

平成 27（2015）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、黒田啓行、福若雅章）

参画機関：日本海区水産研究所、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本系群の資源量をコホート解析により計算した。資源量は 1995 年から 2000 年まで 200 千トン以上であったが、2001 年に 130 千トンへ減少した。2004 年以降資源量は増加し、2007 年には 247 千トンであったが、それ以降減少傾向で、2014 年は 122 千トンと推定された。過去の資源量と親魚量から資源水準は低位、過去 5 年間（2010～2014 年）の資源量の推移から動向は減少と判断した。再生産関係から、Blimit を 2005 年水準の親魚量 91 千トンとした。2014 年の親魚量（82 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（Frec）を管理基準値として、2016 年 ABC を算出した。ただし、本報告での ABC はシラスを含む日本の漁獲に対する値である。

管理基準	Limit/Target	F 値	漁獲割合（％）	2016 年 ABC（千トン）
Frec	Limit	1.85	49	41
	Target	1.48	45	38

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。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。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α 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。ABC はシラスの漁獲量を含む。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合（％）
2013	102	52	2.06	51
2014	122	65	2.30	53
2015	97	—	—	—

ただし、F は各年齢の単純平均。シラスの漁獲量を含む。2015 年の資源量は加入尾数を仮定した値。

水準：低位 動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 主要港水揚げ量（新潟県～鹿児島（14）府県） 月別体長組成調査（水研セ・新潟県～鹿児島（14）府県）
資源量指数 ・魚群量調査 ・新規加入量調査 ・産卵量	計量魚探を用いた魚群量調査（水研セ） ・計量魚群探知機、中層トロール ニューストンネットによるシラスの CPUE（水研セ） 卵稚仔調査（水研セ、青森～鹿児島（17）府県） ・ノルパックネット
自然死亡係数(M)	年当たり $M=1.0$ を仮定

1. まえがき

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

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、日本海では日本、朝鮮半島、沿海州の沿岸域を中心に分布する（落合・田中 1986）。過去には日本海の中央部や間宮海峡以南の北西部でも分布が確認されている（ベリヤーエフ・シェルシェンコフ 未発表）。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。

日本海および東シナ海におけるカタクチイワシの詳細な回遊経路は不明である。卵の出現状況からみて、対馬暖流域の産卵は、春から夏にかけて対馬暖流の影響下にある水域で主に行われ、能登半島以南の水域ではさらに秋季まで継続すると考えられる（内田・道津 1958）。

(2) 年齢・成長

対馬暖流域における成長に関する研究から、季節発生群により成長が異なることが知られている。本報告では、耳石に形成される日周輪の解析結果および月別の体長組成の推移

により、孵化後半年後には被鱗体長で約 9cm に成長するものと仮定している。月別の体長組成の変化から、春季と秋季の発生群について成長様式を求めたところ、次のような結果を得た（図 2、大下 2009）。

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

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

ただし、 BL_t は孵化後 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

カタクチイワシは、厳冬期を除いて周年にわたり産卵することが知られている。若狭湾では体長 8.5cm 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 11.9cm 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。そのため、本報告では満 1 歳から全個体が産卵に参加すると仮定した（図 3）。

(4) 被捕食関係

カタクチイワシは、動物プランクトンのうち主にカイアシ類を主食とする（Tanaka et al. 2006）。本種を餌とする生物は多く、仔稚魚期には動物プランクトンやマアジ・マサバなどの魚類に、未成魚・成魚期には魚類の他に、クジラやイルカなどの海産ほ乳類や海鳥類などにも捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は、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、1997 年を除いて 1996 年から 2000 年まで 100 千トンを超える漁獲量があったが、その後 2004 年に 61 千トンまで減少した（表 1、図 4）。2005 年から 2008 年まで再び増加したが、2009 年以降は減少傾向にあり、2014 年は 61 千トンであった。

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）。2014 年の漁獲量は前年を上回り 5 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。2014 年は 14 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、2014 年は

42 千トンであった（表 1）。

対馬暖流域の沿岸域におけるシラスの漁獲量は、1977 年以降 1987 年まで 2 千トンから 6 千トンの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続いた（表 1）。1999 年と 2000 年に 10 千トンを超える漁獲があったが、2002 年にかけて急減した。その後、2005 年前後には再び 10 千トン近い漁獲が見られたが、2008 年以降から減少傾向を示し、2014 年は 4 千トンであった。

韓国の漁獲量は、1995 年以降 20 万トンを超えており、2000 年以降は増減を繰り返している（表 1；水産統計（韓国海洋水産部）、<http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp>、2015 年 3 月）。2014 年は 22 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 万トン以上であるが、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 1950-2013、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2015 年 6 月）。データが利用可能な直近年の 2013 年は 87 万トンであり、2009 年以降増加している（表 1）。

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 2）。産卵量調査、計量魚探調査および新規加入量調査（ニューストーンネット）などの結果は、資源量を反映しているかどうかの検討が不十分なため、資源量指標値としてコホート解析には用いず資源動向などの参考とした。

(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。1998～2000 年に産卵量が多く、2001 年は少なかったものの、2004 年は合計 10,084 兆粒と 1979 年以降最高の値を示した。その後、増減を繰り返している。2014 年は合計 2,380 兆粒であり、日本海および東シナ海ともに中程度であった。

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）と中層トロールの CPUE 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）が最も高い値となっている。その後、急落し、2010～2012 年は 2.5～17.9 で推移し、低い水準にあった。2013 年に 2007 年の半分強まで回復したが、2014 年に再び減少し、37.8 となった。また、中層トロールの CPUE は、1990 年台後半に比べると、2002 年以降低水準で変動している。2014 年は前年と同程度となる 12.3（kg/網）であった。

