

## 3 海洋における基礎生産の分布と変動

有 賀 祐 勝 (東京水産大学)

海洋の基礎生産は、主として植物プランクトンや海藻によって行われているが、こゝでは植物プランクトンによる生産を中心に述べたい。

海洋における基礎生産の研究は、デンマークの Steemann Nielsen (1952) によって  $^{14}C$  を用いる方法が導入されて以来、この20年間に大きな進展を見せ、世界の海洋でおびただしい数の測定がなされ、多数の研究報告が出されている。しかし、全海洋にわたって必ずしも平均的に測定がなされているわけではなく、また、年間を通して変動の様相がとらえられる程度にまで詳しい研究が進んでいる海域は、それほど多いわけではない。こゝでは、これまでに得られている資料に基づいて、海洋における基礎生産の分布と変動を概観してみたい。

基礎生産の測定には種々の方法がとられるが、現在一般的に用いられているのは、(1)現場法、(2)擬現場法、(3)タンク法、(4)クロロフィル法、(5)ソロキン法などである。単なる基礎生産の測定ではなく、その解析のためには、どのくらいの活性(光合成および呼吸の活性)を持った植物プランクトンが、どれだけ存在し(現存量)、どのような環境条件(光、温度、栄養塩類、その他)のもとで、どれだけの有機物生産が行われているかを明らかにする必要がある。また、基礎生産の値は、日生産量( $g/m^3/日$ または $g/m^3/日$ )、月生産量( $g/m^3/月$ )、年生産量( $g/m^3/年$ )などの形で表現されているが、それらは呼吸による消費量を補正してない総生産量(gross production,  $P_g$ )なのか、あるいは呼吸量を差し引いた純生産量(net production,  $P_n$ ) の場合にも昼間だけの呼吸量を差し引いただけのものと、夜間の呼吸量まで差し引いてあるものと2通りある。なかが明記されていないことが多く、相互的的確な比較を困難なものにしている。

植物プランクトンの現存量は、通常、水中のクロロフィル量として測定されており、その垂直分布の型は比較的よく明らかにされている。上下方向への水の動きが少ない海域では、クロロフィルは表層に比較的少なく、水温躍層下の層で極大を示し、それ以深では深度とともに減少するのが一般的である。

基礎生産の垂直分布を大きく支配するのは第一に光条件で、相対照度が1%になる深度は、夜間の呼吸も考慮した場合の1日あたりの光合成と呼吸が釣り合う補償深度にほぼ相当する。光合成が行われる深度は、最も透明度が高い海域でも200mくらいまでが限度で、透明度が低い海域ではずっと浅いところに限られる。表面から補償深度までを生産層と呼ぶ。生産層内のクロロフィル量は、黒潮海域で4~50 $mg/m^3$ 、親潮海域で50~70 $mg/m^3$ 程度であり、海洋では普通0.1 $g/m^3$ 以下で、陸上の植生の場合(0.4~13 $g/m^3$ )に比して非常に少なく、bloomの時0.1~1 $g/m^3$ 程度になるにすぎない。海洋では生産層の厚さが大きくなるほど、生産層内のクロロフィル量は少ない。

植物プランクトンの光合成活性は水塊によって相当異なり、一般に栄養塩類の供給がよい海域では活性が高い。光合成活性は季節的にも異なり、その変動の仕方は海域によって異なる。光飽和条件下での総光合成の速度は、日本近海では、黒潮海域で  $0.6 \sim 2.0 \text{ mg C} / \text{chl. mg} / \text{h}$ 、親潮海域で  $3.5 \sim 6.0 \text{ mg C} / \text{chl. mg} / \text{h}$  くらいの値が報告されている。

日生産量は、同一海域で同一の現存量をもつ場合であっても、天気が違えば光条件が異なるから、当然違ってくる。例えば、黒潮および親潮海域で8月の快晴、曇天、雨天の日について総生産量 ( $P_g$ ) を比較してみると、前者では  $100 : 81 : 44$ 、後者では  $100 : 87 : 59$  くらいの比率になる。

日本近海では夏季における測定が主であるが、純生産量 ( $P_n$ ) は、黒潮海域では  $0.1 \sim 0.2 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$ 、親潮海域では  $0.2 \sim 0.5 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  であり、沿岸部で  $0.5 \sim 1.2 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  という比較的高い値が報告されている。また、熱帯の外洋では  $0.05 \sim 0.15 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  と低く、亜熱帯海域では  $0.1 \sim 0.2 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  である。温帯海域では  $0.3 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  前後であるが、春の bloom の時期には  $1.9 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  にも達することがある。北半球の高緯度海域では  $0.1 \sim 2.4 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  であり、北極海では  $0.01 \sim 0.02 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  と非常に低い。南極海に関しては近年数多くの測定が行われるようになり、かつて考えられていたほど大きくなく、 $0.01 \sim 0.15 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  の値が報告されているが、沿岸部で  $0.2 \sim 1.5 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  の高い値も得られている。

