

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| 3-1-2 マイワシ(2)  | 平本紀久雄(千葉県水産試験場)     |
| 3-2 マアジ        | 森 勇(長崎県水産試験場)       |
| 3-3-1 マサバ(1)   | 鈴木 秀弥(東海区水産研究所)     |
| 3-3-2 マサバ(2)   | 蒔田 道雄(静岡県水産課)       |
| 3-4 サンマ        | 小林 喬(釧路水産試験場)       |
| 3-5 スルメイカ      | 山本 浩一(静岡県水産試験場伊東分場) |
| 4. 討論-2 海洋環境   |                     |
| 4-1 海洋環境のとらえ方  | 大谷 清隆(北海道大学水産学部)    |
| 4-2 三陸・北海道海域   | 久保 治良(茨城県水産試験場)     |
| 4-3 日本海域       | 長沼 光亮(日本海区水産研究所)    |
| 4-4 西海域        | 三井田恒博(福岡県福岡水産試験場)   |
| 4-5 本州南方水域     | 大塚 一志(東京水産大学)       |
| 5. 討論-3 漁業生物一般 |                     |
| 5-1 討論(1)      | 田中 昌一(東京大学海洋研究所)    |
| 5-2 討論(2)      | 川崎 健(東北大学農学部)       |

## 1. 多獲性魚類の漁獲量変動

### 1-1 マイワシ・カタクチイワシ

—イワシ類資源の生活諸条件とその資源量変動機構について—

近 藤 恵 一(東海区水産研究所)

1. 資源の現状把握・評価・予測ならびに管理などは、資源研究がめざす重要な目標である。従来の資源研究では、その研究の手法はもっぱら自然科学的分野(生物学的海洋学的側面)から行なわれ、「資源」という言葉に代表されるような「経済的側面」からの追求はきわめて少なかった。そのことは現在の水産試験・研究機関の研究体制が十分に物語っている。しかし、水産資源研究者はつねに「漁業」を意識し、「漁業に役立つ研究」をめざしていた。そのことは一面「水産科学」の正しい発展方向を模索させてはいたが、他面「生物」と「漁業」との「系の分離」をあいまいにさせる役割も果たしていたのではないかと、筆者は危惧している(近藤 1971, 漁業資源研究会議 1977)。

この報告では、筆者はイワシ類資源の数量変動機構について、これまでに得られた知見を報告するとともに、それらの知見が得られた研究方法論についても若干述べておくことにする。

2. 自然界はそれが無機的なもの、あるいは、生物的なものとかかわらず、それぞれの自然物自身もつ運動法則にのっとって歴史的に形成され、現存するようになったものである。したがって、自然界の歴史性を度外視した現状の構造的認識のみでは、「自然界の姿」を正し

くとらえることはできないし、構造変化の原理を追跡することはできない。したがって、まず第一にわれわれが研究対象とする生物あるいは海洋環境そのものが、どのような特性をもったものとして現存しているかを明らかにすることが必要である。もちろん科学の現状で知りうる限界はあるが、これまでの研究成果として、どこまで、どんなことがいえるかを整理すること(仮説の設定)が必要であるし、将来へむけて、なにを、どのように研究していくかとするのか(将来展望)が必要である。

3. そして第2に、研究対象は「同一の運動法則」をもつものを選定することであり、そのために「系の分離」が不可欠である。すなわち「生物(魚)」と「海」と「漁業」とは、それぞれ相対的に独立した運動法則をもつ「系」であり、1つのものが他に従属するという関係のものではない。それぞれの「系」の本質が明らかにされた段階に応じて、その「相互関係」が考察されなければならない。「いそがばまわれ」という諺のとおり、複合現象はまず系を分離して研究・解析し、しかるのちに相互関係を考察することが、自然のなりたちを知る近道なることを、ここに強調しておきたい。

4. 以上述べたような立場にたつ限り、漁業生物研究では「種」が基本となり、「種とはなにか?」を知ること

が当面の目標とされる。そのためには「種」の発育段階・生活年周期ごとの「生活諸条件」を解明し、現段階における「生物と環境の関係」「生物と生物(種内・種間を含む)の関係」を考察していかなければならない。以下に、マイワシ、カタクチイワシについて得られた知見の要点を報告する。

#### 5. イワシ類の無機的生活環境

イワシ類の生活領域は黒潮内側域の沿岸水帯と、その黒潮・親潮系水との混合域ならびに黒潮と親潮との混合水帯である。主な生活領域は沿岸域であるが、カタクチイワシは30°N, 155°Eのような沖合域でも産卵しており、マイワシについても同様な混合域に分布しうる可能性は十分にある。ただし、イワシ類は黒潮・親潮(寒暖両流)そのもののなかには生息しない魚類であり、その生活条件は発育段階・生活年周期によって変化する。すなわち、若い発育段階のものほどその魚種(あるいは系群)としてはもっとも黒潮系水に近い混合域に現われ、発育するにしたがって、沿岸水帯固有の海域から親潮系水寄りの混合域へ分布・移動(索餌回遊)するようになる。魚の回遊はこのような発育段階・生活年周期の相違によってもたらされる魚の環境に対する適応形態の一つである。

