

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

## 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

やすみ  
茨城県水産試験場 八角 直道

#### 1. はじめに

房総・常磐海域におけるイワシ漁業の歴史は古く、既に16世紀半ばには行われていたと言われている(平本 1991)。先人達の長い経験の中で常磐・房総海域の漁業者は、「マイワシは環境の変化により大きく増減を繰り返し、資源の減少や資源が回復しないのは乱獲が原因ではない。」ということ強く認識してきた。

「資源の加入量変動は、漁獲と自然要因によって決定される。」ことは、周知の事実であるが、加入量変動に対するそれぞれの影響の大きさについては、明らかにされていない。しかし、現行の資源評価は、加入量変動に対して自然要因の変動をほぼ一定と考え、「加入量は基本的に漁獲に大きく影響され、乱獲を防止さえすれば資源は必ず増加または回復させることができる。」という理論で行われている。とりわけ、低迷期に入った資源の加入量変動に対して、漁獲の影響は自然要因のそれよりもはるかに大きく、資源を持続的に利用するためには漁獲コントロールにより親魚量をできるだけ多く残すことが絶対条件だという密度依存的な資源管理理論によって行われている。他方、現在の資源評価における管理目標は、「加入量が急激に減少する親魚量」等の3つの基準に従い、Blimitを水研が魚種毎に設定し、決定されている。しかし、この内容には「資源回復に必要な最低限の親魚量水準をどのレベルに維持すべきか。」あるいは「漁獲をどのレベルまで許容できるか。」という漁業者の立場からすれば、非常に重要な視点が抜けている。そこで、本稿では、まず、加入管理の基本理念になる「SPRモデル」の妥当性を前年の親魚の栄養蓄積に視点をおき述べる。次に、親魚量と自然要因が加入量に与える影響について検討し、現状の密度依存的資源管理理論の妥当性について述べる。最後に1970年代前半の資源回復期に焦点をあて、「資源回復に必要な最低限の資源量水準をどう考えるべきか。」について述べる。

なお、本稿は、基本的に平成16年4月8日に開催された(財)鯨類研究所主催の「資源管理談話会」において「太平洋北部海域における近年のマイワシ漁業の特徴と資源管理のあり方」というテーマで講演した内容のうち、「太平洋北部海域における近年のマイワシ漁業の特徴」を割愛し整理したものであるが、講演から既に2年以上が過ぎたこともあり、その後、新たに検討した内容も加えた。その際には、各項でその旨、お断りしながら記述させて頂くことにした。また、本稿で使用した親魚量、加入尾数、産卵量の各データは、平成16年度中央ブロック資源評価会議検討(案)[(独)水産総合研究センター中央水産研究所]に記載された値を用い、自然要因の指標値には、茨城県水産試験場が毎年算出している「親潮の南下指数」(海老沢、木下1998)を用いた。さらに

1960年代から1970年代の漁獲量データには、茨城県水産試験場による漁協伝票の集計値を用いた。体長組成などの生物データは、茨城県水産試験場および福島県水産試験場が小名浜漁港、大津漁港、久慈漁港、那珂湊漁港、大洗港、波崎漁港で1960年代～1970年代に収集したマイワシ漁獲物標本の測定結果を用いた。

## 2．親魚量だけで産卵量を説明するSPRモデルは妥当か？

図1に1993～2003年におけるマイワシの親魚量 - 産卵量関係を示した。この図を見ると、1995～2003年において、親魚量の増加に対して産卵量はほぼ一定であり、親魚量と産卵量とは正比例の関係にないことがわかる。特に1995年～2001年については、逆相関の傾向になっている(図1-2)。従って、親魚量が多くなれば産卵量が増えるという理屈は一見わかりやすいが、現実のフィールドでは、このように親魚量の増加が必ずしも産卵量の増加につながっていない。

他方、マイワシなどの小型回遊魚は、翌年の産卵のために移行域あるいは親潮域まで索餌北上するのであるから、産卵量に及ぼす因子として、索餌北上の結果である栄養蓄積の成否を無視できない。平本(1981)は、腹腔内の脂肪蓄積量と生殖腺の熟度の季節変化から、夏季の栄養蓄積の成否が、翌年春季における産卵にとって重要な因子になっているという見解を示した。また、鶴田(1987)は飼育実験を行い、夏季に十分栄養を蓄積していれば、その後の給餌量の低下は、生殖腺の発達に重大な影響を与えないことを明らかにし、平本と同様に翌年春季の産卵に影響する因子の一つとして、夏季の栄養蓄積の成否が重要なことを示した。講演時の質疑・応答の中でも若干議論させて頂いたが、講演以降、この点に注目し、1995～2004年の6月下旬～9月上旬における体長18cm以上の成魚の栄養蓄積度( $FT$ (腹腔内脂肪重量指数) = (腹腔内脂肪重量g / 体重g) \* 100)を求め、これと翌年の太平洋岸における総産卵量(11月～翌年6月)との関係を分析し、その結果を図2に示した。この図を見ると、1995年～1999年は前年の栄養蓄積度と産卵量との増減は一致しないが、2000年以降のそれは比較的良く一致していた。従って、産卵量は前年夏季の栄養蓄積度にも大きく影響されている可能性があり、「産卵量は基本的に親魚量で決定される。」という考え方に基づいた「SPRモデル」は、必ずしも妥当とは言えないことが理解できる。今後、このモデルの妥当性を検証するためには、さらにフィールドのデータを用いた研究、例えば関東近海の産卵量を目的変数、親魚量と前年の親魚の栄養蓄積度を説明変数とする重回帰分析(両説明変数の寄与率の計算)等の解析を行っていくことが必要である。

