

平成19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(建田夕帆、赤嶺達郎、西田 宏、石田 実)

参画機関：東北区水産研究所、青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、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、三重県科学技術振興センター水産研究部、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、愛媛県水産試験場、愛媛県中予水産試験場、大分県農林水産研究センター水産試験場、宮崎県水産試験場

要 約

資源量は1986年以降顕著に増大し、1990年代半ばは15万トンから16万トンと高位水準であった。しかし1997年からは減少し、2001年に増加したものの2002年には再び減少し、2004年にかけてわずかに増加が見られたが2005年以降は減少が続いている。現在の資源量は2006年に約9万8千トンと中位水準であり、近年の資源動向は減少傾向である。2006年の親魚量は4万トンであり、Blimit（加入量が増加した1986年水準の親魚量；2万4千トン）を上回っている一方、2006年の加入量は約9億尾、再生産成功率RPS（加入尾数/親魚量）は23.3尾/kgであり、比較的低い値となっている。これらから、現状の漁獲係数F（Fcurrent）をやや削減し、資源の維持が期待できるFを用いた場合の漁獲量をABClimit、不確実性を見込んだ漁獲量をABCtargetとした。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2008年 漁獲量 (千トン)	F値	漁獲 割合 (%)	評価		
					A (%)	B (千トン)	C (千トン)
ABClimit (Fmed)	親魚量を2008年の水準 (3万8千トン)に維持する	45	1.20	45	59	41	48
ABCtarget (0.8Fmed)	親魚量を2008年の水準 に維持する(予防的措 置をとる)	40	0.96	40	100	84	83
現状の漁獲圧 維持 (Fcurrent)	現状(2002～2006年) の漁獲圧を維持する	45	1.22	46	40	37	44

F値(漁獲係数)は各年齢の単純平均値。漁獲割合は漁獲量/資源量。Fcurrentは2002年～2006年のFの平均値(Fave5-yr)。評価欄は加入量変動を考慮した1000回のシミュレーションにおいて、

A: 2008年の親魚量(38千トン)を2010～2016年の平均が上回った確率。

B: 2010～2016年の平均親魚量(千トン)。

C: 2010～2016年の平均漁獲量(千トン)。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F値	漁獲割合
2005	105	48	1.05	45%
2006	98	44	1.17	44%
2007	100			

F値(漁獲係数)は各年齢の単純平均、漁獲割合は漁獲量/資源量。2007年の資源量は、1歳以上については2006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最近10年間の中央値(26.2尾/Kg)として求めた。

	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。
	2006年 親魚量	1986年水準以上(45千トン)	

水準：中位 動向：減少

水準は1982年以降の資源量の推移から、動向は近年5年間の資源量の推移から判断した。

1. まえがき

マアジ太平洋系群はまき網漁業により約90%と最も多く漁獲され、次いで定置網により約10%が漁獲されている。漁獲量と資源量は1986年に顕著に増加し始め、1993年から高位水準となった。しかし1997年から1999年にかけてやや低下し、2000年と2001年に高くなったものの2002年には減少した。2003年と2004年はわずかに増加が見られたが2005年以降は再び減少し、現在は中位水準で減少傾向となっている。

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ものと本州中部以南で産卵する地先群がある。太平洋沿岸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が共通の主産卵場であると考えられてい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(阪本ほか 1986、薬師寺 2001、阪地 2001)、相模湾では春から初夏である(木幡 1972、澤田 1974)。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。稚幼魚はマルソウダ、ヒラソウダ、クロタチカマス、フウライカマス等により捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

まき網による漁獲量が全体の約90%を占め、定置網が約10%でこれに次ぐ。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)

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、2005年は4万8千トン、2006年は4万4千トンと減少傾向が続いている。外国漁船による漁獲はない。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

年齢別漁獲尾数に基づいて、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数Fを計算した(補足資料-1、付表1)。ただし0歳魚の漁獲係数には例年大きな変動が見られ、また1歳魚以上の漁獲係数とは異なる挙動を示しているため(図7)、最近年の0歳魚尾数についてはコホート解析から除外し、資源量指数(最近5年間の宮崎県南部の大型定置網に入網する幼魚量(図6)の対数値)を用いて推定した。自然死亡係数Mは寿命とMの経験的な関係から0.5とした。

(2) 資源量指標値の推移(図6、補足資料-2)

九州南東岸における方形稚魚網による曳網当たり仔稚魚の採集数は2000年、2001年が多く、2002年は少なかった。2003年はやや増加したが、2004年に再び減少し、2005年以降は極めて少なくなっている(中央水産研究所)。宮崎県南部の大型定置網に入網する幼魚量は1998年と1999年には少なく、2000年、2001年と増加し、2002年、2003年は減少した。2004年は過去最大を記録したが2005年は極めて少なく、2006年はやや増加したものの依然として少ないままである(宮崎県水産試験場)。黒潮続流域における表中層トロールによる曳網当たりの幼魚採集数は2000年を頂点として減少し、2005年は高い値であったものの2006年、2007年は再び低い値となっている(中央水産研究所)。北部太平洋大中型まき網漁業への来遊資源量指数は、2000年生まれまでは高水準であったが2001年以降生まれは低水準となっている(漁業情報サービスセンター)。

(3) 漁獲物の年齢組成

主体は0歳魚と1歳魚である(図7)。

(4) 資源量の推移

1982年から1990年代はじめまで資源量は増加し高位水準になったが、1996年の16万トン
を頂点に減少し、2000年と2001年はやや増加したものの、2002年以降は10万トン程度で推
移している(図8)。自然死亡係数Mを標準値である0.5から0.4へ変更してコホート解析を行
った場合の資源量、親魚量と加入量の推定値は若干減少し、0.6とした場合は若干増加する
(図9)。

各年齢を単純平均した漁獲係数F (Fbar) は0.66から1.60の間を推移し、コホート解析を
行った期間を通じて目立った傾向は見られない(図10)。2006年のFbarは1.17と推定され、
漁獲係数と資源量には弱い正の相関が見られる(図11)。なお、1977年級～1983年級に対す
る漁獲圧は低位水準にある資源をさらに悪化させるほど強いものではなかったと考えられ
ている(古藤 1990)。

(5) 資源の水準・動向

2006年の推定資源量は9万8千トンで、水準は0から最高の16万2千トンの範囲を三分した
中で中位である。動向は過去5年の資源量と漁獲量の推移から減少していると考えられる。

5. 資源管理の方策

(1) 再生産関係

親魚の回遊経路など生活史に不明な点が多いが、親魚量と加入量に正の相関関係が認め
られる(図12)。再生産関係がないことを前提とすると、親魚が東シナ海に産卵回遊してい
る場合や、地先の発生群が資源の維持に重要な役割を果たしている場合には、管理に失敗
する危険性がある。そこで資源管理の方策としては、親魚量を維持し加入量の確保を目指
す。なお、親魚量と再生産成功率には弱い負の相関関係が見られる(図13)。図12の關係に
基づいて資源の回復措置が必要な親魚量の下限(Blimit)をいくつか検討した結果、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。これ以上の親魚量では加入量は比
較的高い値が得られている。

(2) 今後の加入量の見積もり

今後の加入量は基本的に再生産成功率(RPS=0歳魚尾数/親魚量)と親魚量の積として見
積もった。但し、親魚量とRPSに弱い負の相関が見られることから、将来予測における加入
量は過去最高の24億尾を超えないものとした。資源量は1996年以降減少傾向にあり(図8)、
RPSも低い傾向にあるため(図14)、将来予測におけるRPSの値(尾/kg)には1997年から2006
年のRPSの中央値(メジアン)である26.2を用いた。なお1997年～2006年のRPSの範囲は18.4
～31.9で平均値は25.8、1982年～2006年のRPSの範囲は17.5～61.3で中央値は27.9、平均値
は30.0であった。

