

平成 30（2018）年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所（境 磨、山下夕帆、石野光弘、千村昌之、山下紀生）
参 画 機 関：東北区水産研究所、開発調査センター、北海道立総合研究機構釧路水産試験場、北海道立総合研究機構栽培水産試験場、北海道立総合研究機構函館水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋研究センター、福島県水産資源研究所、茨城県水産試験場

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値（沖底、及び沿岸漁業の CPUE）をチューニング指数として用いたコホート解析により推定した。資源量（0 歳以上の総重量）は、1981～2011 年漁期（4 月～翌年 3 月）には 902 千～1,453 千トンの範囲で安定して推移していたが、2012 年漁期以降は減少傾向にある。2017 年漁期の資源量は 898 千トンであった。親魚量は 1981～2009 年漁期にかけて 151 千～327 千トンの範囲で安定して推移していたが、2010 年漁期以降急増し、2012 年漁期には 595 千トンに達した。2013 年漁期以降は減少に転じているが、2017 年漁期の親魚量は 310 千トンであり、Blimit（1982 年漁期の親魚量 151 千トン）を上回る。加入量（0 歳魚の資源尾数）は、1981 年級群以降 5 億～54 億尾の範囲で変動しており、30 億尾を上回った年級群（卓越年級群）は、1981、1991、1994、1995、2005 および 2007 年に発生した。2007 年以降では、2009 年級群の加入量が 25 億尾と比較的高豊度であった一方で、2010 年級群の加入量は 5 億尾と評価期間を通して最も低い豊度であった。2017 年漁期の資源状態については、1990 年代以降の漁獲の主体となっている 2 歳以上の資源量を指標とし、1981 年漁期以降の推移から水準は中位、過去 5 年間（2013～2017 年漁期）の推移から動向は横ばいと判断した。本系群の資源量は、卓越年級群を含む豊度の高い年級群が発生した後に増加する傾向にあり、今後も豊度の高い年級群が発生する親魚量を維持すれば本資源を持続的に利用できると考えられるが、近年 10 年間に卓越年級群の発生が見られていないことに留意が必要である。

本年度の資源評価でも、昨年度同様に豊度の高い年級群の発生が期待できる最低水準の親魚量を Blimit とし、親魚量を Blimit 以上の適切な水準に維持することを管理目標とした。今後、再生産成功率（RPS：加入量／親魚量）が 2005～2014 年漁期の平均値で継続する条件下で、①現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）、②親魚量を中長期的に Blimit 以上に維持（Fsus）の各漁獲シナリオに基づき、2019 年漁期の ABC を算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2019 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)	2024 年漁期 の親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年 漁期に 2017 年 漁期親魚量 を維持	2024 年 漁期に Blimit を 維持
現状の 漁獲圧の維持* (Fcurrent)	Target	81	9	0.23 (－20%)	488 (244~779)	78	100
	Limit	99	11	0.29 (±0%)	443 (223~711)	74	100
親魚量の 維持* (Fsus)	Target	149	16	0.47 (+61%)	318 (130~539)	46	86
	Limit	178	19	0.59 (+102%)	264 (109~447)	31	77
コメント ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1) - (1) を用いた。 ・海洋生物資源の保存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「太平洋系群については、一定の親魚量の確保を通じ、豊度の高い年級群の発生により資源水準を維持することを基本方向として、漁獲動向及び加入動向に注意しつつ、管理を行うものとする」とされており、現状の漁獲圧を維持するシナリオ (Fcurrent) および親魚量を維持するシナリオ (Fsus) では、親魚量を中長期的に Blimit 以上に維持できると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。							

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。F 値は Fcurrent の選択率 (年齢別 F の最高値で各年齢の F を除した値) において選択率が 1 となる年齢 (この場合は 7 歳) の F である。Fcurrent は 2013~2017 年漁期 (4 月~翌年 3 月) の F の平均値、漁獲割合は 2019 年漁期の漁獲量/資源量である。2018 年漁期の漁獲量は Fcurrent による予想漁獲量 (97 千トン) とし、2024 年漁期の親魚量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。2017 年漁期の親魚量は 310 千トンである。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し、Fsus は 2005~2014 年漁期の平均 RPS に対応する F である。

漁期年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2014	940	555	154	0.34*	16
2015	895	399	120	0.34*	13
2016	888	333	100	0.33**	11
2017	898	310	93	0.29*	10
2018	875	291	97	0.29**	11
2019	926	323	—	—	—

*6 歳の F、**7 歳の F

漁期年は 4 月～翌年 3 月。2018 年漁期、2019 年漁期の資源量と親魚量は加入量を仮定した値。2018 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧による漁獲量を仮定し、F 値と漁獲割合について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	未設定		
Blimit	親魚量	1982 年漁期水準 (151 千トン)	これ以上の親魚量で良好な 加入が期待できる
2017 年漁期	親魚量	1982 年漁期水準以上 (310 千トン)	

水準：中位 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・漁期年別漁獲 尾数	主要港漁業種類別水揚量（北海道～茨城（6）道県） 北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 太平洋北区沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 生物情報収集調査（水研、北海道～茨城県（6）道県）
資源量指標値 ・産卵量指標値 ・加入量指標値	スケトウダラ卵・仔魚分布調査（12～3 月、水研） ・リングネット スケトウダラ仔稚魚春季定量調査（4 月、水研） ・計量魚探、フレームトロール スケトウダラ音響トロール調査（6～7 月、水研） ・計量魚探、トロール 道東太平洋スケトウダラ資源調査（11 月、北海道） ・計量魚探、トロール マダラ・スケトウダラ新規加入量調査およびズワイガニ分布

・資源量指標値 ・親魚量指標値	調査（4月、水研）、マダラ・スケトウダラ新規加入量調査（4～12月、岩手県～福島県（3）県） ・計量魚探、トロール 北海道沖合底びき網漁業 標準化 CPUE（水研）* スケトウダラ産卵来遊群分布調査（8～9月、北海道） ・計量魚探、トロール 北海道すけとうだら固定式刺し網漁業 CPUE（北海道） ・漁獲成績報告書から得られる資源量指標値* ・操業日誌から得られる標準化 CPUE*
自然死亡係数（M）	3歳以上は年当たり 0.25 を仮定（Widrig（1954）の方法） 2歳は 0.3、1歳は 0.35、0歳は 0.4 を仮定
漁獲努力量	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 北海道すけとうだら固定式刺し網漁獲成績報告書（北海道）

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

年齢別・漁期年別漁獲尾数は、主要水揚港での漁法別・時期別の漁獲物サンプルから推定した年齢組成情報に基づき算出した。これまで道東海域の沖合底びき網漁業の年齢別漁獲尾数はオッタートロール漁法の漁獲物サンプルから得られた年齢組成情報に基づいて算出していたが、本年度からは、2016年漁期以降について、かけまわし漁法の漁獲物サンプルから得られた情報も算出に反映させている。

1. まえがき

スケトウダラは我が国周辺水域における重要な底魚資源の1つで、我が国では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）の排他的経済水域設定までは、北方四島水域、オホーツク海およびサハリン沿岸などにも漁場があり、それらの漁場における漁獲量も多かったが、現在は北海道周辺海域での操業が主体である。また、近年は、4資源評価群の中でも太平洋系群の漁獲量が多い。なお、本系群に関する漁期は4月～翌年3月であり、年齢の起算日も4月1日としている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、常磐から北方四島にかけての太平洋岸に分布している（図 1、2）。主産卵場は噴火湾周辺海域であるが（Nishimura et al. 2002）、金華山周辺海域、道東海域および択捉島周辺海域にも産卵場が存在すると考えられている（児玉ほか 1988、Tsuji 1989、濱津・八吹 1995）。

主産卵場である噴火湾周辺海域で発生した卵のうち、噴火湾内へ輸送された個体については湾内で仔稚魚期を過ごした後、多くが道東海域や北方四島水域へ移動する（Nakatani 1988、本田ほか 2003、Honda et al. 2004）。また、これらの海域で未成魚期を過ごした多くの個体は、成熟すると噴火湾周辺海域へ産卵回遊するが、産卵が終了すると再び道東海域や北方四島水域へ索餌回遊し、以後、この産卵回遊と索餌回遊を繰り返す。なお、東北太平洋岸に分布する本系群の多くは、噴火湾周辺海域で発生した個体と考えられている（小

林 1985、金丸 1989)。

(2) 年齢・成長

各年齢における尾叉長（4月1日時点）と体重（漁期平均）を図3に示す。本系群はおおよそ4歳で40cm、7歳で50cmに達する。

寿命については明らかとなっていない。漁獲物中に占める10歳以上の個体の割合は低い、道東海域の漁獲物には稀に20歳を越える個体が含まれている。なお、ベーリング海での最高齢としては28歳が報告されている（Beamish and McFarlane 1995）。

(3) 成熟・産卵

おおむね3歳で成熟を開始し、4歳で大部分の個体が成熟する（図4）。50%成熟体長は雌で体長36~41cm、雄で33~38cmであり、分布密度や成長の良し悪しにより年変動する（Hamatsu and Yabuki 2007）。また、主産卵場である噴火湾周辺海域における産卵期は12月~翌年3月で、産卵盛期は1、2月である（前田ほか 1981、尹 1981）。

(4) 被捕食関係

餌生物は、主にオキアミ類や橈脚類をはじめとする浮遊性甲殻類であるが、小型魚類、イカ類、底生甲殻類および環形動物なども摂餌している（前田ほか 1983、Yamamura et al. 2002）。主要な捕食者としては、道東海域ではマダラ、アブラガレイ、オクカジカおよびイトヒキダラが報告されているが、大型魚による共食いもみられる（Yamamura 2004、Yamamura and Nobetsu 2011）。また、海獣類の餌生物としても重要である（Tamura and Fujise 2002）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は、沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）と刺し網や定置網などの沿岸漁業で漁獲されている。沖底にはオッタートロール漁法（以下、「オッタートロール」という）とかけまわし漁法（以下、「かけまわし」という）が含まれる。1980年代には北方四島水域や東北太平洋岸における漁獲量も多かったが、近年の主漁場は北海道の渡島・胆振地方と十勝・釧路地方である（図2）。渡島・胆振地方においては沿岸漁業が主体であり、主漁期は10月~翌年1月である。一方、十勝・釧路地方においては沖底が主体であり、主漁期は9月~11月である。なお、千島列島南西海域では、ロシアの大型トロール船が操業を行っているが、詳細については不明である。

本系群はTAC制度により管理されているが、2010年漁期より大量来遊発生時に一時的にABCを超えたTACを翌年以降分から先行利用する制度が設定された。また、2011年漁期以降はTACの期中改訂が実施され、漁獲枠の拡大が行われた。なお、2007年漁期以降、噴火湾周辺海域では、すけとうだら固定式刺し網漁業（以下、「刺し網」という）を対象とした行政指導による漁期、漁獲量および漁獲努力量の調整が行われている（一部の漁期年は除く）。一方、沖底でもTACなどを考慮した操業調整を近年実施している。

スケトウダラは、2011年漁期以降、根室半島の根室海峡側で比較的多く漁獲されている

ため、落石地区を除く根室市の漁獲量のうち、底建網と小定置の漁獲量についてはスケトウダラ根室海峡に加算し、それら以外の漁業種類および落石地区の漁獲量については太平洋系群に加算している。2010 年漁期以前については、根室市の全漁獲量を太平洋系群に加算した。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量を図 5 と表 1 に示す。1990 年代まで概ね 200 千トン以上で推移していた漁獲量は、2002 年漁期には 109 千トンまで減少した。漁獲量はその後増加し、2005 年漁期以降は TAC 規制なども働き 143 千～175 千トンの範囲で安定して推移していたが、2015 年漁期には 120 千トン、2016 年漁期には 100 千トンまで減少した。2017 年漁期の漁獲量は 93 千トンである。近年 3 年間の漁期における漁獲量減少の要因としては、沖底の減船（後述）、産卵親魚の渡島沖への来遊の減少と分布の偏り（函館水産試験場 2015, 2016）、および親魚量の減少（後述）などが挙げられる。漁獲量に占める各海域の比率は、2004 年漁期から 2013 年漁期まで、襟裳以西で道東よりも多い傾向が続いていたが、2014 年漁期以降は道東の漁獲量が襟裳以西を上回っている。

北方四島水域における漁獲量は、ロシアによる漁業規制の強化により 1990 年漁期以降 3 千トン未満で推移している。千島列島南西海域ではロシアの大型トロール船が操業しているが、漁獲量や漁獲物の特性などに関する詳細な情報は得られていない。図 6 にこれらの海域を含む海区に設定されたロシアの TAC を示す（ロシアでの海区名：南クリル）。この海区の TAC は 2009 年以降急増し、2011 年以降は 89 千～115 千トンの範囲にある。この TAC が資源量を反映したものと仮定すると、同海区における資源状況は、2018 年も良好な状況にあると考えられる。

韓国漁船による漁獲は 1987 年漁期から始まり、1998 年漁期には漁獲量が 75 千トンに達したが、新日韓漁業協定に基づき 1999 年漁期で終了した（表 1）。

(3) 漁獲努力量

漁獲量が多い北海道を根拠地とする（以下、「北海道根拠」という）沖底と襟裳以西海域の刺し網の漁獲努力量を図 7～9 と表 2 に示す。なお、2017 年漁期の全漁獲量に占める割合は、北海道根拠の沖底が 56%、襟裳以西海域の刺し網が 28%であった。

沖底の漁獲努力量については、1980 年漁期以降操業記録がある月別・船別・漁区別集計値からスケトウダラの有漁網数を抽出するとともに、1996 年漁期以降操業記録がある日別・船別・漁区別集計値からスケトウダラ狙いの網数を抽出した。ここで、スケトウダラ狙いとは、1 日の総漁獲量に占めるスケトウダラ漁獲量の割合が 50%以上の操業を指す。

スケトウダラの沖底の有漁網数を図 7 に示す。襟裳以西海域のかけまわしについては、2001 年漁期以降は横ばい傾向を示していたが、近年 3 年間はやや減少傾向にある。道東海域と北方四島水域のかけまわしについては 1980 年代以降減少傾向を示したが、2005 年漁期以降は横ばい傾向にある。これらの海域のオッタートロールについては 1980 年代以降減少傾向を示した後、2000～2006 年漁期には横ばい傾向となったが、2007 年漁期以降は再び減少傾向にある。

スケトウダラ狙いの網数を図 8 に示す。襟裳以西海域のかけまわしについては、1996 年

漁期以降漸減傾向にある。道東海域のかけまわしについては 1996～2004 年漁期に比較的大きく増減したが、その後は漸増傾向にある。道東海域のオッタートロールについては 2000 年漁期以降漸増傾向を示したが、2007 年漁期以降は減少傾向にある。

襟裳以西海域における刺し網の漁獲努力量については、刺し網の漁獲成績報告書に記載された、南かやべ、鹿部、およびいぶり中央漁業協同組合による使用反数の月別集計値を用いた。ただし、刺し網の仕様は漁業協同組合ごとに異なるため、網の長さで反数を補正した。また、漁区については、ほぼ毎年使用されている 179、182～194 および 197 番漁区に限定するとともに、集計期間については、TAC による操業規制などで 2 月以降は操業しなかった漁期年があるため、10 月～翌年 1 月に限定した。操業記録のある 2003 年漁期以降において、使用反数の合計値は 2007 年漁期まで漸増した後、2008～2010 年度にかけて急減し、その後は漸減傾向にある（図 9）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

Pope (1972) の近似式を用いたコホート解析により、1981～2017 年漁期の資源量を推定した（詳細は補足資料 1、2 を参照）。チューニング指標値としては、北海道根拠の沖底の年齢別標準化 CPUE（スケトウダラ狙い：3～7 歳、詳細は補足資料 6 を参照）と沿岸漁業の CPUE（刺し網漁業の漁獲成績報告書から得られる資源量指標値、および刺し網漁業の操業日誌から得られる標準化 CPUE）を用いた。本年度の評価から、チューニング指標値として使用する沖底 CPUE に標準化処理を行っている。

(2) 資源量指標値の推移

北海道根拠の沖底の全年齢をまとめたスケトウダラ狙いの操業の CPUE（1 網当たりの漁獲量）を図 10 と表 2 に示す。襟裳以西海域のかけまわしの CPUE は、1999 年漁期以降横ばい傾向にあったが、2017 年漁期に急減した。道東海域のかけまわしの CPUE は、1996 年漁期以降漸増傾向にあったが、2014 年以降漸減傾向に転じた。道東海域のオッタートロールの CPUE は 1996 年漁期以降、増減を繰り返しながらも横ばい傾向にあるが、増減の度合いは 2000 年代後半以降緩やかとなっている。これらのデータと沖底漁獲物の年齢組成データに基づき、年齢別の標準化 CPUE を算出した（詳細は補足資料 6 を参照）。

2003 年漁期以降の襟裳以西海域における刺し網の資源量指標値を図 11 に示す。この刺し網の資源量指標値は、前述した刺し網の漁獲努力量を基に月別・漁区別 CPUE を算出し、それらを月別に合算したものである。各月の資源量指標値は、各月に漁場を通過する魚群量を表していると考えられるため、10 月～翌年 1 月の資源量指標値の合計値を、漁期全体における産卵親魚の来遊量の指標とみなした。刺し網の資源量指標値の合計値は、2010 年漁期をピークに減少に転じている。2017 年漁期の CPUE は 2016 年漁期と同程度である。

2010 年漁期以降については、渡島と胆振地区の刺し網船団の代表船（18 隻）から操業日誌を収集しており、操業日ごとの操業位置（緯度・経度）、使用した網数（反）、漁獲量等のデータを用いて標準化 CPUE（資源量指標値）を算出した。この値についても、漁獲成績報告書から得られる上述の指標とは別の面からみた産卵親魚の来遊量の指標として扱った。2012 年漁期以降、値は減少傾向にある（図 12）。

6、7月に道東海域もしくは北海道太平洋岸（道南海域と道東海域）で実施したスケトウダラ音響トロール調査による1歳魚の推定現存尾数は、卓越年級群（後述）である1995年級群で最高値となっているとともに、豊度の高い年級群（後述）である2000年級群でも高い値となっている（補足資料3-（3））。一方、別の卓越年級群である2005および2007年級群については、平均的な値もしくは低い値となっており、本調査の推定現存尾数のみからの加入量の推測は困難な状況にある。この原因として、近年、北方四島水域が1～2歳時の主成育場となっている可能性があげられる。2017年級群の1歳魚の推定現存尾数については、2018年度の調査において、前述の1995年級群・2000年級群を除くと最も高い値が得られているが、これが高豊度の加入を示すものか否かは他の情報とあわせて慎重に検討する必要がある。

8～9月に襟裳以西海域で実施したスケトウダラ産卵親魚来遊調査による親魚の魚探反応量は、2009～2011年漁期に高い値を示した後、2012、2013年漁期には大きく減少した（補足資料3-（5））。その後、2014年漁期には大幅に増加したが、この原因として例年よりも早く産卵場へ来遊した可能性が考えられる。2015年漁期以降の魚探反応量は再び減少している。

（3）漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数を図13と補足資料4に示す。1980年代には0、1歳魚の漁獲が多かったが、これらは主に東北太平洋岸において漁獲されたもので、同海域の漁獲量の減少に伴い1990年代以降は少ない状態が続いている。また、1990年代には2、3歳魚の漁獲が多かったのに対し、2000年代後半以降は、漁獲の中心が4歳以上となっている。2017年漁期における4歳以上の割合は73%で、8歳以上（2009年級群以前：21%）と5歳魚（2012年級群：20%）の割合が高かった。

（4）資源量と漁獲割合の推移

資源量（0歳以上の総重量）は、1981～2011年漁期には902千～1,453千トンの範囲で安定して推移しており、その中で、卓越年級群（後述：1981、1991、1994、1995、2005、2007年級群）やそれに次ぐ豊度の高い年級群（後述：1982、1988、1989、2000年級群）が発生した後に増加する傾向にあった（図14、表3）。2012年漁期以降、資源量は減少に転じ、2015年漁期以降は横ばい傾向にある。2017年漁期の資源量は898千トンであった。

漁獲割合については、1981～2005年漁期には増減しながらも漸減傾向にあったが、2006年漁期以降は2012年漁期まで11～12%の範囲で横ばい傾向にあった（図14、表3）。その後、2年連続で増加して2014年漁期に16%となったが、2015年漁期以降減少に転じ、2017年漁期には10%となった。

資源尾数（0歳以上の総尾数）は、1981～2009年漁期には41億～95億尾の範囲で変動しており、卓越年級群や豊度の高い年級群（後述）が発生した漁期年に増加する傾向にあった（図15、補足資料4）。2010年漁期以降は減少傾向にあり、2017年漁期の資源尾数は36億尾であった。

加入量（0歳魚の資源尾数）は、1981年級群以降5億～54億尾の範囲で変動している（図16、表3）。その中で、加入量が30億尾を上回った年級群を卓越年級群とすると、1981、

1991、1994、1995、2005 および 2007 年級群が卓越年級群となる。また、1982、1988、1989 および 2000 年級群も、27 億～29 億尾という高い加入量を示し、卓越年級群に次ぐ豊度の高い年級群である。2007 年級群以降では、2009 年級群が比較的高豊度である 25 億尾と推定されたのに対し、2010 年級群の加入量は、5 億尾と非常に低い値となっている（図 16、表 3）。一方、2015～2017 年級群の加入量については、コホート解析による推定精度が低いと考えられるため、調査船調査結果などを基に、2010～2014 年級群の平均加入量（11 億尾）と仮定した（補足資料 2（1））。

親魚量については、産卵期が漁期年の終盤にあることから、ある漁期年の初期資源量のうち、成熟しているものをその漁期年の年級群を産み出した親魚量とした。つまり、2017 年漁期の親魚量とは、2016 年漁期末に産卵を行った親魚量であり、2017 年級群を産み出した親魚量のことである。親魚量は、1981～2009 年漁期には 151 千～327 千トンの範囲で安定して推移していたが、2010 年漁期以降急増し、2012 年漁期には 595 千トンに達した（図 16、表 3）。その後、親魚量は減少傾向に転じ、2017 年漁期には 310 千トンになった。親魚量は、卓越年級群を含む豊度の高い年級群の産卵加入により増加する傾向にある。2010 年漁期から 2012 年漁期にかけての急増は、卓越年級群である 2005 および 2007 年級群の産卵加入によるものである（図 17）。これらの卓越年級群は 2013 年漁期および 2015 年漁期に 8+歳に、比較的高豊度であった 2009 年級群も 2017 年漁期に 8+歳になっており、近年は親魚量に占める高齢魚の割合が比較的高い状態にある。近年 3 年間の親魚量の減少は、産卵加入した 2010、2011 年級群の豊度が低かったことが影響している。

コホート解析に使用した自然死亡係数（ M ）の値が資源計算に与える影響をみるため、3 歳以上の M である 0.25 を ± 0.05 で変化させた場合（2 歳以下の M についても連動）の 2017 年漁期の資源量と親魚量を推定した。2017 年漁期の資源量および親魚量は、ともに M が大きくなると増加し、 M が小さくなると減少した（図 18）。なお、2017 年漁期の親魚量の B_{limit} に対する比率は、 M によってほとんど変化しなかった（1.95～2.19）。

