

平成 29（2017）年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所（山下夕帆、千村昌之、石野光弘、田中寛繁、山下紀生、濱津友紀）

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。この結果、2016 年漁期（4 月～翌年 3 月）の資源量（2 歳以上の総重量）は 88.1 千トン、親魚量は 49.4 千トンであり、1980 年漁期以降の親魚量から資源水準は低位、最近 5 年間（2012～2016 年漁期）の親魚量の推移から資源動向は横ばいと判断した。2016 年漁期親魚量は B_{limit} （154.5 千トン、2000 年漁期の親魚量）を大きく下回り、 B_{ban} （30.0 千トン）は上回っている。今後は豊度が比較的高い 2012 年級群および調査船調査から高い豊度が期待される 2015、2016 年級群の加入により親魚量の増加が予測され、親魚量が B_{ban} を下回る可能性は低い。

2018 年漁期の ABC は、2016 年漁期の親魚量が B_{limit} を大きく下回っていることから、2017 年級群以降の再生産成功率（加入尾数÷親魚量）が 1989～2014 年級群の平均値で継続するという仮定の下、親魚量が B_{limit} に回復することが見込まれる漁獲シナリオ（ $F_{rec10yr}$ 、 $F_{rec20yr}$ 、 $F_{current}$ 、 $F_{rec30yr}$ ）に基づき算定した。また本系群においては、2012、2015、2016 年級群などの豊度の良い年級を取り残して親魚量を増大させることは緊急の課題であり、禁漁を含む抜本的な資源管理施策についても考慮が必要である。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018 年漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2028 年漁期 の親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2028 年漁期 に Blimit へ 回復	2028 年漁期 まで Bban を回避
親魚量の増大* (10 年で Blimit へ回復) (Frec10yr)	Target	2.7	1.9	0.040 (－67%)	163 (119～223)	54	100
	Limit	3.4	2.3	0.050 (－58%)	154 (111～210)	41	100
親魚量の増大* (20 年で Blimit へ回復) (Frec20yr)	Target	5.5	3.8	0.083 (－31%)	131 (94～176)	19	100
	Limit	6.8	4.7	0.104 (－14%)	118 (84～165)	14	100
現状の漁獲圧* の維持 (Fcurrent)	Target	6.3	4.4	0.096 (－20%)	122 (85～173)	17	100
	Limit	7.7	5.4	0.120 (±0%)	109 (76～147)	8	100
親魚量の増大* (30 年で Blimit へ回復) (Frec30yr)	Target	6.5	4.6	0.100 (－16%)	120 (85～170)	15	100
	Limit	8.1	5.6	0.125 (+5%)	107 (76～148)	8	100
		2018 年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fsus)	Target	8.9	6.2	0.139 (+16%)	100 (70～141)	6	100
	Limit	10.9	7.6	0.174 (+45%)	86 (60～120)	1	100
コメント ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1) - (2) を用いた。 ・2015、2016 年級群は調査結果より比較的良好な加入が期待される。将来予測に用いた加入量は仮定値であり今後の漁獲への加入状況については注意が必要である。 ・海洋生物資源の保護及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「親魚量がこれまでの最低水準を下回らないよう注意しつつ、着実な資源の回復を基本方向として管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする。」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数未満であれば親魚量の回復が期待できる。同方針に合致するシナリオには*を付した。							

- ・ 2015 年漁期より 30 年かけて Blimit へ回復させる漁獲シナリオで漁獲した場合の 2018 年漁期の漁獲量は Limit で 7.8 千トン、Target で 6.3 千トン。2017 年漁期より 30 年かけて Blimit へ回復させる漁獲シナリオで漁獲した場合の 2018 年漁期の漁獲量は Limit で 8.0 千トン、Target で 6.5 千トンである。
- ・ 禁漁 (F=0) とした場合に親魚量が Blimit を上回るのは 2026 年漁期と推定される。

Limit は各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量、Target は資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は 2018 年漁期の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値、2018 年漁期は 2018 年 4 月～2019 年 3 月である。2017 年漁期の漁獲量は TAC (6.3 千トン) とし、Fcurrent は 2017 年漁期の F (2012～2016 年漁期の F の平均値の選択率下で 2017 年漁期の漁獲を達成する F)、Fsus は再生産成功率の 1989～2014 年級群平均値に対応する F とした。将来漁獲量 (10 年後の幅は 80%区間) および確率評価は加入量変動を考慮した 1,000 回のシミュレーションから算出した。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量での維持を指す。2016 年漁期親魚量は 49.4 千トン。

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2013	74.9	40.2	9.9	0.26	13.2
2014	83.5	36.1	7.1	0.23	8.5
2015	84.2	40.6	5.4	0.17	6.4
2016	88.1	49.4	6.0	0.14	6.9
2017	113.1	56.8	6.3	0.12	5.6
2018	143.4	55.2	—	—	—

年は漁期年 (4 月～翌年 3 月)、F は各年齢の平均値。2017、2018 年漁期の資源量と親魚量は将来予測において加入量と漁獲量を仮定した推定値。2017 年漁期の漁獲量は TAC 数量、F 値と漁獲割合はこの漁獲量と将来予測の資源量から算出した値。

	指標	水準	設定理由
Bban	親魚量	30.0 千トン	過去に経験した最低親魚量をもとに設定 (詳細は 4. (6) 参照)。
Blimit	親魚量	2000 年水準 (154.5 千トン)	これ未満の親魚量水準では加入が低迷する可能性が高い。
2016 年漁期	親魚量	2000 年水準未満 (49.4 千トン)	

水準：低位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	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 ・着底後幼魚現存量	スケトウダラ漁期前調査（10月、北海道） ・計量魚探、トロール* スケトウダラ漁期中調査（12月、北海道） ・計量魚探 スケトウダラ仔稚魚分布調査（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 スケトウダラ未成魚分布調査（8～9月、北海道） ・計量魚探、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
自然死亡係数（M）	年当たり $M=0.25$ （2歳は0.3）を仮定
2017年漁期加入量	スケトウダラ未成魚分布調査（8～9月、北海道） ・計量魚探、トロール スケトウダラ仔稚魚分布調査（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
漁獲努力量指数	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。

1. まえがき

スケトウダラは我が国周辺海域における重要な底魚資源の1つで、4つの資源評価群に区分され管理されている。ソ連（現ロシア）が排他的経済水域を設定する前は北方四島周辺水域やオホーツク海、サハリン沿岸などにも漁場が存在して漁獲量も多かったが、設定後はそれらの海域における漁獲が大幅に減少した。現在は北海道周辺海域が主な漁場となっており、本州北部の日本海および太平洋でも漁獲がある。

日本海北部系群に対しては平成18（2006）年度末に資源回復計画が策定され、翌平成19

(2007) 年度より北海道の沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）におけるスケトウダラを目的とする操業隻日数の削減、沿岸漁業における産卵親魚の保護の充実等が実施されている。また沿岸・沖底双方の漁業関係者を中心とした漁業者協議会も設置されており、同計画に基づいた取り組みが行われている。この資源回復計画は平成 23（2011）年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24（2012）年度以降新たな枠組みである資源管理計画の下、継続して実施されている。

本系群は、かつては太平洋系群に次いで漁獲量の多い系群であったが、近年は TAC による制限もあり漁獲量の減少が著しい。特に 2015 年漁期以降は TAC 数量の削減に併せた操業調整の影響を受けて操業形態も大きく変化しており、2016 年漁期の漁獲量は 6.0 千トンに留まっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

スケトウダラ日本海北部系群は、能登半島からサハリンの西岸にかけて分布している（図 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が（佐々木・夏目 1990）、近年の武蔵堆周辺における分布量は大きく減少していると考えられている（三宅 2008）。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 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 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、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。

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ており、操業形態の変化が推察される。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、2015年漁期以降は沖底船の根拠地から比較的遠い武蔵堆小海区や積丹沖小海区における漁獲量が非常に少なく（補足資料 3-（1）参照）、利用される漁場の縮小などここでも操業形態の変化が推測される。

(2) 漁獲量の推移

図4と表1に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）を下回る水準で推移している。2016年漁期の漁獲量は6.0千トンと2015年漁期よりはやや増加したが、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、これが漁獲量が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、2008年漁期以降は1千トンを下回っている。

(3) 漁獲努力量

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年漁期に操業したのは100トン以上のかけまわし船10隻とオッターロール船1隻の計11隻、2014年11月以降はかけまわし船が1隻減って計10隻であった。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、2016年漁期は0.5千網となっている（図5、補足表3-2）。また2016年漁期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 2015 年漁期（4.4 千網）と同水準の 4.6 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ている。沿岸漁業のうち、漁獲量が多い檜山沿岸 4 地区における延縄漁業の漁獲努力量（出漁隻数）は 2004 年漁期以降減少傾向にあり（図 6）、2016 年漁期の縄数補正前の出漁隻数は 0.2 千隻と 1998 年漁期（5.4 千隻）の 1 割未満、2015 年漁期（0.3 千隻）のおよそ 6 割であった（図 6、補足表 3-4）。また乙部豊浜地区における 2016 年漁期の着業隻数は 3 隻と前年よりさらに減少している（補足表 3-3）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

Pope (1972) の式を用いたチューニング VPA により 2 歳以上の年齢別資源尾数・重量を推定した（補足資料 1、2）。計算には 1980 年漁期以降の漁期年で集計した年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重を用い、親魚量指標値としてはスケトウダラ漁期前調査による 10 月時点の現存量推定値（図 7、補足資料 4-（1））を、加入量指標値としてはスケトウダラ仔稚魚分布調査における 0 歳魚の現存量推定値およびスケトウダラ未成魚分布調査における 1 歳魚の現存量推定値（図 8、補足資料 4-（3）、4-（4））を用いた。最近年の漁獲係数は、2015 年漁期以降の操業形態が過去年から大きく変容していることから、過去年の平均選択率等は使用せず、調査現存量に合わせた値を探索的に求めた。ただしこの推定においては過大な F 値の算出を除去するため、F 値の大きさに応じてペナルティを課す推定方法（リッジ VPA；Okamura et al., 2017）を適用した。自然死亡係数 M については 2 歳は 0.3、3 歳以上は 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 7、8、補足資料 4）。スケトウダラ漁期前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 7、補足資料 4-（1））。2011 年に再び減少したのち、2013 年、2014 年はやや増加し、2016 年は前年をやや上回る 61.9 千トンであった。若齢魚を対象としたスケトウダラ仔稚魚分布調査およびスケトウダラ未成魚分布調査の結果（図 8）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定される。また 2017 年級群については、0 歳魚の調査結果から近年の平均程度である 2013～2014 年級群程度と推測される（補足資料 4-（3）、4-（5））。

(3) 漁獲物の年齢組成

図 9 に漁獲物の年齢組成を示す。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ている。2016 年漁期の漁獲物は、尾数、重量共に 4 歳（2012 年級群）、6 歳（2010 年級群）および 10 歳以上（主に 2006 年級群）の割合が高く、2 歳の割合は 1 割未満であった（補足資料 6）。

（4）資源量と漁獲割合の推移

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、資源量、親魚量および漁獲割合を図 10、図 11 と表 2 に示す。

資源量は、1987～1992 年漁期に 712.4 千～867.9 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 83.8 千トンとピーク時の 1 割未満に減少した。2008 年漁期には 2006 年級群の加入により 114.5 千トンまで回復したが、その後は 2013 年漁期まで減少した。2014 年漁期以降は若干増加し 2016 年漁期の資源量は 88.1 千トンであった。

親魚量は、1989～1996 年漁期に 236.6 千～341.7 千トンと高い水準にあったが、減少し、2008 年漁期には 33.2 千トンとピーク時の 1 割未満になった。その後 2006 年級群の加入により 2011 年漁期にかけて増加したが、2012 年漁期以降は減少した。2016 年漁期は 2010 年級群および 2012 年級群の加入により再び増加して 49.4 千トンとなった。

漁獲割合は 2002～2007 年漁期に 18～24%と高かったが、2008 年漁期以降は低下傾向にあり、特に 2015 年漁期は 6.4%、2016 年漁期は 6.9%と非常に低い値となった。

漁獲係数 F の推移を図 12～14 に示す。 F は年齢によって変動パターンが異なる（図 12）。 F の各年齢の平均値は増減を繰り返しながらも横ばいで推移していたが、2006 年漁期以降は低下傾向にあり、2016 年漁期は 1980 年漁期以降で最も低かった（図 13）。資源量と F の間に明確な傾向は見られない（図 14）。

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 15）。なお、 M の変化による 2016 年漁期親魚量の B_{limit} に対する割合の変動は小さく、0.31（3 歳以上の M が 0.3）から 0.33（3 歳以上の M が 0.2）の範囲であった。

（5）再生産関係

親魚量と加入尾数の関係を図 16 に示す。本系群は漁獲対象となるのが 2 歳以降であるため、2 歳時点の資源尾数を加入量とした。親魚量と加入量の間には正の相関関係が認められるため、親魚量に対応した加入量が期待できる。しかし、近年の親魚量は低水準であり、2016 年漁期親魚量も 49.4 千トンと少ないため、親魚量が十分回復しないと良い加入は期待できないと考えられる。2000 年漁期の親魚量（154.5 千トン）以下の親魚量から発生した年級群の加入量は低迷することが多く、特に 2002～2004 年級群、2007～2009 年級群および 2011、2013、2014 年級群は 1 億尾を下回っている（図 17、表 2）。

（6） B_{limit} の設定

平成 18（2006）年度評価より、1989 年級群以降の再生産関係の中で加入量水準が大幅に低下する直前の親魚量水準（2000 年漁期親魚量、154.5 千トン）を本系群における B_{limit} に

設定している（本田・八吹 2007、図 16）。一方、当面の回復目標としては、近年で最も加入量が多い 2006 年級群を産み出した親魚量（2006 年漁期親魚量、59.2 千トン）が考えられるが、2016 年漁期の親魚量は 49.4 千トンであり、Blimit および 2006 年漁期親魚量を下回っている。

禁漁あるいはそれに準じた措置を提言する水準である Bban については、マイワシでは過去に経験した最低の資源量が Bban として設定されている（川端ほか 2015、福若ほか 2015）。本系群では、かつては毎年の評価のたびに最低親魚量が更新されていたため最低値を決定できなかった。そこで平成 18（2006）年度評価において、今後 10 年間にわたって何も追加的な管理措置がとられることなく、現状の漁獲圧（Fcurrent）が継続し続けた場合に想定される親魚量である 30.0 千トンが Bban のたたき台として提案された（本田・八吹 2007）。その後、平成 22（2010）年度評価において、2010 年漁期以降に 2006 年級群の大半が成熟することから一時的に親魚量が増加し 2009 年漁期親魚量（30.9 千トン）が親魚量の最低値となると予測され、これをもとに、親魚量水準 30.0 千トンが Bban として設定された（山下・千村 2011）。2016 年漁期の親魚量（49.4 千トン）は Bban を上回っている。

（7）資源の水準・動向

親魚量を用いて資源水準・動向を判断した。中位と低位の水準の境界は Blimit（2000 年漁期親魚量、154.5 千トン）とした。高位と中位については、1980～2016 年漁期の 37 年間の最高・最低親魚量（1990 年漁期の 341.7 千トンと 2008 年漁期の 33.2 千トン）の間を 3 等分したうち上位 2 区分の境界を高位・中位水準の境界とした（図 11）。2016 年漁期の親魚量は 49.4 千トンで、資源水準は低位と判断した。資源の動向は、2012～2016 年漁期の親魚量の推移から横ばいと判断した。

（8）今後の加入量の見積もり

本系群の加入量は、親魚量とは正の関係、水温や対馬暖流の勢力とは負の関係が認められており（Funamoto 2007、Funamoto 2011、板谷ほか 2009、三宅ほか 2008）、RPS が低下した 1989 年以降の道西日本海における冬季の水温がこれまでにない高い水準で推移していること（三宅 2008）、対馬暖流の強勢や水温の上昇による回遊経路の変化から産卵海域が縮小している可能性があること（Miyake 2002、三宅 2008、三宅・田中 2006）などが報告されている。ただし、2015、2016 年については調査時点の水温が高かったにも関わらず調査による現存量は多く、加入には水温のみでなく輸送や餌条件なども強く影響していることが推察される。

加入量は 1989 年級群以降減少傾向を示し、2002 年級群以降は 1 億尾を下回る低豊度な年級群がたびたび発生している（図 17、表 2）。一方で 1998 年級群や 2006 年級群のように 3.6 億～3.9 億尾の比較的高豊度な年級群も発生しており、2012 年級群も 1.6 億尾と比較的高豊度であった。再生産成功率（RPS）も 1989 年級群以降概ね低い値で推移しているが、2006 年級群や 2012 年級群は高い値であった。なお近年の加入量変動はチューニングに用いていない各種調査結果（補足資料 4）とも概ね一致している。

漁獲加入前の年級群に関して、直近の 2015、2016 年級群は調査における現存量が比較的多く、良い加入が期待される。このうち 2015 年級群は、スケトウダラ仔稚魚分布調査（0 歳

魚)における現存量は2012年級群を下回っている(補足資料4-(3))が、スケトウダラ未成魚分布調査(1歳魚)では2006年級群を上回っている(補足資料4-(4))。2016年級群については、スケトウダラ仔稚魚分布調査における現存量は2012年級群を上回るが2006年級は下回っている(補足資料4-(3))。これらの調査結果をもとに、2017年漁期(2015年級群)および2018年漁期(2016年級群)の加入量は2008年漁期(2006年級群)と2014年漁期(2012年級群)の平均値であると仮定した(詳細は補足資料7)。

また将来の加入については、本系群は寿命や成熟年齢が比較的高齢であり資源の回復にも長い年数を要するため、できるだけ長期間の情報を反映させることが望ましいと考えられる。ただし近年の加入状況は、2006年級群や2012年級群などの良い加入もあるものの、2007～2009年級群などの非常に悪い加入もあり、1984～1988年級群のように高いRPSが連続する状況ではないと推察される。このため、顕著な豊度の情報がない2019年漁期(2017年級群)以降の加入量は、1989～2014年級群までのRPSの平均値とそれぞれの漁期年の親魚量推定値との乗算により算出した。

(9) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

図18に2012～2016年漁期における平均選択率を用いたFによるYPRと%SPRを示す。将来に仮定するRPS(1989～2014年級群の平均値、1.7尾/kg)より求めた%SPRに対応するF(F_{sus})は0.17(各年齢の平均値、以下同じ)であり、このFで漁獲を行った場合に資源は中長期的に安定し、 F_{sus} より高いFでは資源は減少、低いFでは増加する。また、本系群においては2015年漁期より30年かけて親魚量を B_{limit} へ回復させる漁獲シナリオ($F_{rec30yr}$)に基づくTACによる管理が行われており、漁獲努力量が大幅に制限されている。この管理は今後も継続されると考えられるため、現状のF($F_{current}$)としては2012～2016年漁期における平均選択率下で2017年漁期のTAC(6.3千トン)を達成するFを用いることとした。この $F_{current}$ は0.12であり F_{sus} を下回っている。

5. 2018年漁期ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

1980年漁期以降の親魚量から資源水準は低位、最近5年間(2012～2016年漁期)の親魚量の推移から資源動向は横ばいと判断した。2016年漁期親魚量は49.4千トンと B_{limit} (2000年漁期親魚量、154.5千トン)を大きく下回っているが、 B_{ban} (30.0千トン)は上回っている。また今後は、比較的豊度が高い2012年級群および調査により良い加入が見込まれる2015、2016年級群の加入によって2021年漁期ごろまで親魚量が増加すると予測され、親魚量が B_{ban} を下回る可能性は低い(次項(2)漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定を参照)。RPSは1989年級群以降低い値が多いが、近年では2006年級群や2012年級群のように高い値も出現している。ただし、親魚量が少ないため、2006年級群や2012年級群の加入量はそれぞれ3.6億尾、1.6億尾と1980年代に比べるとさほど多くない。今後再生産に好適な環境が整った時、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) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

親魚量と再生産関係が使用でき、親魚量が B_{limit} を大きく下回っていることから、以下に示す ABC 算定規則 1-1) - (2) に基づいて ABC を算定した。

$$F_{limit} = F_{rec}$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \alpha$$

計算にあたり、将来の選択率は 2012～2016 年漁期における平均 F 値の選択率とした。2017 年漁期以降の漁獲量計算には漁獲物の年齢別体重の 2012～2016 年漁期の平均値を用い、2017 年漁期の F は 2017 年漁期の漁獲量を TAC (6.3 千トン) とする F とした。加入量は、2017、2018 年漁期については 2008 年漁期と 2014 年漁期の平均値とし、2019 年漁期以降の加入量は親魚量と RPS 仮定値の積とした (4. (9) 参照)。

将来予測においては、10、20、30 年かけて親魚量を B_{limit} へ回復させる漁獲シナリオ ($F_{rec10yr}$ 、 $F_{rec20yr}$ 、 $F_{rec30yr}$) と、親魚量を維持するシナリオ (F_{sus})、漁獲圧を維持するシナリオ ($F_{current}$) について検討した。設定した漁獲シナリオ ($Limit$) およびそれらに予防的措置を講じた場合 ($Target$ 、安全率 α は 0.8) について、2018 年漁期以降の F を変化させた場合の漁獲量、資源量と親魚量を計算した。

