

平成 15 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）

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、千葉県水産研究センター、神奈川県水産総合研究所、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 1998 年以降は資源変動が大きくなり、2003 年の資源水準は中位に低下した。直近 5 年間の資源動向は、一定の方向性が認められないことから横ばいと判断されるが、経年変化は大きい。

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 18 万 7 千トン（漁獲割合 32%）、ABC target は 16 万 1 千トン（漁獲割合 26%）と推定された。しかし、近年は再生産成功率の経年変動が大きいことから、スルメイカ資源が変動期に入った可能性がある。そのため、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。

	2004 年の ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC limit	187 千トン（118 千トン）	F sim	0.53	32%
ABC target	161 千トン（101 千トン）	0.8 F sim	0.42	26%

註 1：（）内は我が国 EEZ 内の ABC。近年 5 ヶ年の冬季発生系群スルメイカに対する日本 EEZ 内と外の漁獲量の比率を平均して算出。

註 2：漁獲割合及び F 値は 2004 年加入群に対する数値。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2001	846	260	0.49	30%
2002	693	202	0.40	25%
2003	591			

註 1：資源量、F 値、漁獲割合は各年に加入した群に対する数値

註 2：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。

（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業経営体数は約2万にのぼり（全経営体数の7%）、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、近年、太平洋側ではいか釣り以外による漁獲量が全体の50%前後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、中国と北朝鮮の漁獲量は不明である。韓国の漁獲量は我が国の漁獲量の約59%（1998～2002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その産卵時期等から、夏、秋、冬の各季節発生群に分けられるが、このうち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，1966）。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（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）によると下記に示すとおりである。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。

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

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

（DMLは外套背長、tは孵化後の日数、単位はmm）

表 1、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。

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し始める。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みると、東シナ海に主産卵場が存在する（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）

(5) 生活史・漁場形成

生活史と漁場形成を表す模式図を図 1、3 に示した。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

スルメイカは主にいか釣りによって漁獲される。しかし、太平洋側においては近年、釣り以外による漁獲量が増加している。1995 年以降、釣り以外の底びき網、定置網などによる漁獲量が合計漁獲量の 32～54%を占め、2002 年には 68%に増加した。底びき網による漁獲の増加はスルメイカ資源の増加とともに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。これに加え、2002 年は北海道太平洋岸の漁場形成が平年よりも強勢な親潮によって阻害され、逆に東北沿岸域の漁場形成が良好となったため、東北北部を主漁場としている底びき網等の漁獲割合が 2002 年よりも増加したと考えられる。本系群は我が国以外にも、韓国、中国、北朝鮮によって漁獲されている。中国および北朝鮮の漁獲の実態は不明である。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 59%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、月別海域別の漁獲量の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太平洋側の漁獲量を補足資料1－(1)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、1968年の漁獲量約55万トン(日本全国の漁獲量の84%を占めた(新谷、1966))。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年には約38万トンに達したが、1998年に激減、その後増加、減少と、漁獲量は大きく変動している。2002年1～12月までの合計漁獲量は前年を5万トンほど下回る約20万トンであった。

4. 資源状態

(1) 資源評価方法

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) CPUE・資源量指数

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)に示した。ただし、2003年の小型いか釣り漁船CPUEは現時点では得られないため、これまでの一斉調査結果と小型いか釣り漁船のCPUEの相関関係から、2003年の一斉調査結果を基に小型いか釣り漁船のCPUEを推定した。CPUEは1989年以降、大きく増加し、1996年に4.3(千尾/隻)に達した後、1997年、1998年と大きく減少した。2001年までは再び増加傾向にあったが、2002年以降連続して減少している(2003年の推定値は1.7(千尾/隻)であり、2002年の85%に減少)。

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スルメイカ幼体調査結果を図5に示した。なお、これ以降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。2003年5月中下旬におけるスルメイカ幼体の採集尾数(海域面積および表面水温で補正)は5,599尾であり、2002年の67%に減少した。

2003年の新規加入量水準を評価する指標である第1次漁場一斉調査結果の平均CPUEおよびスルメイカ有漁地点割合を図6に示した。2003年は平均CPUEおよび有漁地点割合ともに2002年を下回り、それぞれ0.80(尾/台/時)および53.8%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 月に行われている第 1 次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 1999 年を除き単峰型を示している。2003 年のモードは 17cm であり、1999 年以降では最も大きい。

(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) 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 154 万トンにまで増加した。その後は 1998 年まで減少、2001 年までの増加と経年変化が大きくなっている。2002 年の資源量は 69 万トンであり、2001 年の 82%、1996 年の 45% まで減少した。漁獲割合は資源が増加した 1989 年以降、2000 年を除き 20~30% で推移していた。2002 年の漁獲割合は 25% で 2001 年の 30% 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、1996 年には最大の 17.2 億尾に達した。その後、1998 年に急減したものの再度増加と近年は変動が大きい。2002 年の産卵親魚は 8.2 億尾であり、2001 年の 90% に減少した。

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、2003 年の平均分布密度は 73.4 (尾/1000m³, 暫定値) であり、2002 年の 125% に増加した。稚仔分布量は産卵親魚量の解析結果と逆の傾向が示されたが、その差が小さいことから、2002 年の産卵親魚量はほぼ 2001 年と同じ水準であったと推測される。

図 11 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 1.3~4.8 の範囲で変動した。2003 年の再生産成功率は 2.3 であり、2002 年の 2.4 より若干低下した。

図 12 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かった。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明確な再生産関係は無く、各年の再生産成功率の変化は海洋環境変動などの諸要因によると考えられた。

自然死亡係数 M に対する資源量の感度解析結果を図 13 に示す。標準値として仮定した $M=0.6$ に対して $M=0.3, 0.9, 1.2$ で計算した資源尾数は 101%~96% の範囲で変動し、その差は小さかった。しかし、産卵親魚尾数は 146%~46% の範囲で変動し、差が大きかった。

(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、2003 年の資源水準は中位、動向は過去 5 年間の資源量から横ばいと判断した。しかし、2002 年、2003 年と連続して資源量、再生産成功率等が低下していることから、今後の資源動向の判断には注意を

要する。

5. 資源の変動要因

(1) 資源と漁獲の関係

1990 年以降の漁獲割合は 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と考えられる。

(2) 資源と海洋環境の関係

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漁獲量および資源量の変動幅および経年変化が大きい。特にレジームシフトと呼ばれる中長期的な海洋環境の変化は、マイワシをはじめとする小型浮魚類に加え、スルメイカの資源水準にも大きな影響を与えると考えられる (Sakurai et al, 2000)。

レジームシフトとは環境がある状態から他の状態へ、各々の状態の持続期間よりもはるかに短い時間で遷移することと定義され、太平洋海域においては 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の年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の再生産にとって好適であるが、寒冷な年代は不適になると考えられている。

なお、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、特に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がスルメイカ (特に冬季発生系群) の回遊経路を変化させるとともに産卵場の形成位置が変化し、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。

6. 管理目標・管理基準値・2004 年の A B C の設定

(1) 資源評価のまとめ

近年の産卵親魚量は 1998 年以降 5~10 億尾の範囲で変動している。2002 年級群の漁獲割合は 2001 年より減少し、前年度の推定よりも多い 8.2 億尾の産卵親魚量が確保出来た。しかし、2003 年の再生産成功率は 2.3 と 2002 年の 2.4 より低下したため、2003 年の加入資源量は 18.8 億尾に減少した。近年の資源状態を見ると、資源は中位で横ばいではあるが、経年変動が大きく不安定な状態が続いていると判断される。

(2) 資源管理目標

2003 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、高位と推定さ

れた 2002 年級群より低下した。しかし、資源水準判断の目安となる産卵親魚量を見ると、2004 年級群を産出する産卵親魚量は 6.2 億尾であり、漁獲制御を強める目安である SSB_{limit} (4.1 億尾) は上回っている。そこで、資源個体数を現状の水準に維持することを目標に ABC を算定した。

