

平成 21 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（山下夕帆、千村昌之）

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、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県農林水産技術センター水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、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、2008 年度の漁獲量は過去最低値となった 2007 年度とほぼ等しい 18 千トンであった。またコホート解析の結果から、2008 年度の親魚量（SSB）は 36 千トンと 1980 年度以降で最低の値となっている。新規加入量は近年低迷していたが、2008 年度に 2 歳魚として漁獲加入した 2006 年級群は高い豊度を示した。ここで、2006 年級群は漁獲対象資源に加入した直後で資源量の推定値には不確実性が高いことから、本評価票においては 1998 年級群と等しい大きさと仮定した。この 2006 年級群を含めた 2008 年度の資源量は 122 千トンとなり、2007 年度からは増加した。ただし、本系群の Blimit は 2001 年級群以降で加入量が低い年級群が多く出現していることから 2000 年度 SSB である 141 千トンに設定されているが、2008 年度 SSB は Blimit を大きく下回っている。

本系群の管理目標としては、平成 18 年度の資源評価よりわずかながらでも親魚量を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 F_{limit} としている。しかし近年、特に 2002～2004 年級群において加入が低迷し、実際の漁獲量は経年的に F_{sus} を上回っていたために、親魚量は過去最低水準にまで落ち込んでいる。また近年の再生産成功率（RPS）も 2006 年級群を除いては低い値が連続しており、資源を回復させるためには引き続き漁獲の大幅な抑制が求められる。

2006 年級群が近年においては高い加入量を示していることから、この年級群が親魚として加入してくる 2010 年度には一時的に親魚量が回復することが予想される。この 2006 年級群をうまく残り次の卓越年級群に繋げることが資源の減少傾向を和らげる上で有効であり、関係者間で当該年級群の利用および保護について議論しておくことが必要である。

漁獲 シナリオ (管理基準)	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価			2010 年度 ABC
			5 年 後	5 年 平均	Blimit へ回復 (10 年後)	SSB2006 を上回る (10 年後)	Bban を 下回る (10 年後)	
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ回復) ($F_{rec10yr}$)	0.02 (0.03 $F_{current}$)	0.7%	1.3 ～ 1.7	1.2	41.5%	100.0%	0.0%	0.9 千 トン
親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{sus}$)(F_{rec})	0.06 (0.11 $F_{current}$)	2.3%	6.8 ～ 11.8	6.4	3.2%	96.3%	0.0%	2.8 千 トン
親魚量の増大 (20 年で Blimit へ回復) ($F_{rec20yr}$)	0.13 (0.23 $F_{current}$)	4.6%	6.5 ～ 9.1	6.6	6.5%	93.9%	0.0%	5.5 千 トン
親魚量の増大 (30 年で Blimit へ回復) ($F_{rec30yr}$)	0.17 (0.30 $F_{current}$)	6.0%	7.8 ～ 11.2	8.2	2.6%	80.5%	0.0%	7.2 千 トン
親魚量の増大 (わずかも 親魚量を増大) ($0.9F_{sus}$)*	0.24 (0.41 $F_{current}$)	8.1%	9.4 ～ 13.8	10.6	0.4%	51.0%	0.2%	9.7 千 トン
								2010 年度 算定漁獲量
親魚量の維持 (F_{sus})	0.26 (0.46 $F_{current}$)	9.0%	9.9 ～ 14.6	11.4	0.2%	40.4%	0.7%	10.8 千 トン
漁獲圧の維持 ($F_{current}$)	0.57 (1.00 $F_{current}$)	18.3%	12.1 ～ 19.7	18.3	0.0%	0.1%	85.1%	21.9 千 トン
コメント ・本系群の ABC（二重線の上側にあるシナリオ）の算定には規則 1-1）（2）を用いた。 ・中期的管理方針では、「資源回復計画に基づき資源の減少に歯止めを掛けることを目指して管理を行うものとする」とされている。本系群の親魚量は極めて低い水準にあるため、資源の回復が見込まれる $0.9F_{sus}$ の漁獲シナリオを管理方針と合致するシナリオとする。* ・ $F_{current}$ は 2004 年～2008 年の F の平均値、 F_{sus} は RPS の 1989～2006 年平均値に対応する F とし、2009 年の漁獲量は TAC 数量（16 千トン）であるとして計算した。 ・ABC となる漁獲シナリオにおける F 値はいずれも $F_{current}$ の半分以下であるため、資源回復のためには大幅な漁獲圧の削減が必要となる。 ・ F_{sus} に SSB/Blimit の比を掛けて F を減ずる漁獲シナリオ（ F_{rec} ）では親魚量の回復に応じて F が上昇するため、親魚量が Blimit まで回復する確率は低くなる。 ・2007 年度より本系群は資源回復計画対象魚種となった。ここから、豊度が高いと考えられている 2006 年級群を獲り控え再生産に繋げることを目標に、沖底、沿岸の双方で漁獲圧削減の試みが検討・実施されている。								

F 値（漁獲係数）は完全加入年齢の F、漁獲割合は漁獲量/資源量。将来漁獲量（5 年後の値は 80%区間）および評価欄は加入量変動を考慮した 10,000 回のシミュレーションから算出した。

年度*	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値 (加重平均)	漁獲割合
2007	88	18	0.20	20.8%
2008	122	18	0.14	15.1%
2009	124			

*年度は 4 月～翌 3 月の漁期年

	指標	値	設定理由
Bban		7 章「Bban の設定について」を参照	
Blimit	親魚量	2000 年度水準 (141 千トン)	これ以下の親魚量水準では加入が低迷する可能性が高い
2008 年度	親魚量	2000 年度水準未満 (36 千トン)	
2009 年度	親魚量	2000 年度水準未満 (35 千トン)	

水準：低位 動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
海区・漁業種別漁獲量	漁業・養殖業生産統計（農林水産省） 北海道沖合底引き網漁業漁場別漁獲統計年報（水研セ） 日本海区沖合底びき網漁業漁獲統計調査年報（水研セ） 北海道現勢ならびに元資料（北海道） 水研セ北水研資料、水研セ日水研資料 北海道立中央・稚内・函館水産試験場資料 青森・秋田・山形・新潟・富山・石川各県主要港水揚げ統計
年齢別漁獲尾数	北海道立中央・稚内・函館水産試験場資料
年齢別平均体重・成熟率	北海道立中央水産試験場資料
資源量指数 ・ 産卵親魚現存量 ・ 0 歳浮遊仔魚現存量 ・ 着底後 0 歳魚 CPUE ・ 越冬後 1 歳魚現存量 ・ 沖底 CPUE ・ 檜山沿岸延縄 CPUE	スケトウダラ漁期前調査（北海道立中央・稚内・函館水試）；音響 スケトウダラ漁期中調査（北海道立函館水試）；音響 スケトウダラ仔稚魚分布調査（北海道立中央・稚内水試）；音響、FMT スケトウダラ音響資源調査（水研セ北水研）；音響、トロール 着底トロール調査（北海道立中央水試）；トロール スケトウダラ音響資源調査（水研セ北水研）；音響、トロール 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報 北海道立函館水産試験場資料
自然死亡係数（M）	年当たり M 0.25（2 歳魚は 0.3）を仮定
漁獲努力量指数 ・ 沖底船許可隻数 ・ 沖底漁獲努力量 ・ 檜山沿岸延縄努力量	北海道機船漁業協同組合連合会資料 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報 水研セ北水研資料（沖底漁業者へのアンケート/聞き取り調査） 北海道立函館水産試験場資料 分布回遊状況解析調査（JAFIC） 水研セ北水研資料（沿岸漁業者への聞き取り調査）

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ある。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ロシア（旧ソ連）の排他的経済水域設定以前は漁場が存在し漁獲量も多かったが、排他的経済水域設定後それらの海域における漁獲は大幅に減少した。現在の漁場は北海道周辺と本州北部の日本海側・太平洋側となっており、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。

北海道周辺のスケトウダラには 4 系群・評価単位の分布が考えられている。このうち、日本海北部系群はかつては太平洋系群に次いで漁獲量の多い系群であったが、近年は資源の減少が著しく、2008 年度の漁獲量は 18 千トンとスケトウダラ全体での漁獲量（209 千トン、漁期年）の 1 割を切るまでに減少している。なお、このスケトウダラ日本海北部系群に対しては 2006 年度末に資源回復計画が策定され、翌 2007 年度より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削減、沿岸漁業における産卵親魚の保護の充実等が計画・実施されている。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も設置されており、同計画に基づいた取り組みが行われている。

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）。雄冬沖から利尻礼文島までの海域と武蔵堆海域が未成魚の生育場とされているが（三宅 2008）、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たものの（佐々木・夏目 1990）近年の武蔵堆周辺における分布量は大きく減少していると考えられている。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・体重の関係を下表と図 2 に示す（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、北海道立中央水産試験場資料）。本系群のスケトウダラは、成熟が本格化する 4 歳以降の体長が他の 3 系群・評価単位のスケトウダラに比べやや小型である。寿命は不明であるが、ベーリング海での最高齢は 28 歳とされている（Beamish and McFarlane 1995）。

年齢 (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

(3) 成熟・産卵

本系群の成熟は満 3 歳から始まり、満 6 歳ではほぼ全ての個体が成熟する（北海道立中央水産試験場資料）。雌個体における年齢と成熟率の関係を下表と図 3 に示す。成熟率は 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の測定値にロジスティック

曲線をあてはめて算出した。ただし 2 歳魚については、ロジスティック曲線からは 12% 程度の成熟率が想定されたが、これまで満 2 歳の雌で成熟した個体の観測例がないことから 0% であるとした。

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

主要な産卵場は岩内湾ならびに乙部沖（檜山）海域である（三宅 2008）。以前は檜山沿岸、岩内湾、石狩湾、雄冬沖、武蔵堆、利尻島・礼文島周辺にも産卵場があったとされていたが、現在は雄冬以北では産卵場は確認されていない（北海道立中央水産試験場資源管理部 2009、三宅ほか 2008）。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 2009）。

（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やオキアミ類である（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が、海獣類の餌料として重要であると考えられている（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）、延縄、刺し網などの漁業によって漁獲されており、主漁場は北海道日本海海域である。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。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）漁獲量の推移

表 1 および図 4 に、1970 年度から 2008 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す。1970 年度から 1992 年度までは、総漁獲量は 84～163 千トンの範囲で増減を繰り返していた。しかし 1993 年度以降は急減し、2008 年度の漁獲量は 18 千トンと 2007 年度に並ぶ最低水準となっている。

1993 年度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く、沿岸漁業についても、沖底ほどではないものの漸減傾向で経過している（詳細は補足資料 4 1）。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。韓国漁船による操業は、韓国からの報告によると、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）において行われていたが 1999 年度以降は行われていない。

（3）主要漁業の漁獲努力量と F の推移

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 1980 年代には 79 隻であったが、その後大幅に減少し 2008 年 9 月以降は 14 隻となっている（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 種に大別されるが、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。なお 100 トン未満のかけまわし船は 2001 年度以降は存在せず、トロール船も 2004 年度以降のオッタートロール専業船は 2 隻のみとなっている。

沖底における 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）は、1980 年代は増加傾向にあったが 1991 年度の 20 千網を境に減少に転じ、2000 年度には減船措置の影響もあって 8 千網と半減した（図 5、補足資料 4 2）。その後も減少傾向は続き、2008 年度は 5 千網となっている。

沿岸漁業においても、檜山沿岸 4 地区における延縄の漁獲努力量は 1990 年代後半より徐々に低下しており、延べ出漁隻数は 1997 年度に 6.7 千隻であったものが 2008 年度には 2.6 千隻となっている。一隻あたりの使用縄数（図 6、補足資料 4 2）も 2003 年度以降減少傾向にあり、2008 年度では 1998 年度の 4 割弱の縄数となっている。出漁隻数をこの縄数で補正すると、2008 年度の努力量は 2007 年度から半減し、1997 年度の 2 割以下にまで減少していると考えられる。

漁獲係数 F の推移を図 7 に示す（算出方法は補足資料 2 1）。 F の加重平均値は増減を繰り返しながらも 2005 年度ごろまではおおむね横ばい傾向で推移している。また 2002 年度には 4 歳魚（1998 年級群）に対する漁獲圧が上昇したことを反映し F 値は大きく上昇した。これらのことから、かつては本系群に対する漁獲の努力量は削減されたものの漁獲圧は減少していなかったことが懸念される。

また、2006 年度以降の F 値は減少傾向を示している。この要因としては資源管理協定に基づく措置や檜山沿岸における漁獲抑制措置、資源回復計画に基づく管理措置の強化（これらの詳細は 6 章参照）および 2008 年度については漁期終盤の TAC 量を勘案した漁獲の低減措置の効果などが挙げられ、近年においては漁獲圧は減少していると考えられる。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法 （補足資料 2）

4 月～翌年 3 月を漁期とし、年齢別漁獲尾数および漁獲物の年齢別平均体重をもとに、Pope (1972) の近似式を用いたチューニング VPA により年齢別資源尾数・重量を推定した。チューニングには音響資源調査による産卵期前の親魚の現存量推定値（図 8）を用いた。また 2008 年度の 2 歳魚資源尾数（2006 年級群）については各種の情報を検討し（補足資料 6）、この年級群の前に良い加入が見られた 2000 年度の 2 歳魚資源尾数（1998 年級群）と同じであるとした。年齢別漁獲尾数は韓国による漁獲があった年については韓国船の漁獲分を上積みしたうえで処理を行った。韓国船の漁獲物の年齢組成は不明であるが、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で

あるとした。自然死亡係数 M は 2 歳魚については年当り 0.3 とし、3 歳以上については年当り 0.25 とした。

(2) 資源量指標値の推移

本系群に対する資源量指標値として、調査船による各種調査の結果が得られている（補足資料 3、北海道立中央・函館・稚内水産試験場資料、北水研資料）。調査においても親魚量は減少傾向を示しており、漁期前調査の結果（図 8）では、2008 年 10 月の北海道西部日本海に分布するスケトウダラ成魚の現存量推定値は 47 千トンと 1996 年の調査開始以降最も少ない値となった。また若齢魚を対象とした各種調査の結果から、2006 年級群は多いものの 2007 年級群は非常に少なく、2008、2009 年級群も 2005 年級群程度であると考えられている。

主要漁業における資源量の指標値は図 5、図 6 に示した（詳細は補足資料 4 2）。沖底における 100 トン以上のかけまわし船の CPUE は、1990 年度以降は 2～3 トン/網程度で推移している。しかし操業漁区数および資源量指数は 1990 年代後半以降では徐々に低下していることから、漁場が縮小傾向にあり資源が減少している可能性が考えられる。沿岸漁業では、産卵親魚を対象とした檜山海域の延縄漁業における CPUE は 2004 年度以降に増加傾向を示している。ただし、沿岸漁業においては漁獲努力量の調整がその年の漁況に応じて行われているため、この CPUE の増加が必ずしも親魚量の増加を示すものではないと考えられる。

(3) 漁獲物の年齢組成

図 9 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 年度および 2002 年度には 1998 年級群が 3 歳魚および 4 歳魚として多く漁獲されたが、2003 年度以降の漁獲物には 1998 年級群はそれほど出現していない。こ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かったが、2007 年度は 2 歳魚（2005 年級群）の漁獲が増加した。2008 年度では 2 歳魚（2006 年級群）の漁獲はさらに極めて多く、漁獲尾数の 5 割以上、漁獲量でも 3 割近くを 2 歳魚が占めている（補足資料 7 1）。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

チューニング VPA によって推定した年齢別資源尾数の推移ならびに毎年の資源量と漁獲割合を表 2 および図 10～11 に示す。なお 2008 年度の 2 歳魚加入尾数としては 2000 年度の加入尾数と同じ 4 億尾とした。1987～1992 年度の間、本系群の資源量は 712～868 千トンと高い水準にあったが、1991 年度以降は減少傾向を示している。その後、2000 年度に 1998 年級群が多く加入したため資源は一時的に安定したが、この年級群が漁獲されるとともに再び減少傾向となった。2007 年度には 88 千トンとピーク時の約一割程度にまで減少している。2008 年度資源量は、2006 年級群の加入があったため 122 千トンまで回復したが、資源水準は依然として低いままである。近年の漁獲割合も 2008 年度は 2006

年級群の加入の影響から低下したと考えられるが、2008 年度以外は過去 20 数年の中でも高い水準で推移している。総資源量と F の間には明確な傾向は見られないが(図 12)、1998 年級群に対しては未成魚の時点で強い漁獲圧がかかったことも知られているため(補足資料 4 3)、年齢別の漁獲圧の傾向についても注意が必要である。またチューニング VPA の結果について M に関する感度解析を行ったところ、親魚量、資源量、加入量はいずれも M の値が大きくなると増加し、小さくなると減少した(図 13)。

(5) 資源の水準・動向

2008 年度資源量は 122 千トンであり、1980～2008 年度の 29 年間の最低資源量(88 千トン)と最高資源量(868 千トン)を 3 等分した中で低位である。動向も従来と同じく直近 5 年間の資源量をもとに判断し、2008 年度資源量は 2007 年度資源量を上回るものの 2004 年度資源量には及ばないことから減少とした。なお、今後 2006 年級群の成長に伴い資源は回復傾向を示すと予測されるため、順調に 2006 年級群が維持されれば動向は改善されると推測される。

(6) 再生産関係

親魚量と加入尾数(2 歳魚時点)の関係を図 14 に示す。2 歳魚加入尾数は 1989 年級群以降減少し、2001～2005 年級群は 2 億尾を下回った。特に 2002～2004 年級群は 1 億尾を下回り、非常に低い水準となっている。親魚量も近年の加入量の減少の影響を受けて極めて低い水準となっており、2008 年度親魚量は 36 千トンと 1980 年度以降の最低値を更新した。一方、2006 年級群は各種の情報から大きな年級群であると考えられる。親魚量が減少しているなかで大きな加入が得られたことから 2006 年級群を発生させた年の再生産成功率(RPS)は 6.6 尾/kg と算出され、1986 年級群と同程度の高い水準となった(図 15)。

本系群の加入量については、親魚量と正の相関、水温と負の相関をそれぞれ示すと考えられている(Funamoto 2007、板谷ほか 2009、三宅ほか 2008)。また RPS が低下した 1989 年以降の道西日本海における冬季の水温がこれまでになく高い水準で推移していること(三宅 2008)や、対馬暖流の強勢や水温の上昇による回遊経路の変化から産卵海域が縮小している可能性があること(Miyake 2002、三宅 2008、三宅・田中 2006)等の報告もあり、これらから現状の資源における加入状況は容易には好転しないものと推察される(補足資料 3 6)。ただし、2006 年級群の発生時のように、7～8 年に 1 回程度の割合ではあるが好適な環境の出現も見られている。加入量は RPS と親魚量との積であるため、このような時に卓越的な加入を得られるよう親魚量を確保しておくことが、資源の効率的な回復を図る上で重要であると考えられる。

(7) Blimit の設定

平成 18 年度(2006 年度)の資源評価より、回復の目標として、親魚量(SSB)がそれ以下になると加入量水準が大幅に低下する直前の親魚量水準(2000 年度 SSB、141 千トン、図 14)が本系群における Blimit に設定されている。また、2006 年級が低い親魚量からの良い加入となったため、2006 年度 SSB(60 千トン)をひとまずの目標とし、最低限この親魚量を維持することも重要であろう。

(8) 今後の加入量の見積もり

本系群における RPS は 1989 年以降、主に低い値で推移している（図 15）。また漁獲状況および各種調査（補足資料 3）から、2006 年級群の豊度および RPS は高かったと推定されているが、2007 年級群以降は再び低い水準に留まっていることが報告されている。1989 年以降低い RPS が継続しており現在も続いていることから、今後の加入の想定としてはこの状態が今後も継続するという仮定が妥当であると考えられる。これらの結果から、2007 年級群以降の再生産を推定するにあたっては従来通り 1989 年級群から最近年級群（2006 年級群）までの RPS の平均値を採用し、その年の親魚量推定値との乗算にて加入量予測を行うこととした。

(9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

図 16 に、2004～2008 年平均の選択率を用いた F による YPR と %SPR を示す。将来の再生産成功率が 1989～2006 年の平均値（RPSave、1.9 尾/kg）であると仮定すると、この RPSave より求めた %SPR に対応する F (F_{sus}) で漁獲を行った場合に資源は中長期的に安定し、 F_{sus} より高い F では資源は減少、低い F では増加する。本系群における F_{sus} （完全加入年齢の $F=0.26$ ）は現状の F ($F_{current}$ 、2004～2008 年平均、完全加入年齢の $F=0.57$) の 0.46 倍である。資源を緩やかにでも回復させるためには F_{sus} よりも低い漁獲圧である事が必要とされるため、資源回復のためには大幅な努力量の削減が必要であると考えられる。また本系群の RPS は数年に一度程度の割合で高い値を示すが、RPS の中央値より求めた %SPR に対応する F (F_{med} 、完全加入年齢の $F=0.17$) で管理を行うと、この高い値を想定しない状態でも資源の維持が期待できると考えられる。なお、2009 年度の TAC は 16 千トンと前年よりさらに削減されており、漁獲のさらなる削減が行われると予測される。一方で 2009 年度の資源量は 2006 年級群の加入により増加が見込まれているため、2009 年度の F （完全加入年齢の $F=0.41$ ）は $0.73F_{current}$ と推測される。

5. 2010 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の親魚量は 1990 年代初頭よりほぼ一貫して減少傾向を示しており、2008 年度 SSB も 36 千トンと B_{limit} （2000 年度 SSB、141 千トン）を大きく下回っている。加入量も、2006 年級群については非常に多かったと考えられているがこれ以外は低い値が続いており、諸調査結果から 2007 年級群以降の加入量は再び低い水準に留まることが予想されている。

本系群に対する管理方策としては、平成 18 年度の評価から、「徐々にでも親魚量を B_{limit} に向けて回復させ得る F ($0.9F_{sus}$)」という方策がとられている。また、親魚量は毎年最低値を更新していることから、親魚量水準 3 万トンが B_{ban} として提案されている（7 章参照）。本系群は TAC による漁獲の強制規定があり、2008 年度漁期終盤においては TAC 量を勘案した漁獲抑制措置がとられた。2009 年度においても TAC は 2008 年度よりさらに削減されており、漁期途中での専獲中止等の実施が想定されているが、親魚を回復させ資源を将来的に利用するためには引き続き厳しい漁獲制限措置が必要であると想定される。本系群の再生産成功率は、1989 年以降の環境変化の影響を受け低い状態が継

続している。ただし、低頻度ではあるが好適な環境も出現している。このような時に卓越的な加入を得られるよう親魚量を確保しておくことが、資源の効率的な回復を図る上で重要であろう。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2010 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

当該資源の ABC 算定には、親魚量が B_{limit} を大きく下回る状況であることから、平成 21 年度 ABC 算定のための基本規則 1-1) (2) を用いた。計算にあたり、将来の選択率は $F_{current}$ の選択率とし、2009 年度の F は 2009 年度の漁獲量を TAC (16 千トン) とする F とした。また将来の加入量は親魚量と RPS 仮定値の積とした (4. (8) 参照)。

回復のための漁獲シナリオとしては、 F_{sus} に SSB/B_{limit} の比を乗じて F を減ずるシナリオ (F_{rec})、10~30 年かけて親魚量を B_{limit} へ回復させるシナリオ ($F_{rec10yr}$ 、 $F_{rec20yr}$ 、 $F_{rec30yr}$)、わずかずつでも親魚量を増大させるシナリオ ($0.9F_{sus}$) を設定し、このほか親魚量を維持するシナリオ (F_{sus})、漁獲圧を維持するシナリオ ($F_{current}$) を設定した。なお、 $F_{rec30yr}$ の F 値は F_{med} とほぼ等しい値である。将来予測としては設定した漁獲シナリオ、およびこのシナリオの漁獲係数 F に資源の不確実性に対する安全率として 0.8 をかけた漁獲シナリオについて、2010 年から F を変化させた場合の漁獲量、資源量と親魚量を算出した。

結果は下表ならびに図 17 (詳細は補足資料 7 2) に示す。いずれのシナリオにおいても、2006 年級群の加入により資源量は一時的に増加し、親魚量も 2010 年度以降一時的に増加する。 F を F_{sus} より低い値に抑えた場合、資源量は 2013 年度以降に、親魚量は 2016 年度以降に再び増加する。 F_{sus} に SSB/B_{limit} の比を乗じて F を減ずる漁獲シナリオ (F_{rec}) では親魚量の回復に応じて F が上昇するため、管理の途上で資源回復の度合いは停滞する。 $0.9F_{sus}$ では資源の回復は非常に遅く、試算では親魚量が B_{limit} を上回るのは 2121 年度となった。 F_{sus} で漁獲した場合、資源量は 2020 年度頃からほぼ横ばいとなり親魚量は B_{limit} よりはるかに低い 59 千トンで安定する。 $F_{current}$ では 2011 年以降資源量は減少傾向となり、親魚量は 2006 年級群の消失に伴い 2017 年度には B_{ban} として提案している水準である 3 万トンを下回る。

