

# 地下水位が高い地域の水田転換畑に暗渠を施工したときの水位変化

## Effect of subsurface drainage system on soil water dynamics in upland field in areas with high water table

池添優樹<sup>1</sup>・岩田幸良<sup>2</sup>・坂井勝<sup>3</sup>・宮本輝仁<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院・

<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>4</sup>農研機構農村工学研究部門

### 要旨(Abstract) :

地下水位が高い地域の水田転換畑で暗渠を新設しても地下水位が下がりにくい原因について、数値解析によりその理由を考察した。深さ 3 m を下部境界条件とし、ゼロフラックスや一定の静水圧を与えてシナリオ解析を実施した結果、周囲から圃場へと供給される水平方向の水よりも、圃場の下から供給される水フラックスの多少が暗渠施工後の地下水面に影響を与えるため、暗渠を有する圃場の地下水面を推定するためには深層の土壌構造の理解が重要だと考えられた。

キーワード：水田転換畑，暗渠排水，地下水位，HYDRUS

**Key words:** converted paddy field, subsurface drainage, ground water level, HYDRUS

### 1. はじめに

アスパラガスのような根が深い作物では、地下水位が高いと生育に支障をきたすことが指摘されている。これに対して枠板式高畝栽培のような部分客土工法が有効と考えられるが、一般的には暗渠の導入が試みられる。しかし、暗渠を施工しても地下水位が十分に下がらない可能性があることが指摘されており、その場合の条件等についても未だ不明瞭な部分が多い。

そこで本研究では、暗渠を新設した 2 つの圃場において地下水位の測定を実施し、これらの圃場の物理パラメータを用いて HYDRUS による 2 次元数値シミュレーションを行うことで、地下水位が高い水田転換畑において暗渠施工後の地下水位を決定する要因を調査した。

### 2. 方法

A 圃場 (I 県 I 町) と B 圃場 (S 県 I 市) の 2 圃場において観測井戸を掘り、地下水位の観測を実施した。また、各圃場に試坑を掘り、作土、耕盤、心土からそれぞれ攪乱土と未攪乱土を採取して土壌物理性の測定を実施した。

得られた測定値を用いて、HYDRUS-2D により湛水した水田に囲まれた水田転換畑にお

ける地下水分動態の数値シミュレーションを実施した。設定条件のイメージを Fig.1 に示す。転換畑断面の一边は 30 m とし、左右に水田をそれぞれ一边 15 m で配置した。下部境界を深さ 3 m とし、暗渠を模して直径 10 cm の円型の境界を深さ 70 cm の地点に 10 m 間隔で設定し、seepage face の境界条件を与えた。地下水位の初期条件は 50 cm とした。

水田に 10 cm の湛水を仮定し、水田の上部境界条件を +10 cm の圧力水頭とした。側面の境界条件は湛水深を 10 cm としたときの水理学的平衡条件として一定の正圧を与えた。転換畑上部の境界条件は constant flux とし、可能蒸発散量を想定して 5 mm/day を与えた。下部境界条件は、計算領域の下が不透水層を仮定した no flux と、初期の地下水位の条件と釣り合う +250 cm から水田における水理学的平衡条件である圧力水頭 +310 cm まで、constant head の境界条件で 10 cm 刻みの圧力水頭を与えた (計 8 パターンで計算を実施)。

シミュレーションはいずれも概ね 120 hour で定常状態に達したため、結果は 120 hour 後の地下水位 (地下水面のうち、最も地表面に近

い箇所の地表面からの距離)とした。

透水係数のモデルは van Genuchten-Mualem を用い、モデルパラメータは東洋大の関教授が開発した SWRC-fit を用いて水分特性曲線の実測値から求めた。ただし、作土層に関しては計算結果が収束しなかったことから、HYDRUS の Sandy Loam のパラメータを用いて計算を実施した。

### 3. 結果および考察

対象圃場の心土層の飽和透水係数は A 圃場が  $1.15 \times 10^{-3} \text{ cm s}^{-1}$ 、B 圃場が  $9.73 \times 10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$  であり、いずれも下層の透水性が良いことがわかる。それにも関わらず、A 圃場では暗渠を施工しても地下水位は深さ 40 cm 程度、B 圃場では深さ 20 cm 程度であった。

