

平成22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（西田 宏、川端 淳、渡邊千夏子、本田 聡）

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。2009年の資源量は約6万7千トンと中位水準であり、近年の動向は減少と評価された。2009年の親魚量は2万3千トンであり、1986年以降で初めてBlimit（1986年の親魚量2万4千トン）を1千トン下回った。2010年においてはBlimitを上回ることが推定されるが、漁獲圧は現状よりも抑制することが望ましいと考えられた。2011年のABCは、Fmed以下のF値により算定される漁獲量とした。

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 ($F_{current}$ tとの比較)	漁獲 割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2011年 ABC
			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)	
漁獲圧の低減に よる資源の増大 ($0.8F_{current}$)	0.99 (0.80 $F_{current}$)	42%	31 ~54	36	95%	99%	31 千トン
親魚量の回復 (F_{rec})	1.08 (0.87 $F_{current}$)	44%	25 ~44	34	63%	87%	32 千トン
現状の親魚量 維持 (F_{med}) *	1.12 (0.90 $F_{current}$)	45%	23 ~41	32	38%	75%	33 千トン
							2011年 算定 漁獲量
現状の漁獲圧 維持 ($F_{current}$)	1.24 (1.00 $F_{current}$)	48%	17 ~31	29	2%	10%	35 千トン
<p>コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当該資源に対する漁獲割合は安定しているが、現状の漁獲圧はやや高いと考えられる。 ・本資源のABC算定においては、資源量が計算でき、2009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1千トン下回ったことから、ABC算定規則1-1) - (2)を用いた。2010年にはBlimitを上回ると推定されたことから、Fmedによる算定漁獲量もABCとした。 ・平成18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に*を付けた。 ・$F_{current}$は2005年~2009年のF（漁獲係数）値の平均値（$F_{ave5-yr}$）。Fmedは過去のRPS（再生産関係）のプロットの中央値に相当するF。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（1998~2009年のRPS）を考慮した1,000回のシミュレーションから算出した。 							

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F値	漁獲割合
2008	75	40	1.25	53%
2009	68	26	1.26	39%
2010	79			

F値（漁獲係数）は各年齢の単純平均値。2010年の資源量は、1歳以上については2009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1998～2009年の中央値（25.68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あまり期待できなくなる。
2009年	親魚量 Blimit未満（23千トン）	

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）
資源量指数 ・加入量の指数値 ・まき網漁業情報による資源量指数	宮崎県南部定置網 「アジ仔」漁獲量（宮崎県） 高知県以布利定置網 「アジ子」漁獲量（中央水研） 串本棒受網当歳魚漁獲量（和歌山県） 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） 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年代半ばは高位水準であったが、1997年からは減少に転じ、現在は低位水準で減少傾向にある。

2. 生態

(1) 分布・回遊（図1、2）

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（図3）

1年で尾叉長18cm、2年で24cm程度に成長する。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（図5）

農林生産統計年報によると、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、2007年は4万3千トン、2008年は4万トン、2009年は2万6千トンと減少傾向が続いている。本系群に対する外国漁船による漁獲はない。

なお、本系群には鹿児島県以西は含まない。また、漁業・養殖業生産統計年報での「太平洋南区」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）を差し引いて用いた。

4. 資源の状態

(1)資源評価の方法（補足資料1、補足資料2、付表1）

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。なお、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、宮崎県南部定置網「アジ仔」漁獲量・伊勢湾豆板当歳魚漁獲量・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）を参考にして推定した（2009年は8.52億尾とした）。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（図9、付表5）

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にあわせて示した。

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年は2008年よりやや減少した。これと、高知県以布利定置網「アジ子」漁獲量、和歌山県串本の棒受網漁業による当歳魚漁獲量、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、長期的には加入量水準の減少傾向が伺える。

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。この指数は、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年は最低であった。なお、2010年6月までの指数は、すでに2009年の年間の値とほぼ同じになっている。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

資源評価データの揃っている1982年から、1990年代はじめまでは資源量は増加し、高位水準になったが、1996年の16万トンを超えて減少した（図7）。その後2000年と2001年は増加したものの、2004年以降は再び減少傾向となり、2009年は6万7千トンと推定された。親魚量は1984年以降増加し、1992年に最高の6万4千トンとなった後5万トン前後で推移したが、2001年以降は連続して減少し、2009年は2万3千トンと推定された。加入尾数と再生産成功率（RPS）（図10）は似た傾向で推移しており、1993年にそれぞれ最大の24億尾、61.3（尾/kg）となった後は減少傾向となっている。近年では2001年と2004年に比較的良好な加入が見られたが、2006～2007年は7億尾台と、1982～1985年に次ぐ少ない値となった。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 (F_{bar})は0.66から1.60の間を推移し、0歳に対する F は総じて1~2歳より相対的に低めで推移し、1~2歳に対する F が下がる年にやや上昇する傾向を示した(図8)。2009年の F_{bar} は1.26と推定され、近年の資源量の減少に対してやや高い値となっている(図12)。

(5)資源の水準・動向

2009年の推定資源量は6万8千トンで、水準は1982年以降における最低の3万4千トンから最高の16万2千トンの範囲を三分した中では低位にある。ただし、1986年に加入量が急増する前の水準が3万5千~4万6千トンであったことに比べるとまだ高い水準にあり、太平洋北区での漁獲もまだ見られていることから、中位と評価した。また、動向は過去5年の資源量の推移から減少と評価された。

(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が多いが、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言することとする。

(7)Blimitの設定

図12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(Blimit)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(2万4千トン)とした。

2009年の親魚量は2万3千トンと推定され、Blimitを下回ったので、資源の回復措置を提言する必要があるが、Blimitとの差は小さい。Blimit未満にあったと考えられる1977~1983年における各年級群に対する漁獲圧は、低位にある資源をさらに悪化させるほど強くはなかったと考えられていた(古藤 1990)が、先述の通り近年では資源の減少とともに漁獲圧が高まっていると推察されることから、資源と漁獲圧の関係を考慮しながら、回復措置の提言を行う必要がある。

(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、本評価にあっては、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)、RPSも低い傾向にあるため、将来予測におけるRPSの値(尾/kg)には1998~2009年のRPSの中央値(メジアン)である25.68尾/kgを用いた。なお1998~2009年のRPSの範囲は18.39~37.48尾/kg(37.48は最近年の値であり、不確実性が高い)で平均値は26.46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とおくと、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25.68(尾/kg)であることから、Fmedは1.12(各年齢の単純平均)と計算される。現状での漁獲係数(Fcurrent、2005～2009年の平均、Fave5-yr)は1.24であり、Fmedよりやや高い値となっている。このため、現状の漁獲を維持した場合には資源量は緩やかに減少すると考えられる。Fcurrentを%SPR並びにYPRの関係(図15)から検討すると、F0.1、30%SPR等の基準値よりかなり高く、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。そのため、漁獲係数の削減はYPR管理の観点からも望ましい。

5. 2011年のABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

マアジ太平洋系群の2009年の資源量は6万7千トンであり、水準は中位、動向は減少と評価された。親魚量は2万3千トンであり、Blimit(2万4千トン)を下回ったが、その差は小さい。近年の漁獲圧は資源の減少に対して増加傾向にあり、現状の漁獲係数(Fcurrent)は親魚量を維持する漁獲係数(Fmed)を上回っている。

