

平成17年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(船本鉄一郎、八吹圭三、本田聡)

参画機関：東北区水産研究所八戸支所、水研センター開発調査部、北海道立釧路水産試験場、北海道立函館水産試験場、北海道立函館水産試験場室蘭支場、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（4月～翌年3月の漁期年）以降90～160万トン付近で安定して推移している。その中で、近年は110万トン未満の低水準が続いており、2004年度の資源量は100万トンであった。本系群の資源量の増加は、卓越年級群の発生・成長によってもたらされている。しかし、親魚量と加入量の間に、親魚量が増えれば加入量も増えるといった特定の親子関係は認められない。一方、2004年度の親魚量は、過去に卓越年級群が発生した最低水準（ B_{limit} ：15.7万トン）よりも高い値であった。ここで、この B_{limit} は、この水準以上に親魚量を維持している場合に、卓越年級群の発生が期待できる親魚量と考えられる。よって、本資源に関しては、親魚量をこの B_{limit} 以下に減らさないことが重要である。また、1996年度以降現在まで、再生産成功率（RPS：加入量/親魚量）は低めで推移している。したがって、この低めのRPSが継続しても、親魚量を B_{limit} 以上に維持するような漁獲量を ABC_{limit} とし、それよりやや少なめの不確実性を見込んだ漁獲量を ABC_{target} とした。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	117千トン	F_{sim}	0.75	15%
ABC_{target}	97千トン	$0.8F_{sim}$	0.60	12%

漁獲割合は ABC ／資源量、F値は8歳のものである。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価*
親魚量を最低水準（ B_{limit} ）以上に維持する。	F_{sim}	ABC_{limit} 117千トン	A:100%、B:72%、 C:113千トン
親魚量を最低水準（ B_{limit} ）以上に維持する。 予防的措置をとる。	$0.8F_{sim}$	ABC_{target} 97千トン	A:100%、B:100%、 C:102千トン

* 1996～2004年度の再生産成功率をランダムに発生させたシミュレーションを1000回行った。

A:2010年度に親魚量が B_{limit} を上回った率

B:2014年度に親魚量が B_{limit} を上回った率

C:2006～2010年度の平均漁獲量

参考値

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
現状の親魚量を維持する。	F _{sus}	99千トン	A:100%、B:100%、 C:103千トン
現状の漁獲圧を継続する。	F _{current}	156千トン	A:40%、B:2%、 C:131千トン
再生産成功率が1981～2004年度並みの場合に、現状の親魚量を維持する。	F _{med}	171千トン	A:28%、B:0%、 C:137千トン

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F値	漁獲割合
2003	1,095	148	1.07	14%
2004	1,002	184	1.07	19%
2005	868			

2005年度の資源量は、加入量を仮定した値である。

指標	値	設定理由
B _{ban}	未設定	
B _{limit}	親魚量 1991年水準（15.7万トン）	これ以上に親魚量を維持すると、卓越発生が期待できる。
2004年	親魚量 20.9万トン	

2004年度の親魚量は、2004年級群を生み出した親魚量である。

水準：低位 動向：横ばい

1. まえがき

スケトウダラは、我が国周辺海域における重要な底魚資源の一つで、2004年の漁獲量は23.8万トン（平成16年漁業・養殖業生産統計（概数））であった。ロシア（旧ソ連）の排他的経済水域設定までは、北方四島周辺水域やオホーツク海、サハリン沿岸などにも漁場が存在し、それらにおける漁獲も多かったが、現在は北海道周辺海域で、ほとんどの漁獲があげられている。

北海道周辺の本種は、現在4つの系群に分けられている。その中で、太平洋系群は最も大きな資源であり、2004年度の漁獲量は4系群全体の72%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。そのため、これまでおよび以下の本文中における年度という表記は、すべてこの4

月1日から翌年の3月31日までを意味している。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、常磐沖から北方四島水域にかけての太平洋岸に分布している（図1、2）。主産卵場は、噴火湾を中心とする渡島、胆振地方の沿岸であるが、道東沿岸などで産卵を行う個体も存在する（濱津・八吹 1995）。噴火湾からの仔稚魚の移動・分散過程については、近年道東海域への移動経路の存在が明らかとなった（本田ほか 2003; Honda et al. 2004）。この道東海域は、稚魚の生育場として重要な海域であり（Nishimura et al. 2002）、主な分布水深は50～300mである（渡辺ほか 1993; Miyake et al. 1996）。また、東北太平洋海域に分布する若齢魚の多くも、主産卵場由来と考えられている（小林 1985; 金丸 1989）。なお、これら道東海域や東北太平洋海域で成熟を迎えた多くの個体は、産卵のため噴火湾周辺海域へ回遊するが、その後は毎年索餌場と産卵場との間を移動すると推測されている。

(2) 年齢・成長

スケトウダラの漁獲量は、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。このため、年齢の起算日も4月1日とした。

1980～1996年にかけて、道東海域で沖合底びき網（以下、沖底）により漁獲された標本をもとに算出した、雌雄込みのvon Bertalanffyの成長式と、体長(BL: mm) 尾叉長(FL: mm)の関係を以下に示す（八吹 未発表）。

$$BL = 565(1 - \exp(-0.22927(t + 0.54416)))$$

$$FL = 1.077BL + 0.32$$

また、これらをもとに推定した満年齢時の尾叉長と、漁獲物の年齢別平均体重の過去5年間のにおける平均値を図3に示す。

(3) 成熟・産卵生態

成熟は3歳で開始され、5歳でほとんどの個体が成熟する（図4）。噴火湾周辺海域における産卵期は12～3月で、盛期は1～2月である（前田ほか 1981; 尹 1981）。

寿命については明らかとなっていない。漁獲物中における10歳以上の個体の割合は低いですが、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。ちなみに、ベーリング海における最高齢は28歳である（Beamish and McFarlane 1995）。

(4) 被捕食関係

主要な餌生物は、オキアミをはじめとする浮遊性小型甲殻類であるが、イカ類、環形動物、小型魚類および底生甲殻類なども捕食している。また、春季には大型魚による共食いも行われる（Yamamura et al. 2001; 2002）。一方、体長30cm程度までの個体が、マダラの胃内容物として観察されている。その他、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) 主要漁業の概要

本系群は、主に沖底、刺し網および定置網など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（未成魚：0～3歳）、渡島～胆振地方（産卵親魚）および十勝～釧路地方の沿岸（2～4歳）である（図2）。なお、卓越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

本系群の漁獲量を表1と図5に示す。

系群全体の漁獲量は、1987年度までは20万トン台で増減を繰り返していた。その後は減少を続けていたが、豊度の高い1991、1994、1995および2000年級群の成長とともに減少から増加に転じている。2004年度の漁獲量は18.4万トンであった。

日本漁船による漁獲量は、系群全体の漁獲量と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2～7万トン付近で推移した。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。

1985年度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、1989年度以降4千トン未満で推移している。2004年度の漁獲量は1,706トンであった。

(3) 漁獲努力量

北海道根拠の沖底の努力量を表2と図6に示す。

網数は、1980年代後半以降、海域・漁法を問わず全体的に漸減傾向にある。中でも、道東海域のかけまわしの網数は、近年も減少を続けており、2004年度は6千8百網であった。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、近年は横ばい傾向にあり、2004年度はそれぞれ3千7百網および4千6百網であった。

道東海域の標準化網数も、1980年代後半以降全体的に減少傾向にある。2004年度の標準化網数は1.4万網であった。

なお、1997年末に32隻あった根室から室蘭までの北海道太平洋岸を根拠地とする沖底船は、2002年末には25隻まで減船された（北海道機船漁業協同組合連合会資料）。

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。チューニング指数としては、現存量調査（補足資料2）によって推定した道東海域における1歳魚の現存量と、北海道太平洋海域（道東海域と襟裳以西海域）における北海道根拠の沖底の年齢別CPUE（2歳以上）を用いた。しかしながら、この方法には、2004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、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から（1995年級群と1997～1999年級群を用いた）、2004年級群の1歳魚の資源尾数を推定し、さらにこの値をもとに2004年級群の0歳魚の資源尾数を算出した。詳細については、補足資料1、3を参照されたい。

(2) 資源量指標値の推移

海域・漁法を問わずCPUEは、1980年代には安定して推移していたが、1990年代以降は豊度の高い1991、1994、1995および2000年級群が発生した後に増加する傾向を示している（表3、図7）。2004年度の襟裳以西海域のかけまわし、道東海域のかけまわし、および道東海域のトロールのCPUEは、それぞれ5.4トン/網、2.9トン/網および8.4トン/網であった。

道東海域の標準化CPUEにも、同様の変動傾向が認められ、2004年度のCPUEは4.1トン/網であった。

現存量調査（補足資料2）によって推定した、道東海域における若齢魚の現存量を下表と図8に示す。2001年級群以降、3億尾を越える1歳魚は観察されておらず、2004年級群の1歳魚の現存量も、2002年級群のそれと同水準の6千万尾であった。

年級	現存量（百万尾）	
	1 歳魚	2 歳魚
1995	2796.8	
1996		175.0
1997	120.0	85.9
1998	35.9	40.0
1999	65.2	23.8
2000	1326.6	437.5
2001	292.3	270.2
2002	50.1	46.4
2003	109.1	335.0
2004	59.6	

(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非常に少ない（図9）。これら0、1歳魚のほとんどは、全期間を通じて東北太平洋海域で漁獲されており、それらの漁獲尾数と、主に北海道太平洋海域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。年級群豊度に応じた漁獲パターンを示すようになるのは、2歳以上と考えられる。

(4) 資源量の推移

資源尾数および資源量を表4と図10～12に示す。

資源尾数は、1981年度以降40～100億尾付近で比較的安定して推移している。その中で、豊度の高い年級群が発生した1991、1994、1995および2000年度に10億尾以上増加している。近年は、2001年度以降減少を続けており、2004年度の資源尾数は1981年度以降最低の37億尾であった。

資源量も、1981年度以降90～160万トン付近で安定して推移している。その中で、主に豊度の高い1981、1991、1994、1995および2000年級群（後述するようにこれらは卓越年級群）が発生・成長した年度に増加している。2001～2003年度には、2000年級群の成長により増加を続けたが、その程度は低く、1999年度以降110万トン未満が続いている。2004年度の資源量は100万トンであった。

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た。

親魚量は、1981年度以降14～32万トン付近で比較的安定して推移している（表4、図13）。その中で、主に豊度の高い年級群（1981、1991、1994、1995および2000年級群）が成熟した年度に高い値を示している。2004年度には、2000年級群の成熟により約5万トン増加し、親魚量は20.9万トンとなった。

加入量は、1981年度以降7～55億尾の間で増減を繰り返している（表4、図13）。ここで、VPAで推定された0歳魚の資源尾数が、30億尾を上回った年級群を卓越年級群とすると、1981、1991、1994、1995および2000年級群が卓越年級群となる。一方、1996年度以降は、2000、2001年度を除けば12億尾未満で推移しており、2004年度の加入量は10億尾であった。

再生産成功率（RPS：加入尾数/親魚量）は、1981年度以降0.003～0.03の間で増減を繰り返している（表4、図13）。しかし、1996年度以降は0.01未満で推移しており、2004年度のRPSは0.0047であった。

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、2004年度の資源量と親魚量を算出した（図14）。なお、2歳以下のMについても連動させて変化させた。2004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、逆にMが小さくなると減少した。

（5）漁獲係数

各年齢の資源尾数で重み付けした漁獲係数（F）の加重平均を図15に、%SPRおよびYPRとFとの関係を図16に示す（年齢別選択率は2000～2004年度の平均）。

Fには、卓越年級群が発生した数年後に高くなる傾向が認められる。また、現状のF（F_{current}）を、年齢別選択率が2000～2004年度の平均で、8歳のFが2004年度と同じ（1.071）Fとすると、F_{current}はF_{0.1}よりもかなり高く、F_{20%SPR}やF_{med}に近い値である。

（6）資源水準・動向の判断

1981～2004年度の24年間における資源量の最高・最低値は、それぞれ1997年度の157万トンと2000年度の93.6万トンである。この資源量の最高値と最低値の間を3等分し、高・中・低水準とすると、2004年度の100万トンは低水準となる。また、この低水準は1999年度以降続いている。一方、過去5年間の資源量の推移から、動向は横ばいと判断した。

5. 資源管理の方策

（1）再生産関係

親魚量と加入量の関係を図17に示す。この図からは、親魚量が増えれば加入量も増えるといった特定の親子関係は読み取れない。

資源の回復措置をとる閾値（B_{limit}）は、過去に卓越年級群が発生した最低水準の親魚量（1991年度の15.7万トン）とした。このB_{limit}は、この水準以上に親魚量を維持している場合に、卓越年級群の発生が期待できる親魚量と考えられる。なお、2004年度の親魚量である20.9万トンは、このB_{limit}よりも高い値である。

RPSの変動には、環境要因が深く関わっていると考えられる。図18に、北海道太平洋岸（北緯42度30分、東経141度30分）における冬季の表面水温（気象庁保有データ）とRPSとの関係を示す。両者には有意な正の相関関係が認められ（ $P < 0.05$ ）、水温に代表される環境要因が、本系群の初期生残に大きな影響を与えている可能性が高い。なお、水温が代表している環境要因としては、北西風、沿岸親潮および餌生物などが示唆されている（磯田ほか 1998; Funamoto submitted）。

また、本系群に関しては、資源と海洋環境の関係の解明を目指して、2004年度に水産庁の委託による資源動向要因分析調査が始まった。本調査では、卵から加入までの過程に複数のスイッチを仮定するとともに（志田ほか 2005）、それら各スイッチ間における数量変化の把握や、その数量変化に影響を及ぼす環境要因の特定を目的とした調査研究が行われている。

