

## 平成 28（2016）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（安田十也、林 晃、黒田啓行、高橋素光）

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

本系群の資源量について、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 247 千トンとなったが、それ以降減少傾向を示した。2015 年における資源量は 132 千トンと推定され、前年（120 千トン）より増加した。過去の資源量と親魚量から資源水準は低位、過去 5 年間（2011～2015 年）の資源量の推移から動向は横ばいと判断した。再生産関係から、Blimit を 2005 年水準の親魚量 91 千トンとした。2015 年の親魚量（61 千トン）は Blimit を下回っている。5 年後に親魚量を Blimit まで回復させる F（Frec5yr）を管理基準値として、2017 年 ABC を算出した。ただし、本報告での ABC は仔魚（シラス）を含む日本の漁獲に対する値である。

| 管理基準    | Target/Limit | F 値  | 漁獲割合<br>(%) | 2017 年 ABC<br>(千トン) | Blimit=<br>91 (千トン)  |
|---------|--------------|------|-------------|---------------------|----------------------|
|         |              |      |             |                     | 親魚量<br>5 年後<br>(千トン) |
| Frec5yr | Target       | 1.55 | 44          | 47                  | 222                  |
|         | Limit        | 1.94 | 48          | 51                  | 91                   |

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の増大が期待される漁獲量である。Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Ftarget =  $\alpha$  Flimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は、漁獲量÷資源量とした。F 値は各年齢の平均とした。2015 年の親魚量は 61 千トン。ABC はシラスの漁獲量を含む。Frec5yr は 5 年後に親魚量を Blimit まで回復させる F 値。

| 年    | 資源量<br>(千トン) | 親魚量<br>(千トン) | 漁獲量<br>(千トン) | F 値  | 漁獲割合<br>(%) |
|------|--------------|--------------|--------------|------|-------------|
| 2012 | 106          | 56           | 55           | 2.21 | 51          |
| 2013 | 101          | 71           | 52           | 2.10 | 52          |
| 2014 | 120          | 78           | 64           | 3.14 | 54          |
| 2015 | 132          | 61           | 66           | 2.48 | 50          |
| 2016 | 131          | 67           | —            | —    | —           |

ただし、F は各年齢の単純平均。シラスの漁獲量を含む。2016 年の資源量・親魚量は加入尾数を仮定した値。

水準：低位 動向：横ばい

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）<br>主要港水揚げ量（新潟県～鹿児島（14）府県）<br>月別体長組成調査（水研・新潟県～鹿児島（14）府県）                                                 |
| 資源量指数<br>・魚群量調査<br>・新規加入量調査<br>・産卵量 | 計量魚探を用いた魚群量調査（5 月、水研）<br>・計量魚群探知機、中層トロール<br>ニューストンネットによるシラスの CPUE（4 月、5 月、8 月、水研）<br>卵稚仔調査（周年、水研、青森～鹿児島（17）府県）<br>・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（大下・田中 2009）                                                                                                |

## 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。本種の漁獲量は、マイワシとは対照的に 1990 年代に増加した。対馬暖流域においても、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、本種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。韓国や中国もカタクチイワシを漁獲しているが、これらは韓国と中国の沿岸域で漁獲されていると考えられるため、対馬暖流系群とはみなさず、本資源評価では考慮しなかった。

## 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と考えられている（落合・田中 1986）。しかし、日本海の中央部や間宮海峡以南の北西部でも本種が確認されていることから（ベリヤーエフ・シェルシェンコフ 未発表）、分布域は沖合域から沿岸域まで広範囲に及ぶと考えられる。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（図 1、Iversen et al. 1993、Ohshimo 1996）。日本海および東シナ海における日本漁船の主漁場は日本海西部および九州

北～西岸の沿岸域であることから、本評価では沿岸域に分布するものを対象とする。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様式は不明であり、沖合と沿岸の間でどのような移出入があるのか明らかにすることは重要な研究課題である。

## (2) 年齢・成長

本系群の成長様式は、発生時期によって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体長組成の経月変化から、孵化した個体が半年後には被鱗体長で約 9 cm まで成長すると仮定した。体長組成の経月変化から、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、 $BL_t$ は孵化後  $t$  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

卵の出現状況からみて、対馬暖流域におけるカタクチイワシの産卵は、主に春から夏にかけて対馬暖流の影響下にある水域で行われ、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）。若狭湾では体長 8.5 cm で産卵することが報告されている（Funamoto et al. 2004）。鳥取県沿岸においては、体長 11.9 cm 以上であれば、ほとんどが産卵すると報告されている（志村ほか 2008）。これらの結果に従えば、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。若狭湾での観察例のように、環境条件が整えば 0 歳魚から成熟するが、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餌料とする（Tanaka et al. 2006）。本種は多様な動物種の餌料となっており、仔稚魚期にはマアジ・マサバなどの魚食性魚類や肉食性動物プランクトンに、未成魚・成魚期には魚食性魚類の他に、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

本系群は、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、シラスは主に熊本県や鹿児島県の沿岸域で漁獲されている。

## (2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報の青森県～鹿児島県の合計値から、東シナ海区に所属する漁船による太平洋海域における漁獲量（漁獲成績報告書による）を差し引いた値とした（表 1、図 4）。本系群の漁獲量は、1997 年を除いて 1996 年から 2000 年までは 100 千トンを超えていたが、その後 2004 年には 61 千トンにまで減少した。近年では、2009 年から 2013 年にかけて減少傾向にあったが、2014 年に増加に転じ、2015 年は 61 千トンで前年と同程度であった。

海区別では、日本海北区の漁獲量は 1995 年に 9 千トンまで増加した後、1996 年、2001 年、2005 年を除いて 5 千トン前後で変動していたが、2011 年から 2013 年にかけて 3 千トンを下回った（表 1）。2015 年の漁獲量は 3 千トンであった。

日本海西区の漁獲量は、1991 年から 1998 年にかけて 70 千トンまで増加したが、その後減少し、2001 年以降は 20 千トン前後で推移した。2015 年は 11 千トンと少なかった（表 1）。

東シナ海区の漁獲量は、1990 年から 2000 年（65 千トン）まで増加傾向にあった。その後は、2009 年（26 千トン）を除いて、2001 から 40～70 千トンで推移しており、2015 年は 47 千トンであった（表 1）。

対馬暖流域の沿岸域における仔魚（シラス）の漁獲量は、1977 年以降 1987 年まで 2 千トンから 6 千トンの間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維持された（表 1）。漁獲量は 1999 年と 2000 年には 10 千トンを超えたが、2002 年にかけて急減した。漁獲量はその後、2005 年前後に再び 10 千トン近くまで増加したが、2008 年以降から減少傾向を示し、2015 年には 5 千トンとなった。

韓国におけるカタクチイワシ漁獲量は、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；水産統計（韓国海洋水産部）、<http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp>、2016 年 3 月）。2015 年における漁獲量は 21 万トンであった。韓国近海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）。中国の漁獲量は、日本・韓国よりも多く、1996 年以降 50 万トン以上で維持されているが、2003 年に約 111 万トンとなって以降、2009 年まで減少が続いた（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2014、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2016 年 6 月）。中国の漁獲量は 2009 年以降増加しており（表 1）、データが利用可能な直近年である 2014 年における値は 93 万トンであった。

## 4. 資源の状態

### (1) 資源評価の方法

シラスを含めた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（補足資料 1, 2）。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）などの結果は、資源量を反映しているかの検討が不十分なため、コホート解析における資源量指標値としては用いず、資源動向などを判断するための参考値に留めた。

### (2) 資源量指標値の推移

日本海と東シナ海における産卵量の推移を図 5 に示す。産卵量は 1998～2000 年に多く、2001 年には少なかったものの、2004 年には合計 10,084 兆粒と 1979 年以降における最大値

を示した。その後、産卵量は増減を繰り返している。2015 年における産卵量の水準は日本海および東シナ海ともに中程度で、合計値は 2,471 兆粒であった。

夏季（8・9 月）に九州北西岸で行われている、音響調査による現存量指標値（Ohshimo 2004）および中層トロール調査の CPUE（漁獲尾数÷有効網数）を図 6 に示す。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 年の 134.0（相対値）が最も高かった。現存量指標値はその後、急減し、2010～2012 年は 2.5～17.9 と低水準で推移した。2013 年の現存量指標値は 2007 年の値の半分を超える程度まで回復し、2015 年は 108.8 となった。また、中層トロール調査の CPUE は、1990 年代後半に比べると、2002 年以降は低水準で変動している。2015 年の CPUE は 67.4（kg/網）で、前年の値（12.3 kg/網）を大きく上回った。

九州北西岸で実施した調査において、ニューストーンネットに入網したシラスの CPUE の推移を図 7 に示した。6 月に実施した調査における CPUE は、2003 年（598 尾/網）、2005 年（815 尾/網）、2009～2011 年（475～928 尾/網）に高い値を示したが、2012 年以降には 299 尾/網以下と低い水準にある。8・9 月の調査では、CPUE は 2010 年から 2013 年にかけて 4～25 尾/網と低い水準にあったが、2014 年は 214 尾/網と大きく増加した。しかし、2015 年には 67 尾/網となり、前年を下回った。その他主要魚種の採集個体数と、それに対応する有効曳網数は補足資料 5 に示した。

4 月に東シナ海で実施した調査において、ニューストーンネットに入網したシラスの CPUE の推移を図 8 に示した。2003～2007 年における値（385～765 尾/網）に比べると、2008 年～2010 年は 28～93 尾/網と低い水準にあったが、2011 年以降増加傾向を示し、2015 年には大幅に増加して 1622 尾/網となった。2015 年は前年を下回り 955 尾/網であった。

### （3）漁獲物の年齢組成

本系群の年齢別漁獲尾数の推移を図 9 と補足資料 6 に示した。漁獲物のほとんどは 0 歳魚で、0 歳魚の漁獲尾数には 1977 年以降、緩やかな増減が見られる。0 歳魚の漁獲尾数は、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