再生産成功率と東シナ海、日本海および太平洋の海面水温との相関を図15に示した。1～3月では東シナ海の水温、4～6月では太平洋沿岸の水温と負の相関が見られた。このことから、本系群の加入に対し東シナ海が何らかの影響を与えていることが考えられ、これは太平洋系群に東シナ海および太平洋沿岸の2つの加入経路があるとの知見とも合致する。

(3) 加入量当り漁獲量

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の下において、過去のRPSの中央値に対応する漁獲係数 (F_{med}) により資源量が中期的に維持されると期待される。現状の漁獲係数 ($F_{current}$ 、2002年～2006年の平均、 $F_{ave5-yr}$) は F_{med} よりやや高い値となっている (図16)。このため、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。また、現状の F は加入量当たり漁獲量を最大化する漁獲係数 (F_{max}) より大きいため、漁獲係数の削減はYPR管理においても望ましい。0歳魚の漁獲を削減すると資源量と漁獲量の予測値は増加する (図17、表1)。

(4) 漁獲圧と資源動向

現状の漁獲係数 ($F_{current}$) を2008年以降制御した場合の2012年までの予測漁獲量と資源量を図18と表2に示す。 $F_{current}$ で漁獲を継続した場合の漁獲量と資源量はやや減少し、漁獲係数を $F_{current}$ から削減した場合、2009年以降の親魚量と漁獲量は増加する。

(5) 漁獲制御方法の提案

現在の資源の利用形態 (選択率) を変えない前提の下で、2008年の親魚量を維持する F_{med} を F_{limit} 、不確実性に対応するために予防的措置をとる場合の F_{target} を $0.8F_{med}$ とし、将来予測をコホート解析の前進法で行った (付表2)。近年の漁獲圧はやや高めの値であり、 $F_{current}$ は F_{med} をやや上回っている。また現在の親魚量水準 (4万トン) は B_{limit} を上回っているが、2006年の加入尾数は親魚量が B_{limit} を上回る中では1988年、1989年に次いで低い9.2億尾となっており、再生産成功率 ($RPS=0$ 歳魚尾数/親魚量) も23.3 (尾/kg) と低めの値となっている (図14)。このため、現時点での資源の回復措置は不要ではあるが、漁獲努力量の削減が望ましいと考えられる。

(6) 不確実性を考慮した検討

本系群の再生産成功率RPSは海洋環境の影響などで大きく変化する。このRPSの変動の不確実性を検討するため以下のシミュレーションを行った。2007年以降のRPSを、平均値が1997年～2006年の中央値 (26.2) に近い値を示す期間から重複を許して無作為 (ランダム) に抽出し、 F_{limit} と F_{target} および $F_{current}$ で漁獲した場合の漁獲量と親魚量の動向をコホート解析の前進法で予測した。シミュレーションのRPS値に用いた期間は1996年～2006年 (平均26.5) である。このシミュレーションを1,000回行ったところ、2010年～2016年の親魚量の平均値が2008年の親魚量 (平均3万8千トン) を上回る確率は、 F_{limit} で59%、 F_{target} で100%、 $F_{current}$ では40%となった (図19、表3)。

6. 2008年のABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

資源動向は減少、水準は中位で親魚量は B_{limit} を上回っているため、親魚量を維持できる漁獲係数 (F_{med}) を F_{limit} 、予防的措置として安全率0.8を採用する場合を F_{target} とした。現状の漁獲圧は F_{med} よりやや高く、また2006年の加入量は低いため、現状の漁獲圧をやや削減し資源を維持することが望ましいと考えられる。

(2) ABCの算定

平成19年度ABC算定のための基本規則の1-1)-(1)によって生物学的許容漁獲量(ABC)を算定した。管理が2008年から開始するため、 F_{limit} を2008年の親魚量を維持する F_{med} 、 F_{target} を $0.8F_{med}$ とした。 F_{limit} と F_{target} および2008年の推定資源量からABCを算定した。ABCの算定における資源量は、2007年および2008年の1歳魚以上についてはそれぞれ2006年および2007年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歳魚の資源尾数は再生産成功率RPSが1997年から2006年のRPSの中央値(26.2尾/Kg)であるとして求めた。2007年の漁獲圧は2002年～2006年の漁獲係数の平均 ($F_{current}$ 、 $F_{ave5-yr}$) であるとした。なお F_{med} は $F_{current}$ よりやや低い値となっている。

(3) 管理の考え方と許容漁獲量

ABC_{limit} 、 ABC_{target} および現状の漁獲圧で漁獲した場合の漁獲量等は次のとおりである(2014年までの資源量と漁獲量の予測は付表2に示す)。

漁獲シナリオ (管理基準)	管理の考え方	2008年 漁獲量 (千トン)	F値	漁獲 割合 (%)	評価		
					A (%)	B (千トン)	C (千トン)
ABC _{limit} (F_{med})	親魚量を2008年の水準 (3万8千トン)に維持する	45	1.20	45	59	41	48
ABC _{target} ($0.8F_{med}$)	親魚量を2008年の水準 に維持する(予防的措 置をとる)	40	0.96	40	100	84	83
現状の漁獲圧 維持 ($F_{current}$)	現状(2002～2006年)の 漁獲圧を維持する	45	1.22	46	40	37	44

F値(漁獲係数)は各年齢の単純平均値。漁獲割合は漁獲量/資源量。 $F_{current}$ は2002年～2006年のFの平均値($F_{ave5-yr}$)。評価欄は加入量変動を考慮した1000回のシミュレーションにおいて、

A: 2008年の親魚量(38千トン)を2010～2016年の平均が上回った確率。

B: 2010～2016年の平均親魚量(千トン)。

C: 2010～2016年の平均漁獲量(千トン)。

(3)ABCの再評価

2006年及び2007年のABCについて、最新の情報と今年度の算定方法で再計算を行った。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。2006年の1歳魚が当初の推定よりやや多かったため、2006年および2007年のABCはやや増加した。

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2006年(当初)	Fmed	88	42	37	-
2006年 (2006年再評価)	Fmed	94	43	38	-
2006年 (2007年再評価)	Fmed	98	46	40	44
2007年(当初)	Fmed	93	43	38	-
2007年 (2007年再評価)	Fmed	100	46	40	-

7. ABC以外の管理方策への提言

漁獲開始年齢を1歳に引き上げた場合、加入量当たり漁獲量はやや増加する(図17、表1)。FをFmedよりも引き下げFmaxとするとYPRは増加する(図16)。

8. 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.

