

平成 22 年度マイワシ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（本田 聡・西田 宏・川端 淳・能登正幸）

参 画 機 関：東北区水産研究所、北海道立総合研究機構釧路水産試験場、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、愛知県水産試験場漁業生産研究所、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、鹿児島県水産技術開発センター、大阪府水産技術センター、香川県水産試験場

要 約

産卵量および加入量指数を用いたチューニング VPA により、2009 年までの資源量ならびに年齢別漁獲係数などを推定し、また 2010 年以降の資源動向に関する将来予測を行った。ただし、2009 年加入量（0 歳魚資源尾数）は加入量指数から直接的に推定し、2010 年加入量は北上期中層トロール調査による現存量推定値に基づいて仮定した。資源量は 1994 年に 100 万トンを下回り、その後 1999 年まで 70 万～90 万トン台で推移した後再び減少し、2002 年以降 2007 年まで 10 万トン台で推移した。2008 年以降は増加傾向がみられ、2009 年当初資源量は 20 万トンと推定された。親魚量は 2002 年以降 10 万トンを下回る水準で推移している。2009 年当初親魚量は 72 千トンと推定された。これは本資源の回復目標である 1996 年親魚量（Blimit、221 千トン）を下回っているが、2010 年初頭における親魚量は、近年では高豊度と考えられた 2008 年級群が親魚量に加わることにより、129 千トンまで増加したと考えられた。評価の不確実性が特に高い最近年（2009 年）を除く近年 10 年間（1999～2008 年）の再生産成功率 RPS（加入量/親魚量）は、5.4～115.8 尾/kg で推移し、その中央値（RPSmed）は 17.9 尾/kg であった。ABC 算定にあたっては、資源を現状で維持する漁獲方策として Fmed による漁獲を行った場合、現在の漁獲圧（Fcurrent）を継続した場合、現状の漁獲圧を 5 割あるいは 6 割削減した場合（0.5Fcurrent、0.4Fcurrent）、さらに、親魚量を増大させる漁獲方策として Fmed を 2009 年時点の親魚量と Blimit の比で減じた漁獲圧（Frec）の下での資源の動向について示した。なお、高豊度での加入が想定される 2010 年級は、2011 年 ABC ならびに算定漁獲量の 7 割を占めることに留意されたい。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2011 年 ABC
			5 年後 (80% 区間)	5 年 平均	Blimit へ回復 (5 年後)	Bban を 回避 (10 年間)	
親魚量の増大 ($F_{med} \times$ B/B_{limit}) (F_{rec})	0.13 ($0.18F_{current}$)	11 %	83 千トン ～ 834 千トン	183 千 トン	100%	100%	53 千 トン
親魚量の増大 ($0.4F_{current}$)	0.31 ($0.4F_{current}$)	23 %	89 千トン ～ 929 千トン	249 千 トン	93%	100%	113 千 トン
親魚量の増大 ($0.5F_{current}$)	0.39 ($0.5F_{current}$)	28 %	84 千トン ～ 792 千トン	242 千 トン	81%	100%	136 千 トン
親魚量の維持 (F_{med}) *	0.41 ($0.56F_{current}$)	29 %	80 千トン ～ 860 千トン	254 千 トン	76%	100%	140 千 トン
							2011 年算 定漁獲量
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)	0.78 ($F_{current}$)	45 %	35 千トン ～ 385 千トン	208 千 トン	23%	85%	222 千 トン
コメント ・2009 年当初時点での親魚量が Blimit を下回ることから、本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)を用いた。 ・加入量および年齢別選択率の年変動が大きく、将来予測における不確実性は高い。 ・加入量を増大させ、資源の回復・増大を図る場合は、未成魚を保護し、親魚量を増加させることが効果的である。 ・平成 18 年に設定されたマイワシに関する中期的管理方針は資源水準の維持を基本方向としていることから、F_{med} による漁獲シナリオがこれに合致する。 ・高豊度での加入が想定される 2010 年級は、2011 年 ABC ならびに算定漁獲量の 7 割を占めることに留意されたい。							

$F_{current}$ (現状の漁獲係数) は、2007～2009 年における完全加入 (選択率=1) 年齢の F を平均し、これをコホート解析のステップ 1 (補足資料 3 を参照) で求めた 2009 年の年齢別選択率に乘じ、この年齢別 F の平均値とした。漁獲割合は漁獲量/推定資源量である。ABC ならびに算定漁獲量は、不確実性が特に高い最近年 (2009 年) を除く近年 10 年間 (1999 ～ 2008 年) の再生産成功率の中央値 (RPS_{med}: 17.9 尾/kg) の下で算定。将来漁獲量ならびに評価値は、最近年 (2009 年) を除く近年 10 年間 (1999 ～ 2008 年) における個々の RPS

値からランダムにリサンプリングを行い、その年の親魚量に乗じて加入量を推定するシミュレーション（1000 回試行）により算定した。将来漁獲量の 5 年後は 2015 年、5 年平均は 2011～2015 年。評価は漁獲が行われた翌年の資源量および親魚量で判断するため、5 年後は 2016 年当初、10 年後は 2021 年当初まで。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2008	118	27	0.50	23%
2009	202*	47	0.40	23%
2010	390*	-	-	-

*2009 年級群の加入量は、過去（1997～2004 年）の調査船調査より得られた 0 歳魚加入量指数とコホート解析で求めた加入量との回帰式に 2009 年の調査結果を代入して求めた。また 2010 年級群の加入量は 80 億尾と仮定した（理由については後述）。

	指標	値	設定理由
Bban	資源量	22 千トン	Wada and Jacobson(1995)による 前回の低水準期の最低資源量 これ以下の親魚量だと、高い再生 産成功率のもとでも、良好な加入 量が期待できない。
Blimit	親魚量	1996 年水準（221 千トン）	
2009 年	親魚量	1996 年水準未満（72 千トン）	

水準：低位 動向：増加

Bban の 22 千トンは、全国漁獲量が最低であった 1965 年における太平洋側の漁獲量 6,700 トンに対し、漁獲割合を 30%とした場合の資源量とも対応。Blimit については後述。水準は近年 20 年間、動向は近年 5 年間の資源量の推移により判断した。

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（農林水産省統計部（旧統計情報部）） 主要港水揚量（18 道県、関係府県） 月別体長組成調査（水研セ、北海道～鹿児島（18 道県）等） 体長－体重調査・体長－年齢調査（水研、北海道～鹿児島（18 道県）等）
資源量指数 ・ 産卵量 ・ 加入量指数 ・ 0 歳魚分布豊度	卵採集調査（水研セ、関係都道府県）：ノルパックネット 移行域幼稚魚調査（水研セ）：表中層トロール 北西太平洋北上期中層トロール調査（西部太平洋サンマ資源調査および北上期浮魚類調査、いずれも水研セ）：表中層トロー

・ 未成魚越冬群分布密度	ル・計量魚探 未成魚越冬群指数（千葉県、茨城県） 越冬期浮魚類現存量推定調査（水研セ）：表中層トロール・計量魚探
自然死亡係数（M）	年当たり $M=0.4$ を仮定（田中 1960）
大中型まき網の漁獲努力量に関する指数	三陸・常磐海域における大中型まき網による魚種別 CPUE 分布と表面水温～分布回遊状況解析調査～（JAFIC）

1. まえがき

マイワシは数十年規模の資源変動をすることが知られている(Klyashtorin, 1988)。特にマイワシ太平洋系群における 1988 年以降の資源量の急速な減少は、1988～1991 年級群の連続した加入失敗に起因しており、これは海洋環境の影響による (Watanabe *et al.* 1995)。しかしながら、近年の資源低水準期にあっても、仮に漁獲圧を削減したならば、資源状態が順調に回復していたはずとの報告 (Yatsu and Kaeriyama 2005) もある。

2. 生態

(1) 分布・回遊（図 1）

産卵海域：資源が増加し始めた 1970 年代前半は、産卵場が土佐湾とその周辺から関東近海へと拡大し、さらに 1976 年からは薩南海域に大規模な産卵場が出現し、1985 年から 1990 年頃までの高水準期には、薩南から紀伊半島沖にかけての黒潮流域に大規模な産卵場が形成された。資源水準の低下に伴い、薩南海域の大規模な産卵場は 1990 年を最後に消滅し、近年の産卵海域は土佐湾を中心とした小規模なものとなっている。

分布回遊：資源の高水準期には、房総～三陸、道東、さらに千島列島南部沖海域及び日付変更線付近までの広域を索餌回遊していたとされている。近年の資源低水準期においても、密度は低いものの、幼稚魚は黒潮続流域から黒潮親潮移行域に広く分布し、0 歳魚の間は親潮域も含めた北西太平洋の広域に分布することが明らかになっている。成魚については、近年においては大規模な回遊はしていないと考えられる。

漁場：近年の漁場は房総～常磐海域が中心で、夏秋季には三陸南部海域まで北上することもある。道東海域では 1993 年を最後に漁場形成はない。冬季には房総海域に未成魚が来遊する。

(2) 年齢・成長

本系群の 2009 年漁期における年齢と平均体長・体重の関係を、下表および図 2 に示す（なお、各年の年齢別平均体重については補足資料 4 に掲載した）：

年齢(2009 年漁期平均)	0	1	2	3	4	5+
被鱗体長(cm)	11.2	16.9	19.1	20.0	20.4	21.1
体重(g)	23	68	94	108	114	127

寿命は 7 歳程度。年齢と成長の関係は資源量水準により変動する。

(3) 成熟・産卵

本系群における年齢と成熟率の関係を下表及び図 2 に示す。資源水準が低下して以降、成熟年齢は低下し、近年では 1 歳魚で成熟が始まり、2 歳魚ではほとんどの個体が成熟する（本評価報告書においては、1998 年以降については 1 歳魚の成熟率を 50%、2 歳魚以上を 100%として資源評価ならびに将来予測を行っている）：

満年齢(年当初時点)	0	1	2	3	4	5+
1976～1993 年	0	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0
1994～1997 年	0	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0
1998 年以降	0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0

産卵期は 10～5 月で、最盛期は 2～3 月。卵の分布状況によると、近年の産卵は土佐湾が中心である（図 1、図 7）。

(4) 被捕食関係

仔魚期は小型の動物プランクトンを、成長に伴い大型の餌を捕食ようになる。成魚は珪藻類も濾過捕食する。資源高水準期には、中・大型の魚類、海産ほ乳類、海鳥類などに捕食されていた。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

近年の漁獲の多くは、房総～常磐海域の大中型まき網により、0～1 歳魚を主体として揚げられている（図 1、図 10）。大中型まき網はマイワシ以外にサバ類なども主たる漁獲対象種としており、サバ類の漁模様の兼ね合いでマイワシに掛かる漁獲努力量の変動することがある（3. (3) にて後述）。また、中型まき網、定置網等でも漁獲対象となる。総漁獲量の 7～9 割は三重県以東海域での漁獲で、和歌山県以西海域における水揚量は少ない（表 1、図 3）。なお、1994 年以降、道東海域でのマイワシに対するまき網漁場は形成されておらず、ロシアほか外国漁船による我が国 200 カイリ内での漁獲もない。

(2) 漁獲量の推移

1964 年から 1967 年まで 1 万トンを下回っていたが、その後増加傾向が続き、1983 年から 1989 年までは 250 万トンを超える極めて高い水準を維持した。その後は減少に転じ、1993 年には 100 万トンを下回った。1995 年から 2001 年までは 10 万～30 万トン台で推移した後、2002 年以降は 10 万トンを超える低水準で推移している。2009 年の漁獲量は 47 千トンで、1975 年以降では 2005 年の 25 千トン、2008 年の 27 千トンに次ぐ低水準に留まった（表 1、図 3）。

近年のなかでも特異的な年として、漁獲量が減少した 2005 年、また逆に漁獲量が増加した 2007 年を挙げることが出来る。2005 年については、マイワシ資源量が少なかったことに加え、サバ類の 2004 年級群の豊度が高く、まき網の漁獲努力がサバに向かい、マイワシへの努力量が減少したことが影響している（後述）。また 2007 年については、

それまで 1 万トン以下の漁獲量で推移していた和歌山県以西海域において、0 歳魚を主体に漁獲量が 23 千トンへと急増したこと、房総海域の越冬期漁場において 1、2 歳魚の好漁が見られたことから、同年の漁獲量全体として 65 千トンとなった（図 3）。

（3）漁獲努力量と F の推移

漁業情報サービスセンターによる北部まき網（房総以北海域における大中型まき網）の年間漁獲量、年間有効努力量ならびに各月の有効努力量の推移を図 4 に示した。マイワシへの努力量は年々低下する傾向にある。2005 年および 2008 年には漁獲量・有効努力量ともに大きく減少しているが、これはサバ類の 1 歳魚を対象とした漁況が良く、努力量がサバ類主体に向いていた影響が考えられる。これは、月別の有効努力量の推移に現れている（図 4 下）。マイワシの主漁期でありかつサバ類の初漁期にあたる 7～9 月における有効努力量をみると、前述した 2005 年および 2008 年 7～9 月の努力量総計値は他の年よりも低い（同時期のサバ類に対する努力量は、近年では比較的高い値を示していた）。これ以外にも、2002～2005 年の漁期は夏場中心であったが、2007 年は比較的まとまった越冬期漁場が形成されたこと、また 2006 年 6～8 月には 1 歳魚、2007 年 1～3 月には 1、2 歳魚を対象とした漁獲努力量の増加が見られたことが分かる。

表 2 および図 5 に漁獲係数 F の推移を、また図 6 に資源量と F の関係を示した（ F の推定方法については 4.（1）および補足資料 3 に、また詳細な結果は補足資料 4 に記載）。本報告書中で特に断り無く F と記述した場合は、単純平均値を示す。ただし、YPR や % SPR と F の現状あるいは指標値との関係を示す場合のみ（例：図 19）、計算と比較の都合上、選択率 1 の下での F 、すなわちその年の年齢別 F の最大値を用いた。

1980 年代後半に資源が減少して以降、 F は急激に上昇し、かつ毎年大きく増減している（図 6）。近年では 2005 年に F が下降した後 2007 年に急上昇したが、前者はまき網の漁獲努力がサバ類に多く振り向けられた年、後者は特に和歌山県以西の海域において 0 歳魚が例年になく多獲された年に合致する。なお、年齢別 F の単純平均では 2005 年の F の低下は明確ではないが、年齢別資源尾数を用いた加重平均の F でみると、 F の大幅な低下が明らかになる（図 5）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法（全体のフロー図を補足資料 1 とした）

関係試験研究機関が資源評価調査（補足資料 2）により収集した漁獲量、漁獲物の体長組成、体長－体重関係、体長－年齢関係の解析データより年齢別漁獲尾数を求め（補足資料 4）、コホート解析（補足資料 3）を行った。まず、最近年である 2009 年の年齢別 F について、それぞれ直近 3 ヶ年（2006～2008 年）の平均値を計算し、さらに最近年の 4 歳と 5 歳以上の F の比が 1 となる条件の下で年齢別 F を探索し、年齢別選択率を求めた。但し 2009 年については、「黒潮親潮移行域幼稚魚調査」で得られた加入量指数が比較的高かったにもかかわらず、同漁期における 0 歳魚の漁獲尾数は 1 億 2 千万尾弱と、近年における 0 歳魚の漁獲尾数に比べてかなり低い値に留まった。このままコホート解析のチューニングを行うと、近年の F が低めに評価されると共に近年の加入量がかなり高く見積もられ、特に 2008 年以降資源量が急激に増加し、2009 年初頭には 42 万トンと 2000 年当時の資源量を上回る値まで達する、非現実的な結果を導く結果となった。そこで、2009

年における 0 歳魚の漁獲については、何らかの理由により 0 歳魚の選択率が例年に比べて大きく低下したことにより 0 歳魚の漁獲量が減少したと考え、従来の年齢別選択率を用いたコホート解析で加入量ならびに 0 歳魚の F を求めるのではなく、後述する「黒潮親潮移行域幼稚魚調査」で得られる 0 歳魚の加入量指数と、コホート解析によって得られた 0 歳魚資源量推定値との回帰式を求め、そこに 2009 年の調査結果を代入して得た値を加入量として用いることとした。

次のステップとして、後述する潮岬以東海域における産卵量と親魚量、また加入量指数と加入量の対数残差平方和が小さくなるようにコホート解析のチューニングを行った。チューニング対象期間は、産卵量と親魚量については、1996～2009 年までの間、また加入量指数と加入量については、先に 2009 年の加入量を加入量指数との回帰式から求めていることから、その年を除いた 1996～2008 年の間とした。海区别産卵量と親魚量の推移を比較すると、全海区の産卵量合計値よりも潮岬以東海域に当たる海区 I と II の産卵量の合計の方が親魚量の経年変化傾向に類似すること（図 7）、また全海区の産卵量をコホート解析のチューニングに用いた場合、2008 年級群の加入量が 45 億尾と 2000 年級群（48 億尾）に匹敵する大きな年級と評価されるものの、これまでの漁業の経過から 2008 年級群の豊度は 2000 年級群の規模には至らず、非現実的な結果と考えられることから、親魚量のチューニングに用いる産卵量としては、全海区ではなく海区 I および II の合計値を採用した。

F_{current} （現状の漁獲係数）は、2007～2009 年における完全加入（選択率=1）年齢の F を平均し、これをコホート計算のステップ 1（補足資料 3 を参照）で求めた年齢別選択率に乘じ、この年齢別 F の平均値とした。推定された年齢別 F ならびに年齢別資源量、親魚量などは補足資料 4 に示した。

（2）資源量指標値の推移

マイワシ太平洋系群の漁獲の主体を締める北部まき網の年間漁獲量、有効努力量から計算された資源量指数は 2002 年以降低い水準で推移している（図 4）。1978 年から現在に至る産卵量（海区 I、II、III、IV の合計）、このうち潮岬～関東～東北近海（海区 I および II）の産卵量、さらに日向灘・土佐湾・紀伊水道海域（海区 III）の産卵量を図 7 ならびに補足資料 4 に示した。多くの年においてマイワシ卵の大半は土佐湾を中心とする海区 III で採集されている。

