

MMR法の3次元フォワード解析手法と海底熱水循環系への応用  
多田訓子(神戸大学), 島伸和(神戸大学), 木戸元之(東北大学)

### 3-D forward numerical solution of MMR method and application for a hydrothermal circulation

Noriko Tada (Kobe University), Nobukazu Seama (Kobe University),  
and Motoyuki Kido (Tohoku University)

A three-dimensional forward numerical solution to Magnetometric Resistivity (MMR) method has been developed. We applied this method to the spreading axis in the central Mariana Trough and investigated three-dimensional resistivity structure of hydrothermal system. MMR survey was carried out around the hydrothermal vent called Alice Springs Field in the central Mariana Trough.

We discovered the following four anomalous regions based on newly developed three-dimensional forward numerical solution. [A] A lower resistive region including Alice Springs Field is located on the spreading axis. [B] Two higher resistive regions are juxtaposed on both north and south sides to the lower resistive region along the spreading axis, respectively. [C] A lower resistive region is about 1 km northeastward from Alice Springs Field. Hydrothermal system is responsible to the lower resistive region on the spreading axis, because hot water has less resistive than oceanic crust. We conclude that a block with 100 m depth, 500 m width and 1 km length forms a reservoir of hot water beneath the spreading center.

Magnetometric Resistivity法(MMR法)の3次元フォワード解析手法を開発した。数値解を用いたこの手法を、1次元解析解と比較することによって、3次元フォワード解析手法の精度は観測に耐えることがわかった。この手法を中部マリアナトラフ拡大軸に適用し、海底熱水循環系の3次元比抵抗構造を明らかにした。

3次元フォワード解析手法と1次元解析解から求めた差磁場を比較することで、3次元フォワード解析手法の精度を検証した。精度の検証に使った構造は、4層の水平成層構造(Figure 1)である。水平成層構造は、上から、海水、海洋地殻、海洋地殻とは異なる比抵抗値を持つ層、海洋地殻で構成されている。海水の比抵抗値は0.3ohm-mとし、海洋地殻の比抵抗値は3.0ohm-mとした。パラメーターとして変化させたのは、計算格子の格子点間隔、計算領域の大きさ、海洋地殻とは異なる比抵抗値を持つ層の比抵抗値および層厚、水深、上から2層目の海洋地殻の層厚である。3次元フォワード解析手法から計算した差磁場と1次元解析解によって算出した差磁場との差は、 $10^{-5}$ nT/Aである。ただし、格子点間隔が300m以上で観測地点が電流を流した場所より1200mより近くなると、差は $10^{-4}$ nT/Aになる。観測データのノイズレベルは $10^{-5}$ nT/Aであるので、3次元フォワード解析手法の計算精度は観測に耐えるほど十分によいことがわかった。

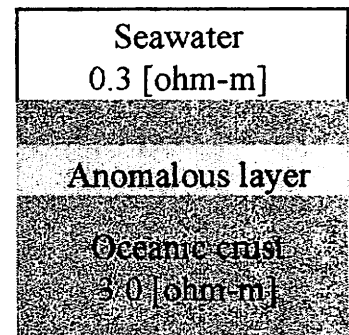


Figure 1. Horizontal layered structure used for accuracy testing of our 3-D forward program.

中部マリアナトラフの北緯 18 度 12.9 分、東経 144 度 42.5 分、水深約 3600m の拡大軸上に存在が確認されている海底熱水循環系である Alice Springs Field の周囲で MMR 法の探査を行った。Alice Springs Field の周囲に 4 台の OBM を設置し、34 地点において振幅 19A、16 秒周期の交番電流を約 30 分間流した。

変動磁場の直交 3 成分を観測し、次の手順で 3 次元比抵抗構造を推定した。

- (1) 海底が平坦かつ海洋地殻が 4.4 ohm-m、海水が 3.3 ohm-m の 2 層水平成層構造を仮定する。
- (2) 観測した変動磁場の大きさから、上で仮定した 2 層水平成層構造の場合に観測される変動磁場の大きさを引いて、観測した磁場異常を求める。
- (3) 任意の 3 次元比抵抗構造を仮定する。
- (4) 3 次元フォワード解析手法を用いて、任意の 3 次元比抵抗構造の場合に観測される変動磁場から 2 層水平成層構造の場合に観測される変動磁場を引いて磁場異常を求める。
- (5) (2) と (4) の磁場異常を比較して、観測から得られた磁場異常を最もよく説明することができる 3 次元比抵抗構造を探し、その構造を最適解とする。

その結果、3 次元比抵抗構造は 4 つの比抵抗異常領域を持つことがわかった。[A] 拡大軸上にある Alice Springs Field の地点を含んだ低比抵抗領域。[B] 拡大軸上でこの低比抵抗領域に隣接した北側と南側にある高比抵抗領域。[C] 拡大軸上の Alice Springs Field から北西へ 1km に存在する低比抵抗領域、である。

熱水は周囲の岩石に比べて比抵抗が低いので、拡大軸上の低比抵抗領域は海底熱水循環系に関連する熱水に起因していると推測した。熱水が拡大軸に深さ 100m、東西 500m、南北 1km の 3 次元の広がりをもって存在しているということを結論とした。