(2) 今後の加入量の見積もり

RPSは、1996年度以降現在まで低めで推移している（表4、図13）。そのため、今後の加入量推定にも、1996年度以降のRPSの中央値を用いることが妥当と考えられる。

(3) 漁獲圧と資源動向

上記で仮定した加入条件のもとで、Fを変化させた場合の漁獲量と親魚量を下表と図19に示す。ここで、Fの年齢別選択率は2000～2004年度の平均とし、2005年度のFはF_{current}とした。なお、すべてのFに関して、2005年度の漁獲量および親魚量は、それぞれ17.6万トンおよび26.1万トンと見積もられる（補足資料5）。

F	基準値	漁獲量 (千トン)					親魚量(千トン)				
		2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
0.43	0.4 F _{current}	72	79	83	83	86	237	234	240	243	257
0.54	0.5 F _{current}	88	92	93	91	92	237	222	218	216	227
0.61	F _{sus}	99	100	98	95	95	237	214	205	200	209
0.64	0.6 F _{current}	103	103	100	96	96	237	210	199	193	202
0.75	0.7 F _{current}	117	112	106	101	99	237	200	182	174	181
0.86	0.8 F _{current}	131	120	111	104	100	237	190	167	157	164
0.96	0.9 F _{current}	143	126	114	106	101	237	180	154	143	149
1.07	F _{current}	156	131	117	107	101	237	171	142	131	136
1.22	F _{med}	171	138	120	109	101	237	160	128	117	121

(4) 不確実性を考慮した検討

RPSの年変動が親魚量と漁獲量の動向に与える影響をみるために、1996～2004年度のRPSが2005年度以降重複を許してランダムに現れるという条件のもと、様々なFで漁獲を続けた場合の親魚量と漁獲量を計算した。1000回試行した結果を下表と図20に示す。

0.7F_{current}以下のFで漁獲を続けた場合、2010年度の親魚量がB_{limit}を上回る率はすべて100%であった。また、0.6F_{current}以下のFで漁獲を続けた場合は、2014年度の親魚量がB_{limit}を上回る率も100%もしくはほぼ100%であった。一方、0.8F_{current}以上のFで漁獲を続けた場合の2010年度の親魚量がB_{limit}を上回る率、および0.7F_{current}以上のFで漁獲を続けた場合の2014年度の親魚量がB_{limit}を上回る率は、ともに100%から顕著に低下した。

ここで、2010年度の親魚量がBlimitを上回る率が100%となる最大のFをFsimとすると、Fsimは0.7Fcurrentとなる。また、このFsimで漁獲を続けた場合の2006～2010年度の平均漁獲量は11.3万トンであった。

F	基準値	2010年度の親魚量が Blimitを上回った率	2014年度の親魚量が Blimitを上回った率	2006～2010年度の平均 漁獲量（千トン）
0.43	0.4 Fcurrent	100%	100%	85
0.54	0.5 Fcurrent	100%	100%	96
0.61	Fsus	100%	100%	103
0.64	0.6 Fcurrent	100%	98%	106
0.75	0.7 Fcurrent (Fsim)	100%	72%	113
0.86	0.8 Fcurrent	79%	36%	120
0.96	0.9 Fcurrent	46%	11%	126
1.07	Fcurrent	40%	2%	131
1.22	Fmed	28%	0%	137

(5) 漁獲制御方法

本系群の資源量の増加は、卓越年級群の発生・成長によってもたらされている。しかし、親魚量と加入量の間に、親魚量が増えれば加入量も増えるといった特定の親子関係は認められない。よって、本資源に関しては、親魚量を卓越年級群の発生が期待できる最低水準以下に減らさないことが重要と考えられる。また、1996年以降現在まで、RPSは低めで推移している。したがって、この低めのRPSが継続しても、親魚量を先に設定したBlimit以上に維持することを管理目標とする。

6. 2006年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

近年、資源量は110万トン未満の低水準で推移している。ここで、本系群の資源量の増加は、卓越年級群の発生・成長によってもたらされているが、親魚量と加入量の間に特定の親子関係は認められない。一方、2004年度の親魚量は、Blimitよりも高い値であった。このBlimitは、この水準以上に親魚量を維持している場合に、卓越年級群の発生が期待できる親魚量と考えられる。よって、本資源に関しては、親魚量をこのBlimit以下に減らさないことが重要である。また、RPSは、1996年度以降低めで推移しており注意が必要である。

(2) ABCの算定

ABC算定規則1 1) (1)によりABCを算定した。

$$Flimit = \text{基準値}$$

$$Ftarget = Flimit \times \alpha$$

ここで、管理目標は、1996年度以降のRPSが継続しても、親魚量をBlimit（15.7万トン）以上に維持することとした。先に示したとおり、この加入条件のもとでも、Fsim（年齢別選択率は2000～2004年度の平均、8歳のFが0.75）で漁獲を続ければ、2010年度の親魚量は

常に B_{limit} を上回ると推測された。よって、 F_{limit} の基準値としては F_{sim} を採用する。また、 α としては標準値の0.8を使用する。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC $_{limit}$	117千トン	F_{sim}	0.75	15%
ABC $_{target}$	97千トン	0.8 F_{sim}	0.60	12%

漁獲割合はABC／資源量、F値は8歳のものである。

(3) 管理の考え方と2006年度漁獲量

「5 (3) 漁獲圧と資源動向」および「5 (4) 不確実性を考慮した検討」で検討した、2006年度の漁獲量およびシミュレーションの結果を、 F_{sim} 、0.8 F_{sim} 、 F_{sus} 、 $F_{current}$ および F_{med} について以下に示す。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価*
親魚量を最低水準 (B_{limit}) 以上に維持する。	F_{sim}	ABC $_{limit}$ 117千トン	A:100%、B:72%、 C:113千トン
親魚量を最低水準 (B_{limit}) 以上に維持する。 予防的措置をとる。	0.8 F_{sim}	ABC $_{target}$ 97千トン	A:100%、B:100%、 C:102千トン

* 1996～2004年度の再生産成功率をランダムに発生させたシミュレーションを1000回行った。

A:2010年度に親魚量が B_{limit} を上回った率

B:2014年度に親魚量が B_{limit} を上回った率

C:2006～2010年度の平均漁獲量

参考値

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
現状の親魚量を維持する。	F_{sus}	99千トン	A:100%、B:100%、 C:103千トン
現状の漁獲圧を継続する。	$F_{current}$	156千トン	A:40%、B:2%、 C:131千トン
再生産成功率が1981～2004 年度並みの場合に、現状の 親魚量を維持する。	F_{med}	171千トン	A:28%、B:0%、 C:137千トン

(4) ABCの再評価

評価対象年	管理基準	資源量	ABClimit	target	漁獲量	管理目標
2004年(当初)	Fsim	1088千トン	171千トン	140千トン		SSBの最低水準維持
2004年(2004年再評価)	Fsim	1102千トン	212千トン	176千トン		SSBの最低水準維持
2004年(2005年再評価)	Fsim	1002千トン	170千トン	141千トン	184千トン	SSBの最低水準維持
2005年(当初)	Fsim	926千トン	155千トン	128千トン		SSBの最低水準維持
2005年(2005年再評価)	Fsim	868千トン	132千トン	109千トン		SSBの最低水準維持

7. ABC以外の管理方策の提言

近年、現存量調査（補足資料2）により、北海道海域では加入前の1歳魚の現存量が推定可能となっている。このため、卓越年級群の発生を早期に把握し、それらを最大限に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、高齢魚主体の場合が存在する。実際の漁獲がこの想定と逆になった場合、ABC算定の際の将来予測と異なる結果となり、資源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、2006年度のABClimitで想定している、年齢別の漁獲尾数および漁獲量を下表に示す。

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8+歳	合計
年齢別漁獲尾数 (百万尾)	16.7	7.8	22.3	32.2	25.3	69.7	56.4	12.5	5.9	249
年齢別漁獲重量 (千トン)	0.7	1.2	6.4	13.6	11.6	37.1	33.5	8.4	4.5	117

8+は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%を超える場合は、漁場移動等の措置を講じることとなっている。

8. 引用文献

- Beamish, R. J. and Gordon A. McFarlane (1995) A discussion of the importance of aging errors, and an application to walleye pollock: the world's largest fishery. In Recent developments in fish otolith research, pp.545-565.
- Funamoto, T (submitted) Temperature dependent stock recruitment model for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr.
- 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.
- 服部努（2002）混合域に加入するスケトウダラが太平洋系群の動態に及ぼす影響．平成13年度農林水産技術会議委託プロジェクト研究「我が国周辺海域における漁業資

- 源の変動予測技術の開発」 環境変動が生物生産力と漁業資源に及ぼす影響の解明 (太平洋漁業資源) 研究報告, 独立行政法人水産総合研究センター, pp. 45-48.
- 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.
- 入江隆彦 (1982) 解説. 200カイリ水域内漁業資源調査・北海道底魚・スケトウダラ・ホッケ研究チーム資料No. 10 北海道沖合底びき網漁業漁獲統計による魚種別・海区別の資源量指数経年表, 北海道区水産研究所.
- 磯田豊・清水学・上岡敦・松尾康弘・大谷清隆・中谷敏邦 (1998) 北海道南部太平洋海域におけるスケトウダラの資源量変動に係わる海洋環境の経年変化. 水産海洋研究, 62, 1-11.
- 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.
- 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.
- Miyake, H., H. Yoshida and Y. Ueda (1996) Distribution and abundance of age 0 juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, along the Pacific coast of southeastern Hokkaido, Japan. NOAA Tech. Rep. NMFS, 126, 3-10.
- 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.
- 志田修・濱津友紀・洲崎暁史 (2005) 5. スケトウダラ太平洋系群の資源変動とその要因の解明. 水産海洋研究, 69, 53-54.
- 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.
- 渡辺一俊・八吹圭三・濱津友紀・山村織生 (1993) 初夏の道東太平洋沿岸におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の分布. 北水研研報, 57, 53-61.
- Widrig, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific sardine. Fish. Bull. U.S., 56, 141-166.

- 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	海城計	沖合 底びき網	沿岸漁業	海城計	沖合 底びき網	沿岸漁業	韓国船	海城計	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				73,866				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	130,189	130,189		9,403	9,048	355	72,872	19,947	52,924		47,108	42,509	4,599		805
2002	110,227	110,227		11,411	9,163	2,248	36,006	15,404	20,602		61,045	59,608	1,437		1,765
2003	148,234	148,234		12,119	8,726	3,393	64,762	19,866	44,896		69,205	67,457	1,748		2,148
2004	184,407	184,407		28,763	22,742	6,021	90,351	20,253	70,098		63,588	58,541	5,047		1,706

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報，太平洋北区分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（韓国船）

2003年度，2004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. スケトウダラ太平洋系群に対する北海道根拠の沖底の漁獲努力量（千網）

漁期年	漁獲努力量（北海道根拠沖底，千網数）					
	襟裳以西		道東		北方4島	
	かけまわし	かけまわし	トロール	標準化	かけまわし	トロール
1981	9.6	9.8	10.6	38.1	8.7	9.1
1982	10.4	9.1	9.3	49.8	8.8	7.7
1983	10.3	9.3	9.0	46.8	7.9	6.4
1984	10.9	11.2	9.3	51.8	8.2	5.9
1985	10.0	13.2	10.7	53.8	5.6	4.0
1986	5.8	13.7	7.0	36.4	4.1	2.2
1987	6.3	12.1	7.2	40.5	4.3	1.9
1988	7.4	13.5	7.0	35.7	3.4	1.8
1989	6.8	11.2	8.1	28.7	2.1	1.4
1990	6.8	12.5	8.2	46.5	0.6	0.3
1991	6.4	11.9	5.7	31.3	1.2	0.4
1992	7.1	9.7	4.1	17.7	1.1	1.4
1993	6.6	10.5	4.7	23.0	0.5	1.5
1994	7.3	10.1	5.6	25.0	0.2	0.7
1995	5.8	9.1	5.8	17.9	0.6	0.5
1996	5.3	10.3	5.6	18.4	0.4	0.3
1997	4.8	12.4	5.5	36.6	0.3	0.2
1998	4.4	12.1	4.3	28.5	0.1	0.1
1999	4.2	10.9	3.9	21.9	0.3	0.1
2000	3.5	10.6	4.4	19.5	0.5	0.1
2001	4.2	10.4	4.8	15.8	0.4	0.0
2002	3.9	9.0	4.4	14.8	1.1	0.0
2003	3.9	7.5	4.6	15.1	1.2	0.0
2004	3.7	6.8	4.6	14.1	1.5	0.0

表3. スケトウダラ太平洋系群に対する北海道根拠の沖底のCPUE（トン／網）

漁期年	CPUE（北海道根拠沖底，トン／網）					
	襟裳以西		道東		北方4島	
	かけまわし	かけまわし	トロール	標準化	かけまわし	トロール
1981	0.8	1.2	5.8	1.9	2.7	6.6
1982	0.7	0.7	6.3	1.3	2.1	7.4
1983	0.8	0.7	6.9	1.5	2.4	8.3
1984	0.8	0.8	7.8	1.6	2.1	8.5
1985	1.3	0.8	5.6	1.3	2.0	8.9
1986	2.4	1.1	6.0	1.6	1.8	3.8
1987	2.1	1.0	6.3	1.4	1.9	2.6
1988	1.0	1.0	7.2	1.8	1.3	6.2
1989	1.4	0.7	5.9	1.9	0.6	0.9
1990	1.5	0.8	6.3	1.3	0.2	0.1
1991	2.1	1.6	7.4	2.0	0.6	0.2
1992	2.3	1.1	5.2	1.8	0.3	0.8
1993	2.0	1.6	7.8	2.3	0.6	0.9
1994	3.0	2.1	7.7	2.6	1.1	2.7
1995	4.2	1.6	4.9	2.4	0.7	1.9
1996	2.4	0.8	4.2	1.7	0.8	0.6
1997	2.7	1.7	11.7	2.3	2.1	1.9
1998	3.8	2.3	10.1	2.5	2.4	1.3
1999	6.8	2.5	12.7	3.5	2.8	6.7
2000	6.2	3.6	9.7	4.2	1.5	0.8
2001	4.7	2.2	4.1	2.7	1.7	
2002	4.0	2.7	8.0	4.0	1.5	
2003	5.1	3.1	9.6	4.5	1.6	
2004	5.4	2.9	8.4	4.1	1.1	

