

国際活動報告：台湾東沖黒潮流域における国際共同観測の実施

九州大学応用力学研究所 松野 健・遠藤 貴洋・堤 英輔
愛媛大学沿岸環境科学センター 郭 新宇

1. 要旨

2018年5月10日から19日にかけて台湾を訪問し同国の研究船 Ocean Researcher 1 と Ocean Researcher 2 の二隻を用いた国際共同観測に参加した。国立台湾大学海洋研究所の Sen Jan 教授、Yiing-Jang Yang 准教授、Ming-Huei Chang 准教授らの協力のもと、太平洋から東シナ海に流入する海域に位置する台湾東沖の I-Lan Ridge 周辺において、黒潮が海山を乗り越えることで強い乱流混合が生じていることを明らかにした。

2. 国際共同観測の背景

計画研究班 A02-4 は、平成 29 年度までに、トカラ海峡、東シナ海陸棚縁辺部、そして、ルソン海峡において観測を実施し、黒潮流域の乱流混合を定量的に把握するとともに、周辺海域の生物生産に対する乱流混合の寄与を評価してきた。その結果、黒潮が太平洋から東シナ海に流入する台湾東沖での乱流混合の把握が必要不可欠であるという認識に至った。この海域は、台湾の領海や EEZ にあたっており、台湾の研究者と連携して同国の研究船を用いた共同観測を実施する必要がある。

そこで、2017 年 12 月に国立台湾大学海洋研究所の Sen Jan 教授を訪問し（平成 29 年度 国際活動支援成果報告書参照のこと）、黒潮が太平洋から東シナ海に流入する海域に位置する台湾東沖の I-Lan Ridge 周辺において、台湾の研究船 Ocean Researcher 1 (OR1) と Ocean Researcher 2 (OR2) の二隻を用いた国際共同観測を実施する計画の合意を得た。この合意のもと、2018 年 5 月の航海に向けて調整を進めてきた。

3. 国際共同観測の経過

まず観測に先立ち 2018 年の 3 月末に、計画研究班 A02-4 で購入した乱流微細構造プロファイラー、TurboMAP-L を九州大学応用力学研究所から国立台

湾大学へ向けて発送した（4 月 17 日到着）。

5 月 10 日に、郭、嶋田（愛媛大学）、遠藤、堤（九州大学）の四名が国立台湾大学海洋科学研究所を訪問し、OR1 航海の首席研究員である Yiing-Jang Yang 准教授、ならびに OR2 航海の首席研究員である Ming-Huei Chang 准教授と打ち合わせを行った。各研究船の役割分担は以下の通りとなった。

- OR2（5 月 11～15 日：基隆港～基隆港）
係留系を G1～G4 の 4 点（図 1：青三角）に設置した後、G1～G3 を結ぶ測線上で、国立台湾大学海洋科学研究所が所有する乱流微細構造プロファイラー VMP-500 を用いた乱流観測を実施。
- OR1（5 月 14～17 日：基隆港～花蓮港）
G1～G3 を結ぶ測線、ならびに、I-Lan Ridge を囲む測線上（図 2：赤丸）で、我々が TurboMAP-L を用いて乱流観測を実施した後、OR2 で設置した係留系を回収。

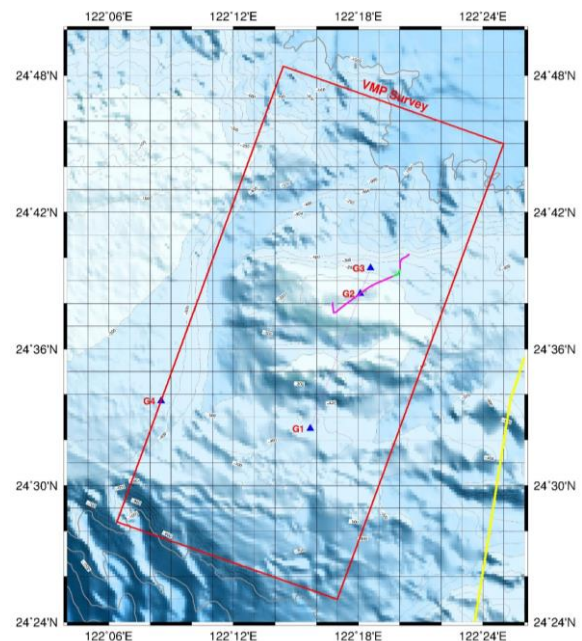


図 1. I-Lan Ridge の海底地形（等値線）および係留系

設置点（青三角）。G2がChickenClaw海山の頂上近傍に位置している。

5月11日の午前中にTurboMAP-Lを国立台湾大学からOR1へ向けて発送した後、遠藤、堤、嶋田がYiing-Jang Yang准教授とともに基隆へ移動し、船上にて設置および動作確認を行った。

