

令和元（2019）年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価

担当水研：北海道区水産研究所、中央水産研究所

参画機関：日本海区水産研究所、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

要 約

本系群の資源量について、調査船調査による現存量推定値を考慮したコホート解析により計算した。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868千トン、親魚量342千トンとなったが、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年代後半以降の資源は増減しつつ低い水準に留まっていたが、近年では資源量は2014年漁期以降、親魚量は2016年漁期以降で増加傾向となっており、2018年漁期の資源量は179千トン、親魚量は50千トンであった。今後も豊度が比較的高い2015、2016年級群等の加入により更なる親魚量の増加が期待される。これらの豊度の良い年級を取り残し、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。

平成31年4月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」では、本系群の再生産関係式にはホッケー・スティック型再生産関係（HS）が適用されている。最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）は、適用した再生産関係に基づき382千トンと推定された。この基準に従うと、本系群の2018年漁期の親魚量はSBmsyを下回る。また漁獲圧は近年は低下傾向にあり、2017年漁期以降はMSYを実現する水準（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は近年5年間（2014～2018年漁期）の推移から「増加」と判断される。

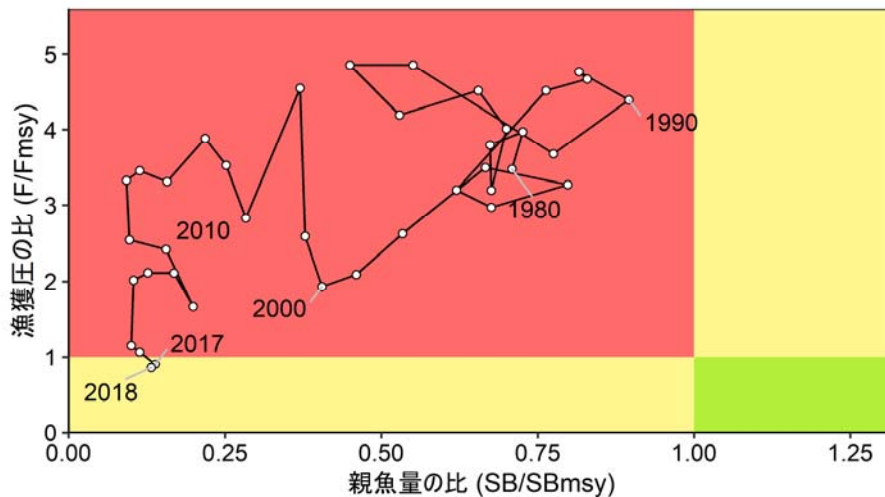
本資料における管理基準値等については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー一合）における検討材料として、研究機関会議において暫定的に提案されたものである。これらについては、ステークホルダー一合を経て最終化される。

項目	値	備考
現在の環境下において MSY を実現する水準		
SBmsy	382 千トン	最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量
Fmsy	(2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) = (0.02, 0.04, 0.07, 0.09, 0.13, 0.14, 0.15, 0.12, 0.12)	
%SPR (Fmsy)	60%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	43 千トン	最大持続生産量
2018 年漁期の親魚量と漁獲圧		
SB2018	50 千トン	2018 年漁期の親魚量
F2018	(2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) = (0.00, 0.01, 0.05, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13)	
%SPR (F2018)	64%	2018 年漁期の %SPR
%SPR (F2016-2018)	61%	現状 (2016~2018 年漁期) の漁獲圧に対応する %SPR
MSY を実現する水準に対する比率		
SB2018/ SBmsy	0.13	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2018 年漁期の親魚量の比
F2018/ Fmsy	0.86	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2018 年漁期の漁獲圧の比*

*2018 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

再生産関係：ホッカー・スティック型（自己相関なし）

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



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 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） ・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。本系群に関する漁期は4月～翌年3月であり、年齢の起算日も4月1日とした。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は能登半島からサハリンの西岸にかけて分布しているが、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、成熟が本格化する 4 歳以降の体長が他の 3 資源評価群（千村ほか 2019、石野ほか 2019、境ほか 2019）に比べてやや小型である。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）、現在は雄冬以北では産卵場は確認されていない（三宅ほか 2008）。産卵期は 12 月～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から秋季であり、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 7～8 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。

沖底では 2013 年漁期からは漁獲量のプール制による操業が開始されたが、2016 年漁期では沖底船の根拠地から比較的近い島周辺小海区や雄冬沖小海区以外では漁獲量が非常に少なくなった。その後は武蔵堆小海区や余市沖小海区の比率が増えるなど（補足資料 3-(1)）、利用される漁場が年により大きく変化していると推測される。

沿岸漁業においては、爾志海区において輪番制が取られており 2005 年漁期以降は漁獲量のプール制による操業が行われている。また檜山地区では 2015 年漁期から延縄漁期終了後に刺し網の操業が開始されたが、魚群の状況から 2018 年漁期では刺し網の操業は行われず（補足資料 3-（1））、ここでも近年の操業形態には年による差異が大きいと推察される。

（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 83.7 千～168.9 千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 20.0 千トン、2009、2010 年漁期は 16.0 千トン、2011～2014 年漁期は 13.0 千トン、2015 年漁期は 7.4 千トン、2016 年漁期は 8.3 千トン、2017・2018 年漁期は 6.3 千トン）を下回る水準で推移している。2018 年漁期の漁獲量は 5.6 千トンであり、2017 年漁期よりは微増したものの 2016 年漁期よりは少なく、依然として低い水準にある。2015 年漁期以降は TAC 数量の削減に併せた操業調整が特に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 0.1 千トンを下回っており、2018 年漁期の漁獲量は 0.02 千トンである。

年齢別漁獲尾数を図 3-2 と補足資料 5 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となった。2014 年漁期以降では 2012 年級が漁獲物に占める割合が増加し、2018 年漁期の漁獲物は、尾数、重量共に 6 歳（2012 年級群）が中心となっている（補足資料 5）。

（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に留まっている（補足資料 3）。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 トン以上のかげまわし船 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 トン以上のかげ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 3-2）。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 6.6 千網であったが 2008 年漁期以降は 1 千網を下回り、2018 年漁期は 0.4 千網であった（補足表 3-2）。また 100 トン以上のかげ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 20 千網以上、2007 年漁期までは 10 千網以上であり、2008～2014 年漁期においても 7.0 千～9.8 千網で推移していたが、2015 年漁期に 4.4 千網へ急減した。全曳網回数は 2018 年漁期においても 5.7 千網であり、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、漁獲努力量（出漁隻数）を補足図3-2、3-3および補足表3-4に示す。出漁隻数を1隻あたりの使用縄数で補正して示すと、2018年漁期の出漁隻数（96隻）は2016、2017年漁期と同程度であり、1998年漁期（5,400隻）の2%未満である。

4. 資源の状況

(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 4-（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 4-（3）、4-（4））を用いた。なお、0 歳魚指標値については昨年度評価までは 2005 年以降の値を用いていたが、2005 年調査はその後の年とやや調査設計が異なること、および調査年数が増えてきたためデータを 1 点減らすことの影響は小さいと考えられたことから、今年度評価からは 2006 年以降の値を使用することとした（補足資料 6）。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、ここで年齢別 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）を最近年の 5 歳以上の選択率については一定であるとして適用した。自然死亡係数 M については 2 歳では 0.3、3 歳以上では 0.25 とした。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 4）。産卵親魚分布調査における親魚量は 2008 年まで減少傾向にあったが、2009、2010 年に増加した（図 4-1、補足資料 4-（1））。2014 年以降は増減しつつ概ね同程度で推移していたが、2018 年は前年（65 千トン）を上回る 82 千トンであった。若齢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（図 4-2）からは、2006 年級群と 2012 年級群および 2015、2016 年級群が高い豊度である一方、2007～2009、2011 年級群は低豊度であると推測される。漁獲加入前の年級群については、2017 年級群は 0 歳魚、1 歳魚共に現存量が少ないことから低豊度であることが懸念される一方、0 歳魚の情報のみであるが、2018 年級群については 2012 年級群並み、2019 年級群については速報値であり不確実性は高いが 2006 年級群を越える現存量が得られている（補足資料 4-（3））。

(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 5）。

資源量は、1987～1992 年漁期に 712 千～868 千トンと高い水準にあったが、その後減少した。2000 年漁期に豊度の高い 1998 年級群が加入したため一時的に安定したが、その後再び

減少し、2007年漁期には89千トンとピーク時の1割程度に減少した。2008年漁期には2006年級群の加入により128千トンまで回復したが、その後は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年漁期以降の資源量は2012年級群の加入により増加傾向にあり、2018年漁期にはこれに加え2015、2016年級群が加入して179千トンとなった。

親魚量は、1989～1996年漁期に237千～342千トンと高い水準にあったが、その後減少し、2008年漁期には35千トンとピーク時の1割程度になった。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となり2018年漁期は50千トンとなった。

1980年級群以降の各年級群について、再生産成功率（RPS；加入尾数と親魚量に対する加入量の比）の推移を図4-5に示す。なお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年級群など1980年代に見られたような高い値を示す年級群も見られている。ただし近年の親魚量は低水準であるため、これらの年級群の加入尾数は3.2～4.9億尾であり、1980年代後半付近の加入が良かった年級に比べると低い値に留まっている。また、近年においても2007～2009年級群や2011年級群など加入量が0.5億尾を下回る非常に低い水準となる年も見られている。このような低水準の加入を避け、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、2015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の推移では、F値は年齢ごとに変動パターンは異なるが(図4-7)、これらすべてにおいて近年では低い傾向となっている。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は低下傾向となったのち、2014年漁期以降は10%未満で推移しており、2017年漁期は5%、2018年漁期は3%と特に低くなっている。

項目	値	備考
SB2018	50千トン	2018年漁期の親魚量
F2018	(2歳, 3歳, 4歳, 5歳, 6歳, 7歳, 8歳, 9歳, 10歳以上) = (0.00, 0.01, 0.05, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13, 0.13)	
U2018	3%	2018年漁期の漁獲割合

(4) 加入量当たり漁獲量(YPR)、加入量あたり親魚量(SPR)、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、各年のF値を%SPR(年ごとに漁獲がな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)に換算した値を図4-9に示す。%SPRは漁獲圧が低いほど大きい値をとる。2010年漁期以前は概ね20～40%で推移したがその後は増加傾向となり、特に2015年漁期以降では60%前後で推移している。

現状の漁獲圧に対するYPRと%SPRを図4-10に示す。このときFの選択率としては、平

成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において MSY を実現する F (Fmsy) の推定に用いた値 (山下ほか 2019) を用いた。本系群においては 2015 年漁期より大幅に削減された TAC による管理が行われており、漁獲努力量も大幅に制限されている。このため、現状の漁獲圧 (F2016-2018) としては、この選択率において推定される %SPR が 2016~2018 年漁期の平均 F 値から推定される %SPR (61%) と等しくなる値を用いた。なお、後述する Fmsy は %SPR に換算すると 60% に相当する。F2016-2018 は F0.1 や F30%SPR を下回っており、Fmsy もやや下回る。

項目	値	備考
%SPR (F2018)	64%	2018 年漁期の %SPR
%SPR (F2016-2018)	61%	現状 (2016~2018 年漁期) の漁獲圧に対応する %SPR

(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「管理基準値等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 (山下ほか 2019)。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、平成 30 (2018) 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は下表に示す。

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.
ホッカー・スティック型	最小二乗法	無	1.805	341,742	0.812

ここで、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) である。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

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「管理基準値等に関する研究機関会議」において示された推定値 (山下ほか 2019) を下表に示す。

項目	値	備考
SBmsy	382 千トン	最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量
Fmsy	(2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) = (0.02, 0.04, 0.07, 0.09, 0.13, 0.14, 0.15, 0.12, 0.12)	
%SPR (Fmsy)	60%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	43 千トン	最大持続生産量

(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) と漁獲の強さ (Fmsy もしくは Umsy) を基準にした神戸プロット (神戸チャート) を図 4-12 および補足資料 7 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。本系群における F は、2017 年漁期以降においては Fmsy を下回っており、2018 年漁期の F は Fmsy の 0.86 倍である。また、本系群における親魚量は、全期間において SBmsy を下回っており、2018 年漁期の親魚量は SBmsy の 0.13 倍である。親魚量の動向は、近年 5 年間 (2014~2018 年漁期) の推移から増加と判断される。

項目	値	備考
SB2018/ SBmsy	0.13	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2018 年漁期の親魚量の比
F2018/ Fmsy	0.86	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2018 年漁期の漁獲圧の比*

*2018 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

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

5. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は、1987~1992 年漁期に 712 千~868 千トンと高い水準にあったが、その後長期間にわたり減少が続いた。2014 年漁期以降の資源量は 2012 年級群の加入により増加傾向にあり、2018 年漁期にはこれに加え 2015、2016 年級群が加入して 179 千トンとなった。親魚量も同様に、1989~1996 年漁期に 237 千~342 千トンと高い水準にあったが、その後減少し、2008 年漁期には 35 千トンとピーク時の 1 割程度になったが、2016 年漁期以降再び増加傾向となり 2018 年漁期は 50 千トンとなった。

2018 年漁期の親魚量は MSY を実現する水準を下回るものの、その動向は近年 5 年間 (2014~2018 年漁期) の推移から増加と判断される。漁獲圧については近年は低下傾向にあり、2017 年漁期以降は MSY を実現する水準を下回っている。

6. 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るとしている。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。また直近の状況として、2015、2016年級群等の加入により、今後も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が、このためにはこれらの豊度の良い年級を取り残し、親魚量を確実に増大させることが重要である。

7. 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・山下夕帆・石野光弘・山下紀生 (2019) 平成30(2018)年度スケトウダラ根室海峡の資源評価. 平成30年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 375-393. <http://abchan.fra.go.jp/digests2018/details/201810.pdf> (last accessed 2 August 2019)
- 石野光弘・境 磨・千村昌之・山下夕帆・山下紀生 (2019) 平成30(2018)年度スケトウダラオホーツク海南部の資源評価. 平成30年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 394-418. <http://abchan.fra.go.jp/digests2018/details/201811.pdf> (last accessed 2 August 2019)
- 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 20 August 2019)
- 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.
- 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.
- 境 磨・山下夕帆・石野光弘・千村昌之・山下紀生 (2019) 平成 30 (2018) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 419-470. <http://abchan.fra.go.jp/digests2018/details/201812.pdf> (last accessed 2 August 2019)
- 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(6), 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(9), 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 (印刷中) スケトウダラ (日本海海域). 2019 年度資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部.
- 山下夕帆・境 磨・千村昌之・石野光弘 (2019) 平成 31 (2019) 年度スケトウダラ日本海北部系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_suketou_n.pdf (last accessed 15 October 2019)

(執筆者：山下夕帆、境 磨、千村昌之、石野光弘)

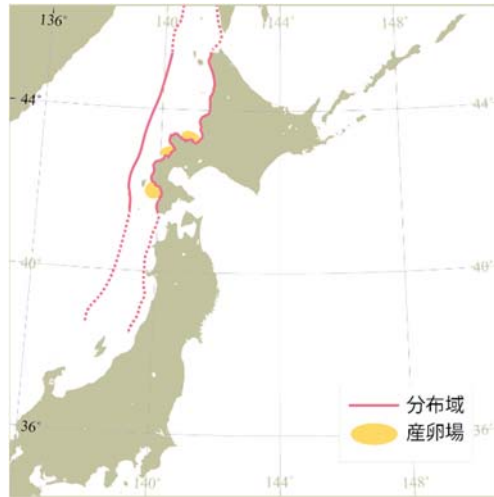


図 2-1. スケトウダラ日本海北部系群の分布域と産卵場

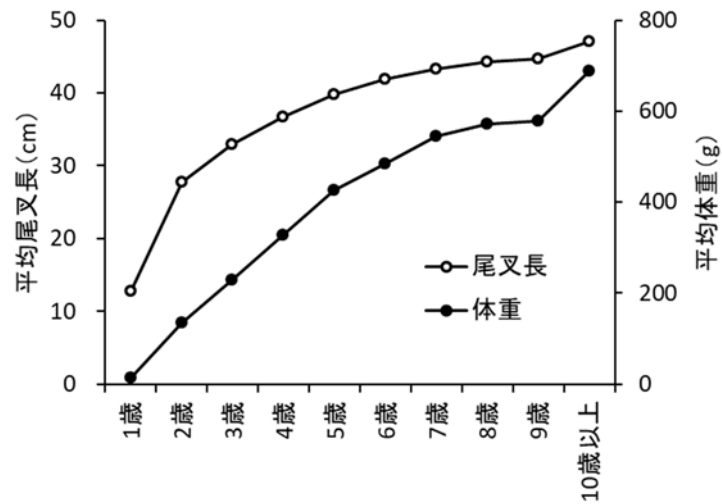


図 2-2. 年齢と成長 (10 歳以上は平均値を示す)

