

巨大区画水田に関する地表排水シミュレーション

Simulation Study on Surface Drainage from Huge Rice Paddy Plots

○鈴木翔* 牧山正男**

SUZUKI Sho* and MAKIYAMA Masao**

1. はじめに 稲作の低コスト化を達成する1つの条件として、石井らは数ha規模の巨大区画水田の造成を提唱している¹⁾。石井らは農地の所有権や耕作権、担い手の問題といったそれに向けてのソフト面の課題について、議論してきている²⁾。その一方で、機械作業や用排水管理などのハード面に関してはまだ議論が行われていない。とくに、巨大区画化した際には排水性の著しい悪化が懸念される。

巨大区画水田の排水性を議論するにあたり、筆者は長辺長に注目することが重要だと考えている。これは、短辺については圃場整備基準において50mおきに落水口を1箇所以上設けることが想定されている³⁾のに対し、長辺は排水距離に直接関与することから、排水性に大きく影響するためである。

そこで本研究では、巨大区画化した際の長辺長と地表排水性の関係について、シミュレーションモデルによる検討を行う。

2. 方法 本研究は、既報⁴⁾と同様のシミュレーションモデルを用いて、①コンピュータ上に模擬的に起伏を発生し、②それに湛水を与え、地表排水モデルによる地表排水を行い、③地表排水の速度および地表排水終了時点における残留水量およびについて検討する。

(1) 検討に用いるパラメータ (Table 1) 短辺長を50 mで固定した上で、長辺長を100 mから次第に延長し、200, 300, 400, 500 mの場合における地表排水性の変化を比較検討する。また、長辺長が300 m以上の水田に対し、長辺と平行な明渠を水田中央に掘削した場合と、排水路側の短辺に加え、もう一方の

短辺にも1箇所の落水口を増設した場合における排水性の変化も検討する。

(2) 評価項目 残留水の総量を水田面積で除した単位面積あたりの残留水量 (mm) を平均残留水量と呼ぶ。異なる起伏の傾向を持つ50通りの模擬水田を用意し、それに湛水を与えた後に地表排水させる。地表排水が終了した時点での平均残留水量 (以下、終了時平均水量) については、50通りの結果の平均および標準偏差を用いて比較する。また終了時平均水量が25番目に少ない模擬水田における地表排水速度について、平均残留水量が10 mmになるまで排水するのにかかる時間 (h。以下、排水時間) を用いて比較する。

3. 結果および考察

(1) 長辺長と排水性との関係 (Figs. 1, 2)

長辺長を延長することによって、終了時平均水量 (mm) は増加した (100 m : 200 m : 300 m : 400 m : 500 m = 6.4 : 6.5 : 6.7 : 7.2 : 7.5)。Wilcoxonの順位和検定によれば、100 ~ 300 mと400 ~ 500 mとの間に $p < 0.01$ の有意な差があった。ただし、現時点ではこの要因は十分に特定できていない。

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
メッシュ幅	2.5 m × 2.5 m
落水口の位置	排水路側の短辺端から 5 m
自己相関係数	長辺方向 : 0.85, 短辺方向 : 0.30 ⁵⁾
均平精度	± 3.5 cm
初期湛水深	標高の平均+5 cm
粗度係数	$n = 0.03$
時間間隔	$dt = 0.1$ s
終了時間	$t_{end} = 24$ h
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: 巨大区画水田からの地表排水, シミュレーション, 排水改良

つづいて、排水時間 (h) は、長辺長に応じて長くなった (100 m : 200 m : 300 m : 400 m : 500 m = 4.7 : 7.0 : 11.8 : 13.0 : 18.2)。区画の拡大によって水田内の水量が増加したことに加え、落水口までの排水距離が伸びたことが排水速度低下の要因である。

(2) 地表排水性の改良 (Figs. 1, 3)

以下に示すとおり、明渠は終了時平均水量の、落水口の増設は排水速度の改良効果がそれぞれ大きかった。

1) 明渠の掘削 明渠を掘削すると、排水性は大幅に改良された (終了時平均水量は、300 m, 400 m, 500 m でそれぞれ明渠なしから約5割, 約6割, 約6割減 : 排水時間は、同様に約5割, 約4割, 約5割時短)。長辺を300~500 m に延長しても終了時平均水量は約3.2 mm程度に過ぎず、このことから明渠を掘削すれば長辺のさらなる延長も可能だと考えられる。一方、排水速度に対しても明渠は大きな改良効果を持つが、終了時平均水量とは異なり、区画を拡大するほど排水速度が低下した。