表4. スケトウダラ太平洋系群の資源解析結果

年度	資源尾数 (億尾)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量(0歳魚) (億尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/g)	F加重平均
1981	93.3	1,507	173	46.6	20	0.0269	0.22
1982	83.0	1,572	143	29.3	18	0.0205	0.24
1983	67.6	1,526	207	20.8	18	0.0100	0.14
1984	61.8	1,450	241	19.2	20	0.0080	0.16
1985	56.0	1,326	237	17.2	22	0.0073	0.22
1986	56.9	1,195	252	24.3	18	0.0097	0.24
1987	57.2	1,160	258	24.7	23	0.0096	0.28
1988	58.1	1,086	215	27.1	24	0.0126	0.26
1989	59.3	1,056	162	27.1	20	0.0167	0.20
1990	52.5	1,066	137	17.9	18	0.0130	0.19
1991	64.2	1,118	157	32.9	18	0.0209	0.13
1992	56.8	1,163	195	17.0	17	0.0087	0.12
1993	54.7	1,183	195	18.6	17	0.0095	0.14
1994	67.6	1,242	198	33.2	19	0.0168	0.13
1995	96.3	1,412	221	54.1	17	0.0244	0.09
1996	70.5	1,563	198	9.1	12	0.0046	0.10
1997	54.5	1,572	203	8.3	16	0.0041	0.17
1998	45.4	1,374	267	11.4	23	0.0043	0.23
1999	38.3	1,053	323	11.5	25	0.0036	0.21
2000	54.2	936	322	31.4	22	0.0098	0.11
2001	53.7	984	205	19.4	12	0.0095	0.06
2002	43.5	1,063	152	7.6	10	0.0050	0.07
2003	41.2	1,095	163	11.8	14	0.0072	0.13
2004	36.6	1,002	209	9.9	19	0.0047	0.16

