

# 平成 18 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。2006 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  $F_{\text{limit}}$  とし、予防的措置を考慮しさらに 0.8 を乗じた  $F$  を  $F_{\text{target}}$  とする。

|           | 2007 年 ABC | 資源管理基準                            | F 値  | 漁獲割合 |
|-----------|------------|-----------------------------------|------|------|
| ABClimit  | 81 千トン     | $0.8F_{\text{current}}$           | 0.32 | 20%  |
| ABCTarget | 78 千トン     | $0.8 \cdot 0.8F_{\text{current}}$ | 0.25 | 17%  |

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/資源量。

| 年    | 資源量 (千トン) | 漁獲量 (千トン) | F 値  | 漁獲割合 |
|------|-----------|-----------|------|------|
| 2004 | 352       | 67        | 0.35 | 19%  |
| 2005 | 392       | 83        | 0.35 | 21%  |
| 2006 | 436       | —         | —    | —    |

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。2006 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。 $F_{\text{current}}$  は 2005 年の  $F$ 。

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)。



図 1 カタクチイワシ対馬暖流系群の分布図

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

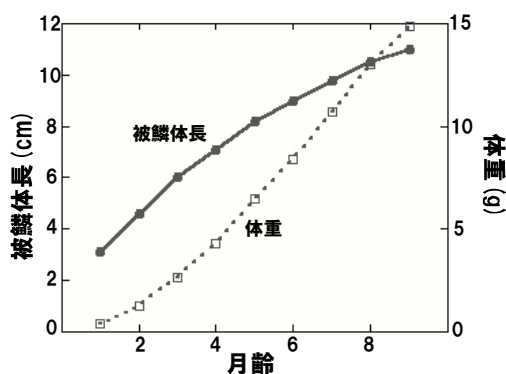


図 2 カタクチイワシの成長様式

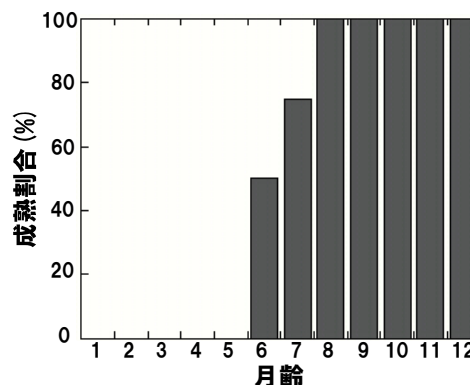


図 3 月齢別成熟率

で産卵に参加することが報告されている (Funamoto ら 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。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。2002年には7千トン、2003年には約5千トン、2005年には2千トンであった(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(70千トン)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56千トンであった。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

