近年の再生産関係では1尾の親魚から2.8尾の加入が得られていることを示している。

⑤2007年の加入を産む親魚個体数と、2001～2005年 R P S avg から、2007年加入個体数を算出する。

2007年加入個体数=19.2億尾

管理基準の設定には、「ABC算定のための基本規則（平成18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 $B \geq B_{limit}$ または $B < B_{limit}$ を用いる。この判断のために、図17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 R P S high と R high の交点で示される産卵親魚量 B_{limit} は5.9億尾であり、上記の計算で得られた2007年の加入を産む親魚量の6.8億尾は、この B_{limit} を上回る水準にある。

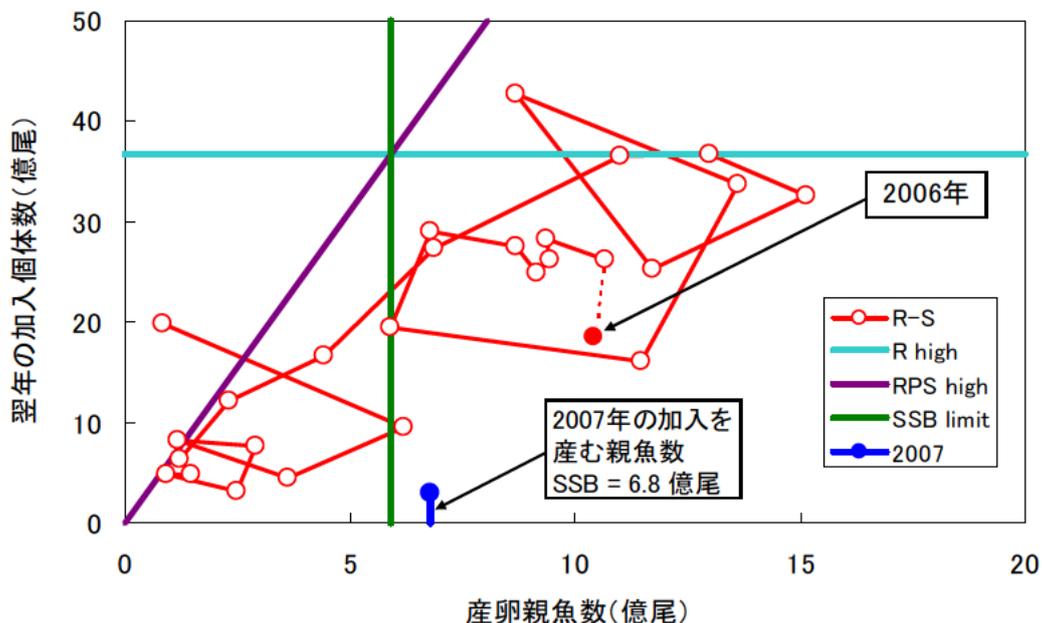


図 17. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係と各指標値

以上の結果、現状の資源状態は $B \geq B_{limit}$ に相当し、 F_{limit} =基準値（ F_{msy} など）、 $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$ となる。本資源にはリッカー型やベバートン・ホルト型に代表される再生産曲線を当てはめることが出来ず、 F_{msy} を推定することは出来ない。そこで再生産関係の不確実性を考慮した個体群動態モデルを作成し、 F を変化させるシミュレーションを行い、2011年の産卵親魚量が B_{limit} を上回る確率が60%以上となる F （以後 F_{sim} と表記）を F_{msy} の代替値とした。その結果、 $F_{limit} = F_{sim} = 0.45$ と計算された。なお、 α には不確実性を考慮して標準値の0.8を採用し、 $F_{target} = F_{sim} \times 0.8 = 0.36$ とした。このシミュレーションの詳細は（3）に記述する。

近年の加入量に対して資源を現状の水準に維持するには、シミュレーションで推定された漁獲係数（ $F_{sim} = 0.45$ ）以下にする必要がある。計算された2007年予測加入量19.2億尾に対し、この F で漁獲した場合の漁獲個体数は5.4億尾であり、冬季発生系群の漁獲物の平均体重312gを乗じると16万7千トンが得られた。ただし、これは2007年に加入

