

ROV を用いた小笠原海域での TDEM 法による海底熱水鉱床の調査

○本居正幸・佐野成哉・木佐貫寛・武田哲明・持地真平・波多野努・安井万奈・中山圭子・斎藤章（早大理工）, 山下善弘・佐野康（応用地質）, 佐柳敬造（東海大学）, 笠谷貴史（海洋研究開発機構）

1. 背景

世界的な資源枯渇を背景として、海底熱水鉱床が海底の有用な金属資源として期待されている。海底熱水鉱床の賦存量を見積るために、海底下の構造を詳細に探査する技術を確立することが課題になっている。

時間領域電磁探査法(TDEM 法)は金属資源探査を目的として、これまで陸域で広く使われてきた。早稲田大学では、TDEM 法を海域の探査に適用するための研究開発をしている。これまでに、一辺 5m の送信ループで厚さやかぶりがそれぞれ 100m 程度までの鉱床に対して探査能力があること、水平方向の分布の境界を明瞭に捉える能力があることが数値計算により確認されている(中山・斎藤, 2011)。海底下深部の構造を探査するためには、大電流の送信と周波数帯域の広い高感度の受信センサが必要になる。早稲田大学では受信センサとして高感度かつ周波数帯域の広い磁気インピーダンス素子(MI-素子)海底磁力計を用いた TDEM 法の探査装置を製作した。

本研究発表では、開発した探査法の有効性を検証するために行った、JAMSTEC 海洋調査船「なつしま」および ROV (ハイパードルフィン 3000) を利用した伊豆・小笠原孤ベヨネーズ海丘での実証実験(航海番号: NT12-20, 調査期間: 2012 年 8 月 7 日~13 日)について紹介する。なお、本研究は文部科学省の「海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム」における委託業務「(平成 24 年度) MI 素子等を用いた海底電磁・電気探査技術の実証実験」の一環として実施した。

2. ハイパードルフィン搭載測定装置

探査装置は送信部(トランスミッター, 送信ループ(80A, 1 回巻)), センサ部(MI-素子海底磁力計, 受信コイル, 電位電極), 受信部(受信データ収録器(100kHz サンプリング, AD16bit, 10 チャンネル))から成る。MI-素子海底磁力計はダイナミックレンジの異なる 2 種類を装備している。また、電位電極には非分極電極(銀・塩化銀電極)を用い、矩形送信ループの 4 隅に配して、Square-Array 配置(山下ほか, 2010)とした。従来の比抵抗・IP 法とは異なり、送信ループの電流遮断後に生じた誘導電流を用いて、鉱床の比抵抗, IP 異常を測定することが大きな特徴である。

3. 調査概要

本研究では白嶺鉱床の存在が確認されている伊豆・小笠原孤のベヨネーズ海丘(水深 600~1000m)(棚橋ほか, 2006)を調査海域とし、①移動型測定, ②設置型測定, および③鉱石および母岩の採取を実施した。図 1 に調査地の海底地形と測線および測点を示す。また、採取した鉱石および母岩サンプルの一部については船上にて簡易 XRF 分析装置による分析を行った。

①移動型システム(図 2)では、ROV のスキッドに探査装置を取り付けた状態で約 0.5knot, 一定高度を保ちながら航行するため、連続測定による効率的な調査が可能である。一方、②設置型測定(図 3)では探査装置を着底させ、ROV を 20m 以上離れた状態で測定するため、ROV の動揺や電磁ノイズがなく、スタッキングによって S/N の高いデータを得ることができる。なお、送信は周期 8 秒の両極性矩形波(Duty cycle 5%)で、電流は送信器に内蔵されたバッテリーによって供給される。

4. まとめ

①移動型測定では、2潜航で約10kmのデータ取得に成功した。台風の余波に起因するROVの動揺から生じるノイズが多くデータに含まれた。ノイズ除去・信号抽出処理を施し、解析を行っている。②設置型測定では、鉱床内外の計3地点において、ノイズの少ない安定したデータを取得することができた。MI-素子の温度補正等を施して解析を続ける。③鉱石および母岩の採取では、白嶺鉱床内外の6地点でチムニー、岩石、海底堆積物を採取した。白嶺鉱床内では岩石カッターを用いてチムニーに傷をつけて、方位の判るようなサンプリングを行った(図4)。鉱床内および鉱床外で表面が黒色の岩石が採取されており、XRF分析より、黒色の表面には多量のMn (>90000ppm), Fe (>60000ppm)が含まれていることがわかった。今後は採取されたサンプルの電気的特性(比抵抗および充電率)の測定と分析を行い、物理探査結果の解析の基礎データとして使用する予定である。