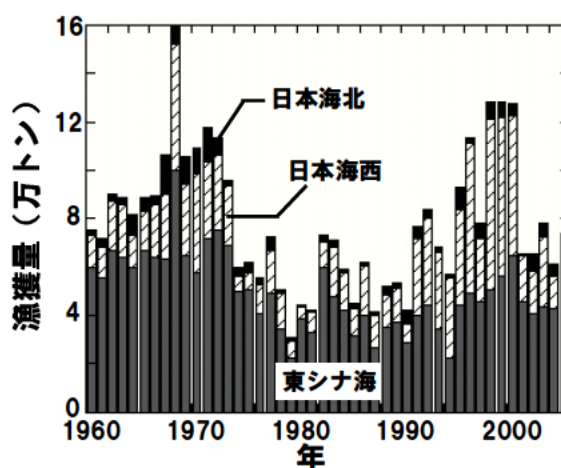


図4 カタクチイワシの漁獲量

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

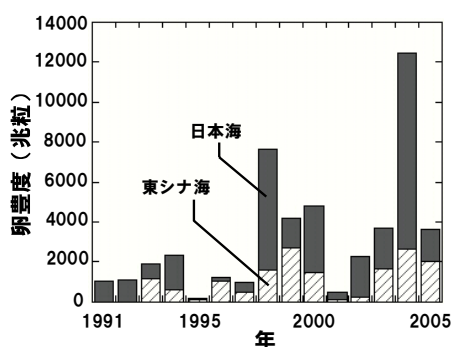


図 5 カタクチイワシの卵豊度  
東シナ海は 1993 年以降

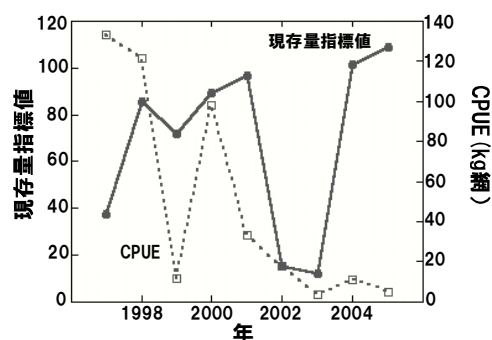


図 6 音響調査（現存量指標値）と  
中層トロール調査による CPUE

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ズトンネットによる 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。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。

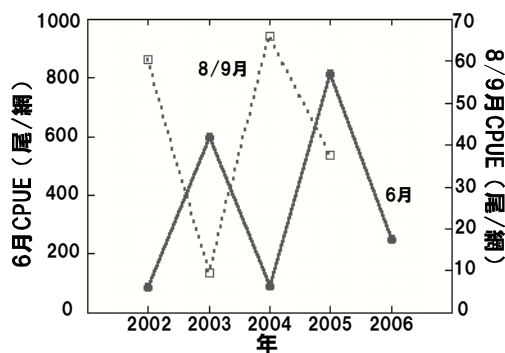


図 7 ニューズトンネットによる  
シラスの CPUE

### (3) 漁獲物の年齢組成

図8に2005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。5・6月と10・11月にはそれぞれ春季・秋季発生群が加入した。

