

# 大型カラムを用いた団粒黒ボク土の溶質分散

## Hydrodynamic Dispersion for an Aggregated Andisol using a Large Column

崎村健大<sup>1</sup>・大下佳愛<sup>2</sup>・徳本家康<sup>2</sup>

<sup>1</sup>佐賀大学農学研究科 <sup>2</sup>佐賀大学農学部

### 要旨(Abstract) :

団粒構造の発達した黒ボク土を対象に、飽和定常流れの生じている土中の濃度分布より、深さ 5 cm から深さ 90cm までの溶質分散係数を求めた。飽和における分散長では、観測深さの増加に伴う増加傾向が観察された。

キーワード：溶質移動,黒ボク土,スケール依存性

Key words: Solute transport, Andisoil, Scale dependent

### 1. はじめに

近年、圃場埋設型ライシメータを用いた計測技術の進歩に伴い、下方浸透量の計測による溶質移動量の実態把握が期待される。とくに、耕盤層を含む作土層から地下水面までの溶質移動の理解には、1m 程度の不攪乱土を対象とした溶質移動予測が考えられる。本研究では、不攪乱土を用いた溶質移動の予備実験として、大型カラムによる攪乱土の溶質移動特性を検討した。

### 2. 方法

供試土は、熊本県合志市の九州沖縄農業研究センターの畑地圃場から採取した黒ボク土である。佐賀大学農学部のハウスにおいて、溶質分散実験を実施した (Fig. 1)。大型カラム (内径 30 cm, 高さ 90 cm) に、2 mm ふるいを通じた試料を乾燥密度 ( $\rho_b = 0.72 \text{ g cm}^{-3}$ ) で均一に充填した。カラム下端には、排水用ポーラスカップを埋設し、珪砂 (飽和透水係数  $120 \text{ cm d}^{-1}$ ) を充填した。0.01M CaCl<sub>2</sub> 溶液を用いて、4 週間ほどかけて下端から毛管飽和させた。カラム内には、テンシオメータと TDR プローブを埋設し、土中水圧力 ( $h$ ) および  $\theta$  と電気伝導度 (EC) を測定した。

毛管飽和後、マリオート管を使用して試料表面に一定圧力条件で水分フラックスを与え、下端に任意の  $h$  を与えることで飽和定常流れを

作成した。そして、溶液濃度を 0.01M ( $C_0$ ) から 0.03M ( $C_1$ ) に切り替えた時の EC 経時変化から相対濃度変化 (BTC) を求めた。土中の溶質移動は移流分散式 (CDE) により解析した。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} - v \frac{\partial c}{\partial z} \quad (1)$$

ここで  $c$  は溶質濃度,  $D$  は分散係数 ( $\text{cm}^2 \text{ d}^{-1}$ ),  $v$  は平均間隙流速 ( $=J_w/\theta$ )。水分フラックス  $J_w$ , 体積含水率  $\theta$ ,  $z$  は位置,  $t$  は時間である。STANMOD を用いて、測定した BTC に対する CDE の解析解に基づき,  $v$  と  $D$  を非線形最小二乗法より推定した。そして,  $D/v$  である分散長  $\lambda$  (cm) と間隙流速  $v$  の関係を求めた。なお, EC の温度依存性を考慮するため, 25°C 換算の EC を用いた。

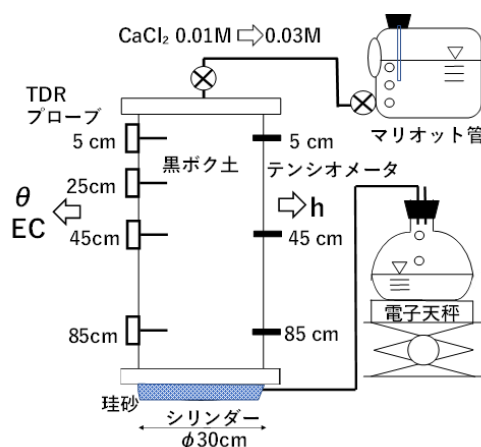


Fig.1 飽和溶質分散実験装置の概略図

### 3. 結果・考察

#### 3.1 飽和定常流れの作成

Fig. 2 は、カラム解体時の $\rho_b$  および $\theta$  の鉛直分布である。供試土は、圃場の作土層の $\rho_b$  に基づき、 $\rho_b = 0.72 \text{ g cm}^{-3}$  で充填できた。 $\theta$  分布は $0.64 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  程度であった。実験期間中、飽和の水分フラックス条件は、 $J_w = 4 \text{ cm d}^{-1}$  であった。

