

暗渠排水量に及ぼす疎水材の透水性の影響

福井大学大学院 正会員 ○寺崎寛章  
 福井大学大学院 非会員 吉兼一晟  
 福井大学大学院 正会員 福原輝幸

1. はじめに

農地の塩性化は作物の生育障害や根腐れを引き起こす深刻な問題である。慢性的な塩害を有する中国やタイのみならず、日本においても東日本大震災の津波による甚大な塩害が発生した。津波後には種々の除塩工事が実施された。その一つである縦浸透法(土壤中の暗渠から塩分を排出する手法)では暗渠排水機能の経年劣化,すなわち疎水材(籾殻)の透水性低下<sup>1)</sup>が指摘されており,除塩性能にも影響を及ぼすことが懸念される。

そこで本研究では,縦浸透法による除塩効率化の前段として,疎水材の透水性と暗渠排水性能に関する基礎的知見を得るために暗渠排水実験を行ったので,その結果の一部を報告する。

2. 暗渠排水実験概要

図-1 は暗渠排水実験に用いた実験装置の概要を示す。厚さ 10mm のアクリル製の土槽(内寸:幅 900×奥行 200×高さ 900mm)に宮城県の水田から採取した土壌を充填し, TDR 水分センサーおよびマノメーターを挿入する。土壌は現地の状態に合わせて,地表面から厚さ 200mm の作土層(平均充填密度 950kg/m<sup>3</sup>),厚さ 300mm の耕盤層,耕盤層に挟まれ土槽中央にある幅 140mm の籾殻層から構成される。暗渠(内径:65mm,勾配:1/45mm)は土槽中央の土壌表面からの深さ z=430mm に埋設した。体積含水率 $\theta$ (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)を求めるために, TDR

水分センサーを z=20, 70, 120, 190, 205 および 390mm に挿入した。マノメーターは z=200mm で暗渠中心(x=0)を含め水平距離 x=±100, ±200 および±400mm の位置に合計 7 本挿入した。また,作土層底面を基準としたマノメーターの水位を水頭 H(mm)とする。

次に実験手順について述べる。暗渠に栓をした後,土壌上方より淡水を供給し,湛水深 H<sub>w</sub>を 100mm とする。その後,暗渠から排水を開始し,排水量 Q<sub>d</sub>(kg/s)は最小読み 0.1g の重量計により,土壌中の $\theta$ は TDR 水分センサーにより,それぞれ測定した(表-1 を参照)。なお,実験は 1. で述べた籾殻の経年劣化を再現するため,粉碎した土壌を混入した籾殻層(質量混入率 R<sub>m</sub>=0, 40, 70%)を用いて合計 3 回実施された。

3. 実験結果

図-2 は R<sub>m</sub>=40%の籾殻を用いた場合の Q<sub>d</sub>の経時変化を示す。なお,図中には R<sub>m</sub>=0%における Q<sub>d</sub>の経時変化も示す。R<sub>m</sub>に無関係に Q<sub>d</sub>の変化は概ね 3 つの期間に分けられる。すなわち(i)湛水が存在して作土が飽和している期間(飽和排水期間, H>200mm, 経過時間 t=0~14min), (ii)作土が飽和から不飽和になり,作土層全域が不飽和に到るまでの第一減率排水期間(0≤H≤200mm, t=14~20min), (iii)作土層中の不飽和水が排水される第二減率排水期間(t=20~60min)である。第一減率排水期間終了時に全排水量の 90%以上が排水された。