補足資料1 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、 $M=2.5/\text{寿命}$ (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、最近年の F およびプラスグループの F 以外は(5)式によった。

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

最近年の F のうち1歳魚以上については過去3年間の F の平均とした。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。すなわち(6)、(7)式である。

$$F_{a,y} = \frac{(F_{a,y-3} + F_{a,y-2} + F_{a,y-1})}{3} \quad (6)$$

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

2) 2006年の0歳魚の推定

2006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の推定を行い、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求めた。資源量指数には、図6の4つの資源量指標値についてそれぞれ幾つか検討した結果、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大型定置網に入網する幼魚量(図6)の対数値を用いた。なお、宮崎県南部の定置網に入網する幼魚の量は東シナ海からの加入と地先群からの加入の両方を反映していると考えられ、この資源量指数は太平洋系群全体の加入状況を比較的よく代表していると推察される。

計算としては、2006年の0歳魚資源尾数 $N_{0,2006}$ が2006年の資源量指数 I_{2006} と比例関係にあるとして(8)式により推定した。

$$N_{0,2006} = \frac{I_{2006}}{q} \quad (8)$$

比例係数 q は(9)式を用いて求めた。

$$\hat{q} = \exp\left(\frac{\sum_{y=2002}^{2005} \ln\left(\frac{I_y}{N_{0,y}}\right)}{4}\right) \quad (9)$$

$F_{0,2006}$ は(8)式で得た $N_{0,2006}$ から(5)式を用いて求めた。

また1) および2) で得られた年別年齢別 F から各年の各年齢における選択率 $S_{a,y}$ (ある年の最高の年齢別 F で、その年の各年齢の F を除いた値) を求めた。

3) 将来予測

F_{current} は過去5年の F の平均値とし、2007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 ((10)式) に加え加入量を仮定した。

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

なお、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。但し、親魚量とRPSに弱い負の相関が見られることから、将来予測における加入量は過去最高の24億尾を超えないものとした。

漁獲尾数は(11)式によった。

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

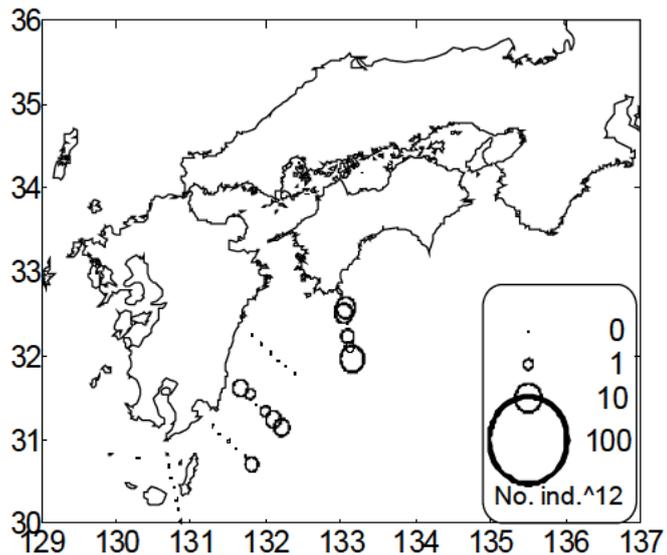
補足資料2 調査船調査の経過及び結果

担当機関	時期	海域・港等	データの種類
中央水研高知黒潮研究拠点	周年	土佐湾調査船調査試料	体長組成、生物測定、成熟状況、年齢査定

新規加入量調査

担当機関	時期	海域等	データの種類	手法等	船名
中央水研高知黒潮研究拠点	4月4日 ～14日	日向灘・熊野灘	稚幼魚分布量 プランクトン CTD観測結果	方形枠稚魚ネット、ニューストンネット	第七開洋丸
中央水研高知黒潮研究拠点	産卵期 毎月1日	土佐湾	仔稚魚分布量	IKMT、ニューストンネット	こたか丸
中央水研	5月9日 ～31日	黒潮統流域・黒潮親潮移行域	稚幼魚分布量	表中層トロール	北鳳丸

第七開洋丸により2007年4月4日から14日にかけて実施した「マアジ等黒潮重要浮魚類幼魚加入調査」の中で、九州南東海域で方形枠稚魚ネットの20分間表層曳きを行った。採集されたマアジ仔稚魚の分布を右図に示す。2007年の平均分布密度は調査開始以来最も低い値となった。種子島東方での採集数は2003年～2006年と同様に少ない。都井岬南東と足摺岬南方でやや採集されたがその密度は低く、依然として低水準のままである。



