

貯留関数モデルを用いた気候変動による粘土質転換畑の 湿害リスクの簡易推定

Estimation of risk of wet injury of upland crops in rotational clayey paddy fields under the climatic change by using a storage function model

○吉田修一郎*, 井上健一**, 笈田豊彦**, 中村真也**, 西田和弘*

Yoshida Shuichiro*, Inoue Kenichi**, Oida Toyohiko**, Nakamura Shinya** and Nishida Kazuhiro*

1. はじめに

粘土質転換畑では、排水性の確保が転換畑作物の安定生産にとって非常に重要である。大きな降雨や融雪期の粘土質水田からの排水は、地表排水が大きなウェイトを占めるが、地表排水終了後の残水は、主に粗間隙や暗渠疎水材を経由して浸透し、暗渠から流出する。作土の飽和期間は、作物の湿害リスクを考えると有効な指標と考えられる。営農管理や排水技術の投入などにより変化する排水能力と、今後懸念される降雨パターンの変化に対し、作土の飽和期間がどのように変化するのかを既往の降雨イベントに対する応答をモデルで解析することにより検討した。

2. 調査方法

福井市内の農業法人の管理する長辺 100m、短辺 90m の水田転換畑において、地表排水量および暗渠排水量を電磁流量計を用いて測定した。測定期間中、ほ場では大豆が栽培されていた。ほ場面は、中耕培土により畦間と畦上に 16cm 程度の高低差が見られた。ほ場面の詳細な地形は測量を行い記録した。7月と9月の大きな降雨時には、テンシオメータを用いて、作土の湛水状況を観測した。

3. モデルの概要

ほ場と排水路を二つの貯留槽とする線形貯留関数モデルを作成した(図1)。すなわち、暗渠および排水路からの流量は、水深差に比例するとした。各パラメータについては以下のように設定した。

1) 各土層境界や畦間、地表排水可能水位の位置に関するパラメータ $h_1 \sim h_4$ は、ほ場固有の値として、測量結果に基づく表の値に固定する。

2) 各層において短期の水分変化に関わる間隙や自由水面部分の割合 $\theta_1 \sim \theta_4$ については、土層のみの層については粗間隙率の実測値、土層と自由水面が混在する層については、自由水面の面積率に土層の粗間隙率を加えた表の値に固定する。

3) 実測水路底勾配、実測排水路幅のもとで、流量に対する水深が等流水深に近似するように排水路からの流出抵抗 α_d は設定する。

3) 暗渠排水総量と暗渠からのピーク流出量が実測値に近似するように、各降雨イベント毎に暗渠からの流出抵抗 α_{sb} を設定する(地表排水の大幅なずれは許容する)。

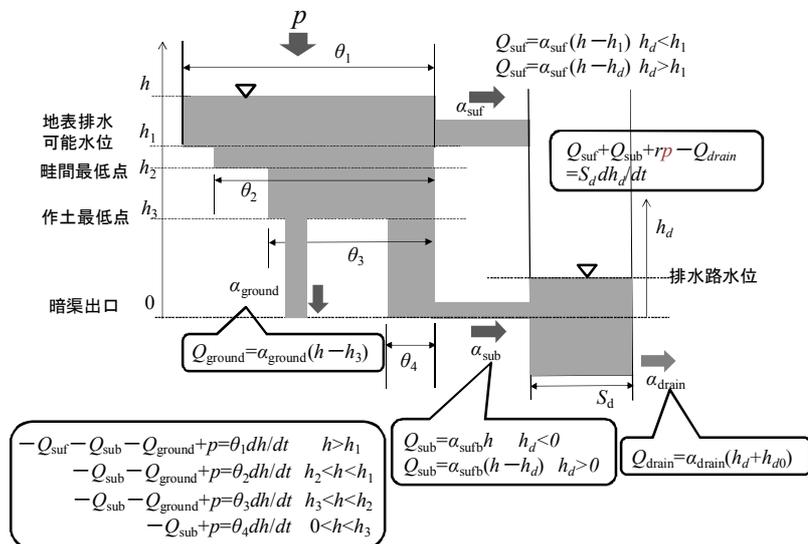


図1 モデルの概要

表 計算に用いたパラメータ

	2012/7/6-9		2012/9/6-9/9	
θ_1		0.40		
θ_2		0.25		
θ_3		0.05		
θ_4		0.02		
S_d		0.004		
r		0.05		
h_1		720 mm		
h_2		680 mm		
h_3		580 mm		
α_{sf}		$3.0e-2 \text{ h}^{-1}$		
α_{sb}	$1.5e-3 \text{ h}^{-1}$		$3.0e-3 \text{ h}^{-1}$	
α_d		$1.0e-5 \text{ h}^{-1}$		
α_g		$7.0e-3 \text{ h}^{-1}$		

