

## 2-2. 資源論的立場からみた漁業資源の生産力の評価

三 谷 文 夫\* (南西海区水産研究所)

今回のシンポジウムについてのコンビーナーの意図が、具体的な推定値を呈示することにあるのではなく、問題点を呈示して、今後の論議のきっかけを作ることにある、とのことである。したがって、ここではプランクトン食性浮魚類について、それと低次生産との関係を中心に、2~3の問題を考えてみたい。底魚類に全く触れないことは、明らかに論理性を欠くが、それは、底魚類を故意に無視したのではなく、筆者の底魚類に関する知識が不足していたからである。あとの総合討論のところでも、この欠を補っていただければ幸いである。

なお、東海区水産研究所鈴木秀弥技官からは、同海区におけるマクロプランクトンの現存量に関する貴重な未発表資料の提供をうけた。ここに明記して深甚の謝意を表す。

## 1. 用語の定義

生産力：生態学で定義されている本来の生産力とは、ある時間内に固定されるエネルギー量のこと、その単位は、重さ/面積/時間、である。すなわち、生産される速さのことである。この定義は、1次生産（植物プランクトン）を頭の中に思い浮かべた場合には理解しやすい。なお、近年では生物生産の全過程を表わす概括的な用法とされている。

資源研究では取り扱われる時間の単位は、通常、年という永い単位であることが多い。いっぽう、低次生産で取り扱われる植物プランクトンや動物プランクトンの寿命は、短いものでは1週間、永いものでも数カ月である。両者を対比して考える時、時間の単位をそろえなければ、いろいろな不便や誤解を生じる。

また、浮魚類では底魚類におけるほど面積との関係が密接でなく、また、その意識もうすい。

さらに、プランクトン食性浮魚類という、3次生産以上を取り扱い、かつ、実験的な裏づけのとりにくい漁業資源の研究では、現実には得られる資料は、相当に人為的な偏りのある漁獲統計とか生物調査資料（たとえば、漁獲物の胃の内容物）であるから、これらの定義に副う値を求めることは、非常に困難である。

したがって、資源研究で生産力ということばを用いる

\* 現在 三洋水路測量船

時、常に本来の定義を明確に意識しているとはいえない面もあるように思われる。

2. マクロプランクトンの現存量と漁獲量との関係  
—現存量の意味するもの—

具体的な例を1つあげてみよう。

図1は太平洋東海区沿岸域（千葉県～三重県）におけるマクロプランクトンの年平均現存量と、同海区のプランクトン食性浮魚類（イワシ類・アジ類・サバ類・サンマ）の合計漁獲量の経年推移を示したものである。東海区を選んだ理由は、この海区がモデル海区としてふさわしいということではなく、プランクトンについて、このように長期間にわたる観測資料が他の海区からは得難かったという、甚だ便宜的な理由によるものである。

また、サンマは、その生活領域が他の3魚種群に比べるとはるかに外洋的で、生態的にもかなり違っているが、ここではプランクトン食性浮魚類全体としての巨視的な傾向を見るため、他の3魚種と同質に扱った。

図1において、両者の年々の増減傾向を対比してみると、1970年ごろまでは変動のパターンは割合よく一致しているように見うけられる。ただし、両者の間の数量的

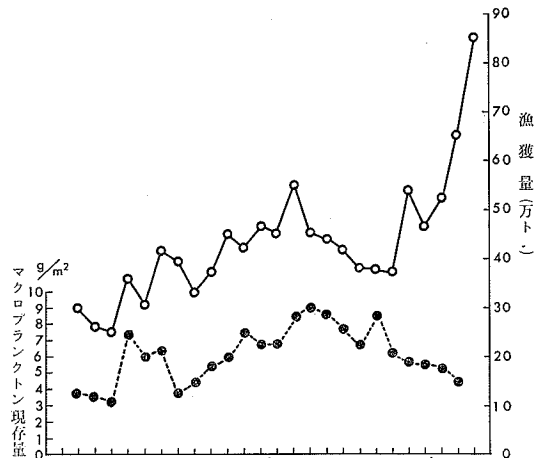


図1. 東海区におけるマクロプランクトン現存量とプランクトン食性浮魚類漁獲量の経年推移（マクロプランクトン現存量は、鈴木 1977 による。ただし、1974~'76年の3カ年分については、同氏の未発表資料である）