結果は下表および図 19、図 20 (詳細は補足資料 6- (2) ～6- (4)) に示す。 $F_{rec10yr}$ 、 $F_{rec20yr}$ 、 $F_{rec30yr}$ で漁獲した場合、親魚量は増加傾向を示し、設定した年限に B_{limit} の値となる。 $F_{current}$ は $F_{rec30yr}$ をやや下回る値であり、このシナリオで漁獲した場合、将来の親魚量は $F_{rec30yr}$ よりやや早い 27 年後 (2045 年漁期) に B_{limit} を上回る。 F_{sus} で漁獲した場合、親魚量は 2026 年漁期ごろから B_{limit} の半分程度の 85 千トン前後で横ばいとなる。

また、本系群は 2015 年漁期より $F_{rec30yr}$ の将来予測値に基づいて TAC 数量が設定されているが、目標達成年を固定せずに毎年 $F_{rec30yr}$ の将来予測に基づき TAC 数量を設定することには、資源の回復を大幅に遅らせるとの指摘もある。ここで、2015 年漁期から 30 年後に B_{limit} へ回復させる漁獲シナリオで漁獲した場合、2045 年漁期に親魚量は B_{limit} の値となり、このシナリオにおける 2018 年漁期の漁獲量は $Limit$ で 7.8 千トン、 $Target$ で 6.3 千トンである。昨年度評価の基準である 2017 年漁期から 30 年後に B_{limit} へ回復させる漁獲シナリオでは、2047 年漁期に親魚量は B_{limit} の値となり、このシナリオにおける 2018 年漁期の漁獲量は $Limit$ で 8.0 千トン、 $Target$ で 6.5 千トンである。このほか、禁漁 ($F=0$) とした場合に親魚量が B_{limit} を上回るのは 2026 年漁期と推定され、漁獲量を過去最低の TAC である 2017 年漁期 TAC (6.3 千トン) で維持した場合では、親魚量が B_{limit} を上回るのは 2029 年漁期と推定される。

本系群は、海洋生物資源の保護および管理に関する基本計画第 3 に記載されている中期的管理方針では「親魚量がこれまでの最低水準を下回らないよう注意しつつ、着実な資源の回復を基本方向として管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする。」とされている。本系群では親魚量が B_{limit} を大きく下回っているため、親魚量を B_{limit} へ回復させる漁獲を管理方策とし、平成 29 年度 ABC 算定のための基本規則に従い、親魚量の回復が期待できる漁獲係数として $F_{rec30yr}$ 以下の基準値を F_{limit} とした。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン ; 漁期年)						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ回復) (Frec10yr)	Target	0.04	6.0	6.3	2.7	3.3	3.7	4.4	5.3
	Limit	0.05	6.0	6.3	3.4	4.0	4.5	5.3	6.4
親魚量の増大 (20 年で Blimit へ回復) (Frec20yr)	Target	0.08	6.0	6.3	5.5	6.4	7.0	8.0	9.5
	Limit	0.10	6.0	6.3	6.8	7.8	8.4	9.5	11.1
漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.10	6.0	6.3	6.3	7.3	7.9	9.0	10.5
	Limit	0.12	6.0	6.3	7.7	8.8	9.4	10.6	12.2
親魚量の増大 (30 年で Blimit へ回復) (Frec30yr)	Target	0.10	6.0	6.3	6.5	7.5	8.2	9.3	10.9
	Limit	0.13	6.0	6.3	8.1	9.1	9.7	10.9	12.6
親魚量の維持 (Fsus)	Target	0.14	6.0	6.3	8.9	9.9	10.5	11.7	13.4
	Limit	0.17	6.0	6.3	10.9	11.8	12.2	13.5	15.2
			資源量 (千トン ; 漁期年)						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ回復) (Frec10yr)	Target	0.04	88.1	113.1	143.4	159.4	168.5	172.7	180.6
	Limit	0.05	88.1	113.1	143.4	158.6	167.0	170.4	177.3
親魚量の増大 (20 年で Blimit へ回復) (Frec20yr)	Target	0.08	88.1	113.1	143.4	156.3	162.3	163.2	167.0
	Limit	0.10	88.1	113.1	143.4	154.8	159.4	159.0	161.0
漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.10	88.1	113.1	143.4	155.4	160.5	160.5	163.2
	Limit	0.12	88.1	113.1	143.4	153.7	157.3	155.8	156.6
親魚量の増大 (30 年で Blimit へ回復) (Frec30yr)	Target	0.10	88.1	113.1	143.4	155.1	159.9	159.7	162.0
	Limit	0.13	88.1	113.1	143.4	153.4	156.6	154.8	155.2

親魚量の維持 (Fsus)	Target	0.14	88.1	113.1	143.4	152.4	154.8	152.2	151.7
	Limit	0.17	88.1	113.1	143.4	150.1	150.6	146.1	143.4
			親魚量（千トン；漁期年）						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
親魚量の増大 （10年で Blimit へ回復） (Frec10yr)	Target	0.04	49.4	56.8	55.2	68.9	101.8	123.9	124.1
	Limit	0.05	49.4	56.8	55.2	68.3	100.5	121.8	121.3
親魚量の増大 （20年で Blimit へ回復） (Frec20yr)	Target	0.08	49.4	56.8	55.2	66.4	96.4	115.4	112.7
	Limit	0.10	49.4	56.8	55.2	65.3	93.9	111.6	107.8
漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.10	49.4	56.8	55.2	65.7	94.8	113.0	109.6
	Limit	0.12	49.4	56.8	55.2	64.4	92.1	108.9	104.2
親魚量の増大 （30年で Blimit へ回復） (Frec30yr)	Target	0.10	49.4	56.8	55.2	65.5	94.3	112.2	108.6
	Limit	0.13	49.4	56.8	55.2	64.1	91.5	107.9	103.1
親魚量の維持 (Fsus)	Target	0.14	49.4	56.8	55.2	63.4	90.0	105.7	100.2
	Limit	0.17	49.4	56.8	55.2	61.6	86.4	100.4	93.6

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) 2018 年漁期 ABC、加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

前項(2) 漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定)で設定した漁獲シナリオについて、RPS の変動が漁獲量と親魚量の動向に与える影響をみるために、1989～2014 年級群の RPS が 2019 年漁期(2017 年級群)以降重複を許してランダムに現れるという条件でシミュレーション(1,000 回反復計算)を行った。30 年間漁獲を行った場合の漁獲量および親魚量の推移について結果を下表と図 21 に示す。平均親魚量は前項の将来予測と同様に、Fsus より小さい F では増加した。

2018 年漁期以降に 10、20、30 年で親魚量を Blimit に回復させるシナリオ(Frec10yr、Frec20yr、Frec30yr)および現在の漁獲圧を維持するシナリオ(Fcurrent)で漁獲した場合、10 年後に親魚量が Blimit を上回る確率はそれぞれ 41%、14%、8%、8%であり、親魚量を維持するシナリオ(Fsus)で漁獲を続けた場合、10 年後に親魚量が Blimit を上回る確率は 1%である。また、10 年後の親魚量が、近年で最も加入量が多かった 2006 年級群を産み出した 2006 年漁期の親魚量(59 千トン)を上回る確率は、Frec10yr、Frec20yr、Frec30yr、Fcurrent ではそれぞれ 100%、100%、99%、100%であり、Fsus では 91%である(補足資料 6-(5)～6-(7) 参照)。親魚量が 10 年間に Bban を下回る確率は全てのシナリオで 0%である。なお、Frec10yr、Frec20yr、Frec30yr においてそれぞれ 10、20、30 年後に Blimit を上回る確率は 41%、41%、42%といずれも 50%未満であったが、これはシミュレーションに用いた RPS の分布が平均値よりも低い方に大きく偏っているためである。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2018 年漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの 増減%)	2028 年漁期 の親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2028 年漁期 に Blimit へ 回復	2028 年漁期 まで Bban を回避
親魚量の増大* (10 年で Blimit へ回復) (Frec10yr)	Target	2.7	1.9	0.040 (－67%)	163 (119～223)	54	100
	Limit	3.4	2.3	0.050 (－58%)	154 (111～210)	41	100
親魚量の増大* (20 年で Blimit へ回復) (Frec20yr)	Target	5.5	3.8	0.083 (－31%)	131 (94～176)	19	100
	Limit	6.8	4.7	0.104 (－14%)	118 (84～165)	14	100
現状の漁獲圧* の維持 (Fcurrent)	Target	6.3	4.4	0.096 (－20%)	122 (85～173)	17	100
	Limit	7.7	5.4	0.120 (±0%)	109 (76～147)	8	100
親魚量の増大* (30 年で Blimit へ回復) (Frec30yr)	Target	6.5	4.6	0.100 (－16%)	120 (85～170)	15	100
	Limit	8.1	5.6	0.125 (+5%)	107 (76～148)	8	100
		2018 年漁期 算定漁獲量 (千トン)					
親魚量の維持 (Fsus)	Target	8.9	6.2	0.139 (+16%)	100 (70～141)	6	100
	Limit	10.9	7.6	0.174 (+45%)	86 (60～120)	1	100
コメント ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1) - (2) を用いた。 ・2015、2016 年級群は調査結果より比較的良好な加入が期待される。将来予測に用いた加入量は仮定値であり今後の漁獲への加入状況については注意が必要である。 ・海洋生物資源の保護及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「親魚量がこれまでの最低水準を下回らないよう注意しつつ、着実な資源の回復を基本方向として管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする。」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数未満であれば親魚量の回復が期待できる。同方針に合致するシナリオには*を付した。							

- ・ 2015 年漁期より 30 年かけて B_{limit} へ回復させる漁獲シナリオで漁獲した場合の 2018 年漁期の漁獲量は $Limit$ で 7.8 千トン、 $Target$ で 6.3 千トン。2017 年漁期より 30 年かけて B_{limit} へ回復させる漁獲シナリオで漁獲した場合の 2018 年漁期の漁獲量は $Limit$ で 8.0 千トン、 $Target$ で 6.5 千トンである。
- ・ 禁漁 ($F=0$) とした場合に親魚量が B_{limit} を上回るのは 2026 年漁期と推定される。

$Limit$ は各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量、 $Target$ は資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は 2018 年漁期の漁獲量／資源量、 F 値は各年齢の平均値、2018 年漁期は 2018 年 4 月～2019 年 3 月である。2017 年漁期の漁獲量は TAC (6.3 千トン) とし、 $F_{current}$ は 2017 年漁期の F (2012～2016 年漁期の F の平均値の選択率下で 2017 年漁期の漁獲を達成する F)、 F_{sus} は再生産成功率の 1989～2014 年級群平均値に対応する F とした。将来漁獲量 (10 年後の幅は 80% 区間) および確率評価は加入量変動を考慮した 1,000 回のシミュレーションから算出した。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量での維持を指す。2016 年漁期親魚量は 49.4 千トン。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2015 年漁獲量確定値	2015 年漁獲量の確定、2015 年漁期の年齢別資源尾数
2016 年漁期漁獲量速報値	2016 年漁期の年齢別資源尾数
2016 年漁期親魚量指標値、2016 年までの加入量指標値、2016 年漁期年齢別・年別漁獲尾数	2015 年漁期までの年齢別資源尾数、再生産成功率、年齢別漁獲係数、年齢別選択率、2015 年漁期の年齢別漁獲物平均体重、将来予測における 2017～2018 年漁期加入量仮定値および 2019 年漁期以降の加入量推定値、年齢別資源尾数、年齢別選択率、 F_{sus} 、 $F_{rec30yr}$
2016 年漁獲物年齢別体重	将来予測における漁獲物平均体重

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン) (実際の F 値)
2016 年漁期 (当初)	Frec 30yr	0.13	120.3	8.3*	6.7	
2016 年漁期 (2016 年再評価)	Frec 30yr	0.12	91.0	6.1	4.9	
2016 年漁期 (2017 年再評価)	Frec 30yr	0.12	88.1	5.6	4.5	6.0 (0.14)
2017 年漁期 (当初)	Frec 30yr	0.12	95.6	6.3*	5.1	
2017 年漁期 (2017 年再評価)	Frec 30yr	0.12	113.1	6.5	5.3	
2016、2017 年とも、TAC 設定の根拠となった管理基準について行った。 *は TAC 設定の根拠となった数値である。						

2016 年漁期 ABC の 2017 年再評価値には 2016 年漁期の漁獲物の体重を、2017 年漁期 ABC の 2017 年再評価値には過去 5 年間（2012～2016 年漁期）の漁獲物の体重の平均値を用いた。2016 年漁期 ABC の再評価では資源量が全体的にやや下方修正となったが、これは 2015、2016 年調査の親魚量指標値（図 7）が当初予測されていた値より少なかったことの影響が大きい。これに加え、2016 年漁期 ABC の 2017 年再評価においては、特に 4 歳と 10 歳以上において実漁獲物の体重が小さい傾向であったことの影響も受けている。2017 年漁期 ABC の 2017 年再評価では、2015 年級の資源量が上方修正され、2017 年漁期の総資源量も上方修正となった。これは、加入量指標値（図 8）の 2015 年級群の 1 歳時点での値が 0 歳時点で予測されていた水準を大きく上回ったため、この年級群の加入に対する仮定を修正したことの影響が大きい。ただし、2015 年級群は 2017 年漁期には、まだ 2 歳魚であり選択率も低いため、漁獲対象資源量の変化は小さく、2017 年漁期の ABC 再評価値の変化も小さい。

6. ABC 以外の管理方策の提言

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 30cm または全長 34cm）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、比較的豊度が高いと推定されている 2012 年級群の成長や、調査結果から高い豊度が予測される 2015、2016 年級群の加入などにより、親魚量の増加が見込まれている。本系群では親魚量を増大させることが緊急の課題であるが、これらの若齢魚を多く取り残すことができれば親魚量の大幅な増加が期待できるため、禁漁を含む抜本的な資源管理施策についても考慮が必要である。なお、禁漁 ($F=0$) とした場合に親魚量が B_{limit} を上回るのは 2026 年漁期と推定される。

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.
- 福若雅章・安田十也・黒田啓行 (2015) 平成 26 年度マイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成 26 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 47-77.
- Funamoto, T. (2007) Temperature-dependent stock-recruitment model for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr., **16**, 515-525.
- Funamoto, T. (2011) Causes of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) recruitment decline in the northern Sea of Japan: implications for stock management. Fish. Oceanogr., **20**, 95-103.
- 本田 聡・八吹圭三 (2007) 平成 18 年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 平成 18 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 267-312.
- 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.
- 川端 淳・渡邊千夏子・上村泰洋・赤嶺達郎・水戸啓一 (2015) 平成 26 年度マイワシ太平洋系群の資源評価. 平成 26 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 15-46.
- 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.
- Miyake, H. (2002) Population structure of the north Japan Sea walleye pollock stock. North Pacific Marine Science Organization Eleventh Annual Meeting program abstracts, Qingdao, China, 60.
- 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.
- 三宅博哉・田中伊織 (2006) 北海道日本海のスケトウダラ資源の変動. 月刊海洋, **38**, 187-191.
- Ohizumi, H., T. Kuramochi, M. Amano and N. Miyazaki (2000) Prey switching of Dall's porpoise *Phocoenoides dalli* with population decline of Japanese pilchard *Sardinops melanostictus* around

- Hokkaido, Japan. Mar. Ecol. Prog. Ser., **200**, 265-275.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. ICES J. Mar. Sci., **74**, 2427-2436.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.
- 佐々木正義・夏目雅史 (1990) 武蔵堆およびその周辺水域におけるスケトウダラ若年魚の分布. 日水誌, **56**, 1063-1068.
- 田中富重 (1970) 北部日本海海域におけるスケトウダラの漁業生物学的研究 1 集団行動と構造についての一考察. 北水試研報, **12**, 1-11.
- 田中富重・及川久一 (1968) 昭和 45 年度岩内漁場のスケトウダラ調査について 産卵群の分布様式. 北水試月報, **28**(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 (2018) スケトウダラ (日本海) . 2017 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. <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>
- 山下夕帆・千村昌之 (2011) 平成 22 年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 平成 22 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 319-370.

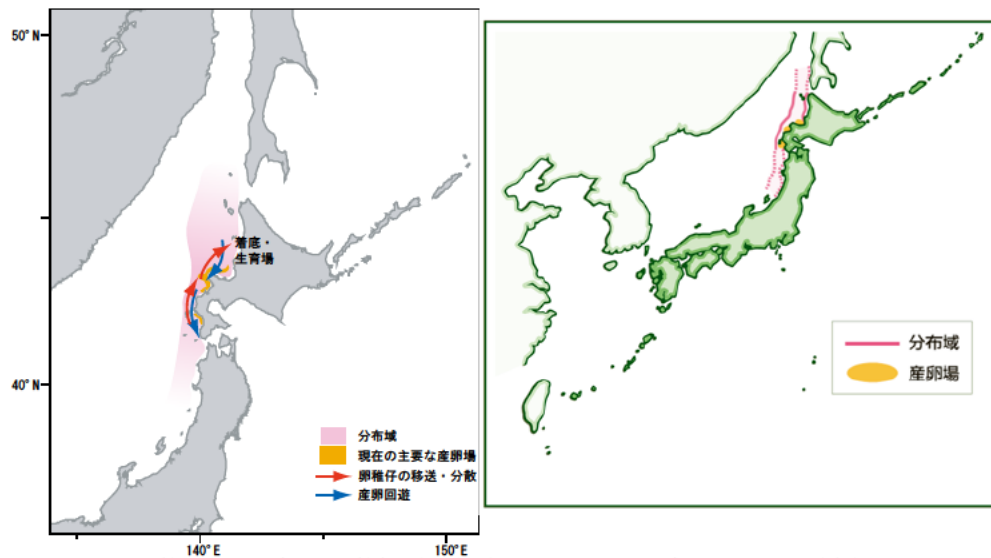


図 1. 分布と回遊 分布域と回遊経路（左）および分布域と産卵場（右）

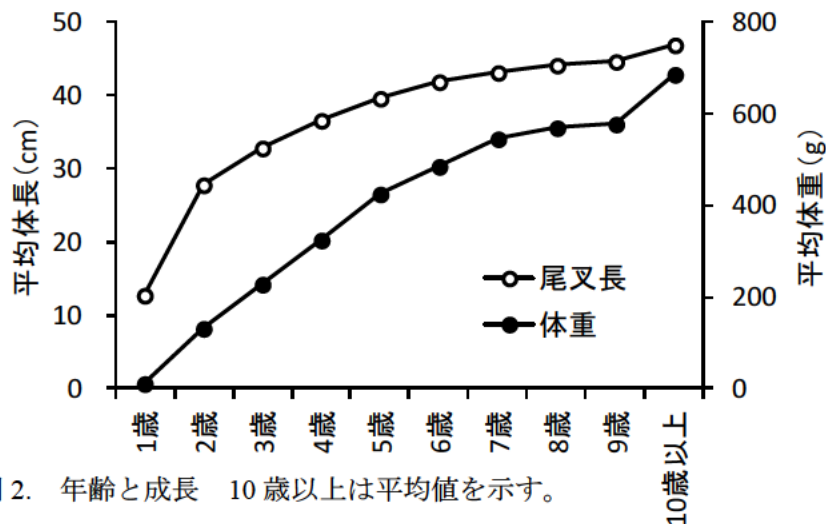


図 2. 年齢と成長 10 歳以上は平均値を示す。

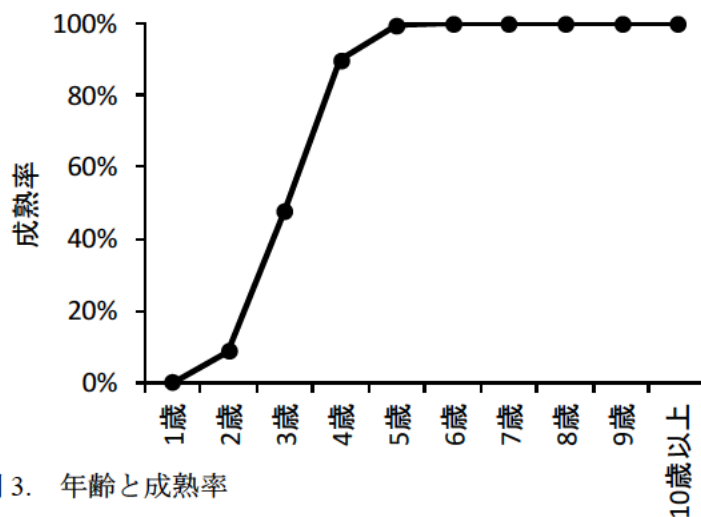


図 3. 年齢と成熟率

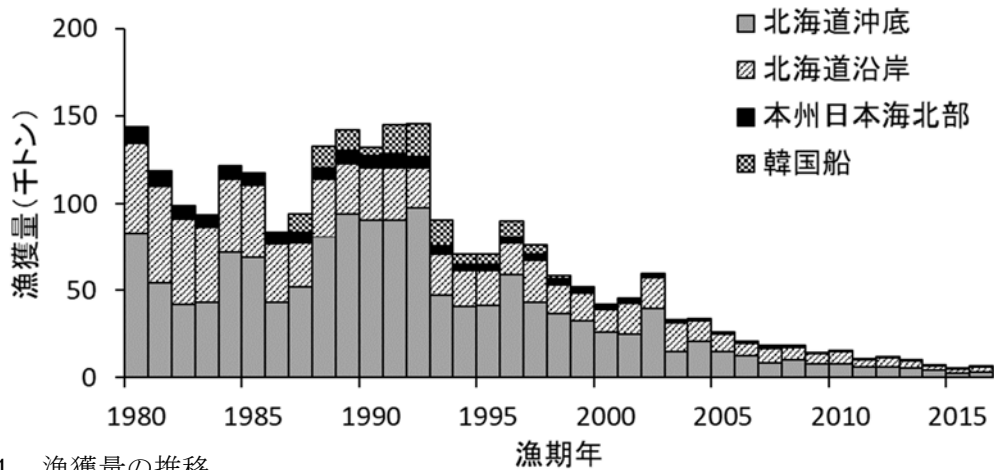


図 4. 漁獲量の推移

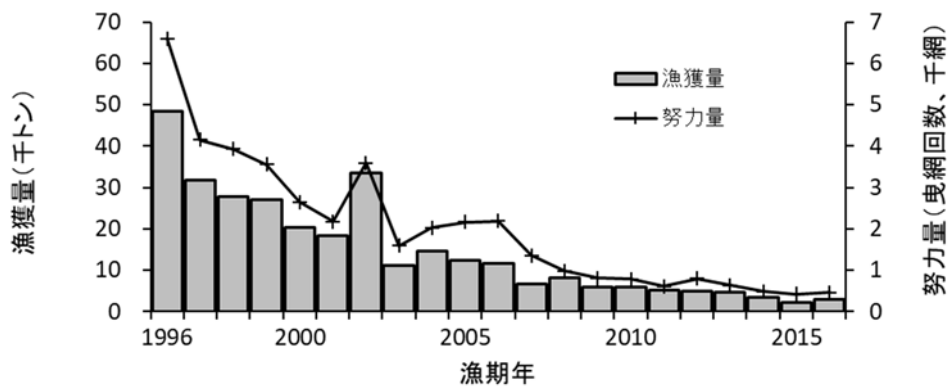


図 5. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）の漁獲量および漁獲努力量（曳網回数）の推移 日別船別漁区別の操業データのうちスケトウダラが漁獲物の 5 割以上を占める操業（スケトウダラ狙い）について示した。