## 3．親魚量と自然要因が加入量変動に与える影響

図3および図4に1995年～2003年におけるマイワシの親魚量 加入量関係および親潮の南下指数 加入量関係をそれぞれ示した。図3は、1995年～2003年の間は、親魚量と加入量とは正比例の関係になく、再生産関係が成り立っていないことを示している。また、図4は、毎年の加入量は親潮の南下指数の経年変動に概ね一致して推移しており、1995年以降の資源低水準期において、毎年の加入量は親潮の南下指数に影響され変動してきた可能性が高いことを示している。しかし、単相関による解析では目的変数に対する説明変数の寄与の度合いが客観的に示せない。このため、講演以降、加入尾数を目的変数、親魚量と親潮の南下指数を説明変数とする重回帰分析を行った。その結果を図5

に示した。重回帰分析の結果、 $Y = 210.3 \times X_1 + 14.2 \times X_2 - 1984.2$  ( $Y =$  加入尾数(百万尾)、 $X_1 =$  親潮の南下指数、 $X_2 =$  親魚量(千ト))の式を得た( $r^2=0.81$ 、 $P < 0.01$ )。そこで、両説明変数の寄与率を  $t$  値( = 偏回帰係数 / 係数の標準誤差 )で評価した結果、親魚量は  $t = 3.1$ 、親潮の南下指数は  $t = 4.6$  で、加入量変動に対する寄与率は、親魚量が 40%、親潮の南下指数が 60%となった。つまり、1995 年～2003 年における加入量変動の 60%は親潮の南下指数で説明できるが、親魚量の影響は予想よりも小さく、変動の 40%を説明しているに過ぎないということである。

従って、1995 年以降の資源低水準期における加入量の変動に対して、親魚量( = 漁獲 )の影響は全く否定できないものの、親潮の南下指数は親魚量よりも大きく影響していたことは明らかであり、漁獲の制御によって、親魚量を大きくしさえすれば、資源は環境変化の影響を受けながらも平均的には増えていくのだという、密度依存的な資源管理理論には、疑問を抱かざるを得ない。

#### 4 . 資源回復に必要な最低限の資源水準

マイワシ太平洋系群は、1960 年代後半～1970 年代初頭、最低の資源水準にあったが、1972 年級群の発生を契機に一転資源増加期に転じた。ここでは、マイワシ太平洋系群がどのような状況から増加期に転じたのかを、主に生物学的な観点から明らかにし、ここでの議論としたい。

##### ( 1 ) 1970 年代前半におけるマイワシ資源の変化

###### 漁獲量と体長組成の季節変化

1967 年～1969 年における茨城県内の漁獲量は夏秋季にピーク( 7 月～10 月の漁獲量は数百トン )がみられ、漁獲物の組成は体長 10～15 cm の小中羽主体であった。他方、1973 年以降における県内の漁獲量のピークは冬春季( 1973 年 1 月～2 月の漁獲量は 2 万トン )で、その組成は体長 12～14 cm 台の小中羽であった。また、この魚群の回遊群区分は、体長から判断すると未成魚越冬群であったと思われる。そして、1973 年の 4 月以降における漁獲物の体長組成は、4 月～5 月が体長 14cm～16cm の小中羽～中羽、6 月～7 月が体長 15cm～18cm の中羽、8 月～10 月が体長 17cm～20cm の中羽～大羽へと順次変化した。このように冬春季の常磐・房総海域に未成魚越冬群が大量に来遊するようになると、4 月以降 10 月にかけて、常磐・房総海域に来遊してくるマイワシの体長組成は、順次、小中羽、中羽、ニタリ、大羽へと大きくなっていった( 図 6、図 7 )。このように夏秋季のマイワシの体長は、1967-1969 年には 10-15cm であったが、1973 年以降は 17-20cm と大型化した。

###### 未成魚越冬群量の変化

毎年の加入量は、冬春季に常磐・房総海域に来遊してくる未成魚越冬群量( 平本、内山、鈴木 1995 )で推定できる。ここでは体長 10cm～15cm 未満の小中羽<sup>1)</sup>を未成魚越冬群と定義し、1959 年～1973 において茨城県内に水揚げされた未成魚越冬群の漁獲尾数を求めた。その結果を図 8 に示した。この図から 1972 年級群の漁獲尾数は 1971 年級群のそれに比べおよそ 3000 倍の 7.3 億尾と急激に増加したことが明らかになった。

## 成長の変化

1971年級群以前のマイワシの成長スピードは非常に速く、誕生年の10月には既に体長17cmに成長する個体があったのに対して、1972年級の成長スピードは緩やかになり、体長17cmに成長する個体が出現するのは、満1歳の6月であった(図9)。このことから、1972年級群は1971年級群に比べ、成長スピードが遅くなり、成長様式に大きな変化が生じたことが明らかになった。

