

平成16年スルメイカ秋季発生系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（木所英昭、木下貴裕、後藤常夫）

参画機関：北海道区水産研究所、西海区水産研究所、北海道立中央水産試験場、青森県水産総合研究センター、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県水産試験場、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府立海洋センター、兵庫県但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産試験場、山口県水産研究センター、長崎県総合水産試験場

要 約

スルメイカ秋季発生系群の資源量は漁獲による影響に加え、年々および中長期的な環境の変化によって変動する。近年は好適な環境下にあると判断されており、近年の好適な環境下におけるMSY水準の維持を管理目標とした。資源調査結果や漁獲量から判断すると、近年の資源量はMSY水準(100万トン)を超える高い水準を維持していたが、2004年の資源量は85万トンに減少した。管理基準値は産卵親魚量と翌年の資源量の関係から再生産関係式を求め、再生産関係式より推定した F_{msy} を用いた。その結果、 F_{msy} は0.748と推定され、2005年の予測資源量が104万トンであることから、2005年のABC limitは42万8千トン（漁獲割合は41.1%）、不確実性を考慮したABC targetは36万4千トン（漁獲割合は34.9%）と計算された。

	2005年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	428千トン (193千トン)	F_{msy}	0.748	41.1%
ABC target	364千トン (164千トン)	0.8 F_{msy}	0.598	34.9%

※（）内は近年5カ年の秋季発生系群の漁獲量に対する我が国の漁獲比率（0.45）より算定した我が国のABC。F値は加入後産卵までの6ヶ月間の値。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
資源量のMSY水準の達成と維持	Fmsy	ABClimit 428千トン (193千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は39.0万トン、平均資源量は94.9万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを94%の確率で上回った。
資源量のMSY水準の達成と維持に予防的措置をとる	0.8Fmsy	ABCtarget 364千トン (164千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は36.8万トン、平均資源量は105.7万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを97%の確率で上回った。

参考値

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
現状(近年3年間)の資源水準の維持	Fsus	252千トン (113千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は28.9万トン、平均資源量は119.4万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを98%の確率で上回った。
現状(近年3年間)の漁獲係数で管理する。	Fcurrent	198千トン (89千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は23.7万トン、平均資源量は124.6万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを99%の確率で上回った。

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2002	1772	292	0.238	16%
2003	1195	283	0.370	24%
2004	854			

	指 標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	資源量	493千トン	資源量をこの値以下にするFでは資源が急速に減少する
2004年	資源量	854千トン	

(水準・動向)

水準：高位 動向：減少

1. まえがき

スルメイカは我が国で最も重要な水産資源の一つであり、農林水産統計によると我が国漁獲量の6%、生産額では3%を占めている。スルメイカはいか釣り、定置網、底びき網漁業等によって漁獲されるが、秋季発生系群の多くはいか釣り漁業によって漁獲される。いか釣り漁業は、中型いか釣り漁船（30～185トン（2001年までは30～138トン））による近海いかつり漁業と、小型いか釣り漁船（30トン未満）による沿岸いかつり漁業に分けられ、それぞれ大臣許可制と知事許可制（5～30トン未満）になっている。スルメイカは我が国の他、韓国、中国、北朝鮮によっても漁獲されている。特に韓国による秋季発生系群の漁獲量は多く、近年では我が国を上回る漁獲量となっている。韓国以外の国に関しては資料が少ないものの、FAOの統計では日本と韓国を除く国による漁獲量の合計値は多くても3万トン程度と見積もられる。

2. 生 態

（1）分布・回遊

スルメイカは日本周辺海域に広く分布し、周年にわたり再生産を行っている。その中でも秋季から冬季に発生した群は卓越して多く、産卵時期や分布回遊の違いから主に秋季発生系群と冬季発生系群の2系群に分けることができる（図1）。したがって、資源評価には資源量が多い秋季発生系群と冬季発生系群を対象として行っている。なお、分布量が少ない春季から夏季に発生した群のうち、夏季に発生した群の分布回遊は秋季発生系群に近く、春季に発生した群は冬季発生系群に近いことから、漁獲量および推定資源量をそれぞれ秋季発生系群および冬季発生系群に含めて扱っている。

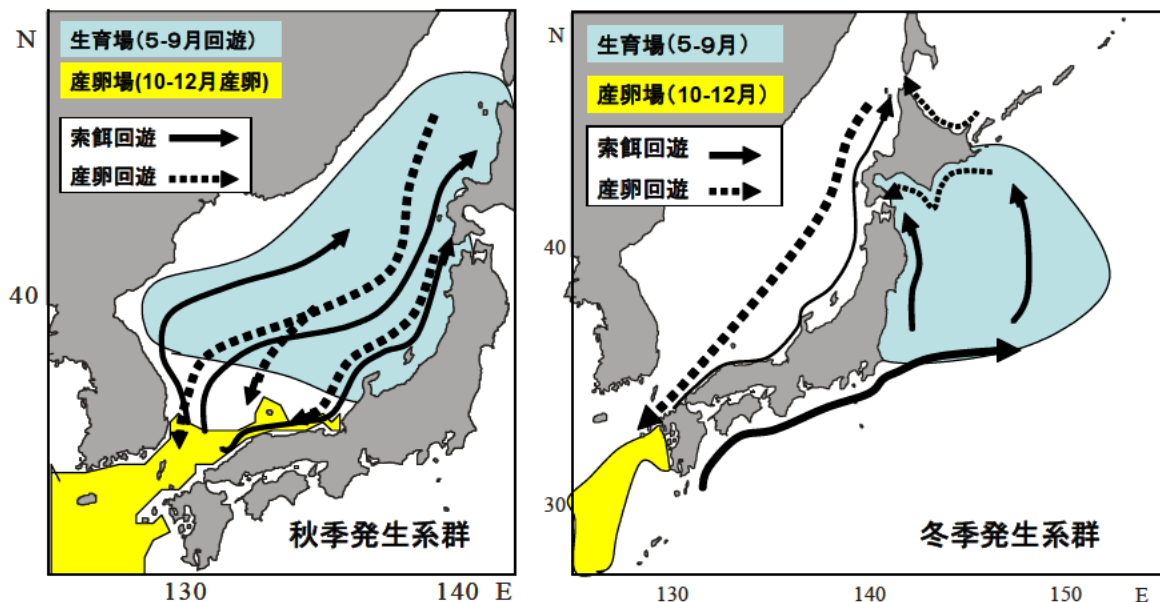


図1. スルメイカの分布回遊図（秋季発生系群と冬季発生系群）

秋季発生系群は主に日本海に分布し、夏～秋にかけて漁獲対象となる。冬季発生系群は主に太平洋に分布して秋以降を中心に漁獲対象となる。なお、冬季発生

系群は資源水準が高くなると共に回遊範囲が拡大し、晩秋以降、津軽海峡や宗谷海峡を通過して日本海に移入し、産卵海域へ移動することが知られている（Nakata 1993；中村・森 1998；森・中村2001）。

（２）年齢・成長

スルメイカは単年生であり、１年で成長・成熟し、産卵後に死亡する。近年、海域（温暖な環境）によっては半年程度で産卵を開始する可能性も指摘されている。なお、スルメイカの成長は発生時期や分布域及び雌雄によって異なるが（浜部・清水 1966；新谷 1967；木所・檜山 1996）、秋季発生系群の平均的な成長は図２のとおりである。

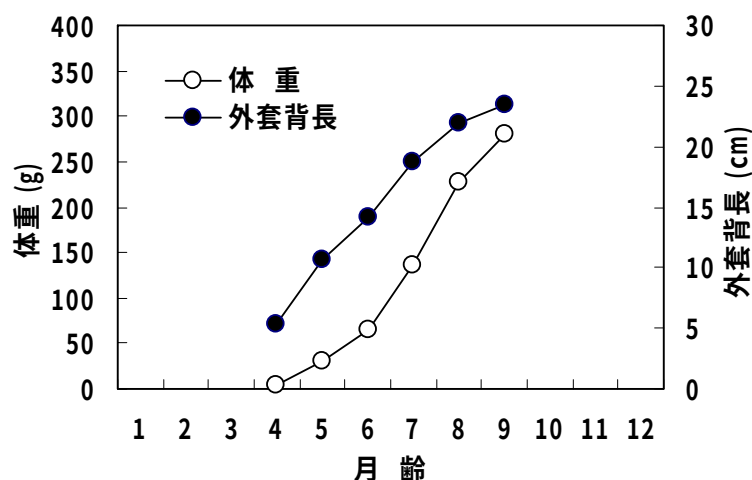


図２．スルメイカの成長

（３）成熟・産卵

スルメイカの雄は孵化後７～８ヶ月から生殖腺が発達し始め、約９ヶ月で成熟すると共に雌と交接し始める。雌は雄よりも成熟が遅く、孵化後１０ヶ月以降、産卵の直前になって急速に生殖器官を発達させ、産卵する。しかし、産卵回数が１回のみであるか、複数回行われるかは、確証が得られていない。

産卵海域は図１に示すとおりで、秋季発生系群は主に１０～１２月に北陸沿岸域から対馬海峡付近及び東シナ海で産卵し、冬季発生系群は主に１～３月に九州西岸から東シナ海で産卵する。

（４）被捕食関係

日本海においてスルメイカは、対馬暖流域ではキュウリエソをはじめとする小型魚類を捕食するが、沖合の亜寒帯冷水域では動物プランクトンが主要な餌料となっている（沖山 1965）。一方、スルメイカは大型魚類や海産ほ乳類によって多く捕食されると考えられるものの、日本海における被食状況は明らかになっていない。また、孵化後１００日前後の若齢個体を中心に共食いによる被食も多いとされている（木所・氏 1999）。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

主漁場はスルメイカの回遊と共に移動する（図3）。秋季発生系群が主に漁獲される日本海では、沿岸域では主に小型いか釣り漁船、沖合域では中型いか釣り漁船の漁獲対象となる。小型いか釣り漁船は生鮮として水揚げするが、中型漁船は漁獲物のほとんどを冷凍として水揚げされる。

