

補助事業番号 2019M-169
補助事業名 2019年度 棚田保全に繋がるGPSガイダンスシステム搭載多機能乗用型
一輪田植機の開発 補助事業
補助事業者名 国立大学法人福島大学食農学類 准教授 窪田 陽介

1 研究の概要

現在、日本の農業現場では、農業従事者の減少・高齢化の進行等による労働力不足が深刻な問題となっており、その煽りを受け耕作放棄地も42.3万haと増加の一途を辿っている（2015年 農林水産省「農林業センサス」より）。その問題解決の鍵とされているのがスマート農業である。スマート農業とは、ロボット技術や情報通信技術などの先端技術を活用して、農作業の省力化や精密化を進める次世代農業とされ、「超省力・大規模生産を実現」、「作物の能力を最大限に発揮」、「きつい作業、危険な作業から解放」、「誰もが取り組みやすい農業を実現」、「消費者・実需者に安心と信頼を提供」の5つの達成目標が目指されている。

このような農業と先端技術の融合によるスマート農業は、北海道や九州などの大規模水田作を主体として進められてきている。しかし、日本の水田の多くは中山間地域に存在し、棚田については水田面積の8%（約22万^{ha}）を占めていることから、これらの地域でも利用可能な農業機械またはスマート技術の開発は、多くの課題を抱えている日本農業において急務と言える。

そこで本研究は、棚田における移植（田植え）作業の軽労化を目的として、市販の歩行型一輪田植機をもとに、乗用型一輪田植機を開発した。開発機にシート、ハンドル、操舵機構を取り付けることで乗用作業を可能とし、走行・植付性能評価試験を福島県内の棚田において2019年、2020年に実施した。また、高精度の位置測位システムによる歩行用田植機の自動走行および水稻育苗箱における精密条播の性能評価にも取り組み、棚田、中山間農業の省力・効率化にも寄与する機械、技術開発を行った。

2 研究の目的と背景

棚田は、山の斜面や谷間の傾斜地に階段状に作られており、その美しい景観から「日本のピラミッド」といわれる上、水源涵養、土壌保全、地滑り防止などの環境保全といった多面的機能を有している。しかし、棚田は厳しい地形条件であるため、農業従事者に課せられる労働負担は大きく、生産性も低いことから平坦地の水田と比較すると「労力は2倍、収量は半分」とされ、農業従事者の高齢化などの問題も相まって、全国的に棚田は減少の一途を辿っている。近年では、棚田の耕作放棄による土砂崩れ、景観劣化が問題となり、棚田の持つ多面的機能の重要性が広く認識されるようになった。このような現状から棚田保全のために、保存基金の設立や付加価値米の生産販売、棚田オーナー制度の導入などの方策が各地域で実施されている。一方、大型農業機械導入が難しい棚田では、小型機械もしくは手作業での過酷な作業を強いられる現状から、棚田における労力低減や効率化に繋がる技術および機械開

発が求められている。

そこで本研究では、棚田における移植作業の軽労化を目的として、GPSガイダンスシステムを利用可能な乗用型一輪田植機を開発する。また、棚田における移植作業の省力、効率化を目指して、歩行用田植機の自動走行および水稲育苗箱における精密条播の性能評価にも取り組むこととする。

3 研究内容

歩行型一輪田植機は、走行時のフロートのフィードバックにより、油圧制御が働く特性を有しているため、乗用化した場合も植え付け姿勢が一定に保たれる。この特性を利用し、本研究では、歩行型一輪田植機SPW-28C（クボタ社製）をもとに、乗用型一輪田植機を開発した（図1）。まず、シート、ハンドルの取り付け位置、ハンドルによる操作方法を検討し、部品の機械加工などを行い、組み立て作業を行った。操舵機構は、最下部にフロートを取り付けたステアリング軸の回転による操舵方式を採用した。

走行・植付性能評価試験は、福島県二本松市太田布沢の棚田（図2）において2019年、2020年に実施し、ほ場作業効率やスリップ率などの走行性能、植付深さ、欠株、株間、株数などの植付性能、作業者の心拍数などの作業負荷について、測定・評価を行った（図3）。その結果、歩行田植機と同等の走行性能と乗用化による労力低減が確認された。



図1 乗用一輪田植機

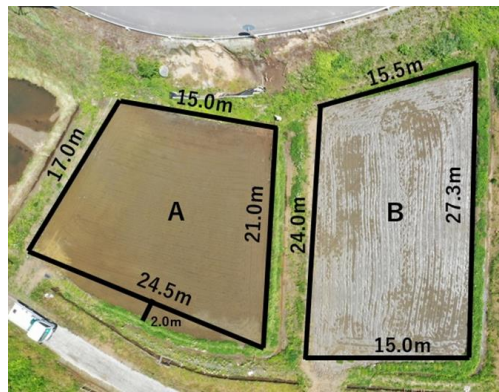


図2 試験ほ場

歩行用田植機の自動走行については、RTK-GNSSにより位置情報を測位し、マイコンでモータを制御することで、直進および旋回走行プログラムを構築した。また、水稲育苗箱における精密条播の性能評価では、播種機HS329Bで26条の条播が行え



