

## 南マリアナトラフ拡大軸にある海底熱水系下の電気伝導度構造

# 木村 真穂 [1]; 島 伸和 [1]; 松野 哲男 [2]; 多田 訓子 [3]  
[1] 神戸大・理・地球惑星; [2] 神戸大・理; [3] 海洋研究開発機構・IFREE

### Electrical conductivity structure of a seafloor hydrothermal system at the southern Mariana Trough spreading axis

# Maho Kimura[1]; Nobukazu Seama[1]; Tetsuo Matsuno[2]; Noriko Tada[3]  
[1] Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ.; [2] Grad. Sch. Sci., Kobe Univ.; [3] IFREE, JAMSTEC

In the seafloor hydrothermal system, it is considered that seawater penetrates in vast inflow areas at the seafloor into the crust, is heated by a magma chamber, and erupts rapidly in narrow outflow areas (Lowell et al., 1995). The relationship between crustal porosity and seawater temperature in the porosity, and electrical conductivity observed indicates that higher porosity and higher temperature yield higher electrical conductivity (Seama and Matsubayashi, 2003). Therefore, by revealing the electrical conductivity structure of the shallow crust around a hydrothermal system, we can estimate the porosity of the crust or seawater temperature within the crust, and then reveal the circulation pathways of seawater and the scale of the hydrothermal circulation. In this study, we used the Magnetometric Resistivity (MMR) method which is effective to reveal the shallow (~a few hundred meter) electrical conductivity structure associated with a seafloor hydrothermal system at the southern Mariana Trough spreading axis (Snail site; 12.15.2'N, 143.37.2'E).

The MMR survey was carried out during the KR03-13 cruise of R/V Kairei from Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC). The vertical bipole source, which generated a rectangular wave-form current at period of 16 s and with a peak of approximately 16 A, was applied between two electrodes near the sea-surface and just above the seafloor. Five ocean bottom electro-magnetometers (OBEMs) were deployed as receivers around the active hydrothermal site, and successfully recorded variations of magnetic field induced by currents the bipole source. We used two ways for the current sources; one is a stationary source and the other is a towing source. The stationary source is conventional for the MMR method, in which two electrodes and wire are kept vertically. The electrical current was applied for about 30 minutes at one station by keeping the ship stable. The towing source is a new method. The electrical current was applied ceaselessly during the ship transit at the speed of about 0.5 knot. In this source, broad and dense data of variations of induced magnetic field can be effectively obtained despite the wire which two electrodes inclines. It is about 5 hours for the along each survey line. The transmissions were carried out on 5 towing source lines and 10 stationary source points on both end of the towing lines.

We estimated on electrical conductivity structure of the seafloor hydrothermal system as follows. First, we calculated the source-receiver separation between the locations of source (each transmission station) and the receiver (OBEM). Second, we calculated amplitudes of magnetic field induced by currents generated by the bipole source, which were recorded each OBEM. Amplitudes were calculated from the frequency analysis of time series. There is a negative correlation between the source-receiver separation and the amplitude of induced magnetic field. We changed segment lengths for the frequency analysis of magnetic field data recorded based on the separation to optimize not only a high amplitude but also low amplitude. By comparing the relations between distance and amplitude of induced magnetic field observed with the analytical solution of Edward et al. (1981), we determined the average crustal electrical conductivity of 0.17S/m. Magnetic field anomaly in the 5 survey lines was calculated from differences in the observation and the prediction from the homogeneous structure of 0.17S/m. The map of calculated magnet field anomaly shows that positive and negative magnetic field anomalies randomly distribute with a diameter of < 300m. Therefore, the magnetic field anomaly indicates the electrical conductivity structure around the seafloor hydrothermal system is not homogeneous. To explain these heterogeneity, we will carry out the three-dimensional numerical forward solution modeling to estimate spatial variation of the electrical conductivity.