漁獲係数（ $F_{current}$ の選択率において選択率が 1 となる年齢の F ）は、1980 年代以降、増減を繰り返しながらも減少傾向にあるが、2010 年漁期以降は 0.24～0.39 の範囲で横ばい傾向となっている（図 19、補足資料 4）。一方、資源量と F の間に明瞭な関係は認められない（図 20）。また、年齢別 F については、年齢によって変動パターンが異なるが、2010 年漁期以降は、特に 5 歳以上の高齢魚の F が低い値で比較的稳定して推移している（図 21、補足資料 4）。

（5）再生産関係

親魚量（重量）と加入量（尾数）の関係（再生産関係）を図 22 に示す。本系群については、親魚量が 151 千トン以上という比較的良好な水準で推移しており、低水準下における情報がないため、親魚量と加入量間の関係把握が困難な状況にある。近年の高水準の親魚量のもとでは、豊度の高い年級群の発生が観察されていない。

本系群の加入量変動要因については、近年いくつかの報告がある。Funamoto（2007）や Funamoto et al.（2013、2014）は、豊度の高い年級群が発生するためには、冬季の高水温が重要であることを指摘している。例えば、卓越年級群である 1991、1995 年級群や、豊度の高い 2000 年級群が産み出された冬季の噴火湾周辺海域は、例年よりも高水温下にあった

のに対し、豊度の低い 2010、2011 年級群が産み出された冬季の噴火湾周辺海域は、例年よりも低水温下にあった。また、Funamoto et al. (2013) は、共食いや他の魚による捕食圧が高いと考えられる本系群については、体長が大きい方が高豊度になるために有利である可能性を示唆しており、例えば、卓越年級群である 2005、2007 年級群は、仔稚魚期におけるサイズが大型であったのに対し、豊度の低い 2010、2011 年級群は、仔稚魚期におけるサイズは小型であった。しかし、高水温下にあったにもかかわらず加入量は少ない年級群（例えば 1997 年級群）や、大型であったにもかかわらず加入量はさほど多くない年級群（例えば 2008 年級群）などもあり、水温や体長などから加入量を推測するためには、さらにデータを積み重ねた検討が必要である。

一方、Hamatsu et al. (2004) は 1980 年代と 1990 年代の間の 10 年規模の海洋環境変動とともに本系群の再生産構造が変化した可能性について言及するとともに、Shida et al. (2007) は親潮の勢力が強かった 1980 年代には東北海域が本系群の成育場として機能することによって加入量が比較的安定していたことを指摘している。なお、本系群の加入量変動要因については、資源量推定等高精度化推進事業などにおいて現在も調査中である。

(6) Blimit の設定

本系群の資源量は、1981 年漁期以降大きく落ち込むことなく推移しており、卓越年級群を含む豊度の高い年級群が発生した後に増加する傾向にある。そのため、今後もこれら豊度の高い年級群が発生する親魚量を維持すれば、本資源を持続的に利用できると考えられる。したがって、資源の回復措置をとる閾値である Blimit は、豊度の高い年級群の発生が期待できる最低水準の親魚量とし、具体的には豊度の高い 1982 年級群が発生した親魚量である 151 千トンとした（図 22）。なお、2017 年漁期の親魚量である 310 千トンは、Blimit を上回っている。

(7) 資源の水準・動向

平成 21 (2009) 年度評価より、本系群の資源水準の判断には、1990 年代以降の漁獲の主体となっている 2 歳以上の資源量を用いている（森ほか 2010）。また、高位は、豊度の高い年級群が連続して発生した際に期待される 1,000 千トン以上に、低位は、親魚量が Blimit 付近まで減少した際に予測される 500 千トン未満に設定している。2 歳以上の資源量は、0 歳以上の資源量と類似した変動パターンを示している。1981 年漁期以降における 2 歳以上の資源量は 500 千トンを下回ったことがないため、本系群は 1981 年漁期以降、常に中位水準以上にある（図 14、図 23）。2017 年漁期の 2 歳以上の資源量は 775 千トンであり、上記の基準により中位と判断した。また、動向は、2013～2017 年漁期の 2 歳以上の資源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

再生産成功率（RPS）は、1981 年漁期以降 1.0～24.8 尾/kg の範囲で変動しており、加入量と類似した変動パターンを示している（図 16、図 24、表 3）。前述したように、本系群の加入量変動には海洋環境が影響を及ぼしていると考えられるが、海洋環境が加入にとって好適となるか不適となるかの予測は困難である。そこで、将来予測においては、直近 10

年間（2005～2014 年漁期）における RPS の平均値（7.3 尾/kg）と各漁期年における親魚量の積により加入量を算出した。なお、2015～2017 年級群の加入量については、前述したように近年 5 年級群（2010～2014 年級群）の加入量の平均とした仮定値であるため、2015～2017 年漁期の RPS は将来予測に用いなかった。

2010 年漁期以降 RPS は低い値で推移している。2010～2013 年級群については、親魚量が高い水準であるのに対し加入量が少なく、加入にとって不適な環境であったと考えられる。2014 年級群については、2017 年漁期に 3 歳魚となり漁獲対象となり始めたところであるため、コホート解析から得られる資源量推定値には未だ不確実が高いと考えられるものの、2010～2013 年級群よりは高豊度である可能性がある。

（9）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

本系群の YPR と %SPR を、2013～2017 年漁期の平均年齢別体重と、2013～2017 年漁期の平均 F ($F_{current}$) の選択率から求めた。それらと F の関係を図 25 に示す。 $F_{current}$ は、経験的に適度な漁獲圧である $F_{30\%SPR}$ よりも低い値である。また、親魚量を維持する F_{sus} よりも低いため、 $F_{current}$ による漁獲を継続すると、理論上、親魚量は増加する。

5. 2019 年漁期 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

本系群の資源量は大きく落ち込むことなく推移しており、1981 年漁期以降、資源水準は常に中位以上にある。資源量の増加は卓越年級群を含む豊度の高い年級群の発生によってもたらされているため、これら豊度の高い年級群が発生する親魚量を維持すれば、本系群は今後も持続的に利用可能と考えられる。2017 年漁期の親魚量は、豊度の高い年級群の発生が期待できる最低水準の親魚量である B_{limit} （1982 年級群が発生した 151 千トン）を上回っている。したがって、引き続き親魚量を B_{limit} 以上の適切な水準に維持することを管理目標とした。

ただし、本資源の利用に当たっては、漁業データ・調査データのいずれからでも近年 10 年間に卓越年級群が発生したことを示す情報が得られていないこと、および親魚資源が減少傾向にあることに留意が必要である。

（2）漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

ABC を算定する際の情報として親魚量と再生産関係が利用できるとともに、2017 年漁期の親魚量が B_{limit} 以上であるため、ABC 算定のための基本規則の 1-1) - (1)（下式）により ABC を算定した。

$$F_{limit} = \text{基準値}$$

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

ここで、 α は安全率であり、標準値の 0.8 を用いた。ABC を算定する上での将来予測においては、①2018 年漁期以降の RPS は 2005～2014 年漁期の平均値、②2018 年漁期以降の年齢別体重は 2013～2017 年漁期の平均値、③2018 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧 ($F_{current}$ 、

2013～2017 年漁期の平均 F) により予想される漁獲量 97 千トン、④2018 年漁期以降の年齢別選択率は F_{current} から算出した値と仮定した（補足資料 2 (4)）。また、将来予測における 2019 年漁期以降の漁獲シナリオとしては、現状の漁獲圧を維持する F_{current} と、親魚量を中長期的に維持する F_{sus} （2005～2014 年漁期の平均 RPS より算出）を検討した。これらの漁獲シナリオにおける将来予測結果を次表、図 26 および補足資料 5 に示す。

F_{current} で漁獲した場合、漁獲量は 2021 年漁期まで横ばいで推移した後、増加する。親魚量は常に B_{limit} 以上となる。一方、 F_{sus} で漁獲した場合には、2023 年漁期以降、漁獲量は 160 千トン付近、親魚量も 230 千トン付近で横ばいとなる。2021 年漁期、2022 年漁期に親魚量は一時的に約 190 千トンまで減少するが、これは直近年に低い加入量を仮定していることに起因する。以上より、 F_{current} および F_{sus} で漁獲した場合には、管理目標である親魚量を B_{limit} 以上の適切な水準に維持するという条件が満たされるため、 F_{current} と F_{sus} を F_{limit} とし、これらの F による 2019 年漁期の漁獲量を ABC とした。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン：漁期年)						
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
現状の漁獲圧の 維持 (F_{current})	Target	0.23	93	97	81	82	86	100	119
	Limit	0.29	93	97	99	97	99	114	134
親魚量の維持 (F_{sus})	Target	0.47	93	97	149	131	126	142	163
	Limit	0.59	93	97	178	147	137	153	173
			資源量 (千トン：漁期年)						
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
現状の漁獲圧の 維持 (F_{current})	Target	0.23	898	875	926	1,027	1,162	1,315	1,471
	Limit	0.29	898	875	926	1,004	1,116	1,242	1,363
親魚量の維持 (F_{sus})	Target	0.47	898	875	926	939	995	1,058	1,099
	Limit	0.59	898	875	926	901	930	964	967
			親魚量 (千トン：漁期年)						
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
現状の漁獲圧の 維持 (F_{current})	Target	0.23	310	291	323	320	315	336	418
	Limit	0.29	310	291	323	305	290	304	377
親魚量の維持 (F_{sus})	Target	0.47	310	291	323	265	227	228	285
	Limit	0.59	310	291	323	242	194	191	242

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。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) 2019 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

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、2005～2014 年漁期の RPS が 2018 年漁期以降重複を許してランダムに発生するという条件の下で、2019 年漁期以降の漁獲シナリオを前述の $F_{current}$ と F_{sus} とした場合におけるシミュレーションを行った (1,000 回試行)。結果を図 27 に示す。

$F_{current}$ と F_{sus} のいずれの漁獲シナリオでも、シミュレーションにおける漁獲量と親魚量の平均値は、決定論的な将来予測における漁獲量と親魚量 (図 26) に類似した値となった。また、2024 年漁期の親魚量が B_{limit} を上回る確率は、 $F_{current}$ で 100%、 F_{sus} でも 77～86%であり、概ね高い値となった。2024 年漁期の親魚量が 2017 年漁期の親魚量を上回る確率は、 F_{sus} では 31～46%と低い値となる。これは直近年に比較的低い加入量を仮定している年級群が、2025 年漁期ごろまで親魚量の一部を構成すること、および 2017 年漁期の親魚量に卓越年級群である 2007 年級や、比較的高豊度であった 2009 年級群が含まれているなど、未だ親魚量が比較的高水準にあることに起因する。これらの高豊度の年級群の影響が小さくなる 2020 年漁期以降は、親魚量は横ばいで維持される。一方、 $F_{current}$ では F 値が F_{sus} の半分程度となっていることから、2024 年漁期の親魚量が 2017 年漁期の親魚量を上回る確率は 74～78%と、 F_{sus} に比べて高い値となっている。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2019 年 漁期 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)	2024 年漁期 の親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2024 年 漁期に 2017 年 漁期親魚量 を維持	2024 年 漁期に B_{limit} を 維持
現状の 漁獲圧の維持* ($F_{current}$)	Target	81	9	0.23 (-20%)	488 (244~779)	78	100
	Limit	99	11	0.29 (±0%)	443 (223~711)	74	100
親魚量の 維持* (F_{sus})	Target	149	16	0.47 (+61%)	318 (130~539)	46	86
	Limit	178	19	0.59 (+102%)	264 (109~447)	31	77

コメント

・本系群のABC算定には、規則1-1) - (1)を用いた。

・海洋生物資源の保存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「太平洋系群については、一定の親魚量の確保を通じ、豊度の高い年級群の発生により資源水準を維持することを基本方向として、漁獲動向及び加入動向に注意しつつ、管理を行うものとする」とされており、現状の漁獲圧を維持するシナリオ（F_{current}）および親魚量を維持するシナリオ（F_{sus}）では、親魚量を中長期的にB_{limit}以上に維持できると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

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。F_{target} = α F_{limit}とし、係数 α には標準値0.8を用いた。F値はF_{current}の選択率（年齢別Fの最高値で各年齢のFを除いた値）において選択率が1となる年齢（この場合は7歳）のFである。F_{current}は2013～2017年漁期（4月～翌年3月）のFの平均値、漁獲割合は2019年漁期の漁獲量／資源量である。2018年漁期の漁獲量はF_{current}による予想漁獲量（97千トン）とし、2024年漁期の親魚量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。2017年漁期の親魚量は310千トンである。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し、F_{sus}は2005～2014年漁期の平均RPSに対応するFである。

(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、2016年漁期の漁獲量確定値	2015～2017年漁期の漁獲量
2016、2017年漁期の漁獲量暫定値	2015～2017年漁期の年齢別漁獲尾数
2016年漁期の努力量確定値 2017年漁期の努力量暫定値	2016、2017年漁期のCPUE、および資源量指標値
2017年漁期の年齢別漁獲尾数	2017年漁期までの資源量、親魚量など

評価対象漁期年 (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)
2017年（当初）	F _{sus}	0.59	1,027	184*	153	
2017年（2017年再評価）	F _{sus}	0.62	860	167	139	
2017年（2018年再評価）	F _{sus}	0.59	898	179	148	93 (0.29)
2018年（当初）	F _{sus}	0.62	931	173*	144	
2018年（2018年再評価）	F _{sus}	0.59	875	176	147	
2017、2018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値である。						

2017 年（2018 年再評価）と 2018 年（2018 年再評価）の ABC の上方修正については、昨年度評価からの年齢別漁獲尾数データや CPUE の更新、および直近 3 年の加入量の仮定により、近年の資源量や、資源の年齢構造の推定値が変化したことによる。なお、2014 年級の加入量は、今年度評価において上方修正となっている（12.9 億尾→18.0 億尾）。

6. ABC 以外の管理方策の提言

TAC 以外の管理方策として、北海道では未成魚保護のため資源管理協定に基づく体長制限（体長 30cm または全長 34cm）が実施されている。この協定では、制限体長未満の個体が漁獲物の 20%を超える場合に、漁場移動などの措置を講じることとなっている。このような未成魚保護は、産卵親魚の確保に効果があると考えられるため、引き続き実施することが望ましい。

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, pp.545-565.
- Funamoto, T. (2007) Temperature-dependent stock-recruitment model for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr., **16**, 515-525.
- Funamoto, T., O. Yamamura, T. Kono, T. Hamatsu and A. Nishimura (2013) Abiotic and biotic factors affecting recruitment variability of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off the Pacific coast of Hokkaido, Japan. Fish. Oceanogr., **22**, 193-206.
- Funamoto, T., O. Yamamura, O. Shida, K. Itaya, K. Mori, Y. Hiyama and Y. Sakurai (2014) Comparison of factors affecting recruitment variability of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Pacific Ocean and the Sea of Japan off northern Japan. Fish. Sci., **80**, 117-126.
- 函館水産試験場 (2015, 2016) 道南太平洋海域スケトウダラニュース,
<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/skhn140000000skt.html/>.
- 濱津友紀・八吹圭三 (1995) 北海道東部太平洋沿岸に分布するスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の産卵回遊と産卵場. 北海道区水産研究所研究報告, **59**, 31-41.
- Hamatsu, T., K. Yabuki and K. Watanabe (2004) Decadal changes in reproduction of walleye pollock off the Pacific coast of northern Japan. Fish. Oceanogr., **13**(Suppl. 1), 74-83.
- Hamatsu, T. and K. Yabuki (2007) Density effects on the length at maturity of walleye pollock *Theragra chalcogramma* off the Pacific coast of northern Japan in the 1990s. Fish. Sci., **73**, 87-97.
- 本田 聡・志田 修・山村織生 (2003) 沿岸親潮域のスケトウダラとその生活史. 沿岸海洋研究, **41**, 41-49.
- Honda, S., T. Oshima, A. Nishimura and T. Hattori (2004) Movement of juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, from a spawning ground to a nursery ground along the Pacific coast of Hokkaido, Japan. Fish. Oceanogr., **13**(Suppl. 1), 84-98.

- 金丸信一 (1989) スケトウダラ東北海区群と北海道近海群の関係. 漁業資源研究会議 北日本底魚部会報, **22**, 39-54.
- 小林時正 (1985) I-2 スケトウダラ漁業とその資源の利用. 漁業資源研究会議報, **24**, 47-62.
- 児玉純一・永島 宏・小林徳光 (1988) 金華山周辺海域に生息するスケトウダラ資源について. 第9回東北海区底魚研究チーム会議会議報告, 24-31.
- 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1981) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活年周期. 日水誌, **47**, 741-746.
- 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1983) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活期別生態について. 日水誌, **49**, 577-585.
- 森 賢・船本鉄一郎・山下夕帆・千村昌之 (2010) 平成21年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 平成21年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 407-456.
- Nakatani, T. (1988) Studies on the early life history of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in Funka Bay and vicinity, Hokkaido. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **35**, 1-46.
- Nishimura, A., T. Hamatsu, K. Yabuki and O. Shida (2002) Recruitment fluctuations and biological response of walleye pollock in the Pacific coast of Hokkaido. Fish. Sci., **68**(Suppl.), 206-209.
- 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.
- Shida, O., T. Hamatsu, A. Nishimura, A. Suzuki, J. Yamamoto, K. Miyashita and Y. Sakurai (2007) Interannual fluctuations in recruitment of walleye pollock in the Oyashio region related to environmental changes. Deep-Sea Res. II, **54**, 2822-2831.
- Tamura, T. and Y. Fujise (2002) Geographical and seasonal changes of the prey species of minke whale in the Northwestern Pacific. ICES J. Mar. Sci., **59**, 516-528.
- Tsuji, S. (1989) Alaska pollock population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters, I : Japanese fisheries and population studies. Mar. Behav. Physiol., **15**, 147-205.
- Widrig, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific sardine. Fish. Bull. U.S., **56**, 141-166.
- Yamamura, O. (2004) Trophodynamic modeling of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Doto area, northern Japan: model description and baseline simulations. Fish. Oceanogr. **13**(Suppl. 1), 138-154.
- Yamamura, O., S. Honda, O. Shida and T. Hamatsu (2002) Diets of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Doto area, northern Japan: ontogenetic and seasonal variations. Mar. Ecol. Prog. Ser., **238**, 187-198.
- Yamamura O and T. Nobetsu (2011) Food habits of threadfin hakeling *Laemonema longipes* along the Pacific coast of northern Japan. J. Mar. Bio. Assoc. UK, 1-9.
- 尹 泰憲 (1981) 北海道噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ雌魚の生殖周期. 北大水産彙報, **32**, 22-38.



図1. スケトウダラ太平洋系群の分布

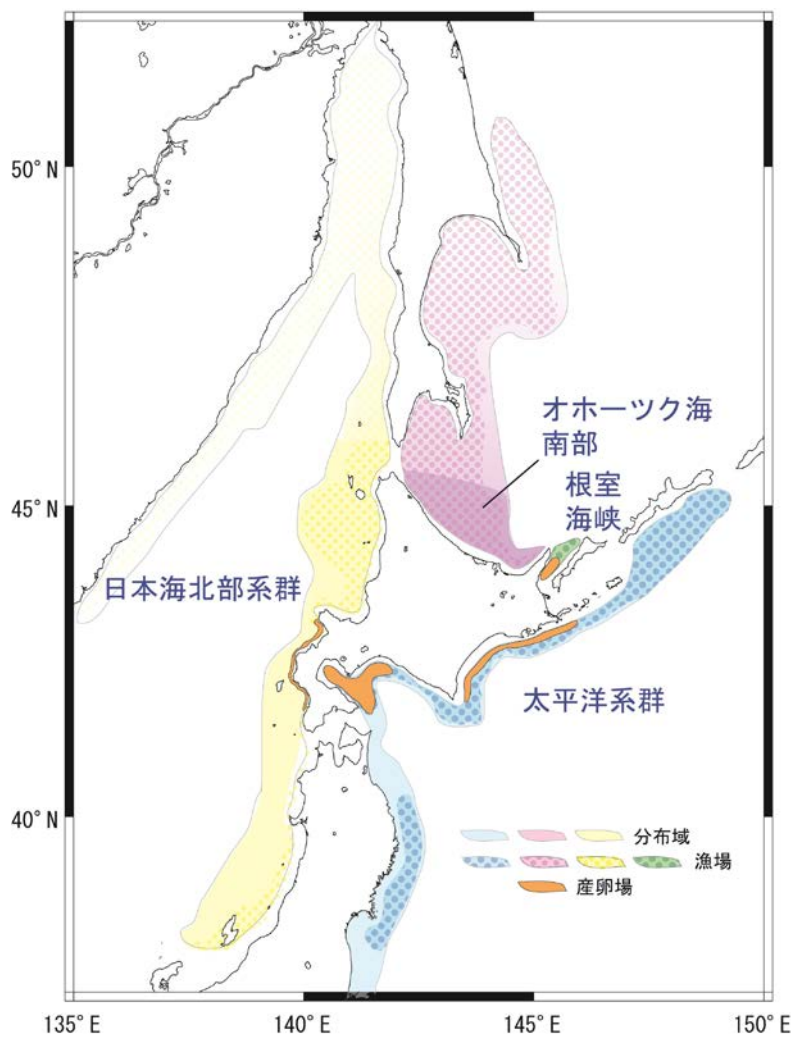


図2. 我が国周辺におけるスケトウダラの分布状況

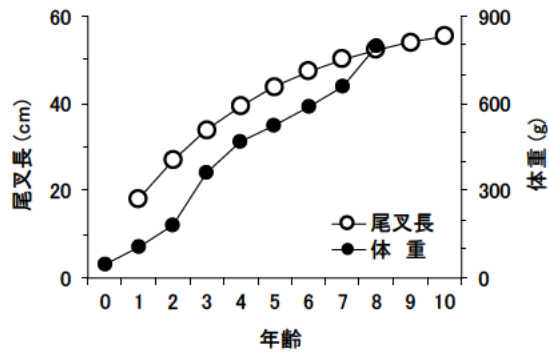


図 3. 年齢と成長
(8 歳の体重は 8 歳以上の平均値)

