

平成 15 年ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（大下誠二）

参画機関：日本海区水産研究所、青森県水産総合研究センター、秋田県水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県水産試験場、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府立海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産試験場、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産試験場

要 約

ウルメイワシ対馬暖流系群は 1990 年代の前半に漁獲が多かったものの、後半に減少し続けた。その後、2001 年・2002 年と近年では加入の良い年が続いたため、やや漁獲量が増加した。2003 年以降の再生産成功率(加入量÷親魚量)を、1998 年～2002 年(5 年間)の平均的な値で継続した場合を仮定し ABC を提言する。 F_{limit} は $F_{20\%}$ とし、不確実性を見込み F_{target} はやや小さい値の $0.8 \times F_{20\%}$ とした。その場合の漁獲量は 15 千トンおよび 13 千トンである。

	2004 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	15 千トン	$F_{20\%}$	0.70	28%
ABC_{target}	13 千トン	$0.8F_{20\%}$	0.56	23%

漁獲割合は、漁獲重量/資源重量、F 値は各年平均。

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2001	39	15	1.6	36.8%
2002	45	16	1.6	36.1%
2003	43	—	—	—

ただし、2003 年資源量は、加入量を平均的な再生産成功率を仮定した場合。

(水準・動向)

水準：低位 動向：減少

1. まえがき

ウルメイワシ対馬暖流系群は、東シナ海区(福岡県から鹿児島県)では中小型まき網や敷網により、日本海西区(福井県から山口県)では大中型まき網、中型まき網、定置網、敷網により漁獲され、日本海北区(石川県・富山県)では定置網、敷網、まき網などで混獲される程度である。漁獲が多いのは、東シナ海区と日本海西区である。なお、東シナ海区と日本海では、太平洋で認められる沿岸での釣りや刺網による漁獲はほとんど行なわれていない。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本種は日本の沿岸域を中心に分布し、特に中部以南に多い(落合・田中 1986)。産卵は、卵・稚魚の出現状況から、九州周辺水域ではほぼ周年にわたり行なわれ、北になるにしたがいその期間は短くなり、日本海北部では春から夏にかけて青森県以南の水域で行われると考えられる(内田・道津 1958)。

なお、ウルメイワシの漁場は沿岸に沿って帯状に形成され、一部のウルメイワシは夏季に日本海へ、冬季に九州西岸へ回遊すると考えられる(図 1)。

(2) 年齢・成長

対馬暖流系のウルメイワシの成長について詳細に調べられてないが、太平洋側のウルメイワシについては耳石に形成される日輪による解析が報告されている(真田ら 1994)。その成長曲線は次の通りである(図 2)。

$$BL=254.4(1-\exp(-0.1555(t-0.6399)))$$

ただし、BL は体長(mm)、t は孵化後月数である。寿命は 2 年程度である。

(3) 成熟・産卵生態

ウルメイワシの成熟などについての知見はほとんどないが、1 歳で成熟すると思われる。

(4) 被捕食関係

ウルメイワシはアミ類、仔魚、カイアシ類を捕食する。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

対馬暖流系において、大中型まき網および中型まき網が主要な漁業種である。日本海では大中型まき網でウルメイワシを多獲するが、東シナ海では大中型まき網の主要な対象種となっていない。

(2) 漁獲量の推移

東シナ海区において、ウルメイワシの 1981 年から 1997 年までの漁獲量は約 7 千トンから 15 千トンで推移していたが、1998 年から 2000 年にかけて減少した。2001 年・2002 年はともに前年を上回る漁獲であった(2002 年は概算値)。日本海西区において、1980 年代の半ば以降漁獲量が増加し、1992 年には約 31 千トンになり、その後減少したものの、2001 年の漁獲量は 2000 年を上回った。日本海北区において、ウルメイワシはあまり漁獲されず、漁獲量は多くても 2 千トン程度である。1998 年以降の漁獲量は約 1 千トン程度である。対馬暖流系全体での漁獲量の経年変化を図 3 および表 1 に示した。

韓国でのウルメイワシの漁獲量は 1980 年代半ば以降に増加し、その後一時減少したものの、1990 年前半に一旦増加した後、後半には再び減少した。韓国におけるウルメイワシの漁獲量の経年変化を表 1 に示した。中国でのウルメイワシの漁獲量については不明である。

表 1 日本(対馬暖流系)および韓国のウルメイワシの漁獲量(万トン)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
日本	4.0	4.6	2.8	2.9	2.7	2.2	1.4	1.0	1.4	1.6
韓国	2.4	2.4	1.8	1.1	0.6	0.2	0.7	0.5	0.1	0.8

4. 資源の状態

(1) 資源評価手法

資源量を把握するための調査は、(1)日本海および東シナ海における産卵調査、(2)計量魚群探知機を用いた現存量調査、(3)月別漁獲量と体長測定資料を用いたコホート解析を行なった。

(2) CPUE・資源量指数

東経131度以東の日本海において実施された卵稚仔調査(改良型NORPACネットの鉛直曳きによる卵採集調査)の結果に基づいて算出された卵豊度(渡部(1983)の産卵量に相当)の経年変化を図4と表2に示した。調査の実施期間が年により異なるものの、卵豊度の傾向は次に示すものであった。卵豊度は、1997年から1999年には増加傾向にあったが、2000年は1999年を下回り、2001年は2000年と同程度で、2002年は2001年をやや上回った。

表2 日本海におけるウルメイワシの卵稚仔調査の結果(卵豊度: 兆粒)

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
3月	—	—	—	0.48	0.48	0.37	0.24	0.29
4月	3.93	2.98	0.75	0.97	1.46	0.69	0.52	0.95
5月	20.13	2.63	1.65	3.24	1.78	2.10	2.23	2.05
6月	—	—	3.01	5.53	11.22	2.27	1.84	4.65

