

# 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

Development of multi-function riding-type one-wheel rice transplanter with GPS guidance system.

代表者 食農学類 准教授 窪田 陽介

### 1. 研究背景および目的

棚田とは、山の斜面や谷間の傾斜地に階段状につくられた水田のことをいい、日本の全水田面積である約 250 万 $\text{ha}$ のうち約 22 万 $\text{ha}$  (8%) が棚田であるといわれている。日本において棚田はほぼ全国に存在しており、その 2/3 が西日本に集中している。また、棚田はその美しい景観から「日本のピラミッド」ともいわれており、教育や国土保全といった多面的機能を有することから、棚田保全の活動における副次的効果として活かされる。しかし棚田の現状として危惧されているのが耕作放棄である。棚田は平坦地の水田に比べて「労力は 2 倍、収量は半分」といわれており、この理由として棚田の特徴的な地形が挙げられる。棚田における移植作業では、大型農業機械導入が困難であるため、一般的に歩行型田植機もしくは手植えで実施されているが、泥の中での歩行は非常に労力が掛かるため、その労力低減に繋がる技術開発が必要とされている。

そこで本研究では、棚田における移植作業の省力、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製作し、福島県二本松市の棚田にて性能評価試験を実施した。

### 2. 供試機および試験方法

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) をベース機として、乗用型一輪田植機を製作した (図 1)。試作機の製作では、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、必要なパーツを調達、部品の機械加工などを行い、組み立て作業を行った。走行時のかじ取りについて、船舵のように板がついたフロートを最下部につけ、ステアリング軸を軸方向に回転させることで機体を左右に進ませる

ことができるように改良した。また、転倒防止のために左右に 1 つずつサイドフロートを追加した。



図 1 乗用型一輪田植機

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において 2019 年、2020 年に実施した (図 2)。2019 年の試験は A 圃場にて、歩行時および乗用時 (以下、歩行、乗用とする) の田植機による移植作業中の 5.5m 間におけるスリップ率、植付深さ、圃場作業効率および作業者の心拍数を測定した。2020 年は A および B 圃場にて、植付深さ、欠株、株間、条間、株数、穂数、草丈について測定した。

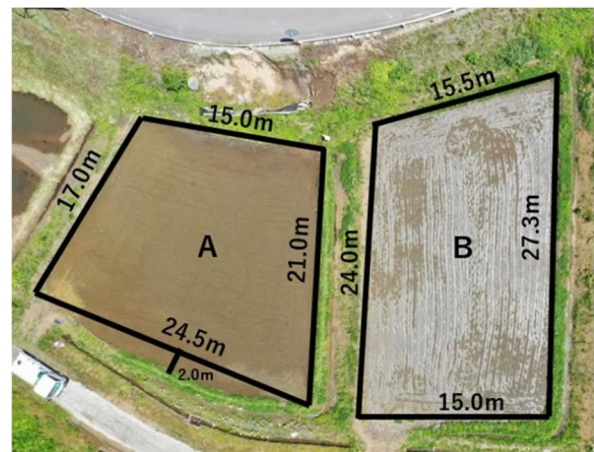


図 2 試験圃場 (二本松市太田布沢)

### 3. 試験結果

#### 走行・移植評価試験の結果

スリップ率および圃場作業効率は、歩行区、乗用区ともに適正範囲内に納まった(表 1)。株間については、歩行区、乗用区ともに 24cm 程度で大きな差は確認されなかったが、条間では、歩行区が平均 27.2cm (SD 3.0)、乗用区で平均 29.7cm (SD 5.2) となり、乗用区での条間のバラつきが顕著であることが確認された(表 2)。植付深さは、2019 年の試験では歩行区 4.0cm、乗用区 3.7~5.0cm と全体的に深めとなり、2020 年では、乗用区において 4.7cm と植付深さが増大した。これは、作業員から機体への加重による影響と考えられ、年次差については、作業員の交代によると推測される。これに伴い、乗用区の面積当たりの穂数が歩行区よりも 10% 程度減少したと考えられる。欠株率については、各区 75 株について調査した結果、歩行区で 4.9%、乗用区で 5.8%であった。

表 1 走行評価試験の結果 (2019 年)

	歩行	乗用 1 回	乗用 2 回	乗用 3 回
スリップ率 (%)	7.5	7.5	7.5	5.8
圃場作業効率 (%)	56	58	56	54

表 2 植付性能評価試験の結果 (2020 年)

