

平成 20 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（大下誠二、田中寛繁）

参画機関：日本海区水産研究所、青森県水産総合研究センター、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、京都府立海洋センター、兵庫県立農林水産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、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本系群の資源量は昨年度まで月を単位とするコホート解析により推定していたが、今年度は年を単位とするコホート解析により推定した。資源量は 1996 年から 2000 年まで 30 万トン以上であったが、2001 年に 18 万トンへ減少した。2004 年以降の資源量は 20 万トン以上であった。過去の資源量の動向から水準を中位、過去 5 年間の資源量の推移から動向を増加とした。再生産関係から、 B_{limit} を 2005 年水準の親魚量 10 万トンとした。2007 年の親魚量は B_{limit} 以上である。2008 年以降の再生産成功率を過去 5 年間(2003～2007 年)の平均で推移すると仮定した場合、 $F_{current}$ でも資源はゆるやかに増加すると推定された。したがって、 F_{limit} は $F_{current}$ とし、 F_{target} は $0.8F_{limit}$ とした。ただし、本報告での ABC はシラスを含む日本の漁獲に対する値である。

	2009 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	83 千トン	$F_{current}$	1.15	39%
ABC_{target}	73 千トン	$0.8F_{current}$	0.92	35%

シラスの漁獲量を含む。

漁獲割合は漁獲量÷資源量。 F は各年齢の単純平均。 $F_{current}$ は 2005～2007 年の F の平均。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2006	244	81	0.84	33%
2007	239	94	1.19	40%
2008	181	—	—	—

ただし、 F は各年齢の平均値。シラスの漁獲量を含む。2008 年の資源量は加入量を仮定した値。

水準：中位 動向：増加

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
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 主要港水揚げ量(新潟県～鹿児島(14)府県) 月別体長組成調査(水研セ・新潟県～鹿児島(14)府県)
資源量指数 ・魚群量調査 ・新規加入量調査 ・産卵量	計量魚探を用いた魚群量調査(水研セ) ・計量魚群探知機、中層トロール ・ニューストンネットによるシラス密度(水研セ) 卵採集調査(水研セ、青森～鹿児島(17)府県) ・ノルパックネット
自然死亡係数	年あたり $M=1.0$ とする(補注 3)

1. まえがき

本資源は、日本海北区(石川県から新潟県)では主に定置網・敷網により漁獲され、日本海西区(山口県から福井県)では主に大中型まき網・中型まき網・定置網・敷網により漁獲されている。東シナ海区(福岡県から鹿児島県)では、主に中型まき網により漁獲される。なお、日本海および東シナ海では一部の海域を除いて、太平洋や瀬戸内海のようなシラスを対象とした漁業は発達していない。

2. 生態

(1) 分布・回遊

カタクチイワシは日本海では日本、朝鮮半島、沿海州の沿岸域を中心に分布する(落合・田中 1986)。近年では、日本海の中央部や間宮海峡以南の北西部でも分布が確認されている(ベリヤーエフ・シェルシェンコフ 1997)。東シナ海では、日本、朝鮮半島、中国の沿岸域を中心にして、沖合域にも分布することが報告されている(Iversen et al. 1993; Ohshimo 1996)。日本の漁船が漁獲するカタクチイワシの主漁場は沿岸域である(図 1)。

日本海および東シナ海におけるカタクチイワシの詳細な回遊経路は不明である。卵の出現状況からみて、対馬暖流域の産卵は、春から夏にかけて対馬暖流の影響下にある水域で主に行われ、さらに能登半島以南の水域では秋季まで継続する(内田・道津 1958)。

(2) 年齢・成長

対馬暖流域におけるカタクチイワシの成長に関する研究はほとんどないが、季節発生群により成長が異なることが知られている。本報告では、耳石に形成される日周輪の解読結果、および月別の体長組成の推移により、孵化後半年後には被鱗体長で約 9cm 程度に成長するものと仮定している。月別の体長組成の変化から、春季と秋季の発生群について成長様式を求めたところ、次のような結果を得た(図 2、補注 1)。

$$\text{春季発生群: } BL_t = 143.96\{1 - \exp(-0.15(t + 0.44))\}$$

$$\text{秋季発生群: } BL_t = 158.59\{1 - \exp(-0.09(t + 0.74))\}$$

ただし、 BL_t はふ化後 t ヶ月の被鱗体長(mm)である。

(3)成熟・産卵

カタクチイワシは厳冬期を除く周年にわたり産卵することが知られている。若狭湾のカタクチイワシは 8.5cm で産卵に参加することが報告されている (Funamoto et al. 2004)。また志村ら(2008)は鳥取県沿岸において、11.9cm 以上であれば、ほとんどが産卵している。図 2 から春季発生群は翌年の産卵期にほぼ全て産卵することとなる。そのため、本報告では満 1 歳から全個体が産卵に参加すると仮定した(図 3)。

(4)被捕食関係

カタクチイワシは動物プランクトンのうち主にカイアシ類を主食とする(Tanaka et al. 2006)。カタクチイワシを餌とする生物は多く、仔稚魚期には動物プランクトンやマアジ・マサバなどの魚類に、未成魚・成魚期には魚類の他に、クジラやイルカなどの海産ほ乳類や海鳥類などにも捕食される。

3. 漁業の状況

(1)漁業の概要

カタクチイワシ対馬暖流系群の主要漁業は、日本海では大中型まき網であるが、東シナ海では中型まき網である。

(2)漁獲量の推移

日本海北区の漁獲量は 1995 年に約 9 千トンまで増加した後、1996 年を除いて 5 千トン以上を維持してきたものの、2001 年は 393 トンまで減少した。その後は増加傾向にあり、2006・2007 年はそれぞれ 6 千トンであった(図 4・表 1)。日本海西区の漁獲量は 1993・1994・1997 年を除いて 1991 年から 1998 年(71 千トン)まで増加した。その後 2000 年まで 50 千トン以上で推移していたが、2001 年～2003 年は 20 千トン前後で推移した。その後は、2005 年は 16 千トン、2006 年は 19 千トン、2007 年は 23 千トンであった(図 4・表 1)。

東シナ海区の漁獲量は 1991 年以降 2000 年まで増加傾向(2000 年は 65 千トン)にあったものの、2001 年～2004 年は 40～45 千トンで推移した(図 4・表 1)。2005 年には 57 千トン、2006 年には 45 千トン、2007 年には 57 千トンであった。

