

## 平成 21 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

本系群の資源量をコホート解析により計算した。資源量は 1996 年から 2000 年まで 200 千トン以上であったが、2001 年に 129 千トンへ減少した。2004 年以降資源量は増加し、2007 年には 254 千トンであったが、2008 年は 220 千トンに減少した。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判断した。再生産関係から、 $B_{limit}$  を 2005 年水準の親魚量 91 千トンとした。2008 年の親魚量は  $B_{limit}$  以上である。2009 年以降の再生産成功率を過去 10 年間(1999～2008 年)の中央値(952.2 尾/kg)で推移すると仮定した場合、 $F_{current}$  で資源は維持されると推定された。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。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC $_{limit}$	71 千トン	$F_{current}$	1.51	47%
ABC $_{target}$	64 千トン	$0.8F_{current}$	1.21	43%

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 2008 年の F。

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F 値	漁獲割合
2007	254	93	1.02	37%
2008	220	104	1.51	47%
2009	148	-	-	-

ただし、F は各年齢の単純平均。シラスの漁獲量を含む。2009 年の資源量は加入量を仮定(過去 10 年間の RPS の中央値)した値。仮定した RPS のもとでの 2009 年の漁獲量は 70 千トンである。

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 ・ニューストーンネットによるシラスの CPUE(水研セ) 卵稚仔調査(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(M)	年当たり M=1.0 を仮定

## 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が、熊本県や鹿児島県の一部海域で漁獲されている。

## 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 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、補足資料 2)。

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

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

ただし、 $BL_t$  はふ化後  $t$  ヶ月の被鱗体長(mm)である(大下 印刷中)。

### (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体長 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、体長 11.9cm 以上であれば、ほとんどが産卵するとしている。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、2006～2008 年は約 6 千トンであった(表 1)。日本海西区の漁獲量は変動しつつ、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、2006 年には 19 千トン、2007 年には 21 千トン、2008 年には 22 千トンであった(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(表 1)。2006 年には 45 千トン、2007 年には 57 千トン、2008 年には 69 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、2005 年は 74 千トン、2006 年は 70 千トン、2007 年は 84 千トン、2008 年は 97 千トンであった(図 4)。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 年間で中位の状況にある(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 年以降約 80 万トン～120 万トンで推移している。漁獲量のピークは 1998 年である(FAO Fish statistics: Capture production 1950-2007, Release Date Feb. 2008)。

#### 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産卵量の推移を示した。1998 年に産卵量が高くなり、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、近年は変動が大きい。一方中層トロールの CPUE は 2002 年以降低水準で推移した。<sup>1</sup>

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 CPUE(尾数÷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。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。なお、今年度に過去の 0 歳魚の漁獲尾数を再計算した(補足資料 3)。

##### (4) 資源量と漁獲割合の推移

図 9 に年齢別コホート解析(補足資料 4 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 306 千トンを示し、その後 2001 年には 129 千トンまで減少したが、その後はやや増加傾向にある。2007 年の資源量は 254 千トン、2008 年は 220 千トンと計算された。一方、漁獲割合は、1977 年以降 37～56%の間を推移した。

自然死亡係数(M)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が多いと推定された。図 11 には、親魚量と加入尾数の関係を示した。親魚量と加入尾数は正の相関を持ち、親魚量 100 千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 91 千トン(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。

2008 年の F( $F_{current}=1.51$ )は約 14%SPR にあたり、YPR との関係をもみても高いと判断される(図 13)。

<sup>1</sup> 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ので今後の課題である。

(5) 資源の水準・動向

1977年以降の資源量から判断して2008年は中位にあり、過去5年の資源量の動向から増加と判断した(図9)。

(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(図14)。

5. 2010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2008年の親魚量は177千トンであり、再生産関係(図11)から求められるBlimit(親魚量91千トン)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、 $B > Blimit$ 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。

$$Flimit = \text{基準値}$$

$$Ftarget = Flimit \times$$

$Fcurrent$  で資源は維持されると見込め資源水準・動向が中位増加なので、基準値は $Fcurrent$ とした。は基準値の0.8とした。

	2010年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	71千トン	$Fcurrent$	1.51	47%
ABCtarget	64千トン	$0.8Fcurrent$	1.21	43%

