

地表排水が順調に進まない水田の湛水残留状況に関する分析 ～コンピュータシミュレーションによる検討～

Analysis about Remaining Water Volume on Paddy Fields which Drained Slowly
- A Simulation Study -

○鈴木翔* 牧山正男**

SUZUKI Sho* and MAKIYAMA Masao**

1. はじめに

著者らはこれまでに、水田からの地表排水に関して、コンピュータシミュレーションによる検討を行ってきた。その内容は、①地表排水終了後の残留水量に関するもの¹⁾²⁾と、②排水過程に関するもの³⁾に大別できる。

このうち後者について、これまでは1通りの起伏の傾向を有する水田での分析しか行ってこなかった。しかしながら、同等な均平精度を有する水田であっても、起伏の傾向が異なれば排水の過程は異なる。逆に言えば、何通りかの水田でシミュレーションを行い、相対的に排水が順調に進まない水田について、その起伏の傾向にどのような傾向があるかを明らかにできれば、地表排水の促進策に関する検討を行うための一助となると考えられる。

そこで本研究は、排水過程に関する地表排水モデルを用いて、①異なる起伏の傾向を有する何通りかの水田を対象に、それらからの排水過程および田面水残留状況の差異について分析し、②それら結果の中から、特に地表排水が順調に進まない水田を抽出して、その起伏の傾向にどのような特徴があるのかに関する検討を行うことを目的とする。

2. 研究の方法

以下のとおり、本報では既報³⁾と同様のモデルを使用する。パラメータおよび計算条件をTable 1に示す。

(1) 模擬的な田面起伏の発生法⁴⁾

丸山の起伏発生モデルを応用したものをを用いる。起伏発生のは式は以下のとおりである。

$$H_{x,y} = H_{x-1,y} \cdot \rho_x + H_{x,y-1} \cdot \rho_y + H_{x-1,y-1} \cdot \rho_y \cdot \rho_x + \varepsilon \cdot \sigma \quad \dots \text{式1}$$

ここで、 $H_{x,y}$: メッシュ (x, y) における標高、 ρ : x または y 方向の自己相関係数、 ε : 正規乱数、 σ : 均平精度。

落水口は、ほ場整備基準⁵⁾を参考に、短辺の端から2 mの位置に50 cm×50 cm×10 cmの大きさとし、そこに直径10 cmの管を設置した。(2)平面流を用いた地表排水モデル⁶⁾

岩渕らのモデルを参考に、水田内の水位が低下した際に、田面の凹凸を考慮することができる平面流解析手法を用いる。

3. 結果と考察

(1) 排水過程および田面水残留状況の差異

異なる起伏の傾向を有する水田をコンピュータ上に100通り用意し、地表排水開始から24時間経過までの水田内の残留水量の変化を中央値および四分位値を用いて表した(Fig.1)。排水開始から2時間程度までは、どの結果も同じように排水が進んでいる。これは、まだ水面が田面の凹凸よりも高い位置にあるため、凹凸による排水への影響が小さ

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	短辺畦際の端から2 m
自己相関係数	$\rho_x = 0.3, \rho_y = 0.85$
均平精度	±3.5 cm
メッシュ幅	50 cm × 50 cm
初期湛水深	平均標高から5 cm
計算回数	100 通り

*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: 地表排水, 田面残留水, シミュレーション

いからである。それよりも排水が進むと、田面の凸部が徐々に水面から露出しはじめるため、起伏の傾向に応じて、排水状況に差が見られるようになっていくと考えられる。

次に、時間ごとの残留水量の分布に注目すると、第1四分位値から第3四分位値までのデータは狭い範囲に集中しているが、第3四分位値以降のデータは、それらに比べて広く分布している。つまり、全体の75%程度は排水の傾向が似通っており、特に問題はない。その一方で、残りの25%は、排水が順調に進まず、特にその一部では看過できないほどの量が残る。これらを言い換えると、i)乱数を用いて起伏を発生させたときに、排水が順調でない水田は、全体の一部にすぎないこと、ii)しかし、その残留水量は順調な水田に比べて軽視できないことがわかった。