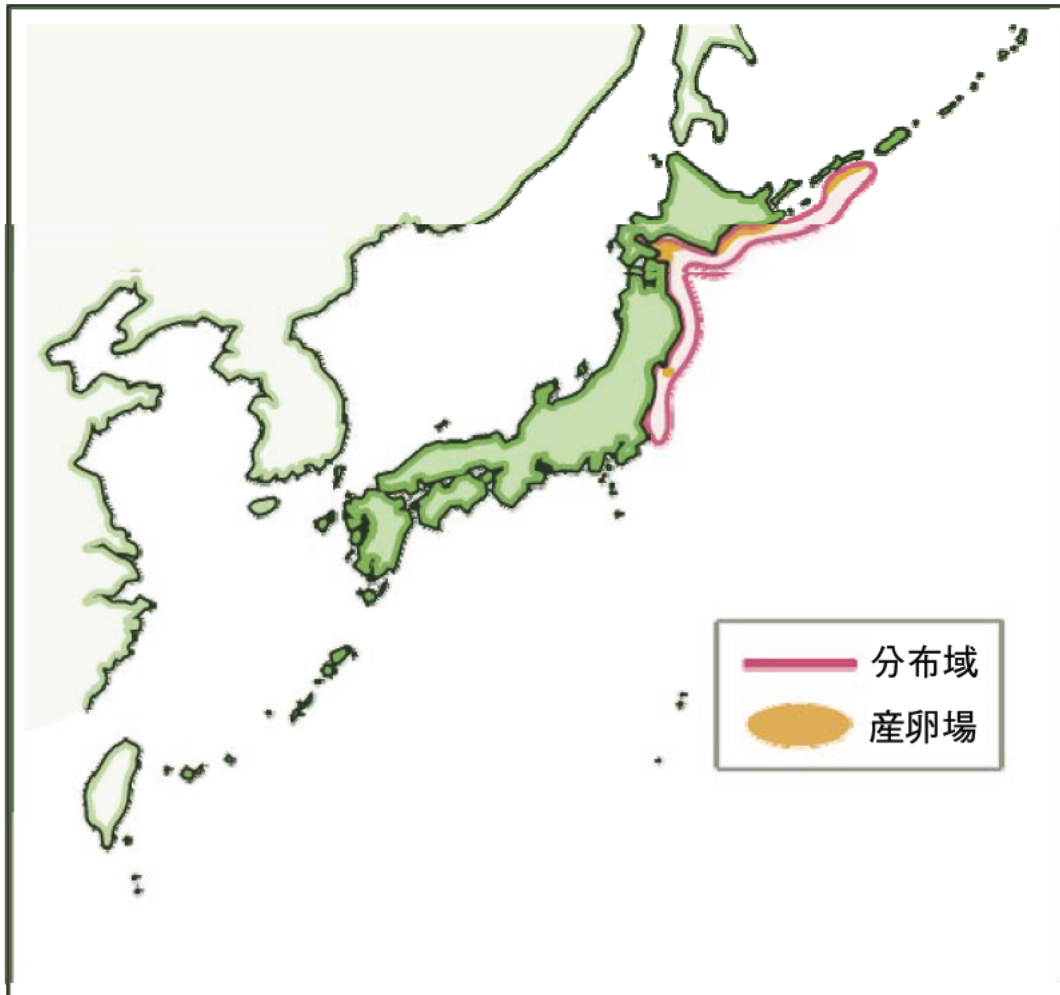


図1. スケトウダラ太平洋系群の分布

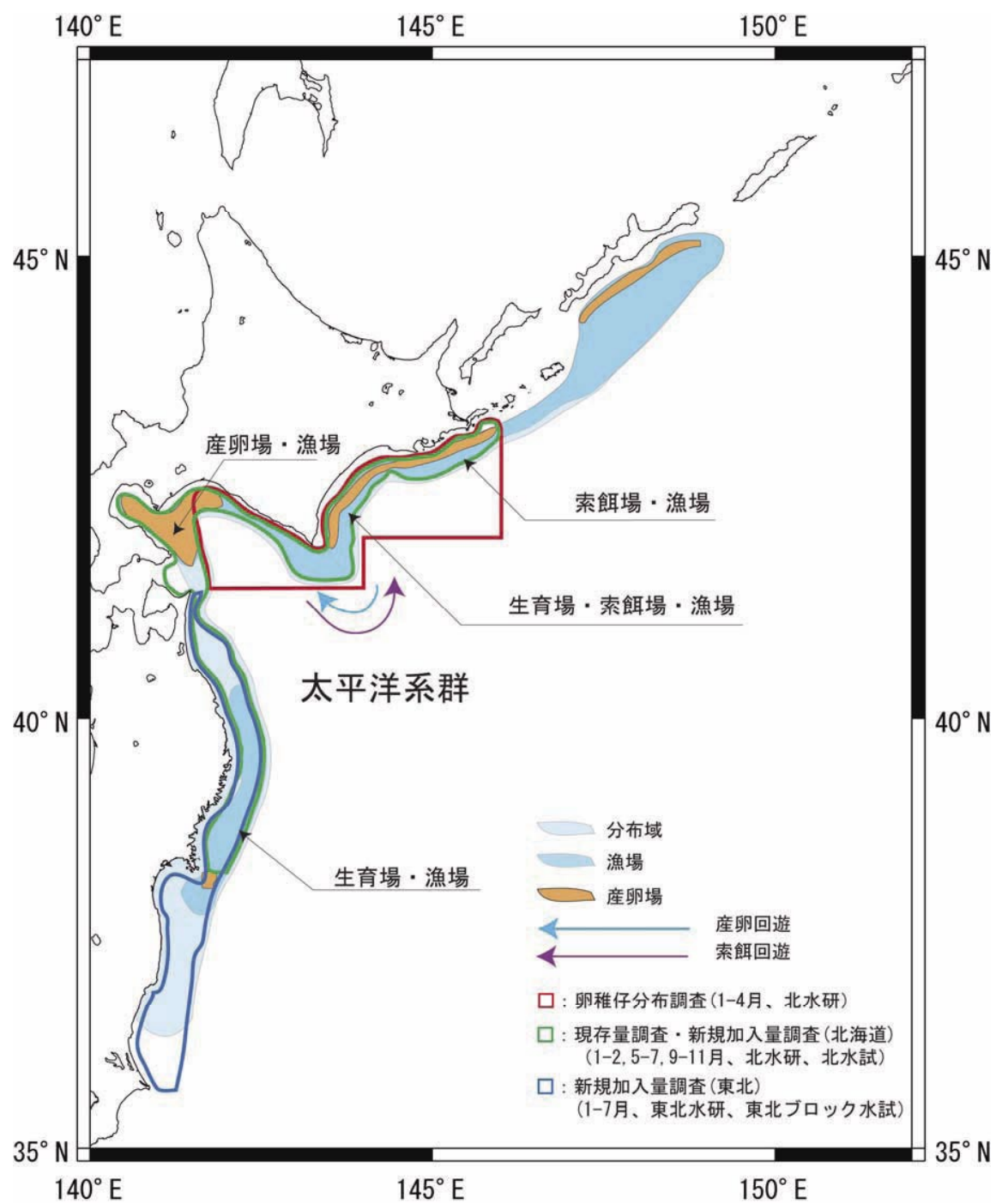


図2. スケトウダラ太平洋系群の回遊と漁場

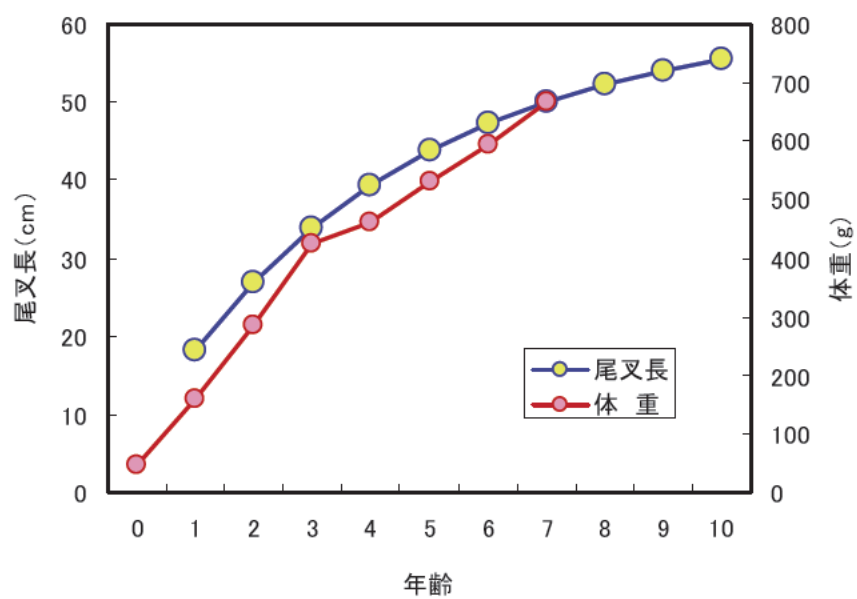


図3. スケトウダラ太平洋系群の年齢と成長

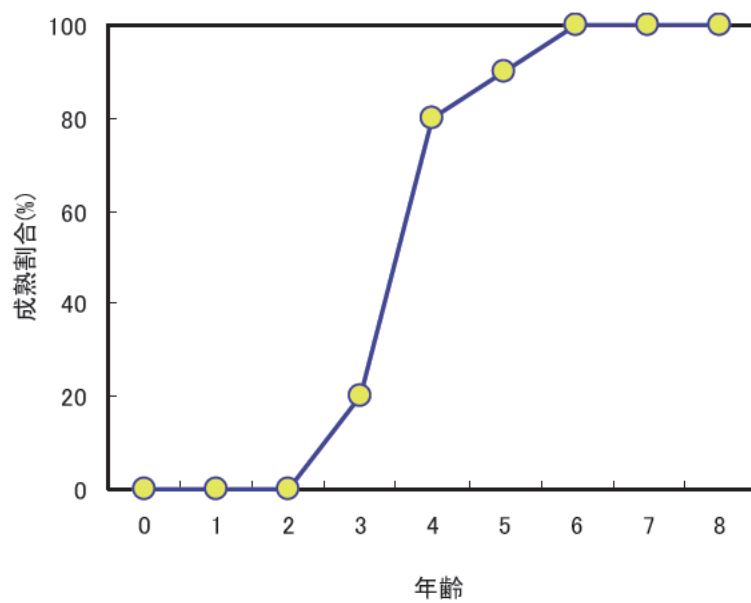


図4. スケトウダラ太平洋系群の年齢別成熟割合

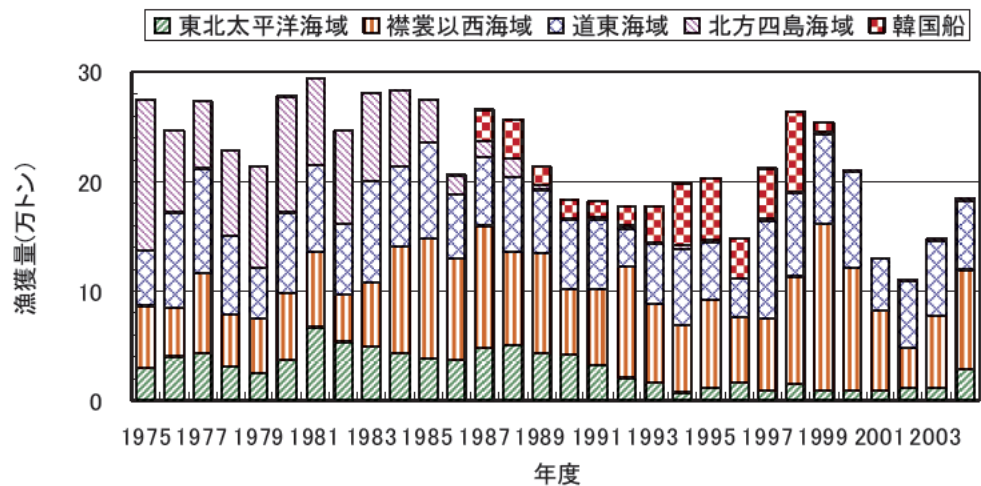


図5. スケトウダラ太平洋系群の海域別漁獲量

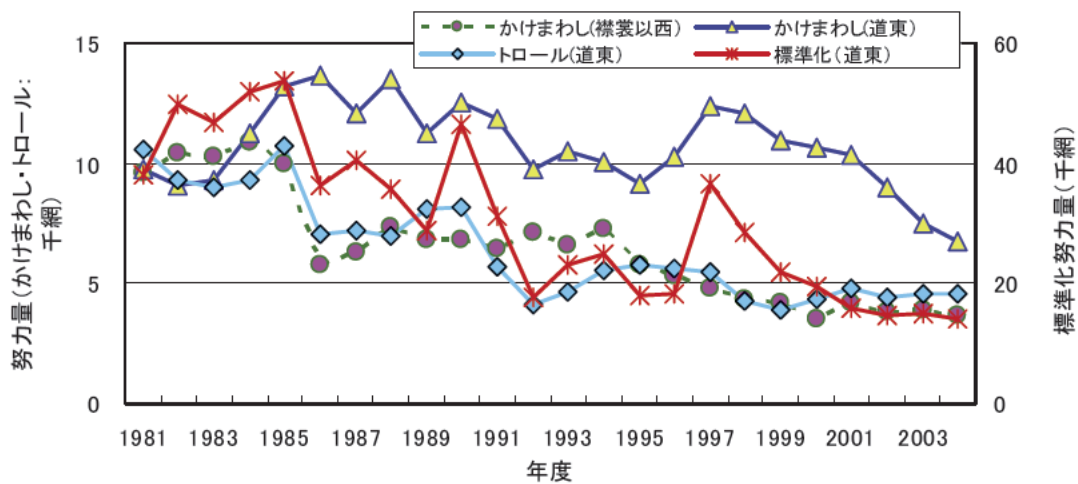


図6. スケトウダラ太平洋系群に対する北海道根拠の沖底の漁獲努力量

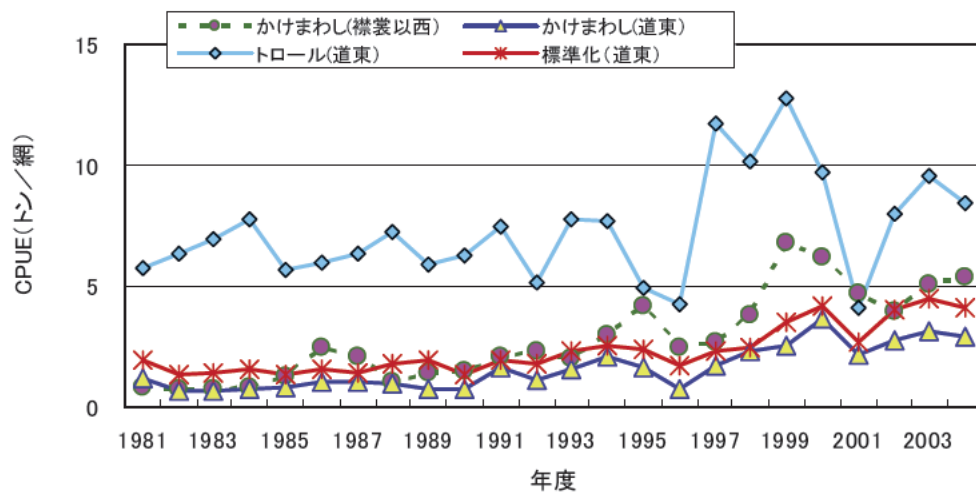


図7. スケトウダラ太平洋系群に対する北海道根拠の沖底のCPUE

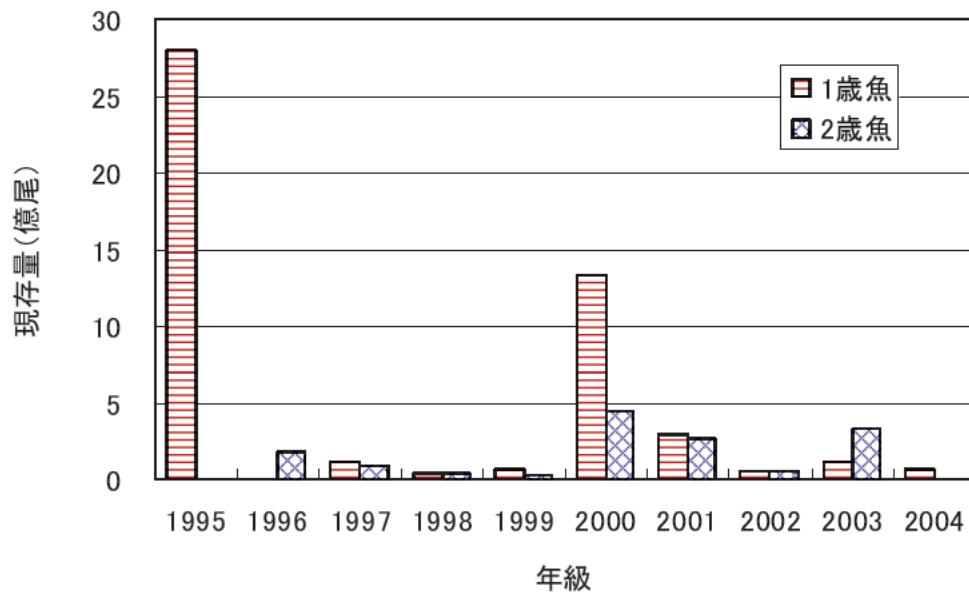


図8. 道東海域におけるスケトウダラ若齢魚の現存量
 1996年級群の1歳魚および1995、2004年級群の2歳魚に関するデータはない。
 本年度から、横軸を調査年から年級へ変更した。

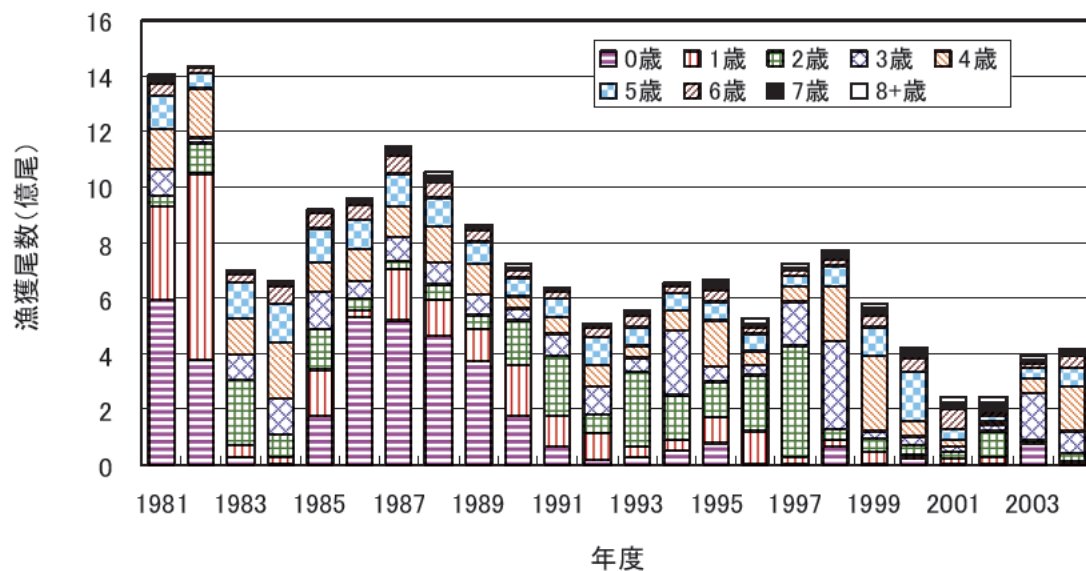


図9. スケトウダラ太平洋系群の年齢別漁獲尾数

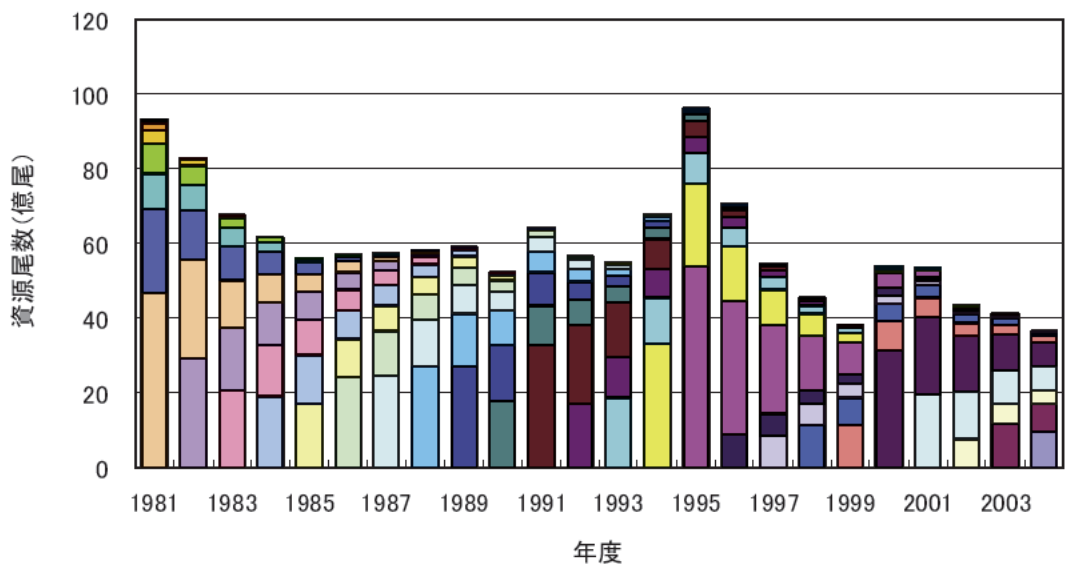
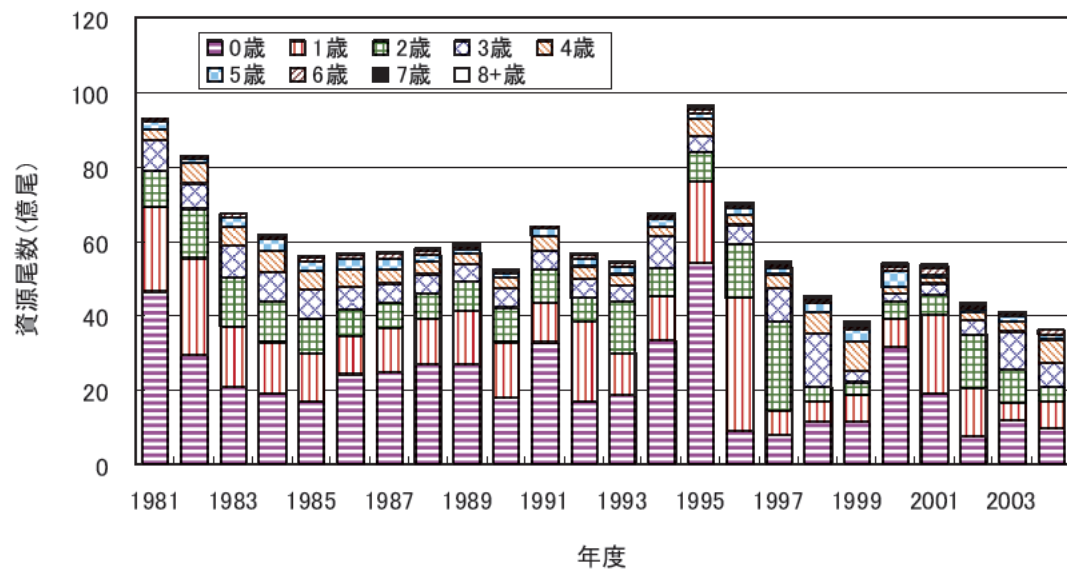


図10. スケトウダラ太平洋系群の年齢別資源尾数
上図は毎年度ごとの年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

