

平成 23 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（西田 宏・本田 聡・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、0 歳魚の秋季沖合域における分布密度並びに未成魚越冬群指数（千葉水総研）を用いたチューニング VPA により、2010 年までの資源量ならびに年齢別漁獲係数などを推定した。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 年から増加に転じ、2009 年は 27 万トン、2010 年は 46 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たが、2009 年は 12 万トン、2010 年は 19 万トンに増加した。再生産成功率 RPS（加入尾数/親魚量）は、近年 10 年間（不確実性の高い 2010 年を外した 2000～2009 年）において 12.5～109.8 尾/kg で推移し、その中央値（RPSmed）は 21.9 尾/kg であった。2008～2010 年に良好な加入が続いたことにより、資源は増加傾向にあるが、2010 年の親魚量は、低水準期にある本資源の回復目標としている 1996 年水準（Blimit、221 千トン）を下回っていたと考えられた。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ($F_{current}$ と の比較)	漁獲 割合	将来漁獲量		評価		2012 年 ABC
			5 年後 (80% 区間)	5 年 平均	Blimit を 上回る (5 年後)	現状親 魚量を 上回る (5 年後)	
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)*	0.34 ($F_{current}$)	18%	116 千トン ～ 826 千トン	265 千 トン	100%	84%	135 千 トン
親魚量の増大 ($F_{med} \times B / B_{limit}$) (F_{rec})*	0.60 ($1.75 F_{current}$)	29%	91 千トン ～ 763 千トン	296 千 トン	71%	45%	210 千 トン
親魚量の維持 (F_{med})*	0.70 ($2.06 F_{current}$)	32%	77 千トン ～ 614 千トン	283 千 トン	58%	33%	236 千 トン
コメント ・2010 年の親魚量が Blimit を下回ったことから、本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)を用いた。なお、2012 年当初においては Blimit を上回ると考えられたので、2012 年の親魚量を維持する F_{med} も ABC とした。 ・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。 ・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、資源水準の維持若しくは増大を基本方向として、漁獲動向に注意しつつ、管理を行うとされている。上で提案した漁獲シナリオの中では全てのシナリオが対応する(*)。現状の漁獲圧は、資源の増加傾向を高確率で維持することが期待できる。							

$F_{current}$ (現状の漁獲係数) は、2008～2010 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 2010 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/資源量。ABC は、不確実性が特に高い最近年 (2010 年) を除く近年 10 年間 (2000 ～2009 年) の再生産成功率の中央値 (RPSmed: 21.9 尾/kg) のもとで算定。将来漁獲量ならびに評価は、同じ 10 年間における各年の RPS の平均値に対する比率をランダム抽出し、その比率に RPSmed を乗じたものを用い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 2016 年、5 年平均は 2012～2016 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 2017 年当初まで。現状親魚量は 2012 年親魚量を指す。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2009	271	49	0.19	18%
2010	457	68	0.33	15%
2011	629*	-	-	-

*2011 年級群の加入量は、調査船調査より得られた 1997～2009 年級群に対応した加入量

指数と、VPA で算出された加入尾数との回帰式をもとに、2011 年の加入量指数(61.6)から 42 億尾とした。

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)	
2010 年	親魚量	1996 年水準未満 (188 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 7 千トンに対し、漁獲割合を 30%とした場合の資源量とも対応する。Blimit については後の項で説明する。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 ・ 未成魚越冬群分布密度	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）：表中層トロール・計量魚探 秋季本州東方沖合域中層トロール調査（水研セ）：表中層トロール・計量魚探 未成魚越冬群指数（千葉水総研、茨城水試） 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と考えられた (Watanabe *et al.* 1995)。一方、資源減少後の低水準期にあつては、仮に漁獲圧を削減していたなら資源回復が期待できたとの指摘 (Yatsu and Kaeriyama 2005) もある。本系群の近年における加入は増加傾向にあるが、漁獲量などはまだ低水準にあるため、漁獲圧の調整により親魚量を回復・増加させることが望まれる。

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に小規模ながら関東近海まで形成されている。

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すると考えられていた。近年の資源低水準期においても、分布密度は低いものの、幼稚魚は黒潮続流域から黒潮親潮移行域に広く分布し、その後 0 歳魚として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、資源水準の低い近年においては大規模な回遊を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

2007～2009 年漁期における年齢と平均体長・体重の関係を、下表並びに図 2 に示す（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）。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。

年齢	0	1	2	3	4	5+
(2007～09 年漁期平均)						
被鱗体長(cm)	12.2	16.9	18.8	19.9	20.5	21.1
体重(g)	24	64	89	104	115	126

(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としており、サバ類漁況との関係で、マイワシを対象とする漁獲努力量が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で推移した。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 万トンを下回る低水準で推移している。2010 年の漁獲量は 68 千トンで、2002 年以降では最高の値となった（表 1、図 3）。

なお漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報の北海道太平洋側～宮崎県並びに瀬戸内海区の数値を合計して用いている。2010 年については、岩手県が未集計のため、岩手県分のみ TAC システムでの採捕量を用いた。

(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ったが 2009、2010 年には増加傾向を示した。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、これは努力量がサバ類主体に向いていた影響が考えられる。なお、図には示していないが、2011 年 1～6 月の

有効努力量の合計は 398 であり、2002 年以降では 2007 年同期の約 500 に次いで多い。ただ、石巻港の被災等の影響により、7 月以降マイワシの北上による漁場形成が期待される常磐・三陸海域においては、マイワシ対象の漁獲努力量は減少すると考えられる。

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)。

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おり、近年は 1980 年代並びに 1996 年級群の出現後と同程度の低い水準にある (図 6)。

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、コホート解析 (補足資料 3) を行った。まず、最近年である 2010 年の年齢別 F について、0 歳魚の選択率が低く、かつ 2 歳魚の選択率が比較的高い 2002・2003 年を参照することとし、その平均値を計算した。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。

次に、潮岬以東海域における産卵量と親魚量、0 歳魚の秋季沖合域における分布密度 (CPUE) と 0 歳魚資源尾数、未成魚越冬群指数 (千葉水総研) と 1 歳魚の資源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。秋季沖合域の調査の実施が 2005 年以降であること、また、その間においては未成魚越冬群指数が 1 歳魚の変動を良く反映すると考えられたことから、チューニング対象期間は、いずれも 2005～2010 年の間とした。

F_{current} (現状の漁獲係数) は、2008 から 2010 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

1978 年から 2010 年までの産卵量 (海区 I、II、III、IV の前年 10 月～9 月における合計)、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) 分を併せて図 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 で採集されているが、海区 I、II での産卵量が近年緩やかに増加している。

1996 年以降毎年春季に実施している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 左に示した (数値については補足資料 4 に記載)。本調査で採集される幼稚魚は、主に 3～4 月頃に発生したものであることがわかっている。加入量指数は、1996 年の 391.0 から減少し、2001 年から 2004 年までの 4 年間は 1.0 未満であった。その後、増減を繰り返したのち、2010 年は 1,213.1 と極めて高い値を示した。2011 年は 61.6 であり、2010 年を大きく下回ったものの 2009 年を上回った。図 8 左に、加入量指数に併せてチューニング VPA で求めた 0 歳魚の資源尾数を棒グラフで示した。

同じく、2001 年以降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併せた総称)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8右に示した(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いるが、2010年の0歳魚推定現存量は78億尾と、2001年の調査開始以降の最高値であった。2011年については暫定値として約19億尾と算定されている。

2005年以降毎年秋季に実施している本州東方沖合域における中層トロール調査で求めた0歳魚の分布密度(CPUE)等の経年変動を図9上並びに補足資料4に記載した。本調査で採集される0歳魚は、春季の幼稚魚調査よりも遅く発生したものも捕捉している。2006、2007年に低い数値となった後、2008年から2010年にかけて増加し、2010年は2005年を上回り最も高い値を示した。また、千葉水総研が冬季の未成魚に対するまき網のCPUEをもとに算出している未成魚越冬群指数の経年変動についても図9下並びに補足資料4に記載した。2005年以降については、秋季沖合域における0歳魚の分布密度の推移と似た増加傾向を示し、2010年は2005年の約3倍の数値となった。

特に1歳魚以上の漁獲の主体を占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たが、近年増加傾向が見られる。(図4)。

(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。これは当該年における和歌山県以西海域で0歳魚の漁獲量が多かったためである。

(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年から増加に転じ、2009年は27万トン、2010年は45万トンと推定された。

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、先述の通り、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)にも顕れている。

チューニングVPAの結果について、Mの設定を変えた場合の感度解析を行った(図14)。Mを大きく設定すると資源量・親魚量は大きく推定されるが、Mを0.4から0.5あるいは0.3へ変化させることによる資源量・親魚量の変化は±5%程度である。

(5) 資源の水準・動向

資源水準については、資源量が 1000 万トン以上あった 1980 年以降の 10 年間を高位、その後減少しながらも、資源量が 100 万トン以上あった年代を中位（本資源評価の対象期間としては 1976～1979 年と 1994～2001 年の 8 年間）、100 万トン未満で推移した最近までの年代（17 年間）を低位と判断することとした。2010 年の資源量に基づく水準は低位、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 2010 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。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 109.8 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 2010 年を除く近年 10 年間（2000～2009 年）の再生産成功率は 12.5～109.8 尾/kg で推移しその中央値（RPSmed）は 21.9 尾/kg であった（将来予測に際してはこの RPSmed を用いた）。

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。特定年の RPS を KESA 水温のみから高精度に予測することは難しいが、マイワシの再生産にとって好適な年代を海洋環境指標値との関係で考える上で、この KESA 水温も有効な指標値の一つである。

③今後の加入量の仮定

2011 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 61.6 であり、2010 年の 1213.1 を大きく下回るものの、2009 年を上回っている（図 8）。調査船調査より得られた 1997～2009 年級群に対応した加入量指数と、VPA で算出された加入尾数との回帰式をもとに、2011 年級群の加入尾数を約 42 億尾とした。2012 年級群以降については、RPSmed (21.9 尾/kg) を親魚量に乗じた値を用いた。

(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。Fcurrent は、Fmed、F0.1 などの基準値の半分程度であり、現状の漁獲の継続でも資源は増大する。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 の平均値ではなく最大値を指す。

5. 2012 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本資源の水準は低位、動向は増加と判断した。加入量が 2008 年級群以降増加傾向にあり、一方で漁獲割合は 2008 年以降低下した。そのため、親魚量は 2008 年の 40 千トンから 2 年連続して増加し、2010 年は 188 千トンと推定された。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、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。

(2) 漁獲シナリオに対応した 2012 年 ABC ならびに推定漁獲量の算定

2010 年の親魚量が Blimit を下回るため、平成 23 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現状の F を維持する Fcurrent、②親魚量の回復を目指し Fmed に 2010 年現在の親魚量と Blimit の比を乗じた Frec、③2000～2009 年の再生産成功率の中央値（RPSmed）に対応して資源を維持すると考えられる Fmed の漁獲シナリオに加え、それぞれの漁獲シナリオ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 6 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 2012 年の ABC を算定した（下表、図 20）。なお、本系群は Blimit を下回っているが、2012 年当初の親魚量は Blimit を上回ると考えられたことから、2012 年の親魚量を維持する Fmed での漁獲量も ABC に含めることとした。