毎年春季に実施している黒潮親潮移行域幼稚魚調査で求めた毎年の加入量指数の推移を図 8 に示した（数値については補足資料 4 に記載）。加入量指数は、1996 年の 391 から減少傾向をたどり、2001 年から 2004 年までの 4 年間は 1 未満であった。その後、2005、2007、2009 年に増加、2006、2008 年に減少した後、2010 年は 1,213 と極めて高い値を示した。ただし 2010 年の調査は 6 月に実施しており、2002 年以降の調査時期（5 月）から 3 週間程度遅くなったことで、トロール網で捕捉される稚魚の成長段階が変化した可能性も考えられることから、2009 年までの数値との比較には注意を要する。図 8 では、加入量指数に併せてチューニング VPA で求めた 0 歳魚の資源量を棒グラフで示した。調査実施期間全体を通して見ると、両者の変動傾向は同調している。しかし、この調査で高い加入量が期待された 2007 年級群は、0 歳段階では和歌山県以西で多獲されたものの、翌年 1 歳魚以降の漁獲は殆どみられず、逆に 2008 年級群は、この調査では殆ど漁獲されな

かったものの翌年 1 歳魚以降の漁獲が好調に推移するなど、2007 年以降については、この加入量指数とその後の漁況およびそれらから推測される加入量の推定結果の傾向が必ずしも一致していない。

同じく毎年春季に実施している北西太平洋北上期中層トロール調査（西部太平洋サンマ資源調査および北上期浮魚類調査を合わせての総称）で求めた 0 歳魚ならびに 1 歳魚以上の推定現存量の推移を図 9 に示した（数値については補足資料 4 に記載）。本調査で得られる年齢別現存量推定値は、その後チューニング VPA で得られた加入量あるいは 1 歳魚以上の資源尾数を常に下回っており、かつ両者間に相関関係は見られない。しかしながら、2010 年の 0 歳魚推定現存量は 78 億尾と、例年に比べて極めて高い値を示した。これは 2001 年の調査開始以降、最高値にあたる。

（3）漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数の推移を図 10 に示した（数値については補足資料 4 に記載）。漁獲の主体は 0 歳および 1 歳魚であり、特に漁獲重量では 1 歳魚が大半を占めるが、2007 年については尾数、重量ともに 0 歳魚が最も高い割合を占めた。これは「3.（2）漁獲量の推移」で述べたように、和歌山県以西海域で 0 歳魚が例年になく多く漁獲されたことに起因する。

（4）資源量と漁獲割合の推移

表 2 に 1976 年以降の資源量および親魚量、加入量ほかの推移を示した。また図 11 に年齢別資源尾数、図 12 に年齢別資源量の推移を示した。本系群の資源量は 1981 年に 1,500 万トンを超え、1988 年まで 1,400 万トンから 1,900 万トンと高水準で安定していたが、1989 年から急減して 1994 年に 88 万トンとなった。1995 年から 1999 年までは 70 万トン強で比較的安定していたが、2000 年から再び減少しはじめ、2002 年以降 2007 年まで 10 万トン台で推移した。2008 年以降は増加傾向がみられ、2009 年当初資源量は 20 万トンと推定された。

1976 年以降の資源量と漁獲割合の関係を図 13 に示した。1980 年代後半に資源量が減少するのと期を同じくして漁獲割合は増加した。近年は平均して資源量の 2～4 割程度を漁獲している。なお、2005 年および 2008 年に漁獲割合が低下したのは、まき網の漁獲対象がサバ類に向かい、マイワシへの漁獲圧が低下したことが考えられる。これは漁獲量の推移（図 3）や F の推移（図 5）にも現れている。

チューニング VPA の結果について、M に関する感度解析を行った（図 14）。資源量の変化は、 $M=0.35$ と $M=0.45$ でそれぞれ $M=0.40$ に比べて -3 千トン（-2%）と +3 千トン（2%）であった。親魚量も同様に M の値が大きくなると増加し、 $M=0.35$ と $M=0.45$ でそれぞれ -2 千トン（-2%）と +2 千トン（+3%）であった。

（5）資源の水準・動向

近年 20 年間の資源量から水準は低位、近年 5 年間の資源量の動向から動向は増加と判断された。

(6) 再生産関係

1976 年から 2009 年までの年齢別親魚量の推移を図 15 に示した。1980 年代の資源増大期には、親魚は多くの年齢群により構成されていたが、資源減少後、特に 2001 年以降は 2 歳魚以上の割合が減少し、親魚の半分近くが 1 歳魚で占められる状態が続いている。また近年では高豊度といえる 2008 年級群が親魚量に加わった現在（2010 年当初時点）、2 歳魚（2008 年級群）が親魚量の 4 割を占め、また親魚量の増加に寄与している。

親魚量と加入量ならびに再生産成功率（RPS）の推移を表 2、図 16 および図 17 に示した。1996 年は RPS が高く、逆に 1999 年は低かったが、近年はその 1999 年を最低値として、徐々に上昇する傾向がみられる。さらに、2008 年の親魚量が 1976 年以降でほぼ最低の水準であったにも関わらず、2008 年級群の RPS は 115.8 尾/kg と 1976 年以降で最も高い値となった。

(7) Blimit の設定

本資源の低水準期における Blimit（それ以下では資源回復をはかる閾値）を、「低水準期の再生産関係のもとで、高い再生産成功率があったときに高い加入量が期待できる親魚量」により設定することとした。(6) で示した再生産関係により、1996 年の親魚量（22.1 万トン）を Blimit とした。

(8) 今後の加入量の見積もり

① 再生産成功率の推移

表 2 ならびに図 17 に、親魚量と加入量の関係を示した。1988 年以降、0.9～1.7（尾/kg）の極めて低い再生産成功率が 4 年連続し、資源は急速に高齢化し減少した。不確実性の高い最近年の 2009 年を除く近年 10 年間（1999～2008 年）の再生産成功率は 5.4～115.8 尾/kg の間で推移し、その平均値は 30.5 尾/kg、中央値（RPSmed）は 17.9 尾/kg であった（将来予測に際してはこの RPSmed を利用）。平均値と中央値とで 1.7 倍もの差が生じた理由は、2005 年(59.4 尾/kg)および 2008 年(115.8 尾/kg)の非常に高い RPS の存在による。

② 資源と海洋環境の関係

本系群については、親潮南下指数が高い（常磐沖水温が低い）と RPS が高い（海老沢・木下 1998）との仮説と、黒潮続流南側再循環域（KESA）水温が低いと加入期までの死亡率が低い（Noto and Yasuda 1999、能登 2003）との仮説が示されている。図 18 に、RPS と 2 月 KESA 水温の経年変動とその対応について示した。両者間の年変動の動きが基本的に同期していることがこの図からも伺える。ある特定の年の RPS を KESA 水温のみから高精度に予測することは困難が伴うものの、現在及び今後の RPS の水準あるいは動向を判断し予測する際には、この KESA 水温は有効な指標値になることが期待される。なお、2010 年 2 月の KESA 海面水温は平年並である。

③ 今後の加入量の仮定

2010 年 5～6 月に実施された黒潮親潮移行域幼稚魚調査で得られた加入量指数は、調査時期の変更などの留意点はあるものの、過去最高の値を示した（図 8）。また、2010

年 5～7 月に実施された北西太平洋北上期中層トロール調査による 0 歳魚現存量推定値も、例年よりも 1 桁以上多い 78 億尾という値を示した(図 9)。これらの調査船結果は、2010 年級群の加入量がそれ以前の年級群に比べて高い水準にあることを示唆している。一方、昨年度の評価で加入量推定に用いた「親魚量と RPSmed の積」を 2010 年級群に適用すると約 23 億尾となり、これは、2005 年級群(21 億尾)を若干上回り、2009 年級群を下回る程度に留まる。しかし、これまでの調査船調査結果から考えると 23 億尾では過少推定の可能性が高い。そこで、本年度の資源評価においては、2010 年級群の加入量を北西太平洋北上期中層トロール調査で示された現存量推定値に沿って 80 億尾と仮定し、将来予測の計算に用いることとした。

2011 年以降の加入量の推定に際しては、従来通りその漁期年当初の親魚量と、近年 10 年間(不確実性の高い最近年の 2009 年を除く 1999～2008 年)の RPSmed(17.9 尾/kg)、またはその期間の再生産成功率の値からリサンプリングした個々の値との積により求めた。なお、4.(8)①で示した再生産成功率の平均値(30.5 尾/kg)と中央値(RPSmed、17.9 尾/kg)の乖離により、この後 5(2)および 5(3)にて示す将来予測の点推定結果(RPSmed を使用)とシミュレーションによる将来予測の区間推定結果(個々の RPS 値をランダムに選択)との間でも、その動向に差異が生じることとなる。

(9) 生物学的な漁獲係数の基準値と現状の漁獲圧の関係

図 19 に %SPR・YPR と F との関係を示した。なお、本節で示す F は、他の数値や基準値との比較の都合上、年齢別 F の平均値ではなく、選択率 1 の下での F、すなわち年齢別 F の最大値を指す。要約表その他に書かれている F とは異なるので注意されたい。2007～2009 年の 3 年間における年齢別 F の最大値の単純平均を $F_{current}$ (1.02) とすると、 $F_{current}$ は資源維持が期待される F_{med} (0.53) を上回る。

5. 2011 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本資源の水準は低位にあり、動向は増加である。現在の親魚量は 2009 年当初で 72 千トンで、2002 年以降 10 万トンを下回る水準で推移している。一方、近年の RPS は、加入に連続して失敗した 1988～1991 年の極めて低い値からすれば十分高く、むしろ資源増大期であった 1980 年代前半に近い値で推移している。特に 2008 年級群を産み出した際の RPS は 115.8 尾/kg と、コホート解析による資源計算を開始した 1976 年以降で最大の値を示した。また、漁獲割合と F も 2008 年以降かなり低下した。加入量も、2008 年級群以降徐々に増加傾向にある。

2009 年当初時点での親魚量は 72 千トンで、本資源において設定した B_{limit} (221 千トン) を下回っているが、その後 2008 年級群以降の加入量水準が高いと推定されることから、2010 年初頭における親魚量は 129 千トンまで増加したものと予測される。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2011 年 ABC ならびに推定漁獲量の算定

2009 年時点での親魚量が B_{limit} を下回るため、平成 22 年度 ABC 算定規則の 1-1)-(2)により F を制御し、その下での資源の将来予測を行う。具体的には、①近年(1999～2008 年)の再生産成功率の中央値(RPSmed : 17.9 尾/kg)に対応して資源をほぼ現状で維持

すると考えられる F_{med} (0.41)、②現状の F を維持する $F_{current}$ (0.78)、③現状の F を 5 割減じた $0.5F_{current}$ (0.39)、④現状の F を 6 割減じた $0.4F_{current}$ (0.31)、⑤親魚量の回復を目指し F_{med} に 2009 年現在の親魚量と B_{limit} の比を乗じた F_{rec} (0.13) の漁獲シナリオに加え、漁獲シナリオ①⑤について予防的措置としてその F に 0.8 を乗じたシナリオ、計 7 種類の漁獲シナリオの下で資源の将来予測を行い、その下での 2011 年の ABC を算定した（下表、図 20）。さらに、 $F_{current}$ を 10%刻みで減じた F の下での資源の動向についても計算を行った（表 3）。なお、現在漁期中である 2010 年の年齢別 F は、2009 年における完全加入時の F (0.57) に年齢別選択率（補足資料 3 のステップ 2 を参照）をそれぞれ乗じて求めた。2010 年以降の年齢別体重は、2007～2009 年の平均値とした。

F_{med} で漁獲した場合、資源量は 490 千トン、親魚量は 280 千トン付近で安定する。

なお、高豊度での加入が想定される 2010 年級は、2011 年 ABC ならびに算定漁獲量の 7 割を占めることに留意されたい。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量（千トン）						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
親魚量の増大	F_{rec} ($F=0.13$)	47	94	53	63	81	104	132
親魚量の増大の 予防的措置	$0.8F_{rec}$ ($F=0.11$)	47	94	43	52	69	90	118
親魚量の増大	$0.4F_{current}$ ($F=0.31$)	47	94	113	114	126	137	150
親魚量の増大	$0.5F_{current}$ ($F=0.39$)	47	94	136	127	132	134	137
親魚量の維持	F_{med} ($F=0.41$)	47	94	140	130	132	133	133
親魚量の維持の 予防的措置	$0.8F_{med}$ ($F=0.32$)	47	94	117	117	127	137	148
現状の漁獲圧の 維持	$F_{current}$ ($F=0.78$)	47	94	222	150	111	81	59

漁獲シナリオ	管理基準	資源量（千トン）						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
親魚量の増大	F_{rec} ($F=0.13$)	202	390	492	631	812	1,037	1,326
親魚量の増大の 予防的措置	$0.8F_{rec}$ ($F=0.11$)	202	390	492	648	853	1,116	1,460
親魚量の増大	$0.4F_{current}$ ($F=0.31$)	202	390	492	531	584	636	695
親魚量の増大	$0.5F_{current}$	202	390	492	493	507	516	526

	(F=0.39)							
親魚量の維持	Fmed (F=0.41)	202	390	492	485	490	492	494
親魚量の維持 の予防的措置	0.8Fmed (F=0.32)	202	390	492	524	569	612	660
現状の漁獲圧 の維持	Fcurrent (F=0.78)	202	390	492	346	254	185	135

また現行の漁獲圧から 10%刻みで漁獲圧を減じた場合の親魚量と漁獲量の推移（点推定）を表 3 に示した。

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

上述した各シナリオの下で想定される将来漁獲量、評価、ABC 等を以下の表にまとめ、またその際の資源動向について図 21 に示した。加入の不確実性や評価誤差等を考慮すると、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		評価		2011 年 ABC
			5 年後 (80%区間)	5 年 平均	Blimit へ回復 (5 年後)	Bban を 回避 (10 年間)	
親魚量の増大 (Fmed× B/Blimit) (Frec)	0.13 (0.18Fcurrent)	11 %	83 千トン ～ 834 千トン	183 千 トン	100%	100%	53 千 トン
親魚量の増大 の予防的措置 (0.8Fmed× B/Blimit) (0.8Frec)	0.11 (0.15Fcurrent)	9%	68 千トン ～ 682 千トン	154 千 トン	100%	100%	43 千 トン
親魚量の増大 (0.4Fcurrent)	0.31 (0.4Fcurrent)	23 %	89 千トン ～ 929 千トン	249 千 トン	93%	100%	113 千 トン
親魚量の増大 (0.5Fcurrent)	0.39 (0.5Fcurrent)	28 %	84 千トン ～ 792 千トン	242 千 トン	81%	100%	136 千 トン
親魚量の維持 (Fmed) *	0.41 (0.56Fcurrent)	29 %	80 千トン ～ 860 千トン	254 千 トン	76%	100%	140 千 トン

親魚量の維持 の予防的措置 (0.8F _{med})	0.32 (0.45F _{current})	24 %	94 千トン ～ 943 千トン	259 千 トン	92%	100%	117 千 トン
							2011 年算 定漁獲量
現状の漁獲圧 の維持 (F _{current})	0.78 (F _{current})	45 %	35 千トン ～ 385 千トン	208 千 トン	23%	85%	222 千 トン
コメント ・2009 年当初時点での親魚量が Blimit を下回ることから、本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)を用いた。 ・加入量および年齢別選択率の年変動が大きく、将来予測における不確実性は高い。 ・加入量を増大させ、資源の回復・増大を図る場合は、未成魚を保護し、親魚量を増加させることが効果的である。 ・平成 18 年に設定されたマイワシに関する中期的管理方針は資源水準の維持を基本方向としていることから、F_{med} による漁獲シナリオがこれに合致する。 ・高豊度での加入が想定される 2010 年級は、2011 年 ABC ならびに算定漁獲量の 7 割を占めることに留意されたい。							

なお、RPS_{med} を用いた将来予測の点推定結果（図 20）と、1999～2008 年の RPS のリサンプリングによる将来予測シミュレーション結果（図 21）を同じ F で比較すると、シミュレーション結果の方が点推定結果よりも資源の増加傾向が強く示される。これは 4.(8)①で示したとおり、将来予測に使用する RPS 値の中に 2005 年(59.4 尾/kg)および 2008 年(115.8 尾/kg)といった非常に高い値が含まれ、それらを用いるシミュレーション結果のほうが、RPS の中央値のみを用いる点推定結果よりも資源増加の機会（年）が多くなることによる。一方で、2005 年と 2008 年を除く RPS の平均値は 16.2 尾/kg となるが、これは点推定に用いた RPS_{med} (17.9/kg) に近い値となる。このことから、もし今後、2005 年や 2008 年のような高い RPS の年が 10 年に 2 回の割合で出現しなかった場合でも、F_{med} で漁獲を行う場合には、資源をほぼ現状で維持することが可能となる。

(4) ABC の再評価

2009 年および 2010 年の TAC 設定の根拠となった 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 F_{med} であり、この基準に変更は無い。

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（漁業養殖業生産 統計年報）ならびに 2009 年速報値	2008 年漁獲量の確定 2009 年漁期の年齢別漁獲尾数の補正

2006～2009 年の県別月別漁獲量ならびに体長組成／精密測定結果	2006～2009 年の年齢別漁獲尾数、年齢別漁獲係数の推定と補正
1978～2007 年の海区别産卵量（従来値の訂正も含む）	1978～1999 年の海区别産卵量の追加ならびに 2000～2007 年の海区别産卵量の修正

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2009 年当初	Fsus	0.59	180	43	36	
2009 年 (2009 年再評価)	Fmed	0.41	235	55	45	
2009 年 (2010 年再評価)	Fmed	0.42	202	53	44	47
2010 年当初	Fmed	0.41	273	65	60	
2010 年 (2010 年再評価)	Fmed	0.41	390	90	75	

