

上向流カラム通水試験による溶出特性の評価手法に関する研究

竹尾 美幸

キーワード：自然由来、カラム試験、基準化、溶出試験、試験条件、粒径

1. 研究背景と目的

我が国には、古くから自然由来の重金属等が広く分布しており、建設工事で重金属等を含む地質に遭遇することは十分予想され、それらを適切に評価し土木材料として活用するための評価が求められている。特に自然由来重金属等を有する土壌の溶出量は試料と溶媒の反応の程度に左右されるため、平成3年環境庁告示46号試験では特性化という点で不十分であることが指摘されている。上向流カラム通水試験（以下、カラム試験）は対象試料の化学形態の変化や元素毎の関係性などの溶出メカニズムを把握することができ、自然由来重金属等を有する土壌などの再生資材を適切に評価するためのツールとしての活用が期待される。しかし、日本にはカラム試験法が定められておらず、近年ではISO/TS 21268-3¹⁾を基にした国内カラム試験法の基準化・精度管理に向けた取り組みが行われている²⁾。本検討では3種類の自然由来重金属等を有する土壌を対象試料とし、重金属等として主にヒ素、フッ素の溶出挙動に着目した。また、試験結果に影響を及ぼす要因を把握するために、溶媒（蒸留水、脱気水および1 mmol/L CaCl₂溶液）、飽和方法（2日間静置、CO₂置換+2日間静置）、試料充填時の試料の含水状態（自然含水状態、風乾状態）および乾燥密度（0.86~1.01 g/cm³の範囲）の検討によって試験条件に影響を及ぼす要因を把握すること、大粒径を含む試料の粒度調整による試験結果の差異の検討を行った。（図-1）

2. 本研究で得られた主な成果

- 1) 1 mmol/L CaCl₂はコロイド粒子を凝集し、カラム上部のフィルターの目詰まりを防ぐ効果が示唆される一方、対象試料の重金属等がコロイドに多く吸着していた場合、結果を過小評価する可能性が示唆された。
- 2) 飽和方法の違いに依らず試験終了時の飽和度は100±5%を示し高い飽和度となった。
- 3) 本検討試料の累積溶出量は乾燥密度およびカラム内の通水速度に依存する元素、接触時間および間隙比に依存する元素に分類された。
- 4) 試料2から溶出する元素の関係性を整理したところ、①初期に高濃度を示した後に速やかに低下するパターン、②通水とともにゆっくりと減少するパターン、③通水とともに増加するパターンの3つに類別された。
- 5) 粗粒子を含む試料の適用性を検討するために、砂礫土を篩で<2 mm、<4.75 mm および<9.5 mm に粒度調整した結果を検討した。その結果、累積溶出量の傾向は試料粒径ごとでほぼ同じであった。本検討試料に関してカラム内径に対する最大粒径の比が5.2~25の範囲の場合、試験終了時の飽和度に及ぼす影響は、ほぼ見られなかった。

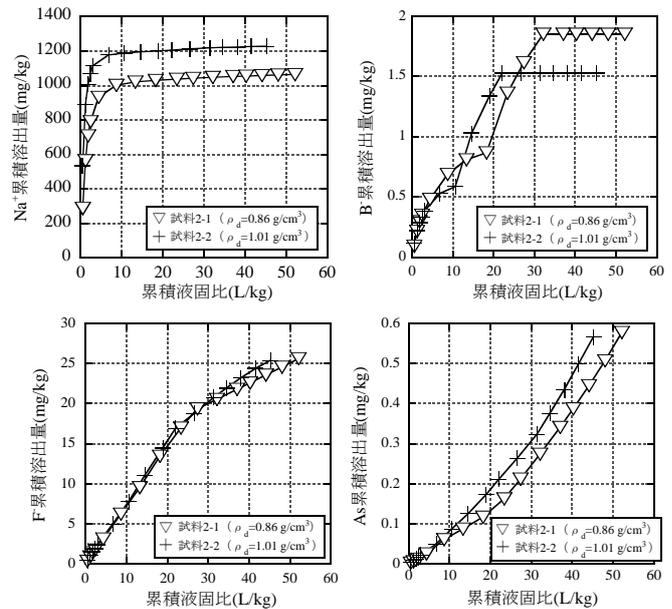


図-1 乾燥密度の違いによる累積溶出量結果

参考文献

- 1) ISO/TS 21268-3 Soil quality-Leaching procedures for subsequent chemical and ecotoxicological testing of soil and soil materials Part 3: Up-flow percolation test, 2007.
- 2) 例えば中村ら：上向流カラム通水試験の標準化に向けた重金属等の溶出挙動評価，地盤工学ジャーナル，vol.9, No.4, pp.697-706, 2014.