

土壌における水・コロイド・汚染物質同時輸送機構の解明

Study on Colloids and Colloid-Facilitated Transport of Contaminants in Soils

プロジェクト代表者: 川本 健 (工学部建設工学科・助手)

Ken Kawamoto (Department of Civil & Environmental Engineering, Faculty of Engineering)

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。コロイドによる物質輸送は土壌・地下水汚染と密接に関連し、農薬、重金属、各種非水溶性物質のコロイド吸着による土壌内輸送が数多く研究されている。コロイドに吸着した汚染物質の輸送機構を解明するためには、土壌内でのコロイドの生成・移動機構の解明が不可欠である。しかし、これらの機構には pH やイオン強度といった土壌溶液の化学的性質や、降雨強度や土壌構造といった物理的条件など、様々な要因が複雑に影響を及ぼすことが知られ、その解明にはより一層の知見の蓄積が必要とされている。本研究では、土壌における水・コロイド・汚染物質の同時輸送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) 土壌試料の物理特性 (透水性・保水性・撥水性) の把握
- 2) 汚染物質のコロイドへの吸着・脱離特性の解明
- 3) 土壌におけるコロイド、汚染物質の移動特性評価

2 研究成果

2.1 土壌試料の物理特性

団粒構造を有する福島ローム (火山灰起源のローム質土壌) を用いて、各種物理特性 (透水性・保水性・撥水性) を調べた。透水性に関しては、原位置計測と室内実験で得られる不飽和透水係数を比較した結果、原位置不飽和透水係数は室内実験にくらべ数オーダー (cm/s) 大きいことが明らかになった。この原因として、フィールドスケールにおける選択的水みちの寄与が考えられた (論文・紀要①)。土壌の撥水性に関しては、土壌有機物量と初期水分量が撥水性の度合いに及ぼす影響を調べ、土壌保水性に基づき撥水性発現メカニズムについて考察を行った (論文・紀要②, 学会発表①)。

2.2 汚染物質の土壌／コロイドへの吸着・脱離特性

酸性農薬として国内の水田やゴルフ場で除草剤として広く使用されている、2,4-D (2,4-ジクロロフェノキシ酢酸) を用いてバッチ吸着実験を行い、土壌吸着に各種因子が与える影響を調べた (学会発表②, ④)。試料には福島ロームを用いた。土壌試料への 2,4-D の吸着は、pH が低いほど、

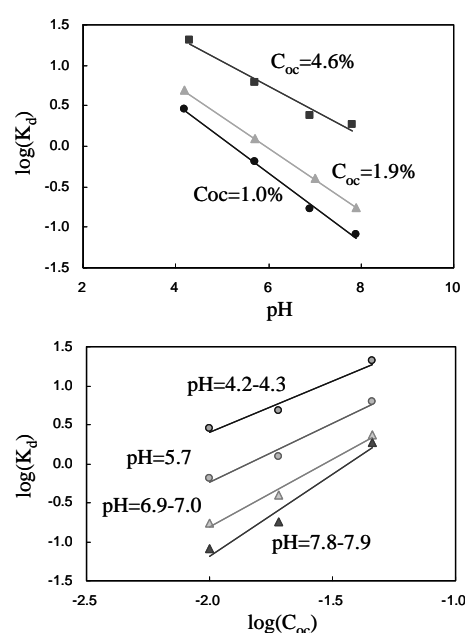


Fig.1 Relationships between $\log(K_d)$ and pH / $\log(C_{oc})$.

有機物量(C_o)が大きいほど、吸着係数(K_d)が大きくなり、粘土鉱物量やイオン強度の影響はこれらの二つの因子に比べ非常に小さいことが明らかになった (Fig.1, 学会発表②)。さらに、pHと有機物量を変量として多変量解析を行い、相関性の高い吸着係数推定式: $\log(K_d) = 5.20 - 0.38\text{pH} + 1.66\log(C_o/100)$ ($r=0.989$)の提案を行った(学会発表④)。

2.3 土壌におけるコロイド、汚染物質の移動特性

土壌試料に団粒構造を有する福島ロームと立川ローム、単粒構造を有する豊浦砂を用いてカラム実験を行い、土壌からのコロイドの流出特性を調べた。その結果、豊浦砂のコロイド流出は拡散律速のプロセスに従い、排水初期からコロイド累積流出量と時間平方根 $t^{1/2}$ の間に直線性を示すものの、福島ロームと立川ロームは排水初期では直線性を示さず、排水中期から後期にかけて良い直線性を示すといった違いが見られた (Fig.2)。この理由として、福島ロームと立川ロームの流出初期は高い EC のため、コロイド粒子が凝集し、土壌からの流出が抑制されたものと考えられた。逆に、排水中期から後期にかけては、低 EC のためコロイド粒子が分散し、流出が促進されたものと考えられ、この流出は拡散律速に従うものと言える(論文・紀要③)。

