

平成 25 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、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、資源量も増加した。資源水準は中位で、最近 5 年間（2008～2012 年）の資源量の動向から、資源動向は増加と判断される。今後、再生産成功率（加入量÷親魚量）が最近 10 年間（2002～2011 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 (F _{current} と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2014 年 ABC (千トン)
			5 年後	5 年 平均	現在の親 魚量を維 持 (5 年 後)	B _{limit} を 維持 (5 年後)	
資源量の増大 (F30%SPR)*	0.43 (0.98 F _{current})	29%	145～ 282	200	99.7%	100%	183 (158)
現在の漁獲圧 の維持 (F _{current})*	0.44 (1.00 F _{current})	29%	144～ 299	202	99.7%	100%	185 (160)
現状の親魚量 の維持(F _{med})*	0.63 (1.42 F _{current})	38%	145～ 311	228	79%	99.8%	240 (208)
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 B _{limit} を維持できる可能性が高く、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 2014 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均である。2014 年 ABC () 内は我が国 EEZ 内のもの。F_{current} は 2012 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 2012 年の親魚量。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2011	445	157 (139)	0.57	35%
2012	469	126 (110)	0.44	27%
2013	550	—	—	—

2013 年の資源量は加入量を仮定した値である。漁獲量 () 内は我が国 EEZ 内の値。

	指標	値	設定理由
B _{ban}	未設定		
B _{limit}	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。
2012 年	親魚量	2001 年水準以上 (25 万トン)	

水準：中位 動向：増加

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） 主要港水揚量（青森～鹿児島(17)府県） 九州主要港入り数別水揚量（水研セ） 大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 月別体長組成調査（水研セ、青森～鹿児島(17)府県） ・市場測定
資源量指数 ・ 加入量指数 ・ 年齢別資源量指数	九州主要港入り数別水揚量（水研セ） 中型まき網漁獲成績報告書（島根県） 幼稚魚分布調査（水研セ、山口県、長崎県、鹿児島県） ・ ニューストンネット 計量魚探による浮魚類魚群量調査（水研セ） ・ 計量魚探、中層トロール 資源量直接推定調査（水研セ） ・ 着底トロール 大中型まき網漁獲成績報告書（水産庁） 中型まき網漁獲成績報告書（島根県） 資源量直接推定調査（水研セ） ・ 着底トロール
自然死亡係数(M)	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25%を占める（2012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。

平成21年度から平成23年度の間、「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体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なされた。資源回復計画は平成23年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成24年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、大中型まき網漁業については漁場移動、中・小型まき網漁業については一定日数の休漁、水揚げ日数制限等の取り組みが継続して実施されている。

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 歳魚では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、2005 年以降は減少し 123 千～142 千トンとなり、2012 年は 109 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、2012 年のあじ類の漁獲量は 17 千トンであった（韓国水産科学院推定値）。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、2010 年には 26 千トン、2011 年には 30 千トンと減少した（「中国漁業統計年鑑」）。

(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 2009 年以降は低い水準を保っている（図 5）。有効漁獲努力量は、2012 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、2012 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、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 年は低く、2006 年以降は再び上向いたが、2011、2012 年は減少した（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）。2008～2011 年は 0 歳魚の割合が高かったが、2012 年は 1 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っていたが、2012 年は 47 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 2012 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、大中型まき網全体の網数の推移も表示）。

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

2012 年の推定資源量は過去 40 年間（1973～2012 年）で 9 番目に高かった。しかし、1960 年代前半には漁獲量が 30 万～40 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（2008～2012 年）の資源量の推移から、増加と判断する。

（6）再生産関係

再生産関係を図 13 に示した。1973～2012 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 40 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%を示す直線の交点にあたる親魚量は約 19 万トンである（図 13）。親魚量と加入量の間には正の相関が見られることから、2000 年以降で高い加入量があった 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。2012 年の親魚量は約 25 万トンと見積もられ、Blimit を上回っている。

（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 1973～2012 年までのデータでは負の相関がみられる（図 16、 $r^2=0.13$ ）。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。東シナ海大陸棚に着底したマアジについては変態期・稚魚期の平均成長速度が着底稚魚の現存量と正の相関を示すことが明らかになっており、成長速度は 4 月の表層水温および 5～6 月の底層水温と強い相関が認められ、この時期の海洋環境がその後の加入過程に大きく影響することが示唆されている（水産総合研究センター, 2011）。

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。2013 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、2013 年級群の分布量は 2012 年級群を上回り、調査を行った 11 年間では最も高く、2010 年並みとなった（補足資料 3- (3)）。一方、着底トロールによる東シナ海における 2013 年の 0 歳魚分布量は前年を下回った（補足資料 3 - (2)）。2013 年以降の再生産成功率を直近年を除く最近 10 年間（2002～2011 年）の中央値 21.0 尾/kg とし、将来予測にあたっては、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 63 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（2010～2012 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 $F(F_{\text{current}})$ を年齢別選択率が 2010～2012 年平均（0 歳 0.40、1 歳 1、2 歳 1.00、3 歳以上 0.30）で、各年齢の F の平均値が 2012 年の F 値(0.44)である F とする（0 歳 0.26、1 歳 0.65、2 歳 0.65、3 歳以上 0.20）。 F_{current} は、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{0.1}$ より高い。

5. 2014 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（図 8）、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（図 9）、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 2012 年

は増加した。2012 年の親魚量は高い水準にあるものとみられ、Blimit を上回っていて、資源水準は中位、動向は過去 5 年間（2008～2012 年）の資源量の推移から増加と判断される。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2014 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

ABC の算定にあたっては 2012 年の親魚量は Blimit を上回っていることから、平成 25 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 = 2002～2011 年の中央値 21.0 尾/kg、親魚量が 30 万トンを超えた場合は加入量 63 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。2013 年の漁獲圧は Fcurrent（2012 年の F）とした。Fmed は、年齢別選択率が 2010～2012 年の平均で、2002～2011 年再生産関係の中央値に相当する F（0 歳=0.37、1 歳=0.93、2 歳=0.93、3 歳以上=0.28）とした。F30%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=0.26、1 歳=0.64、2 歳=0.64、3 歳以上=0.19）とした。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量（千トン）						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
資源量の増大	F30%SPR (F=0.43)	126	155	183	199	205	208	209
上記の予防的措置	0.8F30%SPR (F=0.35)	126	155	153	178	190	195	197
現在の漁獲圧維持	Fcurrent (F=0.44)	126	155	185	200	206	208	210
上記の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.35)	126	155	155	180	191	196	198
現状の親魚量維持	Fmed (F=0.63)	126	155	240	225	220	218	217
上記の予防的措置	0.8Fmed (F=0.50)	126	155	204	210	213	214	214
漁獲シナリオ	管理基準	資源量（千トン）						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
資源量の増大	F30%SPR (F=0.43)	469	550	635	697	735	755	765
上記の予防的措置	0.8F30%SPR (F=0.35)	469	550	635	745	819	863	885
現在の漁獲圧維持	Fcurrent (F=0.44)	469	550	635	694	729	747	756
上記の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.35)	469	550	635	742	813	855	876
現状の親魚量維持	Fmed (F=0.63)	469	550	635	607	593	586	583
上記の予防的措置	0.8Fmed (F=0.50)	469	550	635	663	678	686	689

