

水産資源管理談話会報

第38号

(財)日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2006年 12月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で
翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および
会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、
著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目 次

お知らせ

マイワシの資源評価および管理の現状と課題 ～対馬暖流域～	大下誠二 1
マイワシ太平洋系群の資源評価の問題点	石田 実 11
漁獲と自然要因がマイワシ太平洋系群の加入量変動に 与える影響と資源の管理	<small>ヤスミ</small> 八角直道 21

マイワシ太平洋系群の資源評価の問題点

石田実(中央水産研究所高知 ishidadam@affrc.go.jp)

はじめに

中央水産研究所ではマイワシ太平洋系群の資源評価を実施している(<http://abchan.job.affrc.go.jp/index.html>)。この系群の分布域は九州から北海道までの瀬戸内海を含む太平洋の沿岸から沖合である。

資源の高水準期と低水準期では回遊範囲が大きく異なる(図1、2)。資源水準の高かった1980年代には九州南方から北海道東方の沿岸から遙か沖合まで分布していたが、近年の主な分布域は九州南部から噴火湾までの沿岸である。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、道東海域で旋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年を最後に姿を消し、道東海域では1993年を最後に漁場形成はない。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。東日本における索餌域は房総から常磐海域が中心で、夏秋季には三陸まで北上している。西日本太平洋岸では夏季も産卵場附近に滞留する傾向が強まっている。

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年は5万トンとなった(図3)。資源高水準期には0歳魚から5歳以上魚までの各年齢を漁獲していたが、近年の漁獲物は0歳魚と1歳魚がほとんどを占める(図4)。

資源尾数の計算方法

資源尾数は年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により計算した。その際、北部太平洋旋網有効努力量などの指数とそれぞれに対応する資源尾数、産卵量と親魚量が同時に最も適合するように2003年の漁獲係数を調整し、年齢別資源

尾数、資源重量、漁獲係数を計算した。2002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。なお、年齢分解困難な5歳以上は一括した。2003年の漁獲量は、1月～9月上旬の北部太平洋大中型旋網漁獲量の2万5千トンと、2003年と同様の漁況であった2002年の推移とから、12月までの漁獲量を40,800トンとし、この漁業が2002年に系群全体の漁獲量に占めた割合(72%)で除して、5万6千トンとした。2003年の年齢別漁獲尾数は、漁獲の大半を占める千葉県と茨城県による体長組成結果から年齢組成を推定して求めた。Pope(1972)の式により2002年までの年齢別漁獲尾数に基づいて、2002年までの年齢別資源尾数と漁獲係数を計算した。

$$(2002年までの0歳～3歳魚の資源尾数) \quad N_{a,y} = N_{a+1,y+1} e^{M/2} + C_{a,y} e^{M/2}$$

$$(2002年までの4歳魚の資源尾数) \quad N_{4,y} = C_{4,y} N_{5+,y+1} e^{M/(C_{5+,y} + C_{4,y})} + C_{4,y} e^{M/2}$$

$$(2002年までの5歳魚以上の資源尾数) \quad N_{5+,y} = N_{4,y} C_{5+,y} / C_{4,y}$$

$$(2002年までの0歳～4歳魚の漁獲係数) \quad F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y} e^{M/2} / N_{a,y})$$

$$(2002年までの5歳魚以上の漁獲係数) \quad F_{5+,y} = F_{4,y}$$

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(=0.4)、 F は漁獲係数。次に2003年の漁獲係数($F_{a,2003}$)を、資源水準が低下した1994年以降の北部太平洋大中型まき網の有効努力量(漁業情報サービスセンター)(I_1)と年齢平均した漁獲係数(P_1)、房総海域未成魚越冬量指数(千葉水研センター)(I_2)と翌年の1歳魚資源尾数(P_2)、黒潮親潮移行域幼稚魚分布密度指数(中央水研)(I_3)、流網0歳漁獲尾数/網数(釧路水試)(I_4)と0歳魚資源尾数(P_3, P_4)、流網1歳以上漁獲尾数/網数(釧路水試)(I_5)と1歳魚以上の資源尾数(P_5)、北上期1歳魚漁獲量/中層トロール曳網時間(中央水研)(I_6)と1歳魚資源尾数(P_6)、産卵量(I_7)と親魚量(P_7)が同時に最も適合する値として求めた。2003年の0歳魚の資源尾数は黒潮続流域幼稚魚分布密度指数(0.3)から求めた(図5)。1歳魚以上の資源尾数は漁獲係数($F_{a,2003}$)と漁獲尾数から計算した。