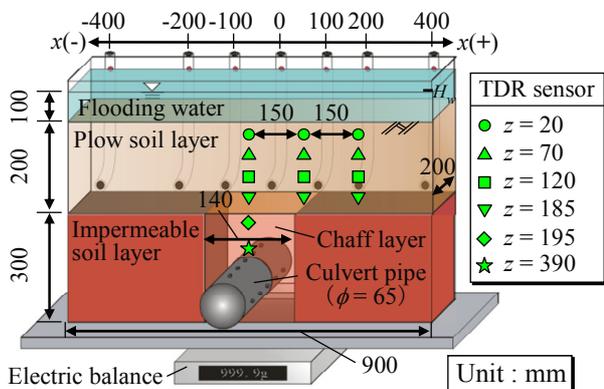


図-1 暗渠排水実験概要

表-1 実験条件

TDR 水分センサー	x=0(z=20, 70, 120, 190, 205 および 390mm), x=150 および 300mm(z=20, 70, 120 および 190mm)	
マノメーター	z=200mm (x=0, ±100, ±200 および±400mm)	
透水係数 (m/s)	作土	6.44 × 10 <sup>-4</sup>
	籾殻 混入率 R <sub>m</sub> =0%	2.42 × 10 <sup>-3</sup>
	籾殻 混入率 R <sub>m</sub> =40%	5.51 × 10 <sup>-4</sup>
	籾殻 混入率 R <sub>m</sub> =70%	1.77 × 10 <sup>-4</sup>

キーワード: 塩害, 除塩, 暗渠, 縦浸透法, 湛水深

連絡先: 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

図-3 は  $R_m=40\%$  の  $H_w$  および  $H$  の経時変化を示す。実験開始直後 ( $t=0.3\text{min}$ ) の  $-200 \leq x \leq 200\text{mm}$  において、急激な排水に伴い  $H$  は低下し、特に暗渠付近で著しい ( $x=0 : H=18.2\text{mm}$ )。また、1分後の  $-100 \leq x \leq 100\text{mm}$  において  $H$  は上昇し、 $x=0\text{mm}$  で  $H=27.3\text{mm}$  となった。この一時的な  $H$  の上昇の理由は、暗渠からの排水量に比べて、側方からの暗渠中心へ供給される水量が大きかったためと推察される。その後、 $H_w=0\text{mm}$  になる時間まで、 $H$  は全域にわたり徐々に低下した。実験開始から21分後には概ね全域で  $H=0\text{mm}$ 、すなわち作土層全体が不飽和になった。

図-4 は  $R_m=40\%$  の  $x=0$  および  $300\text{mm}$  における  $\theta$  鉛直分布の経時変化を示す。実験開始から湛水がなくなるまでの期間 ( $t=0 \sim 14\text{min}$ )、 $\theta$  の値に変化は殆ど見られない。その後、 $x=0\text{mm}$  では垂直に近い分布を呈しながら  $\theta$  は減少し、その減少率は第一減率排水期間で著しい。第二減率排水期間においても排水に引きつられて  $x=0$  での  $\theta$  分布は垂直に近い分布を保つが、排水量の低下に伴って  $\theta$  の時間的減少率は鈍化する。一方、 $x=300\text{mm}$  では表層に近いほど  $\theta$  は時間とともに減少したが、 $z=190\text{mm}$  の  $\theta$  は殆ど変化せず、排水管から離れた作土層下部での水分移動は無視できるほど小さかった。

図-5 は  $R_m$  毎の排水終了までの時間  $T_d(\text{min})$ 、すなわち、 $T_{d0}$ 、 $T_{d40}$  および  $T_{d70}(\text{min})$  の関係を示す。なお、 $T_d$  の下付き添え字の数値は  $R_m$  を意味する。主たる排水が図-2 中の期間(i)および(ii)で行われることから、 $T_d$  は第一減率排水期間の終わりとした。 $T_d$  は  $R_m$  の増加に伴い指数関数的に上昇し、 $R_m=40$  および  $70\%$  において、 $T_d$  は  $R_m=0$  のその 5.0 および 16.0 倍にそれぞれ増加した。したがって、排水障害は除塩期間を長くさせる要因になることが推察される。

4. おわりに

本研究では縦浸透除塩で重要となる暗渠周辺の疎水材が排水時間に与える影響を調べた。その結果、疎水材の透水性低下に伴い暗渠排水時間は指数関数的に増加することが分かった。今後は暗渠周りの水分移動特性を考慮した水分移動モデルを構築し、除塩の効率化を検討していく。

参考文献

- 1) 吉田修一郎, 足立一日出, 関光夫: 重粘土水田における暗渠疎水材もみ殻の劣化と渠溝の空洞化, 農業土木学会論文集, No. 235, pp. 25-33, 2005.

