

平成 17 年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、谷津明彦、石田 実、能登正幸、勝川木綿）

参画機関：東北区水産研究所、北海道立釧路水産試験場、北海道立函館水産試験場、青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産試験場、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県科学技術振興センター水産研究部、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、高知県水産試験場、愛媛県水産試験場、愛媛県中予水産試験場、大分県農林水産研究センター水産試験場、宮崎県水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター、大阪府立水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、香川県水産試験場、岡山県水産試験場、広島県立水産海洋技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター

要 約

資源量は 1994 年に 100 万トン进行切り、その後 1999 年までは 70 万～90 万トン台で推移したが、その後再び減少傾向となり、2003 年初めの時点で約 10.3 万トンと推定された。2004 年はやや回復し 12.9 万トンと推定されたが、依然として低水準にある。親魚量は 2002 年以降 10 万トンを下回り、2004 年初めの親魚量は 5.1 万トンと推定された。1997～2003 年の再生産成功率 RPS（加入尾数/親魚量）は、5～20 尾/kg と低い値で推移したが、2004 年級は親魚量に比して好調な漁獲加入を見せた（RPS=36 尾/kg）。それに引き続く 2005 年級の加入量水準も、2001～2004 年の極めて低い加入量水準からはやや回復すると予測された。このことから、2005・2006 年において資源量はやや増加すると予測されるが、親魚量が依然低水準のため、加入量が大きく好転することは期待できない。そのため、本系群についての管理の考え方としては、親魚量を良好な加入量が期待できる水準までゆるやかに回復させることとした。これにより、2006 年以降の管理目標としては、「10 年後（2015 年）の親魚量を 1996 年水準まで回復させる」ことをめざして漁獲を制御することとした。具体的には、近年 5 年（2000～2004 年）の平均 RPS を参考として、この目標を達成する F 値による漁獲量を ABClimit とした。また、予防的措置（安全率 0.8 を Frec に乗じた）を講じた ABCtarget も提示した。

	2006 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	38 千トン	Frec	0.42	24%
ABCtarget	31 千トン	0.8Frec	0.34	20%

F 値（漁獲係数）は年齢の単純平均。Frec により 1996 年水準の親魚量へ回復を図る。

漁獲割合は ABC/資源量。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
10年後に1996年の親魚量まで回復するよう漁獲圧を調整する	Frec	ABClimit 38000トン	A:37%、B:100%、 C:61千トン
上記の考え方で、さらに予防的措置を講じる	0.8Frec	ABCTarget 31000トン	A:70%、B:100%、 C:68千トン

参考値

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
5年後に1996年の親魚量まで回復するよう漁獲圧を調整する	F1996SSB	23000トン	A:98%、B:100%、 C:79千トン
5年後まで親魚量維持	Fsus	47000トン	A:2%、B:99%、 C:47千トン
現状の漁獲圧で漁獲し続ける	Fcurrent	69000トン	A:0%、B:18%、 C:27千トン

Fcurrent の F は 2004 年と同じとした。

なお、評価欄の A. B. C は 2000～2004 年の RPS からランダムサンプリングするシミュレーション（1000 回試行）により、

A：10 年後（2015 年）に、親魚量が 222000 トン（資源低水準期の Blimit、下記）を上回る確率

B：2006～2015 年の間、資源量が 22000 トン（Bban、下記）を上回る確率

C：2006～2015 年の間の平均漁獲量

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2003	103	51	1.20	49%
2004	129	48	0.97	38%
2005	153			

F 値（漁獲係数）は年齢の単純平均、漁獲割合は漁獲量/資源量。

2005 年の資源量は、1 歳以上については 2004 年の資源尾数と漁獲係数と自然死亡係数から計算した。0 歳の資源量尾数は、2005 年 5 月の幼稚魚調査結果から、1999 年級（25 億尾）を上回るものの、2000 年級（47 億尾）には及ばないと予測されたことから、30 億尾とした。年齢別重量は近年 5 年（2000～2004 年）の平均値とした。

	指標	値	設定理由
Bban	資源量	22 千トン	Wada and Jacobson(1998)による最低資源量。
Blimit	親魚量	低水準期としては 222 千トン	それ以下では良好な加入量が期待できなくなる親魚量（1996 年水準）。
2004 年	親魚量	51 千トン	

Bban は、禁漁を提言する閾値（ここでは資源量）。

22 千トンについては、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 6700 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。

（水準・動向）

水準：低位 動向：横ばい

水準は近年 20 年における資源量の推移から判断した。

動向は近年 5 年における資源量の推移から判断した。

1. まえがき

漁獲量は 1981 年から 1990 年までは 200 万トンを超えていたが、その後急減し、1996 年から 2001 年までは 10 万～30 万トン台、2002～2004 年は 5 万トン前後で推移した（表 1）。特に 1988 年以降の資源量の急速な減少は、加入の連続的な失敗によるが、これは海洋環境の影響によるとの論文がある（Watanabe et al., 1995）。さらに、マイワシでは数十年規模の資源変動をすることが良く知られている（Klyashtorin, 1998）。したがって、資源量水準が低位にある現状では、漁獲量規制による資源管理を行ったとしても、すぐに高水準の資源に回復できるとは考えられない。しかしながら、現在の加入状況に合わせた資源管理を適切に行い、親魚量を増加させ、環境の好転による資源回復期に備えることは、本系群を効率的に利用していくために有効と考えられる。なお、カリフォルニアマイワシでは約 60 年周期の環境変動に対応した資源変動が想定されているが、この長期変動に対応して環境が不適当な場合には漁獲係数を減少させることが、長期的な漁獲量の向上に必要とされている（MacCall, 2002）。

2. 生態

(1) 分布・回遊（図 1・2）

資源水準の高かった 1980 年代には、九州南方海域から北海道東方沖合域まで広く分布していたが、近年は主に九州南部から噴火湾までの沿岸域に生息している。回遊の規模は資源量水準により大きく異なる。最近の産卵場は土佐湾を中心とした小規模なものとなっている。幼稚魚は黒潮続流域から黒潮親潮移行域にも出現する。冬季に房総沿岸海域に未成魚が来遊する。東日本における索餌域は房総～常磐海域が中心で、夏秋季には三陸海域まで北上している。

なお、2004 年においては、三陸以北への北上群は極めて低水準と推察されている。また、西日本の太平洋岸では、夏季も産卵場付近に滞留する傾向が強まっている。

(2) 年齢・成長（図 3・表 2）

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・産卵生態

資源水準が低下してから成熟年齢が低下し、近年では 1 歳で成熟が始まり、2 歳魚でほとんどが成熟している模様である（図 4）。産卵期は 10～5 月で、最盛期は 2～3 月。卵の分布状況から判断して、近年の産卵場は土佐湾が中心である。

(4) 被補食関係

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するようになる。成魚は珪藻類も濾過捕食する。

(5) 生活史・漁場形成

資源が増加し始めた 1976 年から、薩南海域に大産卵場が出現し、道東海域でまき網の漁場が形成された。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、房総から三陸、道東、さらに千島列島南部沖海域および日付変更線付近までの外洋域に索餌回遊していた。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、道東海域では 1993 年を最後に漁場形成はない。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

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 歳～1 歳魚を主体として揚げられている。1994 年以降、道東海域でのマイワシの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 海里内での漁獲もない。

(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 10 万～30 万トン台で推移し、2002～2004 年の漁獲量は約 5 万トン前後で推移した(図 5・表 1)。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

関係機関が資源量調査(補足資料 1)において得た漁獲量、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をもとに算出した年齢別漁獲尾数(表 3)に基づいて、コホート解析(補足資料 2)を行った。なお、1998 年以降の年齢別漁獲尾数は、それに対応した標本の年齢査定データ(高知・茨城・福島・八戸)により、修正した。これにより、親魚量が昨年度報告書より全体的にやや増加し、漁獲係数はやや低下した。

2004 年までの資源量計算においては、年齢別漁獲尾数によるコホート計算をベースにして、漁業に依存しない資源量指標値等を用いたチューニングを行ってきたが、特に 2004 年級に対応したデータの適合が良くないと判断されたことから、今年度はチューニングを行わなかった。2004 年級は四国～紀伊水道、ならびに駿河湾～相模湾での漁獲割合が例年より高く、主に北部太平洋まき網漁場とその周辺に対応した、有効努力量データ、未成魚越冬群指数、開洋丸越冬期調査等による指数と適合しなかったと考えられる。

なお、2004 年における年齢別漁獲係数は、近年 5 年(1999～2003 年)の平均としたが、同様に 2～4 年平均を採用した場合の資源量・親魚量への影響を点検した(補足資料 2)。

(2) 資源量指標値の推移

前年 10 月～当年 9 月の産卵量は、1995 年度から 2001 年度まで 100 兆粒台で低水準ながら比較的安定していたが、2002 年度は 31 兆粒と減少した。以降、2004 年度まで 60 兆粒未満で推移した(図 6・表 4)。

黒潮親潮移行域における幼稚魚の分布密度から得た加入量指数は、1996 年(391)以降減少傾向をたどり、1999 年には 9 となった。2000 年にはやや上昇(95)したが、2001 年以降 1 未満の極めて低い水準にあった。しかしながら、2005 年においては 28 とやや回復した(図 7・表 5)。

2001 年以降の房総～常磐沖合域における未成魚・成魚の分布豊度について、表中層トロールによる越冬期調査（1 月、年明け 1 歳対象、2002～2004 年は水産庁開洋丸、2005 年は俊鷹丸）での CPUE（採集重量／曳網回数）では、2002 年級＞＝2003 年級＞＞2001 年級＝2004 年級との年級豊度が推測された（図 7・表 5）が、2004 年級についてはこの海域での分布密度が低く、系群全体の豊度を推定するためには過小評価を与えると考えられた。なお、2001～2004 年においては同様に主に 1 歳魚を対象とした北上期調査も行われてきたが、2005 年は実施されなかった（表 5）。

(3) 漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数の経年変動を図 8 と表 3 に示した。近年では、1996、2000 年においては 0 歳魚が多かったが、その他の年は 1 歳魚が最も多い。

(4) 資源量の推移

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 万トンを越えて低水準ながら比較的安定していたが、2000 年から再び減少傾向となり、2003 年は低極の 10 万トン、2004 年は 13 万トンと推定された（図 9、表 6）。2005 年は、2005 年級がやや回復するとの予測のもとで、15 万トンと予測される。

なお、0.4 とした自然死亡係数を 0.2、0.6 に変更して、2004 年の資源量を計算した（図 10）。

(5) 資源の水準・動向の判断

現在の資源量水準は過去 20 年以上にわたる資源量推定値の変動の中で「低位」といえる。資源動向は 2000～2003 年までは資源量が連続的に減少したが、2004 年には微増となった。よって「横ばい」と判断した。なお、2005 年の資源量は 2004 年より微増すると予測される。

5. 資源管理の方策

(1) 再生産関係

図 11 に親魚量と加入尾数の関係を示した。近年においては親魚量、加入尾数とも減少しており、そのなかにあつて 1996 年は親魚量に対する加入の割合が高く、1999 年は低かった。また、近年の再生産関係のもとでは、1996 年水準の親魚量以下では良好な加入は期待できないと考えられる。

図 12 並びに表 7 に RPS（加入尾数/親魚量）の経年変動を、加入尾数、親魚量とともに示した。1988 年以降、0.9～1.7（尾/kg）の極めて低い RPS が 4 年連続し、資源は急速に高齢化し減少した。近年では、1996 年に極めて高い値 61（尾/kg）、1999 年に低い値 5（尾/kg）が示されたほかは、2003 年まで 10～20 台（尾/kg）と変動は小さかった。2004 年においては 36 尾/kg とやや上昇したが、資源の増加期に見られた RPS（100 以上）ほど高くない。2000～2004 年における RPS の平均値は 20.36（尾/kg）である。

(2) 今後の加入量の見積もり

親魚量が少なく、RPS が高くない状況では、加入量水準が急激に増加することは考えにくい。4 (2) の加入量指数では、2005 年の加入量指数（28）は、近年 4 年の低水準（1 未

満)からは好転し、1999 年級 (9) を上回るものの、2000 年級 (95) には及ばない。このことから、1999 年級 (25 億尾) を上回るものの、2000 年級 (47 億尾) には及ばない 30 億尾程度の加入が予測される。

図 13 に、北西太平洋の冬季における表面水温の経年変動と RPS の経年変動との関係を相関係数マップで示した。ここでは、黒潮および黒潮続流域以南の海域および常磐海域で水温が低いと RPS が高めに変動することが示されている。ところで、マイワシについては、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。2005 年については、親潮南下指数は高く、黒潮続流南側再循環域水温の偏差もやや負となっていたことから、加入環境は良好と推測される (補足資料 3 を参照)。

