

平成18年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(本田聡、八吹圭三)

参画機関：日本海区水産研究所、北海道立中央水産試験場、北海道立函館水産試験場、北海道立稚内水産試験場、青森県水産総合研究センター、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、富山県水産試験場、石川県水産総合センター

要 約

スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量は1993年度(4月～翌3月の漁期年)以降減少傾向を示し、2005年度の漁獲量は1970年度以降最低の26千トンとなった。コホート解析の結果でも、近年の加入は豊度の低い年級群が連続しており、2006年度当初の親魚資源量(SSB)は85千トンと、こちらも1981年度以降で最低となった。

昨年度までは、かつて1980年代に高い再生産成功率(RPS)が連続し、卓越年級群が連続して発生した時代のSSB水準までSSBを回復させることによって卓越年級群の発生を期待する管理方策を採ってきた。しかし、1989年度以降SSBが高水準であった10年間を含み、現在まで卓越年級群が発生した年が皆無であったことを鑑み、SSB水準と卓越発生との関連を切り離し、近年の低いRPSの下で資源を如何に維持、管理するかを考える方策に転換することとした。

新たな管理方策の下でのB_{limit}は、2000年当初のSSBの140千トンに設定したが、2006年度当初のSSB(85千トン)は新たなB_{limit}を大きく下回った。現状のRPSの下では、漁業を維持しながら10～20年程度の期間で親魚資源量のB_{limit}までの回復を両立させることは困難である。そこで、ある程度の規模の漁業を維持した上で、少なくとも今以上の親魚資源量の減少を防ぎ、緩やかに資源を回復させることを目的として、将来的に親魚資源量が安定するF(F_{sus})に係数0.9を掛けた値をF_{limit}とし、その下で2007年度に漁獲する漁獲量を2007年ABClimitとした。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2007 年 漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割 合(%)	A(%)	評価 B(%)	C(千トン)
ABClimit (0.9F _{sus})	親魚資源量の 緩やかな回復	11.0	0.209	7.9	50.5	0.0	11.0～13.9 (13.0)
ABClimit (0.8*0.9F _{sus})	親魚資源量の緩 やかな回復 (予防的措置)	8.9	0.167	6.4	86.4	0.0	8.9～14.9 (12.3)
将来的に安定 した親魚資源量 の維持(F _{sus})	今後 15～20 年に わたり親魚資源 量を安定維持	12.2	0.232	8.7	31.9	0.0	12.2～13.5 (13.4)
親魚資源量の 回復(F _{sim})	2021 年度当初 (14 年後)までに 親魚資源量を Blimit まで回復	5.9	0.108	4.2	99.8	0.0	5.9～14.4 (10.1)
現在の漁獲圧 維持(F _{current})	現在(2005 年)の 漁獲圧を維持	24.5	0.505	17.5	0.0	27.6	24.5～5.8 (13.3)

*1989～2003 年度の再生産成功率(RPS)を、重複を許してランダムに発生させ 1000 回シミュレーションを行った際に：

A:2026 年度当初の親魚資源量 (SSB2026) が SSB2006(85 千トン)を上回る確率

B:2016 年度当初の親魚資源量 (SSB2016) が 30 千トンを下回る確率

C:2007～2026 年度における平均漁獲量の平均値の推移(予測漁獲量の範囲は年度の経過に対応する)と、当該期間 (20 年)における予想漁獲量の平均値 (カッコ内)

年度	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F 値	漁獲割合
2004	200	34	0.405	17%
2005	166	26	0.505	16%
2006	147			

集計は、4 月～翌 3 月の漁期年

指標		値	設定理由
Bban		第 8 章「Bban の設定について」を参照	
Blimit	親魚資源量	2000 年度当初の親魚資源量水準（140 千トン）	これ以下の親魚資源量水準では、加入量水準が低下する
2005 年度当初資源量	親魚資源量	2000 年当初の水準未満（101 千トン）	
2006 年度当初資源量	親魚資源量	2000 年当初の水準未満（85 千トン）	

水準：低位 動向：減少

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一つで、2005年の漁獲量は19万4千トン（平成17年漁業・養殖業生産統計（概数））であった。現在、漁場は北海道周辺と本州北部の日本海側・太平洋側に分布している。

現在の我が国漁船による漁獲は、そのほとんどが北海道周辺海域であげられているが、ロシア（旧ソ連）の排他的経済水域設定までは、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は存在し、漁獲量も多かった。しかし、排他的経済水域設定後の漁獲量は大幅に減少し、主要な漁場は北海道周辺に限られている。

北海道周辺には4系群の分布が見られるが、日本海北部系群は太平洋系群に次ぐ資源の大きな系群であり、最近の漁獲量は4系群全体の13%を占める。

なお、スケトウダラの漁獲量の集計は、漁期を考慮して4月1日から翌年の3月31日までの年度で集計している。このため、以下の本文中で年度と表記してある場合は、4月1日から翌年の3月31日までを示している。

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）。0～2歳の若齢個体は武蔵堆周辺に高密度に分布している（佐々木・夏目 1990）とされているが、近年の調査船調査においては若齢魚を採集すること自体が困難なまでに減少している（後述、図11、14）。

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、日ロ双方は、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

本系群の年齢と体長の関係を下表および図 2 に示す（北海道立中央水産試験場資源管理部資料。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）。他の海域に分布するスケトウダラに比べ、殆どの個体が成熟する 4 歳魚以降は小型である。

年齢 (漁期年*での平均)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*
尾叉長 (cm)	24.2	27.8	33.0	36.7	39.7	41.9	43.3	44.2	44.7	47.0
体重 (g)	79	134	229	326	425	485	545	570	578	688

*漁期年は4/1から翌年3/31までの1年間。この期間の下で漁獲物データを集計した

寿命については明らかではない。ちなみに、ベーリング海での最高齢は28歳である (Beamish and McFarlane 1995)。

(3) 成熟・産卵生態

本系群の雌個体における年齢と成熟率の関係を下表および図3に示す。成熟は満3歳から始まり、満6歳ではほぼ全ての個体が成熟する(北海道立中央水産試験場資源管理部資料)。1999～2001年の9～11月の調査船調査および沖底漁獲物測定資料を元に、ロジスティック曲線をあてはめて算出。ただし2歳魚については、当てはめたロジスティック曲線式からは12%程度の成熟率が想定されたものの、実際にはこれまで満2歳の雌で成熟した個体の測定例が無いことから、2歳魚については成熟率を0%とした。

満年齢 (漁期年の終期)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*
成熟率 (%)	0	0	33	64	87	96	99	100	100	100

産卵場は檜山沿岸、岩内湾、石狩湾、雄冬沖、武蔵堆、利尻島・礼文島周辺にあるとされる(図1)。ただし、資源が大きく減少した現在、雄冬以北で産卵場が形成されているかどうかは不明であり、現在の主要な産卵場は檜山海域である。産卵期は12月～3月で、盛期は南で早く北で遅い傾向がある(北海道立中央水産試験場資源管理部 2005)。

(4) 被捕食関係

日本海におけるスケトウダラ成魚の主要な餌料は、端脚類、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。また、海獣類の餌料として重要である (Ohizumi *et al.* 2000)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群のスケトウダラは、沖合底びき網(沖底、以下同じ)、はえなわ、刺し網などの漁業によって漁獲されている。主漁場は北海道日本海海域であり、檜山～後志地方沿岸では沿岸漁業によって親魚が漁獲され、武蔵堆周辺では、沖底によって未成魚主体の漁獲が行われている。本州日本海北部海域では、1970年代には1～3万トン近い漁獲量があったが、1970年代後半より徐々に減少し、近年では1千トン強の漁獲に留まっている。

(2) 漁獲量の推移

表1および図4に、1970年度から2005年度までの漁場別、漁業種別(北海道側海域のみ)の漁獲量の推移を示した。1970年度から1992年度まで、総漁獲量は8.4～16.3万トンの範

囲で増減を繰り返していた。しかし、1993年度以降漁獲量は急減し、2005年度には2.6万トンとなった。これは1970年度以降で最低の漁獲量である。1993年以降の漁獲量の減少を漁業種別に見ると、沖底による漁獲量の減少が大きい。沿岸漁業については沖底ほどの大幅な減少ではないものの、漸減傾向で経過している。

1987年度から1998年度にかけて、北海道西部日本海海域において韓国漁船による操業が行われた。韓国からの報告によれば、当該海域韓国漁船による漁獲量は0.2～1.9万トンであった(表1、図4)。1999年度以降、韓国漁船による操業は行われていない。

北海道日本海側における沖底の小海区別の漁獲量の推移を図5に示した(小海区の区分は図6に示した)。1992年度以前は武蔵堆、利礼周辺および稚内ノース場における漁獲が沖底漁獲量の大半を占めていたが、1993年度以降これらの海域における漁獲量は半減した。逆に1991年度以降、積丹沖での漁獲量が1990年度以前に比べて増加している。天売・焼尻島周辺海域(島周辺)の漁獲量は1995年度以降ほとんど見られなくなった。また2002年度には雄冬沖での漁獲量が突発的に増加し、沖底漁獲量全体を押し上げる結果となった。

沿岸漁業による漁獲量が漸減傾向にあることについて前述したが、1997年度以降について、産卵のため沿岸に来遊する親魚を対象とした延縄漁業の主たる海域である檜山沿岸海域における、各地区別の漁獲量(および努力量、後述)の推移を示した(図7、付表1)。檜山沿岸5地域における総漁獲量は、当該系群を利用する沿岸漁業全体の漁獲量の5～8割を占め、中でも乙部地区の漁獲量の割合が大きく、檜山地区全体の4～5割を占める。檜山沿岸における総漁獲量の推移は沿岸漁業全体の漁獲量の推移と一致しており、近年では2001年に13.7千トンまで増加したものの、その後は各地区共に年々減少傾向にある。特に上ノ国、江差など、檜山沿岸でも南側に位置する地区ほど漁獲量の減少が顕著である。

(3) 漁獲努力量

主たる漁場である北海道西部日本海海域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、1998年末には33隻であったが、2004年には17隻にまで減少し、2005年度も17隻で操業を行った(北海道機船漁業協同組合連合会資料)。同水域で操業する沖底船は、100トン未満のかけまわし船、100トン以上のかけまわし船、オッタートロール船(以下、トロール船)の3種に大別される。このうち、100トン未満のかけまわし船は年々減少し、2001年度以降は存在しなくなった。またトロール船についても、2004年度以降オッタートロール専業船は2隻のみとなった。近年当該海域において操業する沖底船の大半は、100トン以上のかけまわし船である。そこで、北海道根拠沖底船の努力量として、100トン以上のかけまわし船の努力量(引網数)を表2および図8aに示した(表2には、100トン未満かけまわし船ならびにトロール船による努力量も併せて記載した)。100トン以上のかけまわし船の努力量は、1985年度以降増加傾向を示していたが、1991年度の20.0千網を境に減少に転じた。1994～1999年度は14～16千網で横ばい傾向を示していたが、2000年度に8.0千網まで半減した。これは、同年に実施された減船(トロール1隻、かけまわし3隻)の影響による。その後努力量は8～10千網前後で推移してきたが、近年は再び減少傾向を示し、2005年は6.0千網と過去最低であった。

トロール船による努力量は1987年度以降減少傾向を示し、1993年度以後は0.1～1.4千網と極めて低い水準で推移している。100トン未満のかけまわし船の努力量も1987年度以降

減少し、2000年度には236網、2001年度には全ての漁船が減船されたため、網数は0となった（表2）。

沿岸漁業については、対象海域全てを網羅する努力量のデータは得られていない。ただし、漁獲量と同様に、檜山沿岸5地区における延縄の漁獲努力量（延べ出漁隻数）の情報が得られている（図9a、10、付表1）。5地区全体での努力量の総計は、1990年代後半より徐々に低下しつつある。地区別に見ると、南側に位置する上ノ国および江差両地区において、2001年度以降出漁隻数の減少傾向が見られる（図10上）。漁獲の主体である乙部および熊石地区では努力量の低下は特に見られない。なお、ここでは努力量として延べ出漁隻数を用いているが、魚の獲れ具合によって一隻あたり使用縄数を変更している（魚が獲れにくくなると一隻あたり縄数を減らす）との指摘を受け、乙部地区の一部に当たる豊浜地区において、1998年以降の一隻あたり使用縄数の変化を調べた。その結果、1998年から2004年までの間、一隻あたり使用縄数は6.7～7.5千縄と大きな変動は見られなかったものの、2005年には5.7千縄と、それまでの使用縄数の8割まで減少した。このような隻あたり縄数の変化が他の地域でも同様に起こったと仮定して、漁獲努力量（のべ出漁隻数）を補正すると、2005年の努力量はこれまでで最低の値を示す結果となった（図9b）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

資源量の推定にはコホート解析(Pope 1972)を用いた。年齢別漁獲尾数および漁獲物の年齢別平均体重を用い、韓国船の漁獲分を上積みしたうえで計算をおこなった。韓国船の漁獲物の年齢組成は不明だが、日本の沖底船と漁場が重複することから、日本の沖底船の漁獲物の組成と同じとした。詳細については、補足資料1を参照のこと。

（2）資源量指標値の推移

3.で述べたように、1980年度以降、北海道根拠のトロール船と100トン未満のかけまわし船による努力量は年々減少を続け、現在はいずれも極めて低い水準で推移している。このため、漁獲量および努力量の大半は100トン以上のかけまわし船による。そこで、資源状態の検討には100トン以上のかけまわし船のCPUEを用いた。100トン以上のかけまわし船のCPUEは、1990年度以降は基本的に2.5トン/網前後で推移しているが、1992年、1996年および2002年のように、時折4トン/網前後の高いCPUEを示す年が現れる（表2、図8a）。このとき、主に4～5歳の年齢群に対するFが上昇していることが分かる（補足資料2、Fマトリックス）。

一方、CPUEが近年同じ水準で推移しているのに対して、操業漁区数および資源量指数は、1990年代後半以降、徐々に低下しつつある（図8b）。これらの結果は、CPUEそのものには大きな変化が見られないものの、漁場自体は縮小の傾向があり、徐々に資源が減少している可能性を示唆する。これは後述する資源解析の結果（（4）資源量の推移）とも一致する。

このように、漁場域が縮小の傾向にあり、かつ1990年代後半以降沖底の減船により努力量が減少した状態の下では、比較的豊度の高い年級が発生した場合に、沖底CPUEの上昇がその資源豊度以上に高い値を示してしまう可能性があり、今後の資源状況の判断に際して

注意すべきである。

沿岸漁業については、前述の通り沿岸漁業による漁獲の主体である、親魚を対象とした檜山海域の延縄漁業における地区別の漁獲量と努力量、CPUEを示した。1997年以降の檜山沿岸全体での延縄CPUE（縄数による補正なし）は、漁獲量が増加した2001年に一旦上昇した後、再び低下し、2003年以降は1.6～1.8トン/隻で推移している（図9a、付表1）。一方、一隻あたり使用縄数で努力量を補正した場合には、2005年の努力量がそれまでに比べて2割程度低下した分だけCPUEは上昇し、2003年以降徐々にCPUEが上昇しているようにも見える（図9b）。但し、3-(3)で述べたように、漁況に応じて一隻あたり縄数を減らす調整が行われているという背景を考えると、このCPUEの上昇を以て漁況の好転ならびに来遊親魚資源量の増加と即断すべきではない。

地区別に見ると、江差より北側の地区では、地区別のCPUEの推移は檜山全体でのCPUEの推移（未補正值）と同じ挙動を示しているのに対して、最も南側に位置する上ノ国では、1997年より一貫してCPUEの低下傾向が続いている（図10）。地区別の漁獲量の推移（図7）と併せて考えると、檜山沿岸の南側海域では、1990年代後半以降一貫して来遊する親魚資源量が減少しつつあることが推測される。

図11に、毎年10月頃に北海道立水産試験場が実施しているスケトウダラ新規加入量調査の調査結果を示した（北海道立稚内水産試験場ほか 2000、北海道立中央水産試験場ほか 2005）。石狩湾以北の北部海域、特に武蔵堆周辺は、幼魚の成育場と考えられているが、2005年の調査で漁獲されたスケトウダラは主に30cm台後半～40cm台前半の未成年・成魚で、2歳魚以下の幼魚、若齢魚の分布は殆ど確認されなかった。親魚資源量を計算した結果、2005年10月時点での親魚の現存量推定値は133.8千トンで、2004年の153.5千トンを下回り、2003年以降減少傾向を示した（補足資料3を参照）。

図12に、毎年12月に北海道水試が檜山沿岸で実施している親魚を対象とした漁期中の計量魚探調査の結果を示した。ここで示した s_A 合計値とは調査で得られた現存量の指標値である。先の10月の調査と同様、同海域に来遊する親魚の魚探反応量は年々減少している。

一方、仔稚魚・幼魚を対象とした調査では、北海道水試が毎年4月に道西日本海北部ならびにオホーツク海で継続実施してきたスケトウダラ仔稚魚分布調査において、2006年級の0歳魚浮遊期の分布量が、前年度調査（2005年級群）の3.6倍と、従来に比べ多く採集された（図13）。また、同年5月に北水研が実施した計量魚探調査においても、主対象とした1歳魚は殆ど捉えることが出来なかったものの、昨年度の調査では殆ど見ることの出来なかった0歳魚の分布が広範囲にわたって確認され、特に留萌沖の海域においてまとまった魚群反応を捉えるに至った（図14）。これらの結果から、2006年級群については、少なくとも0歳魚の段階ではここ数年の中では高い豊度にあると考えられる。しかしながら、これらの調査を実施した時点での0歳魚は浮遊期にあり、今後着底し、越冬する間に、相当量の減耗が予想され、最終的な年級豊度がどの程度に落ち着くかについては未知数である。よって、2006年級群の豊度の判断は、来年春に1歳魚としてどの程度の量が生き残り、調査あるいは漁業で捉えられるかを待って再度検討すべきである。

（3）漁獲物の年齢組成

図15に漁獲物の年齢組成を示す。1990年前後の漁獲量の多かった時期には、漁獲物年齢

組成は4歳魚を中心に3～5歳魚が漁獲の大きな部分を占めていたが、1997年度以降、これらの年齢群の漁獲は減少した。10歳を超える高齢魚の割合は低い。漁獲量の増加が見られた2001年度に3歳魚（1998年級群）、2002年度に4歳魚が多く漁獲されたことから、1998年級群の豊度がそれまでの年級群に比べて高いものと推測したが、2003年度以降の漁獲物にはそれほど出現していない。

（4）資源量の推移

資源量の計算結果を表3および図16～18に示した。

1987～1991年度の間、本系群の資源量は72～87万トンと高い水準にあったが、1992年度以降は減少の一途を辿り、2006年度当初には15万トンにまで減少した。

1998年級群の2歳魚時点での豊度は4.1億尾で（図16および補足資料2）、10億尾を超えていた1984、1985、1986ならびに1988年級群に比べると低い水準であるものの、近年の中では比較的高い水準の年級であると考えられた。実際にこの年級群が3～4歳であった2001、2002年には、この年級群を主体としてそれなりの漁獲が見られており（図15および補足資料2）、当時はこの年級が今後数年にわたり漁獲の中心となることが予想されていた（八吹2004）。ところが、翌2003年の漁獲及び資源量における1998年級群の占める割合はその他の年級群と同程度まで低下し（八吹2005、図15、16、17および補足資料2）、1998年級群が8歳になった2006年度当初時点での資源尾数は2千万尾弱であった。これは、それ以前の1994～1997年級群と同程度かむしろ低い位の水準である。一方、漁獲割合（資源量に対する漁獲量の比）の推移を見ると（図18）、2002年度における漁獲割合が大きく上昇していた。そして前述の通り、この年の漁獲の中心は4歳魚（1998年級群）であった（図15）。

コホート解析の結果をもとに、親魚資源量（SSB）とそれに対応する加入量（2歳魚）の関係を図19に示した。なお当該資源においては、産卵期が漁期年の終わりにあることから、ある年度の初期資源尾数（前年度の生き残り）のうち、成熟しているものを前年の親魚資源量として扱っている。その一方で、コホート解析で示される資源尾数、親魚資源量、新規加入群量などの情報は、全て翌年度当初4月時点での数値として示される。そのため、正確には、親魚資源量とそこから産出される新規加入群の年度は、年度末を挟んで1年ずれが生じることになる。ところが、この表記法では親魚資源量と新規加入群の対応を見る際に、互いに一年ずつずれた数値を、表中から斜めに読み取って対応させようとして解釈しなければならず、しばしば混乱の原因となっていた。そこで、本評価報告書中では、親魚資源量の年度を、実際の産卵期（12-3月）の年度ではなく、翌年度4月時点の年度で示し、その親魚から産出された新規加入群と年度を揃えて表記することにした。例えば表3において、2000年度の行には、加入量として2002年度の2歳魚の資源尾数（0歳魚時点での資源尾数が不明のため）、それを生み出した親として1999年度末時点=2000年度当初の親魚資源量、それらから計算した再生産成功率を同一の行に並べて示してある。加入量は1989年級群以降減少し、近年は2億尾を下回る非常に低い水準で推移している。

図20aおよびbに漁獲係数Fの推移を示した。その年の資源の年齢構成と選択率によってFが実際の資源に与える影響が変化するため、資源全体に掛かるFの推移を表す目的で、各年齢での資源尾数で重み付けた2歳から10歳以上のFの加重平均値の推移を図20aに示した。加重平均をとったFは、豊度の高い年級群の発生に応じて増減を繰り返しながらも横ばい

傾向を示している。特に2002年度にFが大きく上昇しているが、これは前述の通り2002年に3～6歳、特に4歳魚（1998年級群）に対する漁獲圧が上昇したことによる。

