

平成 21 年度マサバ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研所（渡邊千夏子、川端 淳、須田真木、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、北海道立釧路水産試験場、北海道立函館水産試験場、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センター水産試験場、宮崎県水産試験場

要 約

資源量は、1970 年代は高い水準にあったが 1980 年代に減少し、1990 年以降は低い水準で推移している。近年卓越年級が数年おきに発生しており、2004 年、2007 年にも加入水準の高い年級が発生した。2008 年 7 月の資源量は 63 万トン、親魚量は 15 万トンと評価され、資源は依然低水準にあるものの、1990 年代の最低水準は脱しつつある。加入量の増加と安定を図るためには親魚量を B_{limit} （45 万トン）へ回復させることが望ましいことから、1990 年以降の再生産成功率（ RPS 加入尾数／親魚量）を参考に、目標を達成できる F 値による漁獲量を算出した。

漁獲シナリオ (管理規準)	F 値 (Fcurrent との比較)	漁 獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2010 年 漁期 ABC (千トン)
			5 年 後	5 年 平均	Blimit へ 回復 5 年後 (10 年後)	過去最低 親魚量を 下回る (5 年間)	
親魚量の増大 (Fcurrent× B/Blimit)(Frec)*	0.20(0.33 Fcurrent)	9%	131 ～ 849	192	86% (99%)	0%	77
親魚量の増大 (5 年で Blimit へ 回復)(Frec1) *	0.57(0.95 Fcurrent)	23%	45～ 1,245	267	33% (54%)	4%	191
親魚量の増大 (10 年で Blimit へ 回復)(Frec2) *	0.71(1.18 Fcurrent)	27%	28～ 1,050	269	24% (35%)	12%	225
漁獲圧の維持 (Fcurrent)*	0.61 (Fcurrent)	23%	40～ 1,176	267	33% (50%)	5%	199
							2010 年漁 期算定 漁獲量 (千トン)
親魚量の維持 (Fmed)	0.87(1.43 Fcurrent)	31%	13～ 865	271	16% (20%)	21%	259
コメント 1. 当該資源は再生産成功率の変動が不安定であり将来予測の不確実性が大きい 2. 本系群の ABC 算定には規則 1 1) (2)を用いた 3. 中期的管理方針では「まさばの太平洋系群については、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、資源回復計画に基づき優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとする。」とあり回復が見込めるシナリオはこれに合致する (*印のあるシナリオ) 4. 将来予測漁獲量の信頼区間は 80% 5. Fcurrent は 2006～2008 年の F の平均 6. Fmed は 1990～2008 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F 7. 過去最低親魚量を下回る確率は、2010～2014 年の 5 年間に親魚量が一度でも過去最低親魚量 (2002 年 38 千トン) を下回る確率のこと 8. 漁獲割合は 2010 年の値							

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2007	642	177	0.38	27%
2008	632	170	0.64	27%
2009	715	—	—	—

すべて漁期年 (7 月～翌年 6 月) の値。 F 値は各年齢の単純平均。 2009 年資源量は加入量を仮定した値。漁獲量および資源量は各年 9～12 月の平均体重を用いて計算した値であり、実際の漁獲量とは異なる。

	指 標	値	設 定 理 由
Bban	未 設 定		
Blimit	親 魚 量	45 万 トン	これ以下の親魚量では良好な加入があまり期待できなくなる
2008 年	親 魚 量	15 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）都道府県、JAFIC、北部太平洋まき網報告） 月別体長組成（北海道～宮崎（18）都道府県、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）都道府県、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）都道府県、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、
資源量指標値	未成魚越冬群指数（茨城県） 釧路水試流し網調査 CPUE（北海道）：流し網調査 北西太平洋北上期中層トロール調査（水研セ）：表中層トロール 秋季北西太平洋浮魚資源調査（水研セ）：表中層トロール、計量魚探 越冬期浮魚類現存量推定調査（水研セ）：表中層トロール、計量魚探 産卵量 浮魚産卵調査（水研セ、北海道～宮崎（18）都道府県）：改良ノルバックネット
2009 年加入量	北西太平洋北上期中層トロール調査（水研セ）：表中層トロール 釧路水試流し網調査 CPUE（北海道）：流し網調査 移行域幼稚魚調査（水研セ）：表中層トロール
自然死亡係数（M）	年あたり $M=0.4$ を仮定（本間ら、1987）
漁獲努力量指数	北部太平洋まき網有効努力量（JAFIC）

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。1990 年代以降は、数年おきに卓越年級群が発生する一方で、加入量水

準が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）から加入量水準の高い年級が発生したが、これらの年級は未成魚段階から多獲され本格的な資源の回復にはつながらなかった。2004 年に発生した 2004 年級群は 1996 年級群に次ぐ加入量水準の高い年級であり、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。現在の親魚量（2008 年 15 万トン）は Blimit（親魚量 45 万トン）を下回っており依然として回復措置が必要であるが、資源量、親魚量ともに 1990 年代の最低水準は脱しつつある。なお、当評価報告書では特に断りのない限り 7 月～翌年 6 月を漁期年としており、漁獲量等は漁期年で集計した値を用いる。

2. 生態

(1) 分布・回遊（図 1、3）

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南部に分布する（図 1）。資源高水準期には幼魚、成魚とも東経 170 度を超えて分布したと考えられる。現在は、稚魚は東経 170 度付近まで分布する（西田ほか 2001）。成魚は加入量水準の高い年級以外は東経 155 度以東ではほとんど見られない。

成魚は冬～春季（1～6 月）に伊豆諸島周辺海域など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 3）。稚魚は春季を中心に太平洋南岸から黒潮続流域および黒潮親潮移行域に広く分布し、秋季には北海道～三陸海域に接岸するが（図 3）、一部は沖合に留まる群もある（川崎 1968）。未成魚（0～1 歳と 2 歳の一部）は近年の調査から、ゴマサバ未成魚とともに夏～秋季に千島列島沖の海域に滞留することが明らかになった（川端 2006）。秋～冬季にかけて南下回遊し、主に房総～常磐海域で越冬する（図 3）が三陸で越冬する群もある（川崎 1968、西田ほか 2001）。未成魚と成魚の一部は瀬戸内海や豊後水道および紀伊水道へ回遊する（図 3）。産卵場は伊豆諸島周辺海域が中心であり、紀南、室戸岬沖などにも産卵場がある（図 3）。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）、サバ類卵と稚仔の分布から見た産卵場は太平洋南部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（図 2）

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 7 歳以上であるが、近年の漁獲物における 6 歳魚以上の出現は少ない。1970～2008 年の 9～12 月の年齢別平均尾叉長、2006～2008 年の 9～12 月の平均体重、および資源水準別成熟割合は図 2 に示した。

(3) 成熟・産卵 (図 2)

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)。近年は伊豆諸島海域における産卵盛期が 5～6 月と、資源高水準期の産卵盛期 (3～4 月) に比べ遅い傾向にある。年齢別成熟割合は図 2 および付表 8 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、マイワシ)、甲殻類 (オキアミ類、カイアシ類など)、サルパが中心である。近年はカタクチイワシ (稚仔～成魚) を捕食しており、重要な餌生物となっている (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) と、ミンククジラによる被食が見られている (Kasamatsu and Tanaka 1992)。資源が低水準となって以降は、ミンククジラによる捕食は確認されていない (Tamura et al. 1998)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要 (図 3)

主要漁業は、まき網、たもすくい、棒受網および定置網である。大中型まき網の主漁場は常磐～三陸北部海域 (年により道東海域)、主な漁獲対象は 0～2 歳魚。9～12 月を中心にほぼ周年操業される。たもすくいおよび棒受網の主漁場は伊豆諸島海域、主な漁獲対象は産卵期 (1～6 月) に集群する親魚群 (2～4 歳) である。その他、太平洋沿岸全域で定置網、遠州灘以西では中型まき網でも漁獲される。近年は伊豆諸島以西ではマサバの漁獲は少ない。主な漁場形成は図 3 のとおり。

(2) 漁獲量の推移 (図 4、付表 1)

マサバ太平洋系群は 1951 年に津軽・八戸沖で釣りにより開発され、1954 年に本格化した (宮沢 1994)。その後 1958 年に伊豆諸島の銭洲漁場などが開発された。1964 年にまき網漁業が参入し、漁獲量は急激に増加した。1975 年には伊豆諸島海域でたもすくい漁業が開始され、漁獲量は 1964 年の 15 万トンから 1978 年には 147 万トンまで増加した (図 4、付表 1)。ロシアは 1966～1988 年に本系群を漁獲し、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、本系群に対する我が国排他的経済水域 (EEZ) 内での外国船によ

る漁獲はない。

1979 年以降漁獲量は減少し、1990 年、1991 年は 2 万トン程度となった。1992 年以降は 4 万～40 万トンで変動が大きかった 2004～2008 年は、加入量水準が高くかつ加入後の生き残りのよい 2004 年級群と、これに加入水準の高い 2007 年級群が加わって、漁獲量は 18 万～24 万トンと安定して推移した（図 4）。

なお漁獲統計では水揚げ量はサバ類として計上されていることから、標本港混獲率、市場銘柄、市場での標本混獲率等を集計し、マサバとゴマサバの漁獲量を推定している。

（3）主要漁業の漁獲努力量と F の推移（図 5～6、付表 6、補足資料 2）

主要漁業である北部太平洋まき網漁業の有効努力量と、本系群にかかる漁獲係数（ F ）は年々変動する（図 5）。有効努力量は 1992 年以降増減を繰り返しつつ減少傾向であったが、2004～2008 年は加入量水準の高い 2004 年級群、2007 年級群の出現により高い水準で推移した。有効努力量はサバ類を対象とした値として集計されている。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が精査が必要である。

F は 1997 年に高くなり、それ以降は変動しながら減少し、2004 年以降再び高くなったが、1997 年当時と異なり、2004 年以降は若齢魚（0～1 歳魚）の F が低い（図 6、付表 6）。

4. 資源状態

（1）資源評価の方法（補足資料 3、6）

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 により資源量を推定した。自然死亡係数 M は年当たり 0.4 とした。チューニング指数は以下を用いた。

1. 北部まき網有効努力量（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. 釧路水試流し網調査 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 歳魚分布量（東北区水産研究所・中央水産研究所）
5. 秋季北西太平洋浮魚資源調査 0 歳魚有漁点割合（中央水産研究所・東北区水産研究所）

各指標の数値は補足資料 3(補足表 3-1)に示した。1 および 2 の指標は 2000～2008 年、3 の指標は 2000～2007 年、4 および 5 の指標は 2001～2008 年の値を用いた。3 の指標は 2008 年の値が得られているが、補足資料 3 に示した理由により 2008 年の値はチューニングに含めないこととした。

（2）資源量指標値の推移（図 7～8、補足資料 6）

産卵量は 1960 年代と 1970 年代中期にピークがあり、1980 年代後半以降は低水準にある。2007 年のマサバ産卵量は 281 兆粒と増加した。2008 年は 79 兆粒（サバ類 130 兆粒）と減少し、2009 年 1～6 月も 65 兆粒（サバ類 102 粒、いずれも暫定値）と 2008 年と同等の水準で推移した（図 7、卵稚仔データベース、Oozeki et. al. 2007）。

各種調査船調査から得られる当歳魚の資源量指標値は年変動が著しいが加入量水準をよく反映しており、1992 年、1996 年、2000 年、2002 年、2004 年および 2007 年に高い値がみられた（図 8）。

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卓越年級が発生した年とその翌年に高くなった。近年は加入量水準の高い 2004 年級群、2007 年級群を反映して資源量指数、CPUE とともに高い水準で推移した（図 9、補足資料 2）。

（3）漁獲物の年齢組成（図 10、付表 2）

1990 年代以降は未成魚（0～1 歳）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 歳時も漁獲された（図 10、付表 2）。

（4）資源量と漁獲割合の推移（付表 2～7、図 11～13）

コホート解析の基礎データとなる年齢別漁獲尾数、年齢別体重をそれぞれ付表 2、3 に、コホート解析による年齢別資源尾数、年齢別資源重量、年齢別漁獲係数（F）、年齢別漁獲重量と漁獲割合とそれぞれ付表 4～7 に示した。

