

令和3（2021）年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター
水産技術研究所 環境・応用部門

参画機関：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、山形県水産研究所、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、海洋生物研究所

要 約

本系群の資源量について、コホート解析により計算した。資源量は1977年以降、増減を繰り返しながら11.7万～42.6万トンで推移した。2009年以降は15.0万トン前後で推移しており、2020年は12.7万トンと推定された。

将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します。

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 (%)
2017	130	56	50	3.59	39
2018	130	49	44	3.46	34
2019	134	68	54	3.29	40
2020	127	51	46	3.44	36

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	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
・仔魚分布密度	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)

・産卵量	<ul style="list-style-type: none"> ・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 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・シェルシェンコフ 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、本評価では全体の産卵量に対する 0 歳魚による産卵量は非常に少ないとみなし、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～鹿児島県の合計値に、太平洋海区に所属する漁船による東シナ海区における漁獲量（漁獲成績報告書より集計）を足し、さらに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は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 10.0 万トンを超えていたが、2001 年に急減し、2004 年には 6.1 万トンまで減少した。漁獲量はその後、2005～2008 年にかけて 9.7 万トンまで増加したが、2009 年に減少し、それ以降 4.4 万～6.6 万トンの範囲で推移している。近年の漁獲量は 2016 年以降減少傾向にあり、2020 年は 4.6 万トンであった。

海區別にみると（表 1）、日本海北区の漁獲量は 1995 年に 0.9 万トンまで増加した後、1996 年、2001 年、2005 年を除いて 0.5 万トン前後で変動していたが、2011 年以降、2014 年と 2015 年を除いて、0.3 万トンを下回っている。2020 年の漁獲量は 0.4 万トンであった。

日本海西区の漁獲量は、1991～1998 年にかけて 7.0 万トンまで増加したが、その後減少

し、2001年以降は2.0万トン前後で推移した。漁獲量は2011年以降減少傾向にあったが、2020年の漁獲量はやや多く0.9万トンであった（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6.5万トンに達し、他の2海区を上回るようになった。漁獲量はその後、2009年（2.6万トン）を除き3.2万～7.0万トンの間で推移し、2020年はやや少ない3.3万トンであった（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0.2万～0.6万トンの間で増減したが、以後およそ10年間は0.6万トン前後で推移した（表1）。漁獲量は1999年と2000年に1.0万トンを超えたが、2002年には0.5万トン未満まで急減した。その後、漁獲量は2005年前後に再び1.0万トン近くまで増加したが、2008年以降、減少傾向にある。2020年の漁獲量は0.4万トンであった（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た（表1、水産統計（韓国海洋水産部）、<https://www.fips.go.kr/p/Main/>、2021年8月）。漁獲量は、2016年に14万トンに落ち込んだ後、20万トン前後で推移し、2020年は22万トンであった。

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 1950-2019、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en/>、2021年8月）。中国による漁獲量はその後2009年まで一旦減少したが、以後再び増加して2015年には96万トンに達した。しかし、2016年以降漁獲量は減少傾向にあり、データが利用可能な直近年である2019年は63万トンであった（表1）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

令和2年度まで本系群ではシラスを含めた資源評価をベースケースとして行っていたが、シラスの漁獲量を考慮しない太平洋系群との整合を図るため、シラスを含めない年別年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により、1977～2020年の資源量を推定した（補足資料1、2、3）。なお、後述する各種調査船調査から算出される資源量指標値は、系群全体の資源量をどのように反映しているか検討中のため、本報告のベースケースでは用いず、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（いわゆるチューニングは行っていない）。シラスを含めた場合や、異なる自然死亡係数を用いた場合、チューニングを行った場合などの資源評価結果は補足資料4に示した。

(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。2020年における産卵量は2019年並みの1,991兆粒であった。

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（漁獲量/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。近年では 2016 年以降の現存量指標値は低く、2020 年は 14.7 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。2002～2018 年までは、例外的に高かった 2015 年（67.4 kg/網）を除き、CPUE は 3.6 kg/網～19.8 kg/網の範囲で変動していた。2019 年の CPUE は 0.01 kg/網と過去最低を記録したが、2020 年は 7.9kg/網だった。

ニューストー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 尾/網～138 尾/網の範囲にあったが、2003～2007 年には 385 尾/網～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ったが、2021 年は増加し、891 尾/網であった。

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（5～6 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。5～6 月の調査における CPUE は、2003 年（598 尾/網）、2005 年（815 尾/網）、2009～2011 年（475 尾/網～928 尾/網）に特に高く、その他の年（2002～2017 年）には 85 尾/網～299 尾/網の間で変動した。2018 年の CPUE は急減して 43 尾/網と過去最低水準となったが、2020 年は 188 尾/網にまで回復した。

(3) 漁獲物の年齢（体長）組成

本系群の年齢別漁獲尾数の推移を図 9 と補足資料 3 に示した。本系群の漁獲尾数の 38～78%は 0 歳魚によって占められ、0 歳魚の漁獲尾数は 8 倍程度の幅を緩やかに変動した。1977 年以降、0 歳魚の漁獲尾数は、増減を繰り返しながら増加傾向にあり 2005 年に最大値（134 億尾）を示したが、その後、減少し 2009 年に 35 億尾となり、以降は 32 億尾～65 億尾で推移した。2020 年の漁獲尾数は 0 歳魚で 60 億尾、1 歳魚で 36 億尾、2 歳魚で 1,780 万尾と推定された。

(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、図 11、表 2、補足資料 3）。1977 年以降において、資源量は 1994 年まで 17 万トン前後で推移したが、1995 年以降増加傾向を示して 1998 年に 42.6 万トンと最高値を示した。その後減少に転じて 2001～2005 年には 19 万トン前後で推移した後、2007 年には 30.2 万トンまで増加した。2007 年以降は緩やかな減少傾向にあり、2020 年は 12.7 万トンと推定された。

親魚量は 1980 年代には 6.6 万トン前後に留まっていたが、1991 年から 10 万トンを超え、その後 1998 年のピーク（21.0 万トン）まで増加した（表 2）。その後親魚量は、2002 年に 6.8 万トンまで減少した後、2007 年（19.2 万トン）にかけて増加し、以後漸減して 2020 年には 5.1 万トンと推定された。

加入量は1990年代前半まで240億尾前後で推移したが、1995年から400億尾を超え、1998年に最高値519億尾を示した(表2)。その後加入量は減少したが、2005年と2006年には再び400億尾を超えた。以後漸減して2007年以降は260億尾で推移し、2020年は295億尾と推定された。

漁獲割合は、1977年以降、継続的に35%前後で推移した。2020年の値は36%となった(図10)。

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12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67%となり、Mを1.5に仮定した場合には162%となった。

(5) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

年齢別選択率を2020年と同じにしてFを変化させた場合のYPRと%SPRを図13に示す。F_{current}(2018~2020年)の推定値は、F_{max}やF_{40%SPR}を上回り、F_{30%SPR}を下回った。

5. 資源評価のまとめ

資源量は1994年まで17.0万トン前後で推移したが、1995年以降増加傾向を示して1998年に42.6万トンと最高値を示した。その後減少に転じて2001~2005年には19.0万トン前後で推移した後、2007年には30.2万トンまで増加した。2007年以降は減少傾向にあり、2020年は12.7万トンと推定された。

6. その他

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歳魚が漁獲物の多く大半を占めるため、また加入量は翌年および翌々年の親魚量に大きく影響するため、加入量変動のメカニズムの理解が重要である。最近約10年間のデータは逸脱しているものの、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(黒田ほか2021; 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。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。また日本海中部の個体群と渤海・黄海の個体群には遺伝的分化が見られたとの報告もある(Zhang et al. 2020)。そのた

め、中国の漁獲量を考慮しないことが本系群の資源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、韓国漁船の漁場が日本漁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。そのため、韓国の漁獲を考慮した場合の資源評価を合わせて行い、補足資料 4 に結果を掲載した。今後、韓国による漁獲を資源評価において考慮する必要性をさらに評価するためには、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.
- 黒田啓行・高橋素光・依田真里・向草世香・佐々千由紀・日野晴彦 (2021) 令和 2 (2020) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 令和 2 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構.
- 日野晴彦・黒田啓行・向草世香・佐々千由紀・国松翔太(2021) 令和 3 (2021) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構.
- 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.
- Zhang, B. D., Y. L. Li, D. X. Xue and J. X. Liu (2020) Population genomics reveals shallow genetic

structure in a connected and ecologically important fish from the northwestern Pacific ocean.
Front. Mar. Sci. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00374>

(執筆者：日野晴彦、黒田啓行、向草世香、佐々千由紀、国松翔太)