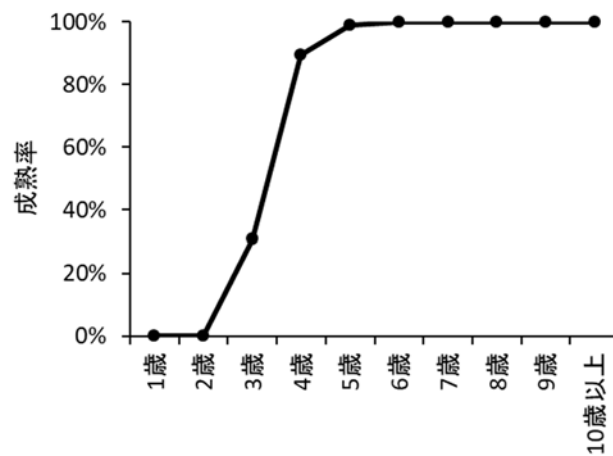


図 2-3. 年齢と産卵期における雌個体の成熟率

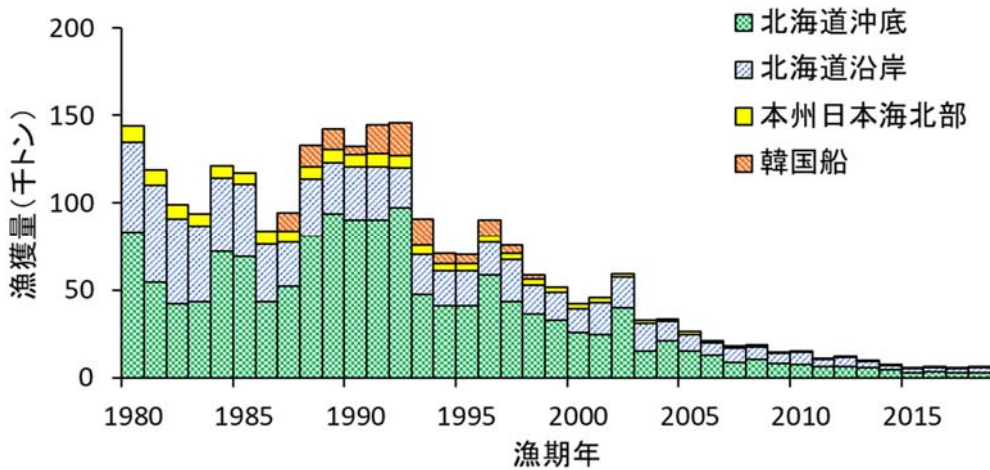


図 3-1. 漁獲量の推移

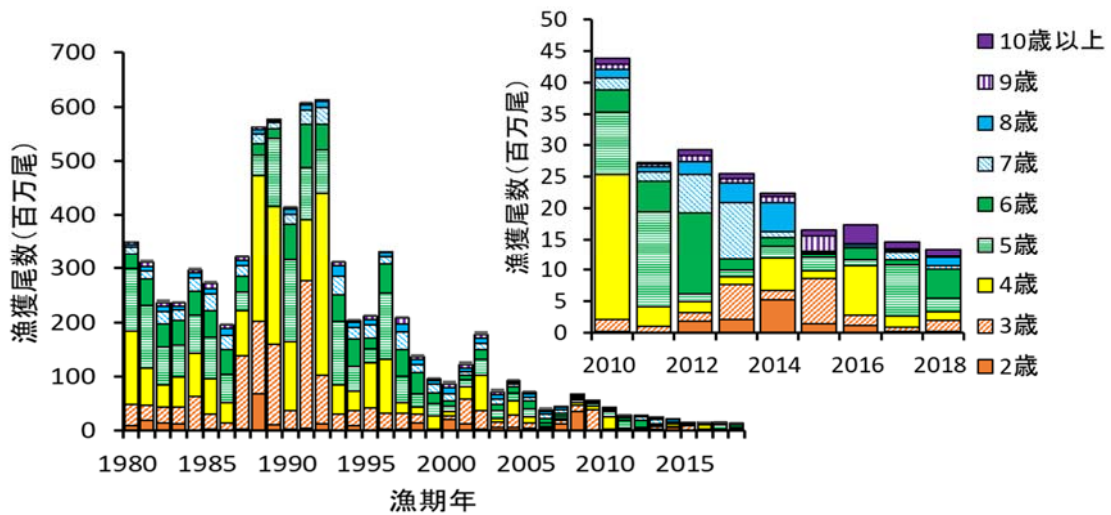


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移 右上に 2010 年漁期以降を拡大した図を示す。

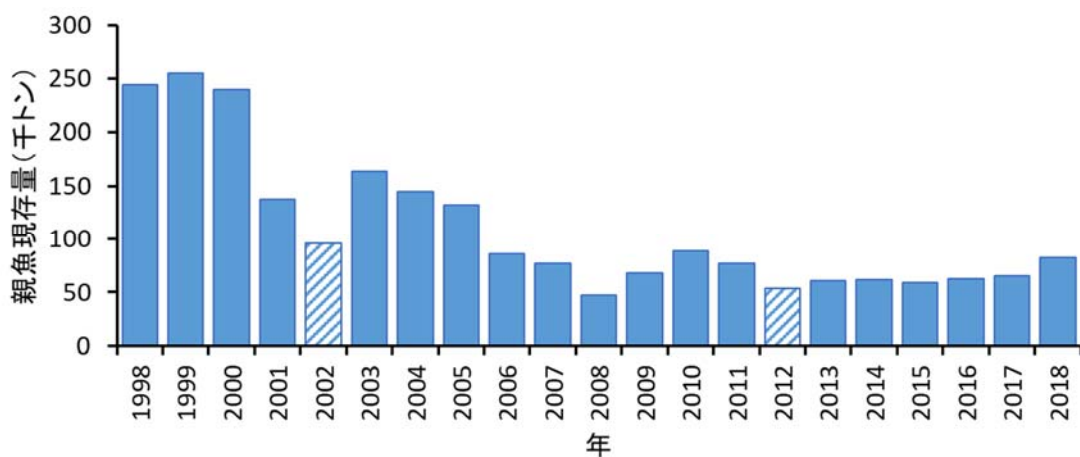


図 4-1. 親魚量指標値の推移 日本海スケトウダラ新規加入量調査 (産卵親魚分布調査) における親魚の現存量推定値。2002 年と 2012 年は天候不良により十分な調査面積を確保できなかったため参考値とし、資源計算からは除外した (稚内・中央・函館水産試験場 (印刷中) の図を改変)。

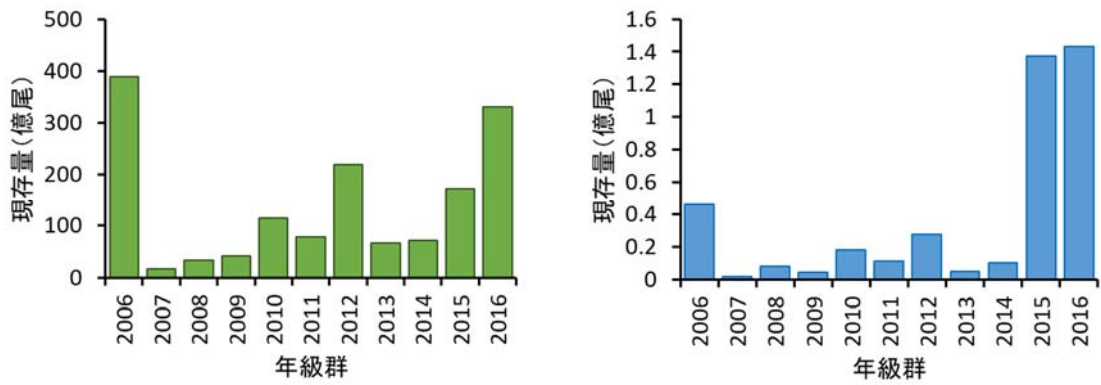


図 4-2. 加入量指標値の推移 日本海スケトウダラ新規加入量調査（仔稚魚分布調査（左）および未成魚分布調査（右））における現存量推定値（稚内・中央・函館水産試験場（印刷中）の図を改変）。

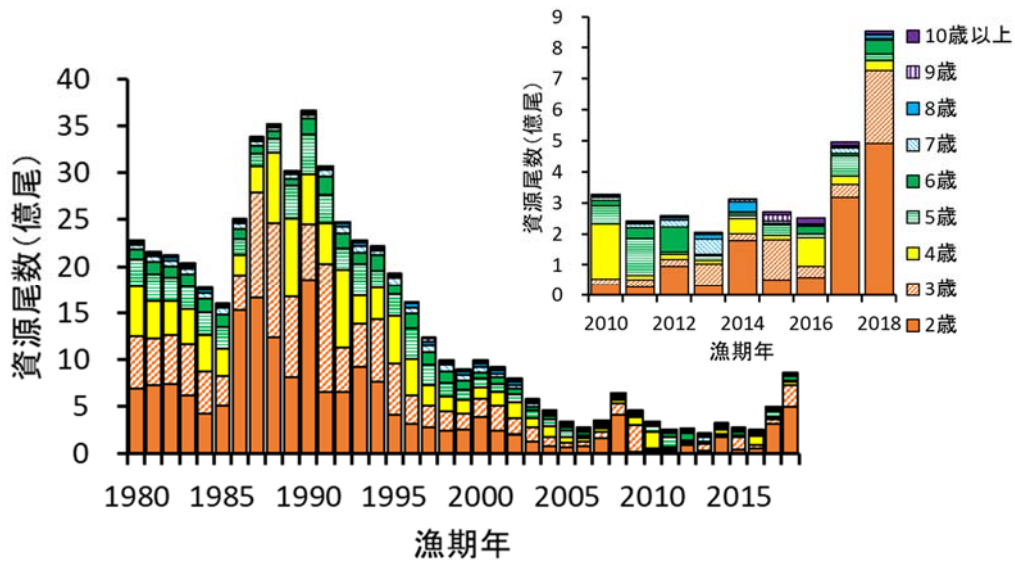


図 4-3. 年齢別資源尾数の推移 右上に 2010 年漁期以降を拡大した図を示す。

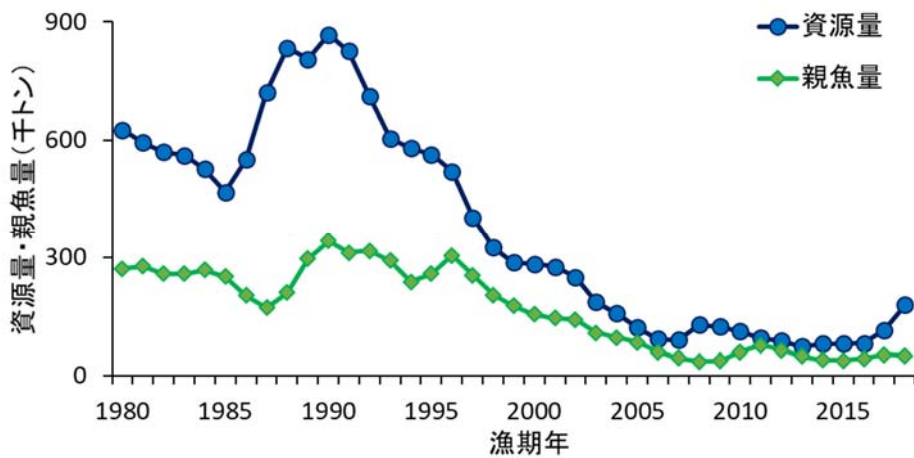


図 4-4. 資源量と親魚量の推移

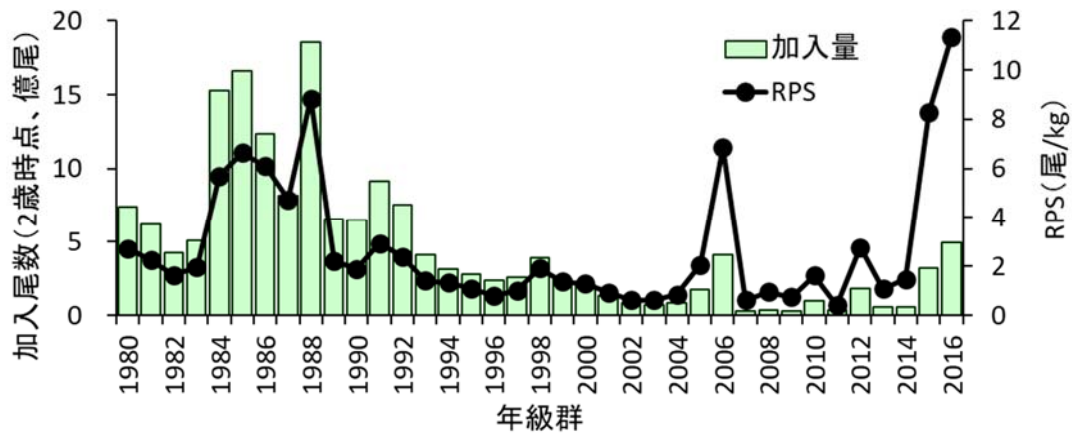


図 4-5. 加入量と再生産成功率 (RPS) の経年推移

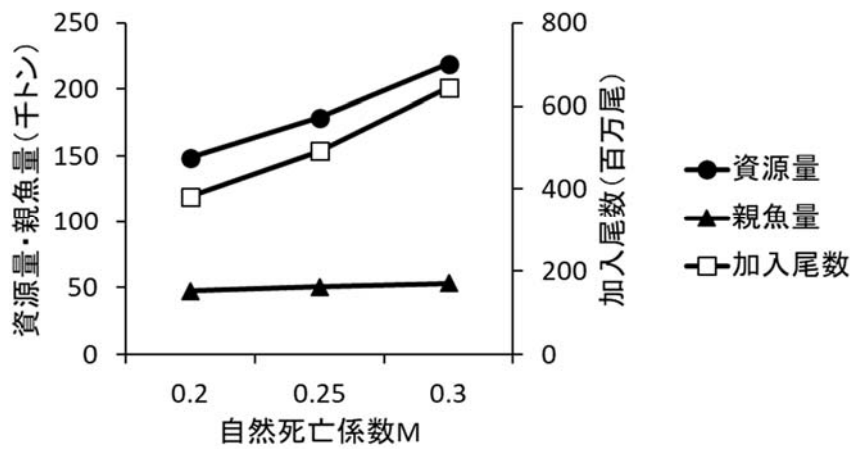


図 4-6. M の値を変化させた場合の 2018 年漁期の資源量、親魚量と加入量の変化
M は 3 歳以上の値を示す。2 歳の M はこの値に 0.05 を加算したものである。