資源量は 1970～1979 年までは 300 万～470 万トンと高く、1980 年に 160 万トンに減少した。1980～1986 年までは 130 万～180 万トンと横ばいで推移したが、1987 年以降とさらに減少し、1990 年には 22 万トンに落ち込んだ（図 11）。2004 年以降は 2004 年級群の加入により増加し、63 万～84 万トンと近年では高い水準で推移している（図 11）。漁獲割合は 1979 年、1986 年および 1988～1989 年に 40%以上と高くなったほか、1993 年に 58%と大きく増加した。その後は変動しつつ徐々に減少し、2002 年以降は 22～33%と比較的低い水準で推移している（図 11）。親魚量は 1970～1980 年までは 70 万～137 万トンと高く、1981 年に 63 万トンに減少、その後徐々に減少し、1990 年に 10 万トン以下に落ち込んだ。その後は 1993 年、1994 年を除き 10 万トン以下と著しく低い水準で推移した。2004 年から増加し、2006 年には 29 万トンとなった。2007 年は 24 万トン、2008 年は 15 万トンと再び減少しているものの、10 万トン以上を維持しており、1990 年代から 2000 年代前半にかけての最低水準は脱しつつある（図 12）。

自然死亡係数 M に対する感度解析結果を図 13 に示す。標準値（ $M=0.4$ ）に対して $M=0.3$ と $M=0.5$ での資源量はそれぞれ 89%と 115%、親魚量は 93%と 108%であった。親魚量と F の関係には特に傾向は見られない（図 14）。

(5) 資源水準・動向

上述のように近年は資源量・親魚量ともに最低水準を脱しつつある。1970年以降の39年間の資源量および親魚量の推移から資源水準は低位、動向は過去5年間の資源量および親魚量の推移から横ばいと判断した。

(6) 再生産関係 (図 15)

親魚量が45万トン以下になった1986年以降は、加入量水準が低下し、かつ加入量の年変動が大きく不安定になった (図 12、図 15)。

(7) Blimit の設定 (図 15)

親魚量が45万トンを下回ると急激に加入量が減少し不安定になったことから、親魚量45万トンを Blimit とし、回復の目標とする (図 15)。

(8) 今後の加入量の見積もり (図 8、12、16、17、補足資料 4、6)

再生産成功率は1970年代から1980年代にかけては比較的安定していた。1988年に著しく低い値を示した後は、著しく高い年(1992年、1996年、2004年)がみられる一方で、著しく低い年(1998年、2003年、2006年)もみられるなど、年々の変動幅が大きく不安定になった (図 12)

資源と海洋関係の関係については、Yatsu.et.al (2005) によるとマサバの再生産成功率は、マサバの主産卵場である冬季の伊豆諸島北部海域を中心とした海域の水温、マサバの親魚量、マイワシ資源量で説明できるとされている (図 16)。

調査船調査や再生産関係から今後の加入量を見積もる。2008年級群は、各調査船調査での分布量は少なく、茨城県水産試験場による未成魚越冬群指数も283と2007年級群を大きく下回った (図 8、補足表 6-2)。本年評価における加入量は5.7億尾と評価された。

2009年級群は、移行域幼稚魚調査による加入量指数が5.83(本年度より常用対数標記)と2004年級群(5.63)を上回り、1996年(7.18)、1999年(6.20)に次ぐ3番目に高い値となった。北西太平洋北上期中層トロール調査の2009年0歳魚の現存量は24億尾と推定され、2007年級群(95億尾)を下回り、2008年級群(22億尾)並と高くはなかった (図 8、補足表 6-2)。しかし、北西太平洋北上期中層トロール調査による漁獲物の平均体長が加入量水準と高い相関がみとめられており、現存尾数と平均体長から類推される2009年級群の加入尾数は20億尾と2007年級群並になる(補足資料 4)。2009年親魚量(21万トン)に1990~2008年のRPS中央値(8.7尾/kg)を掛けて算出される加入尾数は18億尾である。両調査の結果を考慮すると、2009年級群の加入尾数はこれを上回る可能性があるといえる。以上のことから2009年の加入尾数は、北

西太平洋北上期中層トロール調査の結果から類推される加入量 20 億尾と仮定した。2009 年以降の加入尾数は、1) 親魚量が 45 万トン以下では 1990～2008 年の再生産成功率の中央値 (8.7 尾/kg) に予測親魚量を掛けた値、2) 親魚量が 45 万トン以上では 1970～1978 年の再生産関係 (図 15 の曲線) に従うと仮定した。

(9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係 (図 17)

$F_{current}$ の選択率 (年齢別 F を最大の F で除した値) を用いた YPR 曲線と SPR 曲線を図 17 に示す。 $F_{current}$ は最近 3 年 (2006～2008 年) の平均値とした。 $F_{current}$ は管理の閾値に用いられる $F_{0.1}$ や $F_{30\%SPR}$ より高いが、 F_{max} や F_{med} に比べると低くなった。

5. 2010 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量、親魚量とも低水準にあり、親魚量は B_{limit} 以下であるが、1990 年代の最低水準は脱しつつある。年々の加入量の変動が大きく不安定である。加入量の安定した増加を図るため、親魚量を B_{limit} 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 2010 年 ABC ならびに推定漁獲量の算定

複数の漁獲シナリオに応じて F を変化させた場合の予測資源量・漁獲量を算出した。加入量の仮定は 4- (8) および補足資料 5 で述べたとおり。2009 年の F は $F_{current}$ 、2010 年以降の将来の選択率は $F_{current}$ の選択率、体重・成熟割合は直近 3 年の平均値に固定した (付表 8)。回復のための漁獲シナリオとして以下のように F を設定した。

- 1) ABC 算定ルール 1-1) - (2) に従い、 $F_{current}$ を 2008 年親魚量と B_{limit} の比で引き下げた F ($F_{current} \times 2008 \text{ 年 SSB} / B_{limit}$) (F_{rec})
- 2) 5 年後 (2015 年 7 月 1 日) に親魚量を B_{limit} に回復させる F (F_{rec1})
- 3) 10 年後 (2020 年 7 月 1 日) に親魚量を B_{limit} に回復させる F (F_{rec2})

同時に現状の 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。 $F_{current}$ は 2006～2008 年の F の平均値とした。 F_{med} は 1990～2008 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。それぞれのシナリオに対応した 2008～2014 年までの予測漁獲量と予測親魚量の推移を以下の表および図 18 に示した。

漁獲シナリオ	管理基準	F値	予測漁獲量 (千トン)						
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fcurrent×SSB/Blimit	Frec	0.20	170	178	77	113	189	326	526
Fcurrent×SSB/Blimit、予防的措置	αFrec	0.16	170	178	63	94	161	278	449
5年でBlimitへ回復	Frec1	0.57	170	178	191	224	266	306	360
5年でBlimitへ回復、予防的措置	αFrec1	0.46	170	178	159	200	253	311	438
10年でBlimitへ回復	Frec2	0.71	170	178	225	246	270	289	315
10年でBlimitへ回復、予防的措置	αFrec2	0.57	170	178	190	224	266	307	361
漁獲圧の維持	Fcurrent	0.61	170	178	199	230	268	303	350
親魚量の維持	Fmed	0.87	170	178	259	262	265	262	263
親魚量の維持、予防的措置	αFmed	0.69	170	178	220	243	270	292	321
			予測親魚量 (千トン)						
Fcurrent×SSB/Blimit	Frec	0.20	148	207	195	313	478	659	1400
Fcurrent×SSB/Blimit、予防的措置	αFrec	0.16	148	207	195	323	505	714	1515
5年でBlimitへ回復	Frec1	0.57	148	207	195	233	293	323	386
5年でBlimitへ回復、予防的措置	αFrec1	0.46	148	207	195	254	338	398	507
10年でBlimitへ回復	Frec2	0.71	148	207	195	210	247	252	280
10年でBlimitへ回復、予防的措置	αFrec2	0.57	148	207	195	233	294	325	389
漁獲圧の維持	Fcurrent	0.61	148	207	195	227	281	305	358
親魚量の維持	Fmed	0.87	148	207	195	188	207	194	199
親魚量の維持、予防的措置	αFmed	0.69	148	207	195	213	253	261	293

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価 (図 19)

(2) で述べたシナリオについて、加入量および資源評価の不確実性を考慮した 1000 回のシミュレーションで評価した。シミュレーションの条件は補足資料 5 のとおり。各シナリオは、①Blimit へ回復する確率 (5 年後、および 10 年後)、②資源減少のリスク (今後 5 年間、過去最低親魚量 38 千トンを下回る確率) の 2 点で評価した。資源減少のリスクの指標としては、あらかじめ設定した Bban を基準とするべきであるが、本系群は Bban を設定していないため代替値として過去最低資源量 (2002 年親魚量 38 千トン) を基準とした。

Frec (Fcurrent×2008 年 SSB/Blimit) では Blimit へ回復する確率は 5 年後 86%、10 年後 99%となる。過去最低親魚量を下回る確率は 0%で安全に管理できる。予防的措置 (α Frec) をとると 5 年後に回復する確率は 92%となる。今後 5 年間の平均漁獲量は α Frec で最も低い (図 19)。Frec1 (5 年後に Blimit へ回復) では、Blimit へ回復する確率は 5 年後 33%、10 年後 54%となる。過去最低親魚量を下回る確率は 4%である。予防的措置 (α Frec1) をとると 5 年後に回復する確率は 52%となる。(図 19)。今後 5 年間の平均漁獲量は α Frec1 で最も高い。Frec2 (10 年後に Blimit へ回復) では、Blimit へ回復する確率は 5 年後 24%、10 年後 35%であった。過去最低親魚量を下回る確率は 12%となりややリスクが高くなる。予防的措置をとると (α Frec2)、10 年後に回復する確率は 54%となる (図 19)。

Fcurrent では Blimit へ回復する確率は 5 年後で 30%、10 年後で 50%、過去最低親魚量を下回る確率は 5%と、Frec1 と同等の回復が見込める (図 19)。Fmed では Blimit への回復は見込めない。予防的措置をとると Frec2 と同等の回復が見込める (図 19)。

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 (千トン)		評価		2010 年 漁期 ABC (千トン)
			5 年 後	5 年 平均	Blimit へ の回復 5年(10年)	過去最低 親魚量を 下回る (5年間)	
親魚量の増大 ($F_{current} \times B/Blimit$)(F_{rec})*	0.20(0.33 $F_{current}$)	9%	131 ～ 849	192	86% (99%)	0%	77
親魚量の増大 ($F_{current} \times B/Blimit$) 予 防 的 措 置 (αF_{rec})*	0.16(0.26 $F_{current}$)	7%	158 ～ 734	170	92% (100%)	0%	63
親魚量の増大 (5 年 で Blimit へ 回復)(F_{rec1}) *	0.57(0.95 $F_{current}$)	23%	45～ 1,245	267	33% (54%)	4%	191
親魚量の増大 (5 年 で Blimit へ 回復) 予 防 的 措 置 (αF_{rec1})*	0.46(0.76 $F_{current}$)	19%	72～ 1,256	276	52% (76%)	1%	159
親魚量の増大 (10 年 で Blimit へ 回復)(F_{rec2}) *	0.71(1.18 $F_{current}$)	27%	28～ 1,050	269	24% (35%)	12%	225
親魚量の増大 (10 年 で Blimit へ 回復) 予 防 的 措 置 (αF_{rec2}) *	0.57(0.94 $F_{current}$)	23%	43～ 1,228	267	33% (54%)	4%	190
現状の漁獲圧維 持($F_{current}$)*	0.61 ($F_{current}$)	23%	40～ 1,176	267	33% (50%)	5%	199
現状の親魚量維 持、予 防 的 措 置 (αF_{med})*	0.69(1.14 $F_{current}$)	26%	31～ 1133	272	24% (37%)	10%	221
							2010 年 漁期算定 漁獲量 (千トン)
現状の親魚量維 持 (F_{med})	0.87(1.43 $F_{current}$)	31%	13～ 865	271	16% (20%)	21%	259
コメント 1. 当該資源は再生産成功率の変動が不安定であり将来予測の不確実性が大きい 2. 本系群の ABC 算定には規則 1 1) (2)を用いた 3. 中期的管理方針では「まさばの太平洋系群については、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、資源回復計画に基づき優先的に資源の回復を図るよう、管理を行うものとする。」とあり回復が見込めるシナリオはこれに合致する (*印のあるシナリオ) 4. 将来予測漁獲量の信頼区間は 80% 5. $F_{current}$ は 2006～2008 年の F の平均 6. F_{med} は 1990～2008 年の再生産関係のプロットの中央値に相当する F 7. 過去最低親魚量を下回る確率は、2010～2014 年の 5 年間に親魚量が一度でも過去最低親魚量 (2002 年 38 千トン) を下回る確率のこと 8. 漁獲割合は 2010 年の値 9. 不確実性を考慮して安全率 α は 0.8 とした							