対馬暖流系群全体をみると、1997 年を除いて 1996 年から 2000 年まで 10 万トンを超える漁獲量があったが、2003 年は 77 千トン、2004 年は 67 千トン、2005 年は 74 千トン、2006 年は 70 千トン、2007 年は 85 千トンであった。対馬暖流域の沿岸域におけるシラスの漁獲量は、2002・2003 年に減少したが、近年では過去 30 年間で高位の状況にある(表 2)。

韓国の漁獲量は、1995 年以降 20 万トンを超えており、2000 年以降は増減を繰り返している(「漁業生産統計」韓国統計庁、表 1)。韓国近海のカタクチイワシの漁場は韓国南岸および東岸である(韓国国立水産振興院 2000)。中国のカタクチイワシの漁獲量は、1997 年以降 100 万トンを超えている。漁獲量のピークは 1998 年である (FAO 統計)。

4. 資源の状態

(1)資源評価の方法

資源評価には、1)資源量指標値(産卵調査・計量魚群探知機による調査・中層トロール

CPUE・沿岸域におけるネット採集によるシラスの CPUE)、2) 各年の年齢別年別の漁獲尾数に基づくコホート解析を用いた。

(2) 資源量指標値の推移

図 5 と表 3 に日本海と東シナ海における卵豊度の推移を示した。1998 年に卵豊度が高くなり、2001 年にかけて減少したものの、2004 年には 1991 年以降最高の値を示し、近年では高い水準で推移している。図 6 には夏季(8・9 月)に九州北西岸で行われている魚群量調査(現存量指標値 Ohshimo 2004)と中層トロールの CPUE を示した。現存量指標値は、2002～2003 年および 2006 年に低い値を示したものの、増加傾向で推移している。一方中層トロールの CPUE は 2002 年以降低水準で推移した。¹

図 7 には初夏(6 月)と夏季(8・9 月)のニューストーンネットに入網したシラスの密度(尾÷有効網数)の推移を示した。2004 年以降では、夏季の調査についてやや高い水準で推移した。なお、採集したシラスは査定した限りすべてがカタクチイワシであった。

(3) 漁獲物の年齢組成

図 8 に年齢別漁獲尾数の推移を示した(求め方および月齢組成との比較は補注 2 参照)。ほとんどが 0 歳魚であり、0 歳魚の漁獲尾数は 1977 年以降漸増している。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

図 9 に年齢別コホート解析(補注 3 参照)を用いて推定された資源量と漁獲割合(漁獲量÷資源量)を示した。資源量は 1998 年に 48 万トンを示し、その後 2001 年には 18 万トンまで減少したが、その後はやや増加傾向にある。一方、漁獲割合は、1977 年以降 24～42%の間を推移した。

自然死亡係数を 0.5、1.0、1.5 としたときのそれぞれの資源量の違いを図 10 に示した。自然死亡係数が高いと資源量は多いと推定された。図 11 には、親魚量と加入尾数との関係を示した。親魚量と加入尾数は正の相関を持ち、親魚量 15 万トン以上では加入尾数が頭打ちになる傾向を示した。資源回復の目安となる Blimit は、図 11 から再生産成功率 RPS (加入尾数÷親魚量) の上位 10%に相当する線と加入量の上位 10%の交点から親魚量 10 万トン(2005 年水準)が適当と判断した。図 12 には、親魚量と RPS(加入尾数÷親魚量)の経年変化を示した。親魚量が多いと RPS が低くなる傾向が示され、密度効果が示唆された。

現状の $F(F_{current}=1.15)$ は約 10%SPR にあたり、YPR との関係をもてやや高いと判断されるが(図 13)、親魚量と漁獲係数(F)との関係は明確ではなかった(図 14)。

(5) 資源の水準・動向

図 9 から 1977 年以降の資源水準は中位にあり、過去 5 年の資源量の動向から増加と判断した。

(6) 資源と漁獲の関係

親魚量と漁獲係数(F)の間には明瞭な関係は見いだせなかった。

¹ 魚群量が多いが一つあたりの魚群の量は小さいとも解釈されるが、今後の課題である。

5. 2009 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

各種調査結果から、本系群は 1990 年代後半以降に変動を繰り返しながら漸増していることが示唆された。年齢別コホート解析の結果から、資源水準は中位にあり、過去 5 年の動向から増加と判断された。また 2007 年の親魚量は 14 万トンであり、再生産関係(図 11)から求められる B_{limit} (親魚量 10 万トン)を超えていると判断した。

(2) ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群は資源量が推定でき、再生産関係が分かり、 $B > B_{limit}$ であるので ABC 算定ルール 1-1)-(1)を用いた。したがって、ABC 算定のための式は次の通りである。

$$F_{limit} = \text{基準値}$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \alpha$$

$F_{current}$ で資源は徐々に増加すると見込まれるため(後述)、ここで基準値は $F_{current}$ とした。 α は基準値の 0.8 とした。

	2009 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	83 千トン	$F_{current}$	1.15	39%
ABC_{target} (参考)	73 千トン	$0.8 \times F_{current}$	0.92	35%
F_{sus}	87 千トン	$1.1 \times F_{current}$	1.27	41%

$F_{current}$ は 2005～2007 年の F の平均。再生産成功率は 2003～2007 年の 5 年平均である。図 11 から親魚量が 15 万トンを超えた場合は、加入尾数を 6000 千万尾とした。なお、韓国の漁獲量は考慮しておらず、ABC にはシラスの漁獲量を含む。

(3) ABC_{limit} の評価

図 15 に $F_{current}$ に様々な係数を乗じた際の資源量の変化を示した。現状の F($F_{current}$)でも資源量は緩やかに増加するが、F を引き下げることでその増加の程度はより速くなる。ただし、親魚量が 15 万トンを超えると加入尾数を一定と仮定しているため、資源量が 42 万トンを上限に安定した。現状の資源量(2007 年)を維持する漁獲係数(F_{sus})は、 $1.1 \times F_{current}$ である。

表 $F_{current}$ を基準として F を変化させたときの漁獲量と資源量の変化

	漁獲量(千トン)					資源量(千トン)				
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
$0.4 \times F_{current}$	44	74	91	95	95	211	333	401	416	416
$0.6 \times F_{current}$	60	87	103	106	106	211	297	343	353	353
$0.8 \times F_{current}$	73	93	106	109	109	211	267	300	306	306
$F_{current}$	83	93	103	107	107	211	237	259	269	270
$1.1 \times F_{current}$	87	90	93	96	99	211	217	224	231	238

