

6. 航走観測の実現による海底地殻変動観測の高度化

技術・国際課 海洋研究室 松本良浩^{*1}・佐藤まりこ
海洋調査課 航法測地室 齋藤宏彰・浅倉宜矢^{*2}・石川直史

(^{*1} 現外務省在マレーシア日本大使館, ^{*2} 現警備救難部管理課)

1. はじめに

海上保安庁海洋情報部では、東京大学生産技術研究所の技術協力の下、GPS／音響結合方式による海底地殻変動観測の技術開発及び海底基準点の展開を行っている。これまでに、宮城県沖、福島県沖、東海沖等における定常的な地殻変動や 2005 年の宮城県沖の地震(M7.2)に伴う地殻変動を検出することに成功している。しかしながら、本観測は、測量船の船尾に取り付けた支柱に負荷をかけないように漂流しながら観測を行っていたため、測線のコントロールができない上に、測線間の移動に観測時間の約半分を費やさなければならず、必ずしも効率的にデータを取得しているとは言えない状況であった。

そこで、測線間の移動にかかるタイムロスを削減し、測線のコントロールを可能とするため、測量船に観測機器を常設し、航走しながら観測を行う観測システムを確立し、観測の効率化及び高精度化を推進した。

2. 船底トランスデューサによる航走観測の実現と評価

新旧観測システムを図 1 に示す。音響トランスデューサ(送受波器)を船底に、GPS アンテナをマストに設置することにより、航走しながら音響測距観測を行うことが可能になった。航走観測の実施にあたっては、KGPS 測位と音響測距を結合するため、GPS アンテナとトランスデューサの正確な位置関係を求める必要があり、GPS 測量や光学測量、レベリング等の測量技術を駆使して GPS アンテナトランスデューサ間の位置関係を測定した。

漂流観測と航走観測による音響測距データの配置例を図 2 に示す。データ数はいずれも 1400~1500 ショット(これを「1 セット」と定義する)で、4 セットを 1 回の観測量の目安としている。漂流観測では、流れがあるときは流れに任せて、流れがないときは 13 箇所の定点観測を行い、できるだけ空間的にバランス良くデータを取得するよう努めていたが、航走観測の実現により、計画した測線で音響測距データを取得できるようになった。測線及び速力は、観測効率や測線配置の幾何学的バランス、操船の容易さなどを考慮して海域ごとに決定し、現在は、各海域の水深に応じて 4~7 ノットの速力で航走しながら観測を行っている。さらに、航走観測では、甲板作業を伴わないため、昼間・夜間を問わず 24 時間観測を行うことが可能な上、測線間の移動にかかるタイムロスもなくなったため、1 回あたりの観測時間を 2 日から 16~24 時間へと大幅に短縮することができた。

