

平成17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、2005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、横ばいと判断された。

ABCは近年の産卵親魚量が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16万9千トン（漁獲割合29%）、ABC_{target}は14万5千トン（漁獲割合24%）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。

	2006年のABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	169千トン（116千トン）	F _{sim}	0.47	29%
ABC _{target}	145千トン（99千トン）	0.8F _{sim}	0.38	24%

※ ABC（ ）内は我が国EEZのABC。

※ 漁獲割合及びF値は2006年加入群に対する数値。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
近年（1990～2004年）の再生産成功率のもとで5年後にもSSB _{limit} を上回る親魚水準を維持する	F _{sim}	ABC _{limit} 169千トン	RPSの変動を考慮したシミュレーションによる2010年のSSBがSSB _{limit} を上回る確率は62%。2006～2010年の平均漁獲量は20万トン。
資源解析の不確実性を考慮して予防的処置をとる	0.8F _{sim}	ABC _{target} 145千トン	上記シミュレーションによる同確率は84%。2006～2010年の平均漁獲量は20万トン。

参考値

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評 価
近年（1990～2004年）の再生産関係の中央値に相当するFで漁獲する	F _{med}	185千トン	R P S の変動を考慮したシミュレーションによる2010年のS S B がS S B limitを上回る確率は42%。2006～2010年の平均漁獲量は19万トン。
近年（2002～2004年）の平均の漁獲圧を維持する	F _{current}	147千トン	上記シミュレーションによる同確率は83%。2006～2010年の平均漁獲量は20万トン。
近年（1990～2004年）の再生産成功率のもとで5年後にも2005年の資源水準を維持する	F _{sus}	184千トン	上記シミュレーションによる同確率は43%。2006～2010年の平均漁獲量は19万トン。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2003	795	223	0.44	27%
2004	884	199	0.34	22%
2005	551			

※ 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
B _{ban}	未設定		
B _{limit} (S S B _{limit})	親魚量	5.8 億尾 (180 千ト)	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
2004 年	親魚量	11.0 億尾 (345 千ト)	

(水準・動向)

水準：中位 動向：横ばい

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 51% (2000～2004 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。

$$\begin{aligned} \text{雄: } DML &= \frac{253}{1 + e^{(4.50 - 0.0262t)}} \\ \text{雌: } DML &= \frac{268}{1 + e^{(4.54 - 0.0257t)}} \end{aligned}$$

(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(森ほか, 2002; 松田ほか, 1972)。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、日本海では共食いによる減耗も報告されている(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。2004年の釣り以外の漁獲割合は56%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51%に達する。

(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 55 万トンで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。2004 年 1～12 月の合計漁獲量は前年を約 5 千トン上回る 21 万トンであった。

（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 6 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 2004 年の漁獲努力量は 28,901 隻であり、2003 年（26,922 隻）をやや上回った。

4. 資源状態

（1）資源評価の方法

スルメイカ冬季発生系群の資源評価には、冬季発生系群の資源量の水準を最も良く反映すると考えられる漁獲情報を用いた。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。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。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量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 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 3.5（千尾／隻）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、2005 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 の相関関係から、小型いか釣り漁船の CPUE を推定した。

2005 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。2005 年の平均 CPUE は 0.17（尾／台／時）であり、2004 年を大きく下回り、前年比 11%まで減少した。一方、有漁地点割合は 51.9%であり、2004 年をやや下回り、前年比 88%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 403 尾であり、2004 年の 2.6 倍に増加した。しかし、採集された個体に占める 8cm 以上の大型個体の割合は低く、大型個体の平均採集尾数は 1999 年以降最も低い水準であり、前年比 15%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。2005 年のモードは昨年を 3cm 下回る 14cm であり、2001 年以降では最も小さかった。

（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 5 に示した。資源量は 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 133 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。2004 年の資源量は 88 万トンであった。また、第 1 次漁場一斉調査から推定した 2005 年の予測資源量は 55 万トンであり、2004 年の 62%、近 5 年平均の 65%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。2004 年の漁獲割合は 22%で 2003 年の 27%から 5 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死亡係数で減少させた結果、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 14 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近年は変動が大きい。2004 年の産卵親魚は 11 億尾であり、2003 年の 123%に増加した。

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、2005 年の平均分布密度は 41.5（尾/1000m³、暫定値）であり、2004 年の 68%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 年は大きく外れている。このことから、卵から稚仔に至る過程の死亡率の変化もしくは産卵時期の変化が示唆されるが、その詳細は不明である。

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、資源尾数は 19.2~19.1 億尾に、産卵親魚尾数は 8.9~2.9 億尾にそれぞれ変動した。また、ABC limit について、管理基準を現状の資源水準の維持として、それぞれの M で試算したところ、その変動幅は 17.4~17.2 万トンであり変動幅は非常に小さかった。

同様に漁獲割合 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、漁獲割合を 0.2、0.4、0.5 で計算したところ、資源量は 29.0～11.3 億尾に、産卵親魚量は 11.0～2.3 億尾にそれぞれ変動した。同様に、ABC limit について、管理基準を現状の資源水準の維持として試算したところ、その変動幅は 17.9～17.3 万トンであり、資源尾数および産卵親魚尾数よりも変動幅が非常に小さかった。

(5) 資源水準・動向

過去 20 年間の資源量、産卵親魚量、漁獲量の推移から、2005 年に推定された資源水準は中位、動向は 2001～2005 年の 5 年間の資源量の変化から横ばいと判断した。

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 1.5～5.1 の範囲で変動した。2005 年の再生産成功率は 1.6 (暫定値) であり、2004 年の 3.1 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は出来ない。そのことから、スルメイカ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無いと考えられ、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 (Okutani and Watanabe, 1983 ; 村田・新谷, 1977 ; 桜井, 1998 ; 木所・後藤, 1999)。系群の特徴として、冬季発生系群は秋季発生系群に比べ資源量の変動幅が大きい。これら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。スルメイカの資源変動は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。

ABC 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。2005 年級群の加入量は前述の一斉調査結果より推定した。2006 年以降の加入量は、スルメイカの資源動態にとって好適な環境に移行したと考えられる 1990 年以降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)、資源量および産卵親魚量は大きく変動している。このことから、資源量の変動要因としては漁業活動による影響ではなく、海洋環境などの環境要因が主要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 を変化させた場合の 2010 年までの決定論的な資源動向を表 2 に示した。将来予測の条件となる 2005 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再生産関係が認められないことから、1990～2004 年までの再生産成功率の平均値

(3.1) 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、産卵親魚量の上限値を過去に観察された最大の値である 445 千トンとした。なお、当系群の場合、 $F_{limit} = F_{sim}$ である。

表 2. F 値を変化させたときの漁獲量と産卵親魚量の推移

F 値	基準値	漁獲量 (千トン)					親イカ量 (千トン)				
		2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
0.05	0.1 F_{limit}	21	34	48	48	48	313	445	445	445	445
0.09	0.2 F_{limit}	41	63	93	93	93	299	445	445	445	445
0.19	0.4 F_{limit}	78	110	155	179	179	272	383	445	445	445
0.38	F_{target}	144	168	196	229	267	225	263	307	359	419
0.38	$F_{current}$	146	169	196	228	264	224	260	302	350	407
0.47	F_{limit}	173	183	195	207	220	205	218	232	246	262
0.53	F_{sus}	190	190	190	190	190	193	193	193	193	193
0.54	F_{med}	191	191	190	189	188	192	191	191	190	189

(再生産成功率一定で計算。親魚量は 1979～2004 年までの最大値で頭打ちになると仮定)

(4) 不確実性を考慮した検討

再生産成功率 (RPS) の経年変化がスルメイカの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、シミュレーションによる ABC $_{limit}$ の検討を行った (詳細は補足資料 2)。なお、 F_{limit} には現状の資源水準の維持 (2010 年の推定親魚量が SS B_{limit} を上回る確率が 60% になる) を目標として F_{sim} を用い、 F_{target} は不確実性を考慮した 0.8 F_{limit} を用いた。

1) F 一定によるシミュレーション

シミュレーションでは 2006 年級群を産出する 2005 年の産卵親魚量までを初期値として入力し、2006～2010 年級群の加入資源量および産卵親魚量を予測した (10000 回試行)。再生産成功率には、1990～2004 年に観察された実測値から無作為に選択して

当てはめた。 F_{limit} 、 F_{target} ($F_{limit} \times 0.8$)、 F_{med} 、 $F_{current}$ (2002～2004 年の平均 F)、 F_{sus} (2005 年の資源水準を維持) 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 2006～2010 年にかけて 6.6～8.4 億尾と緩やかな増加傾向がみられる。 F_{target} による漁獲でも産卵親魚量が 2006 年以降増加し、2010 年には 13.6 億尾 (2005 年級の 220%) まで増加した。 F_{med} による解析では、産卵親魚量は 6.1 億尾で安定する。 $F_{current}$ による解析では、産卵親魚量が 2006 年以降増加し 2010 年には 12.9 億尾 (2005 年級の 209%) まで増加した。一方、 F_{sus} による漁獲では、 F_{med} と同様の傾向を示した。

2) F を変化させるシミュレーション

1) では管理の目安となる産卵親魚量が SSB_{limit} である 5.8 億尾を下回っても F を変化させていない。しかし、ABC 算定のための基本規則では、資源がある閾値 (B_{limit}) 以下に減少した場合には回復措置をとるとされている。そこで、推定された産卵親魚量が冬季発生系群の閾値である SSB_{limit} (5.8 億尾) を下回った場合、その翌年の加入量に関係なく F を SSB / SSB_{limit} で補正した数値に変換し漁獲を制御するルールを加えシミュレーションを行った。なお、計算に用いた RPS および試算した F は 1) と同じである。試行結果を図 16 に示す。1) のシミュレーションとの違いは各 F における試算とも 2006～2010 年における増加率 (平均値) が若干上昇し、下限 10% の値が下げ止まる点である。この結果、冬季発生系群に見られるような再生産成功率の大きな変動があったとしても、翌年の F を柔軟に調整することにより資源水準の大幅な低下を避けることが出来ると考えられた。