将来予測における資源量の推定にはコホート解析の前進法を用い、2011 年および 2012 年以降の 1 歳魚以上についてはそれぞれ 2010 年および 2011 年以降における年齢別の資源尾数、漁獲係数、自然死亡係数から求め、0 歳魚の資源尾数は 2011 年については調査船調査結果から 42 億尾とし、2012 年以降は RPSmed (21.9 尾/kg) に親魚量に乗じて求めた。2011 年の漁獲圧は $0.8F_{current}$ を仮定し（2011 年の漁獲量は 12 万トン）、2012 年以降の漁獲係数は各シナリオに対応して設定した。

$0.8F_{current}$ 、Fcurrent 並びに $0.8F_{rec}$ のもとでは、資源量は速やかに増加し、本資源の中位とした 100 万トン以上を 2014 年に上回る予測となった。Fmed では資源量は 2014 年以降約 77 万トンで安定して推移する予測となった。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲圧維持	Fcurrent (F=0.34)	68	120	135	192	236	294	369
現状の漁獲圧維持の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.27)	68	120	112	164	212	277	363
親魚量の回復	Frec (F=0.60)	68	120	210	261	271	287	306
親魚量の回復の予防的措置	0.8Frec (F=0.48)	68	120	178	234	263	300	345
親魚量の維持	Fmed (F=0.70)	68	120	236	278	270	269	269
親魚量の維持の予防的措置	0.8Fmed (F=0.56)	68	120	201	254	270	292	319

漁獲シナリオ	管理基準	資源量 (千トン)						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
現状の漁獲圧維持	Fcurrent (F=0.34)	457	629	738	950	1,183	1,483	1,859
現状の漁獲圧維持の予防的措置	0.8Fcurrent (F=0.27)	457	629	738	989	1,288	1,689	2,214
親魚量の回復	Frec (F=0.60)	457	629	738	827	870	927	989
親魚量の回復の予防的措置	0.8Frec (F=0.48)	457	629	738	881	1,001	1,150	1,320
親魚量の維持	Fmed (F=0.70)	457	629	738	784	773	772	773
親魚量の維持の予防的措置	0.8Fmed (F=0.56)	457	629	738	842	907	988	1,076

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討、シナリオの評価

RPS の変動による将来予測の不確実性を検討するため、シミュレーションを行った。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、またそれによる資源動向について図 21 に示した。ここでの将来予測（2012 年以降）における加入量は、2000～2009 年の RPS の平均値に対する各年の比率をランダム抽出し、その比率に RPSmed (21.9 尾/kg) を乗じたものを、さらに親魚量に乗じて与えた。

2010 年の親魚量は Blimit を下回っていたが、2011 年、2012 年においては Blimit を上回ると考えられ、5 年後の親魚量の平均値が Blimit を上回る確率は、いずれのシナリオでも

50%以上と予測された。5 年後に現状の親魚量（Blimit を上回り、かつ各シナリオにより漁獲圧を制御する直前にあたる 2012 年の親魚量と比較することとした）を上回る確率は Fcurrent で 84 %、Frec で 45%、Fmed で 33%となった。Fmed で現状の親魚量を維持する確率が 50%を大きく下回っているのは、シミュレーションに用いた 2000～2009 年の RPS 値において、2005 年（55.1 尾/kg）と 2008 年（109.8 尾/kg）の値が突出しており、それ以外は平均値を下回ることが要因である。

Frec、Fmed には、予防的措置を講じるために、それぞれに 0.8 を乗じたものも併せて算定した。いずれのシナリオにおいても、RPS の変動幅を反映して、将来予測における漁獲量などの推定幅は非常に大きいことから、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		2012 年 ABC
			5 年後 (80%区間)	5 年 平均	Blimit を 上回る (5 年後)	現状親 魚量を 上回る (5 年後)	
現状の漁獲圧 維持 (Fcurrent)*	0.34 (Fcurrent)	18 %	116 千トン ～ 826 千トン	265 千 トン	100%	84%	135 千 トン
現状の漁獲圧 維持の予防的 措置 (0.8Fcurrent)*	0.27 (0.8Fcurrent)	15 %	120 千トン ～ 863 千トン	248 千 トン	100%	95%	112 千 トン
親魚量の増大 (Fmed ×B/Blimit) (Frec)*	0.60 (1.75Fcurrent)	29 %	91 千トン ～ 763 千トン	296 千 トン	71%	45%	210 千 トン
親魚量の増大 の予防的措置 (0.8Fmed ×B/Blimit) (0.8Frec)*	0.48 (1.40Fcurrent)	24 %	106 千トン ～ 806 千トン	279 千 トン	90%	62%	178 千 トン
親魚量の維持 (Fmed)*	0.70 (2.06Fcurrent)	32 %	77 千トン ～ 614 千トン	283 千 トン	58%	33%	236 千 トン
親魚量の維持 の予防的措置 (0.8Fmed)*	0.56 (1.65Fcurrent)	27 %	99 千トン ～ 812 千トン	298 千 トン	79%	52%	201 千 トン

コメント

- ・2010年の親魚量が Blimit を下回ったことから、本系群の ABC 算定には規則 1-1)-(2)を用いた。なお、2012 年当初においては Blimit を上回ると考えられたので、2012 年の親魚量を維持する Fmed も ABC とした。
- ・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。
- ・平成 23 年に設定された中期的管理方針では、資源水準の維持若しくは増大を基本方向として、漁獲動向に注意しつつ、管理を行うとされている。上で提案した漁獲シナリオの中では全てのシナリオが対応する（*）。現状の漁獲圧は、資源の増加傾向を高確率で維持することが期待できる。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加された データセット	修正・更新された数値
2009 年漁獲量確定値（漁業養殖業生産統計年報）ならびに 2010 年速報値	2009 年漁獲量の確定 2010 年漁期の年齢別漁獲尾数の補正
2006～2010 年の県別月別漁獲量ならびに体長組成／精密測定結果 2010 年秋季～2011 年春季における資源量指数・加入量指数	2006～2010 年の年齢別漁獲尾数、年齢別漁獲係数の推定と補正 2010 年級・2011 年級に対応した資源量指数・加入量指数

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2010 年当初	Fmed	0.41	273	65	60	
2010 年 (2010 年再評価)	Fmed	0.41	390	90	75	
2010 年 (2011 年再評価)	Fmed	0.70	457	122	104	67
2011 年当初	Fmed	0.41	492	140	117	
2011 年 (2011 年再評価)	Fmed	0.70	629	248	213	

2010 年及び 2011 年の ABC について、本評価による資源量等の推定結果により再計算を行った。両年における管理基準は、再生産成功率が過去年の中央値である条件下で親魚量を維持する F (Fmed) であり、この基準に変更はない。今年度の再評価で参照した 2000～2009 年の RPSmed は 21.9 尾/kg であり、一昨年度（1988～2007 年の RPS を参照）に用いた 16.5 尾/kg、昨年度（1989～2008 年の RPS を参照）に用いた 17.9 尾/kg から上方に更新されたことにより、それに対応した Fmed も大きくなっている。また、2008 年級群の加

入尾数は、一昨年度並びに昨年度に推定された約 30 億尾から、今年度は 44 億尾に上方修正された。2010 年級群については当初、北上期調査での現存量推定値から約 80 億尾と仮定したが、現時点ではそれを上回る 88 億尾の加入尾数と評価された。これらの年級群に対する資源量が上方修正されたことと、Fmed の上方修正により、ABC の再評価値も大きく上方修正することとなった。

6. ABC 以外の管理方策への提言

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たと考えられる。資源の低水準期にあつては 1 歳魚が漁獲の主体になることが多いが、完全に成熟する年齢は 2 歳であることから、1 歳魚に過大な漁獲圧がかかる状態は好ましくない。出来るだけ多くの個体を再生産に関与させることは、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.

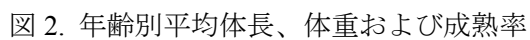
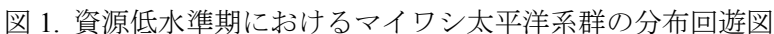
表 1. マイワシ太平洋系群の漁獲量の推移（トン）

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	26,845	17,866	8,979
2009	49,244	45,814	3,430
2010	67,887	64,854	3,033

漁業・養殖業生産統計年報、2010 年分については岩手県のみ未集計となっている（本評価作成時点）。岩手県分については TAC システムで登録された採捕量数値を用いた。

表 2. マイワシ太平洋系群の資源解析結果

年	漁獲量	資源量	親魚量	加入量	漁獲 割合	RPS	F	
	(千トン)	(千トン)	(千トン)	(百万尾)	(%)	(尾/kg)	(単純 平均)	(完全 加入)
1976	756	3,862	852	55,899	19.6	65.6	1.71	4.11
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	916	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	2,543	44.1	5.4	0.73	1.19
2000	139	408	229	4,818	34.0	21.0	0.78	1.25
2001	177	304	197	2,469	58.2	12.5	1.35	1.67
2002	49	154	85	1,206	31.7	14.2	0.65	0.96
2003	51	116	72	1,097	43.8	15.1	0.84	1.08
2004	48	113	64	843	42.6	13.1	0.55	1.30
2005	25	119	39	2,126	20.8	55.1	0.94	2.13
2006	49	139	62	1,417	35.3	22.8	0.77	1.15
2007	65	121	62	1,598	53.7	25.6	0.91	1.23
2008	27	175	41	4,449	15.3	109.8	0.27	0.61
2009	49	271	119	2,852	18.1	23.9	0.19	0.34
2010	68	457	188	8,772	14.9	46.6	0.33	0.45



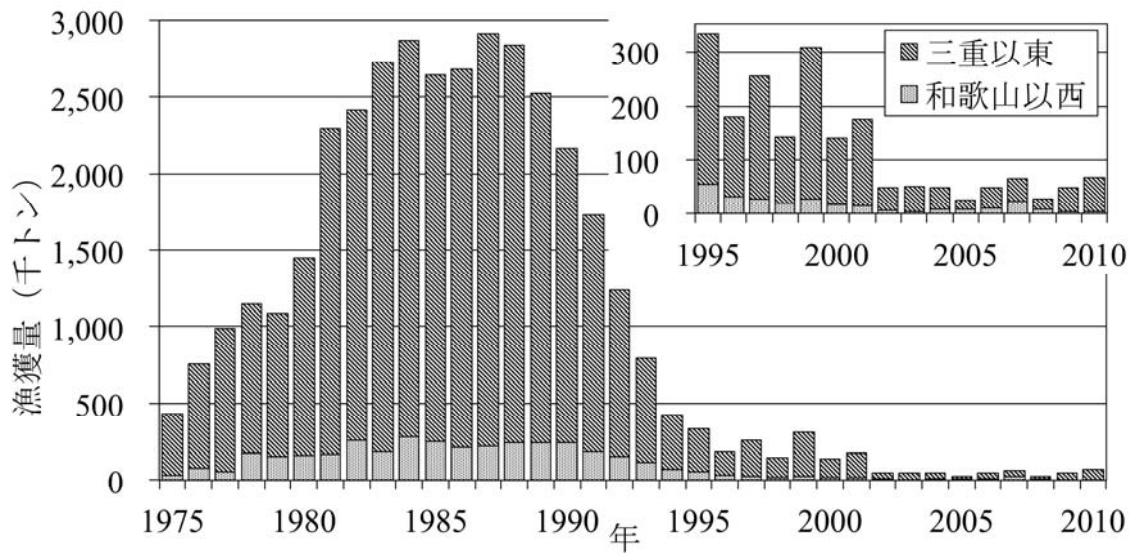


図3. 漁獲量の推移 (千トン)

