

## 不攪乱土を用いて植物根の影響を考慮した水分移動特性の推定

### Estimation of Hydraulic Property for Undisturbed Soil in a Root Zone

○中村 亮<sup>1</sup> 山田 友梨<sup>1</sup> 田川 堅太<sup>1</sup> 徳本 家康<sup>1</sup> 長 裕幸<sup>1</sup> 王 維真<sup>2</sup>

Ryo NAKAMURA<sup>1</sup>, Yuri YAMADA<sup>1</sup>, Kenta TAGAWA<sup>1</sup>, Ieyasu TOKUMOTO<sup>1</sup>,  
Hiroyuki CHO<sup>1</sup>, Weizhen WANG<sup>2</sup>

#### 1. はじめに

圃場における土中水分移動解析の精度を向上させるには、植物根の影響を考慮した水分移動特性(水分保持特性、透水性)の推定が必要であると考えられる。筆者らはヒマワリ栽培がおこなわれた圃場における数値解析の中で、カラムで栽培したヒマワリの根の鉛直分布から、植物根が空間に占める割合が大きい根域層を計算プロファイルに仮定した。その結果、逆解析的に水分特性曲線(SWRC)、飽和透水係数( $K_s$ )を推定することで、センサによるモニタリング結果に対し再現性の高いパラメータを推定することができた<sup>[1]</sup>。本研究では、根域層を仮定した逆解析的な手法の妥当性を検証するために、前述の圃場内の別の観測点を対象に、土壤水分のモニタリング結果の再現を試みた。また、推定された SWRC、 $K_s$  を不攪乱試料の室内実験結果との比較・妥当性の検討を行った。

#### 2. 実験圃場

解析は2014年6月から8月まで3か月間を対象に行った。対象地は、中国の甘粛省平堡郷(N36°25.5', E104°25.4', 1461ASL)のヒマワリを栽培した圃場で、黄土が厚さおよそ100 cmにわたって均質に堆積しており、その下には砂質土層が存在した。実験区において、2か所(P1, P2)でTDTセンサを利用した土壤水分( $\theta$ )・EC計測を3深度(5, 25, 40 cm)行い、P2を解析の対象とした(図1)。圃場内のウェザーステーションにおいて、温湿度、降水量、風速、純放射などの気象要素や地下水位を測定した。

また、7月に栽培区内において100 cm<sup>3</sup>試料円筒による不攪乱土壌の採取を行い、SWRC および  $K_s$  の鉛直分布を調べた。このとき、植物体の直下での採取はできなかったため、植物体から40 cm程度離れた地点で行った。

#### 3. 解析方法

解析は地表から深さ200 cmまでとした。土性としては、地表面から深さ120 cmまでLoess、それ以下がLoamy sand(LS)により構成されていた。本研究では、植物根によるSWRC、 $K_s$ に与える影響を考慮するため、地表面を上端とし、下端を深さ15 cmとする根域層(RootZone、以降RZ)を設定した。15 cmについては、別途実施した栽培試験の結果、ヒマワリは根の相対乾物重の約80%が分布したことによる。

解析ツールとしてHYDRUS-1D(Šimůnek, 2005)を用いた。水分特性モデルはvan Genuchtenモデル(VGモデル)を適用した。境界条件として上端に降水量・灌漑量、土壌面蒸発フラックス、下端に地下水位から静水圧を与え、ヒマワリの生育期間は土中吸引項として作物蒸散フラックスを与えた。

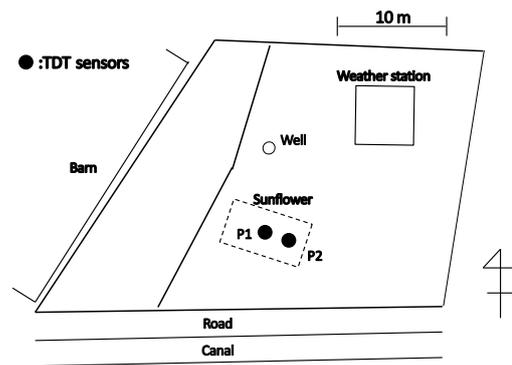


図1 実験圃場の平面図

Schematic diagram of experimental field

1)佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga Univ., 2)中国科学院寒区旱区環境工程研究所 Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, China

キーワード: 根域 土壤水分移動 HYDRUS-1D

植物根による空間的な吸水の差を表現するために、栽培実験の乾物重分布を基に空間分布関数を与えた。降水量は降雨計の観測値を日単位で積算した。灌漑は農家への聞き取りと地下水位の変化から実施日と灌漑量を決定した。