(3) 加入量当たり漁獲量

図 14 に $\%SPR \cdot YPR$ と F との関係を示した。ここで用いた年齢別平均体重は近年 5 年 (2000 ~ 2004 年) の平均値を用い、年齢別選択率は 2004 年の値を用いた。2004 年の完全加入年齢に対する $F (=1.28)$ は、成長乱獲の閾値と考えられる F_{max} より小さいが、 F_{msy} の代替値と考えられる $F_{0.1}$ 、持続的利用の指標となる 30%SPR (現状の F は 23%SPR) よりも高い値にある。

(4) 漁獲圧と資源動向

近年の漁獲係数 F は高い値となっている (図 15・16、表 8)。2004 年では、資源量約 13 万トンに対して漁獲量 4.8 万トンであり、漁獲割合 (漁獲量/資源量) は 38% となり、高めである。

次に現状の F ($F_{current}$: 全年齢平均) に対して漁獲圧をさまざまに抑制した場合の 2006 年以降の漁獲量と親魚量の推移を表 9 に示した。 $F_{current}$ (2004 年の F)、 $0.8F_{current}$ では漁獲量、親魚量とも 2006 年以降減少傾向をたどる。 $0.6F_{current}$ では漁獲量はほぼ現状維持となり、親魚量は 2007 年まで増加後ゆるやかに減少する。 $0.2F_{current}$ では 5 年間で親魚量が 1996 年以上の水準に回復する。

(5) 不確実性を考慮した検討

加入の不確実性のもとでの F_{limit} 、 F_{sus} 並びに $F_{current}$ による漁獲管理の目標達成率を検討した。ここでの F_{limit} は、10 年間で親魚量を 1996 年水準 (それ以下では良好な加入が期待できなくなる) まで回復させる F とした。 F_{sus} は親魚量が維持される F 、 $F_{current}$ は現状の漁獲圧で漁獲し続ける F である。図 17 に、 F_{limit} 、 F_{sus} 並びに $F_{current}$ による管理のもとでの 2015 年までの親魚量の挙動を示した。なおここで、RPS は近年 5 年間 (2000 ~ 2004 年) からランダムサンプリングし、1000 回試行のもとでの平均値、上側 10%、下側 10% の値をあわせて示した。

同様に、これらの方策により漁獲した場合の 2015 年までの漁獲量の予測値を図 18 に示した。

(6) 漁獲制御方法

現状にあって、資源量が数年のうちに大幅に回復することは期待できないが、漁獲圧を現状の F から引き下げることにより、親魚量を良好な加入量が期待できる水準まで回復させて、海洋環境が再生産に適した年代を待つことが有効と考えられる。そのため、2006 年以降の管理目標としては、親魚量を 1996 年水準までゆるやかに回復させるように漁獲を制御することとし、以下 ABC 算定の考え方とした。

6. 2006 年 ABC の算定

本系群の中期的な管理方策については、今後、業界・行政・研究の 3 者会合により検討されるが、ここまでの資源評価結果に基づき、生物学的許容漁獲量 (ABC) については、以下のように提言する。

(1) 資源評価のまとめ

資源の減少期にあって、さらに 2002・2003 年の加入尾数が連続して低水準であったため、資源量はこれまで以下の低水準に落ち込んでおり、2003 年の推定資源量は 10 万トンと推定された。しかし、2004 年級は過去 2 年よりやや多く加入し、2005 年級は 2000 年以降では 2000 年に次ぐ高い加入量水準が予測されている。

しかしながら、再生産成功率の指標である RPS は平均的には約 20 尾/kg 程度であり、かつての資源増加期のような高いものではない。そのため、資源量水準の急速な回復は望めない。一方、資源量に対する漁獲割合は 38% である (2004 年)。

(2) ABC の設定

近年の RPS を参考にして、親魚量を 10 年間で 1996 年水準 (それ以下では良好な加入が期待できなくなる) まで回復させることとした (補足資料 4)。管理基準は、親魚量と再生産関係を利用することが可能で、資源量が安全と考えられる水準よりも少ないので「ABC 算定のための基本規則 (平成 17 年度)」の 1 (1) (2) を用いた。

ABC_{limit} は、2006 年以降の漁獲制御により、親魚量を 1996 年の親魚量 (本報告での資源量計算結果では 222 千トン) に回復することを目標に設定した。ABC_{target} は、これに予防的措置を加えることとし、F_{rec} に 0.8 を乗じた。なお、2006 年の ABC_{limit}、ABC_{target} の算出に用いた RPS は 2000～2004 年の平均値 20.36 (尾/kg) である。

	2006 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	38 千トン	F _{rec}	0.42	24%
ABC _{target}	31 千トン	0.8F _{rec}	0.34	20%

(3) 管理の考え方と許容漁獲量

ABC_{limit}、ABC_{target} に加え、「5 年間で 1996 年の親魚量まで回復するよう漁獲圧を調整する場合」、「5 年後まで親魚量を維持」並びに「現状の漁獲圧で漁獲し続ける」場合のそれぞれの 2006 年漁獲量等を下表にあわせて掲載した (2010 年までの推移を付表 4 にまとめた)。

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
10年後に1996年の親魚量まで回復するよう漁獲圧を調整する	Frec	ABClimit 38000トン	A:37%、B:100%、 C:61千トン
上記の考え方で、さらに予防的措置を講じる	0.8Frec	ABCTarget 31000トン	A:70%、B:100%、 C:68千トン
参考値			
管理の考え方	管理基準	2006年漁獲量	評価
5年後に1996年の親魚量まで回復するよう漁獲圧を調整する	F1996SSB	23000トン	A:98%、B:100%、 C:79千トン
5年後まで親魚量維持	Fsus	47000トン	A:2%、B:99%、 C:47千トン
現状の漁獲圧で漁獲し続ける	Fcurrent	69000トン	A:0%、B:18%、 C:27千トン

Fcurrent は 2004 年の F。

なお、評価欄の A. B. C は 2000～2004 年の RPS からランダムサンプリングするシミュレーション（1000 回試行）により、

A：10 年後（2015 年）に、親魚量が 222000 トン（資源低水準期の Blimit、下記）を上回る確率

B：2006～2015 年の間、資源量が 22000 トン（Bban、下記）を上回る確率

C：2006～2015 年の間の平均漁獲量

ABClimit 並びに ABCTarget で提示した F 値 0.42 並びに 0.34 は、昨年度報告書補足資料 (4) の表 3「資源が低水準で推移する場合」における各 Blimit における平均漁獲量の最大値に対応する Flimit の平均が 0.24～0.4 であることから、妥当な数字と考えられる。

また、Fcurrent での漁獲の継続は、上記のシミュレーションにより、Bban 以下に減少させる可能性が 80%以上であることから、好ましくないと考える。

F の変化に対応したリスク評価について別途解析を行い、補足資料 5 とした。

なお、カリフォルニアマイワシでは約 60 年周期の環境変動に対応した資源変動が想定されているが、この長期変動に対応して不適当な環境下では漁獲係数を減少させることが、長期的な漁獲量の向上に必要とされる (MacCall, 2002)。具体的には次式で漁獲量のガイドラインが算定されている。

USA における漁獲量 = (資源量 15 万トン) × 漁獲割合 × USA における分布割合

ここで、漁獲割合は環境（スクリプス海洋研究所における沿岸水温の 3 年平均）に応じて 5～15%

(4) ABC の再評価

2003～2005 年の当初評価と、それに対する再評価結果を下表に示す。1999～2003 年の年齢別漁獲尾数を年齢査定データに基づいて再検証し改善した結果及び 2004 年級の RPS が比較的高かったため、2005 年再評価では、従来の結果よりも資源量が増加している。

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)	管理目標
2004 年(当初)	Frec	108	28	24		2008 年親魚量 130 千トン
2004 年(2004 年再評価)	Frec	113	29	24		2008 年親魚量 130 千トン
2004 年(2005 年再評価)	Frec	129	31	26	48	2014 年親魚量 222 千トン
2005 年(当初)	Frec	104	25	21		2009 年親魚量 130 千トン
2005 年(2005 年再評価)	Frec	153	37	31		2015 年親魚量 222 千トン

7. ABC 以外の管理方策への提言

ABC の算定においては、Blimit（資源低水準期にあつては 1996 年の親魚量）に回復させるよう現状の F を引き下げるとの管理の考え方を示した。しかしながら、産卵親魚量を確保するとともに効率的な利用をはかる点では、未成魚を保護して漁獲年齢を引き上げることも有効である。そこで、若齢魚（ここでは 0、1 歳魚）に対する年齢別 F を抑制した場合の効果を検討し、表 10 に示した。0、1 歳魚に対する F 半減により親魚量維持となる。

なお、未成魚保護の効果については別途詳細な解析を行い、補足資料 6 とした。未成魚保護により、YPR・%SPR とも上昇すること、ABC 算定のために設定した目標達成率も、同じ F に対して高くなること、期待される漁獲量も増大することが明らかになった。

次に、「加入が良好と考えられても、漁獲量を前年並みに抑える」効果について、過去の再生産成功率の実測値を用いて検討した。図 19 に「加入が明らかに良かった 1996 年の次の年、すなわち 1997 年以降、1996 年並みの 180 千トンに抑制した場合の親魚量と漁獲量の推移を示した。図 20 に、1999 年からは 1998 年よりも漁獲を急増させず 20 万トンで抑制し、2001 年級の加入が悪いことが明らかになった 2002 年からは漁獲量を 10 万トンに抑制した場合の親魚量と漁獲量の推移を示した。いずれの場合も、当時においてマイワシの長期的な減少傾向をとめるにはいたらないが、その速度を緩和し、管理開始の翌年からは現実よりも多い漁獲量を達成していたことを示す。このように、前年を基準として漁獲を急増させず、加入の良否を見ながら管理していくことも、十分に効果的と考える。

8. 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.
- 石田実・菊地弘 (1992). 日本の太平洋岸(常磐～薩南海域)におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の月別、海域別産卵状況:1989 年 1 月～1990 年 12 月. 水産庁南西海区水産研究所・中央水産研究所, pp. 86.
- 菊地弘・小西芳信 (1990). 日本の太平洋岸(常磐～薩南海域)におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の月別、海域別産卵状況:1987 年 1 月～1988 年 12 月. 水産庁中央水産研究所(旧東海区水産研究所)・南西海区水産研究所, pp. 72.
- Klyashtorin, L.B. (1998) Long term climate change and main commercial fish production in the Atlantic and Pacific. *Fish. Res.*, 37: 115 125.
- 久保田洋・大関芳沖・石田実・小西芳信・後藤常夫・銭谷弘・木村量(編) (1999). 日本周辺水域におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類、ウルメイワシ、およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況:1994 年 1 月～1996 年 12 月. 中央水産研究所, pp. 352.
- MacCall, A. D. (2002) Fishery management and stock rebuilding prospects under conditions of low frequency environmental variability and species interactions. *Bull. Mar. Sci.*, 70(2): 613 628.
- 森慶一郎・黒田一紀・小西芳信 (1988). 日本の太平洋岸(常磐～薩南海域)におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の月別、海域別産卵状況:1978 年 1 月～1986 年 12 月. 水産庁東海区水産研究所, pp. 321.
- 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.
- 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.
- 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. (論文中の数値を引用した)
- Watanabe, Y. Zenitani, H. and Kimura, R. (1995) Population decline of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus* owing to the recruitment failures. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52, 1609 1616.
- 銭谷弘・石田実・小西芳信・後藤常夫・渡邊良朗・木村量(編) (1995). 日本周辺水域におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類、ウルメイワシ、およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況:1991 年 1 月～1993 年 12 月. 中央水産研究所, pp. 368.

