

大規模稲作農家での水田水管理におけるスマート水管理機器の最適導入法 Optimal Selection of Paddy Field Plots to Install Smart Irrigation Apparatus for Labor Reduction in Large-Scale Rice Cultivation

○田潤澤* 飯田俊彰** 高木強治* 木村匡臣*** 久保成隆*

Runze TIAN, Toshiaki IIDA, Kyoji TAKAKI, Masaomi KIMURA, Naritaka KUBO

1. はじめに

現日本の農業経営は、水田稲作を中心に展開され、零細分散錯圃制という歴史的な基盤の上で運営されている。しかし、これは農業の近代化・合理化を妨げる要因ともなる。今後の持続的な農業の発展のためには、経営規模の拡大と共に、営農者の労力を削減することが重要である。営農者の労力削減のために、ロボットやAIなどの先進技術を活用したスマート農業の開発・普及が進んでいる。その実用化に向けた実証試験も各地で進行中である。しかしながら、スマート水管理機器を最大限に活用するためには、導入による労力削減量を正確に把握・計算し、それに基づく導入方針を策定することが必要と考えられる。

そこで本研究では、研究対象農家において取得した記録データに基づき、水田経営にスマート水管理機器を導入した際の農家の最短巡回経路の変化の特性を明らかにし、導入区画の最適な選定法を確立した。さらに、確立した選定法に基づき、スマート水管理機器の導入に関する費用便益の推定法を開発した。

2. 方法

2.1 対象農家における現地観測

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区画の位置を聞き取って地図上で把握し、各区画の中心点の経緯度を求めて全区画の座標を決定した。対象農家の耕作区画の分布を図1に示す。

2.2 最適な導入区画の選定法の確立

観測データ（水田の位置情報と作業路線）に基づいて、TSPアルゴリズムを応用し、最適な導入区画の選定法を構築した。融合された2-opt+SA法を採用し、両者の長所を取り入れつつ、短所を補うことで、より正確で効率的な最適解を求めることを目指す。また、区画数やスマート水管理機器を導入する区画数に応じて、TSPアルゴリズムにおける可能な選択経路は指数関数的に増える。この組合せ爆発を回避するために、DBSCAN 算法によって、全区画から区画塊を形成している区画をスマート水管理機器導入に適さない点として除く処理を行いました。

2.3 費用便益の推定法の構築

現地での観測データ（圃場での作業内容と路線、時刻）を基に、農家の1年間の巡回パターンを把握した。また、TSPアルゴリズムに基づく最適な導入区画の選定法と組み合わせる

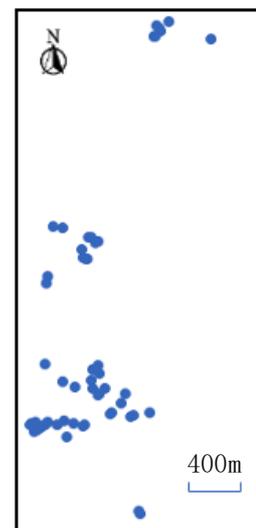


図1 区画分布
Field plot distribution

*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 スマート農業

ことにより、スマート水管理機器の導入に関する費用便益の推定法を構築し、さらに、計算精度や他地域への適用性の評価、感度分析を実施した。

3. 結果および考察

スマート水管理機器を導入する区画数を1~20に変化させた場合の、本選定法で得られた労力削減量（最短巡回経路長の減分）を図2に示す。さらに、導入前の全区画の最短巡回経路長をS、スマート水管理機器をn区画に導入した際の最短巡回経路長の減少分を S_n と定義すると、 S_n/S は労力削減率を表す。この労力削減率は図3に示す。