図20bには選択率が1となる9歳以上の時点でのFの推移を示した。本系群の評価に際して実施したコホート解析、次年度のABCの算出および将来予測においては、選択率=1となる9歳魚以上のFをパラメタとして用いており、その経年変化を追う際にはこちらのグラフを参考にして頂きたい。

またそれぞれのグラフにおいて、直近の5年間（ここでは2000～2004年）の年齢別のFの平均値を2005年の $F=F_{\text{current}}$ とし、それが同様に2006年にも継続されると仮定した上で2006年のFをXで示した。

図21に、2000～2004年の平均の年齢別選択率のもとでのFによるYPRと%SPRを示した。本系群では2005年度のF（ $F_{\text{current}}:0.505$ ）は、1989年度以降のRPSave（0.0018）より求めた%SPR（62.8%）に対応するF（ $:0.214$ 、本報告書中では $F(\text{RPSave}89-)$ と表記）よりも倍以上大きい。現状の漁獲圧の下での1世代時間（親魚の平均年齢）当たりの変化率（ $\text{RPSave}:0.0018 \times \text{SPR}(F_{\text{current}}):344.2$ ）を求めると0.61となった。これは、現在の低いRPSと高い漁獲圧の組み合わせの下では、資源は1世代時間（親魚の平均年齢）当たり元の資源量の61%まで減少することを意味する。

コホート解析結果について、Mに関する感度解析を行った（図22）。3歳以上に用いているMの値： 0.25 を ± 0.05 変化させた場合の資源量の推定値を比較した。なお、2歳のMについても、3歳以上と連動させて ± 0.05 した。資源量の変化は、 $M=0.30$ と $M=0.20$ でそれぞれ、 $M=0.25$ に比べて+28千トン（17%）と-22千トン（-13%）であった。親魚資源量も同様に、Mの値が大きくなると大きくなり、 $M=0.30$ と $M=0.20$ でそれぞれ、15千トン（15%）と-12千トン（-12%）であった。

（5）資源水準・動向の判断

1981～2006年度の26年間の資源量推定値の中で、2006年度当初の資源量147千トンは、過去最低であった。そのため、水準は低水準である。また、過去5年間の資源量の推移から、動向は減少とした。

5. 資源管理の方策

（1）再生産関係

図23に、親魚資源量と加入量の関係を示した。資源量の推移を見ても明らかだが（図16、17）、1980年代後半から1990年代前半にかけて当該系群の資源量が増加した理由は、1984年から5年間にわたり高い再生産成功率が継続し、この時期に発生した卓越年級群がその後の資源量を押し上げたことによる（図19、23）。しかし、1989年以降再生産成功率は急激に低下し、親魚資源量自体は暫く高い位置を保っていたにもかかわらず、その後卓越年級群が出現することはなかった。そして、高い漁獲圧の下で親魚資源量自体も減少し、現在は資源量、親魚資源量共に1980年以降で最低の値を毎年更新している。ここで重要なことは、卓越年級群を産んだ高い再生産成功率は、1984年から5年間連続して発生し、その後は20年近く経つにもかかわらず一度も起こっていないという点である。卓越年級群が発生した1984年から1988年までの5年間と、それ以降現在に至るまでの間で、何が要因で再

生産成功率が大きく異なるのか、その原因については明らかにはされていない。しかし、1984～1988年には何らかの環境的条件が整っていて、それが卓越年級群を連続的に発生させ、一方1989年以降現在に至るまでの期間は、その条件が整っていないが故に、卓越年級群の発生が望めない状況にあると考えるのが妥当であろう。

昨年度までの本系群の管理方策においては、そのいつ好転するか分からない環境条件についてはひとまず置いておくとして、卓越群を産み出すもう一つの条件として、ある程度の親魚資源量の確保を打ち出し、いつ環境条件が好転しても卓越群の発生に十分なだけの親魚資源量が確保しておくことを目標に、かつて卓越年級群が発生した最低の親魚資源量水準まで積極的に親魚資源量を回復させる管理方策を採っていた(本田ほか 2006)。しかし、前述のように本系群においてはその何らかの環境条件が整っていない状況がもはや20年近く続いている状況にあることから、いつ好転するか分からない環境要因の到来を前提として無理に親魚資源量の回復を図るよりも、低い再生産成功率の下で如何に資源を維持し、管理するかという視点から管理方策を考えるべきであるとの指摘がなされた。その後、主に北海道ブロック内で当該系群における新たな管理方策について議論および検討を行った結果として、本系群の現状認識および今後の管理方策について、以下のように変更することとした：

1989年以降現在に至るまで、本資源は低い再生産成功率の下で動いている。いつ環境条件が好転するかは不明であるが、少なくともこれまで20年近く好転することの無かった再生産成功率の上昇を期待して、無理に親魚資源量を高い位置に保とうとする方策は止め、1989年以降現在まで続いている低い再生産成功率の下で、資源を崩壊させることなく管理することを目標とした管理へと変更する。具体的には、これまで卓越年級群の発生した最低の親魚資源量に設定していた B_{limit} を、1989年以降の再生産関係の中で、大きく加入が減少することのない最低の親魚資源量水準 ($B_{2000}=14$ 万トン) に変更する。その上で、現在の親魚資源量が B_{limit} を下回っている場合には、徐々にでも親魚資源量を B_{limit} に向けて回復させ得る F を F_{limit} とし、その下で想定される翌年度の予想漁獲量をABCとする。

(2) 今後の加入の見積もり

再生産成功率 (RPS) は、加入量の動きと同様に、1989年以降低い値で推移している (図19)。また2001年以降、再生産関係のプロットは1989年以降のRPSの平均値 ($RPSave(89-)$: 0.0018) を下回りつつ、徐々に原点方向に移動している (図23)。また、幼魚、若齢魚の分布が期待された石狩湾以北の調査船調査においても、2006年級の0歳魚の出現を除くと、1、2歳魚の若齢魚の分布がほとんどみられなかったことから (図11、14)、今後1～2年の間に資源状態を好転させるような大規模な新規加入があるとは考えにくい。これらの結果から、ABC算定のための加入量の予測に際しては、近年と同様の低い再生産関係が今後も継続する可能性が高いと考え、加入量が大きく減少した1989年級群以降のRPSの平均値 ($RPSave(89-)$) を再生産関係のパラメタとして採用する。

(3) 資源と海洋環境の関係

本系群の資源量は、1990年をピークにそれ以降減少を続けており、近年はピーク時の1/4程度にまで減少してしまった。この減少の要因として、漁獲による減少とは別に、海洋環

境の変動が資源にもたらす影響についての研究が進みつつある。Miyake(2002)は、対馬暖流の強勢と本系群の資源量の減少との対応について考察した。また三宅ほか(2006)は、沿岸水温と加入量、産卵場の変化の関係について検討し、冬季の月平均水温とRPSの間に負の相関関係がみられることから、冬の高水温が漁場（産卵場）形成を阻害する可能性を示唆した上で、以下の仮説を提示した：「1960年代の水温の上昇に伴い、海底深度が200m程度と比較的浅く、海域全体が容易に高水温の水で覆われ易い武蔵堆や雄冬岬沖など北側の産卵場が先に消滅し、更に1990年代の高水温期には、海底深度400～500mの後志海域の産卵場における親魚来遊量が減少したにもかかわらず、海底深度1000mの等深線が沿岸まで迫る檜山海域においては、来遊した親魚が表中層の高水温域を避け、より深い深度の低水温の水塊を利用することが出来るが故に、近年の高水温期においても産卵場の形成を維持し続けることが可能である。」

(4) 漁獲圧と資源動向

上述のように設定した加入条件（1989年度以降のRPSの平均値）の下で、Fを変化させた場合の今後の漁獲量と親魚資源量の推定を行った。計算にあたり、2006年度のFは2005年度($F_{current}$)と同程度と仮定し、Fの年齢別選択率は2000～2004年の5年間の平均とした。 $F_{current}$ は、2005年度の実選択率が1となる9および10歳時点のFで0.505であった。これらの仮定およびルールに基づき2007年から20年間の漁獲量と親魚資源量の変化を予測し、結果を表4および図24に示した。なお、ここでの将来予測は点推定のみであり、再生産成功率のばらつきを考慮した将来予測のシミュレーションについては、次項「不確実性を考慮した検討」にて行う。

前述の通り、本年度より新たに採用する管理方策では、過去に卓越年級群を発生した親魚資源量の最低値($B_{1986}=177$ 千トン)を B_{limit} とするのではなく、再生産関係のプロットが落ち込む直前に当たる2000年の親魚資源量：140千トンに B_{limit} を設定することにより、目標とする B_{limit} の水準は昨年までの方策に比べ2割ほど低くなった。しかしながら、親魚資源量の減少速度はそれよりも更に速く、2005年当初の親魚資源量が101千トン、2006年当初の親魚資源量が85千トン、さらに2006年度漁業がこれまでの $F_{current}$ の下で行われた場合、今回の評価で決定するABCあるいはその他の漁獲管理が効力を持つ2007年度当初の親魚資源量は68千トンまで減少することが予想された（表4、図24下）。昨年の資源評価においては、2021年（評価時から15年後）と目標年を明示した上で、それまでに親魚資源量を B_{limit} まで回復させることを目標としていた。しかし、1989年度以降RPSが低水準に落ち込んだまま推移し、更にこれほどまでに親魚資源量が減少してしまった今となつては、2021年までに親魚資源量を B_{limit} まで回復させるためには、今後14年間という長期にわたってFを現行の2割程度に下げないと、 B_{limit} までの回復は期待できない（表4における F_{sim} の例）。これは、現状の資源状態では、ある程度の漁業を継続しながら10～20年程度の期間で親魚資源量を B_{limit} まで回復させることが困難であることを示している（仮に漁獲を行わなかった場合でも、 B_{limit} まで回復するのに7年を要する（表4、図24、25））。また、現在の漁獲圧をそのままかけ続けた場合には（ $F_{current}$: 0.505）、約10年後には漁獲量は1万トン前後まで減少し、親魚資源量も3万トン付近まで減少することが予想される（表4、図24、25）。Fを現行の46%にあたる0.232程度に抑えた場合（ F_{sus} ）、漁獲規制

開始後7、8年で、親魚資源量は78千トンあたりで安定することが予想され、それより低いFでは資源は徐々に増加、逆にそれより高いFでは資源は徐々に減少する（表4、図24、25）。

(5) 不確実性を考慮した検討

1989～2003年度のRPSが2006年度以降重複を許してランダムに現れるとして、2007年当初の資源量および親魚資源量をスタートとし、表4に示した各種のFの下で20年間漁獲を行った場合の資源量、漁獲量ならびに親魚資源量の推移についてシミュレーション（1000回反復計算）を行った。結果（抜粋）を図25に示す。なお、シミュレーション実施に当たっての不確定要素はRPSのみとし、評価誤差などの要因は含んでいない。

先の点推定による将来予測と同様、 F_{sus} (0.232) を境にして、それ以下のFでは資源は徐々に増加、それ以上のFを掛けた場合には資源は徐々に減少する傾向が示された。既に親魚資源量自体が小さく、かつRPSの変動範囲も小さいため、反復計算を行っても、その分布範囲が平均値から大きく外れることはなかった。

(6) 漁獲制御方法

本系群の親魚資源量と加入量は、1990年代初頭よりほぼ一貫して減少傾向を示している（図19）。コホート解析結果とは別に、沿岸での親魚を対象とした漁獲の動向（図7、10）ならびに近年実施されている調査船調査の結果（図11、12）からも、近年の親魚資源量の推移が減少傾向であり（補足資料3を参照）、また少なくとも今後1、2年の間は新規加入群には大きな期待が出来ない。現状の親魚資源量（2006年当初で85千トン）は、2006年度の漁獲が行われた後には、2007年当初で68千トンにまで減少することが予想されており、これらの値は資源回復の閾値である B_{limit} （140千トン）を大きく下回っている。

昨年の評価においては、2021年までに親魚資源量を B_{limit} まで回復させることを目標とした。また本年度の管理方策の変更により、 B_{limit} 自体も昨年までの B_{1986} (177千トン) から B_{2000} (140千トン) まで大きく引き下げる結果となった。しかしながら、親魚資源量の減少速度はそれを上回り、2021年までに親魚資源量を B_{limit} まで回復させようとする、漁獲制御開始から数年間は年間の許容漁獲量を6、7千トンに、またその後も少なくとも10年間は1万トン以下に抑えなければならないなど、極めて厳しい漁獲規制措置を取らざるを得ず（ F_{sim} 、表4、図24、25）、漁業を維持しながら10～20年程度の期間で親魚資源量を B_{limit} まで回復させることを両立させるのは困難である。そこで、ここまで逼迫した資源状況に鑑み、将来RPSが1980年代後半のように再び増加する時期が到来するまでの間、資源を維持することを最低限の目標とし、今後10～20年にわたって親魚資源量が安定した値で推移することが予想される F_{sus} (=0.232) を一つの基準とし、さらに多少なりとも資源の回復を目指す意味で、 F_{sus} に0.9を掛けた値（ $F=0.209$ ）を、本資源において最低限守るべき漁獲強度として提案する。

6. 2007年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

スケトウダラ日本海北部系群の資源状態は低位で減少傾向と推測された。さらに、親魚資源量は、1989年度以降減少傾向を示しており、新たに設定し直した B_{limit} を大きく下回

り、今後もさらに減少し続けることが予想される。加入量も1989年度以降減少傾向を示しており、調査船調査の結果からも、今後1、2年の間に良好な新規加入が望める状況にはないことが示唆されている。これらの結果から、資源状態は極めて悪い状態にあり、資源の回復、少なくとも資源を下げ止めるための措置が必要と判断する。

(2) ABCの算定

利用可能な情報として年々の資源量 (B) と親魚資源量 (SSB)、加入量 (R) を用いることが可能であり、SSBがB_{limit}を大きく下回る状況であることから、当該資源のABC算定には、平成18年ABC算定のための基本規則1-1)-(2)を用いる。

5-(6) で述べたとおり、10～20年の間にSSBをB_{limit}まで回復させる方策は一旦棚上げし、将来的に1980年代後半のようなRPSの時期が再び到来するまでの間、資源をこれ以上下げることなく何とか維持することを最低限の目標とする。その上で、今後10～20年にわたって親魚資源量がある水準で安定するFをF_{sus}として求め、それに幾分かでも資源の回復を意図して0.9を掛けた値をF_{limit}とする。現状のFに様々な係数を掛け、親魚資源量が将来的に安定する値を探したところ、F=0.232の下で親魚資源量がほぼ安定することから(F_{sus})、これに0.9を掛けたF=0.209をF_{limit}とする

$$\begin{aligned} F_{\text{limit}} &= 0.9 \times F_{\text{sus}} \\ &= 0.209 \end{aligned}$$

また、F_{target}については、F_{limit}に安全係数として0.8を更に掛けた値とする

$$\begin{aligned} F_{\text{target}} &= 0.8 \times F_{\text{limit}} \\ &= 0.167 \end{aligned}$$

上述のFを資源に対して与えた場合に想定される2007年の許容漁獲量は

$$\begin{aligned} \text{ABC}_{\text{limit}} &= 11.0 \text{ (千トン)} \\ \text{ABC}_{\text{target}} &= 8.9 \text{ (千トン)} \end{aligned}$$

となる。

(3) 管理の考え方と2007年度漁獲量

ABC および参考値の計算に際しては、年齢別の漁獲量を合算することで計算を実施している。当該資源においては、年齢によって利用する漁業種類および海域が異なることから、2007年度のABC及び参考値の漁獲量に加えて、それらの年齢別内訳についても併せて示す。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2007 年 漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割 合(%)	評価		
					A(%)	B(%)	C(千トン)
ABClimit (0.9F _{sus})	親魚資源量の 緩やかな回復	11.0	0.209	7.9	50.5	0.0	11.0～13.9 (13.0)
ABCTarget (0.8*0.9F _{sus})	親魚資源量の緩 やかな回復 (予防的措置)	8.9	0.167	6.4	86.4	0.0	8.9～14.9 (12.3)
将来的に安定 した親魚資源量 の維持(F _{sus})	今後 15～20 年に わたり親魚資源 量を安定維持	12.2	0.232	8.7	31.9	0.0	12.2～13.5 (13.4)
親魚資源量の 回復(F _{sim})	2021 年度当初 (14 年後)までに 親魚資源量を Blimit まで回復	5.9	0.108	4.2	99.8	0.0	5.9～14.4 (10.1)
現在の漁獲圧 維持(F _{current})	現在(2005 年)の 漁獲圧を維持	24.5	0.505	17.5	0.0	27.6	24.5～5.8 (13.3)

*1989～2003 年度の再生産成功率(RPS)を、重複を許してランダムに発生させ 1000 回シミュレーションを行った際に：

A:2026 年度当初の親魚資源量 (SSB2026) が SSB2006(85 千トン)を上回る確率

B:2016 年度当初の親魚資源量 (SSB2016) が 30 千トンを下回る確率

C:2007～2026 年度における平均漁獲量の平均値の推移(予測漁獲量の範囲は年度の経過に対応する)と、当該期間(20 年)における予想漁獲量の平均値(カッコ内)

なお、シミュレーション実施に当たっての不確定要素は RPS のみで、評価誤差などの要因は含まない。評価の 2007 年漁獲量および評価 C の将来予測値はシミュレーションに基づく平均値であり、表 4 及び図 24 に示した点推定による予想平均漁獲量とは若干異なる。シミュレーション結果の判定に漁獲制御開始から 20 年後に当たる 2026 年時点での予想漁獲量/資源量/親魚資源量を用いた理由は、今回提案する ABC(およびその元となる F_{limit})の下では親魚資源量の回復速度が極めて遅く、他の資源・系群で用いられる 5～10 年程度では、回復あるいは親魚資源量の減少阻止の効果が見えにくいことによる。

ABC および参考値の年齢別漁獲内訳

基準値	上段：想定した2007年度漁獲量の年齢別内訳（トン）/下段：漁獲量全体に占める割合									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	合計
Flimit	419 3.8	1,560 14.1	1,014 9.2	1,175 10.6	1,179 10.7	1,887 17.1	1,791 16.2	911 8.2	1,111 10.1	11,046 %
Ftarget	335 3.8	1,254 14.0	817 9.1	947 10.6	952 10.7	1,526 17.1	1,456 16.3	743 8.3	906 10.1	8,936 %
Fsus	464 3.8	1,726 14.2	1,120 9.2	1,297 10.7	1,300 10.7	2,081 17.1	1,971 16.2	1,000 8.2	1,219 10.0	12,179 %
Fcurrent	997 4.1	3,615 14.7	2,306 9.4	2,667 10.9	2,639 10.8	4,192 17.1	3,859 15.7	1,915 7.8	2,335 9.5	24,526 %

(4) ABCの再評価

評価対象年	管理基準	資源量	ABClimit	ABCtarget	漁獲量	管理目標
2005年(当初)	Fsim	251	15	12		SSBの現状維持
2005年(2005年再評価)	Fsim	209	12	8		SSBの回復
2005年(2006年再評価)	Fsus	166	14	11	26	SSBの緩やかな回復
2006年(当初)	Fsim	251	12	8		SSBの回復
2006年(再評価)	Fsus	147	12	10		SSBの緩やかな回復

(単位:千トン)

昨年度と本年度では資源管理方策が大きく異なり、Blimit自体が大きく低下したことに加えて、更にBlimitへの短期間での回復を必ずしもABCの目標とはしなくなった。そのため、新たな管理方策の下で再評価を行うと、資源量に対するABCの割合が高くなる傾向がみられた。

また、2005年および2006年当初の資源量推定値が、新たな評価を行うごとに年々より小さい側に修正される傾向が見られた。内訳を見ると、特に3、4、5歳魚といった若齢魚の年度当初の資源尾数が、前年、前々年に想定した値の半分近くまで減少していた。当該年齢群については、当初予想されていた年齢別漁獲量を実際の漁獲量（尾数）が毎年下回っており、一方で、Fマトリックス自体には（直近5カ年の平均値を使っていることもあり）両者間で大きな変化は見られない。この結果、Fが同じであるにもかかわらず、漁獲量が減少しているということから、資源が当初の想定よりも小さいという計算になった。コホート解析による若齢魚の評価については、漁獲が始まってから数年の間は大きく変動するため、これを以て直ちに資源状況が想定以上に悪いと断定するには至らない。

一方で、親魚資源量はこれまで経験したことのない低水準の中をさらに毎年着実に低下し続けており（図19、23）、計量魚探調査などの直接推定調査においても同様の減少傾向が確認されている。現在の漁獲状況（Fcurrent）の下では更に低下し続けることが予想されることから（図24、25）、今後更なる注視が必要である。

下表は上で示したABCの再評価の表をさらに数年遡って示したものであるが（八吹 2002、2003、2004、2005、本田ほか 2006）、2003～2004年度の評価においては、資源動向が横ばいあるいは増加と、他の年とは異なる判断をしており、またこの期間に算出されたABCおよび過去の再評価結果の全てが、その後の資源状態の好転を予想した上で非常に高いABCを提示している（八吹 2003、2004）。これらの数値は、結果的に実漁獲量を上回った。これは、当時の1998年級群の好漁の結果、同年級豊度の評価を実際よりもかなり高く見積

もり、その後の資源を支え、回復させる効果を過大に期待したことが原因であった。一方、2005年度以降の評価では、1998年級群の好漁が続かなくなり、当初想定したほど年級豊度が低いと予想が修正されたこと、および2002年度漁期に、先の楽観的な資源予測の下で1998年級群を中心に獲り減らしてしまったことに伴い、資源状況およびABCの見積もり（過去の再評価、再々評価を含む）は大きく減少し、ABCは1万トン台で推移している（八吹 2005、本田ほか 2006）。なお、2005年度の実漁獲量はABCを上回った。