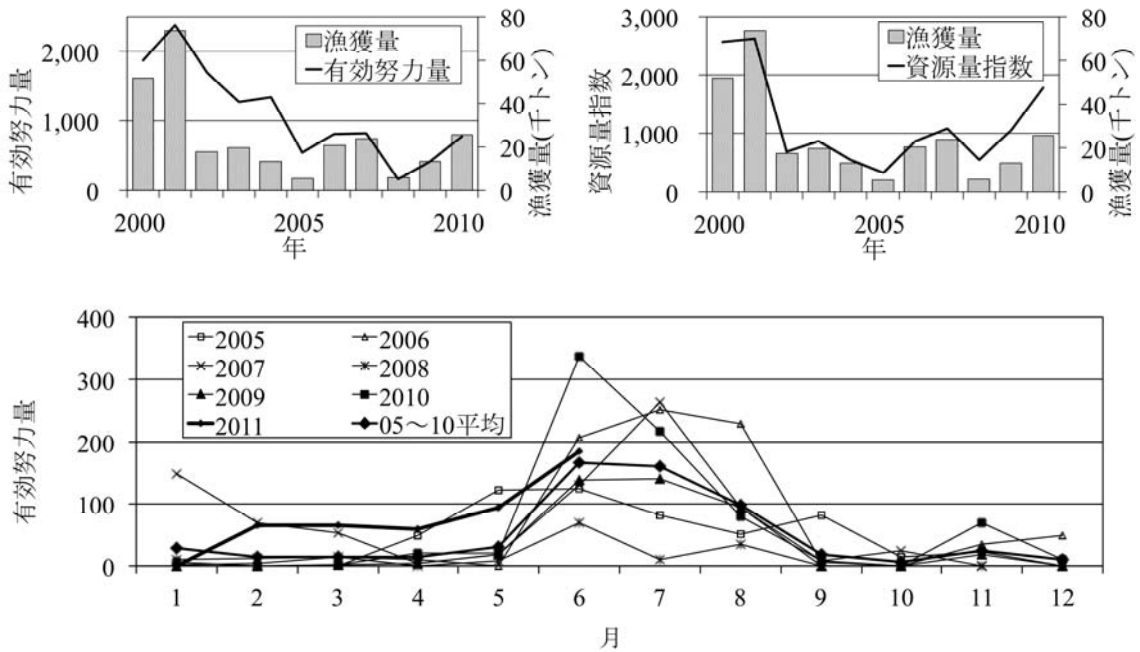


図4. JAFIC 集計による近年の房総以北海域における大中型まき網の年間漁獲量、有効努力量、資源量指数ならびに月別有効努力量の推移

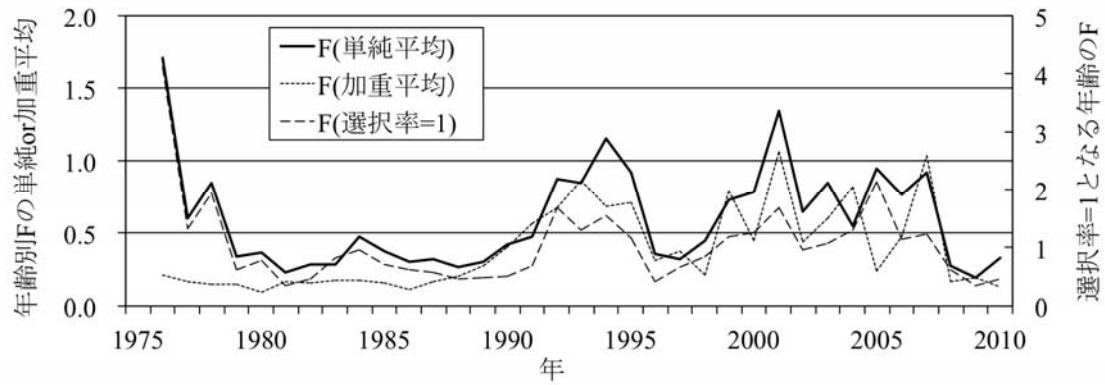


図 5. 年齢別 F の単純平均値、年齢別資源尾数に応じた加重平均値および年齢別 F の最大値（選択率=1）の推移図

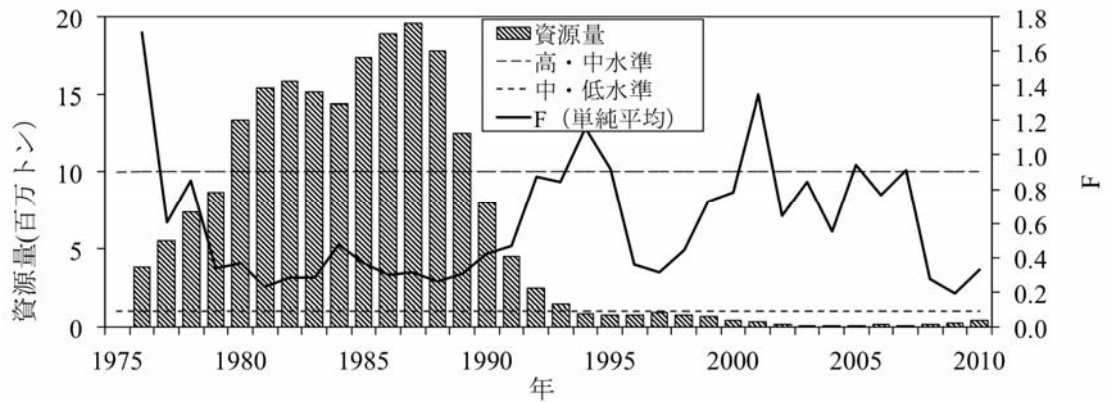


図 6. F（年齢別 F の単純平均値）と資源量の推移

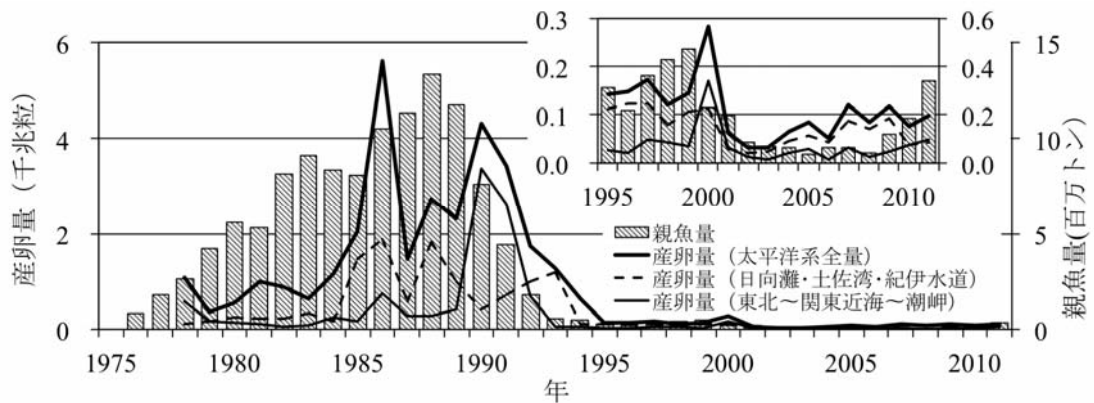


図 7. 産卵量と親魚量の推移

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。

太線は太平洋系の分布域全体での産卵量を、破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。

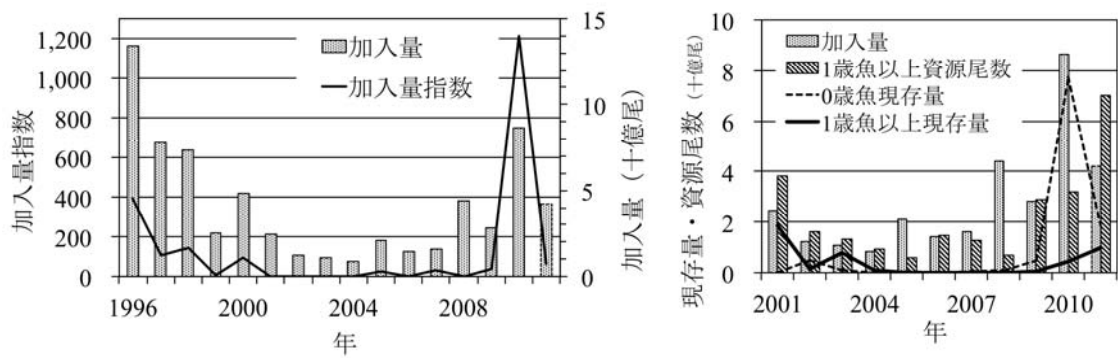


図 8. 春季に実施している調査船調査による加入量指数・資源量指数

左：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）と加入尾数（棒グラフ）の推移

右：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）

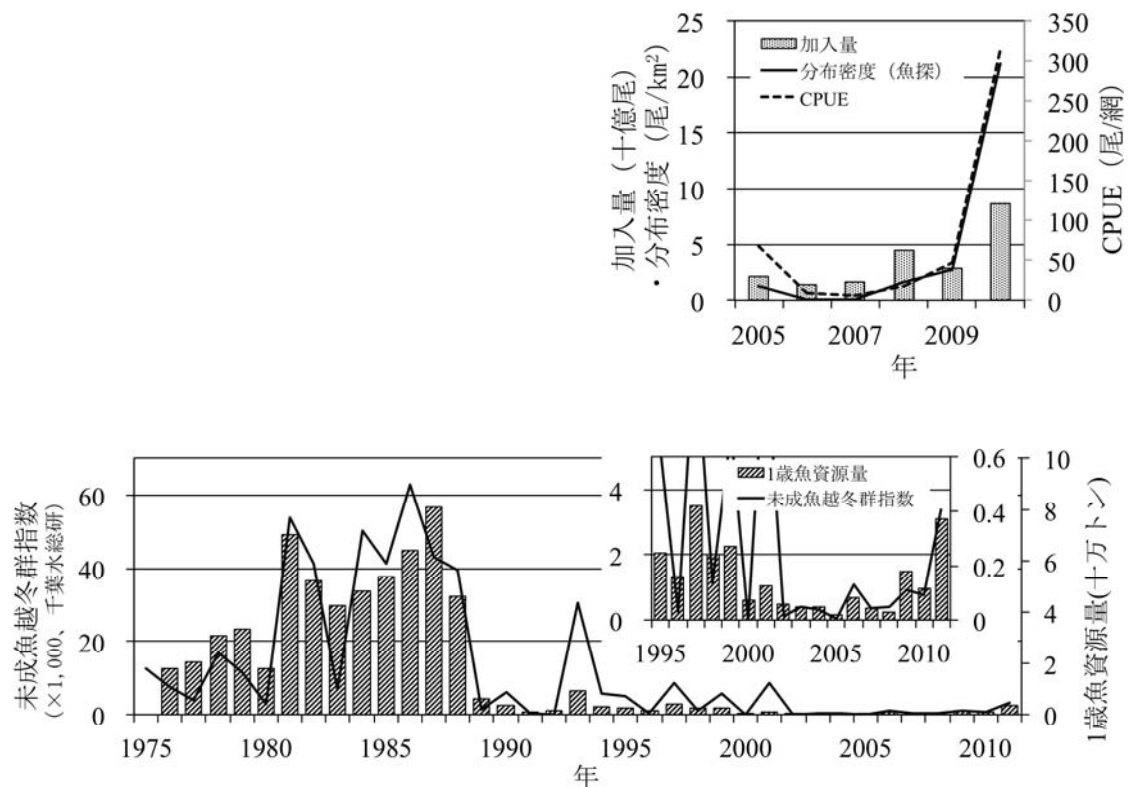


図 9. 秋季～越冬期の加入量指数・資源量指数