コホート解析（補足資料 2）を用いて、本系群の資源尾数・漁獲係数及び資源量・親魚量・再生産成功率 RPS（加入尾数÷親魚量）・漁獲割合（漁獲量÷資源量）を推定した（図 10、表 2）。1977 年以降における資源量の最低値は 1979 年における 74 千トンであり、資源量はその後、増減を繰り返しながらも徐々に増加した。資源量は 1998 年に 306 千トンの最大値を記録したが、2001 年には 130 千トンにまで減少した。資源量はその後、2007 年まで再び増加傾向を示したが、2008 年から 2013 年にかけて減少傾向となった。2014 年に 120 千トンとなり増加に転じ、2015 年の資源量は 132 千トンであったものの、1987 年以降の低水準であった。漁獲割合は、1977 年以降 50%前後で推移し、2015 年の値は 50%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。資源量は、M を 0.5 に仮定した場合には規定値の 72%となり、M を 1.5 に仮定した場合には 144%となった。

(5) Blimit の設定

親魚量と加入尾数との関係を図 12 に示した。親魚量と加入尾数は正の相関を示した。RPS の上位 10%と加入尾数の上位 10%にそれぞれ相当する 2 直線の交点から、資源回復の閾値となる Blimit を親魚量 91 千トン（2005 年水準）とした。2015 年の親魚量は 61 千トンであり、Blimit を下回っている。親魚量と加入量の経年変化を図 13 に、RPS の経年変化を図 14 に示した。RPS は増減を繰り返しながらも周期的な変化がみられる。

F(各年齢の F の平均値)と YPR および%SPR の関係を図 15 に示した。2015 年の F(2.48) は Fmed (2.12) や F30%SPR (1.29)、Fmax (0.91)、F0.1 (0.60) よりも高い。

(6) 資源の水準・動向

Blimit である親魚量 (91 千トン) を資源水準の「低位」と「中位」の境界とした。また親魚量の最小値を基準とした場合に、親魚量の最大値までの増分の上位 1/3 と 2/3 の境界 (155 千トン) を「高位」と「中位」の境界とした。なお、同様の方法において下位 1/3 にあたる親魚量は 100 千トンで、これは Blimit に比較的近似している。2015 年の親魚量 (61 千トン) が Blimit を下回っていることから、資源の水準を低位と判断した。動向は、過去 5 年 (2011 年～2015 年) の資源量と親魚量の推移から横ばいと判断した。

(7) 資源と漁獲の関係

資源量と漁獲係数 (F) との間に明瞭な関係は見られなかった (図 16)。

5. 2017 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

コホート解析によると 2015 年の親魚量は 61 千トンであり、これは再生産関係 (図 12) から求められる Blimit (親魚量 91 千トン) を下回っている。資源量と親魚量はともに 2011 年以降、横ばい傾向にある。以上を根拠に、資源水準を低位、動向を横ばいと判断した。

(2) ABC の算定

本系群では、資源量および再生産関係が明らかとなっており、また親魚量が Blimit を下回っているため、ABC 算定ルール 1-1)-(2)を用い、5 年後 (2021 年) に親魚量を Blimit まで回復させる F (Frec5yr) を管理基準値として、2017 年 ABC を算出した。ABC 算定のための式は次の通りである。

$$Flimit = Frec5yr$$

$$Ftarget = Flimit \times \alpha$$

Flimit は、5 年後 (2021 年) に親魚量が Blimit まで回復する F (Frec5yr) とし、 $\alpha$  は基準値の 0.8 とした。2016 年の F は Fcurrent (F2015) とし、2016 年以降の再生産成功率は、直近年を除く過去 10 年間 (2005～2014 年) の中央値 (777 尾/kg) で推移すると仮定した。また、加入尾数の上限を過去 10 年間 (2006～2015 年) の最大値 (1,293 億尾) と仮定した。算出した ABC は、以下の通りである。なお、ABC はシラスの漁獲量を含む。

| 管理基準    | Target/Limit | F 値  | 漁獲割合 (%) | 2017 年 ABC (千トン) |
|---------|--------------|------|----------|------------------|
| Frec5yr | Target       | 1.55 | 44       | 47               |
|         | Limit        | 1.94 | 48       | 51               |

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の増大が期待される漁獲量である。Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Ftarget =  $\alpha$  Flimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は、漁獲量÷資源量である。F 値は各年齢の平均である。

### (3) ABC の評価

Frec5yr、0.8Frec5yr および Fcurrent のもとでの資源量、漁獲量、親魚量の変化を図 17 に示した。さらに、Fcurrent に様々な係数を乗じた際の資源量と漁獲量の変化を以下の表に示す。資源量は、Fcurrent においては継続して減少するが、F を低下させた場合には 2017 年以降に増加するため、これに伴う漁獲量の増加が期待される。

| 管理基準                       | 漁獲量 (千トン) |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|
|                            | 2015      | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Frec5yr (0.78Fcurrent)     | 66        | 68   | 51   | 57   | 63   | 69   | 77   |
| 0.8Frec5yr (0.72Fcurrent)  | 66        | 68   | 47   | 65   | 90   | 124  | 156  |
| Fcurrent                   | 66        | 68   | 55   | 45   | 37   | 30   | 25   |
| 0.4Fcurrent                | 66        | 68   | 37   | 73   | 128  | 172  | 182  |
| 0.6Fcurrent                | 66        | 68   | 46   | 67   | 95   | 132  | 160  |
| 0.8Fcurrent                | 66        | 68   | 52   | 56   | 60   | 65   | 70   |
| 1.2Fcurrent                | 66        | 68   | 58   | 36   | 23   | 14   | 9    |
| 1.4Fcurrent                | 66        | 68   | 60   | 29   | 14   | 7    | 3    |
| 管理基準                       | 資源量 (千トン) |      |      |      |      |      |      |
|                            | 2015      | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Frec5yr (0.78 Fcurrent)    | 132       | 131  | 107  | 119  | 131  | 145  | 160  |
| 0.8Frec5yr (0.72 Fcurrent) | 132       | 131  | 107  | 149  | 205  | 284  | 346  |
| Fcurrent                   | 132       | 131  | 107  | 88   | 72   | 59   | 48   |
| 0.4Fcurrent                | 132       | 131  | 107  | 209  | 352  | 454  | 477  |
| 0.6Fcurrent                | 132       | 131  | 107  | 155  | 222  | 304  | 359  |
| 0.8Fcurrent                | 132       | 131  | 107  | 116  | 125  | 135  | 145  |
| 1.2Fcurrent                | 132       | 131  | 107  | 67   | 42   | 26   | 16   |
| 1.4Fcurrent                | 132       | 131  | 107  | 51   | 24   | 12   | 6    |
| 管理基準                       | 親魚量 (千トン) |      |      |      |      |      |      |
|                            | 2015      | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Frec5yr (0.78 Fcurrent)    | 61        | 74   | 61   | 67   | 74   | 82   | 91   |
| 0.8Frec5yr (0.72 Fcurrent) | 61        | 74   | 61   | 84   | 117  | 161  | 222  |
| Fcurrent                   | 61        | 74   | 61   | 50   | 41   | 33   | 27   |
| 0.4Fcurrent                | 61        | 74   | 61   | 119  | 228  | 330  | 354  |
| 0.6Fcurrent                | 61        | 74   | 61   | 88   | 126  | 180  | 235  |
| 0.8Fcurrent                | 61        | 74   | 61   | 66   | 71   | 76   | 83   |
| 1.2Fcurrent                | 61        | 74   | 61   | 38   | 24   | 15   | 9    |
| 1.4Fcurrent                | 61        | 74   | 61   | 29   | 14   | 7    | 3    |

(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                                                 |
| 2014 年漁獲量確定値<br>2015 年漁獲量暫定値<br>2015 年月別体長組成 | 2014 年、2015 年年齢別漁獲尾数、<br>2014 年、2015 年年齢別体重、<br>再生産関係、%SPR |

| 評価対象年<br>(当初・再評価)  | 管理基準 | F 値  | 資源量<br>(千トン) | ABClimit<br>(千トン) | ABCtarget<br>(千トン) | 漁獲量<br>(千トン) |
|--------------------|------|------|--------------|-------------------|--------------------|--------------|
| 2015 年 (当初)        | Frec | 1.78 | 74           | 37                | 34                 |              |
| 2015 年 (2015 年再評価) | Frec | 1.91 | 97           | 48                | 44                 |              |
| 2015 年 (2016 年再評価) | Frec | 2.68 | 132          | 64                | 59                 | 66           |
| 2016 年 (当初)        | Frec | 1.85 | 84           | 41                | 38                 |              |
| 2016 年 (2016 年再評価) | Frec | 2.29 | 131          | 66                | 61                 |              |

2015 年 (2016 年再評価) では、2014 年の漁獲量および 2015 年における年齢別体重を更新した。また、再生産成功率を本年度評価と同一と仮定し、2019 年における親魚量が Blimit へ回復する F 値を求めた結果、F 値は上昇し、ABC も増加した。2016 年 (2016 年再評価) では、再評価時の最近年の資源量推定結果を用いて、2020 年における親魚量が Blimit へ回復する F 値を求めた。資源量推定値は昨年度評価時の値を上回り、高めの F でも資源回復が可能となったため、2016 年の ABC は多く見積もられた。この主な要因は、2015 年の 0 歳魚の体重および漁獲尾数が昨年度の予測より大きく、2015 年の年齢別体重に基づく将来の親魚量がより多く見積もられたためである。なお、平成 27 年度まで本系群の資源評価報告書では、Frec5yr を Frec と表記していた。

## 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ることから、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 歳魚を獲り控えることが効果的と考えられる。

## 7. 引用文献

- Funamoto, T., I. Aoki, and Y. Wada (2004) Reproductive characteristics of Japanese anchovy *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. Fish. Res., **70**, 71-81.
- Iversen, S. A., D. Zhu, A. Johannessen and R. Toresen (1993) Stock size, distribution and biology of anchovy in the Yellow 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, 東京, 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.
- 大下誠二・田中寛繁 (2009) 平成 20 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成 20 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産総合研究センター, 751-768.
- 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., I. Aoki, and S. Ohshimo (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.