初期値 VG パラメータとして、LS は土性に基づき Rosetta (US Salinity Lab., 2003) で推定した。RZ 及び Loess は不攪乱試料の室内実験の結果を与え、逆解析により VG モデルの各パラメータ、 $K_s$  および間隙間結合パラメータ  $l$  についてフィッティングを行い、実測値の再現を試みた。また、推定された SWRC および  $K_s$  を室内実験の値と比較した。

#### 4. 結果と考察

解析開始から 190 日までの期間において、 $\theta$  値の実測値と解析値は良好な一致を示し、降雨灌漑への応答も解析で再現できた(図2)。一方で 190 日以降は、解析値が  $\theta$  値を過少に評価する傾向にあった。これは、P2 が作業通路に隣接しており、管理作業が増える雨季に繰り返し踏圧を受けた結果圧密が生じ、浅部に存在する地下水水面から観測点近傍への毛管水の供給が増大した可能性がある。なお、各深度の RMSE は 0.05, 0.25, 0.40 それぞれ 0.07, 0.02, 0.02  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$  であった。

室内試験の結果得られた SWRC は高水分領域を除き、Loess が RZ を上回った(図3)。これは緻密な黄土で構成される土壤に植物根が侵入し、保水性が低下した可能性を示唆する。不攪乱土の  $\theta$ - $h$  プロットが、深さに関係なくほとんど同一地点にプロットされたが、そのプロットの多くは Loess の SWRC 上に分布した。植物根のほとんどが分布する RZ より相対的に影響が小さかったためだと考えられる。

乾燥密度( $\rho_d$ )の分布は深さ方向に大きくなる傾向がみられたが、一方で  $K_s$  は明確ではないものの深さ方向に小さくなった(図4)。 $\rho_d$  の結果の違いに対し、図3の SWRC に明確な差が生じなかったことは単純な乾燥密度の違いが RZ の差の原因ではないことを示している。RZ, Loess の  $K_s$  はそれぞれ 40, 15  $\text{cm day}^{-1}$ ,  $l$  はそれぞれ 0.289, 3.27 であった。 $K_s$  については、不攪乱土の結果と比較して考えられる範囲内だと思われる。また、 $l$  の値について、相対的に RZ が小さい値をとったことは、不飽和領域において、根が水分移動を促進させていることを意味すると考える。

引用文献:[1]中村ら, 2015, 平成 27 年度 JSIDRE 大会講演会講演要旨集, 470-471

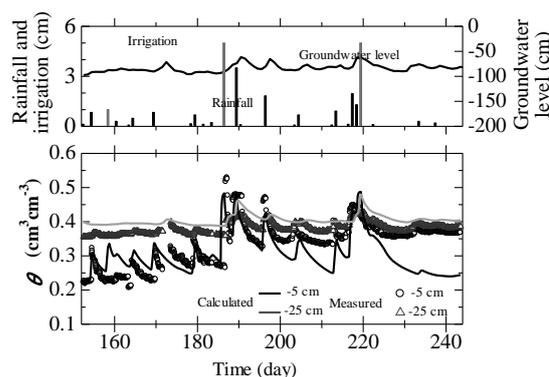


図2 解析結果と実測値の比較。

Comparison between calculation results and observed values.

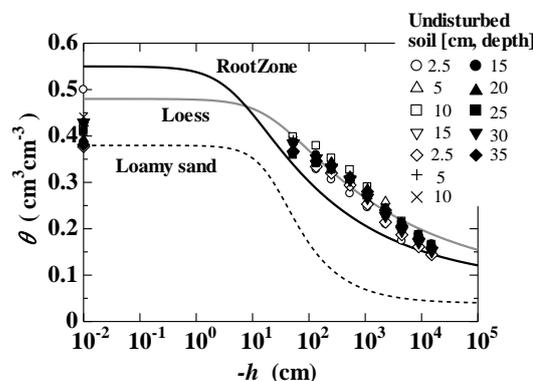


図3 解析結果の水分特性曲線と室内実験結果。

Estimated soil water retention curve and results of lab tests.

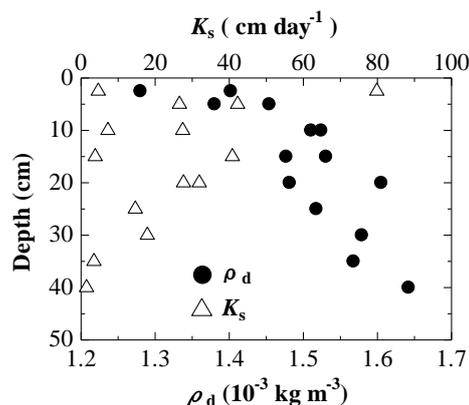


図4  $K_s$  と  $\rho_d$  の鉛直分布。

Distribution of  $K_s$  and  $\rho_d$ .