図1. カタクチイワシ対馬暖流系群の分布域

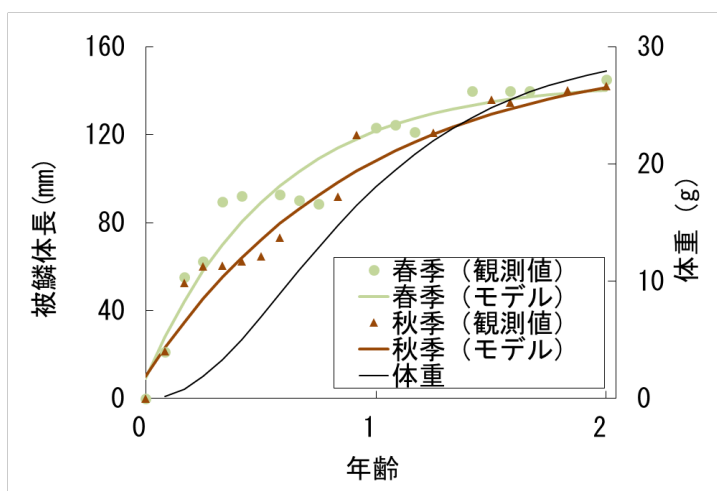


図2. カタクチイワシの成長様式 丸は観測値、実線はモデル値を示す。

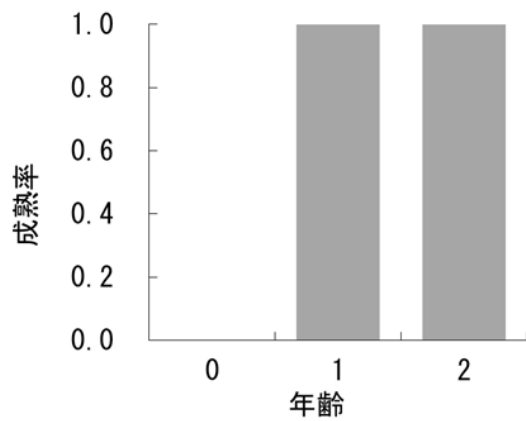


図3. 年齢別成熟率

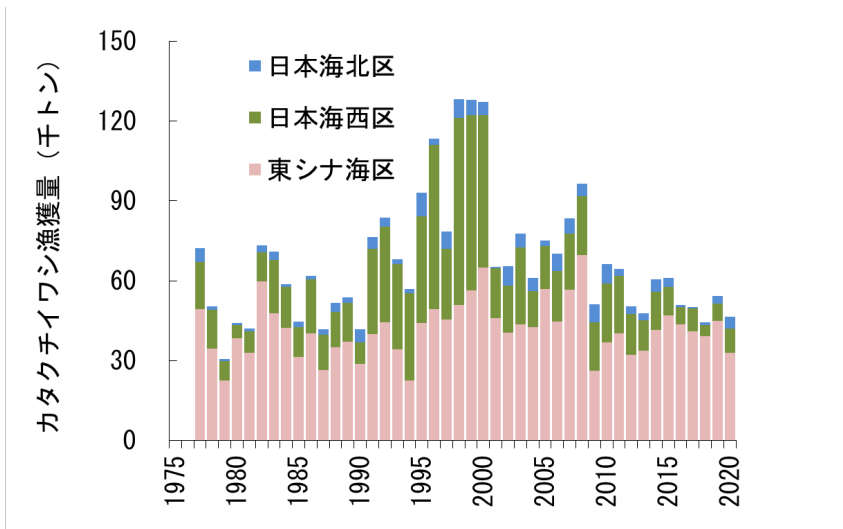


図 4. 漁獲量

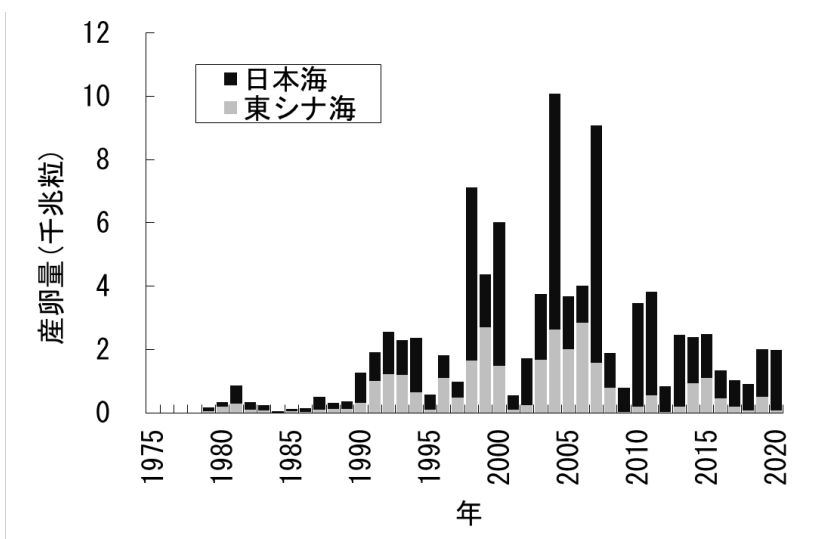


図 5. 産卵量の経年変化

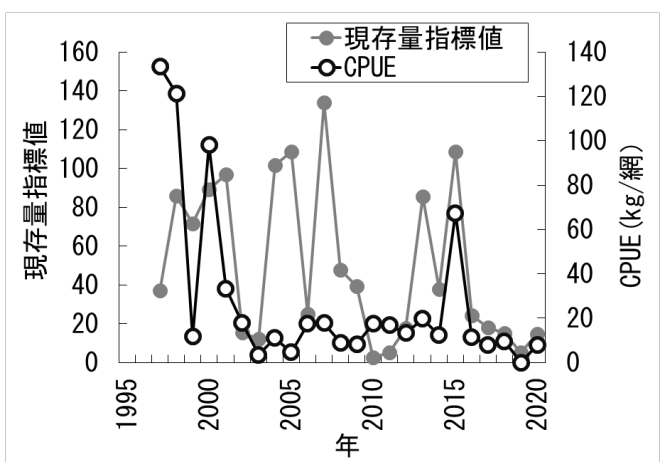


図 6. 現存量指標値 (計量魚探) と中層トロールによるカタクチイワシの CPUE (8~9 月)

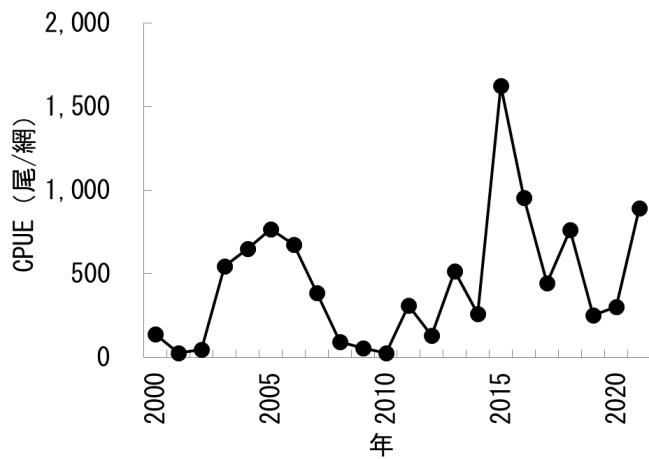


図 7. 東シナ海で実施した調査における仔魚の CPUE (4 月)

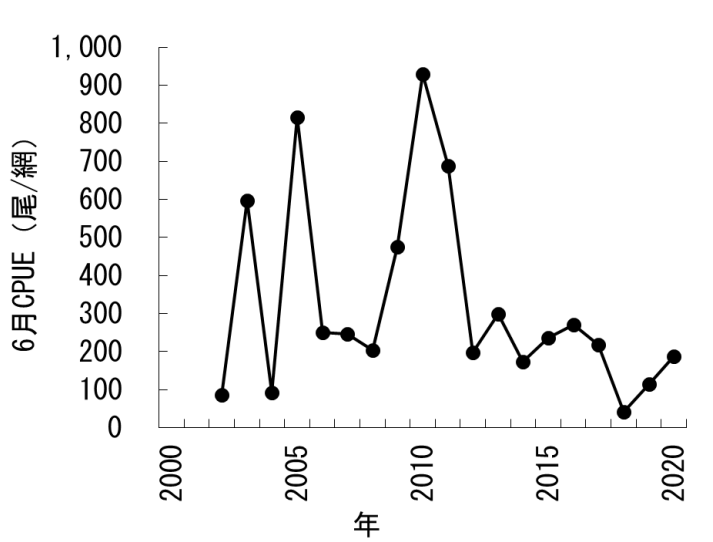


図 8. 九州北西岸で実施した調査における仔魚の CPUE (5~6 月)