#### 3.2 飽和定常流れの BTC

Fig. 3 は、各深さの濃度変化曲線の測定例である。深さ 5 cm の BTC は、ステップパルス状の相対濃度変化を示したが、CDE の適合は悪く、実測値と解析値の決定係数は 0.994 であった。また深さ 45cm の BTC では、データにバラツキが生じ、実測値と解析値の決定係数は 0.990 まで減少した。

#### 3.3 分散長 $\lambda$ の $v$ 依存

各深さで求めた $\lambda$ は、観測深さに伴い、増加する傾向が見られた (Fig. 4)。図中には、BTC のデータを深さ順に実線で結んだものを示す。とくに、観測位置が深さ 5 cm から 45 cm に深くなるにつれ、 $\lambda$ は 0.2 cm から 3 cm まで増加した。

既往研究と比べると、本実験よりも早い $v$  ( $> 100 \text{ cm d}^{-1}$ ) における $\lambda$ は最大で 2 cm 程度である。本実験で作成した飽和の水分フラックス条件は、不飽和条件のような遅い流れであったにも関わらず、 $\lambda$ が 3 cm まで増加した。団粒構造が発達した黒ボク土では、団粒内外の溶質混合が良いのが特徴である。しかし、本実験では観測深さが増すにつれ、溶質混合が悪くなることが示唆された。これは、乾燥密度による影響などの要因も含むため、今後には更なる水分フラックスにおけるデータ蓄積が必要と考えられる。

[謝辞] 本研究は、JSPS (課題番号: 20K15623 および 20H03098) の助成を受けたものである。ここに感謝いたします。

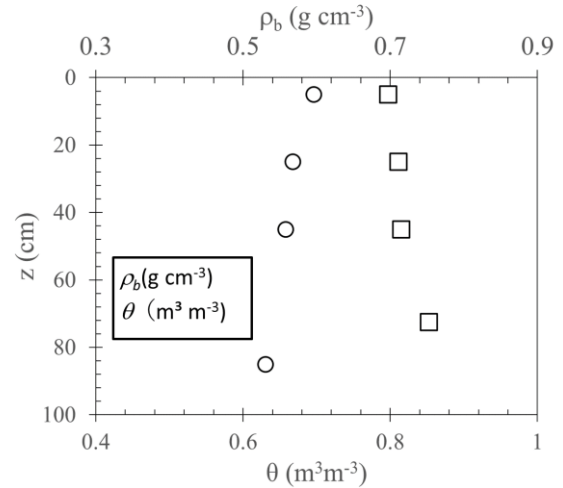


Fig.2  $\rho_b$  および $\theta$  の鉛直分布

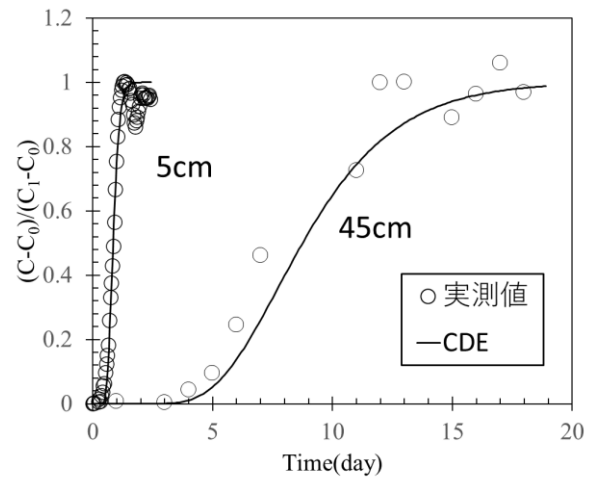


Fig.3 各深さの濃度変化曲線

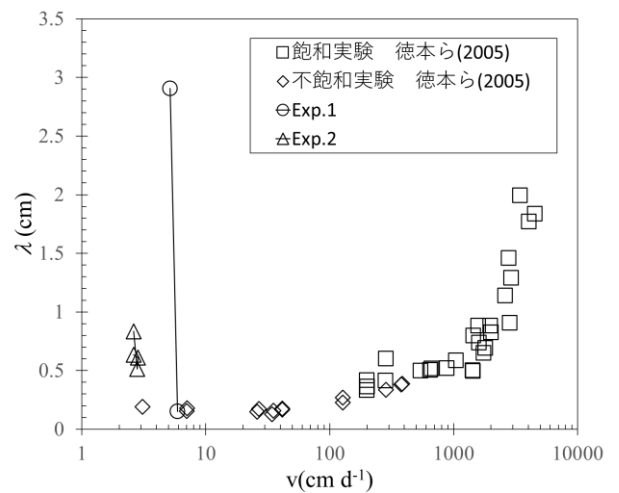


Fig.4 黒ボク土の  $v$ - $\lambda$  関係