

平成17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、2004年度には、1970年度以降2番目に低い34千トンとなった。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、2005年度当初の親魚資源量(97千トン)は回復の閾値(184千トン)を大きく下回る状況となった。現状では加入状況が好転するとは考えにくく、今後もしばらくの間1989年度以降の低い加入状態が継続すると仮定して、15年後までに産卵親魚資源量を回復の閾値まで増加させる漁獲可能量を算定した。

	2006 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	11.9 千トン	Frec	0.156	6.2%
ABCtarget	7.7 千トン	0.64Frec	0.100	4.0%

漁獲割合は ABC/資源量、F 値は完全加入時（9 歳魚以上）のものである。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006 年漁獲量	評価
産卵親魚量の回復。	Frec	ABClimit 11.9 千トン	A:51.3%、B:100.0% C:11.9～15.0 千トン
産卵親魚量の回復。 予防的措置をとる (2021 年当初に SSB を Blimit まで戻す確 率を 9 割以上にする)	0.64Frec	ABCtarget 7.7 千トン	A:95.8%、B:100.0% C:7.7～10.6 千トン

参考値

管理の考え方	管理基準	2006 年漁獲量	評価
2005 年度当初の親魚 量(97 千トン)の維持	Fsus	19.2 千トン	A:0%、B:65.3% C:19.2～20.2 千トン
最近年の漁獲圧を 継続する。	Fcurrent	34.5 千トン	A:0%、B:0% C:34.5～25.9 千トン

*1989～2002 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:2021 年度当初の親魚量（SSB2021）が Blimit を上回る確率

B:2021 年度当初の親魚量が 2005 年度の親魚量を上回る確率

C:2006～2010 年度の平均漁獲量の範囲（予測漁獲量の範囲の順番は、年度の経過に対応）

年度	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2003	219	33	0.685	15%
2004	219	34	0.501	16%
2005	209			

集計は、4 月～翌 3 月の漁期年

指標		値	設定理由
Bban		未設定	
Blimit	親魚量	卓越年級群を産出した親魚資源量 の中で最も小さかった 1986 年当初 の親魚資源量 (=184 千トン)	卓越年級群の発生を期待 できる最低の親魚量
2005 年当初	親魚量 資源量	97 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、2004年の漁獲量は23万8千トン（平成16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16%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)。

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、各々の水域内で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て、ほとんどが成熟する4歳魚以降、小型である。

満年齢	1	2	3	4	5	6	7	8	9
尾叉長(cm)	24	28	33	37	40	42	43	44	45
体重(g)	79	134	229	326	425	485	545	570	578

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、理論曲線からは9%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	1	2	3	4	5	6	7	8	9
成熟率(%)	0	0	33	72	93	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 2004)。

(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) 主要漁業の概要

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産卵親魚が漁獲され、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2千トンに満たない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2004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、2004年度には3.4万トンとなった。これは1970年度以降2番目に低い漁獲量である。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）の推移が明らかにされている（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6～8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137千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、2005年には17隻にまで減少した（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、2005年度時点でのオッタートロール専業船は2隻のみである。このように、近年当該海域において操業する沖底漁船の大半は、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、2004年には過去最低となる6.5千網となった。

トロール船による努力量では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、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9，10，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。

4. 資源状態

（1）資源評価方法

資源量の推定には、Pope(1972)の近似によるコホート解析を用いた。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. 漁業の状況で前述したように、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、時おり4トン/網前後の高いCPUEを示す年が現れる（表2、図8a）。

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。

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、産卵のために来遊する親魚を対象とした檜山海域の延縄漁業について、地区別の漁獲量と努力量、CPUEが利用可能である。1997年以降の檜山沿岸全体での延縄CPUEは、漁獲量が増加した2001年に一旦上昇した後、再び低下し、2004年は前年度とほぼ同じ1.8トン/隻で推移している。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。地区別の漁獲量の推移などと合わせて考えると、檜山沿岸の南側海域では、1990年代後半以降一貫して来遊親魚量が減少しつつあることが推測される。

図11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（2002および2003年の10月の武蔵堆およびその周辺海域）の調査結果を示した（北海道立中央水産試験場 2004）。当該海域は、幼魚の成育場と考えられているが、調査で漁獲されたスケトウダラは主に3～5歳魚で、2歳魚以下の幼魚、若齢魚の分布は確認されなかった。また、計量魚群探知機で収録した2004年魚群反応量は、前年（2003年）の55%に留まった（図11下）（ただし、後述する年齢別漁獲尾数（図15）あるいは年齢別資源尾数（図16）、年齢別資源量（図17）の推移を見ても、2003年と2004年の間で、3～5歳魚の漁獲量あるいは資源量が大きく減少した様子は見て取ることが出来なかった）。

図12に、2005年5月中旬～6月上旬にかけて道西日本海において実施したスケトウダラ音響資源調査の結果を示した。渡島半島西岸海域では、水深350m付近に産卵後のスケトウダラ親魚がまばらに分布していた。一方、石狩湾以北の海域においては、魚群反応そのものが非常に少なく、200m以深の海域で尾叉長38cm前後のスケトウダラ成魚が漁獲されたものの、若齢魚の分布が予想された堆周辺あるいは沿岸域では、出現した魚群反応の大半がハツメやホッケで占められており、スケトウダラ若齢魚はほとんど確認出来なかった。

図13および図14に、毎年秋～冬季に北海道水試が渡島半島西岸で実施している産卵親魚を対象とした漁期前/漁期中の計量魚探調査の結果を示した。12月の檜山沖での調査では、調査海域全体と、主たる分布域/主漁場となる東経140度以東の沿岸域の2つの水域単位について、魚探反応量の推移を示した。産卵場の中心となる11月の調査では積丹半島以南の渡島半島西岸全域、12月の調査では漁獲の主体をなす乙部沖を中心とした檜山沿岸域と、若干対象海域は異なるものの、いずれの結果においても、2002年以降魚探反応量が低下していることが見て取れる。この傾向は、同地区における延縄漁獲量の推移とも一致しており、近年は来遊親魚資源量が減少傾向にあることを示唆する結果と考えられる。

（3）漁獲物の年齢組成の推移

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67～79万トンと高い水準にあったが、1992年度以降減少傾向を示し、2005年度当初には21万トンにまで減少した。

1998年級群の2歳魚時点での豊度は4.0億尾で(図16および補足資料2)、10億尾を越えていた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7歳になった2005年度当初時点での資源尾数は3千万尾強であった。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)。この年はTACの期中改定が行われ、漁期中にTACを5.0万トンから6.3万トンまで増加させた(沖底: 3.5万トンから4.3万トン、沿岸: 1.5万トンから2.0万トン)。それに対応し、漁獲量は、沖底が4.0万トン、沿岸が1.8万トンと、それぞれ当初のTACを上回る漁獲をあげた。このことが結果的に1998年級群に対して高い漁獲圧を掛け、その後の年級豊度を低く至らしめることになったと推測される。

コホート解析の結果をもとに、産卵親魚量(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産卵親魚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、産卵親魚群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、この表記法では産卵親魚群と新規加入群の対応を見る際に、同じ年度の数値を見比べる訳にはいかず、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たいうで解釈しなければならないために、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、産卵親魚群の年度を、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、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年度当初の産卵親魚量、それらから計算した再生産成功率を同一の行に示してある。加入量は1989年級群以降減少し、近年は2億尾前後と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TACが期中改定された2002年に、3～6歳、特に4歳魚（1998年級群）に対する漁獲圧が高かったことによる。

図20bには完全加入時（9歳以上）のFの推移を示した。本系群の評価に際して実施したVPAの計算、次年度のABCの算出および将来予測においては、完全加入時の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2005年のところに、直近の5年間（ここでは1999～2003年）の年齢別のFの平均値を2004年の $F=F_{\text{current}}$ とし、それが同様に2005年にも継続されると仮定した場合の2005年のFをXで示した。

図21に、1999～2003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2004年度のF（ F_{current} ）が F_{med} よりも大きく、現状の漁獲を継続しては資源の維持が難しいことが示された。

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+36千トン（16%）と-29千トン（-13%）であった。産卵親魚量も同様に、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、11千トン（12%）と-9千トン（-10%）であった。

（5）資源水準・動向の判断

1981～2005年度の25年間の資源量推定値から2005年度当初の資源量20.9千トンは、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、産卵親魚量と加入量の関係を示した。本系群の資源変動の主要な要因は卓越年級群の加入である。1981年以降に発生した卓越年級群は、一定以上の産卵親魚量が存在する場合に出現しているが、必ずしも産卵親魚量との間で比例関係は見られない。一方、1989年以降、再生産関係は低い水準で推移し、近年の親魚資源量はかつて卓越年級群が発生した年代の水準を大きく下回っている。さらに、前述の通り、檜山沿岸での延縄漁獲量の推移および計量魚探調査による結果からは、2002年度以降、檜山沿岸海域における来遊親魚資源量が減少傾向にあることが示唆されている（図7, 10, 13, 14）。そこで、本系群の評価に際しては、過去に卓越年級群を生み出した最低の産卵親魚量である1986年の産卵親魚資源量（184千トン）を、卓越年級群の発生が期待できると考えられる最低の産卵親魚量とみなし、現在も減少傾向にあると考えられる産卵親魚量をこの水準まで回復させ、その後その水準以上で維持することを管理の目標とする。

（2）今後の加入の見積もり

再生産成功指数（RPS）は加入量の動きと同様の変動を示し、1989年以降減少傾向を示している（図19）。また近年の再生産関係は1989年以降の再生産成功率の中央値（RPSmed(89-02)）とほぼ一致しており（図23）、その関係式に沿って原点方向に移動しつつある。また、幼魚、若齢魚の分布が予想された石狩湾以北の道西日本海で実施された調査船調査においても、2歳魚以下の若齢魚の分布がほとんどみられなかったことから（図12）、今後1～3年間に好適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の中央値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、特に対馬暖流の強勢と本系群の資源量の減少との対応関係を示唆する研究もある（Miyake, 2002）。

2004年度より開始された水産庁委託事業の資源動向要因分析調査の対象海域・資源として本系群の資源と海洋環境の関係が取り上げられ、2004年度については調査が計画・実施されたが、事情により本海域・資源への取り組みは1年で打ち切りとなった。

（4）漁獲圧と資源動向

上記で設定した加入条件（1989年度以降のRPSの中央値）のもとで、Fを変化させた場合の今後の漁獲量と親魚量の推定を行った（点推定値）。1989年度以降現在に至るまではほぼ一貫して資源量が減少傾向を示しており、さらに現時点における産卵親魚量が B_{limit} を大きく下回る状況にあることから、これから15年の後に産卵親魚量を B_{limit} まで回復させることを資源管理の目標値に置き、それを実現しうるF（ $F_{sim}=0.156$ ）をエクセルのソルバー機能を用いて求めた。計算にあたり、2005年度のFは2004年度と同程度と仮定し、Fの年齢別選択率は1999～2003年の5年間の平均とした。 $F_{current}$ は、2004年度の完全加入時点のFで0.501、 $F_{med}(1989\sim2002年)$ は0.261であった。これらの仮定およびルールに基づき2006年から15年間の漁獲量と親魚量の変化を予測し、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、再生産のばらつきを考慮した将来予測については、次項「不確実性を考慮した検討」にて行う。

計算の結果、仮に禁漁した場合（ F_0 ）でも、親魚資源を B_{limit} まで回復させるのには6年掛かることが示された（表4、図24下）。これは、現在の親魚資源量水準ならびに再生産成功率がそれほどまでに低い水準に至っていること、そして当該資源を短期間で回復させることが事実上不可能な状態にあることを示す。一方、現在の漁獲圧をそのままかけ続けた場合には（ $F_{current}$: 0.501）、15年後には漁獲量は14千トンまで低下し、親魚資源量も37千トンと現在のSSBのさらに4割弱まで減少することが予想される（表4、図24）。

（5）不確実性を考慮した検討

1989～2002年度のRPSが2005年度以降重複を許してランダムに現れるとして、表4に示し

た各種のFで2006年当初の資源量および産卵親魚資源量をスタートとし、そこから20年にわたり漁獲を行った場合の資源量、漁獲量ならびに産卵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）を表5および図25に示す。

先の点推定による将来予測と同様、15年後の2021年当初までに親魚資源量SSBをBlimitである184千トンまで回復させようのは、Fsim15（達成の可能性51%）以下のFを与えた、あるいは漁獲を全く行わなかった場合（同100%）のみであり、Fmed以上のFを与えた場合には、親魚資源量が15年間でBlimitまでに回復する可能性は0%であった。

2005年当初時点での親魚資源量（97千トン）と同程度の親魚資源量を将来的に維持することを目標とする場合（=Fsus）、Fmed（0.261）による漁獲であれば、65%の確率で2021年度当初の資源量：151～244千トン、親魚資源量：81～132千トンと低い水準ながらも現在と同水準を保ちつつ、漁獲量は2006年度で19～20千トン、15年後には16～26千トン程度（2004年の漁獲量の4～8割）を維持することが可能である。ただしこの方策では親魚資源量の回復は見込めず、本系群における管理方策およびABC設定の目的とは合致しないため、これ以降は参考値として扱う。

（6）漁獲制御方法

本系群の産卵親魚量と加入量は、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、また今後数年間は新規加入群に大きな期待が出来ないことが予想される。現状の親魚資源量（2005年当初で97千トン）は、資源回復の閾値であるBlimit（184千トン）を大きく下回っており、この閾値にまで産卵親魚量を回復させることを当面の目標とする。上記（4）、（5）で検討したように、産卵親魚量を回復させるためには、漁獲圧力を相当に減ずる必要があるものの、現行の資源状態では、仮に今後漁業を一切行わなかったとしても、短期間で親魚資源量をBlimitまで回復させることがすでに不可能なところまで低下している。回復までの期間を15年として求めたF（Fsim15）で漁獲した場合に、15年後に産卵親魚量がBlimitに達する可能性がようやく5割を超える程度であり（表5）、それ以上にFを高めた場合には、Blimitへの回復を達成することは困難となる。よって、当該資源の管理については、従来の方針通り、今後15年間で親魚資源量をBlimitの水準まで回復させることを目標とし、それを実現しうるF（Fsim15）を管理の基準とする。

6. 2006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、産卵親魚量は、1989年度以降減少傾向を示しており、現在Blimitを下回っている。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2、3年は良好な新規加入が望めない可能性が示唆されている。これらの結果から、資源状態は極めて悪い状態にあり、資源回復の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）と産卵親魚量（SSB）、加入量（R）を用いることが可能であり、SSBがBlimit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17年ABC算定のための基本規則1-1)-(2)を用いる。基準となるFは、今後15年の間に親魚資源量をBlimitまで回復させることを目的として算出したFsim15である。再生産関係は、データ全体を通じてみると明瞭な関係が見られないものの、近年の親子関係は、1989年以降の再生産成功率の中央値（RPSmed89-）とほぼ等しい値で推移している（図18）。よって、今後もこの低い再生産成功率に基づく再生産が繰り返される可能性が高いものと仮定して、2005年当初の親魚資源量から同年の加入量を仮定する。

$$\begin{aligned} F_{\text{limit}} &= F_{\text{rec}} = F_{\text{sim15}} \\ &= 0.156 \end{aligned}$$

ただし、ここで求めたFlimitは、15年後の親魚資源量の平均値がBlimitまで回復することを目標としており、シミュレーションの結果からは、実際に15年後の親魚資源量がBlimitを上回る確率は51%である。そこで、FtargetおよびABCtargetは、9割以上の確率で、15年後の親魚資源量がBlimitを上回るようなFおよびそこから求まる2006年度の漁獲量とする：

$$\begin{aligned} F_{\text{target}} &= 0.64 \times F_{\text{limit}} \\ &= 0.100 \end{aligned}$$

上述のFを資源に対して与えた場合に想定される漁獲量は

$$\begin{aligned} \text{ABC}_{\text{limit}} &= 11.9 \text{ (千トン)} \\ \text{ABC}_{\text{target}} &= 7.7 \text{ (千トン)} \end{aligned}$$

となる。

(2006年ABC)

	2006 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	11.9 千トン	F _{rec}	0.156	6.2%
ABC _{target}	7.7 千トン	0.64F _{rec}	0.100	4.0%

漁獲割合は ABC／資源量、F 値は完全加入時（9 歳魚以上）のものである。

(3) 管理の考え方と2006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、2006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。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006 年漁獲量	評価
産卵親魚量の回復。	Frec	ABClimit 11.9 千トン	A:51.3%、B:100.0% C:11.9～15.0 千トン
産卵親魚量の回復。 予 防 的 措 置 を と る (2021 年当初に SSB を Blimit まで戻す確 率を 9 割以上にする)	0.64Frec	ABCtarget 7.7 千トン	A:95.8%、B:100.0% C:7.7～10.6 千トン