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。2013～2024 年の再生産成功率を仮定値の周りで変動させ、 $F_{current}$ (2012 年の F)、 $F_{30\%SPR}$ 、 F_{med} 、 $0.8F_{current}$ 、 $0.8F_{30\%SPR}$ 、 $0.8F_{med}$ で漁獲を続けた場合の漁獲量と親魚量を計算した。2013～2024 年の加入量は毎年異なり、その値は、1973～2011 年の平均値に対する各年の再生産成功率の比を計算し、その値から重複を許してランダムに抽出したものに仮定値 21.0 尾/kg と親魚量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 2014 年の親魚量からやや少なくなり、下側 10% (下位 100 位) でみると 2024 年の親魚量は 2012 年の親魚量を維持する程度になった。 $F_{current}$ や $F_{30\%SPR}$ 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、いずれの管理基準でも安定した漁獲が期待される。

1,000 回試行の際、あわせて 5 年後の予想漁獲量の幅 (上下 10% の値を除いた 80% 区間)、5 年間 (2014～2018 年) の平均漁獲量、5 年後 (2019 年 1 月) の現在の親魚量 (2012 年) を上回る確率、5 年後の親魚量が B_{limit} を上回る確率を求めた。5 年間平均漁獲量は $0.8F_{30\%SPR}$ の管理基準の下で最も小さいが、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。

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		2014 年 ABC (千ト ン)
			5 年後	5 年 平均	現在の親魚 量を維持 (5 年後)	B_{limit} を 維持 (5 年後)	
資源量の増大 ($F_{30\%SPR}$)*	0.43 (0.98 $F_{current}$)	29%	145～ 282	200	99.7%	100%	183 (158)
資源量の増大 の予防的措置 ($0.8F_{30\%SPR}$)*	0.35 (0.79 $F_{current}$)	24%	135～ 274	182	99.9%	100%	153 (133)
現在の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)*	0.44 (1.00 $F_{current}$)	29%	144～ 299	202	99.7%	100%	185 (160)
現在の漁獲圧 の維持の予防 的措置 ($0.8 F_{current}$)*	0.35 (0.80 $F_{current}$)	24%	141～ 276	187	100%	100%	155 (134)
現状の親魚量 の維持(F_{med})*	0.63 (1.42 $F_{current}$)	38%	145～ 311	228	79%	99.8%	240 (208)
現状の親魚量維 持の予防的措置 ($0.8 F_{med}$)*	0.50 (1.14 $F_{current}$)	32%	144～ 288	210	97%	100%	204 (177)
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 B_{limit} を維持できる可能性が高く、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 2014 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均である。2014 年 ABC () 内は、我が国 EEZ 内のもの。 $F_{current}$ は 2012 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 2012 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 (2008～2012 年) の平均値(0.868)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 2014 年 ABC 我が国 EEZ 内の値は 221 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
2011 年漁獲量確定値 2012 年漁獲量暫定値 2012 年月別体長組成	2011、2012 年年齢別漁獲尾数
着底トロールによる 1 歳魚現存量 2003～2012 年 0、1 歳魚資源量指数 2012 年 2 歳魚以上の資源量指数	1 歳魚資源量指数 2012 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）
2012 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)
2012 年(当初)	Fmed	0.56	478	165(142)	140(120)	
2012 年(2012 年再評価)	Fmed	0.66	547	223(192)	191(164)	
2012 年(2013 年再評価)	Fmed	0.63	469	172(148)	146(126)	126 (110)
2013 年(当初)	Fmed	0.66	540	218(184)	187(158)	
2013 年(2013 年再評価)	Fmed	0.63	550	201(175)	171(148)	
2012、2013 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 および漁獲量 () 内は我が国 EEZ 内の値。						

2013 年 ABC () 内は、日韓の直近 5 カ年の漁獲実績の比率から求めた我が国 EEZ 内のもの。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。なお、1999 年以降で最も高い比率（1999 年、0.919）を用いた場合の 2013 年（2013 年再評価）我が国 EEZ 内 ABCLimit は 185 千トン。

2012 年資源量は 2011、2012 年の加入量が当初の見積もりよりも低かったことから、2013 年再評価では 2012 年評価時よりも低くなり、ABC も減少した。

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（2012 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 2002～2011 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 63 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 2014 年時点での漁獲量は少なく、また、2015 年以降の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。

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 (2011) 平成 22 年度 資源動向要因分析調査報告書「マアジ対馬暖流系群」.59-70.

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.

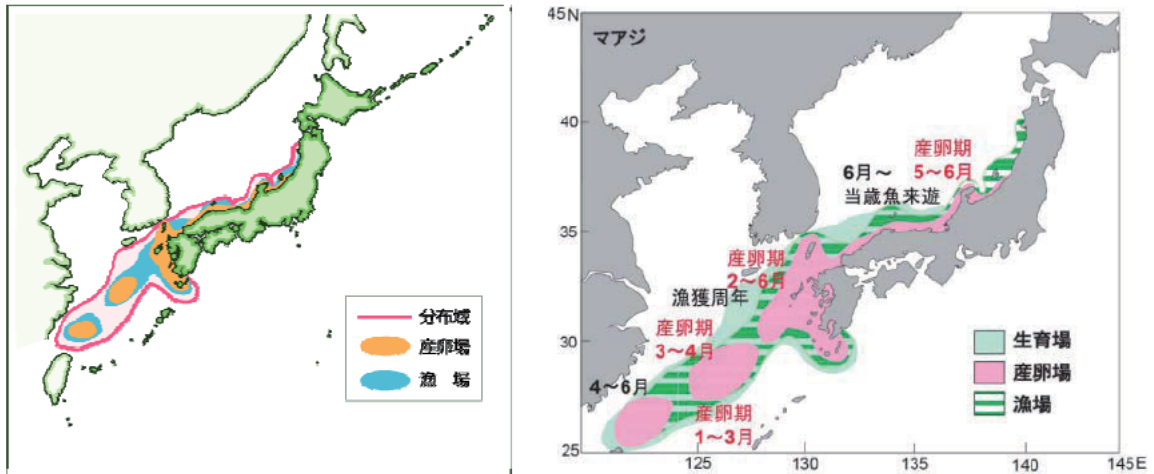


図 1. マアジ対馬暖流系群の分布・回遊 (左)、生活史と漁場形成模式図 (右)

