# 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。

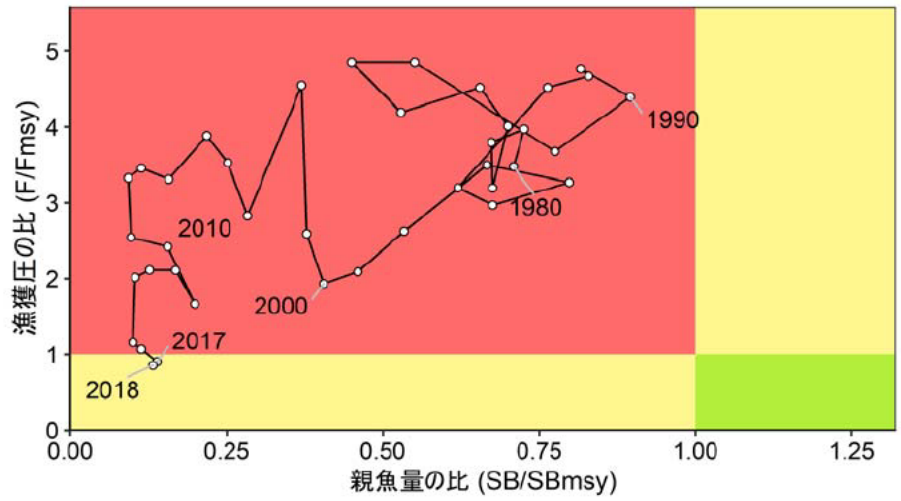
本資料における管理基準値等については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）における検討材料として、研究機関会議において暫定的に提案されたものである。これらについては、ステークホルダー会合を経て最終化される。

| 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）<br>＝（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）<br>＝（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：ホッケー・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）<br>北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>日本海区沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>体長-年齢測定調査（北海道、水研） |
| 資源量指数<br>・親魚量<br><br><br><br><br><br><br>・仔稚魚現存量 | <br>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）<br>・計量魚探、トロール*<br>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）<br>・計量魚探<br>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）<br>・計量魚探、フレームトロール*<br>すけとうだら音響調査（5 月、水研）<br>・計量魚探、トロール<br>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）<br>・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）<br>沖底漁業者へのアンケート/聞き取り調査（水研）<br>檜山沿岸延縄努力量（北海道）<br>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 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 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）<br>＝（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）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ケー・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. |
|---|---|---|---|---|---|
| ホッケー・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）<br>＝（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・渡野邉雅道・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）

