

平成22年度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）

参 画 機 関：北海道区水産研究所、西海区水産研究所、北海道立総合研究機構 水産研究本部 中央水産試験場、青森県産業技術センター 水産総合研究所、秋田県農林水産技術センター 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、富山県農林水産総合技術センター 水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター 海洋センター、兵庫県立農林技術総合センター 但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、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年代は不適な海洋環境（寒冷な環境）に加え、高い漁獲割合によって資源が減少し、推定資源量が500千トン前後の低位水準付近で推移した。1990年代以降は好適な環境（温暖な環境）へ変化すると共に漁獲割合の低下によって資源が増大し、1990年代の平均資源量は1,087千トン、2000年前後には概ね1,500～2,000千トンとなった。2004～2007年の資源量は1,000千トン前後に減少したものの、2008年は1,714千トン、2009年は1,485千トンに回復した。しかし、2010年の資源量は1,188千トンと推定され、2004～2007年の水準に減少した。2010年の予測漁獲係数で漁獲した場合、2010年の親魚量は480千トンであり、 B_{limit} （395千トン）を上回ると推定される。現在、資源動向の変化を示す海洋環境指標の変化、および産卵場形成位置等の生態的な変化は観測されていない。そのため、2011年も1990年代以降の再生産状況が続くことが期待され、適切な漁獲管理によって高い資源水準を維持することが可能と考える。

上記の資源状況を基に 2011 年の ABC は、現状の親魚量を維持する漁獲シナリオ（ $F_{med}=0.387$ ）および現状の漁獲係数を維持するシナリオ（ $F_{current}=0.204$ ）を設定し、各漁獲シナリオによる 2011 年の漁獲量として算定した。その結果、2011 年の ABC は、現状の親魚量の維持（ F_{med} ）には 306 千トン、現状の漁獲圧（ $F_{current}$ ）を維持した場合は 176 千トンとなった。

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2011 年 ABC (千トン)
			5 年後 (千トン)	5 年 平均 (千トン)	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current-3yr}$)	$F=0.204$ (1.00 $F_{current}$)	13.7 %	70 ～ 439	229	76.9%	83.2%	176 (76)
*現状の親魚量 水準の維持 (F_{med})	$F=0.387$ (1.89 $F_{current}$)	23.8 %	63 ～ 683	336	51.0%	61.3%	306 (131)

コメント

- ・2011 年 ABC は算定規則 1-1)-(1)で算定した。
- ・現状の漁獲圧は資源を悪化させる状況にないと判断される。
- ・*のシナリオは平成 18 年に定められたスルメイカの中期的管理方針(下記)に合致する。
- ・Blimit(親魚量で 395 千トン)は再生産関係より、高い再生産成功率があったときに高い加入量が期待できる親魚量として計算した。Blimit の親魚量は高位水準を維持するのに必要な親魚水準に相当する。現状の親魚量は 2010 年の予測値(480 千トン)。
- ・ $F_{current}$ は近年 3 年間の F 値の平均値。
- ・ F_{med} は、1990 年代以降の再生産成功率の中央値より算出。
- ・漁獲シナリオの評価は、加入量の不確実性を考慮したシミュレーション(補足資料 4)を基に行った。5 年後の漁獲量の範囲は、シミュレーションによる 80% 区間。
- ・()内は秋季発生系群の我が国 200 海里内の漁獲量。秋季発生系群全体の漁獲量に対する我が国 200 海里内の漁獲比率の近年 5 年平均値(0.429)より算定した値。
- ・海洋環境によって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、加入量予測に用いる再生産関係およびBlimit等の値を変更する必要がある。

・スルメイカの中期的管理方針

高、中位にある資源が海洋環境の変化により大幅減少に転じる可能性があることから、資源動向の把握に努めつつ、海洋環境条件に応じた資源水準の維持を基本方向として管理を行う。資源水準の変動に際しては、関係漁業者の経営に影響が大きくなりすぎないように配慮を行うものとする。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F値	漁獲割合
2008	1,714	187	0.159	10.9%
2009	1,485	192	0.192	12.9%
2010	1,188			

	指 標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	395千トン	高い再生産成功率があったときに高い加入量が期待できる親魚量
2010年	親魚量	480千トン	

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
月別・海域別漁獲尾数 (系群別漁獲量)	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） いか釣り漁獲成績報告書（水産庁） 主要港水揚量（全漁連） 北海道水産現勢（北海道） 韓国漁獲統計量（URL： http://fs.fips.go.kr/main.jsp ） 生物情報収集調査（北海道～長崎 14 道府県） 平成 21 年(2009 年)外国漁船漁獲量等集計委託事業年報 韓国 漁船（水産庁）
資源量指数 ・ 資源量指数 ・ 幼生分布量 ・ 新規加入量調査 海洋環境 ・ 海洋観測調査	日本海スルメイカ漁場一斉調査(水研セ、北海道～鳥取 8 道県) ・イカ釣り調査、6～7 月 スルメイカ稚仔調査(水研セ、青森県～島根県 11 府県) ・口径 45cm(鉛直曳き)および 80cm のリングネット、口径 70cm のボンゴネット(斜め曳き)、10～11 月 日本海における加入量早期把握調査(水研セ、富山県、石川県) ・表層トロール他、4 月 CTD による対馬暖流域水温(青森～島根 6 県)、3、6、9、11 月
自然死亡係数(M)	月当たり 0.1(漁期間 6 ヶ月で 0.6)を仮定
漁獲努力量	いか釣り漁獲成績報告書(水産庁)

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、平成 19 年の漁業・養殖業生産統計年報によると我が国の海面漁業の漁獲量の 5.77%、生産額の 4.46%を占める。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、いか釣り漁業（主に旧中型いか釣り漁船 30～185 トン）と、小型いか釣り漁業（30 トン未満漁船）に分けられる。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、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。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）。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が、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。

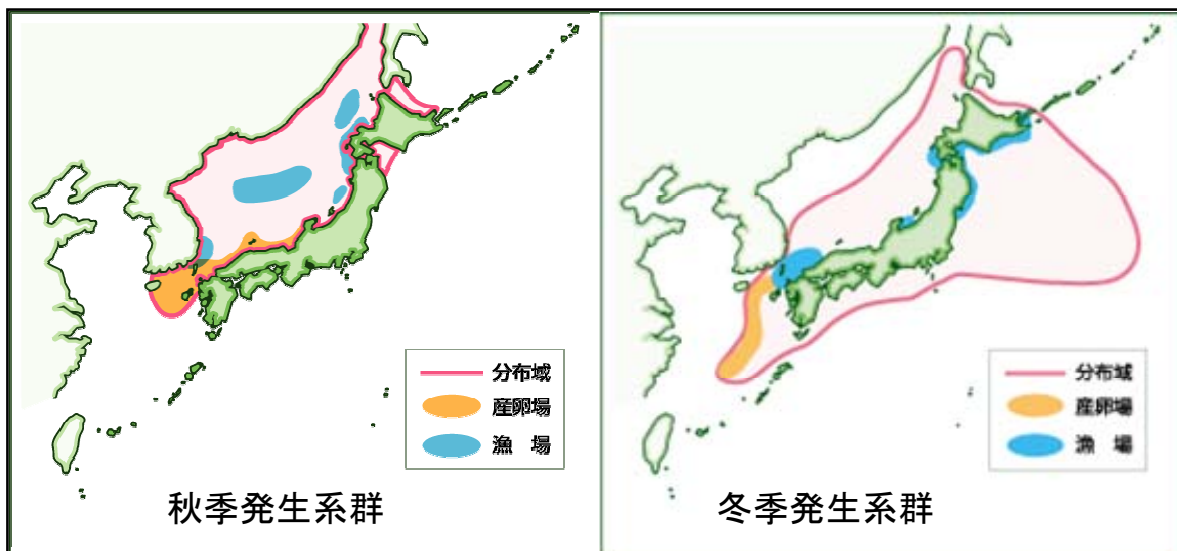


図1. スルメイカの分布図（秋季発生系群（左図）と冬季発生系群（右図））

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。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（Nakata 1993）、晩秋以降、津軽海峡や宗谷海峡を通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（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、産卵後に死亡すると考えられている。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。

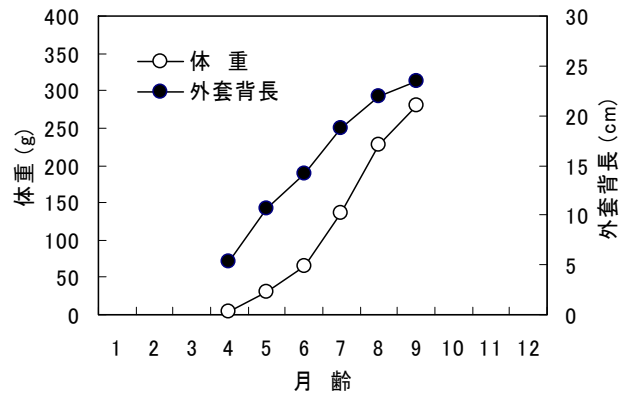


図2. スルメイカの成長

（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でない。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）。スルメイカは日本海の沿岸域では主に小型いか釣り漁船、沖合域では旧中型いか釣り漁船の漁獲対象となる。沿岸域の漁獲物は主に生鮮で、沖合域の漁獲物は主に冷凍で水揚げされる。

(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および図3のとおりである。1978年以前の漁獲量は系群毎に配分することが困難であるため、秋季発生系群が大部分を占めていた日本漁船による日本海の漁獲量を参考値として示した（図3）。我が国のスルメイカ秋季発生系群の漁獲量は1960年代後半以降、日本海中央部で漁場が開発されると共に増加し、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5万4千トンに落ち込んだ。その後、1990年代は13～15万トン程度となったが、2000年以降は再び減少傾向となり、2005年および2006年は10万トンを上回ったものの、2007年は6万2千トンに減少し、2008年および2009年は7万7千トンであった。