ただし、親魚量が 15 万トンを超えた場合は加入尾数が一定と仮定しているので、漁獲量も資源量も F の削減効果は薄い。過去親魚量多かったのは 1998 年と 1999 年であり、その

後の資源量は急減していることから、ある一定以上の資源量となった場合、それ以上に増加させるのは困難であると判断した。

また、再生産成功率は過去 5 年間の平均(429 尾/kg)としたが、これを過去 3 年間(395 尾/kg)や過去 10 年間(371 尾/kg)水準で推移した場合は、 $F_{current}$ で資源量は現状維持程度となり、その場合の 2009 年 $F_{current}$ での算定漁獲量は 3 年平均の場合に 75 千トン、10 年平均の場合に 65 千トンである。

資源動向が増加であるのに 2008・2009 年に資源量・漁獲量が減るのは 2007 年の加入尾数が 2005・2006 年よりもやや少ないためである(図 8 参照)。

(4)ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量	ABClimit	ABCtarget	漁獲量	管理目標
2007 年(当初)	0.8 $F_{current}$	348 (-)	81 (-)	78 (-)	—	資源量回復
2007 年(2007 年 再評価)	0.8 $F_{current}$	303 (-)	85 (-)	68 (-)	—	資源量回復
2007 年(2008 年 再評価)	$F_{current}$	369 (238)	94 (94)	105 ()	94	現状の漁獲 圧維持
2008 年(当初)	0.8 $F_{current}$	303 (-)	81 (-)	80 (-)	—	資源量回復
2008 年(2008 年 再評価)	$F_{current}$	334 (181)	88 (72)	101 (63)	—	現状の漁獲 圧維持

なお、単位は千トン(シラスの漁獲量を含む)。ただし、数字は月別コホートによるもの()内が年別コホートによるもの。年別コホートは平成 20 年度から計算のため、ABClimit および ABCtarget の当初および 2007 年再評価時は—とした。また 2008 年再評価時の ABCtarget が ABClimit よりも大きくなるのは F を下げることにより年内の生残量が多く、成長のために資源量が増えるため。2007 年級群は、いずれの推定方法でも少ないため 2008 年の ABC は 2007 年よりも減少する。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本資源は日本以外にも韓国が漁獲しており、韓国のデータを加えた場合、日本の ABC は変更される可能性がある。中国もカタクチイワシを多く漁獲しているが、本系群との交流の程度が不明である。

7. 引用文献

- 相澤康・滝口直之(1999)MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討. 水産海洋研究, 63, 205-214.
- ベリヤーエフ V.A.・シエルシェンコフ S.Y. (1997) 日本海における近年のカタクチイワシの資源尾数の動向. 日ロ漁業専門家・科学者記録(非公開). 水産庁研究部, PP 191-194.
- Funamoto, T. Aoki, I. and Wada Y. (2004) Reproductive characteristics of Japanese anchovy *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. Fish. Res., 70, 71-81.

- Iversen, S. A., Zhu, D., Johannessen, A. and Toresen, R. (1993) Stock size, distribution and biology of anchovy in the Yeallow Sea and East China Sea. Fish. Res., 16, 147-163.
- 韓国国立水産振興院(2000) 韓国 EEZ 内における資源と生態. 314p.
- 落合明・田中克(1986) 新版魚類学(下). 恒星社厚生閣, 140p.
- Ohshimo, S. (1996) Acoustic estimation of biomass and school character of the Japanese anchovy Engraulis japonicus in the East China Sea and the Yellow Sea. Fish. Sci., 62, 344-349.
- Ohshimo, S. (2004) Spatial distribution and biomass of pelagic fish in the East China Sea in summer, based on acoustic surveys from 1997 to 2001. Fish. Sci., 70, 389-400.
- 志村健・山本潤・森本晴之・大下誠二・下山俊一・桜井泰憲(2008) 春季の日本海鳥取沖におけるカタクチイワシの成熟と産卵. 水産海洋研究, 72, 101-106.
- Tanaka, H. Aoki, I. and Ohshimo, S. (2006) Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. J. Fish Biol., 68, 1041-1061.
- 内田恵太郎・道津善衛(1958) 第 1 篇 対馬暖流水域の表層に現れる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書 第 2 輯, 水産庁, pp. 3-65.

表1 カタクチイワシの漁獲量（トン）

年	日本海北区	日本海西区	東シナ海区	韓国	中国
1966	3,679	21,980	64,022	66,349	
1967	16,533	26,932	63,010	78,538	
1968	6,814	52,333	99,988	63,127	
1969	11,564	29,364	65,041	115,056	
1970	10,719	41,282	57,406	54,047	
1971	13,596	31,884	71,938	66,904	
1972	6,939	31,212	75,422	104,174	
1973	2,072	24,696	68,877	95,572	
1974	3,294	6,401	50,140	173,457	
1975	4,312	7,026	50,806	175,451	
1976	2,659	11,854	40,727	126,202	
1977	5,306	17,532	49,476	140,842	
1978	1,360	14,545	34,521	183,211	
1979	902	7,255	22,511	171,539	
1980	787	4,913	38,523	169,657	
1981	1,077	8,032	33,089	184,351	
1982	2,663	10,751	59,867	162,256	
1983	3,112	20,184	47,801	131,859	
1984	1,174	15,343	42,342	155,124	
1985	2,027	11,128	31,480	143,512	
1986	1,305	20,441	40,172	201,642	
1987	2,025	13,261	26,478	167,729	
1988	3,309	13,434	34,977	126,112	
1989	2,039	14,596	37,066	131,855	
1990	5,065	7,964	28,793	168,101	54,000
1991	4,457	32,089	39,894	170,293	113,000
1992	3,428	36,001	44,343	168,235	193,000
1993	2,024	32,008	34,181	249,209	557,000
1994	1,505	32,832	22,503	193,398	439,000
1995	8,968	39,950	44,185	230,679	489,000
1996	2,488	61,791	49,244	237,128	671,000
1997	6,471	26,605	45,369	230,911	1,202,000
1998	7,074	70,273	50,903	249,519	1,373,000
1999	5,868	65,764	56,397	238,934	1,097,000
2000	4,821	57,481	64,872	201,192	1,143,000
2001	393	18,941	45,853	273,927	1,261,000
2002	7,418	17,682	40,413	236,315	1,173,000
2003	5,268	28,259	43,356	250,106	1,302,000
2004	4,788	13,565	42,672	196,646	1,102,000
2005	2,248	16,202	56,868	249,001	1,039,880
2006	6,359	19,025	44,757	265,346	974,570
2007	5,765	22,786	56,572	221,110	