参考値

管理の考え方	管理基準	2006 年漁獲量	評価
2005 年度当初の親魚 量(97 千トン)の維持	Fsus	19.2 千トン	A:0%、B:65.3% C:19.2～20.2 千トン
最近年の漁獲圧を 継続する。	Fcurrent	34.5 千トン	A:0%、B:0% C:34.5～25.9 千トン

* 1989～2002 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:2021 年度当初の親魚量 (SSB2021) が Blimit を上回る確率

B:2021 年度当初の親魚量が 2005 年度の親魚量を上回る確率

C:2006～2010 年度の平均漁獲量の範囲(予測漁獲量の範囲の順番は、年度の経過に対応)

なお、2006 年漁獲量および評価中の C：漁獲量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

ABC および参考値の年齢別漁獲内訳

基準値	上段：想定した2006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	191	969	2,360	2,999	2,118	1,167	931	414	718	11,866
	1.6	8.2	19.9	25.3	17.8	9.8	7.8	3.5	6.1	%
Ftarget	123	623	1,528	1,946	1,377	760	609	272	472	7,711
	1.6	8.1	19.8	25.2	17.9	9.9	7.9	3.5	6.1	%
Fsus (≒Fmed89-)	319	1,599	3,852	4,876	3,430	1,884	1,495	657	1,141	19,253
	1.7	8.3	20.0	25.3	17.8	9.8	7.8	3.4	5.9	%
Fcurrent	606	2,980	7,001	8,783	6,123	3,339	2,618	1,126	1,954	34,530
	1.8	8.6	20.3	25.4	17.7	9.7	7.6	3.3	5.7	%

(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
2004年(当初) (年齢別平均体重を変更)	Fsim	313 (378)	42	34		SSBの現状維持
2004年(2004年再評価)	Fsim	254	17	14		SSBの回復
2004年(2005年再評価)	Fsim	219	13	9	34	SSBの回復
2005年(当初)	Fsim	251	15	12		SSBの回復
2005年(再評価)	Fsim	209	12	8		SSBの回復

(単位:千トン)

計算に用いている平均体重が2004年度評価を境に前後で異なるため、2004年(当初)とそれ以外の数値を直接比較することはできない。括弧書きの資源量については、2004年度以前の年齢別平均体重を使用して試算したもの。

一昨年までの評価では、1998年級群を過大に評価していた。また昨年までの評価では、近年のFを低めに見積もっていた。そのため、当初計算される資源量は比較的大きな値になるが、新たな情報を取り込んだ上で再計算を行うと、同じ年級の資源評価が、年を経るにつれて悪い方へ低下していく傾向が見られた。

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、産卵親魚の保護と産卵の助長に努めている。

8. 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(2004) 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2004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(2004) 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(2004) 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, 4pp.

- 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.
- 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(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.

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	59,452	59,452	0	57,402	39,733	17,670	0	2,050
2003	32,827	32,827	0	31,267	15,209	16,058	0	1,559
2004	33,860	33,860	0	32,215	20,662	11,553	0	1,645

北海道沖合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。
 2003, 2004年度は未確定。

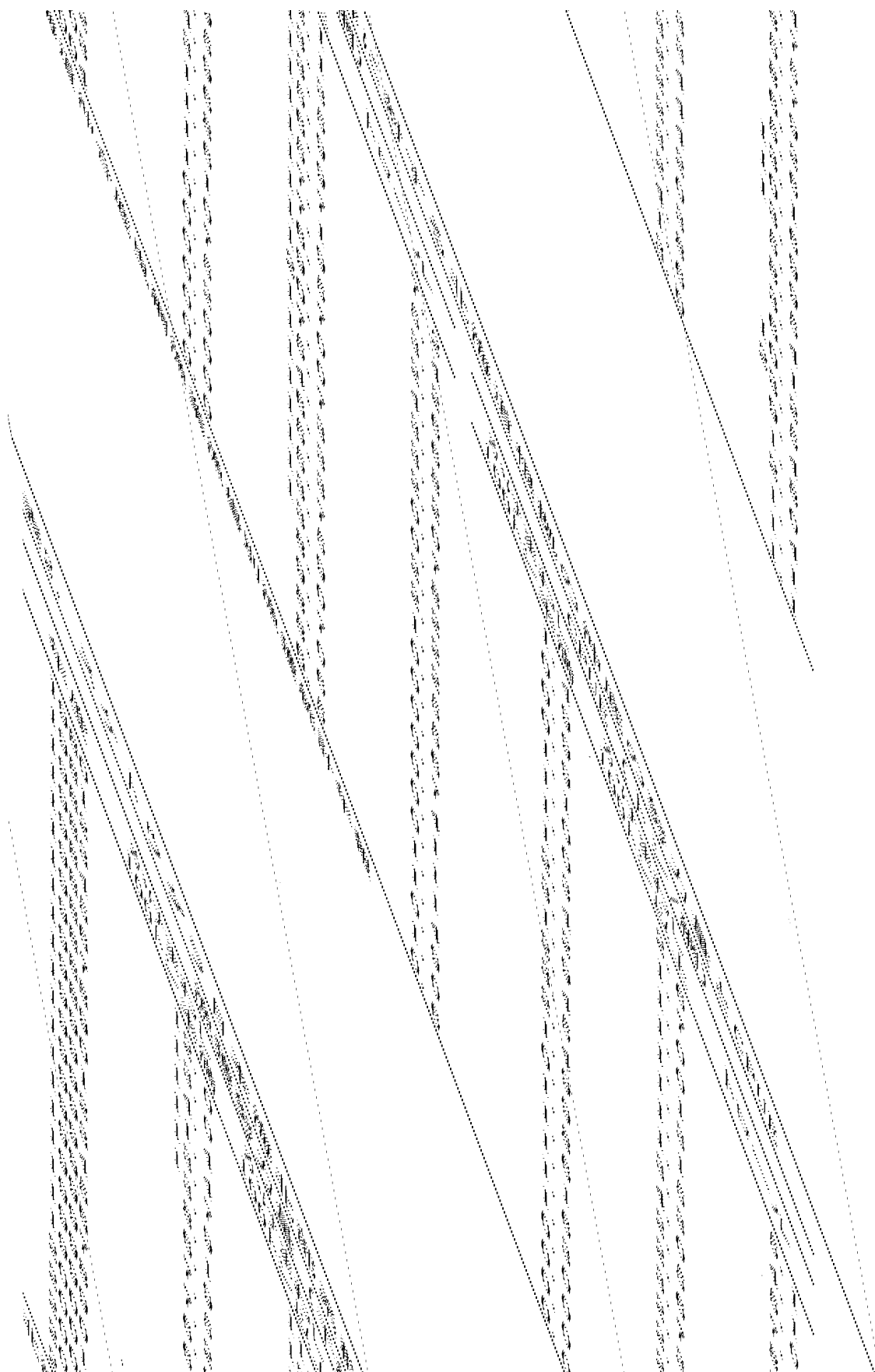


表 3. スケトウダラ日本海北部系群の資源解析結果

年度	漁獲量	資源量	産卵親魚量	加入2歳尾数	漁獲割合	再生産成功率	F加重平均	F完全加入
	(千トン)	(千トン)	(千トン)	(百万尾)	(%)	(尾/g)		
1981	119	560	237	607	21	0.0026	0.198	0.807
1982	97	544	223	417	18	0.0019	0.148	1.121
1983	92	543	228	475	17	0.0021	0.146	0.631
1984	118	515	241	1,396	23	0.0058	0.219	0.827
1985	117	460	229	1,523	26	0.0067	0.251	0.950
1986	84	523	184	1,127	16	0.0061	0.122	0.904
1987	94	673	155	724	14	0.0047	0.121	1.189
1988	133	779	195	1,587	17	0.0081	0.210	0.958
1989	142	751	261	587	19	0.0022	0.256	0.379
1990	132	791	294	589	17	0.0020	0.173	0.727
1991	145	737	266	836	20	0.0031	0.267	0.662
1992	146	637	272	708	23	0.0026	0.344	0.425
1993	91	549	239	386	17	0.0016	0.177	0.781
1994	71	539	208	301	13	0.0014	0.121	0.654
1995	71	527	226	271	13	0.0012	0.139	0.720
1996	90	489	261	241	18	0.0009	0.268	0.236
1997	76	387	225	237	20	0.0011	0.227	0.557
1998	58	317	185	403	18	0.0022	0.180	0.456
1999	52	278	161	236	19	0.0015	0.145	0.277
2000	42	277	142	271	15	0.0019	0.119	0.428
2001	46	269	131	321	17	0.0024	0.181	0.533
2002	59	254	129	241	23	0.0019	0.301	0.581
2003	33	219	98	-	15	-	0.128	0.685
2004	34	219	92	-	15	-	0.157	0.501
2005	-	209	97	-	-	-	0.172	0.501

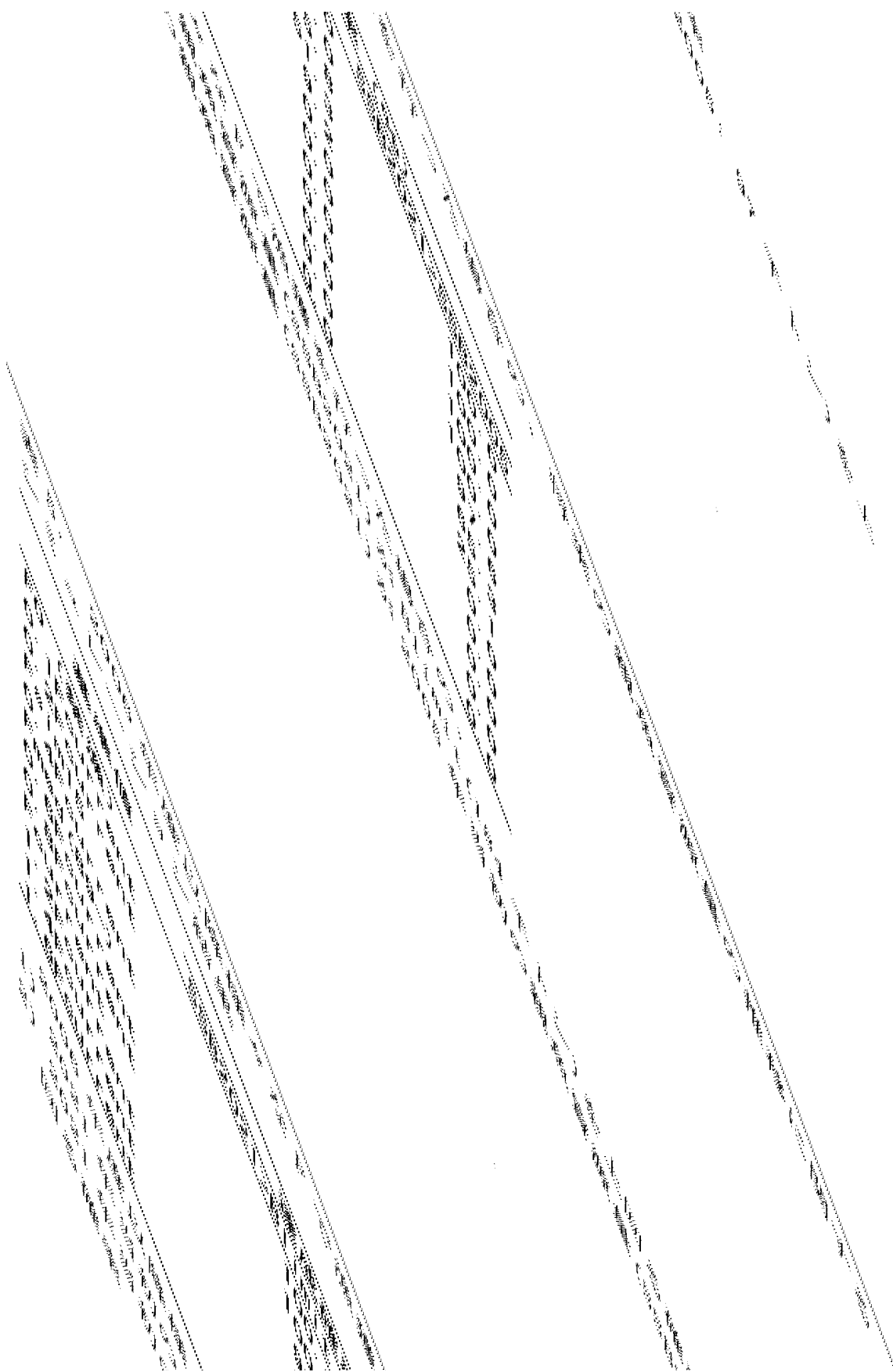
漁獲量、資源量、漁獲割合、Fの年度については、表1に挙げた漁獲統計あるいはコホート解析結果の年度とそのまま対応する。加入と再生産成功率（2歳の加入尾数/産卵親魚量）については、加入の年級群が0歳時の年度にずらして表示した。産卵親魚量については、その加入量を産出した親魚量を同じ行に並べて表記した。例えば、2000年級群を産出した親魚資源量は正確には1999年度末（=2000年度当初）の親魚資源量であるが、これを2000年度の行に示した。

2003～2005年度の発生年級群は2004年度にはまだ漁獲対象資源に加入する以前であるため、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)														
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
F0 (禁漁)	0.000	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	3.9	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	6.9	7.4	8.0	8.5	9.2	9.9	10.6	11.4	12.3
0.2Fcurrent	0.100	7.7	8.7	9.4	10.1	10.7	11.4	12.1	12.7	13.4	14.1	14.9	15.8	16.7	17.6	18.6
Fsim15	0.156	11.9	13.0	13.7	14.4	15.0	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6	19.3	20.1	20.8	21.6
0.4Fcurrent	0.200	15.0	16.0	16.7	17.1	17.6	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.2	20.7	21.1	21.6	22.1
Fmed (89-)	0.261	19.3	19.9	20.2	20.3	20.5	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1	21.2	21.3	21.4
0.6Fcurrent	0.300	21.9	22.2	22.1	22.0	21.9	21.9	21.7	21.5	21.3	21.2	21.0	20.9	20.7	20.6	20.4
0.8Fcurrent	0.401	28.4	27.5	26.3	25.3	24.6	23.9	23.1	22.2	21.4	20.6	19.9	19.2	18.6	17.9	17.3
Fcurrent	0.501	34.5	31.8	29.3	27.5	26.2	24.8	23.3	21.7	20.4	19.1	18.0	17.0	15.9	15.0	14.0
1.2Fcurrent	0.601	40.3	35.4	31.5	28.9	27.0	25.0	22.8	20.7	18.9	17.3	15.9	14.6	13.4	12.2	11.2
1.4Fcurrent	0.701	45.8	38.5	33.1	29.8	27.3	24.7	21.9	19.4	17.2	15.5	13.9	12.4	11.1	9.9	8.8
1.6Fcurrent	0.801	51.0	40.9	34.2	30.3	27.4	24.2	20.8	17.9	15.6	13.7	12.0	10.5	9.1	8.0	6.9

基準値	F	親魚量 (年度当初) (千トン)															
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
F0 (禁漁)	0.000	98.7	122.6	140.3	153.0	163.9	176.7	192.8	211.9	232.8	255.0	278.2	303.8	332.2	363.5	397.7	434.9
0.1Fcurrent	0.050	98.7	119.2	133.0	141.9	149.2	158.2	169.8	183.5	198.1	213.0	228.3	244.9	263.1	282.9	304.1	326.7
0.2Fcurrent	0.100	98.7	116.0	126.1	131.8	136.2	142.2	150.3	159.8	169.6	179.2	188.7	199.1	210.3	222.2	234.9	248.1
Fsim15	0.156	98.7	112.4	118.9	121.4	123.2	126.6	131.8	137.6	143.3	148.5	153.6	159.1	165.0	171.2	177.7	184.3
0.4Fcurrent	0.200	98.7	109.7	113.6	114.0	114.2	116.1	119.3	123.0	126.2	128.9	131.4	134.3	137.4	140.7	144.0	147.3
Fmed (89-)	0.261	98.7	106.1	106.7	104.6	103.0	103.2	104.5	105.7	106.3	106.4	106.5	106.9	107.5	108.0	108.5	108.9
0.6Fcurrent	0.301	98.7	103.8	102.5	99.0	96.6	96.0	96.2	96.2	95.5	94.5	93.5	92.8	92.3	91.7	91.0	90.3
0.8Fcurrent	0.401	98.7	98.3	92.6	86.4	82.4	80.4	78.6	76.3	73.3	70.4	67.8	65.5	63.4	61.2	59.0	56.9
Fcurrent	0.501	98.7	93.1	83.8	75.7	70.9	68.0	65.0	61.2	57.0	53.1	49.9	47.1	44.4	41.7	39.1	36.7
1.2Fcurrent	0.601	98.7	88.2	75.9	66.6	61.5	58.2	54.3	49.5	44.7	40.6	37.3	34.3	31.6	28.9	26.4	24.1
1.4Fcurrent	0.701	98.7	83.5	68.9	58.8	53.7	50.2	45.6	40.3	35.3	31.3	28.2	25.4	22.8	20.3	18.1	16.1
1.6Fcurrent	0.802	98.7	79.2	62.6	52.2	47.3	43.6	38.7	33.1	28.1	24.4	21.5	19.0	16.6	14.4	12.5	10.9



