

飽和黒ボク土における水理学的分散に対する耕盤層の影響

Influence of Hardpan on Hydrodynamic Dispersion in a Saturated Andisol

松尾美羽¹・崎村健大²・徳本家康¹

¹佐賀大学農学部 ²佐賀大学農学研究科

要旨(Abstract) :

乾燥密度の高い耕盤層の黒ボク土を対象に、飽和定常流れにおける溶質分散係数を求めた。乾燥密度の低い作土層における v - λ 関係と比較して、耕盤層では圧密の影響を受けることで、より高い λ を示した。

キーワード：溶質移動、黒ボク土、圧密

Key words: Solute transport, Andisol, Soil compaction

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 λ 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の溶質移動特性を把握するため飽和溶質分散実験を行い、作土層における乾燥密度がより低い溶質分散係数と比較検討した。

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(ρ_b)の分布調査に基づき、 $\rho_b = 0.95 \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$ 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^{-1})を用いた。CaCl₂溶液で毛管飽和させ、マリOTT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相対濃度の経時変化(BTC)を求めた

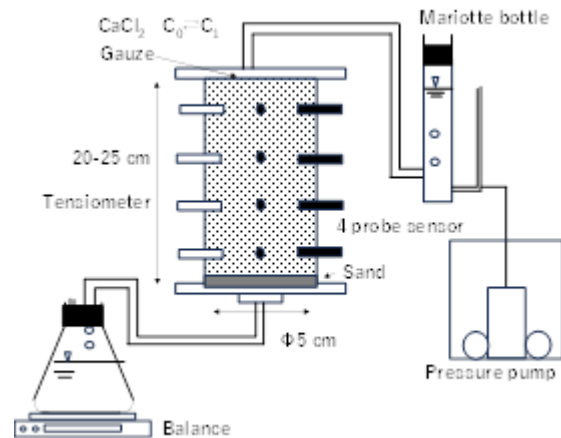


Fig. 1 実験装置の概略図

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 θ)、 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 λ (cm)と間隙流速 v の関係を求めた。

3. 結果・考察

Fig. 2は、カラムに $\rho_b = 0.95 \text{ g cm}^{-3}$ で詰めた時の ρ_b および θ の鉛直分布の測定例である。図には、作土層における $\rho_b = 0.70, 0.85 \text{ g cm}^{-3}$ の ρ_b および θ の鉛直分布を併記した。これら異なる

ρ_b において深さ方向に均一な ρ_b 分布を再現できた (Fig. 2a)。 $\rho_b = 0.70, 0.85, 0.95 \text{ g cm}^{-3}$ における飽和体積含水率 (θ_s) は深さ方向に一定でありそれぞれ $\theta_s = 0.66, 0.61, 0.58 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ であった (Fig. 2b)。

Fig. 3,4 には、 $\rho_b = 0.70, 0.95 \text{ g cm}^{-3}$ の黒ボク土における濃度変化曲線 (BTC) の例を示す。 $\rho_b = 0.70 \text{ g cm}^{-3}$ の BTC は CDE に良く適合した ($r^2 = 0.998$) (Fig. 3)。 $\rho_b = 0.95 \text{ g cm}^{-3}$ においても、BTC と CDE の適合は良く ($r^2 = 0.998$)、滑らかな曲線となった (Fig. 4)。