図1. カタクチイワシ対馬暖流

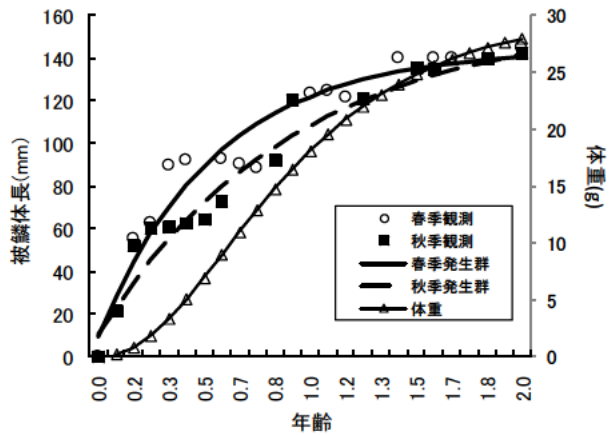


図2. カタクチイワシの成長様式 ○：春季発生群観測値、■：秋季発生群観測値、△：年齢別体重、実線：春季発生群成長式、破線：秋季発生群成長式。

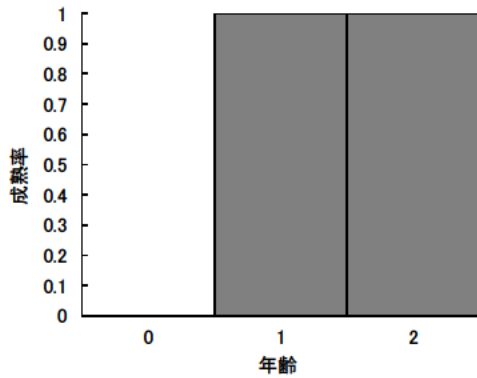


図3. 年齢別成熟率

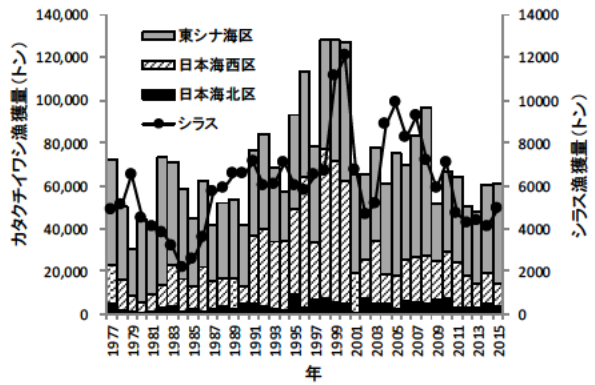


図4. カタクチイワシとシラスの漁獲量

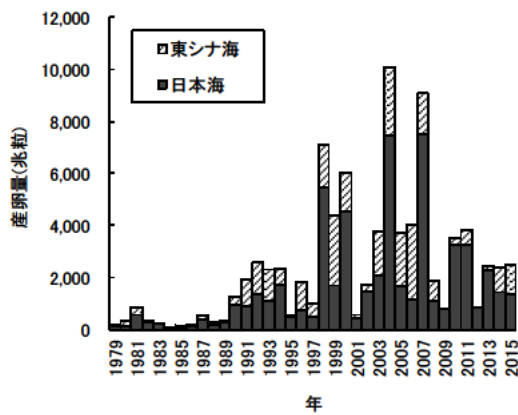


図5. 産卵量の経年変化

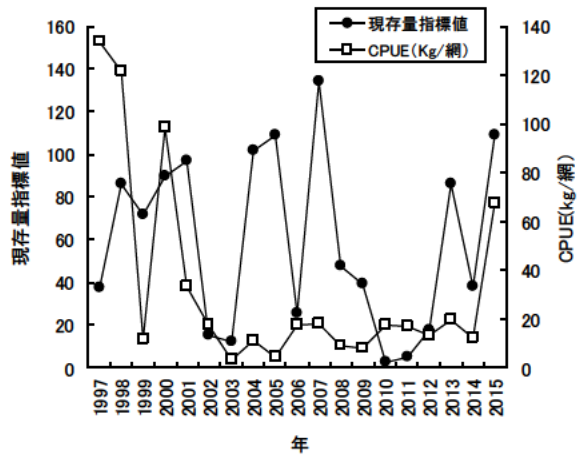


図6. 現存量指標値（計量魚探）と中層トロールのCPUE（8・9月）  
●：現存量指標値、□：CPUE。

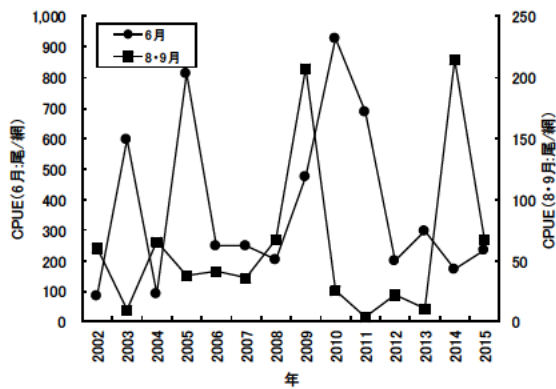


図 7. 九州北西岸におけるシラス調査  
CPUE (6 月および 8・9 月)

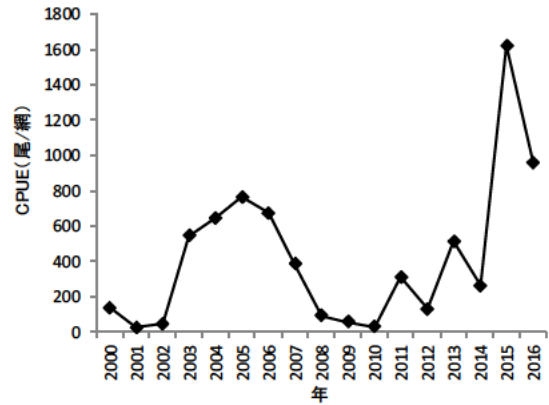


図 8. 東シナ海におけるシラス調査  
CPUE (4 月)

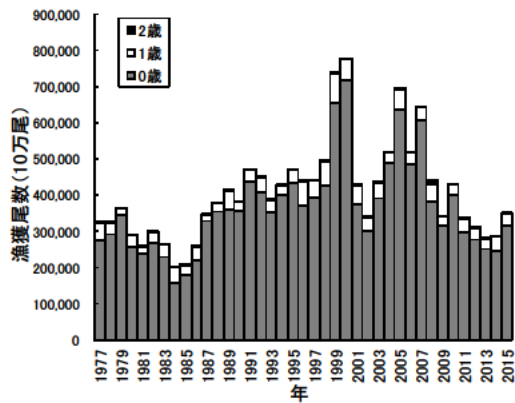


図 9. 年齢別漁獲尾数

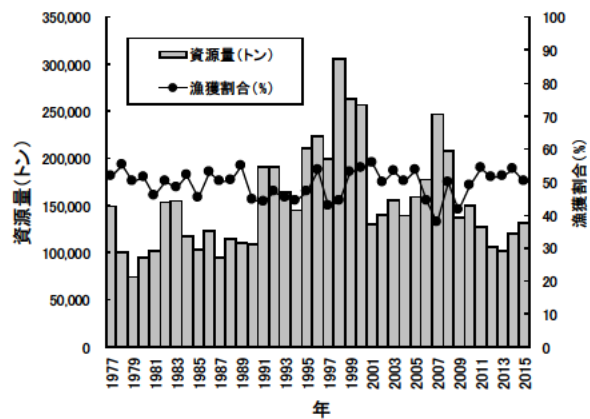


図 10. 推定された資源量と漁獲割合  
棒グラフ：資源量、折線：漁獲  
割合。

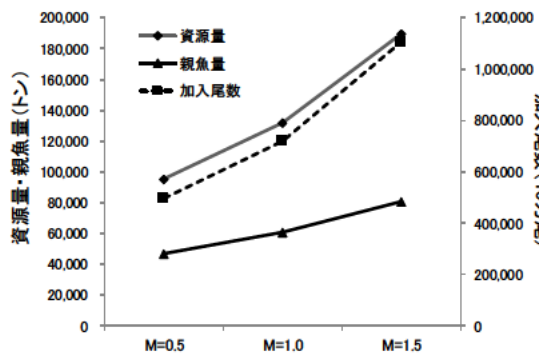


図 11. 自然死亡係数 (M) の変化に伴  
う対する資源量、親魚量および  
加入尾数の変化

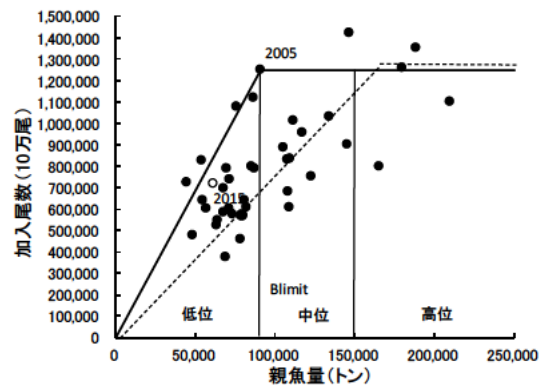


図 12. 再生産関係と Blimit (91,000 ト  
ン) の設定 ○は 2015 年の値、  
破線は想定している再生産関係。

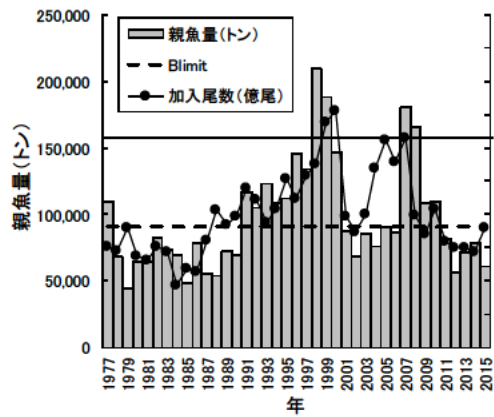


図 13. 親魚量と加入尾数の経年変化  
棒グラフ：親魚量、折線グラフ：  
加入尾数、破線：Blimit (91,000  
トン) = 中位と低位の境界、実  
線：高位と中位の境界 (155,000  
トン)