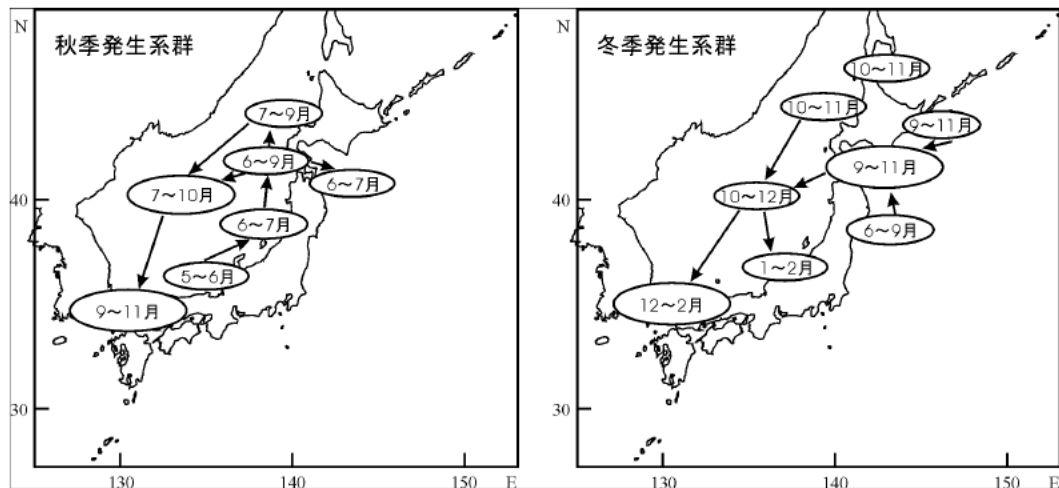


図3. スルメイカの主要漁場図（秋季発生系群と冬季発生系群）

(2) 漁獲量の推移

スルメイカ秋季発生系群の漁獲量の推移（日本＋韓国）は図4及び表1のとおりである。なお、1978年以前の漁獲量については月別海域別の漁獲量の資料が整理されていないため、各系群への区分が困難である。そこで秋季発生系群が大部分を占めていた我が国の日本海の漁獲量を秋季発生系群の漁獲量として示した。我が国のスルメイカ秋季発生系群の漁獲量の変化は以下のとおりである。

- イ) 1960年代後期以降、日本海中央部で漁場が開発されるとともに増加し、ピーク時の1975年には30万7千トンに達した。
- ロ) 1970年代半ば以降は減少に転じ、1986年には5万5千トンに落ち込んだ。
- ハ) 1987年には14万トンに増加し、その後1990年代は13～15万トン程度で推移していた。
- ニ) 1998年には10万8千トンに減少したが、翌1999年には14万トンに回復した。
- ホ) 2000年以降は12万トン前後の値となっている。

一方、スルメイカ秋季発生系群を対象とした韓国の漁獲量は1980年代までは3万トン前後であったが、1990年以降急速に増加し、13万トン前後で推移している。1999年以降は我が国を上回る漁獲量（14.6～17.1万トン）となっており、秋季発生系群の漁獲量全体に占める近年5年間の韓国の比率は55%（我が国は45%）である。

秋季発生系群全体（日本と韓国の合計）で見ると、韓国の漁獲量の急速な増加により1996年及び1999年には30万トンを超え、近年は沖合漁場が開発された直後にピークを迎えた1970年代前半と同水準の漁獲量になっている。

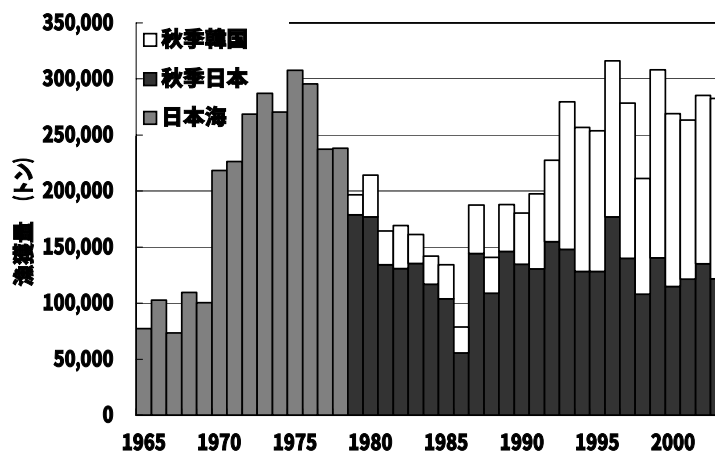


図4．スルメイカ秋季発生系群の漁獲量の推移

表1．スルメイカの系群別漁獲量

年	秋季発生系群			冬季発生系群		
	日本	韓国	計	日本	韓国	計
1979	178,901	17,725	196,626	41,922	8,407	50,329
1980	176,853	37,469	214,322	153,914	11,022	164,935
1981	134,366	29,962	164,328	66,949	16,753	83,702
1982	130,867	38,360	169,227	51,870	15,565	67,435
1983	135,327	25,908	161,234	56,650	11,379	68,029
1984	116,720	25,017	141,737	61,799	14,593	76,392
1985	103,719	30,548	134,267	27,688	12,331	40,019
1986	55,430	23,265	78,695	37,928	13,950	51,877
1987	144,017	43,580	187,597	44,539	17,350	61,889
1988	108,976	31,915	140,891	41,669	17,611	59,280
1989	146,221	41,767	187,987	65,098	24,119	89,216
1990	134,794	45,462	180,255	75,385	29,832	105,217
1991	130,359	66,914	197,273	115,360	42,989	158,349
1992	154,830	72,712	227,542	236,379	67,080	303,459
1993	148,048	131,471	279,518	165,940	84,697	250,636
1994	128,121	128,597	256,718	166,224	60,975	227,199
1995	128,135	125,558	253,693	168,320	75,339	243,659
1996	176,916	139,259	316,175	267,095	113,360	380,455
1997	139,821	138,714	278,534	225,793	86,246	312,038
1998	108,089	102,992	211,081	73,401	60,024	133,425
1999	140,482	170,980	311,461	98,917	79,012	177,929
2000	115,003	152,677	267,679	245,353	73,633	318,986
2001	120,755	146,033	266,788	172,913	79,583	252,496
2002	142,020	150,286	292,305	131,549	76,371	207,919
2003	121,599	161,075	282,673	131,814	72,180	203,993

（３）漁獲努力量

日本海における中型いか釣り漁船の漁獲努力量（操業日数）は、1980年代半ばまでは10万日前後であったが、その後の減船により大きく減少し、1990年代以降は3万日を下回る水準で推移している（図5）。

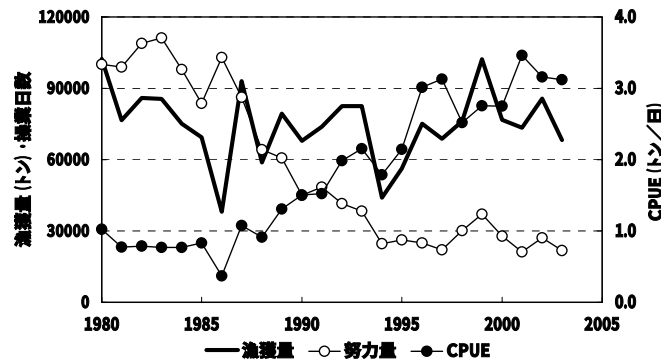


図5．日本海における中型いか釣り漁船のCPUE、漁獲量、努力量の推移

4．資源の状態

（１）資源評価方法

秋季発生系群が中心となる日本海では、漁場一斉調査の結果を用いて資源変動が把握されている（補足資料1－1）。ここでは、漁場一斉調査結果によって算出される資源量指数で資源水準を把握すると共に、これまでの資源量推定結果を用いて資源量指数を定量化した。さらに漁獲量と自然死亡係数を与えることによって1979年以降の産卵親魚数を推定し、再生産関係の推定に用いた。資源量および再生産関係の推定方法は補足資料1－2に示した。

（２）資源量指標値の推移

資源量指数

資源量指数として日本海の漁場一斉調査で得られた全調査点の平均CPUEを図6に示す。資源量指数は、1980年代前半は減少傾向にあり、1986年は1980年の1/7にあたる2.67個体に減少した。1987年以降は増加傾向に転じ、1990年代は1998年に一時的に減少したものの、概ね15個体前後で推移している。2000年以降は20個体以上に増加し2002年には25.04に達したが、2003年は2002年の67%である16.88に減少し、2004年にはさらに12.07に減少した。なお、漁期前の4月に実施する新規加入量調査の結果でも2003年および2004年は採集個体数が減少しており、資源量の減少が予測されていた（補足資料1－1）。

幼生分布密度

幼生の分布密度、特に口径45cmのプランクトンネットによる結果（補足資料1－1）は、資源水準が高い年代には親魚の資源水準の指標値として有効である（後藤1999）。傾向として1980年代は低い値であったが、資源量指数同様1990年代以降は高い値で推移した。2003年は資源量指数同様、やや減少した（図7）。

C P U E

日本海における中型いか釣り漁船のC P U E（1隻1日あたりの漁獲量）は1980年代後半にかけては主に1トン以下であったが、1989年以降は増加し、1996年及び1997年には3トン以上となった（図5）。その後1998年にやや減少したものの、2001年以降は再び3トン以上となった。中型いか釣り漁船の隻数は年々減少しており、C P U Eの増加は資源量の増加に加え、漁船数の減少や操業形態による影響もあると考えられる。

（3）外套背長組成の推移

漁場一斉調査（補足資料1－1）で採集された個体のC P U Eで重み付けした体長組成を図8に示す。2004年の外套背長組成は、外套背長16cm以下の個体は最近5年平均並みであったが、それ以上の個体は近年5年平均より少なく、外套背長18cm以上の個体は昨年よりも少なくなっていた。

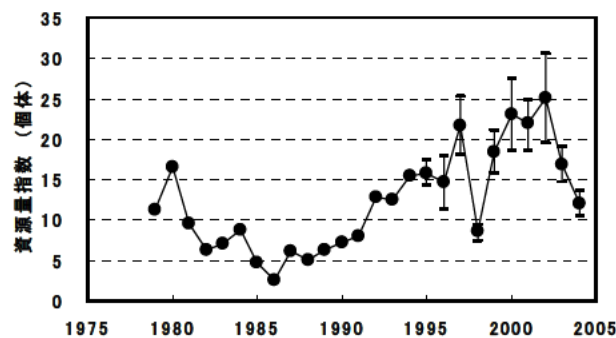


図6．資源量指数の経年変化（-は標準誤差）

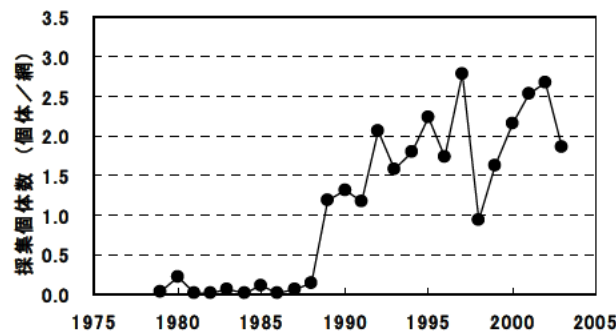


図7．スルメイカ幼生の分布密度（1 曳網あたりの平均採集個体数）

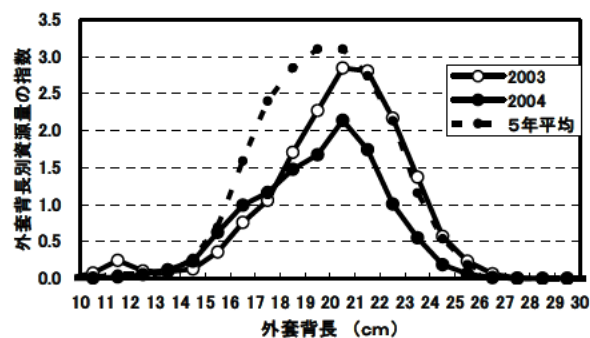


図8．漁場一斉調査結果による各年の外套背長組成

（４）資源量の推移

スルメイカ秋季発生系群の推定資源量の推移を図9に示す。傾向として、1980年代は低水準・減少傾向にあり、概ね50万トン前後で推移し、1986年には20万トンを下回った。しかし、1990年代は増加傾向となり、1990年代後半（1998年を除く）から2003年は100万トンを超える水準となった（図9）。2004年の資源量は、2004年の漁場一斉調査の結果、資源量指数が12.07であり、資源量は85万トンと推定された（図9）。2002年は近年で最も高い値であったが、その後、2003年、2004年と2年連続して減少した。