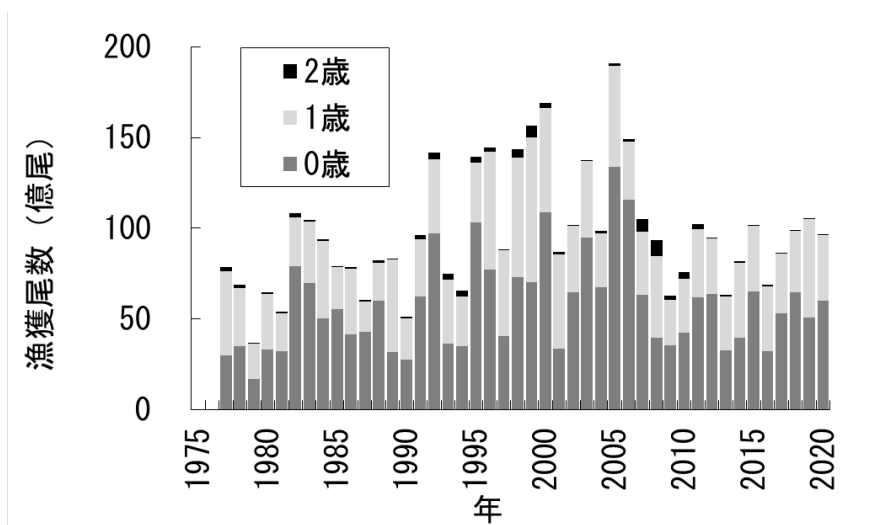


図 9. 年齢別漁獲尾数

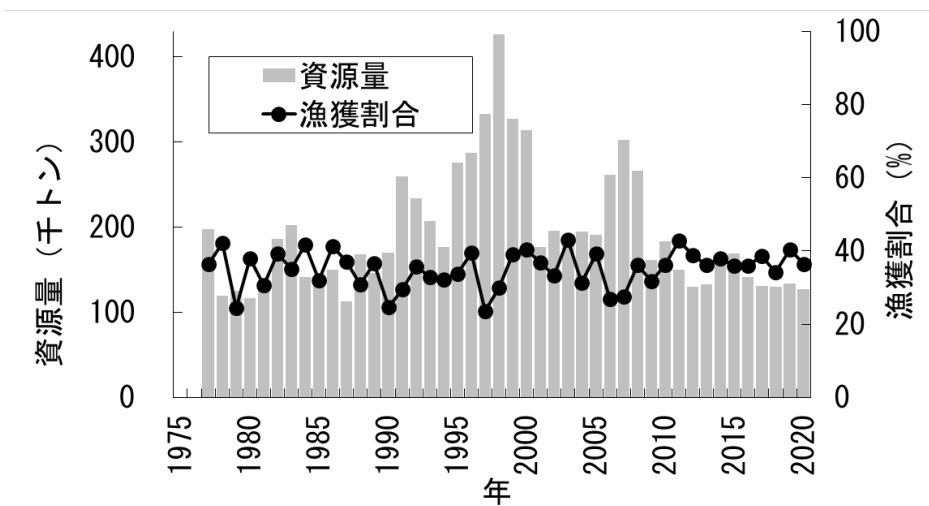


図 10. 資源量と漁獲割合の推定結果

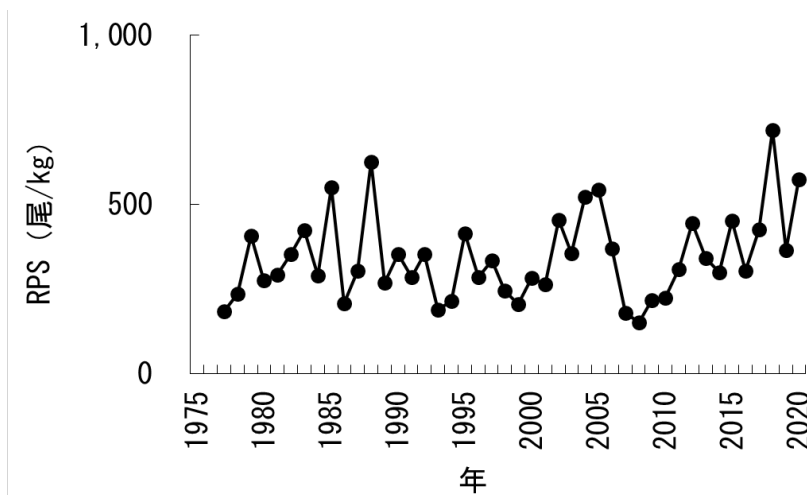


図 11. RPS の経年変化

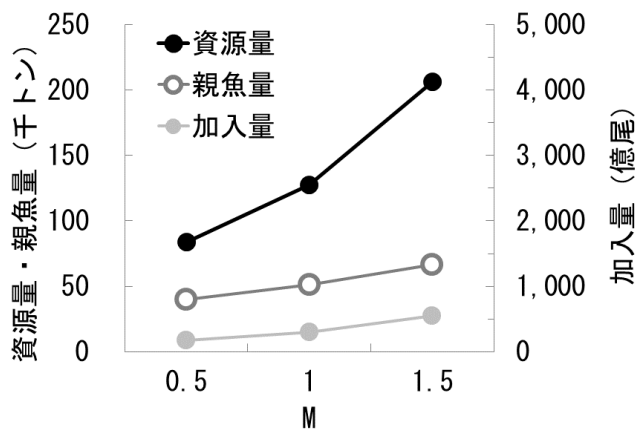


図 12. 自然死亡係数 (M) の変化に伴う資源量と親魚量および加入量の変化

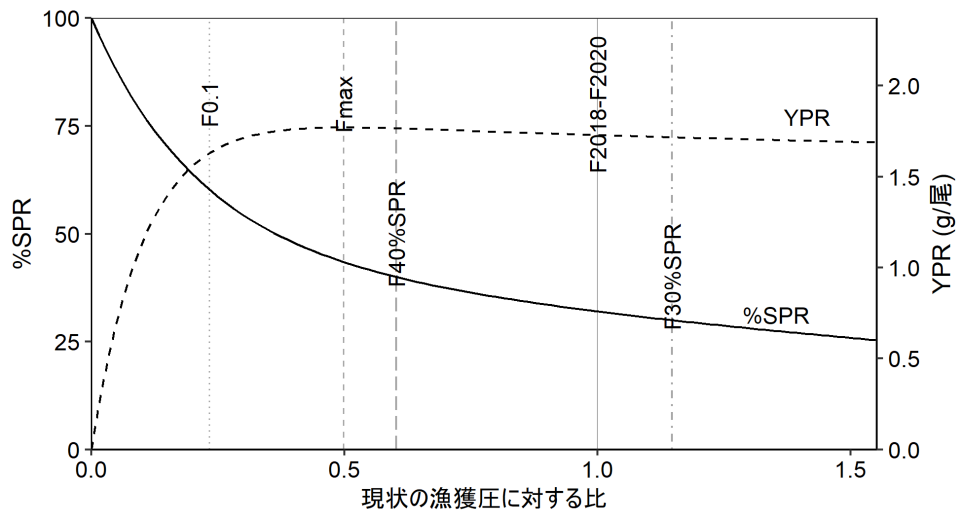


図 13. 漁獲係数 (F) と%SPR (実線) および YPR (破線) との関係

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）

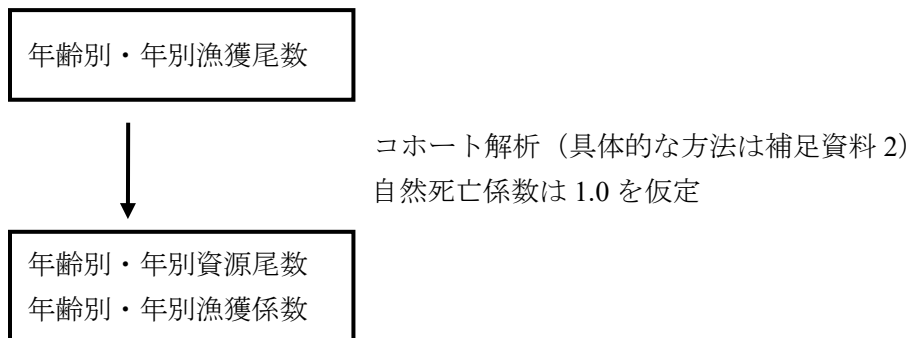
年	日本海 北区	日本海 西区	東シナ海区	対馬暖流系群 合計	韓国	中国	シラス
2001	0.4	18.9	45.9	65.2	273.9	1,075.6	6.7
2002	7.4	17.7	40.4	65.5	236.3	998.1	4.6
2003	5.3	29.0	43.6	77.9	250.1	1,106.5	5.2
2004	4.8	13.6	42.7	61.0	196.6	935.4	8.8
2005	2.0	16.2	56.9	75.1	249.0	882.6	9.9
2006	6.4	19.0	44.8	70.2	265.3	826.8	8.2
2007	5.8	20.9	56.7	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	39.2	44.4	188.5	658.4	3.9
2019	2.9	6.4	45.0	54.3	171.7	625.4	2.7
2020	4.4	9.2	32.8	46.4	216.8		3.6

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)	加入量 (千万尾)	再生産成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)
1977	198	109	2,014	184	37
1978	120	68	1,596	235	42
1979	125	45	1,827	407	25
1980	117	64	1,764	275	38
1981	138	64	1,875	294	31
1982	186	82	2,914	353	39
1983	203	74	3,124	423	35
1984	141	69	2,012	291	42
1985	139	48	2,674	552	32
1986	150	78	1,625	207	41
1987	113	55	1,680	305	37
1988	168	54	3,385	627	31
1989	146	72	1,935	270	37
1990	170	70	2,467	355	25
1991	259	118	3,356	286	29
1992	234	106	3,744	355	36
1993	207	124	2,333	189	33
1994	177	108	2,339	216	32
1995	276	112	4,657	414	34
1996	287	146	4,146	284	40
1997	333	135	4,514	334	24
1998	426	210	5,189	247	30
1999	327	189	3,890	206	39
2000	314	147	4,162	284	40
2001	177	88	2,308	264	37
2002	196	68	3,091	455	33
2003	180	86	3,081	357	43
2004	195	76	3,972	524	31
2005	191	95	5,165	544	39
2006	262	129	4,782	369	27
2007	302	192	3,480	181	28
2008	266	154	2,337	152	36
2009	161	104	2,242	216	32
2010	183	109	2,455	225	36
2011	150	81	2,508	309	43
2012	130	56	2,512	445	39
2013	132	71	2,421	342	36
2014	159	78	2,346	300	38
2015	169	61	2,751	453	36
2016	141	66	2,010	303	36
2017	130	56	2,402	427	39
2018	130	49	3,518	719	34
2019	134	68	2,477	366	40
2020	127	51	2,948	574	36

