

平成 19 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）

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 1997 年から 1999 年まで多かったが、2000 年および 2001 年には減少した。2002 年以降の資源量は、変動を伴いつつ横ばい傾向にある。カタクチイワシは若齢期から漁獲圧にさらされる。資源量の変動は、加入量によって決定されと考えられ、近年は加入量が増加傾向にある。2007 年以降に過去 3 年平均の加入が見込まれる場合を想定し、現状の増加傾向を助ける F ($0.8F_{\text{current}}$) を F_{limit} とし、予防的措置を考慮し F_{limit} に 0.8 を乗じたものを ABC_{target} とする。

	2008 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	81 千トン	$0.8F_{\text{current}}$	0.48	28%
ABC_{target}	80 千トン	$0.8 \cdot 0.8F_{\text{current}}$	0.39	21%

ただし、鹿児島県・熊本県のシラスを含む値である。

漁獲割合は $ABC/\text{資源量}$ 。 F_{current} は 2006 年の F 。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2005	297	83	0.49	28%
2006	294	81	0.60	28%
2007	303	—	—	—

ただし、 F は各月齢に対するすべての月の平均値である。鹿児島県・熊本県のシラスの漁獲量を含む。2007 年の資源量は過去 3 年の平均程度の加入が見込まれた場合。

水準：中位 動向：横ばい

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。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)。

(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、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。2003 年には約 5 千トン、2005 年には 2 千トン、2006 年には 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。2004 年は 14 千トン、2005 年は 16 千トン、2006 年は 21 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 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 46 千トンであった。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、2003 年は 77 千トン、2004 年は 67 千トン、2005 年は 74 千トン、2006 年は 73 千トンであった。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（「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)産卵調査、2)計量魚群探知機による調査と沿岸域におけるネット採集によるシラスの 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 に日本海と東シナ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 年以降は大きく変動を伴っている。参考に同時に行われた中層トロールの CPUE(kg/有効網)の変化も示す。

図 7 に 6 月と 8・9 月に実施したニューストンネットによる 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。春季発生群の目安となる 6 月の CPUE を見ると、変動をしながらもやや増加傾向にあると判断された。2007 年は 2006 年と同程度であった。今後も調査を継続することで、加入状況を早期に知ることが期待される。

(3) 漁獲物の年齢組成

図 8 に 2006 年に各府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を示した。ほとんどの月で 2 月齢魚以下の個体が大半を占めた。3～5 月と 10・11 月にはそれぞれ春季・秋季発生群が加入した。

(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：付表 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、2001 年には 44 万トン、2002 年には 101 万トン、2003 年は 44 万トン、2004 年は 35 万トン、2005 年は 30 万トン、2006 年は 29 万トンと推定された。ただし、2006 年の資源量推定値は、2007 年 3 月までの漁獲量や月齢組成を使っており、2006 年級群が完結するまで、推定の精度に問題がある。

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 を付表 7 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、2006 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 に資源量と F との関係を示した。

(5) 資源の水準・動向

2006 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いないが、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。

2006 年 12 月までの資源量の推移で判断し、横ばいとした。ただし、卵豊度やニューストーンネットによる調査では、加入は増加傾向にある。

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 30% 程度であり、過大な漁獲圧がかかっているとは言えない。ただし、近年の加入の増加傾向を助け、資源水準を上げるために現状の漁獲圧をやや下げるほうが良い。

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、海水温以外の原因を探る必要がある。

6. 2008 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、2000 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とネット採集によるシラスの CPUE など、ほぼコホート解析と同じ変動傾向を示した。ただし 2001 年以降は必ずしも一致するものではない。

(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 の親魚量と 1 ヶ月魚の加入尾数との関係を見ると、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・横ばいなので、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。

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

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

ただし、 β_1 は 1 以下、 α の標準値は 0.8 である。

2008 年の ABC を設定するにあたって、2007 年および 2008 年の加入量は次のように仮定した。まず、2007 年と 2008 年の各月の加入尾数は、2004 年から 2006 年の各月の 1 月齢魚の資源尾数の平均値とした。2007 年の各月の各月齢魚に対する F は 2004 年から 2006 年の各月の各月齢魚に対する F の平均値とした。2008 年の各月の各月齢に対する F は 2007 年の各月の各月齢の F に係数を乗じることで求め、2008 年の資源量と漁獲量を計算した。

