

平成 23 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価

責任担当水研: 西海区水産研究所（依田真里、由上龍嗣、大下誠二、田中寛繁、黒田啓行）

参画機関: 日本海区水産研究所、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県農林水産技術センター水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

マアジ対馬暖流系群の資源量を、資源量指標値を考慮したコホート解析により計算した。資源量は、1970 年代後半に低水準にあったが、1980～1990 年代前半に増加し、1993～1998 年には近年では高い水準を維持した。1998～2000 年の加入量減少のため、資源は減少傾向を示したが、2001～2004 年の加入量は 1994～1997 年と同程度の高い水準で経過し、2004 年にかけて資源量は増加した。2005～2007 年の加入量水準は近年では低い水準となり、2008 年にかけて資源量は減少したが、2008 年以降には加入量は増加したとみられ、資源量もやや増加した。資源水準は中位で、最近 5 年間（2006～2010 年）の資源量の動向から、資源動向は横ばいと判断される。今後、再生産成功率（加入量÷親魚量）が最近 10 年間（2000～2009 年）の中央値で継続した場合に、それぞれの漁獲シナリオで期待される漁獲量を算定した。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 (Fcurrent と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2012 年 ABC (千トン)
			5 年後	5 年 平均	現在の親 魚量を維 持(5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
資源量の増大 (F30%SPR)*	0.40 (0.78 Fcurrent)	27%	108～ 237	157	99%	100%	130 (112)
現在の漁獲圧の 維持(Fcurrent)*	0.52 (1.00 Fcurrent)	33%	94～ 231	164	78%	98%	157 (135)
現状の親魚量 の維持(Fmed)*	0.56 (1.07 Fcurrent)	35%	84～ 233	162	59%	94%	165 (142)
コメント ・本系群の ABC 算定には 1-1)-(1)を用いた。 ・当該資源に対する現在の漁獲圧は持続的に利用可能な水準である。 ・平成 23 年に設定された中期的管理方針では「大韓民国及び中華人民共和国等と我が国の水域にまたがって分布し、大韓民国及び中華人民共和国等においても採捕が行われていることから、関係国との協調した管理に向けて取り組みつつ、資源の維持若しくは増大することを基本に、我が国水域への来遊量の年変動も配慮しながら、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。」とされている。これに対応する漁獲シナリオには*を付けた。							

漁獲割合は 2012 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均である。2012 年 ABC () 内は我が国 EEZ 内のもの。Fcurrent は 2010 年の F 値。将来漁獲量及び評価は再生産成功率の変動を考慮した 1,000 回シミュレーションから算定した。将来漁獲量の幅は 80% 区間。現在の親魚量は 2010 年の親魚量。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2009	426	158 (136)	0.66	37%
2010	456	148 (130)	0.52	32%
2011	536	—	—	—

2011 年の資源量は加入量を仮定した値である。

指標	値	設定理由
Bban	未設定	
Blimit	親魚量 2001 年水準 (15 万トン)	これ以下の親魚量だと、良好な加入量があまり期待できなくなる。
2010 年	親魚量 2001 年水準以上 (24 万トン)	

水準：中位 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通り

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 大中型まき網漁獲成績報告書（水産庁） 主要港水揚げ量（水研セ、青森～鹿児島(17)府県） 月別体長組成調査（水研セ、青森～鹿児島(17)府県）
資源量指数 ・ 加入量指数	資源量直接推定調査（水研セ） ・ 着底トロール 幼稚魚分布量調査（水研セ、鳥取・島根県） ・ 中層トロール 計量魚探による浮魚類魚群量調査 ・ 計量魚探、中層トロール 仔稚魚分布量調査（水研セ） ・ ニューストンネット
・ 年齢別資源量指数	大中型まき網漁獲成績報告書（水産庁）
自然死亡係数	年あたり $M = 0.5$ を仮定

1. まえがき

対馬暖流域（日本海・東シナ海）のマアジはまき網漁業をはじめとする様々な漁業の重要資源で、日本海および東シナ海で操業する大中型まき網漁業による漁獲量の23%を占める（2010年）。これまで、浮魚資源に対する努力量管理が、大中型まき網漁業の漁場（海区制）内の許可隻数を制限するなどのかたちで行われてきた。さらに1997年から、TAC（漁獲可能量）による資源管理が実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

東シナ海南部から九州、日本海沿岸域の広域に分布する（図1）。春夏に索餌のため北上回遊を秋冬に越冬・産卵のため南下回遊をする。

(2) 年齢・成長

成長は海域や年代等によってやや異なるが、1歳で尾叉長16～18cm、2歳で22～24cm、3歳で26～28cmに成長する（図2）。寿命は5歳前後と考えられる。

(3) 成熟・産卵

産卵は、東シナ海南部、九州・山陰沿岸から日本海北部沿岸の広い海域で行われる。東シナ海南部では2～3月に仔稚魚の濃密な分布がみられる(Sassa et al., 2006)。産卵期は南部ほど早く（1～3月）北部は遅い（5～6月）傾向がある（盛期は3～5月）。1歳

魚で 50%程度、2 歳魚でほぼ全ての個体が成熟する（図 3）。

（4）被捕食関係

代表的な餌生物は、オキアミ類、アミ類、魚類仔稚等の動物プランクトンである（Tanaka et al., 2006）。稚幼魚は、ブリなどの魚食性魚類に捕食される。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

対馬暖流域で漁獲されるマアジの約 80%は、大中型まき網漁業及び中・小型まき網漁業で漁獲され、主漁場は東シナ海から九州北～西岸・日本海西部である。

（2）漁獲量の推移

対馬暖流域での我が国のマアジ漁獲量は、1973～1976 年には 93 千～150 千トンであったが、その後減少し、1980 年に 41 千トンまで落ち込んだ。1980～1990 年代は増加傾向を示し、1993～1998 年には 20 万トンを超えたが、1999～2002 年は 135 千～159 千トンに減少した。2003 年から漁獲量は再び増加し、2004 年には 192 千トンであったが、2006 年以降は減少して 13 万トン前後で推移し、2010 年は 129 千トンであった（図 4）。

韓国は毎年、数万トンを漁獲しており、2010 年のあじ類の漁獲量は 19 千トンであった（「漁業生産統計」韓国統計庁）。韓国が漁獲するあじ類にはむろあじ類が含まれるが、ほとんどはマアジだと推定される。中国のマアジ漁獲量は 2003～2004 年には 23 千～47 千トンであったが、2005～2007 年には 135 千～186 千トンと増加した。しかし、2008 年には 59 千トン、2009 年には 25 千トンと減少した（FAO Fish statistics: Capture production 1950-2009 (Release date: February 2011)）。

（3）漁獲努力量

鳥取県以西で操業する大中型まき網の有効漁獲努力量は、1992～2003 年は同水準であったが、その後減少した（図 5）。有効漁獲努力量は、2010 年に操業が行われた漁区の漁獲量を資源密度指数で割って求めた。資源密度指数は、緯経度 30 分間隔で分けられた漁区のうち、2010 年に操業が行われた漁区について、漁区ごとの一網当り漁獲量の総和をマアジ漁獲があった漁区数で割って求めた。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

漁獲量、漁獲努力量等の情報を収集し、漁獲物の生物測定結果とあわせて年齢別・年別漁獲尾数による資源解析を行った（補足資料 2）。資源計算は日本と韓国の漁獲について行った。

新規加入量（0 歳魚）を主対象として、2～6 月にニューストンネット等を用いた稚仔魚分布調査、5～9 月にトロール網と計量魚探による分布調査を行い、これらの調査結果は 0 歳魚の指標値として使用した（補足資料 3）。

（2）資源量指標値の推移

鳥取県以西で操業する大中型まき網の資源密度指数は、1999～2002 年にやや低くなった後、2003 年に増加し、2005 年まで同程度の水準を保ったが、2007 年にかけて減少した。2008 年以降は増加に転じた（図 5）。

各地の漁獲状況及び分布調査結果から求めた 0 歳魚の指標値（補足資料 2 補注 3）は、2003、2004 年に高い値を示したが、2005、2006 年は低く、2007 年以降は再び上向いた（図 6）。

（3）漁獲物の年齢組成

0 歳魚と 1 歳魚が主に漁獲される（図 7）。2005～2007 年は 1 歳魚の割合が高かったが、2008 年以降は再び 0 歳魚の割合が高くなった。

（4）資源量と漁獲割合の推移

年齢別・年別漁獲尾数（補足資料 2）に基づきコホート計算により求めた資源量は、1973～1976 年の 25 万～34 万トンから 1977～1980 年の 13 万～18 万トンに減少した後、増加傾向を示し、1993～1998 年には、50 万～54 万トンの高い水準を維持した（図 8）。1999 年以降はそれよりやや低く、2001 年は 28 万トンに減少したが、その後増加して、2004 年は 55 万トンであった。2005 年以降は同水準を保ち、2010 年は 46 万トンであった。

加入量（資源計算の 0 歳魚資源尾数）は 1993 年から 2000 年まで、変動しながら緩やかな減少傾向を示した（図 9）。2001 年に急増した後、2004 年まで加入量はやや高い水準で推移したが、2005 年以降は減少し、近年では低い水準となった。2008 年以降は再びやや高い水準に持ち直したものとみられる。親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は 1997 年を頂点に 2001 年まで減少し、2002 年以降は増加傾向に転じ、2005 年以降は横ばい傾向にある。

コホート計算に使った自然死亡係数(M)の値は、信頼性が低いことから、M の値が資源計算に与える影響を見るために、M の値を変化させた場合の 2010 年の資源量、親魚量、加入量を図 10 に示す。M の値が大きくなると、いずれの値も大きくなる。

漁獲係数 F（各年齢の F の単純平均）は、1982～1993 年に高い水準にあったが、1994 年以降減少傾向を示している（図 11）。

資源量と F の関係を見ると（図 12）、ばらつきが大きく、はっきりとした関係はみられない。

(5) 資源の水準・動向

2010 年の推定資源量は過去 38 年間（1973～2010 年）で 11 番目に高かった。しかし、1960 年代前半には漁獲量が 30～40 万トンと、かなり高い資源量だったと考えられることから、1973 年以降では高位水準と判断される年はないと考え、中位と判断した。資源水準の低位と中位の境界は、Blimit（後述）との対応から、親魚量 15 万トンとした。動向は、過去 5 年間（2006～2010 年）の資源量が横ばい傾向にあることから、横ばいと判断する。

