

令和元（2019）年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価

担当水研：西海区水産研究所

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。本系群の資源量は 1995 年から 2000 年及び 2007 年と 2008 年に 200 千トン以上であったが、2008 年以降は減少傾向を示した。2018 年における本系群の推定資源量は前年より 14 千トン減少し、88 千トンとなった。また 2018 年の親魚量（48 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（2014～2018 年）の資源量と親魚量の推移から減少と判断した。2018 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 2020 年の ABC を算出した。本評価における 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	Target/ Limit	2020 年 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
Frec5yr	Target	20	43	1.4 (－54%)
	Limit	22	47	1.8 (－42%)

$Limit$ 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。ABC はシラスの漁獲量を含む。2018 年における親魚量は 48 千トン。 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 2020 年の漁獲量／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 (%)
2015	128	61	66	2.55	52
2016	103	66	56	2.71	54
2017	102	56	55	3.90	54
2018	88	48	47	3.05	53
2019	71	44	38	3.05	54
2020	46	29	—	—	—

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。2019 年と 2020 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：減少

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「ニューストーンネットを用いた新規加入量調査」 （4 月、水研） ・ ニューストーンネット 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） ・ ニューストーンネット 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） ・ ニューストーンネット（～2016 年） 卵稚仔調査（周年、水研、青森～鹿児島（17）府県） ・ ノルパックネット
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、日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。日本周辺におけ

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、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）。これに加えて、日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・シエルシェンコフ 未発表）、日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、本種は日本・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）。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、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。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、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、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）。また、漁業・養殖業生産統計年報におけるシラスを全てカタクチイワシの仔魚とみなした。

本系群のシラスを除いた漁獲量は、1997 年を除いて 1996～2000 年には 100 千トンを超えていたが、2001 年に急減し、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 97 千トンまで増加したが、2009 年に減少し、それ以降 2015 年まで 48 千トンから 64 千トンの範囲で推移した。しかし、近年の漁獲量は 2016 年以降減少傾向にあり、2018 年は 43 千トンと 1990 年以来の低水準であった。

海区分にみると（表 1）、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・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 年にそれぞれ 5 千トンと 3 千トンにまで回復したが、2016 年以降、1 千トン以下の低水準にある。

日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、減少傾向にある。2018 年の漁獲量は 4 千トンになり、1977 年以降では最低であった（表 1）。

東シナ海区の漁獲量は、1990～2000 年にかけて増加傾向にあり、2000 年には 65 千トンに達し、他の 2 海区を上回るようになった。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いるが、2016 年以降、緩やかな減少傾向にあり、2018 年は 38 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、1977～1987 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、減少傾向にある。

2018 年の漁獲量は 3.8 千トンであり、1986 年以来の低水準であった（表 1）。

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 年に回復し、2018 年は 19 万トンだった。

中国によるカタクチイワシの漁獲量は日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、2015 年には 96 万トンに達した。しかし、2016 年は 82 万トン、データが利用可能な直近年である 2017 年は 70 万トンと減少が続いた（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、1977～2018 年の資源量を推定した（補足資料 2）。なお、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、系群全体の資源量をどのように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

日本海（3～6 月）と東シナ海（3・4 月）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。2018 年における産卵量は日本海では 849 兆粒であったのに対し、東シナ海では 69 兆粒と少なく、両海域の合計値は前年の 89%に当たる 918 兆粒であった。

計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査が夏季（8・9 月）に九州北西岸で行われている。この調査から得られた計量魚群探知機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（85.7）と 2015 年（108.8）の値は高かったものの、2016 年以降の現存量指標値は低く、2018 年は 15.2 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。2018 年に実施された調査における CPUE も 9.6 kg/網と低かった。

ニューストンネットを用いた新規加入量調査が東シナ海で春季（4 月）に行われている。この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 年以降減少傾向にあり、2018 年は 762 億尾/網、2019 年は 252 尾/網だった。

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、ニューストーンネットに入網した仔魚の CPUE の推移を図 8 に示した。6 月の調査における 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（2002～2017 年）には 85～299 尾/網の間で変動した。しかし、2018 年に実施した調査における CPUE は 2002 年以降で最も低く、43 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。2017・2018 年には、本調査は実施されなかった。

ニューストーンネットを用いた加入量調査における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 258 億～316 億尾の間で変動しており、2018 年においても全体の 89%（258 億尾）と大多数を占めていた。残りの 11%は 1 歳魚（33 億尾）が占め、2 歳魚（700 万尾）の割合は全体の 1%に満たず、2 歳魚の漁獲尾数は 1977 年以降で最も少なかった。

（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（F）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、表 2、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 247 千トンまで再び増加傾向を示したが、以後変動を繰り返しつつ減少傾向にある。2018 年における資源量は前年の 102 千トンから減少し、88 千トンと 1979 年以来の低水準と推定された。漁獲割合は、1977 年以降、継続的に 50%前後で推移しているが、2011 年以降は 50%を超える年が続いている。2018 年の値は 53%だった。

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 139%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の相関 ($P < 0.001$) 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)。2018 年の親魚量は 48 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。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。2018 年における資源水準は、親魚量 (48 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 (2014～2018 年) の資源量 (図 10) と親魚量 (図 13) の推移から減少と判断した。

(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、表 2 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 2018 年には 48 千トンまで減少した。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。加入量は 2012 年以降、600 億尾前後で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。2018 年における加入量は前年から 10%減少し、561 億尾だった。

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 700 尾/kg まで減少したが、2009 年以降は変動しながらも増加傾向にある。2018 年の RPS は 1,169 尾/kg と 2006 年以来の高い水準であった。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。その結果、プロセス誤差項の推移と関係が深い海洋環境は、冬季の日本海西部における 50 m 深水温であることが明らかになった。さらに、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り、加入量の予測精度はやや改善した。

また、1977～2018 年における本系群の加入量と対馬暖流域における冬季（前年 12 月と当年 1 月）の平均海面水温は、全体としては有意な正の相関が認められる（補足資料 4; 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

今後の加入量を 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（2018 年）を除く過去 10 年間（2008～2017 年）における中央値（820.5 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。この条件に基づく再生産関係を図 12 に示した。

(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、2018 年には 3.05 となった。F と YPR および %SPR の関係を図 17 に示した。2018 年の F（3.05）は F_{med} （2.21）や $F_{30\%SPR}$ （1.40）、 F_{max} （0.92）、 $F_{0.1}$ （0.66）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. 2020 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

コホート解析によると 2018 年の親魚量は 48 千トンであり、これは再生産関係（図 12）から求められる B_{limit} （親魚量 91 千トン）を下回っているため、2018 年における資源水準を低位と判断した。また、過去 5 年（2014～2018 年）の資源量と親魚量の推移から資源動向を減少と判断した。

(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 2018 年における親魚量が B_{limit} 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（2025 年）に B_{limit} まで回復させることを目標とした F_{rec5yr} を管理目標とし、2020 年の ABC を算定した。

ABC 算定に際し、2019 年における F は $F_{current}$ （2018 年における F、3.05）とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2020 年 ABC（シラス含む）は以下の通り。

管理基準	Target/ Limit	2020 年 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
Frec5yr	Target	20	43	1.4 (－54%)
	Limit	22	47	1.8 (－42%)

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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC はシラスの漁獲量を含む。2018 年における親魚量は 48 千トン。Frec5yr は 5 年後に親魚量を Blimit まで回復させる F 値。漁獲割合は 2020 年の漁獲量／資源量。F 値は各年齢に対する値の算術平均。

(3) ABC の評価

本系群を Frec5yr、Fmed、Fcurrent 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。Fcurrent の下で管理した場合、資源量は 2019 年以降、単調減少してしまうが、F を Fmed 未満に維持して管理した場合には、2021 年から増加が期待される。2020 年の F 値を Fcurrent (3.05) から Frec5yr (1.77) まで引き下げた場合、漁獲量は Fcurrent の場合に比べて 2020 年に 4 千トン減少するものの、2021 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)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
親魚量の回復 (Frec5yr)	Target	1.41	47	38	20	30	45	69	95	99
	Limit	1.77	47	38	22	27	34	43	54	67
親魚量の維持 (Fmed)	Target	1.77	47	38	22	27	34	43	54	68
	Limit	2.21	47	38	23	23	23	23	23	23
現状の 漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	2.44	47	38	24	21	19	17	15	13
	Limit	3.05	47	38	25	17	11	7	5	3

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	資源量 (千トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
親魚量の回復 (Frec5yr)	Target	1.41	88	71	46	71	107	161	213	222
	Limit	1.77	88	71	46	58	73	92	115	144
親魚量の維持 (Fmed)	Target	1.77	88	71	46	58	73	92	115	145
	Limit	2.21	88	71	46	46	46	46	46	46
現状の 漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	2.44	88	71	46	41	36	32	29	25
	Limit	3.05	88	71	46	30	20	13	9	6
			親魚量 (千トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
親魚量の回復 (Frec5yr)	Target	1.41	48	44	29	45	67	102	154	162
	Limit	1.77	48	44	29	37	46	58	72	91
親魚量の維持 (Fmed)	Target	1.77	48	44	29	37	46	58	73	91
	Limit	2.21	48	44	29	29	29	29	29	29
現状の 漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	2.44	48	44	29	26	23	20	18	16
	Limit	3.05	48	44	29	19	13	8	5	4

