

## 平成16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(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年度以降減少傾向を示し、2003年度には、1970年度以降最低の3.3万トンとなった。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、産卵親魚量は回復の閾値（18.1万トン）を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いいため、1989年度以降の加入状態が継続するとして、スケトウダラ日本海北部系群の、産卵親魚量を緩やかに回復の閾値まで増加させる漁獲可能量を算定した。

	2005年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	15千トン	Frec	0.15	6%
ABCtarget	12千トン	0.8Frec	0.12	5%

漁獲割合はABC / 資源量、F値は10歳魚のものである。

### 許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
産卵親魚量の回復。	Flimit	ABClimit 15千トン	A:64%、B:79%、C:1%、 D:19千トン
産卵親魚量の回復。予防的措置をとる。	Ftarget	ABCtarget 12千トン	A:85%、B:95%、C:0%、 D:16千トン

\* 1989～2001年度の再生産成功率を重複を許してランダム発生させて1000回シミュレーションを行った。

A:2014年度の親魚量がBlimitを上回る率

B:2019年度の親魚量がBlimitを上回る率

C:2014年度の親魚量が2005年度の親魚量を下回る率

D:2005～2009年度の平均漁獲量

### 参考値

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
近年 <sup>*</sup> の漁獲圧を継続	F(2001)	28千トン	A:1%、B:1%、C:41%、

する。			D:29千トン
2003年度の親魚量(15万トン)の維持	0.8Fcurrent	19千トン	A:28%、B:37%、C:6%、 D:23千トン
資源の現状維持(1989年度以降の加入状況で)	Fmed (1989-2001)	16千トン	A:57%、B:72%、C:1%、 D:20千トン

\*:2002年度は1998年級群に対して高い漁獲圧力がかかったと考えられるため、それ以前の比較的Fが安定していた1999年からの3年間の最後の2001年のFとした。

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2002	329	59	0.37	18%
2003	262	33	0.33	13%
2004	254			

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	181千トン	卓越年級群の発生を期待できる最低の親魚量
2003年	親魚量	149千トン	

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、2003年の漁獲量は21万9千トン(平成15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、4)。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、日口双方の水域間における資源の交流は少ないと考えられ、日口双方は、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

成熟は2歳で始まり、100%成熟年齢は6歳である(図3)。

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4)。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 2003)。

#### (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漁獲量が最も多かった年においても、全体の10%を占める程度である。

#### (2) 漁獲量の推移

表1と図5に1970年度からの北海道周辺における北部日本海系群の漁獲量を示した。漁獲

量は1992年度まで、7.2～15.4万トンの範囲で大きく増減を繰り返していた。

近年の日本漁船による漁獲量(表2)は、1993年度以降減少傾向を示し、2003年度には1970年度以降最低の3.3万トンとなった。漁業種類別に見ると、沖底による漁獲の減少が大きい。沿岸漁業も漸減傾向を示している。

韓国漁船による漁獲量(表1)は、韓国からの報告によれば、1987年度以降1998年度まで、北海道日本海海域において0.2～1.9万トンであった。

### (3) 漁獲努力量

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3と図6に示した。これ以外の、トロール船では1987年度以降減少傾向を示し、1993年度以後は61～1,357網と低い水準にある。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となっている。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。1994～1997年度は15千網前後の水準で横ばい傾向を示していたが、1998年度以降減少し、2000年度には1999年度の半分の8.0千網となった。この減少の要因としては、減船があげられる。その後努力量は9千網前後で推移している。

なお、小樽から稚内までを根拠地とする沖底船の隻数は、1998年末には33隻であったが、2002年末には19隻にまで減少した(北海道機船漁業協同組合連合会資料)。また、青森県(日本海)の沖底船も1999年度に3隻減船し操業隻数は9隻から6隻となっている。

## 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。

なお、近年の沖底の漁獲量の減少、沿岸漁業の比率の増加に対応して、本年度より年齢別の平均体重と年齢別の成熟率を変更した。これまで用いていた体重は、1990年前後に稚内の沖底漁獲物から算定した資料であったが、新しい資料は、1995～2002年の3～5月の沖底および松前の刺し網の漁獲物測定資料から算定したものであり、より現状を反映した平均体重となっている。また、成熟率の変更の影響は、2002年度の親魚量について、古い成熟率を用いた場合159千トン、新しい成熟率を用いると169千トンで、古い成熟率を用いた場合より約6%増加した。

### (2) 資源量指標値の推移

北海道根拠沖底船のうち、トロール船と100トン未満のかけまわし船では1980年度以降、努力量は非常に低い水準まで減少しているため、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場合、1990年度前後に4.0トン/網へと若干増加した後、1993年度以降2.5トン/網前後で推移していた。2002年度には4.8トン/網と大きく増加したが2003年度には、1.5トン/網まで減少した(表3、図7)。

図8に、北海道立水産試験場が実施している計量魚探によるスケトウダラ漁期前調査の、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）。右側の図中に黒枠で示した海域における2002年と2003年のスケトウダラの分布量は、3万トンと9千トンで、大幅に減少していた。この海域は、幼魚の成育場と考えられており、この調査結果から、加入が好転していないことが推測される。

### （3）漁獲物の年齢組成の推移

図9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。しかし、1997年度以降、これらの年齢のスケトウダラの漁獲量は非常に少なくなった。また、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歳魚の漁獲が多く、この1998年級群の豊度がそれまでの年級群に比べて高いと推測したが、2003年度の5歳魚の漁獲は多くなかった。

### （4）資源量の推移

資源量の計算結果を表4と図10～12に示した。なお、昨年度までの評価結果との相違について補足資料4にまとめた。

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、2003年度には26万トンにまで減少した。

1998年級群の豊度は、5.0億尾（2歳魚時点）で、1994～1997年級群の3億尾前後に比べれば高かった。しかし、1998年級群の2003年度5歳時点での資源尾数を、その他の年級群と比較すると、1994～1997年級群と同程度の水準にまで落ち込んでおり、1998年級群への漁獲圧力は高かったと推測される。

2002年度の漁獲割合（図12）が、1995年度以降の傾向から外れて大きく上昇しており、その年の漁獲の中心が4歳魚（1998年級群）であったことから、1998年級群に過剰な漁獲圧がかかったと推測される。

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13に示した。なお、産卵親魚量は、産卵期が漁期年の終わりにあることと、コホート解析の1年が産卵終了直後の4月から始まることから、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た。図13の横軸は加入群の年級を表示している。そのため、2000年級群では、加入量として2002年度の2歳魚の資源尾数、それを生み出した親として1999年度の産卵親魚量、それらから計算した再生産成功率を示してある。

豊度の高い1984～1988年級群では1987年級群の7.2億尾を除けば加入時（2歳）の資源尾数は10億尾を越えていた。この10億尾以上を卓越年級群とすると、1981年級群以降では、1984、1985、1986、1988年級群が卓越年級群となる。加入量は、1989年級群以降減少し、2001年級群では1.4億尾と非常に低い水準になった。1989年度以降再生産の状況が悪化したとみられ、今後の資源管理上の不安要因となっている。

図14に、各年齢での資源尾数で重み付けた2歳から10歳+の漁獲係数Fの平均値の経年変化を示した。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。1997年度以降減少していたFが2002年度に大きく上昇しているが、これは3～5歳魚に対する漁獲圧が高かったことによるようである。

図15に、1998～2002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2003年度のF ( $F_{current}$ ) が $F_{med}$ よりも大きく、加入が良くない状況では、現状の漁獲を継続すると資源の維持が難しいと考えられた。

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16)。3歳以上に用いているMの値、0.25を $\pm 0.05$ 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 $\pm 0.05$ 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+4.7万トン(18%)と-3.4万トン(-14%)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、2.5万トン(15%)と-2.1万トン(-12%)であった。

#### (5) 資源水準・動向の判断

1981～2003年度の23年間の資源量推定値から2003年度の資源量26万トンは、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17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。卓越年級群は、ある水準の産卵親魚量がある場合に発生するが、それらの間には明瞭な関係は見られない。そのために、ここでは、過去に卓越年級群を生み出した最低の産卵親魚量を漁獲規制を開始する閾値( $B_{limit}=18.1$ 万トン)として、産卵親魚量がこれ以上の場合には、基本的には産卵親魚量を踏まえつつ現状維持することを管理の目標とする。なお、この $B_{limit}$ は、過去の経験から、この量以上に産卵親魚量を維持している場合に、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である。

産卵親魚量が $B_{limit}$ 以上に維持され、親子の関係のプロットが時系列的にランダムにプロットされる場合は、上記の管理が本系群にとっては適した管理方策と考えられる。しかし、1989年度以降の親子関係は、左下がりの直線関係に近く、近年は産卵親魚量が $B_{limit}$ を下回り、産卵親魚量が少なければ、それに応じて加入量も減少する関係を示している。

なお、本年から、用いた平均体重が増加したため、昨年度より $B_{limit}$ の値は大きくなったが、解析・将来予測においては、基本的な計算は資源尾数によること、また、全てに一貫した年齢別平均体重を用いることにより、目標達成に要する年限などに対して、 $B_{limit}$ が大きくなった影響は、小さいと考えられる。

#### (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、1990～2000年代の発生年級では減少傾向を示している(図13)。2002年度の産卵親魚量は16.9万トンで、 $B_{limit}$ を下回っており、さらに、2003年度の産卵親魚量は14.9万トンで(表4)、親魚量の減少傾向は継続している。このため、ABC算定のための今後の加入量には、加入量が大きく減少した

1989年級群以降のRPSの中央値を仮定することが適当と考えられる。

### (3) 資源と海洋環境の関係

本系群の資源と海洋環境の関係については、以下の仮説のもとに関係解明の調査が、水産庁委託事業の資源動向要因分析調査によって本年度より始まった。本仮説が証明されることにより、気象・海象の情報から新規加入の状況を早期に把握可能となることが期待される。

仮説：本系群の年級豊度は、北西風と対馬暖流の相互作用による卵稚仔の移送状況によって決定される。北西風が強く対馬暖流が弱いときには、石狩、岩内湾で生まれた卵稚仔が巧く武蔵堆北東部に移送されて着底し、年級豊度は高くなる。一方、北西風が弱い場合や対馬暖流が強いときには、卵稚仔がオホーツク海側へ移送されてしまい年級豊度は低くなる。

### (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を計算する。2004年度のFは2003年度と同じであったと仮定し、Fの年齢別選択率は、1998～2002年の5年間の平均とした。F<sub>current</sub>は、2003年度の10歳魚のFで0.333で、F<sub>med</sub>(1989-2001)は、0.215である。また、1989年度以降2003年度までの15年間資源量が減少傾向を示し、現在産卵親魚量はB<sub>limit</sub>を下回る状況となっているため、今後15年かけて産卵親魚量をB<sub>limit</sub>まで回復させるFを計算した(F<sub>sim</sub>=0.205)。これらを用いて、10年間の漁獲量と産卵親魚量の変化を計算した。なお、用いたFには、ABC算定規則に合わせて、産卵親魚量 < B<sub>limit</sub>の場合には産卵親魚量/B<sub>limit</sub>を乗じてある。結果を、下表および図18に示した。

