

平成 17 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、後藤常夫、田 永軍、木下貴裕）

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の影響に加えて海洋環境の変化によって大きく変動する。1980年代は資源水準が低かったが、1990年代以降は好適な環境（高水温環境）が持続し、近年は減少傾向にあるものの高い資源水準を維持している。したがって好適な環境下におけるMSY水準（100万トン）の維持を管理目標とした。管理基準値は再生産関係式より推定した F_{msy} を用いた。 F_{msy} は0.780と推定され、2006年の予測資源量が125万トンであることから、2006年のABC limitは52万9千トン（漁獲割合は42.3%）、不確実性を考慮したABC targetは45万0千トン（漁獲割合は36.0%）と算定した。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	529千トン(234千トン)	F_{msy}	0.780	42.3%
ABCtarget	450千トン(199千トン)	0.8 F_{msy}	0.624	36.0%

※（ ）内は秋季発生系群の漁獲量に対する我が国EEZ内の漁獲比率の近年5年平均値（0.44）より算定した値。F値は漁期間（6ヶ月間）の値。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
資源量のMSY水準の達成と維持	F _{msy}	ABClimit 529千トン (234千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は42.3万トン、平均資源量は100.2万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} (100万トン)を下回る年が出現する確率は53.5%、1980年代の資源水準である50万トン(MSY水準の約50%=B _{limit})を下回る年が出現する確率は4.7%であった。
資源量のMSY水準の達成と維持に予防的措置をとる	0.8F _{msy}	ABCtarget 450千トン (199千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は39.7万トン、平均資源量は110.5万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} (100万トン)を下回る年が出現する確率は39.8%、1980年代の資源水準である50万トン(MSY水準の約50%=B _{limit})を下回る年が出現する確率は2.9%であった。

参考値

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
現状(近年3年間)の資源水準の維持	F _{sus}	488千トン (215千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は41.2万トン、平均資源量は105.9万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} (100万トン)を下回る年が出現する確率は45.9%、1980年代の資源水準である50万トン(MSY水準の約50%=B _{limit})を下回る年が出現する確率は3.6%であった。
現状(近年3年間)の漁獲係数で管理する。	F _{current}	282千トン (124千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は28.4万トン、平均資源量は126.4万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} (100万トン)を下回る年が出現する確率は24.3%、1980年代の資源水準である50万トン(MSY水準の約50%=B _{limit})を下回る年が出現する確率は1.3%であった。

※()内は秋季発生系群の漁獲量に対する我が国EEZ内の漁獲比率の近年5年平均値(0.44)より算定した値。F値は漁期間(6ヶ月間)の値。

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2003	1201	282	0.381	23%
2004	859	216	0.413	25%
2005	1156			

	指 標	値	設定理由
B _{ban}	未設定		
B _{limit}	資源量	500千トン	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
2005年	資源量	1156千トン	

(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いる。なお、資源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。

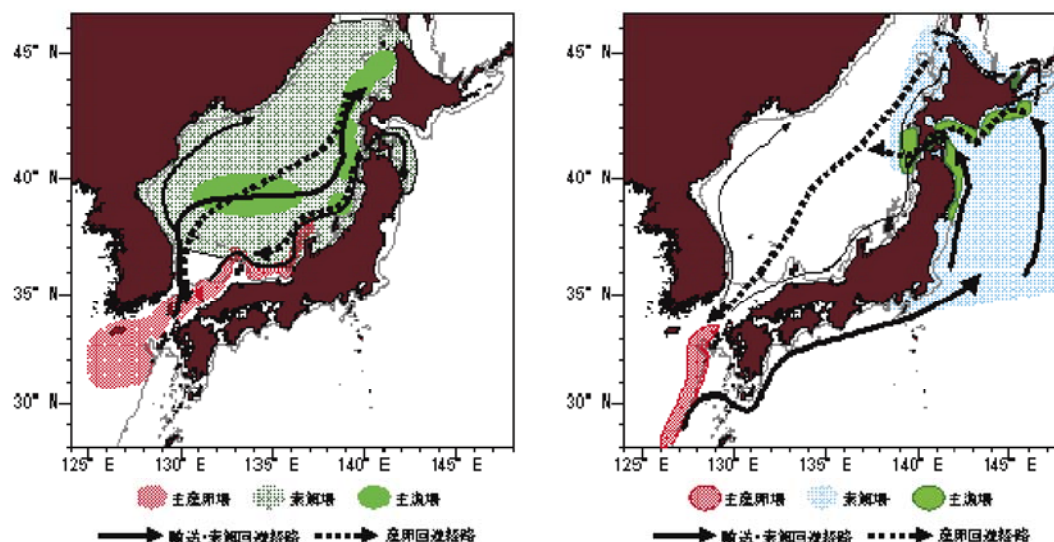


図1 スルメイカの分布回遊図（秋季発生系群と冬季発生系群）

秋季発生系群は主に日本海に分布し、夏から秋に漁獲対象となる。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回遊範囲が拡大し、晩秋以降、津軽海峡や宗谷海峡を通

って日本海に移入し、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。

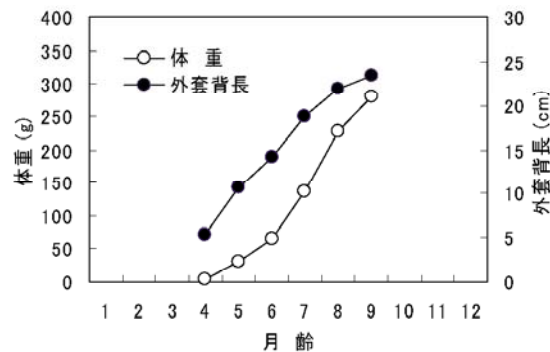


図２ スルメイカの成長

（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配し始める。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）。スルメイカは大型魚類や海産ほ乳類によって捕食されるが、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日前後の若齢個体は共食いによる被食も多い（木所・氏 1999）。

３．漁業の状況

（１）漁業の概要

漁場はスルメイカの回遊と共に移動する（図１）。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主に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する。

（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）は表１及び図３のとおりである。なお、1978年以前の漁獲量は資料の不足から系群毎に配分することが困難であるため、参考値として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1960年代後半以降、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。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が、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た。1998年は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、2000年以降は12万トン前後の値となっている。2004年は8万4千トンに減少した。

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、13万トン前後になった。1999年以降は我が国を上回る漁獲量（14.6～17.1万トン）となり、2004年の秋季発生系群の漁獲量に占める韓国の比率は60％である。全体では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、近年の漁獲量は沖合漁場が開発された直後にピークを迎えた1970年代前半に近い。

表1. スルメイカの系群別漁獲量(トン)

	日本	韓国	韓国(日韓暫定水域を除く日本EEZ内)	総計
1979	172,093	17,725		189,818
1980	177,468	37,469		214,936
1981	137,370	29,962		167,332
1982	130,154	38,360		168,514
1983	135,995	25,908		161,902
1984	113,995	25,017		139,012
1985	104,906	30,548		135,454
1986	53,881	23,265		77,145
1987	137,339	43,580		180,919
1988	113,237	31,915		145,151
1989	145,139	41,767		186,906
1990	134,417	45,462		179,879
1991	128,444	66,914		195,357
1992	157,680	72,712		230,392
1993	150,624	131,471		282,095
1994	134,160	128,597		262,757
1995	126,606	125,558		252,164
1996	178,127	139,259		317,385
1997	138,812	138,714		277,525
1998	106,549	102,992		209,541
1999	138,947	170,980		309,926
2000	109,611	148,397	4,279	262,287
2001	122,491	145,736	297	268,524
2002	142,097	149,173	1,112	292,383
2003	121,056	159,934	1,141	282,131
2004	84,073	130,975	501	215,549
2005				
近年5年間の日本EEZ内の平均漁獲比率				0.441