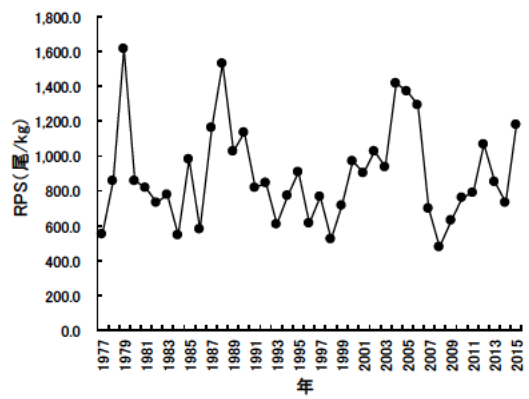


図 14. RPS の経年変化

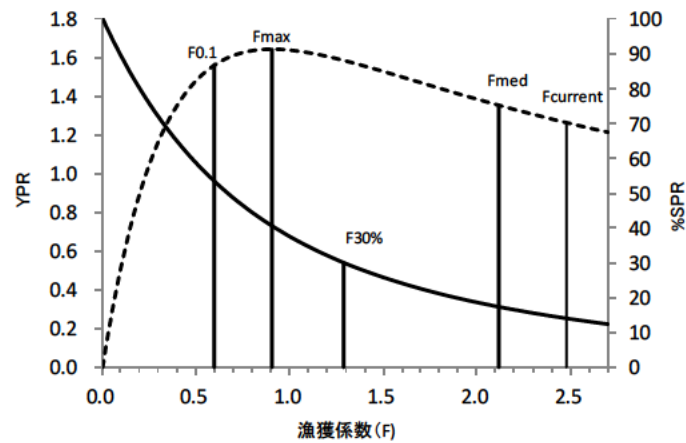


図 15. 漁獲係数 (F) と%SPR (実線)  
および YPR (破線) との関係

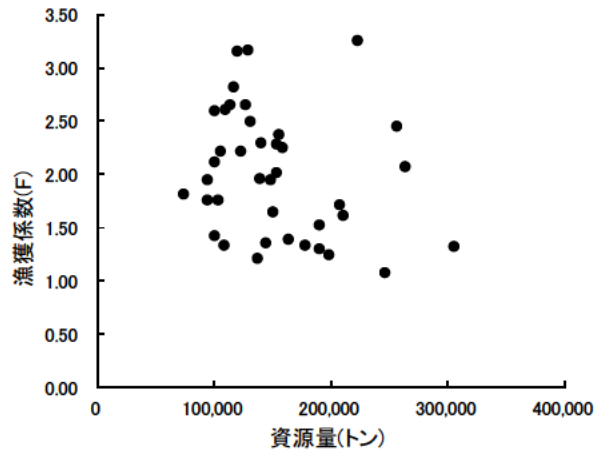


図 16. 資源量と漁獲係数 (F) との関係

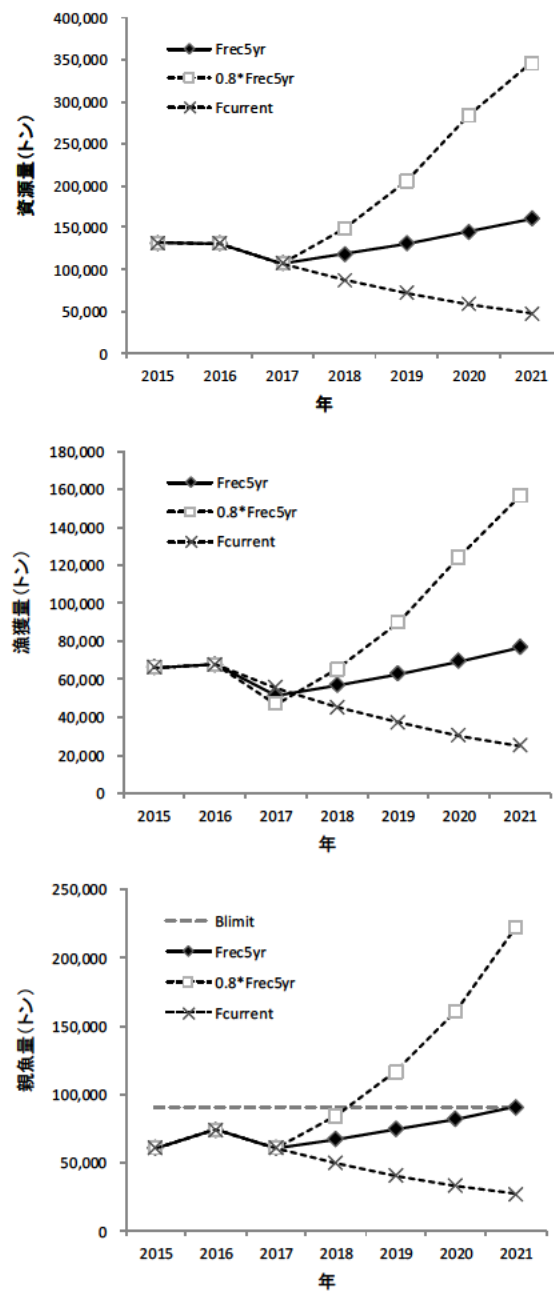


図 17. 漁獲係数 (F) の調整による  
資源管理効果の検証

表 1. カタクチイワシ（日本、韓国、中国）とシラス（日本）の漁獲量（千トン）

日本海北区：石川県～新潟県、日本海西区：福井県～山口県、東シナ海区：福岡県～鹿児島県

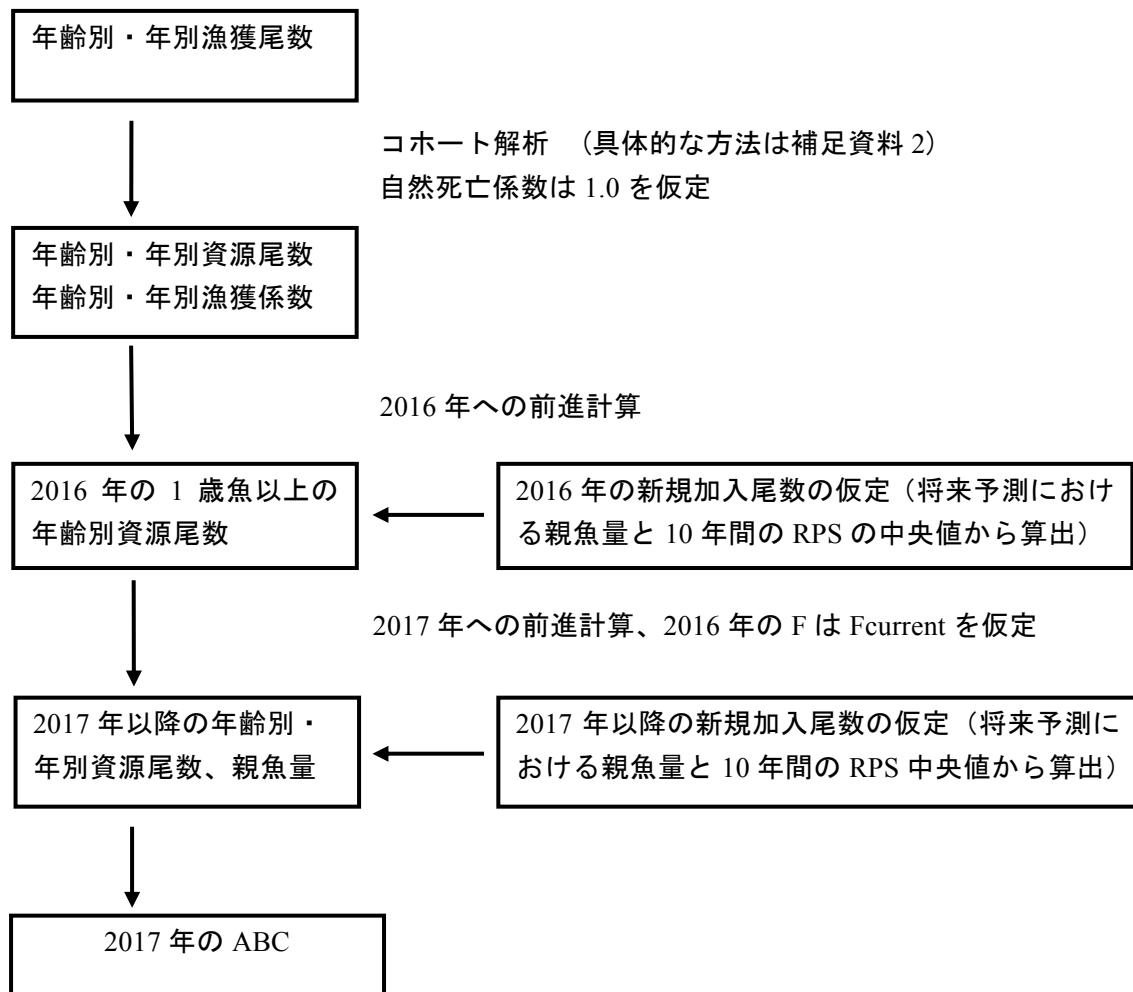
| 年    | 日本海<br>北区 | 日本海<br>西区 | 東シナ海<br>区 | 対馬暖流<br>系群合計 | 韓国    | 中国     | シラス  |
|------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------|--------|------|
| 1977 | 5.3       | 17.5      | 49.5      | 72.3         | 140.8 |        | 4.9  |
| 1978 | 1.4       | 14.5      | 34.5      | 50.4         | 183.2 |        | 5.1  |
| 1979 | 0.9       | 7.3       | 22.5      | 30.7         | 171.5 |        | 6.5  |
| 1980 | 0.8       | 4.9       | 38.5      | 44.2         | 169.7 |        | 4.5  |
| 1981 | 1.1       | 8.0       | 33.1      | 42.2         | 184.4 |        | 4.0  |
| 1982 | 2.7       | 10.8      | 59.9      | 73.3         | 162.3 |        | 3.8  |
| 1983 | 3.1       | 20.2      | 47.8      | 71.1         | 131.9 |        | 3.1  |
| 1984 | 1.2       | 15.3      | 42.3      | 58.9         | 155.1 |        | 2.1  |
| 1985 | 2.0       | 11.1      | 31.5      | 44.6         | 143.5 |        | 2.5  |
| 1986 | 1.3       | 20.4      | 40.2      | 61.9         | 201.6 |        | 3.5  |
| 1987 | 2.0       | 13.3      | 26.5      | 41.8         | 167.7 |        | 5.7  |
| 1988 | 3.3       | 13.4      | 35.0      | 51.7         | 126.1 |        | 5.9  |
| 1989 | 2.0       | 14.6      | 37.1      | 53.7         | 131.9 |        | 6.5  |
| 1990 | 5.1       | 8.0       | 28.8      | 41.8         | 130.2 | 54.1   | 6.5  |
| 1991 | 4.5       | 32.1      | 39.9      | 76.4         | 124.5 | 113.1  | 7.1  |
| 1992 | 3.4       | 36.0      | 44.3      | 83.8         | 116.9 | 192.7  | 6.0  |
| 1993 | 2.0       | 32.0      | 34.2      | 68.2         | 249.2 | 557.2  | 6.0  |
| 1994 | 1.5       | 32.8      | 22.5      | 56.8         | 193.4 | 439.0  | 7.1  |
| 1995 | 9.0       | 40.0      | 44.2      | 93.1         | 230.7 | 489.1  | 6.0  |
| 1996 | 2.5       | 61.8      | 49.2      | 113.5        | 237.1 | 671.4  | 5.7  |
| 1997 | 6.5       | 26.6      | 45.4      | 78.4         | 230.9 | 1110.9 | 6.5  |
| 1998 | 7.1       | 70.3      | 50.9      | 128.3        | 249.5 | 1217.2 | 6.7  |
| 1999 | 5.9       | 65.8      | 56.4      | 128.0        | 238.9 | 951.4  | 11.1 |
| 2000 | 4.8       | 57.5      | 64.9      | 127.2        | 201.2 | 980.5  | 12.1 |
| 2001 | 0.4       | 18.9      | 45.9      | 65.2         | 273.9 | 1075.6 | 6.7  |
| 2002 | 7.4       | 17.7      | 40.4      | 65.5         | 236.3 | 998.1  | 4.6  |
| 2003 | 5.3       | 29.0      | 43.6      | 77.9         | 250.1 | 1106.5 | 5.2  |
| 2004 | 4.8       | 13.6      | 42.7      | 61.0         | 196.6 | 935.4  | 8.8  |
| 2005 | 2.0       | 16.2      | 56.9      | 75.1         | 249.0 | 882.6  | 9.9  |
| 2006 | 6.4       | 19.0      | 44.8      | 70.2         | 265.3 | 826.8  | 8.2  |
| 2007 | 5.8       | 20.9      | 56.7      | 83.4         | 221.1 | 806.5  | 9.3  |
| 2008 | 4.9       | 22.0      | 69.7      | 96.6         | 261.5 | 658.7  | 7.2  |
| 2009 | 6.9       | 18.1      | 26.2      | 51.2         | 203.7 | 521.9  | 5.9  |
| 2010 | 7.4       | 22.0      | 36.9      | 66.4         | 249.6 | 598.1  | 7.1  |
| 2011 | 2.7       | 21.5      | 40.3      | 64.4         | 292.7 | 766.6  | 4.7  |
| 2012 | 2.7       | 15.4      | 32.2      | 50.3         | 222.0 | 824.2  | 4.2  |
| 2013 | 2.8       | 11.3      | 33.8      | 47.9         | 209.1 | 866.8  | 4.3  |
| 2014 | 4.6       | 14.3      | 41.5      | 60.5         | 221.2 | 926.5  | 4.1  |
| 2015 | 3.5       | 10.6      | 47.1      | 61.2         | 211.6 |        | 4.9  |