A 圃場のシミュレーション結果を Fig.2 に示す。黒太線は地下水面を表している。上図は下部境界条件として no flux を与えたときの計算結果である。A・B 両圃場共に、no flux の境界条件では圃場の境界面では水田からの水の浸透により地下水が高い傾向にあるが、暗渠を施工した地点においては暗渠付近まで地下水位が低下するという計算結果となった。一方、下部境界条件として no flux のときの水田転換畑の 3 m の地点の圧力水頭である +250 cm を下部境界条件として与えたところ、下部境界条件よりも地下水位が上昇した (Fig. 2 下)。このことから、下層の透水係数が高い圃場に暗渠を施工した際に、暗渠設置深さよりも地下水位が上昇する場合は、隣の圃場など側面からの水の供給ではなく、不透水層の有無などの土層構造によって決定される圃場直下から供給される水量が重要であることが示唆される。

下層からの供給水量を調節するため、下端の境界条件の圧力水頭を変化させて計算したところ、A 圃場では +260 cm、B 圃場では +310 cm のときに地下水位が実測値と近い値を示した。このときの水フラックスは、A 圃場で  $49.2 \text{ mm d}^{-1}$ 、B 圃場で  $157.7 \text{ mm d}^{-1}$  であり、

両圃場ともに無視できない量の水が下層から供給されていると考えられた。

〈謝辞〉本研究で用いた地下水位のデータは、農林水産省の関東農政局ならびに中国四国農政局の関連部署からご提供いただきました。ここに記して感謝いたします。本研究の一部は、生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097)の支援を受けて実施しました。

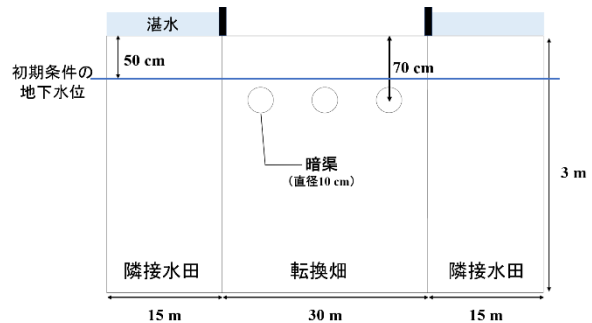


Fig. 1 設定条件のイメージ

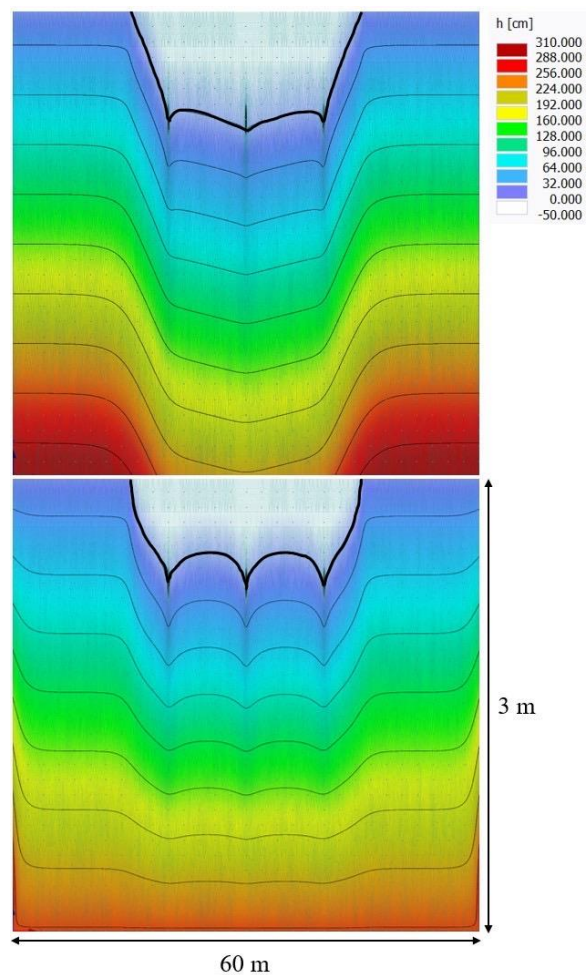


Fig. 2 A 圃場における計算結果 (下部の境界条件を no flux (上), +250 cm の constant head (下) で計算した場合; 縦横比 1:20 で表示。黒太線は地下水面)