

平成 23 年度マサバ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（川端 淳、渡邊千夏子、西田 宏、本田 聡）

参画機関：北海道区水産研究所、東北区水産研究所、北海道立総合研究機構釧路水産試験場、北海道立総合研究機構函館水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

要 約

マサバ太平洋系群の資源量は、1970 年代は 300 万トン以上の高い水準にあったが 1980 年代に 200 万トン以下に減少し、1990 年代にさらに 100 万トン以下に減少して 2001 年には 15 万トンまで落ち込んだ。資源量の推移に応じて漁獲量は変化し、1970 年代は 70 万～147 万トンと高水準であったが、1980 年代以降減少し、1990 年代に 2 万トンまで落ち込んだ。近年は数年おきに加入量（0 歳魚資源尾数）水準の高い年級群が発生しており、2009 年も比較的加入量水準が高く、1990 年代から 2000 年代はじめの最低水準は脱しつつあるが、資源量は依然として 100 万トン以下の低い水準で推移している。2010 年 7 月の資源量は 86.2 万トン、親魚量は 16.6 万トンと評価され、資源水準は低位、動向は横ばいと判断した。加入量の増加と一定水準以上の維持を図るためには、親魚量を 1985 年以前の水準である 45 万トン以上へ回復させることが望ましい。Blimit を親魚量 45 万トンと設定し、1990 年以降の再生産成功率（RPS＝加入量／親魚量）のもとで親魚量の Blimit 以上への回復が図られる漁獲シナリオに基づいて 2012 年の ABC を算定した。また、現状の漁獲圧の維持、および現状の親魚量を維持する漁獲シナリオに基づいた漁獲量もあわせて算定した。

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2012 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	Blimit 回 復 5 年後 (10 年後)	過去最低 親魚量を 下回る	
親魚量の増大 ($F_{current} \times B / Blimit$) (Frec)*	0.18 (0.37 $F_{current}$)	9%	111~664 千トン	193 千トン	95% (100%)	0%	92 千トン
現状の漁獲圧維 持($F_{current}$)*	0.49 (1.00 $F_{current}$)	21%	118~1027 千トン	317 千トン	52% (76%)	0%	220 千トン
親魚量の増大 (5 年で Blimit へ回復) (Frec1)*	0.52 (1.05 $F_{current}$)	22%	114~1000 千トン	321 千トン	50% (72%)	0%	229 千トン
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ回復) (Frec2)*	0.63 (1.28 $F_{current}$)	26%	102~945 千トン	329 千トン	36% (50%)	0%	267 千トン
							2012 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (Fmed)	0.82 (1.65 $F_{current}$)	31%	81~838 千トン	320 千トン	17% (16%)	0%	322 千トン
コメント ・ 当該資源は毎年の再生産成功率の変動が大きい将来予測の不確実性が高い。 ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)を用いた。 ・ 親魚量の回復を図るシナリオとして、Frec ($F_{current}$ を現状親魚量と Blimit の比で低減)、Frec1 (5 年後に Blimit へ回復)、Frec2 (10 年後に Blimit へ回復) を設定。 ・ 平成 23 年度に定められた中期的管理方針では「近年の海洋環境が当該資源の増大に不適な状態にあると認められないことから、優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとし、資源管理計画の推進を図るものとする」とあり、資源の回復が見込めるシナリオ(*)はこれに合致する。							

$F_{current}$ は 2008~2010 年の平均。Fmed は 1990~2010 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F。漁獲割合は 2012 年の値。将来漁獲量・評価は、再生産成功率(RPS)の過去観測値 (Blimit 未満では 1990~2010 年、以上では 1970~1985 年) の中央値からの残差のリサンプリングによって加入量を与える 1,000 回のシミュレーションによる。将来漁獲量 (5 年後・2016 年) の信頼区間は 80%。Blimit へ回復 5 年 (10 年) 後の確率は、2017(2022)年漁期当初に Blimit 以上になる確率。過去最低親魚量を下回る確率は、2012~2016 年の 5 年間に親魚量が一度でも過去最低親魚量 (2002 年 41 千トン) を下回る確率のこと。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2009	649	124	0.52	19%
2010	862	127	0.36	15%
2011	888	-	-	-

すべて漁期年 (7 月~翌年 6 月) の値。F 値は全年齢の単純平均。2011 年の資源量は、加入量を調査船調査結果から仮定した値。漁獲量は、資源解析における計算値であり、実際の値とは異なる。

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	45 万トン (1985 年以前の最低水準)	これ以下では年々の加入量の変動が大きく、水準も低い
2010 年	親魚量	17 万トン	

水準：低位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関連調査等
年齢別・年別漁獲尾数	主要港水揚げ量（北海道～宮崎(18)都道県、JAFIC、北部太平洋まき網組合） 月別体長組成（北海道～宮崎(18)都道県、JAFIC、水研セ） ：市場測定 月別体長・体重・年齢・成熟データ（北海道～宮崎(18)都道県、JAFIC、水研セ）：市場測定、漁獲試験 月別漁業種別マサバ・ゴマサバ混獲比率（北海道～宮崎(18)都道県、水研セ）：水揚げ情報、標本港混獲率、市場測定による標本混獲率、漁獲試験
資源量指数 ・加入量指標値 ・産卵量	越冬期常磐海域まき網漁況：未成魚越冬群指数(茨城県) 道東～三陸海域流し網調査 CPUE（北海道）：流し網 北西太平洋北上期中層トロール調査（水研セ）：中層トロール 北西太平洋秋季浮魚類調査（水研セ）：中層トロール、計量魚探 越冬期浮魚類現存量推定調査（水研セ）：中層トロール、計量魚探 移行域幼稚魚調査（水研セ）：中層トロール 卵採集調査（水研セ、青森～宮崎(18)都府県）：改良ノルパックネット
2011 年加入量	北西太平洋北上期中層トロール調査（水研セ）：中層トロール 移行域幼稚魚調査（水研セ）：中層トロール
自然死亡係数(M)	年あたり $M=0.4$ を仮定（本間ほか 1987）
漁獲努力量指数	北部太平洋まき網有効努力量(JAFIC)

各調査の詳細は補足資料 6 を参照。

1. まえがき

マサバ太平洋系群は、かつては 150 万トン近い漁獲量を誇った主要浮魚資源であるが、1980 年代以降減少し、1990 年には年間漁獲量が約 2 万トンまで減少した。資源が低い水準となった 1990 年代以降は、数年おきに卓越して加入量水準の高い年級群が発生する一方で、著しく低い年級群もみられるなど、年々の加入量の変動が大きい。1992 年および 1996 年に少ない親魚量(SSB)から極めて高い再生産成功率(RPS)によって加入量水準の高い年級群が発生したが、これらは未成魚段階から多獲され、資源の回復にはつながらなかった。2004 年級群は 1996 年級群に次ぐ高い加入量水準であり、かつ漁獲加入後の生き残りもよく、親魚量の増加につながった。資源量、親魚量ともに 1990 年代～2000 年代はじめの最低水準は脱しつつあるが、現在の親魚量（2010 年 17 万トン）は依然として資源回復水準（Blimit : SSB 45 万トン）を下回っており、回復措置が必要である。なお、本評価は 7 月～翌年 6 月の漁期年単位で行っており、とくに断りのない限り漁獲量等は漁期年で集計した値、資源量等は漁期年当初（7 月）の値を用いる。漁獲統計では、多くの場合、ゴマサバと合わせてさば類として計上されているため、本評価では標本港での水揚げ比率や銘柄組成、市場での抽出標本の混獲率等を集計し、マサバの漁獲量を推定した。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マサバ太平洋系群は、我が国太平洋南部沿岸から千島列島沖合に分布する（図 1、2）。資源高水準期には、ロシアの漁船操業や調査船調査結果などから、幼魚、成魚とも東経 170 度を超えて分布したと考えられている。現在の低水準の資源では、稚魚は黒潮統流による移送によって東経 170 度付近まで分布するが（西田ほか 2001）、成魚は索餌回遊範囲が縮小しており、加入量水準の高い年級群以外は東経 150 度以東ではほとんど見られない。

成魚は主に春季（3～6 月）に伊豆諸島海域で産卵したのち北上し、夏～秋季には三陸～北海道沖へ索餌回遊する（目黒ほか 2002、図 2）。稚魚は春季に本邦太平洋南岸から黒潮統流域、黒潮一親潮移行域に広く分布し、黒潮統流域～移行域のものは夏季には千島列島沖の親潮域に北上し、秋冬季には未成魚となって北海道～三陸海域の沿岸あるいは沖合を南下し、主に房総～常磐海域、一部は三陸海域で越冬する（川崎 1968、飯塚 1974、西田ほか 2001、川端ほか 2006）。未成魚と成魚の一部は紀伊水道や豊後水道および瀬戸内海へ回遊する。産卵場は、伊豆諸島海域が中心であるが、紀南、室戸岬、足摺崎周辺などにも形成され、東北海域でも産卵がみられる。伊豆諸島海域には明らかに黒潮上流に由来する稚魚が出現すること（小泉 1992）、産卵場は本邦太平洋南岸から東北海域まで連続していること（黒田 1992）などから、我が国太平洋側に分布するマサバは同一系群と考えられる。

(2) 年齢・成長

マサバの成長は、加入量水準および海洋環境の影響を受けて変化することが知られている（Watanabe and Yatsu 2004）。成長に雌雄差は見られない。寿命は平均 7-8 歳、最高 11 歳である（飯塚 2002）が、近年の漁獲物における 6 歳以上の出現は少ない。1970～2010 年の 9～12 月の年齢別平均尾叉長、2008～2010 年の 9～12 月の平均体重、および資源水準別成熟割合を図 3 に示した。

(3) 成熟・産卵

1 尾の雌は産卵期間に数回の産卵を行い、1 回の産卵数は 5 万～9 万粒である（加藤・渡邊 2002）。年齢別成熟割合は成長の変化の影響を強く受けて変化することが知られている（Watanabe and Yatsu 2006）。主産卵場である伊豆諸島海域における産卵盛期は 3～4 月であるが、近年は産卵期が遅い傾向にある若齢親魚の割合が高いために 5～6 月の産卵も相対的に高くなっている（渡邊 2010）。年齢別成熟割合は図 3 のとおり。

(4) 被捕食関係

捕食：仔魚期にはカイアシ類の卵とノープリウス、稚魚期には小型カイアシ類、夜光虫、尾虫類、サルパなどの小型動物プランクトンを捕食する（加藤・渡邊 2002）。幼魚と成魚の食性は海域や生活年周期により異なるが、魚類（カタクチイワシ、ハダカイワシ類など）、甲殻類（オキアミ類、カイアシ類など）、サルパ類が中心である。三陸海域ではツノナシオキアミ、カタクチイワシが主要な餌生物である（水研セ調査資料）。近年は餌生物としてのカタクチイワシ（稚仔～成魚）の重要性が示唆されている（加藤・渡邊 2002）。

被食：資源水準が高かった 1980 年代には、ネズミザメ、ヨシキリザメ、シマガツオ、ビンナガ、およびカツオなどの大型魚類（川崎 1965、長沢 1999）やミンククジラによる被食が見られた（Kasamatsu and Tanaka 1992）。資源が低水準となった 1990 年代ではミンククジラによる被食は確認されなかったが（Tamura *et al.* 1998）、2000 年代以降では加入量水準の高い年ではヒゲクジラ類による幼魚の被食が見られる（日鯨研調査資料）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要漁業は、まき網、定置網、たもすくいおよび棒受網である。大中型まき網は、主に常磐～三陸北部海域で 0～2 歳魚を主対象として 9～12 月を中心にほぼ周年操業する。資源水準が高かった 1980 年代以前は道東海域も主要漁場となっていたが、近年は漁場が形成されることは少ない。中型まき網は千葉県以西の太平洋沿岸各地で周年操業されるがマサバの漁獲は少ない。定置網は、太平洋沿岸各地で行われ、三陸沿岸での漁獲が多い。たもすくいおよび棒受網（火光利用サバ漁業）は、伊豆諸島海域を主漁場とし、1～6 月に越冬、産卵で集群する親魚群（2～4 歳魚）を主な対象とする。その他、各地で釣りなどでも漁獲される。近年は駿河湾以西でのマサバの漁獲は少ない。主な漁場形成は図 2 のとおり。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲は、1951 年に津軽・八戸沖漁場が釣りにより開発され、1954 年に本格化した（宮沢 1994）。その後 1958 年に伊豆諸島海域の銭洲漁場などが開発され、1975 年には同海域でたもすくい漁業が開始された。1964 年にまき網漁業が参入したことによって漁獲量は急激に増加し、1964 年の 15 万トンから 1978 年には 147 万トンに達した（図 4、附表 1）。1979 年以降漁獲量は減少し、1990、1991 年は 2 万トン程度に落ち込んだ。1992 年以降は 4 万～40 万トンで変動が大きかった。2004～2008 年は、加入量水準が高かつ加入後の生き残りのよい 2004 年級群と加入量水準の比較的高い 2007 年級群によって漁獲量は 17 万～24 万トンと比較的安定して推移した。その後、2009 年は 12.7 万トン、2010 年は 12.3 万トン

とやや減少した。ロシアは 1966～1988 年に本系群を漁獲し、1972～1979 年のピーク時は 12 万～24 万トンを漁獲した（図 4、付表 1）。1989 年以降、我が国排他的経済水域(EEZ)内での外国船による本系群の漁獲はない。

(3) 主要漁業の漁獲努力量

主要漁業である北部太平洋まき網漁業（北部まき網）の有効努力量は、加入量水準の高い年級群が主対象となると増加する特徴がみられる（図 5、補足資料 2）。1992 年以降、1992、1996 年級群の加入による増加とその後の減少を繰り返しつつ減少傾向であったが、2004 年級群の加入により大きく増加した。その後は、増減を繰り返しつつ再び減少傾向にある。本漁業の主対象となっている 0～3 歳魚の漁獲係数 (F_{bar0-3} 、後述の資源解析による計算値) は、有効努力量を反映し、同様の推移をたどって最近では低くなっている（図 5）。

4. 資源状態

(1) 資源評価の方法

7 月～翌年 6 月を漁期とし、Pope(1972)の近似式を用いたチューニング VPA（コホート解析）により資源量を推定した（補足資料 1、3）。自然死亡係数 M は年当たり 0.4 とした（本間ほか 1987）。チューニング指数は以下の 7 系列の指標値を用いた。

- ① 北部太平洋まき網有効努力量（漁業情報サービスセンター）
- ② 未成魚越冬群指数（茨城県水産試験場）
- ③ 道東～三陸海域流し網調査 0 歳魚 CPUE（釧路水産試験場）
- ④ 北西太平洋北上期中層トロール調査 0 歳魚現存尾数（東北区・中央水産研究所）
- ⑤ 北西太平洋北上期中層トロール調査 0 歳魚出現率（東北区・中央水産研究所）
- ⑥ 北西太平洋北上期中層トロール調査 0 歳魚推定平均体長（東北区・中央水産研究所）
- ⑦ 北西太平洋秋季浮魚類調査 0 歳魚出現率（中央・東北区水産研究所）

各指数の数値は補足資料 3（補足表 3-1）に示した。①～③の指数は 2000～2010 年（ただし、③については、異常値と判断される 2008 年の値を除いた）、④～⑦の指数は 2001～2010 年の値を用いた。

2010 年漁期の漁獲圧は、2011 年 3 月の震災の影響でとくに常磐海域のまき網で通常よりも低下していたことが想定されるが、本評価における影響は、①北部まき網有効努力量で漁獲係数を直接調整（チューニング）することによって補正され则认为した。