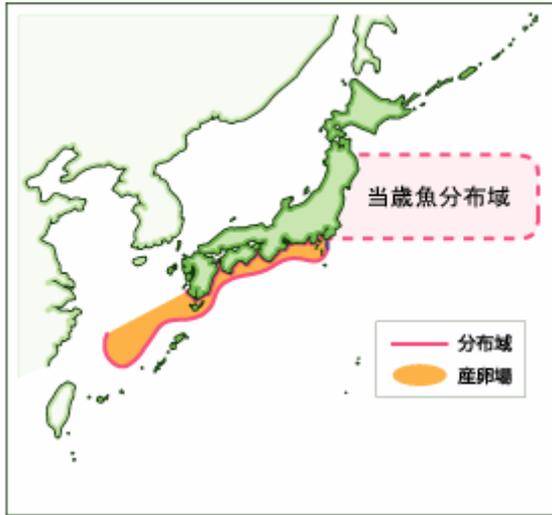


図1 マアジ太平洋系群の分布・回遊図

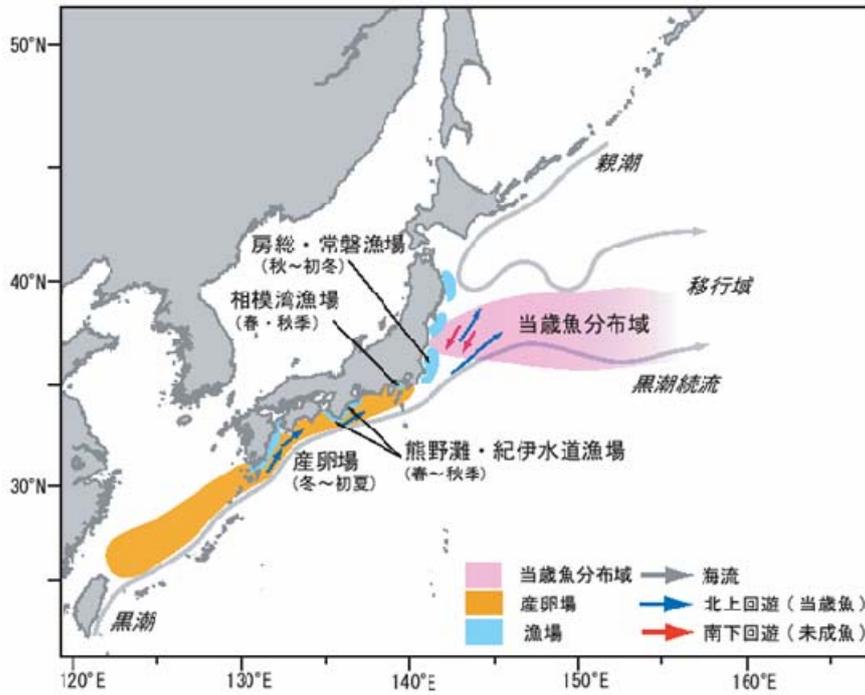


図2 生活史と漁場形成模式図

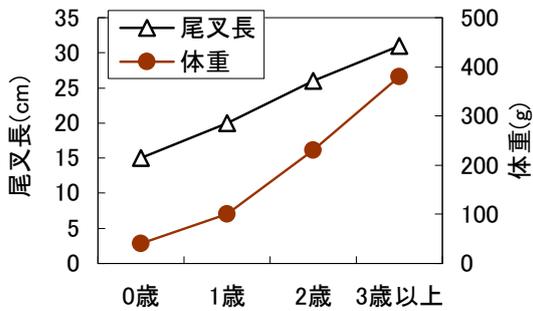


図3 年齢と成長の関係

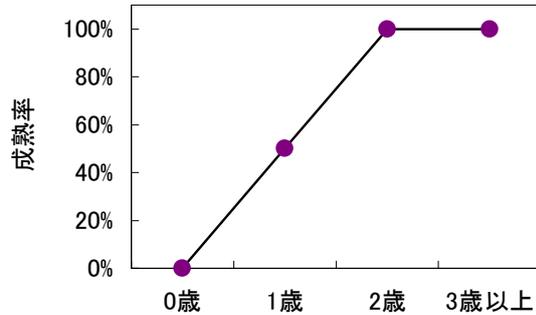


図4 年齢と成熟割合の関係

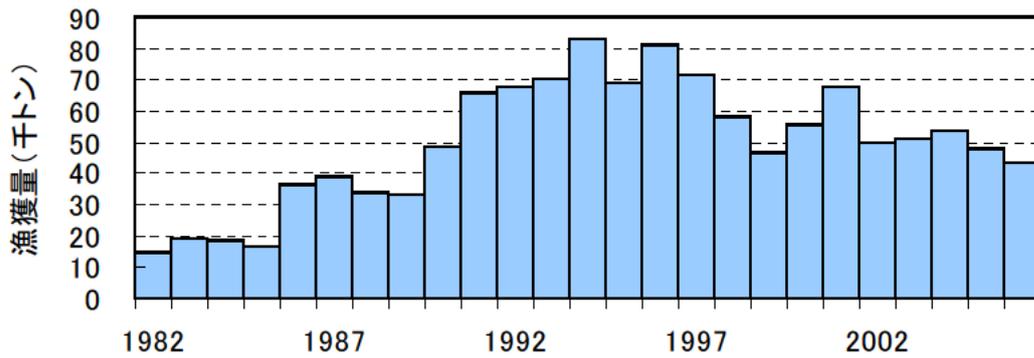


図5 マアジ太平洋系群の漁獲量の経年変化

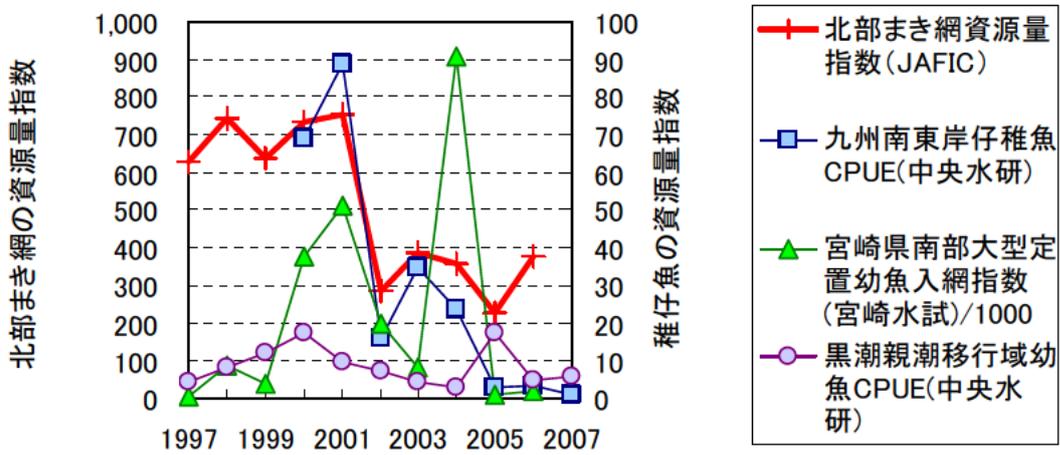


図6 資源量指標値の経年変化

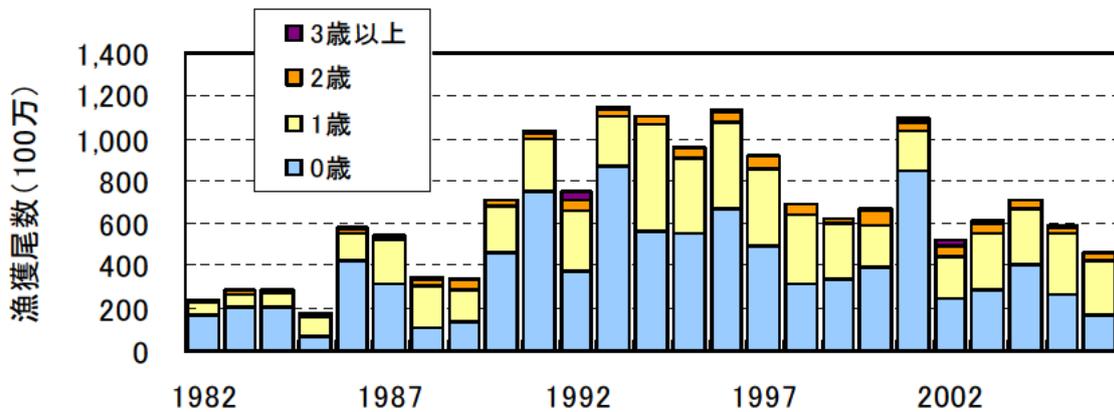