(6) 再生産関係

再生産関係を図 13 に示した。1973～2010 年の親魚量と加入量の間には正の相関があり（1%有意水準）、親魚量が少ない場合には高い加入量が出現しない傾向がある。近年は親魚量が高い水準にあり、高い加入量を得るためには親魚量を低い水準に低下させないようにするのが望ましい。

(7) Blimit の設定

回復の閾値(Blimit)を検討する。親魚量と加入量の 38 年間の計算値のうちで、加入量の上位 10%を示す直線と、再生産成功率の上位 10%を示す直線の交点の近傍にあたる、近年では親魚量が少なかった 2001 年の水準（親魚量 15 万トン）を Blimit とし、それ以下の親魚量では資源の回復措置をとるのが妥当である。2010 年の親魚量は約 24 万トンと見積もられ、Blimit 以上である。

(8) 今後の加入量の見積もり

再生産成功率（加入量÷親魚量）は、（親魚量と産卵量に比例関係があるとして、）発生初期の生き残りの良さの指標値になると考えられる。再生産成功率は、1990 年以降 2000 年まで、変動しながら減少傾向を示したが、2001 年に急増した（図 14）。その後は再び減少傾向を示し、2005～2007 年はかなり低い値となったが、2008 年以降は上向いた。再生産成功率と親魚量には相関関係は見られず、密度効果が働いていないと考えられる（図 15）。

再生産成功率の変動には海洋環境が深く関わっていると考えられる。再生産成功率と東シナ海（北緯 28 度 30 分、東経 125 度 30 分）の 3 月の海面水温（気象庁保有データ）には 2005 年を除く 1973～2010 年までのデータでは負の相関がみられる（図 16、 $r^2=0.16$ ）。2005 年は 3 月の海面水温が低かったにもかかわらず、再生産成功率が低かったとみられ、従来からの関係からは外れていた。また、2～3 月に東シナ海南部で発生するマアジ仔稚魚の輸送については、海況を考慮に入れた数値モデルが検討されており、将来的にはマアジ加入量変動の説明に役立つことが期待される。作成されたモデル上で輸送実験を行ったところ、2005 年については日本海への輸送量が少なく、原因としては、東シナ海を北上し日本海へ向かう流れが例年よりも弱かったことが挙げられて

いる（水産総合研究センター 2006）。

再生産成功率は 2002～2007 年までは減少傾向を示していたが、2008 年以降は上向いた。ABC の算定等においては 2012 年以降の再生産成功率を、直近年を除いた最近 10 年間、すなわち 2000～2009 年の中央値 18.9 尾/kg とした。しかし、2011 年 6 月に行なった中層トロールによる山陰、九州西岸域における幼魚分布調査の速報によれば、2011 年級群の分布量は 2010 年級群を大きく下回ると考えられる（加入量指数、2003 年を 1 として、2004 年 0.07、2005 年 0.10、2006 年 0.23、2007 年 0.28、2008 年 1.24、2009 年 1.45、2010 年 1.92、2011 年 0.21）。さらに、着底トロールによる東シナ海における 0 歳魚分布量は前年を下ったことから、2011 年加入尾数は近年では加入量水準が低かったとみられる 2005～2007 年平均値とした（約 40 億尾）。近年の親魚量水準は高く、過去に見られなかった親魚量水準では密度効果が働くことも想定されるので、親魚量 30 万トン以上では、加入量を親魚量 30 万トンと再生産成功率の積とする（再生産成功率の変動を考慮しない場合、加入量は約 57 億尾で一定）。

（9）生物学的な漁獲係数の基準値と漁獲圧の関係

年齢別選択率を一定（2008～2010 年平均）として F を変化させた場合の、加入量当り漁獲量(YPR)と加入量当り親魚量(SPR)を図 17 に示す。現在の F (F_{current})を年齢別選択率が 2008～2010 年平均（0 歳＝0.37、1 歳＝1、2 歳＝0.59、3 歳以上＝0.18）で、各年齢の F の平均値が 2010 年の F 値(0.52)である F とする（0 歳＝0.36、1 歳＝0.97、2 歳＝0.57、3 歳以上＝0.17）。 F_{current} は、 $F_{30\%SPR}$ や $F_{0.1}$ より高い。

5. 2012 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

資源量は、1970 年代後半に低水準にあったが、1980～1990 年代前半に増加し、1993～1998 年には近年では高い水準を維持した。1998～2000 年の加入量減少のため、資源は減少傾向を示したが、2001～2004 年の加入量は 1994～1997 年と同程度の高い水準で経過し、2004 年にかけて資源量は増加した。2005～2007 年の加入量は近年では低い水準だったとみられるが、2008 年以降にやや増加し、資源量も 2008 年以降はやや増加した。2010 年の親魚量は高い水準にあるものとみられ、 B_{limit} を上回っている。

（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

ABC の算定にあたっては 2010 年の親魚量は B_{limit} を上回っていることから、平成 23 年度 ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)を用いて、漁獲シナリオの提案を行った。設定した加入量の条件（再生産成功率＝2000～2009 年の中央値 18.9 尾/kg、親魚量が 30 万トンを超えた場合は加入量 57 億尾で一定）のもとで、複数の漁獲シナリオに合わせて F を変化させた場合の推定漁獲量と資源量を示す。2011 年の漁獲圧は F_{current} （2010 年の F ）とした。 F_{med} は、年齢別選択率が 2008～2010 年の平均で、2000～2009

年再生産関係の中央値に相当する F (0 歳=0.39、1 歳=1.04、2 歳=0.61、3 歳以上=0.18) とした。 $F_{30\%SPR}$ は、親魚量の増大が期待できるシナリオとして、漁獲がない場合の 30%に相当する加入量あたり親魚量を達成する F (0 歳=0.28、1 歳=0.76、2 歳=0.44、3 歳以上=0.13) とした。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
資源量の増大	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.40$)	148	208	130	152	164	167	168
上記の予防的 措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.32$)	148	208	109	137	151	155	158
現在の漁獲圧 維持	$F_{current}$ ($F=0.52$)	148	208	157	168	174	174	175
上記の予防的 措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.42$)	148	208	133	154	165	168	169
現状の親魚量 維持	F_{med} ($F=0.56$)	148	208	165	171	175	175	175
上記の予防的 措置	$0.8F_{med}$ ($F=0.45$)	148	208	140	159	168	170	171
漁獲シナリオ	管理基準	資源量 (千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
資源量の増大	$F_{30\%SPR}$ ($F=0.40$)	456	536	478	567	597	628	644
上記の予防的 措置	$0.8F_{30\%SPR}$ ($F=0.32$)	456	536	478	605	666	722	753
現在の漁獲圧 維持	$F_{current}$ ($F=0.52$)	456	536	478	518	517	523	526
上記の予防的 措置	$0.8F_{current}$ ($F=0.42$)	456	536	478	561	588	615	629
現状の親魚量 維持	F_{med} ($F=0.56$)	456	536	478	504	495	495	496
上記の予防的 措置	$0.8F_{med}$ ($F=0.45$)	456	536	478	548	566	586	597

図 18、19 に図示。

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

再生産成功率の年変動が親魚量と漁獲量の動向に与える影響を見るために、以下の検討を行った。2012～2021 年の再生産成功率を仮定値の周りで変動させ、 $F_{30\%SPR}$ 、

$F_{current}$ (=2010 年の F)、 F_{med} 、 $0.8F_{30\%SPR}$ 、 $0.8 F_{current}$ 、 $0.8 F_{med}$ 、で漁獲を続けた場合の漁獲量と親魚量を計算した。2012～2021 年の加入量は毎年異なり、その値は、1973～2010 年の平均値に対する各年の比率が同じ確率で現れて（重複を許してランダム抽出）、その比率に仮定値 18.9 尾/kg を乗じたものであるとした。親魚量が 30 万トンを超えた場合は、加入量を計算する際の親魚量は 30 万トンで一定とした。

1,000 回試行した結果を図 20 に示した。親魚量の動向は、 F_{med} では 1,000 回の平均値でみると 2013 年の親魚量からやや少なくなり、下側 10%（下位 100 位）では 2021 年では親魚量が 2011 年の親魚量の半分以上になった。 $F_{current}$ でも 1,000 回の平均値でみると、2011 年の親魚量を維持する程度であった。 $F_{30\%SPR}$ では下側 10%（下位 100 位）でも増加がみられた。 $0.8F_{30\%SPR}$ 、 $0.8F_{current}$ 、 $0.8F_{med}$ では平均値でみるといずれも親魚量は増加した。漁獲量の動向を 1,000 回の平均値でみると、2011 年漁獲量からみて $F_{30\%SPR}$ ではいったん減少したのち、増加傾向にあるが、 $F_{current}$ 、 F_{med} ではやや減少した。 $0.8F_{30\%SPR}$ 、 $0.8F_{current}$ 、 $0.8F_{med}$ では平均値でみても増加が期待される。