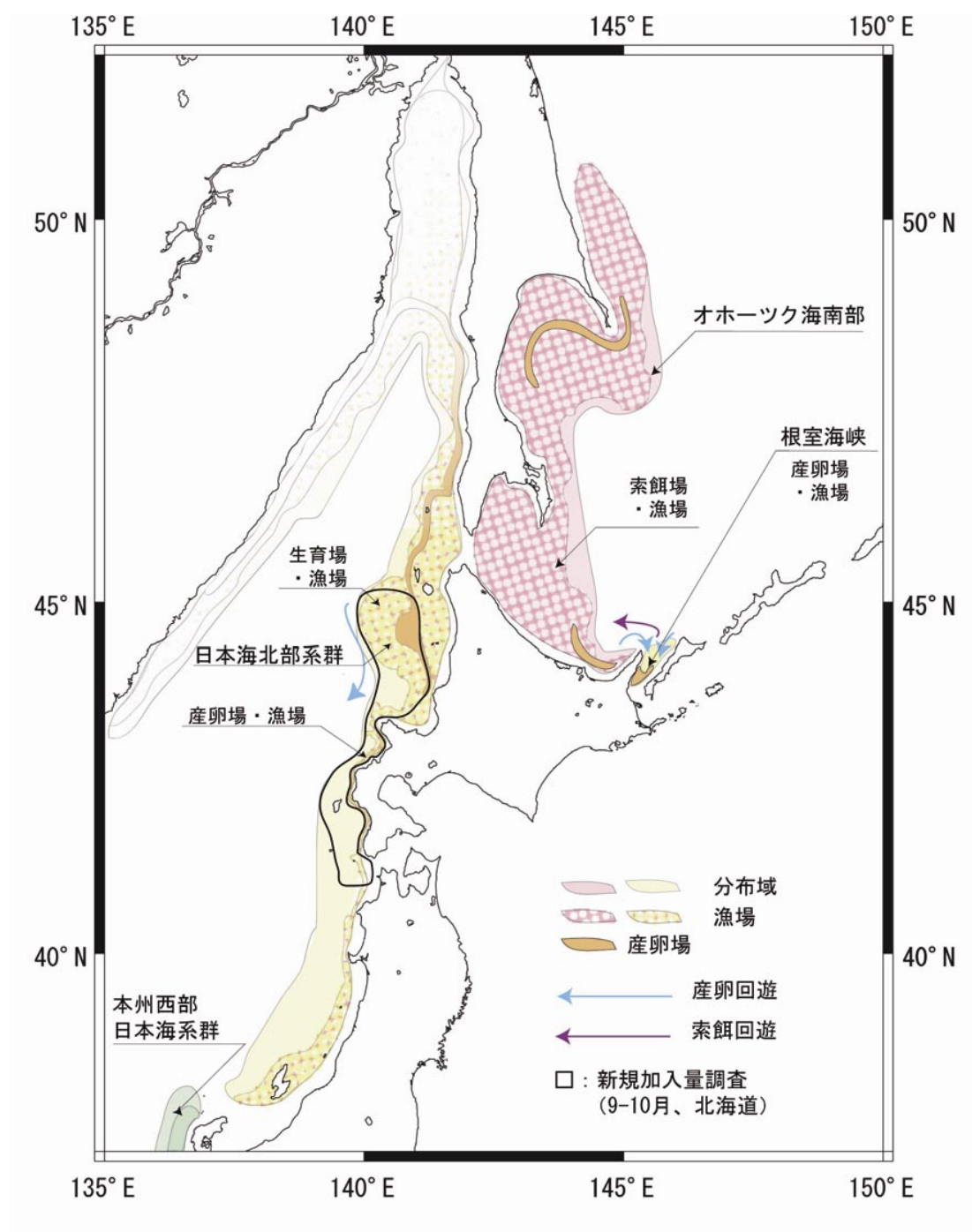


図 1a. スケトウダラ日本海北部系群の分布と回遊



図 1b. スケトウダラ日本海北部系群の分布

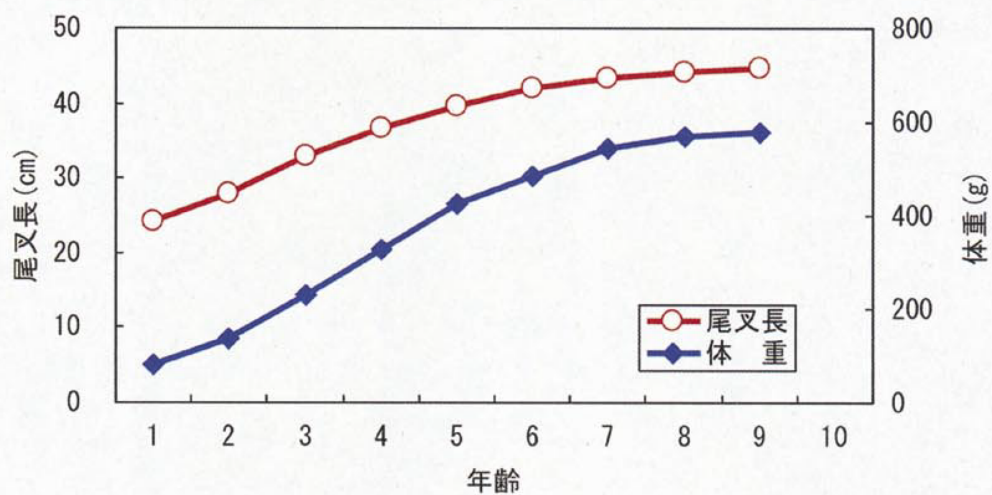


図 2. スケトウダラ日本海北部系群の成長

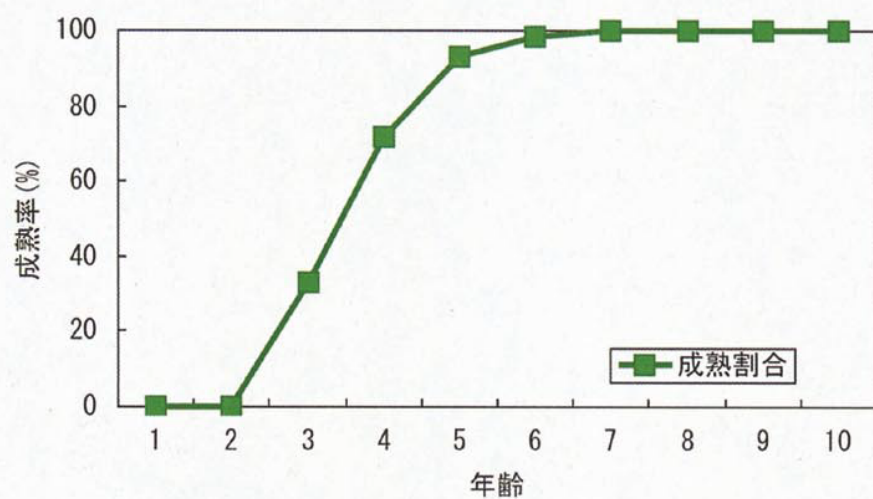


図 3. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別成熟割合

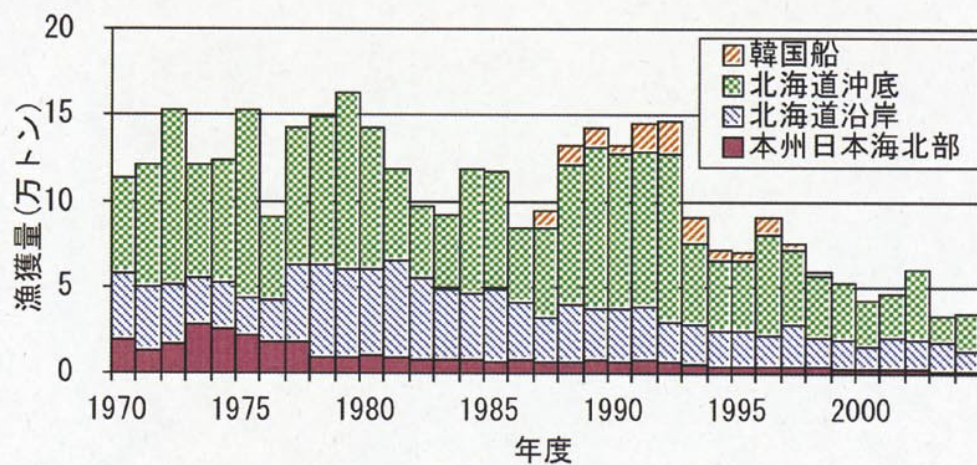


図 4. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量の推移

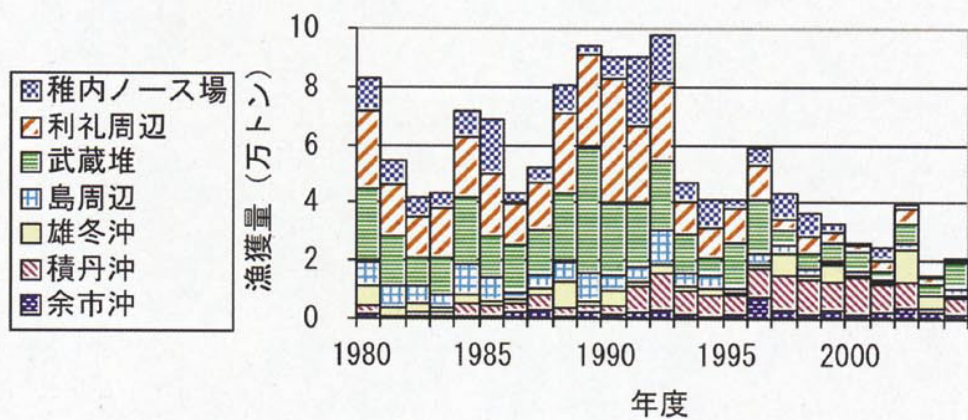


図 5. 北海道日本海側の沖底による小海区分別のスケトウダラ漁獲量の推移

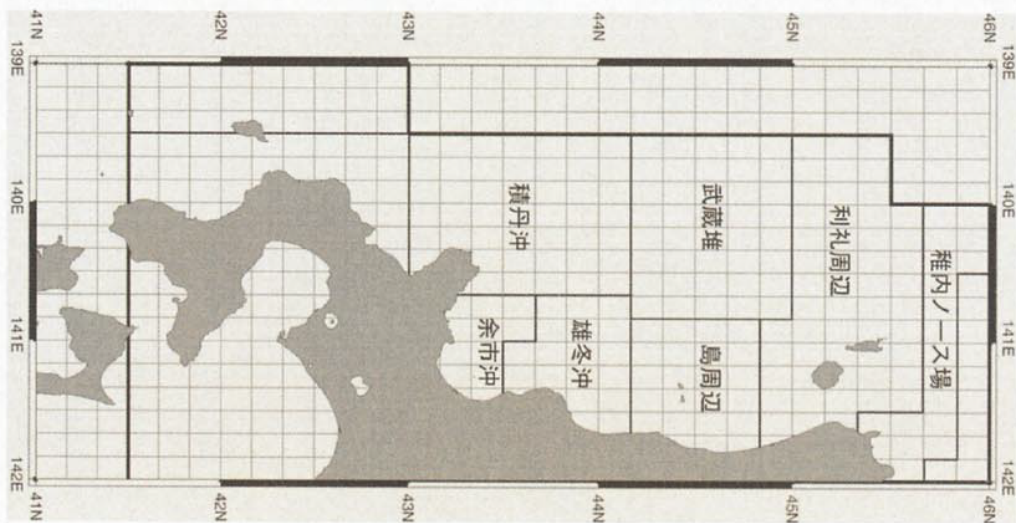


図 6. 北海道日本海側海域における沖底の小海区分分

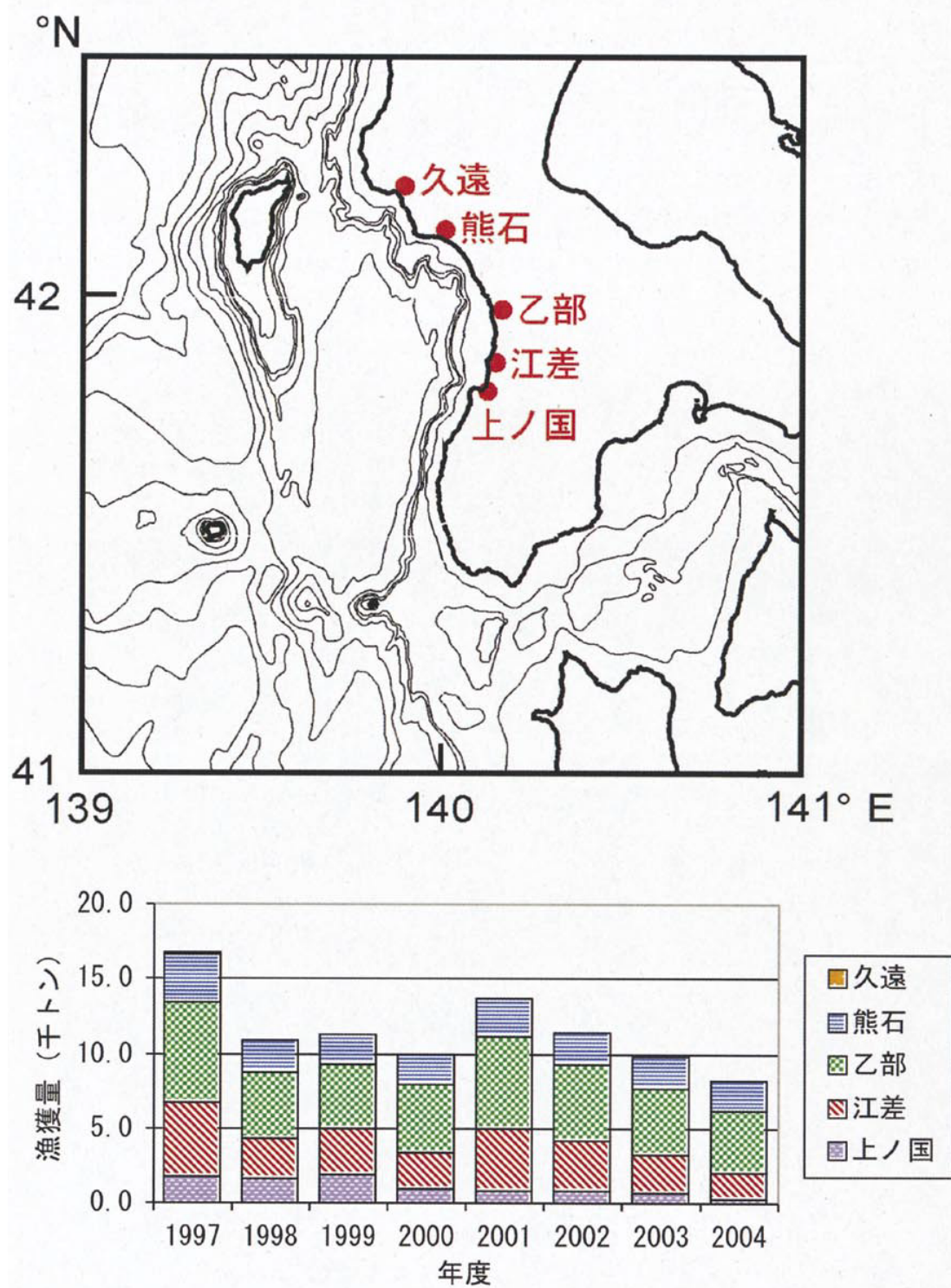


図7. 北海道日本海側南部海域のうち、檜山管内の5地域における、親魚を対象として11～2月に実施される延縄漁業による漁獲量の推移。各地区の位置を上地図上に示した。

