

土壤汚染物質のマルチフェイズ輸送機構の解明

Multiphase-transport of Contaminants in Soil

プロジェクト代表者: 川本 健 (理工学研究科・准教授)

Ken Kawamoto (Graduate School of Science and Engineering, Associate Professor)

1 本研究の目的

土壤汚染物質は、土壤コロイド相・液相・気相の物質移動相を、溶存態・コロイド吸着態・ガス態など多様な形態で、各相間で物質分配を繰り返しながら移動する。本研究では、このような移動を「土壤汚染物質のマルチフェイズ輸送」と位置づけ、土壤・地下水汚染防止のためのリスク評価や汚染土壤の効率的な浄化法の開発を背景に、土壤汚染物質のマルチフェイズ輸送機構の解明を目指した。具体的には、次の項目について検討を行った。

- 1) 土壤気相・液相の物質移動パラメータのモデル化
- 2) 土壤コロイド移動・付着挙動の実測と数値解析
- 3) 土壤表面における撥水性発現機構の解明

尚、本プロジェクトはデンマークオルボー大学 Per Moldrup 教授との国際共同研究として行なわれた。

2 研究成果

2.1 土壤気相の物質移動パラメータのモデル化

(論文・紀要 , , , 学会発表 , ,)

不攪乱土壤コア試料を用いて、ガス移動パラメータ(土壤ガス拡散係数および通気係数)の測定を行い、その圃場ならびに林地での空間変動性を調べるとともに、土壤水分保持曲線から求まる土壤間隙径指数(Campbell b)をパラメータとしたガス移動パラメータ予測モデルを提案し、その有効性を示した。また、土壤液相での溶存態イオンの移動パラメータである溶質拡散係数を、これまでに報告例の極めて少ない黒ボク土を対象に測定した。その結果、黒ボク土の溶質拡散係数は、土壤水分量変化にともない、試料の団粒構造および間隙構造に強く影響を受けることを明らかにした。

2.2 土壤コロイド移動・付着挙動の実測と数値解析

(論文・紀要 , 学会発表 ,)

黒ボク土から抽出した土壤コロイド(粒径 $< 1 \mu\text{m}$)、粒径が $1\text{--}10 \mu\text{m}$ のガラスビーズコロイドを用いて、砂層カラムを用いたカラム実験を行い、コロイド粒子の流出挙動およびカラム内でのコロイド付着分布を調べた。そして、数値解析を用いて実験結果を検討したところ、両コロイドともに、一次反応吸着・脱離係数および一次

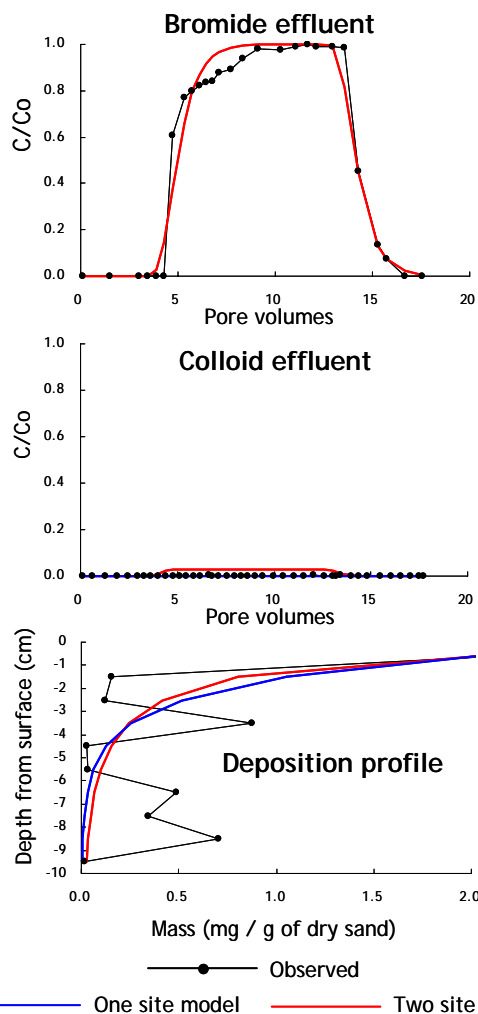


図1 砂層カラムにおけるコロイド粒子(粒径 $< 1 \mu\text{m}$)の流出・付着特性とシミュレーション結果。上段:トレーサー(Br)の破過曲線, 中段:コロイド粒子の破過曲線, 下段:コロイド粒子の付着分布。Chamindu et al. (2007, AGU fall meeting)より抜粋。

