

平成 24 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（黒田啓行、大下誠二、安田十也）

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 1995 年から 2000 年まで 200 千トン以上であったが、2001 年に 130 千トンへ減少した。2004 年以降資源量は増加し、2007 年には 248 千トンであったが、それ以降減少傾向で、2010 年は 168 千トン、2011 年は 149 千トンと推定された。過去の資源量と親魚量から水準を中位、過去 5 年間の資源量の推移から動向を減少と判断した。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。2011 年の親魚量は B_{limit} を上回っている。2012 年以降の再生産成功率を過去 10 年間（2002～2011 年）の中央値（852 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_t ($=F_{2011}=F_{current}$ 、以後同じ) とし、 F_{target} は $0.8F_t$ 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。

	2013 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	58 千トン	F_{2011}	1.43	46%
ABCtarget	52 千トン	$0.8F_{2011}$	1.15	41%

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。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2010	158	73	1.45	46%
2011	149	69	1.43	46%
2012	130	—	—	—

ただし、F は各年齢の単純平均。シラスの漁獲量を含む。2012 年の資源量は加入尾数を仮定した値。仮定した加入尾数のもとでの 2012 年の漁獲量は 60 千トンである。

水準：中位 動向：減少

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

我が国周辺に分布するカタクチイワシは太平洋系群、瀬戸内海系群および対馬暖流系群から構成される。1990 年代には減少したマイワシとは逆に漁獲量が増加した魚種である。対馬暖流域では、1990 年代後半にかけて漁獲量が増加したが、2001 年に急減し、その後は増減を繰り返している。しかし、カタクチイワシの漁獲量の変動幅はマイワシほど大きくない。これは、マイワシと比較して親魚になるまでの期間が短いことや、ほぼ周年にわたり産卵を行うことなどが要因と考えられる。東シナ海や日本海に分布するカタクチイワシは韓国や中国も漁獲しているが、ここでは日本の漁獲についてのみ評価した。

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）。過去に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、能登半島以南の水域ではさらに秋季まで継続すると考えられる（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から、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析結果、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；大下 2009）。

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

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

ただし、 BL_t はふ化後 t ヶ月の被鱗体長(mm)である。寿命は3年程度と考えられている。

(3) 成熟・産卵

カタクチイワシは厳冬期を除いて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)。また志村ほか(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。これらの結果に従えば、春季発生群は翌年の産卵期には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

本資源は、日本海北区(石川県から新潟県)では主に定置網により漁獲され、日本海西区(福井県から山口県)では主に大中型まき網・中型まき網・定置網などにより漁獲されている。また東シナ海区(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、シラスは熊本県や鹿児島県の沿岸域で主に漁獲されている。

(2) 漁獲量の推移

日本海北区の漁獲量は1995年に90百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4百トンまで減少した(表1)。その後、漁獲量は回復し、5千トン前後で変動している。2010年の漁獲量は74百トン、2011年は27百トンであった。

日本海西区の漁獲量は変動しつつ、1991年から1998年にかけて70千トンまで増加した。その後、減少し、2004年には14千トンになったものの、以降20千トン前後で推移している。2010年は22千トン、2011年は21千トンだった。

東シナ海区の漁獲量は1991年以降2000年(65千トン)まで増加傾向にあった。2001～2008年は40～70千トンで推移した。2009年(26千トン)には大きく減少したが、2010年(37千トン)と2011年(40千トン)は回復傾向にある。

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、その後2004年に61千トンまで減少した(表1、図4)。2005年から2008年まで再び増加したが、2009年に51千トンに急減した。その後、漁獲量は少し回復し、2010年は66千トン、2011年は64千トンであった。

対馬暖流域の沿岸域におけるシラスの漁獲量は、1977年以降1987年まで2千トンから6

千トンの中で緩やかに増減したが、それ以降 10 年間ほど 6 千トン前後の漁獲が続いた（表 2）。1999 年と 2000 年に 1 万トンを超える漁獲があったが、2002 年にかけて急減した。その後、2005 年前後には再び 1 万トン近い漁獲が見られたが、2007 年以降は減少傾向で、2010 年は 71 百トン、2011 年は 47 百トンだった。

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）。2011 年は 29 万トンであった。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、日本・韓国よりも多く、その漁獲量は 1996 年以降 50 万トン以上であるが、2003 年に約 111 万トンとなって以降、減少傾向にある（FAO Fish statistics: Capture production 1950-2010, Release Date June 2012）。データが利用可能な直近年の 2010 年は 60 万トンだった（表 1）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

