

## 平成19年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所(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、2006年度の漁獲量は1970年度以降最低の21千トンとなった。コホート解析の結果でも、近年の新規加入群は豊度の低い年級群が連続しており、2007年度当初の親魚量(SSB)は55千トンと、こちらも1981年度以降で最低となった。

Blimitは、2000年度当初のSSBである150千トンに設定したが、2007年度当初のSSB(55千トン)はBlimitを大きく下回った。近年連続している低い再生産成功率(RPS)の下では、漁獲を継続した状態でSSBをBlimit水準まで回復させることは事実上困難である。そこで、今後環境条件の変化等によりRPSが再び上昇する時期が訪れるまで、SSBを枯渇させることなく維持し続けることを目標として、今以上のSSBの減少に歯止めを掛け、かつわずかながらでも回復に向かわせることを目的として、将来的にSSBが安定するF( $F_{sus}$ )に係数0.9を掛けた値をFlimitとし、その下で2008年度漁期に予想される漁獲量(4.2千トン)を2008年ABClimitとした。これは2006年度の漁獲実績のわずか1/5と厳しい評価結果である。一方、それ以上の漁獲圧の下で翌年度以降漁獲を継続した場合には、資源量、SSBともに、過去に経験したことのない低水準域を更に減少し続けることが予想される。

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                        | 管理の考え方                          | 2008 年<br>漁獲量<br>(千トン) | F 値   | 漁獲割<br>合(%) | 評価   |      |                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------|-------------|------|------|-------------------|
|                                         |                                 |                        |       |             | A(%) | B(%) | C(千トン)            |
| ABClimit<br>( $0.9F_{sus}$ )            | 親魚量の<br>緩やかな回復                  | 4.2                    | 0.101 | 5.3         | 61.5 | 3.4  | 4.2～6.2<br>(5.4)  |
| ABClimit<br>( $0.8 \times 0.9F_{sus}$ ) | 親魚量の緩やか<br>な回復<br>(予防的措置)       | 3.4                    | 0.081 | 4.3         | 78.1 | 2.3  | 3.4～6.0<br>(4.8)  |
| 現状の親魚量<br>の維持( $F_{sus}$ )              | 今後 15～20 年に<br>わたり現状の親<br>魚量を維持 | 4.6                    | 0.112 | 5.9         | 50.7 | 4.9  | 4.7～6.2<br>(5.6)  |
| 現在の漁獲圧<br>維持( $F_{current}$ )           | 現在(2006 年)の<br>漁獲圧を維持           | 15.6                   | 0.418 | 19.7        | 0.0  | 99.4 | 15.6～1.7<br>(6.5) |

\* 1989～2004 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:2027 年度当初の親魚量 (SSB2027) が SSB2007(55 千トン)を上回る確率

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

C:2008～2027 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 |
|------|-----------|----------|-------|------|
| 2005 | 140       | 26       | 0.314 | 19%  |
| 2006 | 95        | 21       | 0.418 | 22%  |
| 2007 | 83*       |          |       |      |

集計は、4月～翌3月の漁期年

\* 2007年度の資源量推定値には、2007年度当初の親魚量にRPSmed(89-)と2歳魚の漁期中の平均体重を掛けて求めた2歳魚の資源重量を含む。

|                  | 指標  | 値                            | 設定理由                        |
|------------------|-----|------------------------------|-----------------------------|
| Bban             |     | 第 8 章「Bban の設定について」を参照       |                             |
| Blimit           | 親魚量 | 2000 年度当初の親魚量水準<br>(150 千トン) | これ以下の親魚量水準では、加<br>入量水準が低下する |
| 2006 年度<br>当初資源量 | 親魚量 | 2000 年度当初の水準未満<br>(78 千トン)   |                             |
| 2007 年度<br>当初資源量 | 親魚量 | 2000 年度当初の水準未満<br>(55 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、2006年の漁獲量は20万8千トン（平成18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以前は、北方四島周辺水域やオホーツク海、サハリン沿岸などにも漁場は存在し、漁獲量も多かった。しかし、排他的経済水域設定後、それらの海域における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・評価単位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、最近の漁獲量は全体の1割強を占める。

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）。かつては、0～2歳の若齢個体が武蔵堆周辺に高密度に分布している（佐々木・夏目 1990）とされていたが、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13、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

本系群の年齢と平均体長・体重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<br>(漁期年*での平均) | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10*  |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 尾叉長 (cm)         | 12.7 | 27.8 | 33.0 | 36.7 | 39.7 | 41.9 | 43.3 | 44.2 | 44.7 | 47.0 |
| 体重 (g)           | 13   | 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  
なお1歳魚については2005～2007年の3月に調査船調査によって得られた漁獲物の平均値を用いた

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<br>(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 2006）。

#### (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産卵親魚が漁獲され、石狩湾以北海域（積丹岬北～武蔵堆周辺）では、沖底によって未成魚・成魚を対象とした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1千トン前後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2006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、2006年度には2.1万トンとなった。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（道西日本海）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。

道西日本海における沖底の小海区分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年度以降これら北側に位置する海域の漁獲量は半減した。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。逆に1991年度以降、最も南側に位置する積丹沖での漁獲量が増加している。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、冬季に沿岸域に産卵回遊する親魚を対象とした延縄漁業の主たる漁場域である檜山沿岸海域における、1997年度以降の地区別漁獲量の推移を示した（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、南側に位置する地区ほど漁獲量の減少が顕著である。ただし2006年漁期の上ノ国地域においては、12月中旬～下旬に高齢と思われる大型個体からなる親魚群の来遊があり、3年ぶりに漁獲量が上昇



した。

### (3) 漁獲努力量

道西日本海で操業する沖底船の許可隻数（小樽から稚内までを根拠地とする道内船）は、1998年末には33隻であったが、2004年には17隻にまで減少し、2006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隻が残るのみとなり、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（スケトウダラ有漁曳網回数）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措置の影響による。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、2006年は5.1千網と過去最低の網数に留まった。但し、2007年6月に実施した沖底漁業者への聞き取り調査によると、漁業者は、2006年度漁期において前年度（2005年度）に比べて努力量を自ら削減したという認識はなく、2005年漁期と同様の操業を行った（ものの、漁獲量は減少した）という認識を示した。2005～2006年度にかけての有漁曳網回数の減少と漁業者の感覚が異なる原因は明確ではないが、「漁獲物の中にスケトウダラが1kgでも入れば、その網はスケトウダラを曳いた有漁曳網としてカウントする」という有漁曳網回数の定義が影響を与えていることも考えられた。すなわち、スケトウダラを狙って曳いた網数自体は2005、2006年度ともにそれほど違いはなかったものの、近年スケトウダラの資源豊度が減少するのに伴い、スケトウダラ以外を狙った網におけるスケトウダラの混獲が減少し、その混獲によってこれまで計数されていた網数が年々減少する様子が、有漁曳網回数の減少という形で現れた可能性が考えられる。ただし、有漁曳網回数の集計元データである漁獲成績報告書には、各曳網に際して狙った魚種の情報は記載されていないため、スケトウダラを狙った曳網と、他の魚を狙って入れた網にスケトウダラが混獲された曳網をきちんと分離することは不可能であり、これ以上の考察は困難である。なお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、対象となる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、沿岸漁業による漁獲の主体を占める檜山沿岸5地区における延縄の漁獲努力量（延べ出漁隻数）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、2004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2005年度漁期までは延べ出漁隻数はほぼ

安定していたが、2006年度漁期には大きく減少した。この原因について、2007年7月に実施した漁業者聞き取り調査によると、2006年度漁期における出漁隻数の減少は、1月終盤に漁獲物の中に小型魚や産卵後の個体が多く混じるようになったことから、予定では2月中旬に設定していた終漁期を予定より早く1月末で切り上げたことが影響しているとのことであった。

さらに近年は、一隻あたりの使用縄数が年々減少する傾向にある。乙部地区のさらに一部にあ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ところ、1998年度から2004年度までの間、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年度には5.7千縄、2006年度には4.3千縄と、それまでの使用縄数の6割弱まで減少した（付表1a）。このような一隻あたり使用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（延べ出漁隻数）を補正すると、2006年度漁期における実質的な漁獲努力量は、1997年以降で最低値を示す結果となった（付表1b、図9b）。これについても、2007年7月に実施した漁業者聞き取り調査によると、2006年度漁期は、操業中漁船に搭載されている魚探には対象とする親魚の魚群反応が映っていたにもかかわらず、その分布層に延縄を入れても、針に食い付いてこないことから、入れる縄数を減らしたとのことで、先の漁期の切り上げによる延べ出漁隻数の減少とともに、2006年度漁期の努力量の減少が、来遊する産卵魚群の減少によるものではないとのことであった。

#### 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、日本の沖底船による漁獲物の年齢組成と同じとした。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.-(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100トン未満のかけまわし船は存在せず、トロール船の努力量も極めて低い水準で推移している。そこで、資源状態の判断に供する材料の一つとして、漁獲量および努力量の大半を占める100トン以上のかけまわし船のCPUEの動向について検討した。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）。また、2006年度のCPUE(2.4トン/網)は2005年度(2.2トン/網)に比べて若干上昇しているが、前述の通り沖底漁業者は2006年度漁期において特に前年に比べてスケトウダラに向けた漁獲努力量を抑制した認識は持っておらず、前年と同様の漁獲努力を行ったにもかかわらず漁獲量が減少したと述べていることから、このCPUEの上昇は漁獲努力量（有漁曳網数）の減少により見かけ上増加したもので、むしろスケトウダラを狙った曳網におけるCPUEは減少していた可能性も考慮すべきであろう。

一方で、同じく100トン以上のかけまわし船による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、この期間のCPUEそのものには大きな変化が見られなかったものの、漁場自体は縮小する傾向にあり、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、産卵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CPUEが得られている（図9ab, 10）。1997年度以降の檜山沿岸5地区全体での延縄CPUE（縄数による補正なし）は、漁獲量が増加した2001年度に一旦上昇した後、再び低下し、2003年度以降は1.6～1.8トン/隻で推移している（図9a、付表1）。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、1999年度から2005年度までCPUEの低下傾向が続いていた（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年代後半以降来遊する産卵親魚量が減少しつつあることが推測される。

一方、近年の一隻あたり使用縄数の減少を考慮に入れ、漁獲努力量を補正した場合には、2004年度以前の努力量を基準にして2005年度はその2割減、2006年度については4割も低下した計算になり、その分CPUEはむしろ2004年度以降CPUEが上昇しているようにも見える（図9b）。但し、3.-(3)で触れたように、一隻あたり縄数の減少や操業日数の削減といった漁獲圧の調整が、その年の漁況に応じて行われているという背景を考えると、この努力量修正後に得られたCPUEの上昇を以て、近年の来遊親魚量が増加していると即断することは早計であろう。

続いて、漁業とは独立したソースに基づく資源量指標値の一つとして、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（図11、北海道立中央水産試験場ほか 2007、北海道立中央水産試験場資料）。2006年10月の積丹半島以南（北緯43度30分以南）の道西日本海に分布するスケトウダラ親魚の現存量推定値は1.5億尾、75千トンで、2005年の1.7億尾、106千トンを下回り、1996年の調査開始以降最も少ない値となった。また4.-(4)にて後述するが、コホート解析によって求めた毎年10月時点での産卵親魚尾数ならびに重量を、赤の折れ線グラフにして並べて示した。1990年代後半の親魚量の動向が、コホート解析ではなだらかに減少しているのに対して、魚探調査の結果では、1998年度の結果が飛び抜けて高い以外は1996～1999年までの間はそれほど変化が見られない点での相違が目につくものの、音響調査とコホート解析という異なる二つの方法によって求められた親魚量指標値の推移が、共に減少傾向で一致し、かつその絶対値自体も近い値を取っていることは注目に値する（この音響調査の結果を用いてコホートのチューニングを試みた結果を、補足資料3として示した）。

なお、ここで示した親魚現存量（尾数、重量）の数値は、北海道立中央水産試験場が過去に遡って調査結果の精査を行い、再計算した値であり、過去に調査速報等で公表された値ならびに2006年度以前の資源評価票に掲載した数値とは異なり、今後も若干の変更が生じる可能性がある。また石狩湾以北の日本海北部海域についての調査結果については、現在計算過程の見直しを行っており、これまで公表されていた数値が大幅に変更される可能性が生じたことから、本年度の報告書では記載を控えた。

図12には、北海道立函館水産試験場が毎年12月に檜山沿岸の延縄漁場内で実施している、産卵場に来遊した産卵親魚を対象とした音響資源調査の結果を示した（北海道立函館水産試験場2006、北海道立函館水産試験場資料）。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、魚群を海表面から見たときの断面積の総計に比例すると考えられる値である（そのため、親魚重量をコホート解析による結果と比較する際には、 $s_A$ 合計値を3/2乗し、容積単位に変換した上で比較を行った）。先に示した10月の漁期前音響資源調査に比べてデータの時系列は短いものの、本系群における主たる産卵場である檜山沿岸海域に来遊する産卵親魚の魚探反応量は毎年少しずつ減少しており、2006年度の調査結果は2005年度調査の9割に留まった。

次は、産卵親魚ではなく、漁獲対象資源に加入する以前のスケトウダラ仔稚魚の分布及びその数量変動を把握することを目的に、北海道立中央水産試験場が毎年4月に実施している、音響とフレームトロールによるスケトウダラ仔稚魚分布調査の結果を示す（図13、北海道立中央水産試験場資料）。2005年以降の調査では、かつてスケトウダラ若齢個体が多く分布していたといわれる武蔵堆周辺海域（佐々木・夏目 1990）のみならず、主たる産卵場に近い渡島半島西部日本海ならびに対馬暖流の下流域に当たるオホーツク海も調査範囲に含めて実施しているが、檜山沿岸の産卵場に近い渡島半島西部海域におけるスケトウダラ仔稚魚の採集例はなく、仔魚が採集された場所は石狩湾以北の道西日本海北部ならびにオホーツク海側に限られる。この結果からは、檜山沿岸で産卵されたスケトウダラ卵およびふ化後の仔稚魚が、対馬暖流により石狩湾以北の道西日本海北部沿岸海域に移送されることが想定される。本調査における近年最大の関心事は、2006年度の調査で捉えられた浮遊期仔魚の採集量ならびに分布密度が、近年の中では格段に高い値を示したことで、同年級群が高い豊度を保ったまま漁獲対象資源に加入することで、近年減少傾向にある資源状態を改善し、またこの年を端緒として1980年代後半にみられた高い再生産成功率の年代が再来するのではという期待が高まったことであった。しかし、翌2007年の調査では、浮遊期仔魚の分布密度は2004年の調査開始以降で最低水準に留まり、高い再生産成功率は2006年のみの現象に留まった。

2007年5月に道西日本海北部海域において北海道区水産研究所が実施した、スケトウダラ稚・幼魚を対象とする計量魚探調査では、水深150～200m、水温2～3℃の海底上に、越冬して尾叉長15cm前後の1歳魚に成長した2006年級群の塊状の魚群が散在するのが確認された（図14）。評価実施時点で、同2006年級群の量的な評価を行うまでの解析には至っていないが、2005年以降の同調査において、スケトウダラ1歳魚群がまとまった魚群反応として捉えられたのは初めてであり、前年の2006年に発生した比較的豊度の高い年級群が、越冬後1歳魚に成長した時点でも、その前後の年級群に比べて高い豊度を維持していることが示唆される。しかし、北海道太平洋沿岸などで観察されるスケトウダラ幼魚の魚群分布などと比べると、1歳魚となった2006年級群の魚群反応の規模および分布域は極めて小さく、仮にこの2006年級群が現在の比較的高い豊度を保ったまま、数年後に漁獲対象資源に加入し、さらに産卵親魚として再生産に寄与することができたとしても、この一年級群だけで今後の日本海北部系群の資源状況を一気に好転させるには至らないことが予想される。

### (3) 漁獲物の年齢組成

図15ならびに補足資料2に、漁獲物の年齢組成を示す。1990年度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常に低い。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が、2003年度以降の漁獲物には1998年級群それほど出現しなかった。それ以降は特に目立って大きな年級群は漁獲物中には現れていない。

### (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、1991年度以降は減少の一途を辿り、2006年度当初には95千トンにまで減少した。

毎年の新規加入群量が低調に推移する中、1998年級群は、2歳魚時点での資源尾数が4.3億尾と推測され（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年級群に比べれば低いものの、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9歳になった2007年度当初時点での資源尾数は1千万尾弱であった。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。この年は、沿岸漁業におけるTACが漁期半ばに満量になる可能性があることから、期中改訂が行われ、沿岸・沖合ともにTACが上乘せされた年度である。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、親魚量とそこから発生した加入量（2歳魚時点）の関係を図19に示した。なお本評価報告書中では、親魚量の年度を、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している。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、特に2002年級群以降は6千万尾を下回る非常に低い水準で推移している。ただし、2、3歳といった未成魚は、漁獲対象資源に加入したばかりで、漁獲の主体ではまだ無いこと、またコホート解析における近年の若齢魚の推定精度が高くないという特徴からすると、今後漁獲データが蓄積することで当該年級群の豊度が上方修正される可能性も無くはない。

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2001～2005年）の年齢別のFの平均値を2006年の $F=F_{\text{current}}$ とし、それが同様に2007年にも継続されると仮定した上で2007年のFをXで示した。

図21に、2001～2005年平均の年齢別選択率の下でのFによるYPRと%SPRを示した。本系群では2006年度のF（ $F_{\text{current}}:0.418$ ）は、1989年度以降の $RPSave(0.0016)$ より求めた%SPR(70.9%)に対応するF（ $:0.112$ 、本報告書中では $F_{\text{sus}}$ と表記）よりも4倍近く高い。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（ $RPSave:0.0016 \times SPR(F_{\text{current}}):291.8$ ）を求めると0.46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、資源は一世代時間（親魚の平均年齢）当たり元の資源量の46%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歳以上に用いた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+17千トン（17%）と-12千トン（-13%）であった。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、13千トン（17%）と-10千トン（-13%）であった。

#### （5）資源の水準・動向

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95千トンは、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年間の資源量は一貫して減少し続けていることから、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、親魚量と加入量の関係を示した。資源量の推移における2歳魚の資源量の変化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、親魚量自体はその後も暫く高い位置を保っていたにもかかわらず、卓越年級群が出現することはなかった。そして、それまで資源を支えていた卓越年級群が高齢になり、利用し尽くされて資源から消えるのと同時に親魚量は減少しはじめ、現在は資源量、親魚量共に1980年度以降の最低値を毎年更新している。加えて、親魚量が150千トンを割り込んだ2002年度以降は、2歳魚時点での加入量が極端に低く

留まるようになり、RPSの更なる低下を示唆している。仮にこの値が真実だとすれば、2002年度以降のRPSの下では、仮に漁獲を行わなかった場合（100%SPR）でも資源の回復は見込めず、縮小再生産の一途を辿ることになり、漁獲制御による資源の維持、回復は困難となる。ただし、前述した通り、コホート解析による近年の若齢魚（ここでは2歳魚）の加入量推定の精度は高いこと、また2歳魚は漁獲対象資源に加入したばかりで、主たる漁獲対象となる成魚になるまでは漁獲量自体が振れ、それに伴って資源量推定結果自体も変動することを考慮すると、2002年以降のRPSが本当に低下したかどうかを判断するのは、もう数年経過してからの方が妥当であると考ええる。

むしろ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ではない。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こと、そして少なくとも1981年以降現在までの間、その好適な環境条件が整っている年の方が希であり、条件の整わない、低いRPSしか期待できない年の方が本系群、海域における普遍的な姿と考える方が妥当であろう。

そこで、本系群の管理方策としては、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維持することを管理目標とする。具体的には加入量水準が大幅に低下する直前の親魚量水準（B2000=15万トン）をBlimitに設定し、その上で、現在の親魚量がBlimitを大きく下回っていることから、徐々にでも親魚量をBlimitに向けて回復させ得るFをFlimitとし、その下で想定される翌年度の予想漁獲量をABClimitとする。

## （2）今後の加入の見積もり

再生産成功率（RPS）は、2歳魚加入量の推移と同様に、1989年以降低い値で推移している（図19）。また2002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-)：0.0016）を大幅に下回りつつ、徐々に原点方向に移動している（図23）。また、かつて幼魚・若齢魚の分布域であった石狩湾以北海域を対象とする調査船調査においても、2006年級の出現を除いては、近年は仔稚魚ー若齢魚の分布がほとんどみられておらず（図13、14）、今後1～2年の間に資源状態を一気に好転させるような大規模な新規加入が起こることは考えにくい。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割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々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の平均値と親魚量の積算により新規加入群量を推定）の下で、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。計算にあたり、2007年度のFは2006年度（ $F_{current}$ ）と同程度と仮定し、Fの年齢別選択率は2001～2005年の5年間の平均とした。 $F_{current}$ は、2006年度の選択率が1となる9および10歳時点のFで0.418であった。これらの仮定およびルールに基づき2008年から20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。