補足資料 1：資源量調査

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た。また、漁場別漁獲状況調査、標本船調査、新規加入量調査により、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た。

産卵状況は、沿岸では各都府県試験研究機関が周年、沖合では水産研究所が主産卵期に、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た。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た(森ほか 1988; 菊地・小西 1990; 石田・菊地 1992; 銭谷ほか 1995; 久保田ほか 1999)。

新規加入量予測のため、初夏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(北海道教育庁実習船管理局所属北鳳丸、1996～2001 年は香住高校所属但州丸)を実施し、幼稚魚の採集尾数を表面水温帯別に引き延ばして加入量指数を算出した。加入量指数は Σ (表面水温帯 1℃ごとの平均採集尾数)・(表面水温帯 1℃ごとの面積比)である。

冬季並びに初夏に、三陸南部から鹿島灘海域で表中層トロールにより未成魚・成魚を採集し、また科学魚探により現存量を把握した。初夏から秋季まで道東から三陸沖で流網による未成魚・成魚採集を行った。また、主産卵場の土佐湾で刺網等による親魚採集と餌料プランクトン調査、幼魚生育場の東北沖合海域で餌料プランクトン調査を実施した。

補足資料 2：資源量計算(コホート解析)

1. 2004 年までの資源量計算

2004 年までの太平洋側各道府県主要港の水揚量と体長組成から月毎に体長階級別漁獲尾数を求め、体長と年(月)齢の関係に基づいて主要港における年齢別漁獲尾数を計算した。この年齢別の尾数比を漁業養殖業生産統計年報の年間漁獲量に合うように引き延ばして系群全体の年齢別漁獲尾数を求めた(表 3)。なお、年齢分解困難な 5 歳以上は一括した。

Pope(1972)の式により 2004 年までの年齢別漁獲尾数に基づいて、2004 年までの年齢別資源尾数と漁獲係数を計算した。2004 年の 4 歳の F と 5 歳以上の F の比が 1 となるような F を求めた。

1) 資源尾数 N

最近年： $N_a = C_a \exp(M/2) / (1 - \exp(-F_a))$

最高齢(+gp)： $N_{a+,y} = (C_{a+,y} (N_{a+,y+1} \exp(M)) / (C_{a+,y} + C_{a-1,y}) + C_{a+,y} \exp(M/2)$

最高齢 1 歳： $N_{a-1,y} = (C_{a-1,y} (N_{a+,y+1} \exp(M)) / (C_{a+,y} + C_{a-1,y}) + C_{a-1,y} \exp(M/2)$

その他： $N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2)$

2) 漁獲係数 F

最近年： $F_{a,y} = \text{avg}(F_{a,y-5} : F_{a,y-1})$

最高齢： $F_{a,y} = F_{a-1,y}$

その他： $F_{a,y} = \ln(1 - (C_{a,y} \exp(M/2) / N_{a,y}))$

最近年最高齢： $F_{a,y} = F_{a-1,y}$

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年の a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は同様に漁獲尾数、 M は自然死亡係数、 F は漁獲係数。自然死亡係数は $M=2.5/\text{寿命}$ (田中, 1960)より 0.4 とした。

補足表 1：最近年の F を近年 5 年平均とした理由

最近年の F を近年 2、3、4、5 年平均とした場合の最近年の資源量・親魚量・0 歳魚加入尾数評価 網がけは実態に合わないとは推定された数値

資源量	2002	2003	2004	親魚量	2002	2003	2004
2 年平均	139	102	174	2 年平均	76	59	49
3 年平均	138	100	114	3 年平均	76	58	46
4 年平均	139	103	120	4 年平均	76	59	50
5 年平均	139	103	129	5 年平均	76	59	51
0 歳尾数	2002	2003	2004	評価			
2 年平均	1146	1107	3443	2 年平均	0 歳魚の F が過小評価		
3 年平均	1120	1041	1576	3 年平均	3 年のうち 2 年が、近年においては高い F		
4 年平均	1144	1163	1528	4 年平均	0 歳資源尾数評価が 2003 年級 > 2002 年級		
5 年平均	1153	1142	1815	5 年平均			

補足表 2：過去に使用したチューニング指数について 2004 年は不適合と判断した理由

加入量指数（0 歳資源尾数に対応）・・2001～2004 年の 4 年間は 1 未満で推移し、0 歳魚加入尾数との適合は不良。

開洋丸北上期 CPUE（約半年後の 1 歳資源量に対応）・・2005 年は調査無し。

開洋丸越冬期 CPUE 及び科学魚探による密度（1 歳資源量に対応）・・漁獲尾数の推移とは全く逆であった。理由は 4 (1) による。房総・常磐沖における北部まき網データに基づく未成魚越冬群指数も、最近 4 年の傾向は開洋丸越冬期 CPUE と同様の傾向を見せた。

北部まき網の有効努力量（全年齢平均 F との対応：JAFIC 資料）・・理由は 4 (1) による。

有効努力量と産卵量によるチューニングでは漁獲係数が過小評価、有効努力量と産卵量に加えて未成魚越冬群指数でのチューニングでは過大評価になると推察された。未成魚越冬群指数を越冬調査 CPUE に変えた場合は、チューニングしない場合に比較的近かったが、0 歳加入尾数の評価としては、以下のようになり、近年 3 年との比較ではチューニングする方が過大評価と考えられた。

0 歳加入尾数（百万尾）	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
チューニング無し	2230	1153	1142	1815
チューニング有り	2249	1239	1421	2149

2. 2005 年以降の資源量計算

2005 年の 1 歳以上の年齢別漁獲尾数は、2004 年の年齢別資源尾数と漁獲係数並びに自然死亡係数により前進させて算出した。0 歳魚は、加入量指数 28 から 30 億尾とした。

2006 年以降の漁獲係数は管理方策ごとに設定した。年齢別の選択率は、2004 年と同値とした。資源尾数と漁獲尾数は次の関係から求めた。

$$0 \text{ 歳魚の資源尾数 } N_{0,y} = SSB_y \cdot RPS_y$$

$$1 \text{ 歳魚以上の資源尾数 } N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-F_{a-1,y-1} \cdot M)$$

$$\text{漁獲尾数 } C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-M/2)$$

ここで SSB は親魚量、 RPS は再生産成功率（親魚量あたりの加入尾数、尾/kg）。

資源量・親魚量の計算に用いる年齢別体重は 2000～2004 年の平均値、年齢別成熟率は 2004

年と同値とした。

2006 年の ABC 計算に用いる RPS は 2000～2004 年の平均値 20.36 とした。

補足資料 3：マイワシの再生産と関係づけられる水温指数の比較（親潮南下指数と黒潮統流南側再循環域海面水温）

A：親潮南下仮説（海老沢・木下，1998）

1977 1996 年の 2 3 月における北緯 37 度以南、東経 141 146 度の海面水温 10℃等温線で囲まれる水域の面積（親潮南下指数）とマイワシ再生産指数（RPS：0 歳尾数/親魚量）に有意な正相関（2 月の場合： $r=0.76, P<0.001, d.f.=18, \text{by } t \text{ test}$ ）がある。



解釈：仔稚魚の生残率は冬季の栄養豊富な親潮系冷水の南下混合の度合いで決定する。（仔稚魚の生育場は、冬季の房総・常磐沖海域から黒潮統流北辺部の混合域と考える。）

B：黒潮統流仮説（Noto and Yasuda, 1999）

1979 1994 年の 1 4 月における黒潮統流南側再循環流域（KESA：30 35N, 145 180E）の海面水温とシラス期から 1 歳までのマイワシ自然死亡係数に有意な正相関（2 月の場合： $r=0.68, P<0.005, d.f.=14, \text{by } t \text{ test}$ ）がある。



解釈：仔稚魚の生残率は、冬季に KESA 海域の下層の栄養塩が表層に巻き上げられ、かつ、この海域は偏西風によるエクマン輸送によって北部の栄養豊富な親潮系水が運ばれるので、それら両方の量の度合いで決定する。（仔稚魚の生育場は、冬春季の KESA 海域と考える。）

A と B による昨年（2004 年）の予測の検証

2004 年冬季の海況は、親潮は南下傾向、KESA 海域は高水温であった。したがって、A では RPS 良好と予測され、B では RPS 不良と予測された。実際の 2004 年の RPS の計算値は、一昨年（2003 年）よりも増加したので、RPS 良好と言える。つまり、A の方は説明が付く。ただし、主要な加入海域が A, B の想定加入海域である房総から道東ではなかったため、2004 年は A, B の検証としては断定しがたい年である。

A と B による今年（2005 年）の予測

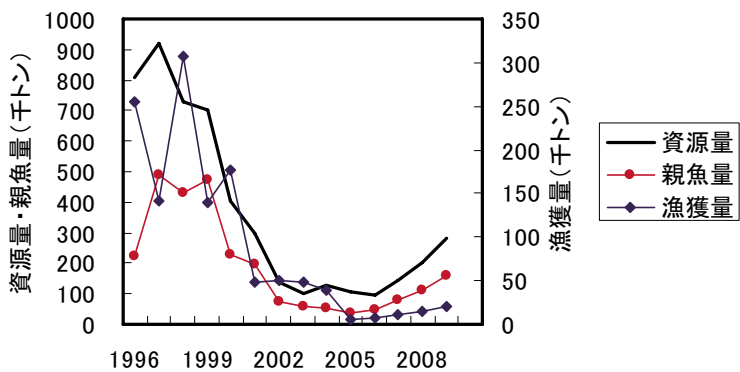
2005 年 4 月までの水温の推移を気象庁海洋月報（2005 年 4 月発行，No. 148）の第 13 図（海域別旬平均海面水温平年偏差時系列図）の海区 4（親潮南下指数の指標に対応）と海区 12（KESA 海域水温の指標に対応）から読みとると、2005 年冬季の海区 4 は負偏差、海区 12 は平年並みであるので、A と B から予測されるマイワシ RPS は良好または増加である。

補足資料 4：管理目標の 16 年度報告書からの変更について

16 年度中央ブロック資源評価会議において、近年の年齢別漁獲尾数を更新した資源計算により、資源量・親魚量が増加し、漁獲係数・RPS が低下することを説明した。これにより、本系群の管理目標である「1996 年の親魚量」は、15 年度評価での推定値 13 万トンから 22 万トンに増加した。16 年度資源評価で最近年の 2003 年親魚量も増加したが、1996 年/2003 年の親魚量の比は拡大した。一方、資源の将来予測の参考になる近年 5 年（1999～2003 年）の RPS（加入尾数/親魚量 kg）は 22 尾/kg から 14 尾/kg に低下した。これらの数値を採用して「5 年後の 2009 年に、1996 年水準まで親魚量を回復する」ように F を制御するとした場合、2005 年 ABC としては禁漁に近い数値を提案することになるとの結果が得られた（補足図）。

このように、年齢別漁獲尾数の更新が、管理の考え方に大きく影響する問題と考えられたため、年齢別漁獲尾数の更新自体についての精査も含め、慎重に検討することとなり、16 年度資源評価での年齢別漁獲尾数の求め方は 15 年度までの方式を踏襲することとし、管理目標は「5 年後に 1996 年親魚量を目指す」とした。

その後の検討により、年齢別漁獲尾数の更新は適正と考えられ、17 年度の資源評価からはこれにより資源計算を行うこととした。一方、管理目標については、1996 年以降良好な加入が見られていないことから、1996 年親魚量を資源低水準期の Blimit とすることについて、変更する必要は無く、ゆるやかな資源回復を目指すこととしたいと考えた。そこで本年は、16 年度資源評価にて提案した Frec と同程度の F 値を採用し、これにより ABClimit を提案することとした（補足表）。Blimit への回復期間については、近年 5 年（2000～2004 年）の再生産成功率を参考にすると 10 年となる。以上により「10 年後に 1996 年水準になるよう親魚量を回復する」ことを、新たな管理目標とした。



補足図：16 年度資源評価時において、「更新された年齢別漁獲尾数」により、「(5 年後の) 2009 年に 1996 年親魚量」を目指し、2005 年以降漁獲制御する場合の資源量等の試算。少なくとも ABC 算定対象である 2005 年については、禁漁に近い漁獲量に制御することになる。

補足表：16 年度資源評価報告書と本報告書での ABClimit、ABCtargete に関する比較表

16 年度評価					
2005 年 ABC(千トン)		資源管理基準		F 値	漁獲割合
ABClimit	25	Frec		0.42	24%
ABCtarget	21	0.8Frec		0.34	20%
17 年度評価					
2006 年 ABC(千トン)		資源管理基準		F 値	漁獲割合
ABClimit	38	Frec		0.42	24%
ABCtarget	31	0.8Frec		0.34	20%

補足資料5：マイワシ太平洋系群に対する漁獲係数Fのリスク評価

2006 年から一定の漁獲圧に制御する管理を行った場合、次に示す 2 つの管理目標の目標達成確率を数値計算によって求めた。

(A) 10 年後(2015 年)に親魚量が Blimit (222000 トン)を上回る確率

(B) 2006～2015 年の間、資源量が Bban (22000 トン)を一度も下回らない確率

【数理モデル】

資源動態は年齢構成のある個体群動態モデルを適用し、加入変動による確率変動を仮定した。 y 年の t 歳魚の個体数を $N_{t,y}$ 、漁獲量を $C_{t,y}$ とすると、資源動態は以下の式で表現できる。

$$N_{t+1,y+1} = N_{t,y} \exp(-M - q_t F)$$

$$SSB_y = \sum_t m_t w_t N_{t,y}$$

$$N_{0,y+1} = RPS_{y+1} SSB_y$$

$$C_{t,y} = (1 - \exp[-q_t F - M]) \frac{q_t F}{q_t F + M} w_t N_{t,y}$$

ただし、 m_t 、 w_t 、 q_t は年齢 t の成熟率、体重、選択係数。 F は完全加入の漁獲係数を表す。 RPS_{y+1} は、 $y+1$ 年の産卵親魚重量当たり加入尾数であり、加入成功率という。加入成功率は毎年変動するとし、2000～2004 年のコホート計算から得られた RPS の値 (20, 11, 15, 19, 36) をランダム抽出した。体重と成熟率は 2000～2004 年の平均値、年齢別選択係数は 2000～2003 年の平均値を用いた (補足表 1)。また、自然死亡係数 $M=0.4$ と仮定した。

