

海底熱水鉱床試料の IP 電気物性測定

高倉伸一 (産業技術総合研究所)

Induced polarization measurements of ore samples taken at sea-floor hydrothermal deposits

Shinichi Takakura (Geological Survey of Japan, AIST)

Abstract

It is important to establish the suitable resistivity measuring method for ore samples taken at sea-floor hydrothermal deposits in order to improve the validity of the submarine electrical and electromagnetic methods. However, the sea-floor hydrothermal deposit ore containing metal sulfide minerals is similar with the black ore (Kurokou) and its resistivity may have large frequency characteristics. The Induced polarization (IP) method is said to be effective in investigation of the black ore deposit. The IP measurements of the sea-floor hydrothermal deposit ore samples are necessary to evaluate submarine electrical and electromagnetic data. Therefore, the measurements of complex resistivity and TDIP response for ore samples taken at sea-floor hydrothermal deposits have been conducted.

近年、銅・鉛・亜鉛・金・銀などの金属鉱物を含む海底熱水鉱床に大きな注目が集まっている。いくつかの国では海底熱水鉱床探査の技術開発が進められており、カナダの企業等はパプアニューギニアの領海などで商業的な探査を行っている。世界 6 番目の経済開発可能海域面積を誇る日本も、経済産業省、文部科学省、内閣府等のプロジェクトで海底熱水鉱床探査に取り組み始めている。

地下の比抵抗構造を求める電気・電磁探査法は陸域の金属鉱床探査では実績のある物理探査の手法である。海外では電気・電磁探査法が海底熱水鉱床の探査法の一つとして実用化されつつある。国内でも海底電気・電磁探査機器の開発が大学・研究機関等で進められており、沖縄海域や伊豆・小笠原海域での試験測定が JOGMEC や JAMSTEC などによって実施されている。

海底熱水鉱床は、マグマ活動などにより熱せられ上昇してきた地下水が、海底面で海水により急速に冷却された結果、地下水中に溶けていた銅・鉛・亜鉛・鉄などの金属が沈殿して生成された鉱床である。その生成条件は火山性塊状硫化物鉱床と基本的に同じであり、沖縄海域で掘削された試料が国内陸域に存在する黒鉱であることが確認されている (Ishibashi et al., 2015; 山崎, 2016)。陸域の黒鉱の探査では IP 法電気探査が有効な手法として使用されてきた (吉川, 1966; 鈴木, 1967; 吉川, 1981)。これは、黒鉱に含まれる黄銅鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱などの硫化金属鉱物が大きな IP 異常 (Wong, 1979; Wong and Strangway, 1981) を示すことが多いからである。また、黒鉱周辺の地層や母岩の比抵抗が黒鉱の比抵抗との差が小さく、比抵抗法だけでは黒鉱の検出が難しい場合が多いことも関係していると考えら

れる。したがって、海底熱水鉱床探査でも将来的には IP 法が使用されると予想される。

また、IP 異常の特徴は比抵抗が周波数特性を持つことである。海底電気・電磁探査で使用される電流や電磁波信号の周波数は直流から 10Hz 程度であるが、インダクション検層では 20~40kHz 程度の電磁波信号が使用されている。したがって、周波数特性をもつ岩石ではインダクション検層データと電気・電磁探査データとは異なる比抵抗を解析する可能性も指摘される。実際、Bartetzck et al.(2006) は海底のボーリングで取得されたコアの比抵抗が周波数特性をもつことを示している。

このようなことから、海底熱水鉱床の電気・電磁探査データを評価するためには、IP 電気物性を測定することが重要と考えられる。日本鉱業協会および産業技術総合研究所では、海底熱水鉱床試料の比抵抗の標準化を目指した研究を進めており(高倉, 2018a, 2018b)、実際の海底熱水鉱床試料に対しては 0.01Hz から 100kHz の範囲の複素比抵抗 (SIP) の測定を実施している。また、陸域の金属鉱床探査での実施例が多い時間領域 IP 法 (TDIP) 探査の利用も想定して、これらの試料の一部に対しては時間領域 IP (TDIP) 応答の測定も行っている。

参考文献

- Bartetzko, A., Klitzsch, N., Iturrino, G., Kaufhold, S., and Arnold, J. (2006): Electrical properties of hydrothermally altered dacite from the PACMANUS hydrothermal field (ODP Leg 193), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **152**, 109-120.
- Ishibashi, J.-i., K. Okino, Sunamura, M. (2015): *Subseafloor Biosphere Linked to Hydrothermal Systems, TAIGA Concept*, Springer, 337-359.
- 鈴木徹(1967): IP 法による探査の実例, 物理探鉱, 20, 272-292.
- 高倉伸一(2018a): 海底熱水鉱床試料の比抵抗測定標準化の試み, 物理探査学会第 139 回学術講演会講演論文集, 173-176.
- 高倉伸一(2018b): 海底熱水鉱床試料の比抵抗測定方法の標準化に関する研究, 一般財団法人日本鉱業振興会助成研究成果報告書 (平成 30 年度), 1-6.
- 山崎徹(2016): 海底表層の堆積物から海底下の鉱体を探すー表層堆積物の微量元素組成に基づいた鉱微調査法の開発, SIP『次世代海洋資源調査技術』研究開発成果資料集 海底熱水鉱床の成り立ちー調査手法の確立に向けてー, 45-46.
- 吉川治男(1966): I.P.法による探査の実例, 物理探鉱, **19**, 176-192.
- 吉川治男(1981): 北鹿地域の物理探査, 物理探鉱, **34**, 69-81.
- Wong, J. (1979): An electrochemical model of the induced-polarization phenomenon in disseminated sulfide ores, *Geophysics*, **44**, 1245-1265.
- Wong, J. and Strangway, D. W. (1981): Induced polarization in disseminated sulfide ores containing elongated mineralization, *Geophysics*, **46**, 1258-1268.