

## 浮魚資源変動と加入量問題に関連した 最近の国際的研究の動向

田 中 昌 一\*

### 1. はじめに

1983年4月コスタリカの首都サンホセで、FAO 主催の浮魚資源の変動に関する専門家協議が、また同年9月カナダのハリファックスで IOC 主催の国際加入量計画に関するワークショップが開かれた。これらの会合は相互に深い関連をもち、多くの出席者は重複していた。私は、FAO, IOC のご好意により、両者の会合に出席することができた。またコスタリカからの帰途、ラホヤの南西水産研究所に立ち寄り、加入量変動に関連した新しい研究の成果について知る機会を得た。これ等は、今後の日本での研究に深いかかわり合いを持っていると思われるので、私の個人的印象も含めて、ここにその概要を報告する。

### 2. 浮魚資源変動と加入量問題に関連した最近の動き

1972年におこったエル・ニーニョによるペルー沖のカタクチイワシ資源の崩壊は、海況の資源に与える影響の重要性を世界的に再認識させることとなった。その後生じたチリ沖や日本近海のマイワシの急増、そのほかの多くの例が、このような浮魚資源変動を、乱獲問題と同様、あるいはそれ以上の重要課題として位置づけた。

この問題は、一方では変動性の大きな資源の管理法の問題へと発展し、また一方で、海況と加入量変動の関連に関する関心を一そう高めることとなった。前者は、200海里時代に入り、新たな状況のもとでその緊急度を高めている。また後者は、水産資源学にとって20世紀初頭の HJORT の論文以来の古い問題であるが、前者との関連もあって、新らしい装いのもとに脚光をあびている。

このような状況のもとで、IOC は第 11 会総会において、生物資源に関連した海洋科学研究 (Ocean Science in Relation to Living Resources, OSLR) に関する決議 XI-17 を採択した。そして FAO と緊密な協力のも

とに、海況変動と資源変動の問題を、国際的協同研究の重要課題としてとりあげることとなった。

1980年4月に、ペルーのリマで、FAO によって、浮魚稚仔魚の生残に与える環境変動の影響に関するワークショップが開催された (IOC, 1981)。IOC および FAO は、決議 XI-17 を受けて、1980年10月関係深い科学者4名をローマに集めて、OSLR の内容について検討した (BAKUN *et al*, 1982)。同決議にもとづいて設立された SCOR/ACMRR ワーキンググループ 67 (1982) は、4人グループの報告も参照しつつ、OSLR 計画の一つとして、IREX (International Recruitment Experiment) を提案した。この研究は、卵の生産、各発育段階ごとの成長と生残を生物変数とし、これを環境変数(水温、擾乱、輸送、餌、食害)と関連づけるモデルを立て、似た環境条件のもとに棲息する近縁種間の比較研究によって、加入量変動の機構を解明しようというものである。

米国では、1980年以来、加入量変動問題に焦点をあてた一連のワークショップが開催されたが、1982年9月にマイアミで開かれた第3回においては、加入過程の理解を深めるために必要な研究について検討された (ROTH-SCHILD and ROTH, 1982)。

IOC は第12回総会 (1982年11月) で、決議 XII-1 を採択し、正式に OSLR を IOC の科学研究計画の一つとして承認し、SCOR/ACMRR ワーキンググループ 67 の IREX 提案を受けて、FAO と協同して IREP (International Recruitment Project) を実行に移すこととし、具体案作成のための専門家グループの設立を決定した。専門家グループのワークショップは、カナダ政府の好意により同国で開催されることとなった (後記)。

FAO は1984年秋に予定されている漁業の管理と振興に関する世界会議を前に、一連の会合を開いているが、その一つとして、後記の沿岸浮魚資源の変動に関する専門家協議を開催した。これは、1978年にスコットランドのアバディーンで開催された ICES の浮魚資源の変動に関するシンポジウム (SAVILLE, 1980) の次のステップ

\* 東京大学海洋研究所

に当るものである。このシンポジウムが刺激になって、その後一そうの研究の進展があったが、その成果を世界的に持ちよって、資源変動にかかわる種々の問題の解決に資すること、およびこのための国際協力を強化することを目的として、この協議は開かれた。

### 3. 沿岸性魚類の資源量および魚種組成の変動検討のための専門家協議

この協議 (consultation) は、1983年 4月18日から29日まで、中米コスタリカ的首都サンホセのグランホテルで開催された。出席者は、日本、フィリピン、北米、中南米、ヨーロッパ、アフリカ(含南アフリカ)の諸国からの科学者、およびFAO、IOCの代表等50名余りに達した。地元コスタリカからは、10名以上のオブザーバーが出席した。また中国からは論文の提出があった。ペルー、チリーなどの中南米諸国からの出席者の多かったことが注目された。