$$(2003年の漁獲係数) \quad F_{a,2003}$$

$$6 \times \sum_{y=1}^6 \{ \ln(I_{1,y}) - \ln(q_1 P_{1,y}) \} + \sum_{i=2}^7 \sum_{y=1}^7 \{ \ln(I_{i,y}) - \ln(q_i P_{i,y}) \} \text{を最小}$$

$$(2003年の0歳魚の資源尾数) \quad N_{0,2003} = 45.397 \times 0.3 + 1,656.1$$

$$(2003年の1歳魚以上の資源尾数) \quad N_{a,2003} = C_{a,2003} e^{M/2} / (1 - e^{-F_{a,2003}})$$

ここで、 q_i は比例係数。 y は計算に用いた年。2003年の年齢別の選択率(その年における年齢別漁獲係数に対する各年齢の漁獲係数の比)は1998年から2002年の

平均の選択率を用いた。2004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2003年と同様とした。資源尾数と漁獲尾数は次の関係から求めた。

$$\begin{aligned} \text{(2004年以降の0歳魚の資源尾数)} \quad N_{0,y} &= SSB_y RPS_y \\ \text{(2004年以降の1歳魚以上の資源尾数)} \quad N_{a,y} &= N_{a-1,y-1} e^{(F_{a-1,y-1} + M)} \\ \text{(2004年以降の漁獲尾数)} \quad C_{a,y} &= N_{a,y} (1 - e^{-F_{a,y}}) e^{-M/2} \end{aligned}$$

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)。

資源量の推移

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。1989年から急減して1994年に82万トンとなった。1995年から1999年までは50万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、2002年は12万トン、2003年初も12万トンと推定され、2004年初は11万トンと予測される(図6)。1988年以降加入尾数(0歳魚尾数)が低水準となり、資源量、親魚量は急減した。1994年から2001年までは偶数年で加入尾数が比較的多く、奇数年で少ない傾向が続いた。2002年は低水準の2001年を更に下回り、2003年の加入尾数も、黒潮親潮移行域幼稚魚分布密度指数から推定して同程度と予測される(図7)。このように、2001年以降3年連続して加入尾数の水準が低いいため、資源量がさらに減少した。

加入尾数(0歳魚尾数)は、親魚量と海洋環境の両方によって決定される。資源の長期変動において、黒潮続流域南部の表面水温が低い年代が増加期、高い年代が減少期となっている(Noto and Yasuda, 1999)。再生産成功率(親魚量あたりの加入尾数)と黒潮続流域から黒潮親潮移行域の水温の間には負相関が見られる(海老沢・木下, 1998)。また、親魚量あたりの加入尾数と常磐沖親潮南下指数との間には正相関が認められる(図8)。

生物学的許容漁獲量

マイワシ資源の大規模な長期的変動は気候、海洋変動に支配されており、人為的手段により長期的な資源変動を制御するのは困難であると考えられる。一方、現在のような低水準の年代には資源水準に漁獲が大きな影響を及ぼすことは明らかである。従って少しでも親魚量の増加を目指し、良好な海洋環境が継続する年代を待つことが重要である。5年後の2008年の親魚量を、近年では加入尾数が比較的多かった1996年と同程度の13万トンに回復することを目標とし

た。2004年の生物学的許容漁獲量は2万8千トンとなった。

生物学的許容漁獲量の算定に当たっては2004年以降の再生産成功率(親魚量あたりの0歳魚尾数)が1998年から2002年の平均値(23尾/kg)で推移すると仮定したが、再生産成功率がこの期間の最高値(38尾/kg)および最低値(5尾/kg)で推移し、生物学的許容漁獲量に相当する漁獲係数(Flimit)で漁獲した場合の将来予測を図9に示す。また、最高値で推移した場合、同じ管理目標(2008年親魚量13万トン)を達成する2004年の漁獲量は4万7千トンとなり、最低値で推移した場合は2004年以降禁漁しても2008年の親魚量は9万トンにしかならなかった。