2006 年から 2015 年までの 10 年間、体重と成熟率が変化しないと仮定し、一定の年齢別選択係数と漁獲係数で漁獲した場合の産卵親魚量と資源重量を求めた。このような試行を 1 万回おこない、管理目標 (A) (B) の確率および 10 年間の平均漁獲量を求めた。

【結果】

補足図 1 に目標達成確率を示す。横軸は年齢別漁獲係数の平均 (F 値) である。漁獲係数が高くなるといずれの確率も減少する。 $F=0.34$ から 0.6 へ増加すると、目標 (A) の目標達成確率は 81% から 1% へ急激に減少する。2004 年の漁獲係数 F 値 ($=0.97$) で漁獲を続けた場合、(A) と (B) の目標達成確率はそれぞれ、0%、10% であった。

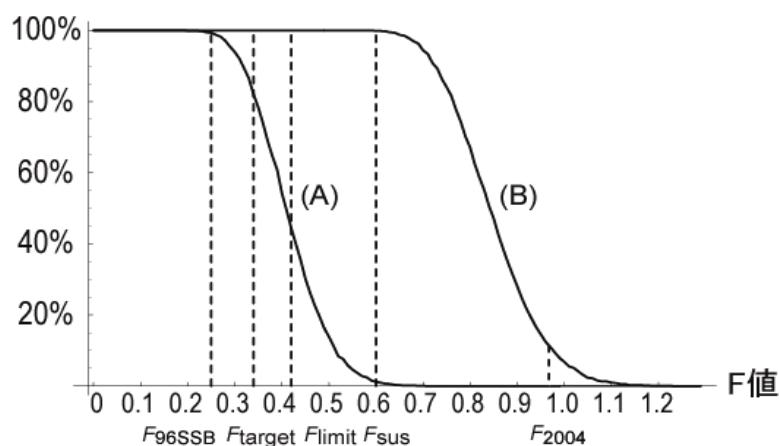
補足表 2 に 5 つの管理基準値に対する目標達成確率と 10 年間の平均漁獲量を示す。10 年間の平均漁獲量は、漁獲係数が最も小さい F 値 ($=0.25$) で漁獲した場合が最大となった。現状より漁獲圧を削減することにより資源が回復する。その結果、10 年間の平均漁獲量も高くなる。一方、現状の $F_{\text{current}} (=0.97)$ で漁獲を続けた場合、90% の確率で資源水準が禁漁水準以下となり、平均漁獲量は 2004 年の実績 48 千トンを下回る。

補足表 1 数値計算で用いたパラメタ

i	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳+
体重(g) w_i	26	59	84	105	119	137
成熟率 m_i	0	0.5	1	1	1	1
選択係数 q_i	0.19	0.67	0.74	0.78	1	1
2006 年の資源尾数 (百万尾) $N_{i,0}$	1478	1606	237	37	10	2
自然死亡係数 M	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

補足表 2 漁獲係数と管理目標(A) (B)を達成する確率および平均漁獲量

齢別漁獲係数の平均 F 値	(A)	(B)	平均漁獲量 (千トン)
$F_{1996ssb} (=0.25)$	100%	100%	100
$F_{target} (=0.34)$	81%	100%	84
$F_{limit} (=0.42)$	43%	100%	69
$F_{sus} (=0.6)$	1%	99%	45
$F_{2004} (=0.97)$	0%	10%	22



補足図 1 目標達成確率。横軸は齢別漁獲係数の平均値 (F 値)。
各管理基準における達成確率は補足表 2 を参照。

補足資料 6：当歳魚保護の効果

当歳魚の保護は資源回復の際に有効な管理方策であることがマサバで示されている (Kawai et al. 2002)。当歳魚を保護した場合の資源の存続性と経済効率を評価した。補足図 2 に YPR と %SPR のダイアグラムを示す (Katsukawa 2005)。補足図 2 の黒丸は、それぞれの %SPR 水準における YPR の最大値を表す。持続的な資源利用と収益の最大化を同時に満たすためには、右上に位置する漁獲方策を採用すればよい。

2003 と 2004 年の平均 F 値 ($=1.03$) と 2000～2003 年の齢別選択係数の平均値を用いて %SPR および YPR を計算すると、 $YPR=30g$ 、 $\%SPR=18\%$ である (補足図 2)。齢別選択率は現状のまままで漁獲圧を 2 割削減すると、 $\%SPR$ は 18% から 21% に上がるが、YPR は 29.9g から 29.5g と若干減少する。しかし、当歳魚保護した場合 (補足表 3 の選択率を用いる)、YPR も %SPR も増加させることができる (補足表 4)。

当歳魚を保護した場合のリスク評価を行った。補足表 3 の選択率を用いて、管理目標 (A) 10 年後 (2015 年) に SSB が B_{limit} (222000 トン) を上回る確率を求めた。 $F_{limit}(=0.42)$ のとき、管理目標 (A) を達成する確率は当歳魚保護する場合には 73%、保護しない場合には 43% であった (補足図 3)。当歳魚の保護は、漁獲圧を削減しなくても管理目標の達成確率を上げることができる。また、 $F_{limit}(=0.42)$ で漁獲を続けた場合、10 年間の平均漁獲量は 85 千トンであった。当歳魚を保護することにより、現状の 1.2 倍の漁獲量が期待できる (補足表 5)。

現行の資源評価では、漁獲圧に着目して総漁獲量を設定している。しかし、どのサイズを漁獲するかによって、資源の存続性に与える影響と漁獲収益は違ってくる。補足図 3 と 4 で示したように、当歳魚保護によって資源水準が上昇し、漁獲量も増加する。

参考文献

Kawai H, Yatsu A, Watanabe C, Mitani T, Katsukawa T, Matsuda H (2002) Fish. Sci. 68:961 969.

Katsukawa T (2005) ICES Journal of Marine Science 62: 841 846

補足表 3 齢別選択率

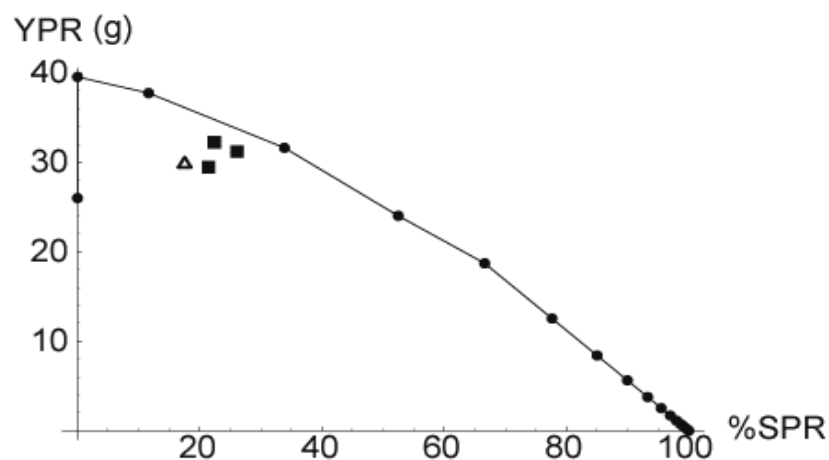
年齢	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳+
当歳魚保護	0	0.17	0.18	0.17	0.24	0.24
現状	0.04	0.17	0.18	0.17	0.22	0.22

補足表 4 漁獲方策と漁獲係数の%SPR と YPR

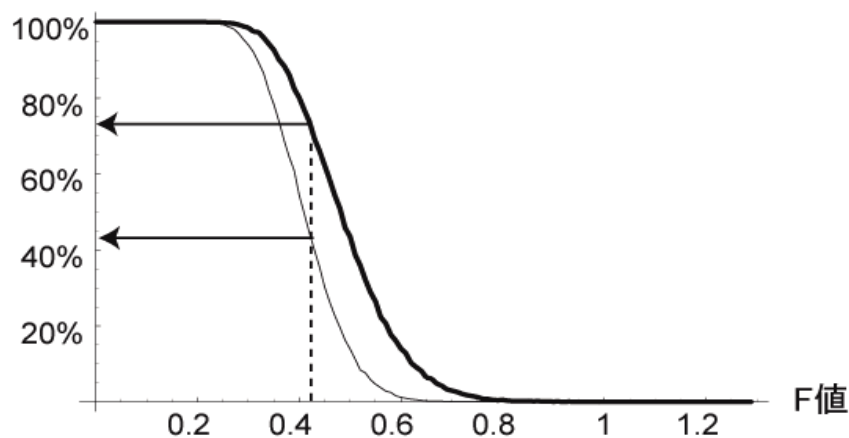
	%SPR	YPR(g)
現行の漁獲 F 値=1.03	18%	30
現行の漁獲 F 値=0.82	21%	30
当歳魚保護 F 値=1.03	22%	32
当歳魚保護 F 値=0.82	26%	31

補足表 5 10 年間の平均漁獲量(千トン)

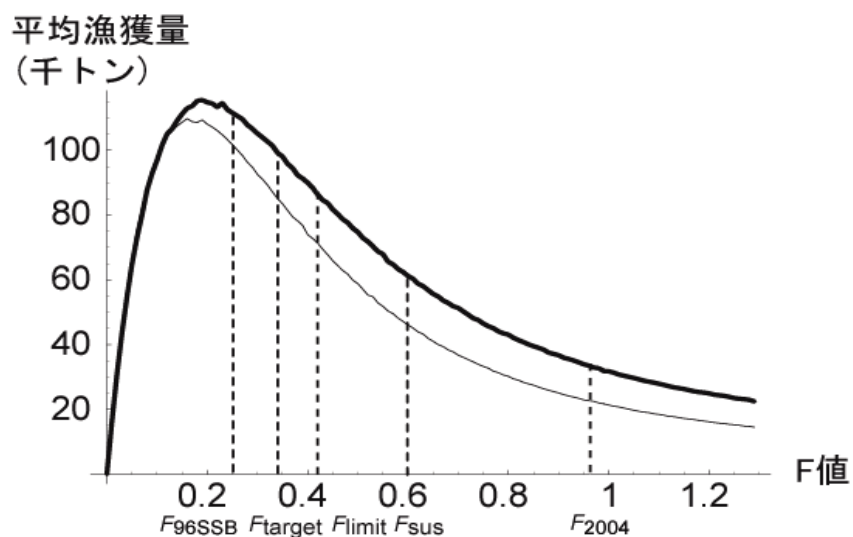
齢別漁獲係数の平均 F 値	当歳魚保護	現状
F _{target} (= 0.34)	96	84
F _{limit} (= 0.42)	85	69
F ₂₀₀₄ (=0.97)	33	22



補足図 2 %SPR と YPR のダイアグラム。実線は各%SPR における YPR の最大値を表す。三角は現状、四角は当歳魚保護や漁獲強度の削減をした場合(補足表 4 に対応)の%SPR と YPR を示す。いずれの場合も現状の YPR または%SPR よりも改善される。



補足図3 10年後(2015年)に親魚量がBlimit(222000 トン)を上回る確率。太線は当歳魚を保護した場合、細線は現在の獲り方を続けた場合の目標達成確率。横軸は各年齢の漁獲係数の平均値。



補足図4 10年間の平均漁獲量(千トン)。太線は当歳魚を保護した場合、細線は現在の獲り方を続けた場合の平均漁獲量。試行1万回の平均値を表す。横軸は年齢別漁獲係数の平均値。