1,000 回試行の際、あわせて 5 年後予想漁獲量の幅（上下 10%の値を除いた 80%区間）、5 年間（2012～2016 年）平均漁獲量、5 年後（2017 年 1 月）に現在の親魚量（2010 年）を上回る確率、5 年後に B_{limit} を上回る確率を求めた。5 年間平均漁獲量は $0.8F_{30\%SPR}$ が小さいが、5 年後に現在の親魚量および B_{limit} を維持する確率は最も高く、資源量の増大幅も最も大きかった。上記検討より、資源量推定値などの不確実性を踏まえた予防的措置として、安全係数 0.8 を乗じた F による ABC が望ましい。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2012 年 ABC (千ト ン)
			5 年後	5 年 平均	現在の親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を 維持 (5 年後)	
資源量の増大 ($F_{30\%SPR}$)*	0.40 (0.78 $F_{current}$)	27%	108～ 237	157	99%	100%	130 (112)
資源量の増大の 予防的措置 ($0.8F_{30\%SPR}$)*	0.32 (0.62 $F_{current}$)	23%	105～ 227	142	99.8%	100%	109 (93)
現在の漁獲圧の維 持($F_{current}$)*	0.52 (1.00 $F_{current}$)	33%	94～ 231	164	78%	98%	157 (135)
現在の漁獲圧の 維持の予防的措 置($0.8 F_{current}$)*	0.42 (0.80 $F_{current}$)	28%	111～ 238	157	98%	100%	133 (114)
現状の親魚量維持 (F_{med})*	0.56 (1.07 $F_{current}$)	35%	84～ 233	162	59%	94%	165 (142)
現状の親魚量維 持の予防的措置 ($0.8 F_{med}$)*	0.45 (0.86 $F_{current}$)	29%	110～ 242	160	95%	99%	140 (120)

コメント

- ・本系群の ABC 算定には 1-1)-(1)を用いた。
- ・当該資源に対する現在の漁獲圧は持続的に利用可能な水準である。
- ・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、「大韓民国及び中華人民共和国等と我が国の水域にまたがって分布し、大韓民国及び中華人民共和国等においても採捕が行われていることから、関係国との協調した管理に向けて取り組みつつ、資源の維持若しくは増大することを基本に、我が国水域への来遊量の年変動も配慮しながら、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。」とされている。これに対応する漁獲シナリオには*を付けた。
- ・不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とした。

漁獲割合は 2012 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均である。2012 年 ABC () 内は、我が国 EEZ 内のもの。 $F_{current}$ は 2010 年の F。将来漁獲量および評価は再生産成功率の変動を考慮した 1,000 回シミュレーションから算出した。将来漁獲量の幅は 80%区間。現在の親魚量は 2010 年の親魚量。

我が国 EEZ 内外への配分は、日本と韓国の漁獲実績から求めた総漁獲量に対する我が国 EEZ 内における漁獲量の比率の直近 5 カ年 (2006～2010 年) の平均値(0.859)を用いた。ただし当該比率は年により漁場形成が異なるため、年変動がある。1999 年以降で最も高い比率 (1999 年、0.919) を用いた「現状の親魚量維持」シナリオによる 2012 年 ABC 我が国 EEZ 内の値は 152 千トンであった。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータ セット	修正・更新された数値
2009 年漁獲量確定値 2010 年漁獲量暫定値 2010 年月別体長組成	2009、2010 年年齢別漁獲尾数。
2003～2010 年 0、1 歳魚資源量指数 2010 年 2 歳魚以上の資源量指数	2010 年までの年齢別・年別資源尾数（再生産 関係）、漁獲係数（年齢別選択率）
2010 年年齢別体重	再生産関係、%SPR

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(当初)	Fmed	0.73	515	211(194)	181(167)	
2010 年(2010 年再評価)	Fmed	0.69	488	209(193)	181(166)	
2010 年(2011 年再評価)	Fmed	0.56	456	157(144)	133(123)	148(130)
2011 年(当初)	Fmed	0.69	491	204(187)	175(161)	
2011 年(2011 年再評価)	Fmed	0.56	536	218(200)	187(172)	
2010、2011 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。						

ABC () 内は、我が国 EEZ 内のもの。

2010 年資源量は 2009 年級群が当初の見積もりよりも低く、2011 年再評価では 2010 年再評価時よりも低い値となった。また、今年の再評価では RPSmed の参照期間は 2000～2009 年で、参照期間が 1998～2007 年であった 2010 年当初よりも Fmed が小さくなったことにより、2010 年の ABC も低い値となった。2011 年資源量は 2010 年級群が当初の見積もりよりも多かったため、資源量は増加し、ABC もやや増加した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

若齢魚への漁獲圧を緩和することの効果を見るために、他年齢の F は Fcurrent (= 2010 年の F) と同じで 0 歳魚の F のみを削減した場合の期待漁獲量を求めた。再生産成功率が 2000～2009 年の中央値で一定（親魚量が 30 万トンを越えた場合には加入量 57 億尾で一定）の条件の下で期待される漁獲量は、削減率が大きいほど 2012 年時点での漁獲量は少ないが、2013 年には同程度となり、2014 年以降は削減率が大きいほど漁獲量は多くなるものの、その差はあまり大きくない（図 21）。ただし、資源全体に占める高齢魚の割合が高くなり、親魚量の増加が見込める。現状では 0 歳から漁獲圧がかかっているため、0 歳魚の漁獲を控えることで、加入量当り漁獲量と、資源量の増加が望める。

東シナ海、日本海のマアジは、韓国、中国によっても漁獲されるので、資源評価、資源管理を推進するためには関係各国の協力が必要である。また、関係国の漁業実態や漁獲物についての情報を得ることによって資源評価の精度向上が期待できる。

平成 21 年度から「日本海西部・九州西部海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画」が開始され、小型魚保護のため、大中型まき網漁業は小型魚を主とする漁獲があった場合には、以降、集中的な漁獲圧をかけないように速やかに漁場移動を行い、中小型まき網漁業は、団体毎に一定日数の休漁、水揚げ日数制限等の漁獲制限を行うという取り組みが実施されている。

7. 引用文献

- Sassa, C., Y. Konishi and K. Mori (2006) Distribution of jack mackerel (*Trachurus japonicus*) larvae and juveniles in the East China Sea, with special reference to the larval transport by the Kuroshio Current. *Fish. Oceanogr.*, 15, 508-518.
- 水産総合研究センター (2006) 平成 17 年度 フロンティア研究「海洋生物資源の変動要因の解明と高精度変動予測技術の開発」海洋環境が浮魚類の生態に及ぼす影響の解明と資源変動予測(FRECS2)成果報告.36-41.
- Tanaka, H., I. Aoki and S. Ohshimo (2006) Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyusyu in summer. *J. Fish. Biol.*, 68, 1041-1061.