資源増加の濫觴

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。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、伊豆諸島近海にも少数の卵が出現している(図10、11)。系群全体の産卵量は資源水準の低下にともない甚だ少ないが、土佐湾の産卵量の減少はそれほど顕著ではない(図12)。この海域には旋網漁業がないため漁獲圧が低く、或る程度の現存量が持続していると考えられる。

最近の情報として、2004年になってから土佐湾におけるマイワシシラスの漁獲量が前年、前々年を大きく上回って推移した(高知水試、図13)。現在までに卵稚仔調査結果がまとまっていないため産卵量は不明であるが、一つの理由として2004年の黒潮流路が室戸岬に極めて接岸した状態が続いて土佐湾のシラスの湾外への流出が少なかったことが考えられる。この仔魚が主漁場の房総以北の海域に加入して大きな漁場が形成されるかどうかは分からない。ただし、幼魚成育場の常磐沖合の海況が良ければ、幼稚魚がそれなりの水準で来遊するかも知れない。若齢魚を獲り控えて親魚を増やすことにより、資源増加の年代を早めることが出来る可能性がある。産卵水準の増加と幼稚魚の順調な生育の両方が現実となった時に、資源増加の濫觴が期待できる。

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．

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.

Pope (1972). An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., (9), 65-74.

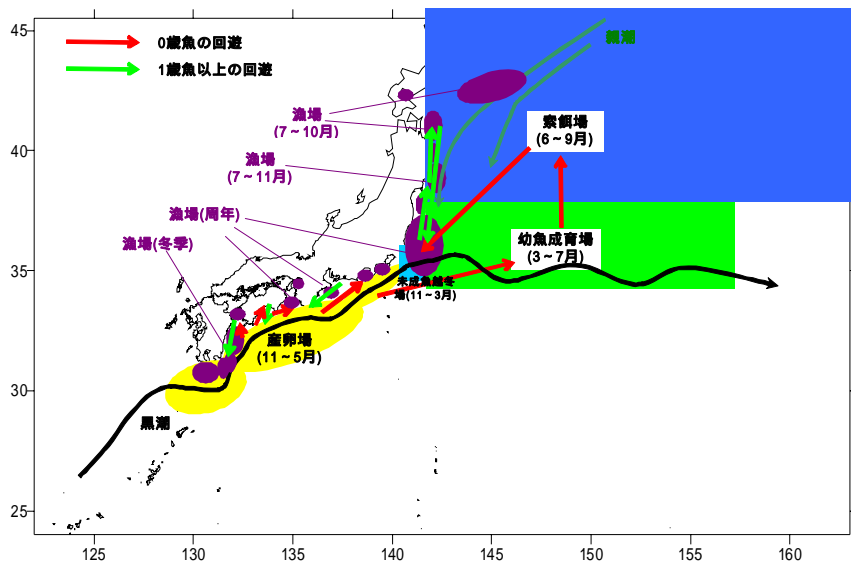


図1 資源高水準期のマイワシ太平洋系群の生活史・漁場形成図

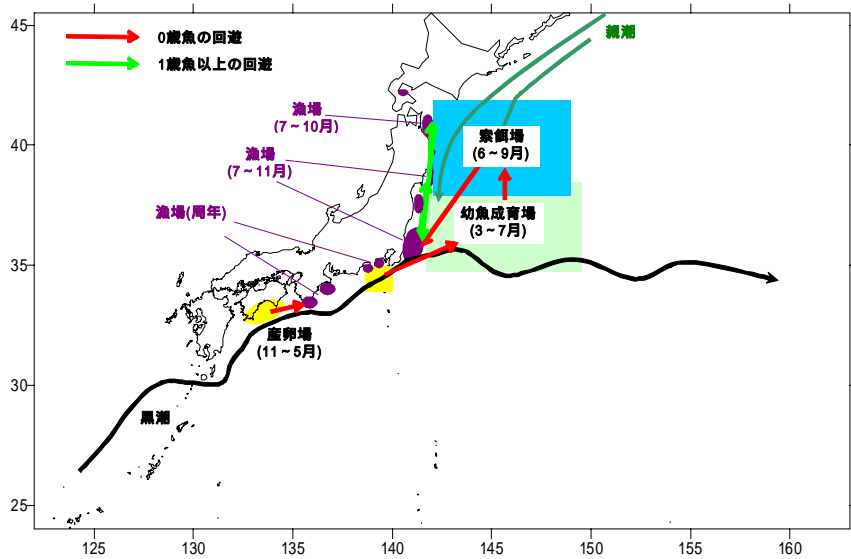


図2 資源低水準期のマイワシ太平洋系群の生活史・漁場形成図

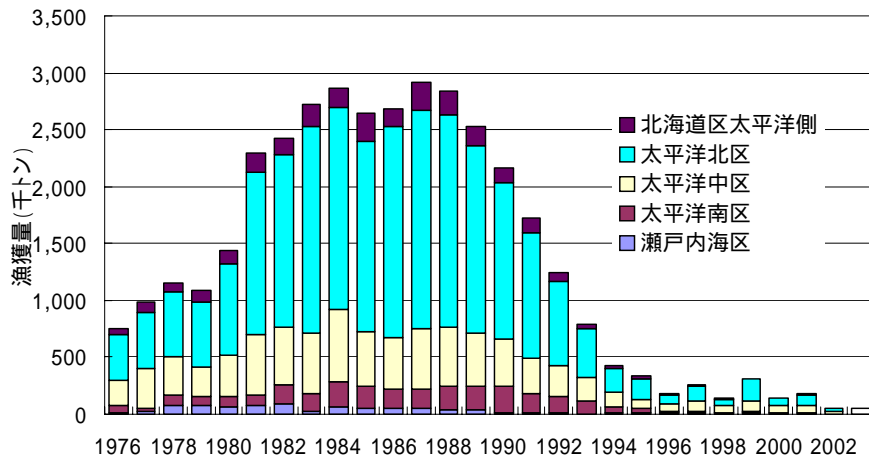


図3 マイワシ太平洋系群の漁獲量(漁業養殖業生産統計年報)、2003年は推定値

