

令和 4（2022）年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価

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

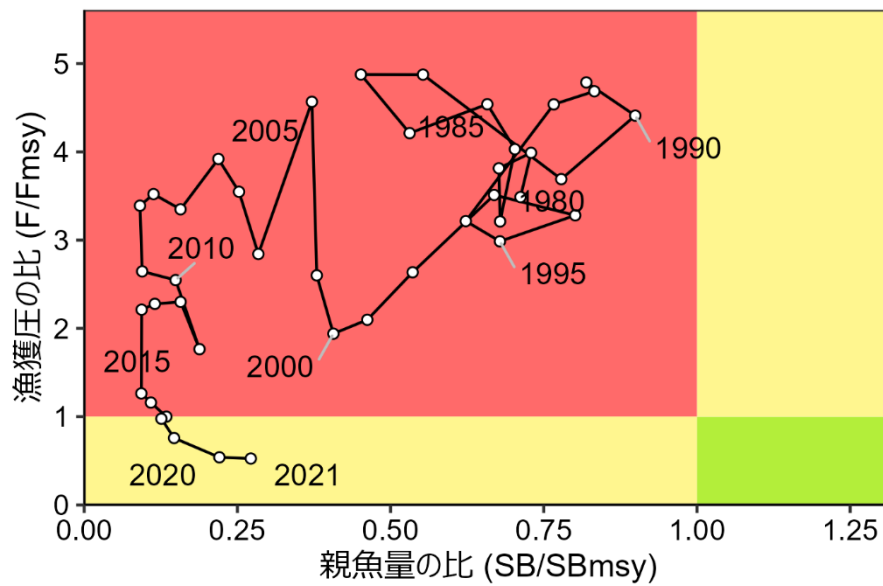
参画機関：北海道立総合研究機構中央水産試験場、北海道立総合研究機構函館水産試験場、北海道立総合研究機構稚内水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、海洋生物環境研究所

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値（調査船調査による現存量推定値）をチューニング指数としたコホート解析により推定した。資源量（2歳以上の総重量）、親魚量は1990年漁期（4月～翌年3月）に資源量86.8万トン、親魚量34.2万トンであったが、その後は2000年代前半にかけて長期間減少傾向が続いた。2000年代後半以降は資源量、親魚量ともに増減しつつ低い水準に留まっていたが、資源量は2014年漁期以降、親魚量は2016年漁期以降増加傾向を示し、2021年漁期の資源量は25.0万トン、親魚量は10.3万トンであった。豊度が高い2018、2019年級群などの加入と成熟により、今後も資源量および親魚量の増加が期待される。これらの豊度の良い年級群を取り残して親魚量を増大させることが本資源の回復にとって重要である。

令和2年12月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、本系群の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準、および漁獲管理規則が定められた。目標管理基準値は最大持続生産量MSYを実現する親魚量（38.0万トン）であり、本系群の2021年漁期の親魚量はこれを下回る。また、本系群の2021年漁期の漁獲圧は、MSYを実現する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近5年間（2017～2021年漁期）の推移から「増加」と判断される。2023年漁期の親魚量および資源量の予測値と、漁獲管理規則に基づき算出された2023年漁期のABCは1.53万トンである。

要 約 図 表



MSY、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量	380 千トン
2021 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年漁期の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年漁期の親魚量の動向	増加
最大持続生産量 (MSY)	44 千トン
2023 年漁期の ABC	15.3 千トン
コメント: ・ABC の算定には、令和 2 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオでの漁獲管理規則を用いた。 ・調整係数 β は 0.9 が用いられる。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合					
漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2017	98	51	5.3	1.00	5
2018	128	48	5.6	0.98	4
2019	135	56	5.3	0.76	4
2020	157	84	5.1	0.54	3
2021	250	103	5.6	0.53	2
2022	281	105	6.2	0.40	2
2023	303	153	15.3	0.79	5
・ 2022 年漁期、2023 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。 ・ 2022 年漁期の漁獲には TAC と 2015～2021 年漁期の平均消化率の積である 6,173 トンを用いた。 ・ 2023 年漁期の漁獲には ABC の値を用いた。					

1. データセット

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・漁期年別 漁獲尾数	主要港漁業種別水揚量(北海道～石川(7)道県) 北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 日本海区沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 体長-年齢測定調査(北海道、水研)
資源量指数 ・親魚量 ・仔稚魚現存量	日本海スケトウダラ新規加入量調査(産卵親魚分布調査)(10 月、北海道) ・計量魚探、トロール* 日本海スケトウダラ新規加入量調査(檜山海域漁期中調査)(12 月、北海道) ・計量魚探、トロール 日本海スケトウダラ新規加入量調査(仔稚魚分布調査)(4 月、北海道、水研) ・計量魚探、フレームトロール* すけとうだら音響調査(5 月、水研) ・計量魚探、トロール 日本海スケトウダラ新規加入量調査(未成魚分布調査)(8～9 月、北海道) ・計量魚探、トロール*
自然死亡係数 (M)	年当たり $M=0.25$ (2 歳は 0.3) を仮定
漁獲努力量	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 沖底漁業者へのアンケート/聞き取り調査(水研) 檜山沿岸延縄努力量(北海道) 沿岸漁業者への聞き取り調査(北海道、水研)

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

日本海スケトウダラ新規加入量調査における各調査については、本文中では括弧内の調査名のみ示す。本系群の漁期は 4 月～翌年 3 月であり、年齢の起算日は 4 月 1 日としている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は能登半島～サハリンの西岸に分布しているが、近年の主分布域は北海道沿岸となっている(図 2-1)。雄冬沖から利尻、礼文島までの海域と武蔵堆海域が未成魚の生育場とされており、かつては 0～2 歳の若齢個体が武蔵堆周辺に高密度に分布していた(佐々木・夏目 1990)。その後、武蔵堆周辺における分布量は大きく減少したと考えられている

(三宅 2008) が、近年では武蔵堆周辺にも若齢個体が多く分布しているとの情報(美坂 2016)もある。現在の資源状態において、日ロ双方の水域間における資源の交流は少ないと考えられ、日本およびロシアは、各々の水域に分布する魚を利用している状況にあると考えられる。

(2) 年齢・成長

1995～2002 年の 3～5 月の沖底および松前の刺し網漁獲物測定資料より算出した、本系群の年齢と尾叉長および体重の関係を図 2-2 に示す。本系群のスケトウダラは、4 歳でおよそ 37 cm、6 歳で 42 cm に達する。寿命は不明であるが、10 歳以上の個体も採集されている。ベーリング海での最高齢は 28 歳と推定されている (Beamish and McFarlane 1995)。

(3) 成熟・産卵

雌個体の年齢と成熟率の関係を図 2-3 および補足表 2-1 に示す。成熟率は 2007～2013 年漁期(4 月～翌年 3 月、以下同じ)の 11 月～翌年 1 月の沖底とえびこぎ網漁業の漁獲物の測定結果から算出した。本系群の成熟は満 3 歳から始まり(約 30%)、満 5 歳でほぼ全ての個体が成熟する。主要な産卵場は岩内湾および檜山海域の乙部沖である(三宅 2008)。以前は檜山沿岸、岩内湾、石狩湾、雄冬沖、武蔵堆、利尻島・礼文島周辺に産卵場があったとされていたが(田中 1970、辻 1978)、近年は雄冬以北における産卵は確認されていない(三宅ほか 2008)。産卵期は 12 月～翌年 3 月で、盛期は 1～2 月である(田中・及川 1968、Tsuji 1990、前田ほか 1989)。

(4) 被捕食関係

日本海におけるスケトウダラ成魚の索餌期は主に初夏～秋季であり、主要な餌生物は端脚類やオキアミ類である(小岡ほか 1997、Kooka et al. 2001)。その他にイカ類、環形動物、小型魚類、底生甲殻類などさまざまなものを捕食している。魚類による被食に関する情報は不明であるが、海獣類の餌料として重要であると考えられており(Ohizumi et al. 2000)、キタオットセイやトドなどによる被食が知られている。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は、沖底、延縄、刺し網などの漁業によって漁獲されており、主漁場は北海道西部日本海海域(以下、「道西日本海」という)である。檜山～後志地方沿岸では沿岸漁業によって産卵場に来遊する成魚が漁獲され、石狩湾以北の海域(積丹岬北～武蔵堆周辺)では、沖底によって 6～9 月にある禁漁期を除き周年漁獲が行われている。韓国漁船による操業は 1987 年漁期から 1998 年漁期にかけて道西日本海で行われていたが、1999 年漁期以降は行われていない。

(2) 漁獲量の推移

本系群の 1970 年漁期以降の漁場別、漁業種類別(北海道海域のみ)の漁獲量の推移を図 3-1 と表 3-1 に示す。漁獲量は 1970 年漁期から 1992 年漁期まで 8.4 万～16.9 万トンの範囲

で増減を繰り返していたが、1993 年漁期以降減少傾向にある。2008 年漁期以降の漁獲量は TAC（2008 年漁期は 2.0 万トン、2009、2010 年漁期は 1.6 万トン、2011～2014 年漁期は 1.3 万トン、2015 年漁期は 7,400 トン、2016 年漁期は 8,300 トン、2017～2019 年漁期は 6,300 トン、2020 年漁期は 6,700 トン、2021 年漁期は 8,220 トン）を下回る水準で推移している。2021 年漁期の漁獲量は 5,575 トン（暫定値）であった。2015 年漁期以降は TAC 数量の削減に併せた操業調整が顕著に行われており、これが漁獲量の少なかった主な要因と考えられる。本州日本海北部海域の漁獲量は 1970 年代後半より徐々に減少して 2016 年漁期以降は 100 トンを下回っており、2021 年漁期の漁獲量は 33 トン（暫定値）であった。

年齢別漁獲尾数を図 3-2 と補足資料 6 に示す。1990 年漁期前後の漁獲量の多かった時期は、3～5 歳魚が漁獲の大部分を占めていたが、1997 年漁期以降 3～5 歳魚の割合は減少した。漁獲量の増加が見られた 2001、2002 年漁期は 1998 年級群が 3 歳魚および 4 歳魚として多く漁獲されたが、2003 年漁期以降の漁獲物に 1998 年級群はそれほど出現しなかった。2008 年漁期には 2006 年級群の 2 歳魚が多く漁獲され、2009 年漁期以降も 2006 年級群が漁獲物の主体であった。2014 年漁期以降は 2012 年級群が漁獲物に占める割合が増加し、2015～2018 年漁期は 2012 年級群が漁獲物の主体であった。2019 年漁期は 2012 年級群に加えて 2015、2016 年級群が比較的高い割合を占め、2020、2021 年漁期は 2015、2016 年級群が漁獲物の主体であった。

（3）漁獲努力量

本系群に対する漁獲努力量は長期的に減少傾向にあり、現在は非常に低い水準である（補足資料 4）。道西日本海で操業する沖底船の許可隻数（小樽から稚内までを根拠地とする道内船）は、1980 年代には 79 隻であったがその後大幅に減少し、2014 年 11 月以降は 100 トン以上のかけまわし船 9 隻とオッタートロール船 1 隻の計 10 隻のみであった。日別船別漁区別の操業データのうちスケトウダラが漁獲物の 5 割以上を占める操業をスケトウダラ狙いとした場合、100 トン以上のかけまわし船によるスケトウダラの漁獲の大半はスケトウダラ狙いの操業によるものである（補足表 4-2）。スケトウダラ狙いの曳網回数は 1990 年代後半以降減少傾向にあり、1996 年漁期は 6,592 網であったが 2008 年漁期以降は 1,000 網を下回り、2021 年漁期は 345 網（暫定値）であった（補足表 4-2）。また 100 トン以上のかけまわし船におけるスケトウダラの漁獲がなかった曳網も含めた全曳網回数は、1999 年漁期までは 2.1 万網以上、2007 年漁期までは 1.1 万網以上であり、2008～2014 年漁期においても 0.7 万～1.0 万網で推移していたが、2015 年漁期に 0.4 万網と大きく減少した（補足表 4-2）。全曳網回数は 2021 年漁期においても 0.4 万網（暫定値）であり、沖底の操業の規模は縮小したままであると考えられる。

沿岸漁業においても各地域で操業に関する調整が行われ、努力量は減少している。沿岸漁業のうち、詳細な情報が得られている檜山沿岸 4 地区における延縄漁業の漁獲量、延べ出漁隻数を補足表 4-3 に示す。延べ出漁隻数は 1997 年漁期の 6,661 隻から減少して 2017 年漁期は 189 隻であった。2021 年漁期も 214 隻と少なかった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

Pope (1972) の式を用いたチューニング VPA により 2 歳以上の年齢別資源尾数・重量を推定した (補足資料 1、2)。計算には 1980 年漁期以降の漁期年で集計した年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重を用い、親魚量指標値としては産卵親魚分布調査による 10 月時点の現存量推定値 (図 4-1、補足資料 5- (1)) を、加入量指標値としては仔稚魚分布調査における 0 歳魚の現存量推定値および未成魚分布調査における 1 歳魚の現存量推定値 (図 4-2、補足資料 5- (3)、5- (4)) を用いた。最近年の漁獲係数は調査現存量に合わせた値を探索的に求め、年齢別 F の推定値を安定化させるため、F 値の大きさに応じてペナルティを課す推定方法 (リッジ VPA ; Okamura et al. 2017) を適用した。自然死亡係数 M は太平洋系群 (石野ほか 2022) と同じ値、2 歳は 0.3、3 歳以上は 0.25 を用いた。なお、韓国による漁獲があった年については年齢別漁獲尾数に韓国漁船の漁獲分を上積みした。韓国漁船の漁獲物の年齢組成は、漁場が重複することから日本の沖底船と同じ組成とした。

(2) 資源量指標値の推移

本系群の資源量指標値としては音響資源調査による現存量推定値が得られている (図 4-1、4-2、補足資料 5)。産卵親魚分布調査で推定された 10 月における親魚現存量は 2008 年まで減少傾向にあったが、2005、2006 年級群が成熟したことで 2009、2010 年に増加した (図 4-1、補足資料 5- (1))。その後減少、横ばい傾向を示したが、2018 年以降増加して 2021 年の親魚現存量は 12.7 万トンと 2006 年以降最も多かった。2018 年以降の親魚現存量の増加は 2015、2016 年級群が成熟したことが寄与したと考えられる。0～2 歳魚を対象とした仔稚魚分布調査および未成魚分布調査の結果からは、2006、2012、2015、2016、2018、2019 年級群が高い豊度である一方、2007～2009、2011、2013、2014、2017 年級群は低豊度であると考えられる (図 4-2、補足資料 5- (3)、5- (4))。2022 年漁期以降に漁獲加入する年級群のうち、2020 年級群は 0 歳時点では中豊度、1 歳時点では低豊度であった (補足資料 5- (3)、5- (4))。0 歳時点の情報のみであるが、2021 年級群は 2016 年級群並の高豊度、2022 年級群 (速報値) は 2006 年級群以降で最も高豊度であった (補足資料 5- (3))。ただし、2018 年級群以降は、0 歳の仔稚魚分布調査時点の体長が小さく、かつ分布が天売・焼尻島以北に偏っていたため、加入に至るまでにオホーツク海への流出や初期減耗の影響を強く受ける可能性がある (稚内・中央・函館水産試験場 2022)。また、近年は未成魚分布調査の現存尾数推定において若齢魚と高齢魚との分離が難しくなっており、とくに高豊度とみられる年級群の 1 歳魚の現存尾数を資源尾数に対して大きく推定している可能性がある (稚内・中央・函館水産試験場 2022)。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

チューニング VPA によって推定した漁獲対象となる 2 歳以上の年齢別資源尾数、および資源量、親魚量の推移を図 4-3、4-4 と表 4-1 に示す (詳細は補足資料 6)。資源量は、1987～1992 年漁期に 71.2 万～86.8 万トンと高い水準にあったが、その後減少して 2007 年漁期は 8.7 万トンとピーク時の 1 割程度であった。2008 年漁期は 2006 年級群の加入により 12.3 万トンに増加したが、その後 2007～2009 年級群の加入が少なかったことなどから

2013 年漁期まで減少した。2014 年漁期以降は、2012、2015、2016、2018、2019 年級群の加入により増加した。2021 年漁期の資源量は 2020 年漁期の 15.7 万トンから 25.0 万トンへと大きく増加したが、そのうち 10.1 万トンは 2019 年級群（2 歳）である。親魚量は、1989～1996 年漁期に 23.7 万～34.2 万トンと高い水準にあったが、その後減少して 2008 年漁期には 3.5 万トンとピーク時の 1 割程度であった。その後 2006 年級群の加入により 2011 年漁期にかけて増加し、2012 年漁期以降は再び減少したが、2016 年漁期以降再び増加傾向を示して 2021 年漁期は 10.3 万トンであった。2021 年漁期の親魚を構成する主体は 2015 年級群（6 歳）および 2016 年級群（5 歳）である。

1980 年級群以降の各年級群について、再生産成功率（RPS；親魚量に対する加入量の比）の推移を図 4-5 に示す。本系群は漁獲対象となるのが 2 歳以降であるため、2 歳時点の資源尾数を加入尾数とした。RPS は 1989 年級群以降低い値で推移していたが、近年では 2006、2015、2016、2018 年級群の RPS が 1980 年代に見られたような高い値を示し、2019 年級群の RPS は 1980 年級群以降の最高値であった。ただし近年は親魚量が低水準であるため、これらの年級群の加入尾数は 2.1 億～7.5 億尾であり、1980 年代の加入が良かった年級群に比べるとかなり少ない。また、2007～2009、2013、2017 年級群は加入量が 0.5 億尾を下回る非常に低い水準であった。このような低水準の加入を避けるとともに再生産に好適な環境の年により良好な加入が得られるように、親魚量を十分増大させることが資源回復を図る上で重要である。

2 歳の M（0.3）と 3 歳以上の M（0.25）をともに上下 0.05 の範囲で変化させた場合、2021 年漁期の資源量、親魚量、加入量はいずれも M の値が大きくなると増加し、小さくなると減少した（図 4-6）。

年齢別の漁獲係数 F の推移をみると（図 4-7）、F 値は年齢ごとに変動パターンが異なるが、2015 年漁期以降はすべての年齢において減少傾向を示し、過去最低の水準で推移している。2000 年代は 2005、2006 年級群などの高豊度年級群も含めて 2 歳、3 歳の若齢魚の F 値が比較的高かった。2010 年代以降、若齢魚の F 値は低下しており、2 歳、3 歳時点における漁獲尾数は（補足資料 6）、高豊度年級群（2015、2016、2018、2019 年級群）であっても近年の低豊度年級群（2007～2009 年級群）並みに少ない。2015 年漁期以降の若齢魚も含む F 値の低下は、高豊度年級群（2012、2015、2016 年級群）の発生によって資源量が増えている中で TAC 数量が低く設定されていること、および若齢魚を避けた操業をしているためと考えられる。

漁獲割合（図 4-8）は 2002～2007 年漁期に 18～24%と高かったが、その後減少して 2014 年漁期以降は 10%未満で推移しており、2021 年漁期は 2%と過去最低の値であった。

昨年度評価以降の年齢別漁獲尾数および資源量指標値データの追加・更新に伴い、今年度評価では、2007～2020 年漁期の資源量が昨年度評価から 0.2 万～0.8 万トン下方修正された一方、2021 年漁期の資源量は昨年度評価の予測値から 3.8 万トン上方修正された。親魚量は、2007～2020 年漁期の値が昨年度評価から 0.04 万～0.6 万トン下方修正され、2021 年漁期の値は昨年度評価の予測値から 0.3 万トン下方修正された。加入量は、2008、2012、2013、2018、2020 年漁期の値が昨年度評価から 0.05 億～0.3 億尾下方修正され、2014、2016 年漁期の値が昨年度評価から 0.06 億～0.08 億尾上方修正された。チューニング VPA により推定された 2021 年漁期の加入量は、2008 年漁期と同じとした昨年度評価での仮定値か

ら 3.4 億尾上方修正された。

(4) 加入量当たり漁獲量 (YPR)、加入量当たり親魚量 (SPR) および現状の漁獲圧
選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量 (SPR) を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-9 に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合 (%SPR) の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。2014 年漁期以前は概ね 20~40%で推移したが、2015 年漁期以降では 54%以上で推移している。2021 年漁期は 74%であった。現状の漁獲圧として直近 5 年間 (2017~2021 年漁期) の平均 F 値から %SPR を算出すると 66%であった。

現状の漁獲圧に対する YPR と %SPR の関係を図 4-10 に示す。このとき F の選択率としては令和 2 年 9 月に開催された「スケトウダラの資源評価に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (Fmsy) の推定に用いた値 (千村ほか 2020) を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は %SPR に換算すると 60%に相当する。現状の漁獲圧 (F2017-2021) は F0.1、F30%SPR を大きく下回り、Fmsy も下回る。

(5) 再生産関係

親魚量 (重量) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-11 に示す。上述の「スケトウダラの資源評価に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係にはホッカー・スティック型関係式が適用されている (千村ほか 2020)。ここで、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、令和 2 (2020) 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産式の各パラメータを補足表 3-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準および管理基準値等

現在 (1980 年漁期以降) の環境下において最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) および MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) として、上述の「スケトウダラの資源評価に関する研究機関会議」において示された推定値を補足表 3-2 に示す。令和 2 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、この MSY (4.4 万トン) を実現する親魚量 (SBmsy : 38.0 万トン) を目標管理基準値とする資源管理目標が定められた。また、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (17.1 万トン) が限界管理基準値、MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (2.5 万トン) が禁漁水準とされた。平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係 (千村ほか 2020) を図 4-12 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量 (SBmsy) と漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを図 4-13 に示す。漁獲圧 (F) の比 (F/Fmsy) は、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。本系群の F は、2018 年漁期以降 Fmsy を下回っており、2021 年漁期の F は Fmsy の 0.53 倍である。また、本系群の親魚

量は、全期間において SB_{msy} および限界管理基準値を下回っており、2021 年漁期の親魚量は SB_{msy} の 0.27 倍である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2017～2021 年漁期）の推移から増加と判断される。

5. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2021 年漁期の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2022～2053 年漁期までの将来予測計算を行った（補足資料 2）。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し 10,000 回の繰り返し計算を行った。ABC 算定の前年の 2022 年漁期の漁獲量は、TAC と近年の平均消化率の積とした。具体的には、2022 年漁期の TAC（7,890 トン、未利用分の繰り越し 390 トンを含む）と、TAC が同じ水準（6,300～8,300 トン）に設定された 2015～2021 年漁期の平均消化率（78%）の積である 6,173 トンとした。2023 年漁期以降の漁獲圧には、「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオにおける漁獲管理規則を用いた。各漁期年に予測される親魚量をもとに漁獲管理規則で定められる漁獲圧と、各漁期年に予測される資源量から、漁獲量を算出した。

(2) 漁獲管理規則

資源管理基本方針で定められた本系群の漁獲シナリオに則った漁獲管理規則を図 5-1、図 5-2 に示す。この漁獲管理規則は、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた漁獲圧とし、限界管理基準値を下回った場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則である。調整係数 β は 0.9 が用いられる。