(3) 2004 年の ABC の設定

第 1 次漁場一斉調査平均 CPUE と有漁地点割合より 2003 年級群の資源個体数を推定し、直近 5 年間の平均の F での漁獲を仮定し、2004 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} より大きいため、2004 年の ABC 算定にはルール 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、2004 年の ABC_{limit} は 18 万 7 千トン、 ABC_{target} は 15 万 6 千トンと算定された。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) で行うため、各算定値を暦年 (1～12 月) に変換する必要がある。そこで、直近 5 ケ年の 1～3 月の漁獲量が漁期全体に占める割合 (0.16) から 2003 年級群の 1～3 月の予測漁獲量と、同様に 4～12 月の漁獲量の割合 (0.84) から 2004 年級群の 4～12 月までの ABC_{limit} を計算し、両者を合計して 2004 年の ABC_{limit} を 18 万 7 千トンと推定した。同様の計算で推定した 2004 年の ABC_{target} は 16 万 1 千トンと算定された。

	2004 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	187 千トン (118 千トン)	F_{sim}	0.53	32%
ABC_{target}	161 千トン (101 千トン)	$0.8 F_{sim}$	0.42	26%

(括弧内は日本 EEZ 内の数値)

(4) F 値の変化による漁獲量及び親魚量の推移

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)					親魚量 (千トン)				
		2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
0.00	$0.0 F_{sus}$	0	0	0	0	0	325	536	536	536	536
0.05	$0.1 F_{sus}$	23	37	59	64	64	309	495	536	536	536
0.11	$0.2 F_{sus}$	45	68	104	124	124	293	446	536	536	536
0.21	$0.4 F_{sus}$	85	117	160	220	238	264	361	495	536	536
0.32	$0.6 F_{sus}$	122	151	186	230	284	238	293	361	446	536
0.42	F_{target}	156	173	193	214	238	214	238	264	293	325
0.53	F_{limit}	187	187	187	187	187	193	193	193	193	193

(再生産成功率一定で計算、親魚量は 1979～2002 年までの最大値で頭打ちになると仮定)

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。そこで 2004 年以降の再生産成功率を 1990 年から 2002 年までの再生産成功率の平均値 (3.1) と仮定すると表 2 のように算出される。なお、当系群の場合、 $F_{limit} = F_{sus}$ である。

(5) ABC_{limit} の検証

ABC_{limit} の検証を行うため、仮定値 (0.3) として用いた漁獲割合の感度解析を行った (図 14)。漁獲割合を 0.2~0.5 まで変化させたところ ABC_{limit} は 21.2~16.1 万トンと変化する。また、資源量は 29.6~10.3 億尾に変化し、産卵親魚量も 11.4~2.1 億尾まで変化した。

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} の検証を行った (詳細は補足資料 2)。シミュレーションでは 2004 年級群を産出する 2003 年の産卵親魚量までを確定値として入力し、2004~2008 年級群の加入資源量および産卵親魚量を予測した (1000 回試行)。RPS には、1990~2002 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_{sim})、 F_{target} ($F_{sim} \times 0.8$) および F_{med} (2002 年度評価で用いた F_{limit}) での試行結果を図 15 に示す。 F_{limit} による漁獲では、資源量は 2004~2008 年にかけて安定している。また、 F_{target} による漁獲では資源量が 2004 年以降増加し 2008 年には 29 億尾 (2003 年級の 153%) まで増加した。一方、2002 年度評価で用いた F_{med} による解析では、2004 年以降資源は減少傾向を示し、2008 年の資源量は 11 億尾 (2002 年の 58%) まで減少した。

(6) 過去の管理目標・基準値、ABC (当初・再評価) のレビュー

表 3. 2002 年、2003 年資源量および ABC の再評価

資源評価対象年 (当初・再評価)	管理基準 1	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
2002 年 (2001 年当初)	F_{med} (0.62)	1,373	480	411	—	現状維持
2002 年 (2002 年再評価)	F_{sus} (0.44)	788	220	167	—	現状維持
2002 年 (2003 年再評価)	F_{sus} (0.30)	693	142	108	202	現状維持
2003 年 (2002 年当初)	F_{med} (0.67)	887	320	244	—	現状維持
2003 年 (2003 年再評価)	F_{sus} (0.23)	693	106	82	—	現状維持

1: ABC_{limit} に対する資源管理基準 (略号) とそれに相当する F 値

2: 資源量、ABC、漁獲量は系群全体を対象にした値 (日本+韓国)

2002 年の資源量推定値は 2001 年の評価時点では明らかに過大であった。これは直近の資源量水準を推定する手法の誤差が大きかった事が主因である。2002 年以降の評価では、推定手法の改善により資源量推定の誤差は小さくなった。一方、ABC の差は 2002 年および 2003 年とも大きい。これは、各年における再生産成功率を直近 5 年間の中央値で計算した点に要因がある。再評価の結果、2002 年および 2003 年とも再生

産成功率は推定値よりも低かった。そのため、管理目標を現状維持として再計算した場合、ABCを大きく減少させる再評価となる。2004年度の評価についても同様の可能性があり、再生産成功率が2002年や2003年と同じように低い場合は、大幅なABCの減少が予測される。

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次世代の加入量が大きく変動し、資源量が予測値と大きく異なる場合がある。F_{limit}の検証時に用いたシミュレーション結果では、2004年の加入資源量がF_{limit}で漁獲したとしても29~12億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を見直す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（1966）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.

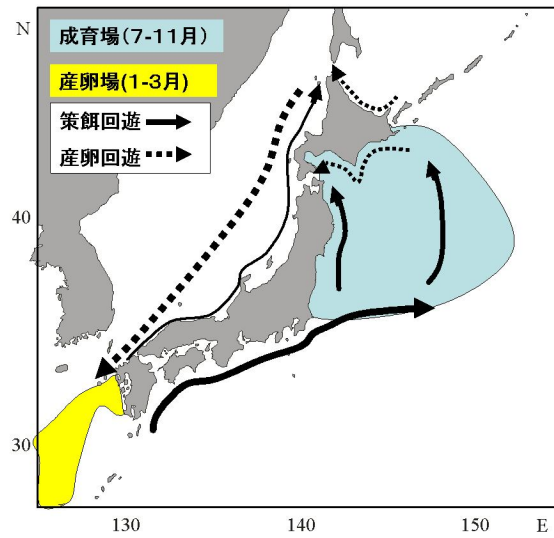


図1. スルメイカ冬季発生系群の分布回遊図

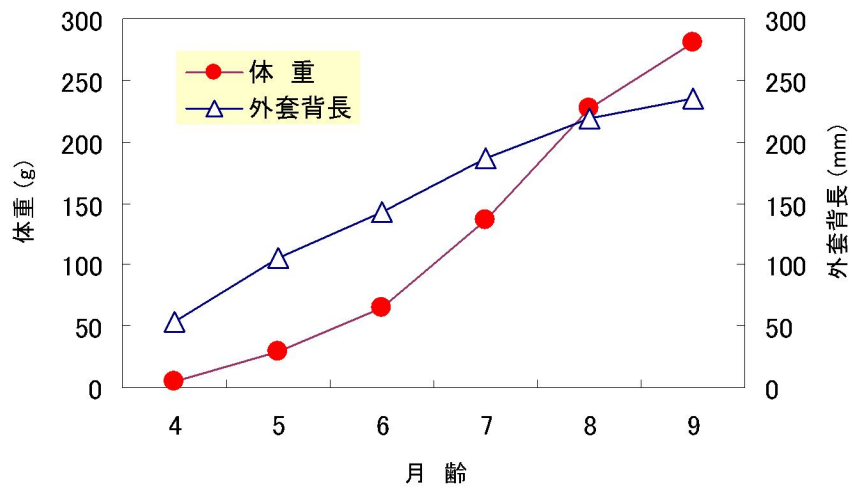


図2. スルメイカの成長様式 (秋季発生系群)