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、1993年以降は13万トン前後になった。1999年以降は我が国を上まわり、近年の漁獲量に占める韓国の比率は約57%となった。

全体では、1980年代は15万トン前後の水準であったが、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、1970年代前半の日本海の漁獲量水準に回復した。しかし、近年は減少傾向となり、2004年は22万トン台、2007年以降は20万トンを下回る値となった。

表1 スルメイカ秋季発生系群の漁獲量（トン）

	日本	韓国	韓国（日本 200海里内）	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	44,991		179,408
1991	128,444	65,641		194,085
1992	157,680	71,179		228,859
1993	150,624	134,771		285,395
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	89,695	130,975	501	221,171
2005	101,654	122,657	495	224,805
2006	108,143	126,737	1,387	236,267
2007	62,426	92,892	196	155,514
2008	76,978	109,570	219	186,767
2009	77,148	113,044	2,051	192,243
近年5年間の我が国200海里内の平均漁獲比率				0.429

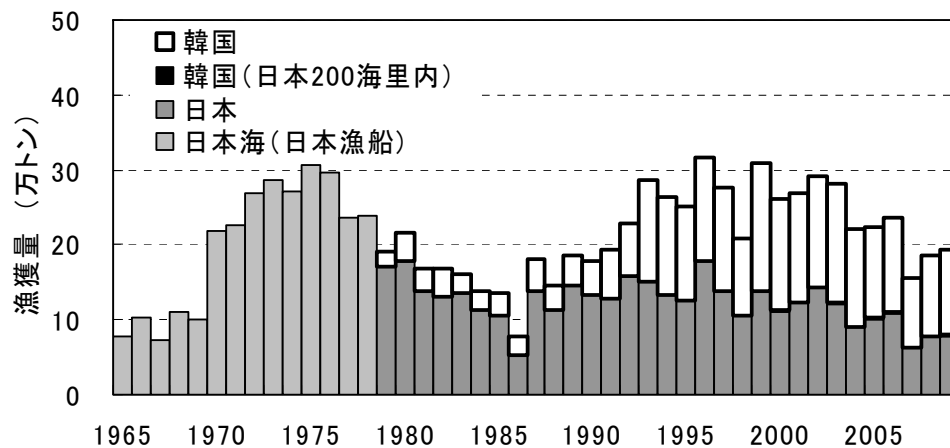


図3. スルメイカ秋季発生系群の漁獲量の推移

1978年以前は秋季発生系群が大部分を占めていた日本海における日本漁船の漁獲量を参考値として示した。

表2 旧中型イカ釣り漁船の努力量の変化

(3) 漁獲努力量

日本海沖合域の主漁業である旧中型いか釣り漁船の漁獲努力量（操業日数）は、1980年代半ばまでは年間10万日前後であったが、1990年代以降は減少し、近年は2万日前後となっている（表2）。これには沖合域で操業する漁船数の大幅な減少が深く関係している。

なお、表2におけるCPUEは漁獲成績報告書における大海区3（日本海）と大海区5（東シナ海）の旧中型イカ釣り漁船の1日あたりの漁獲量の集計結果であり、漁獲量は日本海と東シナ海の冷凍漁獲量集計値である。努力量は、これらの漁獲量／CPUEとして算出した。

	漁獲量 (トン)	努力量 (日)	CPUE (トン／日)
1979	112,476	153,302	0.734
1980	108,501	99,975	1.085
1981	75,568	105,354	0.717
1982	87,411	112,146	0.779
1983	88,716	127,653	0.695
1984	75,753	104,969	0.722
1985	73,012	98,025	0.745
1986	37,072	100,338	0.369
1987	90,995	92,074	0.988
1988	66,679	72,615	0.918
1989	81,883	70,063	1.169
1990	70,729	53,983	1.310
1991	71,830	47,121	1.524
1992	85,218	39,526	2.156
1993	86,306	37,968	2.273
1994	45,737	25,946	1.763
1995	56,333	26,038	2.163
1996	75,862	23,937	3.169
1997	69,972	23,674	2.956
1998	75,369	33,036	2.281
1999	100,749	37,455	2.690
2000	77,199	24,042	3.211
2001	73,784	21,656	3.407
2002	87,385	27,639	3.162
2003	68,583	22,166	3.094
2004	60,730	25,899	2.345
2005	62,767	25,698	2.443
2006	70,506	26,341	2.677
2007	47,647	20,983	2.271
2008	55,618	20,019	2.778
2009	51,473	18,511	2.781

CPUEは漁獲成績報告書（大海区3日本海・5東シナ海）の集計結果。漁獲量は日本海と東シナ海の冷凍漁獲量集計値。努力量は漁獲量／CPUEで算出。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁場一斉調査、幼生分布調査および新規加入量調査を用いて各発育段階の資源状況を把握すると共に、漁場一斉調査で得られた資源量指数を基に下記の手順で資源量を推定した。

- ア) 日本海漁場一斉調査の結果から資源変動を把握すると共に、全調査点のCPUEの平均値を資源量指数として求めた（詳細は補足資料1）。
- イ) 資源量は資源量指数に比例すると仮定し、漁場一斉調査から得られた資源量指数に比例定数（q）を与えて推定した。
- ウ) 比例定数（q）は、まず1979～2000年の調査船で得られたデータをもとに平均的な漁獲係数（F*）を推定し、その後、1979～2000年の資源量指数と漁獲量から漁獲係数の平均値が前述の平均的な漁獲係数（F*）と一致するように求めた（詳細は補足資料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4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2.76尾となった。1987年以降は増加傾向に転じ、1998年に一時的に減少したが、概ね15尾前後で推移した。2000年以降は20尾以上に増加し2002年には25.04尾に達した。しかし、2003～2007年は水準がやや低下して15尾前後となった。その後、2008年は21.06尾、2009年は18.24尾に回復したが、2010年の調査結果では14.59尾に減少した。

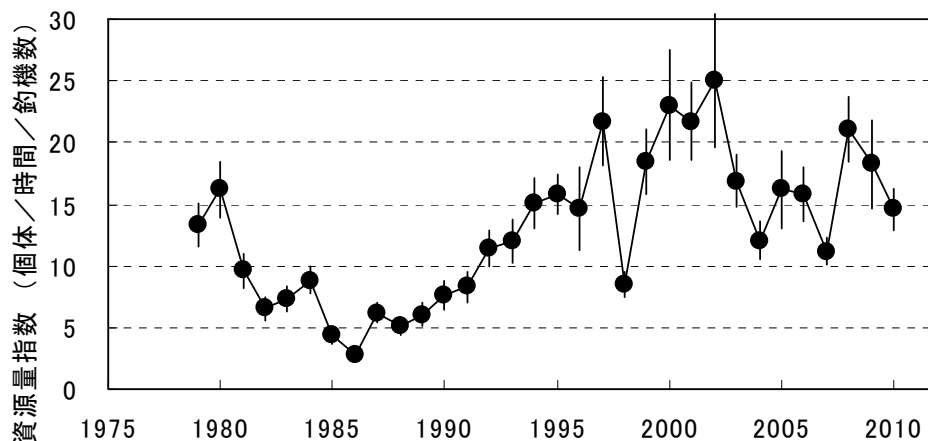


図4. 資源量指数の経年変化（|は標準誤差）

新規加入量調査

漁期前（4月）に実施する新規加入量調査の結果では、2010年の1曳網あたりの平均採集尾数は2009年よりも大きく減少し、特に外套背長5cm以上の個体は過去10年で最も低い値であった（補足資料3）。

幼生分布密度

幼生の分布密度（補足資料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年代以降は高い値となった。しかし、2005年以降はやや減少し、45cm ネットの鉛直曳きによる1曳網あたりの採集数では1.5尾前後となった。2009年の調査結果でも1.24尾とかなり低い値であり、1990年代以降の水準を維持しているものの、親魚尾数の減少が懸念される（図5）。なお、近年の幼生分布密度の減少は、秋季発生系群の主産卵時期が遅くなり、調査時期と主産卵時期が一致しなくなったことも影響している可能性もある。

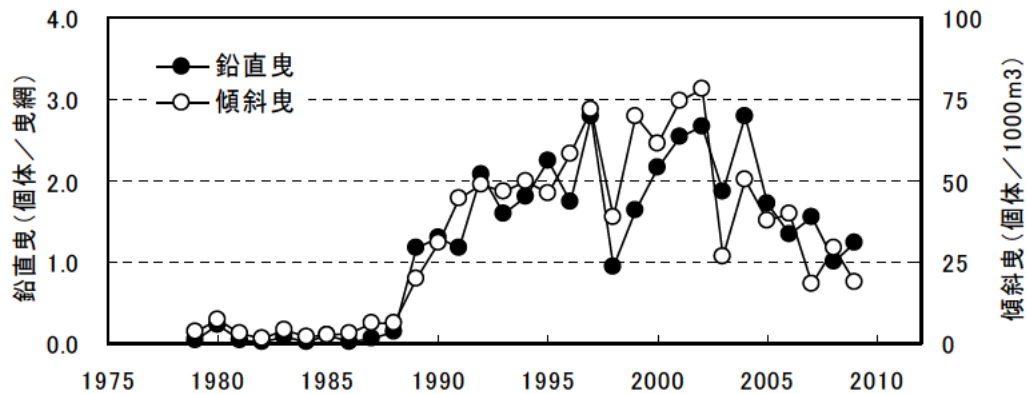


図5. スルメイカ幼生の分布密度

鉛直曳は全ての採集個体、傾斜曳は外套背長1.5mm以上の個体の分布密度。

CPUE

日本海における旧中型いか釣り漁船の CPUE（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、2000 年前後には約 3 トンの水準となった（図 6）。その後、2004～2007 年はやや水準が低下し、2.5 トン前後となったが、2008 年および 2009 年は約 2.8 トンに回復した（図 6）。