カタクチイワシ本州太平洋系群成魚産卵予備群一産卵前の生殖腺が未熟期のもの一が冬春季に常磐房総海域に広く濃密に現われ、まき網漁業が1日1統1投網当り20~50トンの漁獲量をあげた1966~70年のような来遊資源量の高い年代には、常磐~房総海域は黒潮系水からの影響域として画かれる表面水温16~18°Cの水帯によって広くおおわれている。しかし、マイワシ太平洋系群の1972年卓越年級群が未成魚越冬群として同海域へ現われた1972年12月~1973年3月では、親潮系からの影響域として画かれる表面水温10~17°Cの水帯によっておおわれている。この漁期には、マイワシ未成魚越冬群は表面水温14, 15°Cのところを中心にして、濃密な魚群(1日1統1投網当り50~100トン)が来遊しており、カタクチイワシ成魚産卵予備群は房総半島沿岸ぞいに北東へ流去する黒潮からの影響域に現われている(近藤・堀・平本1975)。

#### 6. 食性一種間関係の入口として一

魚は日ごとに餌を求めて「生活のための努力」を続けている。その生活への努力が魚の生存を保障し、成長をうながし、発育をもたらし、成熟し、子孫を残す一生を築いていく。

食性は「種」によって特徴的な摂餌形態をもつととも

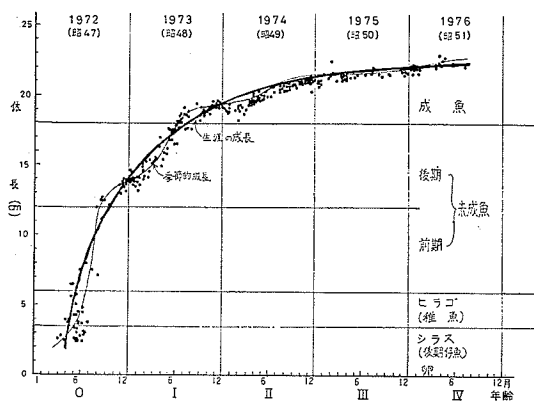
に、同一種であっても「発育段階・生活年周期」によって変化する。すなわち、マイワシは植物プランクトンを摂餌する割合がイワシ類中もっとも高く(マイワシ34%, カタクチイワシ18%, ウルメイワシ5%), 動物プランクトンを摂餌する割合が低い(マイワシ46%, カタクチイワシ57%, ウルメイワシ85%)。また、シラス期にはCopepoda naupliusを選択的に摂餌し、発育が進むにしたがい混合域にいる動植物プランクトンを雑多に摂餌するが、魚種によって上記のような特徴的な摂餌形態をとるとともに、同一魚種であっても未成魚のほうが成魚よりも動物性の餌に依存する割合は高く、発育段階によって摂餌形態一種間関係は変ってくる。さらに、鰓耙(さいは)の形成される体長は、日本産マイワシでは3.7cm(中井1938)、カリフォルニア産マイワシでは7.2cm(SCOFIELD, 1934)であり、とくに日本産マイワシは仔魚後期から稚魚期へ入るとすぐに植物プランクトンを摂餌しうる形態が整う。もちろん、マイワシが植物プランクトンを摂餌しはじめる時期(体長)はカタクチイワシよりも早い。

魚類資源が増大したり、減少したりする岐路は再生産機構ならびに初期減耗のところにあると、以前から指摘されている(たとえばHJORT, 1926)。飼育実験の結果によれば、シラスは無機的条件の変化には強く、餌不足には弱いことが確められている(農林水産技術会議1962)。すなわち、イワシ類のシラスと餌との種間関係は無機的環境の変動に条件づけられ、卓越年級群の形成はイワシ類の再生産様式 $\longleftrightarrow$ ノープリウスの分布様式 $\longleftrightarrow$ 黒潮と沿岸水帯との混合域の形成条件、の三者の相互関係によってもたらされてくる。

マイワシの産卵親魚群は黒潮強流帯と沿岸水帯との混合・渦流域へまで産卵回遊をする。それは卵からふ化した仔魚が卵黄も吸収し尽して、自から餌をとりはじめる時期に、コペポダ・ノープリウスを摂餌しうるように仕組まれた「生活の知恵」である。そして、環境変動はシラスとノープリウスとの出会いを条件づけ、マシラスはその環境変動を利用して初期減耗を最小限に乗り越えて、種個体群を増大させ、環境条件が不適な年代にも細々ながら生きる手段をもち、次の環境変動をテコにして再び増大するという歴史を繰返してきたと解釈することができる。