会合は2週間にわたったが、第1週は研究発表、第2週は報告書作成に当てられた。研究発表は、北西太平洋を含む世界の各地域での海況と資源変動や漁獲の影響についての概要報告の外、海況と資源変動の関連および変動機構、資源変動の社会的影響や資源管理、研究方法や理論の応用など、多方面にわたり、約50編に達した。

日本では、資源変動の原因として必ず黒潮の変動が引合いに出されるが、同様にペルー、チリーの科学者は繰返しエル・ニーニョを持ち出し、カリフォルニアやアフリカ西岸の人達はしばしば湧昇を話題にしていた。このような格好の自然的要因を持たないヨーロッパの科学者は、漁獲の影響を強調した。環境の影響に関する説明は、多くの場合水温分布と漁場や漁況を関連づけたもので、全く記述的で、それほど興味深いものではなかった。

第2週には4つのワーキンググループが設けられ、グループごとの報告書が作られた。各グループに与えられた課題は、資源の研究とモニタリング、資源変動の社会・経済との関連、環境の研究とモニタリング、および資源管理である。

私は主として第4のグループに出席した。ここで、変動性の高い資源とは、努力量の規制による制御の困難な資源と定義されたが、変動のパターンに種々あることが注目された。5~10年で急増または急減する型、10年あるいは20~30年の間豊漁となるパルス型、10年前後の周期変動を繰返す型等である。それぞれの型および各型の変動のフェーズによって、漁業の管理のあり方は異なる。好条件下で漁獲強度が著しく高くなってしまうと、環境

条件が急に悪化した時、資源が崩壊するおそれがある。資源の低下を事前に予知したとしても、過剰の努力をいかに処理するかが問題で、他の資源の乱獲にもつながりかねない点が指摘された。そのため、好条件下においても、その時の生産力に見合うレベルにまで漁獲を高めるべきではないという意見もあった。努力量の上限を定めておくこと、単一種ではなく、多数種の魚類を利用するような漁業の形態をとることが望ましいとされた。いずれにしても、悪条件下で強度の漁獲を続けることは、資源の回復をおくらせ、あるいは不可能にするので、強い規制が必要だとされ、日本における一般的感覚との相違が感じられた。適正な資源管理のために、資源変動予測の重要性が強調された。

この協議の報告および提出論文はFAO Fisheries Report No. 291として刊行される。

### 4. IOCのOSLR計画IREPに関するワークショップ

ワークショップは、1983年9月26~30日に、カナダ、ノバスコシア州のダートマスにあるBedford Institute of Oceanographyで、イギリスのBEVERTON博士をコンピーナーとして開かれた。南北アメリカ、ヨーロッパ等から20名余りが参加した。ワークショップの目的は、具体的研究計画に関し、その目標と戦略を策定することである。

初日には6名の招待講演があった。話題は加入量およびその変動に関する研究の現状、問題点、研究の方法論および実行上の問題、加入量変動の実例等であった。

2日目からは、具体的問題の検討にはいった。産卵調査によって毎日の産卵量を推定し、一方稚幼魚の標本から各個体の誕生日を決定し、これらを比較することによって誕生日別の相対的生残率を求め、環境の観測データと対比させながら、加入量変動の機構を明らかにしようとする研究(詳細は後述)が提案された。この方法は、カリフォルニアのカタクチイワシについて、一応の成功をおさめている。ペルー、チリーの科学者は、この方法に強い関心を示した。ワークショップは、この方法論にもとづくSARP (Sardine-Anchovy Recruitment Program)の実現を勧告した。この方法は、イワシ類以外にも広く試みられることが望まれた。

研究対象となるべき魚種の選択規準、この計画に参加する場合に最低限実施すべき調査項目が決められた。また各調査項目ごとに、現在利用できる観測・計測技術および開発を要する技術がレビューされた。この中で、米

国の科学者から、プランクトン標本のコンピューターによる自動処理のための装置について報告があった。

IREP を実施するのに適当と思われる魚種および地域があげられた。マイワシ・カタクチイワシ複合体は第一の候補であり、太平洋北西部、中・南東部、大西洋南・中東部、南西部などの地域での実施が望まれた。ニンシ、サバに関しては、ICES 諸国があげられたが、日本近海のマサバについても可能性が示唆された。タラ類に関しては、ICES 諸国のほか、南米、南部アフリカ、その他多くの国の名があげられた。各地の資源の比較研究を行うという目的からいって、なるべく多数の地域で研究を行うことが望まれた。

IREP は、東太平洋においては米国、ペルー、チリーを軸にして大きく動き出しており、北大西洋では ICES 諸国が中心になって行動を起すものと考えられる。一方西太平洋、インド洋を含む広大な水域では、現在これに対応する具体的動きはない。BEVERTON 博士は、私に日本の積極的参加を特に希望された。