もちろん2003～2004年度の評価においても、当時使用しうる全ての情報を用いた上で、当時としては最適な評価を実施しており、1998年級群が当時想定したほど大きな年級群ではなかったことは、当時の調査、研究技術の下では予見することが出来ず、当時の評価技術の限界によるものであった。これらを踏まえ、出来るだけ早い(若い)段階で年級豊度を正確に把握し、早急かつ適切に資源解析・評価に反映させることが必要となる。現在それを目的として、仔稚魚・若齢魚を対象とした計量魚探調査など、漁業情報と独立した調査の実施と情報の収集に取り組んでいるところである。

年度	水準	動向	管理方策	Flimit	ABClimit	再評価	再々評価	漁獲量
2002	低位	減少	Fsus	0.17	12	37	62	59
2003	低位	横ばい	Frec	0.29	43	59	11	33
2004	低位	増加	Fsim	0.29	42	17	13	34
2005	低位	減少	Frec	0.15	15	12	14	26
2006	低位	減少	Frec	0.16	12	12	－	－
2007	低位	減少	Fsus	0.21	11	－	－	－

ABCおよび漁獲量は千トン単位

7. ABC以外の管理方策の提言

ABCは資源の年齢構成に応じて算定されるため、同じABCの値であっても、想定している漁獲が若齢魚主体の場合と、高齢魚主体の場合が出てくる。実際の漁獲がこの想定と逆になった場合、ABC算定の際の将来予測と異なる結果となり、資源の管理に支障をきたす恐れがある。そのため、算定されたABCの中身（想定される漁獲物の年齢構成など）に応じて、適切に漁業、海域に配分されたTACを設定する必要がある。

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）を超えるものが漁獲物の20%を超える場合は、漁場移動等の措置をとることになっている。また、道南地方の漁協では、漁獲物中の水子(吸水卵)を有する個体の割合が基準を超えた時点で漁獲を終了し、親魚の保護と産卵の助長に努めている。

「4. (2) 資源量指標値の推移」中で示した調査船調査結果の中で、2006年生まれの浮遊期の0歳魚の豊度がここ数年の中では高い可能性が示された。既に述べたように、調査段階では当該0歳魚は浮遊期にあり、今後着底期、越冬期を過ぎて来年度1歳になるまでにどれほどの減耗が起こり、最終的にどの程度の年級豊度になるのかについては現状では予測がつかない。しかし、もし仮に2006年級群が高い豊度を持って越冬に成功し、2008年に2歳魚として漁獲対象資源に加入する可能性が示唆された場合には、そのような年級群をいかにして保護し、親魚資源量の回復へ繋いでいくか検討する必要がある。

8. Bbanの設定について

本年度の資源評価において新たに提示した資源管理方策（Fの選択方法）では、仮に資源評価報告書で提案したFを上回る漁獲圧の下で、資源量および親魚資源量が現在より更に減少するような状況が発生した場合でも、その低まった親魚資源量を維持するF（ F_{sus} ）を探索し、新たに設定し直すのみに留まり、資源量の減少に歯止めを掛けることが出来ない。すなわち、資源の減少に歯止めを掛けるためには、単に F_{limit} を求めてその下で想定されるABCを計算するだけでは不十分であり、今後さらに資源の減少が進行した際に、その歯止めとなる機構を新たに盛り込まなければならない。この機構の一つがBban（禁漁あるいはそれに準じた措置を提言する閾値）である。マイワシにおいては、これまで経験した最低の資源量をBbanとしている（西田ほか 2006）。しかし、本資源においては、資源量、親魚資源量共に1980年以降の最低値を更新しつつさらに減少を続けている状況にあり（表3、図18、23）、マイワシで採られている方策を同様に当てはめることは出来ない。

このように、本資源においてはマイワシのように生物学的根拠を以て明確な数値を示すことは出来ないが、かといってBbanを設定することなく際限なく資源を獲り減らし続けることは資源の持続性の観点から問題であろう。そこで、本評価報告書では、仮に今後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 $F_{current}$ が継続し続けた場合に想定される親魚資源量：3万トン（表4、図24）を研究者側で考えるBbanの叩き台として提案する。今後、どの数値が漁業の維持、継続の上で、あるいは行政施策上妥当な水準にあるのかどうか、またそうでないならばどの位の値が適切な閾値となるべきか、漁業者および関係行政部局より意見を頂きながら、合意に向けての議論を進めていきたい。

なお、シミュレーションの結果では、現行の $F_{current}$ の下で漁獲を継続した場合に、10年後の2016年の親魚資源量がBbanを下回る確率は27.6%である（6-（3）の表ならびに図25）。また、親魚資源量が3万トンを切るまでに資源が減少した状況下においては、現行の $F_{current}$ の漁獲圧の下で予想される漁獲量も1万トン前後に留まるものと想定される（表4、図25、26）。

9. 引用文献

- Beamish, R. J. and Gordon 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
- 北海道立中央水産試験場資源管理部（2005）スケトウダラ日本海海域．北海道水産資源管理マニュアル2005年度，北海道水産林務部資源管理課，pp. 5
- 北海道立中央水産試験場，北海道立稚内水産試験場，北海道立函館水産試験場（2005）調査速報：計量魚探によるスケトウダラ資源調査 -日本海-，北海道立中央水産試験場，北海道立稚内水産試験場，北海道立函館水産試験場，6pp.
- 北海道立函館水産試験場（2005）調査速報：檜山海域スケトウダラ漁期中調査の結果について，北海道立函館水産試験場，5pp.
- 北海道立稚内水産試験場，北海道立中央水産試験場，北海道立函館水産試験場北海道大学水産学部（2000）調査速報：計量魚探によるスケトウダラ資源調査 -日本海-，

北海道立稚内水産試験場, 北海道立中央水産試験場, 北海道立函館水産試験場,
6pp.

本田聡・八吹圭三 (2006) 平成17年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 平成17
年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 第1分冊, 272-316.

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.

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・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.

西田宏・谷津明彦・石田実・能登正幸・勝川木綿 (2006) 平成17年マイワシ太平洋系
群の資源評価. 平成17年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 第1分冊, 11-45.

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.

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.

八吹圭三 (2002) 平成13年スケトウダラ北部日本海系群の資源評価. 我が国周辺水域
の漁業資源評価, 100-114.

八吹圭三 (2003) 平成14年スケトウダラ北部日本海系群の資源評価. 我が国周辺水域
の漁業資源評価, 108-121.

八吹圭三 (2004) 平成15年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 我が国周辺水域
の漁業資源評価 第1分冊, 237-265.

八吹圭三 (2005) 平成16年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価. 我が国周辺水域
の漁業資源評価 第1分冊, 249-283.

表 1. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量（トン）

年度	日本海北部系群			北海道日本海				本州日本海北部
	全海域	日本船	韓国船	海域計	沖合底びき網	沿岸漁業	韓国船	海域計
1970	113,140	113,140	－	94,368	55,908	38,460	－	18,772
1971	121,220	121,220	－	108,549	71,597	36,952	－	12,671
1972	152,234	152,234	－	135,243	101,376	33,867	－	16,991
1973	120,493	120,493	－	92,488	65,341	27,147	－	28,005
1974	124,080	124,080	－	98,094	72,424	25,670	－	25,986
1975	152,870	152,870	－	131,459	109,151	22,308	－	21,411
1976	90,100	90,100	－	71,889	48,497	23,392	－	18,211
1977	142,562	142,562	－	124,678	79,951	44,727	－	17,884
1978	148,761	148,761	－	139,652	86,680	52,972	－	9,109
1979	162,898	162,898	－	153,816	103,319	50,497	－	9,082
1980	142,509	142,509	－	132,864	82,921	49,943	－	9,645
1981	118,887	118,887	－	110,110	54,336	55,774	－	8,777
1982	97,177	97,177	－	89,233	41,966	47,267	－	7,944
1983	92,207	92,207	－	85,155	43,277	41,878	－	7,052
1984	118,205	118,205	－	110,907	71,988	38,919	－	7,298
1985	117,442	117,442	－	110,650	68,848	41,802	－	6,792
1986	83,665	83,665	－	76,363	43,139	33,224	－	7,302
1987	94,350	83,546	10,804	88,057	51,935	25,318	10,804	6,293
1988	132,587	120,401	12,186	125,810	80,555	33,069	12,186	6,777
1989	142,245	130,610	11,635	134,493	94,019	28,838	11,635	7,752
1990	132,260	127,583	4,677	125,448	90,429	30,343	4,677	6,812
1991	145,042	128,591	16,451	137,056	90,502	30,103	16,451	7,986
1992	146,028	127,242	18,786	139,229	97,459	22,984	18,786	6,799
1993	90,678	75,667	15,011	85,498	47,386	23,102	15,011	5,180
1994	70,734	64,960	5,774	66,819	41,018	20,027	5,774	3,915
1995	70,555	65,015	5,540	66,571	41,116	19,916	5,540	3,984
1996	90,144	80,760	9,384	86,549	58,683	18,482	9,384	3,595
1997	75,712	70,855	4,857	72,122	43,158	24,107	4,857	3,590
1998	58,447	56,328	2,119	55,076	36,430	16,527	2,119	3,371
1999	51,627	51,627	0	48,535	32,482	16,053	0	3,092
2000	41,797	41,797	0	39,107	25,903	13,204	0	2,690
2001	45,615	45,615	0	42,603	24,646	17,957	0	3,013
2002	59,360	59,360	0	57,310	39,733	17,577	0	2,050
2003	32,840	32,840	0	31,280	15,209	16,071	0	1,559
2004	34,012	34,012	0	32,381	20,717	11,664	0	1,631
2005	25,910	25,910	0	24,544	15,132	9,412	0	1,367

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報、日本海区沖合底びき網漁業漁獲統計調査資料、漁業・養殖業生産統計年報、北海道水産現勢元資料、北水研・日水研資料、道水試資料。集計は4月～翌3月の漁期年。2002年度以前の本州日本海北部は年計。2004、2005年度は未確定。

表2. スケトウダラ日本海北部系群に対する北海道根拠の沖底の努力量とCPUE

年度	漁獲努力量（千網）			CPUE（トン/網）		
	かけまわし 100トン未満	かけまわし 100トン以上	トロール	かけまわし 100トン未満	かけまわし 100トン以上	トロール
1980	12.0	11.1	7.2	1.4	2.6	5.1
1981	13.0	12.1	5.4	0.9	1.7	4.1
1982	14.4	13.3	3.2	0.9	1.0	5.0
1983	11.4	13.5	2.6	0.9	1.0	7.4
1984	13.7	15.9	4.6	1.1	1.1	8.7
1985	13.9	16.9	3.8	1.0	1.3	8.5
1986	8.1	15.7	3.2	1.0	1.1	5.7
1987	6.9	17.1	2.0	1.3	1.5	8.9
1988	7.5	17.9	0.7	2.4	3.3	6.2
1989	7.2	16.5	0.8	3.2	4.0	5.6
1990	6.9	19.7	2.2	1.9	2.5	13.1
1991	6.5	20.0	2.2	2.4	2.6	10.6
1992	4.9	17.0	1.2	3.5	3.7	13.9
1993	3.6	15.7	0.5	2.4	2.3	5.9
1994	1.8	14.3	0.5	1.9	2.3	8.5
1995	1.6	16.3	0.6	0.9	2.3	3.4
1996	1.1	15.3	0.7	1.8	3.4	6.1
1997	1.0	15.7	0.4	1.6	2.4	10.2
1998	0.7	13.5	0.1	1.1	2.4	23.5
1999	0.5	13.9	0.1	1.7	2.2	9.4
2000	0.2	8.0	1.1	1.3	3.0	1.8
2001	0.0	9.7	1.4	0.0	2.3	2.0
2002	0.0	8.0	0.9	0.0	4.8	1.4
2003	0.0	8.6	1.0	0.0	1.6	1.1
2004	0.0	6.6	0.8	0.0	2.8	0.9
2005	0.0	6.0	0.6	0.0	2.2	1.5

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報

表 3. スケトウダラ日本海北部系群の資源解析結果

年度	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚資源量 (千トン)	加入2歳尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/g)	F加重平均	F完全加入
1981	119	594	239	621	20	0.0026	0.204	0.806
1982	97	570	224	422	17	0.0019	0.156	1.139
1983	92	562	225	507	16	0.0023	0.155	0.649
1984	118	527	234	1,526	22	0.0065	0.230	0.857
1985	117	467	218	1,659	25	0.0076	0.244	0.934
1986	84	550	177	1,233	15	0.0070	0.114	0.866
1987	94	722	152	814	13	0.0053	0.129	1.221
1988	133	835	194	1,858	16	0.0096	0.219	0.985
1989	142	806	258	655	18	0.0025	0.262	0.364
1990	132	868	289	649	15	0.0022	0.161	0.754
1991	145	827	269	916	18	0.0034	0.271	0.662
1992	146	712	285	757	20	0.0027	0.361	0.426
1993	91	605	247	409	15	0.0017	0.199	0.769
1994	71	579	208	316	12	0.0015	0.124	0.643
1995	71	564	228	281	13	0.0012	0.144	0.749
1996	90	521	262	240	17	0.0009	0.288	0.239
1997	76	403	222	289	19	0.0013	0.238	0.583
1998	58	326	180	415	18	0.0023	0.184	0.454
1999	52	291	158	305	18	0.0019	0.136	0.274
2000	42	292	140	272	14	0.0019	0.111	0.415
2001	46	294	133	153	15	0.0011	0.159	0.508
2002	59	281	134	126	21	0.0009	0.270	0.567
2003	33	223	109	88	15	0.0008	0.144	0.628
2004	34	200	107	-	17	-	0.204	0.405
2005	26	166	101	-	16	-	0.205	0.505
2006	-	149	85	-	-	-	0.174	0.505

漁獲量、資源量、漁獲割合、Fの年度については、表1に挙げた漁獲統計あるいはコホート解析結果の年度とそのまま対応する。加入と再生産成功率（2歳の加入尾数/親魚資源量）については、加入の年級群が0歳時の年度にずらして表示した。親魚資源量については、その加入量を産出した親魚資源量を同じ行に並べて表記した。例えば、2000年級群を産出した親魚資源量は正確には1999年度末（=2000年度当初）の親魚資源量であるが、これを2000年度の行に示した。

2004～2006年度の発生年級群は2006年度当初時点ではまだ漁獲対象資源に加入していないため、再生産成功率の計算は行っていない。

表4. Fを変化させた場合の今後の漁獲量と親魚資源量の推移 (点推定結果)

基準値	F	漁獲量(千トン)																					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
F0(漁獲無し)	0.000	25.9	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
0.1Fcurrent	0.050	25.9	27.2	2.8	3.3	3.7	3.9	4.1	4.4	4.7	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.7	7.2	7.6	8.1	8.5	9.1	9.6	10.2
0.2Fcurrent	0.101	25.9	27.2	5.5	6.3	6.9	7.2	7.5	7.8	8.2	8.7	9.0	9.4	9.7	10.1	10.6	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.6	14.2
Fsim	0.108	25.9	27.2	5.9	6.8	7.3	7.7	7.9	8.2	8.7	9.1	9.4	9.8	10.1	10.5	11.0	11.4	11.9	12.4	12.8	13.4	13.9	14.5
0.3Fcurrent	0.151	25.9	27.2	8.1	9.1	9.7	10.0	10.1	10.4	10.8	11.2	11.4	11.7	11.9	12.2	12.6	12.9	13.2	13.6	13.9	14.3	14.6	15.0
Ftarget(0.8Flim)	0.167	25.9	27.2	8.9	10.0	10.5	10.8	10.8	11.1	11.4	11.8	12.0	12.2	12.4	12.6	12.9	13.2	13.5	13.8	14.0	14.3	14.6	14.9
0.4Fcurrent	0.202	25.9	27.2	10.7	11.7	12.2	12.3	12.3	12.4	12.7	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2	13.4	13.5	13.7	13.8	13.9	14.1	14.2	14.3
Flim(0.9Fsus)	0.209	25.9	27.2	11.0	12.1	12.5	12.6	12.5	12.7	12.9	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3	13.4	13.6	13.7	13.8	13.8	13.9	14.1	14.2
Fsus	0.232	25.9	27.2	12.2	13.1	13.5	13.5	13.3	13.4	13.5	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
0.5Fcurrent	0.252	25.9	27.2	13.2	14.1	14.3	14.3	14.0	13.9	14.0	14.0	13.9	13.7	13.6	13.5	13.5	13.4	13.3	13.3	13.2	13.1	13.0	13.0
0.6Fcurrent	0.303	25.9	27.2	15.6	16.2	16.2	15.9	15.3	15.0	14.8	14.6	14.3	14.0	13.7	13.4	13.1	12.9	12.6	12.3	12.1	11.8	11.6	11.4
0.7Fcurrent	0.353	25.9	27.2	17.9	18.2	17.9	17.2	16.4	15.9	15.4	15.0	14.4	13.9	13.4	12.9	12.5	12.1	11.7	11.3	10.9	10.5	10.1	9.8
0.8Fcurrent	0.404	25.9	27.2	20.2	20.0	19.3	18.4	17.2	16.4	15.7	15.0	14.3	13.6	12.9	12.3	11.7	11.2	10.6	10.1	9.6	9.2	8.7	8.3
0.9Fcurrent	0.454	25.9	27.2	22.4	21.7	20.6	19.3	17.9	16.8	15.8	14.9	14.0	13.2	12.3	11.6	10.9	10.2	9.6	9.0	8.5	8.0	7.5	7.0
Fcurrent	0.505	25.9	27.2	24.5	23.2	21.7	20.1	18.4	17.0	15.8	14.7	13.6	12.6	11.7	10.8	10.0	9.3	8.6	8.0	7.4	6.9	6.4	5.9

基準値	F	親魚資源量(年度当初)(キトン)																					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
F0(漁獲無し)	0.000	101.4	85.4	68.2	78.0	93.6	109.6	120.2	126.8	132.7	142.4	154.9	168.6	182.4	196.6	211.9	228.6	246.9	266.8	288.2	311.1	335.8	362.6
0.1Fcurrent	0.050	101.4	85.4	68.2	75.7	88.7	101.9	109.8	113.9	117.1	123.3	131.6	140.8	149.7	158.6	167.9	177.8	188.7	200.3	212.5	225.3	239.0	253.4
0.2Fcurrent	0.101	101.4	85.4	68.2	73.6	84.2	94.8	100.6	102.7	103.7	107.3	112.5	118.4	123.9	129.0	134.2	139.7	145.7	152.0	158.6	165.3	172.4	179.7
Fsim	0.108	101.4	85.4	68.2	73.2	83.5	93.8	99.3	101.1	101.9	105.2	110.0	115.5	120.5	125.3	130.0	135.0	140.4	146.1	152.1	158.2	164.5	171.1
0.3Fcurrent	0.151	101.4	85.4	68.2	71.5	79.9	88.4	92.3	92.8	92.3	93.8	96.7	100.2	103.1	105.7	108.1	110.7	113.6	116.6	119.6	122.7	125.8	129.0
Ftarget(0.8Flim)	0.167	101.4	85.4	68.2	70.8	78.6	86.5	89.9	90.0	89.1	90.0	92.4	95.2	97.5	99.5	101.3	103.1	105.3	107.5	109.8	112.1	114.3	116.7
0.4Fcurrent	0.202	101.4	85.4	68.2	69.4	75.8	82.5	85.0	84.2	82.4	82.4	83.6	85.2	86.4	87.2	87.8	88.4	89.3	90.2	91.1	92.0	92.9	93.7
Flim(0.9Fsus)	0.209	101.4	85.4	68.2	69.2	75.3	81.7	84.0	83.1	81.2	80.9	81.9	83.3	84.3	84.9	85.3	85.7	86.4	87.1	87.8	88.4	89.1	89.7
Fsus	0.232	101.4	85.4	68.2	68.3	73.5	79.2	80.9	79.5	77.2	76.4	76.7	77.5	77.9	77.9	77.7	77.5	77.5	77.6	77.7	77.8	77.8	77.8
0.5Fcurrent	0.252	101.4	85.4	68.2	67.5	72.1	77.1	78.3	76.6	73.9	72.6	72.5	72.8	72.8	72.4	71.7	71.1	70.7	70.4	70.0	69.6	69.2	68.8
0.6Fcurrent	0.303	101.4	85.4	68.2	65.6	68.5	72.1	72.4	69.9	66.5	64.3	63.2	62.5	61.6	60.4	58.9	57.6	56.4	55.3	54.2	53.1	52.0	50.9
0.7Fcurrent	0.353	101.4	85.4	68.2	63.8	65.1	67.6	67.0	63.9	59.9	57.1	55.2	53.9	52.4	50.6	48.7	46.9	45.2	43.7	42.3	40.8	39.4	38.0
0.8Fcurrent	0.404	101.4	85.4	68.2	62.0	62.0	63.4	62.2	58.6	54.2	50.8	48.5	46.6	44.7	42.6	40.4	38.4	36.5	34.8	33.2	31.6	30.1	28.6
0.9Fcurrent	0.454	101.4	85.4	68.2	60.3	59.0	59.5	57.8	53.8	49.1	45.4	42.6	40.5	38.3	36.0	33.7	31.5	29.6	27.8	26.2	24.6	23.1	21.7
Fcurrent	0.505	101.4	85.4	68.2	58.6	56.2	55.9	53.8	49.6	44.6	40.6	37.6	35.2	32.9	30.6	28.2	26.0	24.1	22.4	20.8	19.3	17.8	16.5