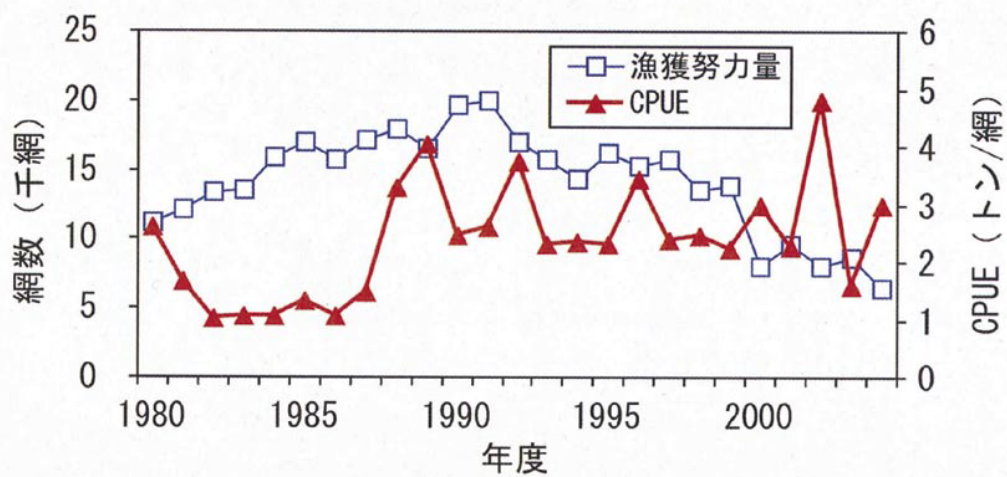


図 8a. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における、スケトウダラ日本海北部系群に対する漁獲努力量と CPUE の推移

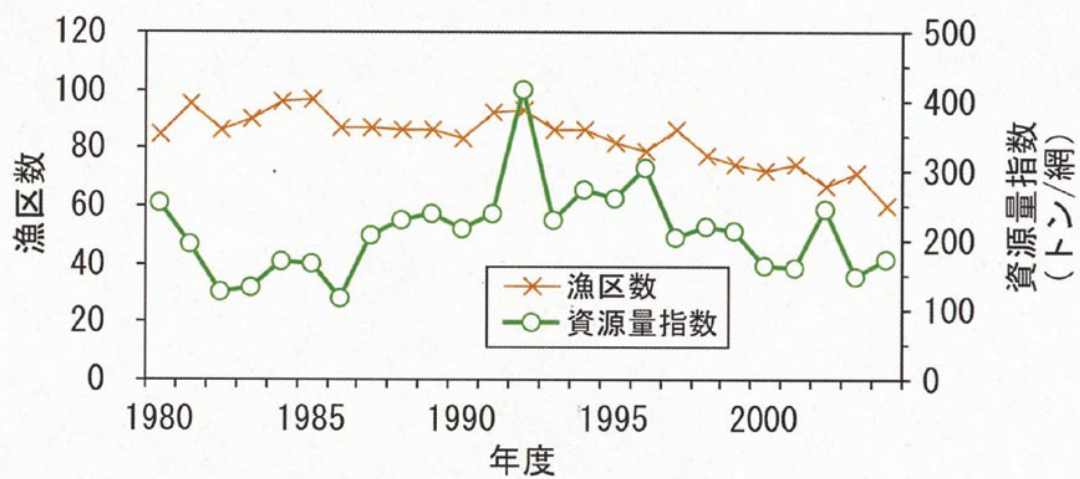


図 8b. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における、スケトウダラ日本海北部系群を対象とした漁区数と資源量指数の推移

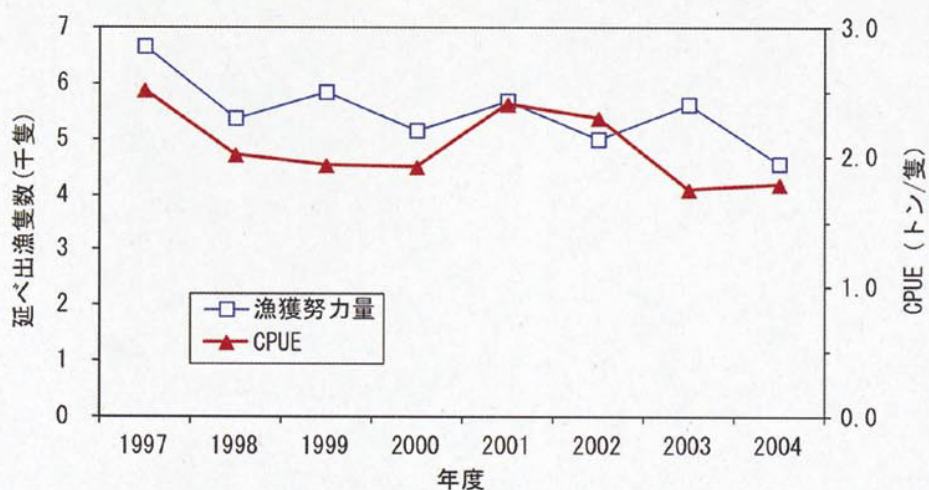


図9. 北海道檜山管内5地域における、親魚を対象とした延縄漁業の努力量とCPUEの推移。各地区の位置は図7の地図上に示した。(北海道立函館水産試験場資料 2005年)

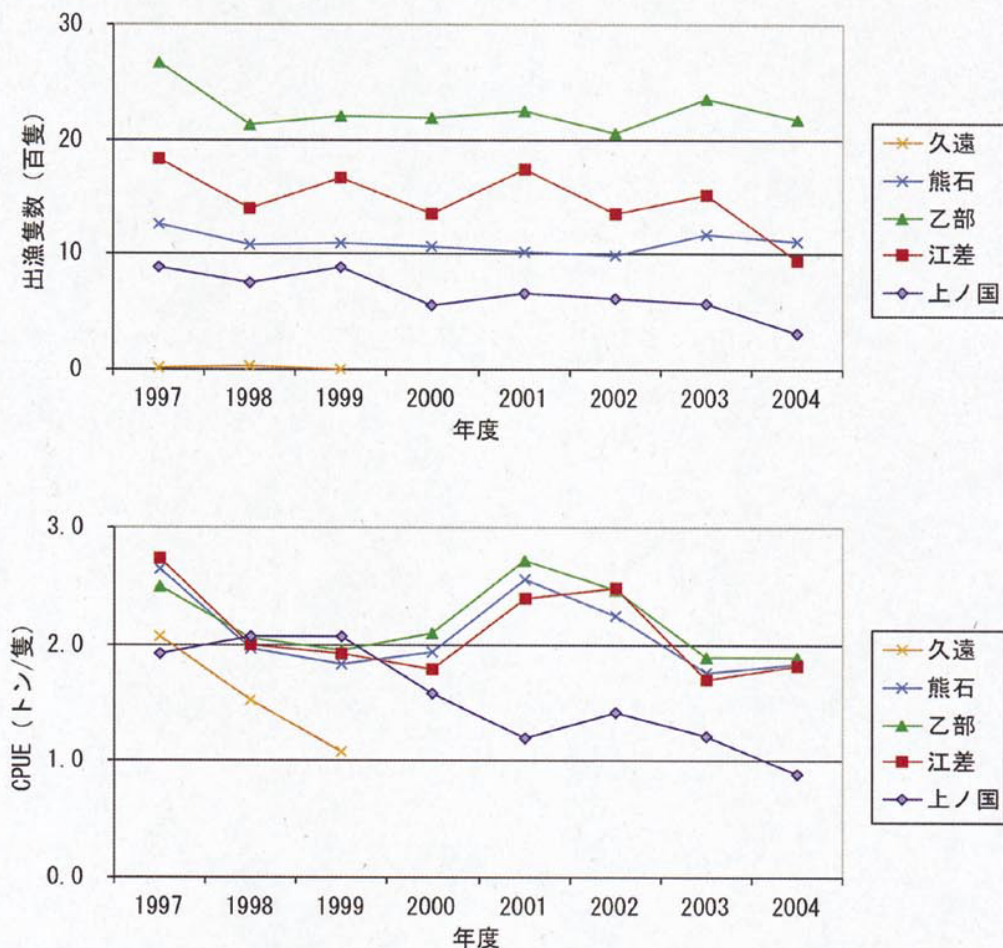


図10. 北海道檜山管内5地域における、親魚を対象とした延縄漁業の地区別の努力量とCPUEの推移。各地区の位置は図7の地図上に示した。(北海道立函館水産試験場資料 2005年)

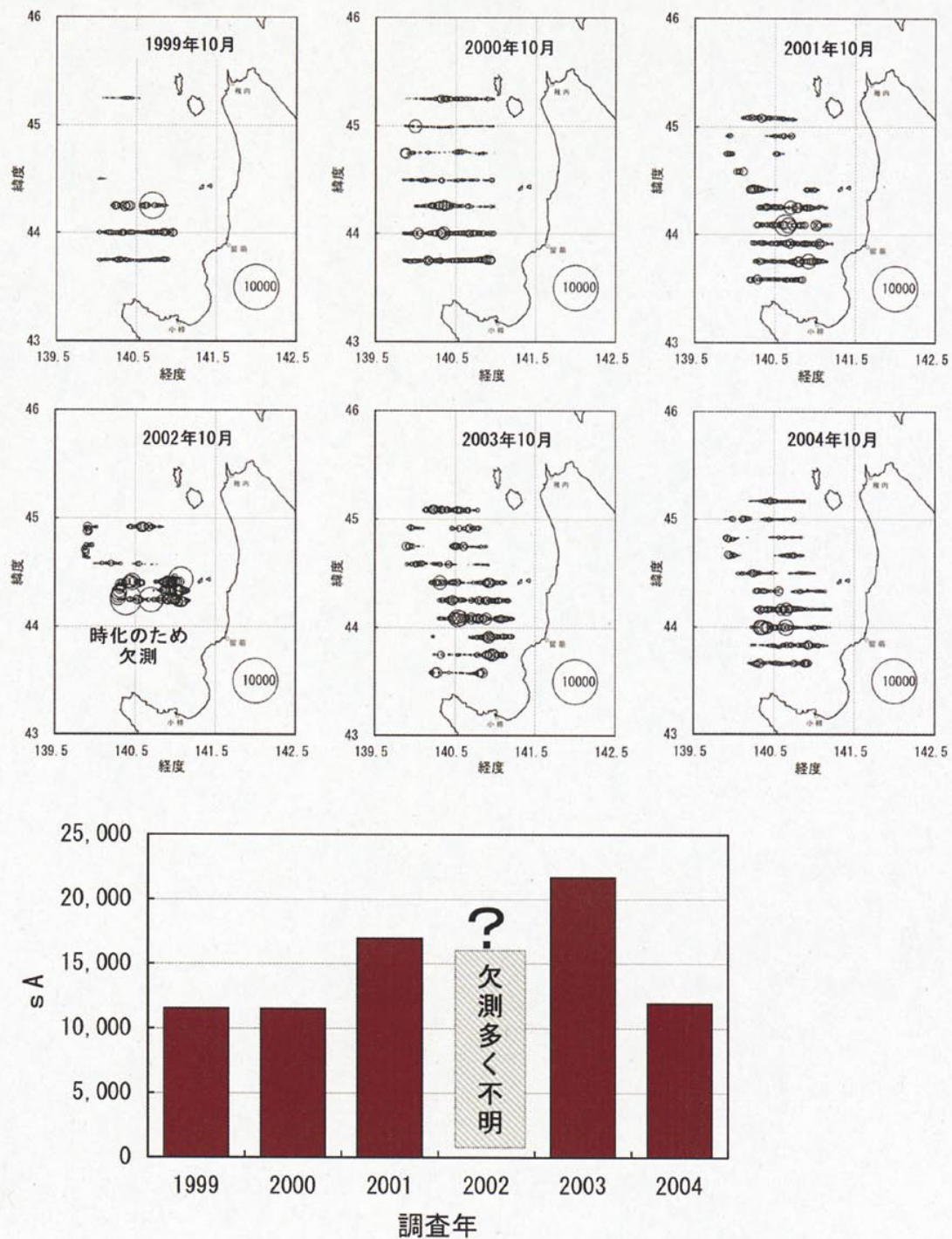


図 11. 秋季(10 月)の道西日本海北部海域において実施した計量魚探調査によるスケトウダラの分布パターンの推移と、北緯 44～44 度 30 分の海域で得られた魚群反応量 s_A の経年比較。地図上の○の大きさが魚群反応量(s_A : m^2/nm^2)を示す
(北海道立中央水産試験場資料 2005 年)

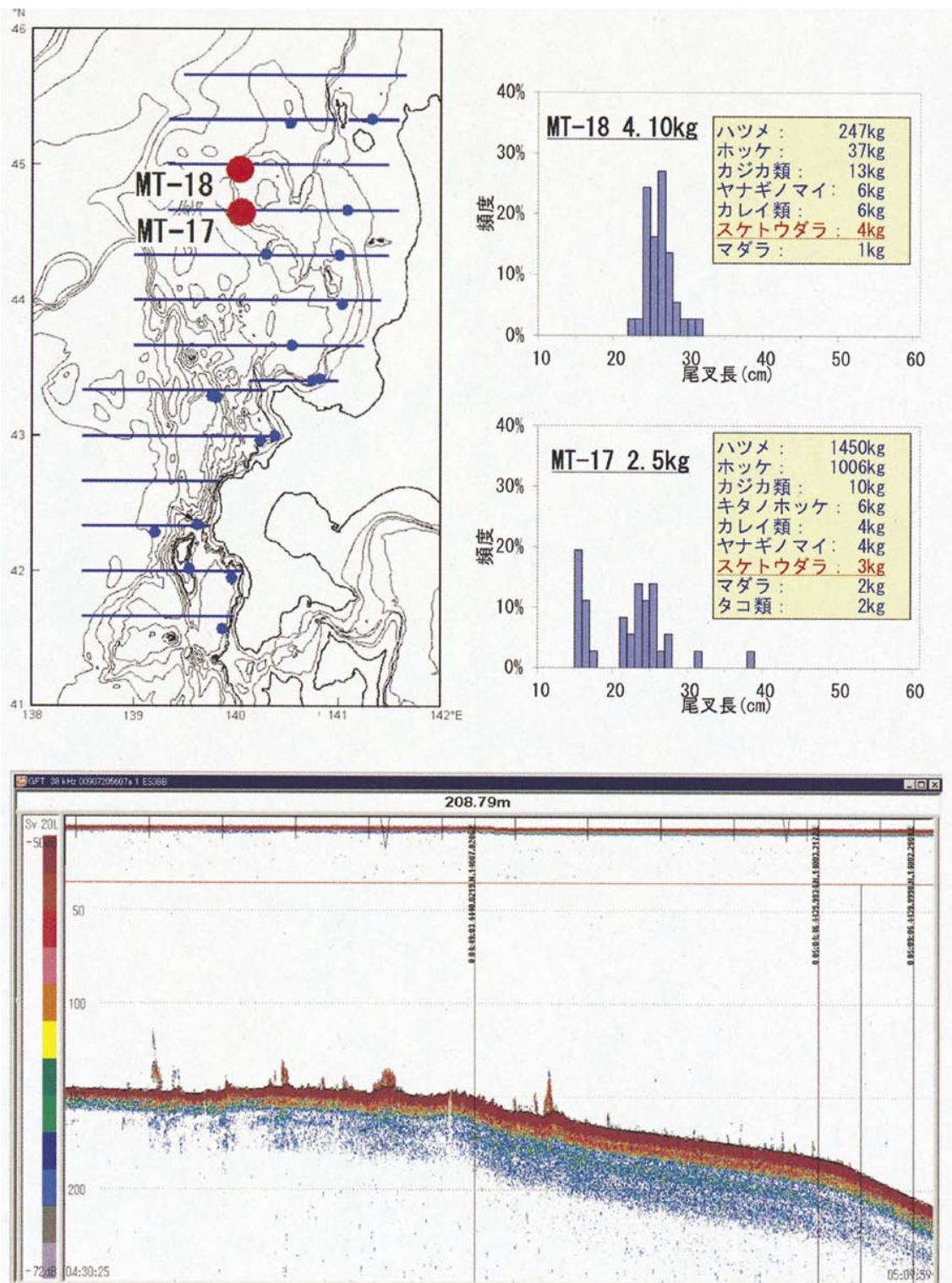
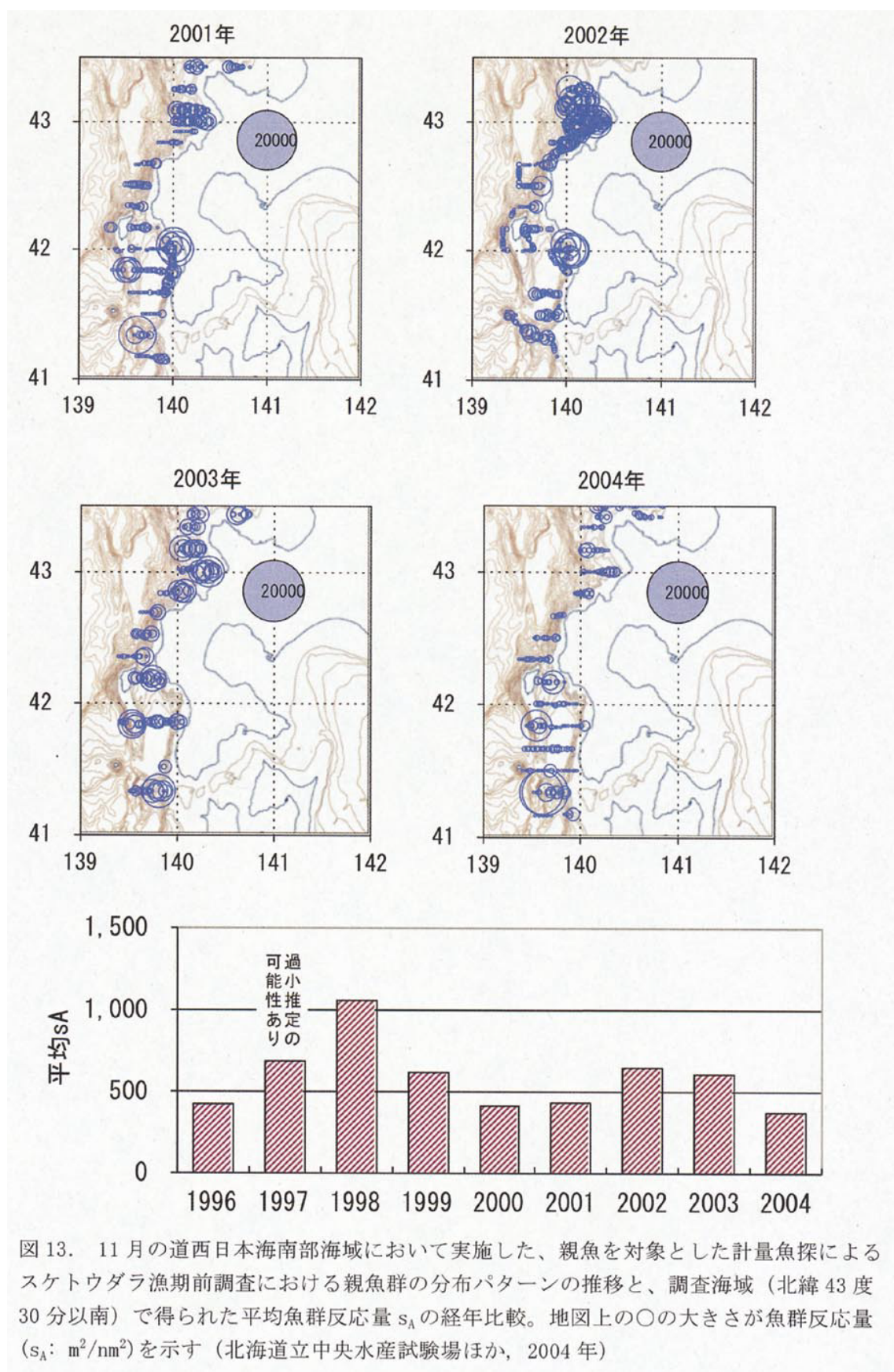