する群に対する漁期年（4月～翌年3月）のABC limitであり、ABCは暦年で算定する必要がある。そこで、直近5ヶ年の1～3月の漁獲量が漁期全体に占める割合（0.15）から、2006年加入群の1～3月の予測漁獲量と、2007年加入群のABC limitに対する4～12月の漁獲量を計算し、両者を合計して、2007年のABC limitを16万3千トンとした。同様の計算でABC targetを14万トンと算出した。なお、日本EEZ内のABC算定は、2001～2005年の全漁獲量に対する日本EEZ内における日本および韓国の漁獲量の平均割合から算出した。なお、補足資料4に資源評価の流れと調査船調査の関係を示したフロー図を添付した。

（3）F limit推定のためのシミュレーション

スルメイカ冬季発生系群にはベバートン・ホルト型に代表される再生産曲線を当てはめることが出来ない。また、スルメイカ冬季発生系群の再生産成功率は経年変動が大きく、それにより加入量も大きく変動する。そこで、再生産成功率に不確実性を与えた個体群動態モデルを設定し、このモデルを元にF limitの検証を行った。以下に詳細な方法を記す。

①基本式

スルメイカ冬季発生系群の資源動態を下記の式で表す

$$N_t = S_{t-1} \times RPS \quad (1)$$

$$S_t = N_t \times e^{(-F-M)} \quad (2)$$

N_t はt年の加入資源量、 S_t はt年の産卵親魚量、RPSは再生産成功率を示す。Fは漁獲係数で任意の数値を代入し、Mは自然死亡係数で0.6とした。

②解析方法

上記（1）、（2）式を用い2007～2011年の5年間の資源量、産卵親魚量、漁獲量の動態を解析した。（1）式に代入するRPSには2001～2005年までに観測されたRPS（補足資料1-（2））から繰り返しを含む無作為抽出で選択した数値を代入している。また、小型いか釣り船による資源量指数が得られていない2006年の加入量について、一斉調査からの推定誤差を加えた。推定誤差は一斉調査からの推定値と資源量指数との残差を用い、この残差を無作為抽出して推定値に加えることで再現した。そして、シミュレーションを行う過程で $S_t < B \text{ limit}$ （5.9億尾）になった時には、翌年のFを $S_t / B \text{ limit}$ の比率で引き下げた値で漁獲するようにした。シミュレーションはFを変化させながら各10000回繰り返した（図15）。F limitによるシミュレーションによる資源量、産卵親魚量、漁獲量の変化を表7に示した。

③2001～2006年までの再生産成功率を用いたシミュレーション

本評価では2001～2005年までの再生産成功率を用いて解析を行い、2007年以降も、この5年間で観測された再生産過程が起こることを仮定している。しかし、2006年の再生産成功率は2005年を大きく下回ることが予想されるため、2007年以降に関して

も、上記の仮定が当てはまるかどうかは不明である。そこで、暫定値である 2006 年の再生産成功率を加えて、同様のシミュレーションを行い、解析結果を比較した（表 8；図 18）。加えて、2001～2005 年のデータ推定された F 値を、このシミュレーションに代入して解析した結果も表 9 に示した。

②のシミュレーションとの違いは、各基準における F 値が大きく低下し、それに伴って予測される漁獲量が減少する点にある。また、2005 年までのデータで解析された F 値を用いた場合、F limit による漁獲では、産卵親魚量が B limit を上回る確率が大きく低下し、資源減少のリスクが大きくなる。しかし、F target や F current での漁獲では、B limit を上回る確率が 60%以上となるため、リスクは小さい。現時点では 2007 年以降の再生産状況の予測を行うことは困難である。2007 年以降に、2006 年に見られた再生産成功率の低下の可能性がある以上、F limit による漁獲ではなく、F target による漁獲制御がリスクを回避し安全率が高くなると考えられる。