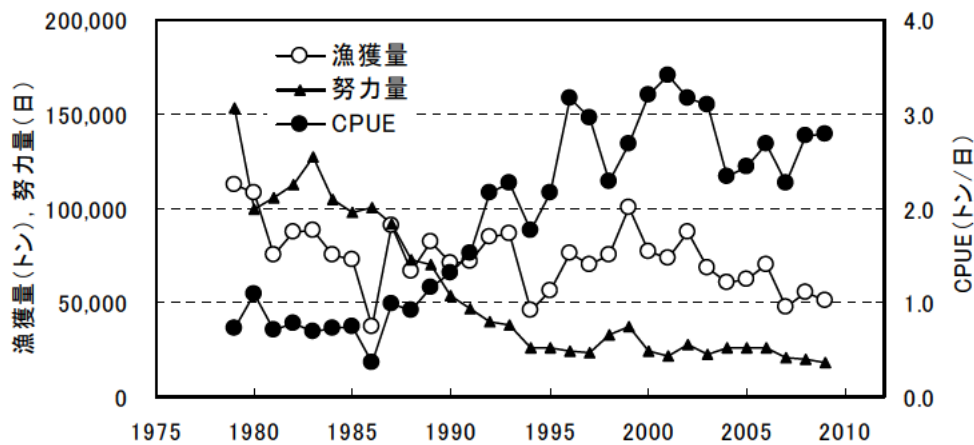


図6. 日本海における旧中型いか釣り漁船のCPUE、漁獲量、努力量の推移

(3) 外套背長組成の推移

漁場一斉調査（補足資料1）で採集された個体の資源量指数（＝全調査点の平均CPUE）で重み付けした体長組成を図7に示す。2010年は20cmにモードがあり、概ね近年（2005～2009年）平均並みの外套背長組成であった。外套背長20cm以下のスルメイカの資源量指数は、昨年および近年平均を下回ったが、外套背長21cm以上のスルメイカの資源量指数は昨年を上回った。

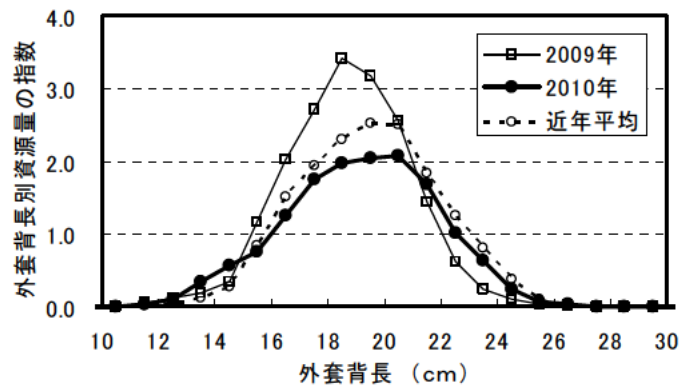


図7. 漁場一斉調査結果による外套背長組成

(4) 資源量と漁獲割合の推移

スルメイカ秋季発生系群の推定資源量および漁獲割合の推移を図8に示す。資源量の推定方法は補足資料2のとおりである。

1980年代前半は減少傾向にあり、1980年代は主に50万トン前後（1981～1989年の資源量の平均値は51.2万トン）、1986年には22.4万トンとなった。1980年代後半以降は増加傾向となり、1990年代の平均資源量は109万トン、2000年前後には主に150～200万トン（2002年に最大値＝204万トン）となった。2004～2007年は90～130万トンに減少したが、2008年は171万トン、2009年は149万トンに増加した。しかし、2010年の資源量は119万トンに低下したと推定された。

漁獲割合は1980年代に資源量の減少と共に上昇し、1980年代半ばには35～40%となった。しかし、その後は資源量の増加と共に低下し、1990年代は30%以下、近年は20%前後となった。さらに、2008年は燃油高騰による採算悪化の影響によって10.9%に低下し、2009年も12.9%の低い値であった。

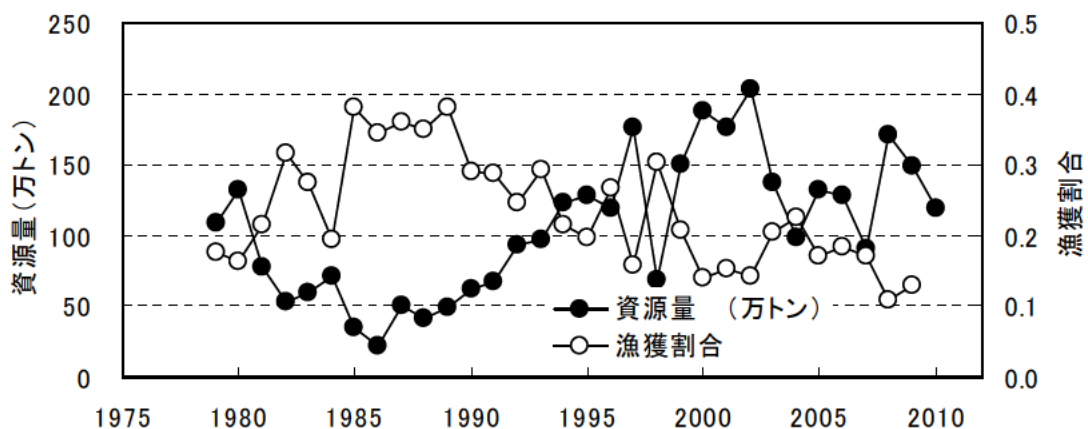


図8. スルメイカの推定資源量および漁獲割合

次に、資源尾数と漁獲尾数より算出した親魚尾数を図9に示す。なお、親魚尾数は下記のように算出した（詳細は補足資料2）。

$$S_t = N_t \cdot e^{-M_t - F_t} \quad (1)$$

ここで F_t は漁獲係数、 M_t は自然死亡係数(=0.6)を示す。

親魚尾数も資源量と同様に1980年代前半は低位水準・減少傾向であったが、1980年代後半以降は増加に転じ、2000年前後は30億尾前後となった。2003～2007年は15～20億尾に減少したが、2008年は約30億尾に回復したと推定された。

2010年漁期も下式(2)に示す資源量指数と漁獲量の関係（詳細は補足資料3）で漁獲が行われた場合、2010年の漁獲量は23.3万トンとなり、2010年の親魚尾数は17.1億尾(48.0万トン)と予測される。(図9)

$$C_t = \frac{4.55 \cdot U_t}{1 + 0.127 \cdot U_t} \quad (2)$$

ここで、 U_t は資源量指数と C_t は漁獲量を示す。

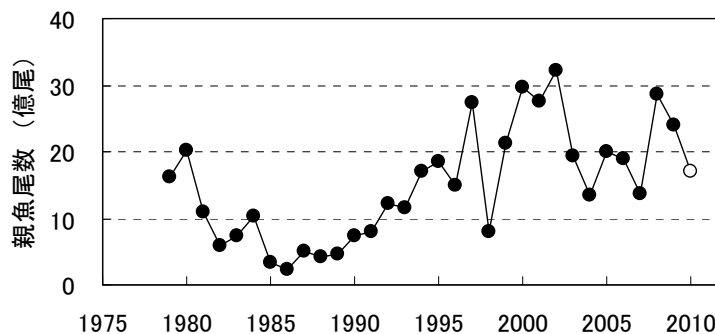


図9. スルメイカの推定親魚尾数 ○は2010年の予測値。

(5) 資源の水準・動向

2010年の資源量は2008年および2009年を下回ったものの、高位水準の閾値とする1990年代の平均資源量(=109万トン、なお、低位水準の閾値は1980年代の平均資源量=51万トン)を上回った(図8)。また、2006～2010年の推定資源量の変化から、2010年のスルメイカ秋季発生系群の資源は「高位水準・横ばい」と判断した。

(6) 再生産関係

推定した資源量および親魚量を用いて再生産関係を求めた(図10)。また、再生産成功率(RPS)を資源尾数/(前年の親魚尾数)として求めた。RPSは、年による変化が大きく、かなり高い値の年もあるが、経年的な傾向として、資源が増加した1990年前後に4.0前後であったが、資源水準が高くなった2000年以降は、2.0前後に低下した。RPSの中央値も資源量の増加と共に年々低下し、1990～2010年のRPSの中央値は2.68であった(図11)。なお、RPSの中央値(2.68)から(3)式をもとに、資源水準(親魚量)を維持す

る管理基準値（ F_{med} ）は0.387と算出された。

$$F_{med} = -\ln\left(\frac{1}{RPS_{med}}\right) - M \quad (3)$$

ここで、 M は自然死亡係数(=0.6)である。

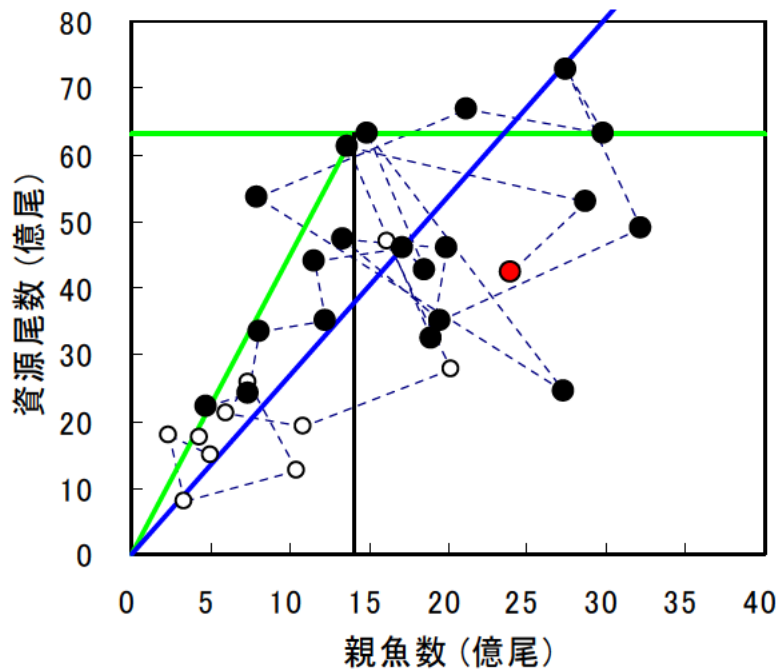


図10. スルメイカ
秋季発生系群の再生
産関係

(●) は1990年以降、(○) は1980～1989年の関係を示す。(●) は2010年の関係。図中の原点を通る青直線は1990年以降のRPSの中央値を示す。緑直線は、 B_{limit} を推定する際に用いる、資源尾数およびRPSの90%値を示す。

