

空隙スケールシミュレーションで得られた多孔質地質媒体中の定常電流のローカルフラックスの統計的性質 Statistics of the Local Electric Currents in Porous Geo-Materials Obtained by Pore-Scale Computer Simulations

中島 善人^{1*}, 中野 司¹

NAKASHIMA, Yoshito^{1*}, NAKANO, Tsukasa¹

¹ 産業技術総合研究所

¹ AIST (GSJ)

電気探査・電磁気探査は、地層中に流れる電気を計測する物理探査法であるが、電導性流体にみたされた多孔質地質媒体の複雑な形状をした空隙中をどのように電流が流れているかについては不明な点が多い。そこで、X線CTで得た絶縁体固体試料の空隙スケールの3次元デジタル画像の空隙部分に定常電流を流す数値シミュレーションを行った(Refs 1, 2)。一例を図に示す(ペレア砂岩画像、0.64mm x 0.64mm x 0.64mm、固体部分は濃紺、黒い矢印方向に巨視的な電位勾配を与えた)。局所的な電流ベクトルの統計をとった結果、以下のことがわかった。(i) 局所的な電流ベクトルの大きさは、対数正規分布に従う。隘路から空隙サイズの大きな部分に流れ込んだ時の電流の幾何学的拡大、および空隙ネットワークの分岐・合流点における電流の混合が対数正規分布の原因である。(ii) 「空隙は、電流値の大きい部分と小さい部分(よどみ領域)の2つに分類できる」という伝統的なコンセプトは、このシミュレーションで確認できた。しかし、対数正規分布はユニモーダルなので、両者を客観的な閾値で分離するのは困難である。(iii) 巨視的な電位勾配の逆方向に流れる電流も見つかったが、統計的には数が少ないので、系全体の電荷移動の視点では無視できる存在である。同様に、電流値の大きい空隙(対数正規分布の long tail 部分に相当)も数が少ないので、結局、系全体の電荷移動を主に担っているのは、電流値は低いものの画素数が非常に多いよどみ領域である。なお、本研究の一部は科研費基盤研究A(No. 23241012)の助成を受けている。

参考文献:

[1] Y. Nakashima and T. Nakano (2012) Transport in Porous Media (in review)

[2] Y. Nakashima and T. Nakano (2011) Journal of Applied Geophysics. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2011.06.021>

キーワード: フォーメーションファクター, アーチーの法則, 電気伝導度, 空隙スケールシミュレーション, 拡散, X線CT
Keywords: formation factor, Archie's law, electric conductivity, pore-scale simulation, diffusion, x-ray microtomography

