

地下灌漑システム OPSIS の砂地圃場への適用

Application of subsurface irrigation system (OP SIS) in a sandy field

○藤田理子¹, 和田佳恋², 齊藤忠臣³, 猪迫耕二³, 安西俊彦⁴, 岡本健⁴,
識名安輝⁴, 前津雅英⁴, 小野寺恒雄⁵

○Riko Fujita¹, Karen Wada², Tadaomi Saito³, Koji Inosako³, Toshihiko Anzai⁴, Ken Okamoto⁴,
Yasuteru Shikina⁴, Masahide Maetsu⁴, Tsuneo Onodera⁵

1. はじめに

地下灌漑システム OPSIS (Optimum subsurface irrigation system) は, 遮水シートの上に設置された下方に穴が開いた有孔管から水を滴下し, 形成された地下水水面から遮水シート上方の植物に水が供給される灌漑方法である. 遮水シートによって下方浸透を防止しつつ, 雨水の回収も期待できる. また, 遮水シートによって下方への肥料成分の溶脱を防ぐことで, 地下水汚染が抑制可能と考えられる. 下方への浸透損失や肥料溶脱は砂地で卓越するにもかかわらず, OPSIS が砂地圃場に導入された事例はない. そこで本研究では OPSIS を砂地圃場に設置し, 灌水の影響範囲と水収支を明らかにするため, 土壌水分の多点観測を行った.

2. 実験方法

本実験で設置した OPSIS の断面図と側方から見た概要図をそれぞれ Fig.1, Fig.2 に示す. OPSIS は送水塔の水位の低下を差動スイッチが感知することで揚水ポンプが稼働し, 送水タンクから送水塔へ揚水される. この差動スイッチと揚水ポンプはソーラーパネルにより稼働する. 送水塔内の水は有孔管へ自然流下することで灌水が行われる. 有孔管内の残留水と遮水シート上の回収水は再び送水タンクに戻り, 灌漑に再利用される. 送水タンクの許容量を超過する水は余剰水として排水タンクへ流れ, 一定水位に達すると系外の排水計測タンクへ排水される.

実験は鳥取大学農学部 の砂地圃場 (2 × 10 m) で行った. 測定項目は土壌水分, 温湿度, 全天日射量, 降水量, 計器蒸発量, タンク水位とした. 表層 30 cm の平均体積含水率を, Fig.2 に示すように有孔管直上の 3 ヲ所に設置したロッド長 30 cm の TDR 土

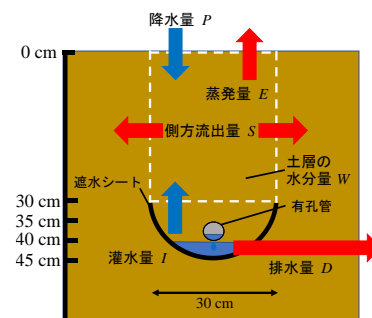


Fig.1 OPSIS の断面図
Cross section of OPSIS

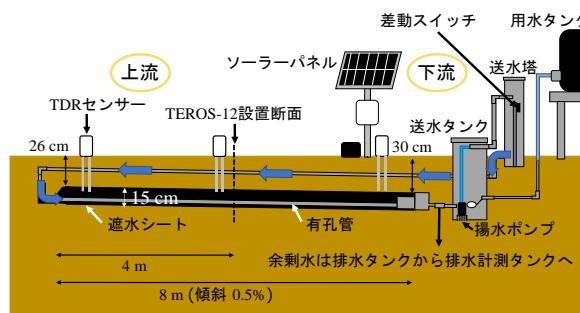


Fig.2 OPSIS の概要図
Outline of OPSIS

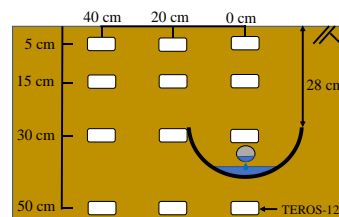


Fig.3 TEROS-12 の設置位置
Location of TEROS-12

¹鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University, ²内外エンジニアリング株式会社, Naigai Engineering Co., Ltd., ³鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ⁴国際農林水産業研究センター, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, ⁵株式会社パディ研究所, Paddy Research Co., Ltd. キーワード: 畑地灌漑, 水分分布, 水収支