図 12. 2005 年 5 月中旬～6 月上旬に道西日本海北部海域において実施した計量魚探によるスケトウダラ音響資源調査の結果。左上：音響調査定線（青線）とトロール曳網位置（青丸）。赤丸はスケトウダラ若齢魚が漁獲された位置。右上：赤丸のトロール操作の漁獲物組成ならびにスケトウダラの尾叉長組成。下：MT-17 付近の魚探反応像。



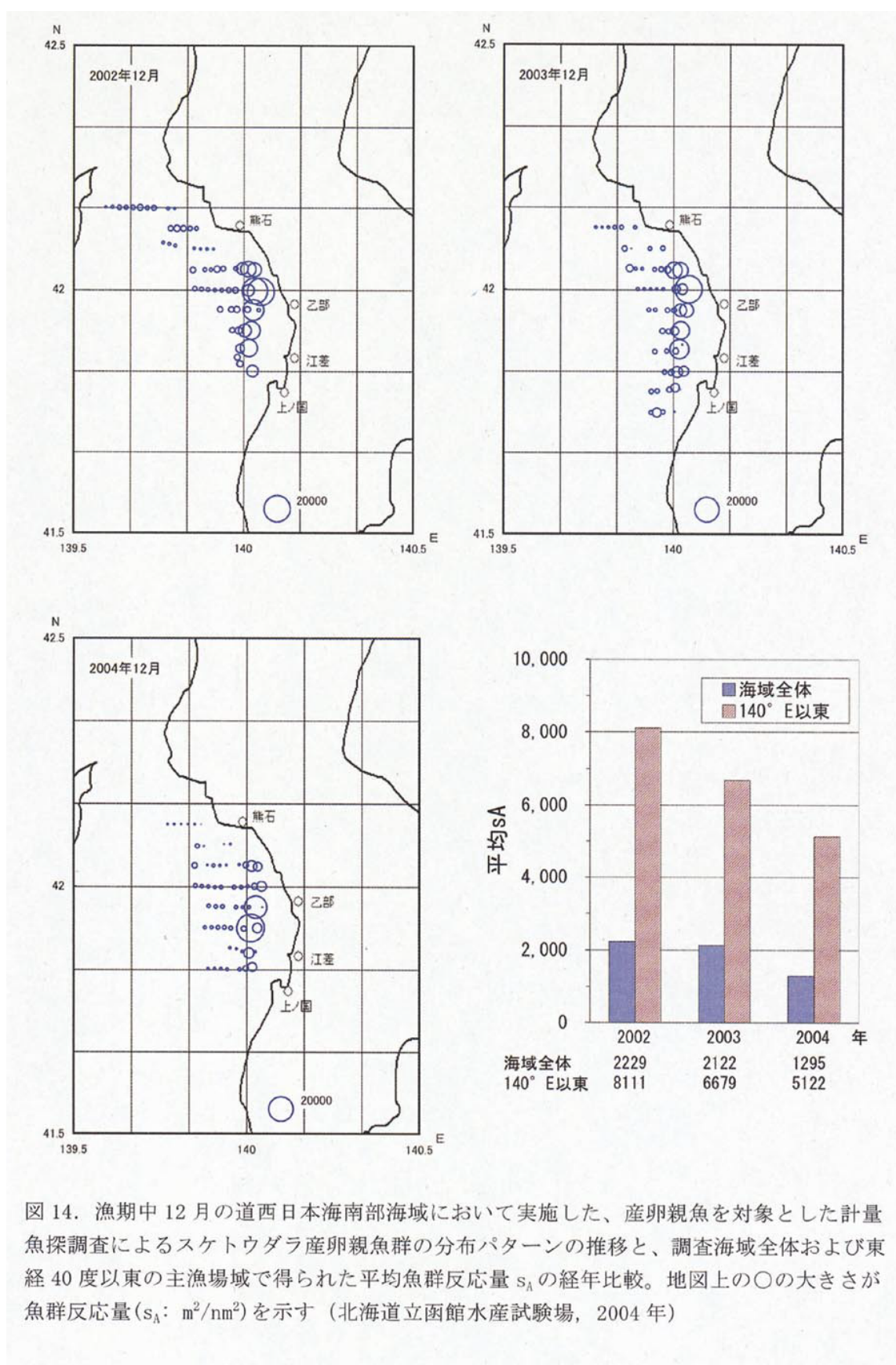


図 14. 漁期中 12 月の道西日本海南部海域において実施した、産卵親魚を対象とした計量魚探調査によるスケトウダラ産卵親魚群の分布パターンの推移と、調査海域全体および東経 40 度以東の主漁場域で得られた平均魚群反応量 s_A の経年比較。地図上の○の大きさが魚群反応量 (s_A : m^2/nm^2) を示す (北海道立函館水産試験場, 2004 年)

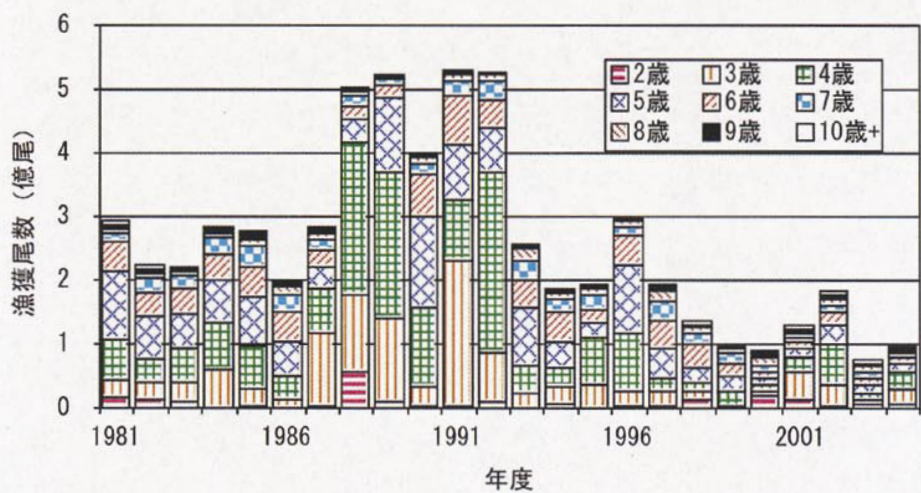


図 15. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数

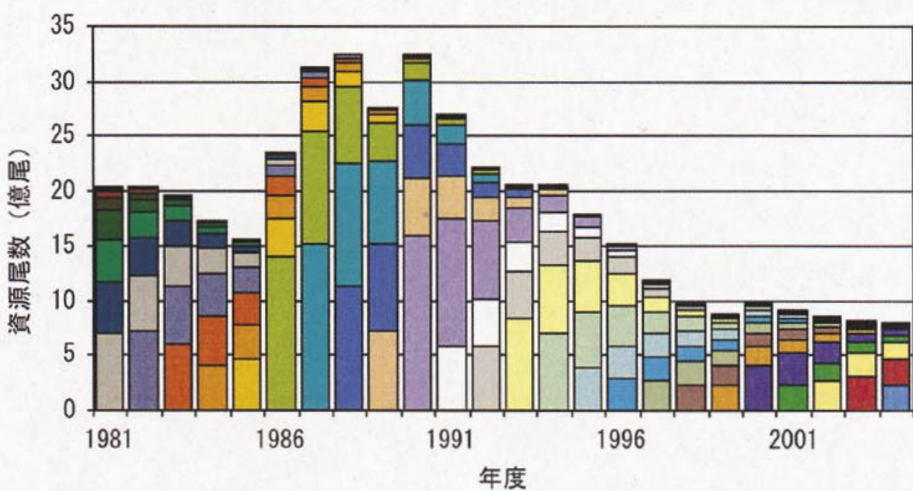
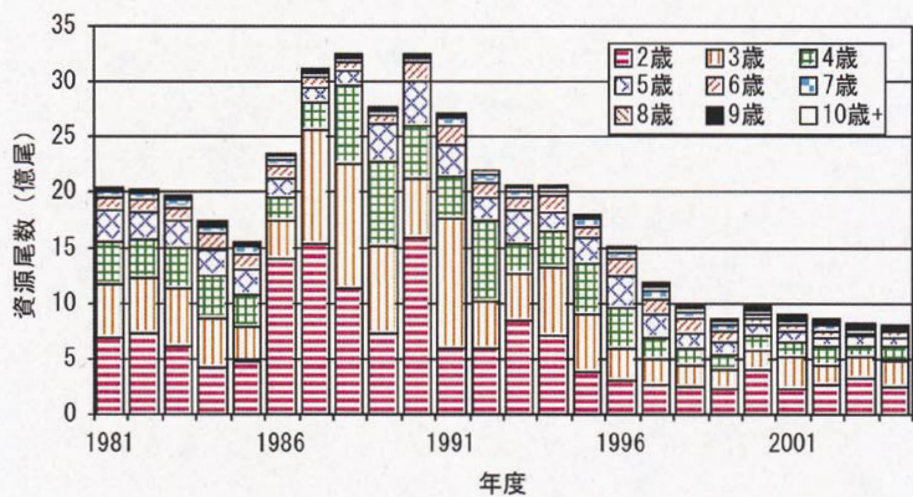


図 16. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源尾数
上図は毎年の年齢別に、数は年級群別に色分けしてある。

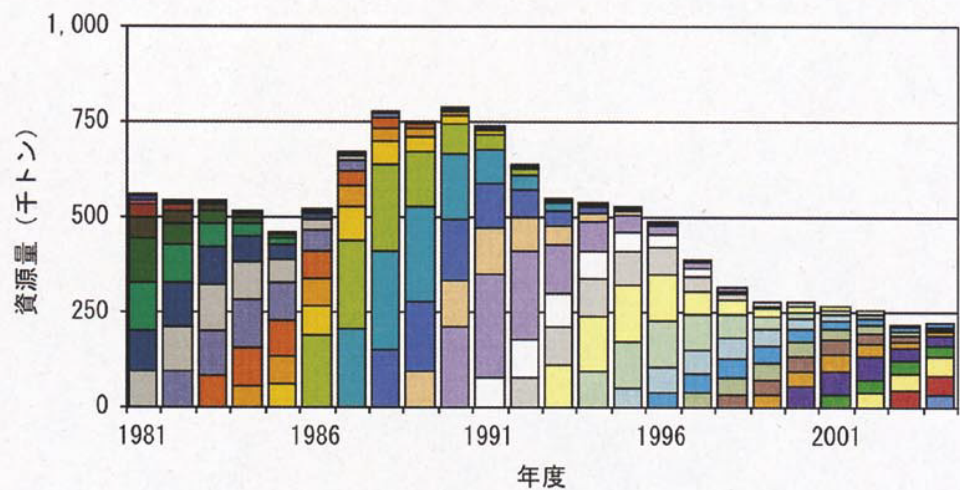
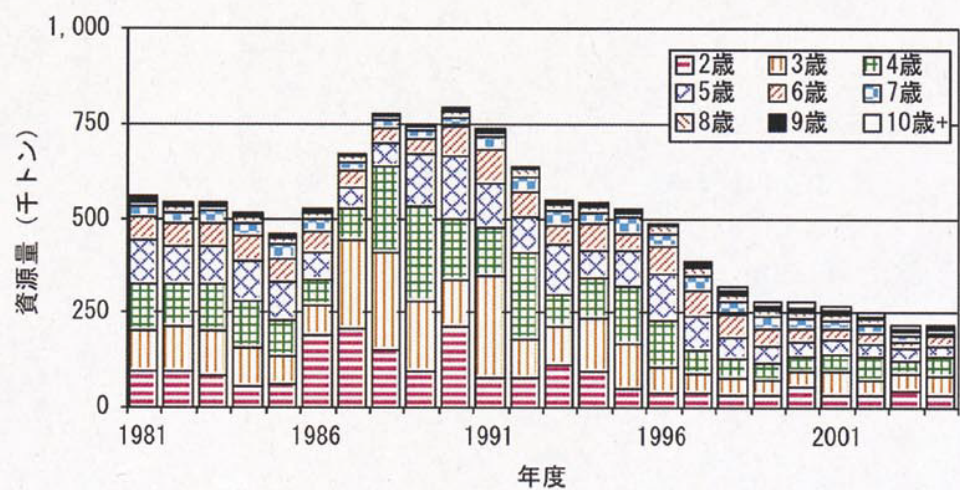


図 17. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源重量
上図は毎年の年齢別に、数は年級群別に色分けしてある。

