

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

水産総合研究センター西海区水産研究所，長崎市多以良町 1551-8

§1 緒言

近年，日本周辺の漁獲量の減少が著しい．その背景として漁業従事者の減少という一面があるが，もっとも大きな要因は端的に言って漁業資源が減少しているからである．その中でも，マイワシ (*Sardinops melanostictus*) の漁獲量および資源量の減少はとりわけ激しい．本稿では，対馬暖流域に分布するマイワシの資源評価と管理方策の現状を説明し，現状における課題と今後の課題について整理することとした．

対馬暖流域におけるマイワシの漁獲量の推移を図1に示した．1970年代にはいと，マイワシの漁獲量が徐々に増加しはじめ，1980年代は高水準で推移し，1988年の対馬暖流域の日本の漁獲量は161万トンとピークに達した．それ以降は1990年代前半までは100万トン前後の漁獲量で推移したものの，1990年代半ば以降には急速に減少し，2002年にはわずか1000トンとなった．20世紀後半における対馬暖流域のマイワシの漁獲量の推移は太平洋側でも同様である．20世紀では前半(1930年代)においても，マイワシ資源が増加したことがわかっている．このように大規模に変化する資源に対して，どのような資源管理が適切なかを考えてみることにする．

§2 現状の把握

§2-1 資源の評価

§2-1-1 コホート解析

水産庁から委託を受け水産総合研究センターではマイワシの資源評価を行っている．対馬暖流域に分布するマイワシを一つの評価群として扱い，その範囲は鹿児島県から青森県の日本海側(東シナ海側)である．資源評価の主幹はコホート解析である．コホート解析は，年齢別の漁獲尾数を推定し，自然死亡係数(M)を仮定した上で，年齢別の資源尾数を計算する方法である．以下に簡単にその計算過程を示す．

まず2002年の最高齢魚(4+歳魚)の資源尾数と漁獲尾数を，それぞれ $N_{2002,4+}$ および $C_{2002,4+}$ としたときに，4+歳魚の資源尾数を漁獲係数($F_{2002,4+}$)と自然死亡係数(M)から次の式を用いて計算した．なお，Mは田内・田中の式(田中1960)により $2.5 \div$ 寿命(6歳)を採用し0.4を用いた．

$$N_{2002,4+} = \frac{C_{2002,4+} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{2002,4+}))}$$

0～2歳魚の資源尾数の計算には次の式を用いた．

$$N_{t,age} = N_{t+1,age+1} \times \exp(M) + C_{t,age} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

この時の漁獲係数 F は次の式で計算できる .

$$F_{t,age} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{t,age} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{t,age}} \right\}$$

1989 年 ~ 1998 年までは最高年齢を 5+歳としており ,5+歳魚と 4 歳魚の資源尾数の計算については次の計算式を用いた . なお , 1999 年 ~ 2001 年までの 4+歳魚と 3 歳魚の関係も同様の式である .

$$N_{t,5+} = \frac{C_{t,5+} \times N_{t,4}}{C_{t,4}}$$

$$N_{t,4} = \frac{C_{t,4} \times N_{t+1,5+} \times \exp(M)}{(C_{t,5+} + C_{t,4})} + C_{t,4} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

2002 年の 0 ~ 3 歳魚の F は 1999 年 ~ 2001 年の各年齢の F の平均値とした . 最高年齢とその一歳若い年齢の F は同じとし , $F_{2002,4+}$ と $F_{2002,3}$ が同じ値となるように $F_{2002,4+}$ を決めた .

コホート解析の計算に用いたパラメーターは次のとおりである .

表 1 計算に用いた年別の年齢別体重 (g)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0 歳	15	16	14	15	29	37	29	6	16	25
1 歳	69	64	63	62	59	58	58	64	41	46
2 歳	105	89	90	82	85	90	86	93	80	51
3 歳	115	114	107	98	101	104	101	110	107	101
4+歳	119	133	142	125	134	124	120	127	127	140

ただし , 1992 年以前は資源評価参照のこと .

表 2 計算に用いた年別の年齢別成熟率

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0 歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 歳	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
2 歳	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 歳	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4+歳	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ただし , 1992 年以前は資源評価参照のこと .