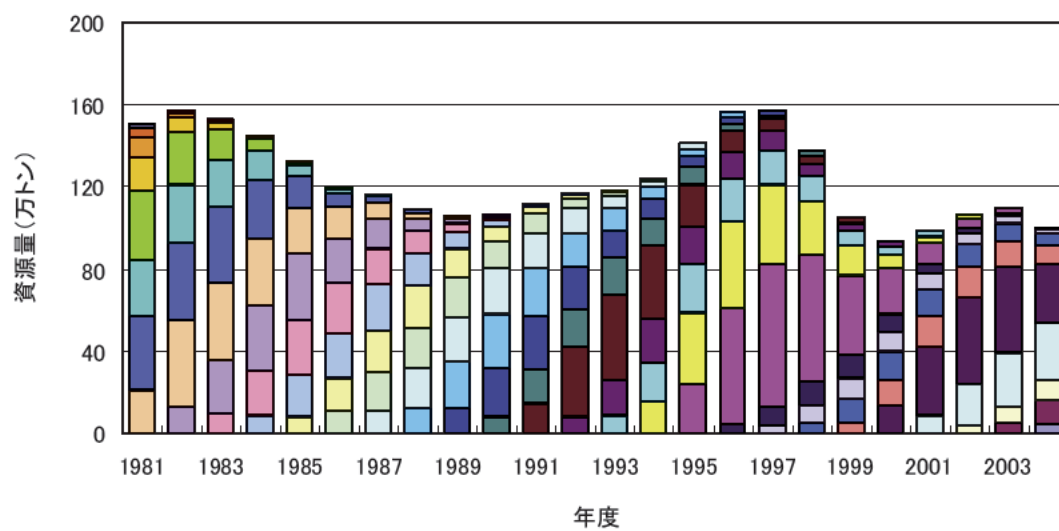
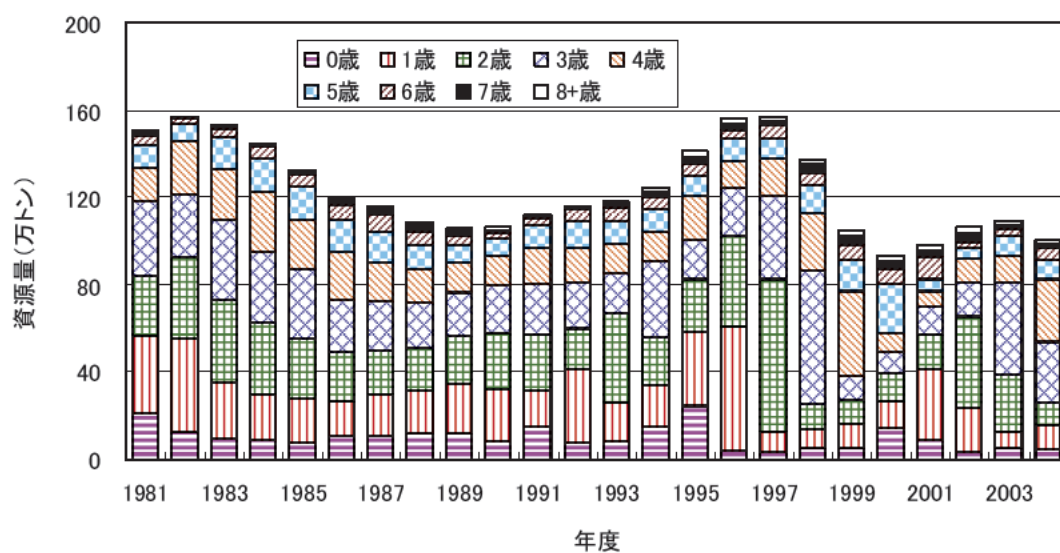


図11. スケトウダラ太平洋系群の年齢別資源重量
上図は毎年度ごとの年齢別に、下図は年級群別に色分けしてある。

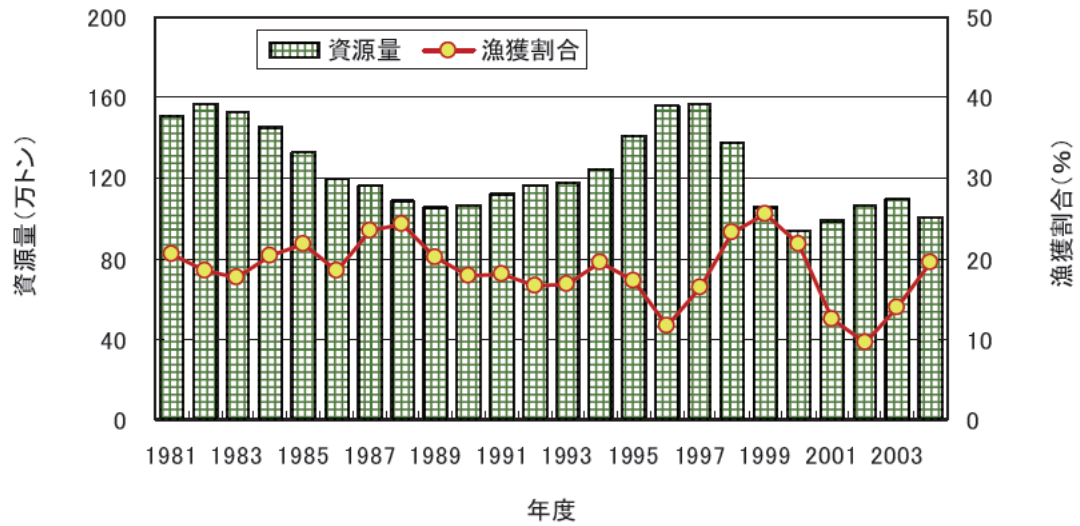


図12. スケトウダラ太平洋系群の資源量と漁獲割合

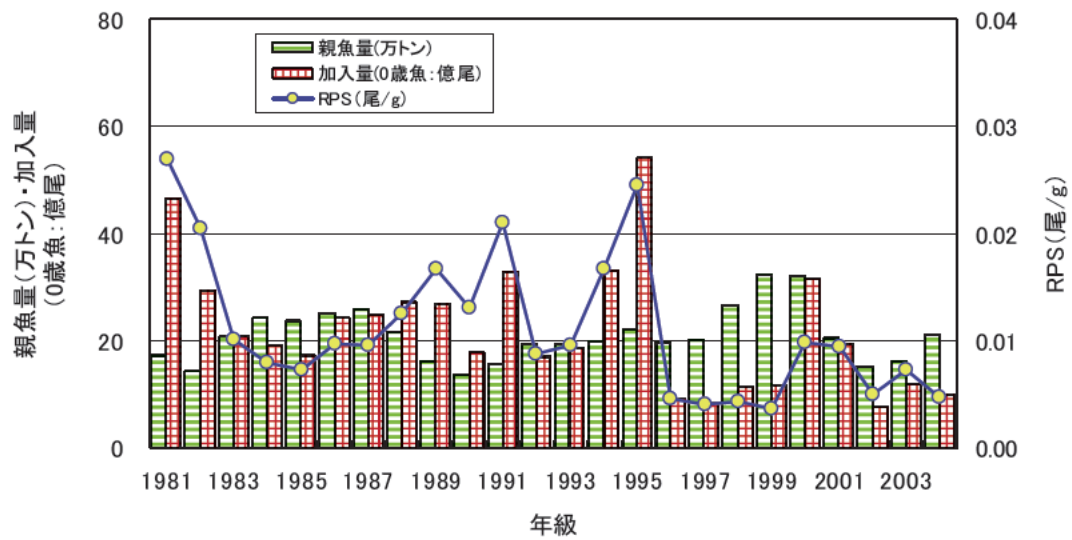


図13. スケトウダラ太平洋系群の親魚量、加入量および再生産成功率 (RPS)