(2) 資源量指標値の推移

太平洋側のサバ属産卵量は 1960 年代と 1970 年代中期にピークがあつて 1,000 兆粒に達したが、1980 年代後半以降は低い水準にある（図 7、卵稚仔データベース、Oozeki *et al.* 2007）。マサバ産卵量は、2005 年よりゴマサバと区別して推定されるようになり、2005 年の 39 兆粒から 2007 年には 277 兆粒と大きく増加したが、その後は 2009 年 69 兆粒、2010 年 166 兆粒に減少した。2011 年 1～6 月は 95 兆粒（サバ属 144 兆粒、いずれも暫定値）であつた。

各種調査から得られる 0 歳魚の資源量指標値は加入量水準を反映している（図 8）。2004、2007、2009 年に高い値がみられた。

主要漁業である北部まき網の CPUE と資源量指数は資源動向を反映しており、1992、1996

年といった卓越年級群が発生した年とその翌年に高くなった（図 9、補足資料 2）。加入量水準の高かった 2004 年級群が漁獲加入して以降（2005 年以降）は資源量指数、CPUE ともに高い水準を維持している。

(3) 漁獲物の年齢組成

資源が低水準となった 1990 年代以降は未成魚（0～1 歳魚）が漁獲の主体であり、2 歳以上は少なかったが、2004 年級群は 2～4 歳時も多く漁獲され、2007 年級群も 2 歳時には北部まき網で、3 歳時には伊豆諸島海域の各漁業で漁獲の主体となった（図 10、付表 3）。3-(3) に述べたように、2004 年以降、若齢魚への漁獲圧が低下して加入後の生き残りが良くなっている。現在、2009 年級群は 2 歳魚で北部まき網の漁獲の主体となっている。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は 1970～1979 年は 312 万～474 万トンと高い水準にあったが、1979、1980 年の低い RPS による加入量の減少と高い漁獲圧によって 1980 年に 170 万トンに減少した（図 11、12、付表 3）。1980～1986 年は 130 万～180 万トンとおおむね横ばいで推移したが、1987 年以降、低い RPS による加入量の減少と高い漁獲圧によってさらに減少し、1990 年には 22 万トンとなった。1992、1996 年級群の加入による増加と高い漁獲圧による減少を繰り返し、2001 年に過去最低の 15 万トンに落ち込んだ後、2004 年以降は 2004 年級群の加入により増加し、55 万～87 万トンで推移している。2010 年は 86 万トンであった。

漁獲割合は 1979、1986 および 1988～1989 年に 40%以上と高く、資源量を大きく減少させた（図 11、付表 3）。その後、1993 年に 58%と極めて高くなり、2001 年までは、1999 年を除き、36～53%の高い水準で推移し、2001 年の過去最低の資源量をもたらした。2002 年以降 2009 年までは 19～31%と比較的低い水準で推移し、2010 年は 15%とさらに低下した。

平均 F (F_{bar} 、年齢別 F の単純平均) は 1996 年級群が漁獲主対象となった 1997 年に 1.40 と高くなったが、それ以降は減少し、2002 年以降は 0.3～0.5 の間で推移している（図 6、付表 3）。若齢魚（0、1 歳魚）の F は 1992、1996、2000 年級群が漁獲主対象となった年にとくに高かったが、2004 年以降は低くなっている。

親魚量は 1970～1980 年は 71 万～138 万トンと高い水準であったが、1979～1980 年の加入量の減少と高い漁獲圧によって 1981 年に 67 万トン、1982 年に 51 万トンに減少した（図 11、12、付表 3）。1985 年までは 45 万トン以上で推移したが、1986 年以降、加入量の減少と高い漁獲圧によって減少し、1990 年に 10 万トン以下まで落ち込んだ。その後はおおむね 10 万トン以下の著しく低い水準で推移し、2002 年には過去最低の 4 万トンとなった。その後、2004 年以降はやや増加して 13 万～30 万トンで推移しており、2010 年は 17 万トンであった。1990 年代から 2000 年代はじめにかけての最低水準は脱しつつあり、2008 年以降は 4 歳以上の経産高齢親魚の量も増加している。

親魚量と F の関係を図 13 に示した。全体的な傾向はとくに見いだせないが、上述のような 1979 年頃の高い F にともなう親魚量の大きな減少や、1986～1989 年の高い F にともなう親魚量のさらなる減少、1996 年級群の加入後の 1997 年の極めて高い F によって親魚量は低水準のままであった様が見て取れる。

自然死亡係数 M に対する感度解析として、本評価での設定値(0.4)に対して 0.3 と 0.5 にし

て直近（2010）年の資源量を推定した（図 14）。資源量はそれぞれ 87%と 116%、親魚量は 88%と 115%となり、M を 0.1 変えることによって推定値は 12～16%程度変化した。

(5) 資源水準・動向

上述のように近年は親魚量、資源量ともに最低水準を脱しつつある。資源水準の量的判断基準について、1970 年以降の 41 年間の親魚量および資源量の推移から、1980 年代前半以前の親魚量 45 万トン以上、資源量 160 万トン以上は、過去最高－最低値の上位 3 分の 2 程度に相当し、これを中位水準以上とし、未満は低位水準とする（図 11、12）。1970 年代の親魚量 90 万トン以上、資源量 320 万トン以上は、過去最高－最低値の上位 3 分の 1 程度に相当し、これを高位水準とする。2010 年の親魚量は 17 万トン、資源量は 86 万トンであり、資源水準は低位、動向は過去 5 年間の親魚量および資源量の推移から横ばいと判断した。

(6) 再生産関係

親魚量が 45 万トン以上であった 1970～1985 年では、RPS は比較的安定しており、加入量は年変化があるもののほぼ 30 億尾以上の高い水準であった（図 12、15）。親魚量が 45 万トンを下回った 1986 年以降では、RPS が著しく低い年（1987～1989、1998、2006 年）がみられる一方で、著しく高い年（1992、1996、2004 年）もみられるなど、年々の変動幅が大きく、かつ親魚量が少ないために加入量の水準が大きく低下した。

(7) Blimit の設定

前項の通り、1986 年以降、親魚量が 45 万トンを下回ると RPS の年変動が大きくなり、加入量水準が低下したことから、親魚量 45 万トンを Blimit として回復の目標とする（図 15）。

(8) 今後の加入量の見積もり

資源と海洋環境の関係については、Yatsu *et al.*(2005)によるとマサバの RPS の変動は、マサバの主産卵場である冬季の伊豆諸島北部海域周辺の水温、マサバ親魚量、マイワシ資源量で説明できるとされている（図 16）。

最近の複数の研究によって、加入量の多寡は主に卵～稚仔魚期の生残率によって決まることがわかってきており、産卵親魚の状態（産卵経験、栄養状態、産卵前経験水温）による卵質の違いによる生残率の違い（米田ほか 2010、米田未発表）や、稚仔魚期の経験水温による成長率の違いとそれによる生残率の違い（高橋ほか 2010、米田未発表）が大きく影響していると考えられている。今後、これらの複数要因を統合的に解析することによって加入量の見積りが可能となることが期待される。

本評価では、調査船調査結果およびこれまで得られている再生産関係から今後の加入量を見積もる。近年、北西太平洋北上期中層トロール調査で得られる現存尾数、出現率や漁獲物の平均体長、体長のばらつき(CV)が加入量をよく反映することがわかった（川端ほか 2009、図 8、12、補足資料 4、6）。とくにふ化日組成を主に反映する平均体長は現時点で最も有効な指標値と考えられ、補足資料 4 に示すとおり、2011 年の同調査結果から得られた平均体長(13.9 cm)から 2011 年級群の加入量は 8 億尾と近年ではやや低い水準と推定された。同調査の現存尾数、出現率および体長の CV から見積もられる加入量もこれと同程度であった。

また、主産卵期である 4 月生まれの稚仔魚期の成長率が加入量をよく反映することがわかってきた (Yamashita *et al.* 2006、高橋ほか 2010、補足資料 4)。解析年は未だ多くないが、これまで得られている成長率と加入量の関係から見積もられる 2011 年の加入量は 8 億尾と、北上期中層トロール調査による推定値と同等であった。これらから 2011 年級群の加入量は、昨年度評価と同様に北上期中層トロール調査漁獲物平均体長から推定される 8 億尾とした。なお、2011 年親魚量 (28 万トン) に 1990~2010 年の RPS 中央値 (8.4 尾/kg) を掛けて算出される加入量は 24 億尾であり、2011 年の RPS は低いと推定される。

2012 年以降の加入量は、環境要因などによる予測は現時点では不可能であり、昨年度評価と同様に、RPS 中央値 (Blimit 未満では 1990~2010 年の中央値 : 8.4 尾/kg、以上では 1970~1985 年の中央値 : 7.0 尾/kg) に予測親魚量を乗じた値とした (図 15)。ただし、親魚量が過去観測最高値 (138 万トン) を超える場合には 138 万トンを乗じた。

(9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

現状の $F(F_{current})$ は最近 3 年 (2008~2010 年) の平均値とした。 $F_{current}$ の年齢別選択率 (各年齢の F を最大の年齢別 F で除した値) を用いた YPR 曲線と SPR 曲線を図 17 に示す。 $F_{current}$ は F_{max} や F_{med} に比べると低く、管理の閾値に用いられる $F_{0.1}$ や $F_{30\%SPR}$ と同等の値であった。

5. 2012 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

親魚量、資源量とも 1990 年代~2000 年代はじめの最低水準は脱しつつあるが低位水準にある。親魚量は Blimit 以下であり、年々の加入量の変動は大きい。加入量の増加と一定水準の維持を図るため、親魚量を Blimit 以上へ回復させることが望ましい。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2012 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

再生産関係が得られており、親魚量は Blimit 未満であることから、ABC 算定のための基本規則の 1-1)-(2) を適用し、次のような親魚量の回復を図る漁獲シナリオで 2012 年以降の F を設定した。

- ① $F_{current}$ を現状親魚量と Blimit の比で引き下げる ($F_{current} \times 2010$ 年 SSB/Blimit) : Frec
- ② 5 年後に親魚量を Blimit に回復させる : Frec1
- ③ 10 年後に親魚量を Blimit に回復させる : Frec2

あわせて現状の $F(F_{current})$ および現状の親魚量を維持する $F(F_{med})$ についても検討した。 F_{med} は 1990~2010 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F とした。

これらの F のもとで予測される 2012~2016 年の漁獲量、資源量を算出した (下表、図 18、付表 4、補足資料 1、3、4)。年齢別体重、成熟割合、選択率は、直近 3 年 (2008~2010 年) の平均値とした (付表 2)。2012 年資源量の算出に当たり、2011 年の F は 2011 年 3 月の震災の影響を考慮して仮定した。被災各地の聞き取り調査 (北水研、岩手水技セ) の結果を参考に、岩手、宮城、福島県海域での定置網、まき網による漁獲は通常の半分程度にとどまり、系群全体の漁獲量は 87% 程度となると想定し、2011 年の漁獲圧は 2008~2010 年の平均の 85% の $0.85F_{current}$ を仮定した。

漁獲シナリオ		漁獲量（千トン、年漁期）						
	管理基準	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fcurrent×SSB/Blimit	Frec (F=0.18)	127	189	92	131	190	256	344
上記の予防的措置	0.8Frec (F=0.15)	127	189	75	109	162	223	306
5年でBlimitへ回復	Frec1 (F=0.52)	127	189	229	270	325	369	411
上記の予防的措置	0.8Frec1 (F=0.42)	127	189	191	238	304	367	433
10年でBlimitへ回復	Frec2 (F=0.63)	127	189	267	297	335	363	403
上記の予防的措置	0.8Frec2 (F=0.51)	127	189	224	266	323	370	414
漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.49)	127	189	220	263	321	370	417
親魚量の維持	Fmed (F=0.82)	127	189	322	328	333	325	328
		親魚量（千トン、年漁期）						
	管理基準	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fcurrent×SSB/Blimit	Frec (F=0.18)	166	284	366	390	569	865	1124
上記の予防的措置	0.8Frec (F=0.15)	166	284	366	404	598	931	1239
5年でBlimitへ回復	Frec1 (F=0.52)	166	284	366	284	368	452	509
上記の予防的措置	0.8Frec1 (F=0.42)	166	284	366	313	419	550	657
10年でBlimitへ回復	Frec2 (F=0.63)	166	284	366	256	321	366	387
上記の予防的措置	0.8Frec2 (F=0.51)	166	284	366	288	374	463	525
漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.49)	166	284	366	291	379	474	541
親魚量の維持	Fmed (F=0.82)	166	284	366	216	259	262	251

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

前項で設定した漁獲シナリオについて管理効果を判断するために、加入量の不確実性を考慮した資源量、漁獲量の将来予測シミュレーションを 1,000 回行い、Blimit へ回復する確率（5 年後、10 年後）、および資源減少のリスク（今後 5 年間で過去最低親魚量を一度でも下回る確率）の 2 点で評価した（下表、図 19）。シミュレーションの条件設定は補足資料 5 のとおり。資源減少のリスクの指標には Bban を基準とすべきだが、本系群では設定していないため代替値として過去最低親魚量（2002 年 41 千トン）を基準とした。

Frec (Fcurrent×2010 年 SSB/Blimit) では、Blimit への回復確率は 5 年後 95%、10 年後 100% であり、予防的措置(α Frec)をとると 5 年後回復確率は 97%となった。Frec1（5 年後回復）では、回復確率は 5 年後 50%、10 年後 72%であり、予防的措置(α Frec1)をとると 5 年後回復確

率は 66%となった。Frec2 (10 年後回復) では、回復確率は 5 年後 36%、10 年後 50%であり、予防的措置(α Frec2)をとると 10 年後回復確率は 77%となった。いずれのシナリオも過去最低親魚量を下回る確率は 0%であった。Fcurrent では、Blimit への回復確率は 5 年後 52%、10 年後 76%であり、過去最低親魚量を下回る確率は 0%で、Frec1 と同程度の回復が見込める。Fmed では Blimit への回復は見込めない。

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		2012 年 漁期 ABC
			5 年後	5 年 平均	Blimit 回 復 5 年後 (10 年後)	過去最低 親魚量を 下回る	
親魚量の増大 (Fcurrent×B/Blimit) (Frec)*	0.18 (0.37 Fcurrent)	9%	111~664 千トン	193 千トン	95% (100%)	0%	92 千トン
親魚量の増大 (Fcurrent×B/Blimit) 予防的措置(α Frec)*	0.15 (0.30 Fcurrent)	7%	101~543 千トン	162 千トン	97% (100%)	0%	75 千トン
現状の漁獲圧維持(Fcurrent)*	0.49 (1.00 Fcurrent)	21%	118~1027 千トン	317 千トン	52% (76%)	0%	220 千トン
親魚量の増大 (5 年でBlimit へ回復) (Frec1)*	0.52 (1.05 Fcurrent)	22%	114~1000 千トン	321 千トン	50% (72%)	0%	229 千トン
親魚量の増大 (5 年でBlimit へ回復) 予防的措置(α Frec1)*	0.42 (0.84 Fcurrent)	18%	125~980 千トン	307 千トン	66% (88%)	0%	191 千トン
親魚量の増大 (10 年でBlimit へ回復) (Frec2)*	0.63 (1.28 Fcurrent)	26%	102~945 千トン	329 千トン	36% (50%)	0%	267 千トン
親魚量の増大 (10 年でBlimit へ回復) 予防的措置(α Frec2)*	0.51 (1.02 Fcurrent)	22%	117~1004 千トン	317 千トン	51% (77%)	0%	224 千トン
							2012 年 漁期算定 漁獲量
親魚量の維持 (Fmed)	0.82 (1.65 Fcurrent)	31%	81~838 千トン	320 千トン	17% (16%)	0%	322 千トン
コメント ・ 当該資源は毎年の再生産成功率の変動が大きい将来予測の不確実性が高い。 ・ 本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)を用いた。 ・ 親魚量の回復を図るシナリオとして、Frec (Fcurrent を現状親魚量と Blimit の比で低減)、Frec1 (5 年後に Blimit へ回復)、Frec2 (10 年後に Blimit へ回復) を設定。 ・ 平成 23 年度に定められた中期的管理方針では「近年の海洋環境が当該資源の増大に不適な状態にあると認められないことから、優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとし、資源管理計画の推進を図るものとする」とあり、資源の回復が見込めるシナリオ(*)はこれに合致する。 ・ 不確実性を考慮して安全率 α は 0.8 とした。							

