

平成 19 年度ゴ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・梨田一也)

参 画 機 関: 東北区水産研究所、北海道立釧路水産試験場、青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、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、三重県科学技術振興センター水産研究部、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試験研究部水産研究所、高知県水産試験場、愛媛県水産試験場、愛媛県中予水産試験場、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

ゴマサバ太平洋系群の漁獲量は、1996 年に 10 万トンを上回ってから高い水準にあり、2002 年以降増加傾向で 2006 年は 18.9 万トンと 1986 年以降最高であった。しかしながら資源量は、2004 年級群の加入量が高かった後 2005、2006 年級群では低いために、2004 年の 65.0 万トンをピークに 2006 年は 45.9 万トンに減少している。資源水準と動向は、漁獲量と資源量の推移から高位で減少と判断された。1995 年以降の親魚量と加入尾数の関係からみて、現状(近年 5 年平均)の漁獲圧のもとでも親魚量は 10 万トン以上の高位水準で推移すると見込まれる。漁獲割合は、比較的加入の良好な年の翌年などには 30～40% 台に高まるが、現状の漁獲圧は過大とはいえず、資源の利用のあり方としては持続的な状態にあると考えられる。このため、2008 年の ABClimit は、親魚量を基準にし、1995 年水準(4.5 万トン: 推定可能な期間における最低値)以上に維持するとの考え方のもとで漁獲圧が過大にならないよう完全加入年齢の F が過去の最高値を上回らないようにして算定した。ABCtarget は予防的措置を講じて ABClimit に対応する F に 0.8 を乗じて算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2008 年 漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲 割合 (%)	評 価		
					A (%)	B (千トン)	C (千トン)
ABClimit (Fsus)	親魚量を 1995 年 水準以上に維持	112	0.90	38	85	91	125
ABCtarget (0.8Fsus)	親魚量維持をは かりつつ予防的措 置を講じる	97	0.72	32	95	110	120
現状の漁獲 圧維持 (Fcurrent)	現状の漁獲圧を 維持	79	0.55	26	99	134	110

F_{current} および計算に用いた年齢別体重は近年 5 年(2002～2006 年)の平均値とした。2007 年以降の加入尾数は、親魚量が B_{limit} 以上では 1995～2006 年の中央値を、以下では B_{limit} 時の RPS で与えた。

評価欄:加入量変動を考慮した 1000 回のシミュレーションにおいて、A:2012 年に 1995 年の親魚量(4.5 万トン)を上回る確率、B:2008～2012 年の平均親魚量、C:2008～2012 年の平均漁獲量

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F 値	漁獲割合
2005	620	177	0.43	28%
2006	459	189	0.52	41%
2007	302			

2007 年の資源量は加入量を仮定した値

	指標	値	設定理由
B _{ban}	未設定		
B _{limit}	親魚量	1995 年水準(45 千トン)	推定可能な期間における最低水準
2006 年	親魚量	1995 年水準以上(386 千トン)	

水準:高位 動向:減少

1. まえがき

本系群を対象とした資源評価は、水産研究所、各都道府県水産試験場等が実施した「我が国周辺漁業資源調査」により 1995 年から行われている。関係資料の解析は、以前は主な漁場である太平洋南区および中区(宮崎県～静岡県)を対象としていたが、近年では北区における漁獲量も増加していることから、2000 年度以降は太平洋側全体を対象として行っている。同属のマサバと分布回遊生態および外部形態が似ているために漁業ではよく混獲されて漁獲統計上ではマサバと混同される場合が多く、資料解析の際に注意が必要である。近年は調査参画機関の市場標本調査等によって魚種別の資料がほぼ整備できているが、今後も調査のさらなる充実が必要である。外部形態による本種の判別は、体側中央に並ぶ明瞭な黒点と第 1 背鰭棘の鰭底間隔がマサバより狭いこと(1～9 棘の鰭底長が尾叉長の 12%未満)で比較的容易に行える(水産庁 1999)。

2. 生態

(1) 分布・回遊(図 1, 2)

ゴマサバは、同属のマサバに比べて暖水性、沖合性が強いとされ(落合・田中 1998)、太平洋側の成魚の主分布域は後述のように黒潮周辺域である。

黒潮周辺域で発生した稚魚は、成長しながら黒潮に移送されて本邦南岸の沿岸域から東経 165～170 度付近までの黒潮一親潮移行域の表面水温 17℃前後の海域にマサバ稚魚とほぼ同所的に分布する(渡邊ほか 1999, 西田ほか 2000, 川端ほか 2006a)。移行域に移送された尾叉長 5

～15 cm 程度の稚幼魚は成長とともに北上し、夏秋季は表面水温 13℃前後の道東～千島列島の太平洋沿岸から沖合の東経 165 度付近までの亜寒帯水域で索餌期を過ごし (Savinykh 2004, 川端ほか 2006a)、秋冬季には 20～25 cm 程度になって南下し、常磐～房総半島の沿岸から沖合の黒潮統流周辺海域で越冬する。資源水準の高い 2004 年級群では、漁船漁獲情報や調査船調査結果から東経 171 度の天皇海山周辺で越冬した群も確認された (東北区水産研究所資料)。

越冬後の若齢魚は、1980 年代までは索餌期に大きく北上回遊しないために三陸以北海域にはあまり出現しなかったが (飯塚 1978, 曾 1980)、近年の資源量の増大と東北～北海道海域の表面水温の上昇に伴い、2001 年以降では越冬後の 1、2 歳魚が夏秋季に三陸北部や道東海域まで索餌回遊して漁場形成するようになった (川端ほか 2006b)。これらの群は秋冬季には越冬のために南下し、春季の伊豆諸島海域への産卵回遊に移行する (目黒ほか 2002)。また、このように伊豆諸島周辺～黒潮統流域から東北～北海道海域を大規模に季節回遊する群とは異なり、本邦南岸の黒潮周辺の沿岸域に周年分布する群も多く、各地先漁業の対象となっている。

3 歳以上の高齢魚は、伊豆諸島周辺海域や熊野灘では足摺岬周辺海域など西方の海域に比べて分布が少ないことや (花井 1999, 山川 1999)、標識放流試験結果などから高齢になるに従って主分布域を足摺岬周辺などの西方海域へ移し、黒潮周辺域で比較的小規模な季節回遊をしたり、産卵場周辺に周年留まったりするようになり、さらに黒潮の上流の東シナ海へ移動するものもあると推定されている (梨田ほか 2006)。

(2) 年齢・成長 (図 3)

発生後、尾叉長 15 cm までは、耳石の日輪解析により、1 日当たり約 1 mm 成長する (渡邊ほか 2002)。未成魚期以降では、鱗の年輪解析による年齢査定が比較的簡便で調査上实际的であり (近藤・黒田 1966, 渡邊ほか 2002)、本調査で実施されている。耳石の年輪や日輪による年齢査定の有効性も示唆されている (樋田 1999, 木村ほか 2002, 梨田ほか 2003)。近年の漁獲物の年齢査定結果による各年齢における体長は、0 歳の秋季には尾叉長 20～25 cm、1 歳の夏季には 28～30 cm、2 歳は 32～35 cm、3 歳は 35～40 cm、4 歳は 40 cm 程度、最大体長は 45 cm 程度である。漁獲物の年齢構成からみて、寿命は 6 歳程度と推定される。若齢時の成長速度は、海域や年級群の資源水準によって異なり、熊野灘以西海域では伊豆諸島以北海域よりも速く、また資源水準の高い年級群では低い年級群よりも遅い傾向がある (渡邊ほか 2002)。

(3) 成熟・産卵 (図 1, 3, 4)

卵巢組織の観察結果から尾叉長 30 cm 以上で成熟、産卵する (花井・目黒 1997)。年齢では 2 歳以上に該当する (図 3, 4)。

産卵場は、薩南、足摺岬周辺から伊豆諸島周辺の本邦南岸の黒潮周辺域である (Tanoue 1966, 図 1)。これらよりさらに規模の大きい東シナ海の産卵場で発生した群も、黒潮流路に沿った仔稚魚の出現状況や高知県沿岸における幼魚の出現状況からみて太平洋側に加入すると推定される (Tanoue 1966, 新谷 2007)。産卵期は、足摺岬周辺以西では 12～6 月の冬春季であり、東シナ海では 1～3 月、足摺岬周辺では 2～3 月が盛期である (Tanoue 1966, 梨田ほか 2006)。マサバの

主産卵場でもある伊豆諸島周辺海域では 3～6 月の春季であるが、卵巣組織観察から推定される個体当たりの産卵期間は短く、卵の分布量も少ないことから、産卵場として好適でないことが示唆されている(渡邊ほか 2000, 橋本ほか 2005)。

(4) 被捕食関係

餌生物は、仔稚魚期は浮遊性甲殻類やイワシ類の仔魚などであり、幼魚期以降ではこれらのほかに小型魚類やイカ類も捕食する(落合・田中 1998)。三陸北部漁場ではおもにツノナシオキアミとカタクチイワシを捕食する。稚幼魚期にカツオなど大型魚類によって大量に捕食される(堀田 1957, 横田ほか 1961)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群を対象とする主要漁業は、中型まき網漁業(中区・南区)、大中型まき網漁業(北部まき網, 北区)、火光利用さば漁業(たもすくい・棒受け網漁業, 中区)、定置網漁業(全海区)、および立て縄などの釣り漁業(おもに南区)である。漁場は、陸棚上から陸棚縁辺、および島しょ周辺や瀬などに形成される。漁獲物は、まき網漁業ではおもに 2 歳以下の若齢魚であり、40 cm を超えるような高齢魚は少ない。火光利用さば漁業では、1、2 歳魚を主対象とする。南区の釣り漁業では、「瀬付き」と呼ばれる周年産卵場周辺に留まる成魚などを主対象とするため、他の漁業に比べて高齢魚の割合が高い。定置網漁業では幼魚から高齢魚までが漁獲され、時期や海域によって漁獲物組成が大きく異なる。南区では「サバ仔」と呼ばれる幼魚が比較的多く漁獲される点が特徴的である。また、北区、中区の各種漁業では多くの場合マサバと混獲される。漁業種別漁獲量はまき網漁業が最も多い。

(2) 漁獲量の推移(図 5, 付表 1)

前述の通り、漁獲統計では多くの場合マサバとともにサバ類として集計されることから、市場での水揚げ銘柄や水揚げ物標本による混獲率調査に基づいてゴマサバの漁獲量を推定した。

1986 年以降の海区・漁業種別の年間漁獲量は、太平洋南区(宮崎県～和歌山県)では 6 千トン(1990 年)～50 千トン(1996 年)、中区まき網漁業(三重県～静岡県)では 3 千トン(1991 年)～74 千トン(2005 年)、火光利用さば漁業では 6 千トン(1992 年)～41 千トン(1986 年)、北部まき網では 6 千トン(1997 年)～52 千トン(2006 年)の範囲でそれぞれ変動している。最近 2 年では 2004 年級群の高い資源水準によっていずれの海区・漁業種でも高い水準にあり、中区、北区のまき網漁業、および定置網漁業では過去最高であった。

太平洋側の合計では、1996 年に 152 千トンと 10 万トンを超えてから高い水準にあり、最近 5 年間は増加傾向で 2006 年は 189 千トンと過去最高であった。

なお、1989 年以降、我が国 200 カイリ内で本系群を対象とした外国漁船による漁獲はない。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法(補足資料 1)

昨年度評価と同様に、1995 年以降について、1 月を基点とする暦年で、4 歳以上を最高齢グループとする年齢構成のコホート解析(Pope 1972)によって年齢別資源量を推定した。