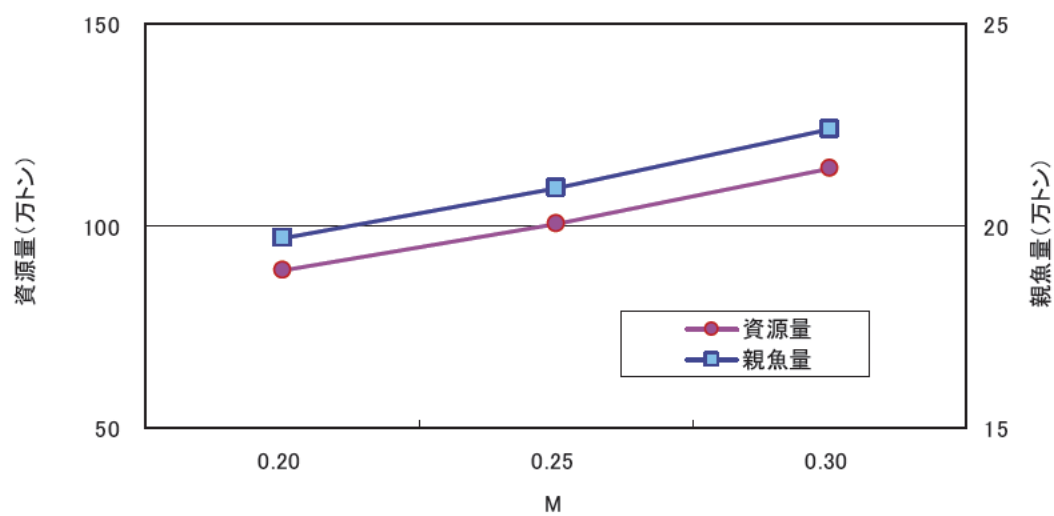


図14. スケトウダラ太平洋系群に関するMの感度解析

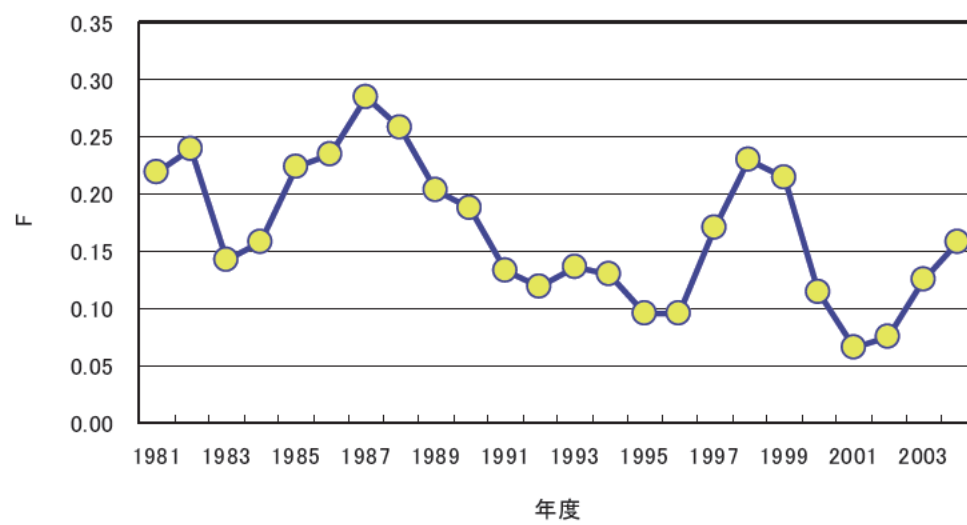


図15. スケトウダラ太平洋系群に関するFの経年変化
Fは年齢別資源尾数による加重平均。

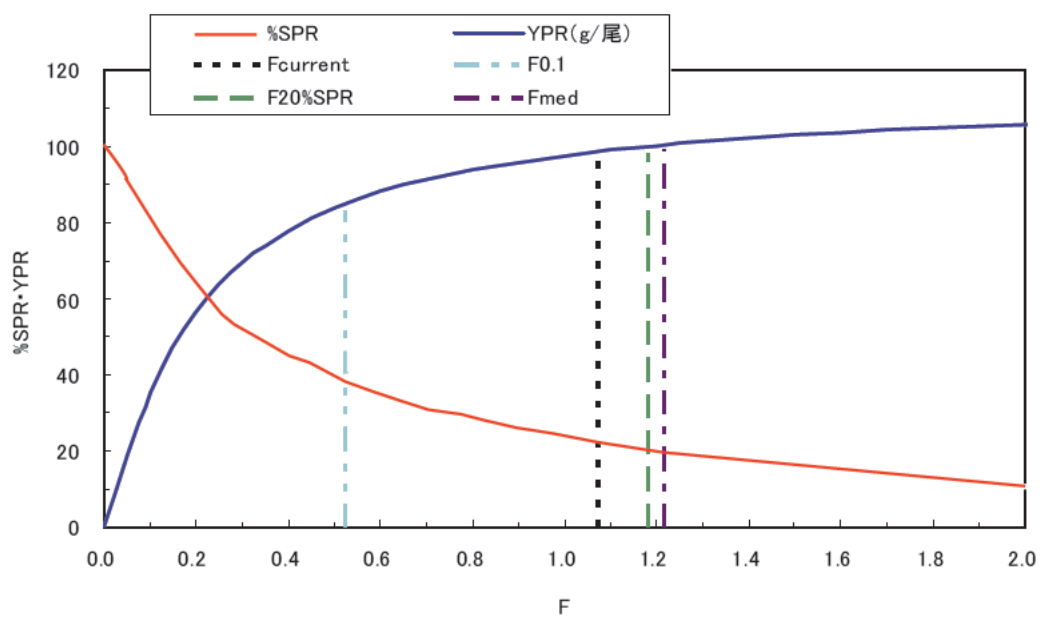


図16. スケトウダラ太平洋系群に関する F と $\%SPR$ および YPR の関係

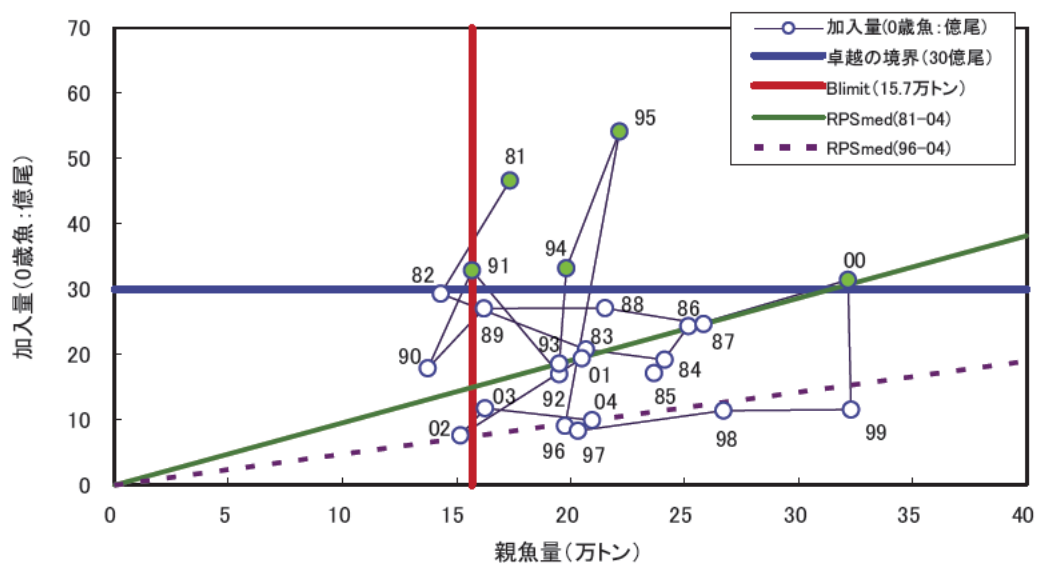


図17. スケトウダラ太平洋系群に関する親魚量と加入量の関係
緑のシンボルは卓越年級群を表す。

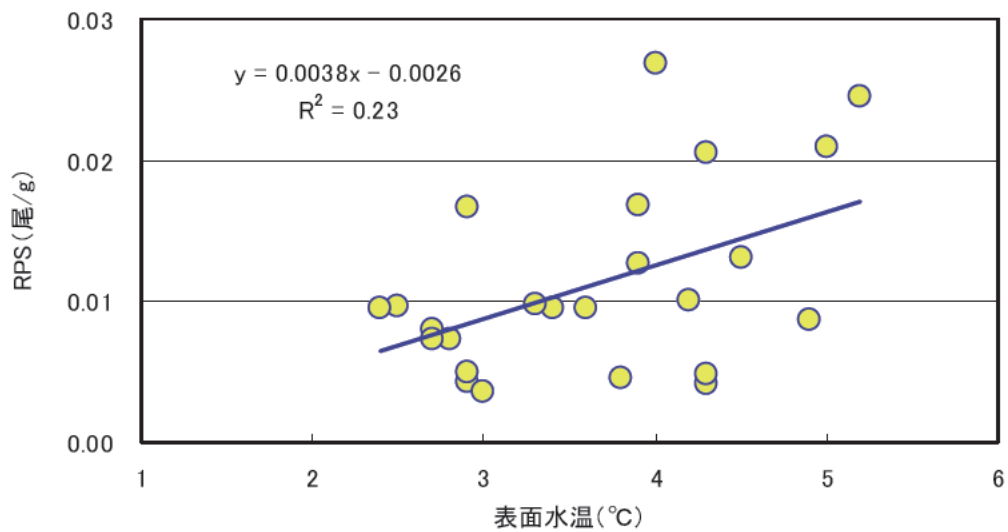


図18. スケトウダラ太平洋系群の再生産成功率と表面水温
(北緯42度30分、東経141度30分) の関係

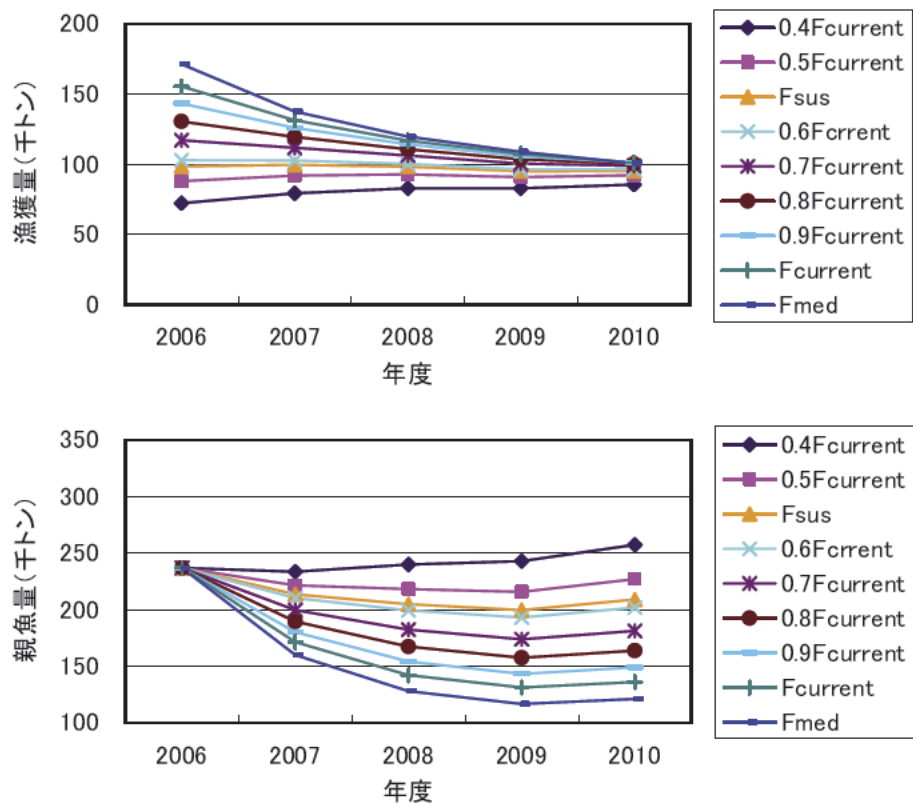


図19. 異なるFによるスケトウダラ太平洋系群の漁獲量（上）と親魚量（下）

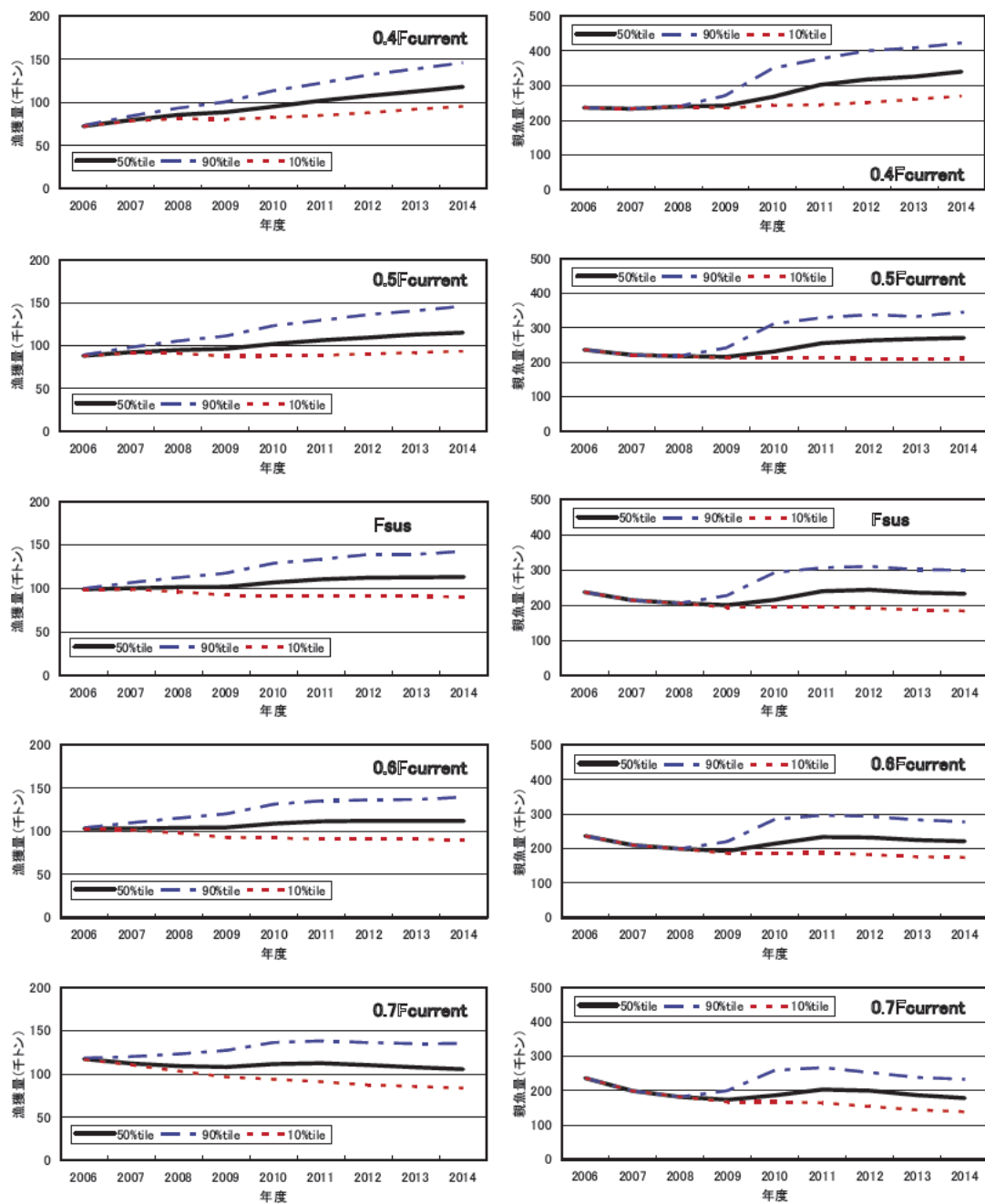


図20. スケトウダラ太平洋系群に関する再生産成功率の不確実性を考慮したシミュレーションの結果

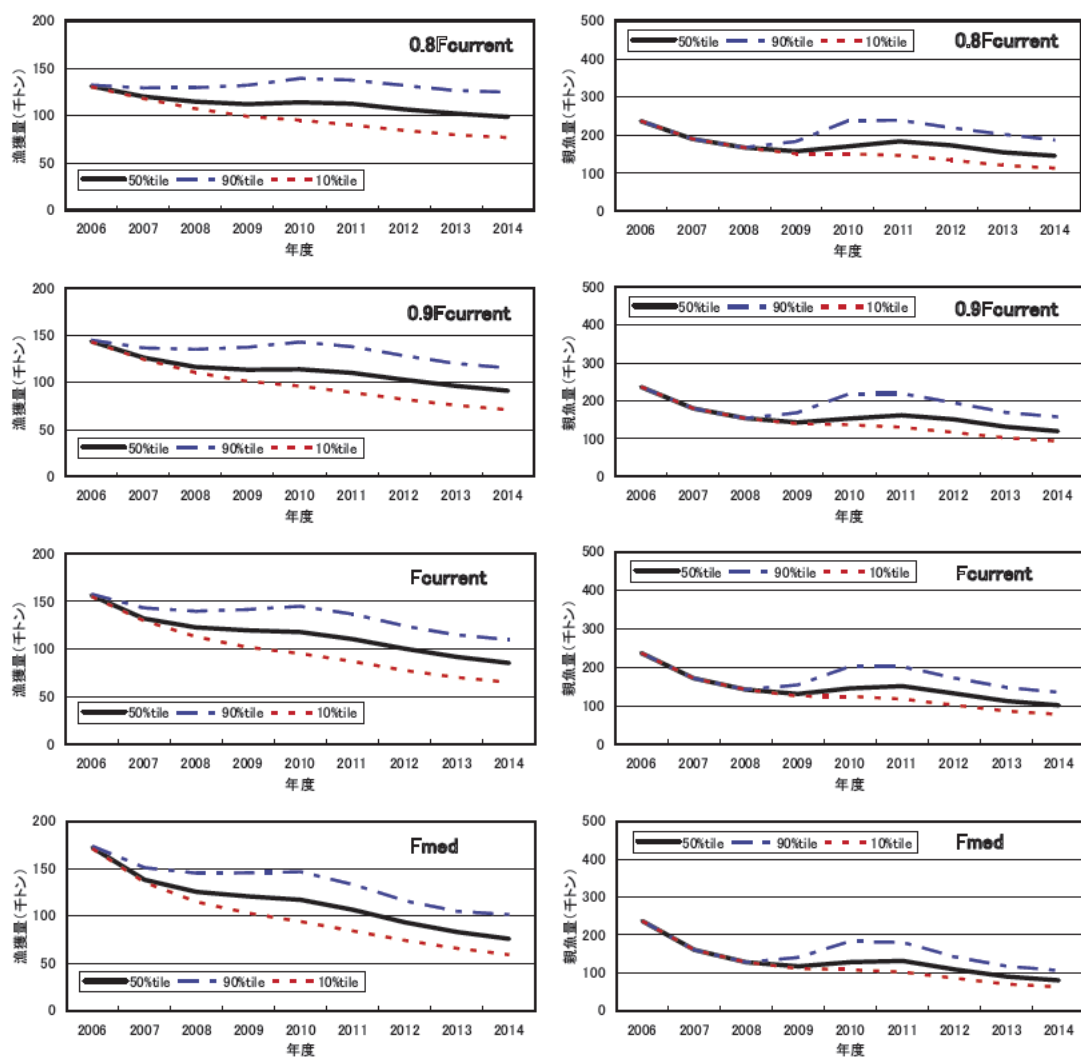


図20 (続き). スケトウダラ太平洋系群に関する再生産成功率の不確実性を考慮したシミュレーションの結果

補足資料1 チューニングVPA

(1) ステップ1

まず、VPAにより資源尾数を推定した。使用した年齢別漁獲尾数は、東北太平洋海域、襟裳以西海域、道東海域および北方四島海域における漁獲物の年齢組成や体長組成と、漁獲量をもとに算出した。また、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歳以上の自然死亡係数（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。また、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。

成熟割合は、生態の項で説明したとおりである。なお、年齢別漁獲尾数については補足資料4に、Mと成熟割合については下表に示す。

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8+歳
自然死亡係数	0.4	0.35	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
成熟割合 (%)	0	0	0	20	80	90	100	100	100

8+は8歳以上をまとめたプラスグループ

6歳以下の年齢別資源尾数は、Pope(1972)の近似式を用いて算出した。一方、7歳と8歳（8歳以上をまとめたプラスグループ）のそれらは、平松(1999)の方法により算出した。具体的な計算式は以下に示す。

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

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

漁獲係数（F）の内、最近年度のFは過去5年間の平均とした。一方、プラスグループのFは7歳のFと等しいとした。なお、最近年度のFの内、1歳魚のFは、2000年度の1歳魚のFと等しいとした。