ただし、石川県の漁獲量は属地統計である。

表2 カタクチイワシのシラスの漁獲量(仮定値：トン)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
	4,870	5,089	6,500	4,472	4,043	3,783	3,143	2,116	2,507	3,546
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
	5,702	5,864	6,535	6,541	7,083	5,971	6,038	7,057	5,990	5,739
年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	6,481	6,661	11,109	12,071	6,739	4,635	5,155	8,844	9,869	8,248
年	2007									
	9,086									

表3-1 日本海におけるカタクチイワシの卵豊度(兆粒)

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
3月	0	0	5	1	—	—	—	0	2	4
4月	56	77	44	35	27	4	18	168	89	321
5月	776	480	103	502	198	348	104	2,596	379	1,108
6月	188	572	580	1156	—	—	391	3,225	965	1,924

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007			
3月	0	0	0	1	1	0	210			
4月	79	13	130	692	100	12	646			
5月	64	316	819	2,135	412	348	704			
6月	211	1,673	1,090	6,993	1,089	681	1,233			

ただし、2006年5月の兵庫・鳥取・島根各県の調査は日韓の問題のため調査できなかった。
2007年の値は暫定値。

表3-2 東シナ海におけるカタクチイワシの卵豊度(兆粒)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
3月	207	66	6	304	154	135	1,019	483	4	100
4月	938	543	85	753	312	1,444	1,685	1,007	103	147

年	2003	2004	2005	2006	2007					
3月	159	382	269	716	335					
4月	1,512	2,247	1,748	2,135	1,246					
5月	1,210	167	821	900	985					
6月	934	1,345	2,437	224	263					