5. 参考文献

中山圭子・斎藤章(2011): ROVなどを用いた時間領域EM法, 物理探査学会誌, 64(4)

山下善弘・東宏幸・田子公一・並木久・斎藤章(2010): 海底資源探査を目的としたSquare-Array電気探査の基礎実験, 物理探査学会誌, 122, 169-172

棚橋道郎・塩川智・村山信行・高取亮一(2006): 伊豆・小笠原背弧リフト帯ベヨネーズ海丘で発見された大規模海底熱水鉱床, 資源地質, 56(2), 185-196

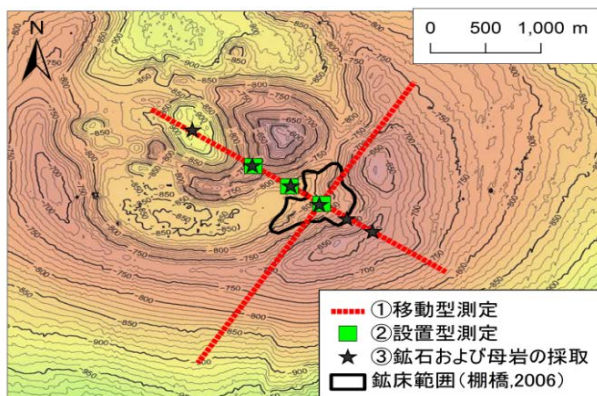


図1 調査地の海底地形と測線および測点

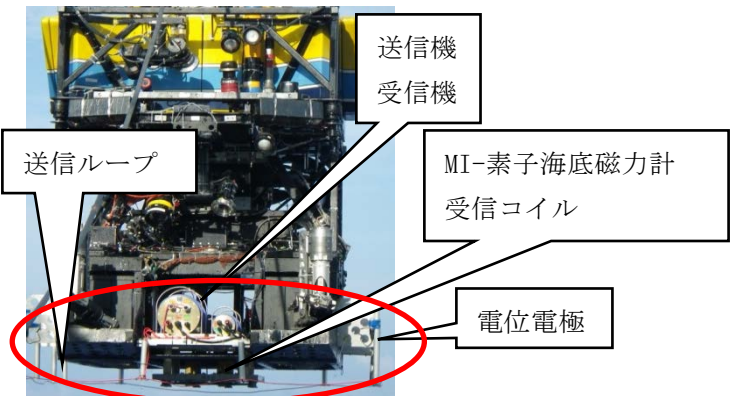


図2 TDEM法の測定システム(①移動型)

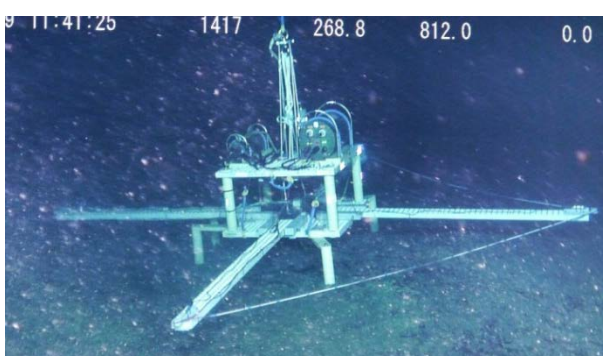


図3 TDEM法の測定システム(②設置型)

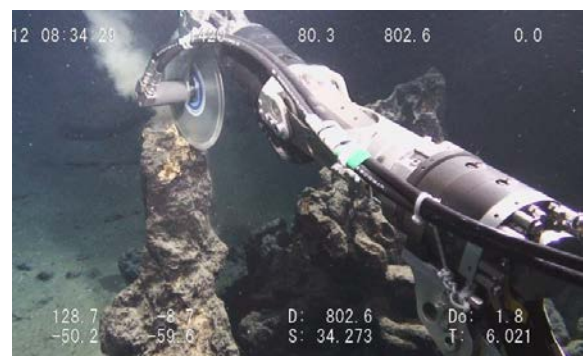


図4 硫化物チムニーの定方位サンプリング

6. 謝辞

JAMSTEC 海洋調査船「なつしま」航海 NT12-20 では、請藏榮孝船長、大野芳生運行長をはじめ、(独)海洋研究開発機構の多くの方々にご助力いただきました。東京大学生産技術研究所ソーントン プレア 特任准教授には岩石カッターをお貸しいただきました。ここに心から感謝の意を表します。