な相関は、図2から推測されるように、必ずしもよいものではないようである。

いっぽう、1971年以降は、マクロプランクトンの現存量が減少傾向にあるのに対し、プランクトン食性浮魚類の漁獲量は急増している、両者はかなりはっきりと負の相関関係にあることを示している。もっとも、プランクトン食性浮魚類の漁獲量の急増の中身は、もちろん、マサバとマイワシである。これらの魚種はいずれも東海区内にその主産卵場をもっているけれども、その主生育場はむしろ東北・北海道海域にある。したがって、東海区におけるプランクトン量と資源量の1種の指標としての漁獲量との関係は何を意味するかについては、多少の疑問は残る。しかし、両者の間に現象的には図1に示されるような関係が認められる。

そこで、上記の一見相反するように見える2つの現象は、次のように解釈できるのではなからうか。すなわち、前半の1970年ごろまでは資源水準が比較的良かったので、プランクトン食性浮魚類によって捕食されるマクロプランクトン量も比較的少なく、そのため、捕食の影響は食べ残し量としての現存量の上に目立っては現われなかった。しかし、その後、プランクトン食性浮魚類の急激な増大に伴い、それによって捕食されるマクロプランクトン量も急激に増大したため、生産量そのものはそう変化しなくても、食べ残し量としての現存量が減少した

形となって現われたのではなからうか。もし、そうであるとすると、“悪評高い”といわれる CUSHING (1975) の摂食圧 grazing pressure の考え方を支持することになり、大変興味深いことである。

ただ、図1において、マクロプランクトンの資料が年平均現存量で表現されており、東海区の浮魚類の发育段階や生活周期と対比されていないところに1つの弱点がある。また、漁業資源量の増減は生活初期における生残りの量の多少に大きく左右されることが知られているが、その生残り量に影響を与える最も大きい要因は、餌生物の多少、しかも、マクロプランクトンよりも、むしろ、それよりももっと小さい、ネット採集にはかかってこない微小生物の多少にあるといわれていることから、前記の摂食圧的な考え方にはなお慎重な検討を要するかもしれない。

しかし、いずれにせよ、現存量とは、食べ残し量にほかならないことだけは確かである。

### 3. プランクトン食性浮魚類の増大と低次生産

日本の周辺海域で産卵し、かつ、生涯の大部分を日本の沿岸域で生活するブリ類・サワラ類・シイラ類・ソーダガツオ類などの魚食性浮魚類はあまりふえていないのに対して、マサバ・マイワシを中心として、その他のプランクトン食性浮魚類がふえ続けていることは、周知の事実である(図3参照)。このふえ方は、黒潮流域の方で、

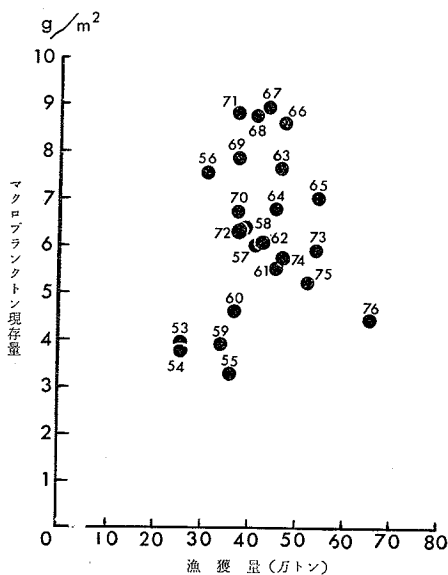


図2. 東海区におけるプランクトン食性浮魚類漁獲量とマクロプランクトン現存量の関係(資料は図1のものと同じ)

