

平成24年度マアジ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（渡邊千夏子、川端 淳、本田 聡、久保田 洋）

参画機関：地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

要 約

マアジ太平洋系群の資源量は1980年代に増加し、1990年代半ばは14万トンから16万トンと高位水準であったが、1997年からは減少に転じ、2006年以降は10万トンを下回る水準と推定された。2011年の資源量は約6万トンと中位水準であり、近年の動向は減少と評価された。2011年の親魚量は21千トンであり、Blimit（1986年の親魚量24千トン）を下回った。2013年のABCは、Frec以下のF値により算定される漁獲量とし、現状の漁獲圧はこれらに比べて高いと判断された。

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		2013年 ABC
			5年後	5年 平均	現状親魚 量を維持 (5年後)	Blimitへ の回復 (5年後)	
親魚量の増加 ($0.8F_{med}$)*	0.83 ($0.77F_{current}$)	39%	27 ～46	27	100%	99%	19 千トン
親魚量のBlimitへ の回復(F_{rec})*	0.95 ($0.87F_{current}$)	42%	21 ～36	24	84%	70%	20 千トン
							2013年 算定 漁獲量
現状の親魚量の 維持(F_{med})	1.04 ($0.96F_{current}$)	45%	16 ～28	22	33%	18%	22 千トン
現状の漁獲圧の 維持($F_{current}$)	1.08 ($1.00F_{current}$)	46%	15 ～25	21	13%	6%	22 千トン
コメント ・当該資源に対する漁獲割合は安定している。現状の漁獲圧は、親魚量を維持できるF_{med}より高いと考えられる。 ・本資源のABC算定においては、資源量が計算でき、2011年において親魚量がBlimit（本資源では1986年の親魚量24千トン）を2.1千トン下回ったことから、ABC算定規則1-1)-(2)を用い、親魚量の増加もしくはBlimitへの回復を図る$0.8F_{med}$並びにF_{rec}をABCとした。 ・平成23年に設定された中期的管理方針では、資源水準の維持を基本方向として管理を行うとされている。これに対応する漁獲シナリオはF_{med}（過去のRPSのプロットの中央値に対応するF）であるが、本系群はBlimit未満であるため、F_{med}に対応する漁獲量をABCに含めなかった。中位水準の維持との目的にはF_{rec}以下が合致する(*)。 ・$F_{current}$は2009～2011年のF（漁獲係数）値の平均値($F_{ave3-yr}$)。表で示したF値は各年齢の単純平均値。漁獲割合は漁獲量/資源量。将来漁獲量（80%区間）および評価は加入量変動（2000～2011年のRPSの実測値）を考慮した1,000回のシミュレーションから算出した。現状親魚量とは2011年の親魚量を指す。							

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F値	漁獲割合
2010	56	26	1.15	47%
2011	55	26	1.12	48%
2012	50			

F値（漁獲係数）は各年齢の単純平均値。2012年の資源量は、1歳以上については2011年における年齢別の資源尾数、自然死亡係数および現状の漁獲係数(F_{current})から計算し、0歳については再生産成功率を2000～2011年の中央値（25.1尾/kg）として親魚量に乗じて求めた。

	指 標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1986年水準（24千トン）	これ以下の親魚量だと良好な加入量がありません。
2011年	親魚量	Blimit未満（21千トン）	

水準：中位 動向：減少

水準は本系群の資源評価データが揃っている1982年以降の資源量の推移から、また動向は近年5年間の資源量の推移から判断した。

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

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（宮崎～青森(16)県） 生物情報収集調査（水研セ、宮崎～青森(16)県）
資源量指標値 ・加入量の指数値	宮崎県南部定置網 「アジ仔」 漁獲量（宮崎県） 伊勢湾豆板曳網漁業（小底）当歳魚漁獲量（愛知県） 伊豆東岸定置網 「ジンダ」 漁獲量（静岡県）
・まき網漁業情報による資源量指数	分布回遊状況解析調査(JAFIC)
自然死亡係数(M)	全年齢に対して0.5 田内・田中の式による

1. まえがき

マアジ太平洋系群の漁獲はまき網が大半を占めるが、定置網等の沿岸漁業にとっても重要な漁獲対象種である。漁獲量は1980年代に増加し、1990年代半ばは高水準であったが、1997年からは減少に転じ、現在は中位水準で減少傾向にある。親魚の回遊経路などに不明な点が多いが、持続的な資源利用のために親魚量を一定以上に維持することは有効と考えられる。

2. 生態

(1)分布・回遊

マアジ太平洋系群の分布域を図1に、主な漁場形成の模式図を図2に示した。日本近海に分布するマアジには、東シナ海を主産卵場とする群と本州中部以南で産卵する地先群とがあると考えられている。太平洋沿岸の中部以東の海域では加入時期の異なる群が見られ、2～4月に東シナ海で生まれたものと5月以降に太平洋沿岸域で生まれたものが主体になると考えられている（木幡1972）。また、東シナ海からの加入群（横田・三田1958）の多寡が資源水準を左右するとも考えられている（古藤1990）。我が国近海のマアジ資源は東シナ海に共通の産卵場があると考えられるため、対馬暖流系群とあわせて評価することも想定されるが、太平洋系群の親魚が東シナ海に産卵回遊する情報もないため、結論は得られていない。

(2)年齢・成長

1年で尾叉長18cm、2年で24cm程度に成長する（図3）。寿命は5歳前後と考えられるが、4歳魚以上の漁獲は少ない。

(3)成熟・産卵

産卵期は南部ほど早く、豊後水道、紀伊水道外域などでは冬から初夏であり（阪本ほか 1986、薬師寺 2001、阪地 2001）、相模湾では春から初夏（木幡 1972、澤田 1974）である。1歳で50%、2歳以上で100%が成熟する（図4）。

(4)被捕食関係

仔稚魚は成長するにつれて大型の動物プランクトンを摂餌し、幼魚以降では魚食性が強くなる。稚幼魚は大型の魚類等により捕食される。

3. 漁業の状況

(1)漁業の概要

まき網漁業による漁獲が約70～80%を占め、定置網による漁獲が約20%でこれに次いでいる。日向灘、豊後水道、紀伊水道から熊野灘では春から秋までの漁獲が多く、相模湾では春が主体である。これらの海域では春から0歳魚が、年初から1歳魚が漁獲される。千葉県以北の海域では1歳魚以上の漁獲が多い。

(2)漁獲量の推移

太平洋北区～太平洋南区（北海道太平洋北部～宮崎県）における漁獲量の推移を図5に示した。漁獲量は1986年に急増して3万トンを超え、1990年以降に再び急増して1994年に8万3千トンと最高に達した。しかし、1997年以降は減少に転じ1999年には4万7千ト

ンとなった。2000年と2001年に再び増加したが2002年以降は5万トン前後を推移したのち、2009年に2万4千トンと減少し、2010～2011年は2万6千トンで推移した。本系群に対する外国漁船による漁獲はない。

なお、漁獲量については漁業・養殖業生産統計年報に記載された数値を用いることとしているが、これは属人統計であるので、資源計算にあたっては、太平洋各県に計上されている漁獲量から、漁獲成績報告書により東シナ海で漁獲されたと判定された分（西水研から提供）を差し引いた値を用いた。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

年齢別漁獲尾数（図6）に基づいて、コホート解析により年齢別資源尾数（付表1）、資源量（図7）、漁獲係数 F （図8）を計算した（捕捉資料1、2）。なお前年までは最近年の0歳魚資源尾数についてはコホート解析から除外し、①宮崎県南部定置網「アジ仔」漁獲量、②伊勢湾豆板当歳魚漁獲量、③伊豆東岸定置網「ジンダ」漁獲量（後の資源量指標値の項で説明、図9）をもとに算出した加入量指数から推定していた（付表4、補足図）。2011年の加入量は、この指数に基づく7.8億尾と推定される。しかし、1)2011年級群が1歳魚として漁獲された2012年1～6月の漁況は、加入量水準の低かった2010年、2011年と同程度に低調であったこと、2)加入量指数に基づく加入量推定値は過去5年間一貫して過大であったことから、本年度評価では加入量指数から推定される加入量推定値は過大であると判断し、VPAから得られる加入量5.9億尾を用いることとした。自然死亡係数 M は、寿命（本資源では5歳前後）との関係についての田内・田中の式（田中 1960）から0.5とした。

(2) 資源量指標値の推移

加入量水準の指標値としては、各県の標本船による漁獲量データを用いることとし、図9の左図に示した。

宮崎県南部の定置網（宮崎県南郷漁協定置網）に4～6月に入網する「アジ仔」の漁獲量（宮崎水試）は、2000年、2001年には比較的多かったが、2002年、2003年は減少した。2004年は調査年間で最多であったが、2005～2007年は低水準であった。2008年は増加し、2009～2011年は減少した（付表4）。これと、伊勢湾の豆板曳網漁業（小底）による当歳魚漁獲量、並びに伊豆東岸定置網の「ジンダ」漁獲量の推移もあわせて比較すると、2000年以降では加入量水準の減少傾向が伺える（付表4）。