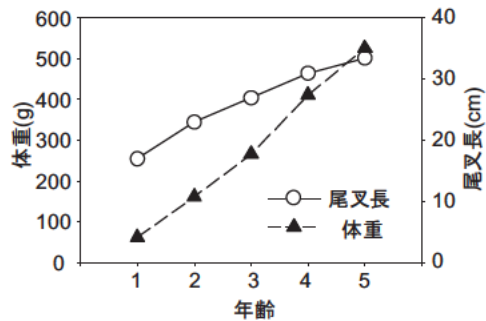


図 2. 年齢と成長

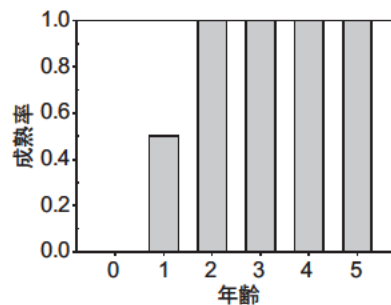


図 3. 年齢と成熟率

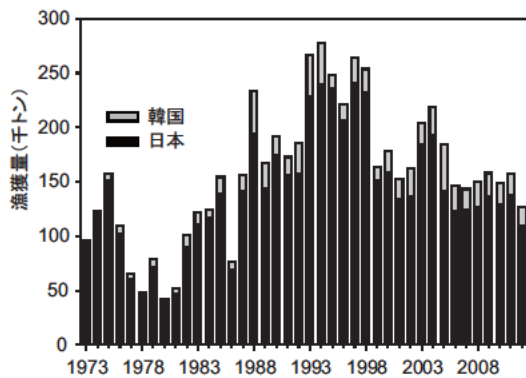


図 4. 漁獲量

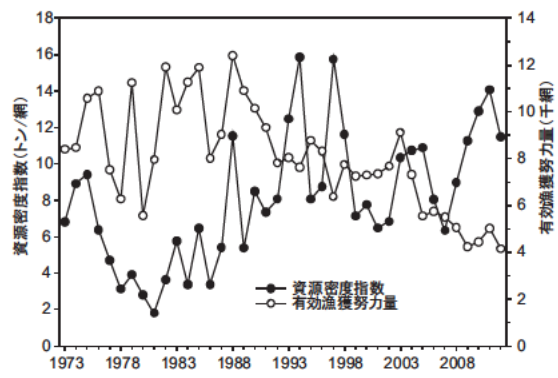


図 5. 大中型まき網の資源密度指数と有効漁獲努力量

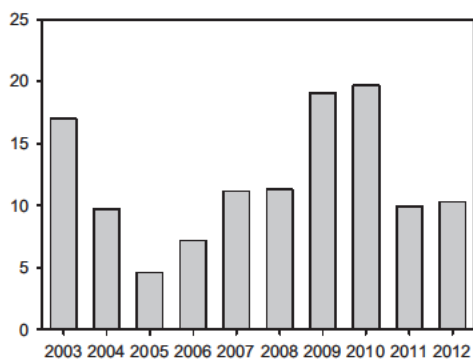


図 6. 0歳魚指標値

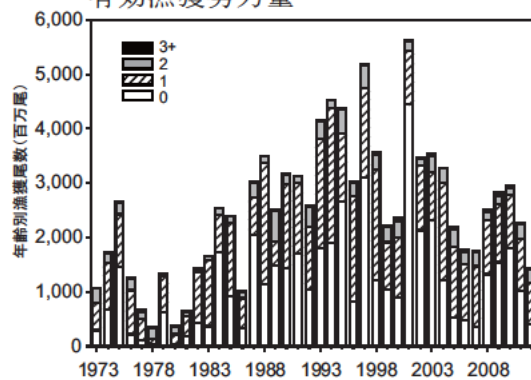


図 7. 年齢別漁獲尾数

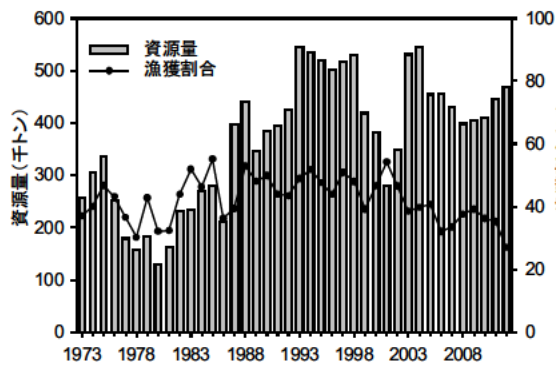


図 8. 資源量と漁獲割合

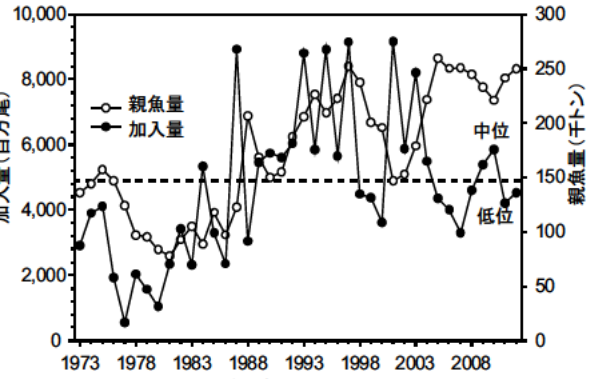


図 9. 親魚量と加入量

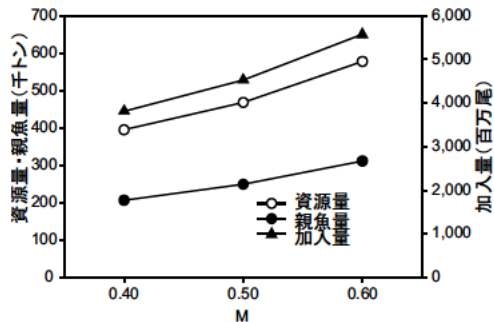


図 10. M と 2012 年資源量、親魚量、加入量の関係

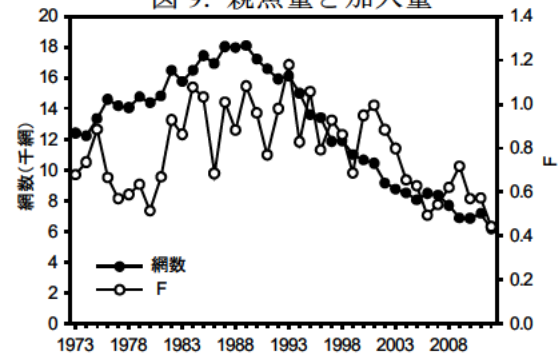


図 11. F と日本海西部・東シナ海で操業する大中型まき網の網数

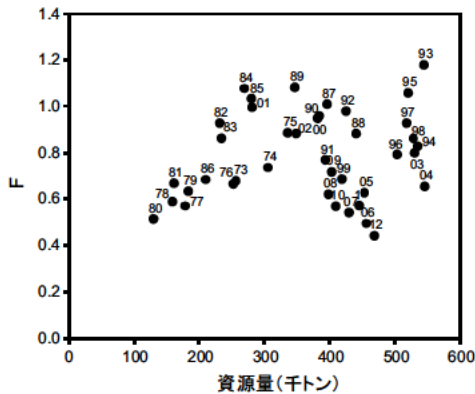


図 12. 資源量と F の関係

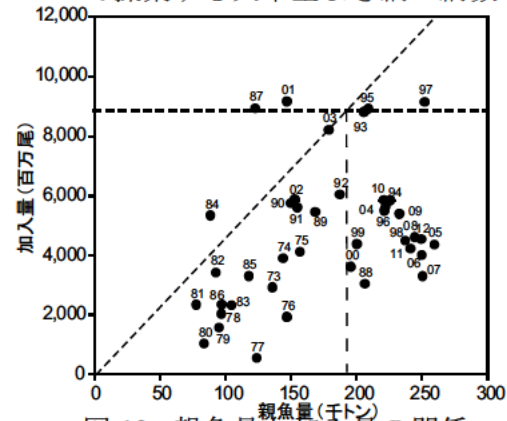