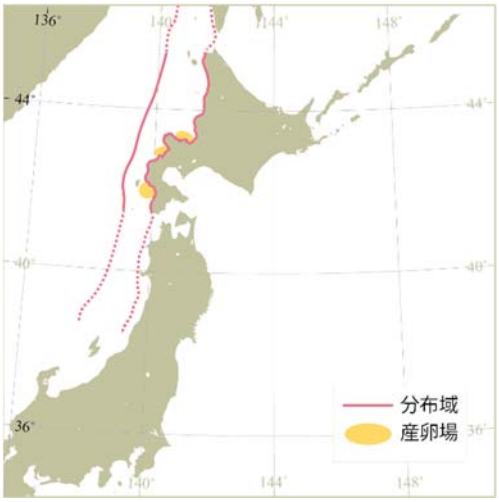



図 2-1.　スケトウダラ日本海北部系群の分布域と産卵場

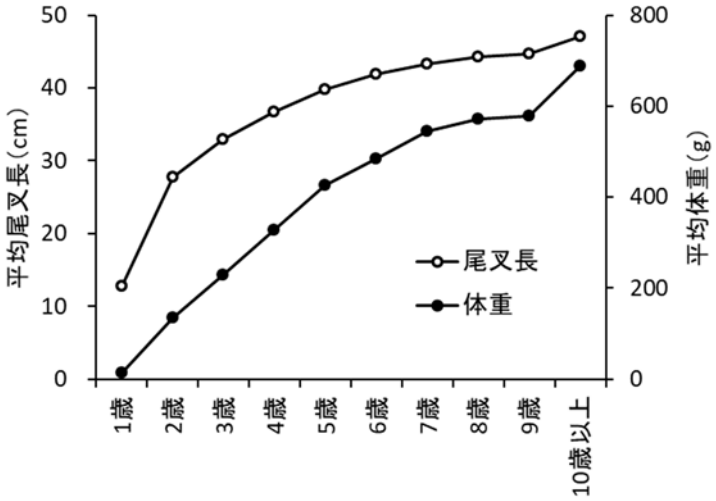



図 2-2.　年齢と成長（10 歳以上は平均値を示す）

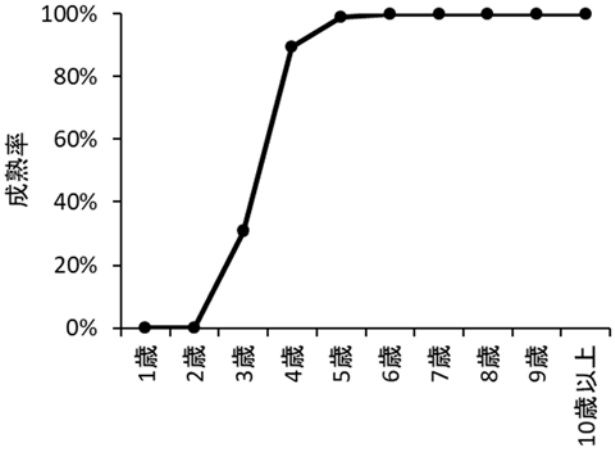



図 2-3.　年齢と産卵期における雌個体の成熟率

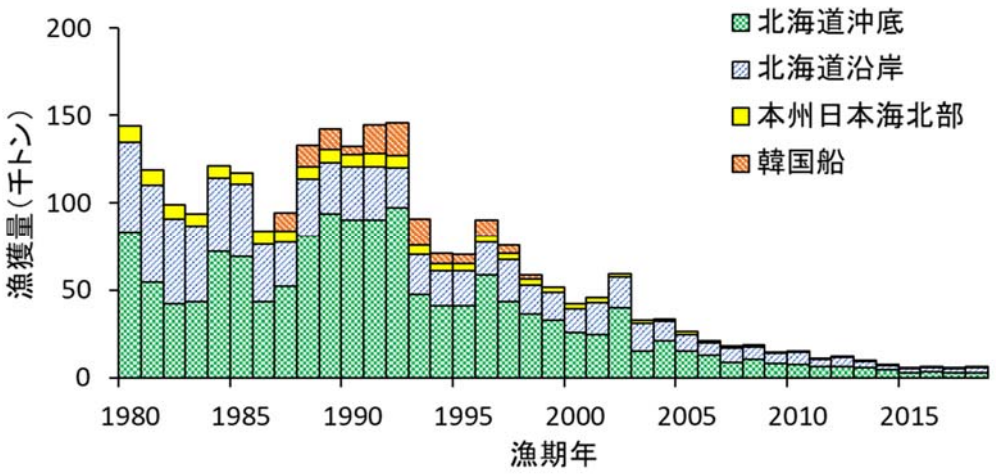



図 3-1.　漁獲量の推移

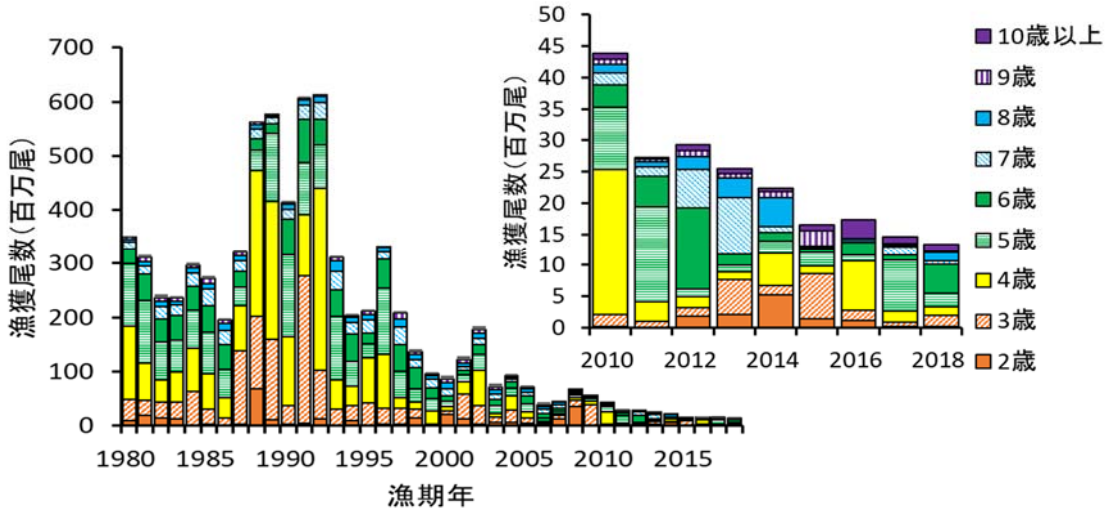



図 3-2.　年齢別漁獲尾数の推移　右上に 2010 年漁期以降を拡大した図を示す。

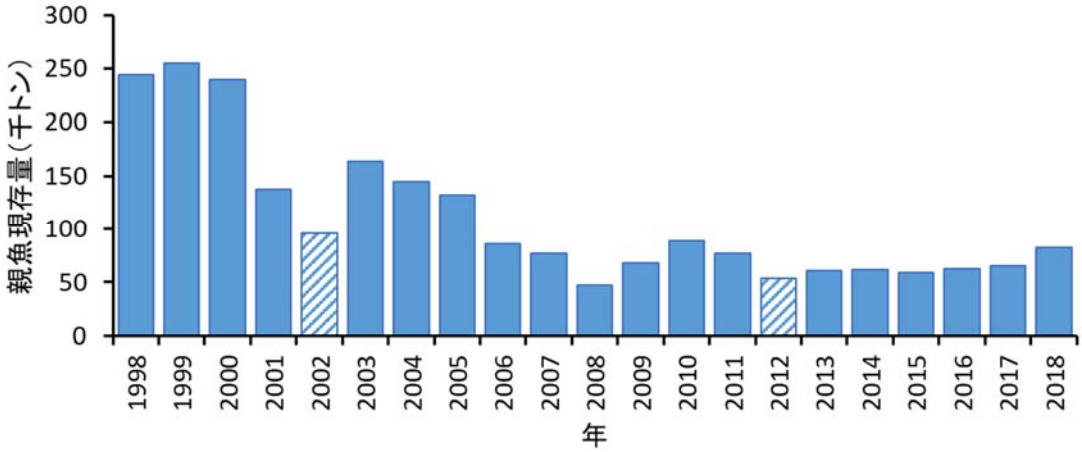



図 4-1.　親魚量指標値の推移　日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査）における親魚の現存量推定値。2002 年と 2012 年は天候不良により十分な調査面積を確保できなかったため参考値とし、資源計算からは除外した（稚内・中央・函館水産試験場（印刷中）の図を改変）。

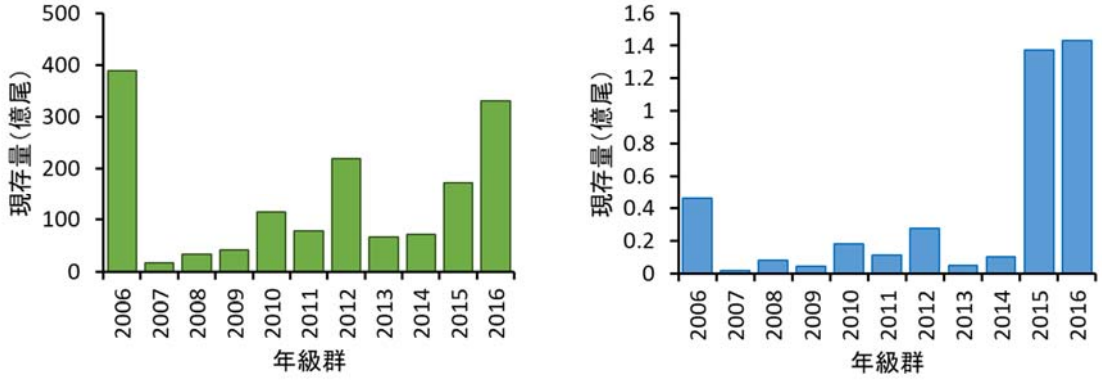



図 4-2.　加入量指標値の推移　日本海スケトウダラ新規加入量調査（仔稚魚分布調査（左）および未成魚分布調査（右））における現存量推定値（稚内・中央・函館水産試験場（印刷中）の図を改変）。

