

「地球変動のメカニズム」
平成11年度採択研究代表者

才野 敏郎

(名古屋大学 大気水圏科学研究所 教授)
(現：地球水循環研究センター 教授)

「衛星利用のための実時間海洋基礎生産計測システム」

1. 研究実施の概要

地球規模の気候変化、環境変化において海洋における熱・エネルギー循環と物質循環が大きな役割を果たすと考えられているが、その実態を解明するためには今までの船舶観測に加えて、人工衛星観測と定点観測を組み合わせた時系列の観測が必要であることは、海洋における過去10年間の種々の国際協同観測計画の結果ますます強調されるようになってきた。特に、海洋の物質循環に関しては物質の鉛直輸送を担う生物ポンプの活動の地理的分布とその系時的变化を明らかにすることが中心的な課題となっているが、そのためには人工衛星海色リモートセンシングによる植物プランクトンの量と基礎生産の測定が唯一の現実的な観測手法として大きな期待が寄せられている。

本研究では、海洋現場に設置した自動昇降式ブイに搭載した光学的なセンサー類によって海洋の基礎生産を自動的に計測し、実時間的にデータ転送を行うことによって、人工衛星水色データから推定した基礎生産を実時間で検証するための計測システムの開発と、基礎生産測定アルゴリズムの開発の双方を目的としている。

平成12年度においては、各グループの独自の研究活動に加えて東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター、東京水産大学青鷹丸、東京大学海洋研究所淡青丸を利用して共同観測研究を実施した。本年度の主な成果としては、高速フラッシュ励起蛍光光度計により一日・有光層深度積算の総基礎生産の推定が可能であることの見通しを得たこと、自然蛍光光度計を用いた総基礎生産の推定は一定水深では可能であるが深度積算値の推定は現実的に不可能であることがわかり、計測ブイのセンサーとして不適當であると結論付けたこと、試験係留予定点における基礎生産とそれに関連する海洋環境因子の季節変動を明らかにしたこと、光吸収法による基礎生産推定アルゴリズムの生物パラメータの水温依存性に関する関数を改良したことなどが挙げられる。

また、ブイシステムの開発は日油技研工業(株)に委託し、実地試験を随時東京水産大学青鷹丸において実施した。基礎生産研究グループの成果に基づいて昇降式計

測パイの仕様を一部変更し、完成した試作一号機を3月29日に検収した。

2. 研究実施内容

高速フラッシュ励起蛍光(FRRF)法による日・深度積算総基礎生産の推定

岩手県大槌湾においてFRRF法による光合成の深度分布の測定と4m層における¹⁴C法による光合成 - 光曲線の実験、¹³C法による擬似現場法の測定を並行して実施した。図1はその結果で、FRRF法と¹⁴C法で良い一致が見られている。今回の¹⁴C法実験では20分間の培養後酸を添加し無機炭酸イオンを除去して有機態の炭素すべてを測定しているために、総基礎生産を測定しているとみなすことができるので、図1の結果はFRRF法によって瞬時の総基礎生産が測定されていることを意味している。これに対して、¹³C擬似現場法では2時間の培養を行ったのち懸濁粒子態の有機炭素のみを質量分析しているため総基礎生産より低い値が得られている。同じ海水を用いた希釈培養法による植物の増殖速度から求めた基礎生産速度と1日培養の¹³C擬似現場法で得られる基礎生産を比較すると¹³C擬似現場法ではおよそ1/2から1/3の値が得られた。これは、大槌湾においては動物プランクトンによる捕食圧が大きいことに起因しているものと考えられる。

瞬時の総基礎生産の鉛直分布を積分することにより得られた瞬時の深度積算基礎生産の値を、海表面の光合成有効放射照度(PAR)に対してプロットすると、光合成 - 光曲線に似た関係が得られる。図2には淡青丸で9月に相模湾の観測点において一日8回のFRRFによる測定を行った結果を示している。この場合は光合成 - 光曲線のパラメータ α と P_{max} を使って、

$$\text{深度積算総基礎生産速度} = P_{max} \cdot \tanh(\alpha \cdot \text{PAR} / P_{max})$$

と表現できた ($r^2 = 0.88$, $n = 8$)。

図3に示す観測当日の天空PARの連続測定記録を用いることにより、図4に示すように瞬時の深度積算総基礎生産速度を計算することが可能になった。これを一日あたり積分することによって、一日あたりの深度積算総基礎生産は $590 \text{ mgC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ と求められた。なお、同時に行った¹³C擬似現場法の測定では $374 \text{ mgC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ という値が得られている。今後酸素法を併用することにより純基礎生産の推定にアプローチしたいと考えている。