(5) 漁獲制御方法の提案

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～中位水準を維持していると考えられる。そのため、現在の好適環境下における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} は管理目標を達成する F であり、(4) で記したシミュレーションを用い、2010 年の産卵親魚量が SSB_{limit} を 60% の確率で上回る水準で維持されるように推定された値である。 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、前年度の評価では、2004 年の資源水準が高かったため、2004 年の水準を維持することにより 5 年後の推定親魚量が SSB_{limit} を上回る確率を 60% 以上にすることができた。そのため F_{limit} には 2004 年の資源水準を維持する F_{sus} を用いた。しかし、2005 年の資源水準は 2004 年を大きく下回ることが予測されるため、2005 年の資源水準を維持する F_{sus} では、 SSB_{limit} を下回るリスクが高くなる。そのため、前述のようにシミュレーションにより推定された F_{sim} を採用した。

6. 2006 年の ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

近年の産卵親魚量は 2000 年以降、7～11 億尾の範囲で変動している (図 9)。2004 年級群の漁獲割合は前年より低下し、産卵親魚量は 2003 年級群を上回る水準の 11.0

億尾が確保出来た。しかし、2005 年の加入資源量は調査結果から 17.7 億尾と 2004 年を大きく下回る水準と推定されたため、2005 年の再生産成功率は 1.6 と 2004 年 (3.1) 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横ばいと推定されるが、経年変動は大きく、不安定な状態が続いていると判断される。

(2) ABC の算定

2005 年級群のスルメイカ冬季発生系群の資源水準は中位と推定された。また、資源水準判断の目安となる産卵親魚量を見ると、2006 年級群を産出する産卵親魚量は 6.2 億尾であり、漁獲制御を強める閾値である SSB_{limit} (5.8 億尾) を上回っている。そこで、5 (4) で記したシミュレーションを用い、2010 年の産卵親魚量が SSB_{limit} を 60% の確率で上回る水準で維持されることを目標に 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 2005 年級群の資源個体数を推定し、直近 5 年間 (2000~2004 年) の F の平均での漁獲を仮定し、2006 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 SSB_{limit} より大きい場合、2006 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 MSY 水準の推定が出来ないため、 F_{limit} としてシミュレーションから推定した F_{sim} を、 F_{target} として安全率を見込んだ $F_{limit} \times 0.8$ を採用した。その結果、2006 年の ABC_{limit} は 17 万 3 千トン、 ABC_{target} は 14 万 4 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 年間の 1~3 月の漁獲量が漁期全体に占める割合 (0.16) から 2005 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 (0.84) から 2006 年級群の 4~12 月までの ABC_{limit} を計算し、両者を合計して 2006 年の ABC_{limit} を 16 万 9 千トンと計算した。同様の方法で 2006 年の ABC_{target} は 14 万 5 千トンと計算された。なお、日本 EEZ 内の ABC 算定は、2000~2004 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。

	2006年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	169千トン (116千トン)	F_{sim}	0.47	29%
ABC_{target}	145千トン (99千トン)	$0.8F_{sim}$	0.38	24%

※ ABC () 内は我が国 EEZ の ABC。

※ 漁獲割合及び F 値は 2006 年加入群に対する数値。

(3) 管理の考え方と許容漁獲量

5 (4) で行ったシミュレーションで比較した F_{med} 、 $F_{current}$ (2002~2004 年の平均)、 F_{sus} (2005 年の資源水準を維持) 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 F_{target} とほぼ同じ水準であり、現在の漁獲状況であれば SSB を SSB_{limit} 以下に低下させる危険性は低いと考えられる。

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評 価
近年（1990～2004年）の再生産成功率のもとで5年後にもSSB _{limit} を上回る親魚水準を維持する。	F _{sim}	ABC _{limit} 169千トン	RPSの変動を考慮したシミュレーションによる2010年のSSBがSSB _{limit} を上回る確率は62%。2006～2010年の平均漁獲量は20万トン。
資源解析の不確実性を考慮して予防的処置をとる。	0.8F _{sim}	ABC _{target} 145千トン	上記シミュレーションによる同確率は84%。2006～2010年の平均漁獲量は20万トン。
近年（1990～2004年）の再生産関係の中央値に相当するFで漁獲する。	F _{med}	185千トン	上記シミュレーションによる同確率は42%。2006～2010年の平均漁獲量は19万トン。
2002年から2004年までの平均漁獲圧で漁獲する。	F _{current}	147千トン	上記シミュレーションによる同確率は83%。2006～2010年の平均漁獲量は20万トン。
近年（1990～2004年）の再生産成功率のもとで5年後にも2005年の資源水準を維持する。	F _{sus}	184千トン	上記シミュレーションによる同確率は43%。2006～2010年の平均漁獲量は19万トン。

（4）ABCの再評価

2004年級群と2005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3に示した。

表3. 2004年、2005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} t(千トン)	漁獲量 (千トン)	管理目標
2004年	2003年	当初	F _{sim}	594	187	161	-	現状維持
	2004年	2004年再評価	F _{sus}	750	232	199	-	現状維持
	2005年	2005年再評価	F _{sus}	884	271	232	199	現状維持
2005年	2004年	当初	F _{sus}	795	246	211	-	現状維持
	2005年	2005年再評価	F _{sim}	551	159	132	-	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、2006年の産卵親魚量がF limitで漁獲されたとしても、4.5~8.8億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。

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.
- 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・古藤力・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* STEENSTRUP 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.

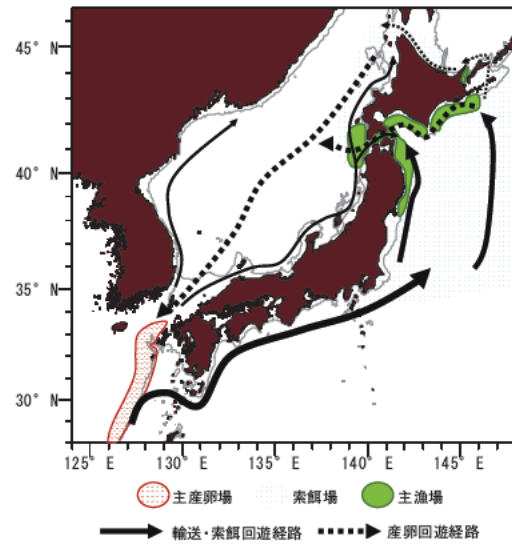


図 1. スルメイカ冬季発生系群の分布回遊図

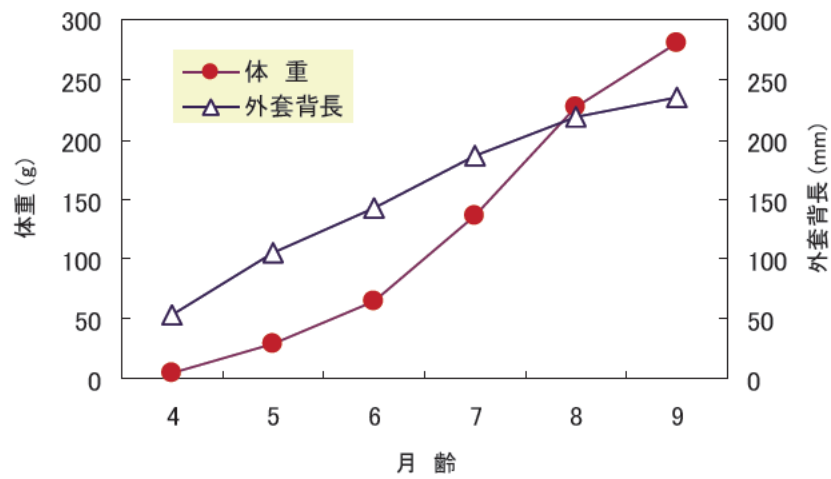


図 2. スルメイカの成長様式 (秋季発生系群)