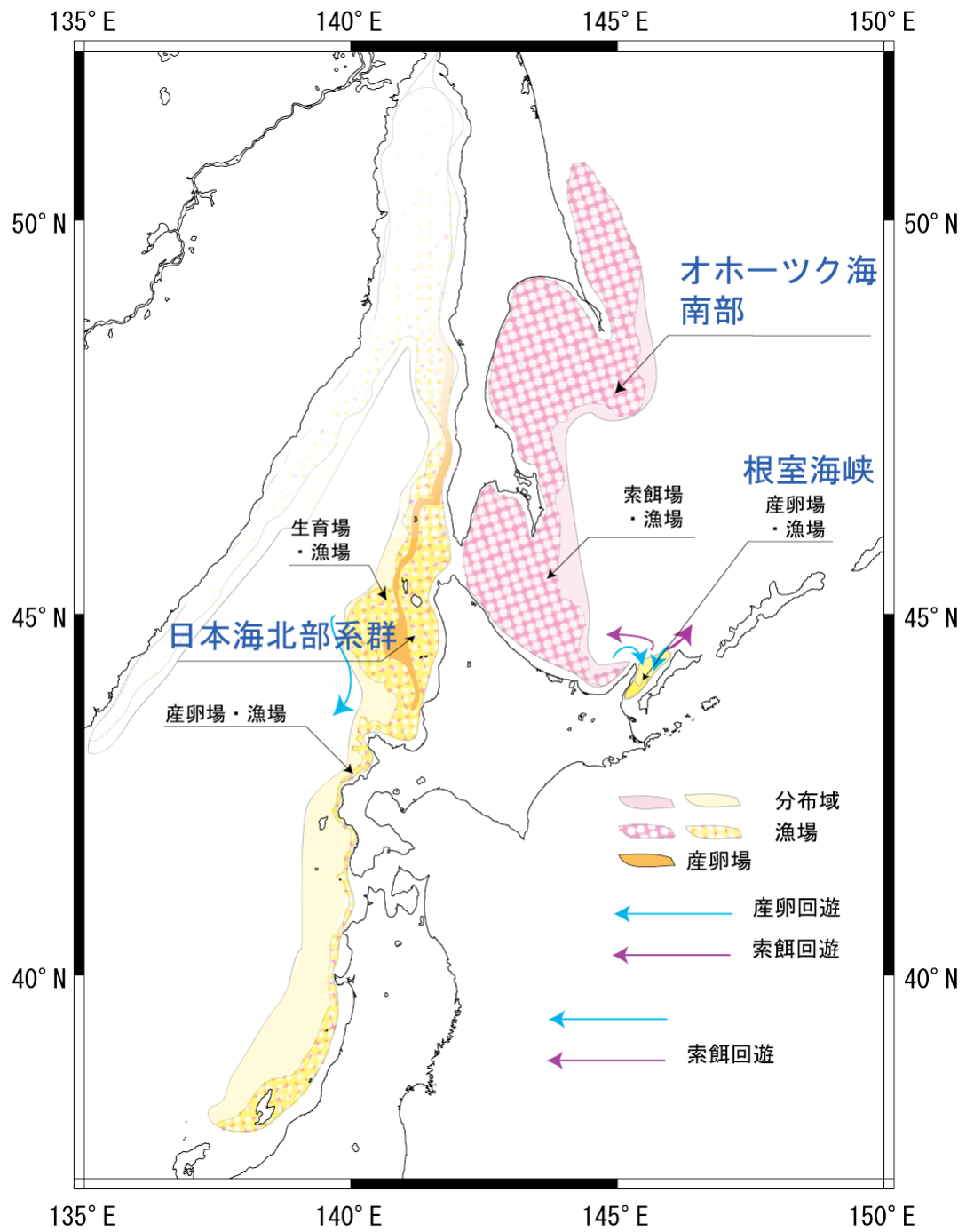


図 1a. スケトウダラ日本海北部系群の分布と回遊



図 1b. スケットウダラ日本海北部系群の分布

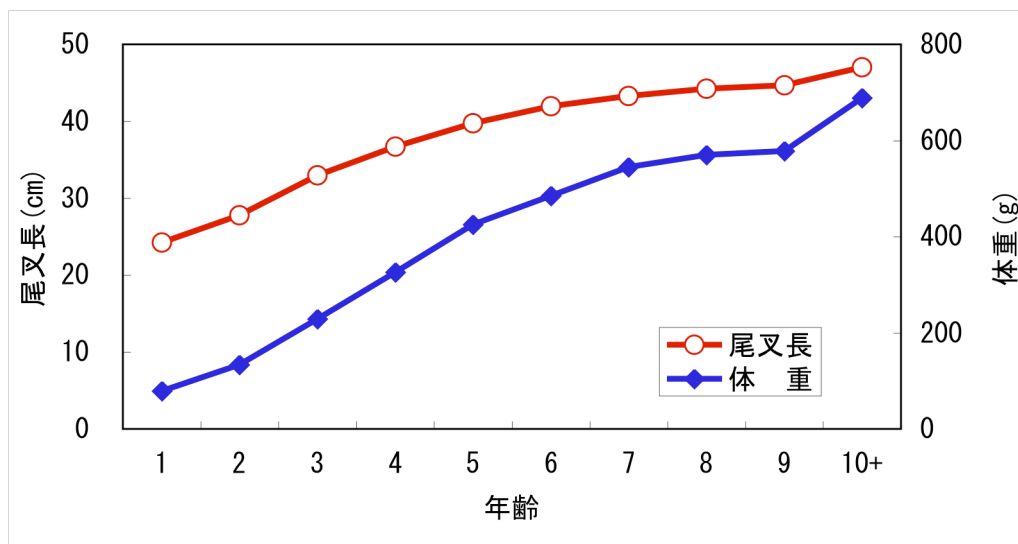


図 2. スケットウダラ日本海北部系群の成長

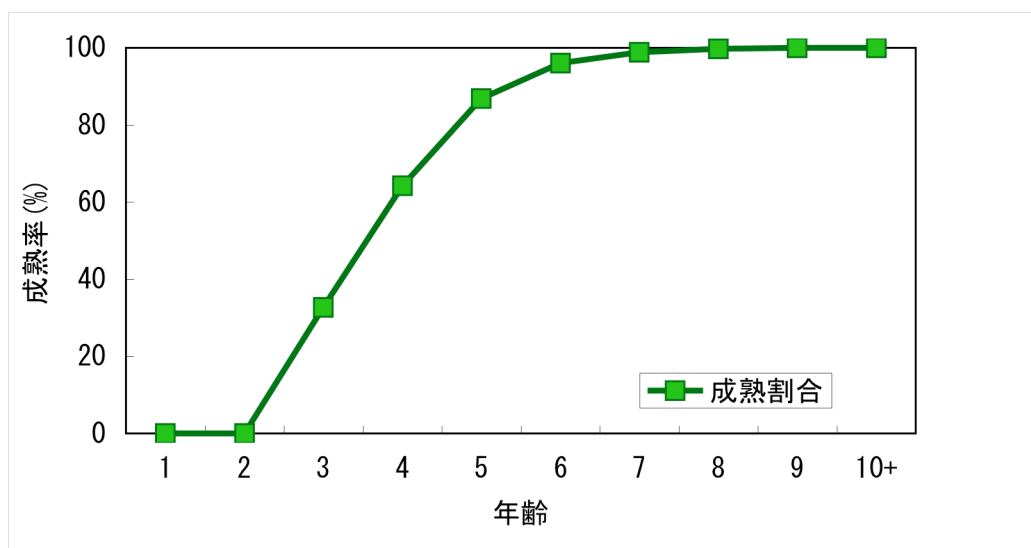


図 3. スケットウダラ日本海北部系群の年齢別成熟割合

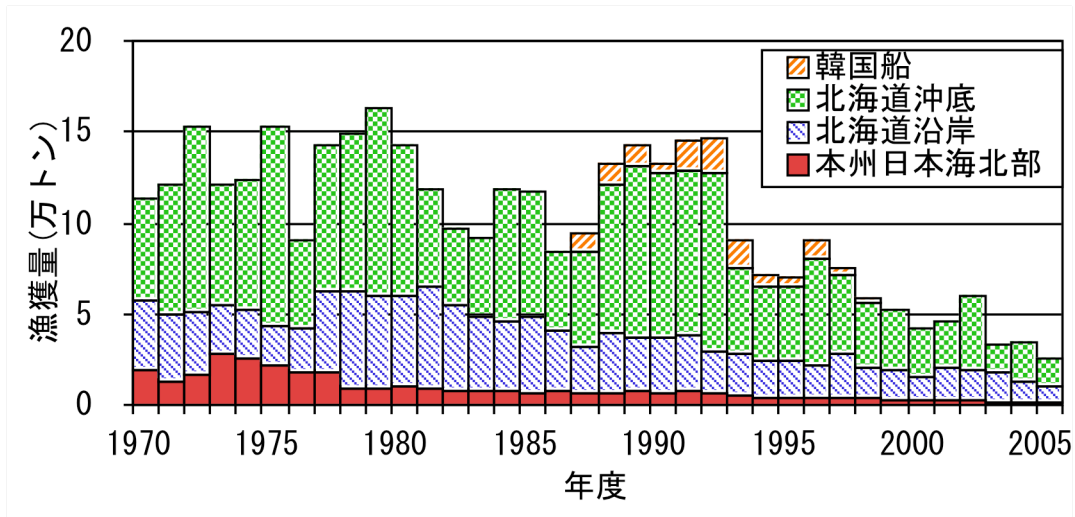


図 4. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量の推移

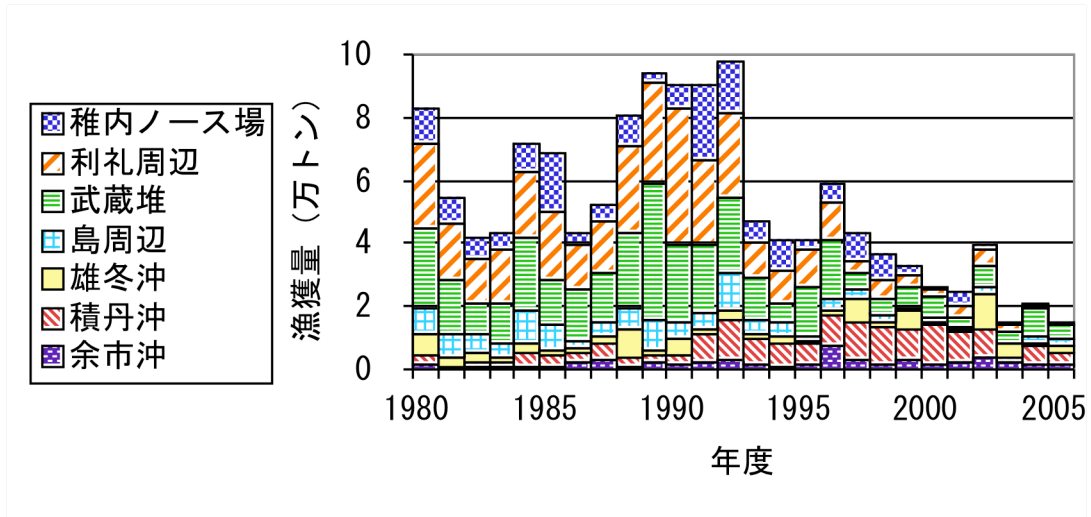


図 5. 北海道日本海側の沖底による小海区分別のスケトウダラ漁獲量の推移

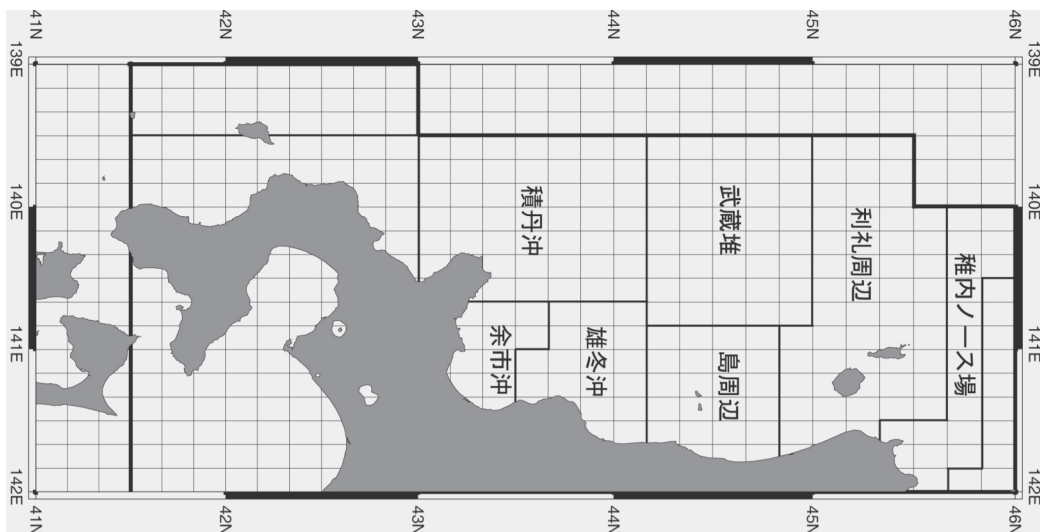


図 6. 北海道日本海側海域における沖底の小海区分

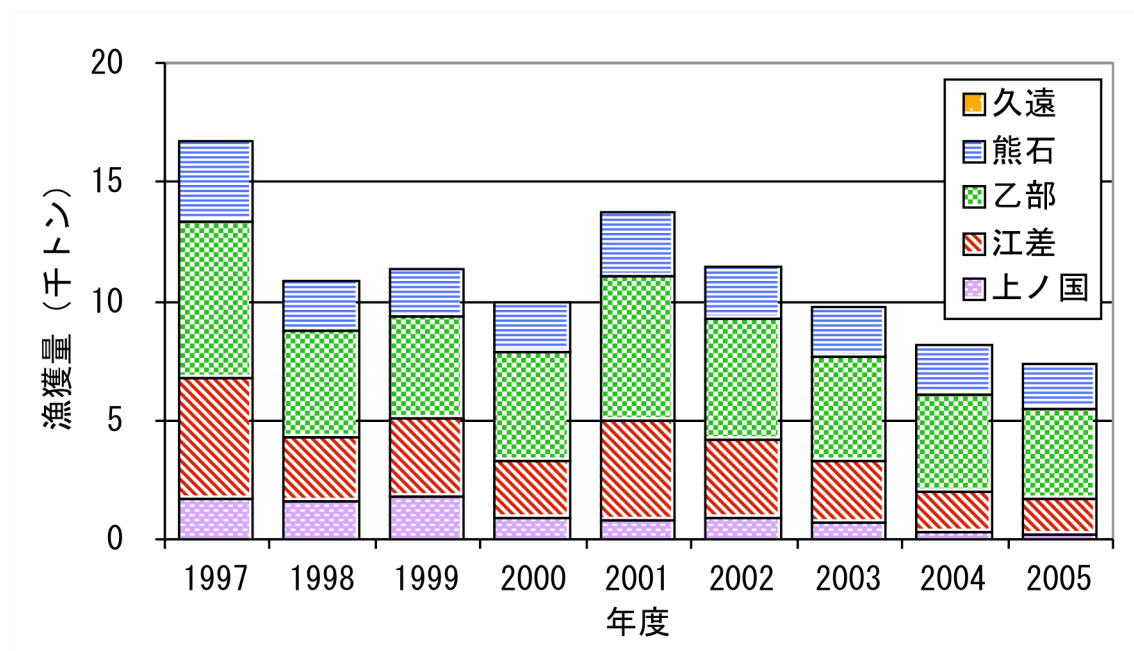
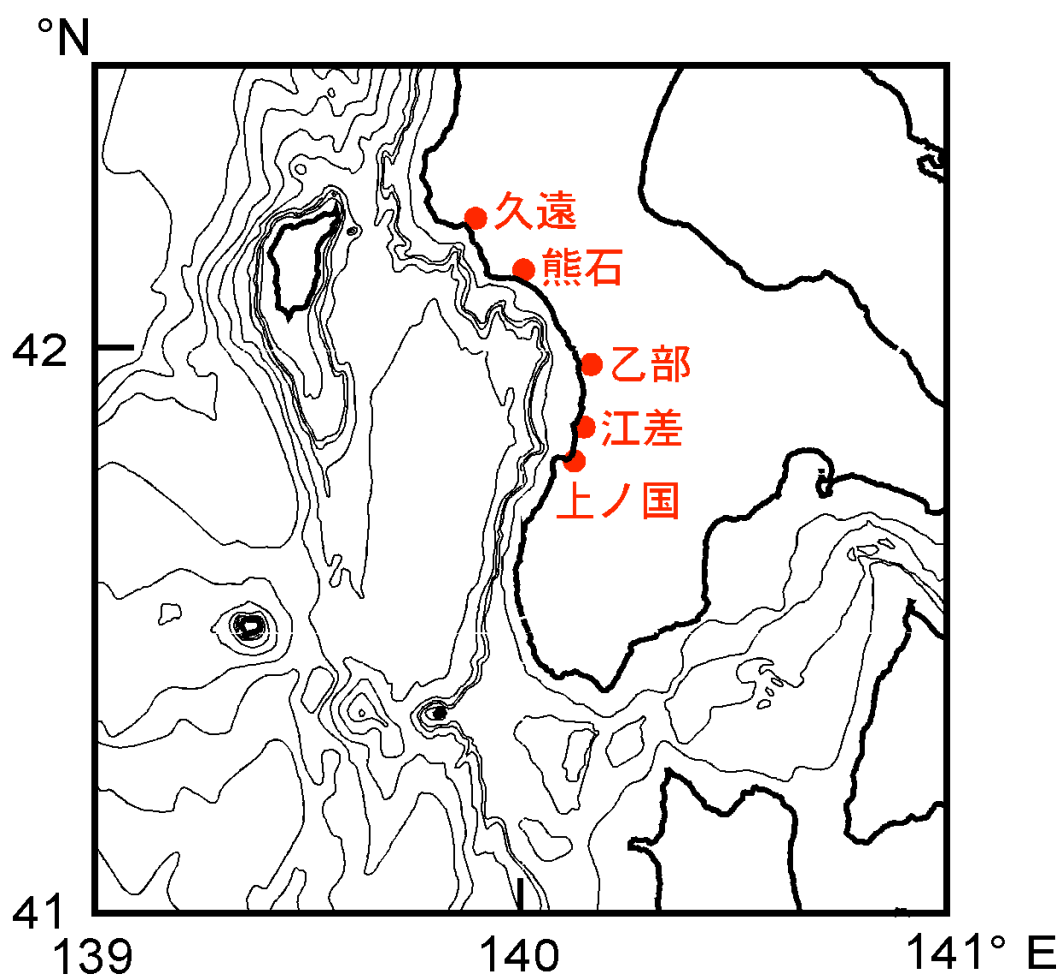


図 7. 北海道日本海側南部海域のうち、檜山管内の 5 地域における、親魚を対象として 11～2 月に実施される延縄漁業による漁獲量の推移。各地区の位置を上地図上に示した。

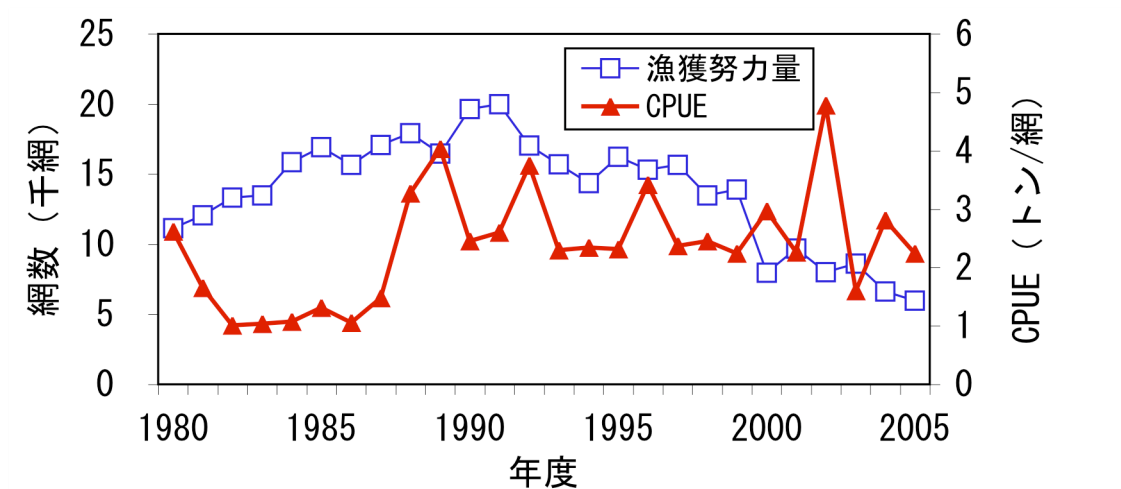


図 8a. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における、スケトウダラ日本海北部系群に対する漁獲努力量と CPUE の推移

