

平成 20 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価

責任担当水研:北海道区水産研究所(森 賢、船本鉄一郎)

参 画 機 関:東北区水産研究所八戸支所、北海道立釧路水産試験場、北海道立栽培水産試験場、北海道立函館水産試験場、青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

スケトウダラ太平洋系群の資源量は、1981 年度(年度:4 月～翌年 3 月の漁期年)以降 92～140 万トンの範囲で比較的安定して推移していた。しかし、2002 年度以降は減少傾向にあり、2007 年度の資源量は 1981 年度以降最低の 82 万トンまで減少した。資源水準およびその動向を資源量で判定すると、それぞれ低位で減少傾向と判断された。一方、親魚量は 15～33 万トンの範囲で推移し、2007 年度の親魚量は前年並みの 24 万トンであり、1981～2006 年度までの平均 22 万トンをやや上回っていた。しかし、加入量(0 歳魚の資源尾数)は、1981 年度以降 6～54 億尾の範囲で激しく変動している。その中で加入量が 30 億尾を上回った年級群を卓越年級群とすると、1981、1991、1994 および 1995 年級群が卓越年級群となる。また、1982 および 2000 年級群も、それぞれ 29 および 28 億尾という高い加入量を示し、卓越年級群並みの年級群と考えられる。本系群の資源量は、主にこれら卓越年級群や豊度の高い 1982、2000 年級群が発生した後に増加している。よって、本系群に関しては、2000 年級群(資源量の主な増加をもたらした年級群の中で最少)以上の加入量が期待できる最低水準の親魚量を B_{limit} とし、親魚量を B_{limit} 以上に維持することを管理の目標とした。ただし、1996 年度以降の再生産成功率(RPS:加入量/親魚量)が低い値で推移しているため、この低い RPS が継続したとしても親魚量を B_{limit} 以上に維持できるような漁獲量を ABC とし、資源量の増大を計る F_{med} 、親魚量を維持する F_{sus} 、そして現状の漁獲圧を 1 割低減し B_{limit} の維持を図る $F_{29\%SPR}$ による漁獲量を算定した。

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		評価		2009 年 ABC
			5 年後 (80%区間)	5 年平均	B_{limit} を維持 (5 年間)	B_{limit} を維持 (10 年間)	
資源量の増大 * (F_{med})	0.54 ($0.65F_{current}$)	13%	81 千トン ～ 119 千トン	95 千トン	100%	98%	92 千トン
現状の親魚量の維持* (F_{sus})	0.72 ($0.85F_{current}$)	16%	84 千トン ～ 126 千トン	108 千トン	70%	51%	117 千トン
現状の漁獲圧を低減し B_{limit} の維持を図る* ($F_{29\%SPR}$)	0.76 ($0.90F_{current}$)	17%	84 千トン ～ 129 千トン	111 千トン	52%	36%	122 千トン
							2009 年算 定漁獲量
現状の漁獲圧の維持 ($F_{current}$)	0.84 ($1.00F_{current}$)	19%	84 千トン ～ 130 千トン	115 千トン	27%	11%	133 千トン

コメント

- ・近年の加入量水準は大きく変動しており、1996 年以降の再生産成功率も以前の水準に比べ低い
- ・当評価群の資源を支えていると考えられる卓越年級群や、それに準ずる高い豊度の年級群の発生は、2001 年度以降確認されていない
- ・中期的管理方針では「近年の海洋環境等が資源の増大に好適な状態にあるとは認められない。このため、太平洋系群については、資源の回復を基本方向としつつも、回復のための措置が関係漁業者の経営に大きな影響をあたえる場合には資源水準を維持する等回復のスピードに十分配慮して、管理を行うものとする。」とされており、当方針に合致するのは*である。
- ・近年の親魚水準は 1996 年度以降の平均水準を維持していると推定されるが、再生産成功率が低下していることから、現在の漁獲圧をやや下げる必要がある

$F_{current}$ (現状の漁獲圧) は、2003～2007 年度の 8 歳以上をまとめたプラスグループの値の平均値を用いた。漁獲割合は漁獲量／資源量。ABC 並びに算定漁獲量は不確実性が特に高い最近年(2007 年度)を除く近年(1996～2006 年度)の再生産成功率(RPS)の平均値のもとで算定。将来漁獲量並びに評価値は、同期間の再生産成功率(RPS)値から、ランダムサンプリングするシミュレーション(1000 回試行)により算定。将来漁獲量の 5 年後は 2013 年度、5 年平均は 2009～2013 年度、評価の 5 年間は 2009～2013 年度、10 年は 2009～2019 年度を示す。

年度	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F 値	漁獲割合
2006	942	143	1.05	15%
2007	821	152	0.90	19%
2008	768	—	—	—

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1982 年水準(154 千トン)	これ以上に親魚量を維持すると、2000 年級群以上の加入量が期待できる。
2007 年	親魚量	1981 年以降の平均水準 (243 千トン)	

水準:低位 動向:減少

本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
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 北海道水産現勢(北海道) 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報(水産庁、水研セ) 太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料(水研セ) 月別体長組成調査(水研セ、北海道～茨城県(6 道県)) 体長－体重調査・体長－年齢測定調査(水研セ、北海道～茨城県(6 道県))
資源量指数 ・加入量指数 ・産卵量 ・当歳魚分布豊度	資源量直接推定調査(水研セ)・・・計量魚探、トロール 卵採集調査(水研セ)・・・ノルパックネット 魚群分布調査(水研セ)・・・計量魚探、フレームトロール、桁網 新規加入量調査(水研セ、北海道～福島県(4 道県))・・・計量魚探、トロール
自然死亡係数(M)	3 歳以上は年当たり 0.25 を仮定(Widrig(1954)の方法)。2 歳は 0.3、1 歳は 0.35、0 歳は 0.4 を仮定
2008 年加入量	資源量直接推定調査(水研セ)・・・計量魚探、トロール
漁獲努力量指数	北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報(水研セ)

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り、2007 年の漁獲量は 21.6 万トン(平成 19 年漁業・養殖業生産統計)であった。ロシア(旧ソ連)の排他的経済水域設定までは、北方四島周辺水域、オホーツク海およびサハリン沿岸などにも漁場が存在し、漁獲量も多かったが、現在は北海道周辺海域での操業が主体である。

北海道周辺海域では、スケトウダラは4つの資源評価群に区分されている。太平洋系群は最も大きな資源であり、2007年度の漁獲量(15.2万トン)は、4資源評価群全体の漁獲量(2007年度、20.2万トン)の75%を占めた。

なお、本系群の漁獲量は、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。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、常磐から北方四島にかけての太平洋岸に分布している(図1、2)。主産卵場は噴火湾周辺海域であるが(Nishimura et al. 2002)、金華山周辺海域、道東海域および択捉島周辺海域にも産卵場が存在する(児玉ほか 1988; Tsuji 1989; 濱津・八吹 1995)。

近年の主産卵場である噴火湾周辺海域で発生した卵は、主に噴火湾内へ輸送され仔魚期を過ごす(Nakatani 1988)、稚魚になると多くの個体は道東海域へ移動すると想定されている(本田ほか 2003; Honda et al. 2004)。また、これら道東海域で未成魚期を過ごした個体の多くは、成熟すると噴火湾周辺海域へ産卵回遊し、産卵が終了すると再び道東海域へ索餌回遊する。そして、その後もこの道東海域と噴火湾周辺海域の間の季節回遊を繰り返す。なお、東北太平洋海域に分布する若齢魚の多くも、噴火湾周辺海域で発生した個体と考えられている(小林 1985; 金丸 1989)。

(2) 年齢・成長

各年齢における体長(起算日である4月1日の体長:八吹 未発表)と、年齢別平均体重(年度平均)の直近5年平均(2003～2007年度平均)を下表と図3に示す。

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8
尾叉長(cm)		18	27	34	39	44	47	50	52
体重(g)	40	111	222	364	460	521	595	652	735*

*8歳以上をまとめたプラスグループの値。

寿命については明らかとなっていない。漁獲物中に占める10歳以上の個体の割合は低い、道東海域の漁獲物には稀に20歳を越える個体が含まれている(八吹 未発表)。なお、ベーリング海での最高齢は28歳が報告されている(Beamish and McFarlane 1995)。

(3) 成熟・産卵

成熟は3歳で開始され、4歳で大部分の個体が成熟する(図4)。また、主産卵場である噴火湾周辺海域における産卵期は12～3月で、産卵盛期は1～2月である(前田ほか 1981; 尹 1981)。

(4) 被捕食関係

主要な餌生物は、オキアミ類や橈脚類をはじめとする浮遊性甲殻類であるが、小型魚類、イカ類、底生甲殻類および環形動物なども捕食している(前田ほか 1983; Yamamura et al. 2002)。

一方、道東海域における主要な捕食者は、マダラ、アブラガレイ、オクカジカであるが、大型魚による共食いも行われている(Yamamura et al. 2001; Yamamura 2004)。また、海獣類の餌生物としても重要である(Tamura and Fujise 2002)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は、沖合底びき網漁業(以下、沖底)や、刺し網および定置網漁業などの沿岸漁業によって漁獲されている。主漁期は9～3月で、主漁場は三陸地方(0～2歳魚〔未成魚〕主体)、渡島～胆振地方(4～7歳魚〔産卵親魚〕主体)および十勝～釧路地方(2～4歳魚主体)の沿岸である(図 2)。なお、豊度の高い年級群が発生すると、各地における漁獲物の年齢組成がその影響を受ける。

(2) 漁獲量の推移

太平洋系群の漁獲量を表 1 と図 5 に示す。漁獲量は、1980 年代までは 20 万トン台で増減を繰り返していたが、1990 年代以降になると、後述する卓越年級群(1991、1994 および 1995 年級群)や、豊度の高い 2000 年級群が発生した後に増加している。2004 年度には、2000 年級群により漁獲量は 18.1 万トンに達したが、その後は 2 年連続で減少した。2007 年度の漁獲量は前年をやや上回る 15.2 万トンであった。ただし、2007 年度には一部海域で TAC 数量消化に伴う休漁措置等が行われている。

日本漁船による漁獲量は、系群全体の漁獲量とほぼ同様の変動傾向にある。一方、韓国漁船による漁獲量は、韓国からの報告によれば、1987～1999 年度にかけて 0.9～7.5 万トンの範囲で推移した。なお、韓国漁船による操業は、新日韓漁業協定に基づき 1999 年で終了した。

1980 年代の中頃まで主漁場の一つであった北方四島水域における漁獲量は、ロシアによる漁業規制の強化にともなって、1990 年度以降 3 千トン未満で推移している。2007 年度の漁獲量は 2.3 千トンであった。

(3) 主要漁業の漁獲努力量と F の推移

北海道根拠の沖底の努力量を表 2 と図 6 に示す。網数は、海域・漁法を問わず、1980 年代以降全体的に漸減傾向にある。その中で、道東海域のかけまわしの網数は、近年も減少が続けていたが、2003 年度以降は横ばい傾向にあり、2007 年度の網数は 7.4 千網であった。一方、襟裳以西海域のかけまわしおよび道東海域のオッターロールの網数は、2000 年代以降横ばい傾向にあり、2007 年度の網数は、それぞれ 4.8 千網および 4.6 千網であった。

全海域を合わせた標準化網数も、1980 年代以降全体的に減少傾向にある。その中で、近年

は横ばい傾向にあり、2007 年度の標準化網数は 21.8 千網であった。なお、標準化網数とは、オッタートロールの網数をかけまわしの網数に換算したものに、かけまわしの網数を足し合わせたものである。

各年齢の資源尾数で重み付けした漁獲係数(F)の加重平均は、1980 年代以降全体的に漸減傾向にある(表 4、図 7)。その中で、1990 年代以降は、後述する卓越年級群(1991、1994 および 1995 年級群)や、豊度の高い 2000 年級群が発生した後に増加している。2007 年度の F は、2006 年度よりもやや高い 0.15 であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

Pope(1972)の近似式を用いたチューニング VPA により資源量を推定した(補足資料 1、2)。チューニング指数としては、スケトウダラ音響調査(補足資料 4)により推定した道東海域における 1 歳魚の現存量と、北海道根拠の沖底の年齢別 CPUE(2 歳以上:全海域を合わせた標準化網数より算出、補足資料 2)を用いた。なお、2007 年級群の 0 歳魚の資源尾数については、道東海域における 1 歳魚の現存量とチューニング VPA により推定された 1 歳魚の資源尾数との関係式(補足資料 4)から、まず 1 歳魚の資源尾数を算出し、さらにその値を基に、VPA の後退法により求めた。

(2) 資源量指標値の推移

北海道根拠の沖底の CPUE は、海域・漁法を問わず、1990 年代前半までは比較的安定して推移していたが、1990 年代後半以降になると、後述する卓越年級群(1994 および 1995 年級群)や、豊度の高い 2000 年級群が発生した後に顕著に増加している(表 3、図 8)。2007 年度の襟裳以西海域のかけまわしの CPUE は 2006 年度より増加し、5.6 トン/網であった。道東海域では漁法により傾向が異なり、オッタートロールの CPUE は 2006 年度を上回る 7.4 トン/網であったが、かけまわしの CPUE は 2006 年度をやや下回る 2.6 トン/網であった。

全海域を合わせた標準化 CPUE(標準化網数より算出)にも、1980 年代以降同様の変動傾向が認められる。2007 年度の標準化 CPUE は、2006 年度よりも若干高い 3.8 トン/網であった。

スケトウダラ音響調査によって推定した、北海道太平洋海域(渡島半島東部～根室半島)における若齢魚の現存量を下表と図 9 に示す。なお、調査の詳細については補足資料 3 を参照されたい。2000 年級群については、10 億尾を上回る 1 歳魚が観察されたが、2001 年級群以降については 2000 年級群並みの豊度に達する 1 歳魚は観察されていない。なお、2007 年級群の 1 歳魚の現存量は、2000 年級群以降最低の 0.5 億尾であった。

年級	現存量(百万尾)	
	1歳魚	2歳魚
1999	-	28.0
2000	1445.1	-
2001	-	313.5
2002	222.0	51.7
2003	318.4	400.2
2004	77.2	68.3
2005	275.9	240.6
2006	131.6	60.5
2007	50.0	-

(3) 漁獲物の年齢組成

1980 年代には 0、1 歳魚の漁獲が目立ったが、1990 年代以降はそれらの漁獲は少ない(図 10)。これら 0、1 歳魚のほとんどは、東北太平洋岸で漁獲されており、それらの漁獲尾数と、主に北海道太平洋岸で漁獲されるそれ以降の年齢群の漁獲尾数との間には、明瞭な関係は認められない。年齢群豊度に応じた漁獲パターンを示すようになるのは、概ね 2 歳魚以上と考えられる。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

加入量(0 歳魚の資源尾数)は、1981 年度以降 6～54 億尾の範囲で激しく変動している(表 4、図 11)。その中で、加入量が 30 億尾を上回った年齢群を卓越年齢群とすると、1981、1991、1994 および 1995 年級群が卓越年齢群となる。また、1982 および 2000 年級群も、それぞれ 29 および 28 億尾という高い加入量を示し、卓越年齢群並みの豊度の高い年齢群と考えられる。1996 年度以降は、2000 年級群を除き、25 億尾を超える加入はなく、その中では 2003 年級群(21.5 億尾)、2005 年級群(22.4 億尾)の豊度が高かった。しかし、2004 年級群(6.3 億尾)、2006 年級群(9.7 億尾)の豊度は低く、2007 年級群も 5.5 億尾と 1981 年度以降の最低値と推定された。ただし、0、1 歳魚は年齢豊度に関する情報が少ないので、今後の推移に注意する必要がある。なお、前年度の評価では 2005 年級群の加入量を 15.2 億尾と推定していたが、本年度の評価では 22.4 億尾と大きく上方修正された。当年級群は 2007 年度に 2 歳になってから漁獲が急増し、その結果、本年度の資源解析で加入時点での資源尾数が上方修正されたものである。なお、当年級群は 1 歳時点において北方 4 島周辺海域に高密度で分布していたことが、ロシア側の資料で確認されている(水戸 2007)。

資源尾数は、1981 年度以降 41～94 億尾の範囲で推移している(図 12)。その中で、卓越年齢群である 1991、1994 および 1995 年級群や、豊度の高い 2000 年級群が発生した年度に、前年度よりも 10～30 億尾程度増加している。2007 年度の資源尾数は、2006 年度を下回り、1981 年以降最低の 32.5 億尾であった。

資源量は、1981 年度以降 92～140 万トンの範囲で比較的安定して推移している(図 13)。そ

の中で、主に卓越年級群である 1981、1991、1994 および 1995 年級群や、豊度の高い 1982 および 2000 年級群が発生した後に増加している。しかし、2002 年度以降は現在まで減少傾向にあり、2007 年度の資源量は、1981 年度以降最低の 82.1 万トンであった。

資源量及び漁獲割合の変化を図 14 に示す。漁獲割合は近年 10～24%の範囲で変化していたが、2004 年度以降は年変化が小さく、ほぼ横ばい傾向を示していた。2007 年度の漁獲割合は、前年をやや上回る 19%であった。

親魚量に関しては、産卵期が年度の最後にあることと、VPA の 1 年が産卵終了直後の 4 月から始まることから、ある年度の初期資源尾数(前年度の生き残り)の内、成熟しているものをその年度の年級群を生み出した親魚量とみなしている。つまり、2007 年度親魚量とは 2006 年度漁期終了近くの産卵時の親魚量であり、2007 年の加入を産んだ親魚量の事を表している。親魚量は、1981 年度以降 15～33 万トンの範囲で比較的安定して推移している(表 4、図 11)。その中で、主に卓越年級群である 1981、1991、1994 および 1995 年級群や、豊度の高い 1982 および 2000 年級群の成熟に伴い増加している。2005 年度には、前述の 2000 年級群の成熟により、親魚量は 24.6 万トンに増加した。以降はほぼ横ばい傾向で推移し、2007 年度も前年並みの 24.3 万トンであり、1981 以降の平均値(22.3 万トン)をやや上回る水準であった。

