

広域的な海流誘導電磁場の数値計算

藤井 郁子 [1]
[1] 地磁気観測所

Numerical modelling of motionally induced electromagnetic field on a regional scale

Ikuko Fujii[1]
[1] Kakioka Magnetic Observatory

I aim to model electric and magnetic fields that are induced by sea water motions through the geomagnetic field by using a fine model of the sea water velocity distribution in the North Pacific as well as realistic distributions of topography and sediment.

A simple case is considered as a first step such as a slow water current whose horizontal scale is much larger than its vertical one. When the conductivity of the Earth's deep interior is neglected, the thin sheet approximation by Price can be applied to the Maxwell's equations. That significantly simplifies the system so that a single Poisson equation of the magnetic potential at the surface of the Earth is to be numerically solved.

The seawater velocity distribution used here is a product of the Ocean Comprehensive Analysis System of Japan Meteorological Agency. Three vector components of sea water velocity, salinity, and temperature in 7 layers from the surface to 1000m deep are available daily on every 0.25 degree in the Northwest region at the period from March 1, 2001 to September 30, 2002. The electrical conductivity of the sea water is obtained from the salinity and temperature by using the equation provided by UNESCO. The topography was based on ETOPO5 and a sediment thickness model was provided by the Harvard University. The depth integrated velocity and conductance were computed in a thin sheet at the surface of the Earth and were projected on a plane which is centered in the vicinity of Japan. Then, the magnetic potential was computed at the surface of the sheet with the finite element method. Finally, the motionally induced magnetic field at the sheet surface and the electric field and current in the sheet are obtained by using the magnetic potential.

In the presentation, regional characteristics on the computed motionally induced fields will be shown as well as an attempt to compare to observed geomagnetic fields at inland observatories. It can be useful to make a realistic estimate of possible effects on the geoelectromagnetic observations in the Japan region.

本研究では、北太平洋地域の現実的な海流モデルを用いて、海水が地球磁場の中を流れたときにダイナモ発電効果により誘導される電磁場の数値計算を試みる。なるべく詳細な海洋誘導電磁場の広域的モデルを得ることを目指し、流速・塩分濃度・温度分布のモデル値と、現実的な海底地形と堆積物分布を取り入れる。

まず、モデル計算の第一歩として、簡単なケースを考える。ゆっくりとした流れに注目し、流れの水平スケールが鉛直スケールより大きいことを利用して、薄層近似を適用した。地下深部の電気伝導度を無視すると、数値計算で解くべき方程式は薄層表面での磁場ポテンシャルのポアソン方程式に帰着し、系は著しく簡略化される。

計算に用いた海流は、気象庁の海洋統合解析システムによる同化モデルの出力である。2001年3月1日から2002年9月30日まで、北西大西洋全域に広がる0.25度の等間隔グリッド上で、深度1000mまでの7層における流速3成分、塩分濃度、水温の毎日値が計算されている。塩分濃度と水温は、UNESCOの換算式により海水の電気伝導度を与える。海底地形はETOPO5、堆積物分布はハーバード大の全球モデルを用いた。これらの分布から薄層中を鉛直方向に積分した水平流速分布とコンダクタンス分布を推定し、それらを日本近海を中心にした平面に投影して、有限要素法を用いて磁場ポテンシャルを計算した。磁場ポテンシャルから、薄層表面での磁場、薄層中の水平電場、電流の分布を計算することができる。

発表では、得られた誘導電磁場の広域的な特徴について述べ、内陸部にある地磁気観測所の観測データとの比較も試みる予定である。日本のように海に囲まれた場所で電磁場観測をした場合にどのような影響が見込まれるかを知るための現実的な一歩になると期待している。