上：秋季沖合域での中層トロール調査並びに計量魚探により求めたマイワシ 0 歳魚の分布密度と推定された加入量の推移

下：未成魚越冬群指数（千葉水総研）と、推定された 1 歳魚資源量の推移

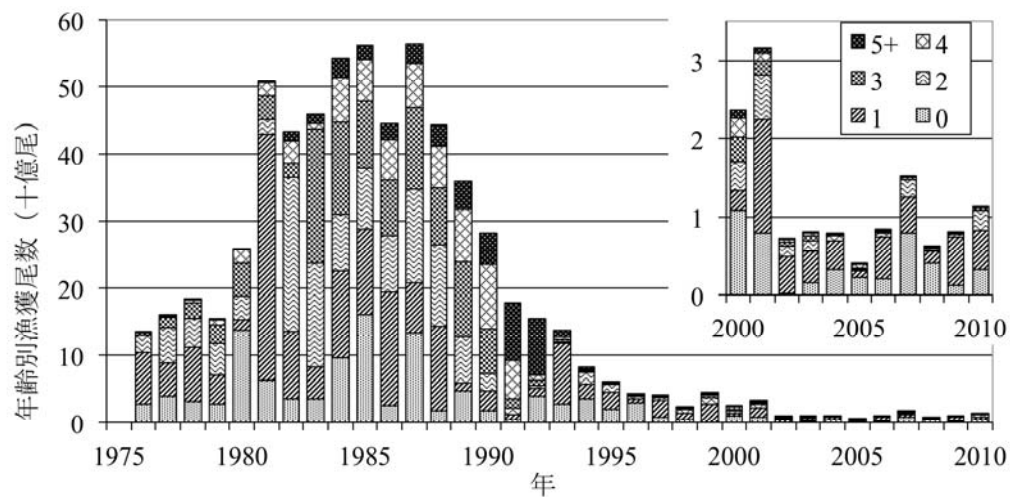


図 10. 年齢別漁獲尾数の推移（右上は近年分を拡大）

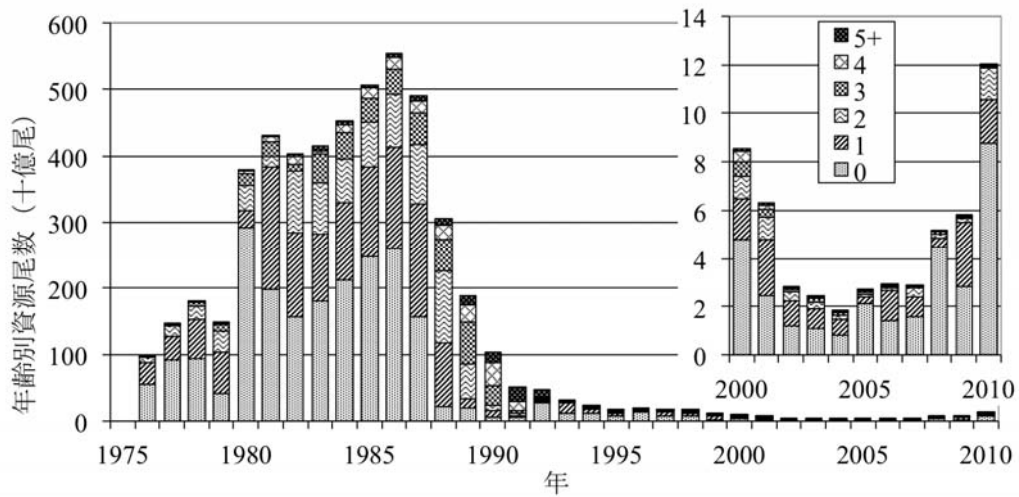


図 11. 年齢別資源尾数の推移（右上は近年分を拡大）

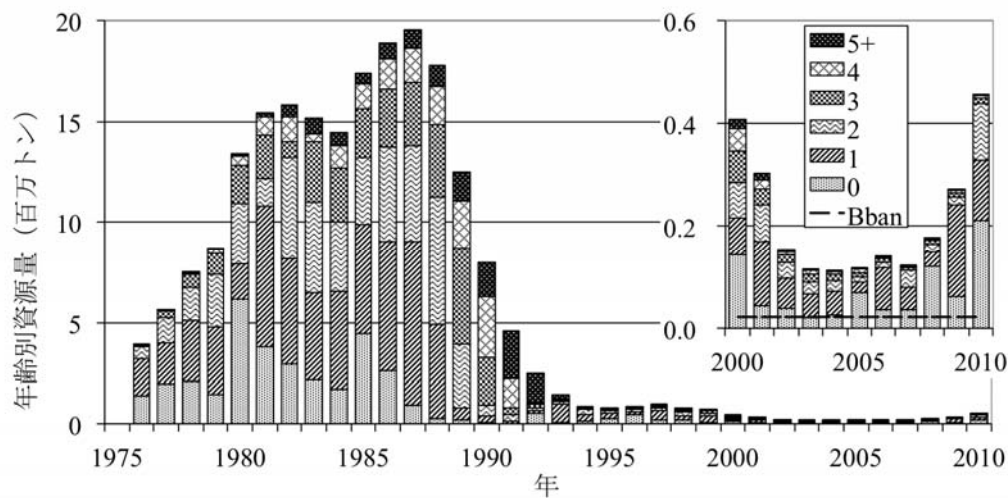


図 12. 年齢別資源量の推移（右上は近年分を拡大）

右上のグラフ中に示した破線は Bban（22 千トン）を示す。

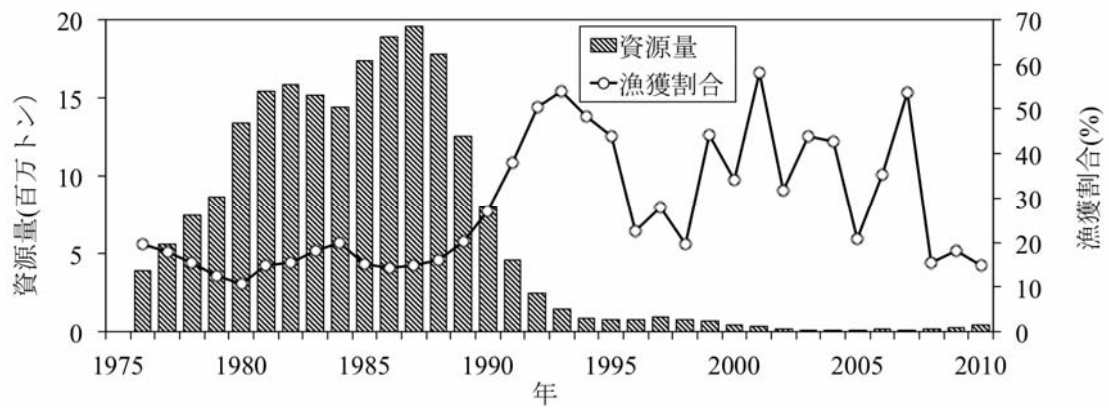


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

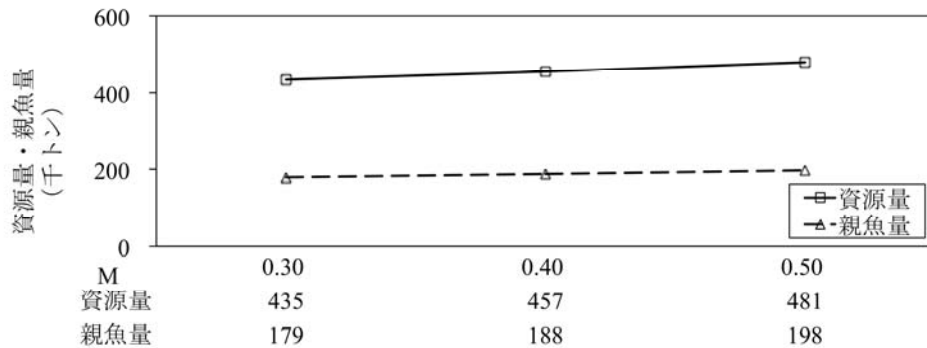


図 14. M の変化に対する感度解析の結果（2010 年当初の推定資源量と親魚量の変化、千トン）

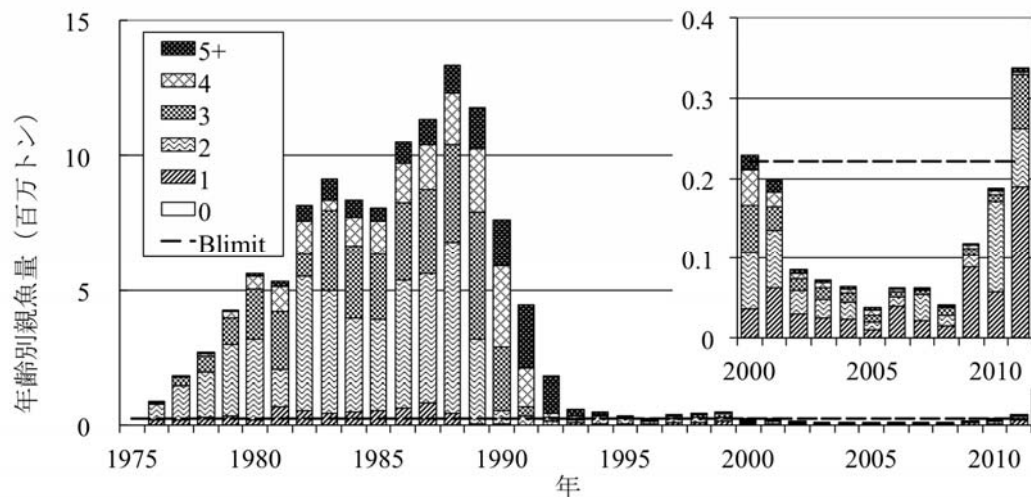


図 15. 年齢別親魚量の推移（右上は近年分を拡大、千トン） 破線は Blimit（1996 年当時の親魚量 221 千トン）を示す。

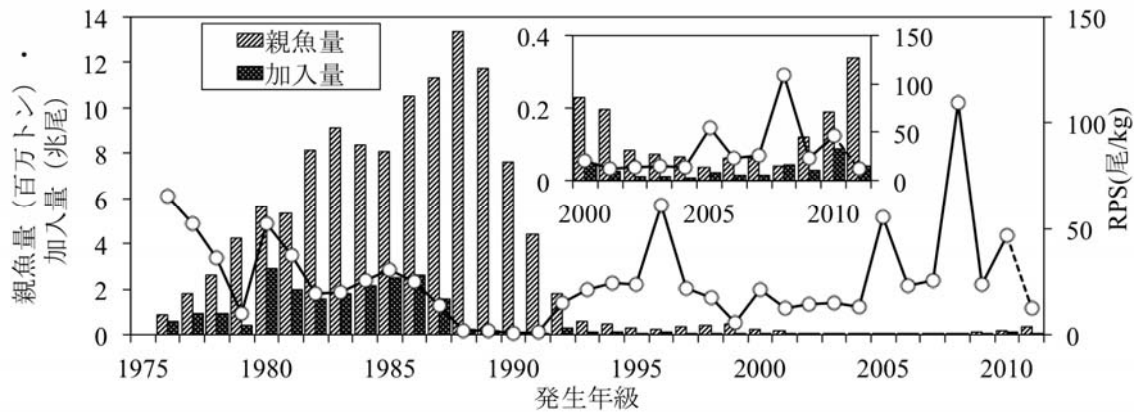


図 16. マイワシ太平洋系群の親魚量（百万トン）、加入量（兆尾）、再生産成功率の推移
 図中 2011 年の加入量と RPS（破線で表示）については、調査結果との回帰式から得られた値を用いている。