なお、自然死亡係数(M)の値が資源計算に与える影響をみるために、3 歳以上の M である 0.25 を±0.05 変化させた場合の、2007 年度の資源量と親魚量を算出した(図 15)。なお、2 歳以下の M についても連動させて変化させた。2007 年度の資源量および親魚量は、ともに M が大きくなると増加し、M が小さくなると減少した。

資源量と F の関係を図 16 に示す。両者の間に相関関係は認められない。

(5) 資源の水準・動向

スケトウダラ太平洋系群の資源水準・動向の判定には資源量を用いた。1981～2007 年度の 27 年間における資源量の最高・最低値は、それぞれ 1983 年度の 140 万トンと 2007 年度の 82 万トンであり、この最高値と最低値の間を 3 等分し、それぞれ高・中・低位水準とした(図 17)。資源水準は卓越年級である 1994、95 年級群により 2001、2002 年度に中位となったが、後続年級群の豊度が低かったため 2003、2004 年度には低位に減少し、2005 年度に 2003 年級群により一時的に中位に回復したが、これ以降再び低位で推移している。なお資源動向に関しては、2003～2007 年度の資源量の推移から、減少傾向と判断した。

ただし、後述する Blimit との比較基準である 2007 年度の親魚量は、Blimit より 9 万トン大きい 24.3 万トンであり、1981 年以降の平均をやや上回る水準で推移している(図 11)。

(6) 再生産関係

親魚量と加入量の関係を図 18 に示すが、両者の間に特定の関係は見られない。一方、1981 年度以降のすべての加入量は、漁獲を行わない $F=0$ (年齢別平均体重は 2003～2007 年度の平均)の直線よりも上側にある。したがって、本系群は理論上、資源管理によって常に親魚量が増加し得る資源と考えられる。

(7) Blimit の設定

資源の回復措置をとる閾値(Blimit)は、過去に 2000 年級群(資源量の主な増加をもたらした年級群の中で最少)以上の加入量が認められた最低水準の親魚量(1982 年度水準の 15.4 万トン:過去最低の親魚量)とした(表 4、図 18)。ここで、この Blimit はこの水準以上に親魚量を維持している場合に、2000 年級群以上の加入量が期待できる親魚量と考えられる。なお、2007 年度の親魚量である 24.3 万トンは、Blimit よりも 9 万トン高い値である。

(8) 今後の加入量の見積もり

①再生産成功率の推移

1981 年以降の再生産成功率(RPS:加入量/親魚量)の経年変化を図 19 に示した。再生産成功率は 1981 年度以降 0.002~0.025 尾/g の範囲で増減を繰り返していた。しかし、1995 年度以前の平均が 0.013 尾/g であるのに対して、1996 年度以降の平均は 0.006 尾/g であり、約 50% の水準に低下している。また、1995 年度以前では見られた 0.02 尾/g を超える高い値も観察されていない。近年では 2003、2005 年度に比較的高い値を示していたが、2007 年度は前年度を下回る 0.002 尾/g まで減少した。

②資源と海洋環境の関係

本系群の加入量決定機構と海洋環境の関係については、近年いくつかの報告がなされている。Funamoto (2007)および船本ほか(2007)は、モデルを用いて本系群の加入量と分布域の表面水温との関係を調べ、本系群の加入量は 2 月の北海道太平洋岸の水温が高い年に増加することを示した。この原因に関しては未だ不明であるが、水温が高い年には、i) 仔魚の成長速度が速い、ii) 沿岸親潮の勢力が弱く、噴火湾周辺で産卵された卵や仔魚の内、より多くのものが噴火湾内へ輸送される、iii) 仔魚の餌量が多い、などの理由によって、卵や仔稚魚期の生き残りが良くなる可能性が示唆されている。また、Shida et al. (2007)は、本系群の加入量が 1980 年代には比較的安定して推移していたのに対し、1990 年代には変動が激しかったことに注目し、両年代では本系群の主要な加入ルートが異なっていたと推測している。すなわち、親潮の勢力が強かった 1980 年代には、噴火湾周辺で産卵された卵や仔稚魚の多くが東北海域に輸送され、そこで若齢期を過ごしたのに対し(噴火湾―東北海域ルート)、親潮の勢力が弱かった 1990 年代には、噴火湾周辺で産卵された卵や仔魚の多くが噴火湾内へ輸送され、その後道東海域へ移動してそこで若齢期を過ごしたと推測している(噴火湾―道東海域ルート)。このことは、本系群の加入ルートが海洋環境によって柔軟に変化することを示唆しており、これが本系群の資源量が比較的安定して推移していることに寄与していると推察される。なお、本系群の加入量決定機構と海洋環境の関係については、資源動向要因分析調査において引き続き検討されている。

③今後の加入量の仮定

1996 年度以降の再生産成功率は、それ以前とは異なり、おおむね 0.01 以下の低い値で推移していることから、以下の ABC 算定にあたっては、1996 年度以降の RPS を適用した。しかし、2007 年度の RPS の推定に用いた 2007 年度加入量の推定精度は低いことから、今後の将来予

測等の計算には 1996～2006 年度の平均値 (0.006 尾/g) を用いた。

(9) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

F と YPR および %SPR の関係を図 20 に示す (YPR と SPR を求める際の年齢別平均体重と年齢別選択率は 2003～2007 年度の平均)。現状の F ($F_{current}$) を 2003～2007 年度の平均とすると、 $F_{current}$ は近年 (不確実性の高い 2007 年度を除いた 1996～2006 年度) の RPS の中央値に対応して資源維持を図る F_{med} や、持続的利用の指標となる $F_{30\%SPR}$ よりは高くなっていたが、 $F_{20\%SPR}$ より低い値であった。

5. 2009 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

近年の加入量は年変化が大きく、最近年の資源を構成する年級群では、2003、05 年級群の豊度が比較的高く、2004、06、07 年級群は低い水準となっている。2001 年級群以降、卓越年級やそれに準じた高い豊度の年級は出現していないため、資源量は 2002 年度以降緩やかに減少し、資源水準は低位、動向は減少傾向と判断された。一方で、親魚量は 1981 年度以降の平均水準で安定して推移し、2008 年度親魚量 (24.0 万トン) も B_{limit} (15.4 万トン) を大きく上回っている。今後、環境変化による大幅な加入の減少などがなければ、漁獲圧を調節して親魚量を B_{limit} 以上に保ち、卓越年級およびこれに準ずる豊度の高い年級群の加入が期待できる状態に資源を管理することで、資源は持続的に利用できると考えられる。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2009 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

ABC 算定のための基本規則の 1- 1)-(1) (使用する情報: 親魚量と再生産関係、資源状態: $B \geq B_{limit}$) を適用した。親魚量は B_{limit} を上回っているため、 B_{limit} の維持を管理の評価で用いている。ただし、資源水準が低位であることから資源量 (親魚量) を増大する漁獲シナリオも提示した。2009 年の ABC 算定には、再生産関係から導かれる基準値である F_{med} と F_{sus} 、および現状の漁獲圧を 1 割低減することにより B_{limit} を 10 年間維持できる F 値である $F_{29\%SPR}$ ($0.9F_{current}$) を選択し、それぞれ算定した (下表)。また、 $F_{current}$ を基準として、 $0.6F_{current}$ ～ $1.4F_{current}$ の範囲で変化させた場合の、漁獲量、資源量および親魚量も下表に示した。

将来予測では、2008 年度以降の再生産成功率を 1996～2006 年度の平均値 (0.006 尾/g) とし、年齢別平均体重には 2003～2007 年度の平均値を用いた。なお、2008 年度の漁獲係数は 2003～2007 年の平均とした。推定結果を下表、および図 21 に示す。

各漁獲シナリオに対応した漁獲量と資源量の将来予定表

漁獲シナリオ		漁獲量(千トン)						
	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
資源量の増大	Fmed (F=0.54)	152	142	92	92	93	97	99
現状の親魚量の維持	Fsus (F=0.72)	152	142	117	108	104	106	106
現状の漁獲圧を低減しBlimitの維持を図る	F29%SPR (F=0.76)	152	142	122	111	106	107	107
		資源量(千トン)						
	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
資源量の増大	Fmed (F=0.54)	821	768	716	734	774	809	838
現状の親魚量の維持	Fsus (F=0.72)	821	768	716	704	718	727	725
現状の漁獲圧を低減しBlimitの維持を図る	F29%SPR (F=0.76)	821	768	716	697	706	709	702
		親魚量(千トン)						
	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
資源量の増大	Fmed (F=0.54)	243	240	205	246	222	202	223
現状の親魚量の維持	Fsus (F=0.72)	243	240	205	227	191	167	185
現状の漁獲圧を低減しBlimitの維持を図る	F29%SPR (F=0.76)	243	240	205	223	185	160	177

漁獲量(千トン)

F	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.50	0.6Fcurrent	152	142	87	87	89	94	97
0.59	0.7Fcurrent	152	142	99	96	96	100	101
0.67	0.8Fcurrent	152	142	111	104	102	104	104
0.76	0.9Fcurrent	152	142	122	111	106	107	107
0.84	Fcurrent	152	142	133	117	110	109	108
0.92	1.1Fcurrent	152	142	144	122	112	111	109
1.01	1.2Fcurrent	152	142	154	126	115	113	109
1.09	1.3Fcurrent	152	142	163	130	117	114	110
1.18	1.4Fcurrent	152	142	173	133	118	114	109

資源量(千トン)

F	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.50	0.6Fcurrent	821	768	716	741	788	830	866
0.59	0.7Fcurrent	821	768	716	726	759	785	805
0.67	0.8Fcurrent	821	768	716	711	731	745	751
0.76	0.9Fcurrent	821	768	716	697	706	709	702
0.84	Fcurrent	821	768	716	684	683	676	658
0.92	1.1Fcurrent	821	768	716	671	661	645	618
1.01	1.2Fcurrent	821	768	716	659	640	617	582
1.09	1.3Fcurrent	821	768	716	647	621	591	549
1.18	1.4Fcurrent	821	768	716	635	603	567	519

親魚量(千トン)

F	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.50	0.6Fcurrent	243	240	205	251	229	211	234
0.59	0.7Fcurrent	243	240	205	241	213	192	212
0.67	0.8Fcurrent	243	240	205	232	198	175	193
0.76	0.9Fcurrent	243	240	205	223	185	160	177
0.84	Fcurrent	243	240	205	215	173	147	163
0.92	1.1Fcurrent	243	240	205	207	161	135	150
1.01	1.2Fcurrent	243	240	205	199	151	124	139
1.09	1.3Fcurrent	243	240	205	192	141	115	129
1.18	1.4Fcurrent	243	240	205	185	133	107	121

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

RPS の変動が、漁獲量と親魚量の動向に与える影響を見るために、1996～2006 年度の RPS が 2008 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で、2009 年度以降の F を前述の 3 通りのシナリオとその予防的処置および Fcurrent (2003～2007 年度) の計 7 パターンでシミュレーションを行い(2008 年度の F は常に Fcurrent)、2008 年度以降の漁獲量と親魚量を予測した。1000 回試行した結果を下表に示す。また、前述の予防的処置の F を除き、代わりに 1.1Fcurrent および 1.4Fcurrent を加えた解析結果を図 22 に示した。

Fcurrent で漁獲した場合、親魚量の平均値は 2008 年度以降緩やかに減少し、2012 年度で

Blimit を下回り、その後回復するものの、2017 年度より再び Blimit を下回った。その結果、今後 5 年間または 10 年に親魚量が常に Blimit を上回る率は、それぞれ 27%および 11%にとどまった。ABC である Fmed、Fsus で漁獲した場合は、親魚量の平均値は 2012 年度まで減少傾向が続くが、その後は緩やかに増加し、いずれも Blimit を上回る水準で推移していた。ABC の中で最も F 値が高い F29%SPR での漁獲の場合、今後 5 年間または 10 年に親魚量が常に Blimit を上回る率は、それぞれ 52%および 36%であった。

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 (Fcurrent との 比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2009 年 ABC
			5 年後 (80%区間)	5 年平均	Blimit を 維持 (5年間)	Blimit を維 持 (10 年間)	
資源量の増大 * (Fmed)	0.54 (0.65Fcurrent)	13%	81 千トン ～ 119 千トン	95 千トン	100%	98%	92 千トン
資源量の増大 (Fmed) に予防的処置 (0.8Fmed)	0.43 (0.52Fcurrent)	11%	77 千トン ～ 108 千トン	84 千トン	100%	100%	76 千トン
現状の親魚量 の維持* (Fsus)	0.72 (0.85Fcurrent)	16%	84 千トン ～ 126 千トン	108 千トン	70%	51%	117 千トン
現状の親魚量 の維持 (Fsus) に予防的処置 (0.8Fsus)	0.57 (0.68Fcurrent)	14%	81 千トン ～ 120 千トン	97 千トン	99%	96%	97 千トン
現状の漁獲圧 を低減し Blimit の維持 を図る* (F29%SPR)	0.76 (0.90Fcurrent)	17%	84 千トン ～ 129 千トン	111 千トン	52%	36%	122 千トン
現状の漁獲圧 を低減し Blimit の維持 を図る (F29%SPR) に予防的処置 (0.8F29%SPR)	0.60 (0.72Fcurrent)	14%	83 千トン ～ 124 千トン	102 千トン	95%	90%	102 千トン
							2009 年算 定漁獲量
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	0.84 (Fcurrent)	19%	84 千トン ～ 130 千トン	115 千トン	27%	11%	133 千トン

コメント

- ・近年の加入量水準は大きく変動しており、1996 年以降の再生産成功率も以前の水準に比べ低い
- ・当評価群の資源を支えていると考えられる卓越年級群や、それに準ずる高い豊度の年級群の発生は、2001 年度以降確認されていない
- ・中期的管理方針では「近年の海洋環境等が資源の増大に好適な状態にあるとは認められない。このため、太平洋系群については、資源の回復を基本方向としつつも、回復のための措置が関係漁業者の経営に大きな影響をあたえる場合には資源水準を維持する等回復のスピードに十分配慮して、管理を行うものとする。」とされており、当方針に合致するのは*である。
- ・近年の親魚水準は 1996 年度以降の平均水準を維持していると推定されるが、再生産成功率が低下していることから、現在の漁獲圧をやや下げる必要がある

Fcurrent (現状の漁獲圧) は、2003～2007 年度の 8 歳以上をまとめたプラスグループの値の平均値を用いた。漁獲割合は漁獲量／推定資源量。ABC 並びに算定漁獲量は不確実性が特に高い最近年(2007 年度)を除く近年(1996～2006 年度)の再生産成功率(RPS)の平均値のもとで算定。将来漁獲量並びに評価値は、同期間の再生産成功率(RPS) 値から、ランダムサンプリングするシミュレーション(1000 回試行)により算定。将来漁獲量の 5 年後は 2013 年度、5 年平均は 2009～2013 年度、評価の 5 年間は 2009～2013 年度、10 年は 2009～2019 年度を示す。

(4)ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2007 年(当初)	Fsim	716	96	79	
2007 年(2007 年再評価)	Fsim	728	110	91	
2007 年(2008 年再評価)	Fsim	821	127	105	152
2008 年(当初)	Fsim	715	106	87	
2008 年(2008 年再評価)	Fsim	768	130	108	

2007 年(当初)は 18 年度報告に記載。2007 年(2007 年再評価)並びに 2008 年(当初)は 19 年度報告記載。なお、当系群は年度(4 月～翌年 3 月)評価。

2007 年(2008 年再評価)は、今年度再計算結果の得られた 2007 年の資源尾数、漁獲係数と 2007 年の年齢別体重により算定した。2007 年度以降の RPS は 1996～2006 年の平均値、年齢別体重は 2003～2007 年の平均値により算定した。

2008 年(2008 年再評価)は、今年度再計算結果の得られた 2007 年の資源尾数、漁獲係数と漁獲尾数により算定した。2007 年度以降の RPS は 1996～2006 年の平均値、年齢別体重は 2003～2007 年の平均値により算定した。

2007 年および 2008 年の資源量は、いずれの再評価でも資源尾数が増大している。これは主として 2003、2005 年級群の加入尾数の再推定値が増加していることによる。

6. ABC 以外の管理方策への提言

近年、スケトウダラ音響調査により、道東海域では主要な漁獲対象となる前の1歳魚の現存量が推定可能となっている。このため、今後は、卓越年級群の発生を早期に把握し、それらを有効利用するような管理を行える可能性がある。

ABC は、資源の年齢構成に応じて算定されるため、同じ ABC の値であっても、想定している漁獲が若齢魚主体の場合や、高齢魚主体の場合などが存在する。実際の漁獲がこの想定と大きく異なった場合、ABC 算定の際の将来予測と違った結果となり、資源管理に支障をきたす恐れがある。そのため、算定された ABC の中身(漁獲物の年齢構成など)に応じて、漁業・海域別に適切に配分された TAC を設定する必要がある。ちなみに、2009 年度の ABC (ここでは F_{sus}) で想定している年齢別の漁獲尾数および漁獲重量を以下に示す。

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+*	合計
漁獲尾数 (百万尾)	24.4	12.7	10.6	33.1	80.7	19.2	50.1	22.6	11.4	265.0
漁獲重量 (千トン)	1.0	1.4	2.4	12.1	37.1	10.0	29.8	14.8	8.4	116.9

*8歳以上をまとめたプラスグループ。

北海道では未成魚保護のため、資源管理協定に基づく体長制限(体長 30cm または全長 34cm)が実施されている。制限体長未満の個体が漁獲物の 20%を超える場合には、漁場移動などの措置を講じることとなっている。

7. 引用文献

- Beamish, R.J. and G.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.
- Funamoto, T. (2007) Temperature-dependent stock-recruitment model for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr., 16, 515-525.
- 船本鉄一郎・本田聡・八吹圭三(2007)スケトウダラ太平洋系群および日本海北部系群の資源変動について. 水産資源管理談話会報, 40, 25-37.
- 濱津友紀・八吹圭三(1995)北海道東部太平洋沿岸に分布するスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の産卵回遊と産卵場. 北海道区水産研究所研究報告, 59, 31-41.
- 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.
- Honda, S., T. Oshima, A. Nishimura and T. Hattori (2004) Movement of juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, from a spawning ground to a nursery ground along the Pacific coast of Hokkaido, Japan. Fish. Oceanogr., 13(Suppl. 1), 84-98.
- 本田聡・志田修・山村織生(2003)沿岸親潮域のスケトウダラとその生活史. 沿岸海洋研究, 41, 41-49.