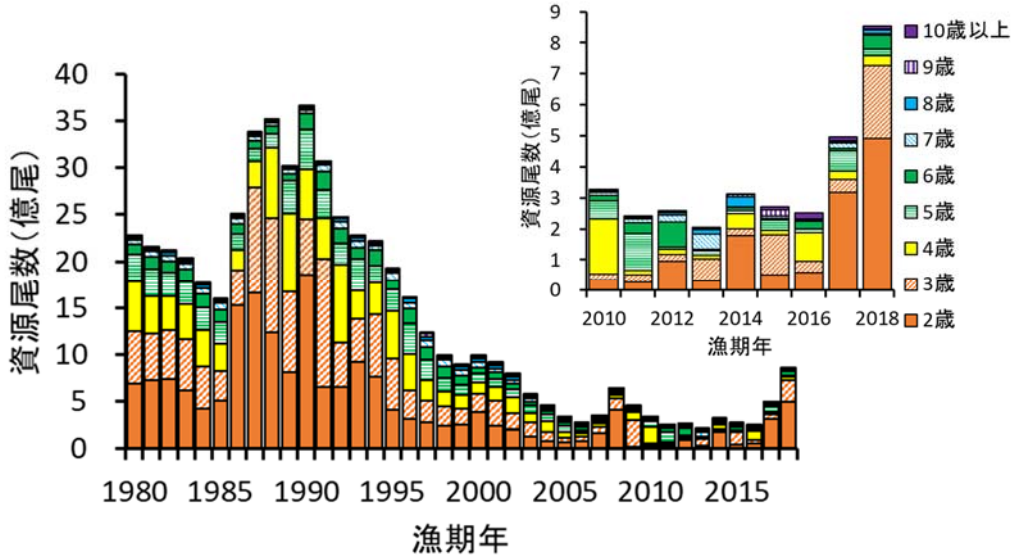



図 4-3.　年齢別資源尾数の推移　右上に 2010 年漁期以降を拡大した図を示す。

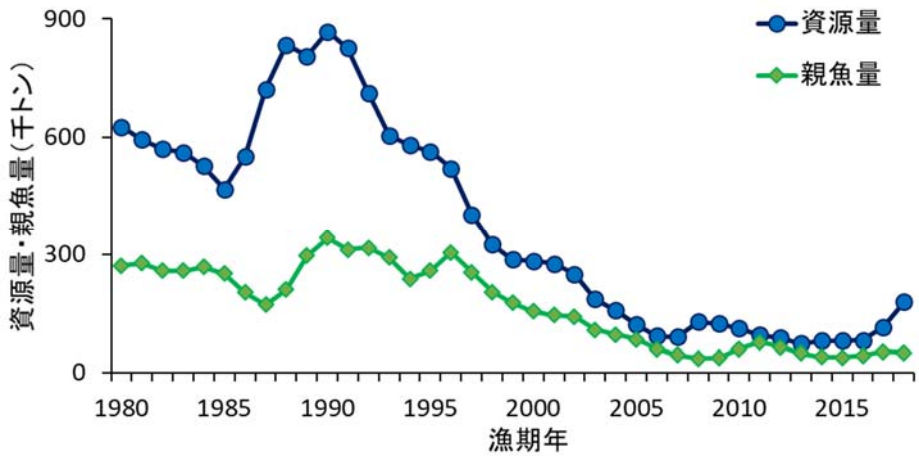



図 4-4.　資源量と親魚量の推移

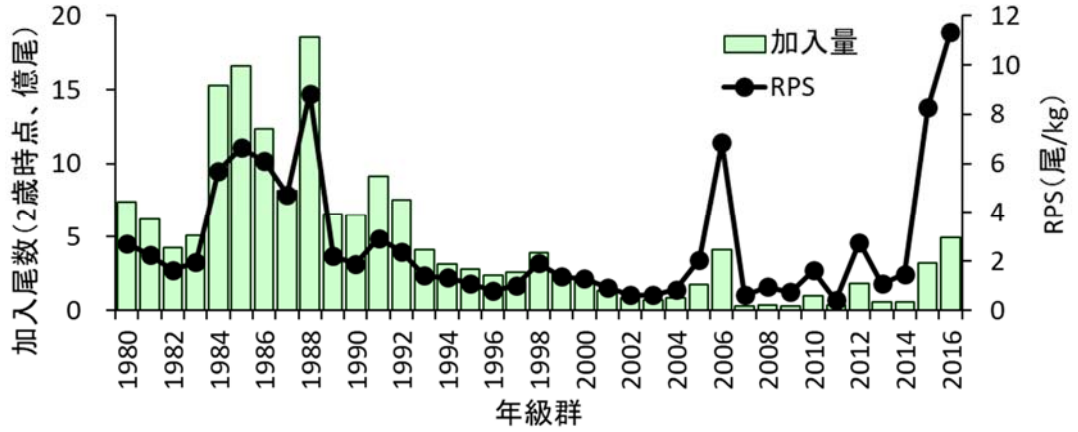



図 4-5.　加入量と再生産成功率（RPS）の経年推移

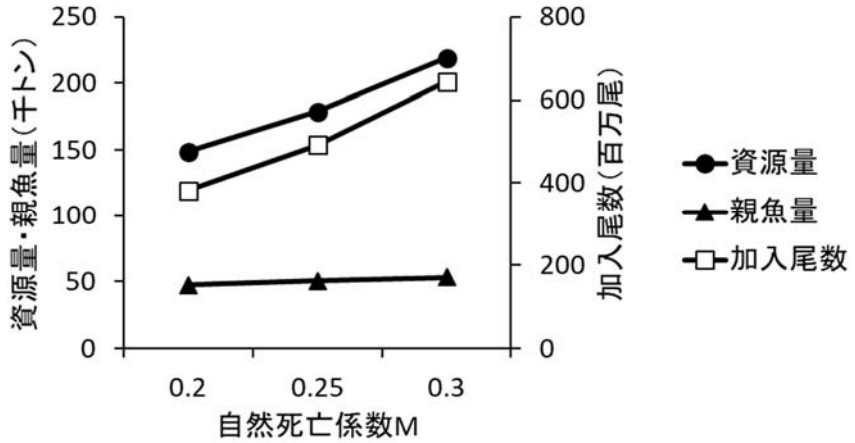



図 4-6.　M の値を変化させた場合の 2018 年漁期の資源量、親魚量と加入量の変化
M は 3 歳以上の値を示す。2 歳の M はこの値に 0.05 を加算したものである。

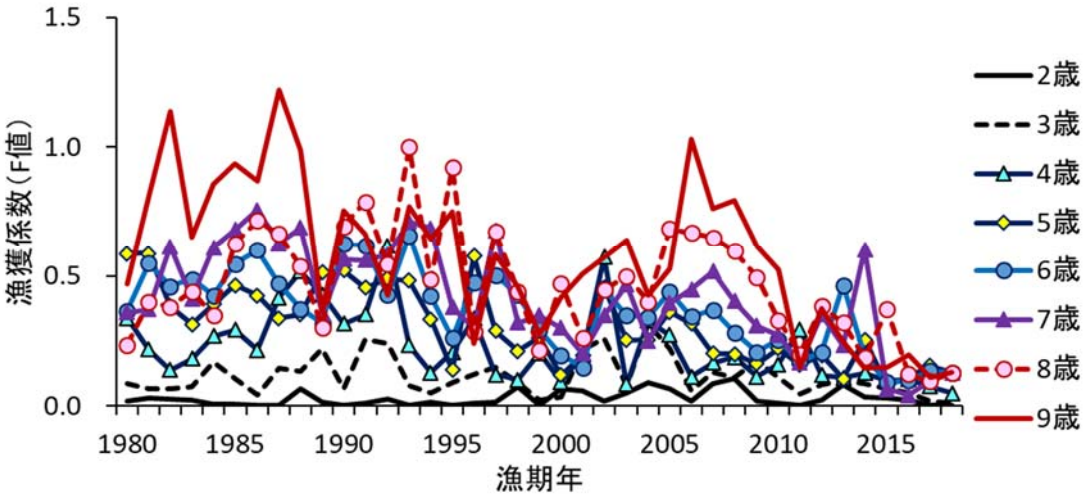



図 4-7.　各年齢の F の経年推移　10 歳以上の F は 9 歳と同じである。

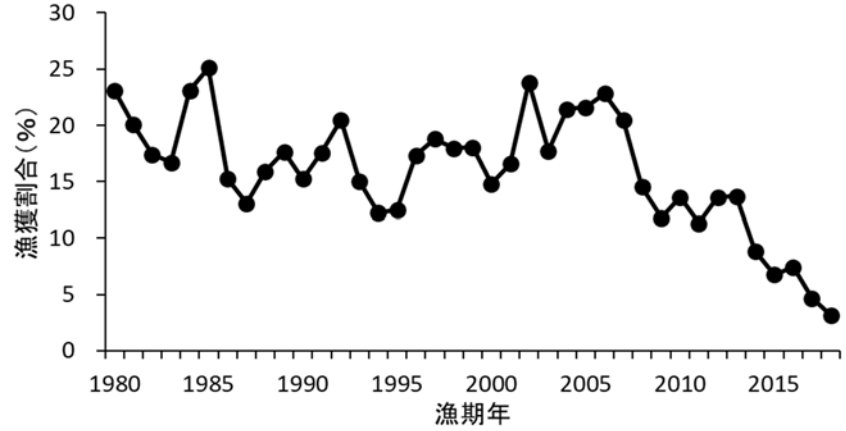



図 4-8.　漁獲割合の推移

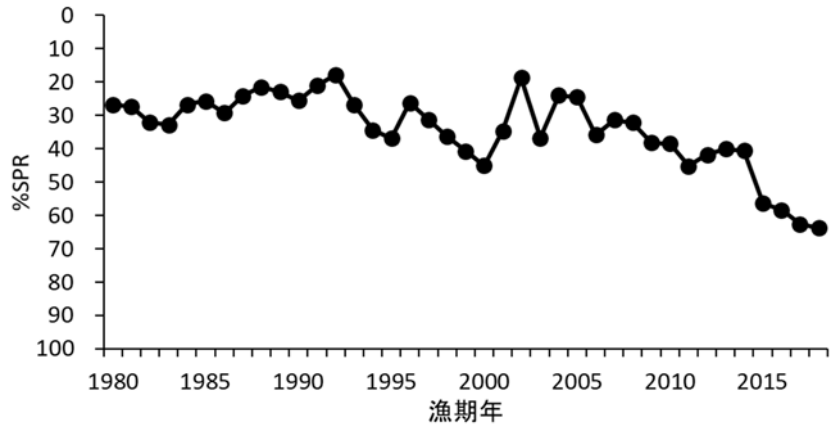



図 4-9.　各漁期年における％SPR 値の経年推移
%SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、F が高い（低い）と%SPR は小さく（大きく）なる。