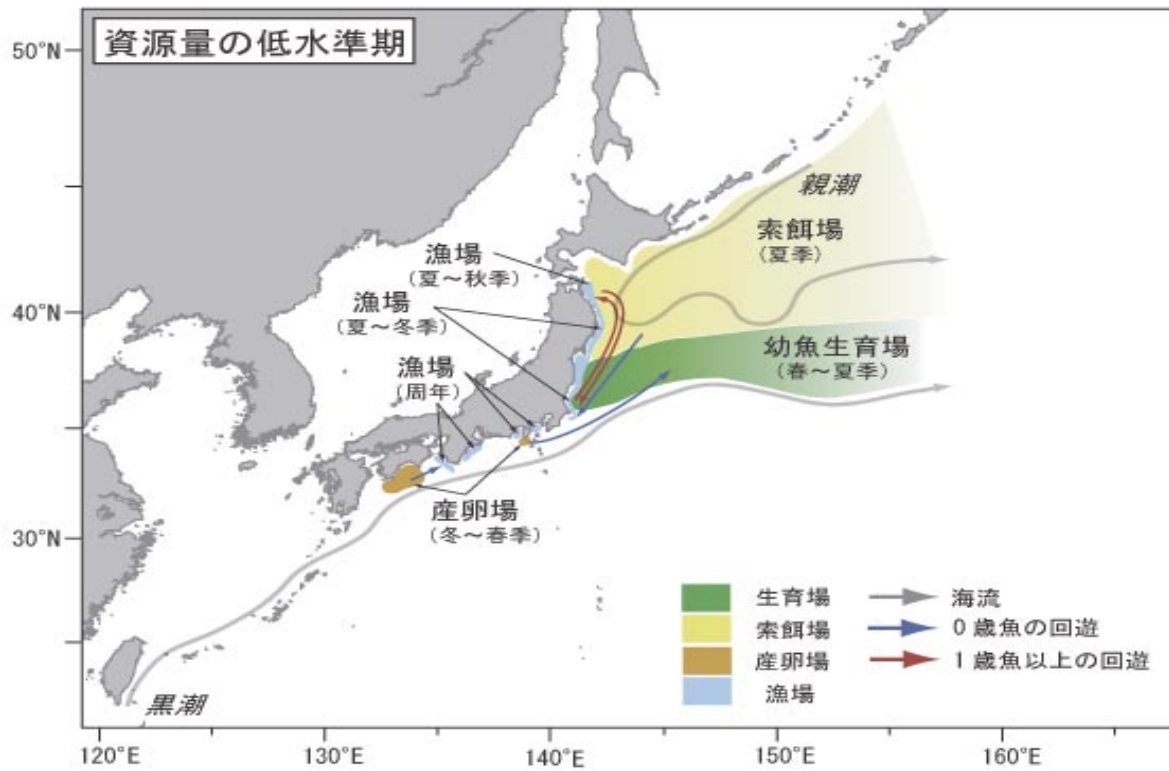


図 1 生活史と漁場形成の模式図（資源低水準期）

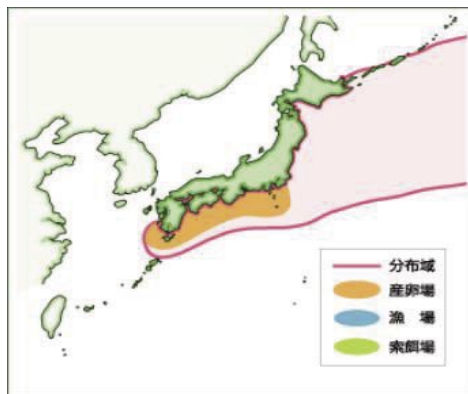


図 2 資源量の高水準期における分布域の模式図

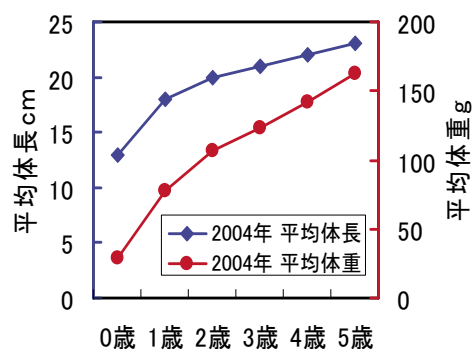


図3 年齢と成長（2004年）

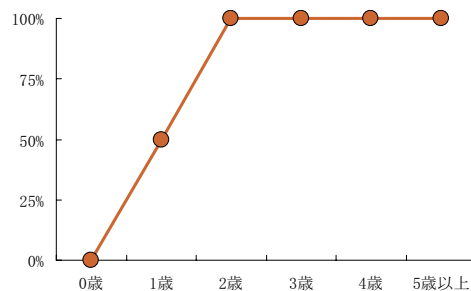


図4 年齢と成熟率

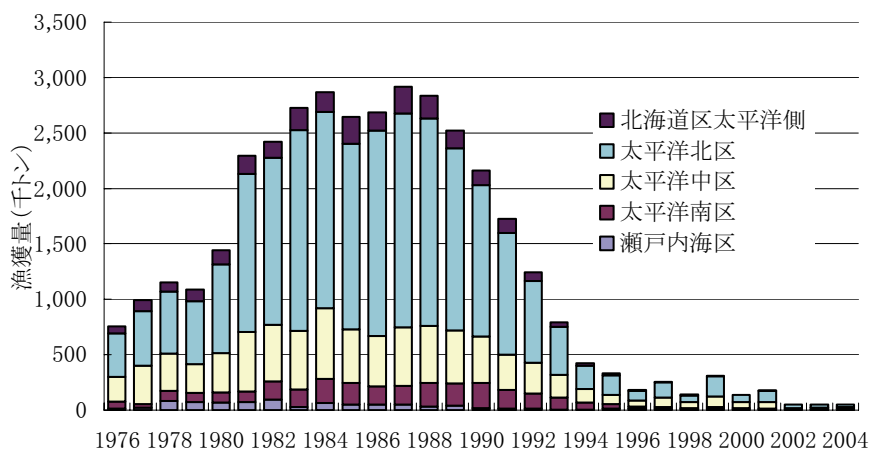


図5 漁獲量の推移（農林統計による、2004年分は暫定値）

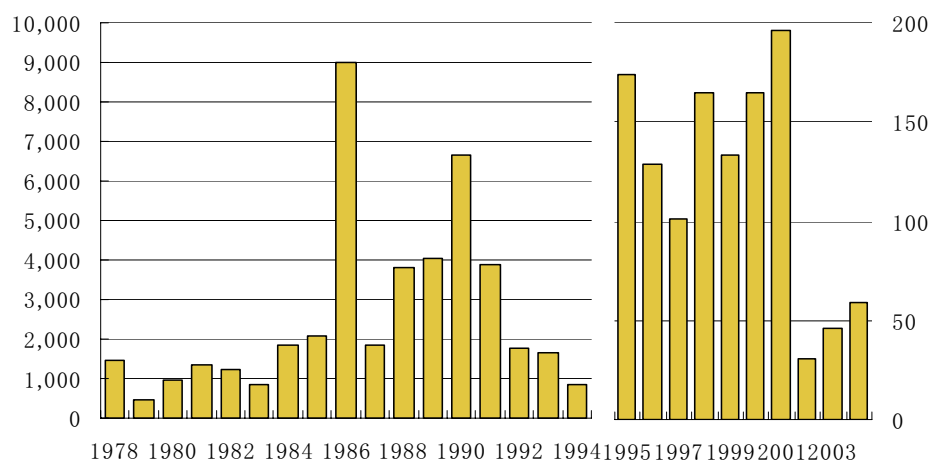


図6 産卵量（前年10月～9月）。数値軸単位は兆粒。1995年以降は目盛を50倍に拡大

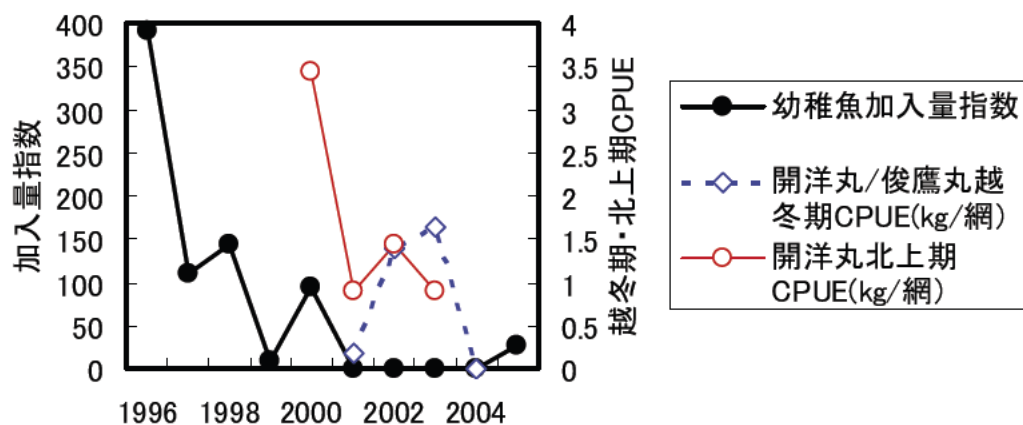


図 7 幼稚魚加入量指数、開洋丸/俊鷹丸越冬期 CPUE、開洋丸北上期 CPUE の経年変化（横軸は対象とする年級、開洋丸は 1 歳を対象）

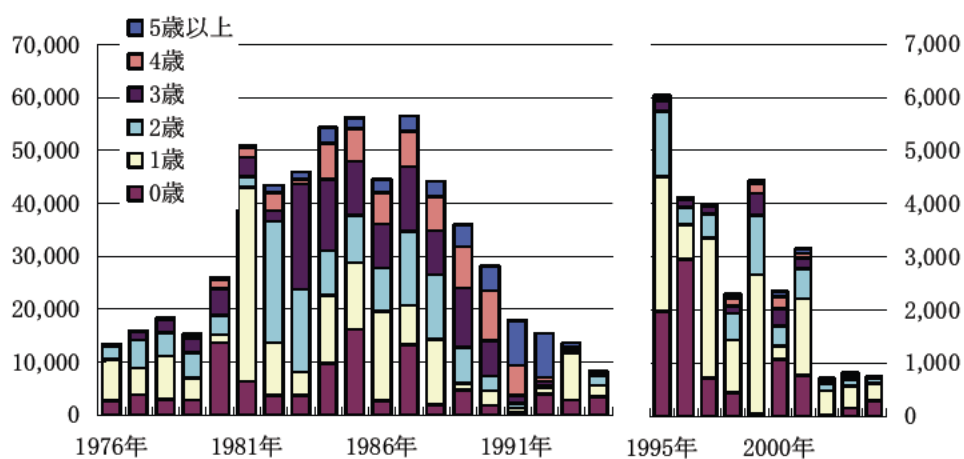


図 8 年齢別漁獲尾数（百万尾、1995 年以降は数値軸目盛を 10 倍に拡大）

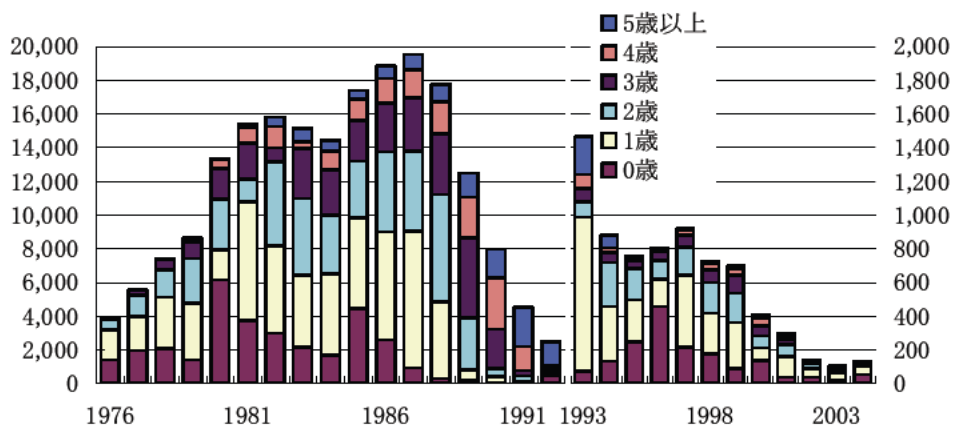


図 9 資源量（千トン）推移（資源量は 1993 年以降数値軸目盛を 10 倍に拡大）

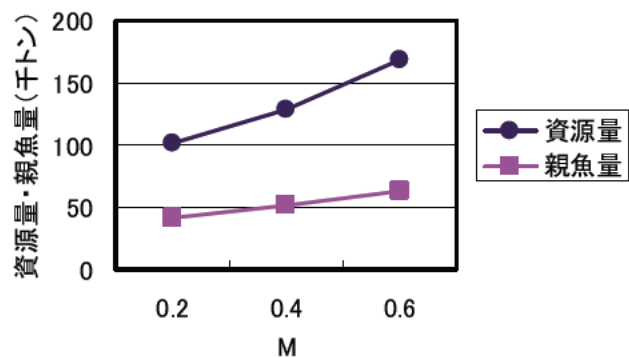


図 10 自然死亡係数 M と 2004 年資源量、2004 年親魚量の関係

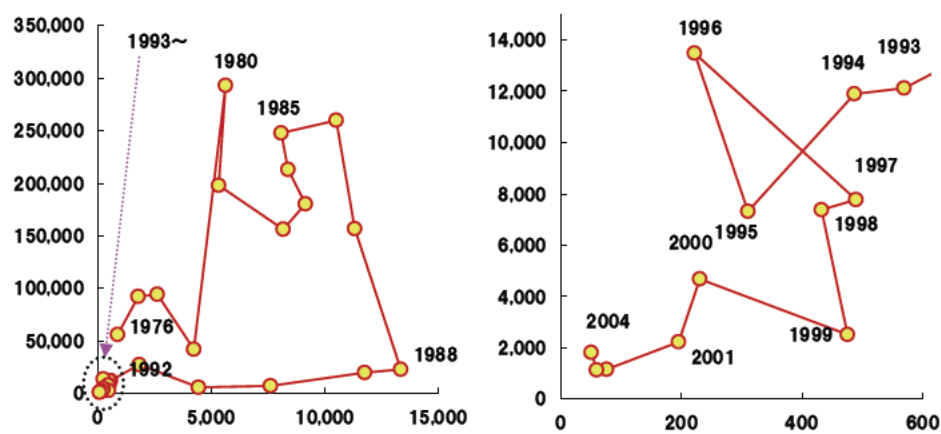


図 11 親魚量 (横軸、千トン) と加入量 (縦軸、百万尾) の関係 (右図は 1993 年以降拡大)