		漁獲量(万トン)									
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0.166	0.5F <sub>current</sub>	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2
0.205	0.61F <sub>current</sub>	1.5	1.6	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3
0.266	0.8F <sub>current</sub>	1.9	2.0	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4
0.333	1.0F <sub>current</sub>	2.4	2.3	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3
0.400	1.2F <sub>current</sub>	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3
		親魚量(万トン)									
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0.166	0.5F <sub>current</sub>	14.1	15.7	16.8	17.2	17.3	17.2	17.6	18.1	18.6	18.9
0.205	0.61F <sub>current</sub>	13.9	15.2	16.2	16.5	16.4	16.2	16.5	16.8	17.1	17.3
0.266	0.8F <sub>current</sub>	13.6	14.6	15.3	15.4	15.2	14.9	15.0	15.1	15.3	15.4
0.333	1.0F <sub>current</sub>	13.2	14.0	14.5	14.4	14.1	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
0.400	1.2F <sub>current</sub>	12.8	13.4	13.7	13.6	13.2	12.8	12.6	12.5	12.5	12.4

結果を見ると、F<sub>current</sub>以上の高い漁獲圧でも数年間は漁獲量を2万トン以上に維持できるが、その後は漁獲量、産卵親魚量とも減少する。逆に、現状の60%以下に漁獲圧を下げなければ産卵親魚量の回復は期待できない。この場合、当初の漁獲量は、1.5万トン程度であるが、そのFを継続すれば漁獲量は増加傾向を示す。0.8F<sub>current</sub>で、産卵親魚量は、15万トン前後で長期に安定した。

再生産関係の項で述べたように、現状では産卵親魚量と加入量の間には、左下がりの関係が継続していると想定されるため、産卵親魚量が増加するFを選択する必要がある。

#### (5)不確実性を考慮した検討

1989～2001年度のRPSが2004年度以降重複を許してランダムに現れるとして、上記で示した、0.8Fsim、Fsim、Fmed(1989-2001)、0.8Fcurrentおよび、Fcurrentで漁獲を続けた場合のシミュレーション(1000回)を行った。結果を下表および図19に示す。

F	2005-2009年度 の平均漁獲量 (千トン)	2014年度の親魚量 が2005年度の親魚 量を下回る割合(%)	2014年度の親魚 量がBlimitを上 回る割合(%)	2019年度の親魚 量がBlimitを上 回る割合(%)
0.8Fsim	16.3	0.2	85.2	95.4
Fsim	19.2	1.1	63.6	78.7
Fmed (1989-2001)	19.9	1.6	56.5	71.9
0.8Fcurrent	22.8	5.5	27.6	36.6
Fcurrent	26.1	20.3	5.0	6.3

Fsimの場合10年後、15年後にそれぞれ64%と79%の割合で産卵親魚量がBlimitを上回ることが期待でき、さらに0.8Fsimでは、それらが85%と95%と親魚の回復がより確実となっている。Fmed(1989-2001)では、10年後、15年後に産卵親魚量がBlimitを上回る割合は、57%と72%で、Fsimに比較して親魚量の回復が遅れる。図18の点推定で長期に産卵親魚量が安定した0.8Fcurrentは、10年後、15年後で、産卵親魚は28%、37%の割合でBlimitを上回った。Fcurrentでは、10年後、15年後に産卵親魚量がBlimitを上回る割合は、5%と6%で、親魚の回復は期待できない。

#### (6)漁獲制御方法

本系群の産卵親魚量と加入量は、1989年度以降減少傾向を示している。現状の産卵親魚量は、資源回復の閾値を下回っており、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)で検討してきたように、産卵親魚量を回復させるためには、漁獲圧力を減じる必要がある。Fsimで漁獲した場合、10年後に産卵親魚量が2005年度の親魚量を下回るとはほとんどなく、目標として設定した15年でのBlimitへの達成率が8割程度あるため、このFsimを管理の基準とする。

短期の将来予測の結果は、予測開始時の年齢別資源量に依存する。コホート解析の最近年の若齢魚の資源量推定値はその精度が低いため、毎年の最新の調査結果などから新規加入の状況についての情報を収集して、適切な漁獲制御方法についての検討を行う必要がある。

## 6. 2005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いる。これらから、資源状態は悪く、回復のための措置が必要と判断した。

(2) ABCの算定

利用可能な情報は、年々の資源量 (B) と産卵親魚量 (SSB)、加入量 (R) である。再生産関係が不明であるが、近年の再生産の状況から加入量を仮定して、基本規則1-1)を用いる。基準となるFはFsimである。

SSB<Blimitであるため、基本規則1-1)-(2)を用いた。

$$Flimit = Frec = Fsim * (SSB / Blimit) = 0.205 * 0.746 = 0.153$$

$$Ftarget = Flimit \times \quad (\quad \text{は標準値} 0.8 \text{を使用})$$

なお、参考値として、(1)近年(2001年度)の漁獲圧を継続した場合(F2001)、(2)2003年度の親魚量(15万トン)を維持した場合(0.8Fcurrent)、1989年度以降の加入状況が継続するとして、資源の現状を維持する場合(Fmed(1989~2001))の3通りについても2005年度の漁獲量を計算し、将来予測のシミュレーションを行なった。(1)は、2005年度の漁獲量は、28千トンと2003年度の漁獲量を若干下回る程度の漁獲量は維持できるが、将来の親魚量はBlimitを下回り、約40%の割合で2014年度の親魚量が2005年度の親魚量を下回った。(2)では、ABClimitに比べて4千トンほど2005年度の漁獲量は増加するが、2014年度および2019年度の親魚量がBlimitを上回る率はFlimitの場合の半分程度に減少した。(3)の場合は、Flimitとほぼ同様の結果となった。

	2005年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	15千トン	Frec	0.15	6%
ABCtarget	12千トン	0.8Frec	0.12	5%

漁獲割合はABC / 資源量、F値は10歳魚のものである。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
産卵親魚量の回復。	Flimit	ABClimit 15千トン	A:64%、B:79%、C:1%、 D:19千トン
産卵親魚量の回復。予防的措置をとる。	Ftarget	ABCtarget 12千トン	A:85%、B:95%、C:0%、 D:16千トン

\* 1989~2001年度の再生産成功率を重複を許してランダム発生させて1000回シミュレーションを行った。

A:2014年度の親魚量がBlimitを上回る率

B:2019年度の親魚量がBlimitを上回る率

C:2014年度の親魚量が2005年度の親魚量を下回る率

D:2005～2009年度の平均漁獲量

参考値

管理の考え方	管理基準	2005年漁獲量	評価
近年*の漁獲圧を継続する。	F(2001)	28千トン	A:1%、B:1%、C:41%、 D:29千トン
2003年度の親魚量(15万トン)の維持	0.8Fcurrent	19千トン	A:28%、B:37%、C:6%、 D:23千トン
資源の現状維持(1989年度以降の加入状況で)	Fmed (1989-2001)	16千トン	A:57%、B:72%、C:1%、 D:20千トン

\*:2002年度は1998年級群に対して高い漁獲圧がかかったと考えられるため、それ以前の比較的Fが安定していた1999年からの3年間の最後の2001年のFとした。

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F値	漁獲割合
2002	329	59	0.37	18%
2003	262	33	0.33	13%
2004	254			

指標	値	設定理由
Bban	未設定	
Blimit	親魚量 181千トン	卓越年級群の発生を期待できる最低の親魚量
2003年	親魚量 149千トン	

(4) ABCの再評価

評価対象年	管理基準	資源量	ABClimit	target	漁獲量	管理目標
2003年(当初) (2004年度の体重使用)	F40%SPR	270千トン (315千トン)	43千トン	32千トン	-	資源回復
2003年(2003年再評価) (2004年度の体重使用)	Fsim	343千トン (417千トン)	59千トン	49千トン	-	SSBの現状維持
2003年(2004年再評価)	Fsim	259千トン	11千トン	9千トン	33千トン	SSBの回復
2004年(当初) (2004年度の体重使用)	Fsim	313千トン (378千トン)	42千トン	34千トン		SSBの現状維持
2004年(再評価)	Fsim	254千トン	17千トン	14千トン		SSBの回復

計算に用いている平均体重が異なるため、2003年(2004年再評価)および2004年(再評価)とそれ以外の数値を直接比較はできない。( )書きの資源量については、2004年度の体重を使用して試算したもの。

昨年までの評価では、1998年級群を過大に評価していた。本年の評価では、1998年級群の豊度がそれほど大きなものではないということになった。コホート解析の性質上、本年の解析結果の1998年級群の豊度の方がより信頼性が高いと判断して、その結果を使用した。そのため、管理目標が親魚量の回復となり、Fが大幅に引き下げられた。

#### 7. ABC以外の管理方策の提言

2002年度より、北海道への再委託内容に北海道日本海海域における新規加入群量調査が加わり、漁業情報のみでなく、調査船による情報の充実に向けて調査・研究が進められている(三宅ほか 2001)。また、資源動向要因調査で、北海道日本海海域におけるスケトウダラの卵仔稚魚の調査も始まり、より早い時点での年級群豊度情報が得られるようになることが期待されている。

さらに、2005年度から北水研の新北光丸を用いた北海道日本海海域における現存量調査が計画されており、本調査が軌道に乗れば、新規加入量の早期把握が可能になるものと考えられる。本系群では、1998年級群の豊度の決定に時間がかかっているが、年級群の加入動向を早期に把握して、その規模と分布域に応じた管理を行ううえで、これらの調査の成果に期待がかかっている。

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。

未成年保護のため、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、漁獲物中の水子を有する個体の割合が基準をこえれば漁獲を終了し、産卵親魚の保護と産卵の助長に努めている。

今回、特定の体長の規制による漁獲量の将来予想を行うには準備不足のため、年齢による漁獲規制について検討した。体長制限が30cmであるため、年齢と体長の関係からこの規制体長が3歳魚に当たるとして、3歳魚以下の漁獲係数を0として、将来予測を行った(補足資料5)。その結果、今年では将来予測に用いるFの選択率の3歳以下の部分が低く抑えられており、3歳以下のFを0とすると親魚回復への助けにはなるが、効果は小さかった。それよりも、上述のABCの漁獲物組成に応じたTAC配分などによる適切な漁獲の管理が有効であろうと考えられた。

#### 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
- 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.

- 北海道立中央水産試験場資源管理部 (2003) 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2002年度、北海道水産林務部資源管理課、pp.5
- 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 (2002) 計量魚探によるスケトウダラ漁期前調査．調査速報
- 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.
- Minobe, S. (1997) A 50-70 year climatic oscillation over North Pacific and North America. Geophys. Res. Lett. 24, 683-686.
- 三宅博哉・石田良太郎・武藤卓志・安部幸樹・向井徹・飯田浩二 (2001) 音響資源調査で得られた北海道西岸日本海のスケトウダラ産卵群の分布特性と現存量．北水試研報, 59, 11-24.
- 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 .

