

# 乾燥密度の異なる黒ボク土の飽和溶質分散

## Hydrodynamic Dispersion for a Saturated Andisol with Different Bulk Densities

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

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

### 要旨(Abstract) :

乾燥密度の異なる黒ボク土を対象に、飽和定常流れにおける溶質分散係数を求めた。低乾燥密度の黒ボク土に比べて、圧密の生じた飽和黒ボク土では相対濃度変化が不規則になり、観測深さの増加に伴う分散長の増加傾向がみられた。

キーワード：溶質移動、黒ボク土、圧密影響

Key words: Solute transport, Andisoil, Soil compaction influence

### 1. はじめに

団粒構造が発達した黒ボク土は、団粒内外の溶質交換によって分散長 $\lambda$ が間隙流速 $v$ に比例して増加すること、比較的速やかに十分な溶質交換が生じて移流分散式(CDE)の適合が良いことが知られている。しかし、黒ボク土は乾燥密度が低いため、圧密されやすい。そのため、作土層や耕盤層において、より高い乾燥密度の影響による黒ボク土の溶質移動特性の把握は重要である。本研究では、より密に充填した黒ボク土に対して飽和溶質分散実験を行い、乾燥密度の異なる黒ボク土における溶質移動特性を検討した。

### 2. 方法

供試土には、熊本県合志市の九州・沖縄農業試験センターの畑地圃場から採取した黒ボク土を用いた。2 mmふるいを通した試料を用い、圃場における異なる乾燥密度の分布調査に基づき、異なる乾燥密度 0.48, 0.71 (g cm<sup>-3</sup>)でカラムに充填した (Fig. 1)。カラム下端には、フィルターの代わりに砂 (飽和透水係数 500 cm d<sup>-1</sup>) を用いた。CaCl<sub>2</sub> 溶液で毛管飽和させ、マリョット管またはポンプを用いて水分フラックスを調整し、飽和定常流れを作成した。4極塩分センサーを用いて、カラム内部の電気伝導度(EC)を測定し、浸透溶液濃度を変化させることで土中水濃度の経時変化(BTC)を求め

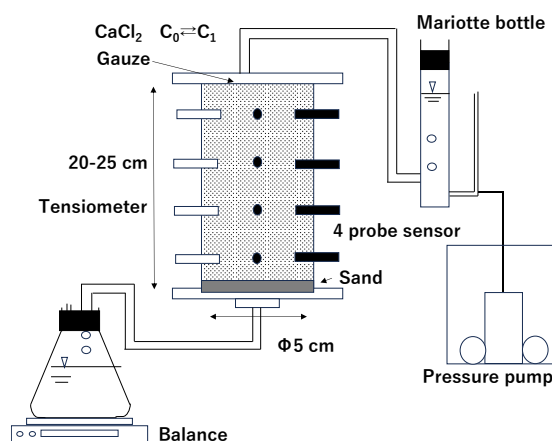


Fig.1 実験装置の概略図

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 (cm<sup>2</sup> d<sup>-1</sup>),  $v$  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。

### 3. 結果・考察

畑地圃場調査における  $\rho_b$  鉛直分布では、深さ 20 cm までの表層が下層にくらべて、 $\rho_b = 0.7 \sim 0.9$  g cm<sup>-3</sup> と高かった (Fig. 2)。そのため、農作業によって圧密が生じる表層の溶質移動特

性は下層と異なることが推察された。

異なる乾燥密度 ( $\rho_b = 0.48, 0.82 \text{ g cm}^{-3}$ ) における黒ボク土の水分特性曲線を Fig. 3 に示す。両者ともに明瞭な階段状の水分特性曲線を持つが、飽和体積含水率が大きく異なり、団粒間から排水後に、団粒内に保持される  $\theta$  にも差異が生じた。

乾燥密度  $\rho_b = 0.48 \text{ g cm}^{-3}$  と  $0.71 \text{ g cm}^{-3}$  における黒ボク土の BTC を、それぞれ Fig. 4 と Fig. 5 にそれぞれ示す。乾燥密度が小さい黒ボク土の BTC は、滑らかな曲線であり、各深さにおける CDE の適合が良い。一方で、より密に詰まった黒ボク土では、CDE の適合は悪く、測定濃度のばらつきは大きくなった。深さ 15.2 cm の BTC は、浅い位置

の BTC と交差し、不規則な変化が生じた。また、観測深さに伴う  $\lambda$  の増加傾向がみられた。

低乾燥密度の黒ボク土は、団粒間の流速が団粒内の流速に比べて相対的に早く、団粒内外の溶質混合が良い特徴を持つ。しかし、圧密が生じると局所的な流れが発生し、団粒内外の溶質濃度が平衡に達するのに、さらに時間を要すると推察された。