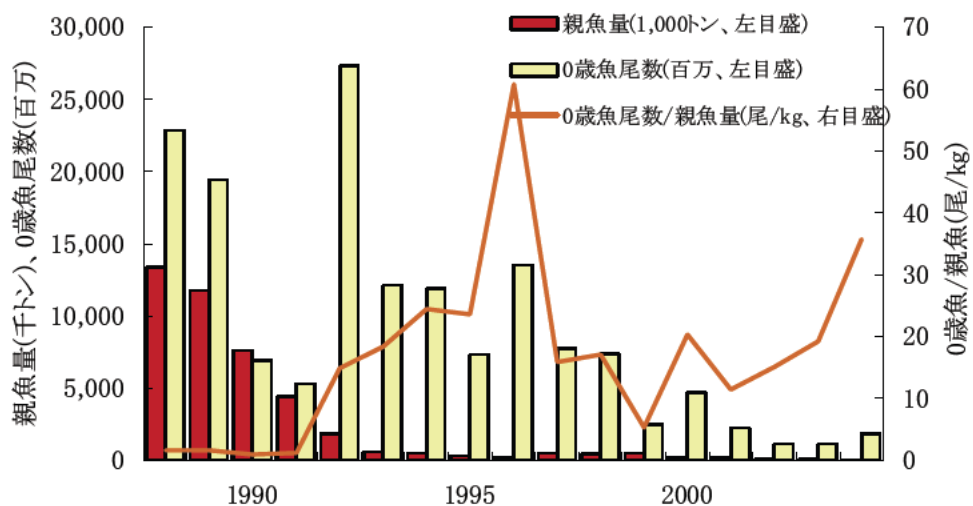


図 12 再生産成功率 (RPS : 0 歳魚尾数/親魚量) の推移 (親魚量、0 歳魚尾数とあわせて表示)

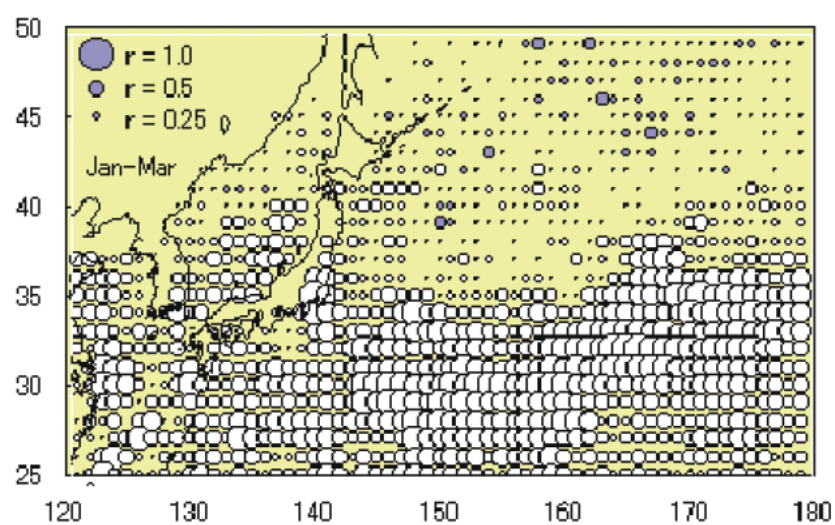


図13 北西太平洋における緯度経度グリッドの1～3月の表面水温と再生産成功率との年変動における相関(青は正、白は負、左上に相関係数と○の大きさの関係を図示)

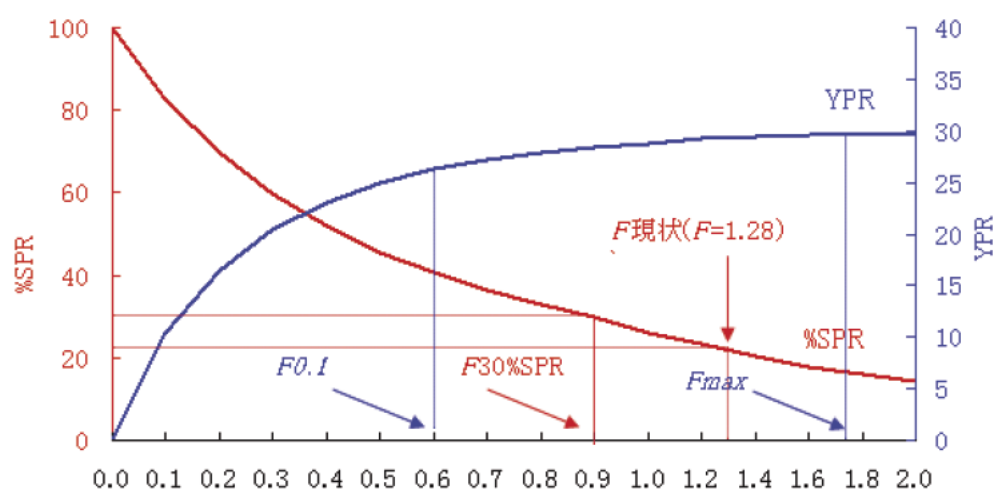


図14 YPR・%SPRの図(横軸は完全加入年齢のF)

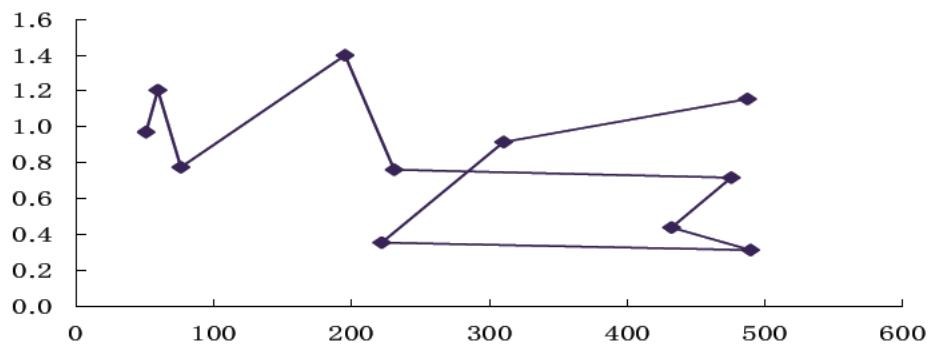


図 15 親魚量（横軸・千トン）と F（全年齢平均）の関係（右上が 1994 年、左上が近年）

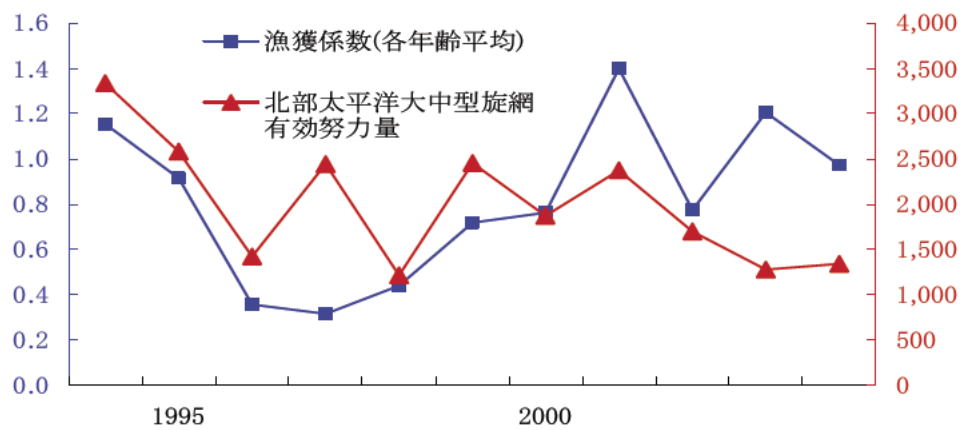


図 16 F と努力量の推移（F は各年齢の平均、努力量は北部太平洋大中型旋網有効努力量：JAFIC 資料）

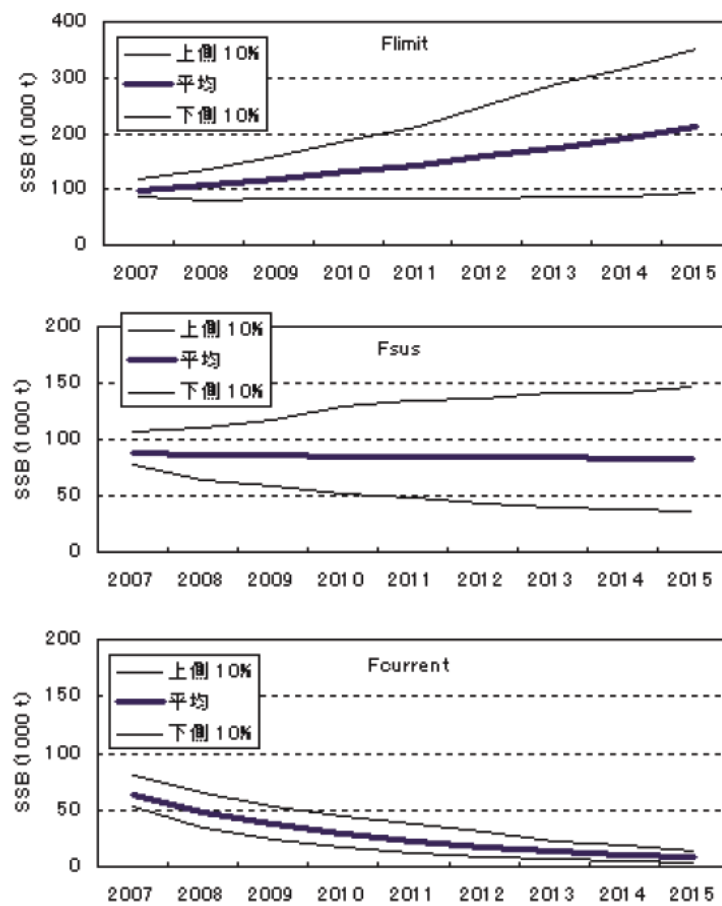


図 17 上から Flimit、Fsus、Fcurrent で管理した場合の親魚量 (SSB) の推移 各年における RPS は 2000~2004 年の値からランダムにサンプリングして、1000 回シミュレーションを行った。

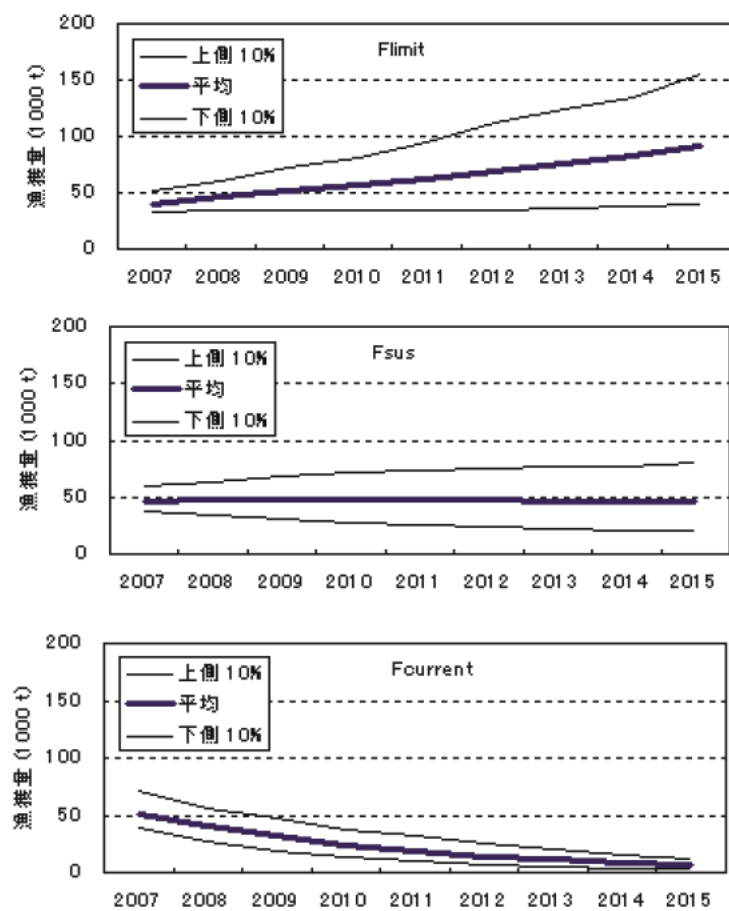


図 18 上から Flimit、Fsus、Fcurrent で管理した場合の漁獲量の推移 各年における RPS は 2000～2004 年の値からランダムにサンプリングして、1000 回シミュレーションを行った。