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

表 2. コホート解析結果

| 年    | 資源量<br>(千トン) | 親魚量<br>(千トン) | 再生産成功率<br>(尾/kg) | 漁獲割合<br>(%) |
|------|--------------|--------------|------------------|-------------|
| 1977 | 149          | 109          | 554              | 52          |
| 1978 | 101          | 68           | 858              | 55          |
| 1979 | 74           | 45           | 1613             | 50          |
| 1980 | 95           | 64           | 855              | 51          |
| 1981 | 101          | 64           | 821              | 46          |
| 1982 | 154          | 82           | 735              | 50          |
| 1983 | 154          | 74           | 777              | 48          |
| 1984 | 117          | 69           | 545              | 52          |
| 1985 | 104          | 48           | 982              | 45          |
| 1986 | 124          | 78           | 584              | 53          |
| 1987 | 95           | 55           | 1166             | 50          |
| 1988 | 114          | 54           | 1530             | 50          |
| 1989 | 110          | 72           | 1028             | 55          |
| 1990 | 109          | 69           | 1136             | 44          |
| 1991 | 190          | 117          | 817              | 44          |
| 1992 | 191          | 105          | 844              | 47          |
| 1993 | 164          | 123          | 609              | 45          |
| 1994 | 145          | 108          | 771              | 44          |
| 1995 | 211          | 112          | 907              | 47          |
| 1996 | 223          | 146          | 617              | 53          |
| 1997 | 199          | 134          | 769              | 43          |
| 1998 | 306          | 210          | 525              | 44          |
| 1999 | 264          | 188          | 718              | 53          |
| 2000 | 257          | 147          | 969              | 54          |
| 2001 | 130          | 88           | 904              | 56          |
| 2002 | 141          | 68           | 1026             | 50          |
| 2003 | 156          | 86           | 935              | 53          |
| 2004 | 139          | 76           | 1419             | 50          |
| 2005 | 159          | 91           | 1372             | 53          |
| 2006 | 178          | 86           | 1293             | 44          |
| 2007 | 247          | 180          | 700              | 38          |
| 2008 | 208          | 166          | 482              | 50          |
| 2009 | 138          | 108          | 633              | 41          |
| 2010 | 151          | 109          | 763              | 49          |
| 2011 | 128          | 81           | 790              | 54          |
| 2012 | 106          | 56           | 1070             | 51          |
| 2013 | 101          | 71           | 851              | 52          |
| 2014 | 120          | 78           | 733              | 54          |
| 2015 | 132          | 61           | 1179             | 50          |

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こと、1月1日に加齢するとした場合、例えば秋季発生群は発生から数ヶ月後に1歳となる。このことを考慮し、体長-年齢キーを大下（2009）の成長様式を参考に月別に作成し、体長組成から年齢組成を得た。これに加えて、体長-体重関係を用いて年齢別の体重組成を求め、漁獲重量で引き延ばすことによって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、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2014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  $y$  年における  $a$  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（2015年）の各年齢の資源尾数は、漁獲係数  $F$  を用いた次式により計算した。

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

最近年を除き、0歳魚と1歳魚の資源尾数は次式により計算した。

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

2歳魚の  $F$  は、1歳魚の  $F$  と同一とした。また、最近年の0歳魚と1歳魚の  $F$  は、過去3年間（2012年から2014年）の同一年齢魚の  $F$  の平均値とし、式1を用いて資源尾数を計算した。最近年の2歳魚の  $F$  は1歳魚と同一となるように求めた。

2016年以降の将来予測においては、1歳魚と2歳魚の資源尾数を前進法に基づく次式を用いて資源尾数を推定した。

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

ただし、0歳魚の資源尾数は、各年の親魚量と再生産成功率とを用いて算出した。

2016年以降の年齢別漁獲尾数は次式を用いて推定した。

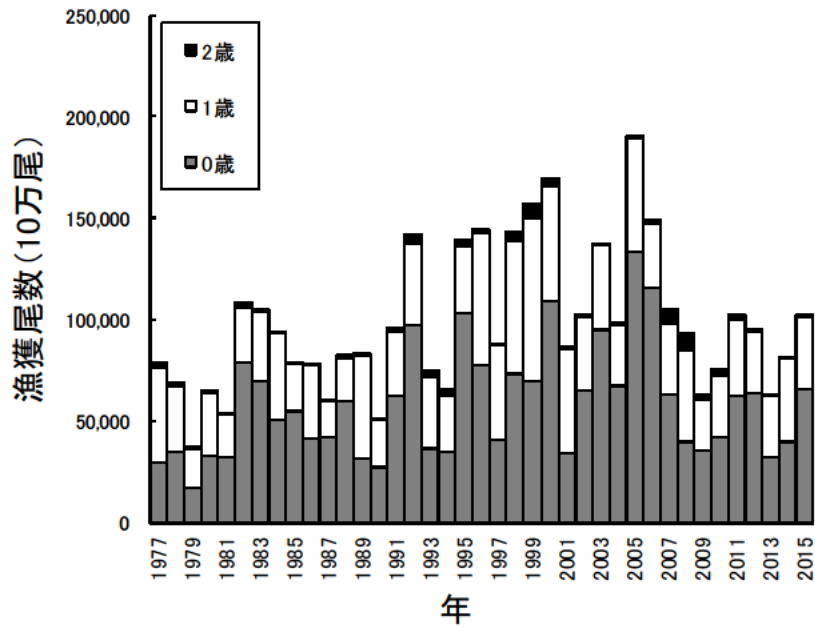
$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \times \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式 5})$$