(3) 2023 年漁期の予測値と ABC の算定

資源管理基本方針で定められた本系群の漁獲シナリオでは、 $\beta=0$ としても 10 年間で親魚量が目標管理基準値まで回復できないことから、資源再建計画として、限界管理基準値を暫定管理基準値とし、親魚量が 2031 年漁期に暫定管理基準値を 50%以上の確率で上回るように $\beta=0.9$ とする漁獲管理規則が用いられる。この漁獲管理規則に基づき算定される 2023 年漁期の予測漁獲量である 1.53 万トンを ABC として提示する。2023 年漁期に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を下回り、平均 15.3 万トンと見込まれた。この親魚量は限界管理基準値未満であるため、ABC 算定のための漁獲圧は親魚量に応じた係数を乗じて $\gamma(SB_t) \times \beta F_{msy}$ として求めた。ここで 2023 年漁期の $\gamma(SB_t)$ は「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」における 1 系資源の管理規則に基づき、下式により 0.87 と計算された。

$$\gamma(SB_t) = \frac{SB_t - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}}$$

(4) 2024 年漁期以降の予測

2022 年以降も含めた将来予測の結果を図 5-2 および表 5-1、5-2 に示す。漁獲管理規則に

基づく管理を 10 年間継続した場合、2031 年漁期の親魚量の予測平均値は 23.5 万トン（90% 予測区間は 13.4 万～40.0 万トン）であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 6%、限界管理基準値を上回る確率は 76%である。直近では 2018 年級群が高豊度、2019 年級群はさらに高い豊度であると推定されるため、2024、2025 年漁期には限界管理基準値を上回る確率が 100%となった。ただし、2018 年級群、2019 年級群ともに 2021 年漁期までの間は主な漁獲対象となっていないうえ、半数以上が成熟するのは今年度以降と想定されているため、今年度評価の段階では豊度の不確実性が大きいことに注意が必要である。2025 年漁期以降、親魚量は減少すると予測されるが、2020 年級群以降も再生産関係で予測される平均的な加入が発生すれば、2031 年漁期までの間は 50%以上の確率で限界管理基準値を上回ると予測される。なお、今年度の資源評価では 2021 年漁期の加入量（2019 年級群）をチューニング VPA により 7.5 億尾と推定したが、昨年度評価（千村ほか 2022）と同様に 2021 年漁期の加入量を 2008 年漁期（2006 年級群）と同じ 3.9 億尾と仮定した場合、2031 年漁期の親魚量の予測平均値は 19.3 万トン（90%予測区間は 11.4 万～32.7 万トン）であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 2%、限界管理基準値を上回る確率は 54%である。もし 2021 年漁期（2019 年級群）の加入量が今年度評価の推定値の半分程度と少なかった場合においても、2031 年漁期の親魚量が 50%以上の確率で限界管理基準値を上回るという予測は変わらない。

また、参考情報として、図 5-2 および表 5-1、5-2 には異なる β を使用した場合、および現状の漁獲圧（F2017-2021）を継続した場合の将来予測結果についても示す。2032 年漁期の親魚量の予測値は、 β を 0.6 とした場合は平均 27.2 万トン（90%予測区間は 15.4 万～46.0 万トン）、 β を 0.4 とした場合は平均 30.1 万トン（90%予測区間は 17.2 万～50.7 万トン）であり、限界管理基準値を上回る確率は 90%以上である。一方、現状の漁獲圧を継続した場合の親魚量の予測値は 24.6 万トン（90%予測区間は 13.6 万～42.1 万トン）であり限界管理基準値を上回る確率は 81%である。いずれの場合も目標管理基準値を上回る確率は 12%を下回る。

漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、親魚量が目標管理基準値を 50%以上の確率で上回る漁期年は、2054 年漁期以降となると予測された。限界管理基準値を 50%以上の確率で上回る漁期年は、2024 年漁期と予測された。異なる β を使用した場合の将来予測結果より、仮に漁獲圧をゼロにした場合でも（ $\beta=0$ ）、親魚量が目標管理基準値を 50%以上の確率で上回るのは 2033 年漁期になると予測された。

6. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は、1987～1992 年漁期に 71.2 万～86.8 万トンと高い水準にあったが、その後減少して 2007 年漁期は 8.7 万トンとピーク時の 1 割程度であった。その後は高豊度年級群が断続的に発生したことによって増加傾向を示し、2021 年漁期は 25.0 万トンであった。親魚量も同様に、1989～1996 年漁期に 23.7 万～34.2 万トンと高い水準にあったが、その後減少して 2008 年漁期には 3.5 万トンとピーク時の 1 割程度であった。2016 年漁期以降増加傾向を示し、2021 年漁期は 10.3 万トンであった。豊度が高い 2018、2019 年級群などの加入と成熟により、今後も資源量および親魚量の増加が期待される。これらの豊度の良い年級群を取り残し、親魚量を増大させることが本資源の回復にとって重要である。

2021 年漁期の親魚量は MSY を実現する水準を下回るが、その動向は直近 5 年間（2017～2021 年漁期）の推移から増加と判断される。漁獲圧は近年低下傾向にあり、2018 年漁期以降は MSY を実現する水準を下回った。

7. その他

沖底と沿岸漁業者は、両者間での資源管理協定に基づき、未成魚保護のため体長制限（体長 30 cm または全長 34 cm）を下回る小型魚がスケトウダラ漁獲物の 20%を超える場合は漁場移動等の措置をとっている。さらに沖底では、資源回復計画の取り組みとして平成 20～21（2008～2009）年に講じた①スケトウダラを目的とした操業隻日数の削減割合を 2 割へ拡大、②体長制限により漁場を移動する際の範囲を「他の漁区」へと明確化、③漁場を移動した後も同様に小型魚が 2 割を超える場合には当該航海の残りの操業においてスケトウダラを目的とする操業を自粛、④スケトウダラの 1 日の総水揚げ量が 800 トンを超えた場合は翌操業日におけるスケトウダラを目的とする操業の自粛などの自主的に講じる措置を平成 22（2010）年以降も引き続き実施している。沿岸漁業では、産卵場に禁漁区を設けているほか、檜山海域では産卵直前から産卵期に現れる透明卵の出現状態に応じて漁を切り上げるなど、親魚の保護と産卵の助長を図っている。直近の状況として、2018、2019 年級群などの加入と成熟により、今後も資源量および親魚量の増加が期待されている。本系群では資源の回復が求められているため、これらの豊度の良い年級を取り残して親魚量を確実に増大させることが重要である。

8. 引用文献

- Beamish, R. J. and G. A. McFarlane (1995) A discussion of the importance of aging errors, and an application to walleye pollock: the world's largest fishery. In. Recent developments in fish otolith research, The University of South Carolina Press, 545-565.
- 千村昌之・境 磨・石野光弘・千葉 悟・河村眞美・濱津友紀 (2022) 令和 3 (2021) 年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 <http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202109.pdf> (last accessed 24 August 2022)
- 千村昌之・山下夕帆・境 磨・石野光弘・千葉 悟・濱津友紀 (2020) スケトウダラ日本海北部系群における資源管理方針に関する検討会（第 1 回）からの依頼への対応 http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/HW_suketou_n_20201014.pdf (last accessed 15 July 2021)
- 石野光弘・境 磨・千村昌之・河村眞美・千葉 悟・成松庸二・濱津友紀 (2022) 令和 3 (2021) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 <http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202112.pdf> (last accessed 05 August 2022)
- 小岡孝治・高津哲也・亀井佳彦・中谷敏邦・高橋豊美 (1997) 北部日本海中層に生息するスケトウダラの春季と秋季における食性. 日水誌, **63**, 537-541.
- Kooka, K., A. Wada, R. Ishida, T. Mutoh, K. Abe and H. Miyake (2001) Summer and winter feeding habits of adult walleye pollock in the offshore waters of western Hokkaido, northern Japan Sea. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn., **60**, 25-27.
- 前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美・高木省吾・梶原善之・目黒敏美 (1989) 北海道南西部の日

- 本海岸におけるスケトウダラの回遊について. 水産海洋研究, **53**, 38-43.
- 美坂 正 (2016) 日本海スケトウダラ復活の 3 つの鍵. 試験研究は今 No.810. 北海道立総合研究機構水産研究本部. <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/ima810.pdf> (last accessed 15 July 2021)
- 三宅博哉 (2008) 音響学的手法を用いたスケトウダラ北部日本海系群の資源動態評価と産卵場形成に関する研究. 北海道大学博士号論文, 136pp.
- 三宅博哉・板谷和彦・浅見大樹・嶋田 宏・渡野遼雅道・武藤卓志・中谷敏邦 (2008) 卵分布からみた北海道西部日本海におけるスケトウダラ産卵場形成の現状. 水産海洋研究, **72**, 265-272.
- Ohizumi, H., T. Kuramochi, M. Amano and N. Miyazaki (2000) Prey switching of Dall's porpoise *Phocoenoides dalli* with population decline of Japanese pilchard *Sardinops melanostictus* around Hokkaido, Japan. Mar. Ecol. Prog. Ser., **200**, 265-275.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. ICES J. Mar. Sci., **74**, 2427-2436.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.
- 佐々木正義・夏目雅史 (1990) 武蔵堆およびその周辺水域におけるスケトウダラ若年魚の分布. 日水誌, **56**, 1063-1068.
- 田中富重 (1970) 北部日本海海域におけるスケトウダラの漁業生物学的研究 1 集団行動と構造についての一考察. 北水試研報, **12**, 1-11.
- 田中富重・及川久一 (1968) 昭和 45 年度岩内漁場のスケトウダラ調査について 産卵群の分布様式. 北水試月報, **28**, 2-8.
- 辻 敏 (1978) 北海道周辺のスケトウダラの系統群について. 北水試月報, **35**, 1-57.
- Tsuji, S. (1990) Alaska pollack population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters, II: Reproductive ecology and problems in population studies. Mar. Behav. Physiol., **16**, 61-107.
- 稚内・中央・函館水産試験場 (2022) スケトウダラ (日本海海域). 2022 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部. https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/01_walleyepollock_JS_2022.pdf

(執筆者：千村昌之、境 磨、千葉 悟、佐藤隆太、濱津友紀)

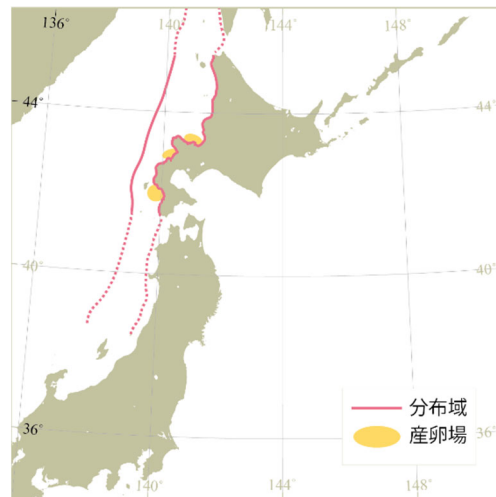


図 2-1. スケトウダラ日本海北部系群の分布域と産卵場

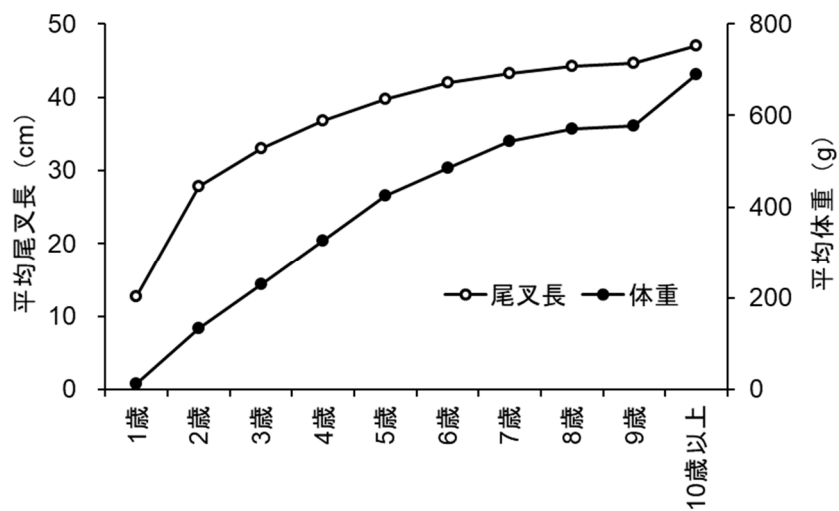


図 2-2. 年齢と成長（10 歳以上は複数の年齢の平均値である）

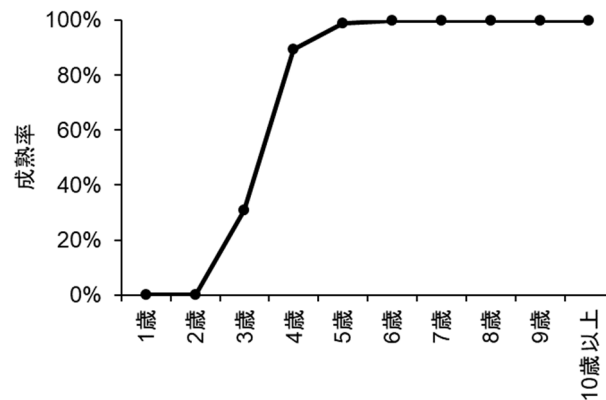


図 2-3. 年齢と産卵期における雌個体の成熟率

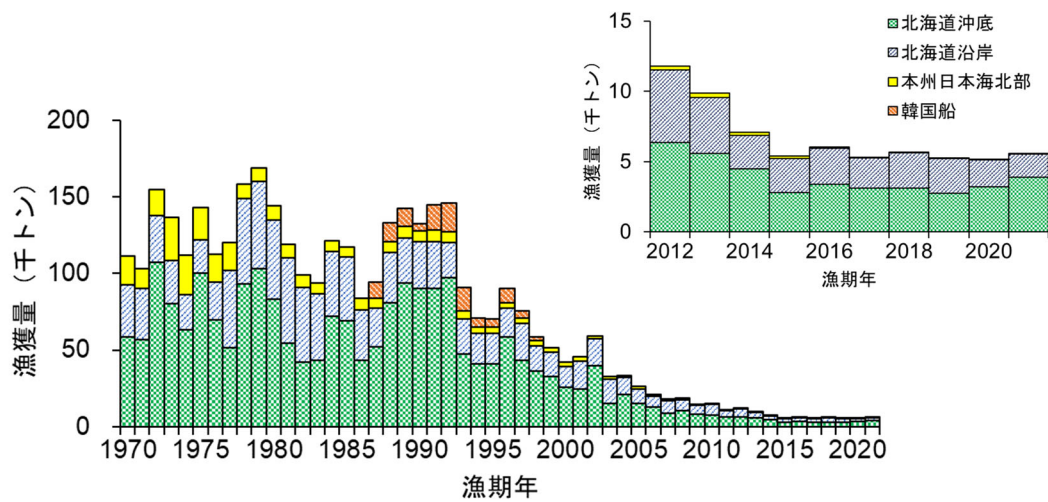


図 3-1. 漁獲量の推移 右上に 2012 年漁期以降を拡大した図を示す。

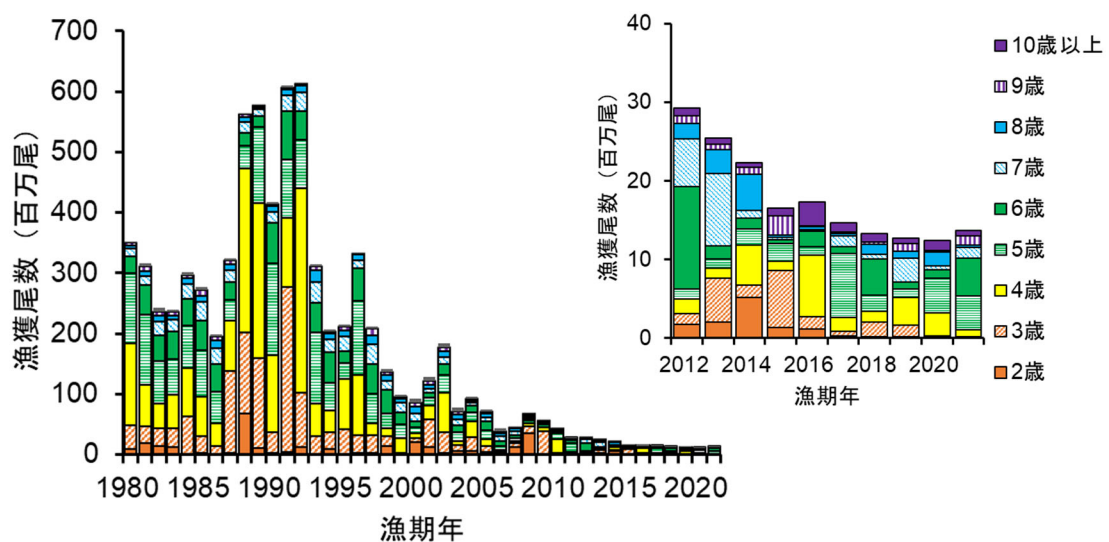


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移 右上に 2012 年漁期以降を拡大した図を示す。

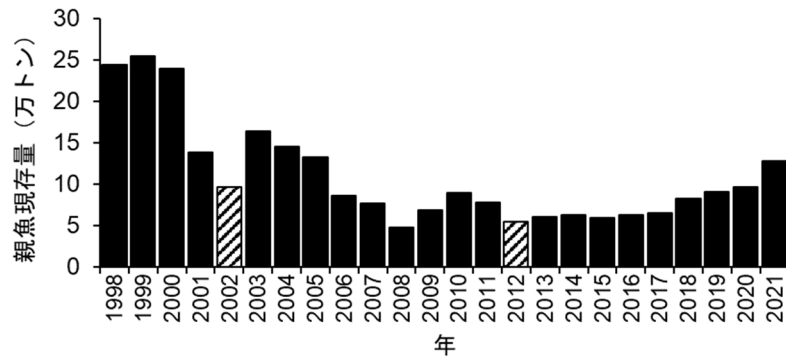


図 4-1. 親魚量指標値の推移 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査・10 月）における親魚の現存量推定値。2002 年と 2012 年は天候不良により十分な調査面積を確保できなかったため、この 2 年の値は参考値として資源計算には用いなかった（稚内・中央・函館水産試験場（2022）の図を改変）。

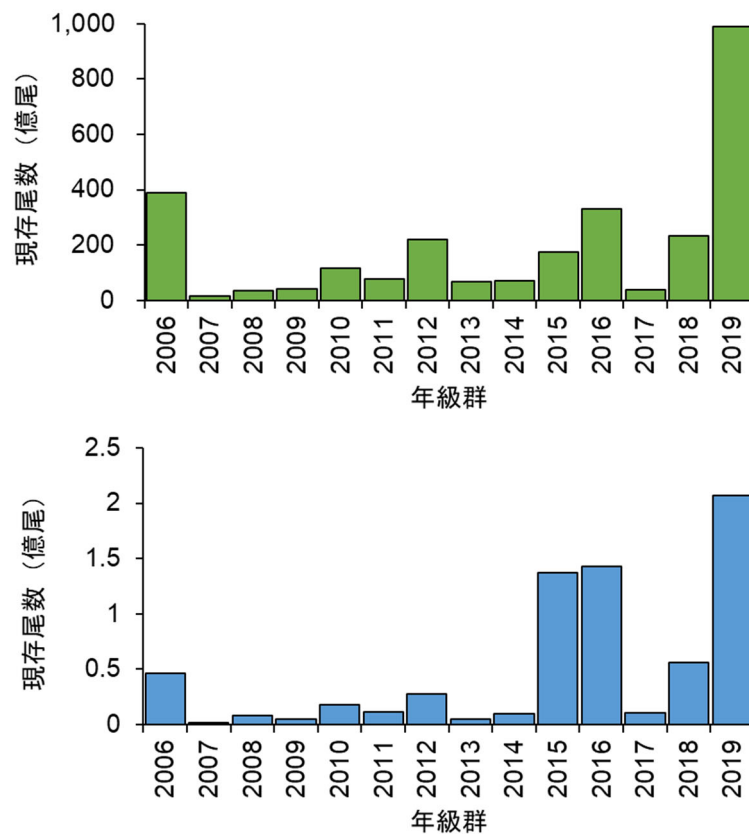


図 4-2. 加入量指標値の推移 上図は仔稚魚分布調査による 0 歳現存尾数推定値、下図は未成魚分布調査による 1 歳現存尾数推定値である（稚内・中央・函館水産試験場（2022）の図を改変）。

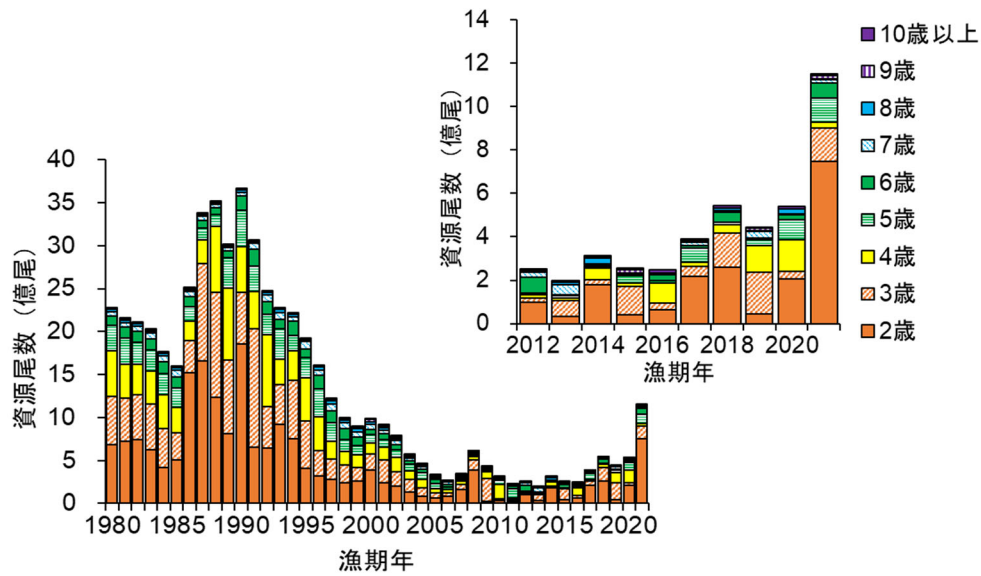


図 4-3. 年齢別資源尾数の推移 右上に 2012 年漁期以降を拡大した図を示す。

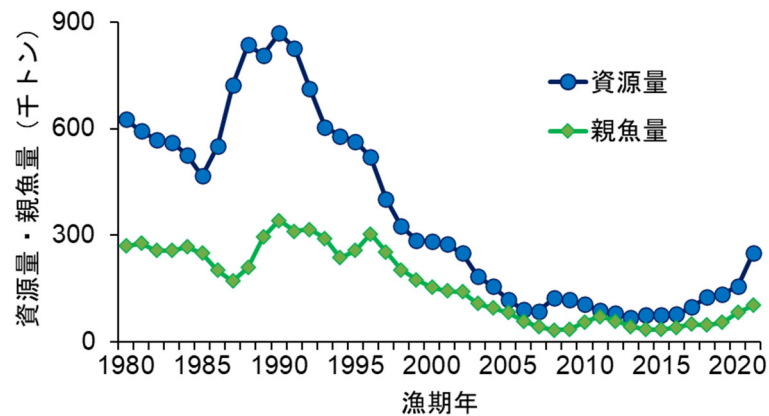


図 4-4. 資源量と親魚量の推移

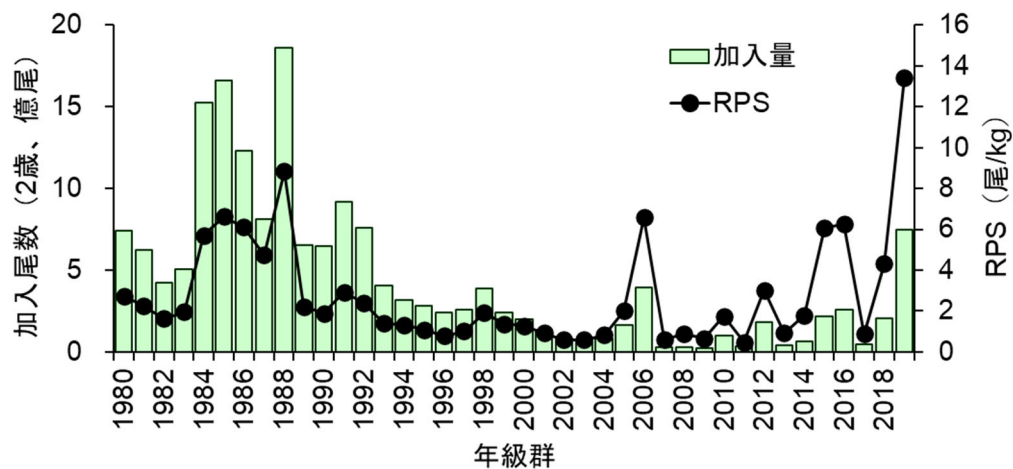


図 4-5. 加入量と再生産成功率 (RPS) の推移

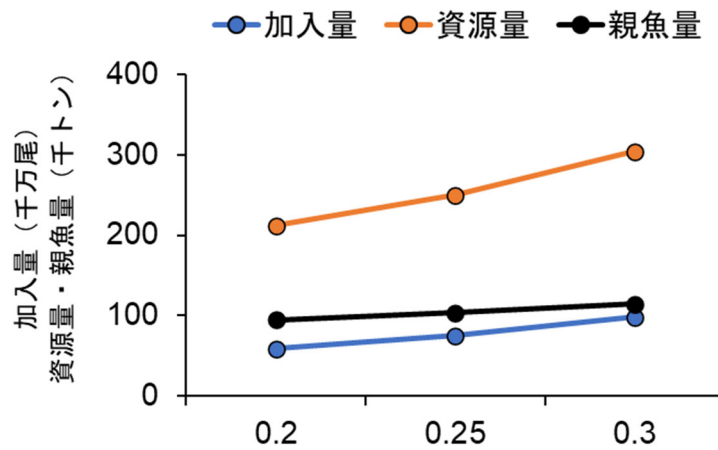


図 4-6. M の値を変化させた場合の 2021 年漁期の資源量、親魚量と加入量の変化
M は 3 歳以上の値を示す。2 歳の M はこの値に 0.05 を加算したものである。