九州北西岸においてニューストーンネットに入網したシラスの CPUE（漁獲尾数÷有効網数）の推移を図 7 に示す。6 月の調査では 2003 年（598 尾/網）、2005 年（815 尾/網）、2009～2011 年に（475～928 尾/網）と高い値を示したが、2012 年以降は 299 尾/網以下であり、低い水準にある。8・9 月の調査では、2010 年から 2013 年にかけて 4～25 尾/網と低い水準だったが、2014 年は 214 尾/網であり、2009 年（208 尾/網）と同水準まで増加した。

4 月に東シナ海においてニューストーンネットに入網したシラスの CPUE（漁獲尾数÷有

効網数)の推移を図 8 に示す。2003 年から 2007 年(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、2014 年は 1622 尾/網となり大幅に増加した。

(3) 漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数の推移を図 9 と表 2 に示す。ほとんどが 0 歳魚であり、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。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

年齢別コホート解析(補足資料 2)を用いて資源尾数・漁獲係数(表 3)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)(表 4、図 10)を推定した。1977 年以降に計算された資源量のうち最低の資源量は 1979 年の 74 千トンであり、その後小さな増減を繰り返しながら徐々に増加した。1998 年には 306 千トンと最も多かったが、2001 年には 130 千トンまで減少した。その後、2007 年まで再び増加傾向を示したが、2008 年以降は減少傾向にある。2014 年は 122 千トンで、前年(102 千トン)より増加したものの 1987 年以降の低水準だった。漁獲割合は、1977 年以降 50%前後で推移し、2014 年は 53%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 に示す。M を 0.5 に仮定した資源量は規定値の 73%となり、M を 1.5 に仮定した場合は 140%となった。

(5) Blimit の設定

親魚量と加入尾数との関係を図 12 に示す。親魚量と加入尾数は正の相関を持ち、親魚量 100 千トン以上では加入尾数が横ばいになる傾向を示した。資源回復の閾値となる Blimit は、図 12 から RPS の上位 10%に相当する線と加入尾数の上位 10%の交点から、親魚量 91 千トン(2005 年水準)が適当と判断した。2014 年の親魚量は 82 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 に示す。

F(各年齢の F の平均値)と YPR および%SPR の関係を図 15 に示す。2014 年の F(2.30)は Fmed(2.06)や F30%SPR(1.23)、Fmax(0.84)、F0.1(0.56)よりも高い。

(6) 資源の水準・動向

資源水準の低位と中位の境は、Blimit となる親魚量(91 千トン)とし、中位と高位の境は最低親魚量と最高親魚量の上位の 1/3 となる親魚量(155 千トン)とした。なお、最低親魚量と最高親魚量の下位の 1/3 となる親魚量は 100 千トンであり、Blimit に近い。2014 年の親魚量(82 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(2010 年～2014 年)の資源量、親魚量の推移から減少と判断した。

(7) 資源と漁獲の関係

資源量と漁獲係数(F)の間には明瞭な関係は見いだせなかった(図 16)。

5. 2016 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

コホート解析の結果から、2014 年の親魚量は 82 千トンであり、再生産関係（図 12）から求められる B_{limit} （親魚量 91 千トン）を下回っている。また資源量、親魚量とも 2008 年以降、減少傾向にある。そのため、資源水準は低位で、動向は減少と判断した。

(2) ABC の算定

本系群は、資源量および再生産関係が分かり、親魚量が B_{limit} を下回っているため、ABC 算定ルール 1-1)-(2)を用い、親魚量の回復措置を検討した。ABC 算定のための式は次の通りである。

$$F_{limit} = F_{rec}$$

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

F_{limit} は、5 年後（2020 年）に親魚量が B_{limit} に回復する F （ F_{rec} ）とし、 α は基準値の 0.8 とした。2015 年の F は $F_{current}$ （ F_{2014} ）とし、2015 年以降の再生産成功率は過去 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、再生産関係から親魚量が 100 千トン以上では加入尾数が横ばいになる傾向があるため、親魚量が 100 千トン以上の場合は加入尾数を 777 億尾で一定と仮定した。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	Limit/Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016 年 ABC (千トン)
Frec	Limit	1.85	49	41
	Target	1.48	45	38

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。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。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α 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_{limit} の評価

F_{rec} 、 $0.8F_{rec}$ および $F_{current}$ のもとでの資源量、漁獲量、親魚量の変化を図 17 に示す。さらに、 $F_{current}$ 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。 $F_{current}$ では資源の減少が続くが、 F を引き下げることで 2016 年以降資源量とそれに伴う漁獲量の増加が予測される。

F	管理基準	漁獲量（千トン）						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.85	Frec(0.80 Fcurrent)	65	51	41	47	53	61	69
1.48	0.8Frec (0.64Fcurrent)	65	51	38	54	76	93	95
2.31	Fcurrent	65	51	44	38	32	28	24
0.93	0.4Fcurrent	65	51	29	60	99	110	110
1.39	0.6Fcurrent	65	51	36	56	81	96	98
1.86	0.8Fcurrent	65	51	41	47	54	62	71
2.77	1.2Fcurrent	65	51	46	30	19	12	8
3.23	1.4Fcurrent	65	51	47	23	11	6	3
F	管理基準	資源量（千トン）						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.85	Frec (0.80 Fcurrent)	122	97	84	95	109	124	141
1.48	0.8Frec (0.64 Fcurrent)	122	97	84	121	167	201	206
2.31	Fcurrent	122	97	84	72	62	53	46
0.93	0.4Fcurrent	122	97	84	168	265	292	292
1.39	0.6Fcurrent	122	97	84	129	183	213	218
1.86	0.8Fcurrent	122	97	84	96	110	126	144
2.77	1.2Fcurrent	122	97	84	54	35	23	15
3.23	1.4Fcurrent	122	97	84	41	20	10	5

(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
2013 年漁獲量確定値 2014 年漁獲量暫定値 2014 年月別体長組成	2013 年、2014 年年齢別漁獲尾数、 2013 年、2014 年年齢別体重、 再生産関係、%SPR