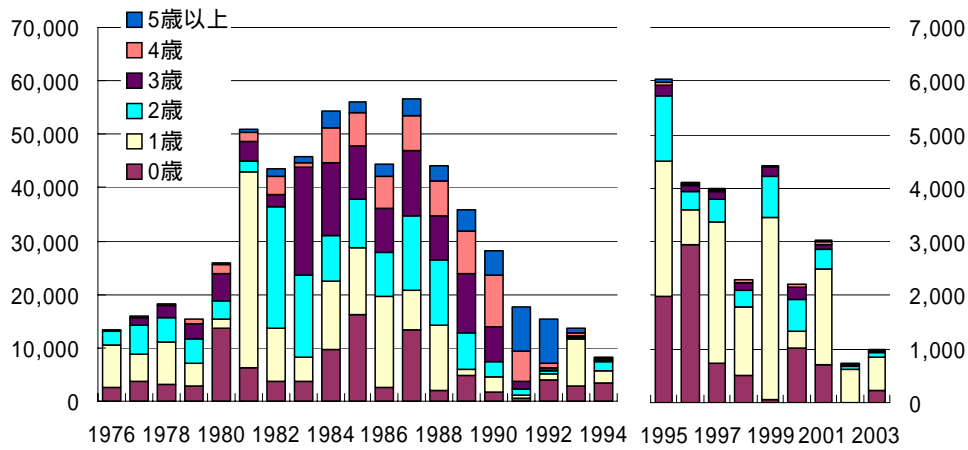


図4 マイワシ太平洋系群の年齢別漁獲尾数(百万)、1995年以降は目盛を10倍に拡大

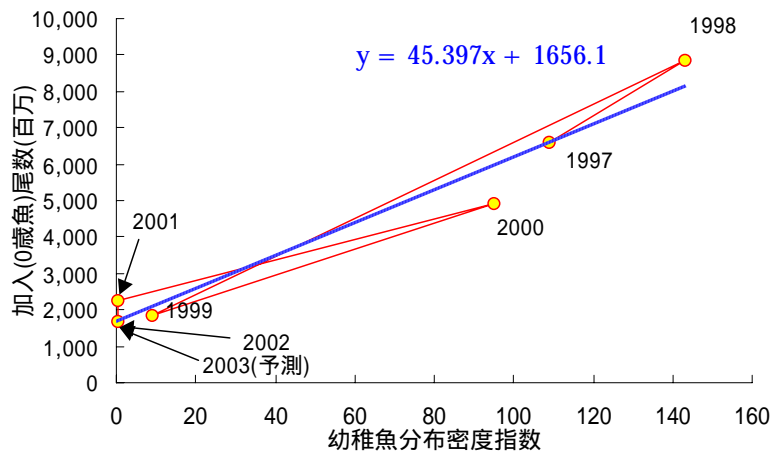


図5 マイワシ太平洋系群の黒潮親潮移行域における幼稚魚分布密度指数と加入尾数

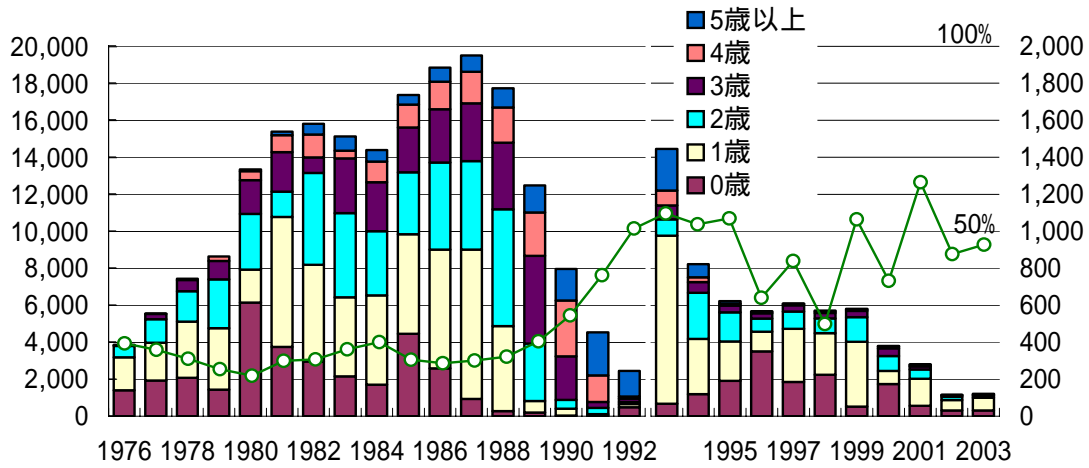


図6 マイワシ太平洋系群の年齢別資源量(千トン)と漁獲割合。資源量は1993年以降の目盛を10倍に拡大した。漁獲割合の目盛は一定。目盛は資源量と共通。

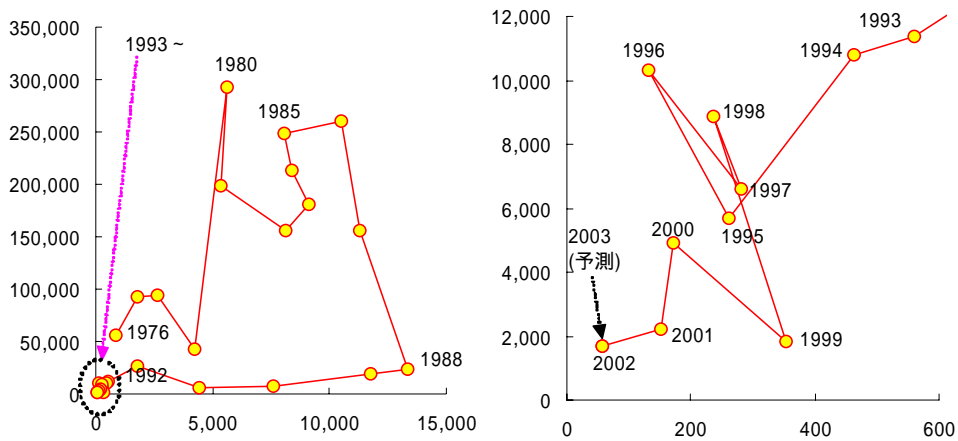


図7 マイワシ太平洋系群の親魚量(横軸、千トン)と加入尾数(縦軸、百万尾)右の図は1993年以降で目盛を拡大したもの

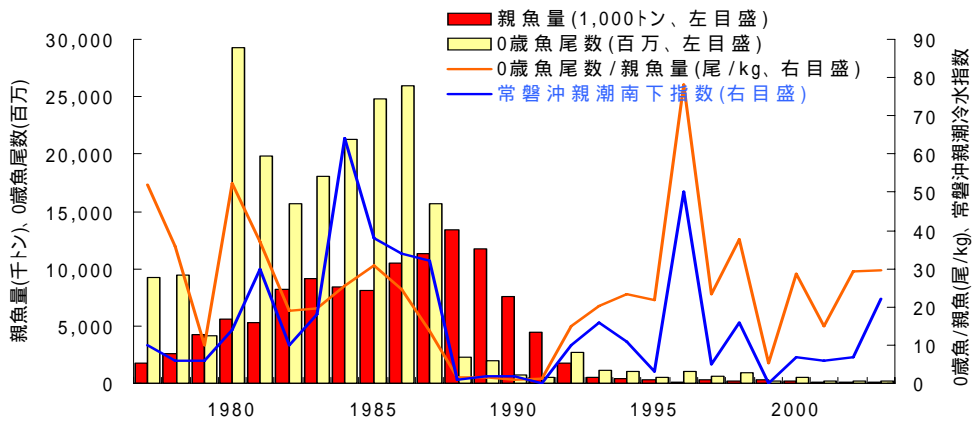


図8 マイワシ太平洋系群の親魚量、加入尾数と常磐沖親潮南下指数(茨城水試)

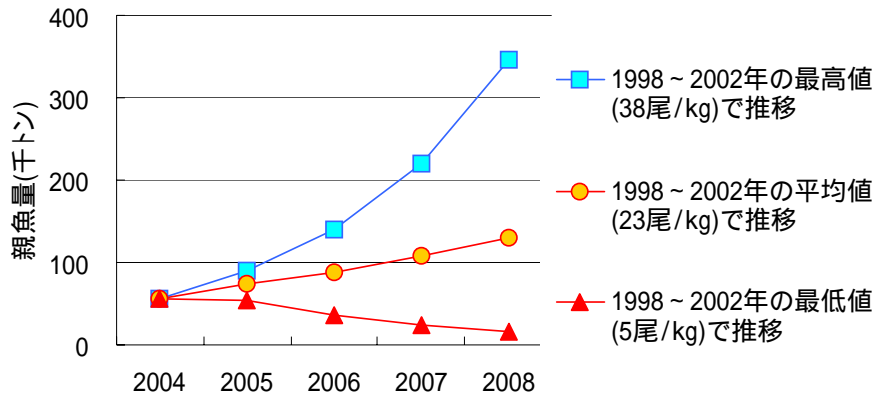


図9 マイワシ太平洋系群の再生産成功率(0歳魚尾数/親魚量)の変化による親魚量(千トン)の推移。漁獲は $F_{limit} (= 0.47)$

表1 1994年以降の北部太平洋大中型旋網の有効漁獲量(I_1)と年齢平均した漁獲係数を適合させてコホート解析した場合の年齢別漁獲係数(左)と資源量(右、千トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
0歳	0.03	0.29	0.50	0.01	0.18	52	174	56	30	30
1歳	1.39	0.39	2.16	1.63	1.19	350	70	147	57	70
2歳	0.99	1.48	1.60	0.67	1.07	134	81	50	18	11
3歳	0.95	1.36	2.05	0.85	1.30	34	42	17	8	7
4歳	1.00	1.17	2.21	2.03	1.52	7	11	9	2	3
5歳以上	1.00	1.17	2.21	2.03	1.52	3	3	3	1	0
平均	0.89	0.98	1.79	1.20	1.13	580	380	280	116	121