年別年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により資源量を推定した。産卵量調査、計量魚探調査および新規加入量調査（ニューストンネット）などの結果を資源動向などの参考とした。なお、産卵量調査に関しては、最新の知見に基づき過去にさかのぼって産卵量の再計算が行われたが、経年変化はこれまでの推定値とそれほど大きく変わらなかった。

(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・1999 年に産卵量が多く、その後 2001 年にかけて減少したものの、2004 年には 1979 年以降最高の値を示した。2008・2009 年は少なかったが、2010・2011 年は特に日本海で高い水準にあった。

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による現存量指標値（Ohshimo 2004）と中層トロールの CPUE を示した。現存量指標値は増減を繰り返しながら推移しており、近年では 2007 年に高い値を示した後減少傾向で、2010・2011 年は低い水準にある。また、中層トロールの CPUE は、1990 年台後半に比べると、2002 年以降低水準にあるが、近年の中では 2010・2011 年は比較的高かった。

図 7 には九州北西岸において初夏（6 月）と夏季（8・9 月）のニューストンネットに入網したシラスの CPUE（漁獲尾数÷有効網数）の推移を示した。初夏の調査では 2003 年、2005 年に高く、その後低水準であったが、2009 年以降増加し、2011 年も高い値を示した。夏季の調査では 2009 年に増加したが、2010 年と 2011 年は低い水準だった。なお、採集したシラスは査定した限り、ほとんど全てがカタクチイワシであった。

図 8 には 4 月に東シナ海においてニューストンネットに入網したシラスの CPUE（漁獲尾数÷有効網数）の推移を示した。2003 年から 2007 年に比べると、2008 年以降低い水準にあったが、2011 年は 2007 年並の高い値を示した。

(3) 漁獲物の年齢組成

図 9 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、増減を繰り返している。近年では 1990 年代後半と 2000 年代半ばに多かった。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

図 10 に年齢別コホート解析（補足資料 2）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。1977 年以降に計算された資源量のうち最低の資源量は 1979 年の 74 千トンであり、その後徐々に増加した。1998 年には 306 千トンと最も多かったが、その後 2001 年には 129 千トンまで減少した。その後、2007 年まで増加傾向を示したが、2008・2009 年は減少した。2010 年（158 千トン）と 2011 年（149 千トン）は 2009 年（140 千トン）とほぼ同レベルであった。漁獲割合は、1977 年以降 38～56%の間を推移し、2011 年は 46%だった。

自然死亡係数(M)を 0.5、1.0（規定値）、1.5 とした場合の資源量・親魚量・加入尾数の推定値を図 11 に示した。自然死亡係数が高い場合に資源量は多く推定された。図 12 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 100 千トン以上では加入尾数が横ばいになる傾向を示した。資源回復の目安となる Blimit は、図 12 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尾数の上位 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 13 には、親魚量と RPS（加入尾数÷親魚量）の経年変化を示した。

F と YPR および %SPR の関係を図 14 に示す。2011 年の F(F2011=1.43)は Fmed(1.41)とほぼ同じレベルにある。また約 15%SPR にあたり、F0.1(0.50)や Fmax(0.71)よりも高い。F を抑えると主に 0 歳魚の生き残り量が多くなるので全体的な漁獲量は増加するものの、シラスなどの漁獲量が減少する可能性がある。

(5) 資源の水準・動向

資源量を推定した 35 年間で、2011 年の資源量および親魚量は上から 18 番目と 16 番目にあたる。また、親魚量が Blimit を上回っていることなどから判断して資源の水準を中位とした。動向について、過去 5 年の資源量の変化から減少とした。なお、水準の低位と中位は Blimit となる親魚量で、中位と高位は最低親魚量と最高親魚量を 3 等分したときに、上位の 1/3 となる親魚量（154 千トン）とした。

(6) 資源と漁獲の関係

資源量と漁獲係数(F)の間には明瞭な関係は見いだせなかった（図 15）。

5. 2013 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

コホート解析の結果から、2011 年の親魚量は 102 千トンであり、再生産関係（図 12）から求められる Blimit（親魚量 91 千トン）を超えている。過去 3 年の資源量は安定しているものの、2008 年以降は減少傾向にあると推定された。そのため、資源水準は中位で、動向は減少と判断した。

(2) ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群は資源量および再生産関係が分かり、親魚量が Blimit を上回っているため、ABC

算定ルール 1-1)-(1)を用いた。ABC 算定のための式は次の通りである。

$F_{limit} = \text{基準値}$

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

2012 年以降の再生産成功率が過去 10 年間（2002～2011 年）の中央値（852 尾/kg）で推移すると仮定した場合、現状の $F(F_{2011})$ で資源は多少減少するものの 2017 年に B_{limit} 以上の水準を維持できると見込まれる（図 16）。したがって、基準値は F_t （ $F_{2011} = F_{current}$ 、以後同じ）とした。 α は基準値の 0.8 とした。