1989年度以降RPSが低水準に落ち込んだまま推移し、更にここ数年親魚量が大きく減少しつつある状況下では、環境条件の変化などに伴う再生産成功率の大幅な向上などが起こらない限り、ある程度の規模の漁獲を継続しつつ親魚量を $B_{limit}$ 水準まで回復させることは期待できない（表4および図24下、図25左）。一方で、現在の漁獲圧をそのままかけ続けた場合には（ $F_{current}$ : 0.418）、約5年後には漁獲量は1万トン进行、親魚量も3万トンを割り込むことが予想される（表4、図24上、25中央）。Fを現行の27%にあたる0.112程度に抑えた場合（ $F_{sus}$ ）、漁獲規制開始から4、5年の後に親魚量は5万トン強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下、25左および中央）。

#### （5）不確実性を考慮した検討

1989～2004年度のRPSが2007年度以降重複を許してランダムに現れるという条件の下、2008年度当初の資源量および親魚量をスタートとし、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あ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、 $F_{sus}$  (0.112) 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）。現状の親魚量（2007年当初で55千トン）は、仮に本年度（2007年度）の漁獲がこれまでと同様の強度で行われた後には、2008年度当初時点で36千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 $B_{limit}$ （150千トン）を大きく下回っている。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）では、漁場域の中心に当たる乙部・熊石地区などでは、漁獲量の減少が、魚がそこに居ても延縄の針に掛からないために生じているという情報もあり、必ずしも漁獲量の減少が資源の減少を意味しないという状況も明らかになったが、一方で分布の周辺域、特に南側に当たる江差・上ノ国地区では年々漁獲量が減少し、漁場域が北偏し縮小している可能性が示唆される。また近年実施されている調査船調査の結果（図11、12）も、近年の親魚量の推移が減少傾向であることを支持している。

今後数年の間に漁獲対象資源に加入してくることが予想される若齢年級群の豊度については、2006年級群が近年では比較的豊度の高い年級群として今後加入してくることが期待されてはいるものの、それでも浮遊仔魚段階での分布密度は前年（2005年級群）の3.4倍程度（図13）、1歳魚として着底した後の魚探調査においても、発見された魚群の規模及び頻度が格段に多いわけではないなど（図14）、2006年級群のみで資源状態を大きく好転させるだけの卓越年級群であるとは考えにくい。加えて、その前後に発生した年級群については、仔稚魚調査でごくわずかししか捉えられておらず（図13）、これらの年級が新たに加入することによる資源豊度の底上げは期待できない。

本来であれば、本資源の親魚量水準は $B_{limit}$ を大きく下回っており、さらに親魚量が $B_{limit}$ を下回って以降、新規加入量がさらに低い水準へと落ち込んでいることから、直ちに漁獲を規制して親魚量を $B_{limit}$ 水準にまで回復させるべきところであるが、1989年以降続く低いRPSと、過去に経験したことの無い極めて低い水準にまで落ち込んだ親魚量水準を考慮すると、20年もの長期間にわたって極端に厳しい漁獲規制を行わない限り、親魚量水準を $B_{limit}$ まで回復させることは困難であり（表4、図24、25）、事実上、漁業を維持しつつ親魚量を $B_{limit}$ 水準まで回復させることはもはや困難である。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、特に産卵親魚量をこれ以上減らさずに維持することを最低限の目標とし、今後10～20年にわたって親魚量が現状の値のままで推移すると予想される $F_{sus}$  ( $=0.112$ ) 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 ( $F=0.101$ ) を、これ以上資源を減らすことのない漁獲強度として示す。

## 6. 2008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1997年度以降一貫して減少し続けている親魚量は $B_{limit}$ を大きく下回り、現在の漁獲圧が継続する限り、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、2006年級群に若干の期待が持てるものの、それ以外の年級は低い年級群豊度に留まることが予想されている。これらの結果から、資源状態は極めて悪い状態にあり、たとえ資源の短期的な回復が無理であっても、少なくとも現在も減少傾向にある資源を下げ止めるための措置を取るのが、資源管理上望ましいと判断する。

## (2) ABCの算定

利用可能な情報として年々の資源量 (B) と親魚量 (SSB)、加入量 (R) を用いることが可能であり、SSBがB<sub>limit</sub>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19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、ある決まった年限の間にSSBをB<sub>limit</sub>まで回復させる方策は現状では不可能であることから一旦棚上げとし、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維持することを当座の目標とする。その上で、今後10～20年にわたって親魚量がある水準で安定するFをF<sub>sus</sub>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<sub>limit</sub>とする。現状のFに様々な係数を掛け、親魚量が将来的に安定する値を探したところ、F=0.112の下で親魚量がほぼ安定することから (F<sub>sus</sub>)、これに0.9を掛けたF=0.101をF<sub>limit</sub>とする

$$\begin{aligned} F_{\text{limit}} &= 0.9 \times F_{\text{sus}} \\ &= 0.101 \end{aligned}$$

また、F<sub>target</sub>については、F<sub>limit</sub>に安全係数として0.8を更に掛けた値とする

$$\begin{aligned} F_{\text{target}} &= 0.8 \times F_{\text{limit}} \\ &= 0.081 \end{aligned}$$

上述のFを資源に対して与えた場合に想定される2008年の漁獲量は

$$\begin{aligned} \text{ABC}_{\text{limit}} &= 4.2 \text{ (千トン)} \\ \text{ABC}_{\text{target}} &= 3.4 \text{ (千トン)} \end{aligned}$$

となる。

## (3) 管理の考え方と2008年度漁獲量

ABC およびいくつかの参考値の下での F 値、漁獲割合、その後の資源の動向予測などについて表にして示す。

| 漁獲シナリオ<br>(管理基準)                       | 管理の考え方                          | 2008 年<br>漁獲量<br>(千トン) | F 値   | 漁獲割<br>合(%) | 評価   |      |                   |
|----------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------|-------------|------|------|-------------------|
|                                        |                                 |                        |       |             | A(%) | B(%) | C(千トン)            |
| ABClimit<br>(0.9F <sub>sus</sub> )     | 親魚量の<br>緩やかな回復                  | 4.2                    | 0.101 | 5.3         | 61.5 | 3.4  | 4.2～6.2<br>(5.4)  |
| ABClimit<br>(0.8*0.9F <sub>sus</sub> ) | 親魚量の緩やか<br>な回復<br>(予防的措置)       | 3.4                    | 0.081 | 4.3         | 78.1 | 2.3  | 3.4～6.0<br>(4.8)  |
| 現状の親魚量<br>の維持(F <sub>sus</sub> )       | 今後 15～20 年に<br>わたり現状の親<br>魚量を維持 | 4.6                    | 0.112 | 5.9         | 50.7 | 4.9  | 4.7～6.2<br>(5.6)  |
| 現在の漁獲圧<br>維持(F <sub>current</sub> )    | 現在(2006 年)の<br>漁獲圧を維持           | 15.6                   | 0.418 | 19.7        | 0.0  | 99.4 | 15.6～1.7<br>(6.5) |

\*1989～2004 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:2027 年度当初の親魚量 (SSB2027) が SSB2007(55 千トン)を上回る確率

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

C:2008～2027 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 2008 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 2027 年時点での予想漁獲量/資源量/親魚量を用いた理由は、今回提案する ABC (およびその元となる F<sub>limit</sub>) の下では親魚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、回復あるいは親魚量の減少の抑止効果が見えにくく、判断が付かないことによる。

また、2006 年度以前の評価報告書では、2021 年度当初 (2005 年度の評価時から 15 年後を目標とした) までに親魚量水準を B<sub>limit</sub> (150 千トン) まで回復させるための F 値ならびにその下での翌年度漁獲量などの数値を掲載していたが、本年度の資源解析結果に基づく、現在の低い再生産成功率と 2007 年度当初で 55 千トンまで減少してしまった親魚量の下では、2008 年度以降完全に漁獲を控えた場合でも、2021 年度当初の親魚量水準は 112 千トン程度までしか回復せず、2005 年評価時に立てた目標を達成することは困難となったため、参考値から除いた。

## (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     |
|-----------------|------|-----|----------|-----------|-----|----------|
| 2006年(当初)       | Fsim | 251 | 12       | 8         |     | SSBの回復   |
| 2006年(2006年再評価) | Fsus | 147 | 12       | 10        |     | SSBの下げ止め |
| 2006年(2007年再評価) | Fsus | 95  | 6        | 5         | 21  | SSBの下げ止め |
| 2007年(当初)       | Fsus | 140 | 11       | 9         |     | SSBの下げ止め |
| 2007年(再評価)      | Fsus | 83  | 5        | 4         |     | SSBの下げ止め |

(単位:千トン)

2005年度と2006年度の評価の間でも推定資源量は大きく減少したが、2006年度と2007年度の評価の間でも、推定資源量はさらに大きく減少している。内訳を見ると、2006年度については2、3、4歳魚、2007年度については2、3歳魚といった直近の若齢魚の評価が、翌年大幅に下方修正され、それが資源量の減少をもたらしていることが分かる(補足資料2)。コホート解析による若齢魚の評価については元々推定精度が悪く、データが毎年追加される度に大きく変動する可能性があること、さらに2歳魚の資源量の将来予測を行う際には、ABC対象年(最新のデータ年から2年後)の2歳魚の資源尾数を、そのとき想定される親魚資源量に1989年以降のRPSの「平均値」を掛けて求めていることが、若齢魚の資源量を過大に評価する要因と考えられる。

一方で、親魚量は4歳魚以上が主体であり、コホート解析においても大きく変動することは少なく、若齢魚の評価よりも信頼性が高いと言えるが、その値は、これまで経験したことのない低水準の中で更に毎年減少し続けている(図19、23)。その傾向はコホート解析の結果のみならず、計量魚探調査などの直接推定調査においても同様に確認されている。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、同年級群が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年級群の好漁が途絶え、当初想定したほど1998年級群の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)は大きく減少した(八吹 2005、本田ほか 2006)。

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  | 6    | 21  |
| 2007 | 低位 | 減少  | Fsus | 0.21   | 11       | 5   | -    | -   |
| 2008 | 低位 | 減少  | Fsus | 0.10   | 4        | -   | -    | -   |

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

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）を下回る小型個体が漁獲物の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、檜山沿岸の漁協では、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。

本年度より当該系群は資源回復計画が策定され、北海道の沖合底びき網漁業におけるスケトウダラを目的とする操業隻日数の1割削減、沿岸漁業における産卵親魚の保護の充実等が計画されている。また、沿岸・沖底双方の漁業関係者を中心とした漁業者協議会が設置され、同計画に基づく今後の取り組み内容を検討することとしている。

スケトウダラ仔稚魚調査ならびに越冬後の幼魚調査の結果から、2006年級群の豊度がその前後の年級群よりも数倍程度高いことが示されており（図13, 14）、数年後には、当該年級群が、近年では比較的高い豊度を保ったまま漁獲対象資源に加入してくることが予想される。近年のスケトウダラ仔稚魚調査の結果からは、そこそこの豊度を持つと予想される年級群は2006年級群以外に存在せず、この年級群が成魚になるまでうまく獲り残し、親魚量の底上げに寄与させることができるならば、資源の減少傾向を少しでも和らげる上で有効であると考ええる。1998年級群が漁獲対象資源として出現した際には、3〜4歳魚の時点で高い漁獲圧が掛かり、結果的に同年級群が親魚になる前にあらかた獲り尽くしてしまった。今後2006年級群が2008年度に2歳魚、また2009年度に3歳魚の未成年として漁獲対象資源・漁場域に加入してくるのに先だって、関係者間で当該年級群の利用法、とりわけ未成年魚の保護をどうするかについて議論しておくことは有効であろう。

### 8. Bbanの設定について

平成18年度より採用している資源管理方策（Fの選択方法）では、仮に資源評価報告書で提案したFlimitあるいはFsusを上回る漁獲圧の下で、資源量および親魚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、翌年の評価ではその低下した親魚量を維持するF（Fsus）を探索し、それに1未満の係数を掛けたFlimitを新たに設定し直すのみに留まり、結果的に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Flimitを求め、その下で想定される漁獲量を計算してABCと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ていく際に、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。

一方、5.-(6)で触れたように、1989年度以降続く低い再生産成功率（図19、23）の下では、仮に2008年度漁期から漁獲を完全に控えたとしても、親魚量がBlimitまで回復するまでには20年近い年月を要することが予測されており（表4、図24）、資源維持の上では非常に危険度の高い状態である一方で、その様な長期間にわたる極めて厳しい漁獲規制措置は事実上漁業の破綻を意味することから、資源研究者だけの判断で設定できる値ではない程に、当該資源は切迫した状況に追い込まれている。

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あるいは判断のみを以て数値を設定することは不可能であり、かといってBbanを設定することなく今後も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る。平成18年度の資源評価報告書において、仮に2007年度以降10年間にわたって何も追加的な管理措置がとられないことなく、2005年時点の漁獲圧が継続し続けた場合に想定された親魚量(3万トン)を（表4、図24）、研究者側で考えるBbanの叩き台として提案した。しかし、本年度の評価では、実際の資源豊度が、平成18年度評価時よりも更に低いレベルにあることが推測され、現状の低い再生産成功率と漁獲圧の下では、2年後の2009年度にも親魚量は3万トンを切る可能性が示唆されている（表4、図24）。親魚量がこの値を下回るということは、禁漁措置を20年行っても、親魚量がBlimitまで回復することが無くなることを意味する。

以上の理由から、本評価報告書においては、平成18年度の評価報告書と同じく、親魚量水準3万トンをBbanの叩き台として引き続き提案する。今後は、漁業者・行政部局ほか関係者間で、このBbanの値が受け入れ可能であるか否か、否であるとすれば、どの程度の数値であれば、漁業の維持・継続、あるいは行政施策上妥当な、あるいは受け入れ可能な水準であるか、それとも本資源においてBbanを設定すること自体が困難なのか、等の問題について検討する必要がある。

## 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（2006）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2006年度，北海道水産林務部資源管理課，p. 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(2007) 調査速報：計量魚探によるスケトウダラ資源調査結果 -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(2006) 調査速報：檜山海域スケトウダラ漁期中調査結果，北海道立函館水産試験場，4pp.

- 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  | -      | 48,535  | 32,482  | 16,053 | -      | 3,092   |
| 2000 | 41,797  | 41,797  | -      | 39,107  | 25,903  | 13,204 | -      | 2,690   |
| 2001 | 45,615  | 45,615  | -      | 42,603  | 24,646  | 17,957 | -      | 3,013   |
| 2002 | 59,360  | 59,360  | -      | 57,310  | 39,733  | 17,577 | -      | 2,050   |
| 2003 | 32,840  | 32,840  | -      | 31,280  | 15,209  | 16,071 | -      | 1,559   |
| 2004 | 34,012  | 34,012  | -      | 32,381  | 20,717  | 11,664 | -      | 1,631   |
| 2005 | 25,991  | 25,991  | -      | 24,624  | 15,134  | 9,490  | -      | 1,367   |
| 2006 | 20,816  | 20,816  | -      | 19,882  | 12,605  | 7,277  | -      | 934     |

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。2006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<br>100トン未満 | かけまわし<br>100トン以上 | トロール | かけまわし<br>100トン未満 | かけまわし<br>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 | －                | 9.7              | 1.4  | －                | 2.3              | 2.0  |
| 2002 | －                | 8.0              | 0.9  | －                | 4.8              | 1.4  |
| 2003 | －                | 8.6              | 1.0  | －                | 1.6              | 1.1  |
| 2004 | －                | 6.6              | 0.8  | －                | 2.8              | 0.9  |
| 2005 | －                | 6.0              | 0.6  | －                | 2.2              | 1.5  |
| 2006 | －                | 5.1              | 0.6  | －                | 2.4              | 0.1  |

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   | 資源量   | 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   | 594   | 239   | 621    | 20   | 0.0026 | 0.204 | 0.806 |
| 1982 | 97    | 570   | 224   | 423    | 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   | 468   | 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   | 1,860  | 16   | 0.0096 | 0.218 | 0.985 |
| 1989 | 142   | 806   | 258   | 657    | 18   | 0.0025 | 0.262 | 0.364 |
| 1990 | 132   | 868   | 289   | 651    | 15   | 0.0023 | 0.161 | 0.754 |
| 1991 | 145   | 827   | 269   | 921    | 18   | 0.0034 | 0.271 | 0.661 |
| 1992 | 146   | 714   | 286   | 763    | 20   | 0.0027 | 0.360 | 0.426 |
| 1993 | 91    | 607   | 248   | 420    | 15   | 0.0017 | 0.198 | 0.768 |
| 1994 | 71    | 582   | 209   | 330    | 12   | 0.0016 | 0.123 | 0.641 |
| 1995 | 71    | 569   | 230   | 302    | 12   | 0.0013 | 0.142 | 0.745 |
| 1996 | 90    | 527   | 264   | 262    | 17   | 0.0010 | 0.282 | 0.237 |
| 1997 | 76    | 413   | 225   | 288    | 18   | 0.0013 | 0.229 | 0.575 |
| 1998 | 58    | 339   | 185   | 432    | 17   | 0.0023 | 0.174 | 0.444 |
| 1999 | 52    | 305   | 165   | 290    | 17   | 0.0018 | 0.130 | 0.265 |
| 2000 | 42    | 308   | 150   | 222    | 14   | 0.0015 | 0.106 | 0.397 |
| 2001 | 46    | 308   | 143   | 146    | 15   | 0.0010 | 0.155 | 0.472 |
| 2002 | 59    | 285   | 145   | 56     | 21   | 0.0004 | 0.276 | 0.502 |
| 2003 | 33    | 223   | 119   | 21     | 15   | 0.0002 | 0.148 | 0.509 |
| 2004 | 34    | 187   | 111   | 14     | 18   | 0.0001 | 0.243 | 0.291 |
| 2005 | 26    | 140   | 101   | -      | 19   | -      | 0.297 | 0.314 |
| 2006 | 21    | 95    | 78    | -      | 22   | -      | 0.275 | 0.418 |
| 2007 | -     | 83*   | 55    | -      | -    | -      | 0.194 | 0.418 |

\* 2007年度の資源量推定値には、2007年度当初の親魚量にRPSmed(89-)と2歳魚の漁期中の平均体重を掛けて求めた2歳魚の資源重量を含む。

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量は正確には1999年度末（=2000年度当初）の親魚量であるが、これを2000年度の行に示した。

2005～2007年度の発生年級群は2007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 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| F0(漁獲無し)         | 0.000 | 20.8     | 16.7 | 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    |
| 0.1Fcurrent      | 0.042 | 20.8     | 16.7 | 1.8  | 2.1  | 2.2  | 2.3  | 2.2  | 2.4  | 2.5  | 2.7  | 2.8  | 2.9  | 3.0  | 3.2  | 3.3  | 3.4  | 3.6  | 3.8  | 3.9  | 4.1  | 4.3  | 4.4  |
| Ftarget(0.8Flim) | 0.081 | 20.8     | 16.7 | 3.4  | 3.9  | 4.1  | 4.1  | 4.0  | 4.1  | 4.3  | 4.5  | 4.6  | 4.7  | 4.8  | 4.9  | 5.0  | 5.2  | 5.3  | 5.4  | 5.6  | 5.7  | 5.8  | 6.0  |
| 0.2Fcurrent      | 0.084 | 20.8     | 16.7 | 3.5  | 4.0  | 4.2  | 4.2  | 4.1  | 4.2  | 4.4  | 4.6  | 4.7  | 4.8  | 4.9  | 5.0  | 5.1  | 5.2  | 5.4  | 5.5  | 5.6  | 5.8  | 5.9  | 6.0  |
| Flim(0.9Fsus)    | 0.101 | 20.8     | 16.7 | 4.2  | 4.8  | 4.9  | 4.9  | 4.7  | 4.8  | 5.0  | 5.2  | 5.3  | 5.3  | 5.4  | 5.5  | 5.6  | 5.7  | 5.8  | 5.8  | 5.9  | 6.0  | 6.1  | 6.2  |
| Fsus             | 0.112 | 20.8     | 16.7 | 4.6  | 5.2  | 5.4  | 5.3  | 5.1  | 5.2  | 5.4  | 5.6  | 5.6  | 5.6  | 5.6  | 5.7  | 5.8  | 5.9  | 5.9  | 6.0  | 6.0  | 6.1  | 6.2  | 6.2  |
| 0.3Fcurrent      | 0.125 | 20.8     | 16.7 | 5.2  | 5.8  | 5.9  | 5.8  | 5.5  | 5.6  | 5.7  | 5.9  | 6.0  | 5.9  | 5.9  | 5.9  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.1  | 6.1  | 6.1  | 6.2  | 6.2  |
| 0.4Fcurrent      | 0.167 | 20.8     | 16.7 | 6.8  | 7.4  | 7.5  | 7.1  | 6.7  | 6.6  | 6.7  | 6.8  | 6.7  | 6.5  | 6.4  | 6.3  | 6.2  | 6.2  | 6.1  | 6.0  | 5.9  | 5.8  | 5.8  | 5.7  |
| 0.5Fcurrent      | 0.209 | 20.8     | 16.7 | 8.4  | 8.9  | 8.8  | 8.2  | 7.6  | 7.4  | 7.3  | 7.3  | 7.1  | 6.8  | 6.5  | 6.3  | 6.1  | 5.9  | 5.8  | 5.6  | 5.4  | 5.2  | 5.1  | 4.9  |
| 0.6Fcurrent      | 0.251 | 20.8     | 16.7 | 9.9  | 10.3 | 9.9  | 9.2  | 8.3  | 7.9  | 7.7  | 7.5  | 7.2  | 6.8  | 6.4  | 6.1  | 5.8  | 5.5  | 5.3  | 5.0  | 4.8  | 4.6  | 4.3  | 4.1  |
| 0.7Fcurrent      | 0.292 | 20.8     | 16.7 | 11.4 | 11.5 | 10.9 | 9.9  | 8.8  | 8.3  | 7.9  | 7.6  | 7.1  | 6.6  | 6.1  | 5.7  | 5.4  | 5.0  | 4.7  | 4.4  | 4.1  | 3.9  | 3.6  | 3.4  |
| 0.8Fcurrent      | 0.334 | 20.8     | 16.7 | 12.8 | 12.7 | 11.8 | 10.5 | 9.2  | 8.5  | 8.0  | 7.5  | 6.9  | 6.3  | 5.8  | 5.3  | 4.9  | 4.5  | 4.1  | 3.8  | 3.5  | 3.2  | 3.0  | 2.7  |
| 0.9Fcurrent      | 0.376 | 20.8     | 16.7 | 14.2 | 13.7 | 12.6 | 11.0 | 9.5  | 8.6  | 7.9  | 7.3  | 6.6  | 5.9  | 5.3  | 4.8  | 4.4  | 4.0  | 3.6  | 3.3  | 2.9  | 2.7  | 2.4  | 2.2  |
| Fcurrent         | 0.418 | 20.8     | 16.7 | 15.6 | 14.7 | 13.2 | 11.4 | 9.6  | 8.6  | 7.8  | 7.0  | 6.3  | 5.6  | 4.9  | 4.4  | 3.9  | 3.5  | 3.1  | 2.8  | 2.4  | 2.2  | 1.9  | 1.7  |