表1．北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量（トン）

年度	沖合底びき網	沿岸漁業	韓国船	北海道合計
1970	55,908	38,460	-	94,368
1971	71,597	36,952	-	108,549
1972	101,376	33,867	-	135,243
1973	65,341	27,147	-	92,488
1974	72,424	25,670	-	98,094
1975	109,151	22,308	-	131,459
1976	48,497	23,392	-	71,889
1977	79,951	44,727	-	124,678
1978	86,680	52,972	-	139,652
1979	103,319	50,497	-	153,816
1980	82,928	49,943	-	132,871
1981	54,341	55,774	-	110,115
1982	41,969	47,267	-	89,236
1983	43,278	41,878	-	85,156
1984	71,997	38,919	-	110,916
1985	68,874	41,802	-	110,676
1986	43,140	33,224	-	76,363
1987	51,936	25,318	10,804	88,058
1988	80,777	33,069	12,186	126,032
1989	94,019	28,838	11,635	134,493
1990	90,429	30,343	4,677	125,448
1991	90,502	30,103	16,451	137,056
1992	97,459	22,984	18,786	139,229
1993	47,386	23,102	15,011	85,498
1994	41,018	20,027	5,774	66,819
1995	41,116	19,916	5,540	66,571
1996	58,693	18,482	9,384	86,559
1997	43,158	24,107	4,857	72,122
1998	36,430	16,527	2,119	55,076
1999	32,482	16,053	0	48,535
2000	25,952	13,204	0	39,157
2001	24,646	17,957	0	42,603
2002	39,733	17,670	0	57,402
2003	15,209	16,265	0	31,474

2002,2003年度は未確定

表2. 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
1985	117,468	117,468	-	110,676	68,874	41,802	-	6,792
1986	83,665	83,665	-	76,363	43,140	33,224	-	7,302
1987	94,351	83,547	10,804	88,058	51,936	25,318	10,804	6,293
1988	132,809	120,623	12,186	126,032	80,777	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	90,154	80,770	9,384	86,559	58,693	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	41,847	41,847	0	39,157	25,952	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	33,034	33,034	0	31,474	15,209	16,265	0	1,559

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。

本州日本海北部は年計。

2002,2003年度は未確定

表3．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
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	3.3
1996	1.1	15.3	0.7	1.8	3.4	6.0
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	1.6	2.2	9.4
2000	0.2	8.0	1.1	1.3	3.0	1.8
2001	-	9.7	1.4	-	2.3	2.0
2002	-	8.0	0.9	-	4.8	1.4
2003	-	9.3	1.1	-	1.5	1.2

表4. スケトウダラ日本海北部系群の資源解析結果

漁獲量、資源量、漁獲割合、Fは表左列の年度と漁獲統計、コホート解析結果がそのまま対応している。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歳時の年度で表示してある。

年度	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	産卵 親魚量 <sup>*1</sup> (千トン)	加入 2歳尾数 <sup>*2</sup> (千万尾)	漁獲割合 (%)	再生産 成功率 (尾/g)	F加重 平均
1981	119	552	225	59	22	0.0025	0.202
1982	97	533	228	41	18	0.0018	0.152
1983	92	528	236	47	17	0.0021	0.151
1984	118	499	219	140	24	0.0059	0.227
1985	117	443	181	152	27	0.0069	0.243
1986	84	515	175	113	16	0.0062	0.110
1987	94	674	213	73	14	0.0041	0.121
1988	133	779	269	159	17	0.0075	0.210
1989	142	752	297	59	19	0.0022	0.256
1990	132	792	285	60	17	0.0020	0.173
1991	145	740	273	86	20	0.0030	0.265
1992	146	641	246	73	23	0.0027	0.340
1993	91	557	219	43	16	0.0018	0.174
1994	71	552	237	36	13	0.0016	0.117
1995	71	546	269	36	13	0.0015	0.132
1996	90	517	240	32	17	0.0012	0.246
1997	76	429	207	38	18	0.0016	0.194
1998	58	373	192	50	16	0.0024	0.145
1999	52	355	185	19	15	0.0010	0.105
2000	42	370	190	22	11	0.0012	0.087
2001	46	358	195	16	13	0.0009	0.142
2002	59	329	169	-	18	- <sup>*3</sup>	0.247
2003	33	262	149	-	13	- <sup>*3</sup>	0.129

\*1:産卵親魚量は、左の年度に対応した親魚量。産卵親魚と加入の対応は、たとえば、1998年級群を生み出したのは、1997年度の産卵親魚となる。なお、1997年度の産卵親魚は、1998年度の初期資源（1997年度の生き残り）のうち、成熟したものとしている（本文参照）。

\*2:加入尾数は2歳魚時点での尾数を示す。左端の年度を発生年級（0歳時点の年度）とする。

\*3:2002、2003年度の発生年級群は2003年度にはまだ1歳と0歳であり、再生産成功率の計算は行っていない。

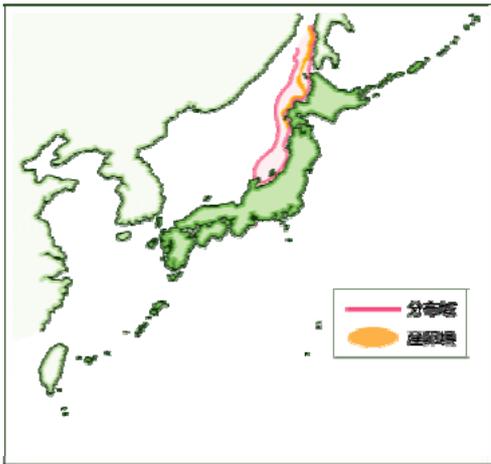


図1. スケトウダラ日本海北部系群の分布

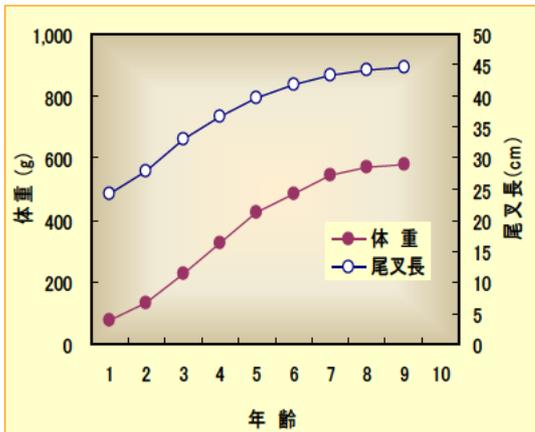


図2. スケトウダラ日本海北部系群の成長

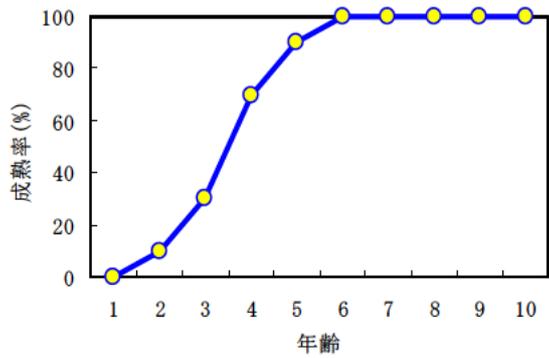


図3. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別成熟割合

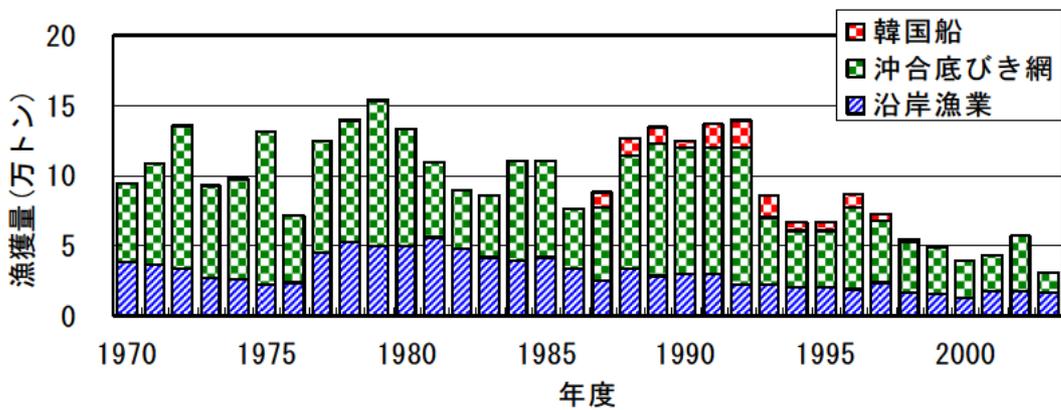


図5. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量



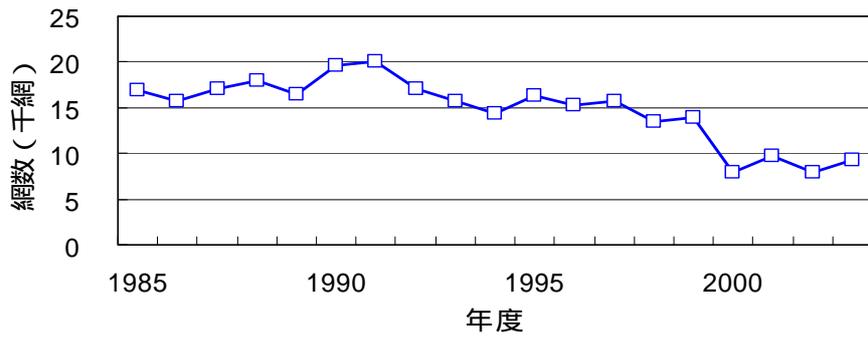


図6．北海道根拠の沖底船（かけまわし100トン以上）のスケトウダラ日本海北部系群に対する漁獲努力量

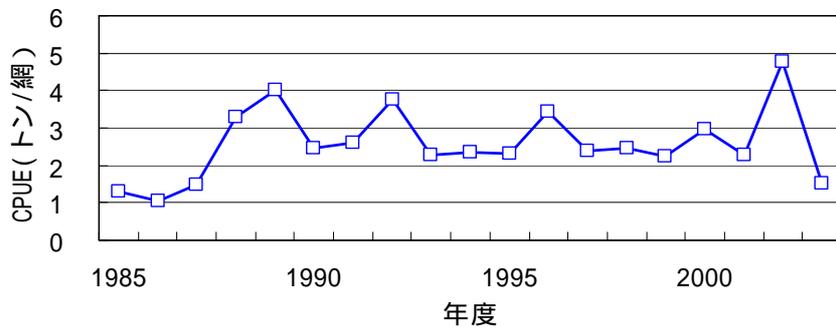


図7．北海道根拠の沖底船（かけまわし100トン以上）のスケトウダラ日本海北部系群に対するCPUE

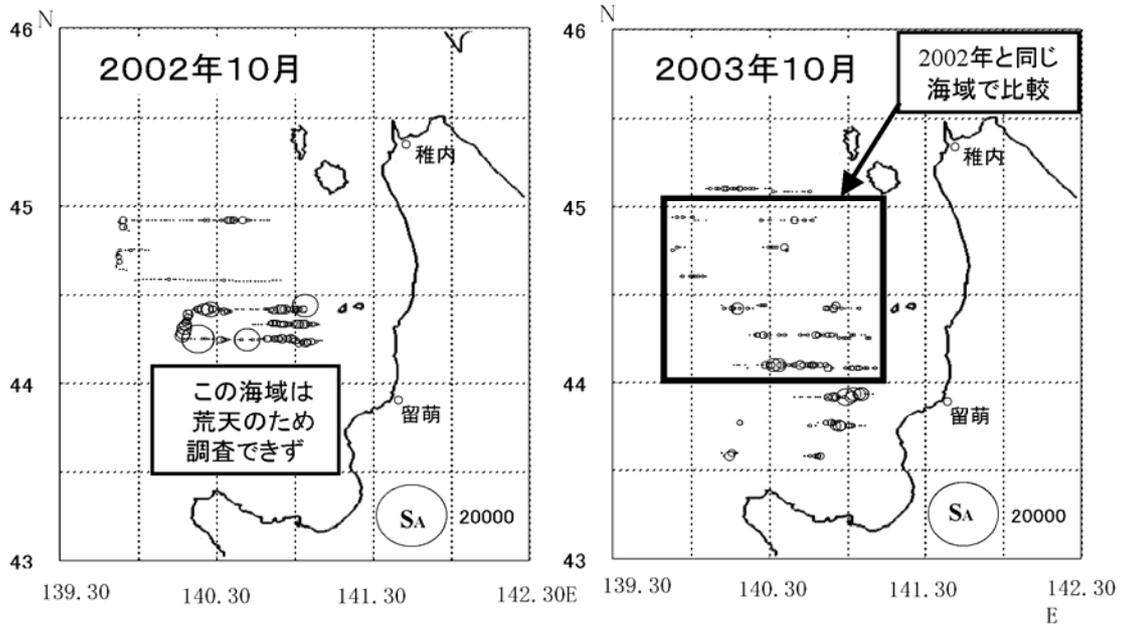


図8．計量魚探による武蔵堆およびその周辺でのスケトウダラ漁期前調査の結果  
 左：2002年、右：2003年。 SA (m<sup>2</sup>/NM<sup>2</sup>) の大きさを示す。  
 (北海道立中央水産試験場資料 2004年)