	2013 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	58 千トン	F_{2011}	1.43	46%
ABC _{target}	52 千トン	$0.8F_{2011}$	1.15	41%

親魚量と加入尾数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約 852 億尾で一定と仮定した。なお ABC はシラスの漁獲量を含む。ただし、近年の資源動向は減少であり、RPS が過去 3 年 2009～2011 年の平均値（678 尾/kg）で推移すると仮定した場合、2012 年以降の資源量は減少しつづける。その際に F_{2011} のもとで計算される 2013 年の漁獲量は 44 千トンとなる。

(3) ABC_{limit} の評価

図 16 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。 $F_{current}$ では 2012 年以降の資源量はほぼ同水準で推移するが、 F を引き下げることで資源量の顕著な増加が見られる。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、 $0.8F_{current}$ 以下の F で漁獲すると、将来の資源量は一定となった。

	漁獲量（千トン）						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0.4 $F_{current}$	69	60	33	64	87	92	92
0.6 $F_{current}$	69	60	44	69	86	91	91
0.8 $F_{current}$	69	60	52	67	80	82	82
$F_{current}$	69	60	58	57	55	54	53
1.2 $F_{current}$	69	60	62	46	34	25	18
1.4 $F_{current}$	69	60	66	36	20	11	6
	資源量（千トン）						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0.4 $F_{current}$	149	130	125	241	327	350	350
0.6 $F_{current}$	149	130	125	196	247	259	259
0.8 $F_{current}$	149	130	125	163	192	199	199
$F_{current}$	149	130	125	123	120	117	115
1.2 $F_{current}$	149	130	125	92	67	49	36
1.4 $F_{current}$	149	130	125	69	38	21	11

(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
2010 年漁獲量確定値 2011 年漁獲量暫定値	2010 年、2011 年年齢別漁獲尾数
2011 年年齢別体重	再生産関係、%SPR

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)
2011 年 (当初)	Fcurrent	1.38	143	79	70	
2011 年 (2011 年再評価)	Ft	1.27	172	73	65	
2011 年 (2012 年再評価)	Ft	1.17	149	62	54	69
2012 年 (当初)	Ft	1.27	181	78	69	
2012 年 (2012 年再評価)	Ft	1.45	130	60	54	

昨年度資源評価時よりも、2011 年および 2012 年の加入尾数が少なく推定されたことなどが主な要因となって、2012 年再評価における資源量および ABC が少なくなった。2011 年の低加入は、予測ほど 0 歳魚の漁獲が 2011 年に見られなかったことに起因している。また 2012 年の低加入については、親となる 2011 年級群が少なかったことに加えて、観測された 1 歳魚漁獲物体重が仮定より軽かったため、2012 年の産卵親魚量の推定値がより低くなったことが主な理由である。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本種は寿命が短く、漁獲物の大半は 0 歳魚である。親魚量と加入尾数には正の相関が見られたので、資源を安定して利用するためには、親魚量を一定以上に保つことが有効である。そのため、加入が少ないと判断された場合には、0 歳魚を獲り控えるなどが効果的だろう。

7. 引用文献

- ベリヤーエフ V.A.・シェルシェンコフ 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. 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 (2009) 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
ロック試験研究集録, 44, 51-60.
- 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
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	7,415	17,682	40,413	236,315	998,129
2003	5,269	28,259	43,356	250,106	1,106,500
2004	4,778	13,565	42,672	196,646	935,358
2005	1,989	16,202	56,868	249,001	882,551
2006	6,402	19,025	44,757	265,346	826,834
2007	5,751	20,941	56,727	221,110	806,528
2008	4,860	22,019	69,689	261,532	658,721
2009	6,871	18,072	26,236	203,728	521,897
2010	7,413	22,015	36,944	249,636	598,110
2011	2,672	21,256	40,265	292,730	

ただし、日本海北区の漁獲量は属地統計である（新潟県：1995～2000 年、石川県：2002 年以降）。

表 2. カタクチイワシのシラスの漁獲量（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	2009	2010	2011
漁獲量	9,251	7,150	5,885	7,077	4,736

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	1,481	2,077	7,455	1,670	1,172
東シナ海	1,490	107	247	1,651	2,629	2,017	2,851

年	2007	2008	2009	2010	2011
日本海	7,490	1,089	767	3,275	3,094
東シナ海	1,582	791	23	194	555