資源は中位で横ばいであり、現状の漁獲圧では、やや資源は増加する。そこで資源水準を高くするために、現状の漁獲圧をやや抑える F を $F_{limit} (=0.8F_{current})$ とする。予防的措置の観点から、 F_{limit} に 0.8 を乗じ、計算される漁獲量を ABC_{target} とした。

	2008 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	81 千トン	$0.8F_{current}$	0.48	28%
ABC_{target}	80 千トン	$0.8 \cdot 0.8F_{current}$	0.39	21%

(参考)				
$F_{30\%}$	47 千トン	$F_{30\%}$	0.08	7%
F_{max}	53 千トン	F_{max}	0.10	8%

ただし、 $F_{current}$ は 2006 年の F 。

(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 2008 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 2008 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	2008 年	2008 年
0.12	$0.2 \times F_{current}$	58	61
0.24	$0.4 \times F_{current}$	75	47
0.36	$0.6 \times F_{current}$	80	39

0.48	$0.8 \times F_{\text{current}}$	81	33
0.60	$1.0 \times F_{\text{current}}$	81	29
0.72	$1.2 \times F_{\text{current}}$	79	26

(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。現状では再生産関係が不明であり、加入量について予測することは困難であるが、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
2006 年(当初)	0.8F _{current}	731	95	93	81	資源量回復
2006 年(2006 年 再評価)	0.8F _{current}	436	87	74	81	資源量回復
2006 年(2007 年 再評価)	0.8F _{current}	294	82	66	81	資源量回復
2007 年(当初)	0.8F _{current}	348	81	78	—	資源量回復
2007 年(2007 年 再評価)	0.8F _{current}	303	85	68	—	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.
- 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.
- 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 Yellow 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.

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
1960	2,024	13,420	59,584		
1961	3,642	12,448	55,469		
1962	2,318	20,834	66,789		
1963	3,274	21,435	64,273		
1964	8,600	13,800	59,500		
1965	6,107	16,245	66,653	56,761	
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	5, 837	21, 355	45, 658	265, 346	

ただし、石川県の漁獲量は属地統計である。

表 2-1 日本海におけるカタクチイワシの卵豊度（兆粒）

年	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	2596	379	1108
6 月	188	572	580	1156	—	—	391	3225	965	1924

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
3 月	0	0	0	1	1	0				
4 月	79	13	130	692	100	12				
5 月	64	316	819	2135	412	348				
6 月	211	1673	1090	6993	1089	681				

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。

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	2006	2007					
3 月	159	382	269	716	3355					
4 月	1512	2247	1748	2135	12474					
5 月	1210	167	821	900	2762					
6 月	934	1345	2437	224	2619					

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2007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。

2007年3月の9+月魚の資源尾数と漁獲尾数をそれぞれ $N_{2007,3,9+}$ と $C_{2007,3,9+}$ とする。この時の漁獲係数 $F_{2007,3,9+}$ と自然死亡係数 M とを用いて、 $N_{2007,3,9+}$ は次の式で求めることができる。

$$N_{2007,3,9+} = \frac{C_{2007,3,9+} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{2007,3,9+}))} \quad (\text{式 1})$$

次に、2007年2月の8カ月魚の資源尾数と漁獲尾数をそれぞれ $N_{2007,2,8}$ と $C_{2007,2,8}$ とすると、式1で求めた資源尾数から

$$N_{2007,2,8} = \frac{C_{2007,2,8} \times N_{2007,3,9+} \times \exp(M)}{(C_{2007,2,8} + C_{2007,3,9+})} + C_{2007,2,9+} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 2})$$

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。

2007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。

$$F = -\ln\left(1 - \frac{C_{2007,2,8} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{2007,2,8}}\right) \quad (\text{式 4})$$

1991年1月から2007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、2007年3月の時点で2006年級群のコホートが完結しておらず2007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)