(4) ABC の再評価

2008 年と 2009 年に対する再評価結果は以下のとおり

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)
2008 年 (2007 年当初)	Frec* 0.66Fcurrent	0.47	512**	123	105	
2008 年 (2008 年再評価)	Frec* 0.79Fcurrent	0.84	573**	182	163	
2008 年 (2009 年再々評価)	Frec* 0.90Fcurrent	0.54	637**	182	161	195

TAC 設定の根拠となったシナリオ：10 年後（2019 年 7 月 1 日）に親魚量 45 万トンに回復（Frec2）

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)
2009 年 (2008 年当初)	Frec2 1.0Fcurrent	1.07	632	186	158	
2009 年 (2009 年再評価)	Frec2 1.14Fcurrent	0.69	715	196	165	

* 2008 年は、2014 年に親魚量 45 万トンに回復する F を Frec とした

** 2008 年 ABC は暦年の値。資源量は 評価対象年 7 月時点の資源量と評価対象前年 7 月時点の平均資源量を暦年の資源量とした

2008 年 ABC：2007 年当初は、特に 2007 年級群の資源量を過少に予測していたこと、将来の体重を低く設定していたことにより ABC が低く設定されており、2008 年再評価で資源量・ABC とともに上方修正された。2009 年再々評価でも全体に資源量が上方修正されたが、2009 年の F 値が 2008 年 F 値より低くなったため、ABC は増加しなかった。

2009 年 ABC：2009 年評価では、2007 年級群の資源量は下方修正されたものの、2004 年級群～2006 年級群の資源量が上方修正され、さらに 2009 年加入量の見込みも 2008 年時点での見込みより高くなったことから ABC は増加した。

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ている。2005 年度までの本報告において、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 歳が最適との結論を得ている。1993 年以降、

若齢魚（0歳、1歳）のFが顕著に高くなったことから（図6）、産卵に寄与する前の未成魚段階での多獲は不合理であることを本報告書では指摘してきた。

近年は若齢魚へのFが低くなってきている。図6をみると、2003年以降の若齢魚のFは0歳で0.02~0.24、1歳で0.21~0.60と1980年代後半の水準に下がっている。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の予測資源量と漁獲量の動向を示したが、F_{current}は若齢魚に対して低くなっているため、引き下げた効果はあるものの、F_{current}でも回復が見込まれ、特に若齢魚へのFを引き下げる必要はないと考えられる。資源を安定的に利用するためには、引き続き若齢魚への漁獲努力削減を継続し、現状のF（F_{current}）を維持することが重要である（補足資料7）。

7. 引用文献（補足資料分も併せて掲載）

- 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.
- 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, 382,266 272.
- 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.
- 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.
- 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—成魚. 月刊海洋, 382,256 260.

- 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－幼魚. 水産海洋シンポジウム「マサバとゴマサバ太平洋系群の漁業、資源、管理の現状と将来展望」講演要旨集, 18.
- Oozeki, Y., A.Takasuka, H. Kubota, M. Barange(2007) Characterizing spawning habitats of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), and Pacific round herring (*Etrumeus teres*) in the northwestern Pacific. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations 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.
- 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,Fisheries research,78,323-332.
- 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.

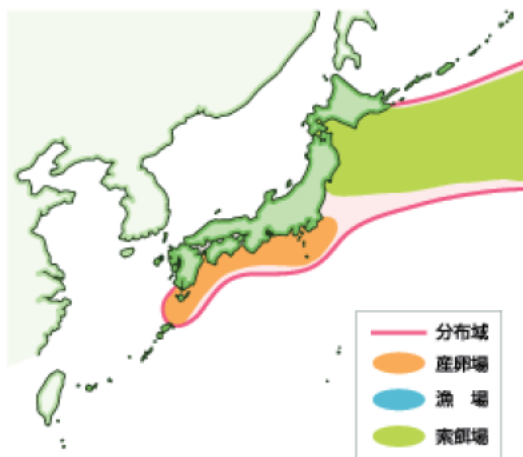


図 1. 分布模式図

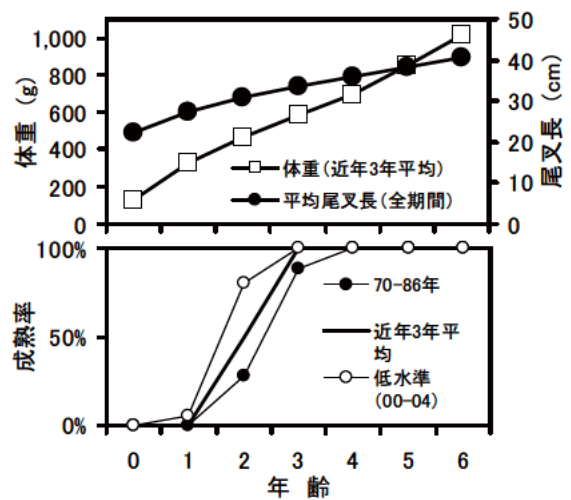


図 2. 年齢と成長の関係 (上) および年齢と成熟率の関係 (下)

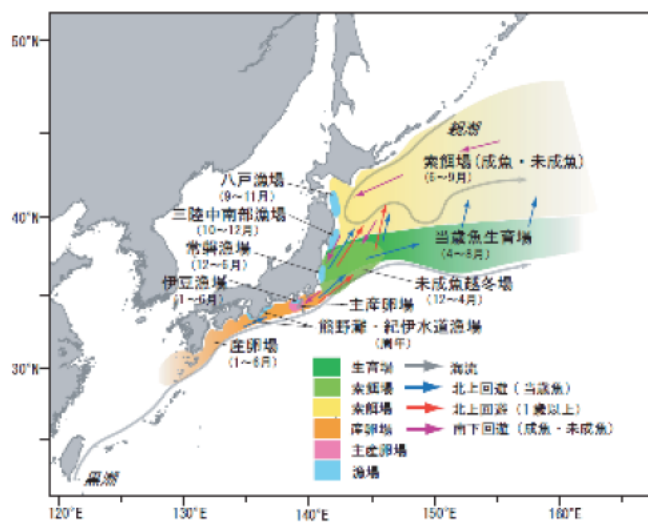


図 3. 生活史と漁場形成模式図

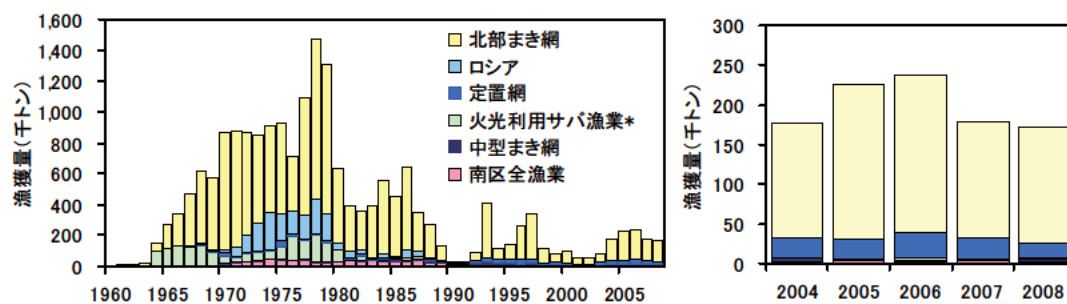


図 4. 国別・漁業種別漁獲量の推移 右図は近年 5 年間 (2004~2008 年)

*火光利用サバ漁業 たもすくい+棒受網

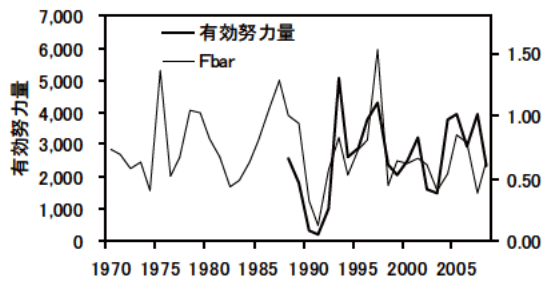


図 5. 漁獲係数 F ($Fbar$:全年齢の平均値) と北部まき網のサバ類に対する有効努力量 (JAFIC 資料) の推移

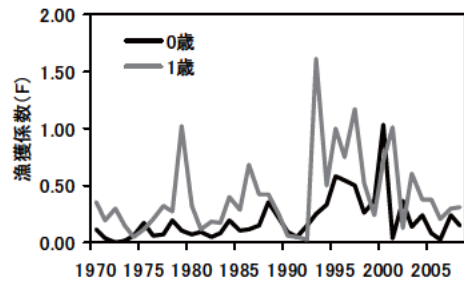


図 6. 若齢魚 (0~1 歳) に対する漁獲係数 F の経年変化

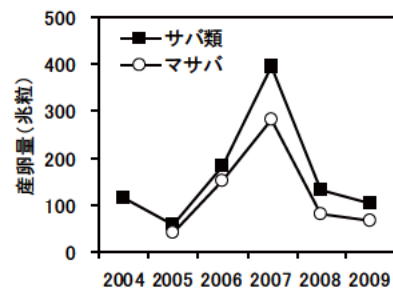
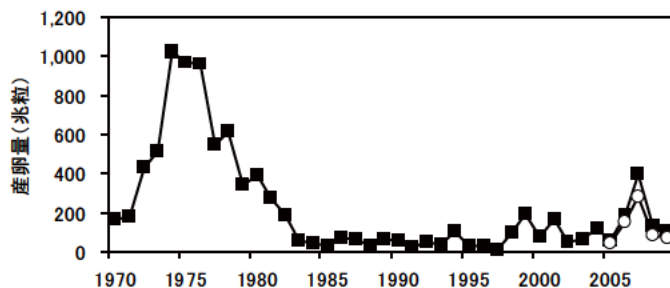


図 7. 産卵調査によるサバ類 (マサバとゴマサバ) 産卵量 右図は近年 6 年間 (2004~2009 年、2009 年は暫定値)

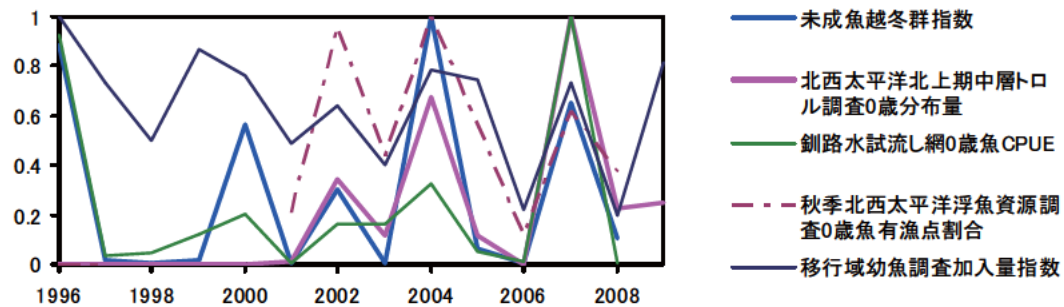


図 8. 未成魚越冬群指数および各調査による 0 歳魚の資源量指標値の推移 (全データの最大値を 1 とした相対値で表示)

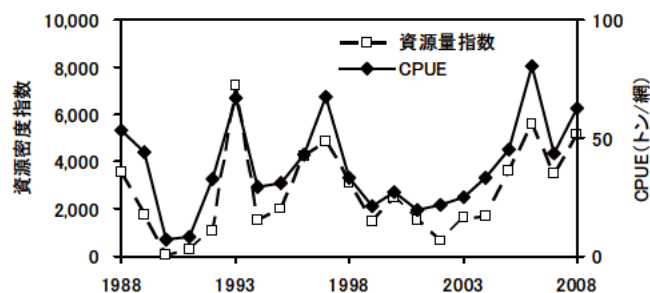


図 9. 北部太平洋まき網漁業の CPUE と資源量指数の推移 (JAFIC 資料、補足資料 2)