サンプル数 : 12	歩行区	乗用区
株間 (cm)	24.4 (SD 3.0)	24.0 (SD 2.9)
条間 (cm)	27.2 (SD 3.0)	29.7 (SD 5.2)
植付深さ (cm)	3.6 (SD 0.4)	4.7 (SD 0.3)
草丈 (cm)	120.3 (SD 1.6)	120.1 (SD 1.1)
穂数 (穂数/m <sup>2</sup> )	277.0 (SD 25.7)	252.2 (SD 28.4)
欠株率 (%)	4.9	5.8

#### ② オペレータの作業負担計測の結果

本研究では、オペレータの作業負担を計測するために、スマートウォッチ V800(Polar 社製)を用いて、オペレータの心拍数を計測した。その結果、歩行区は時間が経つにつれて、オペレータの心拍数が増大することが確認された(図 3)。これは水田ではオペレータの足元に泥が絡むことで、通常より歩行が困難となることが一つの要因として考えられる。また、田植機を旋回させる作業についてもオペレータに大きな身体的負担を強いていると推測される。それに対し乗用区はある程度でオペレータの心拍数が安定していることが確認された。また、歩行および乗用区におけるオペレータの心拍数差を回帰分析したところ、すべての回帰係数の有意性が示された。

以上、オペレータの作業負担は、乗用区の作業員心拍数に対して、歩行区は最大心拍数が 144bpm と高い値を示していることから、歩行の負担は顕著であり乗用化による労力低減が本試験により確認された。

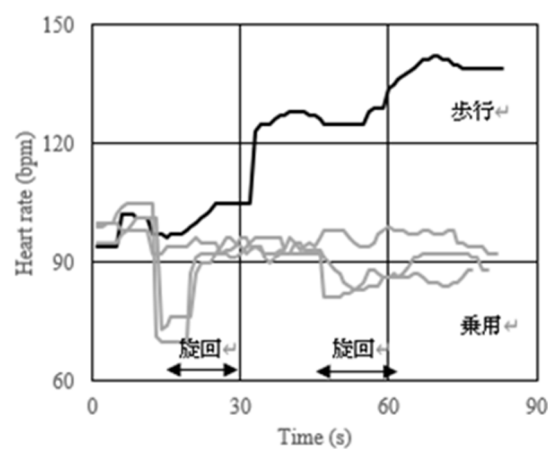


図 3 オペレータの心拍数変動

### 4. まとめ

本研究において、乗用型一輪田植機の開発を行い、棚田での走行・植付性能評価試験等を行った。その結果、走行性能は歩行と乗用で大きな性能の差はなく、オペレータの労力の低減に繋がることが確認された。このことから、本研究の成果により、今後の棚田における移植作業の省力・効率化に繋がる可能性が示唆された。

また、本研究で取り組んだ乗用型一輪田植機の開発は、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

における水稲栽培に貢献することが期待されるものである。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。さらには、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. 本研究における成果物

### 乗用型一輪田植機 2台



### ② PR用イラスト袋 100袋



## 謝辞

本研究は、公益財団法人 JKA 財団の助成を受け、神戸大学大学院農学研究科生物生産機械工学研究室との共同研究により実施した。

## 引用文献

- 1) Ai, F. 2007. Construction and Use of Agricultural Machinery. Tokyo, Japan: Rural Culture Association Japan: 131-157
- 2) Asakawa, M. (Edited) 1987. Farm Work Test Methods. Tokyo, Japan: Japan Agricultural Technology Association: 170-182
- 3) Kanno, S. (Edited) 1999. Farm Work Research. Tokyo, Japan: Association of Agriculture and Forestry Statistics: 36-40
- 4) Nakashima, M. 1996. Conservation of Terraced Paddy Fields. Journal of Geography. 105(5): 547-568
- 5) NPO Tanada Network. What are terraced rice fields.  
<https://tanada.or.jp/tanadadate/whatstanada/>
- 6) NPO Tanada Network. Function of terraced fields.  
<https://tanada.or.jp/tanadadate/function/>
- 7) Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. On the Promotion of the Terraced Area.  
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/tanada/tanada.html>
- 8) NPO Tanada Network. Abandoned terraced fields.  
<https://tanada.or.jp/conservation/abandonment/>