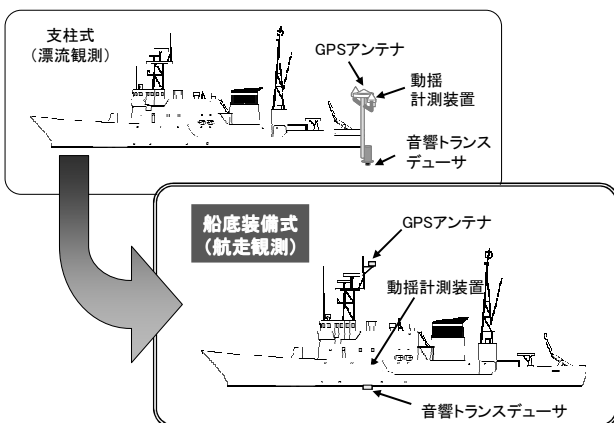


図1 新旧海底地殻変動観測システム

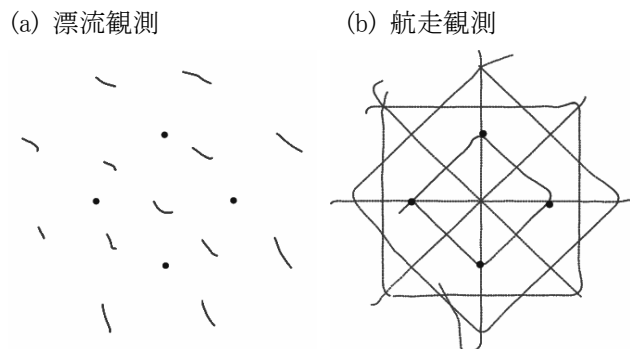


図2 音響測距観測データの配置例
※・は海底局を示す

このようにして実現した航走観測の精度評価を行うため、漂流観測と航走観測を同時期に行う併行観測やデータの一部を使用したサブセット解の再現性評価などを行った。併行観測の結果、漂流観測と航走観測による位置の差は 2~3cm と観測精度の範囲内であり、懸念された船体の歪みや航走による影響は特段見られなかった。また、サブセット解の再現性評価では、音響測距データの空間バランスの向上により、航走観測では漂流観測に比べてばらつきが有意に小さくなっており(図 3)、少ないデータでもより安定した結果が得られることがわかった。さらに、航走観測では、通常独立に求めている 3~4 台の海底局の相対位置関係が再現性良く決定される、高さ方向の安定性が増すという効果も現れており、将来的には、航走観測から求められた海底局の相対位置関係を固定して、3~4 台の重心の動きだけを推定することにより、より安定した観測結果が得られるとともに、高さ方向の地殻変動の検出も可能となると期待される。

3. 主な観測結果と今後の展望

航走観測の実用化により、1 海域あたりの観測時間が大幅に短縮され、従来は各点年 1 回程度だった観測が年 3 回程度安定して観測できるようになった。

宮城沖では、2005 年の宮城県沖の地震により東に約 10cm 動いた後、2007 年頃からひずみの蓄積再開を示唆するような西北西向きの動きを検出しており、地震の発生からひずみの再蓄積に至る過程を海底の動きとして世界で初めて捉えることに成功した(図 4)。また、南海トラフ沿いの海底基準点においても、2006 年以降、2~5cm/年の速さで西~西北西方向に移動していることが求められており、多くの観測点で定常的な地殻変動を検出し、地震調査委員会や地震予知連絡会に報告している。

今後は、更なる効率化・高精度化を進め、より信頼性の高い海底地殻変動データを取得し、将来の海溝型地震の発生予測に貢献していきたい。

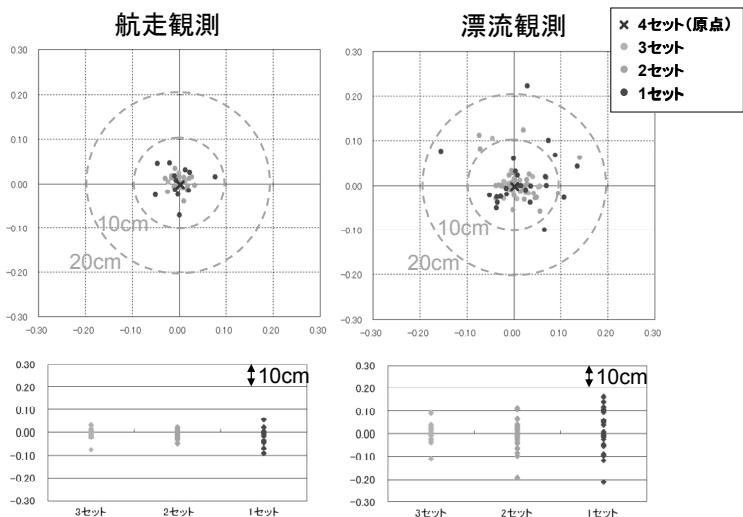


図 3 サブセット解の再現性(左:航走観測, 右:漂流観測)

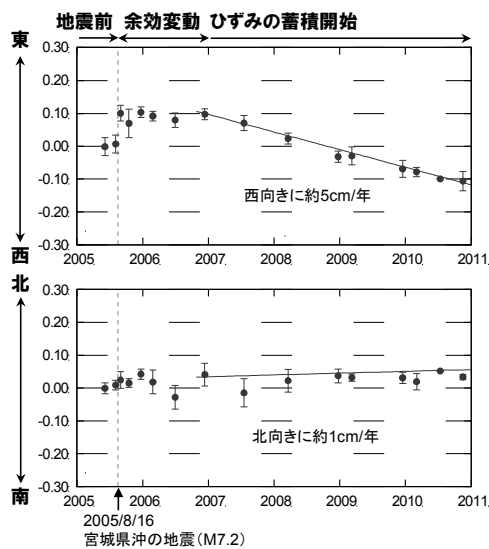


図 4 「宮城沖 2」海底基準点における水平位置座標の時系列(EU 固定)
※下里のプレート運動(3.2cm/年, 291°)補正後