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。

(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
2017 年漁獲量確定値 2018 年漁獲量暫定値 2018 年月別体長組成	2017 年および 2018 年における年齢別漁獲尾数 2017 年および 2018 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)
2018 年 (当初)	Frec5yr	2.18	91	46	43	
2018 年 (2018 年再評価)	Frec5yr	2.14	98	49	46	
2018 年 (2019 年再評価)	Frec5yr	2.56	88	43	37	47 (3.05)
2019 年 (当初)	Frec5yr	2.04	76	37	35	
2019 年 (2019 年再評価)	Frec5yr	1.93	71	34	31	

2018 年の ABC を再評価するにあたり、2017 年および 2018 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、2023 年における親魚量を Blimit まで回復させ得る F を算定した。2018 年に実施された再評価結果と比較すると、2018 年の漁獲が予測より振るわず、2018 年の資源量・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漁獲圧を引き下げる必要が生じ、ABClimit は 2018 年再評価時の 49 千トンから 43 千トンへ減少した。なお、各年齢の F の平均値は 2019 年再評価の方が高いが、漁獲の大半を占める 0 歳魚の F は 2019 年再評価の方が低くなっている。

2019 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、2019 年の資源量はやや下方修正された。これは 2018 年の漁獲が予測より振るわず、2018 年の資源量・親魚量が少し下方修正されたためである。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、2019 年の ABClimit は 2019 年評価時の 37 千トンから 34 千トンへ減少した。

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 3 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の相関があ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「日本海北部・西部から九州西岸に分布し、日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資源評価に組み入れても、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日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、その生物特性を日本周辺の群と比較検討した例がないため、韓国船の漁場が日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. 314 pp.
- 落合 明・田中 克 (1986) 「新版魚類学（下）」. 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.
- 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.
- 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, 3-65.