図 13. 親魚量と加入量の関係

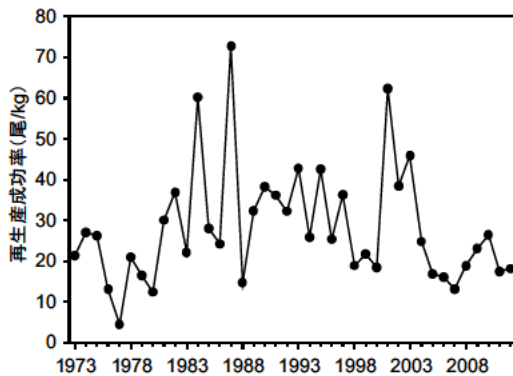


図 14. 再生産成功率

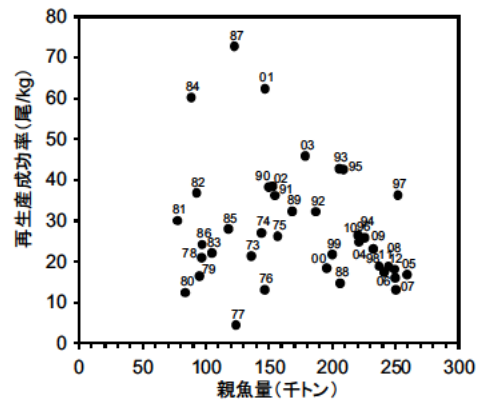


図 15. 親魚量と再生産成功率の関係

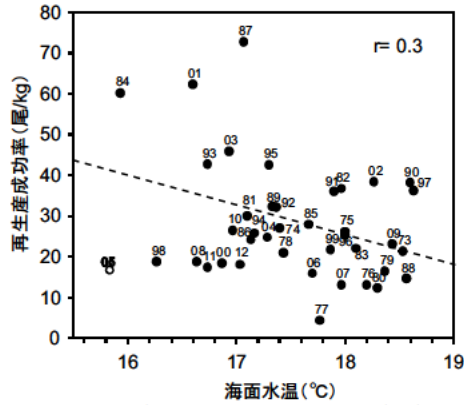


図 16. 海面水温と再生産成功率の関係

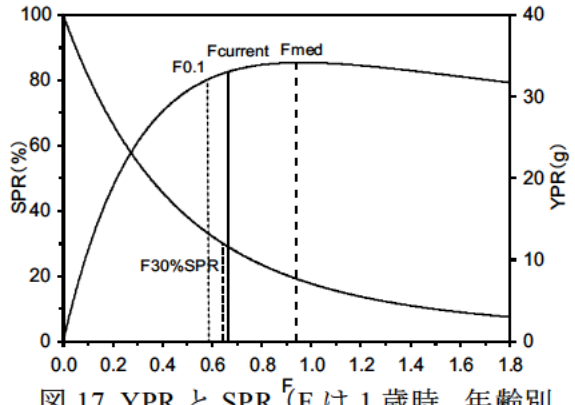


図 17. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別
選択率は 2010～2012 年平均)

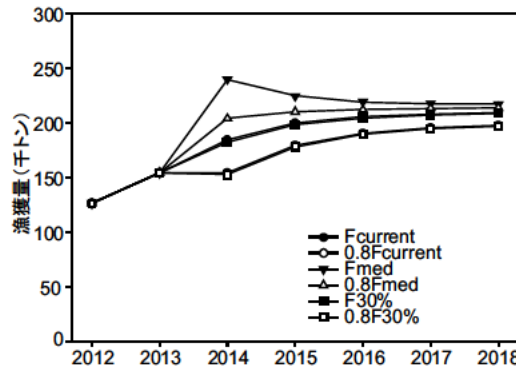


図 18. 様々な F による漁獲量の予測値

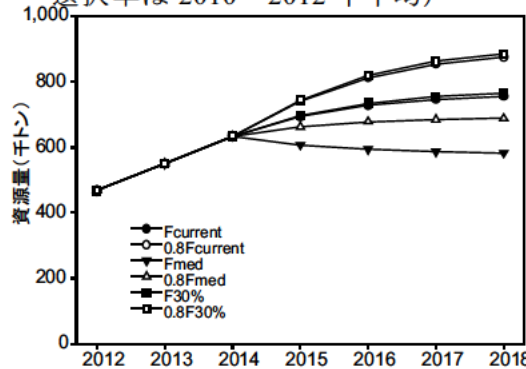


図 19. 様々な F による資源量の予測値

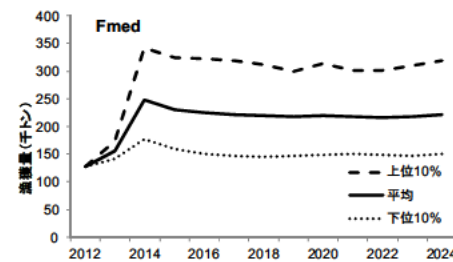
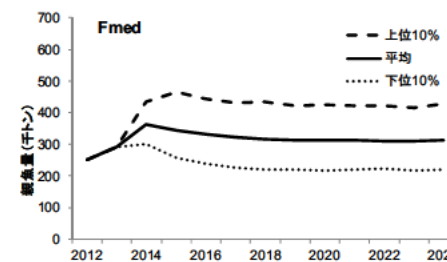
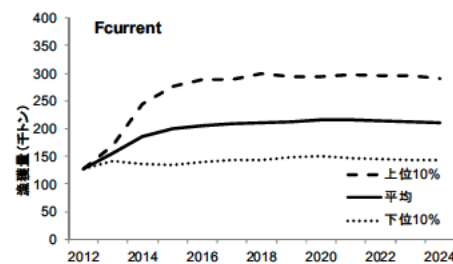
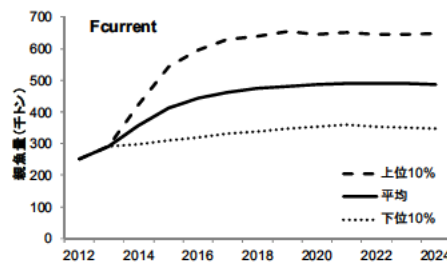
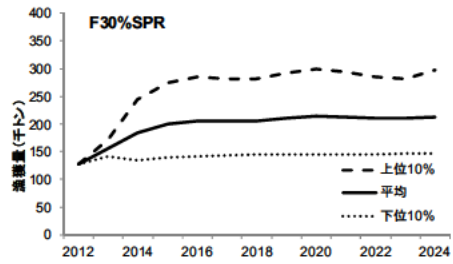
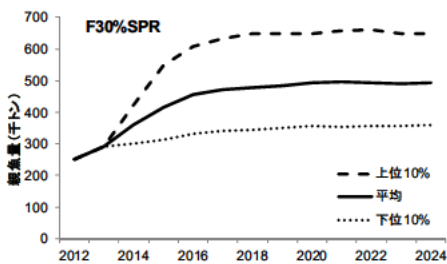


