

平成 30（2018）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（林 晃、安田十也、黒田啓行、高橋素光）

参画機関：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。本系群の資源量は 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 年から資源量は増加し始め、2007 年には 247 千トンとなったが、それ以降には減少傾向を示した。2017 年における本系群の推定資源量は前年より 1 千トン増加し、104 千トンとなった。また 2017 年の親魚量（57 千トン）は B_{limit} （91 千トン）を下回った。資源水準は親魚量に基づいて低位とし、資源動向は、過去 5 年間（2013～2017 年）の資源量と親魚量の推移から横ばいと判断した。2017 年の親魚量は B_{limit} を下回っているため、親魚量を 5 年後に B_{limit} まで回復させることを目標とした F （ F_{rec5yr} ）を管理目標として 2019 年の ABC を算出した。ただし、本評価における ABC はシラスを含む 本の漁獲に対する値である。

管理基準	Target/ Limit	2019 年 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 ($F_{current}$ からの増減%)
F_{rec5yr}	Target	35	46	1.6 (-42%)
	Limit	37	50	2.0 (-27%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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回復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。2017 年における親魚量は 57 千トン。ABC はシラスの漁獲量を含む。 F_{rec5yr} は 5 年後に親魚量を B_{limit} まで回復させる F 値。漁獲割合は漁獲量 / 資源量。 F 値は各年齢に対する値の算術平均。

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2014	120	78	64	3.14	54
2015	128	61	66	2.55	52
2016	103	66	56	2.70	54
2017	104	57	55	2.80	53
2018	98	63	53	2.80	54
2019	76	48	—	—	—

ただし、F は各年齢に対する値の算術平均。漁獲量はシラスの漁獲量を含む。2018 年と 2019 年における資源量および親魚量は加入量を仮定して将来予測した値。

水準：低位 動向：横ばい

本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） 主要港水揚量（新潟～鹿児島（14）府県） 月別体長組成調査（水研、新潟～鹿児島（14）府県）
資源量指数 ・魚群量 ・仔魚分布密度 ・産卵量	魚群分布調査 計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査（8・9 月、水研） ・計量魚群探知機、中層トロール 新規加入量調査 ニューストンネットを用いた新規加入量調査（4 月、水研） ・ニューストンネット 新規加入量調査 中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査（5・6 月、水研） ・ニューストンネット 魚群分布調査 計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査（8・9 月、水研） ・ニューストンネット（～2016 年） 卵稚仔調査（周年、水研、青森～鹿児島（17）府県） ・ノルバックネット
自然死亡係数（M）	年当たり 1.0 を仮定（大下・田中 2009）

1. まえがき

我が国周辺水域の漁業資源評価では、本周辺に分布するカタクチイワシを、太平洋系群、瀬戸内海系群および対馬暖流系群に区分して資源評価を行っている。本周辺における本種の漁獲量は、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、漁獲量は 1990 年代後半にかけて増加したが、2001 年に急減し、その後は増減を繰り返している。本種の漁獲量の変動幅はマイワシと比べて小さく、これは、初回成熟までの期間が短いことや、ほぼ周年にわたり産卵することなどが要因と考えられる。なお、韓国と中国が自国の沿岸域で漁獲しているカタクチイワシについては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、本海では本・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）。これに加えて、本海の中央部や間宮海峡以南の北西部においても本種の分布報告があることから（ベリヤーエフ・シェルシェンコフ 未発表）、

本海における本系群の分布域は沿岸域から沖合域まで広範囲に及ぶと考えられる。東シナ海においても、本種は本・朝鮮半島・中国の沿岸域を中心に、沖合域まで分布することが報告されている（図 1、Iversen et al., 1993、Ohshimo 1996）。本海および東シナ海における本漁船の主漁場は、本海西部および九州北西岸の沿岸域であることから、カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価では、これら沿岸域に分布するものを対象とする。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、沿岸・沖合間での資源交流の実態を解明することは、本種の生態を理解するうえで重要である。

(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。本評価では、耳石に形成される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までに被鱗体長で約 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 は孵化から t ヶ月後における被鱗体長（mm）である。

本種の寿命は 2 歳程度と考えられている。

(3) 成熟・産卵

本系群の産卵は、鹿児島県西岸から北海道西岸に亘る対馬暖流域全域において行われる。産卵は、能登半島以西の水域では冬季を除いてほぼ周年に亘り、能登半島以北では夏季を中心とした温暖な時期に行われる（内田・道津 1958）。野外採集個体の卵巣の組織学的観察から、鳥取県沿岸においては、体長 11.9 cm 以上のほとんどの個体が産卵可能であることがわかっている（志村ほか 2008）。この結果と上述の成長式とを併せると、春季発生群のほとんどが翌年の産卵期までに産卵可能と推察される。一方、若狭湾では体長 8.5 cm の成熟個体の報告例があることから（Funamoto et al., 2004）、本種は環境条件が合致した場合には 0 歳でも産卵可能と考えられるが、本評価では初回成熟年齢を満 1 歳と仮定した（図 3）。

(4) 被捕食関係

カタクチイワシは、動植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

本系群の成魚は、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、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ている。なお、仔魚は主に熊本県や鹿児島県の沿岸域においてシラス漁業によって漁獲されている。

(2) 漁獲量の推移

漁獲量の集計にあたり、本系群の漁獲量を、漁業・養殖業生産統計年報における青森県～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（漁獲成績報告書より集計）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 1996～2000 年には 100 千トンを超えていたが、2004 年には 61 千トンまで減少した。漁獲量はその後、2005～2008 年にかけて再び増加したが、2009～2012 年には減少した。2013～2016 年には漁獲量は横ばい傾向にあり、2017 年には前年から 2 千トン減少して 50 千トンとなった。

海区分にみると（表 1）、本海北区の漁獲量は 1995 年に 9 千トンまで増加した後、1996・2001・2005 年を除いて 5 千トン前後で変動していたが、2011～2013 年には 3 千トンを下回った。漁獲量は 2014 年と 2015 年に一旦回復し、それぞれ 5 千トンと 3 千トンとなったが、2016 年には 8 百トン、2017 年には 7 百トンへと急減した。

本海西区の漁獲量は、1991～1998 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。漁獲量は 2012 年に 15 千トンに急減して以降、減少傾向にあり、2017 年における漁獲量は 8.5 千トンであった（表 1）。

東シナ海区の漁獲量は、1990～2000 年（65 千トン）にかけて増加傾向にあった（表 1）。漁獲量はその後、2009 年（26 千トン）を除き 30 千～70 千トンの間で推移しており、2017 年の値は直近 3 年間と同程度の 41 千トンであった。

対馬暖流域の沿岸域における仔魚（シラス）の漁獲量は、1977～1987 年にかけて 2 千～6 千トンの間で増減したが、以後およそ 10 年間は 6 千トン前後で推移した（表 1）。漁獲量は 1999 年と 2000 年に 10 千トンを超えたが、2002 年には 5 千トン未満まで急減した。その後、漁獲量は 2005 年前後に再び 10 千トン近くまで増加したが、2008 年以降、2014 年にかけて、4.1 千トンまで減少した。漁獲量はその後横ばい傾向にあり、2017 年の値は 4.6 千トンであった。

