

平成 21 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）

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

日本海・東シナ海に生息するマアジの資源量は、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 年以降の加入量水準は近年では低い水準となり、資源量も減少したが、2008 年の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（2004～2008 年）の資源量の動向から、資源動向は減少と判断される。今後、再生産成功率（加入量÷親魚量）が最近 10 年（1998～2007 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		2010 年 ABC (千トン)
			5 年後	5 年 平均	現 状 親 魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
資源量の増大 (F30%SPR)*	0.48(0.69 F _{current})	31%	155 ～ 331	204	99%	99%	158 (145)
現状の漁獲圧 の維持 (F _{current})*	0.70(1.00 F _{current})	41%	101 ～ 308	205	63%	87%	205 (189)
現状の親魚量 の維持 (F _{med})*	0.73(1.04 F _{current})	41%	99 ～ 287	202	53%	81%	211 (194)
コメント ・ 本系群の ABC 算定には 1 1)を用いた。 ・ 当該資源に対する現状の漁獲圧は持続的である。 ・ 中期的管理方針では「大韓民国（韓国）等と我が国の水域にまたがって分布し、大韓民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」とされている。							

漁獲割合は 2010 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の単純平均である。2010 年 ABC ()内は我が国 EEZ 内のもの。F_{current} は 2008 年の F。将来漁獲量及び評価は再生産成功率の変動を考慮した 1000 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。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2007	396	144 (125)	0.72	36%
2008	421	156 (133)	0.70	37%
2009	504	—	—	—

2009 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
B _{ban}	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。
2008 年	親魚量 2001 年水準以上 (21 万トン)	

水準：中位 動向：減少

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
2009 年加入量	中層トロールによる幼魚調査等（水研セ、鳥取・島根県）

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（2008 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9～15万トンであったが、その後減少し、1980年に4万トンまで落ち込んだ。1980～1990年代は増加傾向を示し、1993～1998年には約20万トンを維持したが、1999～2002年は13～16万トンに減少した。2003年から漁獲量は再び増加し、2004年には19万トンであったが、2005～2007年は減少した。2008年はやや増加し、約13万トンであった（図4）。

韓国は毎年、数万トンを漁獲しており、2008年のあじ類の漁獲量は約23千トンであった（「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年には47千トンであったが、2007年には186千トンとなっている（FAO Fish statistics: Capture production 1950 2007（Release date: February 2009））。

（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、その後過去最低水準にまで減少して2005年以降ゆるやかに減少した（図5）。有効漁獲努力量は、2008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、2008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、2006 年以降は減少した。2008 年は増加に転じた（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 年、2004 年に高い値を示したが、2005 年、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 年には再び 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 25～33 万トンから 1977～1980 年の 13～18 万トンに減少した後、増加傾向を示し、1993～1998 年には、51～55 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 52 万トンであった。2005 年以降は減少に転じたが、2008 年はやや回復して 42 万トンだった。

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、2004 年以降は同水準を保っている。

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 2008 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

資源水準は、過去 36 年間（1973～2008 年）で 11 番目に高く、近年では比較的高い水準にある。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水準だったと考えられるので、中位と判断する。動向は、過去 5 年間（2004～2008 年）の資源量が減少傾向にあることから、減少と判断する。

(6) 再生産関係

再生産関係を図 13 に示した。1973～2008 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 36 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（親魚量約 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。

(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 年には再び増加した。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 1973～2008 年までのデータでは負の相関がみられる（図 16、5%有意水準）。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。2～3 月は東シナ海南部においてマアジの主要な産卵場が形成され则认为られており、水温に代表される海洋環境が、初期の生残に大きな影響を与えると想定されるが、詳細については不明な点が多く、今後の課題である。また、2～3 月期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 年にはやや上向いた。ABC の算定等においては 2009 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 (1998～2007 年) の中央値 21.9 尾/kg とした。この場合、2009 年の加入尾数は 56 億尾と見積もられ、2008 年資源尾数 (60 億尾) よりやや小さくなる。平成 21 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、2009 年級群の分布量は 2008 年級群と同程度と考えられる (加入量指数、2003 年を 1 として、2004 年 0.202、2005 年 0.247、2006 年 0.260、2007 年 0.480、2008 年 1.19、2009 年 1.26)。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 66 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 (2006～2008 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。現状の F (F_{current}) を年齢別選択率が 2006～2008 年平均 (0 歳 0.25、1 歳 1、2 歳 1.23、3 歳以上 0.37) で、各年齢の F の単純平均値が 2008 年と同じ (0.70) である F とする (0 歳 0.25、1 歳 0.99、2 歳 1.22、3 歳以上 0.37)。 F_{current} は、 $F_{30\%SPR}$ や $F_{0.1}$ より高い。

5. 2010 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 年に増加し、これに伴い、資源量もやや増加した。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 2010 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

設定した加入量の条件 (再生産成功率 = 1998～2007 年の中央値 21.9 尾/kg、親魚量が 30 万トンを超えた場合は加入量 66 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。 F_{med} は、年齢別選択率が 2006～2008 年の平均で、1998～2007 年再生産関係の中央値に相当する F とした。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (千トン)						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量の増大	F30%SPR (F=0.48)	156	207	158	190	216	230	234
上記の予防的 措置	0.8F30%SPR (F=0.39)	156	207	133	172	201	216	222
現状の漁獲圧 維持	Fcurrent (F=0.70)	156	207	205	210	215	220	225
上記の予防的 措置	0.8Fcurrent (F=0.56)	156	207	176	201	225	237	240
現状の親魚量 維持	Fmed (F=0.73)	156	207	211	211	211	211	211
上記の予防的 措置	0.8Fmed (F=0.59)	156	207	181	203	225	237	241
漁獲シナリオ	管理基準	資源量 (千トン)						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量の増大	F30%SPR (F=0.48)	421	504	515	617	698	742	765
上記の予防的 措置	0.8F30%SPR (F=0.39)	421	504	515	655	767	833	870
現状の漁獲圧 維持	Fcurrent (F=0.70)	421	504	515	527	540	553	566
上記の予防的 措置	0.8Fcurrent (F=0.56)	421	504	515	589	651	682	697
現状の親魚量 維持	Fmed (F=0.73)	421	504	515	516	516	516	516
上記の予防的 措置	0.8Fmed (F=0.59)	421	504	515	581	637	666	680