反応捕捉 (straining) 係数を組み込んだ移流拡散方程式でコロイド流出・付着挙動を比較的上手く再現できることが明らかとなった(図1)。さらに、両コロイドの砂層への付着は、一次反応捕捉係数の大きさの違いとして表現された。

2.3 土壌表面における撥水性発現機構の解明 (論文・紀要)

土壌水分量を変化させた黒ボク土を用いて、エタノール滴下試験を行い、土壌撥水性の定量的評価を行った。その結果、撥水性曲線(表面張力-土壌水分量の関係)における各撥水性パラメータと土壌有機炭素量(SOC)との関係を明らかにした。

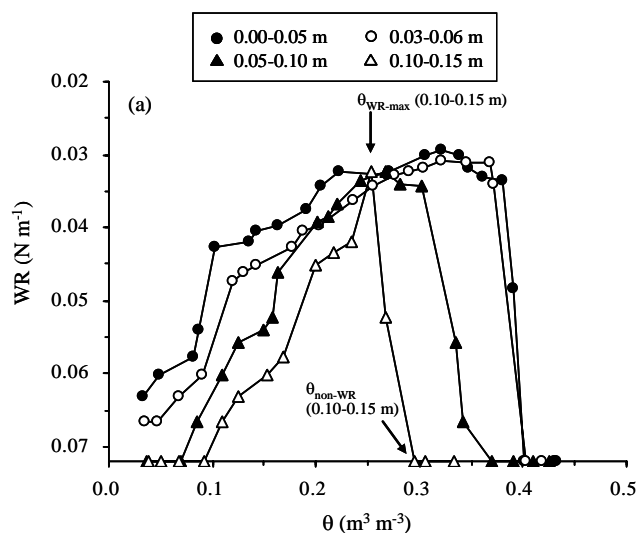


図2 黒ボク土の撥水性曲線 Gardner-Campbell モデルによる不飽和透水係数 (5種類の土壌) の推定。縦軸: 撥水性 (表面張力), 横軸: 土壌の体積含水率。Kawamoto et al. (2007, Soil Sci. Soc. Am. J) より抜粋。

3 業績リスト

3.1 論文・紀要

Resurreccion, A.C., K. Kawamoto, T. Komatsu, P. Moldrup, N. Ozaki, and D.E. Rolston. 2007. Gas transport parameters along field transects of a volcanic ash soil. *Soil Sci.* 172(1): 3-16.

Resurreccion, A.C., K. Kawamoto, T. Komatsu, P. Moldrup, N. Ozaki, and D.E. Rolston. 2007. Gas diffusivity and air permeability in a volcanic ash soil profile: Effects of organic matter and water retention. *Soil Sci.* 172(6): 432-443.

Komatsu, T., K. Kawamoto, A. Resurreccion, and P. Moldrup. 2007. A linear model to predict the soil-gas diffusion coefficient of undisturbed unsaturated volcanic ash soil. *埼玉大学紀要 工学部* 第40号: 63-66.

川本 健, 斎藤広隆, Per Moldrup, 小松登志子. 2007. 黒ぼく土カラムからの土壌コロイド流出解析. *埼玉大学紀要 工学部* 第40号: 28-35.

Kawamoto, K., P. Moldrup, T. Komatsu, L.W. de Jonge, and M. Oda. 2007. Water repellency of aggregate size fractions of a volcanic ash soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71: 1658-1666.

3.2 学会発表(国際)

Kawamoto, K., K. Iiduka, K. Kobayashi, P. Moldrup, T. Komatsu, and S. Hasegawa. 2007. Gas transport parameters in a peat soil profile. S-1 Division, 183-9, 2007 ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings.

Iizuka, K., A.C. Resurreccion, K. Kawamoto, P. Moldrup, S. Hasegawa, and T. Komatsu. 2007. Gas transport parameters for peaty soil: Effect of peat shrinkage induced by successive drainage. H53F-1476, American Geophysical Union Fall Meeting 2007.

Hamamoto, S., K. Kawamoto, T. Komatsu, and P. Moldrup. 2008. The effect of particle size distribution, compaction and sample scale on gas transport parameters in porous media. 2008 Kirkham Conference.

Chamindu, D.K., K. Kawamoto, H. Saito, P. Moldrup, and T. Komatsu. 2007. Transport and straining of colloid-sized materials in saturated sand. H53F-1482, American Geophysical Union Fall Meeting 2007.

Samintha, M.A.P., A.C. Resurreccion, K. Kawamoto, T. Komatsu, and P. Moldrup. 2007. Solute diffusivity of repacked volcanic ash soil: Effect of changes in pore size distribution due to soil compaction. H53F-1490, American Geophysical Union Fall Meeting 2007.

他, 国際学会 6件, 国内学会 14件