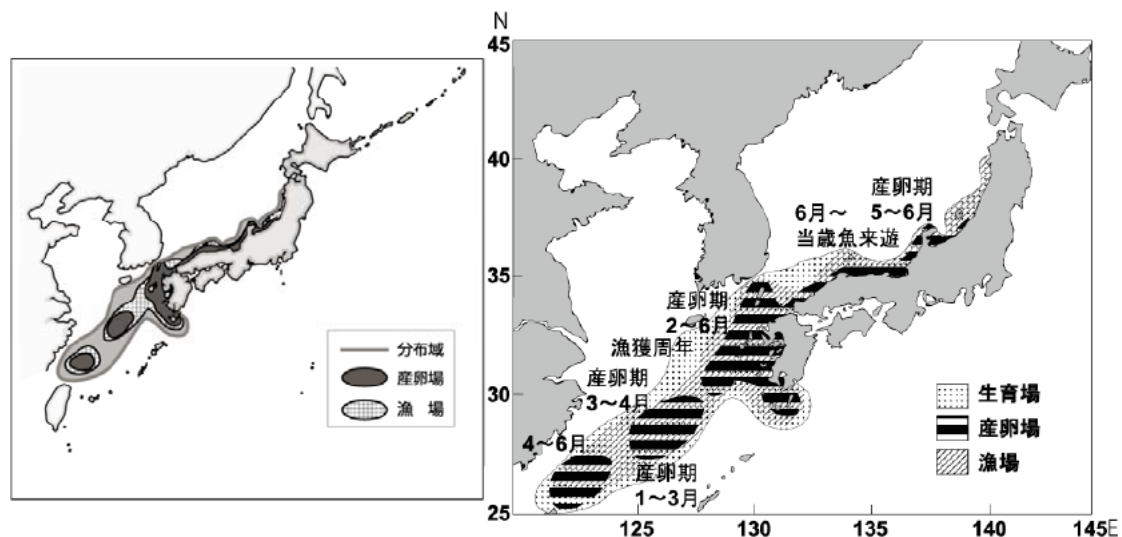


図 1. マアジ対馬暖流系群の分布・回遊（左）、生活史と漁場形成模式図（右）

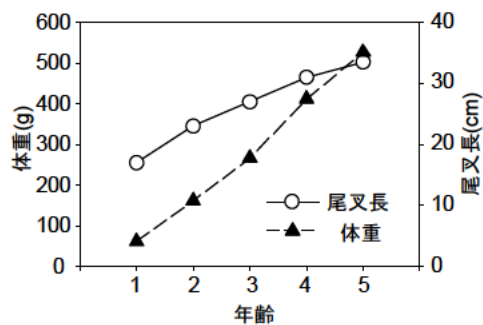


図 2. 年齢と成長

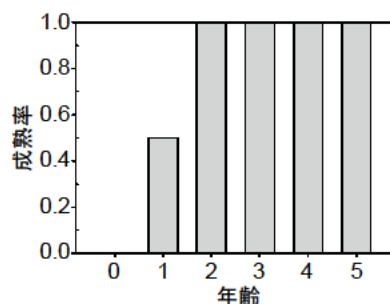


図 3. 年齢と成熟率

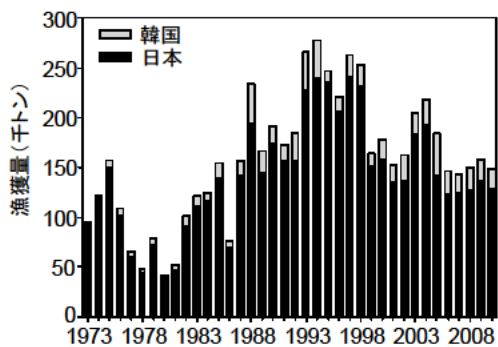


図 4. 漁獲量

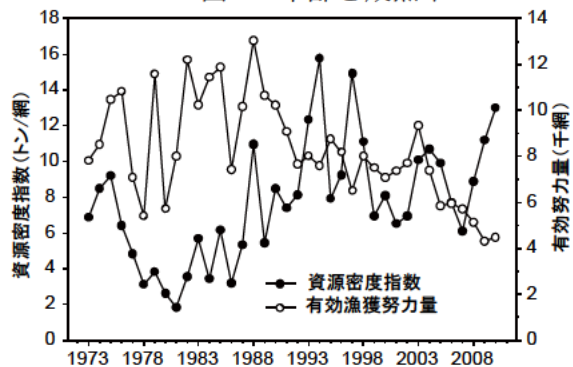


図 5. 大中型まき網の資源密度指数と有効漁獲努力量

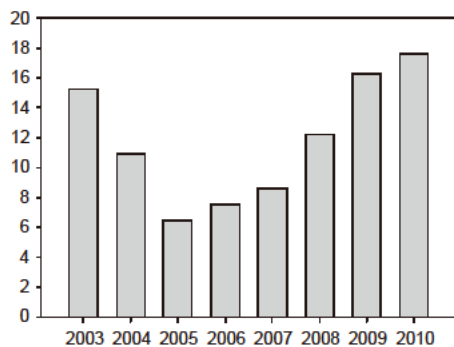


図 6.0 歳魚指標値

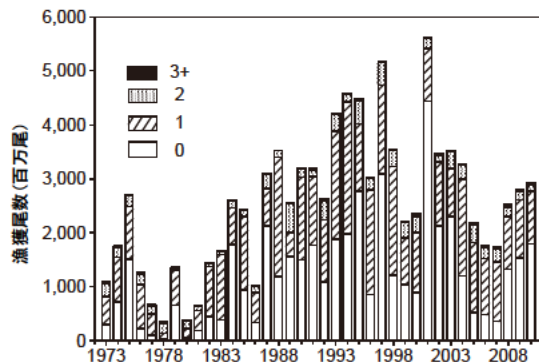


図 7. 年齢別漁獲尾数

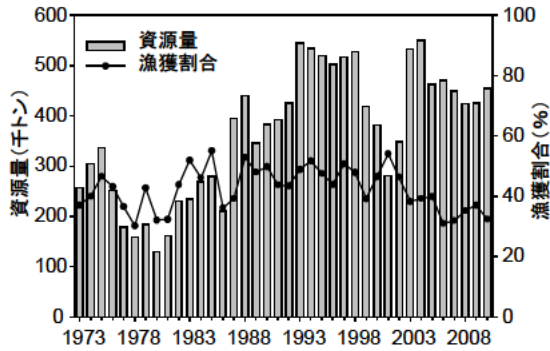


図 8. 資源量と漁獲割合

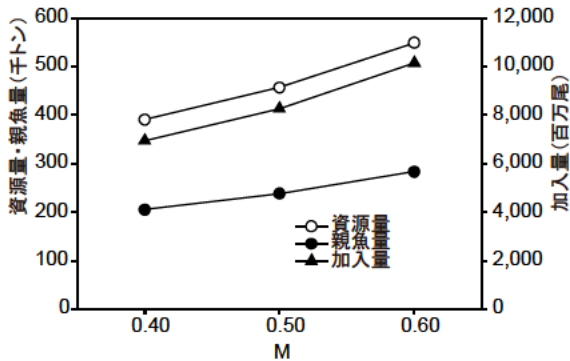


図 10. M と 2010 年資源量、親魚量、加入量の関係

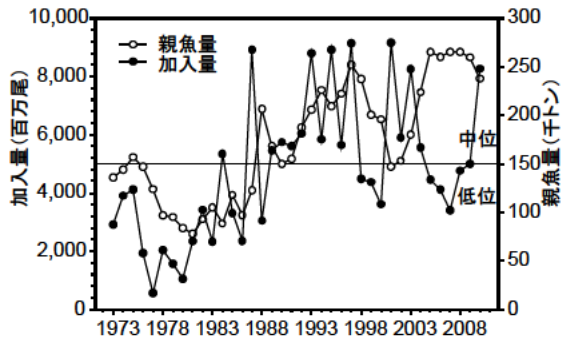


図 9. 親魚量と加入量

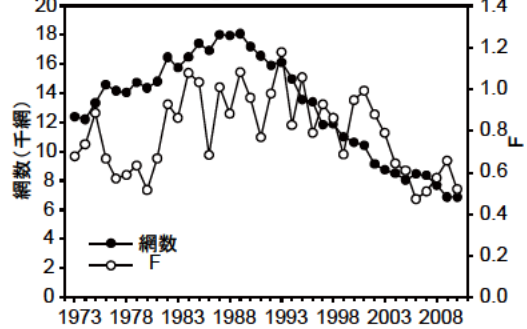


図 11. F と日本海西部・東シナ海で操業する大中型まき網の網数

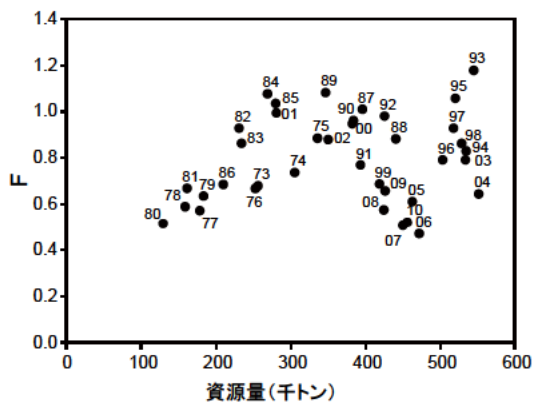


図 12. 資源量と F の関係

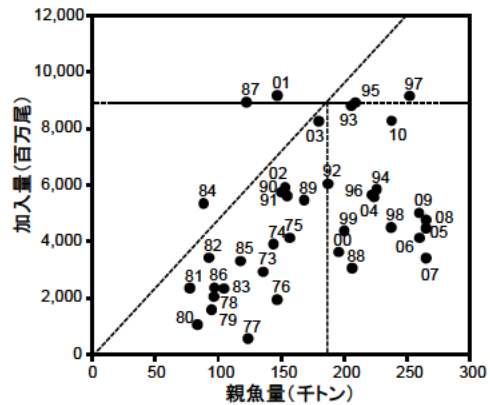


図 13. 親魚量と加入量の関係

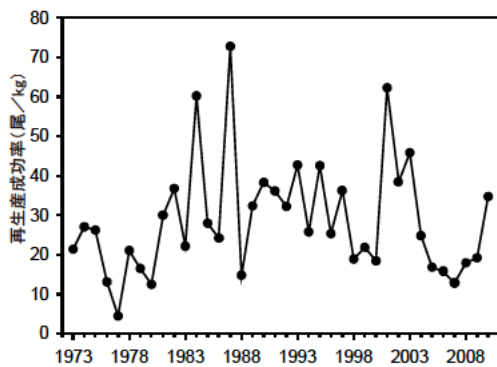


図 14. 再生産成功率

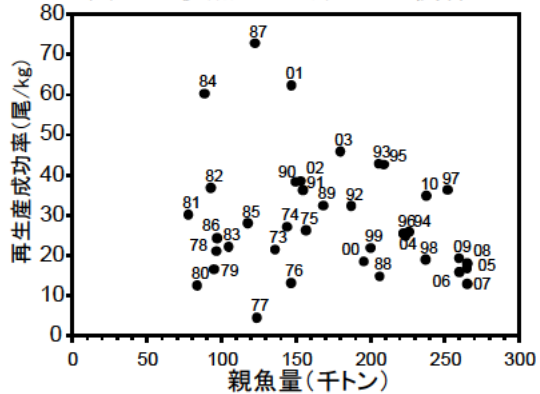


図 15. 親魚量と再生産成功率の関係

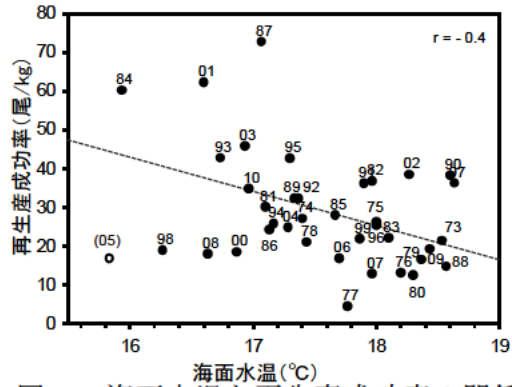


図 16. 海面水温と再生産成功率の関係

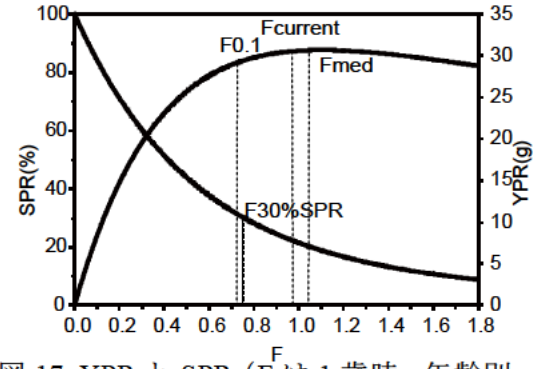


図 17. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 2008～2010 年平均)