以上の計算過程により年齢別資源尾数から各年齢の平均体重を乗じ、それぞれの年齢の資源重量を総和したものを資源量とした。また、各年齢の成熟率と年齢別資源尾数を乗じ、さらにそれに各年齢の平均体重を乗じて総和したものを産卵親魚資源量とした。

推定された資源量・漁獲係数(F)および漁獲割合(漁獲量÷資源量)の推移を図2に示した。資源量および産卵親魚資源量ともに、1989年が最高値を示した。その後、急激に資源量および産卵親魚資源量は減少し、2001年には資源量が1万トンを下回り、さらに2002年には約2千トンと推定された。

§2-1-2 その他の資源評価方法

コホート解析以外に資源量を評価する手法として、産卵調査から推定された卵豊度、計量魚群探知機を用いた冬季の産卵親魚量、地先における中型まき網船のCPUEの変化などを指標として用いている。対馬暖流域における卵豊度は、Nakai and Hattori (1983)を参考にして、1978年以降において集計されている。計量魚群探知機による冬季の産卵親魚量は、1990～1996年にかけて九州西岸域において調査することで推定している(Ohshimo et al. 1998)。地先における中型まき網のCPUEは島根県浜田市漁協に所属する漁船の値を用いている。

図3に卵豊度の経年変化と島根県浜田市漁協に所属する中型まき網によるマイワシのCPUEの変化を示した。卵豊度の計算では、山口県以東を日本海側とし、福岡県以西を東シナ海側として取り扱った。1978年から集計を始め、卵豊度は1979年から増加し始め、1990年代前半までは卵豊度は高かった。近年ではほとんどマイワシの卵が採集されない状況である。また1978年から1992年までは東シナ海側の卵豊度のほうが日本海側よりも多かったが、1993年以降は日本海側のほうが多くなった。浜田市漁協の中型まき網によるマイワシのCPUEのデータ収集は1996年以降である。1999年にやや高いCPUEで推移したものの、最近年ではマイワシが漁獲されておらずCPUEは0を連続して記録している。

図4に計量魚群探知機を用いて推定したマイワシの産卵親魚量の経年変化を示した。1984年に同海域を調査して推定された産卵親魚量(Takeshita et al. 1988)よりも1990年のほうが多いが、1990年以降は急激に減少していることが分かった。

以上に記述したように、コホート解析による資源量推定値、産卵調査による卵豊度、計量魚群探知機による産卵親魚量、浜田市漁協の中型まき網のCPUEとも1990年代にマイワシが急激に減少していることを示している。またここ数年に対馬暖流域で行われているさまざまな調査(中層トロール調査や計量魚群探知機調査など)でもマイワシはほとんど漁獲されていないため、この海域におけるマイワシの資源量は極めて低いことが裏付けられた。

§2-2 資源の管理方策

次に現状における資源の管理方策について述べる。水産庁から委託された我が国周辺漁業資源調査では、毎年ABC算定のための基本ルールを改定して公表している(<http://abchan.job.affrc.go.jp/index.html>)。対馬暖流域に分布するマイワシもこのルールに従ってABCを設定している。

図 5 に対馬暖流域に分布するマイワシの産卵親魚資源量と 0 歳魚の加入尾数との関係を示した。基本ルールでは、コホート解析により資源量が求められていれば、再生産関係が使えるかどうかによって ABC の算定が異なる。マイワシでは、図 5 を見ると再生産関係がまったく無関係というわけでもないようだ。しかしながら、産卵親魚が多くても加入量や資源量が激減したり、またはその逆もあるために、この再生産関係によって加入がコントロールされているとは言い難い面もある。後述するが、資源への加入にはさまざまなプロセスがあるようで、現状では再生産関係は不明という判断をしている。

つづいて資源水準により、基本ルールにのっとり F_{limit} と F_{target} が決定される。たとえば、コホート解析により資源量が推定可能であり、再生産関係が不明な場合に、1) 資源が高位で横ばいの時、2) 資源が高位・減少か中位・増加の場合、3) 資源が中位・減少か低位の場合に分かれる。マイワシ資源が低位であるのは明らかであるので、この場合の基本ルールにより、 F_{limit} と F_{target} は次のように決定される。

$$F_{limit} = \text{基準値} (F_{30\%}, F_{0.1}, M \text{等}) \text{か現状の} F \times \alpha_2$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \beta_2$$