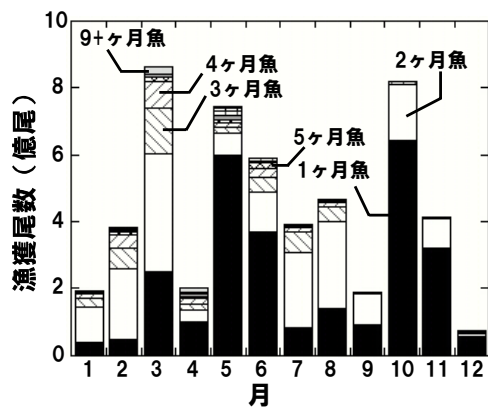


図8 2005年の月別月齢組成

### (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、2000年に

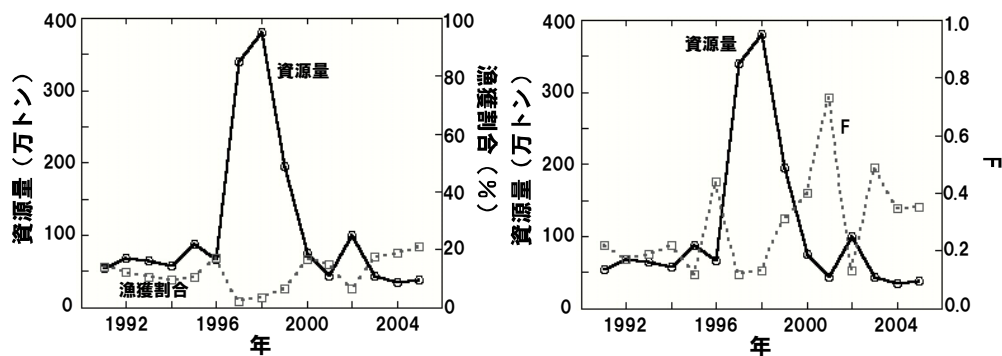


図9 カタクチイワシの資源量と漁獲割合（左）と  $F$ （右）

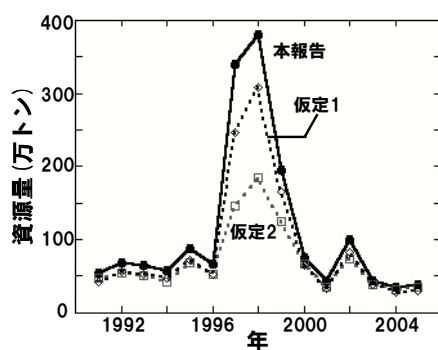


図10  $M$ を変えたときの資源量の変化

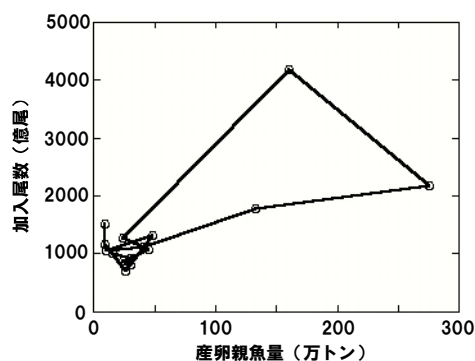


図11 再生産関係

は77万トン、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39万トンと推定された。ただし、2005年の資源量推定値は、2006年3月までの漁獲量や月齢組成を使っており、2005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、2005 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。

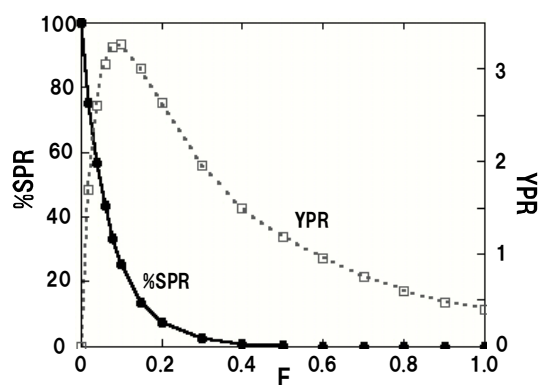


図 12  $F$  と %SPR および YPR(g) との関係

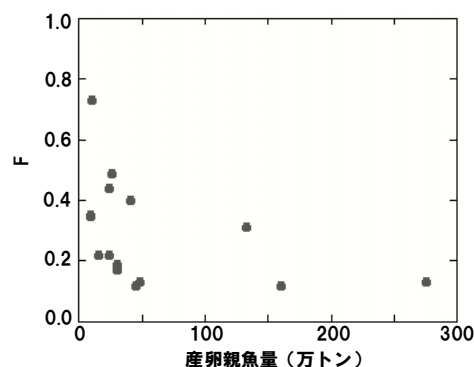


図 13 資源量と  $F$  の関係

#### (5) 資源の水準・動向

2005 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。

2005 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ンネットによる加入量調査によると、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 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。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. 2007 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。

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

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

ただし、 $\beta_1$  は 1 以下、 $\alpha$  の標準値は 0.8 である。

2007 年の ABC を設定するにあたって、2006 年および 2007 年の加入量は次のように仮定した。まず、2006 年と 2007 年の各月の加入尾数は、2003 年から 2005 年の各月の 1 月齢魚の資源尾数の平均値とした。2006 年の各月の各月齢魚に対する  $F$  は 2003 年から 2005 年の各月の各月齢に対する  $F$  の平均値とした。2007 年の各月の各月齢に対する  $F$  は 2006 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ことで、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  $F_{\text{limit}} (=0.8F_{\text{current}})$  とする。予防的措置の観点から、 $F_{\text{target}}$  は  $0.8 \times 0.8F_{\text{current}}$  とする。

|                       | 2007 年 ABC | 資源管理基準                            | F 値  | 漁獲割合 |
|-----------------------|------------|-----------------------------------|------|------|
| ABC <sub>limit</sub>  | 81 千トン     | $0.8F_{\text{current}}$           | 0.32 | 20%  |
| ABC <sub>target</sub> | 78 千トン     | $0.8 \cdot 0.8F_{\text{current}}$ | 0.25 | 17%  |

(参考)

|                  |        |                  |      |    |
|------------------|--------|------------------|------|----|
| $F_{30\%}$       | 52 千トン | $F_{30\%}$       | 0.09 | 8% |
| $F_{\text{max}}$ | 56 千トン | $F_{\text{max}}$ | 0.1  | 9% |

