

水田作業シミュレーション・システム

佐々木 俊彦・島津 裕雄*・庄子 友夫*

(石巻農林事務所・*宮城県農業センター)

Simulation System of Paddy Field Operation
Toshihiko SASAKI, Hirotake SHIMAZU* and Tomoo SYOJJI*
(Ishinomaki Agriculture and Forestry Regional Office・)
Miyagi Prefectural Agricultural Research Center

1 はじめに

中核農家は、借地や受託によって経営の規模拡大を進めてきているが、依然として、圃場の分散や区画形状が規模拡大を妨げる大きな制約条件となっている。このため、圃場の分散と形状及び移動距離が作業時間・作業効率に及ぼす影響を分析するためのシミュレーション・システムを作成した。

2 システムの概要

このシミュレーション・システムは圃場の任意指定・配置を行うプログラムと、一種の作業モデルとして、一定の区画形状で圃場を乱数配置するプログラムの二つから構成される。

(1) 圃場の任意指定・配置による作業シミュレーション・プログラム

1) 領域の設定・表示

CRTの1画面で、東西1276m・南北756m(1ドット=2m)の領域を表示しており、この領域を1~6の範囲で東西南北に重ねて(1276~8932m 南北756m~6804m)、圃場を配置する大きな領域(XY座標面)を設定する(図1)。

2) 団地の描画

圃場1筆の形状はすべて長方形で、任意の長さ(2m刻みに設定可)で描画することができる。長辺(短辺)はX軸、Y軸に平行に配置され、対角要素2点のXY座標値で圃場を表示している。これを1団地当たり1~200筆の範囲で自宅を中心とする任意の位置に描画する(図2)。

3) パラメータの設定と作業時間の計算

作業時間の計算は1日の作業行程を、圃場内作業時間と圃場外作業時間の2つに分けて計算する。

圃場内作業時間の計算は、作業ごとのパラメータと表1の計算式を使用して行う。圃場外作業時間の計算は各作業共通で、これらのパラメータの数値は実況にあわせて変更可能である(図3)。

団地間(及び自宅)の移動距離は、X座標の移動距離とY座標の移動距離の合計値で(図4)、この距離を移動速度で除した時間が移動時間となる。

設定された圃場条件のもとで、作業ごとの作業時間を計算する(図5)。

表1 計算式(圃場内の作業時間)

No	作業名	計 算 式
1	耕起	$T = xy/wv + \{(x-2nw)/w-1\}t1 + 4nt2 + t3$
2	代掻き	$T = xy/wv + \{(x-2nw)/w-1\}t1 + 4nt2 + t3$
3	田植え	$T = xy/wv + \{(x-nw)/w-1\}t1 + 3nt2 + t3$ $+ (qfxy/Qf)t4 + (qsfxy/Qs)t5$
4	防除	$T = (x+y)/v$
5	畦畔の草刈	$T = \{4x + 2(x+y)\}/v$
6	収穫I	$T = xy/wv + \{(x-2nw)/w\}t1 + 4nt2 + t3 + (xy/500)t6$
7	収穫II	$T = xy/wv + \{(x-2nw)/w\}t1 + 4nt2 + t3 + Wgxy/Vt$

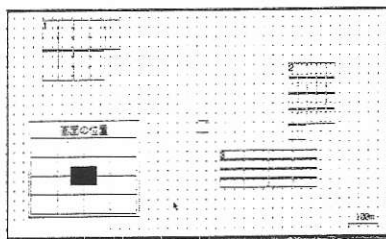


図1 画面の「位置」

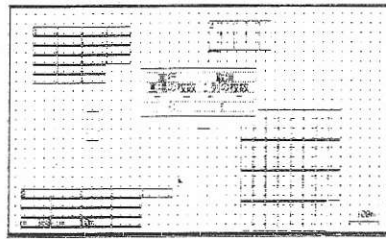


図2 圃場図の描画

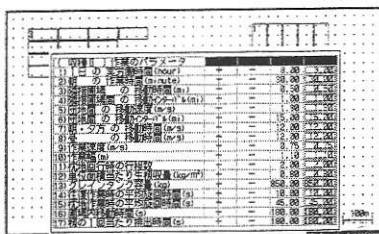


図3 パラメータの設定
(例: 収穫作業II)