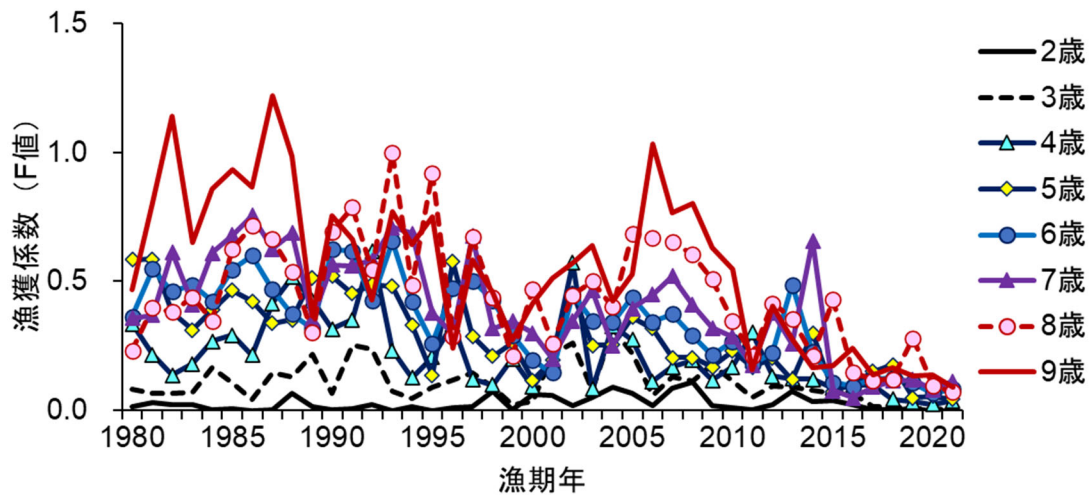


図 4-7. 各年齢の F の経年推移 10 歳以上の F は 9 歳と同じである。

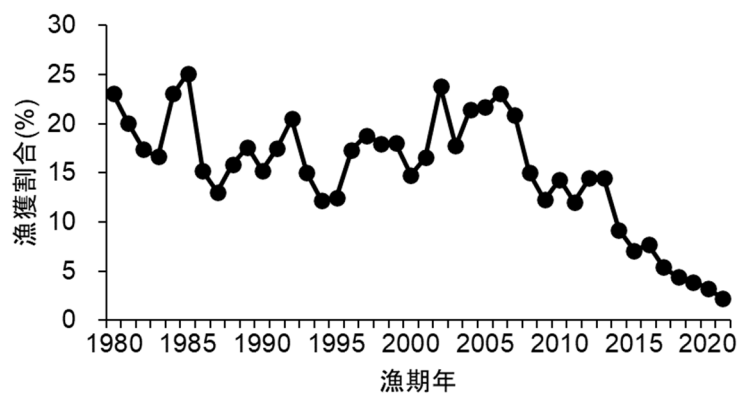


図 4-8. 漁獲割合の推移

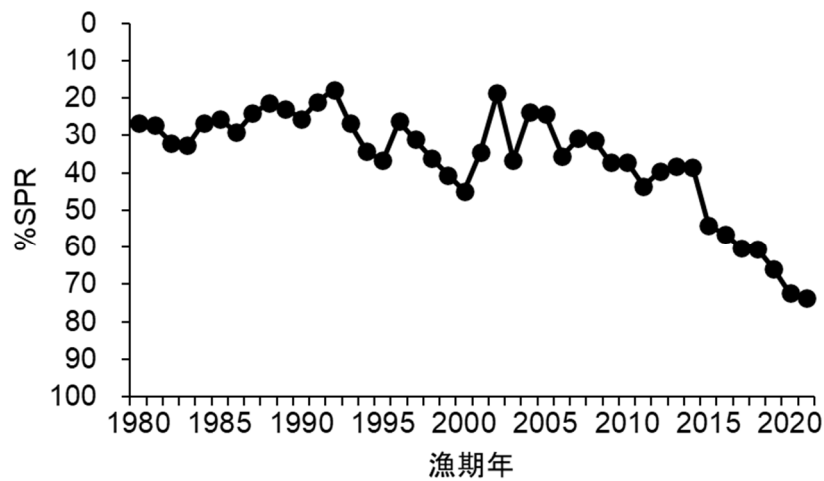


図 4-9. %SPR 値の推移

%SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、F
が高い（低い）と%SPR は小さく（大きく）なる。

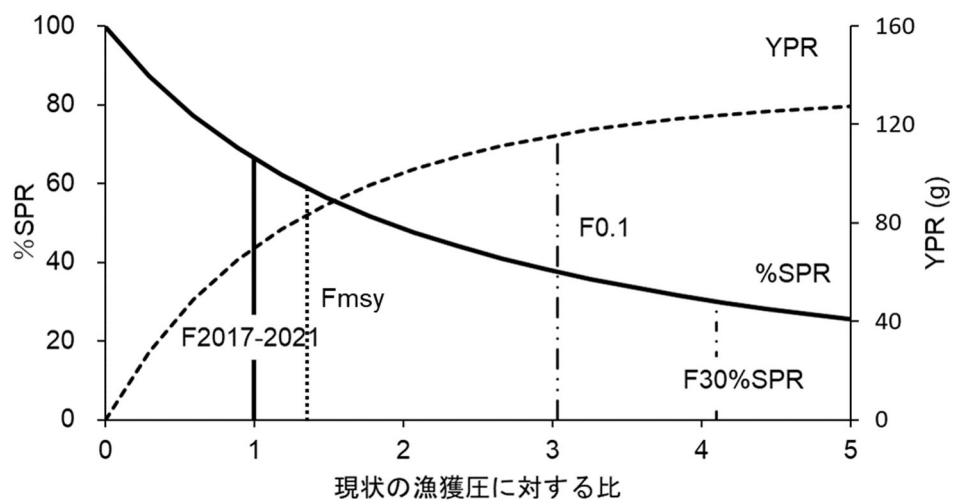


図 4-10. 現状の漁獲圧（F2017-2021）に対する YPR と%SPR の関係

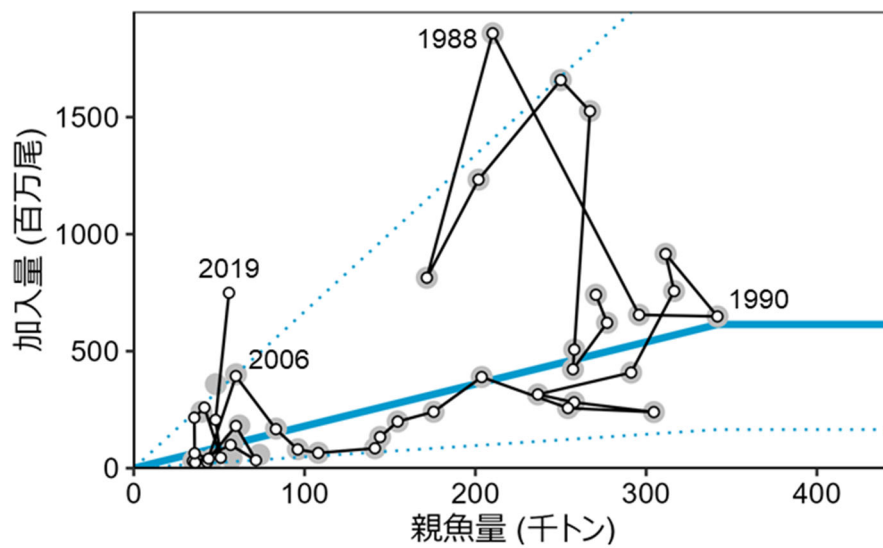


図 4-11. 親魚量と加入量の関係（再生産関係） 灰色の丸は令和 2（2020）年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示し、青線は令和 2 年 9 月に開催された「スケトウダラの資源評価に関する研究機関会議」において適用された再生産関係式を示し、点線は観察データの 90%が含まれると推定される範囲を示す（千村ほか 2020）。白色の丸は令和 4（2022）年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示す。図中の数字は年級群を示す。

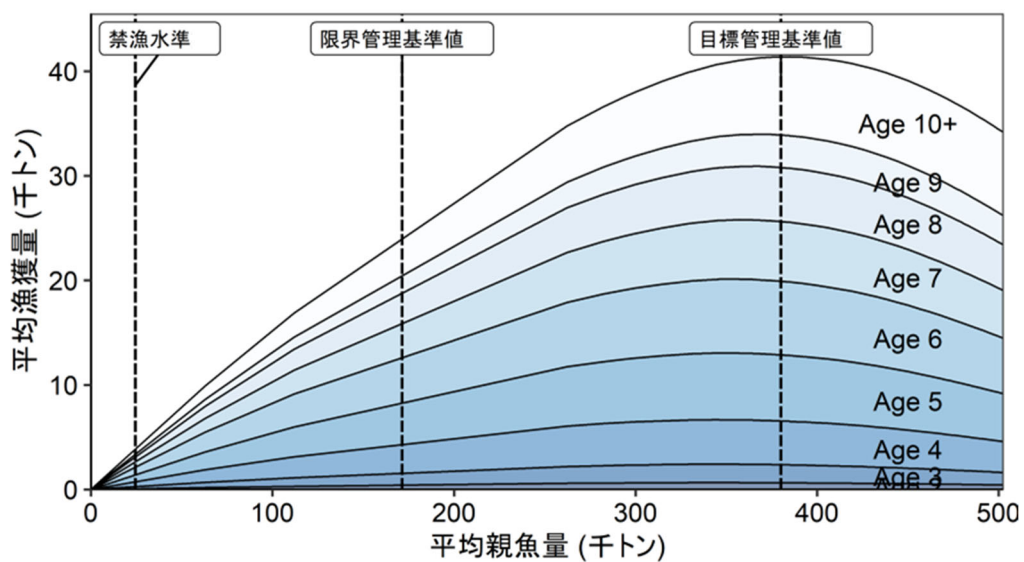


図 4-12. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量の関係（千村ほか 2020）

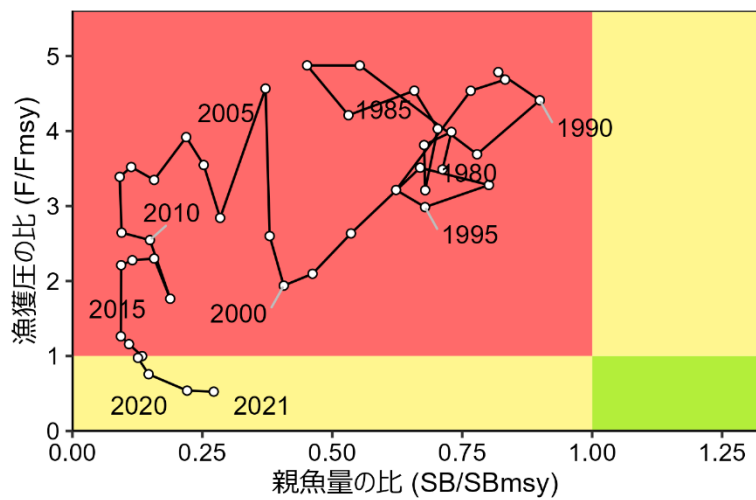


図 4-13. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) に対する、親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

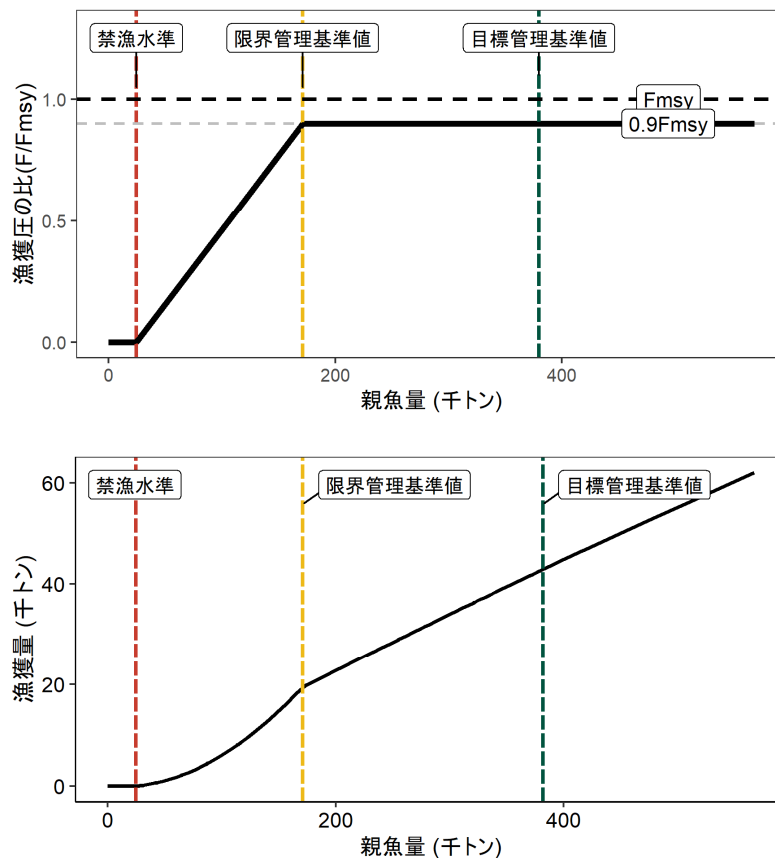


図 5-1. 漁獲管理規則 β を 0.9 とした場合のものを示す。黒破線は Fmsy、灰色破線は 0.9 Fmsy、黒太線は漁獲管理規則、赤破線は禁漁水準、黄破線は限界管理基準値、緑破線は目標管理基準値をそれぞれ示す。上図が縦軸を漁獲圧にした漁獲管理規則の模式図を示し、下図では縦軸を漁獲量として、それぞれの親魚量の下で漁獲管理規則により期待される漁獲量を示した。

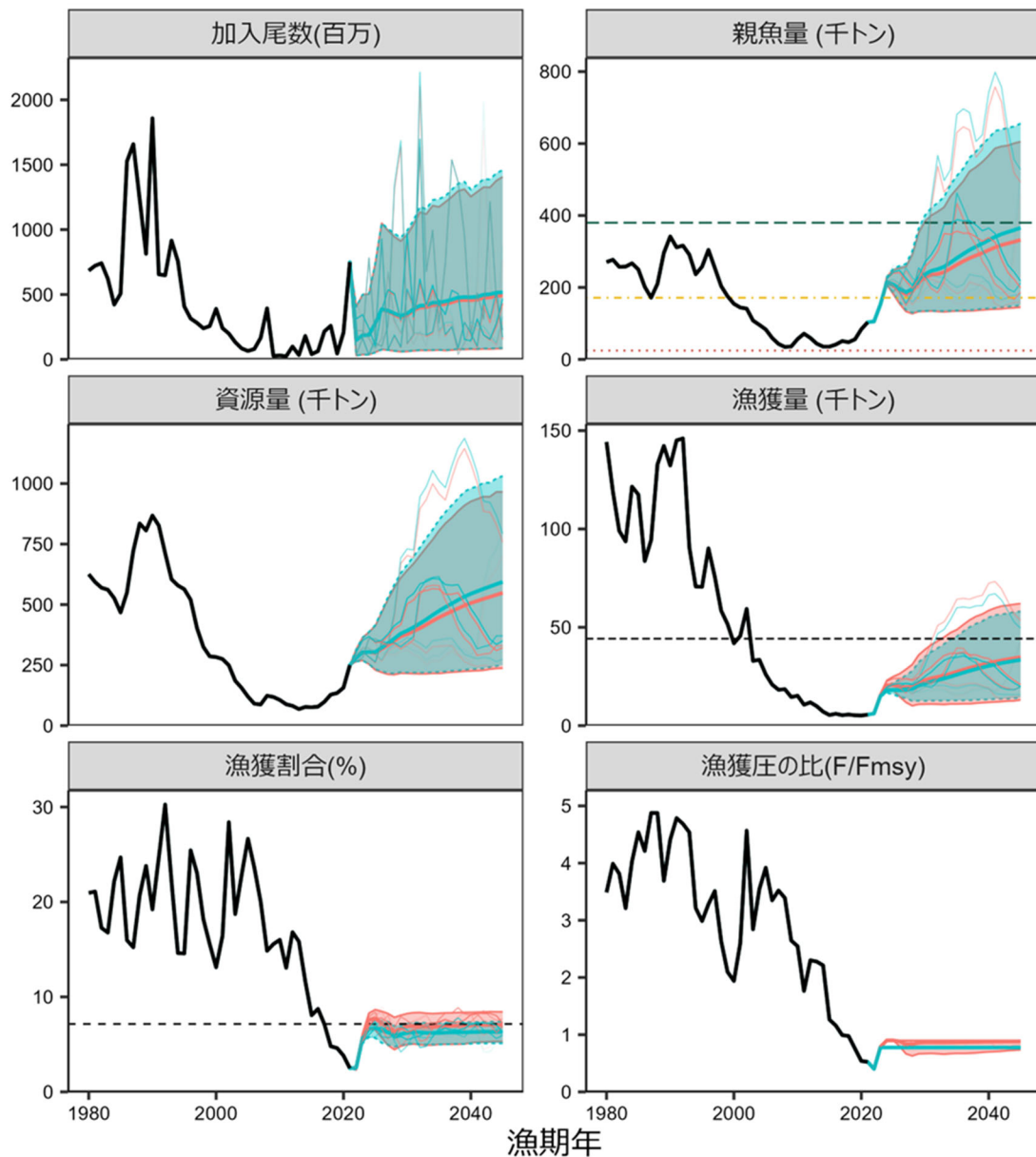


図 5-2. 漁獲管理規則を用いた将来予測（赤色）と現状の漁獲圧（F2017-2021）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色） 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる90%予測区間、細線は3通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄点線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。漁獲管理規則は $\beta=0.9$ とした場合の結果を示した。2022年漁期の漁獲量は6,173トンとした。

表 3-1. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量（トン）

漁期年	日本海北部系群合計	北海道日本海				本州日本海北部
		海域計	沖合底びき網	沿岸漁業	韓国漁船	
1970	111,254	92,482	58,803	33,679	-	18,772
1971	102,946	90,275	57,018	33,257	-	12,671
1972	154,926	137,935	107,074	30,861	-	16,991
1973	136,332	108,327	80,518	27,809	-	28,005
1974	112,174	86,188	63,248	22,940	-	25,986
1975	143,159	121,748	100,056	21,692	-	21,411
1976	112,584	94,373	69,914	24,458	-	18,211
1977	119,961	102,077	51,789	50,288	-	17,884
1978	158,045	148,936	93,058	55,878	-	9,109
1979	168,909	159,827	102,903	56,924	-	9,082
1980	144,205	134,560	82,928	51,632	-	9,645
1981	119,043	110,266	54,341	55,925	-	8,777
1982	99,036	91,092	41,969	49,123	-	7,944
1983	93,666	86,614	43,278	43,335	-	7,052
1984	121,527	114,229	71,997	42,232	-	7,298
1985	117,468	110,676	68,874	41,802	-	6,792
1986	83,665	76,363	43,140	33,224	-	7,302
1987	94,351	88,058	51,936	25,318	10,804	6,293
1988	132,809	126,032	80,777	33,069	12,186	6,777
1989	142,245	134,493	94,019	28,838	11,635	7,752
1990	132,251	125,439	90,429	30,333	4,677	6,812
1991	145,042	137,056	90,502	30,103	16,451	7,986
1992	146,028	139,229	97,459	22,984	18,786	6,799
1993	90,678	85,498	47,386	23,102	15,011	5,180
1994	70,734	66,819	41,018	20,027	5,774	3,915
1995	70,557	66,573	41,116	19,917	5,540	3,984
1996	90,154	86,559	58,693	18,482	9,384	3,595
1997	75,712	72,122	43,158	24,107	4,857	3,590
1998	58,447	55,076	36,430	16,527	2,119	3,371
1999	51,627	48,535	32,482	16,053	-	3,092
2000	41,847	39,157	25,952	13,204	-	2,690
2001	45,616	42,603	24,646	17,957	-	3,013
2002	59,359	57,309	39,733	17,576	-	2,050
2003	32,896	31,267	15,209	16,058	-	1,629
2004	33,492	32,291	20,717	11,574	-	1,201
2005	26,022	24,646	15,134	9,511	-	1,376
2006	20,873	19,883	12,605	7,278	-	991
2007	18,244	16,870	8,506	8,364	-	1,374
2008	18,516	17,550	10,383	7,168	-	965
2009	14,533	13,970	7,894	6,075	-	564
2010	15,187	14,662	7,768	6,894	-	525
2011	10,637	10,248	6,395	3,853	-	389
2012	11,813	11,524	6,375	5,150	-	289
2013	9,888	9,553	5,595	3,957	-	335
2014	7,085	6,858	4,484	2,374	-	227
2015	5,389	5,233	2,814	2,420	-	156
2016	6,041	5,966	3,387	2,579	-	74
2017	5,315	5,281	3,093	2,187	-	34
2018	5,640	5,616	3,095	2,521	-	24
2019	5,261	5,216	2,768	2,448	-	45
2020	5,147	5,115	3,196	1,919	-	32
2021	5,575	5,542	3,867	1,675	-	33