（執筆者：黒田啓行、高橋素光、依田真里）



図1. カタクチイワシ対馬暖流系群の分布域

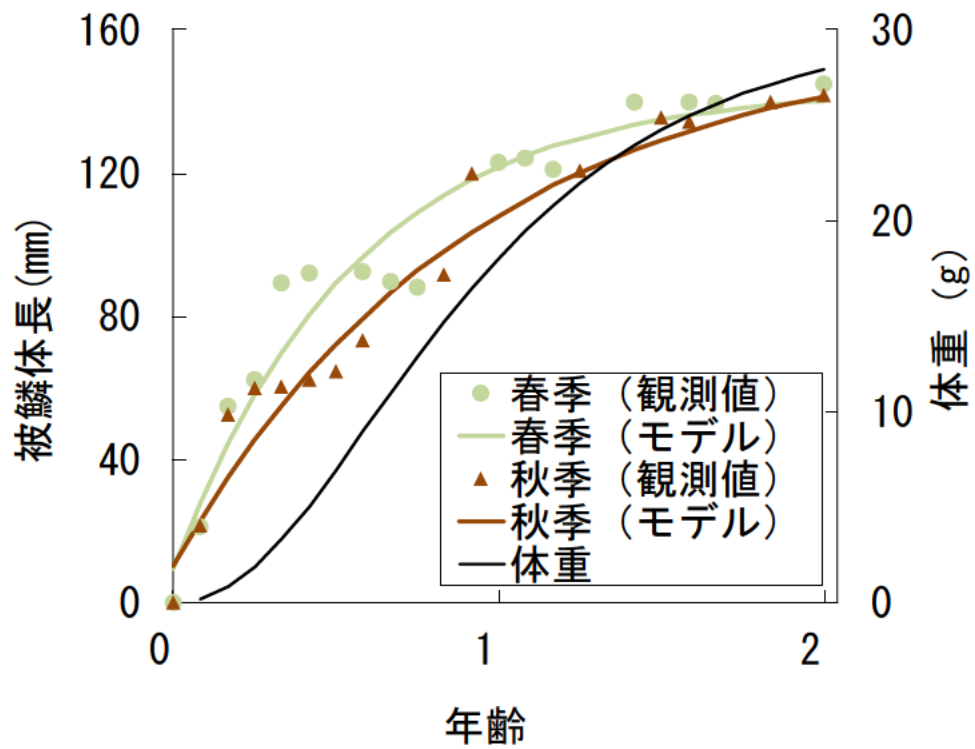


図2. カタクチイワシの成長様式 丸は観測値、実線はモデル値を示す。

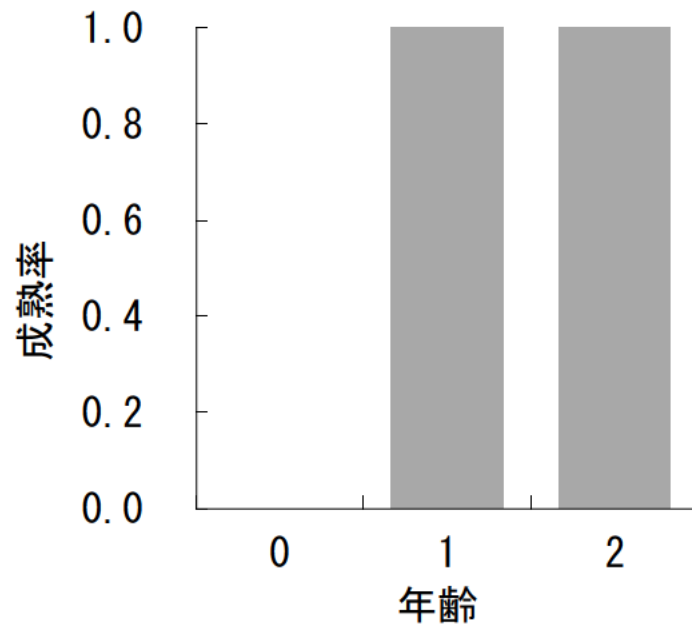


図 3. 年齢別成熟率

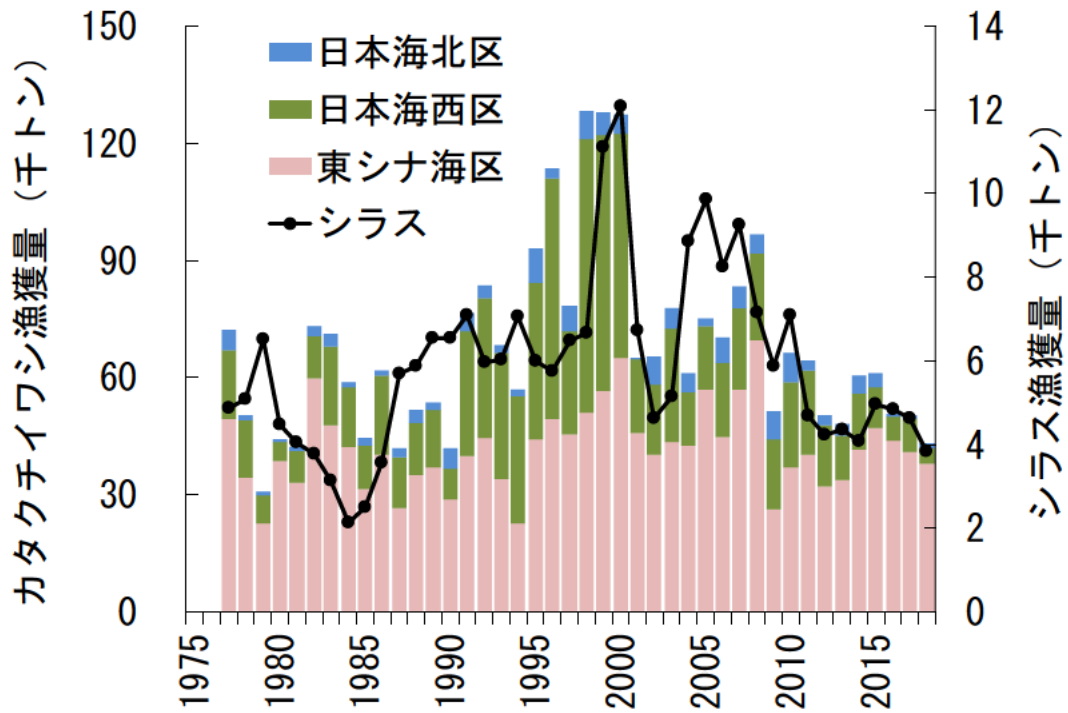


図 4. カタクチイワシとシラスの漁獲量

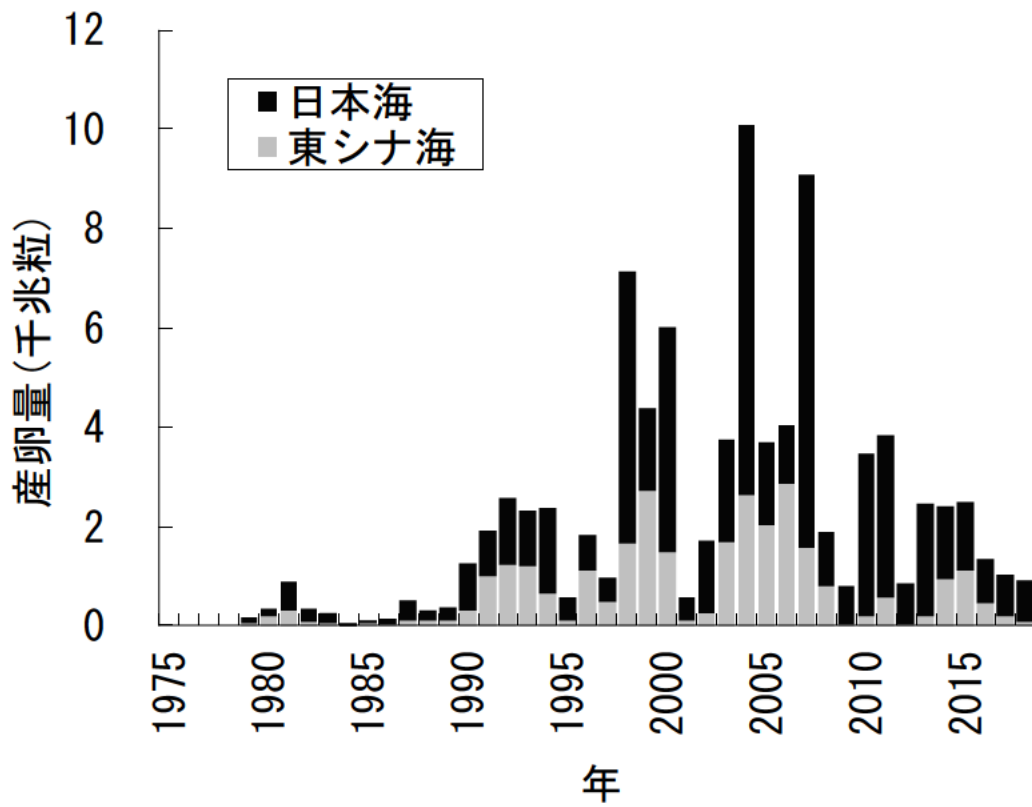


図 5. 産卵量の経年変化

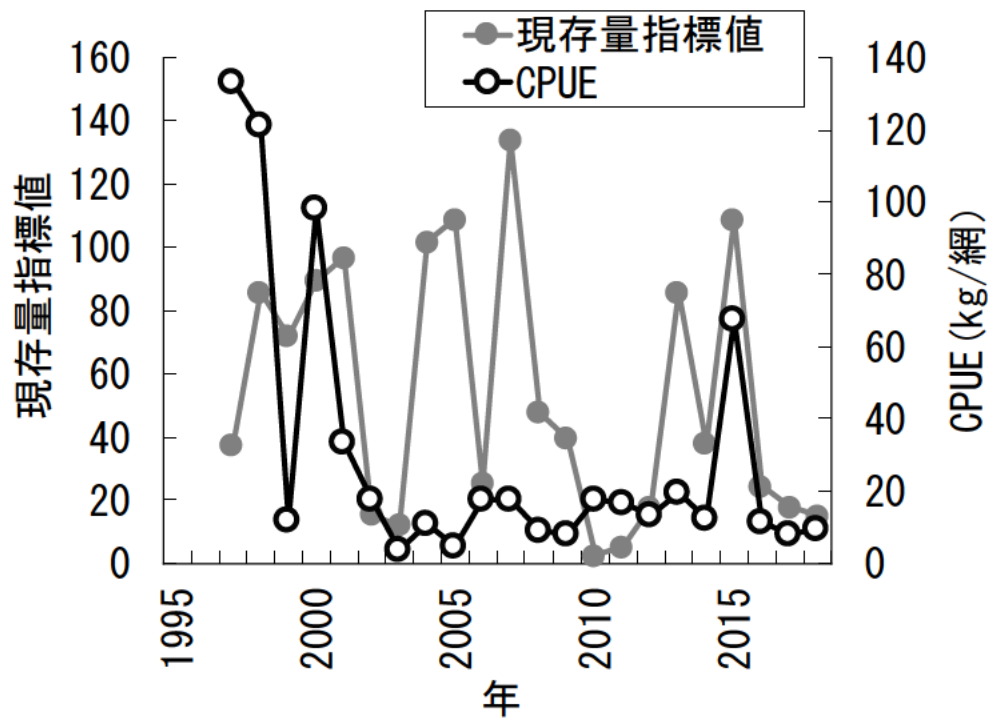


図 6. 現存量指標値 (計量魚探) と中層トロールによるカタクチイワシの CPUE (8・9 月)

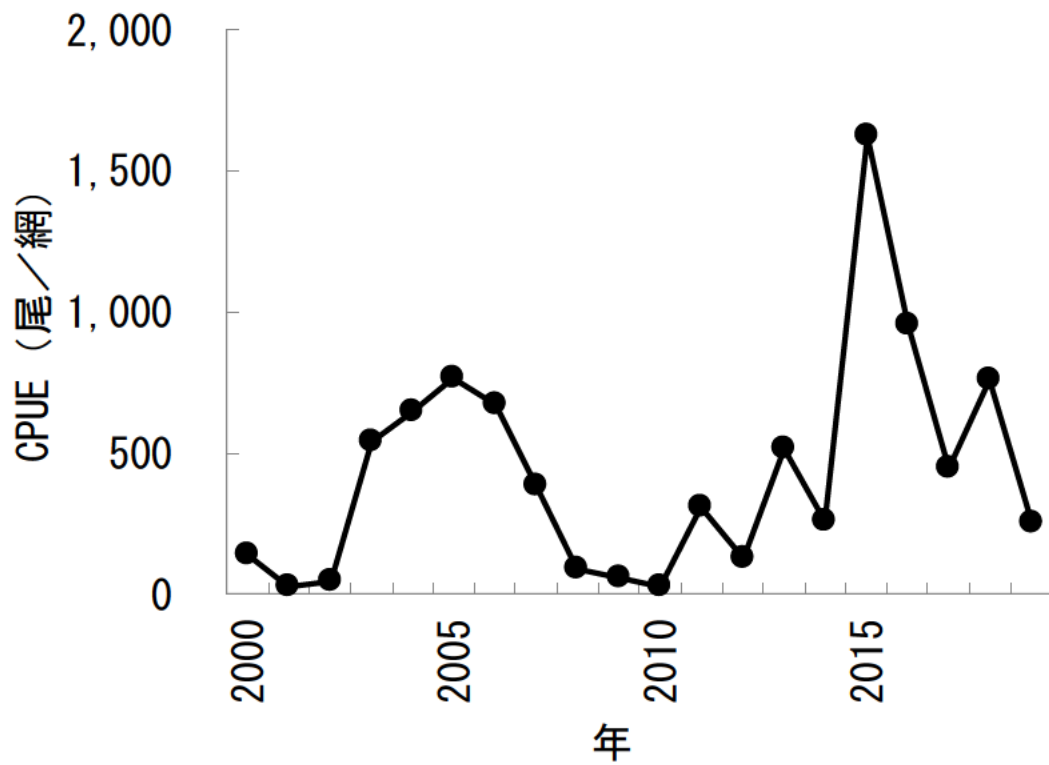


図 7. 東シナ海で実施した調査における仔魚の CPUE (4 月)

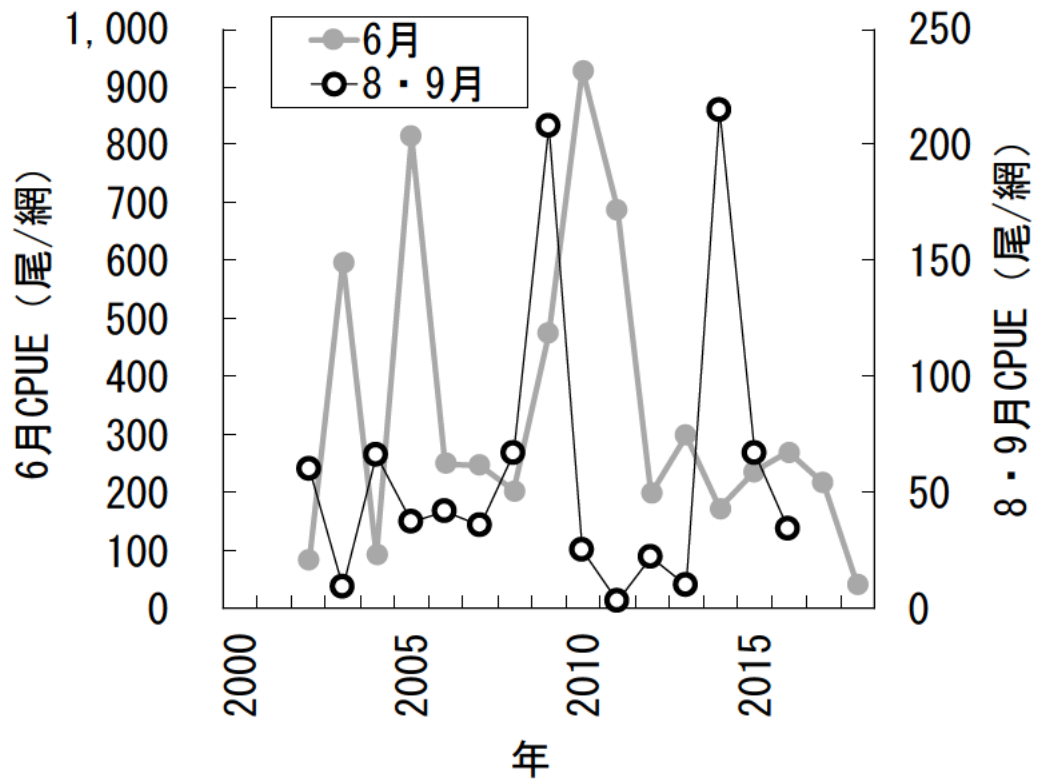


図 8. 九州北西岸で実施した調査における仔魚の CPUE (6 月および 8・9 月)