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2014 年（当初）	Frec	1.43	85	38	34	
2014 年(2014 年再評価)	Frec	1.83	84	43	39	
2014 年(2015 年再評価)	Frec	2.14	122	63	58	65
2015 年（当初）	Frec	1.78	74	37	34	
2015 年(2015 年再評価)	Frec	1.91	97	48	44	

2014 年（2015 年再評価）では、2013 年の漁獲量および 2014 年年齢別体重を更新し、2018 年における親魚量が B_{limit} へ回復する F 値を求めた。2015 年（2015 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、2019 年における親魚量が B_{limit} へ回復する F

値を求めた。昨年度の資源評価時と比較して、資源量の推定値は上回り、少し高めの F でも資源回復が可能となったため、2015 年の ABC は少し多く見積もられた。主な理由としては、2014 年の 0 歳魚の体重および漁獲尾数が当初の予測より大きかったため、将来の親魚量（2014 年の年齢別体重に基づく）がより多く見積もられたためである。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本種は寿命が短く、漁獲物の大半は 0 歳魚である。親魚量と加入尾数には正の相関が見られることから、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であると考えられる。

7. 引用文献

- Funamoto, T. Aoki, I. and Wada Y. (2004) Reproductive characteristics of Japanese anchovy *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. Fish. Res., **70**, 71-81.
- Iversen, S. A., Zhu, D., Johannessen, A. and Toresen, R. (1993) Stock size, distribution and biology of anchovy in the 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.
- 志村健・山本潤・森本晴之・大下誠二・下山俊一・桜井泰憲 (2008) 春季の日本海鳥取沖におけるカタクチイワシの成熟と産卵. 水産海洋研究, **72**, 101-106.
- Tanaka, H. Aoki, I. and Ohshimo, S. (2006) Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. J. Fish Biol., **68**, 1041-1061.
- 内田恵太郎・道津善衛 (1958) 第 1 篇 対馬暖流水域の表層に現れる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書 第 2 輯, 水産庁, pp. 3-65.



図 1. カタクチイワシ対馬暖流系群の分布域

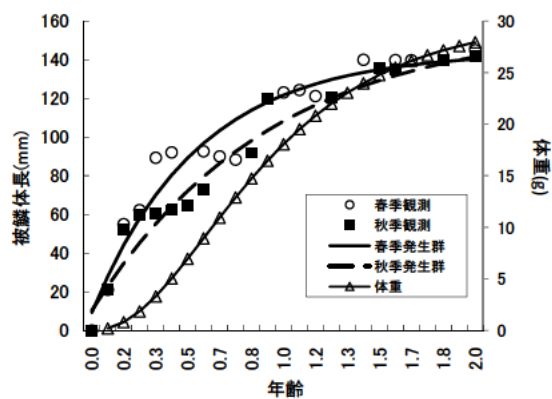


図 2. カタクチイワシの成長様式
○：春季発生群観測値、■：秋季発生群観測値、実線：春季発生群成長式、破線：秋季発生群成長式、△：年齢別体重。

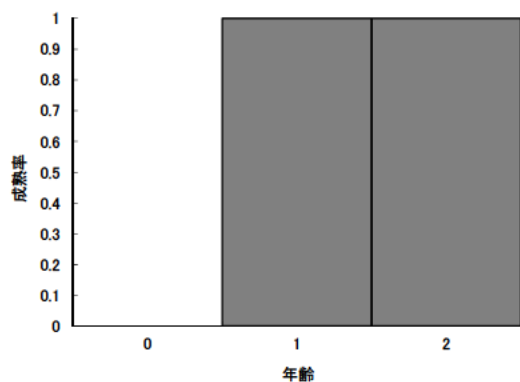


図 3. 年齢別成熟率

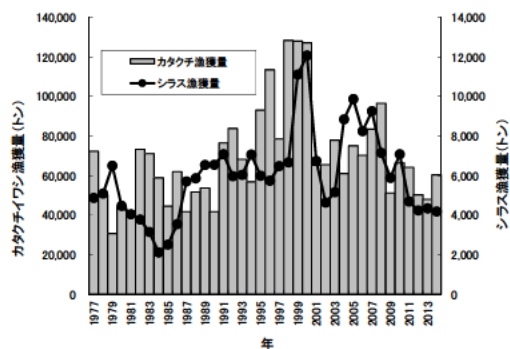


図 4. カタクチイワシ・シラスの漁獲量

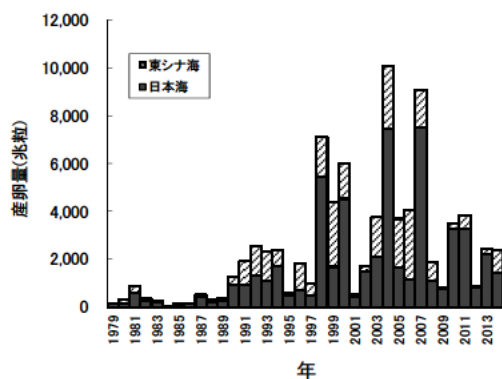


図 5. 産卵量の経年変化

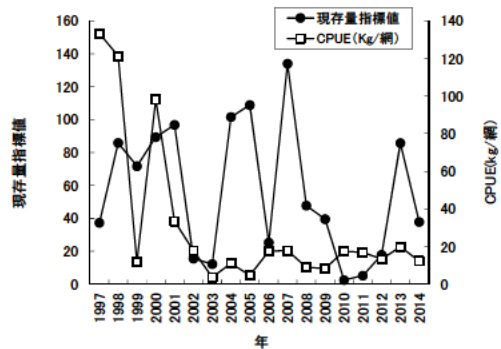


図 6. 現存量指標値（計量魚探）と中層トロールの CPUE（8・9 月）
●：現存量指標値、□：CPUE。

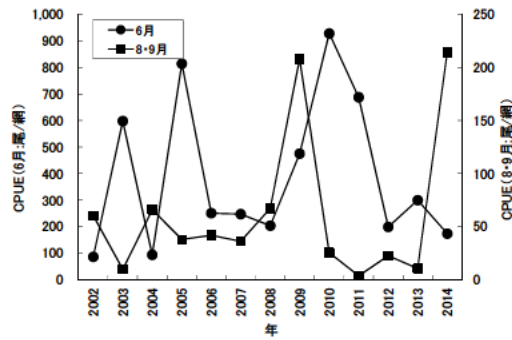


図 7. 九州北西岸におけるシラス調査 CPUE (6 月および 8・9 月)