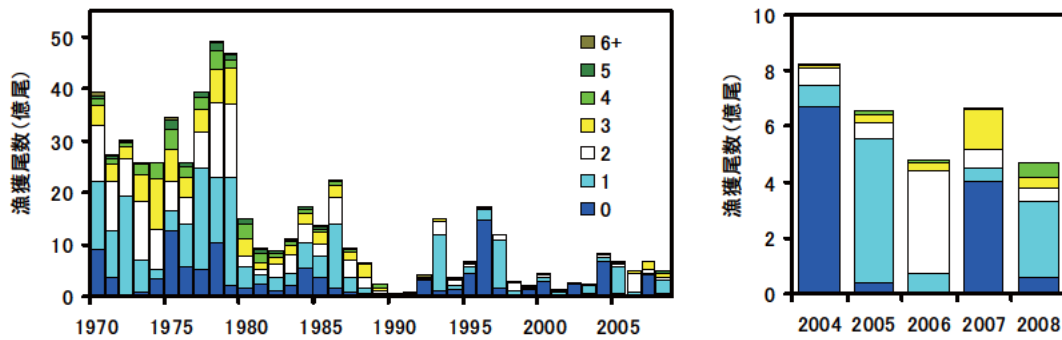


図 10. 年齢別漁獲尾数の推移、右図は近年 5 年間（2004～2008 年）

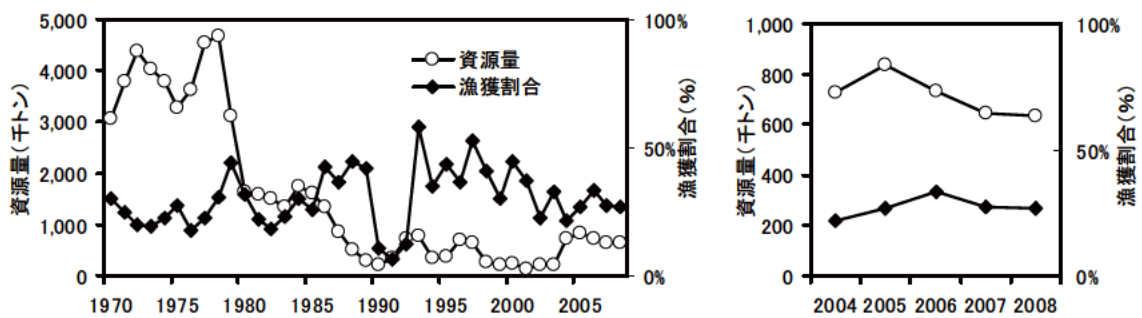


図 11. 資源量と漁獲割合の推移（漁獲割合＝漁獲量／資源量） 右図は近年 5 年間（2004～2008 年）

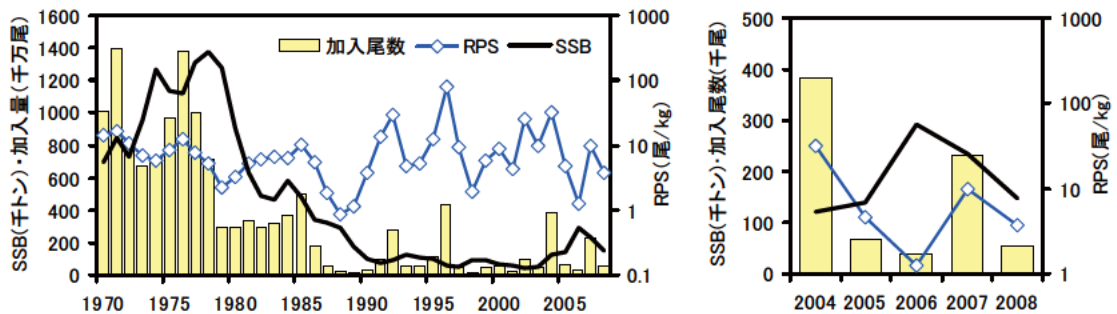


図 12. 親魚量（SSB）、加入尾数および再生産成功率の推移 右図は近年 5 年間（2004～2008 年）

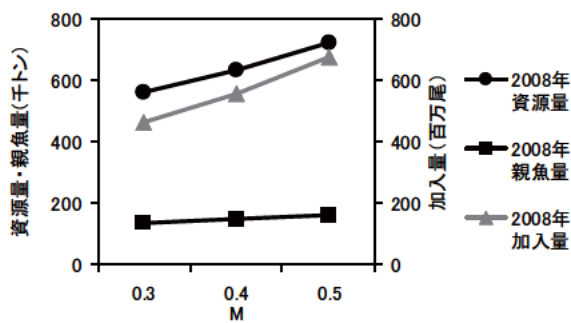


図 13. 資源量、親魚量および加入量に対する M の感度解析

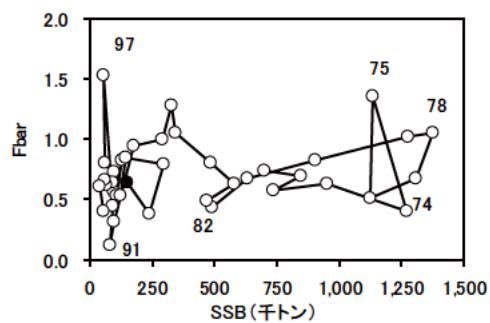


図 14. 親魚量（SSB）と漁獲係数（Fbar）の関係、●は 2008 年

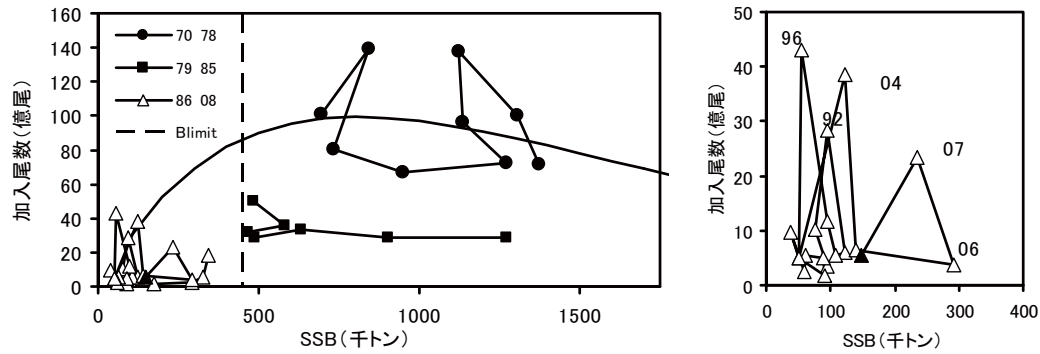


図 15. 再生産関係および高水準期のリッカー型再生産曲線 右図は 1990 年以降 ▲は 2008 年

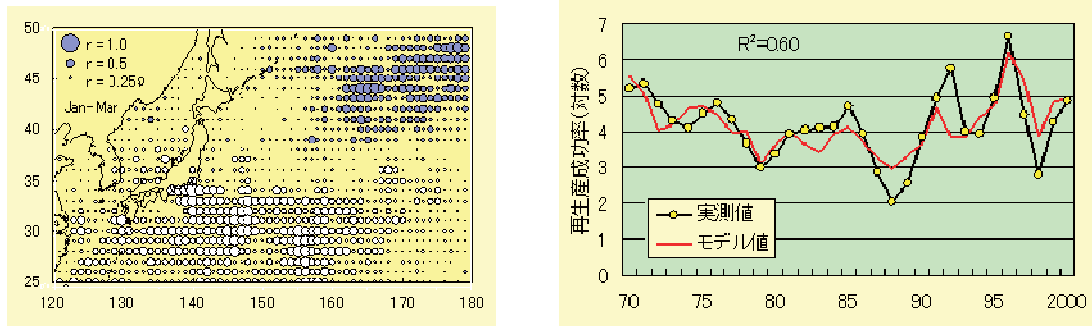


図 16. 左図：加入尾数の観測値と理論値の差（対数）と緯度経度 1 度升目別の冬季表面水温の相関関係（●：正相関、○：負相関） 右図：再生産成功率の実測値と拡張リッカーモデル（冬季水温とマイワシ資源量を考慮したモデル）による値