表 7. シミュレーションによる資源量、産卵親魚量、漁獲量の将来予測

F limit 0.49	資源量(億尾)			産卵親魚量(億尾)			漁獲量(万トン)		
	平均	上限90%	下限10%	平均	上限90%	下限10%	平均	上限90%	下限10%
2005年	26.2			10.4			17.7		
2006年	18.4	26.0	8.5	6.8	9.6	3.1	14.5	20.4	6.7
2007年	19.1	28.1	8.7	6.9	9.8	3.8	15.9	24.4	4.4
2008年	19.4	28.8	10.2	6.9	10.1	4.2	16.2	25.1	6.0
2009年	19.6	28.6	11.5	7.0	10.0	4.5	16.4	24.9	7.4
2010年	19.7	28.7	12.3	7.0	10.0	4.7	16.6	24.9	8.6
2011年	19.9	28.5	13.0	7.1	10.0	4.9	16.8	24.8	9.4

表 8. 2006 年の再生産成功率を加え、本資源評価で用いた同一の漁獲シナリオで再計算したシミュレーション結果

漁獲シナリオ (管理基準)	2007 年漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)	評 価		
				A (%)	B (千トン)	C (千トン)
Fsim	135	0.37	24	63	226	133
0.8Fsim	115	0.30	20	81	279	128
Fmed (2001-2006)	145	0.41	26	51	206	134
Fsus	140	0.39	25	58	216	134
Fcurrent	136	0.38	24	62	223	133

F 値および漁獲割合は 2007 年級群に対する数値。評価欄：加入量変動を考慮した 10000 回のシミュレーションにおいて、A：2011 年の SSB が B limit を上回る確率、B：2007～2011 年の平均 SSB、C：2007～2011 年の平均漁獲量

