

# 環境にやさしい水田用自律型中耕除草機の開発

機械システム課 上野 実、石黒智明\*1、金森直希、羽柴利直

農林水産総合技術センター 農業研究所 吉田 稔、高橋 渉\*2、長岡 令、板谷恭兵

富山高等専門学校 金子慎一郎、高田英治、林 宏樹

## 1. 緒言

水田の除草対策には、一般的に除草剤が使用されているが、食の安全・安心や環境に優しい農業への消費者の関心の高まりから、できる限り農薬を使用しない農業の実践が求められている。一方、土壌を浅く耕すことにより雑草を取り除く中耕除草機は、手押し式から乗用タイプまで複数販売されているが、いずれも作業時に人手が必要であり、旋回時に苗を踏み潰して傷めることや、一定期間ごとに繰り返し実施しなければならないため普及していない。このため、苗の列をカメラで認識しながら自律的に列に沿って走行ながら突起のある車輪で効率的に中耕除草を行い、水田の端では旋回せずに苗への損傷を最小限に抑えながら真横に平行移動し、人手を必要とせず一枚の水田の隅々まで除草作業を連続的に実施できる自律型中耕除草機の開発を目指した。

## 2. 除草機の改良・試作、除草効果の確認

### 2.1 プロトタイプ1号機の改良

圃場内において苗をまたぎながら走行し、車輪にらせん状の突起をもつアルキメデススクリュで土壌表面を掻き取り、浅く耕すことで雑草の抜き取りや埋め込みを行うほか、土壌表面の攪拌により田水を濁らせ、雑草の育成を阻害する自律型中耕除草機の開発をこれまで進めてきた。前年度は、プロトタイプ(1号機)の車輪を大径化し、フロートを装着することにより、圃場内で走行(除草)できることを確認していたが、十分な走行性能は得られなかった。このため、熱溶解積層型の3Dプリン

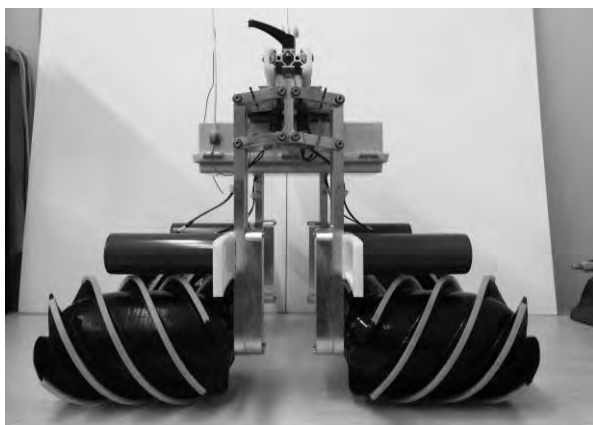


図1 プロトタイプ(1号機)

タを用い車輪径を大型化するとともに、車輪の突起の高さやピッチを改良するとともに、駆動系の改良により伝達トルクを向上させ、走行性能の向上を図った(図1)。農業研究所の圃場において、実際に走行試験を行ったところ、田植後の比較的土壌が落ち着いた水田内であれば、フロートがなくても真横への平行移動を含め安定した走行が可能となった。しかし、構造上、車輪径に限界があり、土壌やその状態によっては駆動トルクが足りないことが判明した。

### 2.2 除草性能の確認

本方式による中耕除草効果を確認するため、プロトタイプ(1号機)の除草機を用い、農業研究所において、実際に苗が植えられた圃場内で、継続的な除草効果確認試験を行った。本除草機の走行により、若齢の雑草は車輪通過により抜き取り・埋め込みがおこなわれ除草効果が認められた(図3)。しかし、移植後24日と30日の2回の走行(除草)では、無除草区と比べ雑草量は半減したものの、収穫量は大きく減収し、十分な除草効果が得られなかった。一方、組み合わせを変え約1週間おきに4回の走行(除草)を行ったところ、走行(除草)回数が多いほど除草効果は大きく、4回の走行(除草)で無除草区と比べ、雑草量を12%に抑制できた。

### 2.3 プロトタイプ2号機の開発

プロトタイプ(1号機)においては、構造上、車輪径に限界があり、代掻き直後や、水はけの悪い圃場においては、



図2 プロトタイプ(2号機)

\*1 現 中央研究所 \*2 現 広域普及指導センター



未除草エリア 除草後エリア

図3 圃場での除草試験

車輪の沈み込みや雑草の車輪軸部への巻き込みなどが発生し、走行できなくなる事象が確認されている。また、安定的に走行できない場合、自律制御において、機体が十分に反応せず、苗列に追従走行できない恐れがある。このため、走行性能のさらなる安定化を目標に、車輪径をφ180mmにサイズアップをおこない接地圧の低減と浮力を向上させるとともに、機体の剛性、駆動トルクを向上させた、試作除草機（プロトタイプ2号機）を新規に設計・製作した(図2)。プロトタイプ(1号機)とプロトタイプ(2号機)の仕様を表1に示す。

表1 プロトタイプ仕様

	プロトタイプ1号機	プロトタイプ2号機
サイズ(W×L×H:mm)	535×490×405	520×540×350
重量(kg)	約7.4	約9.0
車輪径(mm)	φ130~140	φ180
車輪幅(mm)	200	205
ホイールベース(mm)	280~440可変	360

自律制御コントローラ部は除く

## 2.4 自律走行制御

人手を必要としない自律除草走行をめざし、機体前後のカメラで取り込んだ画像から、苗列を認識するアルゴ

キーワード：水田、防除草、アルキメデススクリュ、自律制御

## Development of an Autonomous Intertillage Weeding Robot for Eco Paddy Fields

Mechanical System Section; UENO Minoru and ISHIKURO Tomoaki, KANAMORI Naoki, Hashiba Toshinao Agricultural Research Institute; YOSHIDA Minoru and TAKAHASHI Wataru, NAGAOKA Rei, ITAYA Kyohei National Institute of Technology, Toyama College; KANEKO Shin-ichiro and TAKADA Eiji, HAYASHI Hiroki

We have developed a prototype of an autonomous intertillage weeding robot for paddy field using the Archimedean screw on the wheel. Was allowed to run at a paddy field in the prototype, herbicidal effect was confirmed. And running stability by using a prototype Unit 2, it is planned to carry out the verification of the herbicidal effect.

リズムと制御システムの開発を富山高等専門学校で行った。苗の緑色をHSV色空間において抽出・二値化マスク処理を行い、マスク画像の抽出ピクセルから列ごとの重みづけを行い、苗列を推定した苗列に沿って前後進を行うライントレースモードと、苗列の終端を認識し平行移動モードを交互に切り替えるアルゴリズムとなっている。開発した制御ユニットをプロトタイプ(1号機)に搭載し、実際の圃場において稲刈り後に育つ「ひこばえ」を苗列に横し、走行したところ、苗列追従走行が可能であることを確認できた(図4)。



図5 苗(ひこばえ)列追従走行テスト

## 3.まとめ

改良したプロトタイプ(1号機)を用い、実際の圃場で走行試験したところ、走行性能の向上と除草効果が確認できた。また自律制御についても、日光などの外乱に課題はあるものの追従走行が可能なが確認できた。今後、効果的な除草方法の検証や、プロトタイプ(2号機)の走行実験も含め、フィールド実験を重ね実用性について評価を行う予定である。