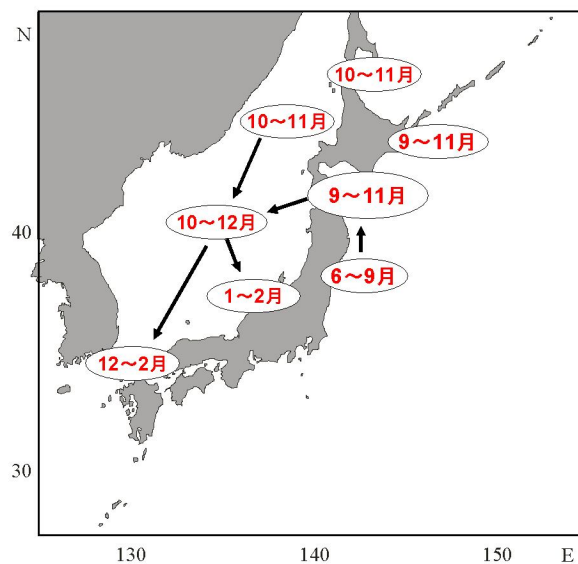


図3. スルメイカ冬季発生系群の主要漁場図

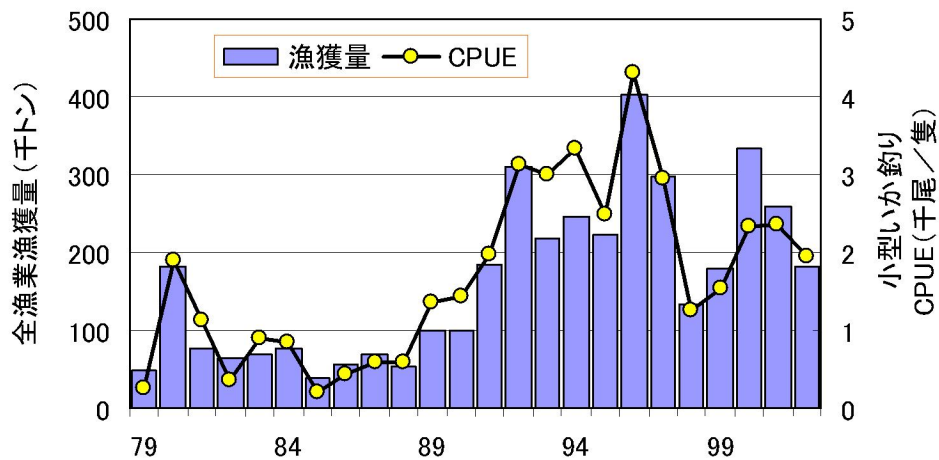


図4. スルメイカ冬季発生系群の漁獲量と小型いか釣り船 CPUE の経年変化

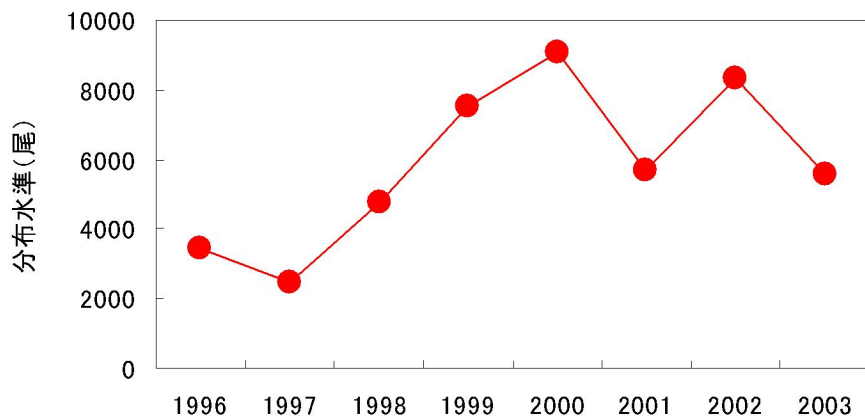


図5. 黒潮親潮移行域における調査で採集されたスルメイカ幼体の採集結果
(分布水準：表面水温占有面積を用いた採集尾数の補正)