太平洋側各地主要港の漁業種別、月別の水揚量と水揚げ物生物測定結果に基づく体長組成、体長－体重関係から各道県の体長別漁獲尾数を求めた。水揚げ物標本の年齢査定結果に基づいて作成した熊野灘以西海域と伊豆諸島以北海域それぞれの 3 ヶ月ごとの体長－年齢関係から各道県あるいは海域の年別年齢別漁獲尾数を求めて集計した。

4 歳以上の最高齢グループと 3 歳の資源尾数については、平松(2001)の方法により、最高齢と最高齢－1 歳グループの漁獲係数(F)は等しいとするプラスグループを考慮した計算を行った。

最近年(2006 年)の F は次のように求めた。はじめに最近年の年齢別漁獲係数を近年 3 年(2003～2005 年)の平均として、3 歳と 4 歳以上の F が等しくなるようにして、年齢別選択率を求めた。次に 1995 年以降最近年までの選択率の平均値を用いて、最近年の選択率＝1(完全加入)の年齢(2 歳)の F をチューニングにより決定した。チューニングに用いた資源量指数は、加入量を比較的良好指標すると考えられる次の 3 系列とした。

- ① 黒潮－親潮移行域における中層トロール稚幼魚分布調査による加入量指数(中央水産研究所)
- ② 静岡県地先棒受網漁業 CPUE による未成魚資源量指数(静岡県水産技術研究所)
- ③ 道東～三陸海域における流し網調査による 0 歳魚 CPUE(北海道立釧路水産試験場)

いずれの指数も加入量である 0 歳魚資源尾数に適合させた。対象期間は、①は調査開始年の 1996 年以降、②、③は 1995 年以降最近年までとした。これらは昨年度評価で用いたものと同様の指数であるが、②、③では内容に変更がある。②では、昨年度は 2005 年指数を例外的に 0 歳魚 CPUE から計算したが、今年度は従前通りに尾叉長 30 cm 未満未成魚の CPUE から計算した。③では、昨年度は全年齢の CPUE であったが、今年度は加入量の推移に適合するように 0 歳魚の CPUE とした。

加入後の自然死亡係数(M)は寿命との統計的關係 $M=2.5/\text{寿命}$ (田中 1960)により、寿命 6 歳から 0.4 とした。2 歳以上は全て成熟、産卵する親魚とした(図 4)。

(2) 資源量指標値の推移(図 6, 7, 8, 付表 9)

前項で挙げた加入量水準の指標となる 3 つの資源量指数、および 2001 年以降 5～7 月に実施している北西太平洋中層トロール調査結果(東北区水産研究所八戸支所・中央水産研究所)によるゴマサバ 0 歳魚現存尾数の経年推移を図 6 に示した。いずれの指標値も 1996、2004 年級群などの豊度の高さや 2006 年級群などの低さをよく反映し、年級群豊度に対応した変動を示していると考えられる。

親魚量の指標となる産卵量の経年変化を図 7 に示した。太平洋側のゴマサバの産卵量は、2005 年は 4.4 兆粒、2006 年は 20 兆粒、2007 年は 64 兆粒(6 月までの暫定値)と増加している。

2002 年以降 1～2 月に東経 146 度以西の常磐～房総海域で実施している中層トロール試験と

計量魚探機音響資源調査による越冬期現存量推定調査(中央水産研究所・東北区水産研究所)による未成魚分布密度は、予備的に実施された 1997～1998 年の結果も合わせると、1996 年級群や 2002 年級群といった資源水準の高い年級群の 0～1 歳時の越冬期に高い値を示し、その豊度をよく捉えることができた。しかしながら、卓越年級群である 2004 年級群の越冬期には値が低く、豊度を捉えることが出来なかった。これは先にも触れたとおり、2004 年級群の越冬海域が天皇海山周辺にも及ぶ東方沖合に広がっていたと推定され、調査海域がこれに対応していなかったためと考えられる。

本邦南岸のおもに黒潮内側域における加入量調査による指標値を図 8 に示した。1999 年以降実施している高知県足摺以布利大型定置網へのゴマサバ幼魚の入網調査結果(高知県水産試験場)では、CPUE は 1999 年以降増加し、2005、2006 年に高い値を示し、2007 年は暫定値ながら大きく低下している。2000 年以降 4 月に実施している九州南東海域における方型枠大型稚魚網採集調査結果(中央水産研究所)では、サバ属稚魚の CPUE は 2003、2006 年に高く、2007 年はこれまでの平均的な値であった。これら指標値の動向は 2004 年級群の高い豊度を反映しないなど、本系群全体の加入豊度とはあまり対応していないが、薩南以西の海域からの加入実態を把握するうえで重要な資料であると考えられる。

(3) 漁獲物の年齢組成(図 9, 付表 2, 3)

漁獲物の年齢組成は、年変化が大きいものの若齢魚を主対象とするまき網による漁獲量が多いためにおおむね 1、2 歳魚が主体である。また、1996、2004 年級群などのように加入が良好な年級群が出現するとその後 2 歳程度までその年級群が主体になる特徴が見られる。0 歳魚の割合は多くの年で比較的低く、漁獲圧が高くないことを示している。これは、おもに 0 歳魚の分布回遊特性によるもので、沿岸域でしか操業しない漁船に対して 0 歳魚の多くは沖合を広く回遊するために漁獲対象になりにくいためと考えられる。

(4) 資源量の推移(図 10, 11, 12, 付表 5, 6)

コホート解析により推定された 1995～2006 年の資源量は、1996、1999、2002、および 2004 年級群の加入量が多かったため、1996 年、および 1999 年以降 30 万トン以上の高い水準にあり、2004 年に 65.0 万トンまで増加した。しかしながら、その後 2005、2006 年級群の加入量が少ないために減少し、2006 年は 45.9 万トンであった(図 10, 11)。漁獲割合は 19～49%の範囲で変化し、加入量の多い年の翌年や翌々年に上昇する特徴がみられる(図 10)。2004 年級群は、1996 年級群を上回る卓越年級群であり、現在の高い親魚量の主体となっている。2007 年の資源量は、加入量を過去の中央値と仮定して 2006 年の値から前進法で推定すると 30.2 万トンである。

自然死亡係数(M)を本報告で仮定する 0.4 から 0.3 と 0.5 にそれぞれ変化させた場合の 2006 年の推定資源量および親魚量は、 $M=0.3$ の場合では 41.5 万トンおよび 35.0 万トン、 $M=0.5$ では 51.1 万トンおよび 42.8 万トンと推定され、M を大きくするに従って推定値は大きくなった(図 12)。加入量の推定値も同様に M を変化させることによって約 20%程度増減した。

(5) 資源の水準・動向

2006 年の資源水準は 1986 年以降 20 年間の漁獲量および 1995 年以降の資源量の推移から高位水準、資源動向は、過去 5 年間の漁獲量では増加傾向であるが、資源量は 2004 年をピークに減少していることから減少とそれぞれ判断された。

最近の卓越年級群である 2004 年級群の加入量は、不確実性があるものの 27.3 億尾と推定され、近年の卓越年級群であった 1996 年級群(16.9 億尾)を上回った。現在の親魚量は 2004 年級群によって高い水準にあると推定される。これに続く 2005、2006 年級群の加入量は、1995 年以降最低水準と推定される。また、2007 年級群の加入量は、本報告の将来予測では過去の中央値を仮定したが、直近の調査船調査による資源量指標値では、コホート解析のチューニングにも用いる黒潮一親潮移行域稚幼魚トロール調査(中央水研)の 2007 年 5 月調査結果による加入量指数は 14.0 と比較的高く、6～7 月の北西太平洋中層トロール調査結果(東北水研)による 0 歳魚推定現存尾数は 410 億尾(暫定値)と 2001 年の調査開始以降で最高水準であり、実際は仮定値を上回る可能性が高い(図 6)。後者の指標値は調査年数が長くないものの本報告の推定加入量の推移と動向がよく一致している(図 13)。

以上から、本系群の親魚量は、今後 2004 年級群の減少とそれに続く 2005、2006 年級群の低い資源水準によって一時的に減少するが、2007 年級群以降の加入によって増加し、一定の水準以上が維持されると見込まれる。

5. 資源管理の方策

(1) 再生産関係(図 14, 15, 16, 付表 6)

評価を開始した 1995 年以降 2005 年までの推定親魚量と加入尾数の関係をみると、親魚量が 4.5～16.8 万トンの範囲では加入尾数はおおむね 7 億尾前後で 1996、2004 年が卓越して多かった(図 14)。また、2006 年は、最近年であるため推定値の不確実性が高いが、2004 年級群の高い資源水準によって親魚量が 38.6 万トンと非常に多く、反対に加入尾数は 0.9 億尾と非常に少なかった。この低い加入量が高い親魚量による密度効果的な要因によるものかは不明である。

各年の再生産成功率(RPS:加入尾数/親魚量)は、0.2 尾/kg(2006 年)～27.2 尾/kg(1996 年)の範囲で大きく変化し、中央値は 7.8 尾/kg、平均値は 10.4 尾/kg であった(図 15)。

なお、緯経度 1 度マス目別の春季(4～6 月)表面水温と RPS および加入量との相関をみたところ、黒潮によって稚魚が移送される黒潮続流周辺の常磐～房総海域における水温の低い方が、また稚魚の生育場となる東経 155～160 度のシャツキーライズ付近における水温の高い方が、いずれも RPS および加入量が高くなるという関係がみられた(図 16)。

以上のように、1995 年以降の親魚量水準では、2006 年を除くと、年による変化は大きいものの極端な再生産関係の悪化や加入量の低下はみられない。このことから、本報告では Blimit を 1995 年以降で最も少ない親魚量水準とし、1995 年の 4.5 万トンとした。Bban はデータが少ないために設定できない。

(2) 今後の加入量の見積もり

将来予測における今後の加入量については、環境要因などによる予測は現時点では不可能であること、また、昨年度はリッカー型再生産式に従うと仮定したが当てはまりが良くないこと、さらに前述のように卓越年級群や推定値の不確実性の高い2006年級群を除くと加入量はおおむね7億尾前後であることから、本報告では親魚量が B_{limit} 以上の場合には評価を開始した1995年から2006年までの推定加入量の中央値(7.1億尾)を、 B_{limit} を下回った場合には B_{limit} 時の想定RPS(15.8尾/kg=加入量中央値/ B_{limit})を使ってそれぞれ与えた(図14)。

加入量の不確実性を考慮して検討する場合には、RPSの変動を考慮した加入量の見積もりでは現実的には考えにくい将来予測となるため(補足資料2)、本報告では1995～2006年の加入量を無作為に選択して与えた。

(3) 加入量当り漁獲量(図17, 18)

資源の有効利用の観点から、YPR曲線とSPR曲線を成長、体長－体重関係、成熟、自然死亡係数、完全加入時(2歳)の漁獲係数および近年(2002～2006年平均)の年齢別選択率を用いて求めた。完全加入年齢(2歳)の現状のF($F_{current}$:近年5年(2002～2006年)の平均)は、 F_{msy} の代替値と考えられる $F_{0.1}$ より高いが、持続的な利用の指標とされる $F_{30\%SPR}$ とほぼ同程度と考えられる。

また、若齢魚漁獲規制の効果を検討した。0歳魚にかかる漁獲圧を現状($F_{current}$)から低減した場合に将来期待される漁獲量を図18に示した。前述の通り、現状の漁獲圧は高くなく、また親魚量の増加による加入量の増加も望めないため、漁獲圧を現状の0%(禁漁)に下げた場合でも5年後の資源量や漁獲量の増加は少なく、本系群に対する0歳魚漁獲規制の効果は小さいと考えられる。

(4) 漁獲圧と資源動向(図17, 19, 20, 21, 付表7)

本系群に対する漁獲圧は、現状では未成魚である0、1歳魚の選択率が高くないため、加入量当たり漁獲量YPRの面からも系群全体として大きな問題はないと考えられる(図17, 19)。しかしながら、1996年級群のように0、1歳時に比較的高い漁獲圧がかかった年もあること、まき網や棒受網など未成魚を多獲する漁業種もあることから、今後も漁獲圧が過度にならないよう留意が必要である。

資源評価を開始して年数が短いことから、評価結果に不確実性が高く、資源量の変化に対応した漁獲係数Fの傾向を分析するに至っていない(図20)。2008年以降の漁獲圧を現状のF($F_{current}$:近年5年の全年齢単純平均)を基準として変化させて漁獲した場合に想定される漁獲量と資源量を下の表および図21に示した。現状のFは高くないために、漁獲圧の低減によって資源量の増加は望めるものの漁獲量はかなり減少する。反対に漁獲圧をある程度高めた場合には漁獲量は増加し、資源量はやや減少するにとどまって一定水準を維持する。

表. $F_{current}$ を基準として F を変化させた場合の予想される 2008～2012 年の親魚量および漁獲量.
2007 年以降の加入量は, 親魚量が B_{limit} 以上では 1995～2006 年の中央値を, 以下では B_{limit} 時の RPS で与えて計算した.