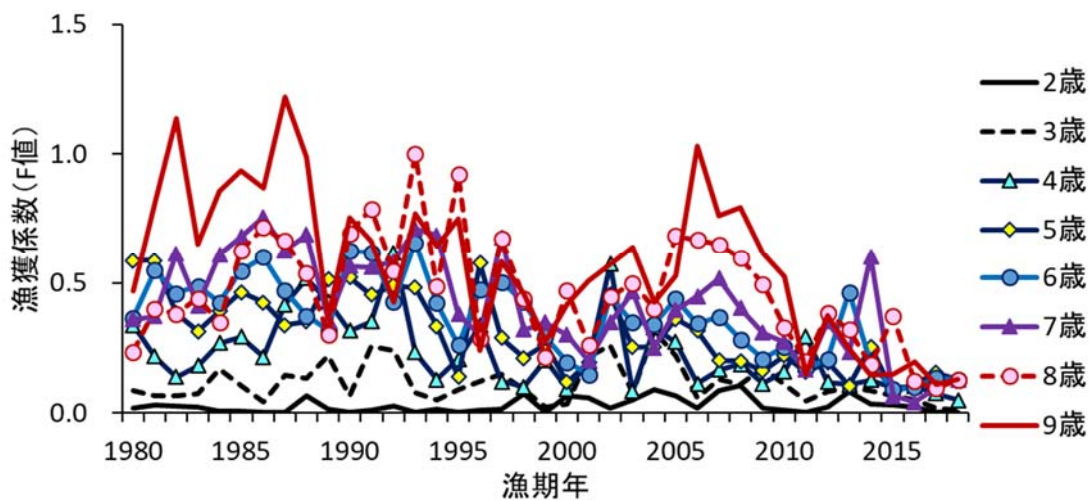


図 4-7. 各年齢の F の経年推移 10 歳以上の F は 9 歳と同じである。

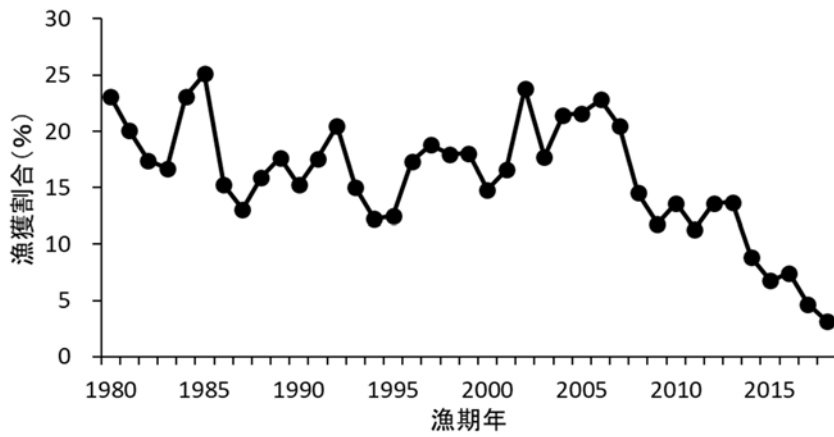


図 4-8. 漁獲割合の推移

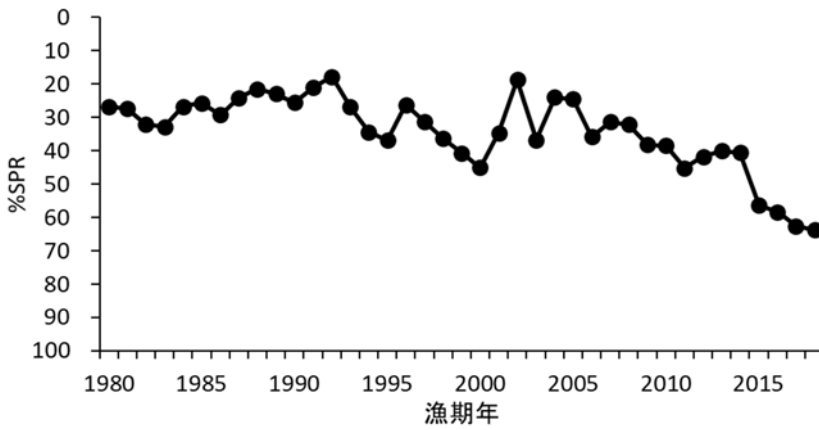


図 4-9. 各漁期年における%SPR 値の経年推移

%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。

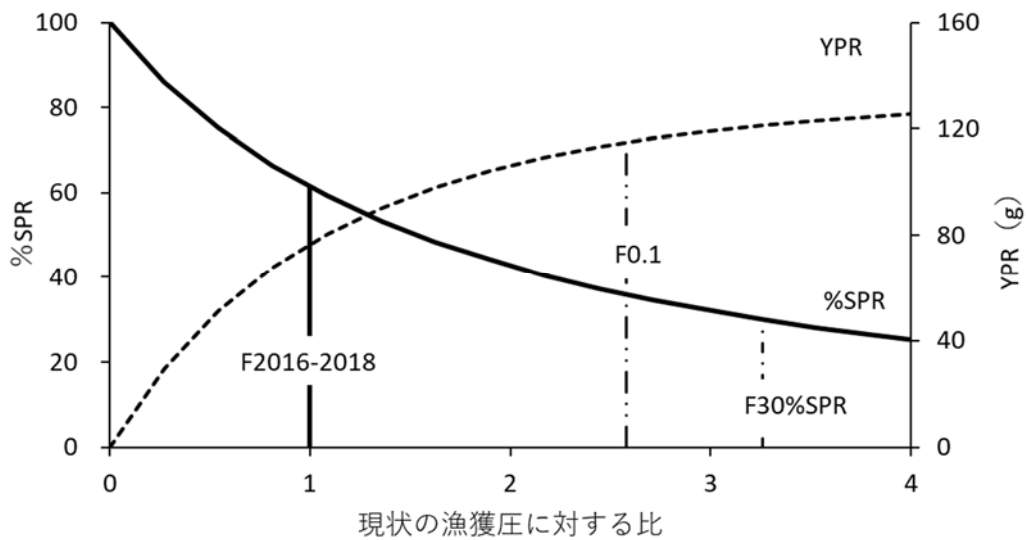


図 4-10. 現状の漁獲圧（F2016-2018）に対する YPR と%SPR の関係

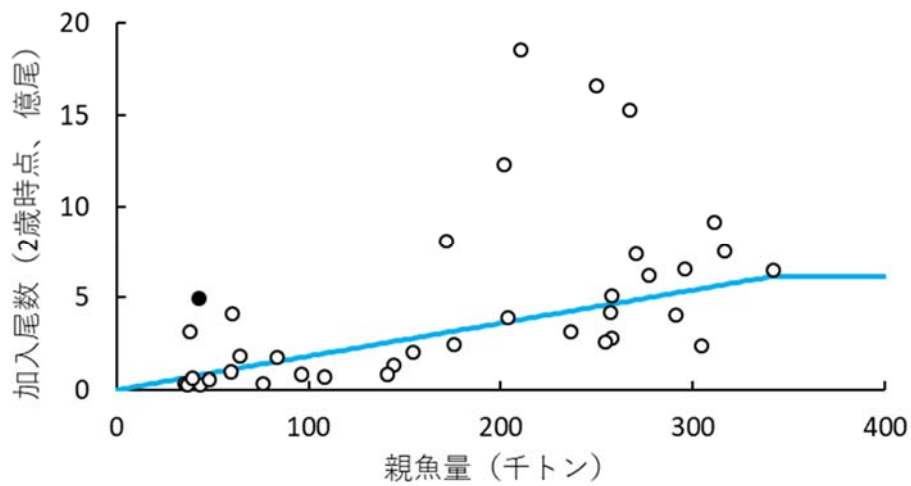


図 4-11. 親魚量と加入量の関係（再生産関係） 青線は平成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（山下ほか 2019）で適用された再生産関係式。2016 年級群の値は●で示す。

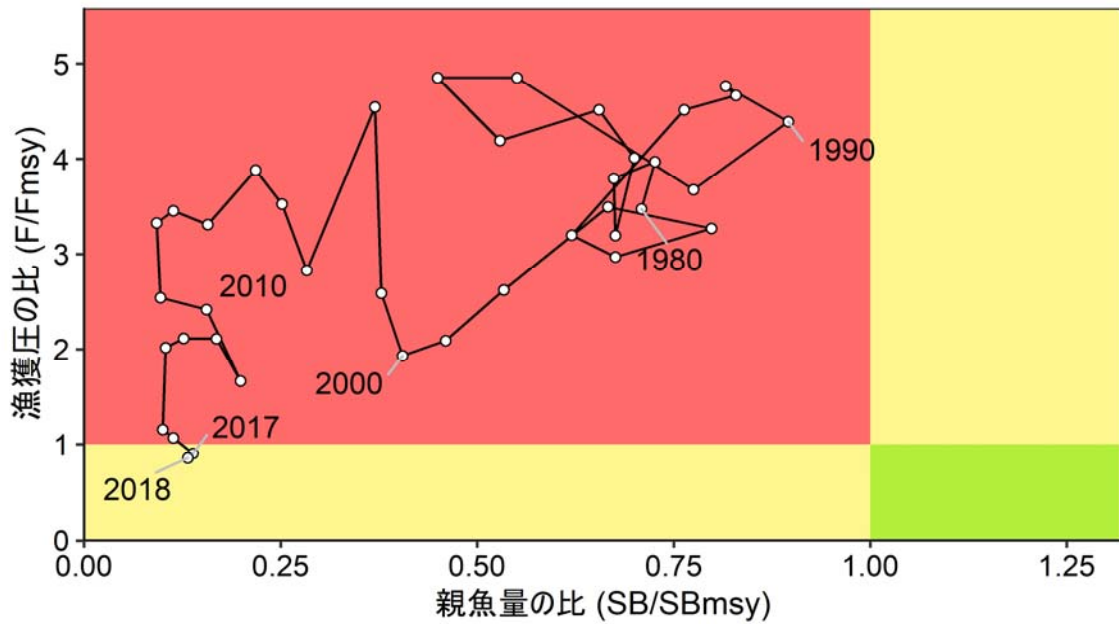


図 4-12. 最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）に対する、親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

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			北海道日本海				本州日本海北部
	全海域	日本漁船	韓国漁船	海域計	沖合底びき網	沿岸漁業	韓国漁船	海域計
1970	111,254	111,254	-	92,482	58,803	33,679	-	18,772
1971	102,946	102,946	-	90,275	57,018	33,257	-	12,671
1972	154,926	154,926	-	137,935	107,074	30,861	-	16,991
1973	136,332	136,332	-	108,327	80,518	27,809	-	28,005
1974	112,174	112,174	-	86,188	63,248	22,940	-	25,986
1975	143,159	143,159	-	121,748	100,056	21,692	-	21,411
1976	112,584	112,584	-	94,373	69,914	24,458	-	18,211
1977	119,961	119,961	-	102,077	51,789	50,288	-	17,884
1978	158,045	158,045	-	148,936	93,058	55,878	-	9,109
1979	168,909	168,909	-	159,827	102,903	56,924	-	9,082
1980	144,205	144,205	-	134,560	82,928	51,632	-	9,645
1981	119,043	119,043	-	110,266	54,341	55,925	-	8,777
1982	99,036	99,036	-	91,092	41,969	49,123	-	7,944
1983	93,666	93,666	-	86,614	43,278	43,335	-	7,052
1984	121,527	121,527	-	114,229	71,997	42,232	-	7,298
1985	117,468	117,468	-	110,676	68,874	41,802	-	6,792
1986	83,665	83,665	-	76,363	43,140	33,224	-	7,302
1987	94,351	83,547	10,804	77,254	51,936	25,318	10,804	6,293
1988	132,809	120,623	12,186	113,846	80,777	33,069	12,186	6,777
1989	142,245	130,610	11,635	122,858	94,019	28,838	11,635	7,752
1990	132,251	127,574	4,677	120,762	90,429	30,333	4,677	6,812
1991	145,042	128,591	16,451	120,605	90,502	30,103	16,451	7,986
1992	146,028	127,242	18,786	120,443	97,459	22,984	18,786	6,799
1993	90,678	75,667	15,011	70,487	47,386	23,102	15,011	5,180
1994	70,734	64,960	5,774	61,045	41,018	20,027	5,774	3,915
1995	70,557	65,017	5,540	61,033	41,116	19,917	5,540	3,984
1996	90,154	80,770	9,384	77,175	58,693	18,482	9,384	3,595
1997	75,712	70,855	4,857	67,265	43,158	24,107	4,857	3,590
1998	58,447	56,328	2,119	52,957	36,430	16,527	2,119	3,371
1999	51,627	51,627	-	48,535	32,482	16,053	-	3,092
2000	41,847	41,847	-	39,157	25,952	13,204	-	2,690
2001	45,616	45,616	-	42,603	24,646	17,957	-	3,013
2002	59,359	59,359	-	57,309	39,733	17,576	-	2,050
2003	32,896	32,896	-	31,267	15,209	16,058	-	1,629
2004	33,492	33,492	-	32,291	20,717	11,574	-	1,201
2005	26,022	26,022	-	24,646	15,134	9,511	-	1,376
2006	20,873	20,873	-	19,883	12,605	7,278	-	991
2007	18,244	18,244	-	16,870	8,506	8,364	-	1,374
2008	18,516	18,516	-	17,550	10,383	7,168	-	965
2009	14,533	14,533	-	13,970	7,894	6,075	-	564
2010	15,187	15,187	-	14,662	7,768	6,894	-	525
2011	10,637	10,637	-	10,248	6,395	3,853	-	389
2012	11,813	11,813	-	11,524	6,375	5,150	-	289
2013	9,888	9,888	-	9,553	5,595	3,957	-	335
2014	7,085	7,085	-	6,858	4,484	2,374	-	227
2015	5,389	5,389	-	5,233	2,814	2,420	-	156
2016	6,041	6,041	-	5,966	3,387	2,579	-	74
2017	5,315	5,315	-	5,281	3,093	2,187	-	34
2018	5,636	5,636	-	5,612	3,095	2,517	-	24

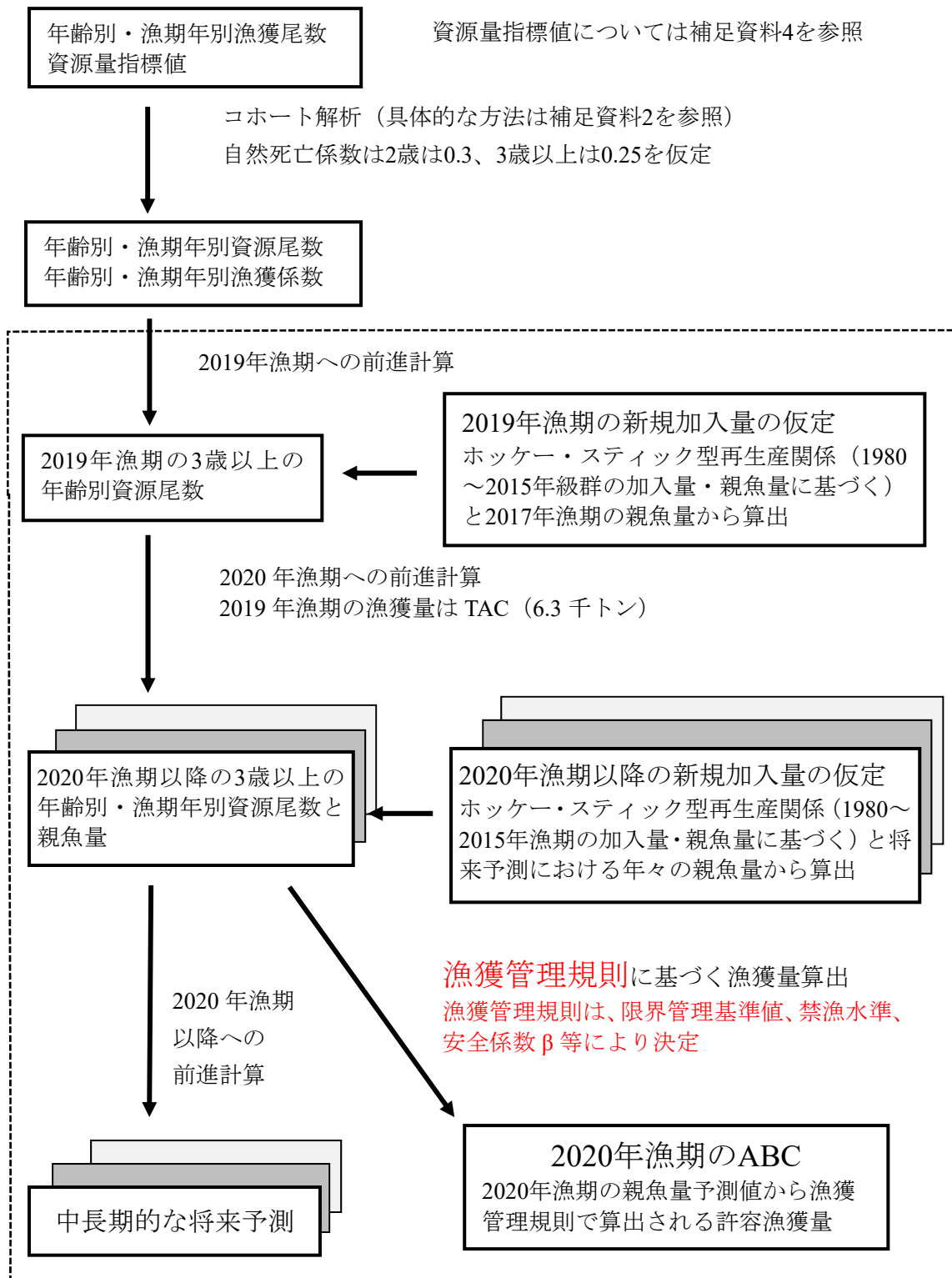
2002 年漁期以前の本州日本海北部は年計。2017、2018 年漁期は暫定値。