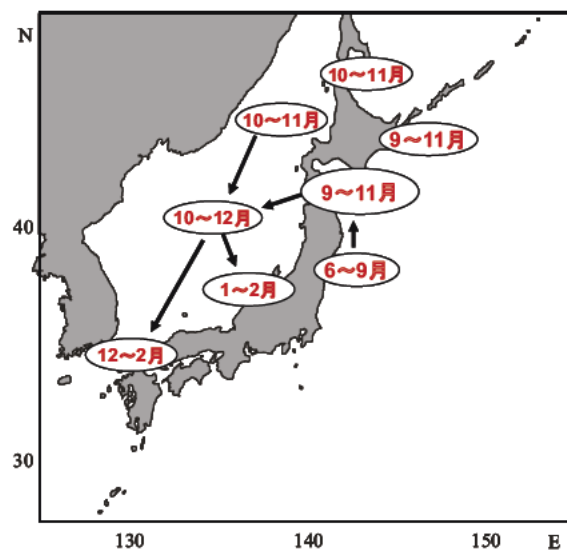


図 3. スルメイカ冬季発生系群の主要漁場図

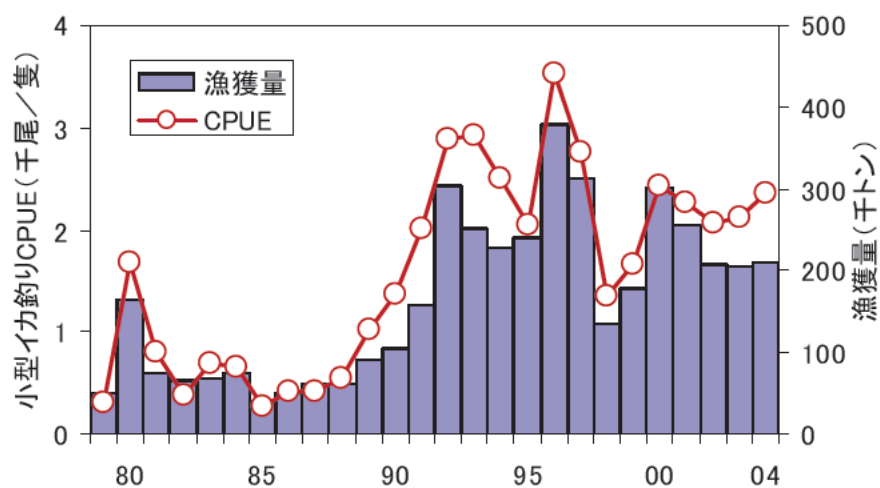


図 4. スルメイカ冬季発生系群の漁獲量と小型いか釣り船 CPUE の経年変化

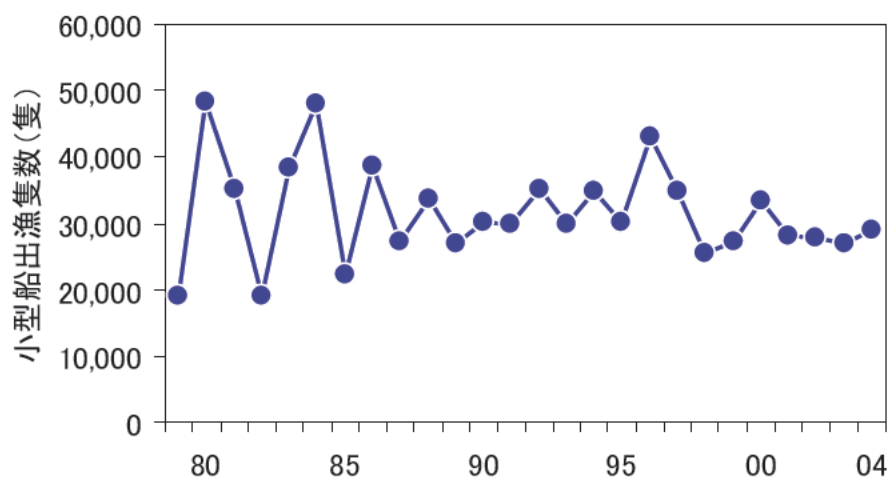


図 5. 宮城県～北海道太平洋岸主要港における小型いか釣り船操業隻数

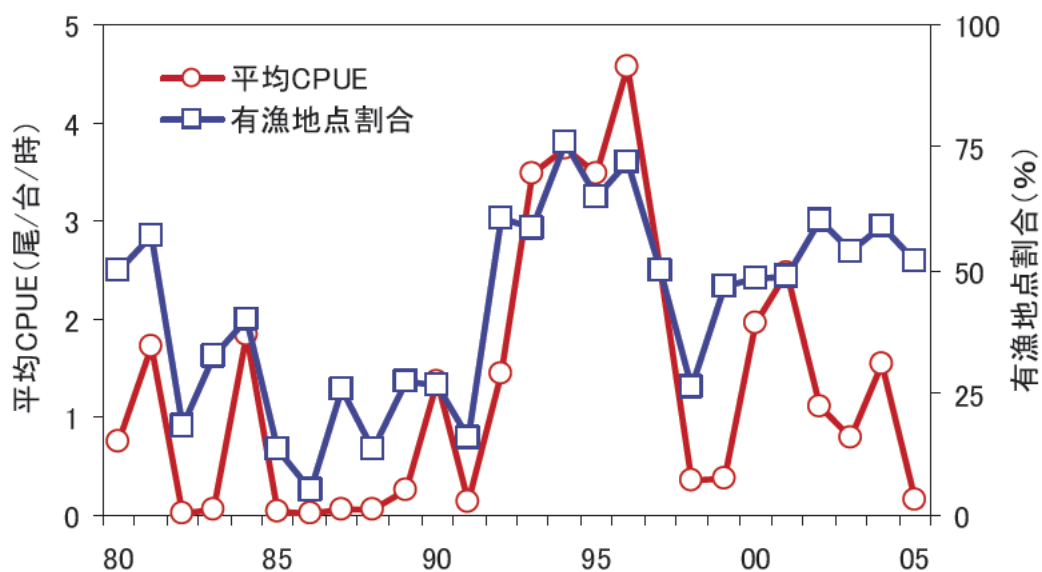


図 6. 北西太平洋における第 1 次漁場一斉調査（6 月）の平均 CPUE と有漁地点割合

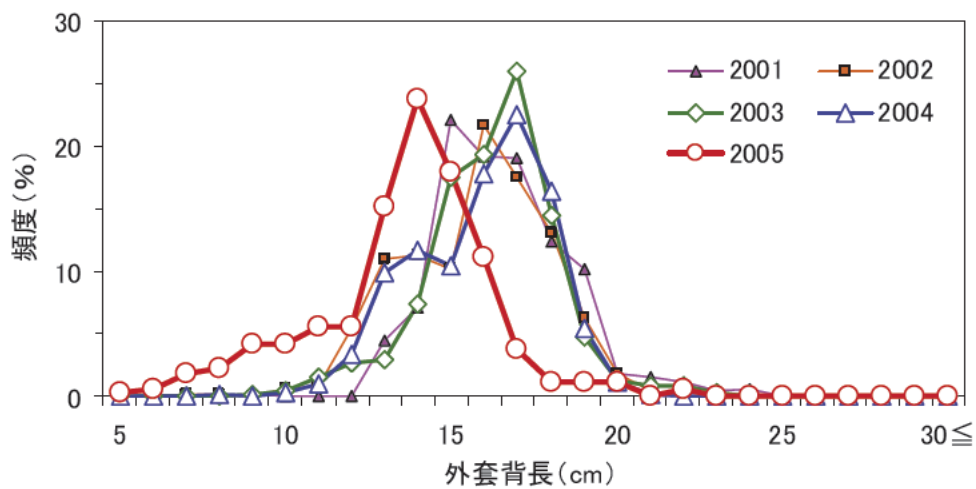


図 7. 北西太平洋における第 1 次漁場一斉調査（6 月）で漁獲されたスルメイカ外套背長組成の経年変化

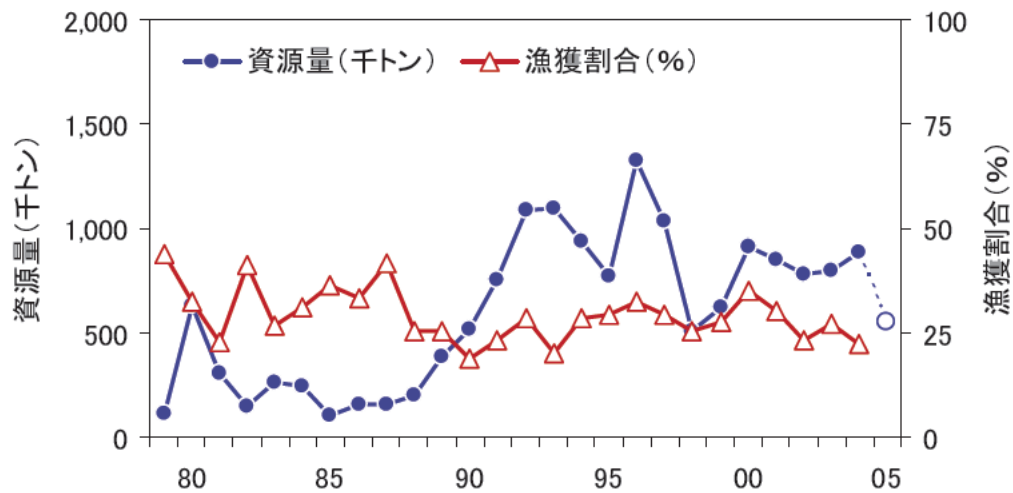


図 8. スルメイカ冬季発生系群の資源量と漁獲割合の経年変化（2005 年の値は第一次漁場一斉調査からの推定値）

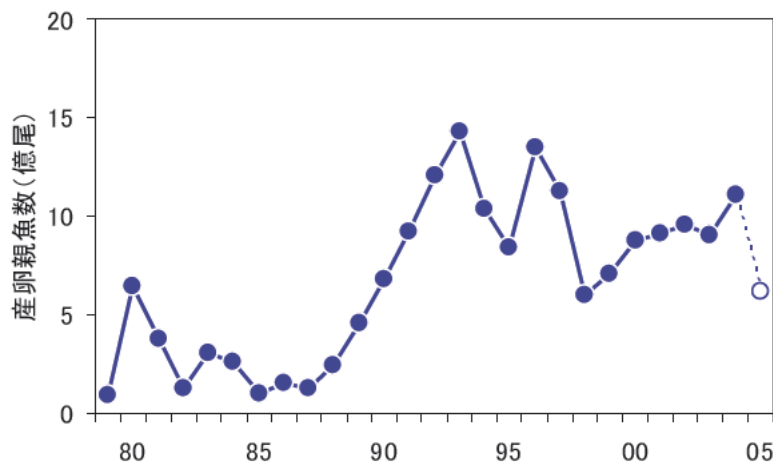


