平成 27（2015）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、黒田啓行、福若雅章）
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

本系群の資源量について、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 年代後半に低水準だったが、1980～1990 年代前半に増加し、1993～1998 年には 50 万トンを超えた。その後、資源量は減少し、1999～2002 年には 30 万～40 万トンだったが、2003、2004 年には増加し、再び 50 万トンを超えた。2005 年以降は 40 万トン前後で推移しており、2014 年の資源量は 45 万トンであった。親魚量については 2010 年以降 20 万トン前後で推移している。2014 年親魚量は 20 万トンで、Blimit（2001 年の親魚量 15 万トン）を上回っており、資源水準は中位で、最近 5 年間（2010～2014 年）の資源量の推移から、資源動向は横ばいと判断した。今後、再生産成功率（加入量÷親魚量）が最近 10 年間（2004～2013 年）の中央値で継続した場合に、資源量の増大（F30%SPR）、現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）及び親魚量の維持（Fmed）の各シナリオで期待される漁獲量を ABC として算定した。

漁獲シナリオ（管理基準）	Limit / Target	F 値（Fcurrent との比較）	漁獲割合（%）	将来漁獲量（千トン）		確率評価（%）		2016 年 ABC（千トン）
				5 年後	5 年平均	2014 年親魚量を維持（5 年後）	Blimit を維持（5 年後）	
資源量の増大*（F30%SPR）	Limit	0.41（0.73 Fcurrent）	28	125～257	178	100	100	167
	Target	0.32（0.58 Fcurrent）	24	117～244	161	100	100	139
現状の漁獲圧の維持*（Fcurrent）	Limit	0.56（1.00 Fcurrent）	36	105～261	193	83	96	211
	Target	0.45（0.80 Fcurrent）	30	127～255	184	99	100	179
親魚量の維持*（Fmed）	Limit	0.59（1.06 Fcurrent）	37	101～259	196	76	93	221
	Target	0.47（0.85 Fcurrent）	32	127～270	190	97	100	188

コメント
・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(1)を用いた。
・現状の漁獲圧は Blimit 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。
・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の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」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数以下の漁獲係数であれば資源を維持または増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Fcurrent は 2014 年の F を指す。漁獲割合は 2016 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。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%区間を示す。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量での維持を指す。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2013	387	136（121）	0.59	35%
2014	450	145（122）	0.56	32%
2015	604	－	－	－

2015 年の資源量は加入量を仮定した値である。（）内は我が国 EEZ 内での漁獲量。

	指標	水準	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。
2014 年	親魚量	2001 年水準以上（20 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） 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 水産統計（韓国海洋水産部） （http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp、2015 年 3 月）
資源量指数 ・　加入量指数	大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 中型まき網漁業漁獲成績報告書（島根県） 長崎魚市豆銘柄水揚げ量（長崎県） 幼魚分布調査（水研セ、鳥取県、島根県） ・中層トロール 資源量直接推定調査（水研セ） ・着底トロール
・年齢別資源量指数	大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 中型まき網漁業漁獲成績報告書（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26%を占める（2014 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形で行われてきた。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（2009）年度から平成 23（2011）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」が実施され、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（2011）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（2012）年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、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に達する（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年以降はほぼ横ばいで、2014年は121千トンであった（表1、図4）。

韓国は毎年、数万トンを漁獲しており、2014年のアジ類の漁獲量は24千トンであ

った。韓国が漁獲するアジ類にはムロアジ類が含まれるが、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 22 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 千トンに減少し、2009～2013 年は 25 千トン～31 千トンであった（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2013 （ Release date: March 2015 、http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en、2015 年 6 月））。

（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 8 千網前後で推移していたが、その後減少し 2009 年以降は低い水準を保っている（図 5）。なお、有効漁獲努力量は、2014 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、2014 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（表 2、補足資料 1、2）。資源計算は日本と韓国の漁獲について行った。中国の漁獲量については 2003 年以降の統計のみであること、直近年（2014 年）の情報が得られないことなどから、資源計算では考慮していない。

新規加入量（0 歳魚）を主対象として、5～6 月に対馬周辺～日本海西部海域では中層トロール網、東シナ海では着底トロール網を用いた分布調査を行い、これらの調査結果を 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（3.（3）を参照）は、1999～2002 年にやや低くなった後、2003 年に増加し、2005 年まで 10 トン/網程度の水準を保ったが、2007 年にかけて減少した。2008 年以降は再び増加に転じ、2009～2014 年は 10～12 トン/網程度の水準を保った（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 2）は、指標毎に動向が異なるが、2014 年についてはいずれの指標も前年を上回った。（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、2013 年以降は再び 0 歳魚の割合が増加している。

（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。その後、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 年に 28 万トンまで減少したが、その後増加して、2004 年は 54 万トンとなった。2005 年以降は 40 万トン前後で推移し、2014 年は 45 万トンであった。

加入量（0 歳魚資源尾数）は 1980 年代後半から 2000 年代前半には、80 億尾を超えた年が出現した。2005 年以降は 30 億～60 億尾で推移していたが、2014 年加入量は再び増加し、80 億尾と推定された（図 9）。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たが、2006 年以降は減少し、2009 年以降は 20 万トン前後で推移している。

コホート計算に使った自然死亡係数（M）の値は、仮定値（0.5）のため、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 2014 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、1982～2001 年に高い水準にあったが、2002 年以降は変動しながら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、はっきりとした対応関係はみられない。

（5）再生産関係

再生産関係を図 13 に示す。1973～2014 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。

（6）Blimit の設定

過去 42 年間（1973～2014 年）の加入量の上位 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 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）を資源回復の閾値（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。2014 年の親魚量は 20 万トンと見積もられ、Blimit を上回っている。

（7）資源の水準・動向

2014 年の推定資源量は 45 万トンであり、過去 42 年間（1973～2014 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 万トンと報告されており、現在よりもかなり資源が豊富だったと考えられることから（堀田・真子 1970）、1973 年以降では高位水準と判断される年はないと考えた。資源水準の低位と中位の境界を Blimit（親魚量 15 万トン）とし、2014 年の親魚量は 20 万トンと Blimit 以上であることから資源水準は中位と判断した。動向は、過去 5 年間（2010～2014 年）の資源量の推移から、横ばいと判断した。

（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すれば、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）。2002～2007 年までは減少傾向を示していたが、2008～2010 年は上向き、2011、2012 年は減少して 2013 年以降は再び増加している。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 1973～2014 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いる。また、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ており、4～6 月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）。

2015 年 6 月に行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、2015 年級群の分布量は 2014 年級群を下回った（補足資料 3-（2））。また、着底トロールによる東シナ海における 2015 年の 0 歳魚分布量は前年並みだった（補足資料 3 -（1））。直近年（2014 年）の加入量計算値は不確実性が高いので、2015 年以降の再生産成功率を 2014 年を除く最近 10 年間（2004～2013 年）の中央値 18.2 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 55 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（2012～2014 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（Fcurrent）を年齢別選択率が 2012～2014 年平均（0 歳＝0.33、1 歳＝1、2 歳＝1.01、3 歳以上＝0.30）

で、各年齢の F の平均値が 2014 年の F 値（0.56）である F とする（0 歳＝0.28、1 歳＝0.84、2 歳＝0.85、3 歳以上＝0.26）。Fcurrent は、F30%SPR、F0.1 より高く、Fmed より低い。

