

土中のコロイド移動モデルによる放射性セシウム移動の検討

514154 前田 晴香(土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 福島原発事故後, 除染の行われていない森林では, 放射性セシウムの約 9 割が鉍質土, 約 1 割がリター層に存在する. 土に極端に強く吸着されるセシウムは, 通常, 土中での移動は極めて小さいが, セシウムが吸着したコロイド粒子と共に予想以上に移動することがある. しかし, セシウムのコロイドに伴う移動の観測例はほとんどない. そこで本研究では, HYDRUS-1D におけるコロイド移動モデルを用いて, 実測値に基づく土中のコロイド移動を再現し, 粘土コロイドと有機物コロイドを想定した土中のセシウム移動について検討を行った.

コロイド移動モデル 土中のコロイドは溶質と同様に液相中を移動するが, 固相表面への可逆的な付着・離脱と不可逆的な捕集が生じる(図 1). 捕集はコロイドが間隙の狭い部分などに捕捉される現象で, 土表面に近い位置ほど生じやすい. 付着・離脱と捕集は様々な補正係数を含めた一次反応で表す. また, コロイドに伴う溶質移動は, コロイドへの吸着・脱着の一次反応と分配係数 K_d を用いた土粒子への吸着(図 1)を含む移流分散式で与える.

計算条件 コロイド移動のパラメータには, Bradford et al. (2003)の砂質土中のコロイド移動実験のから表面付近の捕集の卓越する条件(A)砂粒径 $d_{50}=0.36\text{mm}$ (soil 3550), コロイド粒径 $d_p=3.2\mu\text{m}$, 水分フラックス $q_w = 0.1 \text{ cm m}^{-1}$, 付着・離脱の割合の大きい条件(B) $d_{50} = 0.15 \text{ mm}$ (soil 70110), $d_p=0.45\mu\text{m}$, $q_w = 0.11 \text{ cm m}^{-1}$ を用いた. そして, 土に強く吸着する溶質 ($K_d = 1000$) が 1 mmol/g 吸着した液相コロイド 1 mmol/cm^3 を 60 分間与えたときの, コロイド分布, 溶質分布を求めた. コロイドは, コロイドから溶質の脱着の生じない粘土コロイドと脱着係数 $k_d = 0.01\text{min}^{-1}$ を与えた有機物コロイドの 2 種類とした.

結果と考察 図 2 は 1000 min の粘土コロイドと有機物コロイドの溶質分布である. コロイド移動がなくセシウムが溶質としてのみ動く場合, 濃度前線位置は 0.1 cm 程度に留まる. 粘土コロイドの溶質分布はコロイド分布と等しい. soil 3550 ではすべてのコロイドが捕集され, 溶質も不動化する. 付着・離脱の多い soil 70110 では, より下方へと移動するが, 1000 min では大部分が捕集され, 液相コロイドはわずかに残るのみである. 一方, 有機物コロイドでは, コロイドから脱着した溶質のすべてが土に吸着され不動化する. 捕集量の相対的に小さい soil 70110 では, コロイドに吸着していた溶質は土への吸着と移動するため, 粘土コロイドに比べて溶質は表層付近に留まっている.

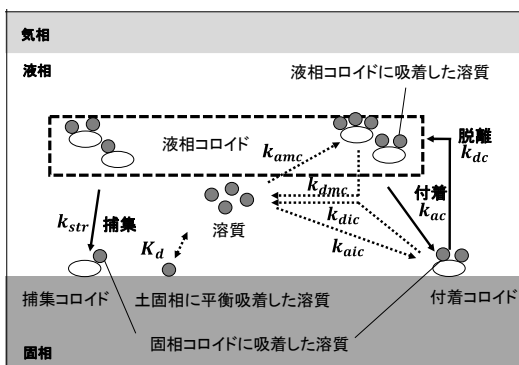


図 1 コロイド移動モデルの概念図

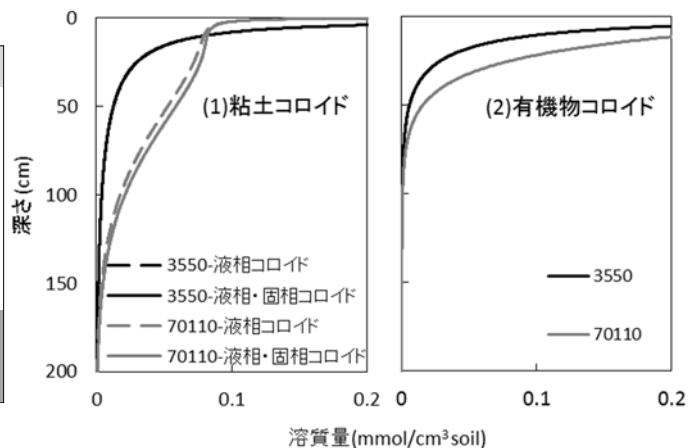


図 2 1000 min の溶質分布 (1) 粘土コロイドにおけるコロイドへの吸着量 (2) 有機物コロイドにおける土への吸着量