補足資料 1 資源評価の流れ



将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します。

補足資料 2 資源計算方法

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り年齢別年別漁獲尾数を推定した。なお、漁業の選択性の違いを年齢別漁獲尾数により正確に反映させるため、日本海における体長組成および漁獲は山口県～鳥取県と兵庫県～青森県に分けて集計した。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（2020）を除く2019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（2020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（2020）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（2017年から2019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。資源量指標値を用いたチューニングは行っていない。

補足資料3 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	3,009	4,643	228	4.4	11.2	31.2
1978	3,486	3,220	200	3.2	10.3	30.3
1979	1,698	1,945	52	4.4	11.1	31.1
1980	3,330	3,046	109	3.0	10.1	31.7
1981	3,239	2,058	114	4.0	12.6	30.2
1982	7,904	2,704	217	3.6	14.2	31.7
1983	6,996	3,389	100	4.1	11.6	30.1
1984	5,044	4,281	73	3.6	9.0	30.9
1985	5,526	2,319	38	3.4	10.7	29.1
1986	4,142	3,617	106	4.4	11.2	29.1
1987	4,271	1,706	95	3.4	14.2	30.5
1988	5,996	2,101	140	3.4	13.3	26.7
1989	3,174	5,096	27	3.9	8.0	26.9
1990	2,762	2,280	67	4.1	12.5	30.9
1991	6,234	3,153	225	4.2	13.9	28.2
1992	9,721	4,086	387	3.4	9.5	29.5
1993	3,662	3,514	300	3.6	13.3	28.0
1994	3,515	2,729	329	2.9	13.6	28.7
1995	10,327	3,270	346	3.5	14.0	31.7
1996	7,730	6,502	238	3.4	12.5	26.1
1997	4,042	4,745	25	4.4	12.7	25.3
1998	7,311	6,582	469	4.2	12.9	27.6
1999	7,022	7,990	662	3.6	10.5	29.1
2000	10,901	5,710	310	4.0	13.1	28.3
2001	3,384	5,177	139	3.9	9.4	25.6
2002	6,479	3,663	35	4.1	10.3	31.7
2003	9,478	4,218	83	3.1	11.1	26.3
2004	6,732	3,010	96	3.0	12.8	23.5
2005	13,377	5,577	122	1.8	8.5	24.0
2006	11,581	3,210	145	2.8	10.7	25.8
2007	6,345	3,484	678	3.2	12.8	27.7
2008	3,963	4,509	894	4.8	11.4	29.0
2009	3,544	2,515	227	2.6	14.0	30.5
2010	4,228	2,997	370	3.0	14.5	27.5
2011	6,200	3,767	248	2.7	10.8	27.0
2012	6,387	3,069	53	2.9	9.9	25.7
2013	3,256	3,005	84	2.5	12.4	27.9
2014	3,973	4,134	90	3.4	10.7	28.8
2015	6,542	3,607	25	3.9	9.6	29.0
2016	3,206	3,602	59	3.7	10.4	23.0
2017	5,300	3,286	47	3.1	9.9	26.5
2018	6,489	3,387	7	2.3	8.7	24.7
2019	5,085	5,414	8	2.7	7.5	26.1
2020	6,007	3,630	18	2.6	8.4	23.9

補足資料3 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	20,141	8,598	422	0.28	2.21	2.21	1.57
1978	15,965	5,585	347	0.45	3.01	3.01	2.16
1979	18,272	3,759	101	0.17	1.92	1.92	1.33
1980	17,635	5,692	203	0.37	2.14	2.14	1.55
1981	18,751	4,468	247	0.34	1.42	1.42	1.06
1982	29,138	4,933	396	0.59	2.34	2.34	1.76
1983	31,245	5,925	175	0.46	2.86	2.86	2.06
1984	20,119	7,251	124	0.53	3.63	3.63	2.59
1985	26,739	4,342	71	0.42	2.12	2.12	1.56
1986	16,248	6,485	191	0.55	2.52	2.52	1.86
1987	16,802	3,465	192	0.54	1.67	1.67	1.29
1988	33,845	3,590	240	0.35	3.34	3.34	2.34
1989	19,348	8,814	47	0.32	3.06	3.06	2.15
1990	24,672	5,193	152	0.20	1.29	1.29	0.93
1991	33,559	7,401	527	0.37	1.21	1.21	0.93
1992	37,442	8,564	810	0.56	1.54	1.54	1.22
1993	23,328	7,878	672	0.30	1.33	1.33	0.99
1994	23,391	6,361	767	0.28	1.23	1.23	0.91
1995	46,571	6,473	685	0.46	1.79	1.79	1.34
1996	41,462	10,869	398	0.37	4.29	4.29	2.98
1997	45,136	10,565	55	0.16	1.35	1.35	0.95
1998	51,892	14,153	1,009	0.26	1.46	1.46	1.06
1999	38,900	14,656	1,215	0.35	2.29	2.29	1.64
2000	41,621	10,052	546	0.57	2.76	2.76	2.03
2001	23,075	8,700	234	0.28	3.96	3.96	2.74
2002	30,908	6,436	61	0.42	2.79	2.79	2.00
2003	30,814	7,441	146	0.71	2.73	2.73	2.05
2004	39,723	5,587	179	0.33	2.19	2.19	1.57
2005	51,648	10,530	230	0.56	2.06	2.06	1.56
2006	47,820	10,887	491	0.51	0.67	0.67	0.61
2007	34,800	10,568	2,058	0.36	0.78	0.78	0.64
2008	23,366	8,954	1,775	0.33	1.77	1.77	1.29
2009	22,422	6,192	559	0.30	1.11	1.11	0.84
2010	24,554	6,099	752	0.33	1.66	1.66	1.22
2011	25,082	6,469	426	0.52	3.22	3.22	2.32
2012	25,118	5,467	95	0.54	2.60	2.60	1.91
2013	24,208	5,367	150	0.25	2.57	2.57	1.80
2014	23,462	6,931	152	0.33	4.10	4.10	2.84
2015	27,506	6,221	42	0.50	3.12	3.12	2.25
2016	20,099	6,151	101	0.31	3.37	3.37	2.35
2017	24,021	5,449	78	0.45	5.15	5.15	3.59
2018	35,181	5,622	12	0.36	5.01	5.01	3.46
2019	24,766	9,006	14	0.41	4.72	4.72	3.29
2020	29,484	6,027	30	0.41	4.96	4.96	3.44

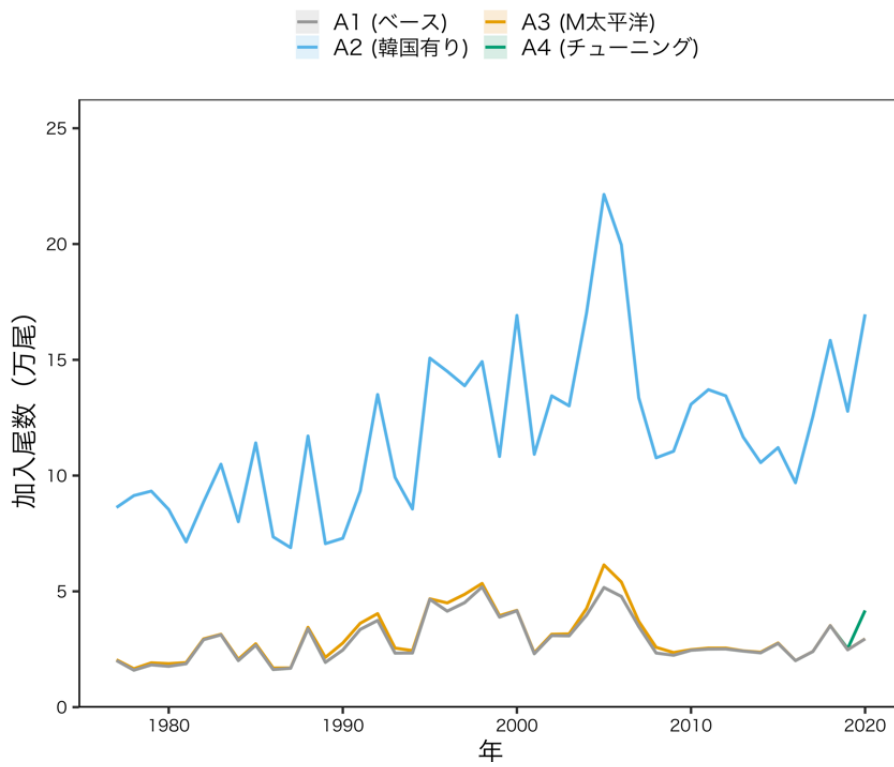
補足資料 4 異なるシナリオのもとでの計算結果

補足表 4-1 の通り、異なる条件下で資源評価を行った。シラスの漁獲を考慮しなかった場合（シナリオの頭文字 A）に加えて、考慮した場合（シナリオの頭文字 B）についても資源計算を行った。また自然死亡係数が異なる場合や、韓国の漁獲を考慮した場合、さらに資源量指標値によるチューニングを行った場合（補足資料 5）などについても計算を行った。