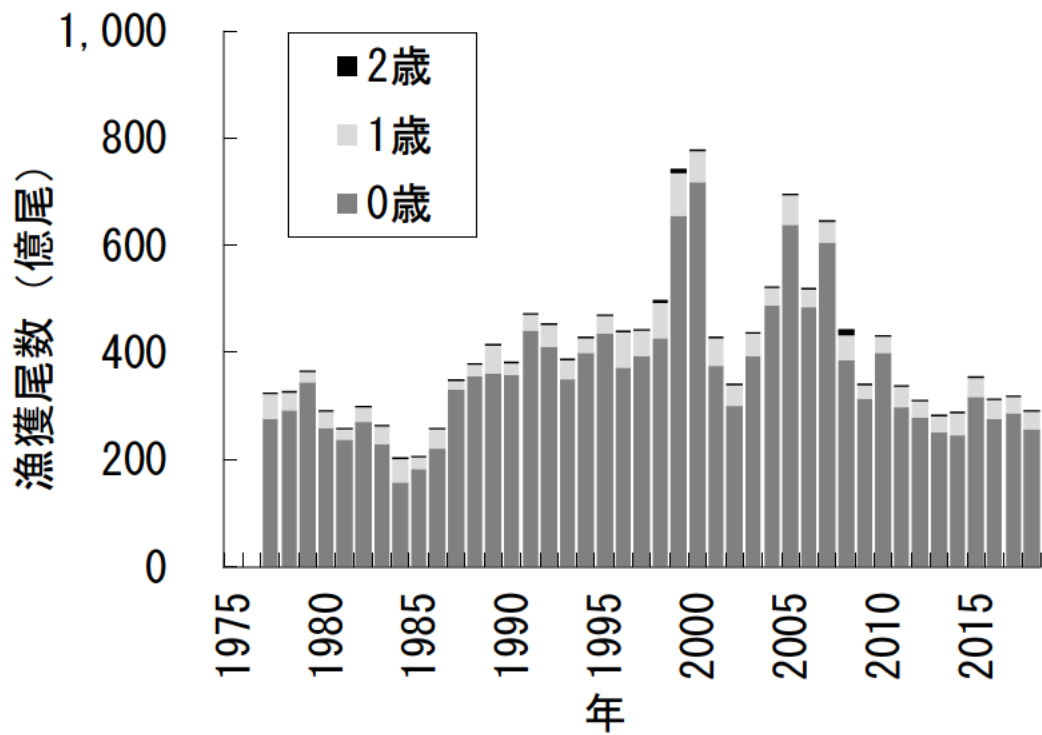


図 9. 年齢別漁獲尾数

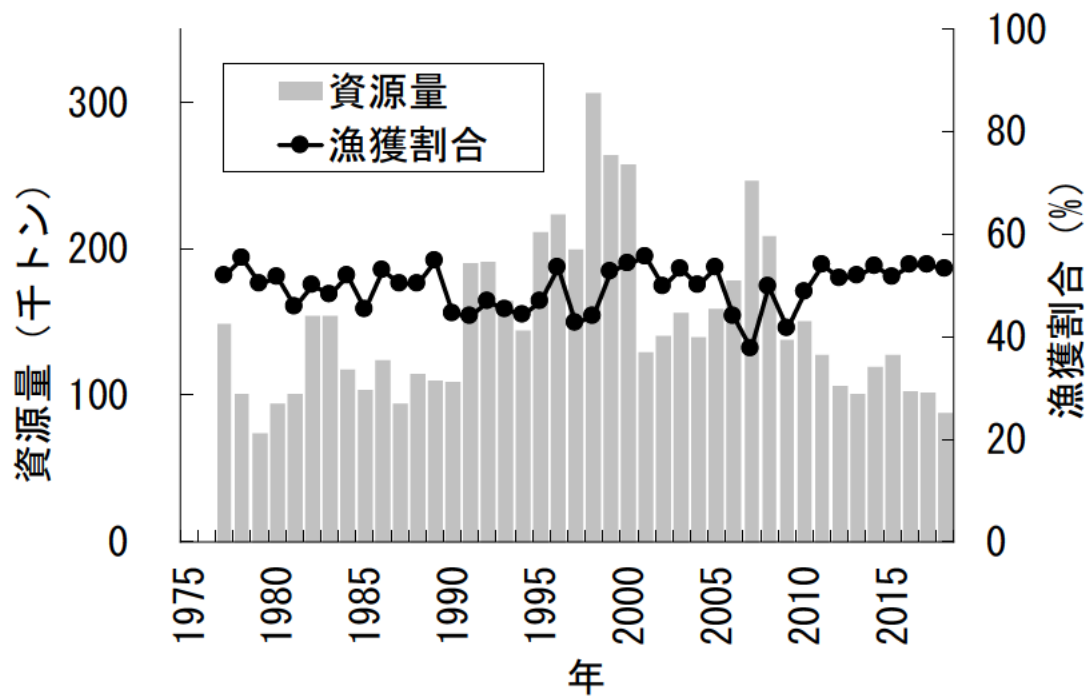


図 10. 資源量と漁獲割合の推定結果

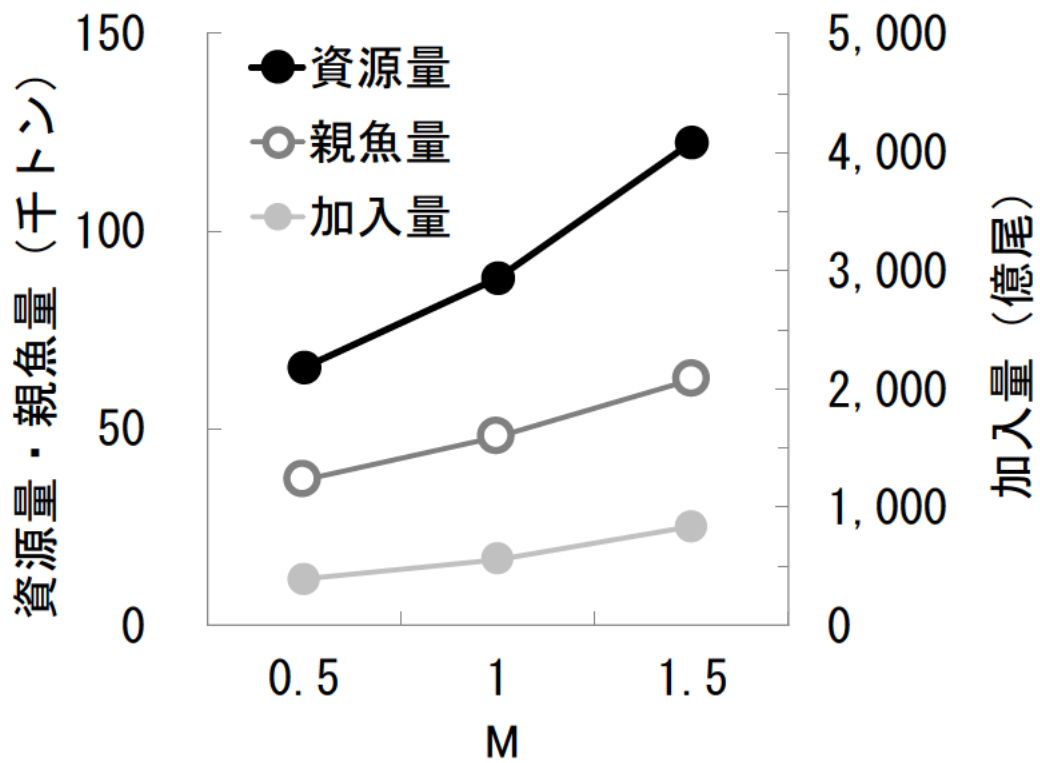


図 11. 自然死亡係数 (M) の変化に伴う資源量と親魚量および加入量の変化

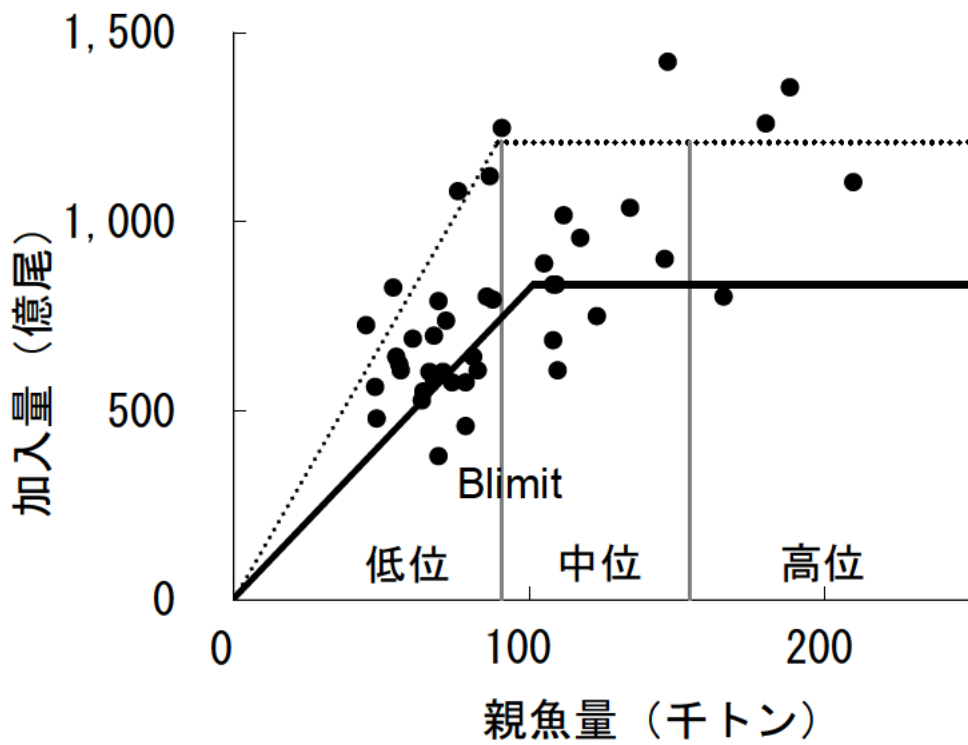


図 12. 再生産関係と Blimit (91 千トン) の設定 点線は RPS と加入量の各々上位 10%、実線は想定される再生産関係を示す。

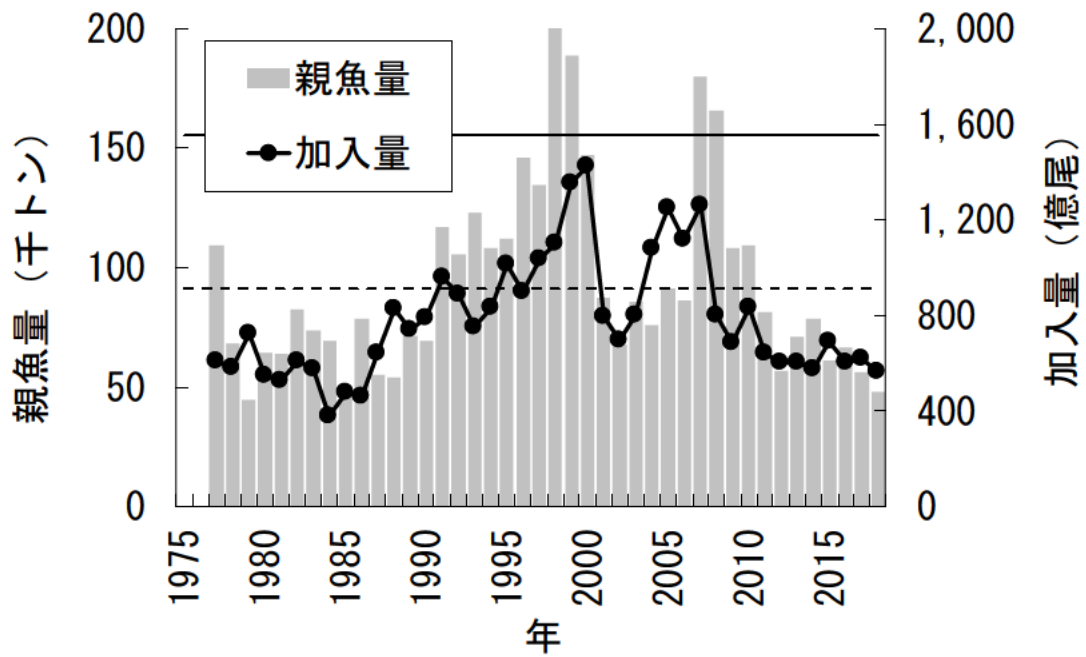


