

Ca 及び Mg が分散土壌粒子の下方移動・流出現象に及ぼす影響

Effects of Ca and Mg on the vertical transport of dispersed clay particles in layered soil columns

中野恵子¹, 鈴木克拓¹, 加藤英孝¹

NAKANO Keiko, SUZUKI Katsuhiko, KATOU Hidetaka

1. はじめに

分散土壌粒子の土層内移動は土壌に強く吸着された難溶性環境負荷物質の移動・拡散を促進する。前報では、蒸留水または CaCl₂ 溶液で飽和した成層土壌カラムへの蒸留水浸透実験を行い、初期蒸留水飽和カラムでは分散土壌粒子の放出が促進されるにもかかわらず、層境界付近で分散粒子の沈積が進むために下方への粒子の移動はかえって抑制されること、これに対し初期 CaCl₂ 飽和カラムでは分散粒子の局所的な沈積が見られず、流出液中の分散粒子濃度が比較的高く維持されることを報告した。CaCl₂ 溶液による飽和は液相の初期電解質濃度の上昇だけでなく、土壌中の交換性 Mg²⁺ の Ca²⁺ による置換を通じて粒子の分散・移動現象に影響を与えた可能性がある。ここでは、初期蒸留水飽和および CaCl₂ 飽和カラムに加えて MgCl₂ 飽和カラムについても蒸留水浸透実験を行い、土壌中の 2 価陽イオン種が分散粒子の下方移動・流出現象に及ぼす影響を明らかにする。

2. 実験方法

埼玉県深谷市で採取した褐色低地土作土（深さ 0~10 cm）を上層の乾燥密度 1.15 Mg m⁻³、下層の乾燥密度 1.25 Mg m⁻³ の二層カラム（直径 5 cm、上層の厚さ 2, 4 および 8 cm、下層の厚さ 3 cm）に充填し、蒸留水、0.005 M CaCl₂ 溶液または 0.005 M MgCl₂ 溶液を下端から供給してカラムを飽和させた。飽和に用いた溶液量は蒸留水及び CaCl₂ 溶液では 2 pore volume (PV)、MgCl₂ 溶液では 4 PV とした。カラム上端から動水勾配 1.4 で蒸留水を供給し、カラム内の圧力ポテンシャルの分布とカラム下端からの流出水フラックスを測定した。また、流出液の EC, pH, 懸濁物質濃度 (= 全蒸発残留物濃度 - 0.2 μm フィルター通過蒸発残留物濃度)、及び懸濁物質の粒径分布 (Horiba LA920 による) を測定した。

3. 結果と考察

難透水層形成に対する Ca 及び Mg の影響 蒸留水浸透に伴うカラム内の圧力ポテンシャル分布の変化は初期飽和陽イオン種によって異なった。初期 MgCl₂ 飽和カラムでは層境界を挟む 1 cm の部分に難透水層が形成され、圧力損失が増大した。これは初期蒸留水飽和カラムで得られた結果と同様であった。一方、初期 CaCl₂ 飽和カラムでは層境界部での圧力損失に変化は見られず、この部分の透水係数はカラム全体のそれと同様の低下傾向を示した (図 1)。これらの結果はカラム上層の長さによらなかった。

流出液中の懸濁物質濃度に対する Ca 及び Mg の影響 初期 MgCl₂ 飽和カラムと初期 CaCl₂ 飽和カラムの間には、上層 2 cm および 4 cm カラムでは流出懸濁物質濃度に大きな違いは見られなかった。いずれのカラムでも、浸透初期の流出液 EC が高い間は懸濁物質は流出せず、流出液量が 1 PV に達すると流出が始まった。その後、懸濁物質濃度は初期陽イオン種によらずほぼ 0.4~0.6 g L⁻¹ で推移した。一方、上層 8 cm カラムの場合には、初期 CaCl₂ 飽和では懸濁物質濃度がほぼ一定のまま流出が続いたのに対し、初期 MgCl₂ 飽和では懸濁物質濃度はほぼ一定に推移した後、流出液量約

¹ 農業環境技術研究所 (National Institute for Agro-Environmental Sciences)

30~34 cm でいったん上昇後急速に低下し，流出液量約 40 cm になると懸濁物質の流出が見られなくなった．また，この懸濁物質濃度の一時的上昇と急激な減少は流出液 pH の上昇を伴った．