### 補足資料 3 資源量推定方法の他系群との違い

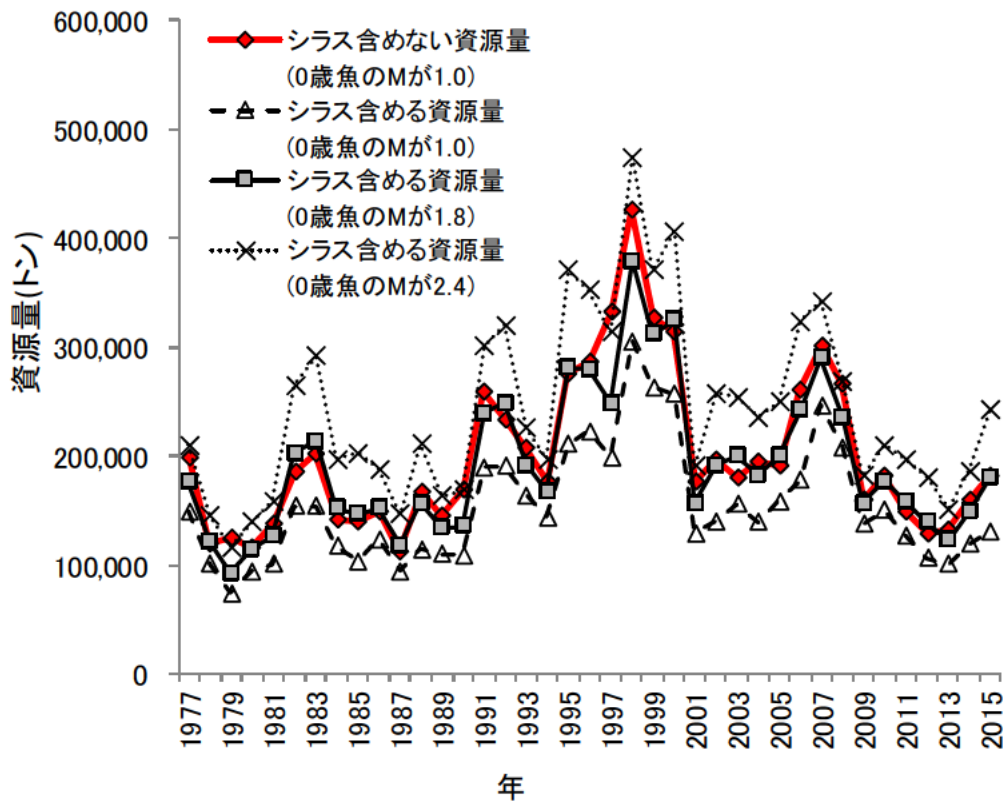
平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価におけるカタクチイワシの資源量推定は、当系群の他に、太平洋系群と瀬戸内海系群が対象となっている。これらの系群に対する資源量推定には、太平洋系群では年齢別漁獲尾数を用いた年別年齢別コホート計算、瀬戸内海系群では月齢別漁獲尾数を用いた月別月齢別コホート計算が用いられている。対馬暖流系群では平成 19 年度まで、月別月齢別コホート計算によって資源量を推定していたが、平成 20 年度からは、1) 12 月時点でコホートが完結していないことと 2) ABC 算定年の F を下げると、生き残った個体の成長により年後半の資源量が増え、年間漁獲量はむしろ増加してしまうことから、年別年齢別コホート計算に切り替えた。太平洋系群の資源評価は、年別年齢別コホート解析を採用している点では本系群の資源評価と共通しているが、シラス漁獲量を考慮していない点で異なっている。したがって、ここでは太平洋系群と同様に、シラス漁獲量を考慮しない場合における 2017 年の漁獲量を参考値として試算した。

計算に用いたデータセットは 2 頁表中の項目「年別・年齢別漁獲尾数」に挙げたものと同一とし、成長様式などの各種関係式も前述の方法と同一とした。ただし、年齢別漁獲尾数からシラス（すべて 0 歳魚）分が除かれるため、相対的に 1 歳魚と 2 歳魚が漁獲量に占める割合が増加する（補足図 3-1）。補足資料 2 と同様に自然死亡係数を 1.0 とし、資源量を推定した。資源量の長期的な変動傾向は、シラス漁獲量データの有無に関わらずほぼ同様であったが、資源量はシラスを含めなかった場合の方が多かった（補足図 3-2）。この要因として、まずシラスを除いたことにより 0 歳魚の推定体重が変化し、資源量算出に直接影響する年齢別体重が変化したことが考えられる。0 歳魚の体重は、シラス漁獲量を含めた場合には 0.98 g であったのに対し、含めなかった時では 3.9 g であった。また資源量推定値がシラスを含めなかった場合の方が大きくなった別の要因として、シラス漁獲量データの有無に関わらず、0 歳魚の自然死亡係数を 1.0 としたことが考えられる。シラス漁獲量を含めた場合の推定資源量は、0 歳魚の自然死亡率を高くするほど大きくなり、自然死亡率を 1.8 まで上昇させると、シラスを含めなかった場合の推定値と同程度となった。自然死亡率を 1.0 とした場合、Blimit を、加入尾数と再生産成功率それぞれの上位 10%を示す 2 直線の交点を目安として、2005 年の親魚量（95 千トン）とすると、2015 年の親魚量（62 千トン）はこの Blimit を下回っている。したがって、5 年後（2021 年）に資源を Blimit まで回復させる F (Frec5yr) 及びその予防的措置 (0.8Frec5yr) のもとでの漁獲量を試算した。なお、加入尾数は直近年を除く近年 10 年間の RPS の中央値（306 尾/kg）と親魚量の積とし、加入尾数の上限は近年 10 年間の最大値（478 億尾）とした。2017 年の算定漁獲量を下の表に示した。

| 管理基準    | Target/Limit | F 値  | 漁獲割合 (%) | 2017 年算定漁獲量 (千トン) |
|---------|--------------|------|----------|-------------------|
| Frec5yr | Target       | 0.65 | 21       | 25                |
|         | Limit        | 0.81 | 24       | 29                |



補足図 3-1. シラスを含めなかった場合の年齢別漁獲尾数

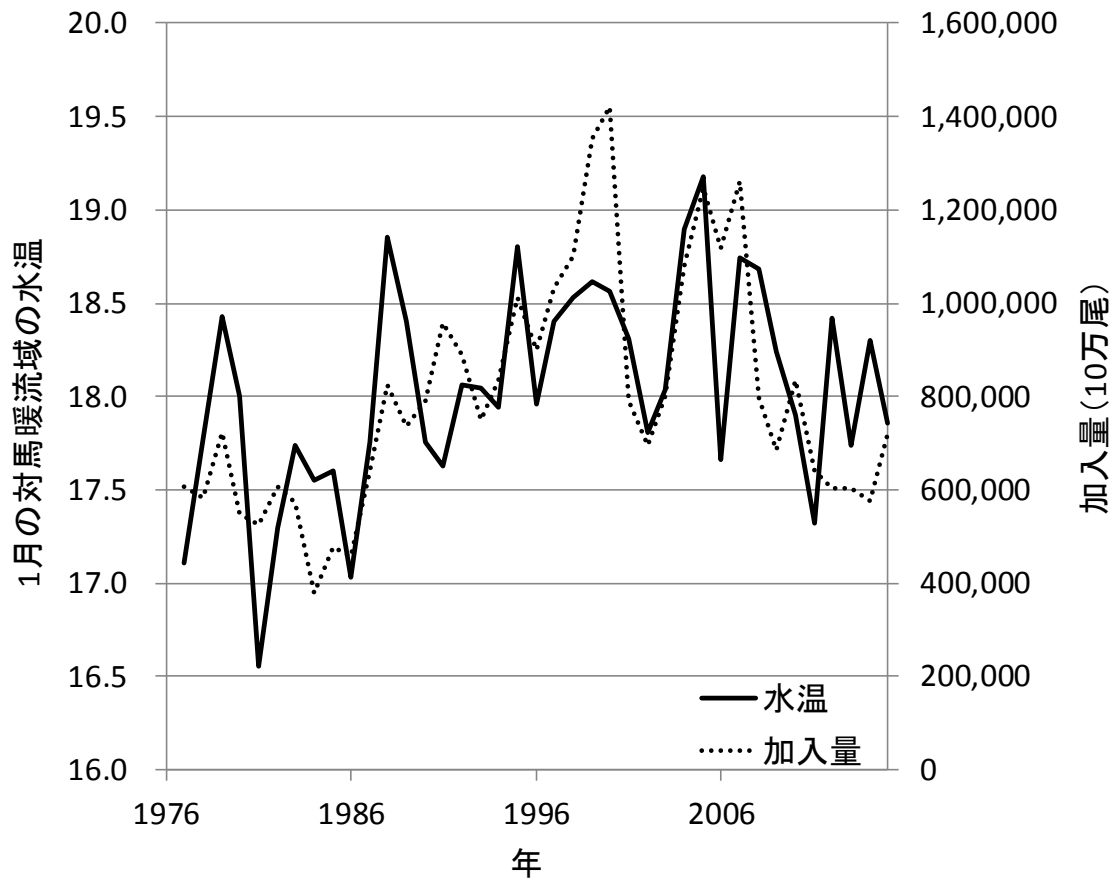


補足図 3-2. シラスを含めた場合と含めなかった場合の資源量の推移

#### 補足資料 4 資源量と海洋環境の関係

カタクチイワシの資源量変動には、漁獲のみならず海洋環境も関与していると考えられる。海洋環境は資源量の様々な変動過程に影響を及ぼすと考えられるが、ここでは資源評価で得られた本系群の加入量と各月の対馬暖流域の海面水温との相関について検討した。

加入量との間に比較的高い相関が見られたのは、冬季（前年 11 月から当年 2 月）海面水温で、中程度の正の相関（相関係数 0.5 以上）が見られ、特に前年 12 月及び当年 1 月の水温との相関が高かった（相関係数はそれぞれ 0.65 及び 0.65）（補足図 4-1）。その他の季節の海面水温と加入量との相関は低かった。



