

不飽和な一次元カラム充填層を用いたセシウム移行挙動に関する基礎的研究

Fundamental Study of Migration Behavior of Cesium under the Unsaturated Condition

through One-dimensional Column Experiments

*小暮 将之¹, 小堤 健紀¹, 新堀 雄一¹, 千田 太詩¹

¹東北大学

本研究では、処分場周辺の不飽和層を模擬した一次元カラムを用いてセシウムの移行挙動を実験的に調べるとともに、移流拡散方程式により遅延係数を試算した。その結果、得られた遅延係数は従来の核種移行評価で用いられているものと同程度か若干大きく見積もられる傾向を示した。

キーワード： 不飽和層，遅延係数，相対浸透率

1.緒言 地下水面よりも浅い地下へ放射性廃棄物を処分する際には、土壌粒子の間隙に液相と気相が混在する不飽和層中の核種移行を考慮する必要がある。不飽和層においては気相の混在により、移行経路が制限されることに伴う屈曲率の増大や、固相との接触が減少することに起因した核種収着能の低下といった移行挙動への影響が考えられる。そこで本研究では、ケイ砂を充填したカラムを用いて、脱水と再冠水により処分場周辺の不飽和層を模擬し、セシウム溶液を通液することで、セシウムの移行挙動を実験的に調べた。また、理論値と比較することにより、その遅延係数を評価した。

2.実験 本研究では、飽和状態のカラムに気相を注入することにより不飽和状態を調整した。まず、平均粒径 350 μm のケイ砂を純水が適量入ったカラム(充填長さ 6 cm, 内径 1 cm)に充填し、飽和状態のカラムを調整した。これに空気を注入して一度脱水し、再度純水を通液して再冠水させ、不飽和状態のカラムを調整した。カラム内の間隙における液相の占める割合(飽和率)は、0.85~0.93 の範囲に収まった。なお、飽和率は、カラム内においてほぼ同様であることを X 線 CT (図 1 内に例を示す) により確認をした。次にこのカラムを鉛直方向に固定し、上端から下端の方向に 1 mM セシウム溶液をオーバーフロー系により定圧条件で通液した。流動実験中は、流出液のセシウム濃度を原子吸光法により定量した。また、一次元移流拡散方程式を実験値にフィッティングして遅延係数を評価した。

3.結果・考察 図 1 に流動実験結果およびフィッティング結果を示す。縦軸は初期セシウム濃度により規格化した無次元濃度、横軸は通液時間である。図 1 に示すように、飽和条件より不飽和条件においてセシウムの移行が遅延した。表 1 に、流動実験より評価した遅延係数(実験値)と、本実験の飽和率 0.93 に対して従来の定義[1]から見積もられる遅延係数(理論値)の比較を示す。表 1 より、実験を元に得られた遅延係数は従来評価で用いられているものと同程度か大きく見積もられた。一方、同様の流動実験をカラム下端から上端の方向に通液した発表者らの既報[2]では遅延係数が従来評価より小さくなる結果が得られており、不飽和条件下の核種移行が流れ方向に大きく依存する可能性が示唆された。

参考文献 [1] 環境省：平成 25 年 9 月 27 日中間貯蔵施設安全対策検討会（第 4 回）資料（2013）。

[2] 小堤ら原子力学会 2016 年秋の大会講演要旨集，1D01 (2016)。

謝辞 本研究の一部は、特別研究員奨励費 17J01851、および科学研究費補助金基盤研究 17H01371 の成果である。ここに記して謝意を表す。

*Masayuki KOGURE¹, Takenori OZUTSUMI¹, Yuichi NIIBORI¹, Taiji CHIDA¹

¹Tohoku Univ.

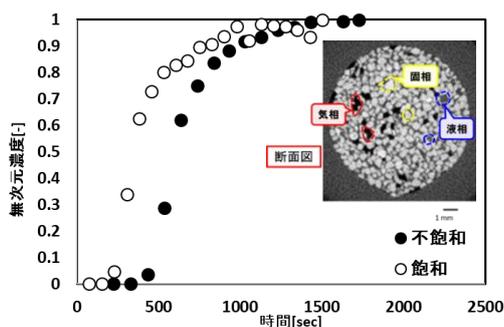


図 1 飽和及び不飽和条件におけるセシウムの移行挙動(水頭差 20 cm)および X 線 CT による断面の様子

表 1 遅延係数の評価

水頭差	飽和	不飽和 (実験値)	不飽和 (理論値)	実験値と 理論値の差
10 cm	5.3	6.5	5.6	13.8%
15 cm	6.2	7.2	6.6	8.3%
20 cm	5.5	5.5	5.8	-5.5%
25 cm	5.1	5.5	5.4	2.0%
30 cm	6	7	6.4	10.0%