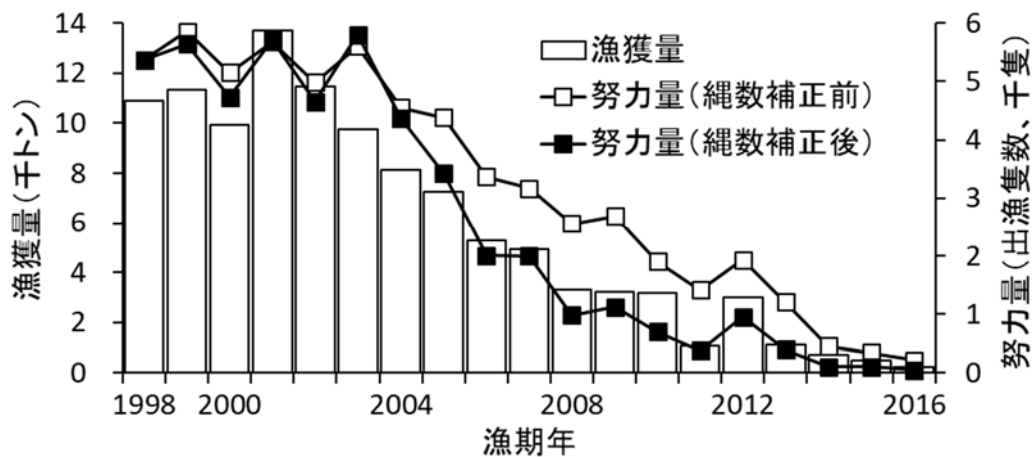


図 6. 檜山管内 4 地区における延縄漁業の漁獲量および努力量（縄数補正前および補正後の出漁隻数）の推移（函館水産試験場未発表資料）

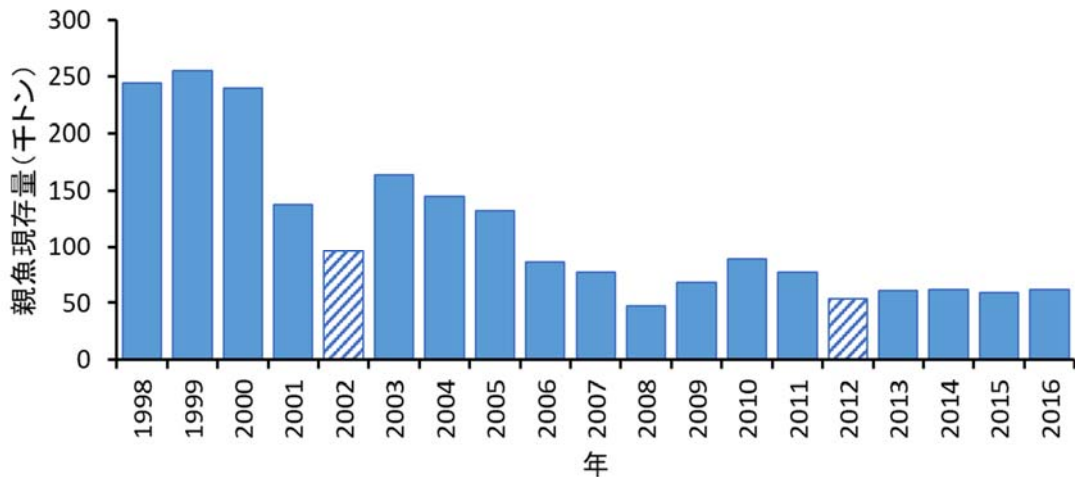


図 7. 親魚量指標値の推移 スケトウダラ漁期前調査における親魚の現存量推定値。2002 年と 2012 年は天候不良により十分な調査面積を確保できなかったため参考値である（稚内・中央・函館水産試験場（2018）の図を改変）。

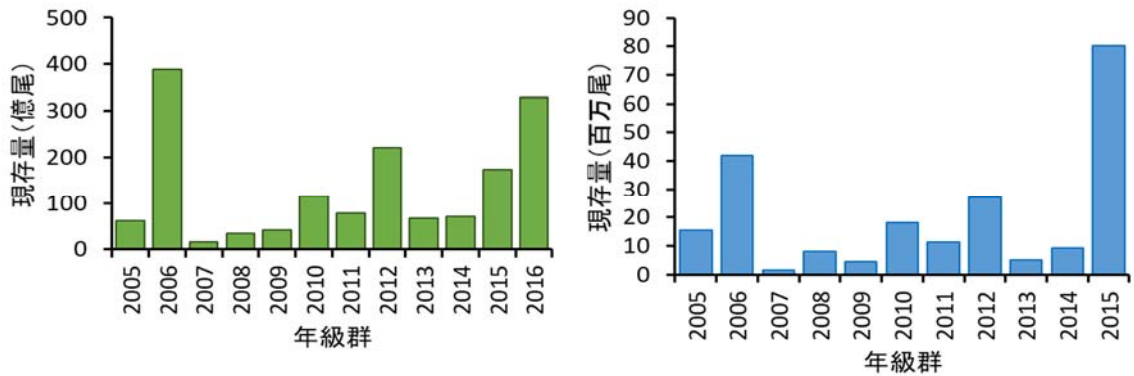


図 8. 加入量指標値の推移 スケトウダラ仔稚魚分布調査（左）およびスケトウダラ未成魚分布調査（右）における現存量推定値（稚内・中央・函館水産試験場（2018）の図を改変）。

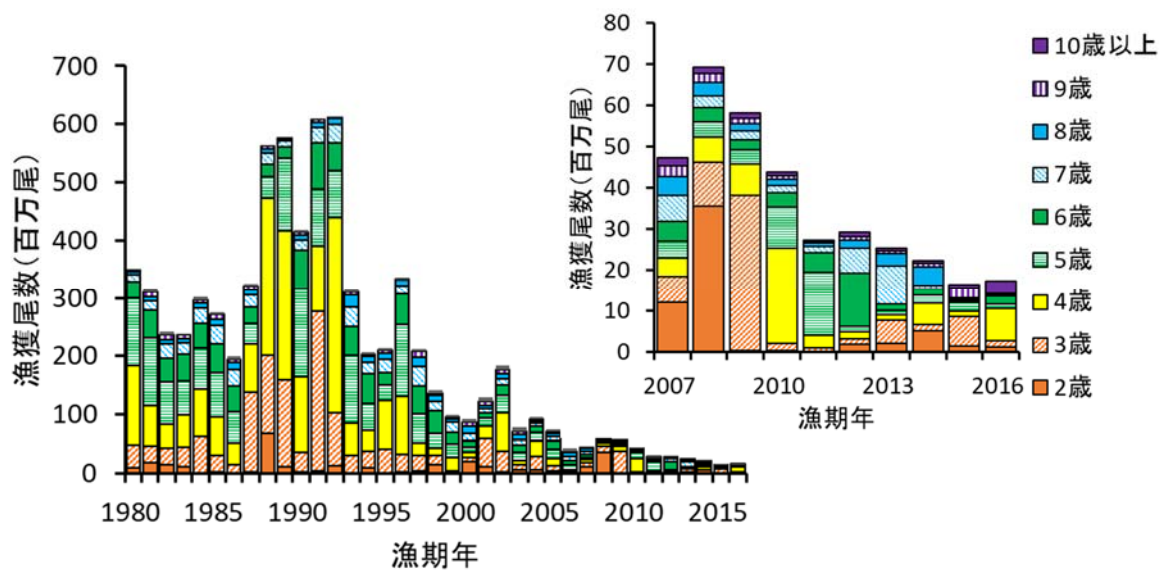


図 9. 年齢別漁獲尾数の推移 右上に 2007 年漁期以降を拡大した図を示す。

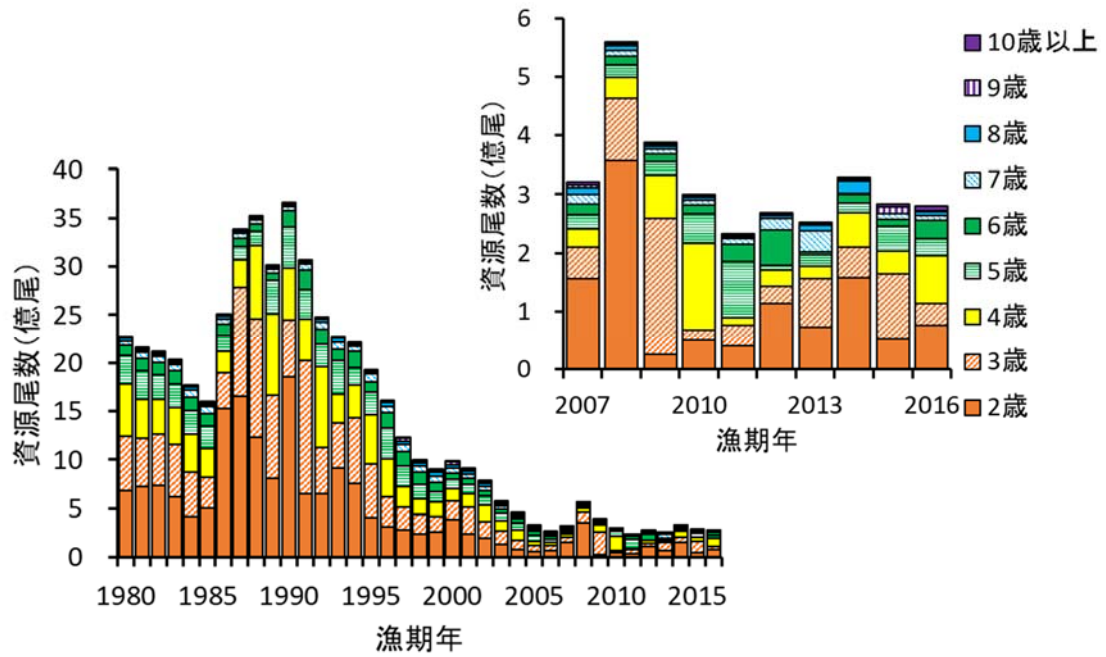


図 10. 年齢別資源尾数の推移 右上に 2007 年漁期以降を拡大した図を示す。

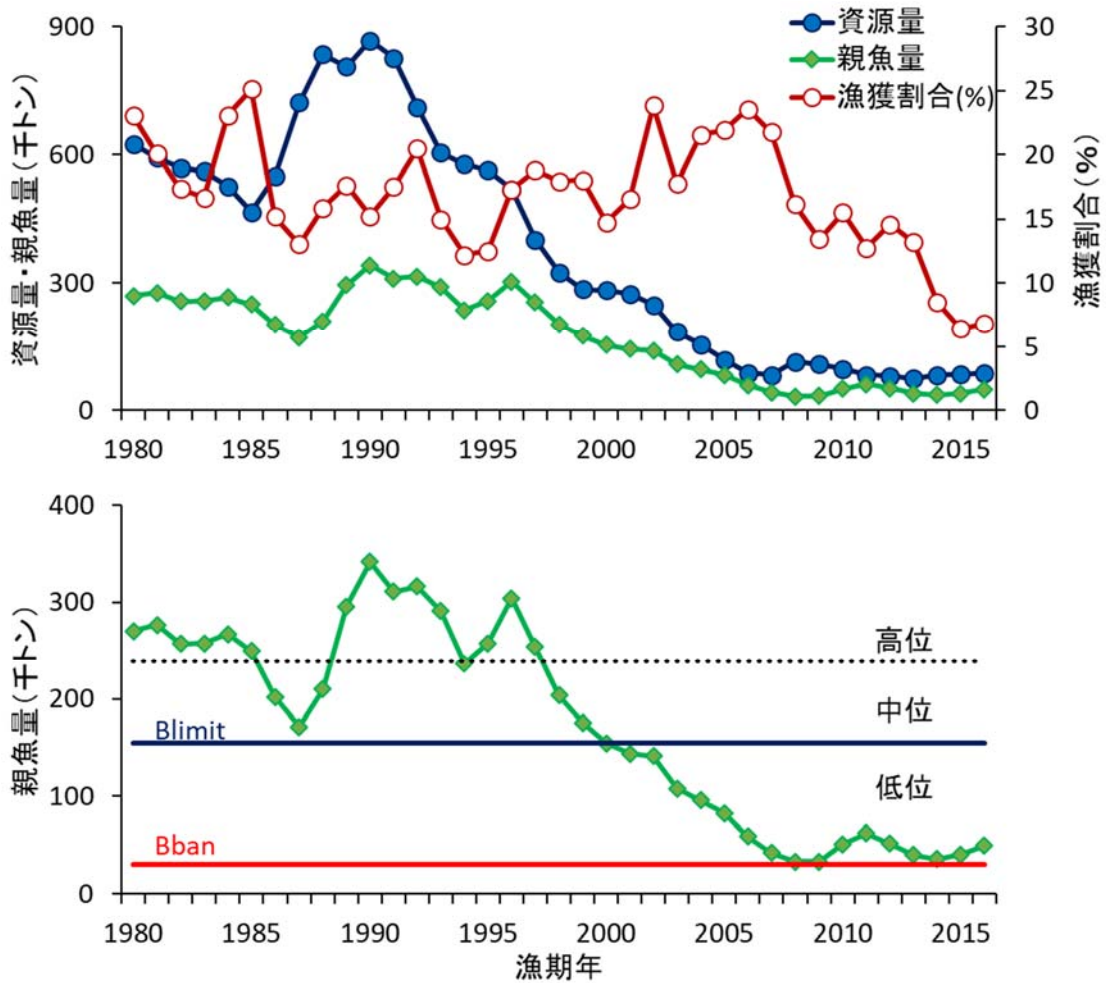


図 11. 資源量、親魚量と漁獲割合の推移 (上)、親魚量と水準区分、Blimit、Bban (下)