$Fcurrent$  は2008年のF。親魚量と加入量との間には密度効果があると想定されることから、親魚量が100千トン以上の場合は加入尾数を952億尾とした。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) ABClimitの評価

図15に $Fcurrent$ 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( $Fcurrent$ )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100千トンを超えると加入尾数を一定と仮定しているため、 $0.4Fcurrent$ で漁獲すると、資源量が379千トンを上限に安定した。 $Fcurrent$ でも親魚量が10万トンを超えて推移することになるので、資源量は155千トンで安定する。

表 F<sub>current</sub> 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

管理基準	漁獲量(千トン)					資源量(千トン)				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
0.4F <sub>current</sub>	42	86	104	104	104	151	311	379	379	379
0.6F <sub>current</sub>	55	88	98	98	98	151	243	271	271	271
0.8F <sub>current</sub>	64	82	86	86	86	151	192	201	201	201
F <sub>current</sub>	71	73	73	73	73	151	155	155	155	155
1.2F <sub>current</sub>	77	59	45	34	26	151	116	88	68	52

ただし、親魚量が 100 千トンを超えた場合は加入尾数が一定と仮定しているため、漁獲量も資源量も F の削減効果は薄い。また、再生産成功率は過去 10 年間の中央値(952.2 尾/kg)としたが、2008 年の RPS は過去最低水準であった。今後この低い RPS が続けば資源は減少する可能性がある。なお、2009 年の漁獲量と資源量算定値は 2008 年の加入量が少なかったため 70 千トンと 148 千トンである。

(4) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F	資源量	ABC <sub>limit</sub> (千トン)	ABC <sub>target</sub> (千トン)	漁獲量 (千トン)	管理目標
2008 年(当初)	0.8F <sub>current</sub>	0.48	303 (-)	81 (-)	80 (-)		資源量回復
2008 年(2008 年 再評価)	0.8F <sub>current</sub>	0.92	334 (238)	88 (72)	101 (63)		資源量回復
2008 年(2009 年 再評価)	F <sub>current</sub>	1.51	- (230)	- (105)	- (93)	104	現状の漁獲圧 維持
2009 年(当初)	0.8F <sub>current</sub>	1.15	- (211)	- (83)	- (73)		資源量回復
2009 年(2009 年 再評価)	F <sub>current</sub>	1.51	(148)	(70)	(63)		現状の漁獲圧 維持

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。平成 20 年度から年別コホートによる計算のため、ABC<sub>limit</sub> および ABC<sub>target</sub> の 2009 年再評価時は - とした。また 2008 年(2008 年再評価時)の ABC<sub>target</sub> が ABC<sub>limit</sub> よりも大きくなるのは、月別コホートで F を下げる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。また 2009 年の資源量が大きく減少するのは 2008 年の加入量が減少したため。

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。

カタクチイワシの漁獲量を上げるには、若齢魚(シラスを含む)を獲り控え、F を下げることも有効である。しかしながら、過去 10 年間のカタクチイワシの単価は 67(円/kg)で、シラスの単価は 370 円(/kg)なので、漁業経済的な観点からみると必ずしも若齢魚を獲り控えることが収益につながるとは限らない(漁業養殖業生産統計年報の東シナ海区の生産高

と漁獲量から単価を推定)。

## 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. 日口漁業専門家・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. 314pp.
- 落合明・田中克(1986) 新版魚類学(下).恒星社厚生閣, 140pp.
- 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.
- 大下誠二(印刷中)九州北西岸におけるカタクチイワシの生物特性に関する研究. 日本海ブロック研究集録.
- 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	54,140
1991	4,457	32,089	39,894	170,293	113,050
1992	3,428	36,001	44,343	168,235	192,720
1993	2,024	32,008	34,181	249,209	557,237
1994	1,505	32,832	22,503	193,398	438,955
1995	8,968	39,950	44,185	230,679	489,066
1996	2,488	61,791	49,244	237,128	671,376
1997	6,471	26,605	45,369	230,911	1,110,860
1998	7,074	70,273	50,903	249,519	1,217,190
1999	5,868	65,764	56,397	238,934	951,419
2000	4,821	57,481	64,872	201,192	980,461
2001	393	18,941	45,853	273,927	1,075,571
2002	7,418	17,682	40,413	236,315	998,129
2003	5,268	28,259	43,356	250,106	1,106,500
2004	4,788	13,565	42,672	196,646	935,358
2005	2,248	16,202	56,868	249,001	882,551
2006	6,359	19,025	44,757	265,346	826,834
2007	5,991	20,941	56,727	221,110	806,528
2008	5,600	22,034	69,389	261,532	