海底熱水系では、海水が広大な流入域から地殻内の空隙に浸透し、熱源で過熱されて熱水となり、狭い流出域から急激に噴出すると考えられている (Lowell et al., 1995)。地殻中の空隙率および空隙中の海水の温度と電気伝導度との関係式は島・松林 (2003) により示されており、空隙率が大きく、高温であるほど地殻内の電気伝導度は大きくなる。したがって、海洋地殻浅部の電気伝導度の分布を明らかにすることで、地殻内の空隙率、あるいは海水の温度の推定ができ、熱水系で循環する海水の経路や規模を明らかにすることが可能となる。本研究では、地殻浅部の電気伝導度推定に有効な Magnetometric Resistivity (MMR) 法を用い、南マリアナトラフの拡大軸にある海底熱水系 (Snail site; 北緯 12 度 15.2 分, 東経 143 度 37.2 分) 付近の電気伝導度の推定を行った。南マリアナトラフの拡大軸は、中速の海底拡大 (35mm/yr) にもかかわらず、高速の海底拡大の東太平洋海膨に類似した豊富なマグマ供給量を示唆する高まった地形を有す。また、南マリアナトラフでの重力異常解析 (Kitada et al., 2006)、地震探査 (Becker et al., 2010) などは、拡大軸下に海底熱水系の熱源となり得るマグマ溜まりの存在を指摘している。

解析に用いたデータは、海洋研究開発機構・深海調査研究船「かいれい」による KR03-13 航海で取得した。使用した MMR 法の送信部である人工電流は、海面側の上部電極と海底側の下部電極の 2 つの電極からなる電流双極子で、16 秒周期、最大振幅 16A の交番電流を用いた。受信部である海底電位差磁力計 (以下、OBEM) は 5 台で、人工電流により誘導される変動磁場を記録した。観測領域全体は約 3,000m 四方で、OBEM は現在も活動中の海底熱水系である Snail site

を囲うように、最大 1,000m 程度の間隔で配置した。人工電流の送信には、定点通電と曳航通電の 2 つの方法をとった。定点通電は、従来の手法であり、1 つの地点につき約 30 分間、船を定点保持させて通電する。曳航通電は、新たに行った手法であり、約 0.5knot の船速を保ちながら 1 つの測線につき約 5 時間、電極を通電状態のまま曳航する。定点通電に比べて曳航通電は、従来よりも観測の時間効率が良く、広範囲で密な変動磁場の記録を得られるという利点がある。通電は、海底熱水系を囲う 5 測線の曳航通電と、測線の開始位置・終了位置に設けられた 10 点の定点通電で行った。

海底熱水系付近の電気伝導度は以下のように算出した。まず、送信部（各通電地点）と受信部（OBEM）間の距離を求める。次に、各 OBEM に記録された定点通電・曳航通電に対応する変動磁場の振幅値（以下、磁場変動量）を求める。磁場変動量は、時系列データの周波数解析により算出した。送信部・受信部間の距離と磁場変動量とは負の相関がある。距離が短い場所での大きい磁場変動と、距離が長い場所での小さい磁場変動とのいずれもを最大限に利用するため、磁場変動量を算出する際、時系列のデータ長を距離に応じて変更した。得られた距離と磁場変動量との関係と、Edward et al., (1981) による解析解で得られる関係との比較により、観測領域内における地殻の平均的な電気伝導度は 0.17S/m であるとわかった。観測領域内の 5 測線すべての磁場変動量と、地殻の電気伝導度 0.17S/m に対応する磁場変動量との差を磁場異常とし、その分布を求めると、正および負の磁場異常がそれぞれ直径 300m 未満の領域をもち、不規則にばらついている。正の磁場異常は、OBEM 下の電流が平均値よりも多く流れたことを示し、高い電気伝導度の領域が存在することを示唆する。逆に、負の磁場異常は OBEM 下の電流が平均値よりも流れなかったことを示し、低い電気伝導度の領域が存在することを示唆する。このため、磁場異常分布は海底熱水系周辺の地殻の電気伝導度が一様ではないことを示す。これを説明するため、今後は空間的な電気伝導度の変化を推定できる 3 次元フォワード計算を行う予定である。地殻の電気伝導度の 3 次元的な変化を知ることは、海底熱水系に関連する低温の海水の流入域と推測される低い電気伝導度領域と、高温の海水の流出域と推測される高い電気伝導度領域とを区別することになり、海水の循環経路、規模の推定につながると考えている。