

浅い地下水面を持つ不均一土壌の物質輸送に関する研究

九州大学大学院生物資源環境科学府 学生員 岩田将英
 九州大学大学院農学研究院 正会員 中川 啓
 九州大学生物環境調節センター 筑紫二郎

1. はじめに

一般に、土壌構造はその連結した空隙の分布や透水性に関して、不均一であると言われている。地表に散布された農薬等の汚染物質は、降雨等により浸透していき、やがて地下水面に達する。汚染対策において、汚染物質がその不均一な土壌中を浸透するメカニズムを把握することは重要な課題である。本研究では、模擬的な浅い地下水面をもつ不均一土壌に対し室内トレーサ試験を行いその浸透挙動について観測した。

2. 実験装置

2.1 不均一場

本実験では不均一場を次式により発生させた。その不均一場を図1に示す。

$$\log k = \overline{\log k} + \sigma \varepsilon$$

ここで、 k は透水係数、 σ は標準偏差、 ε は平均 0、分散 1 の正規乱数である。 $\log k$ の平均値と σ を与えることで任意の不均一場を発生することができる。発生された k を準備した 5 クラスの粒径区分のガラス球にあてはめ、不均一場を作成した。

2.2 実験装置概略

実験装置は不均一浸透層、降雨発生装置、下部水槽、TDR プロープおよびケーブルテスタ、テンシオメータから構成され、その概略図を図1に示す。浸透層は 5 種の粒径 (0.1mm、0.2mm、0.4mm、0.6mm、0.8mm) のガラス球の縦 10 個×横 10 個のブロックから作成し、そのブロック 1 つの大きさは 5×5×10cm である。また浸透層上部には 0.1mm の層を、下部には 0.8mm の層を設けた。なお地下水面は浸透層下端より 3cm の高さに調節した。

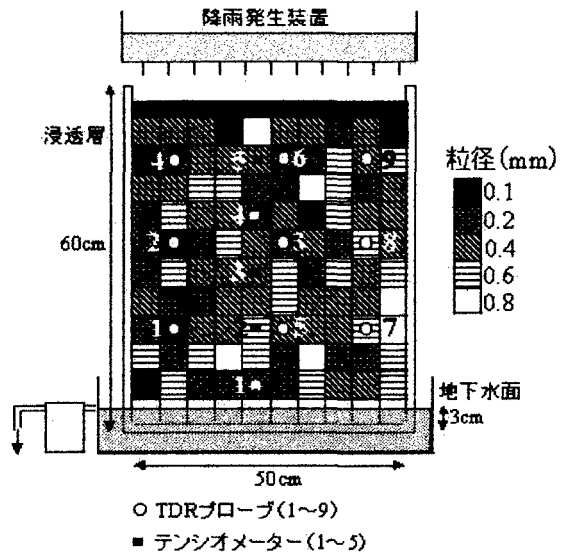
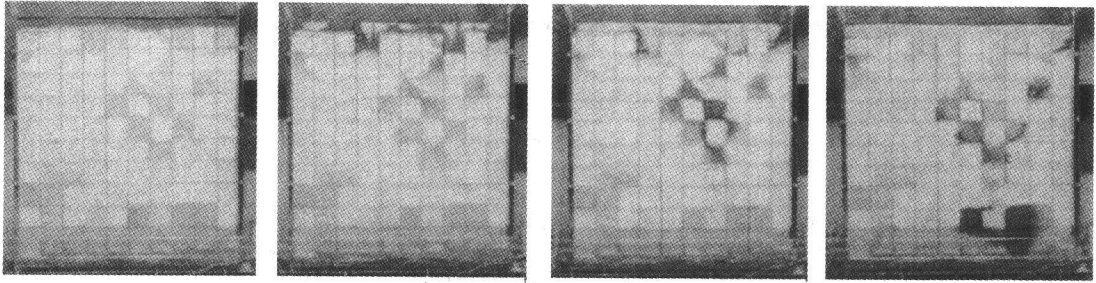