## 生殖腺の熟度の変化

図10に1967年～1971年の1月および2月と1973年～1974年の1月～3月の体長-成熟係数関係を示した。この図をみると、双方の期間とも体長18cm以上のニタリ、大羽イワシの成熟係数には変化なく、大きな値を示した。しかし、体長15cm～18cm未満の中羽イワシの成熟係数は、両期間で大きく異なり、1967年～1971年の1月および2月の中羽イワシの成熟係数は2.0～9.0と大きく、1973年以降は、0～4.0と小さかった。成熟係数と成熟の関係については、宇佐美(1964)が卵径から生殖腺の成熟段階を推定する手法を示しているが、ここでは、卵径のデータがないため、内山(1998)に従い、成熟係数6以上の個体を成熟していると仮定した。この基準に従って、両期間の中羽イワシの成熟度を判定すると、1967年～1971年は一部が産卵していたと思われるが、1973年以降は産卵した個体はほとんどなかったと思われる。以上のことから、1972年級群を境にマイワシ中羽群の産卵生態に大きな変化が生じたと思われる。

## 分布域の変化

三原(1998)は、道東海域におけるマイワシ成魚群の来遊動向の分析から、1972年級群が1973～1975年に当海域へ1～3歳魚として主群となって来遊してきたことを明らかにしている。この事実は、1972年級群を境にマイワシが生態を変化させただけでなく、主分布域の北限をわずか1年で常磐・房総海域から一気に三陸、道東海域にまで広げたことを示している。

## 生活型(資源構造)の変化

以上のことから、マイワシ太平洋系群は、1972年級群を境にわずか1年で漁獲や体長組成の季節変化、成長、生殖腺の熟度および分布域を大きく変化させたことが明らかになった。しかし、これらの変化は何を意味するのであろうか。平本(1985)は、常磐・房総海域には、従来から小回遊型グループと大回遊型グループの2つの生活型が存在することを指摘した。つまり、マイワシ太平洋系群は、1960年代～1970年代初頭の資源低水準期においては、関東近海を主産卵場とし、東海～東海南部に分布する小回遊型グループ(成熟年齢1年)が主体であったが、資源水準が高かった1960年～1962年および資源が増加期に入った1972年から1980年には、分布域は東海～東北、道東、南千島沖まで広がり、成熟年齢が2歳の大回遊型グループが主体であったことを示し、マイワシの生活様式の変化を説明した。また、渡辺(1987)は、産卵場の経年変化と稚仔魚の分布域のパターン化により、マイワシ

の生活型を示した。その結果、資源水準が低い時期には地域性の強い沿岸回遊型、資源増加期には東北の索餌場に隣接する関東近海で産卵量が急増する沖合回遊型、資源高水準期には主産卵場が薩南海域に移行する沖合大回遊型がそれぞれ主体をなし、資源水準によりマイワシがその生活型を大きく変化させたという見解を示した。そして、具体的な事例として、1972年および1980年の卓越年級群は、それぞれ沿岸回遊型 沖合回遊型、沖合回遊型 沖合大回遊型への移行の基になったと述べている。これらの知見と今回の解析結果から、1972年級群を境に生じた漁獲量のピークや体長組成の季節変化、成長の変化および分布域の変化は、マイワシ太平洋系群の資源構造が1972年級群を境に沿岸回遊型から沖合回遊型にシフトしたことを示し、平本や渡辺の見解を裏付けるものと思われる。このように1970年代当初、マイワシ太平洋系群に生じた生物特性や資源構造の変化は、緩やかに生じたのではなく、わずか1年という非常に短い期間で生じたのである。

以上のことから、マイワシ太平洋系群は1972年級群を境に資源量を著しく増大させただけでなく、その資源構造を沿岸回遊型から沖合回遊型に変化させたと思われる。

## (2) 資源回復に必要な最低限の資源水準

2004年度の資源評価書の中に1965年の資源量2.7万トンをB b a nとすることが初めて提示された。マイワシは1960年代後半B b a nのレベルにあり、その資源構造は前述のとおり沿岸回遊型であったと推定される。内山(2003)は、1960年代後半から1972年級群が出現するまでの助走過程として、1960年代後半の土佐湾での産卵場の形成、そこでの産卵量の緩やかな増加、その後、1971年級群が潮岬以東で高い率で生き残り(1971年夏季に東海地方で小中羽イワシが数万トンを漁獲されている。)この群れが翌年春季に卵稚仔が移行域に輸送されやすい関東近海で産卵し、これが契機となって1972年級群が出現したという見解を示している。このように1972年級群が出現するまでには相応の助走期間があったものと思われるが、1971年級群までの資源構造は明らかに沿岸回遊型であったことから、1972年級群は資源構造的には沿岸回遊型の魚群構造から出現したと言っても過言ではない。従って、資源回復に必要な最低限の資源水準は、B b a nのレベルが妥当であると言える。

## 5. マイワシの資源管理の考え方

それでは、今後の資源管理をどのように考えたら良いのだろうか。極論も含め、2つの考え方を提案したい。

第一は、B b a nのレベルまで、規制しない考え方である。ここで言うB b a nのレベルとは、昭和40年の資源量2.7万トンのことではなく、資源構造のことである。すなわち、前述した沿岸回遊型の群は、環境が良くなった場合に資源回復に必要な最低限の資源としてとらえ、マイワシの資源構造が現在のように沖合回遊型主体のうちは無規制とするが、1960年代のように沿岸回遊型の群だけになった場合は、なんらかの漁業規制を行い、沿岸回遊型の魚群は絶対に守るという考え方である。つまり、環境が悪くなって、沖合回遊型の魚群がほぼ消失したときは、この沿岸回遊型の魚群さえ保存されていれば、環境が好転したとき、資源は速やかに回復できるというもの

