

# 熱移動を考慮した蒸発法による乾燥領域の不飽和透水係数の推定

514131 鈴木萌香（土壌圏循環学教育研究分野）

**はじめに** 土中の水分移動の予測には、湿潤から乾燥領域まで土の不飽和透水係数  $K$  を把握する必要がある。 $K$  を推定する方法の一つに、蒸発実験の土中水圧力変化を数値計算が再現するように逆解析する蒸発法がある。特に、水蒸気移動が卓越する乾燥領域の  $K$  の推定には、温度変化に影響する熱移動も同時に考慮する必要がある。そこで本研究では、蒸発法で乾燥領域の不飽和透水係数を推定することを目的とし、土カラム側面を断熱した蒸発実験を行い、熱移動を考慮した数値計算で逆解析を行った。

**試料と方法** 高さ 10 cm、内径 15 cm のカラムに鳥取砂丘砂を乾燥密度  $1.62 \text{ g/cm}^3$  で充填した。土中水圧力測定のため、テンシオメータ・誘電率式センサー（MPS-6）・温湿度計（HC2）を 1、2、5 cm 深に、鉛直・水平方向の温度分布測定のため熱電対を各位置に設置した。カラム側面を厚さ 9 cm、底を厚さ 5 cm のスタイロフォームで断熱した。カラム下端から毛管飽和後、地表面から蒸発を行い、カラム重量変化による蒸発量、地表面 5 cm 上の大気温湿度変化を測定した。水蒸気・熱移動を含む水分移動の数値計算には、境界条件として大気温湿度変化とカラム下の温度変化を与え、不飽和水分移動特性関数には毛管流と膜流の影響を考慮した PDI モデルを用いた。そして、測定した土中水圧力と積算蒸発量を数値計算が再現する不飽和透水係数を推定した。

**結果と考察** 水平方向の温度勾配は最大で  $0.167^\circ\text{C/cm}$  であったため、断熱で側面からの熱流入を十分抑制できたと考えられる。図 1 に測定した各深さの土中水圧力  $h$  の変化を示す。1、2、5 cm 深の順に  $h$  が低下した。 $h$  の上下変動は地表面の温度変化による影響である。数値計算は、各深さの  $h$  の変動を含む低下をよく再現した。図 2 に推定した不飽和透水係数  $K$  を示す。 $h = -20 \text{ cm}$  から急激に低下し、 $h \leq -60 \text{ cm}$  で低下が緩やかになる  $K$  が推定できた。熱移動を考慮せず、湿潤領域のみの圧力測定値を使用して推定した  $K$  と比較すると、 $h > -40 \text{ cm}$  の湿潤領域ではおおよそ一致するが、乾燥領域では大きくずれている。このため、乾燥領域の  $K$  の推定には、乾燥領域を含む圧力測定値に対して熱移動を考慮した数値計算を適用することが重要だと考えられる。

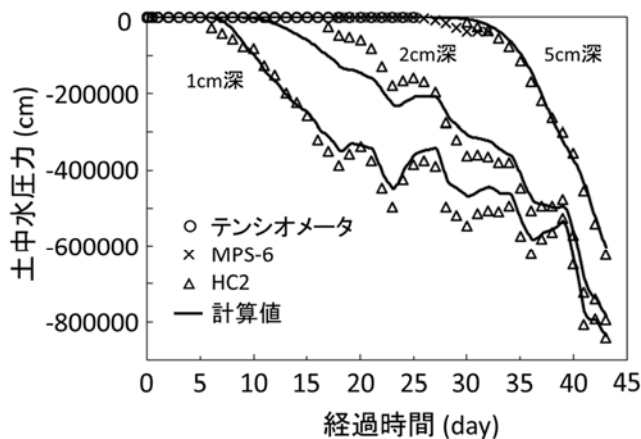


図1 土中水圧力変化の実測値と計算値

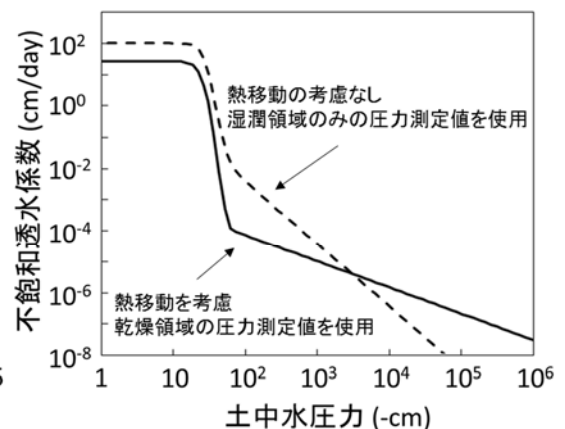


図2 不飽和透水係数の推定結果