5. 2016 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

2014 年の資源量は 45 万トン、親魚量は 20 万トンで、Blimit（15 万トン）を上回っており、水準は中位、動向は横ばいと判断した。現状の漁獲係数（Fcurrent）は親魚量を維持する漁獲係数（Fmed）より若干低い。

（2）漁獲シナリオに対応した漁獲量の算定

ABC の算定にあたっては 2014 年の親魚量が Blimit を上回っていることから、平成 27 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 = 2004～2013 年の中央値 18.2 尾／kg、親魚量が 30 万トンを超えた場合は加入量 55 億尾で一定）の下で、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の変化を以下の表ならびに図 18、19 に示す（表 3 に将来予測の詳細を掲載）。2015 年の漁獲圧は Fcurrent（2014 年の F）とし、Fmed は、年齢別選択率が 2012～2014 年の平均で、2004～2013 年再生産関係の中央値に相当する F（0 歳=0.29、1 歳=0.90、2 歳=0.91、3 歳以上=0.27）とした。F30%SPR は、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=0.20、1 歳=0.61、2 歳=0.62、3 歳以上=0.19）とした。

漁獲シナリオ（管理基準）		F 値	漁獲量（千トン）						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
親魚量の増大（F30%SPR）	Limit	0.41	145	226	167	176	183	185	186
	Target	0.32	145	226	139	157	167	171	173
現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）	Limit	0.56	145	226	211	199	198	197	197
	Target	0.45	145	226	179	183	188	190	190
親魚量の維持（Fmed）	Limit	0.59	145	226	221	202	200	199	198
	Target	0.47	145	226	188	188	191	192	193
漁獲シナリオ（管理基準）		F 値	資源量（千トン）						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
親魚量の増大（F30%SPR）	Limit	0.41	450	604	589	654	685	703	712
	Target	0.32	450	604	589	696	756	793	813
現状の漁獲圧の維持（Fcurrent）	Limit	0.56	450	604	589	586	580	577	576
	Target	0.45	450	604	589	634	654	664	670
親魚量の維持（Fmed）	Limit	0.59	450	604	589	572	561	555	553
	Target	0.47	450	604	589	622	634	641	644

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

（3）2016 年 ABC、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。2015～2026 年の再生産成功率を仮定値の周りで変動させ、Fcurrent（＝2014 年の F）、F30%SPR、Fmed、0.8Fcurrent、0.8F30%SPR、0.8Fmed で漁獲を続けた場合の漁獲量と親魚量を計算した。2015～2026 年の加入量は毎年異なり、その値は、1973～2013 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 18.2 尾／kg と親魚量を乗じたものであるとした。親魚量が 30 万トンを越えた場合は、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 に示す。F30%SPR の場合、管理を開始する 2016 年の漁獲量は少ないが、その後増加に転じ、平均値で見ると 2020 年以降は Fmed や Fcurrent よりも漁獲量が上回ることが予測された。親魚量は平均値および下側 10%とも増加傾向を示した。Fcurrent と Fmed の場合、2016 年の漁獲量の減少は少ないが、漁獲量と親

魚量が平均的には緩やかに減少傾向を示し、Fcurrent に比べると Fmed の方が減少幅は大きかった。

1,000 回試行の結果に基づき、あわせて 5 年後（2020 年）の予測区間（上下 10%の値を除いた 80%区間）、5 年間（2016～2020 年）の平均漁獲量、5 年後（2021 年 1 月）に現在の親魚量（2014 年）を上回る確率、5 年後の親魚量が Blimit を上回る確率を下表に示す。

5 年後の予想漁獲量の幅は F が高くなるほど広くなる傾向がみられた。また 5 年間の平均漁獲量は、Fmed で最も高くなったが、これは F が低いと漁獲量の減少が大きくなるため、5 年間に限れば、漁獲シナリオの中で最大の F が最大の平均漁獲量をもたらす。ただし、5 年後に 2014 年親魚量を上回る確率および Blimit を上回る確率は F を低い値にするほど高くなった。

漁獲シナリオ（管理基準）	Limit / Target	F 値（Fcurrent との比較）	漁獲割合（%）	将来漁獲量（千トン）		確率評価（%）		2016 年 ABC（千トン）
				5 年後	5 年平均	2014 年親魚量を維持（5 年後）	Blimit を維持（5 年後）	
資源量の増大*（F30%SPR）	Limit	0.41（0.73 Fcurrent）	28	125～257	178	100	100	167
	Target	0.32（0.58 Fcurrent）	24	117～244	161	100	100	139
現状の漁獲圧の維持*（Fcurrent）	Limit	0.56（1.00 Fcurrent）	36	105～261	193	83	96	211
	Target	0.45（0.80 Fcurrent）	30	127～255	184	99	100	179
親魚量の維持*（Fmed）	Limit	0.59（1.06 Fcurrent）	37	101～259	196	76	93	221
	Target	0.47（0.85 Fcurrent）	32	127～270	190	97	100	188

コメント
・本系群の ABC 算定には、規則 1-1)-(1)を用いた。
・現状の漁獲圧は Blimit 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。
・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の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」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数以下の漁獲係数であれば資源を維持または増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

Limit は、各漁獲シナリオの下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量

である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

Fcurrent は 2014 年の F を指す。漁獲割合は 2016 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均である。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%区間を示す。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量での維持を指す。

（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
2008 年月別体長組成 2012 年漁獲量修正値 2013 年漁獲量確定値 2014 年漁獲量暫定値 2014 年月別体長組成	2008、2012～2014 年年齢別漁獲尾数
2014 年年齢別資源量指数	2014 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）
2014 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）
2014 年（当初）	Fmed	0.63	635	240	204	
2014 年（2014 年再評価）	Fmed	0.61	518	193	165	
2014 年（2015 年再評価）	Fmed	0.59	450	152	129	145
2015 年（当初）	Fmed	0.61	551	203	172	
2015 年（2015 年再評価）	Fmed	0.59	604	235	201	
2014、2015 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。						

2014 年資源量は 2012、2013 年の加入量が当初の見積もりよりも低かったことから、2015 年再評価では 2013 年評価時よりも低くなり、ABC も減少した。2015 年資源量は 2014 年の加入量が当初の見積もりよりも高かったことから、2015 年再評価では 2014 年評価時よりも高くなり、ABC も増加した。

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（＝2014 年の F）と同じで 0 歳魚の F のみを 2016 年から削減した場合の、2016～2020 年の漁獲量および親魚量の予測値を求めた。再生産成功率が 2004～2013 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 55 億尾で一定）の条件の下で期待される漁獲量は、0 歳魚の F の削減率が大きいほど管理を開始する 2016 年には減少するが、2018 年以降の漁獲量は削減率を大きくするほど増加した（図 21）。さらに、2020 年の親魚量は削減率を大きくするほど増加した。

7. 引用文献

堀田秀之・真子渺(1970) 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究-I. 漁況変動による解析. 西水研研報, 38, 87-100.

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.