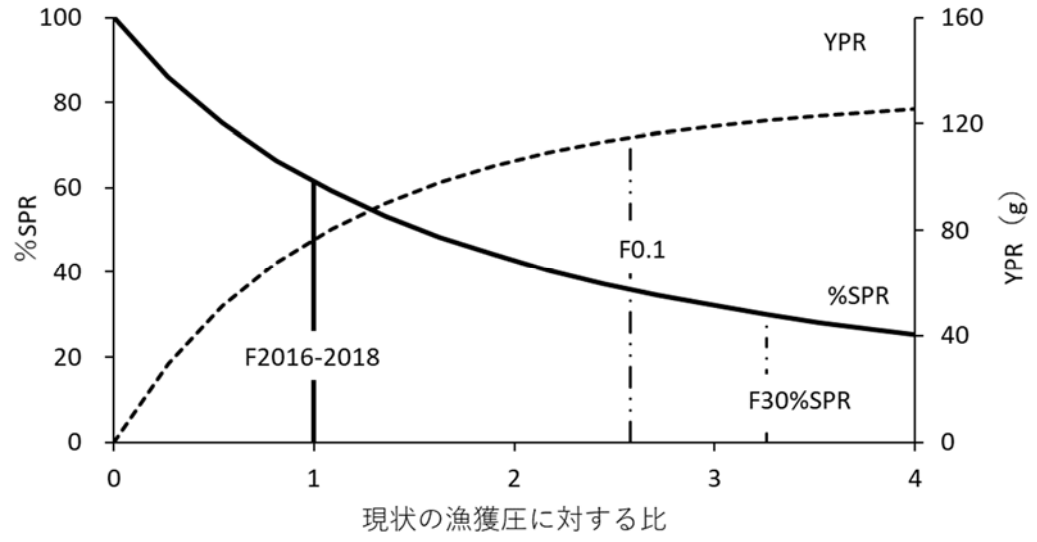



図 4-10.　現状の漁獲圧（F2016-2018）に対する YPR と%SPR の関係

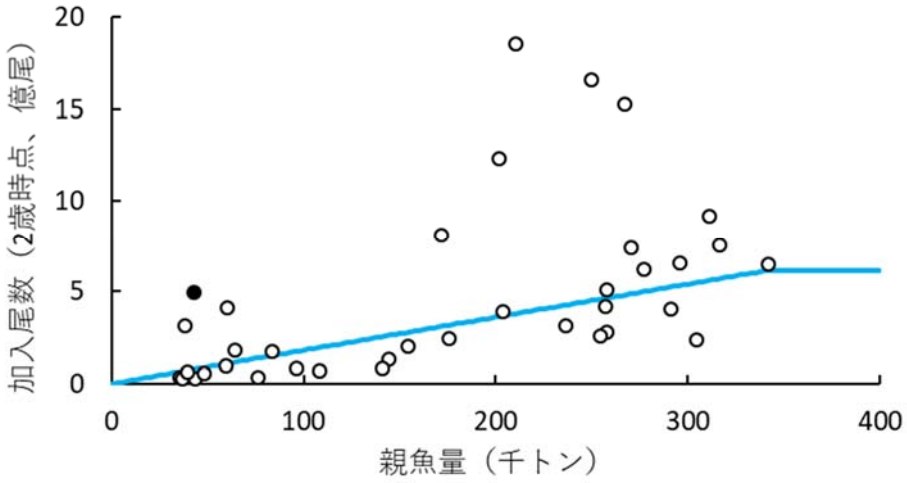



図 4-11.　親魚量と加入量の関係（再生産関係）　青線は平成 31 年 4 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（山下ほか 2019）で適用された再生産関係式。2016 年級群の値は●で示す。

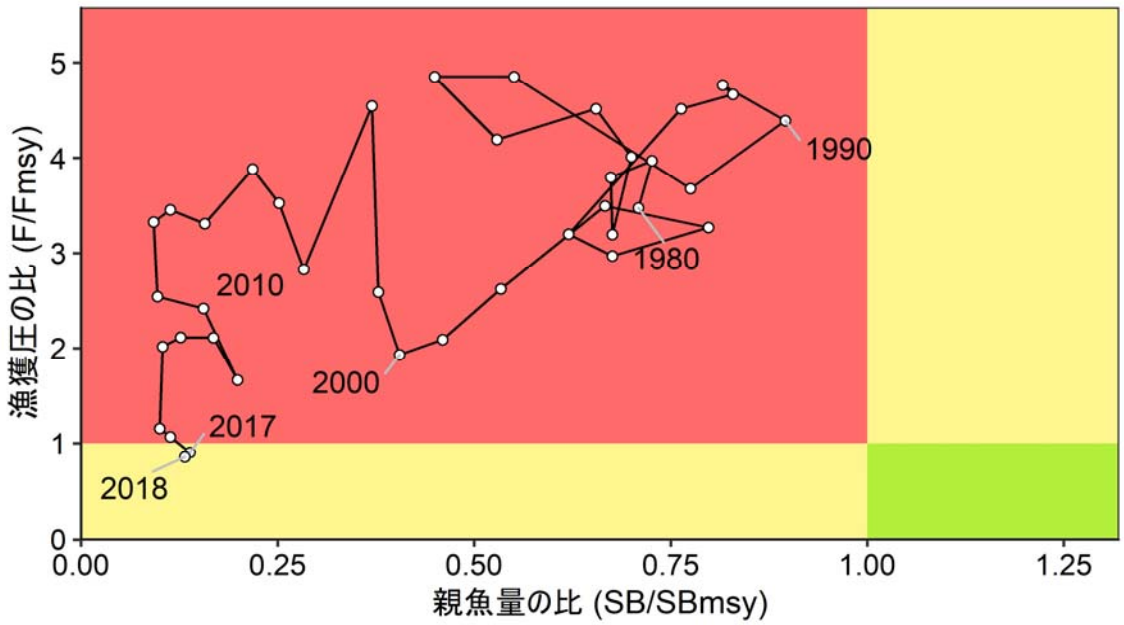



図 4-12.　最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）に対する、親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

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 |

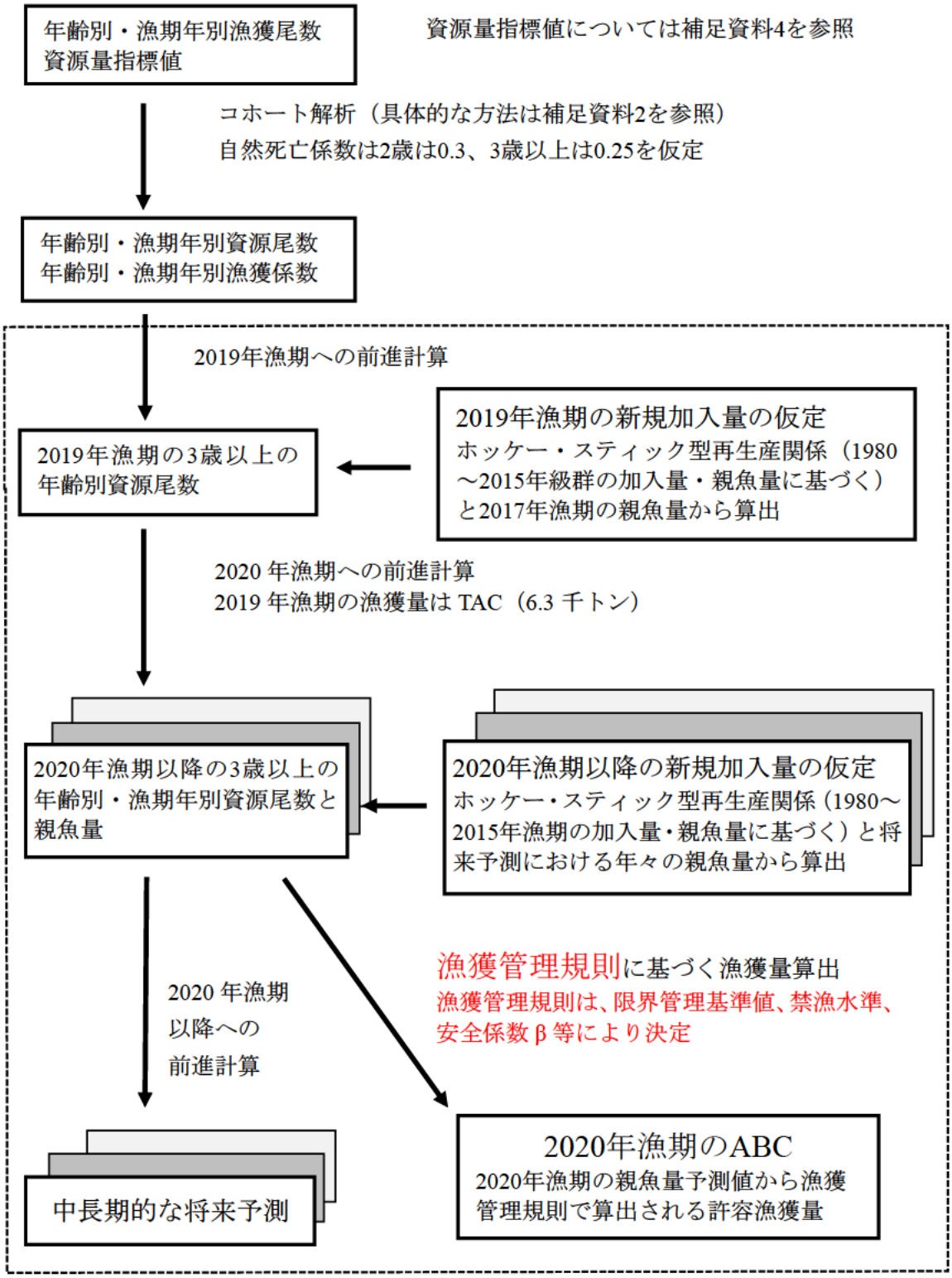
2002 年漁期以前の本州日本海北部は年計。2017、2018 年漁期は暫定値。