北海道における沿岸漁業漁獲量の集計範囲は稚内市～福島町。2002 年漁期以前の本州日本海北部は年計。2020、2021 年漁期は暫定値。

表 4-1. スケトウダラ日本海北部系群の資源解析結果

漁期年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	2歳加入尾数 (百万尾)	再生産成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)	%SPR	F/Fmsy
1980	144,205	625,355	270,570	741	2.74	23	27	3.49
1981	119,043	593,173	277,112	621	2.24	20	27	3.99
1982	99,036	569,662	257,149	422	1.64	17	32	3.81
1983	93,666	561,521	257,924	507	1.97	17	33	3.21
1984	121,527	526,554	267,099	1,526	5.71	23	27	4.03
1985	117,468	467,476	249,990	1,658	6.63	25	26	4.54
1986	83,665	549,703	201,830	1,233	6.11	15	29	4.21
1987	94,351	722,398	171,594	814	4.74	13	24	4.88
1988	132,809	835,017	210,110	1,858	8.84	16	21	4.87
1989	142,245	806,214	295,857	655	2.21	18	23	3.69
1990	132,251	867,859	341,743	648	1.90	15	25	4.41
1991	145,042	826,580	311,390	915	2.94	18	21	4.79
1992	146,028	712,370	316,382	757	2.39	20	18	4.69
1993	90,678	604,657	291,215	409	1.40	15	27	4.54
1994	70,734	578,945	236,623	315	1.33	12	34	3.22
1995	70,557	563,734	257,805	281	1.09	13	37	2.99
1996	90,154	520,125	304,514	240	0.79	17	26	3.28
1997	75,712	402,805	254,221	257	1.01	19	31	3.51
1998	58,447	325,168	203,687	389	1.91	18	36	2.64
1999	51,627	286,215	175,556	241	1.37	18	41	2.10
2000	41,847	283,201	154,525	199	1.29	15	45	1.94
2001	45,616	275,189	144,230	133	0.92	17	34	2.60
2002	59,359	249,259	141,197	85	0.60	24	19	4.57
2003	32,896	185,453	107,998	65	0.60	18	37	2.84
2004	33,492	155,980	96,010	80	0.83	21	24	3.55
2005	26,022	120,004	83,204	167	2.00	22	24	3.92
2006	20,873	90,477	59,744	394	6.59	23	35	3.35
2007	18,244	87,396	42,996	27	0.62	21	31	3.52
2008	18,516	123,350	34,595	30	0.87	15	31	3.39
2009	14,533	118,284	35,959	24	0.67	12	37	2.65
2010	15,187	106,091	56,681	99	1.75	14	37	2.55
2011	10,637	88,143	71,509	34	0.47	12	44	1.76
2012	11,813	81,624	59,784	180	3.02	14	40	2.30
2013	9,888	68,210	43,796	40	0.92	14	38	2.28
2014	7,085	77,116	35,626	64	1.79	9	38	2.21
2015	5,389	75,833	35,429	216	6.09	7	54	1.26
2016	6,041	78,417	41,357	259	6.26	8	56	1.16
2017	5,315	98,298	50,937	45	0.88	5	60	1.00
2018	5,640	128,077	47,870	207	4.31	4	61	0.98
2019	5,261	134,601	55,733	749	13.44	4	66	0.76
2020	5,147	156,847	83,852	—	—	3	72	0.54
2021	5,575	250,128	103,338	—	—	2	74	0.53

漁獲量、資源量、親魚量、漁獲割合の漁期年は、表 3-1 の漁獲量あるいはコホート解析結果の漁期年と対応するが、2 歳加入尾数と再生産成功率（2 歳加入尾数÷親魚量）は、0 歳時の漁期年にずらして表示した。2020、2021 漁期年に発生した年級群は 2021 漁期年末時点ではまだ漁獲対象資源に加入していないため「—」で示す。

表 5-1. 将来の親魚量が目標管理基準値 (a)、限界管理基準値 (b) を上回る確率

(a) 目標管理基準値を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	5	19	30
0.9	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	6	25	38
0.8	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	8	32	47
0.7	0	0	0	0	0	0	0	1	5	7	10	40	56
0.6	0	0	0	0	0	0	1	2	6	9	12	48	66
0.5	0	0	0	0	0	0	1	2	6	11	15	57	75
0.4	0	0	0	0	0	0	1	3	8	13	18	66	83
0.3	0	0	0	0	0	0	1	3	9	16	22	75	89
0.2	0	0	0	0	0	1	1	4	11	19	27	83	94
0.1	0	0	0	0	0	1	1	4	13	24	33	89	97
0	0	0	0	0	0	1	2	5	16	28	39	93	99
F2017-2021	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	8	33	48

(b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	0	0	0	100	100	62	44	50	65	70	71	82	87
0.9	0	0	0	100	100	70	50	56	70	75	76	87	92
0.8	0	0	0	100	100	78	57	61	75	80	81	91	95
0.7	0	0	0	100	100	86	64	67	80	84	86	94	97
0.6	0	0	0	100	100	93	72	73	84	88	90	96	99
0.5	0	0	0	100	100	97	79	79	88	91	92	98	99
0.4	0	0	0	100	100	100	86	85	92	94	95	99	100
0.3	0	0	0	100	100	100	92	90	95	96	97	100	100
0.2	0	0	0	100	100	100	96	94	97	98	98	100	100
0.1	0	0	0	100	100	100	99	97	99	99	99	100	100
0	0	0	0	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100
F2017-2021	0	0	0	100	100	78	57	61	74	79	81	90	94

2022 年漁期の漁獲量は 6,173 トンとし、2023 年漁期から漁獲管理規則による漁獲とした。

表 5-2. 将来の親魚量および漁獲量の平均値の推移

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

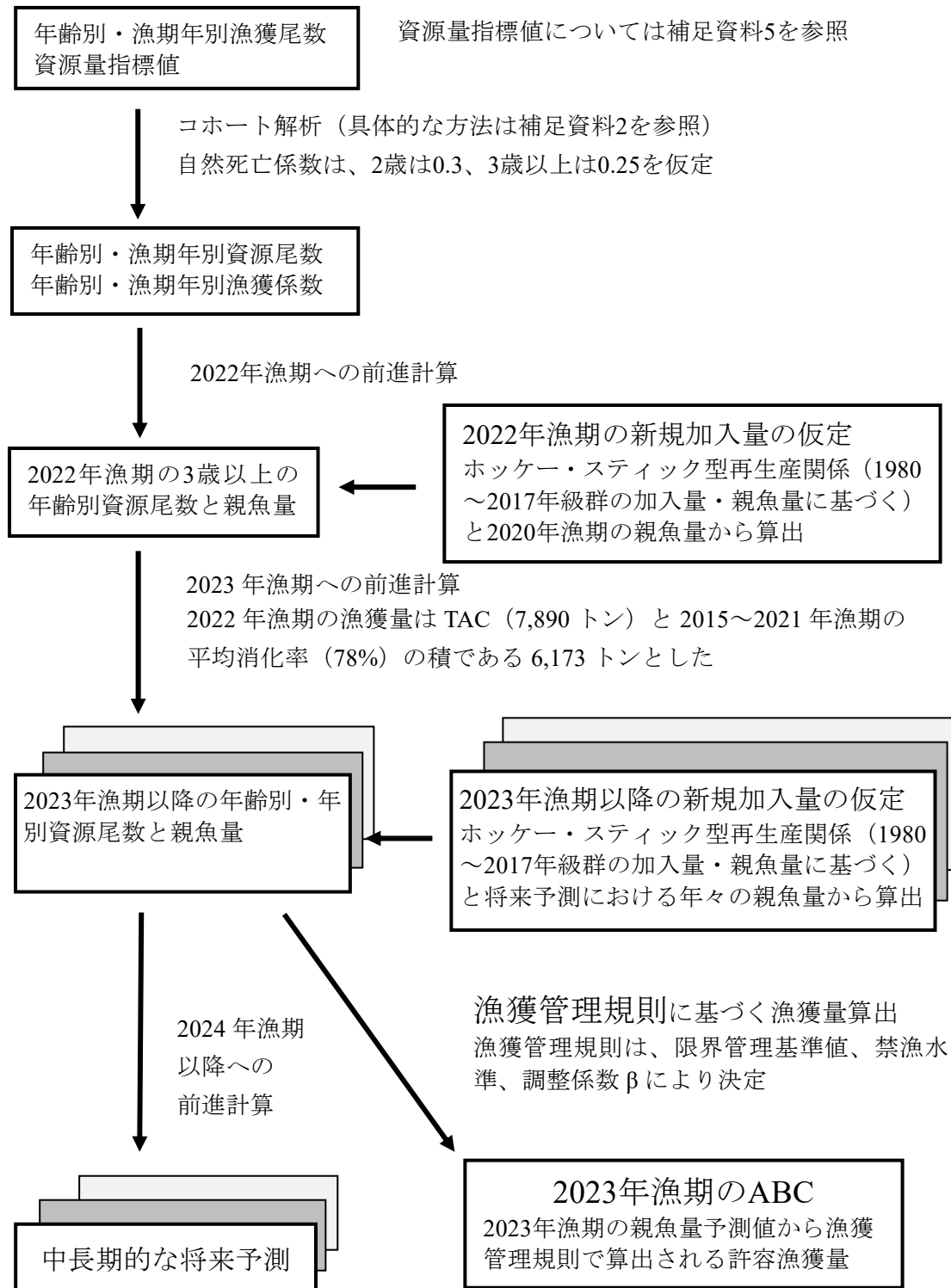
β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	103	105	153	213	202	187	175	183	207	219	224	287	327
0.9	103	105	153	214	205	192	180	189	214	228	235	311	359
0.8	103	105	153	216	209	197	186	196	222	238	246	339	393
0.7	103	105	153	218	213	202	192	203	231	248	259	369	429
0.6	103	105	153	220	216	208	199	210	240	259	272	401	465
0.5	103	105	153	221	220	213	206	218	249	271	286	436	502
0.4	103	105	153	223	224	219	213	226	260	283	301	472	540
0.3	103	105	153	225	228	225	220	235	270	297	318	511	578
0.2	103	105	153	227	233	231	228	244	282	311	335	552	618
0.1	103	105	153	228	237	238	236	253	294	326	354	595	659
0	103	105	153	230	241	245	244	264	307	342	374	641	703
F2017-2021	103	105	153	215	208	197	187	196	222	237	246	341	396

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	5.6	6.2	17.0	22.5	22.4	21.3	20.7	20.8	23.2	24.4	25.2	32.9	37.7
0.9	5.6	6.2	15.3	20.5	20.6	19.9	19.6	19.7	21.9	23.2	24.1	32.5	37.6
0.8	5.6	6.2	13.7	18.5	18.7	18.4	18.3	18.4	20.4	21.7	22.7	31.7	36.8
0.7	5.6	6.2	12.0	16.4	16.8	16.7	16.8	16.9	18.8	20.0	21.1	30.4	35.3
0.6	5.6	6.2	10.4	14.2	14.7	14.8	15.1	15.2	16.9	18.1	19.1	28.4	32.9
0.5	5.6	6.2	8.7	12.0	12.5	12.7	13.2	13.3	14.8	15.9	16.9	25.9	29.7
0.4	5.6	6.2	7.0	9.7	10.3	10.5	11.0	11.2	12.4	13.4	14.4	22.5	25.7
0.3	5.6	6.2	5.3	7.4	7.9	8.1	8.6	8.8	9.8	10.6	11.4	18.3	20.7
0.2	5.6	6.2	3.5	5.0	5.4	5.6	6.0	6.1	6.8	7.5	8.1	13.3	14.8
0.1	5.6	6.2	1.8	2.5	2.8	2.9	3.1	3.2	3.6	3.9	4.3	7.2	7.9
0	5.6	6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2017-2021	5.6	6.2	15.1	17.8	18.2	18.0	18.6	18.6	20.3	21.4	22.4	31.1	36.1

2022 年漁期の漁獲量は 6,173 トンとし、2023 年漁期から漁獲管理規則による漁獲とした。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 計算方法

(1) 資源計算方法

スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数および漁獲物の年齢別平均体重は、漁期年ごとの漁獲量と各月の漁獲物の年齢組成から北海道立総合研究機構水産研究本部の担当水産試験場が算出した値をもとに本州日本海側および韓国の漁獲を反映させて求めた（韓国による漁獲は 1987～1998 年漁期のみ）。年齢分解が困難な 10 歳以上はプラスグループ（10+と表記）としてまとめた。年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数はコホート解析により推定した。コホート解析ではスケトウダラ的生活史に基づき 4 月を起点とし、2～10+歳の年齢別に各値を求めた。年齢別資源尾数 N の計算には Pope（1972）の式を用い、プラスグループの資源尾数については平松（1999）の方法を用いた。自然死亡係数 M は太平洋系群（石野ほか 2022）と同じ値、2 歳は 0.3、3 歳以上は 0.25 を用いた。チューニングには親魚量の指標値および加入量の指標値を用いた。親魚量の指標値として産卵親魚分布調査の結果（図 4-1、補足資料 5-（1））を用いた。ただし、天候不良により十分な調査面積を確保できなかった 2002 年および 2012 年の現存量推定値はチューニングからは除外した。加入量の指標値として 2006～2019 年の仔稚魚分布調査の 0 歳魚現存量（図 4-2、補足資料 5-（3））および 2007～2020 年（2006～2019 年級群）の未成魚分布調査の 1 歳魚現存量（図 4-2、補足資料 5-（4））を用いた。最近年の F 値については、親魚量および加入量の変化が調査で得られた現存量の変化と最も近くなるよう年齢別の F 値をリッジ VPA（Okamura et al. 2017）の手法に基づくペナルティを課し探索的に求めた。

資源量推定の具体的な計算式は以下の通りである。

各年の年齢別資源尾数 $N_{a,y}$ は、各年の年齢別漁獲尾数および自然死亡係数から（1）式により計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数、 M_a は a 歳魚の自然死亡係数である。

9 歳および 10+歳の資源尾数はそれぞれ(2)、(3)式により求めた。

$$N_{9,y} = \frac{C_{9,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1} \exp(M_9) + C_{9,y} \exp\left(\frac{M_9}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{10+,y} = \frac{C_{10+,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1} \exp(M_{10+}) + C_{10+,y} \exp\left(\frac{M_{10+}}{2}\right) \quad (3)$$

最近年 Y の年齢別資源尾数 $N_{a,Y}$ は最近年の年齢別漁獲係数 $F_{a,Y}$ および年齢別漁獲尾数 $C_{a,Y}$ を用いて（4）式より求めた。

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,Y}))} \quad (4)$$

各年の親魚量 SSB_y は（5）式により求めた。

$$SSB_y = \sum_{a=2}^{10+} N_{a,y} \times m_{fa-1} \times w_a \quad (5)$$

ここで、 m_{fa} は a 歳の雌個体の成熟率、 w_a は a 歳の体重である。資源評価によって推定する資源量は、漁期年が始まる 4 月 1 日における初期資源量であるが、4 月は産卵期の終了直後である。そのため、親魚量を計算する際は、各漁期年の初期資源量と補足表 2-1 の雌個体の成熟率を 1 歳分若齢にずらした値（例えば、4 歳には 3 歳の成熟率を適用）の積により親魚量を算出した。

漁獲係数 F の計算は、最高齢（10+歳）の F と最近年の F 以外は（6）式により求めた。

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}} \right) \quad (6)$$

10+歳の F は 9 歳の F と等しいとした。

漁期年別年齢別の選択率（ある年におけるプラスグループの F の値で、その年の各年齢の F を除した値）はここで得られた漁期年別年齢別 F から求めた。

最近年（2021 年漁期）の漁獲係数は、リッジ VPA（Okamura et al. 2017）の手法を用いて推定した。リッジ VPA は F の大きさに応じてペナルティを課すことで、 F の推定に関する不安定性を軽減させる手法である。産卵親魚分布調査（補足資料 5-（1））から得られた親魚現存量、仔稚魚分布調査（補足資料 5-（3））から得られた 0 歳魚現存尾数、および未成魚分布調査（補足資料 5-（4））から得られた 1 歳魚現存尾数を用い、これら資源量指標値への適合度とペナルティとして F の 2 乗値を重み付けした目的関数（7 式）を最小にする年齢別 F 値を探索的に求めた。

$$(1 - \lambda) \times \sum_k \sum_y \left[W_k \times [\ln(I_{k,y}) - \ln(q_k N_y^{b_k})]^2 \right] + \lambda \times \sum_{a=2}^9 (F_{a,y})^2 \quad (7)$$

ここで、 λ はペナルティの重み（ $0 \leq \lambda < 1$ 、詳細は後述）、 W_k は資源量指標値 k の重み、 $I_{k,y}$ は資源量指標値 k の y 年の値、 q_k は資源量指標値 k と VPA で推定された資源量 k との比例係数、 b_k は資源指標値 k と VPA で推定された資源量 k の間の非線形性を表す係数、 N_y は資源量指標値 k に対応する VPA の y 年の値、 $F_{a,y}$ は最近年（2021 年漁期）の a 歳の F 値である。資源量指標値の重み W_k については、親魚量指標値は 10、加入量指標値は 1 とした。

なお、昨年度評価までは、親魚現存量、0 歳現存尾数、1 歳現存尾数のすべての資源量指標値と VPA で推定された親魚量や資源尾数の間に単純な線形関係を仮定していた（すなわち、 $b_k=1$ ）。しかし、とくに近年の 1 歳魚の指標値（図 4-2、補足表 5-3）は、2015、2016 年級群など高豊度年級群で突出した値となっており、年級群間の多寡の違いが 0 歳魚の指標値（図 4-2、補足表 5-2）に比べてかなり大きい。稚内・中央・函館水産試験場（2022）は、近年は若齢時における分布様式の違いや資源増加に伴って 1 歳魚の現存尾数推定において若齢魚と高齢魚との分離が難しくなっており、とくに高豊度とみられる年級群の 1 歳魚の現存尾数を資源量に対して大きく推定している可能性を指摘している。そのため、今

年度評価においては、各資源量指標値と VPA で推定された親魚量や資源尾数の間にべき乗関係を仮定することとして、チューニングにおいて指標値ごとの b_k を推定した。

比例係数 q_k はチューニングに使用した調査の年数を T 年とすると (8) 式により求められる。

$$q_k = \exp\left(\frac{\sum \ln\left(\frac{I_k}{N_y}\right)}{T}\right) \quad (8)$$

資源量指標値 k と VPA で推定された資源量 k の間の非線形性を表す係数 b_k は (9) 式により求められる。

$$b_k = \frac{\text{Cov}[\ln(I_k), \ln(N_k)]}{V[\ln(N_k)]} \quad (9)$$

ここで、Cov と V はそれぞれ共分散と分散である。

親魚量指標値は 10 月時点での現存量であるため、これと対応する資源量は (10) 式により求めた。

$$SSB_{octy} = \sum_{a=2}^{10+} N_{a,y} \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \times m_a \times w_a \quad (10)$$

ここで、 m_a は a 歳の雌雄込みの成熟率（補足表 2-2）である。

各調査現存量と VPA で推定された資源量の推移および残差を補足図 2-1 に示した。

推定された b の値は、親魚では 0.91、1 歳魚では 1.19、0 歳魚では 0.96 であった。べき乗関係を仮定した場合（補足図 2-1a）、特に b の推定値が 1 よりやや大きく外れた 1 歳魚において線形関係を仮定した場合（補足図 2-1b）よりも残差が小さかった。このため、資源量指標値と VPA で推定された資源量との間にべき乗関係を仮定するのが妥当と判断した。

なお、補足図 2-1a の 0 歳、1 歳の現存量と VPA で推定された資源量の関係を用いて、2022～2024 年漁期の加入量（2020～2022 年級群）を 0 歳現存尾数（補足表 5-2）や 1 歳現存尾数（補足表 5-3）から推算することが可能と考えられる。しかし、0 歳、1 歳の現存量と資源量の関係は、今年度評価の段階では豊度の不確実性が大きい 2018、2019 年級群のデータを含むこと、稚内・中央・函館水産試験場（2022）が 2018 年級群以降は調査時点の 0 歳魚の体長が小さく、かつ分布が北に偏っていたため、加入に至るまでにオホーツク海への流出や初期減耗の影響を強く受ける可能性があることと指摘していること、2022 年級群の 0 歳現存尾数は過去最高値のため外挿となることなどから、今年度評価では 0 歳、1 歳の現存量と資源量の関係を用いた将来の加入量の推算は行わなかった。

F 値をペナルティとして与える場合、このペナルティが強くなりすぎると F を引き下げすぎることがレトロスペクティブ解析から示されている。これを回避するため、Okamura et al.（2017）では λ の値は各年齢の F の平均値のレトロスペクティブバイアスを 0 とする値として推定されている。しかし本系群は年齢の組成数が 2～10 歳以上と多く、さらに

将来予測を行う際には各年齢のF値をもとにした年齢別の選択率が重要となる。このため、 λ についてはFの各年齢の平均値のレトロスペクティブバイアスではなく（11）式で求まる年齢別F値のレトロスペクティブ残差（SSR）を最小とする値とした。

$$SSR = \sum_{i=1}^P \sum_{a=2}^9 \left(\frac{F_{a,Y-i}^{R_i} - F_{a,Y-i}}{F_{a,Y-i}} \right)^2 \quad (11)$$

ここで、Pはレトロスペクティブ計算においてデータを遡る年数であり、近年の範囲として5年分を用いた。 $F_{a,Y-i}^{R_i}$ はi年分のレトロスペクティブ計算の最終年のa歳のF、 $F_{a,Y-i}$ は直近年（2021年漁期）までのデータを用いた計算における2021-i年のa歳のFである。また、Fの最大値は過去年の最高値から1.5に制限した。推定された λ は0.975であった。 λ を与えない場合のSSRは30.2であったが、 $\lambda=0.975$ の場合のSSRは3.8338であった。

0～0.9の各 λ 値において算出された ρ の値と年齢別F値のSSRを補足表2-3aに示し、0.97～0.979の各 λ 値において算出された ρ の値と年齢別F値のSSRを補足表2-3bに示した。 $\lambda=0$ と $\lambda=0.975$ における親魚量、資源量、加入量のレトロスペクティブ解析結果を補足図2-2に示し、年齢別Fのレトロスペクティブ解析結果を補足図2-3に示した。

なお、レトロスペクティブ解析では、その都度bを推定した。 $\lambda=0.975$ の場合のレトロスペクティブ解析で推定されたbの値を補足表2-4に示した。

親魚量の ρ が0に最も近くなる λ は0であった。親魚量の ρ は $\lambda=0$ では0.05、 $\lambda=0.975$ では0.16と大きくなったが（補足表2-3）、レトロスペクティブ解析結果からこのことが親魚量の推定結果に重大な影響は与えていないと判断した（補足図2-3）。