| 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  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| F0(漁獲無し)         | 0.000 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 40.2 | 51.4 | 62.9 | 69.4 | 71.4 | 72.0 | 76.0 | 81.6 | 87.8 | 93.7 | 99.4 | 105.4 | 112.0 | 119.3 | 127.0 | 135.1 | 143.6 | 152.7 | 162.5 |
| 0.1Fcurrent      | 0.042 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 38.9 | 48.5 | 58.2 | 63.0 | 63.6 | 62.9 | 65.1 | 68.4 | 72.2 | 75.7 | 78.8 | 82.0  | 85.4  | 89.2  | 93.1  | 97.2  | 101.3 | 105.7 | 110.3 |
| Ftarget(0.8Flim) | 0.081 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 37.8 | 46.0 | 54.1 | 57.6 | 57.2 | 55.6 | 56.4 | 58.3 | 60.5 | 62.3 | 63.8 | 65.2  | 66.7  | 68.4  | 70.1  | 71.9  | 73.7  | 75.6  | 77.4  |
| 0.2Fcurrent      | 0.084 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 37.7 | 45.8 | 53.8 | 57.2 | 56.7 | 55.1 | 55.8 | 57.6 | 59.7 | 61.4 | 62.8 | 64.1  | 65.5  | 67.0  | 68.7  | 70.3  | 72.0  | 73.7  | 75.4  |
| Flim(0.9Fsus)    | 0.101 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 37.2 | 44.8 | 52.1 | 55.0 | 54.1 | 52.2 | 52.5 | 53.7 | 55.2 | 56.4 | 57.2 | 57.9  | 58.7  | 59.7  | 60.7  | 61.7  | 62.6  | 63.6  | 64.6  |
| Fsus             | 0.112 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 36.9 | 44.1 | 51.1 | 53.6 | 52.5 | 50.4 | 50.4 | 51.3 | 52.5 | 53.3 | 53.9 | 54.3  | 54.8  | 55.4  | 56.0  | 56.6  | 57.3  | 57.9  | 58.5  |
| 0.3Fcurrent      | 0.125 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 36.5 | 43.3 | 49.8 | 52.0 | 50.7 | 48.4 | 48.0 | 48.6 | 49.5 | 50.0 | 50.2 | 50.3  | 50.4  | 50.7  | 51.0  | 51.2  | 51.5  | 51.7  | 52.0  |
| 0.4Fcurrent      | 0.167 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 35.4 | 40.9 | 46.2 | 47.4 | 45.4 | 42.6 | 41.4 | 41.1 | 41.1 | 40.8 | 40.3 | 39.6  | 39.0  | 38.5  | 38.0  | 37.5  | 37.0  | 36.5  | 36.0  |
| 0.5Fcurrent      | 0.252 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 34.3 | 38.7 | 42.8 | 43.2 | 40.7 | 37.5 | 35.8 | 34.9 | 34.3 | 33.5 | 32.4 | 31.3  | 30.3  | 29.4  | 28.5  | 27.6  | 26.8  | 26.0  | 25.2  |
| 0.6Fcurrent      | 0.251 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 33.2 | 36.6 | 39.7 | 39.4 | 36.6 | 33.1 | 31.0 | 29.7 | 28.7 | 27.5 | 26.2 | 24.9  | 23.6  | 22.5  | 21.4  | 20.4  | 19.5  | 18.5  | 17.7  |
| 0.7Fcurrent      | 0.292 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 32.2 | 34.6 | 36.9 | 36.0 | 32.9 | 29.3 | 26.9 | 25.3 | 24.0 | 22.7 | 21.3 | 19.8  | 18.5  | 17.3  | 16.2  | 15.2  | 14.2  | 13.3  | 12.5  |
| 0.8Fcurrent      | 0.334 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 31.2 | 32.7 | 34.3 | 32.9 | 29.6 | 25.9 | 23.4 | 21.6 | 20.2 | 18.8 | 17.3 | 15.8  | 14.5  | 13.4  | 12.3  | 11.3  | 10.4  | 9.6   | 8.8   |
| 0.9Fcurrent      | 0.376 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 30.2 | 30.9 | 31.9 | 30.2 | 26.7 | 23.0 | 20.4 | 18.5 | 17.0 | 15.6 | 14.1 | 12.7  | 11.4  | 10.3  | 9.4   | 8.5   | 7.7   | 7.0   | 6.3   |
| Fcurrent         | 0.418 | 77.6           | 54.6 | 36.0 | 29.3 | 29.3 | 29.6 | 27.6 | 24.1 | 20.5 | 17.8 | 15.9 | 14.4 | 12.9 | 11.5 | 10.2  | 9.0   | 8.0   | 7.2   | 6.4   | 5.7   | 5.1   | 4.5   |

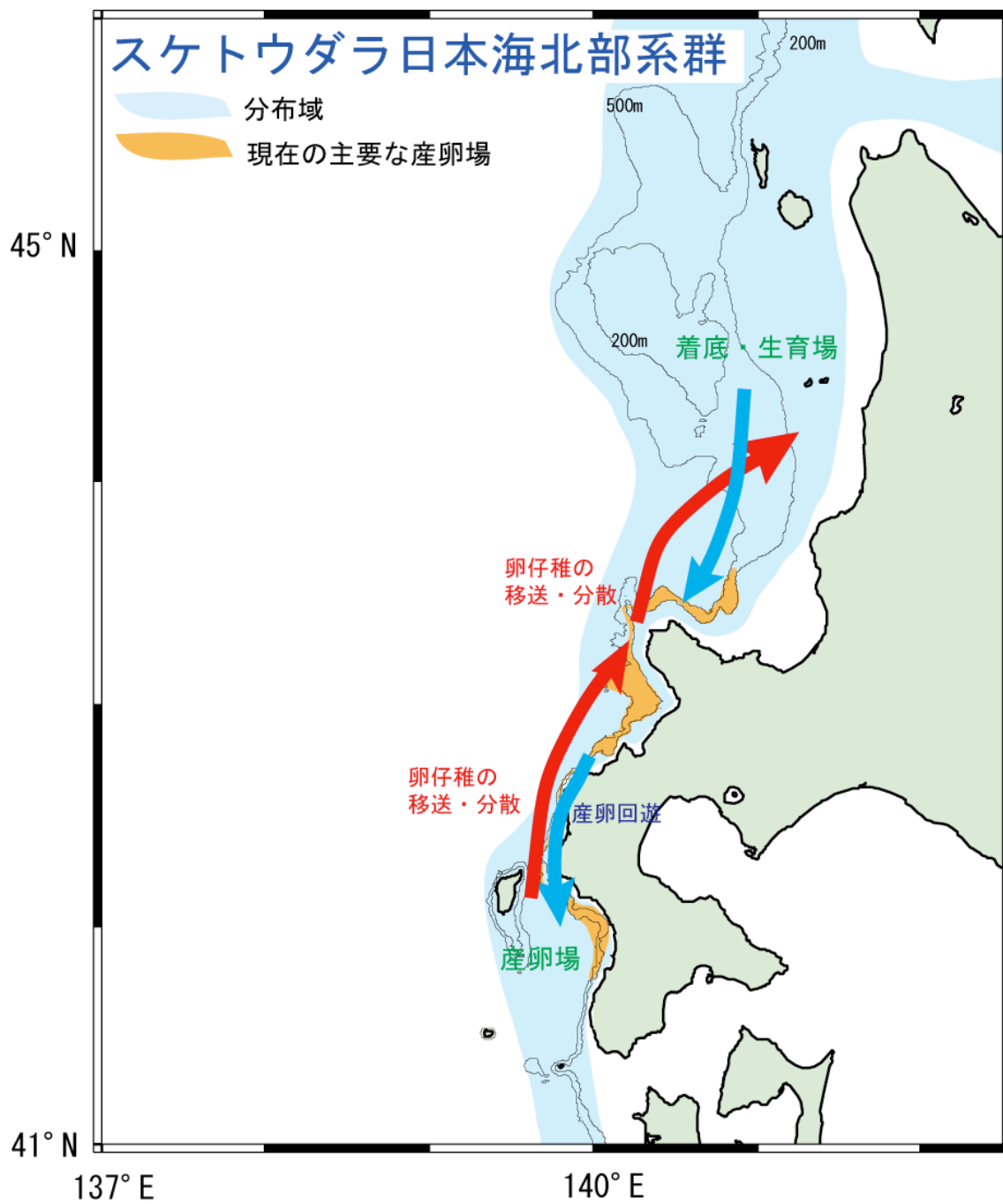


図 1. スケトウダラ日本海北部系群の分布と回遊

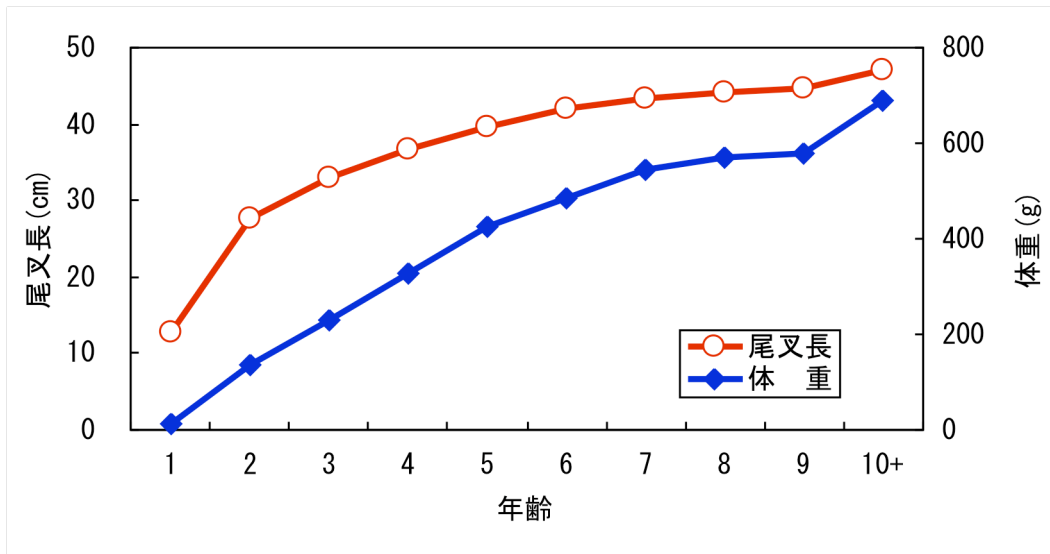


図 2. スケトウダラ日本海北部系群の成長。10+は 10 歳以上の個体を込みにした平均値

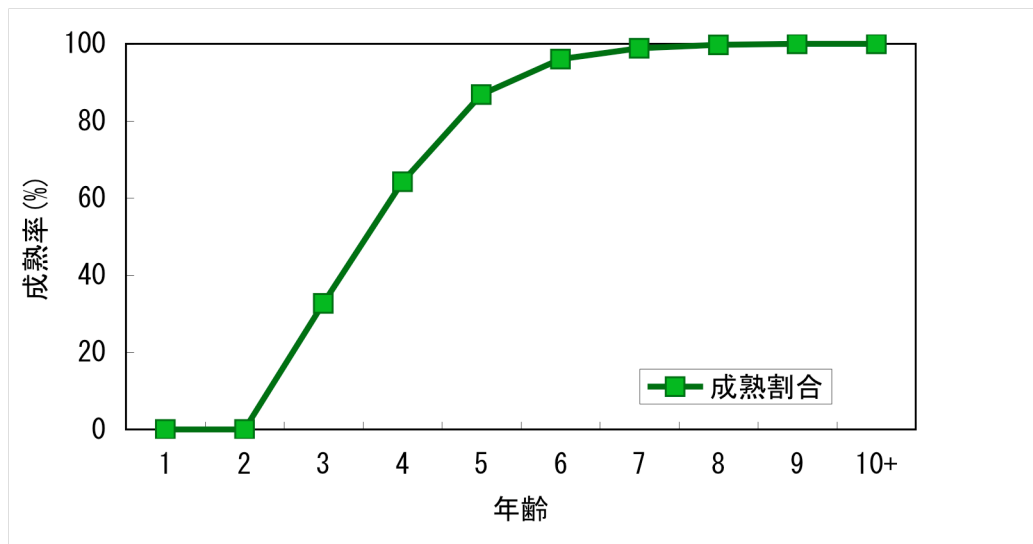


図 3. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別成熟割合。10+は 10 歳以上の個体を込みにした平均値