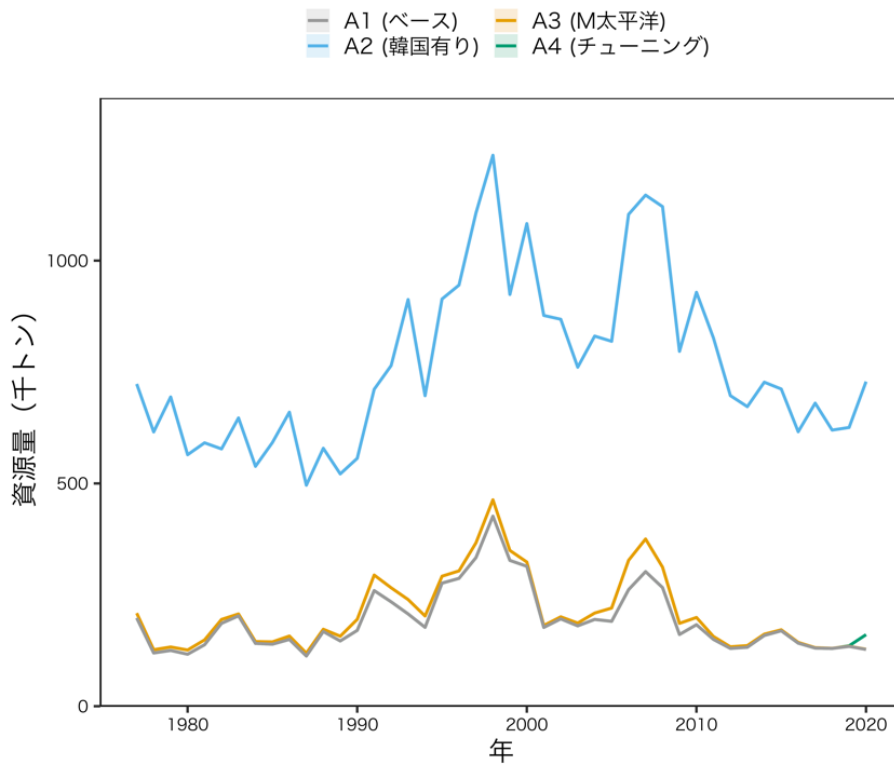
各シナリオにおける加入量、資源量、親魚量、漁獲割合の推定結果をシラスの有無に分けて示した（補足図 4-1、4-2）。また 2020 年の親魚量と漁獲圧を神戸プロットにまとめた（補足図 4-3）。

各シナリオにおける将来予測の詳細な結果は研究機関会議資料（日野ほか 2021）の補足資料に掲載した。なお、令和 3 年 2 月に開催された研究機関会議では、補足表 4-1 以外のシナリオについても結果を示した。それらのシナリオの結果を本資料に掲載する必要がある場合は、後日掲載する予定である。