図 13. 親魚量と加入量の経年変化 実線は高位と中位の境界、破線は中位と低位の境界 (Blimit) を示す。

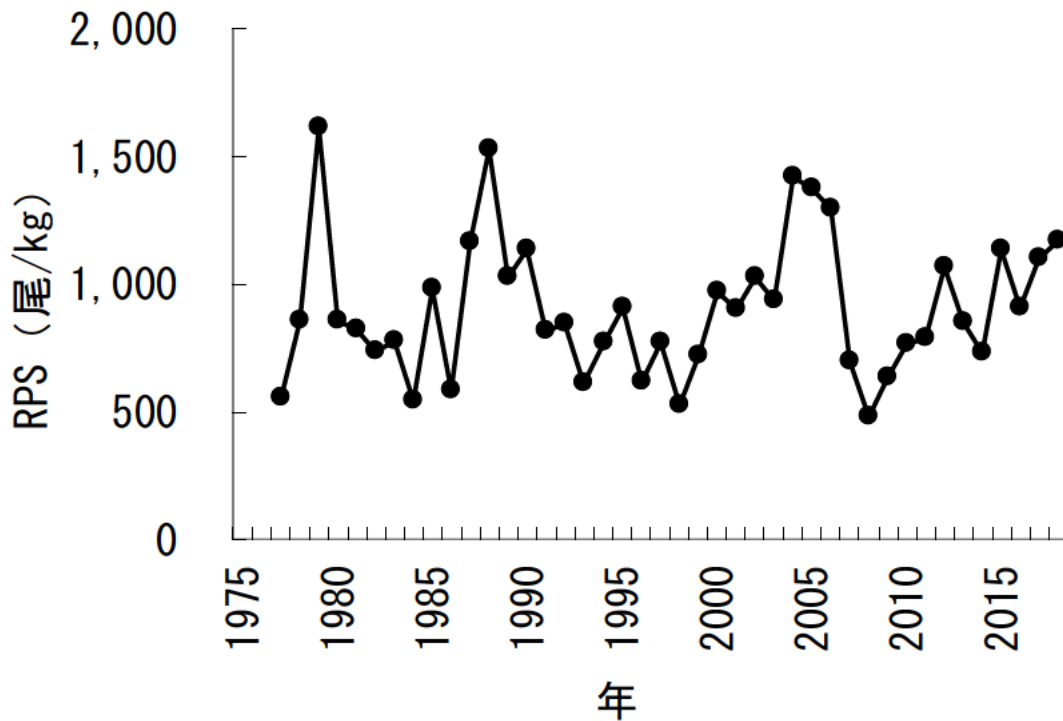


図 14. RPS の経年変化

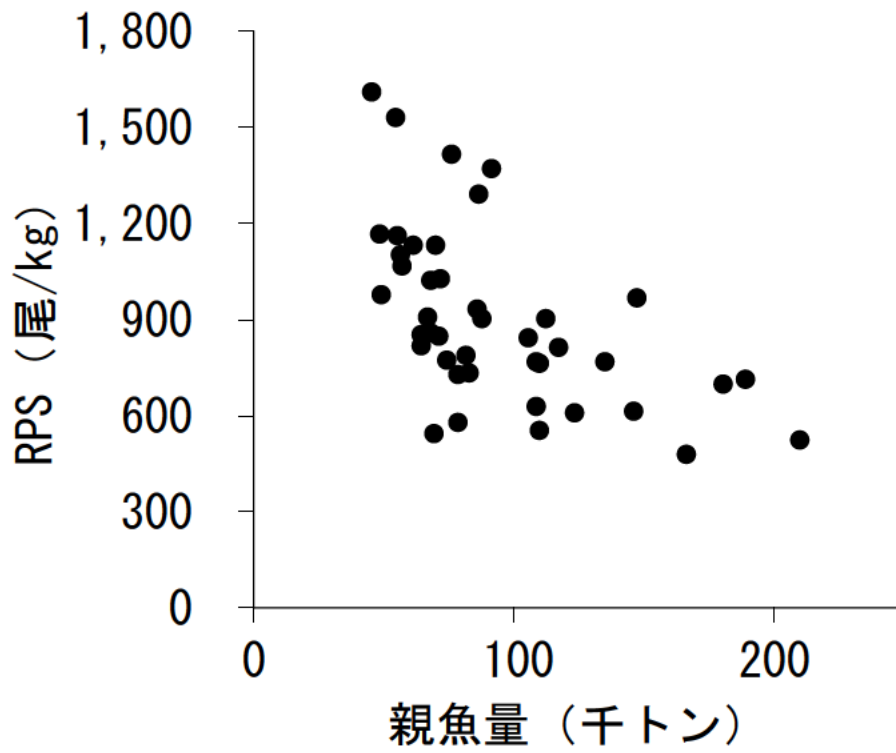


図 15. 親魚量と RPS との関係

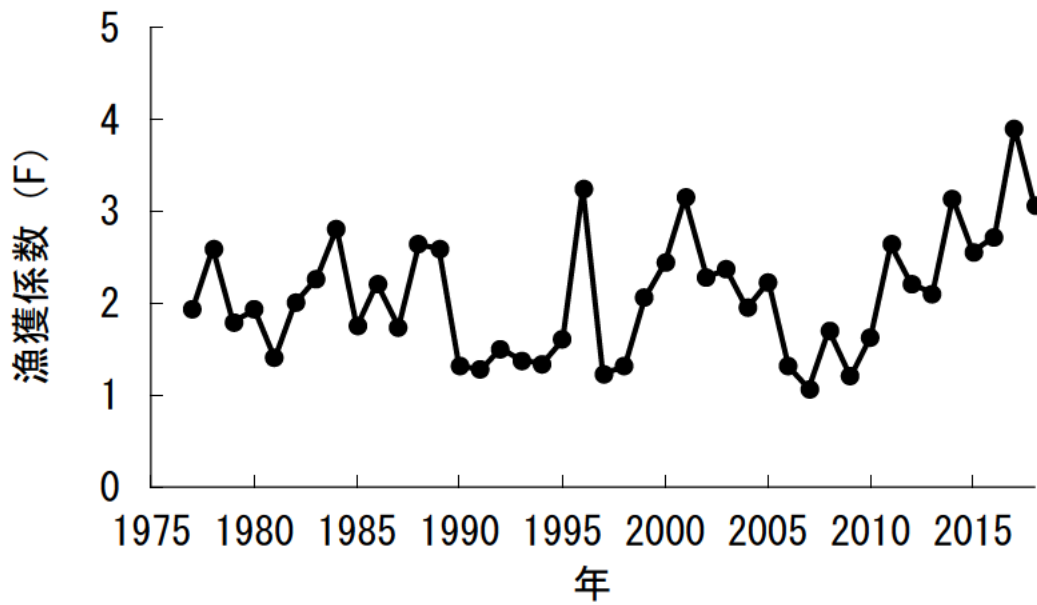


図 16. 漁獲係数 (F) の経年変化

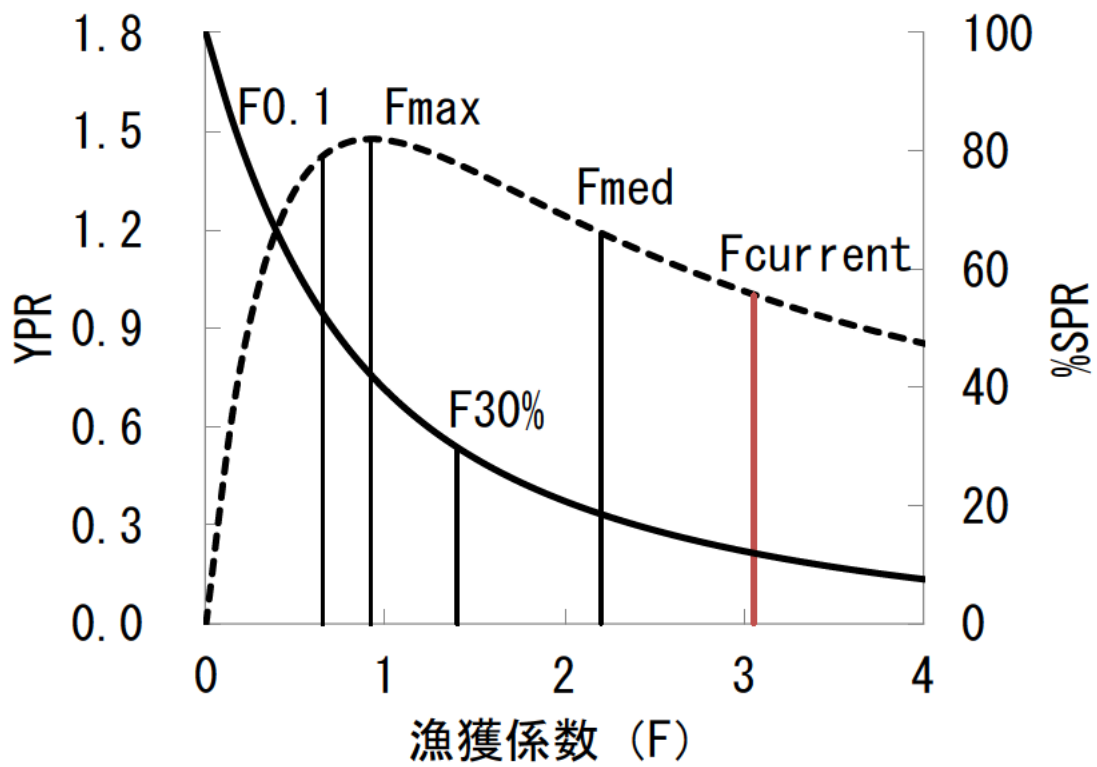


図 17. 漁獲係数 (F) と %SPR (実線) および YPR (破線) との関係

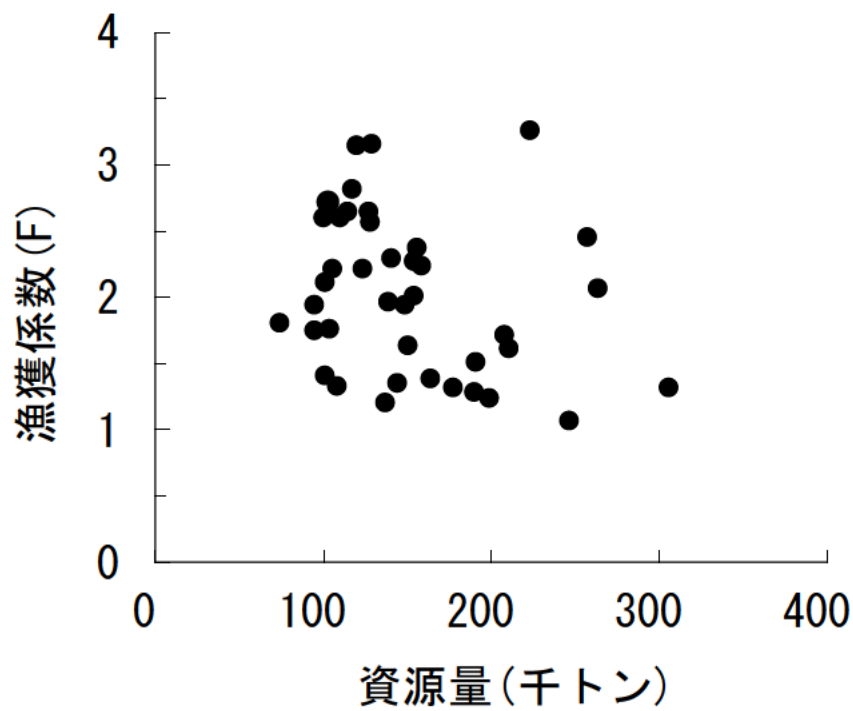