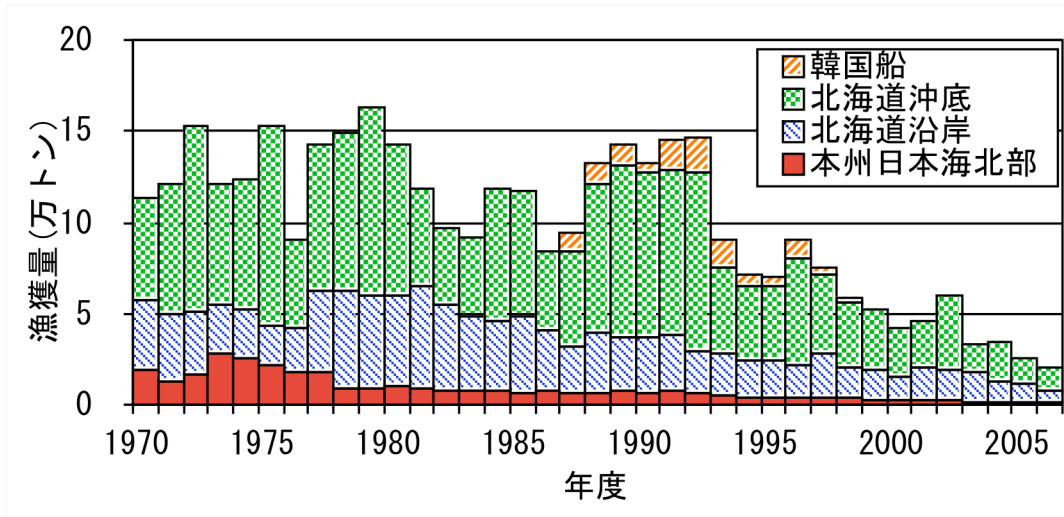


図 4. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量の推移

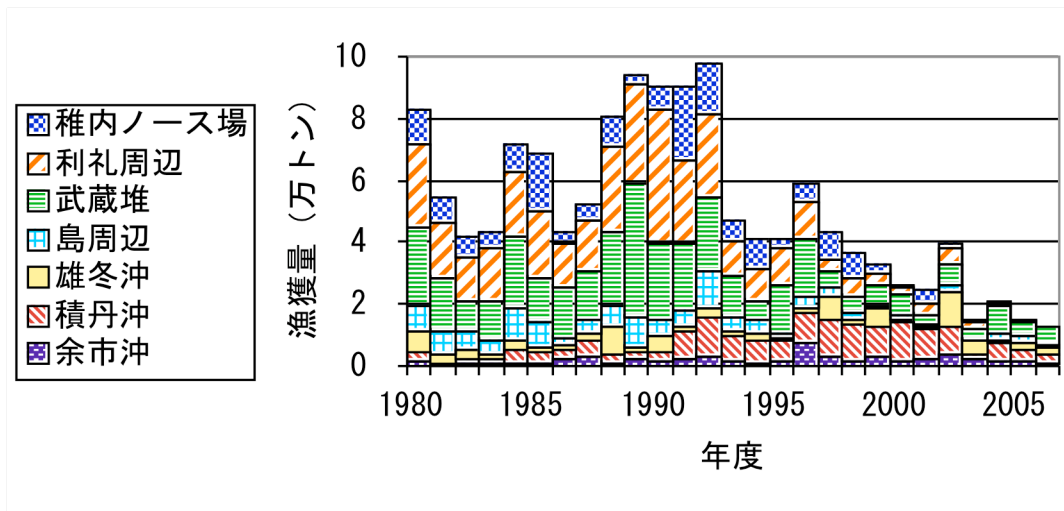


図 5. 北海道日本海側の沖底による小海区分別のスケトウダラ漁獲量の推移

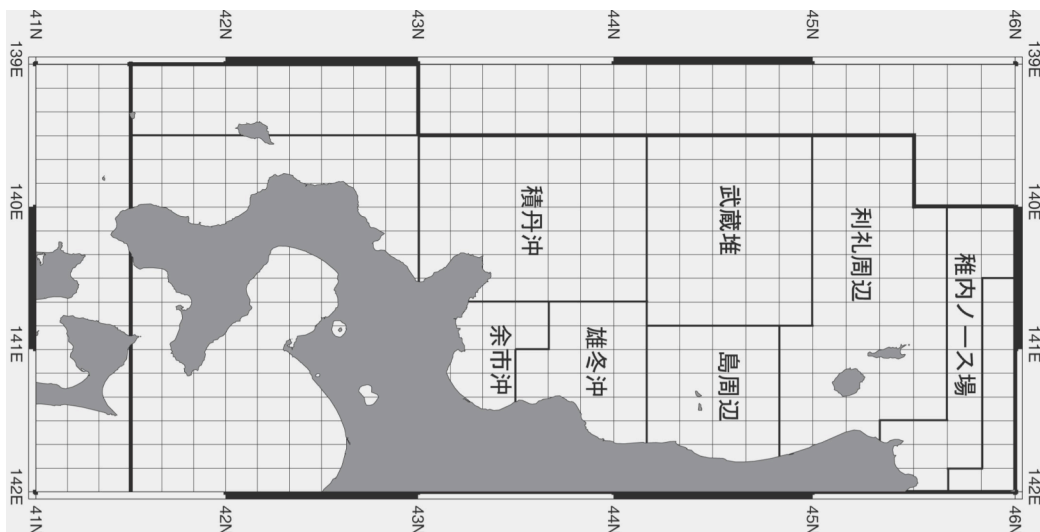


図 6. 北海道日本海側海域における沖底の小海区分

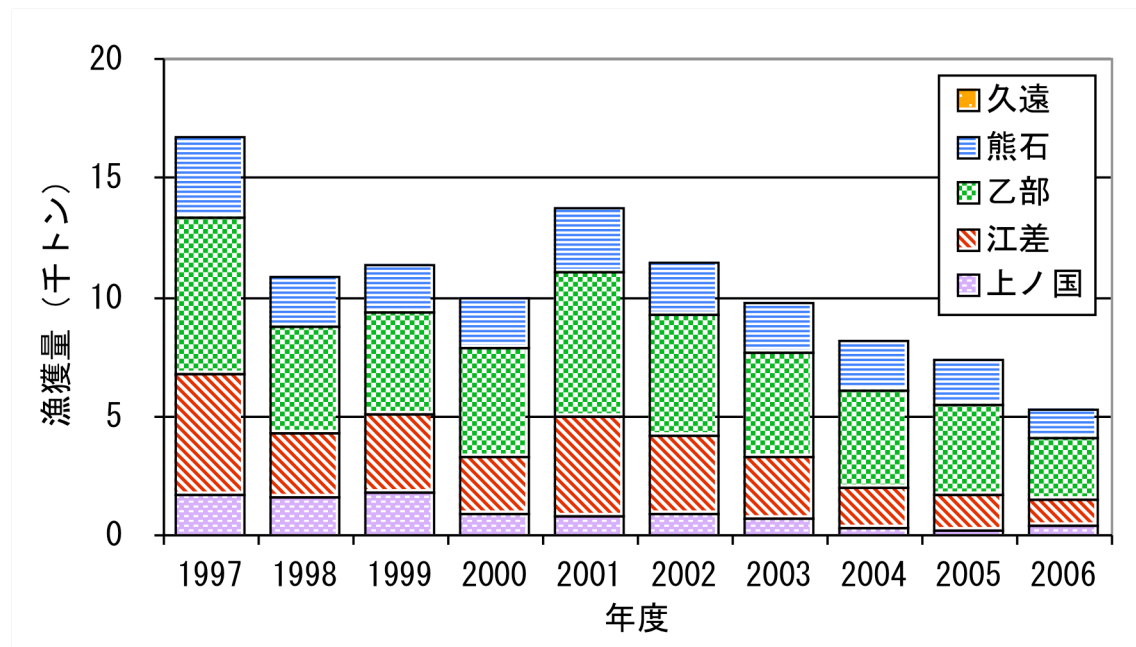
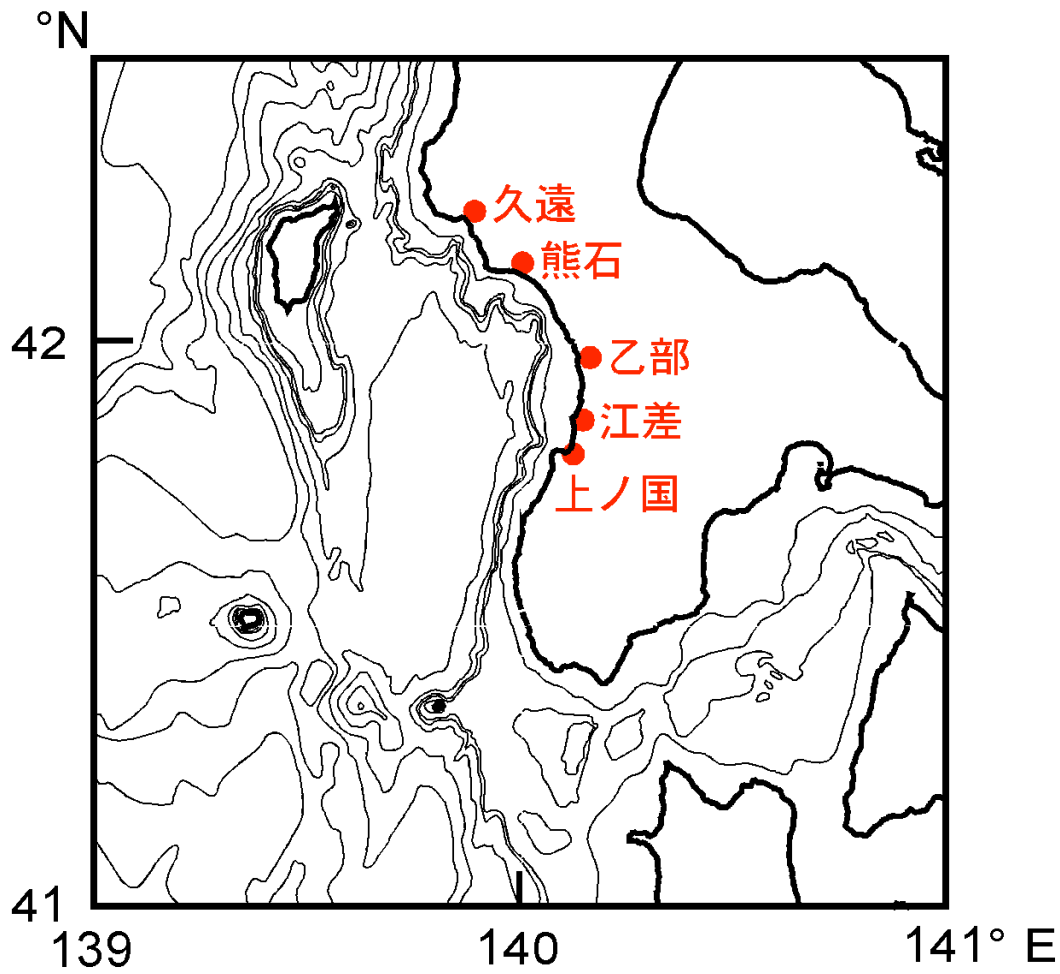


図 7. 北海道日本海側南部海域のうち、檜山管内の 5 地域における、産卵親魚を対象として 11～2 月に実施される延縄漁業による漁獲量の推移。各地区の位置を上図に示した。  
(北海道立函館水産試験場資料)

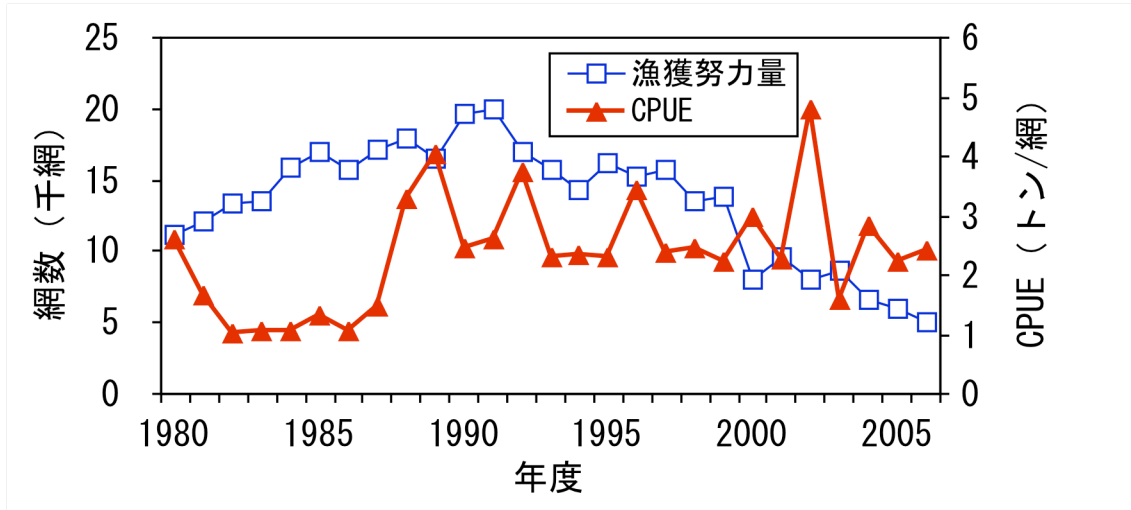


図 8a. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における、スケトウダラ日本海北部系群に対する漁獲努力量と CPUE の推移

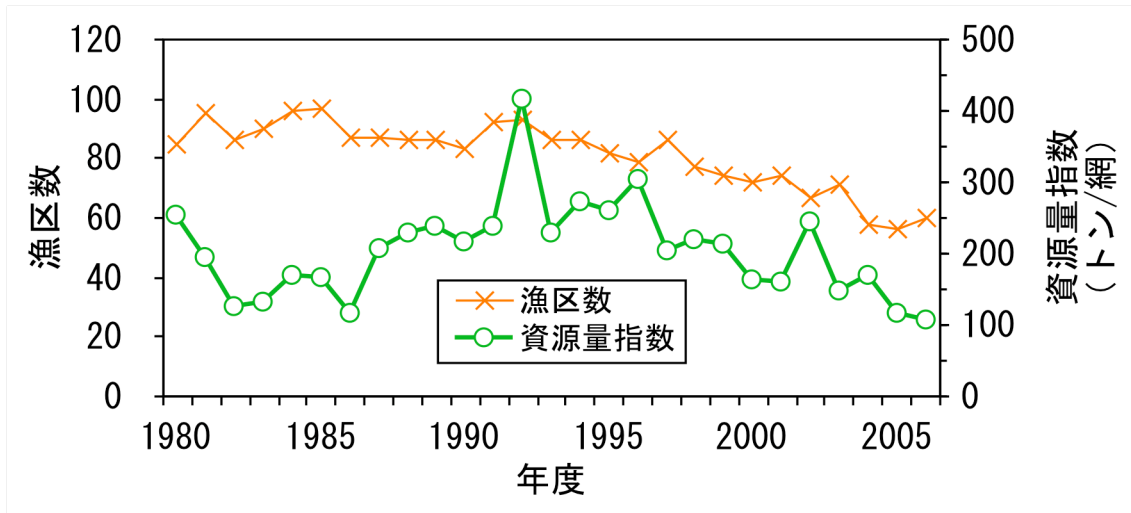


図 8b. 北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における、スケトウダラ日本海北部系群を対象とした漁区数と資源量指数の推移

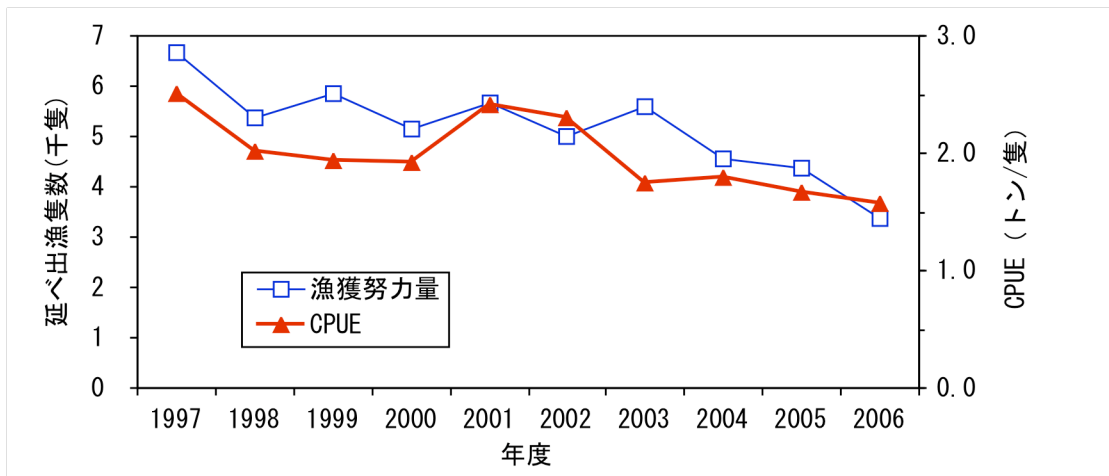


図 9a. 北海道檜山管内 5 地域における、産卵親魚を対象とした延縄漁業の努力量と CPUE の推移。各地区の位置は図 7 の地図上に示した。（北海道立函館水産試験場資料）



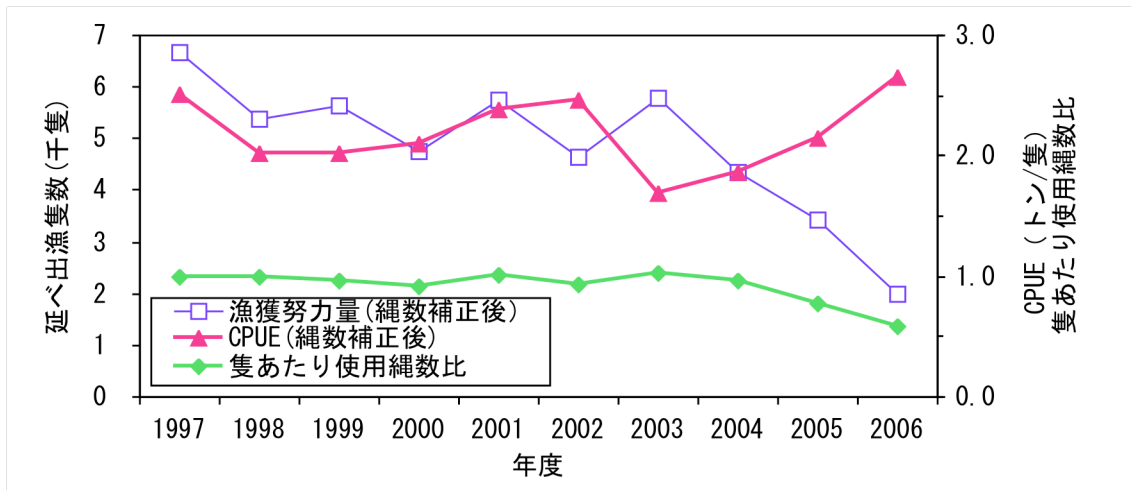


図 9b. 図 9a で用いた延縄漁業の努力量および CPUE を、豊浜地区（乙部地区の一部）における一隻あたり使用縄数の変化で補正した結果。（北海道立函館水産試験場資料）

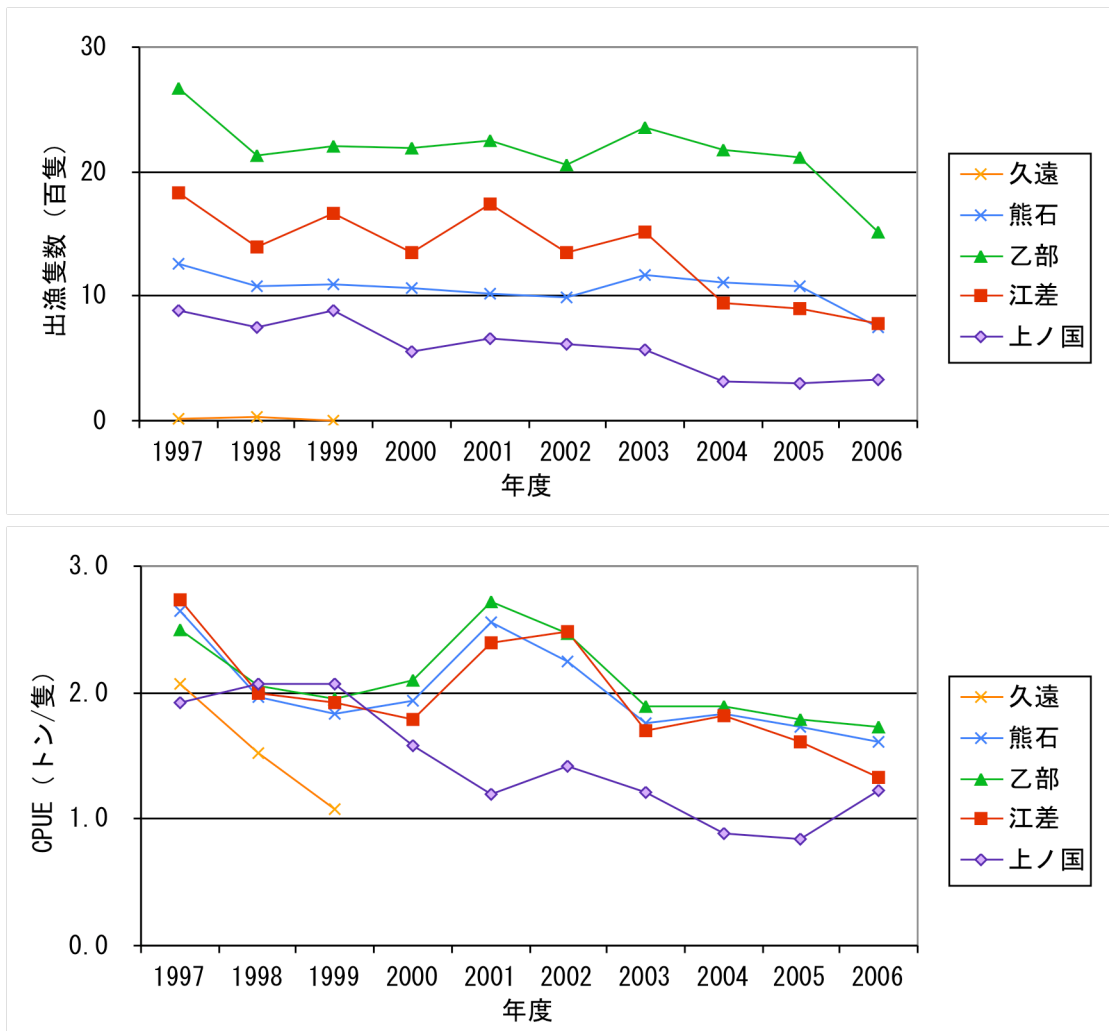


図 10. 北海道檜山管内 5 地域における、産卵親魚を対象とした延縄漁業の地区別の努力量と CPUE の推移。各地区の位置は図 7 の地図上に示した。（北海道立函館水産試験場資料）

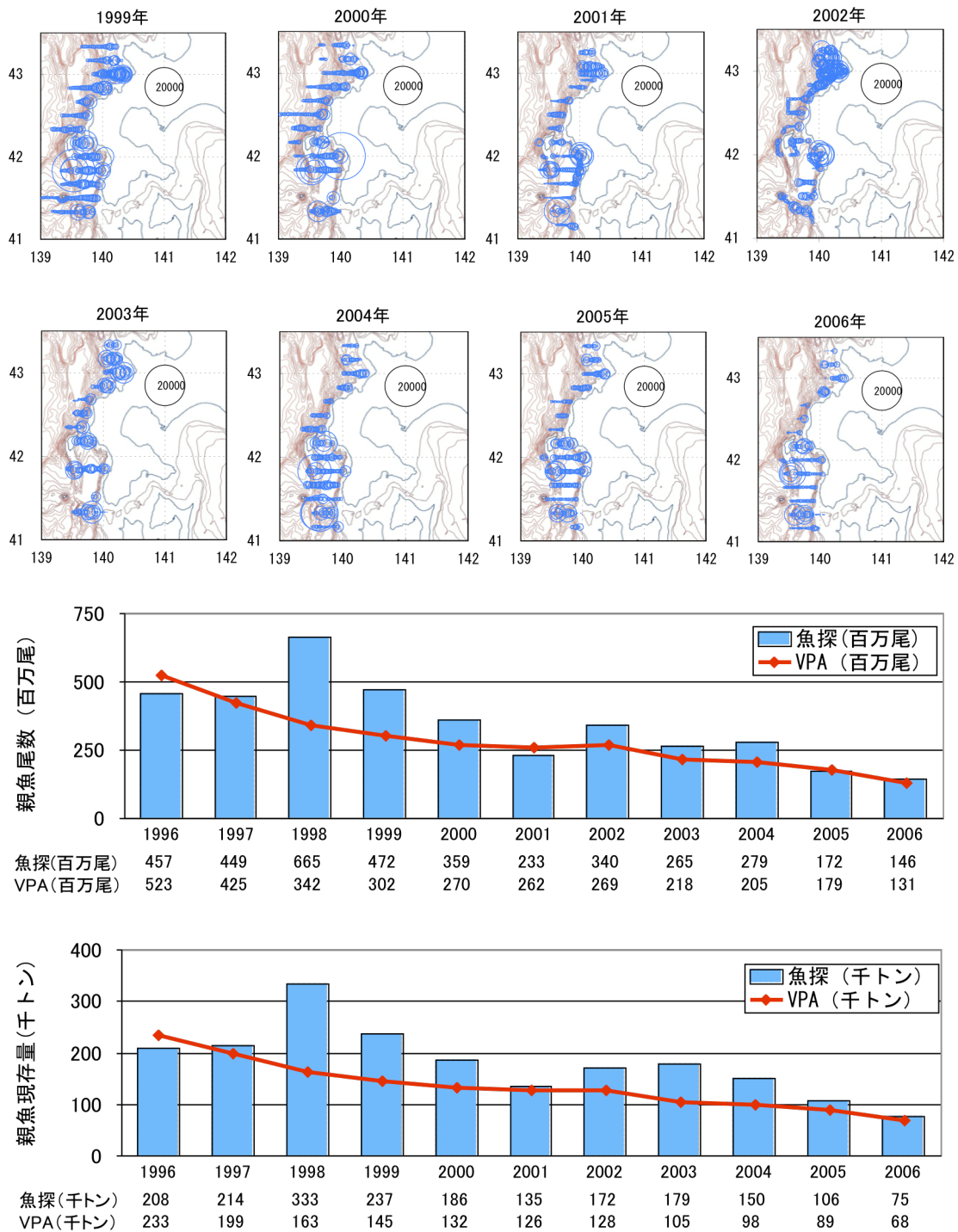


図 11. スケトウダラ漁期前調査（北緯 43 度 30 分より南）における産卵親魚の分布パターンとその現存量推定値（上：尾数、下：重量）の推移。地図上の○の大きさが魚群反応量（ $s_A$ :  $m^2/nm^2$ ）を示す。またグラフ上に赤で示した折れ線グラフは、コホート解析で求めた 10 月時点での親魚資源尾数ならびに重量を示す。（北海道立中央水産試験場ほか、2007、北海道立中央水産試験場資料、北水研資料）