Fcurrent は 2008~2010 年の平均。Fmed は 1990~2010 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F。漁獲割合は 2012 年の値。将来漁獲量・評価は、再生産成功率(RPS)の過去観

測値（Blimit 未満では 1990～2010 年、以上では 1970～1985 年）の中央値からの残差のリサンプリングによって加入量を与える 1,000 回のシミュレーションによる。将来漁獲量（5 年後・2016 年）の信頼区間は 80%。Blimit へ回復 5 年（10 年）後の確率は、2017(2022)年漁期当初に Blimit 以上になる確率。過去最低親魚量を下回る確率は、2012～2016 年の 5 年間に親魚量が一度でも過去最低親魚量（2002 年 41 千トン）を下回る確率のこと。

(4) ABC の再評価

昨年度以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
過去に遡及した年別・年齢別漁獲尾数の見直し	年齢別漁獲尾数
2010 年資源量指標値	資源尾数、資源量、漁獲係数等
2010 年漁獲量	2010 年年齢別漁獲尾数
2010 年年齢別体重	2010 年資源量、親魚量、2010 年 RPS

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2010 年(2009 年当初)	Frec2	0.71	842	225	190	
2010 年(2010 年再評価)	Frec2	0.57	875	224	188	
2010 年(2011 年再評価)	Frec2	0.60	862	215	179	123
2011 年(2010 年当初)	Frec2	0.52	986	264	220	
2011 年(2011 年再評価)	Frec2	0.59	888	266	223	
2010 年、2011 年とも TAC 設定の根拠となったシナリオ（Frec2：10 年後に親魚量 45 万トンに回復）について行った。漁獲量は実測値。						

2010 年については、本年再評価における資源量、ABC とも昨年までの評価とほぼ同等であった。2011 年については、本年再評価において 2007、2010 年級群の資源量が下方修正されたこと、昨年評価での RPS 中央値を仮定した 2011 年級群の加入量見積もりが結果的に過大であったことから、資源量は昨年より低い評価となったが、F 値は高くなり、ABC はほぼ当初評価どおりとなった。2011 年の再評価に関する資源尾数等の数値は付表 5 に示した。

6. ABC 以外の管理方策への提言

Kawai *et al.*(2002)は、1970 年代の高水準期には未成魚への漁獲圧は低く、同じような漁獲をしていれば 1990 年代に資源は回復したと論じた。平成 17 年度までの本報告書において、1993 年以降、若齢魚（0、1 歳魚）の F が顕著に高くなったため（図 6）、未成魚段階での多獲は不合理であることを指摘し、生物学的にみたマサバの最適な漁獲開始年齢を検討し、全個体が成熟を開始する 3.5 歳が最適であるとの結論を得ている。

最近の研究によって、産卵経験のある（複数回目の産卵期の）親魚（経産魚）の産む卵の方が、初回産卵（初めての産卵期）のものよりも卵質が良く、ふ化仔魚の生残率が高いことが飼育実験の結果などからわかってきた（米田未発表）。加えて、高齢経産魚の方が産卵場への南下回遊が早く（渡邊 2010）、産卵期には成熟（産卵準備）が早く進み、早期（3

～4月)に産卵する傾向が強い。4月は高水準期の本系群が集中的に産卵する時期であり(渡邊 2010)、人為的影響の無い状態での系群本来の主産卵期と言え、餌生物が多くなるブルーミング時期と一致し、カツオなどの暖水性捕食者の来遊もまだ少ない時期であることから稚仔魚の生育に適していると考えられる。高齢経産魚による好適期の良質の産卵は、年々の加入の環境変化への耐性を高める効果を持つと考えられ、加入量の増加と一定水準以上の維持を図るためには、この産卵を増加、維持させることが重要である。そのためには親魚の年齢(未産・経産魚)構成を考慮した資源評価、管理を行い、産卵経験のある高齢親魚量を確保する必要がある。最近では後述のように若齢魚への F が低下したことなどによって親魚の高齢魚割合が高くなっており、2008～10年では2006～07より全体の親魚量は減少しているものの4歳以上の高齢親魚量は増加している(図12)。

近年は若齢魚への F が低くなっており、2003年以降では0歳魚で0.02～0.34、1歳魚で0.11～0.60と1980年代後半の水準に下がっている(図6)。図20に0歳魚および1歳魚の F を F_{current} から段階的に引き下げた場合に予測される資源量と漁獲量の推移を示した。 F_{current} で若齢魚への F はかなり低くなっているために、 F 低減の効果は認められるものの0歳魚ではごく小さい。 F_{current} の維持でも資源の回復が見込めるが、資源の持続的利用を進めるために、引き続き若齢魚、とくに1歳魚への漁獲努力の削減を行い、 F をさらに低減させることが望ましい。

7. 引用文献

- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 20, 9-28.
- 本間操・佐藤祐二・宇佐美修造 (1987) コホート解析によるマサバ太平洋系群の資源量推定. 東海水研報, 121, 1-11.
- 飯塚景記 (1974) 東北海区におけるマサバ未成魚の生態－Ⅲ. 八戸沖で越冬すると推定される魚群について. 東北水研研報, 33, 37-49.
- 飯塚景記 (2002) 1960～70年代におけるマサバ資源と漁場. 月刊海洋, 34(4), 273-279.
- Kasamatsu, F., and S. Tanaka (1992) Annual changes in prey species of minke whales taken off Japan 1948-87. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 637-651.
- 加藤充宏・渡邊千夏子 (2002) マサバとゴマサバの成熟・産卵および食性. 月刊海洋, 34(4), 266-272.
- Kawai, H., A. Yatsu, C. Watanabe, T. Mitani, T. Katsukawa and H. Matsuda (2002) Recovery policy for chub mackerel stock using recruitment-per-spawning. Fish. Sci., 68, 963-971.
- 川崎健 (1965) カツオの生態と資源(I). 水産研究叢書, 8(1), 148.
- 川崎健 (1968) マサバ太平洋系群未成魚の生態について. 東海水研報, 55, 59-113.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆 (2006) 近年の広域名調査船調査から推定されるサバ、イワシ類の季節的分布回遊. 2006 年度水産海洋学会講演要旨集, 94.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・上野康弘・谷津明彦 (2009) 2001～2008 年 5～7 月の北西太平洋におけるサバ類 0 歳魚の分布、体長組成と加入豊度との関係. 2009 年度水産海洋学会大会講演要旨集, 19.

- 小泉正行 (1992) 伊豆諸島海域で採集したサバ卵・仔稚魚・幼魚の一考察. 水産海洋研究, 56, 57-64.
- 黒田一紀 (1992) 日本の太平洋沿岸域におけるさば属魚類の産卵期、産卵場及び産卵量水準の動向. 水産海洋研究, 56, 65-72.
- 高橋正知・渡邊千夏子・川端淳・西田宏・安倍大介・奥西武・山下紀生・森賢・橋本浩・池上直也・森訓由・岡部久・斉藤真美 (2010) 粒子追跡を用いたマサバ太平洋系群当歳魚の産卵場からの輸送過程とその成長(2004~2007年). 2010年度水産海洋学会大会講演要旨集, 71.
- Tamura, T., Y. Fujise, and K. Shimazaki (1998) Diet of minke whales *Balaenoptera auctorostrata* in the Northwestern part of the North Pacific in summer, 1994 and 1995. Fish. Sci., 64, 71-76.
- 目黒清美・梨田一也・三谷卓美・西田宏・川端淳 (2002) マサバとゴマサバの分布と回遊一歳魚. 月刊海洋, 34(4), 256-260.
- 宮沢公雄 (1994) マサバ資源の変動とさば漁業の変遷. 水産海洋研究, 58, 48-49.
- 長沢和也 (1999) 黒潮・親潮移行域における魚食性魚類の分布と生態. 月刊海洋, 346, 245-250.
- 西田宏・川端淳・目黒清美・梨田一也・三谷卓美 (2001) マサバとゴマサバの分布と回遊一歳魚. 水産海洋研究, 65(4), 201.
- Oozeki, Y., A. Takasuka, H. Kubota, M. Barange (2007) Characterizing spawning habitats of Japanese sardin (*Sardinops melanostictus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), and Pacific round herring (*Etrumeus teres*) in the northwestern Pacific. CalCOFI Reports, 48, 191-203.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int Com. Northw. Atl. Fish. Bull., 9, 65-74.
- 渡邊千夏子 (2010) マサバ太平洋系群の繁殖特性の変化とその個体群動態への影響. 水産海洋研究, 74, 46-50.
- Watanabe, C. and A. Yatsu (2004) Effects of density-dependence and sea surface temperature on inter-annual variation in length-at-age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the Kuroshio-Oyashio area during 1970-1997. Fish. Bull., 102, 196-206.
- Watanabe, C. and A. Yatsu (2006) Long-term changes in maturity at age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in relation to population declines in the waters off northeastern Japan. Fish. Res., 78, 323-332.
- Yamashita, N., M. Noto, C. Watanabe, A. Kawabata and H. Nishida (2006) Distribution and growth of juvenile chub mackerel, *Scomber japonicus*, in the Kuroshio-Oyashio transition region. PICES 15th Annual Meeting Program and Abstracts, 153.
- Yatsu, A., T. Watanabe, M. Ishida, H. Sugisaki and L.D. Jacobson (2005) Environmental effects on recruitment and productivity of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* and chub mackerel *Scomber japonicus* with recommendations for management. Fish Oceanogr., 14, 263-278.
- 米田道夫・北野載・S. Selvaraj・入路光雄・川村耕平・松山倫也・清水昭男 (2010) マサバ2歳魚の卵サイズの変化が仔魚の成長と生残に及ぼす影響. 2010年度水産海洋学会大会講演要旨集, 47.

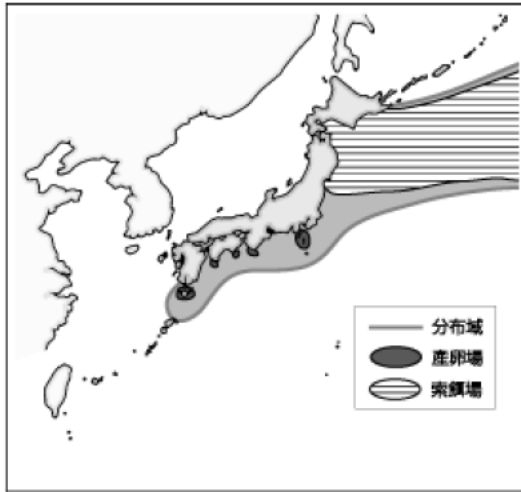


図 1. 分布・回遊

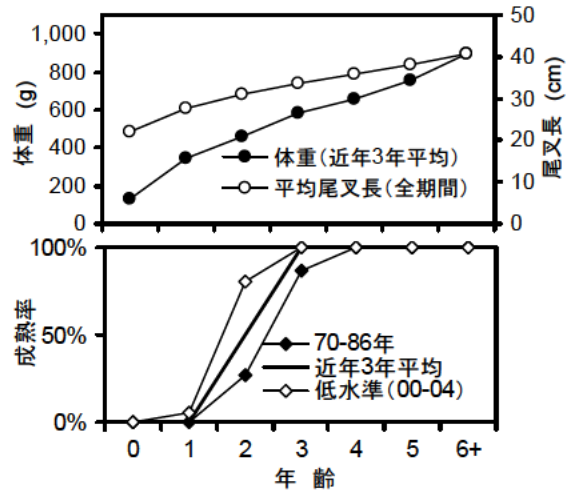


図 3. 年齢と成長の関係 (上) および年齢と成熟率の関係 (下)

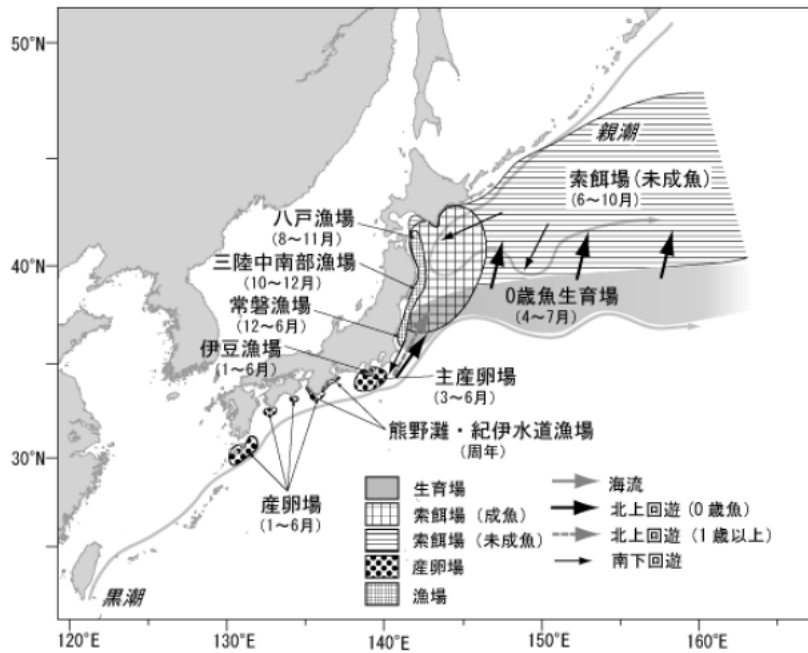


図 2. 生活史と漁場形成模式図

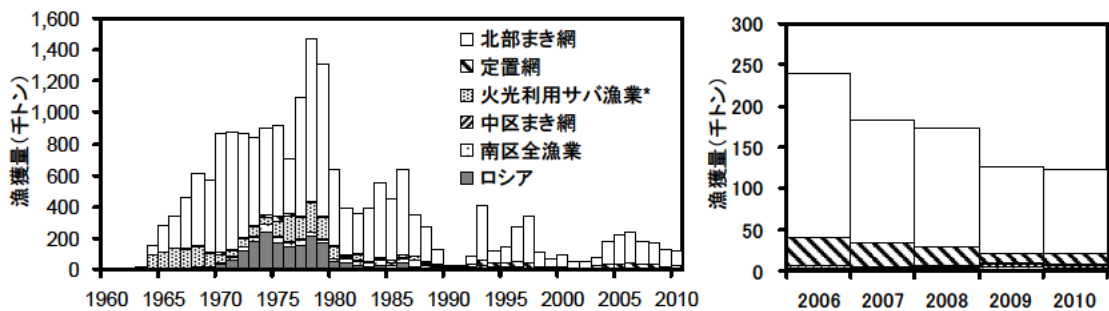


図 4. 国別・漁業種別漁獲量の推移 右図は近年 5 年間 (2006~2010 年)。

*火光利用サバ漁業：たもすくい、棒受網。

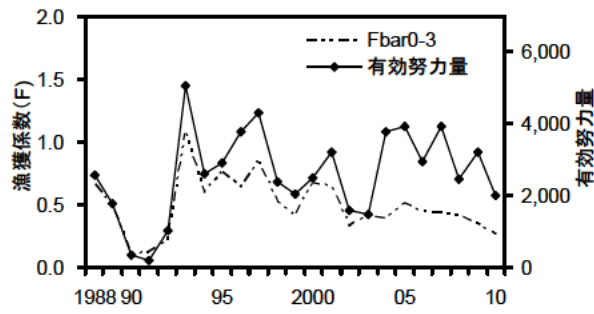


図 5. 北部まき網のさば類に対する有効努力量と 0～3 歳魚の平均 F(Fbar0-3)の推移

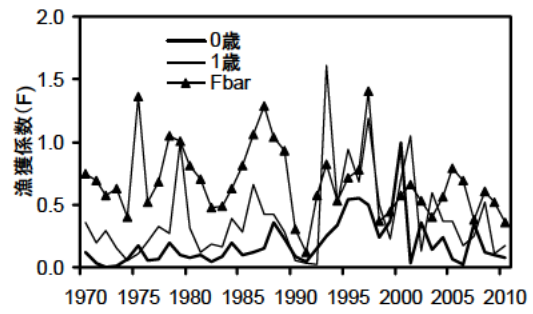


図 6. 全年齢の平均(Fbar)および若齢(0、1 歳)時の漁獲係数の経年変化

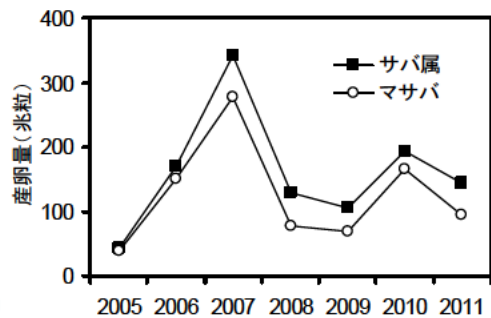
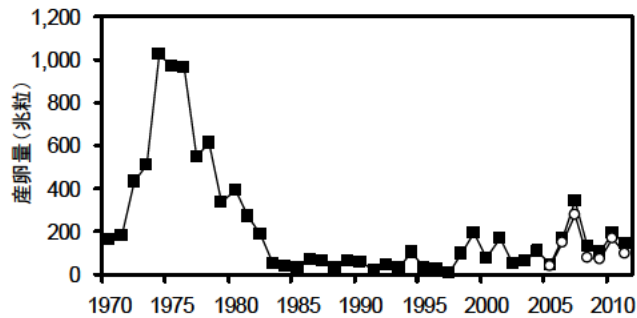