図7 年齢別漁獲尾数の経年変化

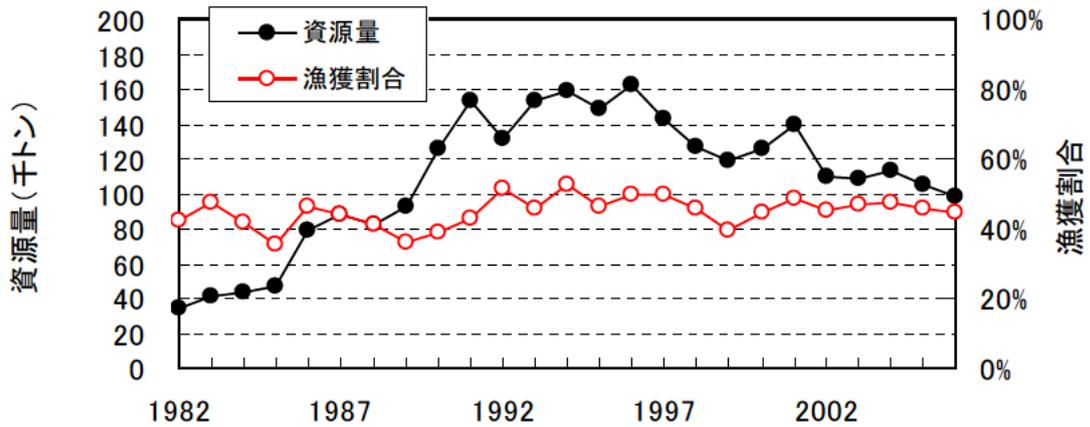


図8 マアジ太平洋系群の資源量と漁獲割合(=漁獲量/資源量)の経年変化

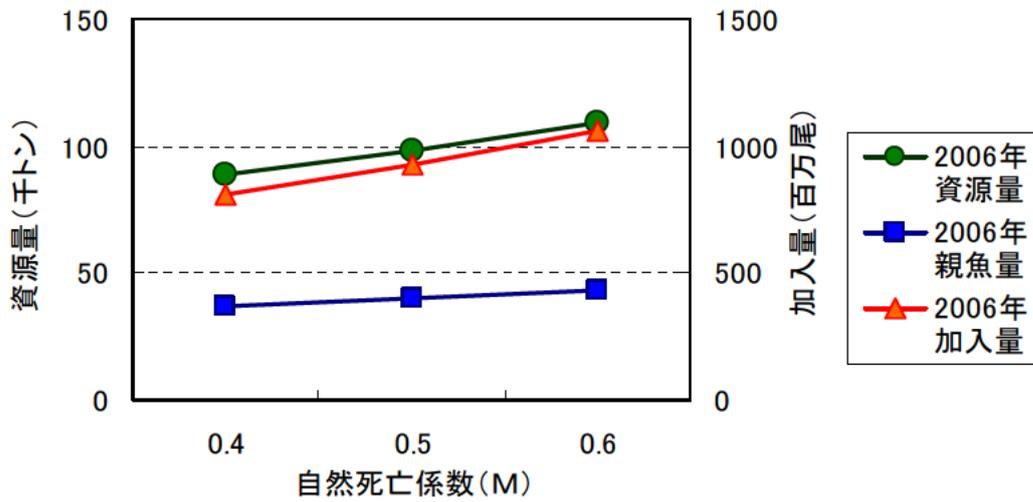


図9 自然死亡係数Mの違いによる資源量と親魚量および加入量の変化

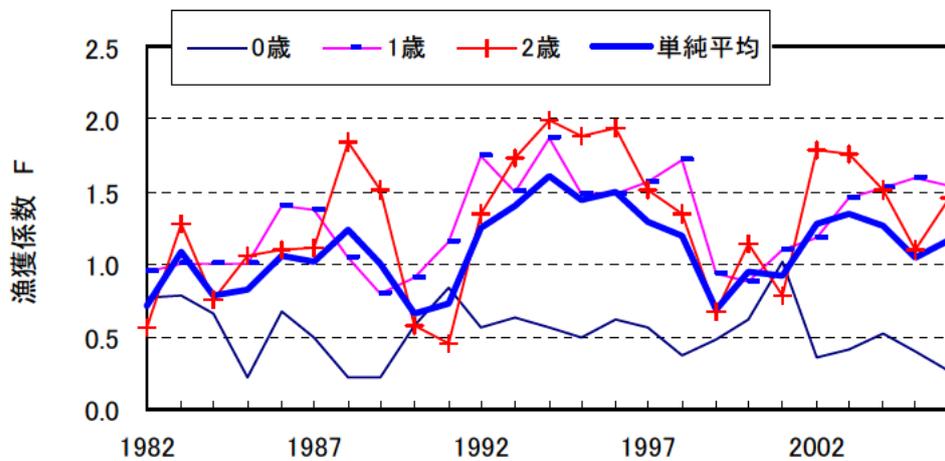


図10 年齢別漁獲係数Fとその単純平均値(Fbar)の経年変化

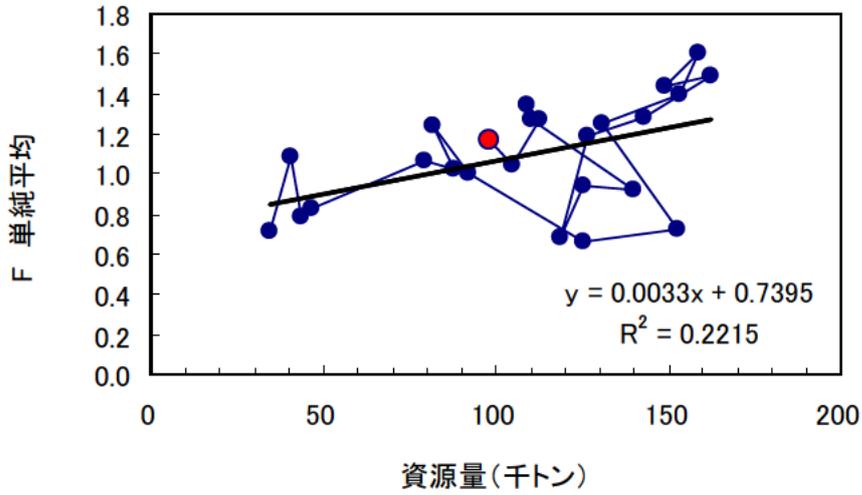


図11 マアジ太平洋系群の資源量と漁獲係数の関係

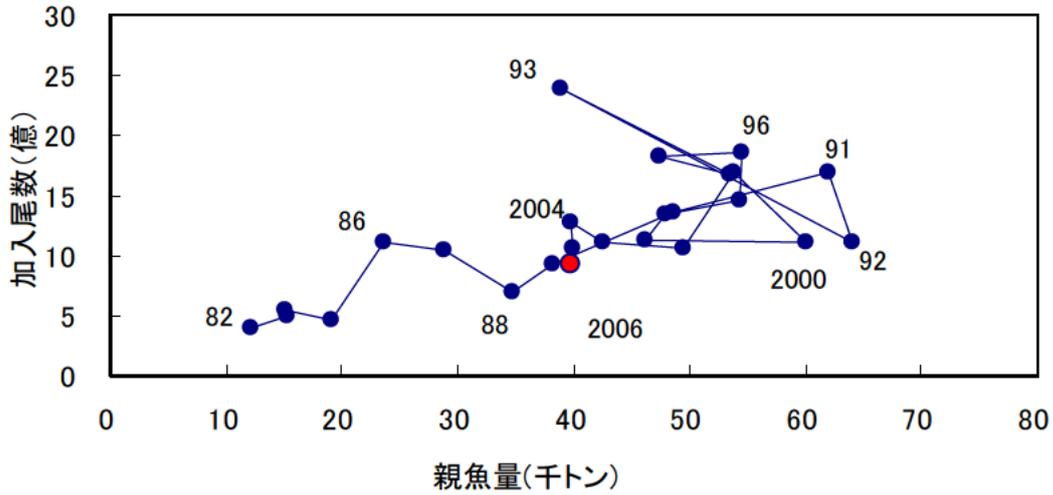


図12 親魚量と加入量(=0歳魚尾数)の関係(再生産関係)