ただし、日本海北区(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
漁獲量	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
漁獲量	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
漁獲量	6,481	6,661	11,109	12,071	6,739	4,635	5,155	8,844	9,869	8,248
年	2007	2008								
漁獲量	9,251	7,028								

表 3. 日本海と東シナ海のカタクチイワシ産卵量(兆粒)

年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
日本海	56	35	178	181	93	20	42
東シナ海	46	195	296	89	64	8	46
年	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
日本海	20	314	117	148	575	660	517
東シナ海	19	104	122	110	319	1,011	1,224
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
日本海	364	938	53	67	253	2,513	739
東シナ海	1,145	609	91	1,057	466	1,579	2,704
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
日本海	1,414	230	1,114	941	4,301	611	456
東シナ海	1,490	107	247	1,651	2,629	2,017	285
年	2007	2008	2009				
日本海	3,605	762					
東シナ海	1,582	791	23				

ただし、日本海は3～6月の総計、東シナ海は3・4月の総計。2009年の東シナ海は暫定値。



図 1. カタクチイワシの分布図

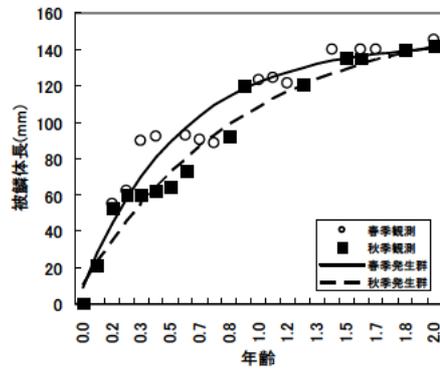


図 2. カタクチイワシの成長様式

○：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

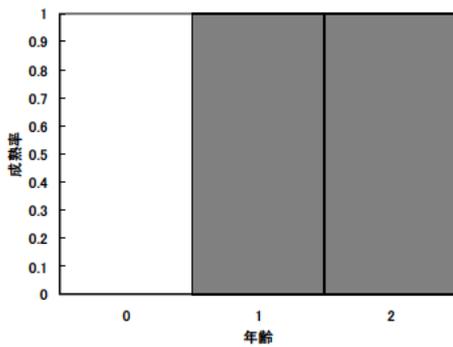


図 3. 年齢別成熟率

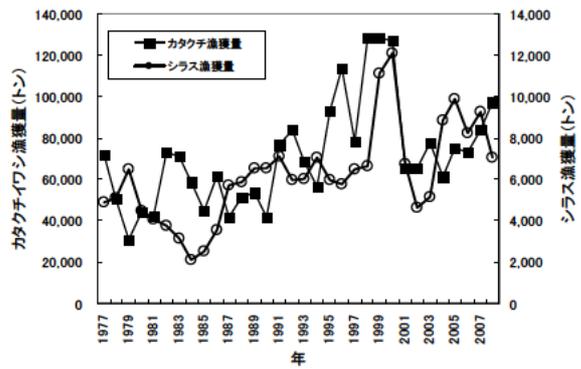