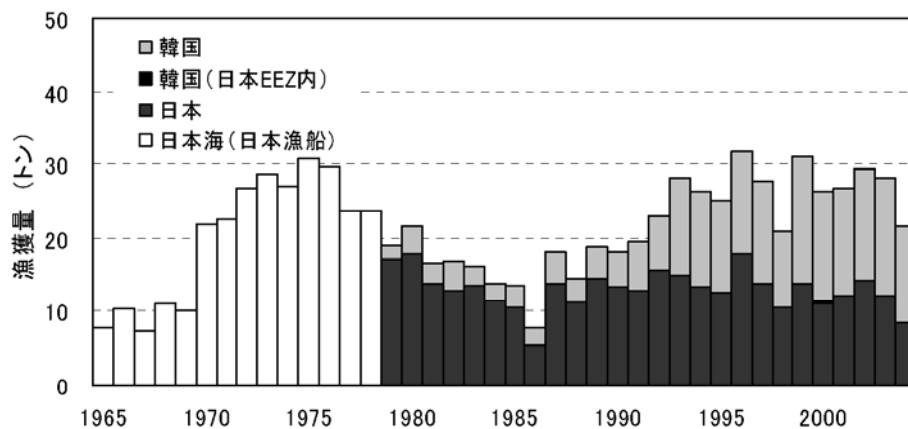


図３ スルメイカ秋季発生系群の漁獲量の推移

(3) 漁獲努力量

日本海沖合の主漁業である近海いか釣り漁業（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減少し、1990年代以降は3万日を下回り、近年は2万日前後になった（図4）。

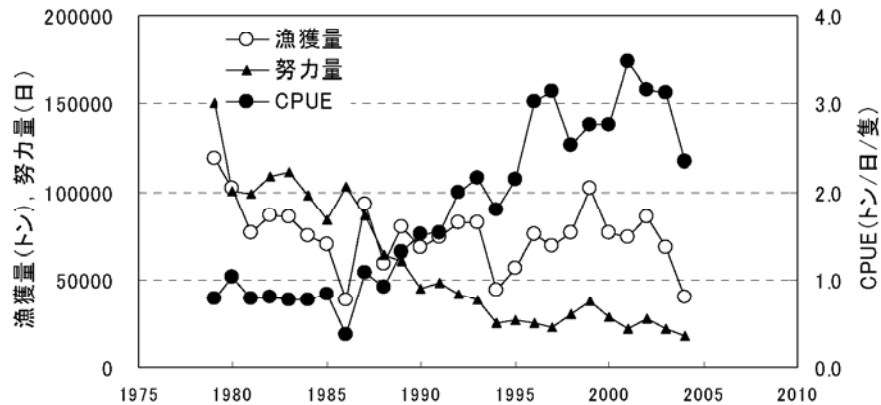


図4 日本海における中型いか釣り漁船のCPUE、漁獲量、努力量の推移

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

秋季発生系群では日本海漁場一斉調査の結果（補足資料1-1）から資源変動を把握すると共に資源量指数に定量化係数を掛けて資源量を推定し、資源状態を評価した（補足資料1-2）。

(2) 資源量指標値の推移

資源量指数

漁場一斉調査で得られた資源量指数の経年変化を図5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2.76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が、概ね15個体前後で推移した。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に減少した。2004年はさらに減少（12.07）したが、2005年は16.24に回復した。漁期前の4月に実施する新規加入量調査の結果では2005年は2004年と同様の水準であった（補足資料1-1）。

幼生分布密度

幼生の分布密度（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）。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が2004年は近年5年平均並みの高い値となった（図6）。

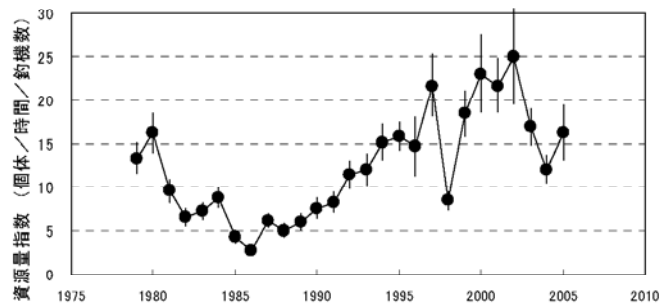


図5 資源量指数の経年変化（-は標準誤差）

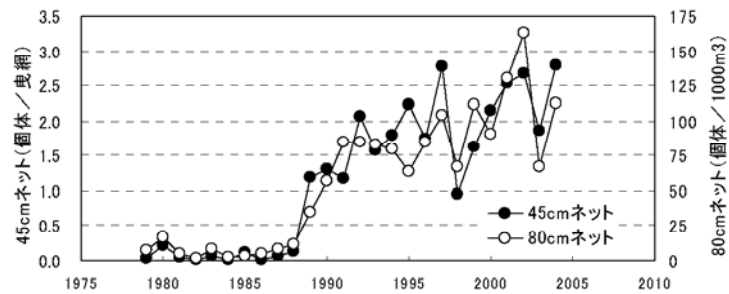


図6 スルメイカ幼生の分布密度（1 曳網あたりの平均採集個体数）

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 4）。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。しかし、2004 年は沖合域の資源量の減少によって 2.35 トンに減少した。

（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 7 に示す。2005 年の外套背長組成は、外套背長 16cm 以下および外套背長 23cm 以上の個体は最近 5 年平均を上回ったが、外套背長 17～22cm の個体は近年 5 年平均より少なく、外套背長 18cm～21cm の個体は昨年よりも少なかった。

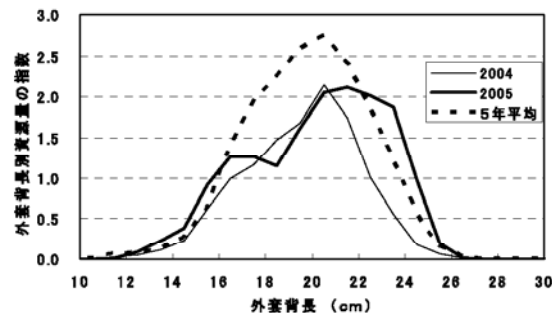


図7 漁場一斉調査結果による各年の外套背長組成

（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８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。2004年は86万トンに減少したが2005年は116万トンと推定され、再び100万トンを超えた。

漁獲割合は1980年代に資源の減少に伴って上昇し、1980年代半ばは10%前後であった。しかし、その後の資源量の増加と共に減少し、1990年代は30%以下、2000年～2002年は20%以下になった。

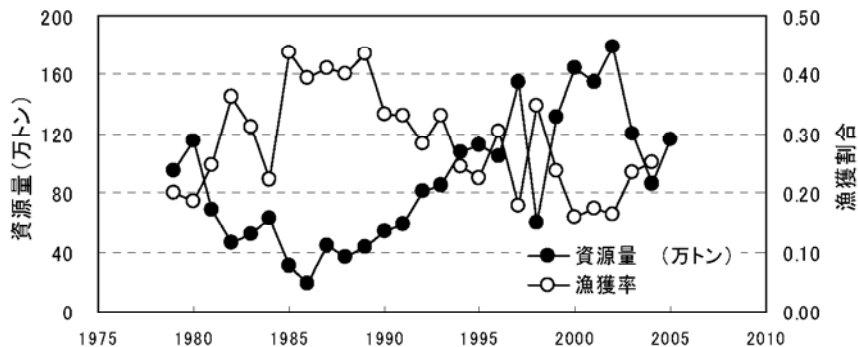


図８ スルメイカの推定資源量および漁獲割合

資源量と漁獲量より推定した産卵親魚量を図９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（70万トン）であった。しかし、資源量同様、2003年および2004年は減少した。