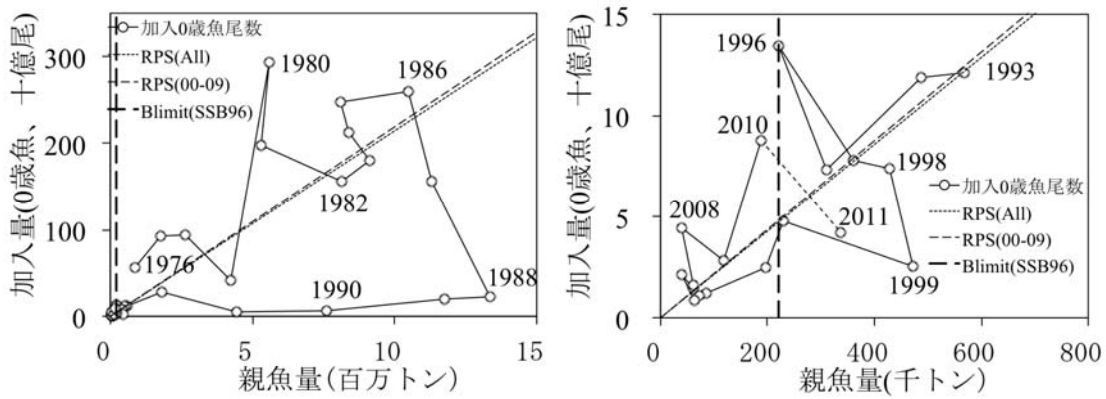


図 17. マイワシ太平洋系群の親魚量と加入量の関係
 1993 年以降のデータを対象に拡大して右に示した。加入量を調査結果に基づく回帰式から推定した 2011 年を点線で示した。RPS (All) とは、1976 年以降 (除 2010 年) での RPSmed、RPS (00-09) は 2010 年を除く直近 10 年間 (2000～2009 年) の RPSmed を示す。

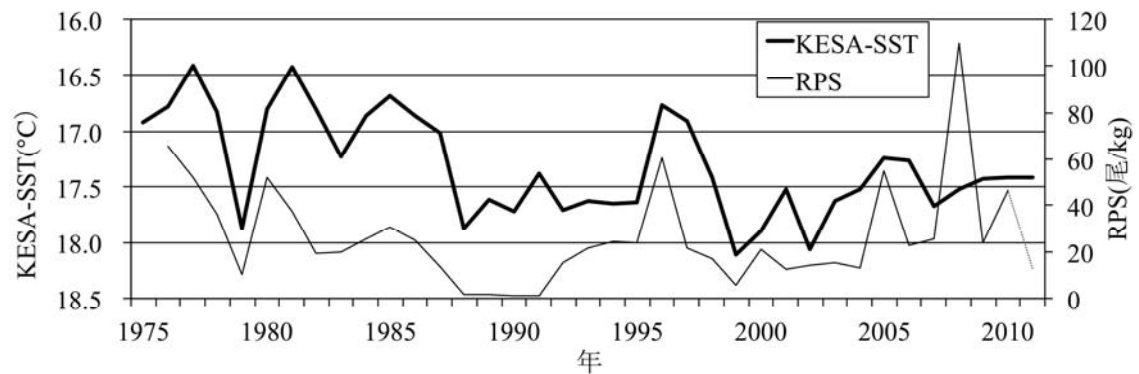


図 18. 黒潮流軸南側領域(KESA)における冬季の海面水温と RPS の関係
 2010 年ならびに 2011 年の RPS については、調査船調査結果を参考に加入量を仮定しているとから、破線で示した。なお、水温軸は低水温側を上にして表示している。

