

平成25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、岡村 寛、市野川 桃子）

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を、資源量指標値をもとにしたチューニングVPA（コホート解析）により推定した。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。2012年の資源量は48千トンと低位水準であり、近年の動向は減少と判断された。2012年の親魚量は22千トンであり、**Blimit**（1986年の親魚量24千トン）を下回った。2014年のABCは、親魚量を**Blimit**以上に回復させることを目標とし、2002年以降の再生産成功率（ $RPS = \text{加入尾数} / \text{親魚量}$ ）を参考に、目標を達成できるF値による漁獲量を算出した。

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲割合	将来漁獲量 (千トン)		評価		2014年 ABC
			5年後	5年平均	Blimit回復 5年後 (10年後)	過去最低親魚量を上回る	
親魚量の増大(5年でBlimitへ回復) (Frec1)*	0.90 (0.87 $F_{current}$)	42%	14.7 ～38.7	20.6	50% (72%)	94%	17.8 千トン
親魚量の増大(10年でBlimitへ回復) (Frec2)*	0.93 (0.90 $F_{current}$)	43%	13.2 ～34.8	19.9	37% (50%)	86%	18.2 千トン
							2014年 算定 漁獲量
親魚量の維持(F_{med})	0.99 (0.96 $F_{current}$)	44%	10.8 ～28.8	18.8	17% (20%)	56%	18.8 千トン
現状の漁獲圧の維持($F_{current}$)	1.03 (1.00 $F_{current}$)	45%	9.4 ～25.2	18.1	8% (8%)	31%	19.3 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、2012年の親魚量がBlimit（本資源では1986年の親魚量24千トン）を下回ったことから、ABC算定規則1 1) (2)を用い、Blimitへの回復を図るFによる漁獲量をABCとした。 ・Fの基準値（F_{med}）を、現状親魚量とBlimitの比で引き下げる漁獲シナリオは、Frec2にほぼ等しくなったことから、シナリオに含めない。 ・管理効果はBlimitに回復する確率および過去最低親魚量（1982年12千トン）を上回る確率で評価した。 ・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の中央値に対応するF）であるが、本系群はBlimit未満であることから、F_{med}に対応する漁獲量はABCに含めない。平成23年当時の水準（中位）の維持との目的にはFrec以下が合致する（*）。 ・$F_{current}$は2010～2012年のF（漁獲係数）値の平均値（$F_{ave3\text{ yr}}$）。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（1982～2011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。 ・F_{med}で維持される親魚量の水準は2014年の親魚量にほぼ等しい。							

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F値	漁獲割合
2011	58	27	1.00	47%
2012	48	22	1.06	47%
2013	44			

F値（漁獲係数）は各年齢の単純平均値。2013年の資源量は、1歳以上については2012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（RPS）を2002～2011年の中央値（24.4尾/kg）として親魚量に乗じて求めた。

	指 標	値	設定理由
B _{ban}	未設定		
B _{limit}	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。
2012年	親魚量	B _{limit} 未満（22千トン）	

水準：低位 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CPUE（宮崎県） 宇和島港まき網ゼンゴ漁獲量（愛媛県） 宿毛湾中型まき網ゼンゴ資源量指数（高知県） 串本棒受網当歳魚漁獲量（和歌山県） 伊勢湾まめ板漁業当歳魚漁獲量（愛知県） 伊豆東岸定置網ジンダ漁獲量（静岡県）
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漁業が大半を占めるが、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、現在は低位水準で減少傾向にある。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。日本近海のうち太平洋および隣接海域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。本種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1982～1985年までは20千トン以下であったが、1986年に急増して37千トンとなり、1990年以降に再び増加して1994年に83千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47千トンとなった。2000年と2001年に再び増加、2002年以降は50千トン前後を推移したのち、2009年以降は30千トン以下の低い水準で推移している。2012年の漁獲量は22千トンであった。本系群に対する外国漁船による漁獲はない。

漁獲量は漁業・養殖業生産統計年報に記載された数値に基づき、太平洋各県に計上されている漁獲量から、大中型まき網漁業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（水産庁提供、西水研集計）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（補足資料1、2）。なお本年度は2012年の漁業・養殖業生産統計年報の漁獲量が確定され上方修正されたこと、年齢別漁獲尾数の算定の基礎となる静岡県主要港水揚量（前年度までは伊豆東岸定置網漁獲量のみ）、千葉県水揚物の体長組成（2007年～2011年の一部）が入手できたことに伴い、2007年以降の年齢別漁獲尾数を再計算した。前年度評価では、過去3年間の F の平均値を最近年の F とするコホート解析により資源量を推定し、チューニングは行わなかった。本年度は加入量の動向を反映する新たな指標が得られたことから、次項に示す加入量指数を用いてチューニングを行った（補足資料2、3）。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には、各県の0歳魚の漁獲状況を示す以下の6種類のデータを用いた（図9、補足資料3）。

- ① 宮崎県南部定置網アジ仔CPUE：宮崎県南部の定置網（宮崎県南郷漁協定置網）に4月～6月に入網する「アジ仔」の漁獲量を、対応する定置網の延べ水揚げ日数で除した値
- ② 宇和島港ゼンゴ漁獲量：愛媛県の中型まき網によって宇和島港に水揚げされるゼンゴの4月～翌年3月までの漁獲量
- ③ 宿毛湾ゼンゴ資源量指数：高知県宿毛湾において中型まき網によって漁獲されるゼンゴの日別の漁獲量／出漁隻数を、4月～翌年3月まで累積した値
- ④ 串本棒受網当歳魚漁獲量：和歌山県串本においてマアジ当歳魚を対象とする棒受網による5月～6月の漁獲量
- ⑤ 伊勢湾まめ板漁業当歳魚漁獲量：愛媛県伊勢湾の小型底曳漁業（まめ板漁業）による4月～翌年3月の当歳魚漁獲量
- ⑥ 伊豆東岸定置網当歳魚漁獲量：静岡県伊豆東岸定置網による4月～翌年3月当歳魚

漁獲量

以上の6つの指標の相乗平均を加入量指数とし、チューニング期間は2005～2012年とした（補足資料3）。加入量指数は2004年、2008年に比較的高い数値がみられたものの減少傾向にあり、2011年はやや増加したが、2012年は減少した（図9、補足資料3）。

（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16万トンと頂点として減少した（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。2012年の資源量は48千トンと推定された。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、2012年は22千トンと推定された。加入量は1993年に24億尾と最大になった後は減少傾向が続いている（図10）。2012年の加入量は約4億尾と最低水準となった。RPSは1993年に61.3尾/kgと最高になった後は低下し、現在は18.0～31.7尾/kgで推移している。2012年のRPSは18.0尾/kgと低い水準であった（図10）。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の間を推移した。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）。2012年の $\bar{F}$ （ F の全年齢平均値）は1.06と推定された（図13）。資源量と F の間には弱い正の関係がみられる（図12）。

（5）資源の水準・動向

2012年の推定資源量は48千トンであった。資源水準の基準として、中位と低位の境界は、 B_{limit} との対応から、24千トン（ B_{limit} 、1986年の親魚量）とする。中位と高位の境界は、親魚量の最低～最高値の三等分により47千トンとする。なお B_{limit} （親魚量24千トン）は資源量50千トン、親魚量47千トンは資源量120千トンに概ね一致する（補足資料4）。この基準に従うと2012年の資源水準は低位にあると判断される。動向は過去5年の資源量の推移から減少と判断した。

（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、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。

(7) Blimitの設定

図14に示した親魚量と加入量に基づき、それ未満では資源の回復措置が必要な資源の閾値 (Blimit) は、加入量が急増した1986年水準の親魚量 (24千トン) とした。2012年の親魚量は22千トンと推定され、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

加入量指数の動向をみると、現在加入量は減少傾向にあるが、将来の見通しは不確実であることから、本評価では、今後の加入量は近年のRPS中央値 (RPSmed) と親魚量の積とするとし、近年のRPSmedには最近年を除く10年間 (2002～2011年) のRPSmed (24.4尾/kg) を用いた。親魚量とRPSには特に関係はみられない (図14)。

(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24.4尾/kgであり、Fmedは0.99 (各年齢の単純平均) と計算される。現状での漁獲係数 (Fcurrent、2010～2012年の平均、Fave3 yr) は1.03であり、Fmedより高く、現状の漁獲を維持した場合、資源量は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. 2014年のABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

マアジ太平洋系群の2012年の資源量は48千トン、親魚量は22千トンであり、水準は低位、動向は減少と評価された。親魚量は、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) より高い。

(2) 漁獲シナリオに対応した2014年ABC並びに推定漁獲量の算定

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 (2014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、2012年においてBlimitを下回っていることから、漁獲努力量を削減し資源量の回復を図ることが望ましい。

ABCの算定にあたっては、2012年親魚量がBlimitを下回ったことから、平成25年度ABC算定のための基本規則1 1) (2)を用い、親魚量の回復を図るため、①5年後に親魚量が

Blimitに回復する：Frec1、②10年後に親魚量がBlimitに回復する：Frec2、③現状のF (Fmed)を、現状親魚量とBlimitの比で引き下げる ($Fmed \times 2012\text{年SSB} / Blimit$) : Frec の3つの漁獲シナリオで2014年以降のFを設定した。しかしFrec2とFrecはほぼ等しくなり、同等の管理効果が期待できると考えられたことから、Frecはシナリオから削除した。これらとあわせて現状の親魚量を維持するFmed、現状の漁獲圧を維持するFcurrentについても検討した。