- 金丸信一 (1989) スケトウダラ東北海区群と北海道近海群の関係. 漁業資源研究会議 北日本底魚部会報, 22, 39-54.
- 小林時正 (1985) I-2 スケトウダラ漁業とその資源の利用. 漁業資源研究会議報, 24, 47-62.
- 児玉純一・永島宏・小林徳光 (1988) 金華山周辺海域に生息するスケトウダラ資源について. 第 9 回東北海区底魚研究チーム会議会議報告, 24-31.
- 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1981) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活年周期. 日水誌, 47, 741-746.
- 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1983) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活期別生態について. 日水誌, 49, 577-585.
- 水戸啓一 (2007) 日ロ浮魚・底魚類 (総説). 平成 19 年度国際漁業資源の現況 (<http://kokushi.job.affrc.go.jp/genkyo-H19.html>), 水産庁・水研セ, 62.
- Nakatani, T. (1988) Studies on the early life history of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in Funka Bay and vicinity, Hokkaido. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 35, 1-46.
- Nishimura, A., T. Hamatsu, K. Yabuki and O. Shida (2002) Recruitment fluctuations and biological response of walleye pollock in the Pacific coast of Hokkaido. Fish. Sci., 68(Suppl.), 206-209.
- 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.
- Shida, O., T. Hamatsu, A. Nishimura, A. Suzaki, J. Yamamoto, K. Miyashita and Y. Sakurai (2007) Interannual fluctuations in recruitment of walleye pollock in the Oyashio region related to environmental changes. Deep-Sea Res. II, 54, 2822-2831.
- Tamura, T. and Y. Fujise (2002) Geographical and seasonal changes of the prey species of minke whale in the Northwestern Pacific. ICES J. Mar. Sci., 59, 516-528.
- Tsuji, S. (1989) Alaska pollock population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters, I : Japanese fisheries and population studies. Mar. Behav. Physiol., 15, 147-205.
- Widrig, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific sardine. Fish. Bull. U.S., 56, 141-166.
- Yamamura, O. (2004) Trophodynamic modeling of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Doto area, northern Japan: model description and baseline simulations. Fish. Oceanogr. 13(Suppl. 1), 138-154.
- Yamamura, O., S. Honda, O. Shida and T. Hamatsu (2002) Diets of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Doto area, northern Japan: ontogenetic and seasonal variations. Mar. Ecol. Prog. Ser., 238, 187-198.
- Yamamura, O., K. Yabuki, O. Shida, K. Watanabe and S. Honda (2001) Spring cannibalism on 1 year walleye pollock in the Doto area, northern Japan: is it density dependent? J. Fish. Biol., 59, 645-656.
- 尹泰憲 (1981) 北海道噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ雌魚の生殖周期. 北大水産彙報, 32, 22-38.

表1. スケトウダラ太平洋系群の漁獲動向（年度計：トン）

漁期年	太平洋系			東北太平洋海域			襟裳以西海域				道東海域				北方四島 海域
	全海域	日本漁船	韓国漁船	海域計	沖合 底びき網	沿岸漁業	海域計	沖合 底びき網	沿岸漁業	韓国船	海域計	沖合 底びき網	沿岸漁業	韓国船	沖合 底びき網
1975	274,381			29,157			57,186				50,893				137,145
1976	245,771			40,065			44,458				87,657				73,591
1977	273,573			42,829			73,709				94,744				62,291
1978	228,959			31,796			47,458				70,766				78,939
1979	214,045			25,400			48,616				47,027				93,002
1980	278,149			37,769			60,093				73,666				106,621
1981	294,765	294,765		67,423	53,327	14,096	68,803	8,311	60,492		78,986	75,326	3,660		79,553
1982	246,506	246,506		54,378	41,886	12,492	42,075	7,955	34,120		64,197	60,012	4,185		85,856
1983	279,916	279,916		49,258	38,304	10,954	58,815	8,205	50,610		91,975	83,470	8,505		79,868
1984	283,354	283,354		42,763	27,482	15,281	97,802	9,582	88,220		73,093	67,031	6,062		69,696
1985	274,466	274,466		39,477	29,388	10,089	108,945	13,233	95,712		86,920	79,431	7,489		39,124
1986	206,541	206,541		37,052	24,099	12,953	92,201	11,831	80,370		58,771	53,349	5,422		18,517
1987	266,251	236,580	29,671	47,845	36,053	11,792	125,863	14,215	97,395	14,253	78,438	58,540	4,480	15,418	14,106
1988	256,174	220,991	35,183	51,047	41,971	9,076	98,087	7,803	77,649	12,634	89,951	64,198	3,204	22,549	17,089
1989	213,041	196,645	16,396	43,007	35,475	7,532	99,528	9,987	81,837	7,704	66,859	55,894	2,273	8,692	3,647
1990	184,219	166,001	18,218	41,375	35,913	5,462	63,088	11,204	49,041	2,842	78,746	61,399	1,971	15,376	1,011
1991	182,204	166,801	15,403	32,788	28,361	4,427	68,169	14,745	53,424		79,644	61,724	2,517	15,403	1,603
1992	178,014	159,028	18,986	21,403	19,447	1,956	100,428	18,559	81,869		54,332	32,396	2,950	18,986	1,851
1993	178,036	145,315	32,721	15,734	14,347	1,387	71,639	14,312	57,327		88,913	54,609	1,583	32,721	1,751
1994	198,739	141,724	57,015	7,689	6,939	750	60,871	23,115	37,756		127,746	68,152	2,579	57,015	2,433
1995	203,477	146,632	56,845	12,222	11,526	696	79,766	24,725	55,041		109,138	44,689	7,604	56,845	2,350
1996	148,070	112,661	35,409	15,734	14,914	820	60,219	13,473	46,746		71,080	31,803	3,868	35,409	1,037
1997	211,755	164,989	46,766	9,078	8,662	416	65,201	13,339	51,861		136,469	86,156	3,547	46,766	1,007
1998	264,885	190,360	74,525	14,911	14,303	607	98,684	17,417	81,267		150,977	71,301	5,151	74,525	313
1999	254,227	245,151	9,076	8,293	7,591	702	153,609	29,195	124,414		90,899	77,005	4,818	9,076	1,425
2000	209,900	209,900		8,901	8,280	621	111,787	21,799	89,988		88,172	81,913	6,259		1,041
2001	130,145	130,145		9,403	9,048	355	72,872	19,947	52,925		47,065	42,509	4,555		805
2002	108,974	108,974		10,159	9,163	996	36,005	15,404	20,601		61,045	59,608	1,437		1,765
2003	146,920	146,920		10,807	8,730	2,077	64,749	19,866	44,883		69,216	67,457	1,759		2,148
2004	180,909	180,909		25,386	23,798	1,588	90,095	20,261	69,833		63,658	58,487	5,171		1,769
2005	157,814	157,814		15,967	14,174	1,793	80,462	19,946	60,516		59,496	53,474	6,022		1,889
2006	142,812	142,812		16,772	14,522	2,250	69,041	19,844	49,197		54,562	50,467	4,095		2,437
2007	152,333	152,333		11,048	10,123	925	81,751	27,028	54,723		57,245	53,384	3,861		2,290

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報、太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料、北海道水産現勢元資料、
北水研資料、東北水研八戸支所資料、北海道水試資料、北海道漁業調整事務所資料(韓国船)

2006、2007年度は暫定値

東北太平洋海域の沿岸漁業の2001年度以前は年計

表2. 北海道根拠の沖底の漁獲努力量

漁期年	漁獲努力量（北海道根拠沖底，千網）					
	襟裳以西海域	道東海域		北方四島海域		全海域
	かけまわし	かけまわし	トロール	かけまわし	トロール	標準化
1981	9.6	9.8	10.6	8.7	9.1	80.5
1982	10.4	9.1	9.3	8.8	7.7	102.4
1983	10.3	9.3	9.0	7.9	6.4	91.2
1984	10.9	11.2	9.3	8.2	5.9	96.5
1985	10.0	13.2	10.7	5.6	4.0	84.1
1986	5.8	13.7	7.0	4.1	2.2	53.1
1987	6.3	12.1	7.2	4.3	1.9	58.7
1988	7.4	13.5	7.0	3.4	1.8	52.3
1989	6.8	11.2	8.1	2.1	1.4	40.6
1990	6.8	12.5	8.2	0.6	0.3	55.2
1991	6.4	11.9	5.7	1.2	0.4	40.4
1992	7.1	9.7	4.1	1.1	1.4	28.6
1993	6.6	10.5	4.7	0.5	1.5	33.9
1994	7.3	10.1	5.6	0.2	0.7	34.3
1995	5.8	9.1	5.8	0.6	0.5	25.0
1996	5.3	10.3	5.6	0.4	0.3	24.7
1997	4.8	12.4	5.5	0.3	0.2	42.4
1998	4.4	12.1	4.3	0.1	0.1	33.1
1999	4.2	10.9	3.9	0.3	0.1	26.5
2000	3.5	10.6	4.4	0.5	0.1	23.6
2001	4.2	10.4	4.8	0.4		20.4
2002	3.9	9.0	4.4	1.1		19.8
2003	3.9	7.5	4.6	1.2		20.2
2004	3.7	6.8	4.6	1.5		19.4
2005	4.2	7.1	4.7	1.3		20.7
2006	4.5	7.3	5.2	1.5		21.4
2007	4.8	7.4	4.6	1.4		21.8

表3. 北海道根拠の沖底のCPUE

漁期年	CPUE（北海道根拠沖底，トン/網）					
	襟裳以西海域	道東海域		北方四島海域		全海域
	かけまわし	かけまわし	トロール	かけまわし	トロール	標準化
1981	0.8	1.2	5.8	2.7	6.6	2.0
1982	0.7	0.7	6.3	2.1	7.4	1.5
1983	0.8	0.7	6.9	2.4	8.3	1.6
1984	0.8	0.8	7.8	2.1	8.5	1.6
1985	1.3	0.8	5.6	2.0	8.9	1.6
1986	2.4	1.1	6.0	1.8	3.8	1.6
1987	2.1	1.0	6.3	1.9	2.6	1.4
1988	1.0	1.0	7.2	1.3	6.2	1.7
1989	1.4	0.7	5.9	0.6	0.9	1.7
1990	1.5	0.8	6.3	0.2	0.1	1.3
1991	2.1	1.6	7.4	0.6	0.2	1.9
1992	2.3	1.1	5.2	0.3	0.8	1.8
1993	2.0	1.6	7.8	0.6	0.9	2.0
1994	3.0	2.1	7.7	1.1	2.7	2.6
1995	4.2	1.6	4.9	0.7	1.9	2.8
1996	2.4	0.8	4.2	0.8	0.6	1.8
1997	2.7	1.7	11.7	2.1	1.9	2.4
1998	3.8	2.3	10.1	2.4	1.3	2.7
1999	6.8	2.5	12.7	2.8	6.7	4.0
2000	6.2	3.6	9.7	1.5	0.8	4.4
2001	4.7	2.2	4.1	1.7		3.1
2002	4.0	2.7	8.0	1.5		3.9
2003	5.1	3.1	9.6	1.6		4.4
2004	5.4	2.9	8.4	1.1		4.1
2005	4.7	3.2	6.6	1.3		3.6
2006	4.4	2.9	5.6	1.4		3.4
2007	5.6	2.6	7.4	1.6		3.8

表4. 資源解析結果

年度	資源尾数 (百万尾)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量(0歳魚) (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/g)	F加重平均
1981	9,327	1,312	188	4,665	22	0.0249	0.22
1982	8,297	1,378	154	2,929	18	0.0190	0.24
1983	6,761	1,397	222	2,076	20	0.0094	0.14
1984	6,180	1,348	259	1,920	21	0.0074	0.16
1985	5,597	1,232	255	1,715	22	0.0067	0.22
1986	5,667	1,114	272	2,415	19	0.0089	0.24
1987	5,716	1,071	281	2,475	25	0.0088	0.28
1988	5,794	988	235	2,695	26	0.0115	0.26
1989	5,886	1,010	182	2,675	21	0.0147	0.20
1990	5,155	968	161	1,728	19	0.0107	0.19
1991	6,080	935	158	3,014	19	0.0191	0.14
1992	5,358	933	197	1,607	19	0.0081	0.13
1993	5,166	1,008	209	1,776	18	0.0085	0.14
1994	6,466	958	197	3,222	21	0.0163	0.13
1995	9,446	1,116	218	5,406	18	0.0248	0.08
1996	7,022	1,176	200	928	13	0.0046	0.09
1997	5,572	1,246	214	937	17	0.0044	0.17
1998	4,670	1,143	234	1,194	23	0.0051	0.22
1999	4,114	1,045	323	1,345	24	0.0042	0.19
2000	5,250	945	327	2,762	22	0.0084	0.12
2001	5,055	1,184	224	1,740	11	0.0078	0.07
2002	4,737	1,140	182	1,359	10	0.0075	0.07
2003	5,336	969	186	2,145	15	0.0115	0.11
2004	4,080	919	227	630	20	0.0028	0.14
2005	4,861	1,015	246	2,237	16	0.0091	0.10
2006	4,126	942	236	965	15	0.0041	0.11
2007	3,247	821	243	553	19	0.0023	0.15

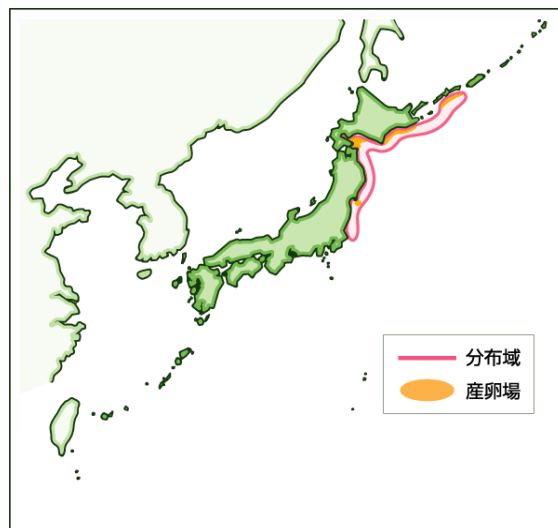


図 1. スケトウダラ太平洋系群の分布

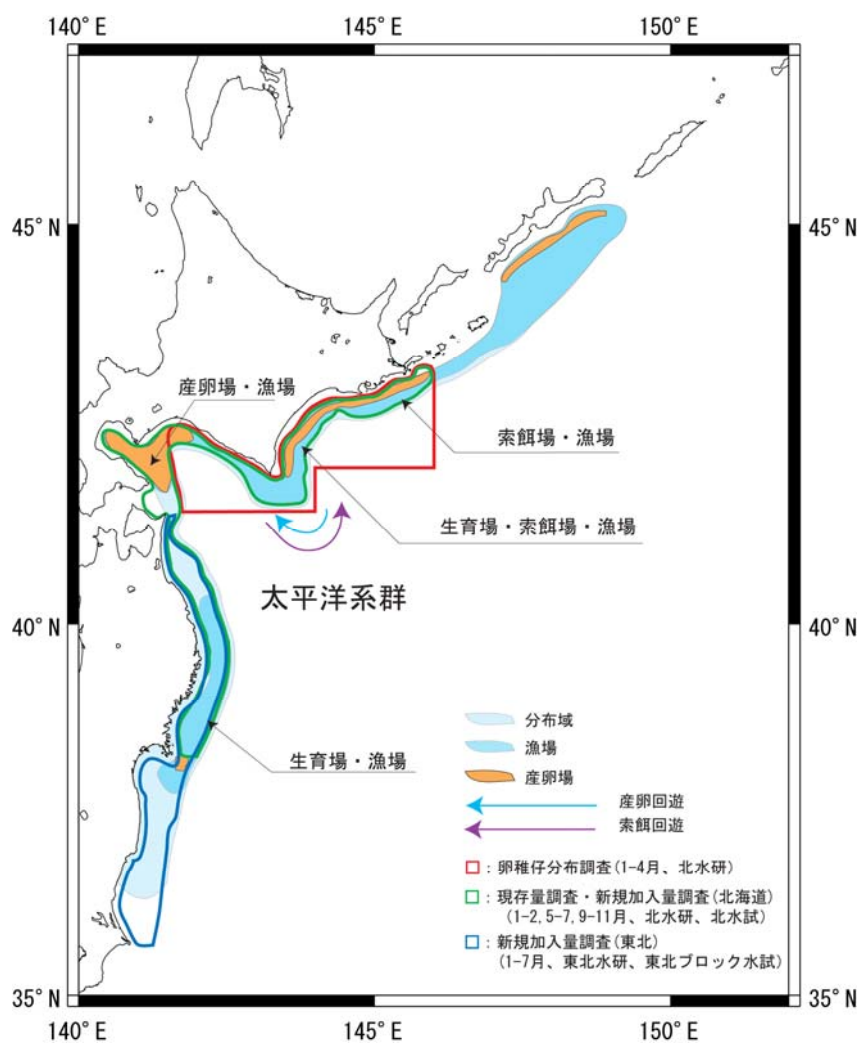


図 2. 回遊と漁場

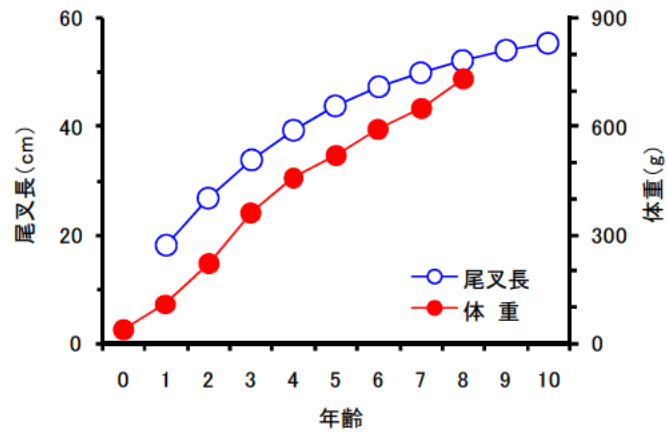


図 3. 年齢と成長

(8 歳の体重は 8 歳以上をまとめたプラスグループの値)

