

汚染物質のキャリアーとしてのコロイド粒子の土壌内移動の解明

Colloids and Colloid-Facilitated 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

土壌に存在する様々な物質がコロイドに吸着して土壌内を移動する。汚染物質である重金属, 農薬, 各種非水溶性物質のコロイド吸着による土壌内輸送は, 土壌・地下水汚染と密接に関連することから, これらの問題解決のためには土壌内でのコロイドの生成・移動機構の解明が不可欠となる。

本研究では, 汚染物質のキャリアーとしてのコロイドの土壌内移動機構の解明を目的とし, 次の項目について検討を行った。

- 1) 土壌液相の物質移動パラメータのモデル化
- 2) 土壌内でのコロイドの凝集・分散挙動, 流出特性の解明
- 3) 汚染物質のコロイドへの吸着・脱離機構の解明

2 研究成果

2.1 不飽和透水係数の予測モデルの提案(論文・紀要①, 学会発表②)

土壌コロイドの移動相となる土壌水の移動パラメータとなる不飽和透水係数を予測する新たなモデル, Gardner-Campbell (GC) モデルを提案した。GC モデルは土壌水分特性曲線から求まる土壌間隙径指数 (Campbell b) をパラメータとして不飽和透水係数を予測するモデルで, 既存モデルよりもモデル適用の際の未知パラメータが少ないにも関わらず, 精度良く実測データを予測することから, 多点測定を必要とするフィールドスケールの水移動のシミュレーションに適している。

2.2 土壌コロイドの凝集・分散特性と流出解析(論文・紀要②, 学会発表①)

土壌 (立川ローム) から抽出した土壌コロイド溶液を用いて, 凝集・分散特性や粒径分布に pH が及ぼす影響を調べた。その結果, 弱酸性から中性付近の pH 領域ではコロイド粒子同士の電気的反発力が大きいため凝集沈降速度が小さくなり, 強酸性の pH 領域では電気的反発力が小さいため凝集沈降速度が大きくなること, これにともない粒径分布が変化することなどが明らかになった。土壌カラムからの土壌コロイド

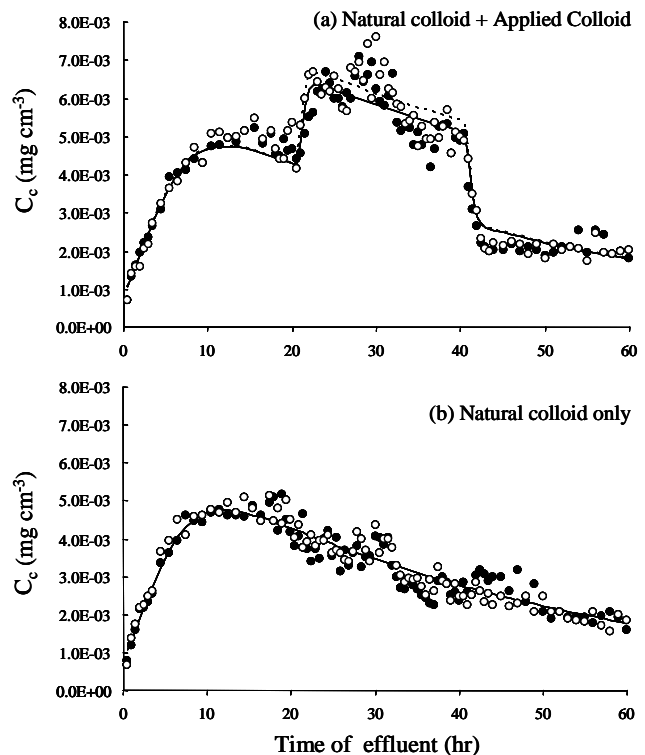


図1 土壌カラムからのコロイド流出特性例
プロットは実測値, 実線は解析値

の流出曲線を、静的および動力学的の二つのコロイドの吸着・脱離サイトを考慮したコロイド移動モデルを用いて解析し、コロイド移動を規定するパラメータの定量的評価を行った (図1)。

2.3 土壌および土壌コロイドへの農薬の吸着 (遅延) 特性の解明(学会発表③, ④)

農薬(2,4-ジクロロフェノキシ酢酸とアトラジン)を対象として、バッチ吸着実験を行い、カオリナイト、土壌 (立川ローム), および土壌のコロイド画分への農薬の吸着特性や吸着メカニズムについて調べた。その結果、カオリナイトへの農薬吸着は溶液の化学的要因 (pH, イオン種, イオン強度) によってその吸着メカニズム (荷電中和や疎水的相互作用) が異なること (図2), 土壌と土壌コロイド画分では、後者の2,4-D吸着係数が前者の3オーダー以上大きいことが明らかになった。

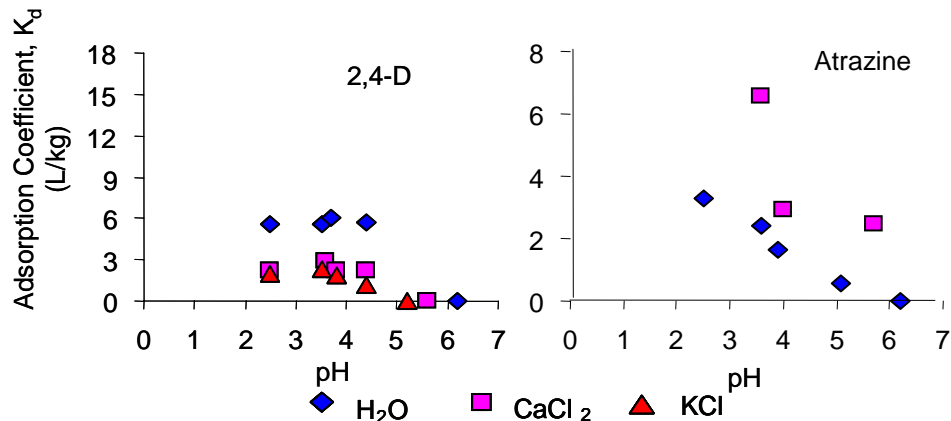


図2 2,4-Dとアトラジンのカオリナイトへの吸着
吸着係数 K_d のpH依存性

3 業績リスト

3.1 論文・紀要

- ① Kawamoto, K., P. Moldrup, T.P.A. Ferré, M. Tuller, O.H. Jacobsen, and T. Komatsu. 2006. Linking the Gardner and Campbell models for water retention and hydraulic conductivity in near-saturated soil. *Soil Sci.* 171(8): 573-584.
- ② 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. 埼玉大学大学院 紀要(工学系) (印刷中).

3.2 学会発表

- ① Saito, H., K. Kawamoto, T. Komatsu, P. Moldrup, and J. Simunek. 2006. Numerical analysis of colloid transport in volcanic ash soil. H11F-1306, American Geophysical Union Fall Meeting 2006.
- ② Kawamoto, K., Resurreccion, A.C., P. Moldrup, and T. Komatsu. 2007. Predicting transport parameters in soil liquid and gaseous phases based on the Campbell pore-size distribution index. Proceedings of the joint seminar organized by School of Civil Engineering & Technology, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University, Thailand and Department of Civil & Engineering, Saitama University, Japan, 142-149.
- ③ Sharma, A., K. Kawamoto, T. Komatsu, and P. Moldrup. 2006. Effect of pH and electrolytes on adsorption of 2,4-D onto kaolinite. H11F-1300, American Geophysical Union Fall Meeting 2006.
- ④ 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.