(2) 漁獲シナリオに対応した2011年ABC並びに推定漁獲量の算定

平成18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2011年の親魚量を維持するFであり、これと合致するが、2009年においてBlimitを下回っていることと、FcurrentがFmedを上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、2009年にBlimitを1千トン下回ったことから、平成22年度ABC算定のための基本規則1-1) - (2)を用い、2009年の親魚量とBlimitの比(0.97)を、基準値(Fmedを用いた)に乗じたFをFrecとした。なお、2010年にはBlimitを上回ることが推定されたことから、FmedもABCとした。これに、現状の漁獲圧を低減して資源の減少を図る0.8Fcurrentをあわせて、ABCを提案することとした。

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、2010年および2011年以降の1歳魚以上についてはそれぞれ2009年および2010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1998年から2009年のRPSの中央値(25.68尾/kg)に親魚量を乗じて求めた。2010年の漁獲圧は2005～2009年の漁獲係数の平均(Fcurrent、Fave5-yr)であるとした。この将来予測における0.8Fcurrent、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た(0.8Fcurrent、Frec、Fmed並びにFcurrentについては付表2に将来予測の詳細を掲載した)。また、Fcurrentを0.6Fcurrent～1.2Fcurrentの範囲で10%刻みに変化

させた場合について、図16並びに付表3に示した。漁獲量と資源量は $0.8F_{current}$ で漁獲を継続した場合はゆるやかに増加し、 $0.9F_{current}$ (F_{med} とほぼ同じ) で漁獲した場合は2011年の水準にほぼ安定する。 $F_{current}$ で漁獲を継続した場合には漁獲量と資源量は共に減少する。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(1歳魚以上については10%引き上げた) 場合についての将来予測について、図17並びに付表4に示した。

		資源量 (千トン)								
漁獲シナリオ	管理基準	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
漁獲圧を低減し資源の増加を図る	$0.8F_{current}$ ($F=0.99$)	68	79	73	81	88	96	105	115	
上記に予防的措置を講じる	$0.8 \cdot 0.8F_{current}$ ($F=0.79$)	68	79	73	93	118	148	187	233	
親魚量の回復	$F_{rec}(F=1.08)$	68	79	73	76	78	80	82	84	
上記に予防的措置を講じる	$0.8F_{rec}$ ($F=0.86$)	68	79	73	89	106	127	152	182	
現状の親魚量の維持	F_{med} ($F=1.12$)	68	79	73	74	74	74	74	74	
上記に予防的措置を講じる	$0.8F_{med}$ ($F=0.90$)	68	79	73	87	101	119	139	163	
現状の漁獲の維持	$F_{current}$ ($F=1.24$)	68	79	73	68	62	57	53	48	
上記に予防的措置を講じる	$0.8F_{current}(F=0.99)$	68	79	73	81	88	96	105	115	

		漁獲量 (千トン)								
漁獲シナリオ	管理基準	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
漁獲圧を低減し資源の増加を図る	$0.8F_{current}$ ($F=0.99$)	26	38	31	34	37	41	44	49	
上記に予防的措置を講じる	$0.8 \cdot 0.8F_{current}$ ($F=0.79$)	26	38	27	34	43	54	68	85	
親魚量の回復	$F_{rec}(F=1.08)$	26	38	32	33	34	35	36	37	
上記に予防的措置を講じる	$0.8F_{rec}$ ($F=0.86$)	26	38	28	34	41	49	59	70	
現状の親魚量の維持	F_{med} ($F=1.12$)	26	38	33	33	33	33	33	33	
上記に予防的措置を講じる	$0.8F_{med}$ ($F=0.90$)	26	38	29	34	40	47	55	64	
現状の漁獲の維持	$F_{current}$ ($F=1.24$)	26	38	35	32	30	27	25	23	
上記に予防的措置を講じる	$0.8F_{current}(F=0.99)$	26	38	31	34	37	41	44	49	

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

本系群の再生産成功率RPSは海洋環境の影響などで変化する。このRPSの変動の不確実性を検討するためシミュレーションを行った。ここで将来の加入量は、1998年以降のRPSの分布を仮定してランダムに与え、各年の親魚量と予測されたRPSの積から算出した。このRPSの確率分布については、平均と分散が1998年～2009年のRPSの中央値

(RPSmed) および分散とそれぞれ等しくなるように仮定した正規分布に従うとした。また、将来予測において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。この加入量とコホート解析の前進法を用いて将来の資源量を推定し、漁獲量と親魚量について0.8Fcurrent、Frec、Fmed並びにFcurrentで漁獲した場合の動向を予測した。このシミュレーションを1,000回行った(図18)ところ、5年後の親魚量の平均値が2011年の親魚量を上回る確率は0.8Fcurrentで87%、Frecで64%、Fmedで39%、Fcurrentで2%となり、Blimit(2万4千トン)を上回る確率はそれぞれ0.8Fcurrentで90%、Frecで88%、Fmedで75%、Fcurrentでは10%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 (Fcurrentとの比較)	漁獲割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2011年 ABC
			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)	
漁獲圧の低減による資源の増大 (0.8Fcurrent)	0.99 (0.80 Fcurrent)	42%	31 ~54	36	95%	99%	31 千トン
上記に予防的措置を講じる (0.8・0.8Fcurrent)	0.79 (0.64 Fcurrent)	36%	49 ~74	43	100%	100%	27 千トン
親魚量の回復 (Frec)	1.08 (0.87 Fcurrent)	44%	25 ~44	34	63%	87%	32 千トン
上記に予防的措置を講じる (0.8Frec)	0.86 (0.70 Fcurrent)	39%	42 ~69	41	100%	100%	28 千トン
現状の親魚量維持 (Fmed) *	1.12 (0.90 Fcurrent)	45%	23 ~41	32	38%	75%	33 千トン
上記に予防的措置を講じる (0.8Fmed)	0.90 (0.72 Fcurrent)	39%	40 ~67	40	100%	100%	29 千トン

							2011年 算定 漁獲量
現状の漁獲圧 維持 (Fcurrent)	1.24 (1.00 Fcurrent)	48%	17 ~31	29	2%	10%	35 千トン
コメント <ul style="list-style-type: none"> ・当該資源に対する漁獲割合は安定しているが、現状の漁獲圧はやや高いと考えられる。 ・本資源のABC算定においては、資源量が計算でき、2009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1千トン下回ったことから、ABC算定規則1-1）-（2）を用いた。2010年にはBlimitを上回ると推定されたことから、Fmedによる算定漁獲量もABCとした。 ・平成18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に*を付けた。 ・Fcurrentは2005年～2009年のF（漁獲係数）値の平均値（Fave5-yr）。Fmedは過去のRPS（再生産関係）のプロットの中央値に相当するF。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（1998～2009年のRPS）を考慮した1,000回のシミュレーションから算出した。 							