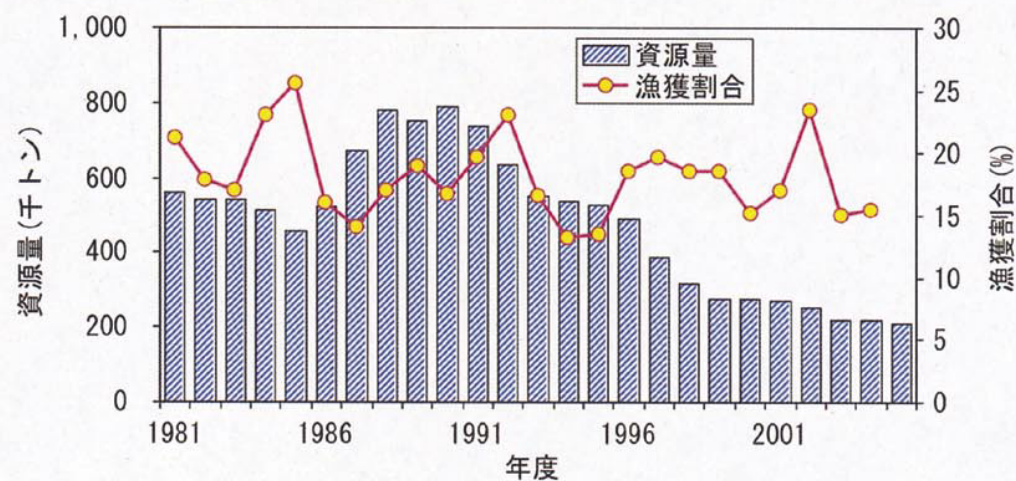


図 18. スケトウダラ日本海北部系群の資源量と漁獲割合の推移

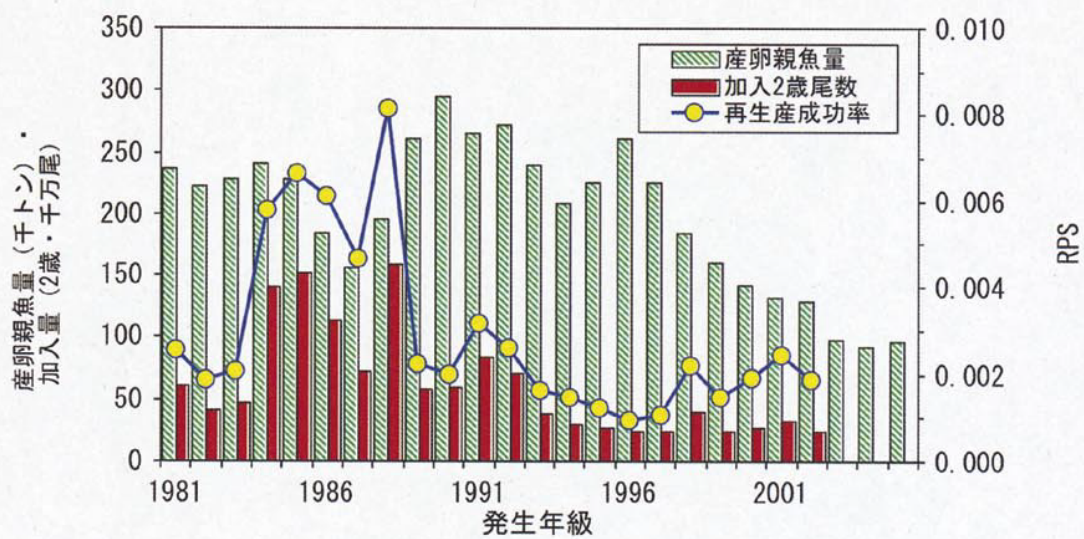


図 19. スケトウダラ日本海北部系群の産卵親魚量と加入量、再生産成功率の経年変化
横軸は加入の年度（発生年級）を示し、親魚量はその年級群を産出した親魚量、RPS
はそれらから計算された値を示している。

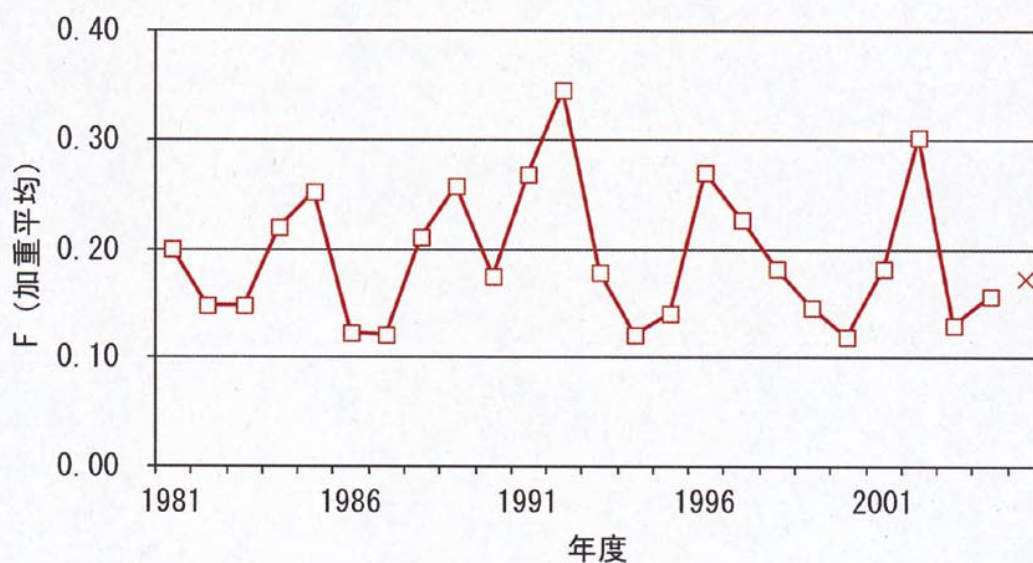


図20a. 年齢別資源尾数による加重平均を行ったFの推移。2005年のXは、 $F_{current}$ を直近5
ヵ年のFの平均値とした場合の2005年のF。

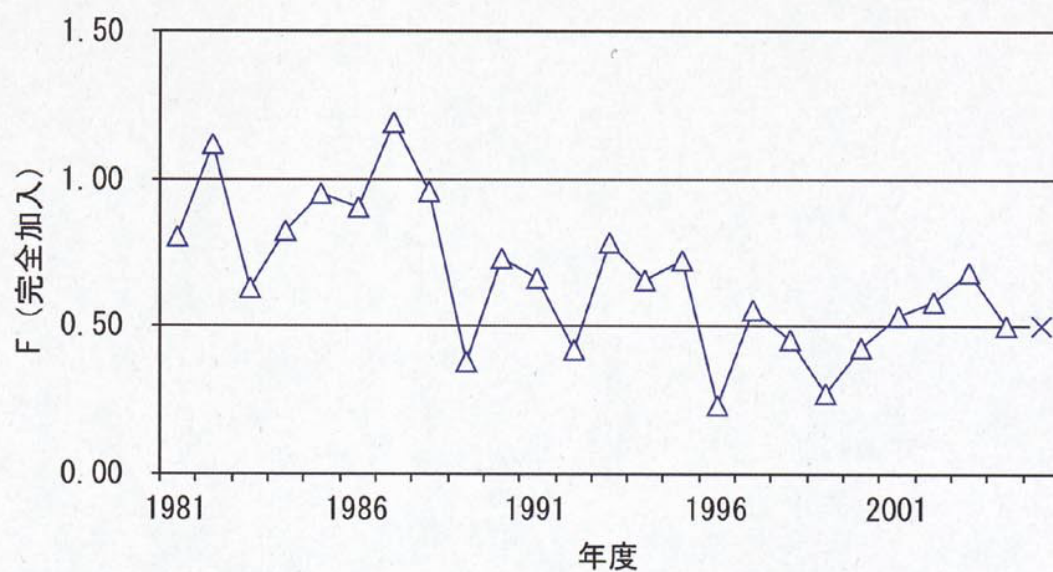


図20b. 完全加入時（9歳以上）のFの推移。2005年のXは、 F_{current} を直近5カ年のFの平均値とした場合の2005年のF。ABCや将来予測で用いているFはこちらの値である。

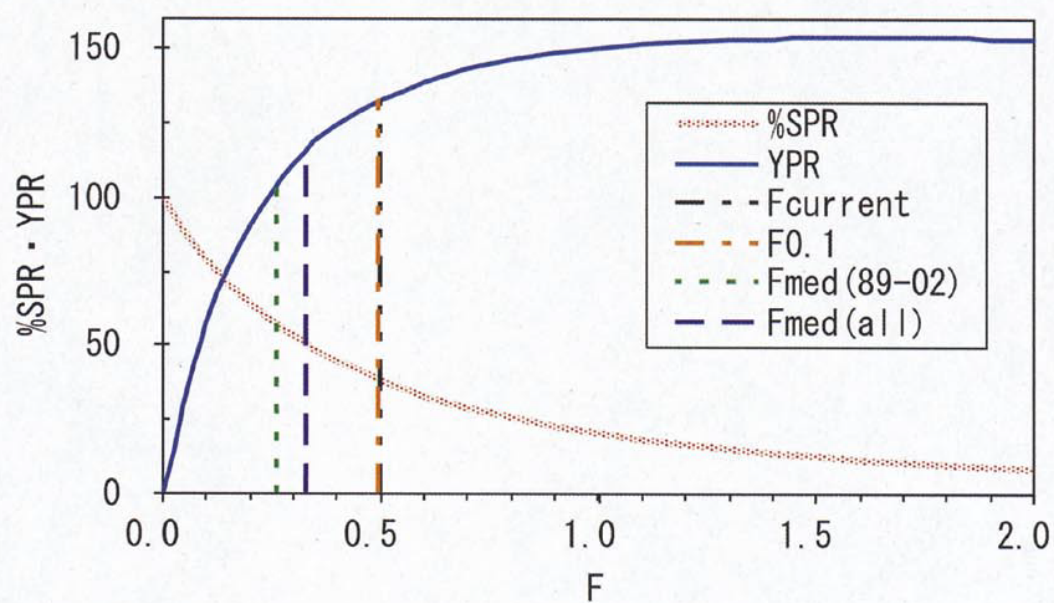


図21. スケトウダラ日本海北部系群のFに対するYPRと%SPR

Fは完全加入時（9歳以上）の値、年齢別選択率は2004年度の値を使用。

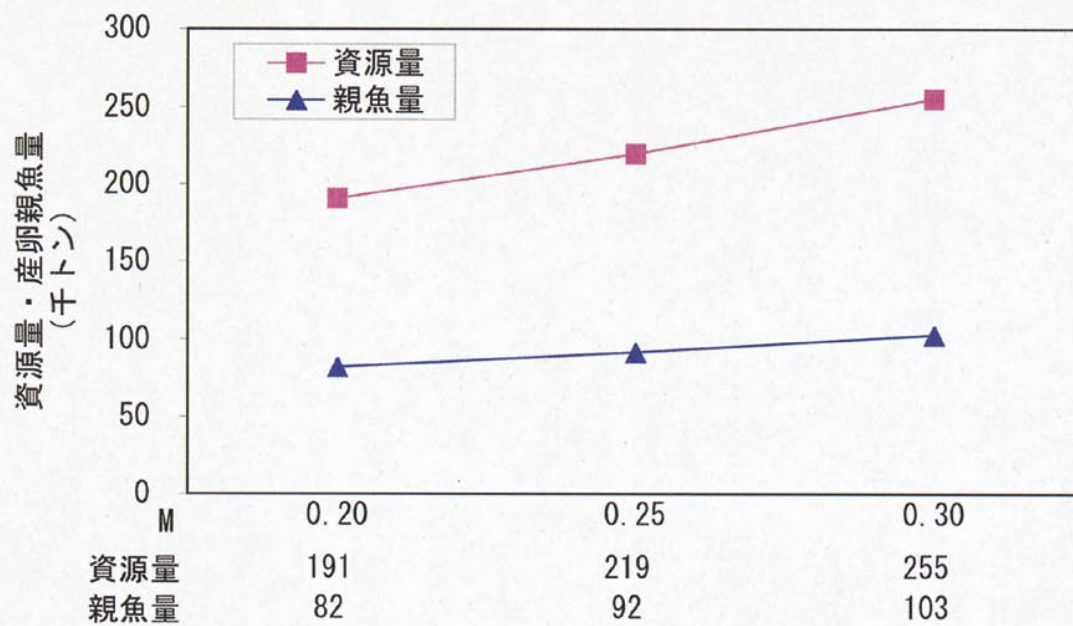


図 22. M による感度解析の結果（2004 年当初の推定資源量と産卵親魚資源量の変化）

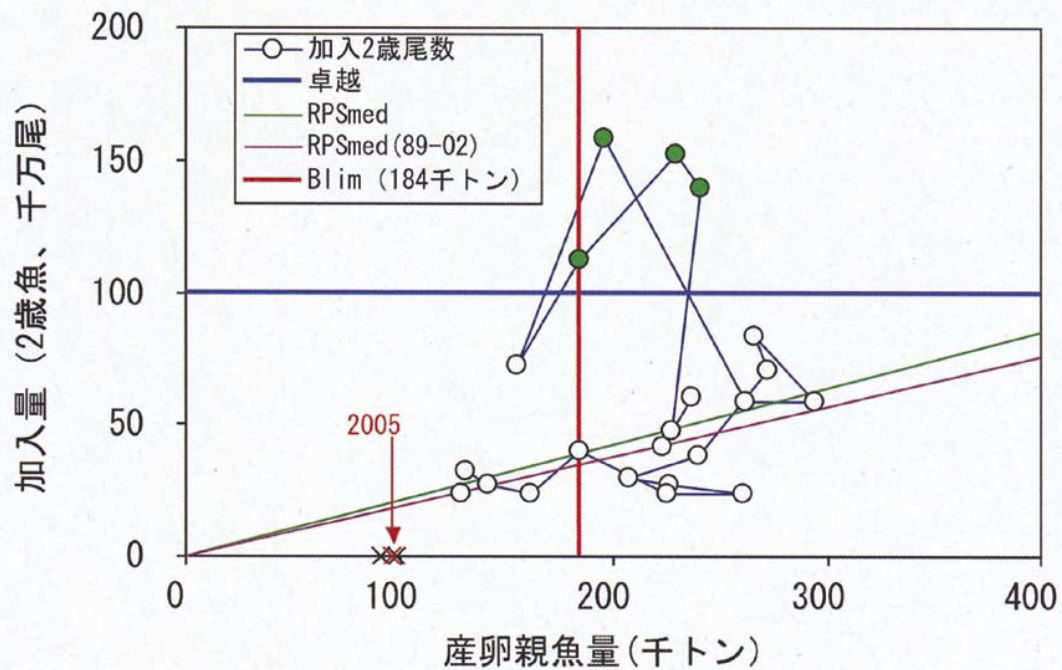


図 23. スケトウダラ日本海北部系群の産卵親魚量と加入量の関係

緑のシンボルは卓越年級群（10 億尾以上）を表す。2003、2004、2005 年級群は、まだ加入していないため、親魚量のみを横軸上に X で示す。

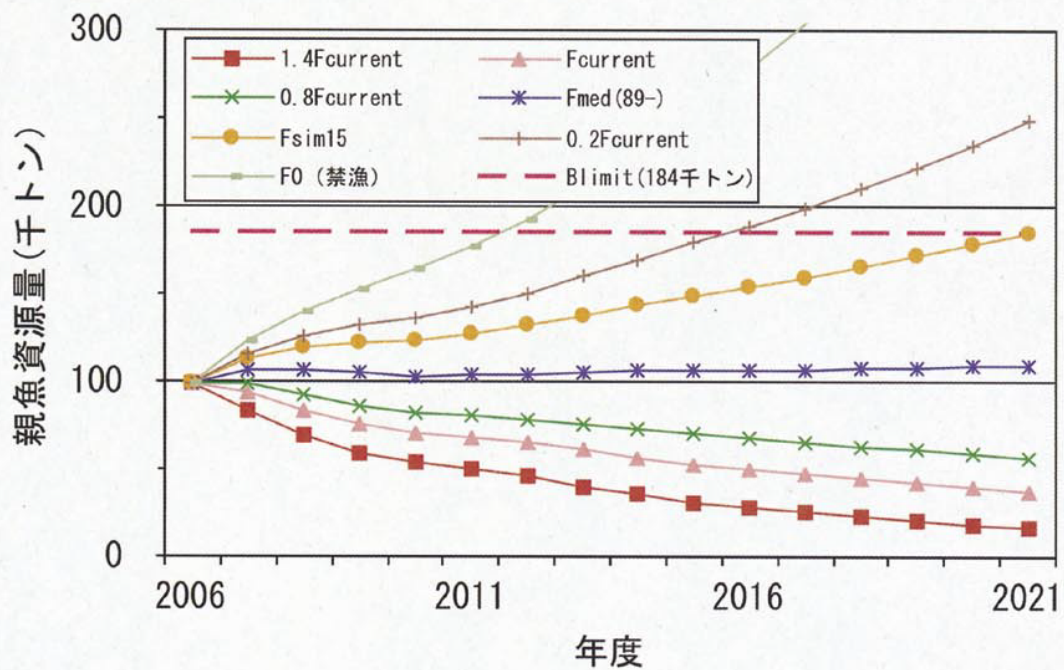
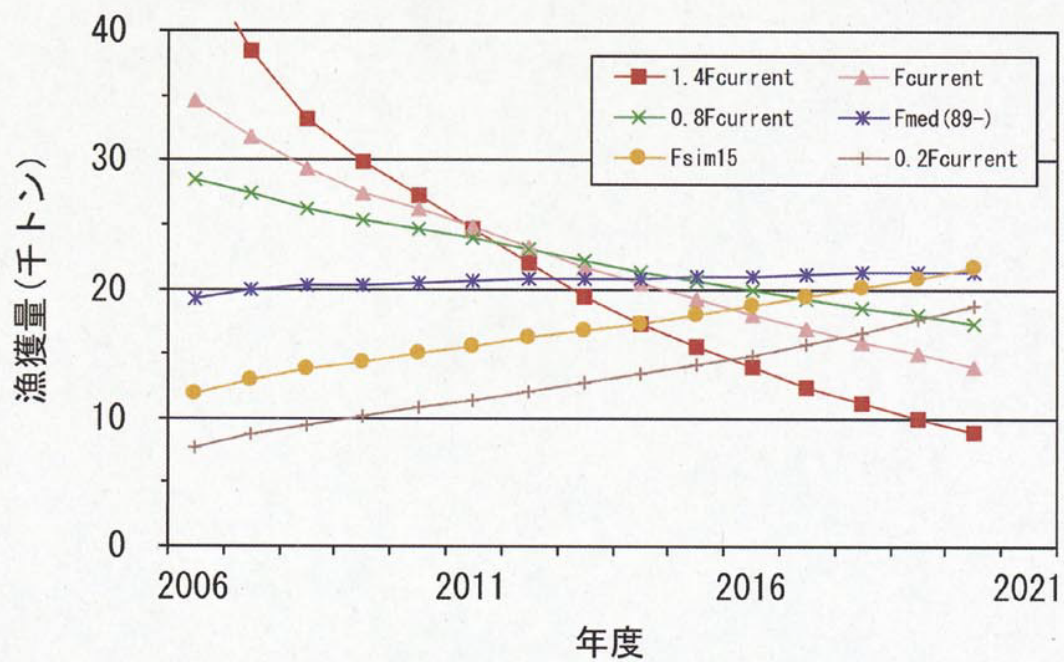


