

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19340140

研究課題名（和文） 直接現場観測による黒潮続流前線－亜寒帯前線間海域の混合層形成の実態解明

研究課題名（英文） Direct measurements and diagnosis of mixed layer formation process in the inter-frontal zone between the Kuroshio Extension and the Subarctic Front.

研究代表者

伊藤 進一（SHIN-ICHI ITO）

独立行政法人水産総合研究センター・東北区水産研究所混合域海洋環境部・研究室長

研究者番号：00371790

研究代表者の専門分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・海洋物理

キーワード：海洋混合層、モード水形成、大気海洋相互作用、係留系、北西太平洋

### 1. 研究計画の概要

黒潮続流前線－亜寒帯前線間海域の混合層形成の実態を把握するため、(1)混合層係留系観測、(2)係留流速アレイによる移流観測を行い、これらの海洋データを(3)気象客観解析データなどと比較することにより、大気変動に対する混合層の応答特性を明らかにする。

具体的には、

#### (1)混合層係留系解析

混合層係留系の設計及び実地試験を行ない、混合層係留系を用いた混合層形成の実態観測を可能とする。混合層係留系は、海底に設置されたシンカーからロープをガラスフロートの浮力によって立ち上げ、その途中に流速計を、頂上部分（水深300m程度）に水中ウインチを設置し、水中ウインチの稼動によって、計測ブイが数日毎に自動昇降するシステムである。このシステムを用いて、実際に冬季の混合層の発達過程を直接観測する。

#### (2)係留流速計解析

上記の混合層係留系の周囲に4系の係留系を設置し、流速計を配置することによって、移流による熱および塩の水平供給量を把握する。これらの観測結果をもとに、冬季混合層形成における水平移流成分の寄与を算出する。

#### (3)気象データ解析

客観解析データを用いて、黒潮続流前線－亜寒帯前線間海域の熱フラックス、および塩（淡水）フラックスを算出し、大気を通じた熱塩フラックスによる冬季混合層形成過程への寄与を明らかにする。

### 2. 研究の進捗状況

混合層係留系の設計及び実地試験につい

ては、水中ウインチの改良などを進め、2007年9月に混合層係留系を設置、2008年9月に回収・再設置、2009年9月に回収・再設置を行った。しかしながら、水中ウインチの動作不良や計測ブイなどの計測不良が発生し、1年を通じた観測はまだ実施されていない。現在も観測中で、2009年10月に回収する予定である。

また、混合層係留系の周囲に配置した係留流速計については、2008年9月に4系の係留系を設置し、2009年10月に回収した。良好なデータが取得され、係留系データから、2007年までは北東向き流速が卓越していたのに対し、2008年に入ると南西向き流速が卓越することがわかった。この流速の変化は、中規模渦の伝搬を意味しており、2008年に入ると渦に伴う南西方向からの暖水移流が強まり、黒潮系の高温・高塩な水が当該海域に多く運ばれ、この水が冬季に冷やされることによって深い混合層が形成され、移行域モード水が2008年には明瞭に確認できたと推測された。

さらに、係留系回収・再設置時に行った海洋観測によって、深い混合層形成によって形成された移行領域モード水の分布を詳細に調べた。その結果、移行領域モード水は、亜寒帯前線と亜寒帯境界が分離し、移行領域が広がった海域に存在していることがわかった。この領域では、黒潮続流から分岐した暖流（準定常ジェット流）が移行領域モード水の北側に流れ込んでおり、高温・高塩な黒潮系水を供給していることがわかった。等密度面混合を仮定して、親潮および黒潮成分流量を求めたところ、移行領域モード水の存在する26.5－26.7 $\sigma_\theta$ 層において、黒潮成分流量

が準定常ジェット流域で極大となっており、この層を中心に高温・高塩な黒潮系水が供給され、冬季に深い混合層が形成され易くなっていることが示された。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。  
混合層係留系のデータが通年で取得できておらず、この点においては計画より遅れていると言わざるを得ない。しかし、一方で、混合層係留系を囲む係留系アレイによる流速データの取得、係留系設置・回収時における海洋観測によるモード水の観測などによって計画以上に研究が進展している部分もあり、総合的に判断すると順調に進展していると判断される。

### 4. 今後の研究の推進方策

これまでに得られたデータおよび大気客観解析データ、海洋データ同化モデル再解析値などの解析を進めるとともに、2010年9月に回収予定の混合層係留系のデータを併せた解析を進め、黒潮統流前線-亜寒帯前線間海域の混合層形成の実態解明を進める。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ①Mori K., K. Uehara, T. Kameda and S. Kakehi, Direct measurements of the turbulent energy dissipation rate of the North Pacific subtropical mode water, *Geophysical Research Letter*, 35, L05601, doi:10.1029/2007GL032867, 2008, 査読有
- ②Schwing F. B., R. Mendelssohn, S. J. Bograd, J. E. Overland and S. Ito, Climate change, teleconnection patterns, and regional processes forcing marine populations in the Pacific, *Journal of Marine Systems*, 79, 245-257, 2010, 査読有
- ③伊藤進一・清水勇吾・寛茂穂、水中ライダー観測の実施について、東北海区海洋調査技術連絡会報、57、45-53、2008、査読無
- ④植原量行・森康輔・亀田卓彦・寛茂穂、黒潮統流南側再循環域における夏季と冬季の海洋表層構造の変化、月刊海洋号外、49、118-125、2008、査読無
- ⑤蒲地政文・藤井陽介・碓氷典久・松本聡・増田周平・淡路敏之、海洋現象への最適化法の応用としてのデータ同化：変動の再現と原因究明、オペレーションズリサーチ学会RAMPシンポジウム論文集、20、173-182、2008、査読無

- ⑥伊藤進一・清水勇吾・寛茂穂・植原量行・中野俊也・蒲地政文・志藤文武・奥西武、自動昇降装置を用いたモード水形成過程の直接観測の試み、東北海区海洋調査技術連絡会会報、58、35-38、2009、査読無
- ⑦植原量行・森康輔・増島雅親・亀田卓彦・寛茂穂・伊藤進一、黒潮統流直南の亜熱帯モード水の観測、月刊海洋、41、689-696、2009、査読無

[学会発表] (計22件)

- ①伊藤進一、移行域モード水と準定常ジェット流の広域観測、2010年度日本海洋学会春季大会、2010年3月28日、東京海洋大学
- ②植原量行、黒潮親潮統流域の表層水塊(1)-TRMWの特性とその変動、2010年度日本海洋学会春季大会、2010年3月28日、東京海洋大学
- ③伊藤進一、移行域モード水形成過程の直接観測の試み、2009年度水産海洋学会研究発表大会、2009年11月18日、長崎大学  
他19件

[図書] (計1件)

- ①Ito S., K. A. Rose, A. J. Miller, K. Drinkwater, K. M. Brander, J. E. Overland, S. Sundby, E. Curchitser, J. W. Hurrell and Y. Yamanaka, Oxford University Press, *Global Change and Marine Ecosystems*, 287-322, 2010

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]