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果

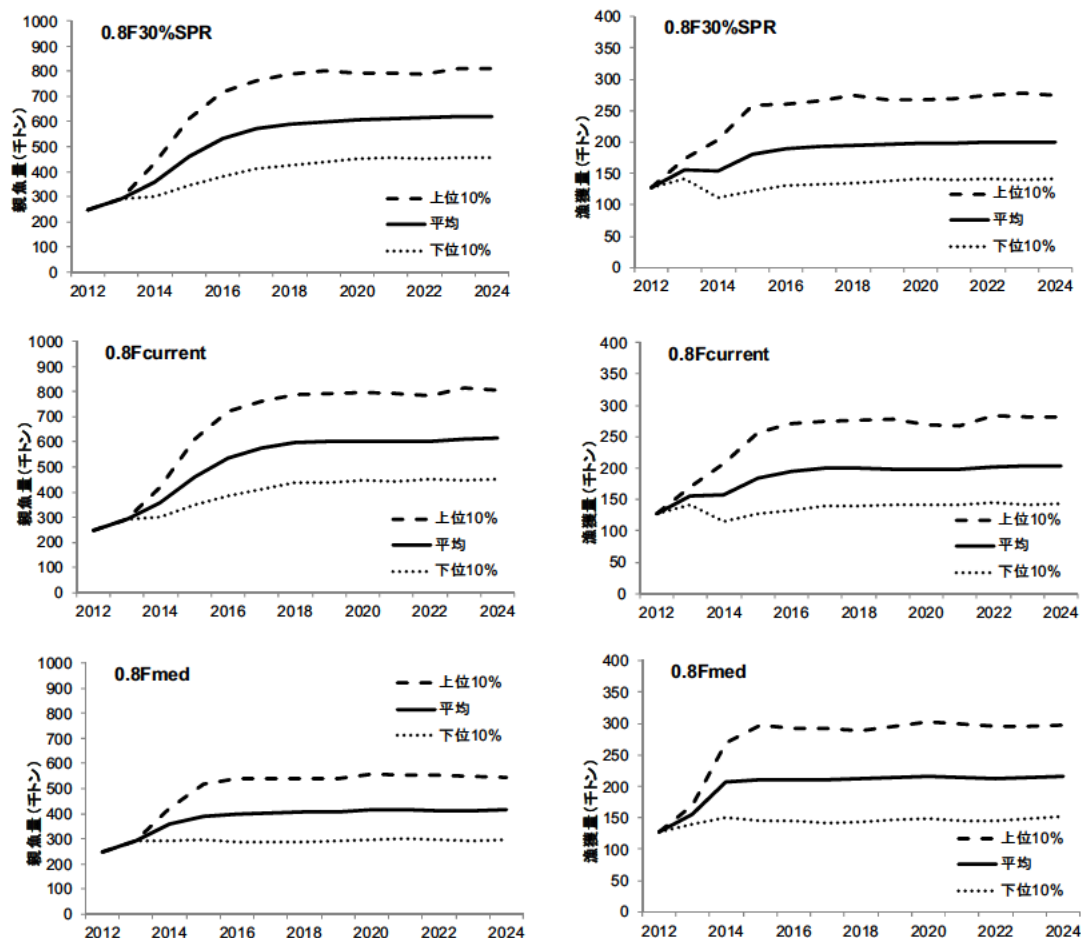


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果 (実線: 平均値、破線: 上位 10%、点線: 下位 10%) 続き

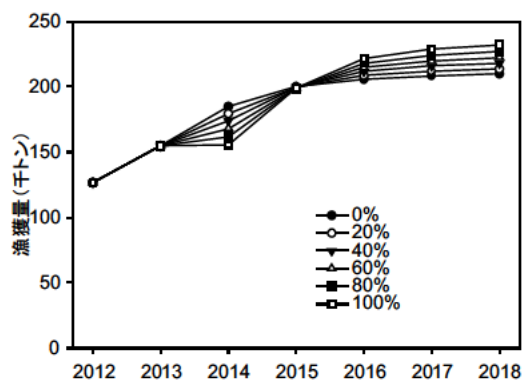
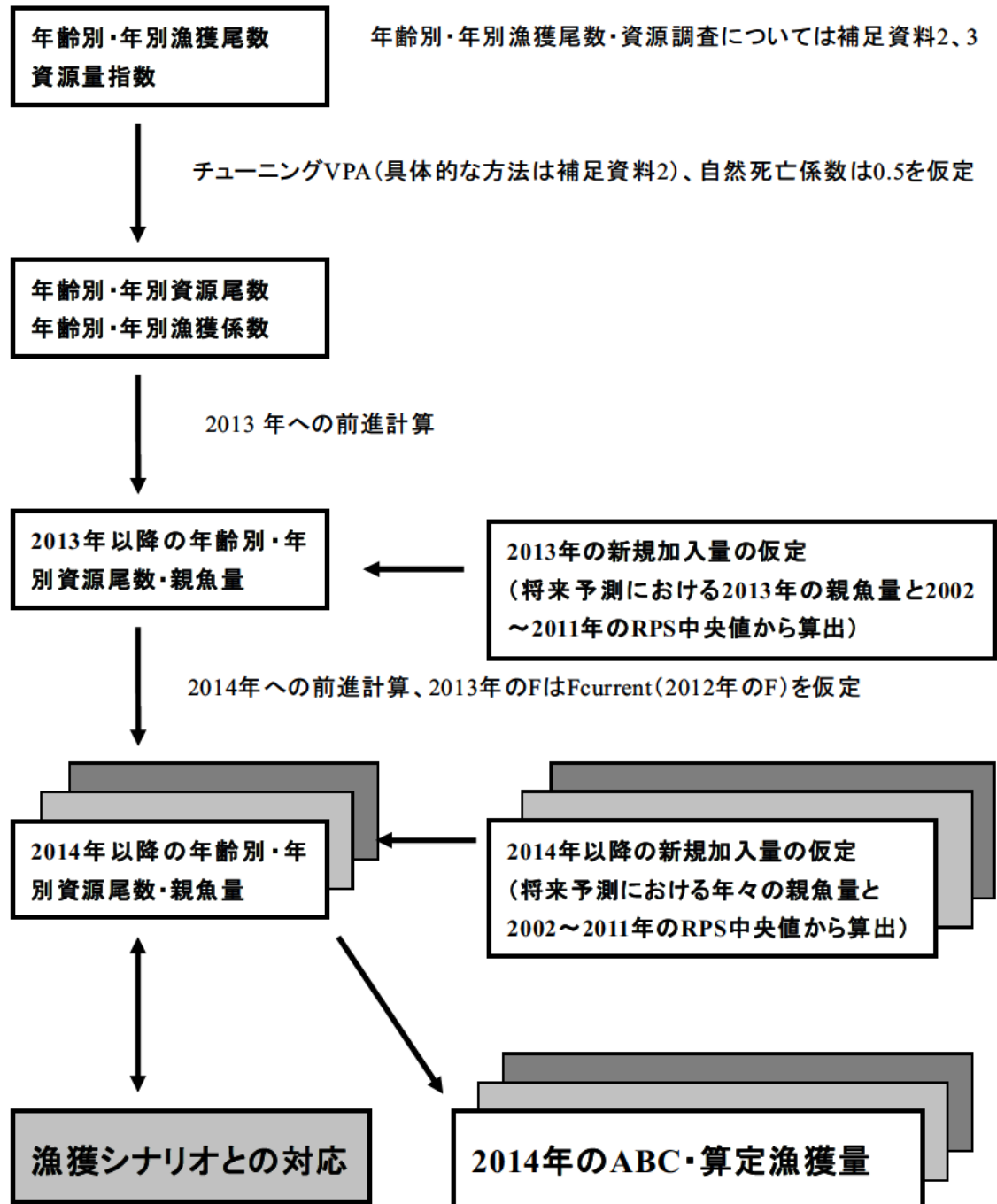