資源量と漁獲量より推定した産卵親魚量を図10に示す。産卵親魚量も資源量と同様の変動傾向にあり、1980年代前半は減少傾向であったが、1987年以降は増加に転じ、1992年以降は30～80万トンの水準になった。1998年に一時的に減少したものの、翌1999年には回復し、2000年～2002年は、近年で最も高い水準（80万トン）であった。しかし、資源量同様、2003年には減少した。推定した産卵親魚量の変動傾向は、産卵親魚量を指標すると考えられる幼生の分布密度でも同様である。

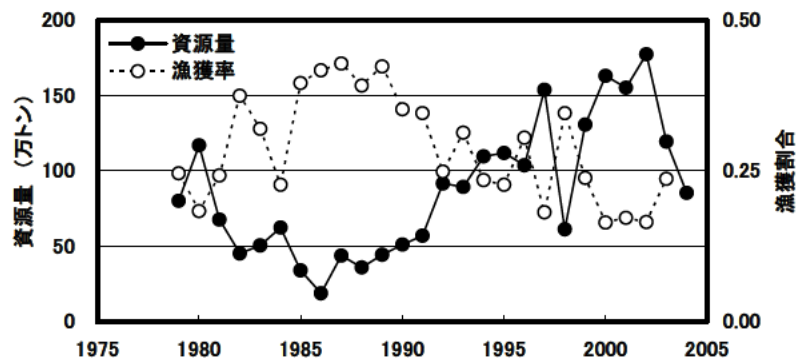


図9．スルメイカの推定資源量および漁獲割合

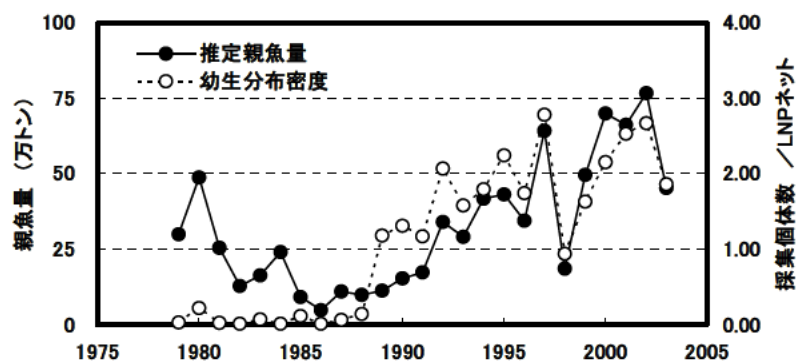


図10．スルメイカの推定産卵親魚量。幼生分布密度も合わせて示す。

（５）資源水準・動向

資源量および産卵親魚量の変化から、2004年のスルメイカ秋季発生系群の資源は「高位水準・減少」と判断した。

5. 資源管理の方策

(1) 再生産関係

スルメイカの資源水準は海洋環境と深く関係していることが近年注目されている（補足資料1－3）。1970年代半ばから1980年代後半の海洋環境は寒冷な環境にあり、スルメイカにとって好適な環境にあったと考えられるが、1990年代以降は温暖な傾向に変化し、スルメイカにとって好適な環境が継続していると考えられている（桜井他 2003）。このような海洋環境の変化はスルメイカの再生産関係に影響を与え、資源変動を引き起こすと考えられることから、好適な環境における1990年代以降のスルメイカの再生産関係を、資源個体数と産卵親魚数の関係から推定した（図11）。再生産関係にはBeverton・Holt型の再生産モデルを用いた。推定方法および推定した再生産関係式は補足資料1－2のとおりである。

推定した再生産関係式を基にすると、 $F_{msy}=0.748$ 、 $MSY=40.5$ 万トン、その時の資源量（= B_{msy} ）は98.6万トンと推定された。

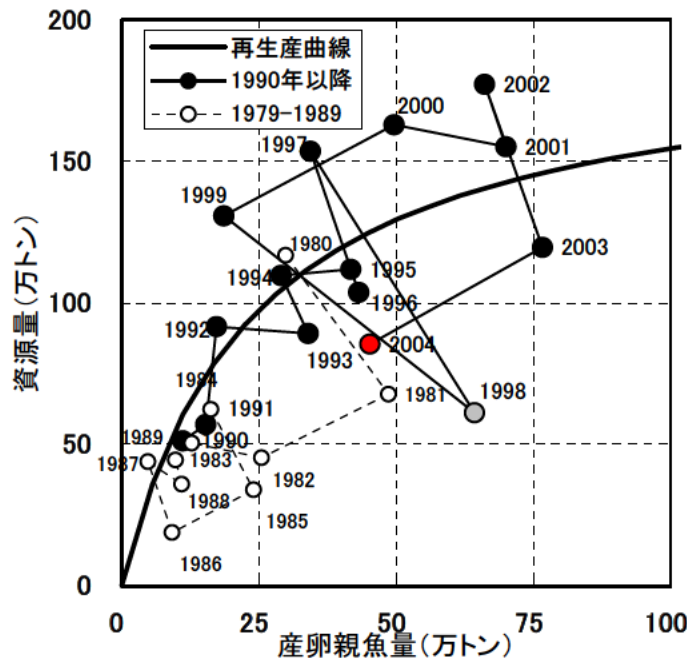


図11. 再生産曲線 1990年以降の資源量と産卵親魚量の関係（●）をもとに推定。
ただし、1998年の値（●）は除いた。○は1980～1989年の関係を示す。

(2) 今後の加入量の見積もり

今後も1990年代以降のスルメイカにとって好適な環境が継続する場合、1990年代以降の再生産関係式に従って資源が変動すると予想される。しかし、海洋環境が変化した場合、異なる再生産関係に従って加入量に変化する可能性がある。ここでは、今後も現在の好適な環境が今後も継続すると考え、1990年代の再生産関係を用いて加入量を見積もった。

(3) 漁獲圧と資源動向

スルメイカの資源が、好適な環境下の再生産関係に従うとして、各漁獲係数で漁獲した場合の資源量および漁獲量の変化を示す。

資源量		2004	2005	2006	2007	2008	2009
F値							
0.144	0.5Fcurrent(3yr)	854	1043	1289	1376	1400	1407
0.287	Fcurrent(3yr)	854	1043	1227	1297	1320	1328
0.379	Fsus(3yr)	854	1043	1186	1243	1263	1271
0.598	0.8Fmsy	854	1043	1084	1102	1110	1114
0.748	Fmsy	854	1043	1013	999	993	989
0.897	1.2Fmsy	854	1043	941	892	867	853
1.121	1.5Fmsy	854	1043	834	731	672	636

産卵親魚量		2004	2005	2006	2007	2008	2009
F値							
0.144	0.5Fcurrent(3yr)	289	496	613	654	666	669
0.287	Fcurrent(3yr)	289	430	505	534	544	547
0.379	Fsus(3yr)	289	392	445	467	475	477
0.598	0.8Fmsy	289	315	327	333	335	336
0.748	Fmsy	289	271	263	260	258	257
0.897	1.2Fmsy	289	233	211	200	194	191
1.121	1.5Fmsy	289	187	149	131	120	114

漁獲量		2004	2005	2006	2007	2008	2009
F値							
0.144	0.5Fcurrent(3yr)	253	106	131	139	142	142
0.287	Fcurrent(3yr)	253	198	233	247	251	253
0.379	Fsus(3yr)	253	252	287	300	305	307
0.598	0.8Fmsy	253	363	378	384	387	388
0.748	Fmsy	253	428	416	410	407	406
0.897	1.2Fmsy	253	485	438	415	403	397
1.121	1.5Fmsy	253	558	446	391	360	340

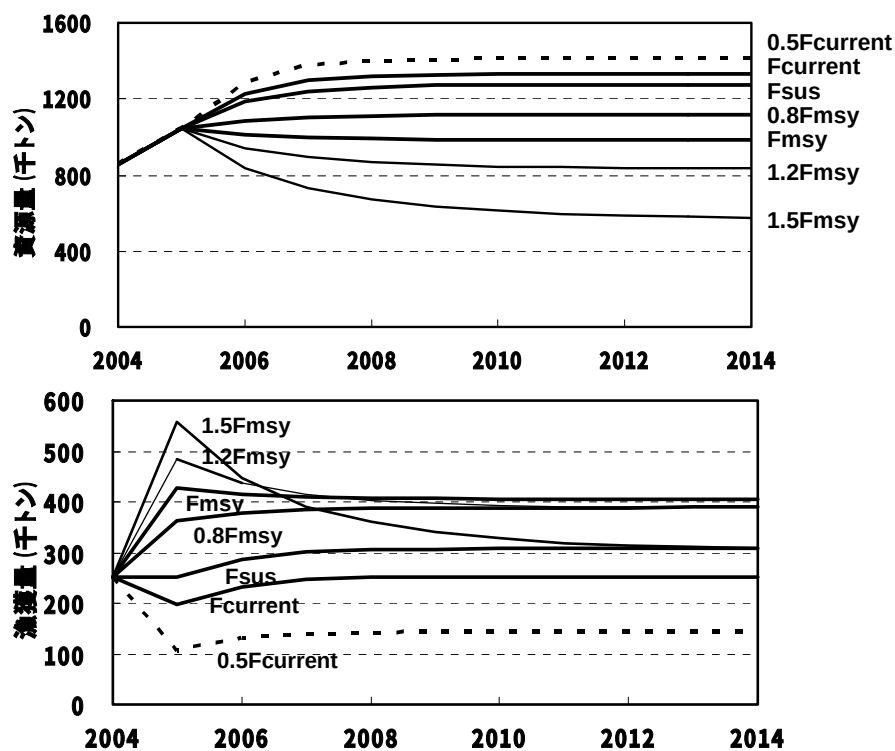


図12. 各漁獲係数で漁獲した場合の資源量および漁獲量の推移

(4) 不確実性を考慮した検討

再生産関係のバラツキに加え、1998年に代表される短期的な資源減少（15年間に1度の頻度で再生産率が半分になる）を組み込んだシミュレーションを行い、不確実性を考慮した検討を行った（補足資料1－4）。その結果、 F_{msy} で漁獲した場合は、2005～2014年の平均漁獲量が39.0万トン、平均資源量が74.9万トンであった（図13）。平均漁獲量は短期的な減少を組み込んでいるため、再生産関係式のみで検討した場合よりもやや低い値となった。0.8 F_{msy} で漁獲した場合、 F_{msy} で漁獲した場合の約95%の平均漁獲量(36.8万トン)、および111%の平均資源量（105.7万トン）となった。 F_{msy} で漁獲した場合、1980年代の資源水準である50万トン（MSY水準の約50%）を下回る頻度が6.0%であったが、0.8 F_{msy} で漁獲した場合、その頻度は3.4%に減少した。 F_{sus} および $F_{current}$ で漁獲した場合の平均漁獲量および平均資源量はそれぞれ、28.9万トンおよび119.4万トン、23.7万トンおよび124.6万トンであった。