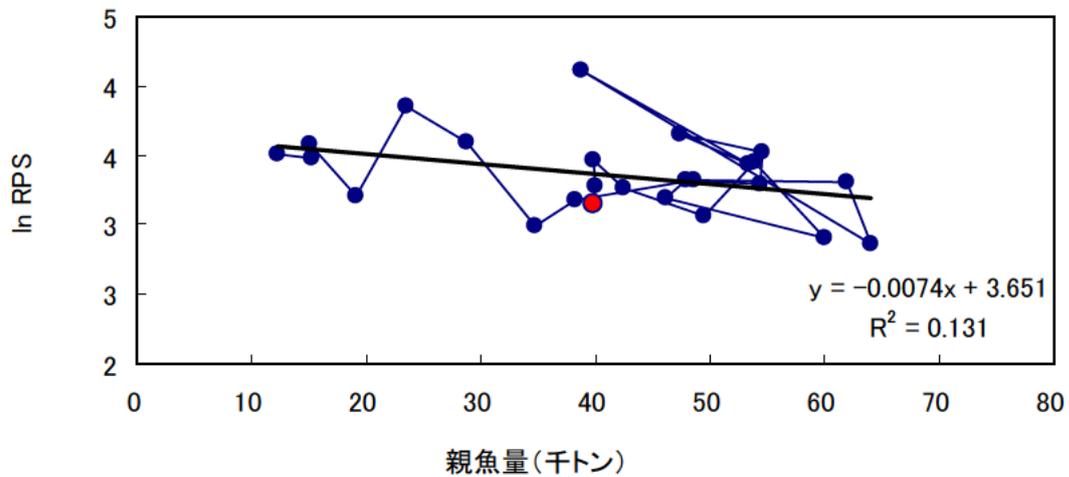


図13 親魚量と再生産成功率(RPS、対数)の関係

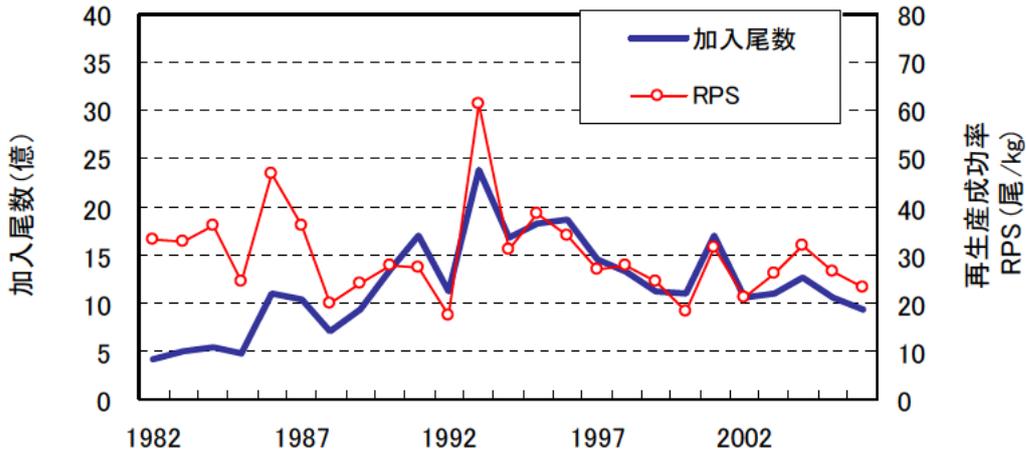


図14 マアジ太平洋系群の再生産成功率RPSと加入尾数の経年変化

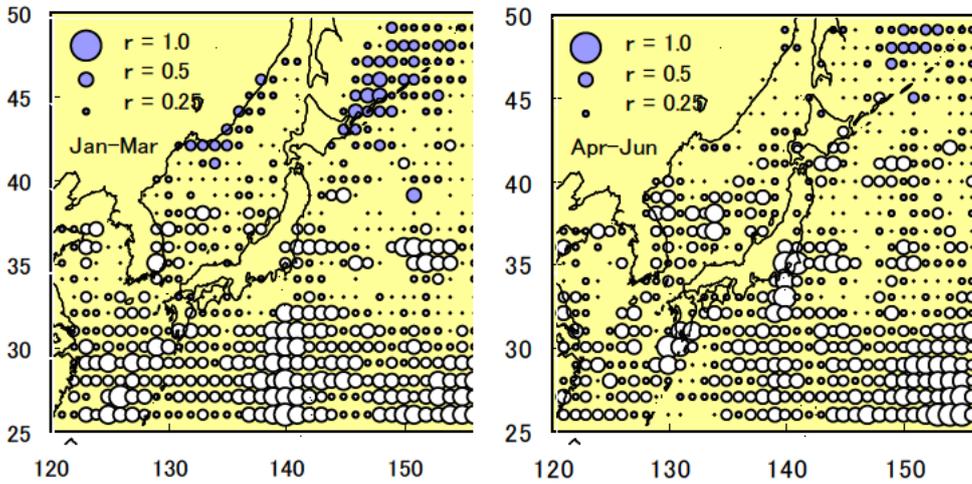


図15 再生産成功率と1-3月(左図)、4-6月(右図)の海面水温の相関係数マップ (●正相関、○負相関)