## 5. 産卵調査による資源量推定の新しい方法

産卵総量が知られていれば、これを雌1尾当りの産卵数と雌の割合で割って、成魚資源量を推定することができる。この方法は、1950年代からかなり広く応用されて来た。ここで雌1尾当りの産卵数は、従来しばしば、卵巢内の卵のうち、ある大きさ以上の卵の総数として計数されていた。しかし最近の研究によって、カリフォルニアのカタクチイワシでは、微小卵から卵黄をもった卵への補給が産卵期中も進行するため、上記の方法では正確な産卵数を推定できないことが明らかとなった (HUNTER and LEONG, 1981)。成熟雌は1週間程度の間隔で産卵を繰返すと考えられる (HUNTER and GOLDBERG, 1980; HUNTER and MACEWICZ, 1980)。

ラホヤの科学者達は、カタクチイワシの卵巢の組織学的研究から、相当の精度をもって前日産卵をした個体を識別できることを認めた。また1回の産卵で、水子状となった卵がほとんど排出されることを明らかにした (HUNTER and GOLDBERG, 1980; HUNTER and MACEWICZ, 1980)。この事実にもとづいて、PARKER (1980)は産卵群資源量の直接的推定法を提案した。ある日の産卵総量  $P$  は、 $P = S \times (abc)$  で与えられる。ここで  $S$  は産卵群資源量、 $a$  は単位体重当り1回の産卵数、 $b$  は当日に産卵した雌の割合(重量比)、 $c$  は資源中の雌の割合(重量比)である。 $a$  は水子状卵数の体重に対する回帰式から求められる。 $b$  は卵巢の組織標本から求めた

前日産卵したものの割合として推定される。産卵盛期においては 10~15% 程度の値を示す。 $P$  は、ステージ別の卵総量を産卵からの経過時間に回帰させ、時間0点での値として計算される。これらの値を用いて  $S$  を推定することができる。

この方法では、計算を日単位(実際にはある期間の日平均)で行うことによって、1尾の雌が1産卵期中に何回産卵し、いくつの卵を産むかという、ほとんど推定不可能の問題を回避していることが特徴である。産卵回数は餌条件などによって変化し得ると考えられるが (HUNTER and LEONG, 1981)、この方法はこの変動性には影響されない。

もちろんこの方法にもいくつかの問題がある。代表的産卵親魚標本の採集は容易ではない。魚群が調査水域から出入している場合には適用できない。産卵量が短期間に大きく変動する時は誤差が大きくなる。幸いカリフォルニアのカタクチイワシについては、これらの問題はさほど大きくないという。日本でも早急にこの方法の導入を検討すべきであろう。

資源量推定に関連して、IREP でとりあげようとしている稚仔魚の死亡率の推定についてもふれておこう。もし稚仔魚の死亡率が誕生日によらず一定であれば、耳石の日輪から求めた幼魚の誕生日組成は、産卵量の日(あるいは旬等)変化に対応するはずである。これらが一致しない時は、誕生日によって死亡率が異っていたと考えられる。死亡率が高かったコホートと低かったコホートのそれぞれが経験して来たと思われる環境条件を比較することによって、どの環境条件が死亡率に影響をおよぼしたかを明らかにすることができよう。なお、このためには、代表的幼魚標本を入手することが本質的に必要である。

産卵調査からの資源量推定と、誕生日組成を用いた相対死亡率の推定が、IREPの背骨をなしている。

## 文 献

- BAKUN, A., J. BEYER, D. PAULY, J.G. POPE and G.D. SHARP (1982) Ocean sciences in relation to living resources. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 1059-1070.
- HUNTER, J.R. and S.R. GOLDBERG (1980) Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bull., U.S.*, **77**, 641-652.
- HUNTER, J.R. and B.J. MACEWICZ (1980) Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency,

- and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. CalCOFI Rep., **21**, 139-149.
- HUNTER, J.R. and R. LEONG (1981) The spawning energetics of female northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bull., U.S., **79**, 215-230.
- IOC (1981) Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes. Intergovernm. Oceanogra. Commn, Workshop Rep., **28**, 323 pp.
- PARKER, K. (1980) A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. Fishery Bull., U.S., **78**, 541-544.
- ROTHSCHILD, B.J. and C.G.H. ROTH (conven.) (1982) Fish ecology III. A fundation for REX, A recruitment experiment. Univ. Miami, Tech. Rep., **82008**, 389 pp.
- SAVILLE, A. (ed.) (1980) The assessment and management of pelagic fish stocks. A symposium held in Aberdeen 3-7 July 1978. Rapp. P.-v. Réunion. Cons. Int. Explor. Mer, **177**, 517 pp.
- SCOR/ACMRR Working Group 67 (1982) Proposal on a programme of ocean science in relation to living resources. IOC-XII/8 Annex 1a, 23 pp.