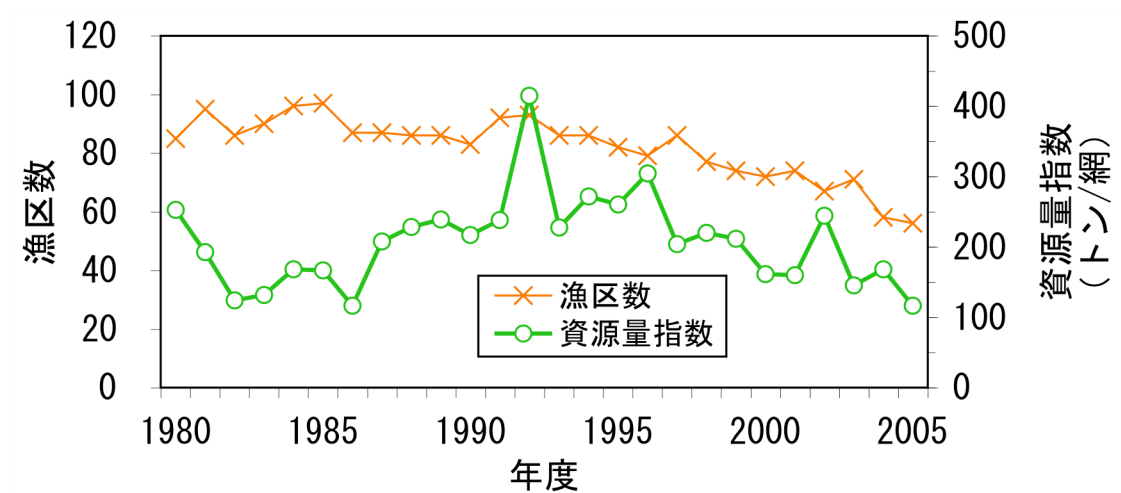


図 8b. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における、スケトウダラ日本海北部系群を対象とした漁区数と資源量指数の推移

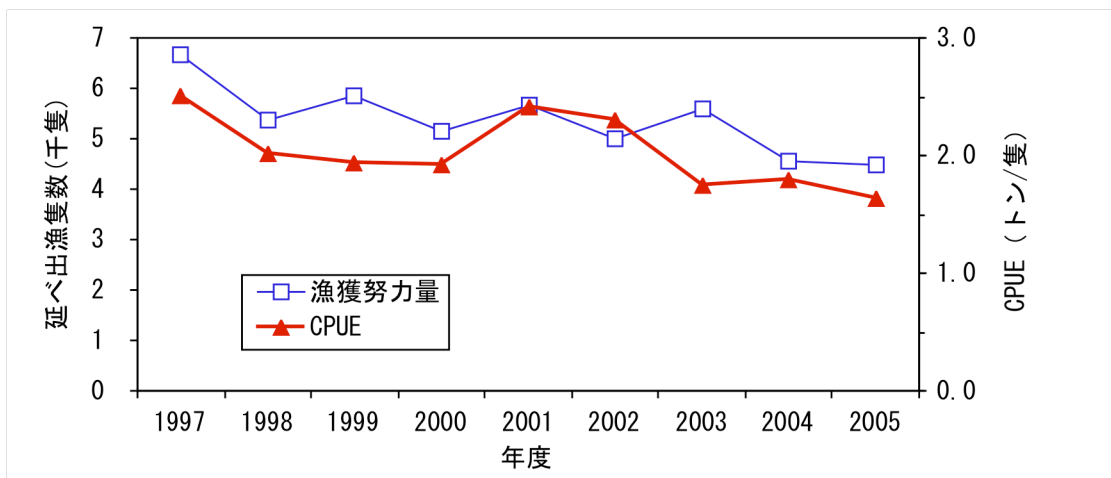


図 9a. 北海道檜山管内 5 地域における、親魚を対象とした延縄漁業の努力量と CPUE の推移。各地区の位置は図 7 の地図上に示した。（北海道立函館水産試験場資料 2006 年）

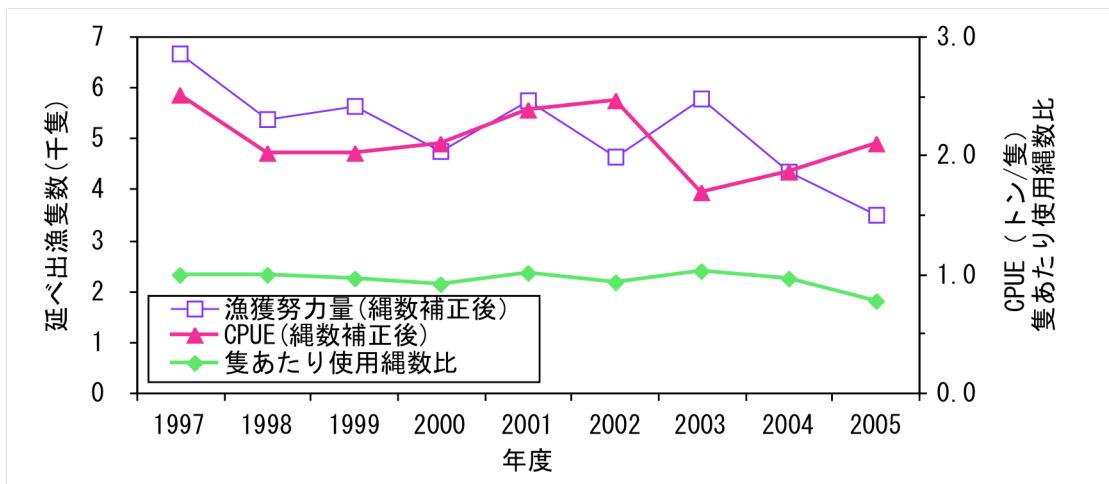


図 9b. 図 9a で用いた延縄漁業の努力量および CPUE を、豊浜地区（乙部地区の一部）における一隻あたり使用縄数の変化で補正した結果。（北海道立函館水産試験場資料 2006 年）

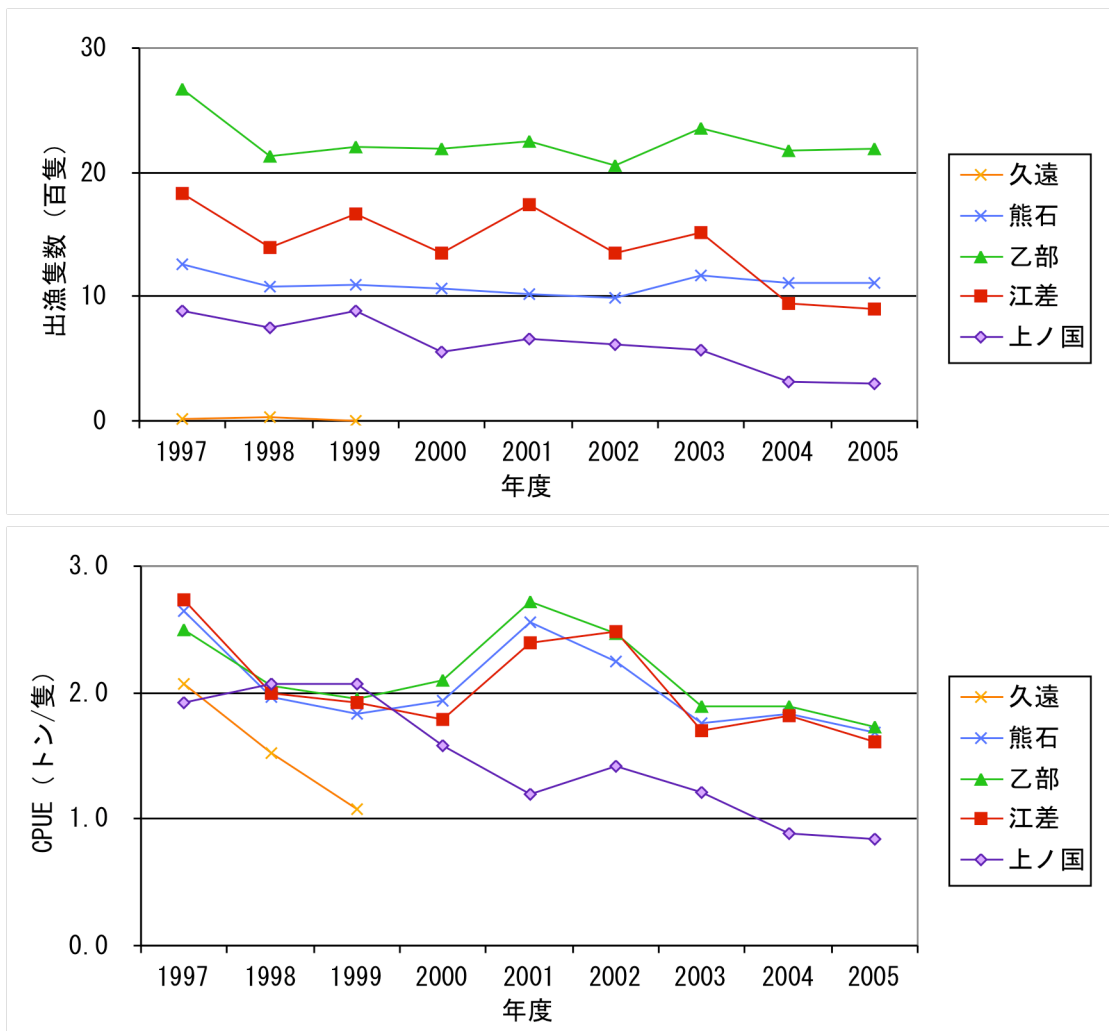


図 10. 北海道檜山管内 5 地域における、親魚を対象とした延縄漁業の地区別の努力量と CPUE の推移。各地区の位置は図 7 の地図上に示した。（北海道立函館水産試験場資料 2006 年）

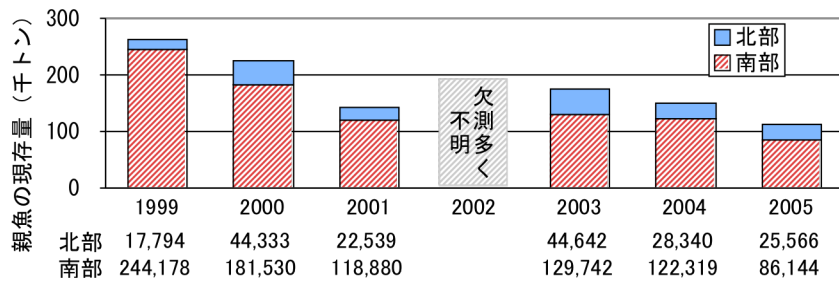
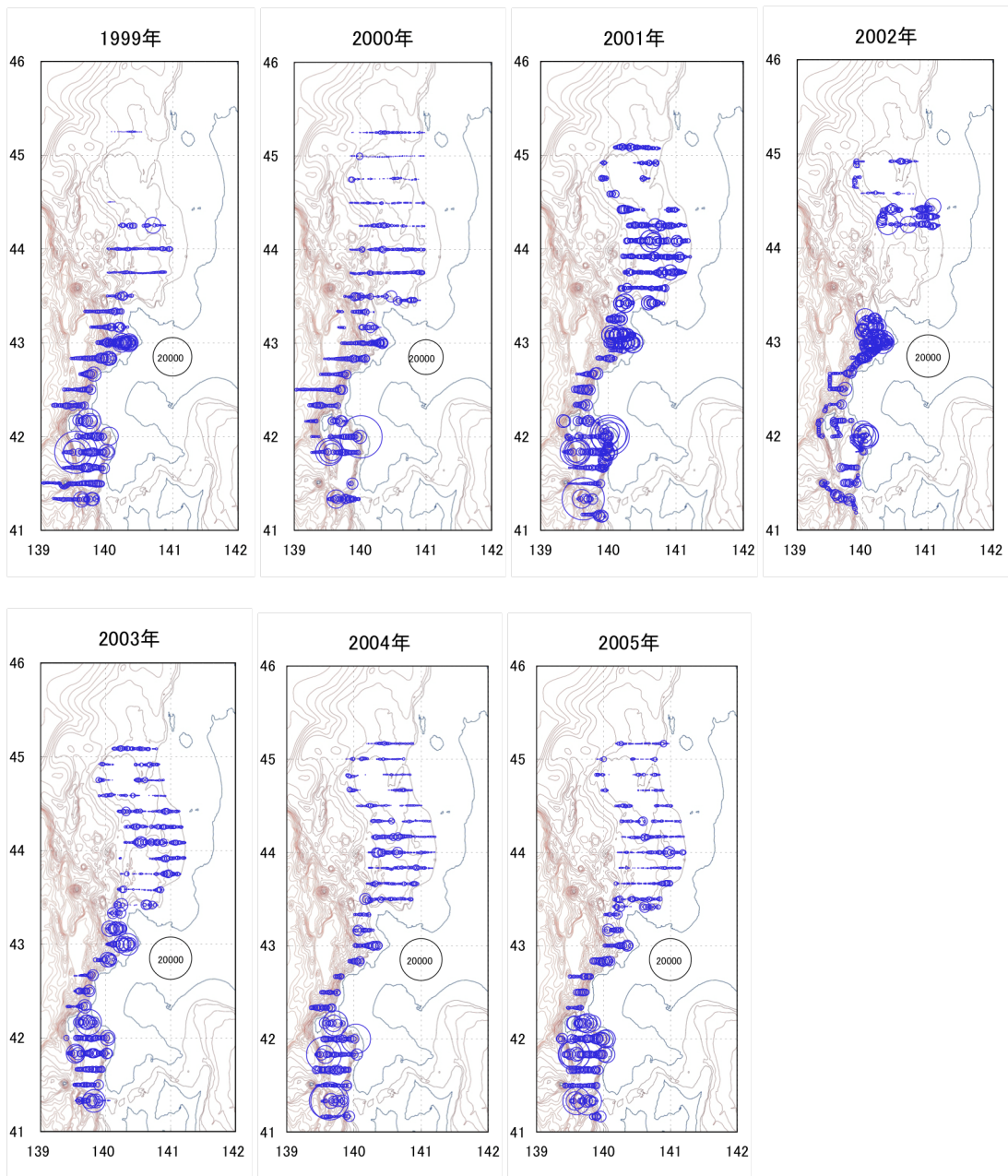


図 11. スケトウダラ漁期前調査における親魚の分布パターンとその現存量推定値の経年比較。地図上の○の大きさが魚群反応量(s_A : m^2/nm^2)を示す。なお、北部海域は石狩湾以北(43-30N 以北)、南部海域は積丹半島以南海域(43-30N より南)を示す。(北海道立稚内水産試験場ほか 2000 年、北海道立中央水産試験場ほか 2005 年)

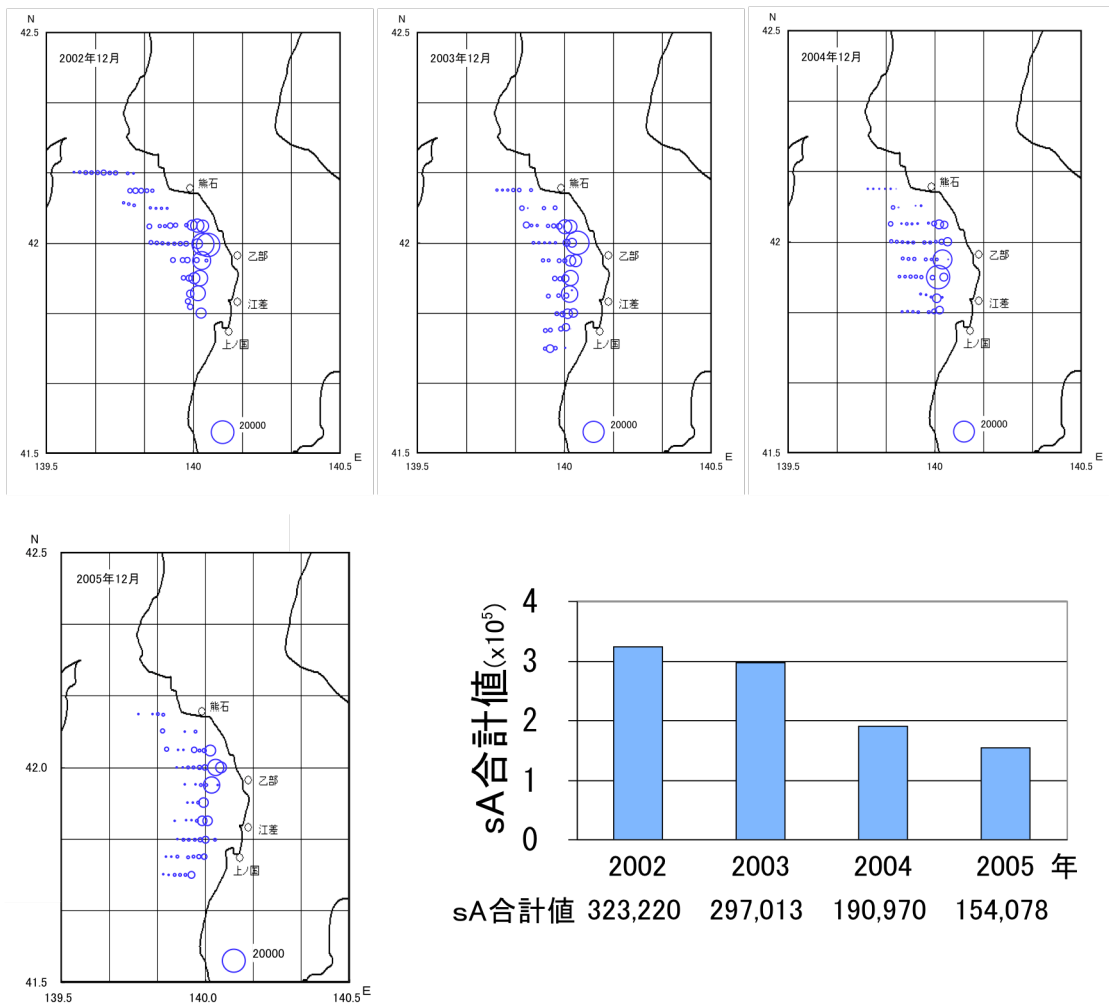


図 12. 親魚を対象とした漁期中（12 月）の道西日本海南部海域において実施した、計量魚探調査によるスケトウダラ親魚の分布パターンの推移と、調査海域全体および東経 140 度以東の主漁場で得られた魚群反応量 s_A の総計値の経年比較。地図上の○の大きさが魚群反応量 (s_A : m^2/nm^2) を示す（北海道立函館水産試験場 2005 年）

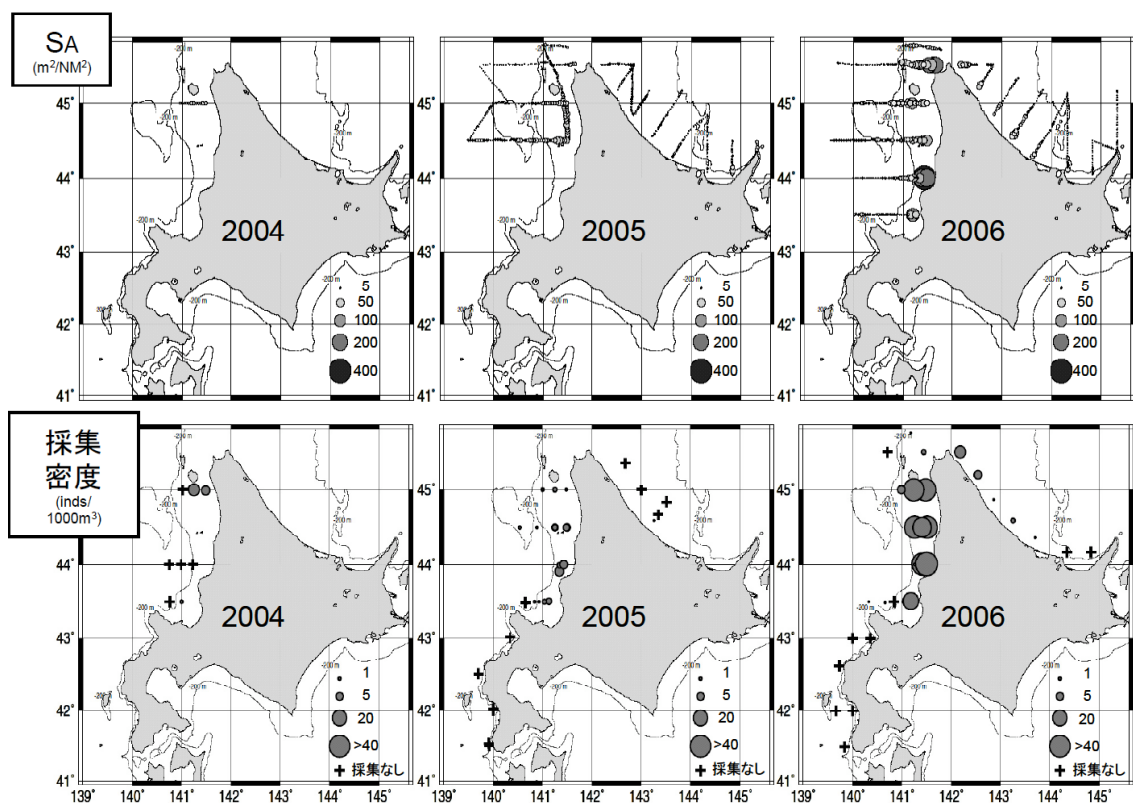


図 13. 毎年 4 月に道西日本海およびオホーツク海で実施したスケトウダラ仔稚魚分布調査で計測された魚探による魚群反応量 s_A (上) とフレームコントロールによる仔稚魚採集密度の分布。上の図では地図上の○の大きさが魚群反応量 (s_A : m^2/nm^2) を、また下の図では採集密度を示す (北海道立中央水産試験場資料 2006 年)