[謝辞] 本研究は、JSPS (課題番号: 20K15623) および (課題番号: 20H03098) の助成を受けたものである。また九冲農研の小林創平 様、望月賢太 様には圃場調査のご協力を頂いた。ここに感謝いたします

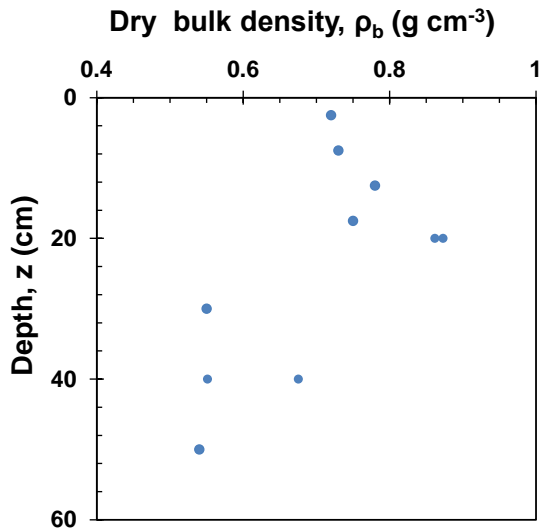


Fig.2 圃場における乾燥密度の鉛直分布

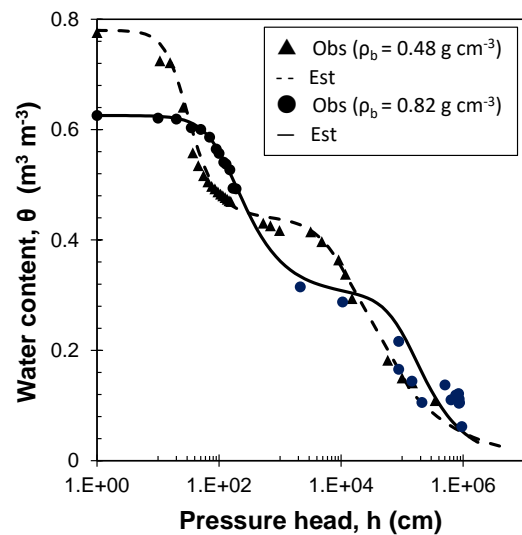


Fig.3 異なる乾燥密度における黒ボク土の水分特性曲線

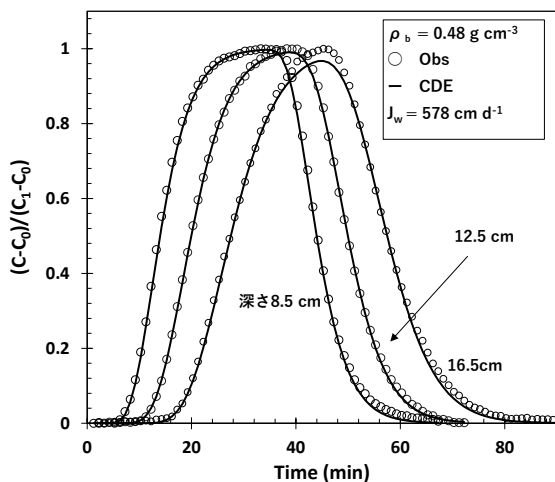


Fig.4  $\rho_b = 0.48 \text{ g cm}^{-3}$  の BTC

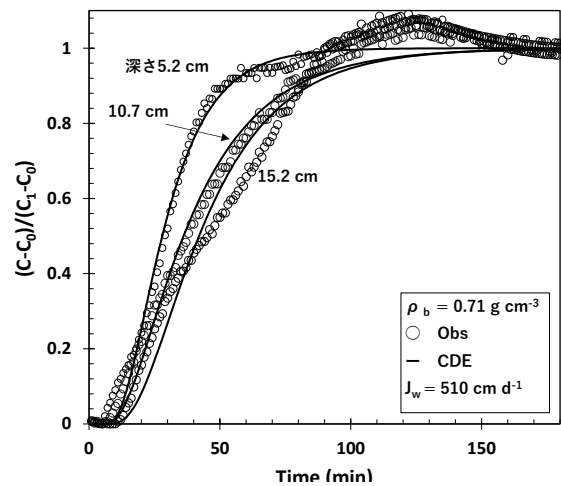


Fig.5  $\rho_b = 0.71 \text{ g cm}^{-3}$  の BTC