図3 走行・植付性能評価試験

るよう播種ガイドを製作し、粒状培土における播種分布を計測した結果、粒状培土および木質マットのいずれの場合も条播によって播種精度が向上することが認められた。

以上のことから、本研究で開発された乗用型一輪田植機および関連技術により、今後の棚田における移植作業の省力・効率化が期待できる。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究で取り組んだ乗用型一輪田植機および自動走行、精密条播技術の開発は、農業従事者の高齢化や担い手、労働力不足等の問題を抱えている棚田、中山間農業における水稻栽培に貢献するものである。まず、機械導入による農作業の省力化・省人化、農業従事者の高齢化に対応した労働負担の軽減に繋がり、棚田保全の方策との連携により棚田の維持、耕作放棄地減少などの効果、生産性の向上が見込め、棚田本来の美しい姿を取り戻すことが期待できる。また、社会全体としても食料の増産や安定供給、農産地での人手不足問題の解決、食料のロス軽減や消費の活性化に繋がるものと期待される。さらに、世界的にも棚田の維持管理は重要であることから棚田を多く保有するインドや中国、インドネシア、タイなどでの乗用型一輪田植機の利用や普及にも期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでに水稻栽培については、防除や管理作業に関わる機械開発、作業評価などを行ってきた。また、自動走行については、民間企業との共同研究で「高精度位置情報システムの検証と無人自律ユニットの製作」(福島県ロボット関連産業基盤強化事業)に取り組むなど、スマート農業の推進に繋がる研究開発を行ってきた。

そのような研究歴を礎として実施した乗用型一輪田植機の開発研究の位置づけとしては、小型 (Small) でスマート (Smart) なロボットが群 (Swarm) で高精度衛星測位技術により自律的に同時・協調作業ができる3S (Small-Smart-Swarm) ロボット農機の開発が中心となり進むとされているスマート農業における機械・ロボット開発の流れに即したものと言える。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- 1) 今垣雄太, 窪田陽介, 庄司浩一: 歩行型二輪田植機における直進及び旋回動作の自動化, 関西農業食料工学会第145回例会, B-09, オンライン発表
- 2) 川端孝典, 焼山博次, Rakoto Malala Andoniaina, 窪田陽介, 庄司浩一: 水稻育苗箱における精密条播の性能評価, 関西農業食料工学会第145回例会, A-16, オンライン発表
- 3) 窪田陽介, 庄司浩一, 村山知彦, 渡邊芳倫, 焼山博次: 歩行型1輪2条田植機の乗用化への改良および走行・植付性能評価, 農作業研究, 第56巻 (1), p p 72~73.
- 4) イノベーション・ジャパン2019「大学組織展示」において, 機械, ポスター, 動画を展示

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

乗用型一輪田植機 2台, PR用イラスト袋 100袋



(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

イノベーション・ジャパン2019「大学組織展示」ポスター

GPSガイダンスシステム搭載
多機能乗用型一輪田植機の開発

福島大学
食農学類 食農研究センター
(担当: 窪田 陽介 氏)

研究の概要

多機能乗用型一輪田植機

- ✓ 地形条件に関わらず棚田への搬入と田植作業を実施可能
- ✓ 軽量、小型で耕地面積が小さい棚田に適する設計
- ✓ 適切な走行経路の誘導、作業履歴の記録を実現

研究体制

福島大学 棚田現地試験・計測
神戸大学 試作機設計・開発

研究計画

歩行型田植機SPW-280をベースに試作機設計

乗用田植機の検討・実装
乗用位置、ステアリング方式、車体の軽量化など

歩行型田植機の検討・実装
作業履の昇降機構、車体バランスなど

現地試験(福島県内棚田)

- 環境測定(土壌温度、地表温度、湿度)
- 走行試験、耕作性能試験、労力低減調査

期待される効果

社会的評価: 国土劣化予防の観点から、棚田保全を主眼に現場社会と国民的コンセンサスが得られる。

学術的評価: 棚田が新たな食糧生産と環境保全の健全化に寄与できる。

事業的評価: 棚田は、世界的にもその維持管理は至重であり、棚田保全に繋がる多機能乗用型一輪田植機の開発は必要不可欠な課題であることから、農研機構企業と共に取り組む意義をもちます。

この研究は、農研機構の補助を受けて実施しています(2019年~2020年)。

共同開発者: 福島大学研究開発部
Shimada@agri.fukushima-u.ac.jp 0249-549-5248



8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 国立大学法人福島大学 食農学類 (シヨクノウガクルイ)

住所: 〒960-1296

福島県福島市金谷川1番地

担当者: 准教授 窪田 陽介 (クボタ ヨウスケ)

担当部署: 食農学類 (シヨクノウガクルイ)

E-mail: ykubota@agri.fukushima-u.ac.jp

URL: <http://www.agri.fukushima-u.ac.jp/education/production.html>