

平成 17 年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）

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、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県水産試験場、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府立海洋センター、兵庫県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、島根県水産試験場、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

本資源は 1997 年から 1999 年まで資源量が多かったが、2000 年および 2001 年の資源量は減少した。2002 年の資源量はやや増加したものの、2003 年は再び減少した。2004 年の資源量は 2003 年を上回った。2005 年以降の資源量は加入によって決定され、2005 年の春季の加入量は比較的高い水準にある。また過去 3 年と同じ程度の加入が 2006 年も継続するならば、現状の F のもとでも 2004 年の資源水準以上となることが見込まれるため、 $F_{current}$ を F_{limit} として ABC を計算した。 ABC_{target} は予防的措置の観点から $0.8 \times F_{limit}$ とした。

	2006 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	95 千トン	$F_{current}$	0.31	13%
ABC_{target}	93 千トン	$0.8 \times F_{current}$	0.25	11%

ただし、鹿児島県のシラスを含む値である。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2003	467	77 (3)	0.49	17%
2004	557	60 (7)	0.31	12%
2005	638			

ただし、F は各月齢に対するすべての月の平均値である。() 内は鹿児島県のシラスの漁獲量である。

水準：中位 動向：増加

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、おも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・シエルシェンコフ 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を解読した結果、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(図 2)。

(3) 成熟・産卵

本報告では孵化後 6 ヶ月以後から産卵に参加すると仮定した(図 3)。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。

(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。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中型まき網と大中型まき網であり、ほかにすくい網などがある。日本海では大中型まき網による漁獲が盛んであるが、東シナ海では大中型まき網の主対象魚となっていない。

(2) 漁獲量の推移

日本海では、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、1997 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。2002 年には 7 千トン、2003 年および 2004 年には約 5 千トンであった(図 4・表 1)。日本海西区の漁獲量は 1994 年を除いて 1991 年から 1998 年(7 万トン)まで増加した。その後 2000 年まで 5 万トン以上で推移していたが、2001 年～2003 年は 2 万トン前後で推移した。2004 年は 14 千トンであった(図 4・表 1)。

東シナ海区での漁獲量は 1991 年以降 2000 年まで増加傾向(2000 年は 6 万 5 千トン)にあったものの、2001 年以降は 4 万トン～4 万 5 千トンで推移している(図 4・表 1)。対馬暖流系全体をみると、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、2001 年は 6 万 5 千トン 2002 年は 6 万 6 千トン、2003 年は 7 万 7 千トン、2004

年は 6 万トンであった。熊本県や鹿児島県の沿岸域で行われるカタクチイワシのシラスを対象とした漁業では、2002 年の春季にシラスの水揚げが 2001 年に比べて大きく減少した。2002 年以降シラスの水揚げ量は増加している。

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(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 万トンを越えている。漁獲量のピークは 1998 年である。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源評価には、1)産卵調査、2)計量魚群探知機による調査と沿岸域の CPUE、3)新規加入量調査、4)各月の月齢別漁獲尾数を用いたコホート解析を用いた。

(2) 資源量指標値の推移

図 5 に日本海における卵豊度の推移を示した。また表 2 には日本海と東シナ海における卵豊度の結果を示した。日本海および東シナ海とも 1998 年に卵豊度が急激に増加した。この卵豊度の高位水準は 2000 年まで持続したものの 2001 年は卵豊度が減少した。2002 年以降は増加傾向にある。

図 6 に夏季に九州西岸から対馬海峡で行っている計量魚群探知機調査の結果(現存量指標値; Ohshimo 2004)を示した。現存量指標値は 1998 年から 2001 年まで高い水準で、2002 年・2003 年は減少した。2004 年は再び高水準となった。

図 7 に 6 月と 8・9 月に実施したニューストーンネットによる 1 網あたりのカタクチイワシのシラスの密度(尾数/有効網)の変化を示した。2003 年は他の年に比べて多い結果となった。2004 年のシラスの密度は 2003 年よりも下回ったが、2002 年と同程度であった。2005 年には再び高水準となった。