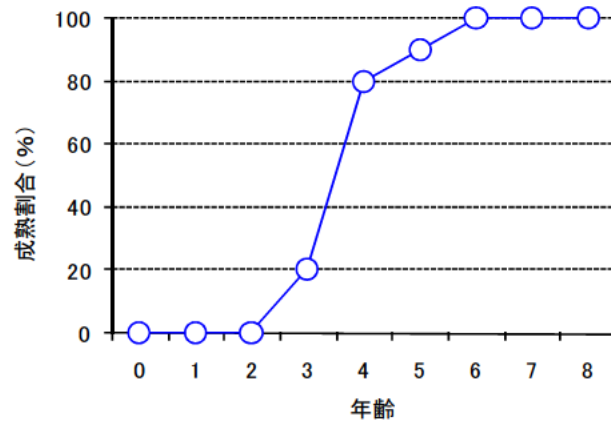


図 4. 年齢別成熟割合

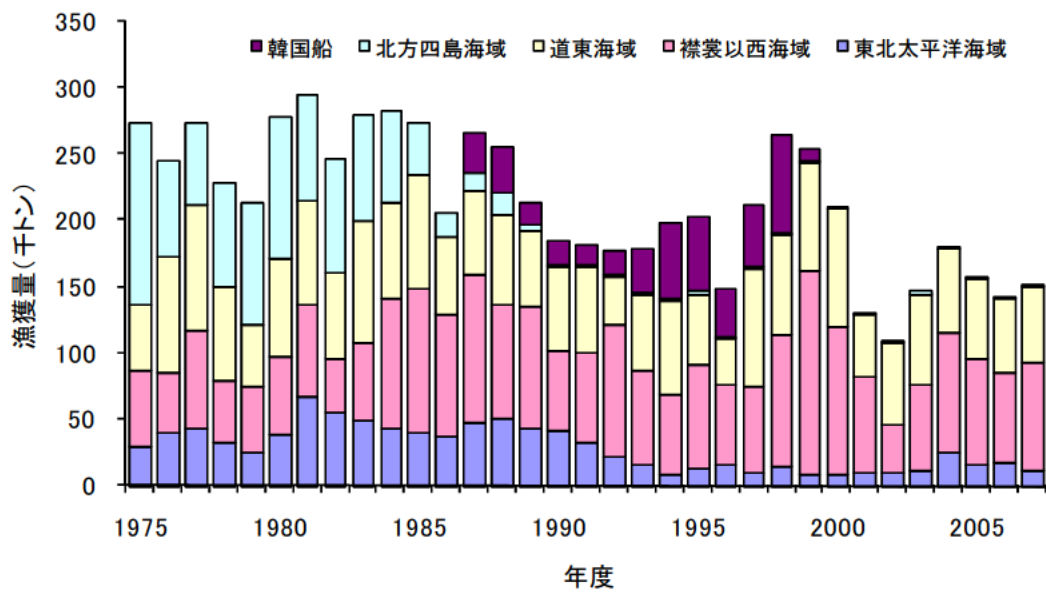


図 5. 海域別漁獲量

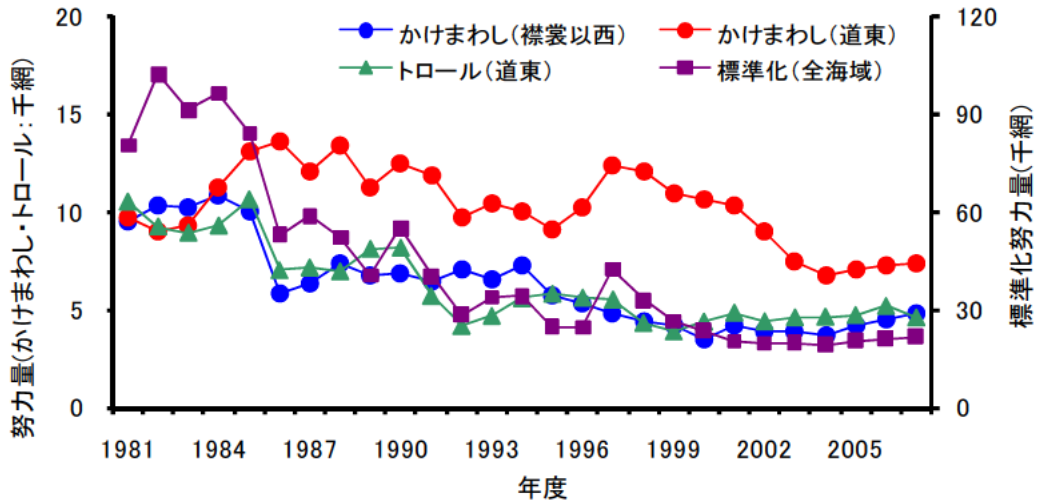


図 6. 北海道根拠の沖底の漁獲努力量

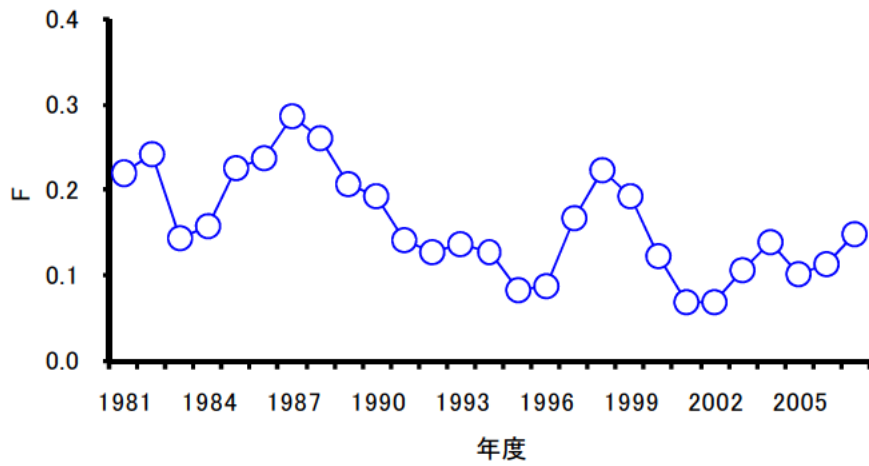


図 7. F の経年変化

(F は年齢別資源尾数による加重平均)

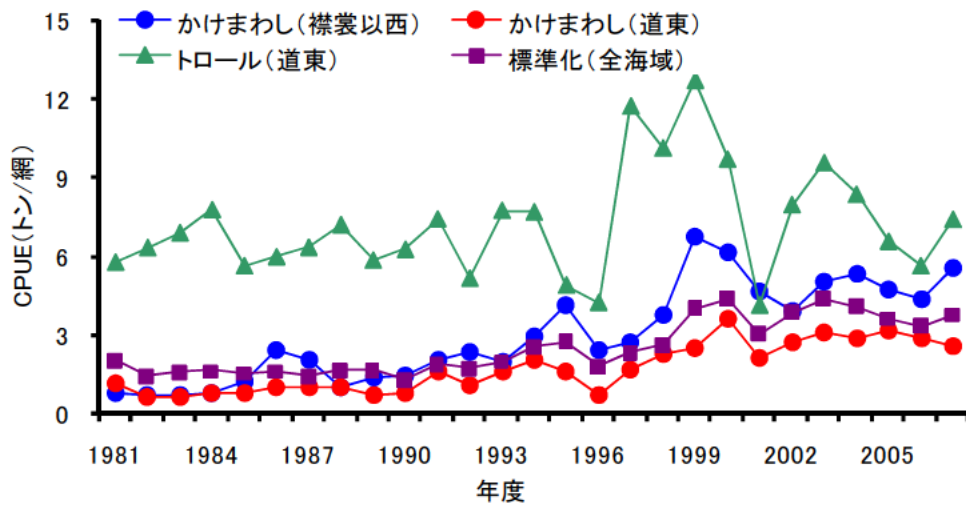


図 8. 北海道根拠の沖底の CPUE

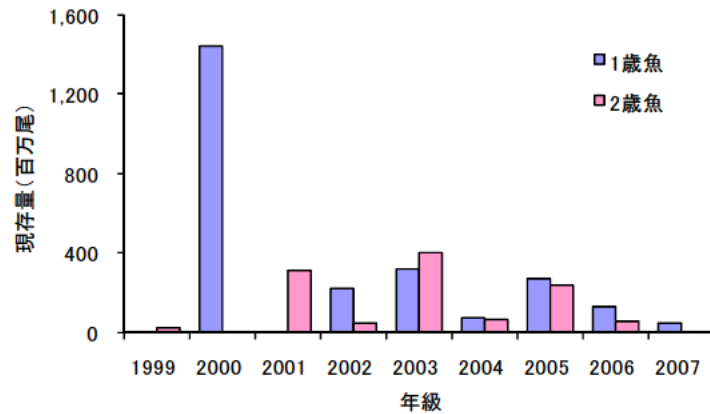


図 9. 道東海域における若齢魚の現存量
(1999、2001 年級群の 1 歳魚と 2000 年級群の 2 歳魚は欠測値)

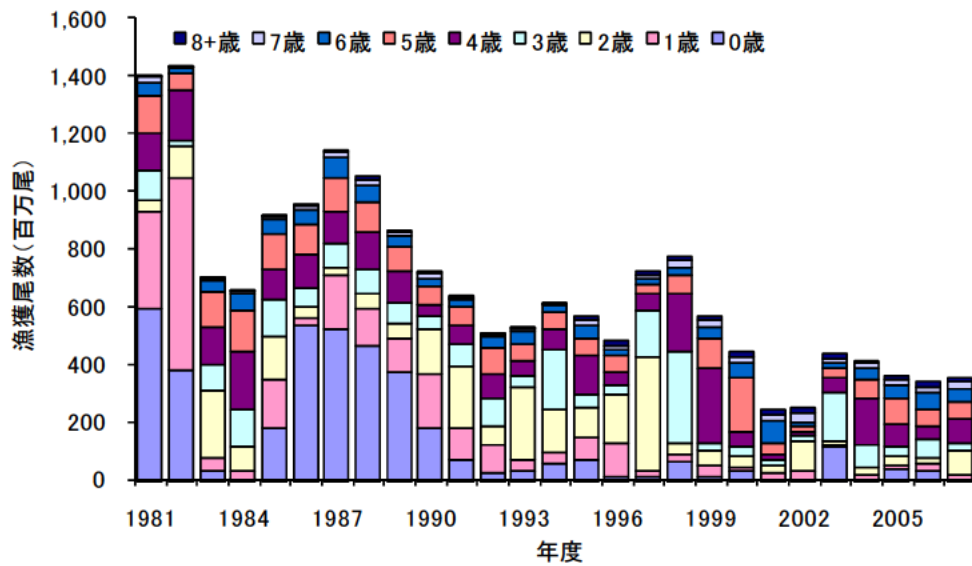


図 10. 年齢別漁獲尾数

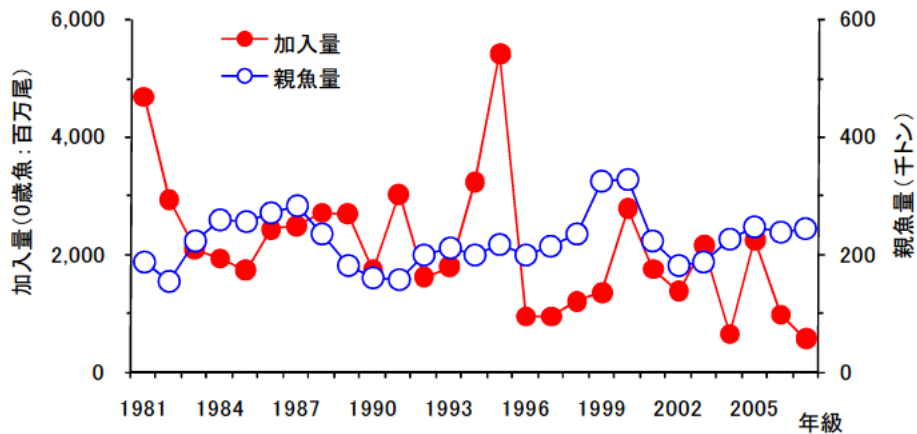


図 11. 加入量と親魚量

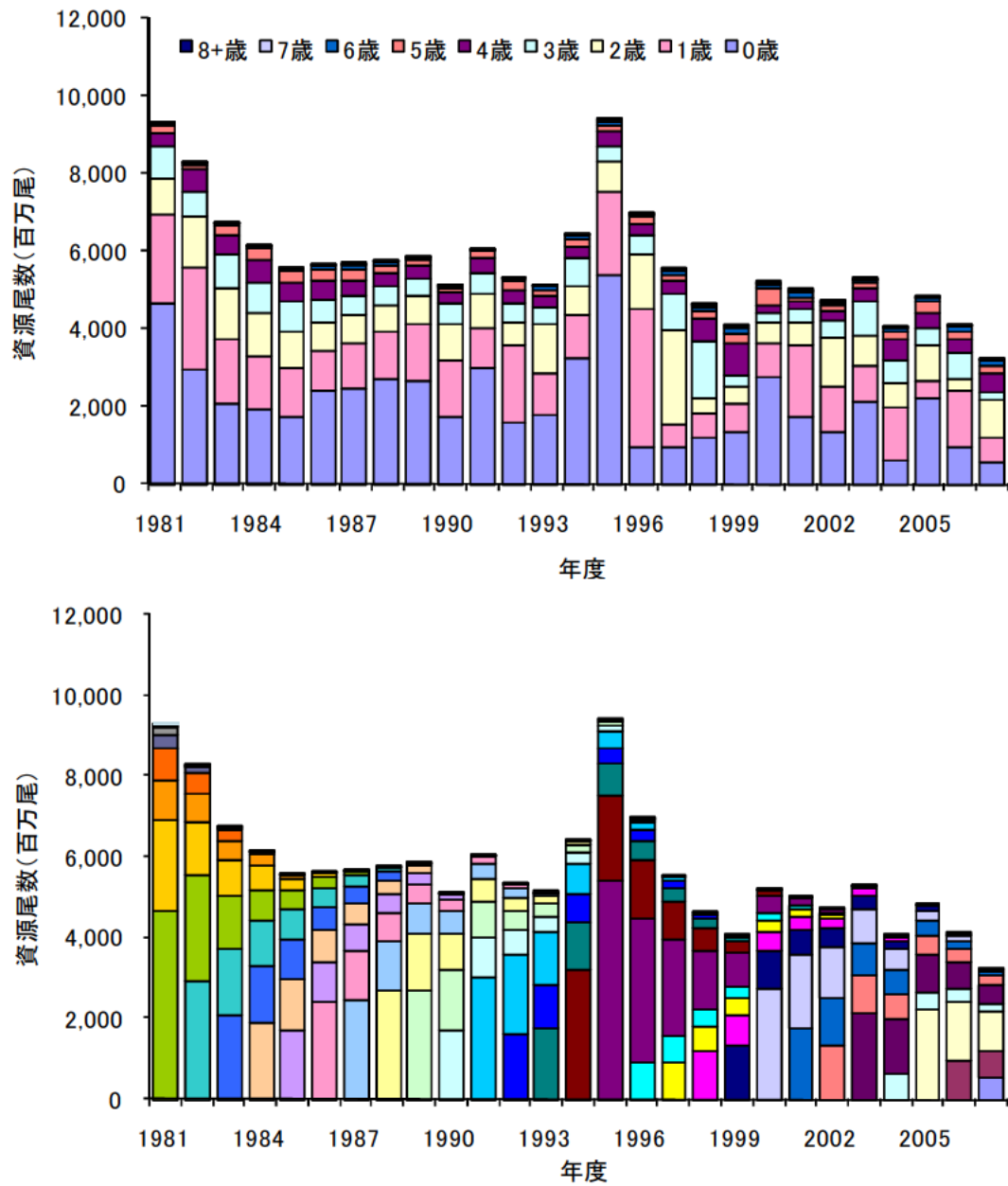


図 12. 年齢別資源尾数
(上段は毎年ごとの年齢別に、下段は年級群別に色分けしている)

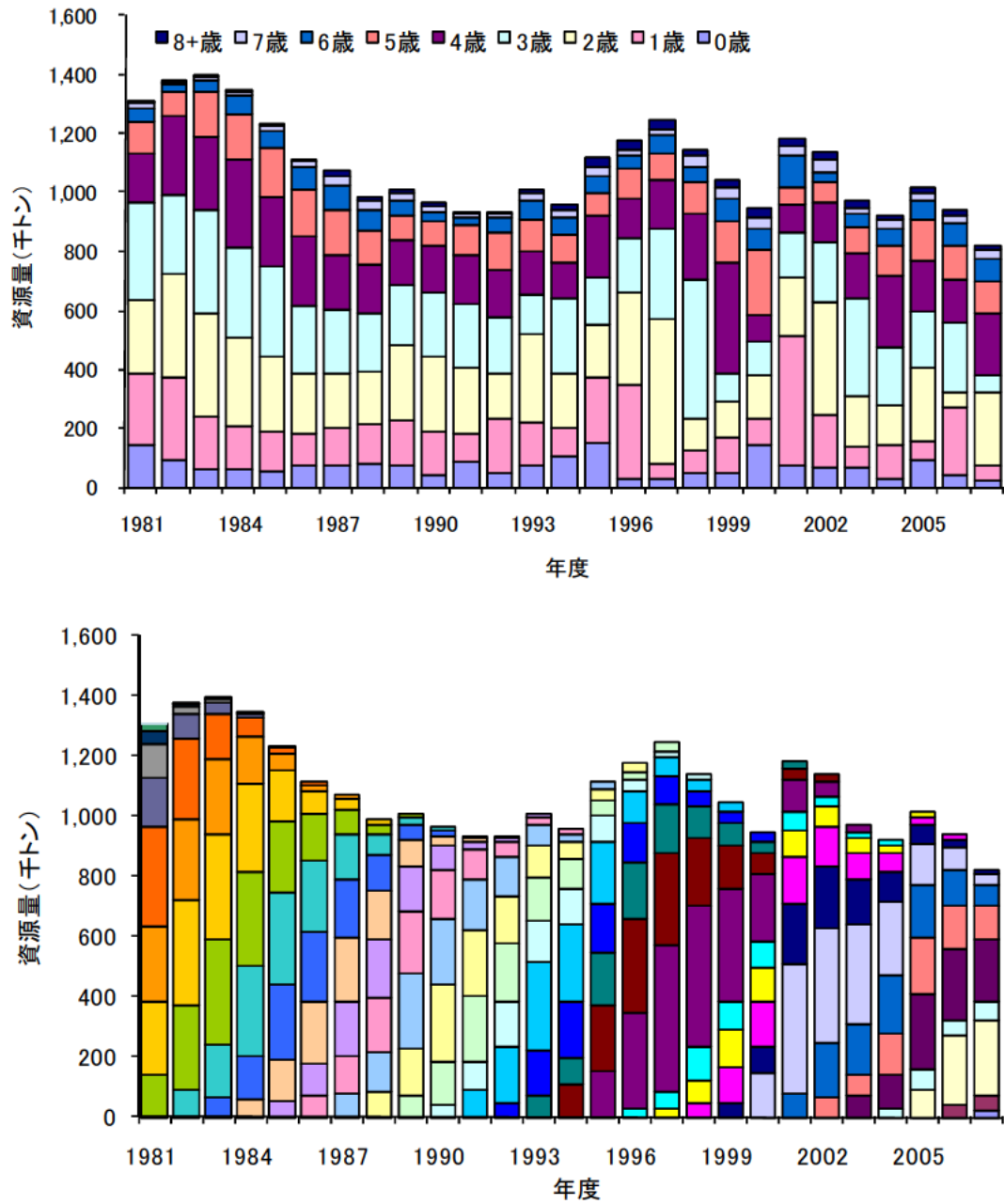


図 13. 年齢別資源重量
(上段は毎年ごとの年齢別に、下段は年級群別に色分けしている)