	2005												2006											
	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	37	49	248	101	599	368	81	141	91	642	322	55	51	33	307	793	385	90	104	109	127	110	158	23
2	108	210	354	37	65	120	226	261	93	169	89	8	24	42	40	97	157	275	246	170	71	56	56	17
3	28	62	136	16	17	47	62	44	3	6	1	2	1	6	3	8	53	117	124	48	31	5	5	2
4	11	38	79	15	12	26	12	11	1	1	0	3	2	2	2	10	25	37	37	24	23	2	2	2
5	1	11	17	7	10	14	2	5	0	0	0	2	4	1	0	7	20	12	5	12	8	2	0	1
6	0	4	5	6	14	8	1	2	0	0	0	2	7	2	0	10	21	7	2	6	4	4	0	1
7	1	3	2	5	13	7	1	1	0	0	0	2	7	2	0	8	18	8	0	5	3	4	0	0
8	2	2	1	3	7	1	1	0	0	0	0	1	3	1	0	5	10	2	0	1	1	1	0	0
9	8	3	20	12	8	1	3	0	0	0	0	1	13	2	1	21	11	1	0	0	2	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)

	2005												2006											
	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	1487	1353	743	648	1632	1557	1017	614	799	1510	823	493	483	506	1346	2495	2112	1521	1013	561	446	362	310	204
2	543	624	557	160	216	316	436	390	174	289	234	146	179	177	199	384	564	667	604	373	173	111	85	31
3	190	263	233	74	73	87	108	99	42	38	51	79	88	95	80	96	169	237	209	191	104	54	26	10
4	69	115	140	54	41	39	24	26	35	28	22	36	57	64	65	56	64	79	74	47	100	50	36	15
5	19	44	57	40	29	21	7	7	11	27	21	17	25	42	48	49	35	27	29	25	16	57	36	27
6	6	14	26	31	26	14	4	4	2	8	22	17	12	17	33	39	33	11	11	18	10	6	44	29
7	33	4	8	17	19	9	4	2	1	1	7	18	12	3	13	28	23	8	2	7	9	4	1	36
8	10	28	1	5	10	4	1	2	1	1	1	6	13	4	1	11	16	2	0	2	2	5	0	1
9	42	36	49	24	11	4	4	1	3	3	3	3	51	8	4	42	17	1	0	1	3	0	0	3

付表3 推定された漁獲係数

	2004												2005											
	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	0.04	0.06	0.70	0.27	0.81	0.44	0.13	0.43	0.19	1.03	0.90	0.19	0.17	0.10	0.42	0.66	0.32	0.09	0.17	0.35	0.56	0.62	1.48	0.18
2	0.29	0.54	1.57	0.34	0.47	0.64	1.04	1.78	1.09	1.30	0.64	0.07	0.19	0.35	0.29	0.38	0.43	0.72	0.71	0.84	0.72	1.00	1.70	1.21
3	0.19	0.32	1.15	0.29	0.32	1.00	1.11	0.72	0.10	0.22	0.02	0.02	0.01	0.07	0.05	0.10	0.46	0.86	1.18	0.34	0.43	0.11	0.26	0.25
4	0.19	0.46	1.01	0.39	0.42	1.42	0.92	0.65	0.02	0.04	0.01	0.11	0.05	0.03	0.03	0.22	0.60	0.75	0.83	0.86	0.30	0.06	0.05	0.13
5	0.08	0.32	0.40	0.21	0.52	1.43	0.38	1.31	0.01	0.00	0.00	0.14	0.17	0.02	0.00	0.17	0.98	0.70	0.23	0.73	0.81	0.04	0.01	0.05
6	0.05	0.38	0.25	0.26	0.88	0.98	0.35	1.02	0.04	0.01	0.00	0.13	1.13	0.1	0.00	0.34	1.18	1.31	0.18	0.47	0.61	1.62	0.01	0.03
7	0.02	1.04	0.26	0.38	1.39	1.74	0.44	1.15	0.07	0.06	0.01	0.11	0.89	0.91	0.02	0.40	2.12	5.19	0.23	1.32	0.47	2.32	0.15	0.01
8	0.22	0.09	0.59	0.81	1.56	0.44	1.18	0.11	0.06	0.07	0.04	0.26	0.31	0.33	0.45	0.76	1.16	2.57	0.94	0.68	1.35	0.32	0.16	0.18
9	0.22	0.09	0.59	0.81	1.56	0.44	1.18	0.11	0.06	0.07	0.04	0.26	0.31	0.33	0.45	0.76	1.16	2.57	0.94	0.68	1.35	0.32	0.16	0.18