（2）将来予測方法

将来予測での各年の加入量は、令和2年9月に開催された「スケトウダラの資源評価に関する研究機関会議」において適用されたホッケ－・スティック型の再生産関係式($a=1.797$ 、 $b=341,743$ 、 $SD=0.799$)から推定される値を用いた（補足表3-1）。なお、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、令和2（2020）年度の資源評価に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。将来予測における漁獲係数Fは、「漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針」における1系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測に用いたパラメータは補足表2-5に示す。選択率や漁獲物平均体重等の値は、令和2年9月に開催された「スケトウダラの資源評価に関する研究機関会議」においてMSYを実現する水準の推定に用いた値を引き続き用いた。現状の漁獲圧（F2017-2021）は、令和2年度資源評価結果に基づく2013～2019年漁期の平均Fの選択率において推定される%SPRが2017～2021年漁期の平均F値から推定される%SPRと等しくなる値とした。2022年漁期のFは、これら将来予測に用いたパラメータの下で2022年漁期の漁獲量が6,173トンとなるFの値を探索的に求めた。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（(1) 式）を用いた。

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

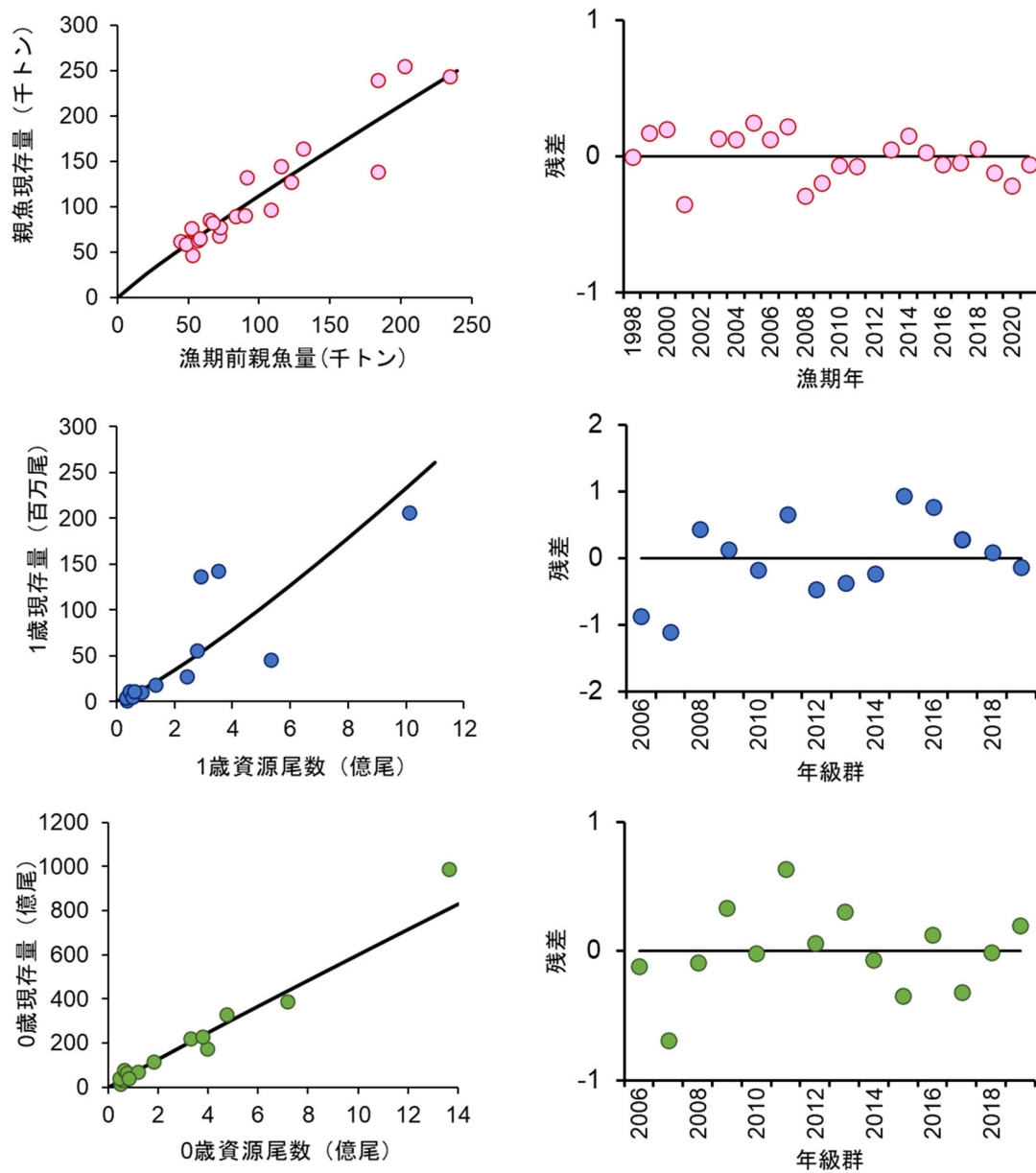
10 歳以上のプラスグループについては、前年の 9 歳と 10 歳以上の和から前進させた。

漁獲尾数は、上記で求めた資源尾数と各漁獲シナリオから仮定される F 値をもとに (2) 式により求めた。

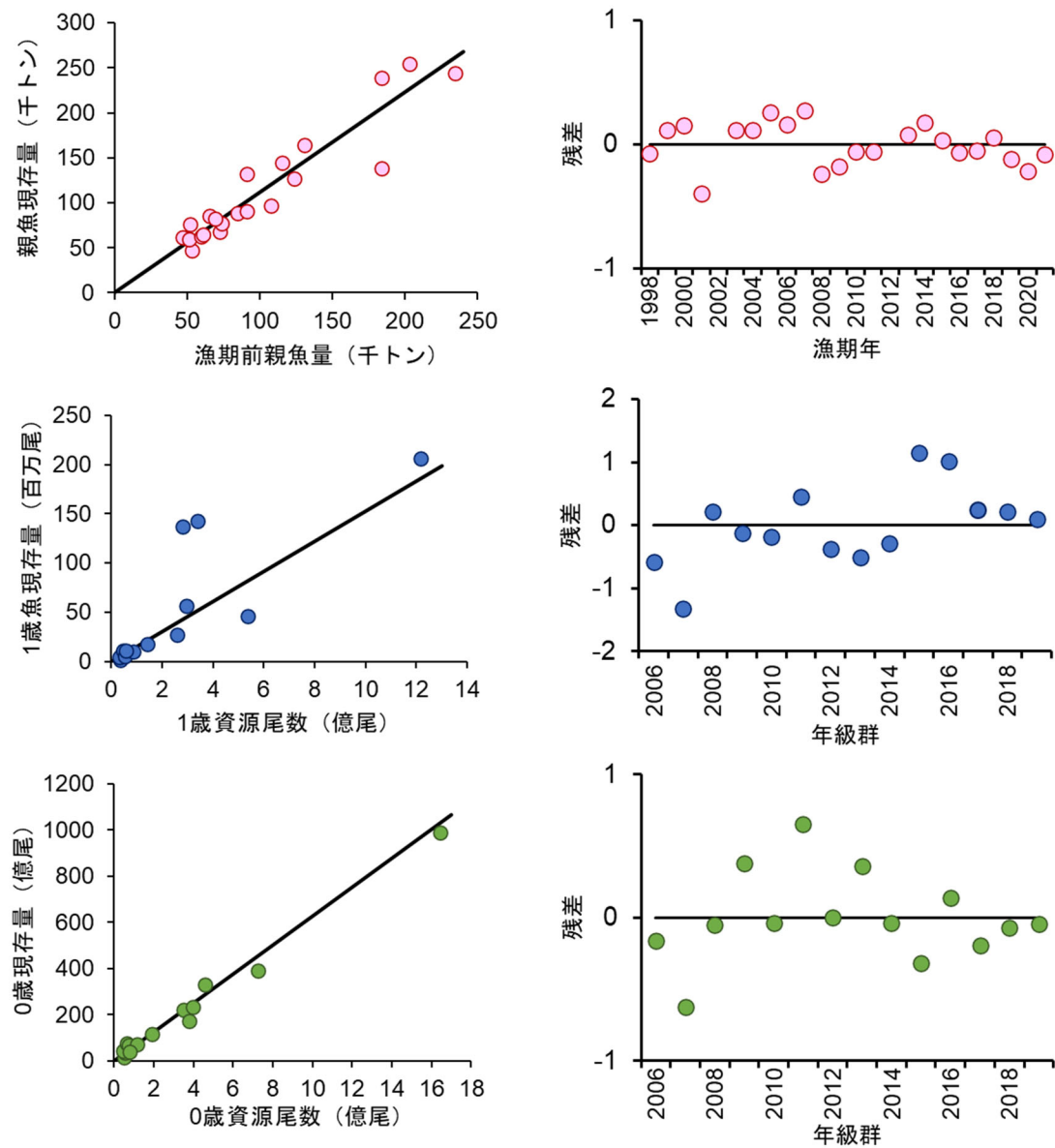
$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (2)$$

引用文献

- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, **20**, 9-28.
- 石野光弘・境 磨・千村昌之・河村眞美・千葉 悟・成松庸二・濱津友紀 (2022) 令和 3 (2021) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 <http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202112.pdf> (last accessed 05 August 2022)
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. ICES J. Mar. Sci., **74**, 2427-2436.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.
- 稚内・中央・函館水産試験場 (2022) スケトウダラ (日本海海域). 2022 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部. https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/01_walleyepollock_JS_2022.pdf



補足図 2-1a. VPA で推定された親魚量や資源尾数と各調査の現存量推定値との関係(左) および残差 (右) 今年度評価で採用したべき乗関係を仮定した場合を示す。
 上段は漁期前 (10 月時点の) 親魚量と産卵親魚分布調査の親魚現存量、中段は 4 月時点の 1 歳資源尾数と未成魚分布調査の 1 歳現存量、下段は 4 月時点の 0 歳魚資源尾数と仔稚魚分布調査の 0 歳現存量。0 歳魚および 1 歳魚の資源尾数は、漁獲尾数は 0 尾、0~1 歳の M は 2 歳と同じと仮定して 2 歳魚資源尾数から算出した。

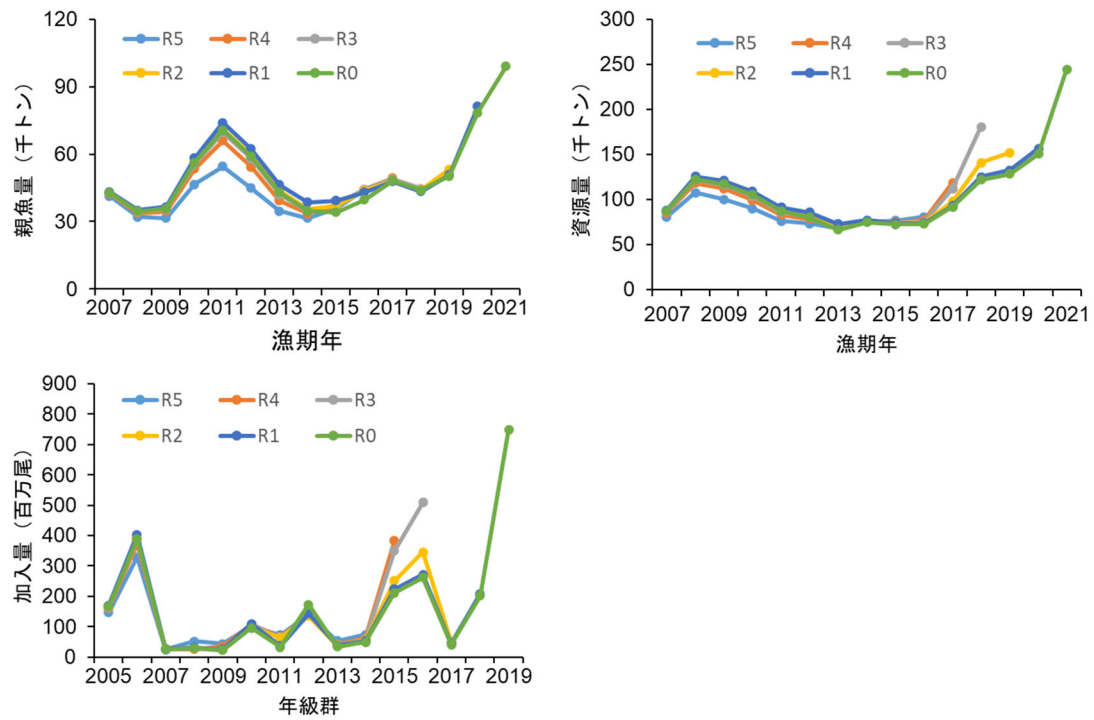


補足図 2-1b. VPA で推定された親魚量や資源尾数と各調査の現存量推定値との関係(左)

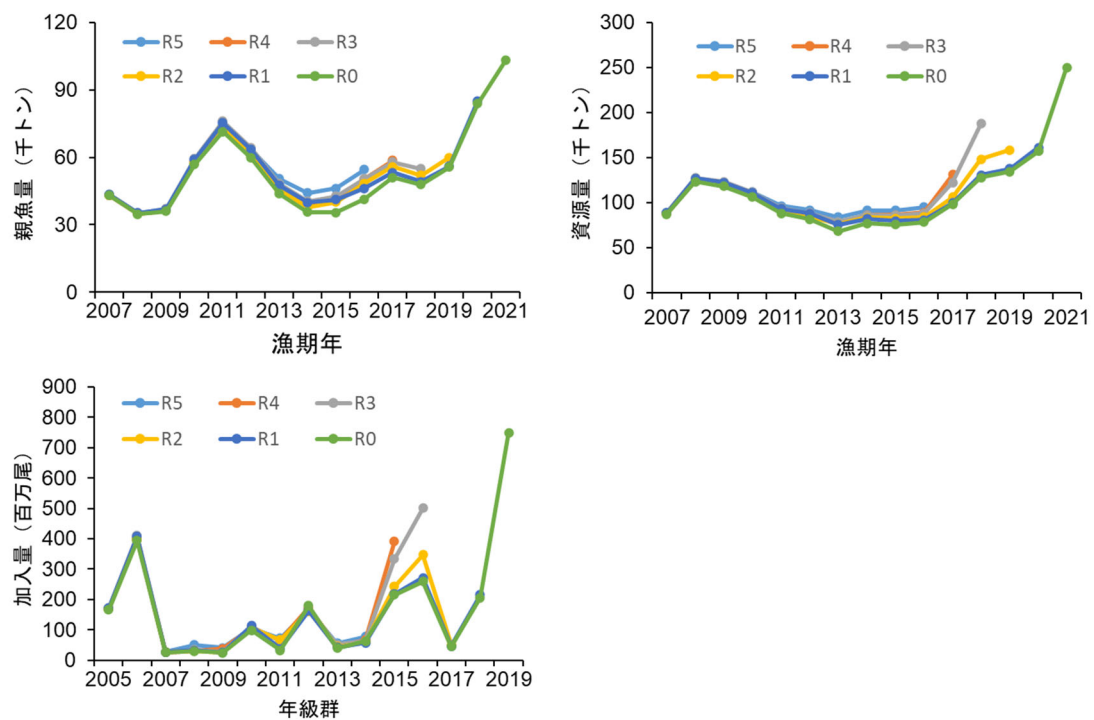
および残差 (右)

昨年度評価までと同じように単純な線形関係を仮定した場合を示す。

(a)

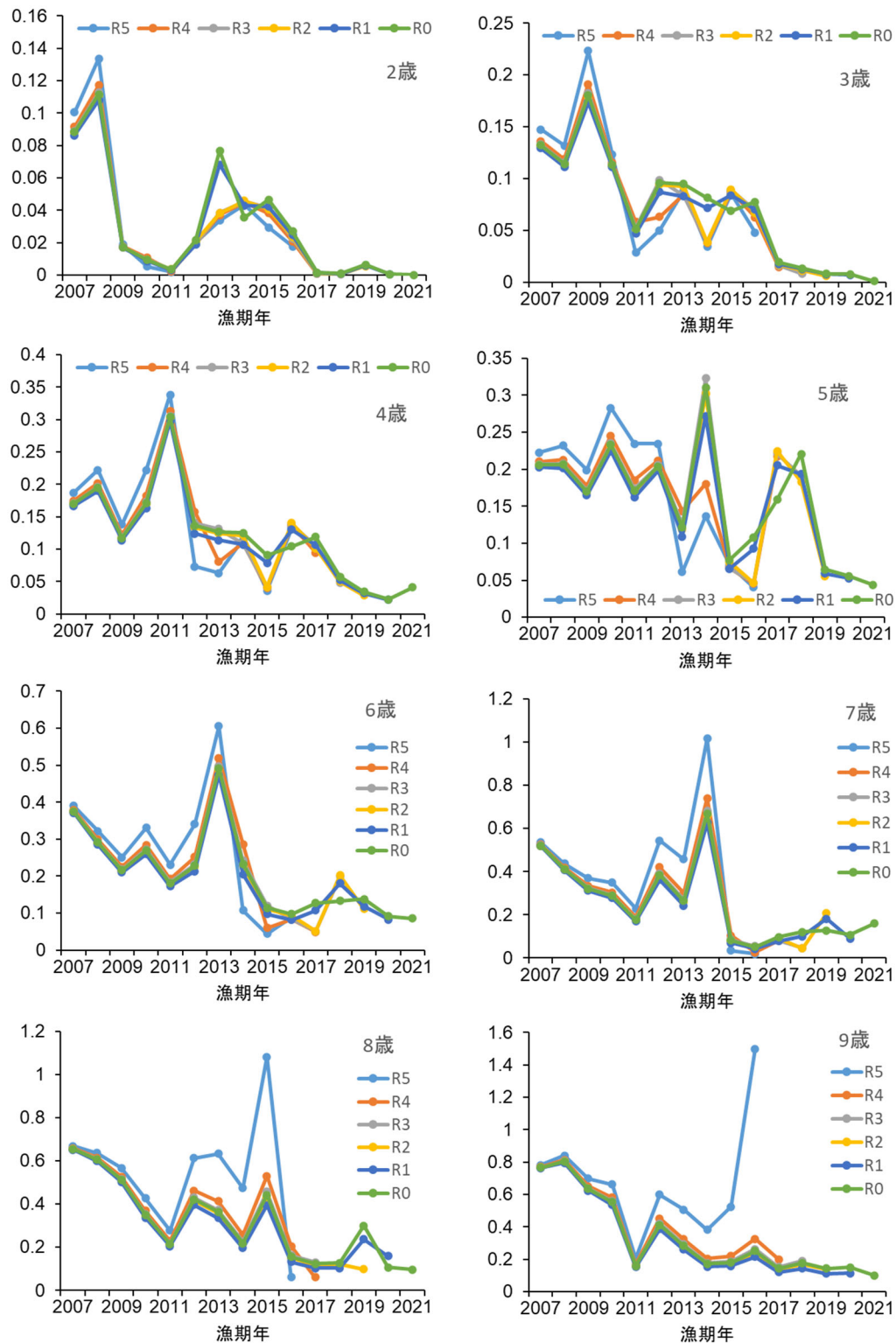


(b)



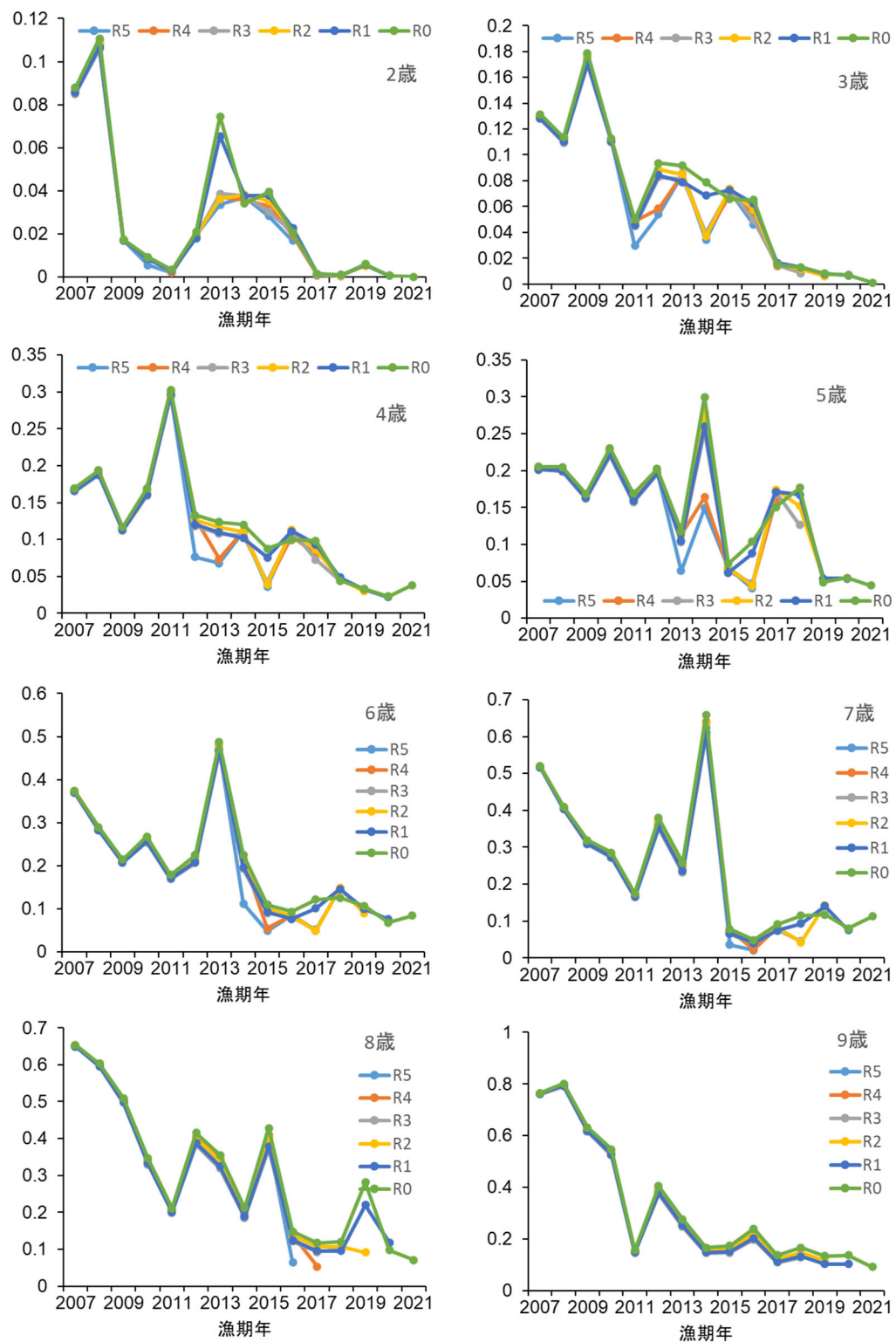
補足図 2-2. レトロスペクティブ解析における親魚量、資源量、加入量の推移

(a)は $\lambda=0$ 、(b)は $\lambda=0.975$ の場合。R0は最近年（2021年漁期）までのデータを用いた計算における推移、R1～R5はそれぞれ1～5年分のレトロスペクティブ計算における推移を示す。



補足図 2-3a. レトロスペクティブ解析 ($\lambda=0$) における各年齢の F の推移

R0 は最近年 (2021 年漁期) までのデータを用いた計算における推移、R1~R5 はそれぞれ 1~5 年分のレトロスペクティブ計算における推移を示す。



補足図 2-3b. レトロスペクティブ解析 ($\lambda=0.975$) における各年齢の F の推移

R0 は最近年 (2021 年漁期) までのデータを用いた計算における推移、R1~R5 はそれぞれ 1~5 年分のレトロスペクティブ計算における推移を示す。

補足表 2-1. 雌個体の年齢別成熟率 (%)