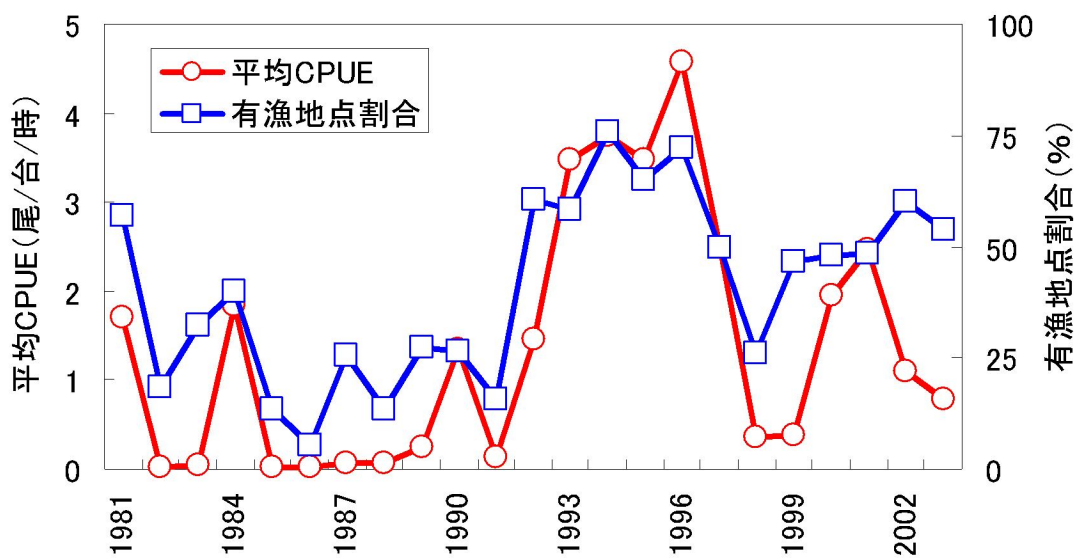


図6. 北西太平洋における第1次漁場一斉調査（6月）の平均 CPUE と有漁地点割合

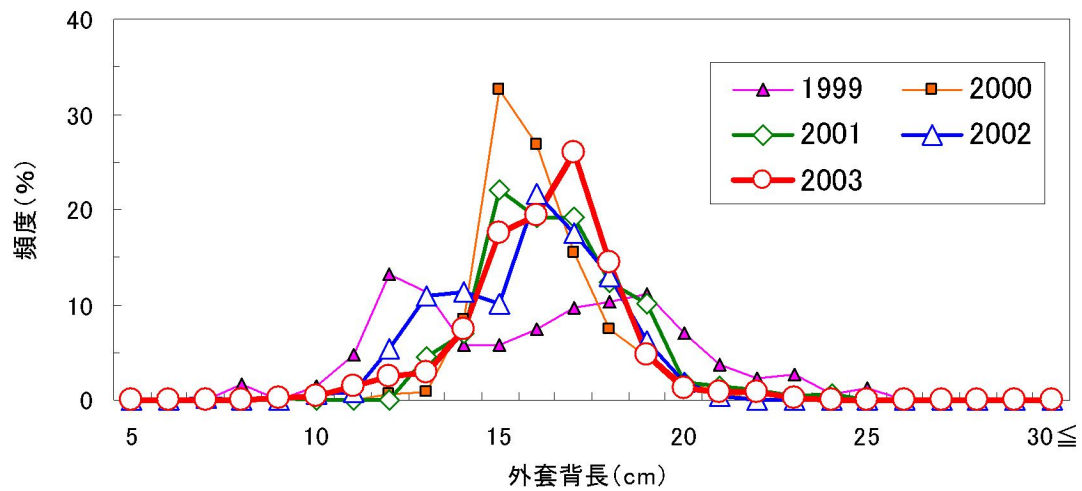


図7. 北西太平洋における第1次漁場一斉調査（6月）で漁獲されたスルメイカ外套背長組成の経年変化

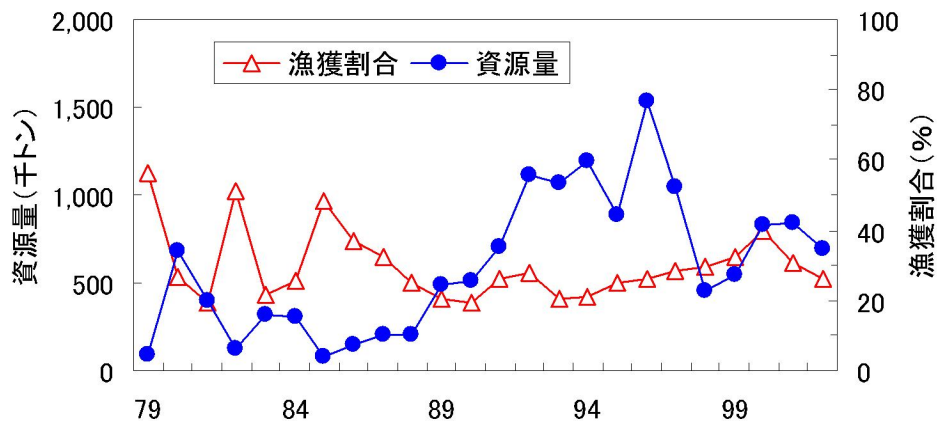


図8. スルメイカ冬季発生系群の資源量と漁獲割合の経年変化

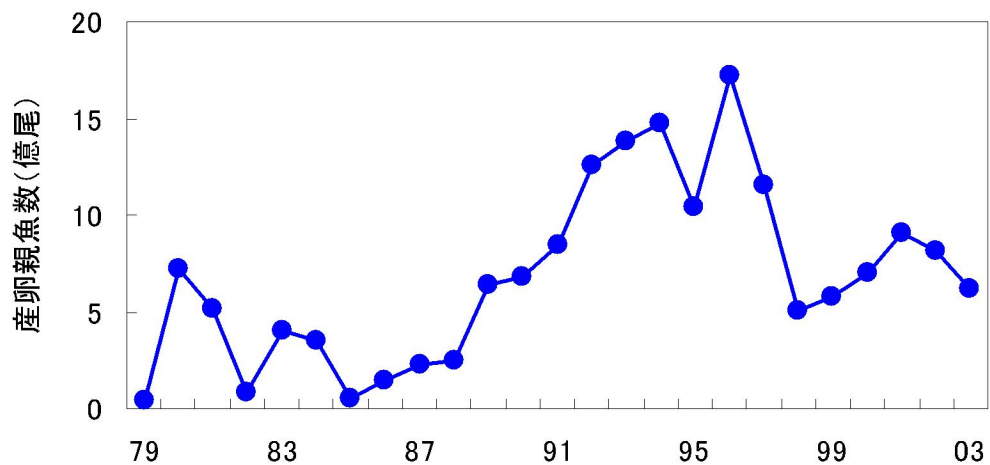


図9. スルメイカ冬季発生系群の産卵親魚尾数の経年変化

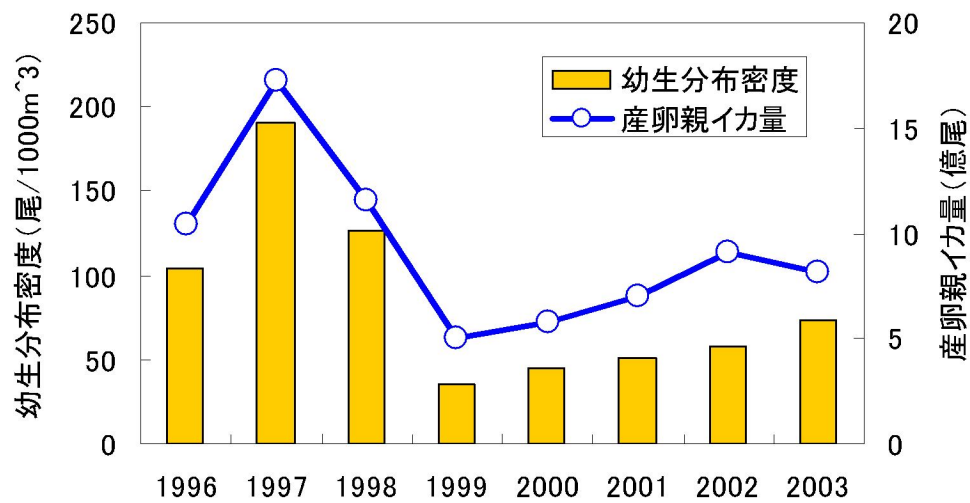


図 10. 九州南西海域におけるスルメイカ幼生の平均分布密度と産卵親魚量の経年変化

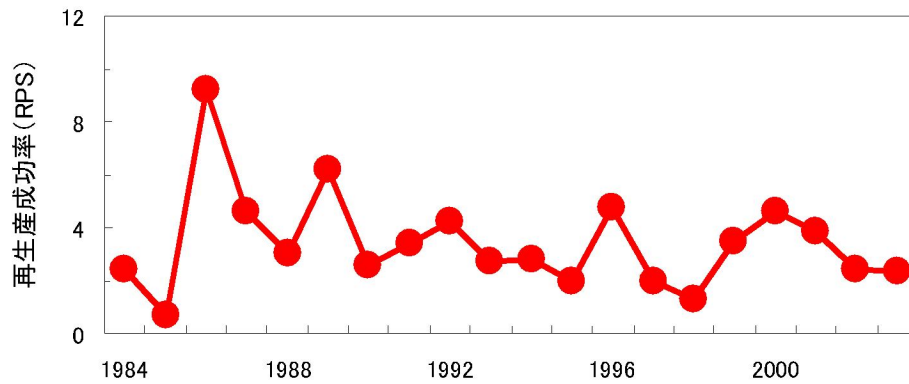


図 11. スルメイカ冬季発生系群再生産成功率の経年変化

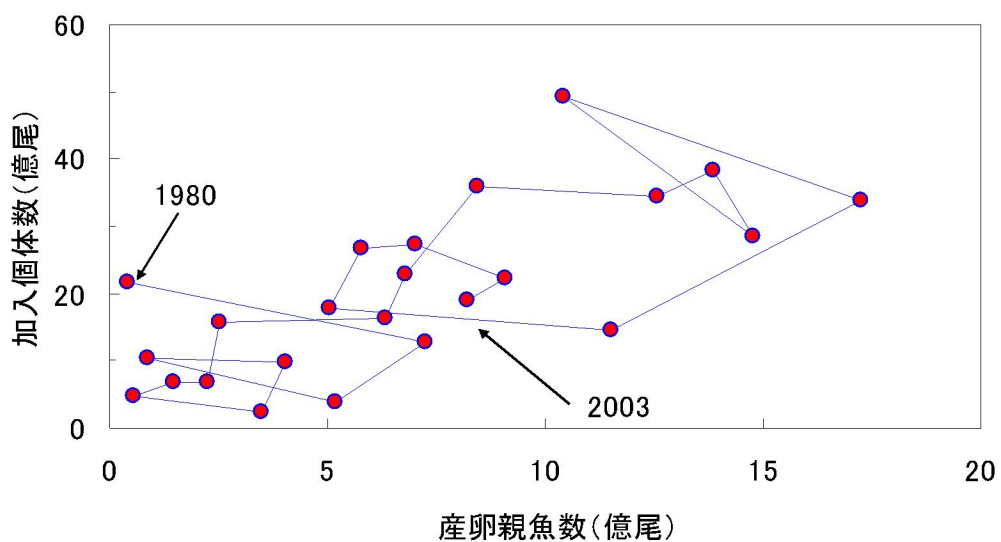