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	2005
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	43.9	34.8	29.7
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	17.5	19.2	28.0
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	0.49	0.35	0.49
年	2006														
資源量	29.4														
漁獲割合	27.6														
F	0.60														

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	2005
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	25.7	8.9	9.6
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	0.27	1.31	1.58
年	2006														
SSB	5.4														
RPS	2.11														

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一月齢キー
春季発生群

体長 (mm)	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 (mm)	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



図1 カタクチイワシの分布

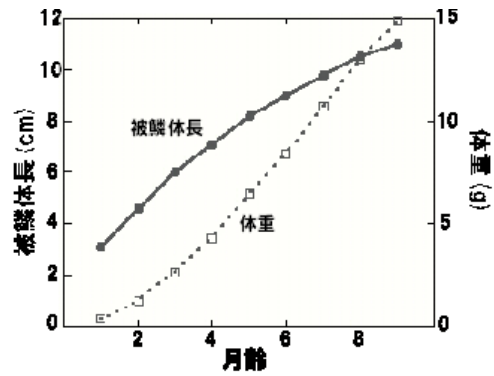


図2 カタクチイワシの成長

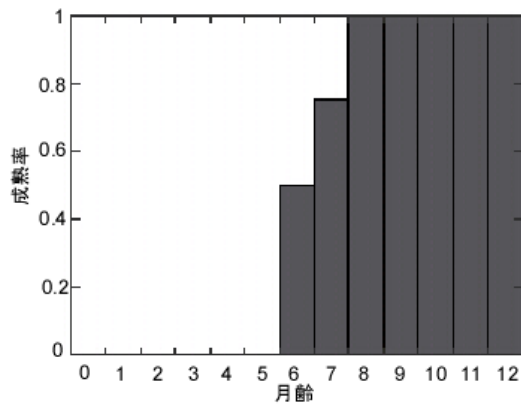


図3 月齢別成熟率

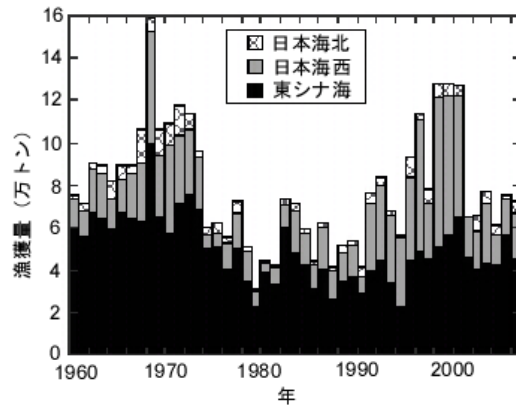


図4 カタクチイワシの漁獲量

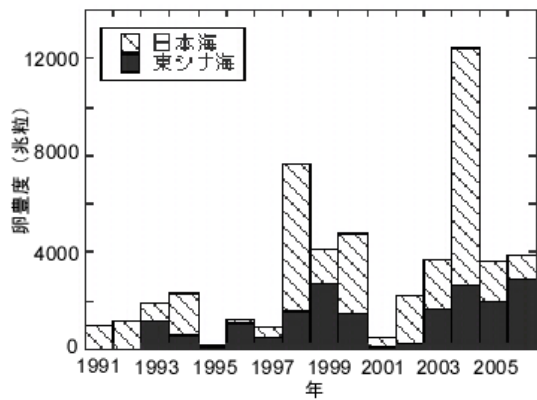


図5 カタクチイワシの卵豊度の経年変化

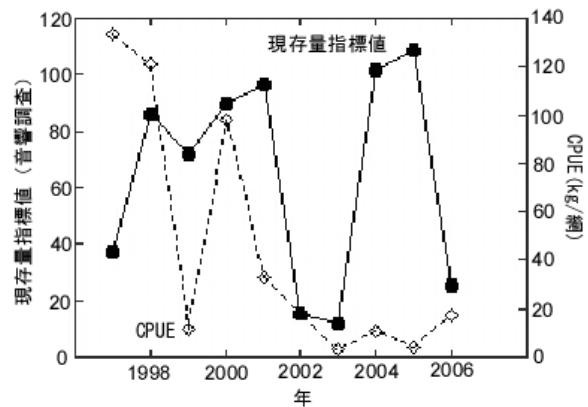


図6 音響調査と中層トロールの結果