ただし、—は調査が行われなかったことを示す。

東シナ海における卵稚仔調査の結果に基づいて計算されたウルメイワシの卵豊度を表3に示した。

表3 東シナ海におけるウルメイワシの卵稚仔調査の結果(卵豊度: 兆粒)

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002
卵豊度	15.1	32.4	14.3	16.9	6.3	17.5

ただし、1月から12月までの合計である。

なお、どちらの海域も卵豊度の計算に必要な平均孵化日数の計算は銭谷ら(1995)の中に示されている式を用い、係数はマイワシの値を採用した。卵期の平均生残率はマイワシの値0.572(渡部1983)を用いた。調査点数が1の小海区の結果は計算から除外した。

夏季に九州西岸域から対馬海峡で行なわれた計量魚群探知機による調査結果を表4に示した。計量魚群探知機による調査で求められた現存量指標値は、1997年から2000年にかけて減少し続けていたが、2001年には大きく増加し、2002年には2001年よりもやや減少したが、1997年以降の調査の中では高い水準にあった。

表4 夏季の計量魚群探知機によるウルメイワシの現存量指標値の経年変化

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002
現存量指標値	2.5	2.7	1.0	0.4	38.9	23.5

なお、現存量指標値の推定方法は、まず魚群の性状からイワシ類と思われる魚群の面積後方散乱係数(S_A 値)を定線ごとに収集し、全海域で S_A 値を総和したものを全定線長で除した値に、中層トロールで漁獲されたカタクチイワシとウルメイワシの重量比を乗じたものである。

(3) 漁獲物の年齢組成の推移

1991年以降の月別に測定されたウルメイワシの体長組成から、各月の年齢別の漁獲割合

を求め、その割合に月別の漁獲量を乗じた後に体重で除して月別に年齢別漁獲尾数を求めた(図 5)。

(4) 資源量の推移

コホート解析から計算された資源量などを図 6 および表 5 に示した。資源量は 1992 年の 164 千トンのピークの後、減少しつづけ、2000 年には 34 千トンとなったが、2001 年には 39 千トン、2002 年には 45 千トンと推定された。なお、M を変えて資源量を推定した結果を図 7 に示した。M を変えると全体的に資源量が変化するものの、その変化の様式は同じであった。

表 5 コホート解析により推定された資源量(万トン)、F 値と漁獲割合(%)

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
資源量	16.4	14.3	13.2	10.7	7.9	8.4	6.6	5.3	3.4	3.9	4.5
F	1.0	1.1	1.2	0.6	1.6	1.3	1.6	1.7	1.7	1.	1.6
漁獲割合	27.6	27.9	34.7	26.2	32.6	33.7	34.3	37.9	35.8	36.8	36.1

ただし、F は各年平均、漁獲割合は漁獲量を資源量で除したもの。

1998 年以降加入が悪い年が連続したが、2001 年および 2002 年は 2000 年よりも加入が良好であった。図 8 に産卵親魚量と 0 歳魚の資源尾数の関係を示した。この図から、産卵親魚量が多いと 0 歳魚の資源量が多いという関係はあるものの、その関係については明瞭ではない。図 9 に産卵親魚量と F との関係を示した。

(5) 資源水準・動向の判断

資源量が 1990 年代前半ほどの水準にはないため、資源水準は低位とした。動向は過去 5 年間の推移から減少と判断したが、2001・2002 年はやや増加に転じている。

5. 資源の変動要因

(1) 資源と漁獲の関係

図 6 の漁獲割合をみると、資源量にかかわらず約 30%と安定しており、過大な漁獲圧が本資源にかかっているとは判断されない。

(2) 資源と海洋環境の関係

本資源は、(1) 1991 年以降 0 歳魚が漁獲の主体であること、(2) 1999 年の卵豊度は高かったものの漁獲量・資源量は低位であったこと、(3) 2001 年の卵豊度は低かったものの漁獲量・資源量は増加したことなどから、その年の加入の成否により資源量が決定づけられると思われる。また、同じような生活環をもつカタクチイワシの漁獲量の動向と逆相関の関係があるため、対馬暖流域においてカタクチイワシとウルメイワシが競合していると考えられる(図 10)。

6. 管理目標・管理基準値・2004 年 ABC の設定

(1) 資源評価のまとめ

ウルメイワシの資源量はコホート解析により求められ、その量の推移としては、1990 年代後半にかけて漸減していたものの、2001 年・2002 年とやや増加傾向にある。2002 年の資源量は 45 千トンと推定された。

(2) 資源管理目標

資源量はコホート解析により推定可能であるが再生産関係が不明である。また、資源は低位なので、漁獲制御ルール 1-3)-(3)を適用した。式は次のとおりである。

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値}(F_{30\%}, F_{0.1}, M \text{ 等}) \times \text{現状の } F \text{ の小さい方} \times \beta_2$$

$$F_{\text{target}} = F_{\text{limit}} \times \alpha$$

図 11 に 2002 年の各年齢魚に対する F を用いて計算した %SPR と YPR の関係を示した。

(3) 2004 年 ABC の算定

2003 年以降の加入量は、再生産成功率(加入量÷親魚量)が 1998 年から 2002 年の 5 年間の平均値(0.14 尾/g)で推移すると仮定し、2003 年の漁獲係数は 2002 年と同じ、2004 年の漁獲係数は 2002 年の各年齢に対する選択率の比率が同じであると仮定した。