その他の指標値として、北部太平洋まき網漁業のデータに基づく資源量指数(JAFIC)が得られている（図9右）。資源量指数は、1992～2001年までは高水準であったが、2002年以降は低水準となり、2009年は減少、2010年は2009年より増加したが、2011年は再び減少した。なお、資源量指数は海区（緯経度30分升目）当たりの累積CPUE（漁獲量/網

数) ×海区数である。

(3) 漁獲物の年齢組成

漁獲の主体は0歳魚と1歳魚であり、年齢組成には大きな変化は見られない(図6)。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は1982年から1990年代はじめにかけて増加し、1990年には高位水準になったが、1996年の16万トンを経点として減少した(図7)。その後2000年と2001年は増加したものの、2004年以降は再び減少した。2011年の資源量は55千トンと推定された。親魚量は1984年以降増加し、1992年に最高の64千トンとなった後50千トン前後で推移したが、2001年以降は連続して減少し、2011年は21千トンと推定された。加入尾数と再生産成功率(RPS)は類似した傾向で推移しており(図10)、1993年にそれぞれ最大の24億尾、61.3(尾/kg)となった後は18～32尾/kgで推移している。近年では2001年と2004年に比較的良好な加入が見られたが、2006年以降は10億尾を下回り、2009～2011年は5～6億尾と低い水準であった。なお、自然死亡係数を0.4、0.6とした場合の資源量、親魚量について図11に示した。

各年齢を単純平均した漁獲係数 $F(\bar{F})$ は0.66から1.60の間を推移し、0歳に対する F は総じて1歳以上より相対的に低めで推移し、1歳以上に対する F が下がる年にやや上昇する傾向を示した(図8)。2011年の $\bar{F}$ (F の全年齢平均値)は1.12と推定された(図12)。

(5) 資源の水準・動向

2011年の推定資源量は55千トンで、1982年以降における最低の34千トンから最高の162千トンの範囲を三分した中では低位にある。しかしながら、1986年に加入量が急増する前の水準34千～46千トンに比べると多く、太平洋北区での漁獲も継続していることから、低位と中位の境界は50千トンとし、2011年の水準は中位と判断した。中位と高位の境界は、資源量の最低～最高値の三等分により120千トンとすると、資源計算を行った1982年以降の29年間においては、1982～1985年が低位、1990～1998年並びに2000・2001年が高位となる。動向は過去5年の資源量の推移から減少と評価した。

(6) 再生産関係

親魚量と加入量に正の相関関係が認められ(図13)、持続的な資源利用のために親魚量を一定以上に維持することは有効と考えられる。親魚の回遊経路などに不明な点は多いが、太平洋各地先での親魚量を十分確保する観点からも、本系群ではこの再生産関係の仮定のもとに、親魚量を指標とした管理を提案することとする。

(7) B_{limit} の設定

図13の関係に基づいて、それ未満では資源の回復措置が必要な資源の閾値(B_{limit})を、

親魚量を指標として検討し、加入量が急増した1986年水準の親魚量(24千トン)とした。2011年の親魚量は21千トンと推定され、Blimitを下回ったことから、資源の回復措置を提案する。

(8)今後の加入量の見積もり

資源量指標値の動向から、長期的には加入量の減少傾向が継続する可能性も推測されるが、その見通しは不確実であることから、本評価にあつては、今後の加入量は再生産成功率(RPS = 0歳魚尾数/親魚量)と親魚量の積として、以下の将来予測を行うこととした。なお、親魚量とRPSに弱い負の相関が見られる(図14)が、特に考慮はしないこととした。本資源は、1996年を頂点として資源量は減少傾向にあり(図7)、近年のRPSも低い傾向にある(図10)。将来予測におけるRPSの値(尾/kg)には2000～2011年のRPSの中央値である25.1尾/kgを用いた。なお2000～2011年のRPSの範囲は18.4～31.7尾/kgで平均値は25.1尾/kgであった。

(9)生物学的管理基準と現状の漁獲圧の関係

RPSを一定と仮定したコホート解析の前進法においては、過去のRPSの中央値(RPSmed)に対応する漁獲係数(Fmed)で漁獲を行った場合、翌年の親魚量は前年の親魚量と等しくなると計算される。ここから、将来におけるRPSが過去年と同様の傾向を示すという仮定をもとに将来のRPSをRPSmedにより与えると、Fmedにより資源量が中長期的に維持されると期待される。本資源のRPSmedは25.1(尾/kg)であり、Fmedは1.04(各年齢の単純平均)と計算される。現状での漁獲係数(Fcurrent、2009～2011年の平均、Fave3-yr)は1.08であり、Fmedより高く、現状の漁獲を維持した場合、資源量は緩やかに減少すると考えられる。%SPR並びにYPRの関係(図15)から検討すると、FcurrentはFmed、F0.1、および加入量当たり漁獲量を最大化する漁獲係数(Fmax)よりも大きいため、漁獲係数の削減はYPR管理の観点からも望ましい。

5. 2013年のABCの算定

(1)資源評価のまとめ

マアジ太平洋系群の2011年の資源量は55千トンであり、水準は中位、動向は減少と評価された。親魚量は21千トンであり、Blimit(24千トン)を下回った。現状の漁獲係数(Fcurrent)は親魚量を維持する漁獲係数(Fmed)にほぼ等しい。

(2)漁獲シナリオに対応した2013年ABC並びに推定漁獲量の算定

平成23年に設定された中期的管理方針では、「資源水準の維持を基本方向として管理を行う」こととされている。Fmedによる管理は、現在の資源の利用形態(選択率)を変えないという前提の下で管理開始年である2013年の親魚量を維持するFであり、中期的

管理方針に合致するが、2011年においてBlimitを下回っていることから、漁獲努力量は現状からの削減が望ましい。

ABCの算定にあたっては、2011年にBlimitを21千トン下回ったことから、平成24年度ABC算定のための基本規則1-1)-(2)を用い、2011年の親魚量とBlimitの比(0.91)を、基準値(Fmedを用いた)に乗じたFをFrecとした。また、Fmedを2割削減し資源の速やかな増加をはかるシナリオとして、0.8Fmedを提案する。

将来予測における資源量の推定にはコホート解析の前進法を用い、2012年および2013年以降の1歳魚以上についてはそれぞれ2011年および2012年以降における年齢別の資源尾数、漁獲係数、自然死亡係数から求め、0歳魚の資源尾数は2000~2011年のRPSの中央値(25.1尾/kg)に親魚量を乗じて求めた。2012年の漁獲圧は2009~2011年の漁獲係数の平均(Fcurrent、Fave3-yr)であるとした。この将来予測における0.8Fmed、Frec、Fmed並びにFcurrentのもとでの漁獲量と資源量の変化について、次ページの表に示し、それらの動向について図16に示した(付表2に将来予測の詳細を掲載した)。Fmedで漁獲を継続した場合、資源量は2011年資源量よりやや低い48千トンに維持される。Fcurrentで漁獲した場合は、漁獲量と資源量は緩やかに減少する。Frecで漁獲した場合、漁獲量と資源量はゆるやかに増加し、0.8Fmedで漁獲した場合は、2017年には資源量は92千トンまで回復すると予測される。なお、未成魚である0歳魚について現状より漁獲圧を引き下げた場合についての将来予測について、図17並びに付表3に示した。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
親魚量の増加	0.8Fmed (F=0.83)	26	23	19	22	26	30	36
上記の予防的措置	0.8*0.8Fmed (F=0.67)	26	23	16	22	29	39	51
Blimitへの回復	Frec (F=0.95)	26	23	20	22	24	25	27
上記の予防的措置	0.8Frec (F=0.76)	26	23	18	22	27	34	42
親魚量の維持	Fmed (F=1.04)	26	23	22	22	22	22	22
現状の漁獲の継続	Fcurrent (F=1.08)	26	23	22	21	21	20	19
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(千トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
親魚量の増加	0.8Fmed (F=0.83)	55	50	48	57	67	78	92
上記の予防的措置	0.8*0.8Fmed (F=0.67)	55	50	48	65	87	116	154
Blimitへの回復	Frec (F=0.95)	55	50	48	52	56	60	65
上記の予防的措置	0.8Frec (F=0.76)	55	50	48	61	75	93	116
親魚量の維持	Fmed (F=1.04)	55	50	48	48	48	48	48
現状の漁獲の継続	Fcurrent (F=1.08)	55	50	48	47	45	44	42