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。2009～2019 年の再生産成功率を仮定値の周りで変動させ、F30%SPR、Fcurrent (F2008)、Fmed、0.8F30%SPR、0.8 Fcurrent、0.8 Fmed、で漁獲を続けた場合の漁獲量と親魚量を計算した。2009～2019 年の加入量は毎年異なり、その値は、1973～2007 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 21.9 尾/kg 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。

1000 回試行した結果を図 20 に示した。親魚量の動向は、**Fmed** では 1000 回の平均値でみると 2009 年の親魚量からやや少なくなり、下側 10%（下位 100 位）では 2019 年では親魚量が 2008 年の半分以下になった。**Fcurrent** でも 1000 回の平均値でみると 2009 年の親魚量を維持する程度であった。**F30%SPR** では下側 10%（下位 100 位）でも増加がみられた。**0.8F30%SPR**、**0.8Fcurrent**、**0.8Fmed** では平均値でみると親魚量は増加した。漁獲量の動向を 1000 回の平均値でみると、2009 年漁獲量からみて **F30%SPR** ではやや増加し、**Fcurrent**、**Fmed** ではやや減少した。**0.8F30%SPR**、**0.8Fcurrent**、**0.8Fmed** では平均値でみても漁獲量は増加が期待される。

1000 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（2010～2014 年）平均漁獲量、5 年後に 2008 年親魚量を上回る確率、5 年後に **Blimit** を上回る確率を求めた。5 年後予想漁獲量は平均で見ると **0.8F30%SPR** が小さいが、5 年後に現状親魚量および **Blimit** を維持する確率は最も高かった。

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		2010 年 ABC (千トン)
			5 年後	5 年 平均	現状親魚 量を維持 (5 年後)	Blimit を維持 (5 年後)	
資源量の増大 ($F_{30\%SPR}$)*	0.48(0.69 $F_{current}$)	31%	155 ～ 331	204	99%	99%	158 (145)
資源量の増大の 予防的措置 ($0.8F_{30\%SPR}$)*	0.39(0.55 $F_{current}$)	26%	151 ～ 310	190	100%	100%	133 (122)
現状の漁獲圧の 維持 ($F_{current}$)*	0.70(1.00 $F_{current}$)	41%	101 ～ 308	205	63%	87%	205 (189)
現状の漁獲圧維 持の予防的措置 ($0.8 F_{current}$) *	0.56(0.80 $F_{current}$)	34%	137 ～ 325	208	94%	99%	176 (162)
現状の親魚量維 持(F_{med})*	0.73(1.04 $F_{current}$)	41%	99～ 287	202	53%	81%	211 (194)
現状の親魚量維 持の予防的措置 ($0.8 F_{med}$)*	0.59(0.83 $F_{current}$)	35%	139 ～ 314	208	93%	98%	181 (167)
コメント ・本系群の ABC 算定には 11)を用いた。 ・当該資源に対する現状の漁獲圧は持続的である。 ・中期的管理方針では「大韓民国等と我が国の水域にまたがって分布し、大韓民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」とされている。 ・不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とした。							

漁獲割合は 2010 年漁獲量／資源量、F 値は各年齢の単純平均である。2010 年 ABC () 内は、我が国 EEZ 内のもの。 $F_{current}$ は 2008 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 1000 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。

我が国 EEZ 内外への配分は、日本と韓国の漁獲実績（1999～2008 年）から求めた総漁獲量に対する我が国 EEZ における漁獲量の比率のうちで、最も高い値（1999 年）を基にした。

(4) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2008 年(当初)	Fsus	0.71	420	163(150)	140(129)	
2008 年(2008 年再評価)	Fsus	0.61	479	175(161)	150(138)	
2008 年(2009 年再評価)	Fsus	0.73	421	173(159)	149(137)	156(133)
TAC 設定の根拠となったシナリオ：親魚量の維持						
評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2009 年(当初)	Fsus	0.61	501	180(166)	154(142)	
2009 年(2009 年再評価)	Fsus	0.64	504	194(178)	163(150)	
2009 年評価については、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。

今年度の評価では、資源量指標値の見直し等を行った。その結果、2009 年再評価では資源量が 2008 年再評価時よりも低い値となったが、F2008 が高く見積もられたため、ABC は大きく変化しなかった。2009 年資源量についても再評価ではやや資源量が多く見積もられ、F 値も大きくなったため、2008 年評価時よりも ABC は高い値となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

漁況によって漁業者が捉えるマアジの資源水準には海域差があり、かなり低い水準にあるという指摘もある。資源量の増大に伴い、分布が広がり、海域差を解消することが期待されるため、全体としては資源を増やすことも望まれる。若年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 (F2008) 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 1998～2007 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 66 億尾で一定）の条件の下で期待される漁獲量は、削減率が大いほど 2010 年時点での漁獲量は少ないが、2011 年には同程度となり、2012 年以降は削減率が大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・九州西海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画が開始した。