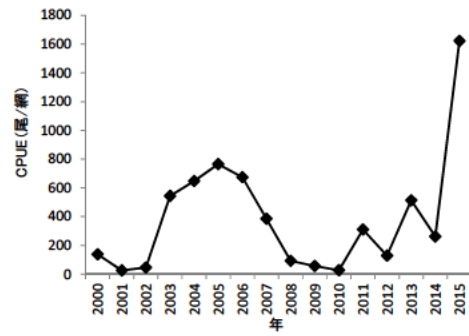


図 8. 東シナ海におけるシラス調査 CPUE (4 月)

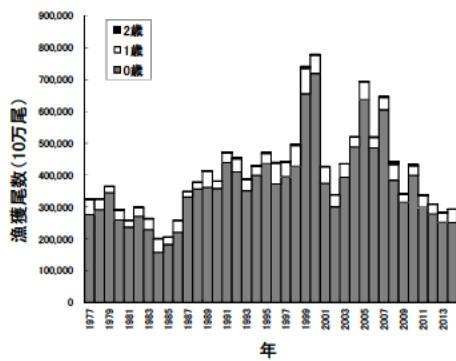


図 9. 年齢別漁獲尾数

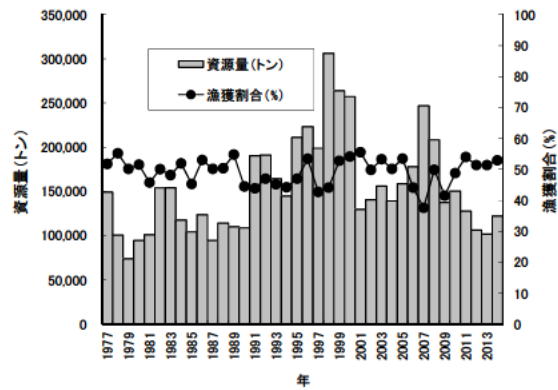


図 10. 推定された資源量と漁獲割合
棒グラフ: 資源量、折線: 漁獲割合。

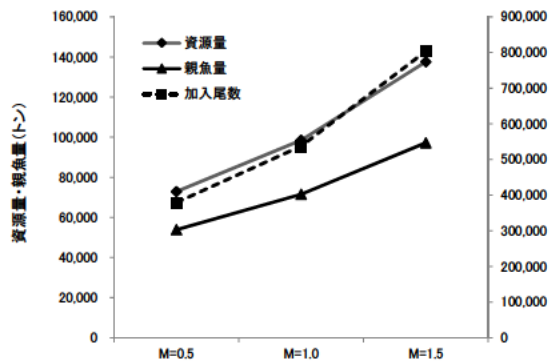


図 11. 自然死亡係数 (M) を変えた時の
資源量・親魚量および加入尾数の変化

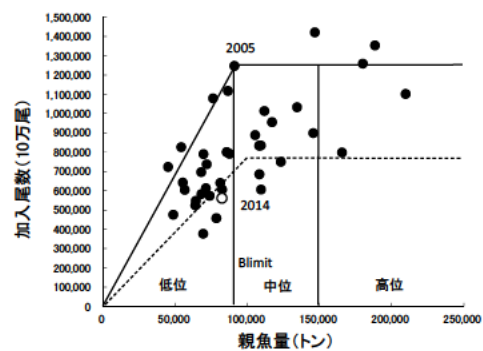


図 12. 再生産関係と Blimit (91,000 トン)
の設定○は 2014 年の値。
破線は想定している再生産関係。

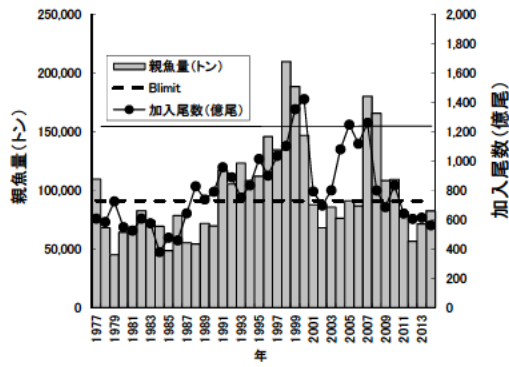


図 13. 親魚量と加入尾数の経年変化

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)