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

**福井県農業試験場 Fukui Agricultural Experiment Station

キーワード：気候変動，圃場排水，転換畑

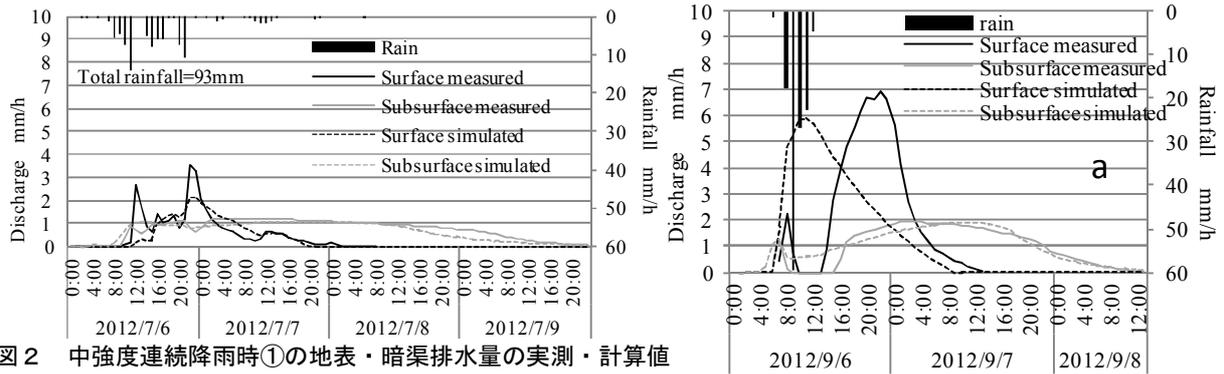


図2 中強度連続降雨時①の地表・暗渠排水量の実測・計算値

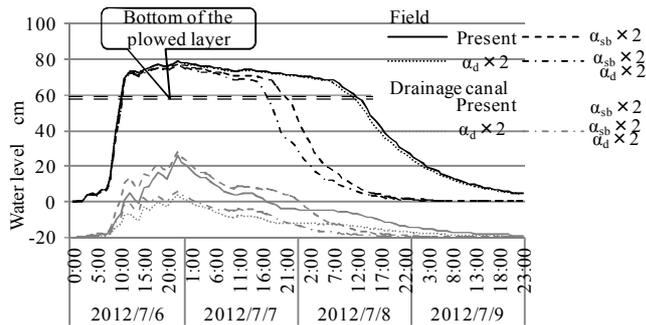


図3 暗渠および排水路の能力を変化させたときのほ場内水位、排水路水位の推定結果（①の降雨条件）

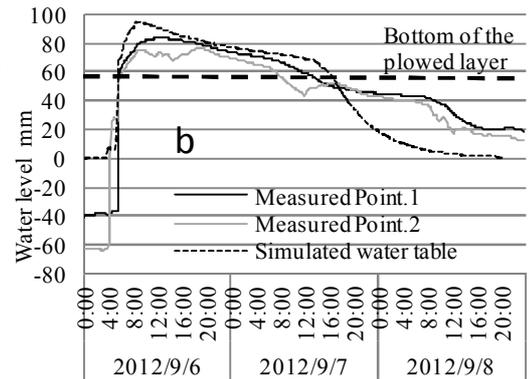


図4 高強度短時間降雨時②の(a)地表・暗渠排水量の
実測・計算値 (b)ほ場内水位の実測・計算値（た
だし、水位の「実測値」はテンシオメータの測定値から
静水圧分布を仮定して計算した概算値）

4. 結果

梅雨期後期の湿潤な条件において最大10mm/h程度の時間強度で一日以上継続した降雨イベント①と夏期の乾燥した条件下において最大60mm/hの時間強度で6時間程度しか継続しなかった降雨イベント②（日最大1時間降水量では2位の記録）について解析した。①では排水路の水位上昇による排水阻害は見られなかったが、長期間の降雨インプットにより、暗渠流量が高い状態が長く継続し（図2）、作土の粗間隙は約2日間飽和していた（図3）。②では、排水路の水位が急上昇し、地表排水も一時排水できなくなった（図4a）。しかし、シミュレーションでは、暗渠の排水阻害のみが再現されており、地表排水についての遅れは評価できなかった。総降水量は①に比べ大きかったが、作土の滞水期間は①より短かった（図4b）。

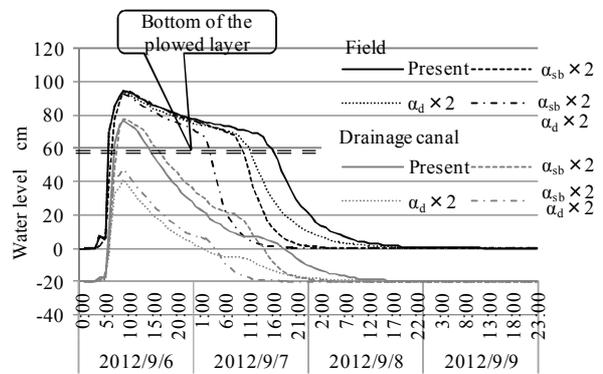


図5 暗渠および排水路の能力を変化させたときのほ場内水位、排水路水位の推定結果（②の降雨条件）

5. 降雨パターンに応じた有効な排水対策

過湿が特に問題になるのは、地下排水能力を少し超える降雨が長時間続く場合であり、この対策としては、排水路の能力向上はそれほど有効ではなく、ほ場内の排水能力の向上が重要である（図3）。一方で、豪雨時の作土の滞水時間の縮減には、暗渠の排水能力（土層の通水能力や本暗渠・ほ場暗渠の密度）の向上だけではなく、地域の排水能力を同時に高めることが不可欠である（図5）。地域全体が河川の氾濫により冠水するようなことがなければ、降雨条件が変化しても、従来の排水対策（ほ場排水・地域排水）が湿害回避に重要と考えられる。

謝辞： 本研究は文部科学省気候変動適応研究推進プログラム農林漁業研究領域（代表：二宮正士）の補助で実施されました。測定に際しては、福井市ファインファーム下中様から全面的なご協力を賜りましたこと、ここに記し謝意を表します。