(3) 漁獲物の年齢組成

図 8 に 2003 年に各県水産試験研究機関および水産総合研究センターが測定したカタクチイワシ対馬暖流系群の月別の体長組成から推定した月齢別漁獲尾数の割合を示した。

(4) 資源量の推移

資源量を推定するにあたって、昨年度と同様に自然死亡係数 M はシラス期を高く、成長とともに低くなるように設定した(平成 14 年資源評価報告参照: 表 7)。

図 9 に計算された資源量、漁獲割合および F を示した。1991 年以降 1996 年まで資源量は 55 万トンから 89 万トンであったが、1997 年以降 1999 年まで 100 万トンを越え、2000 年には 77 万トン、2001 年には 44 万トン、2002 年には 102 万トン、2003 年は 44 万トン、2004 年は 53 万トンと推定された。ただし、2004 年の資源量推定値は、2005 年 3 月までの漁獲量や月齢組成を使っており、2004 年級群が完結するまで、やや過小推定の可能性がある。

また、月齢に対する M の値をいろいろと変えたときの資源量を図 10 に示した。その時の各月齢に対する M を表 5 に示した。資源量は高水準期にやや仮定間で差が認められたが、2004 年の推定された資源量には大差はなかった。

図 11 にカタクチイワシ対馬暖流系群の再生産関係を、図 12 に %SPR と YPR の図を、図 13 に産卵親魚量と F との関係を示した。

(5) 資源の水準・動向

2004年のカタクチイワシ対馬暖流系群の資源水準は1990年代以降の平均的な水準にある(1997~1999年を除く)。1990年以前の資源量は推定できてないが、漁獲量の推移(図4)などから判断して資源水準は中位にあると判断された。

2004年12月までの資源量の推移で判断すると横ばいだが、卵豊度やニューストーンネットによる加入量調査から増加傾向にあると判断した。

5. 資源管理の方策

コホート解析による資源量の推定が1991年からであり、やや解析期間が短いため、はっきりとは言えないが、図9をみると、漁獲割合は高くても20%程度であり、過大な漁獲圧がかかっているとは言えない。管理目標としては、加入が現状のまま続くのであれば、現状程度の漁獲圧でよいものとする。

1991年以降の各種資源評価調査の結果から、カタクチイワシの資源が高水準の時には産卵親魚量が多いこと、卵豊度が高いことが分かった。1997年から1999年までがカタクチイワシの高水準期であったと考えられるが、1998年は東シナ海および日本海で水温が著しく高い傾向にあった。Davidova and Shevchenko (2002)は日本海のロシア沿岸域(ピョートル大帝湾)で1998年に多くのカタクチイワシの産卵された卵を観察している。したがって、1998年の高水温がカタクチイワシの分布域・産卵域を北へと広げ、その結果加入量が多くなったと考えられる。カタクチイワシの寿命は2年程度と考えられているので、2000年以降には1998年に発生した高い豊度のカタクチイワシ資源が寿命により減少したと思われる。1990年代はカタクチイワシの漁獲量が1980年代よりも高く、1988年以降に各地で観察されている海水温の上昇がカタクチイワシの資源量を増加させている可能性もある。しかしながら、2000年以降もプラス偏差の海水温であったことから、2001年、2002年のカタクチイワシの資源量の減少を海水温だけでは説明できない。カタクチイワシの餌生物である動物プランクトンの現存量の経年変化や、魚食性生物の現存量の経年変化などの原因を探る必要がある。

6. 2006年ABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

各月の月齢別漁獲尾数からコホート解析により計算された資源量は1997年から1999年まで100万トンを超えていたが、2001年は大幅に減少したものの2002年以降は変動している。産卵調査でも1998年から2000年までは日本海および九州西岸域で高い卵豊度を示し、計量魚群探知機による音響調査の結果、CPUEなどから判断しても、ほぼコホート解析と同じ変動傾向を示した。

(2) ABCの算定

カタクチイワシは若齢魚が漁獲の対象となり、その漁獲量は加入量の水準により大きく変化する。図11の産卵親魚量と1ヶ月魚の加入尾数との関係をみると、産卵親魚量が多ければ加入量が多くなる傾向があるが、海洋環境の条件などの影響もあると判断される。資源水準と動向は中位・増加なので、ABC算定規則1-3)(2)を採用した。ABCを計算するための式は次のとおりである。

