

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年6月5日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26610149

研究課題名(和文) 高密度係留観測による海洋深層の中規模現象の探査

研究課題名(英文) Exploration of deep mesoscale variability by high-density mooring observation

研究代表者

岡 英太郎 (Oka, Eitarou)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：60360749

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：海洋深層における中規模変動の特徴とメカニズムを明らかにするため、B点(30N, 147E)において高解像度の係留観測を2014年5月から2015年10月までの1年半にわたり実施した。3x3の形に設置した係留系9系のうち7系を回収し、得られたデータをB点付近で1970～80年代に行われた係留観測データや渦解像の海洋大循環モデルのアウトプットとともに解析した。B点では、およそ60日と170日周期の中規模変動が平面波の構造をもちながらそれぞれ北西、西南西方向に伝播していた。これらは見積もられた波数ベクトルと鉛直構造から、黒潮続流域およびシャツキーライズを起源とする地形性ロスビー波であると判断された。

研究成果の概要(英文)：To clarify the characteristics and mechanism of mesoscale variability in deep layers of the ocean, we conducted high-resolution mooring observation around Station B (30N, 147E) from May 2014 to October 2015. We recovered seven out of nine moorings deployed in a 3x3 shape, and analyzed the obtained data together with mooring observation data in the 1970-80s around St. B as well as output from an eddy-resolving ocean general circulation model. At Station B, mesoscale variabilities with a period of about 60 and 170 days were propagating northwestward and west-southwestward, respectively as plane waves. Based on the estimated wave number vector and vertical structure, these variabilities were judged to be topographic Rossby waves originated in the Kuroshio Extension region and the Shatsky rise.

研究分野：海洋物理学

キーワード：海洋深層 中規模変動 係留観測 地形性ロスビー波

### 1. 研究開始当初の背景

海洋の深層循環は大量の熱や溶存物質を輸送し、気候の長期変動・長期変化をコントロールしている。研究代表者の所属する研究室では過去 15 年間、船舶観測により太平洋の深層循環の平均的流路・流量を調べ、南大洋から北上した下部周極水がサモア水路を通過して北太平洋に入ったのち、複数の分枝流に分かれて北上し、最終的に北東太平洋海盆へと至る様子を明らかにしてきた。

一方、これらの観測で設置された個々の流速計は、数十日スケールの顕著な短周期変動を捉えている。これは、海洋表層と同様に、深層においても 100km・数十日程度のスケールの中規模現象が卓越していることを示唆しているが、海洋深層、それも深層西岸境界流から離れた内部領域において時空間スケールの小さい変動を対象とした観測は過去 30 年間、ほとんど行われていない。1970 年代後半から 80 年代前半にかけて今脇らが本州南東の B 点において実施した係留観測では、擾乱が西方伝搬する様子が捉えられているが、係留系の少なさ、観測期間の短さのため、また当時は係留観測データと比較可能な海洋大循環モデルや衛星観測データなどが存在しなかったため、捉えられた変動の全貌やその発生・伝搬メカニズム等は未解明のままである。

### 2. 研究の目的

海洋深層における中規模現象の構造・特性を明らかにし、その発生・伝搬メカニズムを探る。本研究の成果は将来的に海洋深層の中規模現象の大々的な調査へと発展し、海洋の熱・物質輸送や気候の長期変動といった、海洋物理学・気候力学の重要データに幅広いインパクトを与える可能性を有する。

### 3. 研究の方法

(1) 1970 年代後半から 80 年代前半にかけて係留観測が繰り返し実施された本州南東の B 点 (30N, 147E) 付近に、2014 年 5 月の新青丸 KS-14-7 次航海で係留系 9 系を東西・南北幅がいずれも 100 km の 3×3 の菱形状に設置した (図 1)。9 系のうち 5 系には深さ 3 km から 6 km までの 4 深度に流速計を付け、残り 4 系には深さ 4 km と 6 km の 2 深度に流速計を付けた。この構成は過去の係留観測と比べ、水平・鉛直方向ともに高解像度である。

2015 年 10 月の新青丸 KS-15-14 次航海で全ての係留系を回収予定であったが、季節外の台風が現場海域に居座ったため観測時間が大幅に削られ、5 系の回収に留まった。残り 4 系の回収を 2016 年 6 月の白鳳丸 KH-16-3 次航海で試み、2 系を回収したものの、残り 2 系は切り離し装置の反応がなく、回収を断念した。

