

作物根が土壌物理性に及ぼす影響を考慮した土壌中の水分動態の評価 Evaluation of the soil water movement considering the effect of the crop root on the soil physic.

○弓削こずえ*, 光原圭祐**

Kozue YUGE*, Keisuke MITSUHARA**

1. はじめに

土壌中の水分動態に最も大きな影響を及ぼす要因の中に、土壌の保水性および透水性がある。植物が生育する土壌では、根の影響によって土壌の保水性および透水性が変化することが知られている（光原ら，2007）。土壌の水分動態を明らかにするためのモデルは多数研究されているが、こうした作物根による土壌物理性への影響を考慮に入れた研究はほとんどない。本研究では、作物根が土壌の保水性および透水性に及ぼす影響を考慮して、土壌中の水分動態を説明することを目的とする。

2. 土壌中の水分輸送のシミュレーション

作物根が土壌の透水性および保水性に及ぼす影響を考慮して土壌中の水分動態を推定するシミュレーションモデルを構築した。土壌中における水分輸送の基礎方程式は次式で表現することができる。

$$\rho_w \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[k_z \left(\frac{\partial \Psi}{\partial z} + g \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[k_x \frac{\partial \Psi}{\partial x} \right] + r_w \quad (1)$$

ここで、 g ：重力加速度、 k_x ： x 方向の透水性係数、 k_z ： z 方向の不飽和透水性係数、 t ：時間、 r_w ：吸水速度、 θ ：体積含水率、 ρ_w ：水の密度、 Ψ ：マトリックポテンシャルである。式(1)を用いて構築したモデルの概要をFig.1に示す。図に示したように計算領域をセルに分割し、式(1)を差分展開することによって節点ごとの体積含水率を求める。

初期の体積含水率は領域内で一定とした。領域下端の境界条件として、下端のマトリックポテンシャルは一定値を与えた。領域両端の土壌水分の移動はないものとした。各節点のマトリックポテンシャルおよび不飽和透水性係数は、セルごとの根含有率に応じて与えるように設定した。吸水速度は、作物の蒸散量に応じて与えた。

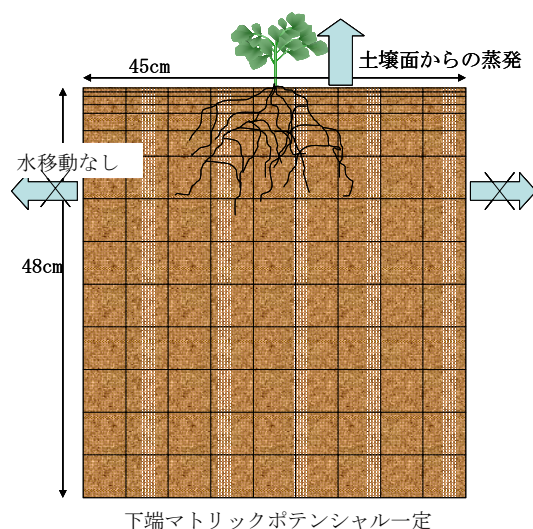


Fig.1 Schematic view of the simulation model describing the soil water movement.

3. 作物根が土壌物理性に及ぼす影響

作物根が土壌物理性に及ぼす影響を評価するため、45cm×60cm×10cmの亚克力製のスリットを用いて実験を行った。スリット内に均質な密度になるようにマサ土を充填し、ダイズを栽培した。スリットの下方にはバラストを敷き詰めており、土壌の深さは48cmになるようにした。ダイズが

*九州大学大学院農学研究院 Faculty of agriculture of Kyushu University

**九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

キーワード:土壌水分動態, 作物根, 保水性

十分生長した後、ダイズの根を含む土壌を採取し、保水性を評価するために吸引法によって水分特性曲線を求めた。また、ワン・ステップ法を用いて土壌の不飽和透水係数を求めた。さらに、スリットの正面から土壌の写真撮影を行い、土壌採取地点の根の含有率を面積割合で求めた。ここでは、保水性の試験結果を Fig.2 に示す。この図から、根の含有率が大きい土壌ほど飽和体積含水率が高いことが明らかである。マトリックポテンシャルが 10cm 以上になると、各曲線は次第に同じ軌跡を描くようになる。