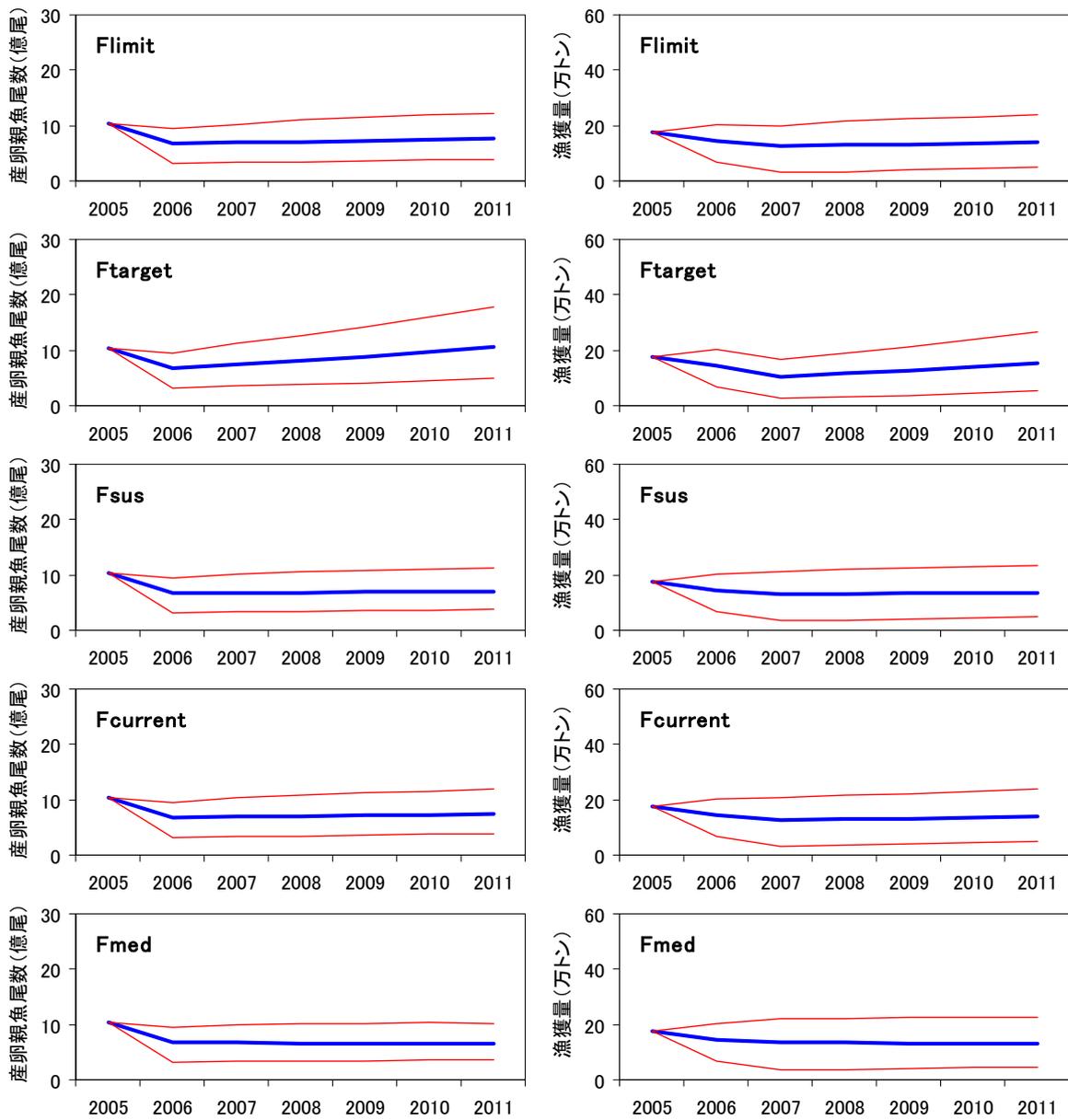


図 18. 5 通りの F の条件下で、2001～2006 年の再生産成功率および F（2007 年以降、SSB 水準で補正）を変化させてシミュレーションを行ったときの産卵親魚尾数および漁獲量の変化。太線は平均値、誤差範囲は上限 90%、下限 10%。試行は 10000 回。上図から F_{limit} 、 F_{target} ($0.8F_{limit}$)、 F_{sus} (2007～2011 年の平均 SSB が 2006 年の SSB に相当)、 $F_{current}$ (2003～2005 年の平均)、 F_{med} (2001～2005 年の RPS の中央値に相当する F)。

表9. 2006年の再生産成功率を加え、本資源評価で用いたF値
(F limit ; F target ; F med ; F sus ; F current) を用いたシミュレーション結果

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値	漁獲割合 (%)	評 価		
			A (%)	B (千トン)	C (千トン)
A B C limit (F sim)	0.45	28	35	187	134
A B C target (0.8F sim)	0.36	23	67	234	133