図 7. 産卵調査による本邦太平洋側のサバ属（マサバ、ゴマサバ）産卵量 右図は種別の産卵量が集計された近年 7 年間（2005～2011 年、2011 年は 6 月までの暫定値）。

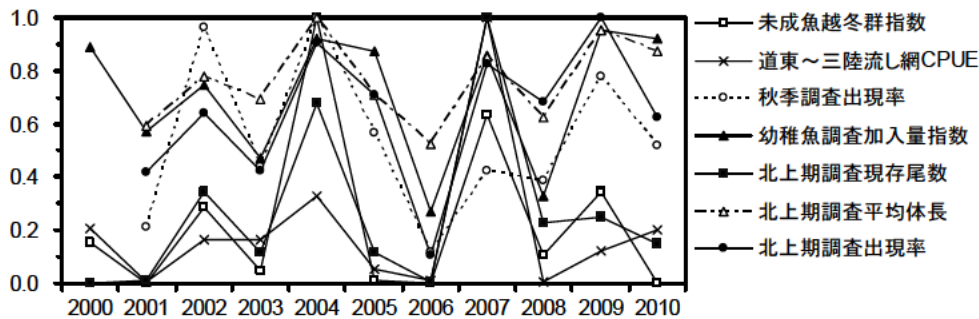


図 8. 未成魚越冬群指数および各調査船調査による 0 歳魚の資源量指標値の推移（全データの最大値を 1 とした相対値で表示）

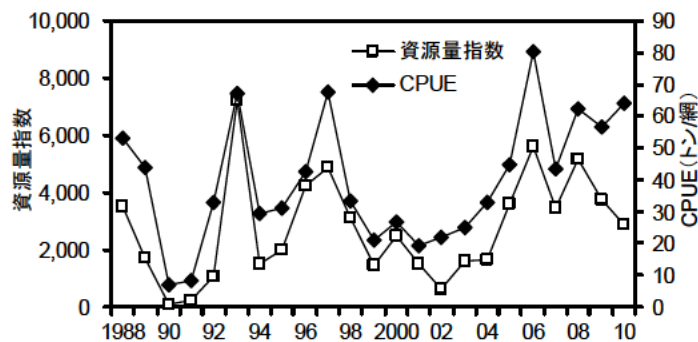


図 9. 北部太平洋まき網漁業の CPUE と資源量指数の推移

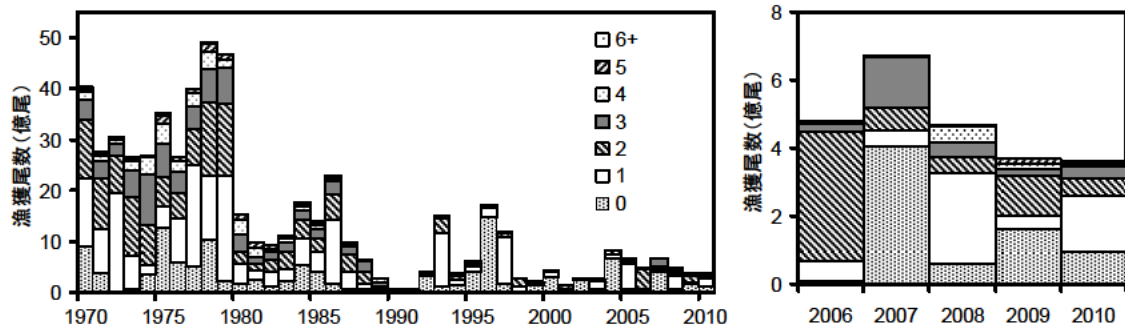


図 10. 年齢別漁獲尾数の推移 右図は近年 5 年間（2006～2010 年）。

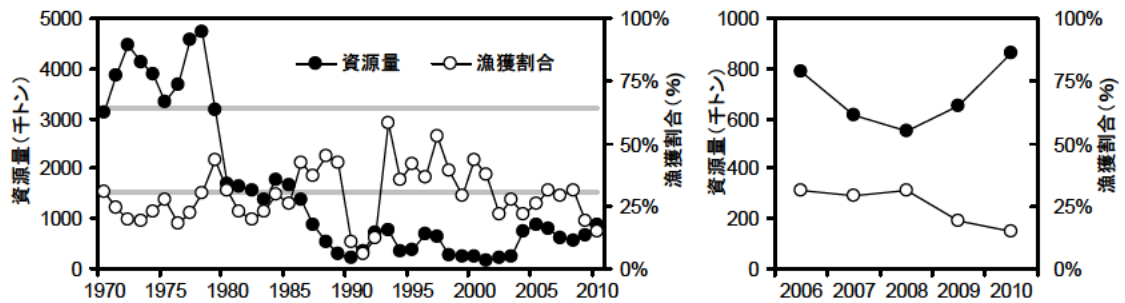


図 11. 資源量と漁獲割合（漁獲量／資源量）の推移 右図は近年 5 年間（2006～2010 年）。
図中灰線は資源水準区分の目安（3,200 千トン：高－中位、1,600 千トン：中－低位）

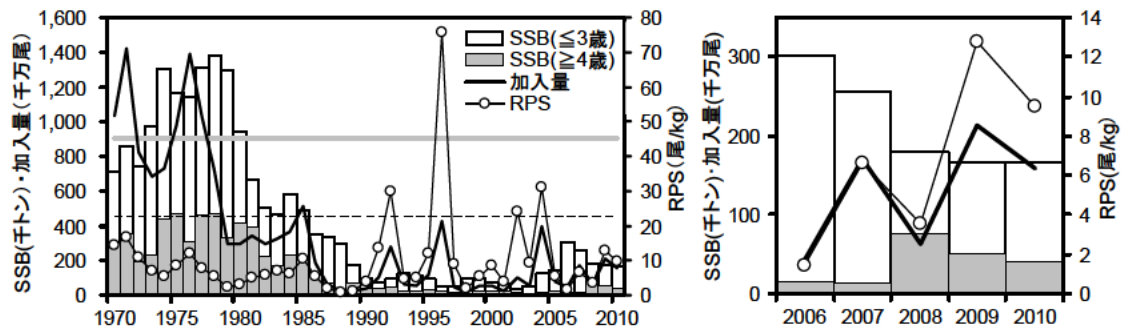


図 12. 親魚量(SSB)、加入量および再生産成功率(RPS)の推移 右図は近年 5 年間（2006～2010 年）。図中破線は B_{limit}（SSB 450 千トン）で資源水準中－低位の区分、灰線は資源水準高－中位の区分の目安（900 千トン）。

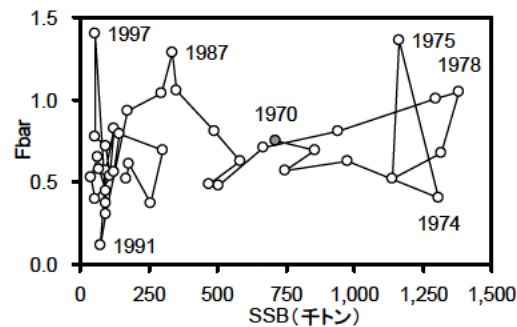


図 13. 親魚量(SSB)と漁獲係数（全年齢平均：F_{bar}）の関係（1970～2010 年）

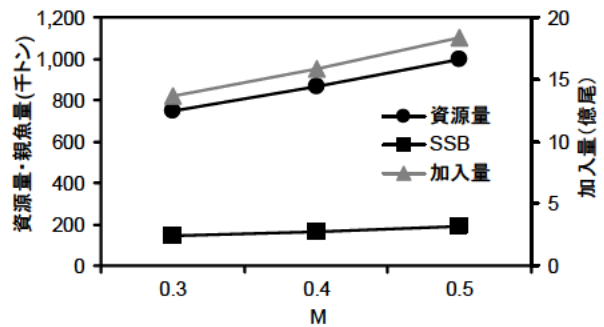


図 14. 資源量、親魚量および加入量に対する M の感度解析（最近年（2010 年）の推定値）

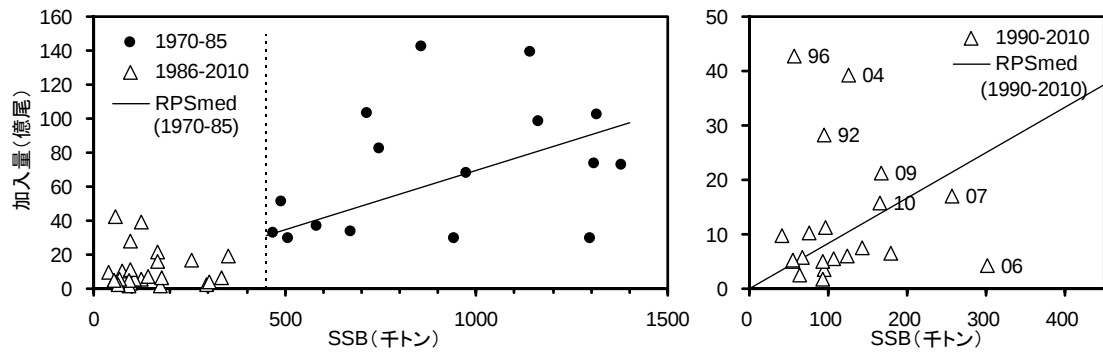


図 15. 親魚量(SSB)と加入量の関係 左図は 1970～2010 年、右図は 1990～2010 年。図中破線は Blimit (SSB 450 千トン) を示す。実線は将来予測に用いた関係 (RPS 中央値) であり、左図は $SSB \geq Blimit$ の場合の 1970～85 年の中央値 (7.0 尾/kg)、右図は $SSB < Blimit$ の場合の 1990～2010 年の中央値 (8.4 尾/kg) をそれぞれ示す。

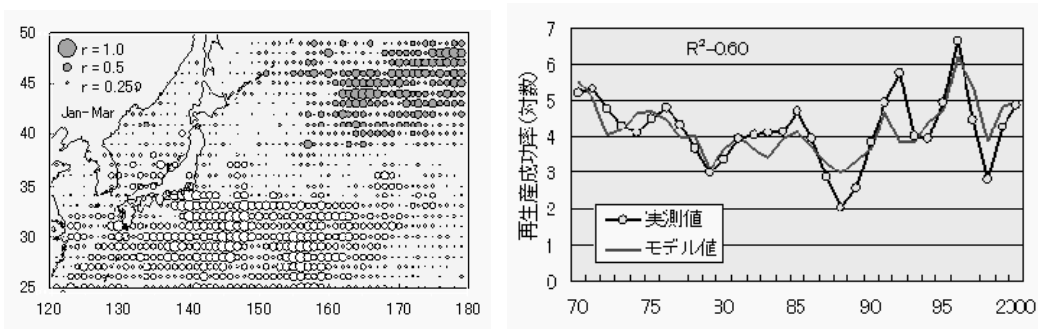


図 16. 加入量の観測値と理論値の差 (対数) と緯度経度 1 度升目別の冬季表面水温との相関関係 (左図、●: 正相関、○: 負相関)、および再生産成功率の実測値と拡張リッカーモデル (冬季水温とマイワシ資源量を考慮したモデル) による値 (右図)