図 9. スルメイカ冬季発生系群の産卵親魚尾数の経年変化（2005 年の値は暫定値）

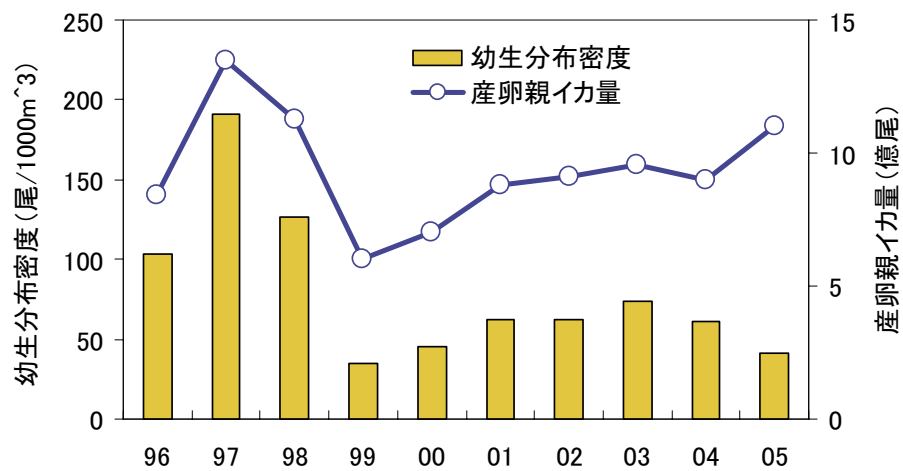


図 10. 九州南西海域におけるスルメイカ幼生の平均分布密度と産卵親魚量の経年変化

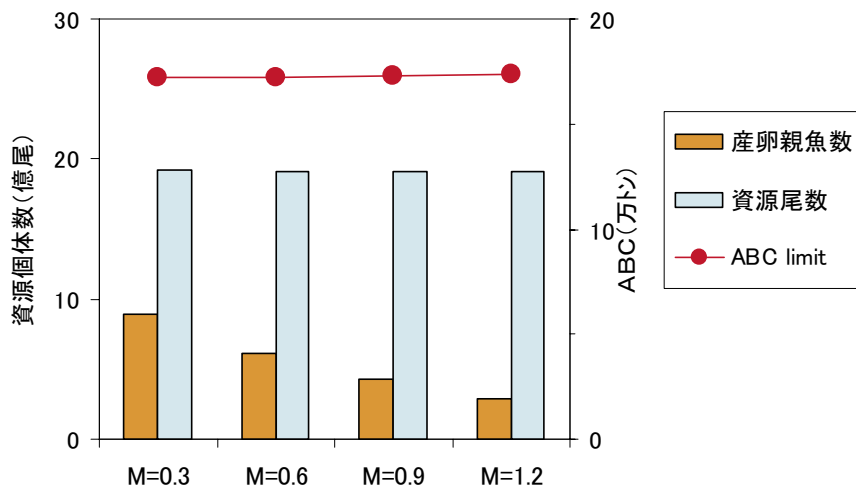


図 11. スルメイカ冬季発生系群の 2006 年の資源尾数、産卵親魚数および ABC limit に対する自然死亡係数Mの感度解析（仮定標準値：0.6）

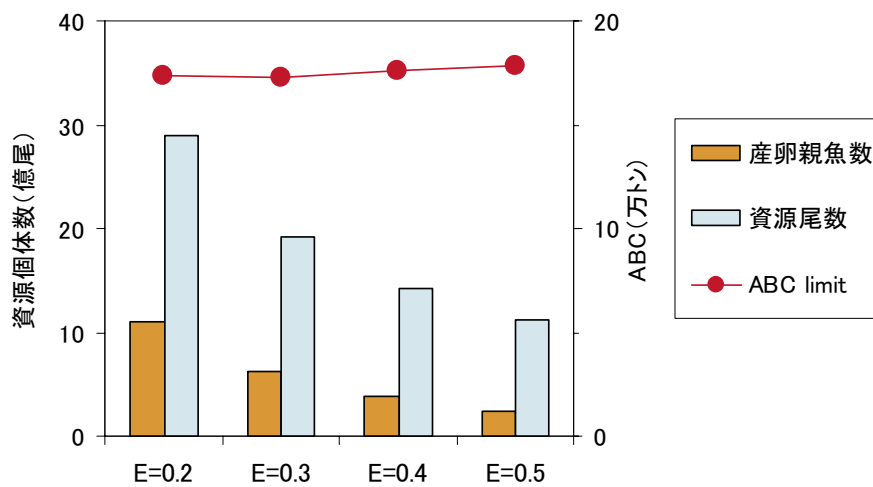


図 12. スルメイカ冬季発生系群の 2006 年の資源尾数、産卵親魚数および ABC limit に対する漁獲割合の感度解析（仮定標準値：0.3）

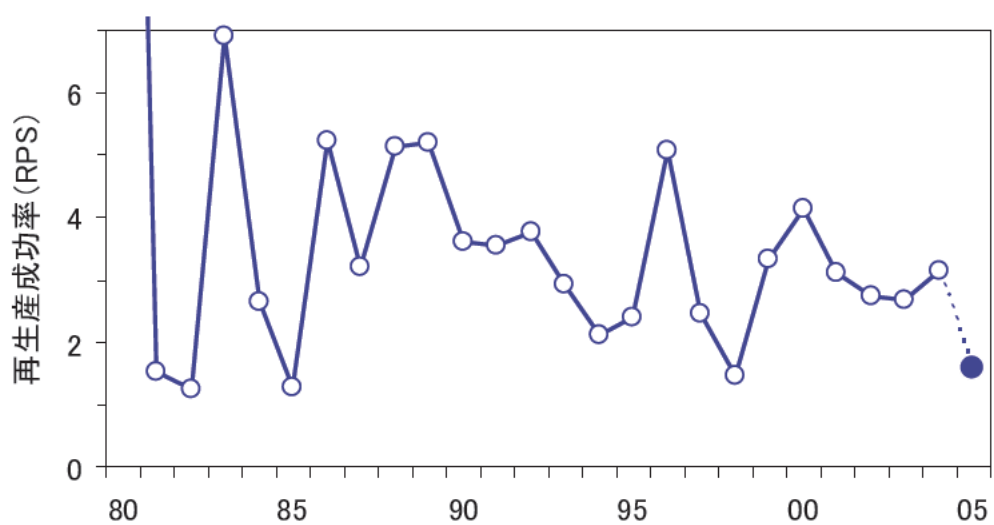


図 13. スルメイカ冬季発生系群再生産成功率の経年変化
(2005 年の値は暫定値)

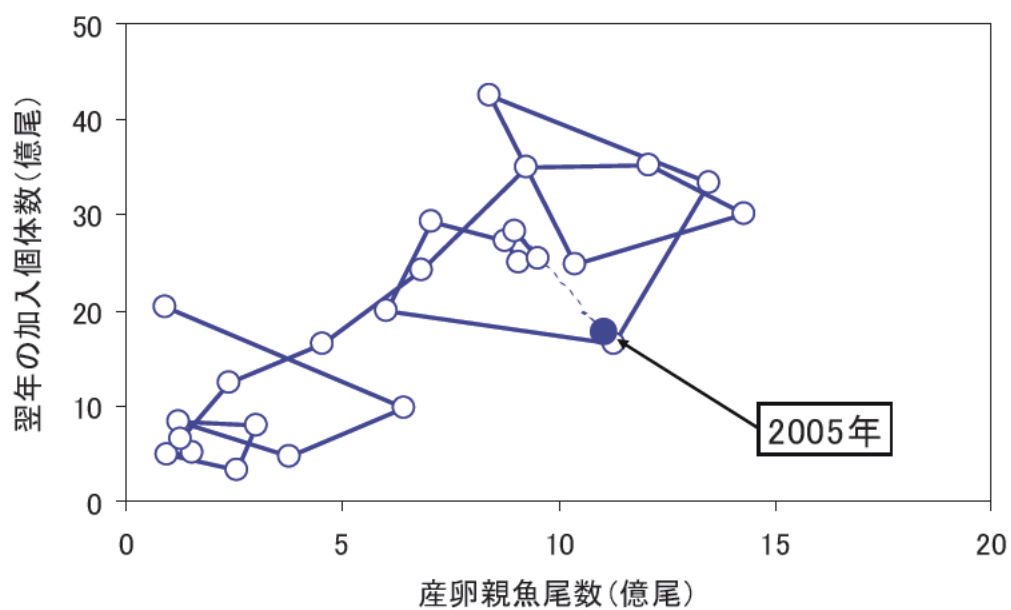


図 14. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係
(2005 年の値は暫定値)