(3)加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

マアジ太平洋系群の再生産成功率RPSは年によって変動する。1986年（47.0尾/kg）、1993年（61.3尾/kg）のように、1982～2011年の平均値（29.1尾/kg）の1.5倍～2倍と高い値を示す年もあった。近年の変動幅はこれらに比べて小さいものの年変動がみられる。このようなRPSの変動による将来予測の不確実性を検討するためシミュレーションを行った。将来の加入量は、2000～2011年のRPSの平均値に対する各年のRPSの比を計算し、それら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（2000～2011年のRPS中央値25.1尾/kg）と年々の親魚量を乗じたものとした。親魚量が過去最高の64千トンを超える場合、加入量を計算する際の親魚量は64千トンで一定とした。コホート解析の前進法を用いて、それぞれの漁獲シナリオ（0.8Fmed、Frec、Fmed並びにFcurrent）で漁獲した場合の資源量や漁獲量の動向を予測した。シミュレーションは1,000回行い、その結果を図18に示した。

5年後の親魚量の平均値が現状の親魚量（本系群では、資源水準を判断した2011年の親魚量と比較することとした）を上回る確率は、0.8Fmedで100%、Frecで84%、Fmedで

33%、 $F_{current}$ で13%となり、 B_{limit} （24千トン）を上回る確率は、 $0.8F_{med}$ で99%、 F_{rec} で70%、 F_{med} で18%、 $F_{current}$ で6%となった。また資源評価の不確実性に対する予防的措置として、それぞれに安全率0.8をかけたものについても同様に将来予測を行った。マアジ太平洋系群のRPSの変動幅は比較的小さいため、将来においても急激な加入の変化は少ないと考えられるが、親魚量を十分に維持するためには予防的措置を講じることが望ましい。

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2013年 ABC
			5年後	5年平均	現状親魚量を維持 (5年後)	B_{limit} への回復 (5年後)	
親魚量の増加 ($0.8F_{med}$)*	0.83 ($0.77F_{current}$)	39%	27 ～46	27	100%	99%	19 千トン
上記に予防的措置を講じる ($0.8 \cdot 0.8F_{med}$)*	0.67 ($0.61F_{current}$)	33%	40 ～62	31	100%	100%	16 千トン
親魚量の B_{limit} への回復(F_{rec})*	0.95 ($0.87F_{current}$)	42%	21 ～36	24	84%	70%	20 千トン
上記に予防的措置を講じる($0.8F_{rec}$)*	0.76 ($0.70F_{current}$)	37%	32 ～55	29	100%	100%	18 千トン
							2013年 算定 漁獲量
現状の親魚量の維持(F_{med})	1.04 ($0.96F_{current}$)	45%	16 ～28	22	33%	18%	22 千トン
現状の漁獲圧の維持($F_{current}$)	1.08 ($1.00F_{current}$)	46%	15 ～25	21	13%	6%	22 千トン
コメント ・当該資源に対する漁獲割合は安定している。現状の漁獲圧は、親魚量を維持できるF_{med}より高いと考えられる。 ・本資源のABC算定においては、資源量が計算でき、2011年において親魚量がB_{limit}（本資源では1986年の親魚量24千トン）を2.1千トン下回ったことから、ABC算定規則1-1)-(2)を用い、親魚量の増加もしくはB_{limit}への回復を図る$0.8F_{med}$並びにF_{rec}をABCとした。 ・平成23年に設定された中期的管理方針では、資源水準の維持を基本方向として管理を行うとされている。これに対応する漁獲シナリオはF_{med}（過去のRPSのプロットの中央値に対応するF）であるが、本系群はB_{limit}未満であるため、F_{med}に対応する漁獲量をABCに含めなかった。中位水準の維持との目的にはF_{rec}以下が合致する(*)。 ・$F_{current}$は2009～2011年のF（漁獲係数）値の平均値($F_{ave3-yr}$)。表で示したF値は各年齢の単純平均値。漁獲割合は漁獲量/資源量。将来漁獲量（80%区間）および評価は加入量変動（2000～2011年のRPSの実測値）を考慮した1,000回のシミュレーションから算出した。現状親魚量とは2011年の親魚量を指す。							

(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
2009年漁獲量確定値 2010年漁獲量確定値 2011年漁獲量暫定値 2011年月別体長組成	2009～2010年漁獲量、年齢別漁獲尾数 2011年漁獲量、年齢別漁獲尾数
2011年資源量指数	資源量指数と加入尾数の関係 2011年加入尾数

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)
2011年(当初)	Fmed	1.12	73	33	29	
2011年(2011年再評価)	Fmed	1.07	60	27	24	
2011年(2012年再評価)	Fmed	1.04	55	24	21	26
2012年(当初)	Frec	1.01	56	24	21	
2012年(2012年再評価)	Frec	0.95	50	21	18	

2010、2011年とも、TAC設定の根拠となったシナリオについて行った。

本年再評価により2011年、2012年のABCは減少した。これは2012年再評価において、漁獲量の中心となる0～1歳魚（2010、2011年級群）の資源量が下方修正されたことによる。本系群では、最近年の加入尾数について、加入量指数（数値を付表4に掲載）との関係（2000年以降の両者の推移を付表4の補足図として掲載）から直接推定してきたが、加入尾数の減少傾向が続く中で、加入量指数からの推定値が高く算出される傾向が続いたため、本年評価では加入量指数からの直接推定ではなくVPAの結果を用いた。しかしVPAの直近年の推定値は不確実性が高いことから、今後も適切な加入量推定方法について検討を続ける必要がある。

6. ABC以外の管理方策への提言

現状のFはYPRの観点からは過大である。付表3のように未成魚である0歳魚を保護することも有効ではあるが、現状より漁獲圧を低く抑える必要がある。本資源は主に食用に利用され、さらに体サイズにより流通・消費形態も異なるので、それぞれへの需要量と資源状況との関係から、適切な漁獲量を検討していく必要がある。

7. 引用文献

- 平松一彦(1999)VPAの入門と実際. 水産資源管理談話会報, 20, 9-28.
- 木幡 孜(1972)相模湾重要魚種の生態Ⅱ. マアジ*Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel)について. 神奈川県水産試験場相模湾支所報告昭和46年度事業報告, 55-72.
- 古藤 力(1990)太平洋岸におけるマアジ資源の動向について. 水産海洋研究会報, 54, 47-49.
- Pope, J.G.(1972)An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., (9), 65-74.
- 阪地英男(2001)高知県宿毛湾におけるマアジ(「きあじ」タイプ)の産卵期と成熟年齢. 黒潮の資源海洋研究, (2), 39-44.
- 阪本俊雄・武田保幸・竹内淳一(1986)沿岸重要資源の管理に関する研究(概報). 昭和59年度和歌山県水産試験場事業報告, 43-52.
- 澤田貴義(1974)伊豆近海におけるマアジの成長と成熟について. 静岡県水産試験場研究報告,(7), 25-31.
- 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.
- 薬師寺房憲(2001)豊後水道におけるマアジ*Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel)の成熟と相対成長. 黒潮の資源海洋研究, (2), 17-21.
- 横田滝雄・三田典子(1958)太平洋南区のアジ、サバ類の研究に関する諸説. 南海区水産研究所研究報告, (9), 1-59.