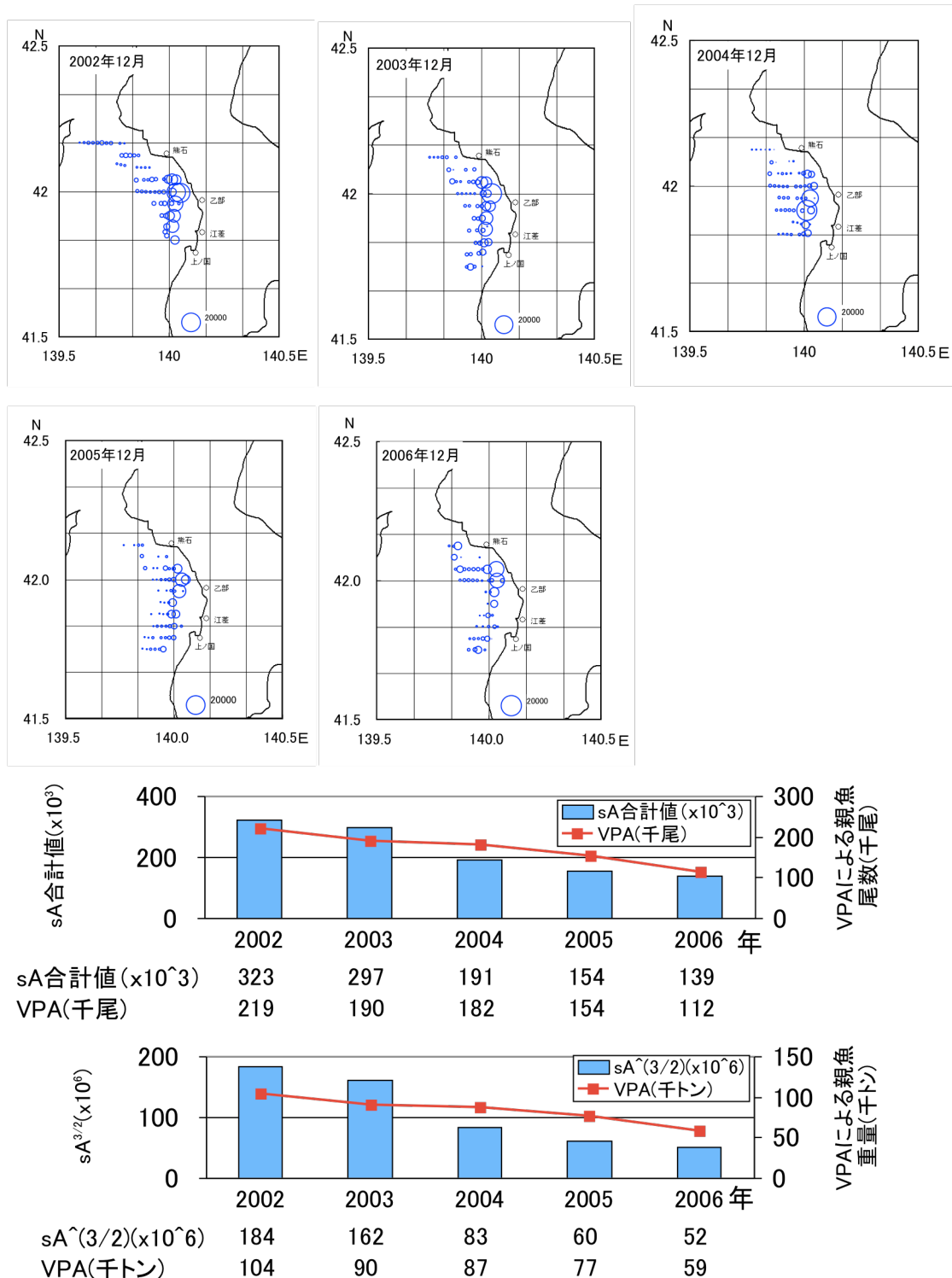


図 12. 産卵親魚を対象とした檜山沿岸延縄漁期中(12 月)の道西日本海南部海域において実施した、計量魚探調査によるスケトウダラ親魚の分布パターンの推移と、調査海域全体で得られた魚群反応量  $s_A$  合計値の推移 (上:  $s_A$  合計値、下:  $s_A$  合計値の  $3/2$  乗値)。地図上の○の大きさが魚群反応量( $s_A$ :  $m^2/nm^2$ )を示す。またグラフ上に赤で示した折れ線グラフは、コホート解析で求めた 12 月時点での親魚資源尾数ならびに重量を示す。(北海道立函館水産試験場 2006、北海道立函館水産試験場資料)

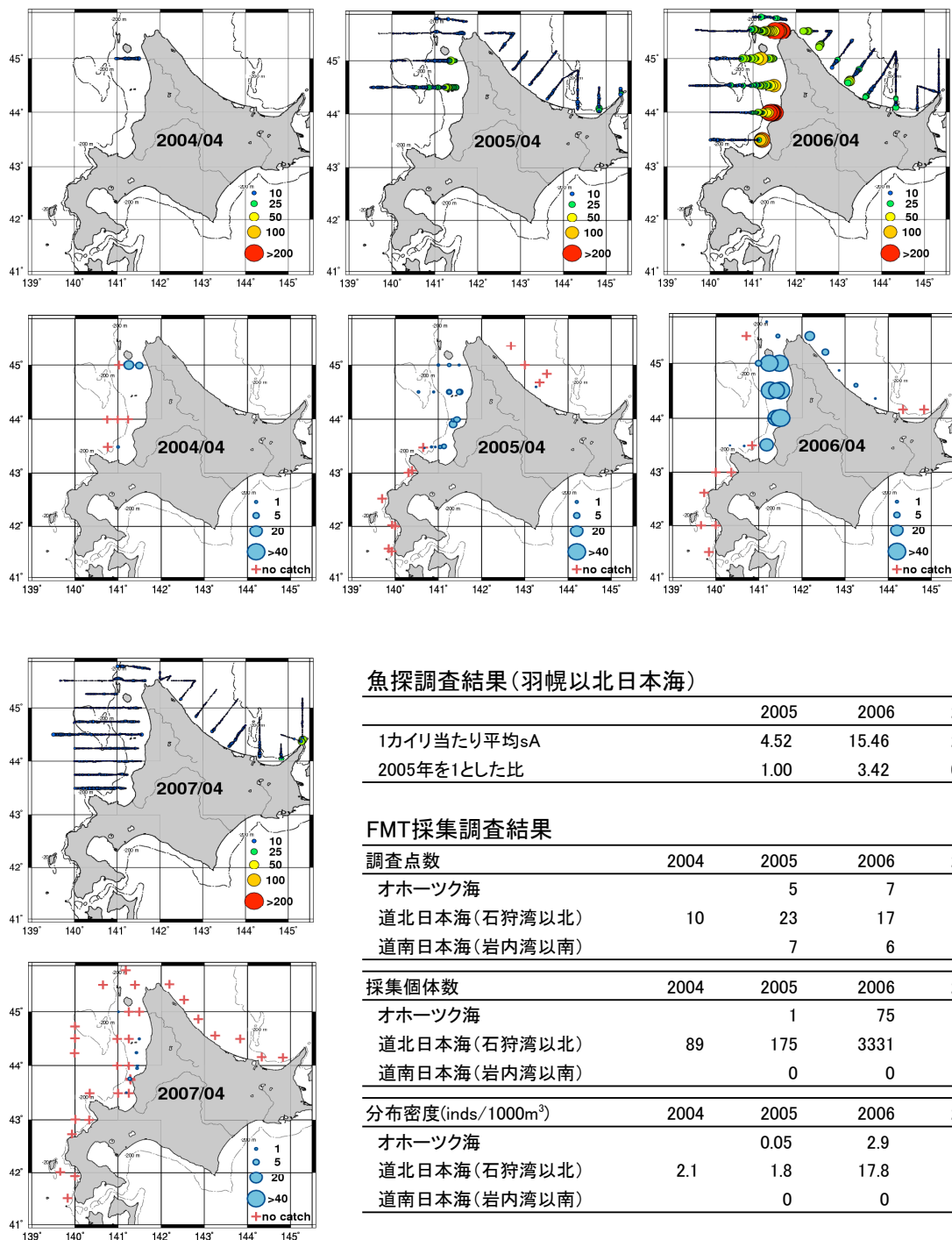


図 13. 毎年 4 月に道西日本海およびオホーツク海で実施したスケトウダラ仔稚魚分布調査で計測された魚探による魚群反応量 sA (上段) とフレームコントロールによる仔稚魚採集密度の分布(下段)。上の図では地図上の○の大きさが魚群反応量( $s_A$ :  $m^2/nm^2$ )を、また下の図では採集尾数を示す(北海道立中央水産試験場資料)

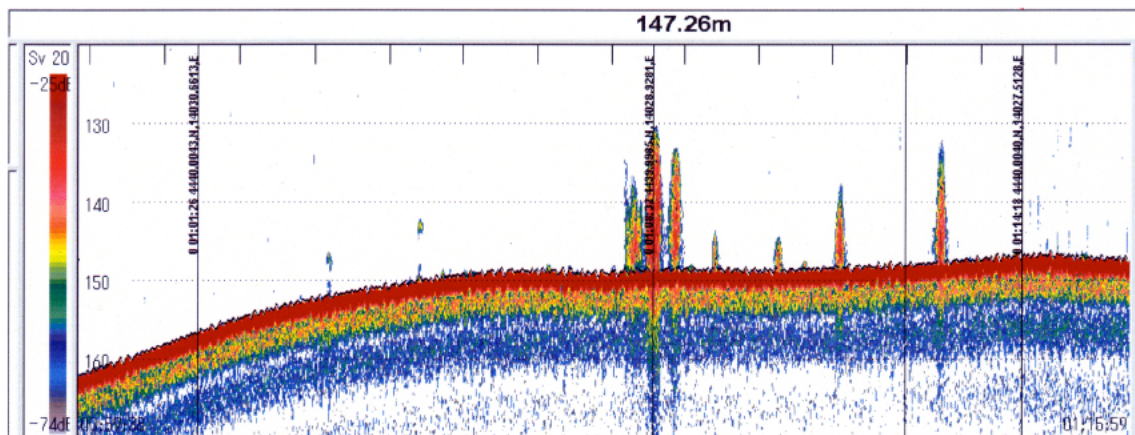
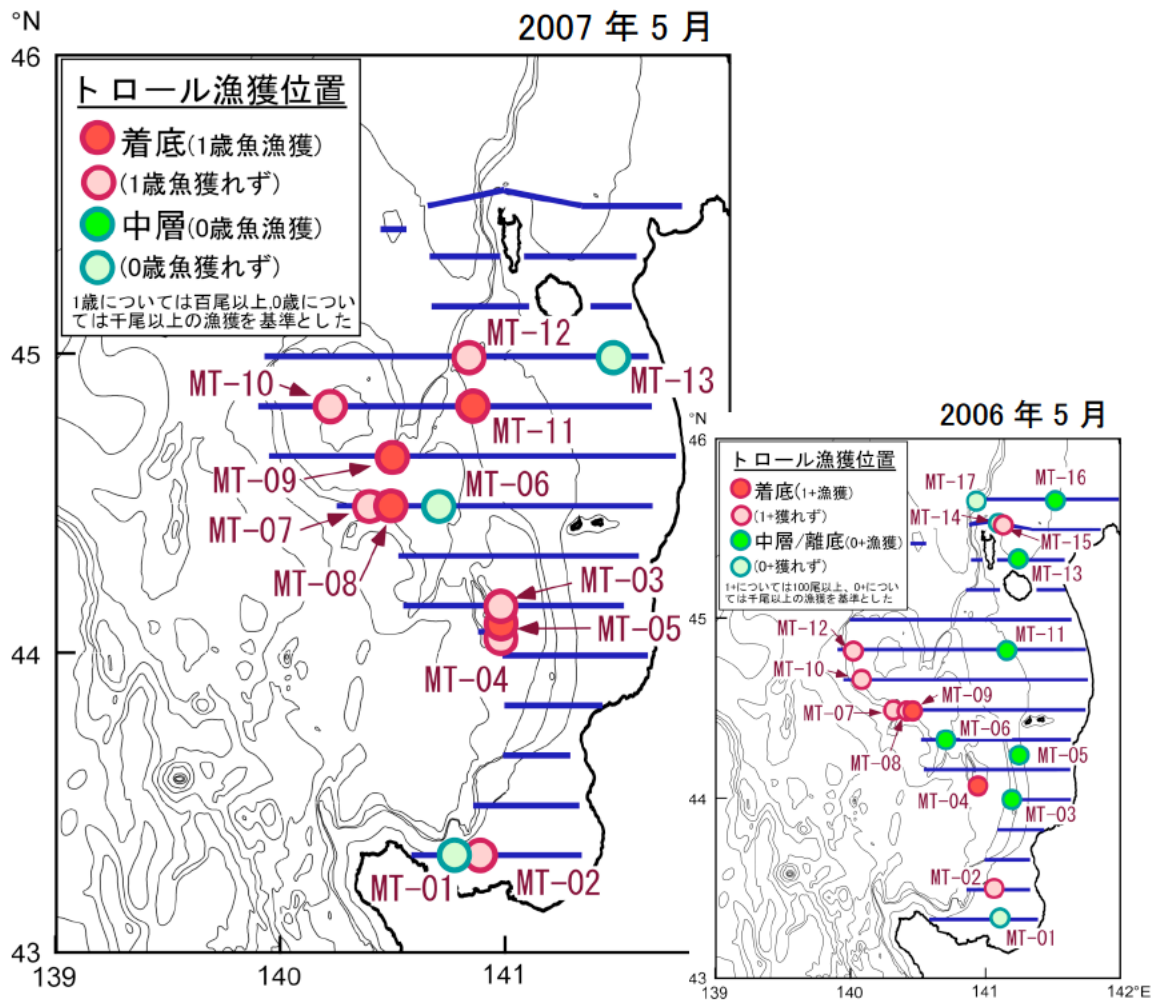


図 14. 2007 年 5 月に道西日本海北部で実施したスケトウダラ計量魚探調査の結果 (左図 : トロール曳網位置と結果、右図は 2006 年 5 月同調査の結果) と、武蔵堆 (MT-09 付近) で観察された 1 歳魚 (2007 年級群) の魚群反応 (38 kHz)。(北海道区水産研究所資料)



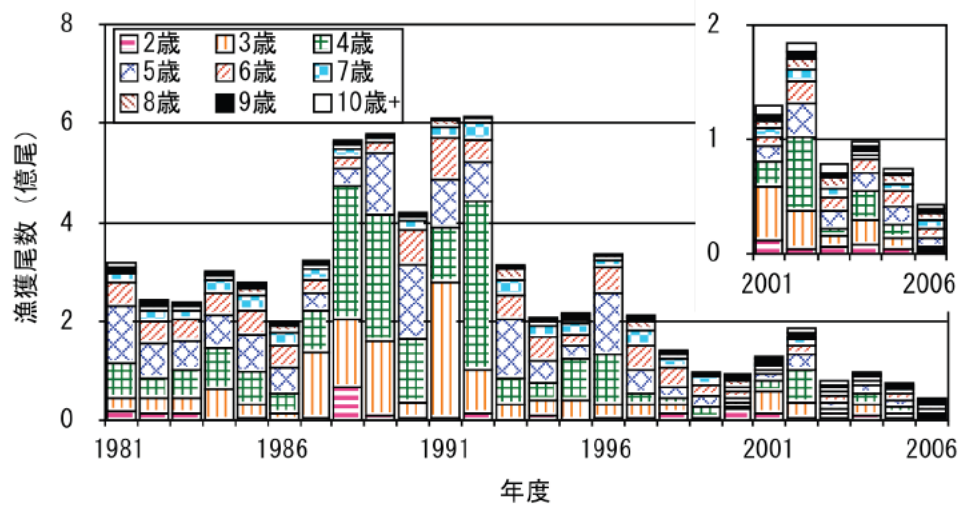


図 15. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数（右上は近年分を拡大）

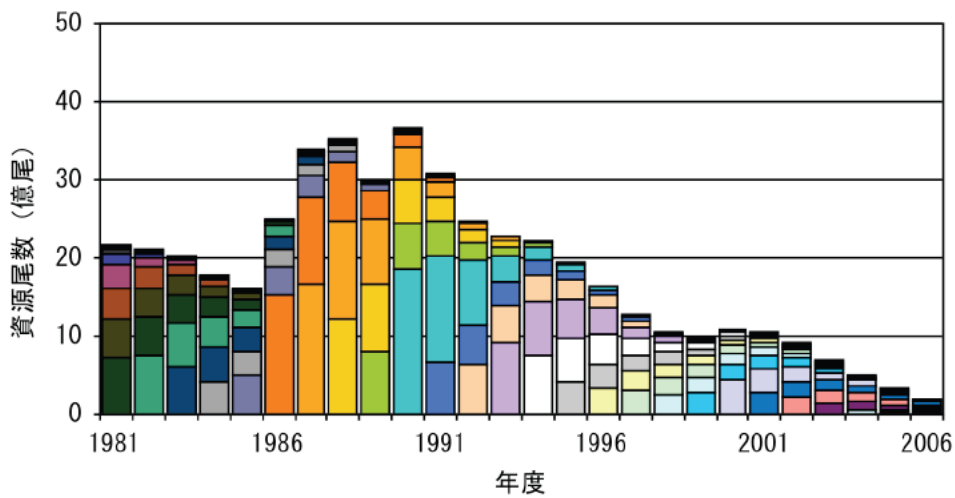
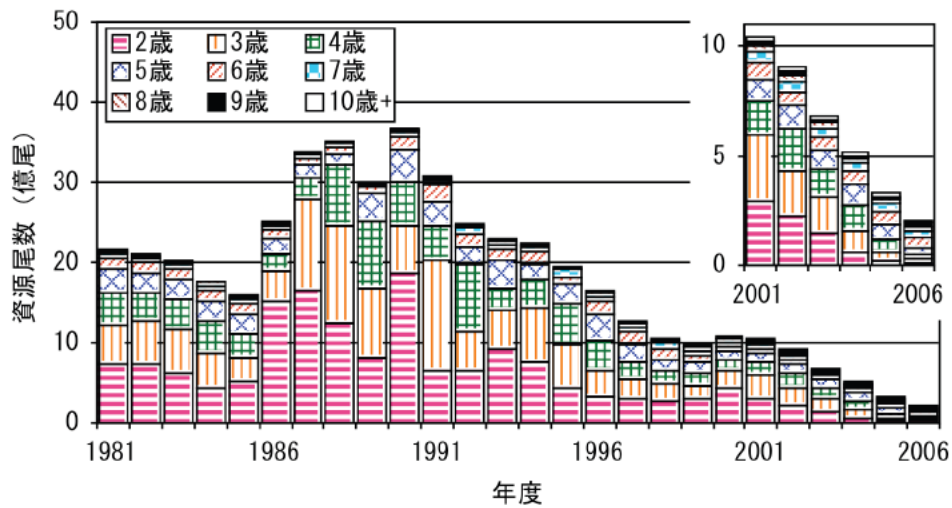


図 16. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源尾数（上図右上は近年分を拡大）  
上図は毎年の年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

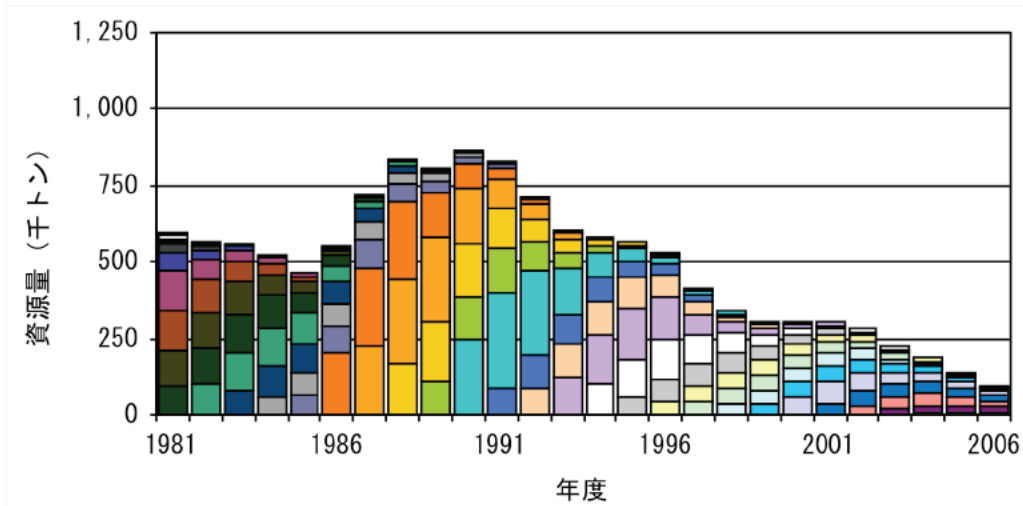
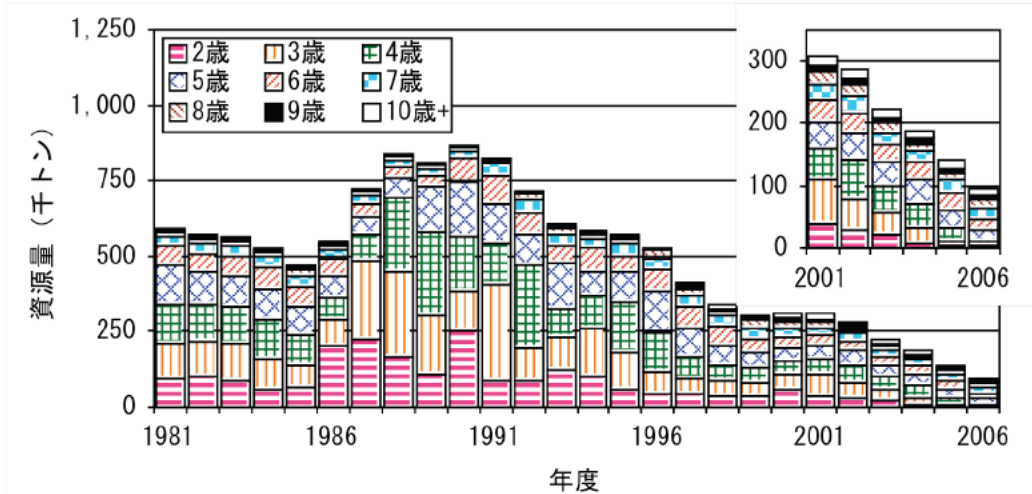