本系群は親魚量が B_{limit} を下回っているため、平成 21 年度 ABC 算定のための基本規則に従うと資源の回復が期待できる漁獲係数が F_{limit} となる。一方、中期的管理方針では、「資源回復計画に基づき資源の減少に歯止めをかけることを目指して管理を行うものとする」とされている。ここで、昨年度の資源評価においては、2005・2006 両年級群が高豊度で親魚資源に加入することを前提として親魚量の維持を目的とする漁獲シナリオ (F_{sus}) を ABC に含めていた。また 2006 年級群については資源管理協定および資源回復計画により漁獲が抑制されることも想定されており、資源の保護が担保されるものと考えられていた。しかし、高い加入が期待されていた 2005 年級群の 2 歳加入尾数は本年度評価では 2 億尾を下回り、例年並みの値であったことが示されている (図 14、図 15)。2006 年級群についても、2010 年度には 4 歳魚となり資源管理協定および資源回復計画により保護される体長を超えるため、今後はより慎重な管理が必要であると考えられる。これらの理由から、今年度評価においては親魚量が B_{limit} へ向かわない F_{sus} と $F_{current}$ の値については ABC ではなく参考値として取り扱うこととした。

漁獲シナリオ		漁獲量 (千トン)						
	管理基準	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
親魚量の増大 ($F_{sus} \times$ SSB/Blimit)	Frec ($F=0.06$)	18	16	3	5	7	8	9
上記の予防的措置	0.8Frec ($F=0.05$)	18	16	2	4	6	7	8
10年でBlimitに回復	Frec10yr ($F=0.02$)	18	16	1	1	1	1	1
上記の予防的措置	0.8Frec10yr ($F=0.02$)	18	16	1	1	1	1	1
20年でBlimitに回復	Frec20yr ($F=0.13$)	18	16	5	6	7	7	8
上記の予防的措置	0.8Frec20yr ($F=0.10$)	18	16	4	5	5	6	6
30年でBlimitに回復	Frec30yr ($F=0.17$)	18	16	7	8	8	8	9
上記の予防的措置	0.8Frec30yr ($F=0.14$)	18	16	6	6	7	7	8
わずかでも親魚量を 増大	0.9Fsus ($F=0.24$)	18	16	10	10	11	11	11
上記の予防的措置	0.8・0.9Fsus ($F=0.19$)	18	16	8	9	9	9	10
親魚量の維持	Fsus ($F=0.26$)	18	16	11	11	12	11	12
上記の予防的措置	0.8Fsus ($F=0.21$)	18	16	9	9	10	10	11
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent ($F=0.57$)	18	16	22	20	18	16	15
上記の予防的措置	0.8Fcurrent ($F=0.46$)	18	16	18	18	16	15	15
		資源量 (千トン)						
	管理基準	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
親魚量の増大 ($F_{sus} \times$ SSB/Blimit)	Frec ($F=0.06$)	122	124	120	125	125	129	134
上記の予防的措置	0.8Frec ($F=0.05$)	122	124	120	126	127	131	138
10年でBlimitに回復	Frec10yr ($F=0.02$)	122	124	120	127	131	140	152
上記の予防的措置	0.8Frec10yr ($F=0.02$)	122	124	120	127	131	140	153
20年でBlimitに回復	Frec20yr ($F=0.13$)	122	124	120	122	121	125	131
上記の予防的措置	0.8Frec20yr ($F=0.01$)	122	124	120	123	123	128	136
30年でBlimitに回復	Frec30yr ($F=0.17$)	122	124	120	120	118	120	125

上記の予防的措置	0.8Frec30yr (F=0.14)	122	124	120	122	121	124	130
わずかでも親魚量を 増大	0.9Fsus (F=0.24)	122	124	120	117	113	113	115
上記の予防的措置	0.8・0.9Fsus (F=0.19)	122	124	120	119	116	118	122
親魚量の維持	Fsus (F=0.26)	122	124	120	116	111	110	111
上記の予防的措置	0.8Fsus (F=0.21)	122	124	120	119	115	115	119
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.57)	122	124	120	104	91	83	78
上記の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.46)	122	124	120	108	97	92	89

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

加入量の不確実性を考慮するため、2歳魚の漁獲加入が2009年度(2007年級群)以降、1989～2006年級群のRPSから重複を許してランダムに現れるという条件でシミュレーション(10,000回反復計算)を行った。前項のシナリオにおいて30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結果を下表と図18に示す。資源量と親魚量は前項の将来予測と同様に、Fsusより小さいFでは増加し、大きいFでは減少した。

2010年度以降において現在の漁獲圧を維持するF(Fcurrent)で漁獲を続けた場合、10年後(2020年度)の親魚量は85%の確率で3万トンを下回る。FsusにSSB/SSBimitの比を掛けてFを減ずる漁獲シナリオ(Frec)では、親魚量の回復に応じてFが上昇するため資源回復の度合いは停滞し、10年後に親魚量がBlimitを上回る確率は3.2%である。わずかでも親魚量を増大するシナリオ(0.9Fsus)でも親魚量の回復は遅く、10年後にBlimitを上回る確率は1%以下となった。また、近年において高い加入が見られた2006年度の親魚量は60千トンであるが、10年後の親魚量がこの親魚量(SSB2006)を上回る確率については、0.9Fsus以下のFで漁獲を行うシナリオでは50%以上となると予測される。

漁獲 シナリオ (管理基準)	F 値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価			2010 年度 ABC
			5 年 後	5 年 平均	Blimit へ回復 (10 年後)	SSB2006 を上回る (10 年後)	Bban を 下回る (10 年後)	
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ回復) (Frec10yr)	0.02 (0.03 Fcurrent)	0.7%	1.3 ～ 1.7	1.2	41.5 %	100.0%	0.0%	0.9 千 トン
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ回復) 予防的措置 (0.8Frec10yr)	0.02 (0.03 Fcurrent)	0.6%	1.0 ～ 1.4	0.9	44.0 %	100.0%	0.0%	0.7 千 トン

親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{sus}$) (F_{rec})	0.06 (0.11 $F_{current}$)	2.3%	6.8 ～ 11.8	6.4	3.2%	96.3%	0.0%	2.8 千 トン
親魚量の増大 ($B/Blimit \times F_{sus}$) 予防的措置 ($0.8F_{rec}$)	0.05 (0.09 $F_{current}$)	1.9%	5.9 ～ 10.3	5.3	6.2%	98.7%	0.0%	2.2 千 トン
親魚量の増大 (20 年で $Blimit$ へ回復) ($F_{rec20yr}$)	0.13 (0.23 $F_{current}$)	4.6%	6.5 ～ 9.1	6.6	6.5%	93.9%	0.0%	5.5 千 トン
親魚量の増大 (20 年で $Blimit$ へ回復) 予防的措置 ($0.8F_{rec20yr}$)	0.10 (0.18 $F_{current}$)	3.7%	5.5 ～ 7.7	5.4	10.8 %	98.0%	0.0%	4.4 千 トン
親魚量の増大 (30 年で $Blimit$ へ回復) ($F_{rec30yr}$)	0.17 (0.30 $F_{current}$)	6.0%	7.8 ～ 11.2	8.2	2.6%	80.5%	0.0%	7.2 千 トン
親魚量の増大 (30 年で $Blimit$ へ回復) 予防的措置 ($0.8F_{rec30yr}$)	0.14 (0.24 $F_{current}$)	4.8%	6.7 ～ 9.5	6.9	5.2%	92.4%	0.0%	5.8 千 トン
親魚量の増大 (わずかでも 親魚量を増大) ($0.9F_{sus}$) *	0.24 (0.41 $F_{current}$)	8.1%	9.4 ～ 13.8	10.6	0.4%	51.0%	0.2%	9.7 千 トン
親魚量の増大 (わずかでも 親魚量を増大) 予防的措置 ($0.8 \times 0.9F_{sus}$) *	0.19 (0.33 $F_{current}$)	6.6%	8.3 ～ 11.9	8.9	1.5%	72.9%	0.0%	7.9 千 トン
								2010 年度 算定 漁獲量
親魚量の維持 (F_{sus})	0.26 (0.46 $F_{current}$)	9.0%	9.9 ～ 14.6	11.4	0.2%	40.4%	0.7%	10.8 千 トン
親魚量の維持 予防的措置 ($0.8F_{sus}$)	0.21 (0.37 $F_{current}$)	7.3%	8.8 ～ 12.9	9.7	1.1%	63.3%	0.1%	8.7 千 トン
漁獲圧の維持 ($F_{current}$)	0.57 (1.00 $F_{current}$)	18.3 %	12.1 ～ 19.7	18.3	0.0%	0.1%	85.1%	21.9 千 トン

漁獲圧の維持 予防的措置 ($0.8F_{current}$)	0.46 (0.80 $F_{current}$)	15.0 %	11.8 ～ 18.7	16.4	0.0%	2.2%	52.8%	18.0 千 トン
---	----------------------------------	-----------	-------------------	------	------	------	-------	--------------

コメント

- ・本系群の ABC（二重線の上側にあるシナリオ）の算定には規則 1 1) (2)を用いた。
- ・中期的管理方針では、「資源回復計画に基づき資源の減少に歯止めをかけることを目指して管理を行うものとする」とされている。本系群の親魚量は極めて低い水準にあるため、資源の回復が見込まれる $0.9F_{sus}$ の漁獲シナリオを管理方針と合致するシナリオとする。*
- ・ $F_{current}$ は 2004 年～2008 年の F の平均値、 F_{sus} は RPS の 1989～2006 年平均値に対応する F とし、2009 年の漁獲量は TAC 数量（16 千トン）であるとした。
- ・本系群に対する B_{ban} として親魚量水準 3 万トンが提案されている。
- ・ABC となる漁獲シナリオにおける F 値はいずれも $F_{current}$ の半分以下であるため、資源回復のためには大幅な漁獲圧の削減が必要となる。
- ・ F_{sus} に SSB/B_{limit} の比を掛けて F を減ずる漁獲シナリオ（ F_{rec} ）では親魚量の回復に応じて F が上昇するため、親魚量が B_{limit} まで回復する確率は低くなる。
- ・2007 年度より本系群は資源回復計画対象魚種となった。ここから、豊度が高いと考えられている 2006 年級群を獲り控え再生産に繋げることを目標に、沖底、沿岸の双方で漁獲圧削減の試みが検討・実施されている。

F 値（漁獲係数）は完全加入年齢の F 、漁獲割合は漁獲量/資源量。将来漁獲量（5 年後の値は 80% 区間）および評価欄は加入量変動を考慮した 10,000 回のシミュレーションから算出した。

(4) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABC _{limit} (千トン)	ABC _{target} (千トン)	漁獲量 (千トン)
2008 年度(当初)	$0.9F_{sus}$	0.10	79.1	4.2	3.4	
2008 年度(2008 年再評価)	$0.9F_{sus}$	0.14	144.1	7.4	5.9	
2008 年度(2009 年再評価)	$0.9F_{sus}$	0.24	121.9	9.5	7.7	18.5

・TAC 設定の根拠となったシナリオ: わずかでも親魚量を増大

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABC _{limit} (千トン)	ABC _{target} (千トン)	漁獲量 (千トン)
2009 年度(当初)	$0.9F_{sus}$	0.14	143.7	9.3	7.5	
2009 年度(2009 年再評価)	$0.9F_{sus}$	0.24	123.7	9.4	7.6	

※2009 年度評価については、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。

再評価において、親魚量および 2005 年級群の資源量が下方修正されたため、資源量の再評価値は下方修正された。一方、2006 年級群の RPS が昨年度評価時よりも高い値となったことから、RPS の平均値に対応する F である F_{sus} の値は増加し ABC は上方修正された。ただし、現在の資源の多くを占める 2006 年級群の値は 1998 年級群の値と等しい

と仮定しているため、今後修正される点については留意が必要である。

6. ABC 以外の管理方策への提言

沖底と沿岸漁業者は、両者間での資源管理協定に基づき、未成魚保護のため体長制限（体長 30cm または全長 34cm）を下回る小型魚がスケトウダラ漁獲物の 20%を超える場合は漁場移動等の措置をとっている。さらに資源回復計画の取り組みとして沖底はスケトウダラを目的とした操業隻日数の 1 割削減を実施しているところであるが、平成 20～21 年の 2 カ年については削減割合を 2 割へ拡大するとともに、前述の体長制限により漁場を移動する際の範囲を「他の漁区」へと明確化し、また漁場を移動した後も同様に小型魚が 2 割を超える場合には当該航海の残りの操業においてスケトウダラを目的とする操業を自粛、さらにスケトウダラの 1 日の総水揚げ量が 800 トンを超えた場合、翌操業日におけるスケトウダラを目的とする操業の自粛などの措置を自主的に講じるとしている。檜山沿岸の漁協では、一部産卵場の保護とともに、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。

2006 年級群の豊度は近年の中では例外的に高い値であり（表 2、図 14、図 15）、この年級群をうまく獲り残し親魚量の底上げに寄与させることは資源の減少傾向を和らげる上で有効である。ただし、かつて 1998 年級群が漁獲対象資源として出現した時には 3～4 歳魚の時点で高い漁獲圧が掛かり、同年級群は親魚になる前に大きく減少してしまったと考えられている（補足資料 4 3）。今後 2006 年級群を親魚として十分に加入させるためには、関係者間で当該年級群の利用および保護について議論しておくことが必要である。また、この 2006 年級群の加入があった状態においても、資源を維持できる水準の漁獲は現状の半分以下である。この状況下において、現在の漁業をどうするべきか、十分に議論し対応を考えることが必要であろう。

7. Bban の設定について

スケトウダラ日本海北部系群の資源は長期的に減少傾向にあり、2008 年度の親魚量も資源が多かった 1990 年代前半の 1 割近くにまで減少している。ABC 算定のための基本規則においてはこの資源の減少に歯止めをかける機構の一つとして Bban（禁漁あるいはそれに準じた措置を提言する閾値）が挙げられており、マイワシではこれまで経験した最低の資源量が Bban として設定されている（西田ほか 2009、田中・大下 2009）。スケトウダラ日本海北部系群においては、毎年最低親魚量が更新されているため最低値を生物学的には決定できないものの、これまでの資源状態をもとに平成 18 年度資源評価より Bban のたたき台として親魚量 3 万トンが提案されてきた。

本年度の評価では、2010 年度以降に 2006 年級群の大半が成熟することから、一時的にはあるが親魚量が回復することが予測されている。このため 2009 年度親魚量が親魚量の最低値となることが推測されている。この最低親魚量の推定値は約 3 万トンである。以上のことから、親魚量水準 3 万トンを引き続き Bban として提案する。

8. 引用文献

- Beamish, R. J. and Gordon A. McFarlane (1995) A discussion of the importance of aging errors, and an application to walleye Pollock: the world's largest fishery. In Recent developments in fish otolith research, 545 565.
- Funamoto, T. (2007) Temperature dependent stock recruitment model for walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr., 16, 515 525.
- 北海道立中央水産試験場資源管理部 (2009) 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 2008 年度, p5.
- 板谷和彦・三宅博哉・和田昭彦・宮下和士 (2009) 北海道日本海・オホーツク海沿岸域におけるスケトウダラ仔稚魚の分布. 水産海洋研究, 73, 80 89.
- 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 (2008) 音響学的手法を用いたスケトウダラ北部日本海系群の資源動態評価と産卵場形成に関する研究. 北海道大学博士号論文, 136pp.
- 三宅博哉・板谷和彦・浅見大樹・嶋田宏・渡野邊雅道・武藤卓志・中谷敏邦 (2008) 卵分布からみた北海道西部日本海におけるスケトウダラ産卵場形成の現状. 水産海洋研究, 72, 265 272.
- 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・石田実・川端淳・渡邊千夏子 (2009) 平成 20 年度マイワシ太平洋系群の資源評価. 平成 20 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 11 42.
- 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.
- 田中寛繁・大下誠二 (2009) 平成 20 年度マイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成 20 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 43 71.

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	132,251	127,574	4,677	125,439	90,429	30,333	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	90,609	75,598	15,011	85,429	47,386	23,032	15,011	5,180
1994	70,609	64,835	5,774	66,694	41,018	19,903	5,774	3,915
1995	70,556	65,016	5,540	66,572	41,116	19,917	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	45,616	45,616	-	42,603	24,646	17,957	-	3,013
2002	59,359	59,359	-	57,309	39,733	17,576	-	2,050
2003	32,896	32,896	-	31,267	15,209	16,058	-	1,629
2004	33,467	33,467	-	32,266	20,717	11,549	-	1,201
2005	25,991	25,991	-	24,624	15,134	9,490	-	1,367
2006	20,817	20,817	-	19,883	12,605	7,278	-	934
2007	18,172	18,172	-	16,866	8,506	8,361	-	1,306
2008	18,461	18,461	-	17,547	10,383	7,164	-	914

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、北海道水試資料

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。2008年度は未確定値。

表 2. スケトウダラ日本海北部系群の資源解析結果

年度	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入2歳尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/Kg)	F加重平均	F完全加入
1980	143	626	235	741	23	3.2	0.212	0.469
1981	119	594	239	621	20	2.6	0.204	0.806
1982	97	570	224	422	17	1.9	0.156	1.139
1983	92	562	225	507	16	2.3	0.155	0.649
1984	118	527	234	1,526	22	6.5	0.230	0.857
1985	117	467	218	1,659	25	7.6	0.244	0.934
1986	84	550	177	1,233	15	7.0	0.114	0.866
1987	94	722	152	814	13	5.3	0.129	1.221
1988	133	835	194	1,858	16	9.6	0.219	0.985
1989	142	806	258	655	18	2.5	0.262	0.364
1990	132	868	289	649	15	2.2	0.161	0.754
1991	145	827	269	916	18	3.4	0.271	0.662
1992	146	712	285	757	20	2.7	0.361	0.426
1993	91	605	247	409	15	1.7	0.199	0.769
1994	71	579	208	316	12	1.5	0.124	0.643
1995	71	564	228	283	13	1.2	0.144	0.749
1996	90	521	262	242	17	0.9	0.288	0.239
1997	76	404	222	259	19	1.2	0.237	0.583
1998	58	326	181	396	18	2.2	0.184	0.454
1999	52	288	158	252	18	1.6	0.140	0.274
2000	42	286	141	209	15	1.5	0.116	0.415
2001	46	279	132	141	16	1.1	0.174	0.507
2002	59	255	130	84	23	0.7	0.317	0.565
2003	33	193	100	60	17	0.6	0.171	0.626
2004	33	163	90	86	20	1.0	0.261	0.412
2005	26	126	79	127	21	1.6	0.291	0.500
2006	21	97	60	396	22	6.6	0.211	0.915
2007	18	88	44	83*	21	1.9*	0.196	0.578
2008	18	122	36		15		0.143	0.463
2009	16*	124*	35*		13*		0.135*	0.417*

*2007 年級群の加入 2 歳尾数は 2007 年度親魚量に RPS の仮定値をかけて算出し、2009 年度の推定値にはこの尾数に漁期中の平均体重をかけて求めた 2 歳魚の資源重量を含む。2009 年度の漁獲量は TAC 数量として計算した。

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その年度の親魚量としている。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 年度親魚量とした。

2006 年級群の加入 2 歳尾数は 1998 年級群と等しいと仮定している。2007～2009 年度の発生年級群は 2008 年度末時点ではまだ漁獲対象資源に加入していない。

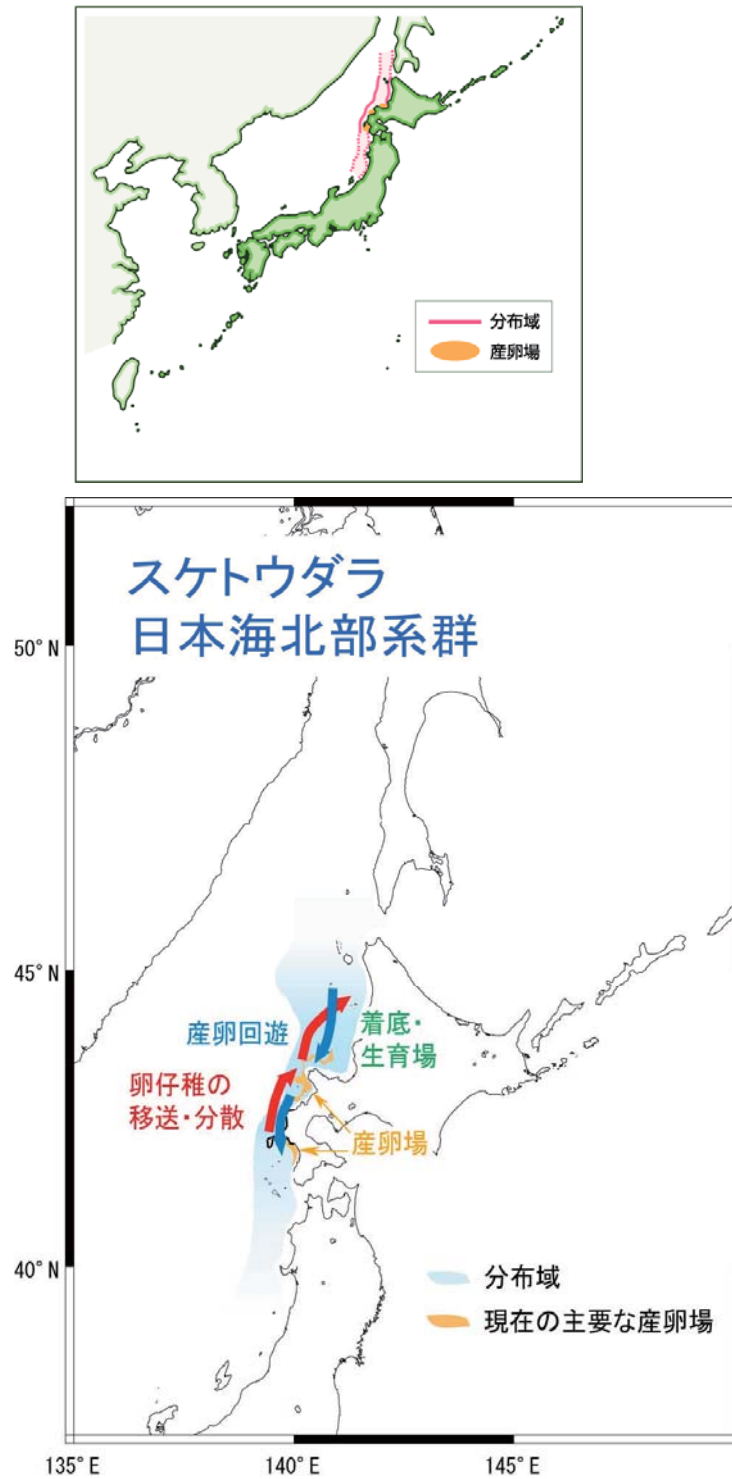


図 1. スケトウダラ日本海北部系群の分布と回遊 (上：分布域と産卵場、下：分布と回遊経路)