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

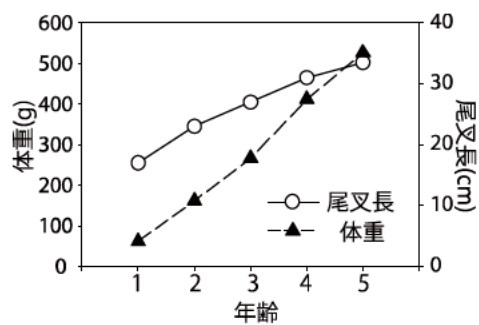


図 2. 年齢と成長

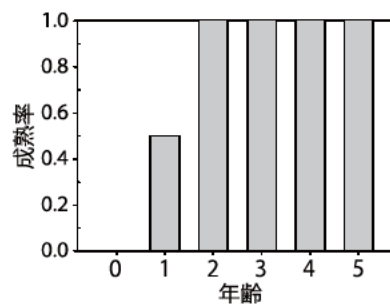


図 3. 年齢と成熟率

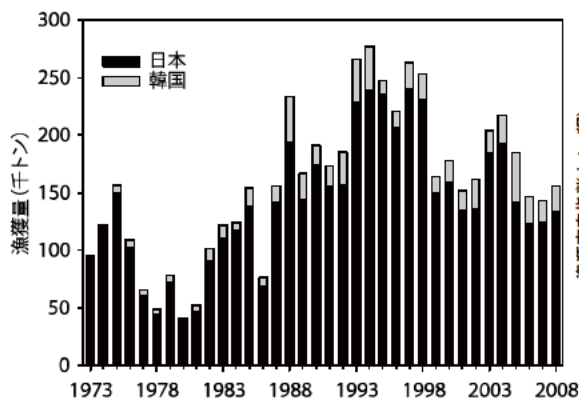


図 4. 漁獲量

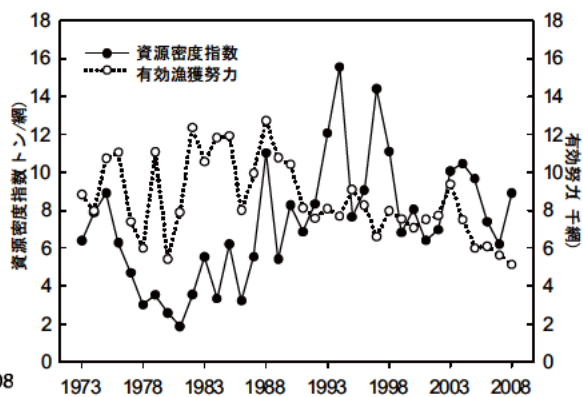


図 5. 大中型まき網の資源密度指数と有効漁獲努力量

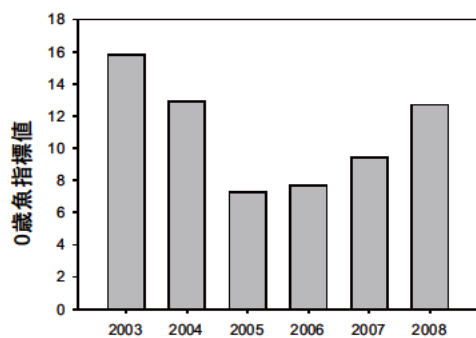


図 6. 0 歳魚指標値

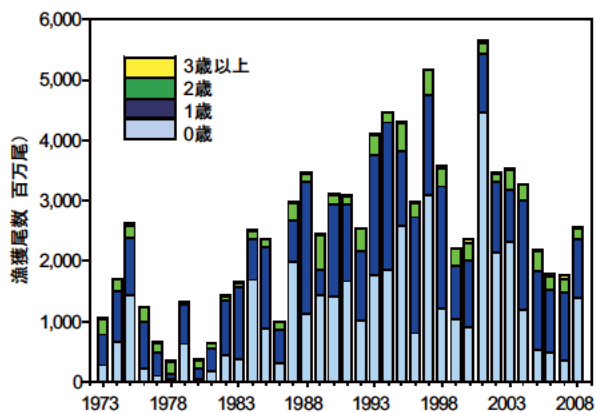


図 7. 年齢別漁獲尾数

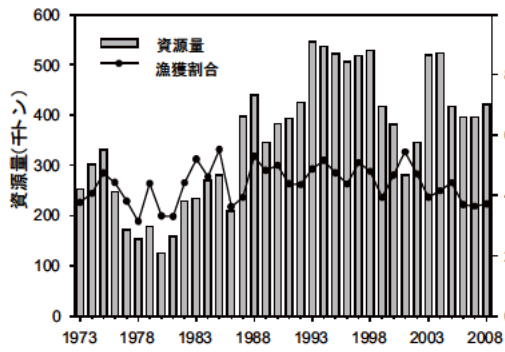


図 8. 資源量と漁獲割合

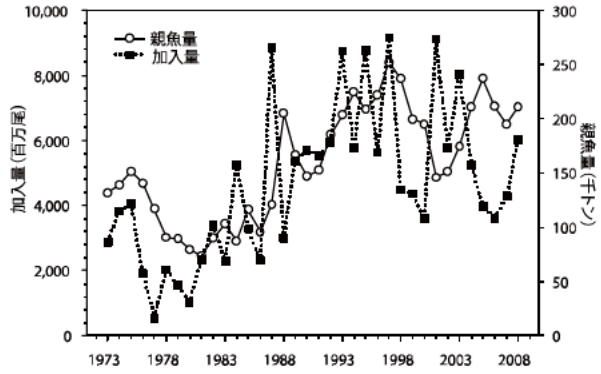


図 9. 親魚量と加入量