図1. 不均一場及び装置概略

3. 実験

3.1 実験方法

トレーサとして NaCl (5 g/L) と食紅 (10 g/L) を用い、それぞれトレーサー試験を行った。実験はまず浸透層に脱イオン水の降雨を与え (降雨強度約 10mm/h)、浸潤前線が地下水面に到達し、水が浸透層外部に流出した後一度降雨発生装置を取り外し、トレーサを地表面に 500ml 散布し、トレーサが浸潤した後に再び降雨を与えた。NaCl をトレーサとして用いた場合は、TDR プロープにより土壌水分量と電気伝導度 (EC) を、テンシオメータにより圧力水頭を計測し、また浸透層下端の地下水面からの流出水の流出水量と電気伝導度を測定した。食紅をトレーサとして用いた場合はデジタルカメラによりその浸潤挙動を撮影した。



トレーサ散布後 0分 トレーサ散布後 20分 トレーサ散布後 51分 トレーサ散布後 124分

写真 1. 食紅トレーサの浸透の時間変化

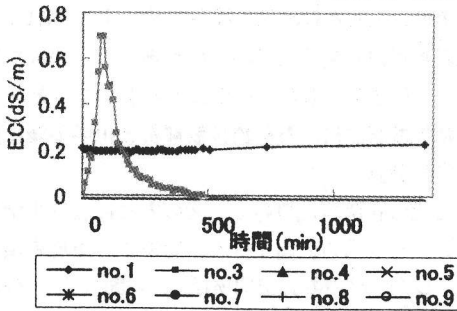


図 2. TDR 測定による EC の変化

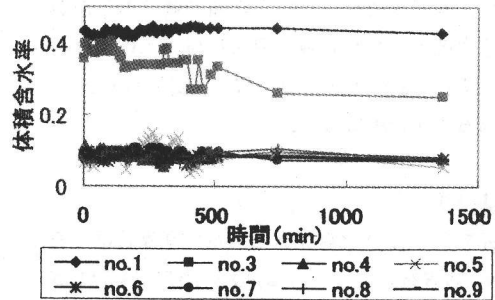


図 3. TDR 測定による体積含水率の変化

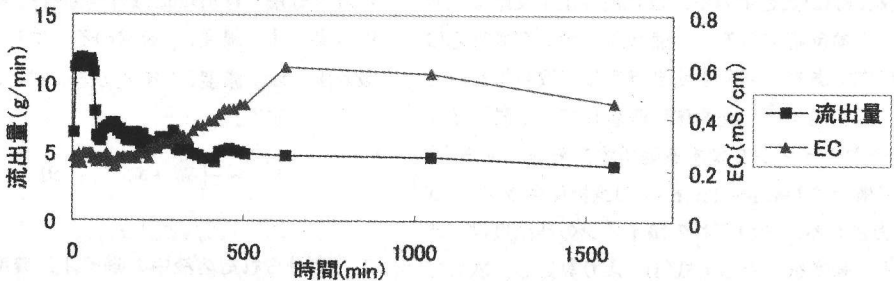


図 4. 流出液の EC および流出量の変化

3.2 結果及び考察

写真 1 に着色したトレーサの浸透挙動を示す。トレーサは浸透層中央よりも右側を選択的に流れ下端に至っている。図 2 に TDR プロブにより測定された電気伝導度の変化を示す。no.3 のプロブにおいてトレーサ散布直後から立ち上がり始め、約 100 分でピークを示していた。no.1 のプロブでは最初からある程度の EC の値を示したが、この値と下端での値がほぼ等しいことから地下水を吸い上げたものであると思われる。また他のプロブでは反応がなくこれらが配置されている場所へはトレーサは流下しなかったと考えられる。このことは図 3 の TDR による水分量の測定でも同様で、no.1、no.3 以外のプロブは反応を示さず、またほぼ全てのプロブが概ね一定値で推移していた。

4. おわりに

本研究では不均一場に対する不飽和浸透に関する知見を得るため、NaCl と食紅を用いたトレーサ実験により検討した。今後は得られたデータをもとに巨視的分散係数の評価や、それと浸透層の不均一性との関係などを調べることを考えている。