F med (2001-2005)	0.42	26	46	200	134
F sus	0.46	28	30	182	133
F current	0.38	24	61	224	134

F 値および漁獲割合は2007年級群に対する数値. 評価欄: 加入量変動を考慮した10000回のシミュレーションにおいて、A: 2011年のSSBがB limitを上回る確率、B: 2007~2011年の平均SSB、C: 2007~2011年の平均漁獲量

補足資料3. 関連調査の経過および結果

1. 稚仔分布調査

1995年以降、産卵親魚水準の推定と幼生の出現量・分布様式の把握を目的とし、冬季、九州南西海域周辺においてスルメイカのリンコトウチオン幼生を対象とした調査を行っている。採集器具としてボンゴネット（口径70cm、網目合い0.33mm）を使用し、調査時期は各年2月に設定している。なお、1995年は調査海域や調査時期を明確にするための予備調査であるため、データの比較は1996年以降について行った。

調査海域内における平均分布密度の経年変化を表10に示す。調査で得られた稚仔の平均分布密度は2004年までは産卵親魚量と高い相関関係が認められたが、2005年以降の相関は悪化した（図10）。一方、加入量との比較では、相関が不明瞭である。2005年および2006年の幼生の水平分布状況を図19に示す。2006年の水平分布状況は2005年とほぼ同様であった。

