

1. 日本近海の生産にかかわる中層水と深層水の役割

福岡 二郎 (北海道大学水産学部)

1. 序

海洋の基礎的な生産にかかわる因子としては日射、水温、栄養塩、海水流動等があげられる。これらが海洋生態系の構成にどのようなかかわりあいをもつかは今後とも解明されねばならない問題である。

ここでは、地球規模の海洋循環から話を進め、日本近海の生産の問題に的をしぼってみたい。概論的な表現にとどまってはいるが、日本付近では下層からの栄養塩の補給というものが生産にあるかかわりあいを持つ。この機構を知ることが大切だということ述べたい。

2. 深層循環と栄養塩分布

ここでは何故深層循環をも考慮しなければならないかに触れておく。深層循環については STOMMEL 等(1957, 1960) の考え方を参考にすれば次のようになる。大西洋の Greenland 付近と南極の Weddell 海付近に深層に及ぶ著しい沈降の場があり、こうして沈んだ水は深層水としてインド洋、太平洋へとひろがって行く。STOMMEL は酸素量、塩分、温位の分布などからみて、このような考え方は先ず妥当だとしている。筆者はこの考えに従い、深層水は大西洋が最も新しく、インド洋、太平洋と古い水となっている事を1つの基礎とする。

海洋の1次生産(或いは基礎生産)は光が制限因子となっていることはいう迄もない。光のない所ではおこなわないから、表層近くで生産がおこなわれる。更に高次の生産に進むわけであるが、こうして生じた生物はいずれも死をまぬがれることはできない。一般に死亡した生物は沈んでゆくと考えられる。その過程の中で分解し、バクテリアの作用などで無機の栄養塩となる。

何処の海でも表層近くで生産があり、これが死滅分解し、栄養塩となるが、この flux は下に向う。何処でも存在し下に及ぶ栄養塩とそこでの深層水の挙動を考えてみる。深層水は大西洋、インド洋、太平洋へと流れているのだから、深層の栄養塩濃度は大西洋、インド洋、太平洋と高くなってよかろうと思う。

現実の資料を調べると、図1のようになっている。こ

北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績第144号
(Contribution No. 144 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

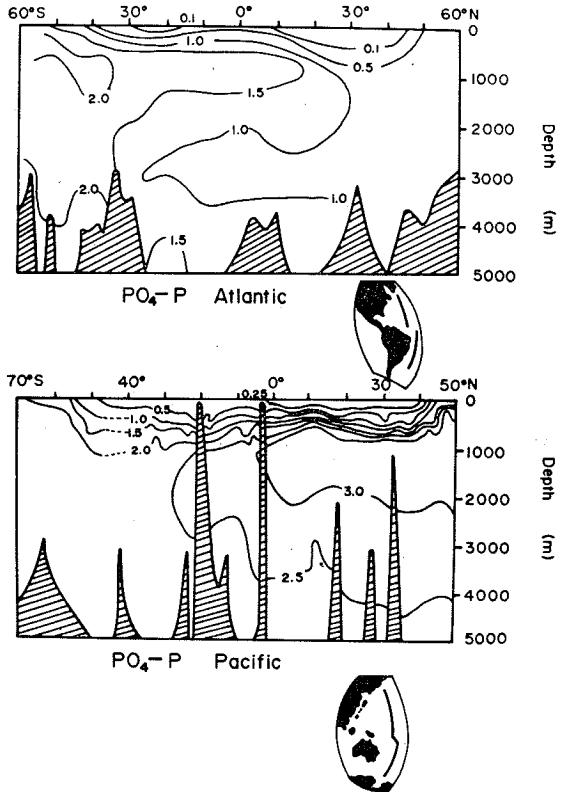


図1 大西洋及び太平洋における PO_4-P の分布 (Sverdrup の図に修正を施したもの)

ここでは大西洋と太平洋の PO_4-P の値しか示しては無いが、この断面からでも深層(2,000m前後)の栄養塩は大西洋から太平洋へと増えていることが判る。

こうした深層水の役割のもとで日本近海の状況を考えてみたい。

3. 日本近海の栄養塩の分布

太平洋の深層の栄養塩濃度は高いから、日本近海ではもちろん高くなっている。ここでは余り深い所の資料は多くないので600mでの分布を示す(図2)。これで見ると日本海と太平洋側では、太平洋側の方がかなり高い値を示している。