図 17. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源重量（上図右上は近年分を拡大）  
上図は毎年の年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

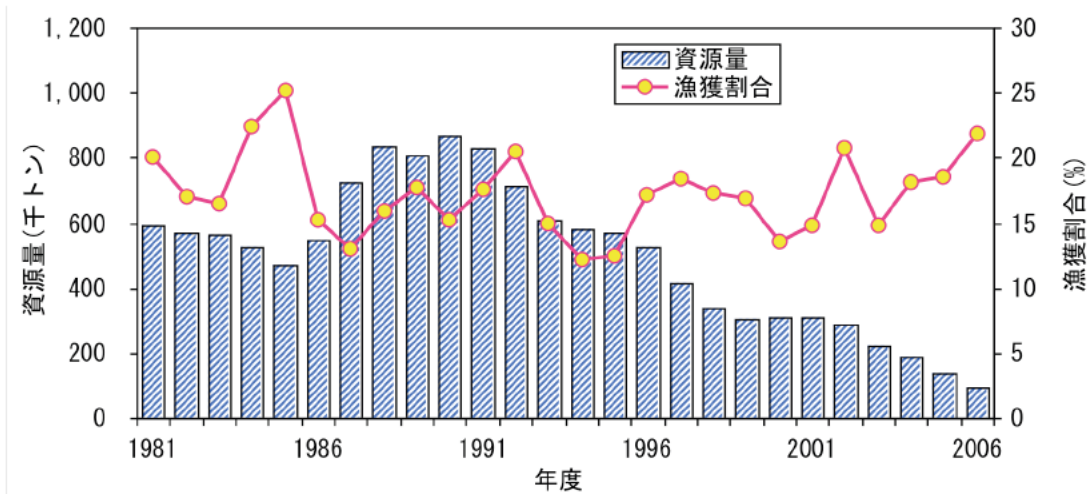


図 18. スケトウダラ日本海北部系群の資源量と漁獲割合の推移

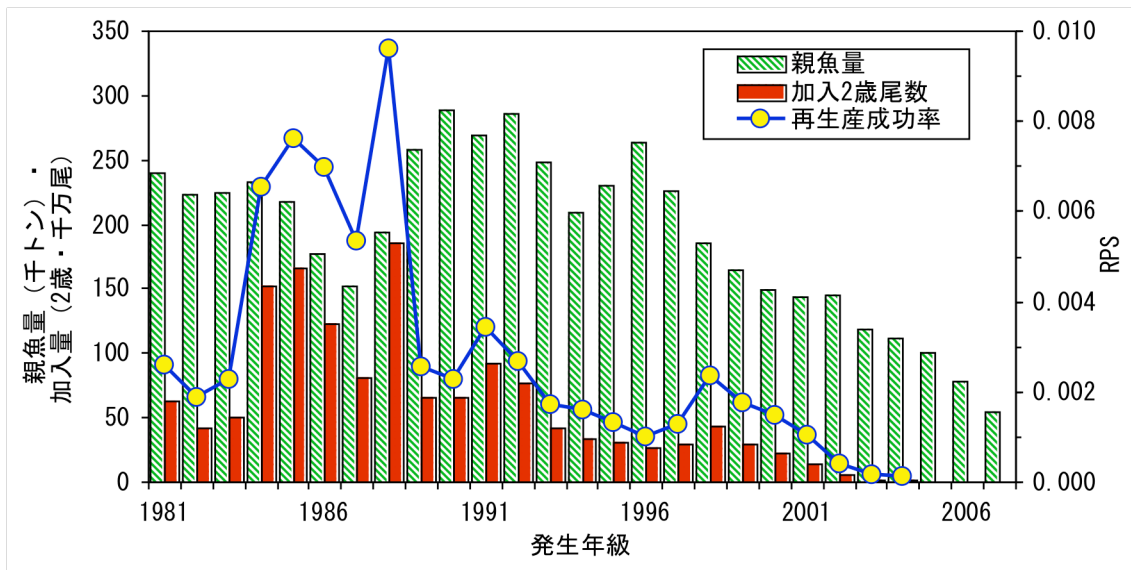


図 19. スケトウダラ日本海北部系群の親魚量と加入量、再生産成功率の経年変化  
横軸は加入の年度（発生年級）を示し、親魚量はその年級群を産出した親魚量、RPS はそれらから計算された値を示している。

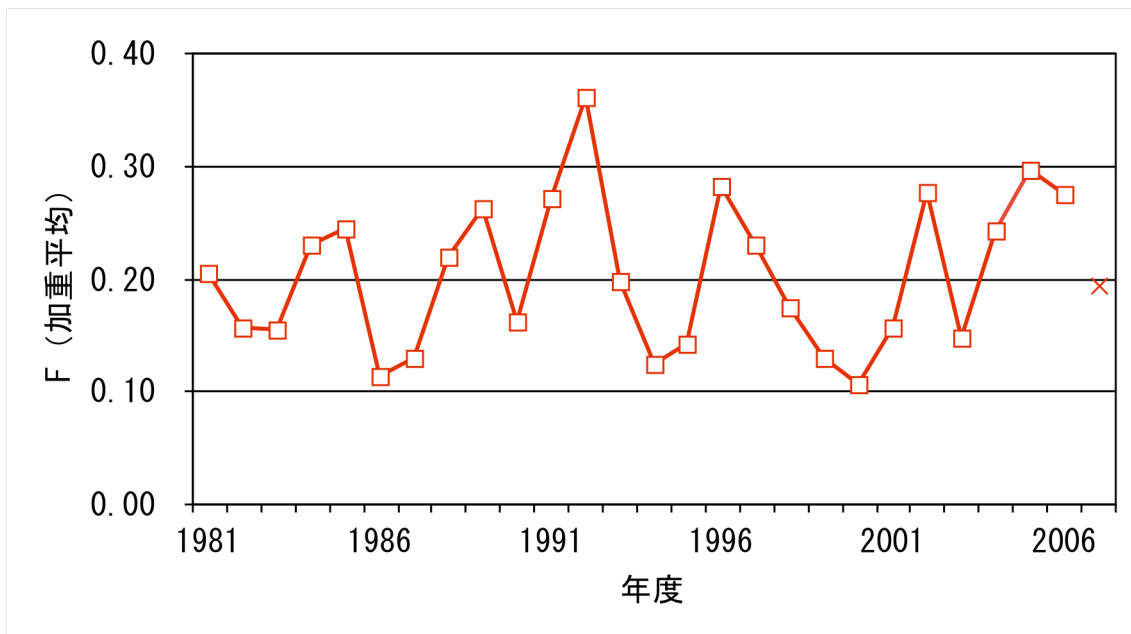


図20a. 年齢別資源尾数による加重平均を行ったFの推移。2007年のXは、Fcurrentを直近5ヵ年のFの平均値とした場合の2007年度のF。



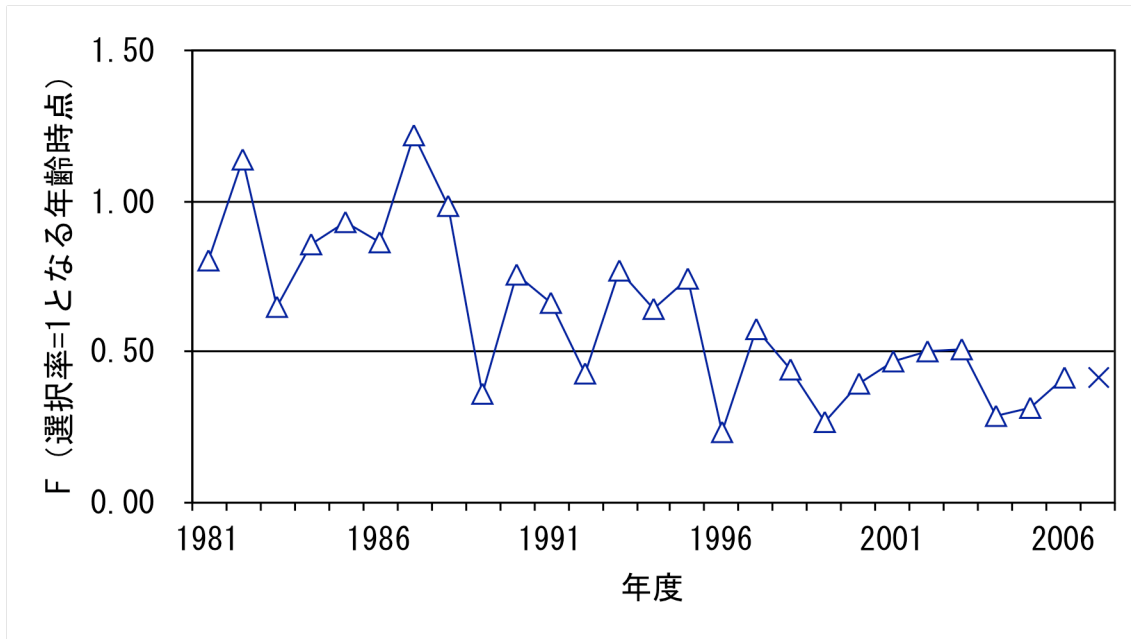


図20b. 選択率が1となる年齢（9歳以上）におけるFの推移。2007年のXは、 $F_{\text{current}}$ を直近5カ年のFの平均値とした場合の2007年度のF。ABCや将来予測で用いているFはこちらの値である。

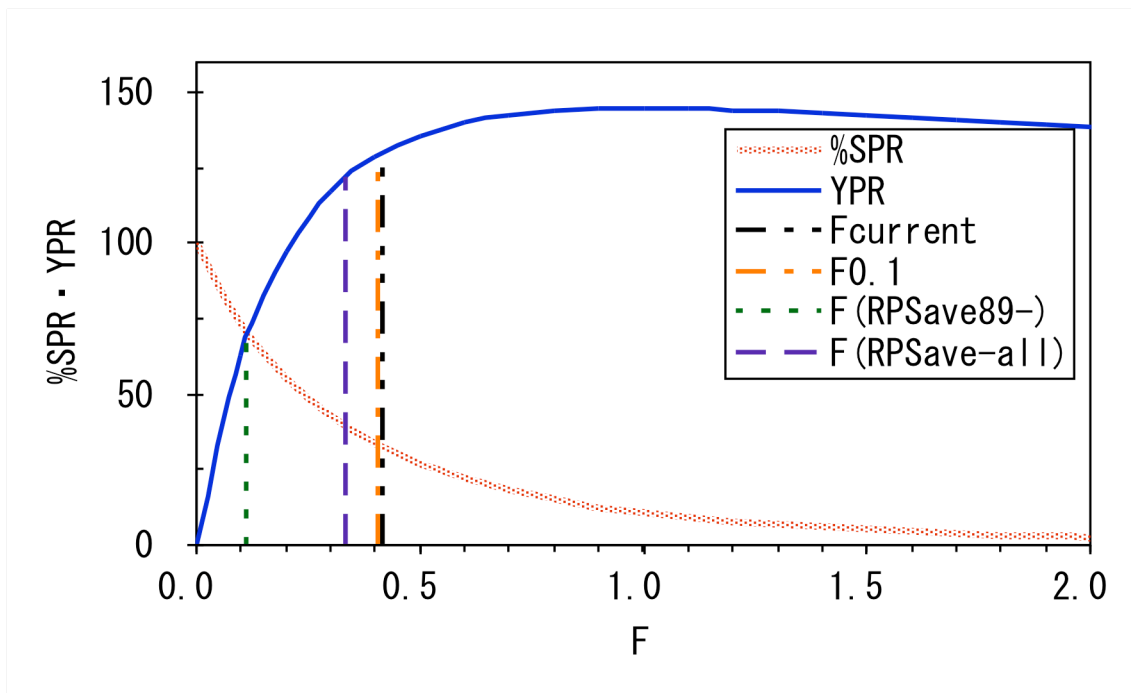


図21. スケトウダラ日本海北部系群のFに対するYPRと%SPR

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2006年度の値を使用。

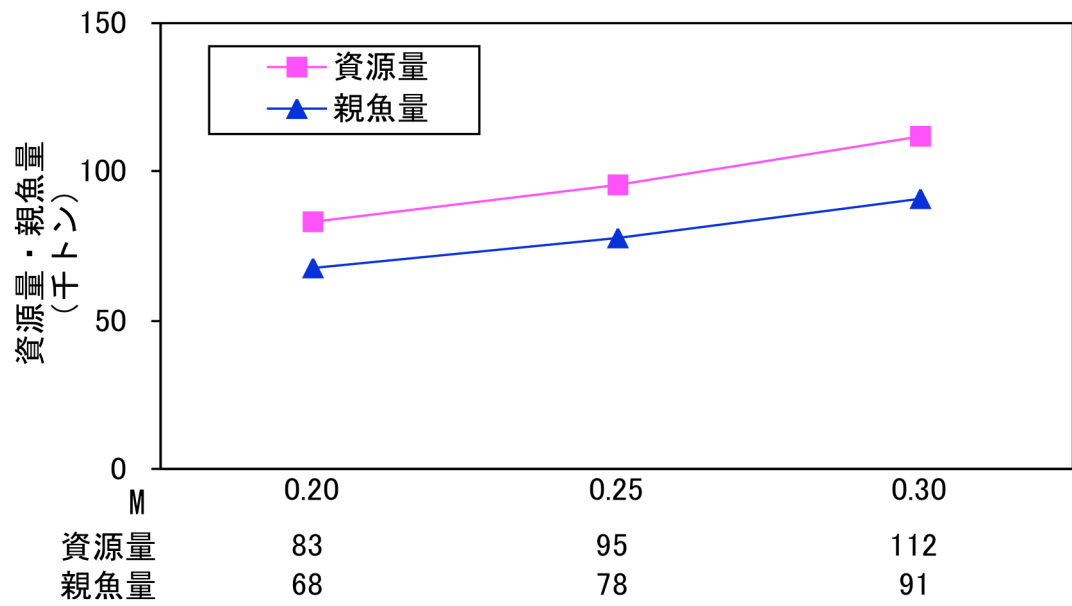


図 22. M による感度解析の結果（2006 年当初の推定資源量と親魚量の変化）

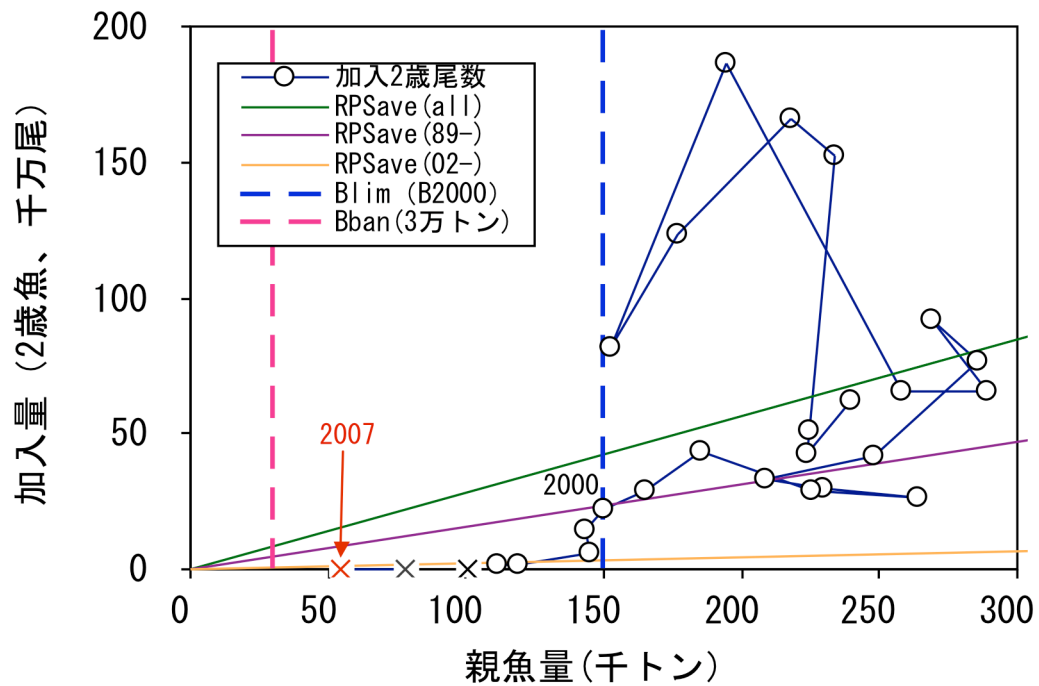


図 23. スケトウダラ日本海北部系群の親魚量と加入量の関係  
2005、2006、2007 年級群はまだ加入していないため、親魚量のみを横軸上に X で示す。

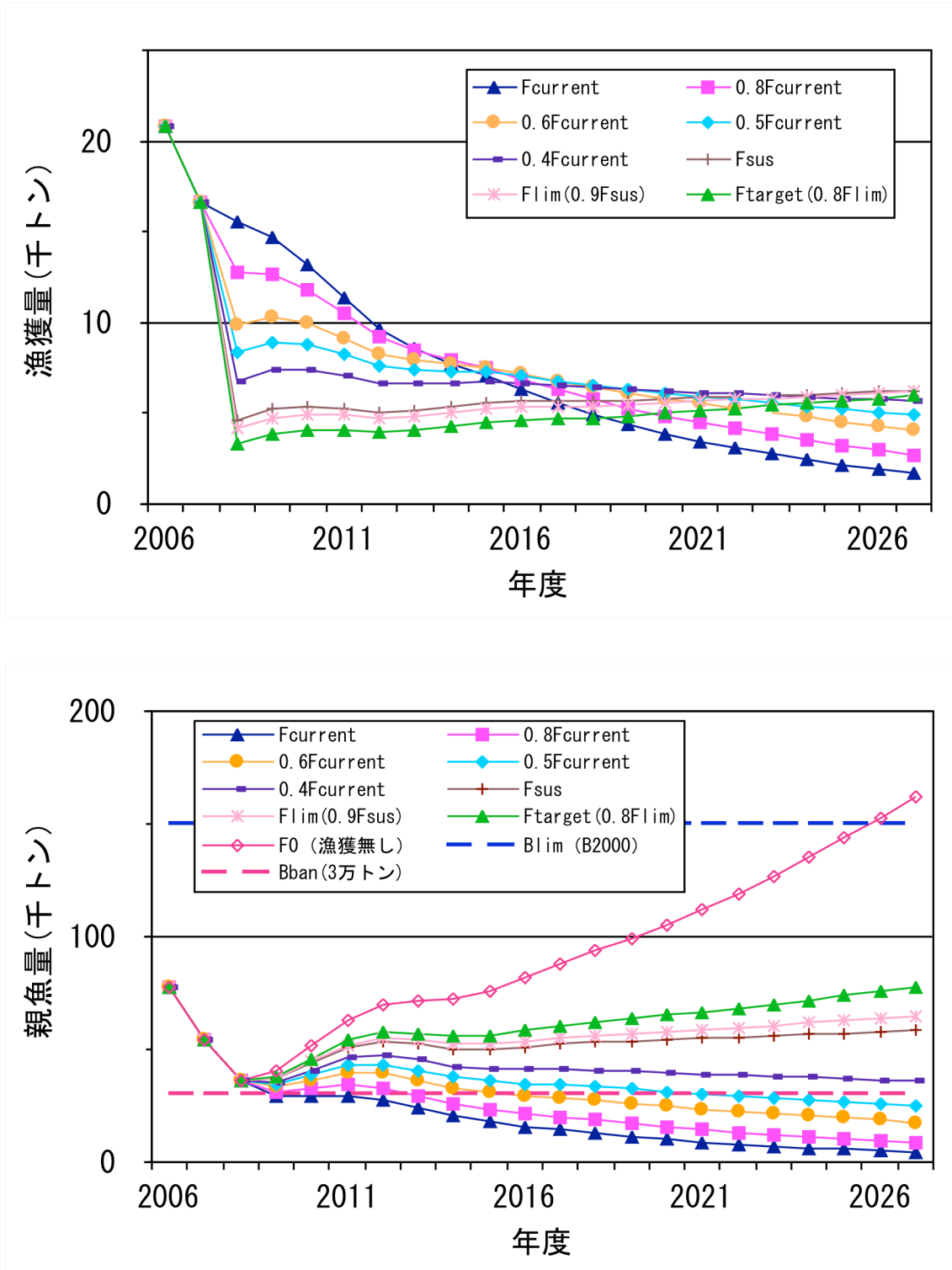


図24. 様々なF値の下での2008～2027年度のスケトウダラ日本海北部系群の予想漁獲量(上)と予想親魚量(下)の推移(親魚量については、翌年度当初時点での値を示した。)