表10. リンコトウチオン幼生の平均分布密度（個体数/1000m³）

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
分布密度	103.9	190.6	127.0	35.3	45.4	62.4	62.0	73.8	61.3	50.1	33.7

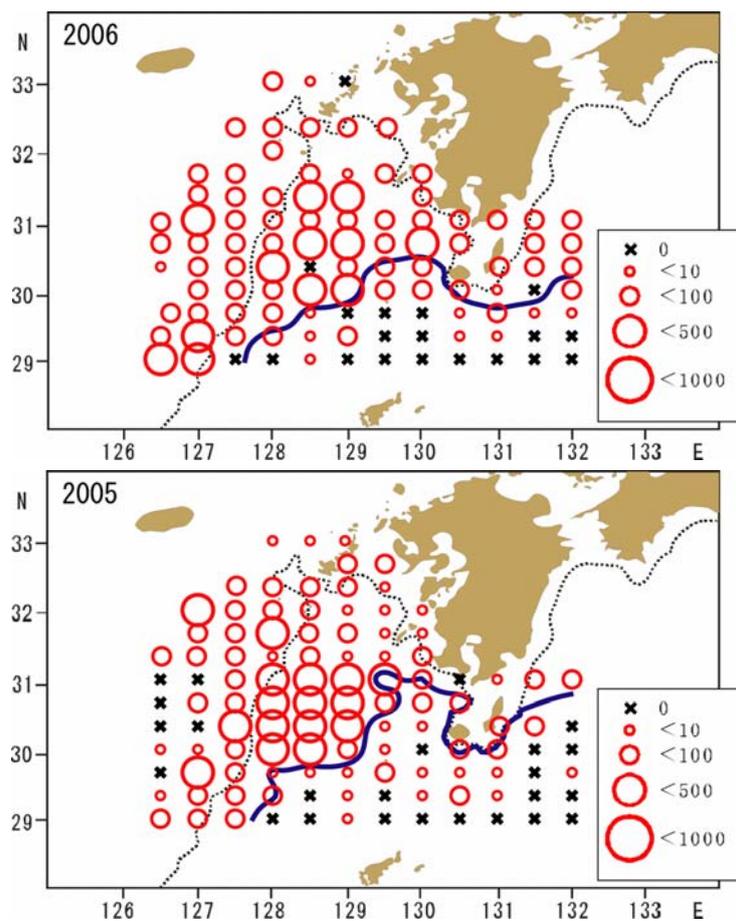


図19. 2005年および2006年2月の東シナ海周辺海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布と黒潮流軸位置（実線）

2. 中層トロールによる加入量早期把握調査

加入前の分布量や分布様式を把握するために、中央水研と北水研が共同で実施している春季黒潮親潮移行域の表層トロール（網口 $25 \times 25 \text{ m}^2$ 、コッドエンド目合い 8 mm 、曳網は夜間 30 分）調査の試料を解析した。調査海域は常磐～三陸沖合域の黒潮親潮移行域周辺海域に設定し、期間は 5 月下旬～6 月上旬である。2004～2006 年のスルメイカ幼体の外套背長別水平分布状況を図 20 に、外套背長組成を図 21 に示した。スルメイカ幼体の分布域は各年とも東経 145 度以東が中心であったが、調査海域のほぼ全域で分布が見られた。2006 年は分布の中心が東経 145 度～ 160 度の調査海域中央部に存在し、過去 2 年よりもやや西側に分布の中心が移行していた。

外套背長別組成から、2006 年の漁獲個体は 2005 年よりも小型の $3 \sim 4 \text{ cm}$ が主体であり、 5 cm 以上の大型個体の比率が減少していた。1 曳網当たりの漁獲尾数は 253 尾となり、2005 年を下回った。