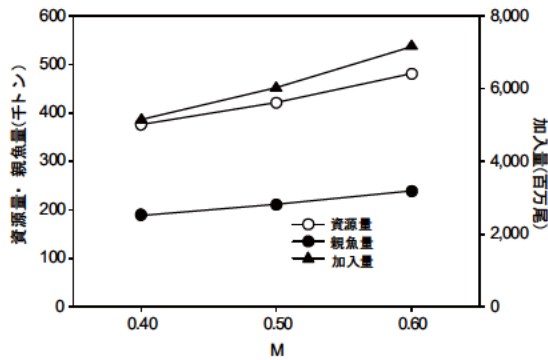


図 10. M と 2008 年資源量、親魚量、加入量の関係

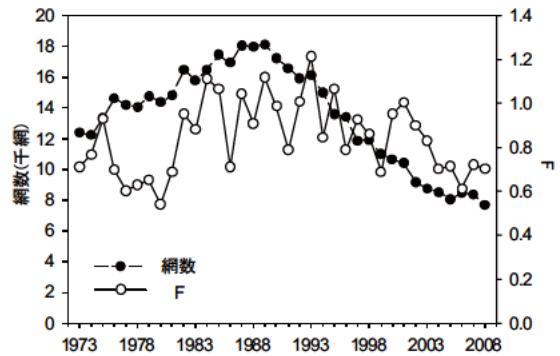


図 11. F と日本海西部・東シナ海で操業する大中型まき網の網数

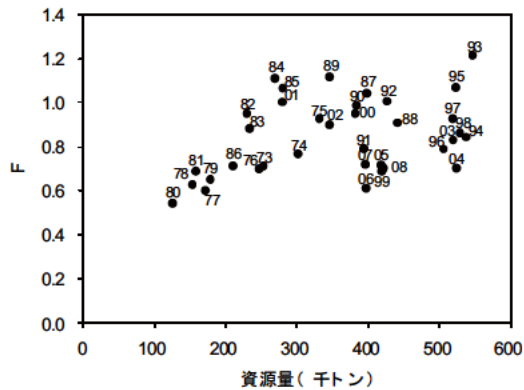


図 12. 資源量と F の関係

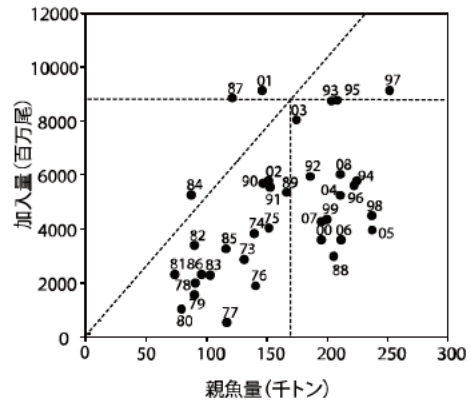


図 13. 親魚量と加入量の関係

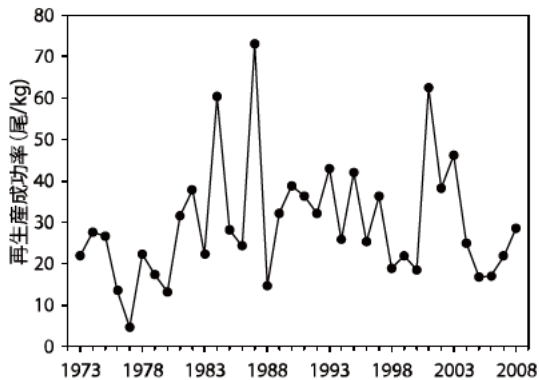


図 14. 再生産成功率

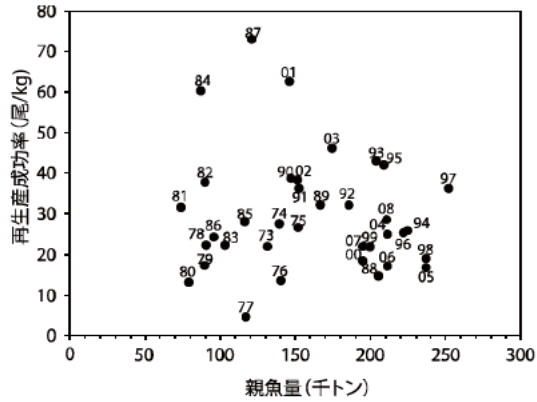


図 15. 親魚量と再生産成功率の関係

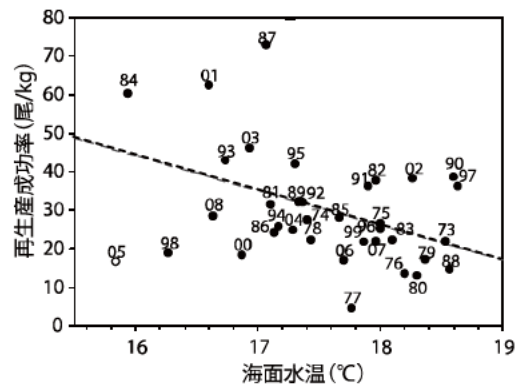


図 16. 海面水温と再生産成功率の関係

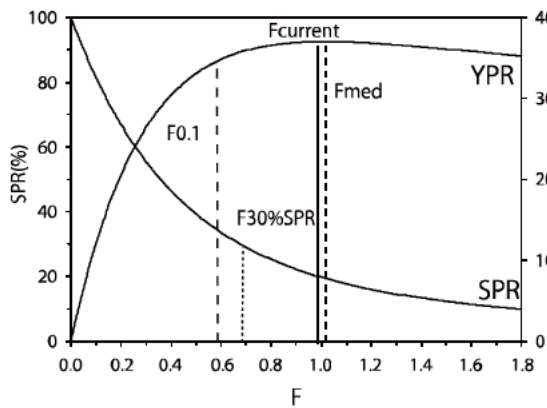


図 17. YPR と SPR(Fは1歳時、年齢別
選択率は 2006～2008 年平均)