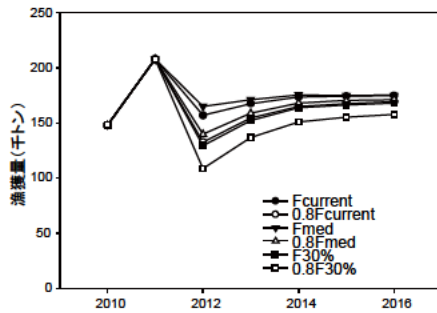


図 18. 様々な F による漁獲量の予測値

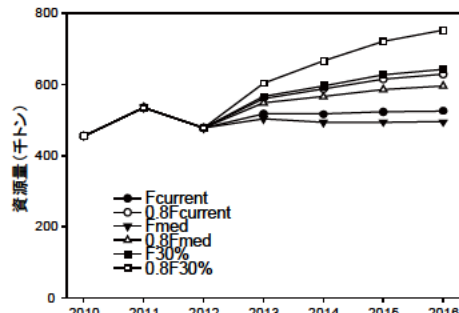


図 19. 様々な F による資源量の予測値

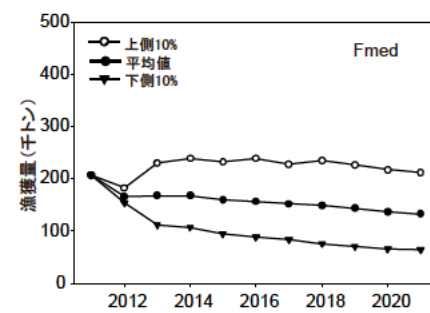
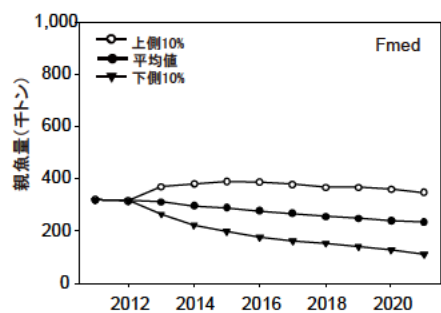
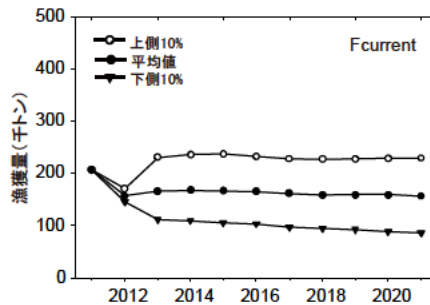
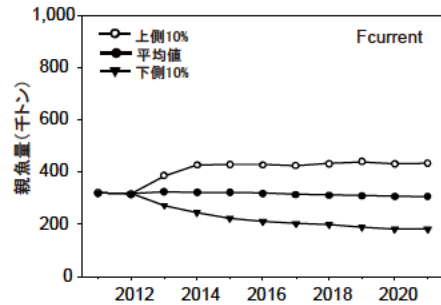
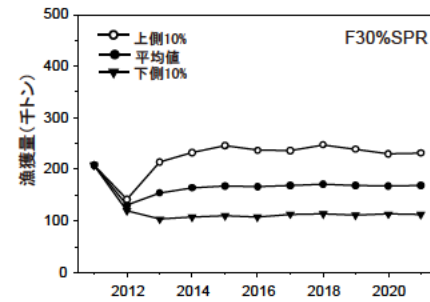
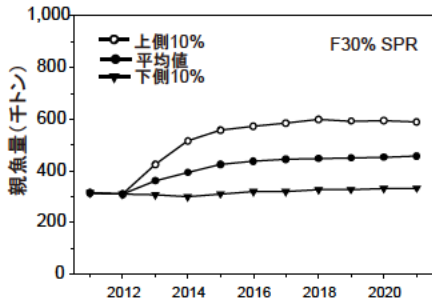


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果 (左列: 親魚量、右列: 漁獲量)

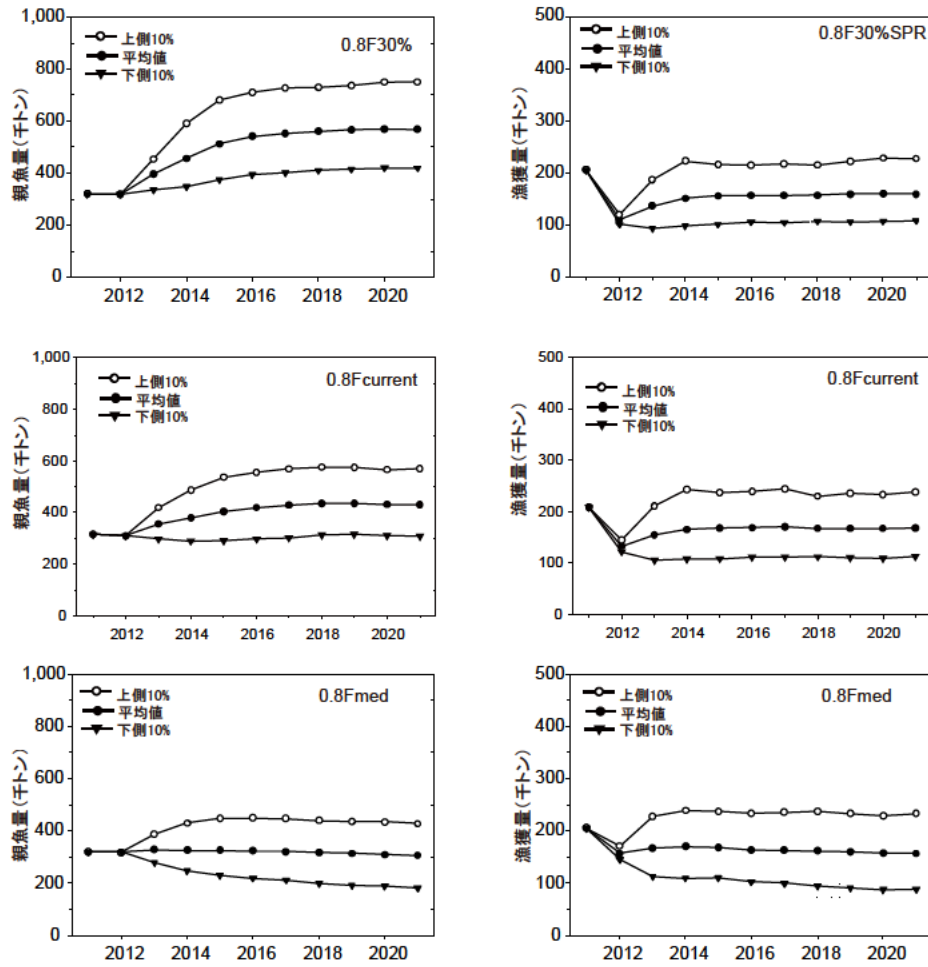


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果 (左列：親魚量、右列：漁獲量)
続き

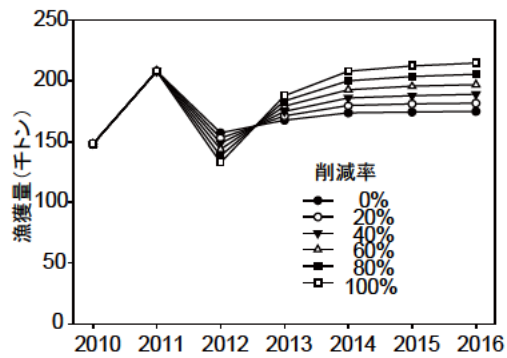
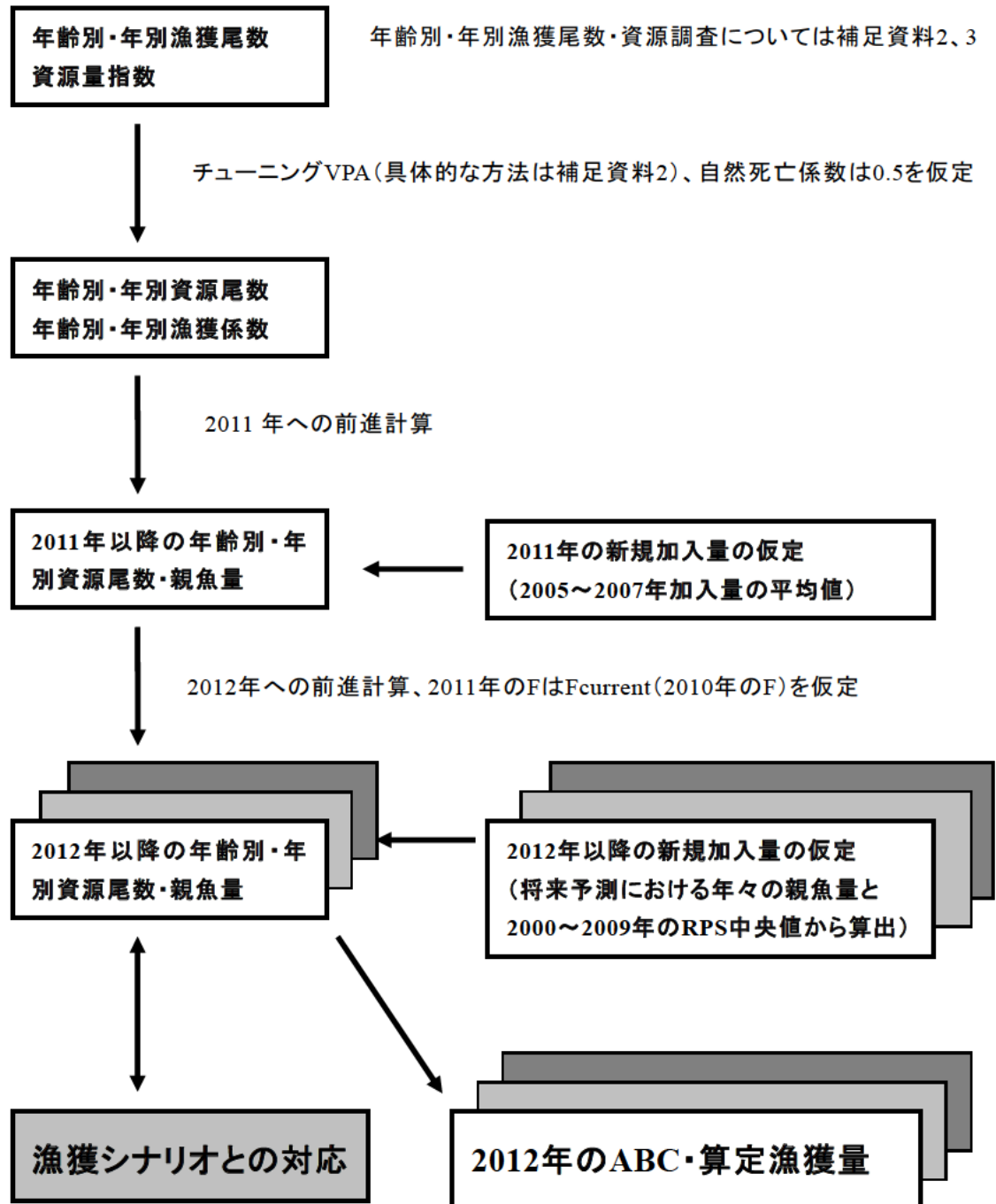


図 21. 0 歳 F の削減率と漁獲量の変化

補足資料 1.