壤水分センサー（CS650, Campbell 社）を用いて計測した． OPSIS 断面の体積含水率は有孔管中央で測定した． Fig.3 に示すように有孔管からの 3 つの距離ごとに 4 深度ずつ 土壌水分センサー（TEROS-12, METER 社）を計 12 本埋設し，計測を行った．水位は全タンクで毎日定時に計測した．測定期間中，圃場は裸地状態を維持した．

Fig.1 には検討する水収支の要素も示されている． Fig.1 の点線で囲まれた範囲の奥行き 8 m の土層について水収支を検討した．水収支は式（1）を用いて表現した．

$$W_{i+1} = W_i + I + P - D - E - S \quad (1)$$

ここで W_{i+1} : $i+1$ 日目の土層の水分量， W_i : i 日目の土層の水分量， I : 灌水量， P : 降水量， D : 排水量， E : 蒸発量， S : 側方流出量である．単位は全て L である．土層の水分量は 17 時の TDR 土壌水分センサー 3 本の体積含水率の平均値から求めた．灌水量は用水タンクの水位の 1 日の変動から，排水量は排水タンクおよび排水計測タンクの水位から算出した．側方流出量は式（1）より推定した．

3. 結果と考察

Fig.4 に式（1）から求めた水収支の各要素の変動を示す．測定期間中，土層の流出・流入量にはばらつきがあったが，土層の水分量は概ね 80 から 90 L を維持していた．降水量が多い日は灌水量が少ない傾向にあり，灌漑水が節約されている．しかし，降水量と灌水量，すなわち土層への流入量が多い日は側方流出量も多かった．本研究では計算領域を遮水シートの幅に限定しているため側方流出量が多くなるが，作物の植栽位置によっては側方流出量も利用可能であると考えられる．また，降雨があった日は排水量が増加していることから，雨水を遮水シートで集水できていたと考えられる．本実験系では排水を系外に放出しているが，これを用水タンクに戻し，灌漑水として利用することで OPSIS のさらなる節水効果が望める．

Fig.5 に 1 日を通して晴天であった 2023 年 1 月 11 日の灌水開始前である 8 時とその 6 時間後の土壌水分の断面分布を示す． Fig.5(a) と (b) を比較すると，灌水開始後の遮水シート内部の体積含水率は上昇している．また，体積含水率の上昇は概ね深さ 15 cm までみられた．このことから灌水による影響は蒸発が懸念される地表面までは達していなかった．

4. おわりに

砂地圃場に OPSIS を導入することで，遮水シート上部の土層では水分は概ね一定に維持され，雨水が遮水シートで集水可能であることがわかった．また，灌水による影響は概ね深さ 15 cm まで及んだ．

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行った．

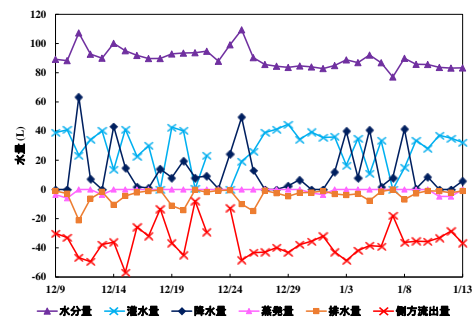
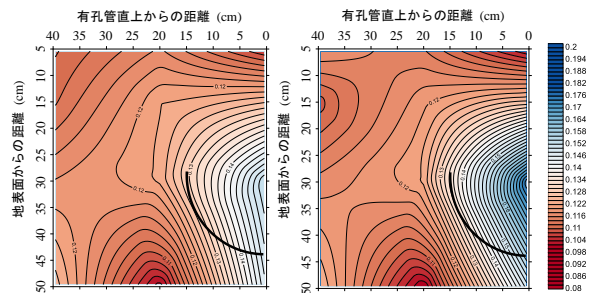


Fig.4 水収支の各要素の変動
Variations of water balance's factors



(a) before irrigation (b) after 6 hours

Fig.5 晴天日の土壌水分分布図
Soil moisture distribution on a sunny day