再生産関係にばらつきが大きく再生産曲線をあてはめるのは適当ではないと考えられるので、 $F_{20\%}$ 、 F_M を F_{MSY} の代用値と考え、 F_{limit} を検討する。 F_{sus} は 1997 年～2001 年の平均再生産成功率($RPS=0.14$ 尾/g)のもとで、資源量を維持する F を探索的に求めた。なお、ルール上の推奨値である $F_{30\%}$ のもとで、平均的な再生産成功率をあてはめると漁獲量および資源量の増加が現実的でないほど増加するので計算から除外した。

F	F(平均)	漁獲割合(%)	2004 年漁獲量	2003 年以降資源量
F_{current}	1.7	47.0	19,452	減少
F_{sus}	1.5	45.1	19,085	横這い
$F_{20\%}$	0.7	27.5	14,535	増加
F_M	1.5	45.1	19,085	横這い

現在の資源水準が低位であること、および仮定した平均再生産成功率が続くならば、現状の F で資源は減少するので、現状の F から引き下げる必要がある。ここでは、 $F_{20\%}$ を基準値として採用した。 F_{target} は $0.8 \times F_{\text{limit}}$ とした。そのときの ABC_{limit} および ABC_{target} は、それぞれ 15 千トンと 13 千トンとなる。

ただし韓国が漁獲しているウルメイワシは対馬暖流系群と同じと思われるが、この ABC_{limit} は韓国の漁獲量を考慮していない。

(4) F 値の変化による資源量及び漁獲量の推移

図 12 と表 6 に F_{sus} を基準として F を変化させた時の漁獲量と資源量の変化を示した。

表 6 F_{sus} を基準として F を変化させたときの漁獲量と資源量の変化

F	基準値	漁獲量(千トン)					資源量(千トン)				
		2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
1.2	$0.8F_{\text{sus}}$	18	22	24	29	32	45	56	60	73	80
1.3	$0.9F_{\text{sus}}$	19	21	21	24	25	44	49	50	56	58
1.5	$1.0F_{\text{sus}}$	19	19	19	19	19	42	42	42	43	43
1.6	$1.1F_{\text{sus}}$	20	18	17	16	15	41	37	36	33	31
1.8	$1.2F_{\text{sus}}$	20	16	15	13	12	40	32	31	25	23

F_{limit} は、 $0.8F_{\text{sus}}$ に該当し、 F_{current} は $1.1F_{\text{sus}}$ にほぼ該当する。

(5) ABC_{limit} の検証

現状の F から引き下げることにより、平均的な再生産成功率($RPS=0.14$ 尾/g)が続く仮定で

資源は増加する。なお、RPS を 0.12 尾/g と 0.16 尾/g にしたときの資源量の変化を図 13 に示した。

(6) 過去の管理目標・基準値・ABC のレビュー

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量	ABC _{limit}	ABC _{target}	漁獲量	管理目標
2002 年(当初)	$Ct \times \gamma$	—	5.1	4.1	16	資源量回復
2002 年(2002 年 再評価)	—	78	—	—	—	資源量回復
2002 年(2003 年 再評価)	—	45	—	—	—	資源量回復
2003 年(当初)	$0.8F_{30\%}$	71	21	18	—	資源量回復
2003 年(再評価)	$F_{20\%}$	42	20	18	—	資源量回復

なお、単位は千トン。

7. 引用文献

Nakai, Z. and Hattori, S. (1962) Quantitative distribution of eggs and larvae of the Japanese sardine by year, 1949 through 1951. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 9, 23-60.

落合明・田中克(1986) 新版魚類学(下). 恒星社厚生閣, 1140pp.

真田康広・藤田正夫・石田実(1994)太平洋南部におけるウルメイワシの耳石日周輪に基づく年齢と成長. 南西外海の資源・海洋研究, 10, 55.

内田恵太郎・道津善衛(1958) 第 1 篇 対馬暖流域の表層に現れる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書. 第 2 輯, 水産庁, pp. 3-65.

渡部泰輔(1983) 卵数法. 水産資源の解析と評価(石井丈夫(編)), 恒星社厚生閣, pp. 9-29.

渡邊良朗(1996) 資源変動にともなうマイワシ産卵場の沖合化. 月刊海洋, 28, pp 92-97.

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. 水産庁研究所資源管理報告 A, 1, 368p.