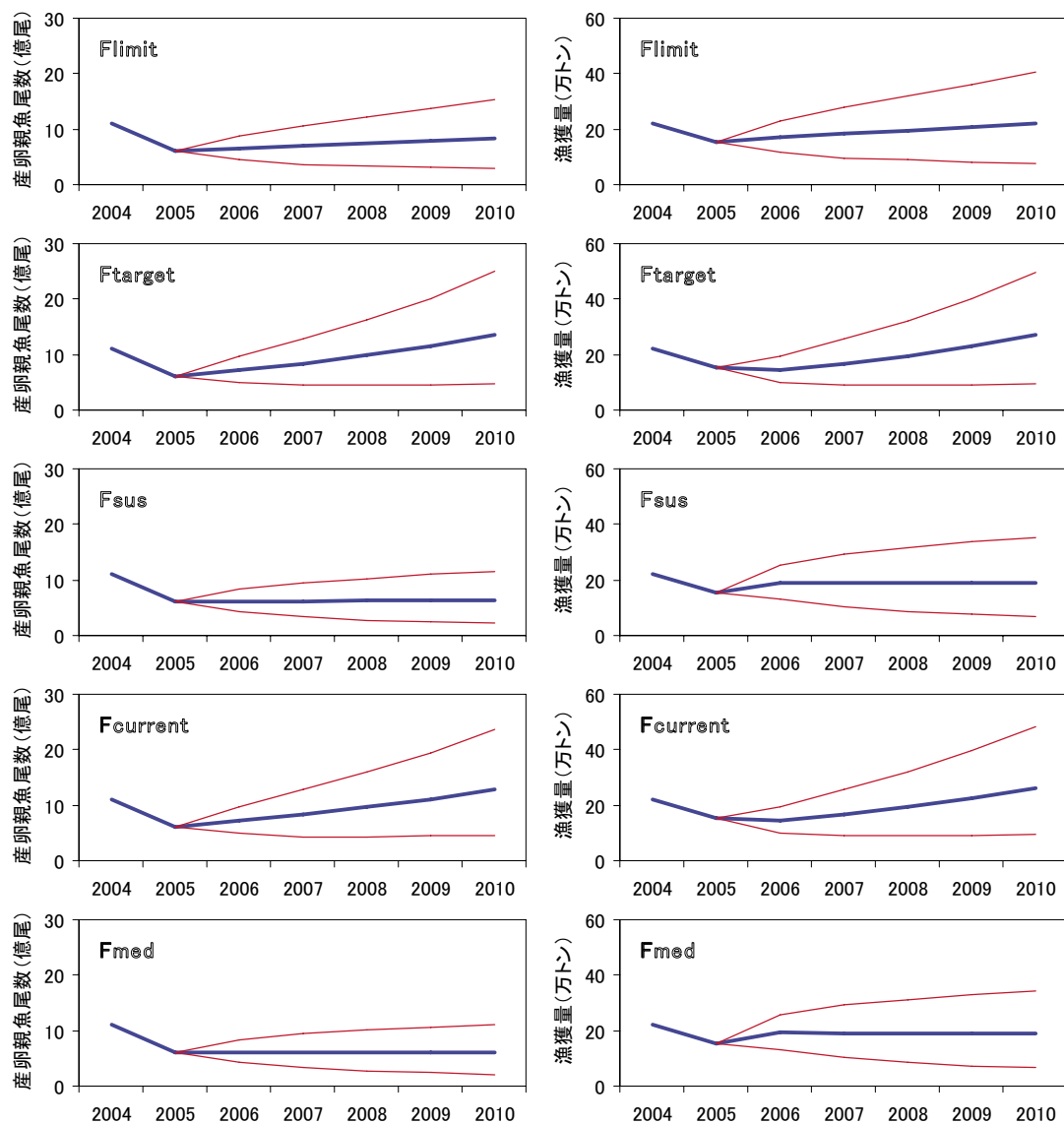


図 15. 5 通りの F の条件下で、再生産成功率を変化させてシミュレーションを行ったときの産卵親魚尾数および漁獲量の変化。太線は平均値、誤差範囲は上限 90%、下限 10%。試行は 10000 回。上図から F_{limit} 、 F_{target} ($0.8F_{limit}$)、 F_{sus} (2005 年の資源水準を維持)、 $F_{current}$ (2002～2004 年の平均)、 F_{med} での漁獲。

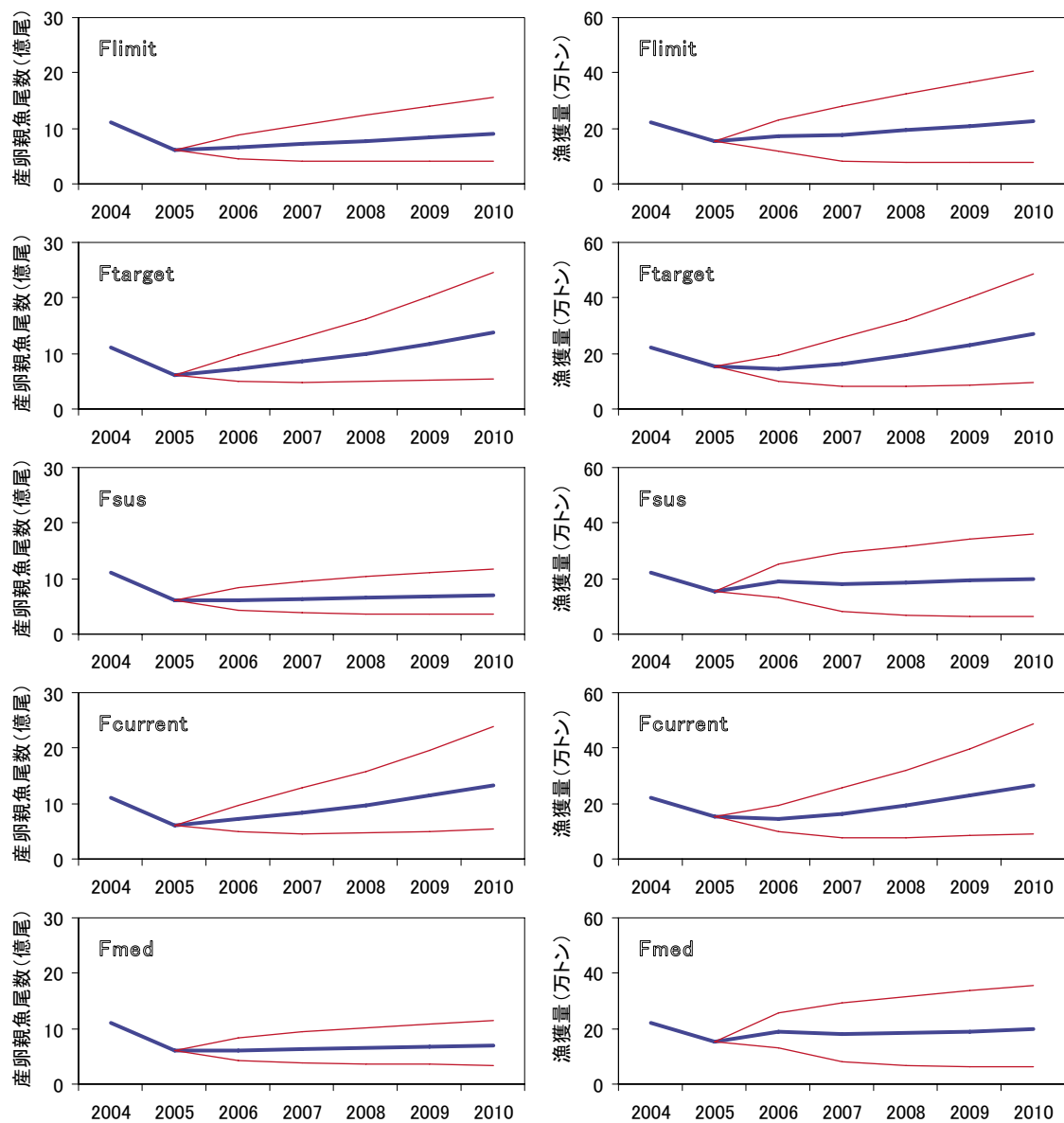


図 16. 5 通りの F の条件下で、再生産成功率および F（2006 年以降、SSB 水準で補正）を変化させてシミュレーションを行ったときの産卵親魚尾数および漁獲量の変化。太線は平均値、誤差範囲は上限 90%、下限 10%。試行は 10000 回。上図から Flimit、Ftarget (0.8Flimit)、Fsus (2005 年の資源水準を維持)、Fcurrent (2002～2004 年の平均)、Fmed での漁獲。

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 4. 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 (ほとんど 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 (全漁獲量)	韓国 (日本EEZ)	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	—	1.37
1991	62,908	50,650	42,989	—	156,547	—	2.00
1992	174,910	61,775	67,080	—	303,765	—	2.89
1993	105,428	59,882	84,697	—	250,006	—	2.92
1994	134,229	33,262	60,975	—	228,466	—	2.50
1995	125,355	38,311	75,339	—	239,006	—	2.05
1996	211,362	54,700	113,360	—	379,422	—	3.52
1997	189,492	37,675	86,246	—	313,412	—	2.76
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	2,787	301,307	—	2.42
2001	127,407	48,293	79,583	2,847	255,283	—	2.26
2002	90,732	40,737	76,371	3,606	207,840	—	2.07
2003	94,447	38,337	72,180	3,007	204,963	—	2.11
2004	85,410	43,645	81,284	4,413	210,339	—	2.35

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、漁獲死亡係数、再生産成功率.

表 5. 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	3.7	11.4	0.9	2.7	44.0	0.83	
1980	20.3	63.2	6.4	20.1	32.5	0.55	23.0
1981	9.8	30.4	3.8	11.7	22.9	0.36	1.5
1982	4.7	14.6	1.2	3.8	41.1	0.75	1.2
1983	8.4	26.1	3.0	9.3	26.7	0.43	6.9
1984	7.9	24.7	2.6	8.0	31.3	0.52	2.6
1985	3.3	10.2	1.0	3.0	36.4	0.63	1.3
1986	5.0	15.5	1.5	4.8	33.5	0.57	5.2
1987	5.0	15.6	1.3	4.0	41.8	0.77	3.2
1988	6.5	20.4	2.4	7.4	25.6	0.41	5.1
1989	12.4	38.7	4.6	14.2	25.4	0.40	5.2
1990	16.5	51.5	6.8	21.3	18.8	0.28	3.6
1991	24.2	75.5	9.2	28.8	23.3	0.36	3.5
1992	34.9	108.8	12.1	37.7	28.4	0.46	3.8
1993	35.2	109.9	14.3	44.5	20.0	0.30	2.9
1994	30.2	94.1	10.4	32.4	28.7	0.47	2.1
1995	24.8	77.3	8.4	26.2	29.4	0.48	2.4
1996	42.5	132.7	13.5	42.1	32.6	0.55	5.1
1997	33.3	103.9	11.3	35.1	29.5	0.48	2.5
1998	16.4	51.1	6.0	18.8	25.3	0.40	1.5
1999	20.0	62.3	7.0	22.0	27.4	0.44	3.3
2000	29.2	91.2	8.8	27.4	35.1	0.60	4.1
2001	27.3	85.2	9.1	28.4	30.3	0.50	3.1
2002	25.0	77.9	9.5	29.7	23.3	0.36	2.7
2003	25.5	79.5	9.0	28.1	27.4	0.44	2.7
2004	28.3	88.4	11.0	34.5	22.2	0.34	3.1