図 4. カタクチイワシ・シラスの漁獲量

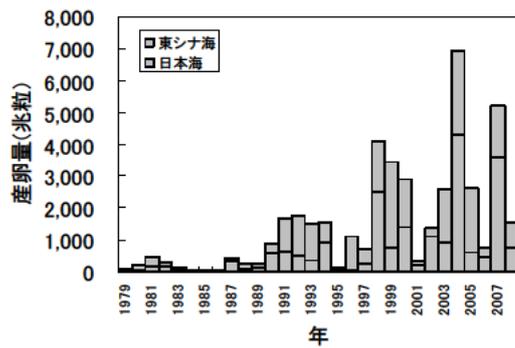


図 5. 産卵量の経年変化

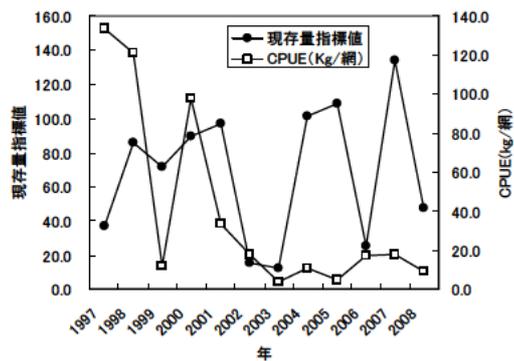


図 6. 計量魚探(現存量指標値)と中層トロールの CPUE(8・9月)  
 ●：魚探、□：CPUE

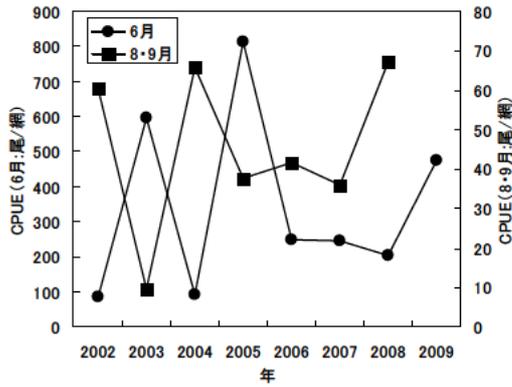


図 7. ニューストンネットによるシラス密度

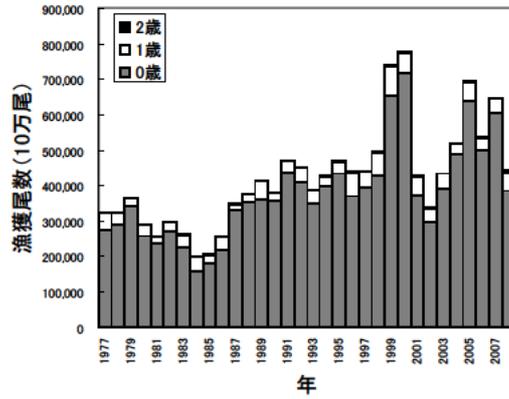


図 8. 年齢別漁獲尾数

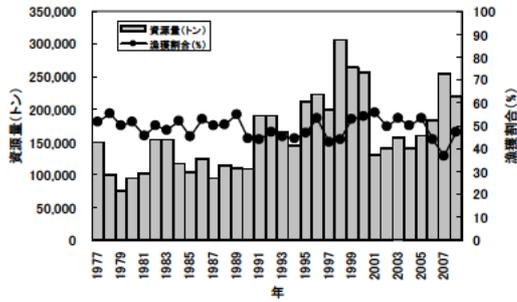


図 9. 推定された資源量と漁獲割合  
棒グラフ：資源量、折線：漁獲割合

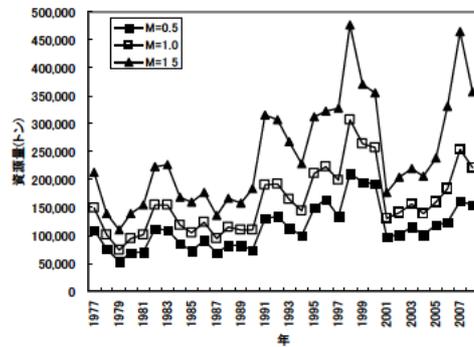


図 10. M を変えた場合の資源量の変化

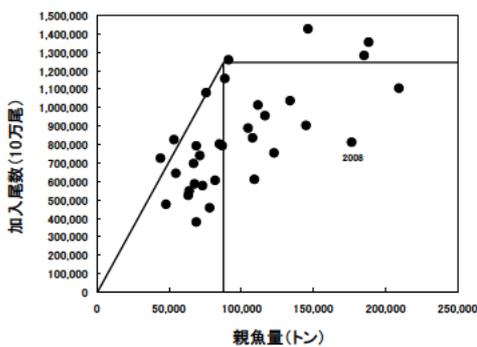


図 11. 再生産関係

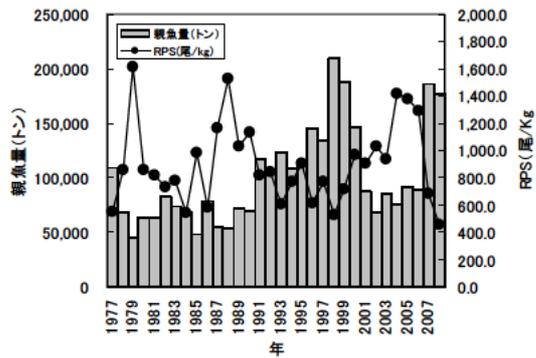