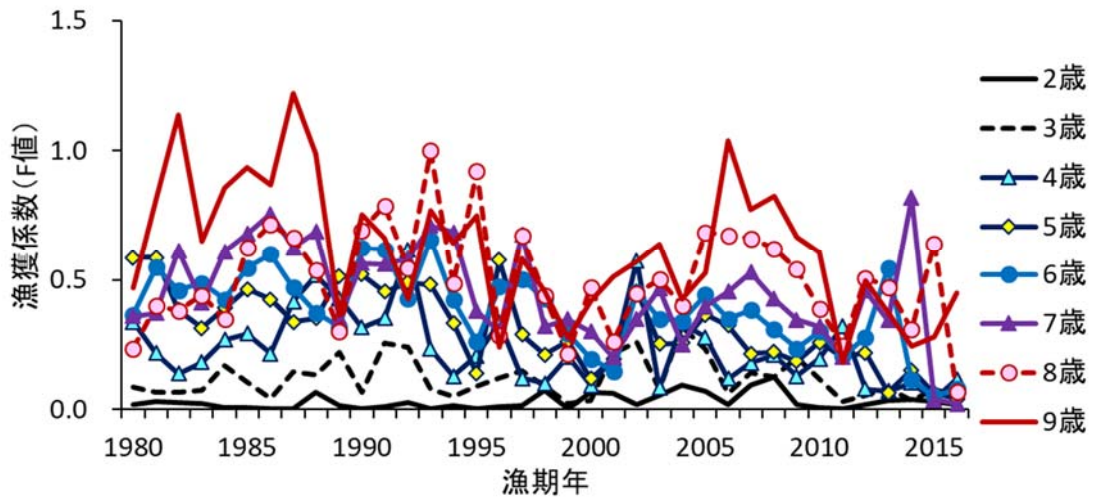


図 12. 各年齢の F の経年推移

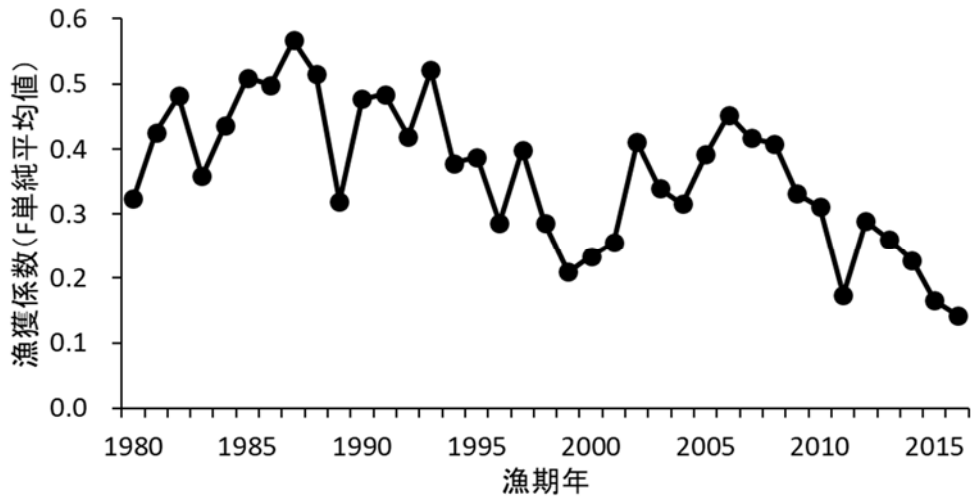


図 13. F の経年推移 F 値は各年齢の平均値。

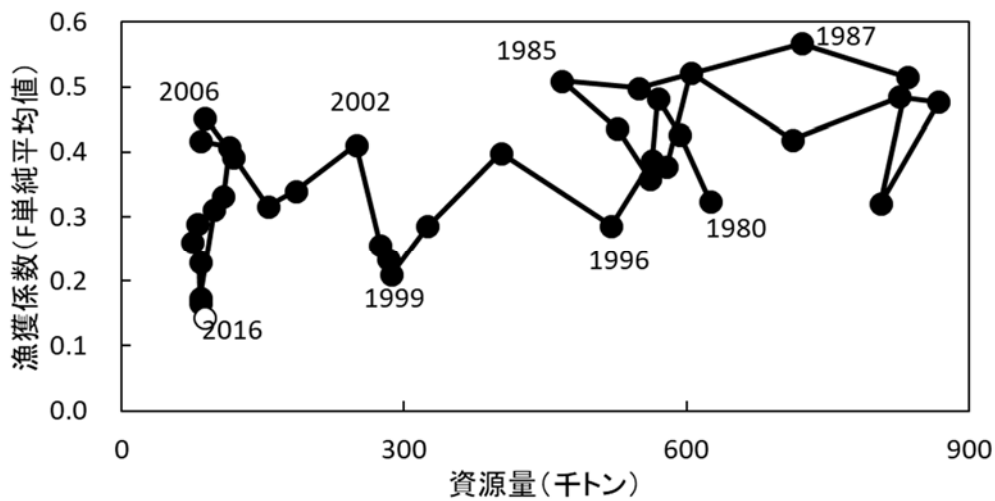


図 14. 資源量と F 値の関係 F 値は各年齢の平均値。

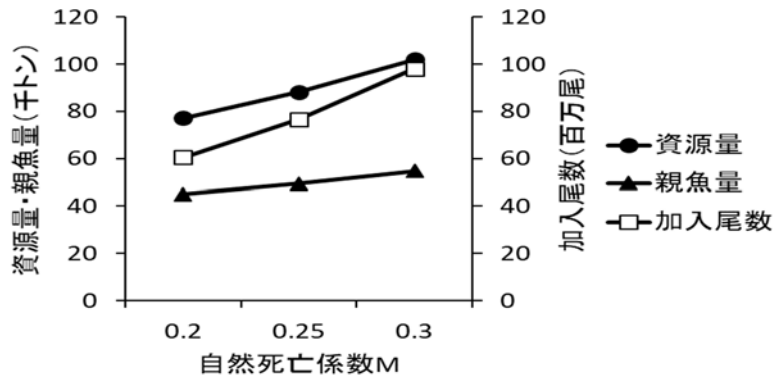


図 15. M の値を変化させた場合の 2016 年漁期の資源量、親魚量と加入量の変化
M は 3 歳以上の値。

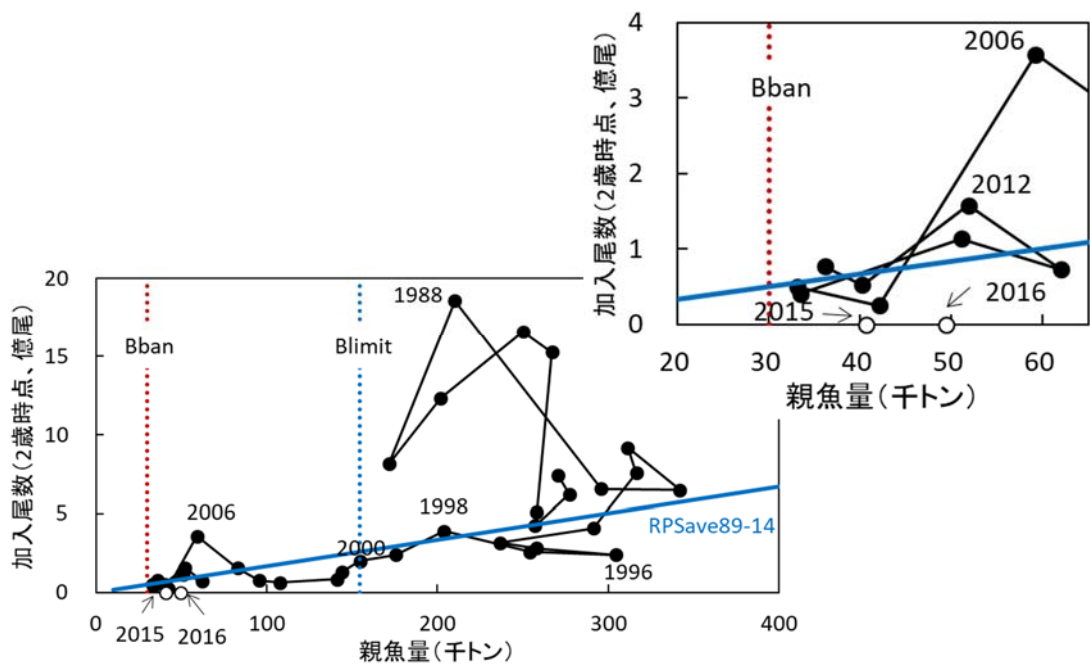


図 16. 親魚量と加入量の関係 右上に 2006 年級群以降の範囲を拡大した図を示す。2015、2016 年級群はまだ加入していないが親魚量は明らかになっているため、親魚量のみを○で示した。点線は Blimit (154 千トン) および Bban (30 千トン)。

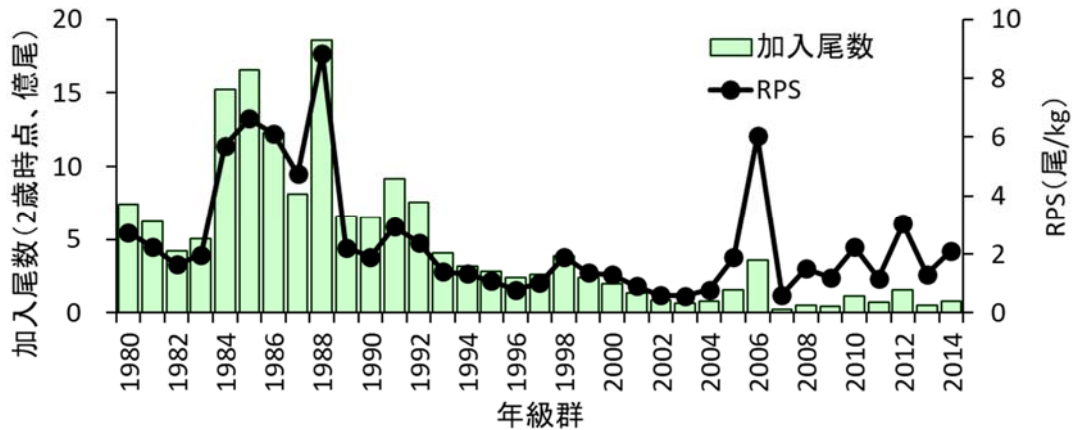


図 17. 加入量と再生産成功率の経年推移

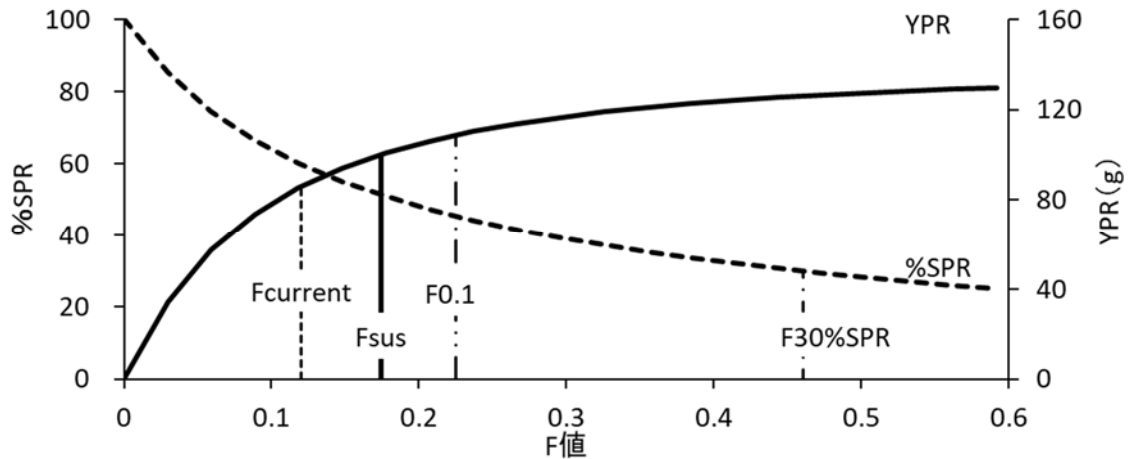


図 18. F に対する YPR と %SPR F 値は各年齢の平均値。

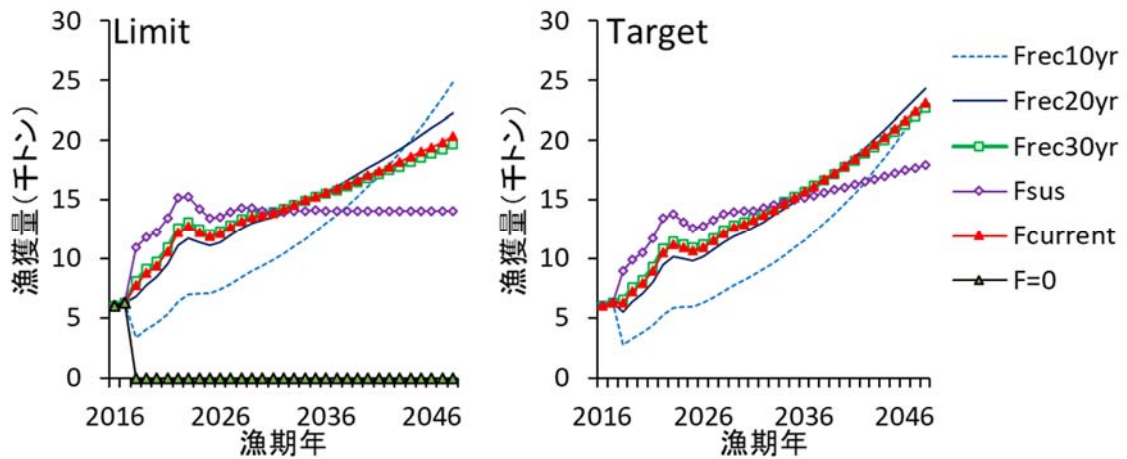


図 19. 各漁獲シナリオにおける 2016～2048 年漁期の漁獲量の点推定予測値（左：Limit、右：Target） 2019 年漁期以降の加入量は 1989～2014 年級群の再生産成功率の平均値と親魚量の積とし、2017 年漁期の漁獲量は 6.3 千トンとした。

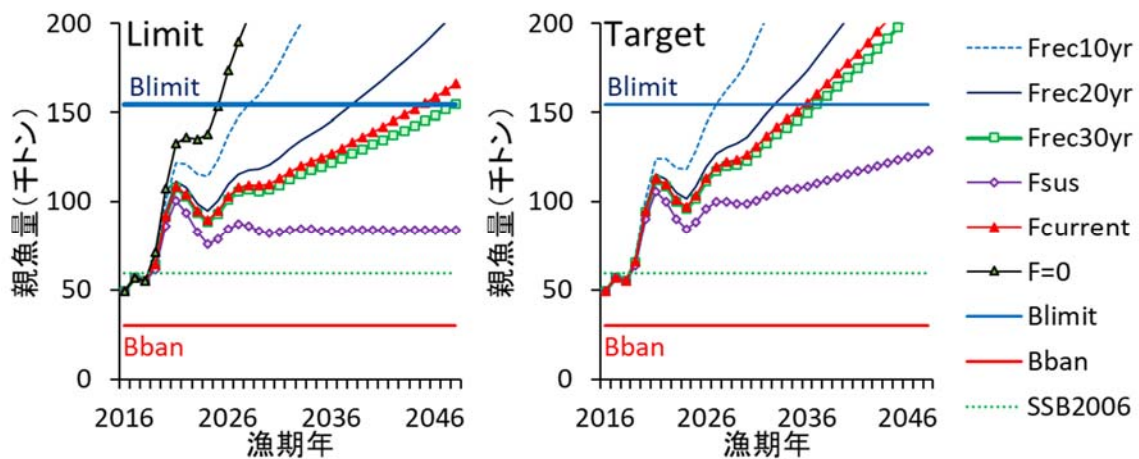


図 20. 各漁獲シナリオにおける 2016～2048 年漁期の親魚量の点推定予測値（左：Limit、右：Target） 2019 年漁期以降の加入量は 1989～2014 年級群の再生産成功率の平均値と親魚量の積とし、2017 年漁期の漁獲量は 6.3 千トンとした。

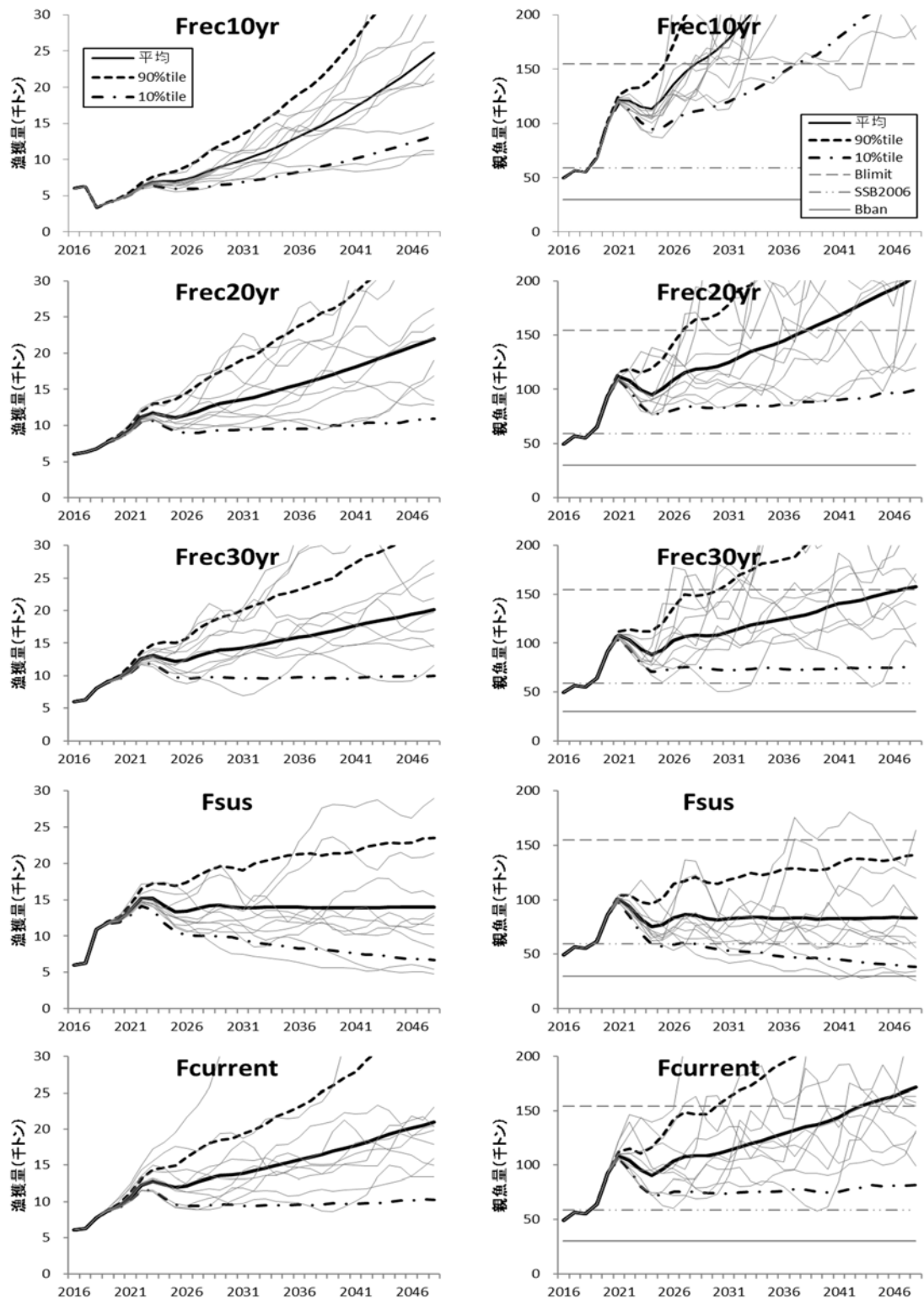


図 21. 加入量の不確実性に関する 1,000 回のシミュレーション結果 (左 ; 漁獲量、右 ; 親魚量) Frec10yr、Frec20yr、Frec30yr、Fsus、Fcurrent における平均、上下 10%値および各試行における値の変動例 (細線、10 試行分) を示す。2019 年漁期以降の加入量は重複を許してランダムに抽出した 1989~2014 年級群の再生産成功率と親魚量の積とし、2017 年漁期の漁獲量は TAC (6.3 千トン) とした。

表 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	6,038	6,038	-	5,964	3,387	2,577	-	74

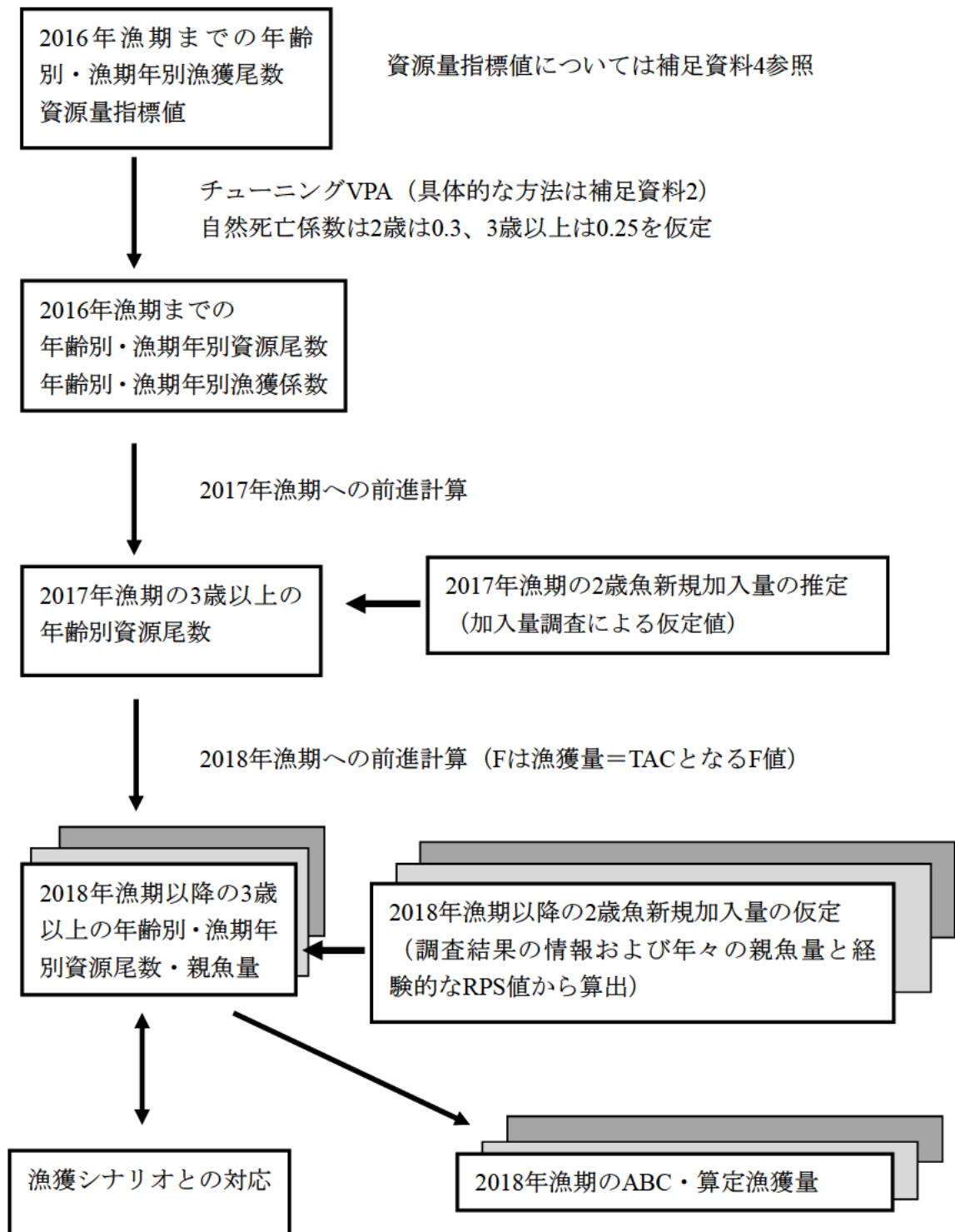
2002 年漁期以前の本州日本海北部は年計。2015、2016 年漁期は暫定値。

表 2. 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	835,017	210,110	1,858	15.9	8.84
1989	142,245	806,214	295,857	655	17.6	2.21
1990	132,251	867,858	341,743	648	15.2	1.90
1991	145,042	826,577	311,390	915	17.5	2.94
1992	146,028	712,366	316,382	757	20.5	2.39
1993	90,678	604,650	291,213	409	15.0	1.40
1994	70,734	578,935	236,621	315	12.2	1.33
1995	70,557	563,718	257,800	281	12.5	1.09
1996	90,154	520,102	304,506	240	17.3	0.79
1997	75,712	402,770	254,209	257	18.8	1.01
1998	58,447	325,121	203,669	389	18.0	1.91
1999	51,627	286,152	175,531	240	18.0	1.37
2000	41,847	283,102	154,488	198	14.8	1.28
2001	45,616	275,021	144,182	132	16.6	0.92
2002	59,359	248,968	141,128	83	23.8	0.59
2003	32,896	184,995	107,879	62	17.8	0.58
2004	33,492	155,190	95,801	76	21.6	0.79
2005	26,022	118,757	82,859	156	21.9	1.88
2006	20,873	88,526	59,181	358	23.6	6.04
2007	18,244	83,786	42,065	25	21.8	0.60
2008	18,516	114,532	33,151	50	16.2	1.50
2009	14,533	107,976	33,471	41	13.5	1.21
2010	15,187	97,919	51,016	114	15.5	2.23
2011	10,637	83,234	62,012	73	12.8	1.17
2012	11,813	80,840	51,849	158	14.6	3.04
2013	9,888	74,867	40,229	53	13.2	1.31
2014	7,085	83,465	36,121	77	8.5	2.12
2015	5,389	84,210	40,601	258	6.4	6.35
2016	6,038	88,088	49,371	258	6.9	5.22

漁獲量、資源量、漁獲割合、F の漁期年は、表 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。2015、2016 漁期年に発生した年級群は 2016 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、2 歳加入尾数と再生産成功率は仮定値である。