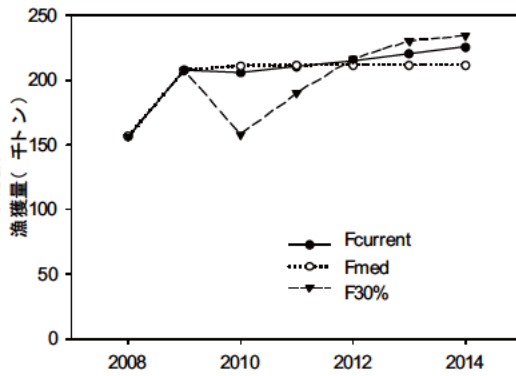


図 18. 様々な F による漁獲量の予測

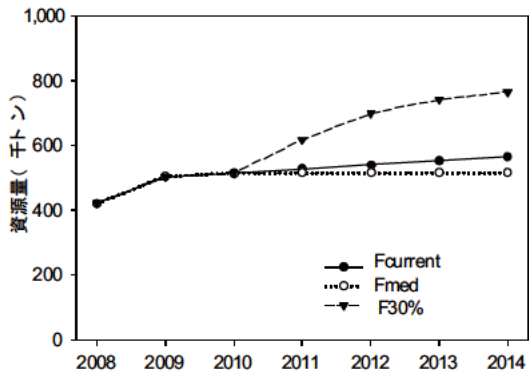


図 19. 様々な F による資源量の予測値

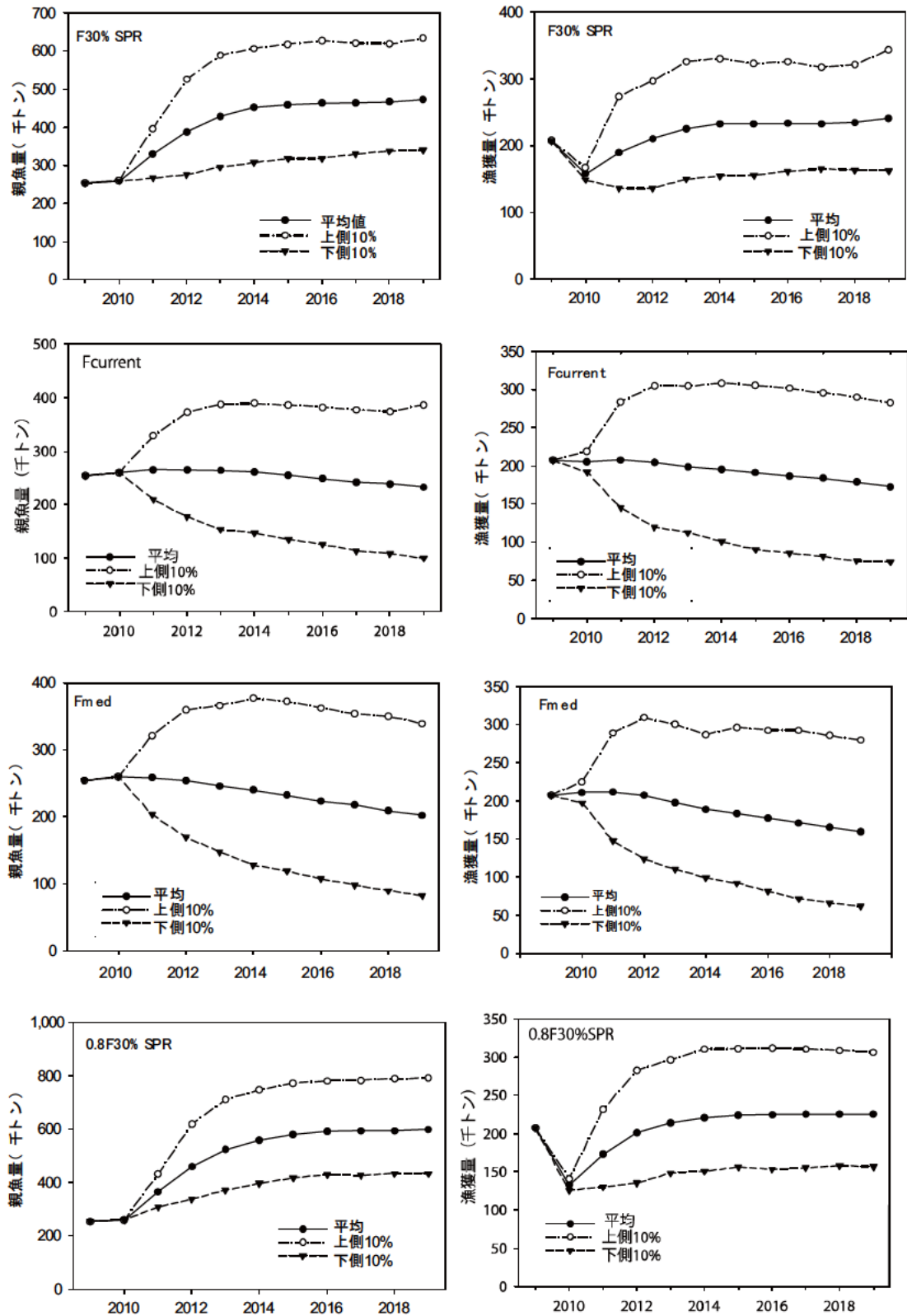


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果 (左列：親魚量、右列：漁獲量)