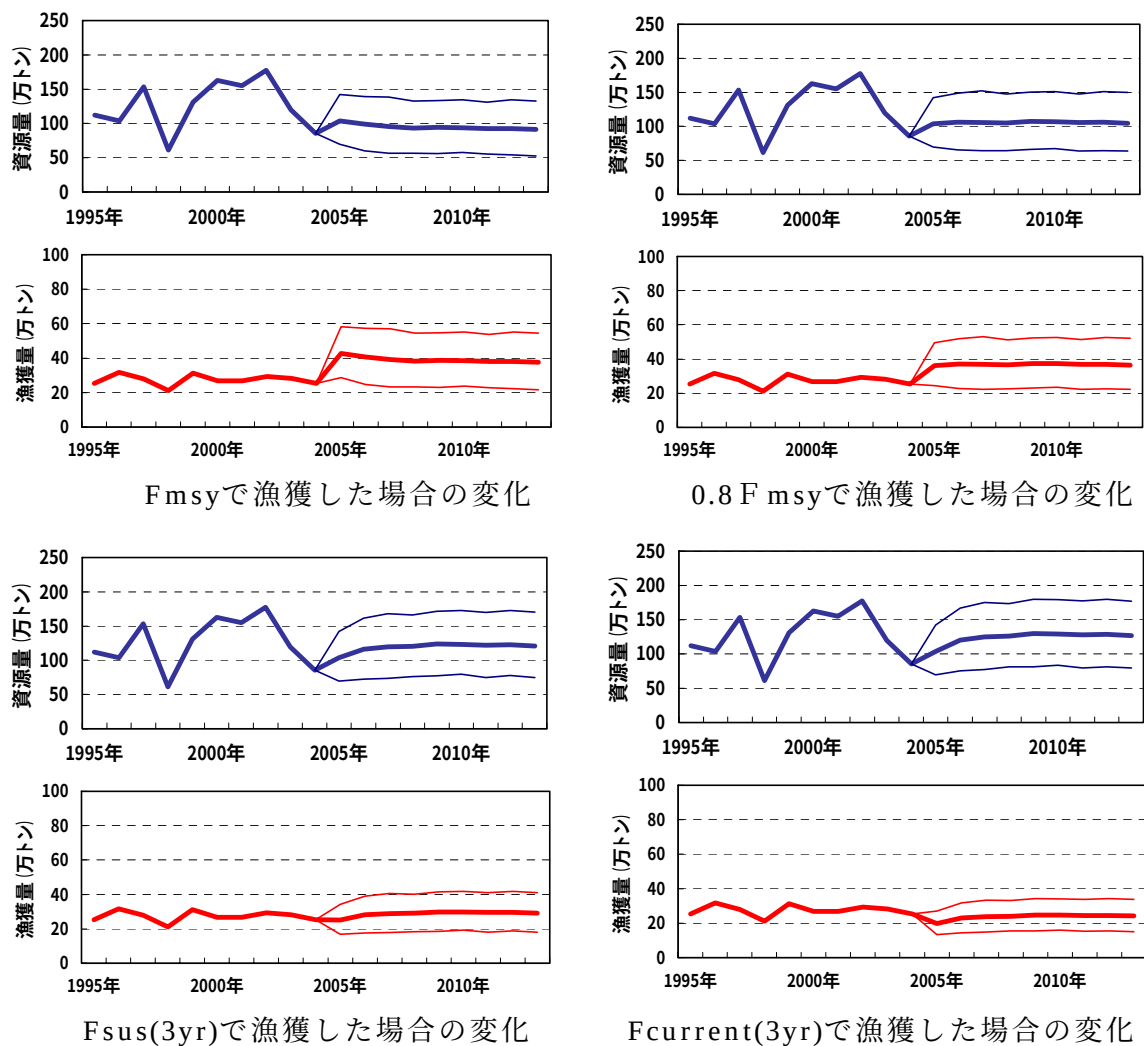


図13. 不確実性を考慮した場合の資源量および漁獲量の推移。1000回の反復計算より上位10%値、平均値、下位10%値を示す。

(5) 漁獲制御方法の提案

漁獲制御方法 (Blimitの設定)を、不確実性を考慮に入れたシミュレーションを用いて2005～2014年の平均漁獲量、およびこれまでの最低資源量である18.9万トン(1986年)を下回る確率から検討した(Blimitの設定:資源量(Bt)がBlimitを下回った場合、漁獲係数(Ft)を $F_t / B_{limit} \times (B_{limit} - B_t)$ 引き下げる)。

平均漁獲量は、現在の資源状態では漁獲係数が $F_{msy}(=0.748)$ 以下の場合、ほとんど変化が無く、Blimitを設定する効果はほとんど見られない。しかし、 F_{msy} 以上の漁獲係数で漁獲した場合、Blimitを設定しないと、平均漁獲量が漁獲係数の増加と共に減少した。一方、Blimitを B_{msy} および $1.2B_{msy}$ に設定した場合では、 $F=1$ 前後の漁獲係数で平均漁獲率が最大となったが、この場合は漁獲量の変動が大きくなり、漁業経営上、好ましくない状態も生じる可能性が考えられる。

これまでの最低資源量である18.9万トンを下回る確率は、 F_{msy} で漁獲した場合はほとんど出現しなかった(0.1%以下)。しかし、Blimitを設定しない場合、およびBlimitをこれまでの最低資源量とほぼ同等の $0.2B_{msy}(=19.7万トン)$ に設定した場合、漁獲係数の増加と共に資源量が18.9万トンを下回る確率が急速に増加した。一方、Blimitを $0.5B_{msy}$ に設定した場合はその確率が著しく低下しており、Blimitを $0.5B_{msy}$ に設定することで、これまでの最低資源量であった1986年の資源量以下に減少させる危険性を大きく減少させる効果が期待される。

以上の結果から、適切な漁獲係数(F_{msy} 以下)で漁獲した場合、Blimitを設定する必要性は低い。しかし、漁獲係数が F_{msy} よりも高い場合、Blimitを B_{msy} の50%にあたる49.3万トンに設定し、これ以下の資源量では漁獲係数を引き下げる方策が資源を崩壊させる危険性を低下させるうえで有効と判断される。

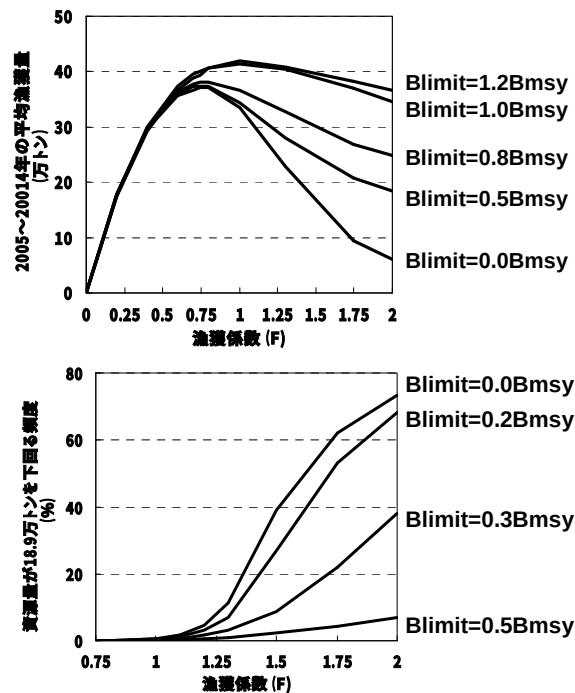


図14. Blimitの設定値と2005～2014年の平均漁獲量（上図）および1986年の資源量(18.9万トン)を下回る確率（下図）。

6. 2005年ABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

スルメイカは中長期的な海洋環境の変化によって再生産状況が変化し、資源水準が変化することが想定されている。1980年代は不適な海洋環境に加え、高い漁獲割合によって資源が減少し、低水準で推移した。1990年代以降は好適な環境への変化および漁獲割合の低下によって資源が増大し、近年は高い水準を維持してきた。今後も好適な環境と適切な漁獲割合の下、高い資源水準を維持することが見込まれるが、2003年および2004年の調査結果では2年続けて資源量指数が減少し、次年以降の調査結果によっては今後の資源動向を見直す必要もある。加えて、スルメイカの資源水準・動向は、産卵場の変化や分布・回遊経路の変化とも関係しており、これらの情報も含めて的確に判断していく必要がある。

(2) ABCの設定

管理基準値は平成16年ABC算定のための基本規則に従って算定した。現在のスルメイカ秋季発生系群の資源は減少傾向にあるものの、高水準にあると判断した。また、資源量を0.5Bmsy以下に減少させる漁獲係数では資源を大きく減少させる危険性があるが、現状の漁獲係数は高くなく、2004年の資源量も推奨されるBlimit (Bmsyの50%=49.3万トン) を上回っている。したがって、基本則の1-1)-(1)を適用し、再生産関係式から算定されるFmsy (=0.748) を管理基準値とした。

ABC対象年の2005年の資源量は資源量と漁獲係数の関係(図15)より2004年の漁獲係数を予測し(=0.486)、この漁獲係数で漁獲した場合(予測漁獲量=25.3万トン)の2004年の産卵親魚数(10.3億個体)から再生産関係を用いて104万トンと予測した。ABCの対象年となる2005年の予測資源量(104万トン)と、管理基準値(Flimit = Fmsy = 0.748)から2005年のABC limitは42.8万トン(我が国は19.3万トン:近年5カ年の秋季発生系群の漁獲量に対する我が国の漁獲比率(0.45)より算定)と算定した。

