

# 水尻側を低く均平整地することによる地表残留水量の削減効果

— 地表排水シミュレーションを用いた検討 —

Change of Remaining Water Volume when Outlet Sides are Leveled Low

-A Simulation Study-

○鈴木翔\* 牧山正男\*\*

SUZUKI Sho\* and MAKIYAMA Masao\*\*

**1. はじめに** 既報<sup>1)</sup>では、水田からの地表排水終了時における湛水残留箇所および残留水深を再現できるモデル<sup>2)</sup>を用いて、地表排水の促進を目的とした水田の管理手法について検討し、均平精度向上の効果や、起伏の連続方向（代かき時などの管理車の走行方向を想定）を考慮することの重要性について定量的に明らかにした。だが、既報で用いた水田は、田面起伏を統計的性質に従って一様に模擬発生させた<sup>3)</sup>ものに過ぎず、圃場整備基準書<sup>4)</sup>の「均平面を用排水路ごとに区分し、それぞれの均平標高が同一か、排水路側を低くする」という記述のような、排水性向上のための配慮は講じていない。

本報では、①地表排水後の残留水量と田面起伏との関係をさらに詳細に捉え、水尻側を低く平整地することの効果について検討し、②さらにこれに起伏の連続性をも考慮した場合の地表残留水量について検討を試みる。

## 2. 解析の方法

**(1) 田面起伏の模擬発生<sup>3)</sup>** 既報と同様に、長・短辺長を与えた水田をメッシュに区切り、各メッシュに標高データを与える。標高は、長・短辺各方向の起伏の連続性を自己相関係数で表し、それに均平精度（標準偏差）と正規乱数の積をノイズとして加えることにより計算する。

**(2) 三次元囲い込みモデル<sup>2)</sup>** 標高が高いメッシュ（凸部）によって水尻からの連続性が断られた箇所の水は、落水されずに池として残るといった考え方に基づく合理的なモデルである。

**(3) 検討の進め方** ①乱数を用いて異なる起

伏の傾向を持つ模擬水田を複数作成し、三次元囲い込みモデルを適用して地表排水終了時の地表残留水を再現する。②起伏の傾向を把握するため、各水田を長辺に垂直に2等分（以下、横切り）し、用水路側、排水路側それぞれの平均標高を求め、その大小関係を比較する。同様に長辺に平行に2等分（以下、縦切り）し、水尻側とそうでない側との平均標高を比較する。いずれにおいても、水尻側が低い方が排水性が高くなりやすいと考えられる。④各水田における横切り、縦切りでの平均標高の大小関係と地表残留水量とをクロス集計し、水尻側を低くすることの効果について検討する。

**(4) 検討に用いるパラメータ** Table 1参照。なお、水田の長・短辺は100m×50m（50a）とし、水尻は短辺の端から2mの位置に設置する。

**3. 結果および考察** 異なる起伏の傾向を持つ350通りの模擬水田を対象に地表排水シミュレーションを行った。すべての模擬水田の残留水量の平均・標準偏差と、そのうち各水田を横切り、縦切りした際に水尻側の平均標高が低い模

**Table 1** パラメータおよび計算条件  
Parameters and settings in this simulation

パラメータ	値
水田面積	100 m × 50 m (50 a)
水尻の位置	排水路側の短辺端から 2m
自己相関係数	長辺方向：0.85, 短辺方向：0.30 <sup>3)</sup>
均平精度	± 2.5 cm
与える水量	全メッシュに 20 mm
メッシュ幅	0.5 m または 2.5 m
スキャン幅	0.1 cm

\*東京農工大学大学院連合農学研究科 United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo Univ. of Agri. and Tech.

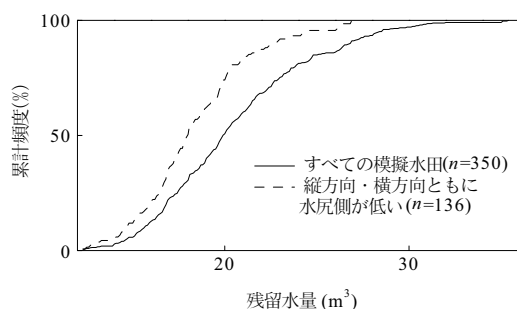
\*\*茨城大学農学部 College of Agri., Ibaraki Univ. キーワード：水田からの地表排水、シミュレーション、均平整地