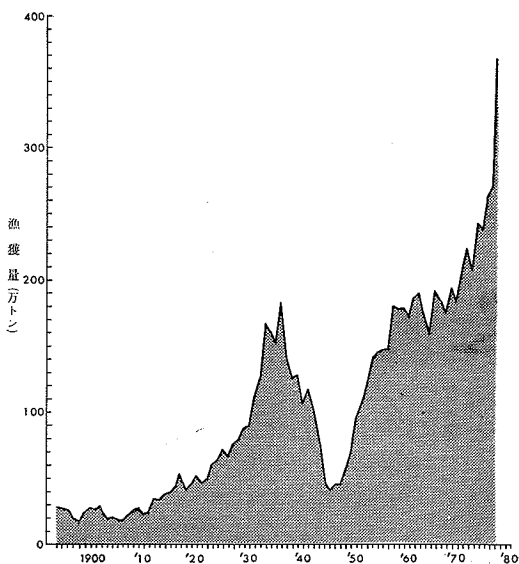


図3. 日本近海におけるプランクトン食性浮魚類漁獲量の経年推移

より著しいが、対馬暖流域の方でも傾向的には同様である。もちろん、浮魚類の漁獲は人間の気まぐれによるところも多いから、これら浮魚類の資源量が漁獲量の示すようにふえているという保証はないが、全体の傾向としてみれば、ふえているとみるのがやはり順当であろう。したがって、これだけのプランクトン食性浮魚類が存在するためには、それを養うだけの餌生物が日本の周辺海域に満ち満ちていなければならないはずである。

かつて筆者は、黒潮流域においても、また、対馬暖流域においても、そこから漁業生産量にはそれぞれの限界があると述べたことがある。この考え方の根拠は、イワシ類でもアジ類でもサバ類でもサンマでも、それぞれの魚種についてみれば、非常にはげしい年変動や短期間の変動がみられるけれども、これら各魚種の漁獲量を合計すると、かなり狭い変動幅の中に収まってしまうという経験的事実に基づくものである。

このことは、巨視的に見れば、環境容量——その中心となるものは餌の量であろうが——にはおのずから一定の限界があること、また、餌生物（低次生産物）は限界一ぱいまで割合い効率よく利用されていることを示唆している。したがって、その限界内で環境変動がいずれの魚種に有利に働くかによって、それぞれの魚種の栄枯盛衰が起こるのであるというものが、魚種交替説である。

しかし、かつて想定された250万トンという限界を現在をはるかにこえており、また、マイワシの急激な増大にもかかわらず、マサバは相変わらず高い資源水準を維持し、また、サンマもそれ相当に獲れていて、いわゆる、魚種の交替が見られない。

このような昨今の現象は低次生産量が一定のもので魚種は交替するという上記の考え方からみれば、どのように説明されるのであろうか。資源変動のいろいろな現象から推察して、餌の余剰はあまりない（いわゆる、環境容量はそう大きくない）ものと筆者は考えている。したがって、多くの魚種資源が同時に高い水準を維持している昨今の現象を説明するためには、低次生産量の増大があったとみななければならない。しかも、図1に見られるように、マクロプランクトン量の平均的な現存量（したがって、総生産量や純生産量も）は意外に年変動が少なく、安定していることから推察して、1次生産（植物プランクトン）や、さらに、2次生産（動物プランクトン）の増大があったものとすれば、そのようなカサ上げを促したメカニズムは何であろうか。大変興味深い問題である。

プランクトン食性浮魚類の近年における増大のメカニ

ズムについては、その基盤となる低次生産の増大のほかに、次のようなことがあるのではなからうか。漁業資源の増大は海中の粒状有機物（糞粒、デトライトなど）を増大させ、それが稚仔魚の餌となって、初期の生残りを高めるに違いない。すなわち、海中の有機物の起源は高次生産そのものであり、高い水準の資源そのものが高い低次生産をもたらす可能性がある（CUSHING 1975）。