(4)ABCの再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2008年漁獲量確定値 2009年漁獲量暫定値 2009年月別体長組成	2008・2009年漁獲量 2009年年齢別漁獲尾数
2009年資源量指数（宮崎県南部定置網「アジ仔」）	資源量指数と加入尾数の関係 2009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)
2009年(当初)	Fmed	1.12	75	34	30	
2009年(2009年再評価)	Fmed	1.12	77	35	31	
2009年(2010年再評価)	Fmed	1.12	68	29	25	26
2010年(当初)	Fmed	1.12	67	30	26	
2010年(2010年再評価)	Fmed	1.12	79	36	32	

2009、2010年とも、TAC設定の根拠となったシナリオについて行った。

2009年及び2010年のABCについて、本評価による資源量等の推定結果により再計算を行った。両年における管理基準は、再生産成功率が過去年の中央値である条件下で親魚量を維持するF (Fmed) であり、この基準に変更はない。2009年のABCは2010年の再評価で減少したが、これは2008年級群の加入尾数が下方修正されたことによる。2010年のABCは再評価で増加したが、これは2009年の加入尾数が上方修正された影響が大きい。

6. ABC以外の管理方策への提言

現状のFはYPRの観点からもやや過大であるので、生産効率との関係から努力量を抑制することも有効である。付表4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、現状より漁獲圧をかなり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.
- 葉師寺房憲 (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.

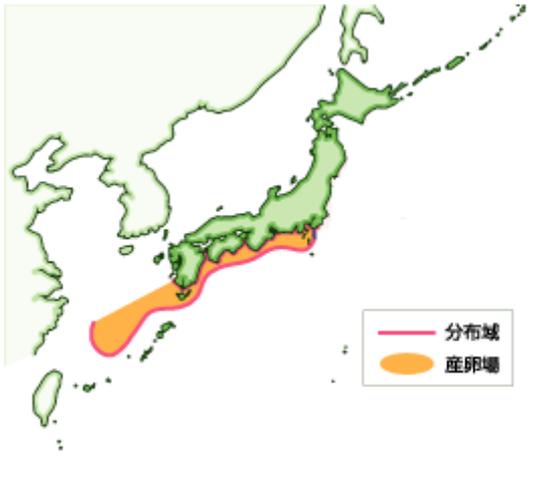


図1. マアジ太平洋系群の分布・回遊図

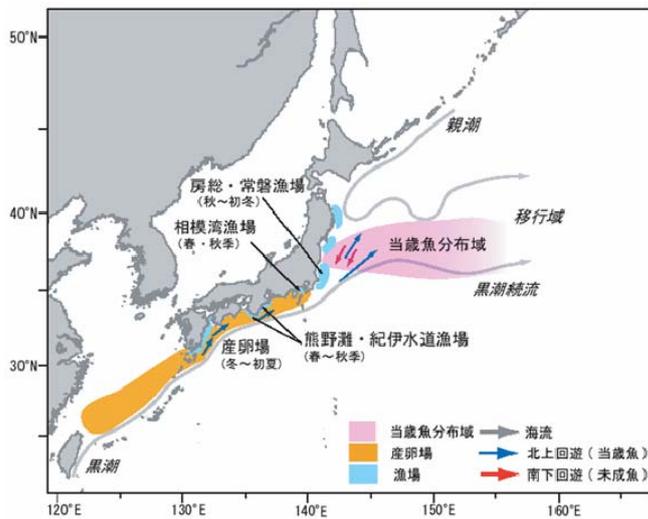


図2. 生活史と漁場形成模式図

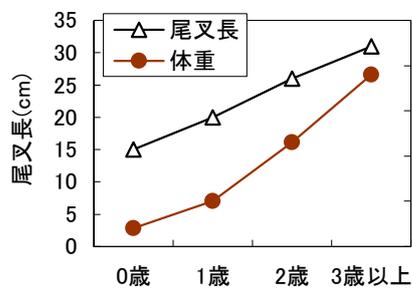


図3. 年齢と成長の関係

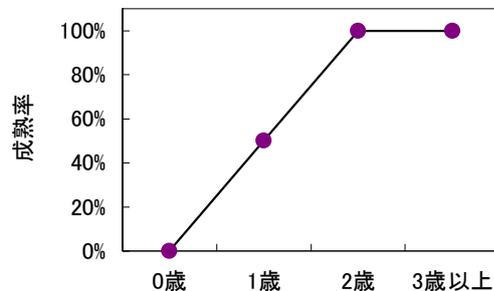


図4. 年齢と成熟割合の関係

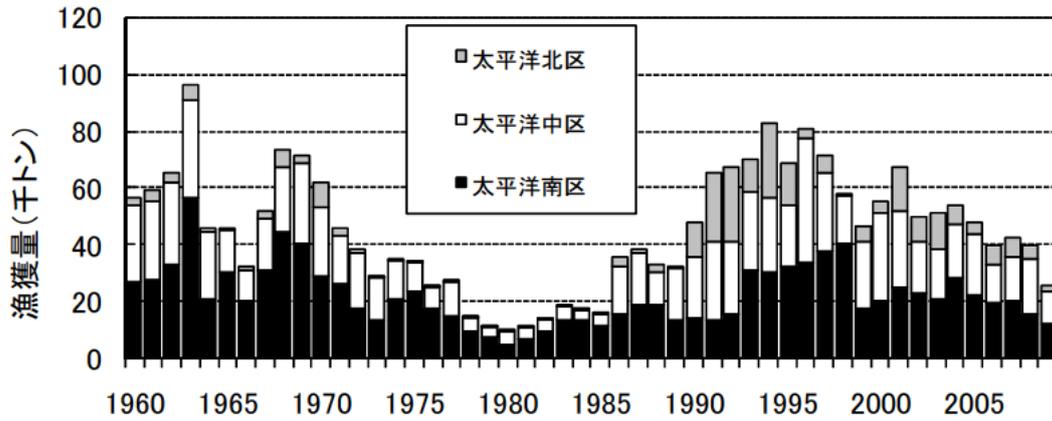


図5. マアジ太平洋系群の漁獲量の経年変化（漁業・養殖業生産統計年報） 太平洋南区から、漁獲成績報告書により東シナ海で漁獲されたと判定された分（西水研から提供）を差し引いてある。