である。ただし、これはあくまでも資源回復に必要な最低限の水準を示していることから、B b a nレベルまで漁獲を許容することが乱暴だというのであれば、資源管理の目標をB b a nとするのか、それよりも高いレベルにおくのかは、関係者間で協議すれば良いと考える。

なお、現在のマイワシ太平洋系群の資源構造が1972年級群以降と同じ沖合回遊型であると考えた根拠を図11に示した。この図は、2003年12月～2004年12月において三陸～常磐・房総海域で漁獲された2003年級群の体長組成を月別に整理したものである。この図から体長組成の推移をみると、冬春季に体長12～14cmの小中羽イワシが未成魚越冬群として常磐・房総海域に来遊し、4月～5月は体長15cm～16cmの中羽イワシ、6月～8月は17～18cmの中羽イワシ、10月以降は18～19cmのニタリイワシとなってそれぞれ漁場に来遊したことがわかる。この体長の推移は、先に述べた1972年級群とほぼ同じで、2003年級群の成長様式が1972年級群とほぼ同じであることを示している。このことから2003年級群は1972年級群と同じ沖合回遊型であると判断した。

第二は、漁業管理によりコントロールするというものである。これは、資源変動の実態や漁業者の資源変動に対する認識を考えた場合、現在の密度依存的な資源管理理論には無理があるとの立場からの提案である。まず、まき網漁業の経営者は、経営の維持に必要な漁獲枠を大雑把に決める。そして、冷蔵庫業の在庫管理的な考え方によって出庫調整（操業調整）を行い（例えば、高い魚価を維持するため、銚子市場には500ト/日以上水揚げしないなどの操業調整。）限られた漁獲枠から最大の漁業収益を得られるようにする。このことによって、まき網漁業経営者は、漁獲量を経営の維持に必要な最小限にコントロールし、時々発生する小さな卓越年級群を可能な限り保護して、資源と経営とのバランスを取るべきである。すなわち、まき網漁業経営者の経営の努力が、自らの経営を守るだけでなく、資源をも守り得るという考え方で、今後のマイワシの管理問題を整理してはどうだろうかという提案である。なお、この内容は、2005年11月に開催された東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム「低水準期にある浮魚資源の管理」における講演において、筆者が発表した内容である。詳細は月刊海洋（2006年4月、Vol.38, No.4）を参照いただきたい。

## 6．おわりに

これまで述べてきたように、筆者は現在のマイワシにおける密度依存的な理論による資源の管理は、資源変動の実態や漁業者の資源変動に対する認識を考えた場合、かなり無理があると考えている。現在、漁業者と研究者の議論は未だ平行線のままであり、今後も水掛け論に終止してしまう感が強いが、両者の合意に基づいた何らかの管理が行われるためには、何が資源を変動させているのかという資源変動のメカニズムの解明が不可欠と考える。

また、今後の資源評価については、次の二点を提案したい。第一は、資源評価の不確実性による漁業者との数字上のトラブルを少なくするため、毎年の加入量水準を比較的良くあらわしている未成魚越冬群量が明らかになるを待って、資源評価を行うことである。行政の手続き上、難しいと思われるが、研究者と漁業者

との信頼関係を構築するためには、非常に重要なことである。第二は、本稿で示した沿岸群と沖合群に分けて、マイワシ太平洋系群の資源評価を行うことである。沿岸群と沖合群の区別は非常に難しいが、現在の太平洋岸における漁況経過から考えた場合、次のように定義できる。沿岸群は 10 月～12 月に生まれる早期発生群で、比較的北上せず、夏季～秋季にかけて、犬吠埼以南で漁獲される 0 歳魚群であり、他方、沖合群は 2 月～4 月生まれと考えられる後期発生群で、早期発生群よりも北偏し、11 月～翌年晩秋まで房総以北の海域でまき網漁業などによって漁獲される 0 及び 1 歳魚群である。

最後に本稿の作成にあたり、データの使用について快く承諾を頂いた(独)水産総合研究センター、中央水産研究所資源評価部資源動態研究室谷津明彦博士(現北海道区水産研究所)には心から感謝申し上げます。また、原稿の提出にあたっては、日々の雑用に埋もれ期限からほぼ 2 年が過ぎてしまい、「資源管理談話会報」の発行が大変遅れてしまった。ご迷惑をおかけした(財)鯨類研究所清家紀子氏および細根弓氏には心からお詫び申し上げます。