ただし、 α_2 は 1 未満の係数、 β_2 は標準値（断りが無ければ 0.8 程度）である。

実際に対馬暖流域に分布するマイワシの資源に対して、 ABC_{limit} および ABC_{target} とともに「マイワシを専獲することは避け、混獲で漁獲される場合はよいものとする」とされた。

これは、2001 年の段階で過去最低の漁獲量を下回り、産卵調査ではマイワシの卵が一粒も得られず、その他の調査でもマイワシの資源指標が 0 に近い値を示したため F を仮定して漁獲を許すほど資源量がなく、非常に危機的な状況であると判断したためである。このことに対する課題については後ほど論議する。

§ 3 現状における課題

§ 3-1 資源評価に関する課題

現状の資源評価に関する課題について次に列挙する。1) コホート解析をするに当たって年齢別漁獲尾数を推定する精度、2) 自然死亡係数 (M)、3) 卵豊度を推定するに当たって調査の妥当性が主なところである。続いてそれぞれの課題に関することを詳細に述べる。

まずコホート解析をするにあたっての年齢別漁獲尾数の推定値に対する精度の問題である。一般に知られている通り、コホート解析をするにあたってもっとも重要なことは、年齢別漁獲尾数を如何に確かに推定するかである。ほとんどの場合、耳石や鱗に形成される年輪を毎年多量に解読することにより、この資料は得られる。マイワシもかつてはそのような作業が行われた後にコホート解析に供せられてきた。ところが、マイワシの漁獲量が極端に減少してくるにつれて、その作業に支障がでてきている。図 6 に 1992 年以降の年別のマイワシの測定個体数を示す。1997 年以降、一年間に測定されるマイワシは 1 万個体を下回っている。筆者も時間の許す限り毎週サンプリングに行っているが、マイワシをサンプリングできるのは年間で数回しかない。また、マイワシは鱗により年齢査定をされてきたが、ほとんどの個体では鱗が残っておらず、多くの測定個体を集めなければ十分な資料として使えない。また、マイワシ資源が極端に低水準になったために、水産資源を調査・

研究する人間がマイワシに対する興味を失いつつあるという問題もある．現状でできることは，できるだけ多くのデータを残し，可能であれば鱗などの標本も長期間保管できるかたちで残すことであろう．

次に自然死亡係数の問題である．これにはいくつか問題点があげられ，次のように整理される．1) 現在使われている $M (= 0.4)$ が妥当かどうか，2) 年齢に関わらず一定という仮定は正しいか，3) M は (相対的に) 経年変化しないか，ということである．田内・田中の式 ($2.5 \div \text{寿命}$) により現在は 0.4 を採用しているが，元々この式は短寿命の浮魚を対象としたものではない．浮魚類では，Narragansett 湾のカタクチイワシのように M が $2.41 \sim 3.44/\text{年}$ と高く推定されている (Lapolla, 2001) ものもあるため，採用している M はやや低いように思われる．ただし，資源評価のなかで M の値をさまざまに変えたときの資源量および ABC を試算しているが，資源量が相対的に変化するだけであり， ABC はさして変わらない．ただし，今後マイワシが増加するようなことがあれば， M の取りようによって ABC が変わる可能性がある．

次に，現在ではすべての年齢に同じ M を採用している．推測の域を出ないが，若齢魚と寿命近くになった高齢魚では M が高いのではないだろうか．特に寿命が短く，成長の早い浮魚類では若齢魚と高齢魚に対する M を如何に設定するかによって，計算される資源量や ABC は変化すると思われる．ただし，実際に M を推定する作業は非常に困難である．前述した，Narragansett 湾のカタクチイワシのように漁獲の影響のない海域において，体長に対する選択性が少ない漁具によって長期間にわたり，多量のサンプルを解析することで推定できるかもしれない．