#### 7. 成長と発育

イワシ類に限らず魚の成長は春から夏に著しく、秋から冬に停滞する(第1図)。また、体の肥満度も春~夏に高くなり、秋~冬に減少する。さらに、成魚の生殖腺は冬



第1図 マイワシ太平洋群 昭和47年級群の成長と発育

～春に急激に成熟する。

発育は、上記のような、成長と肥満と成熟との密接な関連のもとで進行する。すなわち、春～夏の索餌期に肥満度が最高に達したものは、 $f=14$ あるいは $15$ 以上は、秋～冬に肥満度が低下するとともに、生殖腺の成熟が急速に進む。発生の時期が早く、発生した年の索餌に体の成長とともに夏季に肥満度が最高に達し ( $f=14$ 以上)、秋に肥満度が低下する頃に、体長 $15\text{ cm}$ を越えるまでに成長したものは、中羽群ではあっても、秋に急速に成熟して産卵する。しかし、発生する時期が春の終り(5月ごろ)になったものは、その年の索餌期には体の急速な成長は進むが(第1図の0年魚の成長参照)、肥満度は進まない( $f=12$ あるいは $13$ )。このような群れは翌春4、5月に体長 $15\text{ cm}$ に達しても、その時期はすでに翌年の肥満度が進む時期であり、成熟は進まない。換言すれば、成熟が進む必須条件として、前年索餌期に肥満度が最高に達して、そのご減少してくる経過が必要である。肥満度が減少して、しかるのちに生殖腺が増大する。肥満度と成熟度とが両方平行してあがることはありえないのである。

また、肥満度が最高になる時期とマイワシ(マイワシに限らず、その魚)の索餌北上回遊の限界とは一致している。すなわち、越冬あるいは産卵ののちに、肥満度が最低になった群が次の年の索餌へむかい、親潮系水の影響を受ける混合域へまで索餌回遊し、肥満度が最高に達するまで索餌・北上する。肥満度が最高になる頃には、海洋環境も夏の終りとなり、親潮系水の影響による水温低下を1つの刺激として索餌・南下回遊へ移行する。夏の索餌期に蓄えた脂肪分は生殖腺の成熟と筋肉質の充実

へ活用され、産卵準備態勢を整えつつ、索餌南下回遊を行ない産卵回遊を行なってマイワシは再生産過程へ移行していく。

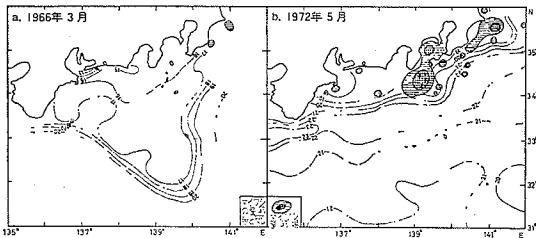
(発表のときには、時間切れでこの項の説明を省略したが、マイワシの生活様式として重要なところであるため、ここに記載しておくことにする。)

#### 8. 1972年卓越年級群の形成機構(マイワシ)

平均体長 $20\text{ cm}$ 、Ⅲ年魚の雌親魚は1回の産卵で $23,000\sim 52,000$ 粒、平均 $38,000$ 粒の卵を生む(宇佐美1964)。また、1尾の雌親魚は1産卵期に2回以上の産卵を行なう(NAKAI, 1962)。それゆえ、1尾の雌親魚は1年に $40,000\sim 100,000$ 粒の卵を生むものと推定されている(NAKAI, 1962)。マイワシの平均的な生残率は卵期の終りまでに $70\%$ 、 $5.3\text{ mm}$ の仔魚後期までに $3.5\%$ 、ふ化後54日の全長 $15\text{ mm}$ までに $0.1\%$ 生き残ると推定されている(NAKAI & HATTORI, 1962)。すなわち、産卵された卵資源から全長 $15\text{ mm}$ のシラスになるまでに、1尾の雌親魚から $40\sim 100$ 尾の子孫が再生産され、雄:雌 $=1:1$ であるところから、親魚資源の $20\sim 50$ 倍の子供資源が再生産されることになる。これが平均的な生き残りの値である。ここでもし、生残率が $0.2\%$ あるいは $0.4\%$ あったとするならば、子供資源は親魚資源の $100$ 倍、 $200$ 倍になる。ここに海洋条件とのからみで、親魚資源が少ないにもかかわらず、子供資源が大きく生き残る手段がひめられている。