**Table 2** 水尻側を低く整地した際の残留水量  
(自己相関係数：長辺 0.85, 短辺 0.3)

Change of remaining water volume when outlet sides are leveled low

		横切り	
		すべての模擬水田	水尻側が低いもの
縦切り	すべての模擬水田	20.6 ± 4.3 (n = 350)	19.2 ± 3.5 (n = 201)
	水尻側が低いもの	19.6 ± 3.9 (n = 231)	18.5 ± 3.2 (n = 136)

(データは平均 ± 標準偏差, 単位: m<sup>3</sup>)



**Fig.1** 水尻側を低くした際の残留水量の分布  
Change of distribution of remaining water volume when outlet sides are leveled low

擬水田におけるそれらとを比較すると (Table 2), 水尻側が下がると, 残留水量は少なく, またその分散も低下する傾向が見られた. 特に, 横切り, 縦切りのどちらも水尻側が低い場合は, その効果がより大きかった.

Fig.1は, すべての模擬水田および縦, 横ともに水尻側が低い水田それぞれの残留水量の頻度分布である. 水尻側が低い場合, 残留水量が少ない場合が多いことに加えて, 多量の残留水のものがあまり見られなかった (例: 25m<sup>3</sup>以上は, 実線約16%, 点線約4%). つまり整地の際に水尻側を下げるような工夫を施せば, 地表排水に不利な水田が生じにくくなる.

次に, 起伏の連続方向の影響について検討するため, 長辺と短辺の自己相関係数を逆にして同様の検討を行った (Table 3). 水尻側が低い方が残留水量が減ることについてはTable 2とほぼ同様の結果が得られた. しかし, 本報での検討では既

**Table 3** 自己相関係数の連続方向を縦横逆にした際の残留水量の変化  
(自己相関係数：長辺 0.3, 短辺 0.85)

Change of remaining water volume when continuous ruggedness are vertically different

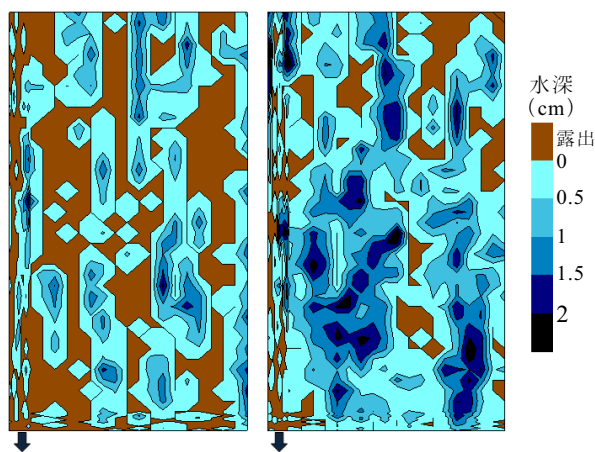
		横切り	
		すべての模擬水田	水尻側が低いもの
縦切り	すべての模擬水田	21.7 ± 3.9 (n = 350)	20.7 ± 3.7 (n = 219)
	水尻側が低いもの	20.7 ± 3.7 (n = 212)	19.5 ± 3.2 (n = 129)

(データは平均 ± 標準偏差, 単位: m<sup>3</sup>)

報と異なり, 起伏の連続方向の影響がほとんど見られなかった. これは, 今回のシミュレーションでは均平精度を既報 (±3.5cm) より高めに設定したため, 起伏の連続方向の影響が小さくなったのだと考えられる.

ところで, Fig.1で縦, 横ともに水尻が低い水田にも, 残留水量にはばらつきがある. その原因のひとつが, 水尻付近の起伏である. 例として, 残留水量が最少と最多の2つの水田における等水深線を示す (Fig.2). 右図では水尻のすぐ近くに凸部 (露出箇所) があり, そこが地表排水を止めていることが見て取れる.

文献 1)鈴木・牧山(2011): 農村計画学会誌30巻, 2)山路ら(1981): 農土論集94号, 3)丸山(1975): 土壤の物理性32号, 4)農林水産省(監修)(2000): 土地改良事業計画設計基準 計画「ほ場整備(水田)」基準書・技術書.



**Fig.2** 水尻付近の起伏が及ぼす残留状況の違い  
(左: 残留水量 = 少, 右: 残留水量 = 多)

Relation between ruggedness tendency around outlet and remaining water volume