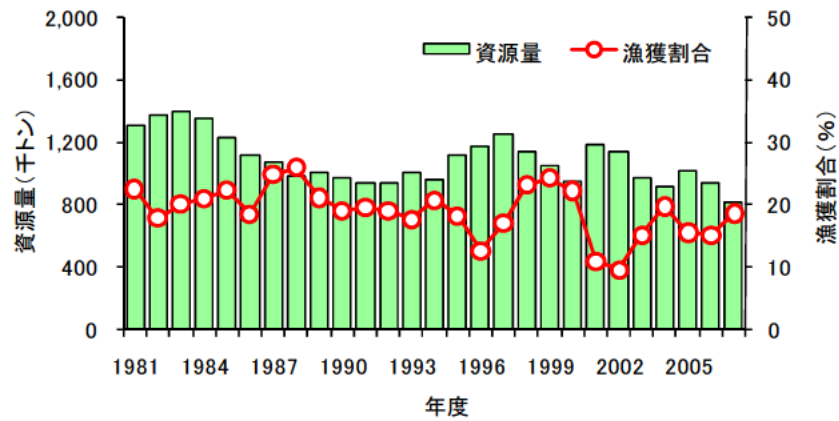


図 14. 資源量と漁獲割合

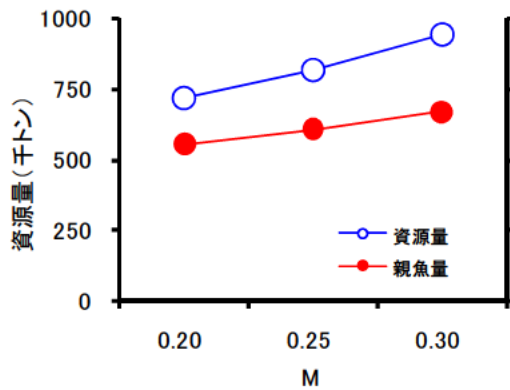


図 15. M の感度解析 (2007 年度の資源量と親魚量)

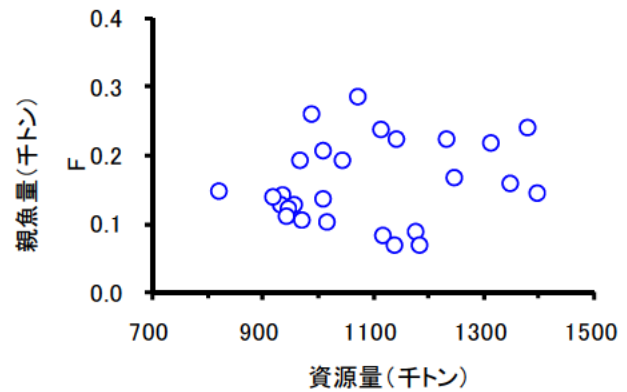


図 16. 資源量と F の関係

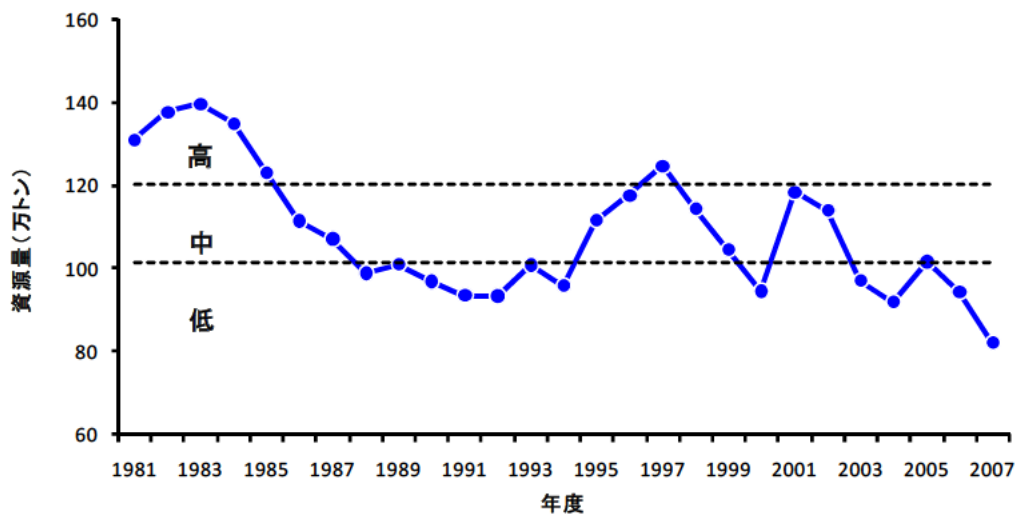


図 17. スケトウダラ太平洋系群の資源水準値

過去 27 年間(1981～2007 年)における資源量の最大値と最低値の間を 3 等分して水準を 3 分している

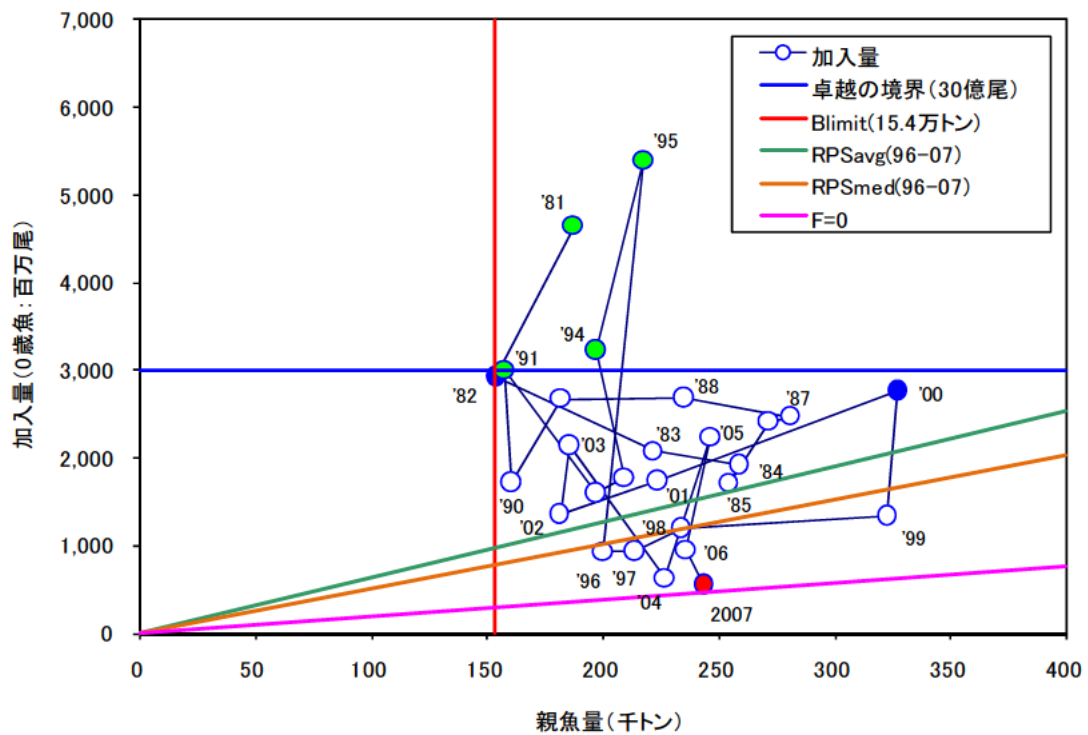


図 18. 親魚量と加入量の関係(緑のシンボルが卓越年級群、青のシンボルが卓越年級群ではないが加入量が2000年級群以上の年級群、赤のシンボルが2007年級群)

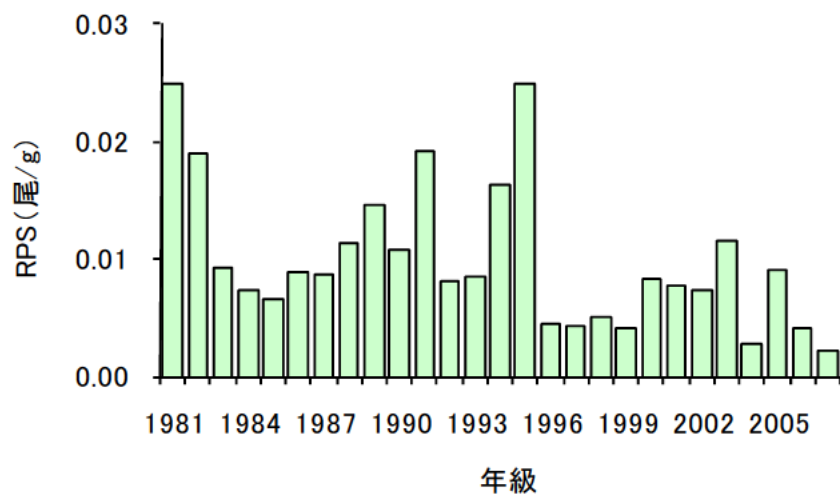


図 19. 再生産成功率(RPS)