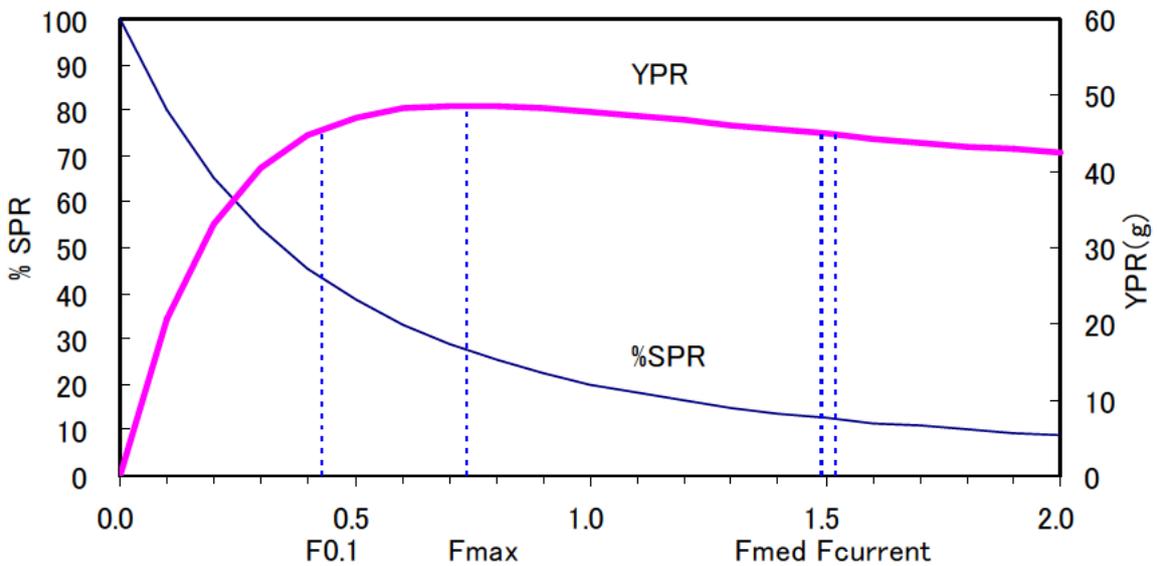


図16 完全加入年齢における漁獲係数FとYPRおよび%SPRの関係

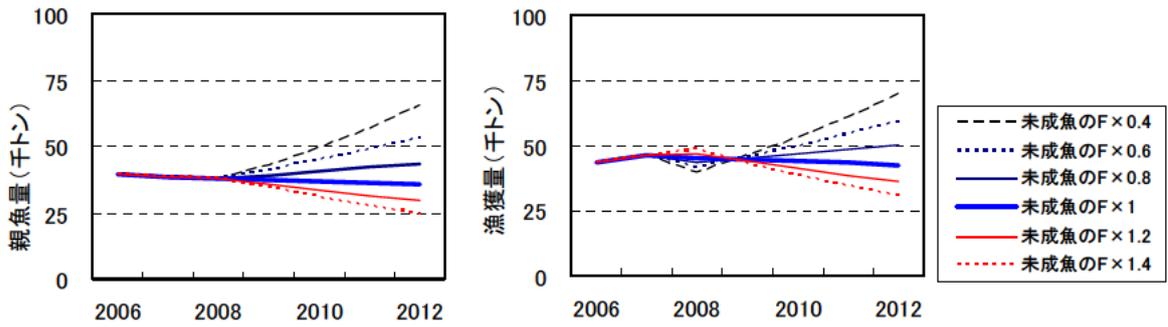


図17 マアジ太平洋系群の未成魚(0歳)に対する漁獲係数を現状の40%~140%とした場合の親魚量と漁獲量の将来予測

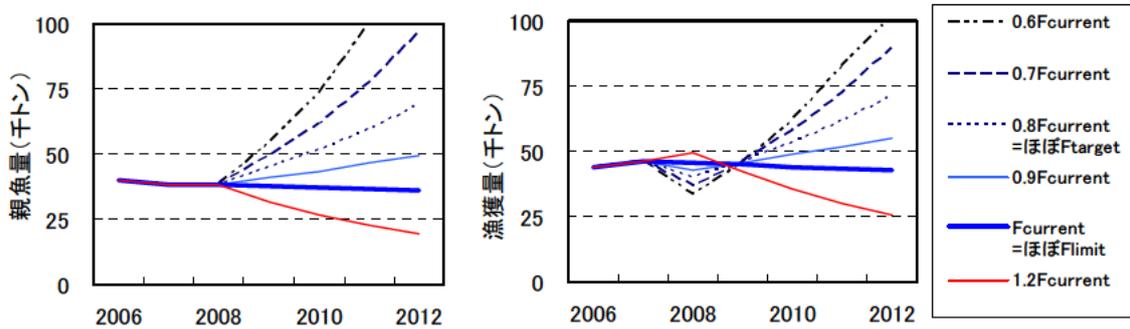


図18 漁獲係数を現状の60%~120%とした場合の親魚量と漁獲量の将来予測

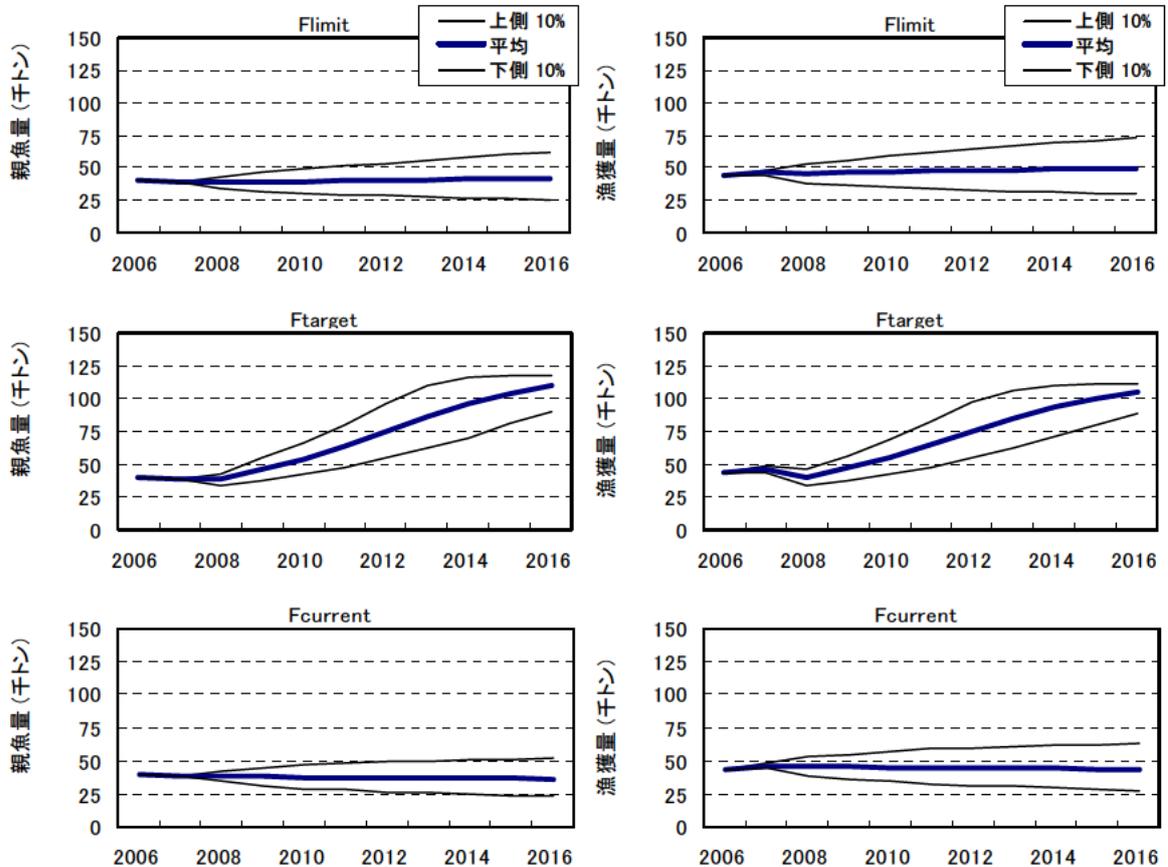


図19 1996年~2006年の再生産成功率を1000回無作為に抽出し、Flimit、Ftarget、Fcurrentで漁獲した場合の親魚量と漁獲量の将来予測

表1 マジ太平洋系群の未成魚(0歳)に対する漁獲係数を現状の40%~140%とした場合の親魚量と漁獲量の将来予測

F bar	基準値	親魚量(SSB, 千トン)							漁獲量(千トン)						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.16	未成魚のF×0.4	40	38	38	43	49	57	65	44	46	40	46	53	61	70
1.18	未成魚のF×0.6	40	38	38	41	45	49	53	44	46	42	46	50	55	59
1.20	未成魚のF×0.8	40	38	38	39	41	42	44	44	46	44	45	47	49	50
1.22	未成魚のF×1	40	38	38	38	37	36	36	44	46	45	45	44	43	43
1.24	未成魚のF×1.2	40	38	38	36	34	32	30	44	46	47	44	41	39	36
1.26	未成魚のF×1.4	40	38	38	35	31	27	25	44	46	48	43	39	34	31

表2 漁獲係数を現状の60%~120%とした場合の親魚量と漁獲量の将来予測

F bar	基準値	親魚量(SSB, 千トン)							漁獲量(千トン)						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0.73	0.6Fcurrent	40	38	38	55	74	100	130	44	46	33	45	62	83	102
0.86	0.7Fcurrent	40	38	38	49	62	77	97	44	46	37	46	58	72	90
0.98	0.8Fcurrent =ほぼFtarget	40	38	38	45	52	60	69	44	46	40	46	53	62	71
1.10	0.9Fcurrent	40	38	38	41	44	46	50	44	46	43	46	49	52	55
1.22	Fcurrent =ほぼFlimit	40	38	38	38	37	36	36	44	46	45	45	44	43	43
1.47	1.2Fcurrent	40	38	38	32	27	23	19	44	46	50	42	36	30	26

表3 Flimit、Ftarget、Fcurrentによる親魚量(SSB,上)と漁獲量(下)の予測幅

		SSB(千トン)										2010-16 年平均	SSB> SSB2008
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
Flimit = Fmed	平均	38	39	39	40	40	41	41	42	42	41	591	
	上側 10%	43	46	49	51	53	56	58	60	62			
	下側 10%	34	32	31	29	29	27	27	26	26			
Ftarget =0.8Fmed	平均	38	46	54	64	75	86	96	104	109	84	1000	
	上側 10%	43	55	66	80	97	109	116	118	118			
	下側 10%	34	38	42	48	55	63	70	81	90			
F current =Fave5-yr	平均	38	38	38	38	37	37	37	37	36	37	396	
	上側 10%	43	45	47	49	50	49	51	51	52			
	下側 10%	34	31	29	28	27	25	25	24	23			

		漁獲量(千トン)										2010-16年 平均
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Flimit = Fmed	平均	46	46	47	47	48	48	49	49	50	48	
	上側 10%	53	56	59	62	64	67	69	71	73		
	下側 10%	38	37	36	34	33	32	31	31	30		
Ftarget =0.8Fmed	平均	40	47	55	65	75	85	94	100	105	83	
	上側 10%	47	56	68	82	97	106	110	111	111		
	下側 10%	33	37	42	48	55	63	71	80	89		
F current =Fave5-yr	平均	46	45	45	45	45	44	44	44	44	44	
	上側 10%	54	55	57	60	59	61	62	62	63		
	下側 10%	38	36	34	33	31	31	29	28	27		

SSB>SSB2008: 1000回の試算で2010年~2016年の平均SSBが2008年SSBを上回る回数

付表1 マアジ太平洋系群のコホート解析(後退法)

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
0歳	170	211	204	70	420	317	108	140	466	750	375	867	558	556	672	489	320	335	398	847	249	291	400	269	163
1歳	57	56	68	84	135	200	194	144	210	244	287	233	507	348	403	372	322	264	190	187	200	266	271	284	262
2歳	7	16	10	16	20	18	35	50	32	31	51	30	35	47	53	56	44	21	71	45	47	45	38	30	34
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	7	5	5	8
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	609	714	588	467

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
0歳	7	8	8	3	17	13	4	6	19	30	15	35	22	22	27	20	13	13	16	34	10	12	16	11	7
1歳	6	6	7	8	13	20	19	14	21	24	29	23	51	35	40	37	32	26	19	19	20	27	27	28	26
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
3歳以上	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	4	6	2	1	2	2	3	2	4	5	3	2	2	2	3
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	44