F_{limit} 基準値 ($F_{30\%}$ 、 $F_{0.1}$ 、 F_M 等) か現状の $F \times \beta_1$

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

ただし、 β_1 は 1 以下、 α の標準値は 0.8 である。

2006 年の ABC を設定するにあたって、2005 年および 2006 年の加入量は次のように仮定した。まず、2005 年と 2006 年の各月の加入尾数は、2002 年から 2004 年の各月の 1 ヶ月魚の資源尾数の平均値とした。2005 年の各月の各月齢魚に対する F は 2002 年から 2004 年の各月の各月齢に対する F と同じとした。2006 年の各月の各月齢に対する F は 2005 年の各月の各月齢の F に係数を乗じ、この係数を変化させることによって、資源量や漁獲量が計算できるようにした。

資源は中位で増加であるので、漁獲圧を抑えて産卵親魚量を増加させるほどではなく、現状の F のもとでも産卵資源量は増加する。したがって、現状の F 程度で漁獲しても資源は 2004 年以上を維持すると判断されるのでこれを F_{limit} とする。なお、2002 年から 2004 年の平均の $F(0.31)$ は 2004 年の $F(0.31)$ とほぼ同じ水準であり、加入が 2002 年から 2004 年の平均程度にあれば、資源は横ばいで推移する。予防的措置の観点から、 F_{target} は $0.8 \times F_{limit}$ とする。

	2006 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	95 千トン	$F_{current}$	0.31	13%
ABC_{target}	93 千トン	$0.8 \times F_{current}$	0.25	11%
(参考)				
$F_{30\%}$	65 千トン	$F_{30\%}$	0.09	5%
F_{max}	68 千トン	F_{max}	0.1	6%

(3) 漁獲圧と資源動向

下表に $F_{current}$ を基準にして、 F を変化させたときの 2006 年の漁獲量および資源量を示した (図 14)。

表 $F_{current}$ を基準にして F を変化させたときの 2006 年の漁獲量と資源量

		漁獲量 (千トン)	資源量 (万トン)
F	基準値	2006 年	2006 年
0.06	$0.2 \times F_{current}$	50	139
0.12	$0.4 \times F_{current}$	75	113
0.18	$0.6 \times F_{current}$	87	95
0.25	$0.8 \times F_{current}$	93	82
0.31	$1.0 \times F_{current}$	95	71
0.37	$1.2 \times F_{current}$	95	63

(4) ABC_{limit} の検証

本種は若齢魚から漁獲しており、加入が良いと資源量が急速に増加する。各種資源調査などで、加入が良好と判断された場合は ABC_{limit} はこれ以上にしても良い。

(5) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量	ABC_{limit}	ABC_{target}	漁獲量	管理目標
-------------------	------	-----	---------------	----------------	-----	------

2004 年(当初)	Fcurrent	617	61	53	67	資源量回復
2004 年(2004 年再評価)	Fcurrent	237	81	79	67	資源量回復
2004 年(2005 年再評価)	Fcurrent	557			67	資源量回復
2005 年(当初)	0.8Fcurrent	233	75	73		資源量回復
2005 年(2005 年再評価)	Fcurrent	638				資源量回復

なお、単位は千トン（鹿児島県のシラス含む）。

7. 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。

8. 引用文献

- 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.
- Davidova, S. V. and Shevchenko, A. V. (2002) Spawning of Japanese anchovy Engraulis japonicus (Engraulidae) in Peter the Great Bay (the Sea of Japan) in 1996 1998. J. Ichthyol., 42, 205 214.
- 韓国国立水産振興院(2000) 韓国 EEZ 内における資源と生態. 314p.
- 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.
- 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) Spatian 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.
- 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
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	
1991	4,457	32,089	39,894	170,293	
1992	3,428	36,001	44,343	168,235	
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	678,000
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	
2003	5,268	28,259	43,356	250,106	
2004	4,788	14,248	41,287	196,646	