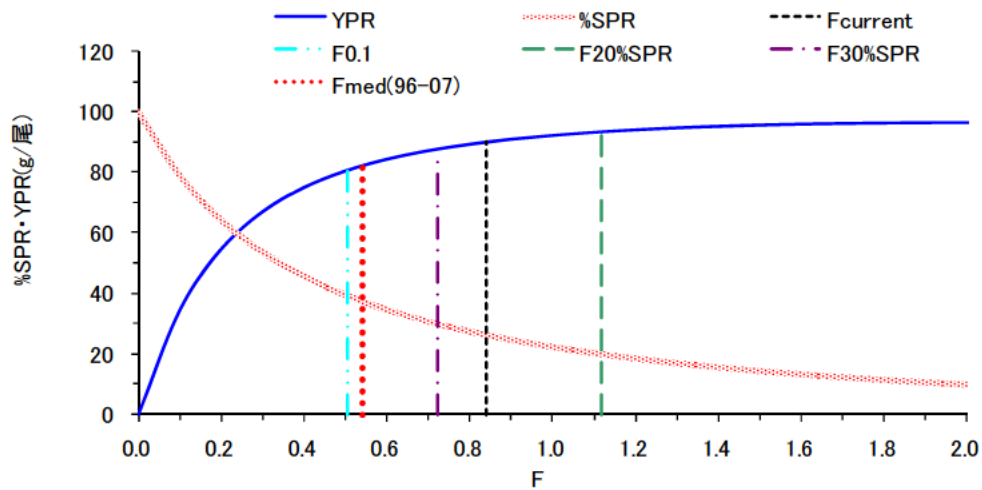


図 20. F と YPR および %SPR の関係

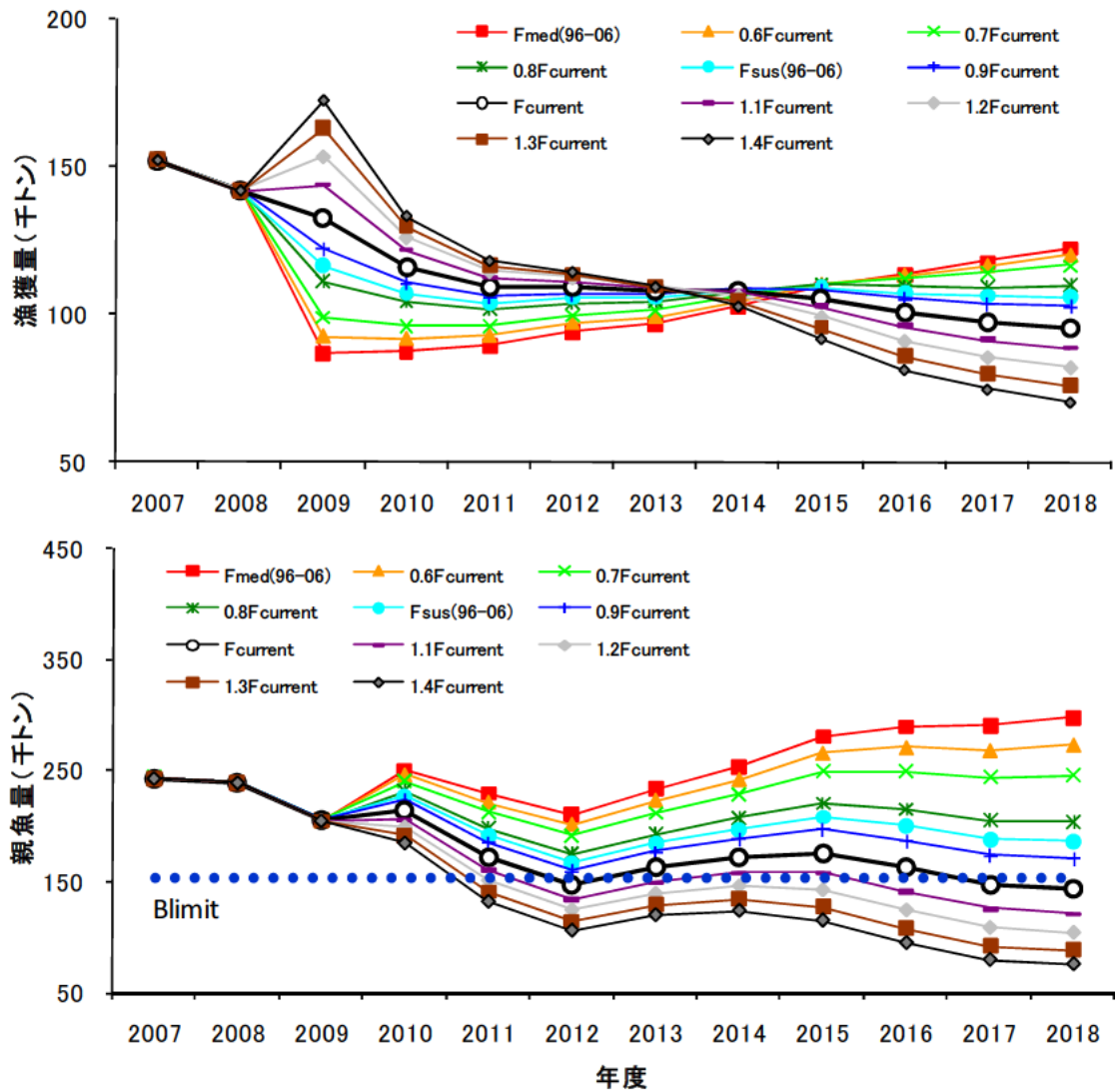


図 21. 様々な F による漁獲量(上段)と親魚量(下段)の予測値

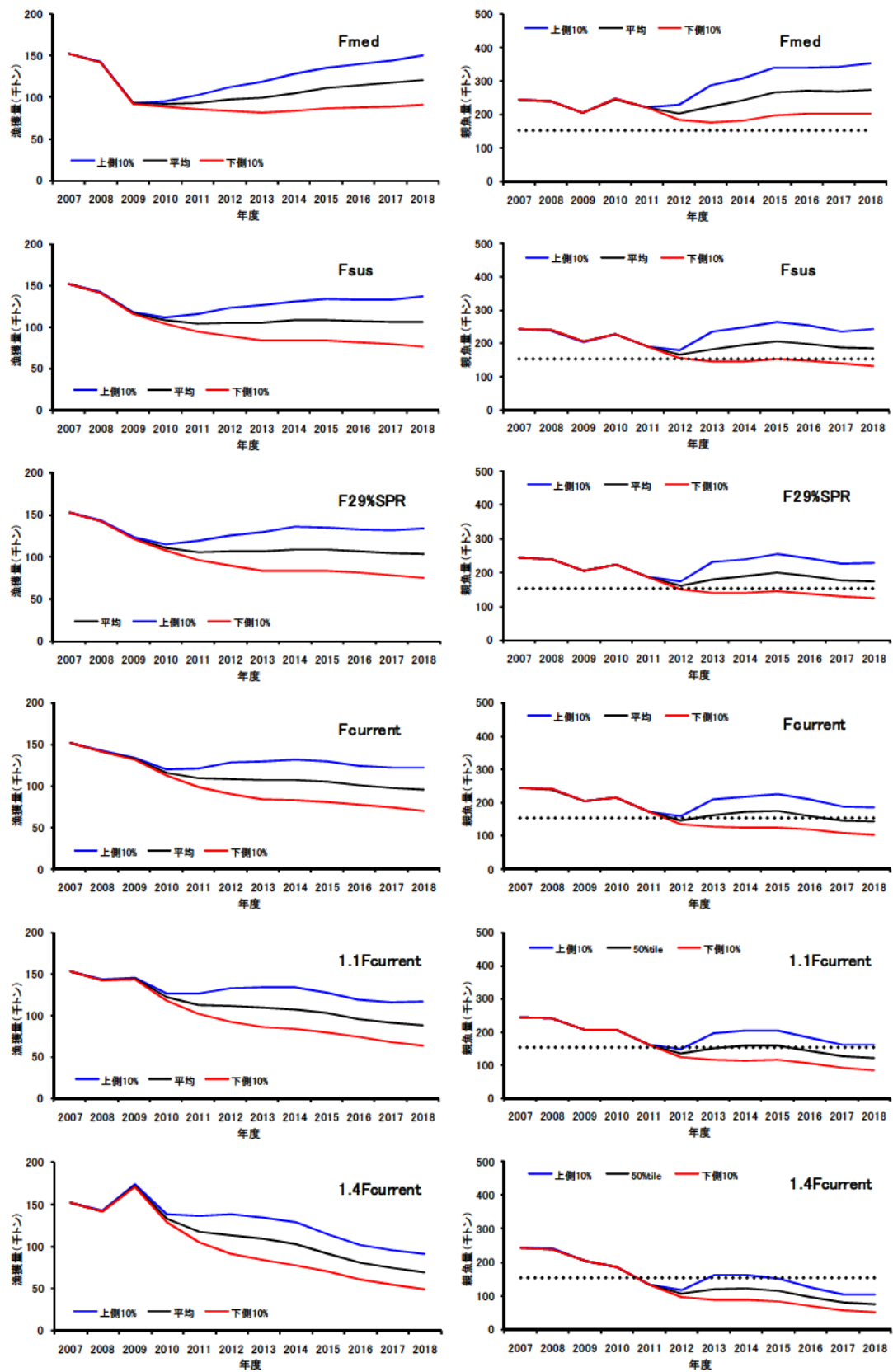
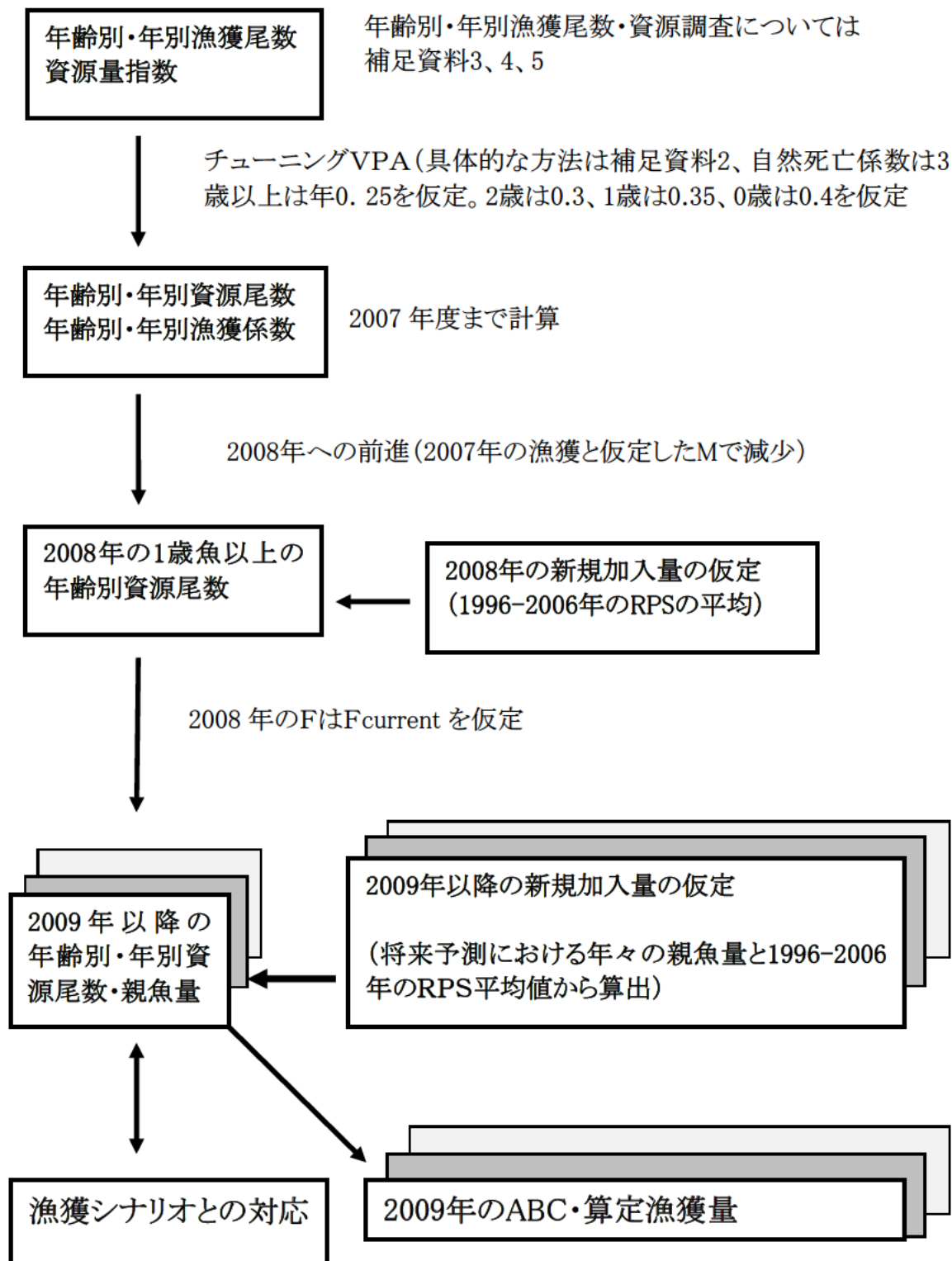


図 22. RPS の不確実性を考慮したシミュレーション結果
(親魚量図の点線は Blimit(15.4 万トン)を示す)

補足資料1



補足資料 2 資源量推定法

(1) ステップ 1

まず、コホート解析により、最近年度の年齢別選択率（年齢別 F の最高値で各年齢の F を除した値）を求めた。

使用した年齢別漁獲尾数（補足資料 5）は、各海域における漁獲物の年齢組成や漁獲量を基に算出した。ただし、韓国船の漁獲物組成に関しては、日本の沖底船と漁場が重なるため、日本の沖底船のそれと同じとした。

3 歳以上の M は、道東海域における沖底の CPUE と漁獲努力量を基に、Widrig (1954) の方法により算出した（下表）。一方、3 歳未満の M は、一般に若齢魚の M が高齢魚のそれよりも高いことを考慮して算出した。

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
M	0.4	0.35	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

最近年度の F は、過去 5 年間（2002～2006 年度）の平均とした。ただし、2 歳魚の F に関しては、2007 年度の 2 歳の漁獲尾数が、過去 5 年平均を大きく上回っていることから、漁獲尾数が比較的近い 2002 年度の 2 歳魚の F と等しいとした。また、8+ 歳魚の F は、7 歳魚のそれと等しいとした。最近年度以外の F は、下式より推定した。ただし、8+ 歳魚の F に関しては、7 歳魚のそれと等しいとした。

$$F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y} \exp(M_a/2) / N_{a,y})$$

ここで、 $F_{a,y}$ は y 年度の a 歳魚の F、 $C_{a,y}$ は y 年度の a 歳魚の漁獲尾数、 $N_{a,y}$ は y 年度の a 歳魚の資源尾数、 M_a は a 歳魚の M である。

最近年度の年齢別資源尾数は、下式より推定した。

$$N_{a,y} = C_{a,y} \exp(M_a/2) (1 - \exp(-F_{a,y}/2))$$

最近年度以外の年齢別資源尾数の内、6 歳以下のそれらは、Pope (1972) の近似式より推定した。一方、7 歳魚と 8+ 歳魚のそれらは、平松 (1999) の式より推定した（下式）。

$$N_{7,y} = (C_{7,y} / (C_{8+,y} + C_{7,y})) N_{8+,y+1} \exp(M) + C_{7,y} \exp(M/2)$$

$$N_{8+,y} = (C_{8+,y} / (C_{8+,y} + C_{7,y})) N_{8+,y+1} \exp(M) + C_{8+,y} \exp(M/2)$$

(2) ステップ 2

ステップ 1 で得られた最近年度の年齢別選択率を基に、最近年度の F を調節し、VPA の結果がチューニング指数に最も適合するようにした。具体的には、北海道太平洋海域における 1 歳魚の

現存量と北海道根拠の沖底の年齢別 CPUE (2～7 歳: 下表) をチューニング指数とし、これら両チューニング指数に関する目的関数の和 (SSQ: 下式) を最小にするように、最近年度の F を調節した。なお、チューニング指数としては、「4(2) 資源量指標値の推移」内の表で示した 1 歳魚の現存量と、下表に示す 2～7 歳の年齢別 CPUE をすべて用いた。なお、昨年は下記の式より、切片である δ 、 Δ が除かれた目的関数を用い、8+歳の CPUE もチューニング指数としていた。しかし、調査結果および漁業 CPUE と資源豊度との関係式には、切片を加えたほうが望ましいと判断されたため、本年度評価では下記の式に改めた。また、8+歳の CPUE と資源尾数の相関が悪いため、今年度評価からは除外した。

$$SSQ = \sum_y (\ln(I_{1,y}) - \ln(qN_{1,y} + \delta))^2 + \sum_{a,y} (\ln(X_{a,y}) - \ln(QB_{a,y} + \Delta))^2 / 6$$

ここで、 $I_{1,y}$ は y 年度の 1 歳魚の現存量、 $X_{a,y}$ は y 年度の a 歳魚の CPUE、 $B_{a,y}$ は y 年度の漁期中央における a 歳魚の資源重量、q および Q は比例係数、 δ および Δ は回帰式の切片である。また、現存量の項と CPUE の項をほぼ等ウェイトにするために、CPUE の項に関しては、用いた年齢数 (2～7 歳) である 6 で割った。ここで用いたチューニング指数には、2007 年級群の 0 歳魚をチューニングする指数は含まれていない。よって、道東海域における 1 歳魚の現存量とチューニング VPA により推定された 1 歳魚の資源尾数との関係式 (補足資料 4) から、まず 2007 年級群の 1 歳魚の資源尾数を算出し、さらにその値を基に、VPA の後退法により 2007 年級群の 0 歳魚の資源尾数を推定した。

年齢	CPUE (kg/網)								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2	551	923	244	1280	632	492	868	1562	98
3	216	529	699	288	1404	365	188	882	1759
4	151	222	363	276	463	1098	282	172	847
5	172	230	307	228	410	488	444	96	307
6	73	105	168	166	205	323	155	94	117
7	49	30	29	63	56	181	98	46	131

年齢	CPUE (kg/網)								
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2	392	395	216	1184	150	223	321	41	657
3	308	341	320	455	3030	1275	470	1024	248
4	2425	439	256	255	549	2050	1175	641	1306
5	572	2334	400	212	301	447	1189	615	521
6	219	432	1202	251	154	490	625	652	313
7	126	165	266	912	163	131	200	241	186

資源量や親魚量などを推定する際に用いる年齢別平均体重として、体重データが存在する 1989 年度以降に関しては、年別の値を用いる (下表)。また、体重データが存在しない 1988 年度以前に関しては、1989～1993 年度の平均を用いる。

年齢	体重 (g)								
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	31	31	31	31	31	31	31	31	27
1	106	106	106	106	106	106	106	106	109
2	267	267	267	267	267	267	267	267	332
3	405	405	405	405	405	405	405	405	453
4	490	490	490	490	490	490	490	490	492
5	564	564	564	564	564	564	564	564	585
6	639	639	639	639	639	639	639	639	682
7	789	789	789	789	789	789	789	789	819
8+	1001	1001	1001	1001	1001	1001	1001	1001	879

年齢	体重 (g)								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	25	29	30	42	33	28	29	32	41
1	96	95	94	138	79	106	89	85	121
2	284	246	248	227	264	222	221	201	258
3	419	409	400	343	338	397	368	338	325
4	539	452	464	502	434	525	485	452	394
5	618	529	538	548	526	536	557	541	472
6	662	594	612	645	606	591	632	639	500
7	820	806	718	781	686	641	582	738	605
8+	1030	1024	841	1231	889	782	814	869	701

年齢	体重 (g)								
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0	37	53	42	49	32	42	42	40	43
1	158	97	239	155	76	87	155	157	81
2	288	305	306	301	214	210	265	181	241
3	349	424	467	461	384	340	422	358	316
4	447	463	538	565	470	459	460	453	457
5	529	523	581	586	518	509	525	527	526
6	609	589	623	639	626	579	575	594	599
7	691	647	673	705	684	645	625	642	665
8+	780	775	754	824	766	757	719	712	720

成熟割合については、下表に示した値を用いた。

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
成熟割合 (%)	0	0	0	20	80	90	100	100	100

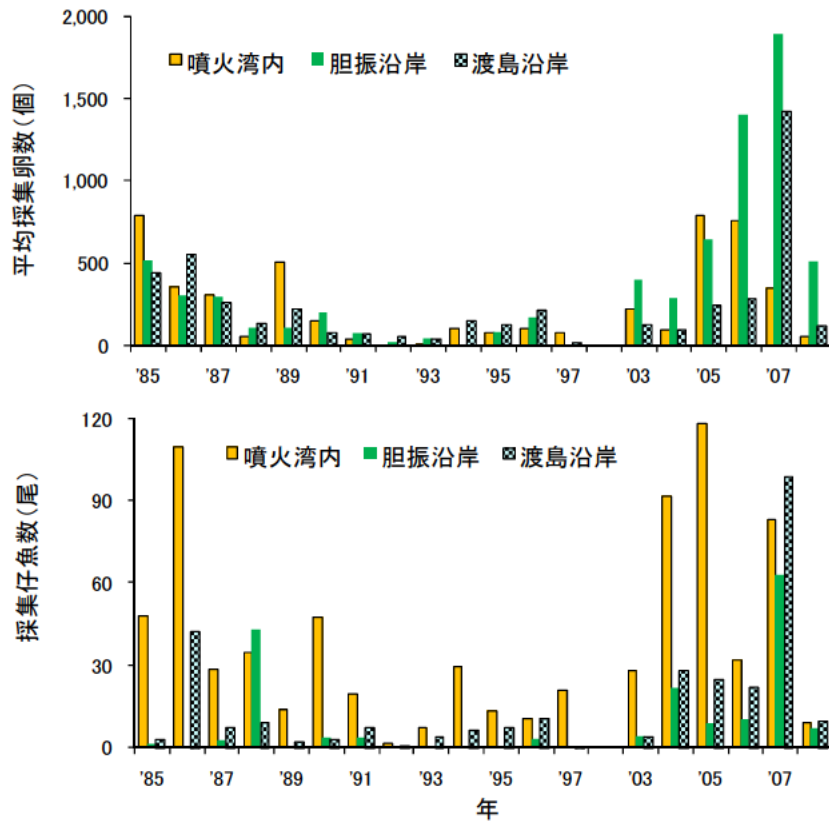
補足資料 3 調査船調査

1. 卵稚仔調査

スケトウダラ卵・仔魚分布調査(北水研:1~3月)

北海道太平洋海域(道南~道東海域)におけるスケトウダラ卵・仔魚の分布状態や海洋環境を把握するため、リングネット(口径 80cm)を用いた採集試験を実施している。調査の結果、スケトウダラの卵は噴火湾周辺から道東海域まで広く採集されていたが、採集量が多いのは噴火湾周辺海域であり、道東海域での採集密度は低い。また、仔魚も噴火湾周辺海域での採集量が多く、道東海域での採集量は少なかった。

付図1に分布の中心である噴火湾周辺海域における卵・仔魚の平均採集尾数の推移を示した。2008年は卵、仔魚とも、3海域(噴火湾内、胆振沿岸、渡島沿岸)すべてで前年を下回り、近年では低い水準であった。一方、資源解析で低水準と予測されている2007年級群に関しては、卵・仔魚とも高い豊度で採集されていた。なお現在、本調査で得られたデータからの卵・仔魚現存量の適切な算出方法を検討中である。



付図1. 噴火湾周辺海域における卵(上図)、仔魚(下図)の平均採集尾数の推移。

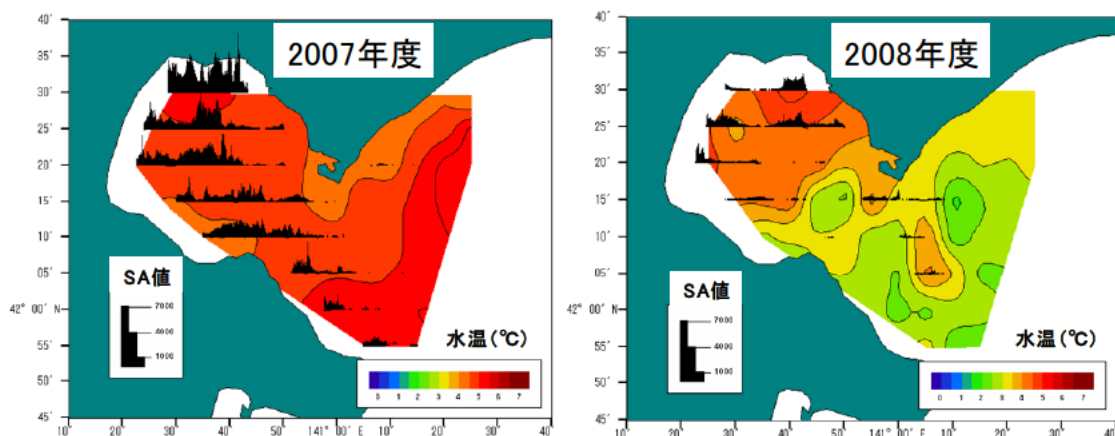
2. 魚群分布調査

(1) スケトウダラ仔稚魚春季定量調査(北水研:4月)

計量魚群探知機(魚探)航走やフレームトロールネット採集により、噴火湾周辺海域における仔稚魚の現存量や分布様式を把握する共に、それらと海洋環境との関係も把握することを目的