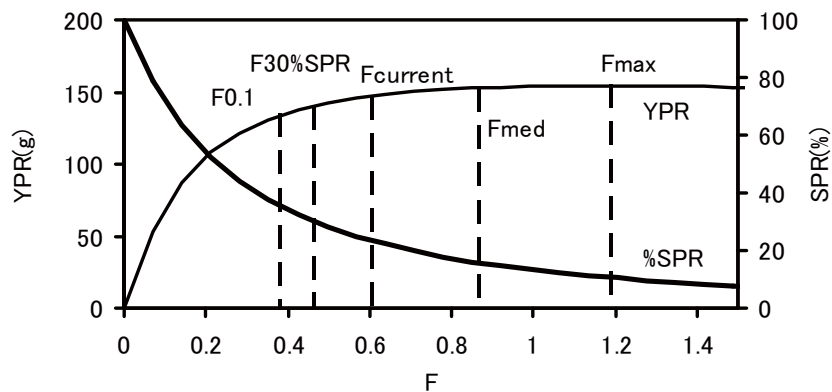


図 17. 漁獲係数 F （全年齢の単純平均）と %SPR、YPR の関係 F_{current} は 2006～2008 年の平均 F

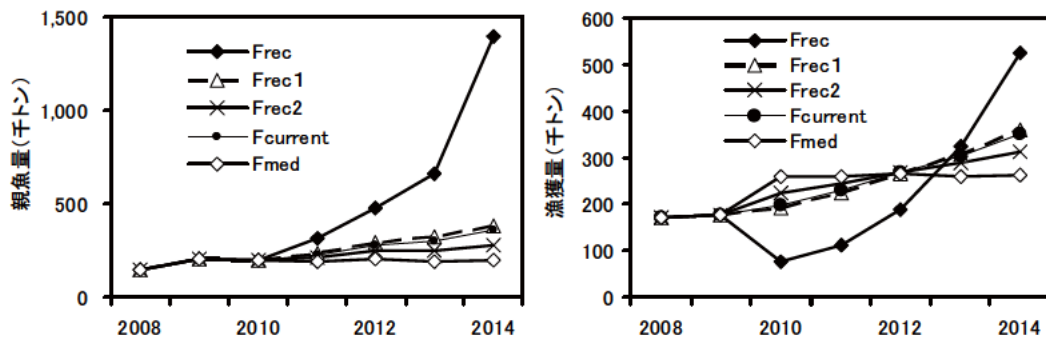


図 18. 漁獲シナリオに対応した親魚量（左図）と漁獲量（右図）の予測値

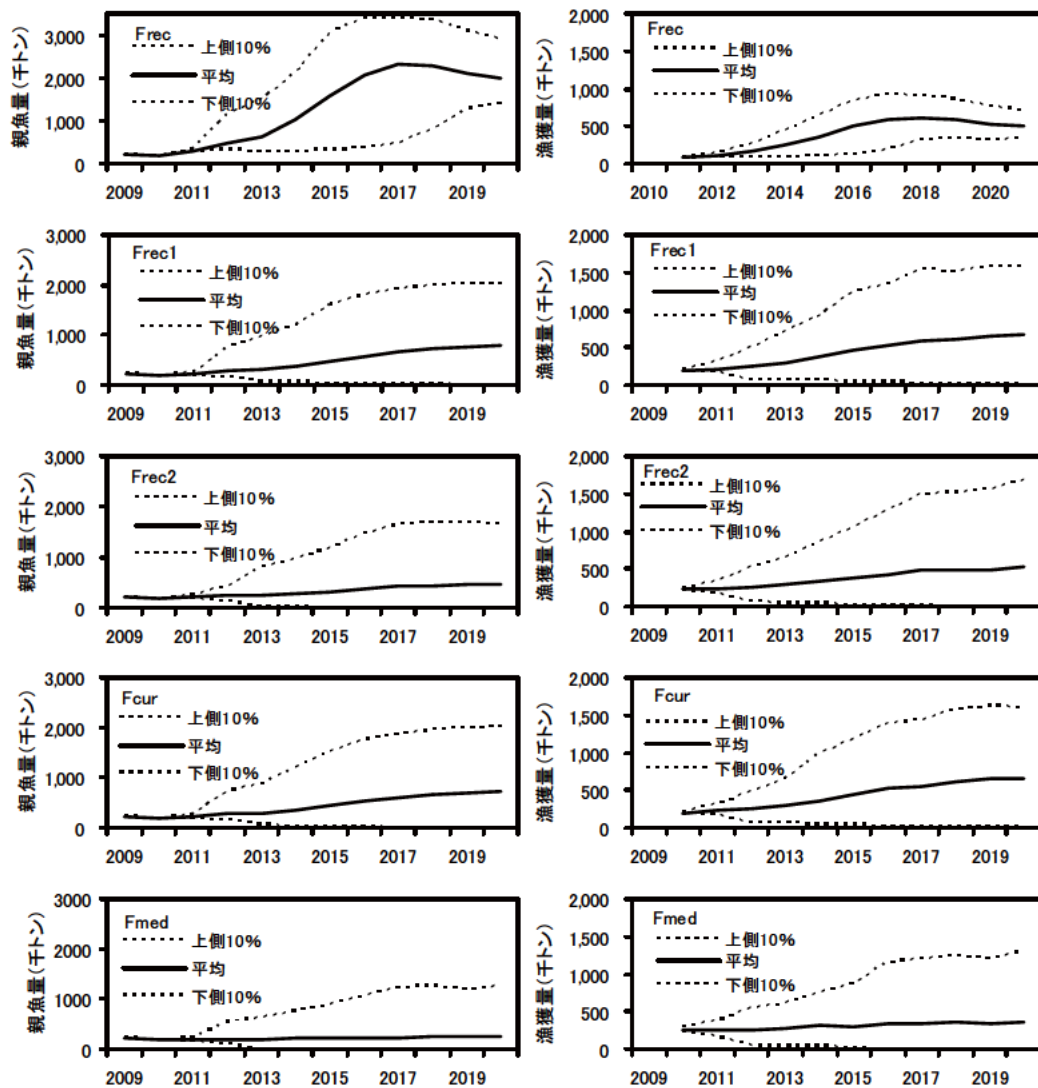


図 19. 各漁獲シナリオ、Fcurrent および Fmed のシミュレーション結果（漁期年、左列：親魚量、右列：漁獲量）

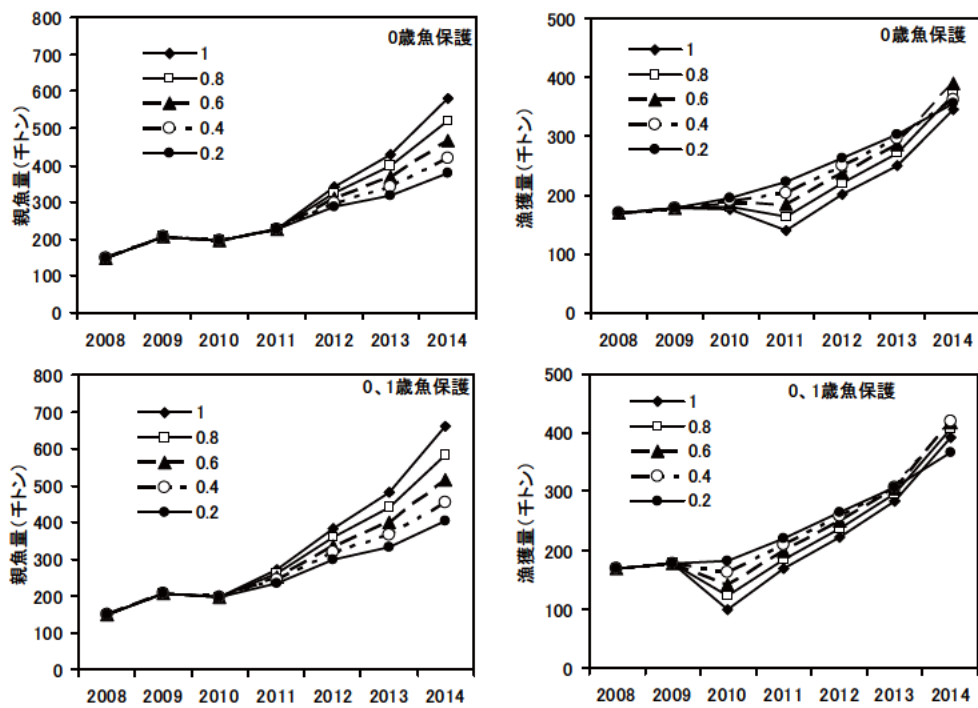
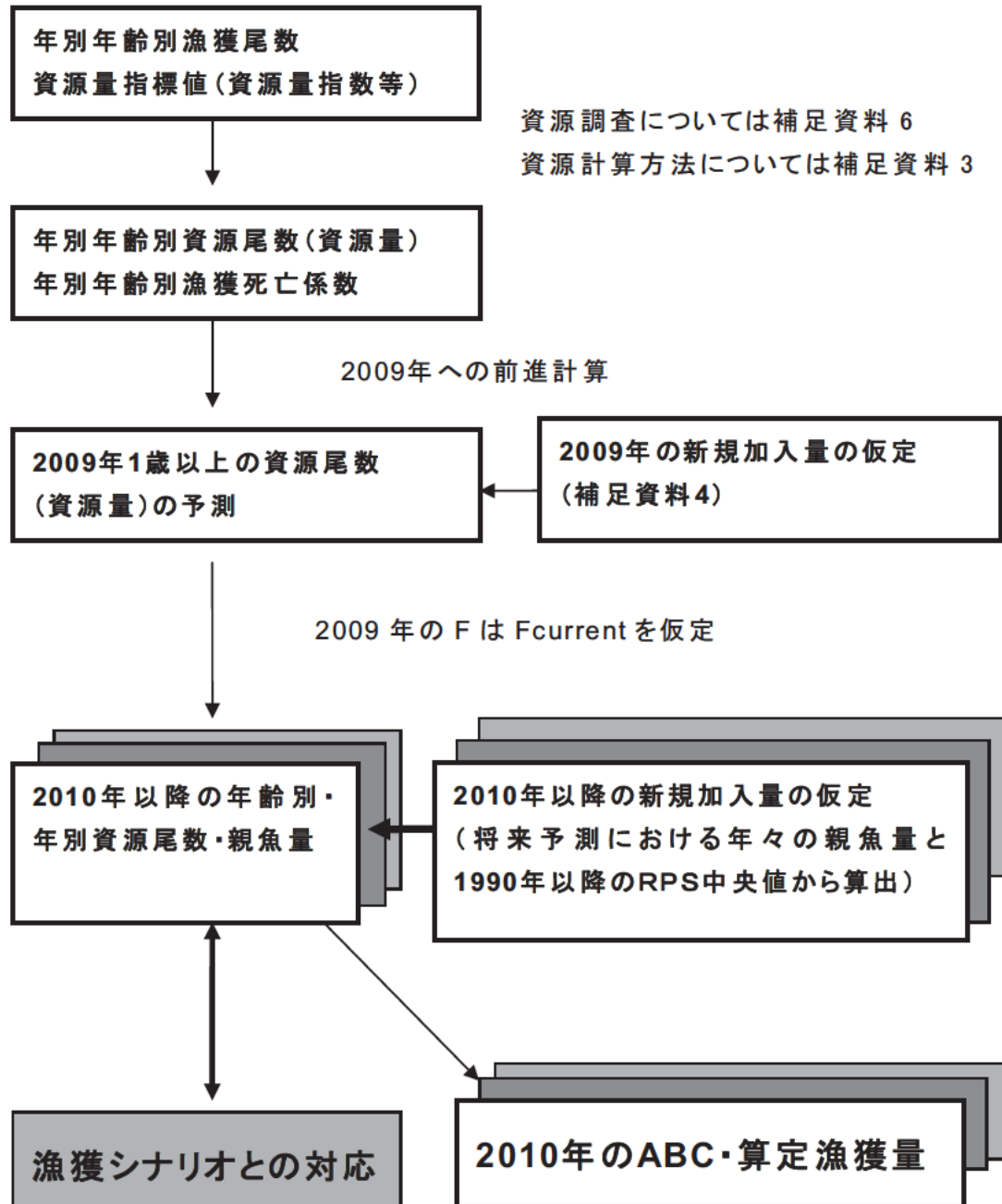


図 20. 上段：0 歳の F を F_{current} から減少させ 1 歳以上を F_{current} で漁獲した場合の親魚量（左図）と漁獲量（右図） 下段：0 歳および 1 歳の F を減少させ 2 歳以上を F_{current} で漁獲した場合の親魚量（左図）と漁獲量（右図） 凡例の数字は 0 歳および 1 歳の F の削減率

補足資料 1. 資源評価のフローチャート



補足資料 2. 漁獲努力量等

主要漁業である北部まき網漁業の 1988～2008 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。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：単位面積あたり努力量の資源量指数を重みとした重みつき平均×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 分マス目 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

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。7 月～翌年 6 月を漁期年とし、親魚はある年の 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（まき網、たもすくい、定置網等）および外国（ロシア）による漁獲物について、0～6+歳まで求めた（6 歳以上をまとめて 6+（プラスグループ）と表記する、付表 2）。年齢別資源尾数の計算には Pope（1972）の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松（1999）の方法を用いて計算した。

ステップ 1

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

$N_{a,y}$: 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。

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

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

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

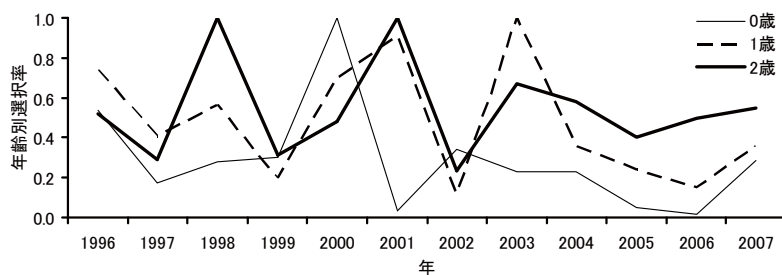
漁獲係数 F の計算は、ターミナル F (F_t) 以外は(5)式によった。

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

F_t は、前年は過去 5 年平均の F に等しいとしたが、本年評価では過去 4 年間（2004～2007 年）の F の平均値とした（7 式）。

$$F_{a,2008} = \frac{1}{4} \sum_{y=2004}^{2007} F_{a,y} \quad (6)$$

変更の理由：資源の主体をなす 0～2 歳に対する選択率は、2003 年までは年により変動していたが（補足図 3-1）、2004 年以降安定し、かつ 0 歳、1 歳、2 歳と高齢になるにつれて選択率が高くなる傾向がみられた（補足図 3-1）。過去 5 年間の平均をとると、選択率の傾向が異なる 2003 年を含むことから、2003 年は含めず 2004 年以降の平均値を取るほうが適切と考えた。



補足図 3-1. 1996 年～2007 年の年齢別選択率（0 歳～2 歳）

プラスグループの F はすべての年について最高齢 1 歳の F と等しいとした（平松 1999、(7)式）。

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

ステップ 2

ステップ 1 で得た F_t から最近年の選択率 $S_{a,t}$ (ステップ 1 で得られた F_t のうちの最高の年齢別 F で、各年齢の F を除した値) を求めた。

この選択率の下で、最近年の F (選択率=1 の F_t) を調整し、コホート解析の結果が、以下の補足表 3 1 に示した値に適合させた。ただし、釧路水試による流し網調査 0 歳魚 CPUE の 2008 年の値 (表中の*印) は、他の調査の指標に比べ相対的に低く、これを含めるとチューニングにおいて資源尾数をかなり引き下げること、マサバの調査としてはもっとも重要な 8~9 月の調査において、燃油高等のため例年より調査規模が縮小されており、過小評価である可能性が高いこと (釧路水試私信) から、チューニングには使用しなかった。

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
1. 北部まき網有効努力量	漁獲係数	2,512	3,220	1,594	1,469	3,771	3,952	2,949	3,956	2,475
2. 未成魚越冬群指数	0歳魚資源尾数	1,496	0	798	0	2,655	177	0	1,727	283
3. 釧路水試流し網調査 0歳魚CPUE (尾/網)	0歳魚資源尾数	6.3	0.1	5.0	5.0	10.0	1.6	0.4	30.6	0.2*
4. 0歳魚分布量 (百万尾)	0歳魚資源尾数		98	3,284	1,110	6,434	1,125	25	9,517	2,181
5. 秋季北西太平洋浮魚資源調査 0歳魚有漁点割合 (%)	0歳魚資源尾数		12.5	56.7	25.8	59.0	33.3	6.9	36.4	22.2

北部まき網有効努力量は漁業情報サービスセンターによって算出される値を用いた。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 24cm 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 以西のまき網漁場域 (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る。未成魚越冬群指数が 0 の年にはダミー値として 10 を入れた。その他の指標は調査船による調査結果である。詳細を補足資料 6 に示した。

有効努力量については以下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、 $\bar{F}$ ($Fbar$): 年齢別 F の単純平均、 Q : 比例係数。

0 歳魚に関する各指数については以下のように目的関数をおいた。

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_y))^2 \quad (9)$$

I : 資源量指数、 N : 資源尾数、 q : 漁具能率 (比例係数)。

これらの目的関数の合計を最小化するような F_t を探索的に推定した。

$$SSQ = \sum_{i,y} (\ln(I_{i,y}) - \ln(q_i N_y))^2 + \sum_y (\ln(X_y) - \ln(Q \bar{F}_y))^2 \quad (10)$$