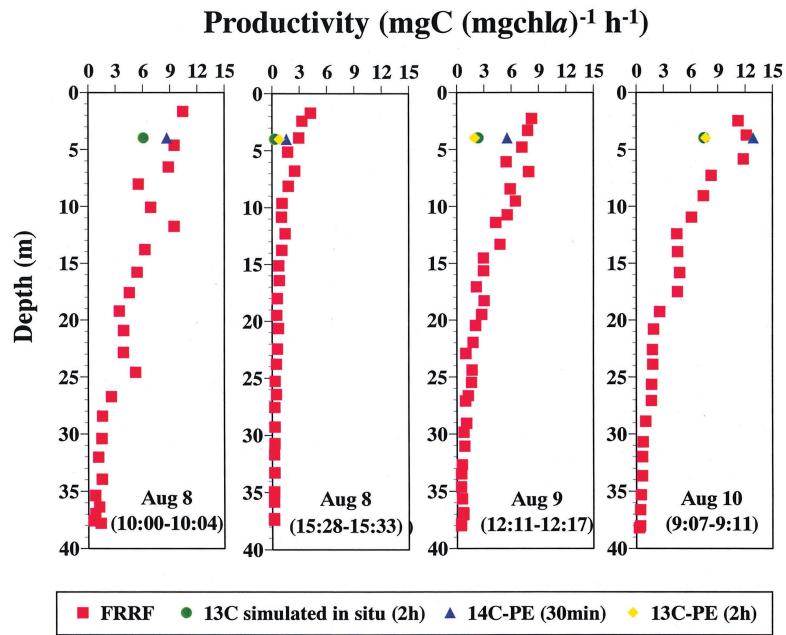


図1 大槌湾におけるFRRF法における基礎生産の鉛直分布の測定と4 m層における¹⁴C法、¹³C法による基礎生産の測定の比較。FRRF法ではおよそ数分で40mの鉛直分布を測ることができることに注目。

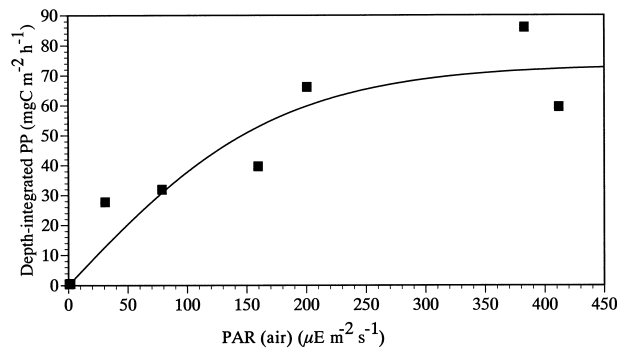


図2 相模湾定点における一日の間のFRRF法で求めた瞬時の深度積算総基礎生産と天空光合成有効放射照度の関係。

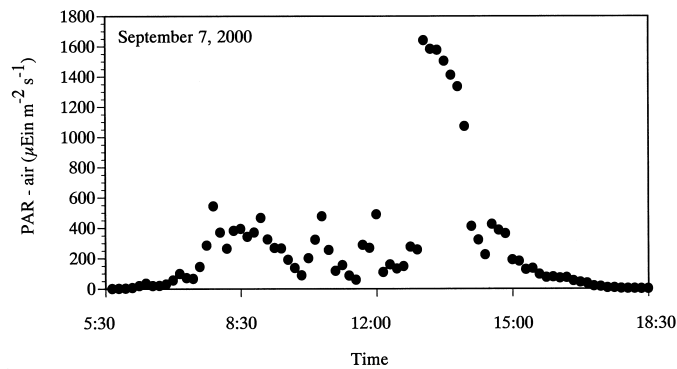


図3 観測当日の船上で測られた天空PARの連続記録。

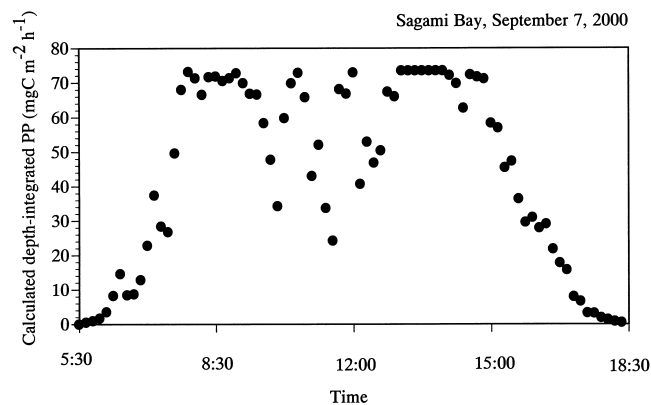


図4 計算された深度積算総基礎生産の時系列変化。曇天にもかかわらず午前と午後の基礎生産速度が殆ど変わらないことに注目。

3 . 主な研究成果の発表 (論文発表)

本研究に関連の深いもの

レビューあり (公開)

Goes, J.I., T. Saino, H. Oaku, J. Ishizaka, C.S. Wong and Y. Nojiri

Basin scale estimates of sea surface nitrate and new production from remotely sensed sea surface temperature and chlorophyll. *Geophysical Research Letters*, 27, 1263-1266, 2000

Han, M.-S. and K. Furuya

Size and species-specific primary production and community structure of phytoplankton in Tokyo Bay. *J. Plankton Res.*, 22, 1221-1235, 2000

Hayashi, M., Ken Furuya and H. Hattori

Spatial heterogeneity in distributions of chlorophyll a derivatives in the subarctic North Pacific during summer. *J.Oceanogr.*, 323-332, 2001

Suzuki, K., H. Liu, C. Minami, and T. Saino

Photosynthetic potential of phytoplankton in the subarctic Pacific as estimated by active fluorescence technique. *Ocean Optics XV*. CD-ROM paper no. 1153, The Office of Naval Research, Ocean, Atmosphere, and Space S&T Department, 2000.

Hosaka, T., T. Oishi, A. Tanaka and T. Saino

Diffuse backward scattering in natural light fields.

Ocean Optics XV CD-ROM paper no. 1037, The Office of Naval Research, Ocean, Atmosphere, and Space S&T Department, 2000.

Kameda, T., J. Ishizaka, H. Murakami

Two-phytoplankton community of primary production for ocean color satellite data. Hyperspectral Remote Sensing of the Ocean. *Proceedings of SPIE*. 4154, 159-165, 2000.