図 18. 資源量と漁獲係数 (F) との関係

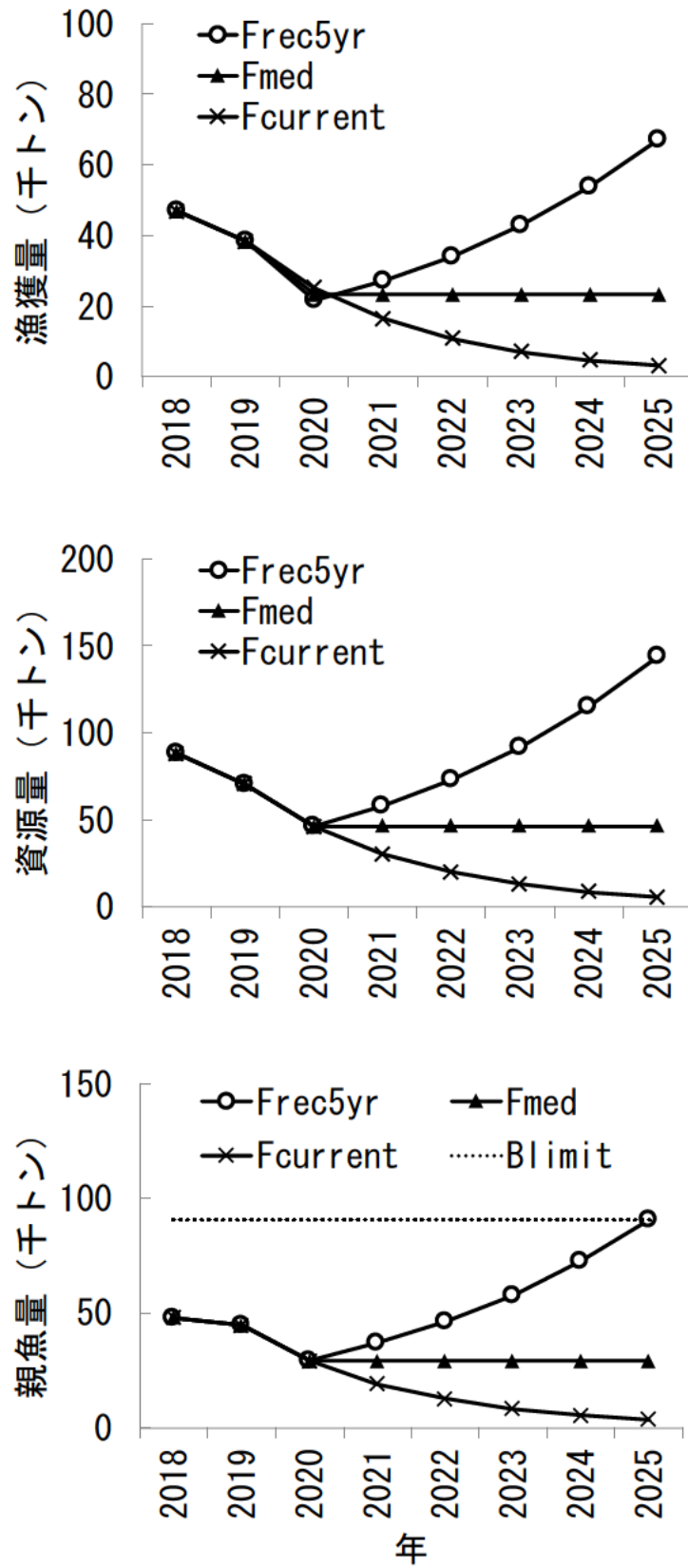


図 19. 漁獲係数 (F) の調整により漁獲量 (上)・資源量 (中)・親魚量 (下) に表れる管理効果 各漁獲係数は Limit の値、親魚量の図中の破線は Blimit を示す。

表 1. カタクチイワシ（日本、韓国、中国）とシラス（日本）の漁獲量（千トン）
 日本海北区：青森県～石川県、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 北区	日本海 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（日本、韓国、中国）とシラス（日本）の漁獲量（千トン）（つづき）