$I_{i,y}$: y 年における上記 i 番目の調査からえられた指標値の 0 歳魚の指標値

N_y : y 年の 0 歳資源尾数

漁具能率 q_i は (11) 式を用いた。比例定数 Q の場合は (12) 式の I に替えて X 、 N に替えて F を用いた。

$$\hat{q}_i = \exp \left(\frac{\sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_{i,y}}{N_{i,y}} \right)}{n} \right) \quad (11)$$

資源尾数の予測は、加入量を仮定しコホート解析の前進法 (12 式) によった。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (12)$$

漁獲尾数は (13) 式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-\frac{M}{2}) \quad (13)$$

これに年齢別の平均体重 (付表 8) を乗じて計算した漁獲量が ABC となる。

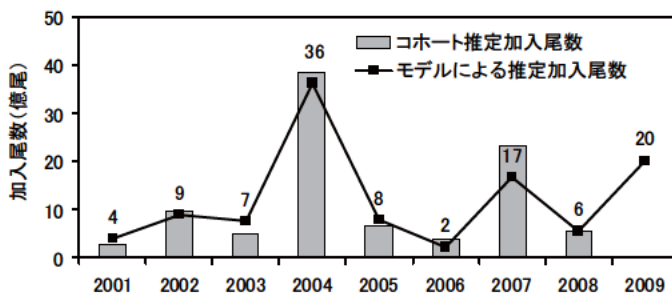
補足資料 4. 北上期中層トロール調査による新規加入量の見積もり

2001～2008 年 5～7 月に東経 141 度から西経 165 度の北西太平洋で実施した北上期中層トロール調査 (補足資料 6) における 0 歳魚推定現存尾数 (N)、および 0.1cm/日の成長を仮定して求めた 7 月中旬での漁獲物の平均体長 (FL) は、それぞれコホート解析による推定加入尾数 (R) と高い相関が認められた (補足表 4-1)。

これらを説明変数として加入尾数を予測する重回帰式を最小二乗法で求めた。

$$\log R = 0.180 \cdot \log N + 0.071 \cdot FL + 6.45 \quad (r^2 = 0.87)$$

重回帰式と、2009 年 6～7 月の調査結果 (暫定値; $N=23.5$ 億尾、 $FL=16.3$ cm) から、2009 年級群の加入尾数は 20 億尾と推定される (補足図 4-1)。



補足図 4-1. 重回帰式で予測した加入尾数 (折れ線グラフ、図中の数字は予測加入尾数 (億尾)) とコホート解析による推定加入尾数 (棒グラフ、億尾)

補足表 4 1. コホート解析による加入尾数、北西太平洋北上期トロール調査現存尾数、平均体長および推定加入尾数

年	加入尾数	加入尾数 (対数)	調査現存尾 数 (億尾, 暫定値)	調査現存尾数 (対数)	調査平均体 長 (cm, 7月 中旬換算)	モデルによる 推定加入尾数 (億尾)
2001	2.5	8.4	1.0	7.99	9.7	3.9
2002	9.7	9.0	32.8	9.52	10.9	8.9
2003	5.1	8.7	11.1	9.05	11.0	7.4
2004	38.4	9.6	64.3	9.81	18.8	36.1
2005	6.5	8.8	11.3	9.05	11.4	7.9
2006	3.6	8.6	0.3	7.40	7.5	2.1
2007	23.3	9.4	95.2	9.98	13.6	16.6
2008	5.6	8.7	21.8	9.34	8.5	5.6
2009			23.519	9.37	16.3	20.0
加入尾数 (対数) との相関係数				0.81	0.88	

補足資料 5. シミュレーションの条件

管理効果を判断するための将来予測シミュレーションは、資源評価に伴う誤差の影響を取り入れた。シミュレーションの条件は以下のとおり。

1. 成長・成熟は近年の値に固定（付表 8）。2009 年の加入量は 20 億尾を仮定（補足資料 4）。
2. 親魚量 45 万トン未満では、1990～2008 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仮定値（1990～2008 年の RPS 中央値、8.7 尾/kg）を乗じた値を RPS とし、これに親魚量を乗じた値を加入量とする。
3. 親魚量が 45 万トン以上では 1970～1978 年の再生産曲線からの推定値に、1970～1978 年の毎年の誤差を、重複を許してランダムに抽出して与えた値を加入量とする。
4. 仮想資源を構築し、仮想資源に対して資源評価→ABC 算定を行い、管理効果をみる。
5. シミュレーション中の資源評価は実際の資源評価と同じ手法で、チューニングに用いる資源量の指標、加入量の予測に用いる加入量の指標、年齢別漁獲尾数に、それぞれ対数正規分布に従う誤差を与える。全体で真の親魚量の 50%～200% の範囲で親魚量の推定を誤る程度の誤差を与えた。

補足資料 6. 資源評価に関する調査

小型浮魚を対象とした調査船調査のうち主要なものの概要を補足表 6 1 に、結果を補足表 6 2 示した。

補足表 6-1. 調査概要

調査	機 関	期 間	月	海 域	対 象	漁 具	調査船
1) 移行域幼稚魚調査	中央水研	1996年～	5～6月	黒潮続流域 ～黒潮親潮移行域	浮魚類幼稚魚	表中層トロール	但州丸 ・北鳳丸
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	2001年～	6～7月	黒潮続流域 ～黒潮親潮移行域	サンマ 浮魚類	表中層トロール	北鳳丸 ・青海丸
3) 釧路水試 流し網調査	釧路水試	1994年～	6～11月	道東～三陸沖	浮魚類	流し網	北辰丸
4) 秋季北西太平洋 浮魚資源調査	東北水研	1984年～	9～11月	道東～三陸沖	浮魚類	表中層トロール (2001年まで流し網)	北鳳丸
5) 越冬期浮魚 現存量調査	中央水研 ・東北水研	2002年～	1月	三陸南部 ～鹿島灘沖合	浮魚類成魚	表中層トロール ・計量魚探	開洋丸 ・俊鷹丸
6) 産卵調査	水研セ、各県	周年		太平洋沿岸沖合	卵、稚仔	改良ノルバックネット	蒼鷹丸 ・若竹丸

- (1) 移行域幼稚魚調査：中央水研により 1995 年から開始。浮魚類幼稚魚の生息域である黒潮続流域で 5～6 月に、表中層トロールによる漁獲試験を行い、幼稚魚の分布を把握する。マサバ幼稚魚の分布密度を表面水温と漁獲サイズで補正した値を加入量指数として算出している。
- (2) 北西太平洋北上期中層トロール調査：東北水研・中央水研共同で 2001 年から開始。当初は開洋丸を用い、北上期の浮魚を対象に、6～7 月にかけて沿岸域で調査を行っていたが、現在はサンマを主対象に同時期に西経域に至る広範囲で行っている。表中層トロールによる漁獲試験を行い、サンマのほか主要浮魚類幼稚魚の分布量を把握する。得られた分布量はチューニング指数に用いているほか、新規加入量の予測にも用いている。
- (3) 釧路水産試験場流し網調査：釧路水試により 1994 年から開始。6～11 月にかけて道東海域で数回にわたって流し網による漁獲試験を行う。全調査の 0 歳魚の CPUE 平均値をチューニング指数に用いている。
- (4) 秋季北西太平洋浮魚資源調査：東北水研が 1984 年から流し網調査を開始、2001 年から漁具を表中層トロールに変え調査域を千島列島沖まで拡大。秋季のマサバ 0 歳魚の主な分布域である三陸沖～道東海域～千島列島沖にかけて漁獲試験を行う。近年、夏～秋にかけて千島列島沖に 0 歳魚がゴマサバやマイワシとともにまとまって分布することが明らかになっている。0 歳魚有漁点割合をチューニング指数に用いている。
- (5) 越冬期浮魚現存量調査 中央水研・東北水研による。2002 年から。表中層トロールと計量魚群探知機により現存量を把握する。
- (6) 産卵調査 太平洋沿岸関係各機関による共同調査。周年にわたり改良ノルバックネットを用いて浮魚類の卵の分布量を把握する。2005 年からマサバとゴマサバの卵の種査定が可能になり、種別に産卵量が算出されるようになった。

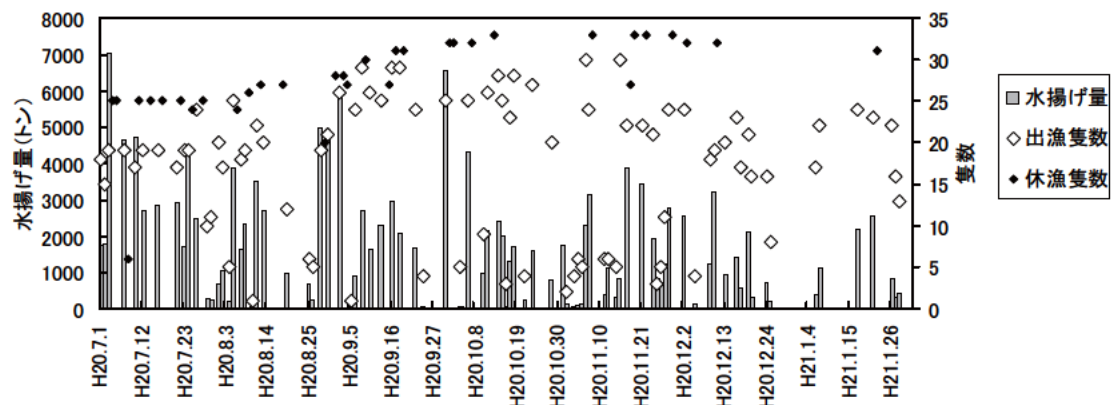
補足表 6-2. 主な調査結果

調査	指数	対象	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1)移行域幼魚調査	加入量 指数	1歳魚	5.4	3.5	4.6	2.9	5.6	5.3	1.6	5.2	1.4	5.8
2)北西太平洋北上期 トロール調査	資源尾数 (百万尾)	0歳魚		97.9	3284.5	1109.5	6426.1	1125.3	25.4	9517.1	2181.2	2351.9
		1歳魚		97.0	0.0	565.6	1.6	3.3	0.0	0.0	1.4	0.3
3)釧路水試流し網調 査	CPUE (尾/網)	0歳魚	6.3	0.1	5.0	5.0	10.0	1.6	0.4	30.6	0.2	
		1歳以上	0.4	0.5	0.0	2.0	0.2	32.7	16.7	0.2	34.5	
4)秋季北西太平洋浮 魚資源調査	有漁点 割合	0歳魚		12.5	56.7	25.8	59.0	33.3	6.9	36.4	22.0	
5)越冬期浮魚現存量 調査	資源量 (千トン)	1歳以上 (未成魚主体)			141.7	42.1	2.3	31.3	159.2	50.9	39.8	
6)産卵調査	産卵量 (兆粒)	サバ類	75.0	165	49	64	113	47	170	345	130	103*
		マサバ						40	150	281	79	65*

*印のあるものは暫定値

補足資料 7. 北部太平洋におけるサバ類の日別漁獲量と資源回復計画による休漁日数

マサバ太平洋系群を対象とした資源回復計画は2003年に開始され、2007年漁期までの休漁日数は合計で114日に及ぶ。2008年漁期は33日の休漁が実施された。なお、資源回復計画の計画期間は平成23年度までとなっている。



補足図 7-1 2008年7月1日～2009年1月31日までの北部まき網の一日あたり水揚げ量、出漁隻数および休漁隻数 2009年2月1日以降は資源回復計画による休漁はない