2) 落水口の増設 落水口をもう一方の短辺に増設すると、排水速度への改良効果が見られた (落水口が片側の短辺のみだったときに比べて、終了時平均水量は約0.1割減, 排水時間は約4割時短)。終了時平均水量は、Wilcoxonの順位和検定によれば、落水口1箇所との間には有意な差がなかった。その一方で、排水速度に関しては、明渠を掘削したものと比べると排水時間は劣る (明渠掘削 = 6.3 h, 落水口増設 = 7.5 h) ものの、排水速度の初速は速かった (排水開始から4時間が経過した時点における平均残留水量 (mm) は、改良なし : 明渠 : 落水口 = 22.4 : 16.8 : 15.5)。

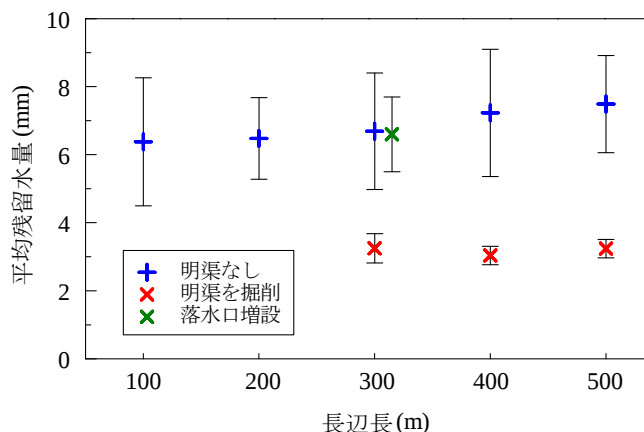


Fig 1 長辺長の延長と残留水量の関係

The relationship between enlarged lot and the remaining water volume

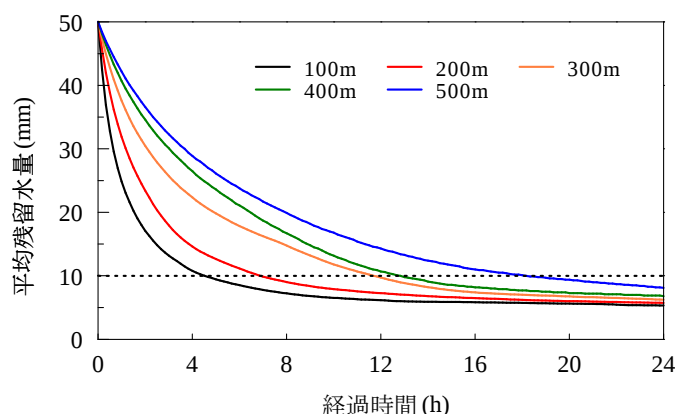


Fig 2 長辺長の延長と排水速度の関係

The relationship between enlarged lot and the surface drainage rate

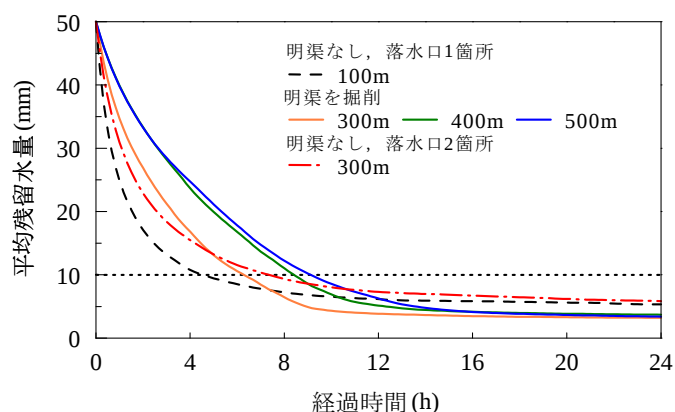


Fig 3 明渠と落水口の増設による排水改良

Improve the surface drainage by setting temporary ditches and increasing the drainage outlets

文献 1)石井(2000):農土論集208. 2)石井(2013):水土の知81(10). 3)農林水産省構造改善局(2000):土地改良事業計画設計基準. 4)鈴木・牧山(2013):農村計画学会誌32巻. 5)丸山(1975):土壌の物理性32. 6)山路ら(1981):農土論集94. 7)岩渕ら(2001):農土論集212.