韓国は、韓国南岸および東岸においてカタクチイワシを漁獲している（韓国国立水産振興院 2000）。多少の増減はみられるものの、韓国では 1995 年以降 2015 年まで、20 万トン超の漁獲が続いていた（表 1、水産統計（韓国海洋水産部）、<http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp>、2018 年 3 月）。漁獲量は、2016 年に一旦 14 万トンまで落ち込んだものの、2017 年には 21 万トンに回復した。

中国によるカタクチイワシの漁獲量は 本と韓国よりも多く、1993 年に 50 万トンを超

え、1996～2004 年には 100 万トン前後で推移した（FAO、Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950–2016、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2018 年 6 月）。中国による漁獲量はその後、2009 年まで一旦減少したが、以後再び増加し始め、データが利用可能な直近年である 2016 年には 98 万トンを記録した（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、1977～2017 年の資源量を推定した（表 2、補足資料 2）。卵稚仔調査、浮魚類魚群量調査および新規加入量調査（ニューストンネット）の結果は、資源量を反映しているか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、資源動向を判断するための参考値としての使用に留めた。

(2) 資源量指標値の推移

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 年は少なかったものの、2004 年は合計 10,084 兆粒と 1979 年以降の最高値を示した。2009 年以降は、産卵量は 789 兆～3,835 兆粒の間で推移している。2017 年における産卵量は 本海では 836 兆粒であったのに対し、東シナ海では 196 兆粒と少なく、両海域の合計値は前年の 76%程度の 1,032 兆粒であった。

夏季（8・9 月）に九州北西岸で行われている、浮魚類魚群量調査から得られた、計量魚探による現存量指標値（Ohshimo 2004）および中層トロールによる 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、1997 年以降の最高値は 2007 年における 134.0（相対値）であった。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（37.8）と 2015 年（108.8）の値は高かったものの、2017 年の現存量指標値は 2016 年（24.4）に引き続き低く、17.9 であった。中層トロールによるカタクチイワシの CPUE は、1997～2001 年には 100 kg/網前後の値を示していた。2002 年以降には、例外的に高かった 2015 年（67.4 kg/網）を除き、CPUE は 3.6～19.8 kg/網の範囲で変動している。2017 年に実施された調査における CPUE も 8.1 kg/網と低かった。

東シナ海で春季に行われているニューストンネットを用いた新規加入量調査における、カタクチイワシ仔魚の CPUE の推移を図 7 に示した。CPUE は 2000～2002 年には 26～138 尾/網の範囲にあったが、2003～2007 年には 385～765 尾/網まで急増した。CPUE の水準は 2008～2014 年に一旦低下し、262 尾/網未満の値が多くみられるようになった。CPUE は 2015 年には 1,622 尾/網まで急上昇した後、2016 年と 2017 年にはそれぞれ 955 尾/網、446 尾/網と低下傾向にあったが、2018 年には 762 尾/網へ上昇した。

九州北西岸における中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査（6 月）と、計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査（8・9 月）において、ニューストンネットに入網した仔魚の CPUE の推移を図 8 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）に特に高く、その他の年には 85～299 尾/網の間で変動した。2017 年に実施した調査における CPUE は前年より微減し、217 尾/網であった。8 月から 9 月にかけて実施した調査における CPUE は 2009 年（208 尾

/網)と2014年(214尾/網)に特に高く、その他の年には3.5~67尾/網の範囲で変動した。2016年に実施した調査におけるCPUEは前年から半減し、35尾/網であった。2017年には、本調査実施されなかった。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を補足資料5に示した。

(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。本系群の漁獲尾数の78~95%は0歳魚によって占められ、その漁獲尾数は5倍程度の幅を緩やかに変動する。1977年以降、0歳魚の漁獲尾数は、1984年の最小値(157億尾)へ向かって減少したが、1980年代後半まで緩やかに増加した。その後、1980年代後半~1990年代前半には350億尾以上で安定的に推移したが、1999~2005年には300億~700億尾超の幅でやや大きく変動し、2014年の245億尾まで緩やかに減少した。2015年以降、0歳魚の漁獲尾数は276億~316億尾の間で変動しており、2017年においても全体のおよそ90%(286億尾)と大多数を占めていた。1歳魚(33億尾)が全体の漁獲尾数のおよそ10%を占めていたため、2歳魚(0.33億尾)の割合は全体の1%に満たなかった。

(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、加入量・親魚量)・漁獲割合(漁獲量/資源量)を推定した(図10、補足資料6)。1977年以降において、資源量は1979年に74千トンの最低値を記録した後、増減を繰り返しながらも1997年まで緩やかに増加した。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130千トンにまで急減した。資源量はその後、2007年の240千トンまで再び増加傾向を示したが、以後2013年まで変動を繰り返しつつ減少傾向にあった。2013年以降、資源量は1987年以来の低水準となり、継続的に130千トン未満に留まっている。2017年における資源量は前年の103千トンから微増し、104千トンであった。漁獲割合は、1977年以降、継続的に50%前後で推移し、2017年の値も53%と推定された。

自然死亡係数(M)を0.5、1.0(基準値)、1.5と変化させた場合の資源量・親魚量・加入量の推定値を図11に示した。資源量は、Mを0.5に仮定した場合には基準値の74%となり、Mを1.5に仮定した場合には140%となった。

(5) 再生産関係

親魚量と加入量との関係を図12に示した。親魚量あたりの加入量は比較的安定しており、親魚量と加入量は正相関を示す。

(6) Blimitの設定

RPSの上位10%と加入量の上位10%にそれぞれ相当する2直線の交点から、親魚量91千トン(2005年における値)をBlimit(資源回復措置の要否の閾値)とした(図12)。2017年の親魚量は57千トンであり、Blimitを下回っている。

(7) 資源の水準・動向

資源水準の 低位 と 中位 の境界を Blimit と同一の親魚量 91 千トンとした (図 12)。一方、高位 と 中位 の境界は、親魚量の最小値から最大値までの増分の上位 1/3 である 155 千トンとした (図 13)。なお、同様の方法から算出される下位 1/3 は 100 千トンで、これは Blimit に近い。2017 年における資源水準は、親魚量 (57 千トン) が Blimit を下回っている (図 12) ことから、低位と判断した。また資源動向は、過去 5 年 (2013～2017 年) の資源量 (図 10) と親魚量の推移から横ばいと判断した。

(8) 今後の加入量の見積もり

①再生産成功率の推移

親魚量と加入量の経年変化を図 13 に示した。親魚量は 1980 年代には 66 千トン前後に留まっていたが、1991 年から 100 千トンを超え、その後 1998 年のピーク (210 千トン) まで増加した。その後親魚量は、2002 年の 68 千トンへ減少した後、2007 年 (180 千トン) と 2008 年 (166 千トン) に急激に増加し、以後漸減して 70 千トン前後で推移するようになった。加入量も 1980 年代に低水準にあった点では親魚量と同様であったが、親魚量よりも 4 年ほど早く (1987 年) 増加し始め、逆に 2 年遅く最大値をとった (2000 年、1,422 億尾)。加入量はその後、親魚量と同時に極小値 (2002 年、696 億尾) を記録したが、親魚量よりも 3 年早く (2004 年) 急増し、1 年早く (2008 年) 減少過程に入った。親魚量と加入量は、2009～2012 年には、ともに減少傾向にあり、2013 年以降は横ばい傾向にあるものの、1980 年代前半とほぼ同等の低水準に留まっている。2017 年における加入量は、前年から 6%増加したものの、640 億尾と少なかった。