2009 年（2010 年再評価）は、今年度評価により得られた 2008 年以前の漁獲係数ならびに 2009 年以前の年齢別資源尾数、2009 年の年齢別選択率を用いて再計算を行った。2009 年の加入量には 4. (1) ならびに補足資料 3 に示した回帰式から求めた推定値（32 億尾）を用いた。年齢別体重は 2009 年の値を用いた。新たな情報の下で再計算した結果、2009 年漁期における当初の資源量と ABClimit は若干下方修正された。これは、2009 年における 2 歳魚以上の高齢魚の出現が少なく、それら 2007 年級群およびそれ以前の年級群の豊度を下方修正したためである。

2010 年（2010 年再評価）は、今年度評価により得られた 2009 年以前の漁獲係数ならびに 2010 年以前の年齢別資源尾数、2009 年およびそれ以降の年齢別選択率を用いて再計算を行った。2009 年の加入量は、上記同様 32 億尾とした。また 2010 年の加入量は 80 億尾を仮定した。年齢別体重は 2007～2009 年の平均値を用いた。以上の新たな情報の下で再計算した結果、2010 年当初の資源量は前年評価時（273 千トン）より大幅に増加し、ABClimit も上方修正された。しかし、上方修正の程度は 2010 年級群の加入量に大きく依存していることに留意する必要がある。

6. ABC 以外の管理方策への提言

近年のマイワシ漁況ならびに資源量の低迷は、再生産成功率や海洋環境よりも、親魚量自体が少ないことが影響している（図 16、17）。近年加入量が回復傾向にあり、また F も 2008 年以降低下したことが親魚量の増大に繋がってきたと考えられることから、資源の回復傾向を維持するために、引き続き親魚量を増大させることが重要である。資源の効率的な利用をはかる点からも、特に未成年に対する漁獲圧を低減し、出来るだけ多くの個体を再生産に関与させるようにすることは、資源の回復に効果的であろう。

7. 引用文献

- 海老沢良忠・木下貴裕 (1998) 房総～三陸海域の水温環境とマイワシの再生産指数について. 茨城水試研報, 36, 49-55.
- Klyashtorin, L.B. (1998) Long-term climate change and main commercial fish production in the Atlantic and Pacific. Fish. Res., 37, 115-125.
- Noto, M. and I. Yasuda (1999) Population decline of the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*, in relation to sea surface temperature in the Kuroshio Extension. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56, 973-983.
- 能登正幸 (2003) 北西太平洋の水温変動とマイワシ資源・分布の関係. 月刊海洋, 35, 32-38.
- 内山雅史 (1998) 越冬期の未成魚. マイワシの資源変動と生態変化 (渡邊良朗, 和田時夫編), 恒星社厚生閣, 103-113.
- Wada, T. and L. D. Jacobson (1998) Regimes and stock-recruitment relationships in Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), 1951-1995. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55, 2455-2463. (Bban 設定に当り、論文中の数値を引用した。)
- Watanabe, Y., H. Zenitani, and R. Kimura (1995) Population decline of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus* owing to the recruitment failures. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 52, 1609-1616.
- Yatsu, A and M. Kaeriyama (2005) Linkages between coastal and open-ocean habitats and dynamics of Japanese stocks of chum salmon and Japanese sardine. Deep.Sea.Research II, 52, 727-737.

表 1. マイワシ太平洋系群の漁獲量の推移（トン）

年	太平洋側総計	三重県以東*	和歌山県以西*
1975	429,804	399,532	30,272
1976	756,319	677,044	79,275
1977	990,541	934,209	56,332
1978	1,149,487	975,272	174,215
1979	1,088,538	932,722	155,816
1980	1,445,019	1,285,980	159,039
1981	2,295,857	2,129,316	166,541
1982	2,419,105	2,158,150	260,955
1983	2,725,136	2,538,834	186,302
1984	2,869,626	2,588,592	281,034
1985	2,643,838	2,396,670	247,168
1986	2,684,699	2,470,746	213,953
1987	2,915,763	2,696,214	219,549
1988	2,837,500	2,593,294	244,206
1989	2,523,531	2,280,485	243,046
1990	2,162,460	1,916,013	246,447
1991	1,724,037	1,543,952	180,085
1992	1,240,410	1,088,622	151,788
1993	790,734	674,917	115,817
1994	424,951	356,967	67,984
1995	332,149	277,118	55,031
1996	180,720	149,996	30,724
1997	255,149	228,329	26,820
1998	141,513	123,916	17,597
1999	307,857	280,728	27,129
2000	138,743	121,848	16,895
2001	176,697	161,511	15,186
2002	48,861	42,882	5,979
2003	50,964	46,298	4,666
2004	47,985	40,818	7,167
2005	24,822	15,910	8,912
2006	49,176	39,506	9,670
2007	64,927	42,174	22,753
2008	26,783	17,859	8,924
2009	47,363	44,423	2,939

漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省統計部、2001 年以前は統計情報部、なお最新年は暫定値を含む）、指定漁業ならびに知事許可漁業による TAC 集計値（2009 年分）。本統計における海域区分は、漁業経営体の所屬地域に基づくものであり、漁獲水域および水揚地とは必ずしも一致しない。

三重県以東海域には、北海道太平洋側、太平洋北区および太平洋中区を、和歌山県以西海域には、太平洋南区と瀬戸内海区を含む。また、2007 年以降については、統計上太平洋南区に属する船が東シナ海にて漁獲した量を差し引いて表示した。

なお、2009 年については、漁業養殖業生産統計年報における三重県の漁獲量が実態よりもかなり大きな値となっていたことから、漁業養殖業生産統計年報の値は用いず、三重県における指定漁業の TAC 集計値と知事許可漁業の TAC 集計値を加えた値で代用した。

表 2. マイワシ太平洋系群の資源解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	RPS (尾/kg)	F (単純平均) (完全加入)	
1976	756	3,862	852	55,899	19.6	65.6	0.21	3.49
1977	991	5,553	1,774	92,252	17.8	52.0	0.60	1.31
1978	1,149	7,440	2,620	94,204	15.5	36.0	0.85	1.94
1979	1,089	8,647	4,219	41,921	12.6	9.9	0.34	0.61
1980	1,445	13,366	5,613	292,971	10.8	52.2	0.37	0.76
1981	2,296	15,415	5,325	197,812	14.9	37.1	0.23	0.33
1982	2,419	15,830	8,158	156,249	15.3	19.2	0.28	0.45
1983	2,725	15,151	9,140	180,202	18.0	19.7	0.29	0.81
1984	2,870	14,419	8,368	212,801	19.9	25.4	0.47	0.96
1985	2,644	17,392	8,079	247,911	15.2	30.7	0.37	0.71
1986	2,685	18,881	10,499	259,954	14.2	24.8	0.30	0.61
1987	2,916	19,542	11,322	156,475	14.9	13.8	0.32	0.57
1988	2,838	17,774	13,354	22,847	16.0	1.7	0.26	0.45
1989	2,524	12,507	11,754	19,437	20.2	1.7	0.30	0.47
1990	2,162	7,981	7,609	6,923	27.1	0.9	0.42	0.49
1991	1,724	4,546	4,439	5,308	37.9	1.2	0.47	0.68
1992	1,240	2,465	1,819	27,328	50.3	15.0	0.87	1.68
1993	791	1,467	569	12,126	53.9	21.3	0.84	1.29
1994	425	879	487	11,888	48.3	24.4	1.16	1.56
1995	332	756	310	7,309	43.9	23.6	0.92	1.15
1996	181	805	221	13,445	22.5	60.7	0.36	0.41
1997	255	915	360	7,775	27.9	21.6	0.32	0.67
1998	142	726	429	7,368	19.5	17.2	0.44	0.85
1999	308	699	473	2,542	44.1	5.4	0.73	1.19
2000	139	408	229	4,815	34.0	21.0	0.78	1.25
2001	177	303	197	2,463	58.3	12.5	1.35	1.68
2002	49	153	85	1,182	31.9	13.9	0.65	0.96
2003	51	114	72	1,060	44.5	14.8	0.86	1.09
2004	48	107	62	779	44.7	12.6	0.59	1.41
2005	25	112	35	2,057	22.3	59.4	1.04	2.31
2006	49	127	56	1,237	38.6	22.0	0.81	1.18
2007	65	105	53	1,456	61.6	27.5	1.27	1.64
2008	27	118	26	2,985	22.7	115.8	0.50	0.86
2009	47	202	72	3,207	23.4	44.7	0.40	0.57

表 3. Fcurrent を 10%刻みで変化させた場合の今後の漁獲量、資源量、親魚量の推移
(点推定結果)

漁獲量 (千トン) 基準値	F	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.1Fcurrent	0.08	47	94	32	40	54	73	98
0.2Fcurrent	0.16	47	94	62	71	90	113	142
0.3Fcurrent	0.23	47	94	89	96	113	132	154
0.4Fcurrent	0.31	47	94	113	114	126	137	150
0.5Fcurrent	0.39	47	94	136	127	132	134	137
0.6Fcurrent	0.47	47	94	156	137	132	126	120
0.7Fcurrent	0.54	47	94	175	144	130	115	103
0.8Fcurrent	0.62	47	94	192	148	125	104	86
0.9Fcurrent	0.70	47	94	207	150	118	92	72
Fcurrent	0.78	47	94	222	150	111	81	59

資源量 (千トン,年初) 基準値	F	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.1Fcurrent	0.08	202	390	492	666	899	1,204	1,616
0.2Fcurrent	0.16	202	390	492	617	777	972	1,217
0.3Fcurrent	0.23	202	390	492	572	673	786	919
0.4Fcurrent	0.31	202	390	492	531	584	636	695
0.5Fcurrent	0.39	202	390	492	493	507	516	526
0.6Fcurrent	0.47	202	390	492	458	440	419	399
0.7Fcurrent	0.54	202	390	492	427	383	341	304
0.8Fcurrent	0.62	202	390	492	398	334	278	232
0.9Fcurrent	0.70	202	390	492	371	291	227	177
Fcurrent	0.78	202	390	492	346	254	185	135

親魚量 (千トン,年初) 基準値	F	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.1Fcurrent	0.08	72	129	243	401	522	703	942
0.2Fcurrent	0.16	72	129	243	369	449	564	706
0.3Fcurrent	0.23	72	129	243	339	386	454	530
0.4Fcurrent	0.31	72	129	243	313	333	365	398
0.5Fcurrent	0.39	72	129	243	288	287	294	300
0.6Fcurrent	0.47	72	129	243	266	248	238	226
0.7Fcurrent	0.54	72	129	243	246	215	192	171
0.8Fcurrent	0.62	72	129	243	227	186	156	129
0.9Fcurrent	0.70	72	129	243	210	161	126	98
Fcurrent	0.78	72	129	243	195	140	102	75

太字で示された親魚量は、Blimit を上回った年を示す。

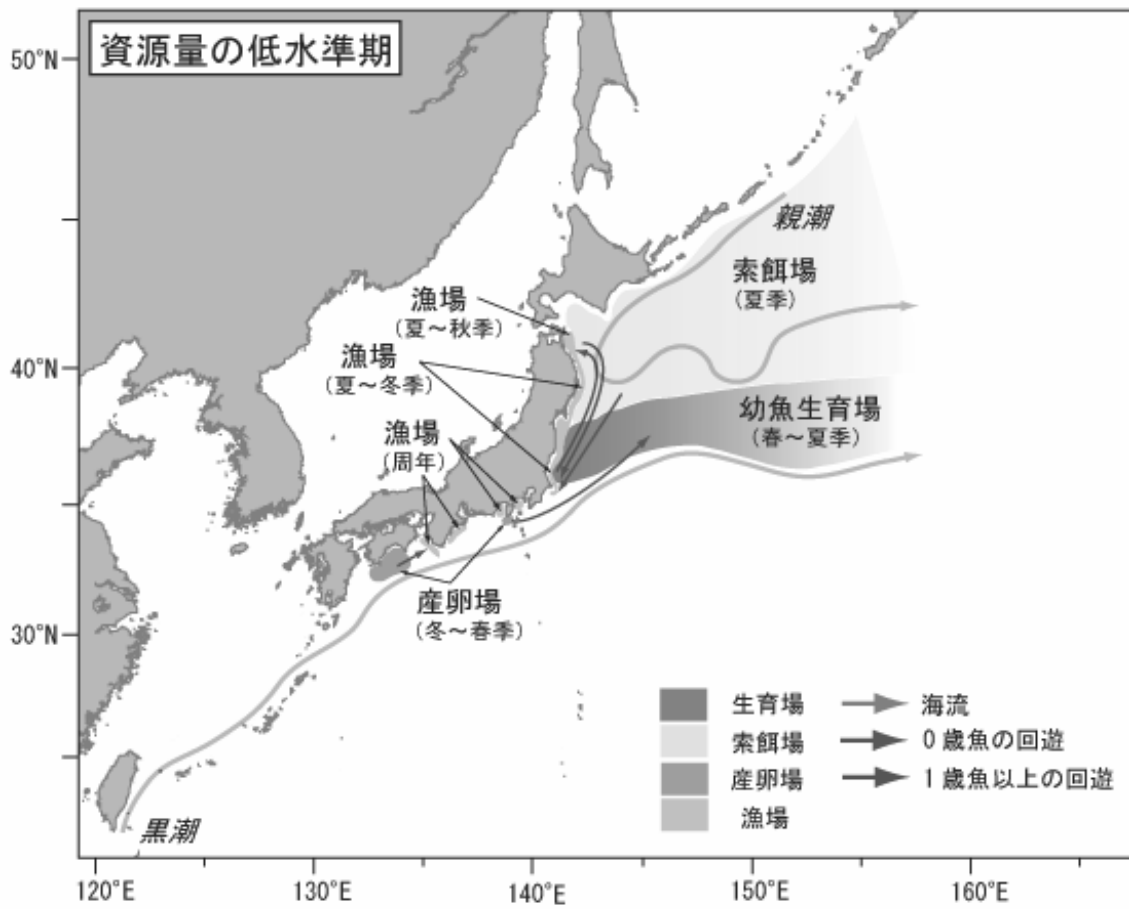


図 1. 資源低水準期におけるマイワシ太平洋系群の分布回遊図

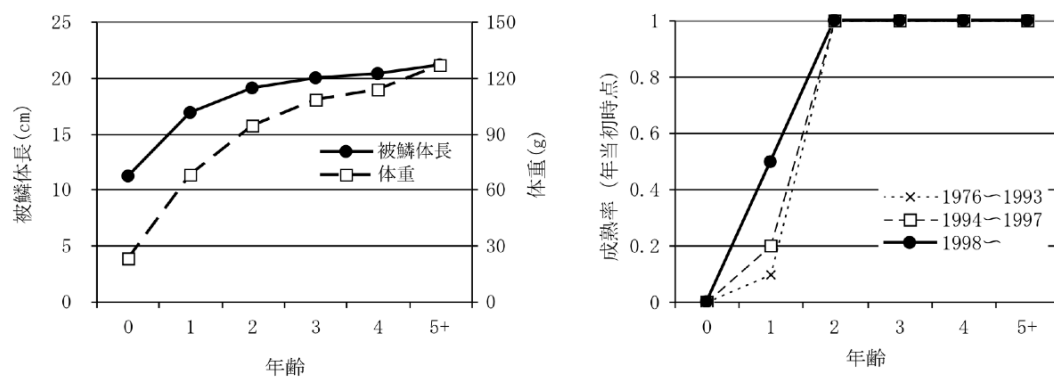


図 2. マイワシ太平洋系群における年齢別平均体長、体重および成熟率 (2009 年漁期)