(a) 加入尾数

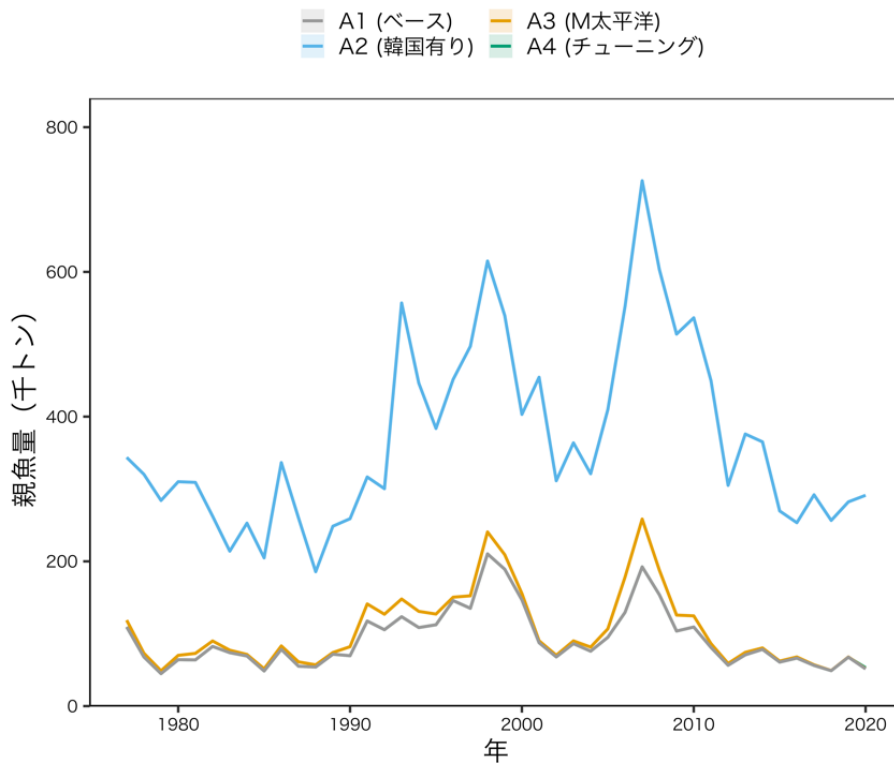


(b) 資源量

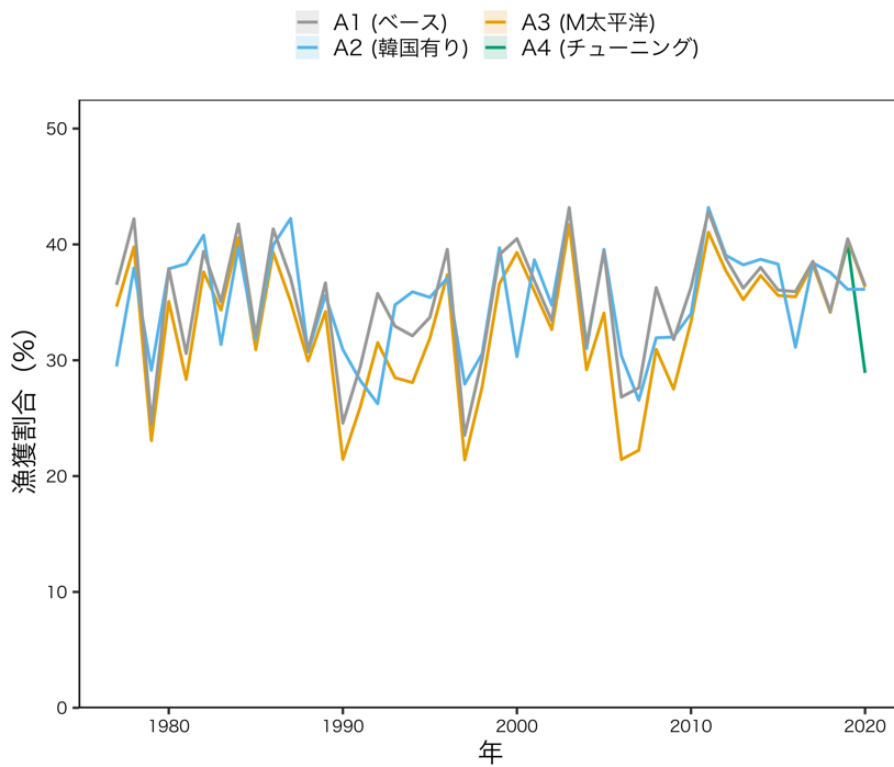


補足図 4-1. シラス無しのシナリオにおける (a) 加入尾数、(b) 資源量、(c) 親魚量、(d) 漁獲割合の変化

(c) 親魚量

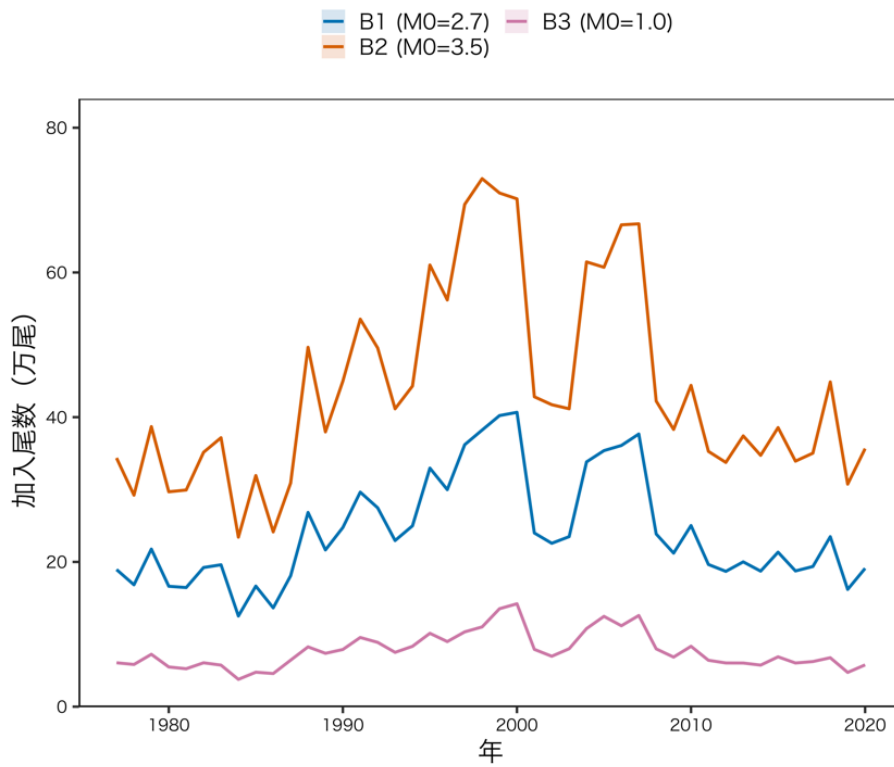


(d) 漁獲割合

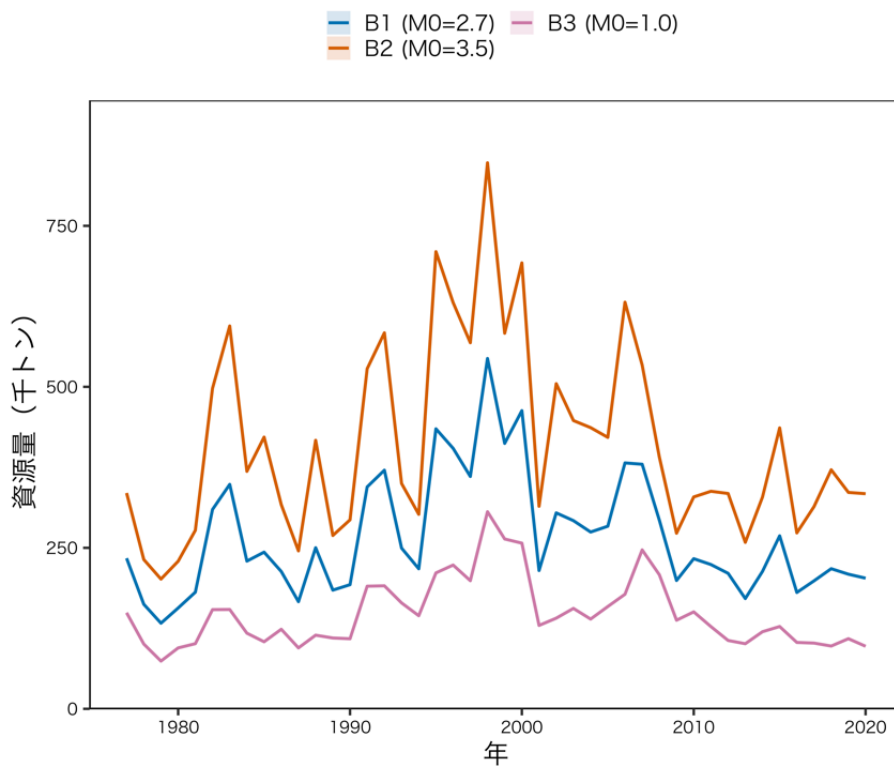


補足図 4-1. (続き)

(a) 加入尾数

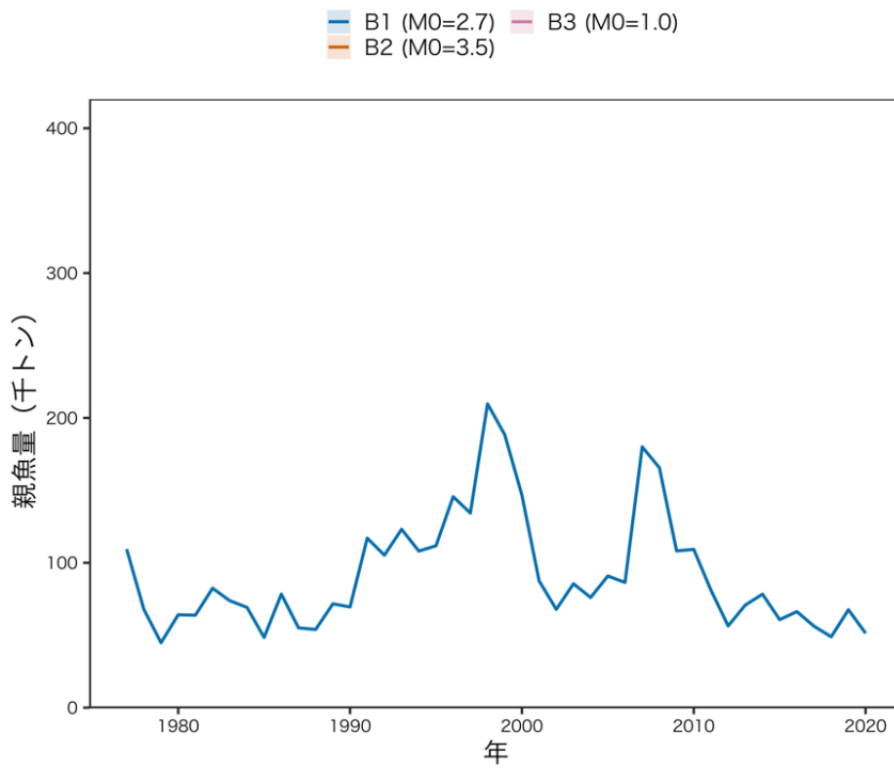


(b) 資源量

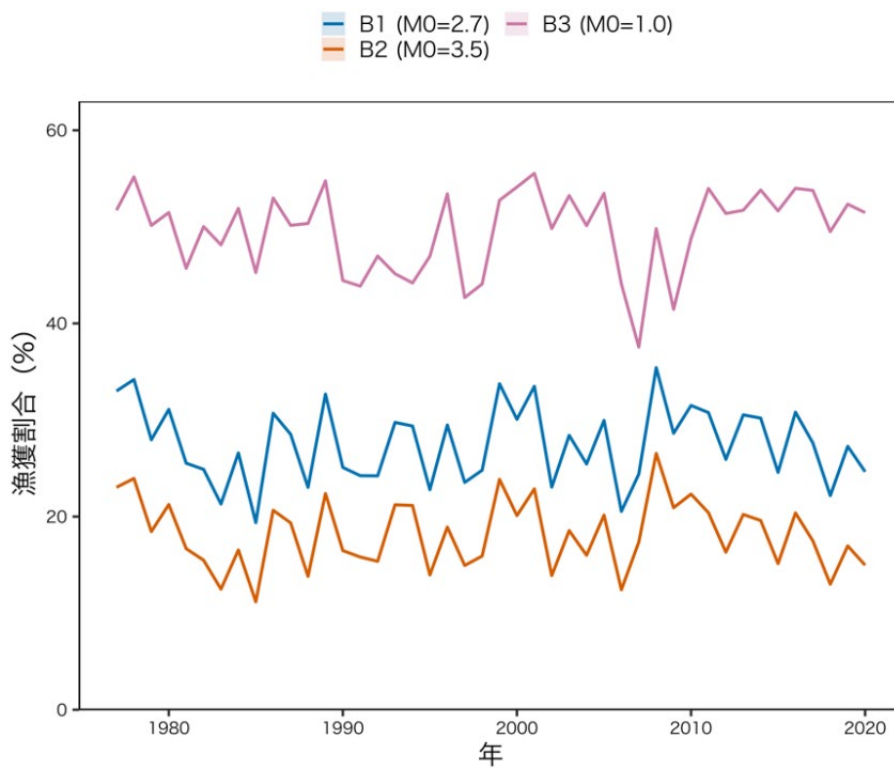


補足図 4-2. シラスありのシナリオにおける (a) 加入尾数、(b) 資源量、(c) 親魚量、(d) 漁獲割合の変化

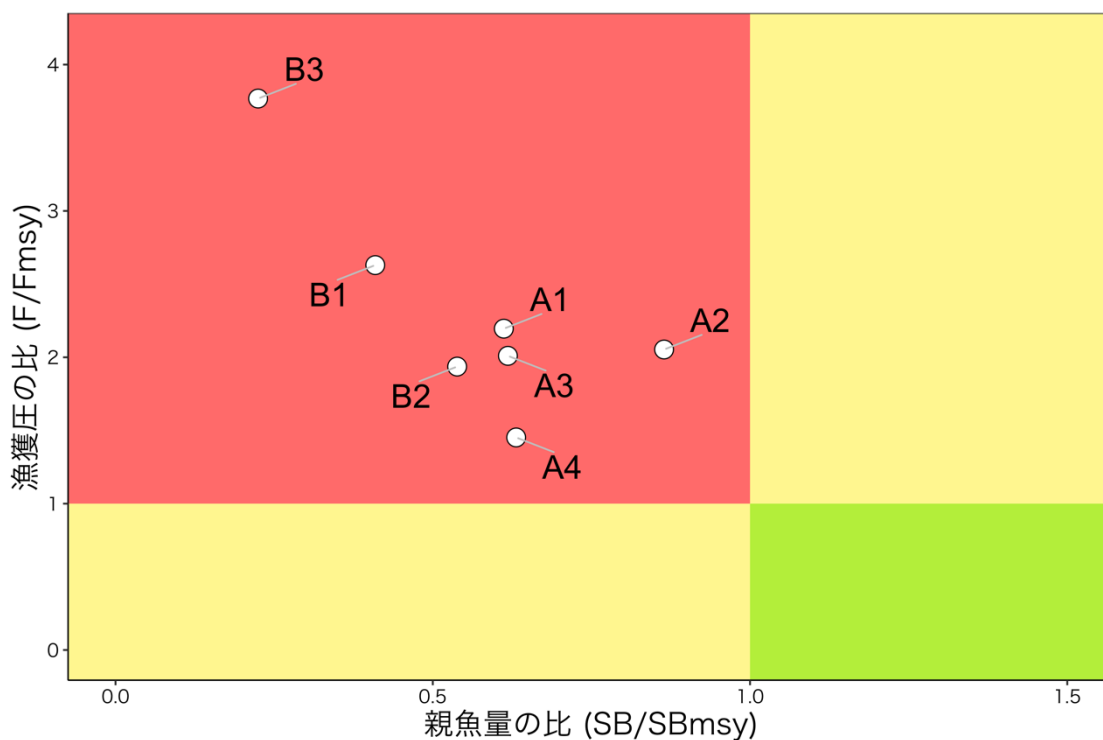
(c) 親魚量



(d) 漁獲割合



補足図 4-2. (続き)