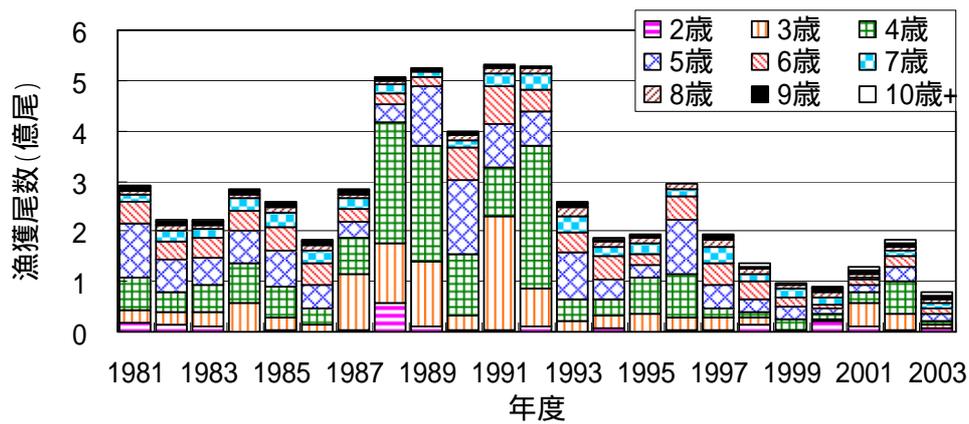


図9．スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数

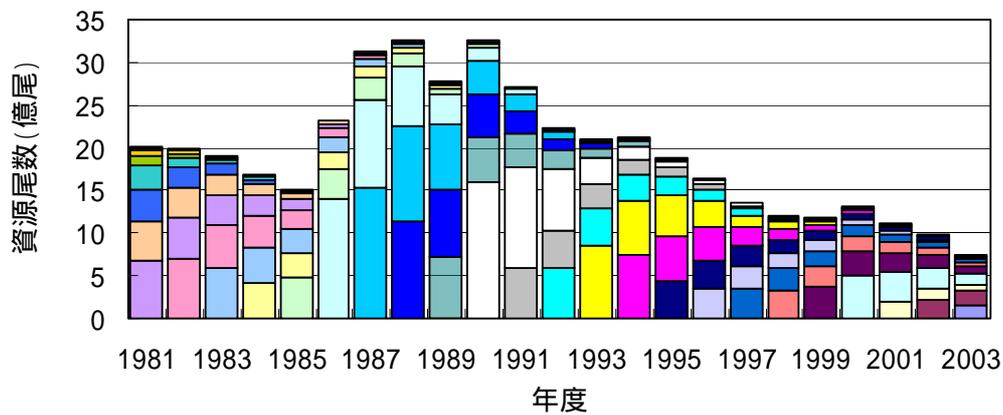
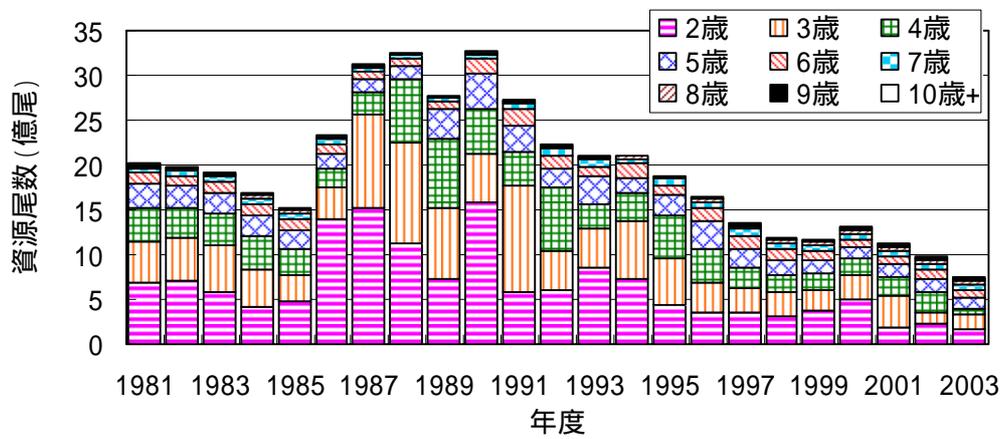


図10．スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源尾数  
上図は毎年の年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

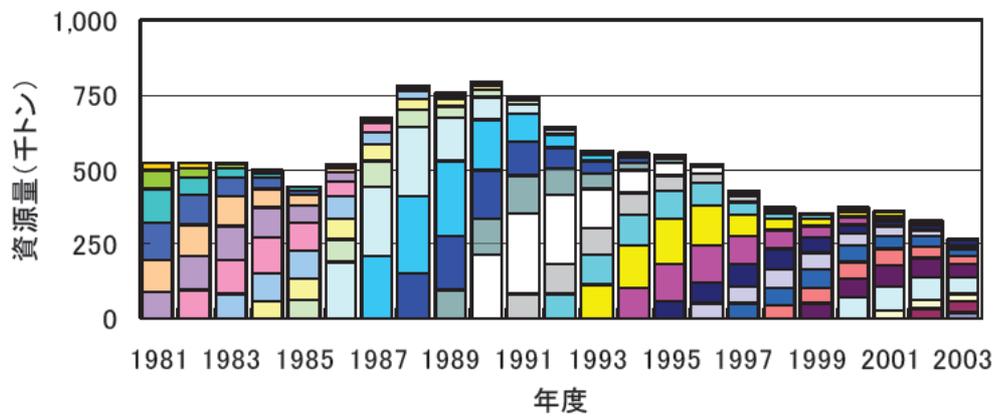
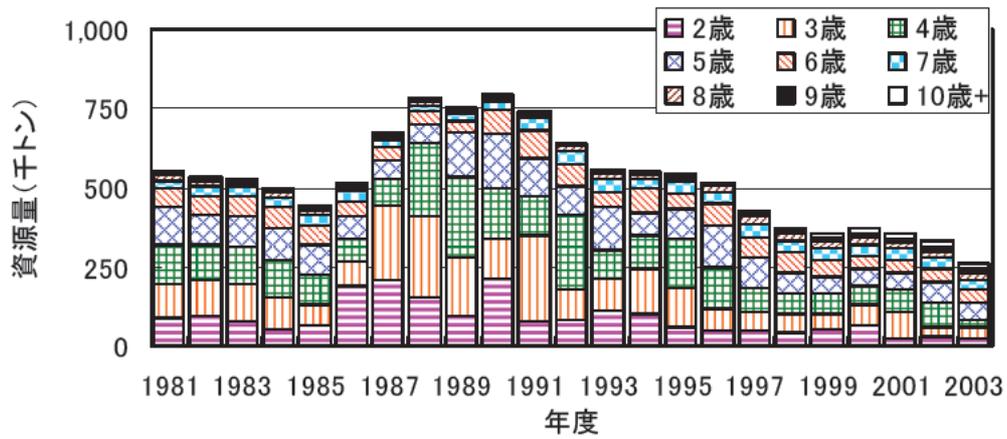


図11. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源重量  
上図は毎年の年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

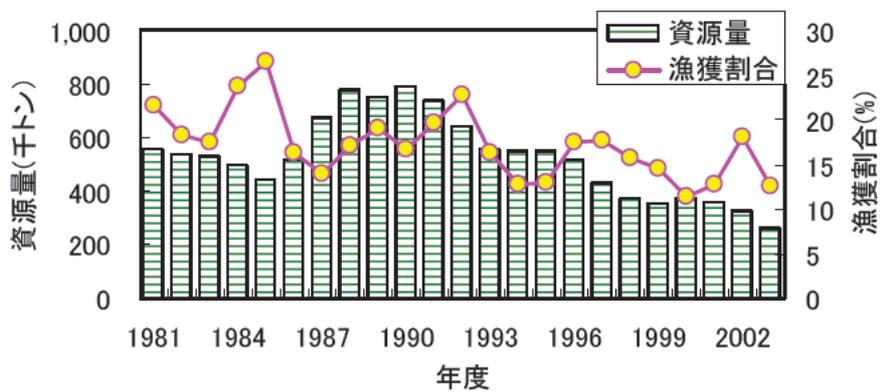


図12. スケトウダラ日本海北部系群の資源量と漁獲割合

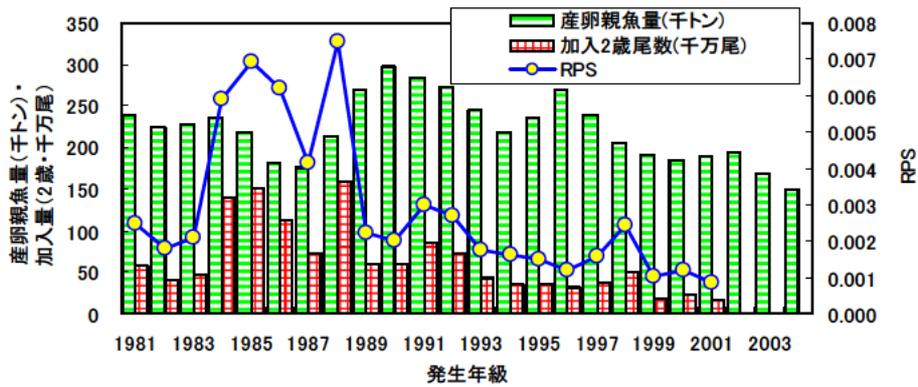


図13. スケトウダラ日本海北部系群の産卵親魚量と加入量、再生産成功率の経年変化  
 横軸は加入の年度（発成年級）を示し、親魚量はその年級群を産出した親魚量、RPSはそれらから計算された値を示している。