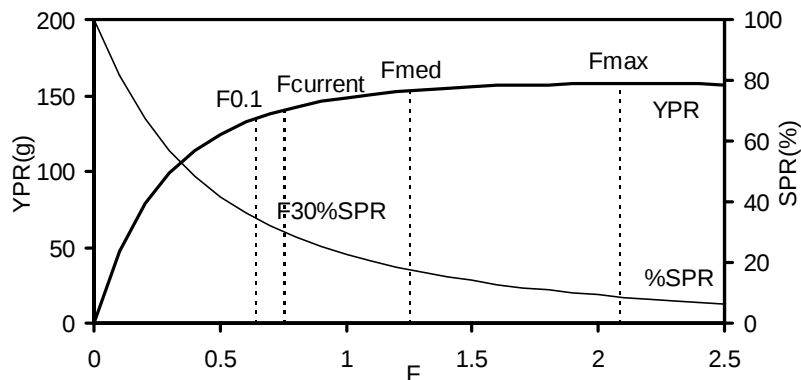


図 17. F (年齢別 F の最大値) と %SPR、YPR の関係 $F_{current}$ は 2008～2010 年の平均

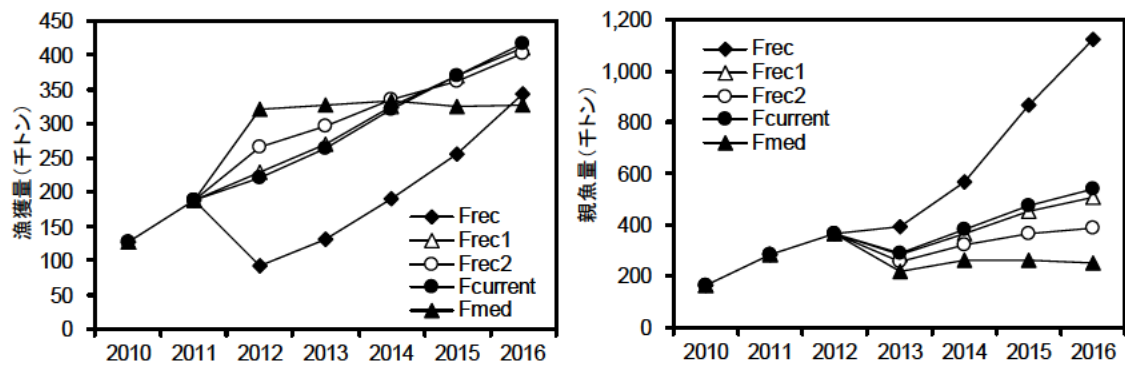


図 18. 漁獲シナリオに対応した漁獲量（左図）と親魚量（右図）の予測値

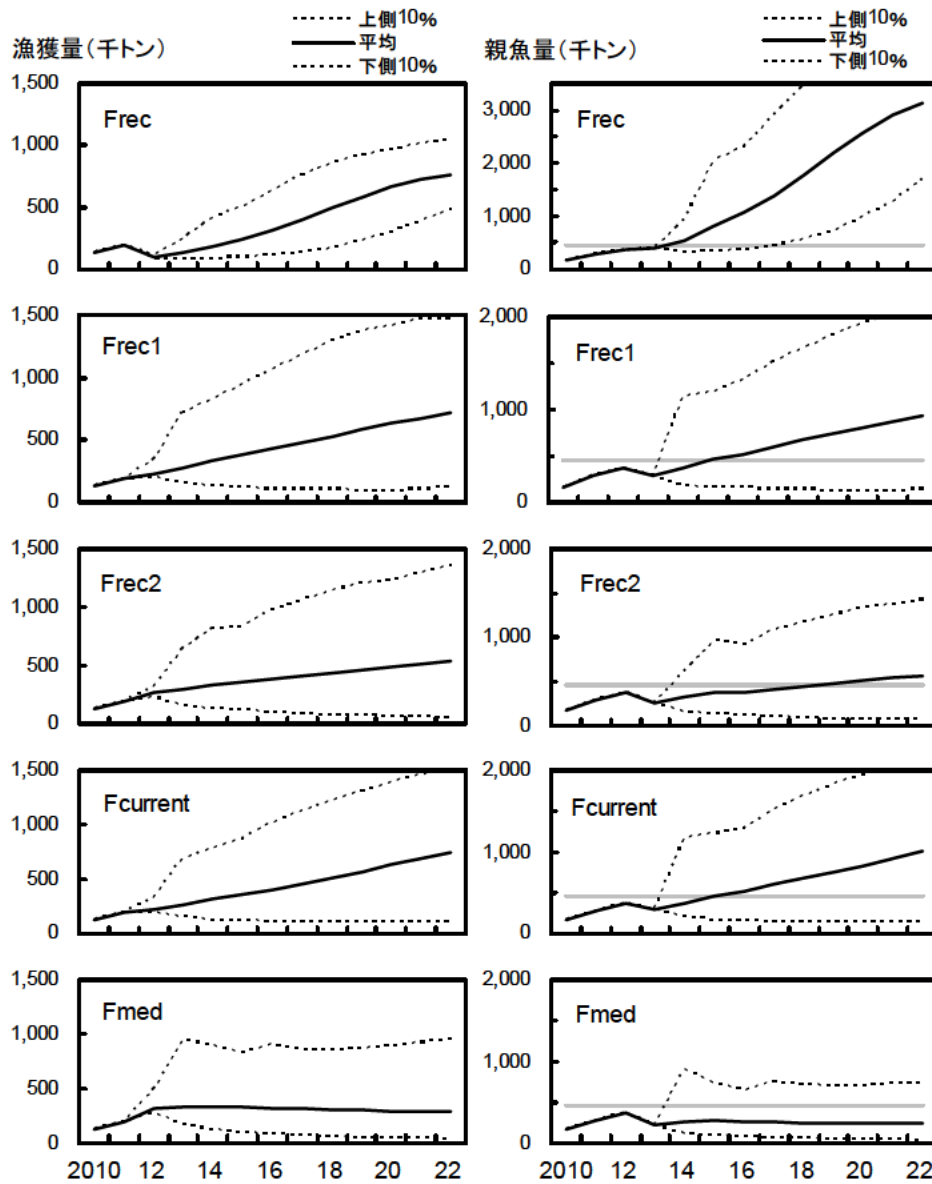


図 19. 各漁獲シナリオ（2012 年以降）の将来予測シミュレーションにおける漁獲量、親魚量の推移（2010～2022 年） 親魚量図の灰線は Blimit（450 千トン）を示す。

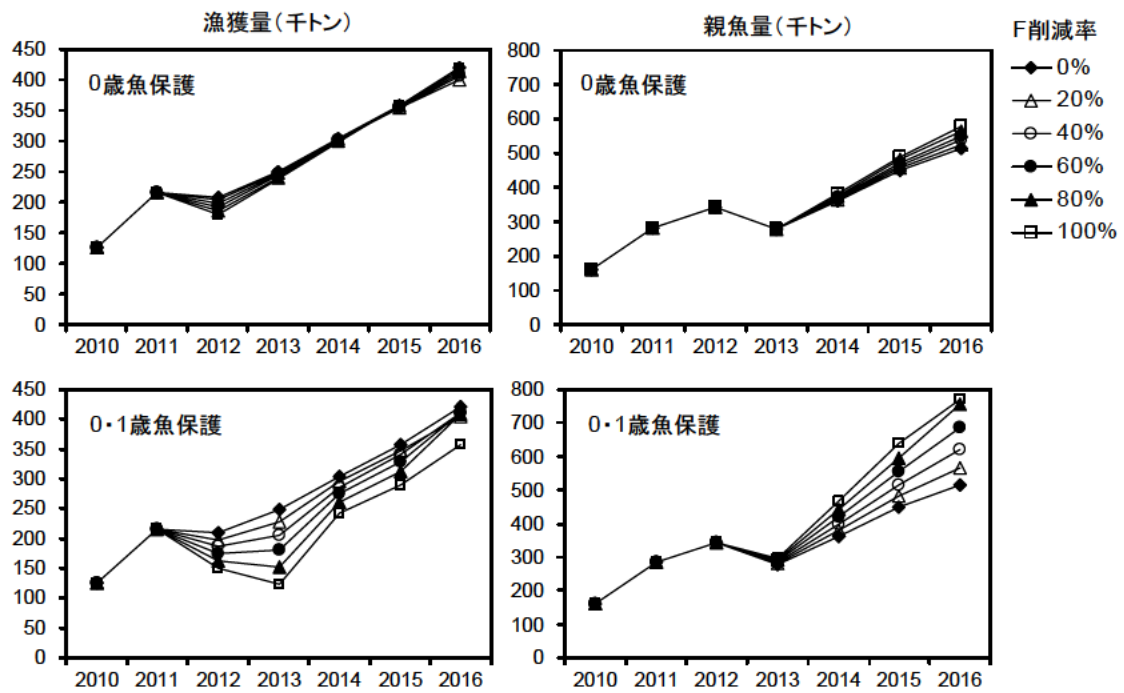
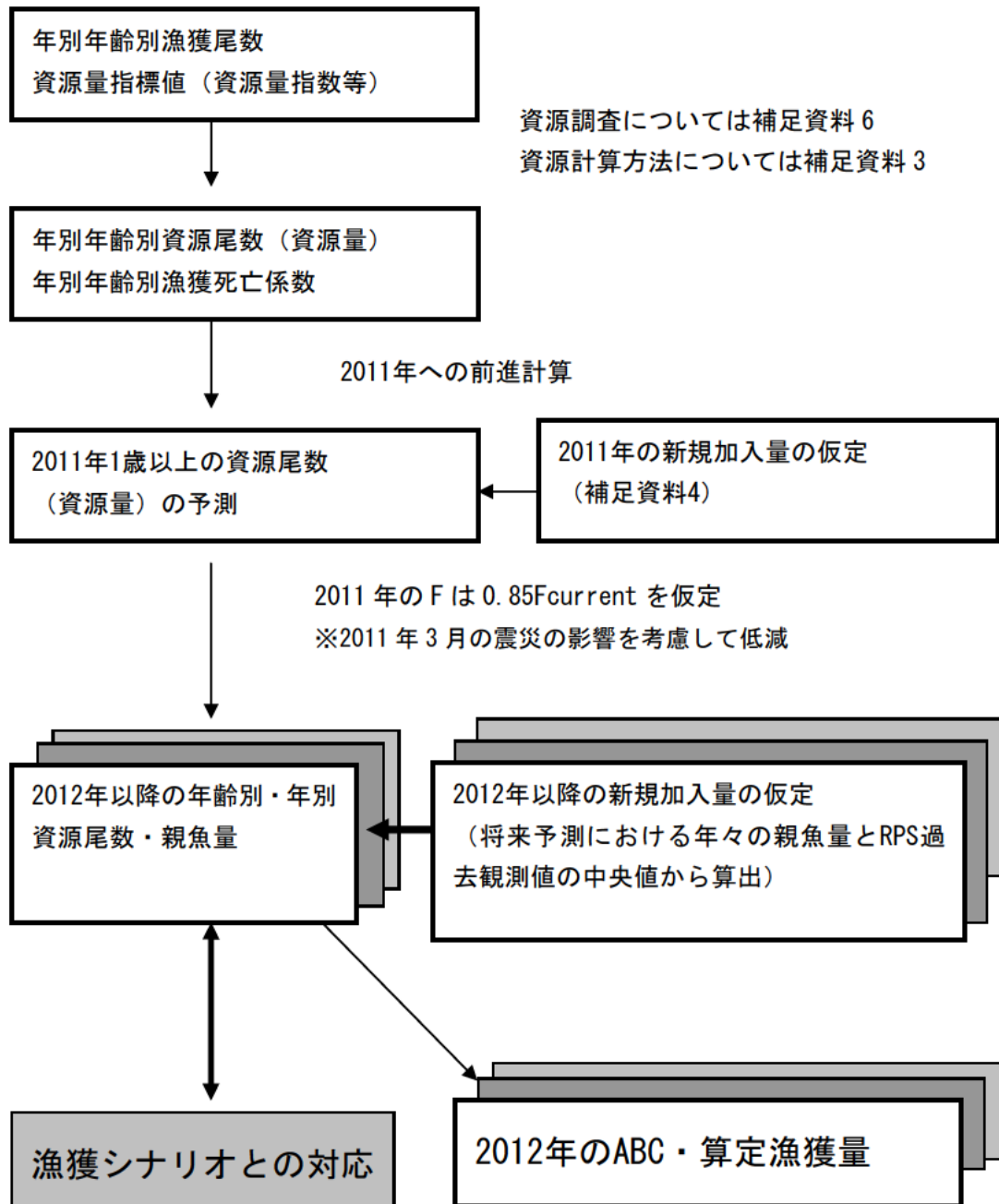


図 20. 0 歳魚（上段）および 0・1 歳魚（下段）の 2012 年以降の F をそれぞれ $F_{current}$ から削減した場合に予想される漁獲量と親魚量の推移（その他の年齢群は $F_{current}$ で漁獲）

補足資料 1. 資源評価のフローチャート



補足資料 2. 北部まき網漁業による資源量指数、漁獲努力量

主要漁業である北部まき網漁業のさば類を対象とした 1988～2010 年の努力量、資源量指数等（漁業情報サービスセンター集計）を補足表 2-1 に示す。これらはさば類を対象とした値であり、漁業情報サービスセンターの調査結果から主な対象はマサバと考えられる。近年はゴマサバの漁獲割合が高まっており、今後精査が必要である。

資源量指数：海区あたりの累積 CPUE×海区数、資源密度指数：資源量指数/漁場面積、有効努力量：資源量指数で重みつけた単位面積あたり努力量の平均×漁場面積

補足表 2-1. 北部まき網漁業による各指標値

漁期年	漁場面積 (緯経度30分 升目数)	投網回数	漁獲量 (トン)	資源量 指数	資源密 度指数	有効 努力量	サバ類 CPUE
1988	73	2,535	134,376	3,515	401	2,587	53
1989	48	1,496	65,967	1,731	247	1,796	44
1990	12	293	2,022	79	13	335	7
1991	14	259	2,167	258	71	201	8
1992	45	807	26,410	1,072	276	1,007	33
1993	118	4,062	272,636	7,205	585	5,079	67
1994	62	2,016	59,710	1,518	326	2,610	30
1995	69	2,428	75,292	1,985	329	2,905	31
1996	107	3,462	147,859	4,266	481	3,791	43
1997	90	3,349	226,096	4,859	521	4,303	68
1998	81	2,183	72,535	3,123	356	2,380	33
1999	71	1,905	40,157	1,447	266	2,055	21
2000	92	2,453	66,070	2,506	399	2,512	27
2001	79	2,957	57,266	1,508	161	3,220	19
2002	51	1,214	26,710	628	143	1,594	22
2003	68	1,266	31,743	1,604	285	1,469	25
2004	62	3,424	112,826	1,666	513	3,771	33
2005	86	3,743	167,895	3,592	480	3,952	45
2006	75	2,444	196,186	5,622	629	2,949	80
2007	93	3,248	141,481	3,463	450	3,938	44
2008	86	2,335	145,837	5,165	662	2,475	62
2009	88	2,313	131,352	3,753	477	3,218	57
2010	54	1,799	115,211	2,886	570	1,989	64

補足資料 3. 資源量推定法、ABC 算定法

コホート解析により年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数を推定した。計算には Pope(1972) の近似式を用いた。7 月～翌年 6 月の漁期年単位とし、親魚は 6 月に産卵、子は 7 月に漁獲加入し、漁期の中央（12 月）に漁獲されると仮定した。自然死亡係数(M)は本間ほか(1987)に基づき 0.4/年とした。年齢別漁獲尾数は、宮崎県～北海道太平洋側における主要漁業および外国（ロシア）による漁獲物について求めた。6 歳以上はまとめて 6+歳（プラスグループ）とした（付表 3）。プラスグループの計算については平松(1999)の方法を用いた。

ステップ 1

(1)式により年齢別年別資源尾数を計算した。

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

$N_{a,y}$: y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$: y 年 a 歳魚の漁獲尾数

ただし、最近年、最高齢（プラスグループ、添え字 p ）、最高齢-1 歳($p-1$)は(2)式～(4)式によった。

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

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

$$N_{p-1,y} = \frac{C_{p-1,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p-1,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (4)$$

漁獲係数 F は、最近年の F （ターミナル F 、 F_t ）以外は(5)式によった。

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

$F_{a,y}$: y 年における a 歳魚の漁獲係数

最近年（2010 年）の F は過去 5 年（2005～2009 年）の F の平均に等しいとした（(6)式）。

$$F_{a,t} = \frac{1}{5} \sum_{y=t-5}^{t-1} F_{a,y} \quad (6)$$

プラスグループの F は全ての年で最高齢-1 歳の F と等しいとした（平松 1999、(7)式）。

$$F_{p,y} = F_{p-1,y} \quad (7)$$

ここで得られた最近年の F から年齢別選択率（年齢別 F の最大値で各年齢の F を除した値）を計算し、ステップ 2 で用いる選択率の初期値とした。

ステップ 2

補足表 3-1 に示した各指標値をチューニング指数として用い、それぞれの指数についてチューニングの対象に応じて以下のような目的関数をおいた。

F についての漁獲努力量の指数（補足表 3-1 ①）には、(8)式のように目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(X_y) - \ln(Q\bar{F}_y))^2 \quad (8)$$

X : 漁獲努力量、 $\bar{F}$: 0～3 歳の年齢別 F の単純平均(Fbar0-3)

Q は比例係数であり、(9)式によった $(X/\bar{F})$ の相乗平均。

$$Q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{X_y}{\bar{F}_y} \right) \right\} \quad (9)$$

0 歳魚資源尾数についての指数（②～⑦）には、(10)式のように目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_{0,y}))^2 \quad \text{※指数②③④の場合} \quad (10a)$$

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(q \log(N_{0,y})))^2 \quad \text{※指数⑤⑥⑦の場合} \quad (10b)$$

I : 資源量指数、 N_0 : 0 歳魚資源尾数

q は比例係数であり、各指数について(11)式によって計算した (I/N_0) または $I/\log(N_0)$ の相乗平均。

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{N_{0,y}} \right) \right\} \quad \text{※指数②③④の場合} \quad (11a)$$

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_y}{\log(N_{0,y})} \right) \right\} \quad \text{※指数⑤⑥⑦の場合} \quad (11b)$$