続いて，年による M の変化の問題について述べる．これも推測の域を出ないが，毎年 M は変化していると思われる．またマイワシのように，資源量水準により成長や寿命が変化する種は特に注意が必要と思われる．なぜならば，前述した M の決定方法 ($2.5 \div \text{寿命}$) や若齢魚および高齢魚の M の取り扱いとも関係するのだが，寿命が短くなると当然一年あたりの M は高くなってはならないし，若齢魚ばかりが漁獲されるのであれば M が高いと判断してもよいからである．図 7 に年齢別漁獲尾数の年齢別の割合を示した．近年では $0 \sim 1$ 歳魚が主体であり，4 歳魚以上はほとんど漁獲されないが，資源が高水準であった 1980 年代には 4 歳魚以上の個体は珍しいものではなかった．したがって，資源水準によって M を変化させることは妥当なものと判断されるが，その計算方法によっては恣意的な仮定と見なされるおそれがあるために，現在では M は資源水準によらず一定と仮定している．

最後に卵豊度を推定するにあたっての調査の妥当性についてである．コホート解析による資源量の推定にはいくつかの課題があることを述べてきた．コホート解析は漁業活動によって得られる情報により解析する方法であるので，漁業活動に依らず調査船などで得られる資源量の指標値を収集し，コホート解析の結果とあわせることにより，確信の持てる資源水準の判断ができる．ただし，調査船調査が適切に行われているかというチェックを常に行わなければならない．対馬暖流域では春季 (3 月 ~ 6 月) にかけて各県の地先において調査を実施している．調査点はマイワシ資源が減少するにしがたい，減少傾向にある．また産卵調査後の分析では，卵・仔魚の見落としや誤同定を起こすことがある．マイワシ

の卵・仔魚が多量に採集される水準にあれば誤差は少ないが、現在のようにほとんど採集されない場合にはわずかな見落とし・ミスが大きな誤差となってしまうので注意が必要だろう。卵豊度を推定するための年々の予算も大きく変化しており、今後も継続して調査ができるという保証はない。マイワシ資源がないということを確実に証明するためには、このような地道な調査の継続が必要だろう。ちなみに、他の浮魚類を対象としたいくつかの調査が対馬暖流域で行われるようになった（たとえば木所 2004）。もしマイワシ資源が増加しはじめたなら、このような調査で必ずマイワシが獲られるはずであるので、きちんとしたデータベースを構築し、後世に残すことが肝要である。

§3-2 資源の管理方策に関する課題

現在の基本ルールでは資源の管理方策としては ABC として許容漁獲量を数字で示す、あるいは禁漁水準以下と判断して ABC は 0 を提言するの二つしかない（図 8）。まず課題としてあげられるのが、この禁漁水準である。現在のところ基本ルールとして「禁漁水準」の概念はあっても適用されたことはない。厳密な意味での禁漁措置は海洋では極めて困難であるからだ。たとえば、資源量が極端に減少しているマイワシでも定置網などには少量が入網する。このような個体さえ禁漁という「御旗の印」のもとに規制することまでは言えない。まき網などがマイワシ漁場がたとえ形成されたからと言って、積極的に漁獲せず、定置網などで漁獲される分だけを水揚げするような状況は、まき網漁業にとって実質的な禁漁状態であると考えられる。現在、資源評価で提言している「マイワシを専獲することは避け、混獲で漁獲される場合はよいものとする」という表現はこのような場合を想定している。

さて、禁漁水準はどのように決定したらよいのだろうか。対馬暖流域に分布するマイワシの資源評価を担当している研究者間では、当面の禁漁水準の目安を資源量で 5000 トンとしている。この理由は、2000 年（平成 13 年度）の資源評価で資源量 1 万 8 千トン（現在は 1 万トンと下方修正された）の段階で $ABC_{limit} (= 6000 \text{ トン})$ を提言し、2001 年（平成 14 年度）の資源評価では資源量 2 千トン（現在でも約 2 千トンと推定）で「専獲を避け混獲で漁獲する程度」を提言している¹ため、資源量が 2 千トンから 1 万トンの間に禁漁水準があると判断したためである。ただし、漁業者・行政・研究者の間で協議し合意されたものではないということ、および禁漁水準はもっと高めに設定したほうがよいかもしれないことが課題である。