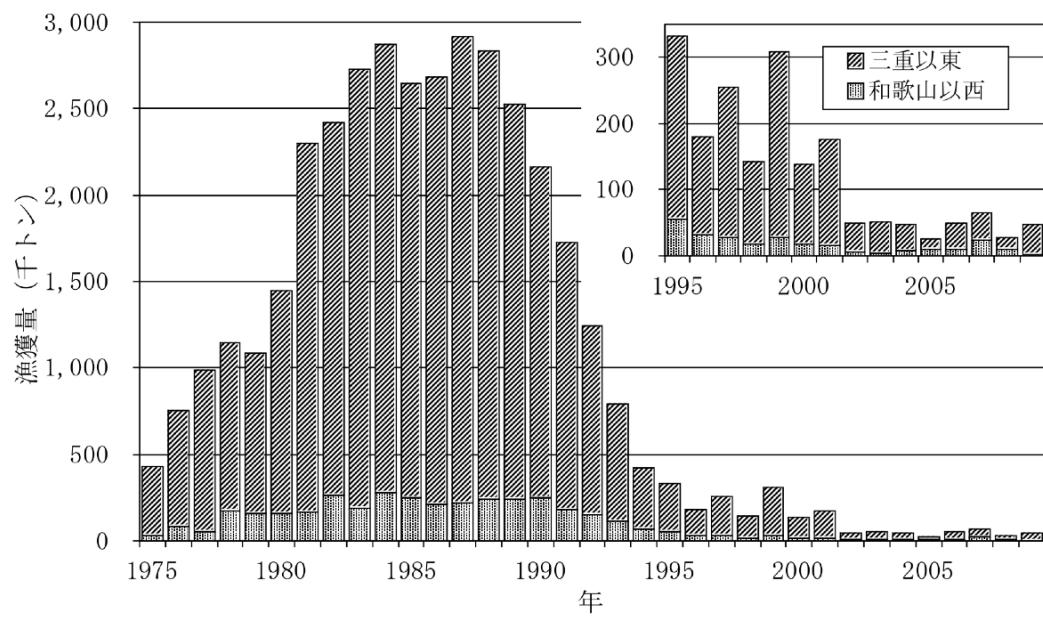


図 3.マイワシ太平洋系群の漁獲量の推移（千トン）

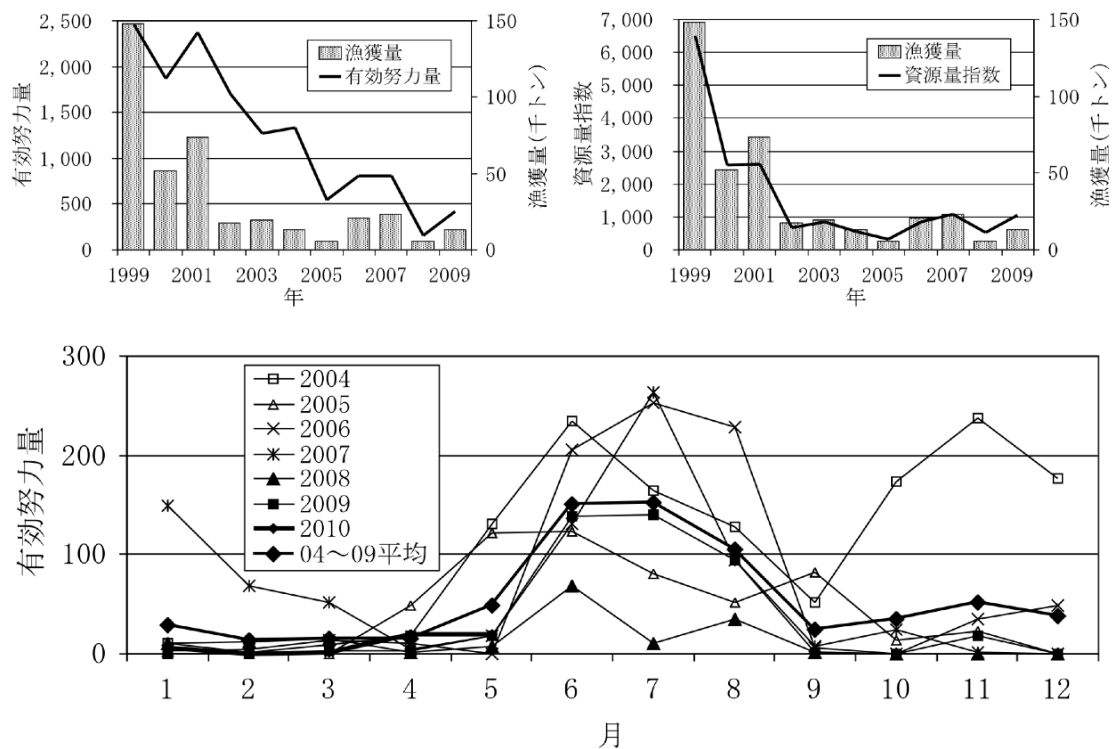


図 4. JAFIC 集計による近年の房総以北海域における大中型まき網の年間漁獲量、有効努力量、資源量指数ならびに月別有効努力量の推移

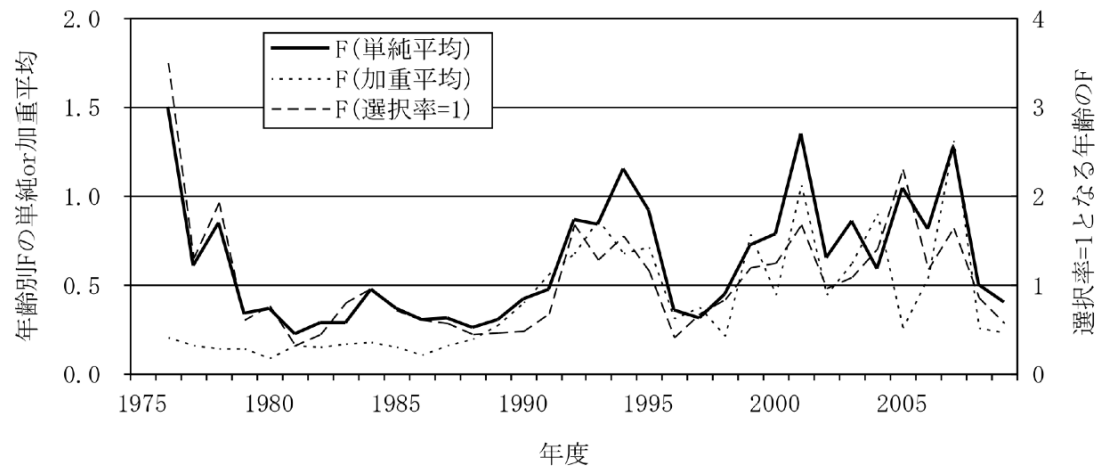


図 5. 年齢別 F の単純平均値、年齢別資源尾数に応じた加重平均値および年齢別 F の最大値（選択率=1）の推移

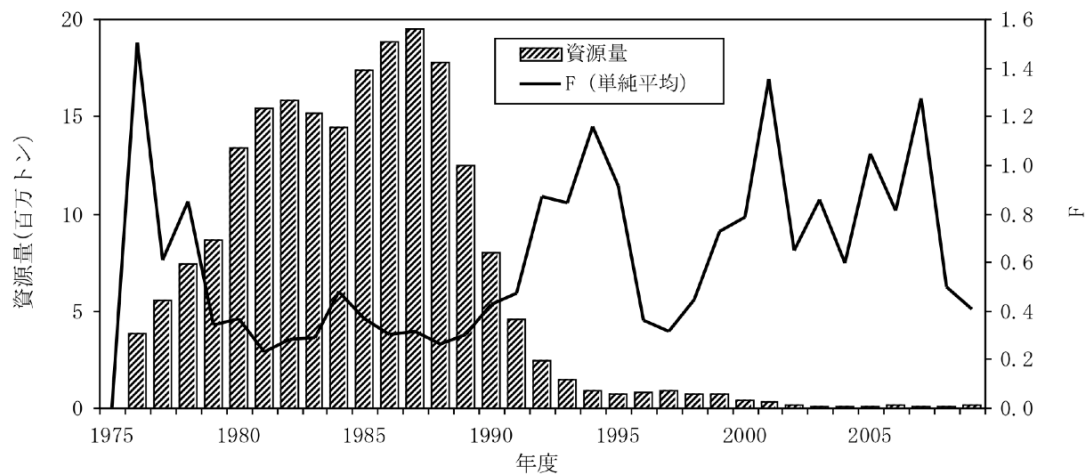


図 6. F（年齢別 F の単純平均値）と資源量の推移

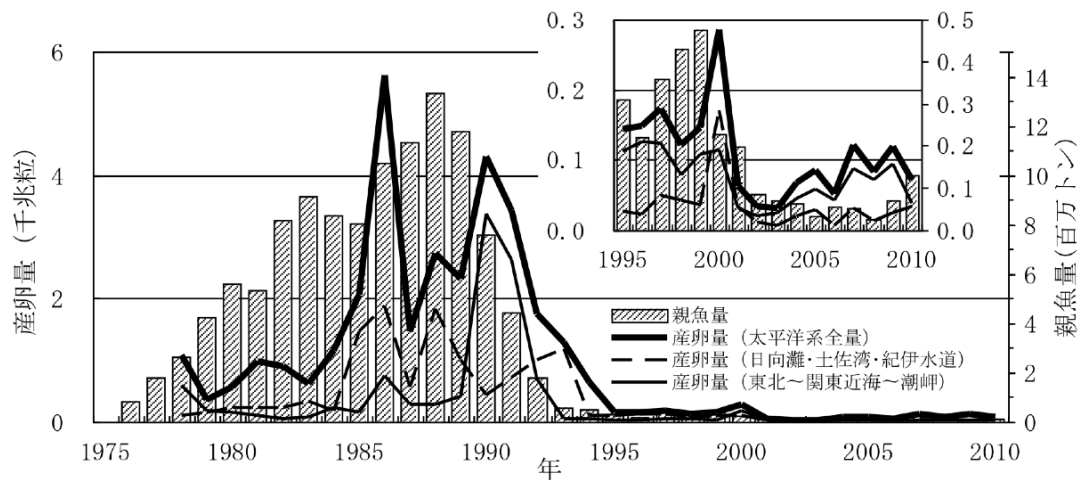


図 7. 産卵量と親魚量の推移

1995 年以降は産卵量がそれ以前に比べて極めて少ないため、右上に拡大図を載せた。

太線の折れ線は太平洋系の分布域全体での産卵量を、細い破線による折れ線はそのうち日向灘・土佐湾・紀伊水道水域（海区Ⅲ）で、また細い実線による折れ線は潮岬以東～関東および東北海域（海区Ⅰ、Ⅱ）における産卵量を示す。この海区Ⅰ、Ⅱにおける産卵量を VPA のチューニングに用いた。

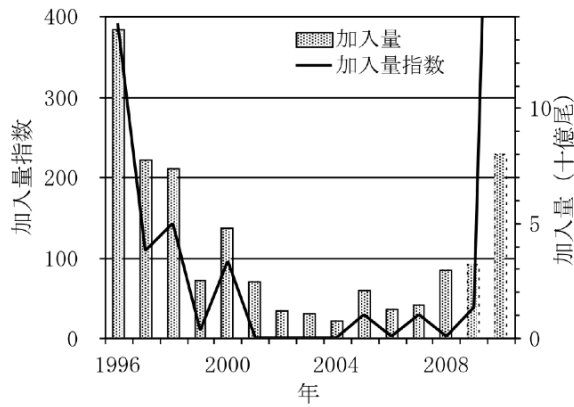


図 8. 毎年春季に実施している黒潮親潮移行域幼稚魚調査結果より求めたマイワシ 0 歳魚加入量指数（折れ線グラフ）と加入量（棒グラフ）の推移

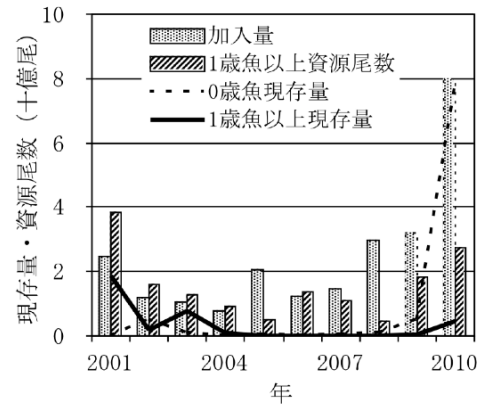


図 9. 毎年春季に実施している北西太平洋北上期中層トロール調査結果より求めたマイワシ 0 歳魚および 1 歳魚以上の現存量推定値の推移（折れ線グラフ）と、コホート解析で求めた加入量・1 歳魚以上資源尾数との対応（棒グラフ）