図 21. 0 歳 F の削減率と漁獲量の変化

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。2012 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)	13.2	18.4	22.1	29.9
体重(g)	31.6	85.2	148.3	364.7
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）。1973～2012 年の年別・年齢別漁獲尾数（1～12 月を 1 年とする）を日本の漁獲量について推定し、韓国のあ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（昨年度と同じく 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（2012 年）の 0～2 歳の F を、大中型まき網漁業の資源密度指数（一網当たり漁獲量の有漁漁区平均、2～3+歳）の変動傾向（2003～2012 年）と 2～3 歳以上の各年の資源量、0 歳魚の指標値（2003～2012 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 2003～2012 年とした。なお、今年度は 1 歳魚の指標値として東シナ海 5～6 月に行われる着底トロールによるマアジ 1 歳魚分布量も考慮した。（補注 3、4）。

$$\text{最小} \sum_{a=2}^3 \sum_{y=2003}^{2012} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=2003}^{2012} \{ \ln(q_2 N_{0,y}) - \ln(I_{0,y}) \}^2 + \sum_{y=2003}^{2012} \{ \ln(q_3 B_{1,y}) - \ln(I_{1,y}) \}^2 \quad (5)$$

$$q_{1,a} = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2012} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=2003}^{2012} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{10}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2012} I_{0,y}}{\prod_{y=2003}^{2012} N_{0,y}} \right)^{\frac{1}{10}}, q_3 = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2012} I_{1,y}}{\prod_{y=2003}^{2012} B_{1,y}} \right)^{\frac{1}{10}} \quad (6)$$

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）。資源密度指数(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、 $F_{0,2012}=0.12$ 、 $F_{1,2012}=0.73$ 、 $F_{2,2012}=0.70$ 、 $F_{3+,2012}=0.21$ 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。

年齢（銘柄）別資源密度指数（トン／網）

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2 歳	0.52	0.91	0.90	0.87	0.61	0.62	0.87	0.64	1.00	0.79
3 歳以上	0.18	0.27	0.43	0.38	0.62	0.46	0.67	0.91	0.32	0.51

補注 1. 年齢別・年別漁獲尾数を以下のように推定した。1997～2012 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、2011 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、大中型まき網漁業のマメ・ゼンゴ銘柄の資源密度指数（一網当り漁獲量の有漁漁区平均）（9～12 月）、長崎魚市豆銘柄 1 入港隻当り水揚量（9～1 月）、島根県中型まき網一網当り豆銘柄漁獲量（8～1 月）の相乗平均を求め、漁況指標値とした。次に、7～9 月魚探調査（補足資料 3（1））によって得られたマアジ分布量、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現存量、6 月幼魚分布量調査（補足資料 3（3））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、魚探調査について指標値算出法の見直しが行われたことにより、2011 年指標値は更新された。なお、昨年度は 4 月稚魚分布調査（補足資料 3（4））結果を調査船指標値の一つとして採用していたが、マアジの漂泳稚魚期は生活史のごく短い時間に限定されており、変動が大きいと考えられることから、参考値にとどめ、指標値としては採用しなかった。

単位省略。

年	漁況				調査				0 歳魚指標値
	大中まき	長崎	島根	漁況 指標値	魚探	着底	幼魚	調査 指標値	
2003	9.00	1.59	9.6	5.16	20.5	8,487	1.00	55.83	16.98
2004	6.46	1.90	6.0	4.19	10.6	15,161	0.07	22.40	9.69
2005	5.47	1.50	5.9	3.65	6.1	324	0.10	5.81	4.61
2006	2.87	2.64	6.9	3.73	5.1	2,265	0.23	13.85	7.19
2007	1.65	1.86	9.1	3.04	18.1	13,569	0.28	41.00	11.16
2008	3.15	1.10	5.1	2.61	15.8	5,934	1.24	48.84	11.29
2009	4.17	1.78	5.2	3.39	39.0	21,712	1.45	107.04	19.04
2010	4.01	2.47	6.1	3.92	40.4	12,375	1.92	98.62	19.66
2011	5.71	4.08	8.0	5.72	4.1	6,062	0.21	17.28	9.94
2012	3.26	1.37	4.1	2.64	5.7	27,122	0.42	40.21	10.30

補注 4. 1 歳魚の指標値は以下のように求めた。大中型まき網漁業の小銘柄の資源密度指数（一網当り漁獲量の有漁漁区平均）（9～12 月）、1 歳魚に相当すると考えられる 3～5 月に島根県中型まき網漁業によって漁獲された豆銘柄一網当り漁獲量、ならびに着底トロールによる 1 歳魚現存量（補足資料 3（2））（2003 年を 1 とする）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	2011	2012
大中まき	2.45	2.57	3.40	2.04	3.06	3.44	3.90	6.25	4.73	2.90
島根中まき	7.96	12.78	6.78	3.76	11.44	4.38	8.52	2.96	1.98	10.38
着底	1.00	1.81	5.95	1.25	0.18	3.61	1.02	10.43	0.89	0.64
1 歳魚指標値	2.69	3.90	5.16	2.13	1.83	3.79	3.23	5.78	2.03	2.68