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歳時加入尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1980	144,205	625,355	270,570	741	23.1	2.74
1981	119,043	593,173	277,112	621	20.1	2.24
1982	99,036	569,662	257,149	422	17.4	1.64
1983	93,666	561,521	257,924	507	16.7	1.97
1984	121,527	526,554	267,099	1,526	23.1	5.71
1985	117,468	467,476	249,990	1,658	25.1	6.63
1986	83,665	549,703	201,830	1,233	15.2	6.11
1987	94,351	722,398	171,594	814	13.1	4.74
1988	132,809	835,018	210,110	1,858	15.9	8.84
1989	142,245	806,215	295,857	655	17.6	2.21
1990	132,251	867,859	341,743	648	15.2	1.90
1991	145,042	826,581	311,391	916	17.5	2.94
1992	146,028	712,372	316,383	757	20.5	2.39
1993	90,678	604,660	291,216	409	15.0	1.40
1994	70,734	578,950	236,625	315	12.2	1.33
1995	70,557	563,741	257,807	281	12.5	1.09
1996	90,154	520,136	304,517	240	17.3	0.79
1997	75,712	402,822	254,226	257	18.8	1.01
1998	58,447	325,190	203,695	390	18.0	1.91
1999	51,627	286,245	175,569	241	18.0	1.37
2000	41,847	283,248	154,542	200	14.8	1.29
2001	45,616	275,268	144,252	134	16.6	0.93
2002	59,359	249,398	141,230	86	23.8	0.61
2003	32,896	185,670	108,055	66	17.7	0.61
2004	33,492	156,355	96,109	82	21.4	0.85
2005	26,022	120,596	83,368	172	21.6	2.06
2006	20,873	91,404	60,011	411	22.8	6.84
2007	18,244	89,112	43,438	27	20.5	0.62
2008	18,516	127,540	35,282	34	14.5	0.96
2009	14,533	123,183	37,142	27	11.8	0.73
2010	15,187	111,683	59,373	96	13.6	1.62
2011	10,637	94,089	76,022	32	11.3	0.42
2012	11,813	86,702	64,295	178	13.6	2.78
2013	9,888	72,343	48,293	52	13.7	1.08
2014	7,085	80,107	39,581	58	8.8	1.47
2015	5,389	79,540	38,246	317	6.8	8.30
2016	6,041	81,369	43,385	492	7.4	11.35
2017	5,315	114,348	52,842	—	4.6	—
2018	5,636	178,669	50,413	—	3.2	—

漁獲量、資源量、親魚量、漁獲割合の漁期年は、表 3-1 の漁獲統計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。2017、2018 漁期年に発生した年級群は 2018 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。

補足資料1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等（赤字）の議論をふまえて作成される。（<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/190612.html>）

補足資料 2 資源量計算方法

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 歳～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、2 歳では 0.3、3 歳以上では 0.25 とした。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は、産卵親魚分布調査の結果（図 4-1、補足資料 4- (1)）を用いた。ここで、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は 2007～2017 年（2006～2016 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 4- (4)）および 2006～2016 年の仔稚魚分布調査の 0 歳魚現存量（図 4-2、補足資料 4- (3)）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。ただし、探索的に求めた F 値は、特に資源尾数が少ない年齢においては数値の誤差が大きくなることが懸念されており、操業実態などからこれらの変動は妥当性が低いと考えられたため、最近年の 5 歳魚以上については F 値を一定（選択率=1）とした（山下ほか 2019）。

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。

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

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 歳分高齢にずらした値（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+) 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+ 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（2018 年漁期）の漁獲係数については、リッジ VPA (Okamura et al. 2017) の手法を用いて推定した。ただし、探索的に求めた F 値は数値の誤差が大きくなることが懸念されていることから、最近年の 5 歳以上については F 値を一定とした (山下ほか 2019a)。産卵親魚分布調査 (補足資料 4- (1)) から得られた親魚現存量、仔稚魚分布調査 (補足資料 4- (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 4- (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。

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

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 と資源との比例係数、 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 (2018 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。

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。

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

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 (9) 式により求めた。

$$SSB_{octy} = \sum_{a=2}^{10+} N_{a,y} \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \times m_a \times w_a \quad (9)$$

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。

各調査現存量と推定された資源量の推移および残差は補足図 2-1 に示した。

λ については (10) 式で求まる親魚量のレトロスペクティブバイアス (ρ) が 0 に最も近くなる値とした。

$$\rho = \sum_{i=1}^P \left(\frac{SSB_{Y-i}^{Ri} - SSB_{Y-i}}{SSB_{Y-i}} \right) \quad (10)$$

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 4 年分を用いた。 SSB_{Y-i}^{Ri} は i 年分のレトロスペクティブ計算の最終年の親魚量、 SSB_{Y-i} は最近年 (2018 年漁期) までのデータを用いた計算における 2018 - i 年の親魚量である。

なお推定において、 F の最大値は過去年の最高値から 1.5 に制限した。 ρ と λ の関係の概略は補足表 2-4 に示す。親魚量以外の ρ については (10) 式に準じて算出した。

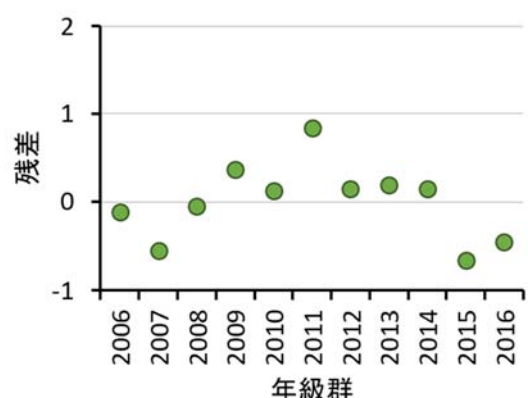
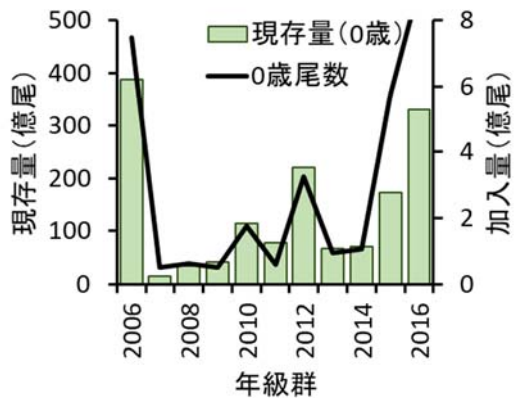
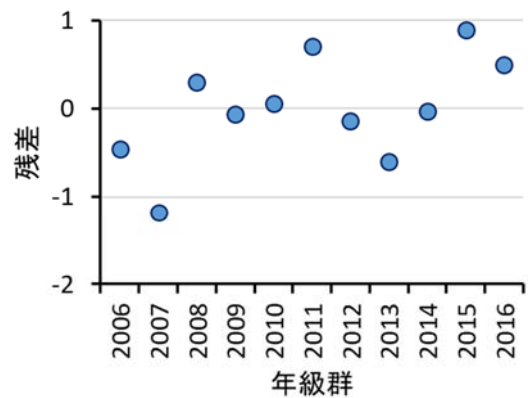
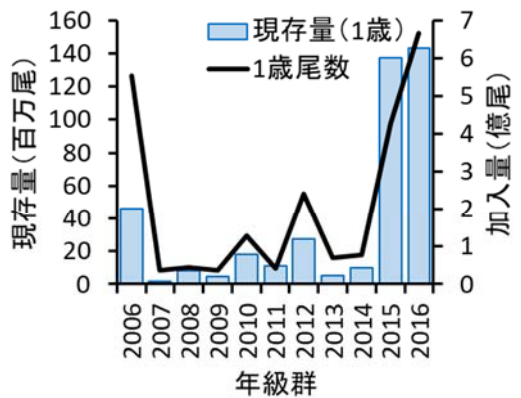
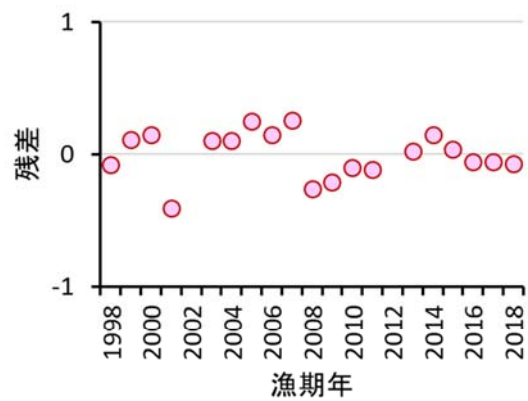
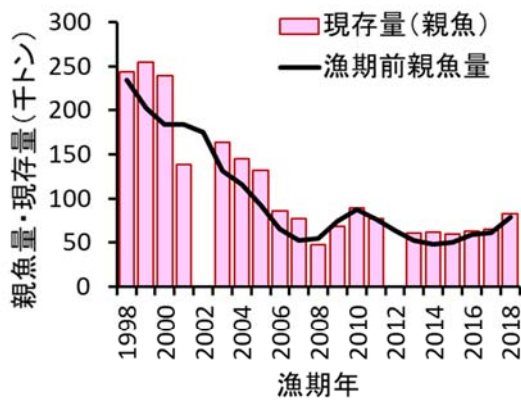
親魚量の ρ が最も 0 に近くなる λ は 0.66 であった。この λ における親魚量の推移は補足図 2-2 に示した。

再生産関係式の適用と最大持続生産量 (MSY) を実現する水準の推定の詳細については、平成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」の報告書 (山下ほか 2019b) を参照されたい。ここで、MSY を実現する水準の推定には、適用した再生産関係と、平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (山下ほか 2019a) での将来予測に用いた各種設定が使用された。すなわち、再生産関係は資源評価で推定された 1980~2015 年級群の加入量および親魚量に基づくホッケー・スティック型とし、自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重および漁獲の選択率がシミュレーションの条件付けに用いられた。また、選択率は、各年齢の漁獲係数 (F 値) の 2013~2017 年漁期の平均値に基づくものとし、現状の漁獲圧 ($F_{current}$) には、この選択率下で各年齢の F 値の単純平均値が 2015~2017 年漁期の平均と等しくなる値、漁獲物の平均体重には 2013~2017 年漁期における平均値が用いられた (補足表 2-5)。以上の条件および使用した再生産関係の下で行われたシミュレーションにおい

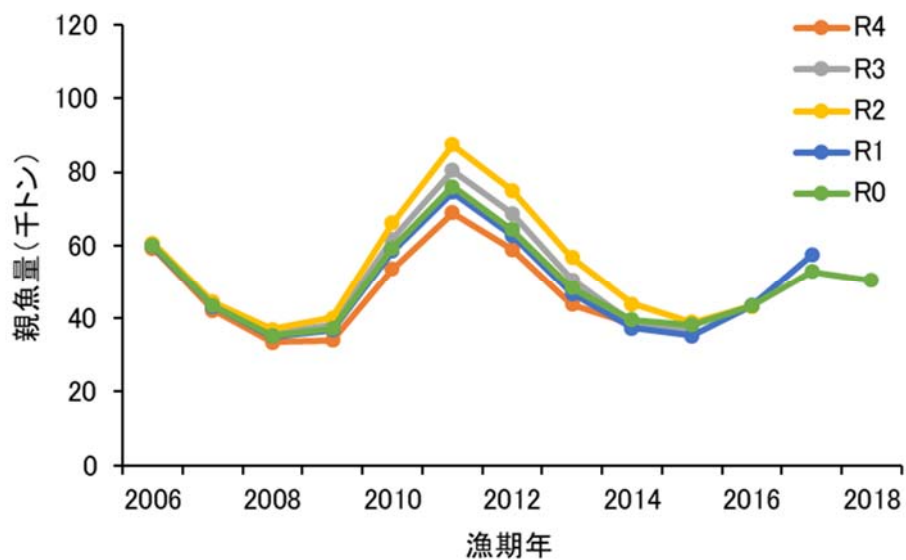
て、平衡状態における漁獲量を最大化する漁獲係数が F_{msy} 、そのときの親魚量が SB_{msy} 、平衡状態で最大化された漁獲量の平均値が最大持続生産量 (MSY) として推定された。

引用文献

- Barrowman N. J., and R. A. Myers (2000). Still more spawner-recruitment curves: the hockey stick and its generalizations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57: 665–676.
- Beverton R. J. H., and S. J. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. Her Majesty's Stationary Office, London.
- 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.
- 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(9), 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.
- Ricker W. E. (1954). Stock and recruitment. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 11: 559–623.
- 山下夕帆・千村昌之・境 磨・石野光弘・山下紀生 (2019a) 平成 30 (2018) 年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 310-374. <http://abchan.fra.go.jp/digests2018/details/201809.pdf> (last accessed 4 September 2019)
- 山下夕帆・境 磨・千村昌之・石野光弘 (2019b) 平成 31 (2019) 年度スケトウダラ日本海北部系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_suketou_n.pdf (last accessed 15 October 2019)



補足図 2-1. 各調査における現存量推定値と対応する資源量の推移 (左) および残差 (右)
 上段は日本海スケトウダラ新規加入量調査 (産卵親魚分布調査) の親魚現存量と 10 月時点での親魚量、中段は日本海スケトウダラ新規加入量調査 (未成魚分布調査) の 1 歳魚現存量と 4 月時点の 1 歳魚資源尾数、下段は日本海スケトウダラ新規加入量調査 (仔稚魚分布調査) の 0 歳魚現存量と 4 月時点の 0 歳魚資源尾数。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 2-2. レトロスペクティブ解析 ($\lambda = 0.66$) における親魚量の推移
 R0は最近年(2018年漁期)までのデータを用いた計算における親魚量の推移、
 R1~R4 それぞれ 1~4 年分のレトロスペクティブ計算における親魚量の推移
 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 2-3. 漁獲物の年齢別体重 (g)

漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1 歳	85	44		79		
2 歳	129	76	80	125	79	129
3 歳	224	218	171	202	194	188
4 歳	315	285	322	266	246	313
5 歳	359	345	443	371	332	390
6 歳	405	419	511	487	388	454
7 歳	453	457	514	538	481	494
8 歳	552	491	600	551	548	576
9 歳	650	600	571	592	621	587
10 歳以上	756	689	721	587	649	668