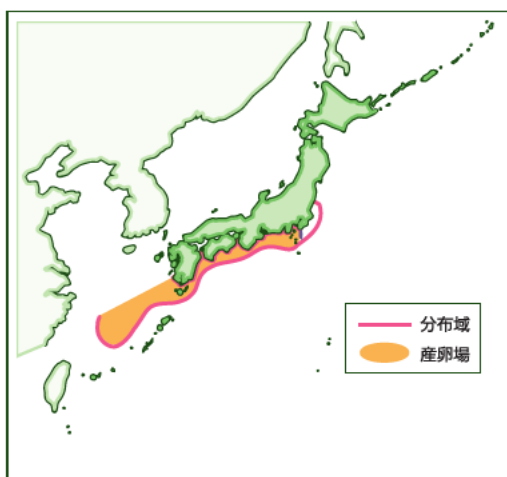


図1. マアジ太平洋系群の分布・回遊図

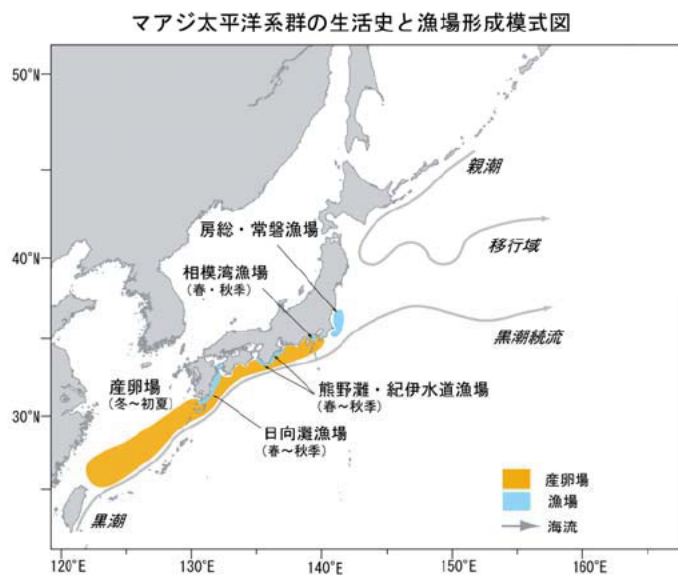


図2. 生活史と漁場形成模式図

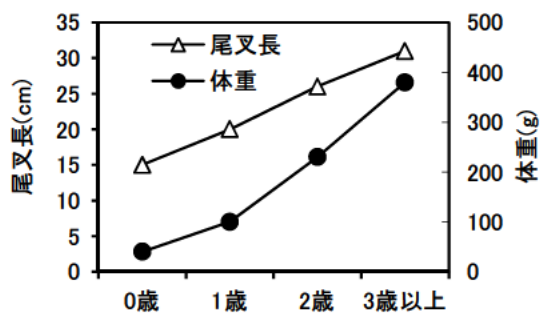


図3. 年齢と成長の関係

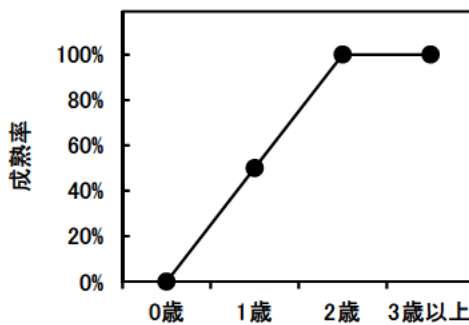


図4. 年齢と成熟率の関係

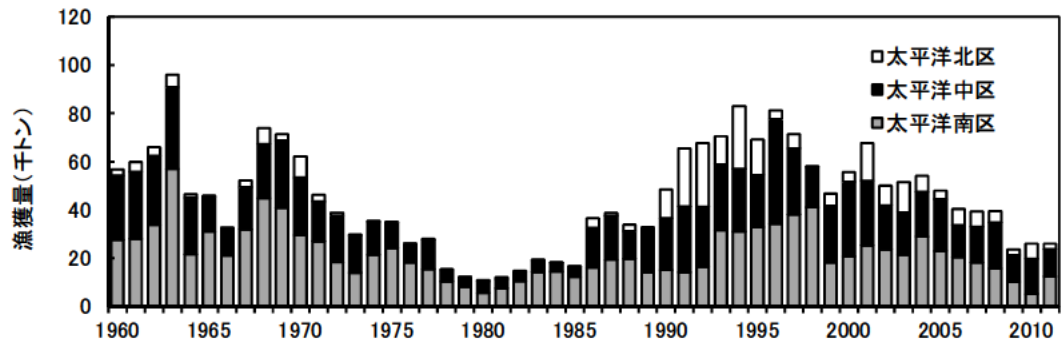


図5. マアジ太平洋系群の漁獲量の経年変化（漁業・養殖業生産統計年報）

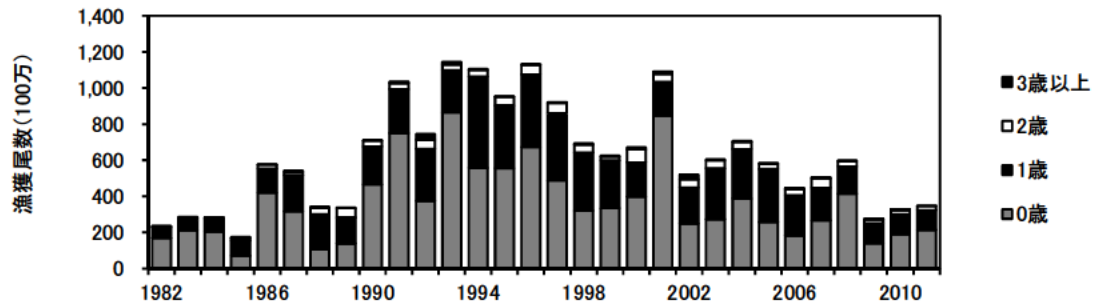


図6. 年齢別漁獲尾数の経年変化

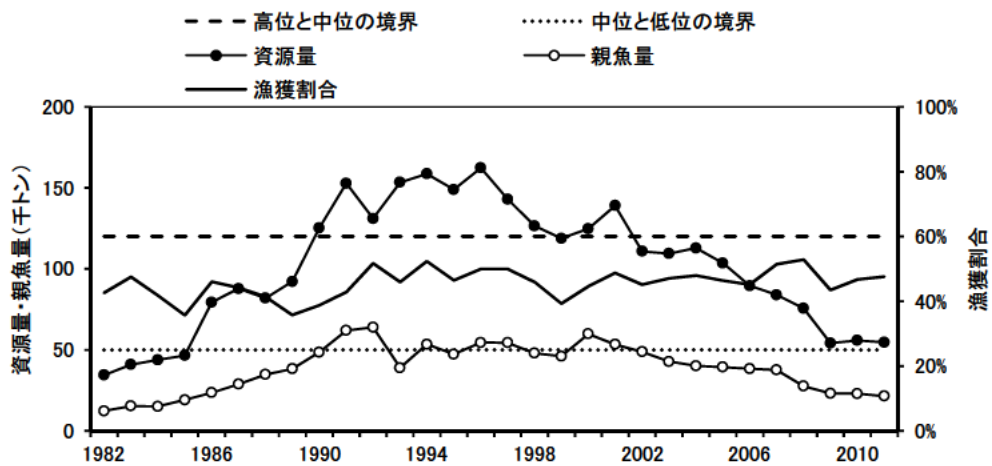


図7. 資源量、親魚量、漁獲割合の経年変化 水準判断の境界（資源量を指標とする）を点線で記入。

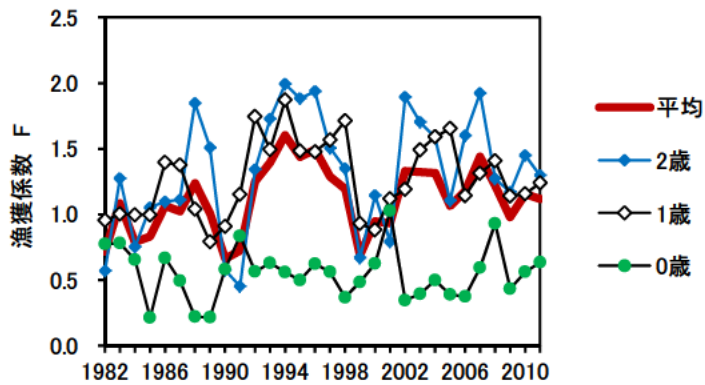


図8. 年齢別漁獲係数と各年齢の単純平均値(Fbar)の経年変化

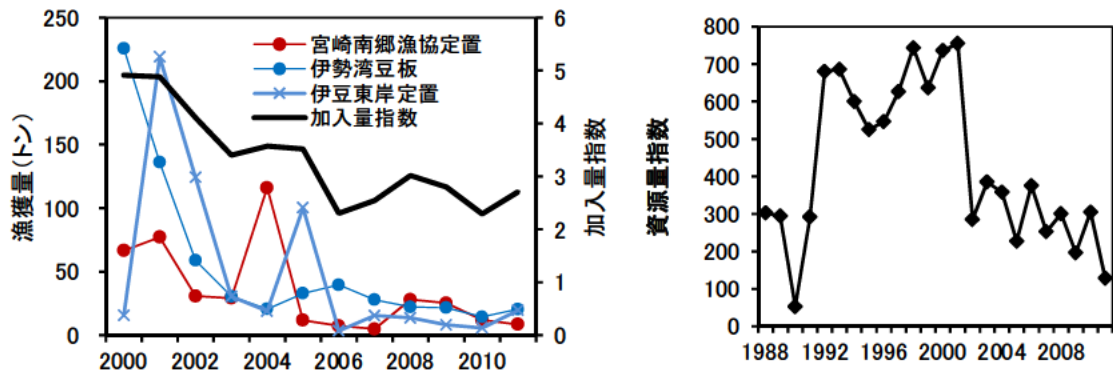


図9. 資源量指標値の経年変化

左図：加入量の指標値である①宮崎県南郷漁協定置網、②伊勢湾豆板曳網漁業（小底）、③伊豆東岸定置網による当歳魚の漁獲量（漁期計）並びに加入量指数（①～③指数の相乗平均の対数値）、右図：北部まき網資源量指数。