ただし、近年の石川県の属地統計から北海道道東海域で漁獲した値を引いてある。

表 2 1 日本海におけるカタクチイワシの卵豊度（兆粒）

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
3 月				0	2	4	0	0		
4 月	27	4	18	168	89	321	79	13		
5 月	198	348	104	2596	379	1108	64	316		
6 月			391	3225	965	1924	211	1673		

表 2 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	1019	483	4	100
4 月	938	543	85	753	312	1444	1685	1007	103	147

年	2003	2004	2005							
3 月	159	382	269							
4 月	1512	2247	1748							
5 月	1210	167	821							
6 月	934	1345	未							



図1 カタクチイワシ対馬暖流系群の分布

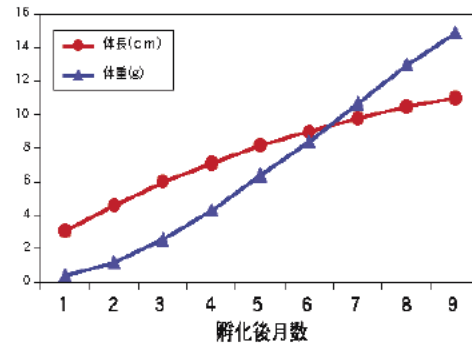


図2 カタクチイワシの成長様式

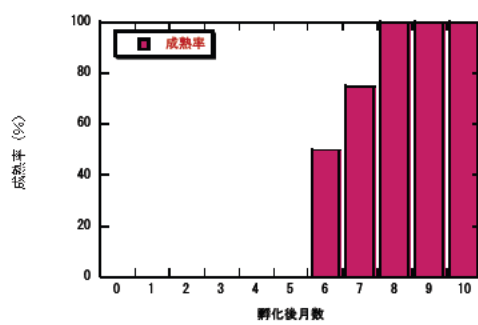


図3 月齢別の成熟率

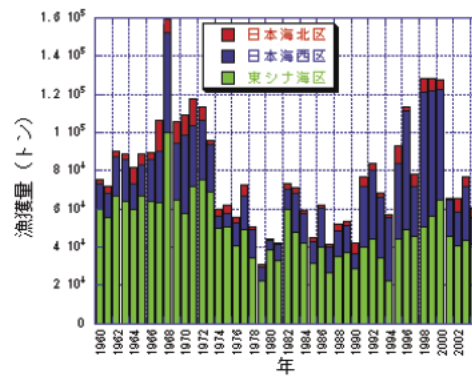


図4 対馬暖流域におけるカタクチイワシの漁獲量

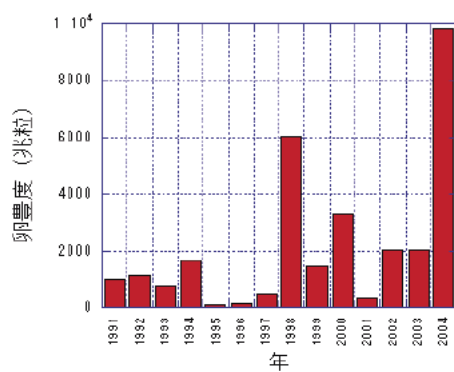


図5 日本海における卵豊度

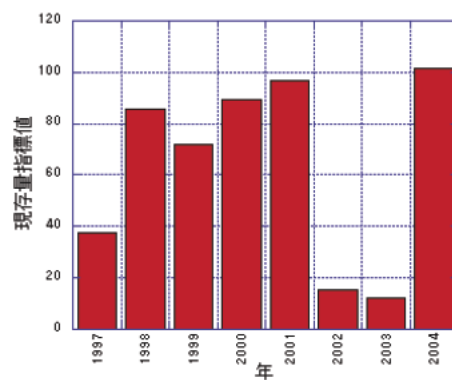


図6 対馬海峡から五島周辺までの現存量指標値

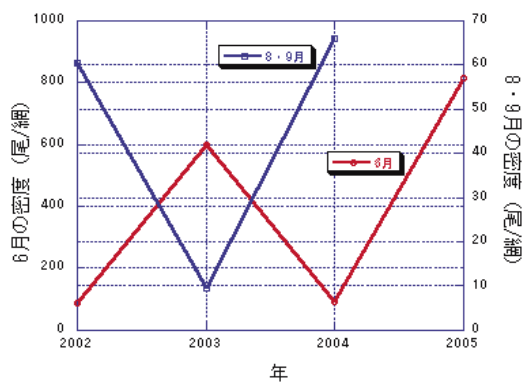


図7 ニューストンネットによるシラスの密度

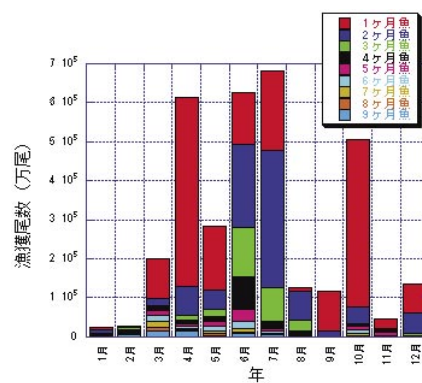


図8 2003年の月齢別漁獲尾数

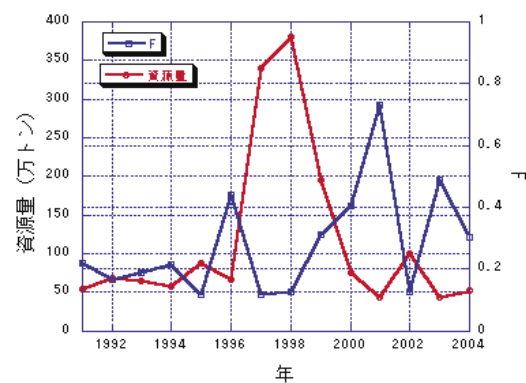
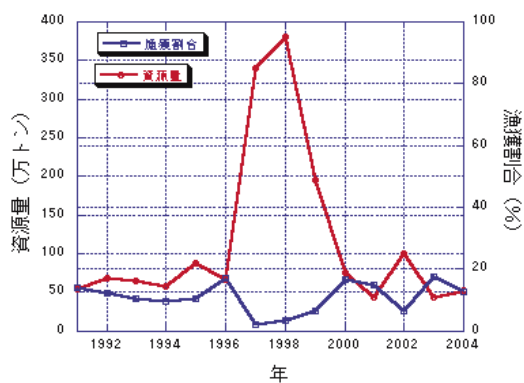