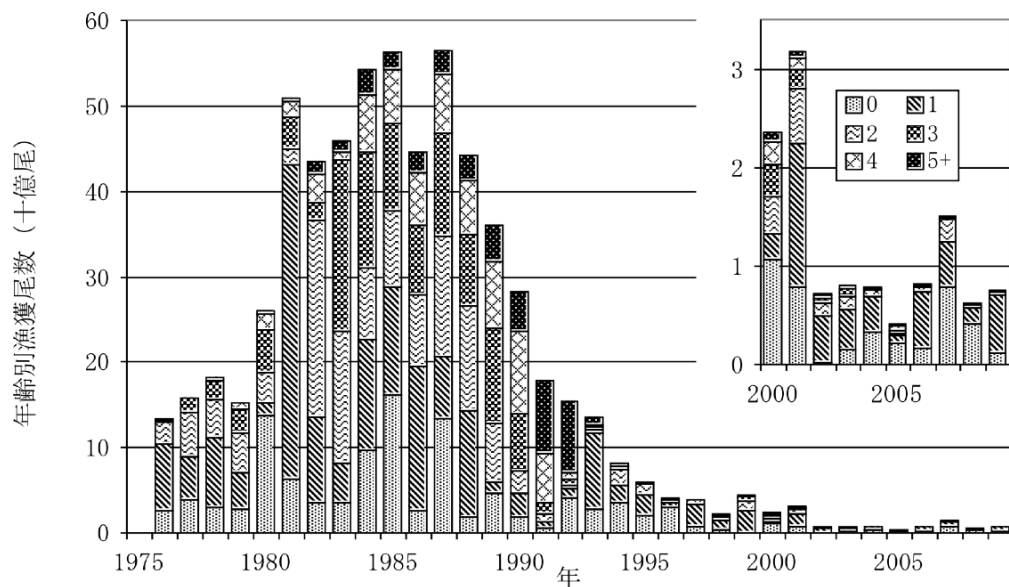


図 10. マイワシ太平洋系群における年齢別漁獲尾数の推移（右上は近年分を拡大）

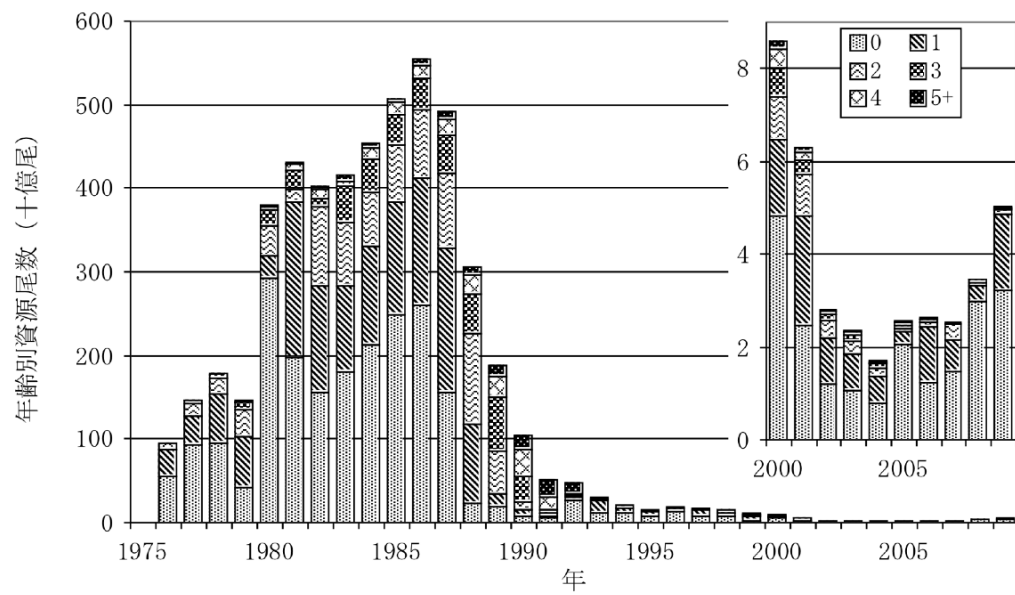


図 11. マイワシ太平洋系群の年齢別資源尾数の推移（右上は近年分を拡大）

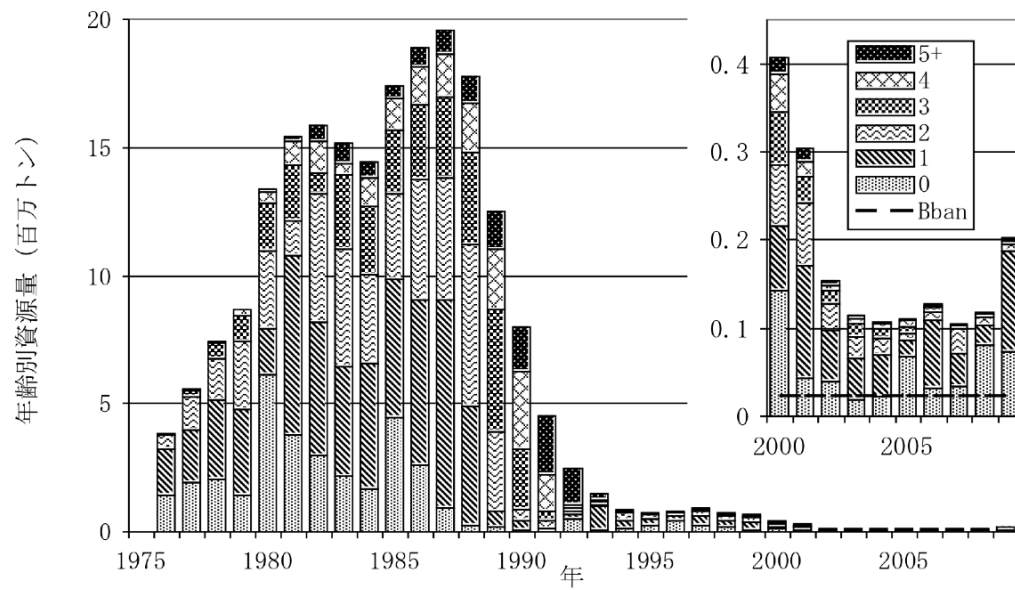


図 12. マイワシ太平洋系群の年齢別資源量の推移（右上は近年分を拡大）

右上のグラフ中に示した破線は **Bban**（22 千トン、過去に経験した最低資源量）を示す。

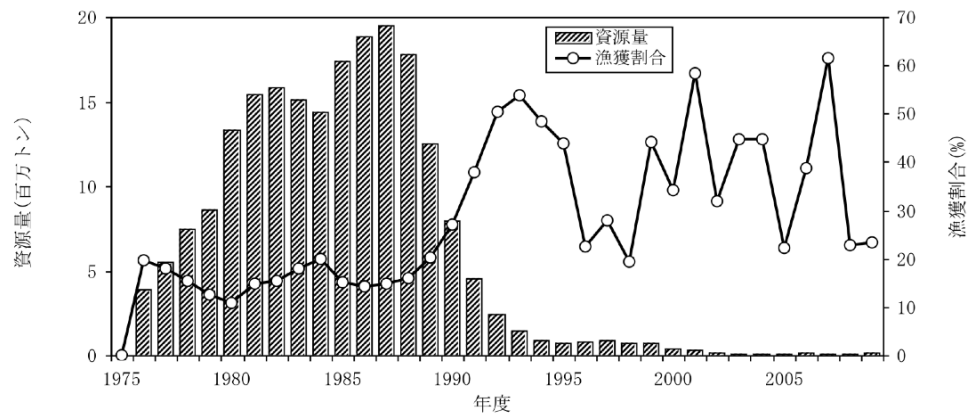


図 13. マイワシ太平洋系群の資源量と漁獲割合の推移

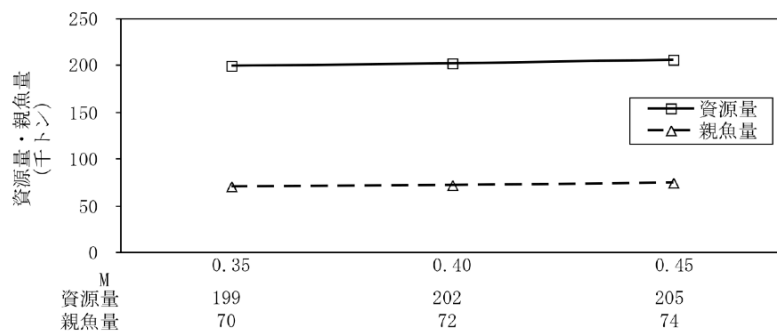


図 14. M の変化に対する感度解析の結果（2009 年当初の推定資源量と親魚量の変化、千トン）

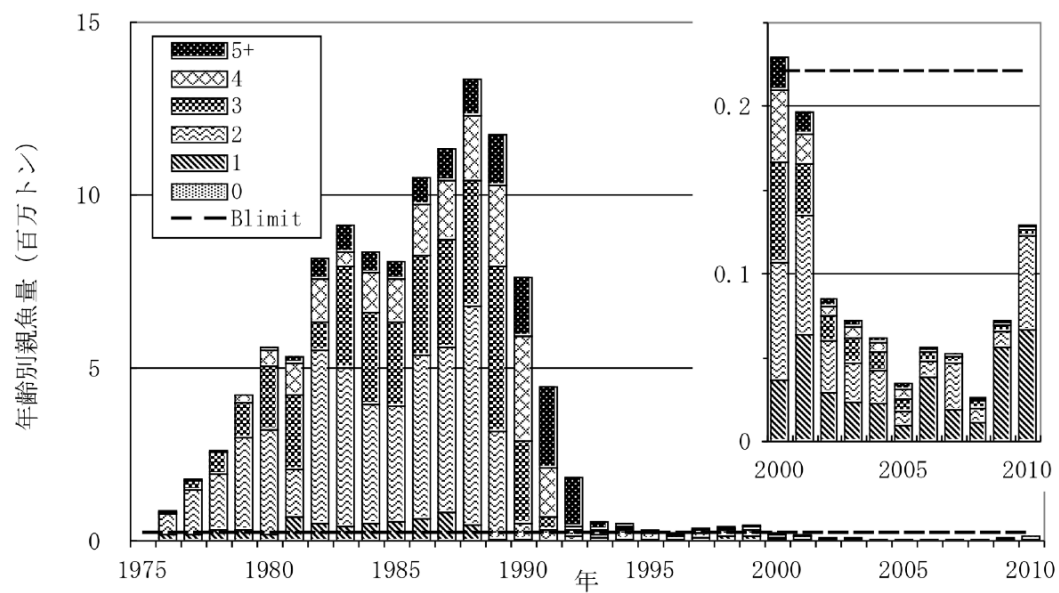


図 15. マイワシ太平洋系群の年齢別親魚量の推移（右上は近年分を拡大、千トン）
破線は Blimit（1996 年当時の親魚量 221 千トン）を示す。

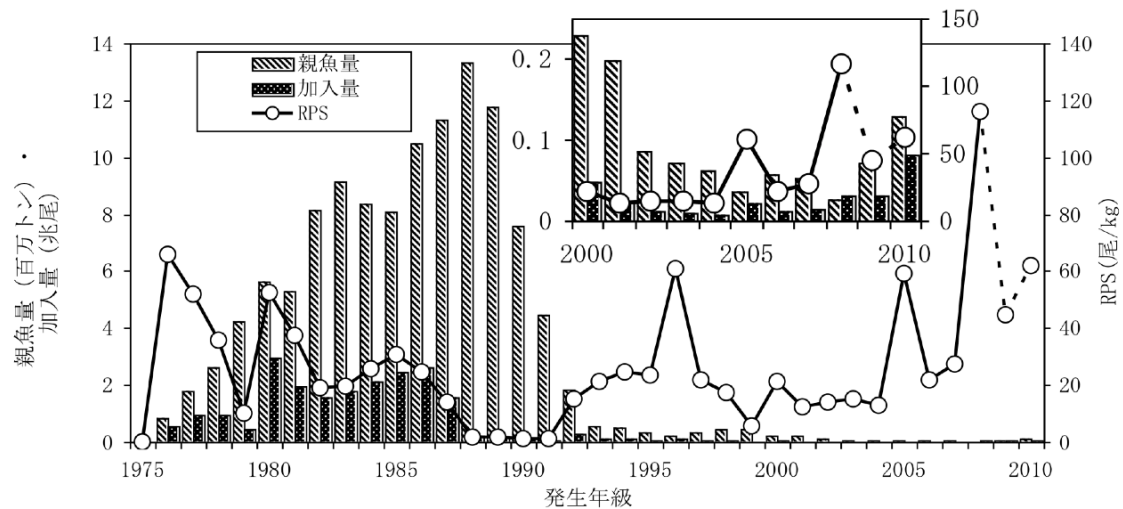


図 16. マイワシ太平洋系群の親魚量（百万トン）、加入量（兆尾）、再生産成功率の推移
横軸は発生年を示し、親魚量はその年級群を産出した親魚量、再生産成功率（RPS）はそれらから計算された値を示している。なお、図中 2009 年ならびに 2010 年の加入量と RPS（破線で表示）については、2008 年級群以前とは異なり、調査結果との回帰式から求めた（2009 年）あるいは調査船調査による現存量推定値から想定した値（2010 年）を用いており、今後漁獲情報が出揃うに従って値が大きく変動する可能性がある。

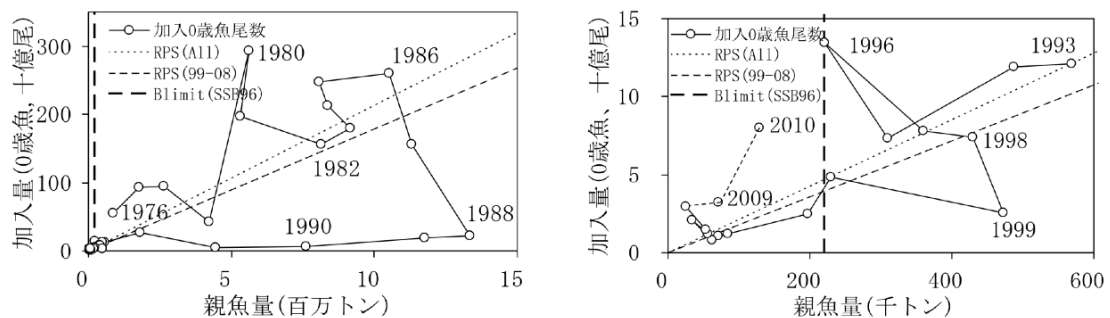


図 17. マイワシ太平洋系群の親魚量と加入量の関係

1990 年代以降資源が極端に縮小し、それ以前の年代と同じスケールで示すと全て原点付近に集中するため、1993 年以降のデータを対象に拡大して右に示した。

加入量を調査結果に基づく回帰式あるいは想定値から加入量を推定した 2009 年および 2010 年を×ならびに点線にて示した。

RPS(A11)とは、1976 年以降の RPS を用いた場合（除 2009 年）の中央値、RPS(99-08)は 2009 年を除く直近 10 年間（1999～2008 年）の RPS の中央値(RPSmed)を示す。

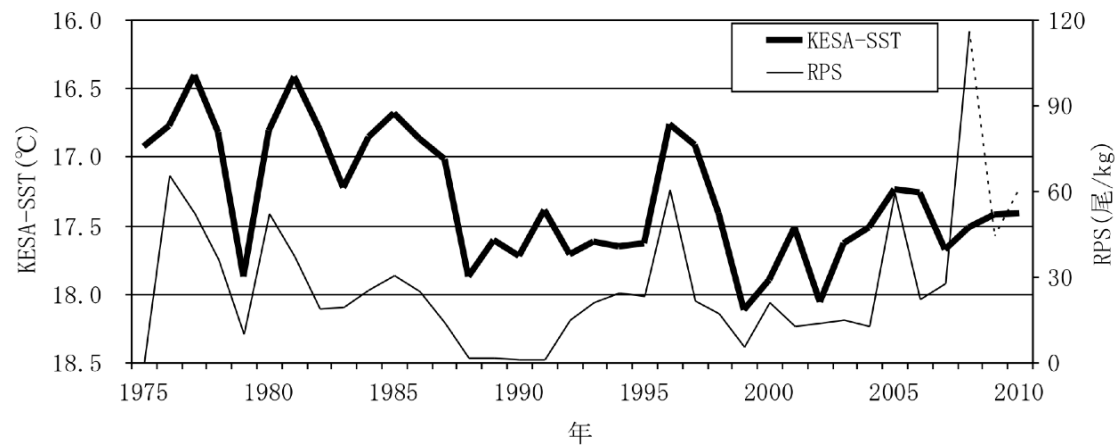


図 18. 黒潮流軸南側領域(KESA)における冬季の海面水温と RPS の関係

2009 年ならびに 2010 年の RPS については、調査船調査結果を参考に加入量を仮定しており、今後漁獲情報が整うに従い変化する可能性が高いことから、破線で示した。なお、水温軸は低水温側を上にして表示している。

