

## 2. 基礎生産から第一次消費者（動物プランクトン）までの機構と問題点

高野 秀 昭（東海区水産研究所）

## 1. 基礎生産と漁業

水中の微小生物の現存量は、絶えず進行している生産と消費のある日時における差引残高であって、水域の生産そのものを示すものではない。海洋の基礎生産は植物の光合成による有機物生産によって支えられ、その生産量を測定する技術は、 $^{14}\text{C}$ を用いることによって進歩した。以来今日までに、相当多数の測定値が世界の海洋から得られている。

ステイマンニールセンら（1957）によれば、ガラテア号航海の結果から計算された純生産  $33 \sim 42 \text{ g C/m}^3/\text{年}$  を用いると、全海洋の年生産は炭素量で  $120 \sim 150$  億トン、これに対し当時の海面漁獲  $2400$  万トンの中の炭素量は  $0.01\%$  とされている。

FAOの統計が示す世界の海面漁業生産は周知のようにその後年々上昇の一途を辿り、1968年に  $5710$  万トンに達したが、1969年には、1948年以来初めての減少をみせて、 $5570$  万トンとなった。いまこの統計に含まれない他の要素（中共などの海面生産、鯨など海獣の捕獲重量）を数百万トンと考へて、近年の海面漁獲を約  $6000$  万トン、また基礎生産の平均を  $55 \text{ g C/m}^3/\text{年}$  としてみると、全海洋の漁業生産は基礎生産のうちの  $0.03\%$  となる。（ステイマンニールセンらの計算には漁獲物重量中の炭素は  $1/20$  にみているが、以後に述べるシェファア、ライザーは  $1/10$  を使っているので、筆者のこの計算も  $1/10$  としてある。）

この  $0.03\%$  というのは世界の海全体を考えた場合であるが、漁業は決して海全体で行なわれているわけではなく、割合狭い海域で集中的に行なわれているので、特定の海域を考えるとこの割合はもっと大きくなる。ステイマンニールセンら（1957）によると、当時の北海では基礎生産の  $0.2 \sim 0.3\%$  が水揚げされており、また花岡（1958）が集録した植物プランクトン生産に対する漁業生産の割合は、カスピ海  $0.45\%$ 、ジョージズバンク  $0.10\%$ 、東京湾  $0.55\%$ 、淡水域であるが諏訪湖  $0.66\%$  という値が示されている。

いま基礎生産を  $100 \text{ g C/m}^3/\text{年}$  ととり、日本の広さと同じ面積の海面を生産域と考へて1968年の日本の沿岸漁業生産約  $177$  万トンを見ると、これは  $0.48\%$  であり、また日本の広さの3倍の面積の海面を考へて同年の沿岸漁業と沖合漁業の計約  $483$  万トンを見ると、これは  $0.47\%$  となる。

ところが、湧昇流海域にあって非常に生産性の高い南米ペルー沖のアンチヨビー漁場では、僅か  $6$  万平方メートルの海域で年間  $1$  千万トンの漁獲がある。この海域では基礎生産の値は非常に高く  $300 \text{ g C/m}^3/\text{年}$  といわれ、有機化される  $1800$  万トンの炭素に対しアンチヨビーの  $100$  万トンの炭素は、この中の  $5.6\%$  をも占めている。

## 2. シェファアの推定

さて、世界の海の漁獲可能な資源量はどのくらいだろうという見積りが今までいろいろあり、

過少に見積りすぎたもの、莫大に見積ったものなど一様でないが、これらの中で日本の漁業学者たちが好んで引用したのが、シェファー(1965)の論文である。

シェファーは、その頃まで一般に10%くらいに考えられていた餌生物の効率が、もっと大きくて15%や20%にもなる筈であると考えて、効率が10、15、20%のそれぞれの場合について、各段階の消費者が生産される量を計算した。この結果、もし漁獲される動物が全部第3次消費者であるとするなら、効率10%では1億9千万トン、15%なら6億4千万トン、また半分が第2次消費者で半分が第3次消費者と仮定すると、効率10%では10億トン以上、15%では24億トン以上の潜在生産量があるということになった。それでシェファーは、極めて控えめに見積っても年々2億トンの海面漁獲は可能であろうと述べたのである。