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、2013年および2014年以降の1歳魚以上についてはそれぞれ2012年および2013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2002～2011年のRPSmed (24.4尾/kg) に親魚量を乗じて求めた。2013年の漁獲係数は2010～2012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Frec1、Frec2、FmedおよびFcurrentのもとでの漁獲量と資源量の変化について、以下の表に示し、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)。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
5年でBlimitに回復	Frec1 (F=0.90)	22.2	19.9	17.8	19.0	20.5	22.0	23.6
上記の予防的措置	0.8Frec1 (F=0.72)	22.2	19.9	15.3	19.0	23.6	29.2	36.2
10年でBlimitに回復	Frec2 (F=0.93)	22.2	19.9	18.2	19.0	19.9	20.8	21.7
上記の予防的措置	0.8Frec2 (F=0.75)	22.2	19.9	15.7	19.1	23.2	28.1	34.1
親魚量の維持	Fmed (F=0.99)	22.2	19.9	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
上記の予防的措置	0.8Fmed (F=0.79)	22.2	19.9	16.4	19.1	22.4	26.2	30.6
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=1.03)	22.2	19.9	19.3	18.6	18.1	17.5	16.9
漁獲シナリオ	管理基準	資源量(千トン)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
5年でBlimitに回復	Frec1 (F=0.90)	47.6	44.2	42.6	45.8	49.2	52.9	56.8
上記の予防的措置	0.8Frec1 (F=0.72)	47.6	44.2	42.6	53.1	65.9	81.6	101.1
10年でBlimitに回復	Frec2 (F=0.93)	47.6	44.2	42.6	44.6	46.7	48.8	51.1
上記の予防的措置	0.8Frec2 (F=0.75)	47.6	44.2	42.6	51.9	63.1	76.5	92.8
親魚量の維持	Fmed (F=0.99)	47.6	44.2	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6
上記の予防的措置	0.8Fmed (F=0.79)	47.6	44.2	42.6	50.0	58.5	68.4	80.0
現状の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=1.03)	47.6	44.2	42.6	41.2	39.9	38.6	37.4

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

前項で設定した漁獲シナリオについて管理効果を判断するために、加入量の不確実性を考慮した資源量、親魚量、漁獲量の将来予測シミュレーションを行い、親魚量がBlimitへ回復する確率（5年後（2019年当初）、10年後（2024年当初））、および親魚量減少のリスク（今後5年間（2014～2018年）で過去最低親魚量（1982年12千トン）を上回る確率）の2点で評価した（下表、図17）。将来の加入量は、データの得られる全期間である1982～2012年のRPSの平均値に対する各年のRPSの比を計算し、それらから重複を許してランダムに抽出した値に仮定値（2002～2011年のRPSmed 24.4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19に示した。

Frec1では、5年後のBlimitへの回復確率は50%、10年後では72%であった。予防的措置（0.8Frec1）をとると、5年後の回復確率は99%となった。Frec2では5年後の回復確率37%、10年後で50%であった。過去の最低親魚量を上回る確率はFrec1で94%、Frec2で86%であった。Fmedでは、親魚量は2012年の親魚量より低い18千トン程度に維持され、Blimitへの5年後回復確率は17%と低かった。Fcurrentでは、資源量・親魚量とも減少傾向を示し、Blimit以上への回復は8%であった。

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		2014年 ABC
			5年後	5年 平均	Blimit回復 5年後 (10年後)	過去最 低親魚 量を上 回る	
親魚量の増大(5年 でBlimitへ回復) (Frec1)*	0.90 (0.87Fcurrent)	42%	14.7 ～38.7	20.6	50% (72%)	94%	17.8 千トン
親魚量の増大(5年 でBlimitへ回復) 予防的措置 (0.8Frec1)*	0.72 (0.70Fcurrent)	36%	26.4 ～64.4	24.7	99% (100%)	100%	15.3 千トン
親魚量の増大(10年 でBlimitへ回復) (Frec2)*	0.93 (0.90Fcurrent)	43%	13.2 ～34.8	19.9	37% (50%)	86%	18.2 千トン
親魚量の増大(10年 でBlimitへ回復) 予防的措置 (0.8Frec2)*	0.75 (0.72Fcurrent)	37%	24.3 ～61.2	24.0	98% (100%)	100%	15.7 千トン
親魚量の維持 予防的措置 (0.8Fmed)*	0.79 (0.77Fcurrent)	38%	21.0 ～54.3	22.9	92% (99%)	100%	16.4 千トン

							2014 年算定 漁獲量
親魚量の維持 (Fmed)	0.99 (0.96Fcurrent)	44%	10.8 ～28.8	18.8	17% (20%)	56%	18.8 千トン
現状の漁獲圧の維持(Fcurrent)	1.03 (1.00Fcurrent)	45%	9.4 ～25.2	18.1	8 % (8%)	31%	19.3 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Fmed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、2012年の親魚量がBlimit（本資源では1986年の親魚量24千トン）を下回ったことから、ABC算定規則1 1) (2)を用い、Blimitへの回復を図るFによる漁獲量をABCとした。 ・Fの基準値（Fmed）を、現状親魚量とBlimitの比で引き下げる漁獲シナリオは、Frec2にほぼ等しくなったことから、シナリオに含めない。 ・管理効果はBlimitに回復する確率および過去最低親魚量（1982年12千トン）を上回る確率で評価した。 ・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Fmed（過去のRPSの中央値に対応するF）であるが、本系群はBlimit未満であることから、Fmedに対応する漁獲量はABCに含めない。平成23年当時の水準（中位）の維持との目的にはFrec以下が合致する（*）。 ・Fcurrentは2010～2012年のF（漁獲係数）値の平均値（Fave3 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（1982～2011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。 ・Fmedで維持される親魚量の水準は2014年の親魚量にほぼ等しい。							

(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			
2007年漁獲量修正 2011年漁獲量確定値、2012年漁獲量暫定値 静岡県主要港水揚量 2007年～2011年千葉県体長組成（一部） 2012年各県月別体長組成			2007～2012年漁獲量、年齢別漁獲尾数			
宮崎県宇和島周辺まき網ジンダ漁獲量 高知県宿毛湾まき網ゼンゴ資源量指数 和歌山県串本棒受網当歳魚漁獲量 以上のデータを加えた加入量指数			加入量指数と加入尾数の関係 2007～2012年資源尾数、資源量、親魚量			
評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2012年(当初)	Frec	1.01	56	24	21	
2012年(2012年再評価)	Frec	0.95	50	21	18	
2012年(2013年再評価)	Frec	0.93	48	21	18	22
2013年(当初)	Frec	0.95	48	20	18	
2013年(2013年再評価)	Frec	0.93	44	19	16	

*2012、2013年とも、TAC設定の根拠となったシナリオについて行った。

本年再評価に2012年は0歳魚の資源量が下方修正、1歳魚以上の資源量は上方修正され、結果的に2012年ABCは前年度再評価時と同程度となった。2013年は1) 2012年0歳魚資源量が下方修正されたため、2013年1歳魚資源量が下方修正されたこと、2) 2013年親魚量が下方修正されたため、2013年加入量が2012年評価時に予測した数値より下方修正されことにより、ABCは減少した。

6. ABC以外の管理方策への提言

現状のFは資源の維持、YPRの観点からも過大である。図18に示した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、本資源は幼魚期から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

- 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.
- 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