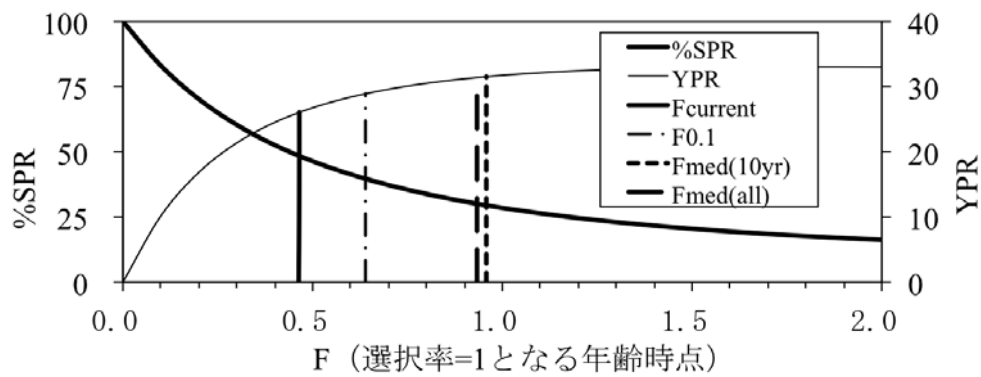


図 19. YPR と%SPR 並びに F の大きさと基準値の関係

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。

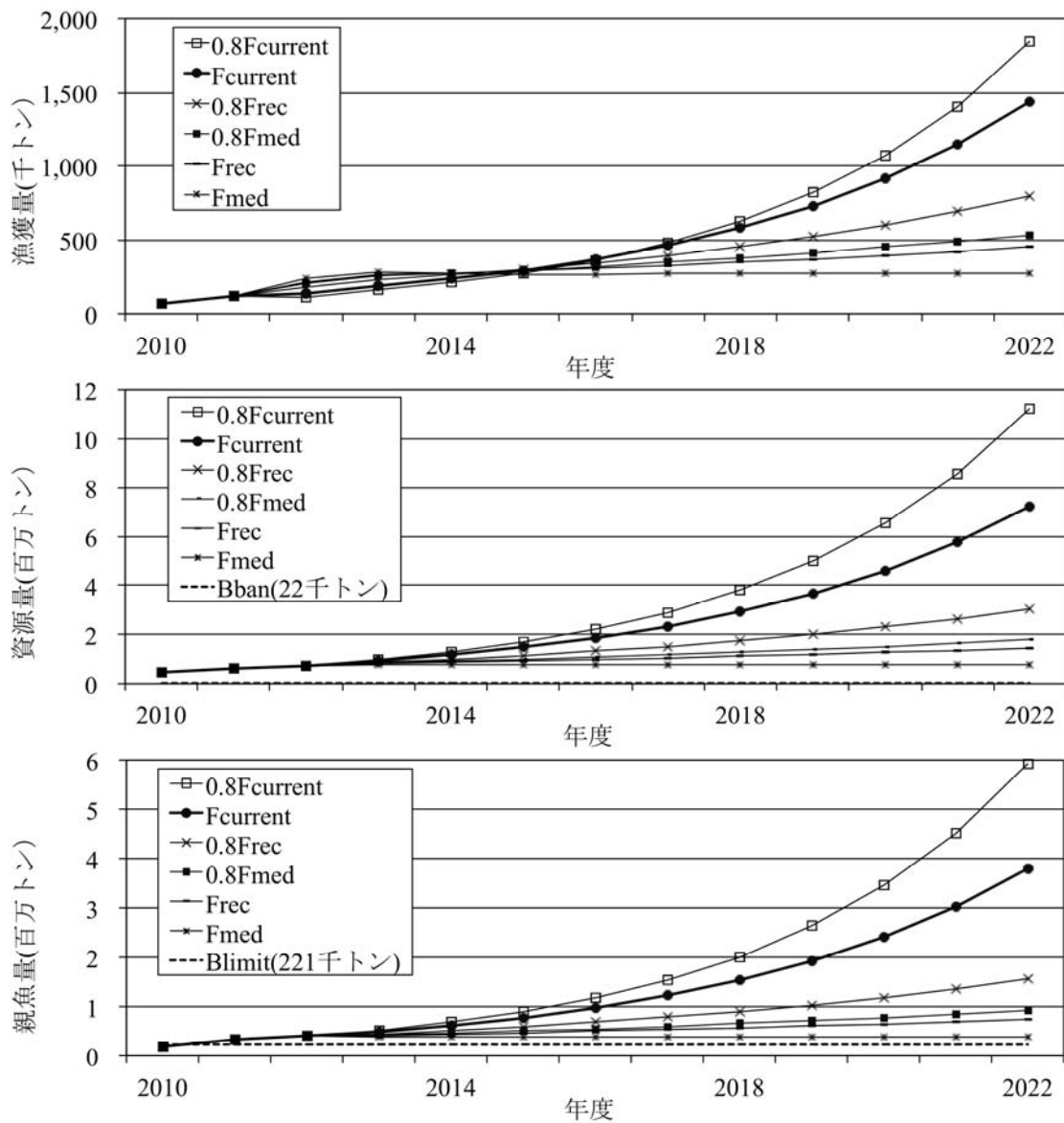


図 20. 様々な F の下で予測した漁獲量、資源量、親魚量の推移

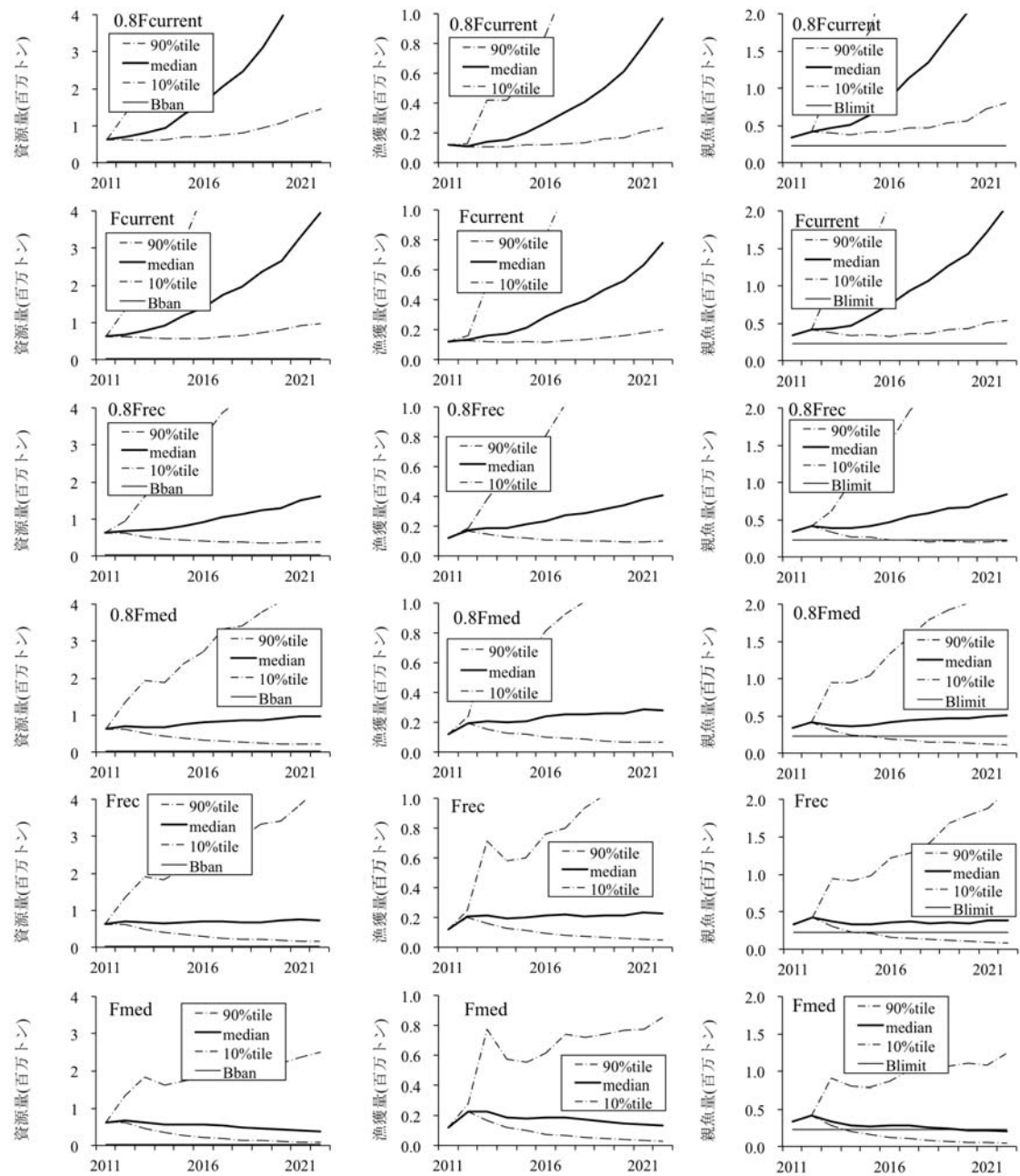
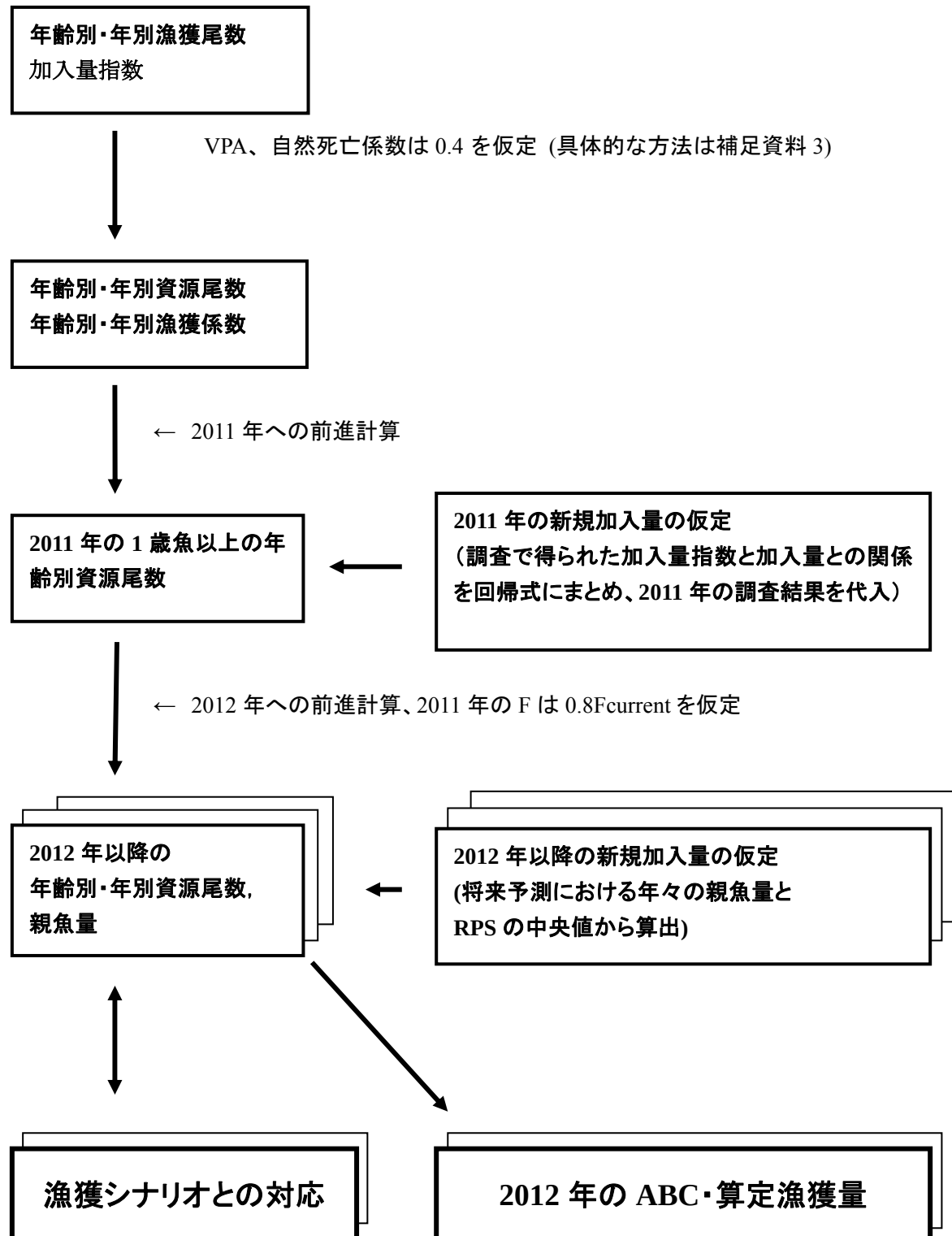


図 21. 加入量の不確実性を考慮した将来予測シミュレーションの結果（資源量、漁獲量、親魚量）

上から 0.8Fcurrent(0.27)、Fcurrent(0.34)、0.8Frec(0.48)、0.8Fmed(0.56)、Frec(0.60)、Fmed(0.70) の場合。加入量は、2000～2009 年の RPS の平均値に対する各年の比率を重複を許してランダム抽出し、その比率に RPSmed(21.9 尾/kg) を乗じたものを、さらに親魚量に乗じて与えた。

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

加入量指数=Σ(表面水温1℃ごとの各水温帯における平均採集尾数×表面水温1℃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、未成魚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魚・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、近年において 0 歳の選択率が低く、かつ 2 歳の選択率が高かった 2002・2003 年の F の平均とした：

$$F_{a,y} = \frac{(F_{a,2002} + F_{a,2003})}{2} \quad (6)$$

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、2010 年に対しては下表の選択率を得た。

年齢	0	1	2	3	4	5+
年齢別選択率	0.101	0.910	0.648	0.739	1.000	1.000

この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_t を調整した（VPA のチューニング）。

2005～2010 年における 0 歳魚の秋季沖合域における分布密度を 0 歳魚の資源尾数、2005～2010 年における未成魚越冬群指数（千葉水総研）と 1 歳魚の資源量、さらに 2005～2010 年の潮岬以東海域における産卵量（海区 I+II）と親魚量の間で、それぞれ（資源量指数の対数－（漁具能率×ある F_t 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。これらの合計（8 式）が最小となる F_t を探索的に推定した。

$$SSQ = \sum_y (\ln(I_{1,y}) - \ln(q_1 N_{0,y}))^2 + \sum_y (\ln(I_{2,y}) - \ln(q_2 N_{1,y}))^2 + \sum_y (\ln(I_{3,y}) - \ln(q_3 SSB_y))^2 \quad (8)$$

$I_{i,y}$: y 年における i 番目の調査から得られた指標値

$N_{i,y}$: コホート解析から計算された y 年の 0 歳魚資源尾数、1 歳魚資源量

SSB_y : y 年の親魚量

資源量指数は以下の通り（各年級に対する数値）

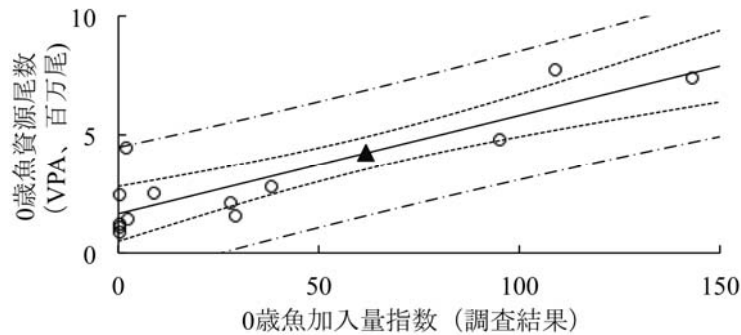
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
秋季0歳魚CPUE (I_1)	66.9	9.4	5.9	17.3	47.2	313.5
未成魚越冬群指数 (I_2)	1093	371	385	921	780	3374
産卵量 (I_3)	29	7	32	13	24	37

漁具能率 q_i は以下の式(9)で求めた。式中の N_y は $I_{1,y}$ に対して $N_{0,y}$ 、 I_2 に対して $N_{1,y}$ 、 I_3 に対して SSB_y とした。：

$$\hat{q}_i = \exp \left(\frac{\sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_{i,y}}{N_y} \right)}{n} \right) \quad (9)$$

将来予測

2011 年の 0 歳魚資源量については、「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 2011 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 2009 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 2009 年までの指数と資源尾数推定値を示す。直線群の中央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。三角形は 2011 年の調査結果 (61.6) を回帰式に代入して求まる 0 歳魚資源尾数の点推定値 (4,220.6 百万尾)。得られた回帰式は以下の通り：

$$N = 41.61I + 1656.10 \quad (10)$$

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、2011 年の調査で得られた加入量指数 (61.6) を代入すると、それに対応する資源尾数は 4,215.6 百万尾、その 95% 信頼区間は 1552.2～6,889.1 百万尾となった。今回の評価ならびに将来予測では、この点推定値である 4,220.6 百万尾を用いた。

2011 年の 0 歳魚を除く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。

2012 年以降の 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 2000～2009 年の RPSmed を用いた。不確実性を考慮した将来予測においては、2000～2009 年の RPS の平均値に対する各年の RPS の比率を重複を許してランダム抽出し、その比率に RPSmed(21.9 尾/kg) を乗じたものに、さらに親魚量を乗じたものを、加入量として与えた。

年齢別漁獲尾数は以下の式で求めた：

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

2011 年の年齢別 F には、東日本大震災の影響等により 7 月以降の漁獲努力が減少することを見込み、Fcurrent に 0.8 を乗じたものを用いた。

2012 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 2008～2010 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)等の指摘がされている。引き続き、年齢別選択率の与え方、チューニング VPA の改善など検討する必要がある。

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. 日本水誌, 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ある。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になっていることから、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)	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	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
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
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
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
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

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	482	4,003	2,806	3,518	1,973	2,948	725	451	61	1,070	784	21	150	324	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
2歳	944	363	317	1,789	1,231	336	449	490	1,108	377	560	137	128	64	18
3歳	1,373	738	321	319	193	128	139	148	422	322	195	49	74	11	30
4歳	5,685	768	329	125	42	28	30	142	174	235	103	26	31	9	39
5歳+	8,525	8,352	932	328	60	12	10	71	59	89	71	17	12	4	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