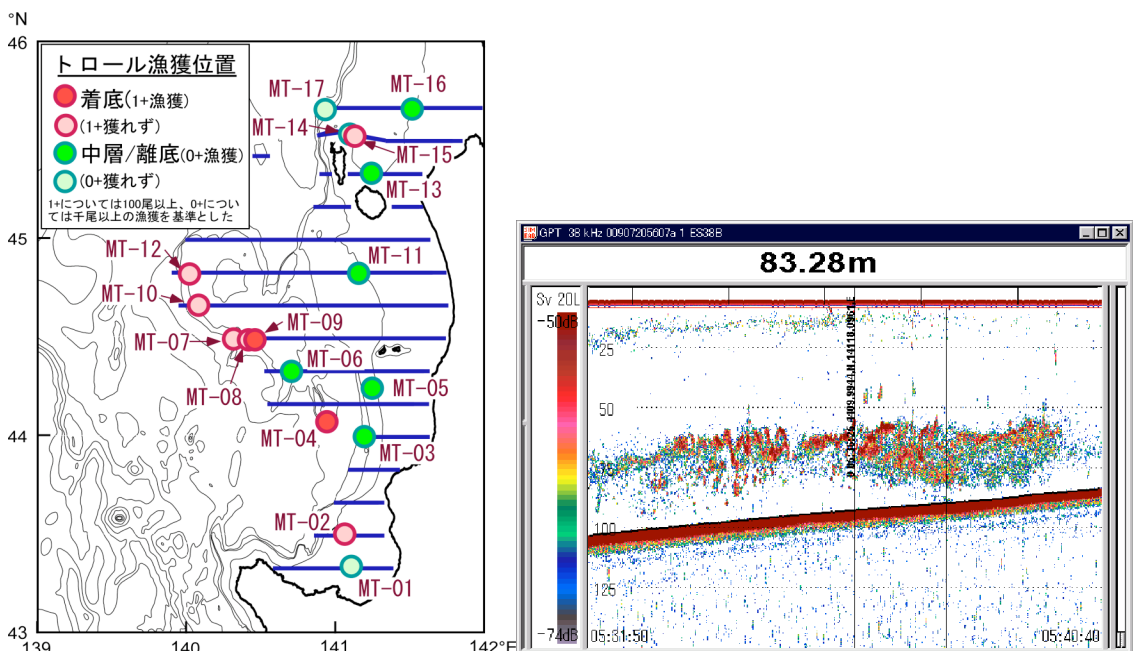


図 14. 2006 年 5 月に道西日本海北部で実施したスケトウダラ計量魚探調査の結果 (左図: トロール曳網位置と結果、右図: 留萌沖に出現した 0 歳魚の魚群反応 (38 kHz))。 (北海道区水産研究所資料 2006 年)

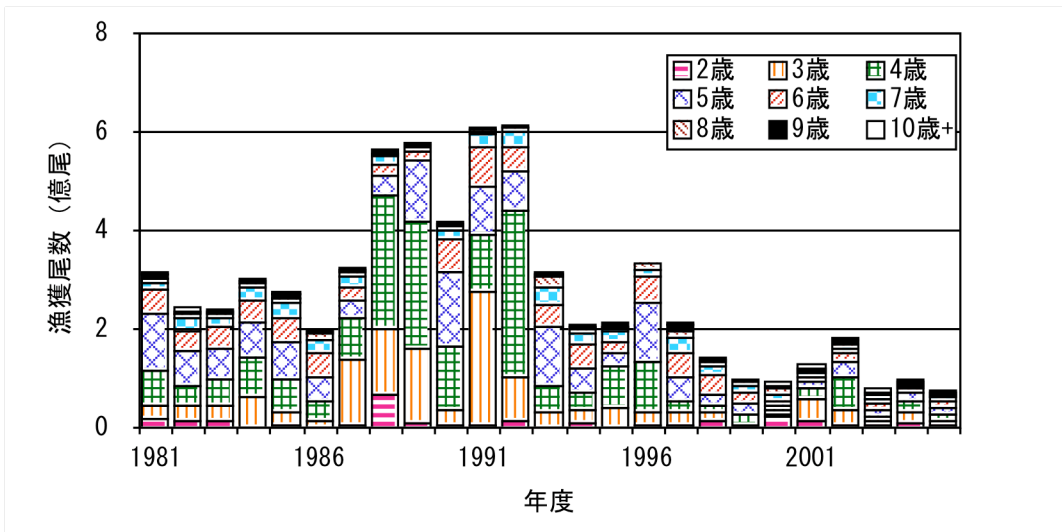


図 15. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数

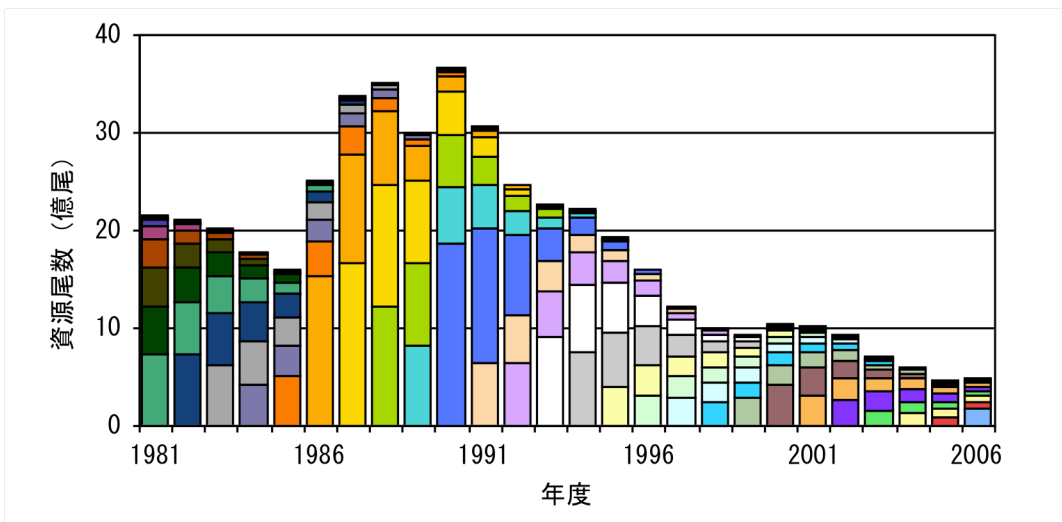
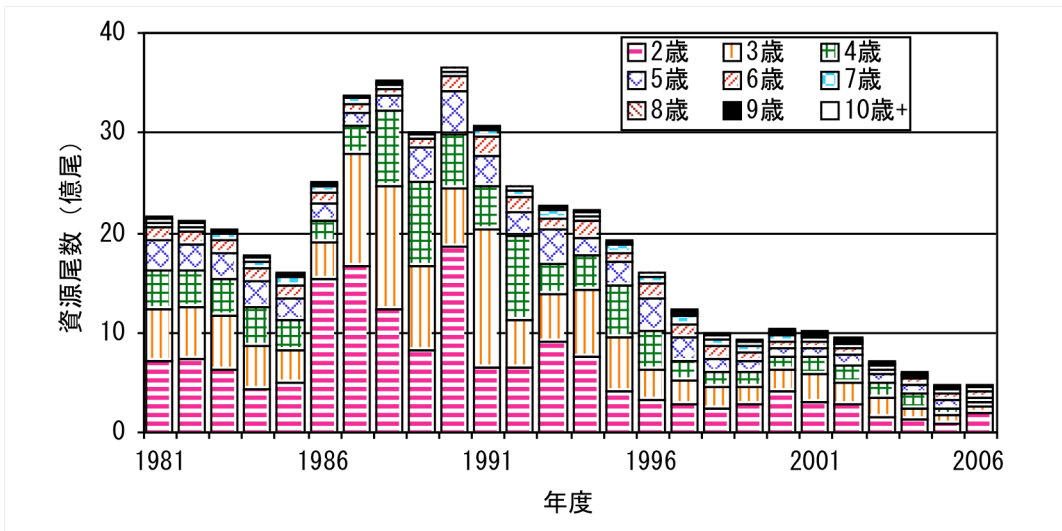


図 16. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源尾数
上図は毎年の年齢別に、数は年級群別に色分けしてある。

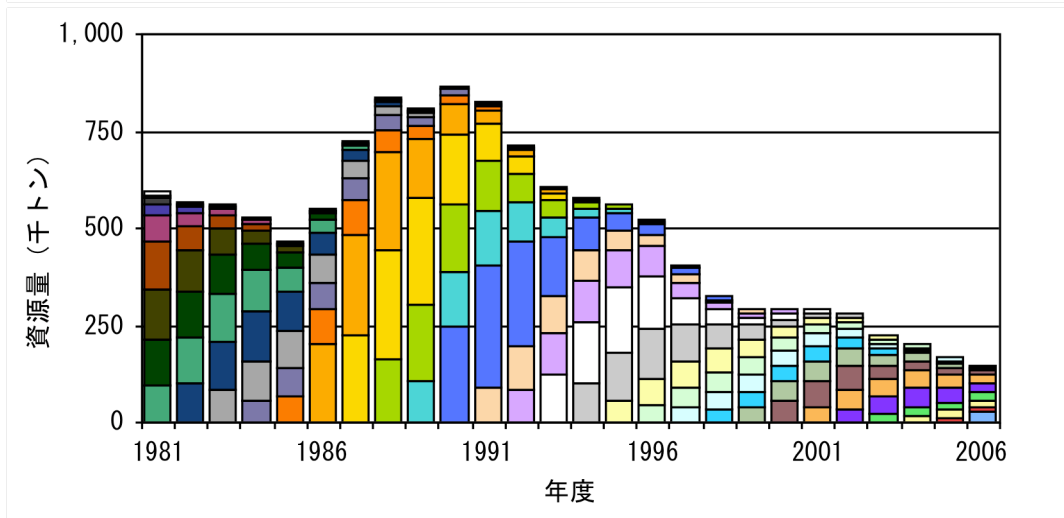
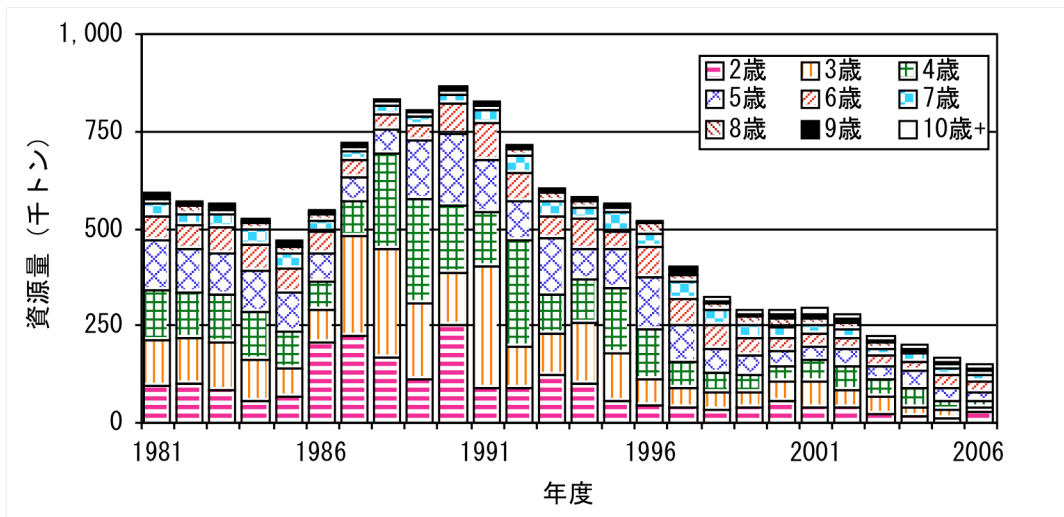


図 17. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源重量
上図は毎年の年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

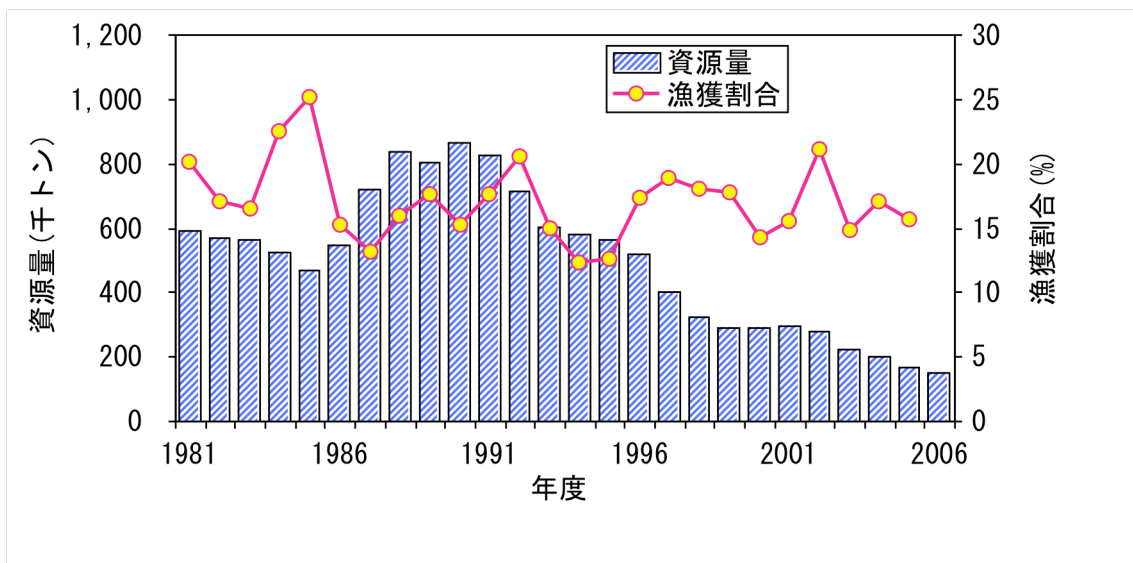


図 18. スケトウダラ日本海北部系群の資源量と漁獲割合の推移

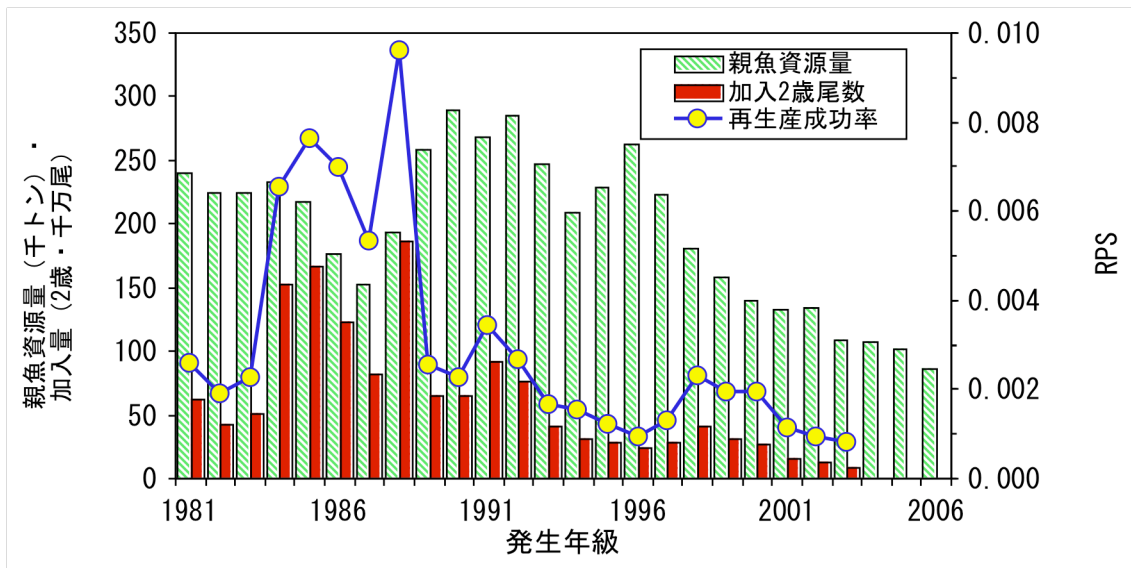


図 19. スケトウダラ日本海北部系群の親魚資源量と加入量、再生産成功率の経年変化
横軸は加入の年度（発生年級）を示し、親魚資源量はその年級群を産出した親魚資源量、RPS はそれらから計算された値を示している。

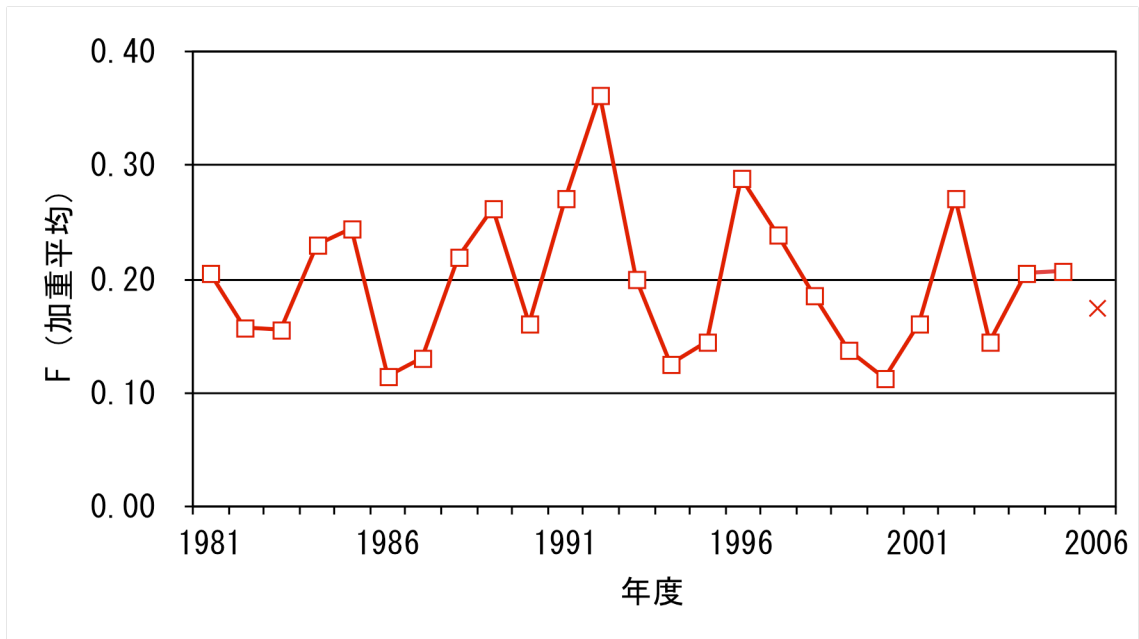


図20a. 年齢別資源尾数による加重平均を行った F の推移。2006年のXは、 F_{current} を直近5ヵ年の F の平均値とした場合の2006年度の F 。

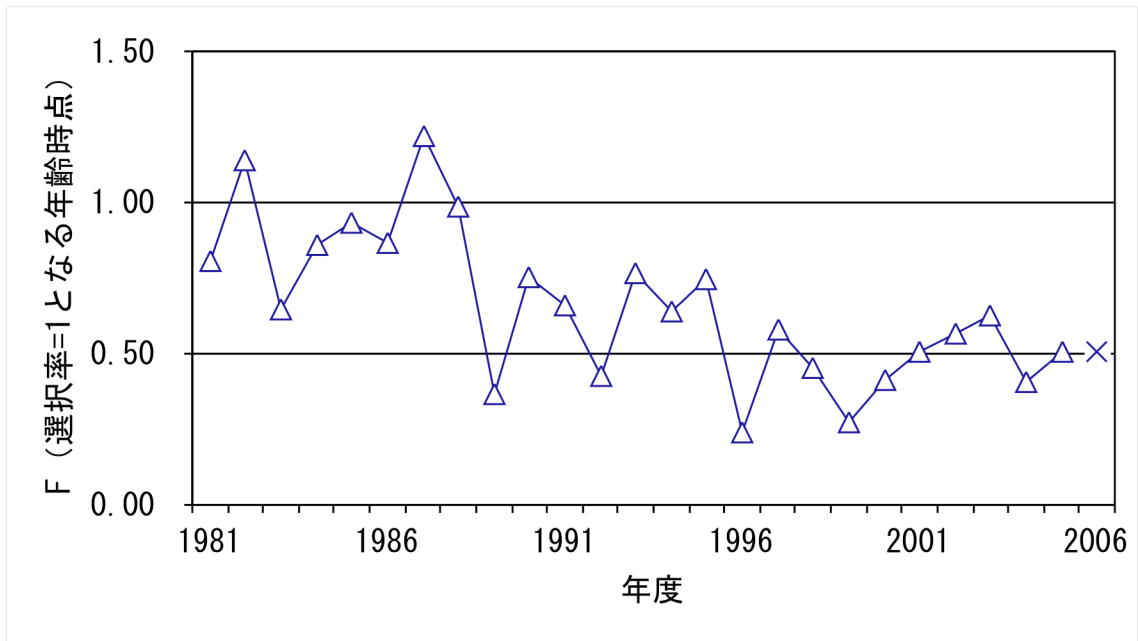


図20b. 選択率が1となる年齢（9歳以上）におけるFの推移。2006年のXは、 F_{current} を直近5カ年のFの平均値とした場合の2006年度のF。ABCや将来予測で用いているFはこちらの値である。