つぎに、パブリックコメントや漁業者から「マイワシは漁業活動によって資源が変動するのではないのだから、TAC による漁獲量の規制は意味がないのではないか」という意見があるので、このことについて述べる。たしかに、マイワシ資源の高水準期から低水準期に至る過程には漁獲の影響は少ないかもしれない。しかしながら、資源が低水準にあるなか、資源（漁獲量）管理が全く不要かという議論にはならない。資源が少ない時には多いときにくらべて慎重に資源を管理しなければならないというのは自明のことである。マイワシは勝手に増えるのだから、漁獲規制をしなくてもよいという論理は破綻していると考えられる。

¹ §2-2 に混獲のみ良いとした理由を示している。

少ないときにこそ、親魚量を少しでも増やすための努力を怠ってはならない。たとえば、太平洋側に分布するマサバでは、1990年代に二回ほど資源を回復させるだけの年級群が現れたものの、いずれも若齢期に漁獲してしまい本格的な資源の回復には至らなかったとされる（Kawai et al. 2002）。推測であるが、マイワシの資源が回復するならば若齢魚の増加のあとに産卵親魚の増加という循環をたどると思われる。したがって、いつ増加に転じるか不明だが、まずははじめに現れるであろう若齢魚の保護を行うことで、産卵親魚を増加させる努力をするべきであろう。

つぎに、将来予測について課題が残されている。現状では、再生産成功率（0歳魚の加入尾数÷親魚重量）を計算し、ここ数年間の平均的な再生産成功率が続くものと仮定して、翌々年の資源量を計算しているが、この仮定した再生産成功率が続く保証はなく、資源の増減はその年の再生産成功率と産卵親魚量によって決定される。現状では、資源評価をしている時点において翌々年の加入量（再生産成功率）を精度良く予測することは不可能である。それは、加入量が水温やプランクトンをはじめとする環境要因に大きく依存するからである。現状で言えることは、加入量（指標でもよい）をできるだけ早く確定し、確定後に資源量が大幅に異なり、ABCを変える必要があるならば、速やかに再計算を行うことと、行政および漁業者の協力のもとに資源管理を行うことであろう。研究者にできることは、加入量（またはその指標）を精度良く推定すること、および加入のプロセスを明らかにすることである。

§4 今後における課題

今後は前述したそれぞれの課題を一つ一つクリアにしていくことが重要であるが、すべての課題について一律に解決を図ることは困難である。したがって、解決すべき課題について優先順位をつけてみたい。その前に、繰り返しになるが、課題についてもう一度列挙する。1) 年齢別漁獲尾数の推定精度、2) 自然死亡係数、3) 各種調査結果の妥当性、4) 禁漁水準の決定方法、5) 将来予測、6) 加入量（指標値）の推定および加入プロセスの推定である。

禁漁水準の決定法は、行政・漁業者および研究者の合意を得るだけであるから他の問題に比べて、合意形成の道筋をつけるというだけである。ただし、どの時点の資源量をもとにして禁漁水準を決めるかという点について、年齢別漁獲尾数の推定精度や各種調査結果の妥当性の問題とリンクする。年齢別漁獲尾数の推定精度と各種調査結果の妥当性の検討については、サンプリングを多くすることしか解決策はない。現状では、資源評価調査に携わる人や組織が縮小されているのが現実であるので、コストパフォーマンスに優れたサンプリング方法を探るか、別にサンプリングを補助するようなシステムが必要であろう。

次に、加入量（指標値）の推定がやや解決が見込める課題である。既存の産卵調査と合わせて、やや大型の稚魚が得られるギアを用いて相対的にでも指標値が得られるならば、継続的に調査を行うことで解決されるだろう。加入プロセスの推定は、これよりは難しい課題になるだろう。加入がどこまで決定されているのか？が分かれば、そこまでの環境データを時系列で整理していくこと、および変動のプロセスを解明するための不断の研究を行