ステップ 1 で求めた選択率の下で、これら 7 つの指数の目的関数の合計を最小化するような最近年の F を探索的に推定した。

得られた最近年の F を用いて資源量を計算すると、最近年から遡って数年間の年齢別・年別 $F(F_{a,y})$ および N の値が更新されるため、最近年の選択率は過去 5 年平均 F の選択率とは等しくなくなる。このため再度ステップ 1 と同様にして過去 5 年平均 F の選択率を再計算し、得られた選択率を用いてチューニングをする、という過程を数回繰り返し、F および N の値を収束させた。

資源尾数の予測は、本文 3-(8)の通り加入量を仮定し、(13)式によって計算した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad \text{※} a < p-1 \text{ の場合} \quad (13a)$$

$$N_{p,y+1} = (N_{p,y} + N_{p-1,y}) \exp(-F_{p,y} - M) \quad \text{※プラスグループ} \quad (13b)$$

漁獲尾数は(14)式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (14)$$

これらに年齢別の平均体重（最近5年平均、付表2）を乗じて資源量、漁獲量(ABC)を得た。

補足表 3-1. チューニングに用いた指標値

指 数	対象*	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
① 北部太平洋まき網有効努力量	Fbar0-3	2,512	3,220	1,594	1,469	3,771	3,952	2,949	3,938	2,475	3,218	1,989
② 未成魚越冬群指数	N_0	413	0**	773	130	2,722	25	0**	1,727	283	932	0**
③ 道東～三陸流し網調査 0歳魚CPUE（尾/網）	N_0	6.3	0.1	5.0	5.0	10.0	1.6	0.4	30.6	0.2***	3.8	6.2
④ 北西太平洋北上期トロール調査 0歳魚現存尾数(百万尾)	N_0		98	3,267	1,110	6,426	1,125	25	9,517	2,181	2,352	1,413
⑤ 同調査 0歳魚出現率(%)	$\log(N_0)$		17.6	27.0	17.7	38.2	29.8	4.3	34.8	28.8	42.1	26.3
⑥ 同調査 0歳魚平均体長(cm)	$\log(N_0)$		11.4	15.0	13.4	19.3	13.7	10.1	16.4	12.0	18.4	16.9
⑦ 北西太平洋秋季浮魚類調査 0歳魚出現率(%)	$\log(N_0)$		12.5	56.7	25.8	59.0	33.3	6.5	36.4	22.2	42.9	30.4

*チューニングの対象：Fbar0-3 は 0～3 歳の年齢別 F の単純平均、 N_0 は 0 歳魚資源尾数、 $\log(N_0)$ は N_0 の常用対数。

**未成魚越冬群指数は茨城県水産試験場により算定される指数で、年明け後の冬春季に未成魚（尾叉長 24 cm 以下）がまき網漁獲物（標本）の 50%（尾数比）を超えている期間の、越冬場（35°～37°N、142°E 以西のまき網漁場（房総～常磐南部海域））における緯度・経度 10 分升目毎のまき網 1 日 1 投網平均漁獲量の総和と定義され、前年の加入量の指標となる。漁獲量にはゴマサバも含まれるが、越冬期に当該海域に分布するさば類未成魚のうち、マサバの割合は 80～100%であることから、マサバの加入量水準を示す指数とみてよい。前々年の加入量が高い場合など、未成魚が漁獲物の主体とならない年には実際には漁獲されているものの指数値が 0 になってしまう。このようなことから 2001、2006 年の値(0)には昨年度本報告書で述べたように代替値 1.4 を用いて計算を行った。また、2010 年の値(0)は 2011 年の冬春季の漁況から算出されたが、2011 年 3 月の震災の影響による例外的な値と判断されることからチューニングに用いなかった。

***道東～三陸海域流し網 CPUE（釧路水産試験場）の 2008 年の値は平成 21 年度本報告書で述べたように異常値と判断されることからチューニングに用いなかった。

補足資料 4. 調査船調査資料による新規加入量の見積もり

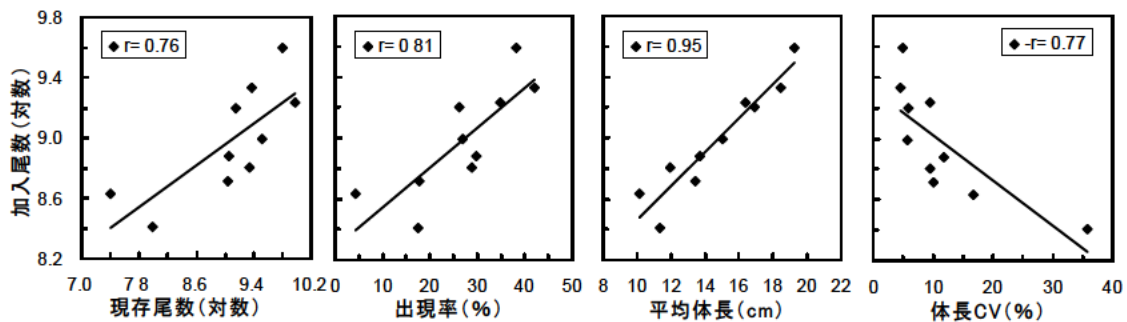
(1) 北西太平洋北上期中層トロール調査

北西太平洋北上期中層トロール調査(補足資料 6)による親潮～移行域(東経 169 度以西、SST12~21℃)における 0 歳魚推定現存尾数の常用対数、0 歳魚出現率(採集のあった調査点の割合)、稚幼魚期の推定成長式(高橋ほか未発表： $L_i=24.8\exp(-\exp(-0.0223(i-63.2)))$)、 i ：ふ化後日数、 L_i ：ふ化後 i 日の尾叉長(cm))を用いて 7 月中旬に規準化した 0 歳魚漁獲物体長の平均値(FL)および CV は、それぞれコホート解析による推定加入量の常用対数($\log(N_0)$)と相関が認められた(補足図 4-1)。平均体長および体長の CV は主にふ化日組成を反映し、体長が大きく CV が小さい年は、産卵早期にふ化した個体が主体で、後期のふ化個体の割合が低いことを示す。

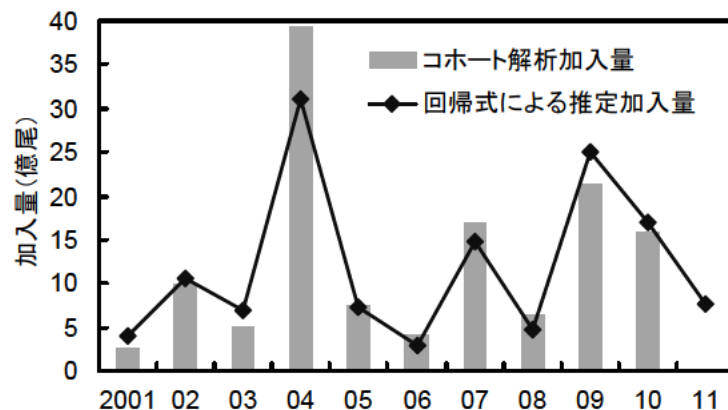
これらを説明変数として回帰分析を行ったところ、平均体長(FL)のみ有意性が認められたため、これを説明変数とする回帰式を求めた。

$$\log(N_0)=0.111\times FL+7.35 \quad (r^2=0.90) \quad (15)$$

(15)式と、2011 年 5~7 月の調査結果($FL=13.9\text{cm}$)から 2011 年級群の加入量は 7.7 億尾と推定された(補足図 4-2)。



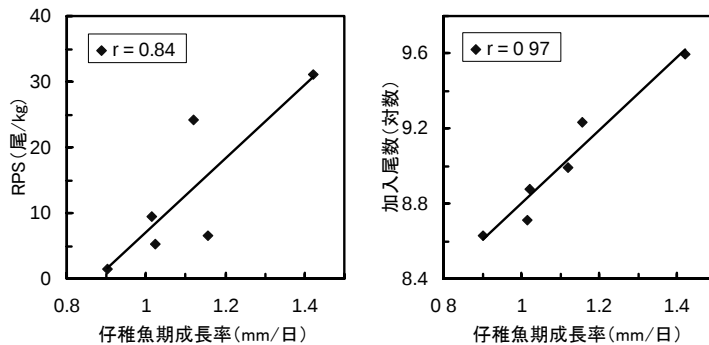
補足図 4-1. 2001~2010 年のコホート解析による加入量(常用対数)と北西太平洋北上期中層トロール調査による各指数の関係



補足図 4-2. コホート解析による推定加入量と平均体長の回帰式で予測した加入量

(2) 幼稚魚標本の初期成長率解析

移行域幼稚魚調査および北上期中層トロール調査によって移行域で採集された幼稚魚標本の耳石輪紋解析の結果、各年級群の、主産卵期である4月ふ化個体の25日齢まで（稚仔魚期）の平均成長率はRPSおよび加入量の常用対数と相関が認められ（補足図4-3）、初期成長の速い年には生残率が高く加入量が多くなることが示唆された。2011年級群の4月ふ化個体の平均成長率は1.03 mm/日であり（高橋 未発表）、これまで得られている成長率と加入量の関係からは2011年級群の加入量は8.3億尾と見積もられた。



補足図 4-3. 2002～2007 年の 4 月ふ化個体の稚仔魚期（25 日齢まで）の平均成長率と RPS および加入量（コホート解析）との関係（Yamashita *et al.* 2006、高橋ほか 2010 から作成）

補足資料 5. 資源量、漁獲量の将来予測シミュレーションの条件

加入量の不確実性を考慮したシミュレーションの設定条件は以下のとおり。

- 1) 年齢別体重、成熟率は近年 3 年（2008～2010 年）の平均値とした（付表 2）。2011 年の加入量は 8 億尾を仮定した（補足資料 4）。
 - 2) 親魚量が 45 万トン(Blimit)未満では、1990～2010 年の RPS の平均値に対する毎年の RPS の比率を求め、ここから重複を許してランダムに抽出した値に 1990～2010 年の RPS 中央値（8.4 尾/kg）を乗じた値を RPS とし、これに親魚量を乗じて加入量とした。
 - 3) 親魚量が 45 万トン以上では、1970～1985 年の RPS の平均値に対する毎年の RPS の比率を求め、ここから重複を許してランダムに抽出した値に 1970～1985 年の RPS 中央値（7.0 尾/kg）を乗じた値を RPS とし、これに親魚量を乗じて加入量とした。ただし、親魚量が過去観測最高値（138 万トン）を超える場合は 138 万トンを乗じた。
 - 4) 2)、3)で計算される加入量が過去観測最高値（142 億尾）を超える場合は 142 億尾とした。
- ※昨年度評価では、仮想資源を構築し、これに対してチューニング指数および加入量予測に用いる指数に誤差を与えた資源評価と ABC 算定を行い、その管理効果も検討したが、今年度は省略した。

補足資料 6. 調査船調査の概要

1) 移行域幼稚魚調査

中央水研・北水研により 1995 年に予備調査、1996 年開始。5～6 月に浮魚類幼稚魚の生育場である黒潮続流域～黒潮－親潮移行域で中層トロールによる漁獲試験を実施。幼稚魚の分布を把握し、分布密度と体長組成による加入量指数を算出。

2) 北西太平洋北上期中層トロール調査

東北水研・中央水研により 2000 年に予備調査、2001 年開始。東北水研が行う西部北太平洋サンマ資源調査（東北水研）と北上期浮魚類資源調査（中央水研・東北水研）の 2 つの調査からなる。北上期のサンマ等小型浮魚類を対象に、5～7 月に本邦沿岸から西経域（165°W）に至る移行域～親潮域で複数の調査船で中層トロール漁獲試験を実施。

3) 道東～三陸海域流し網調査

釧路水試により 1994 年開始。道東～三陸海域で 6～10 月にかけて行われる 4 つの調査からなる。小型浮魚類を対象に流し網漁獲試験を実施。

4) 北西太平洋秋季浮魚類調査

東北水研により 1984 年に漁業資源評価システム高度化調査として開始。8～11 月に道東～三陸～常磐海域で浮魚類を対象に流し網漁獲試験を実施。その後調査期間を 9～10 月に集約。東北海区浮魚類分布調査として継続。2001 年から漁具を中層トロールに変更、計量魚探も使用し、調査対象を小型浮魚類に集約。2005 年から調査海域を千島列島東方沖まで拡大。2008 年から中央水研が北西太平洋秋季浮魚類資源調査として引き継ぎ実施。

5) 越冬期浮魚類現存量推定調査

中央水研・東北水研により 2002 年開始、2011 年終了。1～2 月に房総～常磐～三陸南部海域において中層トロールと計量魚探により小型浮魚類の現存量を把握。

6) 産卵調査

太平洋側の関係各機関による共同調査。改良ノルパックネット採集で浮魚類の卵の分布量を把握。マサバとゴマサバの卵の種査定が可能になり、2005 年から種別に産卵量が算出されている。

補足表 6-1. 調査概要と主な調査結果

調 査	1) 移行域幼稚魚調査	2) 北西太平洋北上期中層トロール調査	3) 道東～三陸流し網調査	4) 北西太平洋秋季浮魚類調査	5) 越冬期浮魚現存量調査	6) 産卵調査				
機 関	中央水研・北水研	東北水研・中央水研	釧路水試	中央水研・東北水研	中央水研・東北水研	水研セ・各県				
調査開始年	1996年	2001年	1994年	2001(1984)年	2002年	1978年				
調査期間	5～6月	5～7月	6～11月	9～10月	1～2月	周年				
海 域	黒潮統流域～移行域	移行域～親潮域	道東～三陸沖	千島列島～道東～三陸・常磐沖	三陸南部～房総沖	太平洋沿岸～沖合				
対 象	浮魚類稚幼魚	サンマ等小型浮魚類	小型浮魚類	小型浮魚類	小型浮魚類	卵、稚仔魚				
漁 具	中層トロール	中層トロール	流し網	中層トロール(流し網)	中層トロール・計量魚探	改良ノルバックネット				
調査から得られるマサバに関する指数	加入量指数	現存尾数 (百万尾)	平均体長 (cm)	出現率 (%)	CPUE (尾/網)	出現率(%)	現存量 (千トン)	産卵量(兆粒、Ⅰ～Ⅳ区)		
		0歳魚	0歳魚	0歳魚	0歳魚 1歳以上	0歳魚		サバ属 マサバ		
年	2000	5 45				6 3 0 3		75		
	2001	3 50		98	11 4	17 6	12 5	165		
	2002	4 57		3,267	15 0	27 0	56 7	141 7	49	
	2003	2 87		1,110	13 4	17 7	25 8	43 6	64	
	2004	5 63		6,426	19 3	38 2	100 0 1	59 0	15 8	113
	2005	5 34		1,125	13 7	29 8	1 6 38 7	33 3	58 9	44 39
	2006	1 58		25	10 1	4 3	0 4 18 0	6 5	159 1	170 150
	2007	5 25		9,517	16 4	34 8	30 6 6 5	36 4	50 9	341 277
	2008	1 41		2,181	12 0	28 8	0 0 44 1	22 2	39 7	129 78
	2009	5 83		2,352	18 4	42 1	3 8 8 3	42 9	145 4	105 69
	2010	5 64		1,413	16 9	26 3	6 2 60 8	30 4	43 1	193 166
2011	6 12		257	13 9	25 0			63 1	144 95	

付表 1. 漁業種・海区别漁獲量 (トン、漁期年集計: 7 月～翌年 6 月)