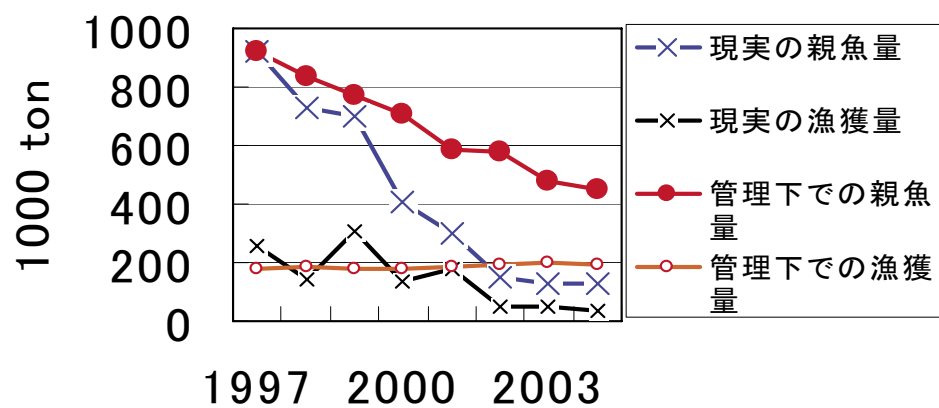


図 19 1997 年以降漁獲量 18 万トン（1996 年の漁獲量）で抑制した場合の親魚量・漁獲量の推移。現実の値もあわせてのせた。管理下での試算における RPS は各年の実測値。

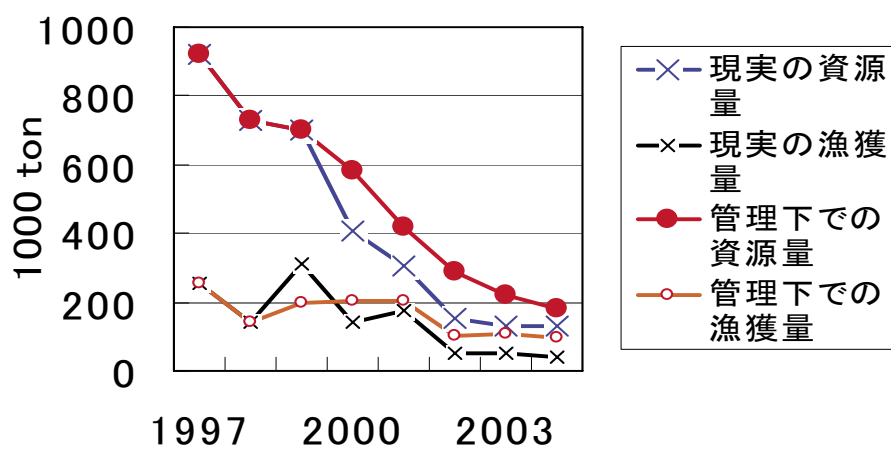


図 20 1999 年には漁獲量 20 万トン（1998 年と 1997 年の間）で抑制し、2002 年からは 10 万トンで抑制した場合の親魚量・漁獲量の推移。現実の値もあわせてのせた。管理下での試算における RPS は各年の実測値。

表 1 マイワシ太平洋系群の海区別漁獲量（トン、生産統計年報）

年	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
北海道区太平洋側	62 544	96 954	79 846	107 259	127 423	168 031	143 620	197 985	179 732	242 882	162 169	240 027	206 559	162 421	133 662	127 300
太平洋北区	392 635	492 584	561 765	567 611	802 078	1 424 054	1 506 624	1 811 032	1 772 644	1 672 963	1 852 175	1 929 042	1 870 060	1 642 989	1 363 264	1 098 184
太平洋中区	221 865	344 671	333 661	257 852	356 479	537 231	507 906	529 817	636 216	480 825	456 402	527 145	516 675	475 075	419 087	318 468
太平洋南区	64 626	33 031	93 597	81 214	88 884	94 186	164 095	156 844	215 697	197 520	162 691	170 254	211 680	203 343	230 269	166 734
瀬戸内海区	14 649	23 301	80 618	74 602	70 155	72 355	96 860	29 458	65 337	49 648	51 262	49 295	32 526	39 703	16 178	13 351
計	756 319	990 541	1 149 487	1 088 538	1 445 019	2 295 857	2 419 105	2 725 136	2 869 626	2 643 838	2 684 699	2 915 763	2 837 500	2 523 531	2 162 460	1 724 037
年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
北海道区太平洋側	75 677	38 959	24 703	19 212	9 203	4 601	7 280	2 914	755	3 411	924	364	324			
太平洋北区	737 986	431 718	208 940	177 153	86 730	136 570	59 962	182 004	65 680	101 674	28 288	25 978	20 375			
太平洋中区	274 959	204 240	123 324	80 753	54 063	87 158	56 674	95 810	55 413	56 197	13 670	19 956	20 084			
太平洋南区	137 403	109 896	61 211	42 309	18 915	16 574	10 743	15 334	10 330	10 878	3 819	2 876	5 094			
瀬戸内海区	14 385	5 921	6 773	12 722	11 809	10 246	6 854	11 795	6 565	4 854	2 160	1 790	2 509			
計	1 240 410	790 734	424 951	332 149	180 720	255 149	141 513	307 857	138 743	177 014	48 861	50 964	48 386			

表 2 年齢別平均体重（g）

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0	25	21	22	34	21	19	19	12	8	18	10	6	12	10	5	4
1	56	58	52	55	69	38	41	42	41	40	42	47	49	45	41	30
2	84	84	84	81	81	85	53	59	54	49	59	54	58	59	58	87
3	105	105	105	105	102	97	91	67	68	67	75	67	75	75	79	97
4	118	118	118	118	118	116	106	93	84	83	93	89	89	93	91	99
5+	127	127	127	127	127	127	125	111	108	103	115	108	101	108	105	108
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
0	18	6	11	34	34	28	24	35	30	17	33	18	29			
1	54	61	56	49	49	64	52	60	44	54	58	61	78			
2	83	79	94	84	84	99	79	77	76	79	80	78	107			
3	96	112	120	118	118	116	101	95	96	97	103	107	123			
4	99	134	135	143	143	134	118	102	107	115	114	118	142			
5+	111	133	140	156	150	154	122	127	123	129	134	138	162			

表 3 年齢別漁獲尾数 (百万尾) 年齢は暦年

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0	2,688	3,838	3,043	2,828	13,733	6,216	3,578	3,601	9,656	16,152	2,612	13,293	1,857	4,733	1,831	482
1	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	775
2	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	944
3	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	1,373
4	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	5,685
5+	1	1	27	19	324	348	1,365	1,358	2,958	2,039	2,452	2,929	3,073	4,185	4,655	8,525
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	17,784
0	4,003	2,806	3,518	1,973	2,948	725	451	61	1,070	772	25	163	299			
1	1,190	8,933	2,090	2,533	651	2,638	993	2,606	255	1,444	459	410	329			
2	363	317	1,789	1,231	336	449	490	1,108	377	557	137	126	89			
3	738	321	319	193	128	139	148	422	322	197	51	72	17			
4	768	329	125	42	28	30	142	174	235	105	29	32	11			
5+	8,352	932	328	60	12	10	71	59	89	79	18	12	6			
合計	15,414	13,637	8,168	6,033	4,103	3,990	2,295	4,430	2,348	3,155	719	814	751			

表 4 産卵量 (兆粒)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
1,452	448	943	1,338	1,246	855	1,854	2,083	8,991	1,861	1,861	3,789	4,031	6,659	3,874
1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
1,782	1,655	860	174	129	101	165	133	165	196	31	46	62		

表 5 加入量指数・開洋丸 C P U E (対応する年級に対して表示)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
幼稚魚加入量指数	391	109	143	9	95	0	1	0	1	28
開洋丸/俊鷹丸越冬期CPUE (kg/網)						0.2	1.4	1.6	0.0	
開洋丸北上期CPUE (kg/網)					3.43	0.89	1.43	0.90		

表 6 年齢別資源重量 (千トン)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0	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	21
1	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	94
2	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	335
3	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	330
4	15	14	58	235	483	930	1,246	418	1,111	1,244	1,493	1,696	1,901	2,359	3,026	1,429
5+	0	0	5	7	94	192	574	775	633	506	757	894	1,051	1,470	1,713	2,337
Tota	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	4,546
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
0	492	73	131	248	457	218	177	88	139	39	38	21	53			
1	171	918	327	248	161	425	241	273	71	122	50	46	49			
2	122	91	260	185	113	166	181	175	71	70	27	16	18			
3	173	77	61	46	55	72	76	107	60	31	14	12	4			
4	114	81	27	11	15	28	36	39	44	18	6	6	3			
5+	1,393	228	73	18	7	11	19	17	19	15	4	2	2			
Tota	2,465	1,468	879	757	808	920	730	701	405	295	139	103	129			

表 7 親魚量・加入尾数・R P S

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
親魚量 (千トン)	852	1774	2620	4219	5613	5325	8158	9140	8368	8079	10499	11322	13355	11754	7609	4440
加入尾数 (百万尾)	55898	92252	94204	41921	292971	197812	156249	180202	212801	247911	259954	156475	22847	19437	6924	5309
RPS (尾/kg)	65.60	52.00	35.95	9.94	52.20	37.15	19.15	19.72	25.43	30.68	24.76	13.82	1.71	1.65	0.91	1.20
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
親魚量 (千トン)	1819	569	487	310	222	489	432	475	231	195	76	59	51			
加入尾数 (百万尾)	27330	12131	11896	7333	13501	7783	7380	2507	4690	2230	1153	1142	1815			
RPS (尾/kg)	15.02	21.32	24.42	23.62	60.79	15.90	17.08	5.27	20.32	11.42	15.13	19.21	35.75			

表 8 漁獲係数

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0	0.06	0.05	0.04	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.06	0.08	0.01	0.11	0.10	0.35	0.39	0.12
1	0.35	0.19	0.18	0.09	0.07	0.28	0.10	0.06	0.14	0.12	0.14	0.05	0.18	0.11	0.47	0.36
2	0.57	0.55	0.32	0.19	0.13	0.16	0.35	0.28	0.17	0.17	0.14	0.21	0.15	0.17	0.49	0.36
3	1.06	1.31	0.68	0.44	0.41	0.23	0.31	0.81	0.56	0.42	0.30	0.38	0.24	0.24	0.32	0.68
4	3.50	0.76	1.94	0.61	0.76	0.33	0.45	0.27	0.96	0.71	0.61	0.57	0.45	0.47	0.43	0.66
5+	3.50	0.76	1.94	0.61	0.76	0.33	0.45	0.27	0.96	0.71	0.61	0.57	0.45	0.47	0.43	0.66
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
0	0.20	0.33	0.45	0.40	0.31	0.12	0.08	0.03	0.33	0.55	0.03	0.19	0.22			
1	0.62	1.29	0.58	0.93	0.28	0.66	0.30	1.19	0.21	1.50	1.05	1.09	1.01			
2	0.36	0.41	1.55	1.15	0.37	0.40	0.30	0.90	0.68	1.47	0.68	1.43	1.03			
3	0.69	0.84	1.45	0.92	0.41	0.32	0.27	0.61	0.99	1.42	0.61	1.44	1.01			
4	1.68	1.09	1.45	1.04	0.39	0.19	0.84	0.79	1.18	1.73	1.14	1.53	1.28			
5+	1.68	1.09	1.45	1.04	0.39	0.19	0.84	0.79	1.18	1.73	1.14	1.53	1.28			

表 9 Fcurrent (2004 年の F) から制御した場合の 2006～2010 年の漁獲量・親魚量の変化 計算に用いた RPS は、近年 5 年 (2000～2004 年) の平均値 20.36 尾/kg

F(全年齡平均)	基準値	ABC・参考値の位置付け	漁獲量 千トン				親魚量 千トン					
			2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
0.19	0.2F _{current}		19	24	33	43	56	73	119	150	196	255
0.25		F _{1996SSB}	23	29	37	48	60	73	115	140	177	222
0.34		F _{target}	31	36	43	51	60	73	105	121	143	168
0.39	0.4F _{current}		35	39	45	52	58	73	101	111	127	144
0.42		F _{limit}	38	40	46	52	57	73	98	106	119	132
0.58	0.6F _{current}		49	47	47	47	47	73	86	84	84	83
0.60		F _{sus}	47	47	48	48	48	73	88	86	86	86
0.78	0.8F _{current}		60	50	45	39	35	73	74	63	56	49
0.97	F _{current}	F _{current}	69	51	40	31	24	73	64	48	38	29

表 10 Fcurrent (2004 年の F) を参考にして、0 歳、1 歳の F を削減した場合の 2006～2010 年の漁獲量・親魚量の変化 計算に用いた RPS は、近年 5 年 (2000～2004 年) の平均値 20.36 尾/kg