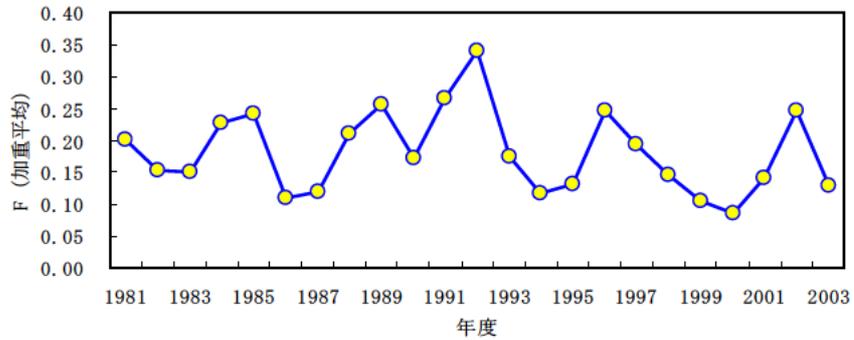


図14. スケトウダラ日本海北部系群におけるFの変化  
 Fは年齢別資源尾数による重み付けした平均

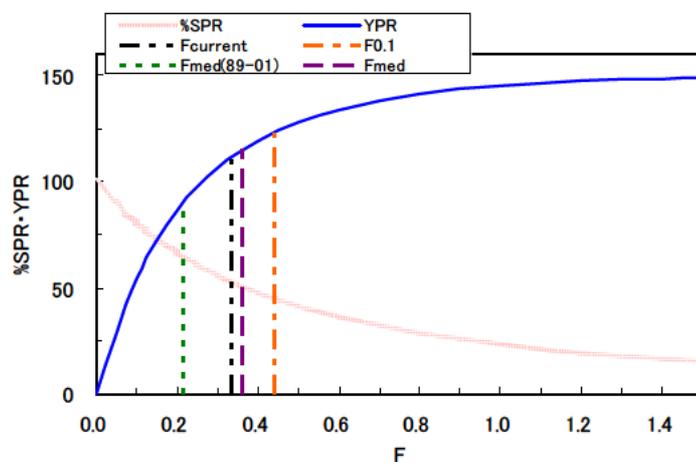


図15. スケトウダラ日本海北部系群のFに対するYPRと%SPR  
 Fは選択率1の10歳魚の値、年齢別選択率は2003年度の値を使用。

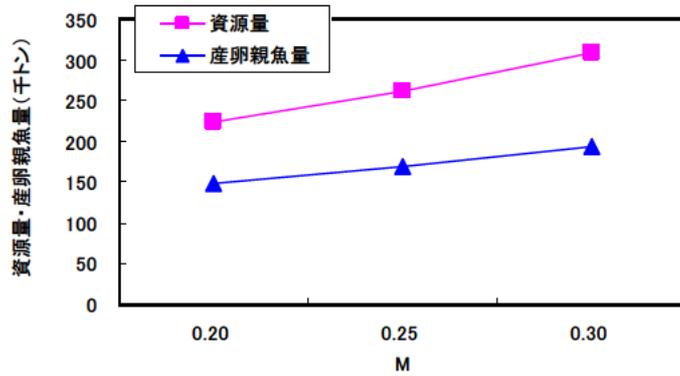


図16. Mによる感度解析

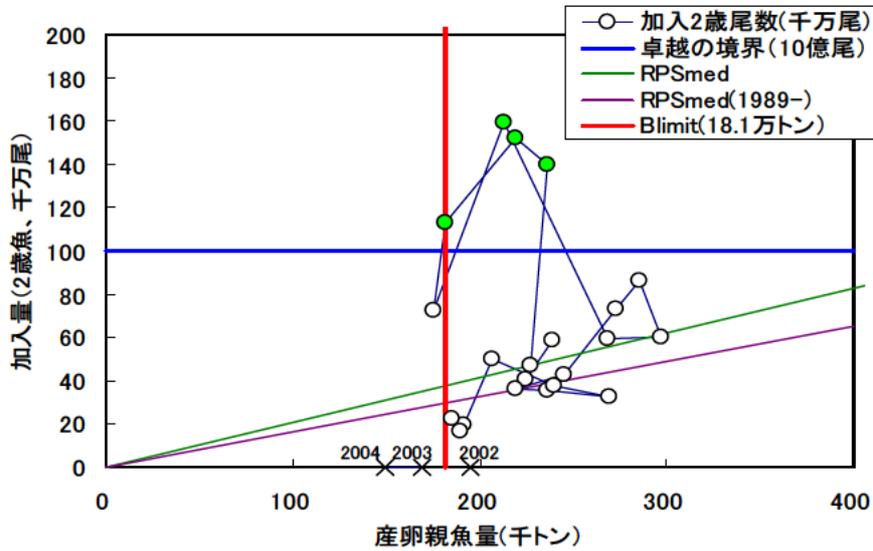


図17. スケトウダラ日本海北部系群の産卵親魚量と加入量の関係  
 緑のシンボルは卓越年級群（10億尾以上）を表す。2002、2003、2004年級群は、まだ加入していないため、親魚量のみを横軸上に示す。

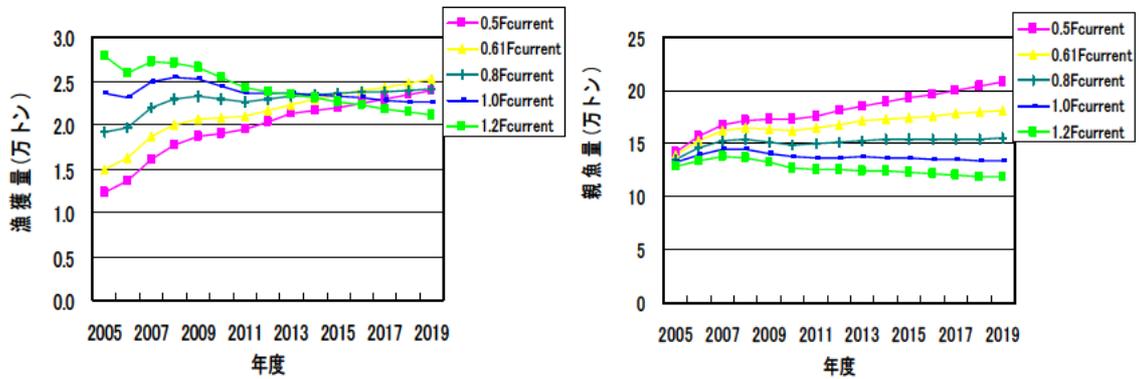


図18. F値による2005～2019年度のスケトウダラ日本海北部群の漁獲量(上)と産卵親魚量(下)の推移

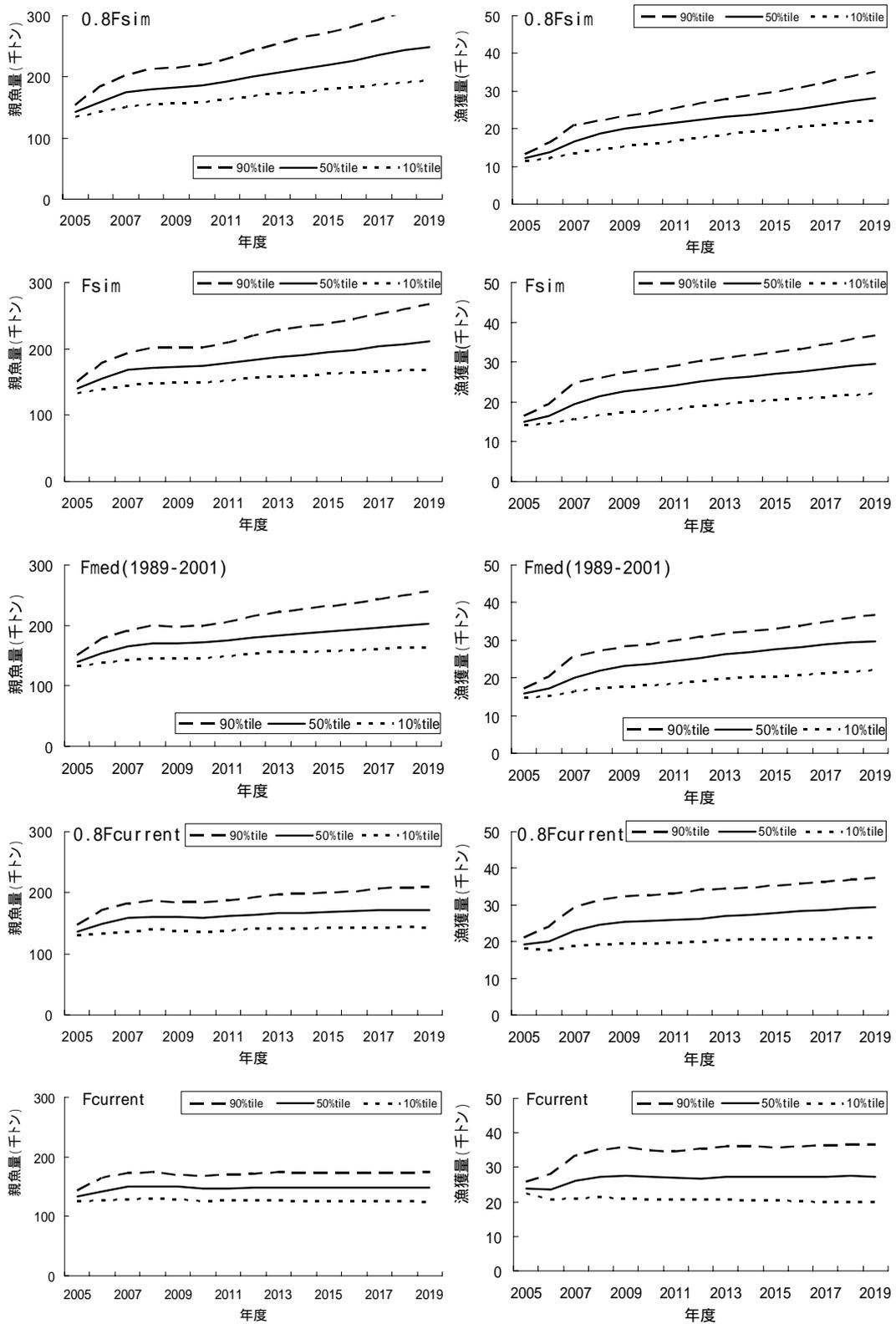


図19. 加入量の不確実性に関するシミュレーション結果  
 上から、0.8Fsim1(=0.164)、Fsim1(=0.205)、Fmed(1989-2001)(=0.215)、  
 0.8Fcurrent(=0.266)、Fcurrent(=0.333)の場合。加入量は1989-2001年度のRPSから復  
 元抽出した。

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は、1999～2001年の3年間の平均値を用いた。2002年度は、沖底の漁獲量は減少したが、努力量は例年並みの値で、CPUEが増加した。沖底による資源量指数も増加したが、漁獲のあった漁区数は減少していた。このため、2002年度の漁獲の状況は例年とは異なっていたと推測されるため、2002年度は、最近年のFの計算には含めなかった(補足資料2)。

10+歳の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ータを以下に述べる。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	713

年齢別の成熟率を以下に示す。成熟は2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	0.1	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。以上によって、コホート解析を行った。