図1 カタクチイワシの分布図

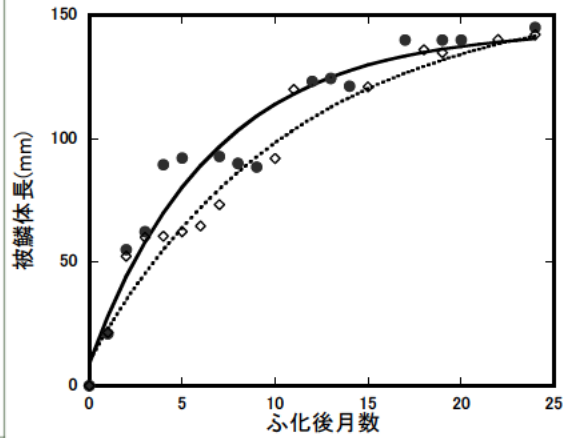


図2 カタクチイワシの成長様式

●：春季発生群観測値、◇：秋季発生群観測値
実線：春季発生群成長式、破線：秋季発生群成長式

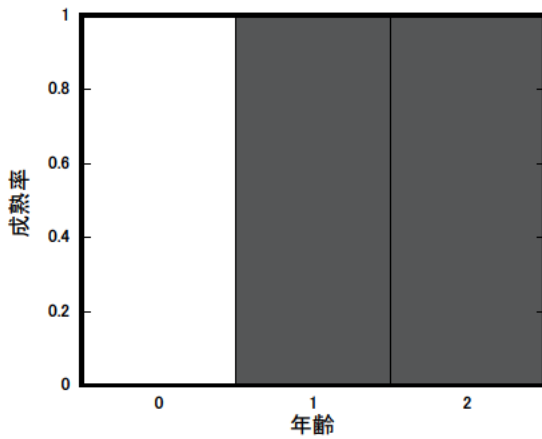


図3 年齢別成熟率

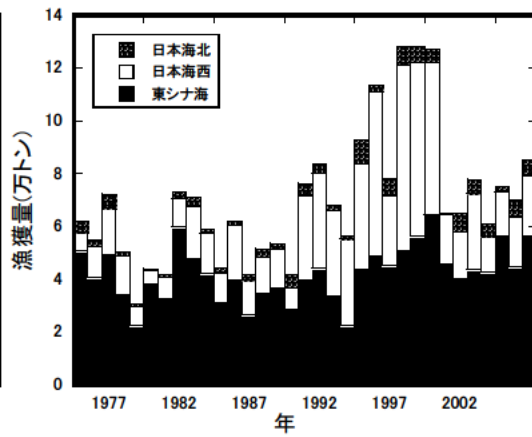


図4 海域別漁獲量

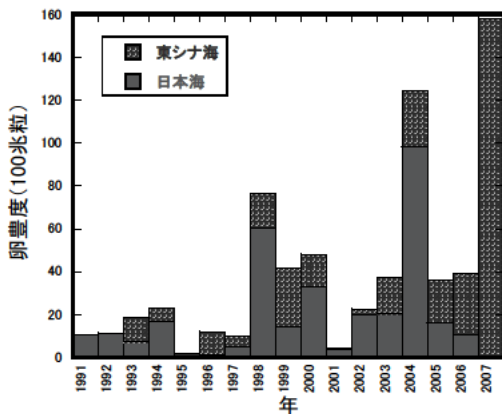


図5 卵豊度の経年変化

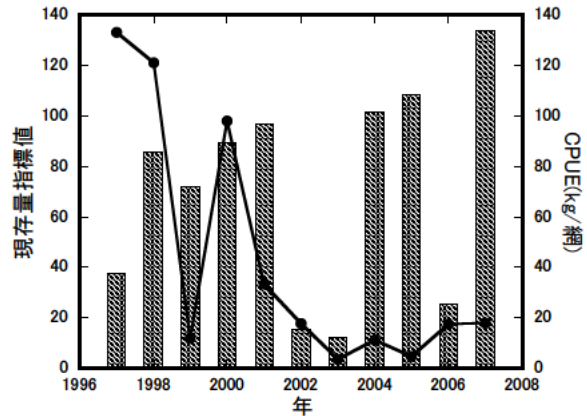


図6 計量魚探(現存量指標値)
と中層トロールのCPUE(8・9月)
棒グラフ：魚探、折線グラフ：CPUE

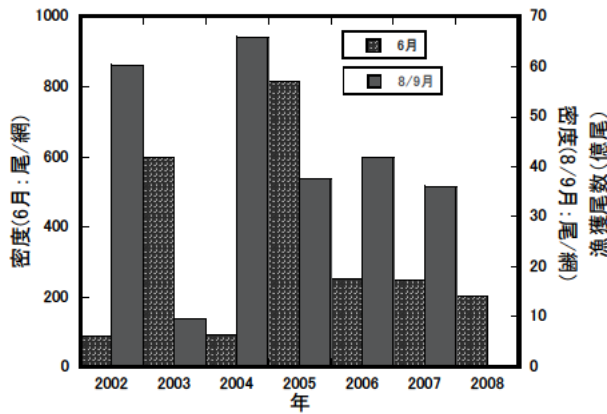


図7 ニューストンネットによるシラス密度

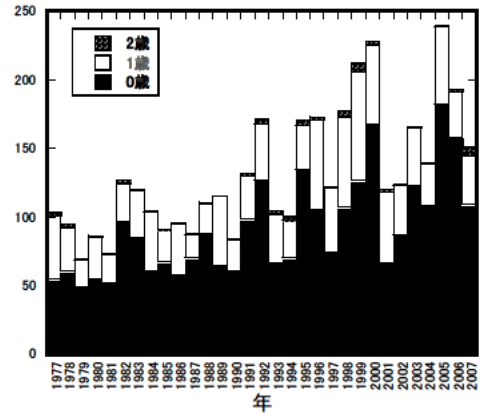


図8 年齢別漁獲尾数

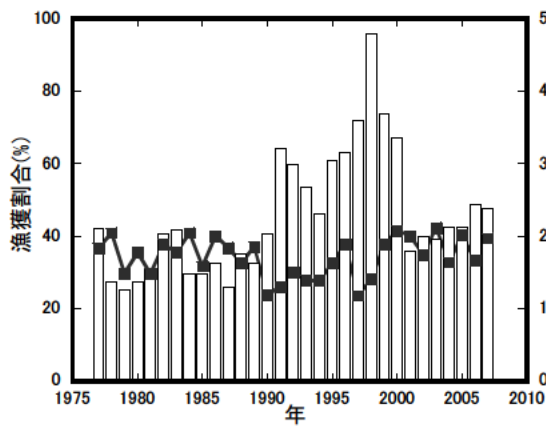


図9 推定された資源量と漁獲割合
棒グラフ：資源量、折線：漁獲割合

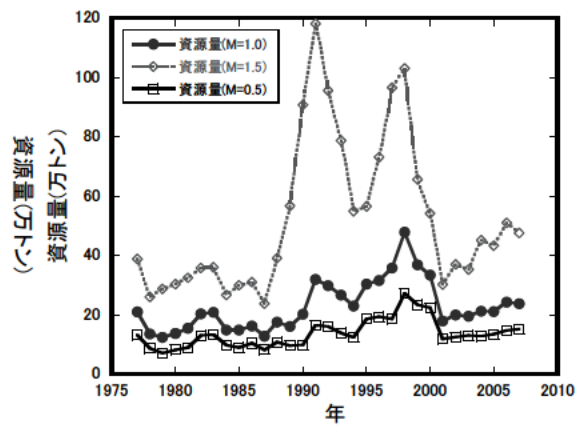


図10 Mを変えた場合の資源量の変化

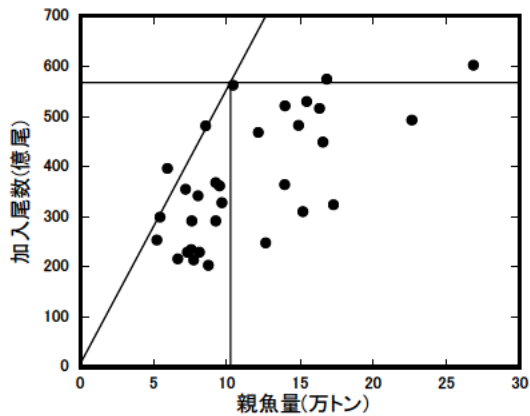


図11 再生産関係

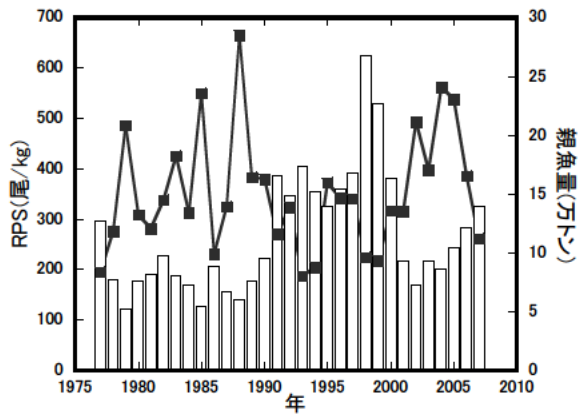


図12 親魚量とRPSの経年変化
棒グラフ：親魚量、折線グラフ：RPS

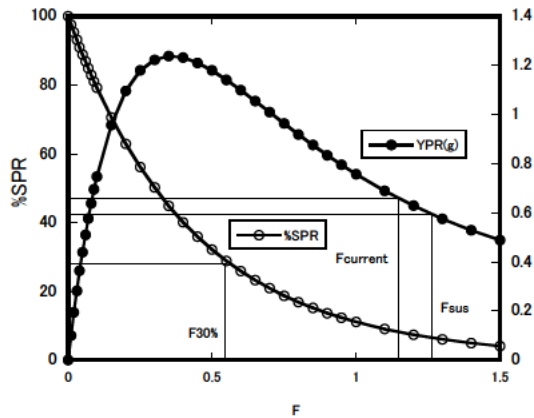


図 13 %SPR と YPR および漁獲係数の関係

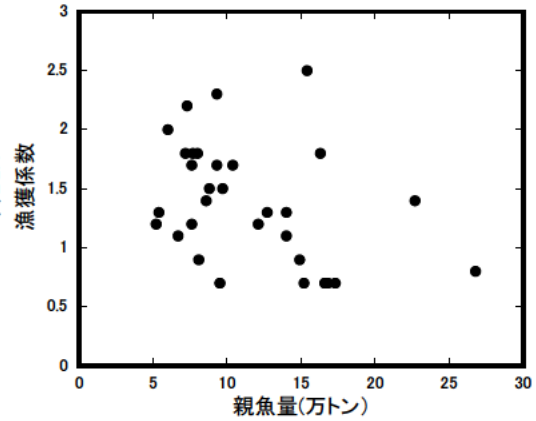


図 14 親魚量と漁獲係数の関係

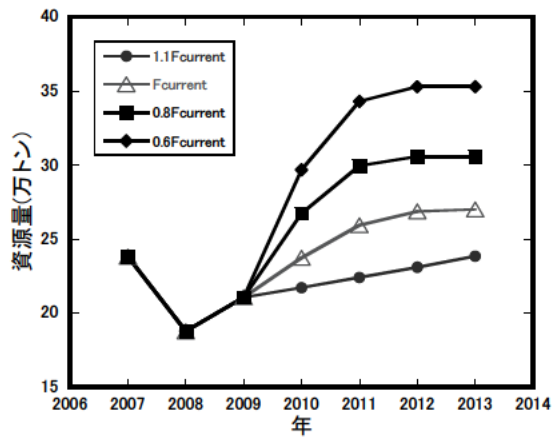
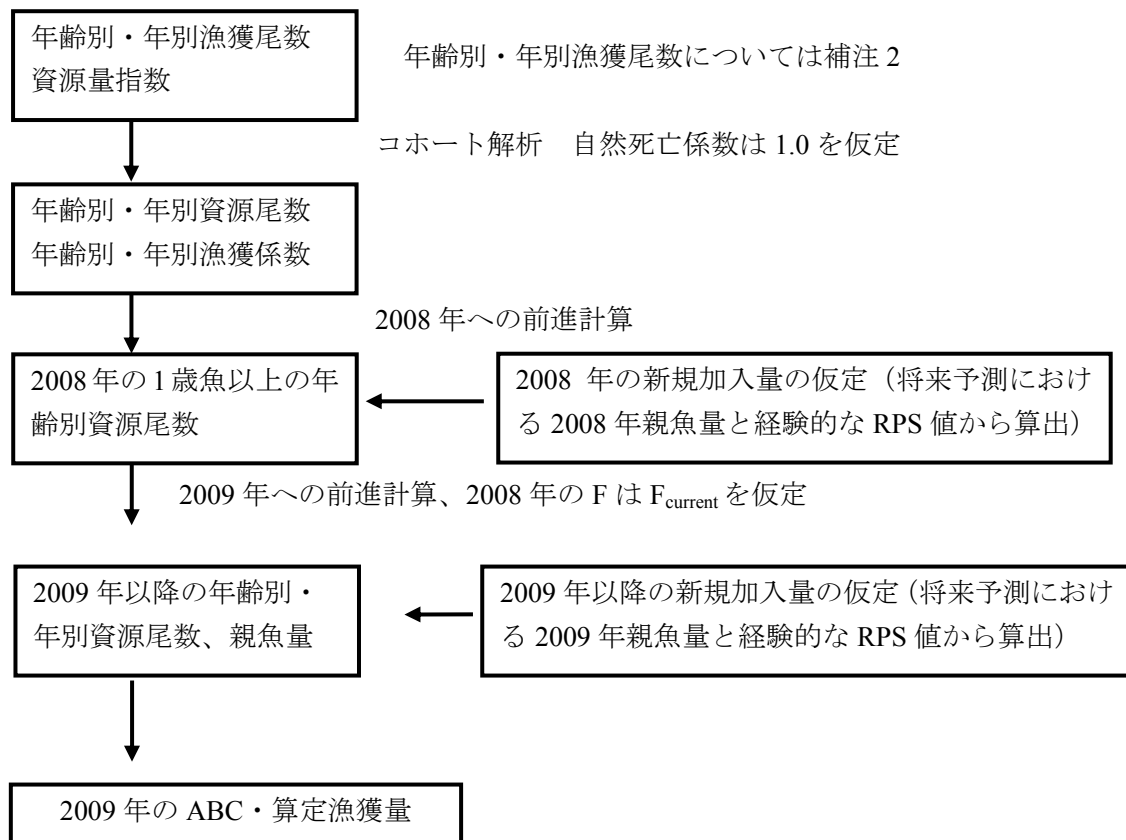


図 15 現状の F に対する資源管理効果の検証

