

## 研究課題別 中間評価結果

1. 研究課題名：人工衛星による海洋基礎生産モニタリング
2. 研究代表者：才野 敏郎(名古屋大学 地球水循環研究センター 教授)

### 3. 研究概要

本研究は、これまでに開発した海洋基礎生産モニタリングシステムを実際に運用し、それによって作成される検証済み人工衛星から測定したクロロフィルデータおよび基礎生産データを、海面水温、海上風ベクトル、海面高度、日射等のデータと合わせて利用し、海洋表層における気象・海象変動に対する生物過程の応答のプロセス研究を行う。これにより、本モニタリングシステムの有用性を実証するとともに、試験的運用の成果に基づいて、衛星を利用した海洋の生物過程モニタリングのための実運用システム設計を目的としている。

研究は 1) 自動昇降式ブイシステムの改良と試験運用、2) 衛星データを利用したプロセス研究に大別して実施した。1)に関して、相模湾定点および西部太平洋大深度海域における試験係留を通じて、水中ウインチ、計測ブイ、基礎生産プロファイラー(高速フラッシュ励起蛍光光度計:FRRF)の改良を実施した。2)に関して、相模湾、西部亜寒帯北太平洋ブイ係留点において、基礎生産推定アルゴリズム開発のための検証データを取得すると共に、海域での酸素収支のモデル化のための海洋観測を実施した。さらに、海洋表層の二酸化炭素分圧( $PCO_2$ )に関して、北太平洋の広域、東シナ海、日本海において局域のアルゴリズムの開発を行った。さらに 1)、2)に加えて自動昇降式ブイシステムの実運用に向けて、センサーの校正、保守システム、衛星基礎生産推定アルゴリズム、データシステムの構築等も実施した。

その結果、1)に関しては、自動昇降式ブイシステムの水中ウインチのハードウェアの強化、自動アルゴリズムの改良、計測ブイの音響通信と衛星無線通信機能の強化を実施し簡易型計測ブイを作成した。それらの成果に基づいて、昨年度末までに実機二式を整備し、本年度からの実運用試験の準備を完了した。また、深海係留技術の検討を行い、5000m 深度での 40 日間の運用に成功した。2)に関しては、相模湾のデータベースに基づき FRRF 計測データを用いた基礎生産推定アルゴリズムを開発するとともに、太平洋、大西洋の広範な海域で FRRF 計測を実施し、さまざまな環境下での光合成生理パラメータデータを取得した。さらに衛星データを利用したプロセス研究を検証するための研究として、海域レベルでの酸素収支をモデル化するための海洋観測を実施した。ここでは特に局域レベルでの総基礎生産と純群集生産の地理的分布を知るための手法として、酸素 17 安定同位体比異常と酸素/アルゴン(または窒素)比を組み合わせた手法を開発し相模湾、北西部亜寒帯太平洋において観測を実施した。

## 4. 中間評価結果

### 4-1. 研究の進捗状況と今後の見込み

自動昇降式ブイシステムによる基礎生産プロファイラーの実運用システムを完成させ、本研究の前半の目的はある程度達成された。その運用の中心となる 5000m 深度での 40 日間の深海係留も成功しており、更なるシステムの安定化が今後期待される。自動昇降式ブイシステムを用いて、時間解像度、鉛直解像度が高い海洋表層データの取得を可能にしたことは、新しい研究の萌芽と認められ、これまでにない研究成果に結実する可能性がある。また、酸素の3つの同位体を用いた総生産速度の推定、および FRRF 法による推定等、複数の手法を併用した研究は、プロセス研究としては極めて興味深く、重要な成果を出している。一方、基礎生産推定アルゴリズムの構築については、研究成果は見られるが、ローカルとグローバルとの関連等について明確なゴールを示せていない。水色データ解析チームを立ち上げたことは衛星データを活用するためには妥当な判断であるが、問題をより複雑な方向に向かわせるとの懸念もある。海洋観測データと衛星観測データを結びつけるシナリオはまだ見えない。

### 4-2. 研究成果の現状と今後の見込み

酸素の3つの同位体分析と FRRF を組み合わせた解析結果等の科学的インパクト、自動昇降式ブイシステムの改良や FRRF の製作等の技術的側面でのインパクトは大きい。今回開発した測器(プラットフォーム、センサー等)とそれらの運用ノウハウは、独自性が高く、充実した衛星観測データと組み合わせることで、さらなる成果が期待出来る。

本研究は、国内のトップレベルの研究体制によって遂行され、内容、成果ともに高いレベルにあり、研究代表者は、自国の計測機器メーカーも含めて、研究全体の統括として良くリーダーシップを発揮している。最終目標である、水色衛星データと海域実証システムとのドッキングが今後の課題であり、これがうまくいかないと、バラバラなプロセス研究や技術開発になってしまうので、この面での今後の進展に期待したい。

### 4-3. 総合的評価

全体的に見て研究は良く計画され、進行している。自動昇降式ブイシステム観測を基盤として気候変動研究まで、一連の研究シナリオの骨格はしっかりしている。肉付けのための研究もほぼ計画通りに展開されていて、沿岸海域での  $\text{PCO}_2$  の推定等、確実に成果を積み上げている。海洋研究は材料の特殊性等の理由から費用がかかるが、これまでの関連公表論文は十分であり費用対効果は高いといえる。しかし、実験室での研究とは異なり、海洋を対象とした観測研究はそれなりのリスクを負っているため、今後とも十分注意を払った計画の下に研究を展開する必要がある。本自動昇降式ブイシステムは、海洋表層生物環境観測に関し、時間分解能と鉛直分解能を大きく改善し、衛星観測と組み合わせることで海面-表層の変動現象の理解を大きく進めることが期待出来るが、本自動昇降式ブイシステムが本当に全球基礎生産モニタリングに必要なかどうかは疑問である。自動昇降式ブイシステムをどのように衛星観測と組み合わせるのかの科学的

な根拠を追求することが必要であると思われる。

最終的な目標である、海洋表層条件と海洋生物の活動プロセスとの相関を明確にし、環境問題に資するまでは道が遠く、今後の目標をある程度絞る必要がある。