補足図 4-1. 加入量と 1 月の対馬暖流域の海面水温との関係

補足資料5 ニューストンネットの曳網数と主要種の採集個体数（2000～2016年）

| 調査月 | 調査年  | 調査機関 | 曳網数 | マアジ   | サバ属   | カタクチイワシ | ブリ  | マイワシ |
|-----|------|------|-----|-------|-------|---------|-----|------|
| 2月  | 2001 | 西海水研 | 65  | 3     | 184   | 33      | 6   | 0    |
| 3月  | 2001 | 鹿児島県 | 18  | 27    | 26    | 426     | 0   | 1    |
|     |      | 西海水研 | 47  | 107   | 87    | 9       | 14  | 0    |
|     | 2002 | 鹿児島県 | 18  | 8     | 7     | 5       | 8   | 1    |
|     | 2003 | 鹿児島県 | 16  | 3     | 1     | 0       | 0   | 0    |
|     | 2004 | 鹿児島県 | 18  | 25    | 185   | 1,856   | 9   | 0    |
|     | 2005 | 鹿児島県 | 15  | 4     | 27    | 1,157   | 1   | 0    |
|     | 2006 | 鹿児島県 | 17  | 6     | 75    | 1,330   | 0   | 0    |
|     | 2007 | 鹿児島県 | 18  | 6     | 56    | 553     | 2   | 0    |
|     | 2008 | 鹿児島県 | 18  | 23    | 136   | 349     | 1   | 0    |
|     | 2009 | 鹿児島県 | 17  | 2     | 22    | 5       | 0   | 1    |
|     | 2010 | 鹿児島県 | 17  | 28    | 52    | 886     | 2   | 0    |
|     | 2011 | 鹿児島県 | 17  | 121   | 262   | 19      | 10  | 371  |
|     | 2012 | 鹿児島県 | 18  | 29    | 78    | 27      | 10  | 12   |
|     | 2013 | 鹿児島県 | 18  | 6     | 11    | 473     | 3   | 96   |
|     | 2014 | 鹿児島県 | 14  | 14    | 34    | 24      | 3   | 17   |
|     | 2015 | 鹿児島県 | 18  | 5     | 1     | 15      | 3   | 7    |
|     | 2016 | 鹿児島県 | 18  | 64    | 41    | 525     | 33  | 49   |
| 4月  | 2000 | 長崎県  | 13  | 93    | 4     | 72      | 9   | 1    |
|     |      | 西海水研 | 79  | 3,811 | 185   | 10,906  | 264 | 0    |
|     | 2001 | 山口県  | 8   | 0     | 0     | 1       | 0   | 2    |
|     |      | 長崎県  | 18  | 65    | 2     | 1,255   | 4   | 2    |
|     |      | 鹿児島県 | 16  | 19    | 44    | 140     | 33  | 0    |
|     |      | 西海水研 | 88  | 1,339 | 331   | 2,294   | 359 | 30   |
|     | 2002 | 長崎県  | 18  | 17    | 2     | 58      | 47  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 16  | 23    | 13    | 8       | 24  | 0    |
|     |      | 西海水研 | 107 | 207   | 254   | 4,854   | 485 | 0    |
|     | 2003 | 長崎県  | 13  | 15    | 14    | 4,414   | 27  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 84    | 58    | 4,632   | 232 | 0    |
|     |      | 西海水研 | 96  | 288   | 225   | 52,153  | 463 | 0    |
|     | 2004 | 長崎県  | 15  | 97    | 0     | 12,949  | 93  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 5     | 65    | 13,699  | 167 | 0    |
|     |      | 西海水研 | 92  | 461   | 408   | 59,546  | 539 | 43   |
|     | 2005 | 長崎県  | 15  | 14    | 4     | 17,667  | 20  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 6     | 8     | 12,036  | 53  | 4    |
|     |      | 西海水研 | 91  | 546   | 1,831 | 69,585  | 216 | 9    |
|     | 2006 | 長崎県  | 12  | 19    | 25    | 18,067  | 18  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 21    | 127   | 20,243  | 31  | 1    |
|     |      | 西海水研 | 94  | 231   | 789   | 63,377  | 151 | 233  |
|     | 2007 | 長崎県  | 18  | 158   | 152   | 3,727   | 36  | 9    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 22    | 81    | 39,374  | 31  | 1    |
|     |      | 西海水研 | 91  | 104   | 1,329 | 35,060  | 255 | 9    |
|     | 2008 | 長崎県  | 12  | 151   | 107   | 4,722   | 6   | 15   |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 22    | 499   | 2,896   | 53  | 1    |
|     |      | 西海水研 | 84  | 1,454 | 781   | 7,786   | 454 | 4    |
|     | 2009 | 長崎県  | 10  | 44    | 5     | 200     | 22  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 31    | 87    | 30      | 117 | 0    |
|     |      | 西海水研 | 90  | 617   | 1,810 | 5,037   | 570 | 5    |
|     | 2010 | 長崎県  | 8   | 24    | 5     | 2,175   | 21  | 37   |
|     |      | 鹿児島県 | 17  | 33    | 50    | 1,850   | 140 | 88   |
|     |      | 西海水研 | 93  | 440   | 611   | 2,561   | 577 | 613  |

補足資料5 ニューストンネットの曳網数と主要種の採集個体数（2000～2016年）（つづき）

| 調査月 | 調査年  | 調査機関 | 曳網数 | マアジ   | サバ属   | カタクチイワシ | ブリ    | マイワシ |
|-----|------|------|-----|-------|-------|---------|-------|------|
|     | 2011 | 長崎県  | 10  | 82    | 104   | 1,236   | 155   | 289  |
|     |      | 鹿児島県 | 15  | 141   | 166   | 1,450   | 53    | 5    |
|     |      | 西海水研 | 72  | 1,241 | 9,385 | 22,328  | 1,046 | 208  |
|     | 2012 | 長崎県  | 18  | 39    | 67    | 623     | 20    | 34   |
|     |      | 鹿児島県 | 17  | 24    | 28    | 210     | 11    | 32   |
|     |      | 西海水研 | 72  | 2,110 | 195   | 9,279   | 196   | 255  |
|     | 2013 | 長崎県  | 11  | 51    | 35    | 2,408   | 47    | 5    |
|     |      | 鹿児島県 | 17  | 18    | 113   | 15,840  | 128   | 32   |
|     |      | 西海水研 | 70  | 267   | 288   | 35,923  | 1,146 | 183  |
|     | 2014 | 長崎県  | 18  | 90    | 243   | 1,907   | 39    | 43   |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 35    | 364   | 2,448   | 352   | 89   |
|     |      | 西海水研 | 73  | 989   | 297   | 19,124  | 1,060 | 57   |
|     | 2015 | 長崎県  | 6   | 18    | 19    | 830     | 4     | 3    |
|     |      | 鹿児島県 | 16  | 42    | 280   | 12,119  | 325   | 17   |
|     |      | 西海水研 | 72  | 448   | 1,722 | 116,787 | 1,200 | 7    |
|     | 2016 | 長崎県  | 9   | 39    | 18    | 11,019  | 17    | 18   |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 52    | 508   | 30,434  | 173   | 122  |
|     |      | 西海水研 | 77  | 350   | 2,156 | 73,522  | 1,234 | 228  |
| 5月  | 2000 | 山口県  | 8   | 0     | 0     | 0       | 0     | 11   |
|     |      | 長崎県  | 19  | 92    | 9     | 54      | 25    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 13    | 17    | 242     | 60    | 0    |
|     | 2001 | 山口県  | 8   | 4     | 14    | 1       | 0     | 1    |
|     |      | 長崎県  | 19  | 195   | 18    | 344     | 39    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 122   | 10    | 163     | 51    | 0    |
|     | 2002 | 山口県  | 8   | 1     | 5     | 7       | 0     | 0    |
|     |      | 長崎県  | 19  | 53    | 2     | 127     | 367   | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 33    | 6     | 30      | 189   | 0    |
|     | 2003 | 山口県  | 8   | 0     | 4     | 22      | 0     | 3    |
|     |      | 長崎県  | 19  | 8     | 7     | 6,290   | 15    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 16  | 12    | 11    | 1,693   | 188   | 0    |
|     | 2004 | 山口県  | 8   | 5     | 0     | 393     | 0     | 0    |
|     |      | 長崎県  | 18  | 5     | 0     | 33,453  | 52    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 6     | 8     | 27,518  | 53    | 0    |
|     | 2005 | 山口県  | 8   | 0     | 20    | 2,473   | 0     | 1    |
|     |      | 長崎県  | 18  | 29    | 52    | 25,851  | 12    | 2    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 60    | 4     | 7,690   | 32    | 0    |
|     | 2006 | 山口県  | 8   | 3     | 8     | 3,232   | 0     | 7    |
|     |      | 長崎県  | 12  | 17    | 24    | 2,921   | 15    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 33    | 54    | 44,164  | 177   | 0    |
|     | 2007 | 山口県  | 8   | 0     | 7     | 288     | 4     | 1    |
|     |      | 長崎県  | 18  | 13    | 149   | 25,668  | 36    | 1    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 9     | 77    | 18,901  | 84    | 1    |
|     | 2008 | 山口県  | 8   | 6     | 55    | 708     | 6     | 9    |
|     |      | 長崎県  | 14  | 60    | 3     | 2,842   | 36    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 13  | 5     | 29    | 3,737   | 258   | 0    |
|     | 2009 | 山口県  | 8   | 131   | 225   | 2,756   | 15    | 18   |
|     |      | 長崎県  | 14  | 8     | 20    | 3,590   | 292   | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 4     | 15    | 387     | 330   | 2    |
|     | 2010 | 山口県  | 8   | 29    | 23    | 2,193   | 0     | 6    |
|     |      | 長崎県  | 8   | 0     | 2     | 3,064   | 14    | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 13    | 29    | 10,907  | 1,250 | 2    |