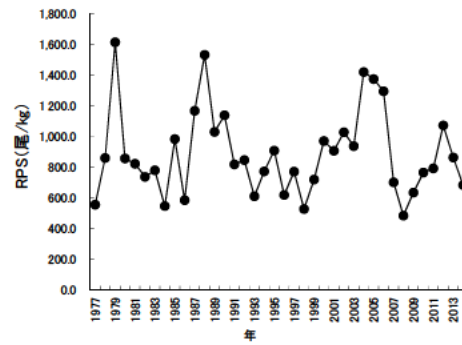


図 14 RPS の経年変化

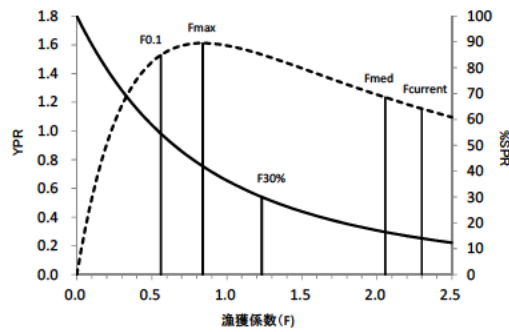


図 15. 漁獲係数 (F) と%SPR (実線) および YPR (破線) の関係

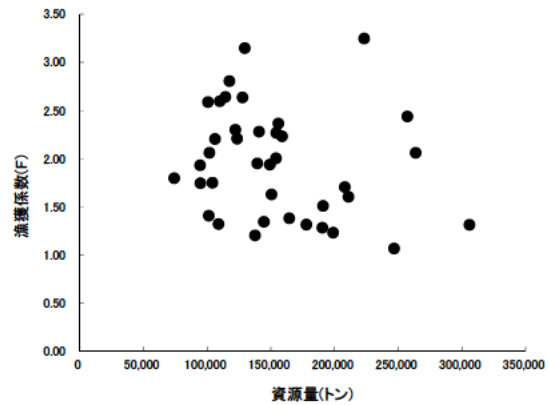


図 16. 資源量と漁獲係数 (F) の関係

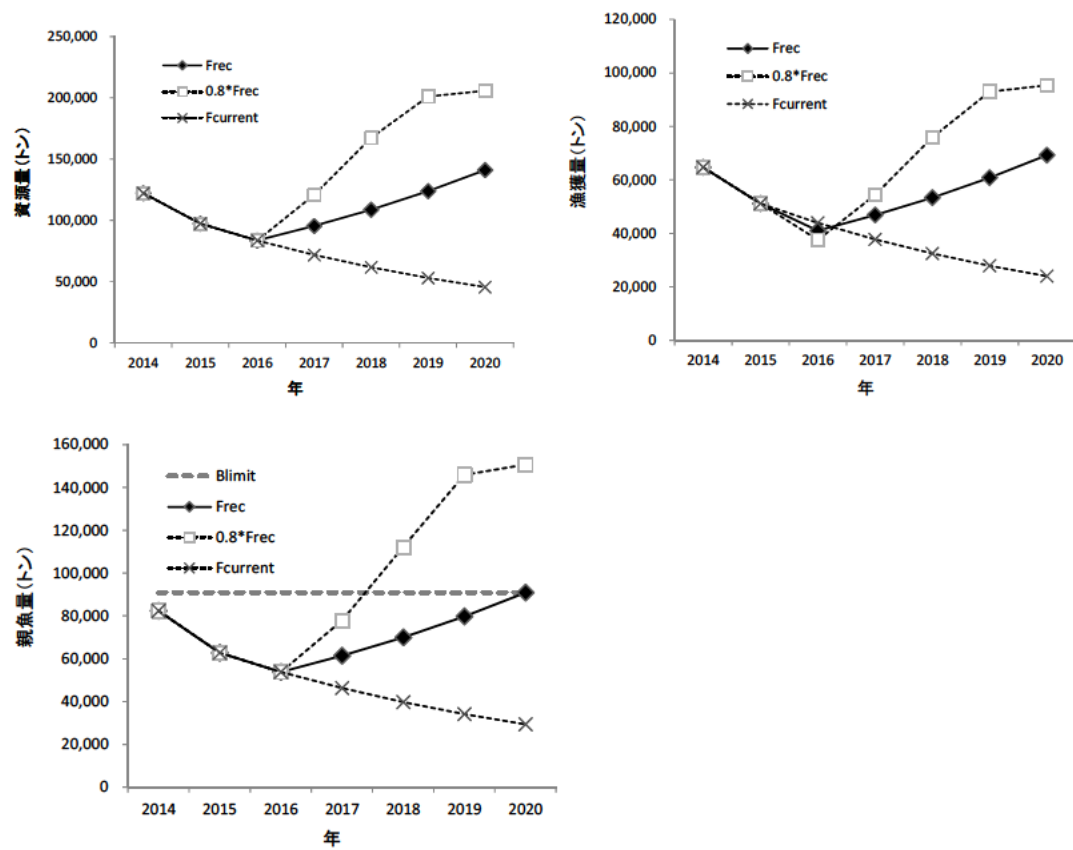


図 17. 異なる漁獲係数 (F) に対する資源管理効果の検証。
資源量、漁獲量、親魚量の変化。

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（百トン）

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	日本海	東シナ海	対馬暖流	韓国	中国	シラス
1977	53	175	495	723	1,408		49
1978	14	145	345	504	1,832		51
1979	9	73	225	307	1,715		65
1980	8	49	385	442	1,697		45
1981	11	80	331	422	1,844		40
1982	27	108	599	733	1,623		38
1983	31	202	478	711	1,319		31
1984	12	153	423	589	1,551		21
1985	20	111	315	446	1,435		25
1986	13	204	402	619	2,016		35
1987	20	133	265	418	1,677		57
1988	33	134	350	517	1,261		59
1989	20	146	371	537	1,319		65
1990	51	80	288	418	1,681	541	65
1991	45	321	399	764	1,703	1,131	71
1992	34	360	443	838	1,682	1,927	60
1993	20	320	342	682	2,492	5,572	60
1994	15	328	225	568	1,934	4,390	71
1995	90	400	442	931	2,307	4,891	60
1996	25	618	492	1,135	2,371	6,714	57
1997	65	266	454	784	2,309	11,109	65
1998	71	703	509	1,283	2,495	12,172	67
1999	59	658	564	1,280	2,389	9,514	111
2000	48	575	649	1,272	2,012	9,805	121
2001	4	189	459	652	2,739	10,756	67
2002	74	177	404	655	2,363	9,981	46
2003	53	290	436	779	2,501	11,065	52
2004	48	136	427	610	1,966	9,354	88
2005	20	162	569	751	2,490	8,826	99
2006	64	190	448	702	2,653	8,268	82
2007	58	209	567	834	2,211	8,065	93
2008	49	220	697	966	2,615	6,587	72
2009	69	181	262	512	2,037	5,219	59
2010	74	220	369	664	2,496	5,981	71
2011	27	215	403	644	2,927	7,666	47
2012	27	154	322	503	2,220	8,242	42
2013	28	113	339	481	2,091	8,668	43
2014	46	143	415	605	2,210		41