資源量の推移を示す。ただし、親魚量 15 万トン以上では加入尾数が一定と仮定した。

補足資料 1 (フロー図)



補注1 カタクチイワシの生物特性

コホート解析を行うためには成長様式の検討が必要であるが、カタクチイワシは寿命が短く、成長が早く、かつ産卵期間が長いため、これまで近年のカタクチイワシの成長様式については検討してなかった。このたび、月別の体長組成の変化から春季発生群と秋季発生群の成長様式について検討を行った。また、産卵様式についても検討を行った。月別の体長組成は各県などが測定した結果を用いた。相澤・滝口(1999)の方法にしたがって、0歳から2歳の月別の平均体長を求めた。

その結果、ふ化後月数(t)の体長を BL_t とすると、

$$\text{春季発生群: } BL_t = 143.96\{1 - \exp(-0.15(t + 0.44))\}$$

$$\text{秋季発生群: } BL_t = 158.59\{1 - \exp(-0.09(t + 0.74))\}$$

の二つの成長様式を得た。特に春季発生群はHayashi and Kondo (1957)が求めた成長様式ときわめて良く似た結果となった。そのため、カタクチイワシの成長は年々に大きく変動するのではなくある程度一定であると仮定し、今回求められた成長様式を参考にした。

志村ら(2008)は鳥取県沿岸でのカタクチイワシの成熟特性を精査し、鳥取県沿岸では3～6月に被鱗体長11.9cm以上でGSI(生殖腺重量指数)が4.9以上の個体で産卵をするとしている。被鱗体長11.9cmは本海域の主体である春季発生群では満1歳に相当する。九州西岸域ではGSIが4.9以上の個体は厳冬期(2月)を除き、ほぼ周年現れる。

補注2 年齢(月齢)別漁獲尾数の算定方法の見直し、およびその影響

平成19年度資源評価まで月別の体長組成から月別の月齢-体長キーを用いて、月齢別漁獲尾数を算出していたが、平成20年度から月別の体長-体重関係を考慮し、年齢別漁獲尾数を算出することとした。なお、手法が年別・年齢別と月別・月齢別で異なるので同じデータを用いた年別・年齢別コホート解析と月別・月齢別コホート解析の結果の比較も行った。なお、シラスについてはマイワシの資源量も考慮しつつ種の割合を推定し²、カタクチイワシの年(月)齢別漁獲尾数の推定に用いた。

