

# 田面残留水量に関するシミュレーション

—ExcelVBAによる3次元囲い込みモデルの応用—

## Simulation about the Volume of Remain Water on Paddy Field

- The Application of Three-dimensional Enclosure Method for ExcelVBA -

○鈴木 翔\* 牧山正男\*\*

SUZUKI Sho MAKIYAMA Masao

### 1. はじめに

水田での地表排水の促進は、大区画水田での営農や直播稲作の導入などにおいて重要である。過去には丸山<sup>1)</sup>や山路ら<sup>2)</sup>，また比較的近年では岩淵ら<sup>3)</sup>によるシミュレーションが知られている。コンピュータが発達した今日では、同様の研究を多量のデータを用いて統計的に行うことができる。

以上を背景に、著者らは誰にでも扱いやすいExcelVBAを用いて、3次元囲い込みモデル<sup>2)</sup>を応用したプログラムの開発と、それを用いたシミュレーションを行っている。本稿ではプログラムの概要と、結果の一部、(1)均平精度、(2)圃場面傾斜、(3)圃場の長短辺比が田面残留水量におよぼす影響について報告する。

### 2. シミュレーションの方法 (Fig.1)

田面起伏を模擬発生させる方法は、丸山が用いた発生モデルに内田ら<sup>4)</sup>が改良を加えたものを用いた。パラメータとして、区画サイズ、メッシュ幅、自己相関係数、均平精度を与える必要がある。今回は、区画サイズを30a（特に断らないかぎり、100×30m）、メッシュ幅を2.5m、自己相関係数は短辺方向0.3、長辺方向0.85と設定し、均平精度（平均値±x cm）を順次変化させることにした。また、水尻は短辺中央とした。さらに、必要に応じて起伏の模擬発生後に水尻側が低くなるような傾斜を設定した。

水面の決定と排水には、3次元囲い込みモデルを応用した。まず起伏をスキャンし、圃場に散在する起伏の凹部（以下、池部）同士が

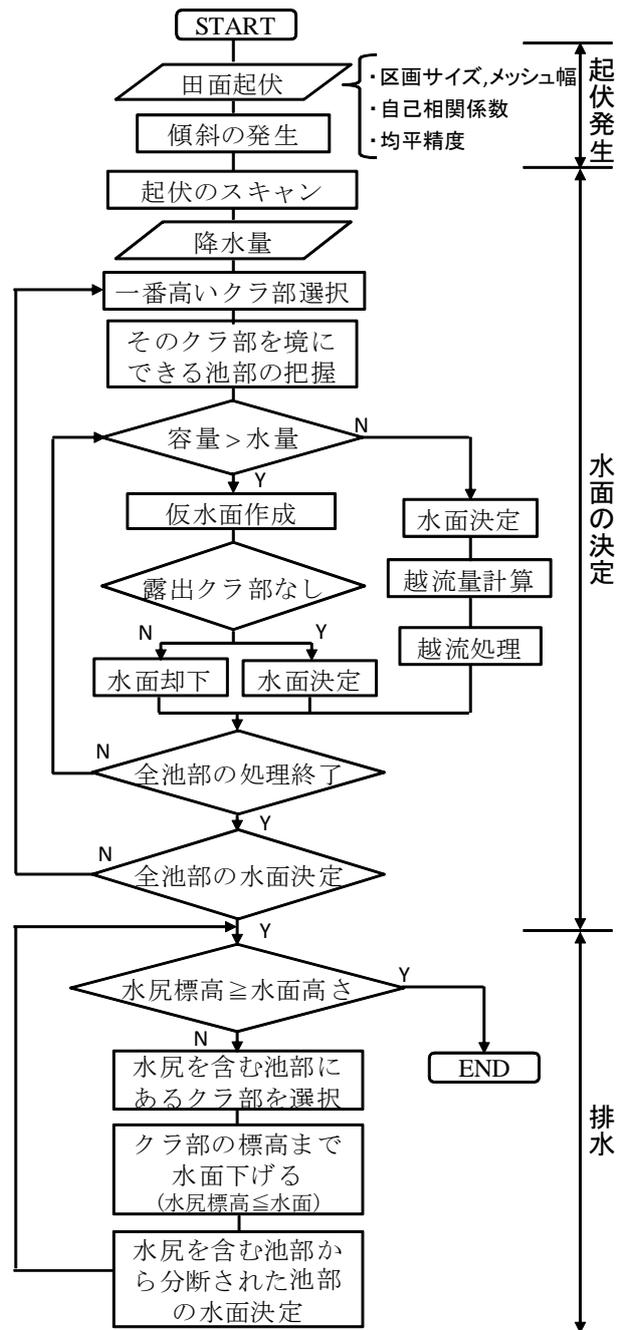


Fig.1 本稿で用いるシミュレーションのアルゴリズム  
Algorithm of simulation to conduct in this report

\*茨城大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, IBARAKI University \*\*茨城大学農学部 College of Agriculture, IBARAKI University キーワード：田面残留水，シミュレーション，均平精度