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	
	太平洋全体	北部まき 網	定置網	ロシア	火光利用 サバ漁業*	中型まき 網	全漁業
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	640,622	541,248	3,856	41,902	16,304	10,767	26,545
1987	348,780	259,765	2,944	20,914	21,504	5,605	38,048
1988	271,914	223,576	4,180	7,703	6,524	9,214	20,718
1989	133,974	101,051	1,167	0	8,625	7,055	16,077
1990	23,977	7,933	1,433	0	2,112	4,578	7,922
1991	23,367	5,967	1,216	0	5,094	3,753	7,338
1992	83,900	46,761	19,466	0	2,019	4,765	10,889
1993	404,639	347,968	28,214	0	1,178	14,725	12,554
1994	117,330	74,801	22,862	0	1,619	10,850	7,198
1995	145,576	105,883	24,713	0	1,597	4,006	9,377
1996	264,690	219,303	33,267	0	14	3,244	8,861
1997	337,629	294,091	27,666	0	1,445	7,180	7,247
1998	115,274	98,812	9,952	0	274	2,445	3,791
1999	72,514	50,393	13,647	0	38	2,794	5,643
2000	95,253	76,989	12,884	0	0	2,036	3,344
2001	56,757	44,646	7,331	0	0	1,250	3,530
2002	49,072	37,142	8,388	0	46	1,337	2,159
2003	72,752	51,274	17,853	0	103	875	2,646
2004	177,351	144,039	25,954	0	212	5,506	1,639
2005	225,017	193,881	25,471	0	599	1,428	3,638
2006	237,844	198,057	32,616	0	3,347	2,109	1,715
2007	179,904	146,816	28,224	0	713	1,552	2,600
2008	170,878	144,541	20,371		1,075	2,539	2,352

付表 2. 年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
0	917	364	30	88	342	1,262	568	510	1,035	224	163	233	107	207	530	386	170	69	61
1	1,286	887	1,905	611	177	390	831	1,972	1,251	2,065	387	162	273	235	544	399	1,229	311	95
2	1,090	967	702	1,143	773	564	493	688	1,482	1,412	235	125	244	364	343	242	501	314	225
3	385	314	250	517	968	621	401	447	638	694	344	130	131	187	200	190	248	168	226
4	137	113	75	173	302	394	226	224	337	170	254	170	62	63	86	76	72	41	23
5	53	61	36	44	26	166	37	77	172	86	104	101	52	36	44	39	25	19	4
6+	45	20	18	12	4	46	3	15	16	14	9	12	11	19	17	22	8	6	2
合計	3,913	2,726	3,017	2,587	2,591	3,442	2,560	3,933	4,911	4,666	1,495	933	880	1,110	1,745	1,353	2,254	927	635
漁獲量(千トン)	863	870	867	843	903	919	708	1,096	1,474	1,307	637	390	357	391	557	448	641	349	272

年齢／漁期年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	32	24	41	326	108	127	426	1,482	156	33	127	285	7	244	53	673	41	6	402	62
1	22	5	8	12	1,069	98	139	191	945	66	16	98	68	16	166	75	517	62	50	272
2	48	5	9	14	268	100	54	22	65	174	21	15	42	6	26	61	52	376	65	43
3	70	9	7	13	44	29	30	19	14	13	35	12	6	6	5	10	32	25	147	42
4	77	5	4	7	6	5	9	9	7	1	10	15	4	4	2	4	13	7	3	48
5	4	4	2	11	2	2	4	4	4	0	1	1	4	3	1	1	1	2	1	3
6+	1	1	0	9	2	2	2	3	2	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	1
合計	253	52	70	392	1,498	363	663	1,729	1,193	288	210	427	132	280	253	825	657	478	668	471
漁獲量(千トン)	134	24	23	84	405	117	146	265	338	115	73	95	57	49	73	177	225	238	180	171

＊漁獲量は実測値

付表 3. 年齢別体重（g）

年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
0	76	64	78	101	71	45	76	90	97	70	62	107	113	77	120	82	98	86	168
1	188	203	226	235	236	183	154	186	261	219	164	211	233	200	223	241	199	244	255
2	288	385	339	286	330	332	290	305	308	317	332	322	276	307	362	376	281	336	341
3	404	551	459	354	390	429	453	450	397	431	448	439	439	402	547	489	407	446	440
4	532	811	592	443	484	484	530	563	515	536	544	628	583	475	656	741	572	644	654
5	655	1,066	737	611	699	567	683	668	601	648	675	732	681	576	768	855	755	838	886
6+	731	1,242	843	908	946	768	917	847	893	738	954	1,067	758	645	993	943	947	1,112	1,066

年齢／漁期年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	207	170	169	143	143	146	106	118	152	165	169	158	137	113	124	132	118	136	121	138
1	325	365	305	288	284	294	406	260	287	325	308	366	350	354	236	280	316	362	314	312
2	426	582	488	424	368	476	474	451	428	446	515	421	440	455	374	569	477	528	469	385
3	537	661	585	529	430	578	626	545	535	523	606	517	599	576	530	742	578	631	537	589
4	599	828	654	749	705	661	809	633	642	787	803	593	626	643	756	835	787	726	683	672
5	814	954	790	990	943	896	908	743	699	879	950	895	689	780	788	1,011	1,002	1,013	745	806
6+	1,034	1,101	957	1,114	1,115	1,116	973	819	840	970	1,099	1,031	1,078	1,126	1,078	1,087	1,089	1,122	921	995

＊主要漁業である北部まき網の9～12月の漁獲物平均体重

付表 4. 年齢別資源尾数

年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
0	10,121	13,904	8,047	6,695	7,224	9,664	13,766	10,008	7,146	2,899	2,884	3,336	2,890	3,159	3,609	5,005	1,861	592	250
1	5,238	6,033	9,023	5,370	4,415	4,563	5,445	8,762	6,291	3,943	1,759	1,800	2,045	1,850	1,948	1,985	3,039	1,109	341
2	2,354	2,458	3,318	4,488	3,099	2,815	2,739	2,970	4,259	3,193	952	863	1,074	1,148	1,048	877	1,004	1,030	489
3	819	685	856	1,649	2,073	1,444	1,425	1,432	1,427	1,657	984	446	476	520	472	421	390	263	434
4	332	233	202	370	682	597	460	627	594	434	543	378	192	212	196	153	127	58	39
5	94	111	64	74	106	210	78	123	237	123	152	156	114	78	91	60	40	26	6
6+	80	37	32	20	18	59	7	24	23	20	14	18	25	42	35	34	13	8	2
合計	19,037	23,462	21,543	18,665	17,617	19,352	23,920	23,946	19,977	12,269	7,288	6,998	6,817	7,008	7,398	8,535	6,475	3,087	1,560

年齢／漁期年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	198	360	1,032	2,834	588	554	1,181	4,309	488	174	503	542	248	969	506	3,844	652	362	2,327	556
1	117	107	222	658	1,633	306	267	443	1,675	199	90	233	130	160	450	296	2,026	403	238	1,231
2	150	61	68	142	432	219	125	66	140	349	79	47	76	32	95	166	137	934	220	118
3	144	61	37	38	83	70	65	39	26	41	92	36	19	17	17	42	61	49	319	94
4	106	39	34	19	15	20	24	19	11	6	16	33	14	8	6	7	20	15	13	94
5	7	8	22	19	7	5	9	8	5	2	3	3	10	6	3	3	2	3	4	6
6+	1	2	3	15	7	6	5	5	3	0	1	1	2	4	2	2	2	1	1	2
合計	723	638	1,416	3,726	2,764	1,180	1,675	4,889	2,349	772	784	896	500	1,196	1,079	4,360	2,899	1,768	3,120	2,101

付表 5. 年齢別資源量（千トン）

年齢／漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
0	765	892	626	674	510	440	1,045	899	692	204	178	356	326	244	433	408	182	51	42
1	986	1,225	2,038	1,264	1,042	834	837	1,631	1,642	863	288	380	476	370	435	479	606	270	87
2	678	946	1,124	1,282	1,023	935	794	906	1,311	1,013	316	277	296	352	379	330	282	346	167
3	330	378	393	583	807	619	645	645	567	714	441	196	209	209	258	206	158	117	191
4	177	189	120	164	330	289	243	353	306	233	296	237	112	101	128	113	73	38	25
5	62	118	47	45	74	119	53	82	142	80	102	114	78	45	70	52	30	22	5
6+	58	46	27	18	17	45	6	20	20	15	13	19	19	27	35	32	13	9	3
総資源量	3,056	3,793	4,376	4,029	3,803	3,281	3,623	4,535	4,681	3,121	1,634	1,581	1,516	1,347	1,739	1,619	1,344	853	519
親魚量	697	844	733	950	1,271	1,135	1,122	1,307	1,373	1,273	902	631	486	466	579	481	343	325	290
RPS(尾/kg)	14.5	16.5	11.0	7.0	5.7	8.5	12.3	7.7	5.2	2.3	3.2	5.3	5.9	6.8	6.2	10.4	5.4	1.8	0.9
サバ類産卵量	162.9	179.4	432.0	509.3	1,023.5	967.4	962.2	547.6	616.4	338.4	390.6	272.4	186.5	51.5	40.4	30.6	67.9	64.0	30.0

年齢／漁期年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	41	61	175	406	84	81	125	508	74	29	85	86	34	109	63	506	77	49	281	77
1	38	39	68	190	464	90	108	115	481	65	28	85	45	57	106	83	640	146	75	384
2	64	35	33	60	159	104	59	30	60	156	41	20	34	14	35	94	65	493	103	46
3	77	40	21	20	36	41	41	21	14	21	56	19	12	10	9	31	35	31	171	55
4	63	32	22	14	10	13	19	12	7	5	13	19	9	5	5	6	16	11	9	63
5	6	8	17	19	7	5	9	6	4	2	3	3	7	5	2	3	2	3	3	5
6+	1	2	3	17	7	7	4	4	3	0	1	1	2	4	2	2	2	1	1	2
総資源量	291	218	339	726	767	340	365	697	643	277	226	233	142	204	222	726	837	734	642	632
親魚量	173	96	77	95	124	107	96	55	51	90	89	62	58	38	51	122	139	292	235	148
サバ類産卵量	65	57	20	47	34	102	30	29	9	96	194	75	165	49	64	113	56	182	394	130
RPS(尾/kg)	1.1	3.7	13.4	30.0	4.8	5.2	12.3	77.9	9.5	1.9	5.6	8.7	4.2	25.4	9.8	31.5	4.7	1.2	9.9	3.8
マサバ産卵量																	40.5	149.9	281.4	79.3

付表 6. 年齢別漁獲係数 (F)

年齢/漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
0	0.12	0.03	0.00	0.02	0.06	0.17	0.05	0.06	0.19	0.10	0.07	0.09	0.05	0.08	0.20	0.10	0.12	0.15	0.36
1	0.36	0.20	0.30	0.15	0.05	0.11	0.21	0.32	0.28	1.02	0.31	0.12	0.18	0.17	0.40	0.28	0.68	0.42	0.42
2	0.83	0.65	0.30	0.37	0.36	0.28	0.25	0.33	0.54	0.78	0.36	0.19	0.33	0.49	0.51	0.41	0.94	0.46	0.82
3	0.86	0.82	0.44	0.48	0.84	0.75	0.42	0.48	0.79	0.72	0.56	0.44	0.41	0.58	0.73	0.80	1.50	1.51	1.01
4	0.70	0.89	0.61	0.85	0.78	1.64	0.92	0.57	1.18	0.65	0.85	0.80	0.50	0.45	0.78	0.93	1.18	1.95	1.30
5	1.16	1.13	1.19	1.27	0.35	3.29	0.88	1.46	2.18	1.96	1.80	1.55	0.80	0.83	0.91	1.55	1.47	2.24	1.56
6+	1.16	1.13	1.19	1.27	0.35	3.29	0.88	1.46	2.18	1.96	1.80	1.55	0.80	0.83	0.91	1.55	1.47	2.24	1.56
平均	0.74	0.69	0.57	0.63	0.40	1.36	0.52	0.67	1.05	1.03	0.82	0.68	0.44	0.49	0.63	0.80	1.05	1.28	1.00

年齢/漁期年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	0.22	0.09	0.05	0.15	0.25	0.33	0.58	0.54	0.50	0.26	0.37	1.03	0.04	0.37	0.14	0.24	0.08	0.02	0.24	0.15
1	0.25	0.06	0.04	0.02	1.61	0.50	1.00	0.75	1.17	0.52	0.24	0.72	1.01	0.13	0.60	0.37	0.37	0.21	0.30	0.31
2	0.50	0.11	0.17	0.13	1.41	0.82	0.75	0.53	0.83	0.93	0.38	0.50	1.11	0.25	0.40	0.60	0.62	0.68	0.45	0.59
3	0.90	0.20	0.25	0.55	1.03	0.70	0.82	0.89	1.09	0.51	0.63	0.53	0.44	0.62	0.48	0.34	1.00	0.95	0.83	0.79
4	2.20	0.18	0.15	0.61	0.65	0.36	0.67	0.90	1.42	0.29	1.23	0.83	0.46	0.75	0.38	1.04	1.54	0.95	0.38	0.98
5	1.26	0.79	0.10	1.26	0.40	0.51	0.64	1.02	2.85	0.30	0.83	0.38	0.79	1.08	0.43	0.57	1.14	1.36	0.25	0.84
6+	1.26	0.79	0.10	1.26	0.40	0.51	0.64	1.02	2.85	0.30	0.83	0.38	0.79	1.08	0.43	0.57	1.14	1.36	0.25	0.84
平均	0.94	0.32	0.12	0.57	0.82	0.53	0.73	0.81	1.53	0.45	0.65	0.62	0.66	0.61	0.41	0.53	0.84	0.79	0.38	0.64