(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6. 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
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
松山	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	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
胆振	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
日高	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
十勝	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
釧路	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
根室	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
網走	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
大畑	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季
太平洋	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	混合	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
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)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
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
オホーツク海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
日本海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	冬季	冬季
東シナ海	冬季	冬季	禁漁	禁漁	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	冬季
韓国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	秋季	秋季	秋季	秋季	秋季	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。補足資料 3 にある第 1 次漁場一斉調査（いか釣り）の CPUE は、調査目的が漁期前の加入状況把握であるため、年によっては来遊の遅れにより資源全体の把握が出来ない場合がある。したがって、推定精度の低下が発生し漁期間中の漁況と一致しない場合が認められるため資源量指数には用いていない。ただし、2005 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 次一斉調査結果と小型いか釣り漁船の CPUE の相関関係から、2005 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。2005 年度の資源量指数の推定には 2004 年の数値を加えて再推定された (1) 式を用いた。

$$U_t = 0.303u_t + 0.019v_t + 0.404 \quad (1)$$

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。

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 7 に示す。

表 7. 漁獲物における月別平均体重

月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均体重 (g)	107	121	163	227	271	302	327	361

(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 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。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（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 12.07×10^5 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 を数値的に求め、(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) 次年初めの資源量予測、管理基準およびABC算定

2006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～2004年までの東北・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付表1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。

- ①2005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、2005年の小型いか釣り漁船のCPUE 1.46(千尾/隻)を算出し、2005年の資源量の指数とする。2005年の資源量の指数を(2)式に代入し、係数 a (12.07×10^5) をかけて2005年資源個体数(加入資源量)を計算した。

$$2005\text{年資源個体数} = 17.7\text{億尾}$$

- ②2005年の漁獲量は、近年の漁獲動向が継続すると仮定して、2000～2004年の平均漁獲係数(0.45)を用い、(3)式から計算した。

$$2005\text{年漁獲個体数} = 4.9\text{億尾}$$

- ③2005年の資源個体数、2000～2004年の平均漁獲係数から(4)式により、2006年の加入を産む親魚個体数を計算した。

$$2006\text{年の加入を産む親魚個体数} = 6.2\text{億尾}$$

- ④補足資料1に示す再生産成功率(RPS)から、レジームシフトが起こりスルメイカの資源水準が高位に変化したと考えられる1990年～2004年まで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。

$$1990\sim 2004\text{年 RPS}_{\text{avg}} = 3.1$$

なおこの値は、近年の再生産関係では1尾の親魚から3.1尾の加入が得られていることを示している。

- ⑤2006年の加入を産む親魚個体数と、1990～2004年RPS_{avg} から、2006年加入個体数を算出する。

$$2006\text{年加入個体数} = 19.2\text{億尾}$$

管理基準の設定には、「ABC算定のための基本規則(平成17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 $B \geq B_{\text{limit}}$ または $B < B_{\text{limit}}$ 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SSB limitは5.8億尾であり、上記の計算で得られた2006年の加入を産む親魚量の6.2億尾は、このSSB limitを上回る水準にある。

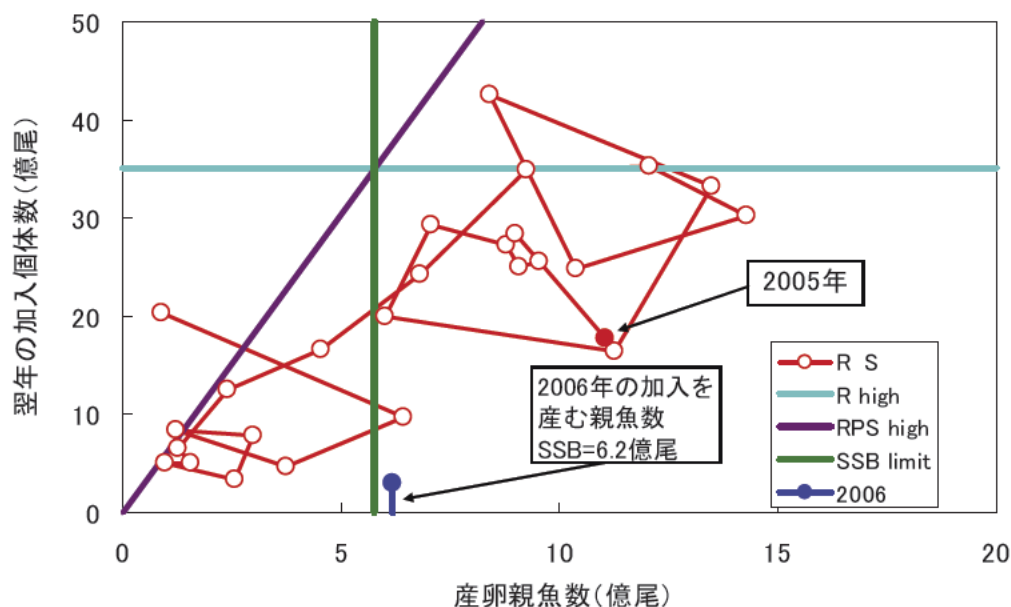


図 17. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係と各指標値

以上の結果、現状の資源状態は $SSB \geq SSB_{limit}$ に相当し、 $F_{limit} = F_{msy}$ 、 $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$ 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、2010年の産卵親魚量が SSB_{limit} を下回らない確率が60%を維持出来る F （以後 F_{sim} と表記）を F_{msy} の代替値とした。その結果、 $F_{limit} = F_{sim} = 0.47$ 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、 $F_{target} = F_{sim} \times 0.8 = 0.38$ 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（ $F_{sim} = 0.47$ ）以下にする必要がある。計算された2006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5.5億尾であり、冬季発生系群の漁獲物の平均体重312gを乗じると17万3千トンが得られた。ただし、これは2006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（0.16）から、2005年加入群の1～3月の予測漁獲量と、2006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、2006年の ABC_{limit} （16万9千トン）とした。同様の計算で ABC_{target} を14万5千トンと算出した。なお、日本EEZ内の ABC 算定は、2000～2004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群の資源動態を下記の式で表す

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

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

ここで R_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 は漁獲係数でこの解析の目的値であり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2006～2010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1990～2004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。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。 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8に示した。

また、シミュレーションを行う過程で $S_t < SSB$ limit (5.8億尾)になった時には翌年の F を S_t / SSB limitの比率で引き下げた値で漁獲するようにした計算も別に行った(図15、図16)。加えて、小型いか釣り船による資源量指数が得られていない2005年の加入量について、一斉調査からの推定誤差を加えたシミュレーションも2通り試算した(図18、図19)。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。

表8. 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 0.47	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%
2004年	28.3			11.0			22.0		
2005年	17.7			6.2			15.4		
2006年	19.1	25.7	13.1	6.6	8.8	4.5	17.2	23.1	11.8
2007年	20.3	31.2	10.7	7.0	10.7	3.7	18.3	28.1	9.6
2008年	21.5	35.6	9.8	7.4	12.2	3.4	19.4	32.1	8.8
2009年	23.0	40.0	9.1	7.9	13.7	3.1	20.7	36.0	8.2
2010年	24.4	44.9	8.6	8.4	15.4	2.9	21.9	40.4	7.7