ただし、日本海は 3～6 月の総計、東シナ海は 3・4 月の総計。

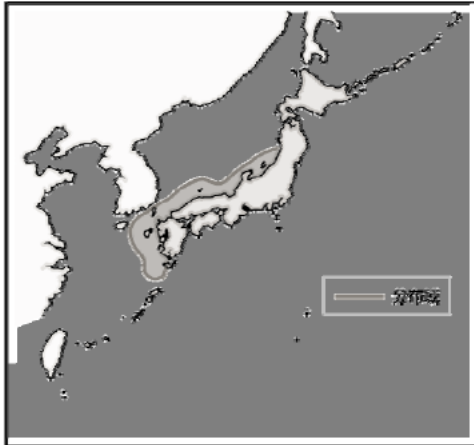


図 1. カタクチイワシ対馬暖流系群の分布域

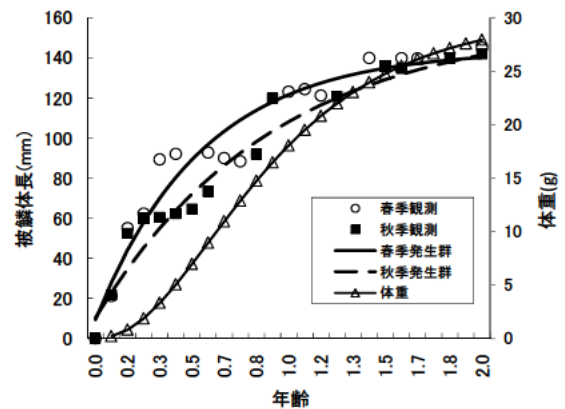


図 2. カタクチイワシの成長様式
○：春季発生群観測値、■：秋季発生群観測値
実線：春季発生群成長式、破線：秋季発生群成長式、△：年齢別体重。

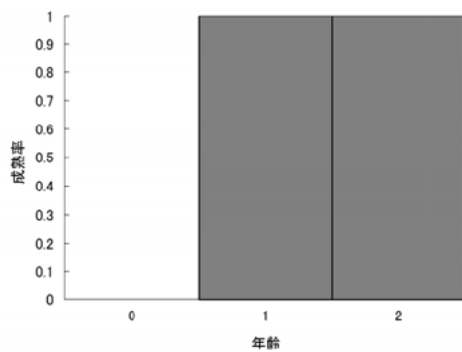


図 3. 年齢別成熟率

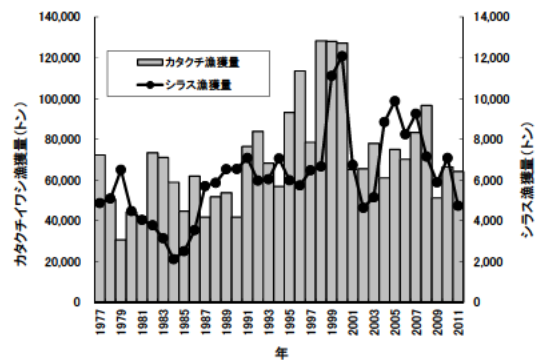


図 4. カタクチイワシ・シラスの漁獲量

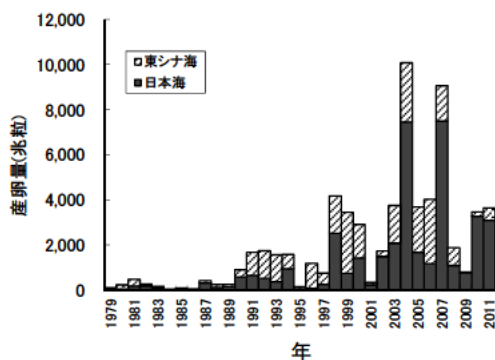


図 5. 産卵量の経年変化

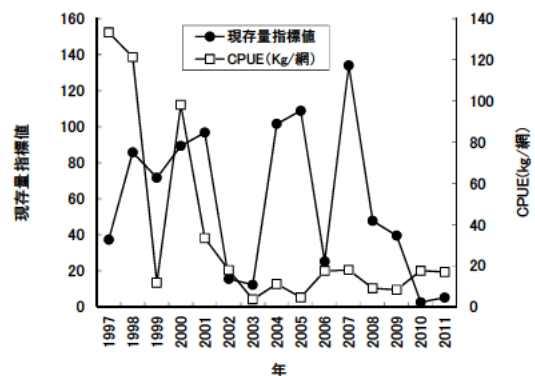


図 6. 現存量指標値（計量魚探）
と中層トロールの CPUE（8・9 月）
●：現存量指標値、□：CPUE。

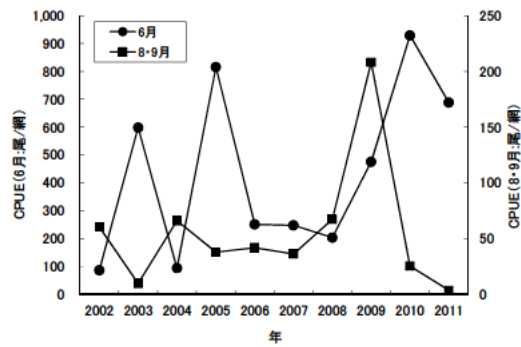


図 7. 九州北西岸におけるシラス CPUE (6月および8・9月)