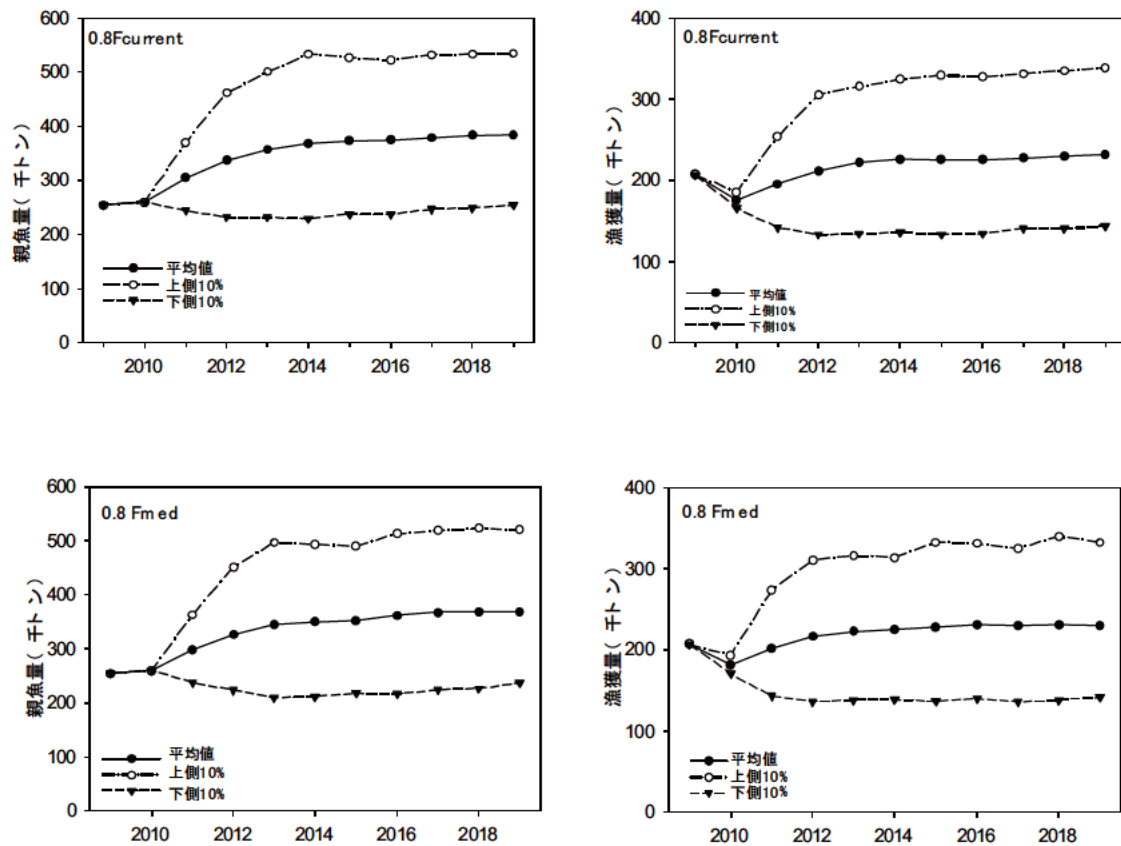


図 20. RPS の変動を考慮したシミュレーション結果 (左列：親魚量、右列：漁獲量)
続き

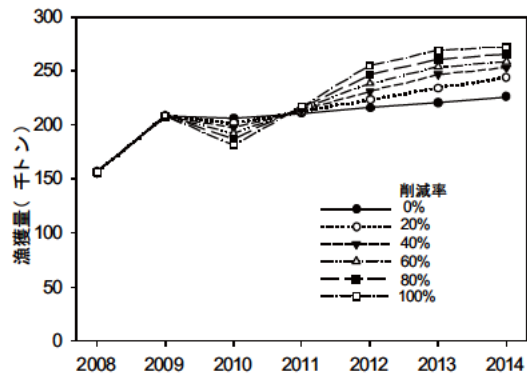
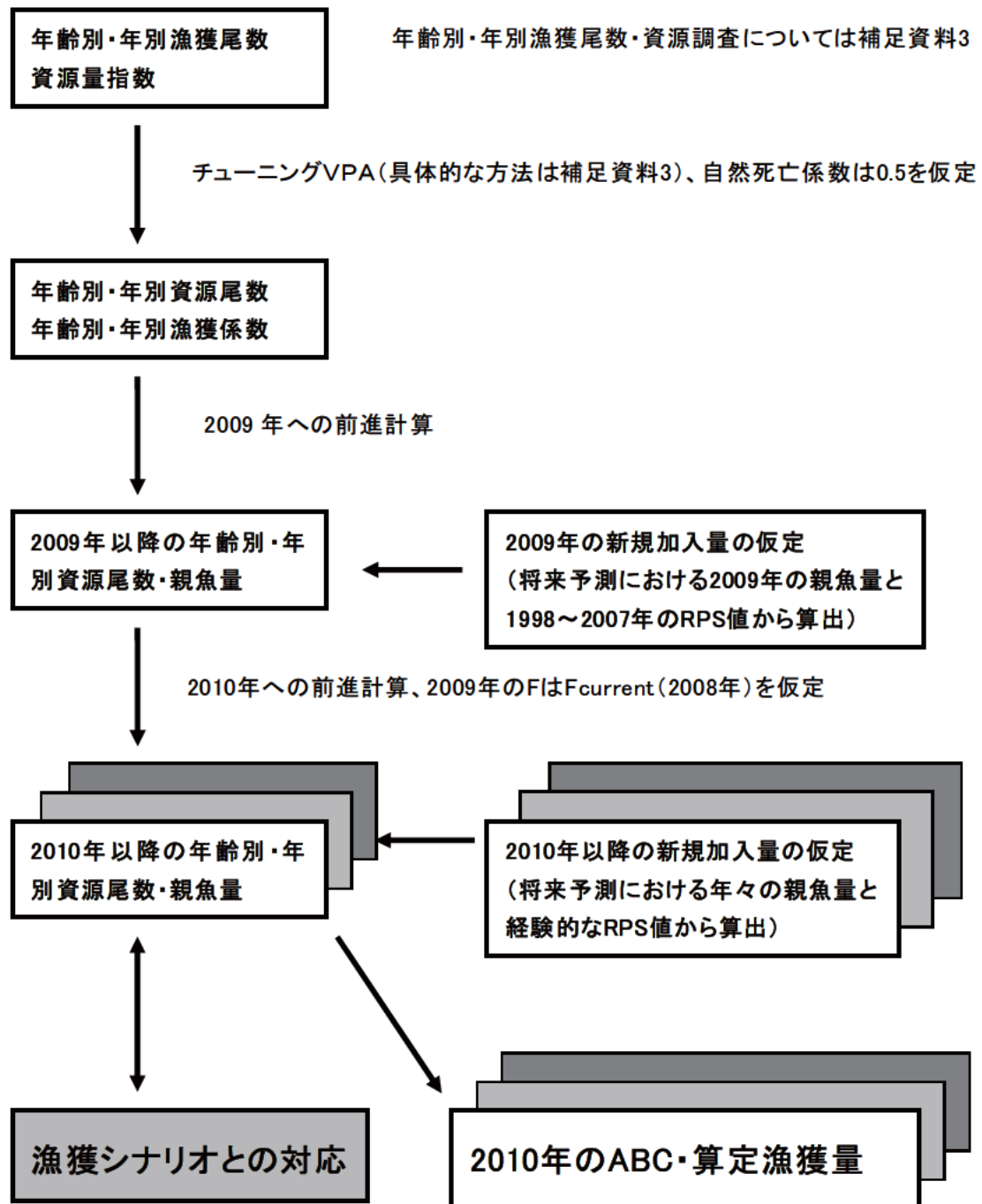


図 21. 0 歳 F の削減率と漁獲量の変化

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。2008 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（ $M = 2.5 \div \text{最高年齢} = 5 \div 0.5$ ）求めた。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長(cm)	10.8	18.9	22.7	29.2
体重(g)	17.1	92.3	160.5	341.3
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）。1973～2008 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 には比例関係があったとした。

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

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

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

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

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（2008 年）の 0～2 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（2003～2008 年）と 1～3 歳以上の各年の資源量が、0 歳魚の指標値（2003～2008 年）と、各年の 0 歳魚資源尾数の変動傾向が最も合うように決めた。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。指標値は昨年度使用した資源密度指数を見直し、今年は資源量推定結果をより反映すると思われる水揚げ実績に基づく CPUE を使用し

た。また、0 歳魚についてはチューニングする対象は指標値の特性から、資源量から資源尾数へと変更し、合わせる期間についても幼魚分布調査結果が連続して得られる 2003～2008 年とした。

$$\text{最小} \sum_{a=1}^3 \sum_{y=2003}^{2008} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=2003}^{2008} \{ \ln(q_2 N_{0,y}) - \ln(I_{0,y}) \}^2 \quad (5)$$

$$q_{1,a} = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2008} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=2003}^{2008} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{6}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2008} I_{0,y}}{\prod_{y=2003}^{2008} N_{0,y}} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (6)$$

ここで、B は資源量、N は資源尾数、 I_0 は 0 歳魚の指標値（補注 3）。CPUE は、1 歳、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、 $F_{0,2008}=0.34$ 、 $F_{1,2008}=0.71$ 、 $F_{2,2008}=1.35$ 、 $F_{3+,2008}=0.40$ 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
1 歳	10.04	11.03	13.12	8.56	6.99	11.42
2 歳	1.99	2.00	3.83	1.99	2.62	2.07
3 歳以上	2.03	1.81	3.96	2.58	3.07	3.90

補注 1. 年齢別・年別漁獲尾数を以下のように推定した。1997～2008 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、1973～2008 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、1997～2008 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 1997～2008 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、2007 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、境港豆銘柄まき網 1 か統当り漁獲量、長崎魚市豆銘柄 1 入港隻当り水揚量の相乗平均を求め、漁況指標値とした（9～12 月）。次に、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、8～9 月魚探調査（補足資料 3（1））、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）、6 月幼魚分布量調査（補足資料 3（3）、本年度から採用）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。

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	25.41	10.85	20.5	8,487	1.00	1.62	23.03	15.81
2004	35.09	1.90	20.31	11.06	10.6	15,161	0.20	1.53	14.90	12.83
2005	19.03	1.50	17.73	7.97	6.1	324	0.25	3.87	6.60	7.26
2006	9.79	2.64	20.05	8.03	5.1	2,265	0.26	0.98	7.36	7.69
2007	3.84	1.86	23.14	5.49	18.1	13,569	0.48	0.57	16.11	9.40
2008	9.74	1.10	19.68	5.94	15.8	5,934	1.19	4.74	26.98	12.66

