

土壌圏における環境影響化学物質の挙動解析 (第3報)

Fate and Transport of Environmental Impact Chemicals in Soils (III)

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

本研究は、重点研究テーマ「環境影響化学物質のクロスメディア挙動の予測・評価のための統合的解析に関する研究」において、クロスメディアとしての地圏における環境影響化学物質の挙動解析を分子レベルで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。

尚、本研究プロジェクトを遂行するにあたり、デンマークオルボー大学 Per Moldrup 教授、埼玉大学大学院理工学研究科川本健准教授、ならびに同大学院博士後期課程 Augustus C. Resurreccion (現フィリピン大学ディリマン校助教授) の研究協力を得た。

2. 研究成果

2.1 土壌内における気体のトランスポート・パラメータの実測とモデル化

団粒構造を有する黒ボク土を対象に、ガス拡散係数と通気係数を測定し、牧草地におけるトランスポート・パラメータの空間変動性を調べた。また林地における有機物含有量がトランスポート・パラメータに及ぼす影響を明らかにした。(論文・紀要,)

さらに、2つの土壌水分状態(pF2とpF4.1)におけるガス拡散係数予測値を用いて、全水分域におけるガス拡散係数曲線の推定を可能とする、簡易で精度の良い新たな予測モデル(2RPモデル)を提案した(図1)。(論文・紀要, 他)

また、砂質土における測定結果から、土粒子の平均粒径と乾燥密度をパラメータとするガス拡散係数および通気係数の予測式も提案した。(学会発表, 他)

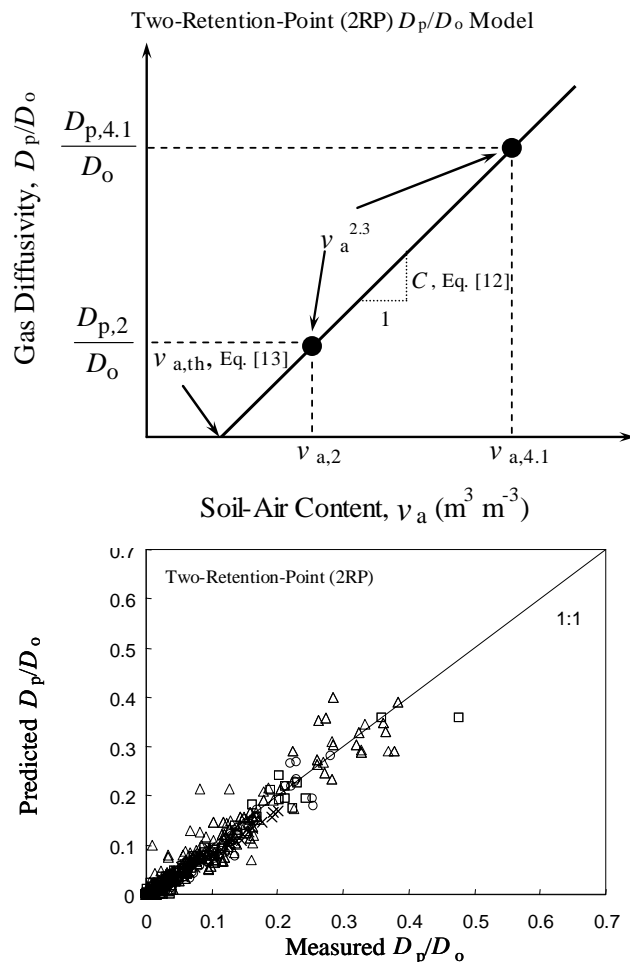


図1 上段：団粒構造を有する土壌におけるガス拡散係数 (D_p/D_o) を予測する新たなモデル (2RPモデル) の概念図、下段：2RPモデルによる D_p/D_o 予測値と実測値の比較
Resurreccion et al. (2008, Soils and Foundations)より抜粋。

2.2 構造異方性土壌におけるガス挙動の測定

構造異方性のある粘土、泥炭土についてのトランスポート・パラメータ測定（土壌ガス拡散係数 D_p/D_o 、透気係数 k_a ）を行った。泥炭土については、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明らかとなった。

そして、これらのトランスポート・パラメータを用いて土壌間隙形状係数を求めるとともに、脱水収縮にともなうトランスポート・パラメータの変化を植物遺体内部・外部の間隙構造変化に基づき説明できることを示した（図 2）。