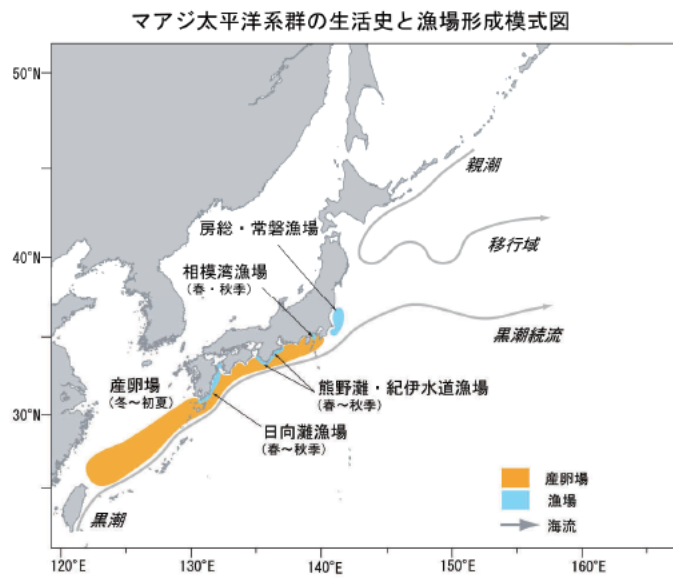


図2. 生活史と漁場形成模式図

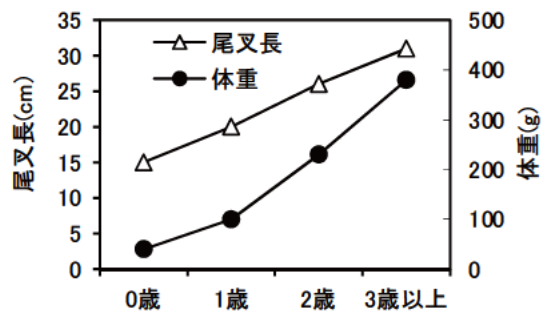


図3. 年齢と成長の関係

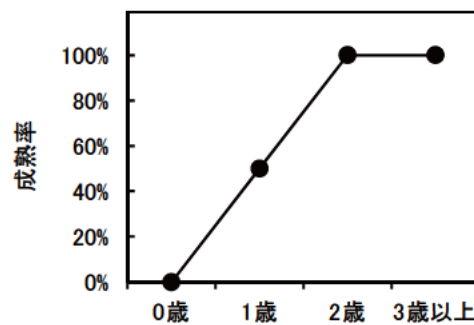


図4. 年齢と成熟率の関係

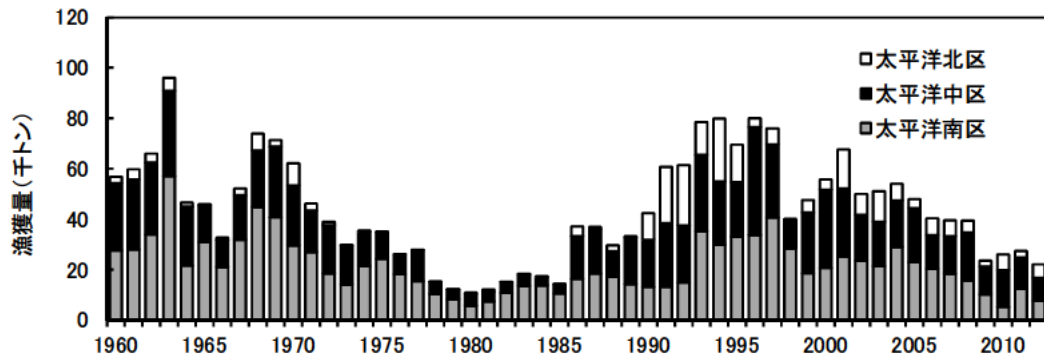


図5. 漁獲量の経年変化（漁業・養殖業生産統計年報）

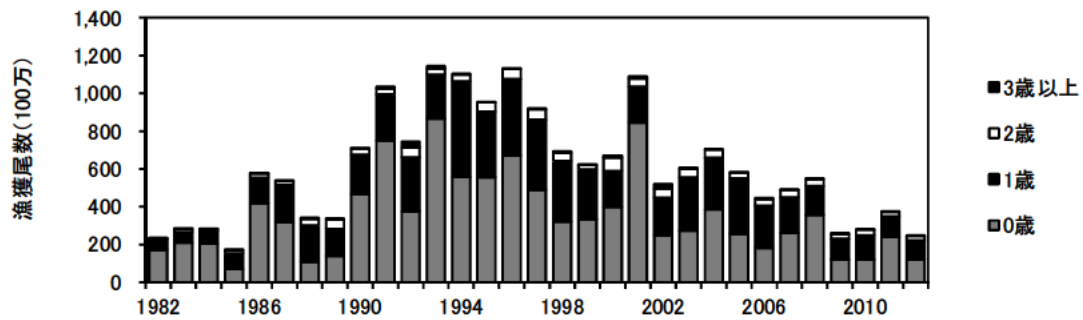


図6. 年齢別漁獲尾数の経年変化

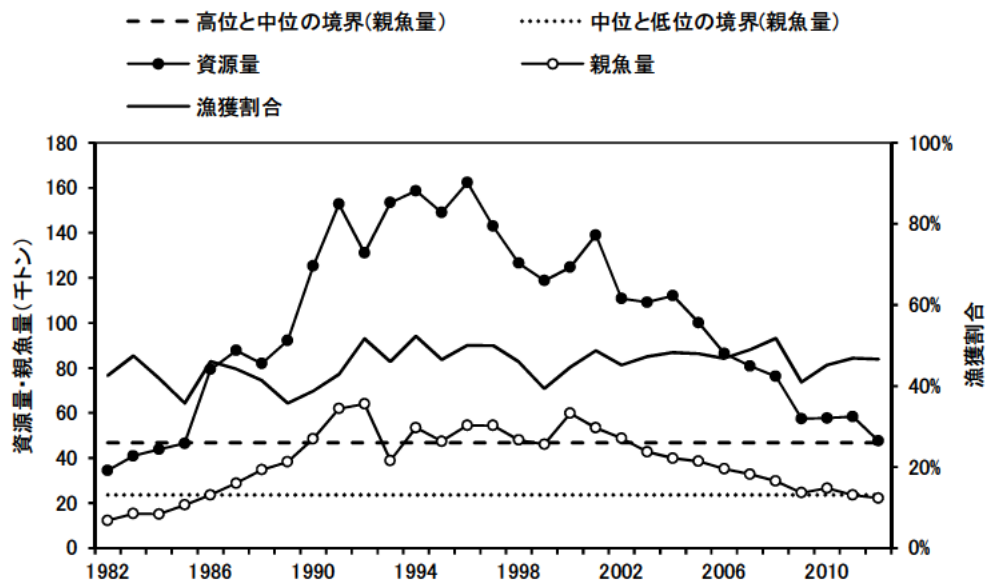


図7. 資源量、親魚量、漁獲割合の経年変化 水準判断の境界（親魚量を指標とする）を点線で記入。

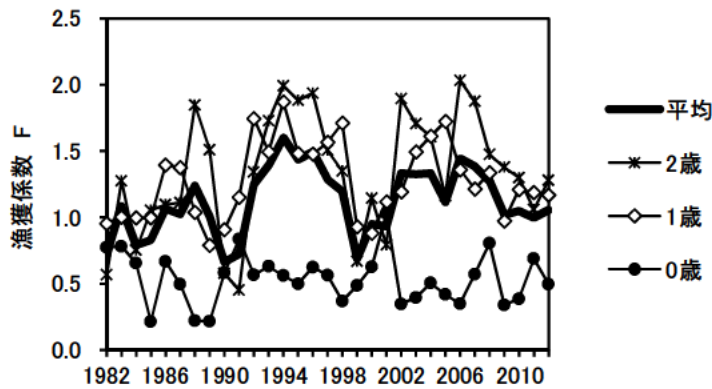


図8. 年齢別漁獲係数と各年齢の単純平均値（Fbar）の経年変化

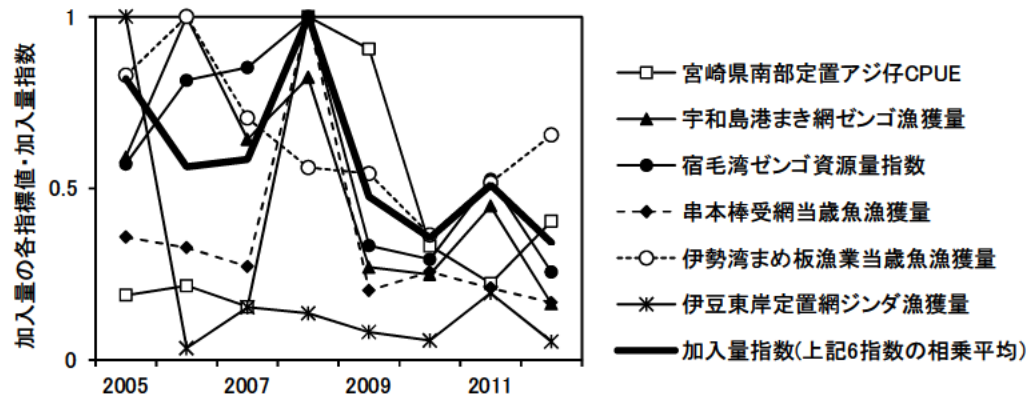


図9. 資源量指標値の経年変化 すべての指数は2005～2012年の最大値に対する相対値で示した。

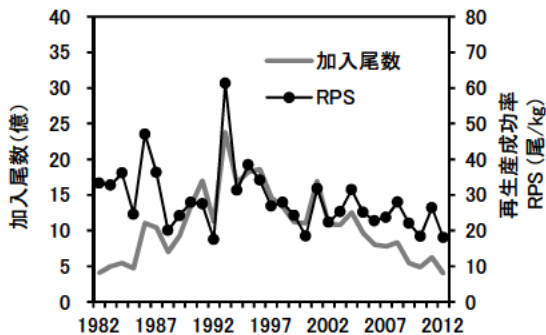


図10. 加入尾数と再生産成功率（RPS）の経年変化

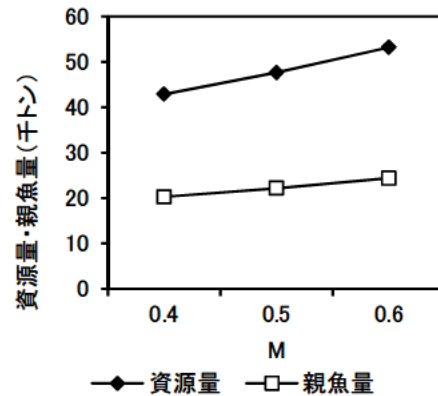


図11. 自然死亡係数を0.4並びに0.6とした場合の資源量・親魚量 本評価では0.5を用いた。

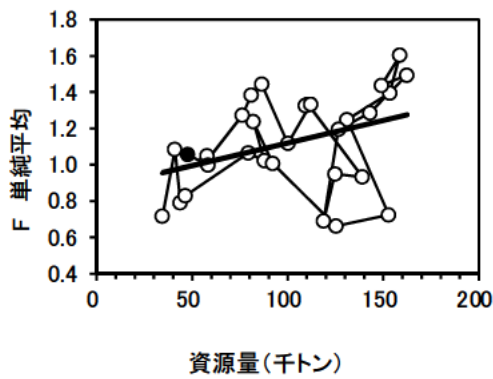