単位省略

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	278	501	265	19	7	41	40	6	0.13	0.78	1.49	0.45	2,885	1,140	409	65
1974	660	831	195	22	17	68	30	7	0.24	1.07	1.35	0.40	3,837	1,537	317	81
1975	1,417	960	215	26	37	79	33	9	0.57	1.03	1.63	0.49	4,040	1,823	318	83
1976	216	786	221	16	6	64	34	5	0.15	1.17	1.13	0.34	1,906	1,384	396	69
1977	97	389	146	25	3	32	22	8	0.26	0.67	1.14	0.34	541	990	261	107
1978	40	93	197	27	1	8	30	9	0.03	0.60	1.45	0.44	2,017	254	308	96
1979	619	657	32	11	16	54	5	4	0.68	1.11	0.63	0.19	1,549	1,192	84	82
1980	42	178	134	16	1	15	20	5	0.05	0.62	1.15	0.34	1,038	475	239	68
1981	176	365	81	16	5	30	12	5	0.10	1.34	1.01	0.30	2,324	597	154	75
1982	419	925	58	18	11	76	9	6	0.17	1.94	1.31	0.39	3,396	1,274	95	68
1983	361	1,207	64	10	9	99	10	4	0.22	1.74	1.21	0.36	2,301	1,739	111	43
1984	1,676	676	137	14	43	55	21	5	0.51	1.30	2.03	0.61	5,261	1,120	185	38
1985	886	1,341	124	8	23	110	19	3	0.41	1.75	1.61	0.48	3,274	1,925	184	27
1986	316	545	131	9	8	45	20	3	0.19	0.72	1.50	0.45	2,327	1,314	202	33
1987	1,980	684	286	15	51	56	44	5	0.33	1.23	2.01	0.60	8,840	1,170	389	40
1988	1,111	2,202	131	12	29	181	20	4	0.62	1.18	1.42	0.42	2,997	3,856	208	45
1989	1,429	432	572	21	37	35	87	7	0.41	0.78	2.53	0.76	5,359	982	720	48
1990	1,408	1,519	171	13	36	124	26	5	0.37	1.78	1.39	0.42	5,701	2,167	273	48
1991	1,667	1,271	132	15	43	104	20	5	0.47	1.04	1.27	0.38	5,546	2,389	222	61
1992	1,013	1,129	381	24	26	93	58	8	0.24	1.06	2.10	0.63	5,956	2,104	510	63
1993	1,755	1,982	333	22	45	162	51	8	0.29	1.76	2.16	0.65	8,744	2,840	442	58
1994	1,855	2,433	168	12	48	199	26	4	0.51	1.34	1.17	0.35	5,794	3,967	295	50
1995	2,579	1,237	460	28	67	101	70	9	0.46	1.23	1.99	0.60	8,776	2,114	628	77
1996	801	1,925	232	21	21	158	35	7	0.20	1.18	1.37	0.41	5,618	3,372	375	78
1997	3,094	1,652	405	25	51	137	66	9	0.55	1.25	1.47	0.44	9,138	2,795	630	89
1998	1,218	2,020	286	31	46	154	43	10	0.41	1.41	1.25	0.37	4,482	3,211	484	122
1999	1,037	878	267	31	33	80	42	10	0.35	0.91	1.14	0.34	4,364	1,796	475	135
2000	891	1,106	298	47	27	90	43	18	0.37	1.27	1.67	0.50	3,604	1,859	437	150
2001	4,436	985	185	26	35	80	28	9	0.91	1.52	1.22	0.37	9,122	1,510	317	105
2002	2,131	1,182	130	29	38	95	21	9	0.61	1.03	1.51	0.45	5,786	2,237	200	101
2003	2,301	878	320	20	76	72	49	7	0.44	0.83	1.58	0.47	8,040	1,908	483	66
2004	1,199	1,801	258	17	45	131	34	6	0.34	1.19	0.99	0.30	5,256	3,135	503	85
2005	526	1,297	327	36	11	112	49	12	0.18	1.17	1.16	0.35	3,975	2,276	578	152
2006	480	1,038	218	35	14	86	35	12	0.18	1.00	0.97	0.29	3,599	2,008	427	175
2007	353	1,109	248	40	11	82	37	14	0.11	1.33	1.11	0.33	4,272	1,816	450	177
2008	1,389	959	179	45	24	89	29	15	0.34	0.71	1.35	0.41	6,019	2,321	291	167

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	253	132	2,885	38	21.94
1974	121	2	122	301	139	3,837	41	27.58
1975	150	7	157	331	152	4,040	47	26.64
1976	102	7	109	246	141	1,906	44	13.56
1977	60	5	65	171	117	541	38	4.62
1978	44	4	48	153	90	2,017	31	22.31
1979	72	7	79	178	90	1,549	44	17.28
1980	41	1	42	125	79	1,038	33	13.11
1981	47	6	52	158	74	2,324	33	31.53
1982	91	11	101	230	90	3,396	44	37.80
1983	110	12	122	234	103	2,301	52	22.34
1984	117	7	124	269	87	5,261	46	60.29
1985	139	16	155	280	116	3,274	55	28.13
1986	69	7	76	210	96	2,327	36	24.29
1987	142	14	156	397	121	8,840	39	73.05
1988	194	40	233	440	205	2,997	53	14.61
1989	144	23	167	345	167	5,359	48	32.17
1990	174	17	191	383	147	5,701	50	38.75
1991	156	16	173	394	153	5,546	44	36.35
1992	157	28	185	425	186	5,956	43	32.10
1993	228	38	266	546	204	8,744	49	42.94
1994	239	38	277	537	225	5,794	52	25.80
1995	235	12	248	522	209	8,776	47	42.08
1996	207	15	221	505	222	5,618	44	25.32
1997	241	23	263	518	252	9,138	51	36.27
1998	231	22	253	528	237	4,482	48	18.91
1999	150	14	164	418	200	4,364	39	21.83
2000	159	20	178	381	195	3,604	47	18.49
2001	135	18	152	279	146	9,122	54	62.50
2002	136	26	162	345	151	5,786	47	38.27
2003	184	20	204	519	174	8,040	39	46.13
2004	192	25	217	523	211	5,256	41	24.90
2005	142	43	184	417	237	3,975	44	16.76
2006	123	23	146	396	211	3,599	37	17.03
2007	125	19	144	396	195	4,272	36	21.92
2008	134	23	156	421	211	6,019	37	28.55

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	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00
	1 歳	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	2 歳	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
	3 歳以上	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
2014 年漁獲量 (千トン)		225	244	253	259	266	273