補足資料 2. 資源計算方法

1. コホート計算

マアジの年齢別・年別漁獲尾数を推定し、コホート計算によって資源尾数を計算した。2010 年の漁獲物平均尾叉長と体重は以下のとおり。成熟率は、堀田・中嶋(1971)が成熟体長を 18.5cm としていること、及び最近の知見（大下 2000）から推測した。年齢 3+は 3 歳以上を表す。自然死亡係数 M は、田内・田中の式（田中 1960）により、最高年齢を 5 歳として（ $M=2.5 \div \text{最高年齢 } 5 \text{ 歳} = 0.5$ ）求めた。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長(cm)	10.6	18.6	23.0	30.0
体重(g)	16.5	87.7	166.2	370.2
成熟率(%)	0	50	100	100

年齢別・年別漁獲尾数は、大中型まき網漁業の東シナ海・日本海における銘柄別漁獲量と九州主要港における入り数別漁獲量、及び沿岸域で漁獲されたマアジの体長組成から推定した（補注 1）。1973～2010 年の年別・年齢別漁獲尾数（1 月～12 月を 1 年とする）を日本の漁獲量について推定し、韓国のおじ類漁獲をすべてマアジとして、日本+韓国の漁獲量で引き伸ばした。中国の漁獲については考慮していない。

年齢別資源尾数の計算にはコホート計算を用い、最高年齢群 3 歳以上(3+)と 2 歳の各年の漁獲係数 F には比例関係があるとした。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M_{3+}) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M_2) \quad (2)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M_a} (1 - \exp(-F_{a,y} - M_a)) \quad (3)$$

$$F_{3+,y} = \alpha F_{2,y} \quad (4)$$

ここで、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 a は年齢（0～2 歳）、 y は年、 α は定数（昨年と同じく 0.3 とした）。 F の計算は、平松（内部資料）、平松(2000)が示した、石岡・岸田(1985)の反復式を使う方法によった（補注 2）。最近年（2010 年）の 1～2 歳の F を、九州主要港に水揚げした大中型まき網漁業の銘柄別 CPUE（1 日 1 隻あたり平均水揚げ量）の変動傾向（2003～2010 年）と 2～3 歳以上の各年の資源量、0 歳魚の指標値（2003～2010 年）と、各年の 0 歳魚資源尾数、1 歳魚の指標値と各年の 1 歳魚資源量との変動傾向が最も合うように決めた。あわせる期間は調査船調査データが連続して得られる 2003～2010 年とした。なお、CPUE は銘柄別漁獲量を水揚げ隻数で割った値で、銘柄の年齢への振り分けは補注 1 を参照のこと。

$$\text{最小} \sum_{a=2}^3 \sum_{y=2003}^{2010} \{\ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y})\}^2 + \sum_{y=2003}^{2010} \{\ln(q_2 N_{0,y}) - \ln(I_{0,y})\}^2 + \sum_{y=2003}^{2010} \{\ln(q_3 B_{1,y}) - \ln(I_{1,y})\}^2 \quad (5)$$

$$q_{1,a} = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2010} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=2003}^{2010} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{8}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2010} I_{0,y}}{\prod_{y=2003}^{2010} N_{0,y}} \right)^{\frac{1}{8}}, q_3 = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2010} I_{1,y}}{\prod_{y=2003}^{2010} B_{1,y}} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (6)$$

ここで、B は資源量、N は資源尾数、 I_0 、 I_1 はそれぞれ 0、1 歳魚の指標値（補注 3、4）。CPUE は、2 歳と 3 歳以上に相当する銘柄の 9～12 月について求め、年齢ごとに資源量の変動傾向に合わせた。その結果、 $F_{0,2010}=0.32$ 、 $F_{1,2010}=1.00$ 、 $F_{2,2010}=0.58$ 、 $F_{3+,2010}=0.18$ と推定された。資源量は、各年齢の資源尾数に各年齢の漁獲物平均体重を掛け合わせて求めた。

銘柄別 CPUE（トン／日・隻）

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2 歳	1.99	2.00	3.83	1.99	2.62	2.07	3.11	3.00
3 歳以上	2.03	1.81	3.96	2.58	3.07	3.90	3.85	4.54

補注 1. 年齢別・年別漁獲尾数を以下のように推定した。1997～2009 年について、九州主要港に水揚げされる大中型まき網の漁獲物の体長組成を入り数別漁獲量から、九州の沿岸漁業及び日本海の漁獲物の体長組成を体長測定データと漁獲量から月別に推定した。これと月ごとに定めた各年齢の体長範囲により、年齢別・年別漁獲尾数を推定した。1996 年以前については、1973～2009 年の大中型まき網の月別銘柄別漁獲量を各年齢に単純に割り振り、1997～2009 年についての上記推定結果との各年齢の比率を求め、その 1997～2009 年平均を使って年齢別・年別漁獲尾数推定値を補正した。銘柄の年齢への振り分けは、6～12 月の豆銘柄及び 9～12 月のゼンゴ銘柄を 0 歳、1～5 月の豆、1～8 月のゼンゴ、9～12 月の小銘柄を 1 歳、1～8 月の小、6～12 月の中銘柄を 2 歳、1～5 月の中、1～12 月の大銘柄を 3+歳とした。なお、2009 年については漁獲量の暫定値の更新に伴い、年齢別・年別漁獲尾数も更新した。

補注 2. 石岡・岸田(1985)は、VPA で使われる生残の方程式と漁獲方程式

$$N_{a+1} = N_a \exp(-F_a - M) \quad (A1)$$

$$C_a = \frac{F_a}{F_a + M} N_a \{1 - \exp(-F_a - M)\} \quad (A2)$$

から反復計算により F を求める方法として、

$$F_a^{new} = \ln \left\{ 1 + \frac{C_a}{N_{a+1}} \exp(-M) \frac{F_a + M}{F_a} \frac{1 - \exp(-F_a)}{1 - \exp(-F_a - M)} \right\} \quad (A3)$$

を示した。(2)式において(3)式による C_{a+y} と $C_{a-1,y}$ を使って N_{a+y} と $N_{a-1,y}$ を消去すると

$$N_{a+y+1} = \frac{C_{a+}(\alpha F_{a-1} + M)}{\alpha F_{a-1}(\exp(\alpha F_{a-1} + M) - 1)} + \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)}{F_{a-1}(\exp(F_{a-1} + M) - 1)} \quad (A4)$$

さらに、

$$\begin{aligned} \exp(F_a + M) - 1 &= \exp(F_a + M) \frac{1 - \exp(-F_a - M)}{1 - \exp(-F_a)} \{1 - \exp(-F_a)\} \\ &= \frac{1 - \exp(-F_a - M)}{1 - \exp(-F_a)} \exp(M) \{\exp(F_a) - 1\} \end{aligned} \quad (A5)$$

を使って変形すると

$$\begin{aligned} N_{a+y+1} &= \frac{C_{a+}(\alpha F_{a-1} + M)(1 - \exp(-\alpha F_{a-1}))}{\alpha F_{a-1}(1 - \exp(-\alpha F_{a-1} - M))} \exp(-M) \frac{1}{\exp(\alpha F_{a-1}) - 1} \\ &\quad + \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)(1 - \exp(-F_{a-1}))}{F_{a-1}(1 - \exp(-F_{a-1} - M))} \exp(-M) \frac{1}{\exp(F_{a-1}) - 1} \end{aligned} \quad (A6)$$

さらに(A3)式を参考に F について変形すると

$$\begin{aligned} \exp(F_{a-1}) - 1 &= \frac{1}{N_{a+y+1}} \frac{C_{a+}(\alpha F_{a-1} + M)(1 - \exp(-\alpha F_{a-1}))}{\alpha F_{a-1}(1 - \exp(-\alpha F_{a-1} - M))} \exp(-M) \frac{\exp(F_{a-1}) - 1}{\exp(\alpha F_{a-1}) - 1} \\ &\quad + \frac{1}{N_{a+y+1}} \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)(1 - \exp(-F_{a-1}))}{F_{a-1}(1 - \exp(-F_{a-1} - M))} \exp(-M) \\ F_{a-1}^{new} &= \ln \left[1 + \frac{1 - \exp(-F_{a-1})}{N_{a+y+1} F_{a-1}} \exp(-M) \right. \\ &\quad \left. \times \left\{ \frac{C_{a+}(\alpha F_{a-1} + M)}{\alpha(1 - \exp(-\alpha F_{a-1} - M))} \exp((1 - \alpha)F_{a-1}) + \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)}{1 - \exp(-F_{a-1} - M)} \right\} \right] \end{aligned}$$

平松（内部資料）より抜粋。

補注 3. 0 歳魚の指標値は以下のように求めた。まず、漁況指標値として、九州主要港に水揚げされた大中型まき網のマメ・ゼンゴ銘柄水揚げ隻数あたり漁獲量(9～12 月)、長崎魚市豆銘柄 1 入港隻当り水揚量 (9～1 月)、境港豆銘柄まき網 1 か統当り漁獲量 (8～1 月) の相乗平均を求め、漁況指標値とした。次に、8～9 月魚探調査(補足資料 3 (1))、5～6 月着底トロール調査(補足資料 3 (2))によって得られた水深 125m 以浅におけるマアジ分布量、6 月幼魚分布量調査(補足資料 3 (3))、4 月稚魚分布調査(補足資料 3 (4) このうち東シナ海中北部(北緯 27～34 度)で採集された体長 10～30mm 稚魚の平均個体数密度)、によって得られたマアジ当歳魚の現存量指標値の相乗平均値を調査指標値とした。そして、先に求めた漁況指標値と相乗平均したものを 0 歳魚の指標値と考えた。なお、境港における漁業種類別漁獲量の集計区分の変更、6 月幼魚分布量調査の海域見直しに伴い、両者の指標値が若干変更になったことから、0 歳魚指標値についても過去にさかのぼって変更となった。

