

重粘土水田における電気比抵抗値を用いた地下灌漑土壌水の可視化 Visualization of Soil Moisture Movement during Subsurface Irrigation at a Paddy Field with Heavy Clay

○粟生田忠雄¹, 河合隆之²
Tadao AODA¹ and Takayuki KAWAI²

1. 研究の背景と目的

近年, 水田フル活用のため, 暗渠機能に畑作物への対応が求められている. 水利用効率を上げるため, 暗渠を活用した地下灌漑が有効であるが定量的な評価は限られている.

本研究では, 新潟県阿賀野市の重粘土の排水不良水田において, 地下灌漑の水分移動を電気探査法による可視化を試みた. ここでは, 一定の成果が得られたので報告する.

2. 材料と方法

2-1 供試圃場

供試区は, 新潟県阿賀野市にある. 低標高で地下水位が高い. 土質は, 細粒強グライ土である. 供試水田は(20a;長辺 72.5m, 短辺 27.6m)で, 複合暗渠が施工済みである(補助暗渠と暗渠埋め戻し部に籾殻充填. 本暗渠施工は1990年代, 補助暗渠のそれは2014年10月). 暗渠の概要は, 平均埋設深度65cm, 敷設勾配 1/500, 本暗渠は9.0m 毎に1本の間隔で, 計3本埋設. 補助暗渠は4m 間隔で深度を30~35cmとして施工された. 給水口には立ち上がり管と給水枡を設け, 地下灌漑と地表面灌漑とを兼用できる. 排水時には, 給水口からの大気浸入により管内水を押し出す効果がある(Fig.1 参照).

暗渠の末端は, 多機能排水枡内に立ち上がり管を設置して湛水深, 地下水位, および地下排水を制御した. 2014年度, 供試水田にはコシヒカリを減農薬減化学肥料農法で作付けした.

2-2 電気探査法

電気探査は, SYSCAL Kid Switch-24(IRIS社)を用いた. この装置は浅い土層の電気探査用に設計されたため, 水田土壌の水移動をマクロに追跡するのに適している. 24本の電極を50cm 間隔で測線上に設置し, 暗渠と籾殻充填の埋め戻し部を含む成層土層の比抵抗値を求めた. 電極測線は, 本暗渠に直行し補助暗渠と並行する2本(長さ18m), および本案渠に並行し, 補助暗渠に直行する1本(長さ12m)とした(Fig.2 参照). 地下灌漑は用水路からの落差のみで行った.

2-3 地下水位観測

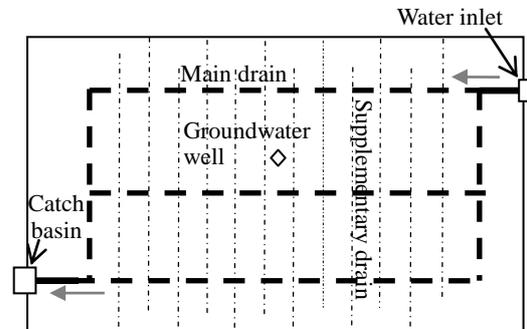


Fig.1 Horizontal plan of test paddy field

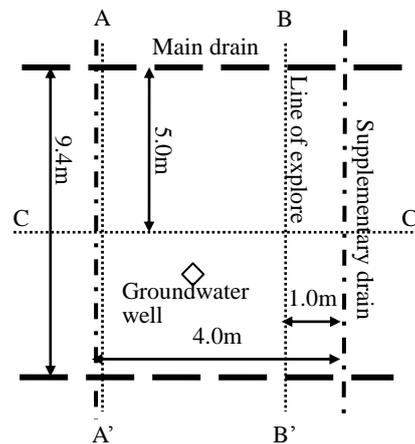


Fig.2 Measured lines of electrical exploration and combination drain.

地下水位は, 観測孔で自動測定した. 観測孔には, 長さ150cm, 内径8.3cmの塩ビ管を深さ100cmまで埋設した. 塩ビ管の先端に深さ90cmから60cmまで1.0cm径の孔を設け, 心土の地下水位を30分間隔で観測した. 水位センサーは, ロガー付水位(DL/N70型, 光進電気工業)である. 観測孔の設置位置は, 本暗渠と補助暗渠で囲まれる格子の中央部とした.

調査期日は, 電気探査が2014年10月19日と20日の2日, 地下水位は2014年10月19日から22日までの4日間であった. なお, 地下灌漑試験の実施前1週間の降雨量は, 64mmであった.