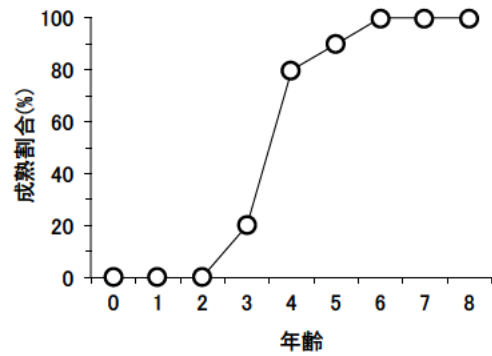


図 4. 年齢別成熟割合

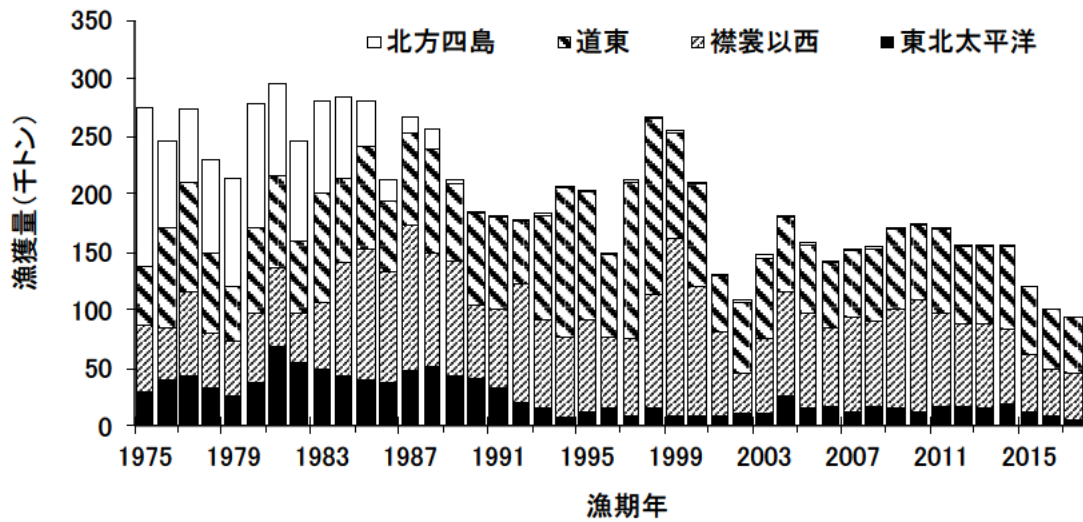


図 5. 海域別漁獲量

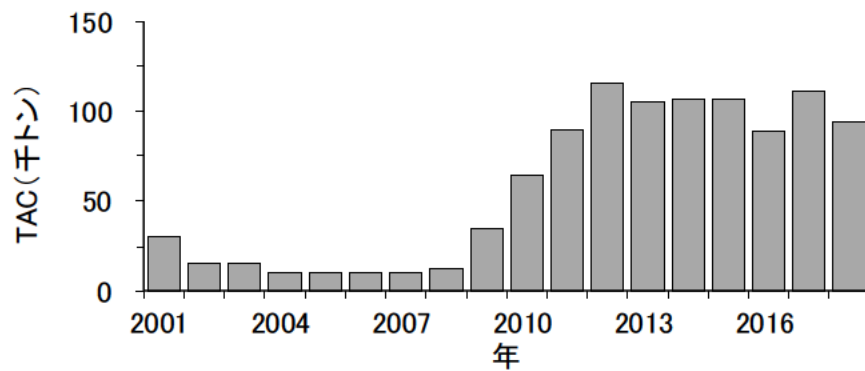


図 6. ロシアの南クリル海区における TAC

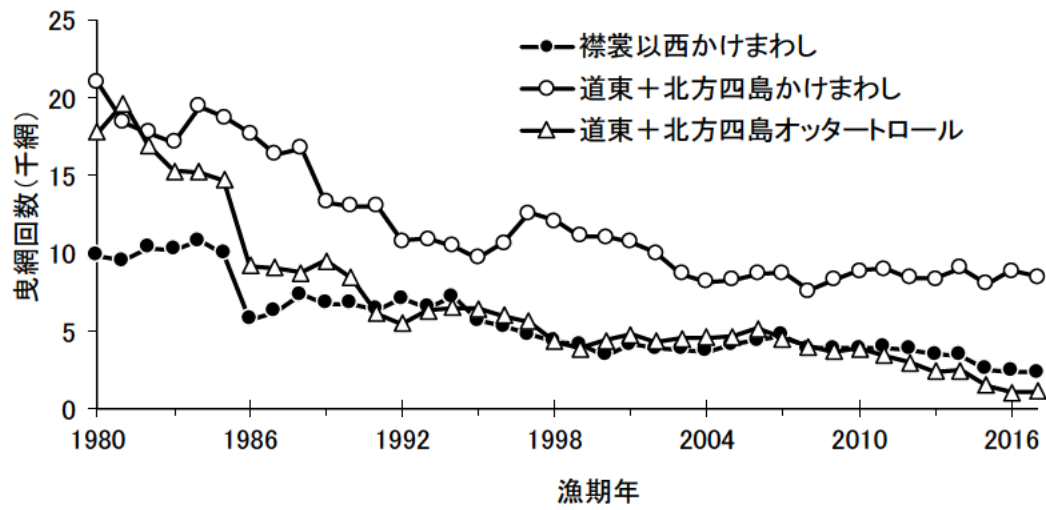


図7. 北海道根拠の沖底のスケトウダラ有漁網数

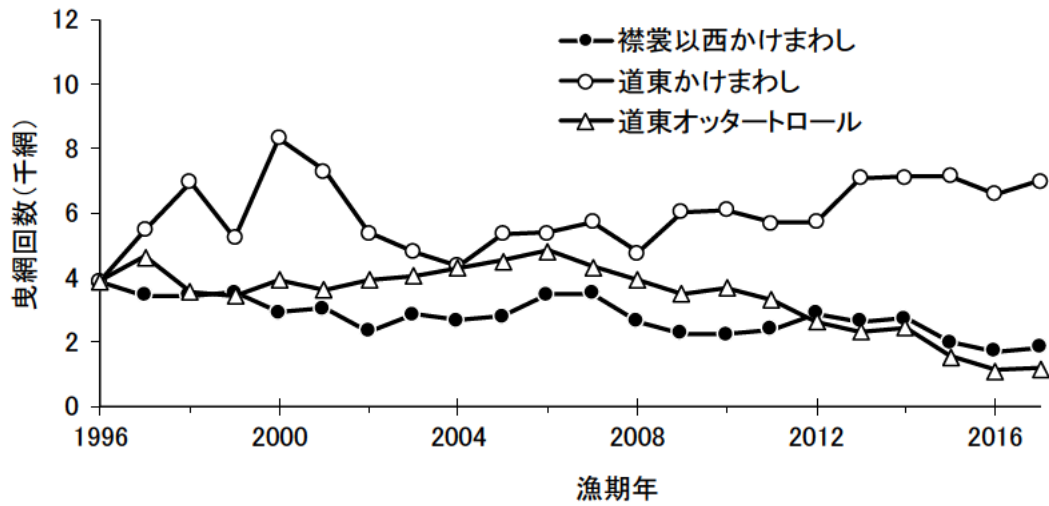


図8. 北海道根拠の沖底のスケトウダラ狙い網数

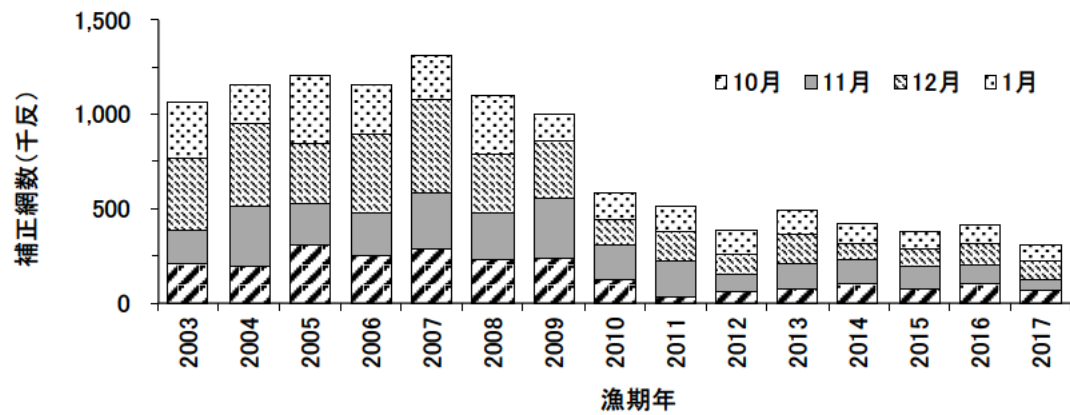


図9. 襟裳以西海域におけるすけとうだら固定式刺し網の網数(補正值)

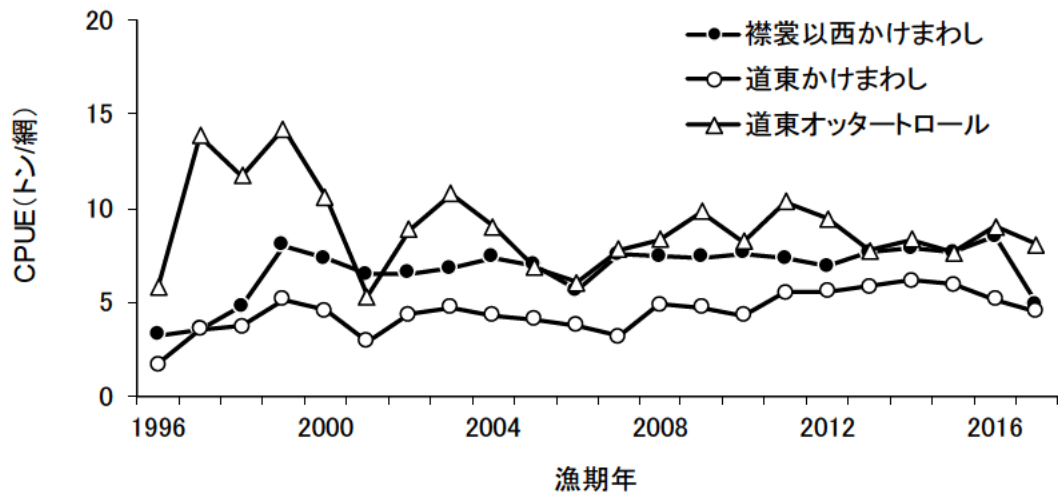


図 10. 北海道根拠の沖底の CPUE (スケトウダラ狙い)

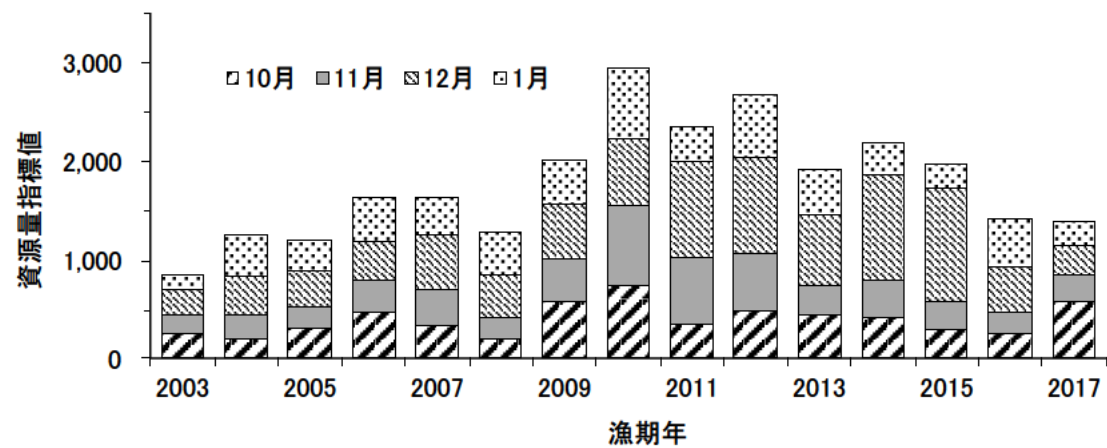


図 11. 漁獲成績報告書から算出した襟裳以西海域におけるすけとうだら固定式刺し網の資源量指標値

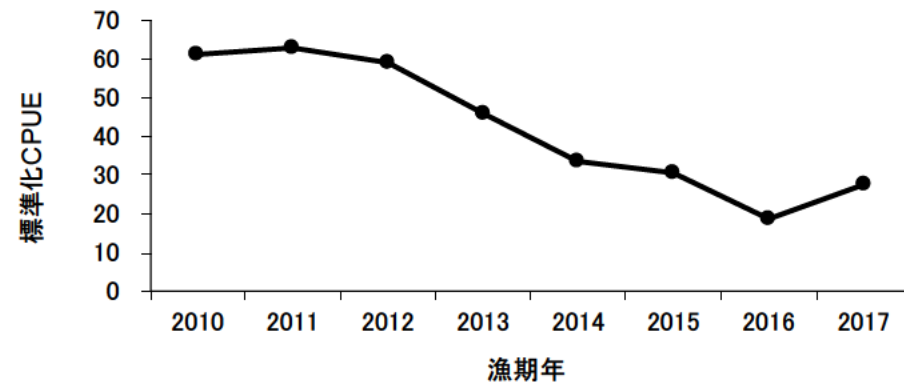


図 12. 操業日誌から算出した襟裳以西海域におけるすけとうだら固定式刺し網の標準化 CPUE

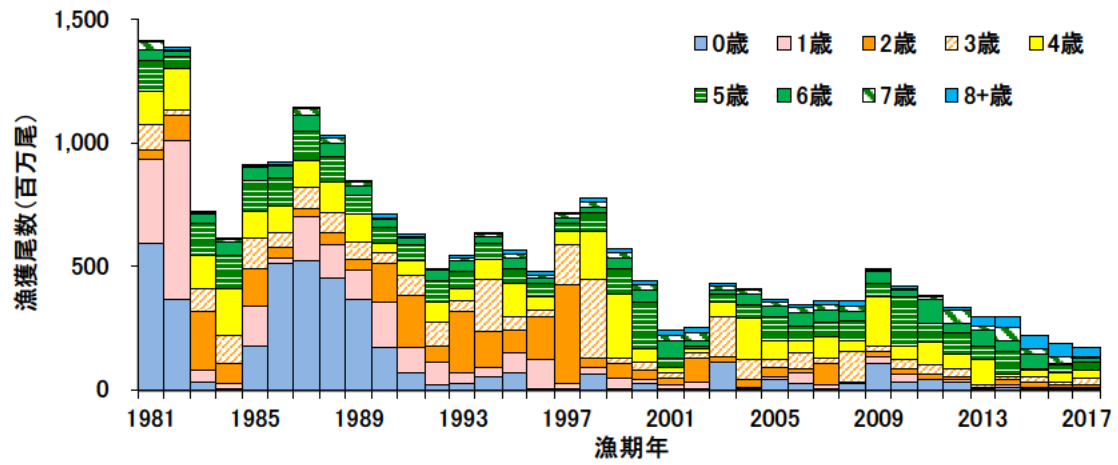


図 13. 年齢別漁獲尾数

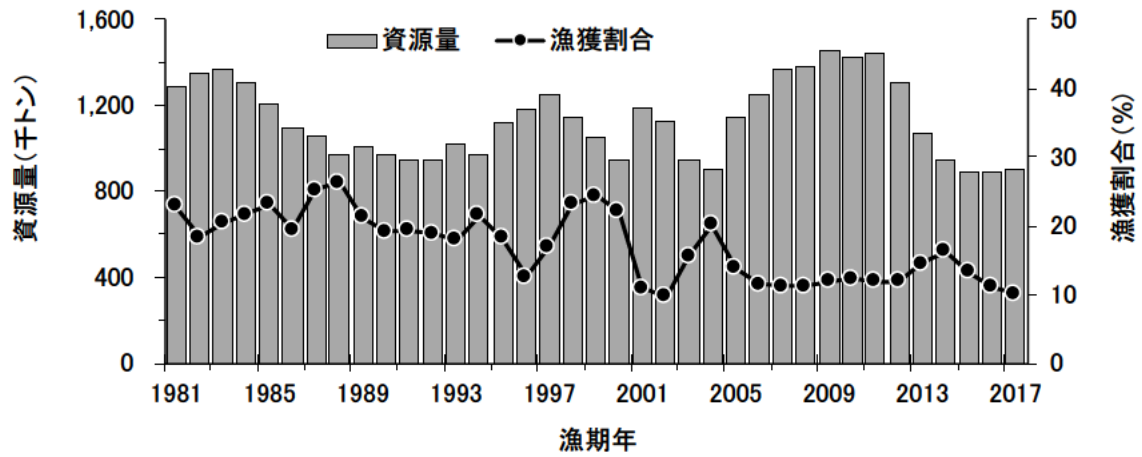


図 14. 資源量（0歳以上の総重量）と漁獲割合（漁獲量／資源量）

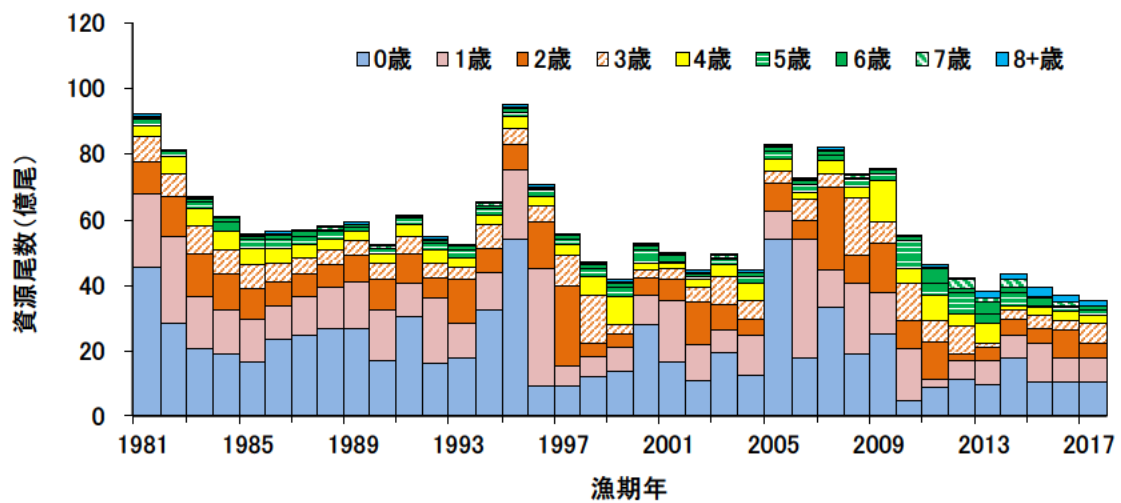


図 15. 年齢別資源尾数

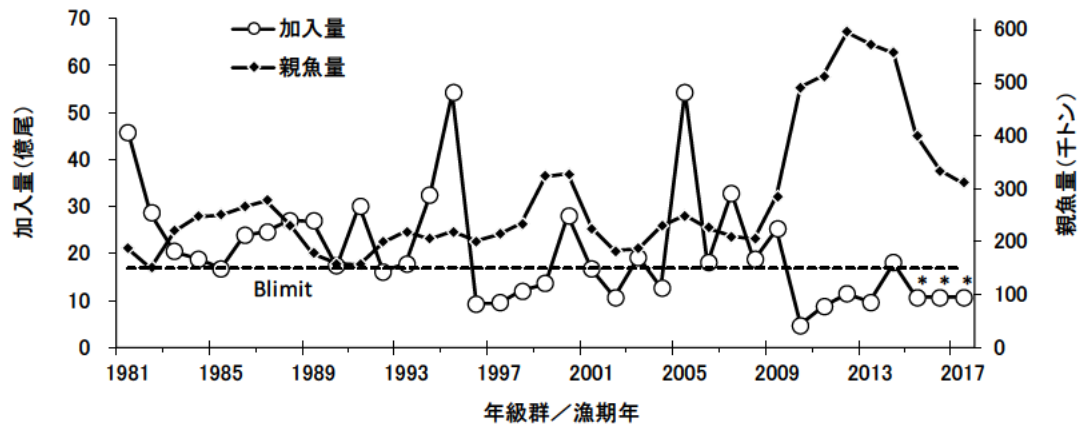


図 16. 加入量 (0 歳魚の資源尾数、*は仮定値) と親魚量

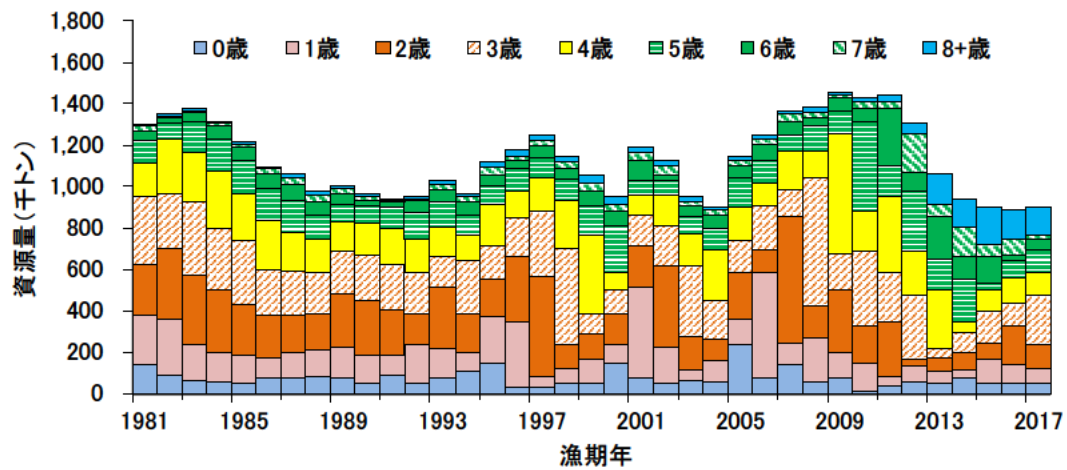


図 17. 年齢別資源重量

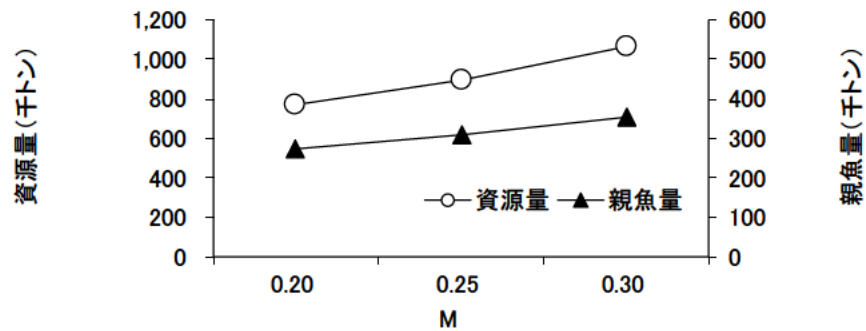


図 18. 資源量と親魚量に対する M の影響 (2017 年漁期の資源量と親魚量)