図1 ウルメイワシの分布図

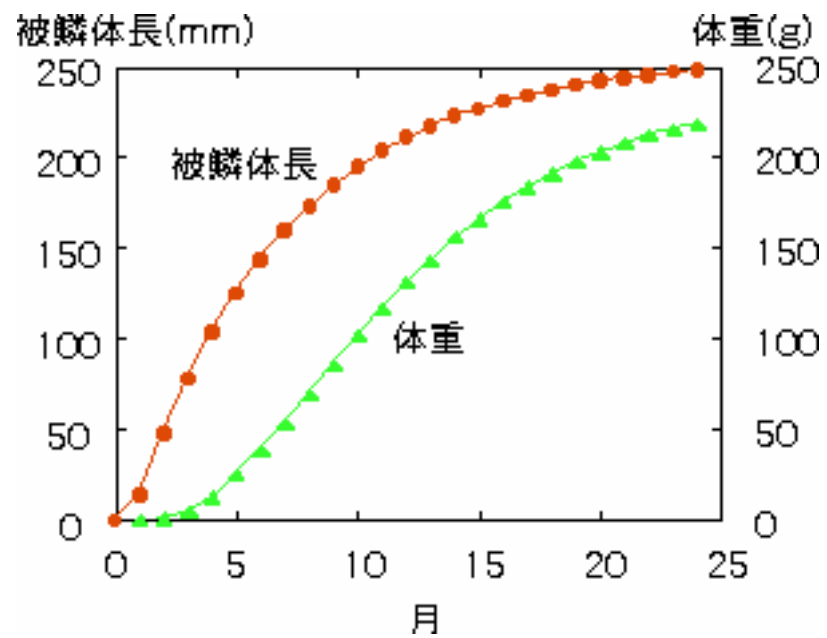


図2 ウルメイワシの成長様式

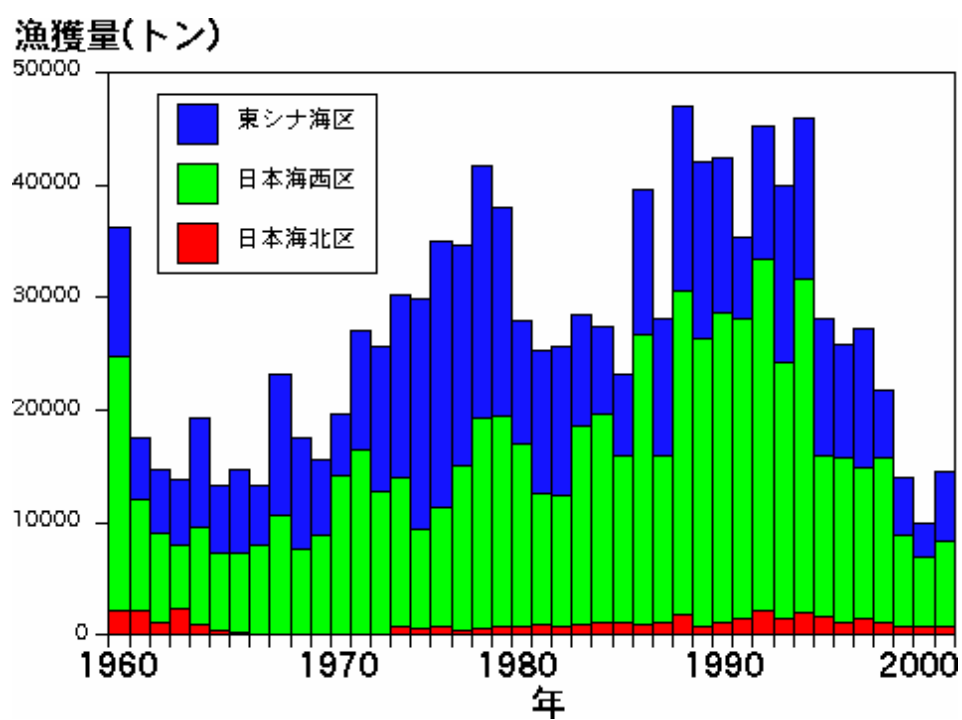
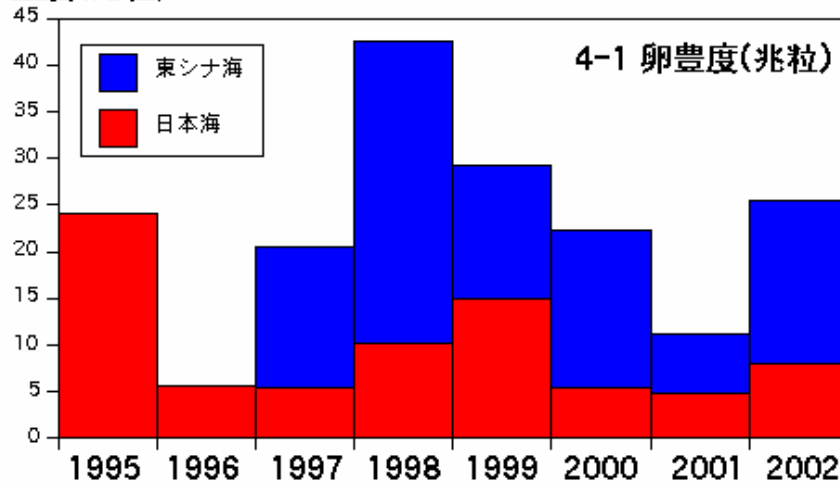


図3 ウルメイワシ対馬暖流系群の海区別漁獲量の経年変化

卵豊度(兆粒)



CPUE(kg/日)

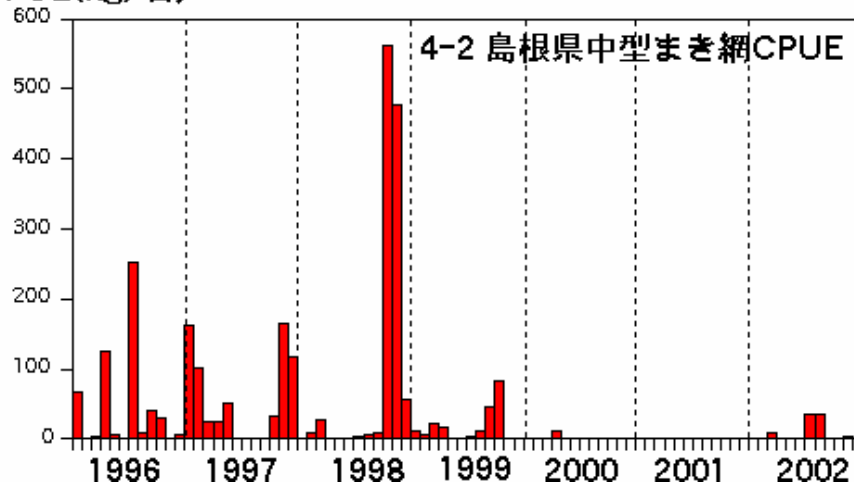


図4 日本海および東シナ海における資源指標値

4-1 卵豊度、4-2 島根県沿岸における中型まき網の CPUE

卵豊度の計算には Nakai and Hattori (1962)と渡部(1983)を参考にした。

ただし、以下の点については計算方法が異なる。

- 1) 平均孵化日数は、銭谷ら(1995)中の渡部の式(未発表)にしたがった。係数はマイワシの値。
- 2) 卵期の平均生残率は0.572 とした。
- 3) 調査点数が1の小海区の結果は計算から除外した。