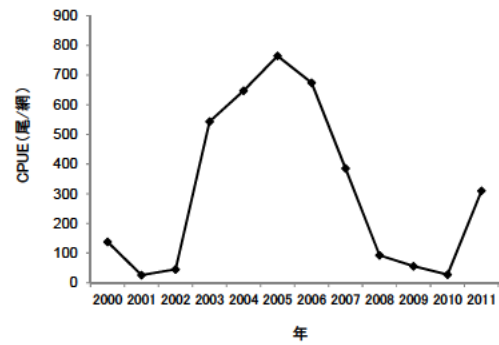


図 8. 東シナ海におけるシラス CPUE (4月)

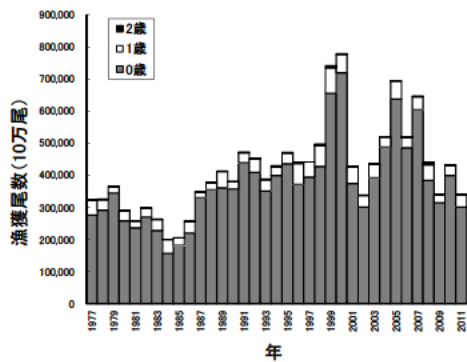


図 9. 年齢別漁獲尾数

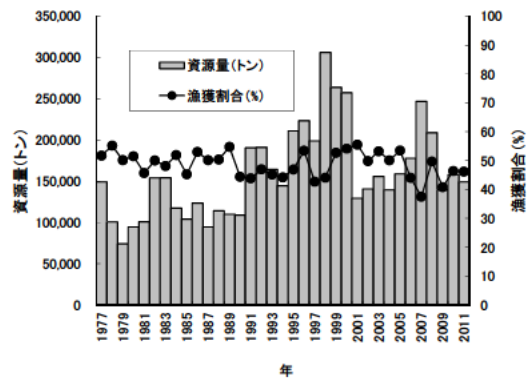


図 10. 推定された資源量と漁獲割合
棒グラフ: 資源量、折線: 漁獲割合。

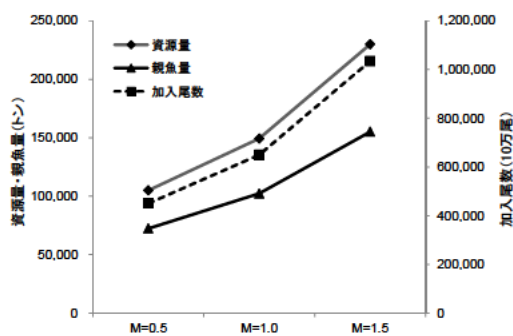


図 11. Mを変えた時の資源量・親魚量
および加入尾数の変化

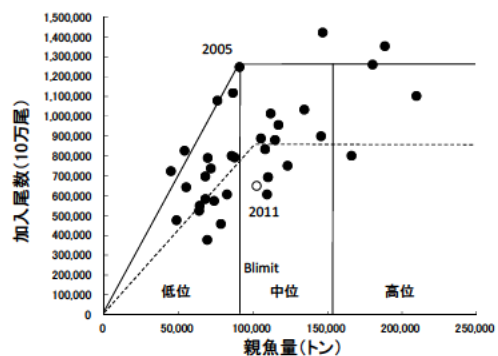


図 12. 再生産関係と Blimit の設定
○は 2011 年の値。