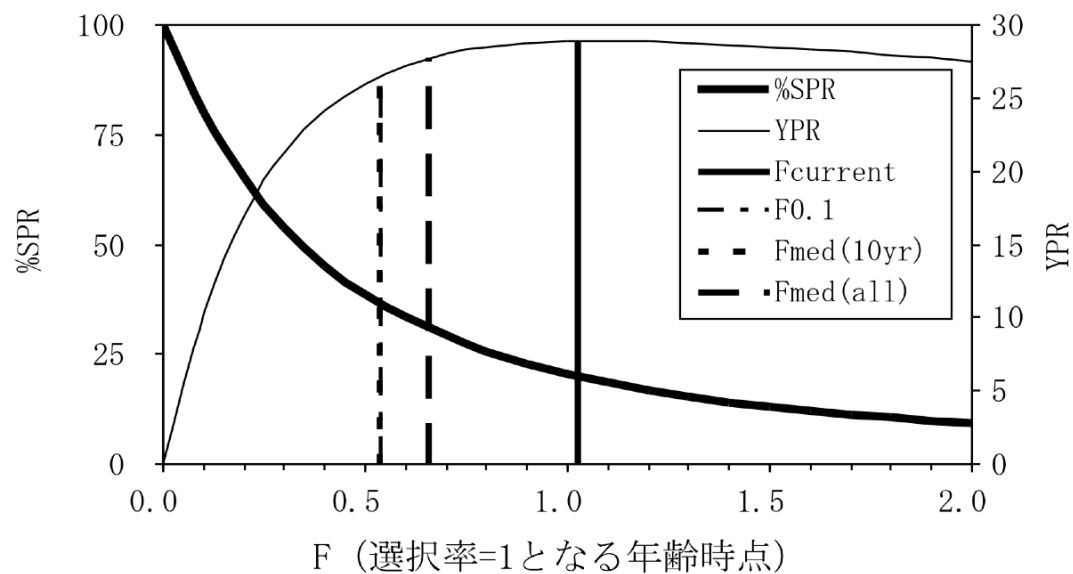


図 19. マイワシ太平洋系群の F に対する YPR と %SPR

横軸に示す F は選択率 1 となる年齢群における F の値 (=完全加入時の F) である。

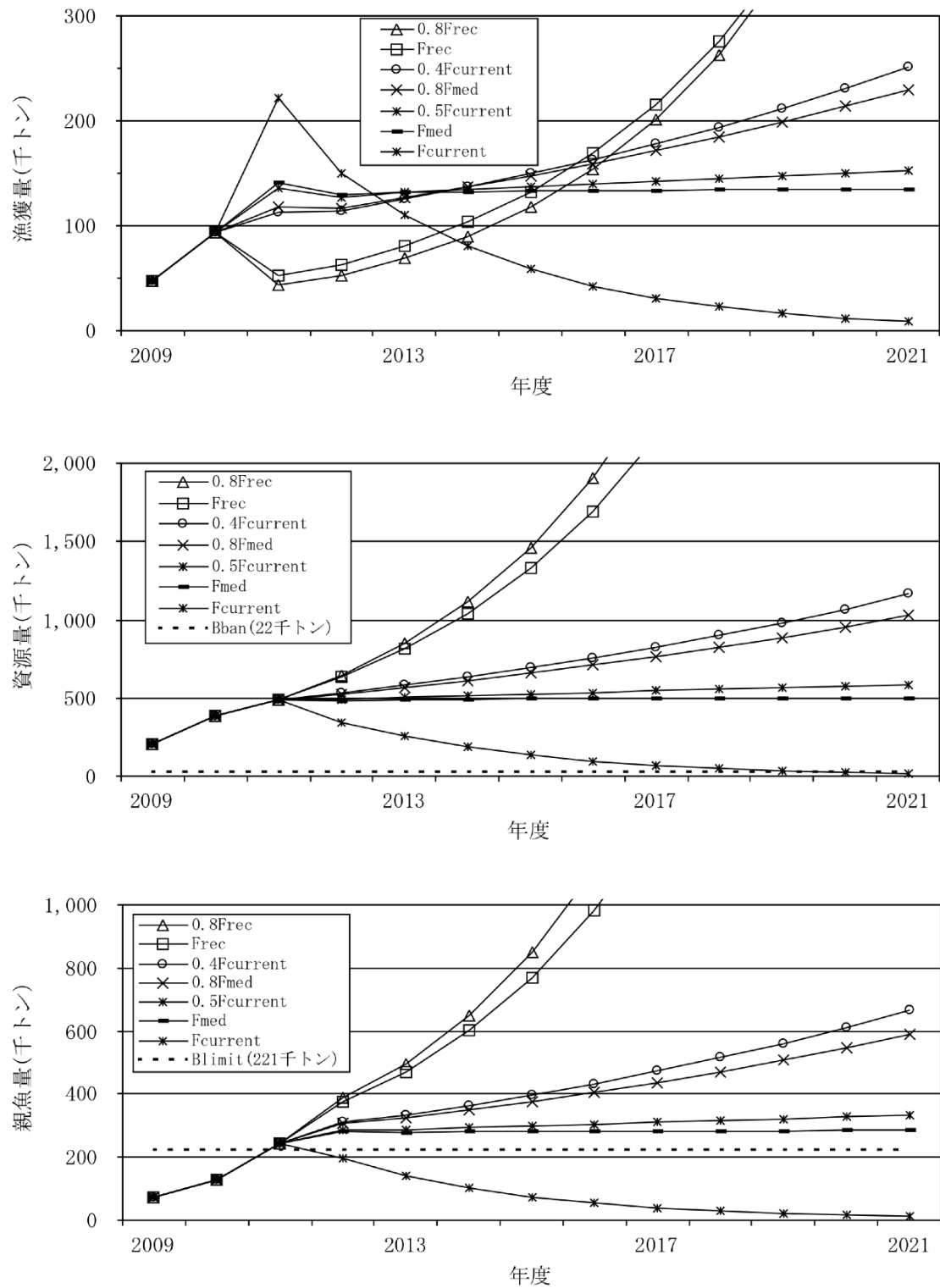


図 20. 様々な F 値の下で予測した漁獲量、資源量、親魚量の推移

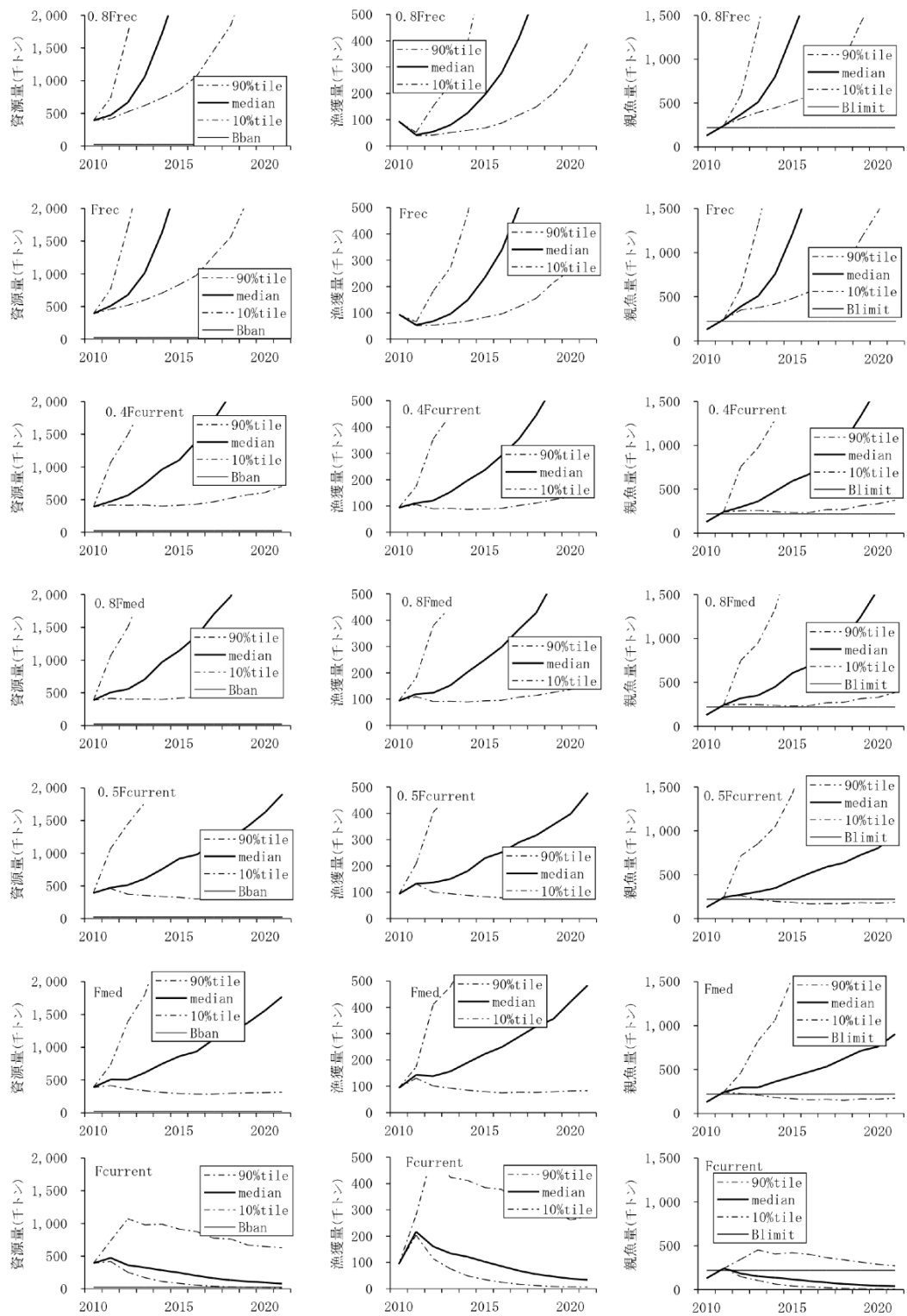
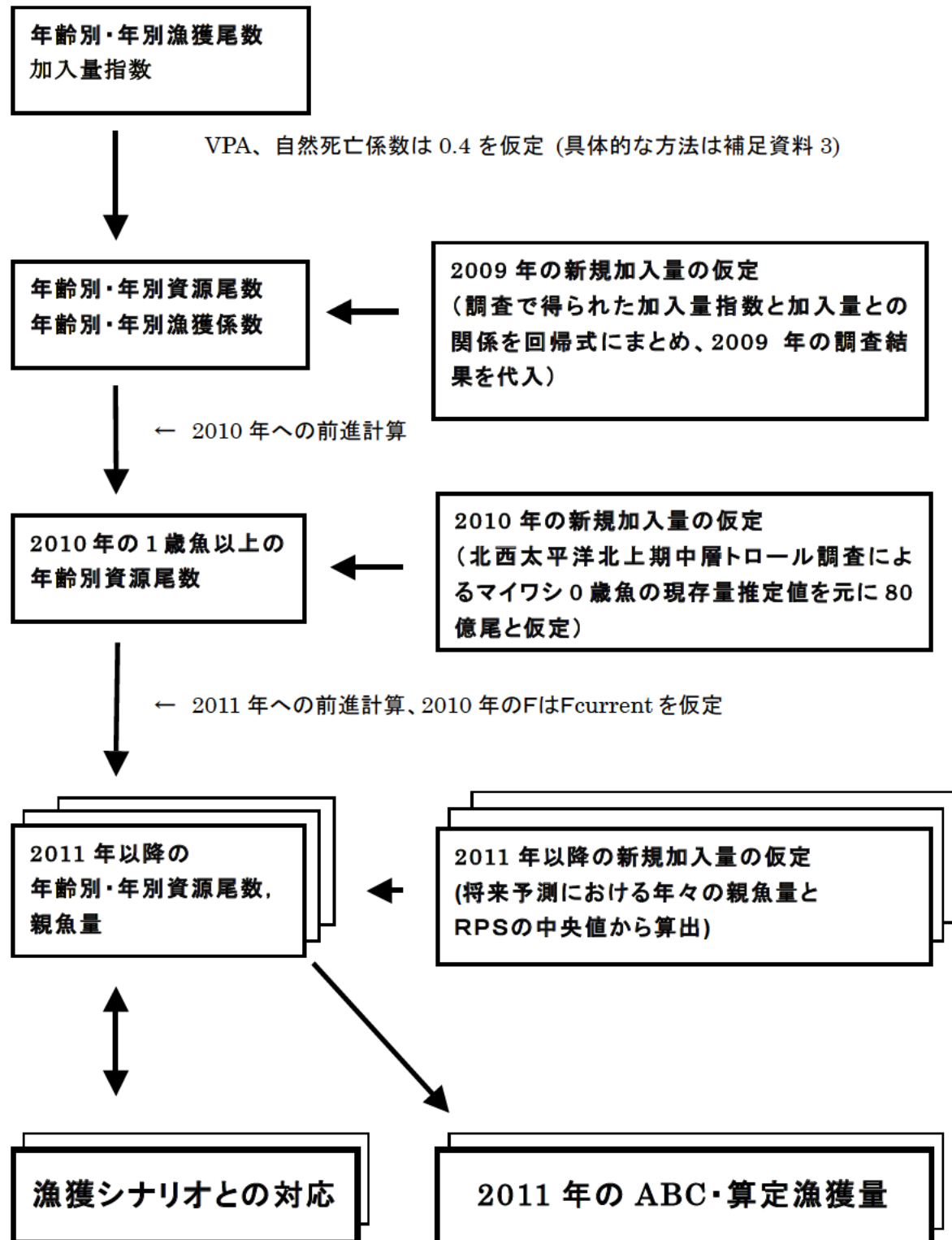


図 21. 加入量の不確実性を考慮した将来予測シミュレーションの結果（資源量、漁獲量、親魚量）

上から Frec(0.13)、0.4Fcurrent(0.31)、0.8Fmed(0.32)、0.5Fcurrent(0.39)、Fmed(0.41)、Fcurrent(0.78)の場合。加入量は 1999～2008 年の RPS から重複を許してランダムに抽出した RPS に予想親魚量を乗じて求めた。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料2 資源評価のための調査について

(1) 主要港における水揚量、魚体組成、体長体重関係、年齢組成等の解析

主要港の水揚量と体長組成、体長体重関係、年齢、成熟度などは太平洋側各道府県試験研究機関が把握している。また、漁場別漁獲状況調査、標本船調査、加入量調査により、関係県地先における分布量、加入量を直接把握するためのデータ収集も行われている。

(2) 産卵量調査

産卵状況は、沿岸では各都府県試験研究機関が周年、沖合では中央水研が主産卵期に、改良型ノルパックネット(口径 45cm、円筒円錐形、目合 0.335mm)の鉛直曳採集を実施している。卵の採集量と鋼索長、鋼索傾角、濾水計回転数、水温などにより採集点毎の卵分布密度を求め、海域面積で引き延ばして月毎の産卵量を計算している。

(3) 新規加入量調査(加入量指数)

加入量水準予測のため、5～6月の黒潮親潮移行域において表中層トロールによる幼稚魚調査(2010年：水研センター所属蒼鷹丸、2002～2009年：北海道教育庁実習船管理局所属北鳳丸、1996～2001年：香住高校所属但州丸)を実施し、加入量指数を算出している(中央水研と北水研の共同)。加入量指数は表面水温 1℃ごとの各水温帯における幼稚魚の平均採集尾数に各水温帯が調査海域(北緯 35～40度、東経 143～160度)に占める面積割合を乗じて、調査海域の水温範囲で積算した。すなわち

$$\text{加入量指数} = \sum (\text{表面水温 } 1^\circ\text{C ごとの各水温帯における平均採集尾数} \times \text{表面水温 } 1^\circ\text{C ごとの各水温帯の調査海域全体に対する面積割合}) / 100$$

である(西田ら、2001)。

(4) 沖合分布調査

漁場となる海域よりも沖合域における資源の分布状況を明らかにするため、未成年越冬群などの形で分布が沿岸域に寄る冬季に、三陸南部から鹿島灘海域で表中層トロールによる採集を行い、また科学魚探により現存量を把握している(中央水研)。初夏から秋季まで道東から三陸沖で流し網・表中層トロールによる未成年・成魚採集を行っている(北海道立総合研究機構釧路水産試験場・東北水研八戸)。

引用文献

西田宏・渡邊千夏子・谷津明彦(2001) 黒潮親潮移行域における稚魚採集結果に基づくマイワシ・マサバの加入量水準予測. 黒潮の資源海洋研究, 2, 77-82.

補足資料 3 資源量計算方法について

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。コホート解析ではマイワシの生活史と漁獲の季節性にに基づき 1 月を起点とした。使用した生物学的パラメタは本文中、図 2 および補足資料 4 に示した。0 歳～4 歳までの年齢別資源尾数 N を Pope(1972) の近似式を用いて、また 5 歳以上 (5+ (プラスグループ) と表記) の資源尾数については平松(1999)の方法を用いてそれぞれ求めた。具体的な計算式は以下のとおりである。

ステップ 1

資源量は以下の式により計算した：

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

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 ($p-1$) 及び最近年の資源尾数は(2)～(4)式によった：

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

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

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

自然死亡係数 M は、田中 (1960) の示した $M=2.5/\text{寿命}$ の式を参考に、マイワシの寿命 (7 歳, 2・(2)にて前述) を考慮して 0.4 とした。なお、近縁種であるカリフォルニアマイワシ (*Sardinops sagax caerulea*) の資源評価においても、成魚の M として 0.4 が採用されている (US Dept. Commerce 2007)。

漁獲係数 F の計算は、最近年及びプラスグループ以外は以下の(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 は直近 3 年間 (2006～2008 年) の F の平均とした (除 0 歳魚、後述)：

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

プラスグループの F は、 $p-1$ 歳の F と等しいとした (平松 1999)：

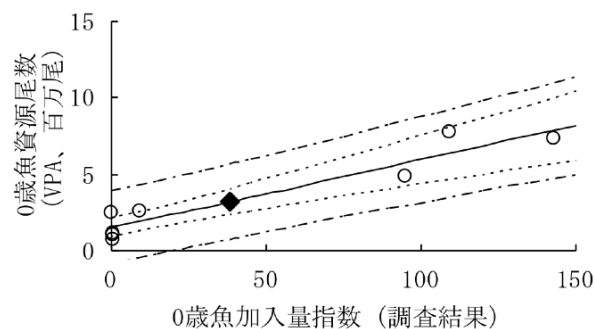
$$F_{p,y} = F_{p-1,y} \quad (7)$$

ステップ 2

ステップ 1 で得た年齢別 F から各年における選択率（ある年の最高の年齢別 F で、その年の各年齢の F を除した値）を求めた。この時点では、2009 年の年齢別選択率は以下の表の通りとなる：

年齢	0	1	2	3	4	5+
年齢別選択率	0.336	1.000	0.848	0.780	0.793	0.793

但し、この年齢別選択率に基づいてステップ 2 による VPA チューニングを施すと、近年の F （各年齢群および平均値の両方）がかなり小さめに評価され、逆に近年の資源量、特に加入量が連続してかなりの高水準にあるという現実離れた推定結果が得られることが判明した。これは 2009 年の 0 歳魚漁獲尾数が近年の中ではごく少なく、上述の方法で 0 歳魚の F および選択率を求めた場合、完全加入時の F が小さい方へ引っ張られ、結果的に F の過小推定と資源量の過大推定を導いてしまったことによる。そこで、本年度の評価においては、2009 年の 0 歳魚資源量について、漁獲量からコホート解析で F および選択率を求めるのではなく、「黒潮親潮移行域幼稚魚調査」で得られる 0 歳魚資源量指数と、その後コホート解析によって得られる 0 歳魚資源尾数の推定値との回帰式を求め、そこに 2009 年の調査結果を代入して得た値を用いることとした。



付図. 1997 年から 2004 年にかけて、黒潮親潮移行域幼稚魚調査で得られた 0 歳魚資源量指数と、その後コホート解析によって得られる 0 歳魚資源尾数推定値との関係

丸のプロットは、1997 年から 2004 年までの指数と資源尾数推定値を示す。直線群の真中に位置する直線は回帰式を、その上下に位置する破線は回帰式から求まる平均値の 95%信頼区間を、さらにその上下に位置する一点破線は回帰式から求まる個々の推定値の 95%信頼区間を示す。塗りつぶした菱形は 2009 年の調査結果（38.2）を回帰式に代入して求まる 0 歳魚資源尾数の点推定値（3,207.1 百万尾）。

回帰式の推定には、最近年からある程度の年が経過し、VPA による 0 歳魚の資源尾数推定値が十分安定したと思われる 2004 年以前のデータを用いた。また、加入量指数なら

びに 0 歳魚資源尾数の双方が比較的大きな値をとる 1996 年のデータを含めた場合（本文図 8 を参照）、データプロットの範囲が広がり、回帰直線の傾きが 1996 年のプロットに大きく左右されてしまうこと、また、原点に比較的近い 2009 年推定値の信頼区間が拡大することから、回帰式の推定には 1997 年以降のデータを用いた。

得られた回帰式は以下の通り：

$$N = 44.51I + 1506.65 \quad (8)$$

ここで、N は VPA によって求めた 0 歳魚資源尾数、I は調査によって得られた加入量指数である。

この回帰式に、2009 年の調査で得られた加入量指数（38.2）を代入すると、それに対応する資源尾数は 3,207.1 百万尾、その 95%信頼区間は 760.9～5,653.2 百万尾となった。かなり広い推定幅ではあるが、今回の評価ならびに将来予測では、この点推定値である 3,207.1 百万尾をそのまま用いた。

ちなみに、1996 年のデータを含めて回帰式の推定を行った場合、得られる回帰式は

$$N = 31.77I + 1958.97$$

となり、2009 年の指数（38.2）を代入して得られる資源尾数は 3,172.6 百万尾、その 95%信頼区間は 162.4～6182.9 百万尾となる。点推定値そのものはほぼ同じ値をとり、その信頼区間は 1996 年のデータを含めない場合に比べて若干広がる。

ステップ 1 で得られた年齢別選択率の下で、調査によって得られる資源量指標値の動向とコホート解析により得られる年級豊度が最も良く適合するように、最近年の年齢別 F の中で最高齢魚に掛かる F を調整した（VPA のチューニング）。

1996～2009 年の潮岬以東海域における産卵量（海区 I+II）14 年分、ならびに 1996～2008 年の 13 年分の加入量指数と、VPA から求まる毎年の親魚量ならびに加入量との間で、それぞれ（資源量指数の対数－（漁具能率×ある Ft の下でコホート解析から計算された親魚量もしくは加入量）の対数）を計算し、2 乗の和を求めた（2009 年の 0 歳魚の F は、先の回帰式によって求めた資源量と既知の年齢別漁獲尾数から決定され、VPA のチューニングの影響を受けない。そこで、VPA のチューニングに際しては、2009 年の加入量指数と加入量の対応は除き、2008 年までのデータを用いることとした）：

$$\sum_y (\ln(I_{i,y}) - \ln(qN_y))^2 \quad (9)$$

$I_{i,y}$: y 年における i 番目の調査からえられた指標値

N_y : コホート解析から計算された y 年の親魚量もしくは 0 歳魚資源尾数

2 種の資源量指数について求めた 2 乗の和について、さらにその和（重み付けはしない）を最小にする Ft を推定した。

漁具能率 q_i は以下の式で求めた：

$$\hat{q}_i = \exp \left(\frac{\sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_{i,y}}{N_{i,y}} \right)}{n} \right) \quad (10)$$

将来予測

年齢別資源尾数の将来予測には、加入量を仮定した上でコホート解析の前進法を用いた：

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

ただし、5歳以上のプラスグループについては、前年の4歳と5歳以上の和から前進させた。

また0歳魚資源尾数は、その年の親魚量と再生産成功率（RPS）を乗じて求めた。その際に用いるRPSについては、点推定値の計算においては1999～2008年のRPSの中央値（RPSmed：17.9尾/kg）を、また不確実性を考慮した将来予測においては、1999～2008年の再生産成功率からランダムサンプリングして与えた。

年齢別漁獲尾数は以下の式で求めた：

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

2010年の年齢別Fには、1歳魚以上については2009年の年齢別Fと同じ値を仮定した。0歳魚については、2009年の0歳魚の漁獲量が少なかった理由として、0歳魚に掛かる漁獲係数Fが例外的に小さかったことを仮定しているため、2010年（およびそれ以降）については、ステップ1における1歳魚以上で行ったのと同様の方法で0歳の選択率を求め、それに2009年の年齢別Fの最大値（＝完全加入時のF）を乗ずることで仮定した。

2011年以降の年齢別Fについては、漁獲シナリオ毎に得られる選択率1の下でのFと2010年の年齢別選択率を乗じて算出した。

資源量・漁獲量を算出するにあたって用いた年齢別体重は2007～2009年の平均値とした。

なお、上述したチューニングVPAのマイワシ太平洋系群の資源解析への適用については、当該系群の年齢別選択率の年変動が大きく「近年の年齢別選択率が安定している」という仮定の下でのターミナルFの設定では正確な評価を行うことができないこと（平松 2009）、ならびに現在VPAのチューニングに用いている指標値についても、加入量指数はFを増大させ、一方で産卵量はFを引き下げる効果があるなど正反対の効果を持つために、現在のチューニングの結果求まる予測値は、その中間的な値が出てきているだけで信頼性に乏しい（平松 私信）という2つの問題点が指摘されている。しかしながら、現状でこれまでの方法に代わるより良い方法を見いだせなかったことから、本年の評価においても、従前の方法を踏襲したチューニングVPAによる資源量推定法を昨年に引き続き採用することとした。今後、さらにデータを細かく見直し、改めてこれら指標値と年齢別資源量の関係について検討するなどして、抜本的な改善策の探索を続けて行かなければならない。

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.

平松一彦 (2009) マイワシ太平洋系群の資源評価に用いられる VPA の信頼性の検討. 日水誌, 75, 661-665.

Pope (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.

U.S. Department of Commerce (2007) Assessment of the Pacific sardine resource in 2007 for U.S. management in 2008. NOAA Technical Memorandum NMFS, pp.183.