1985年以降の年齢別および月齢別コホート解析による資源量の比較の結果(付図1)、資源量は月齢別コホート解析のほうが常に多くなっていた(約3.1倍)。この理由として、1) Mの値(月別は2.72/年、年別は1.0/年;補注3参照)の違いと、2) 月齢別コホートにおける年ごとの資源量は月ごとに算定された資源量の年間の総和であるのに対して、年別コホート解析の資源量は1月1日の値であるためと考えられる。想定されるMの最大値(1.5/年)としたときの資源量は1.3倍となる(月齢別の資源量の年計÷年齢別の資源量)。ここでM=1.5と想定した根拠は補注3(後述)で推定される全死亡係数の平均値(2.1)である。なお、年齢別コホートでMを1.0/年とした時の資源量と月齢別コホートの資源量は有意な正の相関が認められた(p<0.001)ため(付図2)、資源量の絶対値は異なるが、資源の相対的な変動傾向は等しいと考えられた。

また月別コホートは、2007年12月時点で2007年級群のコホートが完結していないこと

² 煮干し加工業にとっては黒色素胞の多いマイワシシラスより少ないカタクチイワシのほうが好まれ、カタクチイワシシラスのほうが長く漁獲されることも考慮した。

や、ABC を算出する際に F を削減すると生き残った個体の成長により資源量が増えるために計算される漁獲量が増加してしまうなどの欠点がある。そのため平成 20 年度資源評価からは年齢別コホート解析に移行したほうが良いと判断した。

補注 3 カタクチイワシの資源量の推定方法

補注 2 で示したように、年齢別漁獲尾数からコホート解析を行うことがベターであると判断した。カタクチイワシは産卵期間が長いため、例えば秋季発生群であれば数ヶ月後には 1 歳(1 月 1 日加齢)となる。そのことも考慮し、月別に体長-年齢キーを補注 1 の成長様式を参考にしながら作成し、月別の体重組成と漁獲重量から年齢別漁獲尾数を推定した。

年齢別漁獲尾数をもとにコホート解析を行なった。なお、カタクチイワシの寿命は 2 年として計算した。計算方法は次のとおりである。

2007 年の 2 歳魚の資源尾数を $N_{2007,2}$ としたときに、この資源尾数は 2007 年の 2 歳魚の漁獲尾数 $C_{2007,2}$ と自然死亡係数 M および漁獲係数 F ($F_{2007,2}$) から、次の式を用いて計算した。

$$N_{2007,2} = \frac{C_{2007,2} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{2007,2}))} \quad (\text{式 1})$$

2006 年の 1 歳魚 ($N_{2006,1}$) の資源尾数は、 $N_{2007,2}$ および $C_{2006,1}$ (2006 年の 1 歳魚の漁獲尾数) から次の式を用いて計算した。

$$N_{2006,1} = N_{2007,2} \times \exp(M) + C_{2006,1} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 2})$$

この時の漁獲係数 F は、次の式により計算できる。

$$F_{2006,1} = -\ln\left(1 - \left(\frac{C_{2006,1} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{2006,1}}\right)\right) \quad (\text{式 3})$$

2006 年以前の 2 歳魚の F は、1 歳魚の F と同じと仮定して計算した。また、2007 年の 0 歳魚と 1 歳魚の F は 2004 年から 2006 年の同歳魚の F の平均値として計算し、(1)の式を用いて資源尾数を計算した。2007 年の 1 歳魚と 2 歳魚の F が同一となるように $F_{2007,2}$ を決めた。 M は、1.0 を採用した。その理由は、全死亡係数 (Z) の経年変化から Z が 1.2~3.2 の範囲内にあり、平均値としては 2.1 であることから M は 2 以下が望ましいことと、寿命を 2.5 歳程度と仮定し、田内・田中の式 ($M=2.5 \div \text{寿命}$) も考慮した。全死亡係数は年齢別漁獲尾数の自然対数値の傾きと仮定し、その傾きを求める計算式は次の通りである³。

$$Z = -\frac{\ln(C_2 / C_1) + \ln(C_1 / C_0)}{2} \quad (\text{式 4})$$

ただし添え字は年齢を意味する。

引用文献

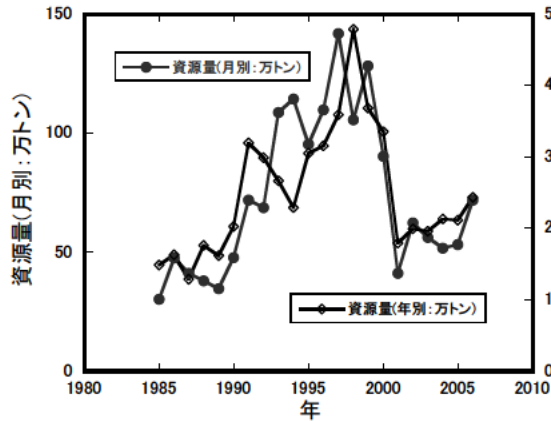
相澤康・滝口直之(1999)MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の

³ 漁業や資源が安定しているときに使える式である(田中昌一 水産資源学総論(1998)より)。

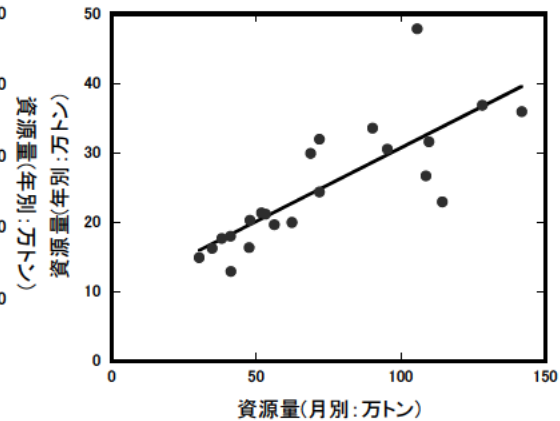
検討. 水産海洋研究, 63, 205-214.

Hayashi, S., Kondo, K., 1957. Growth of the Japanese anchovy – IV. Age determination with the use of scales. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 31-64.

志村健・山本潤・森本晴之・大下誠二・下山俊一・桜井泰憲(2008) 春季の日本海鳥取沖におけるカタクチイワシの成熟と産卵. 水産海洋研究, 72, 101-106.