補足資料1 資源評価の流れ



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加えて求めた（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 歳は 0.3、3 歳以上は 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、毎年 10 月に道西日本海全域で実施されている親魚を対象とした音響資源調査の 1998～2016 年の結果（図 7、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スケトウダラ未成魚分布調査の 1 歳魚現存量（図 8、補足資料 4- (4)）に加え、今年度から新たにスケトウダラ仔稚魚分布調査の 0 歳魚現存量（図 8、補足資料 4- (3)）を用いた。ここで、スケトウダラ未成魚分布調査においては 2006 年以前と 2007 年以降では調査範囲などが異なるため、2007～2015 年（2006～2014 年級群）の値のみを用いた。直近年の F 値は、操業形態が過去から大きく変わってきており過去の選択率と同じであると仮定できなくなったことから、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最近年の年齢別の F 値を探索的に求めた。ただし、昨年度評価においては 2007 年級群の直近年の F 値が過大となったことから 2006 年級群と同じであると仮定したが、これには数理的な根拠があるものではなかったことから、本年度評価では新たにリッジ VPA (Okamura et al. 2017) の手法に基づきペナルティを課し、 F の推定に関する不安定性を軽減させた。将来予測における選択率は F の直近 5 年平均値（2012～2016 年漁期）の選択率とした。

将来の加入については、近年の平均的な再生産成功率（RPS1989～2014 年級群平均値）と親魚量の積として見積もることを基本とした。ただし 2017 年漁期（2015 年級）および 2018 年漁期（2016 年級）の加入量は、0～2 歳魚時点での現存尾数（補足資料 4- (3)～4- (5)）の推移から比較的良好な加入が見込まれるため、2008 年漁期（2006 年級）と 2014 年漁期（2012 年級）の加入量の平均であるとした（補足資料 7）。

具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松 (1999) を参照されたい。

1) 資源量の推定

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。

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

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

最近年の年齢別資源尾数 $N_{a,2016}$ は最近年の年齢別漁獲係数 $F_{a,2016}$ を用いて (4) 式より求めた。

$$N_{a,2016} = \frac{C_{a,2016} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,2016}))} \quad (4)$$

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。

ここで得られた漁期年別年齢別 F から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）を求めた。

最近年（2016 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。リッジ VPA は F の大きさに応じてペナルティを課すことで、 F の推定

に関する不安定性を軽減させる手法である。スケトウダラ漁期前調査（補足資料 4-（1））から得られた親魚現存量、スケトウダラ仔稚魚分布調査（補足資料 4-（3））から得られた 0 歳魚現存尾数、およびスケトウダラ未成魚分布調査（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。

$$(1 - \lambda) \times \sum_k \sum_y [W_k \times [\ln(I_{k,y}) - \ln(q_k N_y)]^2] + \lambda \times \sum_{a=2}^9 (F_{a,2016})^2 \quad (7)$$

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、 $F_{a,2016}$ は 2016 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 Y 年とすると (8) 式により求められる。

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

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。

F 値をペナルティとして与える場合、このペナルティが強くなりすぎると F を引き下げすぎることがレトロスペクティブ解析から示されている。これを回避するため、Okamura et al. (2017) では λ の値は F のレトロスペクティブバイアスを 0 とする値として推定されている。しかし本系群は年齢の組成数が 2～10 歳以上と多く、さらに将来予測を行う際には各年齢の F 値をもとにした年齢別の選択率が重要となる。このため、 λ については F の各年齢の平均値のレトロスペクティブバイアスではなく、(10) 式で求まる年齢別の F 値のレトロスペクティブ残差 (SSR) を最小とする値とした。

$$SSR = \sum_{i=1}^P \sum_{a=2}^9 \left(\frac{F_{a,Y-i}^{R_i} - F_{a,Y-i}}{F_{a,Y-i}} \right)^2 \quad (10)$$

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、加入量指標値のデータ数の制約から 3 年とした。 $F_{a,y-i}^R$ は i 年分のレトロスペクティブ計算の最終年の a 歳の F 、 $F_{a,y-i}$ は直近年（2016 年漁期）までのデータを用いた計算における 2016- i 年の a 歳の F である。また、 F の最大値は過去年の最高値から 1.5 に制限した。

ここから推定された λ は 0.46 である。 λ を与えない場合の SSR は 25.6 であったが、 $\lambda = 0.46$ の場合の SSR は 1.4 まで減少した。

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。

2) 将来予測

得られた資源量をもとに将来予測を行った。資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（(11) 式）を用いた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) \quad (11)$$

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

加入量は、2019 年漁期以降については近年の平均的な再生産成功率（RPS1989～2014 年級平均値）と親魚量の積として見積もった。ただし加入量は過去最高の 19 億尾を超えないものとした。また加入量調査（補足資料 4-（3）～4-（5）参照）から良い加入が見込まれる 2017 年漁期（2015 年級群）および 2018 年漁期（2016 年級群）については 2008 年漁期（2006 年級群）と 2014 年漁期（2012 年級群）の平均値とした。

将来予測における選択率には過去 5 年間（2012～2016 年漁期）の F の平均値の選択率を用いた。2017 年漁期の F は、この選択率の下で 2017 年漁期の TAC を与える F の値を探索的に求めた。2017 年漁期以降の漁獲量を計算する際には漁獲物の年齢別体重の 2012～2016 年漁期の平均値を用い（補足表 2-3）、資源量および親魚量の計算には資源の平均体重を用いた。

漁獲尾数は、上記で求めた資源尾数と各漁獲シナリオから仮定される F 値をもとに（12）式により求めた。

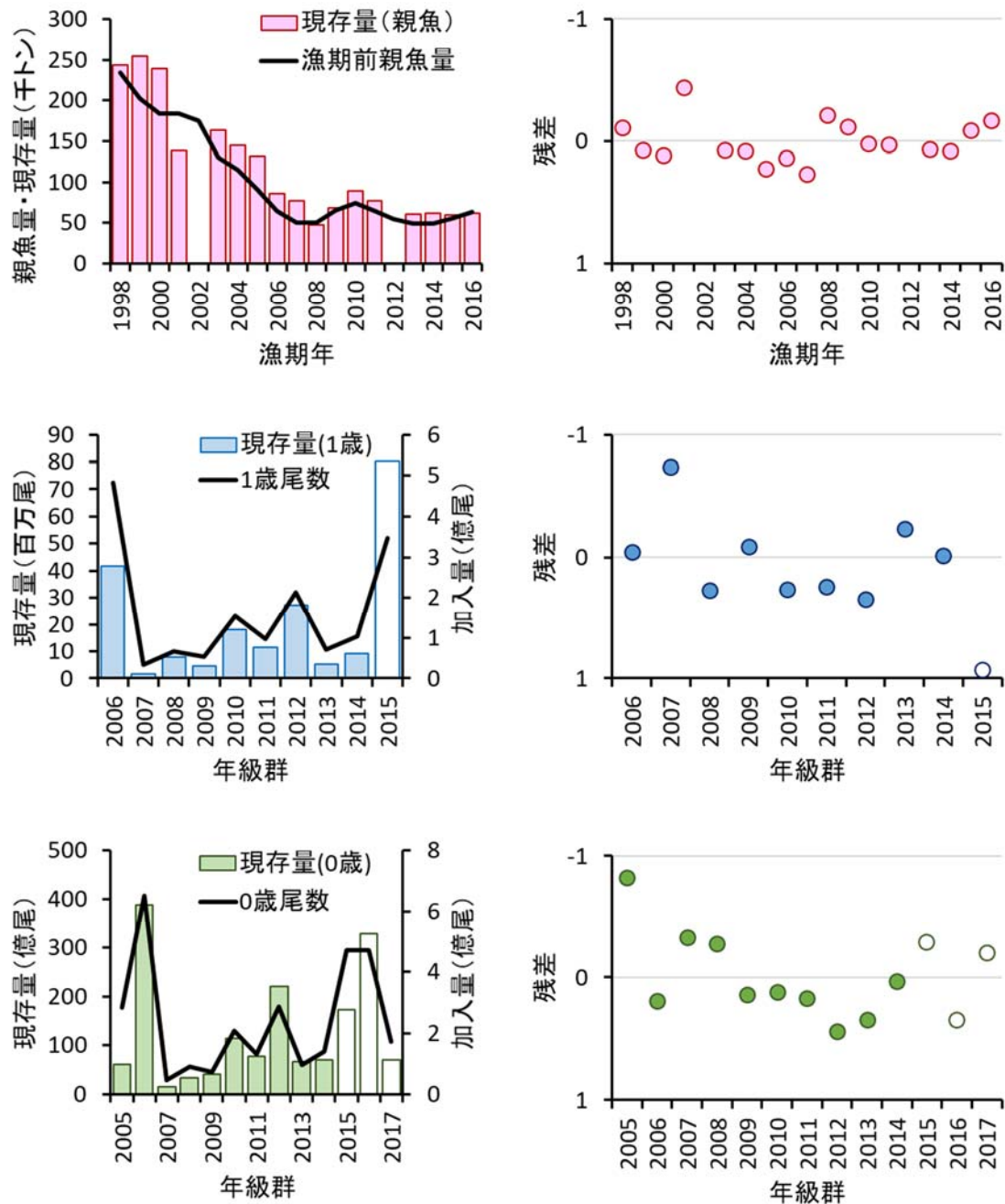
$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (12)$$

引用文献

平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, **20**, 9-28.

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.



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）
 上段はスケトウダラ漁期前調査の親魚現存量と 10 月時点での親魚量、中段はスケトウダラ未成魚分布調査の 1 歳魚現存量と 4 月時点の 1 歳魚資源尾数、下段はスケトウダラ仔稚魚分布調査の 0 歳魚現存量と 4 月時点の 0 歳魚資源尾数。2015 年級群以降の加入は仮定値であり、これらの加入量指標値はチューニングには用いていないため白抜きで示す。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)

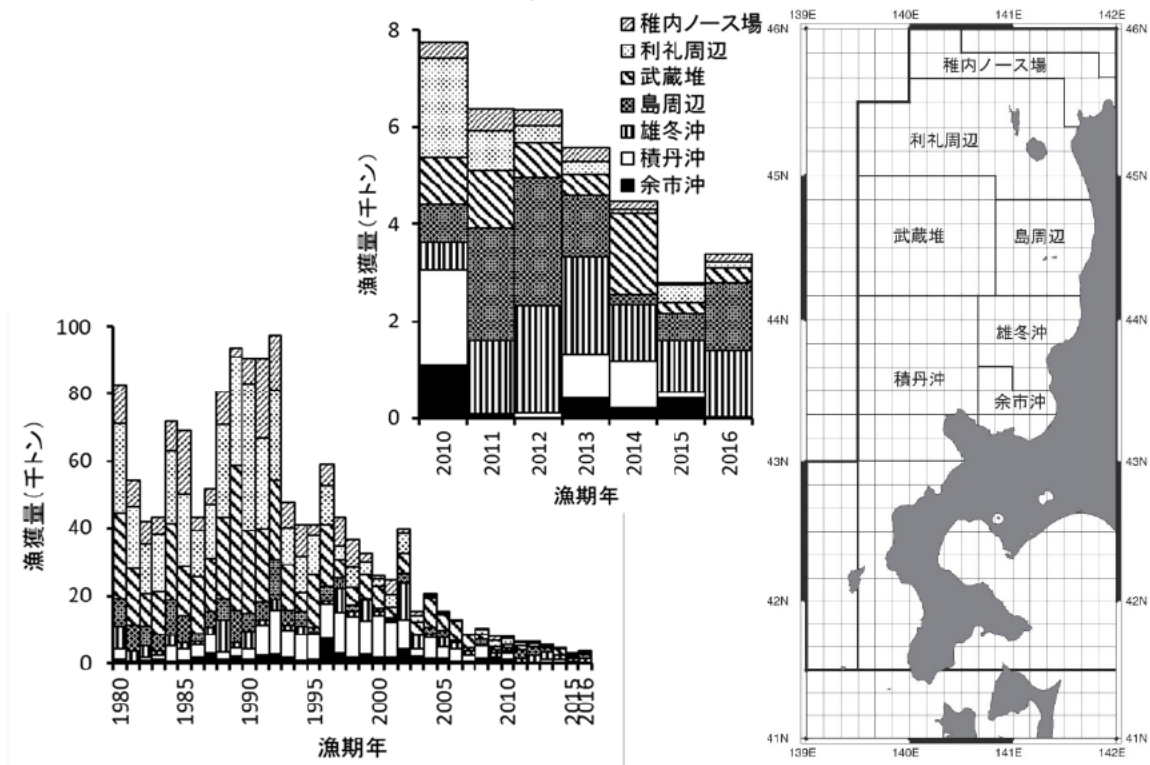
漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2012～2016平均
1歳	68	85	44		79	
2歳	123	129	76	80	125	106
3歳	250	224	218	171	202	213
4歳	276	315	285	322	266	293
5歳	312	359	345	443	371	366
6歳	375	405	419	511	487	440
7歳	488	453	457	514	538	490
8歳	585	552	491	600	551	556
9歳	607	650	600	571	592	604
10歳以上	762	756	689	721	587	703

補足資料3 漁業の詳細

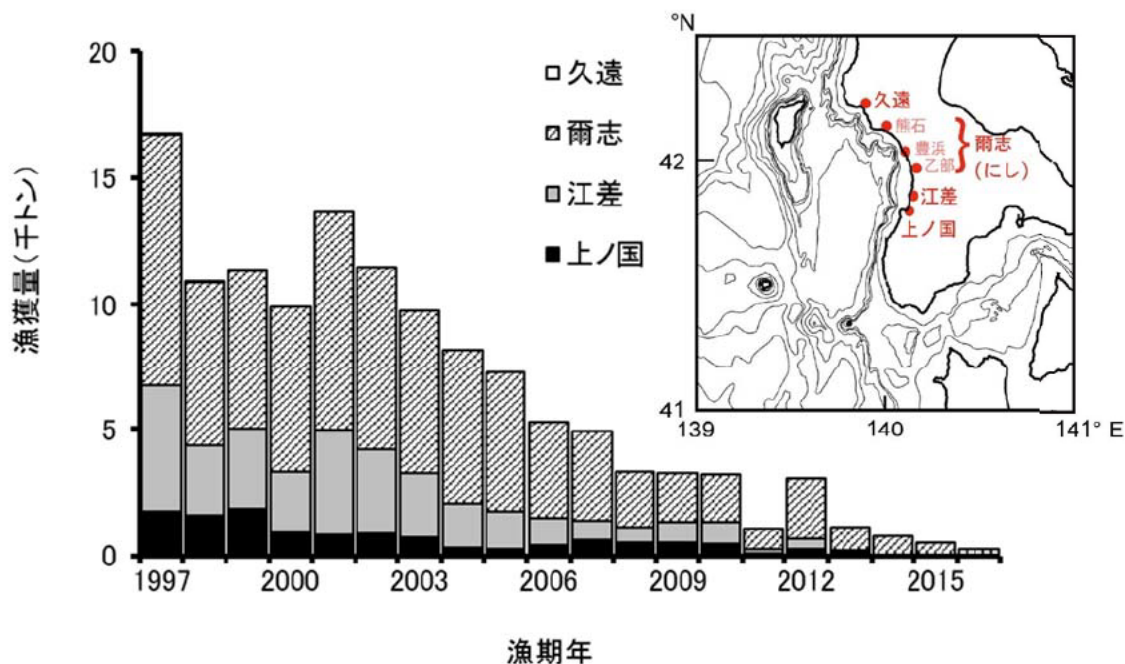
(1) 小海区・地区別の漁獲量

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た。2008 年漁期以降、沖底の漁獲量は TAC とほぼ等しくなっていたが、2014、2015 年漁期の漁獲量は TAC を大きく下回った。北水研が実施した漁業者聞き取り調査では、2015 年漁期は前年比半減となった TAC 枠を厳守するため強度に漁獲を抑制したことに加え、漁期後半に時化が多かったため漁獲量が TAC に達しなかったとの情報を得た。また 2015 年漁期以降は武蔵堆および積丹沖の漁獲が非常に少なくなっているが、これは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たことによるとの情報が寄せられており、2015 年漁期以降の操業状況は 2014 年漁期以前とは大きく異なる可能性が高い。

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も大きく、2016 年漁期は 2 割を下回っている。檜山沿岸 4 地区における 2016 年漁期の漁獲量は 2015 年漁期よりもさらに少ない 0.2 千トンであった。2015 年漁期以降には延縄操業終了後に刺し網による操業が行われているが、これを合わせた漁獲量も 0.4 千トンであり 2015 年漁期を下回っている。



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

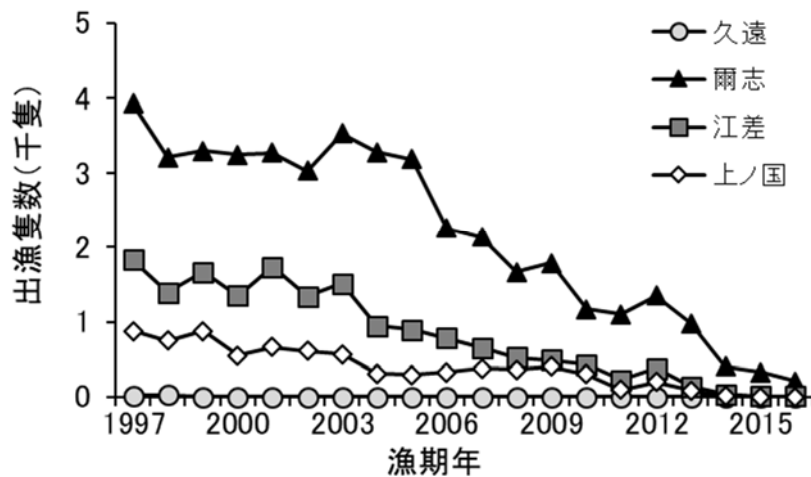
沖底における月別集計の操業種類別の漁獲量と努力量（スケトウダラ有漁獲曳網回数）を補足表 3-1 に示す。なお 2015 年漁期に全ての沖底船の操業許可が試験操業となったが、船の設備等に変更がないため 2014 年漁期に通常操業であったものは 2015 年漁期以降も通常操業として扱った。漁獲量と曳網回数はともに 1990 年代以降減少傾向で推移している。100 トン未満のかけまわし船の曳網回数は、1980 年代前半には 11 千～14 千網で推移していたが 1986 年漁期以降減少し、1998 年漁期に 1 千網を下回った。100 トン以上のかけまわし船の曳網回数は減船措置の影響もあって 2000 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減少傾向は同様である。

沿岸漁業のうち、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るが、特に漁獲の主体である爾志海区では 2006 年漁期以降大きく減少した。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年漁期は2015年漁期よりさらに減少して3隻となった。

檜山沿岸4地区における縄数補正前の出漁隻数に豊浜地区の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。2016年漁期の出漁隻数は2015年漁期の半量である52隻であり、1998年漁期（5,400隻）の1%を下回っている。



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

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（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

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（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

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

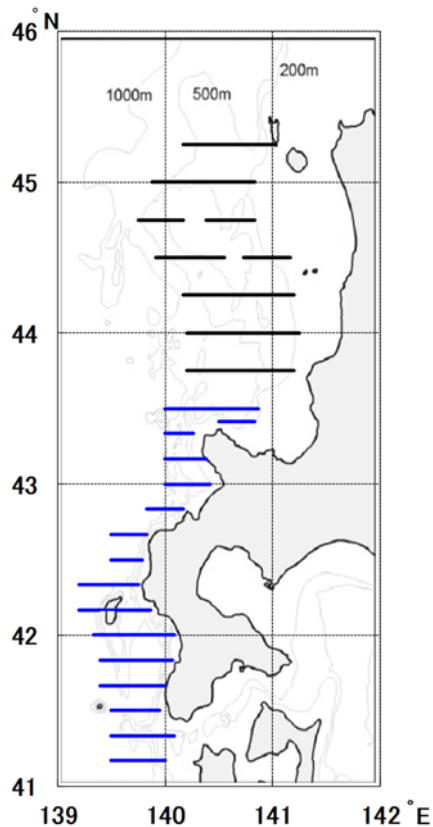
縄数補正後の努力量（出漁隻数）は、縄数補正前の努力量に補足表 3-3 に示した乙部豊浜地区の 1998 年漁期の 1 隻あたり使用縄数を 1 とした場合の使用縄数比を乗じて求めた。

補足資料 4 調査船調査の経過及び結果

(1) スケトウダラ漁期前調査（道総研稚内・中央・函館水試）：10月

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7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。