ただし、 $F_{\text{current}}$  は 2005 年の  $F$ 。

### (3) 漁獲圧と資源動向

下表に  $F_{\text{current}}$  を基準にして、 $F$  を変化させたときの 2007 年の漁獲量および資源量を示した（図 14）。

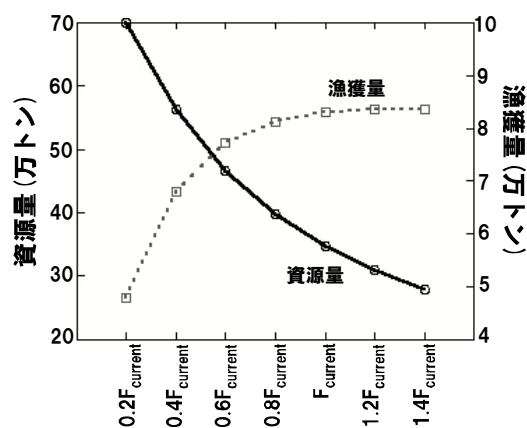


図 14 2007 年  $F$  に対する漁獲量と資源量の違い

表  $F_{\text{current}}$  を基準にして  $F$  を変化させたときの 2007 年の漁獲量と資源量

| F    | 基準値                             | 漁獲量 (千トン) | 資源量 (万トン) |
|------|---------------------------------|-----------|-----------|
|      |                                 | 2007 年    | 2007 年    |
| 0.08 | $0.2 \times F_{\text{current}}$ | 48        | 70.0      |
| 0.16 | $0.4 \times F_{\text{current}}$ | 68        | 56.2      |
| 0.24 | $0.6 \times F_{\text{current}}$ | 77        | 46.7      |
| 0.32 | $0.8 \times F_{\text{current}}$ | 81        | 39.9      |
| 0.40 | $1.0 \times F_{\text{current}}$ | 83        | 34.8      |
| 0.47 | $1.2 \times F_{\text{current}}$ | 84        | 31.0      |

### (4) ABClimit 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 ABClimit はこれ以上にしても良い。

### (5) ABC の再評価

| 評価対象年<br>(当初・再評価)     | 管理基準                    | 資源量 | $ABC_{\text{limit}}$ | $ABC_{\text{target}}$ | 漁獲量 | 管理目標  |
|-----------------------|-------------------------|-----|----------------------|-----------------------|-----|-------|
| 2005 年(当初)            | $0.8F_{\text{current}}$ | 233 | 75                   | 73                    | 83  | 資源量回復 |
| 2005 年(2005 年<br>再評価) | $F_{\text{current}}$    | 638 | 81                   | 79                    | 83  | 資源量回復 |
| 2005 年(2006 年<br>再評価) | $0.8F_{\text{current}}$ | 392 | 78                   | 67                    | 83  | 資源量回復 |
| 2006 年(当初)            | $F_{\text{current}}$    | 731 | 95                   | 93                    | —   | 資源量回復 |
| 2006 年(2005 年<br>再評価) | $0.8F_{\text{current}}$ | 436 | 87                   | 74                    | —   | 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 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 | 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 | 2,247 | 16,167 | 55,729 | 249,001 |           |

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   | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3 月 | —    | —    | —    | 0    | 2    | 4    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 4 月 | 27   | 4    | 18   | 168  | 89   | 321  | 79   | 13   | 130  | 692  |
| 5 月 | 198  | 348  | 104  | 2596 | 379  | 1108 | 64   | 316  | 819  | 2135 |
| 6 月 | —    | —    | 391  | 3225 | 965  | 1924 | 211  | 1673 | 1090 | 6993 |

| 年   | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3 月 | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 4 月 | 100  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 5 月 | 412  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6 月 | 1089 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

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 |  |  |  |  |  |  |
|-----|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|
| 3 月 | 159  | 382  | 269  | 100  |  |  |  |  |  |  |
| 4 月 | 1512 | 2247 | 1748 | 1031 |  |  |  |  |  |  |
| 5 月 | 1210 | 167  | 821  | 624  |  |  |  |  |  |  |
| 6 月 | 934  | 1345 | 2437 |      |  |  |  |  |  |  |