図 12. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係

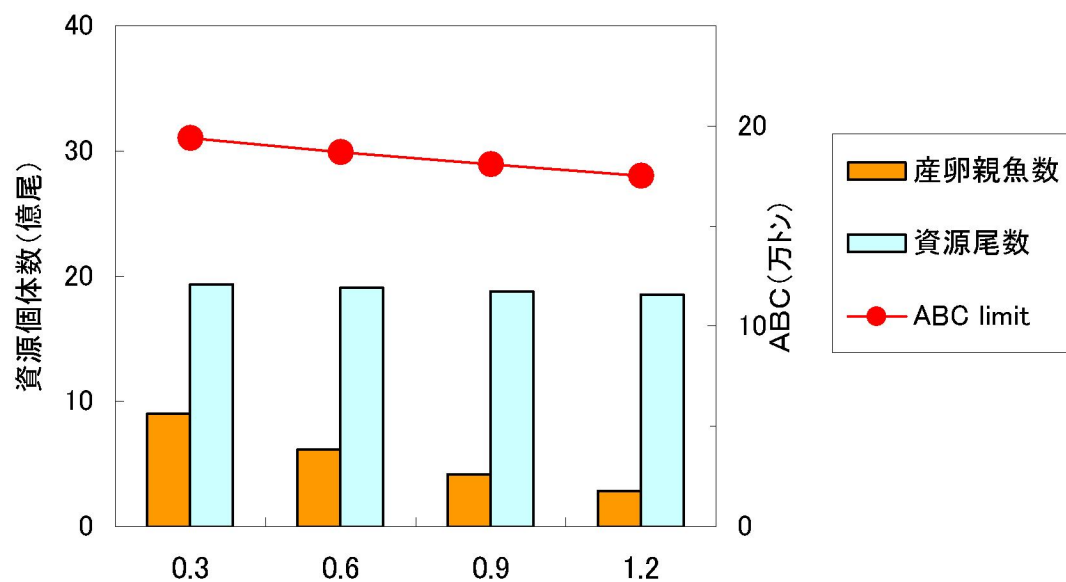


図 13. スルメイカ冬季発生系群の 2004 年の資源尾数、産卵親魚数および ABC limit に対する自然死亡係数 M の感度解析 (仮定した標準値は 0.6)

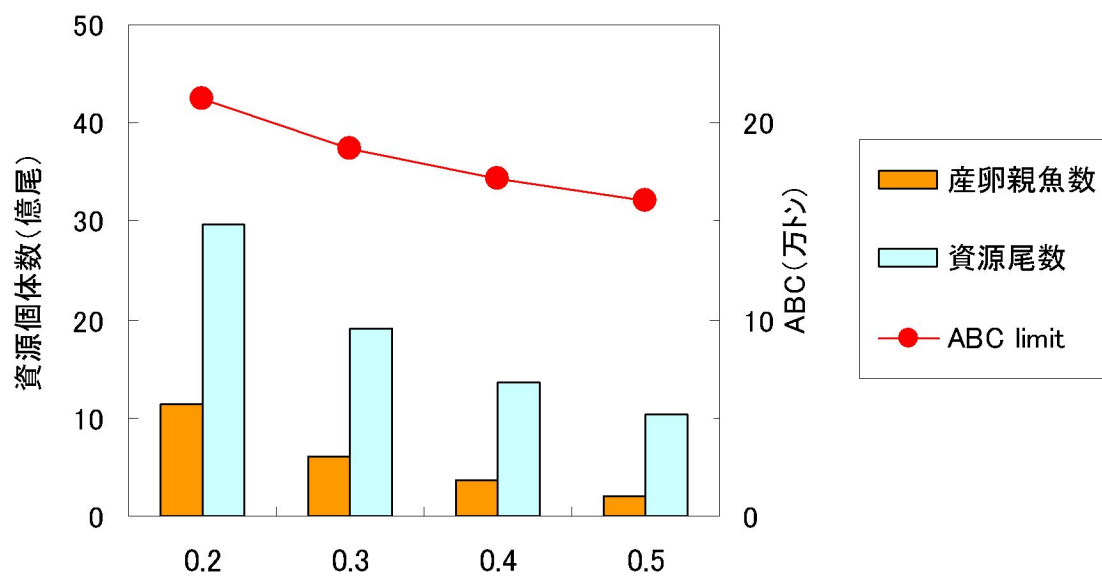


図 14. スルメイカ冬季発生系群の 2004 年の資源尾数、産卵親魚数および ABC limit に対する漁獲割合の感度解析 (仮定した標準値は 0.3)

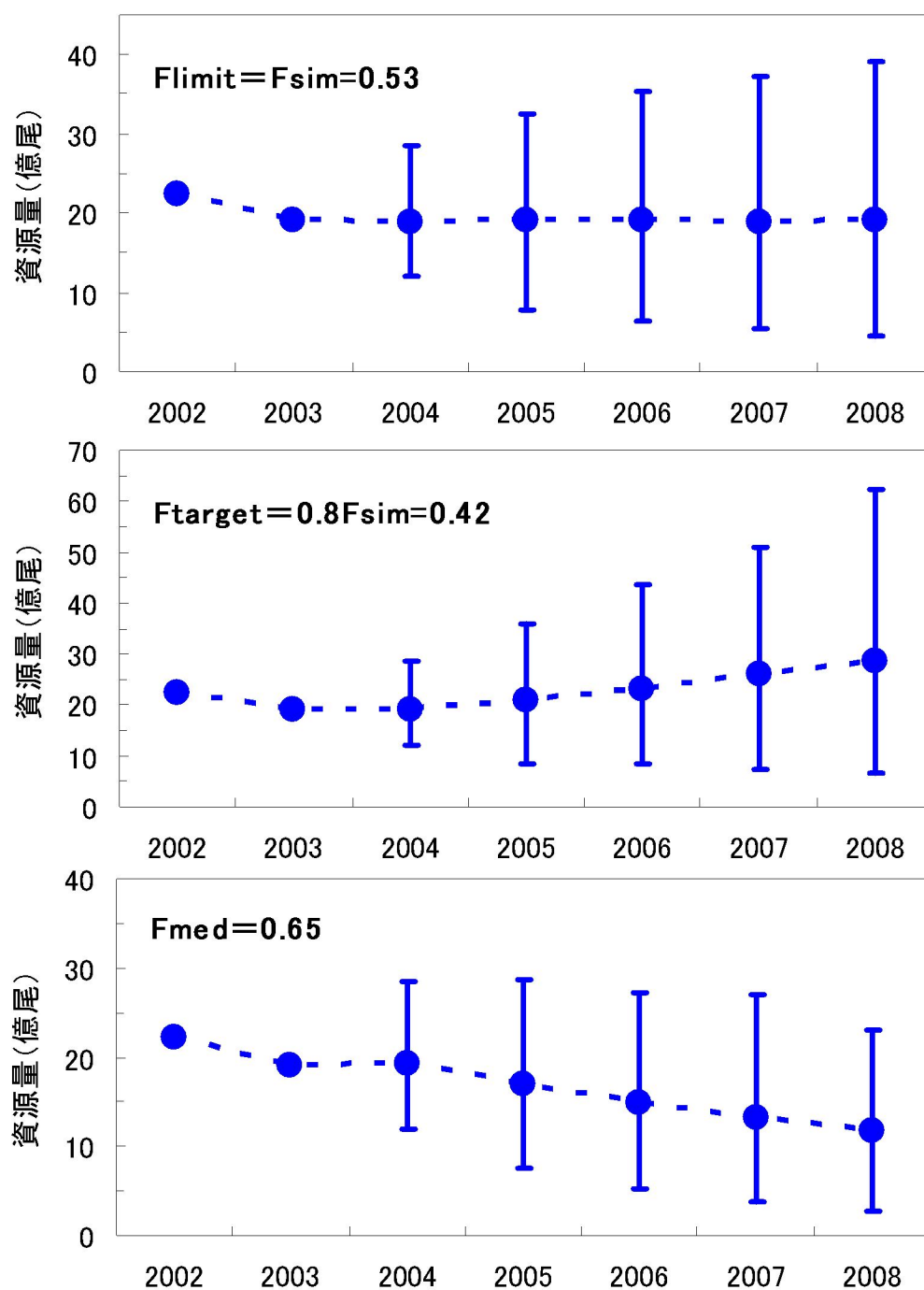


図 15. 3通りのFの条件下で、再生産成功率を変化させてシミュレーションを行ったときの資源量の変化。●は平均値、誤差範囲は上限90%、下限10%。試行は1000回。上図が F_{limit} (F_{sim})、中図が F_{target} ($0.8F_{sim}$)、下図が F_{med} (2002年評価報告における F_{limit} に相当)での漁獲。