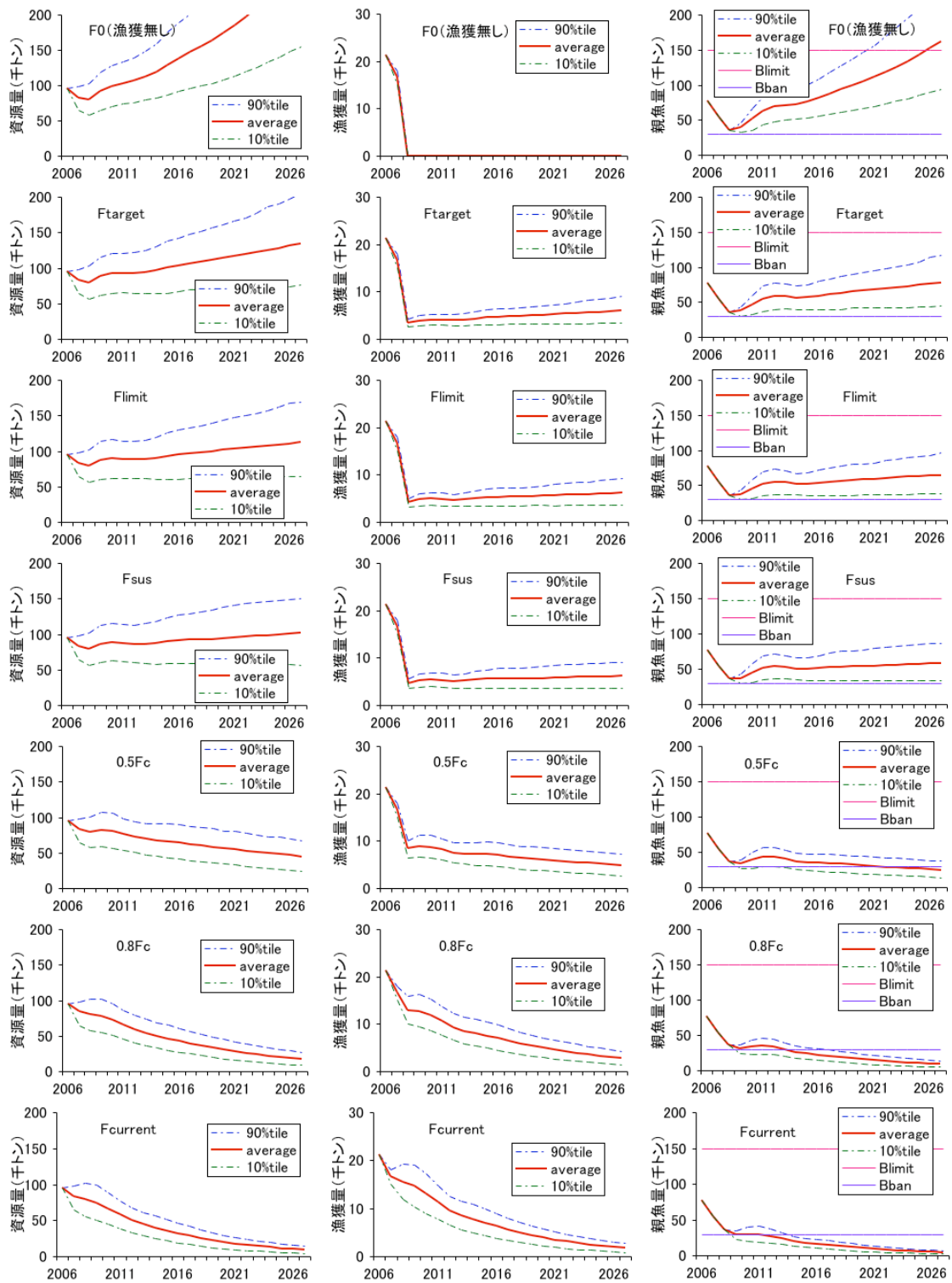


図25. 加入量の不確実性に関するシミュレーション結果（資源量、漁獲量、親魚量）。上から、漁獲せず、 $F_{target}$  ( $=0.081$ )、 $F_{limit}$  ( $=0.101$ )、 $F_{sus}$  ( $=0.112$ )、 $0.5F_{current}$  ( $=0.209$ )、 $0.8F_{current}$  ( $=0.334$ )、一番下は $F_{current}$  ( $=0.418$ )の場合。加入量は1989-2004年度のRPSから重複を許してランダムに抽出したRPSに予想親魚量を掛けて求めた。

## 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)：

$$N_{9,y} = \frac{C_{9,y}}{C_{10^+,y} + C_{9,y}} N_{10^+,y+1} e^M + C_{9,y} e^{\frac{1}{2}M}$$

$$N_{10^+,y} = \frac{C_{10^+,y}}{C_{10^+,y} + C_{9,y}} N_{10^+,y+1} e^M + C_{10^+,y} e^{\frac{1}{2}M}$$

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探っていたが、2005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2001～2005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2001～2005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 | 0.107 | 0.227 | 0.247 | 0.249 | 0.267 | 0.256 | 0.345 | 0.418 | 0.418 |
| 選択率  | 0.257 | 0.545 | 0.592 | 0.596 | 0.639 | 0.612 | 0.826 | 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、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量は、正確には1999年度末（=2000年度当初）の親魚量にあたる。

| 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           | 18374.55909 | 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           | 28007.65041 | 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           | 69152.16346 | 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           | 116105.9355 | 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           | 48197.09977 | 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           | 15241.06596 | 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           | 7228.323192 | 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           | 8902.226756 | 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+         | 4876.664708 | 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           | 316085.6889 | 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   | 2006   |
|--------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 2歳           | 2,640   | 3,436   | 14,741  | 276    | 20,595 | 11,887  | 3,197   | 5,656  | 8,632  | 3,639  | 1,250  |
| 3歳           | 29,809  | 27,998  | 15,561  | 3,132  | 5,760  | 46,350  | 33,982  | 9,384  | 20,308 | 10,179 | 2,209  |
| 4歳           | 98,951  | 20,910  | 12,920  | 23,565 | 9,689  | 22,589  | 65,402  | 7,033  | 26,232 | 11,216 | 3,359  |
| 5歳           | 123,273 | 48,222  | 24,210  | 22,268 | 9,083  | 13,970  | 29,489  | 14,609 | 14,660 | 15,640 | 7,543  |
| 6歳           | 52,541  | 48,617  | 39,212  | 20,374 | 7,774  | 18,308  | 11,657  | 11,868 | 13,633 | 8,146  | 6,993  |
| 7歳           | 13,962  | 33,191  | 15,837  | 16,782 | 12,131 | 6,762   | 11,231  | 9,309  | 4,749  | 7,172  | 6,933  |
| 8歳           | 10,009  | 15,280  | 9,506   | 6,320  | 11,882 | 6,200   | 8,526   | 8,274  | 3,936  | 6,548  | 5,640  |
| 9歳           | 1,049   | 10,445  | 4,540   | 3,226  | 7,051  | 6,144   | 7,056   | 5,559  | 3,276  | 2,618  | 3,353  |
| 10歳+         | 1,471   | 3,208   | 4,903   | 3,066  | 5,285  | 7,425   | 6,915   | 6,651  | 3,621  | 4,284  | 4,976  |
| 合計           | 333,705 | 211,308 | 141,429 | 99,008 | 91,715 | 129,099 | 184,106 | 78,131 | 97,282 | 74,930 | 43,468 |

| 年齢別漁獲量 (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   | 2,151   | 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 |

年齢別漁獲量 (トン)

|      | 1996    | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   |
|------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2歳   | 354     | 461    | 1,978  | 37     | 2,763  | 1,595  | 429    | 759    | 1,158  | 488    | 168    |
| 3歳   | 6,828   | 6,413  | 3,564  | 717    | 1,319  | 10,617 | 7,784  | 2,149  | 4,652  | 2,332  | 506    |
| 4歳   | 32,286  | 6,823  | 4,216  | 7,689  | 3,161  | 7,370  | 21,340 | 2,295  | 8,559  | 3,660  | 1,096  |
| 5歳   | 52,434  | 20,511 | 10,298 | 9,472  | 3,863  | 5,942  | 12,543 | 6,214  | 6,235  | 6,652  | 3,208  |
| 6歳   | 25,488  | 23,585 | 19,022 | 9,884  | 4,967  | 3,771  | 8,882  | 5,655  | 5,757  | 6,614  | 3,951  |
| 7歳   | 7,604   | 18,077 | 8,626  | 9,140  | 6,607  | 3,683  | 6,117  | 5,070  | 2,587  | 3,906  | 3,809  |
| 8歳   | 5,709   | 8,716  | 5,422  | 3,605  | 6,777  | 3,536  | 4,863  | 4,720  | 2,245  | 3,735  | 3,217  |
| 9歳   | 606     | 6,035  | 2,623  | 1,864  | 4,074  | 3,550  | 4,077  | 3,212  | 1,893  | 1,513  | 1,937  |
| 10歳+ | 1,013   | 2,209  | 3,375  | 2,111  | 3,639  | 5,112  | 4,760  | 4,579  | 2,493  | 2,950  | 3,426  |
| 合計   | 132,323 | 92,830 | 59,123 | 44,518 | 37,172 | 45,175 | 70,794 | 34,652 | 35,579 | 31,849 | 21,318 |

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 | 0.023 | 0.000 | 0.015 | 0.000 |
| 3歳   | 0.066 | 0.065 | 0.071 | 0.168 | 0.104 | 0.042 | 0.145 | 0.132 | 0.219 | 0.065 | 0.076 | 0.237 | 0.076 | 0.048 | 0.089 |
| 4歳   | 0.216 | 0.136 | 0.180 | 0.269 | 0.292 | 0.214 | 0.416 | 0.517 | 0.427 | 0.315 | 0.352 | 0.616 | 0.231 | 0.126 | 0.204 |
| 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 | 0.480 | 0.331 | 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 | 0.420 | 0.258 |
| 7歳   | 0.370 | 0.614 | 0.412 | 0.611 | 0.679 | 0.756 | 0.626 | 0.688 | 0.356 | 0.564 | 0.561 | 0.582 | 0.709 | 0.683 | 0.375 |
| 8歳   | 0.399 | 0.381 | 0.440 | 0.347 | 0.625 | 0.715 | 0.664 | 0.536 | 0.301 | 0.693 | 0.787 | 0.544 | 0.997 | 0.483 | 0.915 |
| 9歳   | 0.806 | 1.139 | 0.649 | 0.857 | 0.934 | 0.866 | 1.221 | 0.985 | 0.364 | 0.754 | 0.661 | 0.426 | 0.768 | 0.641 | 0.745 |
| 10歳+ | 0.806 | 1.139 | 0.649 | 0.857 | 0.934 | 0.866 | 1.221 | 0.985 | 0.364 | 0.754 | 0.661 | 0.426 | 0.768 | 0.641 | 0.745 |
| 加重平均 | 0.204 | 0.156 | 0.155 | 0.230 | 0.244 | 0.114 | 0.129 | 0.218 | 0.262 | 0.161 | 0.271 | 0.360 | 0.198 | 0.123 | 0.142 |

Fマトリックス

|      | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2歳   | 0.009 | 0.013 | 0.068 | 0.001 | 0.057 | 0.049 | 0.017 | 0.046 | 0.198 | 0.227 | 0.107 |
| 3歳   | 0.115 | 0.141 | 0.083 | 0.020 | 0.031 | 0.191 | 0.209 | 0.068 | 0.252 | 0.417 | 0.227 |
| 4歳   | 0.332 | 0.116 | 0.094 | 0.185 | 0.083 | 0.174 | 0.480 | 0.064 | 0.292 | 0.227 | 0.247 |
| 5歳   | 0.570 | 0.283 | 0.202 | 0.245 | 0.106 | 0.174 | 0.382 | 0.195 | 0.194 | 0.300 | 0.249 |
| 6歳   | 0.470 | 0.493 | 0.417 | 0.278 | 0.179 | 0.131 | 0.385 | 0.269 | 0.254 | 0.295 | 0.267 |
| 7歳   | 0.296 | 0.666 | 0.310 | 0.335 | 0.281 | 0.182 | 0.301 | 0.366 | 0.176 | 0.254 | 0.256 |
| 8歳   | 0.282 | 0.662 | 0.428 | 0.206 | 0.449 | 0.239 | 0.389 | 0.403 | 0.274 | 0.418 | 0.345 |
| 9歳   | 0.237 | 0.575 | 0.444 | 0.265 | 0.397 | 0.472 | 0.502 | 0.509 | 0.291 | 0.314 | 0.418 |
| 10歳+ | 0.237 | 0.575 | 0.444 | 0.265 | 0.397 | 0.472 | 0.502 | 0.509 | 0.291 | 0.314 | 0.418 |
| 加重平均 | 0.282 | 0.229 | 0.174 | 0.130 | 0.106 | 0.155 | 0.276 | 0.148 | 0.243 | 0.297 | 0.275 |



| 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           | 722,650   | 741,433   | 621,353   | 422,510   | 506,882   | 1,525,934 | 1,658,702 | 1,233,446 | 814,007   | 1,860,010 | 656,939   | 651,208   | 921,276   | 763,115   | 419,970   |
| 3歳           | 499,035   | 519,537   | 536,501   | 450,203   | 311,677   | 372,997   | 1,130,000 | 1,226,433 | 855,016   | 593,888   | 1,375,092 | 482,829   | 471,241   | 682,182   | 557,082   |
| 4歳           | 402,874   | 363,932   | 379,245   | 389,108   | 296,518   | 218,715   | 278,426   | 761,140   | 837,209   | 534,764   | 433,563   | 830,374   | 296,581   | 340,224   | 506,472   |
| 5歳           | 296,745   | 252,732   | 247,301   | 246,587   | 231,634   | 172,411   | 137,566   | 143,052   | 353,590   | 425,412   | 303,889   | 237,584   | 349,291   | 183,312   | 233,535   |
| 6歳           | 129,301   | 128,642   | 134,333   | 140,911   | 129,922   | 113,404   | 87,873    | 76,460    | 78,399    | 164,763   | 196,928   | 150,467   | 113,581   | 168,325   | 102,548   |
| 7歳           | 55,828    | 58,166    | 63,215    | 64,314    | 71,848    | 58,598    | 48,478    | 42,830    | 41,000    | 44,435    | 68,768    | 82,648    | 76,572    | 45,918    | 86,134    |
| 8歳           | 24,912    | 30,029    | 24,522    | 32,606    | 27,182    | 28,383    | 21,435    | 20,180    | 16,771    | 22,375    | 19,681    | 30,561    | 35,961    | 29,357    | 18,060    |
| 9歳           | 18,222    | 13,022    | 15,974    | 12,303    | 17,942    | 11,330    | 10,815    | 8,594     | 9,193     | 9,663     | 8,718     | 6,974     | 13,811    | 10,332    | 14,103    |
| 10歳+         | 9,982     | 9,806     | 5,693     | 8,814     | 6,981     | 7,628     | 6,209     | 3,911     | 3,635     | 6,946     | 6,088     | 5,952     | 6,575     | 7,365     | 7,260     |
| 合計           | 2,159,551 | 2,117,300 | 2,028,137 | 1,767,357 | 1,600,586 | 2,509,400 | 3,379,504 | 3,516,047 | 3,008,821 | 3,662,257 | 3,069,665 | 2,478,596 | 2,284,889 | 2,230,130 | 1,945,163 |

| 年齢別資源尾数 (千尾) | 1996      | 1997      | 1998      | 1999    | 2000      | 2001      | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007     |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 2歳           | 329,791   | 301,979   | 261,804   | 287,659 | 431,605   | 289,589   | 221,701 | 146,000 | 55,707  | 20,845  | 14,266  | *157,822 |
| 3歳           | 310,967   | 242,043   | 220,754   | 181,262 | 212,865   | 302,015   | 204,301 | 161,488 | 103,291 | 33,839  | 12,310  | 9,492    |
| 4歳           | 396,978   | 215,875   | 163,794   | 158,190 | 138,402   | 160,696   | 194,306 | 129,121 | 117,486 | 62,522  | 17,371  | 7,637    |
| 5歳           | 321,498   | 221,843   | 149,671   | 116,162 | 102,403   | 99,237    | 105,216 | 93,609  | 94,353  | 68,348  | 38,794  | 10,564   |
| 6歳           | 158,821   | 141,595   | 130,216   | 95,198  | 70,815    | 71,736    | 64,958  | 55,918  | 60,011  | 60,545  | 39,428  | 23,557   |
| 7歳           | 61,715    | 77,322    | 67,370    | 66,808  | 56,160    | 46,115    | 49,008  | 34,432  | 33,262  | 36,263  | 35,121  | 23,518   |
| 8歳           | 46,090    | 35,742    | 30,928    | 38,491  | 37,220    | 33,033    | 29,947  | 28,256  | 18,601  | 21,713  | 21,912  | 21,181   |
| 9歳           | 5,632     | 27,062    | 14,352    | 15,698  | 24,400    | 18,502    | 20,255  | 15,799  | 14,704  | 11,013  | 11,132  | 12,088   |
| 10歳+         | 7,898     | 8,313     | 15,500    | 14,916  | 18,290    | 22,359    | 19,849  | 18,904  | 16,251  | 18,021  | 16,520  | 14,185   |
| 合計           | 1,639,389 | 1,271,774 | 1,054,389 | 974,384 | 1,092,162 | 1,043,282 | 909,540 | 683,527 | 513,665 | 333,108 | 206,854 | 280,045  |

| 年齢別資源量 (トン) | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    | 1986    | 1987    | 1988    | 1989    | 1990    | 1991    | 1992    | 1993    | 1994    | 1995    |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2歳          | 96,949  | 99,469  | 83,359  | 56,683  | 68,002  | 204,715 | 222,527 | 165,476 | 109,205 | 249,534 | 88,133  | 87,364  | 123,596 | 102,377 | 56,342  |
| 3歳          | 114,306 | 119,002 | 122,887 | 103,120 | 71,391  | 85,436  | 258,830 | 280,918 | 195,844 | 136,032 | 314,969 | 110,593 | 107,939 | 156,256 | 127,601 |
| 4歳          | 131,453 | 118,746 | 123,743 | 126,961 | 96,750  | 71,364  | 90,847  | 248,350 | 273,170 | 174,486 | 141,466 | 270,940 | 96,770  | 111,010 | 165,255 |
| 5歳          | 126,220 | 107,499 | 105,189 | 104,885 | 98,525  | 73,335  | 58,514  | 60,847  | 150,399 | 180,948 | 129,259 | 101,056 | 148,571 | 77,972  | 99,334  |
| 6歳          | 62,725  | 62,405  | 65,166  | 68,357  | 63,026  | 55,013  | 42,628  | 37,092  | 38,032  | 79,928  | 95,532  | 72,993  | 55,099  | 81,656  | 49,747  |
| 7歳          | 30,407  | 31,680  | 34,430  | 35,029  | 39,132  | 31,915  | 26,404  | 23,328  | 22,331  | 24,202  | 37,454  | 45,014  | 41,705  | 25,009  | 46,913  |
| 8歳          | 14,210  | 17,128  | 13,988  | 18,599  | 15,505  | 16,190  | 12,226  | 11,511  | 9,566   | 12,763  | 11,226  | 17,432  | 20,512  | 16,745  | 10,301  |
| 9歳          | 10,529  | 7,524   | 9,229   | 7,109   | 10,367  | 6,547   | 6,249   | 4,965   | 5,312   | 5,583   | 5,037   | 4,029   | 7,980   | 5,970   | 8,149   |
| 10歳+        | 6,872   | 6,751   | 3,919   | 6,068   | 4,806   | 5,252   | 4,275   | 2,693   | 2,503   | 4,782   | 4,191   | 4,098   | 4,526   | 5,070   | 4,998   |
| 合計          | 593,670 | 570,205 | 561,910 | 526,811 | 467,503 | 549,766 | 722,498 | 835,179 | 806,362 | 868,258 | 827,267 | 713,520 | 606,699 | 582,066 | 588,640 |

