

# 国際活動報告：サブメソスケール現象及び内部波に起因する海洋鉛直混合が水産資源の生産に与える影響に関する共同研究

東京大学大気海洋研究所 伊藤 進一（報告者）

東京大学大気海洋研究所 伊藤 幸彦

ハワイ大学, Prof. Bo Qiu

延世大学, Prof. Yign Noh

カリフォルニア大学アーバイン校, Prof. Kristen Davis

ジョージア工科大学, Prof. Annalisa Bracco

オレゴン州立大学, Prof. John Barth

## 1. 要旨

2018年11月4日に東京大学大気海洋研究所にて2nd International Symposium “Ocean Mixing Processes: Impact on Biogeochemistry, Climate and Ecosystem” (以下 OMIX Sympo.) を開催し、OMIX 参加者と招へい研究者が、サブメソスケールに付随する強い鉛直混合が重要水産物の生産変動に与える影響を調べる方法を検討した。また、PICES-OMIX 共催で開催した”Seasonal to interannual variations of meso-/submeso-scale processes in the North Pacific”および”Internal tides, nonlinear internal waves, and their impacts on biogeochemistry, climate and marine ecosystems via ocean turbulent mixing processes”セッションにおいて、OMIX の成果をより広く公表するとともに、サブメソスケールに付随する強い鉛直混合に関する議論を行った。

## 2. 研究の背景

「新海洋混合学」の国際活動支援の中で進めてきた「ストームトラック下での鉛直混合過程のフロート時系列観測」の中で、ワシントン大学の高解像度水温計・電時流速計付きフロートを投入し、秋冬の日本東方沖に形成されるストームトラック下での慣性内部重力波の生成・伝搬・逸散過程の時系列観測を行うとともに、Uunderway-CTD (U-CTD)を用いたサブメソスケール構造とそれに付随する栄養塩供給過程の観測を実施してきた。その結果、メソスケール、サブメソスケールに対応して鉛直混合強度が

変動しており、栄養塩供給過程を通じて、基礎生産に影響している可能性が示された。

また、公募研究「北太平洋栄養物質循環の数値モデリング」と共同で黒潮続流から分岐した準定在ジェットドリフター観測を実施した。この中で、亜寒帯海流が準定在ジェットと接し、サブメソスケール構造が卓越する海域で鉛直混合が強いことがわかってきた。同時期に行ったU-CTD観測、CTD搭載栄養塩センサーによる観測から、準定在ジェットにおいて栄養塩が下層から供給されている像が示され、小型浮魚類の未成魚が集結する当該海域で海洋混合が水産生物に影響を与えている可能性が示唆された。これらのことからサブメソスケール構造に付随した栄養塩供給が重要水産物の生産変動に与える影響を明らかにするのは重要なことと考えられる。

## 3. 研究計画・作業仮説・方法

Bracco 博士と伊藤幸彦がコンビーナーとなり、2018年10月30日にPICES-2018にて、PICES-OMIX 共催セッション”Seasonal to interannual variations of meso-/submeso-scale processes in the North Pacific”を開催し、北太平洋におけるメソスケール、サブメソスケール現象について検討を行った。Qiu 博士を招待講演者として招へいし、他15件の口頭発表が行われ、様々な観測手法と数値実験が紹介された。

また、Bracco 博士、Barth 博士、Nam 博士、伊藤進一がコンビーナーとなり、2018年11月1日にPICES-2018にて、PICES-OMIX 共催セッション

ン”Internal tides, nonlinear internal waves, and their impacts on biogeochemistry, climate and marine ecosystems via ocean turbulent mixing processes”を開催した。招待講演者として、Davis 博士、Noh 博士、安田一郎博士を招へいし、内部潮汐、非線形内部波とその海洋混合過程を通じた物質循環、気候、海洋生態系への影響を議論した。

さらに、2018 年 11 月 4 日に東京大学大気海洋研究所にて OMIX Sympo.を開催し、Bracco 博士、Barth 博士、Noh 博士、Davis 博士、Qiu 博士に加え、OMIX 参加者からの発表を行い、鉛直混合の時空間分布および変動とその海洋構造、物質循環、生物生産、気候への影響を議論した。

#### 4. 成果

PICES-OMIX 共催セッション”Seasonal to interannual variations of meso-/submeso-scale processes in the North Pacific”では合計 14 件の口頭発表があり、70 名以上の参加者があった。衛星や船舶観測によるメソスケール渦の研究から、最先端の数値モデルや大量の漂流ブイ観測等によるサブメソスケール現象に関する研究が紹介された。OMIX から Isoguchi Jet の形成過程と周辺の混合現象 (Mitsudera et al., 2018)、三陸沿岸域の津軽暖流と親潮の前線域に形成される Internal tide chimney (Itoh et al., 2016)などが報告され、OMIX の成果が広く公表された。

PICES-OMIX 共催セッション”Internal tides, nonlinear internal waves, and their impacts on biogeochemistry, climate and marine ecosystems via ocean turbulent mixing processes”では、16 件の口頭発表と 7 件のポスター発表があり、約 70 名の参加があった。招待講演として安田一郎代表が OMIX の成果をまとめて紹介し、そのほかにも、OMIX からトカラ海峡における強い鉛直混合による栄養塩供給 (Nagai et al., 2018)、その栄養塩供給を受けた生物生産 (Kobari et al, 2018)、18.6 年周期潮汐変動による物質循環変動などが報告された。

OMIX Sympo.には約 50 名が参加し、様々な鉛直混合過程の観測手法が紹介された。多数の若手研究者もポスター発表として参加し、海外研究者と活発な

議論を展開した。また、沿岸域への内部波伝搬の観測に有効な手法として、distributed temperature sensing (DTS) system に関する知識を共有することができた。

#### 5. 謝辞

本研究は、新学術領域研究「海洋混合学の創設 (OMIX)」プロジェクトの一環として実行された。OMIX 代表の安田一郎教授、事務局の小林奈緒美さんに厚く感謝申し上げます。特に国際シンポジウムの準備を仕切って頂いた事務局の小林奈緒美さん、坂田あゆ子さん、合田利枝さんに厚く感謝申し上げます。

#### 6. 引用文献

1. Itoh S., H. Kaneko, M. Ishizu, D. Yanagimoto, T. Okunishi, H. Nishigaki, K. Tanaka, 2016: Fine-scale structure and mixing across the front between the Tsugaru Warm and Oyashio Currents in summer along the Sanriku Coast, east of Japan. *Journal of Oceanography*, **72**, 23-37.
2. Kobari T., W. Makihara, T. Kawafuchi, K. Sato, G. Kume, 2018: Geographic variability in taxonomic composition, standing stock, and productivity of the mesozooplankton community around the Kuroshio Current in the East China Sea. *Fisheries Oceanography*, **27**, 336-350.
3. Nagai T., D. Hasegawa, T. Tanaka, H. Nakamura, E. Tsutsumi, R. Inoue, T. Yamashiro, 2017: First Evidence of Coherent Bands of Strong Turbulent Layers Associated with High-Wavenumber Internal-Wave Shear in the Upstream Kuroshio. *Scientific Report*, **7**, Article number: 14555.

#### 7. 成果論文

1. Mitsudera H., Miyama T., Nishigaki H., Nakanowatari T., Nishikawa, H., Nakamura T., Wagawa T., Furue R., Fujii Y., and Ito S., 2018, Low ocean-floor rises regulate subpolar sea surface temperature by forming baroclinic jets. *Nature Communications*, doi: 10.1038/s41467-018-03526-z.