補足資料5 ニューストンネットの曳網数と主要種の採集個体数（2000～2016年）（つづき）

| 調査月 | 調査年  | 調査機関 | 曳網数 | マアジ | サバ属   | カタクチイワシ | ブリ  | マイワシ |
|-----|------|------|-----|-----|-------|---------|-----|------|
|     | 2011 | 山口県  | 8   | 1   | 21    | 1,194   | 5   | 16   |
|     |      | 長崎県  | 10  | 10  | 2     | 6,680   | 11  | 3    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 41  | 5     | 2,152   | 101 | 0    |
|     | 2012 | 山口県  | 8   | 2   | 26    | 1,311   | 17  | 1    |
|     |      | 長崎県  | 17  | 9   | 1,127 | 1,639   | 56  | 107  |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 24  | 117   | 198     | 131 | 3    |
|     | 2013 | 山口県  | 8   | 4   | 37    | 1,578   | 2   | 299  |
|     |      | 長崎県  | 15  | 2   | 170   | 6,252   | 65  | 3    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 9   | 25    | 7,651   | 745 | 2    |
|     | 2014 | 山口県  | 8   | 0   | 98    | 1,294   | 0   | 9    |
|     |      | 長崎県  | 12  | 5   | 14    | 2,210   | 138 | 3    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 29  | 39    | 2,177   | 761 | 7    |
|     | 2015 | 山口県  | 8   | 8   | 58    | 3,055   | 0   | 25   |
|     |      | 長崎県  | 10  | 0   | 19    | 633     | 15  | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 11  | 228   | 39,981  | 215 | 0    |
|     | 2016 | 長崎県  | 9   | 0   | 11    | 542     | 6   | 0    |
|     |      | 鹿児島県 | 18  | 37  | 27    | 2,649   | 80  | 3    |
| 6月  | 2002 | 山口県  | 8   | 0   | 13    | 10      | 117 | 0    |
|     | 2003 | 山口県  | 8   | 4   | 17    | 57      | 0   | 0    |
|     | 2004 | 山口県  | 8   | 0   | 0     | 1,415   | 24  | 0    |
|     | 2005 | 山口県  | 8   | 5   | 1     | 285     | 5   | 0    |
|     | 2006 | 山口県  | 8   | 0   | 0     | 600     | 0   | 0    |
|     | 2007 | 山口県  | 8   | 1   | 5     | 788     | 4   | 0    |
|     | 2008 | 山口県  | 8   | 14  | 0     | 657     | 32  | 5    |
|     | 2009 | 山口県  | 8   | 23  | 4     | 2,121   | 69  | 1    |
|     | 2010 | 山口県  | 8   | 0   | 4     | 1,112   | 5   | 4    |
|     | 2011 | 山口県  | 8   | 1   | 50    | 1,589   | 0   | 1    |
|     | 2012 | 山口県  | 8   | 2   | 1     | 719     | 27  | 0    |
|     | 2013 | 山口県  | 8   | 1   | 1     | 1,389   | 51  | 0    |
|     | 2014 | 山口県  | 8   | 15  | 1     | 120     | 70  | 1    |
|     | 2015 | 山口県  | 8   | 0   | 28    | 2,092   | 7   | 0    |

補足資料 6 コホート解析結果の詳細

| 年    | 年齢別漁獲尾数（百万尾） |       |     | 平均体重（g） |      |      |
|------|--------------|-------|-----|---------|------|------|
|      | 0 歳          | 1 歳   | 2 歳 | 0 歳     | 1 歳  | 2 歳  |
| 1977 | 27,572       | 4,643 | 228 | 0.7     | 11.2 | 31.2 |
| 1978 | 29,156       | 3,220 | 200 | 0.6     | 10.3 | 30.3 |
| 1979 | 34,484       | 1,945 | 52  | 0.4     | 11.1 | 31.1 |
| 1980 | 25,889       | 3,046 | 109 | 0.6     | 10.1 | 31.7 |
| 1981 | 23,634       | 2,058 | 114 | 0.7     | 12.6 | 30.2 |
| 1982 | 26,986       | 2,704 | 217 | 1.2     | 14.2 | 31.7 |
| 1983 | 22,852       | 3,389 | 100 | 1.4     | 11.6 | 30.1 |
| 1984 | 15,719       | 4,281 | 73  | 1.3     | 9.0  | 30.9 |
| 1985 | 18,174       | 2,319 | 38  | 1.2     | 10.7 | 29.1 |
| 1986 | 22,026       | 3,617 | 106 | 1.0     | 11.2 | 29.1 |
| 1987 | 33,031       | 1,706 | 95  | 0.6     | 14.2 | 30.5 |
| 1988 | 35,572       | 2,101 | 140 | 0.7     | 13.3 | 26.7 |
| 1989 | 36,138       | 5,096 | 27  | 0.5     | 8.0  | 26.9 |
| 1990 | 35,755       | 2,280 | 67  | 0.5     | 12.5 | 30.9 |
| 1991 | 43,903       | 3,136 | 223 | 0.8     | 13.9 | 28.2 |
| 1992 | 40,935       | 4,075 | 386 | 1.0     | 9.5  | 29.5 |
| 1993 | 35,058       | 3,504 | 299 | 0.6     | 13.3 | 28.0 |
| 1994 | 39,951       | 2,720 | 328 | 0.4     | 13.6 | 28.7 |
| 1995 | 43,564       | 3,248 | 344 | 1.0     | 14.0 | 31.7 |
| 1996 | 37,221       | 6,496 | 238 | 0.9     | 12.5 | 26.1 |
| 1997 | 39,411       | 4,712 | 24  | 0.6     | 12.7 | 25.3 |
| 1998 | 42,749       | 6,563 | 468 | 0.9     | 12.9 | 27.6 |
| 1999 | 65,508       | 7,959 | 660 | 0.6     | 10.5 | 29.1 |
| 2000 | 71,885       | 5,709 | 310 | 0.8     | 13.1 | 28.3 |
| 2001 | 37,420       | 5,176 | 139 | 0.5     | 9.4  | 25.6 |
| 2002 | 30,082       | 3,661 | 35  | 1.0     | 10.3 | 31.7 |
| 2003 | 39,297       | 4,176 | 82  | 0.9     | 11.1 | 26.3 |
| 2004 | 48,833       | 3,035 | 97  | 0.6     | 12.8 | 23.5 |
| 2005 | 63,682       | 5,569 | 122 | 0.5     | 8.5  | 24.0 |
| 2006 | 48,558       | 3,253 | 147 | 0.8     | 10.7 | 25.8 |
| 2007 | 60,492       | 3,927 | 236 | 0.5     | 13.8 | 26.9 |
| 2008 | 38,405       | 4,843 | 960 | 0.5     | 11.4 | 29.0 |
| 2009 | 31,476       | 2,446 | 245 | 0.4     | 14.8 | 30.5 |
| 2010 | 39,926       | 2,997 | 370 | 0.5     | 14.5 | 27.5 |
| 2011 | 29,842       | 3,767 | 248 | 0.7     | 10.8 | 27.0 |
| 2012 | 27,764       | 3,069 | 53  | 0.8     | 9.9  | 25.7 |
| 2013 | 25,133       | 3,005 | 84  | 0.5     | 12.4 | 27.9 |
| 2014 | 24,548       | 4,134 | 90  | 0.7     | 10.7 | 28.8 |
| 2015 | 31,341       | 3,615 | 25  | 1.0     | 9.6  | 29.0 |

補足資料 6 コホート解析結果の詳細（つづき）

| 年    | 資源尾数（百万尾） |        |       | 漁獲係数 |      |      |
|------|-----------|--------|-------|------|------|------|
|      | 0 歳       | 1 歳    | 2 歳   | 0 歳  | 1 歳  | 2 歳  |
| 1977 | 60,639    | 8,598  | 422   | 1.38 | 2.21 | 2.21 |
| 1978 | 58,288    | 5,585  | 347   | 1.74 | 3.01 | 3.01 |
| 1979 | 72,328    | 3,759  | 101   | 1.54 | 1.92 | 1.92 |
| 1980 | 54,829    | 5,692  | 203   | 1.51 | 2.14 | 2.14 |
| 1981 | 52,376    | 4,468  | 247   | 1.36 | 1.42 | 1.42 |
| 1982 | 60,599    | 4,933  | 396   | 1.33 | 2.34 | 2.34 |
| 1983 | 57,387    | 5,925  | 175   | 1.07 | 2.86 | 2.86 |
| 1984 | 37,718    | 7,251  | 124   | 1.16 | 3.63 | 3.63 |
| 1985 | 47,591    | 4,342  | 71    | 0.99 | 2.12 | 2.12 |
| 1986 | 45,734    | 6,485  | 191   | 1.58 | 2.52 | 2.52 |
| 1987 | 64,219    | 3,465  | 192   | 1.88 | 1.67 | 1.67 |
| 1988 | 82,607    | 3,590  | 240   | 1.24 | 3.34 | 3.34 |
| 1989 | 73,679    | 8,814  | 47    | 1.65 | 3.06 | 3.06 |
| 1990 | 78,979    | 5,187  | 151   | 1.37 | 1.29 | 1.29 |
| 1991 | 95,601    | 7,368  | 525   | 1.42 | 1.21 | 1.21 |
| 1992 | 88,841    | 8,541  | 808   | 1.43 | 1.55 | 1.55 |
| 1993 | 75,025    | 7,854  | 670   | 1.47 | 1.33 | 1.33 |
| 1994 | 83,364    | 6,337  | 764   | 1.56 | 1.23 | 1.23 |
| 1995 | 101,339   | 6,436  | 681   | 1.23 | 1.78 | 1.78 |
| 1996 | 89,916    | 10,858 | 398   | 1.15 | 4.30 | 4.30 |
| 1997 | 103,334   | 10,503 | 54    | 0.99 | 1.35 | 1.35 |
| 1998 | 110,182   | 14,110 | 1,006 | 1.02 | 1.46 | 1.46 |
| 1999 | 135,325   | 14,605 | 1,210 | 1.60 | 2.29 | 2.29 |
| 2000 | 142,163   | 10,050 | 545   | 1.79 | 2.76 | 2.76 |
| 2001 | 79,171    | 8,699  | 234   | 1.51 | 3.97 | 3.97 |
| 2002 | 69,640    | 6,429  | 61    | 1.25 | 2.79 | 2.79 |
| 2003 | 80,015    | 7,373  | 145   | 1.66 | 2.72 | 2.72 |
| 2004 | 107,893   | 5,601  | 180   | 1.37 | 2.24 | 2.24 |
| 2005 | 124,753   | 10,073 | 220   | 1.84 | 2.42 | 2.42 |
| 2006 | 111,773   | 7,269  | 328   | 1.26 | 1.34 | 1.34 |
| 2007 | 125,930   | 11,667 | 701   | 1.57 | 0.81 | 0.81 |
| 2008 | 79,839    | 9,637  | 1,910 | 1.58 | 1.76 | 1.76 |
| 2009 | 68,472    | 6,077  | 608   | 1.42 | 1.09 | 1.09 |
| 2010 | 83,409    | 6,099  | 752   | 1.56 | 1.66 | 1.66 |
| 2011 | 64,061    | 6,469  | 426   | 1.46 | 3.22 | 3.22 |
| 2012 | 60,363    | 5,467  | 95    | 1.42 | 2.60 | 2.60 |
| 2013 | 60,277    | 5,367  | 150   | 1.16 | 2.57 | 2.57 |
| 2014 | 57,451    | 6,931  | 152   | 1.22 | 4.10 | 4.10 |
| 2015 | 71,925    | 6,246  | 42    | 1.27 | 3.09 | 3.09 |