

黒ぼく土カラムからの土壌コロイド流出特性

Leaching characteristics of soil colloids from volcanic ash soil columns

○川本 健¹, 斎藤広隆², Per Moldrup³, 小松登志子¹

○Ken Kawamoto¹, Hirotaka Saito², Per Moldrup³, Toshiko Komatsu¹

1. はじめに

土壌に存在する様々な物質が土壌コロイドに吸着した形態で土壌内を移動する（コロイド担体輸送, *colloid-facilitated transport*, 以下 CFT）。土壌・地下水問題を背景に、各種汚染物質（農薬、重金属、非水溶性物質、バクテリア、放射性核種など）の CFT に関する研究が数多く行われている。

土壌における汚染物質の CFT は複雑な現象であり、その解明のためには、土壌コロイドの組成分析、コロイド溶液の凝集・分散特性、コロイドの土壌からの生成と土壌内移動機構、汚染物質のコロイドおよび土壌への吸着・脱離特性など、様々な特性や機構を考慮しなければならない。CFT 解明のためには、より一層の知見の蓄積とともに、多面的なアプローチによる研究が必要とされている。

本報では、本研究グループが進めている CFT 研究の一部として、黒ぼく土からのコロイドの流出解析を中心に報告する。

2. 試料および実験

土壌試料は、東京都西東京市の東京大学大学院農学生命科学研究科附属農場の畑地より採取した黒ぼく土を用いた。採取深さは

は 5-10cm で、2mm 篩で篩分し、その通過分を土壌試料に用いた。試料の土壌物理性を表 1 に示した。

カラム実験の装置を図 1 に示した。カラムはアクリル製で、土壌試料を充填する試料高さを 10cm とした。カラム実験では、供給溶液として人工雨水（*artificial rain water*, 以下 ARW）と、同試料から抽出したコロイド溶液（*colloidal solution*, 以下 CS）の 2 種類を用いた（表 2）。降雨強度は 80mm/hr とし、ARW の 20 時間降雨 + CS の 20 時間降雨 + ARW の 20 時間降雨の条件

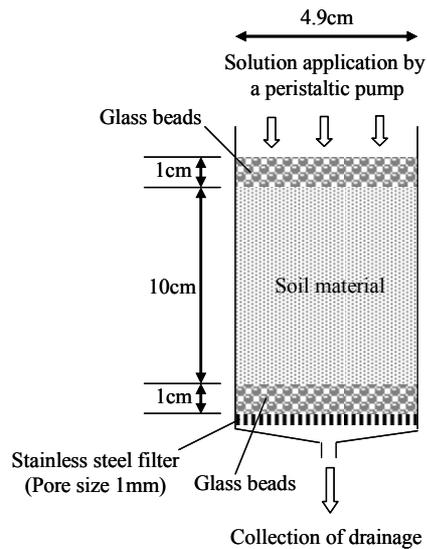


図1 カラム実験装置

表 1 試料の土壌物理性

Soil	Depth cm	Soil mineral density g/cm ³	Dry bulk density g/cm ³	Total porosity cm ³ cm ⁻³	Organic matter content of soil* %	Field water content %	Particle size distribution		
							Clay	Silt	Sand
Tachikawa loam	5-10	2.70	0.62	0.77	7.8	56.1	8.4	55.6	36.0

* Organic matter content of soil was determined by dichromic acid method.

¹ 埼玉大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

² 東京農工大学大学院共生科学技術研究院 Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology

³ オルボー大学 Department of Biotechnology, Chemistry and Environmental Engineering, Aalborg University

Keywords: 土壌コロイド, 黒ぼく土, HYDRUS-1D

表2 ARW と CS の特性

Soil	pH	EC	Turbidity	Concentration of CS	Dissolved Organic Carbon	ζ potential at pH = 5.8 §
		mS m ⁻¹	NTU	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mV
ARW †	6.5	2.1	0	-	0	-
CS ‡	6.5	2.5	7.15	4.79	0.42	-14.3

† 0.085 mM NaCl+0.015 mM CaCl₂.

‡ CS was extracted from soil as follows; First, wet soil and water was added in a glass bottle with a 1:8 (w/w) soil/water ratio. The bottle was shaken for 24 hours at 180 rpm by an automatic shaker. After keeping the bottle on the desk for setting coarser particles, the supernatant solution was collected and filtered with 1 mm glass micro-fiber filter paper with help of a vacuum pump.