補足表 2-4. 0~0.9 の各 λ 値において算出された ρ の値

λ	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
親魚量	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	0.00	0.01	0.03
資源量	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10
加入尾数	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
%SPR	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06
年齢別 F										
2 歳	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03
3 歳	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
4 歳	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.13
5 歳	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.09
6 歳	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.17
7 歳	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77	0.76	0.76	0.75	0.72
8 歳	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.06
9 歳	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	-0.01

補足表 2-5. 最大持続生産量 (MSY) を実現する水準の推定に用いたパラメータ値 (山下ほか 2019b)

年齢	自然死亡 係数	成熟率	資源の平均 体重 (g)	漁獲物の平均 体重 (g)	選択率 (注 1)	F _{current} (注 2)
2	0.30	0.00	134	98	0.18	0.02
3	0.25	0.00	229	202	0.36	0.04
4	0.25	0.31	326	287	0.60	0.08
5	0.25	0.89	425	370	0.81	0.10
6	0.25	0.99	485	442	1.15	0.14
7	0.25	1.00	545	489	1.24	0.16
8	0.25	1.00	570	548	1.31	0.16
9	0.25	1.00	578	607	1.00	0.13
10 歳以上	0.25	1.00	688	680	1.00	0.13

注 1 : MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率は、平成 30 年度資源評価での F_{current} の選択率 (2013~2017 年漁期の平均 F の選択率) である。

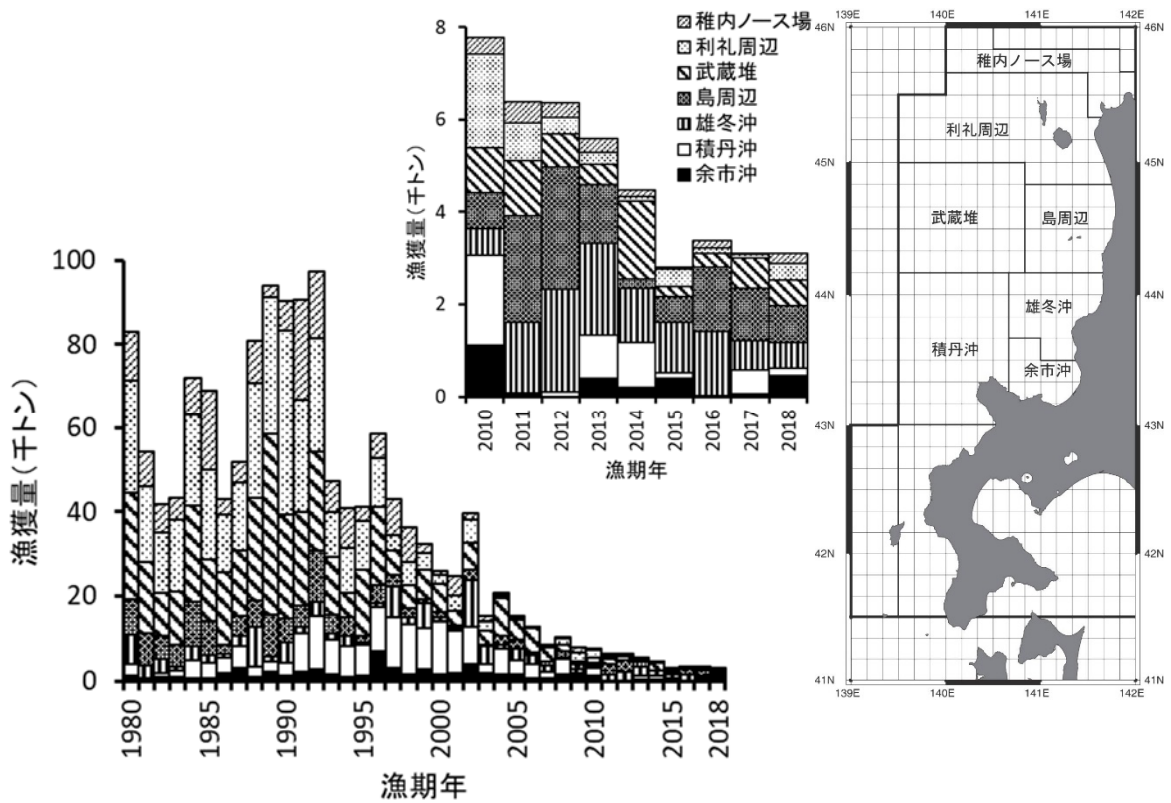
注 2 : 平成 30 年度資源評価での F_{current} (2013~2017 年漁期の平均 F の選択率の下で各年齢の F 値の単純平均値が 2015~2017 年漁期の平均と等しくなる値)

補足資料3 漁業の詳細

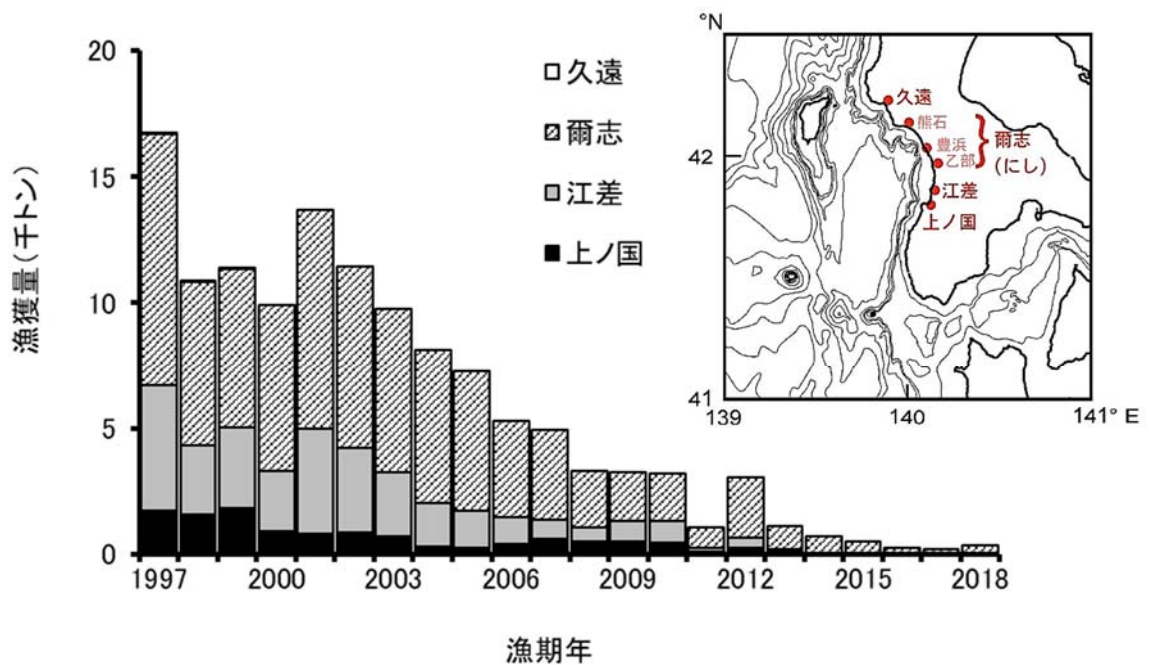
(1) 小海区・地区別の漁獲量

補足図 3-1 に小海区別の沖底漁獲量の推移を示した。1992 年漁期以前は武蔵堆、利礼周辺および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、最も南側に位置する積丹沖の漁獲量が増加し、2008 年漁期頃まで比較的高い割合を占めた。近年では 2016 年漁期で武蔵堆および積丹沖の漁獲が非常に少なくなったが、2017 年漁期ではこれら 2 海区での漁獲は増加し、2018 年漁期では積丹沖に替わり余市沖での漁獲が見られるなど、利用する漁場の年変化が見られる。また、操業の効率化のため各沖底船の根拠地に近い漁場を主な操業海域としている点についてはこれまで同様であるとの情報が寄せられており、操業状況の変化は継続しているものと考えられる。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 年漁期以降の地区別漁獲量の推移を補足図 3-2 に示す。当海域は、冬季（11～2 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いる。なお檜山沿岸の漁獲量は、1990～2010 年漁期は沿岸漁業全体の漁獲量の概ね 5～8 割を占めていたが近年は比率の減少が大きい。檜山沿岸 4 地区においては、2017 年漁期以降は爾志地区のみの操業となり、漁獲量も 0.3 千トンと 2016、2017 年漁期は上回ったものの低い水準に留まっている。また 2015 年漁期以降で延縄操業終了後に刺し網による操業が行われていたが、2017 年漁期は魚群の分布水深が例年とは異なり操業水深と一致しなかったことから漁獲量は少なかったこと、2018 年漁期においては魚群が着底しなかったため刺網の操業は行わず 1 月以降も延縄操業としたため縄数は上昇したが、漁期後半に吸水卵率が急に上昇したため操業を切り上げたことから漁獲量も制限されたことなどの情報が寄せられている（北水研聞き取り調査結果）。



補足図 3-1. 北海道日本海側の沖底による小海區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、右の地図に各小海區の位置を示す。



補足図 3-2. 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 (11~2 月) による漁獲量の推移 右の地図に各地区の位置を示す。(函館水産試験場未発表資料)

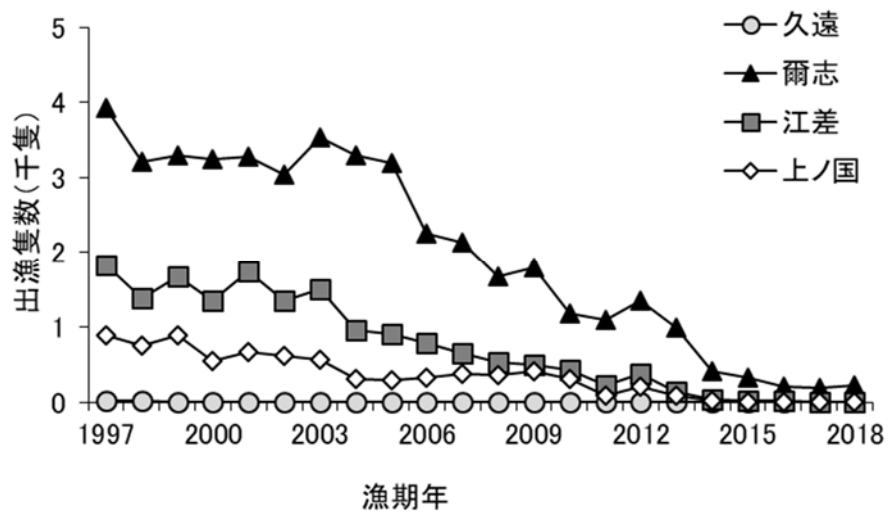
(2) 漁獲量および漁獲努力量

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 3-1 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 11 千～14 千網で推移していたが 1986 年漁期以降減少し、1998 年漁期に 1 千網を下回った。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 8 千網へ急減したのち減少し、2009 年漁期以降は 1 千～2 千網で推移している。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 1 千網未満である。

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 3-2 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 年漁期以降減少傾向を示し、2012 年漁期以降は 2 千～5 千トンと 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 0.4 千～0.6 千網と 1996 年漁期の 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（縄数補正前の出漁隻数）を補足図 3-3 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 千隻であったものが 2006 年漁期以降大きく減少して 2014 年漁期以降では 0.5 千隻を下回っているほか、上ノ国では 2015 年漁期以降、江差では 2017 年漁期以降の出漁隻数は 0 となっている。爾志海区の豊浜地区における 1 隻あたり使用縄数は、1998 年漁期から 2004 年漁期までの間は 6.7 千～7.5 千縄であったが、その後減少し 2008 年漁期以降は 2 千～4 千縄となっており、これは 1998 年漁期の 2～5 割であった（補足表 3-3）。また隻数も 2016 年漁期以降は 3 隻のみとなっている。

檜山沿岸 4 地区における縄数補正前の出漁隻数に乙部豊浜地区の 1998 年漁期の 1 隻あたり使用縄数を 1 とした場合の使用縄数比（補足表 3-3）を乗じて求めた縄数補正後の出漁隻数を補足表 3-4 に示す。2018 年漁期の出漁隻数は 96 隻であり 2016、2017 年漁期は上回ったが、1998 年漁期（5,400 隻）の 2%未満に留まっている。



補足図 3-3. 檜山管内 4 地区における地区別の延縄漁業の努力量(縄数補正前の出漁隻数、函館水産試験場未発表資料)

補足表 3-1. 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

2014年漁期までは通常操業のみ。2015、2016年漁期は通常操業とみなした試験操業の値を含む。2017、2018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 3-2. 北海道根拠の沖底（100 トン以上かけまわし船）の漁獲量および漁獲努力量

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

2014 年漁期までは通常操業のみ。2015、2016 年漁期は通常操業とみなした試験操業の値を含む。2017、2018 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 3-3. 乙部豊浜地区の延縄漁業の努力量データ（函館水産試験場未発表資料）

漁期年	船型	使用縄数/隻	隻数	船型別 縄数小計	総縄数	出漁日数	一隻あたり 使用縄数	使用縄数比 (1998年基準)
1998	大型船	7,375	17	125,375	130,695	56	7,261	1.00
	小型船	5,320	1	5,320				
1999	大型船	7,125	17	121,125	125,925	58	6,996	0.96
	小型船	4,800	1	4,800				
2000	大型船	6,775	15	101,625	106,545	60	6,659	0.92
	小型船	4,920	1	4,920				
2001	大型船	7,450	14	104,300	109,760	62	7,317	1.01
	小型船	5,460	1	5,460				
2002	大型船	6,900	14	96,600	101,680	58	6,779	0.93
	小型船	5,080	1	5,080				
2003	大型船	7,650	14	107,100	112,700	71	7,513	1.03
	小型船	5,600	1	5,600				
2004	大型船	7,100	14	99,400	104,600	69	6,973	0.96
	小型船	5,200	1	5,200				
2005	大型船	5,750	14	80,500	85,020	66	5,668	0.78
	小型船	4,520	1	4,520				
2006	大型船	4,425	14	61,950	64,750	50	4,317	0.59
	小型船	2,800	1	2,800				
2007	大型船	4,565	13	59,345	59,345	49	4,565	0.63
2008	大型船	2,775	13	36,075	36,075	43	2,775	0.38
2009	大型船	3,040	13	39,520	39,520	44	3,040	0.42
2010	大型船	2,680	12	32,160	32,160	32	2,680	0.37
2011	大型船	1,930	12	23,160	23,160	30	1,930	0.27
2012	大型船	3,580	12	42,960	42,960	45	3,580	0.49
2013	大型船	2,390	11	26,290	26,290	33	2,390	0.33
2014	大型船	1,630	11	17,930	17,930	17	1,630	0.22
2015	大型船	2,200	5	11,000	11,000	26	2,200	0.30
2016	大型船	1,710	3	5,130	5,130	21	1,710	0.24
2017	大型船	1,300	3	3,900	3,900	19	1,300	0.18
2018	大型船	3,255	3	5,805	5,805	41	3,255	0.45

使用縄数比は 1998 年漁期の 1 隻あたり使用縄数を 1 とした場合の比率で示した。1 隻あたり使用縄数は、船型によって使用する縄数が異なるため、船型毎に使用縄数と隻数をかけた縄数小計を足し合わせて年間の総縄数を求め、出漁隻数で割ることにより求めた。

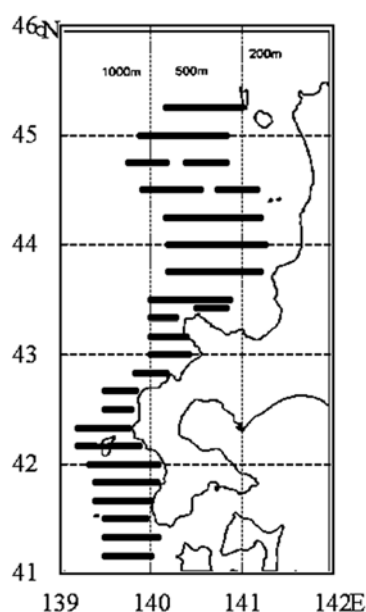
補足表 3-4. 檜山管内 4 地区における延縄漁業の漁獲量および努力量（函館水産試験場未発表資料）