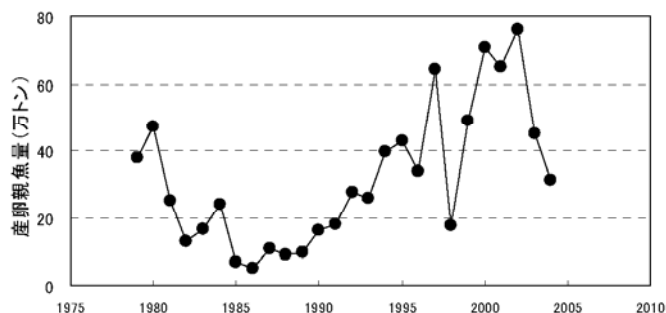


図９ スルメイカの推定産卵親魚量。

（５）資源水準・動向

資源量および産卵親魚量の変化から、2005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）。そこで、好適な環境と判断される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10）。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。

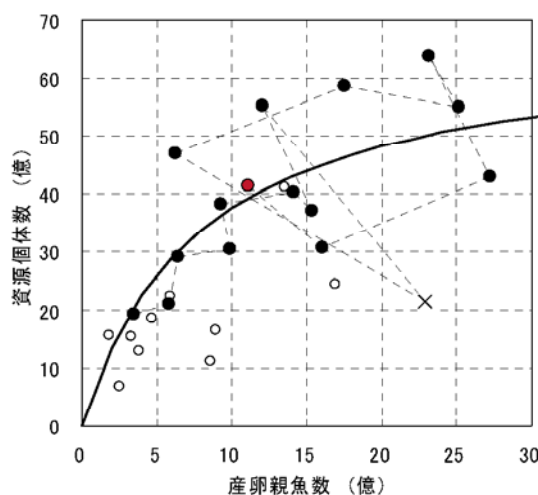


図10 再生産曲線 1990年以降の資源量と産卵親魚量の関係（●）をもとに推定。ただし、1998年の値（×）は除いた。○は1980～1989年の関係を示す。

(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下における再生産関係式に従い資源が変動すると考えて加入量を見積もった。

(3) 漁獲圧と資源動向

今後の加入の見積もりにおい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図12および表2に示す。ここで、 $F_{current}$ は近年3年間の漁獲係数の平均値（ $=0.348$ ）、 F_{msy} は再生産関係から推定される持続漁獲量を最大にする漁獲係数（ $=0.780$ ）、 F_{sus} は再生産関係から推定される近年3年間の平均資源量（107万トン）を維持する漁獲係数（ $=0.695$ ）である。

なお、2005年の漁獲係数は1979年～2004年の資源量と漁獲係数の関係（図11）より推定した値（ $=0.370$ ）を用いた。

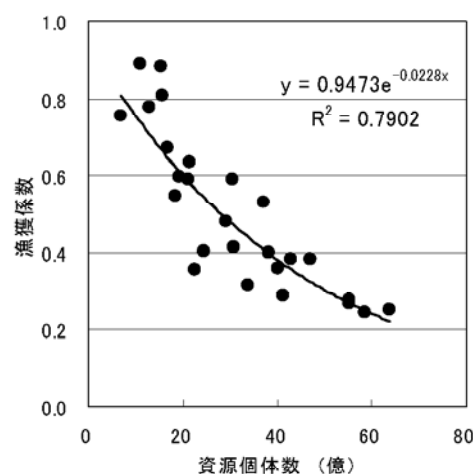


図11 資源量と漁獲係数の関係。1979年から2004年の値を用いて推定した。

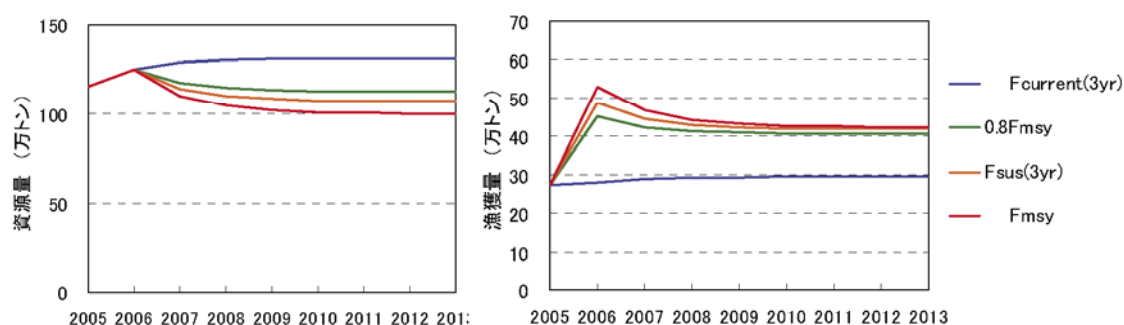


図 1 2 各漁獲係数で漁獲した場合の資源量および漁獲量の推移

表 2 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

資源量 (万トン)												
F値		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.348	Fcurrent(3yr)	116	125	129	131	131	131	131	131	131	131	131
0.624	0.8Fmsy	116	125	118	115	114	113	113	113	113	113	113
0.695	Fsus(3yr)	116	125	114	110	108	108	107	107	107	107	107
0.780	Fmsy	116	125	110	105	102	101	100	100	100	100	100

漁獲量 (万トン)												
F値		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.348	Fcurrent(3yr)	27.4	28.2	29.1	29.4	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
0.624	0.8Fmsy	27.4	45.0	42.3	41.3	40.9	40.7	40.7	40.6	40.6	40.6	40.6
0.695	Fsus(3yr)	27.4	48.8	44.5	42.9	42.3	42.0	41.9	41.8	41.8	41.8	41.8
0.780	Fmsy	27.4	52.9	46.7	44.3	43.2	42.7	42.5	42.4	42.3	42.3	42.3

産卵親魚量 (万トン)												
F値	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.348	Fcurrent(3yr)	44	48	50	51	51	51	51	51	51	51	51
0.624	0.8Fmsy	44	37	35	34	33	33	33	33	33	33	33
0.695	Fsus(3yr)	44	34	31	30	30	30	29	29	29	29	29
0.780	Fmsy	44	31	28	26	26	25	25	25	25	25	25

(4) 漁獲制御方法の提案

推定した再生産関係式を基にすると、 $F_{msy}=0.780$ 、 $MSY=40.5$ 万トン、その時の資源量(= B_{msy})は100万トンと推定される。一般に資源量が B_{msy} の50%を下回る水準では、産卵親魚の減少に伴い資源量が大きく減少する。また、この値はスルメイカの資源水準が低水準であった1980年代の平均資源量と同等である。したがって50万トンの資源量を B_{limit} として設定し、資源量がこの値を下回った場合、漁獲係数を引き下げ、速やかに資源を回復させる必要がある。

(5) 不確実性を考慮した検討

再生産関係の不確実性および漁獲制御方法を考慮したシミュレーション(補足資料1-4)によって管理効果の検証を行った(図13)。

F_{msy} で漁獲した場合、2006~2015年の平均漁獲量は42.3万トン、平均資源量は100.2万トンであった。0.8 F_{msy} で漁獲した場合、 F_{msy} で漁獲した場合の約94%の平均漁獲量(39.7万トン)、および110%の平均資源量(110.5万トン)であった。 F_{sus} で漁獲した場合は2006~2015年の平均漁獲量は41.2万トン、平均資源量は105.9万トン。 $F_{current}$ で漁獲した場合は平均漁獲量(28.4万トン)、平均資源量(126.4万トン)であった。