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

表 2. コホート解析で使⽤したデータ

年	年齢別漁獲尾数（十万尾）			平均体重（g）		
	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳
1977	275,720	46,432	2,278	0.7	11.2	31.2
1978	291,561	32,201	2,000	0.6	10.3	30.3
1979	344,841	19,454	524	0.4	11.1	31.1
1980	258,892	30,458	1,086	0.6	10.1	31.7
1981	236,340	20,575	1,136	0.7	12.6	30.2
1982	269,863	27,037	2,168	1.2	14.2	31.7
1983	228,522	33,888	1,001	1.4	11.6	30.1
1984	157,186	42,807	734	1.3	9.0	30.9
1985	181,740	23,188	379	1.2	10.7	29.1
1986	220,260	36,166	1,065	1.0	11.2	29.1
1987	330,311	17,064	945	0.6	14.2	30.5
1988	355,723	21,005	1,403	0.7	13.3	26.7
1989	361,375	50,960	270	0.5	8.0	26.9
1990	357,548	22,805	666	0.5	12.5	30.9
1991	439,035	31,365	2,234	0.8	13.9	28.2
1992	409,353	40,752	3,857	1.0	9.5	29.5
1993	350,575	35,043	2,990	0.6	13.3	28.0
1994	399,513	27,204	3,280	0.4	13.6	28.7
1995	435,636	32,483	3,438	1.0	14.0	31.7
1996	372,206	64,960	2,378	0.9	12.5	26.1
1997	394,112	47,122	244	0.6	12.7	25.3
1998	427,493	65,626	4,678	0.9	12.9	27.6
1999	655,084	79,590	6,596	0.6	10.5	29.1
2000	718,845	57,094	3,099	0.8	13.1	28.3
2001	374,202	51,759	1,394	0.5	9.4	25.6
2002	300,824	36,608	345	1.0	10.3	31.7
2003	392,967	41,760	819	0.9	11.1	26.3
2004	488,328	30,348	973	0.6	12.8	23.5
2005	636,825	55,687	1,216	0.5	8.5	24.0
2006	485,581	32,534	1,468	0.8	10.7	25.8
2007	604,920	39,273	2,359	0.5	13.8	26.9
2008	384,050	48,432	9,599	0.5	11.4	29.0
2009	314,756	24,458	2,445	0.4	14.8	30.5
2010	399,256	29,967	3,696	0.5	14.5	27.5
2011	298,421	37,667	2,480	0.7	10.8	27.0
2012	277,641	30,688	534	0.8	9.9	25.7
2013	251,398	30,152	839	0.5	12.4	27.9
2014	250,838	41,439	904	0.7	10.7	28.8