補足表 4-1. 漁期前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 2018）

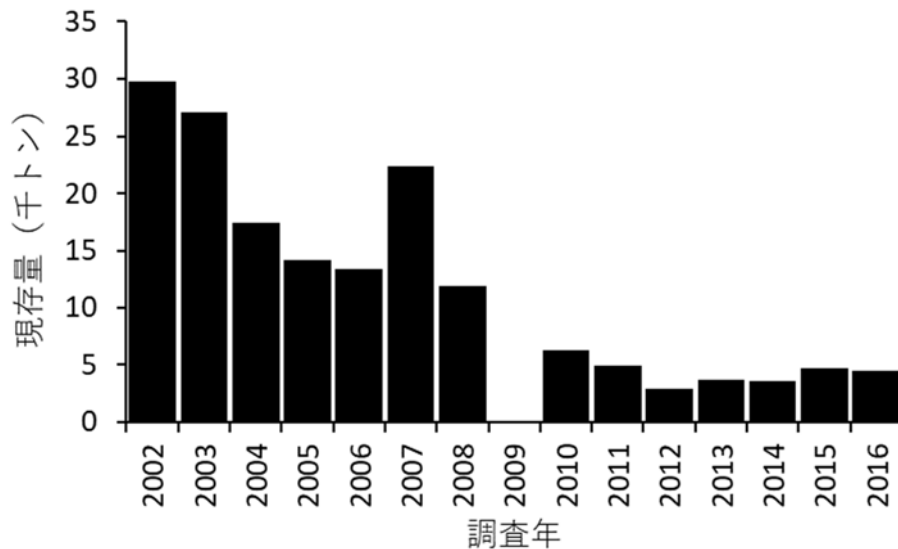


調査年	現存量 (トン)	調査年	現存量 (トン)
1998	243,745	2008	47,037
1999	254,470	2009	67,840
2000	239,238	2010	88,916
2001	137,923	2011	77,264
2002	95,823	2012	53,971
2003	163,874	2013	60,748
2004	144,515	2014	62,091
2005	131,948	2015	59,183
2006	85,818	2016	61,981
2007	76,630		

補足図 4-1. 漁期前調査における調査定線
北部海域は黒線、南部海域は
青線で示す。

(2) スケトウダラ漁期中調査（道総研函館水試）：12 月

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ったが、2013 年以降は 3 千～5 千トンの水準で推移している。

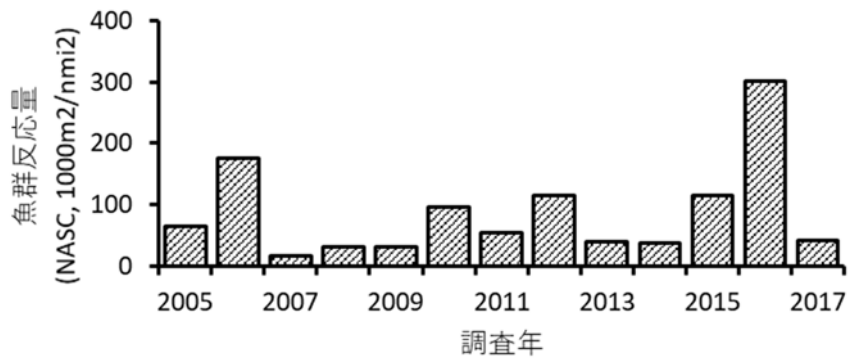


補足図 4-2. 漁期中調査における檜山海域の親魚の推定現存量（稚内・中央・函館水産試験場（2018）の図を改変）

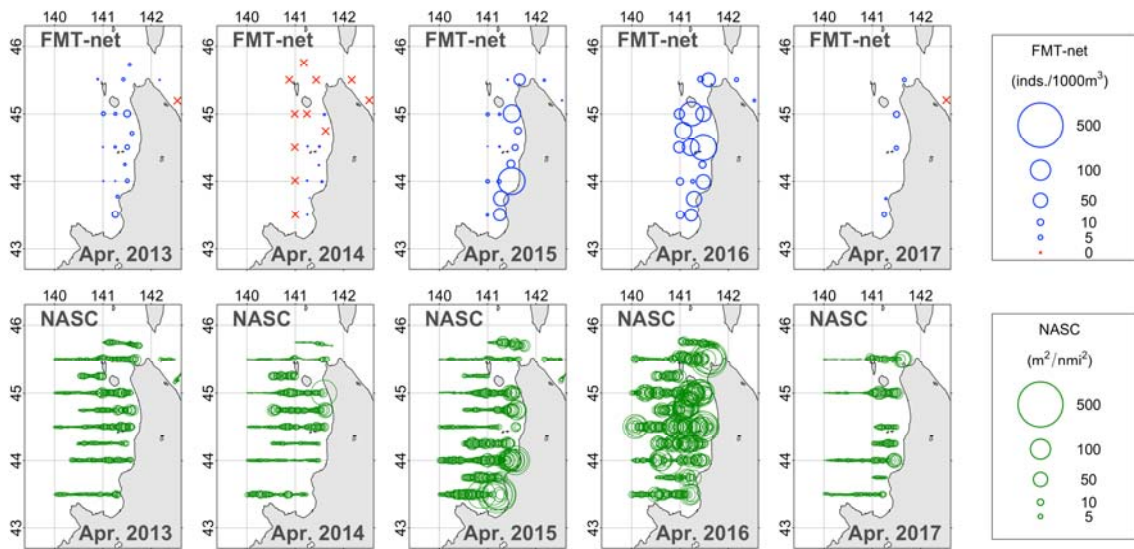
(3) スケトウダラ仔稚魚分布調査（道総研稚内・中央水試）：4 月

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スケトウダラ仔稚魚分布調査の結果を補足図 4-3、4-4 と補足表 4-2 および本資料の図 8 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（補足表 4-2）。2017 年級群の 0 歳魚の採集密度と魚群反応量は 2013 年級群程度である（補足図 4-3、4-4）。

なお、2005～2007 年には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。



補足図 4-3. 仔稚魚分布調査における魚群反応量（稚内水産試験場未発表資料）



補足図 4-4. 2013～2017 年の仔稚魚分布調査におけるフレームトロールによる 0 歳魚の採集密度（上）と魚群反応量（下）（稚内水産試験場未発表資料）

補足表 4-2. スケトウダラ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 2018)

調査年	現存尾数 (億尾)	調査年	現存尾数 (億尾)
2005	61	2011	77
2006	389	2012	220
2007	16	2013	67
2008	34	2014	71
2009	42	2015	173
2010	115	2016	328

(4) スケトウダラ未成魚分布調査（道総研稚内・中央水試）：8～9月

道総研稚内水産試験場および中央水産試験場が毎年 8 月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 8 に示す。

本調査では 0 歳魚が多く分布する陸棚上（水深 200m 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、2006、2012、2015 年級群の豊度が高い。2010、2011 年級群の豊度も比較的高く 2005 年級群前後である。一方、2007～2009、2013、2014 年級群の豊度は低い。

補足表 4-3. スケトウダラ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・中央・函館水産試験場（2017）および（2018）、稚内水産試験場未発表資料）

年級群	0歳	1歳	2歳
2005	33.4	15.4	21.6
2006	70.8	41.8	88.6
2007	0.0	1.5	1.2
2008	12.6	8.0	2.6
2009	12.9	4.5	1.8
2010	30.8	18.2	17.1
2011	23.8	11.4	2.3
2012	163.0	27.2	23.3
2013	10.4	5.1	11.7
2014	7.9	9.3	4.6
2015	165.7	80.3	—
2016	167.0	—	—

(5) すけとうだら音響調査（水研セ北水研）：5月

2005～2015 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。2005 年の調査では積丹半島以南、渡島半島西岸を含む北海道西岸日本海全域を調査対象とし、定線間隔を 20 海里とした。2006 年以降は、石狩湾以北の道西日本海北部海域のみを対象とし、調査定線

間隔を 10 海里とした。また 2006、2007 年調査では水深 350m 以浅の海域を、2008 年以降の調査では水深 800m 以浅の海域を調査した。2009 年は天候不良により北緯 44 度以南の 3 定線の沖側および石狩湾内の定線の調査は欠測した。2005 年と 2008 年以降は、同一定線上を昼夜それぞれ 1 回ずつ航走して魚探反応を収録したが、ここでは昼間航走の結果を示す。

本調査で推定された各年級群の現存量の多寡は、スケトウダラ仔稚魚分布調査（補足資料 4- (3)）およびスケトウダラ未成魚分布調査（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、直近の 2017 年級群（暫定値）も 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 2 歳時点での現存量（暫定値）は 2012 年級群とほぼ同じである一方、2016 年級群の 1 歳時点での現存量（暫定値）は 2010 年級をやや上回る程度である。ただし 2016 年級群に関しては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、この調査結果は過小評価である可能性が高いと考えられる。

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 *	—	—	—	—	—	—	—
2015	3,107.3	19.0	29.8 *	—	—	—	—	—	—	—	—
2016	11,495.8	2.2 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2017	1,008.1 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*2017 年調査分の現存量は暫定値。

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) まとめ

本系群を対象とした調査船調査としては、親魚を対象とした調査と加入前の仔稚魚・幼魚を対象とした調査の 2 種類が行われており、各種調査の結果については漁業とは独立した情報として年齢別の豊度推定に用いられている（補足資料 4- (1) ～4- (5)）。VPA のチューニングにはこれらの調査のうち、スケトウダラ漁期前調査（10 月）の親魚現存量推定値、スケトウダラ未成魚分布調査の 1 歳魚の現存量推定値に加え、今年度よりスケトウダラ仔稚魚分布調査の 0 歳魚の現存量推定値を用いている（補足資料 2）。

産卵親魚を対象とした調査（補足資料 4- (1)、4- (2)）から、親魚量は減少傾向にあり、2008 年漁期末（2009 年漁期初）に最低となったこと、その後、2006 年級群の加入によってやや回復したものの 2011 年漁期後半に再び減少し、以降はほぼ同程度で推移していると考えられる。仔稚魚および若齢魚を対象とした調査（補足資料 4- (3) ～4- (5)）からは、2006 年級群、2012 年級群および 2015、2016 年級群の豊度は比較的高いと考えられる。一方、2007 ～2009 年級群および 2011 年級群の豊度は低く、2017 年級群は 2013 および 2014 年級群程度の豊度であると見込まれる。

引用文献

- 板谷和彦・三宅博哉・和田昭彦・宮下和士 (2009) 北海道日本海・オホーツク海沿岸域におけるスケトウダラ仔稚魚の分布. 水産海洋研究, **73**, 80-89.
- 三宅博哉・板谷和彦・浅見大樹・嶋田宏・渡野邊雅道・武藤卓志・中谷敏邦 (2008) 卵分布からみた北海道西部日本海におけるスケトウダラ産卵場形成の現状. 水産海洋研究, **72**, 265-272.
- 稚内・中央・函館水産試験場 (2017) スケトウダラ（日本海）. 2016 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. <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/> (last accessed 28 June 2017).
- 稚内・中央・函館水産試験場 (2018) スケトウダラ（日本海）. 2017 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. <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>

補足資料 5 2016、2017 年漁期 ABC に関する各パラメータの当初算定値および再評価値

	2016年漁期			2017年漁期	
	当初 (2015年評価)	2016年再評価	2017年再評価	当初 (2016年評価)	2017年再評価
年齢別資源尾数(千尾)					
2歳	67,157	77,770	76,565	120,443	257,664
3歳	30,792	30,166	37,758	57,006	55,750
4歳	154,901	91,264	81,115	22,675	27,992
5歳	57,623	31,637	29,495	65,084	56,236
6歳	28,950	32,968	30,617	22,100	22,062
7歳	8,942	7,081	7,961	21,637	22,069
8歳	4,135	11,798	7,610	4,250	6,069
9歳	2,181	444	287	6,995	5,553
10歳以上	9,671	5,164	9,384	3,347	4,817
資源量(トン)	120,306	90,969	88,088	95,573	113,100
親魚量(トン)	66,521	51,430	49,371	58,162	56,771
RPSave(尾/kg)	1.82	1.70	1.68	1.70	1.68
算入期間	1989～2012	1989～2013	1989～2014	1989～2013	1989～2014
年齢別選択率					
2歳	0.03	0.04	0.08	0.04	0.08
3歳	0.13	0.13	0.16	0.13	0.16
4歳	0.32	0.33	0.22	0.33	0.22
5歳	0.39	0.41	0.29	0.41	0.29
6歳	0.58	0.64	0.58	0.64	0.58
7歳	0.77	0.98	0.91	0.98	0.91
8歳	0.98	1.02	1.09	1.02	1.09
9歳	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10歳以上	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flimit	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
ABC Limit(トン)	8,252	6,088	5,594	6,316	6,485
ABC Target(トン)	6,682	4,930	4,534	5,120	5,259
漁獲物の平均体重(g)					
2歳	132	120	125	120	106
3歳	232	219	202	219	213
4歳	290	299	266	299	293
5歳	349	364	371	364	366
6歳	422	435	487	435	440
7歳	496	493	538	493	490
8歳	565	565	551	565	556
9歳	605	609	592	609	604
10歳以上	732	732	587	732	703

2016、2017 年漁期 ABC の Flimit は $F_{rec30yr}$ 。Ftarget はともに $0.8 \times Flimit$ 。RPSave は将来の RPS の仮定値、算入期間は算出に用いた年級群を示す。漁獲物の体重としては、2016 年漁期 ABC の 2017 年再評価値には 2016 年漁期の漁獲物の体重を用い、これ以外については評価年の直近 5 年分の漁獲物平均体重を用いた。

補足資料 6 コホート解析および将来予測結果の詳細

(1) 資源解析結果 (1980～1991 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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

年齢別漁獲量(トン)												
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
2歳	1,291	2,465	1,987	1,573	206	391	69	368	9,153	1,425	442	599
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
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
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
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
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
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
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
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
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

年齢別漁獲係数												
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
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
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
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
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
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
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
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
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
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
単純平均	0.32	0.43	0.48	0.36	0.44	0.51	0.50	0.57	0.51	0.32	0.48	0.48

年齢別資源尾数 (千尾)												
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
2歳	684,227	722,105	741,035	621,134	422,469	506,829	1,525,662	1,658,493	1,233,069	813,715	1,858,231	655,262
3歳	561,518	498,602	519,135	536,227	450,054	311,650	372,958	1,129,799	1,226,278	854,760	593,672	1,373,774
4歳	533,063	402,471	363,598	378,974	388,932	296,499	218,694	278,395	760,983	837,132	534,564	433,394
5歳	297,803	296,547	252,425	247,100	246,439	231,625	172,397	137,550	143,028	353,553	425,352	303,733
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
7歳	45,734	55,775	58,086	63,165	64,260	71,847	58,595	48,473	42,822	40,995	44,428	68,745
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
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
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
計	2,275,433	2,157,764	2,115,560	2,026,935	1,766,660	1,600,471	2,509,044	3,379,028	3,515,307	3,008,142	3,659,959	3,066,265

年齢別資源量(トン)												
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
2歳	91,794	96,876	99,415	83,330	56,677	67,995	204,678	222,499	165,425	109,166	249,295	87,908
3歳	128,617	114,206	118,910	122,825	103,086	71,384	85,427	258,784	280,883	195,785	135,982	314,667
4歳	173,931	131,321	118,637	123,654	126,903	96,744	71,357	90,837	248,299	273,145	174,421	141,411
5歳	126,670	126,136	107,368	105,104	104,822	98,521	73,329	58,507	60,837	150,383	180,923	129,192
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
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
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
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
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
計	625,355	593,173	569,662	561,521	526,554	467,476	549,703	722,398	835,017	806,214	867,858	826,577

年齢別親魚量(トン)												
漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
2歳	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
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
5歳	113,068	112,591	95,839	93,817	93,566	87,942	65,454	52,224	54,304	134,235	161,495	115,319
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
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
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
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
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
計	270,570	277,112	257,149	257,924	267,099	249,990	201,830	171,594	210,110	295,857	341,743	311,390

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。

(1：続き) 資源解析結果 (1992～2003 年漁期)

年齢別漁獲尾数(千尾)												
漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	12,996	367	9,582	179	2,640	3,436	14,741	276	20,593	11,887	3,197	5,668
3歳	90,025	30,345	28,116	41,788	29,808	27,998	15,561	3,132	5,760	46,350	33,982	9,404
4歳	337,004	54,011	35,616	82,655	98,949	20,910	12,920	23,565	9,688	22,589	65,402	7,048
5歳	80,962	117,511	45,571	26,127	123,270	48,222	24,210	22,268	9,082	13,970	29,489	14,640
6歳	46,018	48,203	50,944	20,566	52,540	48,617	39,212	20,374	10,239	7,774	18,308	11,681
7歳	32,187	34,309	20,058	23,786	13,962	33,191	15,837	16,782	12,130	6,762	11,231	9,329
8歳	11,320	20,028	9,927	9,556	10,009	15,280	9,506	6,320	11,881	6,200	8,526	8,292
9歳	2,135	6,535	4,315	6,538	1,049	10,445	4,540	3,226	7,051	6,144	7,056	5,570
10歳以上	1,822	3,111	3,076	3,365	1,471	3,208	4,903	3,066	5,285	7,425	6,915	6,665
計	614,470	314,419	207,205	214,560	333,697	211,308	141,429	99,008	91,708	129,099	184,106	78,298

年齢別漁獲量(トン)												
漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	1,744	49	1,286	24	354	461	1,978	37	2,763	1,595	429	760
3歳	20,620	6,951	6,440	9,572	6,828	6,413	3,564	717	1,319	10,617	7,784	2,154
4歳	109,960	17,623	11,621	26,969	32,286	6,823	4,216	7,689	3,161	7,370	21,340	2,300
5歳	34,437	49,983	19,383	11,113	52,433	20,511	10,298	9,472	3,863	5,942	12,543	6,227
6歳	22,324	23,384	24,713	9,977	25,487	23,585	19,022	9,884	4,967	3,771	8,882	5,667
7歳	17,531	18,687	10,925	12,955	7,604	18,077	8,626	9,140	6,606	3,683	6,117	5,081
8歳	6,457	11,424	5,662	5,451	5,709	8,716	5,422	3,605	6,777	3,536	4,863	4,730
9歳	1,234	3,776	2,493	3,777	606	6,035	2,623	1,864	4,074	3,550	4,077	3,219
10歳以上	1,254	2,142	2,118	2,317	1,013	2,209	3,375	2,111	3,639	5,112	4,760	4,589
計	215,561	134,017	84,641	82,155	132,320	92,830	59,123	44,518	37,168	45,175	70,794	34,726

年齢別漁獲係数												
漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.00	0.06	0.06	0.02	0.05
3歳	0.24	0.08	0.05	0.09	0.12	0.15	0.09	0.02	0.03	0.22	0.26	0.08
4歳	0.62	0.23	0.13	0.21	0.34	0.12	0.10	0.20	0.09	0.20	0.57	0.08
5歳	0.49	0.48	0.33	0.14	0.58	0.29	0.21	0.26	0.12	0.20	0.46	0.25
6歳	0.43	0.66	0.42	0.26	0.47	0.50	0.43	0.29	0.19	0.15	0.45	0.35
7歳	0.58	0.71	0.68	0.38	0.30	0.68	0.32	0.35	0.30	0.20	0.35	0.47
8歳	0.54	1.00	0.48	0.92	0.29	0.67	0.44	0.21	0.47	0.26	0.45	0.50
9歳	0.43	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27	0.42	0.51	0.57	0.64
10歳以上	0.43	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27	0.42	0.51	0.57	0.64
単純平均	0.42	0.52	0.38	0.39	0.29	0.40	0.29	0.21	0.23	0.26	0.41	0.34

年齢別資源尾数(千尾)												
漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	648,346	915,478	756,581	408,514	315,032	281,263	239,613	256,627	389,192	240,392	198,474	132,051
3歳	481,586	469,121	677,887	552,242	302,480	231,109	205,407	164,822	189,876	270,596	167,855	144,281
4歳	829,348	295,613	338,572	503,127	393,209	209,267	155,279	146,238	125,599	142,793	169,837	100,737
5歳	237,452	348,492	182,559	232,250	318,893	218,909	144,524	109,530	93,095	89,267	91,273	74,552
6歳	150,345	113,479	167,702	101,961	157,819	139,569	127,931	91,190	65,651	64,488	57,193	45,059
7歳	82,611	76,478	45,839	85,649	61,258	76,544	65,792	65,029	53,039	42,093	43,363	28,385
8歳	30,544	35,933	29,283	17,998	45,712	35,387	30,322	37,262	35,834	30,602	26,815	23,860
9歳	6,969	13,797	10,310	14,046	5,583	26,768	14,075	15,226	23,443	17,423	18,362	13,360
10歳以上	5,948	6,568	7,349	7,230	7,830	8,222	15,201	14,467	17,572	21,056	17,994	15,985
計	2,473,150	2,274,959	2,216,083	1,923,015	1,607,817	1,227,037	998,143	900,391	993,301	918,710	791,164	578,269

年齢別資源量(トン)												
漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	86,980	122,818	101,501	54,805	42,264	37,733	32,146	34,428	52,213	32,250	26,627	17,716
3歳	110,309	107,454	155,272	126,493	69,284	52,936	47,049	37,753	43,492	61,981	38,448	33,048
4歳	270,605	96,455	110,472	164,164	128,299	68,281	50,665	47,716	40,981	46,591	55,416	32,869
5歳	101,000	148,230	77,651	98,787	135,641	93,113	61,473	46,588	39,598	37,970	38,823	31,711
6歳	72,934	55,050	81,354	49,462	76,560	67,706	62,060	44,237	31,848	31,284	27,745	21,859
7歳	44,994	41,654	24,966	46,649	33,364	41,690	35,834	35,418	28,888	22,926	23,618	15,460
8歳	17,422	20,496	16,703	10,266	26,074	20,185	17,296	21,254	20,440	17,456	15,295	13,610
9歳	4,027	7,972	5,957	8,115	3,226	15,466	8,132	8,797	13,545	10,067	10,609	7,719
10歳以上	4,095	4,522	5,059	4,978	5,391	5,661	10,466	9,960	12,098	14,496	12,388	11,005
計	712,366	604,650	578,935	563,718	520,102	402,770	325,121	286,152	283,102	275,021	248,968	184,995