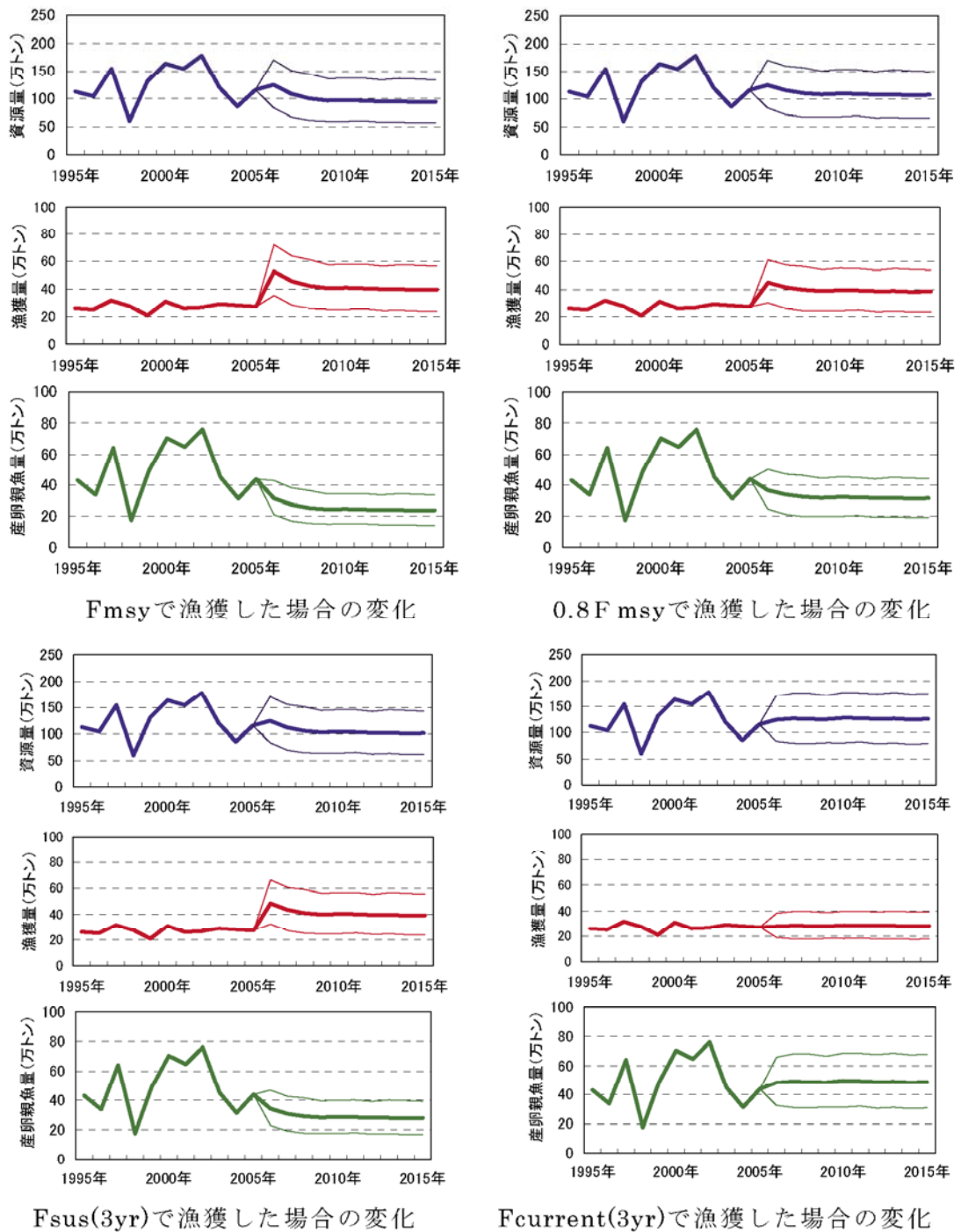


図 1 3 不確実性を考慮した場合の資源量および漁獲量の推移。1000回の反復計算より上位10%値、平均値、下位10%値を示す。

また、F_{msy}で漁獲した場合、今後10年間に資源量がB_{msy}（100万トン）を下回る年が出現する確率は53.5%、B_{limit}（50万トン）を下回る年が出現する確率は4.7%であった。0.8F_{msy}で漁獲した場合は今後10年間にB_{msy}（100万トン）を下回る

年が出現する確率は39.8%、Blimit (50万トン) を下回る年が出現する確率は2.9%であった。Fsusで漁獲した場合、Bmsy (100万トン) を下回る確率は45.8%、Blimit (50万トン) を下回る確率は3.6%であった。Fcurrentで漁獲した場合はBmsy (100万トン) を下回る確率は24.3%、Blimit (50万トン) を下回る確率は1.3%であった。

6. 2006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、近年は減少傾向となっており、今後の調査結果を基に資源動向を判断していく必要もある。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算定

2005年の産卵親魚量は資源量と漁獲係数の関係 (図 1 1) で推定した漁獲係数 (= 0.370) で漁獲した場合、43.8万トン (15.7億個体) となり、再生産関係式から2006年の資源量は125.1万トン (44.69億個体) となる。この値はBlimit値 (50万トン) を上回っていることから、管理基準値 (Flimit) には基本則の1-1)-(1)を適用し、再生産関係式から算定されるFmsy (=0.780) を用いた。その結果、2006年のABC limitは52.9万トン (我が国EEZ内は23.4万トン: 秋季発生系群の漁獲量に対する我が国EEZ内の漁獲比率の近年5年平均 (0.44) より計算) と算定した (補足資料1-2)。また、不確実性を考慮に入れ、Ftarget = Flimit × 0.8 (=0.624) として2006年のABC targetを45.0万トン (我が国EEZ内は19.9万トン) と算定した。

なお、仮定値である自然死亡係数 (M) および全減少係数の不確実性による資源評価値への影響を補足資料1-5に示した。想定した自然死亡係数 (0.15~0.9) および全減少係数 (0.904~1.238) の範囲で算定されるABC limitは、どの値もABC target (45.0万トン) よりも大きく、仮定した自然死亡係数および全減少係数の不確実性によるABC limitの過大算定および資源管理の失敗への影響は少ないと判断する。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	529千トン(234千トン)	Fmsy	0.780	42.3%
ABC target	450千トン(199千トン)	0.8Fmsy	0.624	36.0%

※ () 内は秋季発生系群の漁獲量に対する我が国EEZ内の漁獲比率の近年5年平均値 (0.44) より算定した値。F値は漁期間 (6ヶ月間) の値。

(3) 管理の考え方と許容漁獲量

再生産関係の不確実性および漁獲制御方法を考慮したシミュレーション（補足資料1-4）より評価した各管理の考え方による資源管理の効果を下表に示す。

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
資源量のMSY水準の達成と維持	F _{msy}	ABClimit 529千トン (234千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は42.3万トン、平均資源量は100.2万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} （100万トン）を下回る年が出現する確率は53.5%、1980年代の資源水準である50万トン（MSY水準の約50%=B _{limit} ）を下回る年が出現する確率は4.7%であった。
資源量のMSY水準の達成と維持に予防的措置をとる	0.8F _{msy}	ABCTarget 450千トン (199千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は39.7万トン、平均資源量は110.5万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} （100万トン）を下回る年が出現する確率は39.8%、1980年代の資源水準である50万トン（MSY水準の約50%=B _{limit} ）を下回る年が出現する確率は2.9%であった。
現状(近年3年間)の資源水準の維持	F _{sus}	488千トン (215千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は41.2万トン、平均資源量は105.9万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} （100万トン）を下回る年が出現する確率は45.9%、1980年代の資源水準である50万トン（MSY水準の約50%=B _{limit} ）を下回る年が出現する確率は3.6%であった。
現状(近年3年間)の漁獲係数で管理する。	F _{current}	282千トン (124千トン)	2006～2015年の平均漁獲量は28.4万トン、平均資源量は126.4万トンであった。また、今後10年間に資源量がB _{msy} （100万トン）を下回る年が出現する確率は24.3%、1980年代の資源水準である50万トン（MSY水準の約50%=B _{limit} ）を下回る年が出現する確率は1.3%であった。