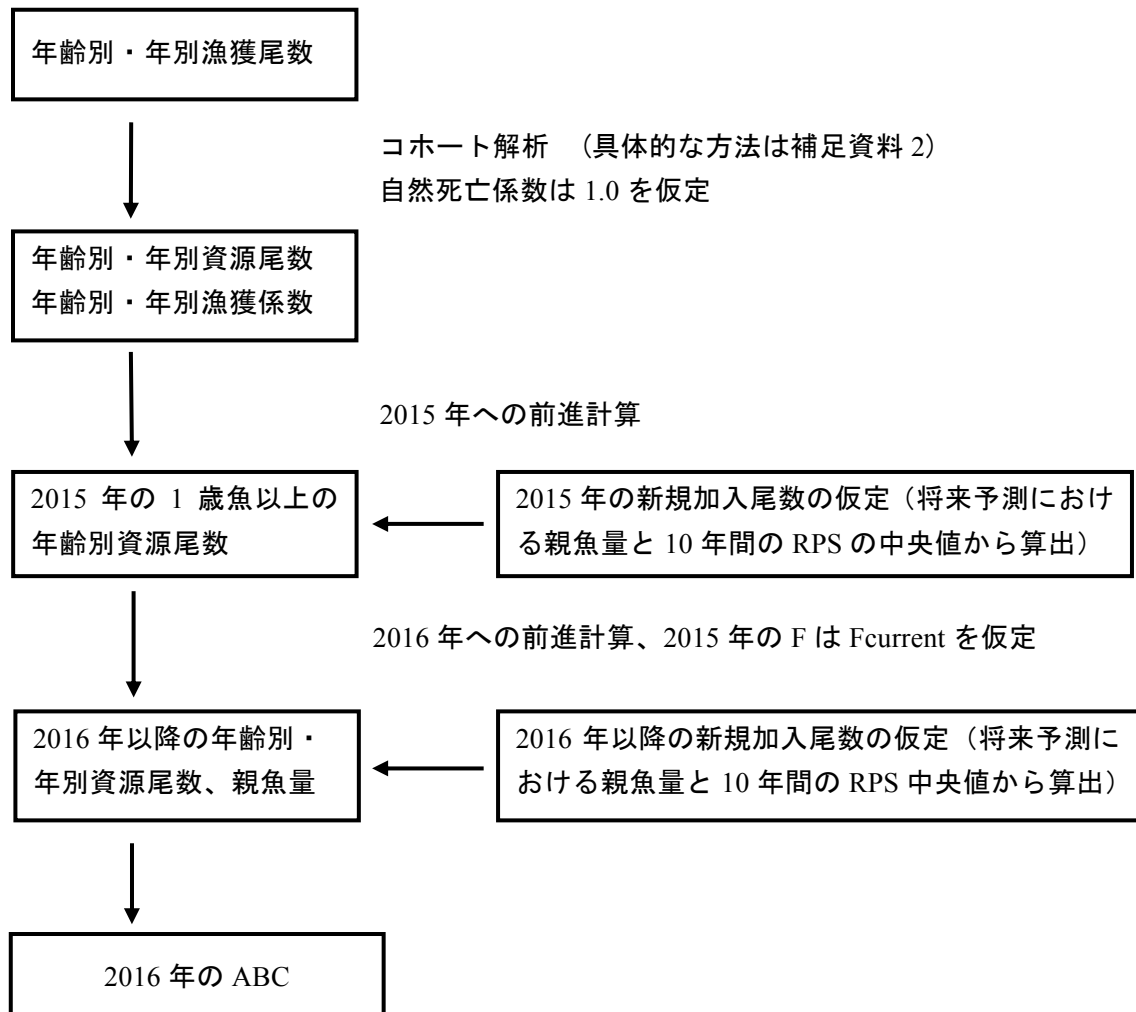
表 3. コホート解析より得られた資源尾数及び漁獲係数の推定値

年	資源尾数（十万尾）			漁獲係数		
	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳
1977	606,389	85,982	4,219	1.38	2.21	2.21
1978	582,881	55,845	3,469	1.74	3.01	3.01
1979	723,279	37,589	1,013	1.54	1.92	1.92
1980	548,287	56,923	2,029	1.51	2.14	2.14
1981	523,756	44,678	2,467	1.36	1.42	1.42
1982	605,990	49,332	3,956	1.33	2.34	2.34
1983	573,867	59,251	1,750	1.07	2.86	2.86
1984	377,181	72,508	1,243	1.16	3.63	3.63
1985	475,911	43,419	710	0.99	2.12	2.12
1986	457,341	64,847	1,909	1.58	2.52	2.52
1987	642,185	34,652	1,920	1.88	1.67	1.67
1988	826,069	35,903	2,398	1.24	3.34	3.34
1989	736,793	88,137	468	1.65	3.06	3.06
1990	789,787	51,866	1,515	1.37	1.29	1.29
1991	956,006	73,682	5,248	1.42	1.21	1.21
1992	888,405	85,407	8,082	1.43	1.55	1.55
1993	750,252	78,541	6,702	1.47	1.33	1.33
1994	833,638	63,367	7,639	1.56	1.23	1.23
1995	1,013,389	64,362	6,811	1.23	1.78	1.78
1996	899,161	108,578	3,975	1.15	4.30	4.30
1997	1,033,335	105,029	543	0.99	1.35	1.35
1998	1,101,817	141,102	10,057	1.02	1.46	1.46
1999	1,353,245	146,048	12,104	1.60	2.29	2.29
2000	1,421,626	100,503	5,454	1.79	2.76	2.76
2001	791,705	86,985	2,343	1.51	3.97	3.97
2002	696,395	64,287	607	1.25	2.79	2.79
2003	800,153	73,731	1,446	1.66	2.72	2.72
2004	1,078,927	56,014	1,795	1.37	2.24	2.24
2005	1,247,532	100,729	2,199	1.84	2.42	2.42
2006	1,117,730	72,688	3,280	1.26	1.34	1.34
2007	1,259,296	116,670	7,008	1.57	0.81	0.81
2008	798,390	96,367	19,100	1.58	1.76	1.76
2009	684,722	60,773	6,076	1.42	1.09	1.09
2010	834,097	60,986	7,522	1.56	1.66	1.66
2011	640,651	64,686	4,260	1.46	3.22	3.22
2012	604,176	54,681	951	1.42	2.59	2.59
2013	612,380	53,866	1,503	1.13	2.52	2.52
2014	561,105	72,844	1,589	1.34	2.78	2.78

表 4. コホート解析より得られた資源量、親魚量、再生産成功率、漁獲割合の推定値

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	再生産成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)
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	1,166	50
1988	114	54	1,530	50
1989	110	72	1,028	55
1990	109	69	1,136	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	1,026	50
2003	156	86	935	53
2004	139	76	1,419	50
2005	159	91	1,372	53
2006	178	86	1,293	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	102	71	861	51
2014	122	82	682	53

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、例えば秋季発生群は数ヶ月後に1歳（1月1日加齢）となる。そのことも考慮し、月別に体長-年齢キーを大下（2009）の成長様式を参考に作成し、月別の体重組成と漁獲重量から年齢別年別漁獲尾数を推定した。以上の年齢別年別漁獲尾数をもとにPopeの近似式からコホート解析を行い、資源量を推定した。なお、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2013年以前の0、1歳魚の年齢別年別資源尾数を計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数、 M は自然死亡係数（1.0）である。ただし、最高齢（2歳）および最近年（2014年）の各年齢の資源尾数については次式により計算した。

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

F は漁獲係数であり、最高齢および最近年以外は以下の式で計算される。

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

2歳魚の F は、1歳魚の F と同じと仮定して計算した。また、最近年の0歳魚と1歳魚の F は2011年から2013年の同歳魚の F の平均値として計算し、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。

また、2015年以降の将来予測について、1歳魚、2歳魚の資源尾数は次の式を用いて前進法により推定した。

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

0歳魚の資源尾数は、各年の親魚量と設定した再生産成功率により算出した。

2015年以降の年齢別の漁獲尾数は次の式を用いて推定した。

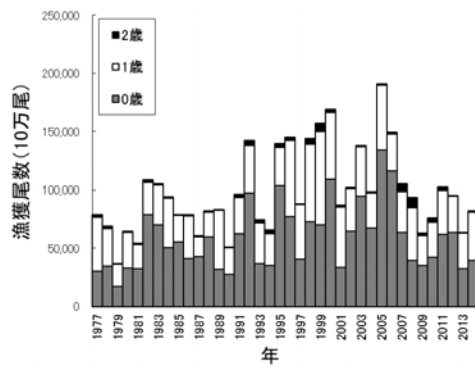
$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \times \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (5)$$