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の生活史に基づき 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。

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

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。

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

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

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。

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

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。

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

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。

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

ここで、λ はペナルティの重み（0≦λ＜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。

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

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。

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

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。$SSB^{Ri}_{Y-i}$ 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（Fcurrent）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 Fmsy、そのときの親魚量が SBmsy、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.

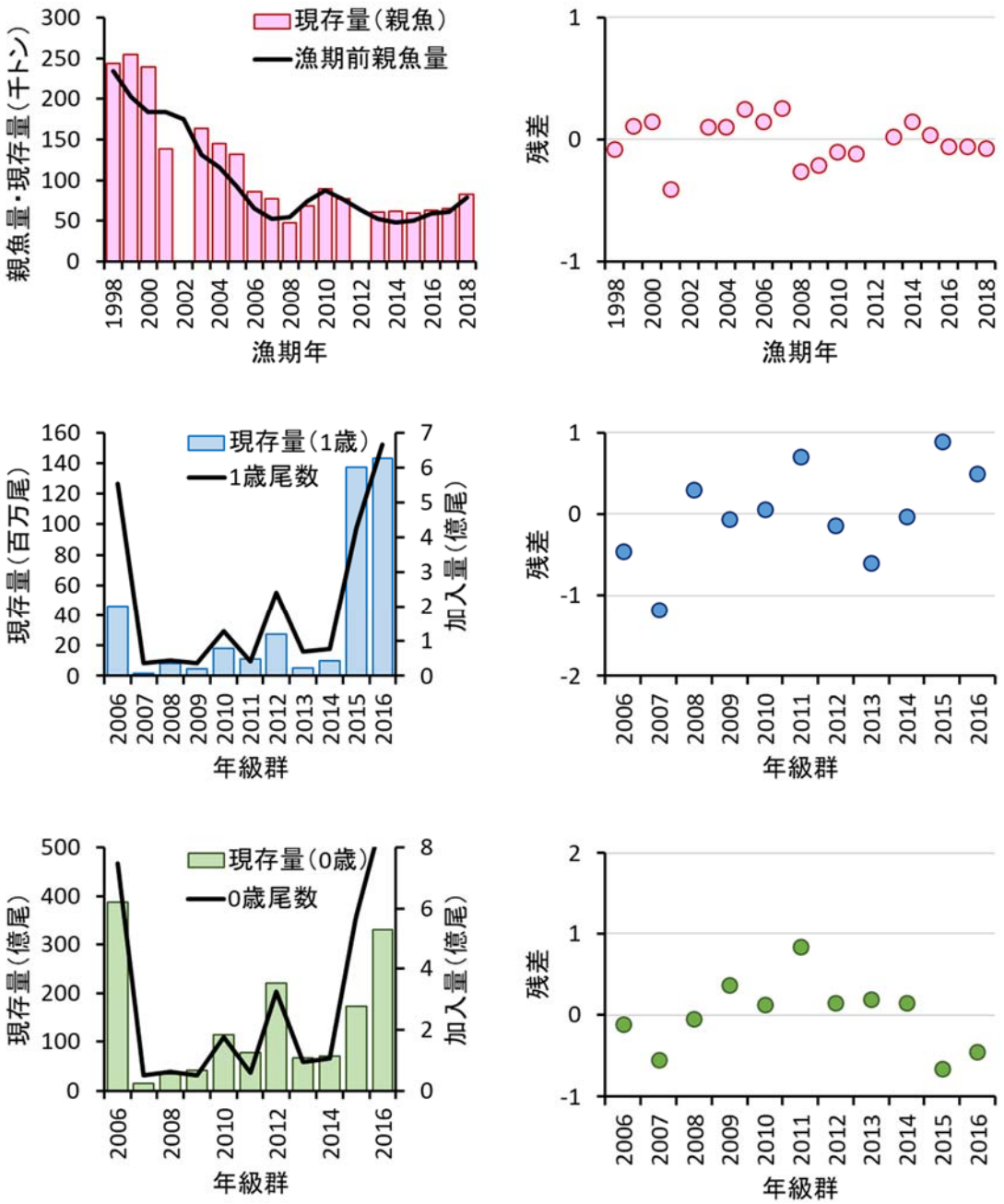
Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. ICES J. Mar. Sci., 74(9), 2427-2436.

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.

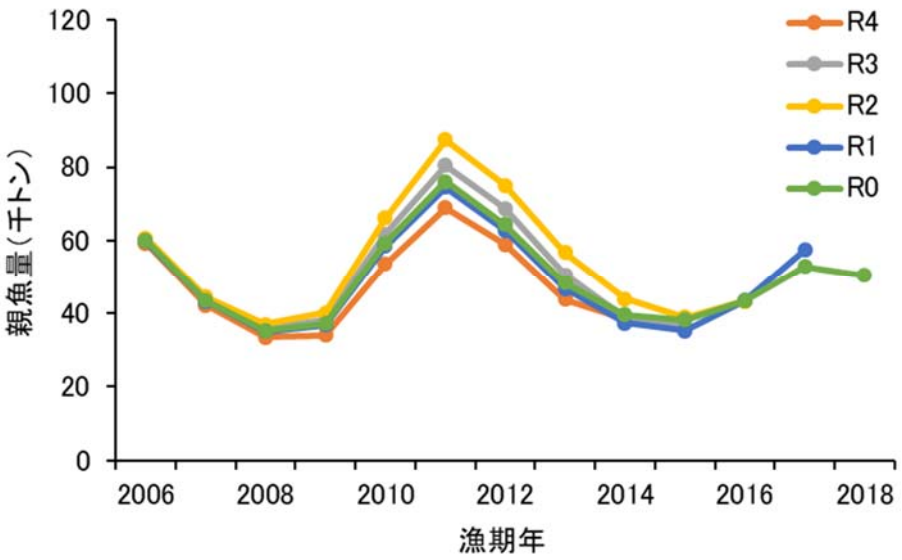
Ricker W. E. (1954). Stock and recruitment. Journal of the Fisheries Research Board of Canada , 11: 559–623.