破線は想定している再生産関係。

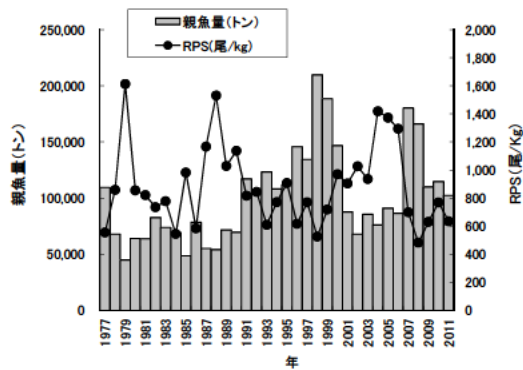


図 13. 親魚量と RPS の経年変化
棒グラフ：親魚量。
折線グラフ：RPS。

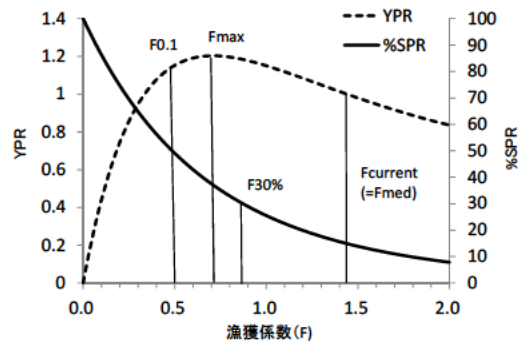


図 14. 漁獲係数と%SPR および YPR
の関係

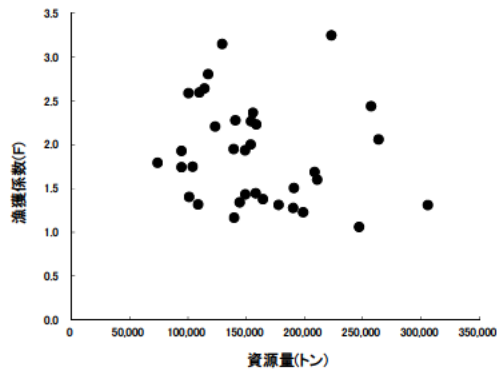


図 15. 資源量と漁獲係数の関係

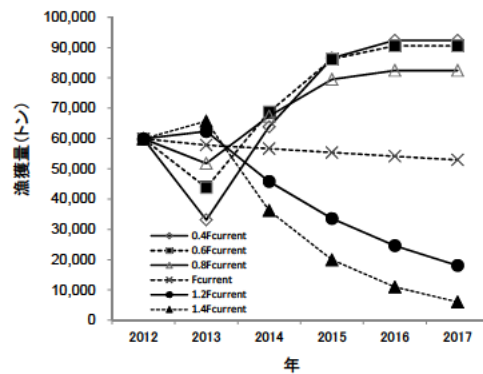
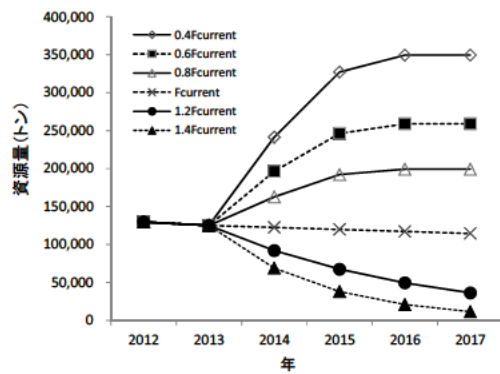
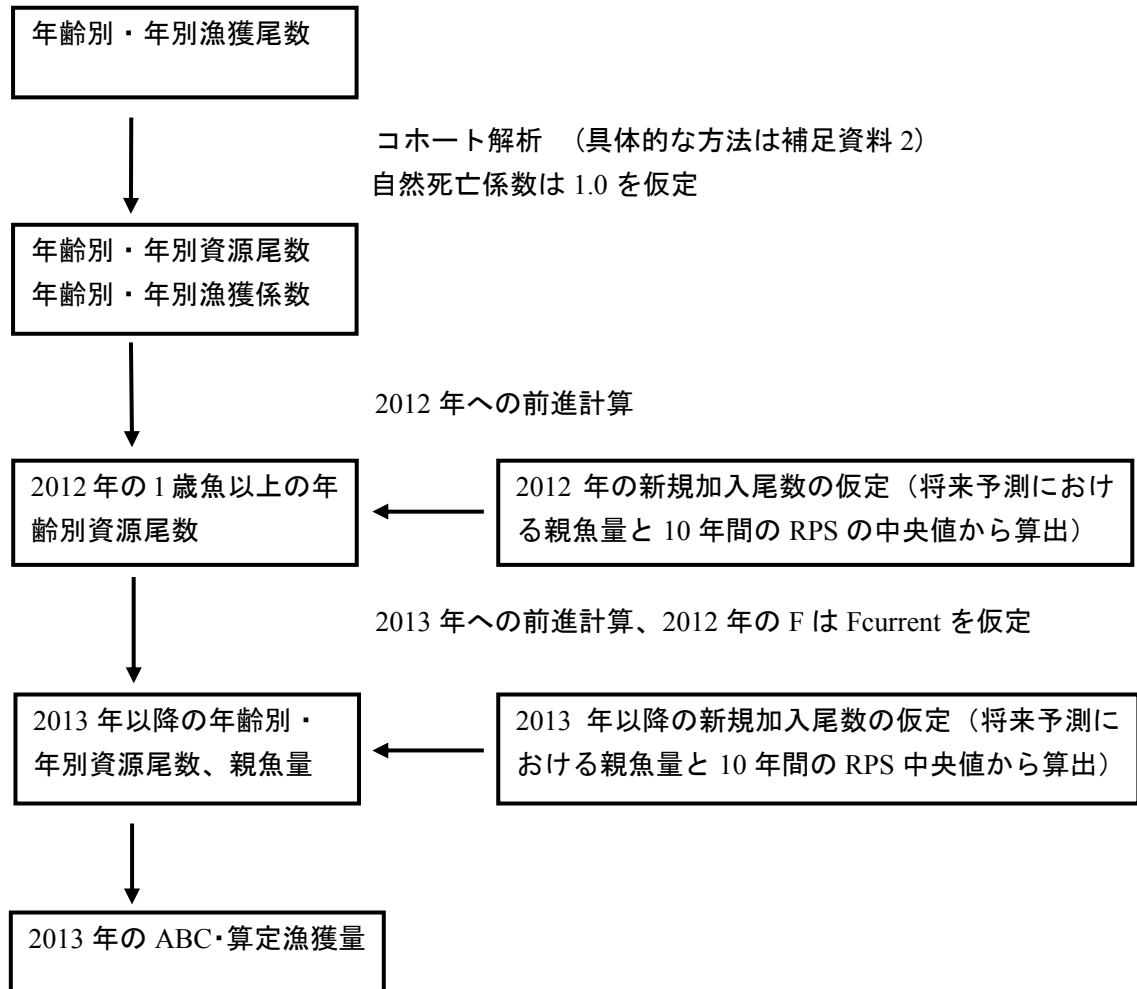


