

# 地下灌漑システム OPSIS 導入下の砂地圃場における土壌水分移動 Soil Water Movement in a Sandy Field with the Optimum Subsurface Irrigation System, OPSIS

猪迫耕二<sup>1</sup>・犬持智<sup>2</sup>・藤田理子<sup>3</sup>・齊藤忠臣<sup>1</sup>・安西俊彦<sup>4</sup>・岡本健<sup>4</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取大学大学院連合農学研究科・

<sup>3</sup>鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科・<sup>4</sup>国際農林水産業研究センター

## 要旨(Abstract) :

地下灌漑システム (OP SIS) は砂地圃場においては土壌水分や肥料成分の下層浸透損失を低減させる技術として有効とされている。本研究では, OPSIS を砂地圃場に設置し, 土壌水分の精密な測定を行うとともに, 数値モデルによる解析を行い, これまで明らかにされていなかった水分移動特性について検討した。その結果, 灌漑時には遮水シートを超えて下層に流下する流れの存在が確認され, 降下浸透損失の発生が明らかとなった。

キーワード : 畑地灌漑, 土壌水分センサー, 透水係数, 数値解析,

Key words: Upland irrigation, Soil moisture sensor, Hydraulic conductivity, Numerical analysis

## 1. はじめに

保水力と養分保持力に乏しい砂地圃場での栽培には頻繁な灌漑と施肥が不可欠であり, 常に地下水汚染のリスクを内包している。

地下灌漑システム (Optimum Subsurface Irrigation System, OPSIS) では, 地下に埋設した遮水シート内に灌水管を埋設し, 灌漑時の下層浸透損失の防止を図っている。遮水シートにより降雨の回収・再利用も期待できるため, 環境保全型砂地農業の確立に有効と思われる。しかし, これまで砂地圃場に導入した事例はなく, OPSIS 存在下での土壌水や肥料成分の移動については不明な点が多い。そこで, 本研究では, OPSIS を砂地圃場に設置し, 土壌水分測定と数値解析を行い, その移動特性を明らかにした。

## 2. 方法

### (1) 圃場実験

圃場実験は鳥取大学農学部内の砂地圃場 (2×10 m) で行った。Fig.1 に示したように全長 8m の遮水シートを勾配 0.5% で圃場に敷設した。送水タンク内の揚水ポンプは太陽光発電で自動的に稼働し, 日中に送水タンクから送水塔に給水し, 送水塔の上限水位に達した時点で

停止する。送水塔に入った水は水頭差によって遮水シート上流部へ自然送水される。送水塔内の水位が所定の深さまで低下すると揚水ポンプによって再び給水される。送水タンクへの用水補給は外部用水タンクから自然流下で行われる。遮水シートの上流部に運ばれた水は, 灌水管内を流下しながら一部は小孔を介して土壌へ灌漑される。灌水管内に残留する灌漑余剰水は送水タンクに戻り循環利用される。揚水ポンプが停止する夜間は灌水管内に水が流れないため灌漑は行われない。なお, 降雨に起因する余剰水は排水タンクを経由して廃棄される。

圃場では体積含水率 (VWC), 気温, 湿度, 全天日射量, 降水量, 蒸発計蒸発量, 灌水量, 排水量を測定した。

VWC は, 遮水シートの中間点 (4 m 付近)

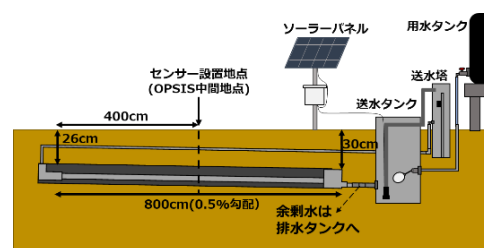


Fig.1 OPSIS の概要

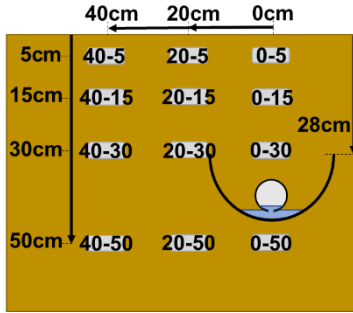


Fig. 2 体積含水率の測定点

において、Fig. 2 に示した 12 地点に誘電率水分計を埋設して測定した。

(2) 数値解析

圃場実験の測定結果を HYDRUS 2D/3D で解析した。土壌水分保持曲線に Durner 式，不飽和透水係数に Durner-Mualem 式を用いた。土壌水理モデルのパラメータは室内実験で決定し，飽和透水係数および結合係数のみを逆解析で補正した。上部境界は大気境界条件とし，土壌面蒸発速度は蒸発計蒸発量をもとに Makkink の式を援用して推定した。下部境界は自由排水条件とした。灌漑水は灌水管から供給されるため，灌水管下部に変動フラックス条件を与えた。なお，灌水フラックスは実測された

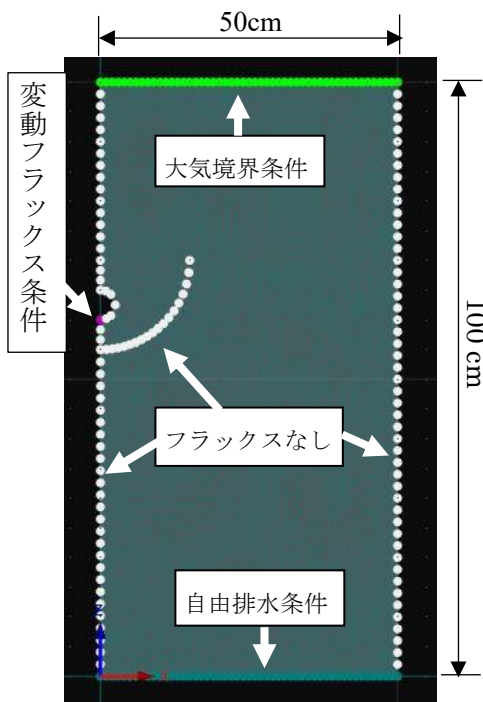


Fig. 3 数値解析の計算領域と境界条件

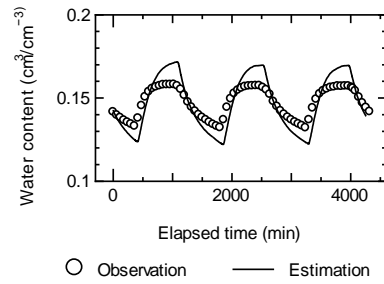


Fig. 4 数値モデルの検証



Fig. 5 灌漑時の土壌水分のベクトル図

日灌水量に一致するよう推定した値を用いた。

3. 結果と考察

2023 年 8 月 11~13 日の無降雨期間に 0-30 地点で測定されたデータに対して逆解析した結果を Fig. 4 に示す。日中はやや過大評価し，夜間はやや過少評価しているが，推定値は実測値を概ね再現しているといえる。

Fig. 5 に灌漑時の土壌水分ベクトルを示した。灌漑水は地表面への毛管上昇よりも遮水シート上端から下方への移動が卓越しており，遮水シート下部に沿った流れも認められる。このことは，本システムにおいても下層浸透損失は避けられないことを意味している。

5. おわりに

本研究では OPSIS を導入した砂地圃場における土壌水分移動を圃場実験と数値モデルで解析した。その結果，本システムでも下層浸透損失が発生することが明らかとなった。

謝辞: 本研究の一部は鳥取大学国際乾燥地研究教育機構の補助を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。