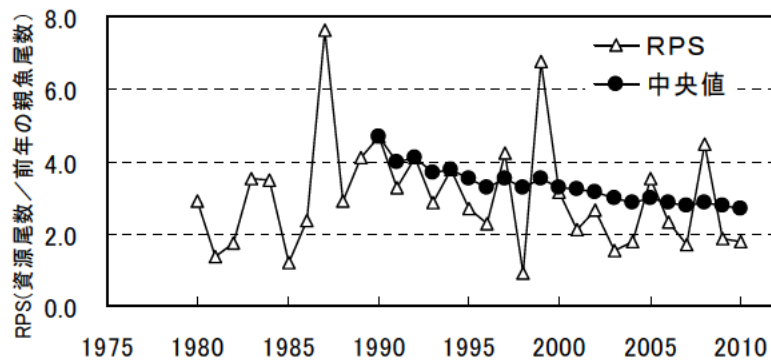


図11. RPS（資源尾数／前年の親魚尾数）の経年的変化
中央値は1990年以降の値の中央値。

(7) 今後の加入量の見積もり

スルメイカの資源量は、漁獲の影響に加えて中長期的および短期的な海洋環境によって変化することが指摘されている（村田・新谷1977、Okutani and

Watanabe 1983、Sakurai et al. 2000、木所2009)。たとえば1989年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によって北太平洋の海洋環境が大きく変化し（Hare and Mantua 2000、Yasunaka and Hanawa 2002）、その結果スルメイカの資源動向も変化したとされている（Sakurai et al. 2000、木所2009）。なお、海洋環境の変化と共にスルメイカの産卵場（Sakurai et al. 2000、Goto 2002）や回遊経路（Kidokoro et al. 2010）および主発生時期（木所2009）も同時期に変化しており、このような生態的な変化によって資源動向を判断することも可能と考えられている（木所2009）。

2009年以降の調査結果では、資源動向の変化を示す産卵回遊経路や産卵場形成位置等の生態的な変化は見られず、環境変化に伴う減少期に入った兆候は観察されていない。したがって、今後も1990年代以降のスルメイカにとって好適な環境が持続し、高い加入量水準が維持されると判断する。そこで、今後の加入量の見積もりとして、1990年以降のRPSの中央値にしたがって加入量が得られるとして今後の加入量を見積もった。ただし、スルメイカのRPSは親魚尾数と負の相関関係があり（図12）、好適な海洋環境においても親魚尾数が増大するとRPSは低下する傾向がある。したがって、親魚尾数が多い場合、RPSの中央値では高めの加入量を与える可能性がある。

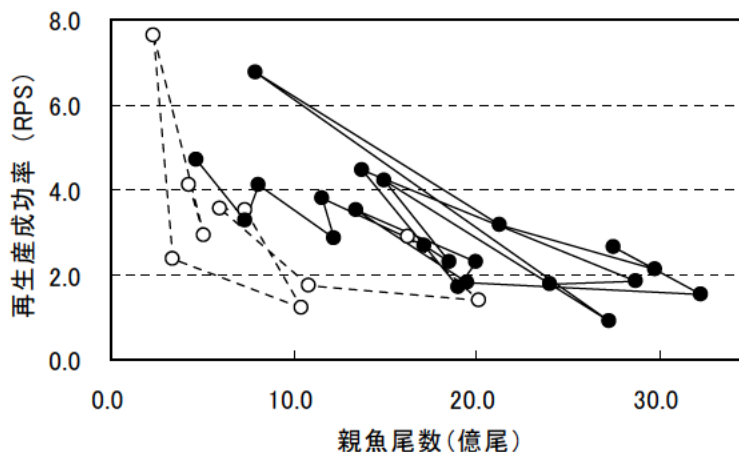


図12. 親魚尾数と再生産成功率（RPS）の関係
○は1980～1989年、●は1990年以降の関係を示す。

(8) Blimitの設定

資源が増大した1990年代以降、スルメイカ秋季発生系群の資源量は増加し、近年は概ね高位水準を維持している。よって、今後も1990年代以降の再生産関係に従って資源が変動すると判断される。そこで、Myers et al.(1994)を参考に、再生産関係（図10）を用いて、高い再生産成功率があったときに高い加入量が期待できる親魚量をBlimit（39.5万トン、14.1億尾）として設定した。この値は1990年以降、想定される再生産関係（RPSmed）の下で、高位水準（資源量で109万トン）を維持するための親魚量に相当する。よって、親魚量がこの値を下回った場合は、資源回復措置をとることとする。

(9) 生物学的管理基準値（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

現状（近年3年平均）の漁獲係数（ $F_{current}$ ）は0.204である。この値は、1990年代以降の再生産関係から推定した現状の資源水準を維持することが期待される漁獲係数（ $F_{med}=0.387$ ）を下回っており、現状の漁獲係数は資源水準を低下させない水準にあると判断できる（図13）。%SPRは、 $F_{current}$ の場合に約80%であり、漁獲がない場合と比較して約80%の親魚数が確保されていると判断される。なお、 F_{med} の場合の%SPRは70%前後である。

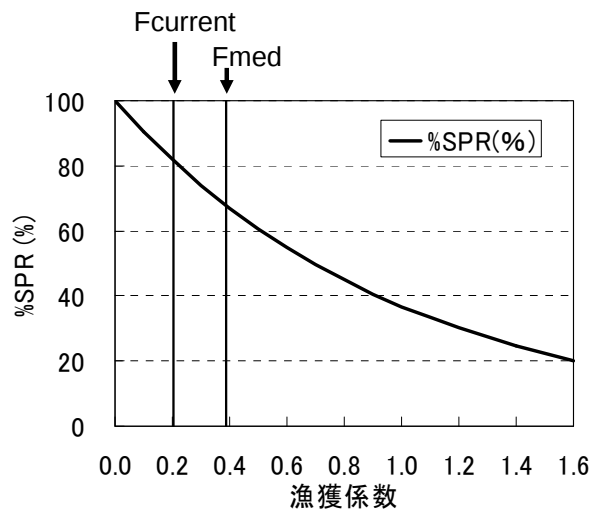


図 13. 生物学的管理基準値（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係 %SPR と合わせて示す。

5. 2011年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

スルメイカの資源変動特性として、中長期的な海洋環境の変化によって再生産状況および資源水準が変化する。1980年代におけるスルメイカの資源量は、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、50万トン前後で推移した。しかし、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、2000年前後には150万トン以上となった。2004～2007年には100万トン前後にやや減少したが、2008年は171万トン、2009年は149万トンとなった。しかし、2010年（119万トン）はや減少し、2004～2007年の水準となった。

現在、スルメイカの資源動向の変化を示唆する産卵場形成位置等の生態的な変化はまだ観測されてない。そのため、2011年以降も好適な環境における加入量水準が期待され、適切な管理によって資源を高位水準に維持することが可能と考える。

(2) 漁獲シナリオに対応した2011年ABC並びに推定漁獲量の算定

2010年の資源量は119万トンと推定され、2010年の親魚尾数（17.1億尾、48.0万トン）もBlimit（14.1億尾、39.5万トン）を上回ると予想される。そのため、ABC算定規則の1-1)-(1)を適応し、現状の漁獲圧の維持として近年3年間のF値の平均値（ $F_{current}$ ）による漁獲、および親魚量の維持（ F_{med} ）の漁獲シナリオをもとに2011年のABCを算定した。2011年の資源量は、2010年の予測親魚尾数（17.1億尾、48.0万トン）とRPSの中央値（2.68）から129万トン（46.0億尾）と予測され、各漁獲シナリオで予想される今後の漁獲量、資源量の変化を図14および表3に示す。ただし、資源量は無限に増加しないことから、親魚尾数が27.1億尾（資源尾数の過去の最大値（72.8億尾）/RPSmed）を超えた場合は親魚尾数を27.1億尾として翌年の資源量を計算した。

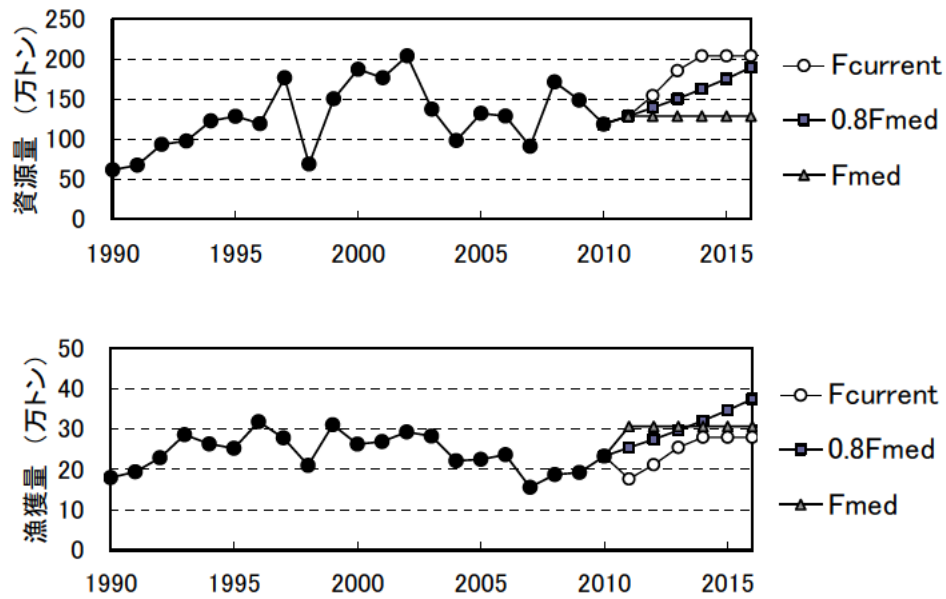


図14. 各漁獲係数による資源量(上)、および漁獲量(下)の推移

表3.各漁獲シナリオによる漁獲量および資源量の今後の推移

漁獲シナリオ		漁獲量(千トン)						
	管理基準	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent- 3yr (F=0.204)	233	176	212	254	279	279	279
現状の親魚量水準の維持	Fmed (F=0.387)	233	306	306	306	306	306	306
上記の予防的措置	0.8Fmed (F=0.310)	233	254	274	296	320	346	374
		資源量(千トン)						
	管理基準	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent- 3yr (F=0.204)	1,188	1,287	1,545	1,854	2,039	2,039	2,039
現状の親魚量水準の維持	Fmed (F=0.387)	1,188	1,287	1,287	1,287	1,287	1,287	1,287
上記の予防的措置	0.8Fmed (F=0.310)	1,188	1,287	1,390	1,502	1,623	1,754	1,895