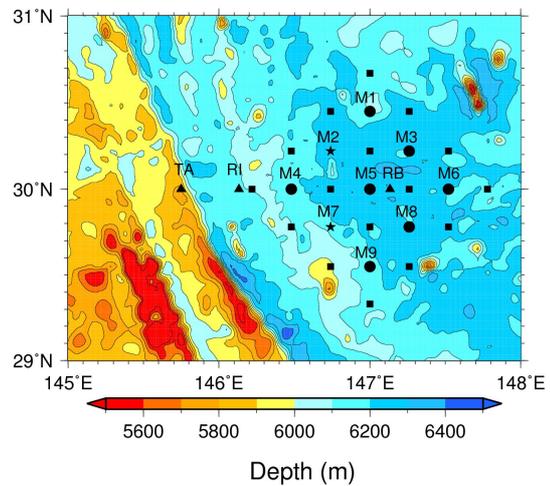


図 1 設置係留系の位置 (□ = 回収した系、○ = 回収できなかった系) Miyamoto et al. (in prep.)より

(2) 上記の係留観測で捉えられるであろう中規模変動の特性を把握するための予備的解析として、B 点付近で 1978~85 年に行われた 9 回の係留観測のデータを統合的に解析した。

(3) 中規模変動の発生、伝播メカニズムを明らかにするため、COCO モデルに基づく渦解像の全球海洋大循環モデルの出力データを解析した。

### 4. 研究成果

(1) B 点付近で 1978~85 年に行われた係留観測データと COCO モデルの出力データを用いた予備的解析からは以下の結果が得られた。B 点近傍の東西 100 km 離れた RB・RI 点 (位置は図 1 参照) の深さ 5000 m においては、45~75 日周期の中規模変動が卓越していた (図 2)。

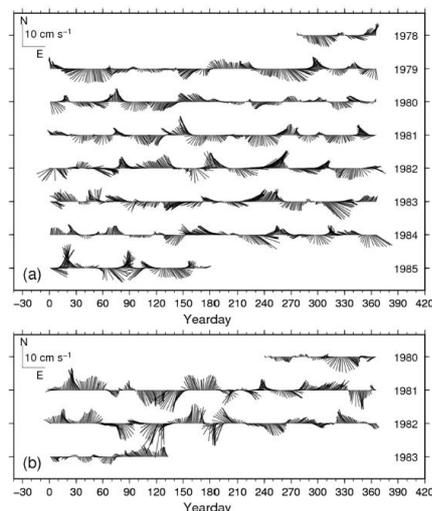


図 2 (a) RB、(b) RI 点の 5000m 深における係留観測結果 (Miyamoto et al., 2017)

モデルでは 54 日周期が最も卓越し、見積もられた波数ベクトルと鉛直構造から地形性順圧ロスビー波であると考えられた。また、地形性順圧ロスビー波の群速度を時間積分するレイトレーシングから、黒潮続流域で発生したと考えられる地形性順圧ロスビー波のエネルギーが南に伝播し、B 点付近でエネルギーが溜まり変動が卓越するという発生、伝播メカニズムを明らかにした。以上の結果を Miyamoto et al. (2017) にまとめ、発表した。

(2) 2014~16 年に実施した高解像度係留 (図 3) は、58 日周期と 170 日周期の平面波がそれぞれ北西、西南西方向に伝播する様子をきれいに捉えた。前者は Miyamoto et al. (2017) で明らかにした、黒潮続流域を起源とする地形性順圧ロスビー波であると考えられた。170 日周期の変動は、見積もられた波数ベクトルと鉛直構造から地形性ロスビー波であると考えられた。また、過去の係留観測データやモデルの出力データとともに解析した結果、この周期帯の中規模変動は、卓越する変動方向が  $f/H$  コンターに平行になるという特徴が明らかとなった。また、レイトレーシングを行い、170 日周期では B 点の東北東にあるシャツキーライズからエネルギーが伝播してくると考えられ、卓越する変動方向と一致する結果が得られた。以上の結果を現在、投稿論文 (Miyamoto et al., in prep.) にまとめているところである。