図9 左：推定された資源量と漁獲割合、右：資源量とFの推移

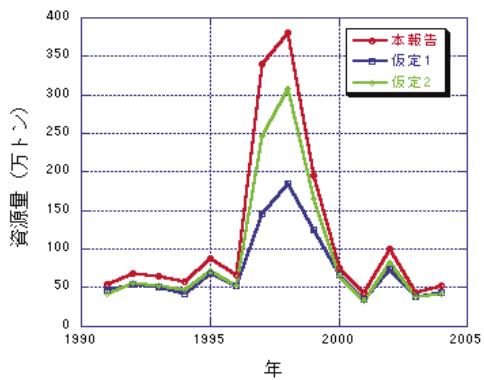


図10 Mの仮定の違いによる資源量の推定値

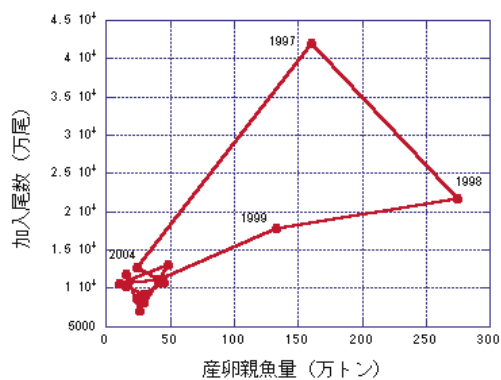


図11 再生産関係

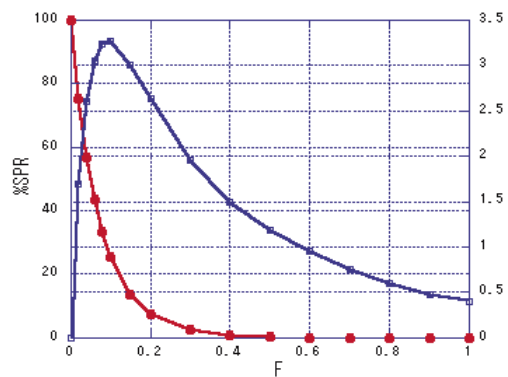


図12 Fと%SPR および YPR との関係

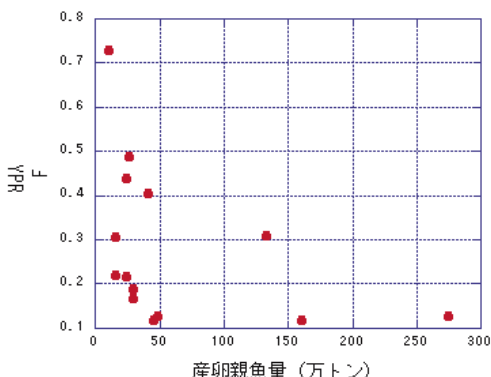


図13 産卵親魚量とF との関係

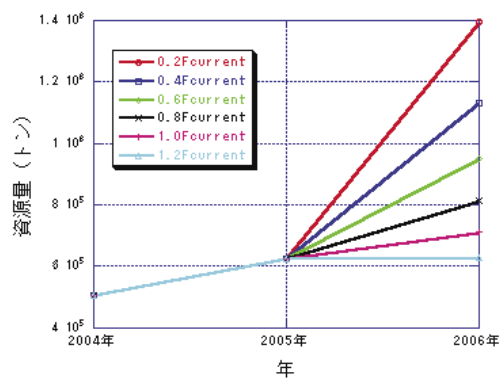


図 14 F_{current} を基準に漁獲圧を変えた場合の資源量の推移

補注1 カタクチイワシの資源量の推定方法

資源量は、各月の月齢別漁獲尾数を推定して、コホート解析を行なうことによって算定した。月別漁獲量を銘柄別に求めた後、その銘柄に対応した体長組成を使って各月で月齢組成を推定した。孵化後1カ月魚から8カ月魚までは月齢別漁獲尾数を推定したが、9カ月よりも上の月齢魚は月齢別漁獲尾数を推定するのが困難なためプラスグループとして取り扱った。解析期間は1991年1月から2005年3月である。資源量の計算のための過程は次の通りである。

2005年3月の9+月魚の資源尾数と漁獲尾数をそれぞれ $N_{2005,3,9+}$ と $C_{2005,3,9+}$ とする。この時の漁獲係数 $F_{2005,3,9+}$ と自然死亡係数 M とを用いて、 $N_{2005,3,9+}$ は次の式で求めることができる。

$$N_{2005,3,9+} = \frac{C_{2005,3,9+} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{2005,3,9+}))} \quad (\text{式 1})$$

次に、2005年2月の8カ月魚の資源尾数と漁獲尾数をそれぞれ $N_{2005,2,8}$ と $C_{2005,2,8}$ とすると、式1で求めた資源尾数から

$$N_{2005,2,8} = \frac{C_{2005,2,8} \times N_{2005,3,9+} \times \exp(M)}{(C_{2005,2,8} + C_{2005,3,9+})} + C_{2005,2,8} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 2})$$

で求めることができる。

1カ月魚から7カ月魚については次の式を用いてそれぞれ計算した。

$$N_t = N_{t+1} \times \exp(M) + C_t \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 3})$$

ただし、 t は月である。

2005年の8ヶ月魚の漁獲係数 F は次の式で求めることができる。

$$F = \ln\left(1 + \frac{C_{2005,2,8} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{2005,2,8}}\right) \quad (\text{式 4})$$

1991年1月から2005年2月までの9+月魚の資源尾数については、次の式を用いた。

$$N_{t,9+} = C_{t,9+} \times \frac{N_{t,8}}{C_{t,8}} \quad (\text{式 5})$$

問題点として、2005年3月の時点で2004年級群のコホートが完結しておらず2005年の値がないと正確な資源量などが推定できないことである。

付表 1 資源計算に用いた月齢別漁獲尾数 (1000 万尾)