#### (参考文献)

1. 平本紀久雄：私はイワシの予報官、草思社、1-277 (1991)。
2. 海老沢・木下：房総～三陸海域の水温環境とマイワシの再生産指数。茨城水試研報, 36, 49-55 (1998)。
3. 平本紀久雄：マイワシ太平洋系群の房総およびその周辺海域における発育と生活に関する研究。千葉水試研報, 39, 1-127 (1981)。
4. 鶴田義成：イワシ類の再生産力-資源変動と関連して。水産海洋研究会報 第 51 巻第 1 号, 51-54 (1987)。
5. 平本紀久雄・鈴木達也・内山雅史：千葉水試研報、53, 1-4 (1995)。
6. 宇佐美修造：日本産マイワシ *Sardinops melanosticta* の再生産力について-1。日本海大羽マイワシの卵径組成からみた成熟と卵数。東海区水研研究報告 38, 1-30 (1964)。
7. 内山雅史：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), 1998, pp. 103-113 (1998)。
8. 三原行雄：未成魚・成魚資源。マイワシの資源変動と生態変化(渡邊良朗・和田時夫編), 1998, pp.9-18。
9. 平本紀久雄：海洋と生物、第 7 巻第 3 号、170-182 (1985)。
10. 渡辺泰輔：マイワシ 1980 年級群をめぐって。水産海洋研究会報, 第 51 巻 第 1 号、34-39 (1987)。
11. 内山雅史：マイワシ 1972 年級群発生前夜。第 53 回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告(独立行政法人 東北区水産研究所八戸支所), 201-203 (2003)。

( 図関係 )