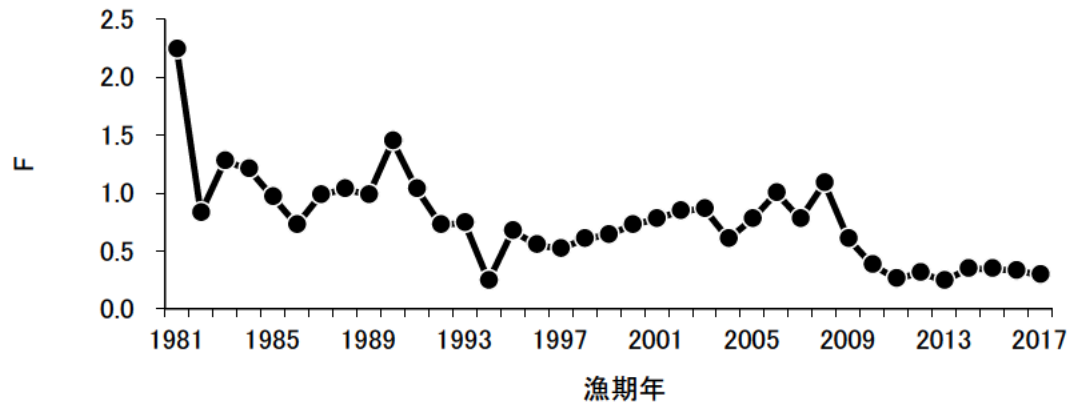


図 19. F (F_{current} の選択率において選択率が 1 となる年齢の F)

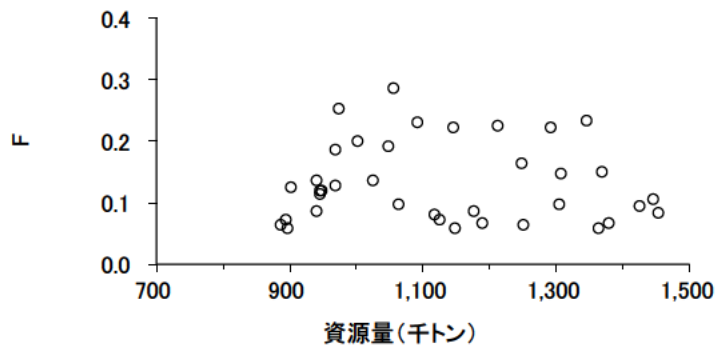


図 20. 資源量と F (年齢別資源尾数による加重平均) の関係

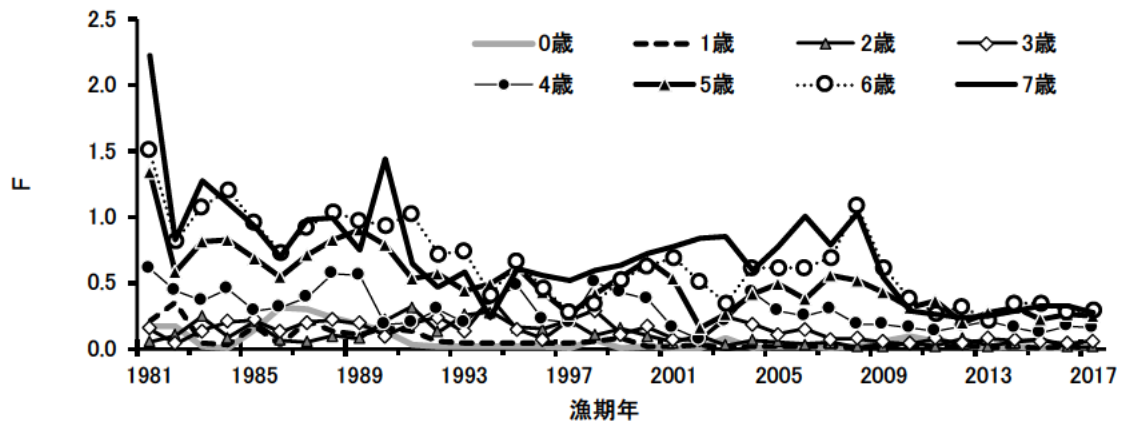


図 21. 年齢別 F

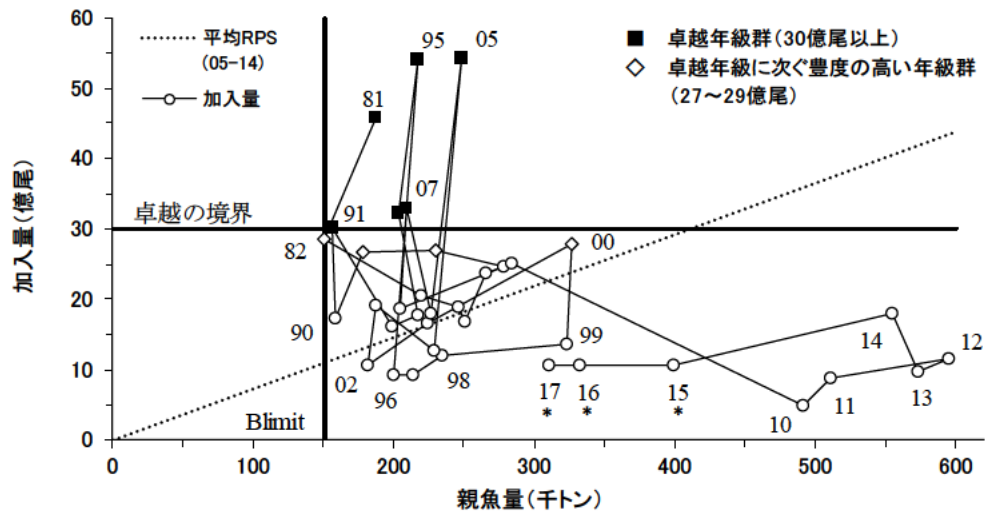


図 22. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）（*は加入量に仮定値を使用）

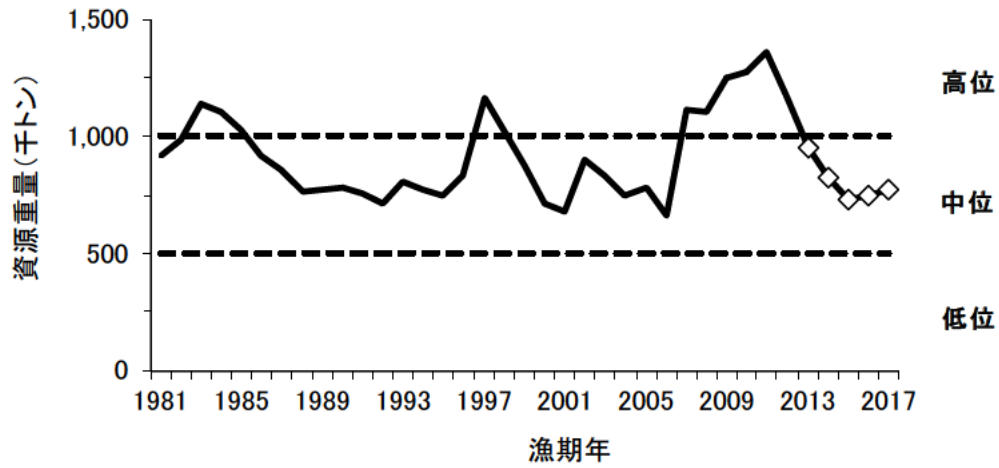


図 23. 2 歳以上の資源量（◇は資源動向の判断に使用）

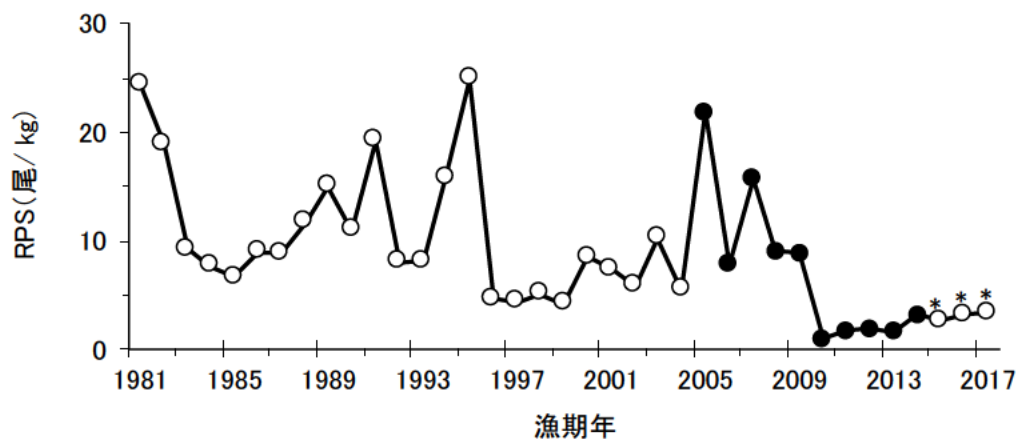


図 24. 再生産成功率（RPS）（●は将来予測に使用、*は加入量に仮定値を使用）

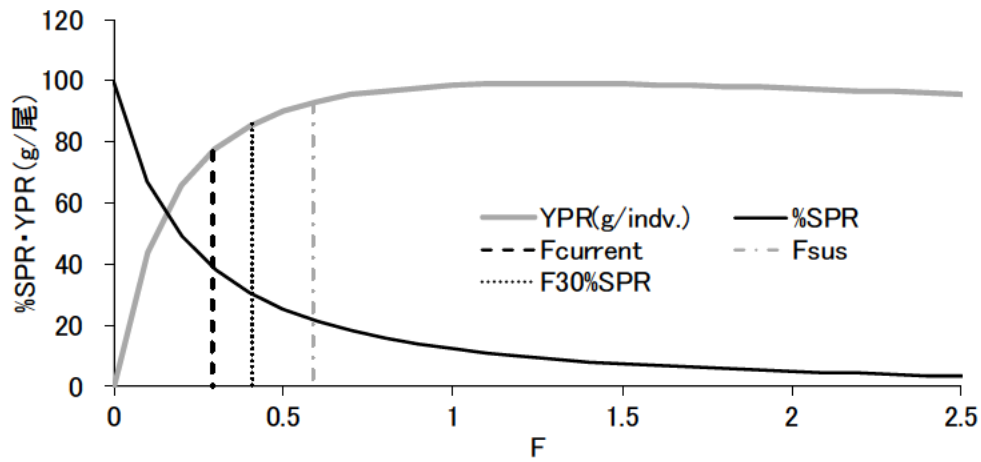


図 25. F (選択率が 1 となる年齢の F) と YPR および $\%SPR$ の関係

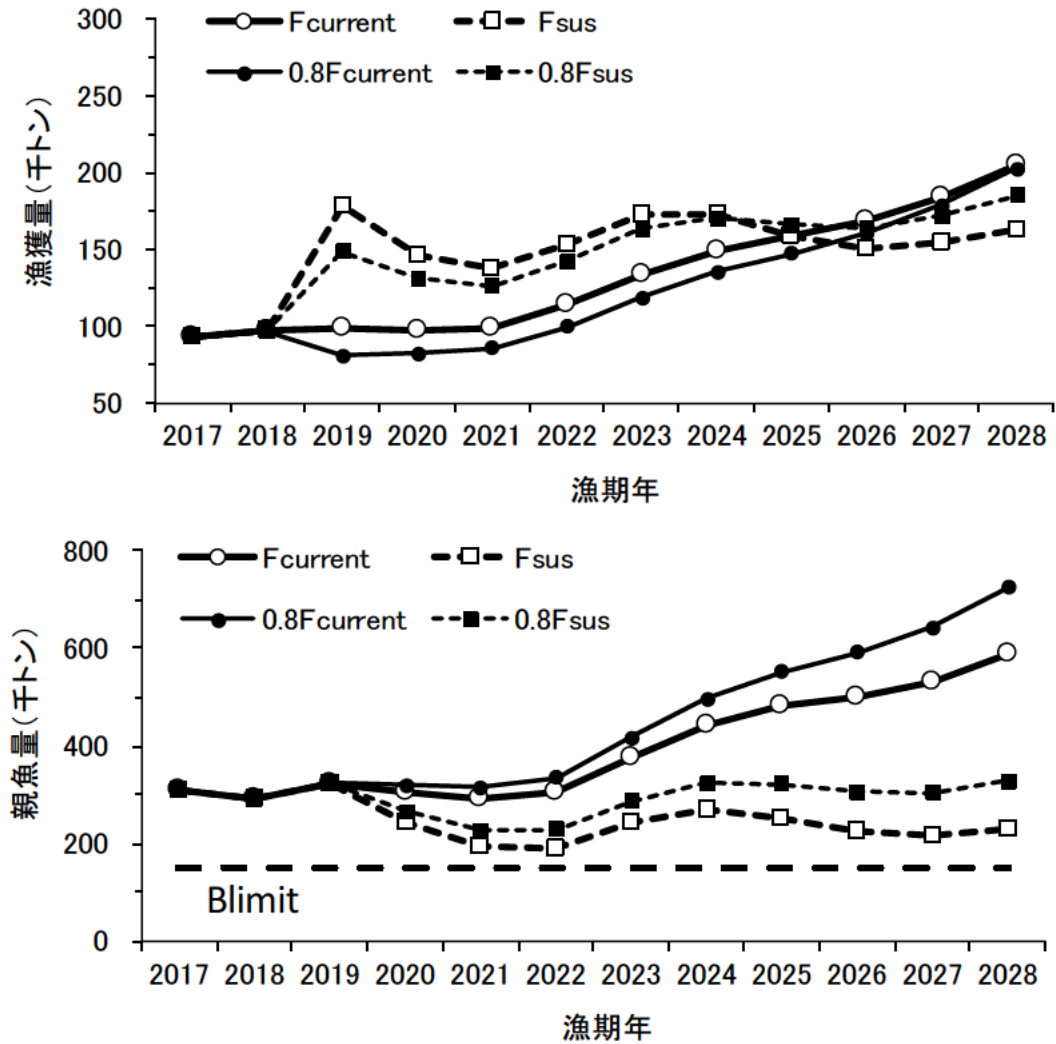


図 26. $F_{current}$ と F_{sus} による漁獲量 (上段) と親魚量 (下段) の予測値

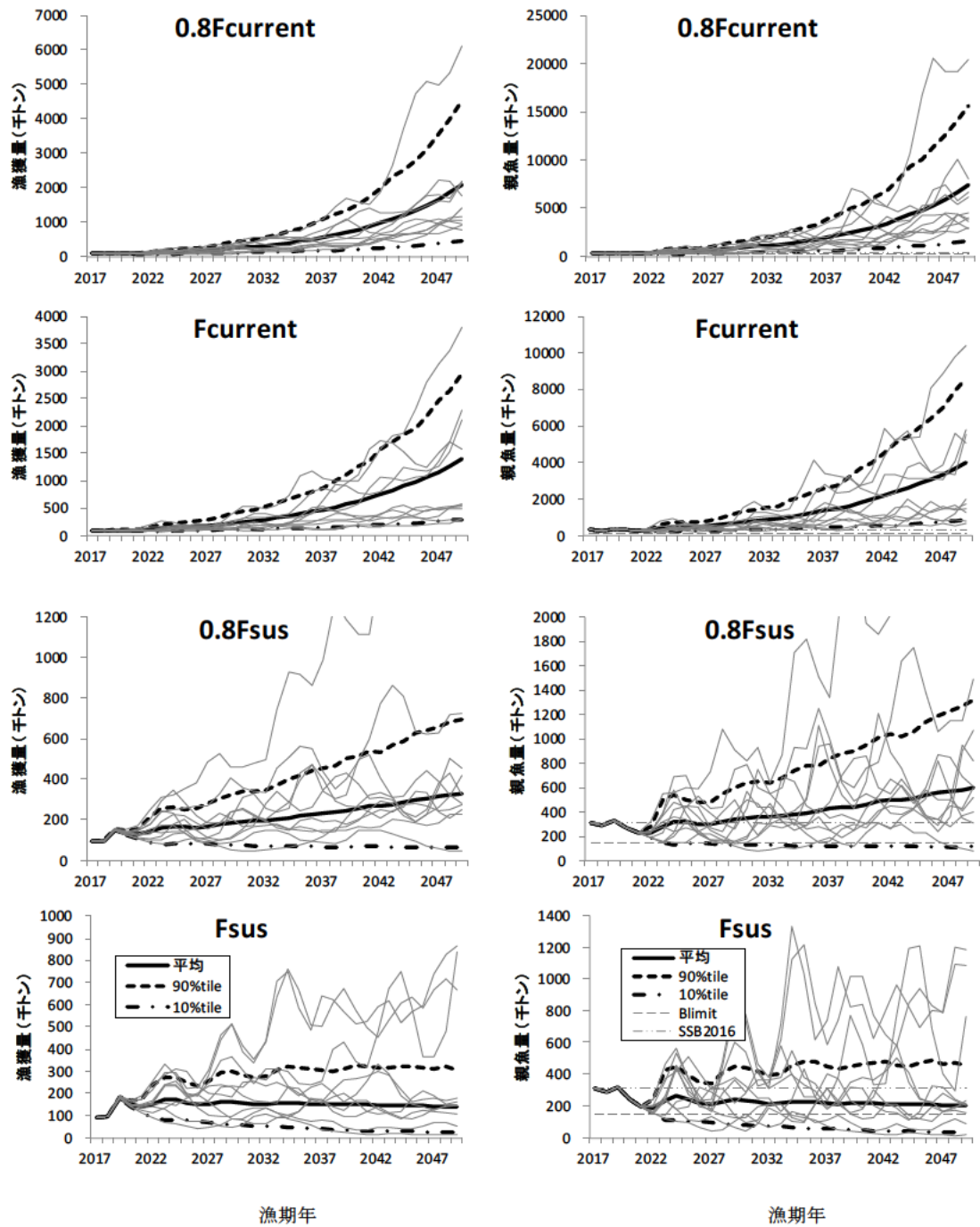


図 27. RPS の不確実性を考慮したシミュレーション結果 (左: 漁獲量、右: 親魚量、1,000 回試行) 黒太線は平均を、黒破線は上下 10%を示す。

表 1. スケトウダラ太平洋系群の海域別漁獲量（漁期年集計：トン）

漁期年	東北太平洋			襟裳以西			
	海域計	沖底	沿岸漁業	海域計	沖底	沿岸漁業	韓国漁船
1975	29,157			57,186			
1976	40,065			44,458			
1977	42,829			73,709			
1978	31,796			47,458			
1979	25,400			48,616			
1980	37,769			60,093			
1981	67,423	53,327	14,096	68,803	8,311	60,492	
1982	54,378	41,886	12,492	42,075	7,955	34,120	
1983	49,258	38,304	10,954	58,815	8,205	50,610	
1984	42,763	27,482	15,281	97,802	9,582	88,220	
1985	39,477	29,388	10,089	112,697	13,233	99,464	
1986	37,052	24,099	12,953	96,051	11,831	84,220	
1987	47,845	36,053	11,792	125,863	14,215	97,395	14,253
1988	51,047	41,971	9,076	98,087	7,803	77,649	12,634
1989	43,007	35,475	7,532	99,528	9,987	81,837	7,704
1990	41,375	35,913	5,462	63,088	11,204	49,041	2,842
1991	32,788	28,361	4,427	68,169	14,745	53,424	
1992	21,403	19,447	1,956	100,428	18,559	81,869	
1993	15,734	14,347	1,387	76,792	14,312	62,480	
1994	7,689	6,939	750	69,814	23,115	46,699	
1995	12,222	11,526	696	79,766	24,725	55,041	
1996	15,734	14,914	820	60,219	13,473	46,746	
1997	9,078	8,662	416	65,201	13,339	51,861	
1998	14,911	14,303	607	98,684	17,417	81,267	
1999	8,293	7,591	702	153,609	29,195	124,414	
2000	8,901	8,280	621	111,787	21,799	89,988	
2001	9,403	9,048	355	72,872	19,947	52,925	
2002	10,175	9,179	996	36,006	15,405	20,601	
2003	10,813	8,736	2,077	64,749	19,866	44,883	
2004	25,432	23,844	1,588	90,095	20,261	69,833	
2005	15,839	14,045	1,793	80,401	19,885	60,516	
2006	16,817	14,567	2,250	69,043	19,846	49,197	
2007	11,716	10,791	925	81,395	27,072	54,323	
2008	17,440	14,738	2,702	73,552	21,741	51,812	
2009	15,847	14,070	1,777	85,251	19,305	65,945	
2010	12,998	12,175	822	96,103	19,086	77,017	
2011	16,781	16,304	477	79,577	19,846	59,731	
2012	17,687	17,215	472	70,114	20,109	50,004	
2013	16,400	15,293	1,108	72,467	20,244	52,223	
2014	19,752	18,220	1,532	63,929	21,541	42,388	
2015	11,428	10,778	650	49,908	16,024	33,885	
2016*	9,697	9,303	394	40,308	14,756	25,552	
2017*	6,129	5,676	453	40,613	9,232	31,381	

漁期年は4月～翌年3月

東北太平洋の沿岸漁業：茨城県～青森県（大間町～階上町）、2001年漁期以前は年集計

襟裳以西の沿岸漁業：知内町～えりも町えりも

*2016、2017年漁期は暫定値

表 1. スケトウダラ太平洋系群の海域別漁獲量（漁期年集計：トン）（続き）

漁期年	道東				北方四島	全海域		合計
	海域計	沖底	沿岸漁業	韓国漁船	沖底	日本漁船	韓国漁船	
1975	50,893				137,145	274,381		274,381
1976	87,657				73,591	245,771		245,771
1977	94,744				62,291	273,573		273,573
1978	70,766				78,939	228,959		228,959
1979	47,027				93,002	214,045		214,045
1980	73,666				106,621	278,149		278,149
1981	78,986	75,326	3,660		79,553	294,765		294,765
1982	64,197	60,012	4,185		85,856	246,506		246,506
1983	91,975	83,470	8,505		79,868	279,916		279,916
1984	73,093	67,031	6,062		69,696	283,354		283,354
1985	88,621	79,431	9,190		39,124	279,919		279,919
1986	60,113	53,349	6,764		18,517	211,733		211,733
1987	78,658	58,540	4,700	15,418	14,106	236,801	29,671	266,472
1988	90,147	64,198	3,400	22,549	17,089	221,187	35,183	256,370
1989	66,955	55,894	2,369	8,692	3,647	196,741	16,396	213,137
1990	79,786	61,399	3,011	15,376	1,011	167,041	18,218	185,259
1991	79,748	61,724	2,621	15,403	1,603	166,906	15,403	182,309
1992	54,515	32,396	3,133	18,986	1,851	159,211	18,986	178,197
1993	89,097	54,609	1,768	32,721	1,751	150,653	32,721	183,374
1994	128,104	68,152	2,937	57,015	2,433	151,026	57,015	208,041
1995	109,375	44,689	7,841	56,845	2,350	146,869	56,845	203,714
1996	71,292	31,803	4,080	35,409	1,037	112,874	35,409	148,283
1997	136,633	86,156	3,711	46,766	1,007	165,153	46,766	211,919
1998	151,551	71,301	5,725	74,525	313	190,934	74,525	265,459
1999	91,398	77,005	5,316	9,076	1,425	245,649	9,076	254,725
2000	87,840	81,155	6,685		1,041	209,568		209,568
2001	47,346	42,487	4,859		805	130,426		130,426
2002	61,130	59,606	1,524		1,757	109,069		109,069
2003	69,406	67,457	1,949		2,146	147,114		147,114
2004	64,149	58,487	5,662		1,759	181,435		181,435
2005	60,145	53,442	6,703		1,883	158,268		158,268
2006	54,954	50,467	4,487		2,432	143,246		143,246
2007	58,009	53,384	4,625		2,430	153,549		153,549
2008	61,852	57,297	4,554		2,409	155,254		155,254
2009	69,574	63,756	5,818		1,828	172,499		172,499
2010	64,889	60,283	4,606		1,485	175,474		175,474
2011	74,303	70,549	3,754		1,579	172,239		172,239
2012	67,127	61,911	5,216		1,244	156,172		156,172
2013	65,437	60,959	4,478		1,519	155,823		155,823
2014	70,256	65,424	4,832		400	154,337		154,337
2015	58,667	55,812	2,855			120,003		120,003
2016*	49,931	46,601	3,330			99,937		99,937
2017*	46,152	42,563	3,590			92,894		92,894