補足図 4-3. 各シナリオにおける 2020 年の資源状態（シナリオの詳細は補足表 4-1 を参照のこと）

補足表 4-1. 各シナリオの詳細

シナリオ	補足資料**	シラスの有無	M (0 歳、1 歳、2 歳)	その他の条件	備考
A1*		無	1.0, 1.0, 1.0		ベースケース
A2*	5	無	1.0, 1.0, 1.0	韓国漁獲あり	
A3	6	無	1.0, 1.0, 1.6		太平洋系群の M
A4	8	無	1.0, 1.0, 1.0	チューニングあり	
B1*	3	有	2.7, 1.0, 1.0		
B2*	4	有	3.5, 1.0, 1.0		
B3	7	有	1.0, 1.0, 1.0		2020 年度までのベースケース

*シナリオ A1, A2, B1, B2 は研究機関会議資料（簡易版）として、令和 3 年 3 月に公表されたもの。

**研究機関会議資料（日野ほか 2021）

補足資料5 資源量指標値を用いた資源評価の試行

カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価では、資源量指標値を用いてターミナルFを推定する評価（いわゆるチューニング）は行われていない。近年本系群の漁獲量は低い水準にあるが、これが資源の減少を反映したものか、漁獲戦略の変更などによる獲り控えの結果なのか、様々な意見がある。

今年度、系群の漁獲量の約半分を占める長崎県中小型まき網のCPUEデータ（大下・黒田 2021；以降、長崎CPUE）が整備され、資源量指標値として利用可能となった。そこで、産卵量調査の結果（以降、産卵量）と合わせて、これら2つの資源量指標値を用いたチューニングを試行した。分析の詳細については向・黒田（2021）を参照のこと。

・データ・方法

長崎CPUEは資源量を、産卵量は親魚量を示す指標値としてチューニングを行った。長崎CPUEは2009年以降、産卵量は2001年以降のデータを用いた。長崎CPUEは有漁データにもとづき標準化した結果である（大下・黒田 2021）。対数尤度関数における各指標の重みは、指標値とモデルの予測値の残差の二乗に反比例すると仮定した（Hashimoto et al. 2018）。推定するパラメータは資源評価最終年（2020年）の0歳と1歳のFで、2歳のFは1歳と同じと仮定した。チューニングの方法として、二段階法を用いた（他の方法については、向・黒田 2021を参照）。ここでの二段階法とは、まず2020年Fは2017～2019年の平均Fと同じという仮定のもと、2020年のFを推定する（補足資料2）。次に、その2020年の年齢別漁獲選択率のもと、資源量指標値に適合するようにFを調整し（チューニング）、2020年のFの推定値を更新する。

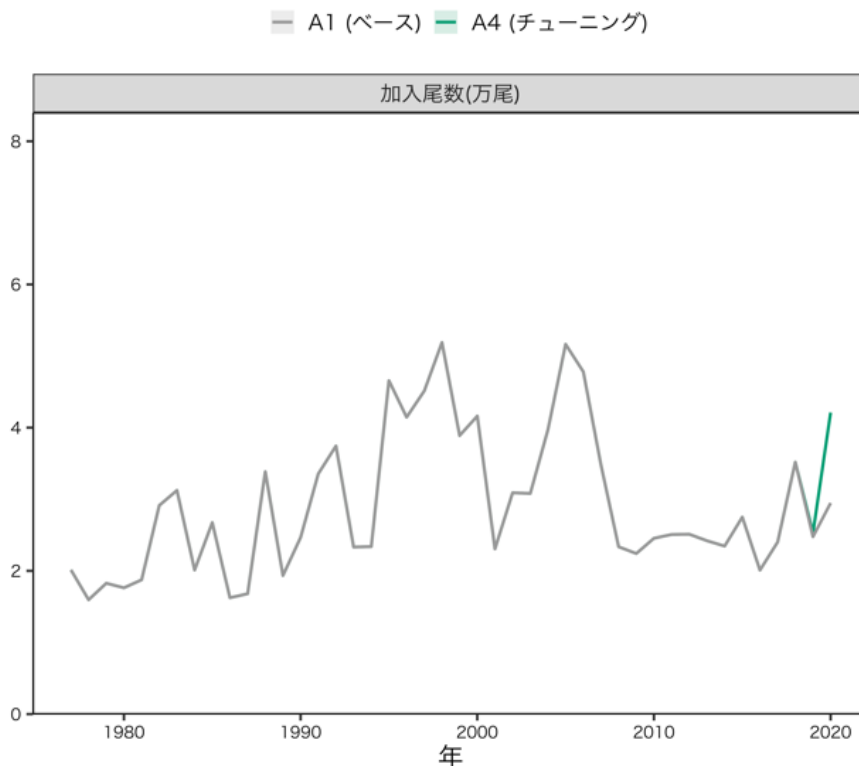
・結果

親魚量はチューニングしない場合と変わらなかったが、0歳のFが低く、加入量と資源量が多く推定された（補足図5-1）。資源量指標値への適合は、産卵量に比べて、長崎CPUEの方がよかった（補足図5-2）。両指標値とも過去2、3年、それ以前に比べて高い水準にあるため、チューニングをしない場合より資源状態は良好と推定されたと考えられる。また、レトロスペクティブ解析の結果、チューニングをした場合、チューニングをしない場合に比べて、レトロスペクティブバイアスは大きくなった。資源量や加入量（ともに過大）、漁獲割合（過小）にやや大きなバイアスが見られた（補足図5-3）。

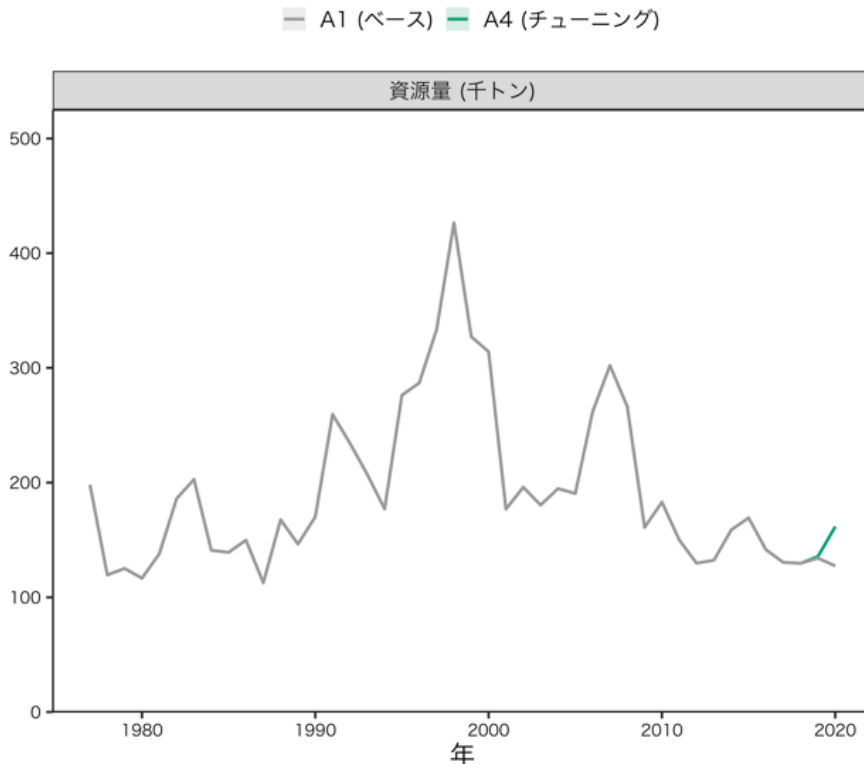
引用文献

- 向 草世香、黒田啓行 (2021) カタクチイワシ対馬暖流系群チューニングVPAの試算結果. 令和3年度カタクチイワシ・ウルメイワシ資源評価会議資料 FRA-SA2021-SC02-201.
- 大下誠二、黒田啓行 (2021) 長崎県における中小型まき網で漁獲されるカタクチイワシのCPUEの解析. 令和3年度カタクチイワシ・ウルメイワシ資源評価会議資料 FRA-SA2021-SC02-211.