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

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
	太平洋	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	15,342	26,581	8,407	50,329	—	0.25
1980	117,349	36,564	11,022	164,935	—	1.90
1981	26,207	40,742	16,753	83,702	—	1.12
1982	8,724	43,146	15,565	67,435	—	0.35
1983	29,671	26,979	11,379	68,029	—	0.90
1984	41,416	20,383	14,593	76,392	—	0.84
1985	7,228	20,460	12,331	40,019	—	0.22
1986	13,304	24,624	13,950	51,877	—	0.42
1987	9,348	35,191	17,350	61,889	—	0.59
1988	16,039	25,630	17,611	59,280	—	0.59
1989	31,458	33,640	24,119	89,216	—	1.36
1990	33,773	41,612	29,832	105,217	—	1.43
1991	62,095	53,265	42,989	158,349	—	1.98
1992	173,494	62,885	67,080	303,459	—	3.12
1993	105,631	60,309	84,697	250,636	—	3.00
1994	133,020	33,204	60,975	227,199	—	3.32
1995	126,904	41,416	75,339	243,659	—	2.49
1996	211,623	55,473	113,360	380,455	—	4.30
1997	186,210	39,583	86,246	312,038	—	2.94
1998	42,222	31,179	60,025	133,426	—	1.27
1999	46,606	52,311	82,344	181,261	—	1.54
2000	178,665	66,688	74,283	319,637	—	2.32
2001	122,155	47,067	83,707	252,930	—	2.37
2002	85,625	39,714	76,371	201,709	—	1.94

註：漁獲量の単位はトン、CPUEの単位は千尾／隻／日

(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。

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	2.8	8.9	0.4	1.3	57.9	1.29	
1980	21.8	67.7	7.3	22.6	30.2	0.50	50.5
1981	12.8	39.9	5.2	16.1	20.1	0.31	1.8
1982	4.0	12.4	0.9	2.7	48.2	0.95	0.8
1983	10.3	32.0	4.0	12.6	21.9	0.34	12.1
1984	9.7	30.1	3.5	10.9	26.2	0.42	2.4
1985	2.5	7.8	0.5	1.6	48.3	0.95	0.7
1986	4.9	15.2	1.5	4.6	34.7	0.59	9.2
1987	6.8	21.0	2.2	7.0	30.5	0.50	4.6
1988	6.7	20.9	2.5	7.9	24.3	0.38	3.0
1989	15.6	48.7	6.3	19.7	19.9	0.30	6.2
1990	16.4	51.1	6.8	21.1	19.0	0.29	2.6
1991	22.8	70.8	8.4	26.2	25.0	0.40	3.4
1992	35.8	111.4	12.6	39.1	27.7	0.45	4.3
1993	34.5	107.2	13.8	43.0	20.5	0.31	2.7
1994	38.2	118.8	14.8	46.0	22.5	0.35	2.8
1995	28.6	89.1	10.4	32.3	26.0	0.41	1.9
1996	49.4	153.7	17.2	53.6	28.1	0.45	4.8
1997	33.7	104.9	11.5	35.9	29.0	0.47	2.0
1998	14.6	45.3	5.1	15.7	28.3	0.46	1.3
1999	17.7	55.0	5.8	18.0	31.1	0.52	3.5
2000	26.7	83.1	7.0	21.9	40.5	0.73	4.6
2001	27.2	84.6	9.1	28.3	30.1	0.49	3.9
2002	22.3	69.3	8.2	25.5	25.3	0.40	2.4

(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

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	混合	冬季	冬季	冬季
北海道	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	秋季	秋季	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
太平洋	網走	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	混合	冬季	冬季	冬季
日本海	太平洋	冬季	冬季	冬季	秋季	秋季	秋季	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	混合	冬季
九州	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
	太平洋	冬季	冬季	禁漁	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
オホーツク海	太平洋	冬季	冬季	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	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季	冬季
日本海	日本海	冬季	冬季	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	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	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。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、2003 年の小型いか釣り漁船 CPUE は、現時点では得られないために、これまでの一斉調査結果と小型いか釣り漁船の CPUE の相関関係から、2003 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。その結果、2002 年の資源量の指数は 2.20 と推定されたが、実際の指数は 1.94 となり前年と同様に過大推定となっていた。

そこで、2003 年度の指数を算出する前に、一斉調査平均 CPUE について再検討を行った。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。そして再度、小型いか釣り船 CPUE と重回帰分析を行った結果、重相関係数（ r ）が 0.84 から 0.86 に上昇し全体の当てはまりが良くなり、特に 1998 年以降の当てはまりが改善した。この結果から、2003 年度の資源量の指数の推定には新しく算定された（1）式を用いた。

$$U_t = 0.478u_t + 0.015v_t + 0.441 \quad (1)$$

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 月から 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 1 に示す。

表1 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の変化は小さかった（図13）。

(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（311g）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 11.49×10^5 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

2004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～2002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/日）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。

①2003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、2003年の小型いか釣り漁船のCPUE1.65（千尾/隻/日）を算出し、2003年の資源量の指数とする。2003年の資源量の指数を（2）式に代入し、係数 a (11.49×105) をかけて2003年資源個体数（加入資源量）を計算した。

2003年資源個体数=19.0億尾

②2003年の漁獲量は、近年の漁獲動向が継続すると仮定して、1998～2002年の平均漁獲係数（0.52）を用い、（3）式から計算した。

2003年漁獲個体数=6.0億尾

③2003年の資源個体数、1998～2002年の平均漁獲係数から（4）式により、2004年の加入を産む親魚個体数を計算した。

2004年の加入を産む親魚個体数=6.2億尾

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～2002年までの再生産成功指数の平均値（RPSavg）を期待される再生産関係とする。

1990～2002年RPSavg=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。したがって資源個体数の現状維持のためには、3.1の逆数である0.3を加入量に乗じたものを産卵親魚として確保しなければならない。

⑤2004年の加入を産む親魚個体数と、1990～2002年RPSavg から、2004年加入個体数を算出する。

2004年加入個体数=19.1億尾

管理基準の設定には、「ABC算定のための基本規則（平成15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1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 $R_{P\ Shigh}$ と R_{high} の交点で示される産卵親魚量 SSB_{limit} は4.1億尾であり、上記の計算で得られた2004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。

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、資源量を維持出来る F （以後 F_{sim} と表記）を F_{msy} の代替値とした。その結果、 $F_{limit} = F_{sim} = 0.53$ 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、 $F_{target} = F_{sim} \times 0.8 = 0.42$ 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（ $F_{sim} = 0.53$ ）以下にする必要がある。計算された2004年予測加入量19.1億尾に対し、この F で漁獲した場合の漁獲個体数は6.0億尾であり、冬季発生系群の漁獲物の平均体重311gを乗じると18万7千トンが得られた。ただし、これは2004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、2003年加入群の1～3月の予測漁獲量と、2004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、2004年の ABC_{limit} （18万7千トン）とした。同様の計算で ABC_{target} を16万1千トンと算出した。