漁期年は4月～翌年3月

道東の沿岸漁業：えりも町庶野～根室市、2011年度以降の根室市は落石地区以外の底建網と小定置を除く

*2016、2017年漁期は暫定値

表 2. 北海道根拠の沖底の漁獲量、漁獲努力量、CPUE

漁期年	スケトウダラ有漁操業					
	襟裳以西		道東+北方四島			
	かけまわし		かけまわし		オッタートロール	
	漁獲量 千トン	網数 千網	漁獲量 千トン	網数 千網	漁獲量 千トン	網数 千網
1980	13.3	9.9	57.7	21.0	96.2	17.8
1981	7.9	9.6	35.4	18.5	121.2	19.7
1982	7.7	10.4	25.0	17.8	115.8	17.0
1983	7.8	10.3	25.4	17.2	114.8	15.4
1984	9.2	10.9	26.1	19.5	123.0	15.3
1985	12.5	10.0	21.8	18.8	96.4	14.7
1986	14.1	5.8	21.9	17.8	50.6	9.3
1987	13.2	6.3	20.6	16.4	50.4	9.1
1988	7.5	7.4	17.9	16.8	61.7	8.8
1989	9.4	6.8	9.5	13.4	48.9	9.6
1990	10.0	6.8	9.9	13.1	51.4	8.5
1991	13.3	6.4	19.8	13.1	42.5	6.1
1992	16.7	7.1	11.2	10.9	22.5	5.5
1993	13.3	6.6	17.0	11.0	38.9	6.4
1994	21.9	7.3	22.2	10.6	47.4	6.6
1995	24.2	5.8	15.3	9.8	30.3	6.5
1996	13.0	5.3	8.1	10.7	24.4	6.0
1997	13.1	4.8	21.9	12.6	65.0	5.7
1998	16.5	4.4	27.7	12.2	43.6	4.4
1999	28.3	4.2	28.4	11.2	49.8	4.0
2000	21.6	3.5	39.4	11.1	42.5	4.4
2001	19.8	4.2	23.2	10.8	20.0	4.8
2002	15.2	3.9	26.3	10.1	35.0	4.4
2003	19.7	3.9	25.4	8.7	44.0	4.6
2004	19.9	3.7	21.3	8.2	38.7	4.6
2005	19.8	4.2	24.1	8.4	31.0	4.7
2006	19.7	4.5	23.4	8.8	29.3	5.2
2007	26.7	4.8	21.6	8.8	34.0	4.6
2008	21.7	4.0	26.4	7.7	32.9	4.1
2009	19.0	3.9	31.0	8.4	34.3	3.7
2010	19.0	3.9	31.2	8.9	30.3	3.9
2011	19.8	4.0	37.9	9.1	34.1	3.5
2012	20.1	3.9	38.0	8.5	24.8	3.0
2013	20.2	3.6	44.3	8.4	18.1	2.5
2014	21.5	3.5	45.4	9.1	20.3	2.5
2015	15.8	2.6	44.0	8.1	11.8	1.6
2016	14.7	2.4	36.7	8.9	9.9	1.1
2017*	9.2	2.4	33.0	8.5	9.5	1.2

漁期年は4月～翌年3月。

スケトウダラ有漁操業：スケトウダラが漁獲された操業。

*2017年漁期は暫定値。

表 2. 北海道根拠の沖底の漁獲量、漁獲努力量、CPUE（続き）

漁期年	スケトウダラ狙い操業								
	襟裳以西			道東					
	かけまわし			かけまわし			オッタートロール		
	漁獲量 千トン	網数 千網	CPUE トン/網	漁獲量 千トン	網数 千網	CPUE トン/網	漁獲量 千トン	網数 千網	CPUE トン/網
1980									
1981									
1982									
1983									
1984									
1985									
1986									
1987									
1988									
1989									
1990									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996	12.4	3.8	3.3	6.7	3.9	1.7	22.5	3.9	5.8
1997	12.4	3.4	3.6	19.5	5.5	3.6	64.4	4.6	13.9
1998	16.4	3.4	4.8	25.8	6.9	3.7	41.7	3.5	11.8
1999	28.2	3.5	8.0	26.8	5.2	5.1	48.8	3.4	14.3
2000	21.4	2.9	7.4	38.0	8.3	4.6	41.6	3.9	10.6
2001	19.5	3.0	6.5	21.3	7.3	2.9	19.4	3.6	5.3
2002	15.0	2.3	6.5	23.4	5.4	4.4	34.6	3.9	8.9
2003	19.3	2.8	6.8	22.7	4.8	4.7	43.7	4.1	10.8
2004	19.7	2.7	7.4	18.9	4.4	4.3	38.7	4.3	9.0
2005	19.3	2.8	6.9	22.0	5.3	4.1	31.0	4.5	6.9
2006	19.6	3.5	5.7	20.2	5.4	3.8	29.2	4.8	6.1
2007	26.4	3.5	7.5	18.2	5.7	3.2	33.9	4.3	7.8
2008	19.4	2.6	7.4	23.3	4.7	4.9	32.8	3.9	8.3
2009	16.6	2.2	7.4	28.6	6.0	4.7	34.2	3.5	9.8
2010	16.9	2.2	7.6	26.2	6.1	4.3	30.3	3.7	8.2
2011	17.6	2.4	7.3	31.5	5.7	5.5	34.1	3.3	10.4
2012	19.8	2.9	6.9	31.9	5.7	5.6	24.7	2.6	9.5
2013	20.1	2.6	7.7	41.3	7.1	5.8	18.0	2.3	7.8
2014	21.4	2.7	7.9	43.9	7.1	6.2	20.3	2.4	8.3
2015	15.2	2.0	7.7	42.5	7.1	6.0	11.8	1.5	7.6
2016	14.5	1.7	8.5	34.2	6.6	5.2	9.9	1.1	9.0
2017*	9.0	1.8	4.9	31.5	7.0	4.5	9.5	1.2	8.1

漁期年は4月～翌年3月。

スケトウダラ狙い操業:1日の総漁獲量に占めるスケトウダラ漁獲量の割合が50%以上の操業。

*2017年漁期は暫定値。

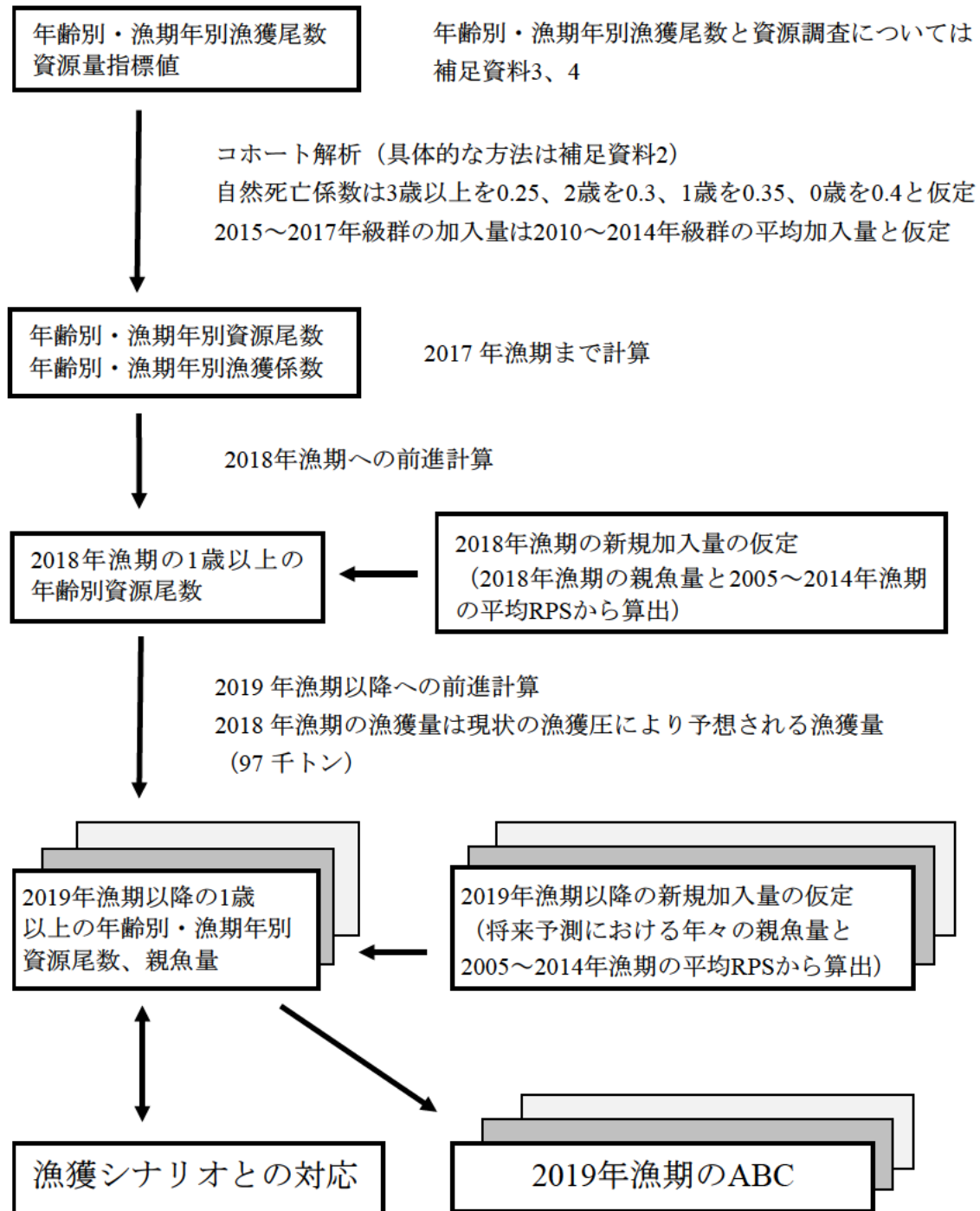
表 3. 資源解析結果

漁期年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	2歳魚以上の 資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	0歳加入尾数 (億尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1981	295	1,291	915	187	45.8	23	24.4
1982	247	1,345	983	151	28.6	18	19.0
1983	280	1,369	1,134	220	20.4	20	9.3
1984	283	1,306	1,106	246	18.9	22	7.7
1985	280	1,212	1,026	250	16.8	23	6.7
1986	212	1,093	916	266	23.7	19	8.9
1987	266	1,057	857	278	24.7	25	8.9
1988	256	974	760	231	27.0	26	11.7
1989	213	1,003	775	178	26.8	21	15.0
1990	185	969	782	158	17.4	19	11.0
1991	182	942	758	157	30.2	19	19.2
1992	178	945	712	199	16.1	19	8.1
1993	183	1,025	805	218	17.8	18	8.2
1994	208	970	771	204	32.3	21	15.8
1995	204	1,118	743	218	54.1	18	24.8
1996	148	1,177	831	200	9.3	13	4.6
1997	212	1,247	1,165	214	9.4	17	4.4
1998	265	1,145	1,020	234	12.0	23	5.1
1999	255	1,047	878	323	13.6	24	4.2
2000	210	949	713	327	28.0	22	8.6
2001	130	1,190	675	224	16.6	11	7.4
2002	109	1,126	901	182	10.7	10	5.9
2003	147	947	830	187	19.2	16	10.3
2004	181	902	745	229	12.7	20	5.5
2005	158	1,148	782	249	54.3	14	21.8
2006	143	1,250	663	226	17.9	11	7.9
2007	154	1,363	1,116	209	32.8	11	15.7
2008	155	1,379	1,108	205	18.7	11	9.1
2009	172	1,453	1,248	284	25.2	12	8.9
2010	175	1,425	1,272	491	4.8	12	1.0
2011	172	1,444	1,361	511	8.8	12	1.7
2012	156	1,305	1,171	595	11.5	12	1.9
2013	156	1,063	955	573	9.7	15	1.7
2014	154	940	821	555	18.0	16	3.3
2015	120	895	731	399	10.6	13	2.6
2016	100	888	749	333	10.6	11	3.2
2017	93	898	775	310	10.6	10	3.4

漁期年は4月～翌年3月。

2015～2017年漁期の0歳加入尾数は仮定値。また、2015～2017年漁期の資源量、漁獲割合、および再生産成功率は当該仮定値の影響を受ける。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

(1) 加入量の仮定

近年、本系群の 0～2 歳魚は漁獲の主対象ではないため、その漁獲尾数は各年級群の豊度に応じたものとはならない可能性が高く、コホート解析では最近年の 0～2 歳魚（本年度評価では 2015～2017 年級群）に基づく加入量の推定精度は低いと考えられる。したがって、最近年の 0～2 歳魚を構成する 2015～2017 年級群の加入量については、昨年度評価と同様に仮定値を置くこととした。2015 年級群については、道東太平洋スケトウダラ資源調査の 0 歳魚の CPUE が 1995 年級群並みの高い値となっているが、スケトウダラ音響トロール調査に基づく 1、2 歳魚の現存尾数は非常に少ない。2016 年級群については、スケトウダラ音響トロール調査や道東太平洋スケトウダラ資源調査の結果から、現状では卓越でない可能性が高い。2017 年級群については、2018 年 6 月のスケトウダラ音響トロール調査で比較的高い 1 歳魚の現存尾数が推定されているが、これが卓越年級群であることを示すか否かは、いまだ不明である。これらの調査データは、必ずしもこれまでの全ての卓越年級群の発生を捕捉できてはいない（例えば 2015 年漁期に 8 歳になってから卓越年級群であると確認された 2007 年級群）。そのため、2015～2017 年級群が 2007 年級群と同様に高齢魚になってから卓越年級群であると確認される可能性は捨てきれないが、現時点ではその可能性を示す調査結果は得られていない。以上より、本年度の評価では、これらの 2015～2017 年級は卓越年級群ではないと見なし、昨年度評価と同様に近年 5 年級群（2010～2014 年級群）の平均加入量（11 億尾）を仮定した。

(2) 資源量推定のステップ 1

チューニングを行うために必要な最近年の年齢別選択率（年齢別 F の最高値で各年齢の F を除した値）を求めるために、コホート解析を行った。

使用した年齢別漁獲尾数（補足資料 4）は、各海域における漁獲物の年齢組成や漁獲量を基に算出した。なお、韓国船の漁獲物組成に関して詳しい情報がないため、日本の沖底船と漁場が重なることから、日本の沖底船のそれと同じとした。3 歳以上の自然死亡係数（M）は、道東海域における沖底の CPUE と漁獲努力量を基に、Widrig (1954) の方法により推定した（補足表 2-1）。一方、3 歳未満の M は、一般に若齢魚の M が高齢魚のそれよりも高いことを考慮して推定した。最近年の年齢別 F は、最近年を除く近年 5 年間（2012～2016 年漁期）の年齢別 F の平均値とした。ただし、8+歳の F は 7 歳と等しいとした。最近年以外の年齢別 F は、次式より推定した。

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

ここで、 $F_{a,y}$ は y 年漁期の a 歳の F、 $C_{a,y}$ は y 年漁期の a 歳の漁獲尾数、 $N_{a,y}$ は y 年漁期の a 歳の資源尾数、 M_a は a 歳の M である。

最近年の年齢別資源尾数は、次式より推定した。

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

最近年以外の年齢別資源尾数のうち、6 歳以下のそれらは、Pope (1972) の近似式より推定した。一方、7 歳と 8+歳の資源尾数は、平松 (1999) の式 (下式) より推定した。

$$N_{7,y} = \left(\frac{C_{7,y}}{C_{8+,y} + C_{7,y}} \right) N_{8+,y+1} \exp(M) + C_{7,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

$$N_{8+,y} = \left(\frac{C_{8+,y}}{C_{8+,y} + C_{7,y}} \right) N_{8+,y+1} \exp(M) + C_{8+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

(3) 資源量推定のステップ 2

ステップ 1 で得られた最近年の年齢別選択率を基に、最近年の 4 歳以上の F を調節し、コホート解析の結果がチューニング指数に最も適合するようにした。具体的には、北海道根拠の沖底の年齢別標準化 CPUE (3~7 歳：補足表 2-2) と刺し網の漁績から得られる資源量指標値および操業日誌から得られる標準化 CPUE (補足表 2-3) をチューニング指標値とし、沖底 CPUE が各年齢の漁期中央の資源尾数と、刺し網の資源量指標値と標準化 CPUE が漁期中央の親魚量と合うように探索的に求めた。最小化させる負の対数尤度を以下のように定義した (田中 2012)。指標値と資源尾数あるいは親魚量との間にはべき乗関係を仮定している。

$$\begin{aligned} \text{最小} - \ln L = & \sum_a \sum_y \left[\frac{[\ln I_{a,y} - (b_a \ln D_{a,y} + \ln q_a)]^2}{2\sigma_a^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \right) \right] \\ & + \sum_y \left[\frac{[\ln J_y - (b' \ln S_y + \ln q')]^2}{2\sigma'^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma'} \right) \right] \\ & + \sum_y \left[\frac{[\ln K_y - (b'' \ln S_y + \ln q'')]^2}{2\sigma''^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma''} \right) \right] \end{aligned}$$

ここで、 $I_{a,y}$ は y 年漁期の a 歳の CPUE、 $D_{a,y}$ は y 年漁期の漁期中央における a 歳の資源尾数、 J_y は刺し網による資源量指標値、 K_y は刺し網による標準化 CPUE、 S_y は漁期中親魚量である。 $D_{a,y}$ と S_y は以下の式により求めた。

$$D_{a,y} = N_{a,y} \exp\left(-\frac{M_a + F_{a,y}}{2}\right)$$

$$S_y = \sum_{a=3}^{8+} D_{a,y} \times m_a \times w_{a,y}$$

ここで m_a は a 歳における成熟率（補足表 2-4）、 $w_{a,y}$ は y 年漁期 a 歳における体重である。 b_a および q_a は a 歳に関する係数、 b' 、 b'' 、 q' 、 q'' はそれぞれの指標値に対応する係数であり、以下の式により求めた。 σ_a 、 σ' 、 σ'' は推定パラメータ（ターミナル F と同時推定）である。

$$q_a = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_y \ln(I_{a,y}) - \frac{b_a}{n} \sum_y \ln(D_{a,y})\right)$$

$$b_a = \frac{\sum_y \left(\ln(I_{a,y}) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(I_{a,y})\right) \left(\ln(D_{a,y}) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(D_{a,y})\right)}{\sum_y \left(\ln(D_{a,y}) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(D_{a,y})\right)^2}$$

$$q' = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_y \ln(J_y) - \frac{b'}{n} \sum_y \ln(S_y)\right)$$

$$b' = \frac{\sum_y \left(\ln(J_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(J_y)\right) \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y)\right)}{\sum_y \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y)\right)^2}$$

$$q'' = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_y \ln(K_y) - \frac{b''}{n} \sum_y \ln(S_y)\right)$$

$$b'' = \frac{\sum_y \left(\ln(K_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(K_y) \right) \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y) \right)}{\sum_y \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y) \right)^2}$$

ここで、 n は各チューニング指標値のデータの年数である。 b_a 、 q_a 、 b' 、 b'' 、 q' 、 q'' 、 σ_a 、 σ' 、 σ'' の推定結果については補足表 2-5 に示す。チューニング指標値の期間は、沖底の年齢別標準化 CPUE については 1999 年漁期以降、刺し網漁業の資源量指標値と標準化 CPUE はそれぞれ 2003 年漁期以降、2010 年漁期以降である。

沖底の年齢別標準化 CPUE は、以下の手順により算出した（詳細は補足資料 6 を参照）。

- 1) 道東を釧路以東（沖底漁業小海区 31～35）と釧路以西（同 30、36、37）、襟裳以西を浦河・静内沖（同 28、29）と鶴川・登別・臼尻・恵山沖（同 24～27）にそれぞれ分割し、これらの 4 海域の沖底漁獲物に対応した年齢組成推定用サンプルが得られている年・月を漁法ごと（オッタートロール・かけまわし）に抽出する。
- 2) 抽出された年・月について、漁法ごとに沖底漁獲成績報告書からスケトウダラ狙いの操業情報を抽出する（スケトウダラの漁獲が 50%以上の操業日の情報）。
- 3) 年・月・漁法・海域別の年齢組成データが、同時期・海域・漁法のスケトウダラ狙いの漁獲物年齢組成を反映していると思われ、年齢別の漁獲量・努力量データを求める。
- 4) スケトウダラ狙いの漁獲情報であっても、年齢によりゼロキャッチが生じる場合があるため、デルタ型 2 段階モデル（Lo et al. 1992）を標準化に使用する。これは第 1 段階としてゼロキャッチデータの割合を二項分布を用いた一般化線形モデル（GLM）により推定し、次に第 2 段階として非ゼロキャッチデータに対数正規分布を仮定した GLM を適用し、最終的に非ゼロキャッチデータの割合と非ゼロキャッチ部分の応答変数（CPUE）を掛け合わせることで標準化 CPUE を得る方法である。フルモデルの説明変数として、第 1 段階では、漁期年、月、年齢、漁法、および海域を、第 2 段階では、漁期年、月、年齢、漁法、船 ID、馬力を用い、主効果および交互作用について BIC を用いた変数選択を行い最終的なモデルを得る。先行研究例（Rodríguez-Marín et al. 2003）に従い、最終的なモデルでは、年齢別の CPUE の年トレンドを得るため、漁期年と年齢の交互作用項について最小二乗平均（lsmean）を算出する。
- 5) 最終的に選択されたモデルは以下の通り；

[第 1 段階]： $\text{positive rate} \sim \text{Intercept} + \text{Year} * \text{Age} + \text{Fishery} + \text{Area} + \text{error term}$,

[第 2 段階]： $\log(\text{CPUE}) \sim \text{Intercept} + \text{Year} * \text{Age} + \text{Age} * \text{Month} + \text{Age} * \text{Area} + \text{Fishery} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Fishery} + \text{error term}$