	2003												2004											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	6	12	184	112	0	142	33	68	127	127	3	6	1	102	483	164	132	205	9	100	428	23	74
2	7	118	126	19	22	18	73	80	49	39	36	22	8	4	17	73	47	213	351	74	15	43	2	51
3	4	25	14	1	29	12	56	50	19	13	19	7	3	4	4	14	21	128	86	28	0	1	0	8
4	3	31	2	1	12	7	21	11	10	4	13	4	2	6	9	10	12	81	18	9	0	5	8	2
5	1	10	0	0	9	10	6	2	2	1	3	2	1	3	12	5	11	34	8	3	0	8	9	0
6	1	8	0	1	4	8	3	1	1	0	1	2	1	3	15	5	12	16	4	1	0	9	3	0
7	1	5	0	3	2	11	2	1	1	0	0	1	1	2	15	3	9	11	3	1	0	6	0	0
8	0	2	0	4	2	9	1	0	0	0	0	0	1	2	10	2	4	2	1	0	0	2	0	0
9	1	43	60	26	57	35	8	0	0	0	0	0	0	4	16	16	4	9	5	0	0	0	0	0

付表2 コホート解析の結果得られた月齢別資源尾数 (1000 万尾)

	2003												2004											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	553	544	294	558	764	895	771	656	547	678	575	366	369	519	1644	2211	2388	1768	1761	167	319	711	181	120
2	132	241	233	120	122	259	390	243	264	194	212	167	157	157	226	649	645	933	683	632	67	73	27	64
3	100	79	61	49	62	61	152	193	92	131	93	107	90	95	98	131	360	378	430	159	348	32	12	16
4	33	70	36	32	35	21	34	63	98	51	85	52	73	64	66	69	84	246	167	242	92	255	22	9
5	50	24	27	26	24	17	10	8	40	68	36	55	37	55	44	43	45	55	120	115	180	71	194	10
6	9	39	10	21	21	12	4	3	5	30	54	26	42	29	41	25	30	27	14	89	89	145	50	148
7	19	7	25	9	16	14	3	1	1	3	24	43	20	34	21	21	16	14	8	8	73	74	111	39
8	137	15	1	21	5	12	1	0	0	0	2	20	36	16	27	4	15	5	2	4	6	61	56	93
9	278	342	254	156	119	48	10	1	0	0	0	2	18	44	44	35	16	19	10	4	6	10	56	93

付表3 推定された漁獲係数

	2003												2004											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.00	0.02	0.06	0.69	0.25	0.00	0.33	0.08	0.21	0.33	0.41	0.01	0.03	0.00	0.10	0.40	0.11	0.12	0.19	0.08	0.64	2.43	0.21	0.39
2	0.07	0.94	1.12	0.22	0.26	0.09	0.26	0.53	0.26	0.29	0.24	0.18	0.06	0.03	0.10	0.15	0.09	0.33	1.02	0.16	0.32	1.35	0.11	0.34
3	0.05	0.47	0.32	0.02	0.79	0.27	0.57	0.36	0.28	0.13	0.27	0.08	0.04	0.05	0.04	0.13	0.07	0.51	0.27	0.23	0.00	0.04	0.00	0.13
4	0.09	0.71	0.08	0.04	0.47	0.51	1.23	0.21	0.12	0.10	0.19	0.09	0.04	0.11	0.18	0.17	0.18	0.47	0.13	0.04	0.00	0.02	0.51	0.17
5	0.02	0.60	0.01	0.02	0.50	1.16	1.10	0.29	0.07	0.01	0.11	0.05	0.03	0.06	0.34	0.14	0.31	1.13	0.08	0.03	0.00	0.14	0.05	0.21
6	0.12	0.25	0.00	0.08	0.23	1.20	1.25	0.42	0.32	0.01	0.02	0.08	0.03	0.12	0.49	0.27	0.54	1.07	0.40	0.02	0.00	0.07	0.06	0.28
7	0.06	2.09	0.00	0.46	0.14	2.20	2.14	1.46	0.93	0.18	0.02	0.02	0.05	0.06	1.44	0.17	0.94	1.90	0.57	0.13	0.00	0.10	0.00	0.49
8	0.00	0.15	0.30	0.20	0.75	1.59	2.50	0.78	1.23	2.14	0.06	0.01	0.02	0.12	0.50	0.71	0.30	0.69	0.92	0.05	0.00	0.04	0.00	0.31
9	0.00	0.15	0.30	0.20	0.75	1.59	2.50	0.78	1.23	2.14	0.06	0.01	0.02	0.12	0.50	0.71	0.30	0.69	0.92	0.05	0.00	0.04	0.00	0.31