ここで日本海の値が何故低いかについて考えてみる。これは日本海の水の更新の早いことを意味するが、更

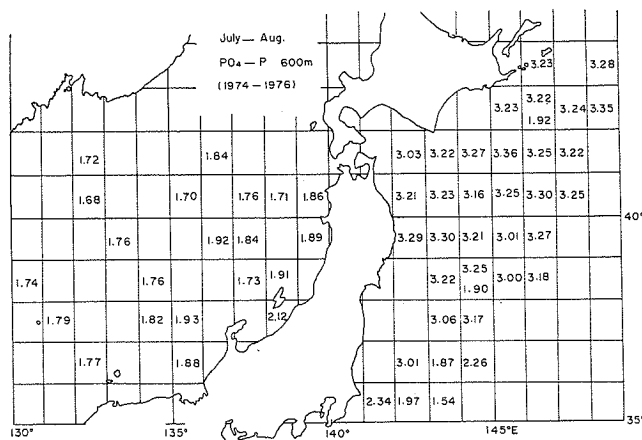


図 2 日本近海の 600m 層における PO₄-P (気象庁の夏の観測で緯度, 経度 1 度の 1974~76 年の平均値)

に, 日本海から外海を結ぶ海峡はいずれも浅く (大体 200m 以浅) 栄養塩の高い中層, 深層の水は入りこまないというのも一因であろう。

これを裏づけるといえるかもしれないのはオホーツク海の数値である。オホーツク海では栄養塩の分布は, 日本海よりも, 太平洋の値に似ている (図 3)。オホーツク

海の水の更新は日本海と比較して遅いかもしれないが, しかし千島列島沿いの深みは 2,000m 以上の深さがあり, オホーツク海と太平洋とのつながりは日本海と太平洋との比ではない。深層の水はオホーツク海に自由に入れるというのがこの差異となったのであろう。

栄養塩は基礎生産の制限因子となることは知られている。ここでは単に珪藻の現存量の分布を, 特定の年ではあるが, 日本海と太平洋とで比較すると図 4 のようになる。

これだけの速断は危険ではあるが, 日本海の方は太平洋北部と比べて生産力が低いのではないかという推定はできそうである。これに深層水の流入如何がストレートに結びつくものかどうか, これからの研究課題でもある。深層の栄養塩の分布について, ベーリング海付近がこうした高濃度をもつ水の源であり, これから南に次第に低くなっていくということも考えられる。ただ

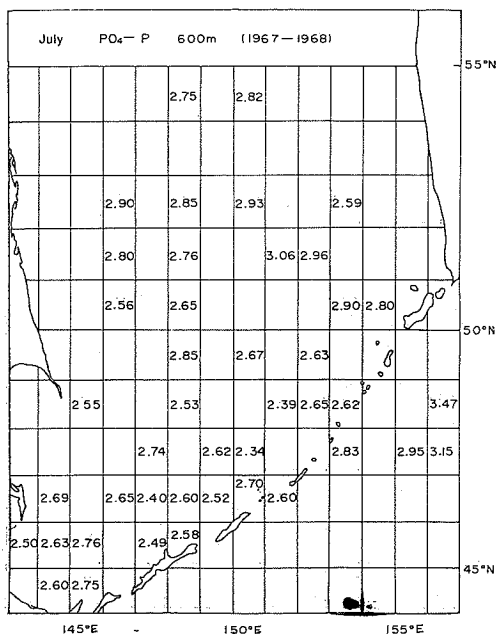


図 3 オホーツク海の 600m 層における PO₄-P (気象庁による 1967~68 年の夏の緯度, 経度 1 度の平均値)

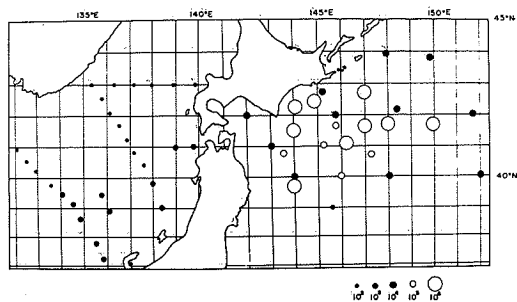


図 4 1966 年春の珪藻の現存量 (1L 中の細胞数, 気象庁による)