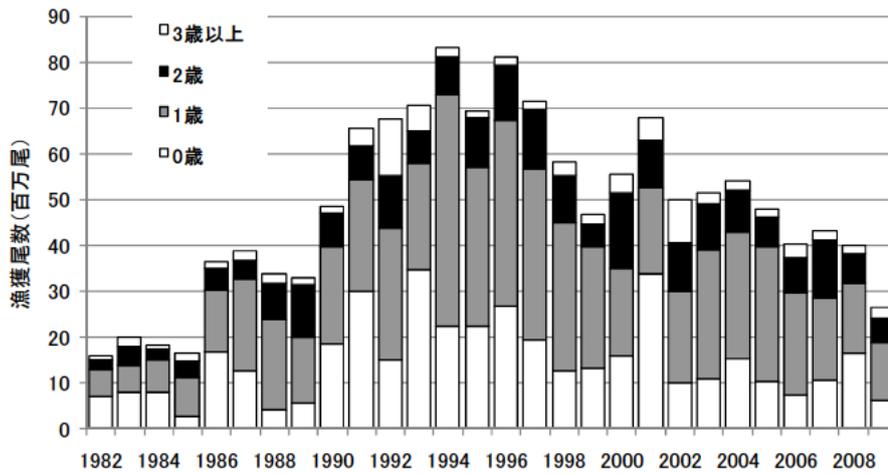
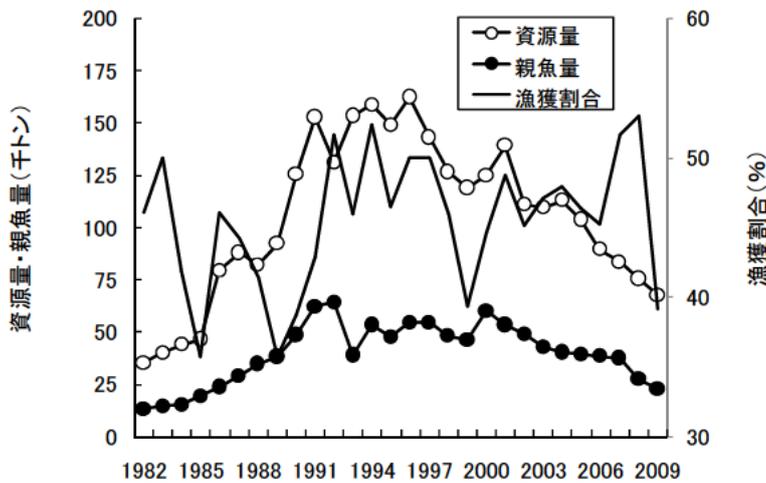