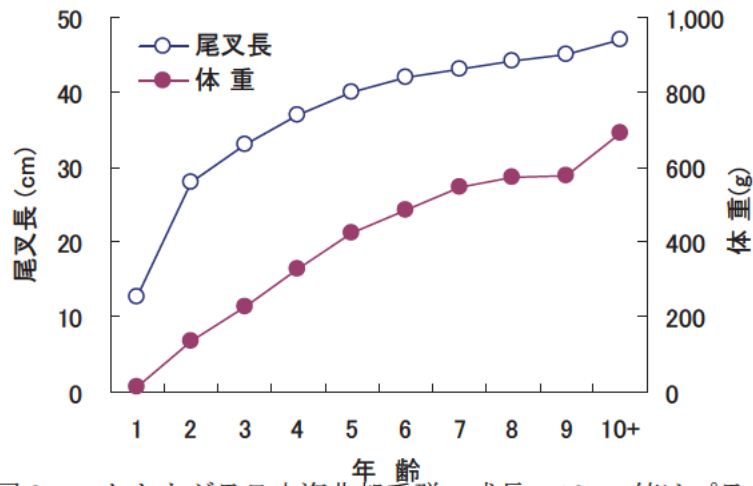


図 2. スケトウダラ日本海北部系群の成長 10+の値はプラスグループの平均値。

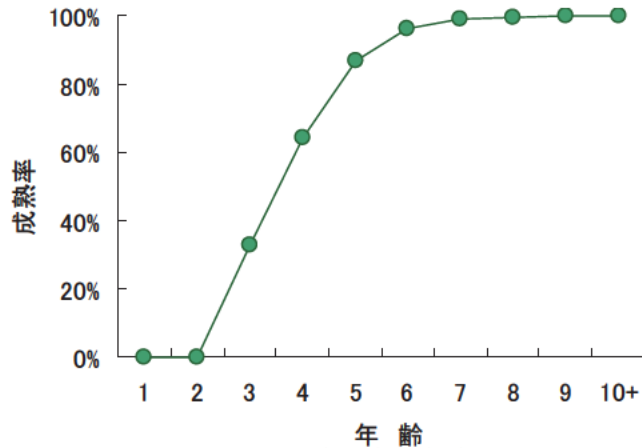


図 3. 産卵期における年齢別成熟割合 10+の値はプラスグループの平均値。

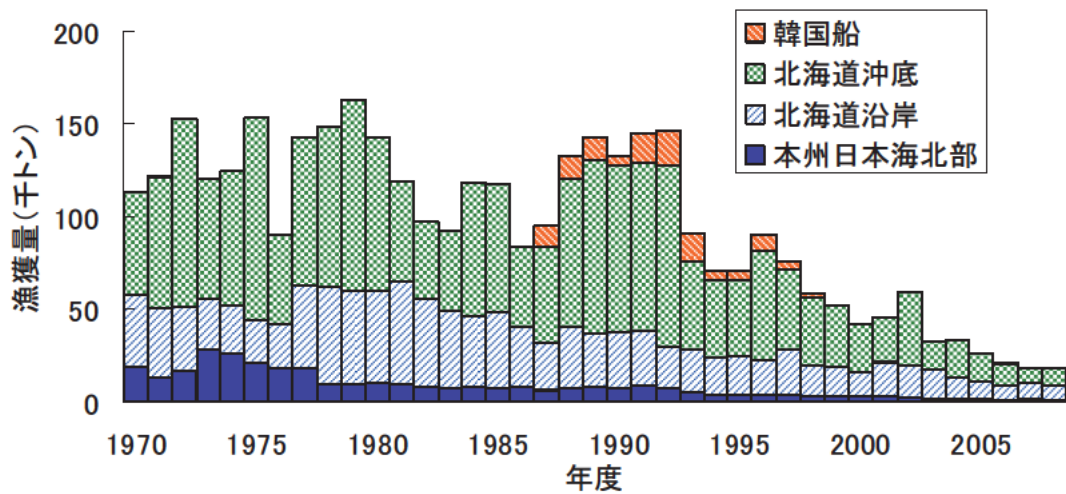


図 4. スケトウダラ日本海北部系群の漁獲量の推移

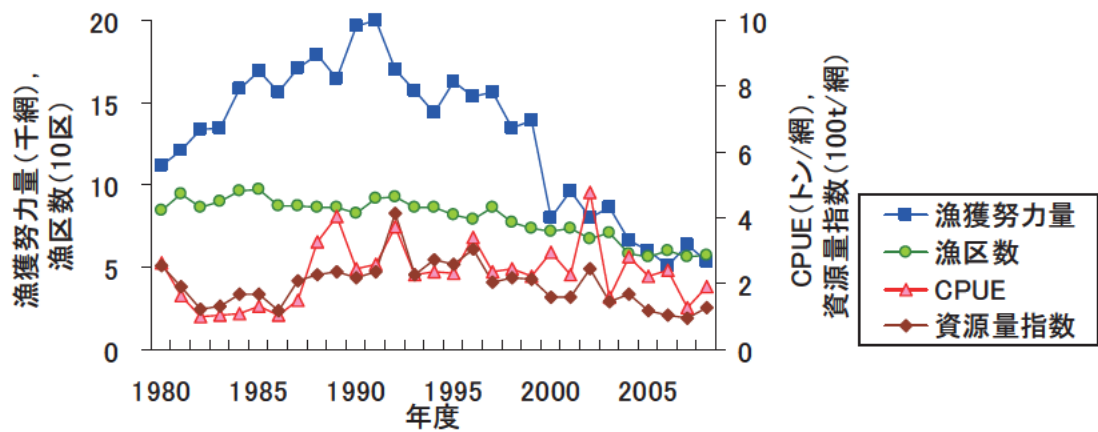


図 5. スケトウダラ日本海北部系群を対象とした北海道根拠の沖底船（かけまわし 100 トン以上）における漁獲努力量、有漁獲漁区数、CPUE と資源量指数値の推移

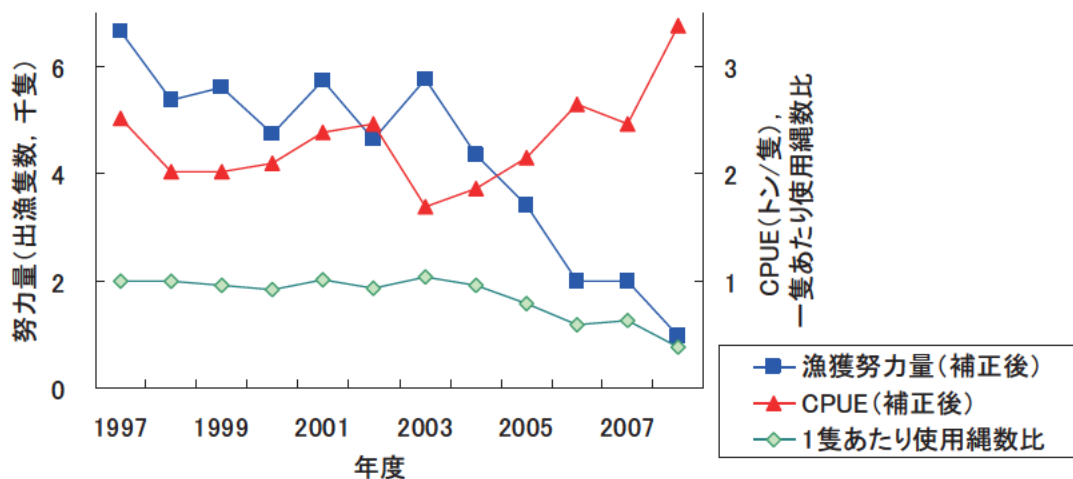


図 6. 檜山管内 4 地域における延縄漁業の努力量（縄数補正後の出漁隻数）と CPUE および豊浜地区における一隻あたり使用縄数比（1997 年度を 1 とする）の推移（北海道立函館水産試験場資料）

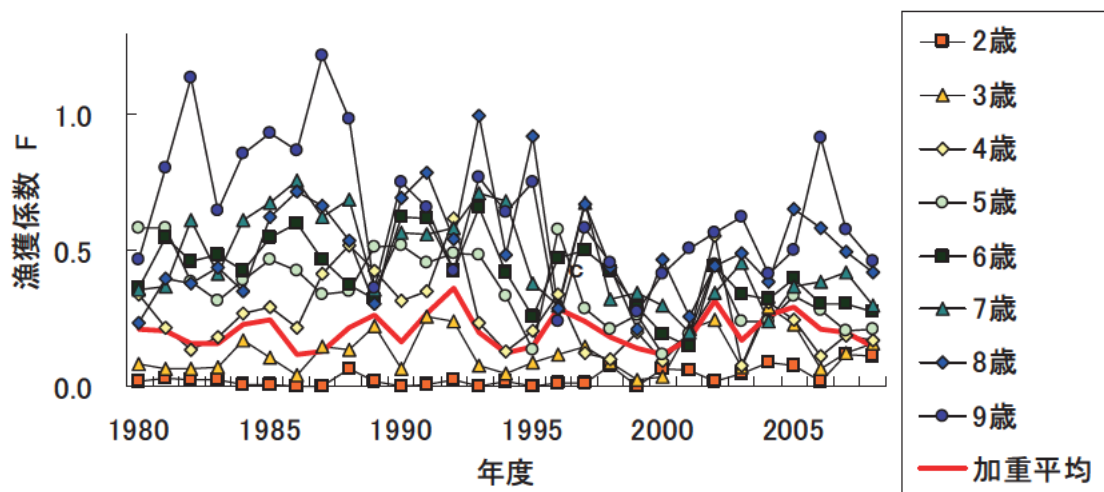


図 7. 各年齢の F および年齢別資源尾数による加重平均を行った F の推移

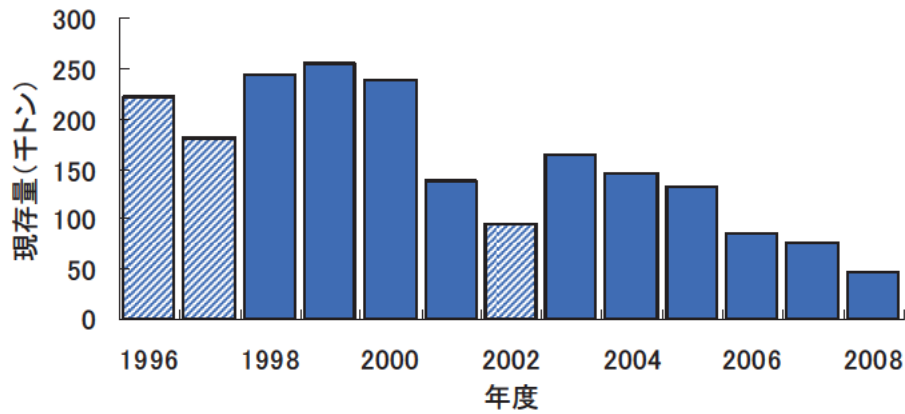


図 8. 10 月時点での北海道西部日本海におけるスケトウダラ成魚の現存量推定値 1996～97 年、2002 年（斜線部）については、天候不良等により十分な調査面積を確保できていない。（北海道立中央水産試験場資料）

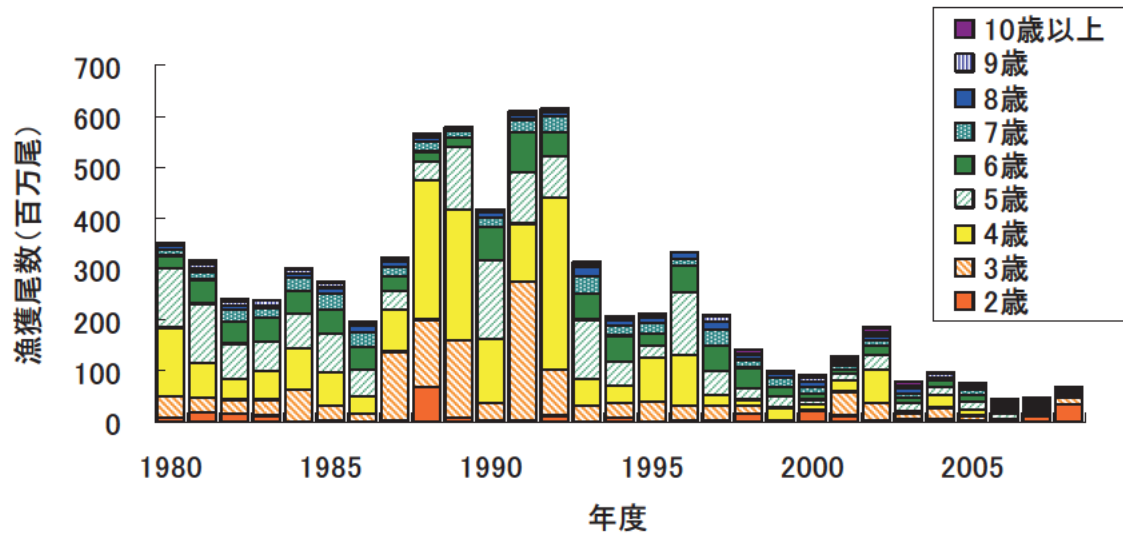


図 9. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数

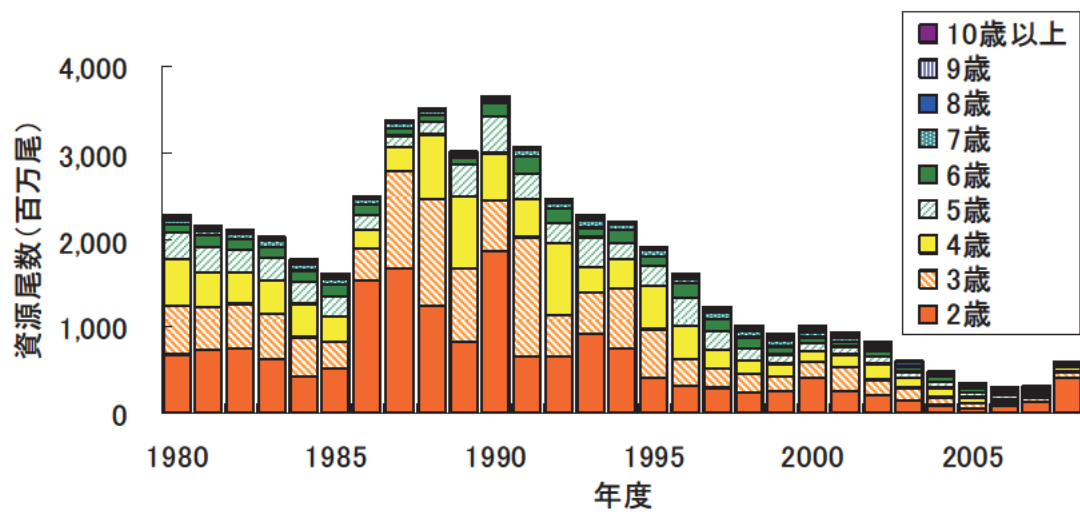


図 10. スケトウダラ日本海北部系群の年齢別資源尾数

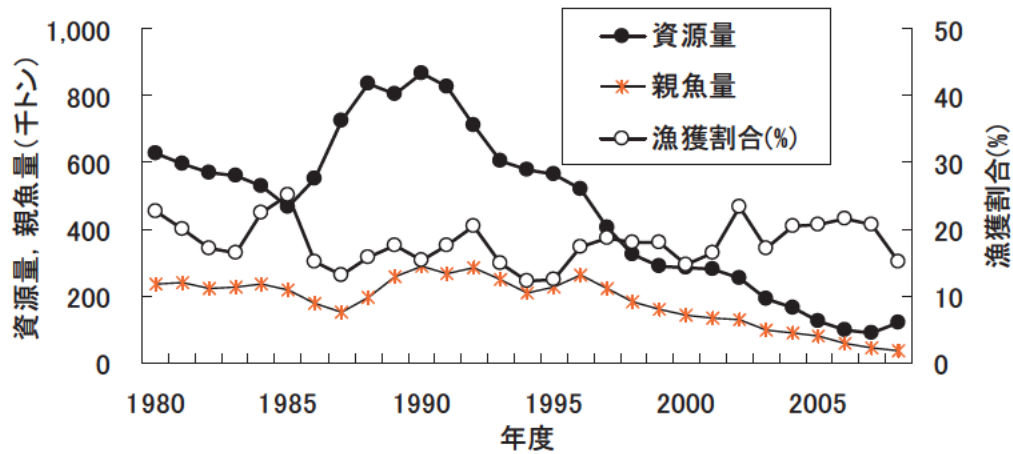


図 11. スケトウダラ日本海北部系群の資源量と漁獲割合の推移

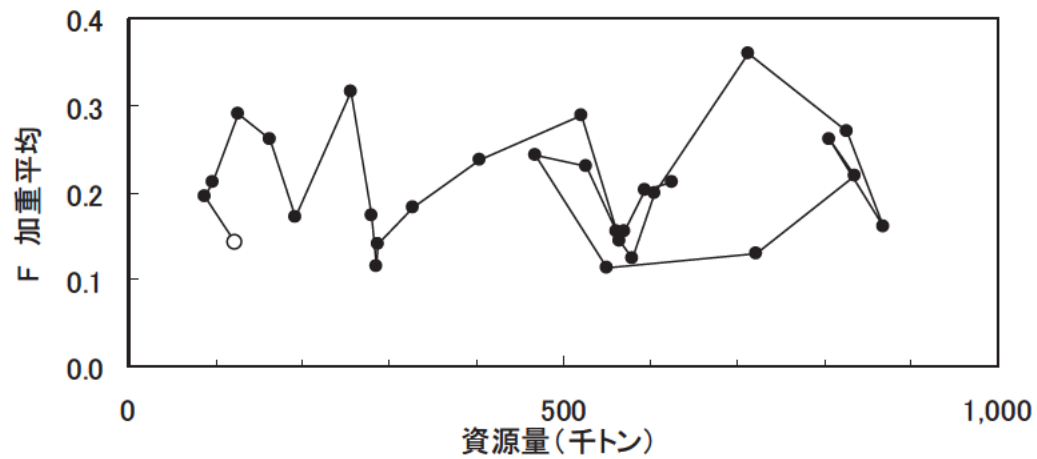


図 12. 資源量と漁獲係数 (F の加重平均値) の関係 ○は最近年 (2008 年度) の値を示す。

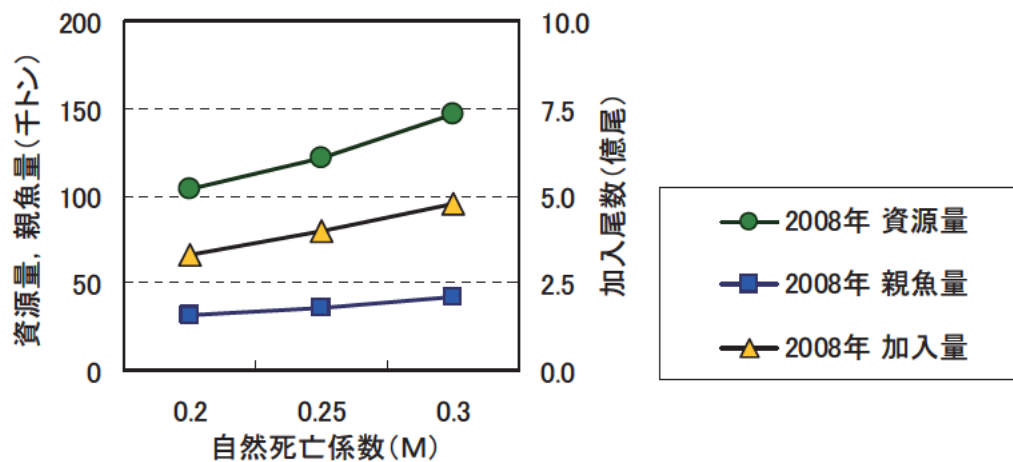


図 13. M による推定資源量、親魚量と加入量の感度解析の結果

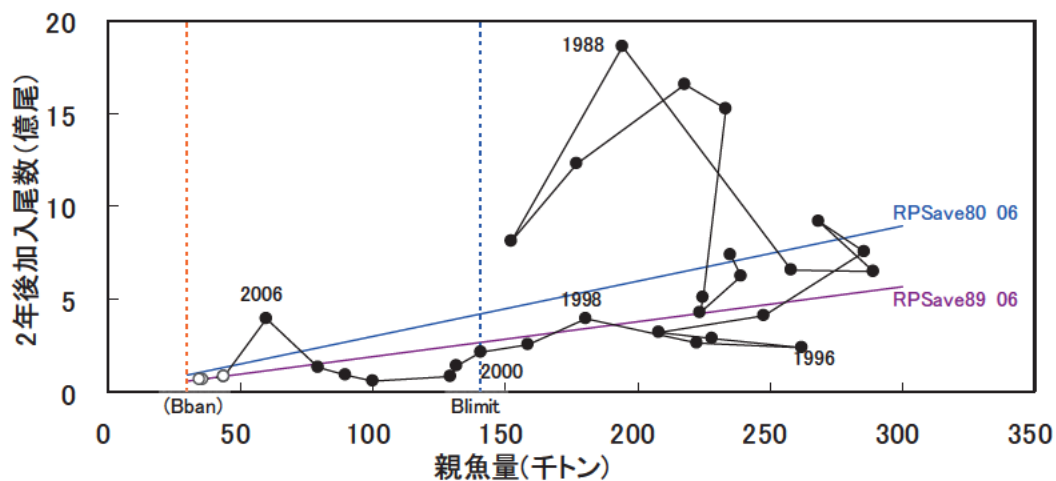


図 14. スケトウダラ日本海北部系群の親魚量と加入量の関係 2007～2009 年級群はまだ加入していないが親魚量は明らかになっているため、加入量は RPS の将来予測の仮定値と親魚の積を○で示す。

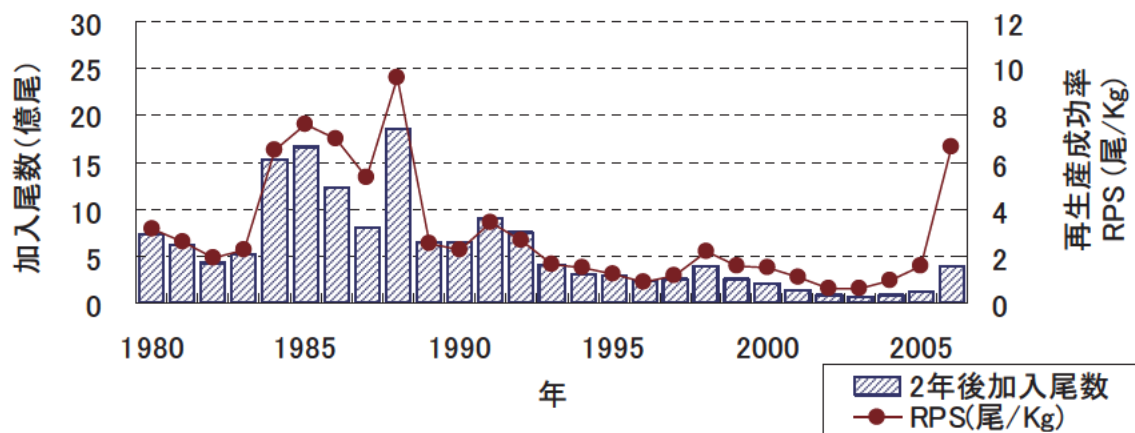


図 15. スケトウダラ日本海北部系群の加入量と再生産成功率の変化 (横軸は発生年級)

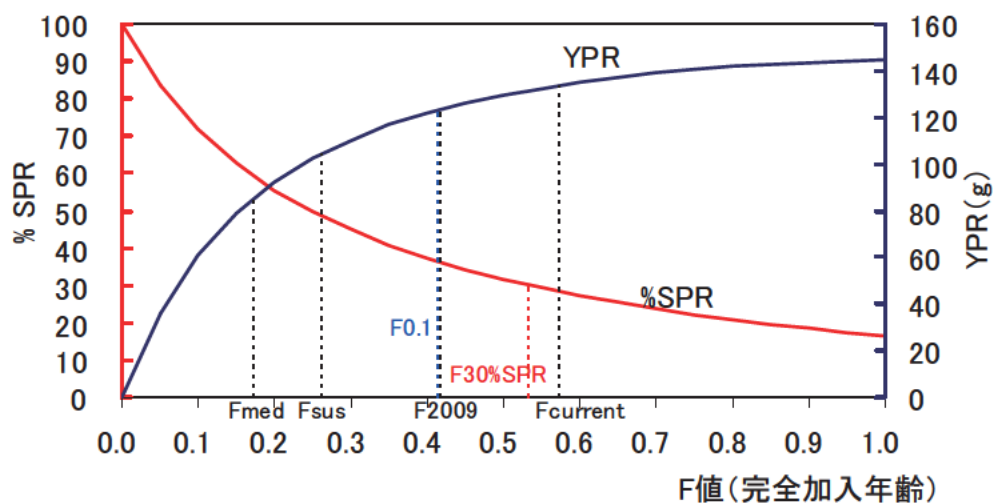


図 16. スケトウダラ日本海北部系群の F (完全加入年齢) に対する YPR と %SPR

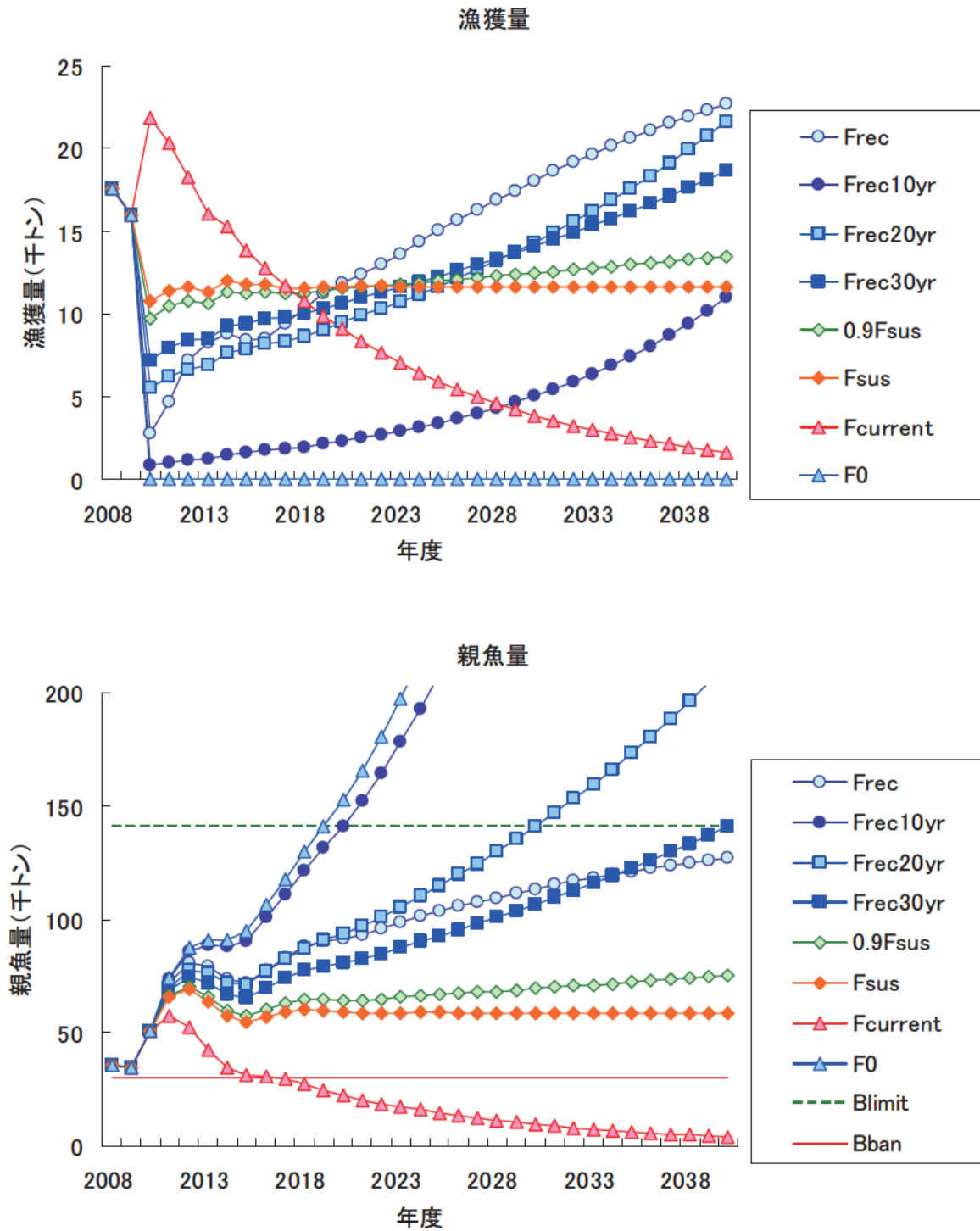


図 17. スケトウダラ日本海北部系群における 2009～2039 年度の漁獲量(上)と親魚量(下)の予測 1989 年以降 2006 年級群までの再生産成功率の平均値と親魚量の積算で加入量を想定した点推定値。なお、2009 年度の漁獲量は 16 千トンとした。