補足資料3 資源量推定方法の他系群との違い

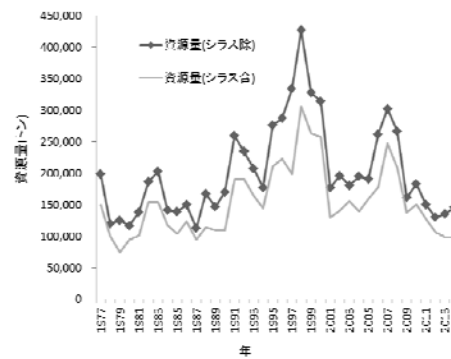
平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価では、カタクチイワシは当系群の他、太平洋系群と瀬戸内海系群で資源量が推定されている。その資源量の推定方法は、太平洋系群では年齢別漁獲尾数を用いた年別年齢別コホート計算であり、瀬戸内海系群では月齢別漁獲尾数を用いた月別月齢別コホート計算である。平成19年度まで対馬暖流系群では過去に月別月齢別コホート計算にて資源量を推定していたが、平成20年度からは、1) 12月時点でコホートが完結していないこと、2) ABCを算出する際にABC算定年のFを下げると、生き残った個体の成長により年後半の資源量が増え、年間を通した漁獲量がかえって増加するという理由のため、年別年齢別コホート計算に切り替えた。その点では、対馬暖流系群と太平洋系群の計算方法が近くなっているものの、太平洋系群ではシラスを資源評価の対象としていない。したがって、ここでは太平洋系群と同様にシラスを資源評価の対象としない場合における2016年の算定漁獲量を参考値として試算した。

用いた資料はシラスを含めた前述のものと同様とし、成長様式なども等しいと仮定した。その場合、シラス（すべて0歳魚）が年齢別漁獲尾数から削除されるため、相対的に1歳魚・2歳魚の漁獲に占める割合が増加する（補足図3-1）。自然死亡係数は1.0とし補足資料2と同様の方法で、資源量を推定した結果、長期的なトレンドはシラスを含めた場合も含めない場合もほぼ同じであったが、シラスを含めない時の資源量の方が多かった（補足図3-2）。この理由として、シラスを含めない場合でもシラスを含める場合と同等の自然死亡係数（1.0）を0歳魚に対して与えていることや、シラスを除くことにより0歳魚の推定体重が変わったことで年齢別体重に基づく資源量の推定値が変化したことが考えられる。加入尾数と再生産成功率のそれぞれの上位10%の交点に近い2005年の親魚量水準（95千トン）をBlimitとすると、2014年の親魚量（82千トン）はBlimitを下回っている。したがって、5年後（2020年）に資源をBlimitまで回復させるF（Frec）及びその予防的措置（0.8Frec）のもとでの漁獲量を試算した。なお、加入尾数は近年10年間のRPSの中央値（225尾/kg）と親魚量の積として計算し、親魚量10万トン以上では267億尾で一定となる仮定をおいた。2016年の算定漁獲量を下の表に示した。

2016年算定漁獲量	資源管理基準	F値	漁獲割合
16千トン	Frec	0.60	22%
13千トン	0.8Frec	0.48	18%



補足図 3-1. 年齢別漁獲尾数
0 歳魚はシラス除く

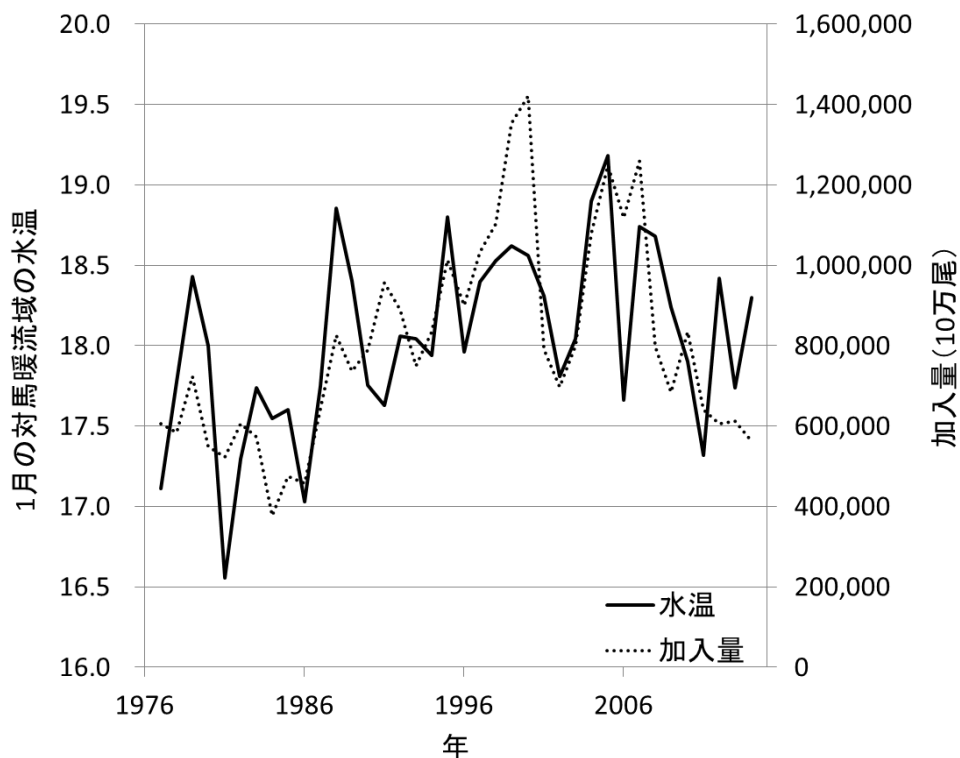


補足図 3-2. シラスを含めた場合と含めない
場合の資源量の推移

補足資料 4 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、漁獲の他に海洋環境が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系群全体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。

加入量と冬季（前年 11 月から当年 2 月）の海面水温には、中程度の正の相関（相関係数 0.5 以上）が見られたが、それ以外の季節の水温との相関は低かった。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）。



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