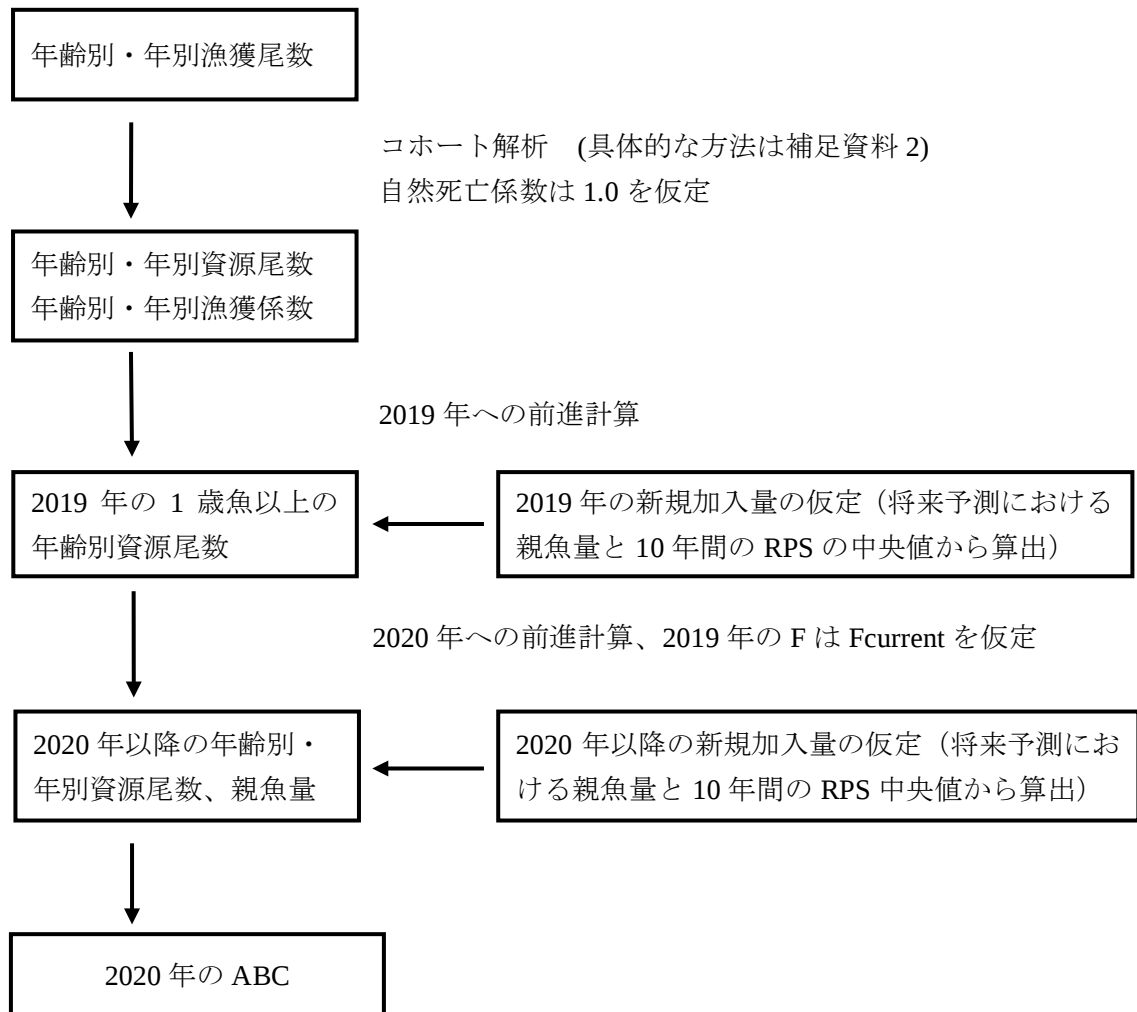
年	日本海 北区	日本海 西区	東シナ海区	対馬暖流系群 合計	韓国	中国	シラス
2001	0.4	18.9	45.9	65.2	273.9	1,075.6	6.7
2002	7.4	17.7	40.4	65.5	236.3	998.1	4.6
2003	5.3	29.0	43.6	77.9	250.1	1,106.5	5.2
2004	4.8	13.6	42.7	61.0	196.6	935.4	8.8
2005	2.0	16.2	56.9	75.1	249.0	882.6	9.9
2006	6.4	19.0	44.8	70.2	265.3	826.8	8.2
2007	5.8	20.9	56.7	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	816.2	4.8
2017	0.7	8.5	41.1	50.3	210.9	703.7	4.6
2018	1.0	4.1	38.0	43.1	188.5		3.8

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(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	910	54
2017	102	56	1,104	54
2018	88	48	1,169	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-年齢キーを月別海域別（東シナ海・日本海）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。

最近年（2018）を除く2017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（2018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。

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

最近年（2018）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（2015年から2017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。

2019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。

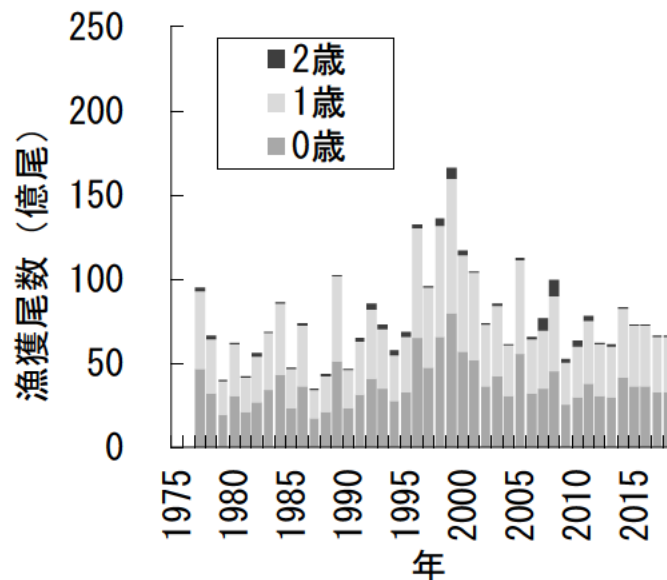
次式5を用いて2019年以降の年齢別漁獲尾数を推定した。

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

補足資料3 資源量推定方法の他系群との違い

令和元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2020年の算定漁獲量を参考値として試算した。また、瀬戸内海系群の資源評価では、0歳魚の自然死亡係数が1年間の合計値では2.7となり、当系群の1.0より高い。0歳魚のMが高い場合($M_0=2.7$; 他の年齢のMは1.0のまま)についても、2020年の算定漁獲量を参考値として試算した。

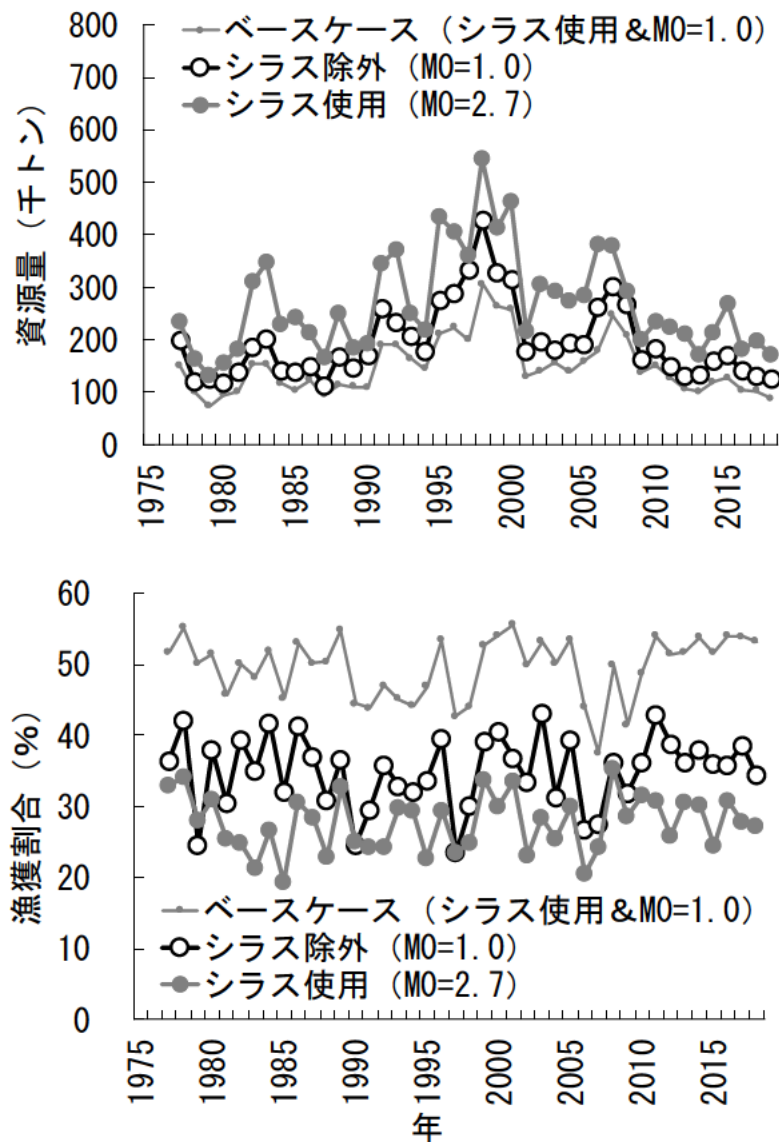
試算においては、シラス漁獲量を用いないこともしくは0歳魚のMが高いこと以外の条件は、全てABC算定に用いた方法(補足資料2; 以下ベースケースと呼ぶ)と同一とした。シラス漁獲量を用いない場合、0歳魚の漁獲尾数からシラス分が除かれるため、1歳魚と2歳魚が漁獲量に占める割合が相対的に増加した(補足図3-1)。