再生産成功率 (RPS) の経年変化を図 14 に示した。RPS は 1987～1990 年に 1,000 尾/kg 超と高かったが、1998 年には 525 尾/kg へ減少し、その後増加に転じて 2004～2006 年には 1,200 尾/kg を超えた。その後、RPS は 2007 年に減少して 700 尾/kg を下回り、以後は 482～1,133 尾/kg の間で大きく変動している。2017 年の RPS は 1,116 尾/kg であった。RPS は、親魚量と加入量の年変動傾向が一致する時期 (1980 年代前半や 1990 年代および 2000 年代末など) には 600～800 尾/kg の幅で推移する傾向にあり、一方 RPS が 1,000 尾/kg を超えるまで上昇する時期は、親魚量に先立って加入量が増加した時期 (1980 年代後半や 2000 年代前半および 2015 年以降) と一致する。全体としては、親魚量と RPS との間には負の相関 ($P < 0.001$) がみられる (図 15)。

②資源と海洋環境

以上のように、本資源の資源動態は加入の増減に大きく影響される。その加入の増減と海洋環境との関係についての具体的なプロセスは不明であるものの、本系群の加入は高水温の年代に増加することが示唆されている。大下 (2010) は、本系群の資源量変動を推定するために、再生産関係にプロセス誤差項を組み込み、そのプロセス誤差の推移と海洋環境との関係を検討した。再生産関係には (1) RPS 一定 (2) リッカー型 (3) ベバートンホルト型を仮定し、全ての再生産関係において海洋環境を考慮したプロセス誤差項を導入することによって加入量の予測精度はやや改善した。プロセス誤差項の推移と関係が深い海洋環境は、冬季の 本海西部における 50 m 深水温であった。

1977～2017 年における本系群の加入量と対馬暖流域における冬季の平均海面水温は、全

体としては有意な正相関が認められる（補足図 4-1）。2007～2013 年にかけて、加入量は対馬暖流域の冬季海面水温とともに低下傾向にあったが、2016 年以降に限ってみれば、水温が上昇しているにもかかわらず加入量は低迷している（補足図 4-2）。

③今後の加入量の仮定

2019～2012 年の加入量を RPS と親魚量の積から算定した。この将来予測における RPS は、コホート解析において不確実性が高くなる直近年（2017 年）を除く過去 10 年間（2007～2016 年）における中央値（776.7 尾/kg）とした。なお、加入量の上限を過去 10 年間（2008～2017 年）の最大値（834 億尾）と仮定した。

（9）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

F（各年齢の F の平均値）の経年変化を図 16 に示した。1970 年代末～1980 年代にかけて、F は 1.4～2.8 と比較的小さい幅で変動したが、1990 年代前半に連続的に 1.6 以下となった後、1.1～3.3 の幅で大きく変動するようになった。F は 2007 年に 1977 年以降における最低値（1.1）となってから上昇傾向にあり、2017 年には 2.80 となった。F と YPR および %SPR の関係を図 17 に示した。2017 年の F（2.80）は Fmed（2.29）や F30%SPR（1.41）、Fmax（0.92）、F0.1（0.62）よりも高い。

資源量と漁獲係数（F）との間に明瞭な関係は見られない（図 18）。

5. 2019 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

コホート解析によると 2017 年の親魚量は 57 千トンであり（図 13）、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）を下回っているため、2017 年における資源水準を低位と判断した。また、過去 5 年（2013～2017 年）の資源量と親魚量の推移から資源動向を横ばいと判断した（図 10、13）。

（2）ABC の算定

本年の資源評価では、本系群の資源量と再生産関係が推定可能であること、また 2017 年における親魚量が Blimit を下回っていることから、ABC 算定規則 1－1）－（2）を適用した。本評価では、親魚量を 5 年後（2024 年）に Blimit まで回復させることを目標とした Frec5yr を管理目標とし、2019 年の ABC を算定した。

ABC 算定に際し、2018 年における F は Fcurrent（2017 年における F、2.80）とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2019 年 ABC（シラス含む）は以下の通り。

管理基準	Target / Limit	2019 年 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (Fcurrent から の増減%)
Frec5yr	Target	35	46	1.6 (－42%)
	Limit	37	50	2.0 (－27%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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、より安定的な資源回

復が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は漁獲量を資源量で除した値、F 値は各年齢に対する F の算術平均。

(3) ABC の評価

本系群を F_{rec} 、 F_{med} 、 $F_{current}$ の下で管理した場合における漁獲量・資源量・親魚量の変化を下表および図 19 に示した。 $F_{current}$ の下で管理した場合、資源量は 2018 年以降、単調減少してしまうが、F を F_{med} 未満に維持して管理した場合には、2020 年から増加が期待される。2019 年の F 値を $F_{current}$ (2.80) から F_{rec5yr} (2.04) まで引き下げた場合、漁獲量は 2019 年に一時的に 3 千トン減少するものの、2020 年以降にはその減少分を上回る増加が期待される。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の回復 (Frec5yr)	Target	1.64	55	53	35	49	69	97	132	153
	Limit	2.04	55	53	37	43	48	55	62	70
親魚量の維持 (Fmed)	Target	1.83	55	53	36	46	58	74	94	120
	Limit	2.29	55	53	39	39	39	39	39	39
現状の 漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	2.24	55	53	38	39	40	42	43	44
	Limit	2.80	55	53	41	31	24	19	14	11
			資源量 (千トン)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の回復 (Frec5yr)	Target	1.64	104	98	76	107	151	213	283	324
	Limit	2.04	104	98	76	86	98	111	126	142
親魚量の維持 (Fmed)	Target	1.83	104	98	76	96	123	156	198	252
	Limit	2.29	104	98	76	76	76	76	76	76
現状の 漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	2.24	104	98	76	78	80	82	84	86
	Limit	2.80	104	98	76	58	45	34	27	20
			親魚量 (千トン)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の回復 (Frec5yr)	Target	1.64	57	63	48	68	96	136	192	232
	Limit	2.04	57	63	48	55	62	71	80	91
親魚量の維持 (Fmed)	Target	1.83	57	63	48	62	78	99	126	161
	Limit	2.29	57	63	48	48	48	48	48	48
現状の 漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	2.24	57	63	48	50	51	52	53	55
	Limit	2.80	57	63	48	37	29	22	17	13

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源回復が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget は Flimit に係数 α を乗じた値とし、 α の値は標準値 0.8 とした。