図 12. 親魚量と RPS の経年変化  
棒グラフ：親魚量、折線グラフ：RPS

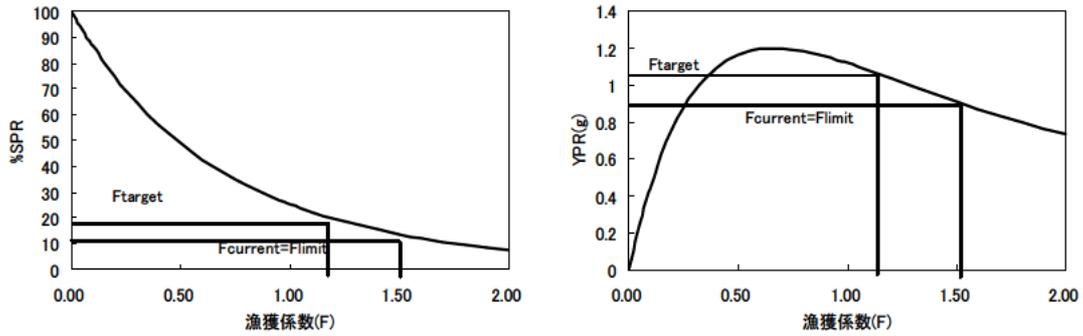


図 13. 左：漁獲係数と%SPR の関係、右：漁獲係数と YPR の関係

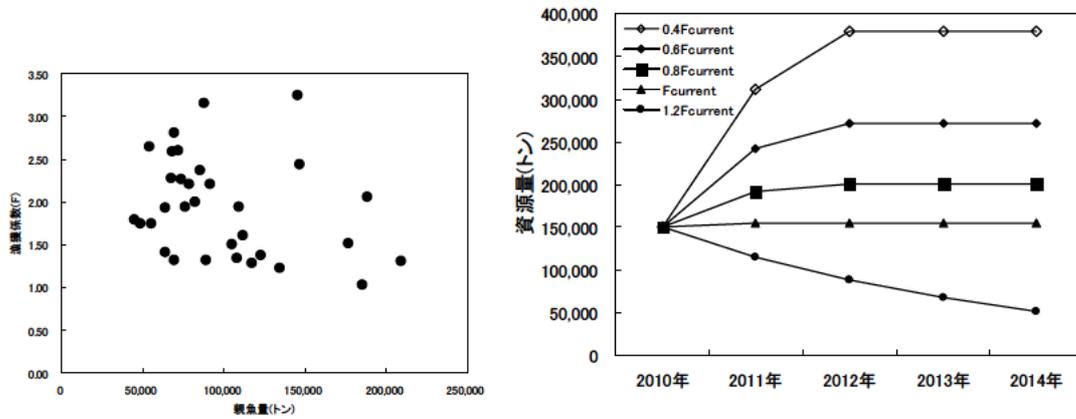
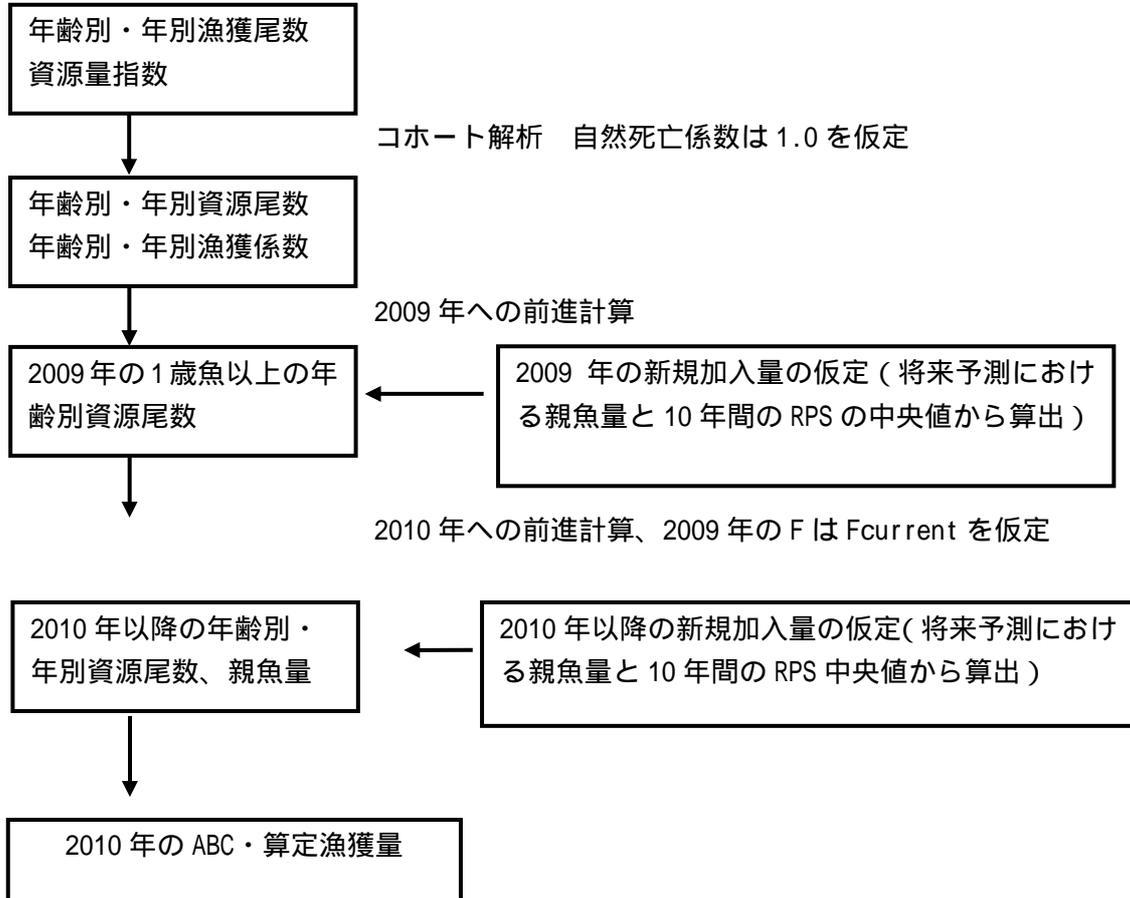


図 14. 親魚量と漁獲係数の関係

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 100 千トン  
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)



補足資料2 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、

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

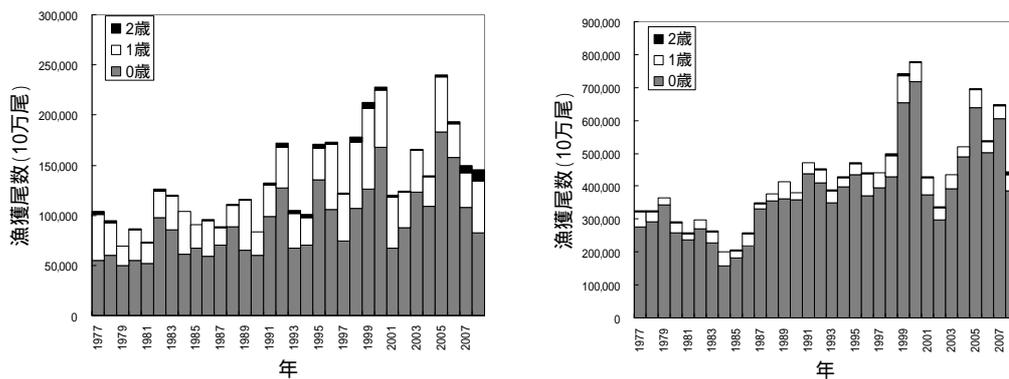
$$\text{秋季発生群} : BL_t = 158.59\{1 - \exp(-0.09(t + 0.74))\}$$