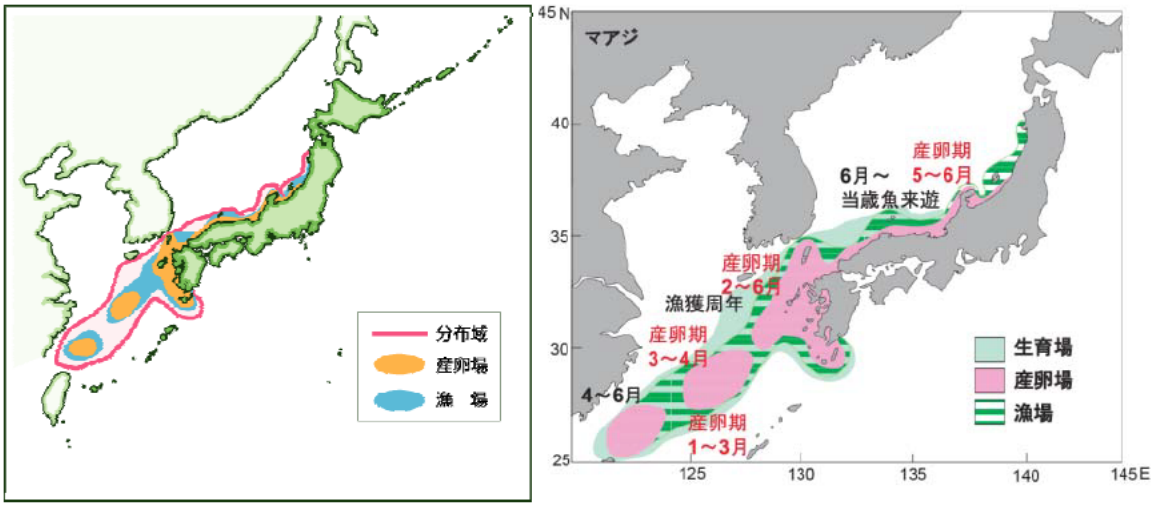


図 1.　マアジ対馬暖流系群の分布・回遊（左）、生活史と漁場形成模式図（右）

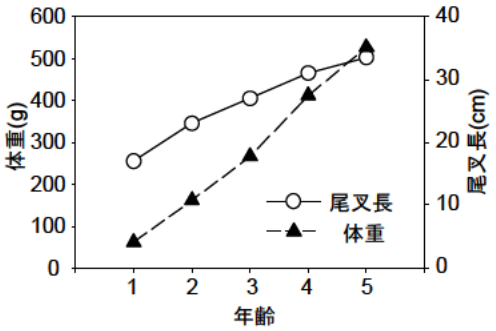


図 2.　年齢と成長

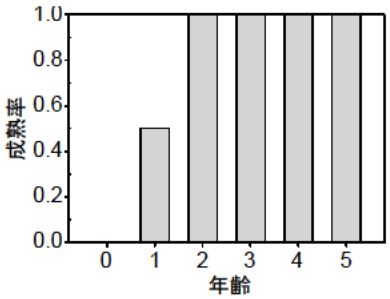


図 3.　年齢と成熟率

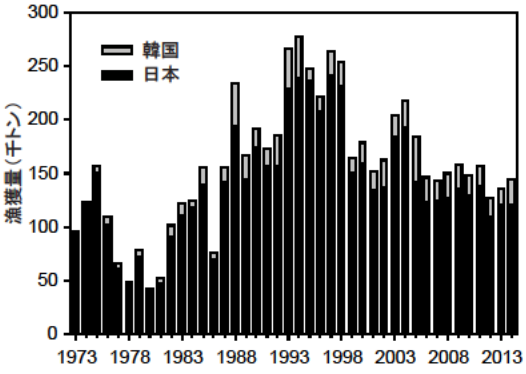


図 4.　漁獲量

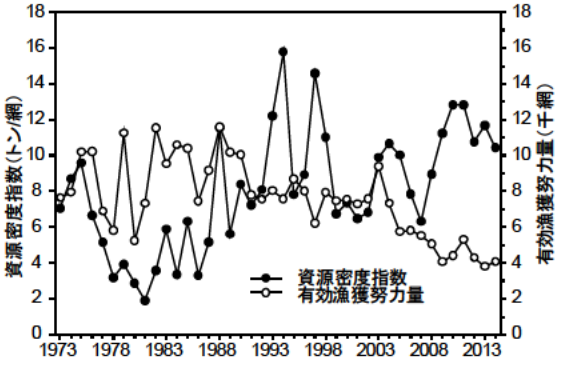


図 5.　大中型まき網の資源密度指数と有効漁獲努力量

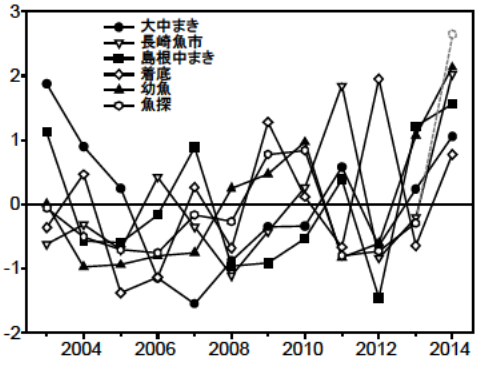


図 6.　0 歳魚指標値（補注 2 参照）

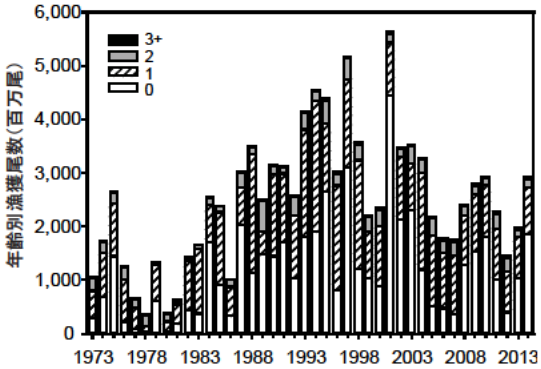


図 7.　年齢別漁獲尾数

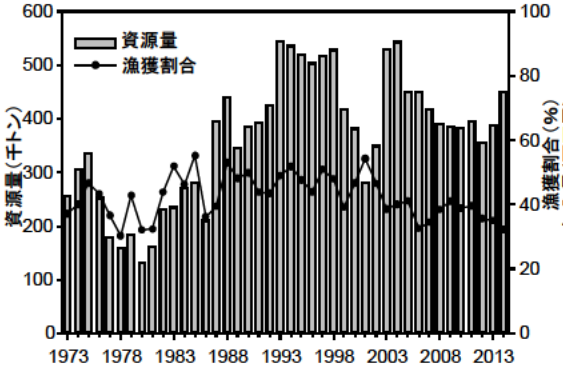


図 8.　資源量と漁獲割合

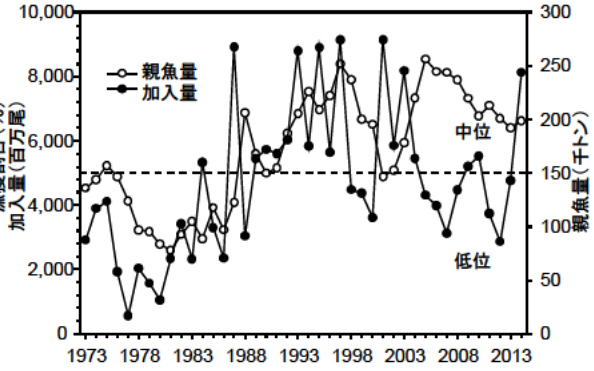


図 9.　親魚量と加入量
（点線は水準判断の境界線（Blimit）を示す）

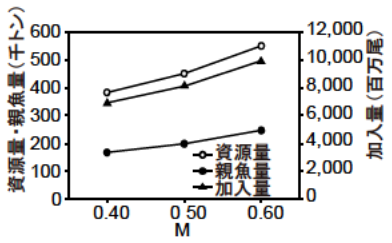


図 10.　自然死亡係数（M）と 2014 年資源量、親魚量、加入量の関係

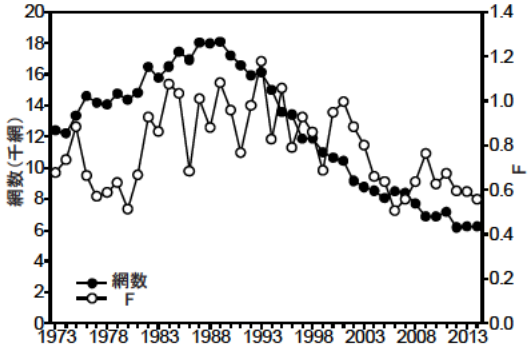


図 11.　F と日本海西部・東シナ海で操業する大中型まき網の網数

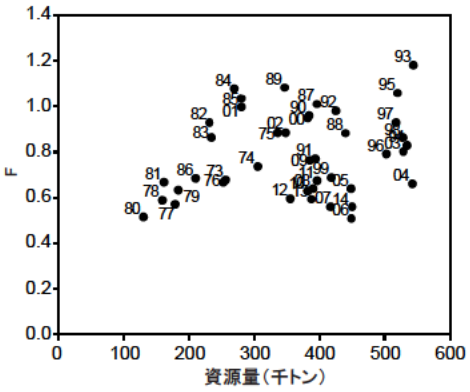


図 12.　資源量と F の関係