1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7 歳	8 歳	9 歳	10 歳以上
0	0	31	89	99	100	100	100	100	100

補足表 2-2. 雌雄込みの年齢別成熟率 (%)

1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7 歳	8 歳	9 歳	10 歳以上
0	9	48	90	99	100	100	100	100	100

補足表 2-3a. 0～0.9 の各 λ 値において算出された ρ の値と年齢別 F 値のレトロスペクティブ残差 (SSR)

λ	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
親魚量	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.11
資源量	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24
加入尾数	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.48	0.47
%SPR	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
年齢別 F										
2 歳	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.28
3 歳	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.25	-0.24
4 歳	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
5 歳	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.13	-0.13	-0.14	-0.15
6 歳	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11
7 歳	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20	-0.20	-0.21
8 歳	-0.29	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.31	-0.32
9 歳	1.03	0.61	0.45	0.36	0.30	0.24	0.19	0.13	0.07	-0.03
SSR	30.2	13.6	9.7	8.0	7.0	6.3	5.7	5.2	4.8	4.2

補足表 2-3b. 0.97～0.979 の各 λ 値において算出された ρ の値と年齢別 F 値のレトロスペクティブ残差 (SSR)

λ	0.97	0.971	0.972	0.973	0.974	0.975	0.976	0.977	0.978	0.979
親魚量	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17
資源量	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
加入尾数	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44
%SPR	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
年齢別 F										
2 歳	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.26
3 歳	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	-0.20	-0.20	-0.20
4 歳	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
5 歳	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
6 歳	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
7 歳	-0.23	-0.23	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24
8 歳	-0.35	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.37
9 歳	-0.17	-0.17	-0.17	-0.18	-0.18	-0.18	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20
SSR	3.841	3.839	3.837	3.835	3.8343	3.8338	3.8340	3.835	3.836	3.839

$\lambda=0.975$ のときに SSR が最小となった。

補足表 2-4. $\lambda=0.975$ とした場合のレトロスペクティブ解析で推定された b の値

年齢	親魚	1 歳魚	0 歳魚
R0	0.91	1.19	0.96
R1	0.96	1.26	0.95
R2	0.97	1.28	0.95
R3	1.01	1.24	0.87
R4	1.00	1.22	0.90
R5	1.02	1.20	1.15

R0 は最近年（2021 年漁期）までのデータを用いた計算、R1～R5 はそれぞれ 1～5 年分のレトロスペクティブ計算における値を示す。

補足表 2-5. 将来予測で用いたパラメータ

年齢	自然 死亡 係数	成熟 率	資源の 平均重量 (g)	漁獲物 平均重量(g) (注 1)	選択率 (注 2)	Fmsy (注 3)	F2017-2021 (注 4)
2	0.30	0.00	134	98	0.14	0.02	0.02
3	0.25	0.00	229	187	0.26	0.03	0.03
4	0.25	0.31	326	284	0.51	0.07	0.05
5	0.25	0.89	425	380	0.81	0.11	0.09
6	0.25	0.99	485	455	0.99	0.13	0.10
7	0.25	1.00	545	505	1.05	0.14	0.11
8	0.25	1.00	570	574	1.18	0.15	0.13
9	0.25	1.00	578	605	1.00	0.13	0.11
10+	0.25	1.00	688	680	1.00	0.13	0.11

注 1：2015～2019 年漁期の漁獲物の平均体重。

注 2：令和 2 年度資源評価結果に基づく 2013～2019 年漁期の平均 F の選択率。

注 3：令和 2 年度研究機関会議で推定された Fmsy。

注 4：注 2 の選択率の下で 2017～2021 年漁期の F 値の年齢別平均値と同じ漁獲圧を与える F 値を%SPR 換算して求めた値。

補足資料 3 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 3-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ホッケ－・スティック型(HS)	最小二乗法	無	1.797	341,743	0.799	0

a は HS の折れ点までの再生産曲線の傾き（尾/kg）、b は HS の折れ点となる親魚量（トン）、S.D.は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。

補足表 3-2. 管理基準値と MSY

項 目	値	説 明
SBtarget	380 千トン	目標管理基準値。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)。
SBlimit	171 千トン	限界管理基準値。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)。
SBban	25 千トン	禁漁水準。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)。
Fmsy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧(漁獲係数 F) (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) =(0.02, 0.03, 0.07, 0.11, 0.13, 0.14, 0.15, 0.13, 0.13)	
%SPR (Fmsy)	60%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	44 千トン	最大持続生産量 MSY

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項 目	値	説 明
SB2021	103 千トン	2021 年漁期の親魚量
F2021	2021 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F) (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) =(0.00, 0.00, 0.04, 0.04, 0.08, 0.11, 0.07, 0.09, 0.09)	
U2021	2%	2021 年漁期の漁獲割合
%SPR (F2021)	73.7%	2021 年漁期の%SPR
%SPR (F2017-2021)	66.2%	現状(2017～2021 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値との比較		
SB2021/ SBmsy (SBtarget)	0.27	最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値)に対する 2021 年漁期の親魚量の比
F2021/ Fmsy	0.53	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2021 年漁期の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	増加	

* 2021 年漁期の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 3-4. ABC と予測親魚量

2023 年漁期の ABC (千トン)	2023 年漁期の親魚量 予測平均値 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2021)	2023 年漁期の 漁獲割合(%)
15.3	153	1.01	5
コメント: ・ABC の算定には、令和 2 年 12 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオでの漁獲管理規則を用いた。			

補足表 3-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性:加入量					
項目	2031 年漁期の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.9$	235	134 – 400	6	76	100
上記と異なる β を使用した場合					
$\beta=1.0$	224	129 – 383	5	71	100
$\beta=0.8$	246	140 – 419	8	81	100
$\beta=0.6$	272	154 – 460	12	90	100
$\beta=0.4$	301	172 – 507	18	95	100
$\beta=0.2$	335	193 – 558	27	98	100
$\beta=0$	374	219 – 616	39	100	100
F2017-2021	246	136 – 421	8	81	100

補足表 3-5. 異なる β を用いた将来予測結果 (つづき)

考慮している不確実性: 加入量			
	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget	SBlimit	SBban
漁獲管理規則で使用する β			
$\beta=0.9$	2054 年漁期以降	2024 年漁期	2021 年漁期
上記と異なる β を使用した場合			
$\beta=1.0$	2054 年漁期以降	2024 年漁期	2021 年漁期
$\beta=0.8$	2054 年漁期以降	2024 年漁期	2021 年漁期
$\beta=0.6$	2042 年漁期	2024 年漁期	2021 年漁期
$\beta=0.4$	2037 年漁期	2024 年漁期	2021 年漁期
$\beta=0.2$	2035 年漁期	2024 年漁期	2021 年漁期
$\beta=0$	2033 年漁期	2024 年漁期	2021 年漁期
F2017-2021	2053 年漁期	2024 年漁期	2021 年漁期

補足表 3-6. 漁獲シナリオに対応する将来予測の年齢別詳細情報

年齢別漁獲係数（F 値）＊

年齢\年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
2	0.000	0.008	0.015	0.017	0.017	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
3	0.001	0.014	0.027	0.031	0.031	0.030	0.029	0.029	0.030	0.030	0.030
4	0.038	0.027	0.052	0.060	0.060	0.059	0.056	0.056	0.057	0.058	0.058
5	0.044	0.043	0.083	0.095	0.095	0.094	0.089	0.089	0.091	0.092	0.092
6	0.084	0.052	0.101	0.116	0.116	0.114	0.108	0.107	0.111	0.111	0.112
7	0.113	0.055	0.108	0.123	0.123	0.121	0.115	0.114	0.118	0.119	0.119
8	0.071	0.062	0.121	0.139	0.139	0.136	0.129	0.129	0.133	0.133	0.134
9	0.092	0.052	0.103	0.117	0.117	0.115	0.109	0.109	0.112	0.113	0.113
10+	0.092	0.052	0.103	0.117	0.117	0.115	0.109	0.109	0.112	0.113	0.113

年齢別平均資源尾数（百万尾）

年齢\年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
2	749	149	186	188	278	387	370	345	324	341	377
3	153	555	110	136	137	203	282	270	252	236	249
4	26	119	426	83	102	104	153	213	204	190	178
5	113	19	90	315	61	75	76	113	157	150	140
6	68	84	14	65	223	43	53	54	80	111	106
7	14	49	62	10	45	155	30	37	38	56	77
8	5	10	36	43	7	31	107	21	26	26	38
9	15	4	7	25	29	5	21	73	14	17	18
10+	9	17	15	16	28	40	31	36	76	63	56
合計	1,151	1,005	947	881	911	1,041	1,123	1,162	1,171	1,191	1,240

2022 年漁期の漁獲量は 6,173 トンとし、2023 年漁期以降は調整係数 β を 0.9 とした漁獲管理規則による漁獲をする場合の将来予測結果について、10,000 回の繰り返し計算の平均値を示した。

＊ 将来の漁獲の予測に当たり、2022 年漁期以降の年齢別 F 値の選択率には MSY の算出に用いた選択率（すなわち、令和 2 年度資源評価結果に基づく 2013～2019 年漁期の平均 F の選択率）を用いている（補足表 2-5）。

補足表 3-6. 漁獲シナリオに対応する将来予測の年齢別詳細情報（続き）

年齢別平均資源量（千トン）

年齢\年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
2	101	20	25	25	37	52	50	46	43	46	51
3	35	127	25	31	31	46	65	62	58	54	57
4	8	39	139	27	33	34	50	70	67	62	58
5	48	8	38	134	26	32	32	48	67	64	59
6	33	41	7	31	108	21	26	26	39	54	52
7	8	27	34	5	24	84	16	20	20	30	42
8	3	6	21	25	4	18	61	12	15	15	22
9	9	2	4	14	17	3	12	42	8	10	10
10+	6	12	10	11	19	27	21	25	53	43	39
合計	250	281	303	304	301	317	333	351	369	378	390

年齢別平均漁獲尾数（百万尾）*

年齢\年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
2	0.1	1.0	2.4	2.8	4.1	5.6	5.1	4.8	4.6	4.9	5.4
3	0.1	6.5	2.5	3.6	3.6	5.2	6.9	6.6	6.3	6.0	6.3
4	0.8	2.7	18.7	4.2	5.1	5.1	7.1	9.9	9.8	9.2	8.6
5	4.2	0.7	6.2	24.7	4.8	5.8	5.6	8.2	11.8	11.3	10.6
6	4.7	3.6	1.2	6.1	21.0	4.0	4.7	4.7	7.2	10.1	9.7
7	1.3	2.2	5.5	1.0	4.5	15.2	2.8	3.4	3.6	5.3	7.4
8	0.3	0.5	3.5	4.8	0.8	3.4	11.1	2.2	2.7	2.8	4.1
9	1.1	0.2	0.6	2.4	2.8	0.4	1.9	6.5	1.3	1.6	1.6
10+	0.7	0.7	1.3	1.5	2.7	3.7	2.8	3.2	7.0	5.8	5.2
合計	13.4	18.2	42.0	51.0	49.4	48.4	47.9	49.5	54.3	57.0	58.9

2022 年漁期の漁獲量は 6,173 トンとし、2023 年漁期以降は調整係数 β を 0.9 とした漁獲管理規則による漁獲をする場合の将来予測結果について、10,000 回の繰り返し計算の平均値を示した。

* 将来の漁獲の予測に当たり、2022 年漁期以降の年齢別 F 値の選択率には MSY の算出に用いた選択率（すなわち、令和 2 年度資源評価結果に基づく 2013～2019 年漁期の平均 F の選択率）を用いている（補足表 2-5）。

補足資料 4 漁業の詳細

(1) 小海区・地区別の漁獲量

補足図 4-1 に小海区別の沖底漁獲量の推移を示した。1992 年漁期以前は主に武蔵堆、利礼周辺、稚内ノース場で多く漁獲されていた。1993 年漁期以降はこれら北側に位置する海域の漁獲量が大きく減少した一方、1991 年漁期以降、南側に位置する積丹沖の漁獲量が増加して 2008 年漁期頃まで比較的高い割合を占めた。2011 年漁期以降は主に雄冬沖と島周辺において漁獲されている。2019、2020 年漁期は雄冬沖と利礼周辺で多く漁獲され、2021 年漁期は雄冬沖と島周辺で多く漁獲された。沖底の漁獲量は 2008 年漁期以降 TAC とほぼ等しくなっていたが、2014、2015 年漁期の漁獲量は TAC を大きく下回り、2016 年漁期以降は TAC がさらに引き下げられたため同程度の水準の漁獲が続いている。

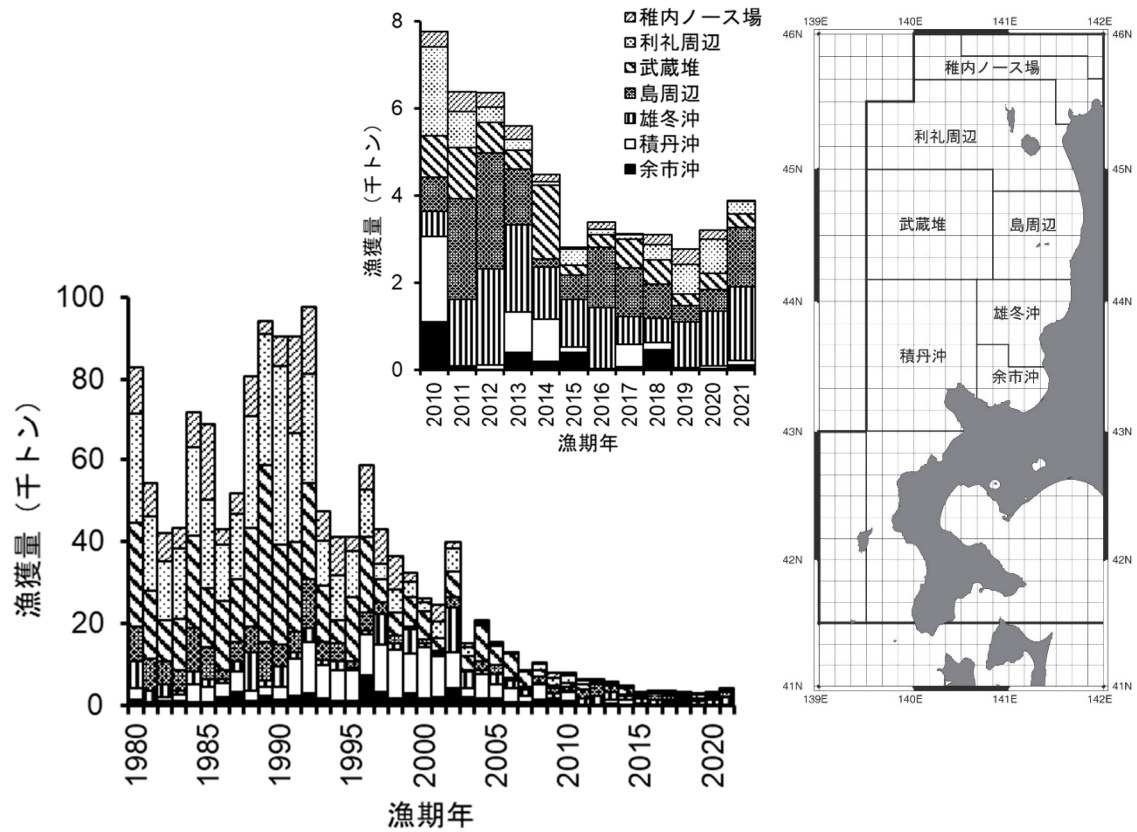
沿岸漁業のうち、檜山沿岸における 1997 年漁期以降の漁獲量の推移を補足図 4-2 および補足表 4-3 に示す。当海域は、冬季（11 月～翌年 2 月）に沿岸域に産卵回遊する親魚を対象とした延縄漁業の主な漁場となっている。檜山沿岸全体の漁獲量は 2002 年漁期以降減少しており、2014 年漁期以降は 1,000 トンを下回っている。2021 年漁期の漁獲量は 244 トンであった。操業海域も縮小して、2014 年漁期以降はほぼ爾志地区のみとなっている。檜山沿岸の漁獲量が沿岸漁業全体の漁獲量に占める割合は、1992～2006 年漁期は 6～7 割であったが、その後減少して 2016 年漁期以降は 1～2 割である。

(2) 漁獲量および漁獲努力量

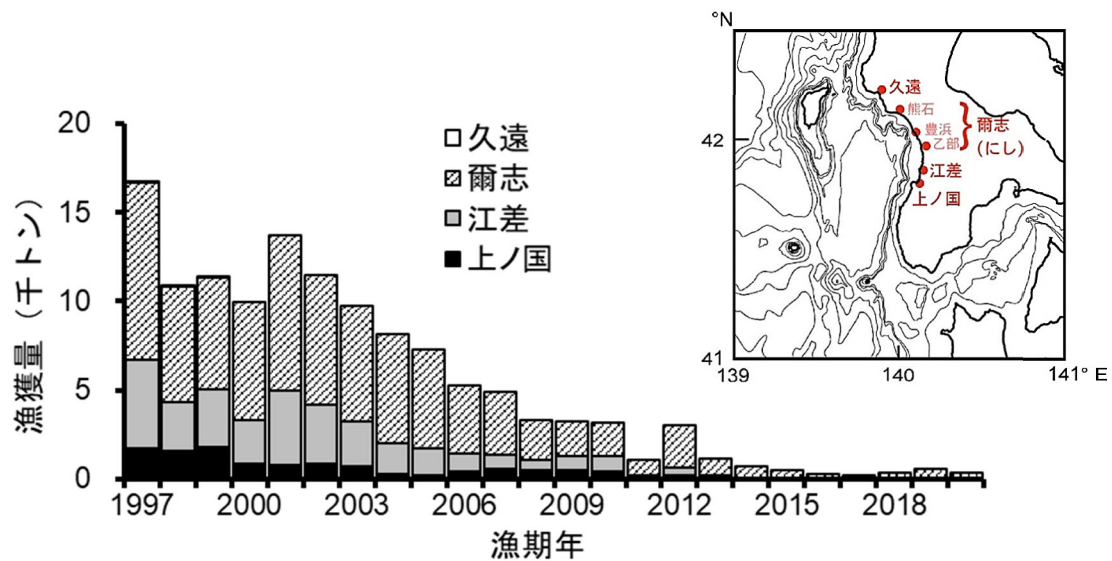
沖底における月別集計の操業種類別の漁獲量と努力量（スケトウダラ有漁獲曳網回数）を補足表 4-1 に示す。なお、2015～2016 年漁期にかけては全ての沖底船の操業許可が試験操業であったが、船の設備等に変更がないため 2014 年漁期に通常操業であったものは 2015 年漁期以降も通常操業として扱った。漁獲量と曳網回数はともに 1990 年代以降減少傾向で推移している。100 トン未満のかけまわし船の曳網回数は、1980 年代前半には 1.1 万～1.4 万網で推移していたが 1986 年漁期以降減少し、1998 年漁期に 0.1 万網を下回った。100 トン以上のかけまわし船の曳網回数は、減船措置の影響もあって 2000 年漁期に 0.8 万網と大きく減少した。その後も減少して 2009 年漁期以降は 0.1 万～0.2 万網で推移している。オッタートロール船においても近年の曳網回数は少なく、2004 年漁期以降は 0.1 万網未満である。100 トン以上のかけまわし船の日別船別漁区別の操業データからの集計値を補足表 4-2 に示す。スケトウダラが漁獲物の 5 割以上を占める操業をスケトウダラ狙いとする、漁獲量のほぼ 8 割以上が狙い操業により漁獲されている。スケトウダラ狙いの漁獲量は 1996 年漁期（4.8 万トン）以降減少傾向を示し、2012 年漁期以降は 0.2 万～0.5 万トンと 1996 年漁期の 1 割未満で推移している。曳網回数も同様に減少傾向を示し、2013 年漁期以降は 0.03 万～0.06 万網と 1996 年漁期（0.7 万網）の 1 割未満で推移している。また、スケトウダラ狙いの操業をさらに限定し、スケトウダラが漁獲物の 8 割以上を占める操業（スケトウダラ専獲）についてみた場合でも漁獲量および曳網回数の傾向は同様である。

沿岸漁業については、檜山沿岸 4 地区における延縄の漁獲努力量（延べ出漁隻数）を補足図 4-3 と補足表 4-3 に示す。出漁隻数は 1990 年代後半以降減少傾向にある。減少傾向は全ての地区において見られ、漁獲の主体である爾志海区では、2005 年漁期以前は 3,000 隻を超えていたが 2006 年漁期以降大きく減少して 2014 年漁期以降では 500 隻を下回ってい

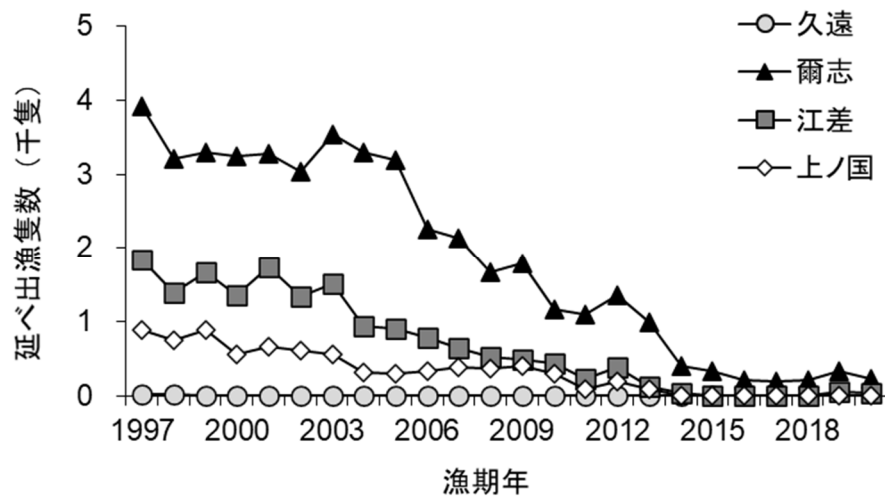
るほか、上ノ国では 2015 年漁期以降の出漁隻数が 0 である（補足図 4-3）。檜山沿岸 4 地区を合計した延べ出漁隻数は 1997 年漁期の 6,661 隻から減少して 2017 年漁期は 189 隻であった（補足表 4-3）。2021 年漁期も 214 隻と少なかった。



補足図 4-1. 北海道日本海側の沖底による小海区別のスケトウダラ漁獲量の推移
右上に 2010 年漁期以降の拡大図を示し、右の地図に各小海区の位置を示す。



補足図 4-2. 檜山管内 4 地区における産卵親魚を対象とした延縄漁業（11 月～翌年 2 月）の漁獲量の推移（1997～2020 年漁期、函館水産試験場未発表資料）