付表 4 推定された資源量、漁獲割合およびF

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
資源量	54.1	68.0	64.7	58.6	87.5	67.0	340.0	379.8	195.7	76.0	44.1	100.7	46.7	55.7
漁獲割合	14.1	12.3	10.5	9.7	10.6	16.9	2.3	3.4	6.5	16.7	14.8	6.5	16.5	12.0
F	0.22	0.17	0.19	0.22	0.12	0.44	0.12	0.13	0.31	0.40	0.73	0.13	0.48	0.31

ただし、資源量の単位は万トン、漁獲割合の単位は%である。

付表 5 産卵親魚量 (SSB) と RPS の経年変化

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
SSB	15.7	29.7	29.6	24.2	45.2	24.3	159.9	274.8	132.5	41.1	10.5	48.2	27.7	16.9
RPS	0.65	0.31	0.27	0.36	0.24	0.52	0.26	0.08	0.13	0.27	1.01	0.27	0.26	0.72

ただし、産卵親魚量の単位は万トン、RPSの単位は尾/gである。

付表6 月齢組成を求めるための体長 月齢キー
春季発生群

体長	0 ケ 月	1 ケ 月	2 ケ 月	3 ケ 月	4 ケ 月	5 ケ 月	6 ケ 月	7 ケ 月	8 ケ 月	9+ ケ 月
0 4.9	100									
5 9.9	100									
10 14.9	100									
15 19.9	100									
20 24.9	100									
25 29.9	50	50								
30 34.9		100								
35 39.9		90	10							
40 44.9		70	30							
45 49.9			80	20						
50 54.9			20	80						
55 59.9				100						
60 64.9				80	20					
65 69.9				20	80					
70 74.9					80	20				
75 79.9					10	60	30			
80 84.9						40	40	20		
85 89.9						20	50	30		
90 94.9							20	60	20	
95 99.9								20	40	40
100 104.9									20	80
105 109.9										100
110 114.9										100
115 119.9										100
120 124.9										100
125 129.9										100
130										100

秋季発生群

体長	0 ケ 月	1 ケ 月	2 ケ 月	3 ケ 月	4 ケ 月	5 ケ 月	6 ケ 月	7 ケ 月	8 ケ 月	9+ ケ 月
0 4.9	100									
5 9.9	100									
10 14.9	100									
15 19.9	100									
20 24.9	100									
25 29.9	50	50								
30 34.9		100								
35 39.9		90	10							
40 44.9		70	30							
45 49.9		10	90							
50 54.9			90	10						
55 59.9			80	20						
60 64.9				80	20					
65 69.9				40	60					
70 74.9					80	20				
75 79.9					20	70	10			
80 84.9						20	70	10		
85 89.9							40	50	10	
90 94.9							20	60	20	
95 99.9								30	60	10
100 104.9									40	60
105 109.9									20	80
110 114.9										100
115 119.9										100
120 124.9										100
125 129.9										100
130										100

なお、体長 月齢組成の算出は耳石日輪解析（一丸 未発表）と体長組成の月別変化から推定した。

付表7 コホート計算をする際に仮定したMの値

月齢	1 カ月	2 カ月	3 カ月	4 カ月	5 カ月	6 カ月	7 カ月	8 カ月	9+ カ月
本報告	0.83	0.44	0.31	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.15
仮定1	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
仮定2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15