補足資料4 コホート解析結果ならびに使用したパラメタおよび各種指標値一覧

年齢別漁獲量は、計算された漁獲尾数に年齢別平均体重を乗じたもので、実際の漁獲量とは異なる。また、産卵期は前年秋～当年春にかけて継続するが、本系群では毎年1月1日時点で加齢することから、 $x-1$ 年秋季より x 年春季にかけて産卵に關与した親魚を x 年の親魚として示した。すなわち、2000年の列に示した親魚量は、1999年末～2000年春季の産卵に關与した親魚量にあたり、そこから産まれた0歳魚は2000年級群0歳となる。

マイワシ太平洋系群のコホート解析に用いる各種データ・パラメタ類

年齢別漁獲尾数 (百万尾)	年															
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1990
0歳	2,688	3,838	3,043	2,828	13,733	6,276	3,578	3,601	9,656	16,152	2,612	13,293	1,857	4,733	1,831	1,831
1歳	7,763	5,052	8,106	4,208	1,500	36,761	10,028	4,538	12,952	12,648	16,897	7,413	12,465	1,177	2,798	2,798
2歳	2,542	5,224	4,401	4,714	3,591	1,964	22,951	15,526	8,377	8,947	8,340	13,945	12,176	6,865	2,632	2,632
3歳	278	1,636	2,353	2,750	4,998	3,654	2,007	20,050	13,665	10,192	8,256	12,206	8,351	11,210	6,753	6,753
4歳	98	53	346	745	1,790	1,845	3,494	874	6,671	6,217	5,976	6,746	6,310	7,801	9,491	9,491
5歳+	1	1	27	19	324	348	1,365	1,358	2,958	2,039	2,452	2,929	3,073	4,185	4,655	4,655
合計	13,370	15,803	18,276	15,264	25,937	50,849	43,422	45,946	54,278	56,194	44,532	56,533	44,231	35,971	28,160	28,160

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)	年															
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005
0歳	482	4,003	2,806	3,518	1,973	2,948	725	451	61	1,070	784	21	150	324	217	217
1歳	775	1,190	8,933	2,090	2,533	651	2,638	993	2,606	255	1,458	467	413	364	81	81
2歳	944	363	317	1,789	1,231	336	449	490	1,108	377	560	137	128	64	18	18
3歳	1,373	738	321	319	193	128	139	148	422	322	195	49	74	11	30	30
4歳	5,685	768	329	125	42	28	30	142	174	235	103	26	31	9	39	39
5歳+	8,525	8,352	932	328	60	12	10	71	59	89	71	17	12	4	19	19
合計	17,784	15,414	13,637	8,168	6,033	4,103	3,990	2,295	4,430	2,348	3,171	717	807	777	404	404

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)	年			
	2006	2007	2008	2009
0歳	166	790	410	118
1歳	576	458	156	589
2歳	42	219	32	29
3歳	22	21	15	10
4歳	12	8	2	5
5歳+	3	3	1	2
合計	821	1,499	616	753

年齢別平均体重 (グラム)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	25	21	22	34	21	19	19	12	8	18	10	6	12	10	5
1歳	56	58	52	55	69	38	41	42	41	40	42	47	49	45	41
2歳	84	84	84	81	81	85	53	59	54	49	59	54	58	59	58
3歳	105	105	105	105	102	97	91	67	68	67	75	67	75	75	79
4歳	118	118	118	118	118	116	106	93	84	83	93	89	89	93	91
5歳+	127	127	127	127	127	127	125	111	108	103	115	108	101	108	105

年齢別平均体重 (グラム)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	4	18	6	11	34	34	28	24	35	30	17	33	18	29	33
1歳	30	54	61	56	49	49	64	52	60	44	54	58	61	78	70
2歳	87	83	79	94	84	84	99	79	77	76	79	80	78	107	90
3歳	97	96	112	120	118	118	116	101	95	96	97	103	107	123	105
4歳	99	99	134	135	143	143	134	118	102	107	115	114	118	142	120
5歳+	108	111	133	140	156	150	154	122	127	123	129	134	138	162	134

年齢別平均体重 (グラム)

	2006	2007	2008	2009
0歳	26	23	27	23
1歳	64	55	70	68
2歳	87	83	90	94
3歳	107	101	105	108
4歳	122	114	115	114
5歳+	140	120	130	127

年齢別漁獲量 (トン)		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳		67,200	80,596	66,944	96,138	288,385	119,248	67,982	43,213	77,246	290,741	26,118	79,760	22,283	47,331	9,157
1歳		434,728	292,993	421,491	231,418	103,521	1,396,907	411,140	190,583	531,032	505,908	709,657	348,392	610,765	52,943	114,718
2歳		213,528	438,799	369,701	381,810	290,863	166,966	1,216,387	916,034	452,358	438,398	492,054	753,019	706,202	405,011	152,627
3歳		29,190	171,759	247,076	288,792	509,827	354,467	182,655	1,343,377	929,220	682,844	619,193	817,822	626,310	840,780	533,511
4歳		11,564	6,242	40,840	87,934	211,267	214,066	370,364	81,245	560,330	515,978	555,740	600,421	561,581	725,465	863,654
5歳+		127	140	3,442	2,451	41,161	44,209	170,575	150,694	319,442	209,966	281,946	316,354	310,363	452,012	488,786
合計		756,337	990,529	1,149,493	1,088,543	1,445,023	2,295,862	2,419,103	2,725,146	2,869,628	2,643,835	2,684,707	2,915,768	2,837,504	2,523,542	2,162,451

年齢別漁獲量 (トン)		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		1,929	72,050	16,834	38,693	66,841	99,867	20,297	10,828	2,158	31,680	13,643	692	2,699	9,498	7,149
1歳		23,235	64,265	544,919	117,012	123,297	31,700	168,832	51,731	155,574	11,130	78,752	26,983	25,210	28,336	5,679
2歳		82,093	30,104	25,051	168,119	103,767	28,300	44,411	38,752	84,957	28,730	44,391	10,938	9,949	6,852	1,638
3歳		133,220	70,867	35,896	38,268	22,782	15,105	16,112	14,886	39,973	31,010	18,931	5,088	7,866	1,353	3,129
4歳		562,835	76,012	44,073	16,916	6,071	3,938	3,993	16,639	17,631	25,234	11,783	2,939	3,630	1,253	4,710
5歳+		920,722	927,105	123,956	45,962	9,382	1,801	1,509	8,678	7,564	10,960	9,196	2,221	1,611	694	2,517
合計		1,724,033	1,240,405	790,729	424,969	332,141	180,712	255,155	141,513	307,857	138,743	176,697	48,861	50,964	47,985	24,822

年齢別漁獲量 (トン)		2006	2007	2008	2009
0歳		4,344	18,174	11,077	2,720
1歳		36,956	25,181	10,887	40,025
2歳		3,600	18,160	2,838	2,734
3歳		2,354	2,153	1,563	1,087
4歳		1,507	904	235	600
5歳+		416	355	184	198
合計		49,176	64,927	26,783	47,363

年齢別成熟割合

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1歳	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5歳+	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

年齢別成熟割合

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1歳	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5歳+	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

年齢別成熟割合

	2006	2007	2008	2009
0歳	0.0	0.0	0.0	0.0
1歳	0.5	0.5	0.5	0.5
2歳	1.0	1.0	1.0	1.0
3歳	1.0	1.0	1.0	1.0
4歳	1.0	1.0	1.0	1.0
5歳+	1.0	1.0	1.0	1.0

マイワシ太平洋系群のコホート解析結果

Fマトリックス		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳		0.061	0.052	0.040	0.086	0.059	0.040	0.028	0.025	0.057	0.083	0.012	0.110	0.105	0.353	0.390
1歳		0.351	0.192	0.185	0.089	0.074	0.278	0.101	0.056	0.144	0.122	0.145	0.054	0.177	0.110	0.467
2歳		0.566	0.549	0.322	0.194	0.125	0.162	0.354	0.282	0.173	0.174	0.136	0.213	0.146	0.173	0.491
3歳		1.057	1.311	0.677	0.438	0.412	0.227	0.312	0.807	0.557	0.419	0.304	0.384	0.239	0.244	0.324
4歳		3.492	0.762	1.936	0.612	0.763	0.330	0.451	0.271	0.957	0.706	0.606	0.566	0.448	0.471	0.429
5歳+		3.492	0.762	1.936	0.612	0.763	0.330	0.451	0.271	0.957	0.706	0.606	0.566	0.448	0.471	0.429
単純平均		1.503	0.605	0.850	0.338	0.366	0.228	0.283	0.285	0.474	0.368	0.302	0.316	0.260	0.304	0.422
Fマトリックス		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		0.118	0.197	0.332	0.448	0.400	0.312	0.121	0.078	0.030	0.317	0.492	0.022	0.190	0.710	0.138
1歳		0.358	0.615	1.292	0.576	0.937	0.277	0.670	0.305	1.193	0.208	1.417	0.832	1.053	1.414	0.488
2歳		0.356	0.358	0.412	1.556	1.152	0.366	0.398	0.307	0.898	0.684	1.426	0.576	0.754	0.567	0.264
3歳		0.681	0.692	0.839	1.452	0.922	0.409	0.319	0.275	0.620	0.997	1.417	0.539	0.976	0.156	0.750
4歳		0.656	1.677	1.089	1.452	1.046	0.388	0.193	0.847	0.809	1.248	1.676	0.960	1.088	0.351	2.305
5歳+		0.656	1.677	1.089	1.452	1.046	0.388	0.193	0.847	0.809	1.248	1.676	0.960	1.088	0.351	2.305
単純平均		0.471	0.870	0.842	1.156	0.917	0.357	0.316	0.443	0.726	0.784	1.351	0.648	0.858	0.592	1.042
Fマトリックス		2006	2007	2008	2009											
0歳		0.179	1.087	0.184	0.046											
1歳		0.882	1.643	0.861	0.565											
2歳		0.654	1.610	0.559	0.479											
3歳		0.785	1.240	0.522	0.441											
4歳		1.177	1.033	0.431	0.448											
5歳+		1.177	1.033	0.431	0.448											
単純平均		0.809	1.274	0.498	0.405											

年齢別資源尾数 (百万尾)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳	55,899	92,252	94,204	41,921	292,971	197,812	156,249	180,202	212,801	247,911	259,954	156,475	22,847	19,437	6,923
1歳	31,999	35,269	58,696	60,656	25,786	185,141	127,459	101,808	117,844	134,739	152,955	172,114	94,004	13,794	9,154
2歳	7,185	15,094	19,506	32,709	37,214	16,056	94,007	77,228	64,529	68,389	79,963	88,695	109,302	52,808	8,283
3歳	520	2,735	5,841	9,472	18,066	22,005	9,155	44,224	39,056	36,396	38,518	46,773	48,037	63,299	29,778
4歳	123	121	494	1,989	4,097	8,018	11,759	4,493	13,228	14,992	16,053	19,060	21,359	25,363	33,252
5歳+	1	3	39	52	742	1,512	4,592	6,983	5,866	4,916	6,586	8,276	10,402	13,608	16,310
合計	95,728	145,473	178,779	146,797	378,876	430,545	403,221	414,937	453,324	507,344	554,029	491,392	305,951	188,309	103,700

年齢別資源尾数 (百万尾)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	5,308	27,328	12,126	11,888	7,309	13,445	7,775	7,368	2,542	4,815	2,463	1,182	1,060	779	2,057
1歳	3,142	3,163	15,042	5,831	5,089	3,284	6,598	4,618	4,569	1,654	2,352	1,009	775	588	257
2歳	3,845	1,472	1,146	2,769	2,198	1,337	1,668	2,263	2,283	929	900	382	294	181	96
3歳	3,398	1,805	690	509	392	466	621	751	1,116	623	314	145	144	93	69
4歳	14,432	1,153	605	200	80	104	207	303	382	402	154	51	57	36	53
5歳+	21,641	12,546	1,716	524	114	46	68	152	131	153	107	33	22	18	25
合計	51,765	47,467	31,325	21,720	15,181	18,681	16,938	15,455	11,022	8,577	6,290	2,802	2,352	1,695	2,557

年齢別資源尾数 (百万尾)

	2006	2007	2008	2009
0歳	1,237	1,456	2,985	3,207
1歳	1,202	693	329	1,665
2歳	106	334	90	93
3歳	49	37	45	34
4歳	22	15	7	18
5歳+	5	6	5	5
合計	2,621	2,541	3,461	5,023

年齢別資源量 (千トン)		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳		1,397	1,937	2,072	1,425	6,152	3,758	2,969	2,162	1,702	4,462	2,600	939	274	194	35
1歳		1,792	2,046	3,052	3,336	1,779	7,035	5,226	4,276	4,832	5,390	6,424	8,089	4,606	621	375
2歳		604	1,268	1,638	2,649	3,014	1,365	4,982	4,556	3,485	3,351	4,718	4,790	6,340	3,116	480
3歳		55	287	613	995	1,843	2,134	833	2,963	2,656	2,439	2,889	3,134	3,603	4,747	2,352
4歳		15	14	58	235	483	930	1,246	418	1,111	1,244	1,493	1,696	1,901	2,359	3,026
5歳+		0	0	5	7	94	192	574	775	633	506	757	894	1,051	1,470	1,713
合計		3,862	5,553	7,440	8,647	13,366	15,415	15,830	15,151	14,419	17,392	18,881	19,542	17,774	12,507	7,981

年齢別資源量 (千トン)		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		21	492	73	131	248	455	218	177	90	143	43	39	19	23	68
1歳		94	171	918	327	248	160	422	241	273	72	127	58	47	46	18
2歳		335	122	91	260	185	113	165	179	175	71	71	31	23	19	9
3歳		330	173	77	61	46	55	72	76	106	60	31	15	15	11	7
4歳		1,429	114	81	27	11	15	28	36	39	43	18	6	7	5	6
5歳+		2,337	1,393	228	73	18	7	10	19	17	19	14	4	3	3	3
合計		4,546	2,465	1,467	879	756	805	915	726	699	408	303	153	114	107	112

年齢別資源量 (千トン)		2006	2007	2008	2009
0歳		32	33	81	74
1歳		77	38	23	113
2歳		9	28	8	9
3歳		5	4	5	4
4歳		3	2	1	2
5歳+		1	1	1	1
合計		127	105	118	202

年齢別親魚量 (千トン)		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0歳		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳		179	205	305	334	178	704	523	428	483	539	642	809	461	62	38
2歳		604	1,268	1,638	2,649	3,014	1,365	4,982	4,556	3,485	3,351	4,718	4,790	6,340	3,116	480
3歳		55	287	613	995	1,843	2,134	833	2,963	2,656	2,439	2,889	3,134	3,603	4,747	2,352
4歳		15	14	58	235	483	930	1,246	418	1,111	1,244	1,493	1,696	1,901	2,359	3,026
5歳+		0	0	5	7	94	192	574	775	633	506	757	894	1,051	1,470	1,713
合計		852	1,774	2,620	4,219	5,613	5,325	8,158	9,140	8,368	8,079	10,499	11,322	13,354	11,754	7,609

年齢別親魚量 (千トン)		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳		9	17	92	65	50	32	84	120	136	36	63	29	24	23	9
2歳		335	122	91	280	185	113	165	179	175	71	71	31	23	19	9
3歳		330	173	77	61	46	55	72	76	106	60	31	15	15	11	7
4歳		1,429	114	81	27	11	15	28	36	39	43	18	6	7	5	6
5歳+		2,337	1,393	228	73	18	7	10	19	17	19	14	4	3	3	3
合計		4,439	1,819	569	487	310	221	360	429	473	229	197	85	72	62	35

年齢別親魚量 (千トン)

年齢別親魚量 (千トン)		2006	2007	2008	2009
0歳		0	0	0	0
1歳		39	19	12	57
2歳		9	28	8	9
3歳		5	4	5	4
4歳		3	2	1	2
5歳+		1	1	1	1
合計		56	53	26	72

マイワシ太平洋系群に関する各種指標値

産卵量 (兆粒)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
I+II区	580	175	150	109	43	79	244	153	734	285	277	420	3,379	2,632	697
全体	1,069	371	562	989	892	622	1,158	2,052	5,614	1,462	2,727	2,328	4,304	3,423	1,754
産卵量 (兆粒)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
I+II区	48	61	26	22	49	42	35	170	32	12	7	21	29	7	32
全体	1,280	638	143	148	172	121	145	283	63	33	31	67	86	50	121
産卵量 (兆粒)	2008	2009	2010												
I+II区	13	24	35												
全体	84	118	73												

春季 (5, 6月) 黒潮親潮移行域幼稚稚魚調査で得られた0歳魚加入量指数

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	391.0	109.0	143.0	9.0	95.0	0.2	0.5	0.3	0.5	28.0	2.5	29.3	1.9	38.2	1,213.1

5. 6月北西太平洋北上期中層トロール調査による現存量推定値 (千尾)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳魚	18,976	494,879	80,431	0	65,205	0	58,042	82,259	485,246	7,768,511
1歳魚以上	1,853,923	168,880	798,362	76,752	1,063	2,236	503	0	31,591	459,971

9月秋季浮魚調査150'E以东0歳魚CPUE (尾/網)

	2005	2006	2007	2008	2009
0歳魚CPUE	66.9	9.4	6.3	17.3	47.2

2月越冬期調査によるマイワシ未成魚越冬群現存量推定値 (千尾)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
沿岸域	573	5,327	7,080	12	578	626	1,437	873
沖合域	9,087	8,620	10,192	92	15,715	1,195	231	1,335
合計	9,660	13,946	17,272	104	16,293	1,821	1,669	2,208

未成魚越冬群指数 (千葉水総研)																
1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990		
7,592	4,109	16,840	11,653	2,853	53,698	41,207	6,740	50,085	41,197	62,928	42,986	39,659	1,588	5,944		
未成魚越冬群指数 (千葉水総研)																
1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
224	30	30,541	5,802	5,054	239	8,481	1,136	5,763	0	8,480	122	404	342	28		
未成魚越冬群指数 (千葉水総研)																
2006	2007	2008	2009	2010												
1,093	371	385	921	780												
北部まき網による漁獲状況から算出した資源量指数 (JAPICまとめ)																
1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009						
6,499	2,565	2,611	688	852	546	323	853	1,079	540	1,046						