		漁獲量(千トン)						
F(全年齢平均)	基準値	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0.33	0.6 $F_{current}$	189	96	52	71	80	85	87
0.44	0.8 $F_{current}$	189	96	66	83	90	94	95
0.55	$F_{current}$	189	96	79	93	96	98	99
0.65	1.2 $F_{current}$	189	96	90	99	100	101	101
0.76	1.4 $F_{current}$	189	96	101	104	102	102	102
0.87	1.6 $F_{current}$	189	96	110	107	103	103	102
0.98	1.8 $F_{current}$	189	96	119	109	103	103	102
		資源量(千トン)						
F(全年齢平均)	基準値	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0.33	0.6 $F_{current}$	459	302	300	350	382	402	411
0.44	0.8 $F_{current}$	459	302	300	334	353	364	368
0.55	$F_{current}$	459	302	300	320	329	334	336
0.65	1.2 $F_{current}$	459	302	300	307	308	310	311
0.76	1.4 $F_{current}$	459	302	300	294	291	291	291
0.87	1.6 $F_{current}$	459	302	300	283	276	275	275
0.98	1.8 $F_{current}$	459	302	300	273	263	262	261

(5) 不確実性を考慮した検討(図 22)

加入量の不確実性を考慮した将来予測を検討した。漁獲係数を $F_{current}$ (近年 5 年平均) およびこれを 1.65 倍に高めた $F(F_{sus})$ に設定し、2008 年以降の加入量を 1995～2006 年の値から無作為に選択して与える将来予測を 1000 回行い、それぞれの F の場合の管理効果を親魚量と漁獲量の試算値から検討した。

親魚量と漁獲量の動向は、不確実性を考慮せずに加入量に一定値(過去の中央値)を与えた場合とほぼ同様であり、2004 年級群の減少と 2005、2006 年級群の資源水準の低さから一旦減少するものの、2008～2012 年の平均親魚量は $F_{current}$ では 13.4 万トン、 F_{sus} であっても 9.1 万トンであり、漁獲圧を高めにも設定しても平均的には B_{limit} (1995 年の親魚量 4.5 万トン) を大きく上回る水準で推移すると考えられた。また、同期間の平均漁獲量は、 $F_{current}$ では 11.0 万トン、 F_{sus} では 12.5 万トンであり、いずれも近年の水準を維持するものの前者ではやや大きく減少すると考えられた。

(6) 漁獲制御方法の提案

前々項の漁獲係数の変化による資源量および漁獲量の推移に関する検討から、現状の漁獲圧は高いとはいえないが、親魚量の増加を図るには漁獲圧を現状よりも低下させる方が望ましい。しかしながら、そのことが加入量の増加には直接つながらない上、2012 年までの漁獲量も減少する。また、現在の北西太平洋における本系群の資源増加は過去に例のないものであり、さらに増加した場合に他の水産資源生物などへ与える影響は未知である。

以上のことから、2012 年までの将来予測に基づく目標設定として、親魚量を B_{limit} 以上の水準に維持することとした。

6. 2008 年の ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2006 年までの漁獲量と資源量の推移から、資源水準・動向は高位・減少と判断される。

本系群では、近年は 2～3 年に 1 回の頻度で加入の良好な年級群が出現しているが、2005、2006 年級群の加入量は近年の最低水準である。このため、親魚量は 2006 年をピークにして今後減少すると見込まれるものの親魚量は依然として高い水準にある。また、その後の 2007 年級群の加入が良好であると見込まれる。これらから、今後 5 年程度の見通しとしては資源量を Blimit 以上の水準に維持することを目標にして漁獲圧を現状から引き上げても資源は持続的に利用できると考えられる。

(2) ABC 算定

調査年は限られているが再生産関係が得られているため、ABC 算定のための基本規則の 1-1) (使用する情報: 親魚量と再生産関係) を適用した。

前述のように、親魚量は Blimit を上回っており、資源の回復措置をとる必要はない。親魚量を Blimit 以上の水準に維持し、かつ漁獲圧が過大にならないよう完全加入年齢(2 歳)に対する F が過去の最大値を超えないような F 値(Fsus)による 2008 年漁獲量を ABClimit とし、Fsus に予防的措置を講じて 0.8 を乗じた F 値によるものを ABCtarget とした。

2008 年当初の資源量は、2007 年の漁獲が 2001～2005 年の平均の漁獲圧(Fcurrent)で行われるものと仮定して 2007 年当初の資源量から前進法で計算した。2008 年の加入量は過去の中央値を仮定した。

(3) 管理の考え方と許容漁獲量

ABClimit、ABCtarget、および現状の漁獲圧(Fcurrent)で漁獲し続ける場合の 2008 年漁獲量や将来予測結果などはそれぞれ次の通りである。前述の通り、2008 年は 2006 年と比べて資源量が減少するため漁獲量は 2006 年実績と比べると大きく減少すると見込まれる。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2008 年 漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲 割合 (%)	評 価		
					A (%)	B (千トン)	C (千トン)
ABClimit (Fsus)	親魚量を 1995 年 水準以上に維持	112	0.90	38	85	91	125
ABCtarget (0.8Fsus)	親魚量維持をは かりつつ予防的措 置を講じる	97	0.72	32	95	110	120
現状の漁獲 圧維持 (Fcurrent)	現状の漁獲圧を 維持	79	0.55	26	99	134	110

$F_{current}$ 、および計算に用いた年齢別体重は近年 5 年(2002～2006 年)の平均値とした。2007 年以降の加入尾数は、親魚量が B_{limit} 以上では 1995～2006 年の中央値を、以下では B_{limit} 時の RPS で与えた。

評価欄: 加入量変動を考慮した 1000 回のシミュレーションにおいて、A: 2012 年に 1995 年の親魚量(4.5 万トン)を上回る確率、B: 2008～2012 年の平均親魚量、C: 2008～2012 年の平均漁獲量

(4) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (千トン)	ABC $_{limit}$ (千トン)	ABC $_{target}$ (千トン)	漁獲量 (千トン)
2006 年(当初)	$F_{current}$	328	134	116	
2006 年(2006 年再評価)	$F_{current}$	324	169	148	
2006 年(2007 年再評価)	$F_{current}$	459	214	185	189
2007 年(当初)	F_{sus}	254	100	95	
2007 年(2007 年再評価)	F_{sus}	302	133	129	

管理基準は、2006 年評価では直近 5 年平均の F とし、2007 年評価では親魚量 4.5 万トン(1995 年水準)を維持し、かつ過去最高の F 値を超えないようにする F_{sus} とした。

2006、2007 年当初評価時には、コホート解析のチューニングに用いた指数や F の最適値探索条件の設定に起因して 2004 年級群の加入量を過小評価するなど資源量を低く見積もっていた。

7. ABC 以外の管理方策への提言

漁獲圧を現状より低く設定すると、加入量当たり漁獲量(YPR)および努力量当たり漁獲量と%SPR は大きく増加し、大型魚の割合が増大することから、漁獲圧の低減にも一定の価値がある。しかしながら、短期的には漁獲量は減少し、中長期的にも親魚量の増加にともなう直接的な加入量の増加はないために資源量増加による漁獲量の大幅な増加は期待できないことから、資源の利用形態の検討を含めて慎重に判断することが必要であろう。

親魚量確保の観点からの未成魚の利用状態については、前述の通り、現在の未成魚に対する漁獲圧は高くなく、問題はないと考えられる。しかしながら、先にも述べたとおり 1996 年級群や 1999 年級群のように 0 歳魚に比較的高い漁獲圧がかかった年もあること、まき網や棒受網など未成魚を多獲する漁業種もあることから漁獲圧が過度にならないよう留意が必要である。

また、本系群はマサバとともに漁獲される場合が多いため、マサバと合わせたサバ類による TAC 設定で資源管理されている。しかしながら、マサバでは資源水準は低位で親魚量の回復が必要とされているなど、資源状態は両種で大きく異なっており、マサバと分けた資源管理を検討する必要があると思われる。

8. 引用文献

- 花井孝之(1999) 伊豆諸島海域におけるゴマサバの資源特性について. 中央ブロック長期漁海況予報(107): 32-39.
- 花井孝之・目黒清美(1997) ゴマサバの卵巣組織観察による成熟、産卵についての基礎的研究. 関東近海のマサバについて(30): 92-99.
- 橋本浩・池上直也・森訓由・岡部久(2005) 2005 年の関東近海におけるサバ属卵の分布. 2005 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集:120.
- 平松一彦(2001) VPA(Virtual Population Analysis). 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書 資源解析手法教科書, 日本水産資源保護協会:104-128.
- 堀田秀之(1957) カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚(薩南海区). 東北水研研報(9):129-132.
- 飯塚景記(1978) 東北海区北部海域におけるゴマサバについての二・三の生物学的観察. 東北水研研報(39):11-20.
- 川端淳・中神正康・巢山哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆(2006a) 最近の広域な調査船調査から推定される北西太平洋におけるサバ, イワシ類の季節的分布回遊. 2006 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集:94.
- 川端淳・山口閑常・巢山哲・中神正康(2006b) 近年の東北～北海道海域における表層性魚類相とゴマサバの来遊動向. 月刊海洋 38(3):175-180.
- 木村量・梨田一也・大関芳沖・本多仁(2002) ゴマサバ *Scomber australasicus* に適した耳石による年齢査定法. 水産海洋研究 66(4):247-251.
- 近藤恵一・黒田一紀(1966) サバ属魚類の成長—I. 東海水研報(45):31-60.
- 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 34(4): 256-260.
- 梨田一也・本多仁・阪地英男・木村量(2003) 足摺岬周辺及び土佐湾中央部海域で漁獲されたゴマサバの年齢形質としての耳石の有効性. 黒潮の資源海洋研究(4):5-9.
- 梨田一也・本多仁・阪地英男・三谷卓美・平井一行・上原伸二(2006) 足摺岬周辺海域及び伊豆諸島海域で実施した標識放流調査によるゴマサバの移動・回遊. 水研センター研報(17): 1-15.
- 新谷淑生(2007) 高知県西部海域におけるゴマサバ若魚の加入について. 黒潮の資源海洋研究(8):101
- 西田宏・渡邊千夏子・谷津明彦・木下貴裕(2000) 黒潮続流～黒潮親潮移行域における幼稚魚採集と表面水温情報を利用したマサバ・ゴマサバの加入量予測. 関東近海のマサバについて(33):96-102.
- 落合明・田中克(1998) ゴマサバ. 新版魚類学(下)改訂版, 恒星社厚生閣:844-855.
- Pope, J.G.(1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull. 9: 65-74.
- Savinykh, V.F., A.A. Baitalyuk and A.Yu. Zhigalin (2004) Pelagic fish new to the Pacific waters