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

各漁獲シナリオにおいて、加入量の不確実性による影響を、シミュレーション（補足資料4）を基に検討した（図15、表4）。また、資源評価結果の不確実性を考慮した予防的措置として、 $0.8F_{med}$ ($=0.310$) による漁獲を検討した。

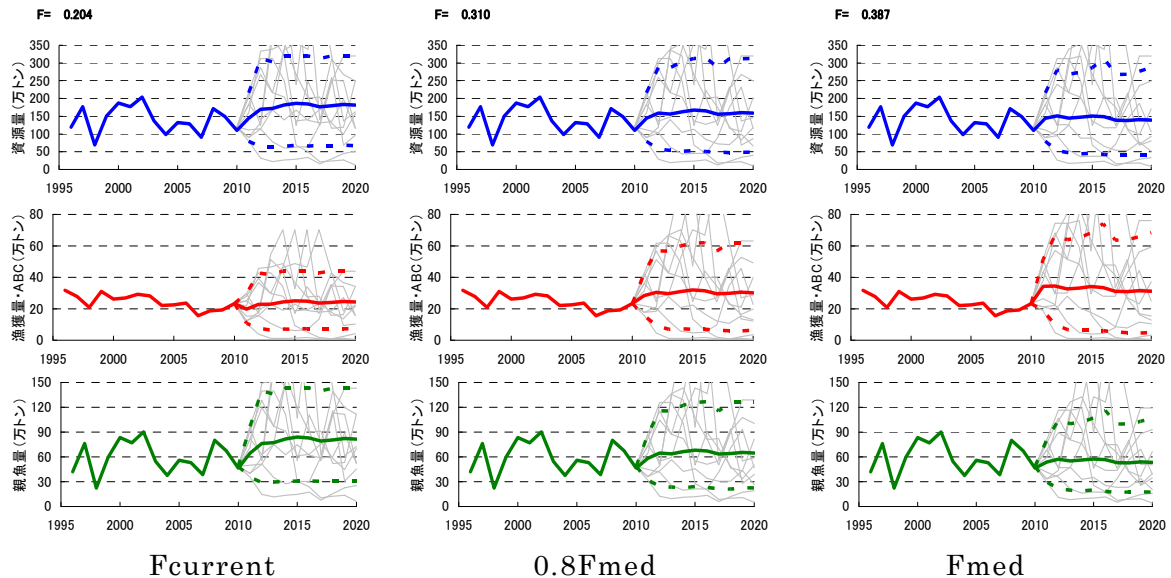


図15. 加入量の不確実性を考慮して各資源管理基準値で漁獲した場合の資源量（上図）、漁獲量（中図）、親魚量（下図）の推移 灰色の細線は1000回の試行のうち、任意の10回の試行の各推移、太線は1000回の試行による平均値、太点線は上側10%および下側10%点を示す。

加入量の不確実性を考慮したシミュレーションでは、どの漁獲によっても加入量の不確実性によって資源量および漁獲量が著しく低下する場合が出現した。

平均値では、現状の漁獲（ $F_{current}$ ）では、資源量は150万トン以上の水準を維持し、漁獲量は25万トン前後となった。 $0.8F_{med}$ で漁獲した場合は、資源量は150～160万トン、漁獲量は30万トン前後で推移した。 F_{med} で漁獲した場合は、資源量は150万トン前後、漁獲量は31～35万トンで推移した。

表4.シミュレーションによる各漁獲シナリオによる評価結果

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2011 年 ABC (千トン)
			5 年後 (千トン)	5 年 平均 (千トン)	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current-3yr}$)	$F=0.204$ (1.00 $F_{current}$)	13.7 %	70 ～ 439	229	76.9%	83.2%	176 (76)
*現状の親魚量 水準の維持 (F_{med})	$F=0.387$ (1.89 $F_{current}$)	23.8 %	63 ～ 683	336	51.0%	61.3%	306 (131)
*上記に予防的 措置をとる ($0.8F_{med}$)	$F=0.310$ (1.51 $F_{current}$)	19.7 %	69 ～ 617	301	62.4%	72.4%	254 (109)
2011 年 ABC は算定規則 1-1)-(1)で算定した。漁獲シナリオの評価は加入量の不確実性を考慮した補足資料 4 のシミュレーションを基に行った。 ・現状の漁獲圧は資源を悪化させる状況にないと判断される。 ・*のシナリオは平成 18 年に定められたスルメイカの中期的管理方針(下記)に合致する。 ・Blimit(親魚量で 395 千トン)は再生産関係より、高い再生産成功率があったときに高い加入量が期待できる親魚量として計算した。Blimit の親魚量は高位水準を維持するのに必要な親魚水準である。現状の親魚量は 2010 年の予測値(480 千トン)。 ・$F_{current}$ は近年 3 年間の F 値の平均値。 ・F_{med} は、1990 年代以降の再生産成功率の中央値より算出。 ・漁獲シナリオの評価は、加入量の不確実性を考慮したシミュレーション(補足資料 4)を基に行った。5 年後の漁獲量の範囲は、シミュレーションによる 80% 区間。 ・()内は秋季発生系群の我が国 200 海里内の漁獲量。秋季発生系群全体の漁獲量に対する我が国 200 海里内の漁獲比率の近年 5 年平均値(0.429)より算定した値。 ・海洋環境によって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、加入量予測に用いる再生産関係およびBlimit等の値を変更する必要がある。 ・スルメイカの中期的管理方針 高、中位にある資源が海洋環境の変化により大幅減少に転じる可能性があることから、資源動向の把握に努めつつ、海洋環境条件に応じた資源水準の維持を基本方向として管理を行う。資源水準の変動に際しては、関係漁業者の経営に影響が大きくなりすぎないように配慮を行うものとする。							

(4) ABCの再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2009年漁獲量確定値	2009年漁獲量の確定、管理基準値 (Fmed) の更新
2010年資源量確定値	2010年資源量の確定、管理基準値 (Fmed) の更新

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2009年 (当初)	Fmed	0.45	1,540	414 (181)	346 (151)	
2009年 (2009年再評価)	Fmed	0.42	1,485	376 (163)	312 (136)	
2009年 (2010年再評価)	Fmed	0.39	1,485	353 (152)	293 (126)	192 (77)
2010年 (当初)	Fmed	0.42	1,462	370 (161)	308 (134)	
2010年 (2010年再評価)	Fmed	0.39	1,188	299 (128)	249 (107)	
2009年、2010年とも、TAC設定の根拠となったシナリオについて行った。						

() 内は我が国200海里内の漁獲量

2009年及び2010年のABCについて、本評価による資源量等の値を用いて再計算を行った。両年における管理基準値 (Fmed) は再生産成功率の中央値を基に算定されるが、2010年のデータ追加により、0.418から0.387に低下した。その結果、2009年ABCの2010年再評価値は、2009年当初値 (2008年度資源評価値) の85%となった。

2009年度の資源評価では、2010年の資源量を146万トンと予測して2010年ABCを算定した。しかし、2010年の調査結果では2010年の資源量は119万トンと推定され、2009年度の予測値は123%過大となっていた。そのため、2010年ABCの再評価値は2010年当初値 (2009年度資源評価値) の81%となった。

6. ABC以外の管理方策への提言

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 (Okutani and Watanabe 1983 ; 村田・新谷 1977 ; Sakurai et al. 2000 ; 木所 2009)。そのため、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3) 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、Blimit等の管理基準値を変更して対応する必要がある。

スルメイカは単年生の生物資源であり、毎年漁獲対象資源が更新する。そのため、再生産関係から予測した資源量に対して実際に加入した資源量が少ない場合、設定したABCは過大となる。したがって、各発育段階における調査結果 (補足資料3) を用いて予測資源量と実際の資源状況を逐次把握すると共に、予想値と大きく異なっていた場合は速やかに対応を検討することも重要である。