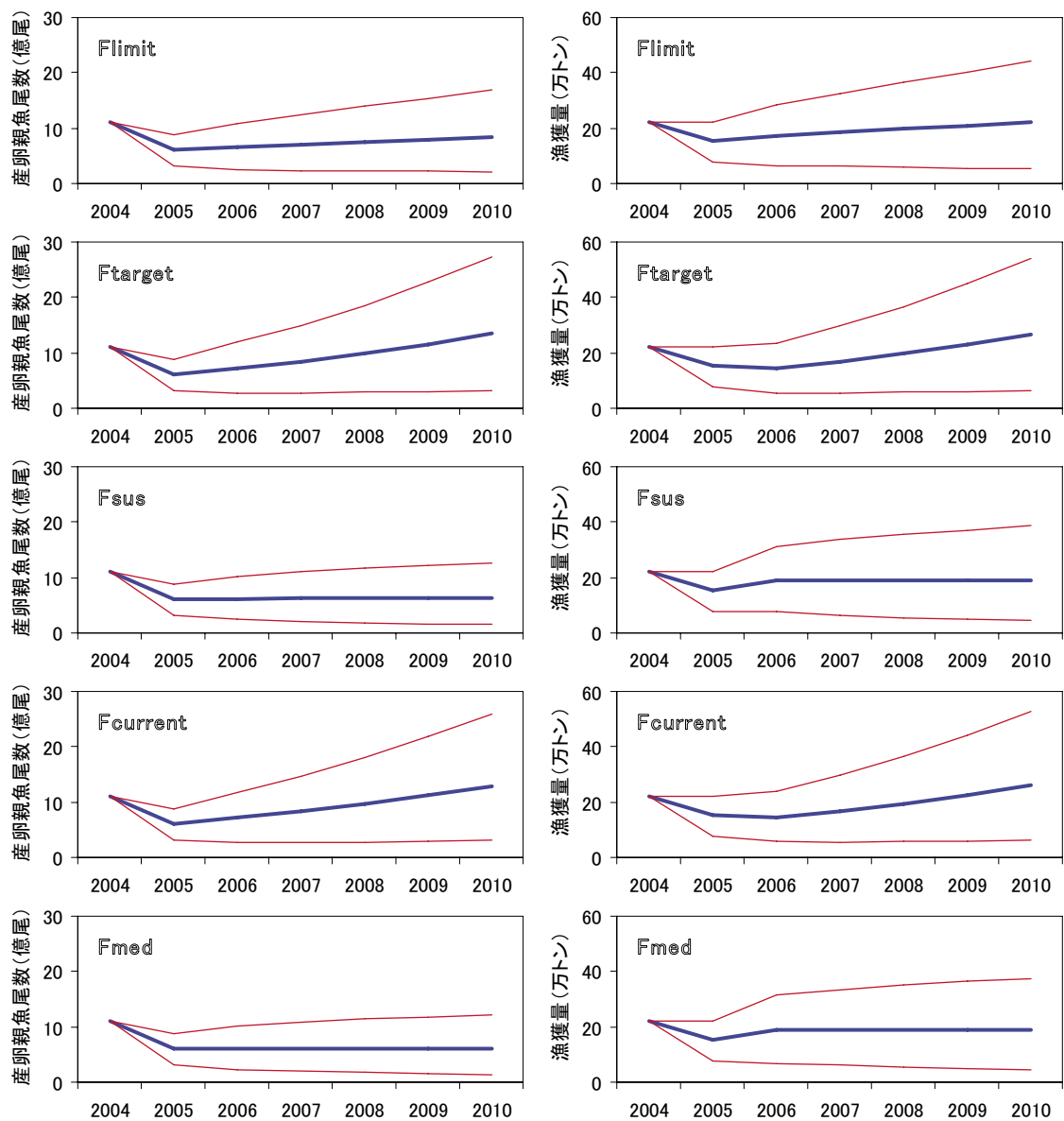


図 18. 2005 年加入量の推定誤差を加え、5 通りの F の条件下で、再生産成功率を変化させてシミュレーションを行ったときの産卵親魚尾数および漁獲量の変化。太線は平均値、誤差範囲は上限 90%、下限 10%。試行は 10000 回。上図から F_{limit} 、 F_{target} ($0.8 F_{limit}$)、 F_{sus} (2005 年の資源水準を維持)、 $F_{current}$ (2002～2004 年の平均)、 F_{med} での漁獲。

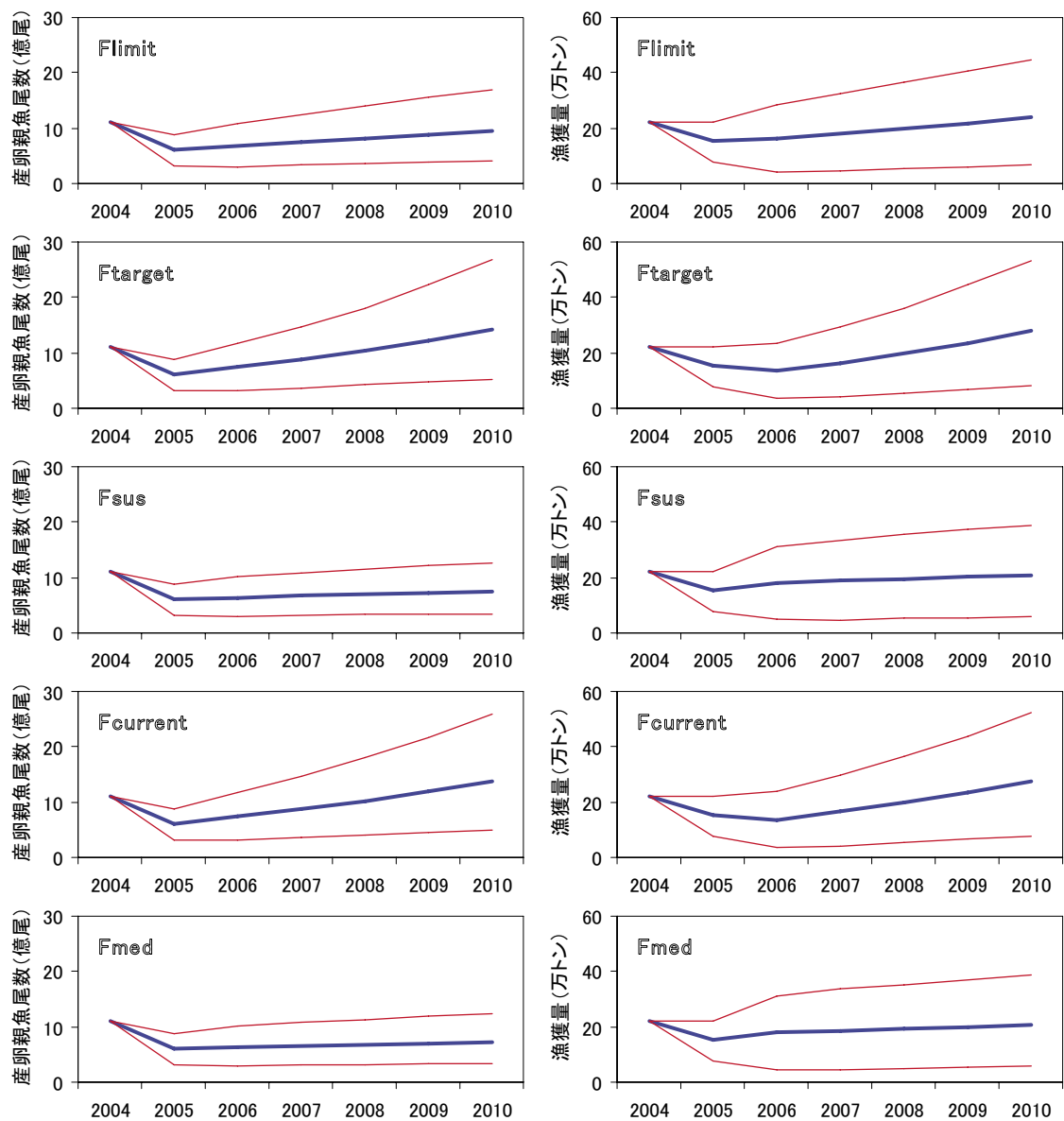


図 19. 2005 年の加入量の推定誤差を加え、5 通りの F の条件下で、再生産成功率および F （2006 年以降、SSB 水準で補正）を変化させてシミュレーションを行ったときの産卵親魚尾数および漁獲量の変化。太線は平均値、誤差範囲は上限 90%、下限 10%。試行は 10000 回。上図から F_{limit} 、 F_{target} ($0.8F_{limit}$)、 F_{sus} (2005 年の資源水準を維持)、 $F_{current}$ (2002～2004 年の平均)、 F_{med} での漁獲。

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 9 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 年の相関は悪化した。一方、加入量との比較では、相関が不明瞭である。2004 年および 2005 年の幼生の水平分布状況を図 20 に示す。2005 年は南～南東部の分布が減少していた。

表 9. 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
分布密度	103.9	190.6	127.0	35.3	45.4	62.4	62.0	73.8	61.3	41.5

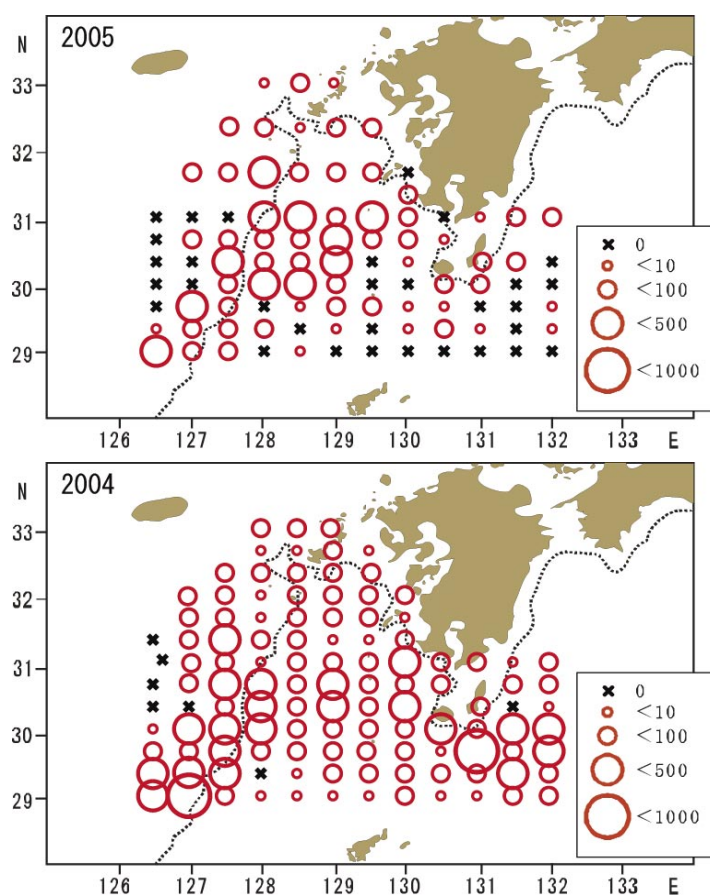


図 20. 2004 年および 2005 年 2 月の東シナ海周辺海域で採集されたスルメイカ幼生の水平分布

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。2005 年のスルメイカ幼体の水平分布状況を図 21 に、外套背長組成を図 22 に示した。スルメイカ幼体の分布域は東経 155° 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。外套背長別組成から 2005 年の漁獲個体は $4 \sim 5 \text{ cm}$ が中心であり、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 403 尾に達し、2004 年を大きく上回っていた。