下表に、年齢別の199-2001年度の3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	0.048	0.162	0.191	0.197	0.242	0.254	0.307	0.372	0.372
加入割合	0.130	0.436	0.513	0.530	0.651	0.682	0.826	1.000	1.000

補足資料2 2002年度の漁獲状況

今年度の資源量の計算において、2002年度の漁獲の状況は例年とは異なっていたと推測されるため、2002年度は、最近年のFの計算には含めず、1999～2001年度の3年間の平均値を用いた。この2002年度の漁獲の状況について補足しておく。

北海道海域におけるスケトウダラ日本海北部系群の漁獲量のうち、沿岸漁業によるものは、2001年度に1.80万トン、2002年度には1.77万トンで、大きな変化はない。一方、沖底漁業では、2001年度の2.46万トンに対して、2002年度は3.97万トンと約1.6倍にまで増加している（下表）。このことから、2002年度の漁獲増については、沖底漁業の漁獲状況を検討した。

年度	沖合底びき網	沿岸漁業
1995	41,116	19,916
1996	58,693	18,482
1997	43,158	24,107
1998	36,430	16,527
1999	32,482	16,053
2000	25,952	13,204
2001	24,646	17,957
2002	39,733	17,670
2003	15,209	16,265

沖底漁業による1995年度以降の、日本海海域での小海区（図2-2）別の漁獲量を図2-1に示す。1995、1996年度には、小海区「武蔵堆」より北の海域での漁獲が多かったが、1997年度以降、北部での漁獲量が減少し、そ

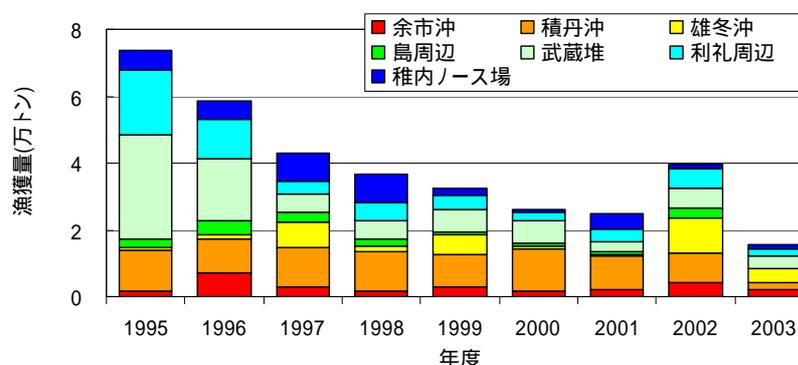


図2-1 北海道日本海側の沖底小海区別の漁獲量

れに合わせて全体の漁獲量も2001年度まで減少していた。一方、小海区「積丹沖」での漁獲量は、1995年度以降2002年度まで、1万トン前後で大きな変動もなく推移してきたが、2003年度には、それまでの1/5の2千トン台にまで減少した。このような状況の中で、小海区「雄冬沖」での2002年度の漁獲量が、1980年度以降初めて1万トンを超えたが、これが2002年度の漁獲増の要因と考えられる。1995年度以降、「雄冬沖」での100トン以上のかげまわし船の努力量は、横ばい傾向であったため、それまで「雄冬沖」では見られなかったような魚群の来遊によって、漁獲が大幅に増大したものと推測される。しかし、その翌年2003年度には、海域別の努力量に大きな変化は見られなかったが（若干の増加を示した）、漁獲量は全ての小海区で減少し、合計漁獲量も、1980年度以降最低の1.6万トンとなり、2003年度には2002年度のような魚群の来遊は無かったものと推測される。

このように、2002年度には、それまで見られなかったような魚群の来遊・分布があり、それによって従来とは異なった漁獲の状況にあったと考えられる。

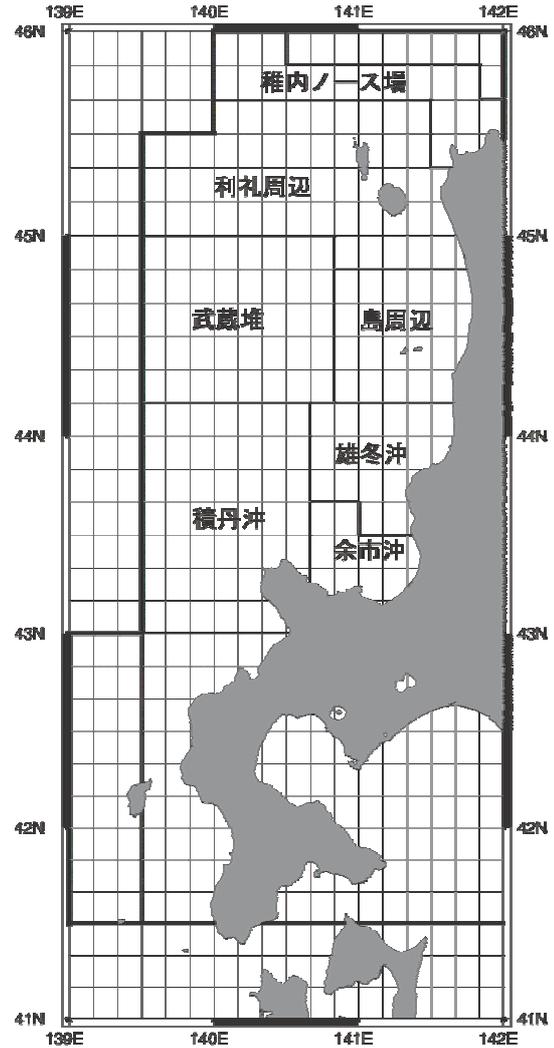


図2-2 . 日本海における沖底小海区

補足資料3 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。

年齢別漁獲尾数(万尾)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	1,702	1,362	1,084	144	275	47	242	5,832	939	310	374	1,085	28	820	15
3歳	2,594	2,640	3,005	5,752	2,565	1,248	11,298	11,714	13,115	3,096	22,753	7,529	2,272	2,413	3,672
4歳	6,405	3,759	5,104	7,592	6,249	3,389	7,082	24,169	23,084	12,139	9,692	28,303	4,215	3,111	7,226
5歳	10,753	6,503	5,409	6,605	7,154	4,799	3,223	3,607	11,560	14,552	8,665	7,076	9,218	4,070	2,435
6歳	4,464	3,847	4,218	4,029	4,548	4,121	2,713	2,014	1,872	6,485	7,361	4,268	4,128	4,635	2,025
7歳	1,412	2,162	1,740	2,435	2,944	2,503	1,904	1,793	1,063	1,664	2,552	2,948	3,158	1,942	2,282
8歳	669	771	711	792	1,051	1,168	859	706	400	974	952	1,086	1,835	981	883
9歳	825	717	622	586	906	529	659	484	269	451	408	201	657	436	602
10歳+	452	540	222	420	352	356	358	214	106	328	275	196	317	307	322
合計	29,275	22,302	22,115	28,355	26,043	18,159	28,338	50,536	52,408	40,001	53,030	52,690	25,828	18,716	19,461

年齢別漁獲尾数(万尾)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	225	301	1,374	27	2,057	1,189	245	569
3歳	2,583	2,454	1,451	310	575	4,635	3,392	935
4歳	8,730	1,856	1,209	2,332	968	2,259	6,511	700
5歳	10,886	4,566	2,315	2,204	907	1,397	2,957	1,463
6歳	4,664	4,488	3,754	2,016	1,023	777	1,846	1,181
7歳	1,327	3,074	1,562	1,661	1,212	676	1,115	943
8歳	931	1,453	935	625	1,187	620	816	834
9歳	108	947	446	319	704	614	660	556
10歳+	143	314	483	303	528	742	662	653
合計	29,598	19,453	13,530	9,797	9,160	12,910	18,203	7,833

年齢別漁獲重量(t)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	2,283	1,827	1,455	194	369	63	325	7,825	1,259	417	501	1,455	37	1,100	21
3歳	5,942	6,047	6,884	13,175	5,875	2,858	25,879	26,832	30,040	7,092	52,115	17,245	5,205	5,528	8,410
4歳	20,898	12,266	16,652	24,770	20,389	11,058	23,109	78,862	75,319	39,610	31,624	92,348	13,753	10,150	23,578
5歳	45,740	27,659	23,007	28,092	30,429	20,413	13,707	15,344	49,171	61,897	36,855	30,097	39,207	17,313	10,359
6歳	21,655	18,662	20,461	19,544	22,061	19,989	13,162	9,771	9,080	31,459	35,710	20,703	20,027	22,486	9,821
7歳	7,688	11,775	9,476	13,264	16,037	13,633	10,371	9,767	5,792	9,060	13,897	16,058	17,202	10,575	12,430
8歳	3,819	4,400	4,056	4,519	5,993	6,660	4,898	4,029	2,281	5,556	5,429	6,194	10,468	5,593	5,035
9歳	4,764	4,145	3,593	3,388	5,233	3,056	3,810	2,795	1,556	2,609	2,355	1,159	3,797	2,520	3,477
10歳+	3,219	3,850	1,580	2,994	2,512	2,538	2,548	1,527	759	2,340	1,960	1,398	2,256	2,191	2,294
合計	116,007	90,631	87,164	109,940	108,897	80,267	97,809	156,752	175,257	160,039	180,448	186,656	111,952	77,457	75,424

年齢別漁獲重量(t)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	301	404	1,844	37	2,759	1,595	329	763
3歳	5,917	5,620	3,324	710	1,318	10,617	7,770	2,141
4歳	28,486	6,057	3,945	7,608	3,157	7,370	21,244	2,283
5歳	46,304	19,422	9,846	9,373	3,858	5,942	12,576	6,225
6歳	22,625	21,771	18,211	9,780	4,961	3,771	8,957	5,727
7歳	7,228	16,742	8,510	9,045	6,599	3,683	6,072	5,137
8歳	5,308	8,286	5,334	3,567	6,769	3,536	4,654	4,756
9歳	627	5,472	2,576	1,845	4,069	3,550	3,813	3,214
10歳+	1,021	2,241	3,442	2,162	3,763	5,292	4,715	4,654
合計	117,818	86,016	57,031	44,127	37,253	45,356	70,130	34,898

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	0.023	0.022	0.004	0.007	0.000	0.002	0.062	0.015	0.002	0.007	0.021	0.000	0.013	0.000
3歳	0.065	0.063	0.070	0.166	0.102	0.041	0.132	0.125	0.210	0.069	0.247	0.218	0.061	0.044	0.081
4歳	0.216	0.134	0.177	0.266	0.290	0.200	0.369	0.491	0.412	0.324	0.336	0.593	0.192	0.117	0.190
5歳	0.586	0.378	0.307	0.388	0.460	0.403	0.315	0.346	0.493	0.533	0.433	0.469	0.414	0.305	0.133
6歳	0.549	0.455	0.482	0.420	0.544	0.566	0.447	0.353	0.322	0.614	0.610	0.419	0.595	0.402	0.258
7歳	0.370	0.607	0.408	0.614	0.674	0.715	0.600	0.651	0.338	0.567	0.560	0.567	0.683	0.675	0.375
8歳	0.400	0.377	0.435	0.348	0.634	0.672	0.617	0.497	0.305	0.642	0.822	0.528	0.940	0.495	0.827
9歳	0.809	1.130	0.643	0.859	0.946	0.850	1.188	0.959	0.379	0.726	0.660	0.423	0.777	0.646	0.703
10歳+	0.809	1.130	0.643	0.859	0.946	0.850	1.188	0.959	0.379	0.726	0.660	0.423	0.777	0.646	0.703
加重平均	0.202	0.152	0.151	0.227	0.243	0.110	0.121	0.210	0.256	0.173	0.265	0.340	0.174	0.117	0.132