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	199	795	409	120	322
1歳	538	456	156	619	500
2歳	50	219	32	29	263
3歳	26	21	15	11	18
4歳	15	8	2	6	13
5歳+	4	3	1	2	10
合計	832	1,502	616	786	1,126

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	2010
0歳	26	23	27	22	24
1歳	64	55	70	68	64
2歳	87	83	90	94	89
3歳	107	101	105	108	104
4歳	122	114	115	115	115
5歳+	140	120	130	127	126

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	2010
0歳	5,211	18,290	11,044	2,635	7,719
1歳	34,519	25,064	10,937	41,870	32,129
2歳	4,318	18,161	2,920	2,745	23,403
3歳	2,822	2,154	1,530	1,133	1,914
4歳	1,807	905	256	654	1,463
5歳+	499	354	159	207	1,259
合計	49,176	64,927	26,845	49,244	67,887

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	2010
0歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1歳	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5歳+	1.0	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	1.051	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	4.106	0.751	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+	4.106	0.751	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	1.707	0.601	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	0.491	0.021	0.183	0.635	0.133
1歳	0.358	0.615	1.292	0.576	0.937	0.277	0.670	0.305	1.192	0.208	1.414	0.828	1.016	1.296	0.402
2歳	0.356	0.358	0.412	1.556	1.152	0.366	0.398	0.307	0.898	0.684	1.424	0.574	0.744	0.526	0.220
3歳	0.681	0.692	0.839	1.452	0.922	0.409	0.319	0.275	0.620	0.997	1.416	0.537	0.967	0.153	0.652
4歳	0.656	1.677	1.089	1.452	1.046	0.388	0.193	0.847	0.809	1.248	1.674	0.957	1.078	0.345	2.130
5歳+	0.656	1.677	1.089	1.452	1.046	0.388	0.193	0.847	0.809	1.248	1.674	0.957	1.078	0.345	2.130
単純平均	0.471	0.870	0.842	1.156	0.917	0.357	0.316	0.443	0.726	0.784	1.349	0.646	0.844	0.550	0.945

Fマトリックス

	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.188	0.936	0.119	0.053	0.046
1歳	0.749	1.230	0.606	0.336	0.411
2歳	0.603	1.123	0.297	0.266	0.293
3歳	0.761	0.757	0.231	0.183	0.334
4歳	1.146	0.720	0.193	0.163	0.452
5歳+	1.146	0.720	0.193	0.163	0.452
単純平均	0.766	0.914	0.273	0.194	0.331

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	522	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	122	122	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	1	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	2,543	4,818	2,469	1,206	1,097	843	2,126
1歳	3,142	3,163	15,042	5,831	5,089	3,284	6,598	4,618	4,570	1,655	2,353	1,013	791	613	299
2歳	3,845	1,472	1,146	2,769	2,198	1,337	1,668	2,263	2,283	930	901	384	297	192	112
3歳	3,398	1,805	690	509	392	466	621	751	1,116	623	314	145	145	95	76
4歳	14,432	1,153	605	200	80	104	207	303	382	403	154	51	57	37	54
5歳+	21,641	12,546	1,716	524	114	46	68	152	131	153	107	33	22	18	26
合計	51,765	47,467	31,325	21,720	15,181	18,682	16,938	15,456	11,024	8,581	6,298	2,831	2,409	1,797	2,694

年齢別資源尾数 (百万尾)

	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	1,417	1,598	4,449	2,852	8,772
1歳	1,248	787	420	2,647	1,814
2歳	134	396	154	153	1,267
3歳	60	49	86	77	79
4歳	27	19	15	46	43
5歳+	6	7	8	13	34
合計	2,892	2,855	5,133	5,789	12,009

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	14	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	177	90	143	43	40	20	25	70
1歳	94	171	918	327	248	160	422	241	273	273	72	127	59	48	48	21
2歳	335	122	91	260	185	113	165	179	175	175	71	71	31	23	20	10
3歳	330	173	77	61	46	55	72	76	106	106	60	31	15	16	12	8
4歳	1,429	114	81	27	11	15	28	36	39	39	43	18	6	7	5	7
5歳+	2,337	1,393	228	73	18	7	10	19	17	17	19	14	4	3	3	3
合計	4,546	2,465	1,467	879	756	805	916	726	699	408	304	154	116	113	113	119

年齢別資源量 (千トン)						
	2006	2007	2008	2009	2010	
0歳	37	37	120	63	211	
1歳	80	43	29	179	116	
2歳	12	33	14	14	113	
3歳	6	5	9	8	8	
4歳	3	2	2	5	5	
5歳+	1	1	1	2	4	
合計	139	121	175	271	457	

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	14	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	64	29	24	24	10
2歳	335	122	91	260	185	113	165	179	175	71	71	31	23	20	10
3歳	330	173	77	61	46	55	72	76	106	60	31	15	16	12	8
4歳	1,429	114	81	27	11	15	28	36	39	43	18	6	7	5	7
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	64	39

年齢別親魚量 (千トン)

	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0	0	0	0	0
1歳	40	22	15	89	58
2歳	12	33	14	14	113
3歳	6	5	9	8	8
4歳	3	2	2	5	5
5歳+	1	1	1	2	4
合計	62	62	41	119	188

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	2011
I+II区	13	24	37	49
全体	84	118	75	99

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

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

2011
61.6

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	2011
0歳魚	18,976	494,879	80,431	0	65,205	0	58,042	82,259	485,246	7,768,511	1,877,310
1歳魚以上	1,853,923	168,880	798,362	76,752	1,063	2,236	503	0	31,591	459,971	995,336

9月秋季浮魚調査150°E以東0歳魚CPUE (尾/網) と分布密度 (尾/km²)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CPUE	66.9	9.4	5.9	17.3	47.2	313.5
分布密度	1,279.4	61.9	70.8	1,581.7	2,781.4	21,217.4

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	2010	2011
沿岸域	362	4,031	2,883	6	341	399	1,214	233	1,876	27,866
沖合域	6,320	4,743	31	47	7,981	658	103	740	571	2,742
合計	6,682	8,773	2,914	53	8,321	1,057	1,317	973	2,447	30,609

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	2011
	1,093	371	385	921	780	3,374

北部まき網による漁獲状況から算出した資源量指数 (JAFICまとめ)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	2,565	2,611	688	852	546	323	853	1,079	540	1,046	1,046	1,789	665

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）

0.8Fcurrent

漁獲係数													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1歳	0.41	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
2歳	0.29	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
3歳	0.33	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
4歳	0.45	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
5歳以上	0.45	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
単純平均	0.33	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

資源尾数（百万尾）													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8,772	4,221	9,233	11,257	14,912	19,508	25,572	33,528	43,951	57,616	75,529	99,012	129,795
1歳	1,814	5,617	2,724	5,960	7,267	9,626	12,593	16,507	21,643	28,371	37,192	48,755	63,913
2歳	1,267	806	2,685	1,302	2,849	3,473	4,601	6,019	7,889	10,344	13,560	17,776	23,302
3歳	79	634	425	1,414	686	1,501	1,830	2,424	3,171	4,156	5,449	7,143	9,364
4歳	43	38	323	216	720	349	764	932	1,234	1,615	2,117	2,775	3,638
5歳以上	34	33	33	164	176	414	353	516	669	880	1,153	1,511	1,981
計	12,009	11,348	15,423	20,315	26,610	34,872	45,712	59,926	78,557	102,982	135,000	176,972	231,994

資源量（千トン）													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	211	103	225	274	363	475	623	816	1,070	1,403	1,839	2,410	3,160
1歳	116	378	183	401	489	648	847	1,111	1,456	1,909	2,502	3,280	4,300
2歳	113	73	244	118	259	315	418	547	716	939	1,231	1,614	2,116
3歳	8	67	45	149	73	159	193	256	335	439	576	755	990
4歳	5	4	37	25	83	40	88	107	142	186	243	319	418
5歳以上	4	4	4	21	22	53	45	66	85	112	147	193	253
計	457	629	738	989	1,288	1,689	2,214	2,902	3,805	4,988	6,539	8,571	11,236

親魚量（千トン）													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	58	189	92	200	244	324	424	555	728	954	1,251	1,640	2,150
2歳	113	73	244	118	259	315	418	547	716	939	1,231	1,614	2,116
3歳	8	67	45	149	73	159	193	256	335	439	576	755	990
4歳	5	4	37	25	83	40	88	107	142	186	243	319	418
5歳以上	4	4	4	21	22	53	45	66	85	112	147	193	253
計	188	338	422	514	681	891	1,168	1,531	2,007	2,631	3,449	4,521	5,927

漁獲量(千トン)													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8	3	7	8	11	14	19	25	32	42	56	73	96
1歳	32	89	43	94	115	152	199	261	342	448	588	771	1,010
2歳	23	13	43	21	45	55	73	96	126	165	216	283	371
3歳	2	13	9	29	14	31	38	50	66	86	113	149	195
4歳	1	1	9	6	21	10	22	27	36	47	62	81	106
5歳以上	1	1	1	5	6	13	11	17	22	29	37	49	64
計	68	120	112	164	212	277	363	476	624	818	1,072	1,405	1,842
漁獲割合(%)	15	19	15	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Fcurrent

漁獲係数													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1歳	0.41	0.34	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
2歳	0.29	0.24	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
3歳	0.33	0.27	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
4歳	0.45	0.37	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
5歳以上	0.45	0.37	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
単純平均	0.33	0.27	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34

資源尾数 (百万尾)													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8,772	4,221	9,233	10,738	13,598	17,009	21,329	26,745	33,531	42,041	52,709	66,086	82,856
1歳	1,814	5,617	2,724	5,904	6,867	8,695	10,877	13,639	17,102	21,442	26,883	33,705	42,259
2歳	1,267	806	2,685	1,197	2,593	3,016	3,819	4,777	5,990	7,511	9,417	11,807	14,803
3歳	79	634	425	1,332	594	1,286	1,496	1,894	2,369	2,971	3,726	4,671	5,856
4歳	43	38	323	202	633	282	612	711	901	1,127	1,413	1,771	2,221
5歳以上	34	33	33	150	148	329	257	366	454	570	715	896	1,123
計	12,009	11,348	15,423	19,522	24,432	30,618	38,389	48,132	60,347	75,662	94,863	118,936	149,119

資源量 (千トン)													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	211	103	225	261	331	414	519	651	816	1,023	1,283	1,609	2,017
1歳	116	378	183	397	462	585	732	918	1,151	1,443	1,809	2,268	2,843
2歳	113	73	244	109	235	274	347	434	544	682	855	1,072	1,344
3歳	8	67	45	141	63	136	158	200	250	314	394	494	619
4歳	5	4	37	23	73	32	70	82	104	130	163	204	255
5歳以上	4	4	4	19	19	42	33	47	58	73	91	114	143
計	457	629	738	950	1,183	1,483	1,859	2,331	2,923	3,664	4,594	5,760	7,222

親魚量 (千トン)													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	58	189	92	199	231	292	366	459	575	721	904	1,134	1,421
2歳	113	73	244	109	235	274	347	434	544	682	855	1,072	1,344
3歳	8	67	45	141	63	136	158	200	250	314	394	494	619
4歳	5	4	37	23	73	32	70	82	104	130	163	204	255
5歳以上	4	4	4	19	19	42	33	47	58	73	91	114	143
計	188	338	422	490	621	777	974	1,221	1,531	1,920	2,407	3,018	3,783