§ ζ potential was determined by the Smoluchowski equation with using measured electrophoretic mobility.

(exp. A, B), 60 時間の ARW 連続降雨の条件 (exp. C, D) の二通りを行った。実験中、カラム下端からの排水溶液の採取を行い、排水溶液のコロイド濃度 (濁度から換算) を測定した。

3. 結果および考察

図 2(a)は、exp.C, D のコロイド流出曲線 (Natural colloid) で、コロイド濃度は排水後ピークを示し、その後緩やかに低下した (テーリング)。図 2(b)は、exp. A, B のコロイド流出曲線で、CS 供給・停止時に急激な濃度上昇・下降を示した。

コロイドの吸着・脱離を、静的 (S_e) ならびに動力学的 (S_k) の二つのサイトからなると仮定すると、コロイド移動モデルは以下で記述される。

$$\frac{\partial \theta_w C_c}{\partial t} + \rho \frac{\partial S_e}{\partial t} + \rho \frac{\partial S_k}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\theta_w D_c \frac{\partial C_c}{\partial z} \right) - \frac{\partial q C_c}{\partial z}$$

$$S_e = K_d C_c \quad \rho \frac{\partial S_k}{\partial t} = \theta_w k_{ac} \psi C_c - k_{dc} \rho S_k$$

ここで、C_c:コロイド濃度 (mg/cm³), K_d:分配係数 (cm³/mg), k_{ac}, k_{dc}:一次反応コロイド吸着・脱離係数 (h⁻¹) となる。

HYDRUS-1D を用いて、コロイド流出曲線を解析した結果、Natural colloid の K_d は CS よりも 1 オーダー程度大きく、CS の k_{dc} は k_{ac} に比べて非常に小さいなどが明らかになった。本発表では、さらなる移動モデル・解析の検討結果や、講演要旨投稿後に得られた成果も含め、発表する予定である。

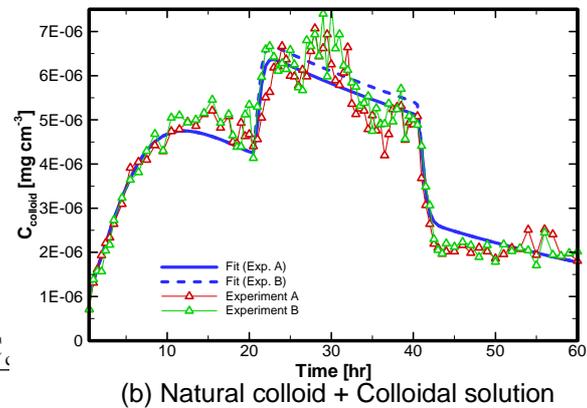
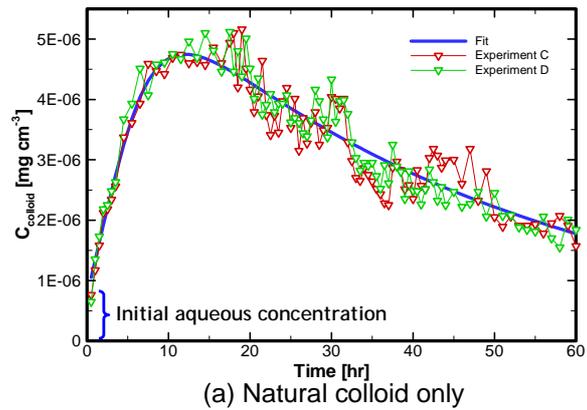


図2 コロイドの流出とHYDRUS-1Dによる解析

表3 コロイド移動パラメータ

	S _i (mg mg ⁻¹)	K _d (cm ³ mg ⁻¹)	k _{ac} (h ⁻¹)	k _{dc} (h ⁻¹)
Natural colloid	2.02E-04	6.84	-	2.22E-02
Colloid-solution A	0	4.00E-01	8.24E-01	1.26E-06
Colloid-solution B	0	2.96E-01	6.95E-01	9.92E-07

謝辞 本実験の遂行にあたり、文部科学省科学研究費 (NO. 18360224) ならびに埼玉大学 21 世紀総合研究機構研究プロジェクトの補助を受けた。