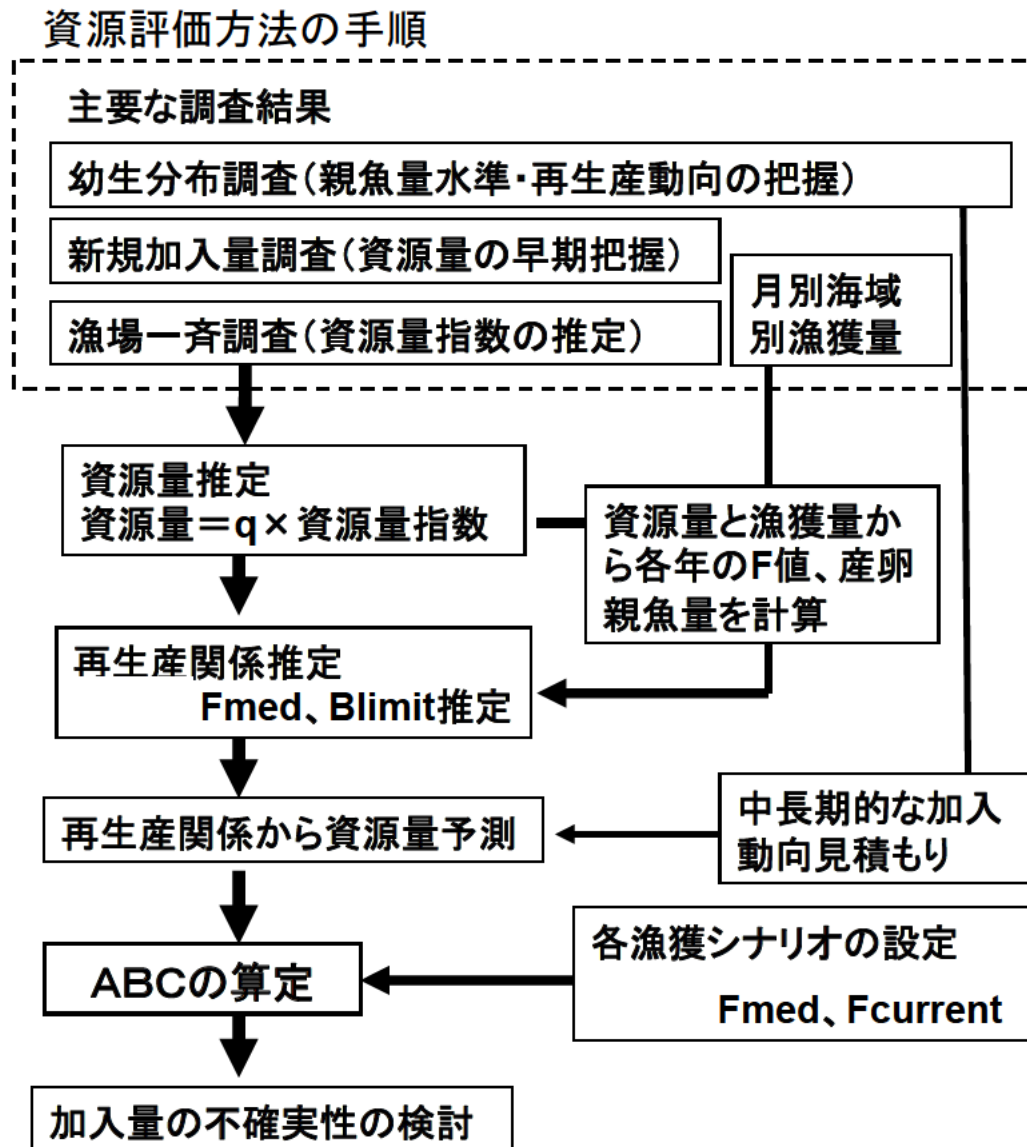
最後に、本系群は韓国をはじめとする日本の周辺諸国によっても漁獲されることから、資源の評価・管理に当たっては各国間の協力が必要である。

7. 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), 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.
- Hare, S.R. and Mantua N.J. (2000) Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. *Prog. Oceanogr.* (47), 103-145.
- 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 (2009) 気候変化に対するスルメイカの日本海での分布回遊と資源変動に関する研究. 水産総合研究センター報告, 27, 95-189.
- 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・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.
- Kidokoro, H., Goto, T., Nagasawa, T., Nishida, H., Akamine, T. and Sakurai Y. (2010) Impact of a climate regime shift on the migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan. *ICES journal of Marine Science*, in print.
- 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.
- 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.
- 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.
- Myers, R. A., Rosenberg, A. A., Mace, P. M., Barrowman, N. and Restrepo, V. R. (1994) In search of thresholds for recruitment over fishing. *ICES journal of Marine Science*, (51), 191-205.
- 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.
- 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.
- 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.
- Yasunaka, S. and Hanawa K. (2002) Regime shifts found in the North Hemisphere SST field. J. Meteorol. Soc. Jpn., (80), 119-135.

補足資料1 データと資源評価の関係を示すフロー



補足資料2 資源計算方法

1) 資源量の推定方法

スルメイカ秋季発生系群の資源尾数 (N_t) は、漁場一斉調査結果 (補足資料3) より得られる資源量指数 (U_t) を基に以下の方法で求めた。なお、生物情報 (成長、自然死亡係数) は次のとおりとした。

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) までの6ヶ月間漁獲対象になるとした。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) を用い、加入時、産卵時の体重も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尾数 (N_t) は、漁場一斉調査結果 (補足資料3-1) 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。

$$N_t = q \cdot U_t \quad (2-1)$$

ここで N_t は t 年の資源尾数 (億尾)、 U_t は t 年の資源量指数、資源量指数に比例定数 (q) をかけることで、資源尾数 (N_t) が計算される。さらに、1尾あたりの体重 (280g) をかけると、資源量 (B_t) となる。

2) 資源量推定に用いた比例定数の推定方法

与える比例定数 q によって資源量は変化する。そのため、式2-2で計算される各年の漁獲係数 (F_t) も q によって変化する (C_t は t 年における漁獲尾数)。ここでは、 q は式2-2によって計算される漁獲係数 (F_t) の平均値 (1979～2000年) が、別途推定した1979～2000年の平均的な漁獲係数 (F^*) と同じになる値として算出した (式2-3)。

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

$$F^* = \frac{\sum F_t}{n} \quad (t=1979 \sim 2000, n=12) \quad (2-3)$$

なお、ここで用いた平均的な漁獲係数 (F^*) は次項の方法で推定した1979～2000年の平均的な全減少係数 (Z^*) から自然死亡係数 (M) を差し引いて計算した。

3) 全減少係数の推定方法

1979～2000年の調査船調査結果（6月1日～11月30日、近年は漁場一斉調査以外の調査数が大きく減少したため、2000年までの調査資料のみを用いた）より、調査船のCPUEの減少係数から1979～2000年の平均的な全減少係数（ Z^* ）を推定した。ただし、資源量の年変動の影響を取り除くため、減少係数の推定には式（2-4）で示す各年月日の調査船CPUEの値（ $u_{d,y}$ ）を各年のCPUEの平均値（ $u_{avg,y}$ ）で割ったCPUEの相対値（ u_d ）を用いた。d日は6月1日からの経過日数である。

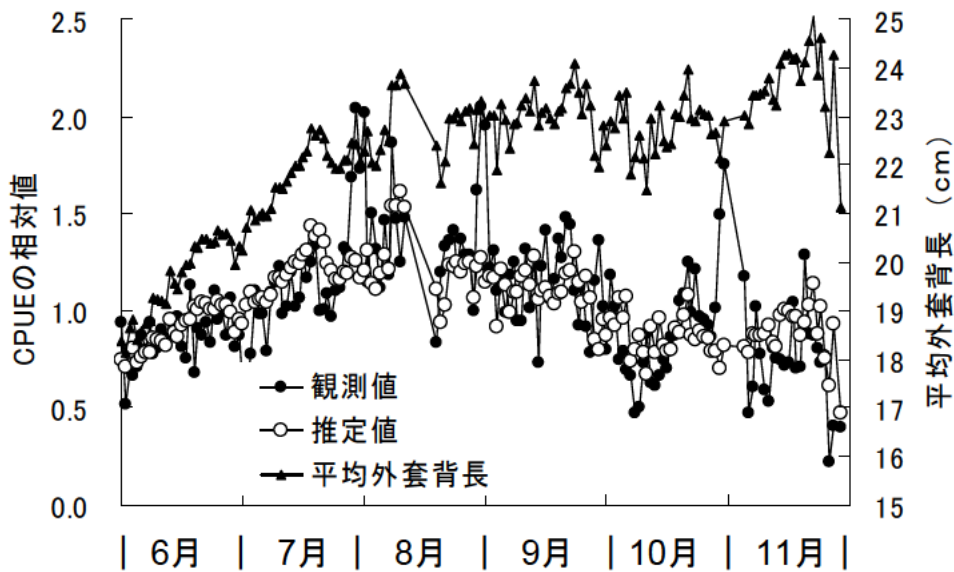
$$u_d = \frac{u_{d,y}}{u_{avg,y}} \quad (2-4)$$

CPUEの相対値（ u_d ）は、7月までは増加したが、7月下旬以降（ $d=50$ 日以降）は減少傾向となっていた（補足図 2-1）。一方、資料に用いた d 日における調査結果の平均外套背長（ x_d ）は u_d が増加した 7 月までは大きくなったが、8 月以降は 23cm でほぼ一定であった（補足図 2-1）。そこで、d 日におけるスルメイカの獲られやすさ（ f_d ）は、平均外套背長（ x_d ）と式 2-5 で示される関係（指数関係）にあると仮定し、CPUE の相対値（ u_d ）の変化から全減少係数（ Z^* ）の推定を試みた（補足図 2-2）。

$$f_d = a \cdot e^{bx_d} \quad (2-5)$$

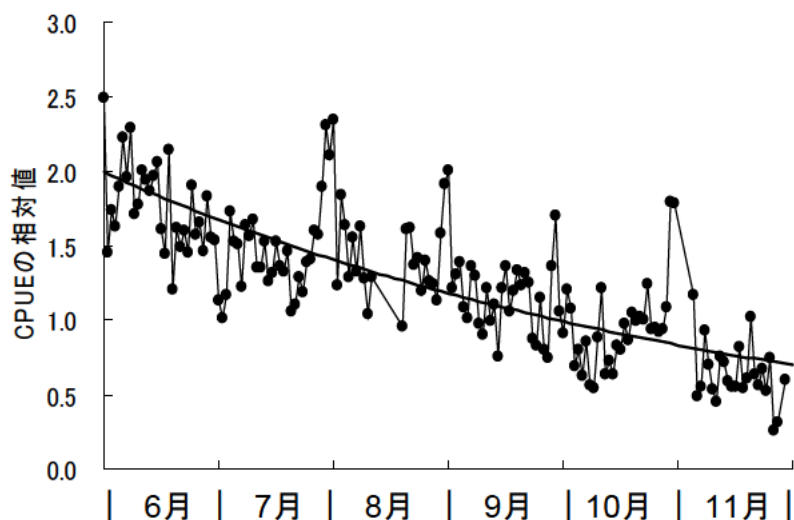
CPUE の相対値（ u_d ）の変化は、平均外套背長の関数で示される d 日のスルメイカの獲られやすさ（ f_d ）と全減少係数（ Z ）によって式 2-6 で示される。

$$u_d = f_d \cdot e^{-Z \cdot d} = a \cdot e^{(bx_d - Z \cdot d)} \quad (2-6)$$



補足図 2-1. 年相対 CPUE および平均外套背長の日別変化

全減少係数を含む式 2-6 の各パラメータは、推定値と実際の観測値の偏差の自乗が最小となるように推定した。その結果、 $a=0.0153$ $b=0.212$ $Z=0.00582$ と推定された。ここで、全減少係数は漁期間を 180 日とすると $Z^*=1.047$ となる。