図24. 様々なF値による2006～2020年度のスケトウダラ日本海北部群の予想漁獲量(上)と予想親魚資源量(下)の推移（親魚資源量については、翌年度当初時点での値を示した）

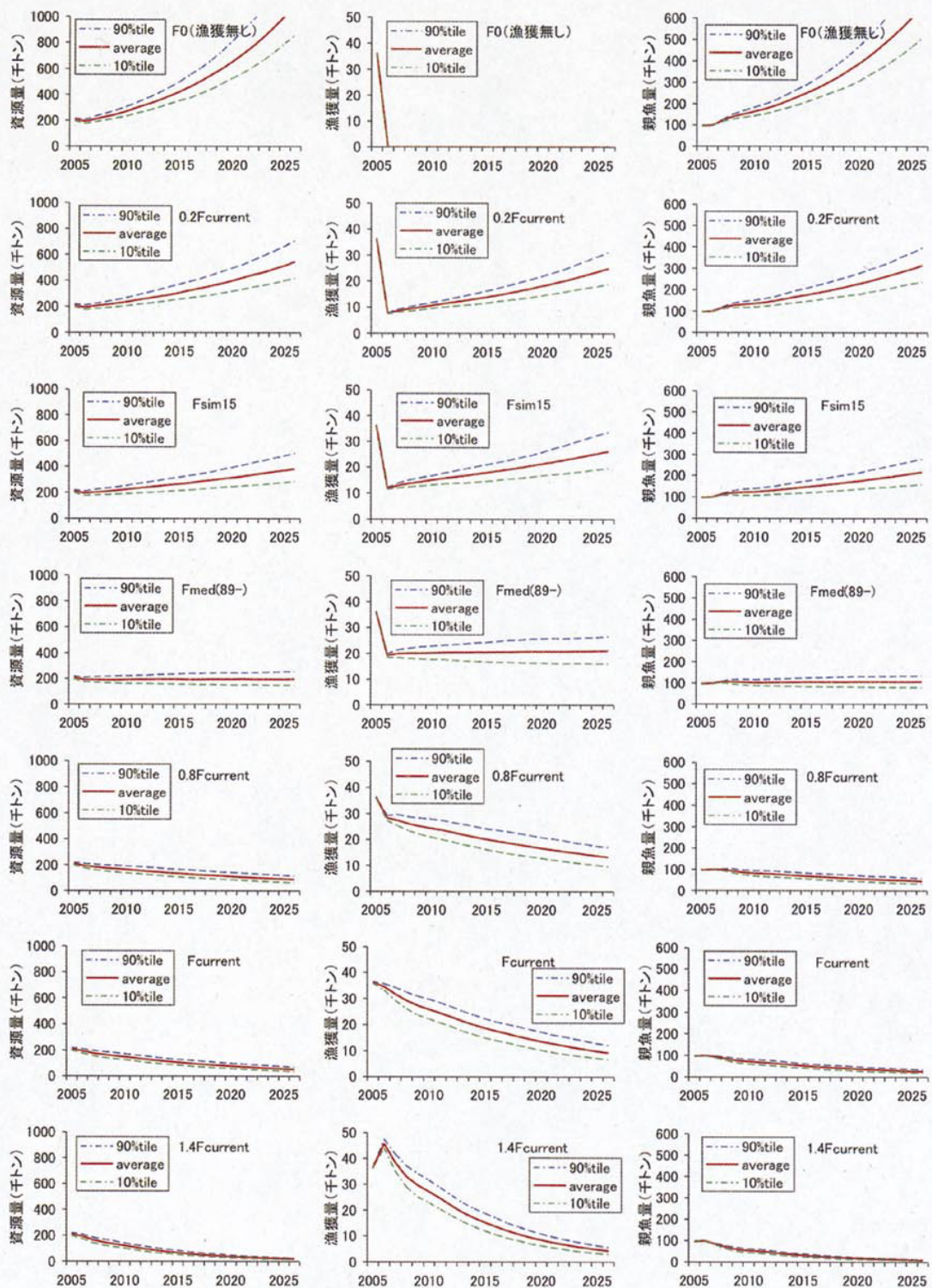


図25. 加入量の不確実性に関するシミュレーション結果（資源量、漁獲量、産卵親魚資源量）。上から、漁獲せず、0.2Fcurrent(=0.100)、Fsim15(=0.156)、Fmed(1989-2002)(=0.261)、0.8Fcurrent(=0.401)、Fcurrent(=0.501)、一番下は1.4Fcurrent(=0.701)の場合。加入量は1989-2002年度のRPSから重複を許してランダムに抽出した。

補足資料1 資源量の計算

資源量の推定には、Pope(1972)の近似によるコホート解析を用いた。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、これまでは基本的に直近3カ年の年齢別Fの平均値を用いていたが（八吹 2004）、昨年度の評価においては、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を求める作業を行った（八吹 2005）。本年度の計算においても同様に2002年のFを除いた直近3年（あるいは5年）の平均値をterminalFとしてコホート解析を行ったところ、近年親魚資源量が増加傾向にあることを示す結果が得られた。しかしながら、実際の漁況および調査船調査の結果からは、むしろ近年の親魚量が減少している可能性が示唆されており（図5, 6, 13, 14）、この方法で求めたterminalFを用いたコホート解析では、資源量及びそこから得られる親魚資源量を過大に推定している危険が高いと判断した。一方、2002年のFを含めた上で直近3カ年のFの平均値をterminalFとしてコホート解析を行ったところ、今度は資源量および親魚資源量が大幅に減少する結果となった（補足資料3）。昨年度の計算結果における親魚資源量及びそこから算出されたABCから大きく乖離した数値を出すことには、実際の漁業管理を考慮した場合、実効上問題があると考え、本年度は、terminalFの変動がより安定するであろうと考えられる、直近5カ年（1999～2003年）の平均値を用いることとした。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	689

年齢別の成熟率を以下に示す。成熟は3歳で一部始まり、100%成熟年齢は6歳である。

年齢	2	3	4	5	6	7	8≤
成熟率	0	0.3	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0

加入は、2歳から一部が漁獲対象となり、6歳で半数強が加入、9歳で完全加入する。

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1999-2003年度の5年間の平均のFと年齢別加入割合を示す。

年齢	2	3	4	5	6	7	8	9	10≦
漁獲係数	0.031	0.117	0.227	0.266	0.307	0.340	0.395	0.501	0.501
加入割合	0.062	0.234	0.453	0.532	0.613	0.678	0.789	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.

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（=2001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	17,018	13,620	10,844	1,445	2,916	511	2,423	58,205	9,387	3,105	3,737	10,846	277	8,200	154
3歳	25,940	26,399	30,054	57,519	27,218	13,671	112,981	116,906	131,149	30,964	227,526	75,287	22,723	24,135	36,715
4歳	64,047	37,594	51,036	75,916	66,309	37,132	70,823	241,203	230,837	121,395	96,922	283,027	42,150	31,107	72,261
5歳	107,534	65,027	54,089	66,046	75,912	52,579	32,225	36,001	115,602	145,520	86,647	70,757	92,175	40,704	24,353
6歳	44,639	38,470	42,179	40,288	48,256	45,146	27,131	20,102	18,718	64,849	73,613	42,677	41,283	46,353	20,246
7歳	14,116	21,619	17,398	24,353	31,244	27,424	19,042	17,897	10,634	16,635	25,516	29,483	31,583	19,417	22,822
8歳	6,695	7,713	7,111	7,923	11,149	12,792	8,587	7,049	3,999	9,741	9,518	10,859	18,353	9,806	8,827
9歳	8,245	7,174	6,219	5,863	9,611	5,794	6,594	4,827	2,693	4,515	4,077	2,005	6,572	4,362	6,018
10歳+	4,517	5,402	2,216	4,200	3,739	3,901	3,575	2,138	1,065	3,282	2,750	1,962	3,165	3,074	3,218
合計	292,750	223,017	221,146	283,553	276,355	198,951	283,382	504,328	524,083	400,007	530,305	526,903	258,282	187,157	194,614

年齢別漁獲尾数 (千尾)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2歳	2,245	3,011	13,744	273	20,569	11,887	2,453	5,656	6,288
3歳	25,834	24,538	14,510	3,100	5,753	46,350	33,922	9,294	22,729
4歳	87,304	18,562	12,091	23,318	9,677	22,589	65,107	6,951	26,187
5歳	108,863	45,662	23,147	22,035	9,071	13,970	29,566	14,533	14,562
6歳	46,639	44,880	37,540	20,161	10,227	7,774	18,464	11,720	11,687
7歳	13,271	30,739	15,624	16,606	12,115	6,762	11,148	9,360	4,897
8歳	9,305	14,526	9,352	6,254	11,866	6,200	8,159	8,278	4,098
9歳	1,084	9,470	4,459	3,193	7,042	6,144	6,599	5,523	3,498
10歳+	1,433	3,145	4,828	3,034	5,279	7,425	6,615	6,483	3,744
合計	295,979	194,534	135,295	97,974	91,599	129,099	182,035	77,799	97,691

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	2,283	1,827	1,455	194	391	69	325	7,809	1,259	417	501	1,455	37	1,100	21
3歳	5,942	6,047	6,884	13,175	6,234	3,131	25,879	26,778	30,040	7,092	52,115	17,245	5,205	5,528	8,410
4歳	20,898	12,266	16,652	24,770	21,636	12,116	23,109	78,701	75,319	39,610	31,624	92,348	13,753	10,150	23,578
5歳	45,740	27,659	23,007	28,092	32,289	22,365	13,707	15,313	49,171	61,897	36,855	30,097	39,207	17,313	10,359
6歳	21,655	18,662	20,461	19,544	23,409	21,901	13,162	9,751	9,080	31,459	35,710	20,703	20,027	22,486	9,821
7歳	7,688	11,775	9,476	13,264	17,017	14,936	10,371	9,747	5,792	9,060	13,897	16,058	17,202	10,575	12,430
8歳	3,819	4,400	4,056	4,519	6,359	7,297	4,898	4,021	2,281	5,556	5,429	6,194	10,468	5,593	5,035
9歳	4,764	4,145	3,593	3,388	5,553	3,348	3,810	2,789	1,556	2,609	2,355	1,159	3,797	2,520	3,477
10歳+	3,110	3,719	1,526	2,892	2,574	2,686	2,462	1,472	733	2,260	1,893	1,351	2,179	2,117	2,215
合計	115,897	90,500	87,110	109,838	115,464	87,848	97,722	156,382	175,231	159,959	180,381	186,609	111,875	77,383	75,346

年齢別漁獲重量(トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2歳	301	404	1,844	37	2,759	1,595	329	759	844
3歳	5,917	5,620	3,324	710	1,318	10,617	7,770	2,129	5,206
4歳	28,486	6,057	3,945	7,608	3,157	7,370	21,244	2,268	8,544
5歳	46,304	19,422	9,846	9,373	3,858	5,942	12,576	6,181	6,194
6歳	22,625	21,771	18,211	9,780	4,961	3,771	8,957	5,686	5,670
7歳	7,228	16,742	8,510	9,045	6,599	3,683	6,072	5,098	2,667
8歳	5,308	8,286	5,334	3,567	6,769	3,536	4,654	4,722	2,337
9歳	627	5,472	2,576	1,845	4,069	3,550	3,813	3,191	2,021
10歳+	987	2,165	3,324	2,089	3,634	5,112	4,555	4,464	2,578
合計	117,783	85,940	56,914	44,053	37,124	45,175	69,969	34,497	36,062

マトリックス

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	0.029	0.022	0.021	0.004	0.007	0.000	0.002	0.062	0.015	0.002	0.007	0.022	0.000	0.014	0.000
3歳	0.064	0.061	0.067	0.160	0.106	0.045	0.132	0.125	0.210	0.069	0.248	0.220	0.062	0.045	0.084
4歳	0.214	0.130	0.171	0.255	0.297	0.217	0.370	0.490	0.412	0.325	0.337	0.598	0.195	0.120	0.196
5歳	0.578	0.372	0.298	0.372	0.467	0.435	0.316	0.345	0.493	0.533	0.434	0.471	0.419	0.311	0.137
6歳	0.545	0.445	0.470	0.403	0.549	0.606	0.447	0.353	0.322	0.615	0.611	0.421	0.598	0.409	0.265
7歳	0.367	0.600	0.394	0.589	0.680	0.763	0.601	0.650	0.339	0.568	0.561	0.568	0.688	0.682	0.386
8歳	0.399	0.373	0.426	0.332	0.637	0.718	0.617	0.496	0.305	0.642	0.824	0.529	0.945	0.502	0.847
9歳	0.807	1.121	0.631	0.827	0.950	0.904	1.189	0.958	0.379	0.727	0.662	0.425	0.781	0.654	0.720
10歳+	0.807	1.121	0.631	0.827	0.950	0.904	1.189	0.958	0.379	0.727	0.662	0.425	0.781	0.654	0.720
加重平均	0.198	0.148	0.146	0.219	0.251	0.122	0.121	0.210	0.256	0.173	0.267	0.344	0.177	0.121	0.139

マトリックス

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2歳	0.009	0.013	0.069	0.001	0.061	0.060	0.011	0.021	0.031
3歳	0.108	0.135	0.087	0.021	0.038	0.207	0.265	0.055	0.117
4歳	0.310	0.111	0.096	0.207	0.090	0.217	0.537	0.083	0.227
5歳	0.541	0.280	0.209	0.268	0.122	0.193	0.522	0.228	0.266
6歳	0.447	0.478	0.418	0.301	0.202	0.154	0.447	0.430	0.307
7歳	0.295	0.648	0.320	0.349	0.315	0.211	0.365	0.458	0.340
8歳	0.283	0.657	0.440	0.216	0.483	0.279	0.451	0.546	0.395
9歳	0.236	0.557	0.456	0.277	0.428	0.533	0.581	0.685	0.501
10歳+	0.236	0.557	0.456	0.277	0.428	0.533	0.581	0.685	0.501
加重平均	0.268	0.227	0.180	0.145	0.119	0.181	0.301	0.128	0.157