- of the Southern Kurils, migrants from the zone of Kuroshio. Journal of Ichthyology (Voprosy Ikhtiologii) 44(8):611-615.
- 水産庁(1999) マサバ・ゴマサバ判別マニュアル. 水産庁水産業関係試験研究推進会議マサバ・ゴマサバ判別マニュアル作成ワーキンググループ, 中央水産研究所:pp. 32.
- 田中昌一(1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報(28): 1-200.
- Tanoue, T.(1966) Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (BLEEKER). Memoir of Fac. Fish. Kagoshima Univ. 15: 91-175.
- 樋田史郎(1999) ゴマサバの日齢査定について. 中央ブロック長期漁海況予報(107):83-91.
- 曾萬年・中田英昭・平野敏行(1980) 近年のゴマサバ資源の増大について. 水産海洋研究会報 36:19-26.
- 渡邊千夏子・花井孝之・目黒清美(2000) マサバとゴマサバの産卵生態の比較. 一日当たり総産卵量に基づくマサバ太平洋系群の資源量推定法に関する調査報告書, 中央水産研究所: 14-23.
- 渡邊千夏子・川端淳・和田時夫(1999) 黒潮親潮移行域におけるサバ類当歳魚の分布. 月刊海洋 31(4):236-240.
- 渡邊千夏子・小林憲一・川端淳・梨田一也(2002) マサバとゴマサバの年齢と成長. 月刊海洋 34(4):261-265.
- 山川卓(1999) 熊野灘におけるゴマサバの漁獲状況と尾叉長組成. 中央ブロック長期漁海況予報(107):25-39.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二(1961) 魚食性魚類の胃内容物の研究. 南海水研報(14):153-202.

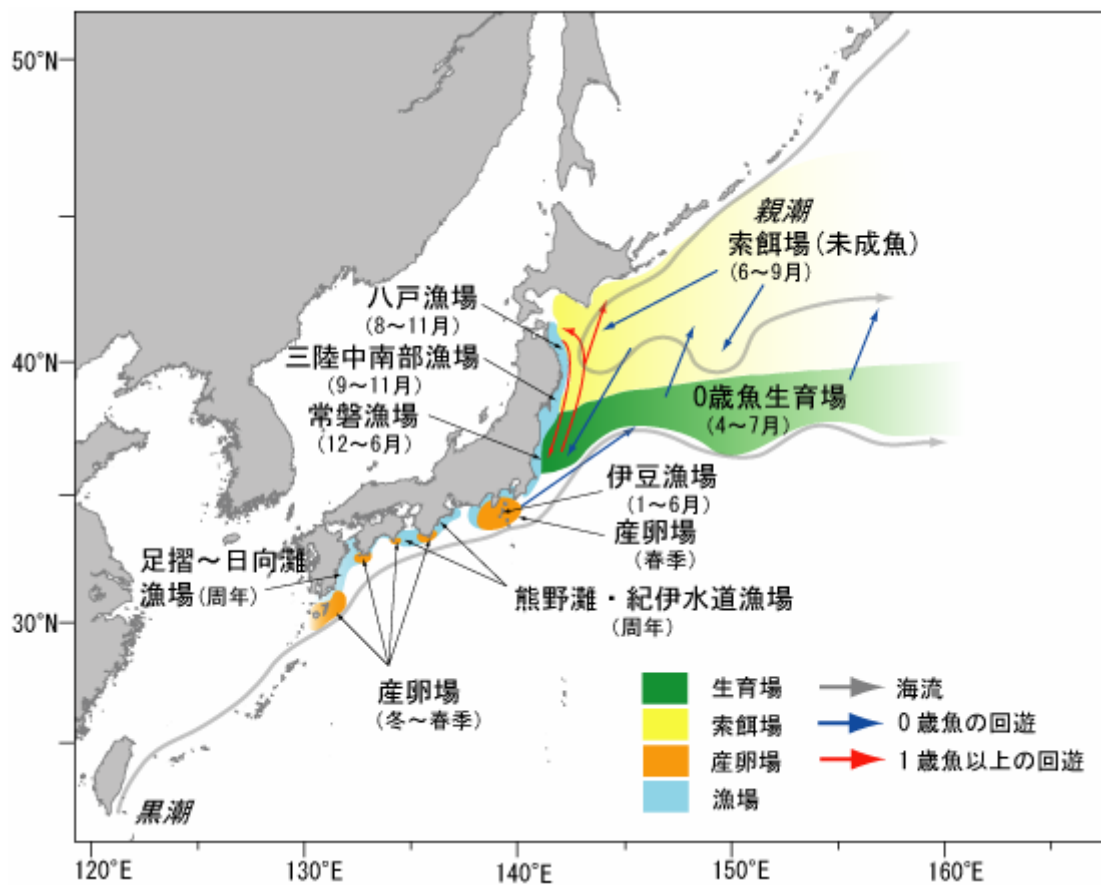


図 1. ゴマサバ太平洋系群の生活史と漁場形成の模式図



図 2. 分布・回遊

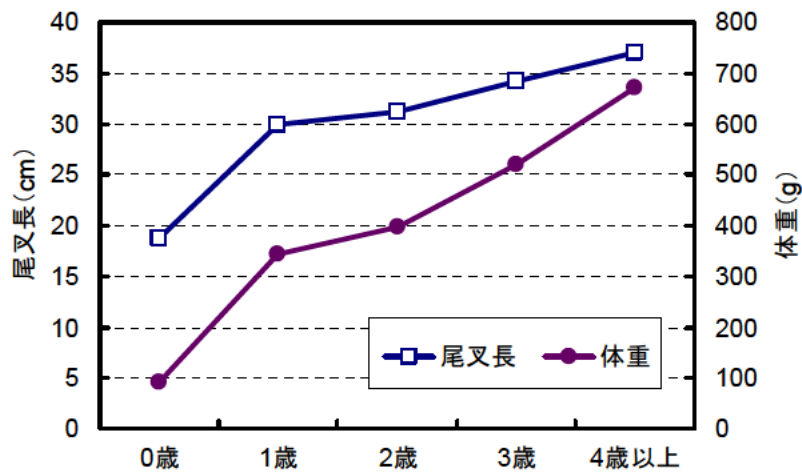


図 3. 年齢と成長. 各年齢における漁獲物の平均尾叉長と体重(2006 年)

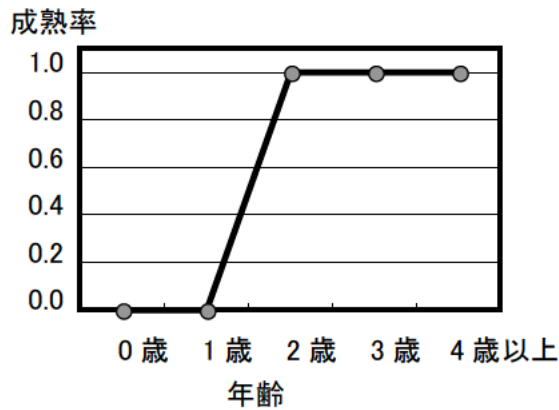


図 4. 年齢と成熟率

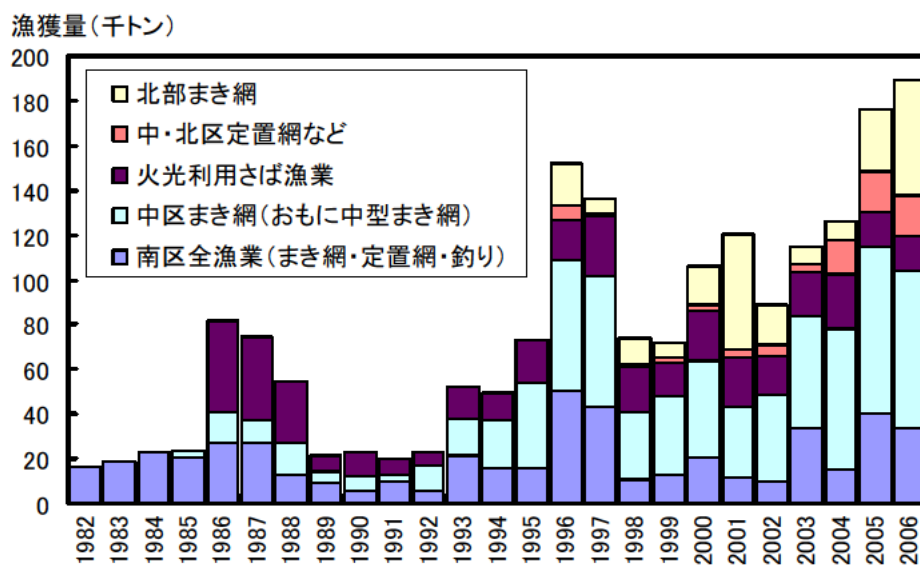


図 5. 漁獲量の推移. 太平洋側の海区・漁業種類別ゴマサバ漁獲量(千トン)