表 1. マアジ対馬暖流系群のコホート計算

年/年齢	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)			
	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	1.19	1.37	0.41	5,643	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	4,486	3,212	485	123
1999	1,037	878	267	31	33	80	42	10	0.35	0.91	1.14	0.34	4,370	1,798	476	136
2000	891	1,106	298	47	27	90	43	18	0.37	1.26	1.66	0.50	3,611	1,863	438	151
2001	4,436	985	185	26	35	80	28	9	0.90	1.51	1.21	0.36	9,152	1,514	319	106
2002	2,131	1,182	130	29	38	95	21	9	0.60	1.02	1.47	0.44	5,872	2,254	203	103
2003	2,301	878	320	20	76	72	49	7	0.43	0.80	1.51	0.45	8,205	1,959	493	68
2004	1,199	1,801	258	17	45	131	34	6	0.32	1.13	0.90	0.27	5,492	3,234	533	93
2005	526	1,297	327	36	11	112	49	12	0.17	1.06	0.99	0.30	4,359	2,419	635	174
2006	480	1,038	218	35	14	86	35	12	0.16	0.84	0.75	0.22	4,005	2,241	509	221
2007	353	1,109	248	40	11	82	37	14	0.15	1.06	0.74	0.22	3,296	2,062	586	254
2008	1,326	976	172	43	23	85	28	15	0.45	1.16	0.68	0.20	4,603	1,729	431	293
2009	1,533	1,077	156	51	29	82	27	20	0.44	1.30	0.87	0.26	5,385	1,788	330	278
2010	1,805	974	125	34	30	85	21	12	0.49	0.84	0.73	0.22	5,850	2,106	296	214
2011	1,009	953	266	36	29	73	42	13	0.36	0.77	0.89	0.27	4,211	2,185	552	190
2012	403	752	251	34	13	64	37	12	0.12	0.73	0.70	0.21	4,532	1,787	613	226

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	5,643	44	25.39
1997	241	23	263	518	252	9,141	51	36.27
1998	231	22	253	528	237	4,486	48	18.91
1999	150	14	164	419	200	4,370	39	21.83
2000	159	20	178	382	196	3,611	47	18.47
2001	135	18	152	281	147	9,152	54	62.34
2002	136	26	162	349	153	5,872	47	38.42
2003	184	20	204	531	179	8,205	38	45.89
2004	192	25	217	545	221	5,492	40	24.83
2005	142	43	184	453	259	4,359	41	16.81
2006	123	23	146	456	250	4,005	32	16.02
2007	125	19	144	430	250	3,296	33	13.16
2008	127	23	150	398	245	4,603	38	18.82
2009	136	22	158	403	233	5,385	39	23.15
2010	129	19	148	410	221	5,850	36	26.50
2011	138	19	157	445	241	4,211	35	17.46
2012	109	17	126	469	249	4,532	27	18.17

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	0.26	0.21	0.16	0.11	0.05	0.00
	1 歳	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
	2 歳	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
	3 歳以上	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
2018 年漁獲量 (千トン)		210	214	218	223	227	232
2018 年親魚量 (千トン)		473	497	521	547	574	602

表 4. 2013 年以降の資源尾数等

F30%SPR、Fcurrent、Fmed で漁獲した場合の 2013～2018 年の年齢別資源尾数、重量、漁獲量。体重(g)は、0 歳 26、1 歳 83、2 歳 158、3 歳以上 369（2010～2012 年平均体重）。

F30%SPR

年齢別漁獲係数

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
1 歳	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
2 歳	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
3 歳以上	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
平均	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	6130	6,295	6,295	6,295	6,295	6,295
1 歳	2,440	2,859	2,948	2,948	2,948	2,948
2 歳	522	769	911	939	939	939
3 歳以上	295	312	401	491	545	573
合計	9,386	10,235	10,555	10,674	10,728	10,755

年齢別資源量（千トン）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	157	161	161	161	161	161
1 歳	203	237	245	245	245	245
2 歳	82	121	143	148	148	148
3 歳以上	109	115	148	181	201	211
資源量	550	635	697	735	755	765
親魚量	292	355	414	452	472	481

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	1,127	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140
1 歳	947	1,097	1,131	1,131	1,131	1,131
2 歳	202	294	349	360	360	360
3 歳以上	42	43	56	68	76	80
合計	2,318	2,575	2,676	2,699	2,707	2,711

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	29	29	29	29	29	29
1 歳	79	91	94	94	94	94
2 歳	32	46	55	57	57	57
3 歳以上	15	16	21	25	28	29
合計	155	183	199	205	208	209

Fcurrent

年齢別漁獲係数

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
1 歳	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
2 歳	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
3 歳以上	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
平均	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	6,130	6,295	6,295	6,295	6,295	6,295
1 歳	2,440	2,859	2,936	2,936	2,936	2,936
2 歳	522	769	901	925	925	925
3 歳以上	295	312	398	483	533	558
合計	9,386	10,235	10,530	10,639	10,689	10,714

年齢別資源量（千トン）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	157	161	161	161	161	161
1 歳	203	237	244	244	244	244
2 歳	82	121	142	146	146	146
3 歳以上	109	115	147	178	197	206
資源量	550	635	694	729	747	756
親魚量	292	355	411	446	464	473

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	1,127	1,157	1,157	1,157	1,157	1,157
1 歳	947	1,110	1,140	1,140	1,140	1,140
2 歳	202	298	349	359	359	359
3 歳以上	42	44	56	68	75	79
合計	2,318	2,609	2,702	2,724	2,731	2,734

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	29	30	30	30	30	30
1 歳	79	92	95	95	95	95
2 歳	32	47	55	56	56	56
3 歳以上	15	16	21	25	28	29
合計	155	185	200	206	208	210

Fmed

年齢別漁獲係数

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	0.26	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
1 歳	0.65	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
2 歳	0.65	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
3 歳以上	0.20	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
平均	0.44	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	6,130	6,295	6,295	6,295	6,295	6,295
1 歳	2,440	2,859	2,626	2,626	2,626	2,626
2 歳	522	769	682	627	627	627
3 歳以上	295	312	327	313	294	285
合計	9,386	10,235	9,930	9,861	9,841	9,832

年齢別資源量（千トン）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	157	161	161	161	161	161
1 歳	203	237	218	218	218	218
2 歳	82	121	107	99	99	99
3 歳以上	109	115	121	116	108	105
資源量	550	635	607	593	586	583
親魚量	292	355	337	323	316	313

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	1,127	1,571	1,571	1,571	1,571	1,571
1 歳	947	1,417	1,301	1,301	1,301	1,301
2 歳	202	381	338	310	310	310
3 歳以上	42	60	63	61	57	55
合計	2,318	3,429	3,273	3,243	3,239	3,238

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0 歳	29	40	40	40	40	40
1 歳	79	118	108	108	108	108
2 歳	32	60	53	49	49	49
3 歳以上	15	22	23	22	21	20
合計	155	240	225	220	218	217