なお、卵豊度は渡部(1983)の産卵量に相当するが、渡邊(1996)が用いているこの用語がより適切と判断し使用した。

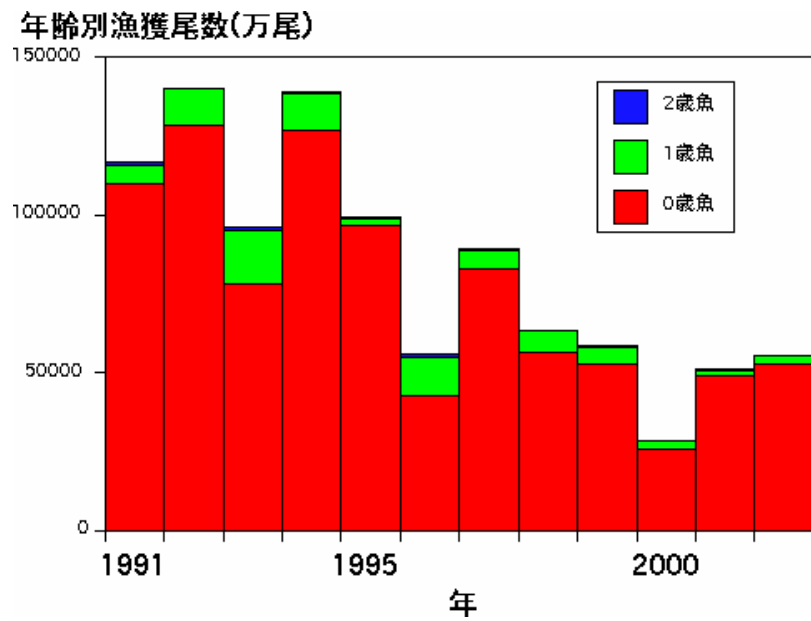


図5 ウルメイワシの年齢別漁獲尾数の推移

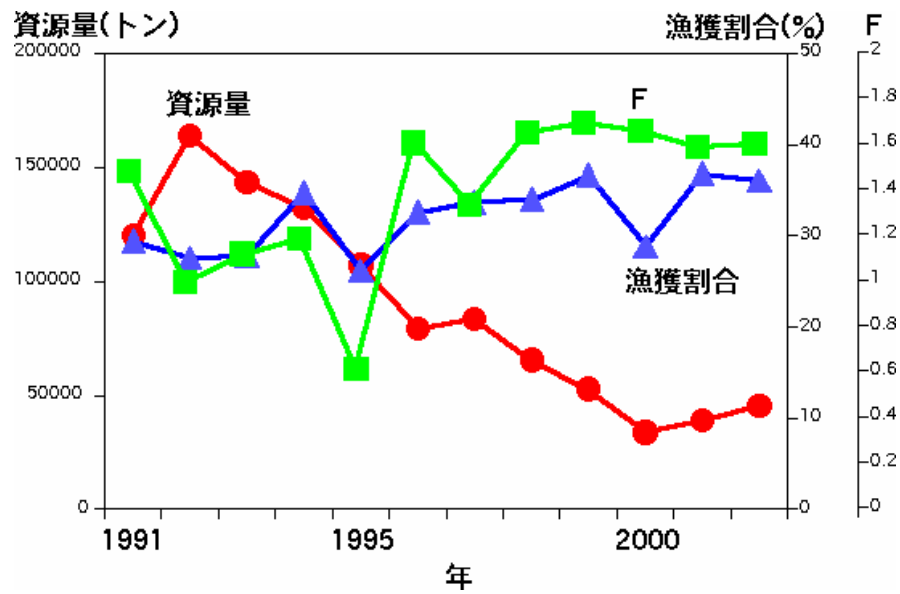


図6 コホート解析から計算されたウルメイワシの資源量・漁獲割合およびF