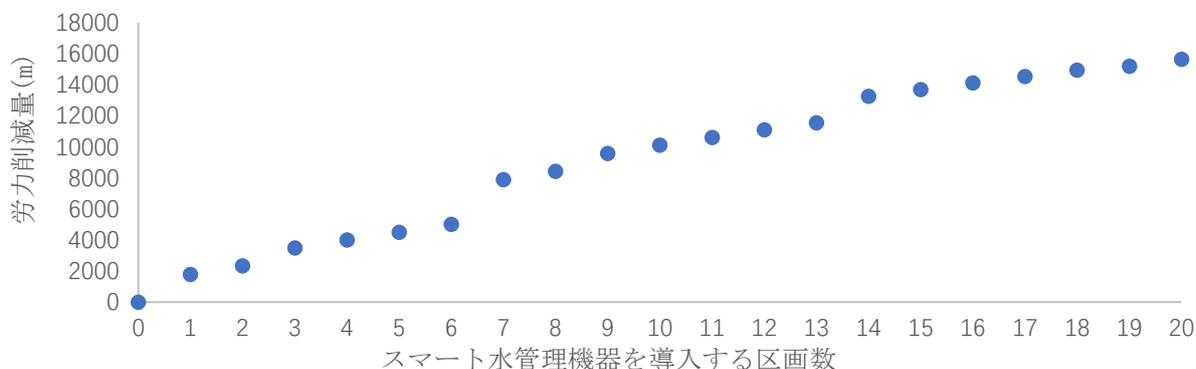


図2 選定法による計算結果 Calculation results by selection method

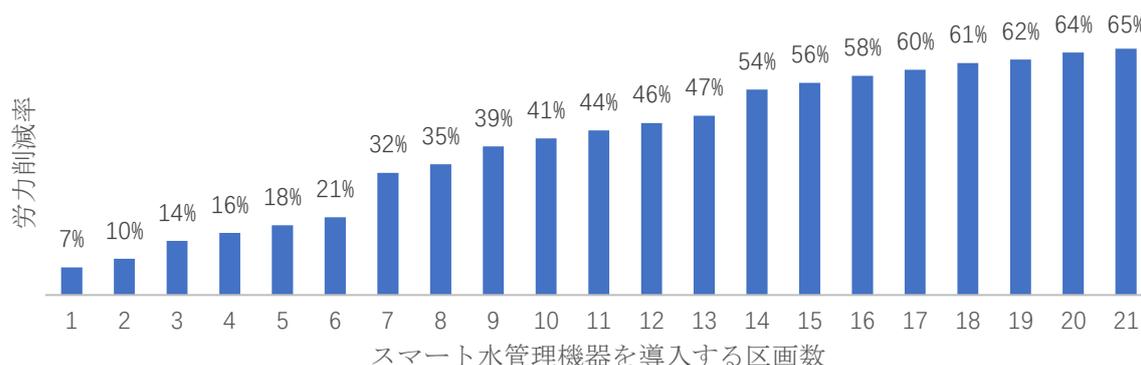


図3 労力削減率 Labor reduction rate

スマート水管理機器の導入区画数が増加することで、労力削減量は顕著に増加することが示した。これは、より多くの機器を導入することで、労力削減効果が増大することを示唆する。

一部の特定の区画数において、労力削減量の増加が特に顕著であることが示した。例えば、7台および8台の機器を導入した場合、労力削減量はそれぞれ7,890mおよび8,440mに達し、6台の機器を導入した場合の5,010mと比較して大幅に増加している。同様の傾向が、13台および14台の機器を導入した場合にも観察された。

機器の導入数が一定のレベルに達すると、労力削減量の増加速度が緩やかになることが確認された。これは、装置のコスト対効果を最適化するために、農家は導入装置の数を慎重に検討する必要があることを示す。

4. おわりに

本研究では、水田稲作農家がスマート水管理機器を導入する際に最適な導入区画を客観的に選択する手法を示し、それを用いて労力削減量の定量的評価ができることを示した。実際の水田稲作農家がスマート水管理機器の導入を検討する際の有用なツールとして利用できるものと思われる。