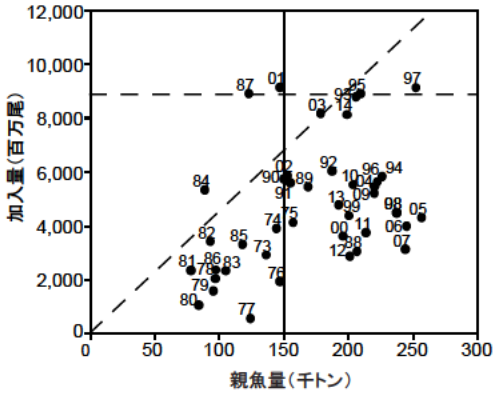


図 13.　親魚量と加入量の関係
（実線は Blimit（15 万トン）を示す）

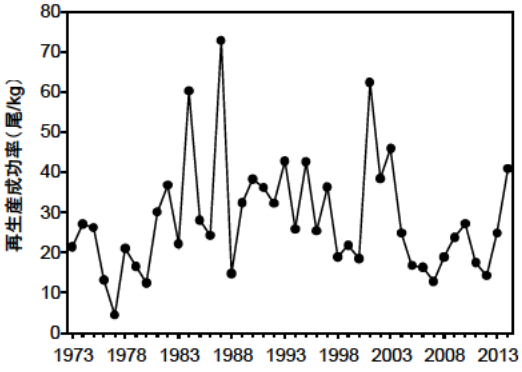


図 14.　再生産成功率

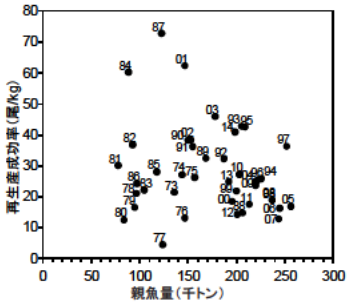


図 15.　親魚量と再生産成功率の関係

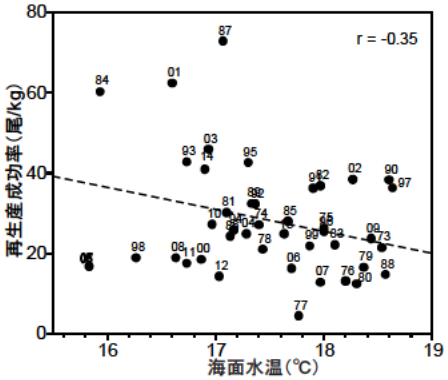


図 16.　海面水温と再生産成功率の関係

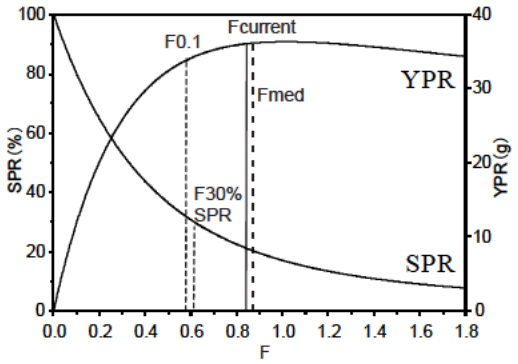


図 17.　SPR 、YPR と F の関係（F は 1 歳時、年齢別選択率は 2012～2014 年平均）

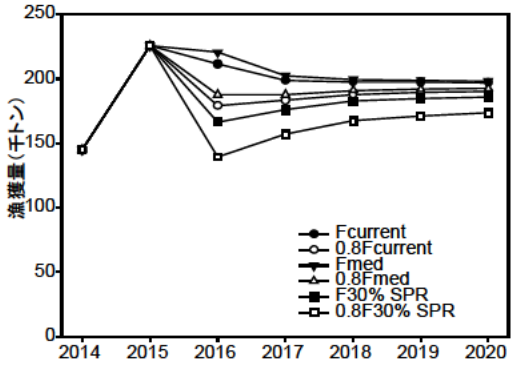


図 18.　様々な F による漁獲量の予測値

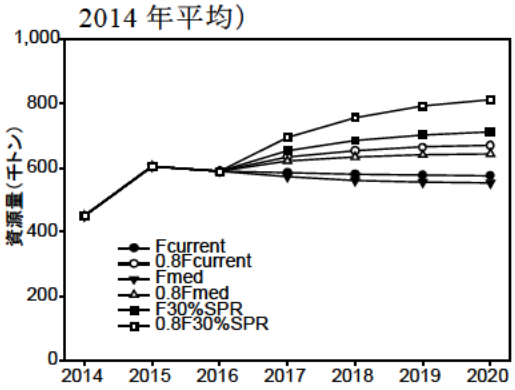


図 19.　様々な F による資源量の予測値

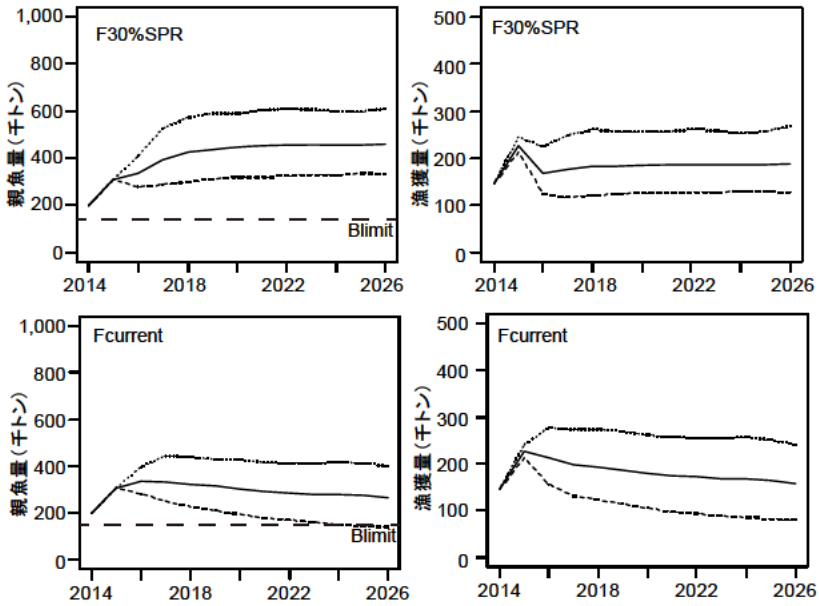


図 20.　RPS の変動を考慮したシミュレーション結果（実線は平均値、点線は上位 10%と下位 10%を示す）

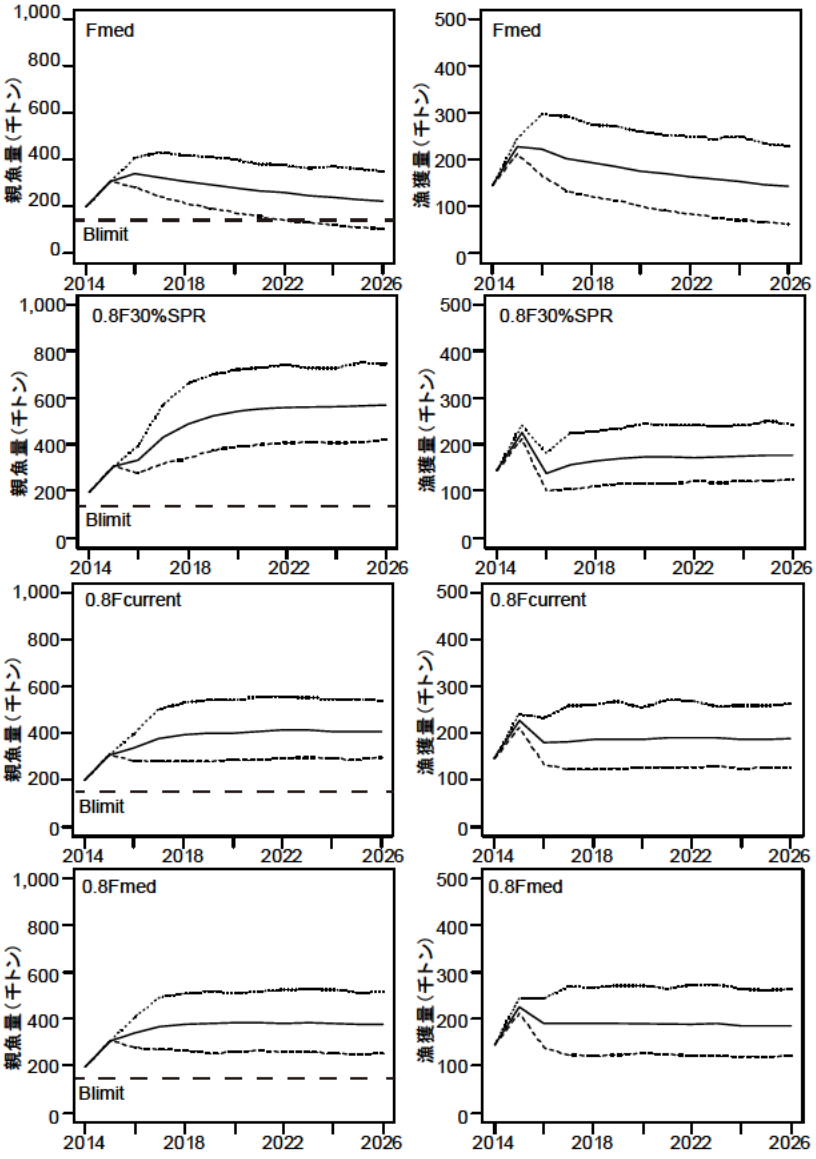


図 20.　RPS の変動を考慮したシミュレーション結果（実線は平均値、点線は上位 10%と下位 10%を示す）（続き）

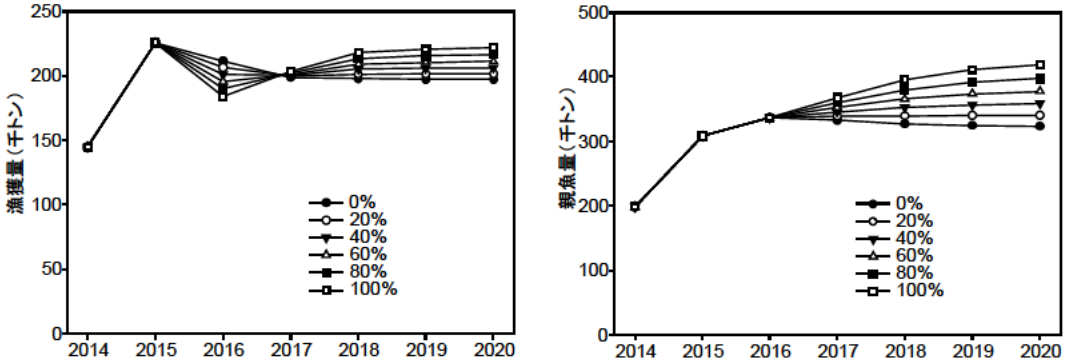


図 21.　0 歳 F のみ削減した場合の漁獲量と親魚量の予測値

表 1.　漁獲量とコホート計算結果

年	漁獲量（千トン）			資源量	親魚量	加入量	漁獲割合	再生産成功率
	日本	韓国	計	（千トン）	（千トン）	（百万尾）	（%）	（尾／kg）
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	9,140	51	36.27
1998	231	22	253	528	237	4,485	48	18.91
1999	150	14	164	419	200	4,369	39	21.83
2000	159	20	178	382	195	3,610	47	18.47
2001	135	18	152	280	147	9,149	54	62.36
2002	136	26	162	348	153	5,861	47	38.40
2003	184	20	204	529	178	8,184	39	45.92
2004	192	25	217	543	220	5,462	40	24.83
2005	142	43	184	449	257	4,309	41	16.80
2006	123	23	146	449	245	3,984	33	16.27
2007	125	19	144	417	244	3,120	34	12.79
2008	127	23	150	390	237	4,477	38	18.88
2009	136	22	158	385	220	5,211	41	23.71
2010	129	19	148	382	203	5,529	39	27.19
2011	138	19	157	397	213	3,738	40	17.53
2012	109	17	126	355	201	2,869	36	14.28
2013	121	15	136	387	192	4,772	35	24.83
2014	121	24	145	450	199	8,132	32	40.93