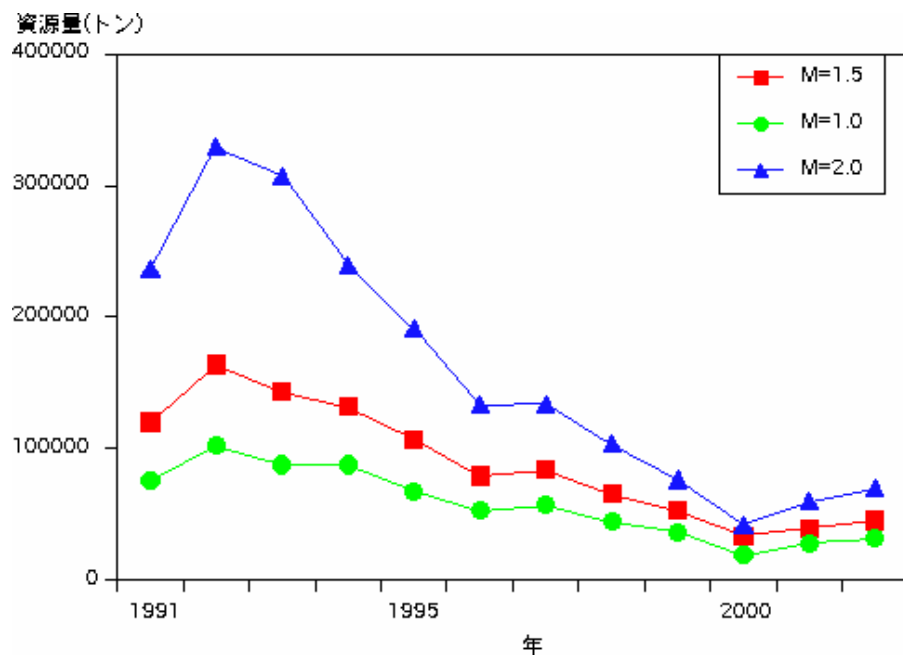


図7 Mを変えたときの資源量の変化

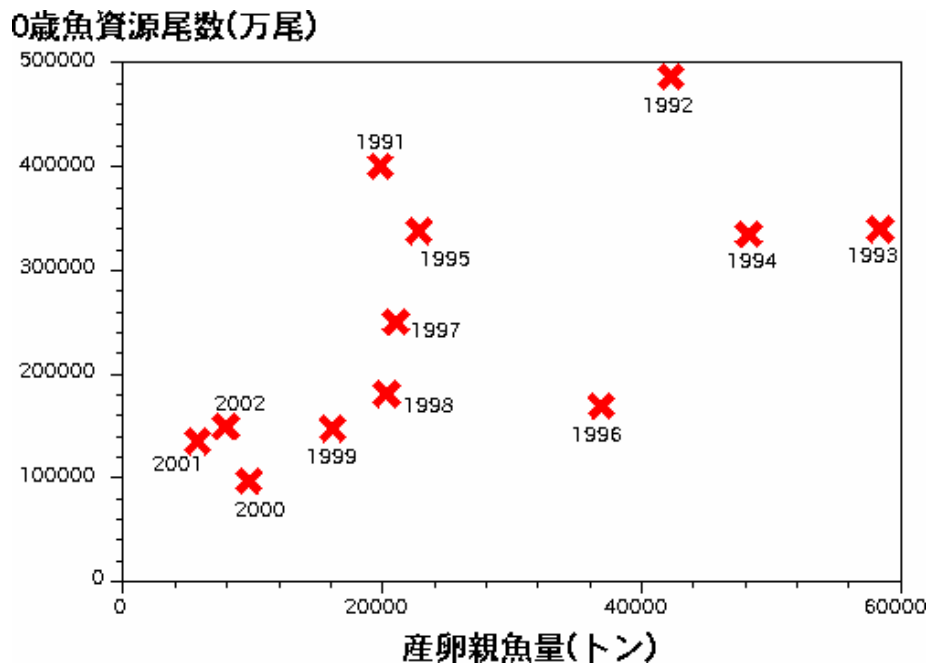


図8 ウルメイワシの産卵親魚量と加入尾数との関係

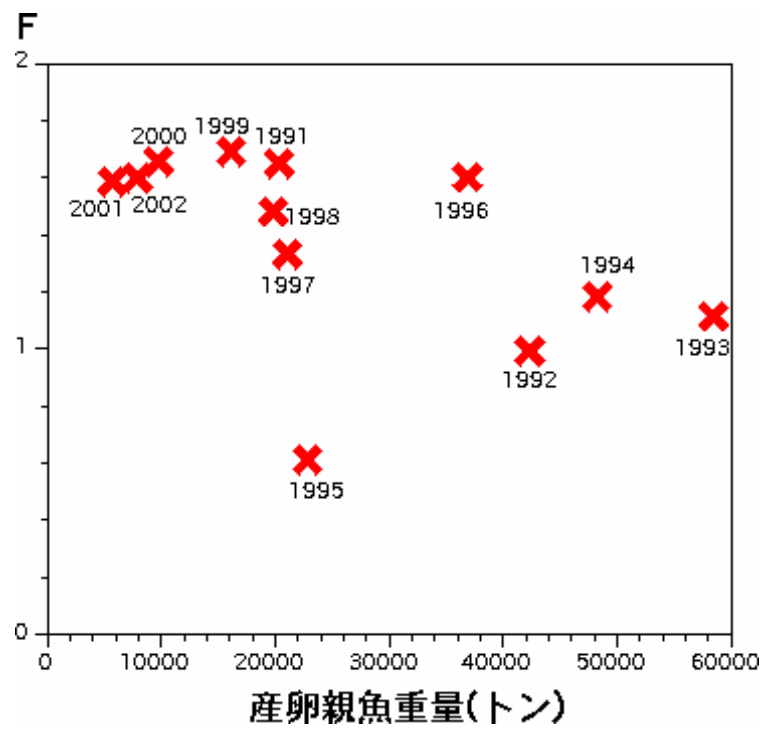
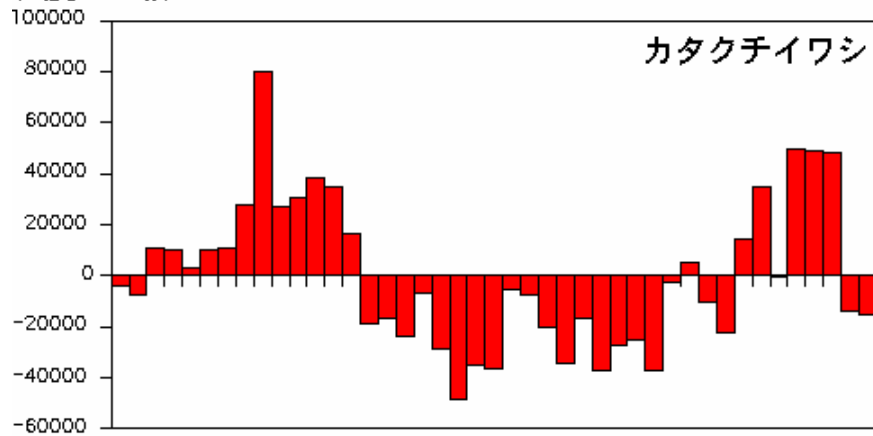