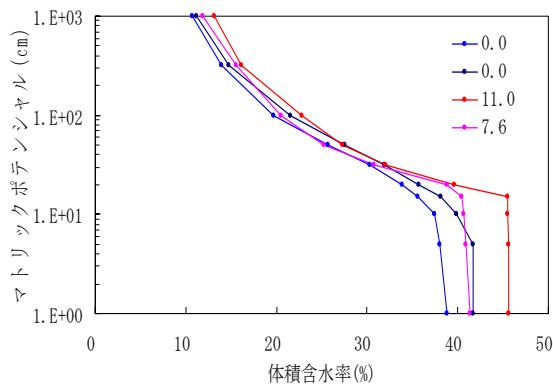


Fig.2 Relationship between the root content rate and the soil moisture.

4. モデルの妥当性の検証

シミュレーションモデルの妥当性を検証するため、スリット内土壌の深さ 5cm, 15cm および 35cm にテンシオメーターを埋設して pF 値を測定した。また、境界条件である土壌面蒸発量および蒸散量を求めるため、地中熱フラックス、日射量、温度および湿度を測定した。また、スリットの正面から写真撮影を行い、得られた画像を用いてスリットの領域をセルに分割し、各セル内に占める根の面積割合を求めた。実験開始時に、スリットの土壌表面から灌漑を行った。灌漑強度は 44mm/h で、灌漑時間は 5 分間とした。この条件下において、シミュレーションモデルで計算した pF 値と実測値を Fig.3 に示す。この図より、計算値

は実測値の土壌水分状態の変化を比較的良好に表現していることが明らかである、なお、灌漑直後において実測値と計算値の土壌水分状態の変化に誤差が見られる。これは、作物の根元付近で生じた灌漑水の顕著な浸潤現象をモデルでは考慮に入れていなかったためであると考えられる。

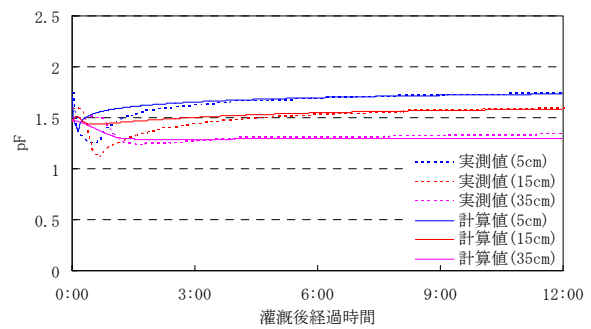


Fig.3 Comparison of the calculation and the observation of pF.

5. まとめ

本研究では、作物根が土壌の保水性および透水性に及ぼす影響を考慮して、土壌中の水分動態を解明することを目的とし、シミュレーションモデルを構築した。ダイズをスリットで栽培し、作物根を含む土壌の水分特性曲線を作成した。その結果、作物根の含有率によって土壌の飽和体積含水率が異なることが明らかになった。このような作物根が土壌物理性に及ぼす影響を考慮し、シミュレーションモデルを用いて土壌中の水分動態を計算した。計算で得られた土壌水分状態は、実測値の変動傾向をよく表しており、モデルの妥当性を確認することができた。本研究で構築したモデルを用いることにより、作物根が土壌物理性に及ぼす影響を考慮に入れて土壌水分動態を推定することができ、作物圃場の消費水量推定の精度向上に資するものと考えられる。

引用文献

光原圭祐ら：植物根が土壌の保水性・透水性に及ぼす影響. 平成 19 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.348-349(2007)