さらに、 $F_{current}$ に様々な係数を乗じた F の下で管理した場合における漁獲量・資源量・親魚量の変化も下表に示す。下表中の漁獲シナリオのうち、 F 値が 2019 年の ABC 算定に用いた管理基準 (F_{rec5yr}) の F 値 (2.04) と最も近似したシナリオは $0.8F_{current}$ ($F = 2.24$) であった。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値	漁獲量 (千トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
$0.4F_{current}$	1.12	55	53	29	55	101	163	176	176
$0.6F_{current}$	1.68	55	53	35	48	67	92	124	151
F_{rec5yr}	2.04	55	53	37	43	48	55	62	70
$0.8F_{current}$	2.24	55	53	38	39	40	42	43	44
$1.0F_{current}$	2.80	55	53	41	31	24	19	14	11
$1.2F_{current}$	3.36	55	53	42	24	14	8	5	3
$1.4F_{current}$	3.92	55	53	43	19	8	4	2	1
		資源量 (千トン)							
		2017	2018	2019	2020	2022	2023	2023	2024
$0.4F_{current}$	1.12	104	98	76	143	263	397	426	426
$0.6F_{current}$	1.68	104	98	76	105	144	199	267	317
F_{rec5yr}	2.04	104	98	76	86	98	111	126	142
$0.8F_{current}$	2.24	104	98	76	78	80	82	84	86
$1.0F_{current}$	2.80	104	98	76	58	45	34	27	20
$1.2F_{current}$	3.36	104	98	76	44	26	15	9	5
$1.4F_{current}$	3.92	104	98	76	33	15	6	3	1
		親魚量 (千トン)							
		2017	2018	2019	2020	2022	2022	2023	2024
$0.4F_{current}$	1.12	57	63	48	91	171	305	334	334
$0.6F_{current}$	1.68	57	63	48	67	92	127	175	225
F_{rec5yr}	2.04	57	63	48	55	62	71	80	91
$0.8F_{current}$	2.24	57	63	48	50	51	52	53	55
$1.0F_{current}$	2.80	57	63	48	37	29	22	17	13
$1.2F_{current}$	3.36	57	63	48	28	16	9	6	3
$1.4F_{current}$	3.92	57	63	48	21	9	4	2	1

(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
2016 年漁獲量確定値 2017 年漁獲量暫定値 2017 年月別体長組成	2016 年および 2017 年における年齢別漁獲尾数 2016 年および 2017 年における年齢別体重 再生産関係および%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) (実際の F 値)
2017 年 (当初)	Frec5yr	1.94	106	51	47	
2017 年 (2017 年再評価)	Frec5yr	2.21	104	54	50	
2017 年 (2018 年再評価)	Frec5yr	2.11	104	51	47	55 (2.80)
2018 年 (当初)	Frec5yr	2.18	91	46	43	
2018 年 (2018 年再評価)	Frec5yr	2.14	98	49	46	

2017 年の ABC を再評価するにあたり、2016 年および 2017 年における漁獲量と年齢別漁獲尾数を更新・追加した。再評価に用いた再生産成功率は本年度評価と同一と仮定し、2022 年における親魚量を Blimit まで回復させ得る F を算定した。2017 年に実施された再評価結果と比較すると、1 歳魚の体重が減少したことによって 2017 年の親魚量が下方修正された。この結果、親魚量を Blimit まで回復させるために F を引き下げる必要が生じ、ABClimit は 2017 年再評価時の 54 千トンから 51 千トンへ減少した。

2018 年の ABC についても、利用可能データセットを更新・追加して再評価した。昨年度評価結果と比較すると、2018 年の資源量は上方修正された一方で、F は低くなった。これは、0 歳魚の体重増加と 1 歳魚の体重減少が同時に起こり、当初評価よりも資源量に占める親魚量の割合が減少したこと起因している。この結果、親魚量回復のために漁獲圧を低下させる必要が生じたが、漁獲量についてみれば、資源量の上方修正の影響が F の低下の影響を上回ったため、2018 年の ABClimit は当初評価時の 46 千トンから 49 千トンまで増加した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群の親魚量と加入量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と考えられる。本系群では、0 歳魚が漁獲物の大半を占めるため、加入量が翌年および翌々年の親魚量に大きく影響する。最近 2 年間のデータはやや逸脱しているものの（補足図 4-2）、本系群の加入量は、全体として対馬暖流域の冬季表層水温と正相関することが経験的に明らかとなっている（補足図 4-1）。このため、水温が平年よりも低い年には 0 歳魚を獲り控えるなど、低加入への対策が必要と考えられる。

対馬暖流域に分布するカタクチイワシは、中国と韓国によっても漁獲されているが、本

資源評価では、カタクチイワシ対馬暖流系群を 本海西部から九州北西岸に分布し、本の漁船によって漁獲されている群 と定義しており、両国による漁獲量は考慮していない。対馬暖流系群の資源量が 7 万～31 万トンと推定されているにも関わらず、それを上回る中国（5 万～122 万トン）と韓国（5 万～29 万トン）の漁獲量を考慮していない主な要因は、両国の漁獲量を我が国のものと同等の精度で入手できないこと、また体長組成や成長式・成熟年齢などの生物的情報が不明なまま漁獲量のみを組み入れても、本評価の精度が向上する保証がないこと、などである。ただし、黄海に分布するカタクチイワシは、体型・体色・アニサキス科線虫の寄生頻度などが 本海西部や九州北西岸に分布するものとは大きく異なり、対馬暖流系群とは別の系群と考えられるため、中国の漁獲量の使用の有無が評価精度に与える影響はそれほど大きくないと想定される。一方、韓国が漁獲している群については、その生物特性を 本周辺の群と比較検討した例がない上、韓国船の漁場が本船の漁場と地理的に近いことを考慮すれば、この群が対馬暖流系群と同一の系群である可能性は否定できない。韓国による漁獲量を、資源評価において考慮する必要性を評価するためには、九州周辺海域に分布するカタクチイワシと、韓国沿岸に分布する群との交流に関する生物学的・生態学的知見を蓄積する必要がある。

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. 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.
- 大下誠二 (2010) 対馬暖流域におけるマイワシ・カタクチイワシの加入量予測の現状. 水産海洋研究, **75**, 94–97.
- 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 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系群の分布域

