

地形効果を組み込んだ海底 MT データの 3 次元インバージョン

馬場聖至, 歌田久司 (東京大学地震研究所), 多田訓子 (独立行政法人海洋研究開発機構),
Weerachai Siripunvaraporn (Mahidol 大学)

3-D inversion of seafloor MT data incorporating topographic effect

Kiyoshi Baba, Hisashi Utada (Earthquake Research Institute, University of Tokyo), Noriko Tada (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), and Weerachai Siripunvaraporn (Mahidol University)

Abstract

We propose a three-dimensional (3-D) inversion scheme for deep ocean magnetotelluric (MT) data that enables us to incorporate both the local small-scale topography effect and regional large-scale topography effect, whose length scale is comparable with that of the mantle structure to be resolved by the inversion. We assume that the MT impedance tensor \mathbf{Z} is approximately equal to the MT response to the total structure \mathbf{Z}^{ts} , expressed by the product of the local topographic distortion term \mathbf{D}^{lt} and the response to the regional structure \mathbf{Z}^{rs} that consists of the regional topography over the mantle electrical conductivity structure, $\mathbf{Z} \approx \mathbf{Z}^{\text{ts}} = \mathbf{D}^{\text{lt}}\mathbf{Z}^{\text{rs}}$. We also assume that \mathbf{D}^{lt} may be treated as a site correction term, which is not dependent on the conductivity structure to be solved in the inversion. \mathbf{D}^{lt} is calculated before the inversion iteration through the forward modeling of \mathbf{Z}^{ts} and \mathbf{Z}^{rs} using a good initial guess for the mantle structure. The model space of the inversion includes only the regional structure so that the modeled response is \mathbf{Z}^{rs} . Thus, in the inversion, \mathbf{Z}^{ts} is calculated from \mathbf{Z}^{rs} that is modeled at every iteration and \mathbf{D}^{lt} that is fixed throughout the inversion. The sensitivity of \mathbf{Z}^{ts} to the conductivity is calculated considering \mathbf{D}^{lt} as a constant. This scheme requires modeling only of the regional scale structure in the inversion process, saving computational resources and time, which is critical in the 3-D case. Tests using a synthetic model and data demonstrate that incorporating the local topography effect in this scheme was successful and produced an accurate reconstruction of the given mantle structure.

本研究では、観測点近傍の小規模地形と広域の大規模地形の効果を両方組み込んだ海底 MT データの 3 次元インバージョン法を提案する。ここで小規模地形とはインバージョンで分解しようとするマントル構造に比べて小さく、モデルブロックでは表現できないものとする。MT レスポンス \mathbf{Z} は、広域構造 (地形を含む) に対するレスポンス \mathbf{Z}^{rs} と小規模地形効果による distortion 項 \mathbf{D}^{lt} の積 \mathbf{Z}^{ts} で近似できるものと仮定する (すなわち、 $\mathbf{Z} \approx \mathbf{Z}^{\text{ts}} = \mathbf{D}^{\text{lt}}\mathbf{Z}^{\text{rs}}$)。インバージョンにおいては、まず初期モデルに対して \mathbf{Z}^{ts} と \mathbf{Z}^{rs} をモデリングし、 \mathbf{D}^{lt} を算出する。この最初のフォワード計算においてのみ、小規模地形も細かなグリッドで組み込んで \mathbf{Z}^{ts} を求める。その後の反復では、 \mathbf{D}^{lt} は海底下の電気伝導度構造には依存しないものとして固定し \mathbf{Z}^{rs} と \mathbf{D}^{lt} から \mathbf{Z}^{ts} を計算し観測されたレスポンスと比較し、モデルを更新する。こ

の手法を用いることで、現実的な計算時間で観測点近傍の小規模地形効果までを考慮に入れた 3 次元インバージョンが実現可能となる。フィリピン海の海底地形を用いて作った人工データによるテストでは、本研究のインバージョン手法が与えた海底下電気伝導度構造を正しく復元できることが示された。また同じデータを、小規模地形を考慮しない従来のインバージョン法に適用すると顕著な偽構造を作り出した。以上の結果は、海底 MT データを用いた構造解析において、観測点近傍の小規模地形を正しく考慮に入れることの重要性を示すものである。