図6. 年齢別漁獲尾数の経年変化



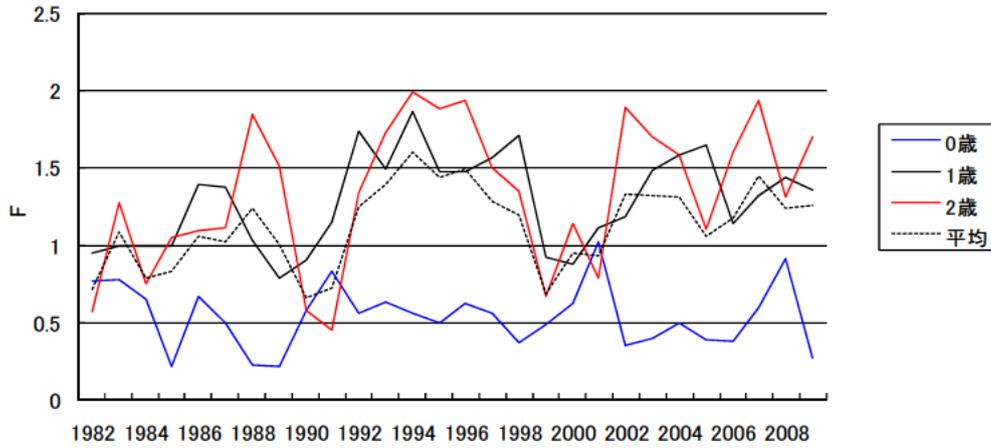


図8. 年齢別漁獲係数と各年齢の単純平均値 (Fbar) の経年変化

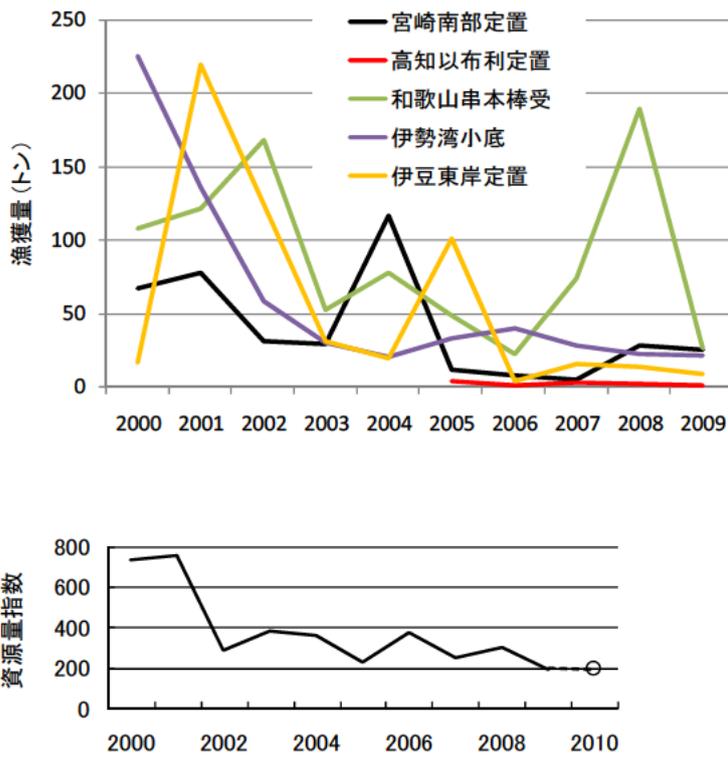


図9. 資源量指標値の経年変化

上図：加入量の指標値である宮崎県南郷漁協定置網、高知以布利定置網、和歌山県串本棒受網、伊勢湾豆板曳網漁業（小底）、伊豆東岸定置網による当歳魚の漁獲量（漁期計）。

下図：北部まき網資源量指数（2010年は6月までの値）。

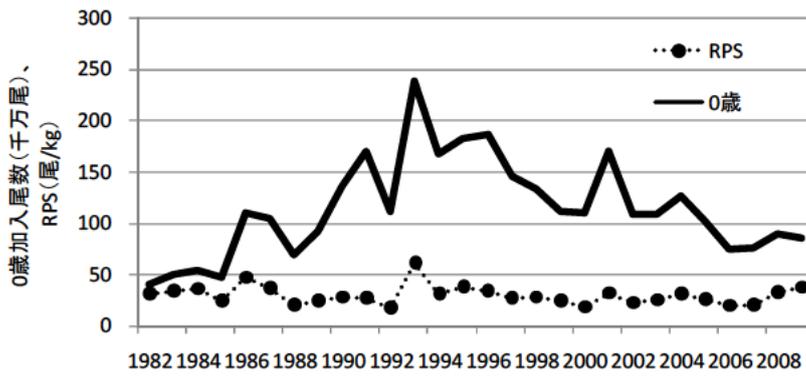


図10. 加入尾数と再生産成功率 (RPS) の経年変化

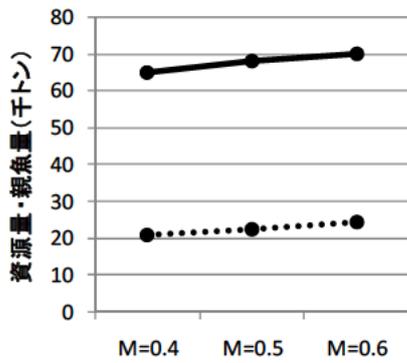


図11. 自然死亡係数を0.4並びに0.6とした場合の資源量・親魚量 本評価では0.5を用いた。

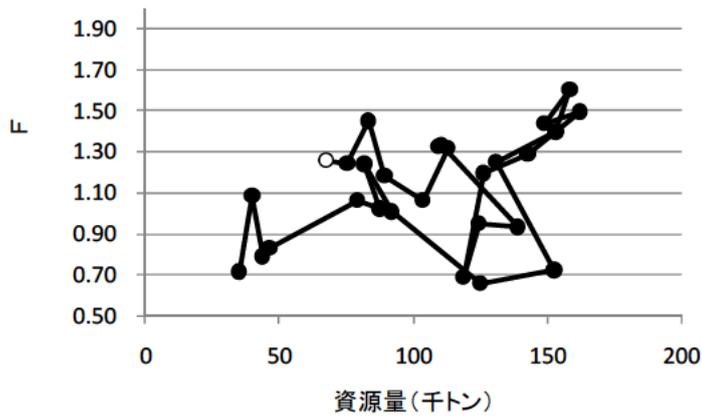


図12. 資源量と漁獲係数 (各年齢のF値の単純平均) の関係 白丸が2009年。

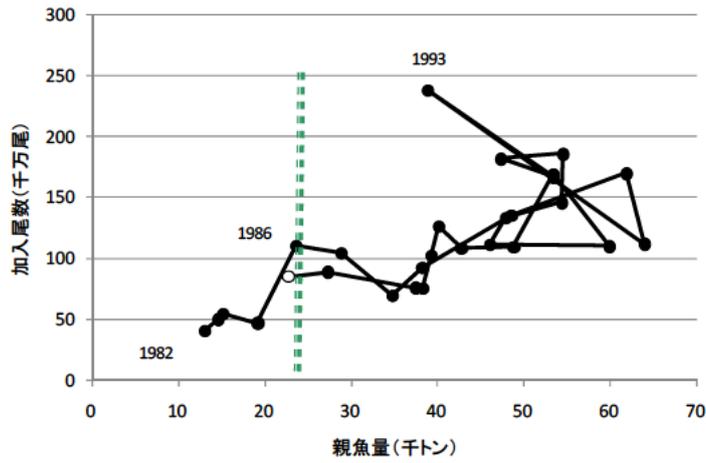


図13. 親魚量と加入量(=0歳魚資源尾数)の関係(再生産関係) 白丸が2009年、点線がBlimitの親魚量(1986年親魚量)。

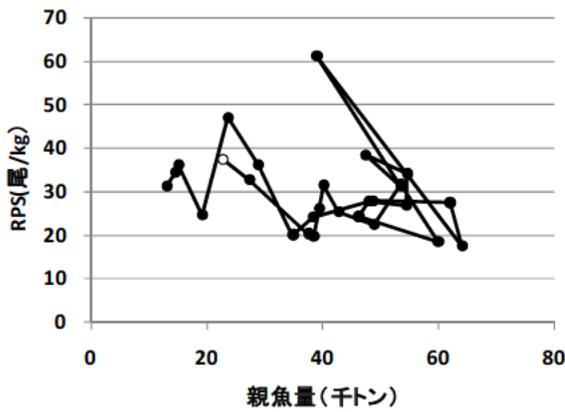


図14. 親魚量と再生産成功率(RPS=加入量/親魚量、対数)の関係 白丸は2009年。

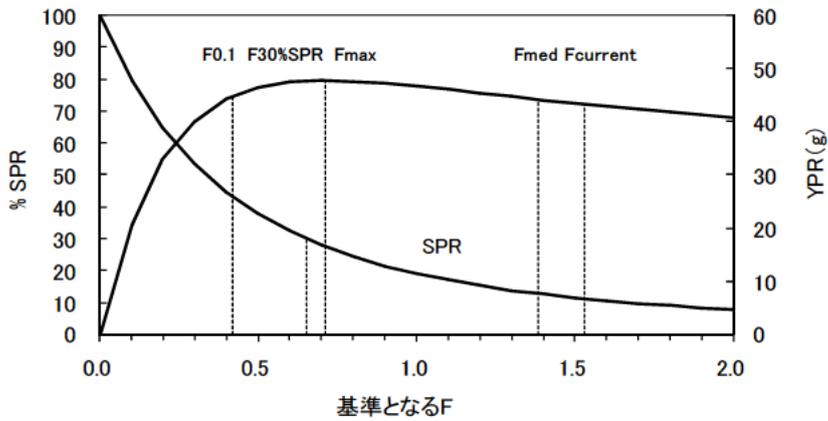


図15. 完全加入年齢における漁獲係数FとYPRおよび%SPRの関係

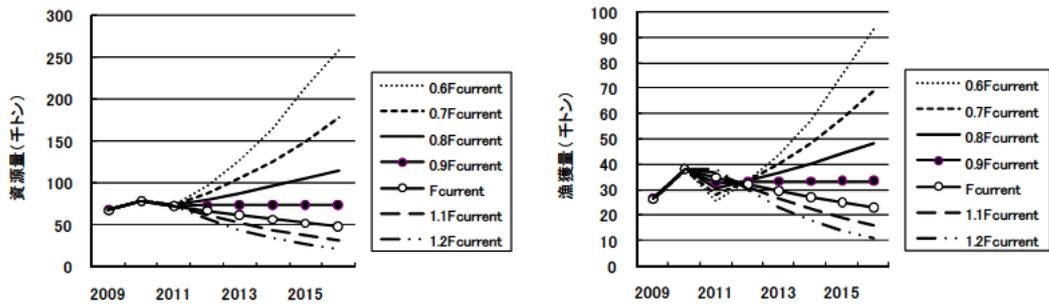


図16. 漁獲係数を現状の60~120%とした場合の資源量と漁獲量の将来予測

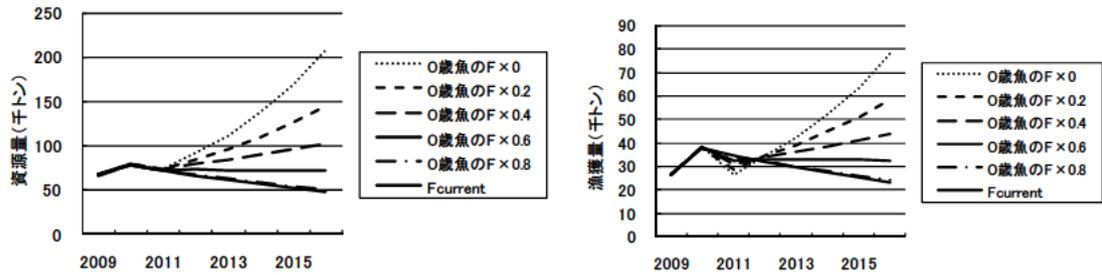


図17. 0歳魚に対する漁獲係数を現状の0~80%とした場合（他年齢に対しては110%）の資源量と漁獲量の将来予測 参考のため、Fcurrentの場合も併せて示す。