ここで Year は漁期年、Age は年齢、Month は月、Fishery は漁法、Area は海域である。

刺し網漁業の標準化 CPUE（操業日誌）は、以下の方法により算出した（函館・栽培水産試験場 2018）。

- 1) データとなる操業日誌は、2010 年度より渡島、及び胆振地区のスケトウダラ刺し網船団の代表船（18 隻）が、操業日ごとの操業位置（緯度・経度）、使用した網数（反）、漁獲量（Kg）を記録したものをを用いた。
- 2) CPUE の標準化には正規分布を仮定した一般化線形モデルを利用し、応答変数に対数変換した船別日別の CPUE を、説明変数に年、月、漁具の中央部の水深、漁具の浸漬日数、根拠港、操業エリアを用いた。CPUE は操業エリア、月、水深ごとに年変動パターンに違いが見られたので、これらの説明変数はそれぞれ年との交互作用項としてモデル化した。操業データの中には漁獲が 0 であったデータも含まれたため、応答変数は CPUE に定数項を加えたものを対数変換したものとした。この定数項には、平均 CPUE の 10% の値を与えた(constant)。

$$\log(\text{CPUE} + \text{constant}) \sim \text{Year} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Area} + \text{Year} * \text{Depth} + \text{Duration} + \text{Port} + \text{Intercept}$$

ここで、CPUE は船別日別の漁獲量（kg）を努力量（網長）で割った値、Year は操業日誌の記録が行われた 2010～2017 年、Month は 10～翌年 3 月（年によっては 2 月以前に操業が終了していることもある）、Area は沖底漁区を基準とした操業エリア、Depth は漁具の中央における水深（m）、Duration は漁具の浸漬日数（1～3 日）、Port は根拠港である。

2015～2017 年級群の加入量については仮定値を当てはめたため、それらの 1 歳以上における年齢別資源尾数は、コホート解析の前進法（次式）により算出した。

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

資源量や親魚量などを推定する際に用いる年齢別体重については、データが存在する 1989 年漁期以降に関しては、年別の値を用いたが（補足表 2-6）、データが存在しない 1988 年漁期以前に関しては、1989～1993 年漁期の平均値を用いた。

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 月は産卵終了直後である。そのため、ある漁期年の初期資源量の内、成熟しているものをその漁期年の年級群を産み出した親魚量とした。つまり、2017 年漁期の親魚量とは、2016 年漁期末に産卵を行った親魚量であり、2017 年級群を産み出した親魚量のことである。よって、親魚量の計算には、補足表 2-7 に示した成熟割合（図 4 の成熟割合を 1 歳分高齡にずらした割合）を用い、各漁期年の初期資源量とこの成熟割合の積により親魚量を算出した。一方、前述のとおりチューニングにおける漁期中親魚量の計算には補足表 2-4 に示した成熟割合（図 4 の成熟割合）を用いた。

チューニング後のコホート解析による資源解析結果の詳細を補足資料 4 に示す。

(4) 将来予測

2018 年漁期以降の資源量の将来予測は、コホート解析の前進法に加え、加入量を RPS と親魚量の積として算出することによって行った。また、8 歳以上のプラスグループについては、前年の 7 歳と 8 歳以上から前進させた。なお、将来予測においては、①2018 年漁期以降の RPS は 2005～2014 年漁期の平均値 (7.3 尾/kg)、②2018 年漁期以降の年齢別体重は 2013～2017 年漁期の平均値 (補足表 2-8)、③2018 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧 (F_{current}、2013～2017 年漁期の平均 F) により予測される漁獲量 97 千トン、④2018 年漁期以降の年齢別選択率は F_{current} から算出した値 (補足表 2-8) とした。

年齢別漁獲尾数は次式により予測した。

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

補足表 2-1. 自然死亡係数 M

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
M	0.4	0.35	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

補足表 2-2. 沖底の年齢別標準化 CPUE (チューニング指数)

		CPUE (尾/網)									
漁期年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
3歳	2,055	992	31	1,149	7,979	2,950	1,464	3,153	768	6,370	1,025
4歳	15,963	1,742	37	896	1,442	9,262	5,444	3,218	6,072	1,912	14,796
5歳	1,104	11,722	161	558	463	653	4,631	2,895	1,514	3,850	1,806
6歳	247	1,546	380	570	367	151	220	2,178	1,324	893	1,738
7歳	127	141	--	1,339	343	137	89	384	557	652	240

漁期年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3歳	1,259	1,446	1,300	169	320	400	193	733
4歳	2,099	4,221	4,346	3,798	441	838	2,371	1,197
5歳	9,968	2,518	4,194	2,947	5,357	569	1,329	2,013
6歳	900	6,031	1,416	2,765	2,754	3,669	429	606
7歳	522	300	2,278	650	2,680	1,414	2,275	179

補足表 2-3. 刺し網の CPUE (チューニング指数)

漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
漁獲量/反(kg)	867	1,265	1,215	1,641	1,635	1,279	2,028	2,937	2,344	2,666
標準化CPUE								61	63	59

漁期年	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲量/反(kg)	1,922	2,199	1,984	1,415	1,404
標準化CPUE	46	34	31	19	28

補足表 2-4. チューニングにおいて年度中央親魚量計算に用いた年齢別成熟割合

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
成熟割合 (%)	0	0	0	20	80	90	100	100	100

補足表 2-5. 係数 b と q 、および σ の推定結果

年齢	3	4	5	6	7
b	1.37	1.67	1.48	1.01	1.03
q	1.54×10^{-9}	1.76×10^{-11}	1.37×10^{-9}	9.50×10^{-6}	6.80×10^{-6}
σ	1.02	0.90	0.65	0.78	0.72

b'	0.75	b''	1.47
q'	4.70×10^{-1}	q''	1.74×10^{-7}
σ'	0.19	σ''	0.15

補足表 2-6. 年齢別体重

漁期年	1988以前	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	31	27	25	29	30	42	33	28	29	32	41	37	53	44	49
1歳	106	109	96	95	94	138	79	106	89	85	121	158	97	239	155
2歳	267	332	284	246	248	227	264	222	221	201	258	288	305	316	301
3歳	405	453	419	409	400	343	338	397	368	338	325	349	424	470	461
4歳	489	492	539	452	464	500	435	525	485	452	394	447	463	534	565
5歳	564	585	618	529	538	547	526	536	557	541	472	529	523	582	586
6歳	639	682	662	594	612	643	607	591	632	639	500	609	589	623	639
7歳	788	819	820	806	718	777	686	641	583	738	605	691	647	673	705
8+歳	999	879	1,030	1,024	841	1,222	881	782	814	869	701	780	775	754	824

漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	32	42	44	40	43	32	30	37	48	50	54	39	48	49	47
1歳	76	87	152	143	89	96	105	84	141	139	76	76	95	125	106
2歳	214	211	265	184	242	188	189	208	236	160	164	163	183	227	235
3歳	384	340	423	359	316	347	300	318	393	381	308	318	402	341	379
4歳	470	459	461	453	455	417	449	431	433	480	464	483	477	460	479
5歳	518	509	525	530	527	512	542	524	502	505	530	548	539	559	598
6歳	626	579	575	594	595	615	590	636	576	579	565	611	603	634	647
7歳	684	645	625	642	665	682	700	696	749	655	614	631	638	650	722
8+歳	766	757	719	712	720	725	687	900	890	921	727	745	708	748	770

補足表 2-7. 親魚量計算に用いた年齢別成熟割合

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
成熟割合 (%)	0	0	0	0	20	80	90	100	100

補足表 2-8. 将来予測で用いた年齢別体重と年齢別選択率

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
体重 (g)	47	95	194	349	473	555	612	651	740
選択率	0.03	0.02	0.11	0.20	0.55	0.91	1.00	1.00	1.00

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.
- Lo, N.C., L. D. Jacobson, and J. L. Squire. (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models, Can. J. Fish. Aqua. Sci., **49**, 2515-2526.
- 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.
- Rodríguez-Marín, E., H. Arrizabalaga, M. Ortiz, C. Rodríguez-Cabello, G. Moreno, and L.T. Kell (2003) Standardization of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, catch per unit effort in the baitboat fishery of the Bay of Biscay (Eastern Atlantic). ICES J. Mar. Sci., **60** (6), 1216-1231.
- 田中栄次 (2012) 新訂水産資源解析学. 成山堂書店, 東京.
- Widrig, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific sardine. Fish. Bull. U.S., **56**, 141-166.
- 函館・栽培水産試験場 (2018) スケトウダラ (道南太平洋海域). 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 3 調査船調査の概要、及び結果

(1) スケトウダラ卵・仔魚分布調査（北海道区水産研究所：12～3月）

北海道太平洋岸（道南～道東海域）におけるスケトウダラ卵・仔魚の現存量を把握するため、リングネット（口径 80cm）による調査を実施している。スケトウダラの卵と仔魚は、噴火湾周辺海域から道東海域にかけて広く採集されるが、道東海域での採集量は少ない。補足図 3-1 に噴火湾周辺海域で採集された 1 網当たりの平均卵数を示す。卵数は 2000 年代以降急増し、2010 年漁期にピークに達した。しかし、その後は急減しており、2017 年漁期の卵数は、2000 年代以降では最低値となった。卵数が産卵親魚の来遊量を反映していると仮定すると、噴火湾周辺への来遊量は、2010 年漁期付近のピークは過ぎたと考えられる。なお、2000 年代以降、海域別では胆振沿岸の割合が高い傾向にある。

(2) スケトウダラ仔稚魚春季定量調査（北海道区水産研究所：4月）

噴火湾周辺海域における仔魚の現存量を把握するため、計量魚群探知機とフレームトロールネットによる調査を実施している。仔魚の魚探反応量は 2009 年級群と 2013 年級群で高い値となっているが（補足図 3-2）、2009 年級群の加入量については、本年度評価において 25 億尾と推定されており、比較的豊度の高い年級群と考えられる（図 16、表 3）。また、本年度評価において過去最低の加入量と推定された 2010 年級群については、仔魚の魚探反応量も低い値となっている。一方、卓越年級群である 2005 および 2007 年級群については、仔魚の魚探反応量は低い値もしくは平均的な値となっている。このように仔魚の魚探反応量は、加入量を反映している場合もあれば、反映していない場合もある。データの年数が限られているため、今後も調査を継続し情報を蓄積する必要がある。

(3) スケトウダラ音響トロール調査（開発調査センター・北海道区水産研究所：6～7月）

北海道太平洋岸における 1、2 歳魚の現存量を把握するために、計量魚群探知機とトロールネットによる調査を実施している。ただし、1 歳魚の 1999 年級群以前と、2 歳魚の 1998 年級群以前については調査海域が道東海域に限定されていたため、道東海域のみにおける現存量を推定した。1 歳魚の現存尾数は、卓越年級群である 1995 年級群で最高値となっているとともに、豊度の高い 2000 年級群でも高い値となっている（補足図 3-3）。一方、別の卓越年級群である 2005 および 2007 年級群については、平均的な値もしくは低い値となっている。このように、2005 および 2007 年級群について本調査の推定現存尾数が実際の豊度を反映した高い値となっていない原因としては、近年、北方四島水域が 1、2 歳時の主成育場となっている可能性があげられ、北海道太平洋岸の 1、2 歳魚の現存尾数から加入を推定しにくくなっている可能性が考えられる。2017 年級群については、1 歳魚の現存尾数について前述の 1995 年級群・2000 年級群を除くと最も高い値が得られているが、これが高豊度の加入を示すものか否かは、来年度調査にて 2 歳時魚として得られる情報や、その他の調査・漁獲情報とあわせて慎重に検討する必要がある。

(4) 道東太平洋スケトウダラ資源調査（北海道立総合研究機構釧路水産試験場：11月）

11 月の道東海域における 0 歳魚の現存量を把握するために、計量魚群探知機とトロール

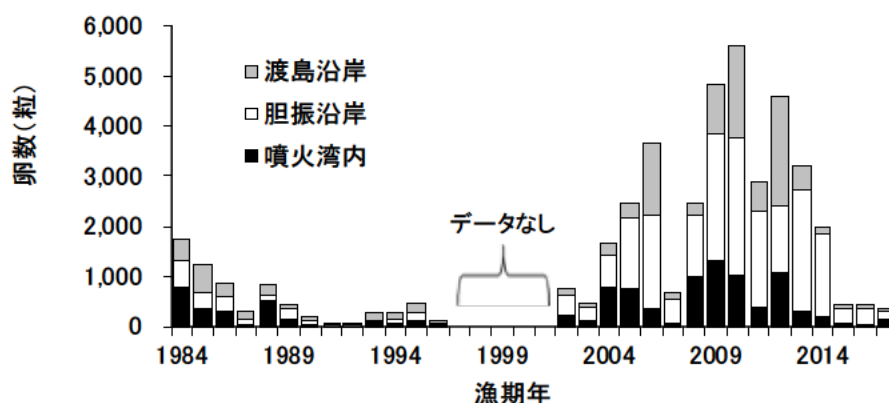
ネットによる調査を実施している。トロールによる0歳魚のCPUEについて卓越年級群で1995年、2005年、2007年級群についてみると、1995年級群は高い値、2005年級群は最高値（補足図3-4）、であったが、2007年級群は低い値であり、卓越年級群の中でも結果に違いが認められる。本調査では音響データに対する魚種判別が不十分であるなど、調査方法や解析方法等に改善の余地がある。

(5) スケトウダラ産卵親魚来遊調査（北海道立総合研究機構函館水産試験場：8～9月）

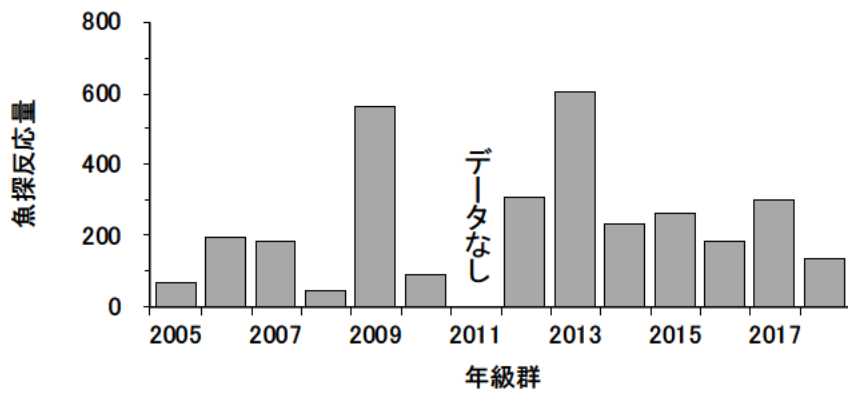
主産卵場である噴火湾周辺海域における来遊親魚量を把握するために、計量魚群探知機とトロールネットによる調査を実施している。親魚の魚探反応量は、2009～2011年漁期に高い値を示した後、2012、2013年漁期には大きく減少した（補足図3-5）。その後、2014年漁期には大幅に増加したが、2015、2016年漁期には再び大きく減少した。2017年漁期は2016年漁期と同程度の反応量が見られた。2014年漁期に、高い魚探反応量が見られた原因として、親魚が2014年漁期に例年よりも早く産卵場へ来遊した可能性が考えられる。

(6) マダラ・スケトウダラ新規加入量調査およびズワイガニ分布調査（東北区水産研究所：4月）、マダラ・スケトウダラ新規加入量調査（岩手県水産技術センター：4～6月、宮城県水産技術総合センター：5～7月、福島県水産海洋研究センター・福島県水産資源研究所：7～12月）

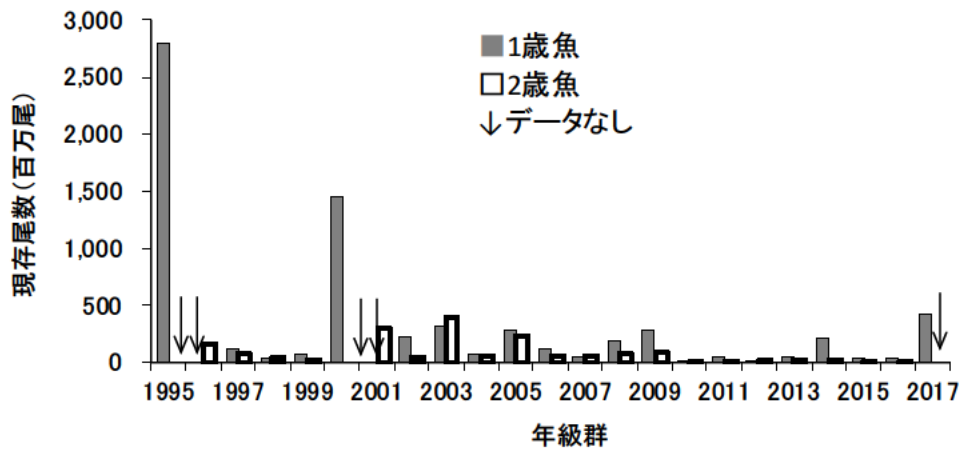
東北海域における0、1歳魚の現存量を把握するために、主に着底トロールを用いた調査を実施している。1980年代は、東北海域も本系群の重要な成育場となっていたが、1990年代以降は道東海域以東が主要な成育場となっているため、東北海域における現存量から本系群の加入量を推測するのは難しいと考えられる。1例として、10月の東北海域における0歳魚の現存量を補足図3-6に示す。卓越年級群である2005および2007年級群については、0歳魚現存量は平均的な値もしくは低い値となっている。



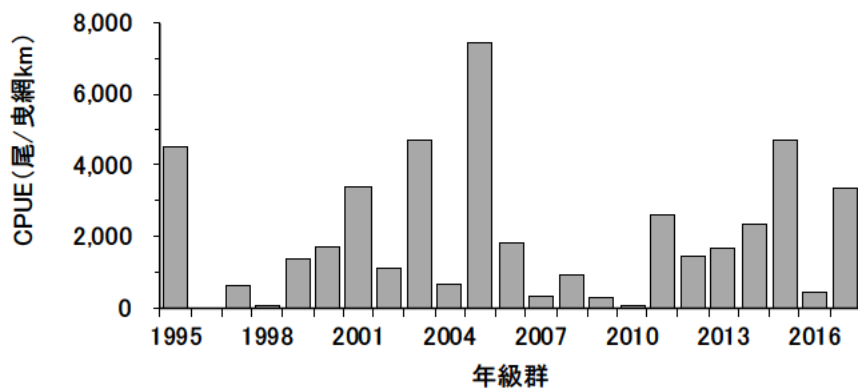
補足図 3-1. 噴火湾周辺海域における卵の採集数



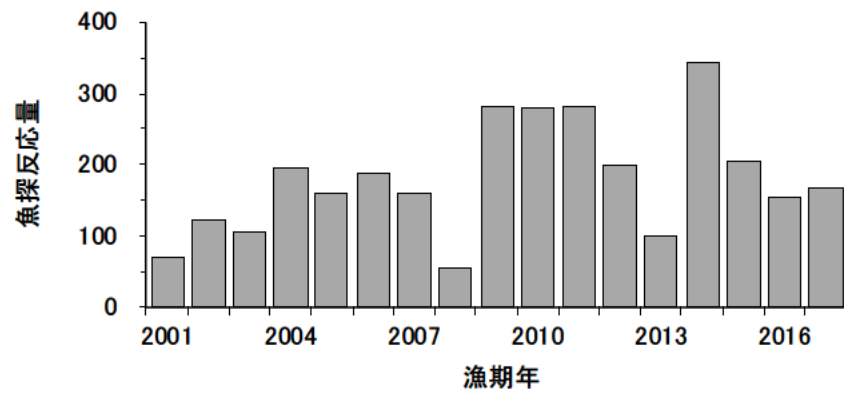
補足図 3-2. 噴火湾周辺海域における仔魚の魚探反応量



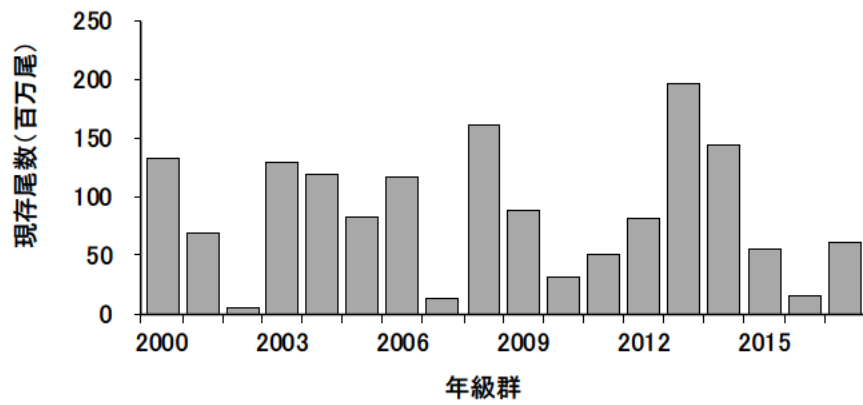
補足図 3-3. 北海道太平洋岸における 1、2 歳魚の現存尾数



補足図 3-4. 道東海域における 0 歳魚のトロール CPUE



補足図 3-5. 噴火湾周辺海域における親魚の魚探反応量



補足図 3-6. 東北海域における 0 歳魚の現存尾数

補足資料 4 資源解析結果の詳細（1981～1993 年漁期）

年齢別漁獲尾数 （千尾）													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	594,529	366,429	30,115	5,007	176,725	513,309	518,240	457,112	366,705	174,167	66,851	19,430	28,650
1歳	341,925	639,149	49,009	24,655	164,059	24,071	186,800	125,630	114,936	181,518	106,516	95,215	37,837
2歳	37,002	106,635	238,807	73,472	148,636	40,474	29,863	52,302	46,816	155,443	210,041	65,450	253,570
3歳	101,209	19,775	93,260	120,398	129,027	59,792	83,425	80,606	69,665	43,217	80,385	91,002	42,652
4歳	135,940	166,383	133,364	188,057	103,686	112,225	108,326	127,396	111,782	42,289	58,173	80,832	47,709
5歳	124,604	54,898	131,058	130,792	125,754	102,104	119,575	99,969	77,036	63,600	67,524	91,496	63,610
6歳	46,630	19,352	36,268	56,894	49,512	51,509	66,731	58,726	38,124	24,802	26,906	38,974	48,231
7歳	26,641	5,801	8,542	9,838	11,485	11,949	23,329	21,777	13,346	13,702	5,987	4,388	12,808
8+歳	1,829	1,508	3,175	2,374	2,827	3,665	7,600	9,066	7,484	11,176	2,850	2,820	4,130
合計	1,410,308	1,379,930	723,597	611,486	911,711	919,098	1,143,891	1,032,586	845,893	709,915	625,232	489,608	539,198

年齢別漁獲重量 （トン）													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	18,199	11,217	922	153	5,410	15,713	15,864	13,993	9,882	4,392	1,944	580	1,203
1歳	36,358	67,962	5,211	2,622	17,445	2,559	19,863	13,359	12,536	17,379	10,104	8,977	5,210
2歳	9,892	28,508	63,843	19,642	39,737	10,820	7,984	13,983	15,549	44,105	51,627	16,205	57,680
3歳	40,957	8,003	37,740	48,723	52,215	24,197	33,761	32,620	31,584	18,093	32,852	36,374	14,629
4歳	66,542	81,444	65,282	92,054	50,754	54,934	53,026	62,360	54,971	22,810	26,314	37,471	23,876
5歳	70,216	30,936	73,853	73,704	70,865	57,537	67,383	56,334	45,103	39,321	35,749	49,196	34,779
6歳	29,778	12,359	23,161	36,333	31,619	32,894	42,615	37,503	26,002	16,417	15,975	23,872	31,005
7歳	20,995	4,571	6,732	7,753	9,051	9,416	18,385	17,162	10,935	11,233	4,825	3,153	9,947
8+歳	1,827	1,506	3,172	2,371	2,824	3,662	7,593	9,057	6,576	11,509	2,918	2,371	5,046
合計	294,765	246,506	279,916	283,354	279,919	211,733	266,472	256,370	213,137	185,259	182,309	178,197	183,374