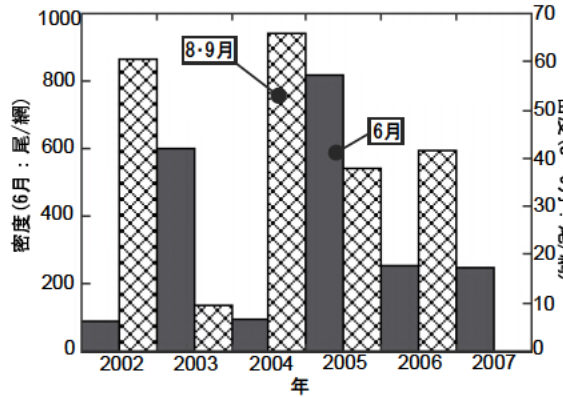


図7 ニューストンネットによるシラスの密度

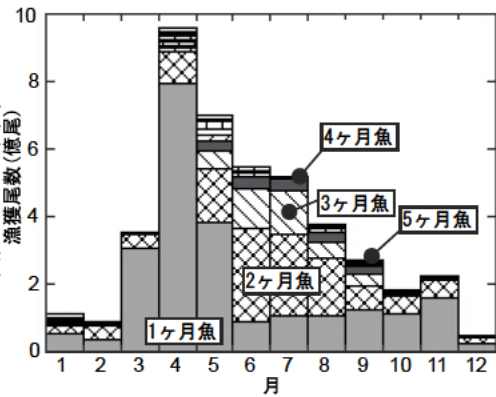


図8 月別・月齢別漁獲尾数

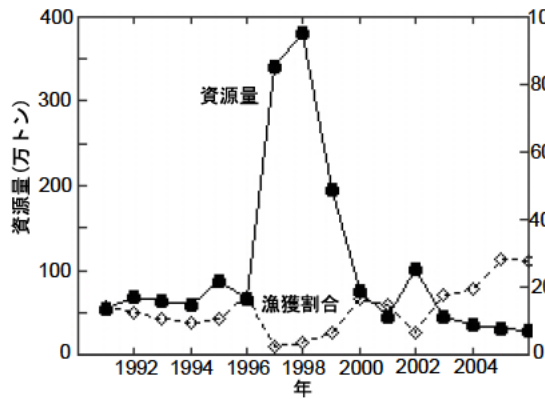


図9-1 資源量と漁獲割合の経年変化

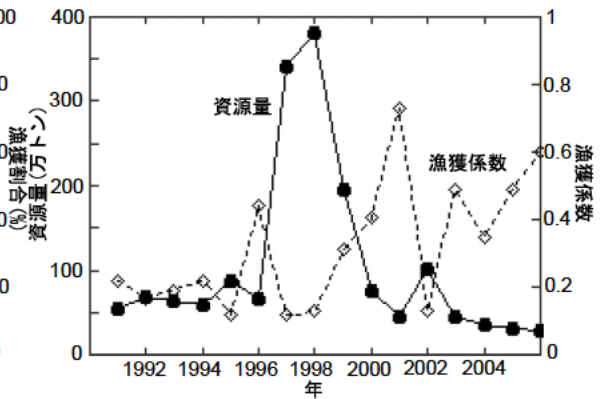


図9-2 資源量と漁獲係数の経年変化

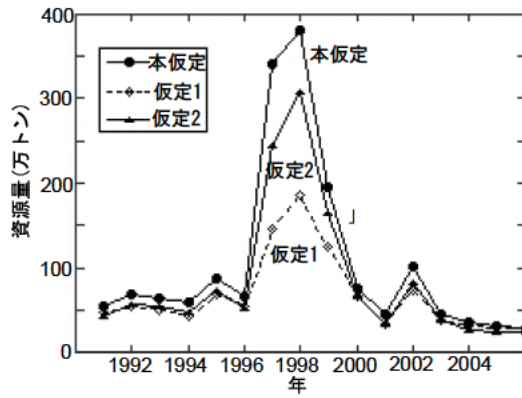


図10 Mを変えた時の資源量の推移

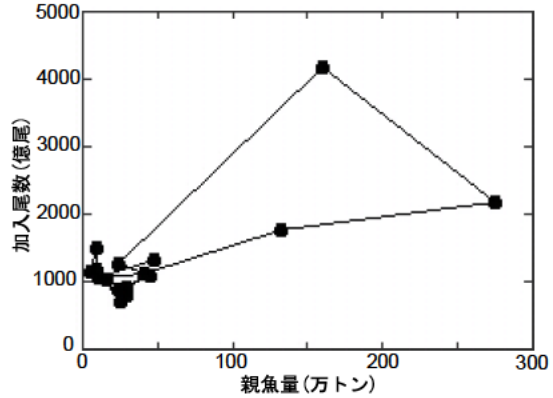


図11 親魚量と加入尾数の関係

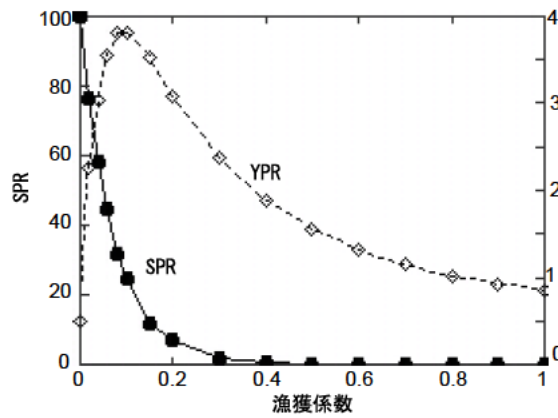


図12 Fに対するSPRとYPR

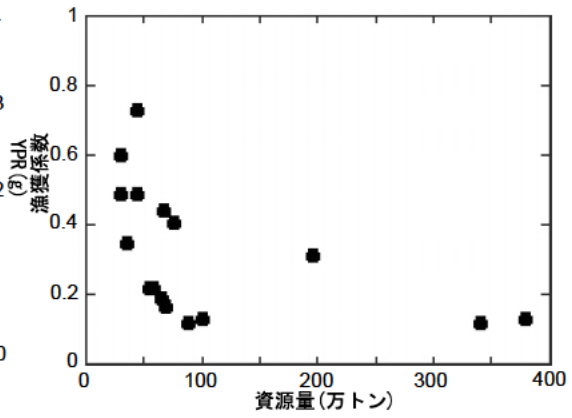


図13 資源量とFの関係

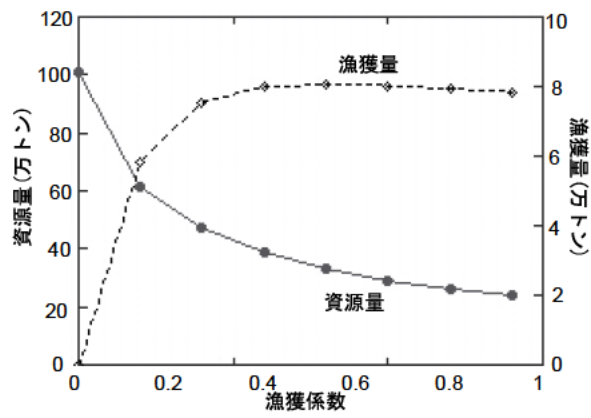


図14 Fに対する2008年の資源量と漁獲量の関係