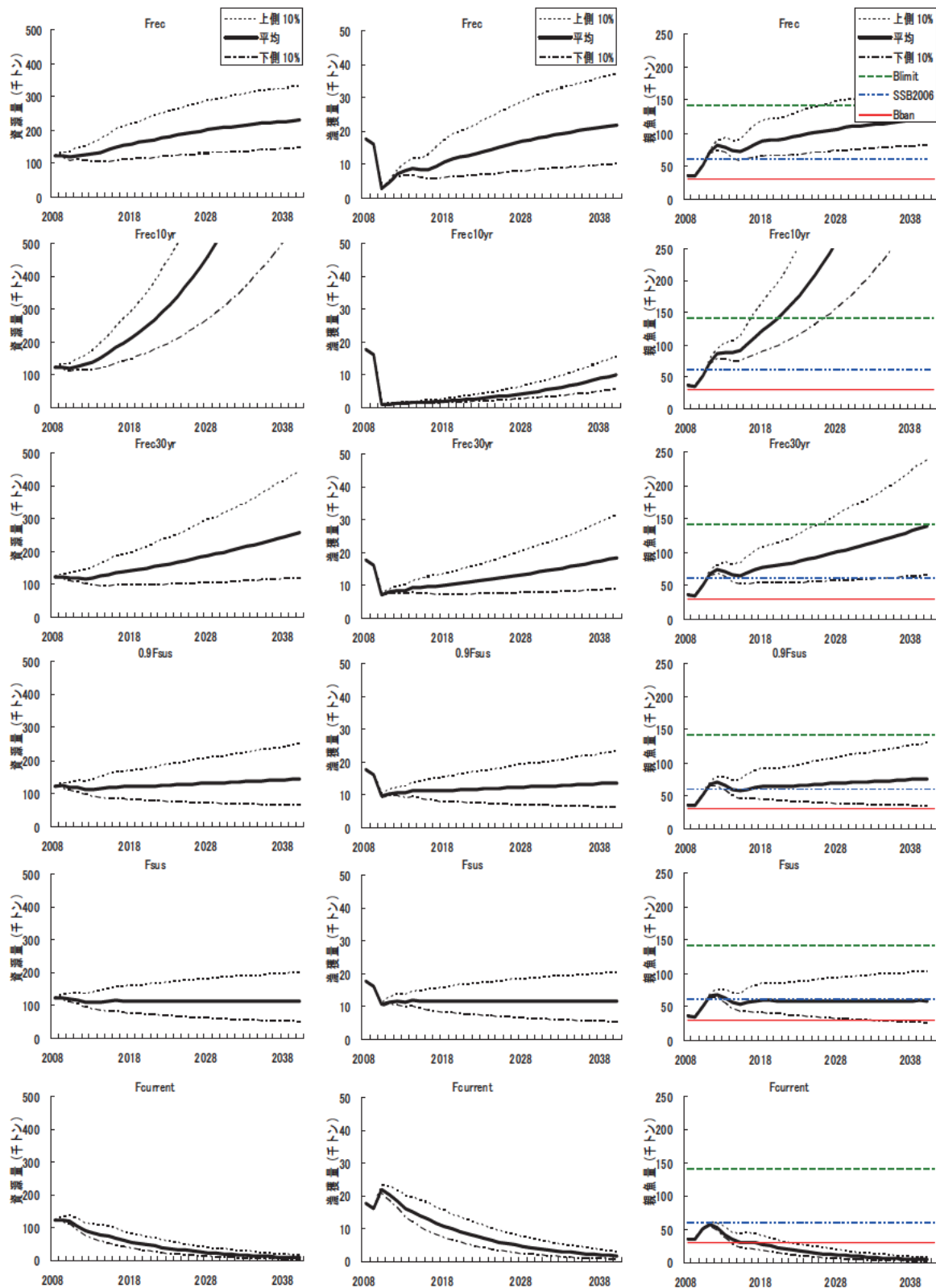
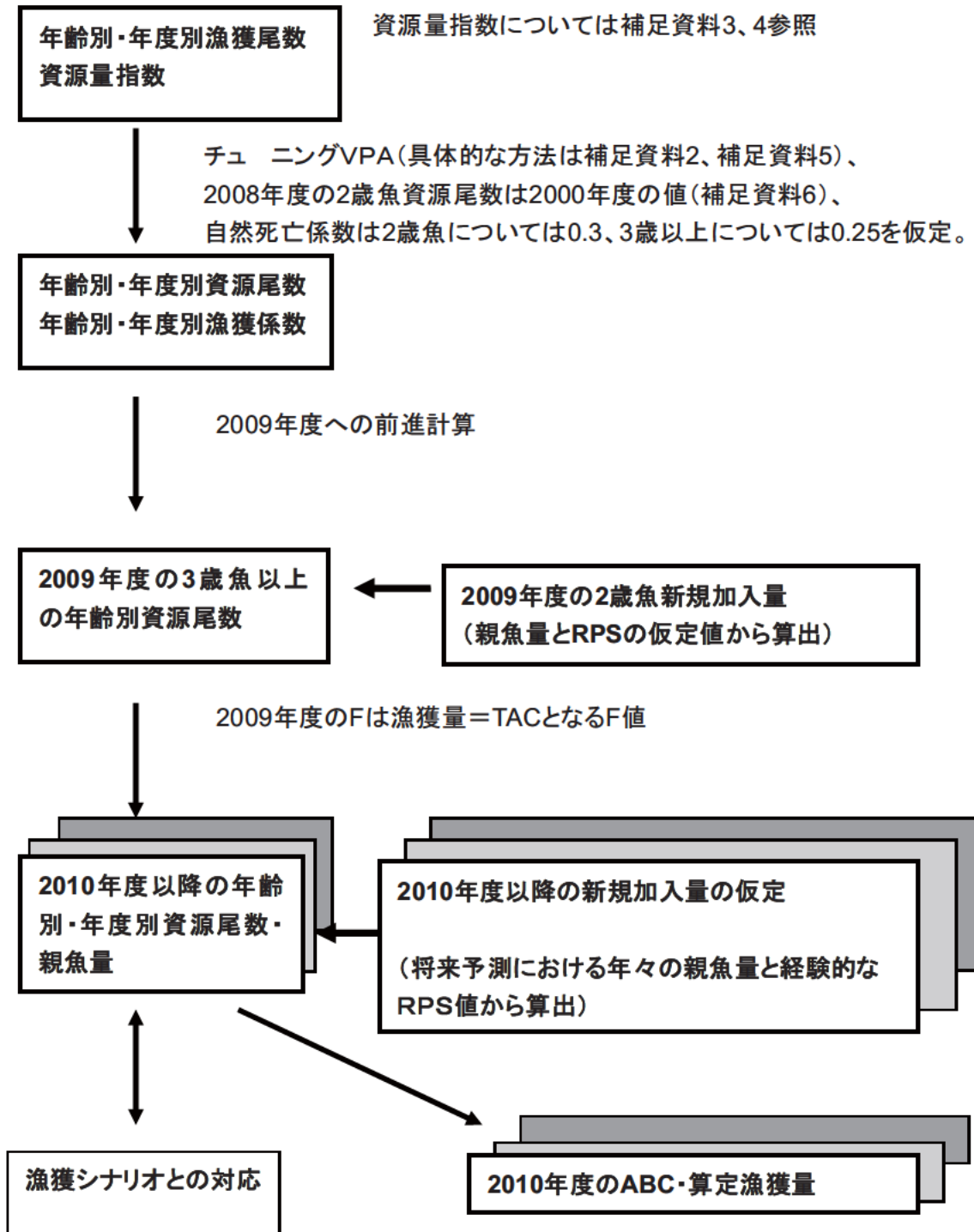


図 18. 加入量の不確実性に関するシミュレーション結果（資源量；左、漁獲量；中、親魚量；右） 上から、 $F_{sus} \times SSB/B_{limit}$ 、 $F_{rec10yr}$ 、 $F_{rec30yr}$ 、 $0.9F_{sus}$ 、 F_{sus} 、 $F_{current}$ 。加入量は 1989 2006 年級群の RPS から重複を許してランダムに抽出し、2009 年度漁獲量は 16 千トンとした。

補足資料 1

使用したデータと、資源評価の関係を以下のフローを参考に簡潔に記す。



補足資料 2 資源量計算方法

スケトウダラ日本海北部系群の年齢別漁獲尾数は、年度ごとの漁獲量と各月の漁獲物の年齢組成から北海道水産試験場が把握した値をもとに、本州日本海側および韓国の漁獲を加えて求めた（韓国は 1987～1998 年のみ）。なお、年齢分解困難な 10 歳以上はプラスグループ（10+と表記）として一括した。

年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数はコホート解析により推定した。ただし、最近年（2008 年度）の 2 歳魚資源尾数については 2000 年度の値を与えた（補足資料 6）。コホート解析ではスケトウダラの生活史に基づき 4 月を起点とした。解析結果は漁獲対象となる 2 歳～10+歳の年齢別に求めた。年齢別資源尾数 N の計算には Pope (1972) の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松 (1999) の方法を用いた。自然死亡係数 M は、2 歳については 0.3、3 歳以上については 0.25 とした。また、毎年 10 月の産卵期前に北海道西部日本海全域で実施されている本系群の親魚を対象とする音響資源調査の結果（補足資料 3 1）を用い、重量ベースでの親魚量のチューニングを行った（チューニング効果の詳細は補足資料 5 参照）。

チューニングでは、親魚量の変化が調査で得られた現存量の変化と最も近くなるよう最近年・最高齢の漁獲係数（ F_t ）の値を変化させ、沿岸漁業で本格的に漁獲され始める 4 歳以上について最近年の選択率の値にこの F_t をかけ最近年の漁獲係数 F とした。なお最近年の選択率は過去 5 年間の選択率の平均値とした。また 2～3 歳の F については F の過去 5 年間の平均値を用いた。

具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松 (1999) を参照されたい。

2 1) 資源量の推定

各年の年齢別資源尾数 $N_{a,y}$ は、各年の年齢別漁獲尾数および自然死亡係数から (1) 式により計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数、 M_a は a 歳魚の自然死亡係数である。ただし、9 歳および 10+歳の資源尾数はそれぞれ (2)、(3) 式により求めた。

$$N_{9,y} = \frac{C_{9,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1} \exp(M) + C_{9,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{10+,y} = \frac{C_{10+,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1} \exp(M) + C_{10+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

最近年の年齢別資源尾数 $N_{a,2008}$ は最近年の年齢別漁獲係数 $F_{a,2008}$ を用いて (4) 式より求めた。ただし、2 歳魚資源尾数 $N_{2,2008}$ については 2000 年度の値を与えた (補足資料 6)。

$$N_{a,2008} = \frac{C_{a,2008} \exp(\frac{M_a}{2})}{(1 - \exp(-F_{a,2008}))} \quad (4)$$

漁獲係数 F の計算は、プラスグループ (10+) の F 以外および最近年の F 以外は (5) 式により求めた。

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(\frac{M_a}{2})}{N_{a,y}} \right) \quad (5)$$

10+ の F は定常状態が仮定できない場合における $\alpha=1$ 法 (平松 1999) により 9 歳の F と等しいとした。

ここで得られた年別年齢別 F から年別年齢別の選択率 (ある年におけるプラスグループの F の値で、その年の各年齢の F を除した値) を求めた。

2008 年度の年齢別漁獲係数 $F_{a,2008}$ は、3 歳以上は年齢ごとに以下の (6) ~ (8) 式により推定した。2 歳魚については上で与えた資源尾数 $N_{2,2008}$ をもとに (5) 式を用いて推定した。

$$9 \text{ 歳以上 : } F_{10+,2008} = F_{9,2008} = F_t \quad (6)$$

$$4 \text{ 歳} \sim 8 \text{ 歳 : } F_{a,2008} = \frac{1}{5} \sum_{y=2003}^{2007} \frac{F_{a,y}}{F_{10+,y}} \times F_t \quad (7)$$

$$3 \text{ 歳 : } F_{a,2008} = \frac{1}{5} \sum_{y=2003}^{2007} F_{a,y} \quad (8)$$

ここで、 F_t はチューニングで推定するパラメーターである (チューニングの詳細については補足資料 5 参照)。

F_t の計算としては、(調査で得られた現存量 - 比例係数 $\times$ ある F_t の下でコホート解析から計算された親魚量) の対数の 2 乗の和を最小にする、すなわち (9) 式を最小にする値を F_t として推定した。

$$\sum (\ln(I_y) - \ln(qSSB_y))^2 \quad (9)$$

ここで I_y は調査で得られた現存量、 SSB_y は VPA による親魚量、 q は比例係数である。

なお比例係数 q はチューニングに使用した調査の年数を Y 年とすると (10) 式により求められる。

$$q = \exp \left(\frac{\sum \ln \left(\frac{I_y}{SSB_y} \right)}{Y} \right) \quad (10)$$

2 2) 将来予測

2 1 で得られた資源量をもとに将来予測を行った。ここで **Fcurrent** は過去 5 年の F の平均値とし、将来予測における選択率には **Fcurrent** の選択率を続けて用いた。また、2009 年の F については、2009 年度の TAC 数量が **Fcurrent** から推定される漁獲量を下回るため、**Fcurrent** の選択率の下で 2009 年度の TAC 数量を与える F の値を探索的に求めた。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 ((11) 式) に加え加入量を仮定した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) \quad (11)$$

将来予測における加入量は再生産成功率 (RPS 2 年後の 2 歳魚尾数/親魚量) と親魚量の積として見積もった。但し、将来予測における加入量は過去最高の 19 億尾を超えないものとした。

漁獲尾数は (12) 式より求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (12)$$

2 3) 参考文献

平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 20, 9 28.

Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65 74.

補足資料 3 調査船調査の経過及び結果

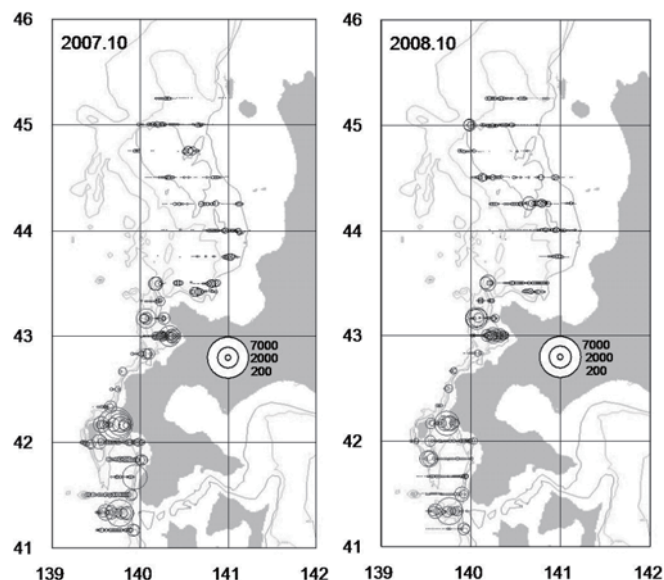
3 1) スケトウダラ漁期前調査（北海道立稚内・中央・函館水試）：10 月

漁業とは独立したソースに基づく資源量指標値を得るための調査の一つとして、毎年 10 月頃に北海道立稚内水産試験場・中央水産試験場・函館水産試験場により、計量魚群探知機を用いたスケトウダラ新規加入量調査（漁期前調査）が行われている。この調査結果を補足表 3 1 ならびに補足図 3 1 示す。

スケトウダラ日本海北部系群の資源評価においては、この音響による親魚の現存量推定値の時系列データを VPA のチューニングに用いている（補足資料 2 1、補足資料 5）。北海道西部日本海に分布するスケトウダラ成魚の現存量推定値は減少傾向を示している。2008 年 10 月の現存量推定値は 47 千トンで、2007 年の 77 千トンをも大きく下回り 1996 年の調査開始以降最も少ない値となった。なお、1996～1997 年ならびに 2002 年の調査結果については、調査時の荒天等の理由により十分な調査範囲を網羅することが出来なかったため、これらの年の結果についてはチューニング計算等には用いていない。（北海道立中央水産試験場資料、三宅 2008）

補足表 3 1. 1996 年以降の北海道西部日本海スケトウダラ親魚現存量推定値の推移

調査年	現存量推定値（トン）
1996	222,233
1997	180,590
1998	243,745
1999	254,470
2000	239,238
2001	137,923
2002	95,823
2003	163,874
2004	144,515
2005	131,948
2006	85,818
2007	76,630
2008	47,036

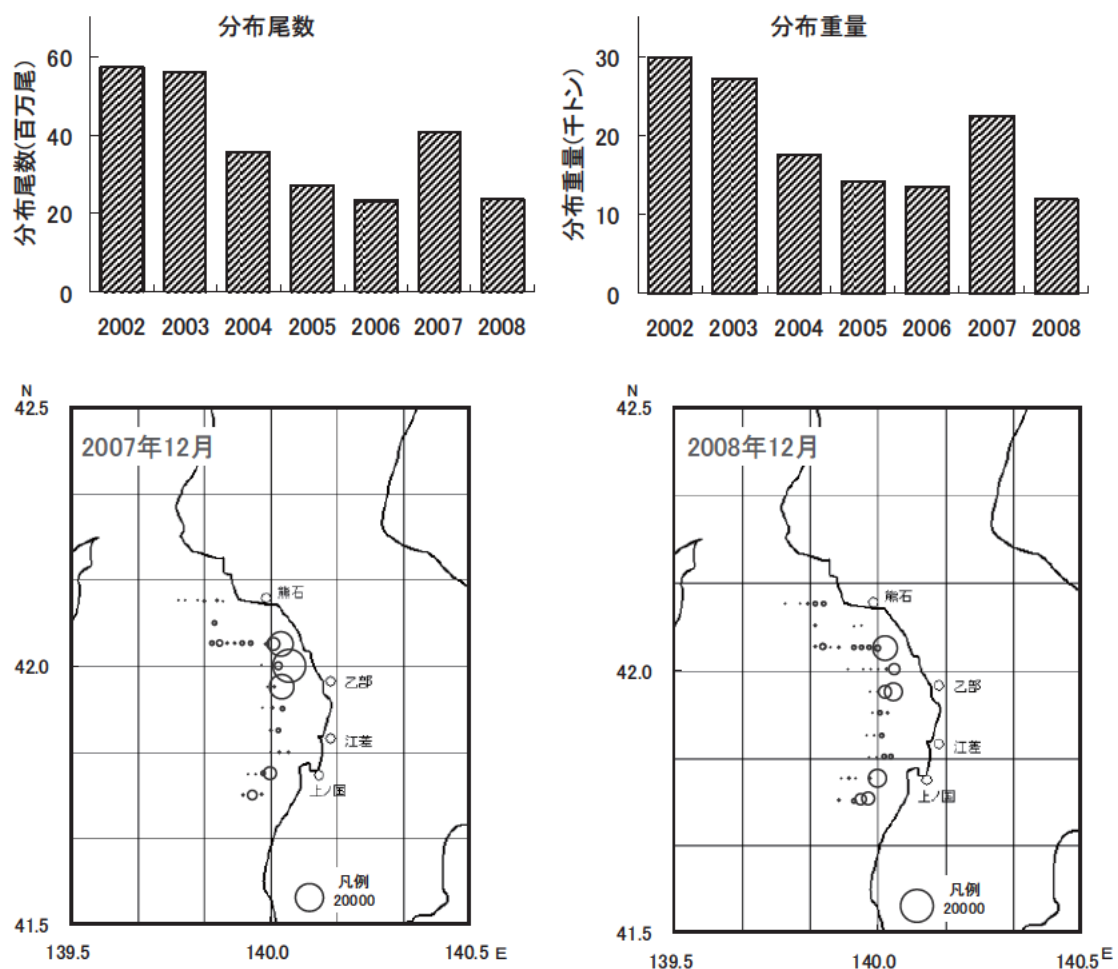


補足図 3 1. 直近 2 年の 10 月時点での北海道西部日本海におけるスケトウダラ親魚分布域 地図上の○の大きさは魚群反応量 ($sA: m^2/nm^2$) を示す。（北海道立中央水産試験場資料）

3 2) スケトウダラ漁期中調査（北海道立函館水試）：12 月

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する音響資源調査の結果を補足図 3 2 に示す。

檜山沿岸海域に来遊する産卵親魚の現存量推定値は 2002 年以降 2006 年まで減少傾向にあったが、2007 年は前年の 1.7 倍まで増加した。但し、これについては調査担当者より、調査を実施した時期の来遊親魚量が一時的に高かったことを反映した結果であり、2007 年度漁期を通しての来遊親魚量自体は前年を下回ると考えられる旨の説明がなされている。2008 年の調査では現存量推定値は再び低下し、2006 年並の値となっている。（北海道立函館水産試験場資料）



補足図 3 2. 檜山沿岸における延縄漁期中（12 月）のスケトウダラ親魚の分布と推定分布量

上：調査海域全体で得られた来遊親魚現存量の推移（左：尾数、右：重量）。

下：直近 2 年分の分布パターンの推移。地図上の○の大きさは魚群反応量（ s_A : m^2/nm^2 ）を示す。

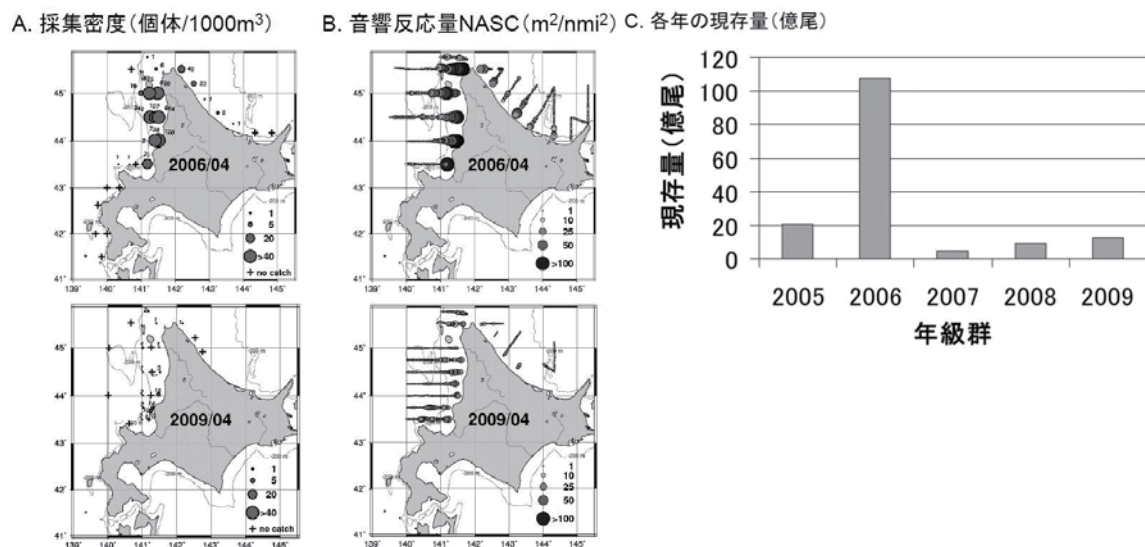
（北海道立函館水産試験場資料）

3 3) スケトウダラ仔稚魚分布調査（北海道立中央水試）：4 月

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補足図 3 3 に示す。

2005～2007 年の調査では、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）に加えて、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までの広範な海域を調査対象として実施したが、檜山沿岸の産卵場に近い渡島半島西部海域ではスケトウダラ仔稚魚は全く採集されず、石狩湾以北の道西日本海北部ならびにオホーツク海側のみで採集された（板谷ほか 2009）。この現象について、三宅（2008）は、本調査結果ならびにステージ別の卵の分布状況から、本系群の産卵場である岩内湾および檜山海域で産出された卵の大部分が、北上する対馬暖流によって石狩湾周辺海域に輸送されるためと推定している。