図9 産卵親魚量と F との関係

漁獲量の偏差



漁獲量の偏差

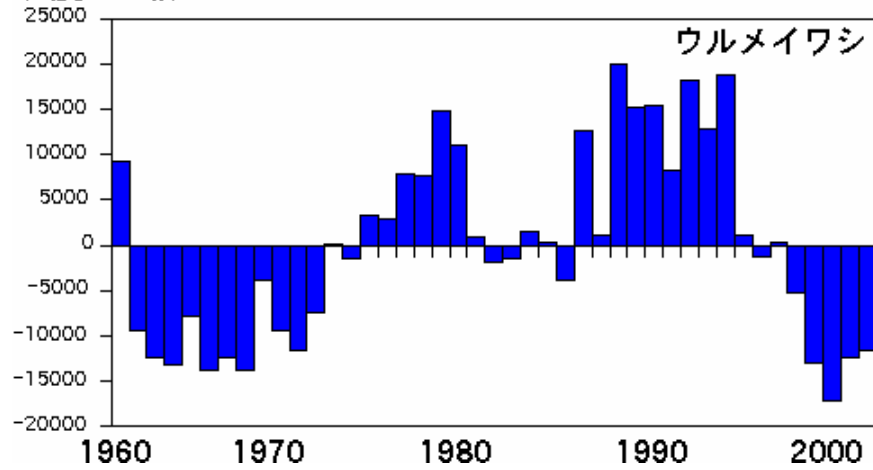


図10 ウルメイワシ対馬暖流系群の資源変動仮説

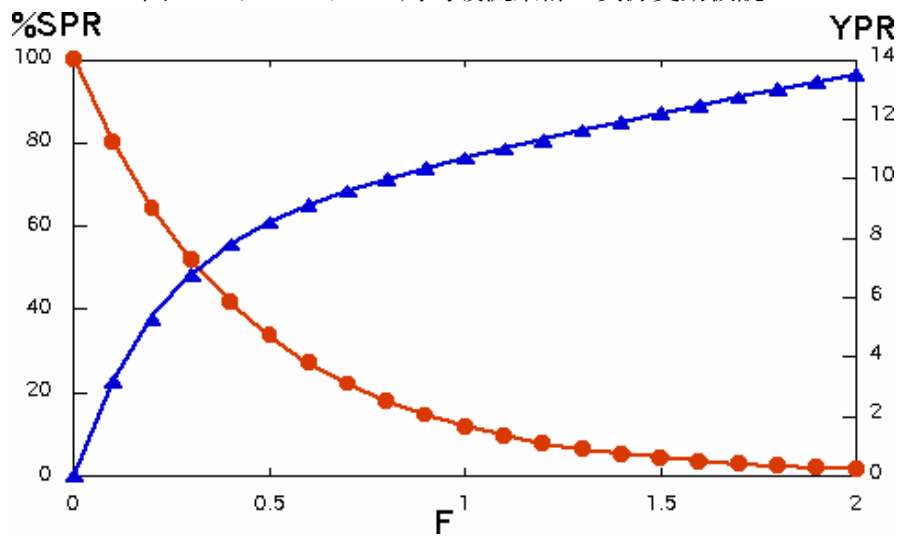
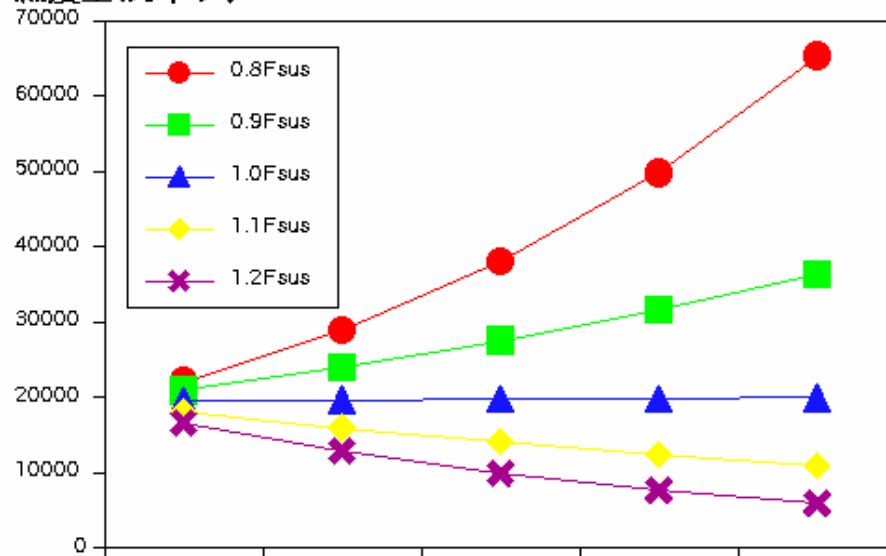


図11 ウルメイワシの%SPR と YPR との関係

漁獲量(万トン)



資源量(万トン)