#### 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2006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。

2006年3月の9+月魚の資源尾数と漁獲尾数をそれぞれ $N_{2006,3,9+}$ と $C_{2006,3,9+}$ とする。この時の漁獲係数 $F_{2006,3,9+}$ と自然死亡係数 $M$ とを用いて、 $N_{2006,3,9+}$ は次の式で求めることができる。

$$N_{2006,3,9+} = \frac{C_{2006,3,9+} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{2006,3,9+}))} \quad (\text{式1})$$

次に、2006年2月の8カ月魚の資源尾数と漁獲尾数をそれぞれ $N_{2006,2,8}$ と $C_{2006,2,8}$ とすると、式1で求めた資源尾数から

$$N_{2006,2,8} = \frac{C_{2006,2,8} \times N_{2006,3,9+} \times \exp(M)}{(C_{2006,2,8} + C_{2006,3,9+})} + C_{2006,2,9+} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式2})$$

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。

2006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。

$$F = -\ln\left(1 - \frac{C_{2006,2,8} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{2006,2,8}}\right) \quad (\text{式4})$$

1991年1月から2006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、2006年3月の時点で2005年級群のコホートが完結しておらず2006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)

|   | 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 | 6    | 1   | 102 | 483 | 164 | 132 | 205 | 9   | 100 | 428 | 23  | 74  | 37   | 49  | 248 | 101 | 599 | 368 | 81  | 142 | 91  | 642 | 322 | 55  |
| 2 | 8    | 4   | 17  | 73  | 47  | 213 | 351 | 74  | 15  | 43  | 2   | 51  | 108  | 210 | 354 | 37  | 65  | 120 | 226 | 261 | 93  | 169 | 89  | 8   |
| 3 | 3    | 4   | 4   | 14  | 21  | 128 | 86  | 28  | 0   | 1   | 0   | 8   | 28   | 62  | 136 | 16  | 17  | 47  | 62  | 44  | 3   | 6   | 1   | 2   |
| 4 | 2    | 6   | 9   | 10  | 12  | 81  | 18  | 9   | 0   | 5   | 8   | 2   | 11   | 38  | 79  | 15  | 12  | 26  | 12  | 11  | 1   | 1   | 0   | 3   |
| 5 | 1    | 3   | 12  | 5   | 11  | 34  | 8   | 3   | 0   | 8   | 9   | 0   | 1    | 11  | 17  | 7   | 10  | 14  | 2   | 5   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 6 | 1    | 3   | 15  | 5   | 12  | 16  | 4   | 1   | 0   | 9   | 3   | 0   | 0    | 4   | 5   | 6   | 14  | 8   | 1   | 2   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 7 | 1    | 2   | 15  | 3   | 9   | 11  | 3   | 1   | 0   | 6   | 0   | 0   | 1    | 3   | 2   | 5   | 13  | 7   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 8 | 1    | 2   | 10  | 2   | 4   | 2   | 1   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 2    | 2   | 1   | 3   | 7   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| 9 | 0    | 4   | 16  | 16  | 4   | 9   | 5   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 8    | 3   | 20  | 12  | 8   | 1   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |

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)