本調査結果において、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は近年の中では格段に高い値を示した。しかし、翌 2007 年の調査で計測された浮遊期仔魚の分布密度は魚探調査で 2006 年級群の 11%、フレームトロール調査ではわずか 1%と極めて低い水準に留まり、2008 年以降においても浮遊期仔魚の分布密度は低水準であった。これらのことから、高豊度年級群の発生は 2006 年のみの現象に留まっていると考えられる。（北海道立中央水産試験場資料、板谷ほか 2009）

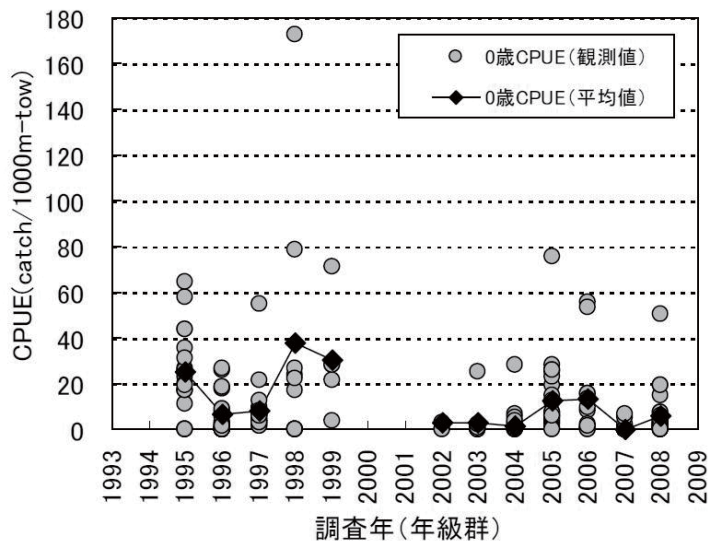


補足図 3 3. スケトウダラ仔稚魚分布調査のフレームトロールによる仔稚魚採集密度 (A)、計量魚探による魚群反応量 (B) および仔稚魚現存量の推移 (C) A、B では地図上の○の大きさが採集密度および魚群反応量を示し、上段は 2006 年の値 (参考)。C は各年の現存量を示す。（北海道立中央水産試験場資料）

3 4) 着底トロール調査（北海道立中央水試）：7 10 月

着底後のスケトウダラ 0 歳魚が漁獲される調査として、毎年 7～11 月頃に北海道水試が調査船を用いて雄冬沖～天売・焼尻両島の近海（沖底中海区の「雄冬沖」および「島周辺」海区に相当、補足図 4 1 1 参照）で実施している着底トロール調査がある。この調査におけるスケトウダラ 0 歳魚の CPUE の推移を補足図 3 4 に示した。

個々の曳網から求まる CPUE のばらつきは同じ年の中でも大きいものの、調査年ごとに CPUE の平均値を求めると、1995、1998、1999 年の平均 CPUE が高いことが示された。近年では 2005、2006 年級群の CPUE が比較的高い値を示した一方で、2002～2004 年ならびに 2007 年級群の CPUE がかなり低い値を取っていることが特徴である。また 2008 年の平均 CPUE も高いとは言えず、補足資料 3 3 の結果と同じく 2007 年以降の加入は低迷していると考えられる。（北海道立中央水産試験場資料）



補足図 3 4. 着底トロールで採集されたスケトウダラ着底期 0 歳魚の CPUE の推移 灰色の丸は個々の曳網に基づく CPUE データを、直線で繋がれた□は各年の CPUE 平均値を示す。2000 および 2001 年は欠測。（北海道立中央水産試験場資料）

3 5) スケトウダラ音響資源調査（水研セ北水研）：5 月

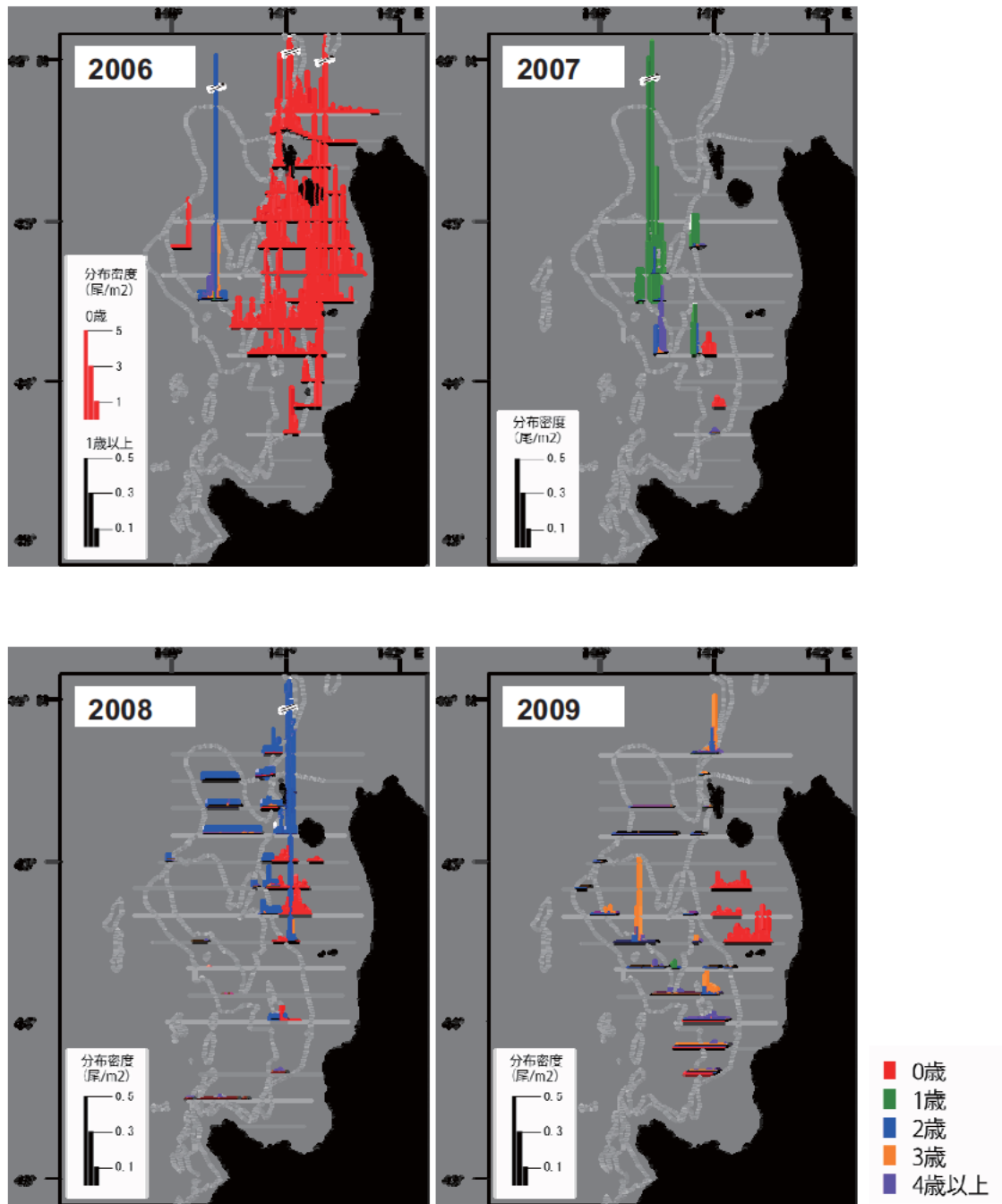
2005～2009 年の 5 月に道西日本海北部海域において北海道区水産研究所が実施した、スケトウダラ稚・幼魚を対象とする計量魚探調査の結果を補足図 3 5 ならびに補足表 3 5 に示す。

2005 年の調査では、積丹半島以南、渡島半島西岸を含む北海道西岸日本海全域を調査対象とし、定線間隔を 20 カイリで設定した。2006 年以降は、石狩湾以北の道西日本海北部海域のみを対象とし、代わりに調査定線間隔を 10 カイリにして調査密度を上げる方向に変更した。また、幼魚・若齢魚の分布を捉えることを主たる目的としていたことから、2006 及び 2007 年調査では、小型の個体が分布すると想定された海底深度 350m 以浅の海域に限定して調査を実施したが、2008 年調査では、それまでの調査で捉えられた 2006 年級群が成長してより深い海域まで分布を広げる可能性を考慮し、海底深度 800m 以浅の範囲へと調査範囲を拡大した。2009 年においても 2008 年と同様の設定としたが、この年は悪天候の影響により H～J ラインの沖側および K、L ラインについては欠測となった。また、2005、2008、2009 年については、同一定線上を昼夜それぞれ 1 回ずつ航走して魚探反応を収録したが、2006、2007 年の魚探航走は昼間のみ実施し、夜間のデータは収録していない。2005 年の調査では各年齢群ともに殆ど魚群反応として捉えることが出来なかったが、翌 2006 年の調査では 2006 年級群の浮遊期 0 歳魚が本道沿岸よりの海域に大量に分布する様子が観察された。2007 年の調査では 2006 年級（1 歳魚）は武蔵堆の海底深度 150～200m の海域で、また 2008 年の調査では 2006 年級（2 歳魚）は焼尻島北西沖ならびに利尻島西の 100～150m の海底上および礼文島の西側陸棚斜面の 300～400m 深の中層に多く分布していた。2009 年では 2006 年級群（3 歳魚）は礼文島の北側や武蔵堆の西南側 250～350m 深の海底上および中層に多く分布していたが、これは成長に伴い分布域が移動したことを反映しているものと考えられる。各年の調査結果のいずれについても、2006 年級群の現存量推定値は、その前後の年級群のそれよりも 1～2 桁近く高い値を示した。このことから、2006 年級群が近年の若齢魚群あるいは新規加入群としては高い水準にあることが想像される。一方、2006 年以外の年級群はその後ほとんど確認されず、この調査からも高豊度年級群の発生は 2006 年のみの現象となっているものと考えられる。

補足表 3 5. 2005～2009 年の 5 月に計量魚探・トロール調査で得られた石狩湾以北の北海道西部日本海におけるスケトウダラの年齢別現存量推定値（尾数、百万尾）

年齢	昼間					夜間		
	2005年*	2006年	2007年	2008年	2009年	2005年*	2008年	2009年
0歳	0	4,483.2	7.2	28.1	28.8	0	3.8	28.2
1歳	0	0.4	105.7	0.0	0.7	0	0	0
2歳	0.2	11.8	3.4	39.6	6.7	0.2	21.2	4.6
3歳	1.1	2.6	0.4	2.1	21.2	1.2	3.5	14.0
4歳	3.9	1.0	0.3	0.8	1.8	3.5	1.1	2.4
5歳	5.9	1.4	0.6	0.3	0.6	5.4	0.3	1.0
6歳	8.0	1.0	0.4	0.1	0.3	7.2	0.0	0.4
7歳	2.0	0.4	0.7	0.4	1.3	1.6	0.2	1.8
8歳	0.9	0.0	0.5	0.2	0.6	0.8	0.1	0.7
9歳	0.7	0.0	0.1	0.2	0.6	0.6	0.3	0.7
10歳以上	0.9	0.0	0.4	0.1	0.3	0.6	0.1	0.3

*2005 年は調査ラインの設定が他の年とは異なるため参考値とする。



補足図 3 5. 2006～2009年調査時（5月）の北海道西部日本海における計量魚探・トロール調査によるスケトウダラの年齢別分布パターン バーの長さが0.1マイルごとの分布密度（尾/m²）、色が年齢（赤；0歳魚、緑；1歳魚、青；2歳魚、橙；3歳魚、紫；4歳以上）を示す。

3 6) まとめ

本系群を対象とした調査船調査としては、親魚を対象とした調査と加入前の仔稚魚・幼魚を対象とした調査の 2 種類が行われており、各種調査の結果については漁業とは独立した情報として年齢別の豊度推定に用いられている（補足資料 3 1～3 5）。このほか道単事業としてスケトウダラ魚群分布調査（北海道立中央・稚内水試：8 月）やスケトウダラ卵仔魚分布調査（北海道立中央・稚内水試：2 月）等の調査も行われており、さらなる知見の集積が期待される。

産卵親魚を対象とした調査においては、親魚量は減少傾向にあり現在ほぼ最低水準となっている事が示された（補足資料 3 1、3 2）。産卵海域についても、かつてあったとされる雄冬以北海域の産卵場は現在確認されていない（北海道立中央水産試験場資源管理部 2009）。これらに関しては海洋環境の変動が資源にもたらす影響の研究成果の報告がなされており、高水温期にスケトウダラ産卵群が高水温を避けて産卵回遊することが武蔵堆や雄冬岬沖の産卵場の消失をもたらした可能性が高いことや、現在は武蔵堆から積丹半島に至る 400～450m 深の冷水域を親魚が南下回遊することで檜山沿岸海域における産卵場が維持されていることなどが考えられている（三宅 2008、三宅・田中 2006）。また対馬暖流の強勢と本系群の資源量の減少の対応についても考察されている（Miyake 2002）。

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としては、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が挙げられる（図 14、15）。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。新規加入群の調査においても 2006 年級群以外の加入量は少なく、特に 2007 年級群においては各調査において過去最低の値が示されている（補足資料 3 3～3 5）。これは、2006 年級群に続く加入が今のところ得られていないことを表している。

この再生産成功率に関して、Funamoto（2007）は、当該系群における新規加入量の規模が、同年 2 月の石狩湾周辺海域の表面水温と負の相関を、また親魚量と正の相関を持ち、同時期の水温と親魚量から高精度で加入量を再現しうることを示した。また三宅（2008）は、冬季の道西日本海における水温と沿岸漁業による漁獲量ならびに再生産成功率（RPS）の相関について調べ、RPS が低下した 1989 年以降の冬季の水温がこれまでになく高い水準で推移していることを示した。ここで、1989 年以降の 20 年間で RPS が 2 尾/kg を上回るよい加入が得られた年級群は、1989～1992 年級群以外では 1998、2006 年級群の 2 群のみである（図 15）。これらから、現状において本系群の再生産に好適な環境条件が整うのはごく希な年であると考えられる。

2006 年級群は、ここ数年の間に発生した年級の中では非常に高い豊度であることが示されている。1980 年代後半以降の再生産には好適でない環境条件の中で豊度の高い年が発生したことは、今後もそのような条件が整いうることを意味する。しかし、新規加入量は再生産成功率と親魚量の積で求められるため、適切な量の親魚量が残っていなければ加入量の改善は見込めない。したがって資源の回復を図るためには、今後も時折訪れると予想される再生産環境の好転を活かせるよう親魚量を回復に向けることが重要である。

3 7) 参考文献

- Funamoto, T. (2007) Temperature dependent stock recruitment model for walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr., 16, 515 525.
- 北海道立中央水産試験場資源管理部 (2009) 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 2008 年度, p 5.
- 板谷和彦・三宅博哉・和田昭彦・宮下和士 (2009) 北海道日本海・オホーツク海沿岸域におけるスケトウダラ仔稚魚の分布. 水産海洋研究, 73, 80 89.
- 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 (2008) 音響学的手法を用いたスケトウダラ北部日本海系群の資源動態評価と産卵場形成に関する研究. 北海道大学博士号論文, 136pp.
- 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.
- 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.

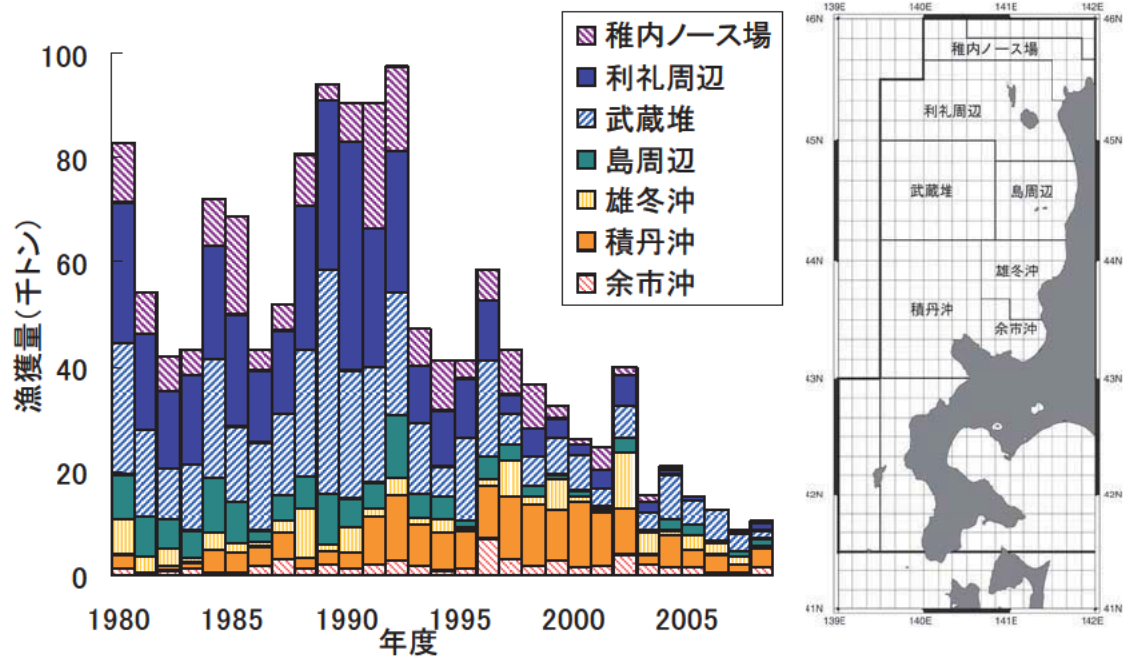
補足資料 4 漁業の詳細

4 1) 小海区・地区別の漁獲量

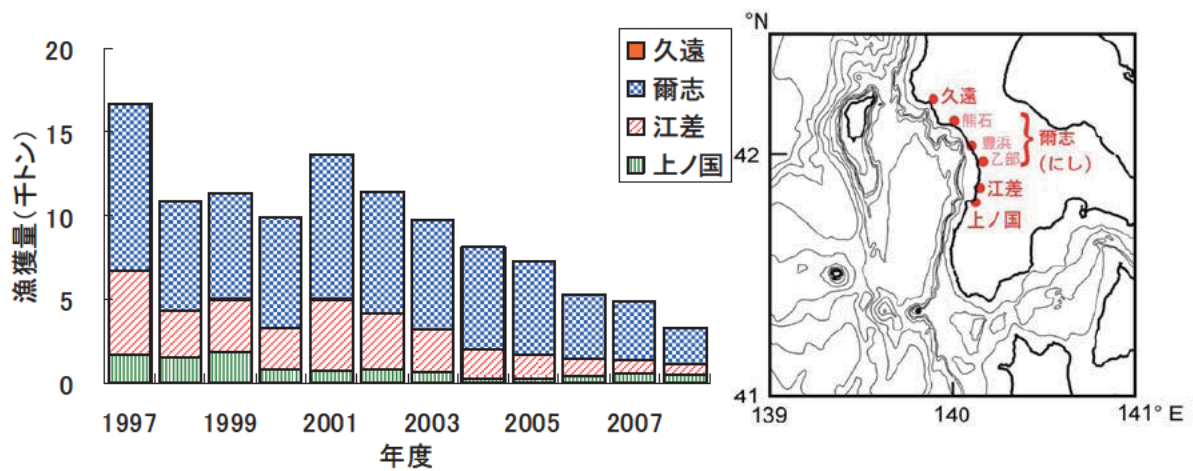
道西日本海における沖底の小海区別の漁獲量（補足図 4 1 1）は、1992 年度以前は武蔵堆、利札周辺および稚内ノース場における漁獲が沖底漁獲量の大半を占めていたが、1993 年度以降これら北側に位置する海域の漁獲量は半減し、天売・焼尻島周辺海域（島周辺）の漁獲も 1995 年度以降ほとんど見られなくなった。逆に 1991 年度以降、最も南側に位置する積丹沖での漁獲量は増加したが、近年はいずれの海区においても漁獲量は少なくなっている。また 2002 年度には雄冬沖での漁獲量が突発的に増加し、沖底漁獲量全体を押し上げる結果となった。

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は補足図 4 1 2、補足表 4 2b に示す。当海域は、冬季（11～2 月）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となっている。檜山沿岸 4 地域における総漁獲量は沿岸漁業全体の漁獲量の 5～8 割を占め、中でも爾志海区とよばれる熊石・豊浜および乙部 3 地区における漁獲量が、檜山地区全体の 6～8 割を占めている。ただし、2008 年度においては後志の底建て網で 2 歳魚（2006 年級群）が多獲されており、檜山沿岸の漁獲量が全体に占める割合は低下している。

檜山沿岸における総漁獲量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・2007 両漁期の上ノ国地域においては、漁期前半に親魚群の来遊があり、漁獲量が上昇した。なお、この爾志海区（熊石・豊浜・乙部）は以前より相互に漁場を共有した輪番制による操業を行っており、さらに 2005 年度漁期以降は漁獲量をプール制とし、一隻あたりの持ち縄数に応じた漁獲金額の配分を行っている。



補足図 4 1 1. 北海道日本海側の沖底による小海区別のスケトウダラ漁獲量の推移 各小海区の位置は右の地図に示す。



補足図 4 1 2. 檜山管内 4 地域における、産卵親魚を対象とした延縄漁業（11～2 月）による漁獲量の推移 各地区の位置は右の地図に示す。（北海道立函館水産試験場資料）

4 2) 漁獲努力量と CPUE

道西日本海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、トロール船の 3 種に大別される。ただし 2001 年度以降 100 トン未満のかけまわし船は存在せず、オッタートロール専業船も 2004 年度以降は 2 隻のみとなっているため、近年において当該海域で操業している沖底船の大半は 100 トン以上のかけまわし船である。

沖底における努力量（スケトウダラ有漁曳網回数）は近年減少傾向で推移している（補足表 4 1）。100 トン以上のかけまわし船の努力量は、1980 年代は増加傾向にあったが 1991 年度の 20 千網を境に減少に転じた。その後は暫減傾向で推移していたが、2000 年度には減船措置の影響もあって 2001 年度の 14 千網から 8 千網へと急減した。その後も減少傾向は続き、2008 年度の有漁曳網回数は 5 千網となっている。100 トン未満のかけまわし船の努力量は、1980 年代前半には 11～14 千網で推移していたが 1986 年度以降急減し、1998 年度には 1 千網を下回った。トロール船においても近年の努力量は減少傾向にあり、専業船が 2 隻となった 2004 年度以降では 1 千網未満となっている。

沖底の CPUE は、100 トン以上のかけまわし船では 1988 年度に急増し 3 トン/網を越えた後は 2002 年度まで 2～4 トン/網で推移した。2002 年度の CPUE は 1980 年度以降で最高の 4.8 トン/網となったが、その後は 2 トン/網前後で推移し、2008 年度も 1.9 トン/網となっている。またこの CPUE では 1989、1992、1996 および 2002 年度のように、時折 4 トン/網前後の高い CPUE を示す年が現れている。これらの年においては F の加重平均も高くなっており（図 7）、年齢別に見ると特に 4～5 歳の年齢群に対する F が高くなっている（補足資料 7 1）。100 トン未満のかけまわし船の CPUE は 1988～93 年度の間はほぼ 2 トン/網であったが、その後は 1～2 トン/網で推移した。トロール船では 1999 年度までは高い水準で推移し、1998 年度は特に高く 23 トン/網を越えていたが、2000 年度に急減し 2002 年度以降は 2 トン/網を下回っている。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 年代から徐々に低下しつつある（補足表 4 1）。これらの結果から、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た可能性が考えられる。

檜山沿岸 4 地区における延縄の漁獲努力量（延べ出漁隻数）も 1990 年代後半より徐々に低下しており、1997 年度に 6.7 千隻であったものが 2008 年度には 2.6 千隻まで減少している。地区別に見ても全ての地区において努力量は 2003 年度以前に比べ低い値に留まっており、特に漁獲の主体である爾志海区では 2006 年度以降大幅に減少した（補足図 4 2 2、補足表 4 2c）。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が見られている。爾志海区内の豊浜地区における一隻あたりの使用縄数は、1997 年度から 2004 年度までの間は 6.7～7.5 千縄と大きな変動は見られなかったが、2006 年度には 4.3 千縄と 1998 年度（7.3 千縄）の約 6 割に急減し、2008 年度では 2.8 千縄とさらに 4 割弱にまで減少している（補足表 4 2a）。

この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を補正すると、2008 年度における補正後の漁獲努力量は 1.0 千隻と 2007 年度（2.0 千隻）から半減し、1997 年度（6.7 千隻）の 2 割以下にまで減少していることになる（補足表 4 2b）。なおこの原因に関しては、函館水産試験場が収集した情報ならびに 2007～2009 年に北水研が実施した漁業者聞き取り調査によると、1 月以降のスケトウダラ親魚の分布