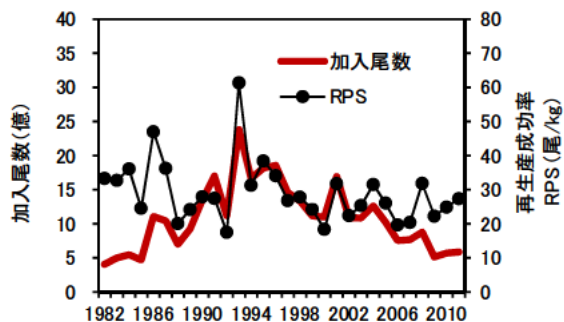


図10. 加入尾数と再生産成功率(RPS)の経年変化

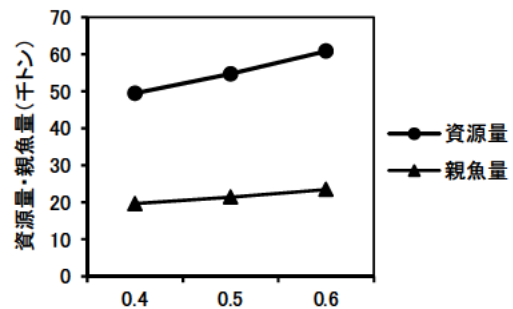


図11. 自然死亡係数を0.4並びに0.6とした場合の資源量・親魚量 本評価では0.5を用いた。

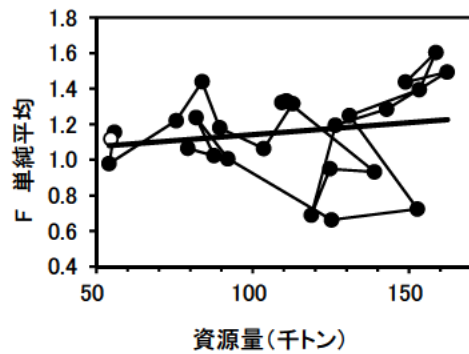


図12. 資源量と漁獲係数（各年齢のF値の単純平均）の関係 白丸が2011年。

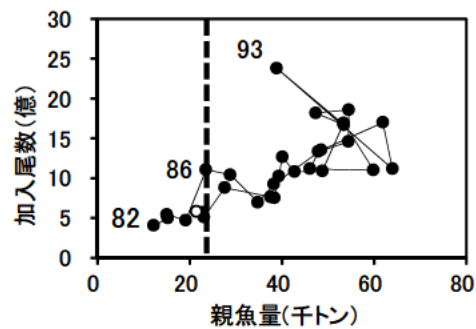


図13. 親魚量と加入量（=0歳魚資源尾数）の関係（再生産関係） 白丸が2011年、点線がBlimitの親魚量（1986年親魚量）。

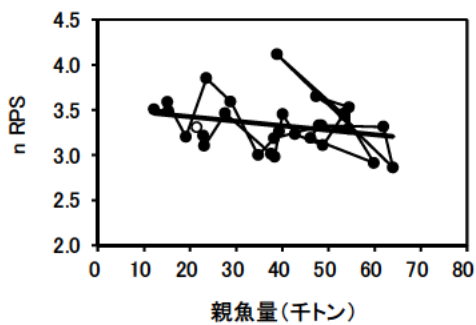


図14. 親魚量と再生産成功率（RPS=加入量/親魚量、対数）の関係 白丸は2011年。

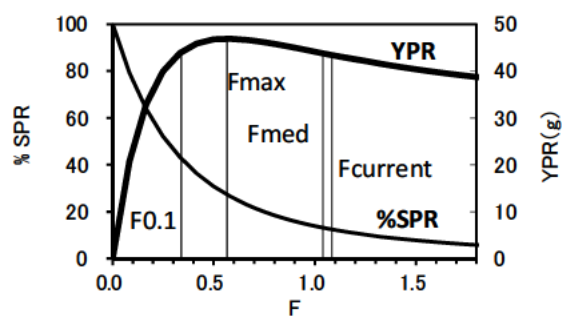


図15. 完全加入年齢における漁獲係数FとYPRおよび%SPRの関係

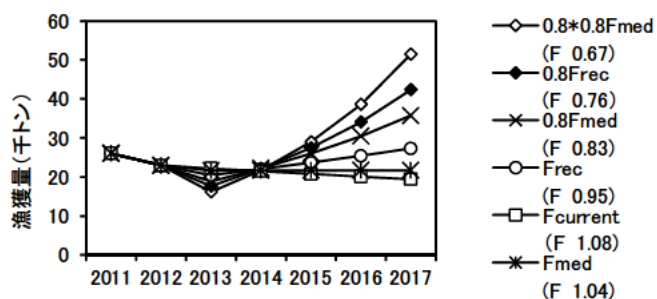
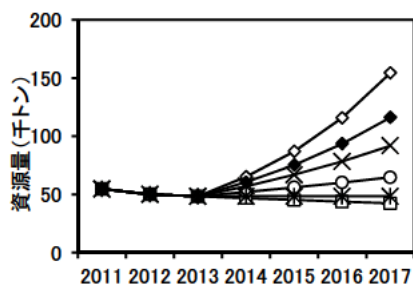


図16. さまざまなFによる資源量（左図）と漁獲量（右図）の将来予測

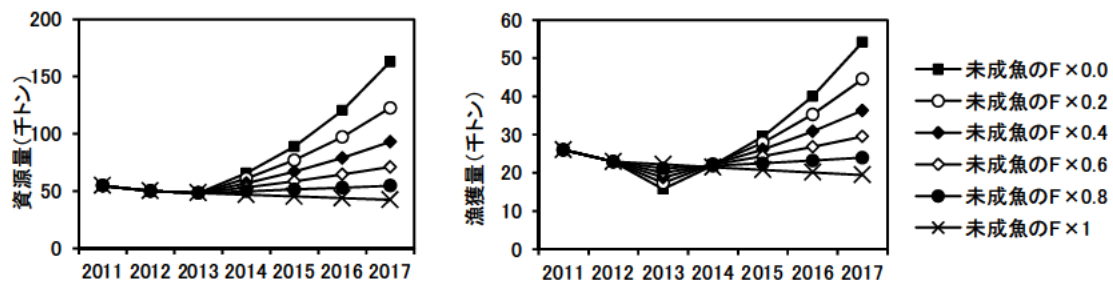
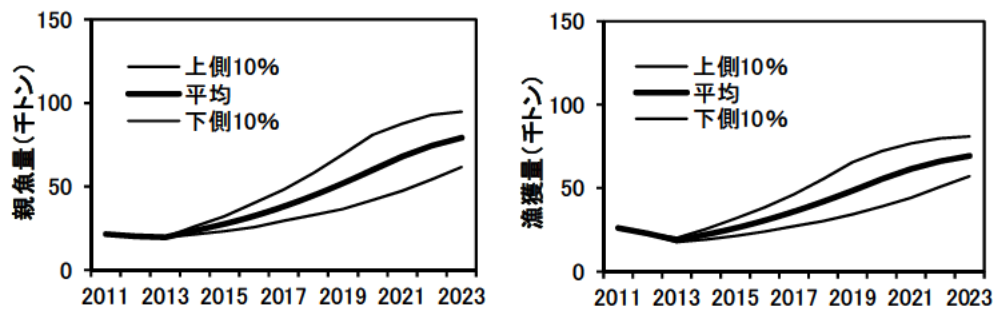


図17. 0歳魚に対する漁獲係数を、現状の0～1倍とした場合の資源量（左図）と漁獲量（右図）の将来予測

0.8Fmed



Frec

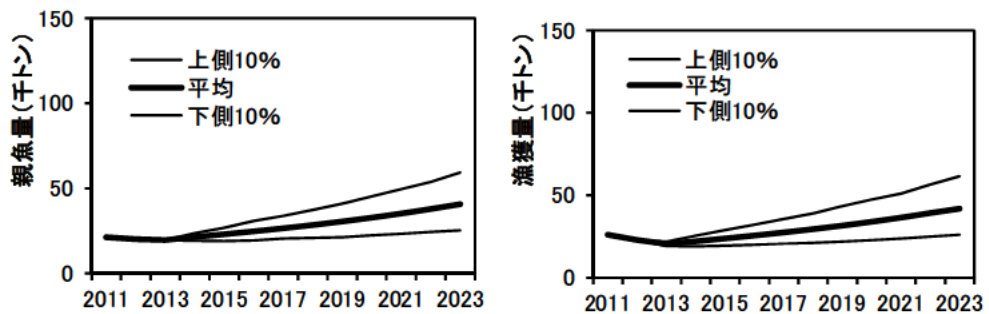


図18. 各漁獲シナリオでの、加入変動を考慮した1000回のシミュレーションによる親魚量（左列）と漁獲量（右列）の将来予測（平均値並びに80%区間を示した） 将来予測において親魚量が64千トンを超える場合、加入量を計算する際の親魚量は64千トンで一定とした。