漁期年	合計	中区・北区				南区	全漁業
	太平洋全体	北部まき 網	定置網等	ロシア	火光利用 サバ漁業* 網	中区まき 網	
1960	1,313	1,313	0	0	0	0	
1961	8,614	8,614	0	0	0	0	
1962	6,685	6,685	0	0	0	0	
1963	17,626	17,268	358	0	0	0	
1964	151,420	57,479	2,326	0	91,615	0	
1965	274,321	157,664	835	0	115,822	0	
1966	334,962	195,306	3,766	9	135,881	0	
1967	462,310	327,541	2,213	5,991	126,565	0	
1968	617,342	462,292	6,318	15,002	133,193	537	
1969	568,918	455,637	9,553	15,998	84,893	2,837	
1970	862,536	749,335	14,178	32,000	52,219	4,072	10,733
1971	870,326	741,119	8,168	62,000	31,847	7,253	19,939
1972	867,232	661,304	6,747	122,604	47,833	7,414	21,330
1973	842,788	565,584	11,485	182,996	49,011	7,308	26,404
1974	902,798	554,472	15,579	240,000	47,065	4,535	41,147
1975	918,917	579,950	34,242	173,806	90,332	6,370	34,218
1976	707,857	352,460	19,515	144,643	154,374	5,468	31,397
1977	1,095,830	761,810	4,400	158,034	132,210	9,250	30,125
1978	1,474,434	1,045,072	9,662	220,350	177,396	3,942	18,012
1979	1,307,310	969,568	11,783	171,028	130,915	4,347	19,668
1980	636,826	482,153	8,323	47,616	73,076	3,342	22,316
1981	390,203	298,344	6,134	42,348	9,651	3,973	29,753
1982	356,984	254,320	5,614	29,954	35,334	5,778	25,984
1983	391,471	338,760	3,255	13,502	808	4,569	30,577
1984	557,086	479,173	9,180	29,517	4,567	7,425	27,223
1985	448,438	384,355	3,616	2,708	14,653	20,518	22,588
1986	640,616	541,306	3,856	41,902	16,240	10,767	26,545
1987	348,773	259,765	2,944	20,914	21,497	5,605	38,048
1988	271,925	223,576	4,200	7,703	6,515	9,214	20,718
1989	134,014	101,051	1,206	0	8,625	7,055	16,077
1990	24,013	7,933	1,468	0	2,112	4,578	7,922
1991	22,872	5,434	1,252	0	5,094	3,754	7,338
1992	83,898	46,761	19,554	0	2,019	4,675	10,889
1993	404,822	347,968	28,445	0	1,178	14,677	12,554
1994	117,863	74,801	23,235	0	1,619	11,010	7,198
1995	146,270	106,317	24,937	0	1,597	4,042	9,377
1996	267,194	219,303	34,038	0	14	3,244	10,594
1997	334,748	294,091	28,142	0	1,445	7,180	3,890
1998	113,258	98,983	10,126	0	274	2,445	1,431
1999	70,222	50,393	13,904	0	38	2,794	3,094
2000	93,707	76,988	13,174	0	0	2,036	1,509
2001	55,812	44,646	7,503	0	0	1,250	2,413
2002	48,192	37,131	8,724	0	44	1,337	957
2003	76,696	51,828	19,530	0	84	875	4,378
2004	180,667	144,039	29,202	0	188	5,506	1,732
2005	226,521	193,881	27,205	0	448	1,428	3,559
2006	238,989	198,057	34,394	0	2,714	2,109	1,715
2007	182,148	146,816	30,439	0	742	1,552	2,600
2008	173,401	143,010	24,120	0	1,139	2,540	2,592
2009	127,223	106,437	10,987	0	939	4,413	4,447
2010	123,273	101,496	12,878	0	2,651	3,681	2,566

付表 2. ABC 算定および将来予測における各年齢の体重、成熟割合および F(Fcurrent)

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6+歳
体重(g)	128	344	456	580	655	757	899
成熟割合(%)	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%
F	0.10	0.27	0.47	0.53	0.58	0.76	0.76

いずれも 2008～2010 年平均。

付表 3-1. 資源解析結果 (1970～1979 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (100万尾)		*漁獲量は実測値。								
年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
0	917	367	30	90	353	1,293	586	518	1,034	225
1	1,321	895	1,927	622	183	400	857	2,001	1,250	2,069
2	1,141	976	710	1,164	799	577	508	698	1,461	1,415
3	401	317	252	527	1,000	636	414	453	638	695
4	140	114	76	176	312	403	233	227	336	171
5	54	62	37	44	27	170	39	79	172	87
6+	45	21	18	12	4	47	3	15	16	14
合計	4,020	2,753	3,052	2,635	2,677	3,526	2,641	3,990	4,908	4,676
漁獲量(千トン)*	863	870	867	843	903	919	708	1,096	1,474	1,307

年齢別資源尾数 (100万尾)										
年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
0	10,295	14,207	8,253	6,816	7,328	9,805	13,922	10,223	7,254	2,975
1	5,333	6,150	9,223	5,507	4,495	4,623	5,514	8,852	6,429	4,016
2	2,429	2,493	3,389	4,604	3,182	2,863	2,771	2,995	4,296	3,286
3	842	694	872	1,690	2,133	1,479	1,447	1,441	1,436	1,683
4	338	236	206	378	702	612	470	631	595	440
5	96	112	65	75	109	215	80	124	237	123
6+	81	37	32	20	18	60	7	24	23	20
合計	19,414	23,930	22,040	19,091	17,967	19,657	24,212	24,290	20,269	12,543

年齢別漁獲係数 (F)										
年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
0	0.12	0.03	0.00	0.02	0.06	0.18	0.05	0.06	0.19	0.10
1	0.36	0.20	0.29	0.15	0.05	0.11	0.21	0.32	0.27	0.99
2	0.85	0.65	0.30	0.37	0.37	0.28	0.25	0.34	0.54	0.75
3	0.87	0.82	0.44	0.48	0.85	0.75	0.43	0.48	0.78	0.70
4	0.71	0.89	0.60	0.84	0.78	1.64	0.93	0.58	1.17	0.64
5	1.16	1.13	1.18	1.26	0.35	3.29	0.89	1.48	2.18	1.94
6+	1.16	1.13	1.18	1.26	0.35	3.29	0.89	1.48	2.18	1.94
平均 (Fbar)	0.75	0.69	0.57	0.63	0.40	1.36	0.52	0.68	1.04	1.01

資源量 (千トン)										
年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
0	778	911	642	686	518	446	1,057	918	702	209
1	1,004	1,249	2,083	1,296	1,061	845	847	1,647	1,678	879
2	700	959	1,148	1,315	1,050	951	803	913	1,323	1,043
3	340	383	401	598	831	634	655	649	571	725
4	180	191	122	167	339	296	249	355	306	236
5	63	119	48	46	76	122	54	83	142	80
6+	59	46	27	18	17	46	6	20	20	15
総資源量	3,124	3,859	4,471	4,126	3,893	3,340	3,672	4,586	4,742	3,186
親魚量	714	855	747	973	1,308	1,161	1,140	1,316	1,380	1,296
RPS(尾/kg)	14.4	16.6	11.0	7.0	5.6	8.4	12.2	7.8	5.3	2.3
サバ属産卵量(兆粒)	163.0	179.0	432.0	509.0	1,024.0	967.0	962.0	548.0	616.0	338.0

年齢別漁獲重量 (千トン)		※資源解析における計算値であり実測値とは異なる。								
年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
0	69	24	2	9	25	59	44	46	100	16
1	249	182	435	146	43	73	132	372	326	453
2	329	376	241	333	264	192	147	213	450	449
3	162	175	116	186	389	273	187	204	253	299
4	75	92	45	78	151	195	124	128	173	92
5	35	66	27	27	19	96	26	52	103	56
6+	33	26	15	11	4	36	3	13	15	10
合計	952	940	882	790	895	924	664	1,029	1,421	1,375
漁獲割合	30%	24%	20%	19%	23%	28%	18%	22%	30%	43%

年齢別体重(g)		※北部まき網の主漁期である9～12月の漁獲物の年齢別平均体重。								
年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
0	76	64	78	101	71	45	76	90	97	70
1	188	203	226	235	236	183	154	186	261	219
2	288	385	339	286	330	332	290	305	308	317
3	404	551	459	354	390	429	453	450	397	431
4	532	811	592	443	484	484	530	563	515	536
5	655	1,066	737	611	699	567	683	668	601	648
6+	731	1,242	843	908	946	768	917	847	893	738

付表 3-2. 資源解析結果：続き（1980～1989 年漁期）

年齢別漁獲尾数（100万尾）		*漁獲量は実測値。								
年齢／漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	167	249	108	207	531	389	170	72	61	34
1	395	172	283	235	527	409	1,241	316	98	24
2	240	133	263	364	347	260	515	352	232	52
3	351	139	140	187	201	195	256	171	232	70
4	259	181	71	63	87	77	73	41	24	76
5	106	107	62	36	44	39	26	19	4	4
6+	9	13	11	19	17	22	8	6	2	1
合計	1,528	994	937	1,112	1,755	1,392	2,289	977	654	260
漁獲量(千トン)*	637	390	357	391	557	448	641	349	272	134

年齢別資源尾数（100万尾）										
年齢／漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	2,968	3,392	2,932	3,250	3,684	5,157	1,888	610	251	199
1	1,810	1,853	2,070	1,878	2,009	2,034	3,139	1,126	350	118
2	997	890	1,101	1,156	1,066	915	1,029	1,088	496	154
3	1,044	472	488	522	476	430	401	268	441	143
4	559	412	203	213	197	154	129	59	40	105
5	155	162	128	78	91	61	41	26	6	7
6+	14	19	23	42	35	34	13	8	2	1
合計	7,547	7,200	6,944	7,139	7,558	8,787	6,638	3,186	1,587	727

年齢別漁獲係数（F）										
年齢／漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	0.07	0.09	0.05	0.08	0.19	0.10	0.12	0.16	0.35	0.23
1	0.31	0.12	0.18	0.17	0.39	0.28	0.66	0.42	0.42	0.28
2	0.35	0.20	0.35	0.49	0.51	0.43	0.95	0.50	0.85	0.54
3	0.53	0.45	0.43	0.57	0.73	0.81	1.52	1.50	1.03	0.91
4	0.84	0.77	0.55	0.45	0.77	0.93	1.19	1.92	1.35	2.16
5	1.79	1.65	0.89	0.83	0.91	1.56	1.48	2.26	1.62	1.21
6+	1.79	1.65	0.89	0.83	0.91	1.56	1.48	2.26	1.62	1.21
平均（Fbar）	0.81	0.71	0.48	0.49	0.63	0.81	1.05	1.29	1.03	0.93

資源量（千トン）										
年齢／漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	184	362	331	251	442	420	185	52	42	41
1	296	391	482	375	449	490	625	275	89	38
2	331	286	304	355	386	344	289	365	169	66
3	467	208	214	210	261	210	163	120	194	77
4	304	259	118	101	129	114	74	38	26	63
5	105	119	87	45	70	52	31	22	5	6
6+	13	20	18	27	35	32	13	9	3	1
総資源量	1,700	1,645	1,553	1,364	1,772	1,664	1,379	881	528	292
親魚量	942	670	507	468	584	491	350	335	295	173
RPS(尾/kg)	3.1	5.1	5.8	6.9	6.3	10.5	5.4	1.8	0.9	1.1
サバ属産卵量(兆粒)	391.0	272.0	187.0	52.0	40.0	31.0	68.0	64.0	30.0	65.0

年齢別漁獲重量（千トン）		※資源解析における計算値であり実測値とは異なる。								
年齢／漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	10	27	12	16	64	32	17	6	10	7
1	65	36	66	47	118	99	247	77	25	8
2	80	43	73	112	126	98	145	118	79	22
3	157	61	61	75	110	95	104	76	102	38
4	141	114	41	30	57	57	42	27	16	46
5	71	79	42	21	34	34	19	16	3	3
6+	9	13	8	12	17	21	8	7	2	1
合計	534	373	303	313	525	435	582	327	238	124
漁獲割合	31%	23%	20%	23%	30%	26%	42%	37%	45%	43%

年齢別体重(g)		※北部まき網の主漁期である9～12月の漁獲物の年齢別平均体重。								
年齢／漁期年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0	62	107	113	77	120	82	98	86	168	207
1	164	211	233	200	223	241	199	244	255	325
2	332	322	276	307	362	376	281	336	341	426
3	448	439	439	402	547	489	407	446	440	537
4	544	628	583	475	656	741	572	644	654	599
5	675	732	681	576	768	855	755	838	886	814
6+	954	1,067	758	645	993	943	947	1,112	1,066	1,034

付表 3-3. 資源解析結果：続き（1990～1999 年漁期）

年齢別漁獲尾数（100万尾）		*漁獲量は実測値。								
年齢／漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	24	39	326	108	131	388	1,479	156	30	127
1	5	6	12	1,070	100	132	181	940	65	15
2	5	8	14	268	100	52	21	65	168	21
3	9	6	13	44	29	30	18	14	12	36
4	5	4	7	6	5	10	9	7	1	9
5	4	2	11	2	2	4	4	4	0	1
6+	1	0	9	2	2	2	3	2	0	0
合計	52	65	393	1,499	368	617	1,715	1,189	276	210
漁獲量(千トン)*	24	23	84	405	118	146	267	335	113	70

年齢別資源尾数（100万尾）										
年齢／漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	357	1,032	2,833	588	553	1,137	4,268	491	175	511
1	106	219	660	1,632	306	264	445	1,650	201	93
2	60	67	142	433	218	123	69	150	336	82
3	60	36	38	83	71	65	40	29	48	88
4	38	33	19	15	20	24	19	12	8	22
5	8	21	19	7	5	9	8	5	2	4
6+	2	3	15	7	6	5	5	3	0	2
合計	631	1,412	3,727	2,765	1,180	1,627	4,854	2,341	770	801

年齢別漁獲係数（F）										
年齢／漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	0.09	0.05	0.15	0.25	0.34	0.54	0.55	0.49	0.23	0.36
1	0.06	0.03	0.02	1.61	0.51	0.94	0.69	1.19	0.50	0.22
2	0.11	0.16	0.13	1.41	0.82	0.73	0.48	0.75	0.94	0.38
3	0.20	0.23	0.55	1.02	0.69	0.82	0.83	0.92	0.38	0.68
4	0.18	0.14	0.61	0.65	0.36	0.67	0.88	1.22	0.18	0.69
5	0.76	0.10	1.26	0.41	0.51	0.65	1.00	2.62	0.19	0.38
6+	0.76	0.10	1.26	0.41	0.51	0.65	1.00	2.62	0.19	0.38
平均（Fbar）	0.31	0.11	0.57	0.82	0.53	0.71	0.78	1.40	0.37	0.44

資源量（千トン）										
年齢／漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	60	175	406	84	80	120	504	75	29	86
1	39	67	190	464	90	107	116	474	65	29
2	35	33	60	159	104	58	31	64	150	42
3	40	21	20	36	41	40	22	15	25	53
4	32	22	14	10	13	19	12	8	6	17
5	8	17	19	7	5	9	6	4	2	4
6+	2	3	17	7	7	4	4	3	0	2
総資源量	215	337	727	768	340	358	694	642	278	234
親魚量	95	76	94	124	107	96	56	55	93	93
RPS(尾/kg)	3.7	13.6	30.0	4.8	5.2	11.9	75.9	8.9	1.9	5.5
サバ属産卵量(兆粒)	57.0	20.0	47.0	34.0	102.0	30.0	29.0	9.0	96.0	194.0

年齢別漁獲重量（千トン）		※資源解析における計算値であり実測値とは異なる。								
年齢／漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	4	7	47	15	19	41	174	24	5	22
1	2	2	3	304	29	54	47	270	21	5
2	3	4	6	98	48	25	10	28	75	11
3	6	4	7	19	17	19	10	8	7	22
4	4	2	5	4	3	8	6	4	1	7
5	3	1	11	2	2	3	3	3	0	1
6+	1	0	10	2	2	2	2	2	0	0
合計	23	20	90	445	120	151	252	338	109	67
漁獲割合	11%	6%	12%	58%	35%	42%	36%	53%	39%	29%