（学会発表，他）

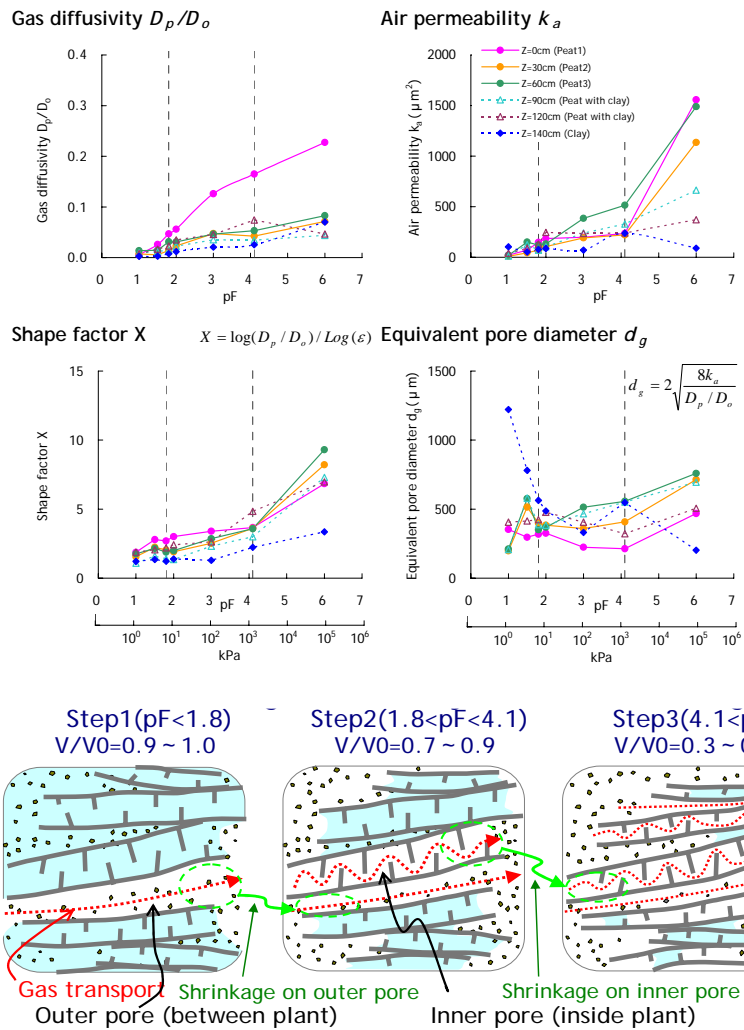


図2 上段：泥炭土のガス拡散係数 (D_p/D_o)、透気係数 k_a 、間隙形状係数 (X 、 d_g) の変化。下段：泥炭土の脱水収縮にともない間隙構造の変化 (Iiduka et al. (2007, AGU fall meeting)より引用、一部修正)。

2.3 溶質拡散係数の実測とモデル化

これまでに報告例の少ない黒ボク土の溶質拡散係数を測定した結果、団粒構造および間隙構造の違いが溶質拡散係数に強く影響を与えることが明らかになり、これらの土壌特性を考慮した新しい溶質拡散係数予測モデルを提案した（図 3）（学会発表 他。本研究については大学院生の国際会議(AGU)発表で Outstanding Student Award を受賞）。

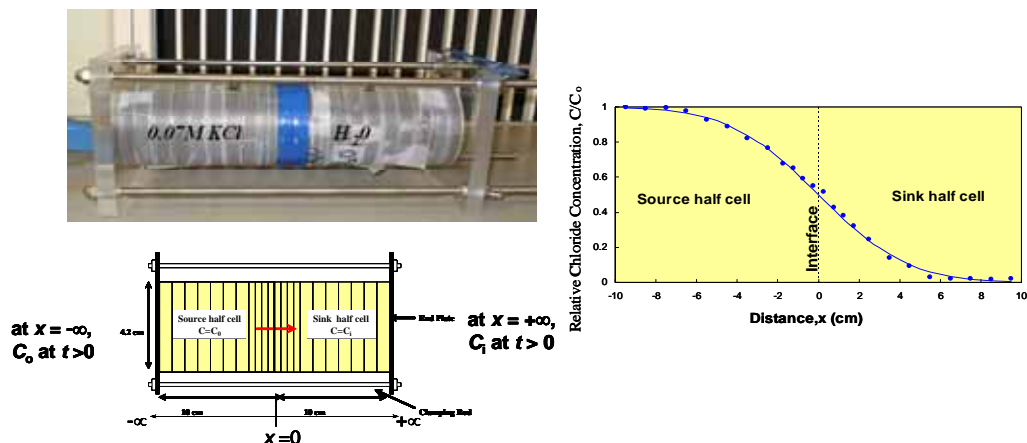


図3 土壌の溶質拡散係数測定装置および測定例 (Samintha et al. (2008, AGU fall meeting)より抜粋)。

2.4 土壌コロイド流出挙動の実測と数値解析

黒ボク土から抽出した土壌コロイド（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反応捕捉（straining）係数を組み込んだ移流分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4）。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。（論文・紀要，学会発表，他）