※()内は秋季発生系群の漁獲量に対する我が国EEZ内の漁獲比率の近年5年平均値(0.44)より算定した値。F値は漁期間(6ヶ月間)の値。

(4) A B C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
2004年(当初)	F _{msy} (0.812)	1333	580	485	253	MSY水準の維持
2004年(再評価)	F _{msy} (0.748)	854	351	298	216	MSY水準の維持
2004年(再々評価)	F _{msy} (0.780)	853	361	306	216	MSY水準の維持
2005年(当初)	F _{msy} (0.748)	1043	428	364		MSY水準の維持
2005年(再評価)	F _{msy} (0.780)	1156	491	417		MSY水準の維持

7. A B C以外の管理方策への提言

海洋環境や幼生の分布状況のモニタリング調査（補足資料1-1-2））を継続して実施して中長期的な資源動向を把握すると共に、資源動向が変化する兆候（水温、産卵場の変化）が観察された場合は対応策を検討する必要がある。

スルメイカは単年生の生物資源であるため、新規加入量調査（補足資料1-1-3））によって、漁獲加入前の資源状況を早期に把握することも重要である。

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, 89-99.
- 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.

- 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.

補足資料 1 - 1

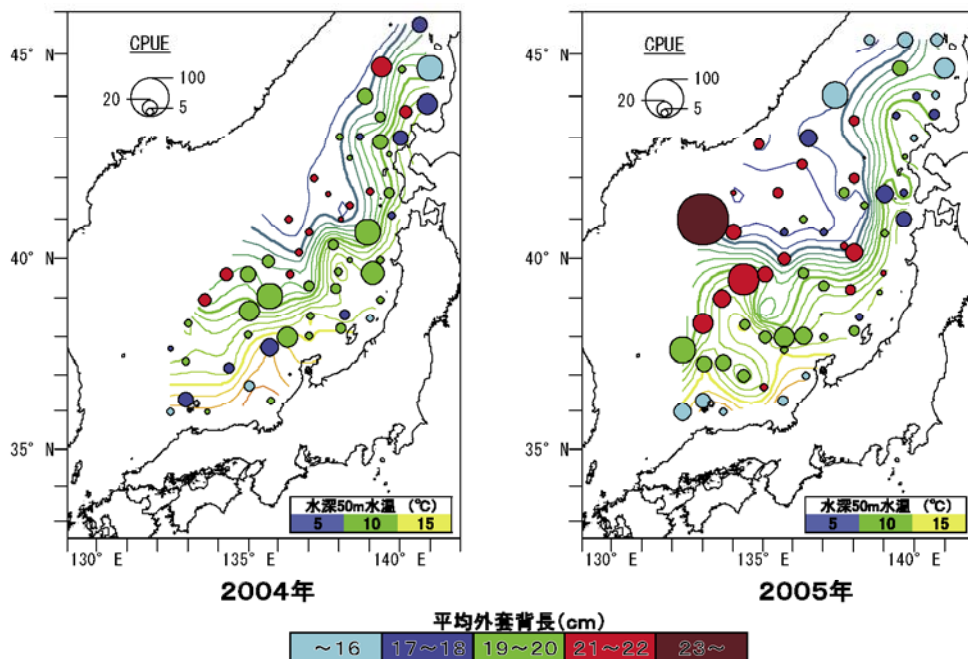
調査船調査の一覧と解説

1) 漁場一斉調査および資源量指数

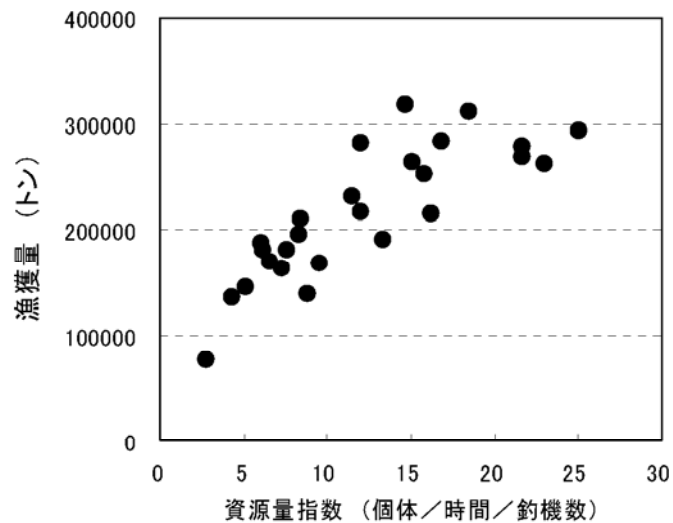
漁場一斉調査（釣獲試験調査）

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）を実施している。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の調査点で行い、魚群の分布状況や魚体の大きさを把握している（付図1）。この調査の全調査点のCPUE（釣機1台1時間あたりの採集個体数）の平均値は、その年の漁況（漁獲量）をよく示し（付図2）、スルメイカの漁況予報等で資源量を推定する指標値（資源量指数）として用いられてきた。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。



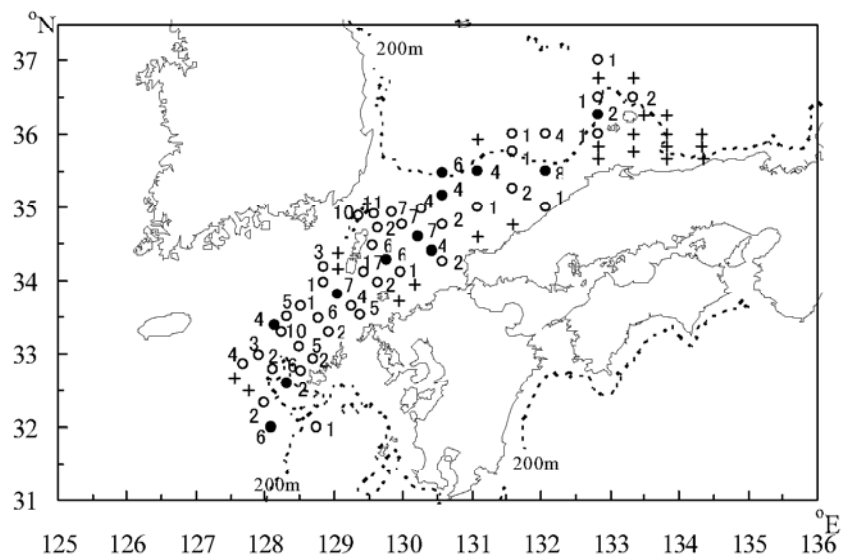
付図1 2004年および2005年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果。
各調査点のCPUEと水深50mの水温分布図を合わせて示した。



