

海底ケーブル網を用いた太平洋下の電気伝導度構造の研究

Electrical conductivity structure beneath the Pacific basin estimated by using a submarine cable network

小山 崇夫[1], 清水 久芳[1], 歌田 久司[1], Alan Chave[2]

Takao Koyama[1], Hisayoshi Shimizu[2], Hisashi Utada[2], Alan Chave[3]

[1] 東大・地震研, [2] Woods Hole 海洋研究所

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] ERI, Univ. of Tokyo, [3] WHOI

太平洋下の電気伝導度構造推定を目的として、海底ケーブルを用いた電位差データおよび、磁場データを用いて解析を行っている。今回8本の海底ケーブルについてMT responseを、5点の磁場データについてGDS responseを1cpd以下の周波数帯で求め、1次元構造仮定のもとで解析を行ったが、仮定を棄却する結果となり、地下構造の3次元性が示唆された。そこで、データへの影響が大きいと思われる海陸不均質を考慮した3次元計算を行ったところ、海底下に関しては1次元構造でおおむね説明できることがわかった。その結果、深さ450kmおよび650km付近で電気伝導度の値が5~10倍ジャンプすることがわかった。

本発表では、長基線海底ケーブルを用いた電位差データを使用して、太平洋下のセミグローバルな深部電気伝導度構造の推定を行った結果について報告をおこなう。

海底下の電気伝導度構造を推定するためには、海底面における電磁場観測データが必要である。これまでOBM、OBEMのような海底電磁場観測機器の開発により、海底観測で得られた電磁場データを用いたMT法に基づいた地下構造の推定がなされた結果、地殻およびマントル浅部の電気伝導度構造が解明されてきた(Filloux, 1980)。

しかし、海水下において観測機器のメンテナンスが行えないという制約のため、OBM、OBEMを用いた観測は、長期間行うことができず、深部構造の推定には不向きというデメリットがある。また、電磁場変動が長周期になるほど電場は小さくなるので、より深部の構造解明には長基線を用いた電場観測が不可欠である。この2つの問題点を克服したものが海底ケーブルを利用した電位差データの取得である。通信ケーブルの光ファイバー化に伴い不要になったメタリック同軸ケーブルを再利用して、両極間の長基線(数千km)電位差観測を行う。これまでに、Lizarralde(1995)、Fujii(1995)などにより海底ケーブルを利用した地下構造推定の研究がなされ、海洋マントルには深さ200km付近に高電気伝導度帯が存在することなど、主に上部マントルの電気伝導度構造が明らかにされた。ただし、これらの研究では、従来のMT法同様、電磁場変動は平面波近似、構造は半無限平面大地として行われてきた。しかし、海底ケーブルを対象とするような数千kmの空間スケールを考える場合には、これらの近似が成り立たないことが予想される。

本研究では、電磁場変動の分布および、球状地球を考慮に入れ、地下構造解析を行った。そのために、今回は電磁場変動が双極子磁場と近似のできる1日周期以上の周期帯のデータのみを用いた。電位差データについては、太平洋下に敷設された海底ケーブル8本分、それぞれ1~8年分の1時間値データを使用した。磁場データについては、気象庁の磁場観測点である女満別、柿岡、鹿屋、および、USGSの磁場観測点であるHonolulu、Fresnoで取得された計5点、それぞれ8~10年分の1時間値データを使用した。それらを用い、各ケーブルについては、ケーブルに直交する成分の磁場データと合わせてMT responseを、また各磁場観測点については磁場のX,Z成分を用いてGDS responseを求めた。得られたresponseについてsquared coherencyがおよそ0.7以上のものを良好なデータとして、MT responseは1.3~7.1日周期、GDS responseは4.0~27日周期のデータを解析に使用した。それらのresponseに対してD+ inversionを行った結果、構造の1次元性が棄却され、構造の3次元性を考慮する必要が示唆された。

そこで、データに影響を与えるであろうと思われる海陸構造の3次元不均質性を計算に組み入れ、フォワード計算を行うことでデータを説明する構造を求めた。3次元球状地球に関するフォワード計算プログラムはPankratov(1995)のMNSアルゴリズムに基づいて開発を行った。このアルゴリズムは、不均質領域のみを計算対象とするので、今回のような表層の海陸分布についてのみ3次元不均質性を考慮するといった、不均質領域が比較的小さいケースの計算を扱うのに有効である。計算の結果、海底下に関しては、1次元構造でデータをおおむね説明できることがわかった。また今回推定された構造は、深さに伴い電気伝導度が単調増加し、深さ450kmおよび650kmにおいて電気伝導度の値が5倍~10倍ジャンプすることがわかった。

これまでの高圧実験の結果によれば、olivineからwadsleyiteへの相転移にともなって電気伝導度の値が1~2桁増加する(Xu(1998))。本研究で得られた深さ450kmにおける電気伝導度のジャンプはこの相転移によるものと考えられる。一方で、深さ660kmが下部マントル上面に相当することから、今回得られた650kmにおける電気伝導度のジャンプもringwooditeからperovskite+magnesiowustiteへの相転移によるものと想像され

たが、高圧実験によると、この相転移に伴った電気伝導度の変化はあまり顕著ではなく、1桁増加することは説明できない(Xu(1998))。この電気伝導度異常については、異方性を含めて、今後考察する必要がある。また、これまでは、海底下については1次元構造と近似してきたが、それでデータを完全に説明できたわけではない。今後は海底下についても3次元構造を考える必要がある。