表 2. マアジ対馬暖流系群のコホート計算結果

年齢 年	漁獲尾数（百万尾）				漁獲重量（千トン）				漁獲係数 F			
	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
1974	677	841	187	23	17	68	29	8	0.25	1.08	1.24	0.37
1975	1,451	971	206	27	37	79	32	9	0.58	1.02	1.49	0.45
1976	222	798	212	17	6	65	33	6	0.16	1.17	1.03	0.31
1977	99	393	140	26	3	32	22	9	0.26	0.67	1.04	0.31
1978	41	94	190	29	1	8	29	10	0.03	0.60	1.33	0.40
1979	631	662	30	12	16	54	5	4	0.69	1.11	0.57	0.17
1980	43	181	129	17	1	15	20	6	0.05	0.63	1.06	0.32
1981	180	368	77	17	5	30	12	6	0.10	1.35	0.94	0.28
1982	428	931	55	19	11	76	8	6	0.17	1.95	1.22	0.37
1983	369	1,217	62	11	9	99	9	4	0.22	1.76	1.13	0.34
1984	1,716	684	131	15	43	56	20	5	0.51	1.32	1.91	0.57
1985	907	1,355	118	9	23	110	18	3	0.42	1.77	1.50	0.45
1986	324	553	126	10	8	45	19	3	0.19	0.73	1.40	0.42
1987	2,037	695	275	16	51	57	42	5	0.34	1.25	1.89	0.57
1988	1,136	2,223	125	13	29	181	19	5	0.62	1.19	1.32	0.40
1989	1,481	442	555	23	37	36	85	8	0.41	0.79	2.40	0.72
1990	1,441	1,535	163	14	36	125	25	5	0.38	1.79	1.28	0.38
1991	1,704	1,283	126	16	43	104	19	6	0.48	1.06	1.18	0.35
1992	1,042	1,147	367	25	26	93	57	9	0.24	1.08	1.99	0.60
1993	1,799	2,007	320	24	45	163	49	8	0.30	1.78	2.03	0.61
1994	1,897	2,458	161	12	48	200	25	4	0.52	1.37	1.10	0.33
1995	2,652	1,256	442	30	67	102	68	10	0.46	1.27	1.92	0.58
1996	820	1,946	222	22	21	158	34	8	0.20	1.19	1.37	0.41
1997	3,094	1,652	405	25	51	137	66	9	0.55	1.25	1.47	0.44
1998	1,218	2,020	286	31	46	154	43	10	0.41	1.41	1.25	0.37
1999	1,037	878	267	31	33	80	42	10	0.35	0.91	1.14	0.34
2000	891	1,106	298	47	27	90	43	18	0.37	1.26	1.66	0.50
2001	4,436	985	185	26	35	80	28	9	0.90	1.51	1.21	0.36
2002	2,131	1,182	130	29	38	95	21	9	0.60	1.02	1.48	0.44
2003	2,301	878	320	20	76	72	49	7	0.43	0.81	1.52	0.45
2004	1,199	1,801	258	17	45	131	34	6	0.32	1.14	0.91	0.27
2005	526	1,297	327	36	11	112	49	12	0.17	1.07	1.01	0.30
2006	480	1,038	218	35	14	86	35	12	0.16	0.86	0.77	0.23
2007	353	1,109	248	40	11	82	37	14	0.15	1.08	0.77	0.23
2008	1,284	913	179	44	23	83	29	15	0.44	1.15	0.74	0.22
2009	1,533	1,077	156	51	29	82	27	20	0.46	1.36	0.95	0.29
2010	1,805	974	125	34	30	85	21	12	0.52	0.91	0.83	0.25
2011	1,009	953	266	36	29	73	42	13	0.41	0.88	1.08	0.32
2012	403	752	251	34	13	64	37	12	0.19	0.95	0.95	0.29
2013	1,034	758	156	32	28	71	26	11	0.32	1.04	0.78	0.23
2014	1,857	872	150	36	38	70	24	12	0.34	0.71	0.91	0.27

表 2. マアジ対馬暖流系群のコホート計算結果（続き）

年齢 年	平均体重（g）				資源尾数（百万尾）				資源量（千トン）			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1973	25	81	154	345	2,913	1,152	411	75	74	94	63	26
1974	25	81	154	345	3,900	1,547	318	93	99	126	49	32
1975	25	81	154	345	4,113	1,849	318	95	104	150	49	33
1976	25	81	154	345	1,927	1,402	403	80	49	114	62	28
1977	25	81	154	345	553	999	264	123	14	81	41	43
1978	25	81	154	345	2,034	260	311	111	51	21	48	38
1979	25	81	154	345	1,570	1,202	87	95	40	98	13	33
1980	25	81	154	345	1,043	480	241	78	26	39	37	27
1981	25	81	154	345	2,338	599	155	85	59	49	24	29
1982	25	81	154	345	3,414	1,280	94	76	86	104	15	26
1983	25	81	154	345	2,320	1,744	111	49	59	142	17	17
1984	25	81	154	345	5,334	1,126	181	43	135	92	28	15
1985	25	81	154	345	3,299	1,940	183	31	83	158	28	11
1986	25	81	154	345	2,354	1,314	201	37	59	107	31	13
1987	25	81	154	345	8,920	1,180	384	45	225	96	59	15
1988	25	81	154	345	3,045	3,862	206	51	77	314	32	17
1989	25	81	154	345	5,451	994	709	54	138	81	109	19
1990	25	81	154	345	5,739	2,184	273	55	145	178	42	19
1991	25	81	154	345	5,601	2,387	221	69	142	194	34	24
1992	25	81	154	345	6,035	2,109	500	70	153	172	77	24
1993	25	81	154	345	8,799	2,865	433	65	222	233	67	22
1994	25	81	154	345	5,838	3,967	294	56	148	323	45	19
1995	25	81	154	345	8,908	2,109	612	84	225	172	94	29
1996	25	81	154	345	5,643	3,398	359	83	143	276	55	29
1997	16	83	164	369	9,140	2,796	630	89	150	231	103	33
1998	38	76	149	343	4,485	3,212	485	123	168	246	72	42
1999	31	91	156	328	4,369	1,797	476	136	137	163	74	44
2000	31	82	143	376	3,610	1,863	438	151	110	152	63	57
2001	8	81	154	345	9,148	1,513	319	106	73	122	49	37
2002	18	80	158	300	5,861	2,252	202	102	106	180	32	31
2003	33	82	154	328	8,183	1,952	492	68	271	161	76	22
2004	38	73	133	348	5,461	3,221	529	92	205	235	70	32
2005	21	87	151	337	4,308	2,400	628	171	88	208	95	58
2006	28	83	159	344	3,984	2,210	499	215	113	183	79	74
2007	31	74	149	342	3,120	2,049	568	244	97	152	85	83
2008	18	91	162	342	4,477	1,622	424	277	80	147	69	95
2009	19	76	173	386	5,211	1,744	312	257	99	133	54	99
2010	16	88	166	370	5,529	2,001	271	191	91	175	45	71
2011	29	76	158	372	3,738	1,992	490	161	108	152	77	60
2012	32	85	148	365	2,869	1,503	499	172	91	128	74	63
2013	27	94	164	342	4,772	1,432	354	195	128	135	58	67
2014	20	81	162	332	8,132	2,108	308	192	167	170	50	64

表 3.　2015 年以降の資源尾数等

F30%SPR

年齢別漁獲係数

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	0.28	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1 歳	0.84	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
2 歳	0.85	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
3 歳以上	0.26	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
平均	0.56	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462
1 歳	3,521	2,511	2,709	2,709	2,709	2,709
2 歳	626	918	824	889	889	889
3 歳以上	164	239	419	480	532	558
合計	9,773	9,130	9,414	9,539	9,591	9,617

年齢別資源量（千トン）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	144	144	144	144	144	144
1 歳	305	218	235	235	235	235
2 歳	99	145	130	141	141	141
3 歳以上	57	83	145	166	184	193
資源量	604	589	654	685	703	712
親魚量	308	337	393	424	442	451

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	1,052	790	790	790	790	790
1 歳	1,635	930	1,003	1,003	1,003	1,003
2 歳	293	343	308	332	332	332
3 歳以上	29	32	57	65	72	75
合計	3,009	2,095	2,157	2,190	2,197	2,200