翌5月12日に松野と酒井（九州大学）が合流し、航海日程と役割分担を確認した。13日には、郭、松野、遠藤、堤の四名でTurboMAP-Lによる乱流観測点を確定した（図2：赤丸）。

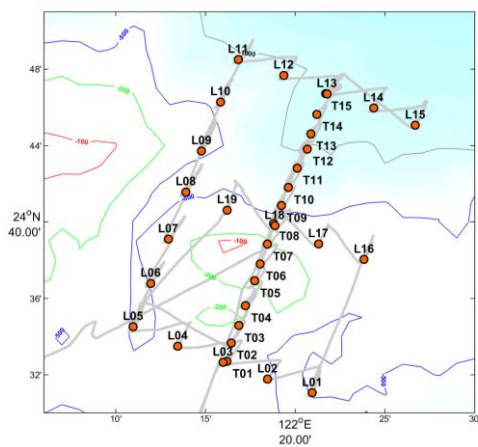


図2. TurboMAP-Lによる乱流観測点（赤丸）とOR1の航跡（灰色線）。T01（L03）が係留点G1、T08（L18）が係留点G3と、それぞれ一致する。

5月14日に松野、遠藤、堤、酒井、嶋田の五名がOR1に乗船し基隆を出港した。まずChickenClaw海山（図1、G2近傍）の地形を確認するため、T15（L13）からT-Lineに沿って黒潮をさかのぼりつつ（図2）T01（L03）へ移動した。T01には現地時刻（以後全て現地時刻）の20時半頃に到着し、翌5月15日の6時半にかけて、一回目のT-Line乱流観測を実施した。その後、L15→L11→L05→L19→L16→L01→L05の順でI-Lan Ridge周辺の乱流観測、ならびにCTD・LADCPによる背景密度場・流速場の観測をそれぞれ行い、5月16日の19時半頃から二回目のT-Line乱流観測を実施した。T12でTurboMAP-Lの通信が途絶え、以後の乱流観測を中止せざるを得なくなってしまったものの、幸いにもChickenClaw海山を挟む黒潮の上流域から下流域までをカバーすることがで

きた。この通信途絶は、一回目のT-Line乱流観測時に誤ってケーブルを船底に擦った際、被覆が破れて浸水したためであることが帰国後に判明し、国際活動支援経費によりケーブルを交換している。入港日である5月17日の午前中に、OR2が設置した係留系G1～G4の回収作業を行った。このうちG2は切り離し信号を送っても浮上しなかったため、魚群探知機で正確な位置のみを把握して、次のLeg（5月18日出港）で回収することとなった。残念なことに、G2はこの間に黒潮に流されてしまい、本報告の執筆時もお漂流中である。花蓮港にて下船後、郭、国立台湾大学海洋研究所のSen Jan教授と合流してTurboMAP-Lを国立台湾大学へ向け発送した。翌5月18日に花蓮から台北へ移動し、松野、堤、酒井、嶋田の四名は帰国、郭、遠藤の二名はさらに一泊して、TurboMAP-Lを九州大学応用力学研究所へ返送する手筈を整えてから、5月19日に帰国した。

4. 成果の速報

この国際共同観測の期間、黒潮の強流帯はまさにChickenClaw海山の上に位置していた（図3）。本報告では速報として、この海山を横切る一回目のT-Line乱流観測時に得られた結果（図4）を紹介する。