(a) 加入尾数

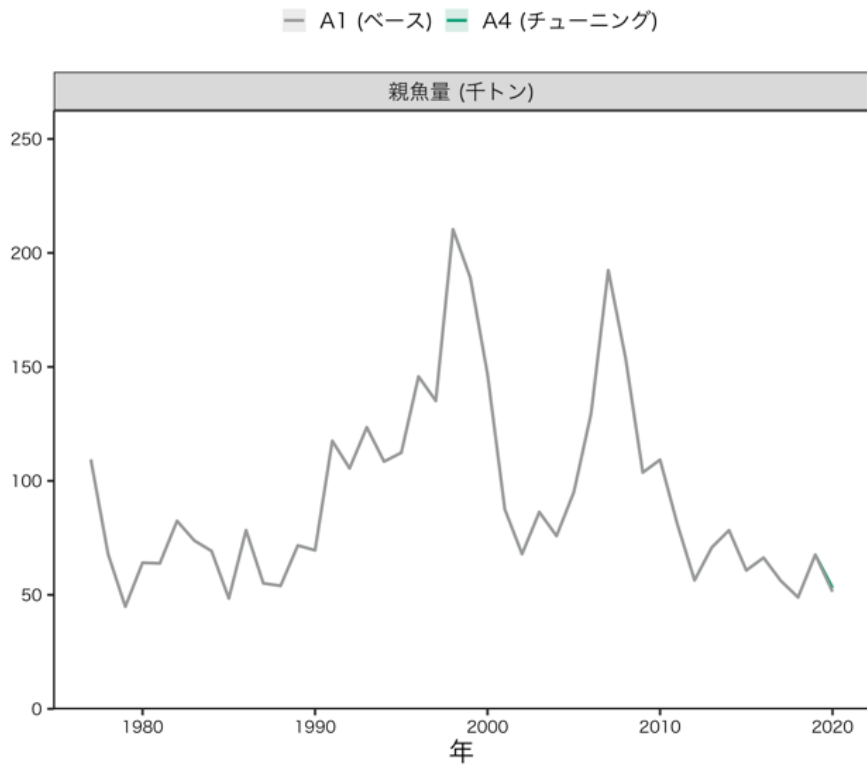


(b) 資源量

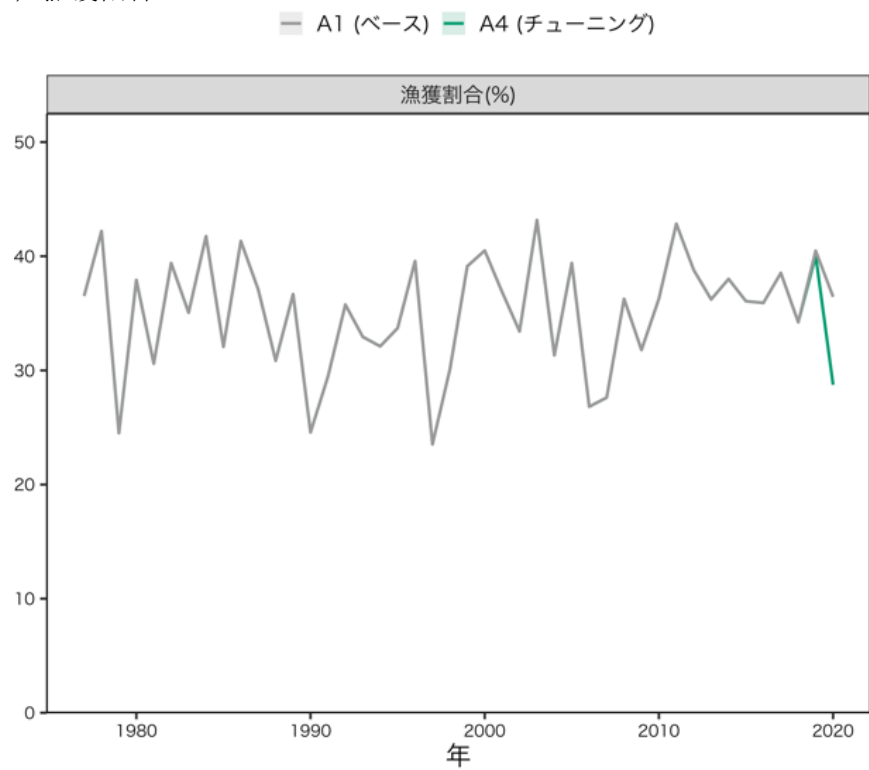


補足図 5-1. チューニングをした場合の (a) 加入尾数、(b) 資源量、(c) 親魚量、(d) 漁獲割合の推移

(c) 親魚量



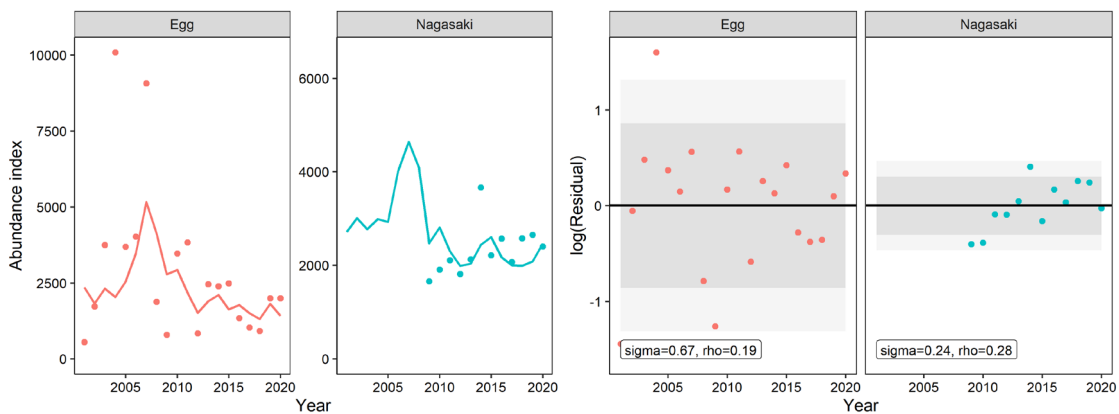
(d) 漁獲割合



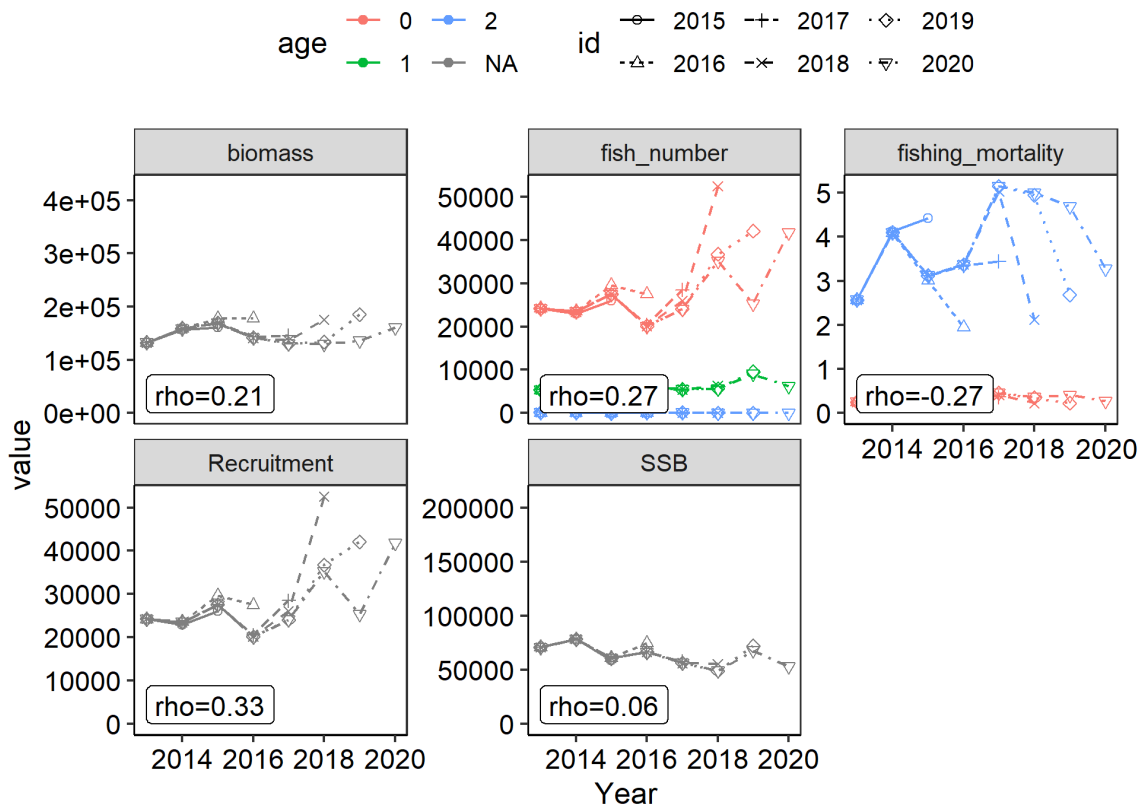
補足図 5-1. (続き)

(a) 指標値（点）とモデルの予測値（線）

(b) 残差プロット



補足図 5-2. 資源量指標値への適合（それぞれ左図：産卵量、右図：長崎 CPUE）



補足図 5-3. レトロスペクティブ解析の結果