また、アジ類とサバ類はプランクトンだけを食べているのではなく、成長して魚体が大きくなるとしばしば小型魚をも捕食するようになる。したがって、サバ類は資源量の増大したマイワシやサバ類そのものを餌の一部にしているに違いない。これは一種の共食いであるが、共食いがみずからの種属を維持・繁栄させるメカニズムの中に組み込まれていることになる。これは一見奇妙な矛盾のように見えるが、このような現象は、かつて大きい資源であった東シナ海のマアジにも見られているし、現在、ぼう大な資源をようする北洋のスケトウダラについても観察されていることである。このように現状では、共食いは食物連鎖やエネルギーの循環の上で重要な役割りを果しているものと思われる（なお、マイワシはほぼ完全なプランクトン食性、特に植物プランクトン食性の強い魚種であるから、成魚になっても、マサバで考えられたような共食い現象は起こり得ないであろう）。

なお、近年、マイワシ資源の増大に伴い、カタクチイワシ資源の減少が目立ち、しかも、それは全国的な規模で起っている。その中身は、太平洋南西海域についていえば、従来、カタクチイワシ資源の主体を占めていた春季発生群の減少によって起っている。その原因は、餌プランクトンの競合にあるのではなく、マイワシの発生時期（太平洋南西海域では11~2月）がカタクチイワシのそれ（3~5月）よりもやや早いため、カタクチイワシの卵・仔魚がマイワシによって大量に捕食されるためではなからうか。

#### 4. プランクトン食性浮魚類の生産力の指標としての意義

非常に巨視的にみれば、世界の海洋中で漁業生産の高い水域は単位面積当たり炭素量も多いことが知られているから、1次生産量の多少がその海域における、より高次の生物生産量に、ある枠をはめるであろうということは否定できない。この原則的な大枠に基づいて、生物群集を単純ないくつかの栄養段階に分け、各段階に次々と生態効率をかけて、より高次の生物生産量を推定することがよく行われている。しかし、従来、いろいろと試算されたその値は、ほとんどすべて、現実の漁業生産から

推算される潜在的資源量よりも相当過大である。このことはわれわれに貴重な示唆を与えてくれる。

そもそも、生物群集内の食物連鎖（食物網）は極めて複雑で、上記のような粗っぽい操作が許されるほど単純なものではない。エネルギーの流れは複雑な食物網を通じていろいろな方向に消費されるから、たとえ、1次生産が大きくても、それがそのまま高次生産（漁業資源）へつながるとは限らない。むしろ、高次生産へつながらないエネルギーの消費が相当の部分占めているということ、いろいろな推定値と現実の漁業生産との間のギャップが教えてくれている。たとえば、ベントスへのエネルギーの流れも相当のものであろう。また、日本近海に生活圏をもっている主な魚食性浮魚類は、ブリ類・シイラ類・サワラ類・ソダガツオ類であるが、これらの合計漁獲量は戦後20数年間6~11万トンの間にあり、極めて安定している。その餌となるべきプランクトン食性浮魚類の着実な増加があるにもかかわらず、それとは無関係である。さらに底魚類も一般的にいえば漁獲量が安定している。

このように、魚種群ごとに特徴ある固有の資源変動を示しており、すべての漁業資源が必ずしも低次生産の大小を素直に反映しているとは限らない。その中において、プランクトン食性浮魚類は、当然のこととはいえ、最も忠実に低次生産の大小を反映しているのではなからうか。