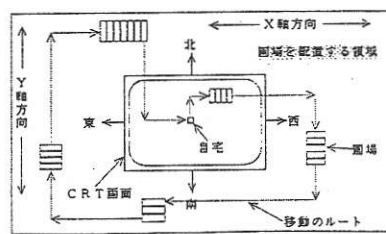


図4 圃場の配置と巡回ルート

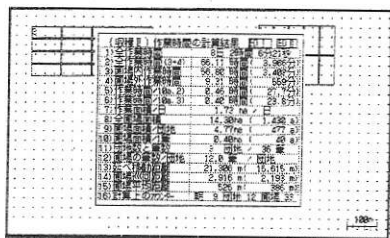


図5 作業時間の計算結果

4) 分散圃場の巡回ルートの最適化

自宅と団地間の距離の遠近、作作品種の構成などの個々のケースに合わせた巡回ルートを求めることは困難なため、分散圃場を一巡する標準的な最短ルート求めて、それによって移動時間(圃場外作業時間)を計算することとした。最適化の方法は、オペレーションズ・リサーチの「巡回セールスマン」の手法を使用し、分散圃場の各団地を巡回する最短ルートを決する。

(2) 圃場の乱数配置による作業シミュレーション・プログラム

分散圃場での圃場作業をモデル化するため、圃場条件を単純化し、さまざまな圃場分散のパターンを作成して、それぞれの条件に応じた作業時間や作業効率の検討を行う。

1筆の長辺/短辺の長さ、1団地の上限・下限面積を指定することによって1団地の筆数の範囲が決まる。求められた面積の圃場を筆数の範囲内で全圃場面積に達するまで設定領域内にランダムに配置する。

圃場作業の計算用パラメータを設定し、作業時間を計算し、更に巡回ルートを最適化する作業を行う。この操作方は、圃場の任意配置プログラムと同じである(図6, 7)。

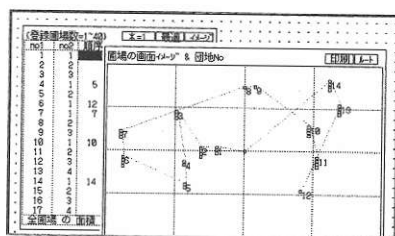


図6 乱数で発生させた圃場

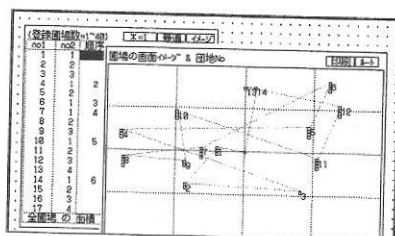


図7 最適化した巡回ルート

(3) 開発言語

開発言語: Quick Basic Ver4.5 (MS-DOS Ver3.3)

画面制御ライブラリ: Quick Screen Ver3.0

開発機種: ㈱日本電気, PC-9801シリーズ

3 シミュレーション・システムの利用例

一例として、10a区画圃場を30~100a区画へ再整備を行った宮城県内X町のA農家について、整備前後における田植作業の作業時間を計算した結果を図8に示す。



図8 システムの利用例
(圃場整備前後の田植作業時間の比較)

再整備後は、整備前に比べ全圃場面積は5.6%増加したが、団地数は整備前の29.2%、圃場数は28.1%にそれぞれ減少した結果、圃場内作業時間は整備前の89.8%へ、圃場外作業時間は56.9%まで短縮されている。

全作業時間は、整備前の76.4%まで短縮され、延べ5日かかっていた田植日数が1日短縮され、計算上は圃場整備による省力効果が明らかに認められた。

実際には、A農家では整備前7~8日かかっていた田植作業が、整備後は5日程度に短縮された。シミュレーション結果との誤差は、組作業人員の関係によるものと考えられる。

なお、このシミュレーション・システムの利用分野として次のものが考えられる。

- ① 作業の効率化…分散圃場の最短巡回路の決定
- ② 作業時間の予測…圃場面積や団地数が増減する場合の作業時間予測
- ③ 農地の流動化計画…農地の集積による短縮効果予測、交換分合による作業時間・効率の変化
- ④ 地域営農計画の策定…圃場整備や地域農業推進の事前評価