Fマトリックス

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	0.007	0.010	0.051	0.001	0.049	0.074	0.013	0.041
3歳	0.096	0.111	0.065	0.016	0.024	0.161	0.341	0.067
4歳	0.297	0.098	0.077	0.149	0.065	0.128	0.377	0.114
5歳	0.517	0.264	0.180	0.209	0.083	0.133	0.262	0.142
6歳	0.432	0.444	0.384	0.250	0.149	0.101	0.276	0.166
7歳	0.285	0.612	0.288	0.309	0.247	0.147	0.217	0.234
8歳	0.272	0.621	0.400	0.188	0.403	0.204	0.280	0.265
9歳	0.227	0.525	0.415	0.243	0.355	0.401	0.369	0.333
10歳+	0.227	0.525	0.415	0.243	0.355	0.401	0.369	0.333
加重平均	0.378	0.365	0.246	0.214	0.177	0.167	0.322	0.180

年齢別資源尾数 (万尾)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	67,789	70,019	58,805	40,801	47,277	139,707	152,411	112,891	72,522	159,353	59,327	60,017	85,877	73,381	42,985
3歳	46,684	48,754	50,699	42,631	30,102	34,787	103,457	112,700	78,612	52,918	117,785	43,629	43,528	63,595	53,656
4歳	37,330	34,068	35,640	36,832	28,125	21,180	25,991	70,602	77,433	49,649	38,480	71,652	27,334	31,895	47,398
5歳	27,494	23,420	23,215	23,253	21,985	16,389	13,504	13,992	33,656	39,934	27,954	21,415	30,825	17,568	22,094
6歳	11,972	11,922	12,501	13,306	12,281	10,809	8,529	7,673	7,713	16,009	18,258	14,124	10,433	15,872	10,090
7歳	5,172	5,385	5,890	6,014	6,808	5,551	4,781	4,248	4,198	4,355	6,745	7,723	7,233	4,482	8,271
8歳	2,301	2,783	2,286	3,052	2,534	2,703	2,114	2,043	1,726	2,331	1,924	3,001	3,413	2,846	1,777
9歳	1,684	1,201	1,486	1,153	1,678	1,047	1,075	889	968	991	956	658	1,379	1,038	1,351
10歳+	923	904	530	826	653	705	583	394	383	720	645	644	664	732	723
合計	201,349	198,456	191,052	167,867	151,442	232,877	312,446	325,432	277,210	326,260	272,073	222,863	210,688	211,410	188,346

年齢別資源尾数 (万尾)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	35,888	35,712	32,259	37,734	50,193	19,320	22,481	16,349
3歳	31,831	26,393	26,197	22,715	27,931	35,414	13,290	16,443
4歳	38,547	22,510	18,389	19,122	17,417	21,245	23,490	7,356
5歳	30,537	22,316	15,893	13,255	12,834	12,710	14,552	12,548
6歳	15,058	14,175	13,350	10,335	8,378	9,195	8,666	8,724
7歳	6,071	7,611	7,079	7,084	6,269	5,622	6,475	5,120
8歳	4,427	3,557	3,215	4,134	4,052	3,813	3,782	4,059
9歳	605	2,627	1,488	1,678	2,668	2,108	2,423	2,225
10歳+	800	872	1,612	1,595	2,000	2,548	2,429	2,612
合計	163,765	135,774	119,482	117,652	131,742	111,976	97,587	75,436

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	90,943	93,935	78,891	54,737	63,426	187,427	204,470	151,451	97,293	213,784	79,592	80,518	115,210	98,446	57,668
3歳	106,931	111,673	116,127	97,647	68,949	79,681	236,973	258,144	180,062	121,210	269,789	99,934	99,703	145,667	122,901
4歳	121,803	111,160	116,289	120,178	91,767	69,106	84,806	230,365	252,654	161,998	125,554	233,790	89,188	104,068	154,654
5歳	116,945	99,619	98,744	98,905	93,514	69,710	57,438	59,514	143,153	169,858	118,900	91,087	131,115	74,726	93,978
6歳	58,080	57,836	60,645	64,550	59,575	52,434	41,373	37,222	37,418	77,662	88,573	68,515	50,614	76,998	48,948
7歳	28,171	29,328	32,081	32,754	37,078	30,234	26,043	23,135	22,865	23,721	36,737	42,065	39,396	24,413	45,047
8歳	13,123	15,872	13,038	17,408	14,456	15,420	12,059	11,655	9,842	13,296	10,973	17,119	19,468	16,234	10,138
9歳	9,733	6,939	8,588	6,660	9,693	6,047	6,211	5,135	5,593	5,726	5,522	3,804	7,968	6,000	7,807
10歳+	6,577	6,445	3,776	5,886	4,652	5,022	4,155	2,806	2,729	5,135	4,595	4,590	4,734	5,217	5,150
合計	552,305	532,807	528,179	498,725	443,109	515,082	673,527	779,428	751,610	792,388	740,236	641,422	557,397	551,770	546,291

年齢別資源重量 (トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	48,146	47,910	43,277	50,623	67,338	25,920	30,160	21,933
3歳	72,910	60,454	60,005	52,029	63,976	81,116	30,441	37,664
4歳	125,774	73,448	60,002	62,391	56,829	69,319	76,644	24,003
5歳	129,888	94,921	67,600	56,378	54,590	54,063	61,897	53,374
6歳	73,048	68,764	64,763	50,134	40,643	44,604	42,039	42,320
7歳	33,068	41,455	38,555	38,584	34,147	30,623	35,265	27,884
8歳	25,253	20,291	18,338	23,582	23,111	21,752	21,573	23,151
9歳	3,497	15,177	8,600	9,698	15,415	12,181	13,999	12,858
10歳+	5,702	6,217	11,488	11,367	14,254	18,160	17,312	18,619
合計	517,286	428,637	372,628	354,788	370,301	357,738	329,329	261,806

親魚量 (トン)

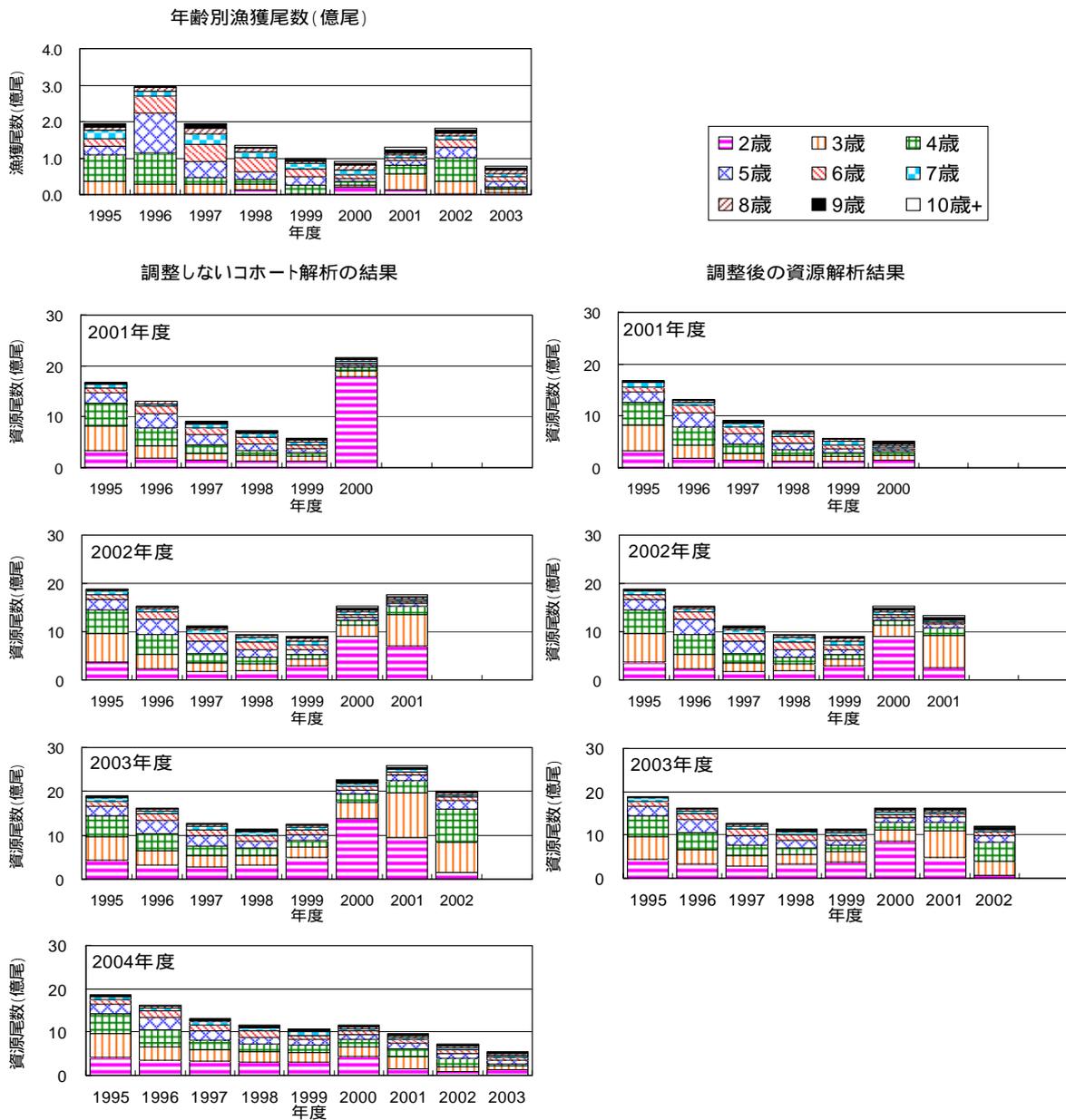
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2歳	10,693	11,167	11,613	9,765	6,895	7,968	23,697	25,814	18,006	12,121	26,979	9,993	9,970	14,567	12,290
3歳	36,541	33,348	34,887	36,053	27,530	20,732	25,442	69,110	75,796	48,599	37,666	70,137	26,756	31,220	46,396
4歳	81,861	69,733	69,121	69,233	65,460	48,797	40,207	41,660	100,207	118,900	83,230	63,761	91,781	52,308	65,785
5歳	52,272	52,053	54,580	58,095	53,617	47,191	37,236	33,500	33,676	69,896	79,716	61,664	45,552	69,298	44,053
6歳	28,171	29,328	32,081	32,754	37,078	30,234	26,043	23,135	22,865	23,721	36,737	42,065	39,396	24,413	45,047
7歳	13,123	15,872	13,038	17,408	14,456	15,420	12,059	11,655	9,842	13,296	10,973	17,119	19,468	16,234	10,138
8歳	9,733	6,939	8,588	6,660	9,693	6,047	6,211	5,135	5,593	5,726	5,522	3,804	7,968	6,000	7,807
9歳	6,577	6,445	3,776	5,886	4,652	5,022	4,155	2,806	2,729	5,135	4,595	4,590	4,734	5,217	5,150
合計	238,970	224,885	227,683	235,854	219,381	181,411	175,049	212,815	268,715	297,394	285,419	273,134	245,626	219,259	236,666