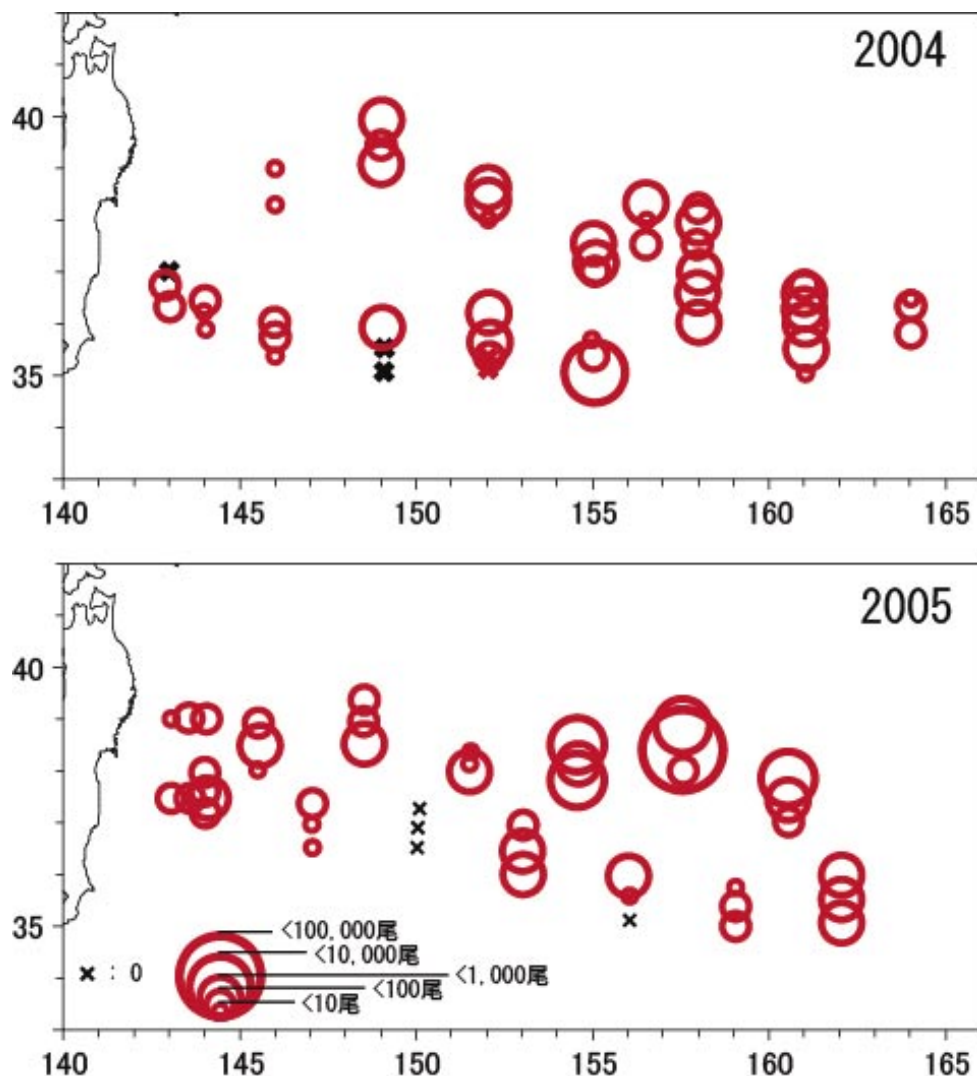


図 21. 表層トロールネットで漁獲されたスルメイカ幼体の水平分布

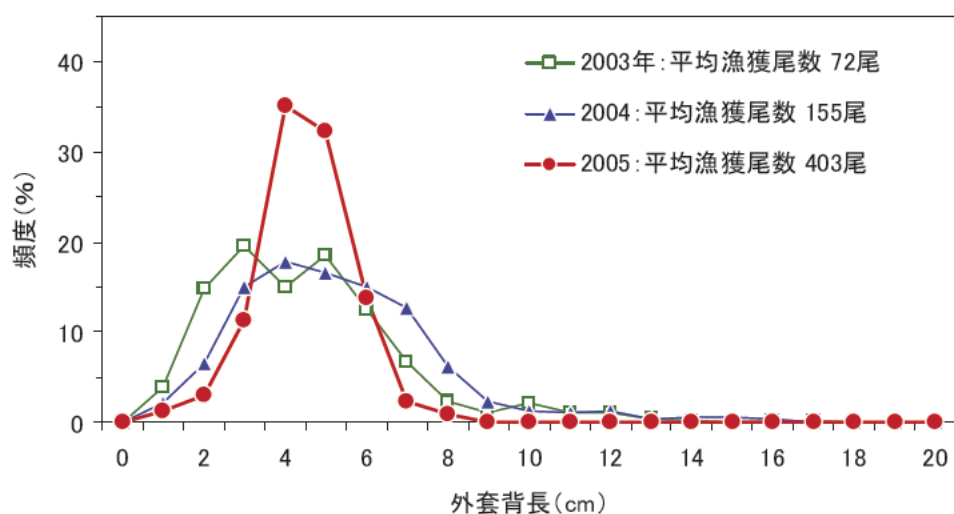


図 22. 表層トロールネットで採集されたスルメイカ幼体の外套背長組成

図 23 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。2005 年の調査では外套背長 3～4cm、5～7cm の個体が多く採集され、それぞれ 2000 年以降の最大値を示していた。外套背長 3～4cm の平均採取尾数は 187 尾で前年比 3.7 倍であった。また、5～7cm の個体は 195 尾で前年比 2.8 倍であった。しかし、8cm 以上の大型個体は 2000 年以降で最低の水準であり、平均採取尾数は 3 尾、前年比 15%に減少していた。

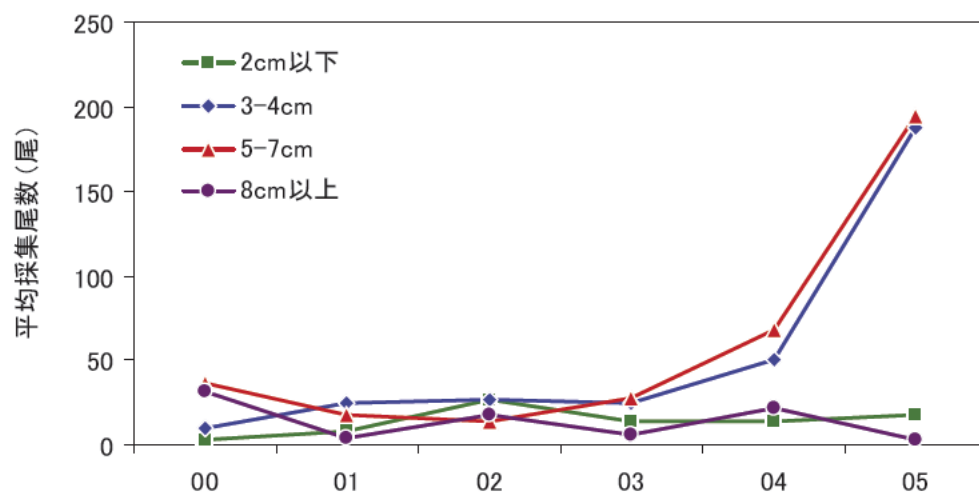


図 23. 表層トロールネットで採集されたスルメイカ幼体の外套背長別 1 曳網当たり漁獲尾数

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10に示した。2005年は全調査海域内平均CPUEが0.2であり、前年比11%、近5年平均の10%であり、1998年以降の最低水準であった。2005年の有漁地点割合は51.9%であり、前年比88%に低下したが、近5年平均では95%と平年並の水準であった。2005年および2004年のCPUEの分布状況を図24に示した。2005年は2004年に比べほぼ全域でCPUEが低下している。また、CPUEが10を越える地点が存在しなかった。

表10. 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
CPUE	0.4	0.4	2.0	2.5	1.1	0.8	1.5	0.2
有漁地点割合	25.0	49.1	49.0	49.3	62.0	53.8	59.0	51.9

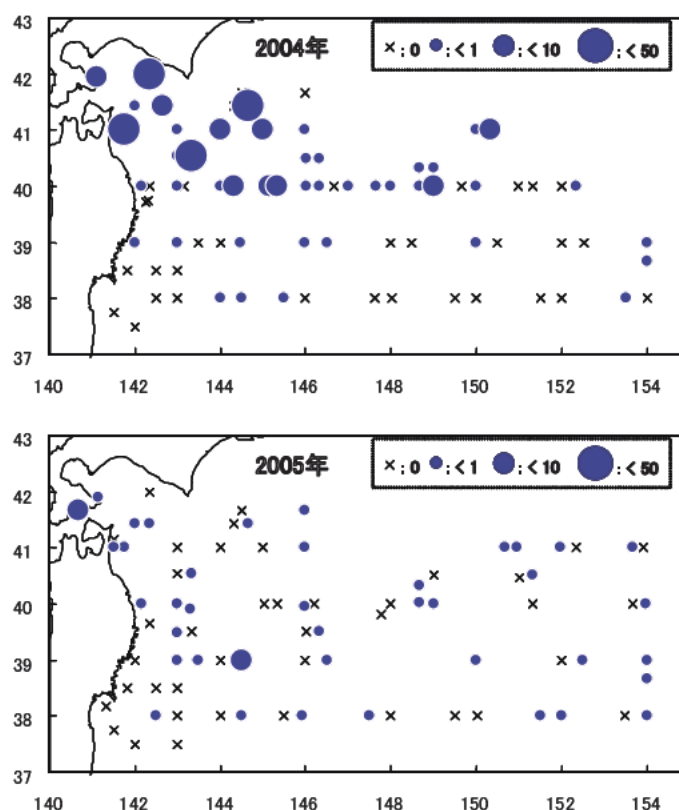


図24. 2004、2005年6月に実施された第1次漁場一斉調査におけるスルメイカのCPUE（釣り機1台1時間あたり漁獲尾数）の分布

資源評価の流れと調査船調査の関係