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	28	21	21	21	21	21
1 歳	142	81	87	87	87	87
2 歳	46	54	49	52	52	52
3 歳以上	10	11	20	22	25	26
合計	226	167	176	183	185	186

F30%SPR、Fcurrent、Fmed で漁獲した場合の 2015～2020 年の年齢別資源尾数、重量、漁獲量。体重（g）は、0 歳＝26、1 歳＝87、2 歳＝158、3 歳以上＝346（2012～2014 年平均体重）。

表 3.　2015 年以降の資源尾数等（続き）

Fcurrent

年齢別漁獲係数

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
1 歳	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
2 歳	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
3 歳以上	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
平均	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462
1 歳	3,521	2,511	2,511	2,511	2,511	2,511
2 歳	626	918	655	655	655	655
3 歳以上	164	239	349	333	325	322
合計	9,773	9,130	8,977	8,961	8,953	8,950

年齢別資源量（千トン）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	144	144	144	144	144	144
1 歳	305	218	218	218	218	218
2 歳	99	145	104	104	104	104
3 歳以上	57	83	121	115	113	111
資源量	604	589	586	580	577	576
親魚量	308	337	333	328	325	324

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052
1 歳	1,635	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166
2 歳	293	429	306	306	306	306
3 歳以上	29	43	63	60	58	58
合計	3,009	2,690	2,587	2,584	2,583	2,582

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	28	28	28	28	28	28
1 歳	142	101	101	101	101	101
2 歳	46	68	48	48	48	48
3 歳以上	10	15	22	21	20	20
合計	225	211	199	198	197	197

表 3.　2015 年以降の資源尾数等（続き）

Fmed

年齢別漁獲係数

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
1 歳	0.84	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
2 歳	0.85	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
3 歳以上	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
平均	0.56	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462
1 歳	3,521	2,511	2,469	2,469	2,469	2,469
2 歳	626	918	621	611	611	611
3 歳以上	164	239	335	307	292	285
合計	9,773	9,130	8,887	8,849	8,833	8,826

年齢別資源量（千トン）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	144	144	144	144	144	144
1 歳	305	218	214	214	214	214
2 歳	99	145	98	97	97	97
3 歳以上	57	83	116	106	101	99
資源量	604	589	572	561	555	553
親魚量	308	337	321	310	305	302

年齢別漁獲尾数（百万尾）

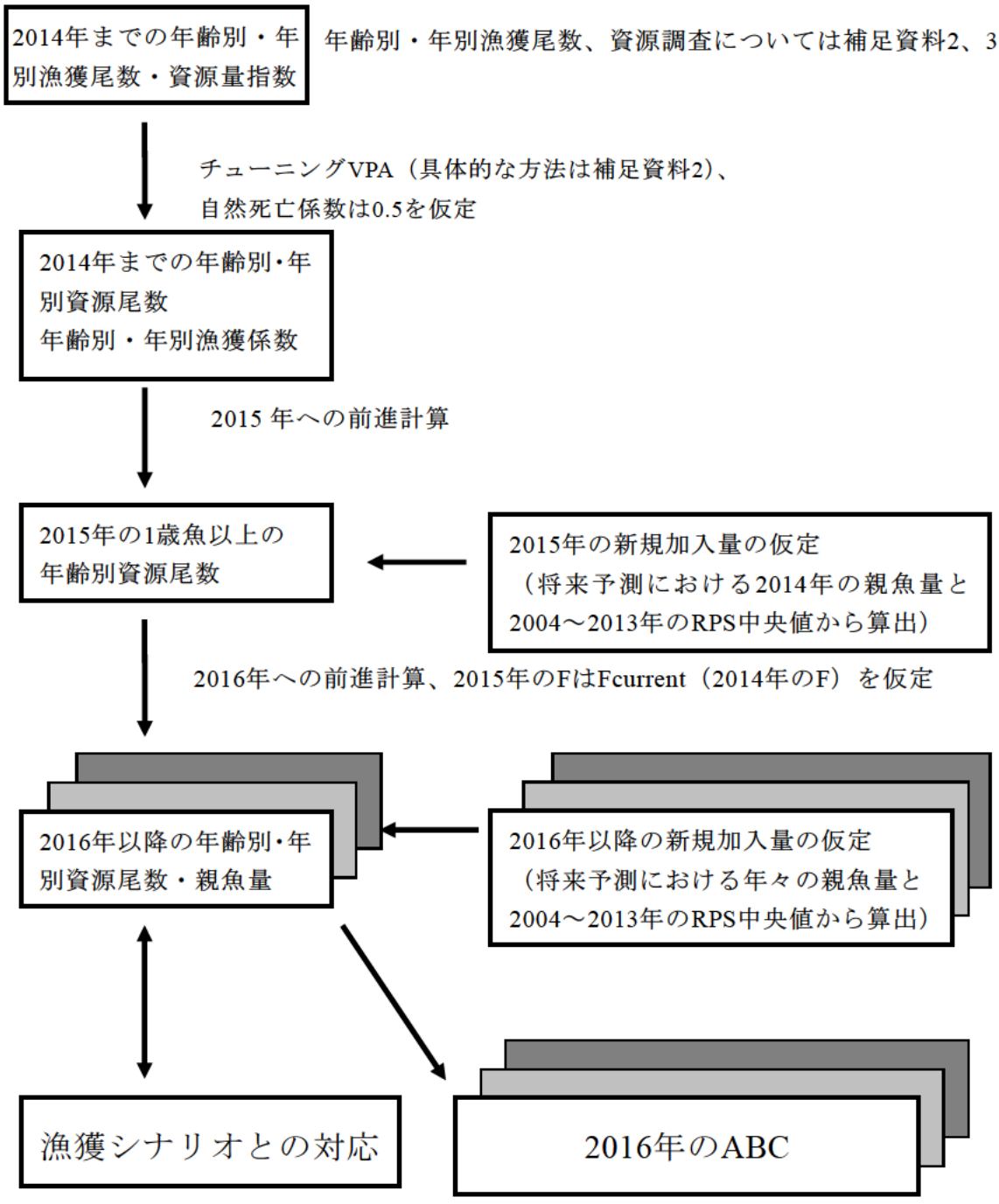
年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	1,052	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108
1 歳	1,635	1,213	1,193	1,193	1,193	1,193
2 歳	293	447	302	297	297	297
3 歳以上	29	45	64	58	55	54
合計	3,009	2,813	2,667	2,656	2,653	2,652

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 歳	28	29	29	29	29	29
1 歳	142	105	103	103	103	103
2 歳	46	70	47	47	47	47
3 歳以上	10	16	22	20	19	19
合計	226	221	202	200	199	198

補足資料１　資源評価の流れ

使用したデータと、資源評価の関係を以下のフローを参考に簡潔に記す。



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。2014 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÷最高年齢 5 歳＝0.5）求めた。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長（cm）	11.4	18.1	22.8	28.9
体重（g）	20.5	80.7	162.1	331.7
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)。1973～2014 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（依田ほか 2014)。最近年（2014 年）の 0～2 歳の F を、大中型まき網漁業の資源密度指数(一網当り漁獲量の有漁漁区平均、2～3+歳）の変動傾向（2003～2014 年）と 2～3 歳以上の各年の資源量、0 歳魚の指標値（2003～2014 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。近年、大中型まき網漁船の操業ヶ統数の減少が進んでおり、マアジに対する有効努力量も 2003 年以降で見ると大きく減少していることから、大中まき網漁業の資源密度指数については合わせる期間を二つに分け、それぞれ別に漁獲効率に関連したパラメータ a を設定した（補足資料 4)。計算方法に