補足図 2-2. 平均外套背長で補正した年相対 CPUE の日別変化
平均外套背長 23cm で加入率が 1 とした場合（で縦軸の切片を設定）における外套背長補正後の CPUE の相対値 (u_d) の変化として示した。

推定された全減少係数から自然死亡係数 ($M=0.6$) を差し引くと、1979～2000 年の平均的な漁獲係数 (F^*) は $F^*=0.4474$ となり、前項の式 2-2 および 2-3 から $q=2.907 \times 10^8$ と推定された。

4) 親魚数の算出

親魚数 (S_t) は資源尾数と式 (2-2) で推定した漁獲係数から下記の様に求めた。

$$S_t = N_t \cdot e^{-M_t - F_t} \quad (2-7)$$

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。なお、親魚の体重も資源量と同様に 1 尾あたりの体重 (280g) として、親魚量 (SSB_t) を算出した。

5) 資源量の推定結果

上記の手法を用いてスルメイカ秋季発生系群の資源尾数、資源量、親魚数、親魚量、漁獲割合、漁獲係数、再生産成功率を補足表 2-1 のように推定した。

補足表2-1 スルメイカ秋季発生系群の資源個体数、資源量、親魚数、親魚量、
漁獲割合、漁獲係数および再生産成功率

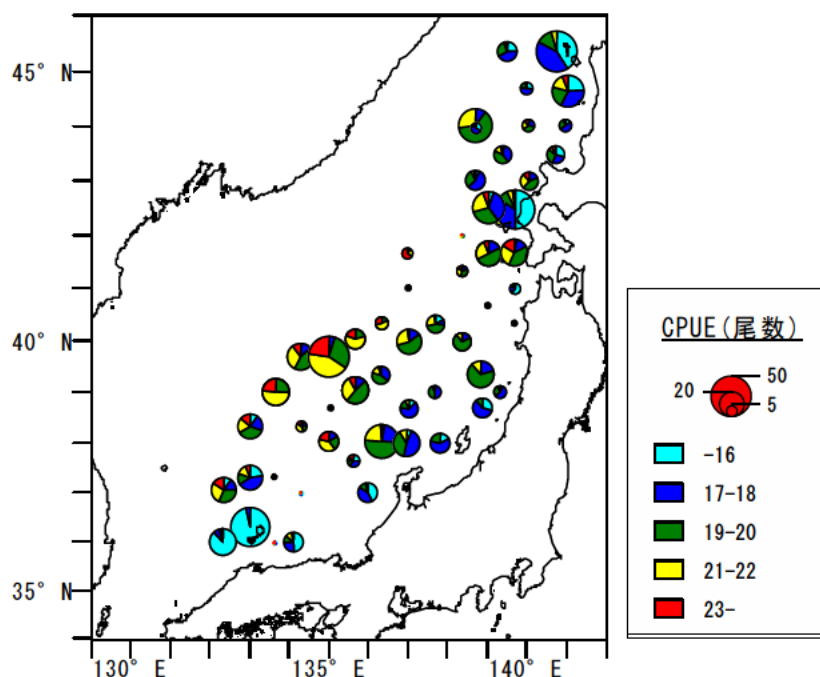
	資源量指数 (尾数)	資源尾数 (億尾)	資源量 (万トン)	親魚数 (億尾)	親魚量 (万トン)	漁獲割合 (%)	漁獲係数 (F値)	再生産成功 率 (RPS)
1979	13.32	38.73	108.4	16.23	45.45	17.5	0.270	
1980	16.20	47.10	131.9	20.16	56.45	16.3	0.248	2.90
1981	9.59	27.87	78.0	10.87	30.43	21.4	0.342	1.38
1982	6.54	19.02	53.3	5.98	16.75	31.6	0.557	1.75
1983	7.28	21.15	59.2	7.33	20.51	27.3	0.460	3.54
1984	8.82	25.63	71.8	10.39	29.09	19.4	0.303	3.50
1985	4.36	12.66	35.5	3.37	9.42	38.2	0.725	1.22
1986	2.76	8.01	22.4	2.36	6.60	34.4	0.624	2.38
1987	6.18	17.97	50.3	5.07	14.20	36.0	0.665	7.62
1988	5.09	14.81	41.5	4.29	12.00	35.0	0.640	2.92
1989	6.04	17.57	49.2	4.70	13.15	38.0	0.719	4.10
1990	7.58	22.02	61.7	7.34	20.55	29.1	0.499	4.69
1991	8.29	24.11	67.5	8.10	22.67	28.7	0.491	3.28
1992	11.46	33.33	93.3	12.24	34.26	24.5	0.402	4.12
1993	12.00	34.89	97.7	11.60	32.47	29.2	0.501	2.85
1994	15.08	43.85	122.8	17.11	47.92	21.4	0.341	3.78
1995	15.80	45.92	128.6	18.53	51.89	19.6	0.308	2.68
1996	14.64	42.58	119.2	14.97	41.91	26.6	0.445	2.30
1997	21.70	63.08	176.6	27.28	76.38	15.7	0.238	4.21
1998	8.46	24.60	68.9	7.96	22.28	30.4	0.529	0.90
1999	18.46	53.66	150.2	21.25	59.50	20.6	0.326	6.74
2000	23.01	66.89	187.3	29.77	83.36	14.0	0.210	3.15
2001	21.68	63.04	176.5	27.49	76.97	15.2	0.230	2.12
2002	25.04	72.81	203.9	32.22	90.22	14.3	0.215	2.65
2003	16.88	49.06	137.4	19.46	54.49	20.5	0.325	1.52
2004	12.07	35.09	98.2	13.40	37.53	22.5	0.362	1.80
2005	16.24	47.21	132.2	19.96	55.89	17.0	0.261	3.52
2006	15.80	45.94	128.6	18.96	53.09	18.4	0.285	2.30
2007	11.18	32.49	91.0	13.72	38.41	17.1	0.262	1.71
2008	21.06	61.22	171.4	28.66	80.24	10.9	0.159	4.46
2009	18.24	53.04	148.5	24.02	67.26	12.9	0.192	1.85
2010	14.59	42.42	118.8					1.77

補足資料3 調査船調査の経過及び結果

1) 漁場一斉調査および資源量指数

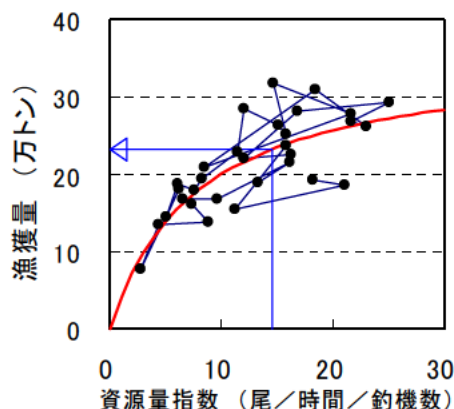
漁場一斉調査（釣獲試験調査）

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（60～70の調査点）を実施し、魚群の分布状況や魚体の大きさを把握している（補足図3-1）。なお、この調査の全調査点のCPUE（釣機1台1時間あたりの採集尾数）の平均値はその年の漁況（漁獲量）と良い関係が見られている（補足図3-2）。ただし、2008年は燃油高騰等の影響によって実際の漁獲量が資源量指数で推定される値を大きく下回った。



補足図 3-1. 2010 年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果

○の面積は各調査点の分布密度の指標となる CPUE(釣機 1 台 1 時間の採集尾数)を示し、各色は各外套背長範囲の比率を示す。



$$C_t = \frac{a \cdot U_t}{1 + b \cdot U_t} \cdot e^\varepsilon$$

補足図 3-2. 秋季発生系群の資源量指数 (U_t) と漁獲量 (C_t) の関係 $a=4.55$, $b=0.127$ 。青線は 2010 年の資源量指数と予測漁獲量を示す。

2010年の調査結果の概要（補足図3-1）は、各海域別に次のとおりである。(1)道北～道央海域ではCPUE（釣機1台1時間あたりの採集尾数）が30尾以上の分布密度が比較的高い調査点が複数見られた。道北～道央海域の魚体の大きさは、沿岸域では16cm台以下、および17～18cm台の小型個体の比率が高かったが、沖合域では19cm台以上の比率が高かった。(2)道南・津軽海域ではCPUEが20尾前後の調査点もあったが、5尾以下の調査点が多く、分布密度が低かった。なお、道南では21cm以上の個体の比率が高い調査点もあった。(3)本州北部では、能登半島から佐渡周辺海域を中心にCPUEが30尾前後の比較的分布密度が高い調査点があった。(4)西部日本海では隠岐諸島付近で分布密度が比較的高い調査点があった。しかし、昨年同様、外套背長16cm台以下の小型個体を中心であった。(5)大和堆を中心とした沖合域ではCPUEが30前後の分布密度が比較的高い調査点が多かった。なお、沖合域では沿岸域に比べて外套背長21cm以上の個体の比率が高く、外套背長23cm以上の個体は昨年よりも多かった。