基礎生産の季節的消長が1年またはそれ以上の期間にわたって調べられている海域は非常に少ない。サルガッソ海で1日あたりの総生産量と純生産量の変動が1年半にわたって調べられた例がある (Menzel and Ryther, 1960)。それによると、2-4月には高い値 (総生産は  $0.4 \sim 2.0 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$ 、純生産は  $0.2 \sim 0.8 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$ ) を、6-9月には低い値 (総生産も純生産も  $0.2 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  前後) を示している。インド洋共同調査 (IIOE) の一環としてオーストラリアの研究者による詳細な研究の結果、オーストラリアの西からジャワ島に至る  $110^\circ \text{ E}$  線に沿った海域の基礎生産の季節的変動が Gitts (1969) によってくわしくまとめられている。この海域では平均的にみると、日生産量は10-4月には低く ( $0.1 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$  以下)、6-8月には高い値 ( $0.15 \sim 0.3 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{日}$ ) を示している。また、デンマークの Halsskov Rev では5年間にわたる測定の平均値として、月生産量 ( $P_g$ ) の季節変動がえがかれている (Steemann Nielsen, 1964)。

年間の季節変動をある程度考慮した1日あたりの基礎生産量の平均的な値の地理的分布が、太平洋に関しては Koblentz-Mishke (1965) により、大西洋に関しては Steemann Nielsen and Aabye Jensen (1957) により、インド洋に関しては Kabanova (1968) および Prasad *et al.*, (1970) により、それぞれ図にまとめられている。また、世界の全海洋について日生産量を一つの図にまとめたものとしては、Koblentz-Mishke *et al.*, (1970) によるものがある。

1日あたりの基礎生産量の代表的な値、あるいは年間の変動を考慮した温帯、亜熱帯、熱帯各海域における年純生産量の平均的な値は、それぞれ  $120, 60, 30 \text{ g C} / \text{m}^3 / \text{年}$  と見積られる。

北極海では  $1 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$  以下である。また、南極海の年間の純生産量は平均して  $100 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$  くらいであろうと言われたこともあったが、近年の測定結果から考えると  $30 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$  前後であろうと推定される。日本近海では季節変動に関する資料は極めて乏しいが、呼吸量を総生産量の約40%と仮定すると、年純生産量は黒潮海域で  $60-90 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$ 、親潮海域で  $120-150 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$  と推算される。

地球上の全海洋における年生産量の地理的分布を示す図としては、Gessner (1959) および Lieth (1964/65) の作成したものがある。前述の日生産量の分布なども考慮すると一般に沿岸部で基礎生産力は高いが、中米および南米の西側の海域、北アフリカおよび南西アフリカの西側の海域、ソマリアからパキスタンに至るアラビア半島東南の海域などで  $200 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{年}$  を超す高い生産が認められ、特に湧昇流があるところは高生産となっている。また、北半球では  $40-65^\circ \text{N}$ 、南半球では  $40-60^\circ \text{S}$  に比較的高生産の海域がある。

このような基礎生産に関する高生産海域が、二次生産や三次生産とどのように結びついているか簡単に結論を出すことは出来ない。二次生産者や三次生産者がこの基礎生産をどのように利用しているか、特に個々の魚種がその生活史の中でどこを回遊しながら直接または間接にどのように基礎生産を利用しているかを解明することによって、基礎生産の高い海域が漁業生産とどのように結びついているかを明らかにすることができるであろうし、それが今後の重要な課題であろう。

#### 参 考 文 献

- Gessner, F. (1959): Hydrobotanik II.
- Jitts, H. R. (1969): Aust. J. Mar. Freshw. Res. 20: 65-75.
- Kabanova, Yu. G. (1968): Okeanologia 8: 270-278.
- Koblentz-Mishke, O. J. (1965): Okeanologia 5: 325-337.
- Koblentz-Mishke, O. J., V. V. Volkovinsky and J. G. Kabanova (1970): Scientific Exploration of the South Pacific. (ed. W. S. Wooster).
- Lieth, H. (1964-65): Geographisches Taschenbuch.
- Menzel, D. W. and J. H. Ryther (1960): Deep-Sea Res. 6: 351-367.
- Prasad, R. R., S. K. Banerji and P. V. R. Nair (1970): Indian J. Anim. Sci. 40: 73-98.
- Steemann Nielsen, E. (1952): J. du Cons. 18: 117-140.
- Steemann Nielsen, E. (1964): Medd. Danm. Fisk. Havunders. N. S. 4: 31-77.
- Steemann Nielsen, E. and E. Aabye Jensen (1957): Galathea Rept. 1: 49-136.