が通常より深くに移行し、魚群反応のある深度に延縄を下ろしても針掛かりしないという現象が生じたため、出漁隻数・使用縄数を減らすとともに漁期を例年よりも早く（1月下旬）切り上げたことが報告されている。

沿岸漁業における CPUE データとしては、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。1997 年度以降の檜山沿岸 4 地区全体での延縄 CPUE（縄数補正なし）は、2001 年度に一旦上昇したのち再び低下し、2003 年度以降は 1.8 トン/隻から 1.3 トン/隻へ暫減傾向で推移している（補足図 4 2 1、補足表 4 2b）。CPUE の推移を地区別に見ると、江差・爾志両地区では檜山全体（未補正值）と同じ挙動を示しているのに対し、上ノ国では 1999 年度から 2005 年度まで CPUE の低下傾向が続いた後に 2 年続けて上昇しており（補足図 4 2 2）、江差以北の地区とは産卵親魚の来遊パターンが異なることが示唆される。一方、漁獲努力量を補正した場合には CPUE は 2004 年度以降で上昇し、2008 年度では 3 トン/隻を超える値となっている（補足図 4 2 1）。ただし、延縄漁業においては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上述のようにその年の漁況に応じて行われているという状況もあるため、この努力量修正後に得られた CPUE の上昇をもとに近年の来遊親魚量が増加していると判断することは早計であろう。

補足表 4 1. 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、有漁獲漁区数および資源量指数値

年度	漁獲努力量（千網）			CPUE（トン/網）			有漁獲 漁区数	資源量指数 （トン/網）
	かけまわし 100トン未満	かけまわし 100トン以上	トロール	かけまわし 100トン未満	かけまわし 100トン以上	トロール		
1980	12.0	11.1	7.2	1.4	2.6	5.1	85	253
1981	13.0	12.1	5.4	0.9	1.7	4.1	95	192
1982	14.4	13.3	3.2	0.9	1.0	5.0	86	124
1983	11.4	13.5	2.6	0.9	1.0	7.4	90	132
1984	13.7	15.9	4.6	1.1	1.1	8.7	96	168
1985	13.9	16.9	3.8	1.0	1.3	8.5	97	167
1986	8.1	15.7	3.2	1.0	1.1	5.7	87	116
1987	6.9	17.1	2.0	1.3	1.5	8.9	87	208
1988	7.5	17.9	0.7	2.4	3.3	6.2	86	228
1989	7.2	16.5	0.8	3.2	4.0	5.6	86	239
1990	6.9	19.7	2.2	1.9	2.5	13.1	83	217
1991	6.5	20.0	2.2	2.4	2.6	10.6	92	238
1992	4.9	17.0	1.2	3.5	3.7	13.9	93	415
1993	3.6	15.7	0.5	2.4	2.3	5.9	86	227
1994	1.8	14.3	0.5	1.9	2.3	8.5	86	272
1995	1.6	16.3	0.6	0.9	2.3	3.4	82	260
1996	1.1	15.3	0.7	1.8	3.4	6.1	79	305
1997	1.0	15.7	0.4	1.6	2.4	10.2	86	204
1998	0.7	13.5	0.1	1.1	2.4	23.5	77	220
1999	0.5	13.9	0.1	1.7	2.2	9.4	74	212
2000	0.2	8.0	1.1	1.3	3.0	1.8	72	161
2001	-	9.7	1.4	-	2.3	2.0	74	160
2002	-	8.0	0.9	-	4.8	1.4	67	244
2003	-	8.6	1.0	-	1.6	1.1	71	146
2004	-	6.6	0.8	-	2.8	0.9	58	168
2005	-	6.0	0.6	-	2.2	1.5	56	116
2006	-	5.0	0.6	-	2.4	0.1	60	106
2007	-	6.4	0.8	-	1.3	0.1	56	94
2008	-	5.3	0.5	-	1.9	0.5	57	128

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報

補足表 4 2. 檜山管内 4 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（北海道立函館水産試験場資料）

a. 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 縄数小計	総縄数	出漁日数	一隻あたり 使用縄数	使用縄数比 (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				
2007	5人乗り	4,565	13	59,345	59,345	43	4,565	0.63
	4人乗り	-	0	-				
2008	5人乗り	2,775	13	36,075	36,075		2,775	0.38
	4人乗り	-	0	-				

使用縄数比は 1998 年度の一隻あたり使用縄数を 1 とした場合の比率で示す。

一隻あたり使用縄数は、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求めた。

b. 5 地区合計での漁獲量、努力量および CPUE の推移

一隻あたり使用縄数補正前				一隻あたり使用縄数補正後			
年度	漁獲量 (トン)	努力量 (隻)	CPUE (トン/隻)	年度	漁獲量 (トン)	努力量 (隻)	CPUE (トン/隻)
1997	16,734	6,661	2.5	1997	16,734	6,661	2.5
1998	10,871	5,373	2.0	1998	10,871	5,373	2.0
1999	11,334	5,854	1.9	1999	11,334	5,620	2.0
2000	9,922	5,154	1.9	2000	9,922	4,742	2.1
2001	13,686	5,675	2.4	2001	13,686	5,732	2.4
2002	11,451	4,987	2.3	2002	11,451	4,638	2.5
2003	9,768	5,606	1.7	2003	9,768	5,774	1.7
2004	8,147	4,547	1.8	2004	8,147	4,365	1.9
2005	7,330	4,381	1.7	2005	7,330	3,417	2.1
2006	5,273	3,371	1.6	2006	5,273	1,989	2.7
2007	4,932	3,173	1.6	2007	4,932	1,999	2.5
2008	3,308	2,557	1.3	2008	3,308	977	3.4

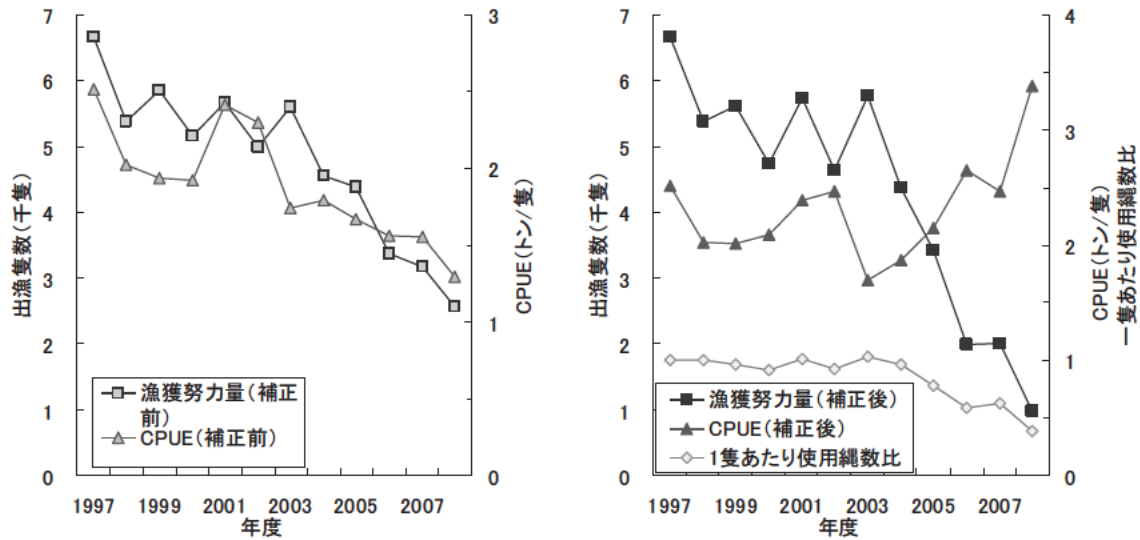
1997 年度については 1998 年度の一隻あたり使用縄数で補正した。

補足表 4 2c. 地区別の漁獲量、努力量および CPUE の推移（縄数補正は行っていない）

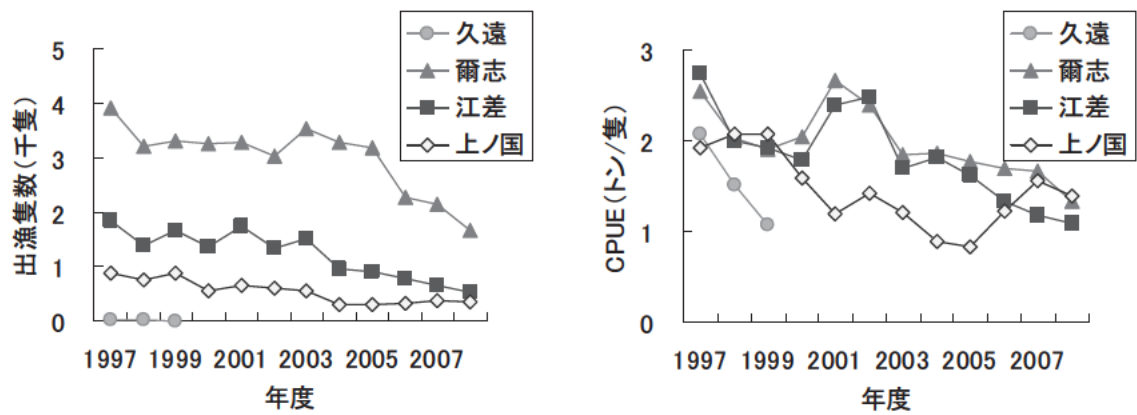
年度	漁獲量(トン)				
	久遠	爾志	江差	上ノ国	合計
1997	44	9,971	5,021	1,698	16,734
1998	36	6,511	2,776	1,547	10,871
1999	1	6,306	3,202	1,825	11,334
2000	-	6,629	2,414	879	9,922
2001	-	8,718	4,167	801	13,686
2002	-	7,258	3,327	865	11,451
2003	-	6,522	2,565	682	9,768
2004	-	6,141	1,728	278	8,147
2005	-	5,633	1,452	245	7,330
2006	-	3,829	1,045	398	5,273
2007	-	3,572	767	592	4,932
2008	-	2,231	573	504	3,308

年度	延べ出漁隻数(隻)				
	久遠	爾志	江差	上ノ国	合計
1997	21	3,926	1,833	881	6,661
1998	24	3,213	1,391	745	5,373
1999	1	3,303	1,670	880	5,854
2000	-	3,247	1,353	554	5,154
2001	-	3,272	1,737	666	5,675
2002	-	3,034	1,343	610	4,987
2003	-	3,529	1,511	566	5,606
2004	-	3,287	948	312	4,547
2005	-	3,190	898	293	4,381
2006	-	2,262	783	326	3,371
2007	-	2,142	651	380	3,173
2008	-	1,669	525	363	2,557

年度	CPUE(トン/隻)				
	久遠	爾志	江差	上ノ国	合計
1997	2.1	2.5	2.7	1.9	2.5
1998	1.5	2.0	2.0	2.1	2.0
1999	1.1	1.9	1.9	2.1	1.9
2000	-	2.0	1.8	1.6	1.9
2001	-	2.7	2.4	1.2	2.4
2002	-	2.4	2.5	1.4	2.3
2003	-	1.8	1.7	1.2	1.7
2004	-	1.9	1.8	0.9	1.8
2005	-	1.8	1.6	0.8	1.7
2006	-	1.7	1.3	1.2	1.6
2007	-	1.7	1.2	1.6	1.6
2008	-	1.3	1.1	1.4	1.3



補足図 4 2 1. 檜山管内 4 地域における延縄漁業の努力量と CPUE の推移 右：補正前、左：補正後（図 6 を再掲）。（北海道立函館水産試験場資料）



補足図 4 2 2. 檜山管内 4 地域における地区別の延縄漁業の努力量（左）と CPUE（右）の推移（北海道立函館水産試験場資料）

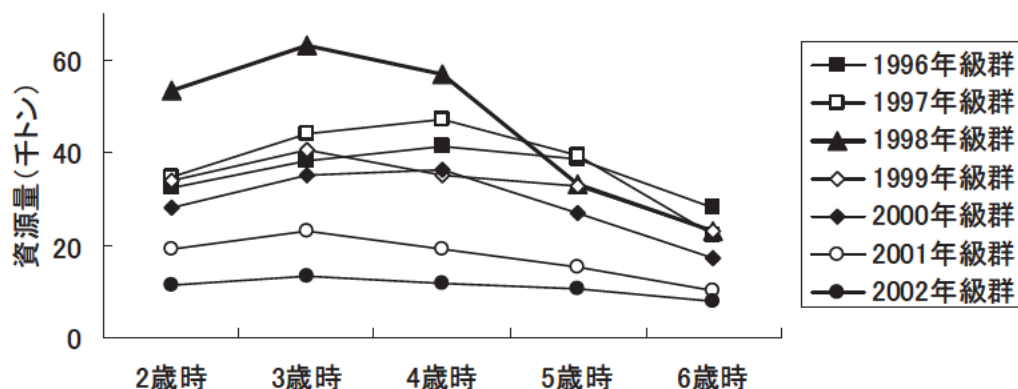
4 3) 1998 年級群に対する漁獲圧について

1998 年級群は、2006 年級群の前に高い加入を示した年級群であると考えられている。本年度評価のコホート計算においても、1998 年級群の 2 歳魚時点での資源尾数は 4 億尾であり、10 億尾を超える高い加入が見られた 1984～1988 年級群に比べれば低いものの、近年の中では比較的大きな年級群となっている（表 2、補足資料 7 1）。

この 1998 年級群が 3～4 歳であった 2001、2002 年度には、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 9）、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 年度には 1998 年級群が漁獲に占める割合は大きく低下した（八吹 2005）。資源量においても、1998 年級群は 4 歳時（2002 年度）まではその前後の年級よりも高い値を示していたが、5 歳時の資源量はそれ以前の年級を下回る水準となっている（補足図 4 3）。

また、 F の加重平均値は 2002 年度に高い値を示しており、これは 4 歳魚（1998 年級群）の F が上昇したことを強く反映している（図 7）。漁獲割合（資源量に対する漁獲量の比）の推移を見ても、2002 年度における漁獲割合は大きく上昇している（図 11）。この 2002 年度は、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。また、2002 年度の漁獲の中心は 4 歳魚（1998 年級群）であり、全漁獲量の約 3 割がこの 1998 年級群であった。

これらの状況から、大きな年級群であった 1998 年級群には 3～4 歳の時点で高い漁獲圧がかかり、親魚になる前にその量を大きく減じてしまったことが考えられている。



補足図 4 3. 1996～2002 年級群の 2～6 歳時における資源量の推移

参考文献

- 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.

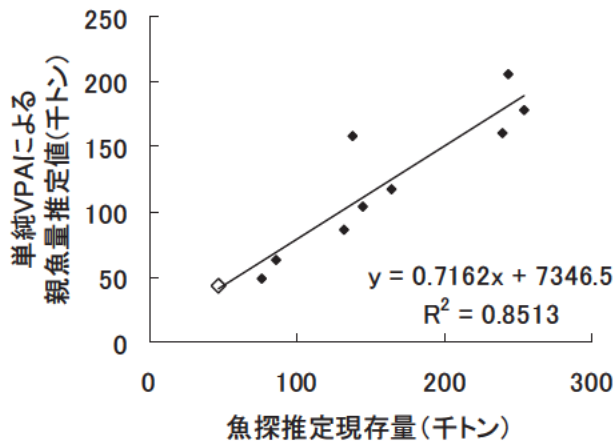
補足資料 5 VPA のチューニング方法の詳細とチューニング効果について

本系群の資源評価においては、昨年度より、調査で得られた親魚現存量のデータを用いて VPA のチューニングを行っている。しかし、昨年度の時点では検討時間が短かったため、今年度評価においてこのチューニング方法については改良を加えた。ここではその詳細について記述する。

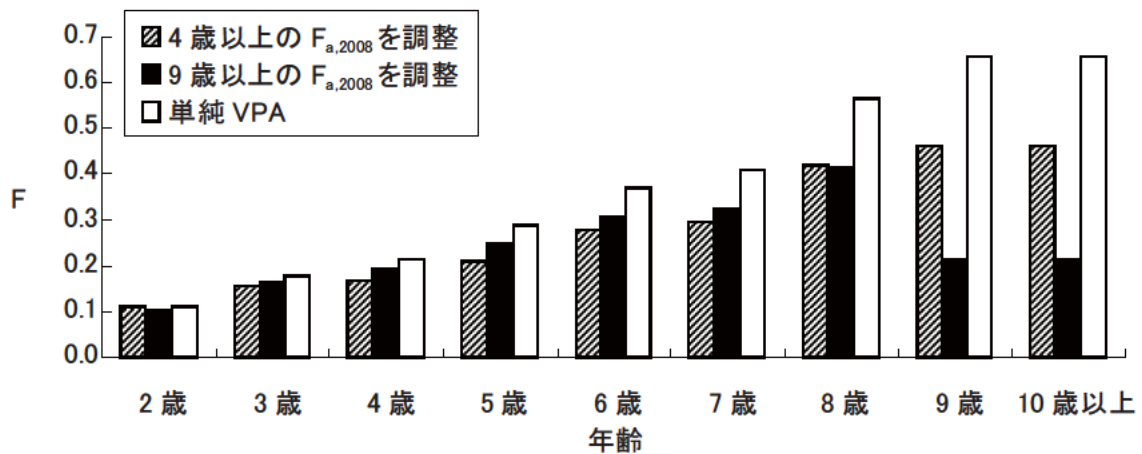
本系群のチューニングに用いる指標値としては、昨年度と同じくスケトウダラ漁期前調査（補足資料 3 1）で得られた親魚の現存量の重量ベースでの値を用いた（1996、1997、2002 年は調査範囲が不十分のため除外）。なお、本系群の親魚を対象とした他の調査（補足資料 3 2）はデータの蓄積年数が短いため漁期前調査の結果のみをチューニングに用いている。チューニングの計算については、調査時期が 10 月であることから、コホート計算における 10 月時点での親魚量を推定し、この値と調査での現存量推定値の変化が最も近くなるよう最近年の F の値を推定した（計算式は補足資料 2 1 参照）。なおコホート解析の資源量は 4 月時点での値であるため、10 月時点での親魚量は、コホート解析で求めた年齢別資源量から 4～10 月分の自然死亡による減耗を差し引き、産卵期の成熟率（図 3）をかけて求めた（昨年度評価では漁期始めの成熟率としていたが今年度から修正する）。この 10 月時点での親魚量と調査で推定された現存量とは、2007 年評価まで用いられていたチューニングをしていない VPA（単純 VPA と表記する。 $F_9=F_{10+}$ とし、8 歳以下は過去五年平均の F として推定）でも非常に高い相関を示している（補足図 5 1）。

ここで、指標値が親魚量であること、および沿岸漁業においては産卵場に回遊してきた成魚のみを漁獲していることから、チューニングの対象としては未成魚（2～3 歳）と沿岸漁業に本格的に加入してくる成魚（4 歳以上）とに分けたうちの成魚部分に限定した。またチューニングを行う際に調節する F は、昨年度の方法では 9 歳以上の F のみとしていたが、今年度においては 4 歳以上の F を対象とした。チューニング方法ごとの 2008 年度の年齢別の F 値を補足図 5 2 に示す。昨年度の方法（9 歳以上）で行ったチューニングでは、8 歳の F に比べて 9 歳以上の F は約半分の値となった。またこの 9 歳以上の F の値は現状（ F_{current} ）の値の約半分でもあり、過去最低の値ともなっている。しかし実際の漁獲においては、産卵場に来遊する親魚は同じ方法で漁獲されているため、8 歳と 9 歳以上とで漁獲の傾向が大きく異なるとは考えられにくい。これらの状況から、本資源評価におけるチューニングとしては、4 歳以上の F をチューニングする方法を採用した。

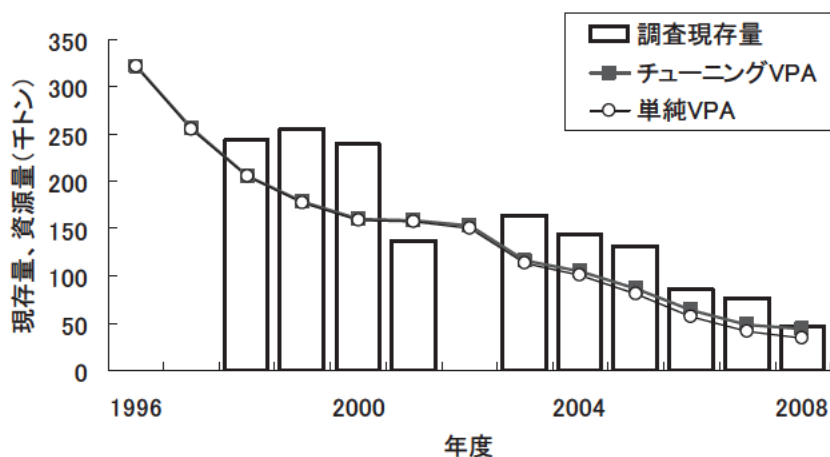
調査で得られた親魚現存量と単純 VPA によるコホート解析ならびに 4 歳以上の F をチューニングしたコホート解析で求められた親魚量の推移を補足図 5 3 に示す。チューニングにより資源量推定値は上方修正され、2008 年度親魚量は約 8 千トンほど単純 VPA より高い値となったが、傾向としては大きな差は見られなかった。音響調査とコホート解析を比較すると、コホート解析では 1990 年代後半の親魚量がなだらかに減少しているのに対し魚探調査の結果では 1999 年および 2003 年に現存量が上昇している点での相違はあるものの、おおむね同じ減少傾向を示している。異なる方法によって求められた親魚量の傾向が一致し、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。どの情報においても資源は 1990 年代以降減少傾向にあり、現在の親魚量が過去最低の水準にあるという解析結果に違いが生じなかったことは、その重大性について十分考慮すべきであろう。



補足図 5 1. 単純 VPA から得られた 10 月時点での親魚量と漁期前調査で求められた親魚現存量の相関 ◇は最近年の値。(北海道立中央水産試験場資料、北水研資料)



補足図 5 2. 各計算方法における 2008 年度の年齢別 F 値 2 歳の F については資源尾数を 2000 年度の値として算出した。



補足図 5 3. 10 月時点でのスケトウダラ漁期前調査の現存量推定値と親魚量 棒グラフが調査現存量、○が単純 VPA による親魚量を、■がチューニング (4 歳以上) を施した値を示す。なお、1996、1997、2002 年の調査現存量データについては調査時に十分な探索面積を確保できなかったため除外した。(北海道立中央水産試験場資料、北水研資料)

補足資料 6 2008 年度 2 歳魚資源尾数（2006 年級群）の仮定について

コホート計算において、最近年・最若齢の資源量推定値は不確実性が極めて高い部分である。本系群の資源評価計算においては 2 歳魚（2006 年級群）がこの部分に相当する。しかし、2006 年級群の規模については、調査結果からは浮遊期 0 歳魚時点で 2005 年級群の約 5 倍（補足資料 3 3）、秋季の着底期 0 歳魚トロール調査ではほぼ同じ（補足資料 3 4）、1 歳魚時点で約 260 倍（補足資料 3 5）、2～3 歳魚時点では約 10 倍（補足資料 3 5）となるなど、近年の年級群よりも大きな年級であることはおそらく間違いないとはいえ、その定量的な大きさを推定するのは困難である。このため、この 2 歳魚の $F(F_2)$ について様々な仮定を考え資源量の推定を行った。

ここで用いた仮定は a～f の 6 種類である（補足表 6）。a は $F_{2,2008}$ を過去 5 年の F_2 の平均値とする仮定であり、昨年までの評価計算で用いられていた方法である。b では $F_{2,2008}$ に前年度（2007 年度）の F_2 の値を与えた。c では昨年度の評価と同様に、2006 年級群の資源尾数がその前の大きな年級群であった 1998 年級群の資源尾数と同じであると仮定した。d～f については 2～3 歳魚の資源量の変化が 2000 年度以降の沖底の CPUE の変化と最も近くなるよう F の値を推定した。ここで、d については 2 歳魚の F のみを推定し、e については同様に 2 歳と 3 歳の F を推定した。また f については 2 歳魚と 3 歳魚の選択率が過去 5 年平均であるとおいて 2 歳と 3 歳の F を算出した。なお、沖底 CPUE のデータについては、混獲分を排除するため、一日・一隻・一漁区あたりの漁獲のうち漁獲量の 5 割以上がスケトウダラであった漁獲のデータのみを用いた。これらの仮定で計算される資源量と漁獲量の試算値を補足図 6 および補足表 6 に示す。過去 5 年平均の $F_{2,2008}$ を用いた場合（a）に F 値は最も低くなり、2006 年級群の加入尾数は最も多く推定された。この仮定における 2006 年級群の加入尾数は 1998 年級群の 1.6 倍であり、1993 年級群以降で最も高い値である。さらにこの加入尾数を 2006 年度親魚量で除した再生産成功率（RPS）は 10.3 尾/kg となり、これは今までの最高値であった 1988 年級群の値を上回っている。b、c の仮定においては加入尾数は約 4 億尾と a の 6 割程度であると推定され、沖底の CPUE を用いた推定（d～f）でも加入尾数は a の半分程度の約 3 億尾と推定された。ただし、沖底の CPUE では、近年は漁獲努力量（網数）の抑制に加え 2008 年度漁期においては漁期中途中で専獲を中止したとの情報も寄せられていることから、最近年においては情報の質が変わってきている事も想定される。このため CPUE データを用いた d～f の仮定値についても使用は慎重にならざるを得ない。また b の仮定においても、前年度の 2 歳魚の F は 2008 年度の時点では若齢の 3 歳魚でありチューニングにも含まれない部分であることから、この値自体に不確実な部分が多いと考えられる。これに対し、c の 1998 年級群の値は漁獲に加入してからの年数も長いため、値そのものはほぼ安定していると言える。