漁期年	漁獲量 (トン)	縄数補正前	縄数補正後
		努力量 (隻)	努力量 (隻)
1998	10,883	5,373	5,373
1999	11,334	5,854	5,640
2000	9,922	5,154	4,727
2001	13,686	5,675	5,719
2002	11,451	4,987	4,656
2003	9,768	5,606	5,801
2004	8,147	4,547	4,367
2005	7,252	4,381	3,420
2006	5,273	3,371	2,004
2007	4,932	3,173	1,995
2008	3,308	2,557	977
2009	3,233	2,686	1,125
2010	3,189	1,902	702
2011	1,057	1,416	376
2012	3,020	1,927	950
2013	1,114	1,205	397
2014	715	458	103
2015	495	344	104
2016	249	219	52
2017	186	189	34
2018	349	214	96

縄数補正後の努力量（出漁隻数）は、縄数補正前の努力量に補足表 3-3 に示した乙部豊浜地区の 1998 年漁期の 1 隻あたり使用縄数を 1 とした場合の使用縄数比を乗じて求めた。

補足資料 4 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 4-1 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。



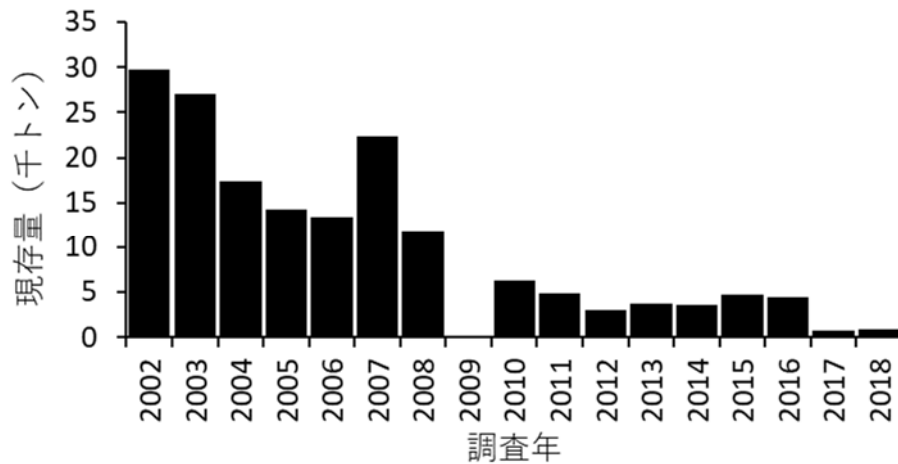
補足図 4-1. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査）における調査定線

補足表 4-1. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査）における親魚の推定現存量（稚内・中央・函館水産試験場未発表資料）

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

(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4-2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年以降減少傾向にあり、2013年以降は3千～5千トンの水準で推移していたが、2017年は0.7千トンに急減し、2018年も0.8千トンに留まっている。



補足図4-2. 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）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（印刷中）の図を改変）

(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4-2および本資料の図4-2に示す。石狩湾以北日本海における仔稚魚現存尾数は2006、2012、2016年級群がそれぞれ389億、220億、328億尾と多く、2010年級群と2015年級群も100億尾を超えている。一方、2007～2009年級群は少なく、特に2007年級群は16億尾であり2006年級群の5%未満となっている。また漁獲加入前の年級群については、2017年級群の現存尾数は40億尾であり2008～2009年級群並みの低豊度である一方、2018年級群は232億尾と多く、2019年級群は速報値であるが1,286億尾と2006年級群の3倍以上の非常に高い値を示している。

なお、2005～2007年には稚魚ネットによる採集が主な産卵場である岩内湾や檜山海域を含むように石狩湾以南についても調査が行われたが、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。

補足表 4-2. 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（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	2013	67
2006	389	2014	71
2007	16	2015	173
2008	34	2016	330
2009	42	2017	40
2010	115	2018	232
2011	77	2019	1,286
2012	220		

2019 年の値は速報値

(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 4-3 および本資料の図 4-2 に示す。

本調査では 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量をみると、良い加入が見られた 2006 年級の現存尾数は 46 百万尾と比較的多いが、2015、2016 年級群はさらに多く、2006 年級群の約 3 倍となっている。2010、2012 年級群の現存尾数も比較的多く、2005 年級群前後である。一方、2007～2009、2013、2017 年級群の現存尾数は少なく、10 百万尾未満となっている。

補足表 4-3. 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	0.0	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	43.0
2017	31.0	9.2	—
2018	36.4	—	—

(5) すけとうだら音響調査：北水研

2005～2018 年の 5 月に道西日本海北部海域において北海道区水産研究所が実施した、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 4-4 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 4- (3)）および未成魚分布調査（補足資料 4- (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量の多寡の差は他の調査よりも大きい。これについては、成長に伴い 0 歳魚の分布が局所的になることから、本調査時にはすでに分布の偏りが生じている可能性が挙げられる。また、1、2 歳魚ではさらに分布が局所的であること、3 歳魚以上では年齢別資源量の推定誤差も大きくなることなどから、1 歳魚以上の現存尾数にも誤差が大きいものと考えられる。

0 歳時点における現存量をみると、2006、2012、2016 年級群の豊度が高い。一方、2007～2009、2011 年級群の 0 歳魚現存尾数は 2006 年級群の 0.2～2%、2010、2013、2014 年級群は 2006 年級群の 8～9%に留まっており、2018 年級群（暫定値）も 2017 年級群と同じく 2013～2014 年級をやや上回る程度である。1 歳魚以上については誤差が大きいと考えられるが、2015 年級群の 3 歳時点での現存量（暫定値）は 2012 年級群を下回っており、2016 年級群の 2 歳時点での現存量（暫定値）も 2012、2015 年級を下回っている。ただし 2016 年級群に関しては調査範囲とできなかった雄冬沖のごく沿岸域に多く分布しているとの情報（北水研聞き取り調査結果）もあり、この調査結果はやや過小評価となっている可能性も高い。

補足表 4-4. すけとうだら音響調査で推定された石狩湾以北の道西日本海におけるスケトウダラの年齢別現存尾数（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*	—	—	—	—	—	—	—	—
2017	1,008.1	1.8*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2018	976.3*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

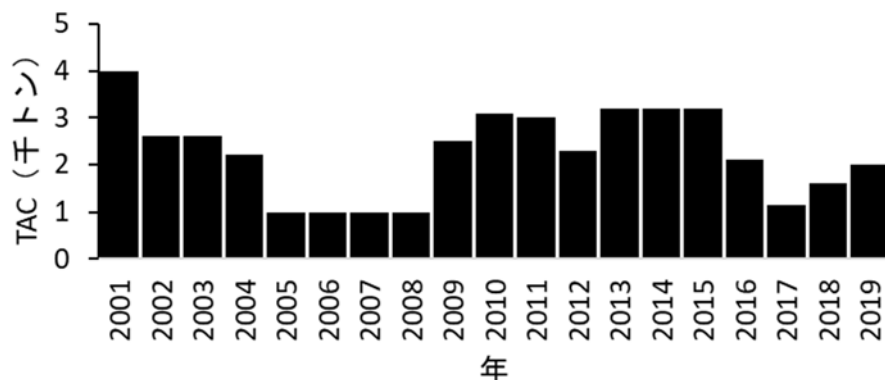
*2018 年調査分の現存量は暫定値。

**2018 年調査の 4 歳の値は 4 歳魚以上の合算値。

2005 年級群以降の現存尾数を示した。2005 年級群の 0 歳の現存尾数は調査ラインの設定が他の年とは異なるため参考値である。

(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 4-3 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 TAC は 2009～2015 年の間は 3 千トン前後で推移していたが、2017 年に 1 千トンに減少した。その後は増加傾向にあるものの、2019 年の TAC は 2 千トンに留まっている。



補足図 4-3. 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

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 (印刷中) スケトウダラ (日本海) . 2019 年度水産資源管理会議評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部.

補足資料5 コホート解析結果の詳細(1980~1992年漁期)

年齢別漁獲尾数(千尾)													
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2歳	9,626	18,373	14,808	11,727	1,537	2,916	511	2,746	68,223	10,623	3,297	4,466	12,996
3歳	39,478	28,005	28,701	32,501	61,194	27,218	13,671	134,737	133,592	148,582	32,814	272,577	90,025
4歳	134,394	69,145	40,873	55,192	80,766	66,308	37,132	83,611	270,938	256,779	127,577	113,400	337,004
5歳	116,416	116,094	70,698	58,493	70,265	75,911	52,579	34,761	37,395	125,341	152,276	97,680	80,962
6歳	27,773	48,192	41,825	45,613	42,862	48,255	45,146	29,014	21,011	18,835	67,479	80,136	46,018
7歳	12,161	15,239	23,505	18,815	25,909	31,244	27,424	19,915	18,788	10,828	16,913	26,057	32,187
8歳	5,423	7,228	8,386	7,690	8,429	11,149	12,792	9,178	7,390	3,851	9,867	9,466	11,320
9歳	4,516	8,901	7,799	6,725	6,238	9,611	5,794	6,729	4,752	2,472	4,514	3,722	2,135
10歳以上	2,248	4,876	5,873	2,397	4,469	3,739	3,901	3,863	2,163	978	3,245	2,599	1,822
計	352,037	316,053	242,466	239,152	301,669	276,351	198,951	324,553	564,250	578,290	417,981	610,104	614,470

年齢別漁獲量(トン)													
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2歳	1,291	2,465	1,987	1,573	206	391	69	368	9,153	1,425	442	599	1,744
3歳	9,043	6,415	6,574	7,445	14,017	6,234	3,131	30,862	30,600	34,033	7,516	62,435	20,620
4歳	43,851	22,561	13,336	18,008	26,353	21,635	12,116	27,281	88,403	83,784	41,627	37,001	109,960
5歳	49,517	49,380	30,071	24,880	29,887	32,289	22,365	14,785	15,906	53,314	64,770	41,548	34,437
6歳	13,473	23,378	20,290	22,127	20,793	23,409	21,901	14,075	10,193	9,137	32,735	38,875	22,324
7歳	6,624	8,300	12,802	10,247	14,111	17,017	14,936	10,847	10,233	5,898	9,212	14,192	17,531
8歳	3,093	4,123	4,783	4,386	4,808	6,359	7,297	5,235	4,215	2,196	5,628	5,399	6,457
9歳	2,609	5,143	4,506	3,886	3,604	5,553	3,348	3,888	2,746	1,429	2,608	2,151	1,234
10歳以上	1,548	3,357	4,043	1,650	3,076	2,574	2,686	2,660	1,489	673	2,234	1,790	1,254
計	131,050	125,122	98,392	94,202	116,855	115,462	87,848	110,001	172,936	191,889	166,772	203,989	215,561

年齢別漁獲係数													
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2歳	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.02	0.00	0.01	0.02
3歳	0.08	0.07	0.06	0.07	0.17	0.10	0.04	0.15	0.13	0.22	0.06	0.25	0.24
4歳	0.34	0.22	0.14	0.18	0.27	0.29	0.21	0.42	0.52	0.43	0.32	0.35	0.62
5歳	0.59	0.59	0.38	0.31	0.39	0.46	0.42	0.34	0.35	0.51	0.52	0.45	0.49
6歳	0.36	0.55	0.46	0.49	0.42	0.55	0.60	0.47	0.37	0.32	0.62	0.62	0.43
7歳	0.36	0.37	0.61	0.41	0.61	0.68	0.76	0.63	0.69	0.36	0.56	0.56	0.58
8歳	0.23	0.40	0.38	0.44	0.35	0.63	0.71	0.66	0.54	0.30	0.69	0.79	0.54
9歳	0.47	0.81	1.14	0.65	0.86	0.93	0.87	1.22	0.99	0.36	0.75	0.66	0.43
10歳以上	0.47	0.81	1.14	0.65	0.86	0.93	0.87	1.22	0.99	0.36	0.75	0.66	0.43
%SPR	26.7	27.4	32.0	32.7	26.7	25.6	29.3	24.0	21.4	22.8	25.5	21.0	17.7

年齢別資源尾数(千尾)													
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2歳	684,227	722,105	741,035	621,134	422,469	506,829	1,525,663	1,658,494	1,233,070	813,717	1,858,239	655,269	648,360
3歳	561,518	498,602	519,135	536,227	450,054	311,650	372,958	1,129,799	1,226,279	854,761	593,673	1,373,780	481,592
4歳	533,063	402,471	363,598	378,974	388,932	296,499	218,694	278,395	760,984	837,133	534,565	433,395	829,352
5歳	297,803	296,547	252,425	247,100	246,439	231,625	172,397	137,550	143,028	353,553	425,353	303,734	237,453
6歳	103,089	129,193	128,499	134,198	140,822	129,918	113,398	87,862	76,448	78,389	164,734	196,882	150,346
7歳	45,734	55,775	58,086	63,165	64,260	71,847	58,595	48,473	42,822	40,996	44,428	68,745	82,611
8歳	29,526	24,886	29,989	24,495	32,589	27,181	28,382	21,433	20,176	16,770	22,371	19,675	30,544
9歳	13,669	18,209	13,003	15,955	12,290	17,942	11,330	10,815	8,592	9,192	9,662	8,715	9,699
10歳以上	6,804	9,975	9,791	5,686	8,805	6,981	7,628	6,209	3,910	3,635	6,945	6,086	5,948
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	3,008,145	3,659,970	3,066,281	2,473,175

年齢別資源量(トン)													
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2歳	91,794	96,876	99,415	83,330	56,677	67,995	204,679	222,499	165,425	109,166	249,296	87,909	86,982
3歳	128,617	114,206	118,910	122,825	103,086	71,384	85,427	258,784	280,883	195,786	135,983	314,669	110,310
4歳	173,931	131,321	118,637	123,654	126,903	96,744	71,357	90,837	248,299	273,145	174,422	141,411	270,607
5歳	126,670	126,136	107,368	105,104	104,822	98,521	73,329	58,507	60,837	150,383	180,923	129,193	101,000
6歳	50,009	62,672	62,336	65,101	68,314	63,024	55,010	42,622	37,085	38,027	79,914	95,509	72,934
7歳	24,909	30,378	31,637	34,403	34,999	39,132	31,914	26,401	23,323	22,328	24,198	37,442	44,994
8歳	16,842	14,195	17,106	13,972	18,589	15,504	16,189	12,225	11,509	9,565	12,761	11,223	17,422
9歳	7,898	10,521	7,513	9,219	7,101	10,367	6,546	6,249	4,964	5,311	5,582	5,036	4,027
10歳以上	4,684	6,867	6,741	3,915	6,062	4,806	5,252	4,274	2,692	2,503	4,781	4,190	4,095
計	625,355	593,173	569,662	561,521	526,554	467,476	549,703	722,398	835,018	806,215	867,859	826,581	712,372

年齢別親魚量(トン)													
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	53,660	40,514	36,601	38,149	39,151	29,846	22,014	28,024	76,603	84,268	53,811	43,627	83,485
5歳	113,068	112,591	95,839	93,817	93,566	87,942	65,454	52,224	54,304	134,235	161,495	115,320	90,155
6歳	49,509	62,046	61,712	64,450	67,631	62,394	54,460	42,196	36,715	37,647	79,115	94,554	72,205
7歳	24,909	30,378	31,637	34,403	34,999	39,132	31,914	26,401	23,323	22,328	24,198	37,442	44,994
8歳	16,842	14,195	17,106	13,972	18,589	15,504	16,189	12,225	11,509	9,565	12,761	11,223	17,422
9歳	7,898	10,521	7,513	9,219	7,101	10,367	6,546	6,249	4,964	5,311	5,582	5,036	4,027
10歳以上	4,684	6,867	6,741	3,915	6,062	4,806	5,252	4,274	2,692	2,503	4,781	4,190	4,095
計	270,570	277,112	257,149	257,924	267,099	249,990	201,830	171,594	210,110	295,857	341,743	311,391	316,383