としている。2008 年度の SA 値(面積散乱強度)は、調査を行った 4 年間の最低水準であり、2005 年度と同程度であった(下表)。最近 4 年間で最も SA 値が高かった 2007 年度と最も低い水準の 2008 年度の SA 値および 10m 深水温の水平分布状況を付図 2 に示した。2007 年は噴火湾周辺海域の水温が高く、ほぼ全域が 3.5℃以上の水温であり、スケトウダラ仔魚の豊度を示す SA 値の分布は湾奥部～湾口部まで広く観察された。一方、SA 値が低かった 2008 年度の調査では、噴火湾口～噴火湾外の水温が低く、3.5℃以上の水温帯は湾中央部～湾奥部に限定されていた。そのため、仔魚の分布も湾奥部に限定され、それ以外の水域の分布量は少なかった。当調査で示された仔魚の豊度(SA 値)は、前述の卵稚仔調査結果と似通った傾向を示している。

年度	SA 値 ($10^3 \text{ m}^2/\text{nm}^2$)
2005	352
2006	1,046
2007	1,140
2008	275



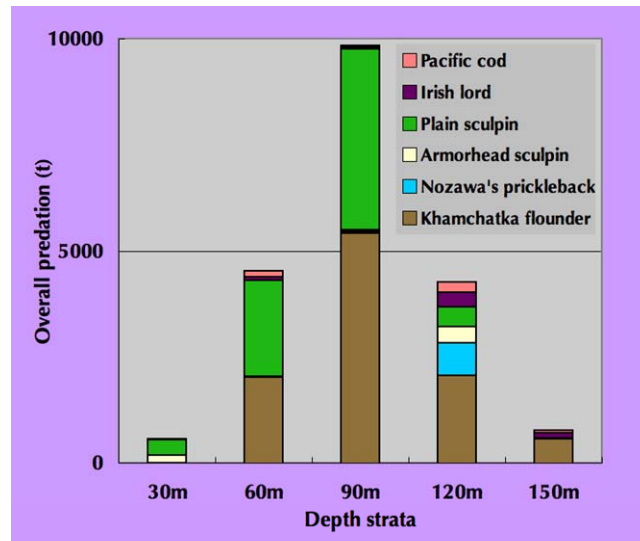
付図 2. スケトウダラ仔稚魚の分布パターンと水温(10m深)の関係
(図中の頻度図の Y 軸は SA 値、X 軸は観測位置を示す)

(2) スケトウダラ幼魚自然死亡調査

スケトウダラ幼魚の生息海域として重要視されている道東海域において、調査船調査および胃内容物調査等を実施し、スケトウダラ幼魚の自然死亡状況の解明を目的としている。調査内容は、i) 道東海域において小型桁網を用いた底魚類採集試験を周年実施し、幼魚の潜在的捕食者の分布密度を推定する、ii) 採集した底魚類の胃内容物分析より、スケトウダラ幼魚の割合および被食幼魚の体長を解析する、iii) 捕食者の日間摂餌量や前述の調査で得られた各種情報を統合して、スケトウダラ幼魚の被食量の推定である。

2003 年 9 月～ 2005 年 12 月までの調査結果の解析により、幼魚の主要捕食者としてオクカジカ (37%)とアブラガレイ(51%)の重要性が示された。また、捕食されやすい海域は、90m 帯をピ

ークとする60-120m 帯で、全捕食の93%がこの海域で発生している事が判明した(付図3)。また、小型個体は捕食されやすく、成長に伴い捕食されにくくなる状況が明らかとなった。



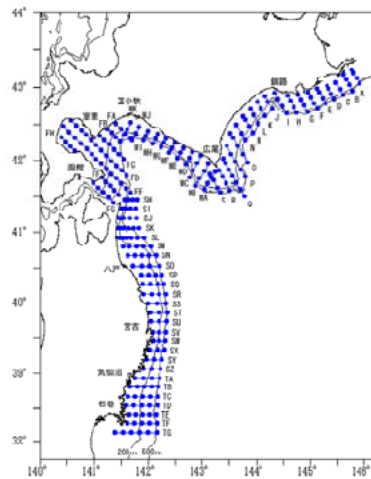
付図3. 2003年9月～2005年12月の期間に道東海域で捕食されたスケトウダラ幼魚の水深帯別推定捕食量。

3. 資源量直接推定調査

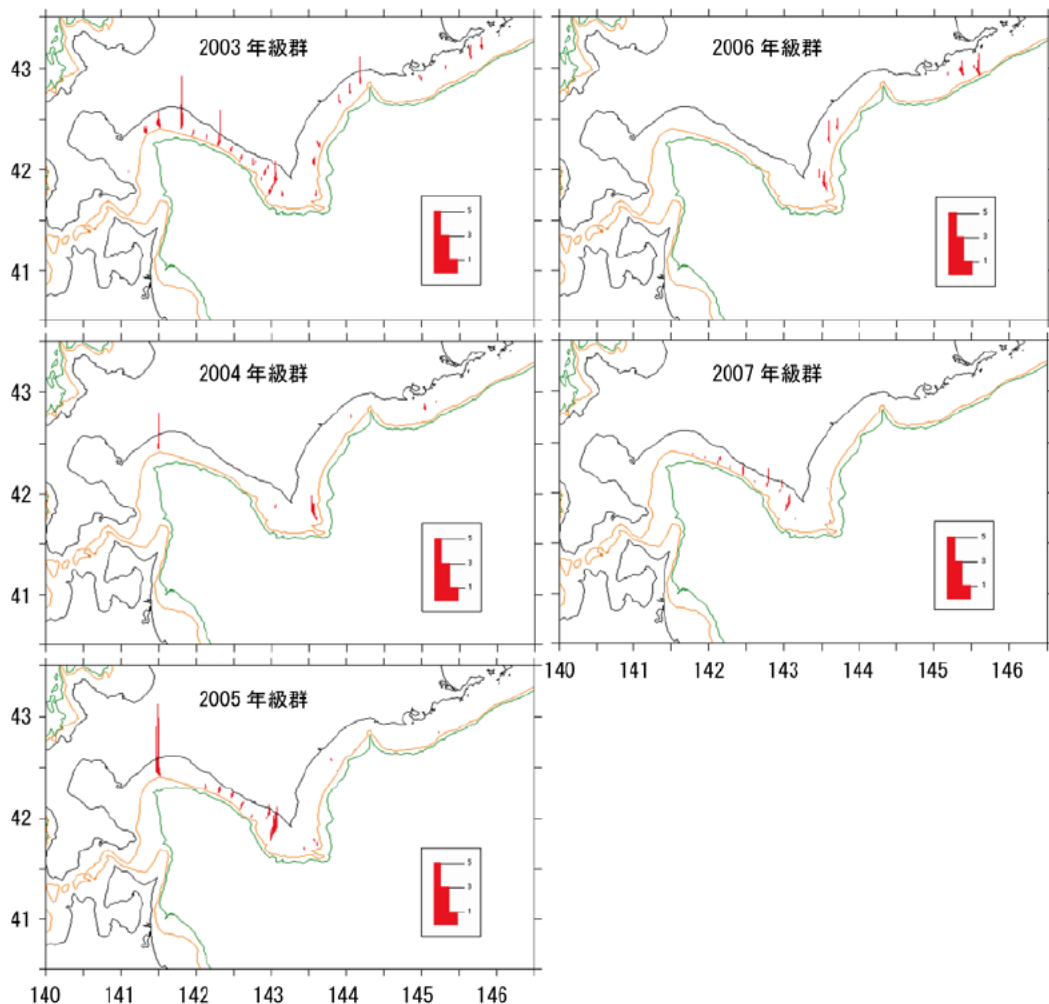
スケトウダラ音響調査(北水研:5～7月)

計量魚群探知機やトロールネットを用いて本系群の現存量(主に1歳、2歳)および分布様式を把握し、それらをチューニングVPAのチューニング指数として用いることによる資源評価精度の向上や、生命表の作成に資することが目的である。さらに、海洋観測等によって得られる環境情報と比較することで、本系群の分布様式と海洋環境との関係を把握し、経年的な分布状況のモニタリング資料としても用いる。調査は付図4に示す東北南部太平洋沿岸域から北海道東部太平洋岸までを対象海域とし、北方4島水域を除く、本系群の分布範囲を広くカバーしている。当調査で推定される現存量は1歳および2歳魚が中心であり、3歳以上の高齢魚は、その分布特性(海底付近に生息)から現存量の推定は行っていない。また、下北半島以南の東北海域については、現在のところ成長様式が不明のためデータ解析が行えず、現存量等の諸数値は計算されていない。

本年度評価より用いた北海道太平洋海域(渡島半島東部～根室半島)の年齢別現存量は、4-(2)項で示した。2008年の調査で推定された1歳魚(2007年級)、2歳魚(2006年級)の現存量は共に少なく、現存量推定値が得られている2000年級群以降では最低水準を示した。近年では比較的加入水準が高いと推定される2005年級群と比較した場合、2007年級群の1歳魚は18%、2006年級群の2歳魚は25%の水準であった。



付図 4. 調査地点配置



付図 5. 計量魚探から推定した北海道太平洋海域における 2003～2007 年級群 1 歳魚の分布状況

2003 年級群(2004 年調査)～2007 年級群(2008 年調査)の各 1 歳時点での分布状況を付図 5 に示した。資源解析から豊度が低いと推定された 2004、2006、2007 年級群は、いずれも現

存量が少なく、分布範囲も狭くなっていた。一方、近年では 2000 年級群に次いで豊度が高い 2003、2005 年級群は、現存量は多いものの、分布様式は異なっていた。2003 年級群は噴火湾口東部から道東海域まで広く分布していたのに対し、2005 年級群は道東海域では少なく、襟裳以西海域に主分布域が見られた。しかし、2005 年級群に関しては、北方 4 島海域に高い豊度で分布していたとの報告もあることから(水戸 2007)、1 歳時に分布が襟裳以西海域と北方 4 島海域に大きく 2 分されていた可能性が示唆される。

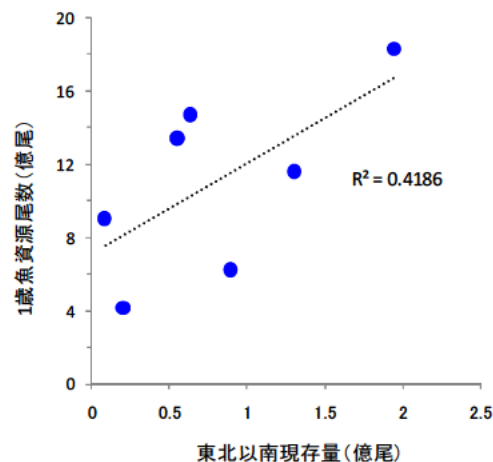
4. 新規加入量調査

(1) マダラ・スケトウダラ新規加入量調査(東北水研:4 月)

東北海域におけるスケトウダラ 1 歳魚の分布量を明らかにし、新規加入量水準の評価を行うこと、および底魚類の分布と生息環境の関係を把握する事を目的とし、下北半島東部～房総半島までの東北・関東太平洋岸において、主に着底トロールを用いた底魚類採集試験を実施している。下表に調査から推定された東北以南太平洋沿岸域におけるスケトウダラ 1 歳魚の現存量を示した。また資源解析により算定された年級群加入量との関係を付図 6 に示した。

東北海域の 1 歳魚現存量と本系群の 1 歳魚資源尾数との間には正の相関が見られるが、その残差は大きい。また近年では豊度の高い 2003、2005 年級群に関して、東北海域での分布量が少ないことが示されている。一方、2006 年級群の現存量は、2002 年以降では最も高い水準であったが、近年で最も豊度の高い 2000 年級群と比較すると 46%の水準にとどまっていた。

年級	分布量 (1 歳魚：百万尾)
2000	194.1
2001	130.1
2002	8.6
2003	55.1
2004	20.4
2005	63.5
2006	89.5



付図 6. トロール調査で推定された東北以南太平洋海域のスケトウダラ 1 歳魚現存量と 1 歳魚資源量の関係

(2) 北辰丸による道東太平洋スケトウダラ資源調査(北海道立釧路水産試験場:11月)

漁獲対象に加入する以前のスケトウダラ資源量推定技術の開発を目的とし、計量魚群探知機およびトロール曳網を併用することで道東海域に分布する0歳魚の現存量ならびに水平・鉛直分布様式の解析を行っている。2004年級群の0歳魚の現存量は、2003年級群と同程度であった。しかし、2005年級以降は魚種分離等の問題があり解析が未了である。

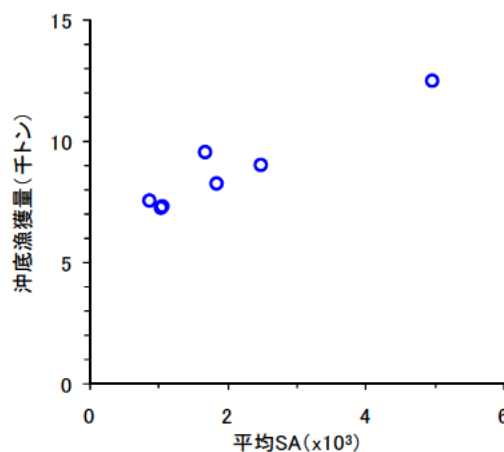
年級	現存量 (0歳魚:億尾)
2003	35.2
2004	46.1
2005	-
2006	-
2007	-

数値はすべて暫定値

(3) スケトウダラ産卵親魚来遊調査(北海道立栽培水産試験場:11月)

本系群の主要な産卵場である噴火湾周辺海域において、計量魚群探知機を用いた調査を行い、当海域に回遊してくる親魚の分布量を把握することを目的としている。ただし、設置漁具の関係で、魚種確認のためのトロール曳網等が実施できないため、計量魚探で計測されたSA値(面積散乱強度)をスケトウダラ親魚の平均反応量として表している(下表)。

年度	分布量 (親魚: m^2/nmi^2)
2001	1,056
2002	869
2003	1,030
2004	1,832
2005	1,680
2006	2,490
2007	4,963



付図 7. 調査で計測された SA 値と襟裳以北海域における沖底による漁獲量(12~11月)の関係

2007年度の親魚の分布量は過去最大であった2006年度を大きく上回っていた。計測された

SA 値と襟裳以西海域における沖底船漁獲量(12～1月)との相関は高く、2007年度の漁獲量も、2001年度以降最大の12.5千トンであった(付図7)。

(4)マダラ・スケトウダラ新規加入量調査(岩手県水産技術センター:4～6月、宮城県水産研究開発センター:5～7月、福島県水産試験場:7～12月)

前述したように、東北水研ではマダラ・スケトウダラ新規加入量調査により、東北太平洋海域の水深150～900m帯におけるスケトウダラ1歳魚の現存量を推定している。しかし、より浅い沿岸域に分布しているスケトウダラ0歳魚や1歳魚の情報は得られないため、岩手～福島県までの各沿岸域において、着底トロール調査を実施し、加入量の推定を行うことを目的としている。

調査で推定された各県沿岸の現存量を下表に示すが、資源解析で推定された0歳、1歳魚との相関は低い。また、調査が行われた東北海域が漁獲主体である0歳、1歳魚の漁獲尾数とも相関は低い。

年級群	0歳魚(現存量:千尾)			1歳魚(現存量:千尾)		
	福島県	宮城県	岩手県	福島県	宮城県	岩手県
2000	617	3,647	—	—	714	2,321
2001	9	22,079	—	—	277	18,939
2002	0	2,436	—	—	25	2,740
2003	552	26,889	—	—	0	8,220
2004	279	49,312	—	—	135	7,084
2005	2,748	14,123	—	—	628	4,258
2006	1	20,545	—	—	5	11,607
2007	77	6,349	—	—	—	—

補足資料 4 現存量とチューニング VPA によって推定された資源尾数の関係

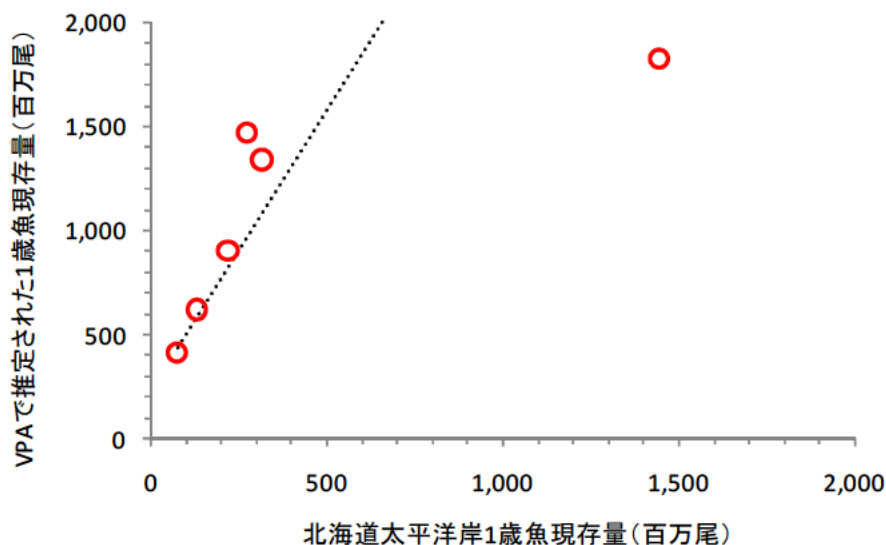
スケトウダラ音響調査で得られた北海道太平洋海域における 1 歳魚の現存量と、チューニング VPA によって推定された 1 歳魚の資源尾数を下表に、また、それらの関係を付図 8 に示す。なお、昨年度までは道東海域のみの現存量との比較であったが、本年度から現存量推定海域を拡大し、渡島半島東部から根室半島までの北海道太平洋海域での現存量との比較を行った。

現存量と 1 歳魚資源尾数の関係は、チューニングで用いた関係式を元に、1 歳魚チューニング部の式を下式のように変形し、残差を最小とするように各変数を推定し、関係式を求めた。そして得られた式を用い、2008 年の現存量データから 2008 年度 1 歳の現存量を推定した。

$$SSQ = \sum_y (\ln(I_{1,y}) - \ln(qN_{1,y} + \delta))^2$$

ここで、 $I_{1,y}$ は y 年度の 1 歳魚の現存量、 q は比例係数、 δ は回帰式の切片である。

年級	現存量(百万尾)	VPA 結果(百万尾)
	1 歳魚	1 歳魚
2000	1,445.01	1,826.6
2001		
2002	222.0	906.6
2003	318.4	1,344.6
2004	77.2	420.1
2005	275.9	1,472.4
2006	131.6	625.8
2007	50.0	