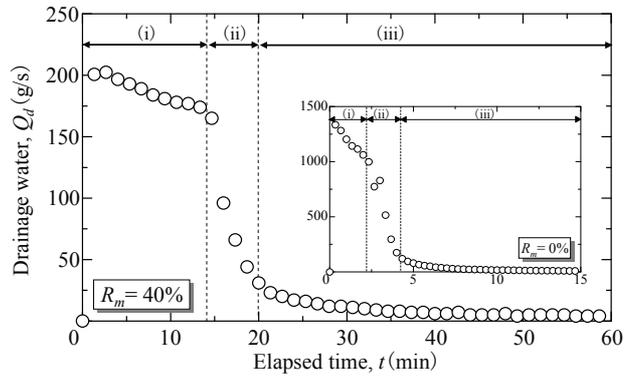


図-2 排水量  $Q_d$  の経時変化(混入率  $R_m=40\%$ )

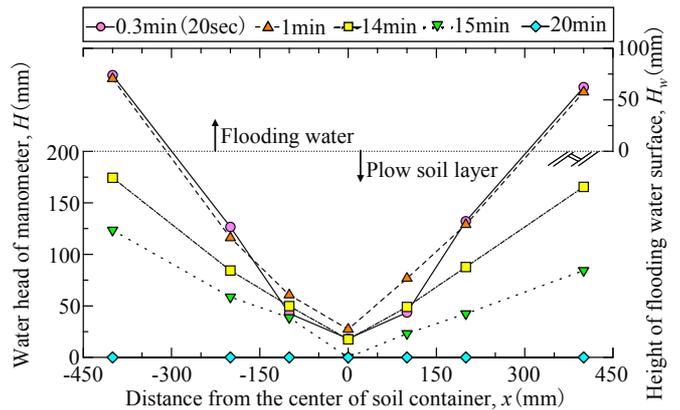


図-3 湛水深  $H_w$  およびマノメーター  $H$  の経時変化

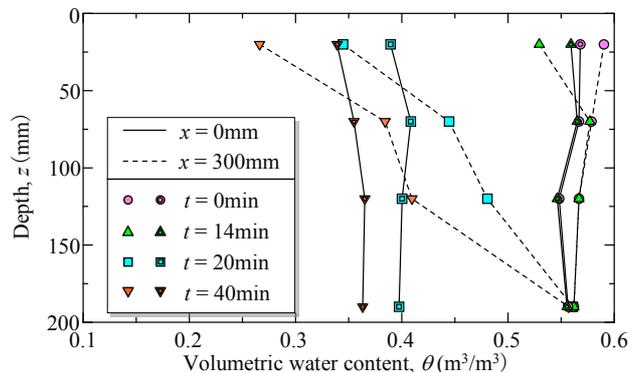


図-4 体積含水率  $\theta$  鉛直分布の経時変化

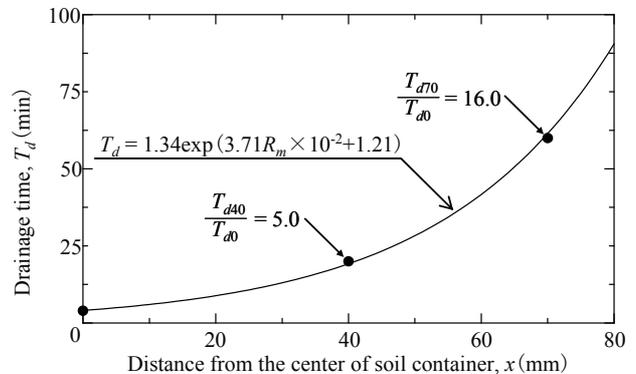


図-5 混入率  $R_m$  と排水時間  $T_d$  の関係

謝辞 本研究は平成26年度JSPS科研費(26420530)を受けて行われた。ここに記して深甚の謝意を表す。