(2) ステップ2

ステップ1で得た年齢別Fから、最近年度の選択率（年齢別Fの最高値で各年齢のFを除いた値）を求めた。さらに、この選択率のもとで最近年度の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、道東海域における1歳魚の現存量と北海道太平洋海域における北海道根拠の沖底の年齢別CPUE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）を最小にするような最近年度のFを求めた。SSQの計算式は以下のとおりである。

$$SSQ = \sum_y (\ln(I_{1,y}) - \ln(qN_{1,y}))^2 + \sum_{a,y} (\ln(X_{a,y}) - \ln(QB_{a,y}))^2 / 7$$

ここで、 $I_{1,y}$ はy年度の1歳魚の現存量、 $N_{1,y}$ はVPAから計算されるy年度の1歳魚の資源尾数、

$X_{a,y}$ はy年度のa歳の沖底のCPUE (2～8+歳)、 $B_{a,y}$ はVPAから計算されるy年度の漁期中央におけるa歳の資源重量、 q および Q は比例係数である。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の項をデータ数である7で割った。

しかし、用いたチューニング指数には、2004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、1歳魚の現存量とチューニングVPAによって計算される1歳魚の資源尾数との関係式から（1995年級群と1997～1999年級群を用いた）（補足資料3）、2004年級群の1歳魚の資源尾数を算出した。さらに、この値をもとに、VPAの後退法により2004年級群の0歳魚の資源尾数を推定した。なお、年齢別平均体重と沖底の年齢別CPUEについては下表に示す。

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8+歳
体重 (g)	45	159	287	424	460	532	594	669	772

8+は8歳以上をまとめたプラスグループ

年齢	CPUE (kg/網)							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2歳	551	923	244	1280	632	492	868	1562
3歳	216	529	699	288	1404	365	188	882
4歳	151	222	363	276	463	1098	282	172
5歳	172	230	307	228	410	488	444	96
6歳	73	105	168	166	205	323	155	94
7歳	49	30	29	63	56	181	98	46
8+歳	63	39	25	41	34	136	103	54

年齢	CPUE (kg/網)						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2歳	98	392	395	216	1184	150	223
3歳	1759	308	341	320	455	3030	1309
4歳	847	2425	439	256	255	549	1979
5歳	307	572	2334	400	212	301	435
6歳	117	219	432	1202	251	154	195
7歳	131	126	165	266	912	163	125
8+歳	76	103	123	169	369	415	128

8+は8歳以上をまとめたプラスグループ

補足資料2 現存量調査

(1) 調査の目的

我が国周辺水域における水産資源の回復と持続的利用の科学的基礎となる主要魚種の資源評価を実施することを目的とする「資源評価調査」の一環として、計量魚群探知機とトロール漁法等を用いて、スケトウダラ資源量を迅速に把握するための情報を収集する。

(2) 調査の方法と項目

(2-1) 調査定線航走による魚探反応記録の収集

計量魚群探知機EK 60を連続して作動させながら、下図に示した調査定線に沿って昼と夜の2回同一定線上を航走し、音響データの収録を行う。

(2-2) トロール曳網による漁獲試験と標本採集

エコーグラムの魚種とサイズの確認、および胃内容物の採集のため、魚探反応が得られた地点においてトロール網による漁獲試験を行う。

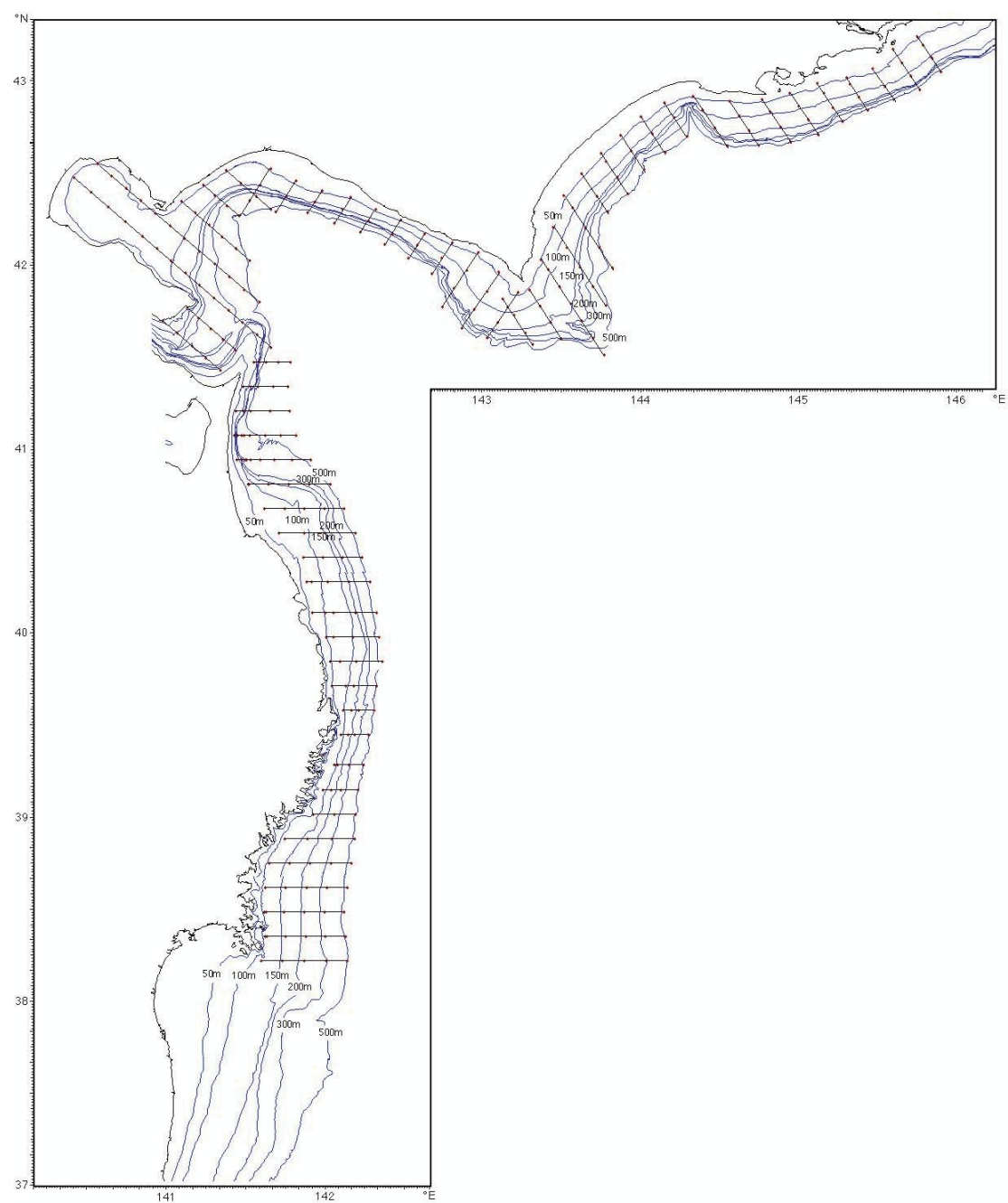
採集された魚類標本については、魚種毎の総漁獲量を計量した後、船上で体長穿孔、魚体精密測定、耳石の抽出および年齢査定などを行う。

(2-3) 海洋観測

調査定線上に設けた測点において、昼間航走時にCTD（定線の末端）あるいはXCTD（航走中）による水温・塩分観測を行う。

(2-4) ボンゴネットによるプランクトン採集

プランクトンによる音波散乱層(SL)の反応種の同定、およびサイズ組成の把握のため、SLの現れた地点あるいは魚群反応が見られた地点で適宜ボンゴネットによるプランクトン採集を行う。

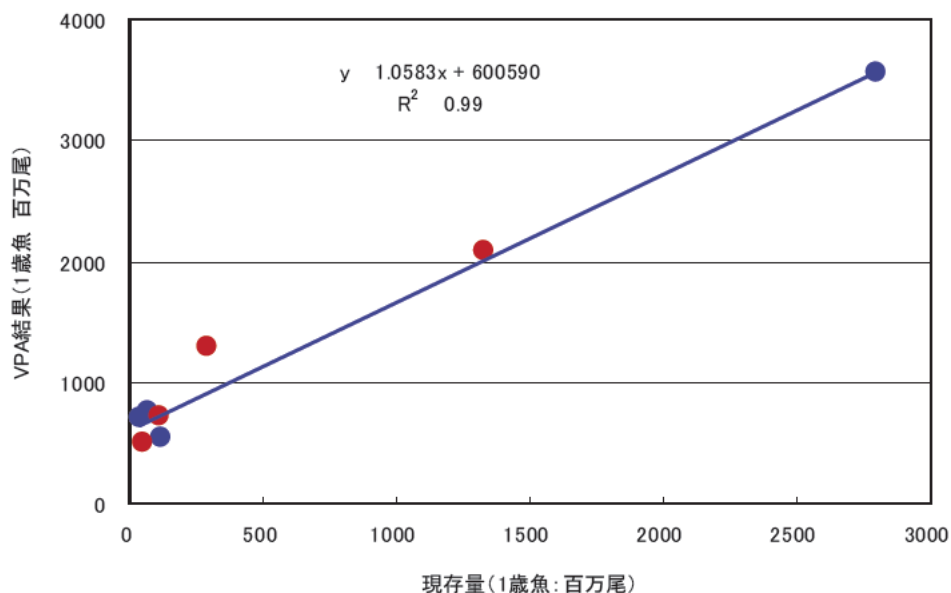


補足図1 調査定線図

補足資料3 現存量調査結果の利用

現存量調査で得られた道東海域における1歳魚の現存量を、VPAのチューニング指数や2004年級群の0歳魚の資源尾数の推定に利用している。1歳魚の現存量とチューニングVPAから計算される1歳魚の資源尾数を下表に、またそれらの関係を下図に示す。ここで、レトロスペクティブ解析により、VPAから計算される1歳魚の資源尾数は、5年分のデータがあればほぼ確定値に収束すると考えられている（船本ほか 未発表）。よって、1歳魚の現存量とチューニングVPAによって計算される1歳魚の資源尾数との関係式を求める際には、2000～2003年級群の4年分のデータは用いず、残りの1995年級群と1997～1999年級群のデータのみを用いた。

年級	現存量(百万尾)	VPA 結果(百万尾)
	1 歳魚	1 歳魚
1995	2796.8	3564.7
1996		603.0
1997	120.0	550.6
1998	35.9	712.0
1999	65.2	768.8
2000	1326.6	2087.5
2001	292.3	1295.2
2002	50.1	504.5
2003	109.1	723.8
2004	59.6	



付図2. 1歳魚の現存量とチューニングVPAによって計算される1歳魚の資源尾数との関係
青丸は関係式を求めるために用いた年級群（1995年級群と1997～1999年級群）で、
赤丸はその他の年級群（2000～2003年級群）である。

補足資料4 VPA結果の一覧

年齢別漁獲尾数 (万尾)												
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990		
0歳	59,160	38,153	2,912	540	17,818	53,355	51,942	46,567	37,475	17,767		
1歳	34,024	66,549	4,739	2,659	16,541	2,502	18,723	12,798	11,746	18,517		
2歳	3,682	11,103	23,092	7,924	14,986	4,207	2,993	5,328	4,784	15,857		
3歳	10,071	2,059	9,018	12,985	13,009	6,215	8,362	8,212	7,119	4,409		
4歳	13,527	17,324	12,896	20,282	10,454	11,665	10,857	12,978	11,424	4,314		
5歳	12,399	5,716	12,673	14,106	12,679	10,613	11,985	10,184	7,873	6,488		
6歳	4,640	2,015	3,507	6,136	4,992	5,354	6,688	5,983	3,896	2,530		
7歳	2,651	604	826	1,061	1,158	1,242	2,338	2,219	1,364	1,398		
8+歳	182	157	307	256	285	381	762	924	765	1,140		
合計	140,336	143,680	69,970	65,949	91,922	95,534	114,649	105,192	86,446	72,420		

年齢別漁獲尾数 (万尾)												
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000		
0歳	6,810	2,008	2,867	5,326	7,885	799	753	6,724	587	2,350		
1歳	10,850	9,839	3,906	3,660	9,100	11,732	2,236	2,335	4,224	1,092		
2歳	21,396	6,763	27,043	16,348	12,752	20,005	40,079	3,767	5,009	3,735		
3歳	8,189	9,404	4,528	23,077	6,096	3,387	15,780	32,026	2,487	3,393		
4歳	5,926	8,353	4,831	7,472	16,536	5,141	5,776	19,690	26,802	5,214		
5歳	6,878	9,455	6,253	5,879	6,768	6,423	3,332	6,908	10,518	17,897		
6歳	2,741	4,027	4,551	2,654	4,161	2,195	2,068	2,596	4,570	4,855		
7歳	610	453	1,407	643	2,113	1,401	1,112	2,265	2,494	2,392		
8+歳	290	291	456	327	1,365	1,417	1,174	1,195	1,664	1,617		
合計	63,690	50,594	55,842	65,387	66,777	52,501	72,310	77,506	58,354	42,545		

年齢別漁獲尾数 (万尾)				
	2001	2002	2003	2004
0歳	669	511	7,936	347
1歳	1,482	2,265	179	1,170
2歳	2,753	9,359	1,323	2,903
3歳	1,972	2,373	16,487	8,096
4歳	2,252	1,504	5,209	15,892
5歳	3,720	1,546	3,502	6,306
6歳	7,433	1,703	1,945	4,438
7歳	2,379	3,483	1,152	1,772
8+歳	1,668	1,543	1,681	760
合計	24,326	24,287	39,415	41,683