\*2007年の2歳魚の資源尾数は、2007年の親魚量にRPSmed (89-) を掛けて求めた値

| 年齢別資源量 (トン) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |  |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--|
|             | 1996    | 1997    | 1998    | 1999    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006   | 2007    |  |
| 2歳          | 44,244  | 40,513  | 35,123  | 38,591  | 57,903  | 38,850  | 29,743  | 19,587  | 7,473   | 2,796   | 1,914  | *21,173 |  |
| 3歳          | 71,228  | 55,441  | 50,564  | 41,519  | 48,757  | 69,177  | 46,796  | 36,989  | 23,659  | 7,751   | 2,820  | 2,174   |  |
| 4歳          | 129,529 | 70,437  | 53,444  | 51,615  | 45,159  | 52,433  | 63,399  | 42,131  | 38,334  | 20,400  | 5,668  | 2,492   |  |
| 5歳          | 136,749 | 94,361  | 63,662  | 49,409  | 43,557  | 42,210  | 44,753  | 39,816  | 40,133  | 29,072  | 16,501 | 4,494   |  |
| 6歳          | 77,045  | 68,689  | 63,169  | 46,181  | 34,353  | 34,800  | 31,511  | 27,126  | 29,112  | 29,371  | 19,127 | 11,428  |  |
| 7歳          | 33,613  | 42,114  | 36,693  | 36,387  | 30,588  | 25,116  | 26,692  | 18,753  | 18,116  | 19,751  | 19,129 | 12,809  |  |
| 8歳          | 26,290  | 20,387  | 17,641  | 21,955  | 21,230  | 18,842  | 17,082  | 16,117  | 10,610  | 12,385  | 12,499 | 12,082  |  |
| 9歳          | 3,254   | 15,636  | 8,292   | 9,070   | 14,098  | 10,690  | 11,703  | 9,128   | 8,496   | 6,363   | 6,432  | 6,984   |  |
| 10歳+        | 5,437   | 5,723   | 10,672  | 10,269  | 12,592  | 15,394  | 13,665  | 13,015  | 11,189  | 12,407  | 11,374 | 9,766   |  |
| 合計          | 527,399 | 413,300 | 339,260 | 304,998 | 308,237 | 307,513 | 285,345 | 222,663 | 187,122 | 140,296 | 95,462 | 83,401  |  |

| 年齢別親魚量 (トン) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    | 1986    | 1987    | 1988    | 1989    | 1990    | 1991    | 1992    | 1993    |
| 2歳          | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 3歳          | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 4歳          | 43,029  | 38,870  | 40,505  | 41,559  | 31,670  | 23,360  | 29,737  | 81,294  | 89,418  | 57,115  | 46,307  | 88,688  | 31,676  |
| 5歳          | 81,083  | 69,057  | 67,572  | 67,377  | 63,292  | 47,110  | 37,589  | 39,087  | 96,615  | 116,239 | 83,035  | 64,917  | 95,440  |
| 6歳          | 54,505  | 54,228  | 56,627  | 59,400  | 54,767  | 47,804  | 37,042  | 32,231  | 33,048  | 69,454  | 83,013  | 63,427  | 47,879  |
| 7歳          | 29,213  | 30,437  | 33,079  | 33,654  | 37,596  | 30,663  | 25,367  | 22,412  | 21,454  | 23,252  | 35,984  | 43,248  | 40,068  |
| 8歳          | 14,054  | 16,941  | 13,835  | 18,395  | 15,335  | 16,012  | 12,093  | 11,385  | 9,462   | 12,623  | 11,103  | 17,241  | 20,288  |
| 9歳          | 10,497  | 7,502   | 9,202   | 7,087   | 10,336  | 6,527   | 6,230   | 4,950   | 5,296   | 5,567   | 5,022   | 4,017   | 7,956   |
| 10歳+        | 6,872   | 6,751   | 3,919   | 6,068   | 4,806   | 5,252   | 4,275   | 2,893   | 2,503   | 4,782   | 4,191   | 4,098   | 4,526   |
| 合計          | 239,254 | 223,785 | 224,739 | 233,540 | 217,801 | 176,727 | 152,332 | 194,052 | 257,796 | 289,032 | 268,655 | 285,637 | 247,834 |

| 年齢別親魚量 (トン) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |        |  |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--|
|             | 1996    | 1997    | 1998    | 1999    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006   | 2007   |  |
| 2歳          | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      |  |
| 3歳          | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      |  |
| 4歳          | 42,399  | 23,057  | 17,494  | 16,896  | 14,782  | 17,163  | 20,753  | 13,791  | 12,548  | 6,678   | 1,855  | 816    |  |
| 5歳          | 87,846  | 60,616  | 40,896  | 31,740  | 27,981  | 27,116  | 28,749  | 25,578  | 25,781  | 18,675  | 10,600 | 2,887  |  |
| 6歳          | 66,949  | 59,688  | 54,891  | 40,130  | 29,851  | 30,240  | 27,382  | 23,572  | 25,297  | 25,522  | 16,620 | 9,930  |  |
| 7歳          | 32,294  | 40,461  | 35,253  | 34,959  | 29,387  | 24,131  | 25,645  | 18,017  | 17,405  | 18,975  | 18,378 | 12,306 |  |
| 8歳          | 26,002  | 20,164  | 17,448  | 21,715  | 20,998  | 18,636  | 16,895  | 15,941  | 10,494  | 12,250  | 12,362 | 11,950 |  |
| 9歳          | 3,244   | 15,589  | 8,267   | 9,043   | 14,056  | 10,658  | 11,668  | 9,101   | 8,470   | 6,344   | 6,413  | 6,964  |  |
| 10歳+        | 5,437   | 5,723   | 10,672  | 10,269  | 12,592  | 15,394  | 13,665  | 13,015  | 11,189  | 12,407  | 11,374 | 9,766  |  |
| 合計          | 264,172 | 225,298 | 184,921 | 164,752 | 149,647 | 143,336 | 144,757 | 119,014 | 111,184 | 100,851 | 77,602 | 54,617 |  |

\*2007年の2歳魚の資源量は、2007年の親魚量にRPSmed(89-)と2歳魚の漁期中の平均体重を掛けて求めた値

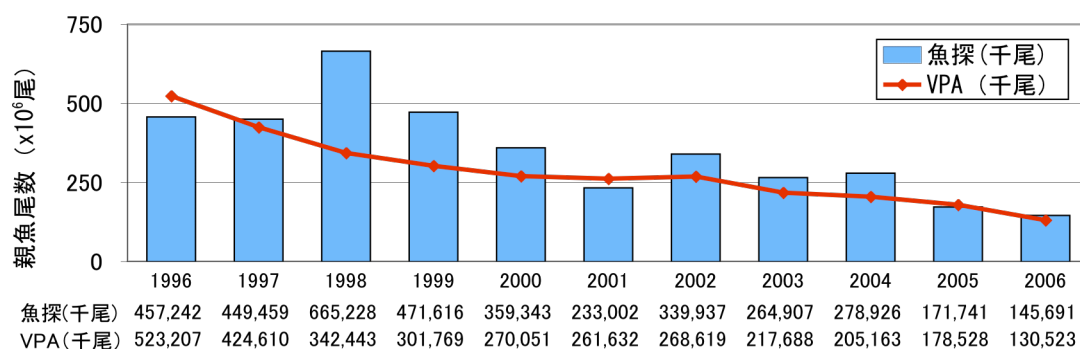
## 補足資料3 計量魚探調査結果をチューニングに用いたコホート解析の試算

北海道立水産試験場が実施している産卵親魚を対象とした音響資源調査の結果を用いて、コホート解析結果のチューニングを試みた。

親魚を対象とする音響資源調査には、毎年10月の漁期前、積丹半島以南の北海道西部日本海沿岸で実施している調査（図11）と、毎年12月の盛漁期に、主漁場を含む檜山沿岸域で実施している調査（図12）の二種類があるが、今回は、データの時系列が10年以上蓄積している10月の漁期前調査の結果をチューニングに用いた。

音響調査が、親魚を対象とした漁期が始まる前の10月に実施されているのに対して、コホート解析で求めた親魚尾数（補足資料2）は、毎年漁期始めの4月時点での資源尾数を算出している。そこで、コホート解析で求めた毎年の年齢別親魚尾数に  $e^{-\frac{M_i}{2}}$  を乗じ、4月から10月までの間の自然死亡による減耗を差し引いた値を求めた上で、音響調査による親魚の現存量（尾数）と比較した（なお、実際には漁期初めの4、5月にも産卵後の親魚を対象とした漁獲があるが、量的には秋から冬にかけての産卵期の漁獲が主体であることから、今回の解析では春季の漁獲による減耗は無視した）。

魚探による親魚現存量とコホート解析による10月時点での親魚資源尾数を調査年度順に並べて示すと、本文中図11に示した結果となる。ここに尾数単位での経年変化を示したグラフを再掲する：

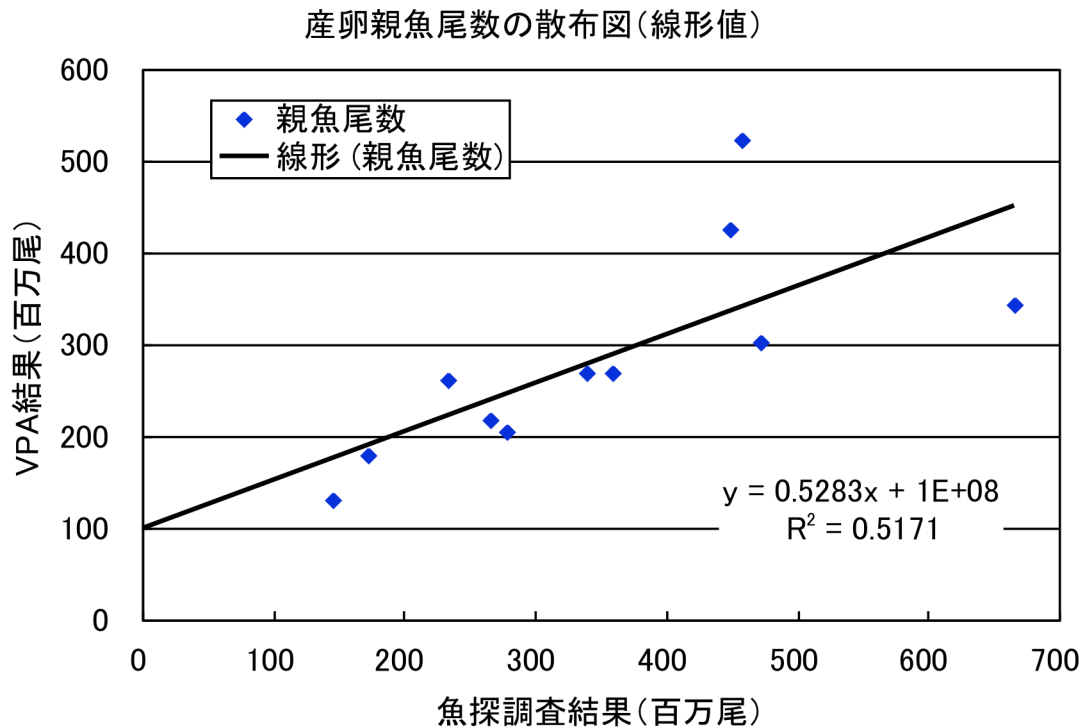


付図 3-1（図 11 の一部を再掲）．スケトウダラ漁期前調査（43-30N より南）によって捉えられた親魚尾数の推移。赤で示した折れ線グラフは、コホート解析で求めた 10 月時点での親魚資源尾数ならびに重量を示す。（北海道立中央水産試験場資料、北水研資料）

本文中 4.-(3)でも触れたように、1990 年代後半の親魚量の動向が、コホート解析ではなだらかに減少しているのに対して、魚探調査の結果では 1998 年度の結果が飛び抜けて高い以外は 1996～1999 年までの間はそれほど変化が見られない。ただし、コホート解析の性質上飛び抜けて大きさが異なる年級などが出現しない限りは、資源量の経年変化はなだらかに表現される傾向があり、一方調査で得た現存量推定値には、観測誤差や毎年の来遊パターンの違いなどに起因する凹凸が現れることも考えられる。また、2002 年以降の近年の親魚量の変化を比較すると、コホート解析で求められた親魚量の減少傾向よりも、魚探調査で求められた親魚現存量の減少の方がより急であるようにも捉えられる。

この、魚探調査とコホート解析の双方によって求められた毎年 10 月時点の親魚尾数を

散布図にすると、以下のグラフのように表現された：



付図 3-2. コホート解析と漁期前魚探調査でそれぞれ求められた毎年 10 月時点での親魚尾数の散布図。(北海道立中央水産試験場資料、北水研資料)

音響資源調査の結果を独立変数、コホート解析の結果を従属変数とすると、有意な正の傾きを持つ回帰直線式が当てはまった。ただし、値が大きくなるにつれて、線形値のままでは回帰直線から大きく離れるプロットが現れることも明らかとなった。そこで、実際の tuning に際しては、両者の自然対数をとった上で残差平方和を求める方法を採用することとした(後述)。Tuning は、以下の目的関数を最小とする  $F_t$  を探索する方法で実施した：

$$SSQ = \sum_{1996}^{2006} \left( \ln(I_y) - \ln(q \cdot N_y) \right)^2 \quad (1)$$

ここで、

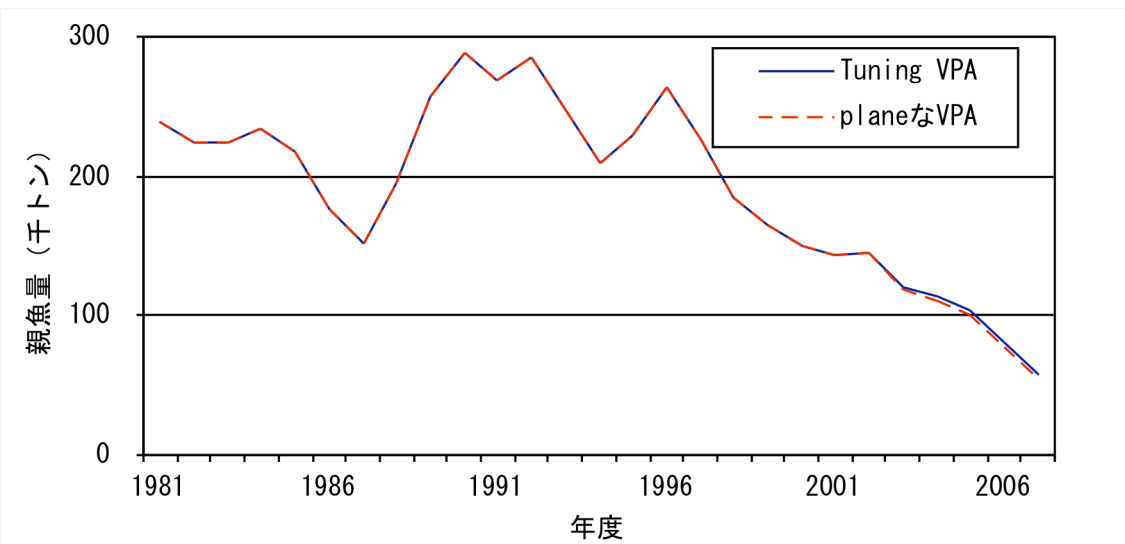
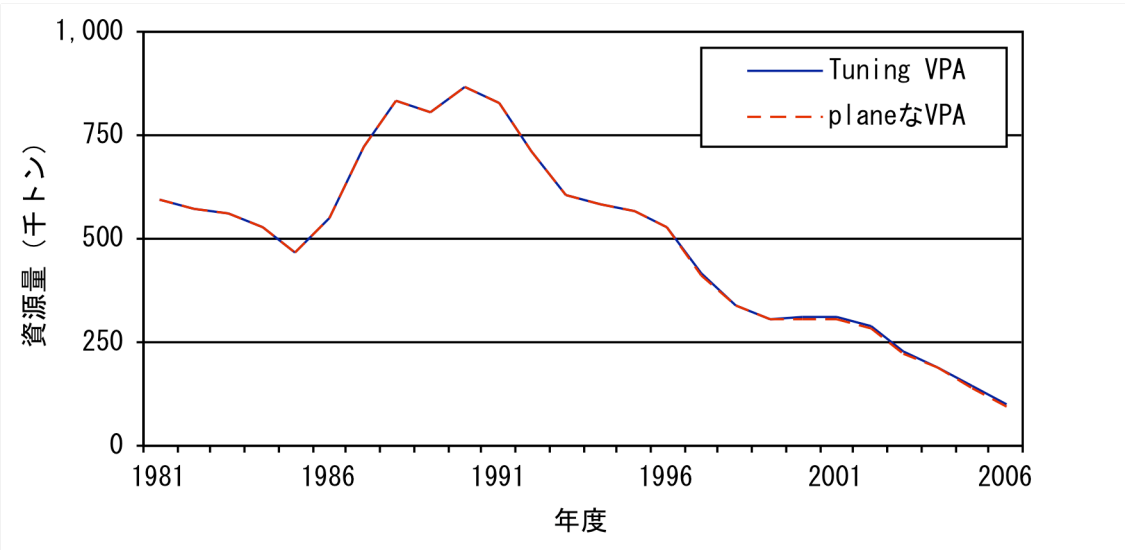
$I_y$ ： y 年 10 月の音調調査で求めた親魚現存量(尾数)

$N_y$ ：コホート解析で求めた y 年 10 月時点での親魚資源尾数

$q$ ：比例定数

である。

チューニングの結果、新たに求まった資源尾数ならびに親魚資源尾数は、以下のグラフに示すような結果となった。元のコホートによって求められた値と比較する形で示す：



|            | Ft(2006) | 2006年度当初<br>資源量 | 2007年度当初<br>親魚量 |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| VPA        | 0.418    | 95,462          | 54,617          |
| Tuning VPA | 0.403    | 98,431          | 56,900          |

(トン)

付図 3-3. 10 月の音響資源調査で捉えた親魚資源尾数でチューニングを行ったコホート解析によって得られた資源量（上図）および親魚量（中図）と、最近年のターミナル F 値、2007 年度当初の資源量ならびに親魚量の数値（下表）。チューニング後の結果はグラフ上の青の実線で、またチューニングを施す前の値は赤の点線でそれぞれ示した。

チューニングの結果、資源量の推移にはほぼ変化が現れず、親魚量については現在から遡って 5 年程度前からわずかに上昇する結果が得られたものの、これも事実上チューニング前のコホート解析結果とほぼ同じ値であると捉えて問題ない。また最近年の Ft、2006 年度当初資源量ならびに 2007 年度当初親魚量を比較しても、チューニングによる差はほ

とんど現れなかった。これらの結果から、少なくとも産卵親魚を対象とした資源評価においては、計量魚探による直接推定、コホート解析共に近年の親魚量減少の傾向を同様に捉えており、また音響調査の結果を用いたチューニングを行っても、コホート解析の結果が大きく変化することはないことが示された。

なお、今回使用した音響調査による親魚の現存量（北海道立中央水産試験場資料）については、現在元データの精査作業を施しているところであり、今後若干数値に変動が生じることも考えられることから、本年度の報告書では、チューニングによるコホート解析の結果は参考資料として扱った。

## 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、9ab および 10 の元データ)

## 1a. 乙部豊浜地区における 1 隻あたり使用延縄数の推移

| 漁獲年度 | 船型   | 使用縄数/隻 | 隻数 | 船型別<br>縄数小計 | 総縄数     | 出漁日数 | 一隻当たり<br>使用縄数 | 網数割合<br>(1998年基準) |
|------|------|--------|----|-------------|---------|------|---------------|-------------------|
| 1998 | 5人乗り | 7,375  | 17 | 125,375     | 130,695 | 56   | 7,261         | 1.00              |
|      | 4人乗り | 5,320  | 1  | 5,320       |         |      |               |                   |
| 1999 | 5人乗り | 7,125  | 17 | 121,125     | 125,925 | 58   | 6,996         | 0.96              |
|      | 4人乗り | 4,800  | 1  | 4,800       |         |      |               |                   |
| 2000 | 5人乗り | 6,775  | 15 | 101,625     | 106,545 | 60   | 6,659         | 0.92              |
|      | 4人乗り | 4,920  | 1  | 4,920       |         |      |               |                   |
| 2001 | 5人乗り | 7,450  | 14 | 104,300     | 109,760 | 62   | 7,317         | 1.01              |
|      | 4人乗り | 5,460  | 1  | 5,460       |         |      |               |                   |
| 2002 | 5人乗り | 6,900  | 14 | 96,600      | 101,680 | 58   | 6,779         | 0.93              |
|      | 4人乗り | 5,080  | 1  | 5,080       |         |      |               |                   |
| 2003 | 5人乗り | 7,650  | 14 | 107,100     | 112,700 | 71   | 7,513         | 1.03              |
|      | 4人乗り | 5,600  | 1  | 5,600       |         |      |               |                   |
| 2004 | 5人乗り | 7,100  | 14 | 99,400      | 104,600 | 69   | 6,973         | 0.96              |
|      | 4人乗り | 5,200  | 1  | 5,200       |         |      |               |                   |
| 2005 | 5人乗り | 5,750  | 14 | 80,500      | 85,020  | 66   | 5,668         | 0.78              |
|      | 4人乗り | 4,520  | 1  | 4,520       |         |      |               |                   |
| 2006 | 5人乗り | 4,425  | 14 | 61,950      | 64,750  | 50   | 4,317         | 0.59              |
|      | 4人乗り | 2,800  | 1  | 2,800       |         |      |               |                   |

船型によって使用する縄数が異なるため、船型毎に使用縄数と隻数を掛けた縄数小計を足し合わせて、年間の総縄数を求め、出漁隻数で割ることにより、一隻あたり使用縄数を求めた。

## 1b. 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<br>(トン) | 努力量<br>(隻) | CPUE<br>(トン/隻) | 年度           | 漁獲量<br>(トン) | 努力量<br>(隻) | CPUE<br>(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       | 4,381      | 1.7            | 2005         | 7,330       | 3,417      | 2.1            |
| 2006         | 5,273       | 3,371      | 1.6            | 2006         | 5,273       | 1,989      | 2.7            |

## 1c. 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) |       |       |       |       | 合計     |
|------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
|      | 久遠      | 熊石    | 乙部    | 江差    | 上ノ国   |        |
| 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  |
| 2006 | -       | 1,203 | 2,626 | 1,045 | 398   | 5,273  |

| 年度   | 延べ出漁隻数(隻) |       |       |       |     | 合計    |
|------|-----------|-------|-------|-------|-----|-------|
|      | 久遠        | 熊石    | 乙部    | 江差    | 上ノ国 |       |
| 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 | -         | 1,074 | 2,116 | 898   | 293 | 4,381 |
| 2006 | -         | 749   | 1,513 | 783   | 326 | 3,371 |

| 年度   | CPUE(トン/隻) |     |     |     |     | 合計  |
|------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 久遠         | 熊石  | 乙部  | 江差  | 上ノ国 |     |
| 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 | 1.8 | 1.6 | 0.8 | 1.7 |
| 2006 | -          | 1.6 | 1.7 | 1.3 | 1.2 | 1.6 |