

大規模稲作農家での水管理遠隔操作装置導入による労力削減量予測モデル Evaluation model of labor reduction on introduction of remote irrigation apparatus at large scale rice cultivation

○田潤澤* 飯田俊彰** 木村匡臣*** 久保成隆*

Runze TIAN, Toshiaki IIDA, Masaomi KIMURA, Naritaka KUBO

1. はじめに

現在、日本の水田稲作では圃場の集積が進められている。集積により担い手の経営規模拡大が実現しているが、圃場の集約が困難であり、分散錯圃になっている場合が多い。圃場が広域に分散することが水管理の労働生産性を低下させ、さらなる集積の障害となっている場合が多い。近年は、遠隔操作装置を利用して水田水管理をリモート化することが可能である。しかし、遠隔操作装置は未だ高価であるため、すべての圃場、もしくは多数の圃場へ導入するのは困難である。そこで本研究では、水田水管理における遠隔操作装置の最適な導入法を提案する手法の確立を目指し、遠隔操作装置を導入した場合の理論上の労力削減量を計算するモデルを開発した。このモデルを実際の対象農家の圃場分布に適用し、妥当な計算結果が得られるかどうかを検証した。また、その際の水管理労力の削減量を評価した。

2. 方法

2.1 対象農家 千葉県栄町の稲作専業農家を対象農家とした。対象農家が耕作する56区画の圃場の位置を聞き取って地図上で把握し、各圃場の中心点の経緯度を求めて全圃場の座標を決定した。対象農家の耕作圃場の分布を図1に示す。

2.2 巡回経路による労力の評価 水田の水管理時間は、耕作している圃場間を移動する巡回時間、圃場確認時間、作業時間の3つの和である。圃場確認時間と作業時間の総和は、平均圃場面積等によって若干変化するが、ほぼ圃場数によって決まる。そこで本研究では、労力量は巡回経路長に比例すると仮定した。

2.3 圃場塊 図2に本モデルの概要を示す。図1に示すように、圃場は広域に分散していても、実際には複数の圃場が近接して圃場塊を形成している箇所が多く、このような圃場塊の一部に遠隔操作装置を導入しても、全体的な巡回経路は変化しない。したがって、まず与えられた全圃場から圃場塊を形成している圃場を遠隔操作装置導入に適さない点として除く処理を行った。この処理を機械的に行うためにDBSCAN算法を用いた。DBSCAN算法は、平面上に分布する多数の点の集合から幾何学的に塊を判別する算法である。圃場塊と見做す圃場間の最大距離をパラメータとして与え、塊と判別された圃場を圃場塊として扱った。圃場塊の重心を、その圃場塊を表す代表点として選択した。

2.4 TSP 次に、巡回セールスマン問題(TSP)での算法を用いるため、2つの区画の全ての組み合わせについて、区画間の実際の道路に沿った距離を、地図上で読み取った。ただし、明らかに遠く離れている組み合わせについてはダミー数値を当てた。このデータを用い

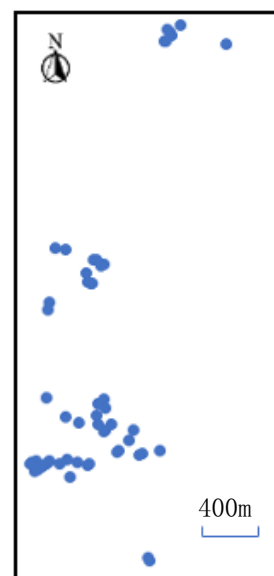


図1 圃場分布
Field plot distribution

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, **岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University, ***近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kindai University キーワード: 水田灌漑 巡回セールスマン問題 土地利用計画

て、TSP での算法を用いて、幾何学的に最短巡回経路を探索した。TSP での算法として、2-optimization 算法と Simulated Annealing 算法を採用した。まず、圃場塊を代表点で代表させ、全圃場を巡回するときの最短巡回経路長を S とした。遠隔操作装置を n 区画へ導入すると仮定した場合には、導入に適する圃場から n 個の圃場を選択して除外し、残りの圃場を巡回する最短巡回経路長 S_n を TSP で求めた。この場合の労力削減量を $(S-S_n)$ で評価した。各計算では初期点をランダムに変えて TSP の計算を 20 回繰り返し、その中から最短の巡回経路を選択した。

