

岩石の比抵抗イメージングにむけた数値計算手法の開発および岩石実験に関する研究
Numerical simulation for rock electrical experiments

○鈴木健士・吉村令慧・大志万直人

○Takeshi SUZUKI・Ryokei YOSHIMURA・Naoto OSHIMAN

Crustal electrical conductivity structures are obtained through geoelectromagnetic observations, and are used to infer constituent materials. Because electrical properties are very sensitive to the existence of liquids, they are used to detect fluid. Resistivity images are interpreted in relation to the porosity of rock and its connectivity with several mixing laws. In order to verify the applicability of such interpretations, we plan to carry out high-density electrical soundings on surface of rock samples whose other geological characteristics are well known. As the first step of laboratory experiments, we have developed a calculation code of 3-D resistivity forward modeling for feasibility studies. In this presentation, we will report the results of numerical simulations and the future plans of laboratory experiments.

1. はじめに

近年、地震発生場や火山活動場などの電気伝導度構造を明らかにするための電磁気探査が広く実施されている。電気伝導度という物性値は、流体をはじめとする良導体の存在に対して敏感な反応を示すので、地殻における水の分布を探るには特に有効な情報であるといえる。

得られた電気伝導度構造の解釈には、良導相がもつ電気伝導度の値・量・連結の程度などの情報が必要である。室内実験による、ある条件下での母岩や間隙水の電気伝導度については多くの報告があるが、その量と連結の程度については一意に決めることができない。よって、比抵抗構造を解釈するときには、どちらか一方を仮定することでもう一方を推定するという手順をふんでいる。この仮定が構造解釈に幅を生んでいるため、仮定した水のつながり方が正しいか否かについては検証を行う必要があるのだが、これまで十分な検証はなされていない。

この問題の検証のためには、地中において水がどのようにつながっているかを調べるのが理想だが、比抵抗探査の探査対象領域は深さ数 10km にまで及ぶので、実際に観察するという手段は現実的ではない。そこで次に考えられるのは、様々な手法によるイメージングの対比が可能な岩石試料を用いた検証である。高密度な電気探査によって高い分解能をもつ比抵抗構造を求め、ここから推定される物性値を他のイメージング手法で得られた値と詳細に対比することができれば、上述した問題を検証することができる。

2. 数値計算コードの開発

本研究では岩石の比抵抗イメージングの前段階として、不均質構造を電氣的に検知することが可能かどうか数値実験による事前検討を行った。3次元の有限差分法による比抵抗モデリングは、現在に至るまでに様々な数値計算コードの開発が報告がされているが(例えば、Dey and Morrison, 1979; Spitzer, 1995; Zhang *et al*, 1995, Loke and Barker, 1996)、これらはすべて実際のフィールドを探索対象とした半無限媒質を想定するコードであり、今回想定するケースのように有限の体積をもった媒質に対しては適用することができない。そこで本研究では、媒質形状がもつ外部境界の影響を考慮することのできる計算コードを新たに開発した。なお、想定する岩石試料の形状は円筒形であるため、コードに用いた座標系は円筒座標系である。

3. コードの性能評価

このコードの性能を、導電性プラスチックと導電性エポキシ樹脂を用いたアナログ実験結果との対比によって評価した。

その結果、新しく開発した計算コードは外部境界の扱いを数値計算上正しく取り扱うことができていることが確かめられた。

更に、アナログ実験によって厚さ 1mm 以下の不均質構造を検出し、コードを用いてこれに対するフォワードモデリングを行った。

さらに、不均質構造のもつ比抵抗値の時間変化についても、電位差の時間変化としてとらえるこ

とができた。これより、非常に薄い不均質構造の検出可能性が示されたと同時に、岩石のリアルタイム計測の実現も十分に期待されることが明らかになった。

4. 参考文献リスト

Dey, A., & Morrison, H. F. (1979). Resistivity modeling for arbitrarily shaped three-dimensional structures. *Geophysics*, 44(4), 753-780.

Loke, M. H., & Barker, R. D. (1996). Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. *Geophysical prospecting*, 44(3), 499-523.

Spitzer, K. (1995). A 3-D finite-difference algorithm for DC resistivity modelling using conjugate gradient methods. *Geophysical Journal International*, 123(3), 903-914.

Zhang, J., Mackie, R. L., & Madden, T. R. (1995). 3-D resistivity forward modeling and inversion using conjugate gradients. *Geophysics*, 60(5), 1313-1325.