年齢別体重(g)		※北部まき網の主漁期である9～12月の漁獲物の年齢別平均体重。								
年齢／漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	170	169	143	143	146	106	118	152	165	169
1	365	305	288	284	294	406	260	287	325	308
2	582	488	424	368	476	474	451	428	446	515
3	661	585	529	430	578	626	545	535	523	606
4	828	654	749	705	661	809	633	642	787	803
5	954	790	990	943	896	908	743	699	879	950
6+	1,101	957	1,114	1,115	1,116	973	819	840	970	1,099

付表 3-4. 資源解析結果：続き（2000～2010 年漁期）

年齢別漁獲尾数（100万尾） *漁獲量は実測値。											
年齢／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	290	8	238	54	677	41	6	403	58	165	96
1	99	74	16	170	77	520	62	50	268	33	165
2	15	43	6	27	64	52	378	66	46	121	52
3	12	6	6	5	10	32	25	149	43	22	36
4	16	4	4	2	4	13	8	3	50	12	7
5	1	3	3	1	1	1	2	1	3	14	7
6+	0	3	2	1	1	1	0	0	1	1	3
合計	433	141	275	260	834	661	481	673	469	370	365
漁獲量(千トン)*	94	56	48	77	181	227	239	182	173	127	123

年齢別資源尾数（100万尾）											
年齢／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	563	256	980	518	3,923	756	428	1,704	640	2,136	1,581
1	238	140	165	462	302	2,075	473	282	812	381	1,296
2	50	79	33	98	170	140	965	267	148	325	229
3	37	21	18	17	43	62	51	337	125	62	119
4	30	15	9	7	7	21	15	14	104	48	23
5	7	7	7	3	3	2	3	4	6	29	22
6+	3	6	4	3	3	2	1	1	3	3	8
合計	928	523	1,215	1,107	4,452	3,058	1,937	2,609	1,838	2,984	3,279

年齢別漁獲係数（F）											
年齢／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	0.99	0.04	0.35	0.14	0.24	0.07	0.02	0.34	0.12	0.10	0.08
1	0.70	1.05	0.13	0.60	0.37	0.37	0.17	0.25	0.52	0.11	0.17
2	0.47	1.10	0.24	0.41	0.61	0.61	0.65	0.36	0.47	0.61	0.32
3	0.52	0.41	0.58	0.48	0.33	0.99	0.92	0.78	0.55	0.58	0.46
4	1.03	0.41	0.63	0.37	1.03	1.45	0.91	0.37	0.88	0.38	0.48
5	0.16	0.79	0.87	0.39	0.68	1.03	1.09	0.26	0.86	0.92	0.50
6+	0.16	0.79	0.87	0.39	0.68	1.03	1.09	0.26	0.86	0.92	0.50
平均（Fbar）	0.58	0.65	0.52	0.40	0.56	0.79	0.69	0.37	0.61	0.52	0.36

資源量（千トン）											
年齢／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	89	35	110	64	517	89	58	206	89	256	197
1	87	49	59	109	85	656	171	89	254	144	445
2	21	35	15	37	97	67	509	125	57	163	110
3	19	12	10	9	32	36	32	181	74	34	71
4	18	9	6	5	6	16	11	9	70	29	16
5	7	5	5	3	3	2	3	3	5	20	17
6+	3	6	4	3	3	2	1	1	3	2	7
総資源量	243	152	210	230	743	868	786	614	550	649	862
親魚量	67	63	41	55	126	142	302	257	179	167	166
RPS(尾/kg)	8.4	4.1	24.2	9.5	31.1	5.3	1.4	6.6	3.6	12.8	9.5
サバ属産卵量(兆粒)	75.0	165.0	49.0	63.6	112.5	43.8	169.9	340.9	129.1	104.9	192.9
うちマサバ						39.4	149.9	276.6	78.4	68.5	165.6

年齢別漁獲重量（千トン） ※資源解析における計算値であり実測値とは異なる。											
年齢／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	46	1	27	7	89	5	1	49	8	20	12
1	36	26	6	40	21	165	22	16	84	12	56
2	6	19	3	10	36	25	199	31	18	61	25
3	6	3	4	3	7	18	16	80	26	12	21
4	9	3	2	1	3	10	5	2	33	7	5
5	1	2	2	1	1	1	2	1	2	10	5
6+	0	3	2	1	1	1	1	0	1	1	2
合計	105	57	46	63	160	225	246	179	172	124	127
漁獲割合	43%	38%	22%	27%	22%	26%	31%	29%	31%	19%	15%

年齢別体重(g) ※北部まき網の主漁期である9～12月の漁獲物の年齢別平均体重。											
年齢／漁期年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	158	137	113	124	132	118	136	121	138	120	124
1	366	350	354	236	280	316	362	314	312	377	343
2	421	440	455	374	569	477	528	469	385	503	482
3	517	599	576	530	742	578	631	537	589	557	594
4	593	626	643	756	835	787	726	683	672	599	694
5	895	689	780	788	1,011	1,002	1,013	745	806	694	770
6+	1,031	1,078	1,126	1,078	1,087	1,089	1,122	921	995	838	863

付表 4-1. 親魚量の回復を図る各漁獲シナリオおよび $F_{current}$ 、 F_{med} で漁獲した場合に予測される 2011～2016 年の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、漁獲尾数、漁獲量

2011 年の F は $0.85F_{current}$ 、2012 年以降の選択率は $F_{current}$ の選択率、体重と成熟割合は近年の平均値（付表 2）。

Frec: $F_{current}$ ×2010年SSB/Blimit

年齢別漁獲係数(F)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	0.08	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1	0.23	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2	0.40	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
3	0.45	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
4	0.49	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
5	0.65	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
6+	0.65	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Fbar	0.42	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

年齢別資源尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	775	3,053	3,257	3,966	6,032	7,836
1	981	478	1,974	2,106	2,564	3,900
2	734	525	290	1,200	1,280	1,559
3	111	331	296	164	677	722
4	51	47	182	163	90	373
5	10	21	26	99	88	49
6+	12	8	14	20	60	75
Total	2,674	4,462	6,040	7,718	10,793	14,515
RPS(尾/kg)	2.7	8.4	8.4	7.0	7.0	7.0

年齢別資源量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	99	390	416	506	770	1,000
1	338	164	679	724	882	1,342
2	335	240	133	548	584	711
3	64	192	172	95	393	419
4	33	31	119	107	59	244
5	7	16	19	75	67	37
6+	11	7	13	18	54	68
資源量	888	1,039	1,551	2,073	2,809	3,821
親魚量	284	366	390	569	865	1,124

年齢別漁獲尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	51	89	95	115	175	228
1	162	36	151	161	196	298
2	197	68	38	155	166	202
3	33	48	43	24	98	105
4	16	7	29	26	14	59
5	4	4	5	20	18	10
6+	5	2	3	4	12	15
合計	467	254	363	505	679	916

年齢別漁獲量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	6	11	12	15	22	29
1	56	13	52	55	67	102
2	90	31	17	71	76	92
3	19	28	25	14	57	61
4	11	5	19	17	9	38
5	3	3	4	15	13	7
6+	4	1	3	4	11	14
合計	189	92	131	190	256	344
漁獲割合	21%	9%	8%	9%	9%	9%

Frec1: 5年後Blimitへ回復

年齢別漁獲係数(F)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
1	0.23	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
2	0.40	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
3	0.45	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
4	0.49	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
5	0.65	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
6+	0.65	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Fbar	0.42	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

年齢別資源尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	775	3,053	2,376	3,072	3,152	3,547
1	981	478	1,846	1,437	1,858	1,907
2	734	525	242	937	729	943
3	111	331	216	100	385	299
4	51	47	127	83	38	148
5	10	21	17	46	30	14
6+	12	8	9	8	16	14
合計	2,674	4,462	4,833	5,682	6,209	6,872
RPS(尾/kg)	2.7	8.4	8.4	8.4	7.0	7.0

年齢別資源量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	99	390	303	392	402	453
1	338	164	635	494	639	656
2	335	240	111	428	333	430
3	64	192	125	58	223	174
4	33	31	83	54	25	97
5	7	16	13	35	23	11
6+	11	7	8	7	15	13
資源量	888	1,039	1,278	1,468	1,660	1,833
親魚量	284	366	284	368	452	509

年齢別漁獲尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	51	244	190	246	252	284
1	162	95	367	286	370	379
2	197	167	77	297	231	299
3	33	116	75	35	134	105
4	16	18	47	31	14	55
5	4	9	8	21	14	6
6+	5	3	4	4	7	6
合計	467	652	769	919	1,023	1,135

年齢別漁獲量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	6	31	24	31	32	36
1	56	33	126	98	127	131
2	90	76	35	136	106	137
3	19	67	44	20	78	61
4	11	12	31	20	9	36
5	3	7	6	16	10	5
6+	4	3	3	3	7	6
合計	189	229	270	325	369	411
漁獲割合	21%	22%	21%	22%	22%	22%

付表 4-2. 予測資源量、漁獲量（続き）

Frec2:10年後Blimitへ回復

年齢別漁獲係数(F)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	0.08	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1	0.23	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
2	0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
3	0.45	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
4	0.49	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
5	0.65	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
6+	0.65	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Fbar	0.42	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63

年齢別資源尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	775	3,053	2,138	2,680	3,058	3,229
1	981	478	1,805	1,264	1,584	1,809
2	734	525	228	862	604	756
3	111	331	194	84	318	223
4	51	47	112	66	29	108
5	10	21	15	36	21	9
6+	12	8	7	6	11	8
合計	2,674	4,462	4,500	4,997	5,624	6,141
RPS(尾/kg)	2.7	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4

年齢別資源量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	99	390	273	342	390	412
1	338	164	621	435	545	622
2	335	240	104	393	275	345
3	64	192	112	49	184	129
4	33	31	74	43	19	71
5	7	16	11	27	16	7
6+	11	7	6	5	9	7
資源量	888	1,039	1,202	1,294	1,439	1,593
親魚量	284	366	256	321	366	387

年齢別漁獲尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	51	295	206	259	295	312
1	162	113	425	298	373	426
2	197	193	84	317	222	279
3	33	134	78	34	128	90
4	16	20	48	28	12	46
5	4	11	8	18	11	5
6+	5	4	4	3	5	4
合計	467	769	854	957	1,047	1,161

年齢別漁獲量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	6	38	26	33	38	40
1	56	39	146	103	128	147
2	90	88	38	145	101	127
3	19	77	45	20	74	52
4	11	13	32	18	8	30
5	3	8	6	14	8	4
6+	4	4	3	3	5	4
合計	189	267	297	335	363	403
漁獲割合	21%	26%	25%	26%	25%	25%

Fcurrent

年齢別漁獲係数(F)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
1	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
2	0.40	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
3	0.45	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
4	0.49	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
5	0.65	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
6+	0.65	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Fbar	0.42	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49

年齢別資源尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	775	3,053	2,431	3,167	3,302	3,769
1	981	478	1,855	1,477	1,925	2,007
2	734	525	246	954	760	990
3	111	331	221	103	401	319
4	51	47	131	87	41	158
5	10	21	18	49	33	15
6+	12	8	9	8	18	16
合計	2,674	4,462	4,910	5,846	6,479	7,274
RPS(尾/kg)	2.7	8.4	8.4	8.4	7.0	7.0

年齢別資源量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	99	390	310	404	421	481
1	338	164	638	508	662	690
2	335	240	112	435	347	452
3	64	192	128	60	233	185
4	33	31	85	57	27	104
5	7	16	13	37	25	12
6+	11	7	8	8	16	14
資源量	888	1,039	1,296	1,509	1,730	1,938
親魚量	284	366	291	379	474	541

年齢別漁獲尾数(百万尾)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	51	233	186	242	252	288
1	162	91	354	282	367	383
2	197	160	75	291	232	302
3	33	112	74	35	135	108
4	16	17	47	31	15	57
5	4	9	8	21	14	7
6+	5	3	4	4	8	7
合計	467	626	748	906	1,023	1,151

年齢別漁獲量(千トン)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	6	30	24	31	32	37
1	56	31	122	97	126	132
2	90	73	34	133	106	138
3	19	65	43	20	78	62
4	11	11	31	21	10	37
5	3	7	6	16	11	5
6+	4	3	3	3	7	6
合計	189	220	263	321	370	417
漁獲割合	21%	21%	20%	21%	21%	22%

付表 4-3. 予測資源量、漁獲量（続き）

Fmed

	年齢別漁獲係数(F)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	0.08	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1	0.23	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
2	0.40	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
3	0.45	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
4	0.49	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
5	0.65	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
6+	0.65	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
Fbar	0.42	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82

	年齢別資源尾数(百万尾)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	775	3,053	1,804	2,167	2,186	2,093
1	981	478	1,740	1,028	1,235	1,246
2	734	525	207	752	445	534
3	111	331	163	64	233	138
4	51	47	92	45	18	65
5	10	21	12	24	12	5
6+	12	8	5	3	5	3
合計	2,674	4,462	4,023	4,084	4,133	4,084
RPS(尾/kg)	2.7	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4

	年齢別資源量(千トン)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	99	390	230	277	279	267
1	338	164	599	354	425	429
2	335	240	94	343	203	244
3	64	192	94	37	135	80
4	33	31	60	30	12	43
5	7	16	9	18	9	3
6+	11	7	5	3	5	3
資源量	888	1,039	1,092	1,061	1,067	1,068
親魚量	284	366	216	259	262	251

	年齢別漁獲尾数(百万尾)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	51	374	221	265	268	256
1	162	139	506	299	359	362
2	197	231	91	331	196	235
3	33	158	78	31	111	66
4	16	24	47	23	9	33
5	4	12	7	14	7	3
6+	5	5	3	2	3	2
合計	467	943	953	965	953	957

	年齢別漁獲量(千トン)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0	6	48	28	34	34	33
1	56	48	174	103	124	125
2	90	106	42	151	89	107
3	19	92	45	18	65	38
4	11	16	30	15	6	21
5	3	9	5	11	5	2
6+	4	4	3	2	3	2
合計	189	322	328	333	325	328
漁獲割合	21%	31%	30%	31%	31%	31%

付表 5. 2011 年 ABC 再評価

2011年ABC再評価 Frec2
Frec2

	年齢別漁獲係数(F)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0	0.08	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
1	0.17	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
2	0.32	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
3	0.46	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
4	0.48	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
5	0.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
6+	0.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Fbar	0.36	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59

	年齢別資源尾数(百万尾)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0	1,581	900	2,599	1,918	2,242	2,524
1	1,296	981	485	1,399	1,032	1,207
2	229	734	467	230	665	491
3	119	111	280	178	88	253
4	23	51	35	88	56	28
5	22	10	18	12	31	20
6+	8	12	7	7	6	11
合計	3,279	2,799	3,889	3,833	4,121	4,535
RPS(尾/kg)	9.5	3.2	8.4	8.4	8.4	8.4

	年齢別資源量(千トン)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0	197	115	332	245	286	322
1	445	338	167	481	355	415
2	110	335	213	105	304	224
3	71	64	162	103	51	147
4	16	33	23	58	37	18
5	17	7	13	9	24	15
6+	7	11	6	7	5	10
資源量	862	904	916	1,008	1,062	1,152
親魚量	166	284	311	230	268	302

	年齢別漁獲尾数(百万尾)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0	96	145	419	309	361	407
1	165	233	115	333	246	287
2	52	259	165	81	235	174
3	36	48	121	77	38	110
4	7	20	14	34	22	11
5	7	4	8	6	14	9
6+	3	6	3	3	3	5
合計	365	716	845	843	919	1,002

	年齢別漁獲量(千トン)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0	12	19	53	39	46	52
1	56	80	40	115	84	99
2	25	118	75	37	107	79
3	21	28	70	45	22	64
4	5	13	9	22	14	7
5	5	3	6	4	11	7
6+	2	5	3	3	2	5
合計	127	266	256	265	287	312
漁獲割合	15%	29%	28%	26%	27%	27%