年	大中 まき	長崎	境港	漁況 指標値	魚探	着底	幼魚	稚魚	調査 指標値	0 歳魚 指標値
2003	31.60	1.59	20.60	10.11	20.5	8,487	1.00	1.62	23.03	15.26
2004	35.09	1.90	17.12	10.44	10.6	15,161	0.07	1.53	11.46	10.94
2005	19.03	1.50	17.28	7.90	6.1	324	0.10	3.87	5.25	6.44
2006	9.79	2.64	19.45	7.95	5.1	2,265	0.23	0.98	7.14	7.53
2007	3.84	1.86	20.14	5.24	18.1	13,569	0.28	0.57	14.08	8.59
2008	9.74	1.10	15.34	5.47	15.8	5,934	1.24	4.74	27.25	12.21
2009	14.37	1.78	13.86	7.08	39.0	21,712	1.45	1.63	37.60	16.31
2010	16.85	2.47	18.25	9.13	40.4	12,375	1.92	1.42	34.19	17.67

単位省略。

補注 4. 1 歳魚の指標値は以下のように求めた。九州主要港に水揚げされた大中型まき網の小銘柄水揚げ隻数あたり漁獲量 (9～12 月)、1 歳魚に相当すると考えられる 3～5 月に境港に水揚げされた豆銘柄まき網 1 か統当り漁獲量の相乗平均を求め、1 歳魚の指標値とした。

銘柄別 CPUE (トン／日・隻)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
大中まき	10.04	11.03	13.07	8.56	6.99	11.42	8.48	14.73
境港	10.70	31.18	16.35	12.48	29.77	12.34	19.70	5.43
1 歳魚指標値	10.37	18.54	14.62	10.33	14.43	11.87	12.93	8.94

表 1. マアジ対馬暖流系群のコホート計算

	漁獲尾数 (百万尾)				漁獲重量 (千トン)				漁獲係数 F				資源尾数 (百万尾)			
年/年齢	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1973	286	510	255	20	7	41	39	7	0.13	0.79	1.38	0.41	2,913	1,152	411	75
1974	677	841	187	23	17	68	29	8	0.25	1.08	1.24	0.37	3,900	1,547	318	93
1975	1,451	971	206	27	37	79	32	9	0.58	1.02	1.49	0.45	4,113	1,849	318	95
1976	222	798	212	17	6	65	33	6	0.16	1.17	1.03	0.31	1,927	1,402	403	80
1977	99	393	140	26	3	32	22	9	0.26	0.67	1.04	0.31	553	999	264	123
1978	41	94	190	29	1	8	29	10	0.03	0.60	1.33	0.40	2,034	260	311	111
1979	631	662	30	12	16	54	5	4	0.69	1.11	0.57	0.17	1,570	1,202	87	95
1980	43	181	129	17	1	15	20	6	0.05	0.63	1.06	0.32	1,043	480	241	78
1981	180	368	77	17	5	30	12	6	0.10	1.35	0.94	0.28	2,338	599	155	85
1982	428	931	55	19	11	76	8	6	0.17	1.95	1.22	0.37	3,414	1,280	94	76
1983	369	1,217	62	11	9	99	9	4	0.22	1.76	1.13	0.34	2,320	1,744	111	49
1984	1,716	684	131	15	43	56	20	5	0.51	1.32	1.91	0.57	5,334	1,126	181	43
1985	907	1,355	118	9	23	110	18	3	0.42	1.77	1.50	0.45	3,299	1,940	183	31
1986	324	553	126	10	8	45	19	3	0.19	0.73	1.40	0.42	2,354	1,314	201	37
1987	2,037	695	275	16	51	57	42	5	0.34	1.25	1.89	0.57	8,920	1,180	384	45
1988	1,136	2,223	125	13	29	181	19	5	0.62	1.19	1.32	0.40	3,045	3,862	206	51
1989	1,481	442	555	23	37	36	85	8	0.41	0.79	2.40	0.72	5,451	994	709	54
1990	1,441	1,535	163	14	36	125	25	5	0.38	1.79	1.28	0.38	5,739	2,184	273	55
1991	1,704	1,283	126	16	43	104	19	6	0.48	1.06	1.18	0.35	5,601	2,387	221	69
1992	1,042	1,147	367	25	26	93	57	9	0.24	1.08	1.99	0.60	6,035	2,109	500	70
1993	1,799	2,007	320	24	45	163	49	8	0.30	1.78	2.03	0.61	8,799	2,865	433	65
1994	1,897	2,458	161	12	48	200	25	4	0.52	1.37	1.10	0.33	5,838	3,967	294	56
1995	2,652	1,256	442	30	67	102	68	10	0.46	1.27	1.92	0.58	8,908	2,109	612	84
1996	820	1,946	222	22	21	158	34	8	0.20	1.18	1.37	0.41	5,644	3,398	359	83
1997	3,094	1,652	405	25	51	137	66	9	0.55	1.25	1.47	0.44	9,141	2,796	630	89
1998	1,218	2,020	286	31	46	154	43	10	0.41	1.41	1.25	0.37	4,487	3,213	485	123
1999	1,037	878	267	31	33	80	42	10	0.35	0.91	1.14	0.34	4,372	1,798	476	136
2000	891	1,106	298	47	27	90	43	18	0.37	1.26	1.66	0.50	3,612	1,864	438	151
2001	4,436	985	185	26	35	80	28	9	0.90	1.51	1.20	0.36	9,160	1,515	320	106
2002	2,131	1,182	130	29	38	95	21	9	0.59	1.02	1.46	0.44	5,893	2,259	203	103
2003	2,301	878	320	20	76	72	49	7	0.43	0.79	1.49	0.45	8,246	1,972	496	69
2004	1,199	1,801	258	17	45	131	34	6	0.32	1.11	0.88	0.26	5,552	3,259	541	94
2005	526	1,297	327	36	11	112	49	12	0.16	1.03	0.96	0.29	4,458	2,455	649	180
2006	480	1,038	218	35	14	86	35	12	0.16	0.81	0.71	0.21	4,115	2,301	531	233
2007	353	1,109	248	40	11	82	37	14	0.14	1.01	0.68	0.20	3,406	2,129	622	273
2008	1,326	976	172	43	23	85	28	15	0.43	1.08	0.60	0.18	4,758	1,796	470	327
2009	1,533	1,077	156	51	29	82	27	20	0.48	1.18	0.74	0.22	5,000	1,882	369	321
2010	1,803	972	125	33	30	85	21	12	0.32	1.00	0.58	0.18	8,266	1,874	350	263

表 2. 漁獲量とコホート計算結果

年	漁獲量 (千トン)			資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
	日本	韓国	計					
1973	93	2	95	256	136	2,913	37	21.43
1974	121	2	122	305	144	3,900	40	27.09
1975	150	7	157	336	157	4,113	47	26.23
1976	102	7	109	253	147	1,927	43	13.13
1977	60	5	65	178	124	553	37	4.47
1978	44	4	48	159	97	2,034	30	21.03
1979	72	7	79	184	95	1,570	43	16.52
1980	41	1	42	130	84	1,043	32	12.45
1981	47	6	52	161	78	2,338	32	30.08
1982	91	11	101	231	93	3,414	44	36.81
1983	110	12	122	234	105	2,320	52	22.14
1984	117	7	124	269	89	5,334	46	60.24
1985	139	16	155	280	118	3,299	55	28.02
1986	69	7	76	210	97	2,354	36	24.24
1987	142	14	156	396	123	8,920	39	72.76
1988	194	40	233	440	206	3,045	53	14.76
1989	144	23	167	347	168	5,451	48	32.37
1990	174	17	191	384	150	5,739	50	38.29
1991	156	16	173	393	155	5,601	44	36.19
1992	157	28	185	426	187	6,035	43	32.25
1993	228	38	266	545	206	8,799	49	42.79
1994	239	38	277	535	226	5,838	52	25.84
1995	235	12	248	520	209	8,908	48	42.60
1996	207	15	221	503	222	5,644	44	25.39
1997	241	23	263	518	252	9,141	51	36.27
1998	231	22	253	529	237	4,487	48	18.91
1999	150	14	164	419	200	4,372	39	21.83
2000	159	20	178	382	196	3,612	47	18.46
2001	135	18	152	281	147	9,160	54	62.30
2002	136	26	162	350	153	5,893	46	38.46
2003	184	20	204	534	180	8,246	38	45.84
2004	192	25	217	551	224	5,552	39	24.81
2005	142	43	184	463	265	4,458	40	16.83
2006	123	23	146	472	260	4,115	31	15.84
2007	125	19	144	450	265	3,406	32	12.85
2008	127	23	150	424	265	4,758	35	17.95
2009	136	22	158	426	260	5,000	37	19.26
2010	129	19	148	456	238	8,266	32	34.79

表 3. 0 歳魚の漁獲係数削減の効果

削減率		0%	20%	40%	60%	80%	100%
F	0 歳	0.36	0.29	0.22	0.15	0.07	0.00
	1 歳	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	2 歳	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
	3 歳以上	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2016 年漁獲量 (千トン)		175	182	189	197	206	215
2016 年親魚量 (千トン)		327	350	374	399	427	456

表 4. 2011 年以降の資源尾数等

F30%SPR、Fcurrent、Fmed で漁獲した場合の 2011～2016 年の年齢別資源尾数、重量、漁獲量。体重(g)は、0 歳＝18、1 歳＝84、2 歳＝167、3 歳以上＝366（2008～2010 年平均体重）

F30%SPR

年齢別漁獲係数

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	0.36	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
1 歳	0.97	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
2 歳	0.57	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
3 歳以上	0.17	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
平均	0.52	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	3,993	5,658	5,658	5,658	5,658	5,658
1 歳	3,642	1,684	2,587	2,587	2,587	2,587
2 歳	417	835	479	737	737	737
3 歳以上	252	271	468	435	517	561
合計	8,304	8,447	9,193	9,417	9,499	9,543

年齢別資源量（千トン）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	70	99	99	99	99	99
1 歳	304	141	216	216	216	216
2 歳	70	139	80	123	123	123
3 歳以上	92	99	171	159	189	205
資源量	536	478	567	597	628	644
親魚量	314	309	359	390	420	436