また、再生産関係や管理基準値の不確実性を考慮に入れ、Ftarget = Flimit × 0.8 (=0.598)とした。この場合、ABC target = 36.4万トン(我が国は16.4万トン)となった。

なお、資源量推定係数 p および自然死亡係数 m による算定したABC limitへの影響を補足資料1-5)に示した。それぞれの想定される範囲内($p=1.52\sim3.03$ (1979~2000年の平均漁獲率0.20~0.50)、 $m=0.3\sim1.2$)において算定されるABC limitはABC targetよりも大きく、これらの係数の不確実性による資源管理への影響は小さいと判断される。

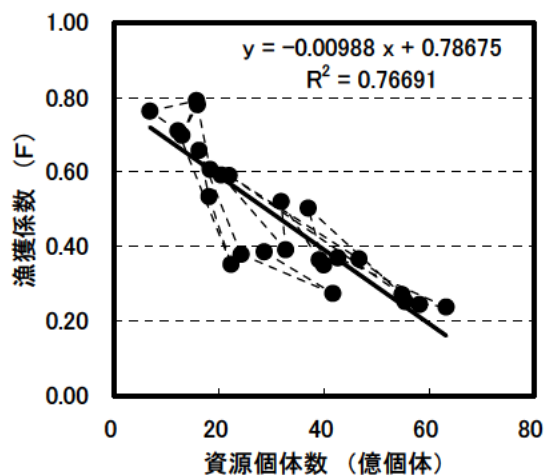


図15. 資源量と漁獲係数の関係。1979年から2003年の値を用いて推定した。

(3) 管理の考え方と許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
資源量のMSY水準の達成と維持	Fmsy	ABCLimit 428千トン (193千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は39.0万トン、平均資源量は94.9万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを94%の確率で上回った。
資源量のMSY水準の達成と維持に予防的措置をとる	0.8Fmsy	ABCtarget 364千トン (164千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は36.8万トン、平均資源量は105.7万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを97%の確率で上回った。
現状(近年3年間)の資源水準の維持	Fsus	252千トン (113千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は28.9万トン、平均資源量は119.4万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを98%の確率で上回った。
現状(近年3年間)の漁獲係数で管理する。	Fcurrent	198千トン (89千トン)	不確実性を考慮した結果では2005年～2014年の平均漁獲量は23.7万トン、平均資源量は124.6万トンであった。また、資源量が0.5Bmsyを99%の確率で上回った。

() 内は近年5カ年の秋季発生系群の漁獲量に対する我が国の漁獲比率 (0.45) より算定した我が国のABC。

(4) ABCの再評価 (千トン)

評価対象年	管理基準	資源量	ABCLimit	ABCtarget	漁獲量	管理目標
2003年(当初)	Fmsy(0.719)	1599	638	512	283	MSY水準の維持
2003年(再評価)	Fmsy(0.812)	1195	516	432	283	MSY水準の維持
2003年(再々評価)	Fmsy(0.748)	1195	491	416	283	MSY水準の維持
2004年(当初)	Fmsy(0.812)	1333	580	485		MSY水準の維持
2004年(再評価)	Fmsy(0.748)	854	351	298		MSY水準の維持

7. A B C 以外の管理方策への提言

スルメイカの資源水準は漁獲による影響に加え、中長期的な海洋環境の変化が関与している。したがって海洋環境や幼生の分布状況（産卵海域の形成位置）のモニタリング調査（補足資料1-1-2））を継続して実施することで中長期的な海洋環境の変化を把握することが重要である。そして海洋環境の寒冷化や海洋構造の変化および産卵場形成位置の変化が観察された場合は、スルメイカの資源動向が変化する兆候として対応策を検討する必要がある。また、スルメイカの再生産は短期的な海洋環境の変化により、大きく変化する場合がある。そのため新規加入量調査（補足資料1-1-3））によって、再生産状況を早期に把握していくことも重要である。

8. 引用文献

- 安達二郎 (1987) スルメイカは2回産卵することの検討. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告(昭和61年度), 17-24, 東北水研八戸.
- 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), 66pp, 日本水産資源保護協会.
- 後藤常夫 (1999) 口径 45cm プランクトンネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集とその有効性(要旨). イカ類資源研究会議報告(平成10年度), 99-100, 北水研.
- Goto, T. (2002) Paralarval distribution of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* during fall in the southern Sea of Japan and its implication for locating spawning grounds. *Bul. mar. sci.* 7(1), 299-312.
- 浜部基次・清水虎雄 (1966) 日本海西南海域を主としたスルメイカの生態学的研究. 日水研報告,(16), 13-55.
- 笠原昭吾・永澤亨 (1988) 対馬暖流系スルメイカ稚仔分布の経年変動. イカ類資源・漁海況検討会議報告(昭和62年度), 34-45, 北水研.
- 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・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・檜山義明 (1996) 日本海におけるスルメイカの分布海域による成長の差異. 日水研報告,(46), 77-86.
- 木所英昭・後藤常夫・笠原昭吾 (2004) 日本海におけるスルメイカの産卵場の変化と海洋構造の変化の関係. イカ類資源研究会議報告(平成15年度), 日水研, 印刷中.
- 木所英昭・森賢・後藤常夫・木下貴裕 (2002) 我が国におけるスルメイカの資

- 源評価・管理方策について．資源管理談話会報，(30)，18-35，日本鯨類研究所．
- 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．北水研報告，(65)，21-43．
- 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．
- 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．
- 中村好和・森 賢 (1998) 1996年の道東・南部千島太平洋並びにオホーツク海でのスルメイカとアカイカの分布と回遊．北水研報告，(62)，63-82．
- Nakata, J. (1993) Long-term changes in catch and biological features of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in waters off the east coast of Hokkaido. pp.343-350. In *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, ed. by Okutani, T., O'Dor, R. K. and Kubodera, T., Tokai University Press, Tokyo.
- 日本海区水産研究所 (1997) 対馬暖流系スルメイカ．平成 9 年度我が国周辺漁業資源評価票，水産庁．
- 日本海区水産研究所 (1998) 対馬暖流系スルメイカ．平成 10 年度我が国周辺漁業資源評価票，水産庁．
- 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.
- 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．
- 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．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・山本 潤・木所英昭・森 賢 (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．海洋，**35**，(2)，100-106．
- 谷津明彦・木所英昭・木下貴裕 (2002) スルメイカの資源水準によりパラメータを変化させたプロダクションモデル．平成14年度日本水産学会大会講演要旨集，20．

補足資料 1－1

調査船調査の一覧と解説

1) 漁場一斉調査および資源量指数

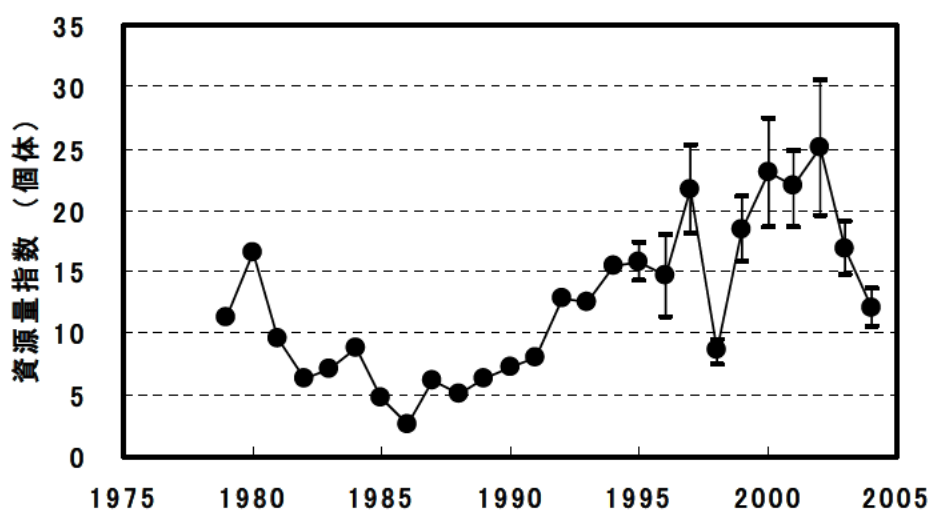
漁場一斉調査（釣獲試験調査）

スルメイカ秋季発生系群の主分布域である日本海では、6月から7月にかけて、日本海側各試験研究機関共同で釣獲試験による分布調査（漁場一斉調査）が継続して実施されている。この調査は通常ロシアEEZ内を含む（2000年および2002～2004年は我が国EEZ内のみ）日本海のほぼ全域を対象に60～70の調査点で実施され、魚群の分布状況や魚体の大きさが把握されている。

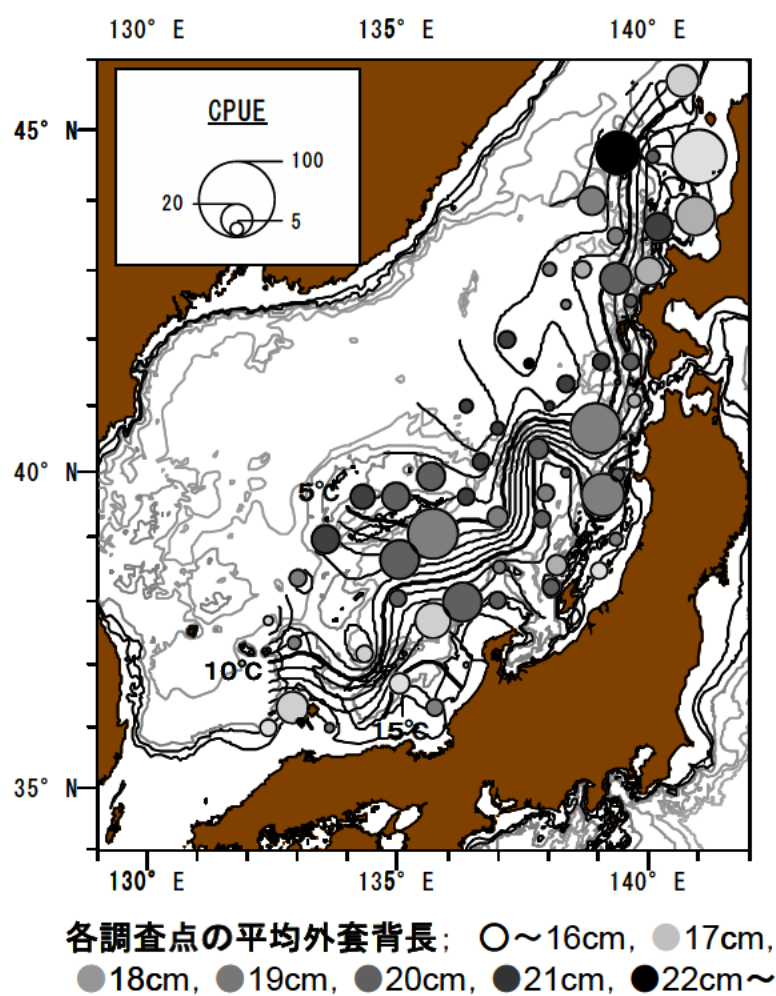
これまで日本海では、漁場一斉調査で得られた全調査点のCPUEの平均値を資源量指数として用いて変動状況を把握し、スルメイカの資源評価や漁況予報を行ってきた。漁場一斉調査は、1994年以前は6月、7月、9月の3回実施されてきたが、1995年以降は7月のみの実施となっている。したがって、資源評価に用いる資源量指数は、1995年を境に下記のように求めた。