付図2 秋季発生系群の資源量指数と漁獲量の関係
資源量指数と漁獲量の間には正の相関関係($p<0.01$)が見られる。

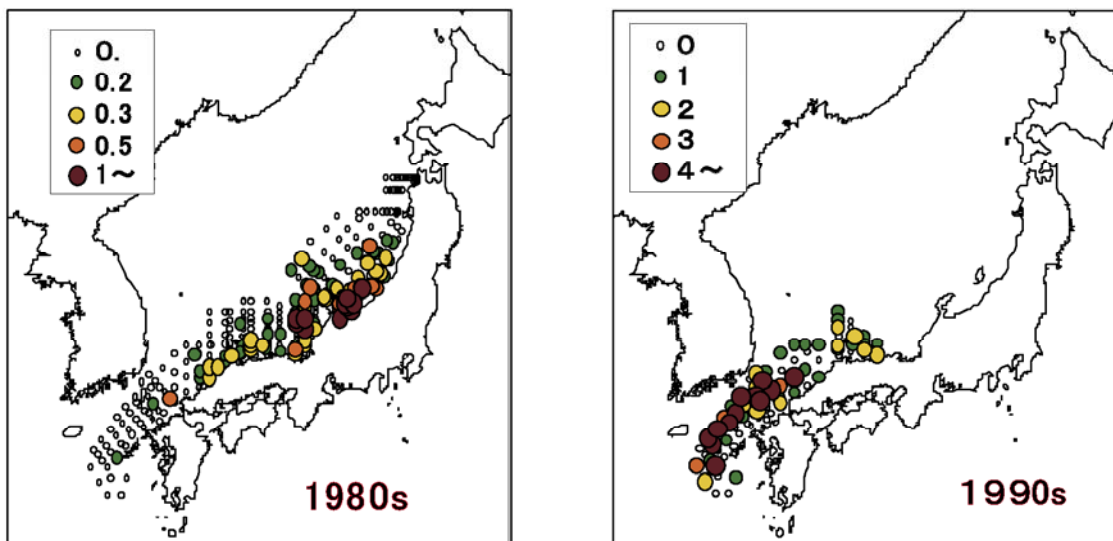
2) 稚仔分布調査

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している（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）。



付図3 口径45cm ネットによるスルメイカ稚仔の採集個体数(2004年)
+ : 採集個体数が0, ● : 孵化直後の幼生が採集された地点○ : 幼生の採集地点

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と同時に変化することが明らかになっている（Goto 2002）。資源水準が低かった1980年代は、主に北陸沿岸域がスルメイカ幼生の主分布域であったが、資源が増加した1990年代には対馬海峡から東シナ海まで幼生の分布域が拡大した（付図4）。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から海洋環境および資源動向の変化を判断することが可能である。



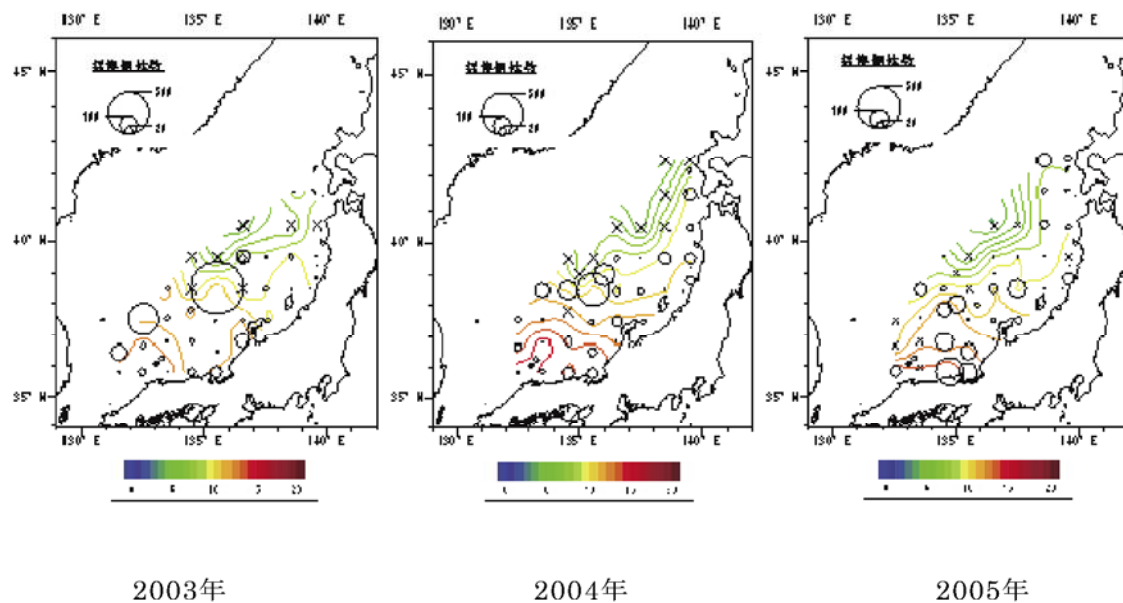
付図4 スルメイカ幼生の分布域の変化

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）。

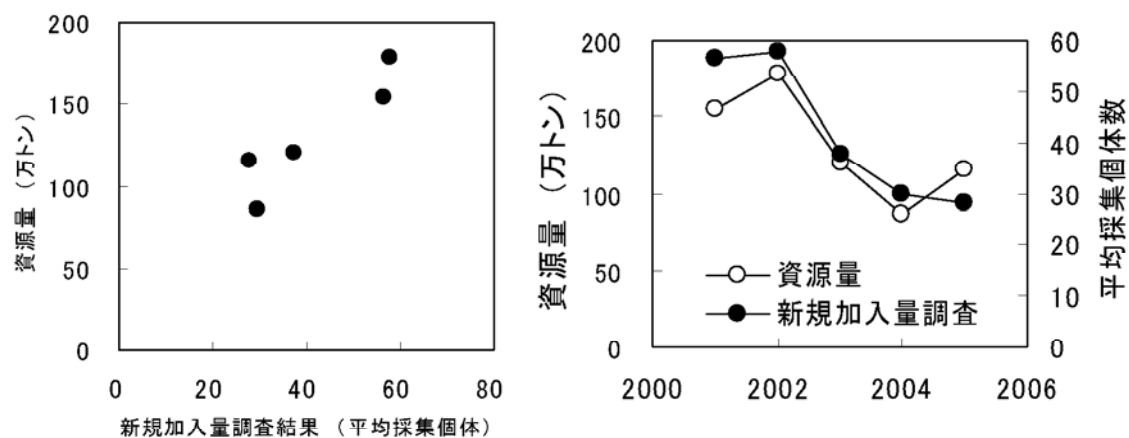
3) 新規加入量調査

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存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）を用いて漁期直前の4月にスルメイカの分布量を把握し、資源量を予測する調査を2001年より実施している（付図5）。

2005年の調査結果では、若狭湾周辺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28個体にとどまった。2001年から2005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（付図6）、今後、この調査結果を用いて漁期前（当年の4月）に資源量を把握することが期待される。



付図5 新規加入量調査による加入前スルメイカの分布状況



付図6 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、再生産関係の推定およびABCの算定方法

1) 資源量の推定方法

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、生物情報 (成長、自然死亡係数) は次の通りとした。

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) から以下のように計算した。

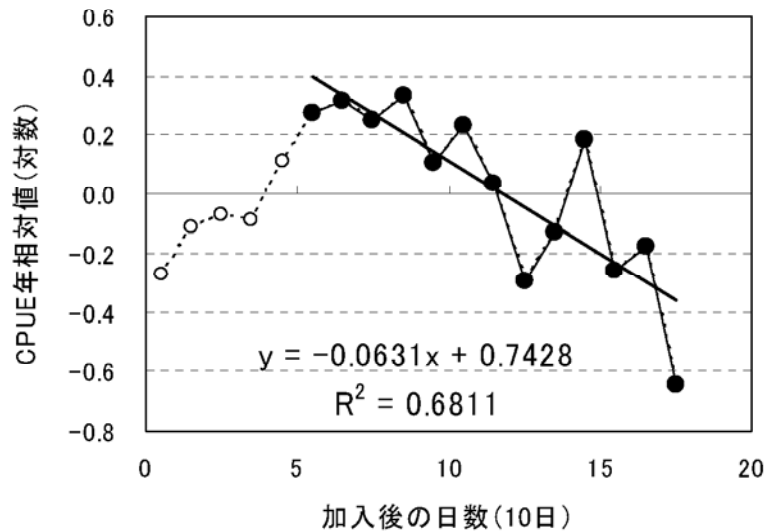
$$N_t = p \cdot U_t \quad (1)$$

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 は定量化係数であり、資源量指数に定量化係数 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。定量化係数の推定は、調査船 CPUE の旬別変化から全減少係数を推定するとともに仮定した自然死亡係数から漁獲係数を求め、漁獲量と漁獲係数の関係から資源量を推定した。資料には、これまで日本海で実施されてきた調査船による調査結果を資料に用いた。なお、調査船の CPUE (釣り機 1 台 1 時間あたりの漁獲個体数) はその年のスルメイカの資源量によって大きく変化することから、年による変化を取り除くため、各調査船の CPUE の値を各年の平均値で割った相対値 (年相対 CPUE: ut) を用いた。