|   | 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 | 341  | 472 | 1156 | 1749 | 1633 | 1516 | 941 | 147 | 412 | 1042 | 897 | 1377 | 1602 | 1387 | 799 | 711 | 2014 | 1541 | 1317 | 563 | 727 | 1532 | 1185 | 1766 |
| 2 | 155  | 145 | 205  | 437  | 444  | 604  | 573 | 274 | 58  | 114  | 172 | 376  | 551  | 674  | 572 | 184 | 244  | 483  | 429  | 521 | 152 | 257  | 244  | 304  |
| 3 | 87   | 94  | 90   | 118  | 223  | 248  | 218 | 88  | 118 | 26   | 38  | 109  | 201  | 268  | 265 | 84  | 89   | 105  | 215  | 95  | 126 | 24   | 30   | 86   |
| 4 | 68   | 62  | 65   | 63   | 75   | 145  | 72  | 86  | 40  | 86   | 18  | 28   | 73   | 124  | 144 | 78  | 48   | 51   | 37   | 105 | 32  | 90   | 12   | 21   |
| 5 | 37   | 51  | 43   | 62   | 40   | 48   | 42  | 40  | 59  | 31   | 62  | 7    | 20   | 48   | 63  | 43  | 47   | 26   | 16   | 17  | 72  | 24   | 69   | 9    |
| 6 | 39   | 28  | 38   | 24   | 29   | 23   | 8   | 27  | 30  | 47   | 17  | 42   | 6    | 15   | 28  | 36  | 28   | 28   | 8    | 11  | 10  | 58   | 20   | 55   |
| 7 | 18   | 31  | 21   | 18   | 15   | 14   | 5   | 3   | 21  | 25   | 31  | 12   | 35   | 4    | 9   | 19  | 24   | 11   | 16   | 6   | 7   | 8    | 48   | 16   |
| 8 | 32   | 14  | 25   | 4    | 13   | 4    | 1   | 1   | 2   | 18   | 15  | 26   | 10   | 29   | 1   | 6   | 11   | 8    | 3    | 13  | 4   | 6    | 7    | 40   |
| 9 | 16   | 40  | 41   | 32   | 14   | 16   | 7   | 1   | 2   | 3    | 15  | 26   | 44   | 37   | 51  | 26  | 13   | 7    | 10   | 8   | 17  | 18   | 20   | 23   |

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 | 0.03 | 0.00 | 0.14 | 0.54 | 0.16 | 0.14 | 0.40 | 0.09 | 0.46 | 0.97 | 0.04 | 0.09 | 0.04 | 0.06 | 0.64 | 0.24 | 0.60 | 0.45 | 0.10 | 0.48 | 0.21 | 1.01 | 0.53 | 0.05 |
| 2 | 0.06 | 0.04 | 0.11 | 0.23 | 0.14 | 0.58 | 1.44 | 0.41 | 0.37 | 0.65 | 0.02 | 0.18 | 0.28 | 0.49 | 1.48 | 0.29 | 0.40 | 0.37 | 1.07 | 0.98 | 1.43 | 1.70 | 0.61 | 0.04 |
| 3 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 0.12 | 0.93 | 0.62 | 0.47 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.09 | 0.18 | 0.31 | 0.92 | 0.25 | 0.25 | 0.74 | 0.41 | 0.78 | 0.03 | 0.38 | 0.04 | 0.02 |
| 4 | 0.04 | 0.11 | 0.18 | 0.19 | 0.20 | 0.99 | 0.33 | 0.13 | 0.01 | 0.08 | 0.68 | 0.08 | 0.18 | 0.42 | 0.96 | 0.25 | 0.35 | 0.88 | 0.49 | 0.13 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.19 |
| 5 | 0.03 | 0.07 | 0.36 | 0.15 | 0.35 | 1.54 | 0.23 | 0.08 | 0.00 | 0.36 | 0.17 | 0.02 | 0.08 | 0.30 | 0.35 | 0.20 | 0.28 | 0.92 | 0.15 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.28 |
| 6 | 0.03 | 0.12 | 0.54 | 0.28 | 0.56 | 1.43 | 0.86 | 0.06 | 0.00 | 0.25 | 0.18 | 0.00 | 0.05 | 0.37 | 0.22 | 0.22 | 0.76 | 0.36 | 0.15 | 0.26 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| 7 | 0.05 | 0.07 | 1.51 | 0.20 | 1.05 | 2.19 | 1.25 | 0.39 | 0.00 | 0.33 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 1.01 | 0.24 | 0.33 | 0.96 | 1.09 | 0.10 | 0.31 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.12 |
| 8 | 0.02 | 0.13 | 0.55 | 0.80 | 0.36 | 0.89 | 1.80 | 0.18 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.09 | 0.55 | 0.72 | 1.10 | 0.21 | 0.34 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 |
| 9 | 0.02 | 0.13 | 0.55 | 0.80 | 0.36 | 0.89 | 1.80 | 0.18 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.09 | 0.55 | 0.72 | 1.10 | 0.21 | 0.34 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 |

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 | 35.2 | 39.2 |
| 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 | 19.0 | 21.2 |
| 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 | 0.35 |

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 |

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

[illegible]

## 秋季発生群

[illegible]

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

[illegible]