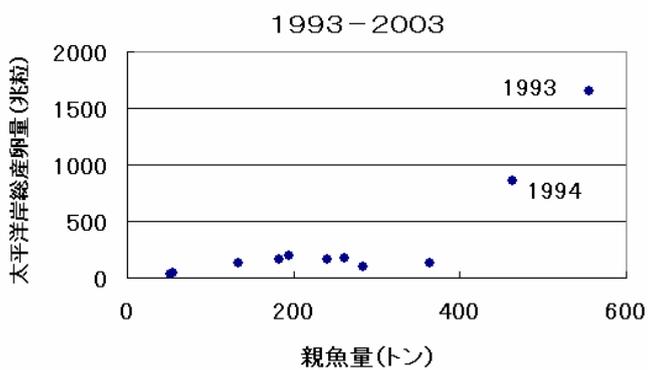


図1 親魚量と産卵量との関係

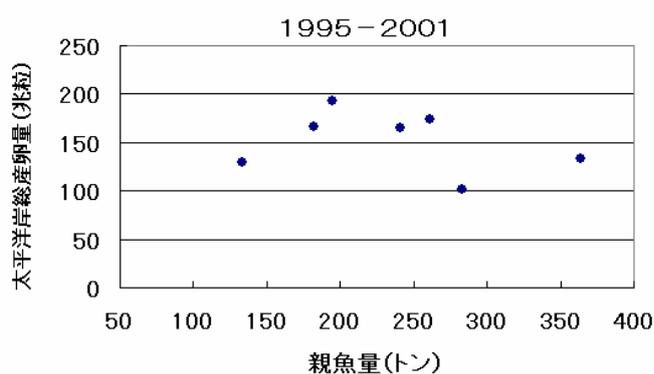


図1-2 親魚量と産卵量との関係

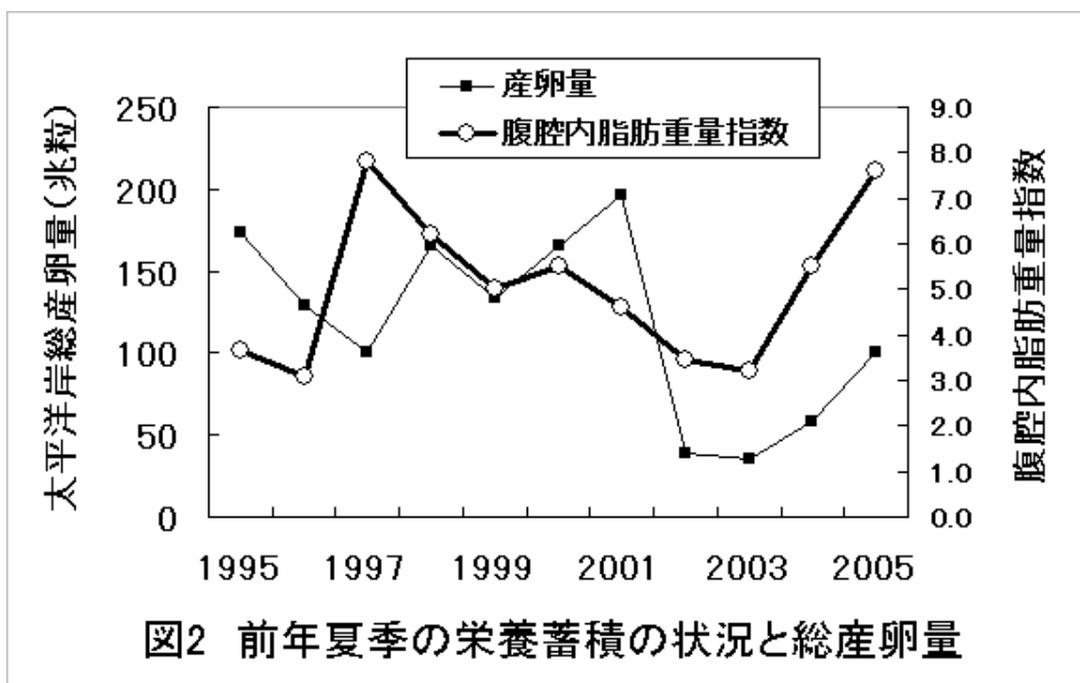


図2 前年夏季の栄養蓄積の状況と総産卵量

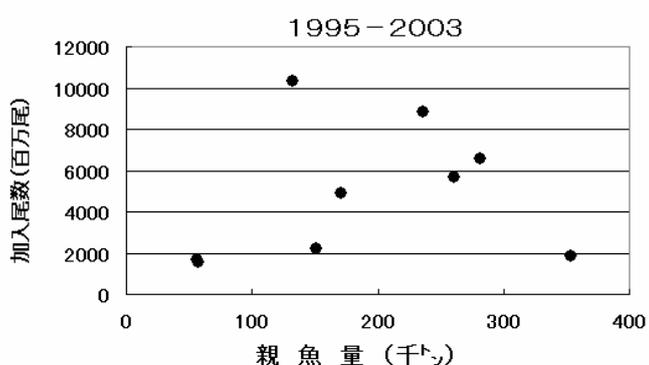


図3 親魚量—加入量関係

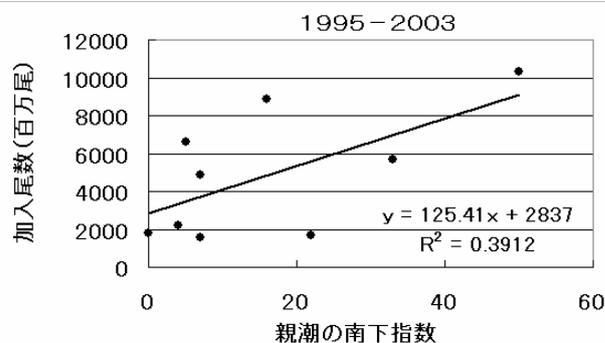


図4 親潮の南下指数と加入尾数との関係

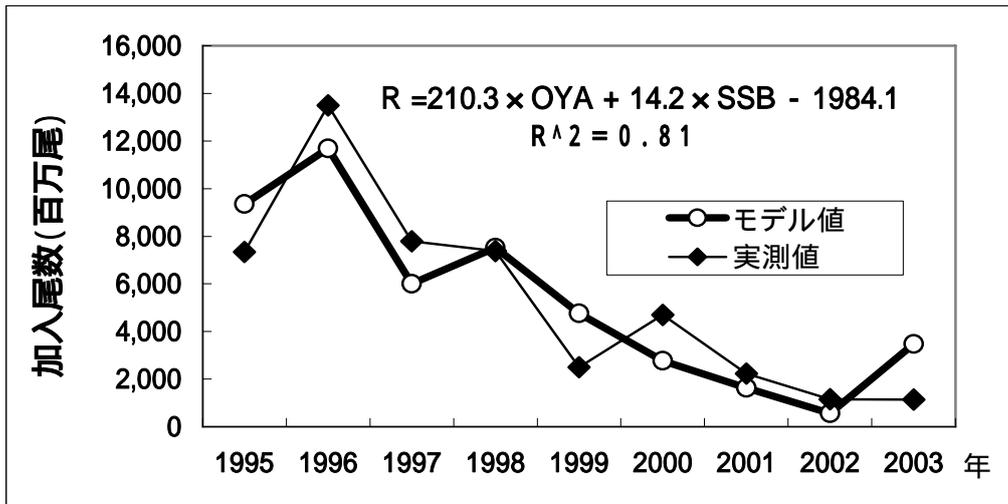


図5 親潮の南下指数と親魚量による重回帰分析結果

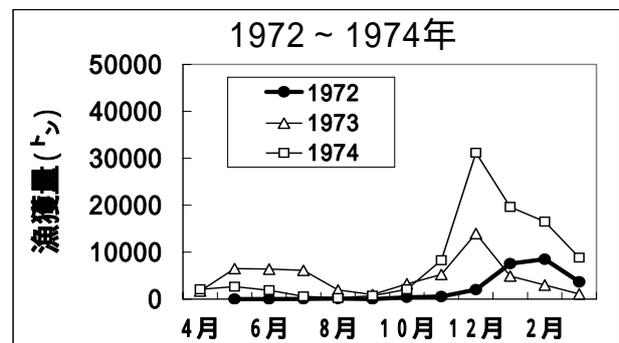
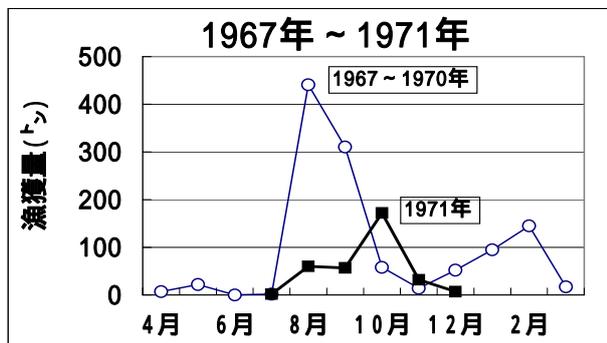