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5 (続き) コホート解析結果の詳細 (1993~2005年漁期)

年齢別漁獲尾数(千尾)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	367	9,582	179	2,640	3,436	14,741	276	20,593	11,887	3,197	5,668	6,205	3,641
3歳	30,345	28,116	41,788	29,808	27,998	15,561	3,132	5,760	46,350	33,982	9,404	22,429	10,173
4歳	54,011	35,616	82,655	98,949	20,910	12,920	23,565	9,688	22,589	65,402	7,048	25,841	11,231
5歳	117,511	45,571	26,127	123,270	48,222	24,210	22,268	9,082	13,970	29,489	14,640	14,369	15,710
6歳	48,203	50,944	20,566	52,540	48,617	39,212	20,374	10,239	7,774	18,308	11,681	11,533	13,727
7歳	34,309	20,058	23,786	13,962	33,191	15,837	16,782	12,130	6,762	11,231	9,329	4,832	7,224
8歳	20,028	9,927	9,556	10,009	15,280	9,506	6,320	11,881	6,200	8,526	15,280	4,044	6,583
9歳	6,535	4,315	6,538	1,049	10,445	4,540	3,226	7,051	6,144	7,056	5,570	3,452	2,625
10歳以上	3,111	3,076	3,365	1,471	3,208	4,903	3,066	5,285	7,425	6,915	6,665	3,695	4,300
計	314,419	207,205	214,560	333,697	211,308	141,429	99,008	91,708	129,099	184,106	78,298	96,400	75,214

年齢別漁獲量(トン)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	49	1,286	24	354	461	1,978	37	2,763	1,595	429	760	832	488
3歳	6,951	6,440	9,572	6,828	6,413	3,564	717	1,319	10,617	7,784	2,154	5,137	2,330
4歳	17,623	11,621	26,969	32,286	6,823	4,216	7,689	3,161	7,370	21,340	2,300	8,432	3,665
5歳	49,983	19,383	11,113	52,433	20,511	10,298	9,472	3,863	5,942	12,543	6,227	6,112	6,682
6歳	23,384	24,713	9,977	25,487	23,585	19,022	9,884	4,967	3,771	8,882	5,667	5,595	6,659
7歳	18,687	10,925	12,955	7,604	18,077	8,626	9,140	6,606	3,683	6,117	5,081	2,632	3,935
8歳	11,424	5,662	5,451	5,709	8,716	5,422	3,605	6,777	3,536	4,863	4,730	2,307	3,755
9歳	3,776	2,493	3,777	606	6,035	2,623	1,864	4,074	3,550	4,077	3,219	1,995	1,516
10歳以上	2,142	2,118	2,317	1,013	2,209	3,375	2,111	3,639	5,112	4,760	4,589	2,544	2,960
計	134,017	84,641	82,155	132,320	92,830	59,123	44,518	37,168	45,175	70,794	34,726	35,585	31,991

年齢別漁獲係数													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.00	0.06	0.06	0.02	0.05	0.09	0.07
3歳	0.08	0.05	0.09	0.12	0.15	0.09	0.02	0.03	0.22	0.26	0.08	0.31	0.22
4歳	0.23	0.13	0.21	0.34	0.12	0.10	0.20	0.09	0.20	0.57	0.08	0.33	0.27
5歳	0.48	0.33	0.14	0.58	0.29	0.21	0.26	0.12	0.20	0.46	0.25	0.25	0.36
6歳	0.66	0.42	0.26	0.47	0.50	0.43	0.29	0.19	0.15	0.45	0.35	0.34	0.44
7歳	0.71	0.68	0.38	0.30	0.68	0.32	0.35	0.30	0.20	0.35	0.47	0.25	0.40
8歳	1.00	0.48	0.92	0.29	0.67	0.44	0.21	0.47	0.26	0.45	0.50	0.40	0.68
9歳	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27	0.42	0.51	0.57	0.64	0.43	0.53
10歳以上	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27	0.42	0.51	0.57	0.64	0.43	0.53
%SPR	26.8	34.3	36.8	26.2	31.1	36.3	40.7	45.0	34.6	18.7	36.7	24.0	24.5

年齢別資源尾数(千尾)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	915,505	756,612	408,568	315,101	281,374	239,723	256,778	389,569	241,074	199,664	133,549	85,971	66,372
3歳	469,131	677,907	552,264	302,520	231,160	205,489	164,903	189,988	270,875	168,361	145,163	94,057	58,348
4歳	295,617	338,580	503,143	393,226	209,298	155,319	146,302	125,662	142,880	170,054	101,130	104,754	53,458
5歳	348,496	182,562	232,256	318,905	218,923	144,548	109,561	93,145	89,316	91,341	74,721	72,540	58,778
6歳	113,480	167,705	101,964	157,824	139,578	127,942	91,209	65,675	64,527	57,231	45,112	45,273	43,813
7歳	76,478	45,839	85,651	61,260	76,547	65,799	65,037	53,053	42,112	43,393	28,414	24,825	25,081
8歳	35,933	29,284	17,998	45,714	35,388	30,325	37,268	35,841	30,614	26,829	23,883	13,897	15,069
9歳	13,798	10,310	14,046	5,584	26,769	14,076	15,228	23,447	17,428	18,371	13,371	11,283	7,254
10歳以上	6,568	7,349	7,230	7,831	8,223	15,203	14,469	17,576	21,062	18,003	15,999	12,075	11,884
計	2,275,005	2,216,149	1,923,120	1,607,965	1,227,261	998,423	900,756	993,956	919,888	793,246	581,343	464,675	340,059

年齢別資源量(トン)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	122,822	101,505	54,812	42,273	37,748	32,160	34,449	52,263	32,342	26,786	17,917	11,534	8,904
3歳	107,456	155,277	126,498	69,293	52,948	47,068	37,772	43,517	62,045	38,564	33,250	21,544	13,365
4歳	96,456	110,474	164,169	128,305	68,291	50,679	47,737	41,002	46,620	55,486	32,998	34,180	17,443
5歳	148,232	77,653	98,790	135,646	93,119	61,483	46,602	39,619	37,991	38,852	31,783	30,855	25,001
6歳	55,050	81,355	49,463	76,562	67,711	62,066	44,246	31,859	31,302	27,763	21,884	21,963	21,254
7歳	41,654	24,966	46,650	33,365	41,692	35,838	35,422	28,896	22,936	23,634	15,476	13,521	13,661
8歳	20,496	16,703	10,266	26,075	20,185	17,297	21,258	20,444	17,462	15,304	13,623	7,927	8,595
9歳	7,972	5,957	8,116	3,226	15,467	8,133	8,799	13,547	10,770	10,614	7,726	6,519	4,191
10歳以上	4,522	5,060	4,978	5,391	5,661	10,466	9,962	12,100	14,501	12,394	11,015	8,314	8,182
計	604,660	578,950	563,741	520,136	402,822	325,190	286,245	283,248	275,268	249,398	185,670	156,355	120,596

年齢別親魚量(トン)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	29,758	34,082	50,648	39,583	21,069	15,635	14,727	12,650	14,383	17,118	10,180	10,545	5,381
5歳	132,314	69,314	88,181	121,080	83,119	54,881	41,597	35,365	33,911	34,680	28,370	27,542	22,316
6歳	54,499	80,542	48,969	75,796	67,033	61,445	43,804	31,541	30,989	27,486	21,665	21,743	21,042
7歳	41,654	24,966	46,650	33,365	41,692	35,838	35,422	28,896	22,936	23,634	15,476	13,521	13,661
8歳	20,496	16,703	10,266	26,075	20,185	17,297	21,258	20,444	17,462	15,304	13,623	7,927	8,595
9歳	7,972	5,957	8,116	3,226	15,467	8,133	8,799	13,547	10,770	10,614	7,726	6,519	4,191
10歳以上	4,522	5,060	4,978	5,391	5,661	10,466	9,962	12,100	14,501	12,394	11,015	8,314	8,182
計	291,216	236,625	257,807	304,517	254,226	203,695	175,569	154,542	144,252	141,230	108,055	96,109	83,368

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5 (続き) コホート解析結果の詳細 (2006~2018年漁期)

年齢別漁獲尾数(千尾)													
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2歳	1,254	12,078	35,501	391	240	70	1,761	2,076	5,216	1,350	1,128	259	203
3歳	2,215	6,320	10,720	37,725	1,815	956	1,407	5,566	1,543	7,246	1,603	599	1,824
4歳	3,368	4,556	6,174	7,636	23,342	3,099	1,810	1,299	5,118	1,234	7,866	1,738	1,345
5歳	7,563	4,085	3,561	3,486	9,911	15,301	1,251	1,102	1,992	2,225	1,031	8,191	2,116
6歳	8,168	4,915	3,513	2,355	3,477	4,877	13,044	1,676	1,384	462	2,012	842	4,636
7歳	7,012	6,277	2,841	2,224	1,901	1,416	6,117	9,192	1,002	320	148	1,399	550
8歳	5,655	4,616	3,247	1,743	1,350	856	1,962	3,090	4,642	292	423	255	1,291
9歳	3,362	2,471	2,150	1,430	862	369	942	719	865	2,437	91	263	244
10歳以上	4,990	1,924	1,642	1,126	953	281	994	730	542	962	2,987	1,126	1,137
計	43,587	47,242	69,348	58,116	43,850	27,224	29,287	25,451	22,304	16,528	17,289	14,671	13,344

年齢別漁獲量(トン)													
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2歳	168	1,620	4,342	35	34	13	216	268	396	108	141	20	26
3歳	507	1,448	2,748	6,370	432	220	351	1,245	337	1,238	324	116	343
4歳	1,099	1,486	2,460	1,896	6,510	917	499	410	1,459	397	2,094	428	422
5歳	3,217	1,737	1,581	1,271	3,669	5,488	390	396	686	987	383	2,717	825
6歳	3,962	2,384	1,662	1,053	1,556	2,274	4,896	679	580	236	980	327	2,103
7歳	3,819	3,419	1,493	1,189	1,008	780	2,985	4,164	458	164	80	673	271
8歳	3,226	2,633	1,766	997	811	511	1,147	1,706	2,277	176	233	139	744
9歳	1,943	1,428	1,295	919	476	227	572	467	519	1,391	54	163	143
10歳以上	3,435	1,325	1,168	804	691	206	757	552	373	693	1,753	731	759
計	21,376	17,480	18,516	14,533	15,187	10,637	11,813	9,888	7,085	5,389	6,041	5,315	5,636

年齢別漁獲係数													
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2歳	0.02	0.09	0.11	0.02	0.01	0.00	0.02	0.08	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00
3歳	0.06	0.13	0.11	0.17	0.11	0.04	0.08	0.09	0.08	0.07	0.05	0.02	0.01
4歳	0.11	0.17	0.19	0.11	0.16	0.29	0.12	0.11	0.13	0.09	0.10	0.07	0.05
5歳	0.31	0.20	0.20	0.16	0.22	0.16	0.20	0.10	0.25	0.08	0.11	0.15	0.13
6歳	0.34	0.37	0.28	0.21	0.25	0.17	0.21	0.46	0.19	0.09	0.10	0.13	0.13
7歳	0.45	0.52	0.40	0.31	0.27	0.16	0.35	0.23	0.60	0.06	0.04	0.10	0.13
8歳	0.67	0.65	0.60	0.50	0.33	0.20	0.38	0.32	0.18	0.37	0.12	0.09	0.13
9歳	1.03	0.76	0.79	0.62	0.52	0.15	0.37	0.25	0.14	0.15	0.20	0.11	0.13
10歳以上	1.03	0.76	0.79	0.62	0.52	0.15	0.37	0.25	0.14	0.15	0.20	0.11	0.13
%SPR	35.7	31.3	32.0	38.2	38.5	45.2	41.7	40.0	40.6	56.3	58.3	62.6	63.7

年齢別資源尾数(千尾)													
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2歳	82,126	172,096	410,668	27,106	33,731	27,231	96,047	31,582	178,472	51,957	58,245	317,342	492,257
3歳	46,036	59,761	117,096	273,675	19,744	24,782	20,113	69,638	21,610	127,726	37,328	42,178	234,870
4歳	36,464	33,898	40,965	81,734	179,846	13,775	18,457	14,422	49,322	15,468	93,079	27,657	32,319
5歳	31,722	25,426	22,379	26,455	56,916	119,465	7,993	12,777	10,085	33,895	10,958	65,548	20,006
6歳	31,912	18,031	16,197	14,286	17,526	35,580	79,536	5,121	8,978	6,097	24,434	7,624	43,821
7歳	22,008	17,645	9,705	9,514	9,048	10,582	23,406	50,432	2,509	5,770	4,340	17,253	5,195
8歳	13,158	10,952	8,203	5,051	5,447	5,369	6,992	12,830	31,164	1,070	4,212	3,250	12,202
9歳	5,926	5,257	4,455	3,523	2,396	3,050	3,426	3,714	7,265	20,174	575	2,907	2,306
10歳以上	8,794	4,093	3,404	2,775	2,649	2,327	3,615	3,775	4,554	7,963	18,914	12,462	10,744
計	278,146	347,160	633,072	444,119	327,303	242,161	259,584	204,291	313,960	270,120	252,085	496,221	853,719

年齢別資源量(トン)													
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2歳	11,018	23,088	55,094	3,637	4,525	3,653	12,885	4,237	23,943	6,970	7,814	42,574	66,040
3歳	10,545	13,688	26,821	62,686	4,523	5,676	4,607	15,951	4,950	29,256	8,550	9,661	53,798
4歳	11,898	11,060	13,366	26,669	58,681	4,495	6,022	4,706	16,093	5,047	30,370	9,024	10,545
5歳	13,493	10,815	9,519	11,252	24,209	50,814	3,400	5,435	4,290	14,417	4,661	27,881	8,509
6歳	15,481	8,747	7,858	6,930	8,502	17,260	38,584	2,484	4,355	2,958	11,853	3,699	21,258
7歳	11,987	9,611	5,286	5,182	4,928	5,763	12,748	27,468	1,366	3,143	2,364	9,397	2,829
8歳	7,505	6,247	4,679	2,881	3,107	3,062	3,988	7,318	17,776	610	2,402	1,854	6,960
9歳	3,424	3,037	2,574	2,036	1,384	1,763	1,980	2,146	4,198	11,656	332	1,679	1,333
10歳以上	6,055	2,818	2,343	1,910	1,824	1,602	2,489	2,599	3,135	5,482	13,022	8,580	7,397
計	91,404	89,112	127,540	123,183	111,683	94,089	86,702	72,343	80,107	79,540	81,369	114,348	178,669

年齢別親魚量(トン)													
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	3,671	3,412	4,124	8,228	18,104	1,387	1,858	1,452	4,965	1,557	9,370	2,784	3,253
5歳	12,044	9,654	8,497	10,044	21,609	45,358	3,035	4,851	3,829	12,869	4,160	24,887	7,596
6歳	15,326	8,659	7,779	6,861	8,417	17,087	38,198	2,459	4,312	2,928	11,735	3,662	21,045
7歳	11,987	9,611	5,286	5,182	4,928	5,763	12,748	27,468	1,366	3,143	2,364	9,397	2,829
8歳	7,505	6,247	4,679	2,881	3,107	3,062	3,988	7,318	17,776	610	2,402	1,854	6,960
9歳	3,424	3,037	2,574	2,036	1,384	1,763	1,980	2,146	4,198	11,656	332	1,679	1,333
10歳以上	6,055	2,818	2,343	1,910	1,824	1,602	2,489	2,599	3,135	5,482	13,022	8,580	7,397
計	60,011	43,438	35,282	37,142	59,373	76,022	64,295	48,293	39,581	38,246	43,385	52,842	50,413

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 チューニングにおける 0 歳魚指標値の使用年数の変更について

