

Pacific-Asian Marginal Seas (PAMS) Meeting での  
鉛直混合・グライダー観測に関する研究動向調査

国立研究開発法人 水産研究・教育機構・東北区水産研究所 田中雄大 (報告者)

## 1. 要旨

2017年4月11日から13日にかけて韓国済州島で行われた、第19回Pacific-Asian Marginal Seas (PAMS) Meetingでの講演を聴講した。会議では日本海、東シナ海、南シナ海、黒潮を中心に、陸棚縁辺近傍での内部潮汐波の発生過程、風起源の近慣性内部波の下方伝播過程、水平・鉛直混合を介した栄養塩輸送による高低次生産維持過程など、興味深い講演を聴講した。一方、グライダーによる鉛直混合・内部波の観測については、韓国の研究者の発表が当日キャンセルになった事もあり、報告例がなかったが、これから研究が進められる分野であると思われた。また、千島海峡でのグライダー乱流観測に関して口頭発表を行い、海外の研究者と意見交換をした。

## 2. 会議の概要と参加目的

PAMS Meeting は、日本、韓国、中国、台湾を中心とした東アジア海域での研究成果を報告する場となっており、数年に一度の頻度で開催されている。この会議は、1981年に始まった JECSS (Japan and East China Seas Study) という会議が発端となっており、当初は日本海・東シナ海のみ焦点を当てた会議であった。現在、対象海域を北西太平洋域の縁辺海 (日本海、南シナ海、東シナ海、オホーツク海等) およびその周辺海域に拡大し、本海域での海洋研究に関する知識や経験を交換する場として企画されている。19回目になる本会議は、済州大学、韓国海洋科学技術院 (KIOST) を中心とした韓国海洋学会が主催し、済州島の西帰浦市で行われた。約 150 件の口頭・ポスター発表があった。

本新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」では、CTD フレームやフロート、グライダーなど様々なプラットフォームに鉛直微細構造を測定する乱流計を取り付け、観測を展開する事が目的の一つとなっている。報告者は、これまで千島海峡や黒潮・親潮域などで、

乱流計・ADCP を搭載したグライダーによる観測を行ってきた。この会議では、これまで多くの鉛直混合観測が行われてきた南シナ海や、東シナ海、日本海等での鉛直混合過程、内部波、水塊変質に関する講演が行われる。この会議において、北西太平洋縁辺海での研究動向を把握すると共に、本新学術研究で進めているグライダーによる乱流鉛直混合観測の研究成果を発表し、周知したいと考え参加した。

## 3. 会議の内容

会議初日は、主催者の挨拶、および集合写真の撮影の後、沿岸域での物理-生物過程、アジア海域の海峡域での力学過程、海洋長期観測についての発表があった。2日目の午前に、アジア海域での内部波力学についての衛星・現場観測及び数値計算についての講演があった後、北西太平洋の海洋循環変動などについての話題が発表・議論された。最終日は、台風と海洋の相互作用、データ同化、衛星観測についての講演が行われた。また、会議の開催期間中、上記のテーマに関して、ポスターが掲示され、昼食時を中心に議論がなされた。

The 19th Pacific-Asian Marginal Seas (PAMS) Meeting

日時：2017年4月11-13日

場所：済州島西帰浦 KAL ホテル

プログラム (一部抜粋、詳細は

<http://pamskorea.wixsite.com/jeju2017> 参照) :

2017年4月11日 :

### **Session 04. Coastal circulation and ecosystem in a view of physics and bio-geochemical cycling**

Y. Uchiyama : Meridional transition of upper-ocean primary productivity due to diapycnal eddy mixing across the Kuroshio off Japan

J. G. Yoo : Submesoscale surface circulation in a

coastal region off the East Coast of Korea

### **Session 03. Dynamical Processes in the Straits of PAMS**

T. Takikawa : Fortnightly variation of the Tsushima Warm Current after passing through the Tsushima Straits associated with internal tide

Y. -C. Chen : Field Investigations on Sea Temperature Changes on Ordinary Days and After Typhoon Passages in Northern Taiwan Strait

H. -R. Shin: Volume transport through the Korea Strait Estimated from Sea Level Difference and Current Data

### **Session 05. Sustaining multi-parameter Ocean Observations to Understand Climate Change and Ocean Processes**

A. Benetazzo : Accurate space-time observation of oceanic extreme waves using stereo wave imaging systems

A. Pomaro : Long-term wave measurements in a climate change perspective

A. Kaneda : Monitoring for fisheries in coastal waters of Wakasa Bay and the Echizen-Coast, Japan

2017年4月12日 :

### **Session 01: Internal waves dynamics at near-inertial, tidal, and higher frequencies in Asian waters: from remote sensing, in-situ monitoring to numerical modelling**

Y. Onuki : Theoretical estimates of the intensity of resonant coupling between internal tides and internal waves in the western Pacific