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（λ＝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） | Fcurrent（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 Fcurrent の選択率（2013～2017 年漁期の平均 F の選択率）である。

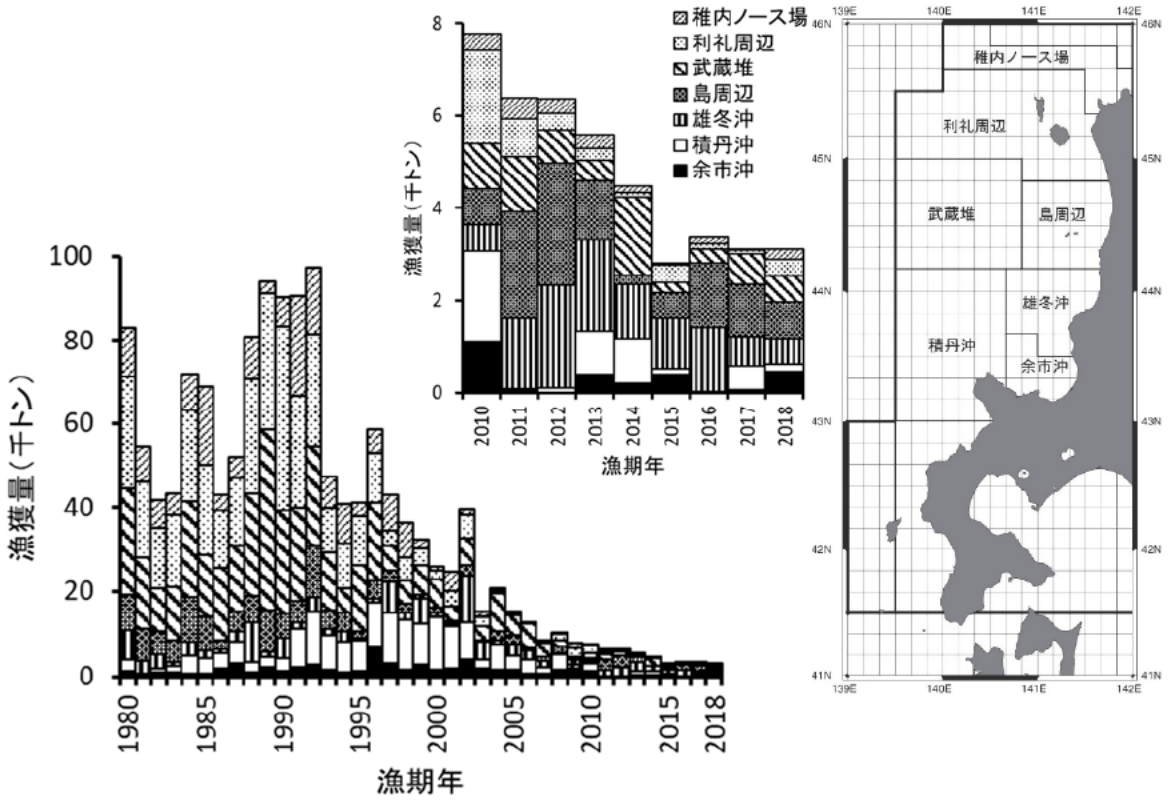
注 2： 平成 30 年度資源評価での Fcurrent（2013～2017 年漁期の平均 F の選択率の下で各年齢の F 値の単純平均値が 2015～2017 年漁期の平均と等しくなる値）

## 補足資料 3　漁業の詳細

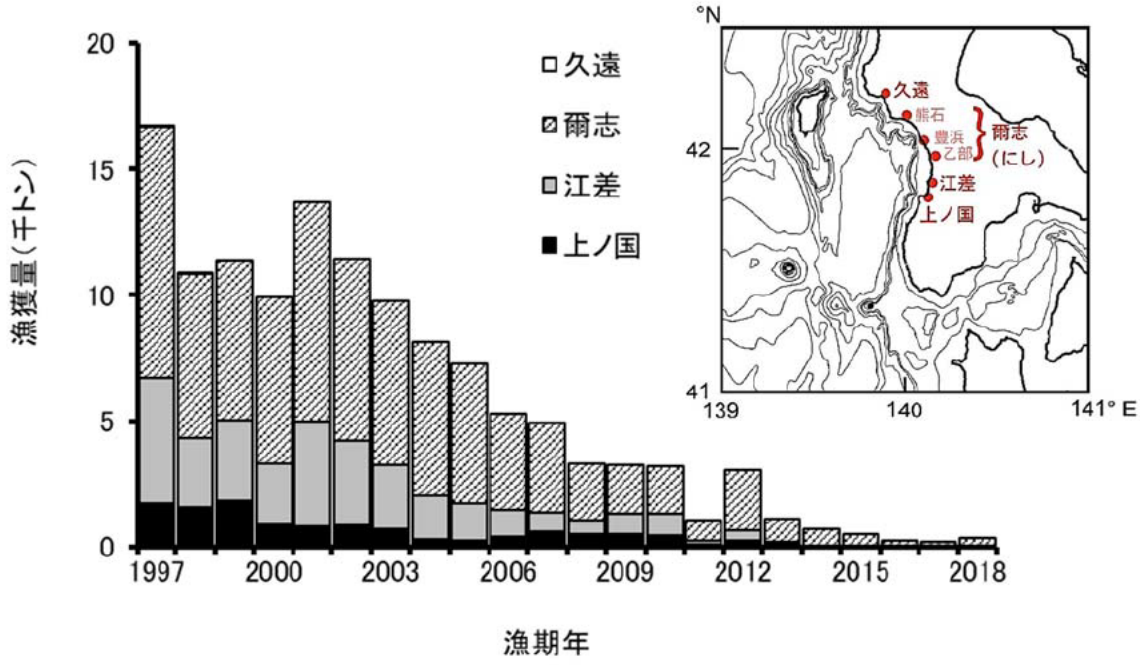
（1）小海区・地区別の漁獲量

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、右の地図に各小海区の位置を示す。




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）

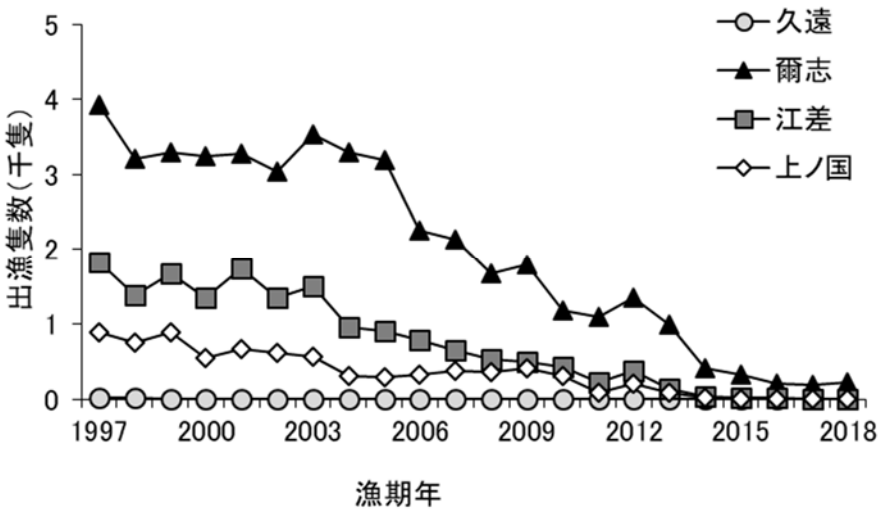
（2）漁獲量および漁獲努力量

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と、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）

| | 漁獲量（トン） | | | 漁獲努力量（千網） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 漁期年 | 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 | 一隻当たり使用縄数 | 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）

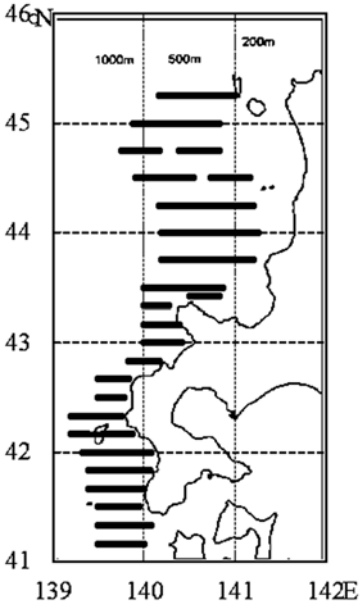
| 漁期年 | 漁獲量（トン） | 縄数補正前 努力量（隻） | 縄数補正後 努力量（隻） |
|---|---|---|---|
| 1998 | 10,883 | 5,373 | 5,373 |
| 1999 | 11,334 | 5,854 | 5,640 |
| 2000 | 9,922 | 5,154 | 4,727 |
| 2001 | 13,686 | 5,675 | 5,719 |
| 2002 | 11,451 | 4,987 | 4,656 |
| 2003 | 9,768 | 5,606 | 5,801 |
| 2004 | 8,147 | 4,547 | 4,367 |
| 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。