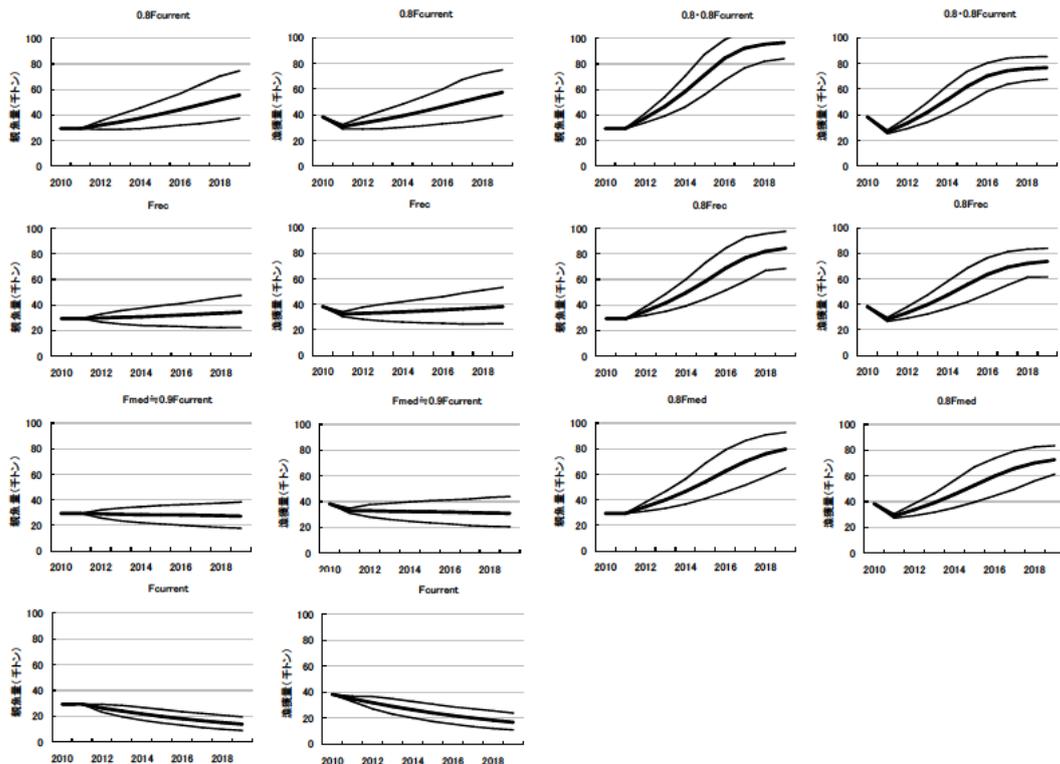
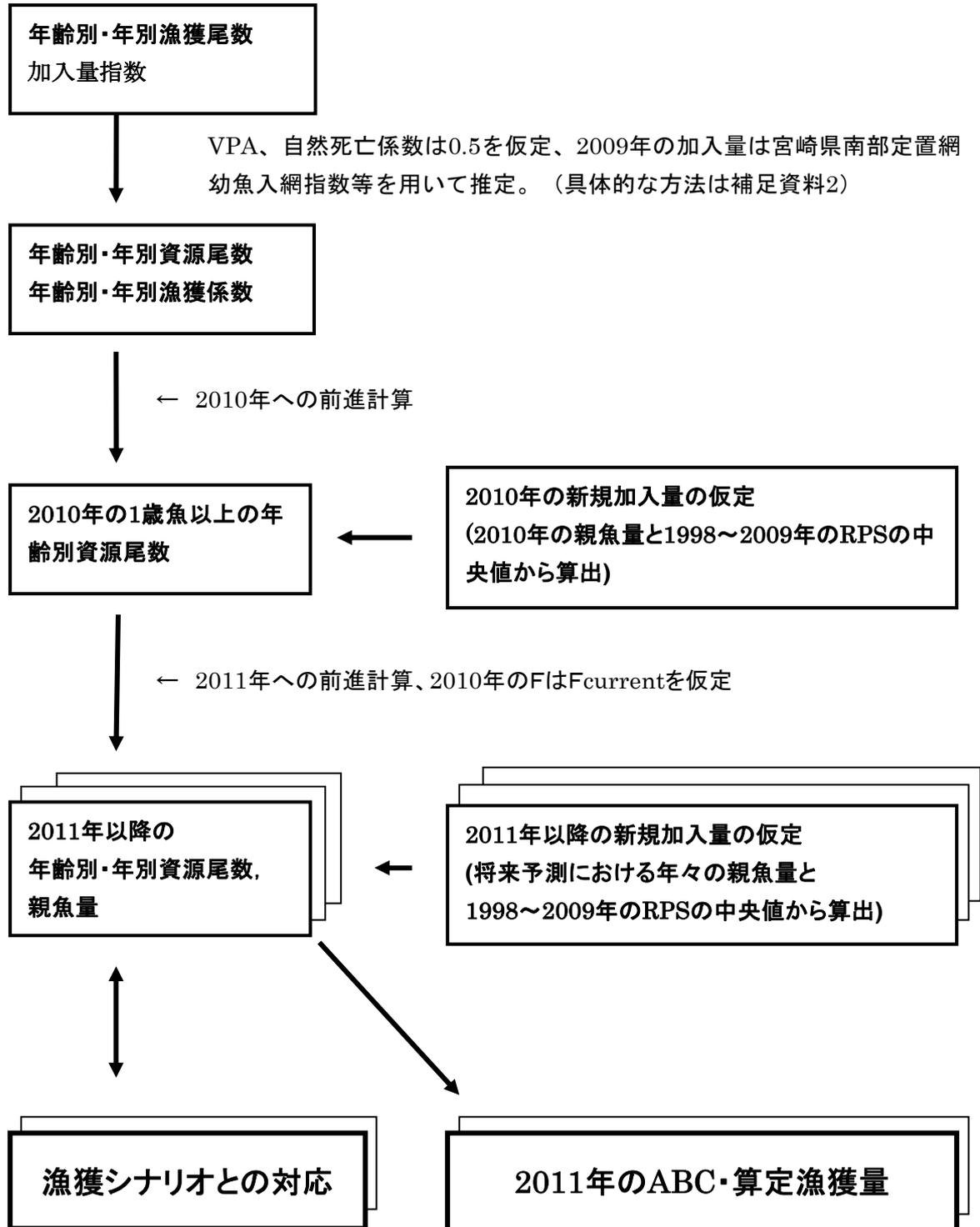


図18. 各漁獲シナリオでの、加入変動を考慮した1000回のシミュレーションによる親魚量と漁獲量の将来予測（平均値並びに80%区間を示した） 将来予測において親魚量が64千トンを超える場合、加入量を計算する際の親魚量は64千トンで一定とした。

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7）。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、最近年の加水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（2009年）のFのうち1歳魚以上については、選択率 $S_{a,2009}$ 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}_{2009} 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。

$$S_{a,2009} = \frac{(S_{a,2006} + S_{a,2007} + S_{a,2008})}{3} \quad (6)$$

$$\bar{F}_{2009} = \frac{(\bar{F}_{2006} + \bar{F}_{2007} + \bar{F}_{2008})}{3} \quad (7)$$

ここでSの各年齢単純平均値を \bar{S}_y と表すと、（8）式より2009年のFが算出される。

$$F_{a,2009} = \frac{S_{a,2009} \bar{F}_{2009}}{\bar{S}_{2009}} \quad (8)$$

なお、ここで求めた $F_{a,2009}$ 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。

2009年の加入量（0歳魚尾数）については資源量指標値から直接推定を行い、加入量に関わる資源量指数の動向に0歳魚資源尾数が最も良く適合するように求めた。資源量指数には、過去年の加入量の動向に最もよく適合しているものとして宮崎県南部の定置網に4～6月に入網する「アジ仔」量、愛知県伊勢湾における豆板漁業（小型底曳）の当歳魚年間漁獲量、伊豆東岸の定置網における「ジンダ」年間漁獲量（図9、付表5）の相乗平均を用いた。