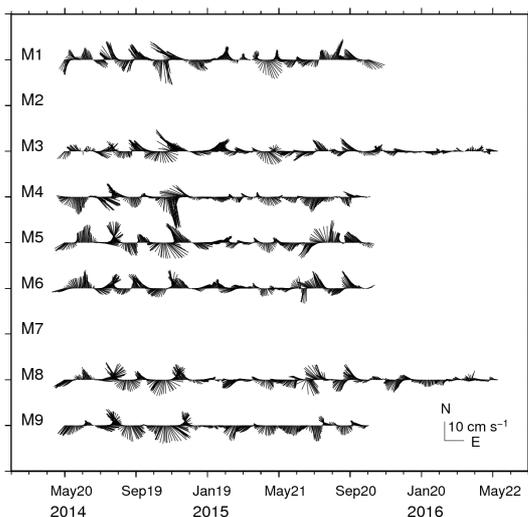


図 3 2014~16 年に実施した係留観測から得られた、4000m 深における流速ベクトル (Miyamoto et al., in prep.)

##### 5. 主な発表論文等

(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 1 件)

Miyamoto, M., E. Oka, D. Yanagimoto, S. Fujio, G. Mizuta, S. Imawaki, M.

Kurogi, and H. Hasumi, Characteristics and mechanism of deep mesoscale variability south of the Kuroshio Extension, Deep-Sea Research Part I, 査読あり, 123, 2017, 110-117.

〔学会発表〕(計 17 件)

Miyamoto, M., E. Oka, D. Yanagimoto, S. Fujio, M. Kurogi and H. Hasumi, Mesoscale variability of deep currents in Northwest Pacific Basin, 2014 AGU Fall Meeting, 2014 年 12 月 18 日, サンフランシスコ (米国)

宮本雅俊・岡英太郎・柳本大吾・藤尾伸三・黒木聖夫・羽角博康, 黒潮続流南方海域における深層流の中規模変動, 2015 年度日本海洋学会秋季大会, 2015 年 9 月 27 日, 愛媛大学 (愛媛県松山市)

宮本雅俊・岡英太郎・柳本大吾・藤尾伸三・長澤真樹, KH-16-3 次航海における深層の CTD・係留観測, 2016 年度大気海洋相互作用研究会, 2016 年 7 月 21 日, 東海大学セミナーハウス (山梨県山中湖村)

宮本雅俊・岡英太郎・柳本大吾・藤尾伸三・水田元太・今脇資郎・黒木聖夫・羽角博康・長澤真樹, 北西太平洋海盆における深層流の半年周期変動, 2017 年度日本海洋学会秋季大会, 2017 年 10 月 16 日, 仙台国際センター (宮城県仙台市)

Miyamoto, M., E. Oka, D. Yanagimoto, S. Fujio, G. Mizuta, S. Imawaki, M. Kurogi, H. Hasumi and M. Nagasawa, Mesoscale variability of deep currents in the Northwest Pacific Basin, 2018 Ocean Sciences Meeting, 2018 年 2 月 15 日, ポートランド (米国)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

・新青丸 KS-14-7 次研究航海  
<http://ocg.aori.u-tokyo.ac.jp/member/eoka/cruises/ks-14-7/index-jp.html>

・新青丸 KS-15-14 次研究航海  
<http://ocg.aori.u-tokyo.ac.jp/member/eoka/cruises/ks-15-14/index-jp.html>

・白鳳丸 KH-16-3 次研究航海  
<http://ocg.aori.u-tokyo.ac.jp/member/eoka/cruises/kh-16-3/index-jp.html>

##### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡 英太郎 (OKA, Eitarou)  
東京大学・大気海洋研究所・准教授  
研究者番号：60360749

(2)研究分担者  
なし

(3)連携研究者  
柳本 大吾 (YANAGIMOTO, Daigo)  
東京大学・大気海洋研究所・助教  
研究者番号：40260517

藤尾 伸三 (FUJIO, Shinzo)  
東京大学・大気海洋研究所・准教授  
研究者番号：00242173

羽角 博康 (HASUMI, Hiroyasu)  
東京大学・大気海洋研究所・教授  
研究者番号：40311641

(4)研究協力者  
宮本 雅俊 (MIYAMOTO, Masatoshi)