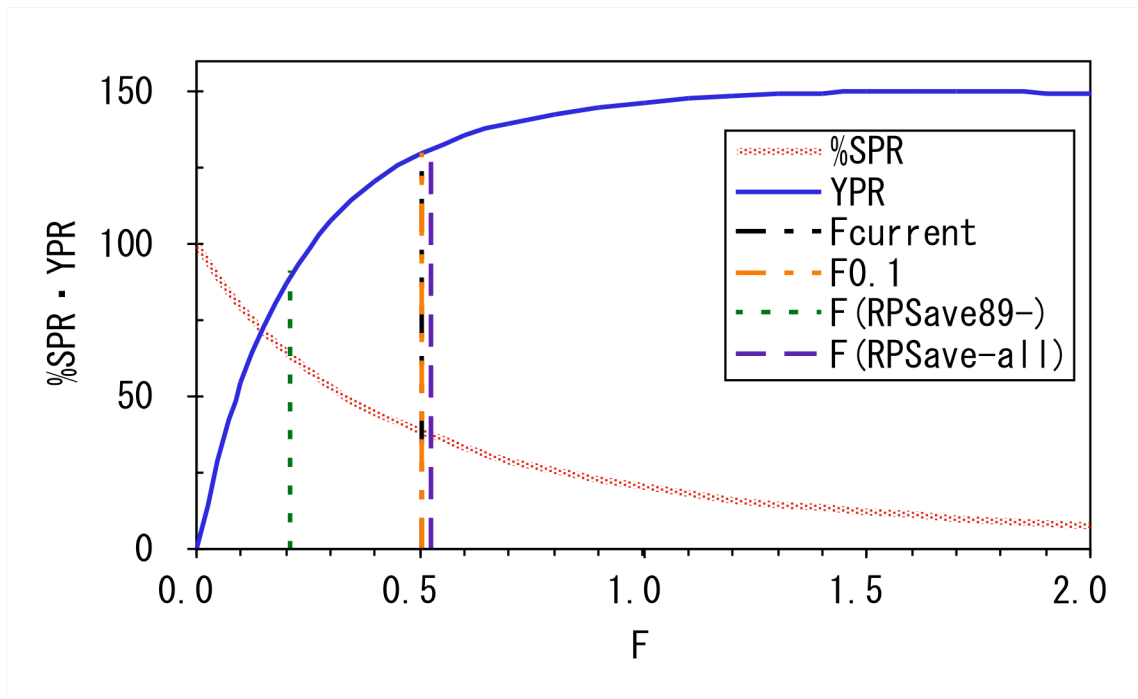


図21. スケトウダラ日本海北部系群のFに対するYPRと%SPR

Fは選択率が1となる9歳以上での値。なお、年齢別選択率は2005年度の値を使用。

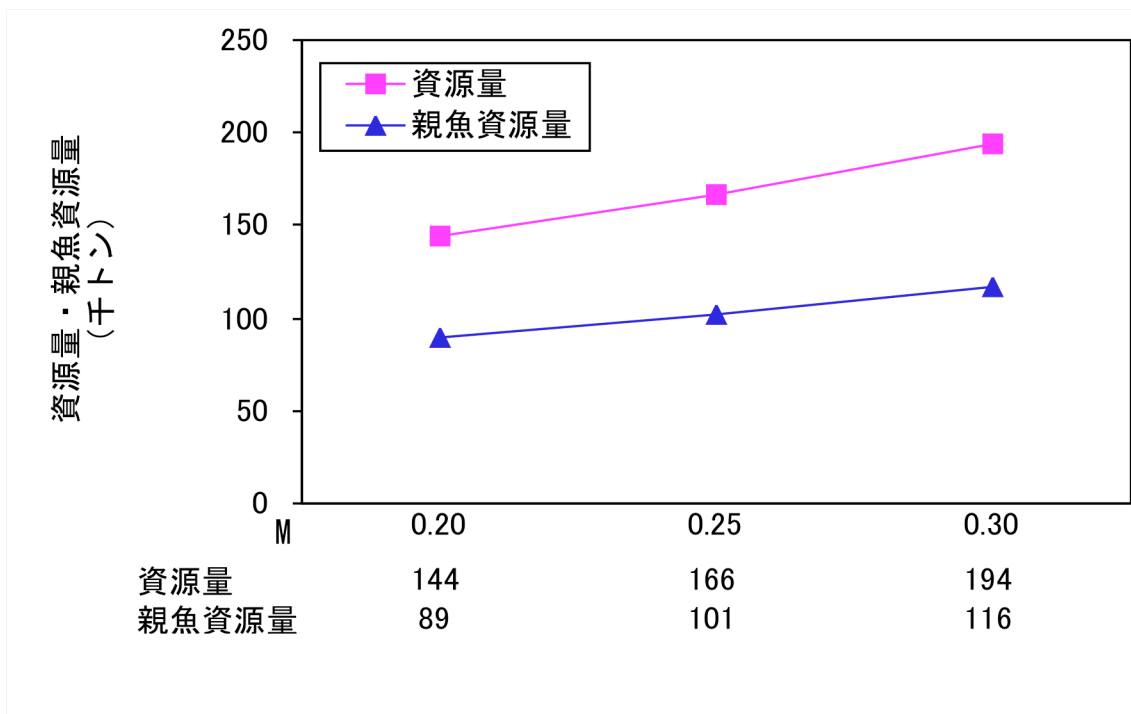


図 22. M による感度解析の結果（2005 年当初の推定資源量と親魚資源量の変化）

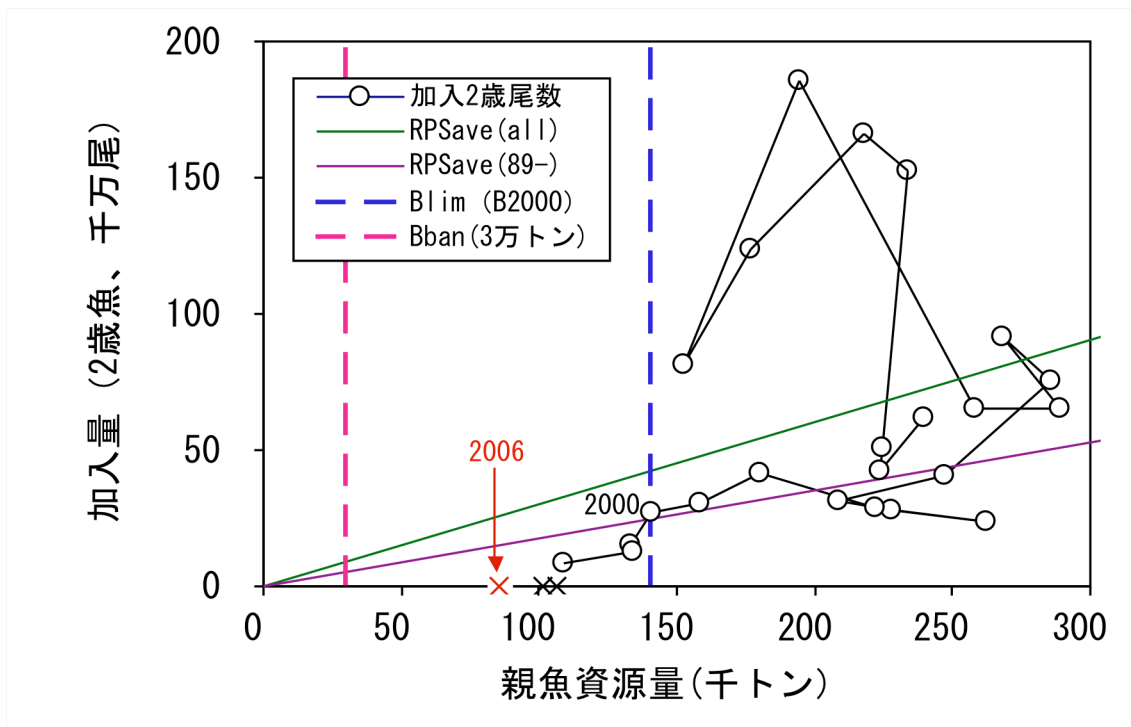


図 23. スケトウダラ日本海北部系群の親魚資源量と加入量の関係

2004、2005、2006 年級群はまだ加入していないため、親魚資源量のみを横軸上に X で示す。

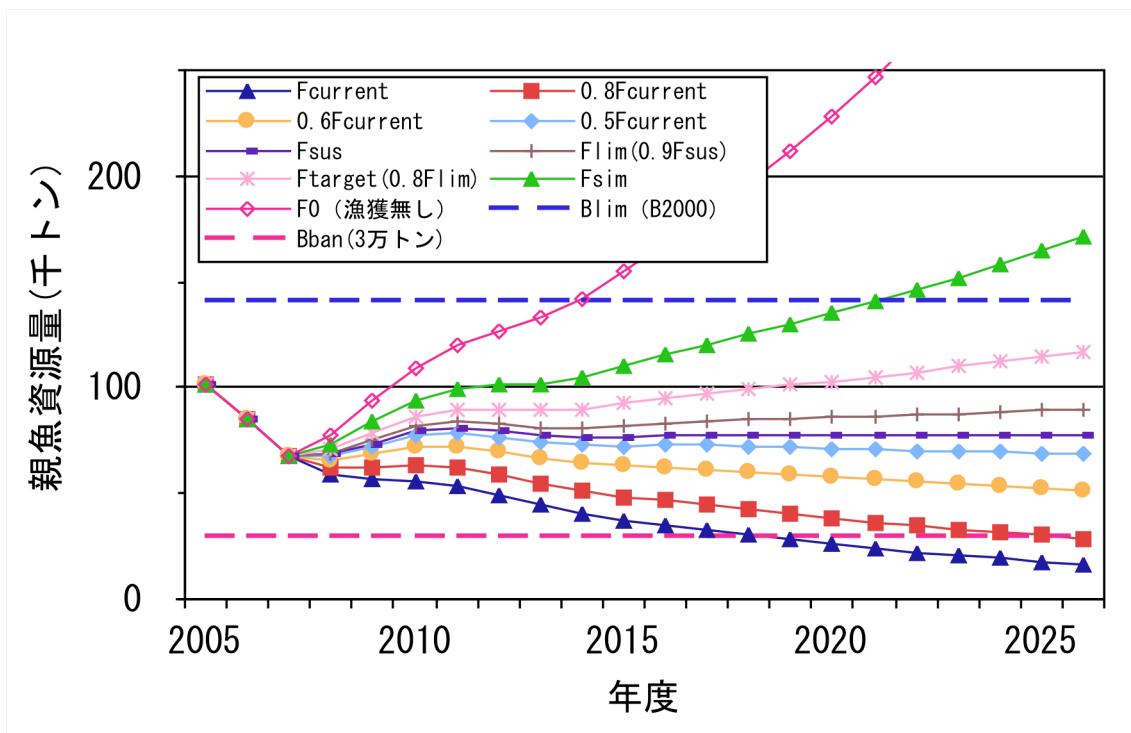
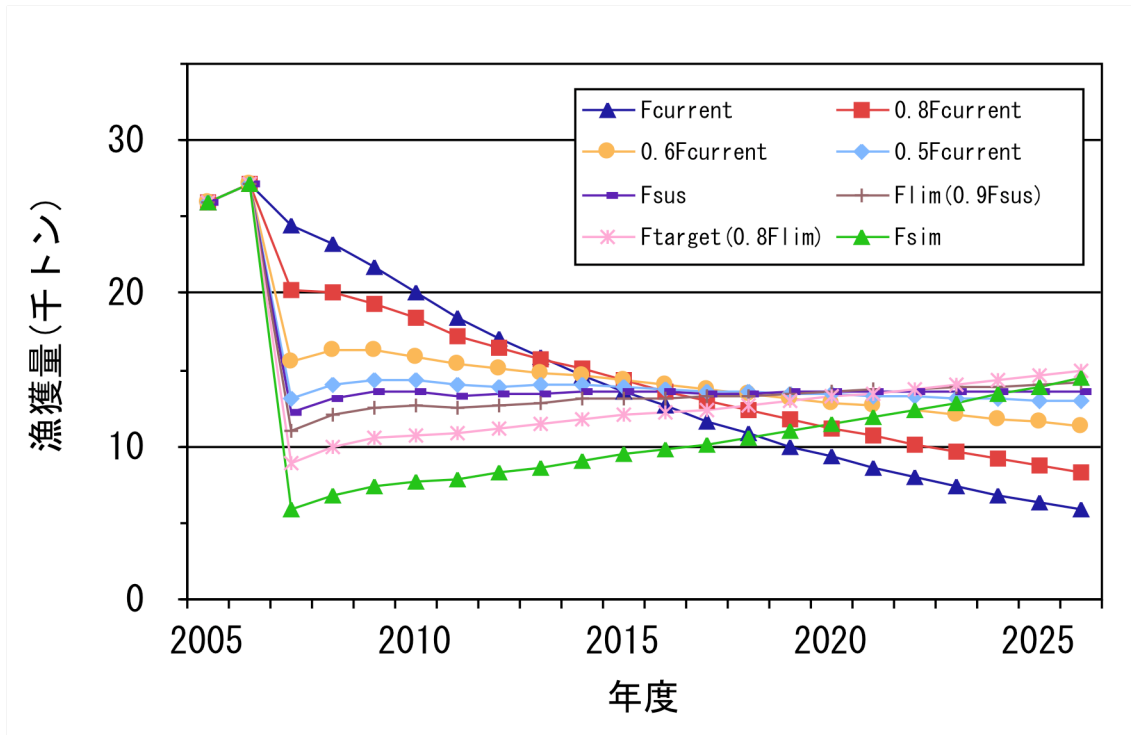


図24. 様々なF値の下での2007～2021年度のスケトウダラ日本海北部系群の予想漁獲量（上）と予想親魚資源量（下）の推移（親魚資源量については、翌年度当初時点での値を示した。2006年の予想漁獲量が2005年の漁獲量を上回るように表現されるのは、2005年の漁獲量には漁獲実績量（暫定値）を直接用いたのに対して、2006年以降の予想漁獲量は予想される年令別漁獲尾数×年令別平均体重の合計値から求めており、計算の誤差が発生することによる。）

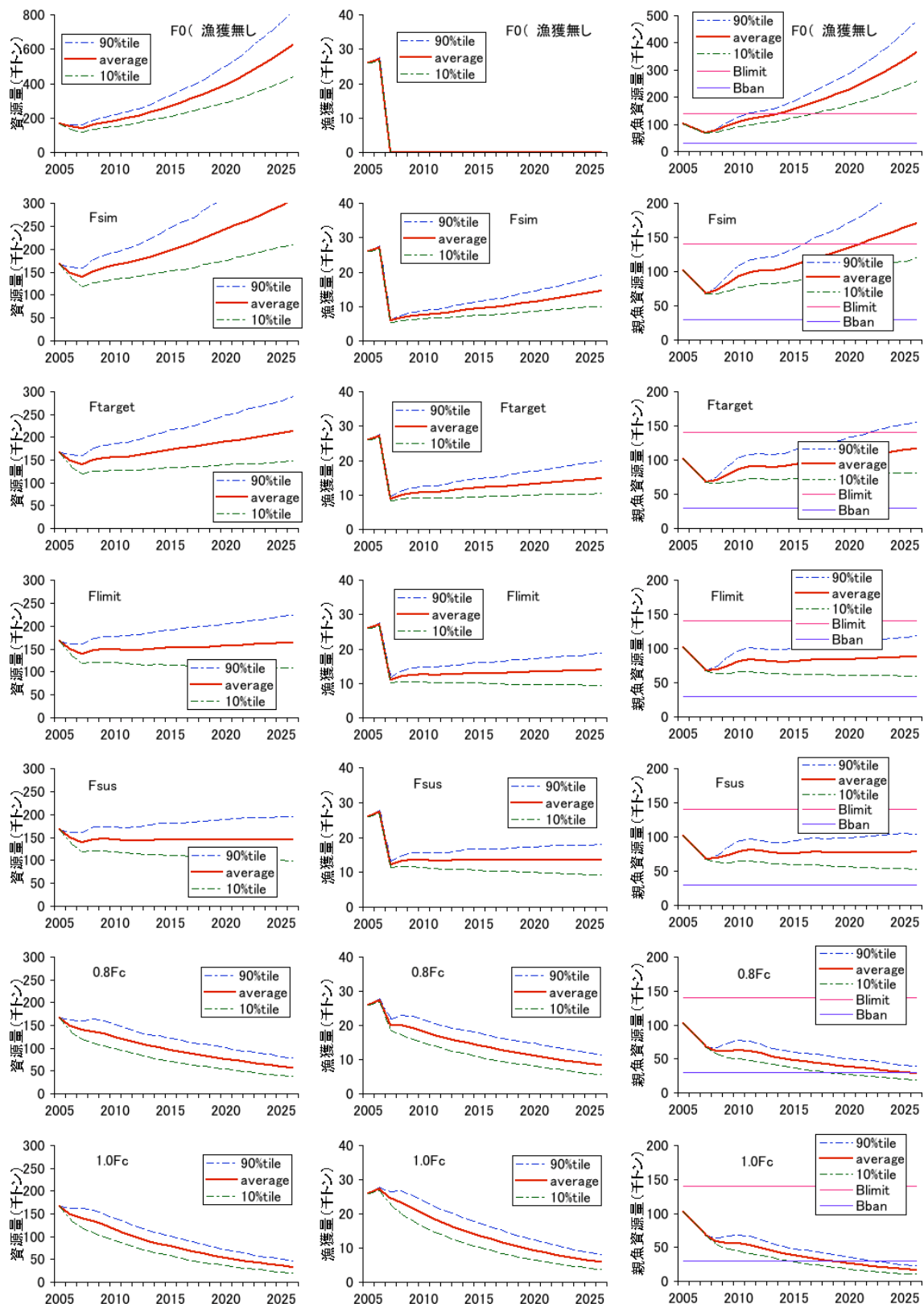


図25. 加入量の不確実性に関するシミュレーション結果（資源量、漁獲量、親魚資源量）。上から、漁獲せず、Fsim (=0.108)、Ftarget (=0.167)、Flimit (=0.209)、Fsus (=0.232)、0.8Fcurrent (=0.404)、一番下はFcurrent (=0.505) の場合。加入量は1989-2003年度のRPSから重複を許してランダムに抽出した。2006年の予想漁獲量が2005年の漁獲量を上回るように表現されるのは、図24と同様の理由による。

補足資料1 資源量の計算

資源量の推定には、コホート解析(Pope 1972)を用いた。年齢別漁獲尾数および漁獲物の年齢別平均体重を用い、韓国船の漁獲分を上積みしたうえで計算をおこなった。韓国船の漁獲物の年齢組成は不明だが、日本の沖底船と漁場が重複することから、日本の沖底船の漁獲物の組成と同じとした。10歳は11歳以上を含めたプラスグループとし、9歳と10歳以上の年齢別資源尾数の計算は、下式により行った(平松 1999)。

$$N_{9,y} = (C_{9,y} / (C_{10+,y} + C_{9,y})) N_{10+,y+1} \exp(M) + C_{9,y} \exp(M/2)$$

$$N_{10+,y} = (C_{10+,y} / (C_{10+,y} + C_{9,y})) N_{10+,y+1} \exp(M) + C_{10+,y} \exp(M/2)$$

最近年のF (terminalF) の求め方については、これまで直近3カ年の年齢別Fの平均値を用いたり(八吹 2004)、近年のFの推移の中で高い値を取った2002年のF(図20aを参照)を平均範囲から除いた上でterminalFを求める作業を行うなど(八吹 2005)年により様々な方法を採用していたが、昨年度より、年によるFの変動が小さくなるよう直近5カ年(本年度の場合は2000～2004年度)の年齢別のFの平均値をterminalFとして採用している(本田ほか、2006)。10歳以上のFは9歳のFに等しくなるよう推定した。

計算に用いた生物学的パラメタを以下に述べる。スケトウダラの年齢の起算日は、漁獲量の集計期間に合わせて、4月1日となっている。本系群のスケトウダラの近年の年齢別の漁獲物測定資料(本文参照)から算出した漁期年での平均体重は以下のとおり。

年齢	2	3	4	5	6	7	8	9	10≤
体重 (g)	134	229	326	425	485	545	570	578	688

年齢別の成熟率(満年齢時)を以下に示す。成熟は3歳で一部始まり、6歳以降はほぼ全ての個体が成熟する。

年齢	2	3	4	5	6	7	8≤
成熟率	0	0.33	0.64	0.87	0.96	0.99	1.0

自然死亡係数(M)は、3歳以上の魚に対しては、太平洋系の値を参考にして0.25を用いた。若齢魚の自然死亡係数は、一般に高齢魚のそれよりも高いことが知られているため、2歳魚に対しては0.3を用いた。

以上のパラメタを用いて、コホート解析を行った。

下表に、年齢別の2000-2004年度の5年間の平均のFと年齢別選択率を示す。

年齢	2	3	4	5	6	7	8	9	10≤
漁獲係数	0.049	0.144	0.213	0.217	0.268	0.296	0.411	0.505	0.505
選択率	0.098	0.286	0.421	0.430	0.532	0.588	0.815	1.000	1.000

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.

本田聡・八吹圭三（2006） 平成 17 年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価．我が国周辺水域の漁業資源評価，272-316.

八吹圭三（2004） 平成 15 年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価．我が国周辺水域の漁業資源評価，237-265.

八吹圭三（2005） 平成 16 年スケトウダラ日本海北部系群の資源評価．我が国周辺水域の漁業資源評価，249-283.