図12. 資源量と漁獲係数（各年齢のF値の単純平均）の関係 黒丸は2012年。

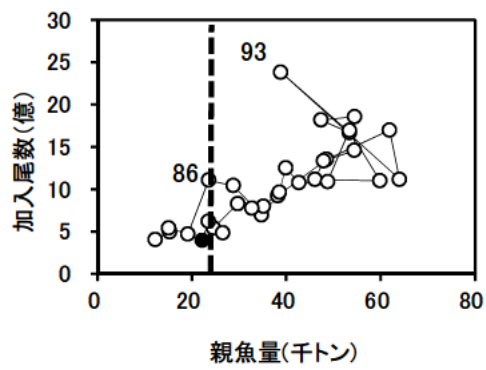


図13. 親魚量と加入量（0歳魚資源尾数）の関係（再生産関係） 黒丸は2012年、破線はBlimitの親魚量（1986年親魚量）。

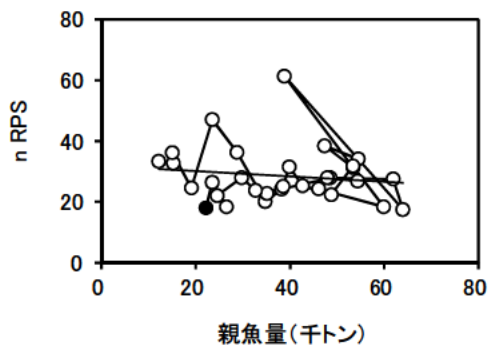


図14. 親魚量と再生産成功率（RPS=加入量／親魚量、対数）の関係 黒丸は2012年。

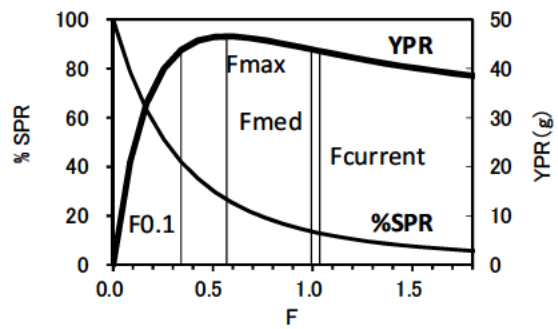


図15. 完全加入年齢における漁獲係数FとYPRおよび%SPRの関係

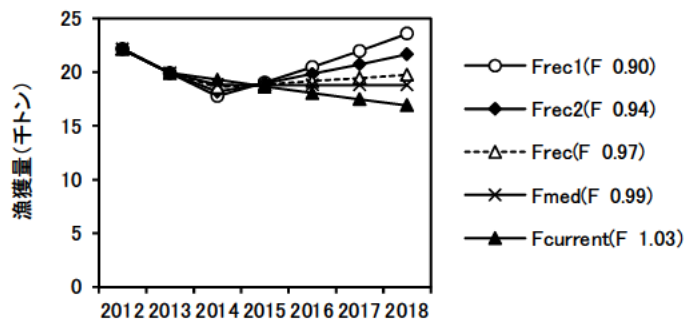
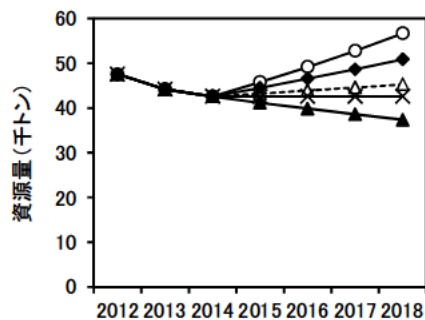
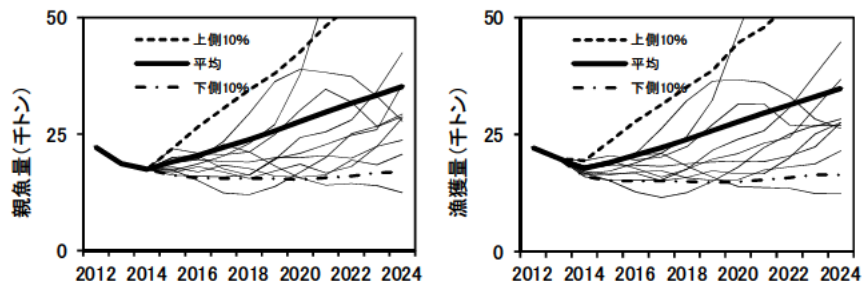
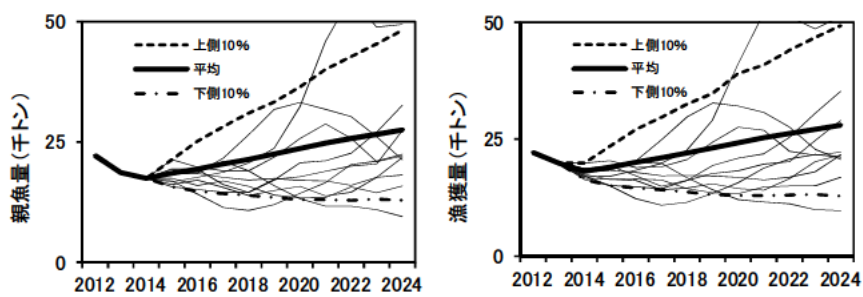


図16. さまざまなFによる資源量（左図）と漁獲量（右図）の将来予測

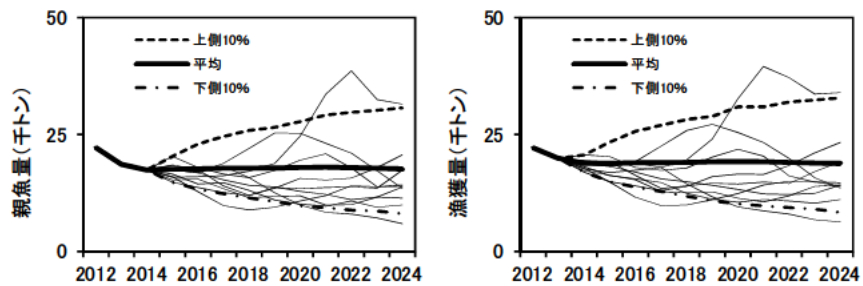
Frec1



Frec2



Fmed



Fcurrent

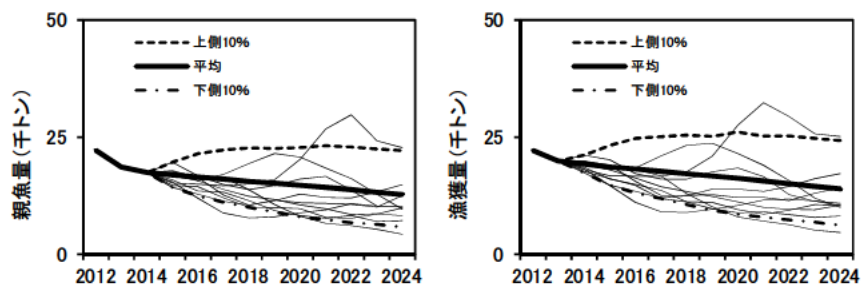


図17. 各漁獲シナリオでの、加入変動を考慮した1000回のシミュレーションによる親魚量（左列）と漁獲量（右列）の将来予測。平均値、上下側10%（80%区間）に加え、細い実線で任意の10回の試行例を示した。なお将来予測において親魚量が64千トンを超える場合、加入量を計算する際の親魚量は64千トンで一定とした。