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をしている。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。

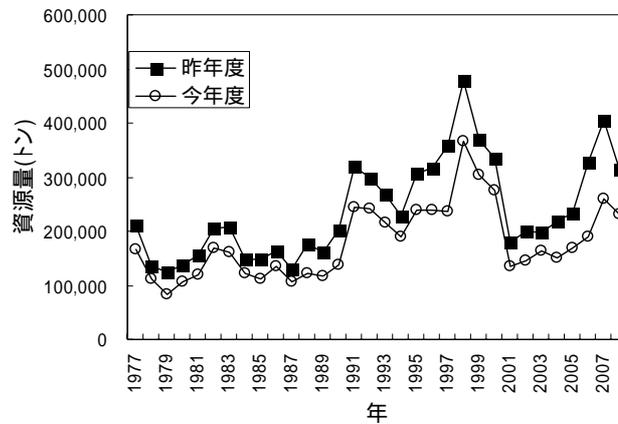
補足資料3 カタクチイワシの年齢別漁獲尾数の変更

シラスの年齢別漁獲尾数を再計算した。その結果、0歳魚の年齢別漁獲尾数は増え、平均体重は減少した。昨年度までの方法で推定した年齢別漁獲尾数と、今年度の年齢別漁獲尾数のグラフを下に示す(付図1)。



付図1 左：昨年度の方法による年齢別漁獲尾数  
右：今年度の方法による年齢別漁獲尾数

これによる、計算された資源量の違いを下に示す(付図2)。



付図 2 計算された資源量の差( ■ : 昨年度の方法、 ○ : 今年度の方法)

補足資料 4 カタクチイワシの資源量の推定方法

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-年齢キーを補足資料 2 の成長様式を参考に作成し、月別の体重組成と漁獲重量から年齢別年別漁獲尾数を推定した。以上の年齢別年別漁獲尾数をもとに Pope の近似式からコホート解析を行い、資源量を推定した。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。

式(1)により 2007 年以前の 0、1 歳魚の年齢別年別資源尾数を計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$  は  $y$  年  $a$  歳魚の漁獲尾数、 $M$  は自然死亡係数(1.0)である。ただし、最高齢(2 歳)および最近年(2008 年)の各年齢の資源尾数については次式により計算した。

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

$F$  は漁獲係数であり、最高齢および最近年以外は以下の式で計算される。

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

2007 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、2008 年の 0 歳魚と 1 歳魚の  $F$  は 2005 年から 2007 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。2008年の1歳魚と2歳魚のFが同一となるように $F_{2008,2}$ を決めた。Mは、1.0を採用した。

2007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、2008年の0歳魚と1歳魚のFは2005年から2007年の同歳魚のFの平均値とした。2008年の2歳魚のFは2008年の1歳魚と同一となるように求めた。

また、2009年以降の将来予測について、1歳魚、2歳魚の資源尾数は次の式を用いて前進法により推定した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (\text{式 4})$$

0歳魚の資源尾数は、各年の親魚量と設定した再生産成功率により算出した。

2009年以降の年齢別の漁獲尾数は次の式を用いて推定した。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \times \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 5})$$

#### 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.

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.