### 3. ライザーの計算

ところがその後ライザー(1969)は、異なった海域における基礎生産量のちがひ、食物連鎖の長さのちがひ、効率のちがひ、そしてそれぞれの海域の広さのちがひを考慮して、やや複雑な計算を行なった。

先ずライザーは、基礎生産を外洋50gC、沿岸100gC、湧昇域300gC/m<sup>2</sup>/年として、それぞれが占める面積(概算)をかけると、外洋163億トン、沿岸域36億トン、湧昇流域1億トン、計200億トンの炭素が1年間に有機化されることを示した。しかしその次の過程で、栄養段階数を外洋5、沿岸3、湧昇域1.5、また効率は外洋10%、沿岸域15%、湧昇域20%として計算したら、魚の年間潜在生産量は外洋160万トン、沿岸1億2千万トン、湧昇域1億2千万トン、計約2億4千万トンとなり、魚の量的な生産の焦点はもっぱら沿岸域と湧昇流域にあるという結果になった。

では何故ライザーは異なった栄養段階数を用いたかという点、普通沿岸域では100μ以上(群体の大きさを含む)の大型植物プランクトンが豊富に繁殖するのに反し、外洋ではナンノプランクトンと呼ばれる25μ以下の小さい植物が主体となり、これらはラディオラリア、フオラミフェラ、ティンティニデーや、かいあし類幼体など小さな草食動物に食われる。次に第2次消費者として外洋で目立ってくるのは肉食性のかいあし類で、これは更にヤムシに食われ、ヤムシは小魚に食われる。それで外洋の食物連鎖では、ほんの1~2cmの大きさの動物に至るまでに、すでに3~4段階もの捕食関係を生じている。マグロ、サメ、イルカなどに至るまでには更に少なくとも1~2段階を要し、これらをまとめて一応5段階と仮定する。

次に沿岸域では比較的大型の植物プランクトンが多く、これは草食性かいあし類やオキアミの良い餌となる。しかし原生動物や小型の動物プランクトンも量的には外洋よりずっと多くなり、外洋と同じような入組んだ捕食関係もみられる。したがって、沿岸域の魚類には3段階くらいを考えるのが適当と思われる。湧昇流の卓越する海域では植物プランクトンが活潑に生産され、珪藻類も数ミリに及ぶ大型の群体をつくるものが主体になり、沔過型せつ餌者に好適な状態になっている。そして湧昇域の魚はアンチョビーのように、動物プランクトンも食べるがしかし植物プ

ランクトンを直接重要な餌としている種が主体である。それで湧昇域の栄養段階を1.5として計算する。また生産の効率については、外洋では空間の広さの割に餌が粗であるから、動物は呼吸と運動により多くエネルギーを消費するので、餌の効率は小さくなる。

こうして算定された全海洋の魚の潜在生産量は、一見シェファーの述べた2億トンと外見上近似の2億4千万トンとなったが、シェファーが莫然と全海洋を考えたのに対し、ライザーは一歩進んで海域の特殊性を計算に入れている。またシェファーが楽観的に少なくとも2億トンは大丈夫とみているのに対し、ライザーの意とするところは、2億4千万トンが計算から与えられる上限であるとはいえ、人間による漁獲可能量は当然自然の潜在生産量より小さい筈であるから、人間が海からとり得る分は1億トンを少し越すくらいのところだろうと見ているのである。

また、現在未利用資源と考えられる南氷洋のオキアミにしても、この海域の第1次消費者全部の潜在生産量は大きくみても5千万トンが限度であるから、オキアミの量はその何分の一かにすぎず、あまり莫大な量を期待することはできないとライザーは述べている。

#### 4. 内湾の養殖場の生産

以上のような世界の海の生産、南氷洋の生産などの推定は、今後もっと入念な計算がされたり、計算に必要な資料が蓄積されてからまた修正されることもあると思うが、私たちの身近にある内湾の養殖場について筆者が行なった試算を参考のために記録する。

いま基礎生産を $200 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$ とにおいて、カキの生産地の水揚げ（からつき）と基礎生産を比較すると、次のようになる。