年相対 CPUE の減少 (解析には 1979 年から 2000 年のデータをひとまとめに取り扱って ut を旬別に平均した値を用いた) を加入後の資源量の減少として、漁期中の全減少係数 (1979 年から 2000 年の平均的な値) を推定するとともに (付図 7)、1979 年から 2000 年の平均的な漁獲係数 (F) を $F = Z - M$ として求めた。そして資源量 N_t を、資源量指数 U_t と定量化係数 p から (1) 式で表し、1979 年～2000 年の各年の漁獲量 (C_t) と資源量指数 (U_t) から、各年の漁獲係数 (F_t) の平均値が CPUE の減少率から推定した平均的な F と同じ値になるように定量化係数 p を求めた。ここで漁獲係数 F は、漁期中間時に漁獲するとして下記の式 (2) で求めた。

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

漁期開始の6月から漁期終了の11月まで各旬の年相対 CPUE は、6月から7月は増加し、8月以降は減少傾向となっていた（付図7）。そこで7月下旬から11月下旬のデータを用いて全減少係数を推定した。その結果、回帰直線の傾きは 0.0631 と推定され、漁期間（18×10 日）の全減少係数（Z）は、 $Z=0.0631 \times 18=1.136$ と推定した。この値に自然死亡係数として $M=0.6$ を与え、1979 年から 2000 年の平均的な漁獲係数を $F=0.536$ と推定した。



付図7 年相対 CPUE の 10 日毎の変化

次に、1979 年～2000 年の漁獲量と資源量指数を用いて、1979 年～2000 年の平均漁獲係数（F）が 0.536 となるような定量化係数 p を求めた。その結果、定量化係数 $p = 2.54 \times 10^8$ と推定された。この定量化係数を用いると、1979 年～2000 年の資源量は、1980 年代の平均値は 51.9 万トン、1990 年代は 95.0 万トン、2000 年以降は 136.3 万トンとなり、平均漁獲率は、1980 年代は 34%、1990 年代は 28%、2000 年以降は 20%と推定された（1979 年～2000 年の平均漁獲率は 0.299）。

なお、全減少係数（6 ヶ月間）を 7 月下旬から 11 月中旬までのデータから求めた場合は $Z=0.904$ 、8 月上旬から 11 月下旬までのデータでは $Z=1.238$ 、8 月上旬から 11 月中旬では $Z=0.979$ であり、これら全減少係数の不確実性による資源評価結果および算定した ABC への影響は補足資料 1－5 の通りである。

2) 再生産関係の推定方法

再生産関係は、推定した資源個体数と産卵親魚数の関係より求めた。

産卵親魚数（ S_t ）は資源量指数と定量化係数より推定した資源個体数より下記の式で求めた。

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

ここで F_t は漁獲係数、 M_t は自然死亡係数であり、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。

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。

$$N_t = \frac{a \cdot S_{t-1}}{1 + b \cdot S_{t-1}} \cdot e^{\varepsilon} \quad (5)$$

その結果、 $a=8.42$ 、 $b=0.125$ と推定され、再生産関係式は下記のように求められた。

$$N_t = \frac{8.42 S_{t-1}}{1 + 0.125 S_{t-1}} \quad (6)$$

また、再生産関係式(6)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。

$$N_t = \frac{8.42 N_{t-1} \cdot e^{-M_{t-1}-F_{t-1}}}{(1 + 0.125 N_{t-1} e^{-M_{t-1}-F_{t-1}})} \quad (7)$$

なお、定常状態（ $N_t = N_{t-1}$ ）の資源個体数は

$$N = \frac{8.42 e^{-M-F} - 1}{0.125 e^{-M-F}} \quad (8)$$

で示され、その時の漁獲量（ Y ）は下記の様になる。

$$Y = \frac{F}{F+M} \cdot (1 - e^{-M-F}) \cdot \frac{8.42 e^{-M-F} - 1}{0.125 e^{-M-F}} \cdot w \quad (9)$$

3) 管理基準値とABCの算定方法

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0.780と推定され、MSYは42.3万トン、この時の資源個体数35.7億個体、資源量（ B_{msy} ）は100.0万トンと計算された。

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} ）から下記の様に算定される。

$$ABC_t = \frac{F_{msy}}{F_{msy} + M_t} \cdot \frac{8.42 N_{t-1} \cdot e^{-M_{t-1}-F_{t-1}}}{(1 + 0.125 N_{t-1} e^{-M_{t-1}-F_{t-1}})} \cdot (1 - e^{-M_t-F_{msy}}) \cdot w \quad (10)$$

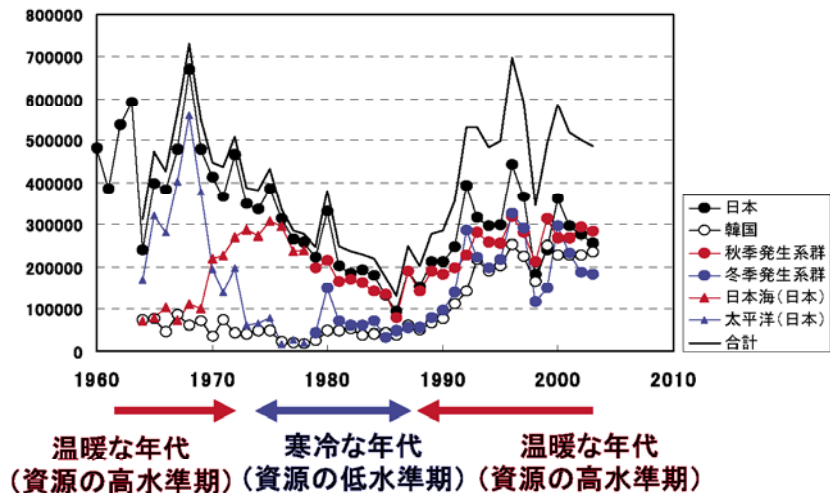
2005年の各推定値および仮定値は、 $N_{2005}=41.29$ 億個体、 $F_{msy}=0.780$ 、 $M=0.6$ 、 $F_{2005}=0.370$ 、 $w=2.8$ であり、式10より2006年のABC limitを529千トンと算定した。

補足資料 1－3

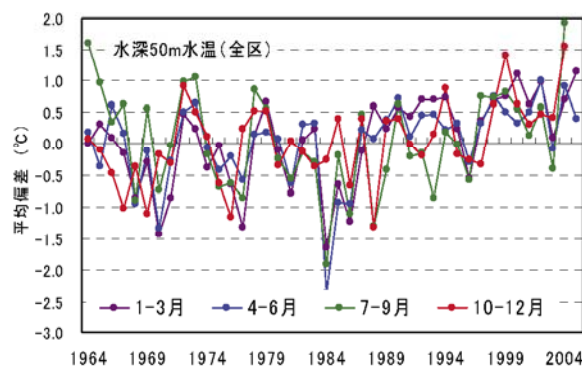
海洋環境の変化とスルメイカの資源変動

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られている（Sakurai *et al.* 2000）。最近のレジームシフトは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、1980年代後半以降、スルメイカの資源量が増加に転じている（付図 8、9）。

このよう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。また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 8 スルメイカの系群別漁獲量の変化と海洋環境の関係