年齢別親魚量(トン)												
漁期年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	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
4歳	83,485	29,757	34,082	50,646	39,582	21,065	15,631	14,721	12,643	14,374	17,096	10,140
5歳	90,154	132,313	69,313	88,179	121,075	83,114	54,872	41,586	35,346	33,892	34,654	28,306
6歳	72,204	54,499	80,540	48,967	75,794	67,029	61,440	43,795	31,529	30,971	27,467	21,640
7歳	44,994	41,654	24,966	46,649	33,364	41,690	35,834	35,418	28,888	22,926	23,618	15,460
8歳	17,422	20,496	16,703	10,266	26,074	20,185	17,296	21,254	20,440	17,456	15,295	13,610
9歳	4,027	7,972	5,957	8,115	3,226	15,466	8,132	8,797	13,545	10,067	10,609	7,719
10歳以上	4,095	4,522	5,059	4,978	5,391	5,661	10,466	9,960	12,098	14,496	12,388	11,005
計	316,382	291,213	236,621	257,800	304,506	254,209	203,669	175,531	154,488	144,182	141,128	107,879

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。

(1: 続き) 資源解析結果 (2004～2016 年漁期)

年齢別漁獲尾数(千尾)													
漁期年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	6,205	3,641	1,254	12,078	35,501	391	240	70	1,761	2,076	5,216	1,350	1,128
3歳	22,429	10,173	2,215	6,320	10,720	37,725	1,815	956	1,407	5,566	1,543	7,246	1,602
4歳	25,841	11,231	3,368	4,556	6,174	7,636	23,342	3,099	1,810	1,299	5,118	1,234	7,860
5歳	14,369	15,710	7,563	4,085	3,561	3,486	9,911	15,301	1,251	1,102	1,992	2,225	1,031
6歳	11,533	13,727	8,168	4,915	3,513	2,355	3,477	4,877	13,044	1,676	1,384	462	2,012
7歳	4,832	7,224	7,012	6,277	2,841	2,224	1,901	1,416	6,117	9,192	1,002	320	148
8歳	4,044	6,583	5,655	4,616	3,247	1,743	1,350	856	1,962	3,090	4,642	292	423
9歳	3,452	2,625	3,362	2,471	2,150	1,430	862	369	942	719	865	2,437	91
10歳以上	3,695	4,300	4,990	1,924	1,642	1,126	953	281	994	730	542	962	2,984
計	96,400	75,214	43,587	47,242	69,348	58,116	43,850	27,224	29,287	25,451	22,304	16,528	17,279

年齢別漁獲量(トン)													
漁期年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	832	488	168	1,620	4,342	35	34	13	216	268	396	108	141
3歳	5,137	2,330	507	1,448	2,748	6,370	432	220	351	1,245	337	1,238	324
4歳	8,432	3,665	1,099	1,486	2,460	1,896	6,510	917	499	410	1,459	397	2,093
5歳	6,112	6,682	3,217	1,737	1,581	1,271	3,669	5,488	390	396	686	987	383
6歳	5,595	6,659	3,962	2,384	1,662	1,053	1,556	2,274	4,896	679	580	236	980
7歳	2,632	3,935	3,819	3,419	1,493	1,189	1,008	780	2,985	4,164	458	164	79
8歳	2,307	3,755	3,226	2,633	1,766	997	811	511	1,147	1,706	2,277	176	233
9歳	1,995	1,516	1,943	1,428	1,295	919	476	227	572	467	519	1,391	54
10歳以上	2,544	2,960	3,435	1,325	1,168	804	691	206	757	552	373	693	1,752
計	35,585	31,991	21,376	17,480	18,516	14,533	15,187	10,637	11,813	9,888	7,085	5,389	6,038

年齢別漁獲係数													
漁期年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	0.09	0.07	0.02	0.09	0.12	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02
3歳	0.32	0.23	0.06	0.14	0.12	0.20	0.12	0.03	0.05	0.08	0.03	0.08	0.05
4歳	0.33	0.28	0.12	0.18	0.21	0.13	0.20	0.32	0.08	0.07	0.10	0.04	0.12
5歳	0.26	0.36	0.32	0.21	0.22	0.18	0.26	0.20	0.22	0.06	0.15	0.06	0.04
6歳	0.34	0.44	0.35	0.38	0.31	0.23	0.30	0.21	0.28	0.55	0.11	0.05	0.08
7歳	0.25	0.40	0.45	0.53	0.43	0.35	0.32	0.20	0.46	0.34	0.82	0.04	0.02
8歳	0.40	0.69	0.67	0.66	0.62	0.54	0.39	0.24	0.51	0.47	0.31	0.64	0.07
9歳	0.43	0.53	1.04	0.77	0.82	0.67	0.61	0.18	0.50	0.37	0.24	0.28	0.45
10歳以上	0.43	0.53	1.04	0.77	0.82	0.67	0.61	0.18	0.50	0.37	0.24	0.28	0.45
単純平均	0.32	0.39	0.45	0.42	0.41	0.33	0.31	0.17	0.29	0.26	0.23	0.17	0.14

年齢別資源尾数(千尾)													
漁期年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	82,750	62,180	75,525	155,560	357,590	25,361	49,745	40,514	113,716	72,838	157,737	52,536	76,565
3歳	92,947	55,962	42,931	54,871	104,846	234,354	18,451	36,645	29,954	82,728	52,174	112,365	37,758
4歳	104,067	52,594	34,606	31,479	37,157	72,194	149,223	12,768	27,696	22,086	59,516	39,271	81,115
5歳	72,234	58,243	31,049	23,979	20,496	23,489	49,485	95,616	7,209	19,972	16,054	41,834	29,495
6歳	45,142	43,575	31,496	17,506	15,070	12,819	15,217	29,793	60,962	4,510	14,582	10,745	30,617
7歳	24,783	24,979	21,822	17,321	9,296	8,636	7,905	8,783	18,899	35,966	2,033	10,135	7,961
8歳	13,873	15,037	13,078	10,807	7,950	4,733	4,763	4,479	5,591	9,320	19,899	699	7,610
9歳	11,264	7,236	5,901	5,195	4,343	3,326	2,148	2,518	2,733	2,623	4,532	11,400	287
10歳以上	12,056	11,854	8,757	4,045	3,318	2,620	2,376	1,921	2,884	2,666	2,841	4,500	9,384
計	459,117	331,660	265,164	320,764	560,065	387,532	299,312	233,037	269,643	252,710	329,366	283,486	280,792

年齢別資源量(トン)													
漁期年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	11,101	8,342	10,132	20,870	47,973	3,402	6,674	5,435	15,256	9,772	21,162	7,048	10,272
3歳	21,290	12,818	9,833	12,568	24,015	53,679	4,226	8,394	6,861	18,949	11,951	25,738	8,649
4歳	33,956	17,161	11,291	10,271	12,124	23,556	48,689	4,166	9,037	7,206	19,419	12,814	26,467
5歳	30,725	24,774	13,206	10,199	8,718	9,991	21,049	40,670	3,066	8,495	6,829	17,794	12,546
6歳	21,899	21,138	15,279	8,492	7,311	6,219	7,382	14,453	29,573	2,188	7,074	5,213	14,853
7歳	13,498	13,605	11,885	9,434	5,063	4,704	4,306	4,784	10,293	19,589	1,107	5,520	4,336
8歳	7,913	8,577	7,460	6,164	4,535	2,700	2,717	2,555	3,189	5,316	11,350	399	4,341
9歳	6,508	4,181	3,409	3,001	2,509	1,922	1,241	1,455	1,579	1,516	2,618	6,587	166
10歳以上	8,300	8,161	6,029	2,785	2,284	1,804	1,635	1,323	1,985	1,836	1,956	3,098	6,460
計	155,190	118,757	88,526	83,786	114,532	107,976	97,919	83,234	80,840	74,867	83,465	84,210	88,088

年齢別親魚量(トン)													
漁期年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
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	10,476	5,294	3,484	3,169	3,740	7,267	15,021	1,285	2,788	2,223	5,991	3,953	8,165
5歳	27,425	22,113	11,788	9,104	7,782	8,918	18,788	36,303	2,737	7,583	6,095	15,883	11,199
6歳	21,680	20,927	15,126	8,408	7,238	6,157	7,308	14,308	29,278	2,166	7,003	5,160	14,704
7歳	13,498	13,605	11,885	9,434	5,063	4,704	4,306	4,784	10,293	19,589	1,107	5,520	4,336
8歳	7,913	8,577	7,460	6,164	4,535	2,700	2,717	2,555	3,189	5,316	11,350	399	4,341
9歳	6,508	4,181	3,409	3,001	2,509	1,922	1,241	1,455	1,579	1,516	2,618	6,587	166
10歳以上	8,300	8,161	6,029	2,785	2,284	1,804	1,635	1,323	1,985	1,836	1,956	3,098	6,460
計	95,801	82,859	59,181	42,065	33,151	33,471	51,016	62,012	51,849	40,229	36,121	40,601	49,371

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。

(2) 2018 年漁期以降に Frec30yr で漁獲を行った場合の将来予測

年齢別漁獲尾数(千尾)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	3,372	3,523	1,302	1,265	1,470	2,097	2,475	2,364	2,142	2,021	2,127	2,315
3歳	1,570	5,527	5,524	2,041	1,983	2,305	3,289	3,881	3,706	3,359	3,169	3,334
4歳	1,071	1,680	5,655	5,652	2,088	2,029	2,359	3,365	3,971	3,792	3,437	3,242
5歳	2,865	1,109	1,662	5,594	5,590	2,066	2,007	2,333	3,328	3,928	3,751	3,399
6歳	2,164	4,219	1,560	2,338	7,873	7,868	2,907	2,825	3,284	4,684	5,528	5,279
7歳	3,291	2,370	4,411	1,631	2,445	8,231	8,225	3,039	2,953	3,432	4,897	5,779
8歳	1,059	2,592	1,779	3,310	1,224	1,834	6,177	6,172	2,281	2,216	2,576	3,675
9歳	900	639	1,490	1,022	1,902	704	1,054	3,550	3,547	1,311	1,274	1,480
10歳以上	781	1,112	1,103	1,634	1,673	2,253	1,862	1,838	3,394	4,373	3,581	3,059
計	17,072	22,771	24,485	24,487	26,250	29,387	30,355	29,366	28,606	29,116	30,338	31,562

年齢別漁獲量(トン)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	359	375	139	135	157	223	264	252	228	215	226	247
3歳	334	1,177	1,176	435	422	491	700	826	789	715	675	710
4歳	314	492	1,656	1,655	611	594	691	985	1,163	1,110	1,006	949
5歳	1,049	406	608	2,048	2,047	756	735	854	1,218	1,438	1,373	1,244
6歳	951	1,855	686	1,028	3,461	3,458	1,278	1,242	1,443	2,059	2,430	2,320
7歳	1,613	1,162	2,161	799	1,198	4,033	4,030	1,489	1,447	1,682	2,399	2,832
8歳	589	1,441	989	1,840	680	1,020	3,433	3,431	1,268	1,232	1,432	2,043
9歳	543	386	900	617	1,149	425	637	2,144	2,142	792	769	894
10歳以上	549	781	775	1,148	1,176	1,583	1,309	1,292	2,385	3,074	2,517	2,150
計	6,300	8,074	9,090	9,704	10,901	12,584	13,076	12,514	12,084	12,316	12,828	13,388

年齢別漁獲係数												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
3歳	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
4歳	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
5歳	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
6歳	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
7歳	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
8歳	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
9歳	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
10歳以上	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
単純平均	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13

年齢別資源尾数(千尾)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	257,664	257,664	95,206	92,511	107,531	153,403	181,029	172,869	156,678	147,816	155,535	169,324
3歳	55,750	187,979	187,850	69,410	67,445	78,395	111,839	131,979	126,030	114,226	107,765	113,392
4歳	27,992	42,033	141,520	141,423	52,255	50,776	59,020	84,198	99,361	94,882	85,995	81,131
5歳	56,236	20,854	31,253	105,225	105,153	38,854	37,754	43,883	62,604	73,878	70,548	63,941
6歳	22,062	41,269	15,263	22,873	77,013	76,959	28,436	27,631	32,117	45,819	54,070	51,633
7歳	22,069	15,272	28,417	10,510	15,750	53,029	52,993	19,581	19,026	22,115	31,550	37,232
8歳	6,069	14,283	9,802	18,239	6,746	10,109	34,036	34,012	12,567	12,212	14,194	20,250
9歳	5,553	3,792	8,836	6,064	11,284	4,173	6,254	21,056	21,042	7,775	7,555	8,781
10歳以上	4,817	6,594	6,543	9,690	9,925	13,362	11,047	10,900	20,133	25,941	21,242	18,142
計	458,212	589,740	524,690	475,944	453,100	479,061	522,408	546,110	549,560	544,664	548,454	563,825

年齢別資源量(トン)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	34,567	34,567	12,773	12,411	14,426	20,580	24,286	23,192	21,020	19,831	20,866	22,716
3歳	12,770	43,057	43,028	15,899	15,448	17,957	25,617	30,230	28,868	26,164	24,684	25,973
4歳	9,133	13,715	46,176	46,144	17,050	16,568	19,257	27,473	32,420	30,959	28,059	26,472
5歳	23,920	8,870	13,293	44,757	44,727	16,526	16,059	18,666	26,628	31,424	30,007	27,197
6歳	10,702	20,020	7,404	11,096	37,359	37,334	13,795	13,404	15,580	22,227	26,230	25,048
7歳	12,020	8,318	15,477	5,724	8,578	28,883	28,863	10,665	10,363	12,045	17,184	20,278
8歳	3,462	8,147	5,591	10,403	3,848	5,766	19,414	19,401	7,168	6,966	8,096	11,550
9歳	3,209	2,191	5,105	3,504	6,519	2,411	3,613	12,166	12,158	4,492	4,365	5,074
10歳以上	3,317	4,540	4,505	6,671	6,833	9,199	7,606	7,504	13,861	17,860	14,624	12,490
計	113,100	143,425	153,353	156,610	154,789	155,223	158,510	162,700	168,066	171,967	174,116	176,798

年齢別親魚量(トン)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	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
4歳	2,818	4,231	14,246	14,236	5,260	5,111	5,941	8,476	10,002	9,551	8,657	8,167
5歳	21,351	7,918	11,866	39,951	39,924	14,752	14,334	16,661	23,769	28,050	26,785	24,277
6歳	10,595	19,820	7,330	10,985	36,986	36,960	13,657	13,270	15,425	22,005	25,968	24,797
7歳	12,020	8,318	15,477	5,724	8,578	28,883	28,863	10,665	10,363	12,045	17,184	20,278
8歳	3,462	8,147	5,591	10,403	3,848	5,766	19,414	19,401	7,168	6,966	8,096	11,550
9歳	3,209	2,191	5,105	3,504	6,519	2,411	3,613	12,166	12,158	4,492	4,365	5,074
10歳以上	3,317	4,540	4,505	6,671	6,833	9,199	7,606	7,504	13,861	17,860	14,624	12,490
計	56,771	55,164	64,121	91,475	107,948	103,082	93,428	88,143	92,746	100,968	105,679	106,633

漁獲量は年齢別漁獲尾数と漁獲物の年齢別体重の 2012～2016 年漁期の平均値との積である。2017 年漁期漁獲量は TAC（6.3 千トン）として計算した。

(3) 2018 年漁期以降に F_{current} で漁獲を行った場合の将来予測

年齢別漁獲尾数(千尾)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	3,372	3,372	1,246	1,211	1,414	2,021	2,389	2,288	2,080	1,969	2,075	2,262
3歳	1,570	5,293	5,293	1,956	1,900	2,219	3,172	3,750	3,591	3,265	3,090	3,258
4歳	1,071	1,609	5,425	5,425	2,004	1,948	2,274	3,251	3,843	3,680	3,347	3,167
5歳	2,865	1,062	1,595	5,379	5,379	1,987	1,931	2,255	3,223	3,811	3,649	3,318
6歳	2,164	4,048	1,501	2,254	7,600	7,600	2,808	2,729	3,186	4,554	5,384	5,156
7歳	3,291	2,277	4,260	1,580	2,372	7,999	7,999	2,955	2,872	3,353	4,793	5,667
8歳	1,059	2,492	1,725	3,226	1,196	1,796	6,057	6,057	2,238	2,175	2,539	3,630
9歳	900	614	1,446	1,001	1,872	694	1,042	3,515	3,515	1,299	1,262	1,473
10歳以上	781	1,068	1,070	1,600	1,653	2,241	1,866	1,849	3,411	4,403	3,625	3,107
計	17,072	21,836	23,561	23,630	25,391	28,505	29,539	28,649	27,959	28,509	29,765	31,039

年齢別漁獲量(トン)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	359	359	133	129	151	215	254	244	222	210	221	241
3歳	334	1,127	1,127	416	405	472	675	799	765	695	658	694
4歳	314	471	1,588	1,588	587	570	666	952	1,125	1,078	980	927
5歳	1,049	389	584	1,969	1,969	728	707	825	1,180	1,395	1,336	1,215
6歳	951	1,779	660	991	3,341	3,341	1,234	1,199	1,400	2,002	2,367	2,266
7歳	1,613	1,116	2,087	774	1,162	3,919	3,919	1,448	1,407	1,643	2,349	2,777
8歳	589	1,385	959	1,793	665	999	3,367	3,367	1,244	1,209	1,411	2,018
9歳	543	371	873	604	1,130	419	629	2,122	2,122	784	762	890
10歳以上	549	751	752	1,124	1,162	1,575	1,312	1,300	2,397	3,095	2,548	2,184
計	6,300	7,748	8,763	9,389	10,572	12,239	12,764	12,256	11,862	12,110	12,632	13,211

年齢別漁獲係数												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
3歳	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
4歳	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
5歳	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
6歳	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
7歳	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
8歳	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
9歳	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
10歳以上	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
単純平均	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12

年齢別資源尾数(千尾)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	257,664	257,664	95,206	92,511	108,010	154,410	182,542	174,803	158,962	150,434	158,581	172,861
3歳	55,750	187,979	187,979	69,458	67,492	78,799	112,650	133,174	127,528	115,971	109,750	115,693
4歳	27,992	42,033	141,727	141,727	52,368	50,885	59,411	84,933	100,407	96,150	87,437	82,746
5歳	56,236	20,854	31,315	105,590	105,590	39,015	37,911	44,262	63,277	74,805	71,634	65,142
6歳	22,062	41,269	15,304	22,981	77,487	77,487	28,631	27,821	32,482	46,436	54,896	52,568
7歳	22,069	15,272	28,568	10,594	15,908	53,640	53,640	19,820	19,259	22,485	32,145	38,001
8歳	6,069	14,283	9,884	18,490	6,857	10,296	34,716	34,716	12,828	12,464	14,553	20,804
9歳	5,553	3,792	8,924	6,176	11,553	4,284	6,433	21,692	21,692	8,015	7,788	9,093
10歳以上	4,817	6,594	6,604	9,873	10,204	13,833	11,519	11,414	21,049	27,175	22,374	19,177
計	458,212	589,740	525,512	477,399	455,468	482,649	527,453	552,635	557,482	553,936	559,156	576,086

年齢別資源量(トン)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	34,567	34,567	12,773	12,411	14,490	20,715	24,489	23,451	21,326	20,182	21,275	23,191
3歳	12,770	43,057	43,057	15,910	15,459	18,049	25,803	30,504	29,211	26,564	25,139	26,500
4歳	9,133	13,715	46,244	46,244	17,087	16,603	19,385	27,712	32,761	31,373	28,529	26,999
5歳	23,920	8,870	13,320	44,913	44,913	16,595	16,125	18,827	26,915	31,818	30,469	27,708
6歳	10,702	20,020	7,424	11,148	37,590	37,590	13,889	13,496	15,757	22,526	26,630	25,501
7歳	12,020	8,318	15,560	5,770	8,664	29,215	29,215	10,795	10,489	12,247	17,508	20,697
8歳	3,462	8,147	5,638	10,546	3,911	5,873	19,802	19,802	7,317	7,110	8,301	11,867
9歳	3,209	2,191	5,156	3,568	6,675	2,475	3,717	12,533	12,533	4,631	4,500	5,254
10歳以上	3,317	4,540	4,546	6,797	7,025	9,524	7,930	7,858	14,491	18,709	15,404	13,203
計	113,100	143,425	153,718	157,307	155,814	156,639	160,356	164,979	170,801	175,159	177,754	180,920