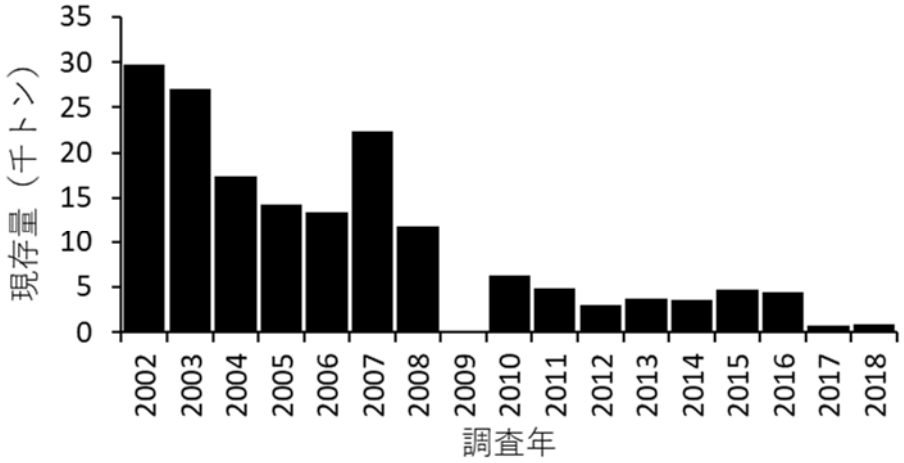

補足図 4-1. 日本海スケトウダラ新規加入量調査（産卵親魚分布調査）における調査定線

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 * | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

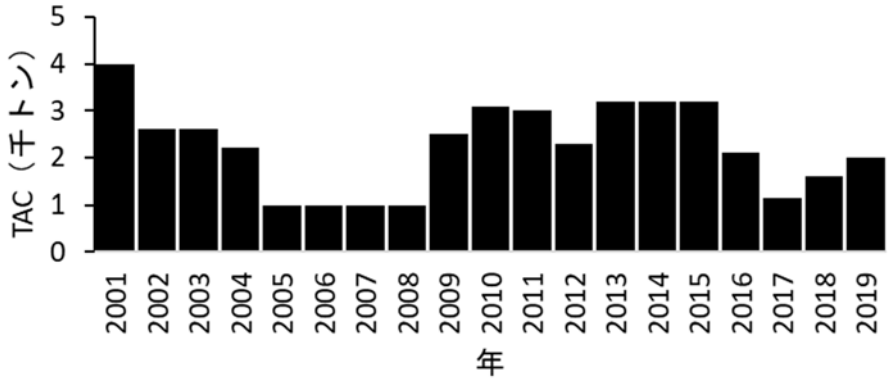
*2018 年調査分の現存量は暫定値。

**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・渡野邉雅道・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 | 6,969 |
| 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 | 8,292 | 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 | 10,070 | 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 | 10,070 | 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

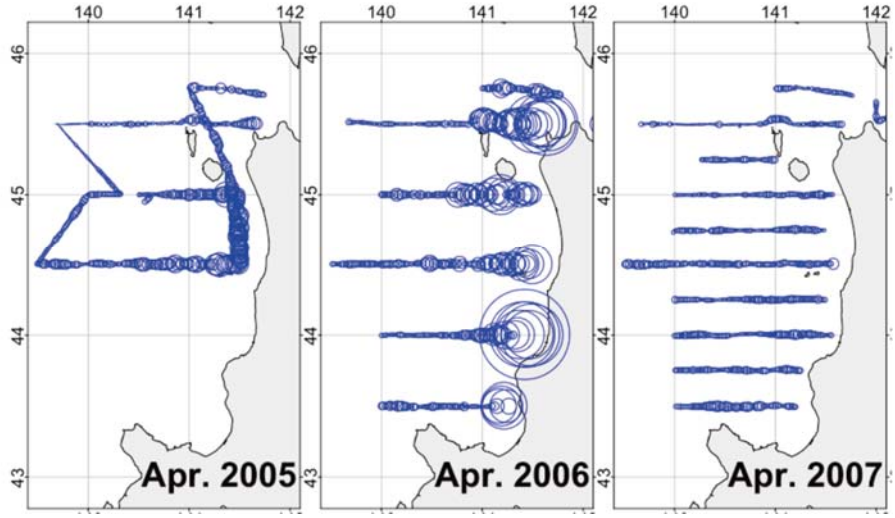
本系群の資源評価ではチューニング指標値として親魚現存量、0 歳魚現存量、1 歳魚現存量の 3 種類を用いている。このうち 0 歳魚の現存量に関して、これまで本系群の資源量推定の計算は 2005 年級以降の値を用いて行っていた。ここで、本年のスケトウダラ・ホッケ事前検討会議において、0 歳魚調査の設計が 2005 年以前と 2006 年以降で差異があり、2005 年調査の値をチューニング指標値として用いることは不適であるとの指摘が道総研から挙げられた。2005～2007 年の魚探航走におけるスケトウダラ仔稚魚反応量の分布（美坂 2016 より抜粋）を補足図 6-1 に示す。年毎に定線が増加しているが、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で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 ρ 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。

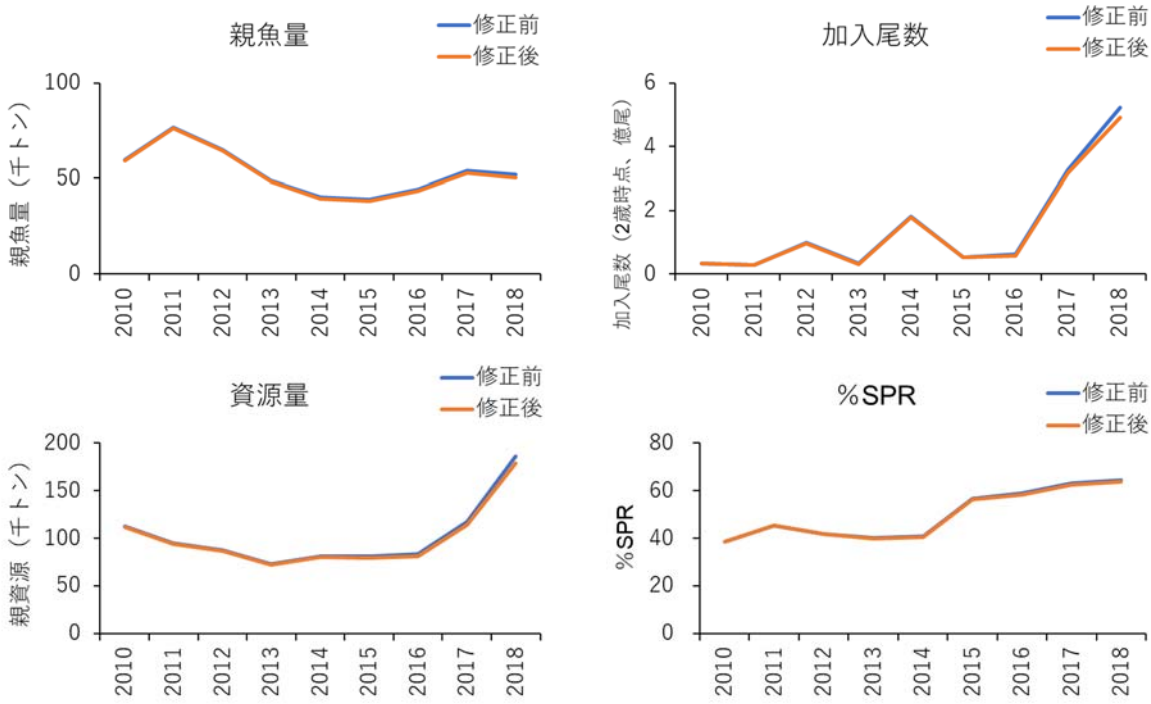
補足図 6-2 に修正前、修正後の親魚量、資源量、加入尾数、および%SPR 値をそれぞれ示す。修正後の推定値は修正前に比べて各種推定値はわずかに低くなり、その影響は直近の加入尾数において比較的大きいものの、いずれも修正前後の差は軽微であった。チューニング残差（補足図 6-3）では指標値の使用年数を変更した 0 歳魚においてはやや差が見られたが、傾向に差異は生じていない。また直近年の F を一定と仮定する「高齢魚」の範囲についても修正前後でほぼ同様の結果であり、いずれも 5 歳以上を一定とした場合に調査親魚現存量の年齢組成とも最も近くなった（補足図 6-4、6-5）。以上の結果から、0 歳魚指標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