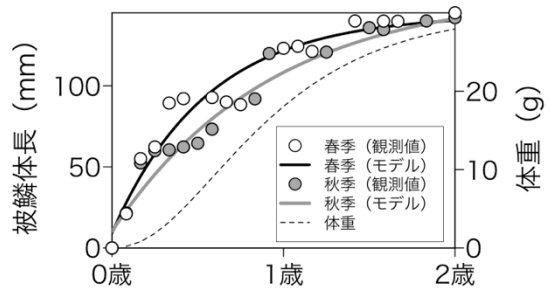


図 2. カタクチイワシの成長様式
丸は観測値、実線はモデル値を示す。

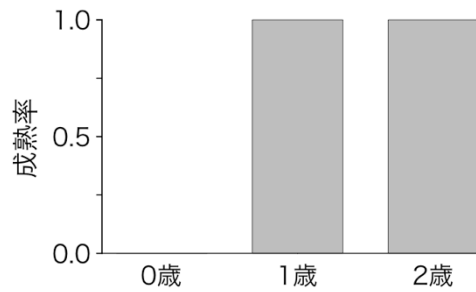


図 3. 年齢別成熟率

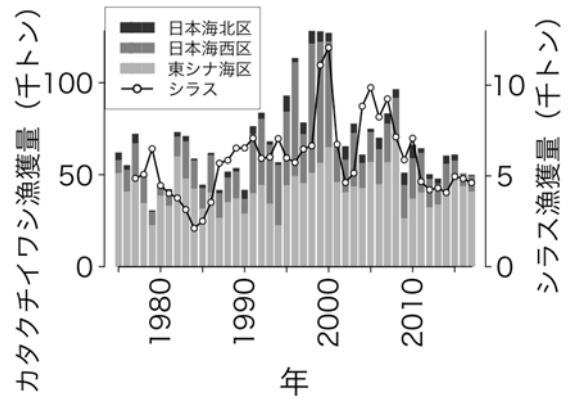


図 4. カタクチイワシとシラスの漁獲量

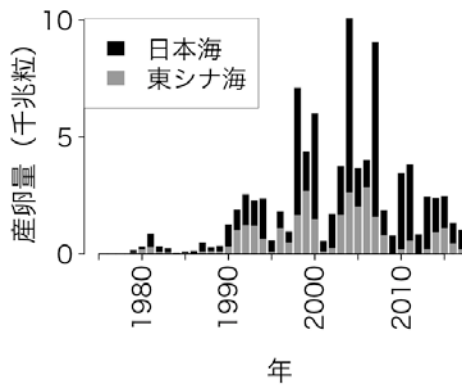


図 5. 産卵量の経年変化

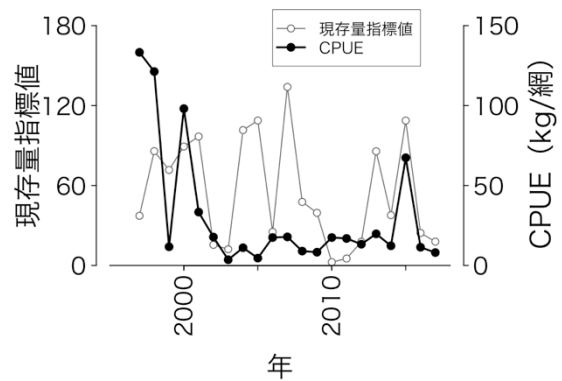


図 6. 現存量指標値（計量魚探）と中層トロールによるカタクチイワシ CPUE（8・9月）

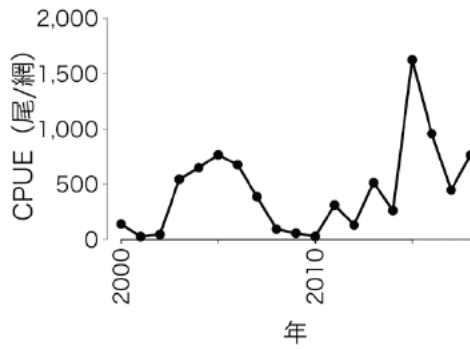


図 7. 東シナ海で実施した調査における
仔魚の CPUE (4 月)

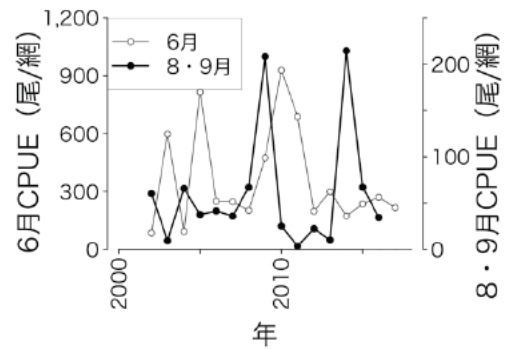


図 8. 九州北西岸で実施した調査における
仔魚の CPUE (6 月および 8・9 月)

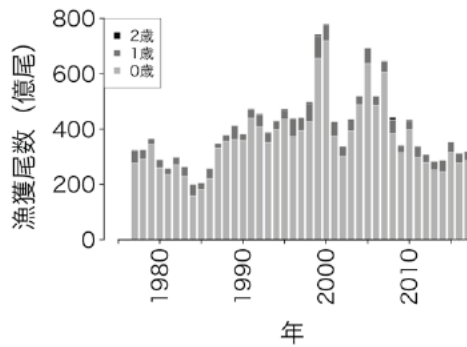


図 9. 年齢別漁獲尾数

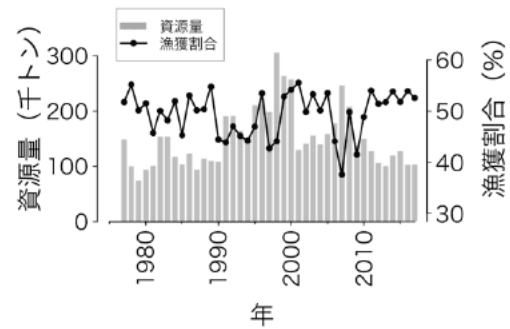


図 10. 資源量と漁獲割合の推定結果

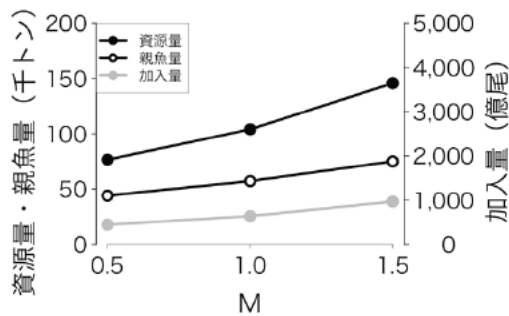


図 11. 自然死亡係数 (M) の変化に伴う
資源量と親魚量および加入量の変化

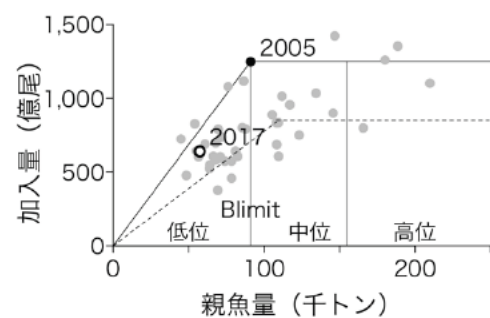


図 12. 再生産関係と Blimit (91,000 トン)
の設定白丸は 2017 年の値、実線は
RPS と加入量の各々上位 10%、破線
は想定される再生産関係を示す。