親魚量 (トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2歳	7,291	6,045	6,000	5,203	6,398	8,112	3,044	3,766
3歳	37,732	22,034	18,001	18,717	17,049	20,796	22,993	7,201
4歳	90,921	66,445	47,320	39,465	38,213	37,844	43,328	37,362
5歳	65,743	61,888	58,286	45,121	36,579	40,144	37,835	38,088
6歳	33,068	41,455	38,555	38,584	34,147	30,623	35,265	27,884
7歳	25,253	20,291	18,338	23,582	23,111	21,752	21,573	23,151
8歳	3,497	15,177	8,600	9,698	15,415	12,181	13,999	12,858
9歳	5,702	6,217	11,488	11,367	14,254	18,160	17,312	18,619
合計	269,208	239,552	206,589	191,738	185,164	189,611	195,348	168,930

補足資料4 昨年度までの評価結果との相違について

今年度のコホート解析結果と昨年度までの違いをみるために、図4-1に、2003年度までの年齢別漁獲尾数（左上）と2001年以降のコホート解析の結果を示す。左側上から2番目が2001年度、以下2002年度、2003年度の解析当初の最近年のFtに過去3～5年程度のFの平均値を用いた場合の計算結果を示している。右側は同一年の左側の結果に対して、Fを調整したり、2歳魚の資源尾数に過去数年間の平均の値を入れたりして、将来予測の初期値となるように調整した結果である。2001～2003年度の資源評価報告では調整した結果を用いてABCの算定を行った。左側一番下の2004年度の結果は、Ftに1999～2001年度の3年間の平均のFを用いて、調整が必要であると認識されるような違和感のある計算結果が出てこなかったため、そのままの結果を、将来予測の初期値とした。



付図4-1 1995 - 2003年度の年齢別漁獲尾数(左上)、コホート解析の結果(左が当初の結果、右側が同一年の調整後の結果、上から2001年度、2002年度、2003年度、2004年度の解析結果)

単純に、後退法で計算した期間が長い方が、結果の確からしさが高いとすると（2004年度の計算結果が一番正しい）、この図から明らかのように、2002、2003年度において、1998年級群を過大に評価していたと考えられる。

2002年度においては、2001年度の漁獲物中に占める3歳魚の割合、2003年度においては、2002年度の漁獲物中に占める4歳魚の割合によって、これら3歳魚、4歳魚（1998年級群）の豊度が高いのではないかと考えた。ただし、コホート解析の最近年の解析結果の精度は低いので、付図3-1のように、相当の調整は行っていたが、十分とはいえなかった。

今後、早い時期からの評価精度の向上のため、北水試の新規加入量調査、資源動向要因分析調査、新北光丸による北海道日本海海域における現存量調査を実施し、それらの調査結果から、年級群豊度の早期把握の方法を検討してゆく予定である。

1998年級群の豊度については、楽観的に見れば、2002年度の4歳魚の漁獲尾数が1995、1996年度の4歳魚の漁獲尾数に匹敵しており、これが適正な漁獲であったとすれば翌年には1996、1997年度の5歳魚のように、それなりの豊度で継続して漁獲が期待できると推測していた。しかし、2003年度の漁獲物中に占める5歳魚の比率は目だって大きなものではなく、コホート解析の結果、1998年級群は2歳魚時点で5.0億尾と、1994～1997年級群の3億尾台に比較すれば少々豊度が高かったという結果となった。さらには、この1998年級群が2003年度の5歳時点で1億尾台となったが、1994～1997年級群も1億尾台と量的な関係が同等となった。2003年度5歳魚の計算結果の精度は低く、このような比較を行うにはまだ時期的に早いと考えられるが、現状では、3年前の1億尾以上の差が無くなる程度の漁獲圧が1998年級群にはかかっていたことになる。本文中図12の漁獲割合や図14のFの変化、補足資料3の中のFマトリックスの2002年度の3歳～5歳魚のFの高さからも、2002年度には、1998年級群へ大きな漁獲圧がかかったと推測される。

補足資料5 3歳以下のFを0にした場合の将来予測について

若齢魚の保護の強化の効果を見るために、将来予測において、基準のFは本文中のFsimを用い、3歳魚以下の選択率を0(漁獲なし)とした場合の漁獲量と産卵親魚量の動向を図5-1と表5-1に示した。比較として、過去5年平均の選択率を用いてのFsim、Fcurrent、0.8Fcurrentの動向も合わせて示した。

この図からは、同じFsimを管理基準として採用した場合、3歳魚以下のFを0とすると、そうでない場合に比べて親魚量の回復が進むことが読み取れる。しかし、3歳魚以下の漁獲を全て取りやめるという大きな管理方策の変更であるのに、その効果は小さかった。これは、将来予測に用いる年齢別の選択率にその原因があると考えられた。

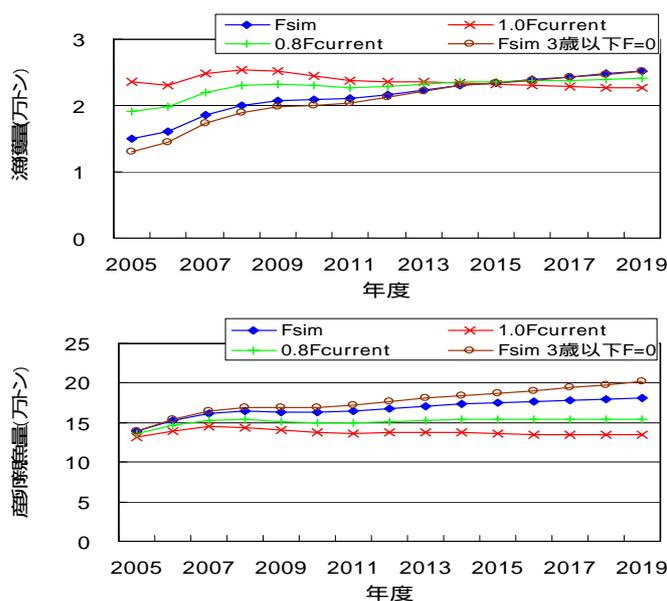


図5-1. Fによる漁獲量と産卵親魚量の推移  
(2005年度～2014年度)

表5-1 将来予測

漁獲量(万トン)					親魚量(万トン)				
F	0.205	0.205	0.266	0.333	F	0.205	0.205	0.266	0.333
基準値	Fsim	Fsim	0.8	1.0	基準値	Fsim	Fsim	0.8	1.0
	3歳以下		Fcurrent	Fcurrent		3歳以下		Fcurrent	Fcurrent
年度	F=0				年度	F=0			
2005	1.3	1.5	1.9	2.4	2005	14.0	13.9	13.6	13.2
2006	1.4	1.6	2.0	2.3	2006	15.4	15.2	14.6	10.0
2007	1.7	1.9	2.2	2.5	2007	16.5	16.2	15.3	10.6
2008	1.9	2.0	2.3	2.5	2008	16.9	16.5	15.4	10.4
2009	2.0	2.1	2.3	2.5	2009	17.0	16.4	15.2	9.9
2010	2.0	2.1	2.3	2.4	2010	16.9	16.2	14.9	9.5
2011	2.0	2.1	2.3	2.4	2011	17.2	16.5	15.0	9.5
2012	2.1	2.2	2.3	2.4	2012	17.7	16.8	15.1	9.5
2013	2.2	2.2	2.3	2.4	2013	18.2	17.1	15.3	9.6
2014	2.3	2.3	2.4	2.3	2014	18.5	17.3	15.4	9.5
2015	2.3	2.3	2.4	2.3	2015	18.8	17.5	15.4	9.4
2016	2.4	2.4	2.4	2.3	2016	19.1	17.6	15.4	9.3
2017	2.4	2.4	2.4	2.3	2017	19.4	17.8	15.4	9.3
2018	2.5	2.5	2.4	2.3	2018	19.8	18.0	15.4	9.2
2019	2.5	2.5	2.4	2.3	2019	20.1	18.1	15.5	9.2

本年度、選択率は1999～2001年度の過去3年間の年齢別のFの平均値から計算したものをを用いた(表5-2の2003年度のF)。

2002年度のFは、漁獲量が多かった3歳、4歳で大きく、2003年度とは大きく異なっていた。この表から明らかなように、2003年度の3歳以下のFは小さい。そのため、その部分の削減を行って

も将来の親魚量の回復への効果が小さいと推測された。

表5-2. 近年の年齢別のF

年齢	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳+
2003年度	0.041	0.067	0.114	0.142	0.166	0.234	0.265	0.333	0.333
2002年度	0.013	0.341	0.377	0.262	0.276	0.217	0.280	0.369	0.369

図5-2に本系群の年齢別漁獲尾数を示した。卓越年級群が加入していた、1987～1992年度の期間を除けば、本系群では、2～3歳の若齢魚の漁獲量は少なく、漁獲の中心は4～5歳魚であった。しかし、近年加入量が減少し漁獲量が減少する中で、それまでの年級群に比較すると加入量が多いと推測された1998年級群の加入があり、それが目立ったため、この年級群への漁獲圧が高まったと考えられる。

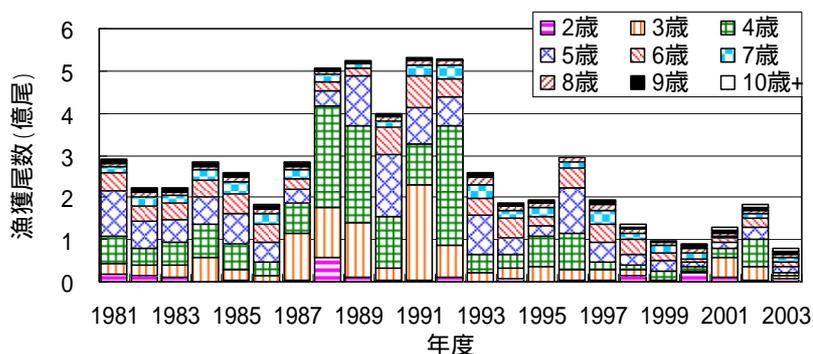


図5-2. 年齢別漁獲尾数

2003年度のFの選択率を将来予測に用いているが、その選択率においては、2002年度のようにそれまでの年級群に比較して豊度の高い年級群の加入があったとしても、その年級群への漁獲圧力の増加は想定していない。このことが、3歳魚への過度の漁獲圧力を抑えて、保護に働いていたと考えられる。

親魚量の回復を管理の目標とする現在の状況下では、豊度の高い加入年級群はできるだけ保護して親魚にすることが、早期の目標達成のためには重要である。このことから、本年度の将来予測に用いているFの選択率については、現状においては妥当なものと考えられた。

ちなみに、2005年度ABClimit 15千トンで想定している、年齢別の漁獲量は以下のようになっている。

年齢別漁獲重量(t)	
2歳	598
3歳	1,382
4歳	1,242
5歳	1,967
6歳	1,087
7歳	2,736
8歳	2,042
9歳	1,361
10歳+	2,549
合計	14,964