年齢別漁獲重量(トン)											
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
0歳	26,514	17,099	1,305	242	7,986	23,912	23,279	20,870	16,795	7,963	
1歳	53,978	105,577	7,518	4,218	26,242	3,969	29,703	20,304	18,634	29,377	
2歳	10,564	31,855	66,253	22,735	42,996	12,070	8,587	15,287	13,727	45,495	
3歳	42,689	8,728	38,226	55,041	55,143	26,344	35,443	34,807	30,178	18,688	
4歳	62,224	79,690	59,322	93,297	48,088	53,659	49,943	59,699	52,548	19,845	
5歳	65,949	30,403	67,406	75,028	67,438	56,449	63,745	54,168	41,873	34,509	
6歳	27,550	11,964	20,823	36,433	29,640	31,790	39,712	35,522	23,133	15,022	
7歳	17,730	4,040	5,524	7,096	7,745	8,306	15,638	14,837	9,122	9,348	
8+歳	1,405	1,212	2,370	1,977	2,201	2,942	5,882	7,131	5,905	8,803	
合計	308,603	290,568	268,747	296,067	287,478	219,442	271,933	262,625	211,916	189,050	

年齢別漁獲重量(トン)											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
0歳	3,052	900	1,285	2,387	3,534	358	338	3,014	263	1,053	
1歳	17,214	15,609	6,197	5,807	14,437	18,613	3,547	3,704	6,702	1,733	
2歳	61,387	19,404	77,587	46,905	36,587	57,397	114,991	10,807	14,371	10,717	
3歳	34,710	39,861	19,192	97,821	25,839	14,359	66,888	135,751	10,542	14,382	
4歳	27,259	38,423	22,224	34,373	76,066	23,648	26,568	90,575	123,290	23,982	
5歳	36,586	50,289	33,261	31,269	35,996	34,165	17,723	36,745	55,941	95,190	
6歳	16,274	23,913	27,021	15,756	24,708	13,035	12,276	15,415	27,132	28,825	
7歳	4,079	3,032	9,410	4,300	14,133	9,367	7,439	15,146	16,678	15,997	
8+歳	2,241	2,250	3,525	2,529	10,542	10,938	9,061	9,229	12,844	12,485	
合計	202,800	193,681	199,702	241,146	241,843	181,879	258,831	320,384	267,764	204,366	

年齢別漁獲重量(トン)				
	2001	2002	2003	2004
0歳	300	229	3,557	155
1歳	2,350	3,593	284	1,856
2歳	7,898	26,851	3,797	8,329
3歳	8,360	10,059	69,887	34,319
4歳	10,357	6,917	23,963	73,104
5歳	19,786	8,226	18,626	33,538
6歳	44,132	10,110	11,551	26,349
7歳	15,908	23,292	7,706	11,852
8+歳	12,877	11,917	12,980	5,865
合計	121,969	101,194	152,350	195,368

年齢別漁獲量は、年齢別漁獲尾数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	0 135	0 312	0 297	0 236	0 185	0 129
1歳	0 197	0 357	0 035	0 023	0 167	0 030	0 207	0 132	0 103	0 158
2歳	0 046	0 103	0 230	0 085	0 204	0 066	0 052	0 095	0 076	0 226
3歳	0 152	0 035	0 124	0 213	0 214	0 132	0 197	0 214	0 192	0 101
4歳	0 601	0 450	0 343	0 478	0 282	0 322	0 381	0 567	0 554	0 180
5歳	1 319	0 593	0 763	0 855	0 678	0 552	0 694	0 820	0 902	0 777
6歳	1 491	0 847	1 015	1 245	0 951	0 746	0 905	1 029	0 977	0 928
7歳	2 207	0 857	1 211	1 150	0 915	0 708	0 971	0 987	0 747	1 441
8+歳	2 207	0 857	1 211	1 150	0 915	0 708	0 971	0 987	0 747	1 441
加重平均	0 218	0 239	0 143	0 157	0 223	0 235	0 284	0 257	0 203	0 188

Fマトリックス

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0歳	0 026	0 015	0 019	0 020	0 018	0 011	0 011	0 074	0 006	0 009
1歳	0 131	0 056	0 042	0 036	0 051	0 040	0 045	0 052	0 073	0 017
2歳	0 321	0 128	0 248	0 289	0 196	0 173	0 214	0 114	0 172	0 098
3歳	0 189	0 247	0 129	0 380	0 179	0 079	0 219	0 290	0 111	0 183
4歳	0 202	0 318	0 204	0 344	0 554	0 239	0 198	0 496	0 448	0 379
5歳	0 519	0 614	0 445	0 437	0 650	0 461	0 255	0 410	0 582	0 663
6歳	1 015	0 716	0 742	0 365	0 689	0 480	0 277	0 343	0 563	0 630
7歳	0 641	0 468	0 634	0 223	0 599	0 560	0 513	0 597	0 702	0 710
8+歳	0 641	0 468	0 634	0 223	0 599	0 560	0 513	0 597	0 702	0 710
加重平均	0 133	0 119	0 136	0 129	0 095	0 096	0 170	0 230	0 214	0 114

Fマトリックス

	2001	2002	2003	2004
0歳	0 004	0 008	0 086	0 004*
1歳	0 008	0 021	0 004	0 019
2歳	0 062	0 077	0 017	0 100
3歳	0 074	0 075	0 207	0 152
4歳	0 188	0 078	0 249	0 335
5歳	0 549	0 201	0 279	0 579
6歳	0 695	0 563	0 446	0 740
7歳	0 804	0 927	1 068	1 071
8+歳	0 804	0 927	1 068	1 071
加重平均	0 065	0 075	0 126	0 158

* 道東海域における1歳魚の現存量をもとに推定した2004年級群の0歳魚の資源尾数から算出した（補足資料1、3）

年齢別資源尾数 (万尾)												
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990		
0歳	466,476	292,957	207,609	192,154	171,769	243,254	246,902	270,874	270,523	178,938		
1歳	227,126	264,252	165,138	136,781	128,363	100,552	119,375	122,977	143,446	150,655		
2歳	94,668	131,491	130,350	112,392	94,156	76,570	68,757	68,405	75,917	91,225		
3歳	80,963	66,963	87,855	76,690	76,442	56,854	53,104	48,360	46,090	52,122		
4歳	33,922	54,167	50,334	60,463	48,267	48,053	38,793	33,978	30,417	29,612		
5歳	19,180	14,481	26,897	27,819	29,190	28,365	27,129	20,630	15,009	13,607		
6歳	6,785	3,995	6,233	9,763	9,217	11,544	12,725	10,552	7,080	4,742		
7歳	3,375	1,189	1,333	1,759	2,189	2,773	4,265	4,008	2,938	2,075		
8+歳	232	309	496	425	539	851	1,390	1,668	1,648	1,693		
合計	932,727	829,804	676,244	618,247	560,130	568,815	572,439	581,452	593,067	524,669		

年齢別資源尾数 (万尾)												
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000		
0歳	328,594	169,818	185,977	332,181	541,421	90,930	83,062	114,437	115,403	314,293		
1歳	105,399	214,688	112,189	122,317	218,307	356,469	60,298	55,062	71,204	76,877		
2歳	90,621	65,165	143,029	75,779	83,123	146,199	241,351	40,614	36,841	46,631		
3歳	53,933	48,718	42,454	82,682	42,067	50,603	91,088	144,301	26,846	22,981		
4歳	36,702	34,776	29,643	29,068	44,028	27,383	36,420	57,014	84,119	18,713		
5歳	19,255	23,354	19,713	18,822	16,044	19,696	16,789	23,267	27,026	41,859		
6歳	4,872	8,925	9,845	9,833	9,471	6,523	9,670	10,135	12,024	11,766		
7歳	1,460	1,375	3,397	3,651	5,316	3,703	3,142	5,707	5,602	5,331		
8+歳	695	884	1,102	1,859	3,435	3,746	3,315	3,012	3,737	3,604		
合計	641,530	567,704	547,348	676,193	963,211	705,251	545,136	453,547	382,801	542,055		

年齢別資源尾数 (万尾)				
	2001	2002	2003	2004
0歳	194,040	75,893	117,672	99,431*
1歳	208,752	129,521	50,454	72,381
2歳	53,257	145,862	89,371	35,404
3歳	31,330	37,085	100,002	65,068
4歳	14,904	22,659	26,787	63,332
5歳	9,973	9,620	16,320	16,265
6歳	16,806	4,484	6,127	9,620
7歳	4,879	6,529	1,989	3,055
8+歳	3,421	2,893	2,903	1,310
合計	537,362	434,546	411,626	365,865

* 道東海域における1歳魚の現存量をもとに推定した (補足資料1、3)

年齢別資源重量 (トン)													
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990			
0歳	209,063	131,296	93,045	86,119	76,982	109,020	110,655	121,399	121,242	80,196			
1歳	360,325	419,224	261,984	216,996	203,642	159,521	189,383	195,097	227,571	239,008			
2歳	271,611	377,259	373,986	322,463	270,140	219,687	197,270	196,260	217,811	261,731			
3歳	343,189	283,843	372,399	325,076	324,024	240,992	225,097	204,991	195,366	220,937			
4歳	156,039	249,167	231,535	278,129	222,030	221,043	178,447	156,300	139,916	136,215			
5歳	102,016	77,020	143,060	147,966	155,256	150,869	144,296	109,730	79,831	72,375			
6歳	40,287	23,723	37,010	57,970	54,727	68,542	75,553	62,651	42,035	28,153			
7歳	22,575	7,955	8,918	11,767	14,638	18,545	28,527	26,803	19,650	13,880			
8+歳	1,789	2,387	3,827	3,278	4,159	6,568	10,730	12,883	12,721	13,070			
合計	1,506,894	1,571,874	1,525,762	1,449,765	1,325,597	1,194,786	1,159,959	1,086,114	1,056,145	1,065,566			

年齢別資源重量 (トン)													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000			
0歳	147,268	76,108	83,350	148,875	242,651	40,753	37,226	51,288	51,721	140,858			
1歳	167,211	340,593	177,983	194,051	346,334	565,523	95,660	87,353	112,962	121,961			
2歳	259,998	186,964	410,361	217,417	238,486	419,457	692,457	116,526	105,701	133,787			
3歳	228,610	206,505	179,956	350,476	178,316	214,496	386,106	611,664	113,795	97,414			
4歳	168,831	159,972	136,356	133,712	202,527	125,960	167,533	262,264	386,947	86,079			
5歳	102,413	124,218	104,849	100,112	85,335	104,758	89,297	123,754	143,747	222,642			
6歳	28,926	52,995	58,452	58,387	56,232	38,728	57,418	60,174	71,391	69,862			
7歳	9,764	9,198	22,719	24,416	35,557	24,767	21,016	38,166	37,464	35,656			
8+歳	5,366	6,825	8,510	14,357	26,522	28,923	25,598	23,256	28,853	27,828			
合計	1,118,387	1,163,379	1,182,536	1,241,803	1,411,959	1,563,365	1,572,310	1,374,444	1,052,580	936,088			

年齢別資源重量 (トン)				
	2001	2002	2003	2004
0歳	86,964	34,013	52,738	44,562*
1歳	331,177	205,480	80,043	114,829
2歳	152,799	418,489	256,412	101,578
3歳	132,801	157,195	423,889	275,813
4歳	68,557	104,232	123,222	291,325
5歳	53,043	51,167	86,803	86,511
6歳	99,786	26,623	36,381	57,116
7歳	32,632	43,666	13,305	20,433
8+歳	26,415	22,340	22,412	10,112
合計	984,173	1,063,207	1,095,207	1,002,279

* 道東海域における1歳魚の現存量をもとに推定した (補足資料1、3)

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	31,208	49,833	46,307	55,626	44,406	44,209	35,689	31,260	27,983	27,243
5歳	81,613	61,616	114,448	118,373	124,205	120,695	115,437	87,784	63,865	57,900
6歳	36,258	21,351	33,309	52,173	49,254	61,687	67,998	56,386	37,832	25,338
7歳	22,575	7,955	8,918	11,767	14,638	18,545	28,527	26,803	19,650	13,880
8+歳	1,789	2,387	3,827	3,278	4,159	6,568	10,730	12,883	12,721	13,070
合計	173,444	143,143	206,808	241,217	236,662	251,704	258,382	215,116	162,052	137,431

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	33,766	31,994	27,271	26,742	40,505	25,192	33,507	52,453	77,389	17,216
5歳	81,931	99,375	83,879	80,089	68,268	83,807	71,438	99,003	114,998	178,114
6歳	26,033	47,695	52,607	52,548	50,608	34,855	51,676	54,157	64,252	62,876
7歳	9,764	9,198	22,719	24,416	35,557	24,767	21,016	38,166	37,464	35,656
8+歳	5,366	6,825	8,510	14,357	26,522	28,923	25,598	23,256	28,853	27,828
合計	156,860	195,087	194,986	198,153	221,461	197,544	203,234	267,035	322,955	321,689

親魚量 (トン)

	2001	2002	2003	2004
0歳	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0
4歳	13,711	20,846	24,644	58,265
5歳	42,435	40,934	69,443	69,209
6歳	89,807	23,961	32,743	51,405
7歳	32,632	43,666	13,305	20,433
8+歳	26,415	22,340	22,412	10,112
合計	205,000	151,748	162,547	209,423

補足資料5 2005年度以降の資源量など

1996～2004年度のRPSの中央値が、2005年度以降も現れるという加入条件のもと、様々なFで漁獲を行った場合の2005年度の漁獲量と親魚量、および2005～2010年度の資源量を下表に示す。

F	基準値	漁獲量 (千トン)	親魚量 (千トン)	資源量 (千トン)					
		2005	2005	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.43	0.4 Fcurrent	176	261	868	787	817	841	854	871
0.54	0.5 Fcurrent	176	261	868	787	798	803	796	791
0.61	Fsus	176	261	868	787	786	778	759	742
0.64	0.6 Fcurrent	176	261	868	787	781	768	745	723
0.75	0.7 Fcurrent	176	261	868	787	764	737	700	664
0.86	0.8 Fcurrent	176	261	868	787	748	708	660	613
0.96	0.9 Fcurrent	176	261	868	787	733	682	624	568
1.07	Fcurrent	176	261	868	787	718	658	592	527
1.22	Fmed	176	261	868	787	699	628	552	479