つながる箇所であるクラ部を探索する。次に、標高が高いクラ部を選び、それによって分断されている池部を把握し、その容量と与える水量とを比較して、水面が決定するかどうかを判断する。同様の作業を繰り返し、全池部の水面を決定する。その後、水尻よりも水面が高い箇所の水位を下げることによって、排水を行う。その際、クラ部によって池部が分断され、新しい水面が発生する場合もある。

なお、今回は降雨時間は考慮しないこととした。以下では降雨量を50mmとする。

### 3. シミュレーション結果と考察

以下ではシミュレーションを50回行って得た単位面積あたりの残留水量 ( $\text{m}^3 \text{m}^{-2}$ ) を統計処理した値を用いて議論する。

#### (1) 均平精度向上による効果 (Fig.2)

均平精度を向上させたことにより、田面残留水は減少した。今回の検討では、均平精度と単位面積あたりの残留水量との関係が、極めて高い決定係数で直線回帰できた。

#### (2) 傾斜による効果 (Table 1)

それぞれの均平精度について、上段にシミュレーション結果、下段に「均平精度 $\pm 3.5\text{cm}$ 、傾斜なし」のときの単位面積あたりの残留水量を1とした指数を示す。傾斜による地表排水の促進が見られた。例えば均平精度 $\pm 3.5\text{cm}$ のとき、傾斜なしに対して1/2500の傾斜を付けると、田面残留水が半減する。また、傾斜なしに1/1000の傾斜を付けると、均平精度 $\pm 3.5\text{cm}$ では田面残留水が1 $\rightarrow$ 0.30 (0.30倍)に減少するのに対し、 $\pm 2.0\text{cm}$ では0.53 $\rightarrow$ 0.09 (0.17倍)に減少した。すなわち、均平精度の向上により傾斜による排水促進の効果がどれだけ大きくなるかについて定量的に把握できた。

#### (3) 長短辺の比率の影響 (Fig.3)

同じ面積、同じ自己相関係数で均平精度を $\pm 3.5\text{cm}$ とした条件を用い、長辺と短辺の長さを変化させた。それによると、自己相関係数が低い短辺が長辺の長さを上回ると急激に排水性が悪くなる。一方で、長辺長60m $\sim$ 150m

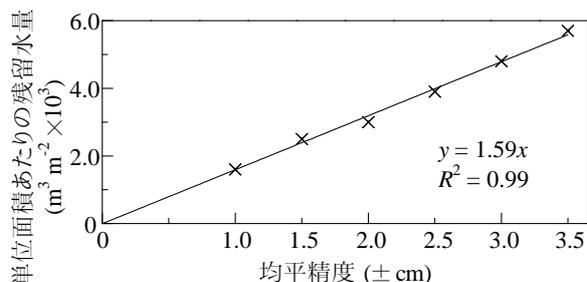


Fig.2 均平精度向上による残留水量の変化 (30a)  
Change of the volume of remain water by improvement in land level accuracy

Table 1 傾斜による残留水量の変化 (30a)  
Change of the volume of remain water by inclination

精度	傾斜度 1/ X (mm/mm)					
	なし	10000	5000	2500	2000	1000
3.5	5.66	4.63	4.16	3.03	2.56	1.69
	1	0.82	0.73	0.54	0.45	0.30
3.0	4.80	3.85	3.31	2.36	1.97	1.27
	0.85	0.68	0.59	0.42	0.35	0.22
2.5	3.90	3.00	2.44	1.79	1.59	0.85
	0.69	0.53	0.43	0.32	0.28	0.15
2.0	3.00	2.40	1.78	1.16	1.07	0.49
	0.53	0.42	0.31	0.21	0.19	0.09

注: 精度: 均平精度 ( $\pm x \text{ cm}$ )

上段: 単位面積あたりの残留水量 ( $\text{m}^3 \text{m}^{-2} \times 10^3$ )

下段: 均平精度 $\pm 3.5\text{cm}$ 、傾斜なしを1とした指数

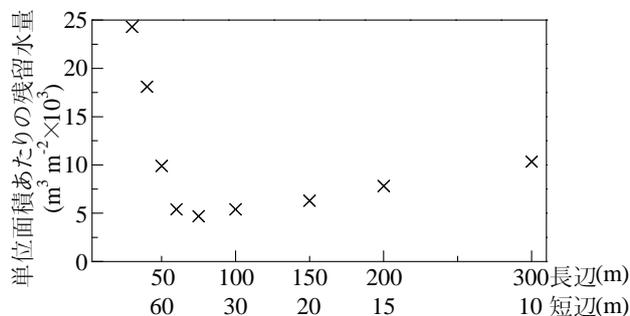


Fig.3 長短辺比率と残留水量の関係 (30a)

The relation between the ratio of long and short segment and the volume of remain water

では、水尻までの距離が大きく異なるにもかかわらず、残留水量にはそれほど変化がない。このことから、一定の範囲 (自己相関係数によって異なる) 内であれば、同じ面積における区画形状は、排水の観点からはそれほど影響しないと考えられる。

文献 1)丸山利輔(1975):土壌の物理性32, 2)山路永司ほか(1981):農土論集94, 3)岩淵善彦ほか(2001):農土論集212, 4)内田晴夫ほか(1984):農土論集114