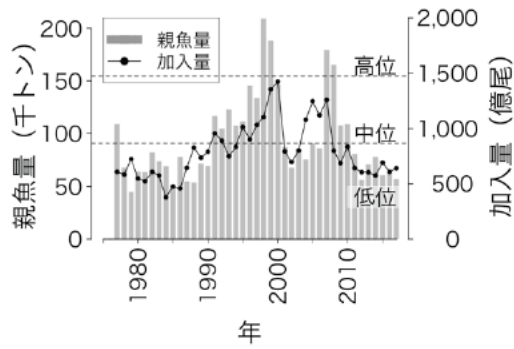


図 13. 親魚量と加入量の経年変化
実線は高位と中位の境界、破線は
中位と低位の境界 (Blimit) を示す。

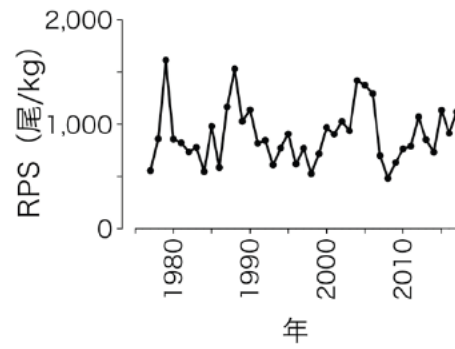


図 14. RPS の経年変化

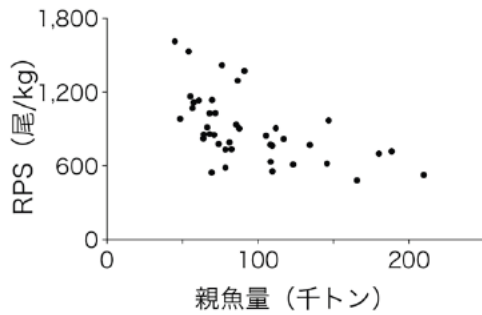


図 15. 親魚量と RPS との関係

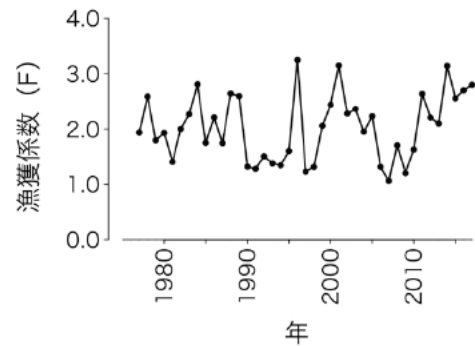


図 16. 漁獲係数 (F) の経年変化

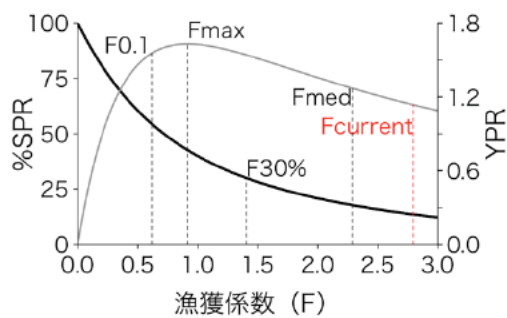


図 17. 漁獲係数 (F) と %SPR (黒色)
および YPR (灰色) との関係

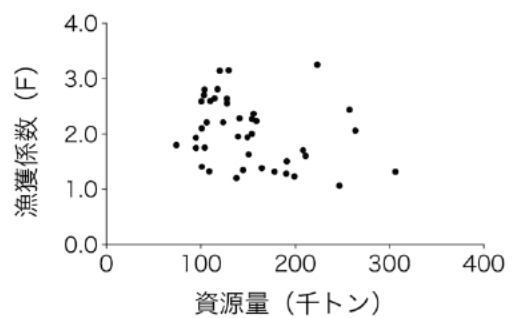


図 18. 資源量と漁獲係数 (F) との関係

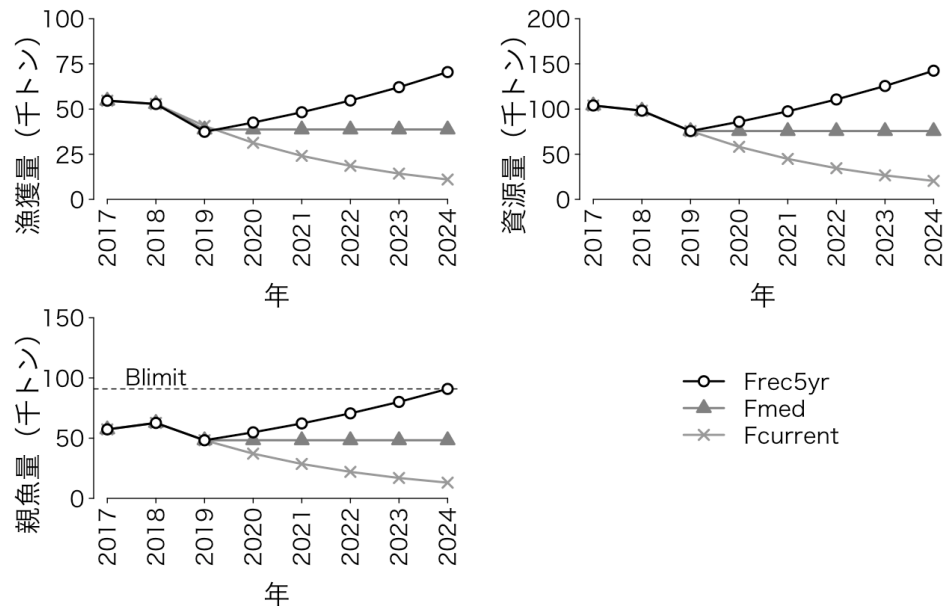


図 19. 漁獲係数 (F) の調整により漁獲量 (左上)・資源量 (右上)・親魚量 (左下) に表れる管理効果
各漁獲係数は Limit の値、親魚量の図中の破線は Blimit を示す。

表 1. カタクチイワシ（本、韓国、中国）とシラス（本）の漁獲量（千トン）
 本海北区：石川県～新潟県、 本海西区：福井県～山口県、東シナ海区：福岡県～
 鹿児島県

年	本海北区	本海西区	東シナ海区	対馬暖流系群 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	1,110.9	6.5
1998	7.1	70.3	50.9	128.3	249.5	1,217.2	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

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

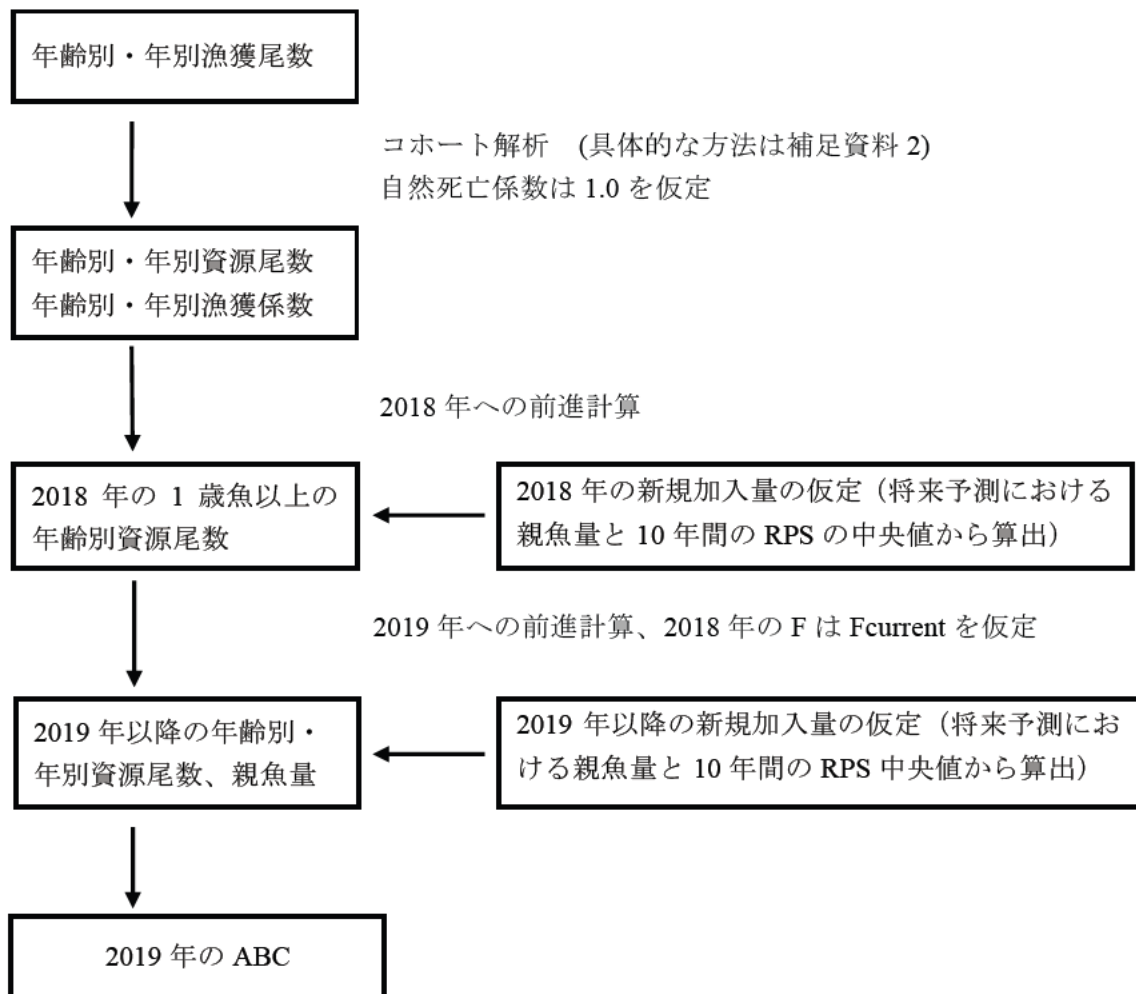
年	本海北区	本海西区	東シナ海区	対馬暖流系群 合計	韓国	中国	シラス
2001	0.4	18.9	45.9	65.2	273.9	1,075.6	6.7
2002	7.4	17.7	40.4	65.5	236.3	998.1	4.6
2003	5.3	29.0	43.6	77.9	250.1	1,106.5	5.2
2004	4.8	13.6	42.7	61.0	196.6	935.4	8.8
2005	2.0	16.2	56.9	75.1	249.0	882.6	9.9
2006	6.4	19.0	44.8	70.2	265.3	826.8	8.2
2007	5.8	20.9	56.7	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	47.0	61.2	211.6	955.8	5.0
2016	0.8	6.3	43.7	50.8	141.0	983.7	4.8
2017	0.7	8.5	40.8	50.0	210.9		4.6