流出懸濁物質の粒径分布に対する Ca 及び Mg の影響 流出初期の懸濁物質の粒径分布は，粒径 1.1 μm 以上の画分をほとんど含まない初期蒸留水飽和カラムとの明らかな違いに比べると，初期 CaCl_2 飽和・初期 MgCl_2 飽和カラムの違いは小さかった．しかし，初期 MgCl_2 飽和では流出が進むにつれて，比較的大きな粒径画分の流出が徐々に見られなくなった（図 2）．この変化は初期蒸留水飽和カラムの場合ほど劇的ではなかったが，上層 8 cm カラムで最も顕著であり，同カラムで観察された懸濁物質濃度の変化と対応するものと考えられる．一方，初期 CaCl_2 飽和カラムでは流出粒径分布に大きな時間的变化は見られなかった．

まとめ 土壤中の Ca 及び Mg が粒子の分散・移動現象に与える影響は蒸留水の浸透により液相の電解質濃度の低下が十分に進んだ後に現れた．懸濁物質流出初期には陽イオン種の違いによる影響はわずかであったのに対し，電解質濃度の低下が進むと，初期 MgCl_2 飽和カラムでは難透水層の形成や流出懸濁物質の粒径分布の変化と流出濃度の低下が見られた．初期 MgCl_2 飽和カラムでの変化は，より緩慢ではあるものの，初期蒸留水飽和カラムでの実験結果に類似する．圃場条件下での土壌粒子の分散・移動過程では，これら 2 価陽イオン種の違いによる影響を考慮する必要がある．

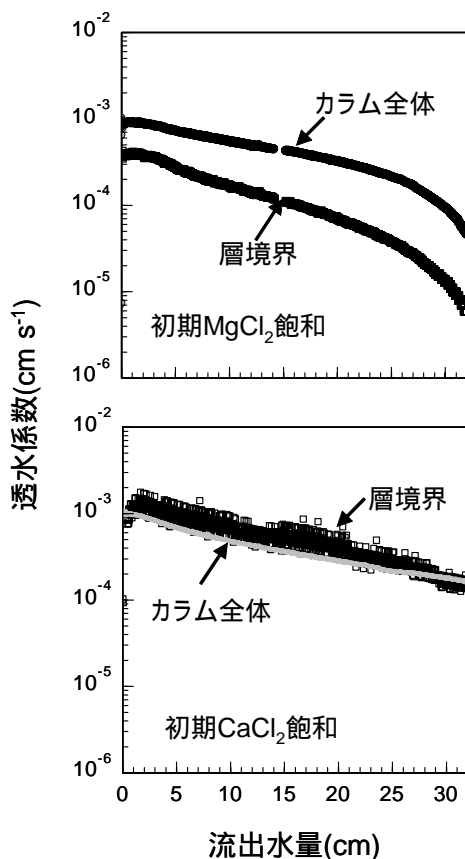


図1 層境界部の透水係数とカラム全体の透水係数の時間変化(上層8 cmカラム)

Fig. 1. Changes in the hydraulic conductivity of layer boundary and the whole columns.

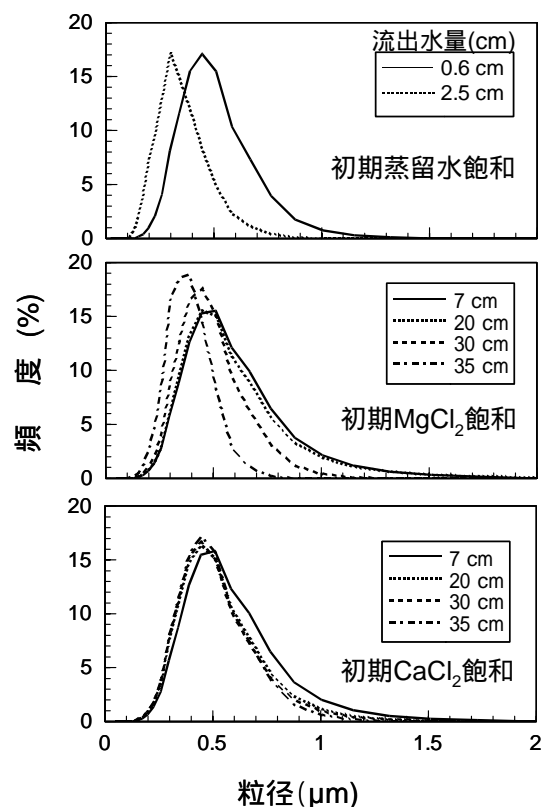


図2 流出懸濁物質の粒径分布の時間変化(上層8 cmカラム, 1 pore volume = 流出水量 6.2 cm)

Fig. 2. Changes in the particle size distribution of suspended matter in the effluent.