

国際活動支援：春季の再成層化に伴う生物地球化学過程に中規模以下の物理現象が与える影響の解明

海洋研究開発機構 井上龍一郎（報告者）

東京大学大気海洋研 岡英太郎

Stuart Bishop · North Carolina State University

Andrea Fassbender · Monterey Bay Aquarium Research Institute

1. 要旨

黒潮続流域表層の混合層フロント再成層化過程で乱流混合がどの様に発生し、栄養塩などの物質の拡散に寄与しているかを明らかにするデータを得るために、黒潮続流域KEOブイ周辺において、2018年1月に新青丸航海(KS-18-1主席岡)と2018年4—5月に行われた新青丸航海(KS-18-4主席井上)において船舶観測を行った。さらに、2航海間の混合層の変動とそれに伴う生物地球化学場の変化を把握するためにプロファイリングフロート・水中グライダーを投入し時系列観測を行った。

2. 観測の目的

西岸境界流周辺は、渦運動エネルギーと年平均した大気から海洋へのCO₂輸送

量が大きく、春季に低次生産が高くなる海域として知られている。また、西岸境界流周辺は、深い冬季混合層が、海洋内部に沈み込むことによってモード水が形成される海域であり、モード水の形成から消滅までが、海洋に吸収されたCO₂の消長に大きく関係すると考えられている。しかしながら、冬季から春季にかけて西岸境界域で起こりうる、渦活動に伴う混合層再成層化過程と低次生物生産の相互作用に関する観測的知見は、気象条件の厳しさもあり、殆どないのが現状である。これらのことを踏まえ、本研究では、黒潮続流域において、鉛直1次元過程に加え、中規模からサブメソスケールの渦による水平・鉛直輸送による栄養塩供給が、どのように生物地球化学過程を通してCO₂等の物質循環に影響を与えるかについて観測的知見を得ることを目的とした。

3.観測計画

本観測研究の目的を達成するために、以下の3つの観測フェーズを設定した。

- I. 新青丸による厳冬期の NOAA の KEO ブイ周辺での船舶観測 (KS-18-1)
- II. プロファイリングフロートと水中グライダー等による自動観測機器と衛星データによる時系列観測
- III. 新青丸による春季の西岸境界流周辺での船舶観測と機器の回収 (KS-18-4)

新青丸を用いて厳冬期と春季に船舶観測を行い、乱流強度（海洋大長井担当）や水温・塩分をはじめとした物理場データと全炭酸・酸素・硝酸塩等の生物地球化学データを取得する。得られた炭酸系データと CTD データの関係を用いることで、衛星や自動観測機器によって得られる生物地球化学データと物理場データから、冬季から春季の西岸境界流周辺における、CO₂ の取り込みとそれに対する中規模からサブメソスケール現象の効果等を把握する。

4.観測結果

I. KS-18-1（主席岡）

本航海は、航海期間を通じて外洋では一度も波高2m以下の状態になることがない、大荒れの航海であった。12日間の航

海で観測を行えたのはわずかに前半1.5日、後半0.5日のみであったものの、プロファイリングフロート・水中グライダー投入とCTD・乱流観測を黒潮再循環域で行うことが出来た。これらのデータは、炭酸系データとCTD・溶存酸素との関係を見出すこと (Andrea Fassbender担当)や、自動観測機器のセンサーキャリブレーション、時系列観測初期の混合層深化時の乱流特性の理解等に用いられる予定である。

II. 時系列観測

2台の生物地球化学センサー付きフロートは、黒潮再循環域での投入からKS-18-4での黒潮続流の南側フロント域での回収まで、40km以内の距離で漂流した。これらのフロートは、厳冬期の混合層深化の様子や、早春の低気圧通過による深い混合層の形成の後に急速な再成層化とともにクロロフィルaが増大する様子を捉え、さらに黒潮続流近傍では、複雑な貫入構造も観測した。このフロート観測の結果は、速報として2018年10月のアルゴサイエンスワークショップ2018で報告者（井上）によって発表された。水中グライダーは、投入後に、アンテナトラブルやメモリーカード不良が起り、その後通信が途絶した。しかし、投入から3週間弱、フロント近傍での混合層深化時

における高頻度データを取得することが出来た。現在、このデータは、共同研究者であるStuart Bishopとその学生が、混合層内のサブメソスケールプロセスに着目して解析を行っている。電磁流速計付きフロートは、観測深度や頻度等の設定の違いにより、生物地球化学センサー付きフロートとは、異なる軌跡を辿ったが、投入後の混合層深化時の高頻度観測から黒潮フロント域での観測を経て西進し伊豆海嶺周辺域までの流速データを取得した。

III. KS-18-4 (主席井上)

荒天に苦しめられたKS-18-1と違い本航海は、一度の低気圧通過による退避を除いて好天に恵まれ、ほぼ全ての観測項目をこなすことが出来た。本航海では、渦やフロント近傍でのサブメソ現象とそれに伴う乱流混合の観測に焦点が絞られ、XCTD16点・CTD 18点・U-VMP211点の観測と2本のBGCフロートの回収が行われた。これらのデータは、KS-18-1で得られた炭酸系データとCTD・溶存酸素との関係の季節差の確認、自動観測機器のセンサーキャリブレーション、春季黒潮続流近傍の海面外力等が異なった状況下での乱流特性の理解等に用いられる予定である。

5.謝辞

本年度の国際活動支援費は、KS-18-4において採取された炭酸系サンプルを分析のために Monterey Bay Aquarium Research Institute へ輸送することに使われました。東京大学大気海洋研究所の安田一郎教授、小林奈緒美さんには、事務手続きなどで大変お世話になりました。深く感謝申し上げます。2度に渡る新青丸航海と自動観測機器による時系列観測におきましては、非常に多くの方々にサポートして頂きました。関係者全員に厚く御礼申し上げます。