補足資料5 様々な漁獲シナリオ下での資源の年齢別将来予測値（点推定値）
0.8Frec

漁獲係数													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1歳	0.57	0.57	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
2歳	0.48	0.48	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
3歳	0.44	0.44	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
4歳	0.45	0.45	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
5歳以上	0.45	0.45	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
単純平均	0.40	0.43	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

資源尾数（百万尾）													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	6,965	8,857	11,644	15,226	19,870	25,963	33,914	44,303	57,874	75,602
1歳	1,665	2,053	4,434	2,785	4,456	5,666	7,449	9,741	12,712	16,610	21,696	28,343	37,025
2歳	93	634	782	2,587	1,625	2,600	3,306	4,346	5,683	7,417	9,691	12,659	16,537
3歳	34	39	263	466	1,542	968	1,549	1,970	2,590	3,387	4,420	5,775	7,544
4歳	18	15	17	158	280	927	583	932	1,185	1,558	2,037	2,659	3,474
5歳以上	5	10	11	16	105	231	696	768	1,020	1,324	1,731	2,262	2,955
計	5,023	10,751	9,860	12,978	16,865	22,037	28,809	37,627	49,154	64,211	83,879	109,573	143,137

資源量（千トン）													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	169	216	283	370	484	632	825	1,078	1,408	1,840
1歳	113	132	285	179	287	365	479	627	818	1,069	1,396	1,823	2,382
2歳	9	56	70	230	145	231	294	387	506	660	863	1,127	1,472
3歳	4	4	28	49	161	101	162	206	271	354	462	604	789
4歳	2	2	2	18	32	106	67	106	135	178	233	304	397
5歳以上	1	1	1	2	13	29	87	96	128	166	217	284	371
計	202	390	492	648	853	1,116	1,460	1,906	2,490	3,253	4,249	5,551	7,251

親魚量（千トン）													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	90	143	182	240	313	409	534	698	912	1,191
2歳	9	56	70	230	145	231	294	387	506	660	863	1,127	1,472
3歳	4	4	28	49	161	101	162	206	271	354	462	604	789
4歳	2	2	2	18	32	106	67	106	135	178	233	304	397
5歳以上	1	1	1	2	13	29	87	96	128	166	217	284	371
計	72	129	243	389	494	650	850	1,109	1,449	1,893	2,473	3,231	4,220

漁獲量(千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	4	6	8	11	14	18	24	31	40	53	69
1歳	40	47	30	19	30	39	51	66	87	113	148	193	253
2歳	3	18	6	21	13	21	27	35	46	60	78	102	134
3歳	1	1	2	4	14	9	14	17	23	30	39	51	66
4歳	1	1	0	2	3	9	6	9	12	15	20	26	34
5歳以上	0	0	0	0	1	2	7	8	11	14	19	24	32
計	47	94	43	52	69	90	118	154	202	263	344	449	587
漁獲割合(%)	23	24	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Frec

漁獲係数

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
1歳	0.57	0.57	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2歳	0.48	0.48	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
3歳	0.44	0.44	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
4歳	0.45	0.45	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
5歳以上	0.45	0.45	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
単純平均	0.40	0.43	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13

資源尾数 (百万尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	6,771	8,416	10,808	13,805	17,601	22,467	28,670	36,588	46,692	59,587
1歳	1,665	2,053	4,434	2,753	4,281	5,321	6,834	8,729	11,130	14,206	18,129	23,135	29,524
2歳	93	634	782	2,499	1,551	2,413	2,999	3,851	4,920	6,272	8,006	10,217	13,039
3歳	34	39	263	453	1,446	898	1,396	1,735	2,229	2,847	3,630	4,633	5,912
4歳	18	15	17	154	265	847	526	817	1,016	1,305	1,667	2,125	2,712
5歳以上	5	10	11	16	99	213	619	668	868	1,101	1,405	1,794	2,289
計	5,023	10,751	9,860	12,645	16,059	20,499	26,179	33,403	42,629	54,401	69,424	88,596	113,063

資源量 (千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	165	205	263	336	428	547	698	890	1,136	1,450
1歳	113	132	285	177	275	342	440	562	716	914	1,166	1,488	1,899
2歳	9	56	70	222	138	215	267	343	438	558	713	910	1,161
3歳	4	4	28	47	151	94	146	181	233	298	379	484	618
4歳	2	2	2	18	30	97	60	93	116	149	190	243	310
5歳以上	1	1	1	2	12	27	78	84	109	138	177	225	288
計	202	390	492	631	812	1,037	1,326	1,692	2,159	2,755	3,516	4,487	5,726

親魚量 (千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	89	138	171	220	281	358	457	583	744	950
2歳	9	56	70	222	138	215	267	343	438	558	713	910	1,161
3歳	4	4	28	47	151	94	146	181	233	298	379	484	618
4歳	2	2	2	18	30	97	60	93	116	149	190	243	310
5歳以上	1	1	1	2	12	27	78	84	109	138	177	225	288
計	72	129	243	378	470	603	771	983	1,254	1,600	2,042	2,606	3,326

漁獲量(千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	5	8	10	12	16	20	25	32	41	53	67
1歳	40	47	37	23	36	45	57	73	93	119	152	194	248
2歳	3	18	8	25	15	24	30	38	49	63	80	102	130
3歳	1	1	3	5	16	10	15	19	24	31	39	50	64
4歳	1	1	0	2	3	10	6	10	12	16	20	26	33
5歳以上	0	0	0	0	1	3	8	9	11	15	19	24	30
計	47	94	53	63	81	104	132	169	216	275	351	448	572
漁獲割合(%)	23	24	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

0.4Fcurrent

漁獲係数													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
1歳	0.57	0.57	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
2歳	0.48	0.48	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
3歳	0.44	0.44	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
4歳	0.45	0.45	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
5歳以上	0.45	0.45	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
単純平均	0.40	0.43	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31

資源尾数 (百万尾)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	5,601	5,967	6,541	7,133	7,770	8,470	9,231	10,061	10,966	11,952
1歳	1,665	2,053	4,434	2,543	3,271	3,485	3,821	4,167	4,538	4,947	5,392	5,877	6,406
2歳	93	634	782	1,974	1,132	1,457	1,552	1,701	1,855	2,021	2,203	2,401	2,617
3歳	34	39	263	371	936	537	690	735	806	879	958	1,044	1,138
4歳	18	15	17	128	181	456	261	336	358	393	428	466	508
5歳以上	5	10	11	13	69	121	279	262	290	314	342	373	407
計	5,023	10,751	9,860	10,630	11,555	12,596	13,737	14,971	16,318	17,785	19,384	21,128	23,028

資源量 (千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	136	145	159	174	189	206	225	245	267	291
1歳	113	132	285	164	210	224	246	268	292	318	347	378	412
2歳	9	56	70	176	101	130	138	151	165	180	196	214	233
3歳	4	4	28	39	98	56	72	77	84	92	100	109	119
4歳	2	2	2	15	21	52	30	38	41	45	49	53	58
5歳以上	1	1	1	2	9	15	35	33	36	39	43	47	51
計	202	390	492	531	584	636	695	757	825	899	980	1,068	1,164

親魚量 (千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	82	105	112	123	134	146	159	173	189	206
2歳	9	56	70	176	101	130	138	151	165	180	196	214	233
3歳	4	4	28	39	98	56	72	77	84	92	100	109	119
4歳	2	2	2	15	21	52	30	38	41	45	49	53	58
5歳以上	1	1	1	2	9	15	35	33	36	39	43	47	51
計	72	129	243	313	333	365	398	434	473	515	562	612	667

漁獲量(千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	11	14	15	17	18	20	22	24	26	28	31
1歳	40	47	78	45	58	62	68	74	80	87	95	104	113
2歳	3	18	17	42	24	31	33	36	40	43	47	51	56
3歳	1	1	6	9	22	13	16	17	19	21	22	24	27
4歳	1	1	0	3	5	12	7	9	9	10	11	12	13
5歳以上	0	0	0	0	2	3	8	7	8	9	10	11	12
計	47	94	113	114	126	137	150	163	178	194	211	230	251
漁獲割合(%)	23	24	23	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22

0.8Fmed

漁獲係数

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
1歳	0.57	0.57	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
2歳	0.48	0.48	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3歳	0.44	0.44	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
4歳	0.45	0.45	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
5歳以上	0.45	0.45	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
単純平均	0.40	0.43	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

資源尾数 (百万尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	5,518	5,808	6,287	6,771	7,284	7,842	8,441	9,086	9,781	10,528
1歳	1,665	2,053	4,434	2,527	3,203	3,371	3,649	3,930	4,228	4,552	4,900	5,274	5,677
2歳	93	634	782	1,938	1,104	1,400	1,473	1,595	1,718	1,848	1,989	2,141	2,305
3歳	34	39	263	365	904	515	653	687	744	801	862	928	999
4歳	18	15	17	126	175	434	247	313	330	357	385	414	445
5歳以上	5	10	11	13	67	115	262	243	266	284	306	330	355
計	5,023	10,751	9,860	10,487	11,260	12,122	13,056	14,053	15,127	16,283	17,528	18,868	20,310

資源量 (千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	134	141	153	165	177	191	205	221	238	256
1歳	113	132	285	163	206	217	235	253	272	293	315	339	365
2歳	9	56	70	173	98	125	131	142	153	165	177	191	205
3歳	4	4	28	38	94	54	68	72	78	84	90	97	104
4歳	2	2	2	14	20	50	28	36	38	41	44	47	51
5歳以上	1	1	1	2	8	14	33	31	33	36	38	41	45
計	202	390	492	524	569	612	660	710	765	823	886	954	1,027

親魚量 (千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	81	103	108	117	126	136	146	158	170	183
2歳	9	56	70	173	98	125	131	142	153	165	177	191	205
3歳	4	4	28	38	94	54	68	72	78	84	90	97	104
4歳	2	2	2	14	20	50	28	36	38	41	44	47	51
5歳以上	1	1	1	2	8	14	33	31	33	36	38	41	45
計	72	129	243	308	324	351	378	407	438	471	507	546	588

漁獲量(千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	12	15	16	17	18	19	21	23	24	26	28
1歳	40	47	81	46	59	62	67	72	78	83	90	97	104
2歳	3	18	17	43	24	31	33	35	38	41	44	47	51
3歳	1	1	6	9	22	13	16	17	18	19	21	23	24
4歳	1	1	0	3	5	12	7	8	9	10	10	11	12
5歳以上	0	0	0	0	2	3	8	7	8	8	9	10	11
計	47	94	117	117	127	137	148	159	171	184	199	214	230
漁獲割合(%)	23	24	24	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

0.5Fcurrent

漁獲係数

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
1歳	0.57	0.57	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
2歳	0.48	0.48	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
3歳	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
4歳	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
5歳以上	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
単純平均	0.40	0.43	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39

資源尾数 (百万尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	5,165	5,149	5,272	5,372	5,467	5,568	5,670	5,774	5,880	5,987
1歳	1,665	2,053	4,434	2,457	2,915	2,906	2,976	3,032	3,085	3,142	3,200	3,259	3,318
2歳	93	634	782	1,782	988	1,172	1,168	1,196	1,219	1,240	1,263	1,286	1,310
3歳	34	39	263	340	774	429	509	508	520	530	539	549	559
4歳	18	15	17	118	153	348	193	229	228	234	238	242	247
5歳以上	5	10	11	12	58	94	198	175	180	183	186	189	193
計	5,023	10,751	9,860	9,874	10,038	10,222	10,415	10,606	10,800	10,998	11,200	11,405	11,614

資源量 (千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	126	125	128	131	133	135	138	140	143	146
1歳	113	132	285	158	188	187	191	195	198	202	206	210	213
2歳	9	56	70	159	88	104	104	106	108	110	112	115	117
3歳	4	4	28	36	81	45	53	53	54	55	56	57	58
4歳	2	2	2	14	17	40	22	26	26	27	27	28	28
5歳以上	1	1	1	2	7	12	25	22	23	23	23	24	24
計	202	390	492	493	507	516	526	536	546	556	566	576	587

親魚量 (千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	79	94	93	96	98	99	101	103	105	107
2歳	9	56	70	159	88	104	104	106	108	110	112	115	117
3歳	4	4	28	36	81	45	53	53	54	55	56	57	58
4歳	2	2	2	14	17	40	22	26	26	27	27	28	28
5歳以上	1	1	1	2	7	12	25	22	23	23	23	24	24
計	72	129	243	288	287	294	300	305	311	316	322	328	334

漁獲量(千トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	14	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19
1歳	40	47	93	52	61	61	63	64	65	66	67	69	70
2歳	3	18	20	46	25	30	30	31	31	32	32	33	34
3歳	1	1	7	10	22	12	14	14	15	15	15	15	16
4歳	1	1	1	4	5	11	6	7	7	7	7	8	8
5歳以上	0	0	0	0	2	3	7	6	6	6	6	7	7
計	47	94	136	127	132	134	137	139	142	144	147	150	152
漁獲割合(%)	23	24	28	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26

Fmed

漁獲係数													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
1歳	0.57	0.57	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
2歳	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
3歳	0.44	0.44	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
4歳	0.45	0.45	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
5歳以上	0.45	0.45	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
単純平均	0.40	0.43	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41

資源尾数 (百万尾)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	5,070	4,980	5,020	5,035	5,046	5,060	5,073	5,087	5,100	5,114
1歳	1,665	2,053	4,434	2,438	2,839	2,788	2,811	2,819	2,825	2,833	2,841	2,848	2,856
2歳	93	634	782	1,741	957	1,115	1,095	1,104	1,107	1,109	1,113	1,115	1,118
3歳	34	39	263	333	742	408	475	466	470	472	473	474	475
4歳	18	15	17	116	147	328	180	210	206	208	208	209	209
5歳以上	5	10	11	12	56	89	183	159	162	161	162	162	163
計	5,023	10,751	9,860	9,711	9,721	9,747	9,778	9,804	9,830	9,856	9,883	9,909	9,936

資源量 (千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	123	121	122	123	123	123	123	124	124	124
1歳	113	132	285	157	183	179	181	181	182	182	183	183	184
2歳	9	56	70	155	85	99	97	98	99	99	99	99	100
3歳	4	4	28	35	78	43	50	49	49	49	49	50	50
4歳	2	2	2	13	17	37	21	24	24	24	24	24	24
5歳以上	1	1	1	2	7	11	23	20	20	20	20	20	20
計	202	390	492	485	490	492	494	495	496	498	499	500	502

親魚量 (千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	78	91	90	90	91	91	91	91	92	92
2歳	9	56	70	155	85	99	97	98	99	99	99	99	100
3歳	4	4	28	35	78	43	50	49	49	49	49	50	50
4歳	2	2	2	13	17	37	21	24	24	24	24	24	24
5歳以上	1	1	1	2	7	11	23	20	20	20	20	20	20
計	72	129	243	283	278	280	281	282	282	283	284	285	285

漁獲量(千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	14	17	16	16	17	17	17	17	17	17	17
1歳	40	47	97	53	62	61	61	62	62	62	62	62	62
2歳	3	18	21	46	25	30	29	29	29	29	30	30	30
3歳	1	1	8	10	22	12	14	14	14	14	14	14	14
4歳	1	1	1	4	5	11	6	7	7	7	7	7	7
5歳以上	0	0	0	0	2	3	7	6	6	6	6	6	6
計	47	94	140	130	132	133	133	133	134	134	135	135	135
漁獲割合(%)	23	24	29	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

Fcurrent

漁獲係数													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.05	0.19	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
1歳	0.57	0.57	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
2歳	0.48	0.48	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
3歳	0.44	0.44	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
4歳	0.45	0.45	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
5歳以上	0.45	0.45	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
単純平均	0.40	0.43	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78

資源尾数 (百万尾)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3,207	8,000	4,354	3,490	2,510	1,836	1,338	975	711	518	377	275	200
1歳	1,665	2,053	4,434	2,069	1,658	1,192	872	636	463	338	246	179	131
2歳	93	634	782	1,069	499	400	287	210	153	112	81	59	43
3歳	34	39	263	220	301	140	113	81	59	43	31	23	17
4歳	18	15	17	79	66	91	42	34	24	18	13	9	7
5歳以上	5	10	11	8	26	28	35	23	17	12	9	7	5
計	5,023	10,751	9,860	6,935	5,060	3,687	2,688	1,959	1,428	1,040	758	553	403

資源量 (千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	74	195	106	85	61	45	33	24	17	13	9	7	5
1歳	113	132	285	133	107	77	56	41	30	22	16	12	8
2歳	9	56	70	95	44	36	26	19	14	10	7	5	4
3歳	4	4	28	23	31	15	12	8	6	5	3	2	2
4歳	2	2	2	9	8	10	5	4	3	2	1	1	1
5歳以上	1	1	1	1	3	3	4	3	2	2	1	1	1
計	202	390	492	346	254	185	135	99	72	52	38	28	20

親魚量 (千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	57	66	143	67	53	38	28	20	15	11	8	6	4
2歳	9	56	70	95	44	36	26	19	14	10	7	5	4
3歳	4	4	28	23	31	15	12	8	6	5	3	2	2
4歳	2	2	2	9	8	10	5	4	3	2	1	1	1
5歳以上	1	1	1	1	3	3	4	3	2	2	1	1	1
計	72	129	243	195	140	102	75	54	40	29	21	15	11

漁獲量(千トン)													
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	28	25	20	15	11	8	6	4	3	2	2	1
1歳	40	47	150	70	56	40	29	21	16	11	8	6	4
2歳	3	18	33	45	21	17	12	9	6	5	3	3	2
3歳	1	1	12	10	14	7	5	4	3	2	1	1	1
4歳	1	1	1	4	3	5	2	2	1	1	1	0	0
5歳以上	0	0	1	0	1	2	2	1	1	1	1	0	0
計	47	94	222	150	111	81	59	43	31	23	17	12	9
漁獲割合(%)	23	24	45	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43