補足資料 5

カタク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	275,720	291,561	344,841	258,892	236,340	269,863	228,522	157,186	181,740	220,260	330,311	355,723	361,375	357,548	439,035	409,353
1歳	46,432	32,201	19,454	30,458	20,575	27,037	33,888	42,807	23,188	36,166	17,064	21,005	50,960	22,805	31,365	40,752
2歳	2,278	2,000	524	1,086	1,136	2,168	1,001	734	379	1,065	945	1,403	270	666	2,234	3,857
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	350,575	399,513	435,636	372,206	394,112	427,493	655,084	718,845	374,202	299,396	393,359	488,399	638,768	502,087	606,484	385,293
1歳	35,043	27,204	32,483	64,960	47,122	65,626	79,590	57,094	51,759	36,434	41,801	30,353	55,857	33,640	39,375	48,589
2歳	2,990	3,280	3,438	2,378	244	4,678	6,596	3,099	1,394	344	820	973	1,219	1,518	2,365	9,630

平均体重(g)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0歳	0.7	0.6	0.4	0.6	0.7	1.2	1.4	1.3	1.2	1.0	0.6	0.7	0.5	0.5	0.8	1.0
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	2008
0歳	0.6	0.4	1.0	0.9	0.6	0.9	0.6	0.8	0.5	1.0	0.9	0.6	0.5	0.8	0.5	0.5
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	13.8	11.4
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	26.9	29.0

漁獲係数

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0歳	1.38	1.74	1.54	1.51	1.36	1.33	1.07	1.16	0.99	1.58	1.88	1.24	1.65	1.37	1.42	1.43
1歳	2.21	3.01	1.92	2.14	1.42	2.34	2.86	3.63	2.12	2.52	1.67	3.34	3.06	1.29	1.21	1.55
2歳	2.21	3.01	1.92	2.14	1.42	2.34	2.86	3.63	2.12	2.52	1.67	3.34	3.06	1.29	1.21	1.55
年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	1.47	1.56	1.23	1.15	0.99	1.02	1.60	1.79	1.51	1.24	1.66	1.37	1.82	1.26	1.52	1.53
1歳	1.33	1.23	1.78	4.30	1.35	1.46	2.29	2.76	3.97	2.79	2.72	2.23	2.40	1.34	0.77	1.50
2歳	1.33	1.23	1.78	4.30	1.35	1.46	2.29	2.76	3.97	2.79	2.72	2.23	2.40	1.34	0.77	1.50

推定資源尾数(10万尾)

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	606,389	582,881	723,279	548,287	523,756	605,990	573,867	377,181	475,911	457,341	642,185	826,069	736,793
1歳	85,982	55,845	37,589	56,923	44,678	49,332	59,251	72,508	43,419	64,847	34,652	35,903	88,137
2歳	4,219	3,469	1,013	2,029	2,467	3,956	1,750	1,243	710	1,909	1,920	2,398	468
年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	789,787	956,006	888,405	750,252	833,638	1,013,389	899,161	1,033,335	1,101,817	1,353,244	1,421,606	790,937	694,239
1歳	51,866	73,682	85,407	78,541	63,367	64,362	108,578	105,029	141,102	146,048	100,502	86,978	64,005
2歳	1,515	5,248	8,082	6,702	7,639	6,811	3,975	543	10,057	12,104	5,454	2,343	604
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008							
0歳	800,912	1,080,617	1,257,351	1,155,106	1,279,894	810,172							
1歳	73,803	56,055	101,308	75,121	120,409	102,996							
2歳	1,448	1,797	2,212	3,390	7,232	20,414							

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
資源量	149,222	100,609	74,122	94,589	101,162	154,034	154,225	117,467	104,130	123,544	94,627	114,361
親魚量	109,389	67,920	44,847	64,107	63,833	82,437	73,825	69,235	48,480	78,354	55,096	53,984
RPS	554.3	858.2	1,612.8	855.3	820.5	735.1	777.3	544.8	981.7	583.7	1,165.6	1,530.2
年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
資源量	109,994	108,827	190,426	191,024	164,463	144,590	211,063	223,258	198,979	306,048	263,726	257,261
親魚量	71,671	69,499	117,019	105,241	123,128	108,090	111,742	145,635	134,341	209,673	188,458	146,701
RPS	1,028.0	1,136.4	817.0	844.2	609.3	771.2	906.9	617.4	769.2	525.5	718.1	969.0
年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008				
資源量	129,461	140,264	156,074	139,515	159,885	183,875	253,642	220,211				
親魚量	87,531	67,560	85,620	76,110	91,423	89,322	185,775	177,011				
RPS	903.6	1,027.6	935.4	1,419.8	1,375.3	1,293.2	688.9	457.7				