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	972	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108
1 歳	1,855	725	1,114	1,114	1,114	1,114
2 歳	147	240	138	212	212	212
3 歳以上	32	27	46	43	51	55
合計	3,005	2,100	2,406	2,477	2,485	2,490

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	17	19	19	19	19	19
1 歳	155	61	93	93	93	93
2 歳	24	40	23	35	35	35
3 歳以上	12	10	17	16	19	20
合計	208	130	152	164	167	168

Fcurrent

年齢別漁獲係数

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
1 歳	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
2 歳	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
3 歳以上	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
平均	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	3,993	5,658	5,658	5,658	5,658	5,658
1 歳	3,642	1,684	2,385	2,385	2,385	2,385
2 歳	417	835	386	547	547	547
3 歳以上	252	271	424	349	365	373
合計	8,304	8,447	8,853	8,938	8,955	8,963

年齢別資源量（千トン）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	70	99	99	99	99	99
1 歳	304	141	199	199	199	199
2 歳	70	139	64	91	91	91
3 歳以上	92	99	155	128	134	137
資源量	536	478	518	517	523	526
親魚量	314	309	319	318	324	327

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	972	1,378	1,378	1,378	1,378	1,378
1 歳	1,855	857	1,215	1,215	1,215	1,215
2 歳	147	293	136	192	192	192
3 歳以上	32	34	53	44	46	47
合計	3,005	2,562	2,781	2,828	2,830	2,831

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	17	24	24	24	24	24
1 歳	155	72	102	102	102	102
2 歳	24	49	23	32	32	32
3 歳以上	12	12	19	16	17	17
合計	208	157	168	174	174	175

Fmed

年齢別漁獲係数

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	0.36	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
1 歳	0.97	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
2 歳	0.57	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
3 歳以上	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
平均	0.52	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	3,993	5,658	5,658	5,641	5,648	5,653
1 歳	3,642	1,684	2,324	2,324	2,318	2,321
2 歳	417	835	360	497	497	496
3 歳以上	252	271	411	326	327	328
合計	8,304	8,447	8,753	8,788	8,790	8,798

年齢別資源量（千トン）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	70	99	99	99	99	99
1 歳	304	141	194	194	194	194
2 歳	70	139	60	83	83	83
3 歳以上	92	99	150	119	120	120
資源量	536	478	504	495	495	496
親魚量	314	309	308	299	300	300

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	972	1,460	1,460	1,455	1,457	1,458
1 歳	1855	895	1,235	1,235	1,232	1,233
2 歳	147	309	133	184	184	183
3 歳以上	32	36	55	43	44	44
合計	3,005	2,699	2,883	2,918	2,916	2,919

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0 歳	17	26	26	26	26	26
1 歳	155	75	103	103	103	103
2 歳	24	51	22	31	31	31
3 歳以上	12	13	20	16	16	16
合計	208	165	171	175	175	175

補足資料 3. 調査船調査の結果

(1) 計量魚探調査（魚探）：夏季（7～9月）に九州西岸と対馬東海域で行った計量魚探調査による現存量指標値を以下に示す。対象となるマアジは主に0歳魚である。2001年は高い値を示した。

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
現存量指標値	8.8	3.3	18.4	12.1	89.8	5.7	20.5	10.6	6.1	5.1	18.1	15.8	39.0	40.4

(2) 着底トロール調査（着底）：5～6月に東シナ海陸棚縁辺部で行った着底トロール調査によって推定された、0歳魚を主体とする分布量を以下に示す（調査海域面積138千km²、漁獲効率を1とした計算）。着底トロールでマアジの分布水深を網羅できる訳ではないが、今後調査が継続されれば、現存量の経年変動傾向を把握できることが期待される。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005
現存量推定値（トン）	26,700	70,907	34,945	9,422	23,535	7,098
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011
現存量推定値（トン）	2,693	13,700	9,544	25,290	23,536	7,041

(3) 新規加入量調査（幼魚）：2002年から中層トロールと計量魚探による新規加入量調査を5～6月に対馬周辺～日本海西部海域で行っており、データの蓄積とともに加入量の早期把握が可能になると期待される。2003年から計算している加入量指標値を以下に示す。なお、集計海域の見直しにともない、指標値の値が若干変更となった。

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
加入量指標値	1.00	0.07	0.10	0.23	0.28	1.24	1.45	1.92	0.21

(4) 新規加入量調査（稚魚）：2000年からニューストンネット等を用いた新規加入量調査を2～5月に東シナ海及び九州沿岸海域で行っており、データの蓄積とともに加入量の早期把握が可能になると期待されている。

ニューストネットによる主要種幼期の採集個体数と曳網数（2000～2010年）

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチ	ブリ
2月	2001	西海水研	65	3	184	33	6
3月	2001	鹿児島県	18	27	26	426	0
		西海水研	47	107	87	9	14
	2002	鹿児島県	18	8	7	5	8
	2003	鹿児島県	16	3	1	0	0
	2004	鹿児島県	18	25	185	1,856	9
	2005	鹿児島県	15	4	27	1,157	1
	2006	鹿児島県	17	6	75	1,330	0
	2007	鹿児島県	18	6	56	553	2
	2008	鹿児島県	18	23	136	349	1
	2009	鹿児島県	17	2	22	5	0
	2010	鹿児島県	17	28	52	886	2
	2011	鹿児島県	17	121	262	19	10
4月	2000	山口県	0	-	-	-	-
		長崎県	13	93	4	72	9
		鹿児島県	0	-	-	-	-
		西海水研	79	3,811	185	10,906	264
	2001	山口県	8	0	0	1	0
		長崎県	18	65	2	1,255	4
		鹿児島県	16	19	44	140	33
		西海水研	88	1,339	331	2,294	359
	2002	山口県	0	-	-	-	-
		長崎県	18	17	2	58	47
		鹿児島県	16	23	13	8	24
		西海水研	107	207	254	4,854	485
	2003	長崎県	13	15	14	4,414	27
		鹿児島県	18	84	58	4,632	232
		西海水研	96	288	225	52,153	463
	2004	長崎県	15	97	0	12,949	93
		鹿児島県	18	5	65	13,699	167
		西海水研	92	461	408	59,546	539
	2005	長崎県	15	14	4	17,667	20
		鹿児島県	18	6	8	12,036	53
		西海水研	91	546	1,831	69,585	216
	2006	長崎県	12	19	25	18,067	18
		鹿児島県	18	21	127	20,243	31
		西海水研	94	231	789	63,377	151
	2007	長崎県	18	158	152	3,727	36
		鹿児島県	18	22	81	39,374	31
		西海水研	91	104	1,329	35,060	255
	2008	長崎県	12	151	107	4,722	6
		鹿児島県	18	22	499	2,896	53
		西海水研	84	1,454	781	7,786	454
	2009	長崎県	10	44	5	200	22
		鹿児島県	18	31	87	30	117
		西海水研	90	617	1,810	5,037	570
	2010	長崎県	8	24	5	2,175	21
		鹿児島県	17	33	50	1,850	140
		西海水研	93	440	611	2,561	577

4 月	2011	長崎県	10	82	104	1,236	155
		鹿児島県	15	141	166	1,450	53
		*西海水研	72	1,265	9,385	24,448	1,046
5 月	2000	山口県	8	0	0	0	0
		長崎県	19	92	9	54	25
	2000	鹿児島県	18	13	17	242	60
	2001	山口県	8	4	14	1	0
		長崎県	19	195	18	344	39
		鹿児島県	18	122	10	163	51
	2002	山口県	8	1	5	7	0
		長崎県	19	53	2	127	367
		鹿児島県	18	33	6	30	189
	2003	山口県	8	0	4	22	0
		長崎県	19	8	7	6,290	15
		鹿児島県	16	12	11	1,693	188
	2004	山口県	8	5	0	393	0
		長崎県	18	5	0	33,453	52
		鹿児島県	18	6	8	27,518	53
	2005	山口県	8	0	20	2,473	0
		長崎県	18	29	52	25,851	12
		鹿児島県	18	60	4	7,690	32
	2006	山口県	8	3	8	3,232	0
		長崎県	12	17	24	2,921	15
		鹿児島県	18	33	54	44,164	177
	2007	山口県	8	0	7	288	4
		長崎県	18	13	149	25,668	36
		鹿児島県	18	9	77	18,901	84
	2008	山口県	8	6	55	708	6
		長崎県	14	60	3	2,842	36
		鹿児島県	13	5	29	3,737	258
	2009	山口県	8	131	225	2,756	15
		長崎県	14	8	20	3,590	292
		鹿児島県	18	4	15	387	330
	2010	山口県	8	29	23	2,193	0
		長崎県	8	0	2	3,064	14
		鹿児島県	18	13	29	10,907	1,250
	2011	山口県	8	1	21	1,194	5
		長崎県	10	10	2	6,680	11
		鹿児島県	18	41	5	2,152	101
6 月	2002	山口県	8	0	13	10	117
	2003	山口県	8	4	17	57	0
	2004	山口県	8	0	0	1,415	24
	2005	山口県	8	5	1	285	5
	2006	山口県	8	0	0	600	0
	2007	山口県	8	1	5	788	4
	2008	山口県	8	14	0	657	32
	2009	山口県	8	23	4	2,121	69
	2010	山口県	8	0	4	1,112	5
	2011	山口県	8	1	50	1,589	0

*2011 年 4 月西水研が行った調査では調査船舶の更新に伴い、漁具効率等の変化が生じている可能性がある。上記の数値は補正前の暫定値である。

引用文献

- 平松一彦 (2000) VPA, 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—, 104-127.
- 堀田秀之・中嶋純子 (1971) 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究-IV, 西水研報, 38, 123-129.
- 石岡清英・岸田達 (1985) コホート解析に用いる漁獲方程式の解法とその精度の検討, 南西水研報, 19, 111-120.
- 大下誠二 (2000) 東シナ海におけるマアジの成熟特性に関する研究, 西海ブロック漁海況研報, 8, 27-33.
- 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.