ただし、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 (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	1,613	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	1,070	51
2013	101	71	851	52
2014	120	78	733	54
2015	128	61	1,133	52
2016	103	66	913	54
2017	104	57	1,116	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、1月1日に加齢するとした場合、例えば秋季発生群は数ヶ月後に1歳となる。このことを考慮し、大下（2009）の成長様式を参考に体長-年齢キーを月別に作成し、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。

最近（2017）年を除く2015年以前の0、1歳魚の年齢別年別資源尾数を次式1により計算した。

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

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（2017年）の各年齢の資源尾数は、漁獲係数 F を用いた次式2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（2017）年を除き、0歳魚と1歳魚の資源尾数を次式3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（2014年から2016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歳魚と同一とした。

2018年以降の将来予測においては、前進法に基づく次式4を用いて1歳魚と2歳魚の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、将来予測における0歳魚の資源尾数は、各年の親魚量と再生産成功率の積とした。

次式5を用いて2018年以降の年齢別漁獲尾数を推定した。

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

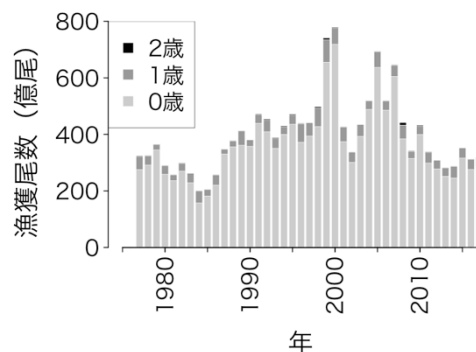
引用文献

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. 本海ブ
ロック試験研究集録, **44**, 51–60.

補足資料 3 資源量推定方法の他系群との違い

平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価では、当系群の他にも太平洋系群と瀬戸内海系群のカタクチイワシが資源評価の対象となっている。太平洋系群の資源評価では、当系群と同様に、年齢別漁獲尾数を用いた年別年齢別コホート計算によって資源量を推定しているが、瀬戸内海系群の資源量推定には、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。対馬暖流系群の資源評価でも、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、1) 12 月時点でコホートが完結していないこと 2) ABC 算定年の F を下げると、生残個体の体重増加によって年後半の資源量が増え、却って年間漁獲量が増加してしまうことから、平成 20 年度から年別年齢別コホート計算に切り替えた。ただし、本系群の年別年齢別コホート計算は、シラス漁獲量を考慮している点が、太平洋系群に対して実施されているコホート計算とは異なっている。従って、ここでは太平洋系群と同様に、シラス漁獲量を除外して資源量を推定した場合における 2018 年の算定漁獲量を、参考値として試算した。

試算においては、シラス漁獲量を用いないことを除き、データセットや成長式などの各種関係式および自然死亡係数は、全て ABC 算定に用いた方法(補足資料 2)と同一とした。この場合、0 歳魚の漁獲尾数からシラス分が除かれるため、1 歳魚と 2 歳魚が漁獲量に占める割合が相対的に増加する(補足図 3-1)。



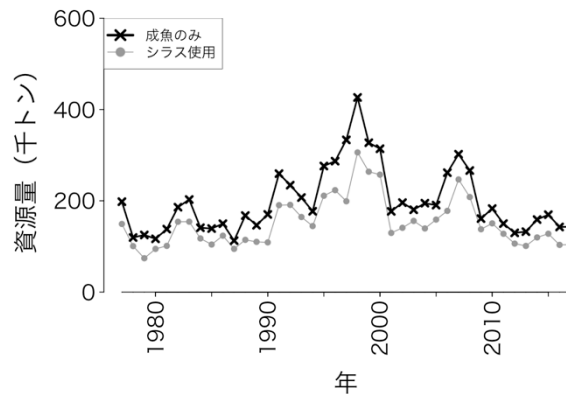
補足図 3-1. シラス漁獲量を用いなかった場合の年齢別漁獲尾数

長期的なトレンドはほぼ同様であったものの、シラス漁獲量を除外した場合の資源量はシラス漁獲量を使用した場合よりも多く推定された(補足図 3-2)。この理由として、シラス漁獲量を除いたことにより 2017 年における 0 歳魚の推定体重が変化し、資源量推定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。2017 年の 0 歳魚の平均体重は、シラス漁獲量を使用した場合には 0.73 g であったが、シラスを除外した試算では 3.1 g に増加した。

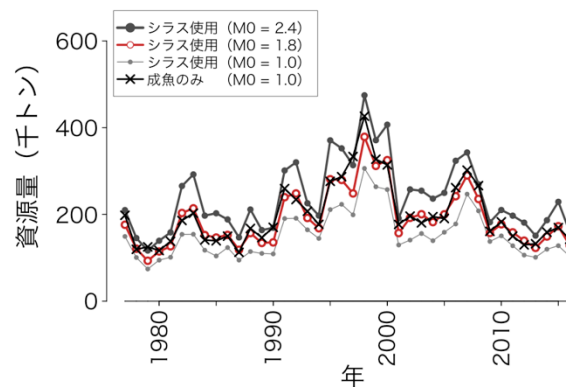
またシラス漁獲量を除外した場合の方が資源量が大きく推定された別の要因として、シラス漁獲量の有無に関わらず、0 歳魚に対して同一の自然死亡係数(1.0)を与えていることが考えられる。シラス漁獲量を使用した計算では、0 歳魚の自然死亡率を高く仮定するほど資源量が大きく推定され、自然死亡率を 1.8 とした場合に、シラス漁獲量を除外した場合と同程度となった(補足図 3-3)。自然死亡率を 1.0 と仮定した場合、加入量と再生産成功率それぞれの上位 10%を示す 2 直線の交点を目安として、Blimit を 2005 年の親魚量