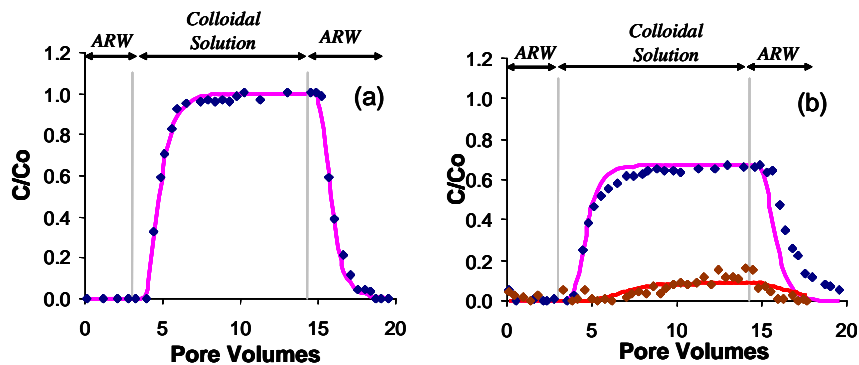


図4 砂層カラムにおけるコロイド粒子（粒径 $< 1\mu\text{m}$ ）の流出特性とシミュレーション結果。左：トレーサー（Br）の破過曲線，右：コロイド粒子の破過曲線。プロットは実測値，実線はシミュレーション結果。Chamindu et al. (2007, AGU fall meeting)より抜粋。

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, Gas diffusivity and air permeability in a volcanic ash soil profile: Effects of organic matter and water retention, *Soil Sci.*, 172(6), pp. 432-443, 2007.
- Kawamoto, K., P. Moldrup, T. Komatsu, L.W. de Jonge, and M. Oda, Water repellency of aggregate size fractions of a volcanic ash soil, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 71, pp. 1658-1666, 2007.
- Moldrup, P., T. Olesen, H. Blendstrup, T. Komatsu, L.W. de Jonge, and D.E. Rolston, Predictive-descriptive models for gas and solute diffusion coefficients in variably saturated porous media coupled to pore-size distribution: IV. Solute diffusivity and the liquid phase impedance factor. *Soil Science* 172(10):741-750, 2007.
- 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.
- 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.
- Resurreccion, A.C., P. Moldrup, K. Kawamoto, S. Yoshikawa, D.E. Rolston, and T. Komatsu. 2008. A variable Buckingham pore connectivity factor to link gas diffusivity with soil-water matric potential in unsaturated, aggregated soil. *Vadose Zone J.* 7(2): 397-405.

Resurreccion, A.C., T. Komatsu, K. Kawamoto, M. Oda, and P. Moldrup. 2008. Linear model to predict soil-gas diffusivity from only two soil-water retention points in undisturbed, unsaturated volcanic ash soils. *Soils and Foundations* 48(3): 405-414.

3.2 学会発表

Resurreccion, A.C., K. Kawamoto, P. Moldrup, T. Komatsu, and D.E. Rolston. 2007. Two-retention-point (2RP) linear model for predicting the soil-gas diffusivity in unsaturated undisturbed volcanic ash soil. J253-002, Japanese Geoscience Union Meeting 2007.

Sharma, A., K. Kawamoto, S. Hiradate, H. Kurokawa, P. Moldrup, and T. Komatsu. 2007. Adsorption of 2,4-D and atrazine onto kaolinite: Effects of pH and background electrolytes. J253-P006, Japanese Geoscience Union Meeting 2007.

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.

Hamamoto, S., K. Kawamoto, P. Moldrup, and T. Komatsu. 2007. Gas diffusivity and air permeability in sandy soils: Effect of particle size, compaction and sample scale. H53F-1475, American Geophysical Union Fall Meeting 2007.

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.

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.

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

Samantha, 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.

Sharma, A., K. Kawamoto, T. Komatsu, and P. Moldrup. 2007. Adsorption mechanisms of an ionic pesticide onto kaolinite. Proceedings of the International Conference on Emerging Issues on Research and Development, Kathmandu, Nepal, Technical Session IV: Environment, No. 6.

Chamindu, D.T.K.K., and K. Kawamoto. 2008. Transport and retention of colloid-sized materials in saturated porous media. Proceedings of International Collaborative Graduate Symposium between Saitama University, Japan and University of Moratuwa, Sri Lanka, 105-110.

Iizuka, K., K. Kawamoto, P. Moldrup, and T. Komatsu. 2008. Soil-gas diffusion coefficient and air conductivity for peat soil: Effect of volume shrinkage with successive drainage. Proceedings of International Collaborative Graduate Symposium between Saitama University, Japan and University of Moratuwa, Sri Lanka, 80-85.

(他, 国内学会 14 件)