年齢別漁獲係数													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0.173	0.170	0.018	0.003	0.137	0.307	0.296	0.232	0.183	0.131	0.027	0.015	0.020
1歳	0.203	0.349	0.037	0.022	0.168	0.030	0.211	0.129	0.100	0.156	0.133	0.059	0.043
2歳	0.048	0.102	0.244	0.081	0.206	0.065	0.053	0.095	0.074	0.220	0.315	0.128	0.256
3歳	0.155	0.035	0.132	0.202	0.216	0.129	0.200	0.214	0.193	0.098	0.183	0.238	0.125
4歳	0.611	0.438	0.368	0.456	0.285	0.314	0.387	0.569	0.555	0.182	0.196	0.301	0.199
5歳	1.337	0.574	0.813	0.820	0.686	0.539	0.703	0.821	0.903	0.780	0.525	0.573	0.438
6歳	1.510	0.820	1.073	1.202	0.961	0.730	0.916	1.031	0.977	0.933	1.027	0.716	0.742
7歳	2.229	0.829	1.274	1.108	0.925	0.693	0.982	0.989	0.747	1.447	0.650	0.470	0.583
8+歳	2.229	0.829	1.274	1.108	0.925	0.693	0.982	0.989	0.747	1.447	0.650	0.470	0.583
単純平均	0.944	0.461	0.581	0.556	0.501	0.389	0.525	0.563	0.498	0.599	0.412	0.330	0.332

年齢別資源尾数 （千尾）													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	4,578,140	2,864,062	2,042,985	1,888,611	1,684,821	2,371,895	2,472,615	2,699,558	2,680,180	1,737,879	3,015,236	1,607,995	1,777,185
1歳	2,216,558	2,582,060	1,619,832	1,344,798	1,261,875	984,679	1,169,667	1,233,145	1,435,316	1,496,346	1,022,340	1,966,440	1,061,964
2歳	924,682	1,274,951	1,283,009	1,100,336	926,967	751,508	673,685	667,440	763,521	914,966	902,080	631,015	1,305,798
3歳	796,740	653,173	852,725	744,933	751,911	558,782	521,894	473,375	449,434	525,335	544,032	487,494	411,134
4歳	336,899	531,186	491,240	581,801	473,904	471,722	382,413	332,829	297,530	288,541	370,992	352,753	299,351
5歳	191,508	142,411	266,855	264,885	287,148	277,574	268,340	202,226	146,781	133,069	187,396	237,592	203,390
6歳	67,814	39,184	62,463	92,169	90,868	112,653	126,068	103,459	69,272	46,330	47,508	86,354	104,291
7歳	33,831	11,663	13,438	16,640	21,573	27,074	42,278	39,292	28,748	20,304	14,194	13,255	32,858
8+歳	2,323	3,032	4,994	4,015	5,309	8,305	13,774	16,358	16,121	16,562	6,756	8,518	10,596
合計	9,148,494	8,101,721	6,637,540	6,038,188	5,504,374	5,564,192	5,670,735	5,767,681	5,886,903	5,179,332	6,110,534	5,391,416	5,206,567

年齢別資源重量 （トン）													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	140,142	87,672	62,538	57,812	51,574	72,606	75,689	82,636	72,222	43,824	87,661	47,979	74,608
1歳	235,691	274,556	172,240	142,995	134,178	104,703	124,373	131,123	156,546	143,261	96,977	185,407	146,241
2歳	247,207	340,849	343,003	294,167	247,818	200,910	180,105	178,435	253,580	259,610	221,728	156,232	297,032
3歳	322,425	264,326	345,080	301,459	304,283	226,127	211,200	191,565	203,762	219,936	222,338	194,853	141,009
4歳	164,912	260,015	240,462	284,791	231,975	230,908	187,191	162,920	146,316	155,631	167,819	163,522	149,808
5歳	107,918	80,251	150,377	149,267	161,813	156,417	151,214	113,958	85,938	82,271	99,211	127,748	111,203
6歳	43,307	25,023	39,889	58,860	58,030	71,942	80,509	66,070	47,246	30,668	28,207	52,892	67,044
7歳	26,661	9,191	10,590	13,113	17,000	21,336	33,317	30,964	23,555	16,646	11,441	9,523	25,517
8+歳	2,320	3,029	4,989	4,011	5,304	8,297	13,760	16,341	14,165	17,055	6,919	7,162	12,943
合計	1,290,582	1,344,911	1,369,169	1,306,475	1,211,974	1,093,246	1,057,358	974,012	1,003,330	968,902	942,300	945,318	1,025,405

年齢別親魚重量 （トン）													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	32,982	52,003	48,092	56,958	46,395	46,182	37,438	32,584	29,263	31,126	33,564	32,704	29,962
5歳	86,334	64,201	120,302	119,413	129,450	125,134	120,971	91,166	68,751	65,816	79,369	102,199	88,962
6歳	38,976	22,521	35,900	52,974	52,227	64,747	72,458	59,463	42,521	27,601	25,386	47,602	60,339
7歳	26,661	9,191	10,590	13,113	17,000	21,336	33,317	30,964	23,555	16,646	11,441	9,523	25,517
8+歳	2,320	3,029	4,989	4,011	5,304	8,297	13,760	16,341	14,165	17,055	6,919	7,162	12,943
合計	187,274	150,944	219,874	246,470	250,376	265,696	277,944	230,519	178,255	158,245	156,678	199,190	217,724

補足資料 4 資源解析結果の詳細（続き）（1994～2006 年漁期）

年齢別漁獲尾数 （千尾）													
漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	55,572	70,418	7,993	6,569	61,599	6,535	27,594	6,056	5,744	114,339	2,780	42,282	28,337
1歳	36,319	76,250	115,758	20,345	29,044	45,266	12,015	16,019	25,435	2,879	10,324	11,401	38,510
2歳	148,305	100,255	170,534	399,891	35,411	51,260	38,065	24,773	98,938	14,754	27,104	36,461	15,736
3歳	209,139	48,542	30,280	157,997	320,547	25,105	36,111	19,969	22,837	166,812	83,126	31,268	69,570
4歳	76,429	134,986	48,312	57,979	197,701	261,167	53,773	21,987	14,396	52,831	161,955	78,705	46,131
5歳	64,709	62,083	58,855	33,454	69,433	99,536	183,528	37,499	15,353	35,103	60,987	92,482	57,260
6歳	29,972	39,503	20,748	20,780	26,082	42,943	50,201	75,099	16,886	19,590	42,499	43,172	52,509
7歳	7,177	21,240	13,680	11,173	22,747	23,393	24,836	23,983	33,622	11,483	16,820	21,172	25,171
8+歳	3,508	14,132	14,146	11,787	12,007	15,633	17,454	16,810	15,648	16,741	7,305	12,390	14,206
合計	631,129	567,408	480,307	719,974	774,572	570,836	443,578	242,195	248,861	434,532	412,901	369,332	347,429

年齢別漁獲重量 （トン）													
漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	1,836	1,957	236	213	2,556	243	1,454	264	279	3,714	117	1,841	1,136
1歳	2,858	8,073	10,340	1,721	3,500	7,163	1,169	3,822	3,949	219	898	1,732	5,504
2歳	39,158	22,208	37,734	80,519	9,124	14,762	11,592	7,819	29,801	3,160	5,706	9,662	2,891
3歳	70,731	19,284	11,136	53,408	104,337	8,763	15,322	9,384	10,520	64,071	28,302	13,217	24,989
4歳	33,212	70,884	23,431	26,201	77,960	116,615	24,872	11,738	8,135	24,833	74,373	36,244	20,916
5歳	34,038	33,299	32,806	18,087	32,763	52,638	95,997	21,806	8,999	18,180	31,054	48,597	30,361
6歳	18,195	23,336	13,112	13,288	13,041	26,172	29,579	46,787	10,796	12,257	24,605	24,823	31,178
7歳	4,921	13,624	7,970	8,241	13,757	16,175	16,058	16,130	23,689	7,859	10,853	13,241	16,157
8+歳	3,092	11,050	11,519	10,240	8,421	12,196	13,525	12,677	12,901	12,821	5,528	8,912	10,115
合計	208,041	203,714	148,283	211,919	265,459	254,725	209,568	130,426	109,069	147,114	181,435	158,268	143,246

年齢別漁獲係数													
漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0.021	0.016	0.011	0.009	0.065	0.006	0.012	0.004	0.007	0.075	0.003	0.010	0.020
1歳	0.038	0.044	0.039	0.040	0.057	0.074	0.016	0.010	0.028	0.005	0.010	0.016	0.013
2歳	0.275	0.159	0.149	0.213	0.104	0.155	0.094	0.047	0.093	0.023	0.065	0.052	0.032
3歳	0.380	0.147	0.071	0.219	0.289	0.108	0.168	0.071	0.060	0.244	0.188	0.108	0.144
4歳	0.366	0.484	0.225	0.199	0.499	0.431	0.375	0.155	0.070	0.204	0.423	0.289	0.242
5歳	0.484	0.618	0.428	0.255	0.415	0.542	0.666	0.523	0.163	0.258	0.408	0.487	0.376
6歳	0.404	0.670	0.457	0.277	0.343	0.525	0.628	0.688	0.506	0.342	0.610	0.612	0.612
7歳	0.236	0.602	0.552	0.512	0.597	0.638	0.718	0.767	0.840	0.855	0.596	0.772	1.001
8+歳	0.236	0.602	0.552	0.512	0.597	0.638	0.718	0.767	0.840	0.855	0.596	0.772	1.001
単純平均	0.271	0.371	0.276	0.249	0.329	0.346	0.377	0.337	0.290	0.318	0.322	0.346	0.382

年齢別資源尾数 （千尾）													
漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	3,225,996	5,414,397	929,692	939,903	1,199,061	1,355,716	2,798,988	1,661,143	1,071,510	1,924,057	1,267,809	5,434,396	1,791,080
1歳	1,167,826	2,116,952	3,571,726	616,647	624,658	753,322	903,414	1,853,626	1,108,540	713,551	1,196,121	847,562	3,608,167
2歳	716,591	792,465	1,427,782	2,419,779	417,465	415,807	492,858	626,539	1,292,781	759,823	500,415	834,225	587,697
3歳	749,109	403,216	500,783	910,947	1,448,427	278,787	263,918	332,355	442,829	872,559	550,192	347,387	586,627
4歳	282,551	398,842	271,187	363,288	570,014	845,155	194,965	173,671	241,216	324,721	532,338	355,131	242,952
5歳	191,032	152,602	191,494	168,565	231,763	269,457	427,728	104,384	115,852	175,155	206,270	271,661	207,120
6歳	102,265	91,670	64,059	97,196	101,756	119,222	122,014	171,152	48,202	76,677	105,432	106,822	129,955
7歳	38,658	53,194	36,531	31,579	57,358	56,230	54,953	50,722	67,019	22,637	42,428	44,605	45,094
8+歳	18,893	35,392	37,776	33,314	30,276	37,578	38,618	35,553	31,191	33,005	18,426	26,104	25,450
合計	6,492,922	9,458,732	7,031,029	5,581,217	4,680,777	4,131,276	5,297,456	5,009,146	4,419,138	4,902,185	4,419,432	8,267,894	7,224,141

年齢別資源重量 （トン）													
漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	106,577	150,447	27,401	30,452	49,751	50,335	147,514	72,406	52,124	62,505	53,261	236,603	71,793
1歳	91,886	224,139	319,046	52,175	75,274	119,204	87,908	442,244	172,130	54,347	104,064	128,778	515,652
2歳	189,208	175,542	315,921	487,227	107,568	119,742	150,085	197,754	389,397	162,738	105,339	221,060	107,961
3歳	253,350	160,181	184,168	307,931	471,460	97,311	111,982	156,175	203,986	335,141	187,322	146,839	210,711
4歳	122,782	209,439	131,522	164,174	224,776	377,373	90,180	92,719	136,309	152,632	244,459	163,539	110,155
5歳	100,485	81,850	106,738	91,135	109,361	142,498	223,728	60,699	67,902	90,712	105,029	142,751	109,823
6歳	62,081	54,154	40,481	62,153	50,878	72,662	71,893	106,628	30,817	47,976	61,041	61,421	77,163
7歳	26,509	34,120	21,282	23,291	34,688	38,880	35,529	34,115	47,218	15,493	27,377	27,896	28,945
8+歳	16,654	27,674	30,761	28,942	21,233	29,317	29,926	26,811	25,714	25,276	13,944	18,775	18,122
合計	969,531	1,117,545	1,177,321	1,247,481	1,144,989	1,047,321	948,745	1,189,550	1,125,598	946,818	901,836	1,147,662	1,250,325

年齢別親魚重量 （トン）													
漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	24,556	41,888	26,304	32,835	44,955	75,475	18,036	18,544	27,262	30,526	48,892	32,708	22,031
5歳	80,388	65,480	85,390	72,908	87,489	113,998	178,983	48,560	54,322	72,569	84,023	114,201	87,859
6歳	55,873	48,738	36,433	55,938	45,790	65,396	64,703	95,965	27,735	43,178	54,937	55,279	69,447
7歳	26,509	34,120	21,282	23,291	34,688	38,880	35,529	34,115	47,218	15,493	27,377	27,896	28,945
8+歳	16,654	27,674	30,761	28,942	21,233	29,317	29,926	26,811	25,714	25,276	13,944	18,775	18,122
合計	203,980	217,900	200,172	213,914	234,155	323,065	327,177	223,994	182,251	187,043	229,173	248,859	226,404

補足資料 4 資源解析結果の詳細（続き）（2007～2017 年漁期）

年齢別漁獲尾数 （千尾）

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	6,045	23,733	106,104	35,453	39,169	30,360	5,983	12,994	3,979	6,032	8,160
1歳	10,602	4,092	28,654	24,789	1,810	10,117	1,198	6,065	4,664	5,937	4,775
2歳	86,920	7,312	19,908	26,866	18,367	12,864	5,172	18,901	28,019	10,268	5,867
3歳	25,017	118,764	26,208	34,131	37,725	28,180	9,471	14,885	18,946	10,137	28,755
4歳	88,392	43,795	192,822	55,943	93,150	58,030	97,712	13,031	19,752	37,409	29,616
5歳	56,202	81,685	61,453	197,168	78,636	91,545	61,399	90,104	12,066	29,137	35,011
6歳	48,918	38,650	43,000	28,608	98,311	38,746	61,438	43,771	55,641	8,929	18,695
7歳	26,290	24,471	6,367	9,816	10,681	52,704	17,421	51,995	23,217	29,795	5,309
8+歳	9,674	15,170	7,122	3,610	7,246	10,207	38,949	40,718	59,760	46,237	37,257
合計	358,060	357,671	491,637	416,385	385,095	332,753	298,744	292,463	226,046	183,881	173,444

年齢別漁獲重量 （トン）

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	262	763	3,177	1,326	1,891	1,507	323	503	191	295	380
1歳	944	394	3,015	2,076	255	1,406	91	461	444	740	505
2歳	21,023	1,372	3,773	5,596	4,335	2,065	848	3,073	5,134	2,331	1,379
3歳	7,911	41,159	7,868	10,838	14,822	10,745	2,913	4,729	7,621	3,453	10,900
4歳	40,250	18,279	86,654	24,122	40,307	27,845	45,373	6,288	9,425	17,216	14,183
5歳	29,608	41,833	33,285	103,238	39,513	46,269	32,560	49,375	6,501	16,280	20,949
6歳	29,104	23,764	25,376	18,201	56,668	22,418	34,700	26,728	33,536	5,663	12,088
7歳	17,486	16,690	4,456	6,830	7,999	34,512	10,691	32,833	14,820	19,352	3,831
8+歳	6,962	10,999	4,895	3,248	6,448	9,406	28,324	30,347	42,333	34,607	28,680
合計	153,549	155,254	172,499	175,474	172,239	156,172	155,823	154,337	120,003	99,937	92,894

年齢別漁獲係数

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.002	0.016	0.053	0.094	0.056	0.033	0.008	0.009	0.005	0.007	0.009
1歳	0.011	0.002	0.028	0.019	0.007	0.022	0.002	0.011	0.005	0.010	0.008
2歳	0.041	0.010	0.015	0.038	0.019	0.075	0.016	0.043	0.075	0.014	0.014
3歳	0.070	0.078	0.051	0.035	0.074	0.040	0.079	0.062	0.059	0.038	0.054
4歳	0.292	0.177	0.186	0.153	0.133	0.163	0.203	0.157	0.116	0.168	0.157
5歳	0.560	0.515	0.428	0.313	0.356	0.198	0.276	0.309	0.226	0.265	0.248
6歳	0.694	1.088	0.607	0.385	0.269	0.315	0.209	0.344	0.339	0.275	0.288
7歳	0.783	1.031	0.538	0.281	0.255	0.238	0.241	0.291	0.328	0.325	0.277
8+歳	0.783	1.031	0.538	0.281	0.255	0.238	0.241	0.291	0.328	0.325	0.277
単純平均	0.360	0.439	0.272	0.178	0.158	0.147	0.141	0.169	0.164	0.159	0.148

年齢別資源尾数 （千尾）

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	3,284,331	1,868,487	2,523,775	481,984	876,723	1,154,688	967,546	1,804,993	1,057,187	1,057,187	1,057,187
1歳	1,177,396	2,196,604	1,233,054	1,604,866	294,057	555,616	749,154	643,667	1,199,285	705,396	703,715
2歳	2,510,305	820,797	1,544,486	844,864	1,110,121	205,699	383,044	526,914	448,493	841,207	492,100
3歳	421,832	1,784,867	601,768	1,127,048	602,767	806,589	141,314	279,314	374,079	308,136	614,344
4歳	395,470	306,446	1,285,247	445,529	847,625	436,143	603,303	101,697	204,394	274,613	231,030
5歳	148,501	229,987	200,011	830,787	297,609	577,926	288,457	383,622	67,702	141,751	180,856
6歳	110,774	66,054	107,027	101,537	473,018	162,383	369,302	170,467	219,249	42,078	84,682
7歳	54,870	43,100	17,335	45,406	53,831	281,627	92,271	233,393	94,132	121,648	24,890
8+歳	20,190	26,719	19,392	16,699	36,519	54,544	206,291	182,773	242,292	188,780	174,664
合計	8,123,669	7,343,062	7,532,095	5,498,721	4,592,268	4,235,215	3,800,680	4,326,841	3,906,813	3,680,794	3,563,467

年齢別資源重量 （トン）

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	142,262	60,054	75,572	18,027	42,324	57,308	52,240	69,865	50,745	51,637	49,251
1歳	104,851	211,461	129,741	134,417	41,504	77,229	56,637	48,966	114,121	87,884	74,409
2歳	607,155	154,046	292,679	175,966	262,038	33,014	62,779	85,678	82,173	190,972	115,697
3歳	133,388	618,567	180,667	357,877	236,820	307,535	43,466	88,735	150,470	104,949	232,887
4歳	180,081	127,905	577,587	192,106	366,775	209,280	280,145	49,070	97,524	126,382	110,636
5歳	78,232	117,782	108,335	435,004	149,545	292,099	152,971	210,215	36,477	79,203	108,214
6歳	65,905	40,614	63,162	64,599	272,656	93,954	208,577	104,093	132,144	26,687	54,754
7歳	36,496	29,396	12,132	31,592	40,314	184,415	56,625	147,378	60,085	79,014	17,958
8+歳	14,530	19,373	13,329	15,025	32,496	50,260	150,018	136,223	171,633	141,294	134,455
合計	1,362,899	1,379,197	1,453,204	1,424,613	1,444,472	1,305,094	1,063,460	940,224	895,372	888,022	898,260

年齢別親魚重量 （トン）

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	36,016	25,581	115,517	38,421	73,355	41,856	56,029	9,814	19,505	25,276	22,127
5歳	62,585	94,225	86,668	348,003	119,636	233,680	122,377	168,172	29,182	63,363	86,571
6歳	59,314	36,552	56,846	58,139	245,390	84,559	187,720	93,684	118,929	24,018	49,279
7歳	36,496	29,396	12,132	31,592	40,314	184,415	56,625	147,378	60,085	79,014	17,958
8+歳	14,530	19,373	13,329	15,025	32,496	50,260	150,018	136,223	171,633	141,294	134,455
合計	208,942	205,128	284,491	491,180	511,192	594,770	572,768	555,271	399,334	332,965	310,389

補足資料5 Fcurrent で漁獲した場合の将来予測結果の詳細（2017～2028 年漁期）

年齢別漁獲尾数（千尾）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	8,160	12,996	14,409	13,639	12,946	13,557	16,851	19,792	21,447	22,349	23,632	26,296
1歳	4,775	4,231	8,522	9,449	8,944	8,489	8,890	11,050	12,978	14,063	14,655	15,497
2歳	5,867	13,495	13,474	27,137	30,089	28,482	27,034	28,309	35,189	41,330	44,785	46,668
3歳	28,755	18,049	17,712	17,684	35,618	39,492	37,382	35,482	37,156	46,186	54,246	58,780
4歳	29,616	59,135	34,464	33,820	33,767	68,010	75,407	71,379	67,751	70,947	88,189	103,579
5歳	35,011	31,571	61,723	35,973	35,300	35,245	70,986	78,707	74,503	70,716	74,052	92,049
6歳	18,695	24,496	20,476	40,032	23,331	22,895	22,859	46,040	51,048	48,321	45,865	48,028
7歳	5,309	11,059	14,316	11,967	23,396	13,635	13,380	13,359	26,907	29,834	28,240	26,805
8+歳	37,257	26,355	21,755	20,973	19,153	24,739	22,313	20,753	19,835	27,178	33,149	35,694
合計	173,444	201,388	206,851	210,674	222,543	254,544	295,103	324,873	346,814	370,923	406,812	453,395

年齢別漁獲重量（トン）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	380	614	680	644	611	640	796	935	1,013	1,055	1,116	1,242
1歳	505	404	813	902	854	810	848	1,055	1,239	1,342	1,399	1,479
2歳	1,379	2,623	2,619	5,275	5,848	5,536	5,255	5,502	6,840	8,033	8,705	9,071
3歳	10,900	6,307	6,189	6,180	12,446	13,800	13,063	12,399	12,984	16,139	18,956	20,540
4歳	14,183	27,948	16,289	15,984	15,959	32,143	35,639	33,735	32,020	33,531	41,680	48,954
5歳	20,949	17,517	34,246	19,959	19,586	19,555	39,386	43,669	41,337	39,235	41,086	51,072
6歳	12,088	14,986	12,527	24,491	14,274	14,007	13,985	28,167	31,231	29,562	28,060	29,383
7歳	3,831	7,199	9,318	7,789	15,228	8,875	8,709	8,696	17,514	19,419	18,381	17,447
8+歳	28,680	19,499	16,095	15,516	14,170	18,303	16,508	15,354	14,674	20,107	24,524	26,408
合計	92,894	97,096	98,777	96,740	98,976	113,669	134,188	149,512	158,851	168,424	183,907	205,595