図6 茨城県内における漁獲量の季節変化

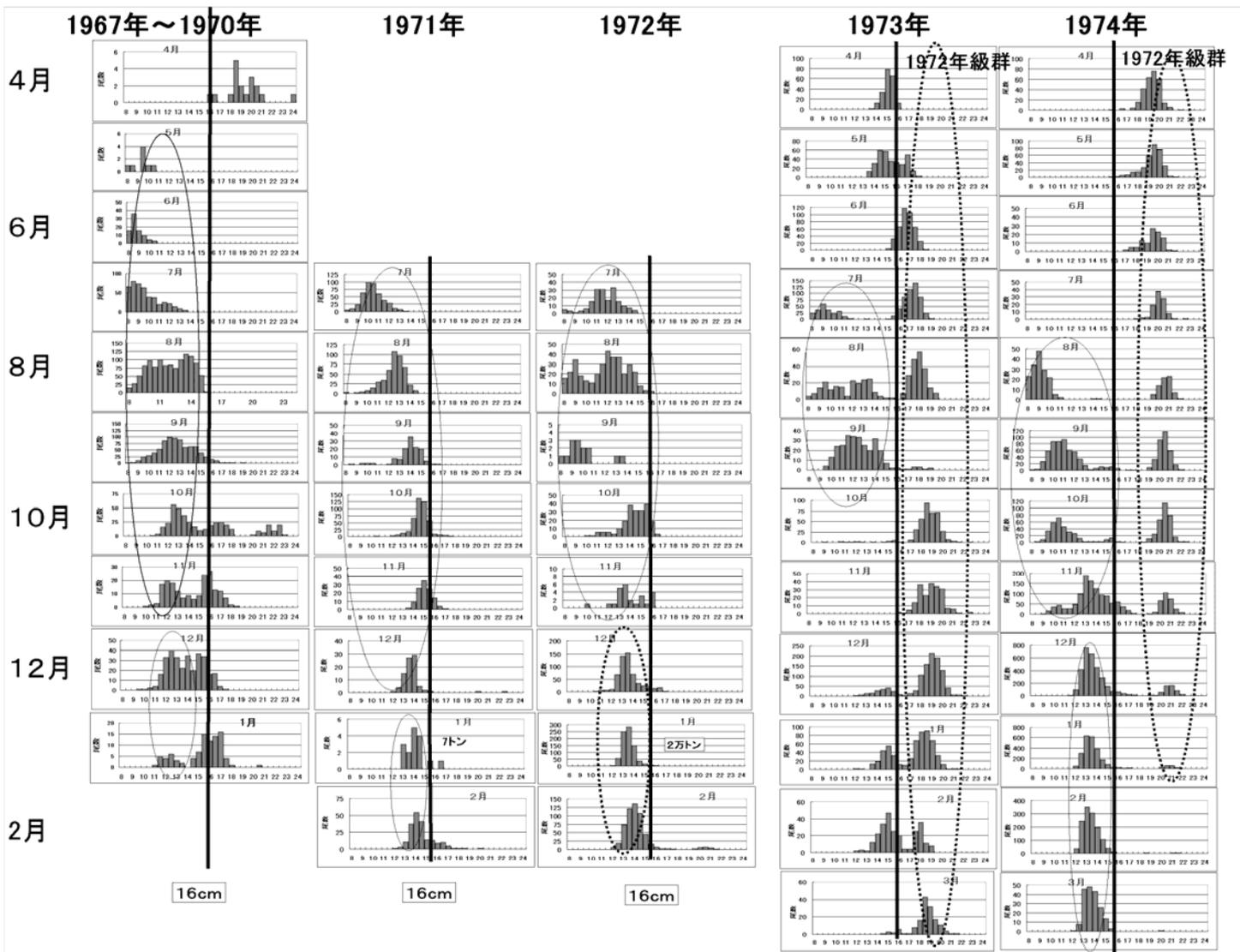


図7 1960年代後半～1970年代前半、常磐海域に来遊したマイワシの体長組成

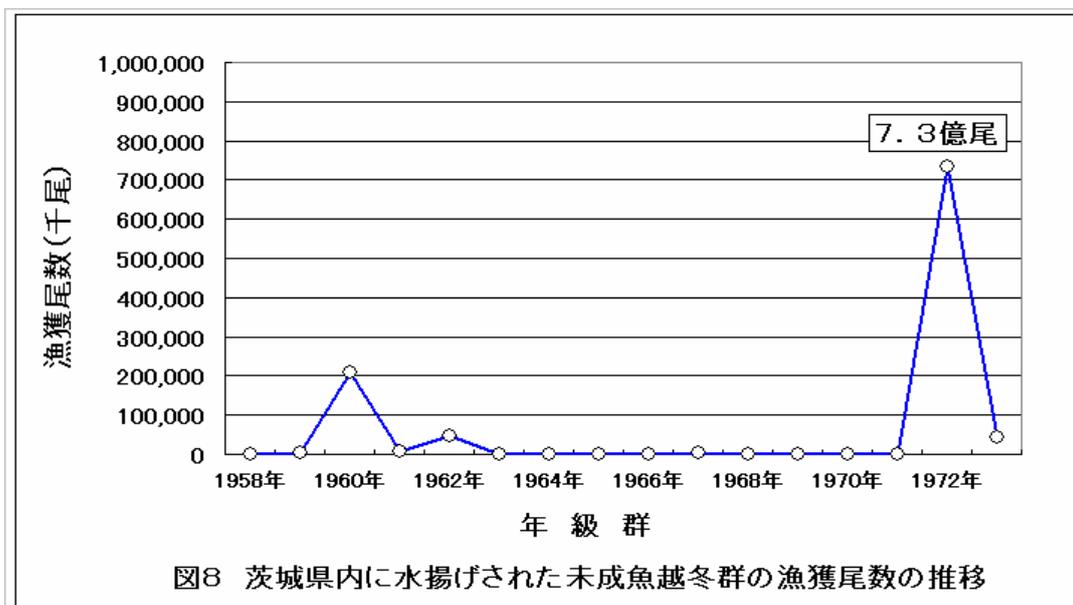


図8 茨城県内に水揚げされた未成魚越冬群の漁獲尾数の推移