付図 8. 道東海域における 1 歳魚の現存量とチューニング VPA によって推定された 1 歳魚の資源尾数の関係

補足資料5 チューニングVPAの結果等

年齢別漁獲尾数 (千尾)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	591,600	381,530	29,120	5,400	178,180	533,550	519,420	465,670	374,752	177,672
1歳	340,240	665,490	47,390	26,590	165,410	25,020	187,226	127,982	117,458	185,171
2歳	36,820	111,030	230,920	79,240	149,860	42,070	29,931	53,282	47,844	158,571
3歳	100,710	20,590	90,180	129,850	130,090	62,150	83,615	82,115	71,194	44,087
4歳	135,270	173,240	128,960	202,820	104,540	116,650	108,573	129,781	114,235	43,140
5歳	123,990	57,160	126,730	141,060	126,790	106,130	119,847	101,841	78,726	64,880
6歳	46,400	20,150	35,070	61,360	49,920	53,540	66,883	59,826	38,961	25,301
7歳	26,510	6,040	8,260	10,610	11,580	12,420	23,382	22,185	13,639	13,978
8+歳	1,820	1,570	3,070	2,560	2,850	3,810	7,618	9,236	7,648	11,401
合計	1,403,360	1,436,800	699,700	659,490	919,220	955,340	1,146,495	1,051,917	864,456	724,201

年齢別漁獲尾数 (千尾)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	68,098	20,077	28,651	55,573	70,421	7,993	6,568	61,600	6,531	27,593
1歳	108,503	98,391	37,803	36,288	76,183	115,737	20,337	29,039	45,159	12,034
2歳	213,960	67,633	253,088	147,932	100,068	170,107	399,445	35,355	51,025	38,197
3歳	81,885	94,037	42,426	207,514	48,458	30,227	157,831	319,525	24,982	36,186
4歳	59,258	83,528	46,409	71,252	134,760	48,263	57,967	197,351	260,426	53,837
5歳	68,784	94,548	59,825	58,108	62,042	58,776	33,452	69,336	99,464	183,883
6歳	27,408	40,274	45,165	26,560	39,495	20,729	20,773	26,050	42,933	50,241
7歳	6,099	4,534	12,038	6,396	21,239	13,674	11,171	22,710	23,391	24,842
8+歳	2,903	2,914	3,997	3,190	14,130	14,144	11,785	11,993	15,630	17,459
合計	636,899	505,935	529,401	612,813	566,796	479,649	719,330	772,957	569,541	444,272

年齢別漁獲尾数 (千尾)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳	6,056	5,735	114,283	2,775	33,371	26,096	5,465
1歳	16,001	25,394	2,877	10,289	11,982	28,720	10,400
2歳	24,672	98,813	14,724	26,965	36,895	16,868	84,859
3歳	19,871	22,810	166,455	82,642	31,115	69,737	23,790
4歳	21,933	14,384	52,806	161,342	78,534	46,363	87,589
5歳	37,446	15,347	35,095	60,954	92,368	57,912	56,039
6歳	74,896	16,879	19,582	42,490	43,210	52,986	48,826
7歳	23,966	33,597	11,474	16,814	21,183	25,152	26,282
8+歳	16,810	15,646	16,719	7,299	12,392	14,196	9,701
合計	241,649	248,604	434,017	411,570	361,050	338,030	352,951

年齢別漁獲重量(トン)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	18,110	11,679	891	165	5,454	16,333	15,900	14,255	10,098	4,480
1歳	36,178	70,761	5,039	2,827	17,588	2,660	19,908	13,608	12,811	17,728
2歳	9,844	29,684	61,736	21,185	40,065	11,247	8,002	14,245	15,890	44,993
3歳	40,757	8,333	36,496	52,550	52,647	25,152	33,839	33,232	32,277	18,457
4歳	66,258	84,856	63,167	99,345	51,205	57,137	53,181	63,569	56,177	23,269
5歳	69,895	32,222	71,440	79,518	71,473	59,827	67,560	57,409	46,093	40,112
6歳	29,648	12,875	22,408	39,207	31,897	34,210	42,736	38,226	26,573	16,748
7歳	20,913	4,765	6,516	8,370	9,135	9,798	18,445	17,501	11,175	11,459
8+歳	1,821	1,571	3,072	2,562	2,852	3,813	7,624	9,243	6,720	11,741
合計	293,423	256,746	270,765	305,728	282,318	220,177	267,194	261,288	217,815	188,988

年齢別漁獲重量(トン)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	1,980	599	1,203	1,836	1,957	236	213	2,556	243	1,454
1歳	10,292	9,277	5,205	2,853	8,064	10,338	1,721	3,499	7,146	1,171
2歳	52,591	16,745	57,577	39,057	22,167	37,634	80,429	9,112	14,699	11,632
3歳	33,465	37,587	14,555	70,182	19,251	11,116	53,353	104,001	8,721	15,353
4歳	26,805	38,720	23,299	30,931	70,762	23,406	26,195	77,826	116,285	24,903
5歳	36,416	50,836	32,768	30,566	33,275	32,760	18,085	32,719	52,600	96,187
6歳	16,273	24,668	29,113	16,094	23,330	13,098	13,283	13,027	26,167	29,606
7歳	4,915	3,258	9,397	4,385	13,623	7,965	8,239	13,734	16,173	16,063
8+歳	2,973	2,450	4,919	2,835	11,048	11,517	10,238	8,411	12,194	13,531
合計	185,710	184,140	178,037	198,740	203,477	148,071	211,755	264,885	254,227	209,901

年齢別漁獲重量(トン)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳	264	279	3,713	117	1,394	1,040	237
1歳	3,820	3,943	219	895	1,857	4,497	842
2歳	7,786	29,763	3,153	5,672	9,766	3,047	20,479
3歳	9,337	10,507	63,932	28,133	13,136	24,947	7,516
4歳	11,709	8,128	24,819	74,084	36,160	20,994	40,060
5歳	21,775	8,994	18,174	31,037	48,491	30,544	29,497
6歳	46,660	10,791	12,252	24,599	24,850	31,491	29,241
7歳	16,118	23,671	7,853	10,849	13,248	16,146	17,479
8+歳	12,676	12,899	12,806	5,524	8,913	10,108	6,982
合計	130,145	108,974	146,920	180,909	157,814	142,812	152,333

年齢別漁獲重量は年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重を基に算出された値であり実際の漁獲量とは異なる場合がある。

Fマトリックス

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	0.168	0.173	0.017	0.003	0.136	0.315	0.296	0.237	0.188	0.134
1歳	0.197	0.357	0.035	0.023	0.167	0.030	0.209	0.132	0.103	0.161
2歳	0.046	0.103	0.230	0.085	0.205	0.066	0.052	0.096	0.076	0.227
3歳	0.152	0.035	0.124	0.213	0.214	0.132	0.197	0.214	0.195	0.100
4歳	0.601	0.450	0.343	0.478	0.282	0.322	0.382	0.568	0.556	0.184
5歳	1.319	0.593	0.763	0.855	0.678	0.552	0.695	0.820	0.906	0.783
6歳	1.491	0.847	1.015	1.245	0.951	0.746	0.906	1.030	0.979	0.937
7歳	2.207	0.857	1.211	1.150	0.915	0.708	0.971	0.988	0.748	1.452
8+歳	2.207	0.857	1.211	1.150	0.915	0.708	0.971	0.988	0.748	1.452
加重平均	0.218	0.239	0.143	0.157	0.223	0.236	0.285	0.258	0.204	0.192

Fマトリックス

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	0.028	0.015	0.020	0.021	0.016	0.011	0.009	0.065	0.006	0.012
1歳	0.136	0.062	0.043	0.038	0.044	0.039	0.040	0.057	0.074	0.016
2歳	0.327	0.135	0.256	0.275	0.159	0.149	0.213	0.104	0.154	0.095
3歳	0.191	0.253	0.127	0.378	0.146	0.071	0.219	0.288	0.107	0.169
4歳	0.201	0.322	0.201	0.345	0.483	0.225	0.200	0.499	0.430	0.376
5歳	0.532	0.609	0.430	0.444	0.618	0.428	0.255	0.414	0.542	0.668
6歳	1.033	0.752	0.723	0.365	0.670	0.457	0.278	0.343	0.524	0.629
7歳	0.655	0.485	0.563	0.214	0.602	0.552	0.513	0.596	0.638	0.718
8+歳	0.655	0.485	0.563	0.214	0.602	0.552	0.513	0.596	0.638	0.718
加重平均	0.140	0.127	0.136	0.126	0.081	0.087	0.166	0.223	0.192	0.122

Fマトリックス

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳	0.004	0.005	0.067	0.005	0.018	0.034	0.012*
1歳	0.010	0.026	0.004	0.009	0.035	0.024	0.020
2歳	0.047	0.094	0.022	0.050	0.047	0.071	0.102
3歳	0.071	0.061	0.248	0.177	0.082	0.127	0.147
4歳	0.155	0.070	0.206	0.430	0.269	0.178	0.246
5歳	0.523	0.163	0.259	0.413	0.503	0.346	0.361
6歳	0.687	0.507	0.344	0.616	0.627	0.657	0.593
7歳	0.768	0.843	0.859	0.602	0.788	1.054	0.896
8+歳	0.768	0.843	0.859	0.602	0.788	1.054	0.896
加重平均	0.068	0.069	0.106	0.137	0.101	0.112	0.146

*北海道太平洋海域における1歳魚の現存量を基に推定した(補足資料2、4)。

年齢別資源尾数（千尾）

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	4,664,564	2,929,186	2,075,528	1,919,862	1,714,676	2,414,905	2,474,873	2,694,616	2,675,116	1,728,358
1歳	2,271,204	2,642,390	1,651,122	1,367,426	1,282,501	1,003,500	1,181,926	1,233,692	1,424,997	1,486,363
2歳	946,669	1,314,874	1,303,410	1,123,744	941,288	764,909	686,152	675,721	761,932	905,577
3歳	809,631	669,619	878,518	766,835	764,287	568,338	530,448	482,552	454,727	523,274
4歳	339,215	541,665	503,329	604,607	482,620	480,424	387,775	339,323	303,345	291,313
5歳	191,801	144,806	268,966	278,186	291,880	283,608	271,211	206,184	149,734	135,433
6歳	67,851	39,954	62,331	97,632	92,167	115,425	127,215	105,454	70,702	47,138
7歳	33,755	11,895	13,334	17,595	21,886	27,725	42,644	40,051	29,332	20,680
8+歳	2,317	3,092	4,956	4,245	5,386	8,505	13,893	16,674	16,448	16,868
合計	9,327,009	8,297,479	6,761,493	6,180,133	5,596,691	5,667,339	5,716,136	5,794,268	5,886,334	5,155,005

年齢別資源尾数（千尾）

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	3,014,119	1,607,063	1,775,778	3,222,205	5,406,145	928,414	936,720	1,194,071	1,344,940	2,762,335
1歳	1,013,088	1,964,670	1,060,809	1,166,883	2,114,410	3,566,192	615,790	622,524	749,976	896,193
2歳	891,979	622,827	1,301,885	715,805	791,826	1,426,047	2,415,897	416,868	414,309	490,590
3歳	534,384	476,637	403,190	746,625	402,955	500,470	910,029	1,445,935	278,393	263,010
4歳	368,619	343,916	288,218	276,563	398,341	271,058	363,091	569,446	844,115	194,766
5歳	188,804	234,786	194,129	183,509	152,508	191,304	168,508	231,620	269,323	427,573
6歳	48,219	86,338	99,414	98,392	91,637	64,022	97,117	101,713	119,197	121,972
7歳	14,383	13,366	31,699	37,566	53,189	36,513	31,567	57,303	56,226	54,942
8+歳	6,846	8,590	10,526	18,734	35,387	37,769	33,302	30,261	37,570	38,613
合計	6,080,442	5,358,194	5,165,647	6,466,282	9,446,397	7,021,786	5,572,021	4,669,740	4,114,049	5,249,994

年齢別資源尾数（千尾）

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳	1,740,242	1,359,209	2,145,076	629,998	2,236,848	965,211	553,283*
1歳	1,829,057	1,161,561	906,410	1,344,320	420,028	1,472,082	625,634
2歳	621,434	1,275,483	797,222	636,321	938,690	285,931	1,013,249
3歳	330,562	439,134	859,852	577,923	448,189	663,643	197,305
4歳	172,899	239,906	321,869	522,757	377,156	321,591	455,303
5歳	104,173	115,298	174,145	204,070	264,740	224,423	209,540
6歳	170,718	48,084	76,251	104,653	105,138	124,665	123,673
7歳	50,654	66,860	22,552	42,103	44,007	43,749	50,329
8+歳	35,529	31,136	32,862	18,277	25,744	24,691	18,577
合計	5,055,269	4,736,671	5,336,239	4,080,422	4,860,539	4,125,986	3,246,895

*北海道太平洋海域における1歳魚の現存量を基に推定した（補足資料2、4）。

年齢別資源重量（トン）

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	142,787	89,666	63,534	58,769	52,488	73,923	75,758	82,485	72,086	43,584
1歳	241,497	280,965	175,564	145,398	136,368	106,702	125,674	131,178	155,421	142,306
2歳	253,090	351,528	348,464	300,430	251,651	204,497	183,441	180,652	253,052	256,946
3歳	327,657	270,994	355,535	310,337	309,306	230,006	214,672	195,288	206,162	219,073
4歳	166,153	265,317	246,539	296,147	236,395	235,320	189,939	166,206	149,176	157,126
5歳	108,121	81,629	151,620	156,817	164,537	159,874	152,886	116,229	87,667	83,732
6歳	43,355	25,529	39,828	62,383	58,891	73,752	81,286	67,382	48,222	31,202
7歳	26,628	9,383	10,519	13,880	17,265	21,872	33,641	31,595	24,033	16,954
8+歳	2,319	3,094	4,960	4,249	5,391	8,512	13,904	16,687	14,453	17,371
合計	1,311,607	1,378,106	1,396,561	1,348,411	1,232,293	1,114,456	1,071,200	987,703	1,010,271	968,295

年齢別資源重量（トン）

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	87,628	47,951	74,549	106,452	150,217	27,363	30,349	49,544	49,944	145,582
1歳	96,100	185,240	146,071	91,756	223,818	318,543	52,100	75,016	118,671	87,225
2歳	219,246	154,205	296,174	188,986	175,400	315,493	486,445	107,436	119,355	149,402
3歳	218,395	190,514	138,324	252,512	160,081	184,054	307,622	470,630	97,179	111,591
4歳	166,746	159,425	144,695	120,057	209,167	131,455	164,077	224,563	376,913	90,093
5歳	99,956	126,240	106,331	96,529	81,796	106,628	91,103	109,299	142,426	223,657
6歳	28,629	52,882	64,083	59,620	54,131	40,455	62,099	50,865	72,648	71,875
7歳	11,593	9,603	24,746	25,754	34,117	21,269	23,281	34,656	38,876	35,525
8+歳	7,011	7,222	12,954	16,652	27,667	30,755	28,930	21,224	29,310	29,926
合計	935,303	933,282	1,007,926	958,318	1,116,395	1,176,014	1,246,007	1,143,232	1,045,323	944,877

年齢別資源重量（トン）

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳	75,853	66,120	69,685	26,466	93,421	38,456	23,973*
1歳	436,632	180,363	69,033	116,898	65,102	230,502	50,632
2歳	196,122	384,184	170,713	133,836	248,471	51,658	244,527
3歳	155,324	202,281	330,251	196,734	189,220	237,401	62,337
4歳	92,300	135,563	151,279	240,035	173,656	145,620	208,238
5歳	60,576	67,573	90,184	103,910	138,981	118,363	110,295
6歳	106,356	30,740	47,707	60,588	60,464	74,091	74,066
7歳	34,068	47,106	15,434	27,167	27,521	28,083	33,472
8+歳	26,793	25,669	25,170	13,832	18,515	17,581	13,371
合計	1,184,025	1,139,599	969,456	919,467	1,015,352	941,756	820,912

*北海道太平洋海域における1歳魚の現存量を基に推定した（補足資料2、4）。

親魚量 (トン)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	33,231	53,063	49,308	59,229	47,279	47,064	37,988	33,241	29,835	31,425
5歳	86,497	65,303	121,296	125,454	131,630	127,899	122,308	92,983	70,134	66,986
6歳	39,019	22,976	35,845	56,145	53,002	66,377	73,157	60,643	43,400	28,082
7歳	26,628	9,383	10,519	13,880	17,265	21,872	33,641	31,595	24,033	16,954
8+歳	2,319	3,094	4,960	4,249	5,391	8,512	13,904	16,687	14,453	17,371
合計	187,694	153,821	221,927	258,957	254,566	271,724	280,998	235,150	181,855	160,819

親魚量 (トン)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	33,349	31,885	28,939	24,011	41,833	26,291	32,815	44,913	75,383	18,019
5歳	79,965	100,992	85,065	77,223	65,437	85,302	72,882	87,439	113,941	178,926
6歳	25,766	47,594	57,675	53,658	48,718	36,409	55,889	45,778	65,383	64,687
7歳	11,593	9,603	24,746	25,754	34,117	21,269	23,281	34,656	38,876	35,525
8+歳	7,011	7,222	12,954	16,652	27,667	30,755	28,930	21,224	29,310	29,926
合計	157,684	197,296	209,378	197,299	217,771	200,026	213,798	234,009	322,894	327,083

親魚量 (トン)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0
4歳	18,460	27,113	30,256	48,007	34,731	29,124	41,648
5歳	48,461	54,059	72,147	83,128	111,185	94,691	88,236
6歳	95,720	27,666	42,936	54,529	54,418	66,682	66,660
7歳	34,068	47,106	15,434	27,167	27,521	28,083	33,472
8+歳	26,793	25,669	25,170	13,832	18,515	17,581	13,371
合計	223,503	181,612	185,943	226,663	246,371	236,161	243,386