Q. Li : Investigations on Internal Waves Propagating Across a Geostrophic Front

J. H. Lee : Observation of internal waves in the East China Sea

T. Jia : Refraction and diffraction of internal solitary waves near DongSha Island

J. Liang : Generation of mode-2 internal waves in a two-dimensional stratification by a mode-1 internal

wave

Z. Chen : Selection of internal wave beam direction by geometry constraint of topography

Y. Nie : Generation of internal solitary waves over a large sill: from Knight Inlet to Luzon Strait

T. Tanaka : Glider observation in the Bussol Strait

### **Session 02. Western North Pacific Circulation Variability and Interaction with PAMS**

B. Qiu : Northwestern Pacific Variability and its Connectivity to the South China Sea

C. -L. Liu : Numerical Studies of Small Island Wakes in the Kuroshio

Y. Noh : Vertical Mixing in the Upper Ocean under Surface Heating in the North Pacific

### **Session 09. General Topics**

Y. Iwanaka : Tidally-induced instability processes governing the river plume behavior in a non-rotating regime

C. Zhang : Mapping the coastal tidal current structures from acoustic measurement

2017年4月13日 :

### **Session 09. General Topics**

Y. -G. Park : Coastal water monitoring using a vertical profiler

A. V. Bulanov : Ultrasound laser induced breakdown spectroscopy for study of the chemical content of sea water

### **Session 06. Observations and Modeling of Tropical Cyclone-Ocean Interactions in the PAMS: from Short-term to Climate**

S. K. Kang : Intensification of Typhoon Nepatak and Upper Thermal Structure

H. Zhang : Upper Ocean Response to Typhoon Kalmaegi (2014) and Rammasun (2014)

N. Zhao : Effect of SST in the Sea of Japan on the Winter Cyclones

### **Session 07. Data assimilation, Ocean Prediction, Intrinsic Predictability, and Regional Ocean Reanalysis**

W. Duan: Target observation for improving initialization of two types of El Nino predictions

Y. Kim : High Resolution North Western Pacific Prediction System

Z-J Liu : Dynamical downscaling of future sea-level change in the western North Pacific using ROMS

### **Session 08. Multiple Remote Sensing Observations for Physical-Biogeochemical Property Changes in Pacific Asian Marginal Seas**

E. A. Shtraikhert : On the influence of wind and atmospheric precipitation on biogeochemical property changes in the Amur Bay and adjacent area according to the satellite water color data

C. Dong : Chlorophyll Rings around Ocean Eddies

## **4. 成果**

上記のように、内部波・鉛直混合過程だけでなく、日本海、東シナ海、南シナ海、黒潮での物理過程を中心に幅広い話題が提供された。申請者自身がかこれまで取り組んできた陸棚縁辺近傍での内部潮汐波の発生についても新しい解釈が紹介された。陸棚縁辺近傍では、内部潮汐波のエネルギー伝播経路である特性曲線 (Ray-Path) の傾きと、地形の勾配がほぼ等しくなる場所で内部潮汐波が励起される。励起された内部潮汐波は特製曲線に沿ってエネルギー伝播がするが、その伝播経路のうち、陸棚縁辺沖側上方に伝播する内部波の存否については、様々な結果があり議論が続いている (Tanaka et al. 2013; 2015、Tanaka 2014、Wang et al. 2012)。Wang et al. (2012) の水槽実験では、陸棚縁辺近傍の地形を急激に変化させた時にのみ、陸棚縁辺沖側上方に伝播する内部波が出現する事を報告しているが、本会議では、超高解像度の数値実験 (DNS) を用いてその結果を検証するという講演があった。陸棚縁辺沖側上方に伝播

する内部波は、水槽実験同様、陸棚縁辺近傍で地形を急激に変化させた時に出現するが、地形の変化を緩やかにするとすぐに消失する訳ではなく、徐々に弱化していく事が示された。また、講演では、陸棚縁辺沖側上方に伝播する内部波の解釈について、以下のような説明がなされた：内部波は、密度面が周期的に上下される事によって発生し、特製曲線に沿って (「X」という文字のように) 4方向に伝播する。陸棚縁辺近傍では、潮汐流によって密度面の周期的な上下が起り、内部波が発生し、伝播経路が地形に遮られる場合を除いて各方向に伝播する。このうちの1つが、陸棚縁辺沖側上方に伝播する内部波であるという説明がされた。

また、日本海での風起源の近慣性内部波の伝播過程についての数値計算結果が紹介され、高気圧性暖水渦 (負のポテンシャル渦度領域) に捕捉された内部波が、500m以深の中深層へ伝播する様子が示された。今後グライダー観測を行う機会があれば、その観測計画立案や結果の解釈に参考になると思われた。そのほかにも、黒潮周辺域での一次生産を支える栄養塩供給過程について、ROMS に NPZD モデルを結合させた数値実験から、黒潮流域流域北側での中規模渦に伴う下層から上層への栄養塩湧昇によって、流軸北側の高い一次生産が支えられるという結果が紹介された。これまで本海域で行ってきた硝酸乱流鉛直フラックスとの比較などについて検討すべきであるように思われた。

一方、グライダーによる千島海峡近傍での水塊・内部波・鉛直混合観測結果の発表においては、水塊・鉛直混合強度の時間変動要因について議論した。観測期間中盤で生じた、低温から高温水への水塊変移については、千島海峡沖の中規模渦の影響が推測されたほか、鉛直混合強度の時間変動については、大潮小潮周期との関連性についても今後言及する必要があるように思われた。また、韓国で複数のグライダーを所有し、様々な観測を行っている J. J. Park 博士の講演が当日キャンセルになったのは残念であった。

## 5. 謝辞

東京大学大気海洋研究所の安田一郎教授と小林奈緒美さん、東北区水産研究所の市川忠史部長と照井崇史係長には、会議参加等に関する事務手続き、準備などで大変お世話になりました。感謝申し上げます。

全体集合写真：