う他に道はない。

将来予測および自然死亡係数の推定は、現状のままでは解決が困難である。もしかしたら、稚魚期までの自然死亡係数は相対的に推定できる可能性があると思うが、成魚になった後の自然死亡係数の推定は現状において方法を模索するしかない。理想としては、漁業活動がない海域において定期的に、バイアスのないギアにおいてサンプリングを行うことである。将来予測については、おそらく将来に渡っても実現不可能である。むしろ、加入量（指標値）を早期に確定し、以前に行われた資源評価が間違っていれば、速やかに訂正してABCを変更できるような決定プロセスの改変を行う方が合理的である。

ここまで現状と課題について述べてきたが、最後にマイワシに対する資源管理について私見を述べる。マイワシのように増加と減少のサイクルが明瞭な魚種はさほど多くなく、長期間に渡って増加と減少が観察されている数少ない魚種である。したがって、元々このような増加と減少を繰り返すのだという前提にたって資源管理を行う必要があるとともに、増加あるいは減少のそれぞれの局面に違った資源管理の手法があろう。まず、近年のように資源が極めて低位な場合には、TACあるいは禁漁期などありとあらゆる管理手法を駆使して資源をこれ以下に下げない努力が必要である。ある程度資源が増加してきたら、TACによる管理はさほど重要ではなく、対馬暖流域で100万トン以上の漁獲量となるような非常に高位の場合にはTACは必要ではない。次に減少局面となった場合、早期に漁業者、行政、研究者が合意できる資源の目標を定めるべきである。現在の対馬暖流域のマイワシ資源はあまりにも減少しすぎである。減少の具合をわずかでもくい止めるようなシステムの構築が求められよう。

引用文献

- Kawai H, Yatsu A, Watanabe C, Mitani T, Katsukawa T, Matsuda H (2002) Recovery policy for chub mackerel stock using recruitment-per-spawning. *Fisheries Science*, 68, 961-969.
- 木所英昭(2004)日本海沿岸へのマアジの加入過程。(原一郎・東海正編：マアジの産卵と加入機構), 水産学シリーズ 139, 83-91. 恒星社厚生閣.
- Lapolla, A. (2001) Bay anchovy Anchoa mitchilli in Narragansett Bay, Rhode Island. I. Population structure, growth and mortality. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 217, 93-102.
- 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. Lab.*, 9, 344-349.
- Ohshimo, S., Mitani, T. and Honda, S. (1998) Acoustic surveys of spawning Japanese sardine, Sardinops melanostictus, in the waters off western and southern Kyushu, Japan. *Fisheries Science*, 64, 665-672.
- Takeshita, K., Ogawa, N., Mitani, T., Hamada, R., Inui, E. and Kubota, K. (1988) Acoustic survey of spawning sardine Sardinops melanosticta in the coastal waters of west Kyushu. *Bull. Seikai Fish. Res. Lab.*, 66, 101-107.