ついては以下の通り（山川 未発表）

$$\text{最小}\quad -\ln L=\sum_k\sum_y\left[\frac{\left[\ln N_y-\left(b_k\ln I_{k,y}+\ln a_k\right)\right]^2}{2{\sigma_k}^2}-\ln\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_k}\right)\right] \qquad (5)$$

ここで、$I_{k,y}$ は y 年における指標 k の観測値、
a_k、b_k、σ_k は推定（ターミナル F と同時推定）すべきパラメータ（指標ごとに定義）である。

なお、N と各指標 I_k の間には、べき乗式で表される以下の関係（アロメトリー関係）があることを仮定している。

$$N=a_k{I_k}^{b_k} \qquad (6)$$

上記の条件のうち、b を推定させた場合には収束しなかったため、b はいずれの指標値でも固定（b=1）し、検討を行った。

ここで、N は 0 歳魚については資源尾数で、1 歳魚以上は資源量、I は年齢別漁法・調査別指標値（補注 2、3）。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、$F_{0,2014}$=0.34、$F_{1,2014}$=0.71、$F_{2,2014}$=0.91、$F_{3+,2014}$=0.27 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
2 歳	0.50	0.93	0.63	0.85	0.53	0.64
3 歳以上	0.18	0.27	0.43	0.38	0.65	0.47
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2 歳	0.89	0.65	0.99	0.77	0.61	0.71
3 歳以上	0.70	0.92	0.32	0.52	0.43	0.37

補注 1.　年齢別・年別漁獲尾数を以下のように推定した。1997～2014 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、2012、2013 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。2008 年についても体長測定データの修正に伴い年齢別漁獲尾数を更新した。

補注 2.　0 歳魚の指標値は漁況指標値として、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）、調査からの指標値として、5～6 月着底トロール調査（補足資料 3 （1））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（2））によって得られたマアジ当歳魚の現存量指標値を用いた。なお、7～9 月魚探調査（補足資料 3（3））によって得られたマアジ分布量は 2014 年についてはデータの精査が必要であることから、2014 年を除いて推定を行った。

0 歳魚指標値

年	漁況			調査		
	大中まき	長崎魚市	島根中まき	着底	幼魚	魚探
2003	8.28	1.59	9.62	8,487	1.00	20.5
2004	6.41	1.90	6.00	15,161	0.07	10.6
2005	5.16	1.50	5.93	324	0.10	6.1
2006	2.49	2.64	6.86	2,265	0.23	5.1
2007	1.73	1.86	9.12	13,569	0.28	18.1
2008	3.02	1.10	5.14	5,934	1.24	15.8
2009	4.02	1.78	5.24	21,712	1.45	39.0
2010	4.04	2.47	6.07	12,375	1.92	40.4
2011	5.80	4.08	8.05	6,062	0.21	4.1
2012	3.46	1.37	4.09	27,122	0.42	5.7
2013	5.15	2.00	9.82	6,237	2.02	15.3
2014	6.71	4.25	10.55	17,625	3.03	（80.3）

補注 3.　1 歳魚の指標値は、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（1））（2003 年を 1 とする）を用いた。

1 歳魚指標値

銘柄別 CPUE（トン／日・隻）

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
大中まき	2.48	2.61	2.85	2.09	2.92	3.44
島根中まき	7.96	12.78	6.78	3.76	11.44	4.38
着底	1.00	1.81	5.95	1.25	0.18	3.61
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
大中まき	4.05	6.31	4.39	2.90	4.59	4.20
島根中まき	8.52	2.96	1.98	10.38	2.14	2.84
着底	1.02	10.43	0.89	0.64	7.94	5.37

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.

依田真里・由上龍嗣・大下誠二・黒田啓行 (2014) 平成 25 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価.平成 25 年度我が国周辺水域の漁業資源評価,（第一分冊） 水産庁・水産総合研究センター, pp.105-134.

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.

補足資料 3　調査船調査の結果

（1）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 km^2、漁獲効率を 1 とした計算）。

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
年	2012	2013	2014	2015		
現存量推定値（トン）	28,570	13,335	21,077	20,590*		

*2015 年は暫定値

（2）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	2009
加入量指標値	1.00	0.07	0.10	0.23	0.28	1.24	1.45
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
加入量指標値	1.92	0.21	0.42	2.02	3.03	0.33*	

*2015 年は暫定値

（3）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、2014 年も 2001 年に次ぐ高い値を示した。

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002
現存量指標値	8.0	3.3	18.4	12.1	89.8	5.7
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008
現存量指標値	20.5	10.6	6.1	5.1	18.1	15.8
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014
現存量指標値	39.0	40.4	4.1	5.7	15.3	80.3*

*2014 年は暫定値

（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として取り扱った。

ニューストンネットによる主要種幼期の採集個体数と曳網数（2000～2015 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
	2014	鹿児島県	14	14	34	24	3	17
	2015	鹿児島県	18	5	1	15	3	7
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
	2002	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

ニューストンネットによる主要種幼期の採集個体数と曳網数（2000～2015 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
4 月	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
	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	1,241	9,385	22,328	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
	2014	長崎県	18	90	243	1,907	39	43
		鹿児島県	18	35	364	2,448	352	89
		西海水研	73	989	297	19,124	1,060	57
	2015	長崎県	6	18	19	830	4	3
		鹿児島県	16	42	280	12,119	325	17
		西海水研	72	448	1,722	116,787	1,200	7
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

ニューストンネットによる主要種幼期の採集個体数と曳網数（2000～2015 年）(つづき)

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
5 月	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
	2014	山口県	8	0	98	1,294	0	9
		長崎県	12	5	14	2,210	138	3
		鹿児島県	18	29	39	2,177	761	7
	2015	山口県	8	8	58	3,055	0	25
		長崎県	10	0	19	633	15	0
		鹿児島県	18	11	228	39,981	215	0
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
	2014	山口県	8	15	1	120	70	1
	2015	山口県	8	0	28	2,092	7	0

補足資料 4　チューニングの条件

パラメータ推定にあたり、漁獲量の大きな割合を占める大中型まき網漁業では有効努力量が 2003 年以降減少し、2014 年には 2003 年と比較すると 4 割程度だったことなどから（図 5)、大中まき型まき網漁業では 2003 年以降に漁獲効率が変化したと考え、昨年度（平成 26 年度）と同様に 2003～2007 年と 2008～2014 年で大中まき 1 歳魚と 2 歳魚について別々の a を設定し、資源量推定を行った（補足表 4-1)。

補足表 4-1.　推定されたパラメータ

年齢	漁況/調査	a1	a2	b	σ	-lnL
0 歳	大中まき	1,102		1	0.30	89.08
	長崎	2,327		1	0.44	
	島根	686		1	0.32	
	着底	0.62		1	1.16	
	魚探	363			0.65	
	幼魚	8,556		1	1.09	
1 歳	着底	85		1	1.13	
	大中まき	72	35	1	0.18	
	島根中まき	31		1	0.64	
2 歳	大中まき	120	81	1	0.25	
3 歳	大中まき	142		1	0.26	