計算としては、2009年の0歳魚資源尾数 $N_{0,2009}$ が2009年の資源量指数 I_{2009} と比例関係にあるとして（9）式により推定した。

$$N_{0,2009} = \frac{I_{2009}}{q} \quad (9)$$

比例係数 q は (9) 式で対数正規分布の誤差を仮定して (10) 式で求めた。

$$\hat{q} = \exp\left(\frac{\sum_{y=2000}^{2008} \ln\left(\frac{I_y}{N_{0,y}}\right)}{9}\right) \quad (10)$$

$F_{0,2009}$ は(9)式で得た $N_{0,2009}$ から(5)式を用いて求めた。

3) 将来予測

$F_{current}$ は過去5年の F の平均値とし、2010年の F は $F_{current}$ であるとした。また将来予測における選択率には $F_{current}$ 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った。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)		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
0歳	170	211	204	70	420	317	108	140	466	750	375	867	558	672	489	320	335	398	847	249	274	387	257	183	267	415	158		
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	125	
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	23	
3歳以上	1	5	3	5	4	4	5	6	4	4	10	32	15	5	3	5	5	8	5	11	13	25	6	5	5	8	5	4	6
計	235	288	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	312	
年齢別漁獲量(千トン)		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
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	
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	13	
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	
3歳以上	1	2	1	2	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
計	16	20	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	26	
年齢別資源尾数(百万尾)		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
0歳	406	499	544	470	1,107	1,043	697	924	1,353	1,699	1,118	2,381	1,669	1,818	1,858	1,459	1,335	1,117	1,100	1,694	1,091	1,082	1,265	1,024	752	760	890	862	
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	420	313	253	216	
2歳	20	28	25	31	38	35	53	83	93	110	88	47	52	72	72	80	93	76	55	134	105	71	68	64	55	54	81	51	36
3歳以上	4	8	6	9	8	9	9	6	12	12	36	56	23	8	5	7	8	13	14	22	30	37	10	9	9	13	8	10	
計	550	649	714	681	1,384	1,432	1,144	1,351	1,910	2,303	1,708	2,837	2,498	2,473	2,614	2,163	1,929	1,747	1,673	2,186	1,567	1,627	1,780	1,553	1,239	1,162	1,201	1,114	
年齢別漁獲係数と漁獲割合		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
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	0.60	0.91	0.27	
1歳	0.95	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	1.93	0.88	1.12	1.19	1.49	1.59	1.65	1.14	1.32	1.45	1.36		
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	1.94	1.31	1.70	
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	1.94	1.31	1.70	
平均	0.72	1.09	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	1.45	1.25	1.26	
漁獲割合	0%	42%	36%	36%	46%	44%	41%	36%	39%	43%	43%	52%	46%	52%	46%	50%	50%	46%	39%	45%	49%	45%	47%	48%	46%	45%	52%	53%	39%
年齢別資源量と親魚量(千トン)および再生産成功率RPS(0歳魚尾数/親魚量)		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
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	30	36	34	
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	42	31	25	22	
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	8	
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	3	5	3	4	
計	35	40	44	46	79	88	82	92	125	153	131	153	159	149	162	143	127	119	125	139	111	109	113	104	89	84	75	68	
親魚量	13	15	15	19	24	29	35	38	49	62	64	39	53	47	54	54	48	46	60	53	49	43	40	39	38	37	27	23	
RPS	31	34	36	25	47	36	20	24	28	27	17	61	31	38	34	27	28	24	18	32	22	25	32	26	20	20	33	37	

* 年齢別平均体重は各年とも0歳魚が40g、1歳魚が100g、2歳魚が230g、3歳魚以上が380gとして計算した。なお2009年の0歳魚尾数は資源量指標値から推定した。

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

0.8Fcurrent

年齢別漁獲尾数(百万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	158	235	197	216	236	258	283	309	338	370	405	443	
1歳	125	230	143	159	174	190	208	228	249	273	298	326	
2歳	23	21	33	30	34	37	40	44	48	53	58	63	
3歳以上	6	3	3	6	7	7	8	9	9	10	11	12	
計	312	488	376	412	451	493	539	590	645	706	772	844	

年齢別漁獲量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	6	9	8	9	9	10	11	12	14	15	16	18	
1歳	13	23	14	16	17	19	21	23	25	27	30	33	
2歳	5	5	8	7	8	8	9	10	11	12	13	14	
3歳以上	2	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	
計	26	38	31	34	37	41	44	49	53	58	64	69	

年齢別資源尾数(百万尾) R=RP _S med×SSB		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	852	754	755	829	905	990	1083	1,185	1,296	1,418	1,551	1,696	
1歳	216	394	275	305	334	365	399	437	478	523	572	625	
2歳	36	34	60	55	61	67	73	80	87	96	105	114	
3歳以上	10	5	5	12	12	13	14	16	17	19	20	22	
計	1,114	1,187	1,095	1,200	1,312	1,435	1,570	1,717	1,878	2,055	2,248	2,459	

年齢別漁獲係数と漁獲割合		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	0.27	0.51	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
1歳	1.36	1.39	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
2歳	1.70	1.53	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
3歳以上	1.70	1.53	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
平均	1.26	1.24	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
漁獲割合%	39	48	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42

年齢別資源量と親魚量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	34	30	30	33	36	40	43	47	52	57	62	68	
1歳	22	39	27	30	33	36	40	44	48	52	57	63	
2歳	8	8	14	13	14	15	17	18	20	22	24	26	
3歳以上	4	2	2	4	5	5	5	6	6	7	8	8	
計	68	79	73	81	88	96	105	115	126	138	151	165	
親魚量	23	29	29	32	35	39	42	46	50	55	60	66	

Frec

年齢別漁獲尾数(百万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	158	235	211	216	222	228	234	241	247	254	261	268	
1歳	125	230	150	160	164	168	173	178	183	188	193	198	
2歳	23	21	34	29	31	31	32	33	34	35	36	37	
3歳以上	6	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
計	312	488	398	411	422	433	445	457	470	483	496	510	

年齢別漁獲量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	6	9	8	9	9	9	9	9	10	10	10	11	
1歳	13	23	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19	
2歳	5	5	8	7	7	7	7	7	8	8	8	8	
3歳以上	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
計	26	38	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	

年齢別資源尾数(百万尾) R=RP _S med×SSB		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	852	754	755	772	793	815	838	861	884	908	933	959	
1歳	216	394	275	294	300	308	317	326	335	344	353	363	
2歳	36	34	60	50	53	54	56	57	59	61	62	64	
3歳以上	10	5	5	10	10	10	10	10	11	11	11	12	
計	1,114	1,187	1,095	1,126	1,156	1,188	1,221	1,254	1,289	1,324	1,360	1,398	