推定した黒ボク土の ν - λ 関係を Fig. 5 に示す。

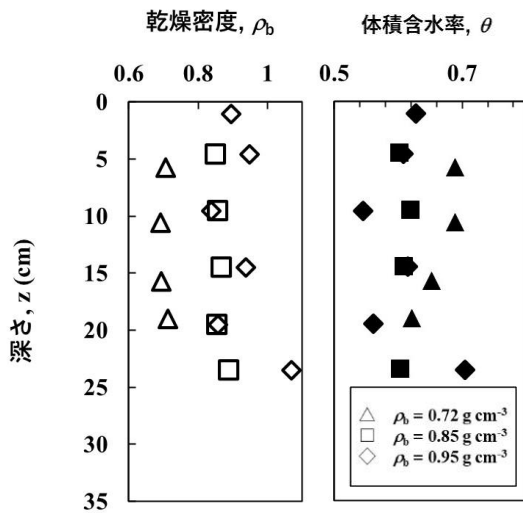


Fig. 2 圃場における乾燥密度および体積含水率の鉛直分布

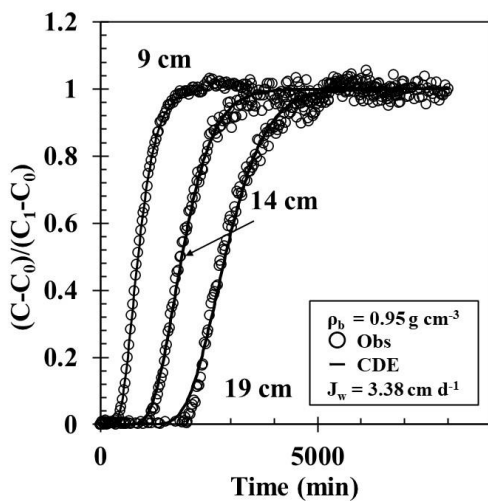


Fig. 4 $\rho_b = 0.95 \text{ g cm}^{-3}$ の BTC

$\rho_b = 0.95 \text{ g cm}^{-3}$ は、作土層における ρ_b の ν - λ に比べて特に大きい値になった。 λ は ν にほぼ比例して、線形的に増加する傾向がみられた。 $\rho_b = 0.48, 0.70, 0.85 \text{ g cm}^{-3}$ に対して、深さ方向に λ が変動する傾向がみられた。これは、圧密により、ミクروسケールにおける不均一な流れが生じることで λ が大きくなったと推察される。

[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。また九州沖縄農研の小林創平 様、望月賢太 様にご協力を頂いた。ここに感謝いたします。

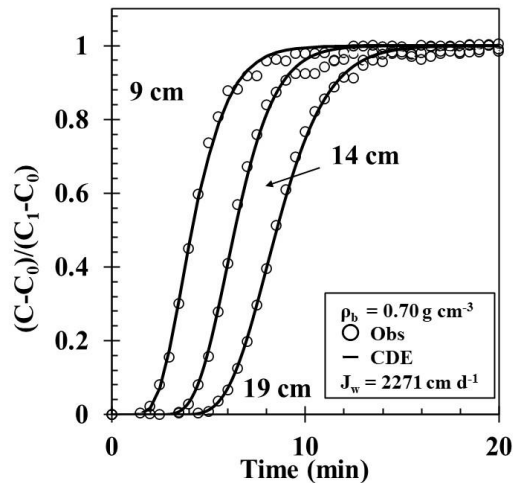


Fig. 3 $\rho_b = 0.70 \text{ g cm}^{-3}$ の BTC

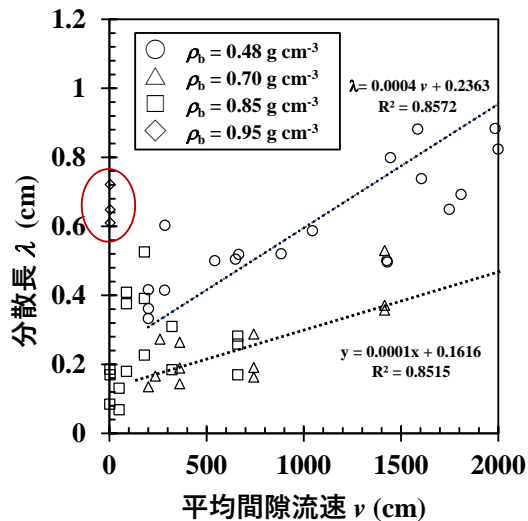


Fig. 5 異なる乾燥密度における ν - λ 関係