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	696,762	723,869	606,936	416,560	474,501	1,395,815	1,523,187	1,127,381	723,963	1,586,691	586,716	588,984	836,097	708,244	385,992	
3歳	476,779	501,527	524,533	440,296	307,352	349,009	1,033,606	1,126,320	785,087	528,246	1,172,777	431,434	426,995	619,157	517,622	
4歳	377,271	348,424	367,293	381,984	292,142	215,346	259,743	705,267	774,009	495,688	384,073	712,569	269,560	312,491	460,901	
5歳	277,610	237,298	238,176	241,008	230,494	169,003	134,942	139,787	336,402	399,086	278,911	213,583	305,179	172,737	215,916	
6歳	120,330	121,304	127,422	137,758	129,412	112,516	85,218	76,655	77,096	159,972	182,388	140,751	103,895	156,329	98,607	
7歳	52,044	54,320	60,522	62,013	71,732	58,201	47,787	42,425	41,959	43,523	67,357	77,081	71,955	44,482	80,843	
8歳	23,071	28,074	23,225	31,781	26,805	28,292	21,126	20,411	17,247	23,293	19,215	29,940	34,012	28,166	17,507	
9歳	16,876	12,059	15,058	11,813	17,759	11,037	10,745	8,875	9,676	9,903	9,544	6,566	13,734	10,292	13,282	
10歳+	9,245	9,081	5,366	8,462	6,910	7,431	5,826	3,931	3,826	7,199	6,438	6,423	6,614	7,254	7,102	
合計	2,049,988	2,035,956	1,968,531	1,731,675	1,557,106	2,346,649	3,122,180	3,251,052	2,769,265	3,253,602	2,707,421	2,207,329	2,068,041	2,059,152	1,797,774	

年齢別資源尾数 (千尾)																
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005						
2歳	300,598	270,976	240,686	236,701	402,610	236,342	270,503	320,633	240,800	185,387						
3歳	285,817	220,756	198,152	166,475	175,117	280,557	164,855	198,282	232,662	172,977						
4歳	370,723	199,797	150,270	141,516	126,915	131,305	177,594	98,453	146,220	161,139						
5歳	295,180	211,674	139,221	106,361	89,634	90,302	82,326	80,854	70,540	90,767						
6歳	146,664	133,816	124,555	87,998	63,388	61,802	57,999	38,023	50,144	42,086						
7歳	58,928	73,063	64,610	63,875	50,741	40,342	41,272	28,875	19,269	28,738						
8歳	42,820	34,181	29,774	36,530	35,091	28,825	25,451	22,304	14,228	10,685						
9歳	5,845	25,137	13,801	14,935	22,931	16,857	16,978	12,621	10,065	7,465						
10歳+	7,725	8,347	14,944	14,191	17,189	20,372	17,020	14,816	10,772	9,836						
合計	1,514,301	1,177,746	976,014	868,581	983,615	906,703	853,997	814,861	794,702	709,080						

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	93,476	97,112	81,425	55,884	63,658	187,259	204,346	151,246	97,125	212,866	78,712	79,016	112,168	95,016	51,784	
3歳	109,208	114,876	120,146	100,851	70,400	79,942	236,751	257,987	179,827	120,996	268,628	98,821	97,805	141,820	118,563	
4歳	123,099	113,686	119,843	124,636	95,322	70,264	84,751	230,119	252,549	161,736	125,318	232,502	87,954	101,962	150,386	
5歳	118,081	100,934	101,308	102,513	98,040	71,885	57,398	59,458	143,088	169,751	118,634	90,847	129,807	73,473	91,840	
6歳	58,373	58,846	61,813	66,828	62,779	54,583	41,340	37,186	37,400	77,604	88,478	68,279	50,400	75,837	47,835	
7歳	28,346	29,585	32,963	33,776	39,069	31,699	26,027	23,107	22,853	23,705	36,686	41,982	39,190	24,227	44,031	
8歳	13,160	16,014	13,248	18,128	15,289	16,138	12,050	11,643	9,838	13,287	10,961	17,078	19,400	16,066	9,986	
9歳	9,751	6,968	8,700	6,825	10,261	6,377	6,208	5,128	5,591	5,722	5,515	3,794	7,936	5,947	7,674	
10歳+	6,365	6,252	3,695	5,826	4,757	5,116	4,011	2,707	2,634	4,957	4,433	4,422	4,554	4,994	4,890	
合計	559,857	544,274	543,141	515,267	459,575	523,262	672,882	778,581	750,904	790,623	737,365	636,742	549,215	539,342	526,989	

年齢別資源重量 (トン)

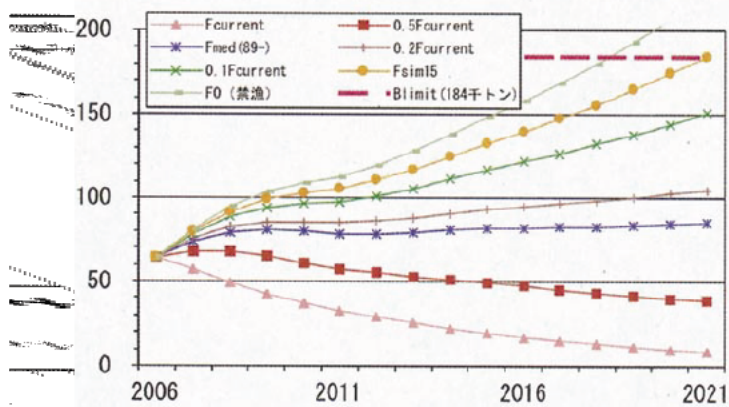
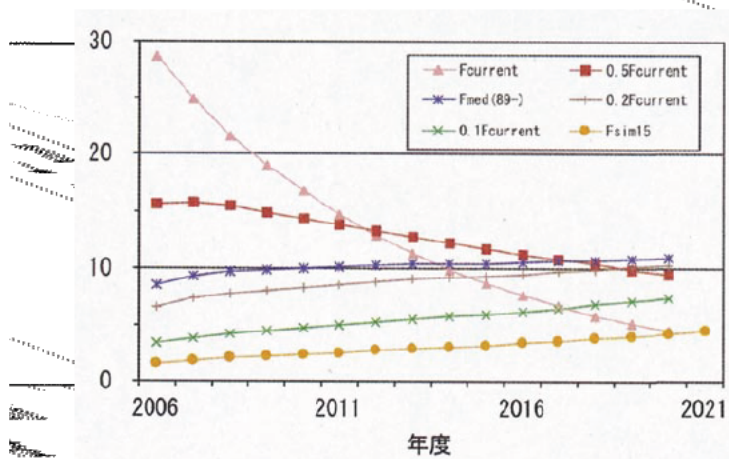
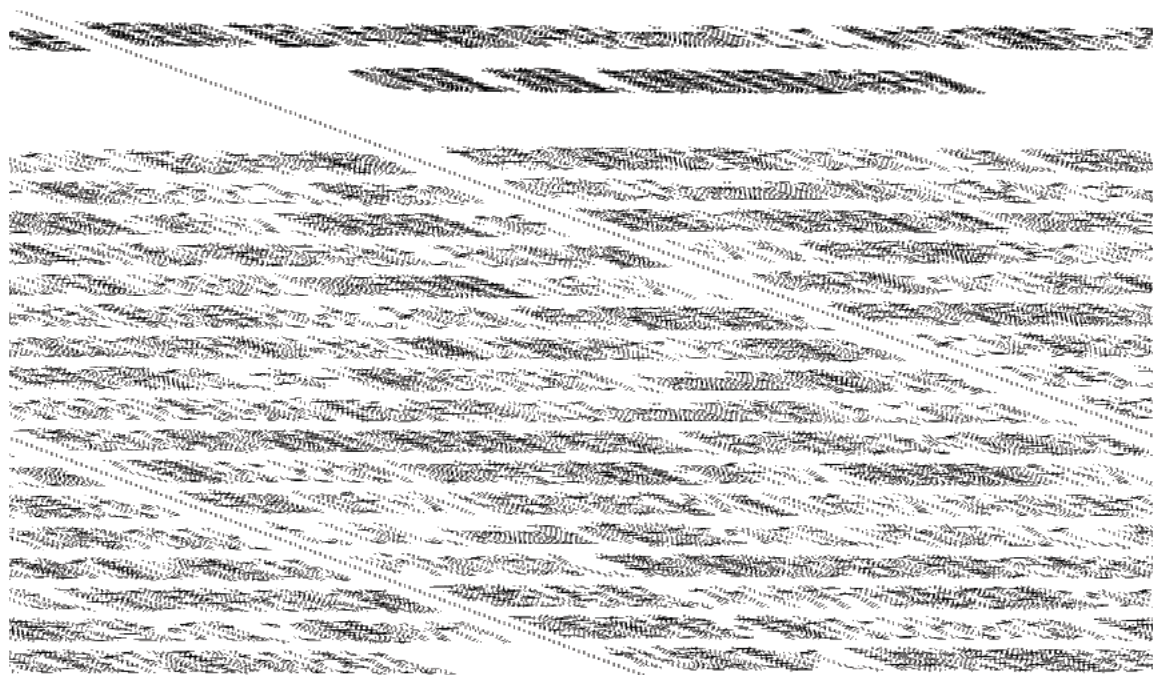
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	40,327	36,353	32,290	31,755	54,013	31,707	36,290	43,015	32,305	24,871
3歳	65,467	50,565	45,387	38,132	40,111	64,262	37,760	45,417	53,292	39,621
4歳	120,962	65,191	49,031	46,175	41,411	42,843	57,947	32,124	47,710	52,578
5歳	125,554	90,035	59,217	45,240	38,126	38,410	35,017	34,391	30,004	38,607
6歳	71,148	64,915	60,423	42,688	30,750	29,981	28,136	18,445	24,325	20,416
7歳	32,095	39,794	35,190	34,790	27,636	21,972	22,479	15,727	10,495	15,652
8歳	24,425	19,497	16,983	20,837	20,016	16,442	14,517	12,722	8,116	6,095
9歳	3,377	14,524	7,974	8,629	13,249	9,740	9,810	7,292	5,815	4,313
10歳+	5,319	5,747	10,289	9,770	11,834	14,026	11,718	10,201	7,417	6,772
合計	488,675	386,621	316,785	278,016	277,146	269,383	253,673	219,334	219,479	208,925

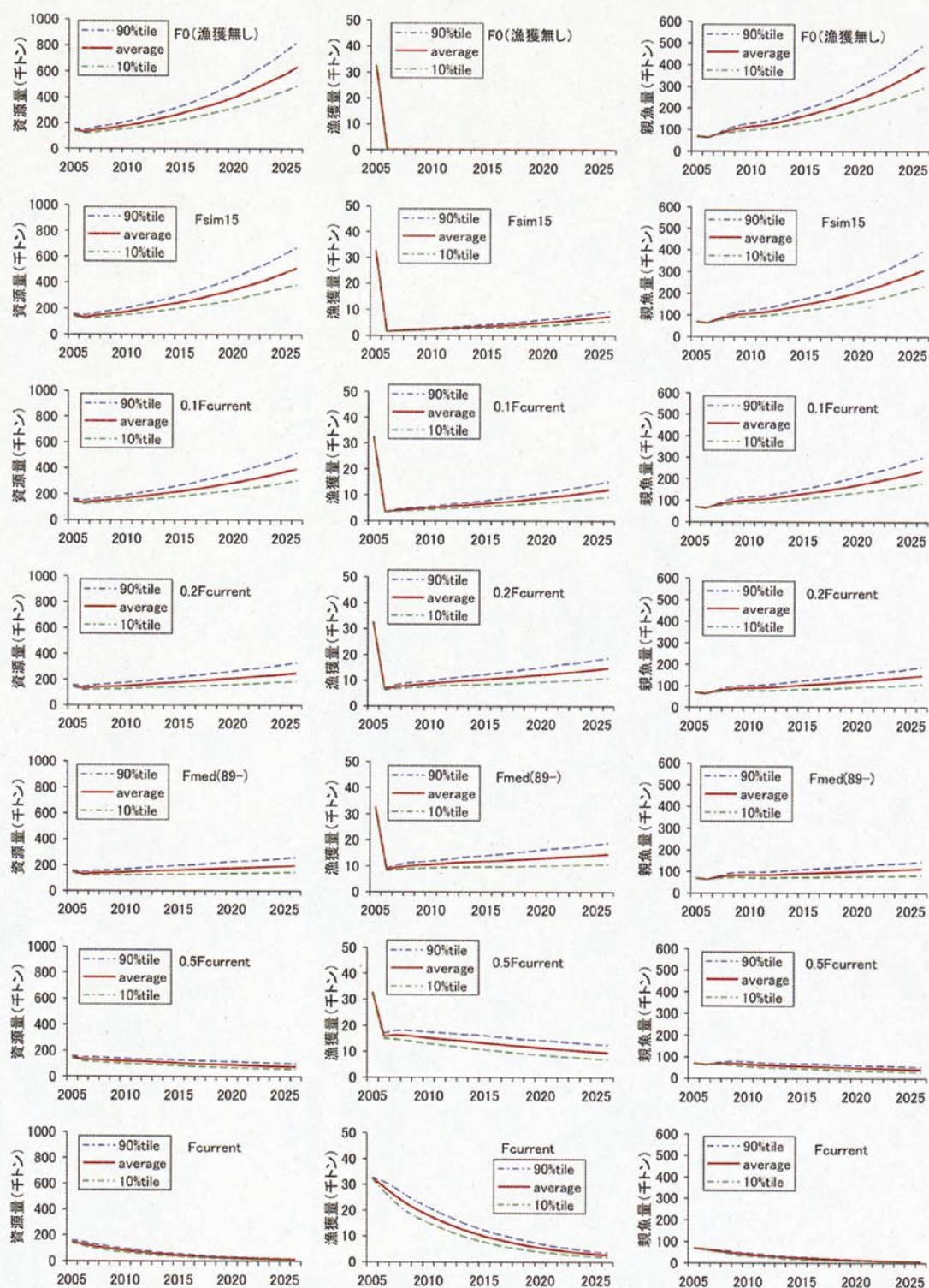
親魚量 (トン)

	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	40,646	37,538	39,571	41,154	31,475	23,201	27,984	75,984	83,390	53,404	41,379	76,771	29,042	33,667	49,657
5歳	84,639	72,349	72,616	73,480	70,274	51,527	41,142	42,619	102,564	121,676	85,036	65,118	93,045	52,665	65,830
6歳	54,202	54,641	57,396	62,052	58,293	50,682	38,386	34,529	34,727	72,058	82,155	63,400	46,799	70,418	44,417
7歳	27,927	29,148	32,477	33,277	38,492	31,231	25,643	22,766	22,516	23,355	36,144	41,362	38,611	23,869	43,381
8歳	13,160	16,014	13,248	18,128	15,289	16,138	12,050	11,643	9,838	13,287	10,961	17,078	19,400	16,066	9,986
9歳	9,751	6,968	8,700	6,825	10,261	6,377	6,208	5,128	5,591	5,722	5,515	3,794	7,936	5,947	7,674
10歳+	6,365	6,252	3,695	5,826	4,757	5,116	4,011	2,707	2,634	4,957	4,433	4,422	4,554	4,994	4,890
合計	236,690	222,910	227,703	240,743	228,842	184,271	155,425	195,374	261,260	294,458	265,623	271,945	239,387	207,626	225,835

親魚量 (トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	39,941	21,526	16,190	15,247	13,674	14,146	19,134	10,607	15,753	17,361
5歳	89,996	64,536	42,446	32,428	27,328	27,532	25,100	24,651	21,507	27,673
6歳	66,064	60,276	56,105	39,638	28,553	27,838	26,125	17,127	22,587	18,957
7歳	31,621	39,206	34,670	34,276	27,228	21,648	22,147	15,495	10,340	15,421
8歳	24,425	19,497	16,983	20,837	20,016	16,442	14,517	12,722	8,116	6,095
9歳	3,377	14,524	7,974	8,629	13,249	9,740	9,810	7,292	5,815	4,313
10歳+	5,319	5,747	10,289	9,770	11,834	14,026	11,718	10,201	7,417	6,772
合計	260,743	225,312	184,658	160,825	141,882	131,372	128,550	98,095	91,535	96,593





付図3-2. terminalFを変えたコホート解析に基づく、様々なFの下での資源量、漁獲量および親魚資源量の将来予測のシミュレーション結果(図25との対比として)

上から、漁獲せず、Fsim15(=0.030)、0.1Fcurrent(=0.050)、0.2Fcurrent(=0.100)、Fmed(1989-2002)(=0.171)、0.5Fcurrent(=0.328)、一番下はFcurrent(=0.656)の場合。加入量は1989-2002年度のRPSから重複を許してランダムに抽出した。

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、9 および 10 の元データ)

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

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

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