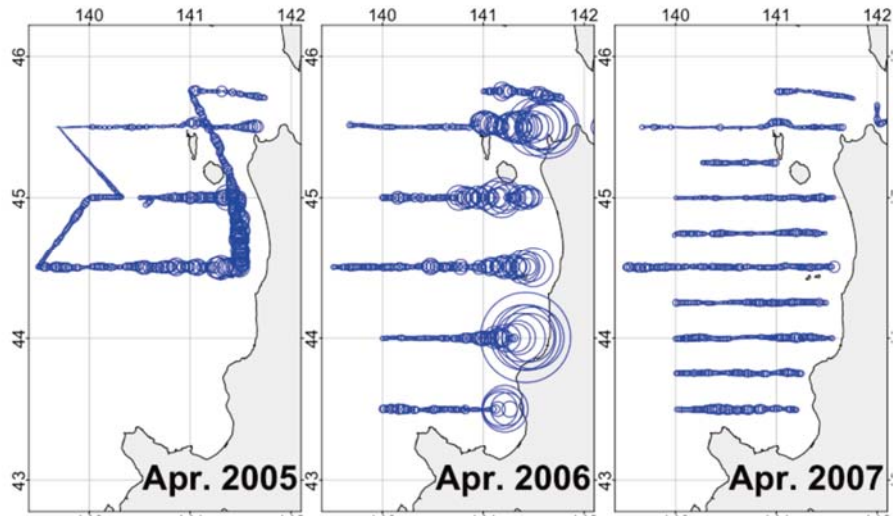
本系群の資源評価ではチューニング指標値として親魚現存量、0 歳魚現存量、1 歳魚現存量の 3 種類を用いている。このうち 0 歳魚の現存量に関して、これまで本系群の資源量推定の計算は 2005 年級以降の値を用いて行っていた。ここで、本年のスケトウダラ・ホッケ事前検討会議において、0 歳魚調査の設計が 2005 年以前と 2006 年以降で差異があり、2005 年調査の値をチューニング指標値として用いることは不適であるとの指摘が道総研から挙げられた。2005～2007 年の魚探航走におけるスケトウダラ仔稚魚反応量の分布（美坂 2016 より抜粋）を補足図 6-1 に示す。年毎に定線が増加しているが、特に 2005 年では魚探航走範囲が北緯 44° 30′ 以北のみとなっており、その後の調査との差異が大きいと判断される。なお 2007 年以降では調査設計に大きな変更はなされていない。このため、本系群の資源量推定における 0 歳魚指標値のデータは、2006 年以降の値を用いることとした。

0 歳魚指標値の使用年数を 2005 年以降のままとした場合（以下、修正前と表す）と 2006 年以降とした場合（以下、修正後と表す）について、資源量等の推定結果の差異を以下に示す。なお計算方法は補足資料 2 と同様であるが、データ範囲の修正によってチューニングに用いるデータ年数に 1 年分の差異が生じることとなる。ここで、「高齢魚」と置く年齢を 5 歳以上に固定した場合にはデータ年数が短縮されてもレトロスペクティブ解析の年数については 5 年のままとできるが、昨年の検討を踏まえ「高齢魚」の範囲についても再検証を行ったことから、検討条件を一致させるため λ 探索に用いるレトロスペクティブ解析の年数については修正前では 5 年、修正後では 4 年とした。 λ は親魚量の p が 0 に最も近接する値として推定し、ここで得られた λ の値は修正前で 0.82、修正後で 0.66 であった。

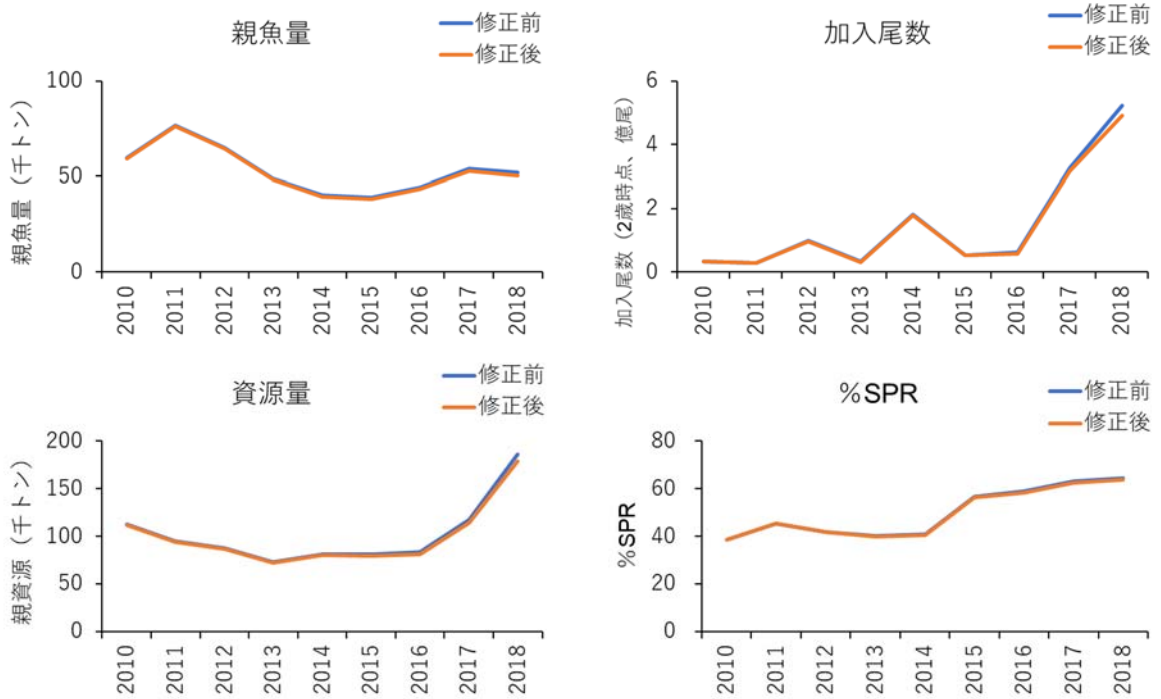
補足図 6-2 に修正前、修正後の親魚量、資源量、加入尾数、および %SPR 値をそれぞれ示す。修正後の推定値は修正前に比べて各種推定値はわずかに低くなり、その影響は直近の加入尾数において比較的大きいものの、いずれも修正前後の差は軽微であった。チューニング残差（補足図 6-3）では指標値の使用年数を変更した 0 歳魚においてはやや差が見られたが、傾向に差異は生じていない。また直近年の F を一定と仮定する「高齢魚」の範囲についても修正前後でほぼ同様の結果であり、いずれも 5 歳以上を一定とした場合に調査親魚現存量の年齢組成とも最も近くなった（補足図 6-4、6-5）。以上の結果から、0 歳魚指標値のデータを 1 年分削除しレトロスペクティブ解析の年数を 4 年のままとすることについて、影響は軽微であると判断した。

引用文献

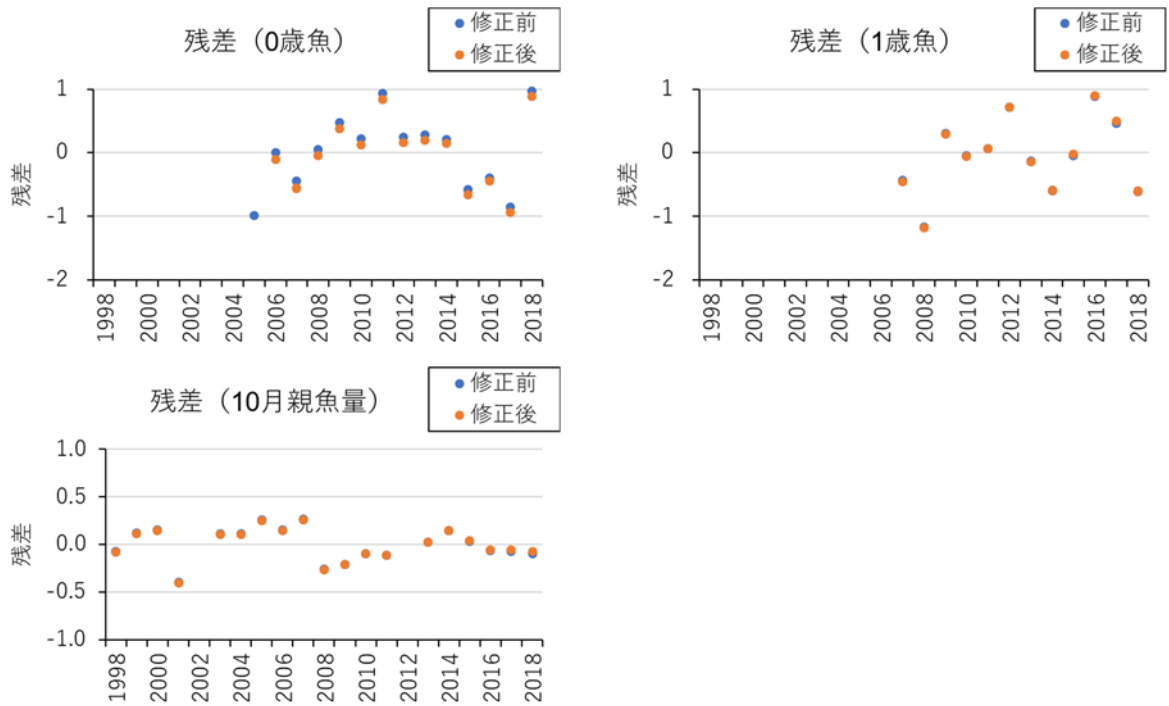
美坂 正 (2016) 日本海スケトウダラ復活の 3 つの鍵. 試験研究は今 No.810. 北海道立総合研究機構水産研究本部. <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/ima810.pdf> (last accessed 20 August 2019)



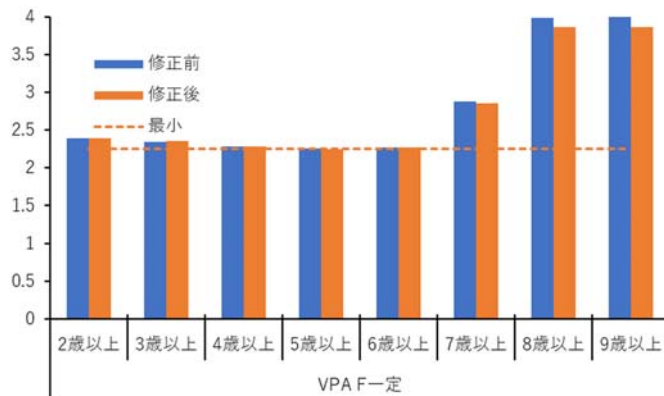
補足図 6-1. 日本海スケトウダラ新規加入量調査 (仔稚魚分布調査) における魚探航走ラインとスケトウダラ仔稚魚反応量の分布 (美坂 (2016) の図を抜粋)



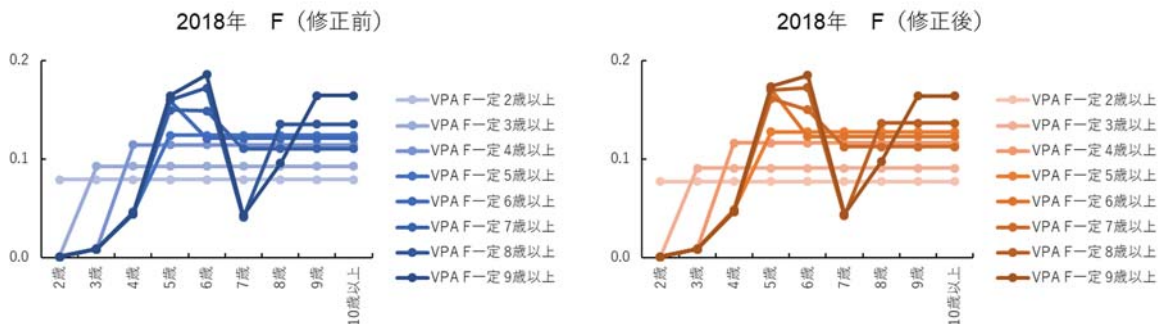
補足図 6-2. 0歳魚指標値の使用年数の変更による資源量推定結果の差異



補足図 6-3. 0歳魚指標値の使用年数の変更によるチューニング残差の差異



補足図 6-4. 「高齢魚」の範囲を2歳以上～9歳以上とした場合の、VPAによる推定結果と2016・2017年調査の年齢別親魚現存量との残差



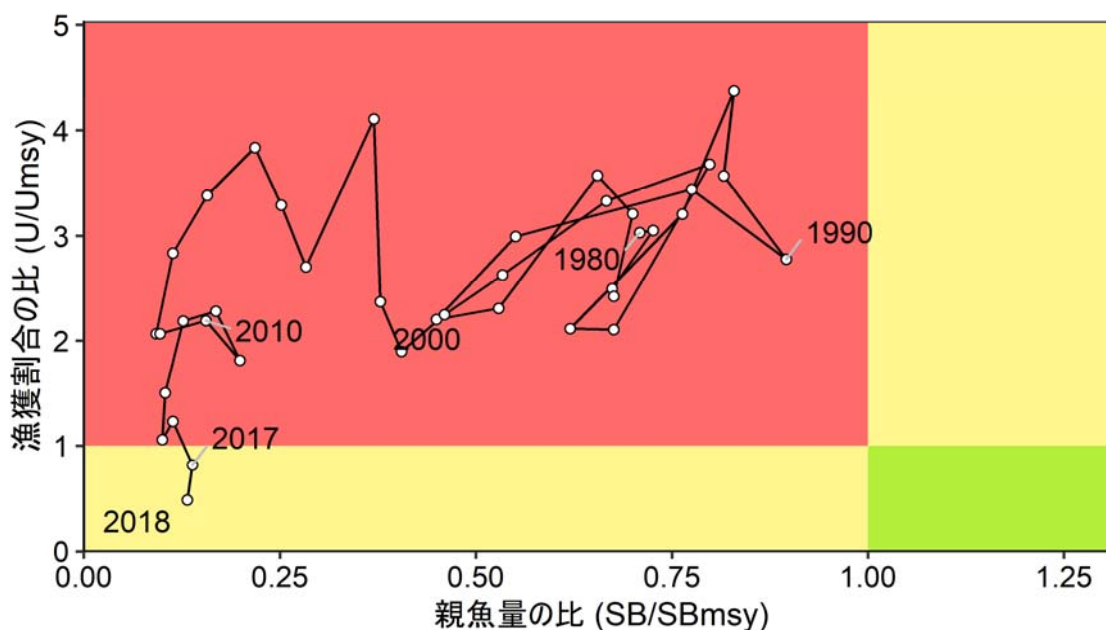
補足図 6-5. 「高齢魚」の範囲を2歳以上～9歳以上とした場合の2018年漁期年齢別F値

補足資料 7 漁獲割合に基づく神戸プロット

MSY を実現する親魚量 (SBmsy) と漁獲割合 (Umsy) を基準にした神戸プロットを下図に示す。本系群における親魚量は全期間において SBmsy を下回るが、漁獲割合 (U) は 2017 年漁期以降において Umsy より低くなっている。

また、2018 年漁期の U は Umsy より大幅に低くなっている (補足図 7) が、これは 2018 年漁期においては若齢魚が資源量全体に占めている比率が非常に高いことの影響が大きい。なお、2018 年漁期の資源を Fmsy で漁獲した場合の U は 4.5% である。

項目	値	備考
SBmsy	382 千トン	最大持続生産量を実現する親魚量
Umsy	6.9%	最大持続生産量を実現する漁獲割合
U2018	3.2%	2018 年漁期の漁獲割合
U2018/ Umsy	0.456	最大持続生産量を実現する漁獲割合に対する 2018 年漁期の漁獲割合の比



補足図 7. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と MSY を実現する漁獲割合 (Umsy) に対する、親魚量および漁獲割合の関係 (神戸プロット)

2007 年漁期までの漁獲量は年齢別漁獲尾数に年齢別体重をかけたものであり、実際の漁獲量 (図 3-1) とは異なる。