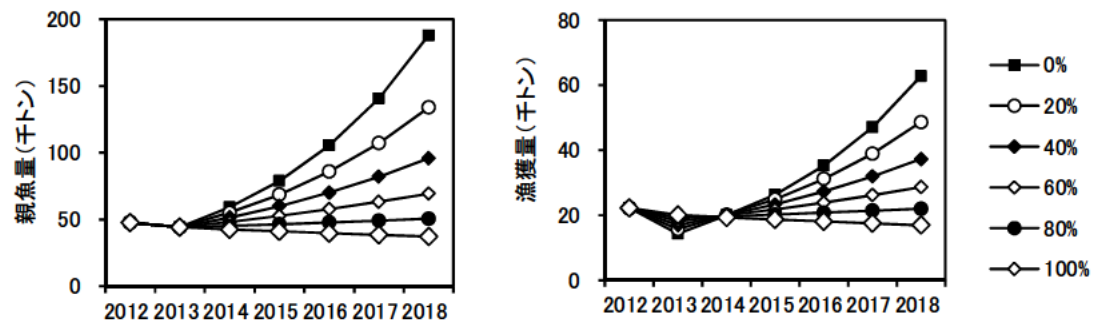
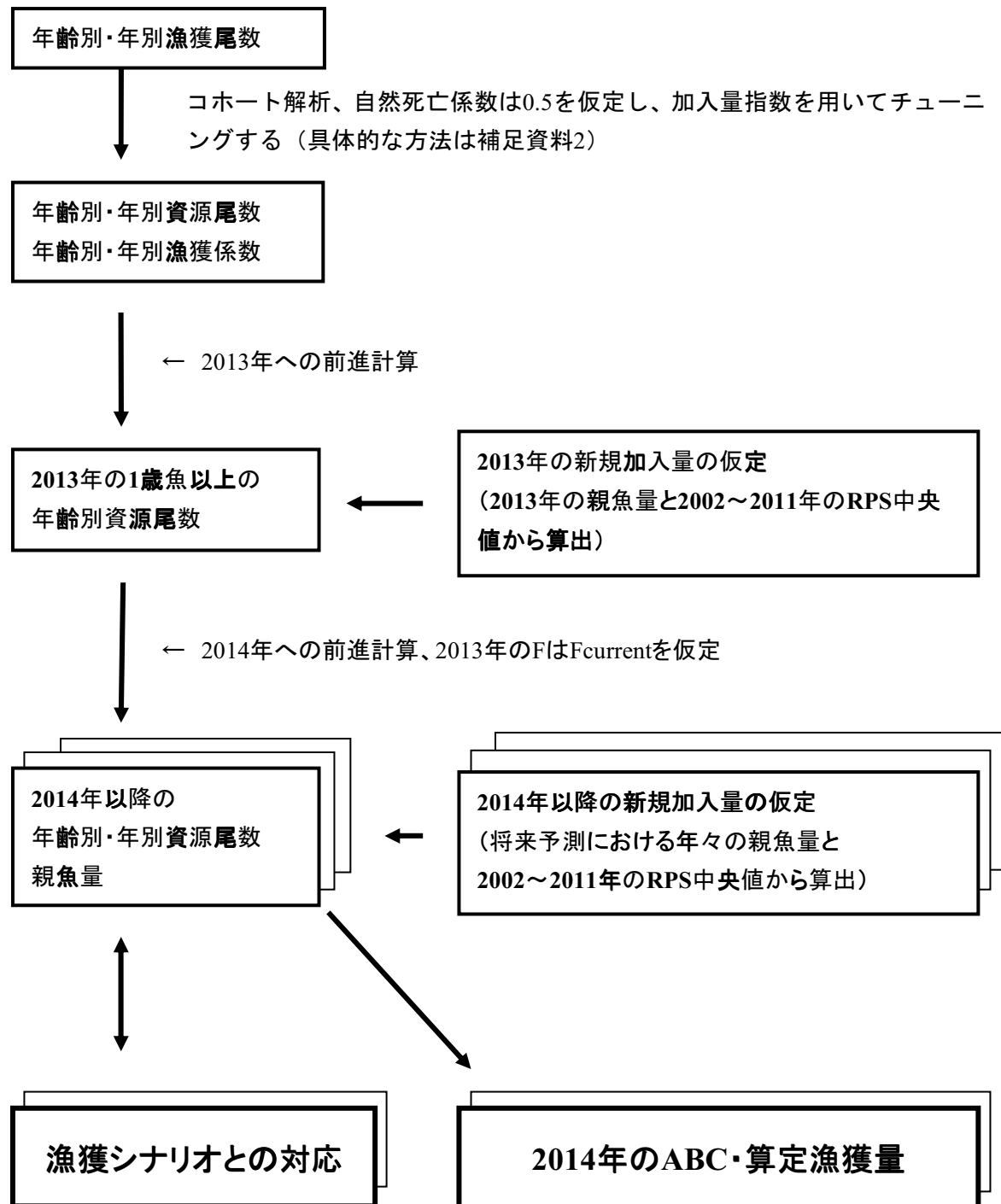


図18. 0歳魚に対する漁獲係数を、現状の0%～100%とした場合の資源量（左図）と漁獲量（右図）の将来予測

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。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は図3、図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。

1)ステップ1

(1) 式により年齢別年別資源尾数を計算した。

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

$N_{a,y}$: y年におけるa歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$: y年a歳魚の漁獲尾数

ただし、最近年、最高齢（プラスグループ、添え字p）、最高齢 1歳（p-1）は（2）式～（4）式によった。

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

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

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

漁獲係数Fは、最近年のF（ターミナルF）以外は（5）式によった。

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

$F_{a,y}$: y年におけるa歳魚の漁獲係数

最近年（2012年）のFは過去3年（2009～2011年）の平均に等しいとした（（6）式）。

$$F_{a,2012} = \frac{1}{3} \sum_{y=2009}^{2011} F_{a,y} \quad (6)$$

プラスグループのFはすべての年について最高齢 1歳のFと等しいとした（平松 1999、（7）式）。

$$F_{p,y} = F_{p-1,y} \quad (7)$$

ここで得られた最近年（2012年）のFから、選択率（2012年の年齢別Fの最大値で各年齢のFを除した値）を計算し、これをステップ2で用いる選択率の初期値とした。

2)ステップ2

ステップ1で求めた選択率の下で、補足表3 1に示した各指標値の相乗平均を加入量指数として最近年最高齢のFを調整（チューニング）した。指標が得られる2000年以降について、チューニング期間を変化させて結果を比較し、もっとも妥当と考えられた2005年から2012年までとした（補足資料3）。

（8）式のように目的関数をおいた。

$$\sum_{2005}^{2012} (\ln(I_y) - \ln(qN_y))^2 \quad (8)$$

I_y : y年の加入量指数、 N_y : y年の0歳魚資源尾数

q は比例係数であり、（9）式によって計算した。

$$\hat{q} = \exp \left(\frac{1}{8} \sum_{2005}^{2012} \ln \left(\frac{I_y}{N_y} \right) \right) \quad (9)$$

ステップ1で求めた選択率の下で、目的関数を最小化するような最近年のFを探索的に推定した。得られた最近年のFを用いて資源量を計算すると、最近年から遡って数年間の年齢別・年別FおよびNの値が更新されるため、再度ステップ1と同様にして過去3年平均Fの選択率を再計算し、得られた選択率を用いてチューニングをする、という過程を数回繰り返し、FおよびNの値を収束させた。

3)将来予測

$F_{current}$ は過去3年（2010～2012年）のFの平均値とし、2013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 $F_{current}$ の選択率を用いた。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（（10）式）を用いた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (10)$$

将来予測における加入量はRPSと親魚量の積とし、RPSには2002～2011年のRPS中央値24.4尾/kgを仮定した。将来予測における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64万トンで一定とした。

漁獲尾数は(11)式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (11)$$

補足資料3 加入量指数およびチューニング期間の検討

本年度は、補足資料2で示したように、コホート解析においてチューニングを行った。2008年度から2011年度の評価では、チューニングを行わずにコホート解析を行い、最近年の加入量のみを加入量指数から直接推定していたが、この手法で推定した加入量は傾向的に過大であったことから、昨年度はチューニングを行わないコホート解析で資源量を評価した。しかしチューニングを行わないコホート解析は、最近年の推定値の不確実性が高いことから、何らかの方法で加入量の推定精度を高める必要があると指摘された。そのため新たな加入量指数およびこれを用いたチューニングを行うことを検討した。

1) 加入量指数

加入量指数の算定には、以下の表に示す6つの指標を用いた。本系群は現在、現存量ないし加入量を把握する調査船調査はない。本系群の加入過程は明らかではないが、東シナ海および太平洋南部の各沿岸域で発生した仔魚が黒潮によって受動的に輸送され、各沿岸域に定着したものが加入につながると考えられることから、太平洋南部～中部の各海域での幼魚の漁獲状況が、現時点では最も有効な加入量の指標となると考えた。そこで本年度は、2009～2011年度まで加入量の推定に用いていた加入量指数に、加入量の水準を示すと思われる指標値を新たに3つ加えることを検討した。

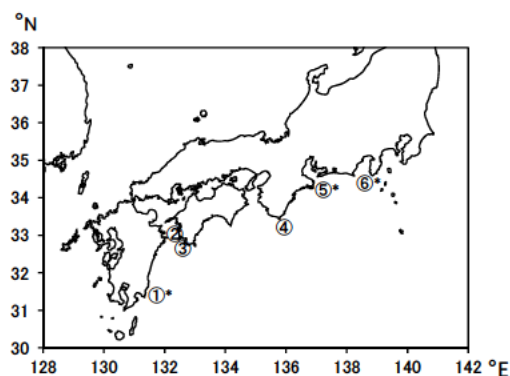
補足表3 1. 加入量指数の計算に用いた各指標値

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
①宮崎県南部定置アジ仔CPUE	99	117	45	50	146	9	10	7	45	41	15	10	18
②宇和島港まき網ゼンゴ漁獲量	1,064	1,801	1,647	3,078	2,462	1,436	2,431	1,562	2,001	656	605	1,090	398
③宿毛湾ゼンゴ資源量指数	99	103	119	109	230	76	108	113	133	44	39	70	34
④串本棒受網当歳魚漁獲量	26	13	22	11	20	9	8	7	26	5	7	5	4
⑤伊勢湾まめ板漁業当歳魚漁獲量	226	136	59	31	20	33	40	28	22	21	14	20	26
⑥伊豆東岸定置網ジンダ漁獲量	16	219	124	30	19	100	3	15	14	8	6	20	5
加入量指数(上記6指数の相乗平均)	99	143	106	75	93	55	38	39	67	32	24	34	23