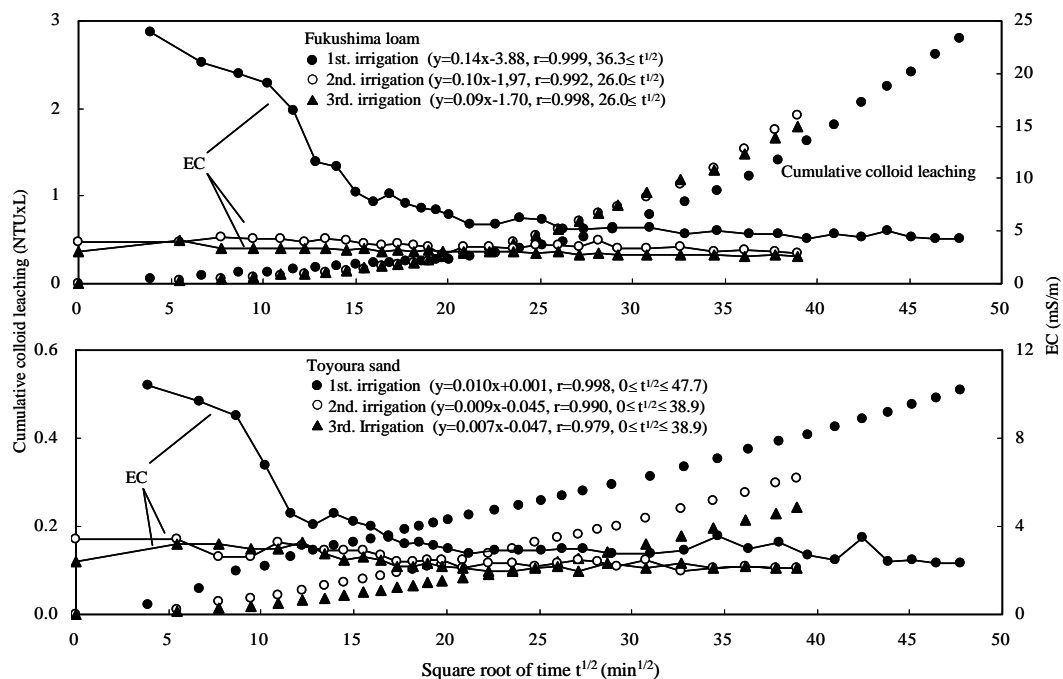


Fig. 2 Cumulative colloid leaching as a function of square root of time. The linear regression equations and the coefficients of regression (r) for cumulative colloid leaching are given.

3 業績リスト

3.1 論文・紀要

- ① 川本健, 大村大志, 小林邦宏, 久保順一, 2004. 現地計測と室内実験の組み合わせによる自然丘陵斜面表土の透水性評価. 土と基礎 第52巻 第11号, 35-37.
- ② 川本健, Banyar Aung, Per Moldrup, 小松登志子, 小田匡寛, 2004. TDR コイルプローブ法による撥水性火山灰土壌の保水性評価. 農業土木学会論文集 第233号, 83-91.
- ③ 川本 健, 小松登志子, Per Moldrup, 2005. 降雨による土壌コロイドと溶存有機物の流出特性. 埼玉大学紀要工学部 第38号, 104-109.

3.2 学会発表

- ① Kawamoto, K., Moldrup, P., Komatsu, T., Oda, M., Soil water repellency effects on water retention in aggregated soils, European Geosciences Union 2005, Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 03101, 2005.
- ② 太田康子, 川本健, 小松登志子, 井藤壮太郎, 2005. 酸性農薬の土壌吸着に与える pH と有機物量の影響. 第 11 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会.
- ③ Zaman, Md. M., Kawamoto, K., Komatsu, T. 2005. Colloid transport in a volcanic ash soil: A laboratory column experiment, Proceedings of the Seventh International Summer Symposium, Japan Society of Civil Engineers.
- ④ Komatsu, T., Ohta, K., Kawamoto, K., Moldrup, P., Ito, S., 2005. Effect of pH and Organic Carbon Content on Adsorption and Retardation of 2,4-D in Soil, S-1 Division, 1005, The SSSA International Annual Meetings.