

地下水位制御システム FOEAS の 3 次元土中水分移動シミュレーション

511104 池田 和弥 (土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 近年、暗渠に地下灌漑と地下水位調節機能を付加することで湿害と干ばつ害に対応できる地下水位制御システム「FOEAS」が開発され、普及が進められている。弾丸暗渠は地下水位を制御する幹線パイプに対し直交するように施工されており、暗渠内を水が移動することで畑地全体への速やかな給排水が可能であると言われている。このような暗渠の役割を評価するには土中水分移動シミュレーションが有効であるが、FOEAS の水分移動を再現するには、多次元の数値計算が不可欠である。そこで本研究では、FOEAS の水分移動について 3 次元土中水分移動シミュレーションを行い、特に給水過程における暗渠有りと暗渠無しの水分移動を比較することで暗渠の働きを定量的に示すことを目的とした。

方法 数値計算は縦・横 200 cm、深さ 115 cm の土層を対象とした (図 1)。深さ 55 cm に幹線パイプ (管径 10 cm) を配置し、一端に圧力境界条件を与えることで地下水位を制御した。また、深さ 26 cm に暗渠 (管径 8 cm) を幹線パイプと直交するように配置した。0~15 cm 深を作土層、15 cm 深以下を心土層とし、幹線パイプと暗渠には高い透水性を示す水分移動特性を仮定した。地下水位が 15 cm 深になるよう幹線パイプに一定圧力を与え、地表面は蒸発なし、底面は自由排水として、初期圧力-1000 cm の乾いた土層への給水過程について計算した。暗渠無しの条件でも同様の計算を行い、比較した。計算には HYDRUS-3D を用いた。

結果と考察 計算開始後、幹線パイプから給水が起こり、徐々に地下水位が上昇した。幹線パイプから 80 cm 離れた深さ 5 cm の位置 (図 1 観測点) における、作土層の水分量変化を図 2 に示す。給水を開始して約 4 日後に暗渠有りと暗渠無し共に水分量が増加し始めた。その後、水分量が $0.5 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ に達するまでに暗渠無しでは約 12 日を要したが、暗渠有りでは約 6 日と比較的早かった。これは幹線パイプから供給された水が透水性の高い暗渠を通して移動することで、作土層の広範囲へと速やかに広がったためである。図 3 に幹線パイプから土層への積算給水量を示す。暗渠が有ることで多くの給水が生じた。暗渠無しでは供給された水が幹線パイプ付近に留まったが、暗渠有りでは水が土層の広範囲に移動した分、より多くの水が地下水位の上昇に必要なためである。暗渠が有ることで、より多くの水が畑地のより広範囲へと速やかに広がるのが分かった。

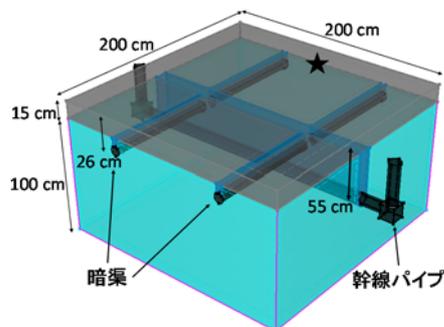


図 1 計算土層と幹線パイプ、暗渠の配置 (★は観測点)

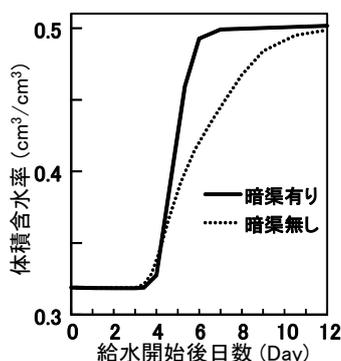


図 2 作土層内の観測点における水分量変化

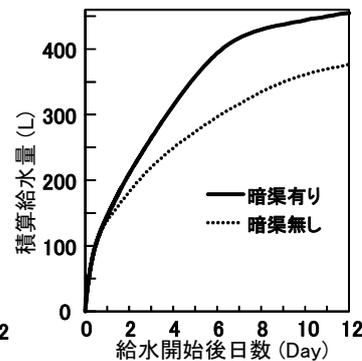


図 3 幹線パイプからの積算給水量