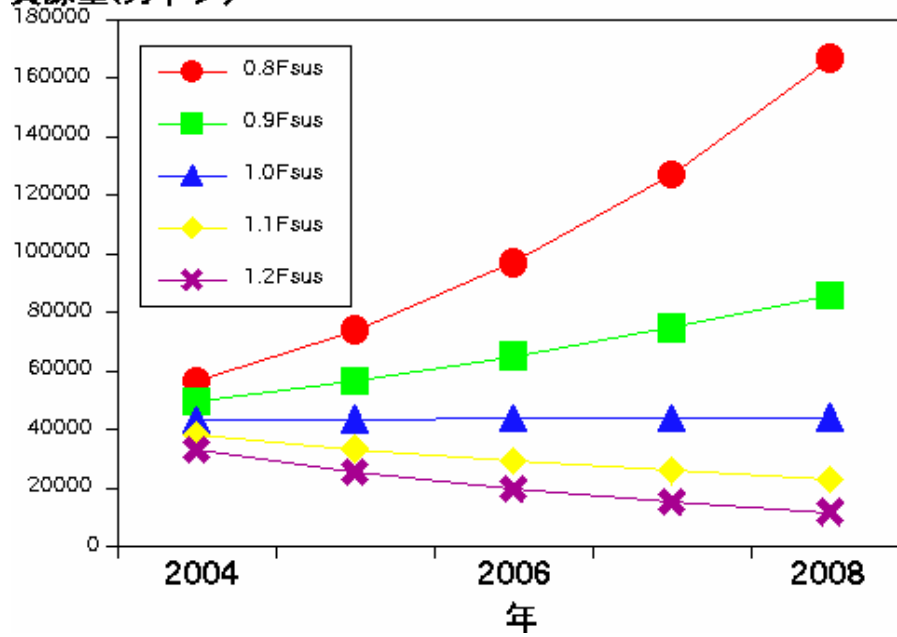


図 12 F_{sus} を基準とした時の F の管理効果

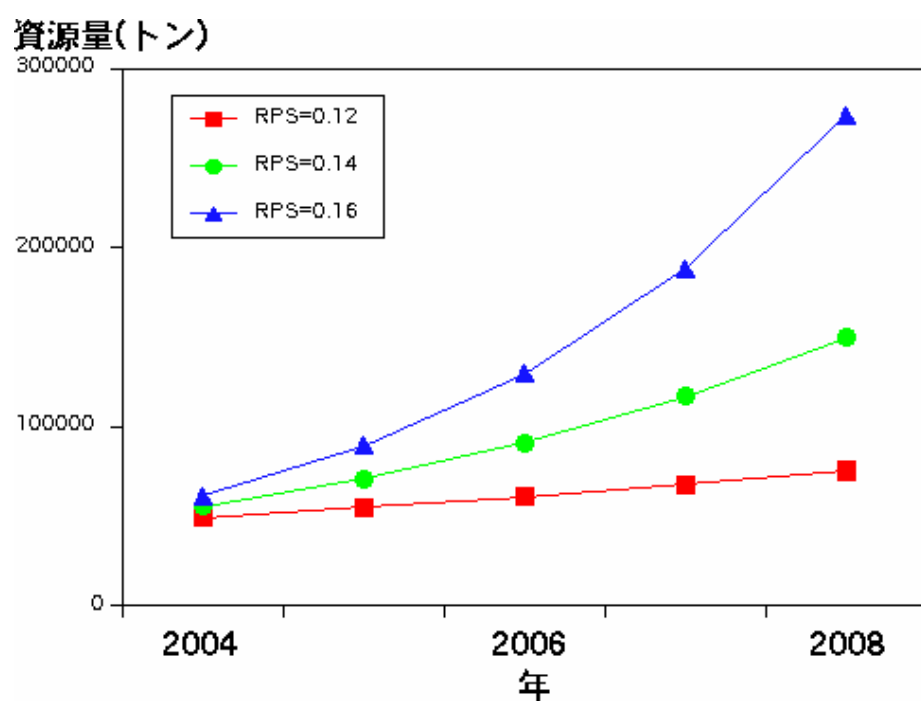


図 13 RPS が変化したときの資源量の変化

補注 1

ウルメイワシの年齢別漁獲尾数、資源尾数および F 値

年齢別漁獲尾数(10 万尾)

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0 歳	11011	12835	7835	12709	9656	4295	8280	5660	5309	2596	4911	5292
1 歳	592	1167	1669	1131	253	1216	622	670	517	263	186	271
2 歳	64	18	99	82	57	86	31	39	21	20	9	7

F 値

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0 歳	0.9	0.8	0.7	1.6	0.9	0.8	1.2	1.1	1.6	1.3	1.5	1.4
1 歳	1.8	1.1	1.3	1.0	0.5	2.0	1.4	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
2 歳	1.8	1.1	1.3	1.0	0.5	2.0	1.4	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8

年齢別資源尾数(10 万尾)

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0 歳	40081	48657	33961	33512	33752	16947	25009	17908	14182	7613	13468	14667
1 歳	1506	3742	4794	3877	1474	2970	1753	1662	1322	657	473	685
2 歳	164	56	284	281	331	210	88	97	54	51	22	18

補注 2

この年齢別漁獲尾数をもとにコホート解析を行なった。なお、ウルメイワシの寿命は 2 年として計算した。計算方法は次のとおりである。

2002 年の 2 歳魚の資源尾数を $N_{2002,2}$ としたときに、この資源尾数は 2002 年の 2 歳魚の漁獲尾数 $C_{2002,2}$ と自然死亡係数 M および漁獲係数 $F(F_{2002,2})$ から、次の式を用いて計算した。

$$N_{2002,2} = C_{2002,2} \times \exp(M/2) / (1 - \exp(-F_{2002,2})) \quad (\text{式 1})$$

2001 年、1 歳魚 ($N_{2001,1}$) の資源尾数は、 $N_{2002,2}$ および $C_{2001,1}$ (2001 年の 1 歳魚の漁獲尾数) から次の式を用いて計算した。

$$N_{2001,1} = N_{2002,2} \times \exp(M) + C_{2001,1} \times \exp(M/2) \quad (\text{式 2})$$

この時の漁獲係数 F は、次の式により計算できる。

$$F_{2001,1} = -\ln(1 - (C_{2001,1} \times \exp(M/2) / N_{2001,1})) \quad (\text{式 3})$$

2001 年以前の 2 歳魚の F は、1 歳魚の F と同じと仮定して計算した。また、2001 年の 0 歳魚と 1 歳魚の F は 1999 年から 2001 年の同歳魚の F の平均値として計算し、(1)の式を用いて資源尾数を計算した。2002 年の 1 歳魚と 2 歳魚の F が同一となるように $F_{2002,2}$ を決めた。 M は、1.5 を採用した。