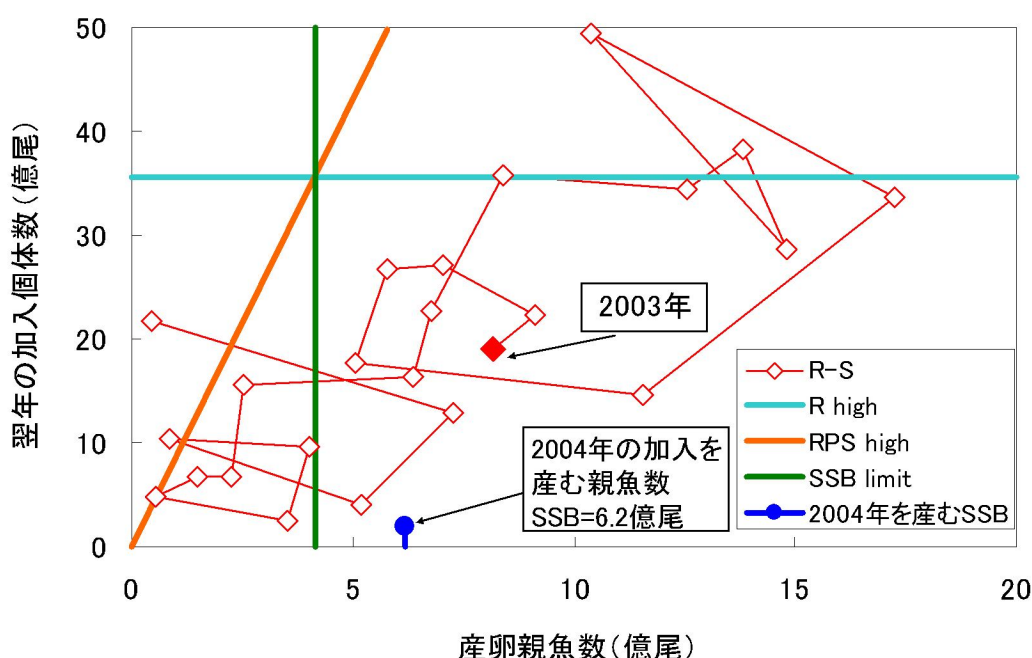


図1. スルメイカ冬季発生系群の再生産関係と各指標値

(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ない。そのため、加入量予測を行う場合、レジームシフトが起こりスルメイカ冬季発生系群の資源水準が低位から高位に移った1990年以降の再生産成功率の平均値もしくは中央値を代表値として計算を行ってきた。しかし、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、それにより資源量も大きく変動する。特に1998年以降は再生産成功率の変化が大きく、資源量推定誤差も大きくなる傾向がある。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述べる。

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2004～2008年の5年間の資源量および産卵親魚量の動態を解析した。(1)式に代入する RPS には1990～2002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1000回繰り返した。

シミュレーションによる資源量の変化を表2に示した。

表2. 3通りのFでシミュレーションを行ったときの資源量の変化

年度	F limit : 0.53			F med(1998-2002) : 0.65			F target : 0.42		
	平均	上限 90%	下限 10%	平均	上限 90%	下限 10%	平均	上限 90%	下限 10%
2002	22.3			22.3			22.3		
2003	19.0			19.0			19.0		
2004	19.3	28.5	12.0	19.3	28.5	12.0	19.2	28.5	12.0
2005	19.1	32.4	8.5	16.9	28.6	7.5	20.9	36.0	8.6
2006	19.3	36.1	6.2	14.9	27.3	5.3	23.0	43.7	8.3
2007	19.0	36.7	5.7	13.3	27.0	3.7	25.9	51.1	7.4
2008	18.8	38.5	4.6	11.8	23.0	2.8	28.6	62.4	6.6

単位：億尾

(4) 中国・北朝鮮の漁獲量は不明なため、両国の漁獲量を 0 として資源計算を行っている。ここで中国・北朝鮮の漁獲量を各年とも日本・韓国の 1/2 と仮定し、資源計算を行った場合の産卵親魚尾数・再生産成功率 (RPS)・ABClimit の変化を示す。なお、スルメイカ冬季発生系群は日本 EEZ 内の漁獲が主体であるため、中国・北朝鮮の漁獲量は日本・韓国の漁獲量よりは少ないと推定される。なお、資源量は各年とも資源量指数のみから算出されるため、中国・北朝鮮の漁獲による影響は受けない。

表3. 中国・北朝鮮の漁獲量を仮定した場合の産卵親魚尾数・RPS・ABClimit の変化

年	中国・北朝鮮の仮定無し			中国・北朝鮮の仮定有り		
	産卵親魚尾数 (億尾)	RPS	ABClimit (万トン)	産卵親魚尾数 (億尾)	RPS	ABClimit (万トン)
1990	6.3	2.6	—	5.3	3.1	—
1991	6.8	3.4	—	5.7	4.0	—
1992	8.4	4.3	—	6.5	5.5	—
1993	12.6	2.7	—	9.2	3.8	—
1994	13.8	2.8	—	11.4	3.4	—
1995	14.8	1.9	—	11.8	2.4	—
1996	10.4	4.8	—	7.8	6.3	—
1997	17.2	2.0	—	12.5	2.7	—
1998	11.5	1.3	—	8.2	1.8	—
1999	5.1	3.5	—	3.7	4.8	—
2000	5.8	4.6	—	3.9	6.8	—
2001	7.0	3.9	—	3.6	7.6	—
2002	9.1	2.4	—	6.3	3.5	—
2003	8.2	2.3	18.7	6.2	3.0	18.5

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 月に設定しているが、1999 年と 2000 年には 2 月に加えて 1 月にも同様の調査を行った。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 1 に示す。調査で得られた稚仔の平均分布密度は、漁業情報に基づく産卵親魚水準と対応関係が認められた。一方、加入量との比較では、関係が不明瞭である。

孵化直後と考えられる日齢 15 日以下のリンコトウチオン幼生の水平分布を図 1 に示した。幼生の分布からスルメイカの産卵海域が九州南西の東シナ海周辺に存在することが示されている。

表 1．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
分布密度	103.9	190.6	127.0	35.3	45.4	50.5	58.6	73.4

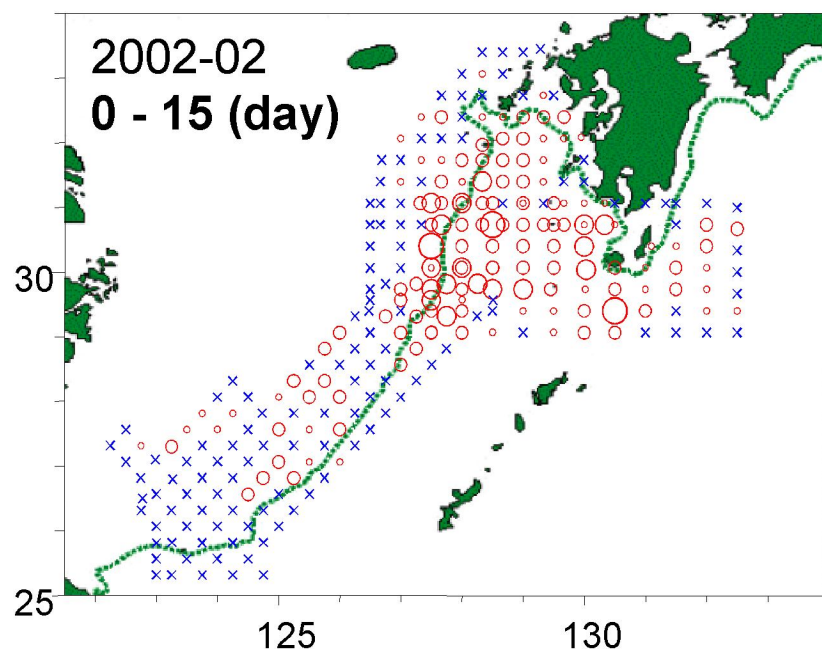


図 1．2002 年 2 月の東シナ海周辺海域で採集されたスルメイカ幼生（日齢 15 日以下）の水平分布

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 8mm 、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（図 2）。

2003 年の調査結果によると、スルメイカの幼若個体は広範囲で採集され、調査海域の表面水温分布と各水温帯における平均採集尾数から算定したスルメイカ幼体の資源水準は 5,599 尾であり、2002 年の 8,352 尾を下回り、2001 年の 5,717 尾とほぼ同じ水準であった。1999 年以降は同一海域での調査に切り替わりつつあることから、今後、調査データの蓄積により、新規加入量を早期に把握する有力な調査になると考えられる。