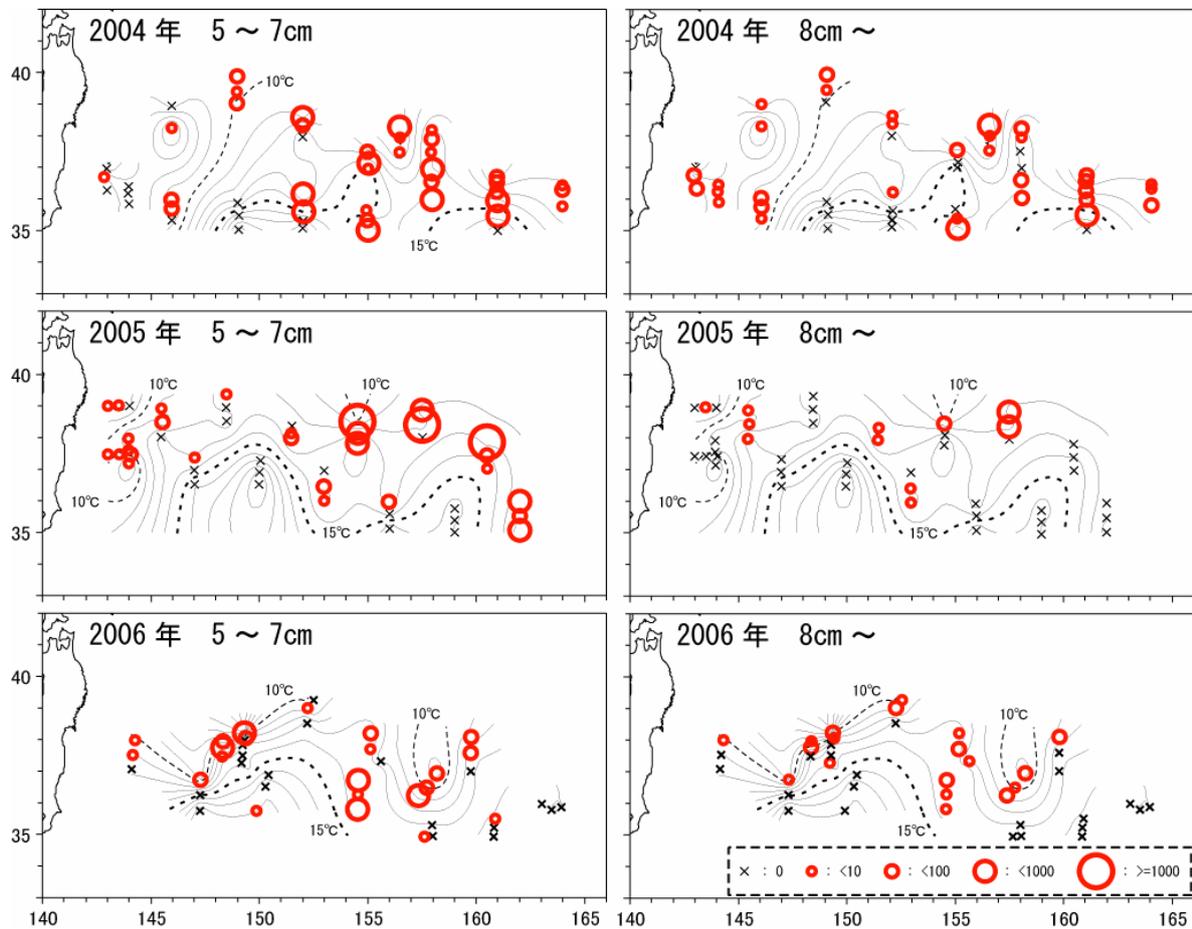


図 20. 2004～2006 年 5 月に表層トロールネットで漁獲された外套背長 5cm 以上のスルメイカ幼体の水平分布と 100m 深水温

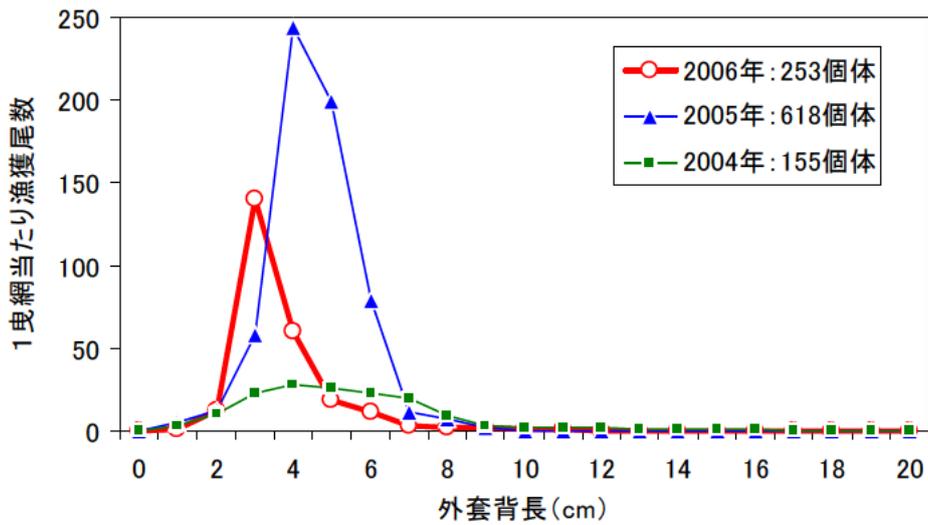


図 21. 表層トロールネットで採集されたスルメイカ幼体の外套背長組成

図 22 にサイズ別の 1 曳網当たり平均採集尾数を示した。なお、船上拾い出しの速報データであるため 2cm 以下の個体の値は暫定値である。2006 年の調査では外套背長 3~4cm の個体が多く採集され、2000 年以降では 2005 年に次ぐ高い水準であったが、前年比 66% に減少した。5~7cm の個体は前年比 12% に減少し、2000 年以降では最も低い水準であった。また、8cm 以上の大型個体も前年比 50% に減少していた。