付図 9 対馬暖流域の水深50m水温の四季別経年偏差（℃）

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。

下記のBeverton－Holt型の再生産関係式の誤差項（ ε ）が正規分布に従って発生すると仮定して行った。誤差はパラメータの推定の際に得られた残差から平均0、標準偏差0.249の正規分布で発生するとした。

$$N_t = \frac{8.42S_{t-1}}{1+0.125S_{t-1}} \cdot e^{\varepsilon} \quad (1)$$

また、1998年に見られたような短期的な変化を、上記で得られた加入量が15年に1回の割合で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、スルメイカの漁獲制御方法として、資源量がBlimitを下回った場合、漁獲係数に削減係数 β を掛けるとした。なお、 β は資源の減少と共に下記のように直線的に減少するとした。

$$\beta = \frac{N_t}{Blimit}$$

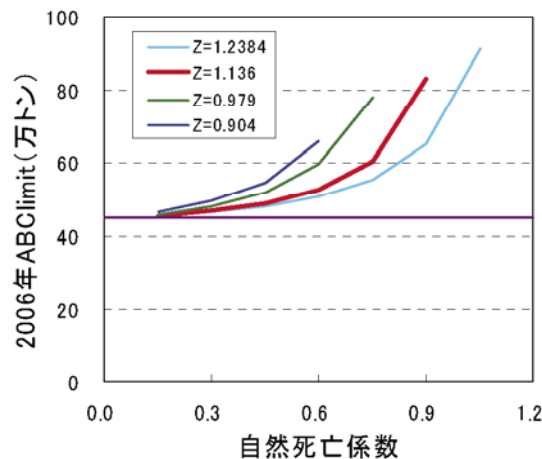
シミュレーションは2006年から2015年までの10年間の変化を1000回反復して計算した。

補足資料 1 - 5

全減少係数 (Z) および自然死亡係数 (M) の不確実性による各算定値の変化

8月上旬から11月下旬までの減少係数 (=1.238)								8月上旬から11月中旬までの減少係数 (=0.979)					
Z=	1.238	1.238	1.238	1.238	1.238	1.238	1.238	Z=	0.979	0.979	0.979	0.979	0.979
M=	1.050	0.900	0.750	0.600	0.450	0.300	0.150	M=	0.750	0.600	0.450	0.300	0.150
F=	0.188	0.338	0.488	0.638	0.788	0.938	1.088	F=	0.229	0.379	0.529	0.679	0.829
<資源量>								<資源量>					
定量化係数	7.54	4.22	2.93	2.25	1.83	1.54	1.33	定量化係数	5.45	3.31	2.38	1.86	1.53
平均資源量(万吨)	261.8	146.4	101.8	78.1	63.4	53.4	46.2	平均資源量(万吨)	189.2	114.9	82.6	64.5	53.0
2005年資源量(万吨)	343.1	191.8	133.4	102.3	83.1	70.0	60.5	2005年資源量(万吨)	248.0	150.5	108.2	84.6	69.4
平均漁獲率	0.096	0.172	0.247	0.322	0.396	0.470	0.544	平均漁獲率	0.133	0.219	0.304	0.389	0.474
<再生産関係>								<再生産関係>					
a=	7.42	8.15	9.01	10.11	11.58	13.83	17.93	a=	5.87	6.46	7.16	8.07	9.33
b=	0.030	0.065	0.113	0.178	0.272	0.416	0.677	b=	0.033	0.067	0.113	0.176	0.268
MSY(万吨)	65.1	49.4	43.8	41.2	39.8	39.1	38.9	MSY(万吨)	57.0	46.1	41.7	39.6	38.4
Bmsy(万吨)	261.7	156.6	113.8	90.0	74.5	63.4	55.1	Bmsy(万吨)	194.1	125.2	93.7	75.3	62.9
Blimit(万吨)	130.9	78.3	56.9	45.0	37.2	31.7	27.5	Blimit(万吨)	97.1	62.6	46.9	37.6	31.4
K値	528.7	274.3	179.0	129.9	100.4	80.7	66.7	K値	339.2	193.9	132.6	99.3	78.5
<ABC>								<ABC>					
管理基準値	0.487	0.612	0.741	0.875	1.019	1.181	1.381	管理基準値	0.518	0.642	0.770	0.904	1.049
ABClimit(万吨)	91.5	65.2	55.5	50.7	48.0	46.4	45.5	ABClimit(万吨)	78.2	65.8	52.1	48.2	45.8
漁獲率	0.249	0.315	0.385	0.457	0.534	0.616	0.707	漁獲率	0.294	0.368	0.445	0.526	0.611
ABCTarget(万吨)	76.0	54.7	47.0	43.4	41.6	40.7	40.5	ABCTarget(万吨)	65.2	55.4	44.4	41.5	39.9
漁獲率	0.206	0.264	0.326	0.392	0.462	0.540	0.629	漁獲率	0.245	0.310	0.379	0.453	0.533

7月下旬から11月下旬までの減少係数 (=1.136)							7月下旬から11月中旬までの減少係数 (=0.904)					
Z=	1.136	1.1358	1.136	1.136	1.136	1.136	Z=	0.904	0.904	0.904	0.904	0.904
M=	0.900	0.75	0.600	0.450	0.300	0.150	M=	0.75	0.6	0.45	0.3	0.15
F=	0.236	0.3858	0.536	0.686	0.836	0.986	F=	0.154	0.304	0.454	0.604	0.754
<資源量>							<資源量>					
定量化係数	5.73	3.52	2.54	1.99	1.64	1.39	定量化係数	7.82	3.97	2.67	2.01	1.62
平均資源量(万吨)	199.0	122.1	88.2	69.1	56.9	48.3	平均資源量(万吨)	271.3	137.9	92.6	69.8	56.1
2005年資源量(万吨)	260.8	160.0	115.6	90.6	74.5	63.3	2005年資源量(万吨)	355.5	180.7	121.4	91.5	73.5
平均漁獲率	0.126	0.206	0.285	0.363	0.442	0.520	平均漁獲率	0.093	0.182	0.271	0.360	0.448
<再生産関係>							<再生産関係>					
a=	6.89	7.58	8.42	9.49	10.99	13.39	a=	5.20	5.70	6.29	7.03	8.01
b=	0.038	0.074	0.125	0.194	0.295	0.457	b=	0.020	0.047	0.085	0.136	0.209
MSY(万吨)	57.2	46.6	42.3	40.1	39.0	38.5	MSY(万吨)	70.7	49.7	43.2	40.2	38.6
Bmsy(万吨)	204.3	133.0	100.0	80.4	67.2	57.7	Bmsy(万吨)	267.0	146.4	103.4	80.6	66.1
Blimit(万吨)	102.1	66.5	50.0	40.2	33.6	28.8	Blimit(万吨)	133.5	73.2	51.7	40.3	33.1
K値	378.6	217.3	148.3	110.6	87.0	70.9	K値	484.4	231.6	148.0	107.0	82.8
<ABC>							<ABC>					
管理基準値	0.525	0.650	0.780	0.915	1.062	1.232	管理基準値	0.456	0.578	0.704	0.834	0.971
ABClimit(万吨)	83.2	60.4	52.9	49.0	46.8	45.4	ABClimit(万吨)	100.9	66.1	54.8	49.4	46.5
漁獲率	0.280	0.350	0.423	0.489	0.580	0.688	漁獲率	0.265	0.340	0.418	0.499	0.584
ABCTarget(万吨)	69.4	50.9	45.0	42.2	40.7	40.1	ABCTarget(万吨)	83.8	55.4	46.4	42.4	40.3
漁獲率	0.233	0.295	0.360	0.430	0.505	0.589	漁獲率	0.220	0.285	0.354	0.427	0.506



付図 10 全減少係数 (Z) および自然死亡係数 (M) の不確実性による
2006年ABClimitの変化