付表 7. 年齢別漁獲重量 (千トン)、漁獲割合 (漁獲重量/資源重量年齢別体重)

年齢/漁期年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
0	69	23	2	9	24	57	43	46	100	16	10	25	12	16	64	31	17	6	10
1	242	180	430	144	42	71	128	367	326	452	63	34	63	47	117	96	245	76	24
2	314	372	238	327	255	187	143	210	450	448	78	40	67	112	124	91	141	105	77
3	156	173	115	183	377	266	182	201	254	299	154	57	57	75	109	93	101	75	99
4	73	92	45	77	146	191	120	126	173	91	138	107	36	30	57	56	41	26	15
5	35	65	27	27	18	94	26	52	103	56	70	74	35	21	34	33	19	16	3
6+	33	25	15	10	4	35	3	13	15	10	9	13	8	12	17	21	8	7	2
合計	921	931	872	776	866	902	643	1,014	1,422	1,372	522	349	280	313	522	421	572	311	231
漁獲割合	30%	25%	20%	19%	23%	27%	18%	22%	30%	44%	32%	22%	18%	23%	30%	26%	43%	36%	44%

年齢/漁期年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	7	4	7	47	15	18	45	175	24	5	21	45	1	27	7	89	5	1	49	9
1	7	2	2	3	304	29	56	50	272	22	5	36	24	6	39	21	163	22	16	85
2	21	3	4	6	98	48	26	10	28	78	11	6	18	3	10	35	25	198	31	17
3	37	6	4	7	19	17	19	10	8	7	21	6	3	4	3	7	18	16	79	25
4	46	4	3	5	4	3	8	6	4	1	8	9	3	2	1	3	10	5	2	32
5	3	3	1	11	2	1	3	3	3	0	1	1	3	3	1	1	1	2	1	2
6+	1	1	0	10	2	2	2	2	2	0	1	0	1	2	1	1	1	1	0	1
合計	122	23	22	90	445	119	158	256	340	113	68	103	53	46	61	157	224	245	177	170
漁獲割合	42%	11%	6%	12%	58%	35%	43%	37%	53%	41%	30%	44%	37%	23%	27%	22%	27%	33%	27%	27%

* 漁獲重量は、付表 2 で示す漁獲尾数に付表 3 で示す体重をかけた値であり、付表 2 の漁獲量の実測値とは異なる

付表 8. ABC 算定のための計算 (付表 9) およびシミュレーションにおける体重、成熟割合および年齢別 F (Fcurrent)

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳
年齢別体重(g)	132	329	461	586	694	854	1,013
年齢別成熟割合(%)	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%
Fcurrent	0.13	0.27	0.57	0.85	0.77	0.82	0.82

いずれも06-08年平均をとった

付表 9-1.2009 年以降の資源尾数等

各漁獲シナリオおよび $F_{current}$ 、 F_{med} で漁獲した場合の 2009～2014 年の年齢別漁獲係数、資源尾数、資源量、漁獲尾数、漁獲量。2009 年の F は $F_{current}$ 、2009 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に固定した（付表 8）。

Frec

		年齢別漁獲係数(F)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	0.13	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1	1	0.27	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
2	2	0.57	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
3	3	0.85	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
4	4	0.77	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
5	5	0.82	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
6+	6+	0.82	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Fbar		0.61	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

		年齢別資源尾数(百万尾)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	1,998	1,698	2,720	8,869	9,759	8,238
1	1	322	1,171	1,089	1,745	5,688	6,258
2	2	603	164	717	667	1,069	3,485
3	3	44	228	91	398	370	593
4	4	29	13	115	46	202	188
5	5	23	9	7	60	24	105
6+	6+	2	8	8	8	35	30
Total		3,021	3,290	4,748	#####	#####	#####
RPS(尾/kg)		9.7	8.7	8.7	18.6	14.8	5.9

Frec1

		年齢別漁獲係数(F)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1	1	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
2	2	0.57	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
3	3	0.85	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
4	4	0.77	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
5	5	0.82	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
6+	6+	0.82	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Fbar		0.61	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57

		年齢別資源尾数(百万尾)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	1,998	1,698	2,026	2,546	2,808	3,357
1	1	322	1,171	1,002	1,195	1,502	1,657
2	2	603	164	606	519	619	778
3	3	44	228	64	236	202	241
4	4	29	13	68	19	70	60
5	5	23	9	4	22	6	23
6+	6+	2	8	5	3	8	4
合計		3,021	3,290	3,775	4,540	5,215	6,120
RPS(尾/kg)		9.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7

		年齢別資源量(千トン)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	263	224	358	1,169	1,286	1,085
1	1	106	386	359	575	1,873	2,061
2	2	277	76	330	307	492	1,605
3	3	26	133	53	233	217	348
4	4	20	9	80	32	140	130
5	5	20	8	6	51	21	90
6+	6+	2	8	9	8	35	30
資源量		715	842	1,195	2,375	4,064	5,350
親魚量		207	195	313	478	659	1,400

		年齢別資源量(千トン)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	263	224	267	335	370	442
1	1	106	386	330	394	495	546
2	2	277	76	279	239	285	358
3	3	26	133	38	138	118	141
4	4	20	9	47	13	49	42
5	5	20	8	3	19	5	19
6+	6+	2	8	5	3	8	4
資源量		715	842	969	1,141	1,330	1,553
親魚量		207	195	233	293	323	386

		年齢別漁獲尾数(百万尾)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	206	60	97	315	346	292
1	1	63	82	77	123	400	440
2	2	215	23	101	94	150	490
3	3	21	46	18	80	74	119
4	4	13	2	21	8	37	34
5	5	11	2	1	12	5	20
6+	6+	1	1	2	1	7	6
合計		529	217	316	633	1,019	1,402

		年齢別漁獲尾数(百万尾)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	206	167	199	250	275	329
1	1	63	218	187	223	280	309
2	2	215	56	208	178	212	267
3	3	21	103	29	107	92	109
4	4	13	5	29	8	30	26
5	5	11	4	2	10	3	10
6+	6+	1	3	2	1	3	2
合計		529	557	655	777	895	1,052

		年齢別漁獲量(千トン)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	27	8	13	41	46	39
1	1	21	27	25	40	132	145
2	2	99	11	46	43	69	226
3	3	12	27	11	47	44	70
4	4	9	2	15	6	26	24
5	5	9	1	1	10	4	17
6+	6+	1	1	2	1	7	6
合計		178	77	113	189	326	526
漁獲割合		25%	9%	9%	8%	8%	10%

		年齢別漁獲量(千トン)					
	0	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0	27	22	26	33	36	43
1	1	21	72	62	73	92	102
2	2	99	26	96	82	98	123
3	3	12	61	17	63	54	64
4	4	9	4	20	6	21	18
5	5	9	3	2	8	2	9
6+	6+	1	3	2	1	3	2
合計		178	191	224	266	306	360
漁獲割合		25%	23%	23%	23%	23%	23%

付表 9-2. Frec2、Fcurrent

Frec2

年齢別漁獲係数(F)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0.13	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1	0.27	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
2	0.57	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
3	0.85	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
4	0.77	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
5	0.82	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
6+	0.82	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Fbar	0.61	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71

年齢別資源尾数(百万尾)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	1,998	1,698	1,825	2,148	2,192	2,432
1	322	1,171	971	1,044	1,229	1,254
2	603	164	569	472	508	597
3	44	228	56	194	161	173
4	29	13	56	14	48	40
5	23	9	3	15	4	13
6+	2	8	4	2	4	2
合計	3,021	3,290	3,486	3,890	4,145	4,511
RPS(尾/kg)	9.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7

年齢別資源量(千トン)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	263	224	241	283	289	320
1	106	386	320	344	405	413
2	277	76	262	217	234	275
3	26	133	33	114	94	101
4	20	9	39	10	33	27
5	20	8	3	13	3	11
6+	2	8	4	2	4	2
資源量	715	842	901	983	1,062	1,150
親魚量	207	195	210	247	252	280

年齢別漁獲尾数(百万尾)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	206	204	219	258	263	292
1	63	263	219	235	276	282
2	215	66	229	190	204	240
3	21	118	29	101	84	90
4	13	6	27	7	23	19
5	11	4	2	8	2	7
6+	1	4	2	1	2	1
合計	529	666	727	799	855	931

年齢別漁獲量(千トン)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	27	27	29	34	35	38
1	21	87	72	77	91	93
2	99	30	105	87	94	111
3	12	69	17	59	49	53
4	9	4	19	5	16	13
5	9	4	1	7	2	6
6+	1	4	2	1	2	1
合計	178	225	246	270	289	315
漁獲割合	25%	27%	27%	27%	27%	27%

Fcurrent

年齢別漁獲係数(F)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
2	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
3	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
4	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
5	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
6+	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Fbar	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61

年齢別資源尾数(百万尾)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	1,998	1,698	1,977	2,446	2,650	3,113
1	322	1,171	995	1,158	1,433	1,553
2	603	164	597	508	591	731
3	44	228	62	226	192	223
4	29	13	65	18	64	55
5	23	9	4	20	5	20
6+	2	8	5	3	7	4
合計	3,021	3,290	3,705	4,379	4,943	5,699
RPS(尾/kg)	9.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7

年齢別資源量(千トン)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	263	224	260	322	349	410
1	106	386	328	382	472	511
2	277	76	275	234	272	337
3	26	133	36	132	112	131
4	20	9	45	12	45	38
5	20	8	3	17	5	17
6+	2	8	5	3	7	4
資源量	715	842	953	1,102	1,262	1,448
親魚量	207	195	227	281	305	358

年齢別漁獲尾数(百万尾)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	206	175	204	252	273	321
1	63	229	195	226	280	304
2	215	59	213	181	211	261
3	21	107	29	106	90	105
4	13	6	29	8	28	24
5	11	4	2	9	3	9
6+	1	3	2	1	3	2
合計	529	583	674	785	889	1,026

年齢別漁獲量(千トン)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	27	23	27	33	36	42
1	21	75	64	75	92	100
2	99	27	98	84	97	120
3	12	63	17	62	53	61
4	9	4	20	5	20	17
5	9	3	2	8	2	8
6+	1	4	2	1	3	2
合計	178	199	230	268	303	350
漁獲割合	25%	24%	24%	24%	24%	24%

付表 9-3. Fmed

	年齢別漁獲係数(F)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0.13	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
1	0.27	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
2	0.57	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
3	0.85	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
4	0.77	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	0.82	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
6+	0.82	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
Fbar	0.61	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87

	年齢別資源尾数(百万尾)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	1,998	1,698	1,634	1,796	1,686	1,729
1	322	1,171	939	903	993	932
2	603	164	531	426	410	451
3	44	228	49	157	126	121
4	29	13	45	10	31	25
5	23	9	3	10	2	7
6+	2	8	3	1	2	1
Total	3,021	3,290	3,204	3,304	3,250	3,266
RPS(尾/kg)	9.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7

	年齢別資源量(千トン)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	263	224	215	237	222	228
1	106	386	309	298	327	307
2	277	76	245	196	189	208
3	26	133	28	92	74	71
4	20	9	31	7	22	17
5	20	8	2	9	2	6
6+	2	8	3	1	2	1
資源量	715	842	835	839	837	837
親魚量	207	195	188	207	194	199

	年齢別漁獲尾数(百万尾)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	206	244	234	258	242	248
1	63	310	248	239	263	247
2	215	75	243	195	188	206
3	21	131	28	91	73	70
4	13	7	25	5	17	14
5	11	5	2	6	1	4
6+	1	4	2	1	1	1
合計	529	776	782	794	784	789

	年齢別漁獲量(千トン)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	27	32	31	34	32	33
1	21	102	82	79	87	81
2	99	35	112	90	86	95
3	12	77	16	53	43	41
4	9	5	17	4	12	9
5	9	4	1	5	1	3
6+	1	4	2	1	1	1
合計	178	259	262	265	262	263
漁獲割合	25%	31%	31%	32%	31%	31%