

土壌汚染物質のマルチフェイズ輸送機構の解明とモデル化

Multi-Phase Transport of Contaminants in Soils and its Modeling

プロジェクト代表者：小松登志子（理工学研究科・教授）

Toshiko KOMATSU (Graduate School of Science and Engineering, Professor)

1. 本研究の目的

汚染物質は、土壌コロイド相・液相・気相を、溶存態・コロイド吸着態・ガス態など多様な形態で、各相間での物質分配を繰り返しながら土壌内を移動する。本研究では、土壌汚染物質のマルチフェイズ輸送機構の解明とそのモデル化を行うことを目的とする。本年度に予定した研究項目について以下のような結果が得られた。

なお、本研究プロジェクトを遂行するにあたり、埼玉大学大学院理工学研究科川本健准教授、ならびにデンマークオルボー大学 Per Moldrup 教授の研究協力を得た。

2. 研究成果

2.1 気相における物質（ガス）移動

土壌中のガス拡散現象は気相率と土壌間隙構造（間隙の連続性や曲がり度合い）に強く依存する。団粒構造を有する火山灰土壌についてガス拡散係数と気相率、土壌間隙の連結性を示す Pore Connectivity Factor (X) を調べた結果、従来、一定値とされていた X が気相率および水分ポテンシャル(pF)とともに変化することが明らかになり、X の変化を考慮した新しい拡散係数予測式を提案した（図 1）

（論文 1）。さらに、この X の変化特性を利用して、気相率から拡散係数を求める簡便で正確な線形モデルを提案した（論文 2）。また、土壌の気相、液相、固相のそれぞれのガス拡散への抵抗性を考慮した新しい予測モデルも開発した（論文 3）。

北海道美唄泥炭土の乾燥過程におけるガス拡散係数、通気係数を測定した結果、構造異方性のある泥炭土では、水平方向のガス拡散係数と通気係数が鉛直方向に比べて約 2-5 倍大きくなることが分かった。また、ガス輸送機構は脱水収縮にともなう内間隙と外間隙の

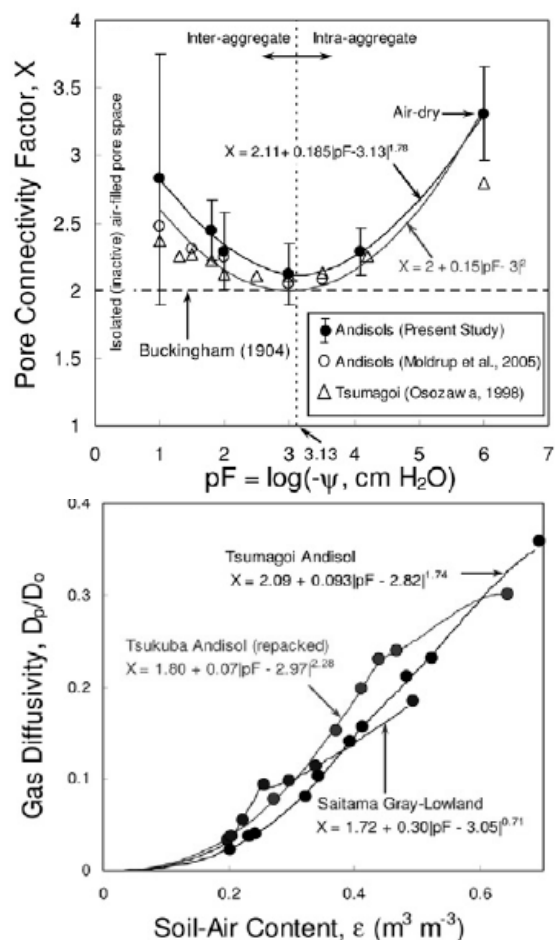


図1 上段：団粒構造を有する火山灰土における X と水分ポテンシャル(pF)との関係、下段：異なる土壌で得られたガス拡散係数(D_p/D_0)実測値に対する X の変化を考慮したガス拡散係数予測式の適合性

Resurreccion et al. (2008, Vadose Zone J.)より抜粋。

水分状態に応じて大きく 3 つに区分されることが示唆された (図 2) (論文 4) . 砂質土の平均粒径, 乾燥密度などを考慮した新しい拡散, 通気係数予測モデルも提案した (論文 7) .

2.2 土壌コロイド相における物質移動

土壌コロイドに汚染物質が吸着して土壌内を移動する現象が注目されている. 黒ボク土からのコロイドの流出と安定性を調べ, コロイド流出は pH 増加とともに, また EC 減少とともに増加すること, コロイドは中性以上の pH で安定性を示すことなどがわかった (論文 5) . さらに標準砂を充填したカラムにトレーサーを含むコロイド溶液を供給して, それらの通過特性を調べ, 数値モデルによりコロイドの吸脱着と補足について解析した (論文投稿中) .