表2 1988年以降の北部太平洋大中型旋網の有効漁獲量(I_1)と年齢平均した漁獲係数を適合させてコホート解析した場合の年齢別漁獲係数(左)と資源量(右、千トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
0歳	0.03	0.28	0.45	0.01	0.08	53	179	60	51	39
1歳	1.39	0.37	1.91	1.22	0.55	350	72	152	65	118
2歳	0.99	1.47	1.42	0.46	0.49	134	81	52	24	20
3歳	0.95	1.36	1.98	0.61	0.60	34	42	17	10	12
4歳	1.00	1.17	2.14	1.64	0.70	7	11	9	2	4
5歳以上	1.00	1.17	2.14	1.64	0.70	3	3	3	1	0
平均	0.89	0.97	1.68	0.93	0.52	582	388	294	153	193

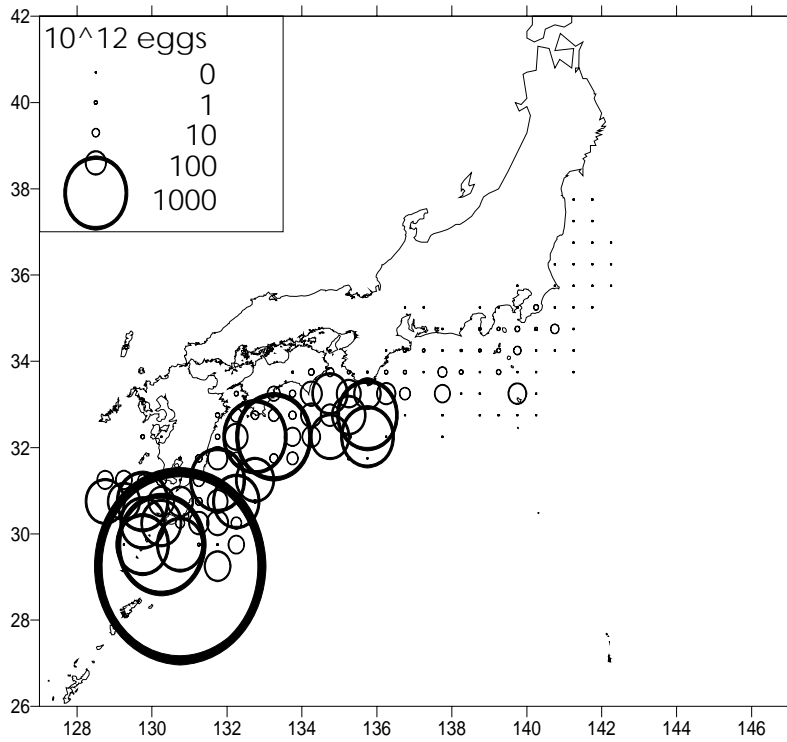


図10 資源高水準期のマイワシ太平洋系群の産卵場

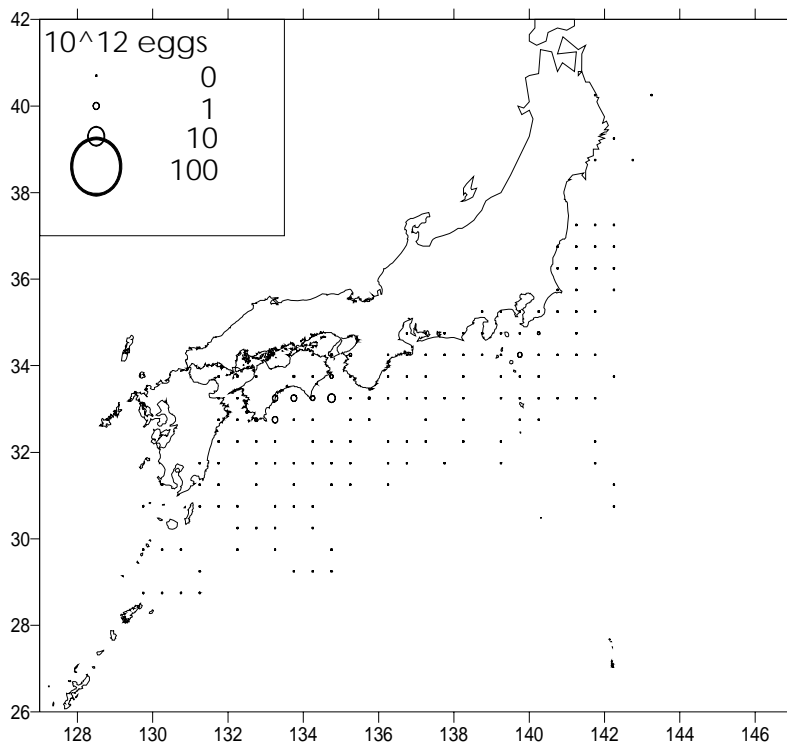


図11 資源低水準期のマイワシ太平洋系群の産卵場

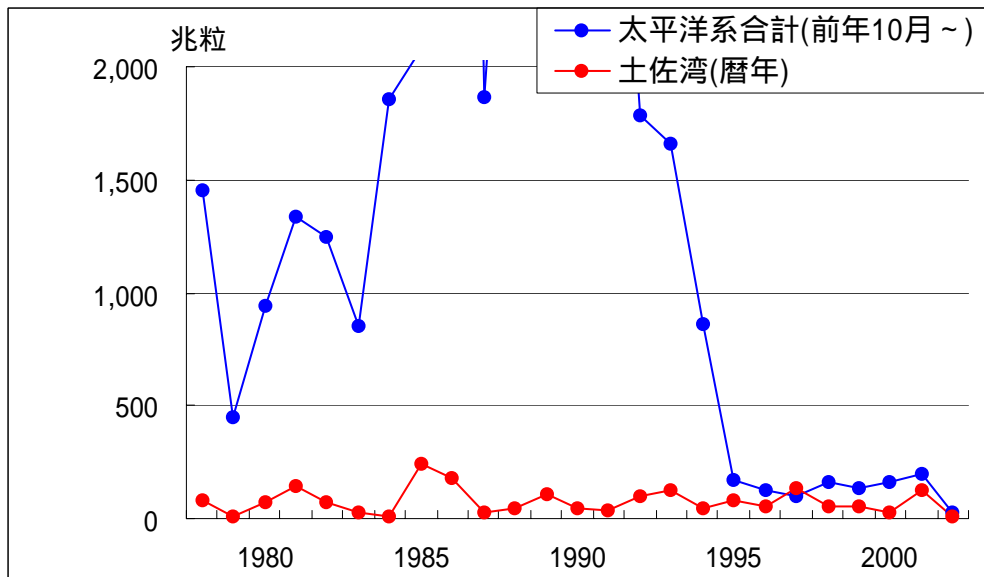


図12 マイワシ太平洋系群の産卵量

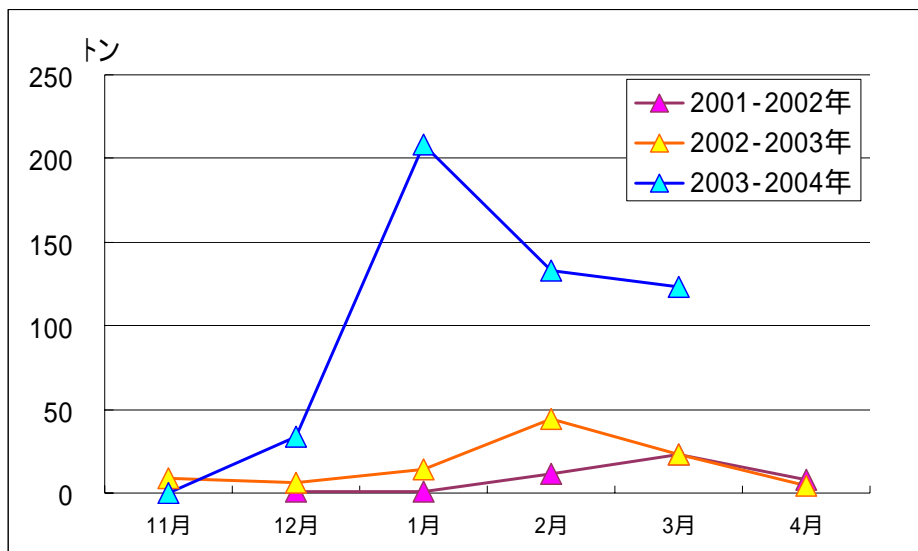


図13 土佐湾のマイワシシラスの漁獲量(高知水試資料より)