補足図 4-3. 檜山管内 4 地区における地区別の延縄漁業の努力量（1997～2020 年漁期、函館水産試験場未発表資料）

補足表 4-1. 北海道根拠の沖底の漁獲量と漁獲努力量（月別集計値）

漁期年	漁獲量(トン)			漁獲努力量(千網)		
	かけまわし 100トン未満	かけまわし 100トン以上	オッター トロール	かけまわし 100トン未満	かけまわし 100トン以上	オッター トロール
1980	17,260	29,169	36,499	12.0	11.1	7.2
1981	12,362	19,988	21,990	13.0	12.1	5.4
1982	12,675	13,421	15,872	14.4	13.3	3.2
1983	10,198	14,022	19,058	11.4	13.5	2.6
1984	14,540	16,987	40,471	13.7	15.9	4.6
1985	14,335	22,267	32,272	13.9	16.9	3.8
1986	8,121	16,554	18,464	8.1	15.7	3.2
1987	8,963	25,309	17,664	6.9	17.1	2.0
1988	17,761	58,620	4,396	7.5	17.9	0.7
1989	23,160	66,319	4,539	7.2	16.5	0.8
1990	13,105	48,195	29,128	6.9	19.7	2.2
1991	15,418	51,968	23,115	6.5	20.0	2.2
1992	17,260	63,906	16,293	4.9	17.0	1.2
1993	8,558	35,991	2,837	3.6	15.7	0.5
1994	3,395	33,604	4,018	1.8	14.3	0.5
1995	1,474	37,666	1,976	1.6	16.3	0.6
1996	2,066	52,402	4,215	1.1	15.3	0.7
1997	1,620	37,153	4,385	1.0	15.7	0.4
1998	736	33,017	2,677	0.7	13.5	0.1
1999	805	31,104	573	0.5	13.9	0.1
2000	297	23,621	2,035	0.2	8.0	1.1
2001	-	21,896	2,750	-	9.7	1.4
2002	-	38,205	1,288	-	8.0	0.9
2003	-	13,823	1,074	-	8.6	1.0
2004	-	19,262	659	-	6.9	0.8
2005	-	13,448	892	-	6.3	0.7
2006	-	12,175	47	-	5.0	0.6
2007	-	8,233	117	-	6.4	0.8
2008	-	10,178	205	-	5.6	0.6
2009	-	7,203	692	-	2.4	0.5
2010	-	6,500	621	-	2.3	0.4
2011	-	5,407	455	-	1.5	0.2
2012	-	5,428	412	-	2.1	0.3
2013	-	5,526	34	-	2.3	0.2
2014	-	3,930	285	-	1.9	0.2
2015	-	2,394	217	-	1.9	0.2
2016	-	3,033	72	-	1.3	0.3
2017	-	2,828	265	-	1.6	0.2
2018	-	2,854	241	-	1.7	0.2
2019	-	2,768	0.2	-	1.0	0.1
2020	-	3,193	3	-	1.2	0.1
2021	-	3,719	148	-	0.8	0.1

通常操業のみ。2015、2016 年漁期は通常操業とみなした試験操業の値を含む。

2021 年漁期は暫定値。努力量はスケトウダラ有漁獲網数。

補足表 4-2. 北海道根拠の沖底（100 トン以上かけまわし船）の漁獲量と漁獲努力量

漁期年	漁獲量(トン)			漁獲努力量(曳網回数)			
	スケトウダラ 専獲	スケトウダラ 狙い	全操業	スケトウダラ 専獲	スケトウダラ 狙い	スケトウダラ 有漁獲	全操業
1996	41,803	48,360	52,402	5,220	6,592	12,095	20,907
1997	26,846	31,649	37,153	3,120	4,151	11,862	21,990
1998	21,553	27,770	33,017	2,691	3,926	10,372	20,330
1999	22,828	27,125	31,104	2,601	3,559	10,442	22,241
2000	17,742	20,294	23,621	2,065	2,653	6,273	14,854
2001	14,058	18,272	21,896	1,563	2,178	7,436	13,662
2002	25,979	33,472	38,205	2,398	3,591	6,976	10,660
2003	8,481	11,069	13,823	1,065	1,589	6,684	12,341
2004	9,140	14,677	19,262	1,186	2,024	5,504	11,812
2005	10,245	12,412	13,448	1,612	2,160	4,822	12,224
2006	11,212	11,655	12,175	2,053	2,188	3,999	12,863
2007	5,250	6,744	8,233	930	1,352	4,852	12,359
2008	6,284	8,217	10,178	633	977	4,083	9,823
2009	3,975	6,030	7,203	451	811	1,780	8,708
2010	4,924	5,828	6,500	518	781	1,474	7,885
2011	4,549	5,146	5,407	435	607	1,109	7,405
2012	4,452	4,835	5,428	652	796	1,692	7,048
2013	3,548	4,720	5,526	415	634	1,573	7,462
2014	2,420	3,521	3,930	320	490	1,254	7,389
2015	2,157	2,271	2,394	368	424	1,302	4,366
2016	2,235	2,888	3,033	290	456	1,017	4,616
2017	2,703	2,780	2,828	448	481	1,229	4,608
2018	1,900	2,568	2,854	231	366	1,200	5,657
2019	1,575	2,273	2,768	185	327	881	4,611
2020	2,137	2,932	3,193	242	461	908	3,583
2021	2,030	3,388	3,719	155	345	710	3,945

通常操業のみ。2015、2016 年漁期は通常操業とみなした試験操業の値を含む。

2021 年漁期は暫定値。日別・船別・漁区別の操業データから、スケトウダラの漁獲量が総漁獲量の 5 割以上を占めた操業をスケトウダラ狙い、8 割以上を占めた操業をスケトウダラ専獲とした。

補足表 4-3. 檜山管内 4 地区における延縄漁業の漁獲量と延べ出漁隻数（函館水産試験場未発表資料）

漁期年	漁獲量 (トン)	延べ出漁隻数 (隻)
1997	16,734	6,661
1998	10,883	5,373
1999	11,334	5,854
2000	9,922	5,154
2001	13,686	5,675
2002	11,451	4,987
2003	9,768	5,606
2004	8,147	4,547
2005	7,252	4,381
2006	5,273	3,371
2007	4,932	3,173
2008	3,308	2,557
2009	3,233	2,686
2010	3,189	1,902
2011	1,057	1,416
2012	3,020	1,927
2013	1,114	1,205
2014	715	458
2015	495	344
2016	249	219
2017	186	189
2018	349	217
2019	595	389
2020	370	264
2021	244	214

補足資料 5 調査船調査の結果と周辺情報

(1) 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査）：道総研稚内・中央・函館水試

毎年 10 月に道総研稚内水産試験場・中央水産試験場・函館水産試験場により、計量魚群探知機を用いてスケトウダラ親魚を対象とした現存量調査が行われている。調査海域を補足図 4-1 に、現存量推定値を補足表 5-1 および本資料の図 4-1 に示す。この調査で推定された親魚の現存量を VPA のチューニングに用いた（補足資料 2）。なお 2002、2012 年は天候不良により十分な調査面積を確保できなかったため、2002 年は調査した海域の値、2012 年は 2012 年に調査した海域の値と全調査海域の値の相関関係（2007～2011 年）を用いて値を算出し、この 2 年の値は VPA のチューニングからは除外した。

(2) 日本海スケトウダラ新規加入量調査（檜山海域漁期中調査）：道総研函館水試

道総研函館水産試験場が毎年 12 月に檜山沿岸の延縄漁場内で実施している、産卵場に来遊した産卵親魚を対象とする音響資源調査の結果を補足図 5-2 に示す。2009 年は荒天のため調査が実施できなかった。檜山沿岸海域に来遊する産卵親魚の現存量は、2002 年（29,804 トン）以降減少傾向を示し、2013～2016 年は 2,949～4,928 トンであったが、2017 年以降はさらに減少して 716～1,654 トンであった。2021 年の現存量は 1,628 トンであった。

(3) 日本海スケトウダラ新規加入量調査（仔稚魚分布調査）：道総研稚内・中央水試

漁獲対象資源に加入する前のスケトウダラ 0 歳魚の分布およびその数量変動を把握することを目的に、道総研稚内水産試験場と中央水産試験場が石狩湾以北の日本海において毎年 4 月に実施している計量魚探とフレームトロールによる仔稚魚分布調査の結果を補足表 5-2 および本資料の図 5-2 に示す。なお、2005 年級群の現存尾数は、2005 年の調査がその後と調査設計が異なるため参考値である。

現存尾数が 100 億尾未満の年級群を低豊度、100 億～200 億尾の年級群を中豊度、200 億尾を超えた年級群を高豊度とすると、2021 年度漁期までに漁獲加入した年級群では、2007～2009、2011、2013、2014、2017 年級群が低豊度、2010、2015 年級群が中豊度、2006、2012、2016、2018、2019 年級群が高豊度であった。2022 年度以降に漁獲加入する年級群の現存尾数は、2020 年級群は中豊度、2021 年級群は 2016 年級群並みの高豊度、2022 年級群（速報値）は 2006 年級群以降で最も高豊度であった。ただし、2018 年級群以降は分布が天売・焼尻島以北の海域に偏っており、体長が小さかったことからその後のオホーツク海への流出の度合や減耗が大きかった可能性がある（稚内・中央・函館水産試験場 2022）。

2005～2007 年には主な産卵場である岩内湾や檜山海域を含む石狩湾以南の道西日本海についても稚魚ネットによる採集調査が行われたが、石狩湾以南の道西日本海では仔稚魚は全く採集されなかった（板谷ほか 2009）。このことについて、三宅ほか（2008）は、本調査結果とステージ別の卵の分布状況から、岩内湾および檜山海域で産み出された卵の大部分が対馬暖流によって石狩湾周辺海域に輸送されるためと推定している。

(4) 日本海スケトウダラ新規加入量調査（未成魚分布調査）：道総研稚内・中央水試

道総研稚内水産試験場および中央水産試験場が毎年 8～9 月に武蔵堆周辺海域で実施しているスケトウダラ 0～2 歳魚を対象とした計量魚探調査の結果を補足表 5-3 および本資料の図 4-2 に示す。この調査において 0 歳魚が多く分布する陸棚上（水深 200 m 以浅）を調査するようになったのが 2007 年以降のため、0 歳魚については 2006 年級群以前と 2007 年級群以降の現存量をそのまま比較することができない。また、2 歳魚は調査範囲外の分布や局所的な分布が見られる年がある。一方、1 歳魚についてはこの調査で主な分布範囲が押さえられていると考えられていること、漁獲資源への加入に時期的に近いことから、この調査においては 0 歳魚および 2 歳魚については参考とし、1 歳魚の現存量推定値を、豊度を表す指標値として使用することが適切と考えられる。

1 歳時点における現存尾数をみると、良い加入が見られた 2006 年級は 0.5 億尾と比較的多かった。2015、2016 年級群はさらに多い 1.4 億尾であり、2019 年級群は 2006 年級群以降最も多くて 2.1 億尾であった。2010、2012 年級群も 0.2 億～0.3 億尾と比較的多かった。2018 年級群の現存尾数は 0.6 億尾で、2015、2016 年級群を下回るが、2012 年級群を上回り、2006 年級群をやや上回る高い豊度であった。2007～2009、2011、2013、2014、2017 年級群の現存尾数は 0.1 億尾以下と少なかった。2022 年漁期に漁獲加入する 2020 年級群は 0.07 億尾で少なかった。この調査と前出の仔稚魚分布調査における相対的な年級群豊度は概ね一致しているものの推定値には大きな差が見られる。豊度によって若齢時の分布様式に違いがみられることや近年の資源増加に伴い、高豊度とみられる年級群の現存尾数を過大に推定していることが懸念されている（稚内・中央・函館水産試験場 2022）。

(5) すけとうだら音響調査：水研

2005～2019 年の 5 月に石狩湾以北の日本海において北海道区水産研究所（当時）が実施した、スケトウダラ未成魚を対象とする計量魚探調査の結果を補足表 5-4 に示す。本調査で推定された各年級群の現存量の多寡は、仔稚魚分布調査（補足資料 5-（3））および未成魚分布調査（補足資料 5-（4））の結果と概ね一致している。ただし、本調査で推定された現存尾数の経年変化幅は他の調査よりも大きい。理由として、0 歳魚はまだ漂泳期であるものの、成長に伴って群れを作るようになり、分布が局所的になることが考えられる。着底している 1、2 歳魚も分布が局所的であることが考えられる。3 歳以上は、調査範囲が分布域全体を網羅していないことから参考値として扱うのが妥当と考えられる。なお、2005 年の調査はその後と調査設計が異なるため 2005 年の値は参考値である。

0 歳時点では 2006、2012、2016、2019 年級群の豊度が高く、2015 年級群も比較的豊度が高かった。2006、2012、2015 年級群では 1 歳以降においても豊度が高く、2016 年級群は 1 歳時点の豊度はさほど高くなかったが、2 歳時点の豊度は比較的高かった。一方で、2007～2009、2011 年級群は 0～2 歳を通して低豊度であった。

(6) サハリン西側海域でのロシアの TAC

我が国水域外の日本海においては、漁獲量や漁獲物の特性などの詳細な情報は得られていないが、ロシアも TAC を設定し漁獲を行っている。補足図 5-3 に本系群の分布域と隣接する海区に設定されたロシアの TAC を示す（ロシアでの海区名：西サハリン）。この海区

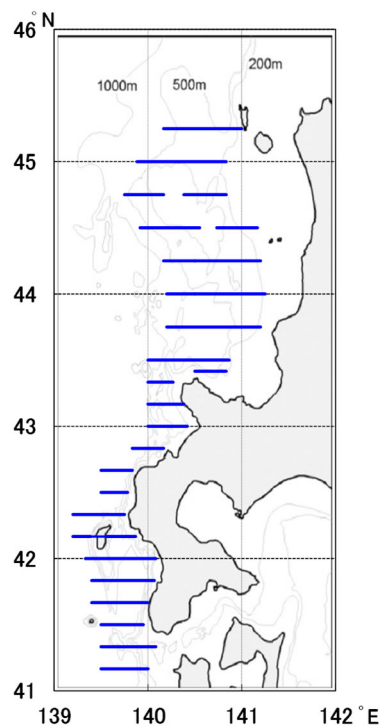
の 2009～2015 年の TAC は 2,500～3,200 トン前後で推移していたが、2017 年に 1,153 トンに減少した。2018 年以降は増加して 2021 年は 4,000 トン、2022 年は 11,800 トンに設定されている。

引用文献

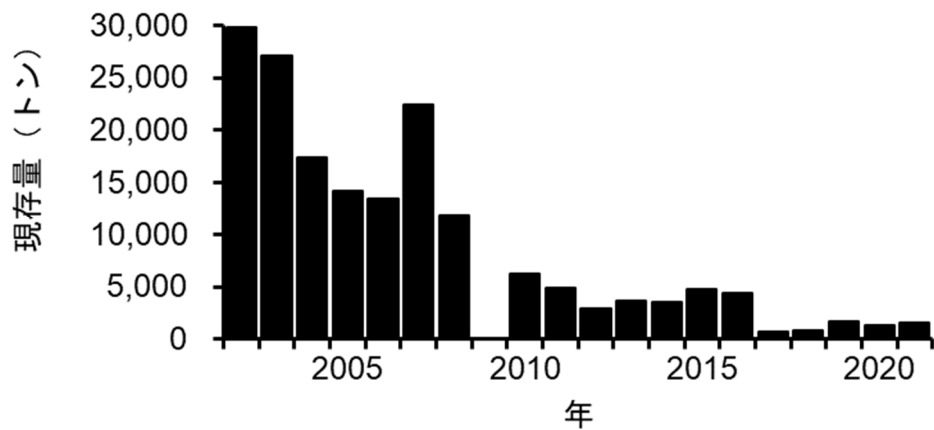
板谷和彦・三宅博哉・和田昭彦・宮下和士 (2009) 北海道日本海・オホーツク海沿岸域におけるスケトウダラ仔稚魚の分布. 水産海洋研究, **73**, 80-89.

三宅博哉・板谷和彦・浅見大樹・嶋田 宏・渡野邊雅道・武藤卓志・中谷敏邦 (2008) 卵分布からみた北海道西部日本海におけるスケトウダラ産卵場形成の現状. 水産海洋研究, **72**, 265-272.

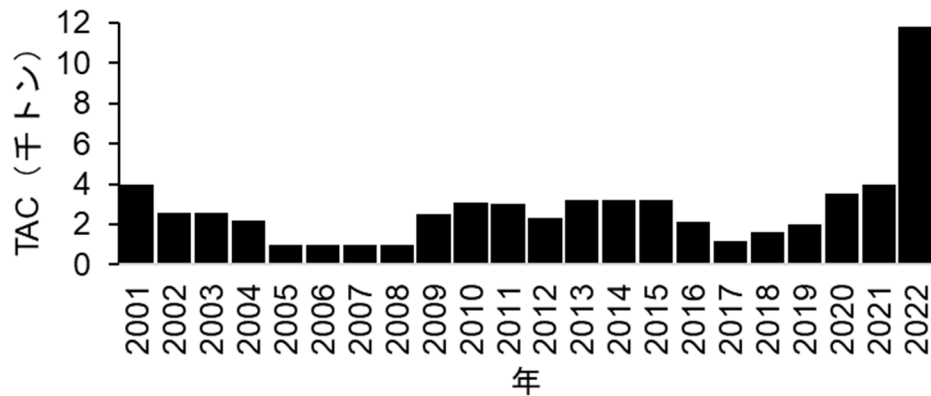
稚内・中央・函館水産試験場 (2022) スケトウダラ (日本海海域). 2022 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部. https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/01_walleyepollock_JS_2022.pdf



補足図 5-1. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査）における調査定線



補足図 5-2. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（檜山海域漁期中調査・12月）における檜山海域の親魚の推定現存量（稚内・中央・函館水産試験場（2022）の図を改変）



補足図 5-3. ロシア連邦が設定している漁業海区名「西サハリン」におけるスケトウダラのTAC数量

補足表 5-1. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査・10月）における親魚の推定現存量（稚内・中央・函館水産試験場未発表資料）

年	現存量 (トン)	年	現存量 (トン)	年	現存量 (トン)
1998	243,745	2006	85,818	2014	62,091
1999	254,470	2007	76,630	2015	59,183
2000	239,238	2008	47,037	2016	62,566
2001	137,923	2009	67,840	2017	64,975
2002	95,823	2010	88,916	2018	82,183
2003	163,874	2011	77,264	2019	90,418
2004	144,515	2012	53,971	2020	96,734
2005	131,948	2013	60,748	2021	127,459

補足表 5-2. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（仔稚魚分布調査）で推定されたスケトウダラ 0 歳魚の現存尾数（2005～2021 年級群の値は稚内・中央・函館水産試験場未発表資料）

年級群	現存尾数 (億尾)	年級群	現存尾数 (億尾)
2005	61	2014	71
2006	389	2015	173
2007	16	2016	330
2008	34	2017	40
2009	42	2018	232
2010	115	2019	990
2011	77	2020	141
2012	220	2021	322
2013	67	2022	1,745

2005 年級群の値は参考値、2022 年級群の値は水研調査の速報値。

補足表 5-3. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（未成魚分布調査）で推定された武蔵堆周辺海域におけるスケトウダラ 0～2 歳魚の現存尾数（百万尾、稚内水産試験場未発表資料）

年級群	0歳	1歳	2歳
2005	—	20.0	23.6
2006	74.5	45.9	89.0
2007	0.0	1.5	1.2
2008	12.6	8.0	2.6
2009	12.9	4.5	1.8
2010	30.8	18.0	16.5
2011	23.8	11.3	2.3
2012	163.0	27.3	23.2
2013	10.4	5.1	18.7
2014	7.9	10.0	6.6
2015	168.0	137.2	150.1
2016	169.2	143.1	49.1
2017	31.0	11.0	21.4
2018	38.8	56.0	3.7
2019	200.3	206.7	32.3
2020	67.9	6.8	—
2021	177.6	—	—

補足表 5-4. すけとうだら音響調査で推定された石狩湾以北におけるスケトウダラの
現存尾数（百万尾）

年級群	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳以上
2005	0.0	0.4	3.4	2.1	1.9	1.6	1.8	3.7	1.8	0.4	0.5
2006	10,182.4	105.7	39.6	27.7	34.0	22.1	7.2	8.8	4.9	4.9	3.1
2007	16.1	0.0	0.5	0.6	4.8	2.7	3.0	2.7	0.9	2.3	2.0
2008	60.2	0.7	0.4	1.0	1.1	1.5	1.6	0.6	1.2	0.9	—
2009	142.2	0.1	0.0	0.1	0.8	1.1	1.9	0.8	0.4	—	—
2010	881.6	1.8	1.0	1.4	4.2	4.9	2.1	1.2	—	—	—
2011	184.7	0.2	0.1	2.0	6.4	2.0	3.3	—	—	—	—
2012	17,340.7	13.7	29.3	17.6	8.9	9.1	—	—	—	—	—
2013	779.5	3.4	2.8	3.7	3.9	—	—	—	—	—	—
2014	796.2	3.7	0.3	0.9	15.4 [*]	—	—	—	—	—	—
2015	3,107.3	19.0	29.8	6.9	—	—	—	—	—	—	—
2016	11,495.8	2.2	13.9	21.3 ^{**}	—	—	—	—	—	—	—
2017	1,008.1	1.8	4.2	—	—	—	—	—	—	—	—
2018	976.3	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2019	11,888.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*2018 年調査の 4 歳の値は 4 歳以上の合算値。