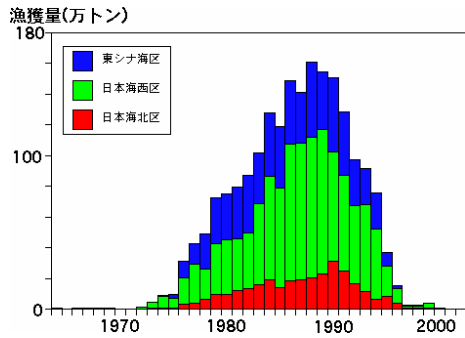


図1 対馬暖流域におけるマイワシの漁獲量

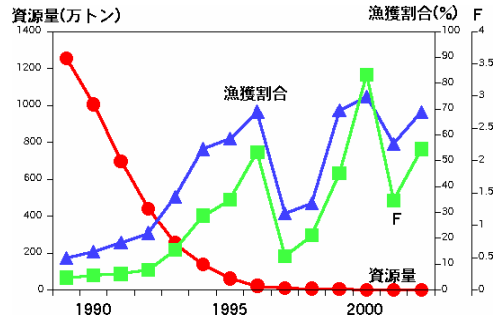


図2 推定されたマイワシの資源量など

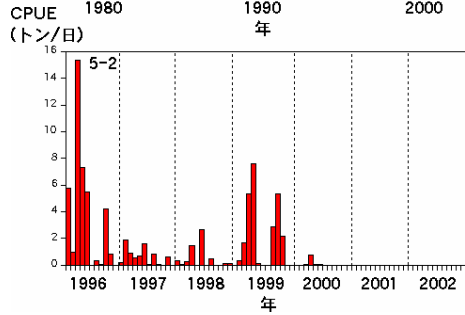
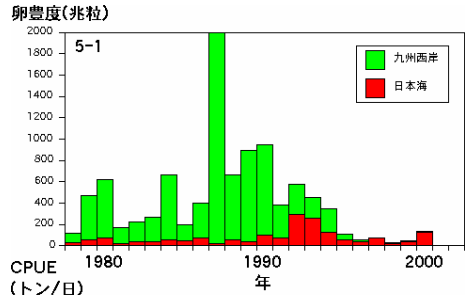


図3 卵豊度(上)と浜田漁協のマイワシのCPUE(下)

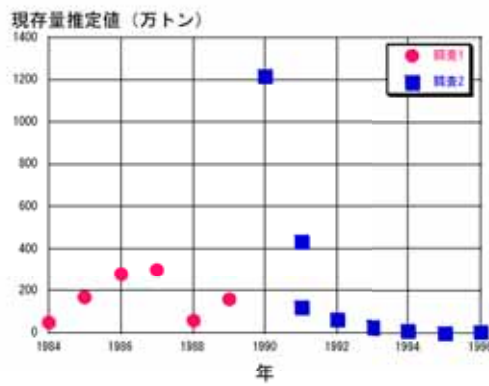


図4 マイワシ音響調査の結果

赤 : 五島灘のみ, 青 : 五島灘~薩南

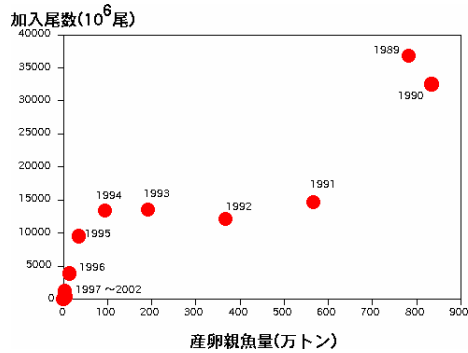


図5 マイワシの再生産関係

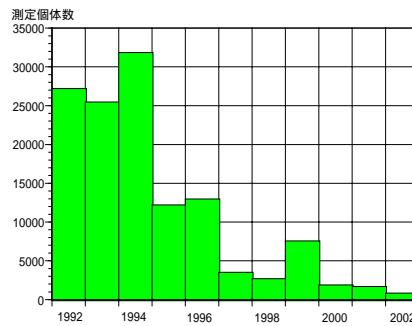


図6 1992年以降のマイワシの測定個体数

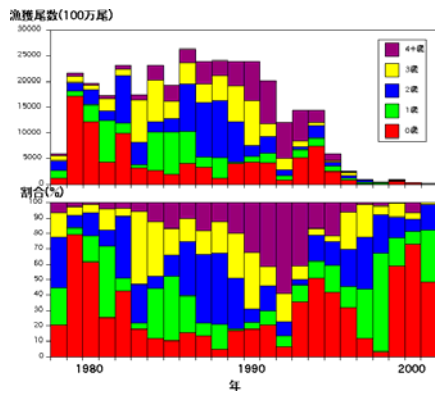


図7 マイワシの年齢別漁獲尾数(上)と
その割合(下)

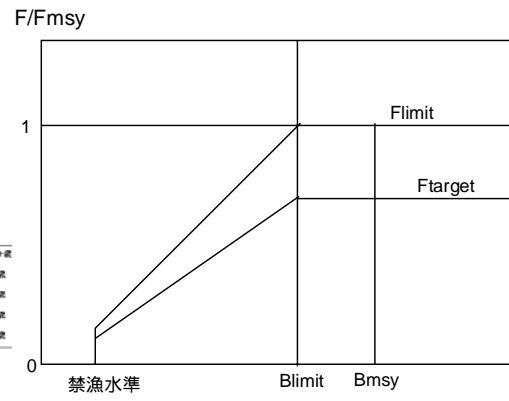


図8 漁獲制御の概念図(一部改変)