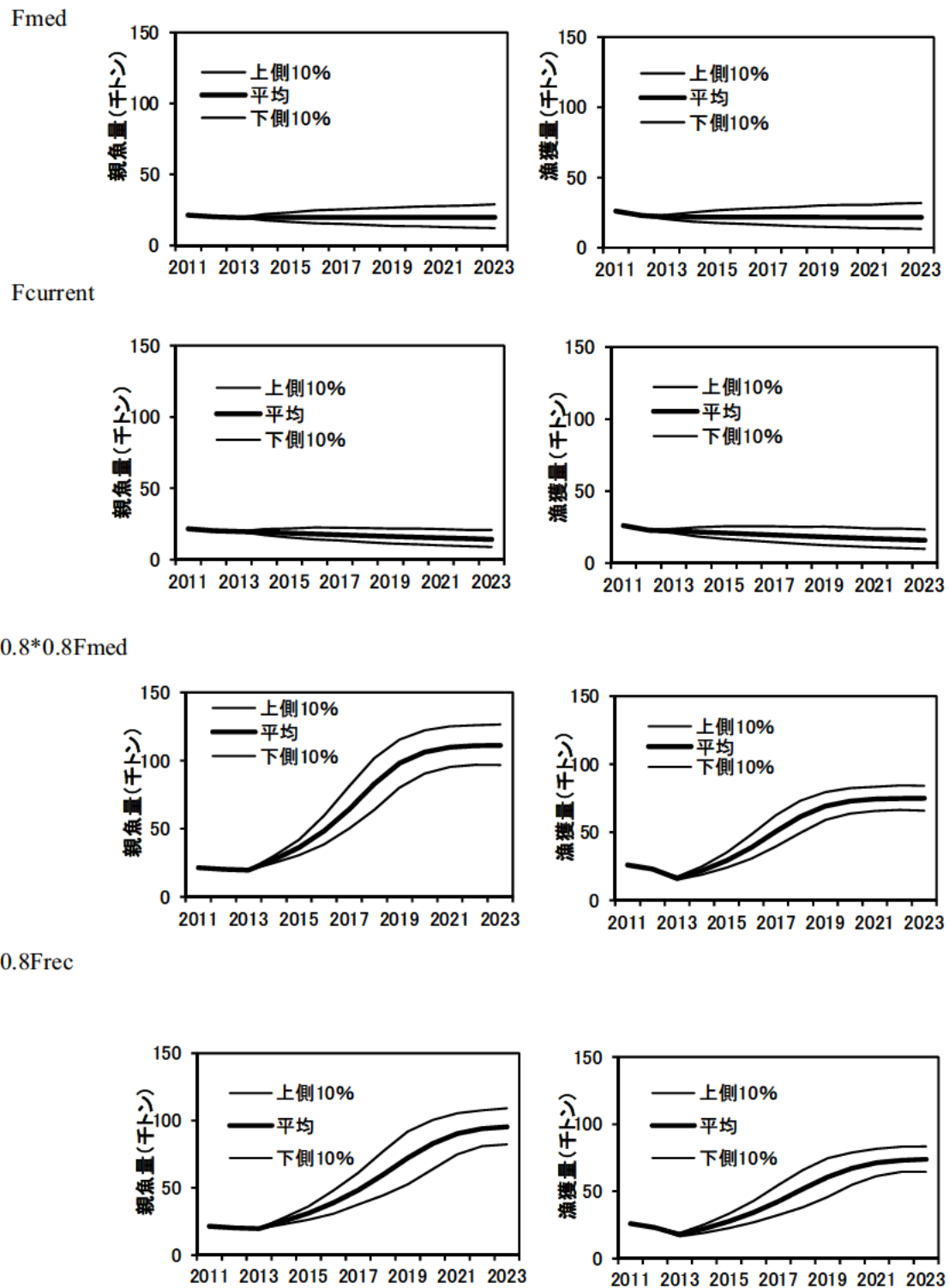
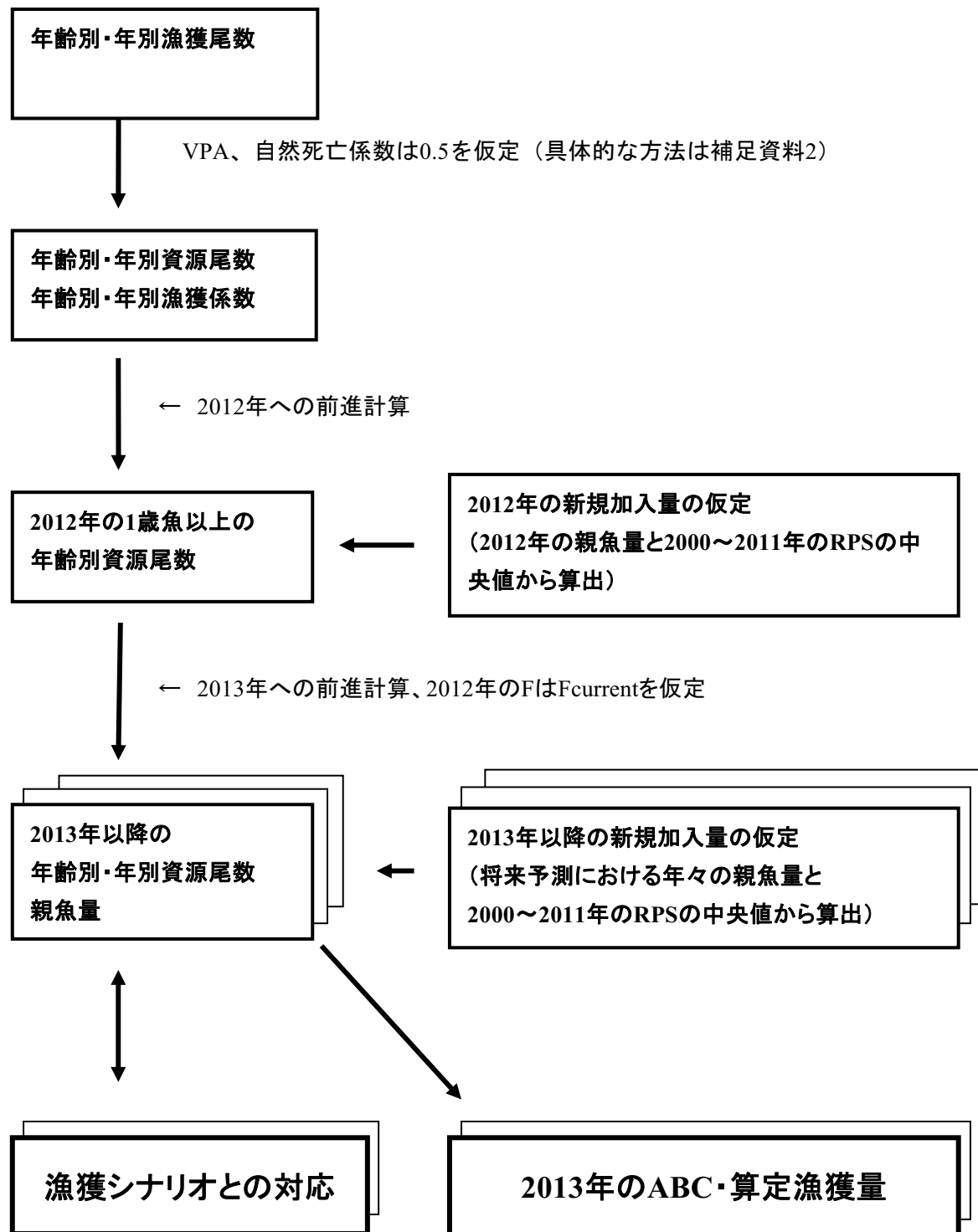


図18 (つづき) . 各漁獲シナリオでの、加入変動を考慮した1000回のシミュレーションによる親魚量(左列)と漁獲量(右列)の将来予測(平均値並びに80%区間を示した) 将来予測において親魚量が64千トンを超える場合、加入量を計算する際の親魚量は64千トンで一定とした。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 資源量計算方法

主要港の水揚量と体長組成、成熟度などは太平洋側の各都県試験研究機関が把握した。太平洋側各都県主要港の水揚量と体長組成から月毎に体長階級別漁獲尾数を求め、体長と年（月）齢の関係に基づいて主要港における年齢別漁獲尾数を計算した。この年齢別の尾数比を漁業養殖業生産統計年報の太平洋南区、中区、北区の合計の漁獲量（属人統計）から東シナ海での漁獲量を差し引いた値に合うように引き延ばして系群全体の年齢別漁獲尾数を求めた（図6）。なお、年齢分解困難な3歳以上は一括した。

コホート解析により年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数を推定した。ただし、最近年の加入量についてはコホート解析からは外して資源量指標値から推定した。コホート解析ではマアジの生活史に基づき1月を起点とした。使用した生物学的パラメーターは図3と4および付表1の通りである。解析結果は0歳～3+歳（3歳以上をまとめて3+（プラスグループ）と表記する）の年齢別に求めた（付表1）。年齢別資源尾数 N の計算にはPope(1972)の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松(1999)の方法を用いた。自然死亡係数は、田内・田中の式 $M = 2.5/\text{寿命}$ （田中 1960）より0.5とした。

