

二次元有限要素法による津波ダイナモ効果のシミュレーション

2-D tsunami dynamo simulations in the northwest Pacific using the finite element method

南 拓人^{1*}, 藤 浩明², 浜野 洋三³

Takuto Minami^{1*}, Hiroaki TOH², Yozo Hamano³

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 京都大学理学研究科地磁気世界資料解析センター, ³ 海洋研究開発機構

¹Graduate School of Science, Kyoto University, ²World Data Center for Geomagnetism, Kyoto University, ³JAMSTEC

良導体である海水が地球主磁場中を運動すると、起電力が生じて海水中に電流が流れる。この効果は海洋ダイナモ効果と呼ばれている (例えば、Sanford, 1971)。近年、津波によって引き起こされる磁場変動の観測例が相次いで報告されており (Toh et al., 2011; Suetsugu et al., 2011; Manoj, 2011)、津波の引き起こす海洋ダイナモ効果に注目が集まっている。Tyler (2005) は、短周期の津波で重要となる自己誘導項を考慮した一次元解析解を周波数領域において導出し、津波に起因する海洋ダイナモ効果の研究を大きく前進させた。しかし、Tyler (2005) では、海底地形を無視し、海底下の構造を絶縁体と仮定している。津波に起因する電磁場変動の観測例が多く報告されるようになった現状では、実際の海底地形と海底下の電気伝導度を考慮する必要がある。

本研究では、これまでに観測された津波電磁場現象を更に精密に説明するため、二次元津波電磁場シミュレーションコードの開発を行った。本研究では有限要素法を採用した為、実際の海底地形に加え、任意の地下比抵抗構造を計算に組みこむことが可能である。本コードでは、まず津波伝播に伴う流体流速を求め、得られた流体流速と地球主磁場鉛直成分とのカップリングを一次電流源として用いることにより津波電磁場変動を計算している。

本研究グループでは、2011年に起きた東日本太平洋沖地震の際に、北西太平洋の海底長期電磁場観測点 NWP において、津波に起因する磁場変動の観測に成功した。本研究ではまず、NOAA が運用する DART 観測点のうち、NWP に近い 21401 及び 21419 における津波波高データを、流体シミュレーションによって再現した。次に、得られた流体速度の時間発展を入力として、NWP における海底磁場変動を計算し、実際に NWP で観測された磁場変動との比較を行った。その結果、NWP において地震発生から約 2 時間後に観測されたおよそ 3 n T の磁場鉛直成分の増加は、津波電磁場シミュレーションによってかなり精度良く再現できることが明らかとなった。本研究により、NWP において観測された磁場変動現象が、津波の到来に起因していたことが改めて証明されたといえる。また、本研究により、NWP に到達した 3.11 津波は概ね二次元的であることも示唆された。本シミュレーションでは、現在、海底下の電気伝導度を 100[Ohm.m] 一様と仮定している。本講演では、これらのシミュレーション結果に加え、海底下に NWP 点の長期電磁場時系列データから推定された一次元比抵抗構造を置いた場合の計算結果も併せて報告する。

キーワード: 津波, 有限要素法, 地下比抵抗構造, 東北地方太平洋沖地震, 時間領域, 自己誘導

Keywords: tsunami, finite element, conductivity structure, The Tohoku earthquake, time domain, self-induction