

DONET計画の下で進めた海底地殻変動観測手法高度化の研究 —成果と課題—

Research on improved observation of seafloor crustal movement under the DONET program - progresses and problems -

藤本 博己^{1*}, 木戸 元之¹, 長田 幸仁¹, 日野 亮太¹, 三浦 哲¹

Hiromi Fujimoto^{1*}, Motoyuki Kido¹, Yukihito Osada¹, Ryota Hino¹, Satoshi Miura¹

¹東北大学大学院理学研究科予知センター

¹RCPEV, Grad. Sch. Science, Tohoku Univ.

1.はじめに

兵庫県南部地震の後整備された地震観測網Hi-netと地殻変動観測網GEONETは、地震の調査観測における重要な課題である地殻活動のモニタリングに向けた画期的な観測網であり、重要な成果を出し続けている。しかし大きな地震の大部分は、この二つの観測網から外れた海底で発生する海溝型地震であり、この二つの観測網に相当する観測網を海域に展開することが今後の重要課題である。地殻変動の観測手法としては、海中の音響測位と海上のGPS測位を結合したGPS音響結合海底精密測位(GPS/A)観測が最も有効であり、東南海・南海地震に備えて、プレート境界の固着域のマッピングとモニタリングを可能にする海底地殻変動観測網を構築することが重要である。紀伊半島沖の海底において、リアルタイムの地震津波観測システムを構築するDONET計画が進行しているが、海底の地殻変動については繰り返し測位観測が成果を出し始めた段階であり、DONET計画の下でその観測の高度化に向けた研究を東北大学と名古屋大学が進めてきた。東北大学による研究成果とそれにより明らかになった今後の課題を報告する。

2.研究成果

東北大学では、船から小型ブイを曳航し、海上の位置を保持する方法で試験観測を行い、以下の成果を得た。

(1)科学的成果

2004年の紀伊半島南東沖地震による地殻変動を、名古屋大学とともに、世界で初めて海底測地観測により捉えた(Kido et al., 2006)。観測回数が少なく、精度面で問題があるが、宮城県沖海底の水平変動も捉えている。

(2)測位解析手法の高度化

海中音響測位の観測量は音波の往復時間であるから、測位解析のカギは海中の音速構造の推定であり、これまでは水平成層構造を仮定していた。将来の係留ブイ観測も視野に入れて、観測位置の保持が難しい曳航ブイ用の測位解析手法を開発した。この手法で鉛直方向に平均した音速の時間変化が推定され、海洋物理観測の結果とよく合う(Kido et al., 2007)。しかし海底の測位結果は、海中の音速構造に水平勾配があり、それが時間変動していることを示している。海底局の数を増やして観測し、音速の水平勾配も合わせて解析する手法を提案した(Kido, 2007)が、時間変動の推定は難しいことがわかった。

(3)観測システムの高度化 (ハード面)

ハード面における観測システムの高度化において、以下の成果を得た。

- ・海上GPS測位を従来の1Hzから10Hzに高速化し(長田ほか, 2008)、モーションセンサーの測定と合わせて、ブイの動揺の影響を精密に補正した(木戸ほか, 2008)。

- ・係留ブイを用いた連続測位観測に向けて、海上観測ブイを試作し、試験観測を行った（藤本ほか、2008）。
- ・3種類のブイを想定し、海流の影響を考慮して係留ブイの概念設計を行った。
- ・長期観測用の海底地震計と同じ音響切り離し装置を用いて、設置後約4年半の海底局3台を回収し、懸案だったGPS/A用海底局の繰り返し利用に目途をつけた（東北大・東大地震研の共同研究）。
- ・2004年の紀伊半島沖地震の震源域近くで、厚い堆積層に覆われた海底に設置されていた海底局（3機関、10台）を、無人探査機を用いて観察し、海底局の姿勢は地震の強震に対して安定であることを確認した（東北大・名大・海保の共同研究）。
- ・GPS/A測位には直接関係しないが、熊野灘において、1km弱の距離における約4ヶ月の海底間測距において、1cm(RMS)の長期安定性を確認した。

3.今後の課題

地殻変動観測という点で、GPS/A観測を陸上のGEONETの観測と比べると、測位精度で1桁以上、観測点数で約2桁、毎秒の連続リアルタイム観測に対して年に1-2回の繰り返し観測という大きな差がある。GPS/A観測の測位精度向上、多点観測のための観測時間の短縮、連続観測と測位間隔の短縮、および解析時間の短縮という課題を克服する必要がある。

上で述べた海中の音速構造の水平勾配は、そのまま海底測位結果の誤差になり、これまでは長時間平均によりその影響を抑えているので、上記のうち最初の3つの課題克服のカギである。その時間変化は、海上の位置を保持して観測する方法により推定可能であり、熊野灘では30分から1時間の短周期の変動、宮城県沖では数時間から1日という長周期の変動が卓越する傾向がある。今後重要なのは、GPS/Aの観測と海洋物理観測の同時並行観測により、まず海中の音速構造の実態把握を行い、DONET計画により強化される高分解能の黒潮変動予測モデルとも連携して補正方法を検討し、GPS/A観測において補正可能な水平音速勾配の波長および周期を明らかにして、最適な海底測位システムを構築することであろう。

キーワード:海底地殻変動観測,海底測地,G P S 音響結合, DONET,東南海・南海,熊野灘

Keywords: Observation of seafloor crustal movement, seafloor geodesy, GPS/A, DONET, Tonankai-Nankai, Kumano-nada