方針	漁獲量 (千トン)					親魚量 (千トン)				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
0歳魚のF削減率1歳魚のF削減率F(全年齢平均)	0.77	52	45	65	74	73	127	136	177	211
100%	13	52	45	65	74	73	127	136	177	211
75%	32	53	51	59	62	73	105	104	117	126
100%	44	52	51	54	55	73	91	89	93	96
50%	47	54	50	49	48	73	88	81	80	77
100%	63	52	46	40	35	73	69	60	53	46
50%	66	51	43	36	29	73	66	54	45	37
0%	69	51	40	31	24	73	64	48	38	29

付表 1 年齢別成熟率

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5+	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	0	1	0	2	0	2	0	5	0	5	0	5	0			
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
5+	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

付表 2 年齢別加入割合 (選択率)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
0	0 02	0 04	0 02	0 14	0 08	0 12	0 06	0 03	0 06	0 12	0 02	0 19	0 23	0 75	0 79	0 17
1	0 10	0 15	0 10	0 14	0 10	0 84	0 22	0 07	0 15	0 17	0 24	0 10	0 39	0 23	0 95	0 53
2	0 16	0 42	0 17	0 32	0 16	0 49	0 79	0 35	0 18	0 25	0 22	0 38	0 33	0 37	1 00	0 52
3	0 30	1 00	0 35	0 72	0 54	0 69	0 69	1 00	0 58	0 59	0 50	0 68	0 53	0 52	0 66	1 00
4	1 00	0 58	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	0 34	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	0 87	0 96
5+	1 00	0 58	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	0 34	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	0 87	0 96
合計	95,727	145,473	178,779	146,797	378,876	430,545	403,221	414,938	453,324	507,344	554,030	491,393	305,952	188,310	103,701	51,766
0	0 12	0 26	0 29	0 35	0 76	0 18	0 09	0 03	0 28	0 32	0 02	0 12	0 18			
1	0 37	1 00	0 37	0 81	0 68	1 00	0 36	1 00	0 18	0 87	0 92	0 71	0 79			
2	0 21	0 32	1 00	1 00	0 90	0 59	0 36	0 75	0 57	0 85	0 60	0 93	0 81			
3	0 41	0 65	0 93	0 80	1 00	0 48	0 32	0 51	0 84	0 82	0 54	0 94	0 79			
4	1 00	0 84	0 93	0 91	0 95	0 29	1 00	0 67	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00			
5+	1 00	0 84	0 93	0 91	0 95	0 29	1 00	0 67	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00			

付表 3 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	1991
0	55,898	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	6,924	5,309
1	31,999	35,269	58,696	60,656	25,786	185,141	127,459	101,808	117,845	134,739	152,955	172,114	94,005	13,794	9,154	3,142
2	7,185	15,094	19,506	32,709	37,214	16,056	94,007	77,228	64,529	68,389	79,964	88,695	109,303	52,808	8,283	3,845
3	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	3,398
4	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	14,432
5+	2	3	39	52	742	1,512	4,592	6,983	5,866	4,916	6,586	8,276	10,402	13,608	16,310	21,641
合計	95,727	145,473	178,779	146,797	378,876	430,545	403,221	414,938	453,324	507,344	554,030	491,393	305,952	188,310	103,701	51,766
0	27,330	12,131	11,896	7,333	13,501	7,783	7,380	2,507	4,690	2,230	1,153	1,142	1,815			
1	3,164	15,043	5,835	5,094	3,300	6,636	4,624	4,578	1,631	2,268	863	753	632			
2	1,472	1,146	2,770	2,200	1,341	1,679	2,288	2,286	935	884	338	202	169			
3	1,805	690	509	392	467	624	758	1,133	626	318	137	115	32			
4	1,153	606	200	80	105	208	304	387	414	156	52	50	18			
5+	12,546	1,716	524	114	46	68	153	132	157	117	33	18	10			
合計	47,469	31,331	21,732	15,213	18,759	16,998	15,508	11,023	8,453	5,974	2,575	2,279	2,676			

付表4 ABClimit、ABCtarget、F1986SSB、Fsaus、Fcurrentでの2005年以降2010年までの資源量推定等の計算結果

資源係数・体重量・成熟割合/全選択率値							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
0歳	0.19	26	0.0	0.4			
1歳	0.97	89	0.5	0.4			
2歳	0.74	105	1.0	0.4			
3歳	0.78	105	1.0	0.4			
4歳	1.00	119	1.0	0.4			
5歳以上	1.00	137	1.0	0.4			

1) ABClimit

資源係数							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
0歳	0.22	0.10	0.40	0.10	0.10	0.10	
1歳	0.22	0.10	0.40	0.10	0.10	0.10	
2歳	1.03	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
3歳	1.01	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
4歳	1.28	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	
5歳以上	1.28	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	
平均	0.97	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	

資源係数(百万尾)							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
0歳	3000	1478	2001	2168	2424	2687	
1歳	971	1606	899	1217	1319	1475	
2歳	146	237	686	300	528	572	
3歳	46	37	102	299	168	227	
4歳	8	10	16	44	130	73	
5歳以上	3	2	5	8	20	58	
計	4177	3370	3719	4126	4588	5091	

資源量(千トン)							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
0歳	77	38	51	55	62	69	
1歳	57	95	53	72	78	87	
2歳	13	20	59	33	44	46	
3歳	4	4	11	31	18	24	
4歳	1	1	2	5	15	9	
5歳以上	0	0	1	1	3	8	
計	153	158	176	198	220	244	
野鳥量	47	73	88	106	119	132	

資源係数(百万尾)							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
0歳	405	112	151	164	184	203	
1歳	506	464	260	352	381	426	
2歳	81	70	205	115	155	168	
3歳	21	11	30	87	49	66	
4歳	5	3	2	13	45	25	
5歳以上	2	1	2	1	3	20	
計	1109	661	653	736	820	909	

資源量(千トン)							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
年	2005	2006	2007	2008 <td>2009</td> <td>2010</td> <td></td>	2009	2010	
0歳	3	3	15	21	22	25	
1歳	30	27	15	21	10	13	
2歳	7	6	17	10	13	14	
3歳	2	1	3	9	5	7	
4歳	1	0	1	2	5	3	
5歳以上	0	0	0	0	1	1	
計	43	38	40	46	52	57	
野鳥量	15	15	15	44	13	13	
資源割合	0.34	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	

3) F1996SSB

漁獲係数		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.22	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
1歳	0.22	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
2歳	1.03	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3歳	1.01	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
4歳	1.28	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
5歳以上	1.28	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
平均	0.97	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

資源量(百万尾)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3000	1478	2241	2688	3807	4521	
1歳	971	1606	917	1331	1526	1807	
2歳	146	237	162	209	168	227	
3歳	46	37	112	362	483	781	
4歳	40	37	123	442	256	405	
5歳以上	8	10	19	63	226	130	
計	4177	3370	4270	5330	6701	8420	

資源量(千トン)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	77	38	60	73	92	116	
1歳	57	95	55	75	97	106	
2歳	13	20	64	36	53	61	
3歳	4	4	12	47	27	40	
4歳	1	1	1	2	7	16	
5歳以上	0	0	1	2	5	17	
計	153	158	202	257	322	404	
野鳥量	47	73	115	140	177	222	

漁獲係数(百万尾)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	405	76	120	146	185	231	
1歳	506	274	158	251	306	386	
2歳	81	44	138	91	145	177	
3歳	21	9	27	88	49	71	
4歳	5	3	1	15	54	30	
5歳以上	2	1	1	3	8	30	
計	1109	403	466	593	748	935	

資源量(千トン)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3	2	3	4	5	6	
1歳	30	16	9	15	18	23	
2歳	7	4	13	8	12	15	
3歳	2	1	3	9	5	8	
4歳	1	0	0	2	0	1	
5歳以上	0	0	0	0	0	4	
計	43	23	29	37	48	60	
資源割合	0.34	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	

2) ABCtarget

漁獲係数		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.22	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
1歳	1.01	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
2歳	1.03	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3歳	1.01	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
4歳	1.28	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
5歳以上	1.28	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
平均	0.97	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34

資源量(百万尾)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3000	1478	2146	2460	2914	3423	
1歳	971	1606	917	1331	1526	1807	
2歳	146	237	162	434	630	722	
3歳	40	37	111	357	204	266	
4歳	8	10	17	53	169	96	
5歳以上	3	2	5	10	27	84	
計	4177	3370	3956	4644	5468	6428	

資源量(千トン)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	77	38	55	63	74	87	
1歳	57	95	54	78	90	106	
2歳	13	20	64	36	53	61	
3歳	4	4	12	38	21	31	
4歳	1	1	1	1	6	20	
5歳以上	0	0	1	1	4	12	
計	153	158	187	223	262	306	
野鳥量	47	73	105	121	143	168	

漁獲係数(百万尾)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	405	90	131	150	178	209	
1歳	506	387	221	321	368	435	
2歳	81	58	186	106	154	177	
3歳	21	9	27	88	49	71	
4歳	5	3	1	13	45	25	
5歳以上	2	1	2	3	8	25	
計	1109	548	572	682	806	946	

資源量(千トン)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3	2	3	4	5	5	
1歳	30	23	13	19	22	26	
2歳	7	5	16	9	13	15	
3歳	2	1	3	9	5	8	
4歳	1	0	1	2	6	3	
5歳以上	0	0	0	0	1	1	
計	43	31	36	43	51	60	
資源割合	0.34	0.20	0.19	0.19	0.20	0.19	

4) Faus		2005	2006	2007	2008	2009	2010
資源係数							
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.22	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
1歳	0.22	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
2歳	1.03	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
3歳	1.01	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
4歳	1.28	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
5歳以上	1.28	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
平均	0.97	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
資源量(百万尾)							
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3000	1478	1794	1749	1759	1754	
1歳	971	1606	850	1032	1005	1011	
2歳	146	237	162	209	168	227	
3歳	46	37	88	295	119	145	
4歳	8	10	13	30	79	42	
5歳以上	3	2	4	5	10	28	
計	4177	3370	3365	3368	3370	3365	
資源量(千トン)							
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	77	38	46	45	45	45	
1歳	57	95	50	61	59	60	
2歳	13	20	52	28	33	33	
3歳	4	4	9	24	13	15	
4歳	1	1	2	4	1	1	
5歳以上	0	0	0	1	1	4	
計	153	158	159	161	161	161	
野鳥量	47	73	88	86	86	86	
資源係数(百万尾)							
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	405	172	209	203	205	204	
1歳	506	560	286	360	350	352	
2歳	81	89	231	122	149	145	
3歳	21	14	34	88	46	56	
4歳	5	3	6	16	5	11	
5歳以上	2	1	2	2	2	12	
計	1109	840	777	769	781	789	
資源量(千トン)							
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3	3	17	21	21	21	
1歳	30	33	17	10	12	12	
2歳	7	7	19	10	12	12	
3歳	2	2	4	9	5	6	
4歳	1	1	1	2	4	2	
5歳以上	0	0	0	0	0	0	
計	43	47	47	48	48	48	
野鳥量	15	15	15	44	13	13	
資源割合	0.34	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30	

5) Fcurrent

資源係数		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
1歳	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
3歳	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
4歳	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
5歳以上	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
平均	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

資源量(百万尾)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	3000	1478	1285	987	769	595	
1歳	971	1606	781	683	528	412	
2歳	146	237	162	209	168	227	
3歳	46	37	57	94	48	40	
4歳	8	10	9	14	23	11	
5歳以上	3	2	2	2	3	5	
計	4177	3370	2547	1893	1539	1193	

資源量(千トン)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009 <td>2010</td>	2010
0歳	77	38	33	25	20	15	
1歳	57	95	47	41	31	24	
2歳	13	20	33	16	14	11	
3歳	4	4	6	10	5	4	
4歳	1	1	1	1	1	1	
5歳以上	0	0	0	0	0	0	
計	153	158	120	94	73	57	

漁獲量(百万尾)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009 <td>2010</td>	2010
0歳	495	244	214	163	127	98	
1歳	506	836	412	361	275	214	
2歳	81	125	207	102	89	68	
3歳	2	16	35	8	13	27	
4歳	5	1	6	8	1	2	
5歳以上	2	1	1	1	1	2	
計	1109	1231	868	684	530	411	

漁獲量(千トン)		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007 <td>2008</td> <td>2009<td>2010</td></td>	2008	2009 <td>2010</td>	2010
0歳	33	6	5	4	3	3	
1歳	30	49	24	21	16	13	
2歳	7	11	17	9	7	6	
3歳	2	3	3	5	3	2	
4歳	0	0	0	0	0	0	
5歳以上	0	0	0	0	0	0	
計	52	69	51	40	31	24	

漁獲割合		2005	2006	2007	2008	2009	2010
年		2005	2006	2007	2008	2009 <td>2010</td>	2010
0歳	0.34	0.44	0.42	0.43	0.43	0.43	
1歳	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
2歳	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
3歳	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
4歳	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
5歳以上	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	
計	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	