#### 参 考 文 献

- CUSHING, D. H. (1975) Marine ecology and fisheries. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 278 pp.
- 畑中正吉 (1977) 総論—個体群から群集へ—。海の生物群集と生産。西沢 敏, ほか2名編, 畑中正吉教授退官記念事業会, 仙台, 1-68.
- 三谷文夫 (1970) 浮魚資源の長期変動傾向について。水産海洋研究会報, (16), 187-191.
- 西沢 敏 (1973) 海洋の低次生産力の動態。海洋科学, 5(2), 14-19.
- 西沢 敏 (1975) デトライタスの生態学的意義。海洋の生態系と微生物。水産学シリーズ(10), 恒星社厚生閣, 東京, 25-37.
- 西沢 敏 (1977) 海洋における摂食圧 (grazing pressure) について。海の生態学と測定。水産学シリーズ(17), 恒星社厚生閣, 東京, 7-15.
- 西沢 敏 (1977) 海洋低次生産試論—農産モデルの脱却—。海の生物群集と生産, 西沢 敏, ほか2名編, 畑中正吉教授退官記念事業会, 仙台, 69-161.
- 沼田 真編 (1976) 生態の事典。東京堂出版, 東京, 380 pp.
- STEELE, John H. (1975) The structure of marine ecosystems. Harvard Univ. Press, Harvard, 128pp.

鈴木秀弥 (1977) 東海区海域における海洋特性と生物生産にかかわる研究上の問題点—マクロプランクトンとマサバの関係为例として—。漁業資源研究会議報, (20), 103-121.

#### 質 疑 応 答

質問: マクロプランクトンの現存量を一括していわゆるマクロプランクトン食性魚との対比をしていますが、マクロプランクトンの全部が餌としているわけではなく、その中のごく一部が餌となっていると思います。またマクロプランクトン量とプランクトンフィーダーの漁獲量との相関関係をいろいろと推定されていますが、食い残し量であると仮定するならば1970年以降の現存量に落ち込みがあるにしても、それ以前ではもっとプランクトンフィーダーの漁獲があってもいいはずという感じがします。現象論以上にすまないのではありませんでしょうか。(関口, 三重大産)

答: 私はマクロプランクトン量とプランクトンフィーダーの漁獲量を対比させてみて、現象的に何故このような1970年以前の平行な関係がみられるのか意外な感じがしたわけです。プランクトンの測定量など、現在のやり方で本当に海の中のものを平均的に表現できるのだろうかというサンプリングの方法そのものに疑問をもっていました。相当ラフといってもこれ以上のものは現実には求めることはできないと思いますが、こういうデータでどう説明しようかというのが一つの問題だったわけです。もちろん魚の生残りを良くするのはネットプランクトンよりももっと下に位置するネットにかからないマイクロプランクトンの方が量的にも多く、魚の餌としても重要だといわれてもいます。マクロプランクトンが持つ意味を生産力の面で考えるとき、重さ、面積、時間の要素が入っているわけで、今の場合年単位で扱っていますが魚とプランクトンでは寿命がちがうので、その時間的くいちがいを整合させることができればあるいはもっとよくあうように思います。

質問: 近年のカタクチイワシの減少の一つの要因としてマイワシにカタクチイワシの卵が食われたのではないかという説明がされましたが、その根拠となる資料のようなものがあるのでしょうか。(中村, 静岡水試)

答: 南西海区でまとめた考え方で、マイワシは12月~2月に産卵し、2月~4月にはマシラスあるいはもう少し大きくなったものの時期になるわけで、それに対しカタクチイワシは3~4月に産卵が始まります。マイワシが大きくなった後でカタクチが出てくるのでせいかく

生まれてきたカタクチがマイワシに食われてしまうので春の発生群は非常に少ない。しかし、夏から秋以降の発生群は食われることがないので生残って南西海区のカタクチ資源の主流になっていると考えています。そのように発生時期のくいちがいが食性のメカニズムになっていると思います。