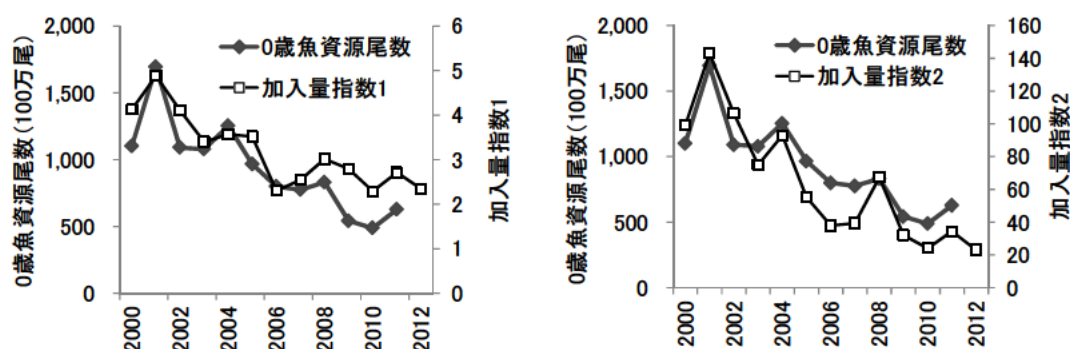
2011年度までは、このうち①、⑤および⑥の相乗平均の対数を加入量指数としていた（以下加入量指数1とする）。本年度は①～⑤の海域の間に位置する②、③および④（補足図3 1）を加えた6つの指標の相乗平均を加入量指数とした（以下加入量指数2とする、補足表3 2）。

補足表3-2. 加入量指数1および加入量指数2

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
加入量指数1	4.12	4.88	4.11	3.40	3.57	3.52	2.30	2.55	3.01	2.80	2.29	2.71	2.35
加入量指数2	99.33	142.90	106.33	74.90	92.96	55.16	37.87	39.36	67.34	32.02	23.99	34.37	22.99



補足図3-1. 加入量の指標値が得られる地点 ①宮崎県南部定置網アジ仔CPUE、②宇和島港ゼンゴ漁獲量、③宿毛湾ゼンゴ資源量指数、④串本棒受網当歳魚漁獲量、⑤伊勢湾まめ板漁業当歳魚漁獲量、⑥伊豆東岸定置網ジンダ漁獲量。*は加入量指数1に用いた指標値の得られる地点を示す。



補足図3-2. 各加入量指数と0歳魚資源尾数の推移(上段)および散布図(下段)。左列は加入量指数1、右列は加入量2について示したもの。0歳魚資源尾数はチューニングしないコホート解析による推定値。

全ての指数が得られている2000年以降で両者の推移を比較すると、加入量指数1は2006年以降の値がほぼ横ばいで推移しているのに対し、加入量指数2では減少傾向がみられた。両者と0歳魚資源尾数(チューニングをしないコホート解析で推定される値)の相関関係は加入量指数2のほうが高かった。その他の指数の組み合わせを検討したところ、①～③および⑥の相乗平均、②～⑥の相乗平均などで比較的高い相関が得られたものの加入量指数2と大きな差はなかったことから、より広い海域の情報を取り入れるほうがよいと判断し(補足図3-1)、加入量指数2を用いてチューニングを行った。

2) チューニング期間の検討

全ての指標が得られている2000年以降で、適切なチューニング期間を検討するため、チューニング期間を2000～2012年、2001～2012年・・・と1年ずつ短くしながら資源尾数を計算し、加入量、親魚量、最近年のFの最大値、漁獲割合を比較した。また中山ら（2010）に従ってプロファイル尤度による信頼区間を推定し比較した。

中山ら（2010）によれば、最近年の年齢別選択率を仮定し、最近年の年齢別漁獲係数のうち1個のみを未知パラメータとして推定する場合において、漁獲係数以外の推定パラメータの最尤推定法が解析的に計算可能であり、実質的に推定するパラメータが最近年の特定年齢の漁獲係数 F_t のみである場合、 F_t を変化させて（12）式をみたす F_t の範囲を満たすことにより信頼区間を推定できる。

$$-2(\ln L(F_t) - \ln L(\hat{F}_t)) \leq \chi^2(1, \alpha) \quad (12)$$

ここで $\chi^2(1, \alpha)$ は、自由度1のカイ2乗分布の上側100 α %点である。

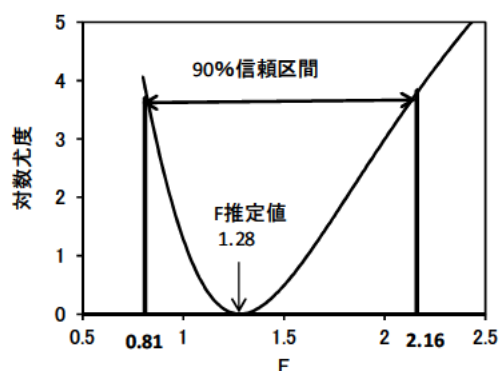
対数尤度関数は（13）式により得られる。

$$-\ln L(F_t) = \frac{n}{2} \ln \left(\frac{2\pi}{n} \sum_y \{ \ln(I_y) - \ln(\hat{q} N_y(F_t)) \}^2 \right) + \frac{n}{2} \quad (13)$$

ここで I_y はy年の加入量指数、 $N_y(F_t)$ は、漁獲係数が F_t であるときのy年の0歳魚資源尾数、 $\hat{q}$ は資源尾数の比例係数であり（14）式で得られる

$$\hat{q} = \frac{1}{n} \sum_y \ln \left(\frac{I_y}{N_y(F_t)} \right) \quad (14)$$

チューニングする期間を設定するため、期間を変化させてコホート計算を行ったところ、2000～2012年の期間でチューニングするとFが高く推定され漁獲割合が非常に高くなるなど、現状の漁況に合わない場合が生じた。比較的現状に一致すると考えられたのは2003～2012年の期間より短く、2008～2012年の期間より長いチューニング期間を採用した場合であった。この間で信頼区間の幅が最も狭くなったのは2005～2012年の期間でチューニングした場合であった。この場合、Fの推定値は1.28、90%信頼区間は0.81～2.16であった（補足図3-3）。



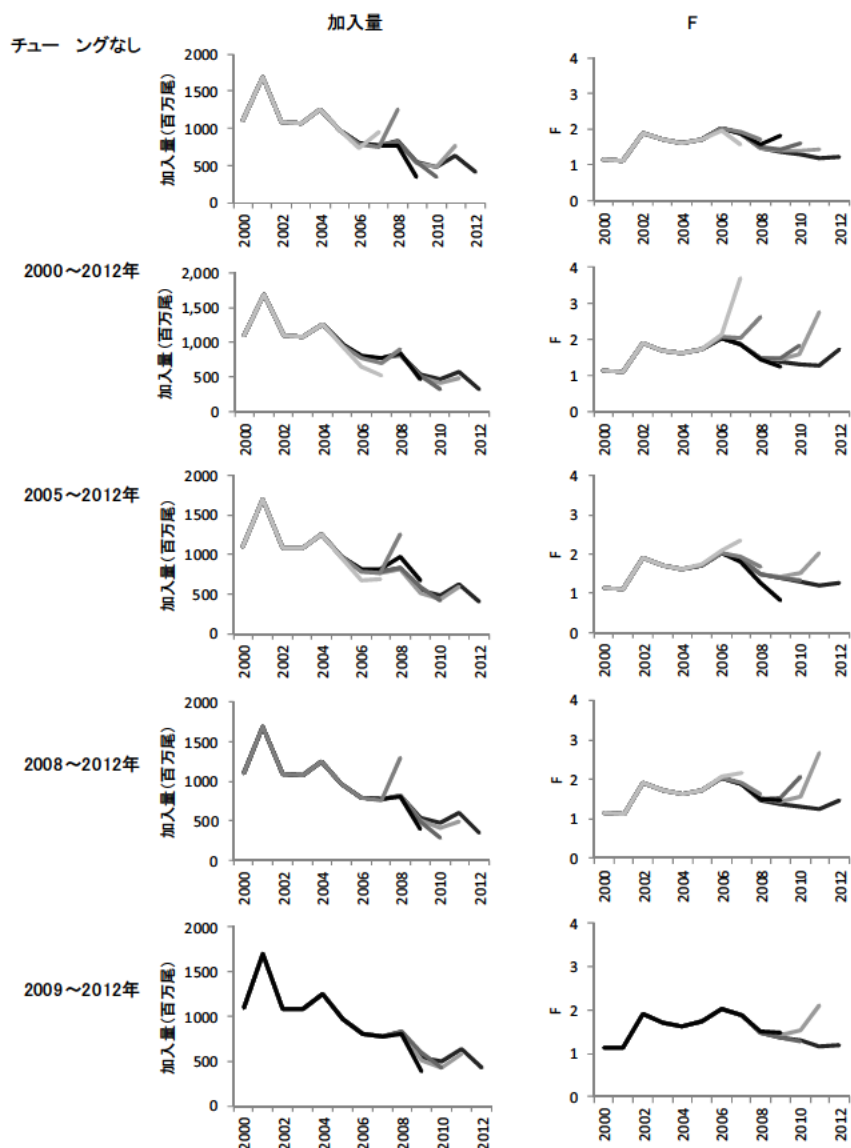
補足図3-3. チューニング期間を2005～2012年としたときのFの対数尤度

3) 遡及計算の比較

上記のようにチューニングの期間を変化させてチューニングを行った場合と、チューニングを行わない場合について、2012年から2008年まで1年ずつデータを落としていき、ターミナル年の加入量および各年齢Fの最大値（F）の変化を確認した（補足図3 4）。チューニングを行わない場合、Fは安定するが全体に最近年のFが過大に推定される傾向がみられ、加入量の推定値は年々変動した。2000～2012年の期間でチューニングした場合、加入量は安定するものの傾向的に過少に、Fは過大に推定される傾向がみられた（補足図3 4、2000～2012年の結果を例示）。2001年、2002年以降の期間でチューニングした場合も同様の傾向であった。チューニング開始年を2003年～2007年とした場合は、2008年の加入量が大きく推定されるものの全体的には加入量およびF推定値は比較的安定した（補足図3 4、2005～2012年の結果を例示）。2008～2012年の期間でチューニングした場合は、2009年以降の加入量を傾向的に過少に、Fを過大に推定する傾向がみられた。2009～2012年でチューニングした場合は、加入量、Fの推定値とも比較的安定した（補足図3 4）。