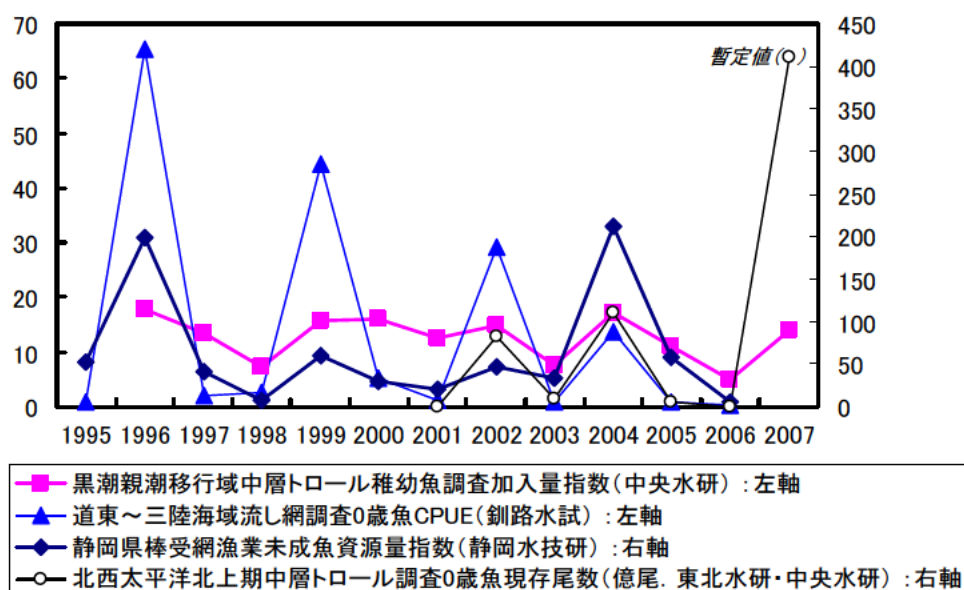


図 6. 静岡県以北海域における各種調査による加入量指標値の経年変化

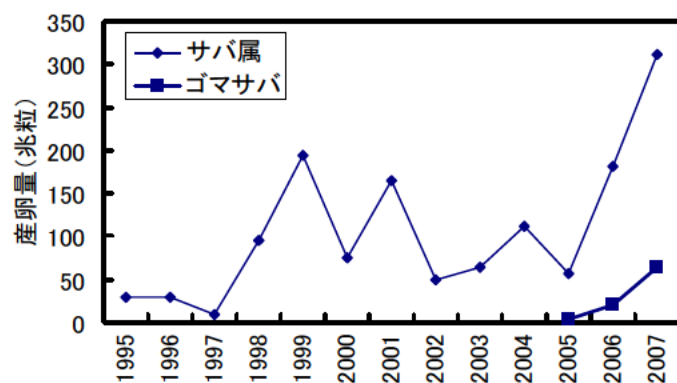


図 7. 太平洋側におけるサバ属の産卵量

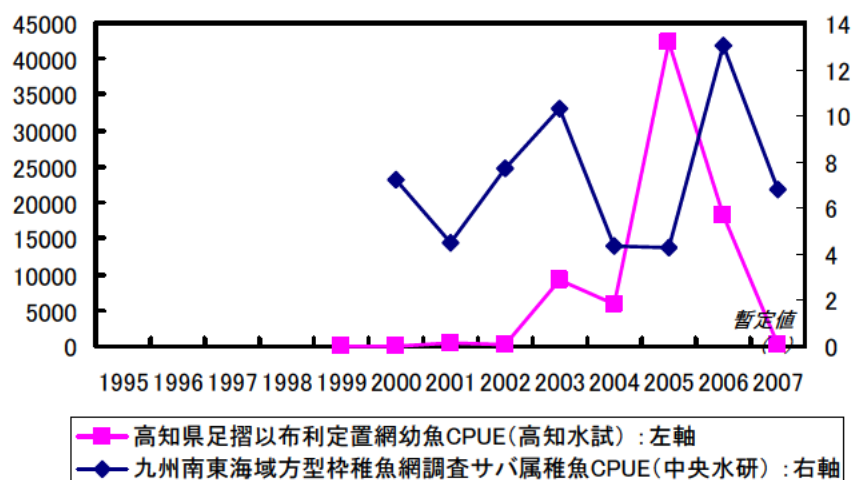


図 8. 九州南東海域および高知県沿岸における各種調査による加入量指標値の経年変化

漁獲尾数(100万尾)

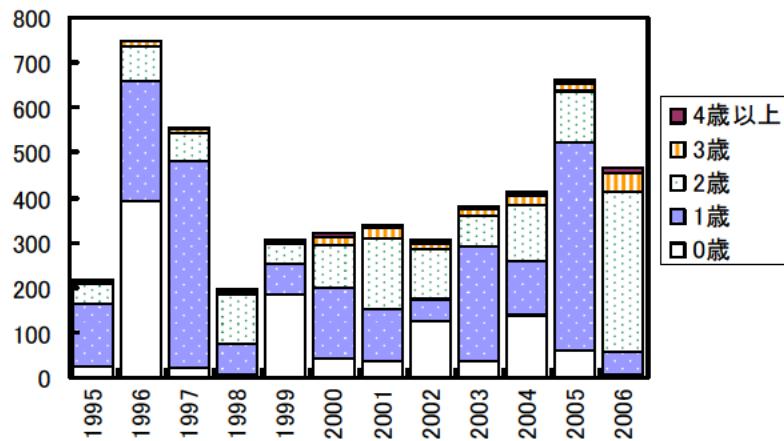


図 9. 年齢別漁獲尾数

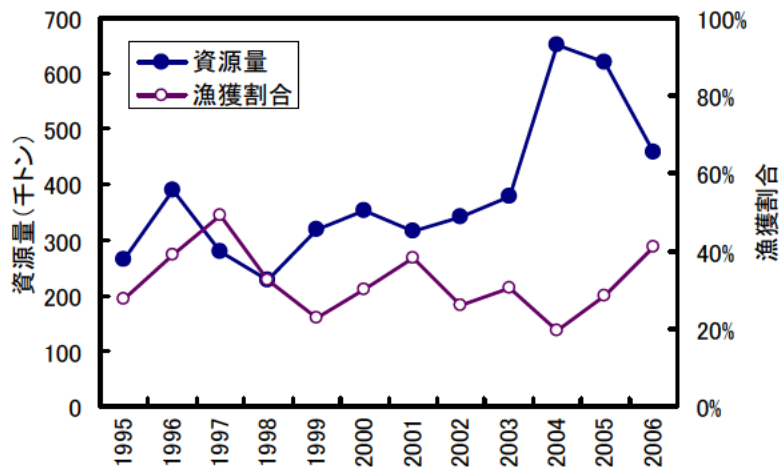


図 10. 資源量と漁獲割合

資源量(千トン)

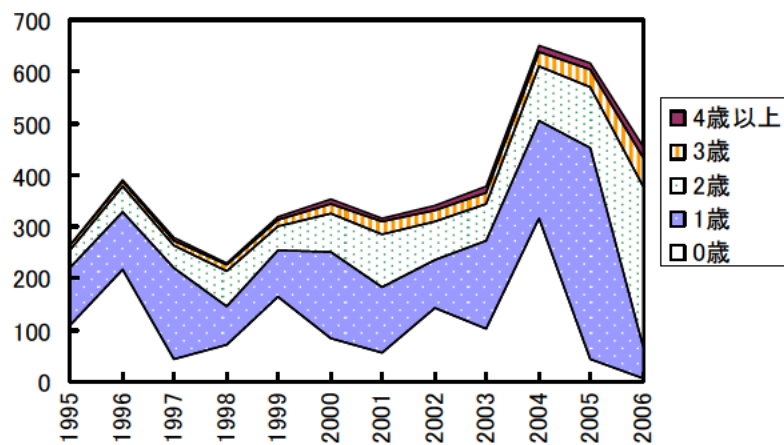


図 11 年齢別資源量

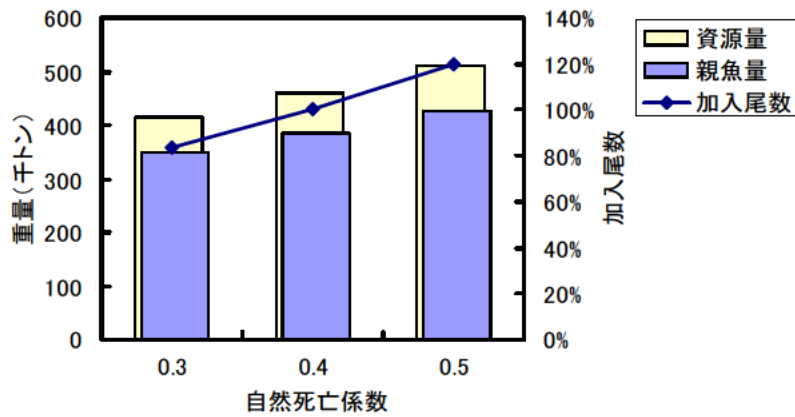


図 12 自然死亡係数の違いによる 2006 年の推定資源量, 親魚量, および加入尾数

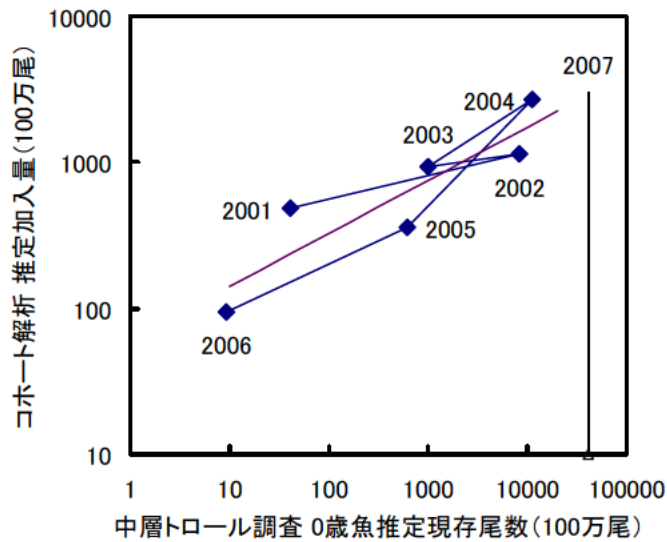


図 13 北西太平洋北上期中層トロール調査 0 歳魚推定現存尾数とコホート解析による推定加入量

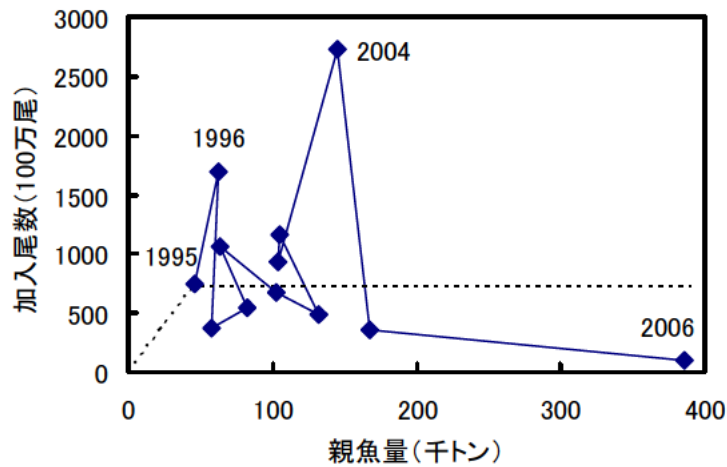


図 14. 親魚量と加入尾数の関係(1995～2006 年). 図中点線は将来予測で想定した加入尾数と親魚量の関係

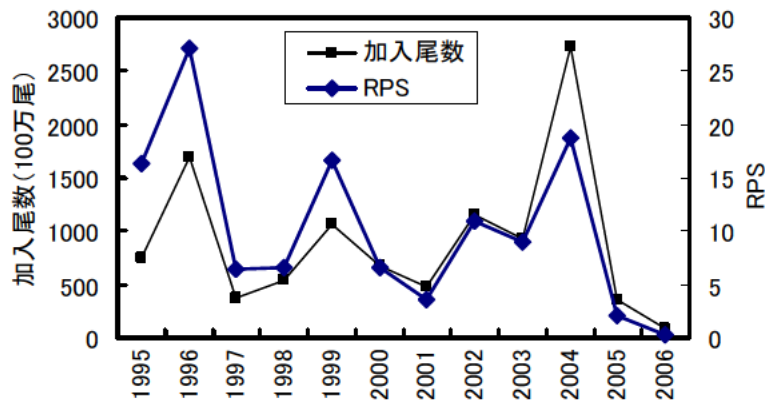


図 15. 加入尾数と再生産成功率(RPS:加入尾数/親魚量(尾/kg))の経年変化(1995～2006 年)

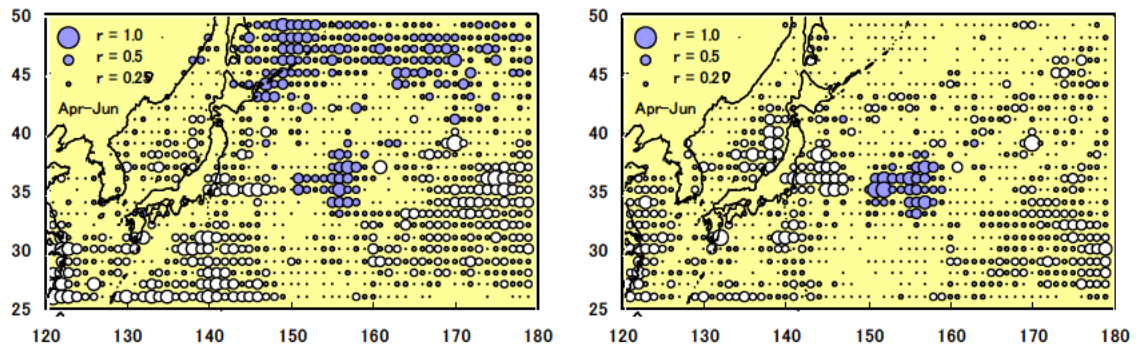


図 16. 緯経度 1 度マス目別の春季表面水温と RPS(左)および加入量(右)との相関(1995～2006 年. 白抜きのは負の相関. 表面水温は気象庁提供)