**2019 年調査の 3 歳の値は 3 歳以上の合算値。

補足資料 6 コホート解析結果の詳細（1980～1990 年漁期）

年齢別漁獲尾数(千尾)											
年齢\漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
2	9,626	18,373	14,808	11,727	1,537	2,916	511	2,746	68,223	10,623	3,297
3	39,478	28,005	28,701	32,501	61,194	27,218	13,671	134,737	133,592	148,582	32,814
4	134,394	69,145	40,873	55,192	80,766	66,308	37,132	83,611	270,938	256,779	127,577
5	116,416	116,094	70,698	58,493	70,265	75,911	52,579	34,761	37,395	125,341	152,276
6	27,773	48,192	41,825	45,613	42,862	48,255	45,146	29,014	21,011	18,835	67,479
7	12,161	15,239	23,505	18,815	25,909	31,244	27,424	19,915	18,788	10,828	16,913
8	5,423	7,228	8,386	7,690	8,429	11,149	12,792	9,178	7,390	3,851	9,867
9	4,516	8,901	7,799	6,725	6,238	9,611	5,794	6,729	4,752	2,472	4,514
10+	2,248	4,876	5,873	2,397	4,469	3,739	3,901	3,863	2,163	978	3,245
計	352,037	316,053	242,466	239,152	301,669	276,351	198,951	324,553	564,250	578,290	417,981
年齢別漁獲量(トン)											
年齢\漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
2	1,291	2,465	1,987	1,573	206	391	69	368	9,153	1,425	442
3	9,043	6,415	6,574	7,445	14,017	6,234	3,131	30,862	30,600	34,033	7,516
4	43,851	22,561	13,336	18,008	26,353	21,635	12,116	27,281	88,403	83,784	41,627
5	49,517	49,380	30,071	24,880	29,887	32,289	22,365	14,785	15,906	53,314	64,770
6	13,473	23,378	20,290	22,127	20,793	23,409	21,901	14,075	10,193	9,137	32,735
7	6,624	8,300	12,802	10,247	14,111	17,017	14,936	10,847	10,233	5,898	9,212
8	3,093	4,123	4,783	4,386	4,808	6,359	7,297	5,235	4,215	2,196	5,628
9	2,609	5,143	4,506	3,886	3,604	5,553	3,348	3,888	2,746	1,429	2,608
10+	1,548	3,357	4,043	1,650	3,076	2,574	2,686	2,660	1,489	673	2,234
計	131,050	125,122	98,392	94,202	116,855	115,462	87,848	110,001	172,936	191,889	166,772
年齢別漁獲係数											
年齢\漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
2	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.02	0.00
3	0.08	0.07	0.06	0.07	0.17	0.10	0.04	0.15	0.13	0.22	0.06
4	0.34	0.22	0.14	0.18	0.27	0.29	0.21	0.42	0.52	0.43	0.32
5	0.59	0.59	0.38	0.31	0.39	0.46	0.42	0.34	0.35	0.51	0.52
6	0.36	0.55	0.46	0.49	0.42	0.55	0.60	0.47	0.37	0.32	0.62
7	0.36	0.37	0.61	0.41	0.61	0.68	0.76	0.63	0.69	0.36	0.56
8	0.23	0.40	0.38	0.44	0.35	0.63	0.71	0.66	0.54	0.30	0.69
9	0.47	0.81	1.14	0.65	0.86	0.93	0.87	1.22	0.99	0.36	0.75
10+	0.47	0.81	1.14	0.65	0.86	0.93	0.87	1.22	0.99	0.36	0.75
%SPR	27	27	32	33	27	26	29	24	21	23	25
年齢別資源尾数(千尾)											
年齢\漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
2	684,227	722,105	741,035	621,134	422,469	506,829	1,525,662	1,658,494	1,233,070	813,716	1,858,236
3	561,518	498,602	519,135	536,227	450,054	311,650	372,958	1,129,799	1,226,279	854,761	593,673
4	533,063	402,471	363,598	378,974	388,932	296,499	218,694	278,395	760,984	837,133	534,565
5	297,803	296,547	252,425	247,100	246,439	231,625	172,397	137,550	143,028	353,553	425,352
6	103,089	129,193	128,499	134,198	140,822	129,918	113,398	87,862	76,448	78,389	164,734
7	45,734	55,775	58,086	63,165	64,260	71,847	58,595	48,473	42,822	40,995	44,428
8	29,526	24,886	29,989	24,495	32,589	27,181	28,382	21,433	20,176	16,770	22,371
9	13,669	18,209	13,003	15,955	12,290	17,942	11,330	10,815	8,592	9,192	9,662
10+	6,804	9,975	9,791	5,686	8,805	6,981	7,628	6,209	3,910	3,635	6,945
計	2,275,433	2,157,764	2,115,560	2,026,935	1,766,660	1,600,471	2,509,044	3,379,029	3,515,309	3,008,144	3,659,967
年齢別資源量(トン)											
年齢\漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
2	91,794	96,876	99,415	83,330	56,677	67,995	204,679	222,499	165,425	109,166	249,296
3	128,617	114,206	118,910	122,825	103,086	71,384	85,427	258,784	280,883	195,786	135,983
4	173,931	131,321	118,637	123,654	126,903	96,744	71,357	90,837	248,299	273,145	174,421
5	126,670	126,136	107,368	105,104	104,822	98,521	73,329	58,507	60,837	150,383	180,923
6	50,009	62,672	62,336	65,101	68,314	63,024	55,010	42,622	37,085	38,027	79,914
7	24,909	30,378	31,637	34,403	34,999	39,132	31,914	26,401	23,323	22,328	24,198
8	16,842	14,195	17,106	13,972	18,589	15,504	16,189	12,225	11,509	9,565	12,761
9	7,898	10,521	7,513	9,219	7,101	10,367	6,546	6,249	4,964	5,311	5,582
10+	4,684	6,867	6,741	3,915	6,062	4,806	5,252	4,274	2,692	2,503	4,781
計	625,355	593,173	569,662	561,521	526,554	467,476	549,703	722,398	835,017	806,215	867,859
年齢別親魚量(トン)											
年齢\漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	53,660	40,514	36,601	38,149	39,151	29,846	22,014	28,024	76,603	84,268	53,811
5	113,068	112,591	95,839	93,817	93,566	87,942	65,454	52,224	54,304	134,235	161,495
6	49,509	62,046	61,712	64,450	67,631	62,394	54,460	42,196	36,715	37,647	79,115
7	24,909	30,378	31,637	34,403	34,999	39,132	31,914	26,401	23,323	22,328	24,198
8	16,842	14,195	17,106	13,972	18,589	15,504	16,189	12,225	11,509	9,565	12,761
9	7,898	10,521	7,513	9,219	7,101	10,367	6,546	6,249	4,964	5,311	5,582
10+	4,684	6,867	6,741	3,915	6,062	4,806	5,252	4,274	2,692	2,503	4,781
計	270,570	277,112	257,149	257,924	267,099	249,990	201,830	171,594	210,110	295,857	341,743

2007 年漁期までの年齢別漁獲量は年齢別漁獲尾数に資源の年齢別体重をかけたものであり実際の漁獲量とは異なる。

補足資料 6 コホート解析結果の詳細（続き）（1991～2000 年漁期）

年齢別漁獲尾数(千尾)										
年齢\漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2	4,466	12,996	367	9,582	179	2,640	3,436	14,741	276	20,593
3	272,577	90,025	30,345	28,116	41,788	29,808	27,998	15,561	3,132	5,760
4	113,400	337,004	54,011	35,616	82,655	98,949	20,910	12,920	23,565	9,688
5	97,680	80,962	117,511	45,571	26,127	123,270	48,222	24,210	22,268	9,082
6	80,136	46,018	48,203	50,944	20,566	52,540	48,617	39,212	20,374	10,239
7	26,057	32,187	34,309	20,058	23,786	13,962	33,191	15,837	16,782	12,130
8	9,466	11,320	20,028	9,927	9,556	10,009	15,280	9,506	6,320	11,881
9	3,722	2,135	6,535	4,315	6,538	1,049	10,445	4,540	3,226	7,051
10+	2,599	1,822	3,111	3,076	3,365	1,471	3,208	4,903	3,066	5,285
計	610,104	614,470	314,419	207,205	214,560	333,697	211,308	141,429	99,008	91,708
年齢別漁獲量(トン)										
年齢\漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2	599	1,744	49	1,286	24	354	461	1,978	37	2,763
3	62,435	20,620	6,951	6,440	9,572	6,828	6,413	3,564	717	1,319
4	37,001	109,960	17,623	11,621	26,969	32,286	6,823	4,216	7,689	3,161
5	41,548	34,437	49,983	19,383	11,113	52,433	20,511	10,298	9,472	3,863
6	38,875	22,324	23,384	24,713	9,977	25,487	23,585	19,022	9,884	4,967
7	14,192	17,531	18,687	10,925	12,955	7,604	18,077	8,626	9,140	6,606
8	5,399	6,457	11,424	5,662	5,451	5,709	8,716	5,422	3,605	6,777
9	2,151	1,234	3,776	2,493	3,777	606	6,035	2,623	1,864	4,074
10+	1,790	1,254	2,142	2,118	2,317	1,013	2,209	3,375	2,111	3,639
計	203,989	215,561	134,017	84,641	82,155	132,320	92,830	59,123	44,518	37,168
年齢別漁獲係数										
年齢\漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.00	0.06
3	0.25	0.24	0.08	0.05	0.09	0.12	0.15	0.09	0.02	0.03
4	0.35	0.62	0.23	0.13	0.21	0.34	0.12	0.10	0.20	0.09
5	0.45	0.49	0.48	0.33	0.14	0.58	0.29	0.21	0.26	0.12
6	0.62	0.43	0.66	0.42	0.26	0.47	0.50	0.43	0.29	0.19
7	0.56	0.58	0.71	0.68	0.38	0.30	0.68	0.32	0.35	0.30
8	0.79	0.54	1.00	0.48	0.92	0.29	0.67	0.44	0.21	0.47
9	0.66	0.43	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27	0.42
10+	0.66	0.43	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27	0.42
%SPR	21	18	27	34	37	26	31	36	41	45
年齢別資源尾数(千尾)										
年齢\漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2	655,267	648,355	915,496	756,602	408,550	315,079	281,339	239,687	256,729	389,447
3	1,373,778	481,590	469,127	677,901	552,257	302,508	231,144	205,463	164,877	189,952
4	433,395	829,351	295,616	338,578	503,138	393,221	209,288	155,306	146,282	125,642
5	303,733	237,453	348,494	182,561	232,254	318,901	218,919	144,540	109,551	93,129
6	196,882	150,345	113,479	167,704	101,963	157,823	139,575	127,938	91,203	65,667
7	68,745	82,611	76,478	45,839	85,650	61,259	76,546	65,797	65,034	53,049
8	19,675	30,544	35,933	29,283	17,998	45,713	35,388	30,324	37,266	35,839
9	8,715	6,969	13,798	10,310	14,046	5,584	26,769	14,075	15,227	23,446
10+	6,086	5,948	6,568	7,349	7,230	7,830	8,223	15,202	14,469	17,575
計	3,066,276	2,473,167	2,274,990	2,216,128	1,923,086	1,607,917	1,227,189	998,333	900,638	993,745
年齢別資源量(トン)										
年齢\漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2	87,909	86,981	122,820	101,504	54,810	42,270	37,744	32,156	34,442	52,247
3	314,668	110,310	107,455	155,275	126,496	69,290	52,944	47,062	37,766	43,509
4	141,411	270,606	96,456	110,473	164,167	128,303	68,288	50,674	47,730	40,995
5	129,193	101,000	148,232	77,652	98,789	135,644	93,117	61,480	46,597	39,612
6	95,509	72,934	55,050	81,355	49,463	76,561	67,709	62,064	44,243	31,856
7	37,442	44,994	41,654	24,966	46,650	33,365	41,691	35,836	35,421	28,893
8	11,223	17,422	20,496	16,703	10,266	26,075	20,185	17,297	21,257	20,442
9	5,036	4,027	7,972	5,957	8,115	3,226	15,467	8,133	8,798	13,547
10+	4,190	4,095	4,522	5,060	4,978	5,391	5,661	10,466	9,961	12,099
計	826,580	712,370	604,657	578,945	563,734	520,125	402,805	325,168	286,215	283,201
年齢別親魚量(トン)										
年齢\漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	43,627	83,485	29,758	34,082	50,647	39,583	21,068	15,634	14,725	12,647
5	115,319	90,155	132,314	69,314	88,181	121,078	83,118	54,878	41,594	35,359
6	94,554	72,204	54,499	80,541	48,968	75,795	67,032	61,443	43,801	31,537
7	37,442	44,994	41,654	24,966	46,650	33,365	41,691	35,836	35,421	28,893
8	11,223	17,422	20,496	16,703	10,266	26,075	20,185	17,297	21,257	20,442
9	5,036	4,027	7,972	5,957	8,115	3,226	15,467	8,133	8,798	13,547
10+	4,190	4,095	4,522	5,060	4,978	5,391	5,661	10,466	9,961	12,099
計	311,390	316,382	291,215	236,623	257,805	304,514	254,221	203,687	175,556	154,525

2007 年漁期までの年齢別漁獲量は年齢別漁獲尾数に資源の年齢別体重をかけたものであり実際の漁獲量とは異なる。

補足資料 6 コホート解析結果の詳細（続き）（2001～2010 年漁期）

年齢別漁獲尾数(千尾)										
年齢\漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	11,887	3,197	5,668	6,205	3,641	1,254	12,078	35,501	391	240
3	46,350	33,982	9,404	22,429	10,173	2,215	6,320	10,720	37,725	1,815
4	22,589	65,402	7,048	25,841	11,231	3,368	4,556	6,174	7,636	23,342
5	13,970	29,489	14,640	14,369	15,710	7,563	4,085	3,561	3,486	9,911
6	7,774	18,308	11,681	11,533	13,727	8,168	4,915	3,513	2,355	3,477
7	6,762	11,231	9,329	4,832	7,224	7,012	6,277	2,841	2,224	1,901
8	6,200	8,526	8,292	4,044	6,583	5,655	4,616	3,247	1,743	1,350
9	6,144	7,056	5,570	3,452	2,625	3,362	2,471	2,150	1,430	862
10+	7,425	6,915	6,665	3,695	4,300	4,990	1,924	1,642	1,126	953
計	129,099	184,106	78,298	96,400	75,214	43,587	47,242	69,348	58,116	43,850
年齢別漁獲量(トン)										
年齢\漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	1,595	429	760	832	488	168	1,620	4,342	35	34
3	10,617	7,784	2,154	5,137	2,330	507	1,448	2,748	6,370	432
4	7,370	21,340	2,300	8,432	3,665	1,099	1,486	2,460	1,896	6,510
5	5,942	12,543	6,227	6,112	6,682	3,217	1,737	1,581	1,271	3,669
6	3,771	8,882	5,667	5,595	6,659	3,962	2,384	1,662	1,053	1,556
7	3,683	6,117	5,081	2,632	3,935	3,819	3,419	1,493	1,189	1,008
8	3,536	4,863	4,730	2,307	3,755	3,226	2,633	1,766	997	811
9	3,550	4,077	3,219	1,995	1,516	1,943	1,428	1,295	919	476
10+	5,112	4,760	4,589	2,544	2,960	3,435	1,325	1,168	804	691
計	45,175	70,794	34,726	35,585	31,991	21,376	17,480	18,516	14,533	15,187
年齢別漁獲係数										
年齢\漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	0.06	0.02	0.05	0.09	0.07	0.02	0.09	0.11	0.02	0.01
3	0.22	0.26	0.08	0.32	0.22	0.06	0.13	0.11	0.18	0.11
4	0.20	0.57	0.08	0.33	0.27	0.11	0.17	0.19	0.12	0.17
5	0.20	0.46	0.25	0.25	0.36	0.32	0.21	0.20	0.17	0.23
6	0.15	0.45	0.35	0.34	0.44	0.34	0.37	0.29	0.21	0.27
7	0.20	0.35	0.47	0.25	0.40	0.45	0.52	0.41	0.32	0.29
8	0.26	0.45	0.50	0.40	0.68	0.67	0.65	0.60	0.51	0.35
9	0.51	0.57	0.64	0.43	0.53	1.03	0.76	0.80	0.63	0.55
10+	0.51	0.57	0.64	0.43	0.53	1.03	0.76	0.80	0.63	0.55
%SPR	35	19	37	24	24	36	31	32	38	38
年齢別資源尾数(千尾)										
年齢\漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	240,854	199,280	133,067	84,934	65,022	80,000	166,770	393,571	26,542	30,255
3	270,785	168,198	144,878	93,699	57,579	45,036	58,186	113,150	261,009	19,326
4	142,852	169,984	101,004	104,533	53,180	35,866	33,119	39,738	78,661	169,981
5	89,300	91,319	74,667	72,442	58,606	31,505	24,960	21,773	25,499	54,522
6	64,514	57,219	45,095	45,231	43,737	31,778	17,862	15,834	13,814	16,782
7	42,106	43,384	28,405	24,811	25,048	21,948	17,541	9,573	9,231	8,680
8	30,610	26,825	23,876	13,889	15,058	13,132	10,905	8,121	4,949	5,226
9	17,427	18,368	13,367	11,277	7,248	5,918	5,237	4,419	3,460	2,316
10+	21,060	18,000	15,994	12,069	11,874	8,782	4,078	3,376	2,725	2,561
計	919,509	792,576	580,353	462,885	337,353	273,964	338,657	609,555	425,889	309,650
年齢別資源量(トン)										
年齢\漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	32,312	26,735	17,852	11,394	8,723	10,733	22,373	52,800	3,561	4,059
3	62,024	38,526	33,185	21,462	13,189	10,316	13,328	25,917	59,785	4,427
4	46,611	55,464	32,956	34,108	17,352	11,702	10,806	12,966	25,666	55,463
5	37,984	38,842	31,759	30,813	24,928	13,401	10,617	9,261	10,846	23,191
6	31,296	27,757	21,876	21,942	21,217	15,416	8,665	7,681	6,701	8,141
7	22,933	23,629	15,471	13,514	13,643	11,954	9,554	5,214	5,028	4,727
8	17,460	15,301	13,619	7,922	8,589	7,491	6,220	4,632	2,823	2,981
9	10,069	10,613	7,723	6,516	4,188	3,419	3,026	2,553	1,999	1,338
10+	14,499	12,392	11,012	8,309	8,175	6,046	2,807	2,324	1,876	1,763
計	275,189	249,259	185,453	155,980	120,004	90,477	87,396	123,350	118,284	106,091
年齢別親魚量(トン)										
年齢\漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	14,380	17,111	10,167	10,523	5,353	3,610	3,334	4,000	7,918	17,111
5	33,905	34,671	28,349	27,504	22,251	11,962	9,477	8,266	9,681	20,701
6	30,983	27,480	21,657	21,723	21,005	15,262	8,578	7,605	6,634	8,060
7	22,933	23,629	15,471	13,514	13,643	11,954	9,554	5,214	5,028	4,727
8	17,460	15,301	13,619	7,922	8,589	7,491	6,220	4,632	2,823	2,981
9	10,069	10,613	7,723	6,516	4,188	3,419	3,026	2,553	1,999	1,338
10+	14,499	12,392	11,012	8,309	8,175	6,046	2,807	2,324	1,876	1,763
計	144,230	141,197	107,998	96,010	83,204	59,744	42,996	34,595	35,959	56,681

2007 年漁期までの年齢別漁獲量は年齢別漁獲尾数に資源の年齢別体重をかけたものであり実際の漁獲量とは異なる。

補足資料 6 コホート解析結果の詳細（続き）（2011～2021 年漁期）

年齢別漁獲尾数(千尾)											
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	70	1,761	2,076	5,216	1,350	1,128	259	203	231	96	55
3	956	1,407	5,566	1,543	7,246	1,603	599	1,824	1,380	207	141
4	3,099	1,810	1,299	5,118	1,234	7,866	1,738	1,346	3,567	2,948	842
5	15,301	1,251	1,102	1,992	2,225	1,031	8,191	2,120	1,109	4,337	4,326
6	4,877	13,044	1,676	1,384	462	2,012	842	4,634	866	1,138	4,860
7	1,416	6,117	9,192	1,002	320	148	1,399	549	3,007	462	1,347
8	856	1,962	3,090	4,642	292	423	255	1,290	863	1,740	293
9	369	942	719	865	2,437	91	263	244	989	267	1,156
10+	281	994	730	542	962	2,987	1,126	1,137	744	1,208	682
計	27,224	29,287	25,451	22,304	16,528	17,289	14,671	13,348	12,755	12,403	13,700
年齢別漁獲量(トン)											
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	13	216	268	396	108	141	20	26	18	7	7
3	220	351	1,245	337	1,238	324	116	343	247	41	30
4	917	499	410	1,459	397	2,094	428	422	978	964	230
5	5,488	390	396	686	987	383	2,717	827	403	1,563	1,549
6	2,274	4,896	679	580	236	980	327	2,104	376	479	1,970
7	780	2,985	4,164	458	164	80	673	271	1,496	204	613
8	511	1,147	1,706	2,277	176	233	139	744	515	897	163
9	227	572	467	519	1,391	54	163	144	649	171	575
10+	206	757	552	373	693	1,753	731	759	578	821	438
計	10,637	11,813	9,888	7,085	5,389	6,041	5,315	5,640	5,261	5,147	5,575
年齢別漁獲係数											
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	0.00	0.02	0.07	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
3	0.05	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
4	0.30	0.13	0.12	0.12	0.09	0.10	0.10	0.04	0.03	0.02	0.04
5	0.17	0.20	0.12	0.30	0.07	0.10	0.15	0.18	0.05	0.05	0.04
6	0.18	0.22	0.49	0.23	0.11	0.09	0.12	0.13	0.11	0.07	0.08
7	0.17	0.38	0.26	0.66	0.08	0.05	0.09	0.11	0.12	0.08	0.11
8	0.21	0.42	0.36	0.21	0.43	0.15	0.12	0.12	0.28	0.10	0.07
9	0.16	0.41	0.28	0.17	0.17	0.24	0.14	0.17	0.13	0.14	0.09
10+	0.16	0.41	0.28	0.17	0.17	0.24	0.14	0.17	0.13	0.14	0.09
%SPR	45	41	41	42	57	59	63	63	68	74	74
年齢別資源尾数(千尾)											
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	24,180	99,352	33,608	180,401	40,445	63,695	215,869	258,899	44,900	206,526	749,260
3	22,207	17,853	72,087	23,111	129,155	28,800	46,216	159,696	191,622	33,064	152,916
4	13,449	16,451	12,662	51,229	16,637	94,192	21,015	35,464	122,762	148,018	25,567
5	111,783	7,739	11,215	8,715	35,380	11,868	66,415	14,833	26,432	92,459	112,675
6	33,716	73,553	4,923	7,761	5,029	25,591	8,333	44,496	9,681	19,607	68,180
7	10,002	21,954	45,772	2,355	4,823	3,509	18,154	5,747	30,564	6,776	14,265
8	5,082	6,540	11,699	27,535	950	3,474	2,602	12,904	3,991	21,149	4,869
9	2,879	3,203	3,363	6,385	17,348	482	2,332	1,802	8,911	2,347	14,936
10+	2,196	3,379	3,418	4,002	6,848	15,844	9,998	8,378	6,709	10,636	8,809
計	225,495	250,025	198,747	311,494	256,615	247,455	390,935	542,218	445,571	540,580	1,151,477
年齢別資源量(トン)											
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	3,244	13,329	4,509	24,202	5,426	8,545	28,960	34,733	6,024	27,707	100,519
3	5,087	4,089	16,512	5,294	29,583	6,597	10,586	36,579	43,892	7,573	35,026
4	4,388	5,368	4,132	16,715	5,428	30,733	6,857	11,571	40,056	48,296	8,342
5	47,547	3,292	4,770	3,707	15,049	5,048	28,249	6,309	11,243	39,327	47,926
6	16,356	35,681	2,388	3,765	2,440	12,414	4,042	21,585	4,696	9,511	33,075
7	5,448	11,957	24,930	1,283	2,627	1,911	9,888	3,130	16,647	3,690	7,770
8	2,899	3,731	6,673	15,706	542	1,981	1,484	7,360	2,276	12,064	2,777
9	1,663	1,851	1,943	3,689	10,023	278	1,347	1,041	5,149	1,356	8,630
10+	1,512	2,326	2,353	2,755	4,714	10,908	6,884	5,768	4,619	7,322	6,065
計	88,143	81,624	68,210	77,116	75,833	78,417	98,298	128,077	134,601	156,847	250,128
年齢別親魚量(トン)											
年齢\漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1,354	1,656	1,275	5,157	1,675	9,482	2,115	3,570	12,358	14,900	2,574
5	42,441	2,938	4,258	3,309	13,433	4,506	25,216	5,632	10,035	35,104	42,780
6	16,192	35,325	2,364	3,727	2,415	12,290	4,002	21,369	4,649	9,416	32,744
7	5,448	11,957	24,930	1,283	2,627	1,911	9,888	3,130	16,647	3,690	7,770
8	2,899	3,731	6,673	15,706	542	1,981	1,484	7,360	2,276	12,064	2,777
9	1,663	1,851	1,943	3,689	10,023	278	1,347	1,041	5,149	1,356	8,630
10+	1,512	2,326	2,353	2,755	4,714	10,908	6,884	5,768	4,619	7,322	6,065
計	71,509	59,784	43,796	35,626	35,429	41,357	50,937	47,870	55,733	83,852	103,338