4) 結論

遡及計算の結果から、安定した加入量の推定のためにはチューニングを行うほうがよいと判断した。すべての指標値が得られる2000～2012年の期間でチューニングを行うと、90%信頼区間が広くなり、遡及計算の結果からはFが傾向的に過大評価される可能性が示唆された。2009～2012年、2010～2012年の期間でチューニングすると信頼区間は狭くなるものの、チューニングの期間が短く、2008年級群のような比較的加入量の高い年を期間内に含まないことから、例えば2008年より低いものの2009～2012年より高い加入量指数が得られた場合などは、加入量を過大に推定する可能性が考えられる。したがって、チューニング開始年を2003～2007年とした場合のうち、最も狭い信頼区間が得られた2005～2012年をチューニング期間とした。



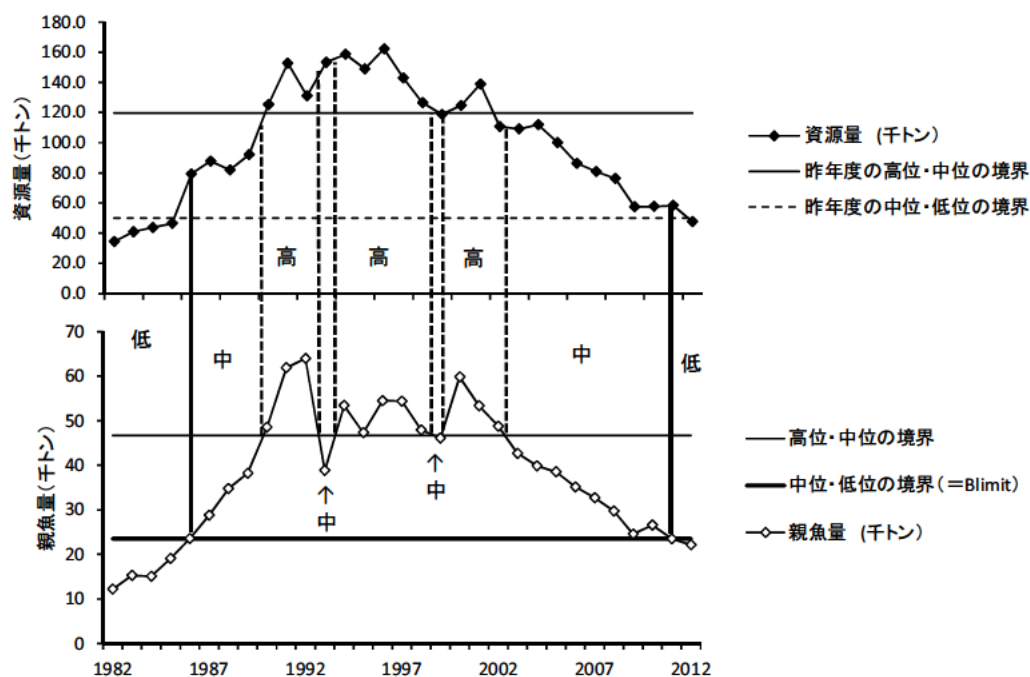
補足図3 4. 加入量および各年齢Fの最大値 (F) の遡及計算結果

補足資料4 資源水準の判断について

昨年度までは、資源水準の判断は資源量を基準とし、太平洋系群の資源量が急増した1986年以前の資源量水準(50千トン)以下を低位、また資源量の最低～最高値を3等分し、上から3分の1にあたる資源量120千トン以上を高位としていた。しかし資源量の低下にともない、2012年度評価では、親魚量が B_{limit} 以下であるのに資源水準は中位と判断されるという矛盾が生じた。本年度評価では親魚量は B_{limit} 以下であり、昨年度までの基準に従って資源水準を判断しても低位と判断されるが、将来資源が回復する過程で矛盾が生じる可能性がある。

資源量で最低～最高値を3等分すると、高位と中位の境界は120千トン、中位と低位の

境界は77千トンとなる。一方親魚量では高位と中位の境界は47千トン、中位と低位の境界は29千トンとなり、Blimitを中位と低位の境界とした場合に比べ大きな違いは生じない。Blimitで低位と判断される年の資源量はほぼ50千トン以下であり、親魚量47千トンを境界として高位と判断される年の資源量はほぼ120千トン以上であることから、昨年度までの判断とも大きく矛盾しない（補足図4-1）。したがってBlimit以下と低位水準の一致を重視し、本年度以降は資源水準の判断は親魚量を基準とし、高位と中位の境界は47千トン、中位と低位の境界はBlimitとするのが妥当と考える。



補足図4-1. 資源量および親魚量の水準の境界の対応 縦の実線は親魚量を基準としたときの中位と低位の境界（Blimitに対応、親魚量24千トン）、縦の破線は親魚量を基準としたときの高位と中位の境界（親魚量47千トン）。

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.
- 中山洋輔・平松一彦(2010) TAC対象種の資源評価に用いられるVPAの信頼性の検討. 日水誌, 76, 1043-1047.
- 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.
- 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.

付表 1. 年齢別漁獲量、資源量、親魚量等

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	2012
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	263	357	121	121	240	122
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	187	153	109	128	109	101
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	40	37	25	29	22	21
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	3	4	5	4	5	6
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	492	550	261	283	375	250
年齢別漁獲量(千トン)																															
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	2012
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	14	5	5	10	5
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	19	15	11	13	11	10
2歳	2	4	2	4	5	4	8	12	7	12	7	8	11	12	13	10	5	16	10	11	10	9	7	8	9	7	6	7	5	5	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	2	3	1	1	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	40	39	24	26	27	22
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	2012
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	1,090	1,078	1,253	966	798	775	830	541	487	620	399
1歳	120	114	139	172	230	344	386	339	452	458	447	385	769	578	670	603	504	560	417	357	368	467	440	459	385	342	266	225	234	201	189
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	53	50	60	62	42	52	42	37
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	12	5	6	9	8	10	11
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	1,566	1,622	1,765	1,486	1,245	1,182	1,164	818	780	873	636
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	2012
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	0.63	1.03	0.35	0.40	0.50	0.42	0.35	0.57	0.80	0.34	0.39	0.69	0.50
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	1.61	1.72	1.36	1.21	1.34	0.97	1.21	1.19	1.17
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	1.71	1.61	1.16	2.03	1.87	1.47	1.38	1.30	1.06	1.28
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	1.71	1.61	1.16	2.03	1.87	1.47	1.38	1.30	1.06	1.28
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	1.33	1.33	1.12	1.44	1.38	1.27	1.02	1.05	1.00	1.06
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%	48%	47%	49%	52%	41%	45%	47%	47%
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, 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	2012
0歳	16.2	20.0	21.8	18.8	44.3	41.7	27.9	37.0	54.1	68.0	44.7	95.2	66.8	72.7	74.3	58.4	53.4	44.7	44.0	67.8	43.6	43.1	50.1	38.6	31.9	31.0	33.2	21.6	19.5	24.8	16.0
1歳	12.0	11.4	13.9	17.2	23.0	34.4	38.6	33.9	45.2	45.8	44.7	38.5	76.9	57.8	67.0	60.3	50.4	56.0	41.7	35.7	36.8	46.7	44.0	45.9	38.5	34.2	26.6	22.5	23.4	20.1	18.9
2歳	4.5	6.4	5.8	7.1	8.8	7.9	12.1	19.0	21.4	25.4	20.2	10.9	12.1	16.5	18.3	21.3	17.6	12.7	30.8	24.1	16.3	15.6	14.6	12.3	11.4	13.8	14.2	9.7	11.9	9.7	8.5
3歳以上	1.7	3.1	2.3	3.4	3.2	3.6	3.3	2.2	4.5	13.6	21.4	8.7	2.9	1.9	2.7	2.9	5.1	5.4	8.2	11.4	14.1	3.7	3.2	3.3	4.5	1.9	2.3	3.6	3.0	3.7	4.2
資源量	34.4	40.9	43.8	46.5	79.3	87.7	81.9	92.1	125.2	152.7	131.0	153.4	158.6	149.0	162.3	142.9	126.5	118.8	124.7	139.0	110.8	109.1	112.0	100.1	86.4	80.8	76.2	57.5	57.7	58.3	47.6
親魚量	12.2	15.3	15.1	19.1	23.5	28.8	34.8	38.2	48.5	61.9	64.0	38.8	53.4	47.3	54.5	54.4	47.9	46.1	59.8	53.4	48.8	42.7	39.9	38.5	35.2	32.7	29.7	24.6	26.6	23.51	22.2
RPS	33.3	32.7	36.1	24.6	47.0	36.3	20.0	24.2	27.9	27.4	17.5	61.3	31.3	38.4	34.1	26.8	27.9	24.2	18.4	31.7	22.3	25.3	31.4	25.1	22.7	23.7	27.9	22.0	18.3	26.4	18.0