STOMMEL 流の深層循環を考えた場合には、筆者のような考え方もあってよいと思っている。

3. 日本近海にみられる下層からの栄養塩の補給

ここ迄、太平洋の下層では栄養塩が多くなることを述べてきた。では、どのような過程で、これらが生産に都合のよい上層にもたらされるかを考えてみたい。但しその問題は簡単ではない。

まず、現象として黒潮統流域にみられる各種渦の挙動に着目したい。

この渦群が、どのような分布をしているかの一例を図5に示しておいた (CHENEY et al. 1980)。直径が100 km~300 km の低温渦が、黒潮統流域でよくみられる。まず渦そのものについてもまだよく判っていない。これを知ることが大切である。傾圧渦として考えても一体どの位の深さまで及んでいるものかも判っていないのが実状ではなかろうか。

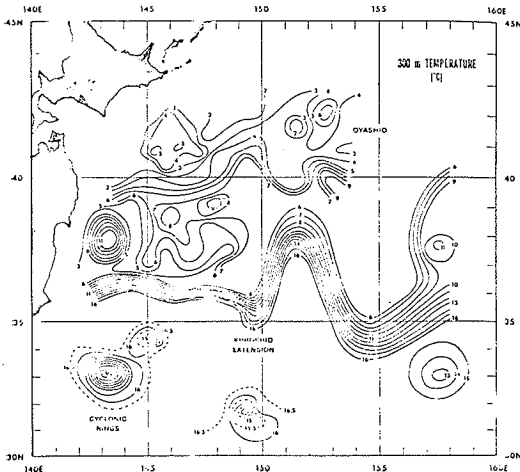


図5 1976年10月9~22日の300mの水温分布 (水温度測定は airborne XBT による。CHENEY et al. 1980)

こうした研究もこれからの調査が進むことは十分期待できる。しかしながら従来の資料からもある程度のことは判る。

CSK の資料の中にこの低温渦を測ったと思われるものが数例みとめられる。149°E 沿いの調査ではあるが、1967年7月、1968年10月、1969年7月、1971年8月に35°N から33°N にかけて認められた。この中の一例を図6に示しておいた。この低温渦のある所は、表層近くまで周囲よりも高い栄養塩濃度の分布が認められる。この海域でのプランクトン分布はどうなっているかは、残

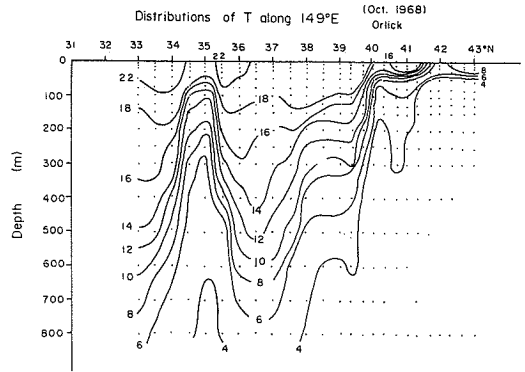


図6-a 1968年10月の149°E沿いの水温分布 (ORLICK の観測による)

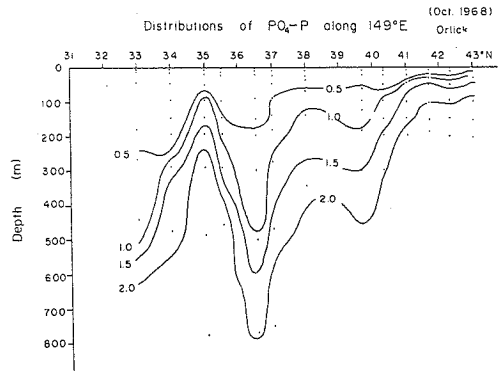


図6-b 1968年10月の149°E沿いの PO₄-P 分布 (ORLICK の観測による)

念ながら同時期の観測はなされていない。しかし1954年5月の中央気象台凌風丸の観測によれば、房総半島の東北東200 哩付近で孤立した濃密な珪藻の分布域をとらえている (中央気象台海洋報告4巻1号 p. 21)。この観測では、はっきりした低温渦をつかまえてはいないが、表層は平年よりも低い水温を示していた。位置からみても低温渦があったと推定してもそう間違いはなかろう。

川合 (1980) は、黒潮統流域や反流域で各種渦の存在とカツオ・ビンナガ漁場とのかかわりあい調べている。

本州東方海域は、筆者の考えでは下層 (数100m より以深) にはかなり高い栄養塩の値が期待できる。

これらが上層にもたらされると生産にプラスの影響を与えるものと考えている。この機構は、黒潮統流域の渦群が果しているという想定である。日本海では深層にこうした肥沃な水がないから、渦があっても十分な作用は呈さない。