図 16. 現状の F に対する資源管理効果の検証
(左) 資源量の変化、(右) 漁獲量の変化。

補足資料 1 (資源評価の流れ)



補足資料2 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-年齢キーを大下(2009)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3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2010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(2011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。

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

2010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、2011年の0歳魚と1歳魚のFは2008年から2010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。2011年の2歳魚のFは1歳魚と同一となるように求めた。

また、2012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。

2012年以降の年齢別の漁獲尾数は次の式を用いて推定した。

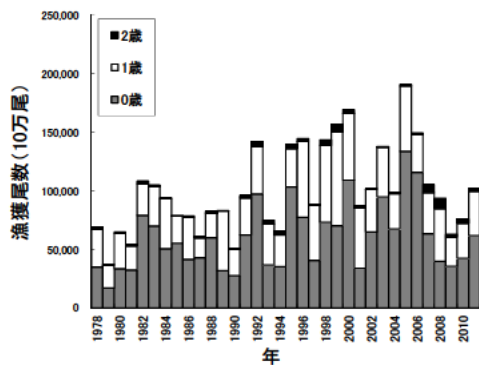
$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \times \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 5})$$

補足資料 3 資源量推定方法の他系群との違い

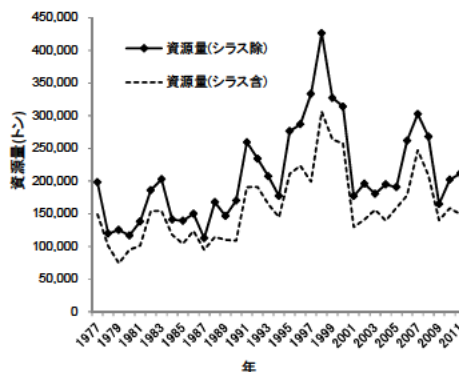
平成 23 年度我が国周辺水域の漁業資源評価では、カタクチイワシは当系群の他、太平洋系群と瀬戸内海系群で資源量が推定されている。その資源量の推定方法は、太平洋系群では年齢別漁獲尾数を用いた年別年齢別コホート計算であり、瀬戸内海系群では月齢別漁獲尾数を用いた月別月齢別コホート計算である。対馬暖流系群では過去に月別月齢別コホート計算にて資源量を推定していたが（平成 19 年度まで）、平成 20 年度からは、1)12 月時点でコホートが完結していないこと、2)ABC を算出する際に ABC 算定年の F を下げると、生き残った個体の成長により年後半の資源量が増え、年間を通した漁獲量がかえって増加するという理由のため、年別年齢別コホート計算に切り替えた。その点では、対馬暖流系群と太平洋系群の計算方法が近くなっているものの、太平洋系群ではシラスを資源評価の対象としていない。したがって、ここでは太平洋系群と同様にシラスを資源評価の対象としない場合における ABC の試算を行った。以下、参考値として記述する。