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

1978年以降の資源量指数の変化を付図1に示す。資源量指数は、1980年代前半は減少傾向にあり、1986年には1980年の1/7にあたる2.67個体に減少した。しかし1987年以降は増加傾向に転じ、1990年代は1998年に一時的に減少したものの、概ね15個体前後で推移し、2000年以降は20個体以上に増加したが、2003年は16.88に減少した。2004年の調査結果では資源量指数は12.07個体であり、昨年の値(16.88個体)の71%、近年5年間の平均値(21.06個体)の57%に減少し、過去25年間の平均値(12.29個体)とほぼ同様(98%)であった。また、分布状況を見ると、特に沖合域の分布密度が低く、沖合域での分布量が少ないことが特徴となっていた。



付図 1 . 資源量指数の経年変化

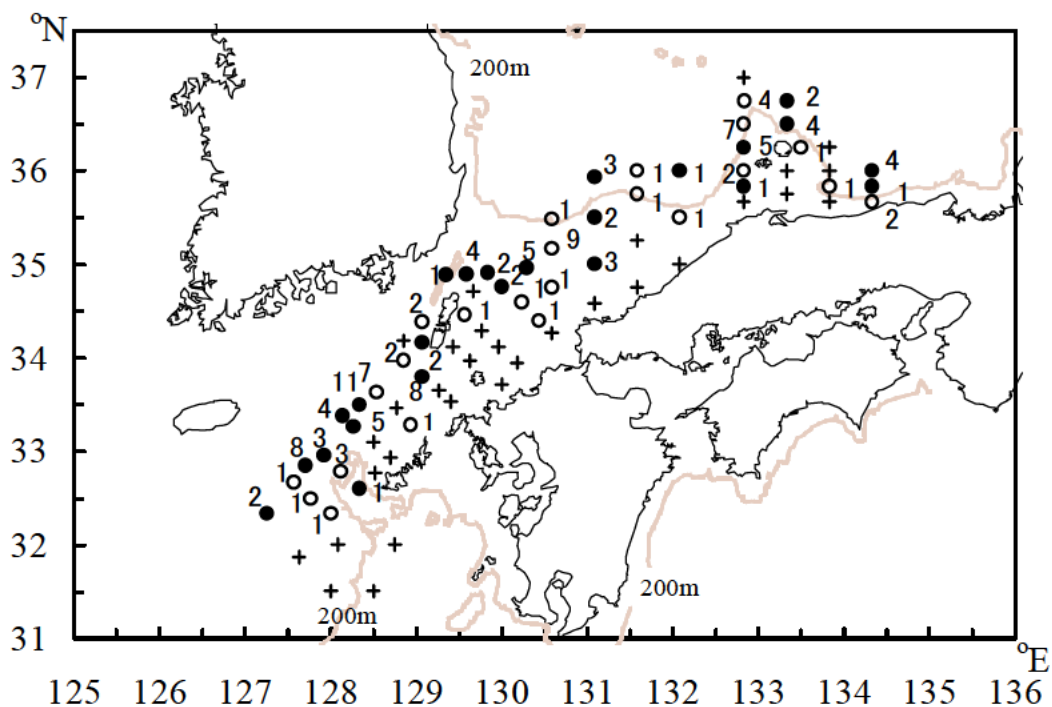


付図 2 . 2004 年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果。各調査点の CPUE と水深 100m の水温分布図を合わせて示した。

2) 稚仔分布調査

スルメイカ幼生の分布状況把握を目的として、10～11月にスルメイカ秋季発生系群の主産卵場である山陰から九州北西部沿岸域で口径45cm（鉛直曳）及び80cm（傾斜曳）のプランクトンネットを用いて実施されている（付図3）。幼生の分布密度は翌年の加入量よりもその年の産卵親魚量との相関が高いことが知られ（笠原・永澤1988）、特に口径45cmのプランクトンネットによる結果は、資源水準が高い年代には親魚の資源水準を把握するのに有効であることが報告されている（後藤1999）。

スルメイカ幼生の分布密度は、1980年代は低い値であったが1989年以降増加し、資源量指数同様1990年代は高水準になっている（付図4）。なお、1998年は、資源量指数同様、約半分の水準に減少したが、翌1999年には回復し、2002年は近年で最も高い値を示している。しかし、資源量指数同様、2003年には高い水準を維持しているものの、減少した。稚仔分布調査をもとにすると、近年のスルメイカ秋季発生系群の産卵親魚量は多く、良好な再生産状況を維持していると推察することができる。

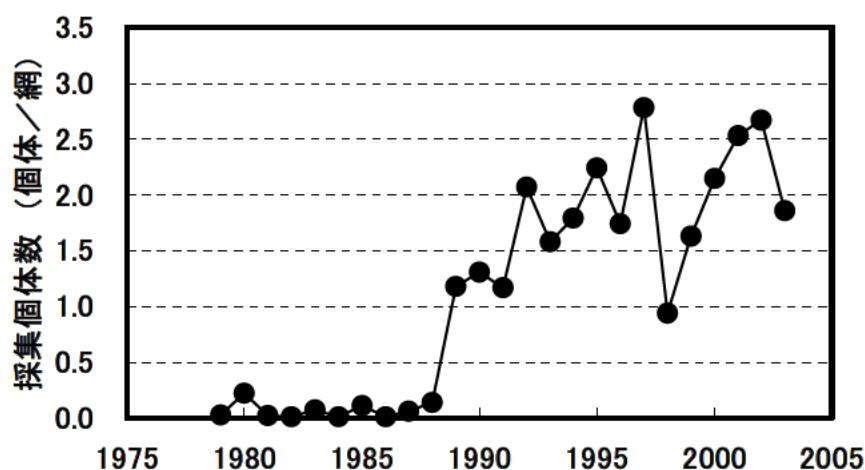


付図3 改良型NORPACネットによるスルメイカ稚仔の出現位置と採集個体数
(2003年10月11～27日, 調査船 みずほ丸: 日水研)

+: 採集個体数が0の定点

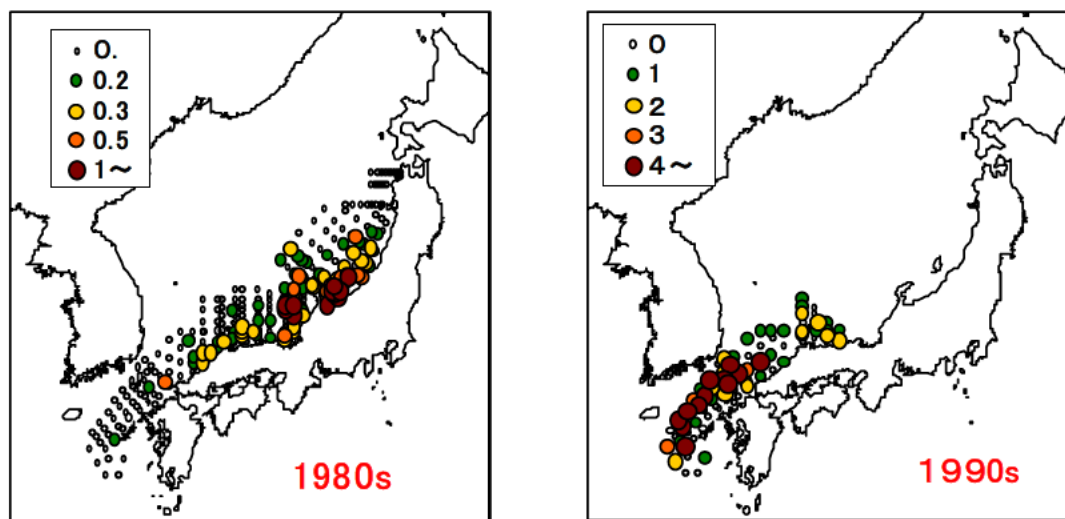
●: 多量の卵黄を持つ稚仔が採集された定点

○: 上記以外の稚仔が採集された定点



付図 4. スルメイカ幼生の分布密度の経年変化
口径45cmによる1網あたりの平均採集個体数で示す。

また、これまでの調査結果からスルメイカ幼生の分布海域（産卵場を示している）はスルメイカの資源水準にともない変化することが明らかになっている（Go to 2002）。資源水準が低かった1980年代半ば主に北陸沿岸域がスルメイカ幼生の主分布域であったが、資源が増加に転じた1980年代後半以降は対馬海峡から東シナ海まで幼生の分布域が拡大した（付図5）。このような幼生海域の変化（産卵海域の変化を示す）は海洋環境の変化が関連していると考えられ、スルメイカの幼生の分布域を把握することによって海洋環境がスルメイカ資源によって好適（幼生の分布が対馬海峡付近にある場合）であるか、不適（幼生の分布域が対馬海峡付近にみられない場合）であるかの判断に用いることができる。



