

## 労力削減のためにスマート水管理機器を導入する水田区画の最適な選定に関する研究 Optimal selection of paddy field plots to install smart irrigation apparatus for labor reduction

○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

現在、日本の水田稲作では圃場集積により担い手の経営規模拡大が進められているが、区画の集約が困難であり、分散錯圃になっている場合が多い。区画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もなっている。近年は、湛水深遠隔監視装置や遠隔操作型給水栓といったスマート水管理機器を利用した水管理の省力化が可能であるが、スマート水管理機器は未だ高価なため多数の区画へ導入するのは非現実的である。少数台のスマート水管理機器を導入する場合であっても、最適な導入区画の選定法や導入した場合の労力削減量の定量的評価法が確立しておらず、これらがスマート水管理機器の普及の障害となっている。そこで本研究では、スマート水管理機器の効用を最大化するために、導入する水田区画の最適な選定法の確立を目的とした。さらに、得られた選定法を実際の水田稲作農家に適用し、スマート水管理機器の導入による労力削減量を客観的に評価した。

### 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 巡回経路による労力の評価** 水田の水管理時間は、耕作している区画間を移動する巡回時間、区画確認時間、作業時間の 3 つの和である。区画確認時間と作業時間はほぼ区画数によって決まる。スマート水管理機器を導入した場合の水管理時間の減少分は、主に巡回時間で決まる。また、巡回時間は巡回経路長から推定できる。そこで、本研究では、スマート水管理機器を導入した場合の労力削減効果を巡回経路長の減少分で評価した。

**2.3 区画塊** 一般に水田区画の分布では複数の区画が近接して区画塊を形成している箇所が多く、このような区画塊の一部にスマート水管理機器を導入しても、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。区画塊と見做す区画間の最大距離をパラメータ ( $\epsilon$ ) として与え、塊と判別された区画を区画塊として扱った。

**2.4 TSP** 次に、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。このデータを用いて、TSP 算法に

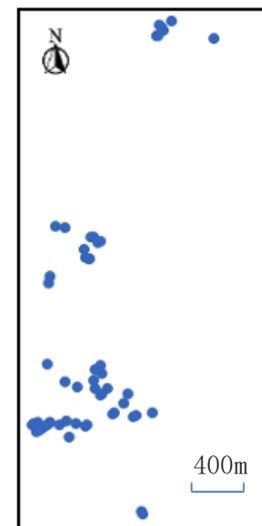


図 1 区画分布  
Field plot distribution

\*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: 水田灌溉 巡回セールスマン問題 土地利用計画 ICT

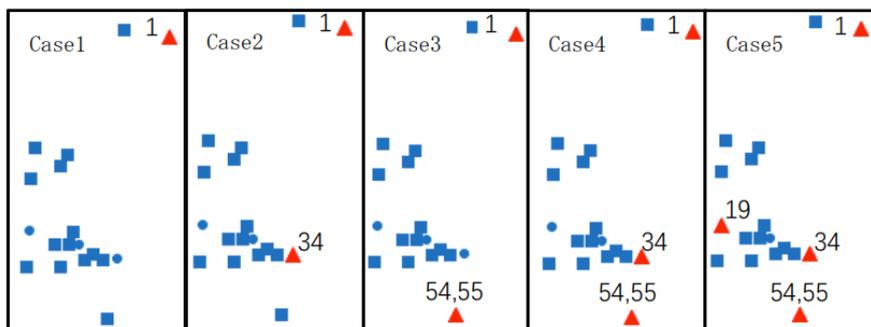
より幾何学的に最短巡回経路を探索した。TSP 算法として、2-opt 法の最適解への近似解収束速度、また SA 法の局所最適解から脱出する特性を期待して、両者を融合した 2-opt+SA 法を採用した。

**2.5 最適な区画の推定法** まず、区画塊を代表区画で代表させ、全区画を巡回するときの最短巡回経路長  $S$  を TSP で求めた。次に、スマート水管理機器を導入した区画は巡回する必要が無いとし、 $n$  台導入した際に残りの区画を巡回する最短巡回経路長  $S_n$  を求め、労力削減量を  $(S-S_n)$  で評価した。 $n$  台導入でのすべての組合せについて計算し、 $(S-S_n)$  が最大となる組合せを導入に最適な区画として選定した。

**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 1~5 に変化させた場合 (Case1~Case5) の、本選定法で選ばれた導入に適した区画の位置と労力削減量 (最短巡回経路長の減分) を図 2 に示す。遠隔地にある孤立した区画が選ばれており、実際の農家の感覚と一致していた。また、Case3 では、遠隔地にある近接した 2 つの区画が選ばれており、妥当な結果が得られた。本選定法によって、各区画の平面上での位置と区画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。

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
スマート水管理機器を導入する区画数	1	2	3	4	5
区画番号	1	1, 34	1, 54, 55	1, 34, 54, 55	1, 19, 34, 54, 55
労力削減量(m)	1790	2340	3490	3990	4170



●: 区画 ■: 区画塊 ▲: スマート水管理機器を導入する区画

図 2 モデルによる予測結果 Predicted results by model

スマート水管理機器を導入する台数が増加すると労力削減量は増加するが、導入コストを考えると 1 台当り労力削減量が意味を持つ。図 3 に 1 台当り労力削減量を示す。1 台当り労力削減量は最初に 1 台導入した場合が最も大きく、2 台以上では台数が増えるとともに次第に小さくなった。

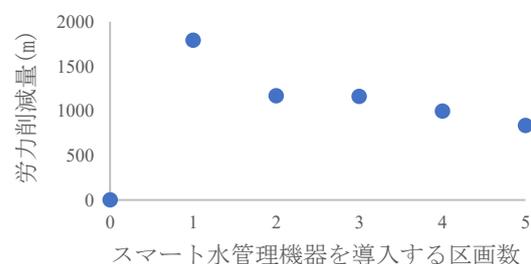


図 3 1 台当り労力削減量(m)  
Average labor reduction

**4. おわりに**

本研究では、水田稲作農家が少数台の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。