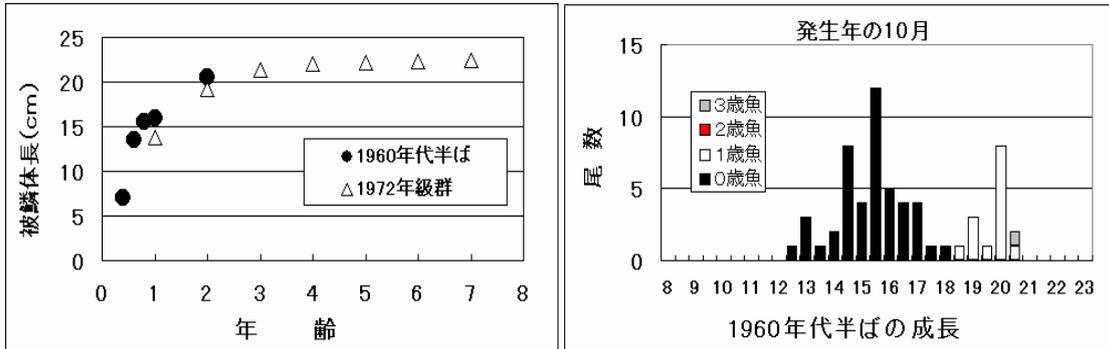


図9 1960年代半ばと1972年級群の成長

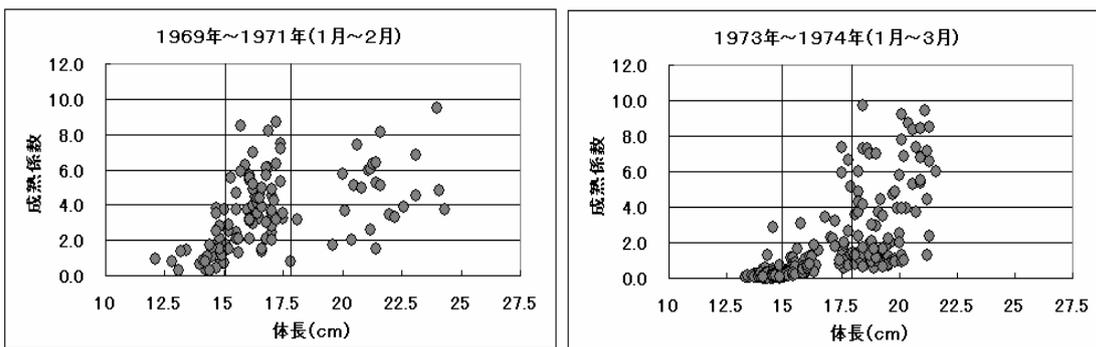
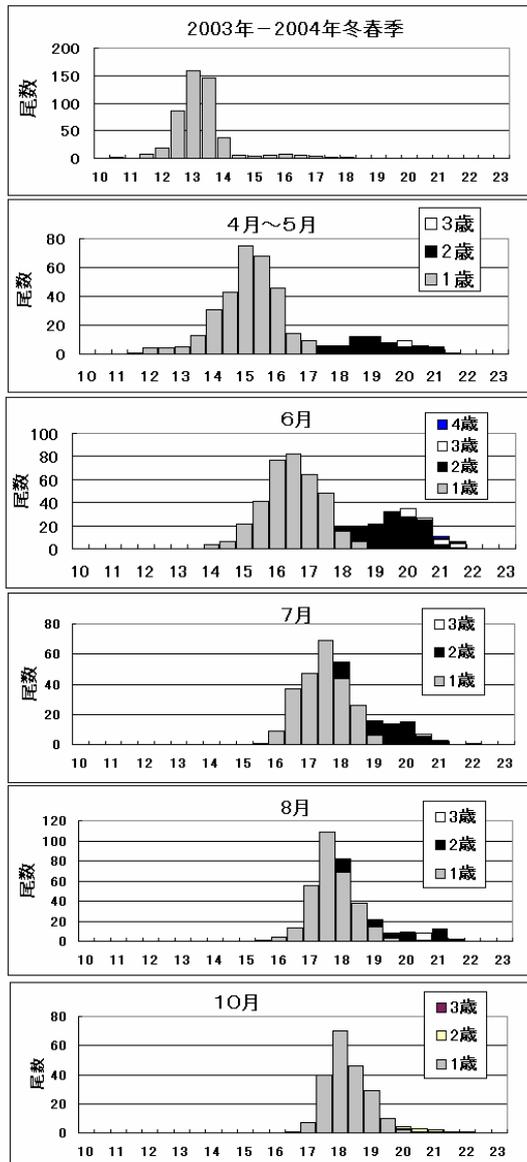


図10 常磐北部~犬吠埼周辺海域に來遊した産卵期における体長一成熟関係



体長 (cm)

図11 2003-2004年の体長組成の推移