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

異なる条件での推定資源量の長期的なトレンドは、ベースケースとほぼ同様であった(補足図3-2)。ただし、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ベースケースよりも多く推定された。この理由として、シラス漁獲量を除いたことにより

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。また別の要因として、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。実際、自然死亡係数を 2.7 とした場合、シラス漁獲量を除外した場合より、資源量は多くなった。漁獲割合は、シラス漁獲量を除外した場合および 0 歳魚の M が高い場合とも、ベースケースより低かった。ちなみに、どちらも場合も、親魚量の推定値はベースケースと同じであった。



補足図 3-2. シラス漁獲量の使用の有無及び異なる 0 歳魚の M による資源量推定結果の違い

シラス漁獲量を除外した場合、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、 B_{limit} を 2005 年の親魚量 (95 千トン: 本試算による値) とすると、2018 年の親魚量 (48 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 (2025 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 (2018 年) を除く近年 10 年間の RPS の中央値 (306 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 (275 億尾: 本試算による値) とした。シラス漁獲量を除外した場合の 2020 年の算定漁獲量を下表に示す。

管理基準	Target/ Limit	2020 年 算定漁獲量 (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 ($F_{current}$ からの増減%)
Frec5yr	Target	20	22	0.59 (-76%)
	Limit	23	26	0.74 (-70%)

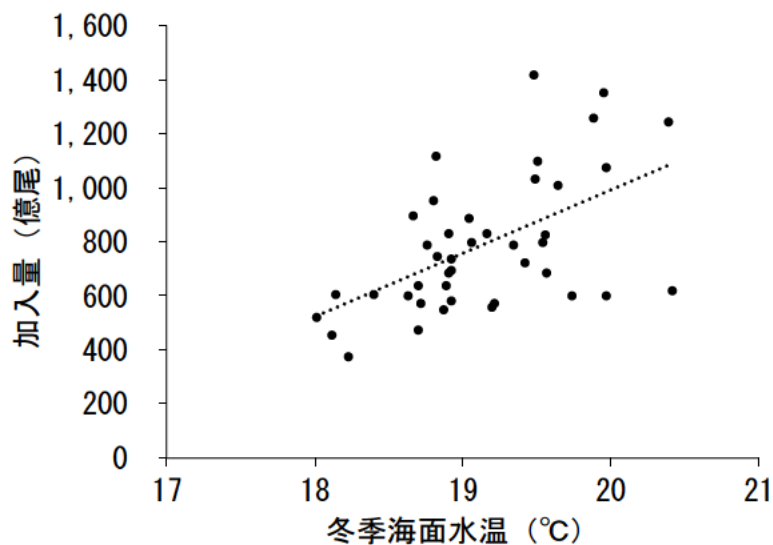
0 歳魚の M が高い場合 ($M_0=2.7$)、加入量と再生産成功率それぞれの上位 10%を示す 2 直線の交点を目安として、 B_{limit} を 2005 年の親魚量 (91 千トン: 本試算による値) とすると、2018 年の親魚量 (48 千トン: 本試算による値) はこの値を下回っている。したがって、5 年後 (2025 年) に資源を B_{limit} まで回復させる F (F_{rec5yr}) 及び、より確実な回復をねらって係数 α を乗じた値 ($0.8F_{rec5yr}$) の下での漁獲量を試算した。なお、加入量は直近年 (2018 年) を除く近年 10 年間の RPS の中央値 (2,624 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 (2,503 億尾: 本試算による値) とした。0 歳魚の M が高い場合の 2020 年の算定漁獲量 (シラスを含む) を下表に示す。

管理基準	Target/ Limit	2020 年 算定漁獲量 (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 ($F_{current}$ からの増減%)
Frec5yr	Target	17	20	0.96 (-66%)
	Limit	19	22	1.21 (-58%)

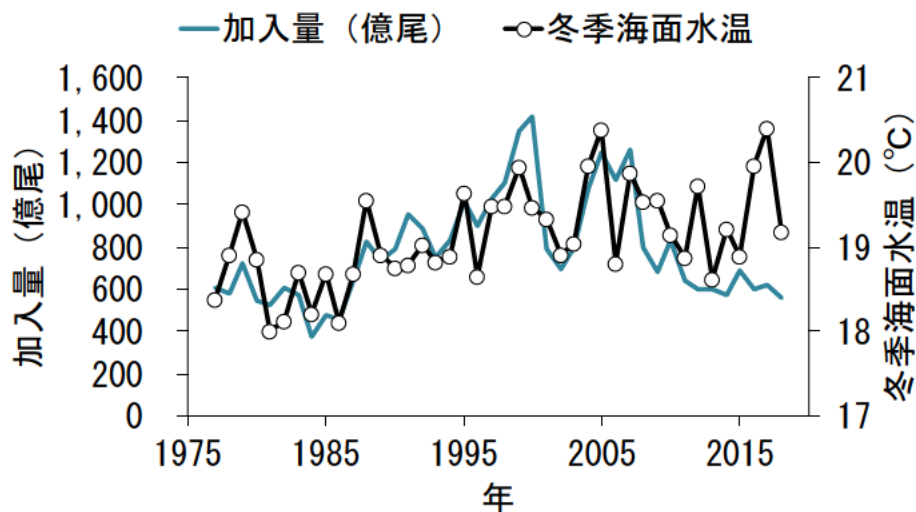
補足資料 4 資源量と海洋環境の関係

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。

1977～2018 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の相関がある（ $P<0.001$ ，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 3 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 620 億尾以下に留まっている。時代により相関関係が変化している可能性があり、各季節の環境条件と加入量の関係についてさらなる分析が必要である。



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（2000～2019年）

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチワシ	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
	2017	鹿児島県	2	0	2	11	0	4
	2018	鹿児島県	16	39	48	4	73	0
	2019	鹿児島県	12	35	4	17	0	0
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（2000～2019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
	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	1,297	1,411	31,663	1,093	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	1,171	28
	2019	長崎県	4	31	50	136	1	0
		鹿児島県	18	51	224	2,342	384	0
		西海水研	72	724	1,294	18,152	1,890	0
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

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（2000～2019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
	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
	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
	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
	2019	鹿児島県	18	10	25	5,218	235	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	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	251,328	30,052	838	0.5	12.4	27.9
2014	245,482	41,339	904	0.7	10.7	28.8
2015	316,113	36,071	245	1.0	9.6	29.0
2016	275,943	36,024	591	0.6	10.4	23.0
2017	285,184	32,861	469	0.7	9.9	26.5
2018	257,559	32,813	70	0.7	8.6	24.7

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	平均
1977	60,639	8,598	422	1.38	2.21	2.21	1.94
1978	58,288	5,585	347	1.74	3.01	3.01	2.59
1979	72,328	3,759	101	1.54	1.92	1.92	1.79
1980	54,829	5,692	203	1.51	2.14	2.14	1.93
1981	52,376	4,468	247	1.36	1.42	1.42	1.40
1982	60,599	4,933	396	1.33	2.34	2.34	2.00
1983	57,387	5,925	175	1.07	2.86	2.86	2.27
1984	37,718	7,251	124	1.16	3.63	3.63	2.80
1985	47,591	4,342	71	0.99	2.12	2.12	1.75
1986	45,734	6,485	191	1.58	2.52	2.52	2.21
1987	64,219	3,465	192	1.88	1.67	1.67	1.74
1988	82,607	3,590	240	1.24	3.34	3.34	2.64
1989	73,679	8,814	47	1.65	3.06	3.06	2.59
1990	78,979	5,187	151	1.37	1.29	1.29	1.32
1991	95,601	7,368	525	1.42	1.21	1.21	1.28
1992	88,841	8,541	808	1.43	1.55	1.55	1.51
1993	75,025	7,854	670	1.47	1.33	1.33	1.38
1994	83,364	6,337	764	1.56	1.23	1.23	1.34
1995	101,339	6,436	681	1.23	1.78	1.78	1.60
1996	89,916	10,858	398	1.15	4.30	4.30	3.25
1997	103,334	10,503	54	0.99	1.35	1.35	1.23
1998	110,182	14,110	1,006	1.02	1.46	1.46	1.31
1999	135,325	14,605	1,210	1.60	2.29	2.29	2.06
2000	142,163	10,050	545	1.79	2.76	2.76	2.44
2001	79,171	8,699	234	1.51	3.97	3.97	3.15
2002	69,640	6,429	61	1.25	2.79	2.79	2.28
2003	80,015	7,373	145	1.66	2.72	2.72	2.36
2004	107,893	5,601	180	1.37	2.24	2.24	1.95
2005	124,753	10,073	220	1.84	2.42	2.42	2.23
2006	111,773	7,269	328	1.26	1.34	1.34	1.31
2007	125,930	11,667	701	1.57	0.81	0.81	1.06
2008	79,839	9,637	1,910	1.58	1.76	1.76	1.70
2009	68,472	6,077	608	1.42	1.09	1.09	1.20
2010	83,409	6,099	752	1.56	1.66	1.66	1.63
2011	64,061	6,469	426	1.46	3.22	3.22	2.63
2012	60,363	5,467	95	1.42	2.60	2.60	2.21
2013	60,277	5,367	150	1.16	2.57	2.57	2.10
2014	57,385	6,931	152	1.22	4.10	4.10	3.14
2015	68,838	6,221	42	1.42	3.12	3.12	2.55
2016	60,310	6,151	101	1.40	3.37	3.37	2.71
2017	62,036	5,450	78	1.42	5.14	5.14	3.90
2018	56,135	5,524	12	1.41	3.88	3.88	3.05