* 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。

付表2. ABC算定等に用いた各漁獲シナリオに基づく2012～2018年の年齢別漁獲量、資源量、親魚量等

Frec1

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	122	144	122	133	142	153	164
1歳	101	80	82	82	89	96	103
2歳	21	20	14	18	18	20	21
3歳以上	6	4	4	4	5	5	5
計	250	248	221	236	254	273	293

年齢別漁獲量（千トン）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	4.9	5.8	4.9	5.3	5.7	6.1	6.6
1歳	10.1	8.0	8.2	8.2	8.9	9.6	10.3
2歳	4.8	4.5	3.2	4.1	4.1	4.5	4.8
3歳以上	2.3	1.7	1.5	1.4	1.7	1.8	1.9
計	22.2	19.9	17.8	19.0	20.5	22.0	23.6

年齢別資源尾数（百万尾）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	399	454	425	464	497	534	573
1歳	189	147	163	163	178	191	205
2歳	37	36	27	35	35	38	41
3歳以上	11	8	8	7	9	9	10
計	636	645	623	670	719	772	829

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.50	0.52	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
1歳	1.17	1.19	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
2歳	1.28	1.21	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
3歳以上	1.28	1.21	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
平均	1.06	1.03	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
漁獲割合(%)	47	45	42	42	42	42	42

年齢別資源量と親魚量（千トン）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	16.0	18.2	17.0	18.6	19.9	21.4	22.9
1歳	18.9	14.7	16.3	16.3	17.8	19.1	20.5
2歳	8.5	8.2	6.3	8.1	8.1	8.8	9.5
3歳以上	4.2	3.1	3.0	2.8	3.4	3.5	3.8
計	47.6	44.2	42.6	45.8	49.2	52.8	56.7
親魚量	22.2	18.6	17.4	19.1	20.4	21.9	23.5

Frec2

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	122	144	125	133	138	145	151
1歳	101	80	84	82	87	91	95
2歳	21	20	14	18	17	18	19
3歳以上	6	4	4	4	4	4	5
計	250	248	227	236	247	258	270

年齢別漁獲量（千トン）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	4.9	5.8	5.0	5.3	5.5	5.8	6.0
1歳	10.1	8.0	8.4	8.2	8.7	9.1	9.5
2歳	4.8	4.5	3.2	4.0	4.0	4.2	4.4
3歳以上	2.3	1.7	1.6	1.4	1.6	1.7	1.7
計	22.2	19.9	18.2	19.0	19.8	20.7	21.7

年齢別資源尾数（百万尾）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	399	454	425	451	470	491	513
1歳	189	147	163	160	170	177	185
2歳	37	36	27	34	33	35	37
3歳以上	11	8	8	7	8	8	9
計	636	645	623	652	681	712	744

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.50	0.52	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
1歳	1.17	1.19	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
2歳	1.28	1.21	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3歳以上	1.28	1.21	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
平均	1.06	1.03	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
漁獲割合(%)	47	45	43	43	43	43	43

年齢別資源量と親魚量（千トン）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	16.0	18.2	17.0	18.0	18.8	19.6	20.5
1歳	18.9	14.7	16.3	16.0	17.0	17.7	18.5
2歳	8.5	8.2	6.3	7.8	7.6	8.1	8.4
3歳以上	4.2	3.1	3.0	2.7	3.1	3.2	3.4
計	47.6	44.2	42.6	44.5	46.6	48.6	50.8
親魚量	22.2	18.6	17.4	18.5	19.3	20.1	21.1

付表2. つづき

Frec

年齢別漁獲尾数（百万尾）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	122	144	125	132	138	145	152
1歳	101	80	84	82	87	91	96
2歳	21	20	14	18	17	18	19
3歳以上	6	4	4	4	4	4	5
計	250	248	226	236	247	259	271

年齢別漁獲量（千トン）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	4.9	5.8	5.0	5.3	5.5	5.8	6.1
1歳	10.1	8.0	8.4	8.2	8.7	9.1	9.6
2歳	4.8	4.5	3.2	4.0	4.0	4.2	4.4
3歳以上	2.3	1.7	1.6	1.4	1.6	1.7	1.8
計	22.2	19.9	18.2	19.0	19.9	20.8	21.8

年齢別資源尾数（百万尾）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	399	454	425	452	472	494	517
1歳	189	147	163	161	171	178	187
2歳	37	36	27	34	33	35	37
3歳以上	11	8	8	7	8	8	9
計	636	645	623	653	684	716	750

年齢別漁獲係数と漁獲割合							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.50	0.52	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
1歳	1.17	1.19	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
2歳	1.28	1.21	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3歳以上	1.28	1.21	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
平均	1.06	1.03	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
漁獲割合(%)	47	45	43	43	43	43	43

年齢別資源量と親魚量（千トン）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	16.0	18.2	17.0	18.1	18.9	19.8	20.7
1歳	18.9	14.7	16.3	16.1	17.1	17.8	18.7
2歳	8.5	8.2	6.3	7.8	7.7	8.1	8.5
3歳以上	4.2	3.1	3.0	2.7	3.2	3.2	3.4
計	47.6	44.2	42.6	44.6	46.8	48.9	51.3
親魚量	22.2	18.6	17.4	18.5	19.4	20.3	21.2

Fmed

年齢別漁獲尾数（百万尾）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	122	144	131	132	132	132	132
1歳	101	80	87	83	83	83	83
2歳	21	20	15	17	16	16	16
3歳以上	6	4	4	4	4	4	4
計	250	248	236	235	235	235	235

年齢別漁獲量（千トン）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	4.9	5.8	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3
1歳	10.1	8.0	8.7	8.3	8.3	8.3	8.3
2歳	4.8	4.5	3.4	3.9	3.7	3.8	3.8
3歳以上	2.3	1.7	1.6	1.4	1.5	1.4	1.5
計	22.2	19.9	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8

年齢別資源尾数（百万尾）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	399	454	425	429	429	429	429
1歳	189	147	163	156	157	157	157
2歳	37	36	27	32	30	31	30
3歳以上	11	8	8	7	7	7	7
計	636	645	623	623	623	623	624

年齢別漁獲係数と漁獲割合							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.50	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1歳	1.17	1.19	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
2歳	1.28	1.21	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
3歳以上	1.28	1.21	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
平均	1.06	1.03	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
漁獲割合(%)	47	45	44	44	44	44	44

年齢別資源量と親魚量（千トン）							
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	16.0	18.2	17.0	17.2	17.1	17.1	17.1
1歳	18.9	14.7	16.3	15.6	15.7	15.7	15.7
2歳	8.5	8.2	6.3	7.3	7.0	7.0	7.0
3歳以上	4.2	3.1	3.0	2.5	2.8	2.7	2.7
計	47.6	44.2	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6
親魚量	22.2	18.6	17.4	17.6	17.6	17.6	17.6

付表2. つづき

Fcurrent

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	122	144	135	131	127	123	119
1歳	101	80	88	83	81	78	75
2歳	21	20	15	17	15	15	15
3歳以上	6	4	4	3	4	3	3
計	250	248	242	234	227	219	212

年齢別漁獲量（千トン）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	4.9	5.8	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8
1歳	10.1	8.0	8.8	8.3	8.1	7.8	7.5
2歳	4.8	4.5	3.4	3.8	3.6	3.5	3.3
3歳以上	2.3	1.7	1.6	1.3	1.4	1.3	1.3
計	22.2	19.9	19.3	18.6	18.1	17.5	16.9

年齢別資源尾数（百万尾）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	399	454	425	414	400	387	375
1歳	189	147	163	153	149	144	139
2歳	37	36	27	30	28	27	27
3歳以上	11	8	8	6	7	6	6
計	636	645	623	603	584	565	547

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.50	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
1歳	1.17	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
2歳	1.28	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
3歳以上	1.28	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
平均	1.06	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
漁獲割合(%)	46.6	45.1	45.3	45.3	45.3	45.3	45.3

年齢別資源量と親魚量（千トン）

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	16.0	18.2	17.0	16.6	16.0	15.5	15.0
1歳	18.9	14.7	16.3	15.3	14.9	14.4	13.9
2歳	8.5	8.2	6.3	6.9	6.5	6.3	6.1
3歳以上	4.2	3.1	3.0	2.4	2.5	2.4	2.3
計	47.6	44.2	42.6	41.2	39.9	38.6	37.4
親魚量	22.2	18.6	17.4	17.0	16.4	15.9	15.4