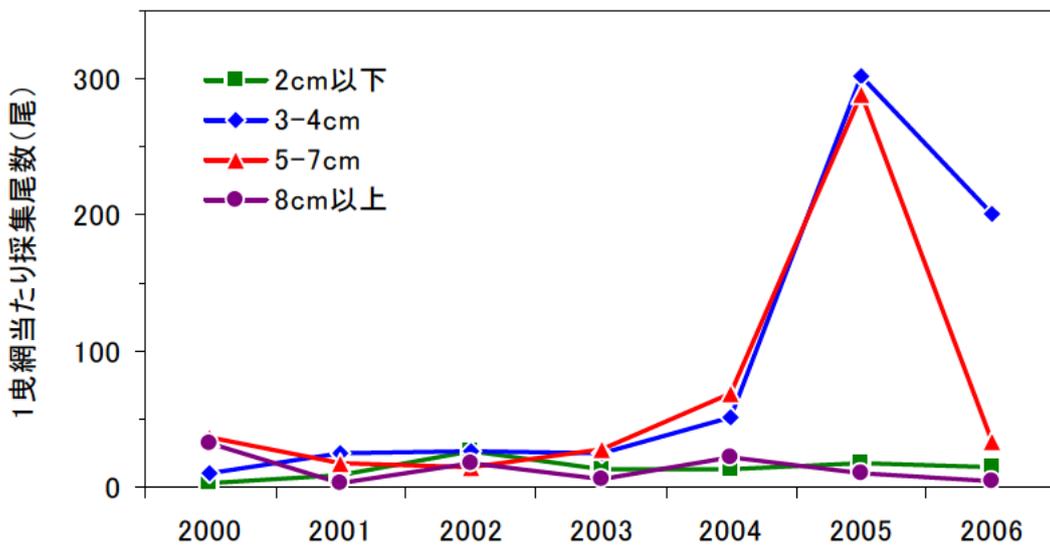


図 22. 表層トロールネットで採集されたスルメイカ幼体の外套背長別 1 曳網当たり漁獲尾数

3. 漁場一斉調査（いか釣り機による加入量調査）

直近年の資源水準の把握には、漁場一斉調査の結果を用いている。調査期間は6月中旬～7月上旬で、調査機関は北水研、東北水研に加えて北海道、青森県、岩手県、宮城県の4道県の水産試験研究機関である。調査海域は津軽海峡を含む東北・北海道太平洋沿岸から沖合域であり、調査漁具は自動いか釣り機である。一斉調査における平均CPUE（釣り機1台1時間あたり漁獲尾数）とスルメイカの有漁地点割合〔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（%）〕の経年変化を表11に示した。2006年は全調査海域内平均CPUEが0.4であり、前年214比%、近5年平均の29%であり、1998、1999年並みの水準であった。2006年の有漁地点割合は45.7%であり、前年比88%に低下し、近5年平均でも83%に低下した。2006年および2005年のCPUEの分布状況を図24に示した。2006年は2005年に比べ東経144～148度の海域でCPUEが増加している。また、両年ともCPUEが10を越える地点が存在しなかった。

表11. 第1次漁場一斉調査における平均CPUE(尾/台/時)と有漁地点割合(%)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CPUE	0.4	0.4	2.0	2.5	1.1	0.8	1.5	0.2	0.4
有漁地点割合	26.1	46.7	48.1	48.6	60.3	53.8	59.0	51.9	46.3

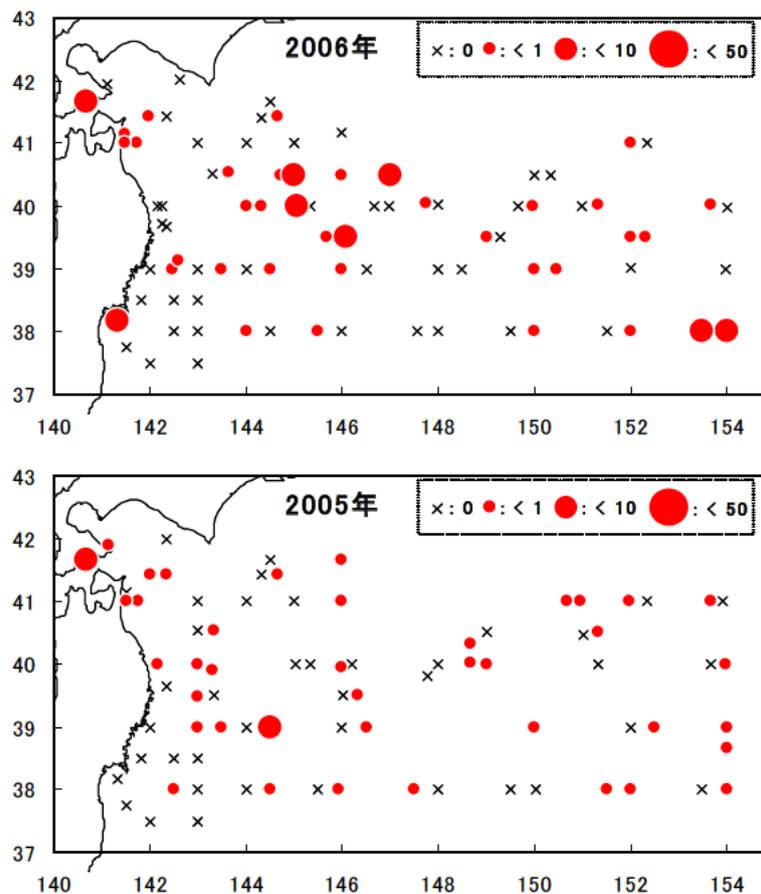


図23. 2005、2006年6月に実施された第1次漁場一斉調査におけるスルメイカのCPUE（釣り機1台1時間あたり漁獲尾数）の分布

資源評価の流れと調査船調査の関係

