

電磁気学的手法を用いた流体流動検出に向けて

海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域
笠谷貴史、川田佳史、木下正高

海溝型巨大地震の発生や破壊拡大やその伝搬において、断層面内の間隙水圧異常が極めて重要な役割を果たしている。電磁気学的パラメーターは、流体分布・挙動を把握するために重要であるが、海域においては機動性の高い海底電位磁力計(OBEM)や電気探査装置などが開発され、Magneto-telluric法などによる構造解析がようやく一般的になってきたものの、海底下の流体流動を観測・解析するまでには至っていない。一方で、陸域では地熱地帯や火山での流体流動における応用例は多く(例えばIshido and Mizutani, 1981)、それらの知見を活かして観測・シミュレーション・室内実験による多面的なアプローチをとることが必要となる。

海底環境においても流体の流動に伴う自然電位が発生しうるかを検討するための第一段階として、数値計算によるシミュレーションが必要である。陸上観測と決定的に異なるのは、観測する領域より上に良導体である海水が存在することである。我々は、有限要素法を基礎とする汎用の数値シミュレーションソフトウェアである「COMSOL Multiphysics」を用いることとした。まずは文献に沿った既存のモデルを設定し、我々の計算手法が正しく動作しているかについて検討を行った。COMSOLでは3次元問題まで扱うことが出来るので、Sheffer and Oldenburg (2007)にある3次元一様媒体中の注入井モデルおよび3次元不均質媒体中での揚水モデルを用いて検証を行った。前者では解析解とも良い一致を示すことが分かった。後者のモデルでも、Sheffer and Oldenburg (2007)による計算結果の傾向、値とも良い一致を示しており、COMSOLによる自然電位シミュレーションに問題のないことが示された。次に、Jouniaux et al., (1999)で示されている室戸沖でのシミュレーションに沿った計算を実施し、ほぼ同様の結果を得ることが出来た。これまでに自然電位を目的とした海域での調査事例は非常に少なく、確立された観測法も存在しない。一例として、ケーブルシステムに接続されたOBEMで検出地震動および泥流到来に伴う顕著な電位変化があげられる。このうち、地震動到来後の特徴的な変動が海底下からの流体流動によるものではないかと推測されているが(Kasaya et al., 2009)、現段階では定性的な議論にとどまっており、数値計算などでの検証が必要である。この観測は水平電場にあらわれた変動であったが、Jouniaux et al., (1999)や後藤ほか(2003)の結果によると、沈み込み帯における自然電位は鉛直電場の方が観測される電位が大きいことが示唆されている。しかしながら、鉛直電場を計測する適切な観測システムは存在していないのが現状である。

一方で、実サンプルの物性測定も重要な要素である。実サンプル測定に関しては、JAMSTEC 高知コア研および産総研の研究者と連携を取り、実験を行えるように準備を進めている状況である。測定されたデータを数値シミュレーションに取り入れることによって、シミュレーションの精度を高め、観測装置の仕様決定に生かしていくことができる。

参考文献

後藤忠徳、笠谷貴史、三ヶ田均、木下正高、末廣潔、木村俊則、芦田譲、渡辺俊樹、山根一修、電磁気学的な流体分布と移動の解明—南海トラフを例として—, 物理探査, 56, 439-451, 2003.

T. Ishido and H. Mizutani, Experimental and theoretical basis of electrokinetic phenomena in rock-water systems and its applications to geophysics, *J. Geophys. Res.*, 86, 1763-1775, 1981.

L. Jouniaux, J-P. Pozzi, J. Berthier and P. Masse, Detectin of fluid flow variations at the Nankai Trough by electric and magnetic measurements in boreholes or at the seafloor, *J. Geophys. Res.*, 014, 29293-29309, 1999.

T. Kasaya, K. Mitsuzawa, T-N Goto, R. Iwase, K. Sayanagi, E. Araki, K. Asakawa, H. Mikada, T. Watanabe, I. Takahashi and T. Nagao, Trial of Multidisciplinary Observation at an Expandable Sub-Marine Cabled Station “Off-Hatsushima Island Observatory” in Sagami Bay, Japan, *Sensors*, 9, 9241-9254, 2009.

M. R. Sheffer and D. W. Oldenburg, Three-demensional modeling of streaming potential, *Geophys. J. Int.*, 169, 839-848, 2007.