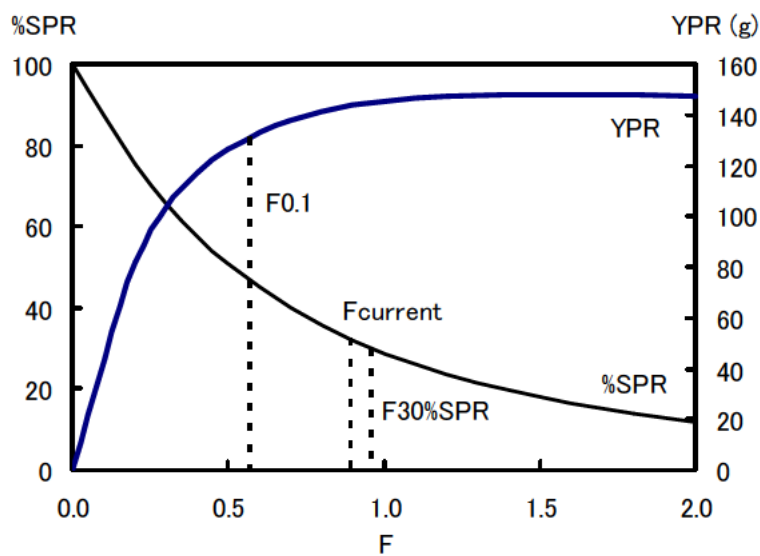


図 17. YPRと%SPR. F は完全加入年齢(2 歳)に対する値

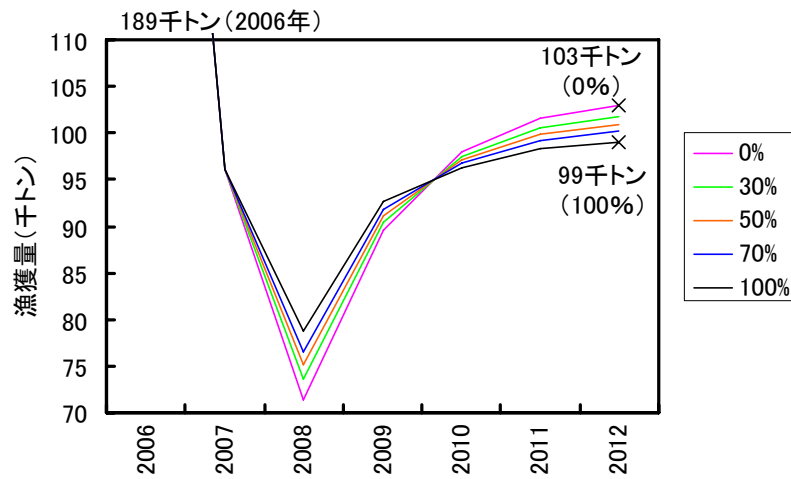


図 18. 若齢魚漁獲規制の効果. 2008 年以降の 0 歳魚の F を $F_{current}$ の 100% (現状) ~0% (禁漁) にそれぞれ設定した場合に予想される漁獲量の推移

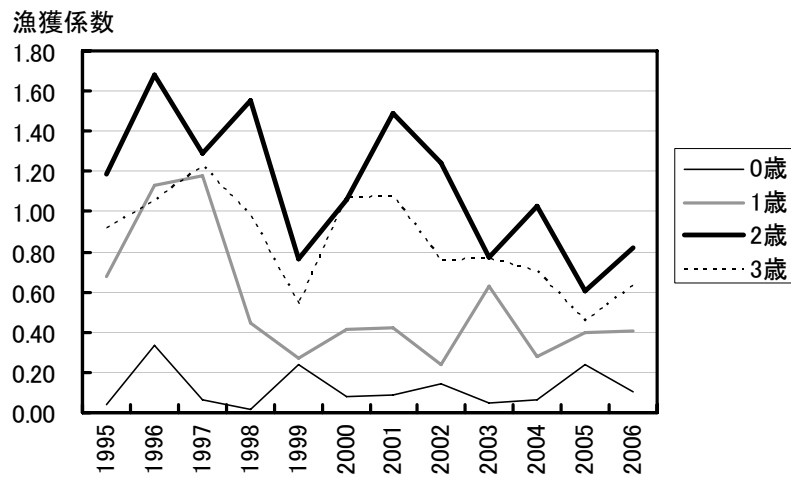


図 19. 年齢別漁獲係数

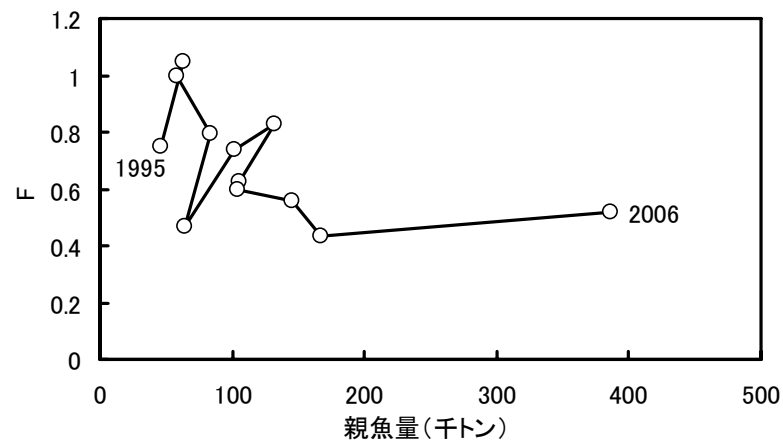


図 20. 親魚量と全年齢平均漁獲係数(F)の関係

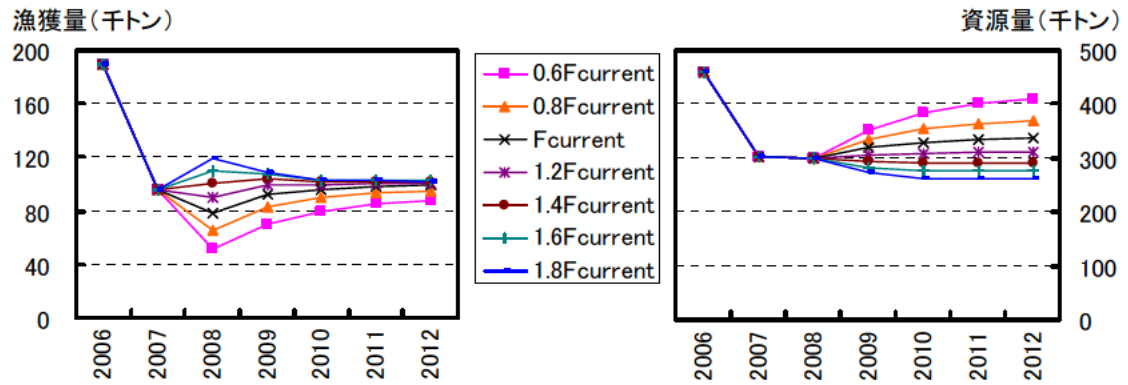


図 21. 現状の F を基準として F を変化させた場合に予想される漁獲量と資源量

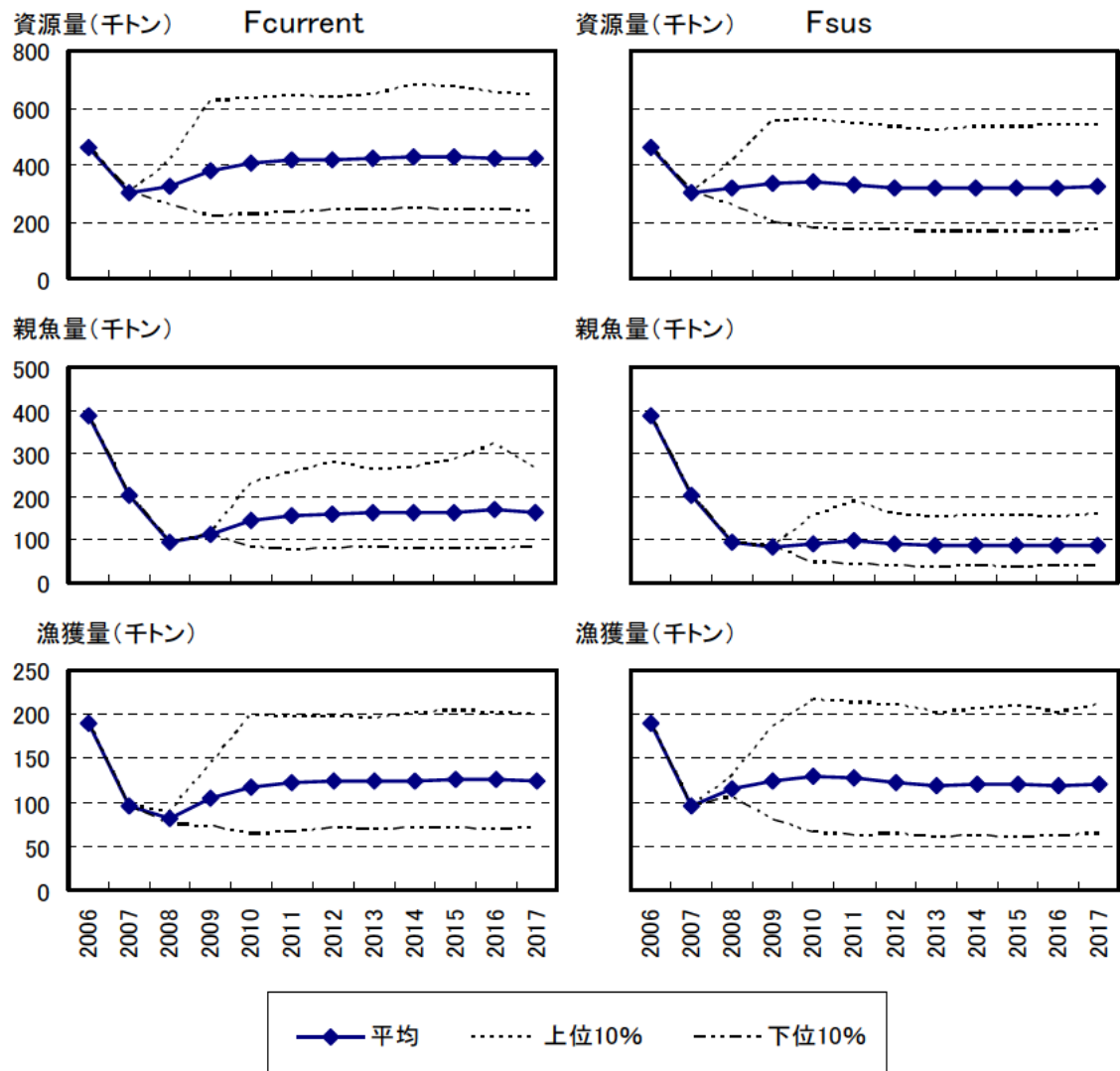


図 22. F を F_{sus} および $F_{current}$ (2002～2006 年の平均) に設定し, 2008 年以降の加入量を, $SSB \geq B_{limit}$ (45 千トン) では 1995～2006 年の値から無作為に, $SSB < B_{limit}$ では B_{limit} での想定 RPS (15.8 尾/kg) を使ってそれぞれ与えて行った将来予測による資源量, 親魚量および漁獲量の推移. 1000 回の予測シミュレーションにおける平均値と上下側 10% の値を示した.