付図 5. スルメイカ幼生の分布域の変化

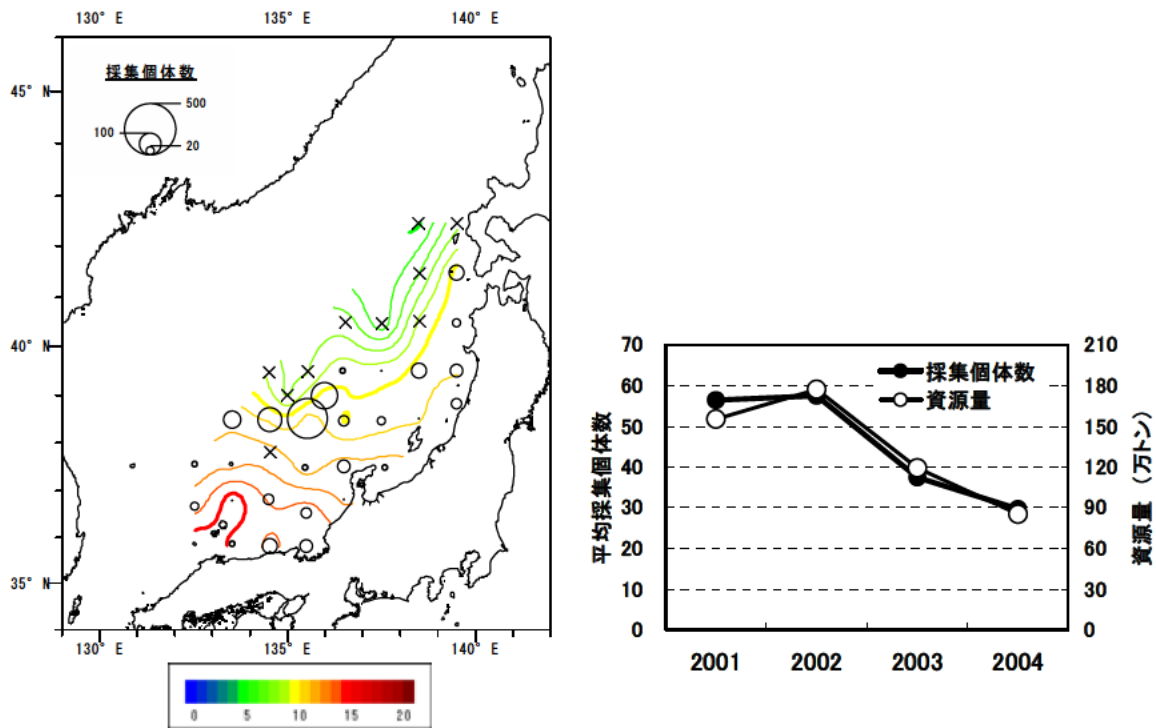
左図は資源水準の低かった1980年代の採集結果（1網あたりの採集個体数）、右図は資源水準が高くなった1990年代の採集結果（1網あたりの採集個体数）。

3) 新規加入量調査

スルメイカは単年性の生物である。そのため、資源が毎年更新し、新規加入群のみがその年の漁獲対象資源となる。さらにスルメイカの幼生から加入までの生残率は環境の影響を受けやすく、年によっては十分な産卵親魚量を確保したにもかかわらず、資源量が大きく減少する場合がある。したがって産卵親魚量による資源量予測に加え、漁期前の調査を基にした精度の高い資源量の早期把握手法の開発が以前より求められてきた。

そこで表層トロール網（主に網口の直径12mの表層トロール網）を用いて漁期直前にスルメイカの分布量を把握し、資源量を予測する調査を2001年より実施している。調査は4月の対馬暖流域のほぼ全域を対象として調査を行っている。

2004年4月の調査結果では、大和堆の南部海域を中心に採集されたが、全調査点の1曳網あたりの平均採集個体数は30個体にとどまった（付図6）。2001年から2004年の新規加入量調査の平均採集個体数と漁場一斉調査結果を基にした推定資源量はほぼ同じような変動を示しており、今後、この調査結果をもとに漁期前の早期（当年の4月）に資源量を把握することが期待される。



付図6. 2004年日本海スルメイカ新規加入量調査結果

左図；採集調査結果による分布状況

右図；平均採集個体数と推定資源量の関係

補足資料 1 - 2

資源量および再生産関係の推定方法

スルメイカ秋季発生系群の資源個体数 (N_t) は、漁場一斉調査結果 (補足資料 1-1-1) より得られる資源量指数 (U_t) をもとに以下の方法で求めた。

なお、用いた生物学的パラメータ (成長、自然死亡係数) は次の通りである。

成長：スルメイカは孵化後 6 ヶ月以降に加入し、寿命とされる 1 年 (孵化後 12 ヶ月) まで漁獲対象になると仮定した。したがって、資源評価にあたっては、漁獲物の体重を漁獲対象となる期間の中間にあたる孵化後 9 ヶ月の体重 (280 g) として用いた。また、加入時、産卵時の体重も便宜的に 280g として計算した。

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) による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、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。

スルメイカ秋季発生系群の資源個体数 (N_t) は、漁場一斉調査結果より得られる資源量指数 (U_t) に比例し、以下のように示されると仮定した。

$$N_t = p \cdot U_t \quad (1)$$

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、 p は定数であり、資源量指数に係数 p をかけることで、資源量を計算することができ、さらに 1 個体あたりの体重 (280g) をかけることで、資源量が求まる。

秋季発生系群が主体と考えられる日本海のスルメイカの資源量はこれまでの推定の結果 (日本海区水産研究所 1997; 1998; 谷津ほか 2002)、資源が減少した 1980 年代は約 50 万トン、増大した 1990 年代は 70~150 万トンの水準と推定され、この間の漁獲率は 0.2~0.4 の水準にあるとされている。そこで、1980 年代の資源量の平均が 50 万トン、1990 年代の資源量が平均 100 万トン、1979~2000 年の漁獲率の平均値が 0.3 となるような値 (この場合、1979~2000 年の平均資源量は 78 万 3 千トン) を妥当と考え、その際の係数 $p (= 2.528 \times 10^8)$ を仮定値として用いた。その結果、資源量は図 9 のように計算された。なお、 t 年の漁獲率 (E_t) は以下のように計算した。

$$E_t = \frac{Y_t}{w \cdot N_t} \quad (2)$$

ここで、 Y_t は日本と韓国の t 年におけるスルメイカ秋季発生系群の漁獲量であり、 w は 1 個体あたりの平均体重である。

次に産卵親魚数 (S_t) は下記の式で求めた。

$$S_t = N_t \cdot e^{-M_t - F_t} \quad (3)$$

ここで F_t は漁獲係数、 M_t は自然死亡係数であり、 F_t は漁獲量 (Y_t) から (4) 式を満たす値として数値計算より求め、自然死亡係数 M_t は資源量に関係なく 0.6 として計算した。

$$Y_t = \frac{F_t}{F_t + M_t} \cdot (1 - e^{-M_t - F_t}) \cdot N_t \cdot w \quad (4)$$

以上の仮定および方法を用いてスルメイカ秋季発生系群の資源量および産卵親魚量を推定した。

再生産関係式は、中長期的な海洋環境と加入動向の関係をもとに、近年の良好な加入状況が続く1990年以降の産卵親魚と資源個体数の関係を基に推定した（ただし関係式を推定する際、環境の一時的な悪化によって資源が大きく減少したと考えられる1998年の値は除いた）。再生産関係はBeverton-Holt型をモデルに誤差が対数正規分布に従うとして、誤差(ε)の2乗和が最小になるように係数 a 、 b を求めた。

$$\ln(N_t) = \ln(a) + \ln(S_{t-1}) - \ln(1 + bS_{t-1}) + \varepsilon \quad (5)$$

その結果、 $a=7.91$ 、 $b=0.115$ と推定され、再生産関係式は下記のように求められた。

$$N_t = \frac{7.91S_{t-1}}{1 + 0.115S_{t-1}} \quad (6)$$

また、再生産関係式(5)は、(3)式より S_{t-1} を N_{t-1} で示し、次のように書くことができる。

$$N_t = \frac{7.91N_{t-1} \cdot e^{-M_{t-1}-F_{t-1}}}{(1 + 0.115N_{t-1}e^{-M_{t-1}-F_{t-1}})} \quad (7)$$

なお、定常状態 ($N_t = N_{t-1}$) の資源個体数は

$$N = \frac{7.91e^{-M-F} - 1}{0.115e^{-M-F}} \quad (8)$$

で示され、その時の漁獲量 (SY) は (8) 式を (4) 式に代入して下記の様になる。

$$Y = \frac{F}{F+M} \cdot (1 - e^{-M-F}) \cdot \frac{7.91e^{-M-F} - 1}{0.115e^{-M-F}} \cdot w \quad (9)$$

管理基準値となる F_{msy} は、(9) 式において、漁獲量 (Y) が最大となる漁獲量 (MSY) の F ($= F_{msy}$) として求めた。その結果、 F_{msy} は0.748と推定され、MSYは40.5万トン、この時の資源個体数33.2億個体、資源量 (B_{msy}) は98.6万トンと計算された。

なお、 t 年のABCは (7) 式における前年の資源量及び予測される漁獲係数と管理基準値 ($= F_{msy}$) から下記のように算定される。

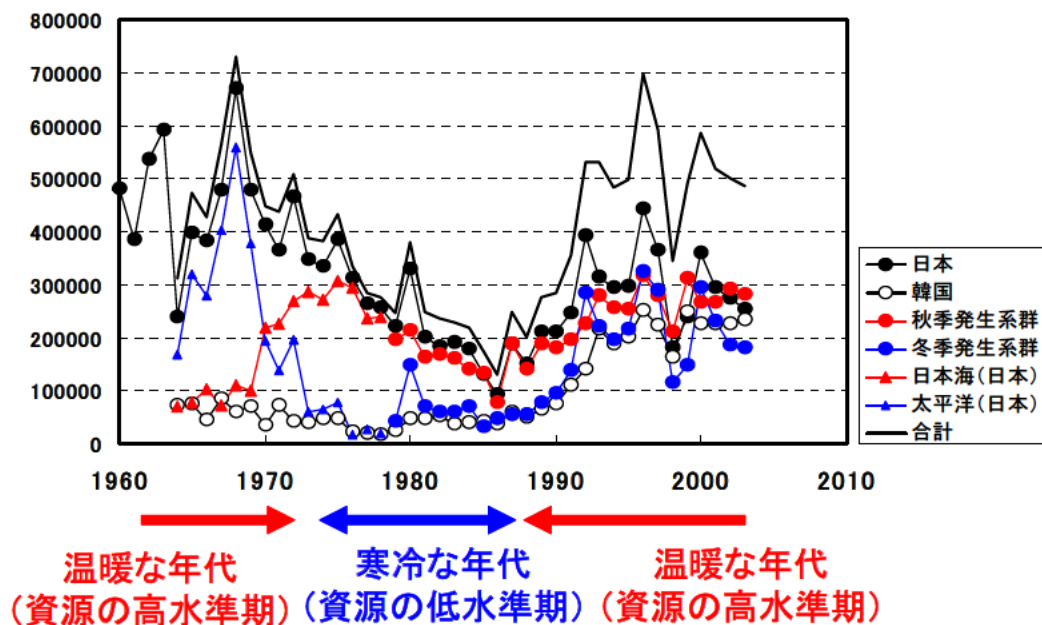
$$ABC_t = \frac{F_{msy}}{F_{msy} + M_t} \cdot \frac{a \cdot N_{t-1} \cdot e^{-M_{t-1}-F_{t-1}}}{(1 + b \cdot N_{t-1}e^{-M_{t-1}-F_{t-1}})} \cdot (1 - e^{-M_t - F_{msy}}) \cdot w \quad (10)$$