表 4. 2009 年以降の資源尾数等

F30%SPR、Fcurrent、Fmed で漁獲した場合の 2009～2014 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 156、3 歳以上 342 (2006～2008 年平均体重)

F30%SPR

年齢別漁獲係数

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	0.25	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
1 歳	0.99	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
2 歳	1.22	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
3 歳以上	0.37	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
平均	0.70	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

年齢別資源尾数 (百万尾)

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	5,561	5,688	6,563	6,563	6,563	6,563
1 歳	2,595	2,640	2,915	3,363	3,363	3,363
2 歳	689	587	813	898	1,036	1,036
3 歳以上	113	171	235	324	389	455
平均	8,959	9,087	10,526	11,148	11,350	11,417

年齢別資源量 (千トン)

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	142	145	168	168	168	168
1 歳	216	219	242	280	280	280
2 歳	108	92	127	140	162	162
3 歳以上	39	59	80	111	133	156
合計	504	515	617	698	742	765

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	961	699	807	807	807	807
1 歳	1,332	1,052	1,161	1,340	1,340	1,340
2 歳	401	271	375	414	478	478
3 歳以上	28	30	41	57	69	80
合計	2,722	2,052	2,385	2,618	2,693	2,705

年齢別漁獲重量 (千トン)

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	25	18	21	21	21	21
1 歳	111	87	97	111	111	111
2 歳	63	42	59	65	75	75
3 歳以上	9	10	14	20	23	28
合計	207	158	190	216	230	234

Fcurrent

年齢別漁獲係数

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1 歳	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
2 歳	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
3 歳以上	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
平均	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	5,561	5,688	5,824	5,962	6,104	6,248
1 歳	2,595	2,640	2,700	2,764	2,830	2,897
2 歳	689	587	597	611	625	640
3 歳以上	113	171	177	182	186	191
平均	8,959	9,087	9,299	9,519	9,745	9,976

年齢別資源量（千トン）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	142	145	149	152	156	160
1 歳	216	219	225	230	235	241
2 歳	108	92	93	95	98	100
3 歳以上	39	59	61	62	64	65
合計	504	515	527	540	553	566

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	961	983	1,006	1,030	1,055	1,080
1 歳	1,332	1,355	1,386	1,419	1,453	1,488
2 歳	401	342	347	355	364	373
3 歳以上	28	42	43	44	46	47
合計	2,722	2,722	2,784	2,850	2,917	2,986

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	25	25	26	26	27	28
1 歳	111	113	115	118	121	124
2 歳	63	53	54	55	57	58
3 歳以上	9	14	15	15	16	16
合計	207	205	210	215	220	225

Fmed

年齢別漁獲係数

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1 歳	0.99	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
2 歳	1.22	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
3 歳以上	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
平均	0.70	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	5,561	5,688	5,676	5,680	5,679	5,680
1 歳	2,595	2,640	2,674	2,668	2,670	2,670
2 歳	689	587	574	582	580	581
3 歳以上	113	171	171	169	170	169
平均	8,959	9,087	9,095	9,098	9,099	9,100

年齢別資源量（千トン）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	142	145	145	145	145	145
1 歳	216	219	222	222	222	222
2 歳	108	92	90	91	91	91
3 歳以上	39	59	59	58	58	58
合計	504	515	516	516	516	516

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	961	1,018	1,016	1,016	1,016	1,016
1 歳	1332	1,389	1,407	1,403	1,404	1,404
2 歳	401	349	341	346	345	345
3 歳以上	28	43	43	43	43	43
合計	2,722	2,799	2,807	2,808	2,808	2,809

年齢別漁獲重量（千トン）

年齢	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0 歳	25	26	26	26	26	26
1 歳	111	115	117	117	117	117
2 歳	63	54	53	54	54	54
3 歳以上	9	15	15	15	15	15
合計	207	211	211	211	211	211

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
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

(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
現存量推定値（トン）	26,700	70,907	34,945	9,422	23,535
年	2005	2006	2007	2008	2009
現存量推定値（トン）	7,098	2,693	13,700	9,544	26,305

(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。

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
加入量指標値	1.00	0.202	0.247	0.260	0.480	1.19	1.26

(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。

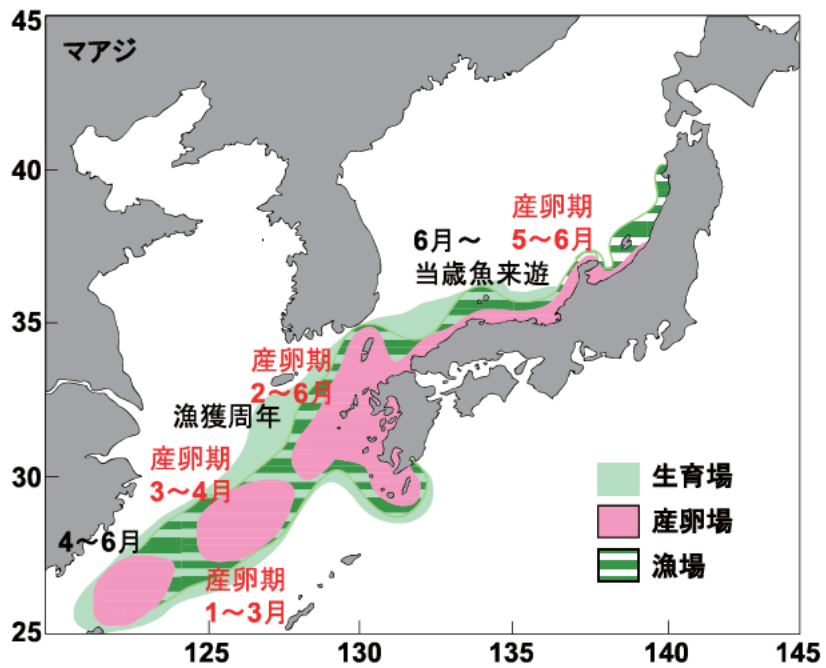
ニューストンネットによる主要種幼期の採集個体数と曳網数 (2000～2009 年)

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
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
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
5 月	2000	山口県	8	0	0	0	0
		長崎県	19	92	9	54	25
		鹿児島県	18	13	17	242	60
	2001	山口県	8	4	14	1	0
		鹿児島県	18	195	18	344	39
		鹿児島県	18	122	10	163	51

5 月	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	12	131	225	2,756	15
		長崎県	14	8	20	3,590	292
		鹿児島県	18	4	15	387	330
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	12	23	4	2,121	69

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.



マアジ対馬暖流系群の生活史と漁場形成模式図