年齢別漁獲係数と漁獲割合		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	0.27	0.51	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
1歳	1.36	1.39	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
2歳	1.70	1.53	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
3歳以上	1.70	1.53	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
平均	1.26	1.24	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
漁獲割合%	39	48	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44

年齢別資源量と親魚量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳	34	30	30	31	32	33	33	34	34	35	36	37	38
1歳	22	39	27	29	30	31	32	33	33	33	34	35	36
2歳	8	8	14	11	12	13	13	13	14	14	14	15	15
3歳以上	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
計	68	79	73	76	78	80	82	84	87	89	91	94	94
親魚量	23	29	29	30	31	32	33	33	34	34	35	36	37

付表2. つづき

Fmed

年齢別漁獲尾数(百万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		158	235	217	215	216	216	216	216	216	216	216	216
0歳		125	230	153	161	159	159	159	159	159	159	160	160
1歳		23	21	35	28	29	29	29	29	29	29	29	29
2歳		6	3	3	6	6	5	5	5	5	5	5	5
3歳以上		312	488	408	410	409	409	409	409	409	409	409	409
計		312	488	408	410	409	409	409	409	409	409	409	409

年齢別漁獲量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0歳		13	23	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16
1歳		5	5	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7
2歳		2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3歳以上		26	38	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
計		26	38	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

ABC

年齢別資源尾数(百万尾) R=RP _S med×SSB		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		852	754	755	749	750	750	750	750	750	750	750	750
0歳		216	394	275	289	287	287	287	287	287	287	287	287
1歳		36	34	60	48	50	50	50	50	50	50	50	50
2歳		10	5	5	10	9	9	9	9	9	9	9	9
3歳以上		1,114	1,187	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,096	1,096	1,096
計		1,114	1,187	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,096	1,096	1,096

年齢別漁獲係数と漁獲割合		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		0.27	0.51	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
0歳		1.36	1.39	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
1歳		1.70	1.53	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
2歳		1.70	1.53	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
3歳以上		1.26	1.24	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
平均		39	48	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
漁獲割合%		39	48	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

年齢別資源量と親魚量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		34	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0歳		22	39	27	29	29	29	29	29	29	29	29	29
1歳		8	8	14	11	12	11	11	11	11	11	11	11
2歳		4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3
3歳以上		68	79	73	74	74	74	74	74	74	74	74	74
計		68	79	73	74	74	74	74	74	74	74	74	74
親魚量		23	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29

Fcurrent

年齢別漁獲尾数(百万尾)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		158	235	235	212	196	180	166	152	140	129	119	109
0歳		125	230	160	161	145	134	123	113	104	96	88	81
1歳		23	21	36	25	25	23	21	20	18	17	15	14
2歳		6	3	3	3	5	4	4	4	3	3	3	2
3歳以上		312	488	435	404	371	341	314	289	265	244	225	207
計		312	488	435	404	371	341	314	289	265	244	225	207

年齢別漁獲量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		6	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4
0歳		13	23	16	16	15	13	12	11	10	10	9	8
1歳		5	5	8	6	6	5	5	4	4	4	3	3
2歳		2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3歳以上		26	38	35	32	30	27	25	23	21	20	18	17
計		26	38	35	32	30	27	25	23	21	20	18	17

算定漁獲量

年齢別資源尾数(百万尾) R=RP _S med×SSB		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		852	754	755	682	630	579	533	490	451	415	381	351
0歳		216	394	275	275	248	229	211	194	178	164	151	139
1歳		36	34	60	42	42	38	35	32	29	27	25	23
2歳		10	5	5	9	7	6	6	6	5	5	4	4
3歳以上		1,114	1,187	1,095	1,007	926	852	784	721	663	610	561	516
計		1,114	1,187	1,095	1,007	926	852	784	721	663	610	561	516

年齢別漁獲係数と漁獲割合		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		0.27	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
0歳		1.36	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
1歳		1.70	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
2歳		1.70	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
3歳以上		1.26	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
平均		39	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
漁獲割合%		39	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

年齢別資源量と親魚量(千トン)		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年		34	30	30	27	25	23	21	20	18	17	15	14
0歳		22	39	27	27	25	23	21	19	18	16	15	14
1歳		8	8	14	10	10	9	8	7	7	6	6	5
2歳		4	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	1
3歳以上		68	79	73	68	62	57	53	48	44	41	38	35
計		68	79	73	68	62	57	53	48	44	41	38	35
親魚量		23	29	29	27	25	23	21	19	18	16	15	14

付表3. 漁獲係数を現状の60～120%とした場合の資源量と漁獲量の将来予測 0.9FcurrentがほぼFmedに相当。

Fbar	資源量(千トン)										漁獲量(千トン)									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
基準値	68	79	73	97	127	165	216	260	26	38	26	34	44	58	75	94				
0.6Fcurrent	68	79	73	88	105	126	151	180	26	38	28	34	41	49	58	70				
0.7Fcurrent	68	79	73	81	88	96	105	115	26	38	31	34	37	41	44	49				
0.8Fcurrent	68	79	73	74	74	74	74	74	26	38	33	33	33	33	34	34				
0.9Fcurrent(≒Fmed)	68	79	73	68	62	57	53	48	26	38	35	32	30	27	25	23				
1.0Fcurrent	68	79	73	62	52	44	37	32	26	38	37	31	26	22	19	16				
1.1Fcurrent	68	79	73	57	44	34	27	21	26	38	38	30	23	18	14	11				
1.2Fcurrent	68	79	73	57	44	34	27	21	26	38	38	30	23	18	14	11				

付表4. 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 0歳魚のFを削減する場合には、その他の年齢に対しては1.1Fcurrentとした。

	資源量(千トン)										漁獲量(千トン)									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
基準値	68	79	73	92	112	138	169	208	26	38	27	35	42	52	64	79				
0歳魚のF×0.2	68	79	73	85	97	111	127	145	26	38	29	35	39	45	51	59				
0歳魚のF×0.4	68	79	73	79	84	90	96	102	26	38	31	34	36	39	41	44				
0歳魚のF×0.6	68	79	73	74	73	73	73	72	26	38	33	34	33	33	33	33				
0歳魚のF×0.8	68	79	73	69	64	60	55	52	26	38	35	33	30	28	26	25				
Fcurrent	68	79	73	68	62	57	53	48	26	38	35	32	30	27	25	23				

付表5. 加入量に関わる指数の一覧表 本評価では①～③の指数の相乗平均と加入尾数との関係から2009年級群加入尾数を8.52億尾とおいた。

(トン)	「アジ仔」①	「アジ子」	当歳魚	5～11月	4～5月	伊勢湾	伊豆	東岸定置	①～③
	宮崎	高知	和歌山	南布利定置	以布利定置	4～翌3月	4～翌3月	4～翌3月	3指数の
	4～6月	4～5月	5～11月	当歳魚	当歳魚②	当歳魚③	ジシダ③	相乗平均	
2000	67	108	226	16	62				
2001	77	122	136	219	132				
2002	31	168	59	124	61				
2003	29	53	31	30	30				
2004	116	78	20	19	36				
2005	12	4	49	33	34				
2006	7	1	23	40	3				
2007	5	3	74	28	15				
2008	28	1	189	22	14				
2009	25	1	27	21	8				