

## 粒子画像流速測定(LAT-PIV)法による土壌中の汚染物質拡散予測

### CONTAMINANT DIFFUSION PREDICTIONS IN THE SOIL BASED ON THE LAT-PIV MEASUREMENT RESULT

瀬川 紘人<sup>1\*</sup>, 羽田野 祐子<sup>1</sup>, 筈本 英貴<sup>2</sup>

Hiroto Segawa<sup>1\*</sup>, Yuko Hatano<sup>1</sup>, Hideki Saomoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科, <sup>2</sup>豊田中央研究所

<sup>1</sup>University of Tsukuba, <sup>2</sup>Toyota Central R&D Labs

汚染物質の地下水中の移動予測に関して, 近年Hatano[1]やBerkowitz[2]による連続時間ランダムウォーク(CTRW)が広く用いられてきた. しかし, 実際の濃度分布を表せていない部分があるということがわかってきた. 特に, 低濃度に分布が広がるテーリングの予測は困難である. この要因として, ミクロスケールでの物理現象が解明されていないことが挙げられる. 連続時間ランダムウォークでは, 待ち時間関数が正規分布から外れているという基本的な過程をしており, テーリングが現れるのもこの仮定による. そこで, 土壌中の汚染物質が地下水によって受ける影響をミクロスケールで解明するために, 間隙の様子を観察し, 分析する必要がある. 従って, 汚染物質の挙動が地下水の流れの速さによってどのように変わるかを評価し, 砂の間を通り抜ける様子を考察する. 本研究では, 地震時の地盤液状化現象の研究のために開発された粒子画像流速測定(LAT-PIV)法を用いて実験を行い, 土壌中の間隙流速分布の解明に努める.

実験を行うにあたり, 実際の土壌中を可視化するのは, 現代の技術では困難であるため, 土壌中を模擬したもので代用する. 粒子画像測定では, 縦10cm×横10cm×高さ40cmのプラスチックボックスの中に2mm~5mmのガラス粒子を詰める. そして, そのプラスチックボックスにトレーサ粒子を混ぜたシリコンオイルをポンプにより一定流速で流し込む. プラスチックボックスにX線レーザーを照射し, トレーサ粒子を可視化できる状態にしたものを連続写真にて記録する. ガラス粒子とシリコンオイルを使用する理由は, 双方の物質の屈折率が1.514と同じで, X線レーザーの照射に適しているからである. ポンプで一定流速の流れを生み出すことで地下水の流れを再現し, 流れのある中での拡散の挙動を観察することが可能になる.

得られた画像結果を処理し, 間隙流速分布を作成した. その間隙流速分布は, ベキ乗の分布ではなく, 一般化コーシー分布[3]で表現できることを明らかにした.

[1] Hatano, Y., and N. Hatano, Dispersive transport of ions in column experiments: An explanation of long-tailed profiles, *Water Resour. Res.*, Vol.34(5), 1027-1033, 1998.

[2] Berkowitz, B. and Scher, H.: On characterization of anomalous dispersion in porous and fractured media, *Water Resour. Res.*, Vol.31 (6), pp.1461-1466, 1995.

[3] Hidetoshi, K. and Fumitoshi, W.: Maximum likelihood estimators for generalized Cauchy processes, *Journal of Mathematical Physics*, 48, 103303 1-19, doi:10.1063/1.2800162, 2007.

キーワード:土壌,汚染物質,拡散,粒子画像流速測定法,間隙流速,一般化コーシー分布

Keywords: soil, contaminant, diffusion, LAT-PIV, pore velocity, generalized Cauchy distribution