(95 千トン: 本試算による値) とすると、2017 年の親魚量 (57 千トン: 本試算による値) はこの値を下回っている。したがって、5 年後 (2024 年) に資源を B_{limit} まで回復させる F (F_{rec5yr}) 及び、より確実な回復をねらって係数 α を乗じた値 ($0.8F_{rec5yr}$) の下での漁獲量を試算した。なお、加入量は直近年 (2017 年) を除く近年 10 年間の RPS の中央値 (304 尾/kg: 本試算による値) と親魚量との積とし、加入量の上限は近年 10 年間の最大値 (278 億尾: 本試算による値) とした。シラス除外推定から得られた 2019 年の算定漁獲量を下表に示す。

管理基準	Target / Limit	2019 年 算定漁獲量 (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 ($F_{current}$ からの増減%)
Frec5yr	Target	24	24	0.78 (-69%)
	Limit	27	28	0.97 (-60%)



補足図 3-2. シラス漁獲量の使用の有無による資源量推定結果の違い



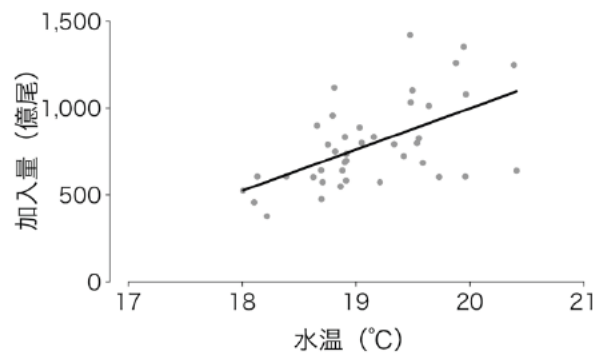
補足図 3-3. シラス漁獲量を使用し、0 歳魚の自然死亡係数 (M_0) を変化した結果

補足資料 4 資源量と海洋環境の関係

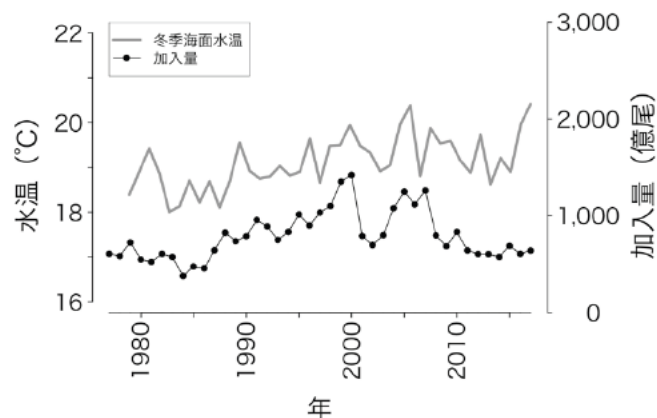
カタクチイワシの資源量変動には、漁獲のみならず海洋環境も関与していると考えられる。海洋環境は資源量の様々な変動過程に影響を及ぼすと考えられるが、ここでは資源評価で得られた本系群の加入量と各月の対馬暖流域の海面水温との相関について検討した。

1977～2017 年における本系群の加入量は、全体としては対馬暖流域（東経 125.5～130.5 度、北緯 30.5～33.5 度）における冬季（前年 12 月～当年 1 月）の平均海面水温と有意に正相関している（ $P<0.001$ ，補足図 4-1）。冬季海面水温と加入量の年変化を補足図 4-2 に示した。最近 2 年間に於いて、対馬暖流域の水温は上昇傾向にあるが、加入量は 640 億尾未満に留まっている。

その他の季節の海面水温は、加入量をあまり説明しなかった。



補足図 4-1. 対馬暖流域における冬季海面水温と加入量との関係
水温は前年 12 月から当年 1 月の平均値。



補足図 4-2. 対馬暖流域における冬季海面水温と加入量の年変化
水温は前年 12 月から当年 1 月の平均値。

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 (2000~2018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	1856	9	0
	2005	鹿児島県	15	4	27	1157	1	0
	2006	鹿児島県	17	6	75	1330	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
	2017	鹿児島県	2	0	2	11	0	4
	2018	鹿児島県	16	39	48	4	73	0
4月	2000	長崎県	13	93	4	72	9	1
		西海水研	79	3811	185	10906	264	0
	2001	山口県	8	0	0	1	0	2
		長崎県	18	65	2	1255	4	2
		鹿児島県	16	19	44	140	33	0
		西海水研	88	1339	331	2294	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	4854	485	0
	2003	長崎県	13	15	14	4414	27	0
		鹿児島県	18	84	58	4632	232	0
		西海水研	96	288	225	52153	463	0
	2004	長崎県	15	97	0	12949	93	0
		鹿児島県	18	5	65	13699	167	0
		西海水研	92	461	408	59546	539	43
	2005	長崎県	15	14	4	17667	20	0
		鹿児島県	18	6	8	12036	53	4
		西海水研	91	546	1831	69585	216	9
	2006	長崎県	12	19	25	18067	18	0
		鹿児島県	18	21	127	20243	31	1
		西海水研	94	231	789	63377	151	233
	2007	長崎県	18	158	152	3727	36	9
		鹿児島県	18	22	81	39374	31	1
		西海水研	91	104	1329	35060	255	9
	2008	長崎県	12	151	107	4722	6	15
		鹿児島県	18	22	499	2896	53	1
		西海水研	84	1454	781	7786	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	1810	5037	570	5
	2010	長崎県	8	24	5	2175	21	37
		鹿児島県	17	33	50	1850	140	88
		西海水研	93	440	611	2561	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（2000～2018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	1241	9385	22,328	1046	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	2110	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	1146	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	1060	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	1722	116,787	1200	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	2156	73,522	1234	228
	2017	長崎県	4	11	42	1,522	40	2
		鹿児島県	18	33	137	1,853	490	10
		西海水研	71	1297	1411	31,663	1093	4
	2018	長崎県	17	155	651	2,672	476	3
		鹿児島県	18	32	261	1,772	388	0
		西海水研	72	105	711	54,880	1171	28
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

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（2000～2018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
	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	1250	2
	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	1127	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
	2017	長崎県	18	4	17	4,617	57	3
		鹿児島県	15	22	47	9,322	335	2
	2018	長崎県	18	22	92	10,362	298	0
		鹿児島県	17	12	6	5,850	225	0
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	31,611	3,607	25	1.0	9.6	29.0
2016	27,594	3,602	59	0.6	10.4	23.0
2017	28,642	3,269	47	0.7	9.9	26.5

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	57,385	6,931	152	1.22	4.10	4.10
2015	68,849	6,222	42	1.41	3.12	3.12
2016	60,590	6,155	101	1.39	3.35	3.35
2017	63,926	5,553	79	1.34	3.52	3.52