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
現存量指標値	8.0	3.3	18.4	12.1	89.8	5.7	20.5	10.6
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
現存量指標値	6.1	5.1	18.1	15.8	39.0	40.4	4.1	5.7

(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）。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
現存量推定値 (トン)	26,700	70,907	34,945	9,422	23,535	7,098	2,693
年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
現存量推定値 (トン)	13,700	9,544	25,290	23,536	7,041	28,570	*4,773

*2013年は暫定値

(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、2003年から計算している加入量指標値を以下に示す。

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008
加入量指標値	1.00	0.07	0.10	0.23	0.28	1.24
年	2009	2010	2011	2012	2013	
加入量指標値	1.45	1.92	0.21	0.42	*2.02	

*2013年は暫定値

(4) 新規加入量調査（稚魚）：2000年からニューストー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いる。本調査は漂泳稚魚を対象としており、マアジ稚魚の生息水深を網羅していないため、得られる結果は参考値程度のものとなる。

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（2000～2013 年）

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
2 月	2001	西海水研	65	3	184	33	6	0
3 月	2001	鹿児島県	18	27	26	426	0	1
		西海水研	47	107	87	9	14	0
	2002	鹿児島県	18	8	7	5	8	1
	2003	鹿児島県	16	3	1	0	0	0
	2004	鹿児島県	18	25	185	1,856	9	0
	2005	鹿児島県	15	4	27	1,157	1	0
	2006	鹿児島県	17	6	75	1,330	0	0
	2007	鹿児島県	18	6	56	553	2	0
	2008	鹿児島県	18	23	136	349	1	0
	2009	鹿児島県	17	2	22	5	0	1
	2010	鹿児島県	17	28	52	886	2	0
	2011	鹿児島県	17	121	262	19	10	371
	2012	鹿児島県	18	29	78	27	10	12
	2013	鹿児島県	18	6	11	473	3	96
4 月	2000	長崎県	13	93	4	72	9	1
		西海水研	79	3,811	185	10,906	264	0
	2001	山口県	8	0	0	1	0	2
		長崎県	18	65	2	1,255	4	2
		鹿児島県	16	19	44	140	33	0
		西海水研	88	1,339	331	2,294	359	30
		長崎県	18	17	2	58	47	0
		鹿児島県	16	23	13	8	24	0
		西海水研	107	207	254	4,854	485	0
	2003	長崎県	13	15	14	4,414	27	0
		鹿児島県	18	84	58	4,632	232	0
		西海水研	96	288	225	52,153	463	0
	2004	長崎県	15	97	0	12,949	93	0
		鹿児島県	18	5	65	13,699	167	0
		西海水研	92	461	408	59,546	539	43
	2005	長崎県	15	14	4	17,667	20	0
		鹿児島県	18	6	8	12,036	53	4
		西海水研	91	546	1,831	69,585	216	9
	2006	長崎県	12	19	25	18,067	18	0
		鹿児島県	18	21	127	20,243	31	1
		西海水研	94	231	789	63,377	151	233
	2007	長崎県	18	158	152	3,727	36	9
		鹿児島県	18	22	81	39,374	31	1
		西海水研	91	104	1,329	35,060	255	9
	2008	長崎県	12	151	107	4,722	6	15
		鹿児島県	18	22	499	2,896	53	1
		西海水研	84	1,454	781	7,786	454	4
	2009	長崎県	10	44	5	200	22	0
		鹿児島県	18	31	87	30	117	0
		西海水研	90	617	1,810	5,037	570	5
	2010	長崎県	8	24	5	2,175	21	37
		鹿児島県	17	33	50	1,850	140	88
		西海水研	93	440	611	2,561	577	613

4 月	2011	長崎県	10	82	104	1,236	155	289
		鹿児島県	15	141	166	1,450	53	5
		西海水研	72	1,265	9,385	24,448	1,046	208
	2012	長崎県	18	39	67	623	20	34
		鹿児島県	17	24	28	210	11	32
		西海水研	72	2,110	195	9,279	196	255
	2013	長崎県	11	51	35	2,408	47	5
		鹿児島県	17	18	113	15,840	128	32
		西海水研	70	267	288	35,923	1,146	183
5 月	2000	山口県	8	0	0	0	0	11
		長崎県	19	92	9	54	25	0
		鹿児島県	18	13	17	242	60	0
	2001	山口県	8	4	14	1	0	1
		長崎県	19	195	18	344	39	0
		鹿児島県	18	122	10	163	51	0
	2002	山口県	8	1	5	7	0	0
		長崎県	19	53	2	127	367	0
		鹿児島県	18	33	6	30	189	0
	2003	山口県	8	0	4	22	0	3
		長崎県	19	8	7	6,290	15	0
		鹿児島県	16	12	11	1,693	188	0
	2004	山口県	8	5	0	393	0	0
		長崎県	18	5	0	33,453	52	0
		鹿児島県	18	6	8	27,518	53	0
	2005	山口県	8	0	20	2,473	0	1
		長崎県	18	29	52	25,851	12	2
		鹿児島県	18	60	4	7,690	32	0
	2006	山口県	8	3	8	3,232	0	7
		長崎県	12	17	24	2,921	15	0
		鹿児島県	18	33	54	44,164	177	0
	2007	山口県	8	0	7	288	4	1
		長崎県	18	13	149	25,668	36	1
		鹿児島県	18	9	77	18,901	84	1
	2008	山口県	8	6	55	708	6	9
		長崎県	14	60	3	2,842	36	0
		鹿児島県	13	5	29	3,737	258	0
	2009	山口県	8	131	225	2,756	15	18
		長崎県	14	8	20	3,590	292	0
		鹿児島県	18	4	15	387	330	2
	2010	山口県	8	29	23	2,193	0	6
		長崎県	8	0	2	3,064	14	0
		鹿児島県	18	13	29	10,907	1,250	2
	2011	山口県	8	1	21	1,194	5	16
		長崎県	10	10	2	6,680	11	3
		鹿児島県	18	41	5	2,152	101	0
	2012	山口県	8	2	26	1,311	17	1
		長崎県	17	9	1,127	1,639	56	107
		鹿児島県	18	24	117	198	131	3
	2013	山口県	8	4	37	1,578	2	299
		長崎県	15	2	170	6,252	65	3
		鹿児島県	18	9	25	7,651	745	2

6 月	2002	山口県	8	0	13	10	117	0
	2003	山口県	8	4	17	57	0	0
	2004	山口県	8	0	0	1,415	24	0
	2005	山口県	8	5	1	285	5	0
	2006	山口県	8	0	0	600	0	0
	2007	山口県	8	1	5	788	4	0
	2008	山口県	8	14	0	657	32	5
	2009	山口県	8	23	4	2,121	69	1
	2010	山口県	8	0	4	1,112	5	4
	2011	山口県	8	1	50	1,589	0	1
	2012	山口県	8	2	1	719	27	0
	2013	山口県	8	1	1	1,389	51	0

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.