付図1 月別/年別コホートによる資源量の経年変化



付図2 月別/年別コホートによる資源量の関係

付表1 月別(体重・体長組成)と年別(体重組成)の推定された資源量(万トン)の比較

年	月別 体重組成	月別 体長組成	年別	年	月別 体重組成	月別 体長組成	年別
1985	30.23		14.89	1996	109.75	67.01	31.57
1986	47.64		16.31	1997	141.81	340.31	35.92
1987	41.26		12.90	1998	105.66	379.84	47.87
1988	38.12		17.65	1999	128.33	195.74	36.89
1989	34.70		16.19	2000	90.21	76.01	33.53
1990	47.82		20.30	2001	41.15	44.10	17.95
1991	71.90	54.10	31.96	2002	62.34	100.72	19.96
1992	68.85	68.05	29.92	2003	56.27	43.92	19.94
1993	108.70	64.70	26.66	2004	51.76	34.85	21.31
1994	114.46	58.58	22.95	2005	53.25	29.70	21.16
1995	95.45	87.54	30.52	2006	71.89	29.43	24.35

平成19年度資源評価では月別(体長組成)を使用していたが、補注2により、月別(体重組成)か年別(体重組成)を用いる方が正しい。表の月別(体長組成)は平成19年度資源評価の値を示し、月別(体重組成)および年別の値は平成20年度に計算した値を示す。

補注 4

カタチイワシのコホート解析のためのデータおよび推定された値

年齢別漁獲尾数(10 万尾)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0 歳	54,699	60,477	49,615	54,936	51,952	97,341	85,170	60,678	67,391	58,570	70,293	88,321	64,643	60,496	98,455	127,124
1 歳	46,278	32,047	19,277	30,458	20,575	27,037	33,888	42,807	23,188	36,166	17,064	21,005	50,671	22,644	31,337	40,724
2 歳	2,271	1,991	520	1,086	1,136	2,168	1,001	734	379	1,065	945	1,403	269	661	2,232	3,854
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
0 歳	66,887	70,273	134,759	105,744	74,368	107,192	126,519	167,918	66,739	87,134	122,845	108,496	182,662	157,871	109,034	
1 歳	35,013	27,173	32,462	64,928	47,082	65,592	79,523	57,044	51,710	36,409	41,771	30,316	55,790	33,640	35,515	
2 歳	2,988	3,276	3,435	2,377	244	4,675	6,591	3,096	1,393	344	819	972	1,218	1,518	6,916	

平均体重(g)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0 歳	3.3	2.7	2.9	2.6	3.2	3.3	3.8	3.3	3.2	3.7	2.9	2.9	2.9	3.0	3.4	3.1
1 歳	11.2	10.3	11.1	10.1	12.6	14.2	11.6	9.0	10.7	11.2	14.2	13.3	8.0	12.5	13.9	9.5
2 歳	31.2	30.3	31.1	31.7	30.2	31.7	30.1	30.9	29.1	29.1	30.5	26.7	26.9	30.9	28.2	29.5
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
0 歳	2.9	2.5	3.2	3.0	3.3	3.5	2.9	3.3	3.0	3.6	2.8	2.6	1.9	2.6	2.7	
1 歳	13.3	13.6	14.0	12.5	12.7	12.9	10.5	13.1	9.4	10.3	11.1	12.8	8.5	10.7	12.8	
2 歳	28.0	28.7	31.7	26.1	25.3	27.6	29.1	28.3	25.6	31.7	26.3	23.5	24.0	25.8	27.7	

漁獲係数

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0 歳	0.45	0.63	0.39	0.49	0.47	0.67	0.53	0.57	0.46	0.65	0.77	0.46	0.45	0.32	0.45	0.57
1 歳	1.75	2.44	1.42	1.58	1.03	1.87	2.38	3.06	1.64	1.96	1.27	2.82	2.34	0.79	0.77	1.01
2 歳	1.75	2.44	1.42	1.58	1.03	1.87	2.38	3.06	1.64	1.96	1.27	2.82	2.34	0.79	0.77	1.01
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
0 歳	0.42	0.47	0.56	0.40	0.24	0.35	0.55	0.77	0.47	0.52	0.80	0.46	0.77	0.81	0.68	
1 歳	0.86	0.84	1.38	3.59	0.90	1.05	1.82	2.29	3.44	2.28	2.18	1.72	1.75	0.86	1.44	
2 歳	0.86	0.84	1.38	3.59	0.90	1.05	1.82	2.29	3.44	2.28	2.18	1.72	1.75	0.86	1.44	

推定資源尾数(10 万尾)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0 歳	247,564	213,588	253,872	234,298	228,971	327,831	341,712	228,830	299,627	203,009	216,008	396,944	291,718	361,799	449,076	482,167
1 歳	92,416	57,897	41,893	63,301	52,873	52,723	61,562	74,051	47,379	69,352	39,158	36,830	92,458	68,109	96,406	105,490
2 歳	7,476	5,929	1,862	3,720	4,813	6,972	2,997	2,093	1,278	3,365	3,577	4,056	809	3,280	11,322	16,459
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
0 歳	324,347	310,440	521,409	529,752	574,659	602,341	493,158	516,284	291,757	354,641	368,036	481,723	562,249	468,700	364,149	
1 歳	100,275	78,752	71,582	110,080	130,748	166,299	156,573	104,685	88,083	66,852	77,615	60,884	111,410	96,050	76,671	
2 歳	14,107	15,652	12,490	6,645	1,115	19,543	21,395	9,367	3,912	1,040	2,510	3,218	4,010	7,147	14,931	

推定された資源量(トン)、親魚量(トン)および RPS(尾/kg)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
資源量	209,598	135,889	124,760	137,320	155,497	204,184	208,708	149,056	148,850	163,085	129,037	176,488	161,926	203,029	319,638	299,173
親魚量	126,740	77,476	52,259	75,934	81,257	96,803	80,253	73,252	54,365	87,649	66,555	59,637	76,041	95,257	165,669	149,122
RPS	195.33	275.68	485.80	308.55	281.79	338.66	425.79	312.39	551.14	231.62	324.56	665.60	383.63	379.81	271.07	323.34
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
資源量	266,620	229,524	305,212	315,671	359,237	478,740	368,901	335,335	179,517	199,581	196,416	213,102	211,574	243,472	238,286	
親魚量	172,733	152,016	139,866	154,483	168,350	268,335	226,539	163,223	92,579	71,863	92,645	85,644	104,333	121,455	139,575	
RPS	187.77	204.21	372.79	342.92	341.35	224.47	217.69	316.31	315.14	493.50	397.25	562.47	538.90	385.91	260.90	