年齢別親魚量(トン)												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2歳	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
4歳	2,818	4,231	14,267	14,267	5,271	5,122	5,980	8,550	10,107	9,679	8,802	8,329
5歳	21,351	7,918	11,890	40,090	40,090	14,813	14,394	16,805	24,025	28,402	27,198	24,733
6歳	10,595	19,820	7,350	11,037	37,214	37,214	13,750	13,361	15,600	22,301	26,364	25,246
7歳	12,020	8,318	15,560	5,770	8,664	29,215	29,215	10,795	10,489	12,247	17,508	20,697
8歳	3,462	8,147	5,638	10,546	3,911	5,873	19,802	19,802	7,317	7,110	8,301	11,867
9歳	3,209	2,191	5,156	3,568	6,675	2,475	3,717	12,533	12,533	4,631	4,500	5,254
10歳以上	3,317	4,540	4,546	6,797	7,025	9,524	7,930	7,858	14,491	18,709	15,404	13,203
計	56,771	55,164	64,407	92,075	108,850	104,236	94,789	89,704	94,562	103,078	108,075	109,329

漁獲量は年齢別漁獲尾数と漁獲物の年齢別体重の 2012～2016 年漁期の平均値との積である。2017 年漁期漁獲量は TAC（6.3 千トン）として計算した。

(4) F を変化させた場合の漁獲量、親魚量、資源量の将来予測（トン、2016～2026 年漁期）

漁獲量												
管理基準	F単純平均値	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
F=0	0 00	6,038	6,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frec10yr	Target	0 04	6,038	6,300	2,702	3,278	3,721	4,355	5,270	5,820	5,950	6,250
	Limit	0 05	6,038	6,300	3,359	4,038	4,548	5,295	6,371	6,983	7,045	7,370
Frec20yr	Target	0 08	6,038	6,300	5,469	6,385	7,019	8,038	9,492	10,159	9,989	10,165
	Limit	0 10	6,038	6,300	6,759	7,751	8,397	9,523	11,120	11,728	11,376	11,092
Fcurrent	Target	0 10	6,038	6,300	6,280	7,250	7,897	8,987	10,539	11,176	10,895	10,662
	Limit	0 12	6,038	6,300	7,748	8,763	9,389	10,572	12,239	12,764	12,256	11,862
Frec30yr	Target	0 10	6,038	6,300	6,548	7,531	8,178	9,289	10,867	11,489	11,168	10,907
	Limit	0 13	6,038	6,300	8,074	9,090	9,704	10,901	12,584	13,076	12,514	12,084
Fsus	Target	0 14	6,038	6,300	8,902	9,906	10,481	11,704	13,414	13,808	13,106	12,583
	Limit	0 17	6,038	6,300	10,923	11,812	12,231	13,470	15,168	15,262	14,208	13,463

親魚量												
管理基準	F単純平均値	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
F=0	0 00	49,371	56,771	55,164	71,251	107,317	132,816	136,404	134,779	138,081	153,315	173,335
Frec10yr	Target	0 04	49,371	56,771	55,164	68,855	101,788	123,878	124,062	118,990	118,432	128,901
	Limit	0 05	49,371	56,771	55,164	68,274	100,479	121,805	121,257	115,477	114,153	123,681
Frec20yr	Target	0 08	49,371	56,771	55,164	66,412	96,366	115,387	112,718	104,960	101,560	108,526
	Limit	0 10	49,371	56,771	55,164	65,276	93,918	111,639	107,827	99,062	94,644	100,344
Fcurrent	Target	0 10	49,371	56,771	55,164	65,697	94,821	113,016	109,615	101,208	97,148	103,294
	Limit	0 12	49,371	56,771	55,164	64,407	92,075	108,850	104,236	94,789	89,704	94,562
Frec30yr	Target	0 10	49,371	56,771	55,164	65,462	94,316	112,245	108,613	100,003	95,740	101,634
	Limit	0 13	49,371	56,771	55,164	64,121	91,475	107,948	103,082	93,428	88,143	92,746
Fsus	Target	0 14	49,371	56,771	55,164	63,394	89,962	105,688	100,210	90,061	84,308	88,308
	Limit	0 17	49,371	56,771	55,164	61,627	86,352	100,370	93,554	82,389	75,717	78,485

資源量												
管理基準	F単純平均値	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
F=0	0 00	88,088	113,100	143,425	162,351	174,755	182,657	195,257	212,813	232,601	255,344	277,408
Frec10yr	Target	0 04	88,088	113,100	143,425	159,353	168,478	172,724	180,619	192,466	205,731	220,994
	Limit	0 05	88,088	113,100	143,425	158,622	166,984	170,407	177,264	187,881	199,785	213,523
Frec20yr	Target	0 08	88,088	113,100	143,425	156,269	162,266	163,205	166,976	174,007	182,047	191,531
	Limit	0 10	88,088	113,100	143,425	154,826	159,442	158,974	161,031	166,121	172,139	179,444
Fcurrent	Target	0 10	88,088	113,100	143,425	155,363	160,486	160,531	163,210	169,000	175,741	183,821
	Limit	0 12	88,088	113,100	143,425	153,718	157,307	155,814	156,639	160,356	164,979	170,801
Frec30yr	Target	0 10	88,088	113,100	143,425	155,063	159,902	159,659	161,989	167,385	173,718	181,361
	Limit	0 13	88,088	113,100	143,425	153,353	156,610	154,789	155,223	158,510	162,700	168,066
Fsus	Target	0 14	88,088	113,100	143,425	152,423	154,848	152,216	151,687	153,922	157,070	161,344
	Limit	0 17	88,088	113,100	143,425	150,147	150,623	146,131	143,430	143,346	144,269	146,243

2017 年漁期以降の漁獲量は年齢別漁獲尾数と漁獲物の年齢別体重の 2012～2016 年漁期の
 平均値との積である。2017 年漁期漁獲量は TAC（6.3 千トン）として計算した。

(4: 続き) F を変化させた場合の漁獲量、親魚量、資源量の将来予測 (トン、2027～2037 年漁期)

漁獲量			2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
管理基準	F単純平均値												
F=0	0 00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frec10yr	Target	0 04	6,681	7,210	7,699	8,134	8,577	9,078	9,648	10,260	10,892	11,547	12,239
	Limit	0 05	7,851	8,439	8,965	9,418	9,877	10,402	11,003	11,645	12,301	12,975	13,682
Frec20yr	Target	0 08	10,717	11,369	11,881	12,259	12,636	13,101	13,657	14,240	14,809	15,371	15,950
	Limit	0 10	11,925	12,550	12,983	13,250	13,518	13,889	14,354	14,835	15,284	15,711	16,147
Fcurrent	Target	0 10	11,518	12,157	12,624	12,936	13,248	13,657	14,158	14,681	15,178	15,658	16,150
	Limit	0 12	12,632	13,211	13,560	13,725	13,895	14,179	14,560	14,948	15,292	15,603	15,920
Frec30yr	Target	0 10	11,751	12,383	12,831	13,119	13,407	13,794	14,276	14,776	15,247	15,697	16,158
	Limit	0 13	12,828	13,388	13,707	13,835	13,972	14,226	14,578	14,934	15,242	15,515	15,793
Fsus	Target	0 14	13,254	13,760	13,995	14,029	14,078	14,256	14,533	14,807	15,022	15,198	15,378
	Limit	0 17	13,924	14,267	14,276	14,073	13,914	13,911	14,007	14,083	14,083	14,038	14,002

親魚量			2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
管理基準	F単純平均値												
F=0	0 00		189,919	204,102	218,027	235,118	255,852	278,609	302,347	327,045	353,689	383,075	415,338
Frec10yr	Target	0 04	154,895	162,963	169,864	178,882	190,612	203,562	216,548	229,324	242,637	257,169	273,015
	Limit	0 05	147,593	154,488	160,076	167,620	177,734	188,957	200,078	210,821	221,898	233,980	247,166
Frec20yr	Target	0 08	126,768	130,534	132,700	136,473	142,514	149,425	155,945	161,732	167,431	173,697	180,649
	Limit	0 10	115,757	118,007	118,576	120,634	124,854	129,861	134,373	138,036	141,475	145,345	149,771
Fcurrent	Target	0 10	119,708	122,491	123,615	126,265	131,111	136,771	141,970	146,356	150,560	155,238	160,511
	Limit	0 12	108,075	109,329	108,879	109,867	112,957	116,790	120,075	122,456	124,552	127,017	129,980
Frec30yr	Target	0 10	117,482	119,963	120,772	123,085	127,575	132,862	137,670	141,643	145,410	149,626	154,414
	Limit	0 13	105,679	106,633	105,882	106,557	109,321	112,814	115,744	117,759	119,475	121,545	124,100
Fsus	Target	0 14	99,857	100,107	98,661	98,623	100,640	103,359	105,486	106,675	107,543	108,740	110,397
	Limit	0 17	87,143	85,975	83,201	81,838	82,474	83,759	84,407	84,111	83,493	83,193	83,331

資源量			2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
管理基準	F単純平均値												
F=0	0 00		298,200	321,897	348,685	378,591	410,846	445,135	481,976	521,945	565,559	612,987	664,297
Frec10yr	Target	0 04	247,466	261,532	277,356	294,889	313,388	332,469	352,429	373,630	396,371	420,651	446,364
	Limit	0 05	236,749	248,952	262,692	277,916	293,896	310,245	327,226	345,172	364,354	384,754	406,248
Frec20yr	Target	0 08	205,884	213,087	221,316	230,522	240,032	249,463	259,002	268,921	279,436	290,505	301,983
	Limit	0 10	189,367	194,136	199,733	206,120	212,659	218,972	225,217	231,647	238,458	245,607	252,950
Fcurrent	Target	0 10	195,311	200,935	207,453	214,821	222,389	229,777	237,152	244,774	252,845	261,321	270,059
	Limit	0 12	177,754	180,920	184,808	189,391	194,051	198,419	202,633	206,937	211,520	216,338	221,251
Frec30yr	Target	0 10	191,965	197,104	203,100	209,911	216,894	223,670	230,402	237,343	244,695	252,413	260,353
	Limit	0 13	174,116	176,798	180,177	184,225	188,333	192,133	195,759	199,453	203,399	207,557	211,786
Fsus	Target	0 14	165,245	166,790	168,977	171,784	174,619	177,120	179,409	181,721	184,240	186,923	189,636
	Limit	0 17	145,701	144,955	144,789	145,189	145,595	145,655	145,473	145,280	145,247	145,339	145,428

漁獲量は年齢別漁獲尾数と漁獲物の年齢別体重の2012～2016年漁期の平均値との積である。2017年漁期漁獲量はTAC(6.3千トン)として計算した。

(4: 続き) F を変化させた場合の漁獲量、親魚量、資源量の将来予測 (トン、2038～2048 年漁期)

漁獲量			2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
管理基準	F単純平均値												
F=0	0 00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frec10yr	Target	0 04	12,980	13,775	14,619	15,510	16,452	17,451	18,513	19,641	20,838	22,107	23,452
	Limit	0 05	14,439	15,247	16,101	16,998	17,941	18,935	19,987	21,100	22,274	23,513	24,819
Frec20yr	Target	0 08	16,570	17,228	17,913	18,617	19,343	20,095	20,881	21,702	22,554	23,438	24,355
	Limit	0 10	16,618	17,120	17,638	18,161	18,691	19,237	19,804	20,391	20,995	21,615	22,252
Fcurrent	Target	0 10	16,678	17,241	17,823	18,415	19,018	19,642	20,290	20,963	21,659	22,376	23,115
	Limit	0 12	16,270	16,646	17,031	17,413	17,794	18,184	18,588	19,005	19,432	19,865	20,306
Frec30yr	Target	0 10	16,655	17,183	17,730	18,283	18,846	19,426	20,029	20,654	21,298	21,961	22,642
	Limit	0 13	16,102	16,438	16,780	17,117	17,451	17,792	18,146	18,511	18,883	19,260	19,642
Fsus	Target	0 14	15,589	15,825	16,062	16,289	16,510	16,734	16,968	17,210	17,454	17,700	17,946
	Limit	0 17	14,002	14,024	14,040	14,041	14,030	14,022	14,022	14,027	14,031	14,031	14,029

親魚量			2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
管理基準	F単純平均値												
F=0	0 00		450,338	488,012	528,632	572,647	620,455	672,347	728,567	789,424	855,325	926,736	1,004,139
Frec10yr	Target	0 04	289,936	307,694	326,328	346,058	367,077	389,472	413,246	438,423	465,090	493,374	523,400
	Limit	0 05	261,207	275,846	291,093	307,140	324,164	342,231	361,322	381,433	402,619	424,974	448,591
Frec20yr	Target	0 08	188,023	195,526	203,113	210,933	219,132	227,751	236,738	246,041	255,663	265,649	276,042
	Limit	0 10	154,488	159,192	163,823	168,519	173,425	178,574	183,908	189,367	194,941	200,663	206,570
Fcurrent	Target	0 10	166,116	171,751	177,362	183,089	189,077	195,362	201,887	208,593	215,476	222,571	229,917
	Limit	0 12	133,173	136,287	139,259	142,223	145,321	148,589	151,965	155,383	158,830	162,338	165,939
Frec30yr	Target	0 10	159,510	164,610	169,658	174,793	180,157	185,788	191,626	197,612	203,738	210,039	216,552
	Limit	0 13	126,870	129,547	132,064	134,558	137,169	139,933	142,787	145,666	148,555	151,485	154,488
Fsus	Target	0 14	112,242	113,965	115,499	116,980	118,550	120,243	121,995	123,739	125,460	127,189	128,957
	Limit	0 17	83,624	83,767	83,701	83,562	83,495	83,526	83,592	83,624	83,609	83,578	83,563

資源量			2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
管理基準	F単純平均値												
F=0	0 00		719,763	779,792	844,870	915,451	991,953	1,074,828	1,164,592	1,261,842	1,367,226	1,481,425	1,605,168
Frec10yr	Target	0 04	473,537	502,296	532,825	565,265	599,708	636,240	674,970	716,046	759,627	805,872	854,938
	Limit	0 05	428,837	452,615	477,730	504,292	532,359	561,980	593,224	626,191	660,996	697,746	736,546
Frec20yr	Target	0 08	313,823	326,061	338,787	352,056	365,874	380,229	395,125	410,592	426,667	443,381	460,756
	Limit	0 10	260,427	268,061	275,926	284,064	292,470	301,123	310,011	319,148	328,556	338,251	348,238
Fcurrent	Target	0 10	279,000	288,174	297,656	307,495	317,687	328,214	339,069	350,270	361,843	373,807	386,173
	Limit	0 12	226,194	231,185	236,290	241,548	246,952	252,475	258,102	263,842	269,710	275,717	281,864
Frec30yr	Target	0 10	268,456	276,746	285,300	294,162	303,327	312,775	322,498	332,508	342,831	353,484	364,475
	Limit	0 13	216,021	220,279	224,624	229,095	233,683	238,361	243,114	247,949	252,881	257,919	263,064
Fsus	Target	0 14	192,311	194,962	197,652	200,417	203,249	206,121	209,015	211,936	214,898	217,911	220,972
	Limit	0 17	145,444	145,401	145,358	145,351	145,371	145,391	145,395	145,385	145,376	145,374	145,379

漁獲量は年齢別漁獲尾数と漁獲物の年齢別体重の2012～2016年漁期の平均値との積である。2017年漁期漁獲量はTAC(6.3千トン)として計算した。

(5) 加入量の不確実性に関するシミュレーションにおいて親魚量が 10、20、30 年後に Blimit へ回復する確率 (%)

管理シナリオ	Target/Limit	10年後 2028年漁期	20年後 2038年漁期	30年後 2048年漁期
親魚量の増大(10年間でBlimitへ回復) (Frec10yr)	Target	54	96	100
	Limit	41	92	99
親魚量の増大(20年間でBlimitへ回復) (Frec20yr)	Target	19	59	83
	Limit	14	41	60
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	17	47	71
	Limit	8	29	46
親魚量の増大(30年間でBlimitへ回復) (Frec30yr)	Target	15	46	68
	Limit	8	25	42
親魚量の維持(Fsus)	Target	6	14	25
	Limit	1	5	8

2019 年漁期以降の加入量は重複を許してランダムに抽出した 1989～2014 年級群の再生産成功率と親魚量の積とし、2017 年漁期の漁獲量は TAC (6.3 千トン) とした。

(6) 加入量の不確実性に関するシミュレーションにおいて親魚量が 10、20、30 年後に 2006 年漁期の親魚量へ回復する確率 (%)

管理シナリオ	Target/Limit	10年後 2028年漁期	20年後 2038年漁期	30年後 2048年漁期
親魚量の増大(10年間でBlimitへ回復) (Frec10yr)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	100
親魚量の増大(20年間でBlimitへ回復) (Frec20yr)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	99
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	100	100	100
	Limit	100	98	97
親魚量の増大(30年間でBlimitへ回復) (Frec30yr)	Target	100	100	100
	Limit	99	97	96
親魚量の維持(Fsus)	Target	98	92	91
	Limit	91	73	64

2019 年漁期以降の加入量は重複を許してランダムに抽出した 1989～2014 年級群の再生産成功率と親魚量の積とし、2017 年漁期の漁獲量は TAC (6.3 千トン) とした。

(7) 加入量の不確実性に関するシミュレーションにおいて親魚量が 10、20、30 年間に Bban を回避する確率 (%)

管理シナリオ	Target/Limit	10年後 2028年漁期	20年後 2038年漁期	30年後 2048年漁期
親魚量の増大(10年間でBlimitへ回復) (Frec10yr)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	100
親魚量の増大(20年間でBlimitへ回復) (Frec20yr)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	100
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	100
親魚量の増大(30年間でBlimitへ回復) (Frec30yr)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	100
親魚量の維持(Fsus)	Target	100	100	100
	Limit	100	100	95

2019 年漁期以降の加入量は重複を許してランダムに抽出した 1989～2014 年級群の再生産成功率と親魚量の積とし、2017 年漁期の漁獲量は TAC（6.3 千トン）とした。

補足資料 7 2015、2016 年級群の仮定について

本資源の将来予測において、将来の加入量として RPS の仮定値を親魚量に乗じた値を想定し計算を行っている。しかし、2015、2016 年級群は各種調査における 0 歳時点での現存量が多く、上記の推定から得られるよりも高い加入が推測された。このため、2015、2016 年級群の加入量としては昨年度評価において仮定値を使用することが妥当であると判断し、2015 年級群は 2010 年級群と、2016 年級群は 2006 年級群と等しいとした。本年度評価においてもこの 2 年級群に関しては仮定値を置くことが妥当と判断されるが、仮定される値に関しては最新の調査結果をもとに以下の修正を行い、両年級群共に 2006 年級群と 2012 年級群の平均値であるとした。

2015 年級群に関しては、昨年度評価時点では 2015 年調査のスケトウダラ仔稚魚分布調査およびすけとうだら音響調査における 0 歳魚現存量が、2010 年級群は上回るが 2012 年級群は下回る水準であったため、不確実性も考慮し 2010 年級群と等しいと仮定した。その後、2016 年調査において、スケトウダラ未成魚分布調査の 2015 年級群の 1 歳魚現存量は 2006 年級群を超える非常に高い値であると推定された（補足表 4-3）。また、すけとうだら音響調査における 2015 年級群の 1 歳魚現存量（2015 年調査）および 2 歳魚現存量（2016 年調査）は 2012 年級群をわずかに上回る値であった（補足表 4-4）。ここで本年度評価においては、最新の調査結果における 2015 年級群の豊度がいずれも 2012 年級群を越えていたため、2015 年級群の仮定値についても上方修正が妥当と考えられた。ただし、これらの調査結果のうち生物的な特性から数値に定量的な信頼性が高い指標値はスケトウダラ仔稚魚分布調査の 0 歳魚現存量およびスケトウダラ未成魚分布調査の 1 歳魚現存量であると判断されているが、この 2 つの調査結果から推定される現存量には差異が大きい。このため、数値的な計算は行わず、近年で加入の良かった 2 年級群（2006、2012 年級群）の平均加入尾数を 2015 年級群の加入尾数として仮定することとした。

2016 年級群に関しては、昨年度評価時点ではスケトウダラ仔稚魚分布調査における 0 歳魚現存量の暫定値が 2006 年級群を上回っていたこと、およびすけとうだら音響調査における 0 歳魚現存量も 2006 年級群を上回っていたことから、2006 年級群と等しいと仮定した。しかしその後、スケトウダラ仔稚魚分布調査における 0 歳魚現存尾数は 2012 年級群は上回るものの 2006 年級群は下回る値と推定された（補足表 4-2）。また、不確実性が非常に高いものの、すけとうだら音響調査における 1 歳魚現存量は 2010 年級群をやや上回る程度の低い値であった（補足表 4-4）。ただしこの原因としては、2016 年級群は極沿岸に多く分布（北水研聞き取り調査）していることが挙げられており、分布の中心が調査範囲外であったため過小評価となっている可能性が考えられる。いずれにせよ、最新の調査結果における 2016 年級群の豊度は 2006 年級群よりは低く、下方修正が妥当と考えられた。ここで、本年度評価においては、スケトウダラ仔稚魚分布調査における 0 歳魚現存尾数（328 億尾）が 2006 年級群と 2012 年級群の平均値（304 億尾）に近いことから、2015 年級群と同じく近年で加入の良かった 2 年級群（2006、2012 年級群）の平均加入尾数を 2016 年級群の加入尾数として仮定することとした。