年齢別漁獲係数												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
1歳	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
2歳	0.014	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
3歳	0.054	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
4歳	0.157	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
5歳	0.248	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
6歳	0.288	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291
7歳	0.277	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292
8+歳	0.277	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292
単純平均	0.148	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156

年齢別資源尾数（千尾）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	1,057,187	2,125,073	2,356,203	2,230,351	2,116,962	2,216,831	2,755,598	3,236,467	3,507,017	3,654,495	3,864,401	4,299,979
1歳	703,715	701,973	1,413,839	1,567,613	1,483,882	1,408,443	1,474,887	1,833,336	2,153,264	2,333,265	2,431,384	2,571,037
2歳	492,100	491,891	491,120	989,162	1,096,746	1,038,166	985,387	1,031,873	1,282,654	1,506,485	1,632,418	1,701,065
3歳	614,344	359,507	352,787	352,234	709,432	786,592	744,578	706,724	740,064	919,926	1,080,459	1,170,779
4歳	231,030	453,075	264,056	259,120	258,714	521,074	577,747	546,888	519,085	543,573	675,680	793,590
5歳	180,856	153,791	300,669	175,232	171,956	171,687	345,794	383,403	362,925	344,474	360,725	448,393
6歳	84,682	109,953	91,911	179,691	104,725	102,768	102,606	206,659	229,136	216,897	205,870	215,582
7歳	24,890	49,452	64,014	53,510	104,615	60,970	59,831	59,737	120,316	133,402	126,276	119,857
8+歳	174,664	117,848	97,275	93,780	85,640	110,622	99,771	92,799	88,690	121,524	148,224	159,606
合計	3,563,467	4,562,564	5,431,874	5,900,692	6,132,673	6,417,153	7,146,198	8,097,886	9,003,151	9,774,041	10,525,437	11,479,888

年齢別資源重量（トン）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	49,251	100,359	111,274	105,331	99,976	104,692	130,136	152,845	165,622	172,587	182,500	203,071
1歳	74,409	66,991	134,925	149,600	141,610	134,411	140,751	174,959	205,490	222,668	232,032	245,359
2歳	115,697	95,608	95,459	192,263	213,174	201,787	191,529	200,564	249,308	292,814	317,292	330,635
3歳	232,887	125,626	123,277	123,084	247,903	274,866	260,185	246,957	258,607	321,458	377,554	409,116
4歳	110,636	214,133	124,798	122,465	122,273	246,270	273,055	258,470	245,330	256,904	319,340	375,067
5歳	108,214	85,328	166,821	97,225	95,407	95,258	191,858	212,725	201,363	191,126	200,142	248,784
6歳	54,754	67,268	56,230	109,933	64,070	62,872	62,774	126,432	140,183	132,695	125,949	131,891
7歳	17,958	32,188	41,667	34,829	68,093	39,685	38,943	38,882	78,313	86,830	82,193	78,014
8+歳	134,455	87,188	71,967	69,382	63,359	81,842	73,814	68,655	65,616	89,908	109,661	118,081
合計	898,260	874,689	926,419	1,004,112	1,115,866	1,241,683	1,363,044	1,480,491	1,609,833	1,766,991	1,946,664	2,140,018

年齢別親魚重量（トン）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	22,127	42,827	24,960	24,493	24,455	49,254	54,611	51,694	49,066	51,381	63,868	75,013
5歳	86,571	68,263	133,457	77,780	76,326	76,206	153,486	170,180	161,090	152,901	160,114	199,027
6歳	49,279	60,542	50,607	98,940	57,663	56,585	56,496	113,789	126,165	119,426	113,354	118,702
7歳	17,958	32,188	41,667	34,829	68,093	39,685	38,943	38,882	78,313	86,830	82,193	78,014
8+歳	134,455	87,188	71,967	69,382	63,359	81,842	73,814	68,655	65,616	89,908	109,661	118,081
合計	310,389	291,007	322,658	305,423	289,896	303,572	377,351	443,201	480,250	500,445	529,190	588,838

補足資料 5 F_{sus} で漁獲した場合の将来予測結果の詳細（続き）（2017～2028 年漁期）

年齢別漁獲尾数（千尾）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	8,160	12,996	28,956	21,735	17,455	17,183	21,750	24,209	22,568	20,124	19,326	20,751
1歳	4,775	4,231	17,127	18,846	14,146	11,360	11,184	14,156	15,757	14,689	13,098	12,579
2歳	5,867	13,495	26,739	53,461	58,825	44,156	35,460	34,909	44,186	49,183	45,849	40,884
3歳	28,755	18,049	34,696	33,518	67,016	73,741	55,352	44,451	43,760	55,389	61,653	57,473
4歳	29,616	59,135	64,297	59,446	57,429	114,822	126,343	94,837	76,160	74,976	94,901	105,633
5歳	35,011	31,571	109,799	54,377	50,274	48,568	97,107	106,851	80,205	64,410	63,409	80,259
6歳	18,695	24,496	36,010	53,779	26,634	24,624	23,789	47,563	52,335	39,284	31,548	31,057
7歳	5,309	11,059	25,162	15,645	23,365	11,571	10,698	10,335	20,664	22,738	17,067	13,706
8+歳	37,257	26,355	38,236	27,383	18,584	18,118	12,823	10,159	8,852	12,748	15,327	13,992
合計	173,444	201,388	381,023	338,190	333,729	364,145	394,506	387,470	364,487	353,541	362,177	376,335

年齢別漁獲重量（トン）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	380	614	1,367	1,026	824	811	1,027	1,143	1,066	950	913	980
1歳	505	404	1,634	1,799	1,350	1,084	1,067	1,351	1,504	1,402	1,250	1,200
2歳	1,379	2,623	5,197	10,391	11,434	8,583	6,892	6,785	8,588	9,560	8,912	7,947
3歳	10,900	6,307	12,124	11,713	23,418	25,768	19,342	15,533	15,291	19,355	21,544	20,083
4歳	14,183	27,948	30,388	28,095	27,142	54,267	59,713	44,822	35,995	35,435	44,852	49,924
5歳	20,949	17,517	60,920	30,170	27,894	26,947	53,878	59,284	44,500	35,737	35,181	44,530
6歳	12,088	14,986	22,031	32,901	16,294	15,065	14,554	29,098	32,018	24,033	19,301	19,000
7歳	3,831	7,199	16,378	10,183	15,208	7,532	6,963	6,727	13,450	14,800	11,109	8,921
8+歳	28,680	19,499	28,288	20,259	13,749	13,405	9,487	7,516	6,549	9,432	11,339	10,351
合計	92,894	97,096	178,329	146,538	137,314	153,462	172,924	172,260	158,962	150,704	154,400	162,938

年齢別漁獲係数												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	0.009	0.007	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
1歳	0.008	0.007	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
2歳	0.014	0.032	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
3歳	0.054	0.059	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118
4歳	0.157	0.160	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323
5歳	0.248	0.265	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534
6歳	0.288	0.291	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587
7歳	0.277	0.292	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590
8+歳	0.277	0.292	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590
単純平均	0.148	0.156	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315

年齢別資源尾数（千尾）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	1,057,187	2,125,073	2,356,203	1,768,625	1,420,328	1,398,246	1,769,821	1,969,969	1,836,426	1,637,565	1,572,638	1,688,595
1歳	703,715	701,973	1,413,839	1,555,703	1,167,750	937,784	923,204	1,168,540	1,300,689	1,212,516	1,081,216	1,038,348
2歳	492,100	491,891	491,120	981,938	1,080,465	811,024	651,308	641,182	811,573	903,353	842,115	750,925
3歳	614,344	359,507	352,787	340,816	681,423	749,797	562,816	451,980	444,953	563,197	626,888	584,392
4歳	231,030	453,075	264,056	244,132	235,848	471,551	518,866	389,474	312,775	307,912	389,738	433,813
5歳	180,856	153,791	300,669	148,905	137,669	132,998	265,914	292,596	219,630	176,378	173,636	219,778
6歳	84,682	109,953	91,911	137,264	67,979	62,850	60,717	121,397	133,578	100,267	80,522	79,270
7歳	24,890	49,452	64,014	39,802	59,442	29,438	27,217	26,293	52,571	57,845	43,420	34,869
8+歳	174,664	117,848	97,275	69,663	47,279	46,094	32,624	25,846	22,520	32,433	38,992	35,595
合計	3,563,467	4,562,564	5,431,874	5,286,848	4,898,183	4,639,782	4,812,488	5,087,278	5,134,713	4,991,465	4,849,165	4,865,585

年齢別資源重量（トン）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	49,251	100,359	111,274	83,525	67,076	66,034	83,582	93,034	86,727	77,336	74,269	79,746
1歳	74,409	66,991	134,925	148,464	111,441	89,495	88,103	111,516	124,127	115,713	103,183	99,092
2歳	115,697	95,608	95,459	190,859	210,009	157,638	126,594	124,626	157,745	175,584	163,681	145,957
3歳	232,887	125,626	123,277	119,095	238,116	262,008	196,670	157,940	155,484	196,803	219,059	204,209
4歳	110,636	214,133	124,798	115,382	111,467	222,865	245,227	184,073	147,824	145,525	184,198	205,029
5歳	108,214	85,328	166,821	82,617	76,384	73,792	147,538	162,342	121,858	97,860	96,339	121,940
6歳	54,754	67,268	56,230	83,977	41,589	38,451	37,146	74,270	81,722	61,343	49,262	48,496
7歳	17,958	32,188	41,667	25,907	38,690	19,161	17,715	17,114	34,218	37,651	28,262	22,696
8+歳	134,455	87,188	71,967	51,539	34,979	34,102	24,136	19,122	16,661	23,995	28,848	26,334
合計	898,260	874,689	926,419	901,363	929,750	963,545	966,711	944,036	926,365	931,810	947,101	953,500

年齢別親魚重量（トン）												
漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	22,127	42,827	24,960	23,076	22,293	44,573	49,045	36,815	29,565	29,105	36,840	41,006
5歳	86,571	68,263	133,457	66,094	61,107	59,033	118,030	129,874	97,486	78,288	77,071	97,552
6歳	49,279	60,542	50,607	75,579	37,430	34,606	33,432	66,843	73,550	55,208	44,336	43,647
7歳	17,958	32,188	41,667	25,907	38,690	19,161	17,715	17,114	34,218	37,651	28,262	22,696
8+歳	134,455	87,188	71,967	51,539	34,979	34,102	24,136	19,122	16,661	23,995	28,848	26,334
合計	310,389	291,007	322,658	242,195	194,499	191,475	242,359	269,767	251,480	224,248	215,357	231,236

補足資料 6 沖底年齢別 CPUE 標準化の手法

これまで沖底の年齢別 CPUE は、襟裳以西ではかけまわし漁法、道東ではオッタートロール漁法の狙い操業の漁獲量・努力量（網数）が資源動向を反映すると仮定し、漁期年毎のひと網当たり漁獲量と年齢別漁獲尾数に基づき、漁法の違いを補正した上で算出していた（濱津ほか 2017）。この方法では、漁期年を通した漁獲量と努力量の合計で CPUE を求めるため、年度内での時期や海域による獲れ具合の違いは考慮されない。しかし、北海道太平洋岸において、襟裳以西は産卵場、道東は生育場であること、産卵回遊等での季節的な分布の変化があること等を考慮すると、資源量の年トレンドの情報を CPUE から得るには、月や海域などの時間・空間的な影響を除く“標準化”を行うことが適切と考えられる。そこで本年度の評価では、以下の方法で沖底 CPUE の標準化を実施した。

〔方法〕

漁獲量・漁獲努力量のデータとして、1999 年以降の北海道を根拠とする沖底の漁獲成績報告書（以下、沖底漁績）のうちスケトウダラ狙いの操業情報（全漁獲物に占めるスケトウダラの漁獲が 50%以上の操業日の情報）を使用した。沖底漁績のデータは、沖底の漁獲物サンプルから得られた漁獲物の年齢組成データの存在する年・月・漁法・海域に限定した。沖底漁績と年齢組成データと結合することで、年齢別の漁獲尾数・努力量データを得た。海域区分は道東-東（道東釧路以東）、道東-西（道東釧路以西）、道南-東（浦河・静内沖）、および道南-西（鶴川・登別・臼尻・恵山沖）の 4 海域とした（補足図 6-1）。

このデータには、年齢によっては漁獲が見られない“ゼロキャッチ”が生じる場合がある。そのため標準化処理には、“ゼロキャッチ”と“非ゼロキャッチ”の処理とを段階を踏んで実施できるデルタ型 2 段階モデル（Lo et al. 1992）を用いた。誤差分布として第 1 段階のモデルには二項分布を、第 2 段階のモデルには対数正規分布を仮定した。

標準化モデルの説明変数として、第 1 段階のモデルでは漁期年、月、年齢、漁法、海域、第 2 段階のモデルでは漁期年、月、年齢、漁法、船 ID、馬力を候補とし、その主効果と交互作用（すべてカテゴリーカル変数）をステップワイズ法により選択した。モデル選択の基準にはベイズ情報量基準（BIC）を用いた。先行研究例（Rodríguez-Marín et al. 2003）に従い、最終的に年齢別の CPUE の年トレンドを得るため、漁期年と年齢の交互作用はいずれのモデルにも含めた。

〔結果〕

モデル選択の結果、以下のモデルが最終的な標準化モデルとして選択された；

[第 1 段階] : $\text{positive rate} \sim \text{Intercept} + \text{Year} * \text{Age} + \text{Fishery} + \text{Area} + \text{error term},$

[第 2 段階] : $\log(\text{CPUE}) \sim \text{Intercept} + \text{Year} * \text{Age} + \text{Age} * \text{Month} + \text{Age} * \text{Area} + \text{Fishery} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Fishery} + \text{error term}$

ここで、Year は漁期年、Age は年齢、Month は月、Fishery は漁法、Area は海域である。選択されたモデルは、残差の正規性等が確認できたことから、CPUE 標準化モデルとして妥当であると考えられた（補足図 6-2）。上記の第 1 段階と第 2 段階のモデルで、漁期年と年齢の交互作用について最小二乗平均（lsmean）を算出し、それらを掛け合わせることで標準化 CPUE を得た。標準化 CPUE と昨年度までの算出手法に基づく CPUE とを比較した結果、いずれの年齢についても、両手法での CPUE に大きな傾向の違いは見られないが（補

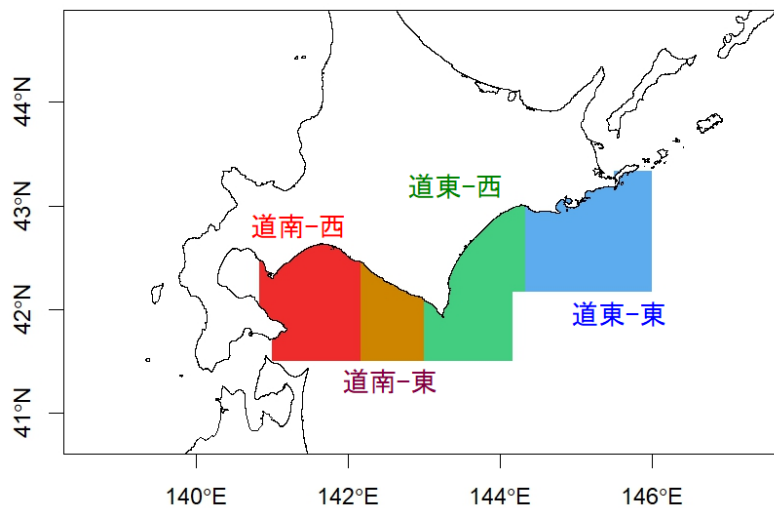
足図 6-3)、標準化モデルに含まれる月・海域・漁法の主効果や交互作用により、これらの影響が標準化処理により取り除かれた資源量指標値が得られたと考えられる。

引用文献

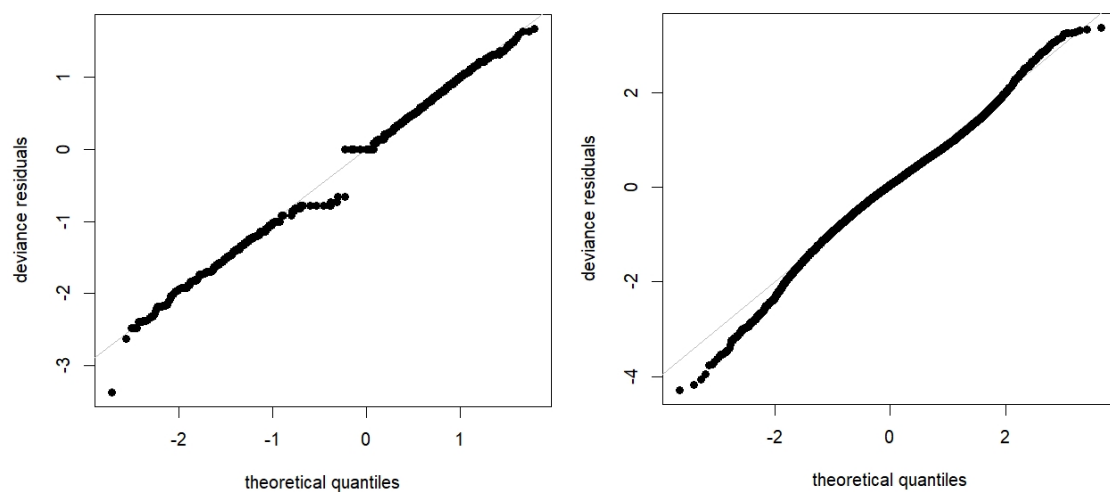
濱津友紀・千村昌之・山下夕帆・田中寛繁・石野光弘・山下紀生 (2017) 平成 29 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 平成 29 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 408-454.

Lo, N.C., L. D. Jacobson, and J. L. Squire. (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models, *Can. J. Fish. Aqua. Sci.*, **49**, 2515-2526.

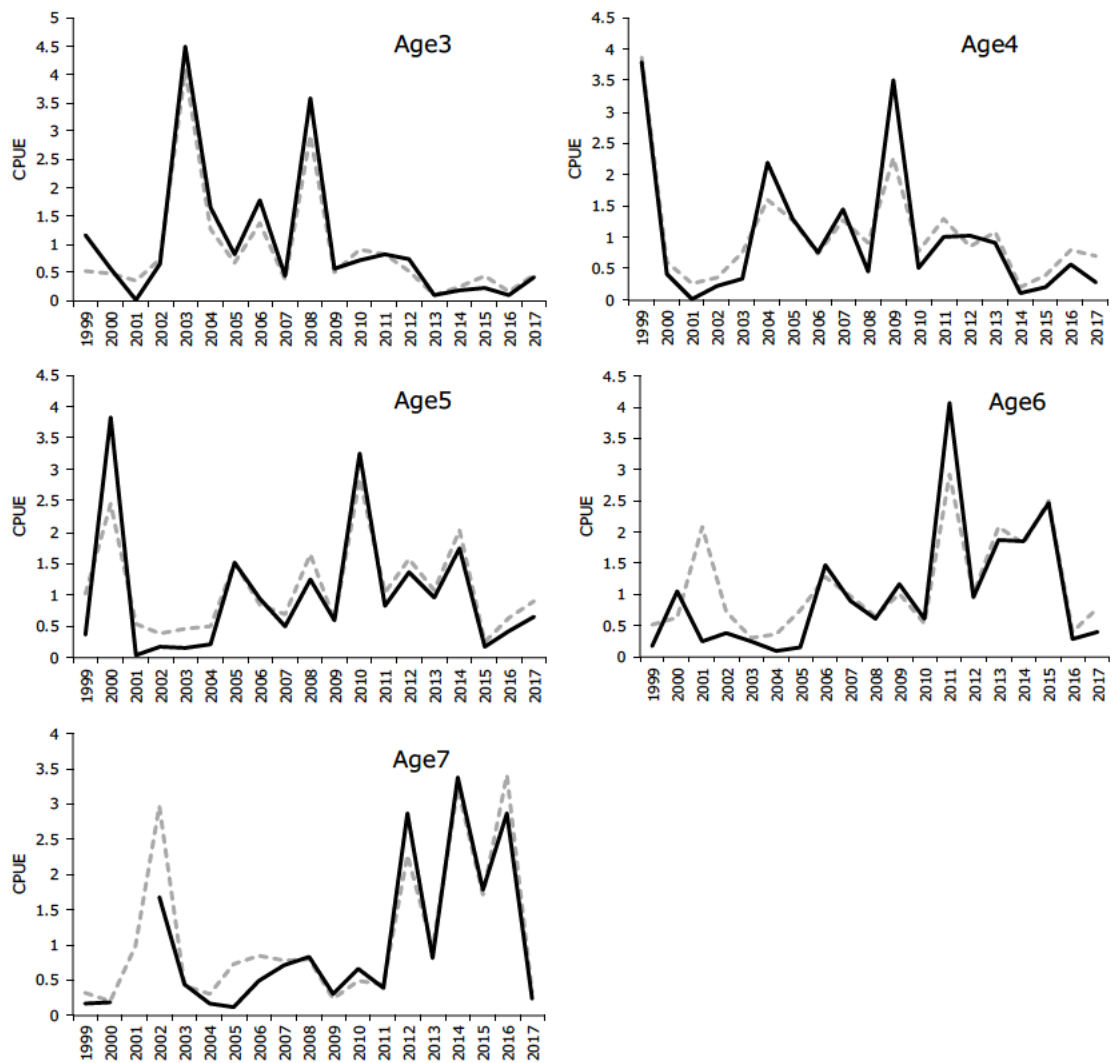
Rodríguez-Marín, E., H. Arrizabalaga, M. Ortiz, C. Rodríguez-Cabello, G. Moreno, and L.T. Kell (2003) Standardization of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, catch per unit effort in the baitboat fishery of the Bay of Biscay (Eastern Atlantic). *ICES J. Mar. Sci.*, **60** (6), 1216-1231.



補足図 6-1. 沖底の年齢組成データを漁績と結合するにあたり使用した海域区分



補足図 6-2. モデルの残差の QQ プロット (左は第 1 段階、右は第 2 段階のモデル)
縦軸は残差の値、横軸は残差の期待値である



補足図 6-3. 年齢別の標準化 CPUE と、従来型の手法で算出した CPUE との比較
 灰色破線は従来型の手法で算出された CPUE、黒色実線は標準化 CPUE。
 比較のためいずれの CPUE も全年の平均が 1 となるように基準化している。
 2001 年の 7 歳の CPUE は、非ゼロキャッチデータが無いため欠損となった。