補足資料 1. 資源量推定法について

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。解析はゴマサバの生活史と漁獲の季節性にに基づき 1 月を起点とする年単位で行い、0～3 歳、および 4 歳以上をまとめた最高齢グループ(プラスグループ)について求めた。年齢別資源尾数 N の計算には Pope 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 (2001) の方法を用いた。具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松 (2001) を参照されたい。

ステップ 1

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数である。

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)～(4)式によった。

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

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

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

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

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

F_t の内、①最近年の F_t は過去 3 年間の F の平均、②プラスグループの F は最高齢-1 歳の F と等しいとした(プラスグループは定常状態が仮定できない場合における $\alpha=1$ 法(プラスグループの F と最高齢-1 歳の F が等しい)によった(平松 2001))。

ステップ 2

ステップ 1 で得た年別年齢別 F から各年における選択率 $S_{a,y}$ (ある年の最高の年齢別 F で、その年の各年齢の F を除した値) を求めた。選択率はデータの得られている 1995 年からの平均とした。この選択率の下で、最近年の F (選択率=1 の F_t) をチューニングして求めた。チューニングに用いた資源量指数は、昨年度評価と同様に、加入量を比較的良く指標すると考えられる次の 3 系列とした。

- ① 黒潮親潮移行域における中層トロール稚幼魚分布調査による加入量指数 (中央水産研究所資源評価部)
- ② 静岡県地先棒受網漁業 CPUE による未成魚資源量指数 (静岡県水産技術研究センター)
- ③ 道東～三陸海域における流し網調査による 0 歳魚 CPUE (北海道立釧路水産試験場)

いずれの指数も加入量である 0 歳魚資源尾数に適合させた。対象期間は、①は調査開始年の 1996 年以降、②、③は 1995 年以降 2006 年までとした。

(チューニングに用いた指数の対数) - ((比例係数 $\times$ ある F_t の下でコホート解析から計算された資源尾数) の対数) の 2 乗の和を、3 つの指数についてそれぞれ求め、さらにその和を最小にするような F_t の値を求めた。すなわち、目的関数

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_y))^2 \quad (6)$$

を 3 つの指数について用意し、その和 (指数間での重み付けはしない) を最小にする F_t を推定した。ここで I は資源量指数、 N は資源尾数、 q は漁具能率相当の比例係数である。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 (7 式) に加え、1995～2006 年の加入量 (上記コホート解析による 0 歳魚推定資源尾数) の中央値を年々の 0 歳魚資源尾数にあてた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (7)$$

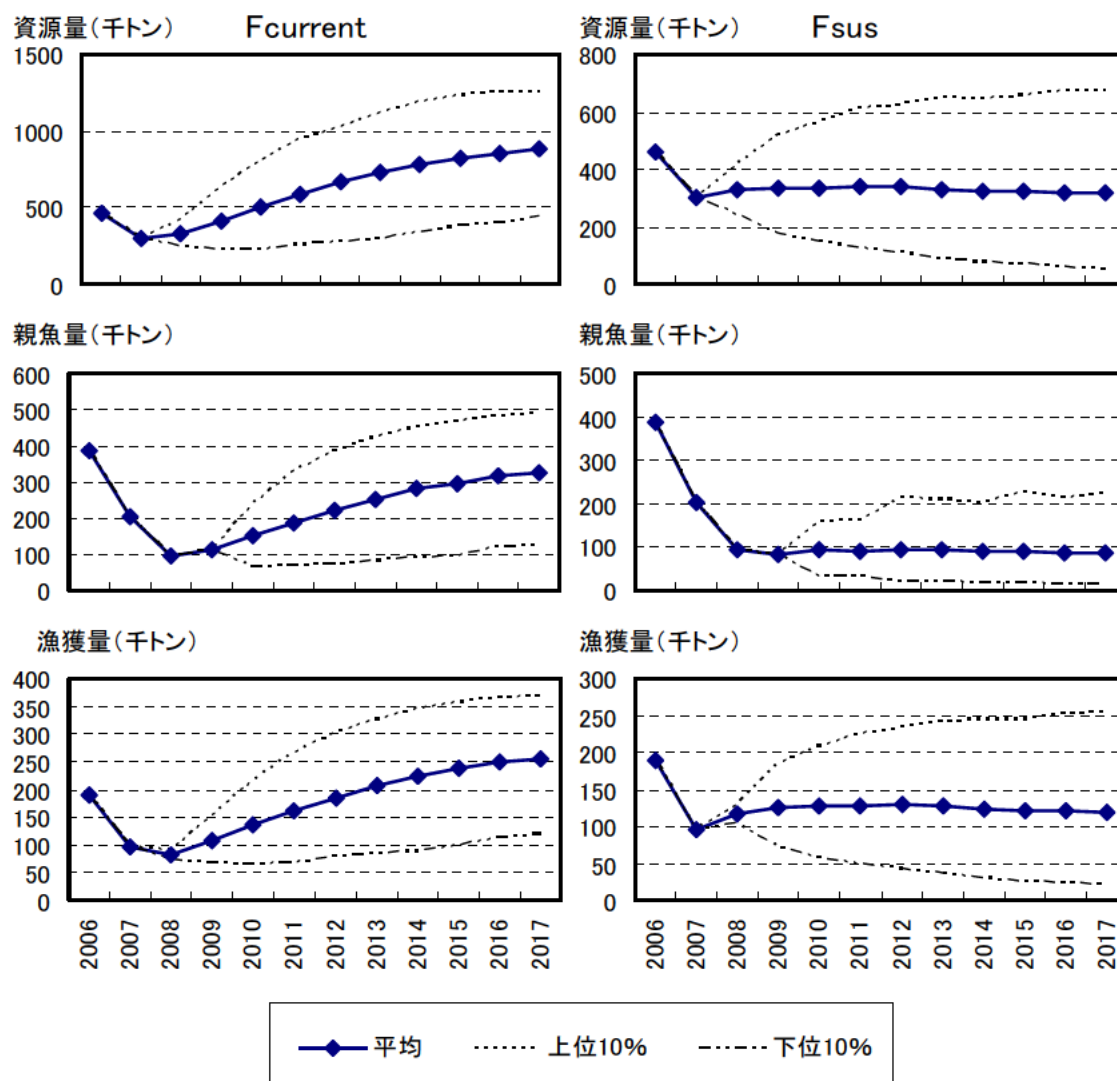
漁獲尾数は (8) 式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-\frac{M}{2}) \quad (8)$$

補足資料 2. RPS の変動による加入量の不確実性を考慮した検討

RPS の変動による加入量の不確実性を考慮した将来予測を検討した。漁獲係数を $F_{current}$ と F_{sus} に設定し、2008 年以降の加入量を、上限を過去の最高値(27.3 億尾)とした上で、1995～2006 年の値から無作為に選択した RPS で計算して与える将来予測を 1000 回行った(補足図)。

F_{sus} のもとでの漁獲では、親魚量の増加が抑えられて約 9 万トンで維持され、資源量も平均では約 30 万トンで推移する予測となる。しかしながら $F_{current}$ では獲り残しが多いために親魚量が 2017 年までほぼ一貫して増加し、それに伴って加入量も増加して過去の卓越年級群水準である 15 億尾以上の加入が 1 年おきにみられるようになり、資源量は 2012 年には平均で 60 万トンを超え、2017 年には 90 万トン近くに達し、過去に例のない高水準になる。このことから本予測は現実的ではないと考えられる。



補足図. F を F_{sus} および $F_{current}$ (2002～2006 年の平均) に設定し、2008 年以降の RPS を 1995～2006 年の値から無作為に選択して与えて行った 1000 回の将来予測シミュレーションにおける資源量、親魚量および漁獲量の平均値と上下側 10% の値の推移

付表 1. 太平洋側におけるゴマサバの漁獲量

年	合計	南区	中区・北区			
		全漁業種 (まき網・定置 網・釣り:宮崎 県～和歌山 県)	北部まき網 (千葉県～北 海道)	中区まき網 (三重県, 愛知 県(ばつち網 含む), 静岡 県)	火光利用 さば漁業 (たもすくい, 棒 受網:静岡県, 神奈川県, 千葉	定置網など (三重県～北 海道)
1982	16,257	16,257				
1983	18,704	18,704				
1984	22,823	22,823				
1985	23,451	20,882		2,569		
1986	81,743	27,559		13,447	40,737	
1987	74,616	27,346		9,655	37,615	
1988	54,220	13,032		13,893	27,295	
1989	21,750	9,304		4,733	7,713	
1990	22,743	5,537		6,912	10,294	
1991	20,214	9,716		3,004	7,494	
1992	22,665	5,879		10,984	5,802	
1993	52,246	21,459		16,297	14,490	
1994	49,743	15,754		21,342	12,647	
1995	73,291	15,800		37,725	19,766	
1996	151,898	50,156	18,366	59,151	17,914	6,310
1997	136,438	42,874	6,344	59,131	26,402	1,686
1998	74,015	10,756	11,934	30,333	20,029	963
1999	71,927	12,818	6,551	35,123	14,972	2,464
2000	106,127	20,567	17,074	43,465	21,882	3,140
2001	120,361	11,770	51,218	31,098	22,644	3,631
2002	88,551	9,907	17,747	38,558	17,379	4,960
2003	114,954	33,430	8,480	50,289	19,706	3,050
2004	126,399	15,215	8,501	63,154	23,882	15,646
2005	176,545	40,069	27,938	74,464	15,774	18,299
2006	188,922	33,895	51,532	70,314	15,322	17,859

付表 2. 年齢(暦年)別漁獲尾数(100 万尾)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	23.7	392.0	19.6	6.5	183.9	41.7	34.2	123.7	34.2	138.5	62.2	7.7
1歳	138.3	266.5	461.6	68.5	69.6	156.2	118.6	51.3	256.6	119.5	462.1	50.9
2歳	48.6	77.5	61.4	108.8	43.9	98.6	157.9	108.2	68.3	127.2	112.2	352.7
3歳	6.4	9.3	8.4	9.7	8.1	16.9	23.1	16.3	15.7	19.9	17.4	42.1
4歳以上	1.5	2.3	3.0	2.0	1.9	6.2	5.4	5.2	6.8	6.6	6.4	12.9
計	218.5	747.6	553.9	195.4	307.4	319.6	339.1	304.7	381.7	411.8	660.3	466.3

付表 3. 年齢別漁獲量(千トン)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	3.4	50.4	2.3	0.9	28.3	5.2	4.1	15.1	3.8	15.9	7.7	0.7
1歳	44.7	61.7	99.8	21.3	17.6	46.3	35.4	16.7	65.5	38.5	109.9	17.5
2歳	20.6	32.7	26.8	45.2	20.1	39.9	64.8	43.1	30.3	55.7	44.5	140.1
3歳	3.6	5.4	5.3	5.4	4.6	10.1	12.6	9.8	10.0	11.7	10.0	21.9
4歳以上	1.0	1.6	2.3	1.3	1.3	4.7	3.5	3.9	5.3	4.6	4.5	8.7
計	73.3	151.9	136.4	74.0	71.9	106.1	120.4	88.6	115.0	126.4	176.5	188.9

付表 4. 年齢別平均体重(g)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	145	128	117	132	154	124	119	122	111	115	124	93
1歳	323	232	216	311	252	296	299	325	255	322	238	344
2歳	423	422	436	416	458	404	411	398	444	438	396	397
3歳	557	587	633	550	574	597	545	600	636	586	573	521
4歳以上	674	703	781	661	668	762	643	747	769	694	710	672