Copepoda naupliusは沿岸水帯と黒潮との混合域に多く分布し、黒潮のなかには少ない。また、冷水塊のなかにも少なく、その周辺にやや多く分布する。

マイワシの再生産に重要な影響を与える冬春季の黒潮流路は1964～71年には蛇行型(B型)をとり、1972年春季には接岸型(N型)へ移行した。このB型からN型への移行はCopepoda naupliusが関東近海で広く分布しうる条件をつくりだし、マシラスがそれを餌としてとりうる絶好の状態を出現させた。すなわち、マシラスとノープリウスとの種間関係が黒潮流路の変動を背景としてクロスした結果、マシラスは初期減耗期(Critical period)を最小限に乗り越えて、卓越年級群を形成するにいたった。第2図のaからbへの移行が、bにしめたマイワシの産卵場でドラスティックに行なわれたことを、ご想像願いたい。このようなクロスはめったに起こりえないことではなく、4年、8年周期といわれる黒潮流路の変動、9年周期といわれる親潮勢力の強弱、これらの環境変動と関連して、たびたび日本周辺海域のどこかで起こりうる可能性の高い自然現象であり、マイワシはこの自



第2図 マイワシ太平洋系群の産卵その概要，昭和41，47年春季

然現象を最大限に利用して，個体群を最大限に増大させる生活様式をもっている。こんどのばあい，この現象は関東近海（太平洋系群）で現われたが，昭和10年代にはきっとこれと同じ現象が薩南海域で現われたのだろうと推定される。

マイワシ個体群が増大する海洋条件としては，さらに，索餌期における親潮系水との関係を重要視しなければならない。このところ毎年，親潮接岸分枝の影響は春季には鹿島灘中央部から南部へ及び，1978年のばあい4月現在表面水温  $10^{\circ}\text{C}$  以下の海域は常磐南部にとどまっているが，この親潮接岸分枝の影響は今春から夏季には三陸沿岸から釧路沖の沿岸域へ残り，この条件はマイワシの索餌期の生活領域として絶好の状態を出現させるものと推定できる。植物プランクトンを指向するマイワシ索餌期の生態は黒潮前線の北上とともに，親潮系水の影響の及ぶ沿岸域で，今年もまた昨年（昭和52年）並の豊漁現象を出現させるものと予測することができる。

#### 9. おわりに

「生活」とは“生存して活動すること”“生きながえること”“くらしていくこと”である（広辞苑 第2版）。カタクチイワシはわずか2年半，マイワシにしても数年の寿命でありながら，この短い寿命で世代を引継ぎながら，イワシ類はわれわれ人類よりも長い進化の歴史過程を生きぬいてきた生物たちである。そのためにマイワシは親と子の再生産関係，餌をめぐる種間関係，むれをつくって無機的環境と他魚種との関係を保ちつつ，種個体群を維持・発展させる「生活の仕組み」を進化論的時間のなかで獲得しもっているのである。その生活の仕組

みを解きほぐし，マイワシというものを理解し，カタクチイワシと呼ばれる魚の具体的な生活のあり方を理解し，資源変動の原理をみつけだしていくことが，資源の維持・管理の生物学的根拠になることであり，われわれはこの生活のあり方をぜひとも科学的に解明していかなければならない。

また，対象が「資源」であり，漁業者が生活の手段として，この「生物資源」を利用している限り，研究は自然科学的分野のみにとどまることができない。当然のことながら，漁業経済研究を試験・研究機関のなかで体制的に保障していくことが，水産資源研究の発展のために，ぜひとも必要な緊急課題であることを本文のしめくりとして主張しておきたい。

#### 引用文献

- 漁業資源研究会議(1977) 同会議報 19.  
 HJORT, J. (1926) Fluctuations in the year classes of important fisheries. *J. du Cons.* 1.  
 近藤恵一(1971) 役にたつ研究とはなにか—とくに，水産資源研究と漁業との関連において—。水産科学 17.  
 近藤恵一，堀義彦，平本紀久雄(1976) マイワシの生態と資源(改訂版)，水産研究叢書 30，水産資源保護協会。  
 中井甚二郎(1938) マイワシの鰓耙の構造と食餌との関係について，水産研究誌 33.  
 NAKAI, Zinziro (1962) Studies relevant to mechanisms underlying the fluctuation in the catch of the Japanese sardine, Japan. *J. Ichthy.* 9.  
 NAKAI, Z. and S. HATTORI (1962) Quantitative distribution of eggs and larvae of the Japanese sardine by year 1949 through 1951, Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 9.  
 農林水産技術会議(1962) イワシ類後期仔魚の食餌と加入量との関係，昭和36年度水産資源に関する共同研究推進会議報告書。  
 SCOFIELD, E. C. (1934) Early life history of the California sardine, with special reference to distribution of eggs and larvae, California Fish and Game Commission, Fish Bull. 41.  
 宇佐美修造(1964) 日本産マイワシの再生産力について—I. 日本海大羽マイワシの卵径組成からみた成熟と卵数，東海水研報 38.