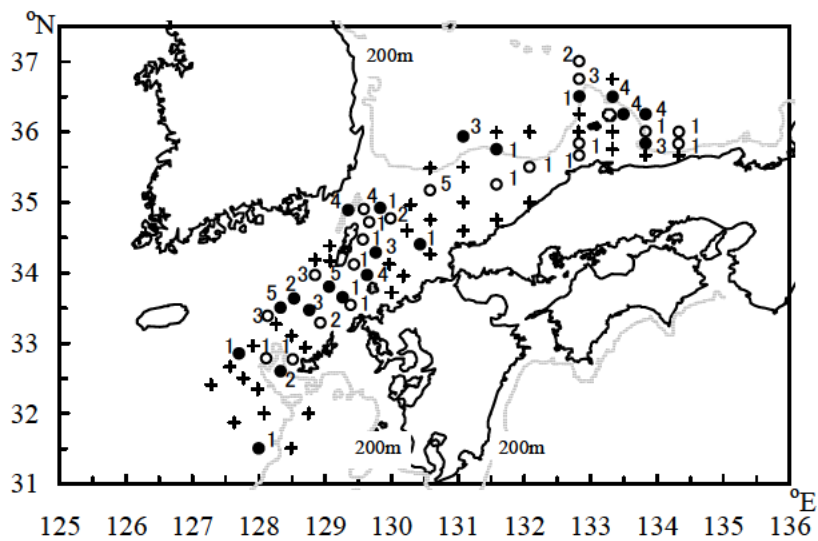
漁場一斉調査（日本海スルメイカ漁場一斉調査）は、1994年以前は6月、7月、9月の3回実施されてきたが、1995年以降は7月のみの実施となっている。したがって、資源評価に用いる資源量指数は、1995年を境に下記のように求めた。

- (a) 1995年以降は実施した全調査点の平均CPUE（釣機1台1時間あたりの採集尾数）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。

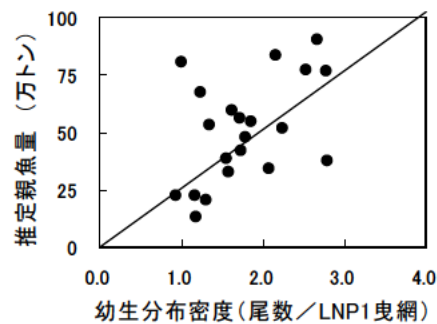
2) 幼生分布調査

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（補足図3-3）。幼生の分布密度は翌年の加入量よりもその年の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）（補足図3-4）。

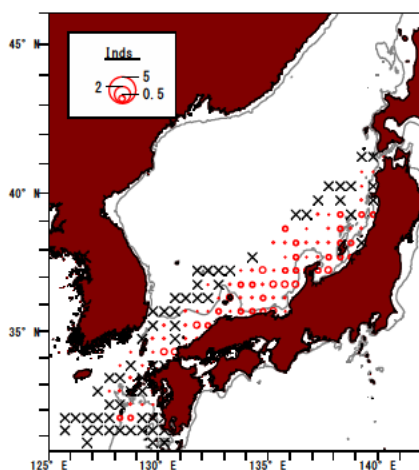
これまでの調査結果からスルメイカ幼生の分布海域（産卵場を示している）はスルメイカの資源水準と連動して変化した（Goto 2002）。資源水準が低かった1980年代は、主に北陸沿岸域がスルメイカ幼生の主分布域であったが、資源が増加した1990年代には対馬海峡から東シナ海まで幼生の分布域が拡大した（補足図3-5）。このような幼生の分布海域の変化（産卵海域の変化を示す）は海洋環境の変化が関連していると考えられ、スルメイカの幼生の分布域から海洋環境および資源動向の変化を判断することが可能と考えられる。



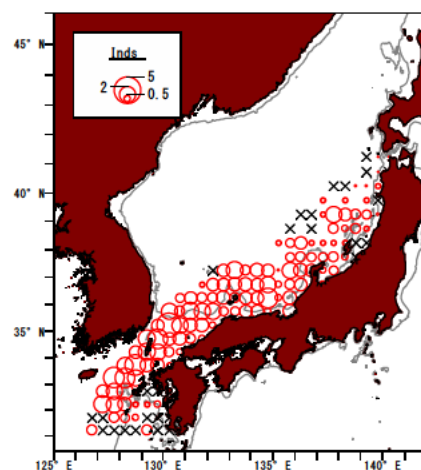
補足図 3-3. 口径 45cm ネットの鉛直曳きによるスルメイカ幼生の採集尾数(2009 年)
 + : 採集尾数が無し、● : 孵化直後の幼生が採集された地点、○ : 幼生の採集地点。



補足図3-4. 幼生分布密度（鉛直曳）と推定親魚量の関係



資源量低位水準期(1980年～1988年)の平均採集数（鉛直曳1網あたりの採集尾数）



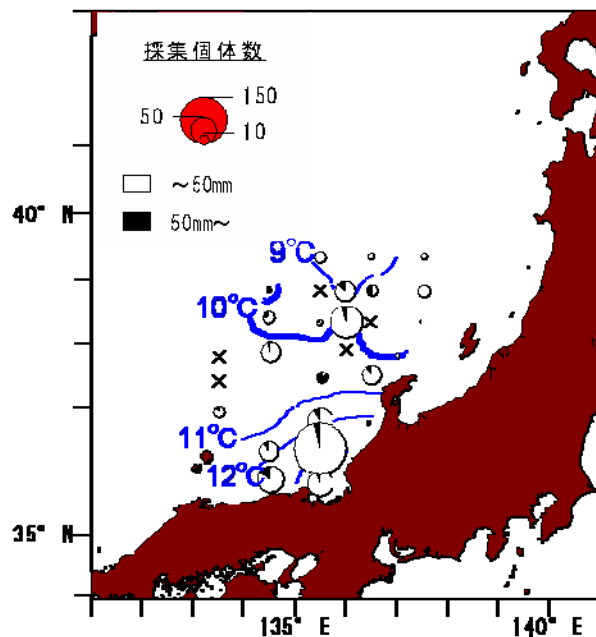
資源量高位水準期(1989年～2000年)の平均採集数（鉛直曳1網あたりの採集尾数）

補足図3-5. スルメイカ幼生の分布域の変化

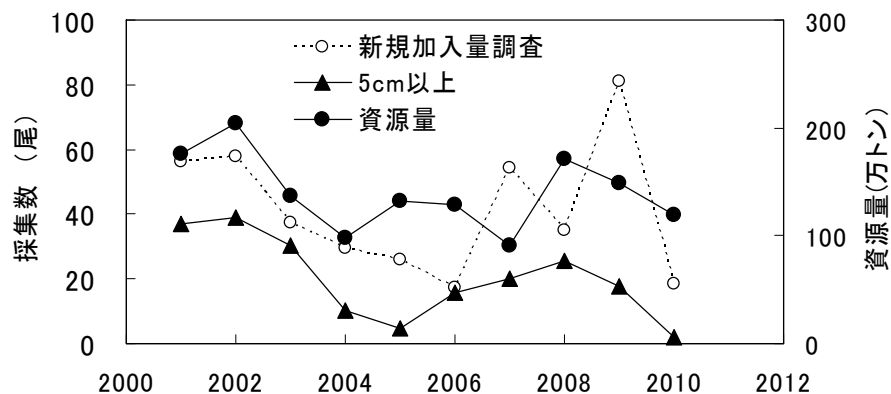
3) 新規加入量調査

スルメイカは資源が毎年更新し、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。

2010年4月に実施したスルメイカの新規加入量調査では、能登半島付近で外套背長5cm未満のスルメイカが採集されたが、全体的に採集数が少なく、外套背長5cm以上のスルメイカはほとんど採集されなかった（補足図3-6）。1調査点あたりの平均採集尾数は18.6尾であり、近年平均（42.9尾）および昨年（81.29尾）を下回った（図2）。特に外套背長5cm以上のスルメイカでは、1調査点あたりの平均採集尾数は2.0尾であり、近年平均（16.7尾）および昨年（17.7尾）を大きく下回った（補足図3-7）。



補足図3-6. 2010年の新規加入量調査による加入前スルメイカの分布状況



補足図3-7. 新規加入量調査の平均採集尾数と推定資源量の経年変化

補足資料4 加入量の不確実性を考慮したシミュレーション

資源尾数 (N_t) は (5-1) 式より、前年の親魚数 (S_{t-1}) に再生産成功指数 (RPS) をかけて計算した。ただし、親魚尾数 (S_{t-1}) が、27.1 億尾 (=資源尾数の過去の最大値/RPSmed) を超えた場合は 27.1 億尾として、式 (5-1) より翌年の資源尾数を計算した。

$$N_t = RPS_i \cdot S_{t-1} \quad (5-1)$$

ここで、RPSは、1990年以降の値が同じ確率で発生するものとした。

親魚数 (S_t) および漁獲量 (Y_t) は資源尾数と漁獲係数 (F_t) および自然死亡係数 ($M_t=0.6$ で一定) から (5-2) 式および (5-3) 式で求めた。

$$S_t = N_t \cdot e^{-M_t - F_t} \quad (5-2)$$

$$Y_t = N_t \cdot e^{-M_t/2} \cdot (1 - e^{-F_t}) \cdot w \quad (5-3)$$

ただし、2009年の親魚数 (= S_{2009}) は資源量指数と漁獲量の関係 (本文中の式(2) および補足資料3) から求めた値を用いた。wは280gとした。

また、スルメイカの漁獲制御方法として、親魚量 (SSB_{t-1}) がBlimit (39.5万トン) を下回った場合、管理基準となる漁獲係数 (F) に削減係数 β を掛けた漁獲係数 ($F_t = \beta F$) を用いた。 β は前年の親魚量 ($SSB_{t-1} = S_{t-1} \cdot w$) をもとに下記のように計算した。

$$\beta = \frac{SSB_{t-1}}{B_{\text{limit}}} \quad (5-4)$$

シミュレーションは2011年から2020年までの10年間の変化を1000回反復して計算した。