1 新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

2 新潟大学災害復興科学研究所 Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

キーワード: 暗渠, 地下灌漑, 立ち上がり管, 排水枡, 電気探査

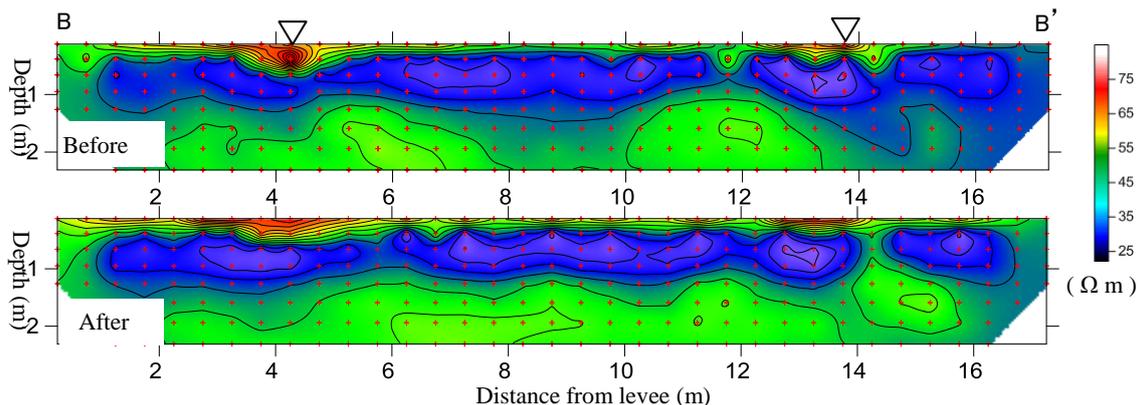


Fig. 3 Vertical 2-D profile of electric resistivity on B-B' cross section. Before and after subsurface irrigation. ▽: Point of main drain.

3. 結果と考察

3-1 電気探査

地下灌漑前の電気比抵抗値と地下灌漑後のそれとの比較した。地下灌漑後の B-B' 断面 (Fig.3) では、比抵抗値の急激に変化する層が判読できた。この層が硬盤であると考え。籾殻を充填した補助暗渠部分では地下灌漑後の比抵抗値が比較的高くなった。このため、灌漑水は一度地表面まで到達した後、亀裂を通じて水平移動したと考える。

3-2 排水口水位と地下水位の変動

同一水田であっても、暗渠末端の立ち上がり管の水位と地下水位は同期せず、異なる変動を示した (Fig.4 参照)。

排水口の立ち上がり管水位は地下灌漑開始 (測定開始3時間) 直後から約1.1m上昇した。この水位は、地表面とほぼ同じであった。立ち上がり管水位は、24時間後の落水までほぼそのまま維持された。落水と同時に測定終了とした。

地下水位は、測定開始直後からゆっくりと上昇した。地下灌漑開始から約10時間後 (測定開始から13時間後)、地下水位は約30cm上昇し、地表面まで達した。この理由として、地下灌漑開始前後における電気比抵抗値の変化量が小さかったことから、心土の水分上昇とは考え難い。地表面に達した灌漑水が、観測孔と土壌の隙間を伝い観測孔内に通じた可能性がある。

地下灌漑開始から21時間 (測定開始24時間) 後に、暗渠末端の立ち上がり管を撤去し、排水を開始した。この時、立ち上がり管内に設置した水位計を撤収した (このため、地下測定開始から24時間以降の水位は-1.1m)。地下水位は、測定開始から24時間経つと、若干低下したがほとんど変化なく推移した。その後地下水位は48時間までほとんど変化なく高いまま維持された。このことから、心土の土壌水と暗渠管内の灌漑水は圧力的に連続していないと考えられる。

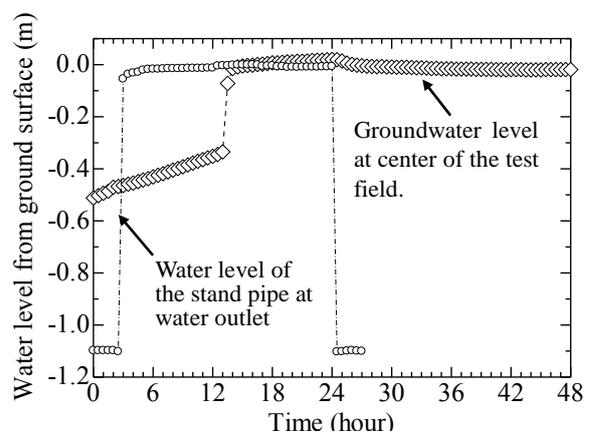


Fig. 4 Change of groundwater level at the center of the test field and water level of the standpipe at water outlet during subsurface irrigation.

4. まとめ

本研究で明らかになった点を以下に列記する。

- 1) 低透水性でも複合暗渠は、地下灌漑に有効であった。
- 2) 土壌と材質の異なる埋戻し部 (籾殻) 境界をマイクロに規定することは困難であったが、硬盤は推定できた。
- 3) 複数の電気探査測線から、成層土壌断面と水移動を3次的にマクロに把握することの可能性が示された。
- 4) 心土の地下水は、排水口立ち上がり管の水位とは同期しなかった。心土の土壌水と暗渠管内の灌漑水は圧力的に連続しないことが分かった。

水田の電気探査は、保水性や抵抗値の異なる材料の取り扱いなど今後さらに精査する必要がある。

謝辞：本研究は、有限会社小田製陶所からの助成を受け協同研究として行った。青木等氏には供試水田を提供頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

粟生田忠雄, 河合隆之 (2014): 複合暗渠施工水田における電気比抵抗値を用いた地下灌漑効果の可視化, 2014 土壌水分 WS 論文集, pp.29-32.