具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松(1999)を参照されたい。

1) 資源量と漁獲係数の推定（コホート解析）

資源量は(1)式により計算した。

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

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

ただし最高齢（プラスグループ、添え字 p ）、最高齢 1歳($p-1$)および最近年の1歳魚以上の資源尾数はそれぞれ(2)～(4)式により求めた。

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

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

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

漁獲死亡係数 F の計算は、プラスグループの F および最近年の F 以外は(5)式によった。

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

プラスグループのFは、定常状態が仮定できない場合における $\alpha=1$ 法（平松，1999）により最高齢-1歳のFと等しいとした。またここで得られた年別年齢別Fから年別年齢別の選択率 $S_{a,y}$ （ある年における年齢別年別Fの最高値で、その年の各年齢のFを除いた値）を求めた。

2)最近年の資源量と漁獲係数の推定

最近年（2011年）のFのうち1歳魚以上については、選択率 $S_{a,2011}$ が過去3年間の $S_{a,y}$ の平均値と等しく、かつFの各年齢単純平均値 $\bar{F}_{2011}$ が過去3年間の $\bar{F}_y$ の平均値と等しくなるよう求めた。すなわち(6)、(7)式である。

$$S_{a,2011} = \frac{(S_{a,2008} + S_{a,2009} + S_{a,2010})}{3} \quad (6)$$

$$\bar{F}_{2011} = \frac{(\bar{F}_{2008} + \bar{F}_{2009} + \bar{F}_{2010})}{3} \quad (7)$$

ここでSの各年齢単純平均値を S_y と表すと、(8)式より2011年のFが算出される。

$$F_{a,2011} = \frac{S_{a,2011} \bar{F}_{2011}}{\bar{S}_{2011}} \quad (8)$$

なお、ここで求めた $F_{a,2010}$ から過去年の資源量を再計算すると過去年のFの値も更新されるため、反復計算を3回行いFの値を収束させた。

3)将来予測

Fcurrentは過去3年（2009～2011年）のFの平均値とし、2012年のFはFcurrentであるとした。また将来予測における選択率にはFcurrentの選択率を続けて用いた。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（(11)式）に加え加入量を仮定した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (11)$$

将来予測における加入量は再生産成功率（RPS 0歳魚尾数/親魚量）と親魚量の積として見積もることとし、RPSには2000～2011年のRPS中央値25.1尾/kgを仮定した。将来予測における親魚量は過去最高の64千トンを超えないものとした。

漁獲尾数は(12)式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (12)$$

付表 1. マアジ太平洋系群のコホート解析 (後退法)

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	170	211	204	70	420	317	108	140	466	750	375	867	558	556	672	489	320	335	398	847	249	274	387	257	183	267	415	141	191	214
1歳	57	56	68	84	135	200	194	144	210	244	287	233	507	348	403	372	322	264	190	187	200	282	274	293	223	179	151	111	108	109
2歳	7	16	10	16	20	18	35	50	32	31	51	30	35	47	53	56	44	21	71	45	47	43	40	29	34	54	29	20	24	22
3歳以上	1	5	3	5	4	5	6	4	4	10	32	15	5	3	5	5	8	5	11	13	25	6	5	5	8	5	4	5	5	4
計	236	287	285	175	579	541	342	338	712	1,035	746	1,145	1,105	955	1,132	921	694	625	671	1,091	520	606	706	584	448	506	599	278	328	349

年齢別漁獲量(キトン)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	7	8	8	3	17	13	4	6	19	30	15	35	22	22	27	20	13	13	16	34	10	11	15	10	7	11	17	6	8	9
1歳	6	6	7	8	13	20	19	14	21	24	29	23	51	35	40	37	32	26	19	19	20	28	27	29	22	18	15	11	11	11
2歳	2	4	2	4	5	4	8	12	7	7	12	7	8	11	12	13	10	5	16	10	11	10	9	7	8	12	7	5	6	5
3歳以上	1	2	1	2	2	2	2	1	2	4	12	6	2	1	2	2	3	2	4	5	9	2	2	2	3	2	2	2	2	2
計	15	19	18	17	37	39	34	33	48	65	68	70	83	69	81	71	58	47	56	68	50	51	54	48	40	43	40	24	26	26

年齢別資源尾数(百万尾)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	406	499	544	470	1107	1043	697	924	1353	1699	1118	2381	1669	1818	1858	1459	1335	1117	1100	1694	1091	1082	1265	1024	754	765	880	513	570	585
1歳	120	114	139	172	230	344	386	339	452	458	447	385	769	578	670	603	504	560	417	357	368	468	443	466	421	315	256	210	202	197
2歳	20	28	25	31	38	35	53	83	93	110	88	47	52	72	80	93	76	55	134	105	71	68	64	55	54	81	51	38	41	38
3歳以上	4	8	6	9	8	9	9	6	12	36	56	23	8	5	7	8	13	14	22	30	37	10	9	9	13	8	8	10	9	7
計	550	649	714	681	1384	1432	1144	1351	1910	2303	1708	2837	2498	2473	2614	2163	1929	1747	1673	2186	1567	1627	1780	1554	1241	1169	1195	771	822	828

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	0.77	0.78	0.65	0.21	0.67	0.49	0.22	0.22	0.58	0.84	0.56	0.63	0.56	0.50	0.62	0.56	0.37	0.49	0.62	1.03	0.35	0.39	0.50	0.39	0.37	0.59	0.93	0.43	0.56	0.64
1歳	0.95	1.00	1.00	1.00	1.40	1.38	1.04	0.79	0.91	1.15	1.74	1.49	1.87	1.48	1.48	1.57	1.71	0.93	0.88	1.12	1.19	1.49	1.59	1.65	1.14	1.31	1.41	1.14	1.16	1.24
2歳	0.57	1.28	0.75	1.05	1.10	1.11	1.85	1.51	0.58	0.45	1.34	1.73	1.99	1.88	1.94	1.51	1.35	0.67	1.14	0.79	1.89	1.70	1.59	1.11	1.60	1.92	1.27	1.17	1.45	1.30
3歳以上	0.57	1.28	0.75	1.05	1.10	1.11	1.85	1.51	0.58	0.45	1.34	1.73	1.99	1.88	1.94	1.51	1.35	0.67	1.14	0.79	1.89	1.70	1.59	1.11	1.60	1.92	1.27	1.17	1.45	1.30
平均	0.72	1.08	0.79	0.83	1.06	1.02	1.24	1.01	0.66	0.72	1.25	1.39	1.60	1.44	1.49	1.29	1.19	0.69	0.95	0.93	1.33	1.32	1.32	1.06	1.18	1.44	1.22	0.98	1.15	1.12
漁獲割合	43%	47%	42%	36%	46%	44%	41%	36%	39%	43%	52%	46%	52%	46%	50%	50%	46%	39%	45%	49%	45%	47%	48%	46%	45%	51%	53%	43%	47%	48%

年齢別資源量と親魚量(キトン)および再生産成功率RPS(0歳魚尾数親魚量,尾/kg)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	16	20	22	19	44	42	28	37	54	68	45	95	67	73	74	58	53	45	44	68	44	43	51	41	30	31	35	21	23	23
1歳	12	11	14	17	23	34	39	34	45	46	45	39	77	58	67	60	50	56	42	36	37	47	44	47	44	31	26	21	20	20
2歳	5	6	6	7	9	8	12	19	21	25	20	11	12	17	18	21	18	13	31	24	16	16	15	13	12	19	12	9	9	9
3歳以上	2	3	2	3	3	4	3	2	5	14	21	9	3	2	3	3	3	5	8	11	14	4	3	3	5	3	3	4	3	3
資源量	34	41	44	46	79	88	82	92	125	153	131	153	159	149	162	143	127	119	125	139	111	109	113	104	90	84	76	54	56	55
親魚量	12.20	15.27	15.07	19.11	23.54	28.77	34.76	38.22	48.54	61.89	63.97	38.84	53.40	47.32	54.48	54.39	47.92	46.09	59.85	53.37	48.78	42.72	40.10	39.31	38.34	37.56	27.60	23.08	22.90	21.40
RPS	33.28	32.68	36.11	24.57	47.01	36.27	20.04	24.18	27.88	27.45	17.47	61.31	31.25	38.43	34.10	26.83	27.86	24.23	18.39	31.74	22.36	25.32	31.55	26.05	19.66	20.36	31.87	22.23	24.90	27.35

* 年齢別平均体重は各年とも0歳魚40g、1歳魚100g、2歳魚230g、3歳魚以上380gとして計算した。なお2011年の0歳魚尾数は加入量指数から推定した。

付表2. コホート解析の前進法によるABC算定等に用いたシナリオのものとでの将来予測

0.8Fmed

Frec

年齢別漁獲尾数（百万尾）										年齢別漁獲尾数（百万尾）									
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	214	166	131	157	183	215	252	295	346	0歳	214	166	145	158	169	182	195	210	226
1歳	109	101	83	91	109	128	150	176	206	1歳	109	101	90	93	101	109	117	125	135
2歳	22	20	17	22	24	29	33	39	46	2歳	22	20	19	21	21	23	25	27	29
3歳以上	4	4	3	5	6	7	8	9	11	3歳以上	4	4	4	4	5	5	6	6	6
計	349	291	235	275	322	378	443	519	608	計	349	291	257	276	297	319	342	368	396