(2)落水口からの距離と残留状況の特徴

排水が順調に進まない水田として、100通りの水田のうち残留水量が少ない方から95番目の水田（以下、水田A、24時間時点の単位面積あたりの平均残留水量：0.88 cm）に注目し、落水口からの距離別の残留状況を把握するために、Fig.2のように落水口から半径10 m、20 m、30 m、…と円を描いていき、その範囲（0～10 m、10～20 m、…）ごとの平均残留水量を計算した。また、比較対象として、排水が順調に進んだ水田（以下、水田

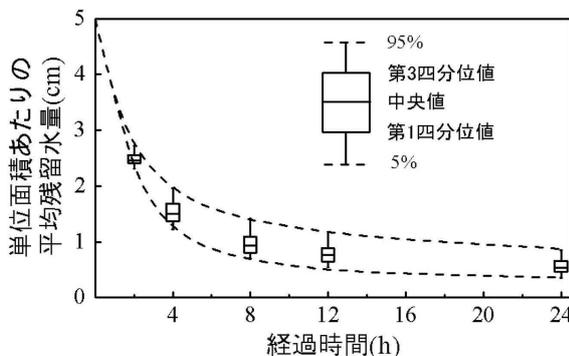


Fig.1 地表排水開始から24時間経過までの残留水量の変化 ($n = 100$)
Changes of remaining water volume

B, 同：0.36 cm、100枚の水田のうち残留水量が少ない方から5番目の水田）も同様の計算を行った（Fig.3）。

それによれば、水田Aは50 m以降の残留水量が水田Bよりも多いことがわかる。これは、50 m付近で落水口までの水みちが分断されたためである。

同様に、第3四分位値以降のデータ ($n = 25$) に関しても同様の検討を行ったところ、①落水口付近の標高が高く、そこから徐々に低くなる（逆傾斜をつけたような）水田、②特異な凹凸によって、落水口までの水みちが分断されてしまう水田、といった地表排水を阻害するような特徴をみることができた。

文献 1)鈴木・牧山(2011):農村計画学会誌30巻. 2)鈴木・牧山(2012):農村計画学会誌31巻. 3)鈴木・牧山(2011):農業農村工学会全国大会講演要旨集. 4)丸山(1975):土壌の物理性32号. 5)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. 6)岩瀬ら(2001):農業土木学会論文集212.

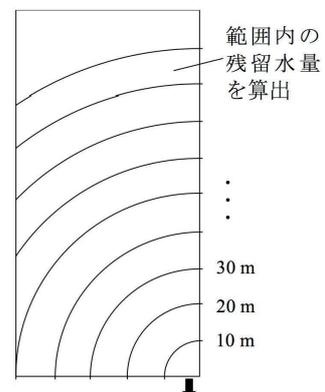


Fig.2 落水口からの距離に応じた残留水量の計算法
Calculation of remaining water volume depending on distance

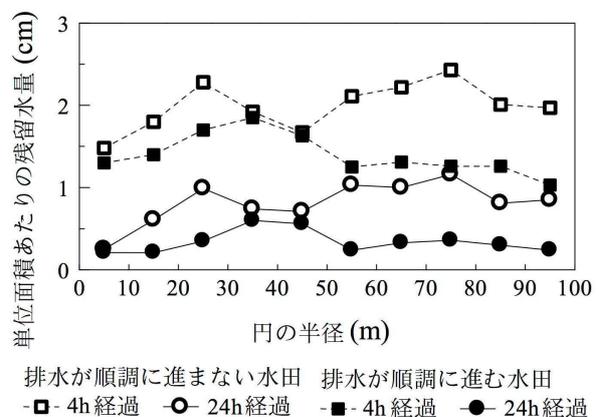


Fig.3 2つの水田における距離別の残留水量の比較
Comparison with remaining water volume of each distance in two paddy fields