漁獲量(千トン)													
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8	3	8	10	12	16	20	25	31	39	48	61	76
1歳	32	89	52	112	130	165	207	259	325	407	511	640	803
2歳	23	13	52	23	50	58	74	92	116	145	182	228	286
3歳	2	13	11	34	15	32	38	48	60	75	94	118	147
4歳	1	1	11	7	22	10	21	25	32	39	49	62	78
5歳以上	1	1	1	6	6	13	10	14	18	22	28	35	44
計	68	120	135	192	236	294	369	463	580	727	912	1,143	1,433
漁獲割合(%)	15	19	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

0.8Frec

漁獲係数

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
1歳	0.41	0.34	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
2歳	0.29	0.24	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
3歳	0.33	0.27	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
4歳	0.45	0.37	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
5歳以上	0.45	0.37	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
単純平均	0.33	0.27	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

資源尾数 (百万尾)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8,772	4,221	9,233	9,796	11,347	13,000	14,938	17,157	19,705	22,631	25,992	29,852	34,286
1歳	1,814	5,617	2,724	5,794	6,147	7,120	8,157	9,373	10,765	12,364	14,200	16,309	18,731
2歳	1,267	806	2,685	1,010	2,147	2,278	2,638	3,022	3,473	3,989	4,581	5,262	6,043
3歳	79	634	425	1,180	444	943	1,001	1,159	1,328	1,526	1,753	2,013	2,312
4歳	43	38	323	176	489	184	391	414	480	550	632	726	834
5歳以上	34	33	33	124	105	207	137	184	209	241	276	317	364
計	12,009	11,348	15,423	18,079	20,678	23,731	27,260	31,310	35,960	41,300	47,434	54,479	62,570

資源量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	211	103	225	238	276	316	364	418	480	551	633	727	835
1歳	116	378	183	390	414	479	549	631	724	832	955	1,097	1,260
2歳	113	73	244	92	195	207	240	274	315	362	416	478	549
3歳	8	67	45	125	47	100	106	123	140	161	185	213	244
4歳	5	4	37	20	56	21	45	48	55	63	73	84	96
5歳以上	4	4	4	16	13	26	17	23	27	31	35	40	46
計	457	629	738	881	1,001	1,150	1,320	1,516	1,742	2,000	2,297	2,638	3,030

親魚量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	58	189	92	195	207	240	274	315	362	416	478	549	630
2歳	113	73	244	92	195	207	240	274	315	362	416	478	549
3歳	8	67	45	125	47	100	106	123	140	161	185	213	244
4歳	5	4	37	20	56	21	45	48	55	63	73	84	96
5歳以上	4	4	4	16	13	26	17	23	27	31	35	40	46
計	188	338	422	447	518	594	682	783	900	1,033	1,187	1,363	1,566

漁獲量(千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8	3	12	12	14	17	19	22	25	29	33	38	44
1歳	32	89	67	143	151	175	201	231	265	305	350	402	461
2歳	23	13	69	26	55	58	68	77	89	102	117	135	155
3歳	2	13	14	39	15	31	33	38	44	50	58	67	76
4歳	1	1	15	8	22	8	18	19	22	25	29	33	38
5歳以上	1	1	2	6	5	10	7	9	10	12	14	16	18
計	68	120	178	234	263	300	345	396	455	523	601	690	792
漁獲割合(%)	15	19	24	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26

0.8Fmed

漁獲係数

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.05	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
1歳	0.41	0.34	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
2歳	0.29	0.24	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3歳	0.33	0.27	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
4歳	0.45	0.37	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
5歳以上	0.45	0.37	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
単純平均	0.33	0.27	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

資源尾数 (百万尾)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8,772	4,221	9,233	9,279	10,187	11,072	12,073	13,156	14,336	15,622	17,024	18,551	20,215
1歳	1,814	5,617	2,724	5,727	5,755	6,318	6,867	7,488	8,160	8,891	9,689	10,558	11,505
2歳	1,267	806	2,685	910	1,912	1,921	2,109	2,292	2,500	2,724	2,968	3,234	3,525
3歳	79	634	425	1,095	371	780	784	860	935	1,020	1,111	1,211	1,320
4歳	43	38	323	162	417	141	297	298	327	356	388	423	461
5歳以上	34	33	33	111	85	156	93	121	131	143	155	169	184
計	12,009	11,348	15,423	17,282	18,726	20,388	22,222	24,216	26,389	28,756	31,335	34,146	37,210

資源量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	211	103	225	226	248	270	294	320	349	380	414	452	492
1歳	116	378	183	385	387	425	462	504	549	598	652	710	774
2歳	113	73	244	83	174	174	192	208	227	247	270	294	320
3歳	8	67	45	116	39	82	83	91	99	108	117	128	139
4歳	5	4	37	19	48	16	34	34	38	41	45	49	53
5歳以上	4	4	4	14	11	20	12	15	17	18	20	22	24
計	457	629	738	842	907	988	1,076	1,173	1,278	1,393	1,518	1,654	1,802

親魚量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	58	189	92	193	194	213	231	252	274	299	326	355	387
2歳	113	73	244	83	174	174	192	208	227	247	270	294	320
3歳	8	67	45	116	39	82	83	91	99	108	117	128	139
4歳	5	4	37	19	48	16	34	34	38	41	45	49	53
5歳以上	4	4	4	14	11	20	12	15	17	18	20	22	24
計	188	338	422	424	465	506	551	601	655	713	777	847	923

漁獲量(千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8	3	14	14	15	16	18	20	21	23	25	28	30
1歳	32	89	75	158	159	175	190	207	226	246	268	292	318
2歳	23	13	78	26	56	56	61	67	73	79	86	94	103
3歳	2	13	16	41	14	29	29	32	35	38	42	45	49
4歳	1	1	16	8	21	7	15	15	17	18	20	21	23
5歳以上	1	1	2	6	5	9	5	7	7	8	9	9	10
計	68	120	201	254	270	292	319	347	379	412	449	490	534
漁獲割合(%)	15	19	27	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Frec

漁獲係数

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.05	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
1歳	0.41	0.34	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
2歳	0.29	0.24	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
3歳	0.33	0.27	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
4歳	0.45	0.37	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	0.37	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	0.33	0.27	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

資源尾数 (百万尾)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8,772	4,221	9,233	9,074	9,741	10,359	11,053	11,784	12,564	13,395	14,281	15,227	16,234
1歳	1,814	5,617	2,724	5,699	5,600	6,012	6,393	6,822	7,273	7,754	8,267	8,814	9,397
2歳	1,267	806	2,685	870	1,821	1,789	1,921	2,043	2,179	2,324	2,477	2,641	2,816
3歳	79	634	425	1,062	344	720	708	760	808	862	919	980	1,044
4歳	43	38	323	156	390	126	264	260	279	297	316	337	360
5歳以上	34	33	33	106	78	139	79	102	107	115	122	130	139
計	12,009	11,348	15,423	16,966	17,974	19,146	20,418	21,770	23,210	24,746	26,383	28,129	29,990

資源量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	211	103	225	221	237	252	269	287	306	326	348	371	395
1歳	116	378	183	383	377	404	430	459	489	522	556	593	632
2歳	113	73	244	79	165	162	174	185	198	211	225	240	256
3歳	8	67	45	112	36	76	75	80	85	91	97	104	110
4歳	5	4	37	18	45	15	30	30	32	34	36	39	41
5歳以上	4	4	4	13	10	18	10	13	14	15	16	17	18
計	457	629	738	827	870	927	989	1,054	1,124	1,199	1,278	1,362	1,453

親魚量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	58	189	92	192	188	202	215	229	245	261	278	296	316
2歳	113	73	244	79	165	162	174	185	198	211	225	240	256
3歳	8	67	45	112	36	76	75	80	85	91	97	104	110
4歳	5	4	37	18	45	15	30	30	32	34	36	39	41
5歳以上	4	4	4	13	10	18	10	13	14	15	16	17	18
計	188	338	422	414	445	473	505	538	574	612	652	695	741

漁獲量(千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8	3	15	14	15	16	17	19	20	21	23	24	26
1歳	32	89	79	164	161	173	184	197	210	224	238	254	271
2歳	23	13	82	27	56	55	59	62	66	71	76	81	86
3歳	2	13	17	42	13	28	28	30	32	34	36	38	41
4歳	1	1	17	8	20	7	14	14	15	16	17	18	19
5歳以上	1	1	2	6	5	8	5	6	6	7	7	8	8
計	68	120	210	261	271	287	306	327	348	372	396	422	450
漁獲割合(%)	15	19	29	32	31	31	31	31	31	31	31	31	31

Fmed

漁獲係数

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.05	0.04	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
1歳	0.41	0.34	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
2歳	0.29	0.24	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
3歳	0.33	0.27	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
4歳	0.45	0.37	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
5歳以上	0.45	0.37	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
単純平均	0.33	0.27	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

資源尾数 (百万尾)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8,772	4,221	9,233	8,505	8,552	8,532	8,542	8,543	8,544	8,546	8,548	8,550	8,551
1歳	1,814	5,617	2,724	5,616	5,173	5,202	5,190	5,196	5,196	5,197	5,198	5,199	5,200
2歳	1,267	806	2,685	764	1,575	1,451	1,459	1,455	1,457	1,457	1,458	1,458	1,458
3歳	79	634	425	967	275	568	523	526	524	525	525	525	525
4歳	43	38	323	140	319	91	187	173	174	173	173	173	173
5歳以上	34	33	33	91	60	97	48	61	60	60	60	60	60
計	12,009	11,348	15,423	16,084	15,954	15,940	15,949	15,953	15,956	15,959	15,962	15,965	15,969

資源量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	211	103	225	207	208	208	208	208	208	208	208	208	208
1歳	116	378	183	378	348	350	349	350	350	350	350	350	350
2歳	113	73	244	69	143	132	132	132	132	132	132	132	132
3歳	8	67	45	102	29	60	55	56	55	55	56	56	56
4歳	5	4	37	16	37	10	22	20	20	20	20	20	20
5歳以上	4	4	4	12	8	12	6	8	8	8	8	8	8
計	457	629	738	784	773	772	773	773	773	773	773	773	774

親魚量 (千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	58	189	92	189	174	175	175	175	175	175	175	175	175
2歳	113	73	244	69	143	132	132	132	132	132	132	132	132
3歳	8	67	45	102	29	60	55	56	55	55	56	56	56
4歳	5	4	37	16	37	10	22	20	20	20	20	20	20
5歳以上	4	4	4	12	8	12	6	8	8	8	8	8	8
計	188	338	422	388	390	390	390	390	390	390	390	390	390

漁獲量(千トン)

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	8	3	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
1歳	32	89	87	180	166	167	166	166	166	167	167	167	167
2歳	23	13	92	26	54	50	50	50	50	50	50	50	50
3歳	2	13	19	42	12	25	23	23	23	23	23	23	23
4歳	1	1	19	8	19	5	11	10	10	10	10	10	10
5歳以上	1	1	2	6	4	6	3	4	4	4	4	4	4
計	68	120	236	278	270	269	269	269	269	269	269	269	270
漁獲割合(%)	15	19	32	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35