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
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	1,336	1,120	1,105	1,698	1,054	1,105	1,269	1,053	925
1歳	120	114	139	172	230	344	386	339	452	458	447	385	769	578	670	604	504	561	419	360	370	445	444	458	429
2歳	20	28	25	31	38	35	53	83	93	110	88	47	52	72	80	93	76	55	134	106	72	69	63	58	57
3歳以上	4	8	6	9	8	9	9	6	12	36	56	23	8	5	7	8	14	14	22	30	38	11	8	10	14
計	550	649	714	681	1,384	1,432	1,144	1,351	1,910	2,303	1,703	2,837	2,498	2,473	2,614	2,163	1,930	1,750	1,679	2,194	1,534	1,630	1,784	1,580	1,425

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
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	0.48	0.62	1.02	0.36	0.41	0.52	0.40	0.26
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	1.10	1.18	1.46	1.53	1.59	1.53
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	0.78	1.78	1.76	1.51	1.10	1.45
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	0.78	1.78	1.76	1.51	1.10	1.45
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	1.28	1.19	0.69	0.94	0.92	1.28	1.35	1.27	1.05	1.17
漁獲割合	43%	47%	42%	36%	46%	44%	41%	36%	39%	43%	52%	46%	52%	46%	50%	50%	46%	39%	44%	48%	45%	47%	48%	46%	44%

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
0歳	16	20	22	19	44	42	28	37	54	68	45	95	67	73	74	58	53	45	44	68	42	44	51	42	37
1歳	12	11	14	17	23	34	39	34	45	46	45	39	77	58	67	60	50	56	42	36	37	45	44	46	43
2歳	5	6	6	7	9	8	12	19	21	25	20	11	12	17	18	21	18	13	31	24	17	16	14	13	13
3歳以上	2	3	2	3	3	4	3	4	5	14	21	9	3	2	3	3	5	5	8	12	14	4	3	4	5
計	34	41	44	46	79	88	82	92	125	153	131	153	159	149	162	143	127	119	125	140	110	109	113	105	98
親魚量	12	15	15	19	24	29	35	38	49	62	64	39	53	47	54	54	48	46	60	54	50	42	40	40	40
RPS	33	33	36	25	47	36	20	24	28	27	17	61	31	38	34	27	28	24	18	32	21	26	32	26	23

* 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。

付表2-1 マアジ太平洋系群のコホート解析の前進法によるABC算定

Ftarget (=0.8Fmed)	0.96
M	0.5
RP Smed	26.2
Rmax	2,381

年齢	選択率	平均体重(g)	成熟割合
0	0.26	40	0
1	0.96	100	0.5
2	1.00	230	1.0
3+	1.00	380	1.0

Flimit (=Fmed)	1.20
M	0.5
RP Smed	26.2
Rmax	2,381

年齢	選択率	平均体重(g)	成熟割合
0	0.26	40	0
1	0.96	100	0.5
2	1.00	230	1.0
3+	1.00	380	1.0

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	163	253	205	245	285	334	390	456	488
1歳	262	259	220	237	284	330	386	451	527
2歳	34	34	33	43	47	56	65	76	89
3歳以上	8	6	5	7	9	10	12	14	17
計	467	553	462	532	625	730	853	997	1,121

年齢別漁獲量(千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	7	10	8	10	11	13	16	18	20
1歳	26	26	22	24	28	33	39	45	53
2歳	8	8	8	10	11	13	15	18	21
3歳以上	3	2	2	3	4	4	5	5	6
計	44	46	40	46	54	63	74	86	99

ABCtarget

年齢別資源尾数(百万尾) R=RP Smed × SSB 但し SSB > 89 では24億尾

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	925	1,007	999	1,196	1,391	1,627	1,902	2,223	2,381
1歳	429	434	414	447	535	622	727	850	994
2歳	57	56	61	80	86	103	120	141	164
3歳以上	14	10	9	13	17	19	23	26	31
計	1,425	1,508	1,483	1,736	2,029	2,372	2,772	3,240	3,570

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	0.26	0.39	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
1歳	1.53	1.46	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
2歳	1.45	1.52	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
3歳以上	1.45	1.52	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
平均	1.17	1.22	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
漁獲割合%	44	46	40	40	40	40	40	40	41

2002-2006年の平均

年齢別資源量と親魚量(千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	37	40	40	48	56	65	76	89	95
1歳	43	43	41	45	53	62	73	85	99
2歳	13	13	14	18	20	24	28	32	38
3歳以上	5	4	3	5	6	7	9	10	12
計	98	100	99	116	135	158	185	216	244
親魚量	40	38	38	46	53	62	73	85	99

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	163	253	247	247	247	247	247	247	247
1歳	262	259	245	245	245	245	245	245	245
2歳	34	34	37	36	36	36	36	36	36
3歳以上	8	6	5	6	6	6	6	6	6
計	467	553	534	534	534	534	534	534	534

年齢別漁獲量(千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	7	10	10	10	10	10	10	10	10
1歳	26	26	25	24	25	25	25	25	25
2歳	8	8	9	8	8	8	8	8	8
3歳以上	3	2	2	2	2	2	2	2	2
計	44	46	45	45	45	45	45	45	45

ABClimit

年齢別資源尾数(百万尾) R=RP Smed × SSB 但し SSB > 89 では24億尾

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	925	1,007	999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1歳	429	434	414	414	414	414	414	414	414
2歳	57	56	61	60	60	60	60	60	60
3歳以上	14	10	9	10	10	10	10	10	10
計	1,425	1,508	1,483	1,484	1,484	1,484	1,484	1,484	1,484

年齢別漁獲係数と漁獲割合

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	0.26	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
1歳	1.53	1.46	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
2歳	1.45	1.52	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
3歳以上	1.45	1.52	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
平均	1.17	1.22	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
漁獲割合%	44	46	45	45	45	45	45	45	45

2002-2006年の平均

年齢別資源量と親魚量(千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	37	40	40	40	40	40	40	40	40
1歳	43	43	41	41	41	41	41	41	41
2歳	13	13	14	14	14	14	14	14	14
3歳以上	5	4	3	4	4	4	4	4	4
計	98	100	99	99	99	99	99	99	99
親魚量	40	38	38	38	38	38	38	38	38

付表2-2 マジ太平洋系群のコホート解析の前進法による参考値算定

Fcurrent (=Fave5-yr)	1.22		
M	0.5		
年 齢	選択率	平均体重(g)	成熟割合
0	0.26	40	0
1	0.96	100	0.5
2	1.00	230	1.0
3+	1.00	380	1.0
RP Smed	26.2		
Rmax	2,381		

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	163	253	251	247	243	240	236	232	229
1歳	262	259	247	245	241	238	234	231	227
2歳	34	34	37	36	35	35	34	34	33
3歳以上	8	6	5	6	5	5	5	5	5
計	467	553	541	533	525	517	509	502	494

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	7	10	10	10	10	10	9	9	9
1歳	26	26	25	25	24	24	23	23	23
2歳	8	8	9	8	8	8	8	8	8
3歳以上	3	2	2	2	2	2	2	2	2
計	44	46	45	45	44	43	43	42	41

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	925	1,007	999	983	968	954	939	925	911
1歳	429	434	414	411	404	398	392	386	380
2歳	57	56	61	58	58	57	56	55	55
3歳以上	14	10	9	9	9	9	9	9	8
計	1,425	1,508	1,483	1,461	1,439	1,417	1,396	1,375	1,354

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	0.26	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
1歳	1.53	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
2歳	1.45	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
3歳以上	1.45	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
平均	1.17	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
漁獲割合(%)	44	46	46	46	46	46	46	46	46

2002-2006年の平均

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0歳	37	40	40	39	39	38	38	37	36
1歳	43	43	41	41	40	40	39	39	38
2歳	13	13	14	13	13	13	13	13	13
3歳以上	5	4	3	4	3	3	3	3	3
計	98	100	99	97	96	94	93	92	90
親魚量	40	38	38	38	37	36	36	35	35