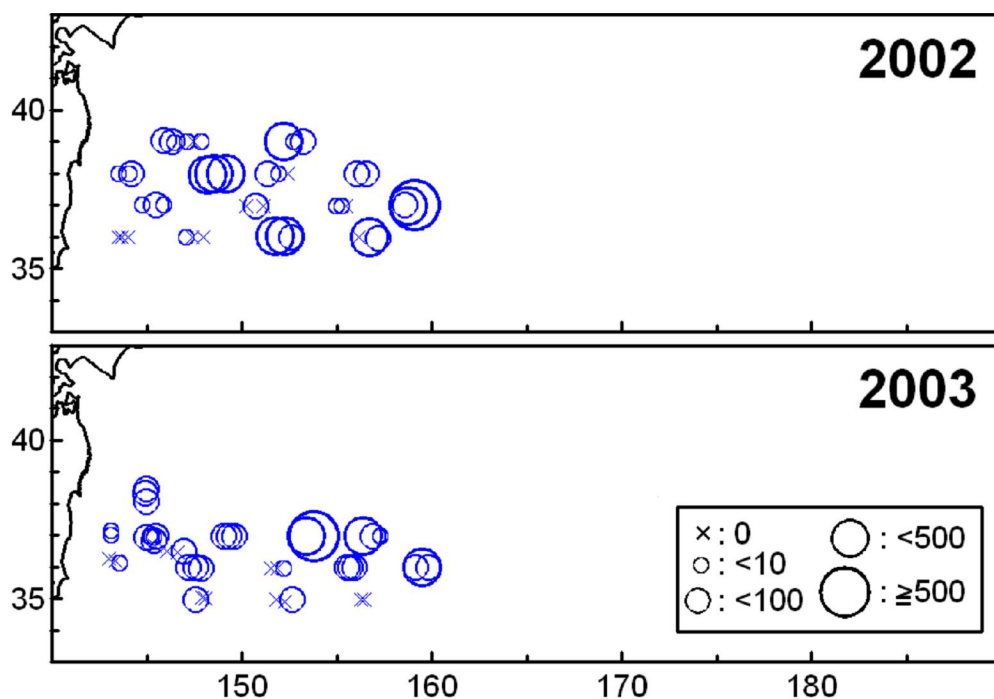


図 2. 2002、2003 年 5～6 月に黒潮親潮移行域において表層トロールネットで漁獲されたスルメイカ幼体の分布

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 2 に示した。2003 年は全調査海域内平均 CPUE が 0.8 であり、前年比 72%、1990 年以降平均の 40%であり、1990 年以降では 1991、1998、1999 年に次ぐ低い水準であった。2003 年の有漁地点割合は 53.8%であり、前年比 89%に減少したが、1990 年以降平均で

は106%と高い水準であった。

表2．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	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CPUE	4.6	2.5	0.4	0.4	2.0	2.5	1.1	0.8
有漁地点割合	72.1	50.0	26.1	46.7	48.1	48.6	60.3	53.8

2003 年および 2002 年の CPUE の分布状況を図 3 に示した。2003 年は 2002 年に比べ沖合域での CPUE が上昇している。しかし、2002 年に高い CPUE が見られた津軽海峡東口周辺の CPUE が大きく低下していた。

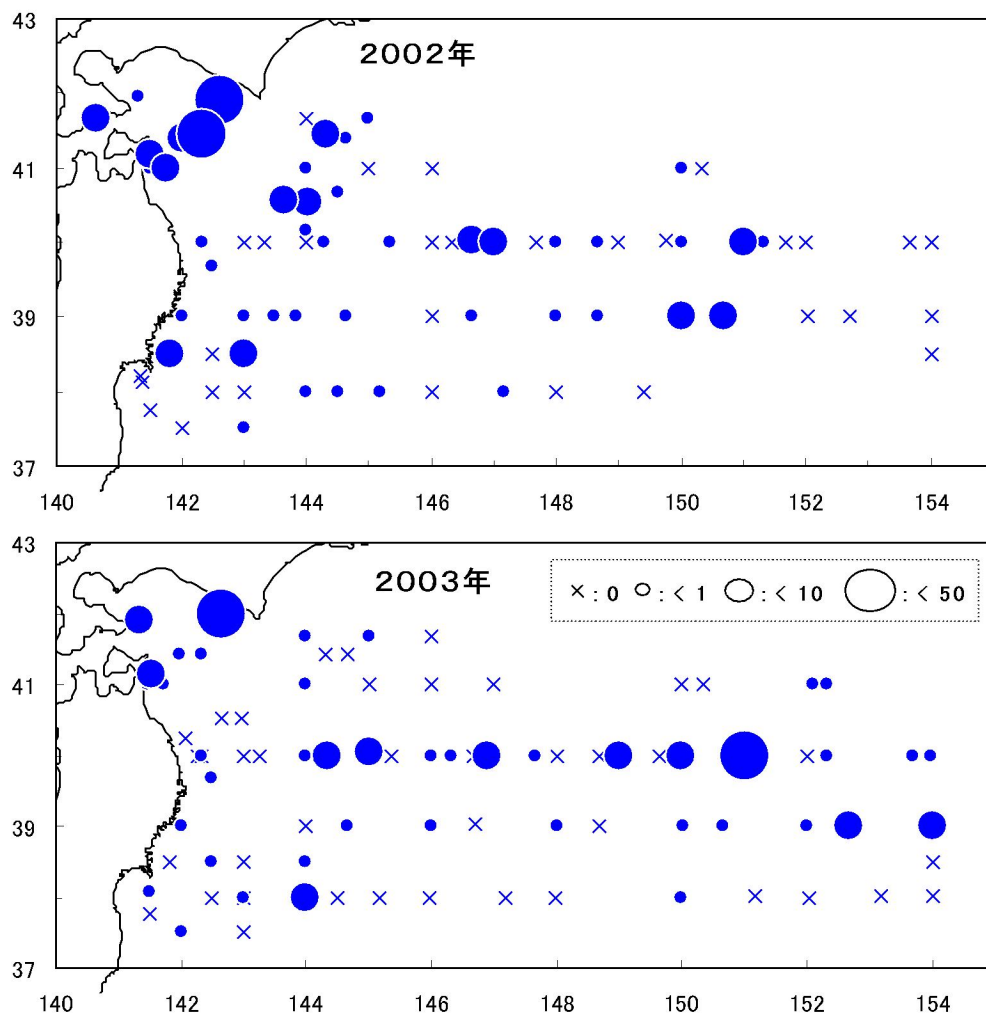


図3．2002、2003 年 6 月に実施された第1次漁場一斉調査におけるスルメイカの CPUE（釣り機1台1時間当たり漁獲尾数）の分布

4. 現存量調査

スルメイカに対する計量魚探による現存量推定手法の開発は、現在、東北水研八戸支所を中心に研究され、資源評価の精度向上に有効な手法と考えられる。これまでの調査研究の結果、三陸北部海域において、スルメイカの分布特性が整理され、計量魚探によるエコーの種判別および現存量推定が可能となった。推定された 1996～2001 年の現存量は、当海域におけるイカ釣り漁船 CPUE と動向が一致した。しかし、推定に用いたスルメイカのターゲットストレングスの信頼性や魚種判別など問題が残るため、さらに研究を進めている。また、計量魚探によるスルメイカの現存量調査は、スルメイカがまとまって分布し、エコーの種判別が可能である海域に限られるので、調査海域の分布域全体に占める割合を検討して、資源量評価に適用する必要がある。

5. その他の調査

北大水産学部では、1982 年以降東経 155 度線上で北星丸（2001 年以前）とおしよ丸（2002 年以降）により流し網調査を行っている。この調査結果と、冬季発生系群の資源量変動は一致しており、資源豊度によって分布域が拡大・縮小する事が明らかとなった（亀井ほか，2001）。

また、中央水研と東北水研は、2000 年から黒潮続流域から移行域にかけて、浮魚類成魚を対象とした表中層トロール調査を行っている。この調査で得られたスルメイカの分布に関する知見は貴重な情報であるが、量的な評価を行うにはデータの蓄積を待つ必要がある。