用いた資料はシラスを含めた前述のものと同様とし、成長様式なども等しいと仮定した。その場合、シラス（すべて 0 歳魚）が年齢別漁獲尾数から削除されるため、相対的に 1 歳魚・2 歳魚の漁獲に占める割合が増加する（付図 1）。自然死亡係数は 1.0 とし補足資料 2 と同様の方法で、資源量を推定した結果、長期的なトレンドはシラスを含めた場合も含めない場合もほぼ同じであったが、シラスを含めない時の資源量の方が多かった（付図 2）。加入尾数と再生産成功率のそれぞれの上位 10%の交点に近い 2005 年の親魚量水準（95 千トン）を B_{limit} とすると、2011 年の親魚量（102 千トン）は B_{limit} を上回っている。したがって、 $F_t(F_{2011})$ を F_{limit} とした場合に計算される漁獲量を ABC_{limit} とし、予防的措置から $0.8F_{limit}$ とした場合に計算される漁獲量を ABC_{target} として試算した。なお、加入尾数は近年 10 年間の RPS の中央値（363 尾/kg）と親魚量の積として計算し、親魚量 10 万トン以上では約 363 億尾で一定となる仮定をおいた。 ABC_{limit} および ABC_{target} を下の表に示した。

(参考値)	2013 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	77 千トン	F_{2011}	1.06	33%
ABC_{target}	61 千トン	$0.8F_{2011}$	0.85	29%



付図 1 年齢別漁獲尾数
0 歳魚はシラス除く



付図 2 シラスを含めた場合と含めない場合の
資源量の推移

補足資料 4 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	300,824	392,967	488,328	636,825	485,581	604,920	384,050
1 歳	35,043	27,204	32,483	64,960	47,122	65,626	79,590	57,094	51,759	36,608	41,760	30,348	55,687	32,534	39,273	48,432
2 歳	2,990	3,280	3,438	2,378	244	4,678	6,596	3,099	1,394	345	819	973	1,216	1,468	2,359	9,599

年	2009	2010	2011
0 歳	314,756	399,256	300,666
1 歳	24,458	29,967	37,727
2 歳	2,445	3,696	2,473

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

年	2009	2010	2011
0 歳	0.4	0.5	0.7
1 歳	14.8	14.5	10.7
2 歳	30.5	27.5	27.0

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	1.25	1.66	1.37	1.84	1.26	1.57	1.56
1 歳	1.33	1.23	1.78	4.30	1.35	1.46	2.29	2.76	3.97	2.79	2.72	2.24	2.42	1.34	0.81	1.75
2 歳	1.33	1.23	1.78	4.30	1.35	1.46	2.29	2.76	3.97	2.79	2.72	2.24	2.42	1.34	0.81	1.75

年	2009	2010	2011
0 歳	1.38	1.38	1.44
1 歳	1.06	1.48	1.43
2 歳	1.06	1.48	1.43

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	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	789,787	956,006	888,405
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	51,866	73,682	85,407
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	1,515	5,248	8,082

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0 歳	750,252	833,638	1,013,389	899,161	1,033,335	1,101,817	1,353,245	1,421,626	791,705	696,395	800,154	1,078,935	1,247,597	1,118,129	1,260,038	801,120
1 歳	78,541	63,367	64,362	108,578	105,029	141,102	146,048	100,503	86,985	64,287	73,731	56,014	100,732	72,712	116,817	96,639
2 歳	6,702	7,639	6,811	3,975	543	10,057	12,104	5,454	2,343	607	1,446	1,795	2,199	3,281	7,016	19,154

年	2009	2010	2011
0 歳	692,863	880,594	649,552
1 歳	61,777	63,981	81,792
2 歳	6,176	7,892	5,361

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	149,222	100,609	74,122	94,589	101,162	154,034	154,225	117,467	104,130	123,544	94,627	114,361	109,994	108,827	190,426	191,024
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	71,671	69,499	117,019	105,241
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	1,028.0	1,136.4	817.0	844.2

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
資源量	164,463	144,590	211,063	223,258	198,979	306,048	263,727	257,264	129,509	140,788	155,923	139,360	158,834	177,983	247,047	208,804
親魚量	123,128	108,090	111,742	145,635	134,341	209,673	188,458	146,702	87,539	67,859	85,536	76,053	90,904	86,457	180,233	166,087
RPS	609.3	771.2	906.9	617.4	769.2	525.5	718.1	969.1	904.4	1,026.2	935.5	1,418.7	1,372.4	1,293.3	699.1	482.3

年	2009	2010	2011
資源量	139,748	158,209	149,274
親魚量	109,996	114,623	102,313
RPS	629.9	768.3	634.9