付表 5. 年齢別資源尾数(100 万尾)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳(加入量)	745	1,694	373	545	1,063	680	481	1,157	930	2,728	355	95
1歳	342	480	815	234	360	562	422	294	674	595	1,715	187
2歳	85	116	103	168	101	184	249	186	155	242	301	771
3歳	13	17	14	19	24	31	43	38	36	48	58	110
4歳以上	3	4	5	4	6	12	10	12	16	16	21	34
計	1,188	2,312	1,310	970	1,553	1,470	1,204	1,686	1,811	3,629	2,450	1,197

付表 6. 年齢別資源量と親魚量(千トン), および再生産成功率 RPS(加入量/親魚量:尾/kg)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	108	218	44	72	164	84	57	141	103	313	44	9
1歳	111	111	176	73	91	167	126	96	172	192	408	64
2歳	36	49	45	70	46	74	102	74	69	106	119	306
3歳	7	10	9	10	14	19	23	23	23	28	33	57
4歳以上	2	3	4	3	4	9	6	9	12	11	15	23
計	264	391	278	228	318	353	315	342	379	650	620	459
親魚量(SSB)	45	62	58	83	64	102	132	105	104	145	168	386
RPS	16.4	27.2	6.4	6.6	16.7	6.7	3.6	11.0	9.0	18.8	2.1	0.2

付表 7. 年齢別漁獲係数(F)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0.04	0.33	0.07	0.01	0.24	0.08	0.09	0.14	0.05	0.06	0.24	0.10
1歳	0.68	1.13	1.18	0.44	0.27	0.41	0.42	0.24	0.63	0.28	0.40	0.40
2歳	1.19	1.68	1.29	1.56	0.76	1.06	1.49	1.24	0.77	1.03	0.61	0.82
3歳	0.91	1.05	1.23	0.98	0.53	1.06	1.08	0.76	0.77	0.70	0.46	0.63
4歳以上	0.91	1.05	1.23	0.98	0.53	1.06	1.08	0.76	0.77	0.70	0.46	0.63
平均	0.75	1.05	1.00	0.80	0.47	0.74	0.83	0.63	0.60	0.56	0.43	0.52
漁獲割合	28%	39%	49%	33%	23%	30%	38%	26%	30%	19%	28%	41%

付表 8. 年齢別加入割合(選択率)

年齢\年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0.03	0.20	0.05	0.01	0.31	0.07	0.06	0.11	0.06	0.06	0.40	0.13
1歳	0.57	0.67	0.91	0.28	0.35	0.39	0.28	0.19	0.81	0.27	0.66	0.49
2歳	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3歳	0.77	0.62	0.95	0.63	0.70	1.00	0.72	0.61	1.00	0.68	0.75	0.77
4歳以上	0.77	0.62	0.95	0.63	0.70	1.00	0.72	0.61	1.00	0.68	0.75	0.77

付表 9. 各種調査による資源量指標値

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
黒潮親潮移行域における中層トロール稚幼魚分布調査による加入量指数(中央水産研究所)																	
						17.7	13.4	7.2	15.6	16.0	12.5	14.9	7.4	17.1	11.0	4.9	14.0
静岡県地先棒受網漁業CPUEによる未成魚資源量指数(静岡県水産技術研究所)																	
	2.2	23.2	14.1	36.7	52.5	198.6	40.9	7.9	60.2	29.5	20.5	47.0	33.8	212.4	58.6	5.2	
道東～三陸海域における流し網調査による0歳魚CPUE(北海道立釧路水産試験場)																	
	0.0	0.0	0.5	0.0	0.9	65.4	1.9	2.7	44.4	5.3	1.1	29.1	0.8	13.8	0.9	0.4	
北西太平洋北上期中層トロール調査による0歳魚現存尾数(100万尾, 東北区水産研究所八戸支所・中央水産研究所)																	
											41.1	8188.6	1010.8	11108.6	619.5	9.3	*41052.0
高知県足摺以布利大型定置網への幼魚入網量(CPUE, 高知県水産試験場)																	
										92.9	45.3	346.5	127.6	9199.1	5874.2	42253.0	18320.8
九州南東海域における方型枠大型稚魚網採集調査によるサバ属稚魚CPUE(中央水産研究所)																	
										7.2	4.5	7.7	10.3	4.3	4.3	13.0	6.8

*暫定値

付表 10. F_{sus} (ABClimit), $0.8F_{sus}$ (ABCtarget), および $F_{current}$ (2002～2006 年の平均値) で漁獲した場合の 2006～2012 年の資源量と漁獲量.

自然死亡係数は全年齢とも 0.4, 2 歳以上ですべて成熟とし, 2007 年以降の加入尾数(0 歳魚資源尾数)は 1995～2006 年の中央値を, 平均体重は近年 5 年の平均値(0 歳:113 g, 1 歳:297 g, 2 歳:415 g, 3 歳:583 g, 4 歳以上:718 g)をそれぞれ与えて前進法により 1 歳魚以上の資源量を求めた.

付表 10-1. F_{sus} (ABClimit)

漁獲係数		F _{sus} (ABClimit)					
年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.10	0.12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1歳	0.40	0.39	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
2歳	0.82	0.89	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
3歳	0.63	0.66	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
4歳以上	0.63	0.66	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
平均	0.52	0.55	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

資源尾数(100万尾)		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
年齢\年		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳		94.7	712.4	712.4	712.4	712.4	712.4	712.4
1歳		186.9	57.2	424.0	392.4	392.4	392.4	392.4
2歳		771.3	83.7	26.0	149.4	138.2	138.2	138.2
3歳		110.1	228.2	23.0	4.0	22.9	21.2	21.2
4歳以上		33.7	51.3	96.6	26.8	6.9	6.7	6.3
計		1196.6	1132.8	1281.9	1285.0	1272.9	1271.0	1270.6

資源量(千トン)		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
年齢\年		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳		8.8	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4
1歳		64.4	17.0	125.9	116.5	116.5	116.5	116.5
2歳		306.3	34.7	10.8	61.9	57.3	57.3	57.3
3歳		57.3	133.1	13.4	2.3	13.4	12.4	12.4
4歳以上		22.6	36.9	69.4	19.3	5.0	4.8	4.5
計		459.5	302.0	299.8	280.5	272.6	271.4	271.1
親魚量		386.3	204.6	93.5	83.6	75.7	74.5	74.2

漁獲尾数(100万尾)		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
年齢\年		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳		7.7	65.5	104.1	104.1	104.1	104.1	104.1
1歳		50.9	15.1	164.7	152.4	152.4	152.4	152.4
2歳		352.7	40.5	16.4	94.3	87.3	87.3	87.3
3歳		42.1	90.5	12.5	2.2	12.5	11.6	11.6
4歳以上		12.9	20.4	52.6	14.6	3.8	3.7	3.4
計		466.3	232.0	350.2	367.5	360.0	358.9	358.7

漁獲量(千トン)		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
年齢\年		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳		0.7	7.4	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
1歳		17.5	4.5	48.9	45.3	45.3	45.3	45.3
2歳		140.1	16.8	6.8	39.1	36.2	36.2	36.2
3歳		21.9	52.8	7.3	1.3	7.3	6.7	6.7
4歳以上		8.7	14.6	37.8	10.5	2.7	2.6	2.5
計		188.9	96.1	112.5	107.9	103.2	102.6	102.4

付表 10-2. 0.8Fsus (ABCtarget)

漁獲係数		0.8Fsus (ABCtarget)					
年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.10	0.12	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1歳	0.40	0.39	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
2歳	0.82	0.89	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
3歳	0.63	0.66	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
4歳以上	0.63	0.66	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
平均	0.52	0.55	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72

資源尾数(100万尾)							
年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	94.7	712.4	712.4	712.4	712.4	712.4	712.4
1歳	186.9	57.2	424.0	408.1	408.1	408.1	408.1
2歳	771.3	83.7	26.0	169.9	163.5	163.5	163.5
3歳	110.1	228.2	23.0	5.4	35.0	33.7	33.7
4歳以上	33.7	51.3	96.6	33.4	10.8	12.8	13.0
計	1196.6	1132.8	1281.9	1329.2	1329.9	1330.6	1330.8

資源量(千トン)								
年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
0歳	8.8	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4	
1歳	64.4	17.0	125.9	121.2	121.2	121.2	121.2	
2歳	306.3	34.7	10.8	70.5	67.8	67.8	67.8	
3歳	57.3	133.1	13.4	3.1	20.4	19.7	19.7	
4歳以上	22.6	36.9	69.4	24.0	7.8	9.2	9.3	
計	459.5	302.0	299.8	299.2	297.6	298.3	298.4	
親魚量	386.3	204.6	93.5	97.6	96.0	96.7	96.8	

漁獲尾数(100万尾)							
年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	7.7	65.5	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8
1歳	50.9	15.1	139.6	134.4	134.4	134.4	134.4
2歳	352.7	40.5	14.7	96.3	92.7	92.7	92.7
3歳	42.1	90.5	11.0	2.6	16.7	16.1	16.1
4歳以上	12.9	20.4	46.1	15.9	5.2	6.1	6.2
計	466.3	232.0	296.3	334.1	333.8	334.2	334.3

漁獲量(千トン)								
年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
0歳	0.7	7.4	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	
1歳	17.5	4.5	41.5	39.9	39.9	39.9	39.9	
2歳	140.1	16.8	6.1	39.9	38.4	38.4	38.4	
3歳	21.9	52.8	6.4	1.5	9.7	9.4	9.4	
4歳以上	8.7	14.6	33.1	11.5	3.7	4.4	4.5	
計	188.9	96.1	96.7	102.4	101.4	101.7	101.8	

付表 10-3. Fcurrent (2002～2006 年の平均値)

年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1歳	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
2歳	0.82	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
3歳	0.63	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
4歳以上	0.63	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
平均	0.52	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55

資源尾数(100万尾)

年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	94.7	712.4	712.4	712.4	712.4	712.4	712.4
1歳	186.9	57.2	424.0	424.0	424.0	424.0	424.0
2歳	771.3	83.7	26.0	192.4	192.4	192.4	192.4
3歳	110.1	228.2	23.0	7.1	52.8	52.8	52.8
4歳以上	33.7	51.3	96.6	41.3	16.7	24.0	26.5
計	1196.6	1132.8	1281.9	1377.3	1398.4	1405.7	1408.2

資源量(千トン)

年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	8.8	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4
1歳	64.4	17.0	125.9	125.9	125.9	125.9	125.9
2歳	306.3	34.7	10.8	79.8	79.8	79.8	79.8
3歳	57.3	133.1	13.4	4.2	30.8	30.8	30.8
4歳以上	22.6	36.9	69.4	29.7	12.0	17.3	19.1
計	459.5	302.0	299.8	319.9	328.9	334.2	336.0
親魚量	386.3	204.6	93.5	113.6	122.6	127.9	129.7

漁獲尾数(100万尾)

年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	7.7	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
1歳	50.9	15.1	112.1	112.1	112.1	112.1	112.1
2歳	352.7	40.5	12.6	93.1	93.1	93.1	93.1
3歳	42.1	90.5	9.1	2.8	20.9	20.9	20.9
4歳以上	12.9	20.4	38.3	16.4	6.6	9.5	10.5
計	466.3	232.0	237.5	289.8	298.2	301.1	302.1

漁獲量(千トン)

年齢\年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.7	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
1歳	17.5	4.5	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
2歳	140.1	16.8	5.2	38.6	38.6	38.6	38.6
3歳	21.9	52.8	5.3	1.6	12.2	12.2	12.2
4歳以上	8.7	14.6	27.5	11.8	4.8	6.8	7.6
計	188.9	96.1	78.7	92.7	96.2	98.3	99.0