年齢別漁獲量 (千トン)										年齢別漁獲量 (千トン)									
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	9	7	5	6	7	9	10	12	14	0歳	9	7	6	6	7	7	8	8	9
1歳	11	10	8	9	11	13	15	18	21	1歳	11	10	9	9	10	11	12	13	13
2歳	5	5	4	5	5	7	8	9	11	2歳	5	5	4	5	5	5	6	6	7
3歳以上	2	2	1	2	2	3	3	3	4	3歳以上	2	2	1	2	2	2	2	2	2
計	26	23	19	22	26	30	36	42	49	計	26	23	20	22	24	25	27	29	32

年齢別資源尾数（百万尾）										年齢別資源尾数（百万尾）									
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	585	508	494	591	689	809	948	1,111	1,302	0歳	585	508	494	536	575	618	664	714	767
1歳	197	188	179	197	236	275	323	379	444	1歳	197	188	179	186	202	217	233	251	269
2歳	38	35	35	44	48	58	68	79	93	2歳	38	35	35	39	40	44	47	51	54
3歳以上	7	8	7	9	12	13	16	19	22	3歳以上	7	8	7	8	9	10	10	11	12
計	828	739	715	841	986	1,155	1,354	1,588	1,861	計	828	739	715	770	827	889	955	1,026	1,103

年齢別漁獲係数と漁獲割合												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	年齢別漁獲係数と漁獲割合		
0歳	0.64	0.54	0.42	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	年	2011	2012
1歳	1.24	1.18	0.90	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0歳	0.64	0.54
2歳	1.30	1.31	1.00	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1歳	1.24	1.18
3歳以上	1.30	1.31	1.00	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	2歳	1.30	1.31
平均	1.12	1.08	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	3歳以上	1.30	1.31
漁獲割合(%)	48	46	42	42	42	42	42	42	42	平均	1.12	1.08

年齢別漁獲係数と漁獲割合												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	年齢別漁獲係数と漁獲割合		
0歳	0.64	0.54	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	年	2011	2012
1歳	1.24	1.18	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0歳	0.64	0.54
2歳	1.30	1.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1歳	1.24	1.18
3歳以上	1.30	1.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2歳	1.30	1.31
平均	1.12	1.08	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	3歳以上	1.30	1.31
漁獲割合(%)	48	46	39	39	39	39	39	39	39	平均	1.12	1.08

年齢別資源量と親魚量 (千トン)										年齢別資源量と親魚量 (千トン)									
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	23	20	20	24	28	32	38	44	52	0歳	23	20	20	21	23	25	27	29	31
1歳	20	19	18	20	24	28	32	38	44	1歳	20	19	18	19	20	22	23	25	27
2歳	9	8	8	10	11	13	16	18	21	2歳	9	8	8	9	9	10	11	12	13
3歳以上	3	3	3	4	5	5	6	7	8	3歳以上	3	3	3	3	3	4	4	4	5
計	55	50	48	57	67	78	92	108	126	計	55	50	48	52	56	60	65	70	75
親魚量	21	20	20	24	27	32	38	44	52	親魚量	21	20	20	21	23	25	26	28	31

付表2. つづき

Fmed

年齢別漁獲尾数 (百万尾)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	214	166	156	157	157	157	157	157	157			
1歳	109	101	94	94	94	94	94	94	94			
2歳	22	20	20	19	19	19	19	19	19			
3歳以上	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
計	349	291	274	274	274	274	274	274	274			

年齢別漁獲量 (千トン)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	9	7	6	6	6	6	6	6	6			
1歳	11	10	9	9	9	9	9	9	9			
2歳	5	5	4	4	4	4	4	4	4			
3歳以上	2	2	1	2	2	2	2	2	2			
計	26	23	22	22	22	22	22	22	22			

年齢別資源尾数 (百万尾)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	585	508	494	495	495	495	495	495	495			
1歳	197	188	179	178	178	178	178	178	178			
2歳	38	35	35	35	35	35	35	35	35			
3歳以上	7	8	7	7	7	7	7	7	7			
計	828	739	715	715	715	715	715	715	715			

年齢別漁獲係数と漁獲割合												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	0.64	0.54	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52			
1歳	1.24	1.18	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13			
2歳	1.30	1.31	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25			
3歳以上	1.30	1.31	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25			
平均	1.12	1.08	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04			
漁獲割合(%)	48	46	45	45	45	45	45	45	45			

年齢別資源量と親魚量 (千トン)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	23	20	20	20	20	20	20	20	20			
1歳	20	19	18	18	18	18	18	18	18			
2歳	9	8	8	8	8	8	8	8	8			
3歳以上	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
計	55	50	48	48	48	48	48	48	48			
親魚量	21	20	20	20	20	20	20	20	20			

Fcurrent

年齢別漁獲尾数 (百万尾)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	214	166	161	156	151	146	141	136	132			
1歳	109	101	96	94	91	88	85	82	79			
2歳	22	20	20	19	18	18	17	17	16			
3歳以上	4	4	4	4	4	4	4	3	3			
計	349	291	282	272	264	255	247	239	231			

年齢別漁獲量 (千トン)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	9	7	6	6	6	6	6	5	5			
1歳	11	10	10	9	9	9	8	8	8			
2歳	5	5	5	4	4	4	4	4	4			
3歳以上	2	2	1	1	1	1	1	1	1			
計	26	23	22	21	21	20	19	19	18			

年齢別資源尾数 (百万尾)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	585	508	494	477	462	446	432	418	404			
1歳	197	188	179	174	168	163	157	152	147			
2歳	38	35	35	33	32	31	30	29	28			
3歳以上	7	8	7	7	7	6	6	6	6			
計	828	739	715	691	669	647	626	605	585			

年齢別漁獲係数と漁獲割合												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	0.64	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54			
1歳	1.24	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18			
2歳	1.30	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31			
3歳以上	1.30	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31			
平均	1.12	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08			
漁獲割合(%)	48	46	46	46	46	46	46	46	46			

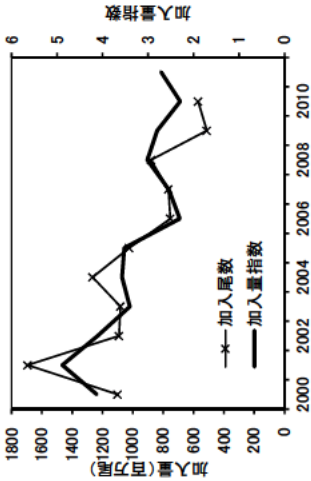
年齢別資源量と親魚量 (千トン)												
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
0歳	23	20	20	19	18	18	17	17	16			
1歳	20	19	18	17	17	16	16	15	15			
2歳	9	8	8	8	7	7	7	7	7			
3歳以上	3	3	3	3	3	2	2	2	2			
計	55	50	48	47	45	44	42	41	40			
親魚量	21	20	20	19	18	18	17	17	16			

付表3. 0歳魚に対する漁獲係数を削減した場合の資源量と漁獲量の将来予測

F値	基準値	資源量(千トン)							漁獲量(千トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0.95	未成魚のF×0.0	55	50	48	66	89	120	163	26	23	16	22	29	40	54
0.98	未成魚のF×0.2	55	50	48	61	77	97	123	26	23	17	22	28	35	45
1.00	未成魚のF×0.4	55	50	48	57	67	79	93	26	23	19	22	26	31	36
1.03	未成魚のF×0.6	55	50	48	53	58	64	71	26	23	20	22	24	27	30
1.06	未成魚のF×0.8	55	50	48	50	51	53	55	26	23	21	22	22	23	24
1.08	未成魚のF×1	55	50	48	47	45	44	42	26	23	22	21	21	20	19

付表4. 加入量に関わる指数 3種類 (宮崎・伊勢湾・伊豆東岸) の指数について相乗平均をとり、その対数値を加入量指数とした。

漁業データ種類	宮崎県漁協加盟 4～6月 アジ仔漁獲量	伊勢湾豆坂 4～翌3月 当歳魚漁獲量	伊豆東岸定置 4～翌3月 ジシダ漁獲量	加入量指数	加入量 推定値
2000	66.6	225.8	15.7	4.12	1,100
2001	77.1	136.1	219.0	4.88	1,694
2002	30.7	58.7	124.3	4.11	1,091
2003	29.1	30.5	30.3	3.40	1,082
2004	116.0	20.5	18.9	3.57	1,265
2005	11.7	32.8	100.3	3.52	1,024
2006	7.3	39.5	3.4	2.30	753
2007	4.9	27.9	15.4	2.55	765
2008	27.9	22.2	13.6	3.01	879
2009	25.2	21.5	8.1	2.80	512
2010	11.9	14.4	5.7	2.29	570
2011	8.5	20.4	19.5	2.71	



補足図. 加入量指数とコホート計算による0歳魚資源尾数の関係