3. 結果および考察

遠隔操作装置を導入する区画数を 1～5 に変化させた場合 (Case1～Case5) の、本モデルで選ばれた導入に適した圃場の位置と労力削減量 (最短巡回経路長の減分) を、図 3 に示す。2つの TSP の算法で、計算結果の違いはあったが、同じ圃場が選ばれた。遠隔地にある孤立した圃場が選ばれており、実際の農家の感覚と一致していた。また、Case2 では、遠隔地にある近接した 2つの圃場が選ばれており、妥当な結果が得られた。本モデルによって、各圃場の位置と圃場間距離のデータから、客観的に最適な導入区画を選択できることが示された。Case3～Case5 では、遠隔操作装置を導入する区画を 1 区画ずつ増やした時の労力削減量の増分は、次第に小さくなっていった。

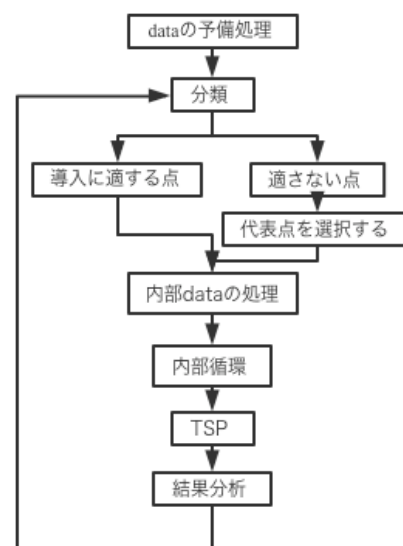


図 2 モデルの概要
Outline of the model

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
遠隔操作装置を導入する区画数	1	2	3	4	5
圃場番号	0	54, 55	0, 54, 55	0, 29, 54, 55	0, 29, 30, 54, 55
労力削減量 (2-opt 算法) (m)	790	1810	2480	3084	3634
労力削減量 (SA 算法) (m)	1600	2200	3040	3660	4160

● : 圃場 ■ : 圃場塊 ▲ : 遠隔操作装置を導入する圃場

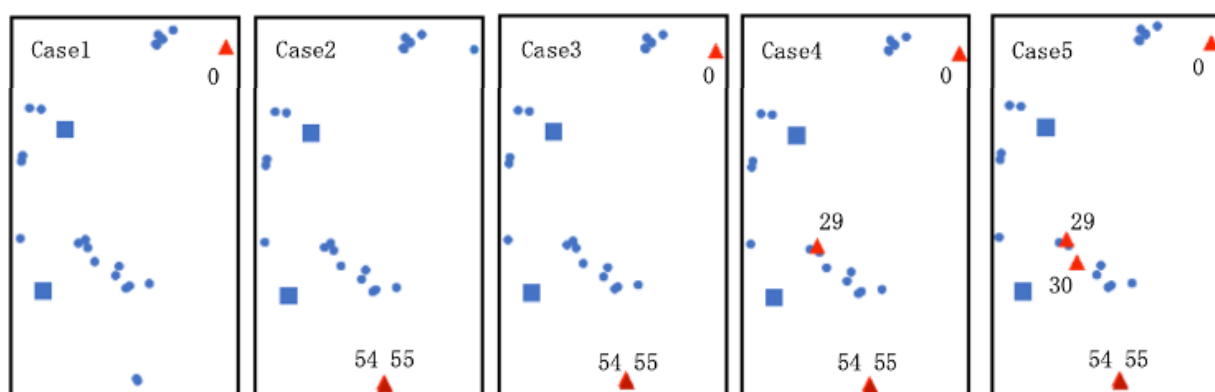


図 3 モデルによる予測結果 Predicted results by model

今後は、他の農家の圃場に対して本モデルを適用し、圃場分散状況の違いによるモデルの挙動の変化を分析する必要がある。また、このような計算にさまざまな TSP 算法を用いる際の各算法の長所短所について検討する必要がある。