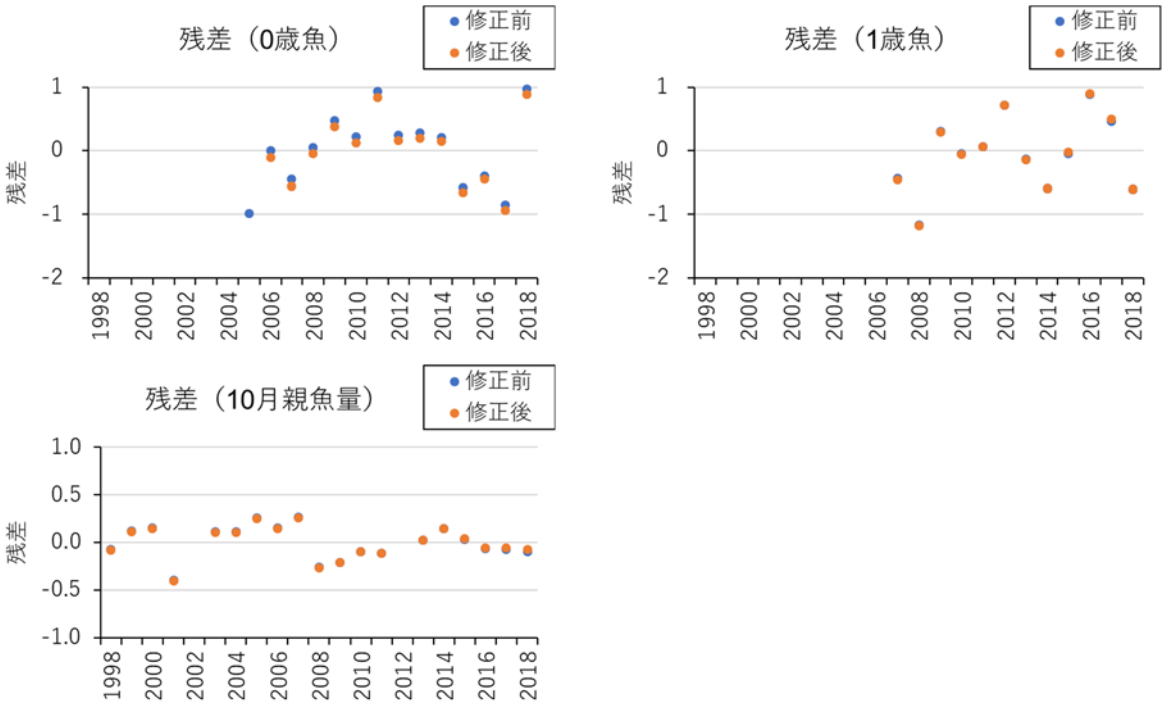
美坂　正 (2016) 日本海スケトウダラ復活の 3 つの鍵. 試験研究は今 No.810. 北海道立総合研究機構水産研究本部. https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/ima810.pdf (last accessed 20 August 2019)



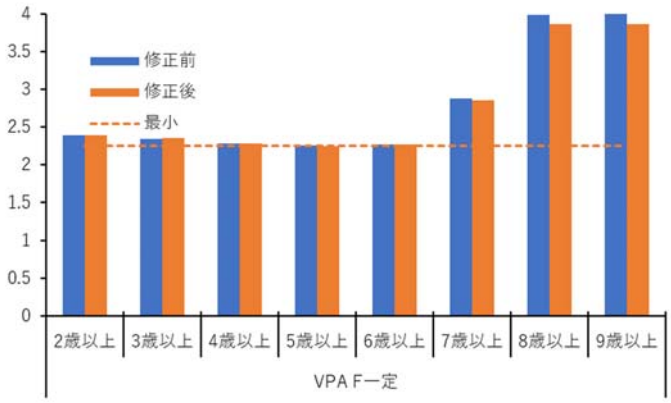

補足図 6-1.　日本海スケトウダラ新規加入量調査（仔稚魚分布調査）における魚探航走ラインとスケトウダラ仔稚魚反応量の分布　（美坂（2016）の図を抜粋）



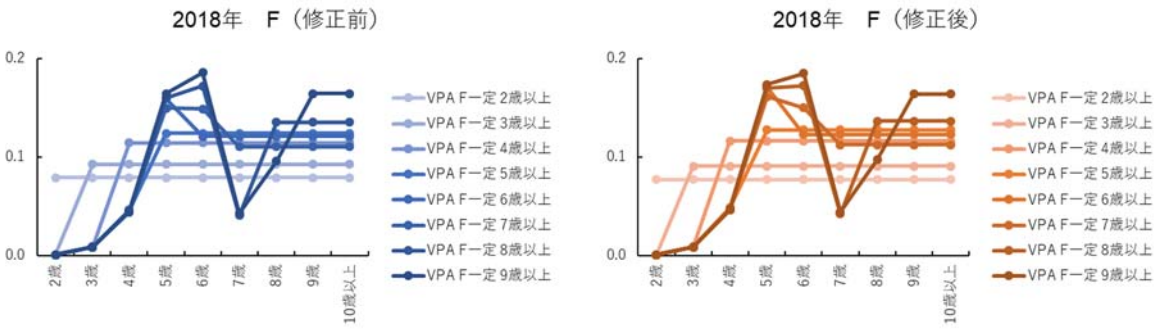

補足図 6-2.　0 歳魚指標値の使用年数の変更による資源量推定結果の差異




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



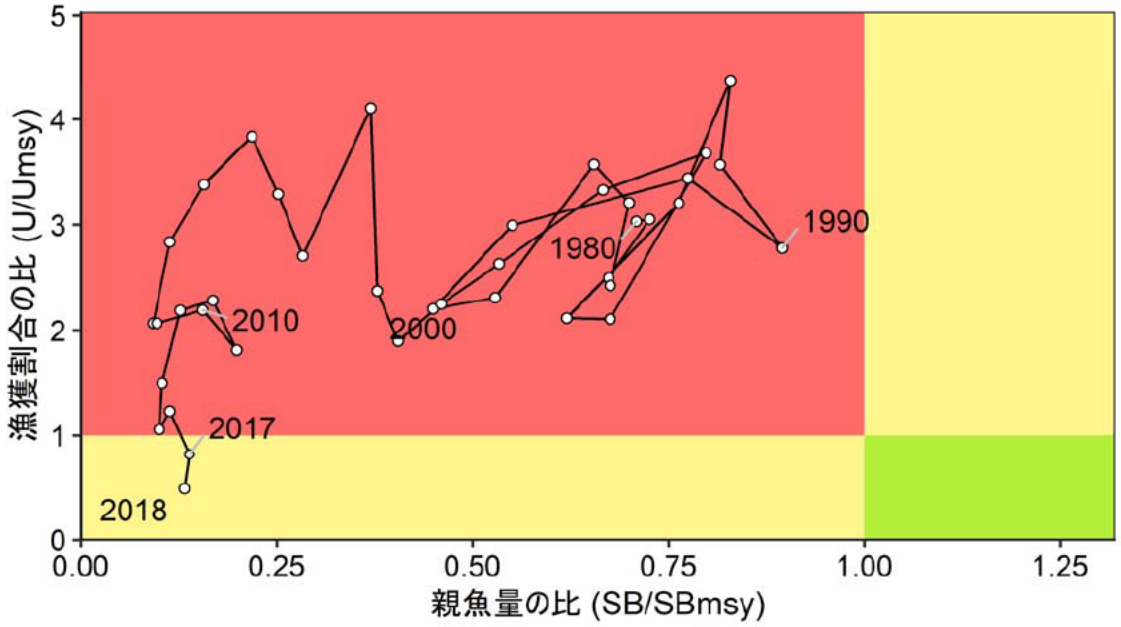

補足図 6-5.　「高齢魚」の範囲を 2 歳以上～9 歳以上とした場合の 2018 年漁期年齢別 F 値

## 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。