以上のことから、a の結果のみが大きな加入量を推定しているため、過去 5 年平均の F で推定した 2006 年級群については過大評価である可能性が懸念される。これ以外の方法についても不確実な要素は多いが、b～f の値はいずれも近い値をとっている。このため、最近年の 2 歳魚の値として正確な値は決められないものの、b～f の値のうちで最も安定した値である 1998 年級群の値を用いる方法（c）を、昨年度に引き続き今年度評価においても 2008 年度の 2 歳資源尾数（2006 年級群）の値として用いることとした。

補足表 6. 2006 年級群の F の仮定ごとの 2 歳魚資源尾数、資源量、親魚量、漁獲量の予測

仮定No.	2歳魚のFの考え方	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
a	過去5年平均	614,113	92,088	74,972	72,707	136,073	188,514	197,439	177,368
b	直前年（2007年度）の値	372,272	82,212	66,931	64,909	91,930	120,082	127,177	119,341
c	2006年級群が1998年級群と同じ	395,747	83,171	67,712	65,666	95,937	126,288	133,640	124,794
d	沖底CPUEから推定（2歳のみ）	289,415	78,828	64,177	62,237	78,260	98,947	105,024	100,452
e	沖底CPUEから推定（2 3歳）	270,031	78,885	64,344	64,503	80,045	99,474	104,686	100,008
f	沖底CPUEでチューニング（2 3歳）	335,064	81,300	67,039	60,626	77,868	101,151	109,092	104,797

資源量

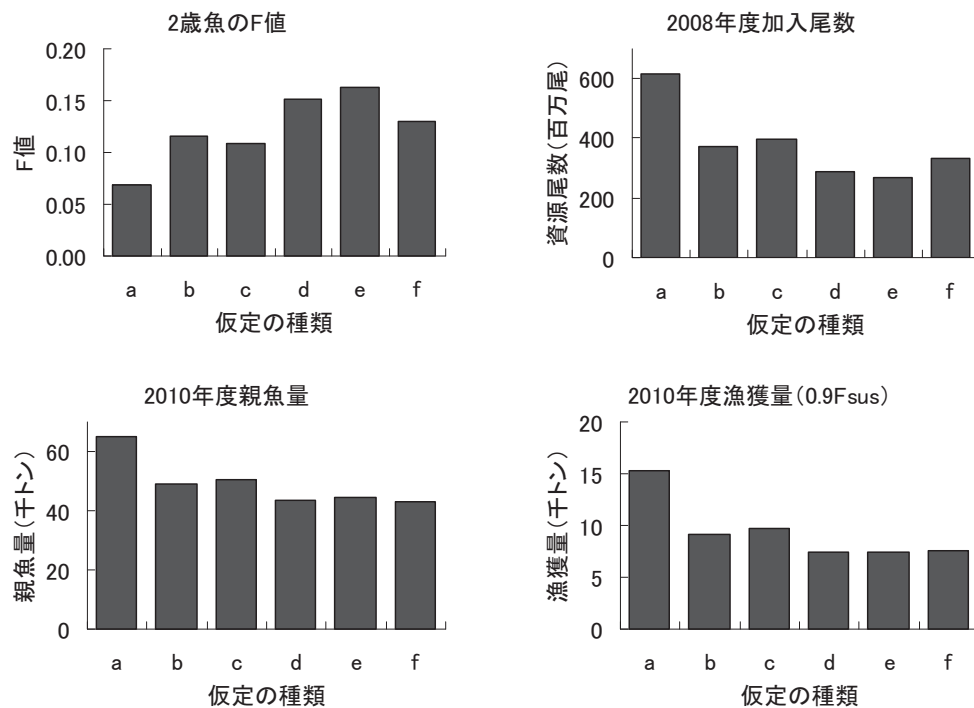
仮定No.	2歳魚のFの考え方	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
a	過去5年平均	151,171	161,957	162,955	156,143	147,225	147,839	152,791	156,997
b	直前年（2007年度）の値	118,727	119,595	115,131	113,211	108,842	108,726	110,817	113,052
c	2006年級群が1998年級群と同じ	121,876	123,707	119,764	117,429	112,631	112,554	114,873	117,280
d	沖底CPUEから推定（2歳のみ）	107,611	105,082	98,800	98,241	95,353	95,156	96,522	98,194
e	沖底CPUEから推定（2 3歳）	108,167	105,554	99,019	98,357	95,761	95,670	97,021	98,758
f	沖底CPUEでチューニング（2 3歳）	108,491	106,952	101,468	101,173	97,725	97,372	98,831	100,336

親魚量

仮定No.	2歳魚のFの考え方	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
a	過去5年平均	35,686	34,608	64,770	89,731	93,980	84,426	74,284	70,740
b	直前年（2007年度）の値	35,686	34,608	49,015	64,025	67,808	63,630	58,150	55,756
c	2006年級群が1998年級群と同じ	35,686	34,608	50,562	66,558	70,432	65,770	59,832	57,292
d	沖底CPUEから推定（2歳のみ）	35,686	34,608	43,518	55,021	58,400	55,858	52,004	50,177
e	沖底CPUEから推定（2 3歳）	35,686	35,965	44,631	55,464	58,370	55,761	52,099	50,615
f	沖底CPUEでチューニング（2 3歳）	37,002	33,462	42,978	55,830	60,212	57,841	53,641	51,070

漁獲量（0.9Fsus）		TAC		ABC					
仮定No.	2歳魚のFの考え方	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
a	過去5年平均	17,619	16,000	15,263	16,312	16,529	15,926	17,253	17,012
b	直前年（2007年度）の値	17,619	16,000	9,211	9,905	10,208	10,090	10,732	10,635
c	2006年級群が1998年級群と同じ	17,619	16,000	9,742	10,472	10,775	10,618	11,321	11,209
d	沖底CPUEから推定（2歳のみ）	17,619	16,000	7,437	8,001	8,292	8,298	8,736	8,690
e	沖底CPUEから推定（2 3歳）	17,619	16,000	7,475	8,024	8,288	8,352	8,731	8,699
f	沖底CPUEでチューニング（2 3歳）	17,619	16,000	7,618	8,197	8,563	8,460	9,053	8,976

2009 年度の漁獲量は TAC 量であるとし、その後の漁獲量は 0.9Fsus の F 値を用いて計算した。



補足図 6. 2006 年級群の F の仮定による 2008 年度 2 歳魚の F 値、2 歳魚（2006 年級群）の 2008 年度加入尾数、2010 年度親魚量と 0.9Fsus で漁獲した場合の 2010 年度漁獲量 仮定の詳細は補足表 6 参照。c の仮定を今年度評価における資源量計算に用いた。

補足資料 7 コホート解析結果の詳細

7 1) 資源解析結果 (1980～1989 年度)

年齢別漁獲尾数(千尾)										
年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
2歳	9,634	18,375	14,832	11,742	1,540	2,916	511	2,746	68,250	10,623
3歳	39,512	28,008	28,749	32,543	61,304	27,218	13,671	134,737	133,642	148,582
4歳	134,509	69,152	40,941	55,263	80,911	66,309	37,132	83,611	271,034	256,779
5歳	116,516	116,106	70,816	58,569	70,392	75,912	52,579	34,761	37,405	125,341
6歳	27,797	48,197	41,895	45,672	42,939	48,256	45,146	29,014	21,017	18,835
7歳	12,172	15,241	23,544	18,839	25,956	31,244	27,424	19,915	18,793	10,828
8歳	5,428	7,228	8,400	7,700	8,444	11,149	12,792	9,178	7,392	3,851
9歳	4,520	8,902	7,812	6,734	6,249	9,611	5,794	6,729	4,753	2,472
10歳以上	2,250	4,877	5,883	2,400	4,477	3,739	3,901	3,863	2,163	978
計	352,337	316,086	242,871	239,460	302,211	276,355	198,951	324,554	564,448	578,290

年齢別漁獲量(トン)										
年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
2歳	1,293	2,465	1,990	1,575	207	391	69	368	9,156	1,425
3歳	9,050	6,415	6,585	7,454	14,042	6,234	3,131	30,862	30,611	34,033
4歳	43,889	22,563	13,358	18,032	26,400	21,636	12,116	27,281	88,435	83,784
5歳	49,560	49,385	30,121	24,912	29,941	32,289	22,365	14,785	15,910	53,314
6歳	13,485	23,381	20,323	22,156	20,830	23,409	21,901	14,075	10,195	9,137
7歳	6,629	8,301	12,823	10,261	14,137	17,017	14,936	10,847	10,236	5,898
8歳	3,096	4,123	4,791	4,392	4,816	6,359	7,297	5,235	4,216	2,196
9歳	2,611	5,144	4,514	3,891	3,611	5,553	3,348	3,888	2,746	1,429
10歳以上	1,549	3,357	4,050	1,652	3,082	2,574	2,686	2,660	1,489	673
計	131,161	125,135	98,557	94,324	117,066	115,464	87,848	110,001	172,995	191,889

年齢別資源尾数(千尾)										
年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
2歳	684,820	722,648	741,428	621,345	422,495	506,859	1,525,864	1,658,591	1,233,144	813,758
3歳	562,074	499,035	519,536	536,497	450,197	311,666	372,980	1,129,948	1,226,350	854,792
4歳	533,447	402,874	363,932	379,244	389,105	296,513	218,706	278,412	761,100	837,145
5歳	298,055	296,745	252,732	247,300	246,586	231,631	172,407	137,560	143,042	353,558
6歳	103,183	129,301	128,642	134,333	140,911	129,921	113,402	87,870	76,455	78,391
7歳	45,780	55,828	58,166	63,215	64,314	71,848	58,597	48,477	42,828	40,996
8歳	29,549	24,912	30,029	24,522	32,606	27,182	28,383	21,434	20,179	16,770
9歳	13,679	18,222	13,022	15,974	12,303	17,942	11,330	10,815	8,593	9,192
10歳以上	6,809	9,982	9,806	5,693	8,814	6,981	7,628	6,209	3,911	3,635
計	2,277,396	2,159,548	2,117,293	2,028,124	1,767,332	1,600,544	2,509,298	3,379,315	3,515,602	3,008,237

年齢別漁獲係数と漁獲割合										
年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
2歳	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.02
3歳	0.08	0.07	0.06	0.07	0.17	0.10	0.04	0.15	0.13	0.22
4歳	0.34	0.22	0.14	0.18	0.27	0.29	0.21	0.42	0.52	0.43
5歳	0.59	0.59	0.38	0.31	0.39	0.46	0.42	0.34	0.35	0.51
6歳	0.36	0.55	0.46	0.49	0.42	0.55	0.60	0.47	0.37	0.32
7歳	0.36	0.37	0.61	0.41	0.61	0.68	0.76	0.63	0.69	0.36
8歳	0.23	0.40	0.38	0.44	0.35	0.63	0.71	0.66	0.54	0.30
9歳	0.47	0.81	1.14	0.65	0.86	0.93	0.87	1.22	0.99	0.36
10歳以上	0.47	0.81	1.14	0.65	0.86	0.93	0.87	1.22	0.99	0.36
平均	0.32	0.43	0.48	0.36	0.44	0.51	0.50	0.57	0.51	0.32
加重平均	0.21	0.20	0.16	0.15	0.23	0.24	0.11	0.13	0.22	0.26
漁獲割合(%)	22.77	20.03	17.04	16.41	22.44	25.12	15.22	13.06	15.88	17.64

年齢別資源量と親魚量(トン)および再生産成功率RPS (2歳魚尾数/親魚量)										
年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
2歳	91,873	96,948	99,468	83,358	56,681	67,999	204,706	222,512	165,435	109,171
3歳	128,745	114,305	119,001	122,886	103,119	71,388	85,432	258,818	280,899	195,793
4歳	174,057	131,452	118,746	123,742	126,960	96,748	71,361	90,842	248,337	273,149
5歳	126,777	126,220	107,499	105,189	104,885	98,524	73,333	58,511	60,842	150,385
6歳	50,055	62,725	62,405	65,166	68,357	63,026	55,012	42,626	37,089	38,028
7歳	24,934	30,407	31,680	34,430	35,029	39,132	31,915	26,403	23,326	22,329
8歳	16,855	14,210	17,128	13,988	18,599	15,505	16,189	12,226	11,510	9,566
9歳	7,904	10,529	7,524	9,229	7,109	10,367	6,547	6,249	4,965	5,311
10歳以上	4,688	6,872	6,751	3,919	6,068	4,806	5,252	4,275	2,693	2,503
計	625,887	593,669	570,204	561,908	526,806	467,495	549,747	722,462	835,097	806,235
親魚量	235,104	239,254	223,785	224,738	233,539	217,800	176,724	152,327	194,041	257,773
RPS(尾/Kg)	3.15	2.60	1.89	2.26	6.53	7.62	6.98	5.34	9.58	2.54

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。

7 1) 資源解析結果 (続き: 1990~1999 年度)

年齢別漁獲尾数(千尾)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2歳	3,297	4,466	12,996	367	9,583	179	2,640	3,436	14,741	276
3歳	32,814	272,577	90,025	30,346	28,119	41,788	29,809	27,998	15,561	3,132
4歳	127,577	113,400	337,004	54,014	35,620	82,655	98,951	20,910	12,920	23,565
5歳	152,276	97,680	80,962	117,518	45,576	26,127	123,273	48,222	24,210	22,268
6歳	67,479	80,136	46,018	48,206	50,950	20,566	52,541	48,617	39,212	20,374
7歳	16,913	26,057	32,187	34,311	20,060	23,786	13,962	33,191	15,837	16,782
8歳	9,867	9,466	11,320	20,029	9,928	9,556	10,009	15,280	9,506	6,320
9歳	4,514	3,722	2,135	6,535	4,316	6,538	1,049	10,445	4,540	3,226
10歳以上	3,245	2,599	1,822	3,111	3,076	3,365	1,471	3,208	4,903	3,066
計	417,981	610,104	614,470	314,437	207,228	214,560	333,705	211,308	141,429	99,008

年齢別漁獲量(トン)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2歳	442	599	1,744	49	1,286	24	354	461	1,978	37
3歳	7,516	62,435	20,620	6,951	6,441	9,572	6,828	6,413	3,564	717
4歳	41,627	37,001	109,960	17,624	11,622	26,969	32,286	6,823	4,216	7,689
5歳	64,770	41,548	34,437	49,986	19,386	11,113	52,434	20,511	10,298	9,472
6歳	32,735	38,875	22,324	23,385	24,716	9,977	25,488	23,585	19,022	9,884
7歳	9,212	14,192	17,531	18,688	10,926	12,955	7,604	18,077	8,626	9,140
8歳	5,628	5,399	6,457	11,425	5,663	5,451	5,709	8,716	5,422	3,605
9歳	2,608	2,151	1,234	3,776	2,494	3,777	606	6,035	2,623	1,864
10歳以上	2,234	1,790	1,254	2,142	2,118	2,317	1,013	2,209	3,375	2,111
計	166,772	203,989	215,561	134,025	84,651	82,155	132,323	92,830	59,123	44,518

年齢別資源尾数(千尾)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2歳	1,858,414	655,420	648,597	915,969	757,128	409,459	316,246	283,202	241,521	259,262
3歳	593,704	1,373,910	481,704	469,306	678,251	552,646	303,181	232,008	206,843	166,235
4歳	534,590	433,419	829,454	295,704	338,716	503,408	393,523	209,811	155,980	147,357
5歳	425,362	303,753	237,472	348,574	182,627	232,358	319,112	219,152	144,948	110,075
6歳	164,738	196,889	150,360	113,494	167,761	102,010	157,903	139,736	128,120	91,520
7歳	44,429	68,748	82,617	76,490	45,848	85,689	61,296	76,608	65,922	65,176
8歳	22,372	19,676	30,546	35,937	29,291	18,003	45,743	35,416	30,372	37,364
9歳	9,662	8,716	6,970	13,799	10,313	14,050	5,587	26,792	14,098	15,265
10歳以上	6,945	6,086	5,949	6,569	7,351	7,232	7,836	8,230	15,226	14,504
計	3,660,216	3,066,616	2,473,668	2,275,844	2,217,284	1,924,855	1,610,428	1,230,956	1,003,029	906,759

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2歳	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.00
3歳	0.06	0.25	0.24	0.08	0.05	0.09	0.12	0.15	0.09	0.02
4歳	0.32	0.35	0.62	0.23	0.13	0.21	0.34	0.12	0.10	0.20
5歳	0.52	0.45	0.49	0.48	0.33	0.14	0.58	0.29	0.21	0.26
6歳	0.62	0.62	0.43	0.66	0.42	0.26	0.47	0.50	0.43	0.29
7歳	0.56	0.56	0.58	0.71	0.68	0.38	0.30	0.68	0.32	0.34
8歳	0.69	0.79	0.54	1.00	0.48	0.92	0.28	0.67	0.44	0.21
9歳	0.75	0.66	0.43	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27
10歳以上	0.75	0.66	0.43	0.77	0.64	0.75	0.24	0.58	0.45	0.27
平均	0.48	0.48	0.42	0.52	0.38	0.39	0.29	0.40	0.28	0.21
加重平均	0.16	0.27	0.36	0.20	0.12	0.14	0.29	0.24	0.18	0.14
漁獲割合(%)	15.24	17.55	20.50	14.98	12.19	12.51	17.31	18.76	17.91	17.94

年齢別資源量と親魚量(トン)および再生産成功率RPS (2歳魚尾数/親魚量)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2歳	249,320	87,929	87,014	122,884	101,574	54,932	42,427	37,994	32,402	34,782
3歳	135,990	314,698	110,336	107,496	155,356	126,585	69,445	53,142	47,378	38,077
4歳	174,429	141,419	270,640	96,484	110,518	164,255	128,401	68,459	50,894	48,081
5歳	180,927	129,201	101,008	148,266	77,680	98,833	135,734	93,216	61,653	46,820
6歳	79,916	95,512	72,941	55,057	81,382	49,486	76,600	67,787	62,152	44,397
7歳	24,198	37,444	44,998	41,660	24,971	46,671	33,385	41,725	35,905	35,498
8歳	12,761	11,223	17,423	20,499	16,707	10,269	26,092	20,201	17,324	21,312
9歳	5,583	5,036	4,027	7,973	5,958	8,118	3,228	15,480	8,145	8,820
10歳以上	4,781	4,190	4,096	4,523	5,061	4,979	5,395	5,666	10,483	9,986
計	867,905	826,653	712,482	604,841	579,208	564,128	520,707	403,670	326,336	287,773
親魚量	288,983	268,570	285,434	247,441	208,312	228,326	262,281	222,361	180,506	158,358
RPS(尾/Kg)	2.24	3.41	2.65	1.65	1.52	1.24	0.92	1.17	2.19	1.59

7 1) 資源解析結果 (続き: 2000~2008 年度)

年齢別漁獲尾数(千尾)									
年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2歳	20,595	11,887	3,197	5,668	6,205	3,640	1,251	11,992	35,048
3歳	5,760	46,350	33,982	9,404	22,429	10,169	2,209	6,258	10,633
4歳	9,689	22,589	65,402	7,048	25,842	11,228	3,359	4,482	5,914
5歳	9,083	13,970	29,489	14,640	14,370	15,705	7,543	4,013	3,284
6歳	10,240	7,774	18,308	11,681	11,533	13,723	8,146	4,831	3,328
7歳	12,131	6,762	11,231	9,329	4,833	7,222	6,993	6,180	2,697
8歳	11,882	6,200	8,526	8,292	4,044	6,581	5,640	4,547	3,130
9歳	7,051	6,144	7,056	5,570	3,452	2,624	3,353	2,438	2,049
10歳以上	5,285	7,425	6,915	6,665	3,695	4,298	4,976	1,902	1,601
計	91,715	129,099	184,106	78,298	96,403	75,189	43,469	46,645	67,684

年齢別漁獲量(トン)									
年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2歳	2,763	1,595	429	760	832	488	168	1,609	4,702
3歳	1,319	10,617	7,784	2,154	5,138	2,329	506	1,433	2,436
4歳	3,161	7,370	21,340	2,300	8,432	3,663	1,096	1,463	1,930
5歳	3,863	5,942	12,543	6,227	6,112	6,680	3,208	1,707	1,397
6歳	4,967	3,771	8,882	5,667	5,595	6,657	3,952	2,344	1,615
7歳	6,607	3,683	6,117	5,081	2,632	3,933	3,809	3,366	1,469
8歳	6,777	3,536	4,863	4,730	2,307	3,754	3,217	2,593	1,785
9歳	4,074	3,550	4,077	3,219	1,995	1,516	1,937	1,408	1,184
10歳以上	3,639	5,112	4,760	4,589	2,544	2,959	3,426	1,310	1,102
計	37,172	45,175	70,794	34,726	35,586	31,980	21,319	17,233	17,619

年齢別資源尾数(千尾)										
年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2歳	395,747	251,568	209,463	141,436	84,240	60,001	86,374	127,379	395,747*	83,171*
3歳	191,829	275,450	176,135	152,422	99,900	57,065	41,317	62,911	84,043	263,010*
4歳	126,700	144,313	173,617	107,185	110,408	58,008	35,468	30,228	43,472	56,069*
5歳	93,966	90,123	92,457	77,497	77,256	63,181	35,268	24,659	19,586	28,637*
6歳	66,076	65,165	57,860	45,981	47,435	47,485	35,346	20,811	15,662	12,356*
7歳	53,296	42,423	43,891	28,904	25,501	26,764	24,871	20,339	11,944	9,261*
8歳	35,949	30,802	27,072	24,271	14,278	15,596	14,471	13,199	10,385	6,922*
9歳	23,522	17,512	18,517	13,560	11,584	7,551	6,338	6,293	6,267	5,326*
10歳以上	17,632	21,163	18,146	16,225	12,398	12,370	9,406	4,911	4,895	5,472*
計	1,004,715	938,520	817,158	607,480	483,000	348,022	288,860	310,729	592,002	470,223*

年齢別漁獲係数と漁獲割合									
年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2歳	0.06	0.06	0.02	0.05	0.09	0.07	0.02	0.12	0.11
3歳	0.03	0.21	0.25	0.07	0.29	0.23	0.06	0.12	0.15
4歳	0.09	0.20	0.56	0.08	0.31	0.25	0.11	0.18	0.17
5歳	0.12	0.19	0.45	0.24	0.24	0.33	0.28	0.20	0.21
6歳	0.19	0.15	0.44	0.34	0.32	0.40	0.30	0.31	0.28
7歳	0.30	0.20	0.34	0.46	0.24	0.36	0.38	0.42	0.30
8歳	0.47	0.26	0.44	0.49	0.39	0.65	0.58	0.49	0.42
9歳	0.42	0.51	0.57	0.63	0.41	0.50	0.92	0.58	0.46
10歳以上	0.42	0.51	0.57	0.63	0.41	0.50	0.92	0.58	0.46
平均	0.23	0.25	0.40	0.33	0.30	0.37	0.40	0.33	0.28
加重平均	0.12	0.17	0.32	0.17	0.26	0.29	0.21	0.20	0.14
漁獲割合(%)	14.63	16.34	23.28	17.07	20.49	20.58	21.52	20.75	15.15

年齢別資源量と親魚量(トン)および再生産成功率RPS (2歳魚尾数/親魚量)										
年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2歳	53,092	33,750	28,101	18,975	11,301	8,050	11,588	17,089	53,092	11,158*
3歳	43,939	63,093	40,344	34,913	22,882	13,071	9,464	14,410	19,250	60,243*
4歳	41,340	47,087	56,649	34,973	36,025	18,927	11,573	9,863	14,184	18,295*
5歳	39,968	38,334	39,326	32,963	32,861	26,874	15,001	10,489	8,331	12,181*
6歳	32,054	31,612	28,068	22,306	23,011	23,036	17,146	10,095	7,598	5,994*
7歳	29,028	23,106	23,905	15,743	13,889	14,577	13,546	11,077	6,505	5,044*
8歳	20,505	17,569	15,442	13,844	8,144	8,896	8,254	7,529	5,924	3,948*
9歳	13,591	10,118	10,699	7,835	6,693	4,363	3,662	3,636	3,621	3,077*
10歳以上	12,139	14,570	12,493	11,170	8,536	8,517	6,476	3,381	3,370	3,767*
計	285,656	279,239	255,028	192,721	163,343	126,310	96,711	87,569	121,876	123,707*
親魚量	140,919	131,742	129,596	99,805	89,505	79,146	59,630	43,834	35,686	34,608*
RPS(尾/Kg)	1.49	1.07	0.65	0.60	0.97	1.61	6.64	1.90*	1.90*	1.90*
Blimit(SSB2000)										

*2008 年度の 2 歳魚資源尾数としては 2000 年度の値を与えた。2009 年度の年齢別資源尾数・資源量等は暫定値、2007 年度以降の RPS は仮定値 (1989~2006 年級群の平均値)。