2004年の各推定値および仮定値は、 $N_{2004}=30.5$ 億個体、 $a=7.91$ 、 $b=0.115$ 、 $F_{msy}=0.748$ 、 $M=0.6$ 、 $F_{2004}=0.486$ 、 $w=2.8$ であり、式10より2005年のABCを428千トンと算定した。

補足資料 1－3

海洋環境の変化とスルメイカの資源変動

スルメイカの資源量は中長期的および短期的な海洋環境の変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；木所ら2002）。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ていると考えられている（Sakurai *et al.* 2000）。レジームシフトは1980年代後半に起こり、寒冷期から温暖期に移行したとされているが、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ている。一般に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な年代であるが、寒冷な年代はスルメイカの資源にとって不適な年代になると考えられている。なお、系群による特徴として、秋季発生系群は冬季発生系群と比較して海洋環境の中長期的な変化による資源量の変動幅が小さい（付図7）。



付図7. スルメイカの系群別漁獲量の変化と海洋環境の変化の概要

海洋環境が与えるスルメイカ資源への影響として桜井ら（2003）は、寒冷な年代には水温の低下によって冬季の対馬海峡付近は再生産に不適な環境となり、冬季発生系群を中心として資源水準の低下を引き起こす要因になったと考えている。また、木所ら（2004）は日本海における海洋構造の変化がスルメイカの回遊経路を変化させ、寒冷な時期には秋季発生系群の主産卵場が対馬海峡付近から本州中部沿岸に変化するとともに資源の減少を引き起こす要因になったと考えている。このように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指摘され、影響を与えるプロセスについても様々な仮説を基に検証が進められている。しかし、依然不明な点が多く、今後も調査結果をもとに検討していく必要がある。

補足資料 1 - 4

漁獲制御方策に用いたシミュレーションは下記の方法で行った。

推定したBeverton-Holt型の再生産関係式に再生産関係の不確実性および1998年に観察されたような短期的な再生産率の減少を考慮し、スルメイカの再生産関係を下記のように示した。

$$N_t = \left(\frac{7.91N_{t-1} \cdot e^{-M_{t-1}-F_{t-1}}}{(1 + 0.115N_{t-1}e^{-M_{t-1}-F_{t-1}})} \cdot e^\varepsilon \right) \cdot \delta \quad (1)$$

ここで N_t は資源個体数、 ε は、再生産の過程誤差であり、推定した再生産関係式と観測値の誤差から正規分布（平均0、標準偏差0.249）を仮定し、乱数を発生させて与えた。また、 δ は短期的な海洋環境の変化による資源量の一時的な減少を示し、15年に1回の割合で資源量が半分になるように与えた（6.7%の確率で0.5をランダムに発生させて与えた）。

また、スルメイカの減少過程を下記のように示した（加入後の自然死亡係数 M_t は資源量に関係なく0.6として計算した）。

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

ここで、 β は資源量が B_{limit} を下回ったときの漁獲係数の減少係数で、資源の減少と共に下記のように直線的に減少するとして与えた。

$$\beta = \frac{N_t}{B_{limit}} \quad (3)$$

なお、漁獲量は下記のように計算した（ w は280gとした）。

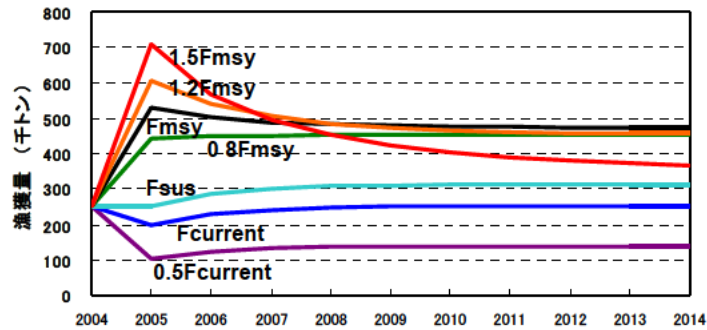
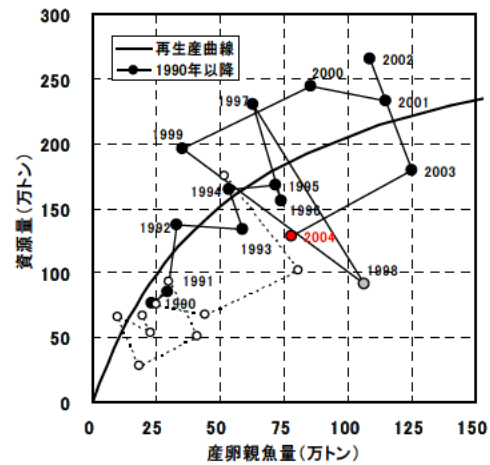
$$Y_t = \frac{\beta \cdot F_t}{\beta \cdot F_t + M_t} \cdot (1 - e^{-M_t - F_t \cdot \beta}) \cdot N_t \cdot w \quad (4)$$

シミュレーションは初期値に2004年の資源個体数を与え、(2)式で2004年の推定漁獲係数より2004年の産卵親魚数を計算した後、(1)で2005年の資源個体数を求めた。その後は、検討対象とする漁獲係数および B_{limit} 値を式(2)および(3)に代入し、順次計算した。シミュレーションは2005年から2014年までの10年間を1000回反復した。なお、資源量および産卵親魚量は資源個体数および産卵親魚個体数に体重 w （全て280gとした）をかけて計算した。

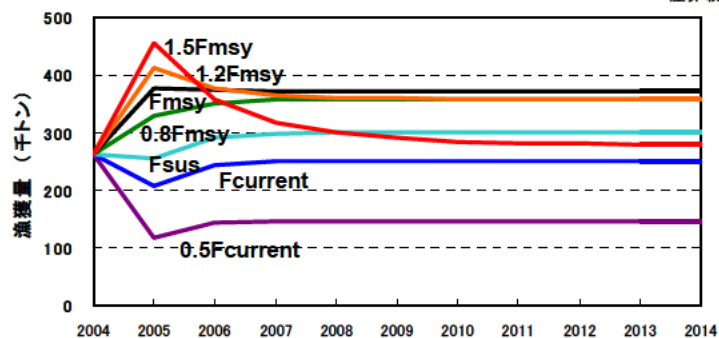
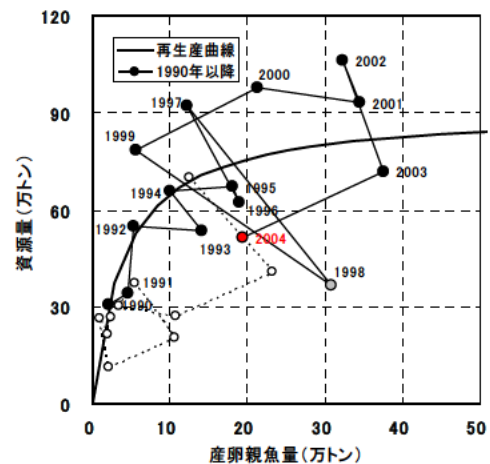
補足資料 1 - 5

資源量推定係数 p および自然死亡係数 m による各算定値の変化

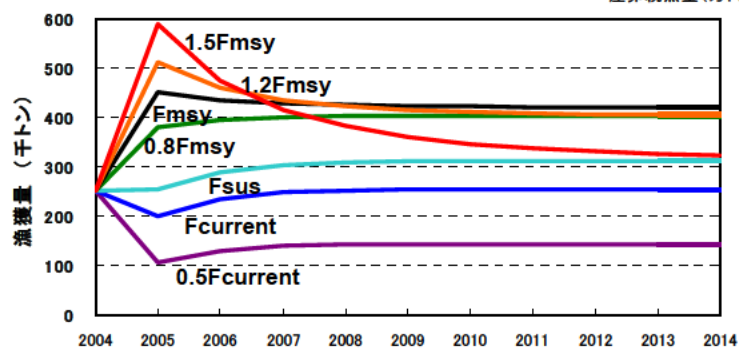
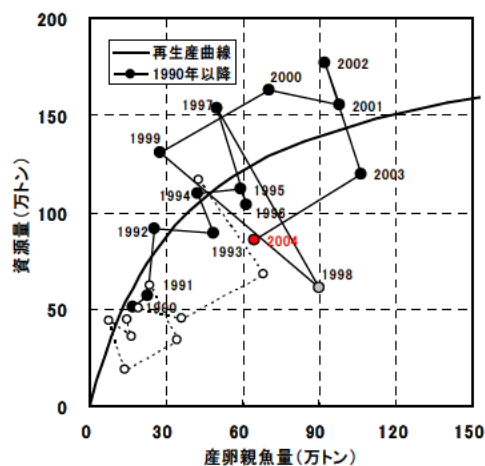
資源量推定係数 $p =$	3.79
平均漁獲率(1979~2000) =	0.20
2004年資源量 =	128.18 万トン
$m =$	0.60
再生産曲線パラメータ	
$\alpha =$	5.72
$\beta =$	0.050
$B_{msy} =$	138.94 万トン
$MSY =$	47.29 万トン
$F_{msy} =$	0.580
2005年予測資源量 =	155.19 万トン
2005年ABClimit =	52.82 万トン
わが国EEZ内 =	23.77 万トン
漁獲割合 =	0.340



資源量推定係数 $p =$	1.52
平均漁獲率(1979~2000) =	0.50
2004年資源量 =	51.27 万トン
$m =$	0.60
再生産曲線パラメータ	
$\alpha =$	22.47
$\beta =$	0.692
$B_{msy} =$	64.04 万トン
$MSY =$	37.20 万トン
$F_{msy} =$	1.296
2005年予測資源量 =	64.61 万トン
2005年ABClimit =	37.53 万トン
わが国EEZ内 =	16.89 万トン
漁獲割合 =	0.581



資源量推定係数 ρ	2.53
平均漁獲率(1979~2000)	0.30
2004年資源量	85.45 万トン
m	0.30
再生産曲線パラメータ	
α	5.18
β	0.073
Bmsy	97.21 万トン
MSY	42.06 万トン
Fmsy	0.678
2005年予測資源量	104.00 万トン
2005年ABCLimit	45.00 万トン
わが国EEZ内	20.25 万トン
漁獲割合	0.433



資源量推定係数 ρ	2.53
平均漁獲率(1979~2000)	0.30
2004年資源量	85.45 万トン
m	1.20
再生産曲線パラメータ	
α	19.17
β	0.301
Bmsy	101.33 万トン
MSY	38.49 万トン
Fmsy	0.913
2005年予測資源量	105.15 万トン
2005年ABCLimit	39.95 万トン
わが国EEZ内	17.98 万トン
漁獲割合	0.380