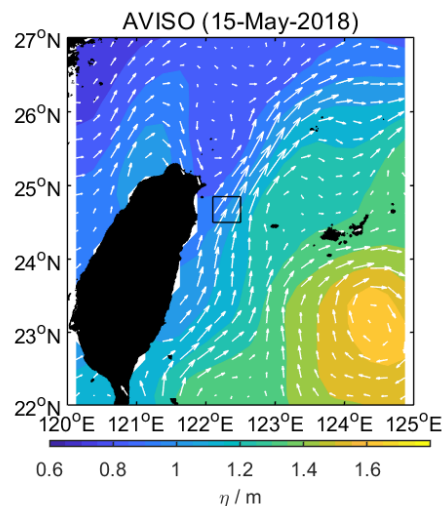


図3. 衛星海面高度計による、海面力学高度（等値線）および、その傾きから算出した絶対地衡流速場（ベクトル）。今回の観測海域を黒い四角で示す。

表層の黒潮流速は 2 ms^{-1} に達し、特にI-Lan Ridge

の地形上で速い流れとなっていた。一方、200m 以深では、地形の背後で弱い反流が生じている様子が見てとれる。その結果、黒潮の鉛直シアの大きさは、地形の最浅部にあたる 100m 深近傍、および、海山背後の反流との境目にあたる深度 150~200m で大きくなる。これら鉛直シアの強い深度帯では、TurboMAP-L で計測した乱流運動エネルギー散逸率も大きくなっており、これまで計画研究班 A02-4 が観測してきたトカラ海峡に加えて、I-Lan Ridge 上においても、黒潮が海山を乗り越えることで強い乱流混合が生じていることが明らかとなった。海山最浅部の T07 とそのすぐ背後にあたる T08 の間には、Hydraulic jump と思われる等密度面の深化が見られるほか、その下流では密度 24~25 σ_θ の水塊が低塩分化しており、今後の解析や数値シミュレーションによって、I-Lan Ridge 周辺の乱流混合の詳細なメカニズムや、黒潮下流側への寄与が解明されていくことが期待される。

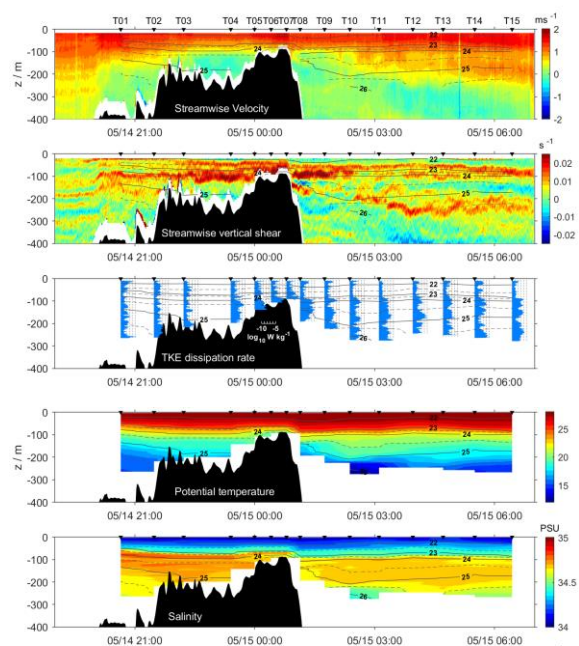


図 4. 一回目の T-Line 乱流観測の結果。上から順に、黒潮流速、黒潮の鉛直シア、乱流運動エネルギー散逸率、水温、塩分の鉛直分布の時系列。黒い等値線は密度、▼は TurboMAP-L の投入時刻、黒塗りは海底地形を表す。図の左側（右側）が黒潮の上流側（下流側）である。

5. まとめ

TurboMAP-L のケーブル浸水や係留系流出のトラブルに見舞われたものの、ほぼ計画通りに国際共同観測を実施することができた。この観測で得られたデータの解析結果や、観測結果をもとにした数値シミュレーションの結果について、2018 年 10 月 25~27 日に国立台湾大学海洋研究所に双方の研究者が集って議論する予定である。今回の国際共同観測の成功が、今後の計画研究班 A02-4 での研究の進捗のみならず、OMIX 全体の活動の国際化に大きく貢献することが期待される。

最後に、流出した係留系 G2 の概要を図 5 に示す。発見された方、情報をお持ちの方は、遠藤（九州大学）までご連絡頂けると幸いである。

SKIII ADCP & Temperature mooring diagram: G2

Deployed times: 1

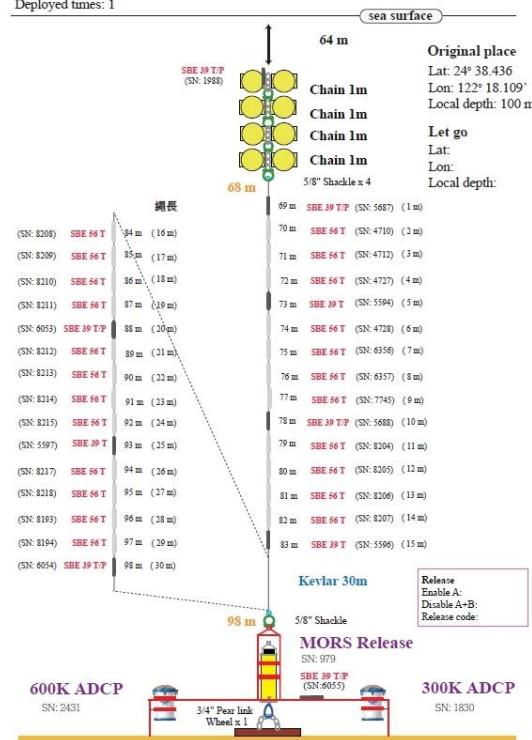


図 5. G2 に設置した（正確な位置は図 1 参照のこと）係留系の概要。