7 2) F を変化させた場合の漁獲量、親魚量、資源量の将来予測 (トン、2008~2018 年度)

漁獲量		年度										
管理基準	(完全加入)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Frec	0.064	17,619	16,000	2,772	4,668	7,183	8,223	8,800	8,374	8,522	9,368	10,308
0.8*Frec	0.052	17,619	16,000	2,224	3,774	5,907	6,911	7,587	7,383	7,638	8,482	9,421
Frec10yr	0.020	17,619	16,000	868	1,030	1,168	1,261	1,475	1,590	1,730	1,825	1,950
0.8*Frec10yr	0.016	17,619	16,000	695	826	939	1,015	1,190	1,285	1,400	1,480	1,582
Frec20yr	0.129	17,619	16,000	5,476	6,176	6,660	6,855	7,632	7,858	8,198	8,364	8,649
0.8*Frec20yr	0.103	17,619	16,000	4,408	5,031	5,489	5,712	6,432	6,691	7,045	7,242	7,544
Frec30yr	0.171	17,619	16,000	7,154	7,919	8,384	8,482	9,282	9,406	9,676	9,761	9,978
0.8*Frec30yr	0.136	17,619	16,000	5,771	6,488	6,974	7,156	7,943	8,155	8,486	8,641	8,917
0.9Fsus	0.236	17,619	16,000	9,742	10,472	10,775	10,618	11,321	11,209	11,295	11,203	11,250
0.8*0.9Fsus	0.189	17,619	16,000	7,882	8,654	9,089	9,127	9,914	9,980	10,206	10,245	10,421
Fsus	0.262	17,619	16,000	10,756	11,429	11,628	11,343	11,973	11,752	11,751	11,579	11,547
0.8*Fsus	0.210	17,619	16,000	8,714	9,478	9,863	9,821	10,579	10,570	10,737	10,720	10,842
Fcurrent	0.574	17,619	16,000	21,885	20,335	18,263	16,029	15,290	13,826	12,794	11,714	10,754
0.8*Fcurrent	0.459	17,619	16,000	17,977	17,534	16,458	14,971	14,768	13,709	13,024	12,250	11,596
Fmed	0.173	17,619	16,000	7,254	8,021	8,482	8,572	9,372	9,488	9,752	9,831	10,043
0.8*Fmed	0.138	17,619	16,000	5,852	6,573	7,059	7,237	8,027	8,234	8,563	8,714	8,988
Frec25yr	0.154	17,619	16,000	6,473	7,220	7,702	7,846	8,646	8,818	9,122	9,244	9,494
F0	0.000	17,619	16,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5Fcurrent	0.287	17,619	16,000	11,699	12,296	12,381	11,964	12,513	12,185	12,098	11,849	11,740
1.2Fcurrent	0.688	17,619	16,000	25,589	22,672	19,521	16,590	15,360	13,575	12,249	10,909	9,710

親魚量		年度										
管理基準	(完全加入)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Frec	0.064	35,686	34,608	50,562	71,945	81,025	78,918	73,384	71,602	77,339	83,091	87,796
0.8*Frec	0.052	35,686	34,608	50,562	72,369	82,226	81,163	76,472	75,339	81,782	88,125	93,641
Frec10yr	0.020	35,686	34,608	50,562	73,422	85,651	88,528	87,780	90,408	101,044	111,101	121,625
0.8*Frec10yr	0.016	35,686	34,608	50,562	73,556	85,965	89,026	88,427	91,220	102,094	112,384	123,182
Frec20yr	0.129	35,686	34,608	50,562	69,851	77,530	76,058	72,055	71,293	76,979	82,241	87,132
0.8*Frec20yr	0.103	35,686	34,608	50,562	70,677	79,368	78,816	75,450	75,317	81,939	88,102	94,051
Frec30yr	0.171	35,686	34,608	50,562	68,554	74,690	71,872	66,997	65,405	69,829	73,871	77,334
0.8*Frec30yr	0.136	35,686	34,608	50,562	69,623	77,025	75,308	71,141	70,219	75,665	80,696	85,316
0.9Fsus	0.236	35,686	34,608	50,562	66,558	70,432	65,770	59,832	57,292	60,184	62,732	64,451
0.8*0.9Fsus	0.189	35,686	34,608	50,562	67,992	73,476	70,112	64,905	63,008	66,954	70,533	73,454
Fsus	0.262	35,686	34,608	50,562	65,777	68,803	63,490	57,218	54,401	56,807	58,872	60,032
0.8*Fsus	0.210	35,686	34,608	50,562	67,350	72,106	68,143	62,589	60,382	63,829	66,921	69,274
Fcurrent	0.574	35,686	34,608	50,562	57,258	52,354	42,238	34,635	31,018	30,642	29,662	27,554
0.8*Fcurrent	0.459	35,686	34,608	50,562	60,239	57,838	48,961	41,419	37,735	37,954	37,700	36,282
Fmed	0.173	35,686	34,608	50,562	68,477	74,523	71,629	66,707	65,071	69,427	73,404	76,790
0.8*Fmed	0.138	35,686	34,608	50,562	69,560	76,887	75,103	70,891	69,926	75,308	80,277	84,824
Frec25yr	0.154	35,686	34,608	50,562	69,080	75,834	73,548	69,009	67,731	72,638	77,149	81,159
F0	0.000	35,686	34,608	50,562	74,096	87,235	91,047	91,072	94,560	106,435	117,709	129,669
0.5Fcurrent	0.287	35,686	34,608	50,562	65,051	67,308	61,426	54,882	51,848	53,852	55,511	56,204
1.2Fcurrent	0.688	35,686	34,608	50,562	54,445	47,441	36,534	29,159	25,790	25,051	23,591	21,129

資源量		年度										
管理基準	(完全加入)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Frec	0.064	121,876	123,707	119,764	124,977	125,300	128,601	134,136	140,964	149,750	154,872	159,418
0.8*Frec	0.052	121,876	123,707	119,764	125,569	126,739	131,249	138,047	146,224	156,528	163,016	169,098
Frec10yr	0.020	121,876	123,707	119,764	127,034	130,842	139,856	151,949	166,374	184,141	197,979	213,029
0.8*Frec10yr	0.016	121,876	123,707	119,764	127,220	131,216	140,444	152,781	167,523	185,703	199,948	215,460
Frec20yr	0.129	121,876	123,707	119,764	122,052	121,158	125,007	131,396	138,637	147,345	152,542	158,033
0.8*Frec20yr	0.103	121,876	123,707	119,764	123,207	123,357	128,313	135,892	144,594	155,102	161,964	169,256
Frec30yr	0.171	121,876	123,707	119,764	120,234	117,753	119,964	124,627	129,785	135,971	138,884	141,950
0.8*Frec30yr	0.136	121,876	123,707	119,764	121,732	120,554	124,106	130,179	137,034	145,273	150,039	155,069
0.9Fsus	0.236	121,876	123,707	119,764	117,429	112,631	112,554	114,873	117,280	120,218	120,293	120,430
0.8*0.9Fsus	0.189	121,876	123,707	119,764	119,445	116,296	117,835	121,800	126,130	131,328	133,365	135,515
Fsus	0.262	121,876	123,707	119,764	116,328	110,665	109,764	111,261	112,724	114,572	113,726	112,941
0.8*Fsus	0.210	121,876	123,707	119,764	118,543	114,647	115,445	118,652	122,089	126,231	127,344	128,539
Fcurrent	0.574	121,876	123,707	119,764	104,209	90,585	83,046	78,314	73,073	67,700	61,449	55,855
0.8*Fcurrent	0.459	121,876	123,707	119,764	108,474	97,330	91,663	88,616	85,102	81,473	76,352	71,600
Fmed	0.173	121,876	123,707	119,764	120,126	117,553	119,670	124,236	129,278	135,325	138,114	141,049
0.8*Fmed	0.138	121,876	123,707	119,764	121,644	120,389	123,859	129,846	136,597	144,708	149,358	154,265
Frec25yr	0.154	121,876	123,707	119,764	120,972	119,127	121,987	127,330	133,302	140,469	144,262	148,256
F0	0.000	121,876	123,707	119,764	127,971	132,723	142,828	156,173	172,232	192,129	208,083	225,543
0.5Fcurrent	0.287	121,876	123,707	119,764	115,303	108,857	107,227	108,004	108,652	109,571	107,953	106,407
1.2Fcurrent	0.688	121,876	123,707	119,764	100,158	84,493	75,573	69,623	63,188	56,702	49,887	44,019

2009 年度漁獲量は TAC 量 (16 千トン) として計算した。

7 2) Fを変化させた場合の漁獲量、親魚量、資源量の将来予測(続き: トン、2019~2029年度)

漁獲量												
管理基準	(完全加入)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Frec	0.064	11,220	11,886	12,410	12,963	13,613	14,339	15,049	15,700	16,301	16,883	17,469
0.8*Frec	0.052	10,389	11,183	11,873	12,592	13,398	14,282	15,167	16,017	16,834	17,639	18,449
Frec10yr	0.020	2,107	2,290	2,489	2,696	2,912	3,146	3,400	3,679	3,980	4,305	4,656
0.8*Frec10yr	0.016	1,713	1,864	2,029	2,201	2,380	2,575	2,787	3,020	3,272	3,544	3,839
Frec20yr	0.129	9,035	9,467	9,905	10,327	10,740	11,179	11,644	12,141	12,659	13,195	13,749
0.8*Frec20yr	0.103	7,943	8,394	8,860	9,318	9,775	10,260	10,778	11,333	11,917	12,528	13,166
Frec30yr	0.171	10,293	10,642	10,982	11,295	11,591	11,907	12,242	12,597	12,962	13,332	13,710
0.8*Frec30yr	0.136	9,294	9,716	10,141	10,547	10,944	11,364	11,810	12,285	12,779	13,289	13,815
0.9Fsus	0.236	11,382	11,526	11,646	11,732	11,799	11,881	11,974	12,077	12,177	12,274	12,369
0.8*0.9Fsus	0.189	10,692	10,990	11,274	11,527	11,762	12,014	12,283	12,568	12,858	13,150	13,445
Fsus	0.262	11,592	11,643	11,668	11,660	11,636	11,626	11,627	11,634	11,640	11,640	11,638
0.8*Fsus	0.210	11,054	11,288	11,501	11,680	11,842	12,018	12,208	12,411	12,615	12,818	13,020
Fcurrent	0.574	9,869	9,060	8,319	7,641	7,013	6,439	5,910	5,426	4,982	4,574	4,199
0.8*Fcurrent	0.459	10,992	10,413	9,853	9,317	8,806	8,331	7,883	7,461	7,059	6,678	6,317
Fmed	0.173	10,353	10,695	11,028	11,333	11,621	11,928	12,254	12,600	12,955	13,314	13,680
0.8*Fmed	0.138	9,362	9,781	10,202	10,604	10,995	11,410	11,850	12,320	12,807	13,309	13,827
Frec25yr	0.154	9,844	10,233	10,619	10,982	11,331	11,701	12,094	12,512	12,943	13,385	13,837
F0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5Fcurrent	0.287	11,700	11,663	11,598	11,505	11,399	11,309	11,228	11,154	11,077	10,997	10,915
1.2Fcurrent	0.688	8,637	7,700	6,877	6,144	5,482	4,888	4,357	3,886	3,467	3,094	2,760

親魚量												
管理基準	(完全加入)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Frec	0.064	90,161	91,392	93,024	95,545	98,539	101,346	103,655	105,627	107,506	109,456	111,447
0.8*Frec	0.052	96,970	99,226	101,856	105,321	109,243	113,002	116,303	119,291	122,176	125,102	128,043
Frec10yr	0.020	131,215	140,919	151,883	164,376	178,168	192,908	208,574	225,470	243,773	263,668	285,226
0.8*Frec10yr	0.016	133,081	143,137	154,506	167,458	181,764	197,075	213,379	230,994	250,103	270,901	293,468
Frec20yr	0.129	90,546	93,440	96,797	100,878	105,442	110,125	114,782	119,530	124,472	129,695	135,188
0.8*Frec20yr	0.103	98,594	102,693	107,354	112,843	118,922	125,225	131,619	138,245	145,205	152,595	160,412
Frec30yr	0.171	79,255	80,600	82,319	84,661	87,374	90,101	92,688	95,237	97,849	100,604	103,492
0.8*Frec30yr	0.136	88,444	91,036	94,070	97,806	102,001	106,291	110,530	114,831	119,295	124,008	128,960
0.9Fsus	0.236	64,623	64,246	64,217	64,745	65,558	66,308	66,855	67,291	67,728	68,237	68,802
0.8*0.9Fsus	0.189	74,821	75,608	76,750	78,487	80,564	82,625	84,518	86,339	88,192	90,157	92,220
Fsus	0.262	59,667	58,792	58,278	58,313	58,613	58,839	58,859	58,766	58,675	58,651	58,679
0.8*Fsus	0.210	70,070	70,293	70,861	72,003	73,456	74,868	76,090	77,216	78,354	79,578	80,876
Fcurrent	0.574	24,701	22,082	20,112	18,641	17,327	15,983	14,623	13,350	12,224	11,235	10,341
0.8*Fcurrent	0.459	33,776	31,230	29,255	27,820	26,580	25,280	23,885	22,506	21,236	20,093	19,040
Fmed	0.173	78,632	79,897	81,532	83,786	86,407	89,036	91,522	93,964	96,464	99,103	101,868
0.8*Fmed	0.138	87,875	90,386	93,335	96,979	101,075	105,262	109,391	113,573	117,911	122,490	127,300
Frec25yr	0.154	83,647	85,574	87,902	90,887	94,281	97,724	101,066	104,410	107,860	111,497	115,310
F0	0.000	140,878	152,437	165,545	180,479	197,015	214,816	233,910	254,679	277,345	302,145	329,198
0.5Fcurrent	0.287	55,405	54,141	53,257	52,919	52,834	52,668	52,300	51,827	51,362	50,969	50,628
1.2Fcurrent	0.688	18,255	15,823	14,060	12,726	11,513	10,300	9,131	8,090	7,203	6,442	5,766

資源量												
管理基準	(完全加入)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Frec	0.064	163,869	168,799	174,199	179,564	184,581	189,195	193,556	197,852	202,082	206,195	210,117
0.8*Frec	0.052	175,180	181,821	188,985	196,146	203,000	209,485	215,741	221,945	228,075	234,074	239,865
Frec10yr	0.020	229,435	247,957	268,607	290,906	314,765	340,308	367,882	397,866	430,352	465,508	503,495
0.8*Frec10yr	0.016	232,384	251,497	272,825	295,891	320,615	347,128	375,790	406,998	440,855	477,548	517,252
Frec20yr	0.129	163,998	170,866	178,436	186,249	194,166	202,238	210,625	219,473	228,749	238,432	248,498
0.8*Frec20yr	0.103	177,142	186,109	195,988	206,302	216,909	227,863	239,345	251,528	264,390	277,925	292,125
Frec30yr	0.171	145,372	149,501	154,102	158,749	163,313	167,852	172,504	177,384	182,456	187,686	193,040
0.8*Frec30yr	0.136	160,547	166,886	173,878	181,071	188,325	195,694	203,331	211,377	219,797	228,568	237,661
0.9Fsus	0.236	120,871	121,867	123,151	124,346	125,352	126,241	127,134	128,118	129,158	130,214	131,255
0.8*0.9Fsus	0.189	137,992	141,119	144,648	148,168	151,557	154,876	158,258	161,809	165,492	169,270	173,109
Fsus	0.262	112,468	112,527	112,840	113,049	113,065	112,967	112,872	112,856	112,885	112,921	112,933
0.8*Fsus	0.210	130,043	132,145	134,589	136,977	139,199	141,321	143,468	145,738	148,094	150,498	152,917
Fcurrent	0.574	51,117	47,101	43,454	39,967	36,643	33,567	30,784	28,275	25,984	23,868	21,910
0.8*Fcurrent	0.459	67,479	63,982	60,778	57,617	54,477	51,454	48,626	46,009	43,556	41,228	39,006
Fmed	0.173	144,337	148,322	152,770	157,254	161,648	166,010	170,476	175,162	180,030	185,045	190,175
0.8*Fmed	0.138	159,611	165,809	172,647	179,674	186,752	193,933	201,372	209,206	217,400	225,930	234,768
Frec25yr	0.154	152,644	157,809	163,525	169,355	175,163	181,004	187,023	193,348	199,941	206,773	213,812
F0	0.000	244,661	266,289	290,514	316,877	345,331	376,046	409,446	446,007	485,889	529,356	576,665
0.5Fcurrent	0.287	105,195	104,504	104,049	103,490	102,748	101,907	101,078	100,332	99,634	98,945	98,239
1.2Fcurrent	0.688	39,189	35,148	31,529	28,161	25,062	22,298	19,874	17,746	15,851	14,146	12,614

7 2) Fを変化させた場合の漁獲量、親魚量、資源量の将来予測(続き: トン、2030~2040年度)

漁獲量												
管理基準	(完全加入)	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Frec	0.064	18,056	18,626	19,168	19,680	20,168	20,638	21,090	21,523	21,932	22,319	22,684
0.8*Frec	0.052	19,262	20,063	20,839	21,588	22,312	23,014	23,695	24,352	24,982	25,583	26,156
Frec10yr	0.020	5,036	5,446	5,890	6,371	6,891	7,453	8,061	8,718	9,429	10,198	11,030
0.8*Frec10yr	0.016	4,157	4,503	4,877	5,282	5,721	6,197	6,712	7,269	7,873	8,528	9,236
Frec20yr	0.129	14,326	14,929	15,558	16,215	16,898	17,610	18,352	19,125	19,931	20,771	21,646
0.8*Frec20yr	0.103	13,835	14,540	15,282	16,062	16,882	17,744	18,649	19,600	20,600	21,651	22,756
Frec30yr	0.171	14,097	14,497	14,909	15,334	15,771	16,219	16,680	17,154	17,642	18,143	18,659
0.8*Frec30yr	0.136	14,361	14,930	15,523	16,140	16,782	17,448	18,140	18,860	19,609	20,388	21,197
0.9Fsus	0.236	12,464	12,562	12,661	12,762	12,863	12,964	13,066	13,169	13,273	13,378	13,483
0.8*0.9Fsus	0.189	13,746	14,056	14,373	14,699	15,031	15,371	15,718	16,072	16,435	16,807	17,186
Fsus	0.262	11,635	11,635	11,636	11,636	11,637	11,637	11,636	11,636	11,636	11,636	11,636
0.8*Fsus	0.210	13,226	13,436	13,651	13,870	14,092	14,317	14,545	14,778	15,014	15,253	15,497
Fcurrent	0.574	3,855	3,539	3,249	2,983	2,738	2,514	2,308	2,119	1,945	1,786	1,640
0.8*Fcurrent	0.459	5,975	5,653	5,349	5,060	4,787	4,529	4,285	4,054	3,835	3,628	3,433
Fmed	0.173	14,056	14,443	14,843	15,254	15,676	16,109	16,553	17,010	17,480	17,964	18,460
0.8*Fmed	0.138	14,364	14,924	15,507	16,113	16,742	17,396	18,074	18,780	19,513	20,275	21,066
Frec25yr	0.154	14,305	14,789	15,292	15,812	16,350	16,905	17,478	18,072	18,685	19,320	19,976
F0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5Fcurrent	0.287	10,834	10,755	10,678	10,601	10,524	10,448	10,372	10,296	10,222	10,148	10,074
1.2Fcurrent	0.688	2,462	2,196	1,959	1,747	1,559	1,391	1,240	1,106	987	880	785

親魚量												
管理基準	(完全加入)	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Frec	0.064	113,365	115,133	116,752	118,270	119,727	121,131	122,467	123,718	124,883	125,972	126,996
0.8*Frec	0.052	130,893	133,579	136,100	138,495	140,798	143,014	145,129	147,129	149,013	150,789	152,467
Frec10yr	0.020	308,522	333,683	360,878	390,299	422,134	456,571	493,815	534,092	577,651	624,763	675,720
0.8*Frec10yr	0.016	317,888	344,300	372,891	403,865	437,428	473,786	513,164	555,808	601,994	652,018	706,201
Frec20yr	0.129	140,919	146,869	153,049	159,486	166,200	173,204	180,507	188,115	196,041	204,300	212,907
0.8*Frec20yr	0.103	168,630	177,244	186,277	195,768	205,751	216,251	227,288	238,886	251,073	263,881	277,343
Frec30yr	0.171	106,470	109,512	112,619	115,808	119,094	122,482	125,969	129,553	133,237	137,024	140,919
0.8*Frec30yr	0.136	134,114	139,452	144,980	150,724	156,702	162,924	169,397	176,125	183,117	190,386	197,943
0.9Fsus	0.236	69,380	69,942	70,487	71,030	71,583	72,149	72,722	73,299	73,877	74,458	75,044
0.8*0.9Fsus	0.189	94,338	96,483	98,656	100,871	103,142	105,472	107,858	110,297	112,788	115,333	117,937
Fsus	0.262	58,714	58,728	58,721	58,708	58,702	58,703	58,707	58,710	58,711	58,709	58,708
0.8*Fsus	0.210	82,203	83,531	84,858	86,200	87,570	88,969	90,394	91,841	93,307	94,796	96,308
Fcurrent	0.574	9,507	8,725	8,001	7,340	6,739	6,190	5,685	5,219	4,791	4,397	4,037
0.8*Fcurrent	0.459	18,036	17,066	16,135	15,256	14,431	13,656	12,923	12,227	11,567	10,942	10,351
Fmed	0.173	104,717	107,625	110,592	113,635	116,768	119,995	123,314	126,724	130,226	133,822	137,518
0.8*Fmed	0.138	132,304	137,481	142,840	148,403	154,189	160,209	166,468	172,968	179,719	186,733	194,021
Frec25yr	0.154	119,261	123,324	127,504	131,821	136,290	140,919	145,708	150,658	155,774	161,062	166,529
F0	0.000	358,640	390,671	425,547	463,551	504,965	550,085	599,233	652,764	711,075	774,597	843,796
0.5Fcurrent	0.287	50,295	49,943	49,574	49,201	48,838	48,485	48,138	47,792	47,445	47,100	46,757
1.2Fcurrent	0.688	5,149	4,588	4,086	3,643	3,251	2,902	2,590	2,310	2,060	1,837	1,639

資源量												
管理基準	(完全加入)	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Frec	0.064	213,822	217,329	220,670	223,861	226,901	229,780	232,495	235,051	237,458	239,727	241,863
0.8*Frec	0.052	245,416	250,739	255,857	260,779	265,500	270,006	274,292	278,362	282,223	285,883	289,347
Frec10yr	0.020	544,546	588,939	636,966	688,925	745,123	805,900	871,629	942,717	1,019,606	1,102,768	1,192,713
0.8*Frec10yr	0.016	560,220	606,753	657,167	711,784	770,943	835,012	904,400	979,553	1,060,954	1,149,121	1,244,615
Frec20yr	0.129	258,961	269,856	281,218	293,068	305,423	318,295	331,707	345,681	360,245	375,424	391,243
0.8*Frec20yr	0.103	307,020	322,667	339,120	356,424	374,614	393,730	413,817	434,927	457,115	480,437	504,949
Frec30yr	0.171	198,522	204,151	209,948	215,919	222,063	228,381	234,875	241,551	248,418	255,481	262,746
0.8*Frec30yr	0.136	247,089	256,883	267,073	277,677	288,707	300,172	312,089	324,478	337,359	350,752	364,678
0.9Fsus	0.236	132,282	133,312	134,356	135,417	136,490	137,570	138,655	139,747	140,847	141,958	143,078
0.8*0.9Fsus	0.189	177,010	180,993	185,073	189,253	193,532	197,906	202,376	206,944	211,616	216,395	221,282
Fsus	0.262	112,925	112,912	112,906	112,907	112,912	112,915	112,915	112,914	112,912	112,912	112,913
0.8*Fsus	0.210	155,351	157,817	160,330	162,891	165,498	168,144	170,829	173,555	176,325	179,141	182,002
Fcurrent	0.574	20,106	18,453	16,942	15,557	14,284	13,114	12,038	11,051	10,146	9,315	8,552
0.8*Fcurrent	0.459	36,893	34,894	33,011	31,233	29,552	27,959	26,450	25,022	23,672	22,396	21,188
Fmed	0.173	195,422	200,807	206,346	212,049	217,912	223,937	230,124	236,480	243,012	249,726	256,626
0.8*Fmed	0.138	243,924	253,430	263,314	273,593	284,278	295,378	306,908	318,886	331,332	344,265	357,703
Frec25yr	0.154	221,064	228,555	236,307	244,332	252,633	261,215	270,084	279,253	288,733	298,537	308,674
F0	0.000	628,162	684,256	745,377	811,973	884,520	963,541	1,049,617	1,143,381	1,245,524	1,356,794	1,478,004
0.5Fcurrent	0.287	97,518	96,798	96,090	95,395	94,708	94,024	93,341	92,663	91,990	91,322	90,661
1.2Fcurrent	0.688	11,245	10,029	8,947	7,984	7,123	6,353	5,667	5,055	4,509	4,023	3,588