こうした考えはまだ実証された訳ではない。ここで述べた中層や深層水の役目とは肥沃な水の貯蔵のようなものである。多くの諸賢の御批判を得たい。

文 献

- CHENEY, R. E., P. L. RICHARDSON and K. NAGASAKA (1980) Tracking a Kuroshio cold ring with a freedrifting surface buoy. *Deep-Sea Res.*, **27**, 641-654.
- KAWAI, H. (1980) Rings south of the Kuroshio and their possible roles in transport of intermediate salinity minimum and in formation of the skipjack and albacore fishing grounds. *In*, The Kuroshio IV (Proceeding of the Fourth CSK Symposium, Tokyo, 1979) 250-273.
- STOMMEL, H. (1957) A survey of ocean current theory. *Deep-Sea Res.*, **4** 149-184.
- STOMMEL, H. and A. B. ARONS (1950) On the abyssal circulation of the world ocean — I. Sta-

tionary planetary flow patterns on a sphere. *Deep-Sea Res.*, **6** 140-154.

質 疑 応 答

- 質問: 栄養塩のソースとしての分布はどうなっているのでしょうか。(杉本, 東大海洋研)
- 答: 陸上から送りこまれるものの量的評価はまだ出ていないが, 陸上からよりも海の中層に存在していて上層に運ばれるものの量の方が高いオーダーにあるとも言われています。
- 質問: 太平洋の下層の栄養塩の値が大西洋やインド洋に比較して高く現れるのは, 太平洋では南から北まで一様に光合成あるいはその影響のある上層から栄養塩が下層に向かって補給されると考えられるからですか。(辻田, 東海大海洋)
- 答: 当然, 上層からの補給があるはずだと思います。

2. 動物プランクトン生産の環境条件としての基礎生産

谷 口 旭 (東北大学農学部)

動物プランクトンの生産量は, 摂食した餌料量と代謝消費や死亡の量との差によって決定する。すなわち, 植物プランクトン食性動物プランクトンの生産量を支配する要因として, 基礎生産量は最も重要な項目となり, 基礎生産量の大きい海域では動物プランクトン生産量も大きく, 基礎生産量の小さい海域では後者も小さいと, ふつうに考えてもよい。しかし, 両者間の関係は, いつも単純な正比例関係にあるのではなく, 例えば年間生産量の単位で見ると, ある季節に限って見る場合とでは, 両者間の相関関係の様相は異なる。というよりは, むしろ基礎生産量の季節変動の様式に応じて, 動物プランクトンは自らの生産生態の様式を適応させているものと判断するべきであろう。

本報では, 基礎生産量の季節変動が極端に大きい亜寒帯海域と, 逆に極端に安定している亜熱帯海域とを例にあげ, そこに生活する植食性動物プランクトンの生産生態(おそらく適応生態と言っても良いだろう)について述べる。このことにより, プランクトン生産と魚類生産との関係を論議する際の類似点を指摘することが可能になるように筆者には思えるのである。

1. 亜寒帯・亜熱帯両海域の基礎生産特性

日射量の季節変化が大きく海洋環境も大きく変動する亜寒帯海域では, 冬期間の海水鉛直混合により, 表層水は周年富栄養状態にある。したがって, 冬季には日射量が極めて少なくなるために基礎生産量はゼロに近いが, 温暖期(以下“夏”とする)の生産は大変高いのが特徴である。この海域における基礎生産のあり方を要約すれば, 高い年間生産量と大きな季節変動および冬季のゼロに近い生産ということになる。

亜熱帯海域の環境条件は全く逆で, 安定した日射量と恒常的な成層構造により, 表層水は周年貧栄養状態にある。したがって, 基礎生産量は周年小さく, 季節変動も小さい。小さいけれども安定した生産というのが, この海域の基礎生産の特性と言えよう。

以上のことを詳細に解説することは本報の目的ではないが, 基礎生産量の主たる支配要因が亜寒帯海域では日射量であり, 亜熱帯海域では栄養塩量であることを, 特に後者が以下の論議には大切なので, ここに付け加えておかなければならない。以下には, このような基礎生産の特性が, それらの海域に生息する植食性動物プランク