補足資料2 コホート解析結果一覧

年齢別漁獲重量は、計算された漁獲尾数に年齢別平均体重をかけたもので、実際の漁獲量とは異なる。また、産卵期が年度末にあたり、年度の切り替えとの関係で混乱が生じることから、産卵親魚量については、産卵期の翌年当初の年度に合わせて表記した。すなわち2000年度の列に示した親魚資源量は、正確には1999年度末 (=2000年度当初) の親魚資源量にあたる。

年齢別漁獲尾数 (千尾)		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳		18,375	14,832	11,742	1,540	2,916	511	2,746	68,250	10,623	3,297	4,466	12,996	367	9,582	179
3歳		28,008	28,749	32,543	61,304	27,218	13,671	134,737	133,642	148,582	32,814	272,577	90,025	30,345	28,116	41,788
4歳		69,152	40,941	55,263	80,911	66,309	37,132	83,611	271,034	256,779	127,576	113,400	337,004	54,011	35,616	82,655
5歳		116,106	70,816	58,569	70,392	75,912	52,579	34,761	37,405	125,341	152,275	97,680	80,962	117,511	45,571	26,127
6歳		48,197	41,895	45,672	42,939	48,256	45,146	29,014	21,017	18,835	67,479	80,136	46,018	48,203	50,944	20,566
7歳		15,241	23,544	18,839	25,956	31,244	27,424	19,915	18,793	10,828	16,913	26,057	32,187	34,309	20,058	23,786
8歳		7,228	8,400	7,700	8,444	11,149	12,792	9,178	7,392	3,851	9,867	9,466	11,320	20,028	9,927	9,556
9歳		8,902	7,812	6,734	6,249	9,611	5,794	6,729	4,753	2,472	4,514	3,722	2,135	6,535	4,315	6,538
10歳+		4,877	5,883	2,400	4,477	3,739	3,901	3,863	2,163	978	3,245	2,599	1,822	3,111	3,076	3,365
合計		316,086	242,871	239,460	302,211	276,355	198,951	324,554	564,448	578,290	417,980	610,104	614,470	314,419	207,205	214,560

年齢別漁獲尾数 (千尾)		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳		2,640	3,436	14,741	276	20,595	11,887	3,197	5,656	8,632	3,640
3歳		29,809	27,998	15,561	3,132	5,760	46,350	33,982	9,384	20,308	10,183
4歳		98,951	20,910	12,920	23,565	9,689	22,589	65,402	7,033	26,232	11,208
5歳		123,273	48,222	24,210	22,268	9,083	13,970	29,489	14,609	14,660	15,650
6歳		52,541	48,617	39,212	20,374	10,240	7,774	18,308	11,657	11,868	13,674
7歳		13,962	33,191	15,837	16,782	12,131	6,762	11,231	9,309	4,749	7,177
8歳		10,009	15,280	9,506	6,320	11,882	6,200	8,526	8,274	3,936	6,550
9歳		1,049	10,445	4,540	3,226	7,051	6,144	7,056	5,559	3,276	2,614
10歳+		1,471	3,208	4,903	3,066	5,285	7,425	6,915	6,651	3,621	4,268
合計		333,705	211,308	141,429	99,008	91,715	129,099	184,106	78,131	97,282	74,965

年齢別漁獲重量 (トン)		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳		2,465	1,990	1,575	207	391	69	368	9,156	1,425	442	599	1,744	49	1,286	24
3歳		6,415	6,585	7,454	14,042	6,234	3,131	30,862	30,611	34,033	7,516	62,435	20,620	6,951	6,440	9,572
4歳		22,563	13,358	18,032	26,400	21,636	12,116	27,281	88,435	83,784	41,626	37,001	109,960	17,623	11,621	26,969
5歳		49,385	30,121	24,912	29,941	32,289	22,365	14,785	15,910	53,314	64,770	41,548	34,437	49,983	19,383	11,113
6歳		23,381	20,323	22,156	20,830	23,409	21,901	14,075	10,195	9,137	32,734	38,875	22,324	23,384	24,713	9,977
7歳		8,301	12,823	10,261	14,137	17,017	14,936	10,847	10,236	5,898	9,212	14,192	17,531	18,687	10,925	12,955
8歳		4,123	4,791	4,392	4,816	6,359	7,297	5,235	4,216	2,196	5,628	5,399	6,457	11,424	5,662	5,451
9歳		5,144	4,514	3,891	3,611	5,553	3,348	3,888	2,746	1,429	2,608	2,599	1,234	3,776	2,493	3,777
10歳+		3,357	4,050	1,652	3,082	2,574	2,686	2,660	1,489	673	2,234	1,790	1,254	2,142	2,118	2,317
合計		125,135	98,557	94,324	117,066	115,464	87,848	110,001	172,995	191,889	166,771	203,989	215,561	134,017	84,641	82,155

年齢別漁獲重量 (トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	354	461	1,978	37	2,763	1,595	429	759	1,158	488
3歳	6,828	6,413	3,564	717	1,319	10,617	7,784	2,149	4,652	2,332
4歳	32,286	6,823	4,216	7,689	3,161	7,370	21,340	2,295	8,559	3,657
5歳	52,434	20,511	10,298	9,472	3,863	5,942	12,543	6,214	6,235	6,657
6歳	25,488	23,585	19,022	9,884	4,967	3,771	8,882	5,655	5,757	6,633
7歳	7,604	18,077	8,626	9,140	6,607	3,683	6,117	5,070	2,587	3,909
8歳	5,709	8,716	5,422	3,605	6,777	3,536	4,863	4,720	2,245	3,736
9歳	606	6,035	2,623	1,864	4,074	3,550	4,077	3,212	1,893	1,510
10歳+	1,013	2,209	3,375	2,111	3,639	5,112	4,760	4,579	2,493	2,938
合計	132,323	92,830	59,123	44,518	37,172	45,175	70,794	34,652	35,579	31,862

Fマトリックス

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	0.030	0.024	0.022	0.004	0.007	0.000	0.002	0.066	0.015	0.002	0.008	0.024	0.000	0.015	0.001
3歳	0.066	0.065	0.071	0.168	0.104	0.042	0.145	0.132	0.219	0.065	0.255	0.238	0.076	0.048	0.090
4歳	0.216	0.136	0.180	0.269	0.292	0.214	0.416	0.517	0.427	0.315	0.352	0.617	0.232	0.127	0.206
5歳	0.586	0.382	0.312	0.391	0.464	0.424	0.337	0.351	0.514	0.520	0.453	0.488	0.481	0.332	0.136
6歳	0.549	0.460	0.487	0.424	0.546	0.600	0.469	0.373	0.318	0.624	0.618	0.426	0.656	0.422	0.259
7歳	0.370	0.614	0.412	0.611	0.679	0.756	0.626	0.688	0.356	0.565	0.561	0.582	0.710	0.685	0.378
8歳	0.399	0.381	0.440	0.347	0.625	0.715	0.664	0.536	0.301	0.693	0.788	0.545	0.998	0.485	0.920
9歳	0.806	1.139	0.649	0.857	0.934	0.866	1.221	0.985	0.364	0.754	0.662	0.426	0.769	0.643	0.749
10歳+	0.806	1.139	0.649	0.857	0.934	0.866	1.221	0.985	0.364	0.754	0.662	0.426	0.769	0.643	0.749
加重平均	0.204	0.156	0.155	0.230	0.244	0.114	0.129	0.219	0.262	0.161	0.271	0.361	0.199	0.124	0.144

Fマトリックス

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	0.010	0.014	0.074	0.001	0.059	0.046	0.014	0.044	0.083	0.049
3歳	0.118	0.147	0.090	0.022	0.031	0.200	0.197	0.055	0.239	0.144
4歳	0.335	0.120	0.099	0.202	0.091	0.173	0.513	0.060	0.227	0.213
5歳	0.576	0.287	0.210	0.261	0.118	0.194	0.379	0.214	0.179	0.217
6歳	0.473	0.501	0.426	0.291	0.193	0.148	0.448	0.267	0.285	0.268
7歳	0.299	0.675	0.318	0.345	0.299	0.200	0.349	0.460	0.174	0.296
8歳	0.285	0.671	0.438	0.213	0.470	0.259	0.443	0.504	0.382	0.411
9歳	0.239	0.583	0.454	0.274	0.415	0.508	0.567	0.628	0.405	0.505
10歳+	0.239	0.583	0.454	0.274	0.415	0.508	0.567	0.628	0.405	0.505
加重平均	0.288	0.238	0.184	0.136	0.111	0.159	0.270	0.144	0.204	0.205

年齢別資源尾数 (千尾)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	722,648	741,427	621,344	422,493	506,856	1,525,856	1,658,576	1,233,121	813,733	1,858,340	655,365	648,525	915,839	756,985	409,211
3歳	499,035	519,536	536,497	450,197	311,665	372,978	1,129,942	1,226,340	854,775	593,685	1,373,855	481,663	489,253	678,155	552,541
4歳	402,874	363,932	379,244	389,105	296,513	218,705	278,411	761,095	837,136	534,576	433,405	829,411	295,673	338,675	503,335
5歳	296,745	252,732	247,300	246,586	231,631	172,407	137,559	143,040	353,555	425,355	303,743	237,460	348,541	182,605	232,330
6歳	129,301	128,642	134,333	140,911	129,921	113,402	87,869	76,455	78,390	164,735	196,884	150,352	113,485	167,741	101,997
7歳	55,828	58,166	63,215	64,314	71,848	58,597	48,476	42,828	40,996	44,428	68,746	82,614	76,484	45,844	85,679
8歳	24,912	30,029	24,522	32,606	27,182	28,383	21,434	20,179	16,770	22,372	19,676	30,545	35,935	29,288	18,002
9歳	18,222	13,022	15,974	12,303	17,942	11,330	10,815	8,593	9,192	9,662	8,716	6,970	13,798	10,312	14,049
10歳+	9,982	9,806	5,693	8,814	6,981	7,628	6,209	3,911	3,635	6,945	6,086	5,948	6,569	7,350	7,232
合計	2,159,548	2,117,293	2,028,122	1,767,329	1,600,539	2,509,287	3,379,292	3,515,562	3,008,181	3,660,099	3,066,475	2,473,487	2,275,576	2,216,954	1,924,375

年齢別資源尾数 (千尾)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	315,926	280,519	240,403	289,040	414,865	304,783	272,043	152,570	125,860	87,886	*188,448
3歳	302,997	231,771	204,856	165,407	213,888	289,613	215,558	198,783	108,158	85,810	61,974
4歳	393,442	209,668	155,795	145,809	126,055	161,493	184,648	137,888	146,531	66,313	57,842
5歳	319,055	219,089	144,836	109,932	92,761	89,621	105,837	86,087	101,180	90,969	41,753
6歳	157,882	139,692	128,071	91,433	65,963	64,227	57,468	56,402	54,152	65,862	57,035
7歳	61,286	76,591	65,888	65,137	53,228	42,336	43,160	28,599	33,639	31,701	39,226
8歳	45,735	35,408	30,359	37,337	35,919	30,749	27,004	23,701	14,058	22,007	18,355
9歳	5,586	26,786	14,092	15,255	23,501	17,488	18,476	13,507	11,157	7,475	11,358
10歳+	7,834	8,228	15,219	14,494	17,616	21,135	18,106	16,161	12,331	12,205	9,254
合計	1,609,743	1,227,753	999,519	933,845	1,043,797	1,021,446	942,300	713,698	607,067	470,226	485,245

年齢別資源重量 (トン)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	96,948	99,468	83,358	56,680	67,998	204,704	222,510	165,432	109,168	249,310	87,922	87,004	122,866	101,555	54,899
3歳	114,305	119,001	122,886	103,119	71,388	85,432	258,817	280,897	195,789	135,985	314,686	110,326	107,484	155,333	126,561
4歳	131,452	118,746	123,742	126,960	96,748	71,361	90,842	248,335	273,146	174,425	141,414	270,626	96,474	110,505	164,232
5歳	126,220	107,499	105,189	104,885	98,524	73,333	58,510	60,842	150,384	180,924	129,196	101,003	148,251	77,671	98,821
6歳	62,725	62,405	65,166	68,357	63,026	55,012	42,626	37,089	38,028	79,915	95,510	72,937	55,053	81,372	49,480
7歳	30,407	31,680	34,430	35,029	39,132	31,915	26,403	23,326	22,328	24,198	37,443	44,996	41,657	24,969	46,665
8歳	14,210	17,128	13,988	18,599	15,505	16,189	12,226	11,510	9,565	12,761	11,223	17,423	20,497	16,706	10,268
9歳	10,529	7,524	9,229	7,109	10,367	6,547	6,249	4,965	5,311	5,583	5,036	4,027	7,973	5,958	8,117
10歳+	6,872	6,751	3,919	6,068	4,806	5,252	4,275	2,693	2,503	4,781	4,190	4,095	4,522	5,080	4,979
合計	593,669	570,204	561,908	526,805	467,945	549,745	722,458	835,089	806,222	867,881	826,620	712,438	604,777	579,130	564,022

*2006年の2歳魚の資源尾数は、2006年の親魚資源量にRPSmed (89-) を掛けて求めた値

年齢別資源重量 (トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	42,384	37,634	32,252	38,777	55,657	40,889	36,497	20,468	16,885	11,791	*25,282
3歳	69,402	53,088	46,923	37,887	48,992	66,337	49,374	45,532	24,774	19,655	14,195
4歳	128,375	68,412	50,834	47,576	41,130	52,693	60,248	44,991	47,811	21,637	18,873
5歳	135,710	93,189	61,606	46,759	39,456	38,120	45,017	36,617	43,037	38,693	17,760
6歳	76,590	67,766	62,128	44,355	31,999	31,157	27,878	27,361	26,270	31,950	27,668
7歳	33,380	41,716	35,886	35,477	28,991	23,058	23,507	15,577	18,321	17,266	21,364
8歳	26,087	20,197	17,317	21,297	20,488	17,539	15,403	13,519	8,019	12,553	10,469
9歳	3,228	15,476	8,142	8,814	13,579	10,105	10,675	7,804	6,446	4,319	6,563
10歳+	5,394	5,665	10,478	9,979	12,128	14,551	12,465	11,127	8,489	8,403	6,371
合計	520,549	403,142	325,565	290,921	292,420	294,449	281,066	222,996	200,053	166,266	148,546

親魚資源量 (トン)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	0	0	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	0	0
4歳	43,029	38,870	40,505	41,558	31,669	23,359	29,736	81,289	89,410	57,095	46,290	88,585	31,579	36,172	53,759
5歳	81,083	69,056	67,572	67,377	63,291	47,108	37,587	39,084	96,605	116,224	82,995	64,884	95,235	49,895	63,482
6歳	54,505	54,228	56,627	59,399	54,767	47,803	37,040	32,229	33,044	69,442	82,994	63,379	47,838	70,709	42,996
7歳	29,213	30,437	33,079	33,654	37,596	30,662	25,367	22,411	21,452	23,248	35,973	43,230	40,022	23,989	44,833
8歳	14,054	16,941	13,835	18,395	15,335	16,012	12,092	11,384	9,461	12,621	11,100	17,232	20,273	16,523	10,156
9歳	10,497	7,502	9,202	7,087	10,336	6,527	6,230	4,950	5,295	5,566	5,021	4,015	7,949	5,940	8,093
10歳+	6,872	6,751	3,919	6,068	4,806	5,252	4,275	2,693	2,503	4,781	4,190	4,095	4,522	5,060	4,979
合計	239,254	223,785	224,738	233,539	217,799	176,724	152,326	194,039	257,770	288,978	268,563	285,420	247,419	208,288	228,298

親魚資源量 (トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
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	42,022	22,394	16,640	15,573	13,463	17,248	19,721	14,727	15,650	7,083	6,178
5歳	87,179	59,864	39,575	30,038	25,346	24,488	28,919	23,522	27,646	24,856	11,409
6歳	66,553	58,886	53,987	38,543	27,806	27,074	24,225	23,775	22,827	27,763	24,042
7歳	32,069	40,078	34,478	34,085	27,853	22,153	22,584	14,965	17,602	16,588	20,526
8歳	25,802	19,976	17,127	21,064	20,264	17,347	15,234	13,371	7,931	12,415	10,355
9歳	3,218	15,430	8,118	8,788	13,538	10,074	10,643	7,781	6,427	4,306	6,543
10歳+	5,394	5,665	10,478	9,979	12,128	14,551	12,465	11,127	8,489	8,403	6,371
合計	262,237	222,292	180,402	158,069	140,399	132,936	133,793	109,269	106,574	101,414	85,424

*2006年の2歳魚の資源重量は、2006年の親魚資源量にRPSmed (89-)と2歳魚の漁期中の平均体重を掛けて求めた値

補足資料3 計量魚探調査結果を用いたVPAチューニング(北海道水試資料)

北海道立水産試験場では、毎年10月に実施している計量魚探によるスケトウダラ新規加入量調査の結果を用いてコホート解析の結果をチューニングする試みを実施している。当該海域では北緯43度30分を境に北部海域と南部海域とに分けて親魚資源量の現存量推定値を計算しているが(図11)、このうち43度30分以南の「南部」海域で得られた推定親魚資源尾数を指標値として用い、コホート解析によって求まる年令別資源尾数のうち、4歳魚以上の資源尾数推定値との残差平方和を最小とする様にterminalFを調整した。チューニングの詳細は以下の式に基づく：

$$SSQ = \sum_{1996}^{2004} \left(I_y - q \cdot N_{4^+, y+1} \right)^2 \quad (1)$$

ここで、

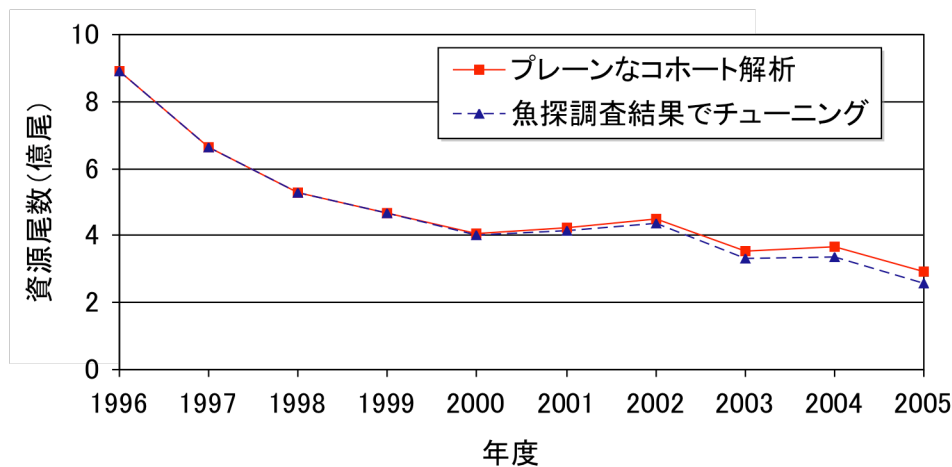
$$q = \frac{\sum_{1996}^{2004} I_y \cdot N_{4^+, y+1}}{\sum_{1996}^{2004} N_{4^+, y+1}^2} \quad (2)$$

なお、最近年の4歳以上の $F_{a, y}$ については、以下の(3)式で求めた：

$$F_{a, 2005} = \frac{F_{a, 2000} + F_{a, 2001} + \cdots + F_{a, 2004}}{F_{10^+, 2000} + F_{10^+, 2001} + \cdots + F_{10^+, 2004}} \times F_{10^+, 2005} \quad (3)$$

ここで、aは年齢階級を示す。

チューニングの結果得られた4歳魚以上の資源尾数は、チューニングを行う以前のコホート解析の結果とほぼ同じ結果となった(付図3-1)。このことから、少なくとも4歳魚以上の親魚を対象とした評価においては、計量魚探による直接推定、コホート解析共に近年の親魚資源量減少の傾向を捉えており、その評価についても大きな相違がないことが示唆された。



付図3-1. 通常のコホート解析による4歳魚以上の資源尾数推定値と、魚探調査結果に基づくチューニングを行った場合の同推定値の比較。

付表

付表 1. 檜山管内 5 地区のはえ縄によるスケトウダラ親魚の漁獲量、漁獲努力量(出漁隻数)および CPUE の推移(図 7、9ab および 10 の元データ)

1a. 5 地区合計での漁獲量、努力量および CPUE の推移

一隻あたり使用縄数補正前				一隻あたり使用縄数補正後			
年度	漁獲量 (トン)	努力量 (隻)	CPUE (トン/隻)	年度	漁獲量 (トン)	努力量 (隻)	CPUE (トン/隻)
1997	16,734	6,661	2.5	1997	16,734	6,661	2.5
1998	10,871	5,373	2.0	1998	10,871	5,373	2.0
1999	11,334	5,854	1.9	1999	11,334	5,620	2.0
2000	9,922	5,154	1.9	2000	9,922	4,742	2.1
2001	13,686	5,675	2.4	2001	13,686	5,732	2.4
2002	11,451	4,987	2.3	2002	11,451	4,638	2.5
2003	9,768	5,606	1.7	2003	9,768	5,774	1.7
2004	8,147	4,547	1.8	2004	8,147	4,365	1.9
2005	7,330	4,483	1.6	2005	7,330	3,497	2.1

1b. 地区別の漁獲量、努力量および CPUE の推移(縄数補正は行っていない)

年度	漁獲量(トン)					
	久遠	熊石	乙部	江差	上ノ国	合計
1997	44	3,333	6,638	5,021	1,698	16,734
1998	36	2,123	4,388	2,776	1,547	10,871
1999	1	2,007	4,300	3,202	1,825	11,334
2000	—	2,059	4,569	2,414	879	9,922
2001	—	2,607	6,112	4,167	801	13,686
2002	—	2,208	5,050	3,327	865	11,451
2003	—	2,059	4,463	2,565	682	9,768
2004	—	2,029	4,112	1,728	278	8,147
2005	—	1,864	3,769	1,452	245	7,330

年度	延べ出漁隻数(隻)					
	久遠	熊石	乙部	江差	上ノ国	合計
1997	21	1,262	2,664	1,833	881	6,661
1998	24	1,079	2,134	1,391	745	5,373
1999	1	1,094	2,209	1,670	880	5,854
2000	—	1,063	2,184	1,353	554	5,154
2001	—	1,021	2,251	1,737	666	5,675
2002	—	983	2,051	1,343	610	4,987
2003	—	1,172	2,357	1,511	566	5,606
2004	—	1,105	2,182	948	312	4,547
2005	—	1,108	2,184	898	293	4,483

年度	CPUE(トン/隻)					
	久遠	熊石	乙部	江差	上ノ国	合計
1997	2.1	2.6	2.5	2.7	1.9	2.5
1998	1.5	2.0	2.1	2.0	2.1	2.0
1999	1.1	1.8	1.9	1.9	2.1	1.9
2000	—	1.9	2.1	1.8	1.6	1.9
2001	—	2.6	2.7	2.4	1.2	2.4
2002	—	2.2	2.5	2.5	1.4	2.3
2003	—	1.8	1.9	1.7	1.2	1.7
2004	—	1.8	1.9	1.8	0.9	1.8
2005	—	1.7	1.7	1.6	0.8	1.6