質問：図1を中心に説明された東海区におけるプランクトン食性浮魚の漁獲量の経年変化とマクロプランクトン量の変動傾向とが相反する動向についてプランクト

ンが1972年以降減少傾向にあるのは魚類の食べ残しを測定しているからではないかとの解釈がなされました。これは興味ある見解ですが、魚は生長の段階に応じて環境を変えているので、ある程度成長段階別食性と、それぞれの段階における環境のプランクトンを取上げるような多少踏込んだ解析が必要ではないかと思えます。これは示された浮魚の漁獲量変動とプランクトン量変動との結びつきを解きほぐす良い例と思われると思います。(辻田, 東海大海洋)

### 3. 海洋環境論と漁業資源の生産力評価

平野 敏行 (東大海洋研)

#### ペルー沖漁場と El Niño 研究

全海洋のわずかに0.1%にすぎない湧昇域の生物生産が世界の海洋における全生産量の約50%を占めているといわれる(RYTHER, 1969)。なかでも、ペルー沖の湧昇漁場周辺海域における El Niño 現象は海洋変動が生物生産に密接に関係している典型的なものとして、はやくから世界的に注目されてきた。最近では、1972年の Anchovy 大不漁以後、FAO, IOC, SCOR などで大きくとり上げられ、精力的な調査研究が行われ、これに関連する多くの海洋研究の成果が報告されている。

すでに BJERKNES (1961, 1966) が 1957, 1958 年の El Niño 現象について気象の large scale circulation に着目し、北太平洋貿易風の弱まりに関係のあることを指摘しているが1972年以後には、気象、海洋に関する広範囲な観測資料をもとにして、El Niño 現象が long term で large scale でおこる太平洋規模の大気及び海洋変動の一環としてとらえられ (WOOSTER and GUILLEN, 1974; QUINN, 1974; MILLER and LAURS, 1975; WYRTKI, 1975; 1977) さらに、これらについての数値シミュレーションモデルによる解析 (HURLBURT, KINDLE and O'BRIEN, 1976) も含め、赤道域を中心とした太平洋における気象、水位等のデータから El Niño の予測、さらには Anchovy の漁業管理の可能性についての報告が次々と発表されている。

El Niño に関連するこれら一連の研究で注目されることは、El Niño を単なる地域的現象としてとらえず、常に大気と海洋とを一つの系とみなし、これらについて long term で global な観点から、large scale の地球規模でおこる現象の一環として捉えて、研究が進められ

ていることであろう。

#### 日本近海の漁業生産と環境

わが国の沿岸沖合漁場は、いわゆる湧昇漁場ではない。沿岸水と黒潮、親潮などの境界域に好漁場が形成される、豊かな生物生産の場と考えられている、いわば前線漁場である。したがって、黒潮や親潮の変動は、漁業生産や漁場形成に与える影響が大きいと考えられ、古くから調査研究が行われてきている。事実、1963年の異常冷水は日本周辺の各地で魚の斃死や生物再生産の減少をもたらすなど漁業生産に大きな被害を与えた。歴史的にも東北三陸沖の冷害調査など、当時としては大規模な海洋調査が実施されている。このように、日本近海における黒潮及び親潮に関する研究は漁業資源の生物生産を支える海洋環境として極めて重要であると考えられてきている。なかでも黒潮研究は水産関係のみでなく、気象庁、水路部をはじめとして、わが国の海洋研究の大きな対象課題である。黒潮はまた CSK など、国際共同調査研究としても大きくとり上げられ、多くの輝かしい成果が発表されている。

これらの経過を経て、最近では観測技術や観測法にも著しい進歩がみられ、現在実施中の“黒潮開発利用研究”(科学技術庁, 1979a, b, 1980) は三官庁を中心とする共同研究として、長期連続測流のための係留系の設置や人工衛星利用のドリフティング・ブイの追跡など、いままでになく組織的で集中した調査が実施されており、黒潮変動機構や黒潮域の生物生産機構の解明などに、大きな期待がむけられている。特に、1975年に発生した黒潮の大蛇行は近年には見られなかった大規模なものであり、最近のマイワシ豊漁とも関連して注目されているが、