農薬(2,4-D)の土壌への吸着について調べ, pH と土有機物量から吸着係数が推定できる予測式を提案した (論文 6) .

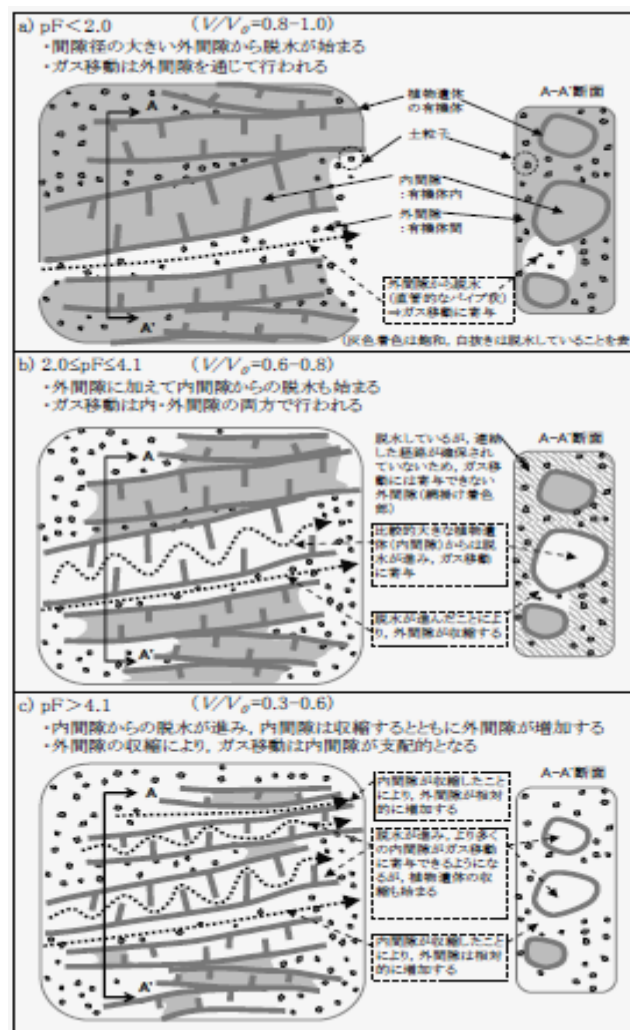


図2 泥炭土の脱水収縮および間隙構造の変化
飯塚ら (2008, 土木学会論文集)より抜粋。

3. 業績リスト

3.1 論文・紀要

- ①Resurreccion, A.C., P. Moldrup, K. Kawamoto, S. Yoshikawa, D.E. Rolston, and T. Komatsu. Variable pore connectivity factor model for gas diffusivity in unsaturated, aggregated soil. *Vadose Zone J.*, 7(2), 397-405, 2008.
- ②Resurreccion, A.C., T. Komatsu, K. Kawamoto, M. Oda, S. Yoshikawa, and P. Moldrup. Linear model to predict soil-gas diffusivity from two soil-water retention points in unsaturated volcanic ash soils. *Soils and Foundations*, 48(3), 397-406, 2008.
- ③Thorbjørn, A., P. Moldrup, H. Blendstrup, T. Komatsu, and D. E. Rolston. A gas diffusivity model based on air-, solid-, and water-phase resistance in variably saturated soil. *Vadose Zone J.*, 7(4), 1230-1240.
- ④飯塚 健仁, 川本 健, 小松 登志子, 長谷川 周一. 泥炭土のガス拡散・透気特性に脱水収縮が及ぼす影響. 土木学会論文集 部門 G, 64(3), 242-249, 2008.
- ⑤Zaman, M. M., and T. Komatsu. Colloidal particles release from an andisol and their stability in suspension. *Bangladesh J. Environ. Res.*, 6, 15-22.
- ⑥Ei Mon, E., T. Hirata, K. Kawamoto, S. Hiradate, T. Komatsu, and P. Moldrup. Adsorption of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid onto volcanic ash soils: Effects of pH and soil organic matter. *EnvironmentAsia*, 1, 1-9, 2009.
- ⑦Hamamoto S., P. Moldrup, K. Kawamoto, and T. Komatsu. Effect of Particle Size and Soil Compaction on Gas Transport Parameters in Variably-Saturated, Sandy Soils, *Vadose Zone J.*, 2009. (in press)