##### i) 的矢湾

面積  $12.7 \text{ Km}^2$  年間基礎生産  $2540 \text{ トンC}$ 、アオノリ年産（乾量） $500 \text{ トン}$ （ $250 \text{ トンC}$ ）を減ざると  $2290 \text{ トンC}$ 、カキ  $450 \text{ トン}$  + シンジュガイ  $1750 \text{ トン}$  =  $1200 \text{ トン}$ （ $120 \text{ トンC}$ ）、シンジュガイは他所から移して育てるので  $2/3$  にしてある。

$$120 \text{ トンC} \div 2290 \text{ トンC} = 5.24 \%$$

##### ii) 広島県下沿海

面積 距岸  $10 \text{ Km}$  として約  $1200 \text{ Km}^2$

年間基礎生産  $24 \text{ 万トンC}$

カキ（昭和43年史上最高）  $18 \text{ 万5千トン}$

$$1.85 \text{ 万トンC} \div 24 \text{ 万トンC} = 7.7 \%$$

##### iii) 広島湾

面積 約  $500 \text{ Km}^2$  年間基礎生産  $10 \text{ 万トンC}$ 、カキ（上記の90%が広島湾として）

$16 \text{ 万6千トン}$ 、

$$1.66 \text{ 万トンC} \div 10 \text{ 万トンC} = 16.6 \%$$

上の計算のようにおおむね5%以上を示し、広島湾では16%にも及んでいる。しかし同様の

計算をホタテガイ養殖地であるさろま湖(面積 $149.2km^2$ )とむつ湾(面積 $1537km^2$ )について行なってみると、さろま湖のホタテガイ生産を2000トンとして基礎生産の0.7%、また、むつ湾のホタテガイ生産を史上最高の3万トン(昭和3年)としても基礎生産の1.0%となり、意外に低いことがわかる。勿論両水域共ホタテガイの他にも魚類、貝類、藻類の産出があるが、近年の統計についてこれらを加味して考えたとしても、上記の割合はそんなに大きくはないと思う。

ここで一考を要するのは、これら北方の内湾の基礎生産が充分大きいか否かである。植物プランクトンの現存量が割合大きい時季が年間にあるとしても、冬季の低温、結氷、日射量の差などのために、北方の内湾の年間基礎生産と餌の効率が小さいのではないかと考えられる。しかし、いま基礎生産を半分の $100gC/m^2/年$ としてもこの割合は約2%にしかならないから、南方の内湾と比べると基礎生産に対する漁業生産の割合はまだかなり小さいことになる。したがって、これら北方内湾の性状をつぶさに観測し、生産可能量の限度を多方面から検討することは、将来興味ある課題の一つであろうと思われる。

## 5. むすび

主題の基礎生産から第1次消費者までの機構と問題点には直接ふれるところがなかったので、最後にあえてこれを指摘するならば、細かい技術的な問題は別として、一般にまだ測定資料の量と整理が不充分であるといえよう。特に異種の群集系における生産の効率は未だ測定された例が少ないと思うが、これは高次の消費者より低次の消費者を用いて実験的に研究を進めるのが容易であるように思われる。また、生物湿重量中の炭素の割合は10%として計算に用いられているが、各栄養段階間での転移をみるためには、多くの動物についての測定資料からもっと検討されるべきであろう。

本稿に述べたように、基礎生産に対する海面漁業生産の割合が、全海洋を考えると現在は約0.03%、多くの沿岸漁場では0.1~1%の間の値、的矢湾や広島県沿海などのカキ養殖地の場合5%以上というオーダーであることが、今後海域での物質循環や食物連鎖を考えると、何らか読者の御参考になるならば幸いである。

## 文 献

- HANAOKA, T., 1958: Rap. Proc.-Verb. Reun., Vol. 144, 28-31.  
RYTHER, J. H., 1969: Science, 166(3901), 72-76.  
SCHAEFER, M. B., 1965: Trans. Amer. Fish. Soc., 94(2), 123-128.  
STEEMANN NIELSEN, E. & E. A. JENSEN, 1957: Galathea Report, Vol. 1, 49-136.