

クリーン農業を支援するロボット(アイガモロボット)の 応用技術に関する研究

光井 輝彰 広瀬 貴士* 遠藤 彰将** 鍵谷 俊樹* 大場 伸也*** 稲葉 昭夫

Research on Applied Technologies of Robot “AIGAMO ROBOT” for Clean Agriculture of Paddy Fields

Teruaki MITSUI Takashi HIROSE* Akimasa ENDO**
Toshiki KAGIYA* Shinya OOBA*** Akio INABA

あらまし これまでに、農業分野におけるロボット技術の応用として水田用小型除草ロボット（アイガモロボット）の開発を行ってきた。また、これを利用した水田内除草作業について、圃場実験を通してその有効性を確認しており、昨年度からは県内の3箇所の水稻栽培圃場に試験圃場を広げ、環境の異なる圃場での除草効果や、長期経年的な除草効果について調べている。本報では2年目となる県内3か所の水稻栽培圃場における除草実験の結果と、今年度から新たな試みとして開始したマコモ（水田の転作作物、健康野菜として注目されつつあり、県内では瑞浪市が特産化を図っている）栽培圃場における除草実験の結果について報告する。

キーワード ロボット、除草、クリーン農業、水稻、マコモ

1. はじめに

食の安全や環境に関する意識の高まりの中で、慣行農業において多用されている化学農薬の削減が望まれている。行政でも、環境保全型農業^[1]やぎふクリーン農業^[2]のように、それらの農業を推進する動きを進めており、水稻栽培では有機栽培や減農薬栽培などの安全で環境負荷の少ないクリーンな農業が行われつつある。ここでは、最も多用される農薬である除草剤の使用を抑えるために様々な手法が試みられているが、有効な手段は無く、雑草対策が大きな課題となっている。

本研究では除草剤に代わる新たな除草手段として、水田用除草ロボットの開発を進めており^[3]、今年度は昨年度に引き続き、平野部（岐阜市）、中山間地（中津川市）、高冷地（飛騨市）の環境の異なる県内3箇所の圃場においてロボットの除草効果を調べた。また、昨今注目されつつあるマコモの栽培圃場においてもロボットによる除草実験を行い、その応用性について検討した。

2. ロボットによる水田内除草作業

ロボットによる除草作業は、稲を跨いで水田内を走行するだけである（図1）。除草（抑草）効果は主に以下の

要素から得られる。

- ・クローラによる雑草の踏み潰し
- ・クローラによる表層土壌の攪拌、雑草の掻き出し
- ・土壌攪拌による水中照度の低下の他、濁水中に浮遊する粘土粒子の土壌表面と幼雑草への堆積^[4]

水稻栽培における作業期間は、田植後の苗が活着する約1週間後から、生長して雑草害がほとんど問題にならなくなる約7週間後までの期間とする。

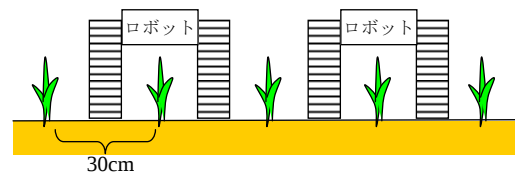


図1 ロボットによる除草作業イメージ

3. 水稻圃場での除草実験

除草実験は、標高、気候、土質や雑草種など各種条件の異なる県内3箇所の圃場で行った。表1に各試験圃場の特徴と実験のスケジュールを示す。

表1 試験圃場と実験スケジュール

場所	岐阜市	中津川市	飛騨市
圃場標高	10m	390m	493m
平均気温	16.2	13.9	11.3
土壌	灰色低地土	多湿黒ボク土	灰色低地土
供試品種	ハツシモ	コシヒカリ	コシヒカリ
施肥	無施用	慣行への字	無施用
試験区総面積	約400㎡	約140㎡	約75㎡
日程	代かき	5/30	5/19
	除草作業期間	6/6～7/25	5/26～7/14
	残草調査日	7/30	7/17

* 岐阜県中山間農業研究所

** 岐阜県東濃地域土岐農業改良普及センター

*** 岐阜大学

3. 1 実験方法と実験の様子

図2に実験で利用した試作ロボットを、表2に緒元を示す。実験ではロボットの操作はラジコンで行い、クローラ走行による除草効果を検証した。3か所の試験区に共通する試験条件として、週3回の往復走行による除草作業を設定した。

実験中のロボットは、圃場の土壌が締まった状態では図3のように安定した姿勢で約50cm/sの速度で走行が可能であったが、代掻き直後の軟弱土壌では、進行方向前方が持ち上がり、走行に苦勞する場面が見られた(図4)。また、岐阜市の試験区では面積を増やしたこともあり、ギアヘッドの損傷が頻発した。そのため、ロボットの軽量化や足回りの再改良が必要である。

3. 2 除草実験の結果

図5, 6に中津川市試験区の除草実験終了時点での圃場の様子を示す。無処理区は水面が見えないほど雑草が繁茂している。ロボット除草区は、無処理区に比較して明らかに雑草が少ないく、残草はクローラベルトで走行出来ない株間(株際)に確認できる程度である。

Length	400mm
Width	400mm
Hight	370mm
Width of Crawler Belt	90mm
Weight	4500g
Motor	380motor
Gear Ratio	59.77
Battery	Ni-HM3300mAh 7.2V

図2 試作ロボット



図3 ロボットによる除草作業



図4 軟弱土壌での走行の様子

図7に各試験圃場の残草調査結果を示す。グラフは残草乾物重の無処理区に対する割合と重量を示す。3か所の試験圃場ともに無処理区と比較して明らかに雑草が減っている。ただし、各試験区間で結果に大きな差があり、岐阜市と飛騨市の残草乾物重は大きな値となった。中津川市と比較すると全体的に雑草の量が多いことから、前作条件の違いによる土壌中の雑草種子量の違い等が影響していると考えられる。

米の収量は、残草乾物重の最も少なかった中津川市で比較したところ、除草剤を使用した試験区の約98%（慣行施肥）と88%（への字施肥）であった。残草のほとんどは株間に集中しており、収量の減少の無い良好な除草効果を得るためには株間の除草性能の向上が課題となる。



図5 無処理区(7/22 中津川 への字施肥)



図6 ロボット除草区(7/22 中津川 への字施肥)

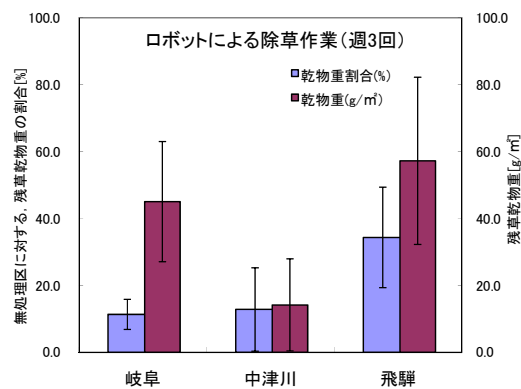


図7 各試験圃場の残草調査結果

4. マコモ圃場での除草実験

マコモは水田の転作作物、健康野菜として近年注目されており、県内では瑞浪市が特産化を図っている。イネ科の大型多年草で、春に株分けした30cm程度の苗が、秋には2メートル以上に育ち、肥大化した株元の新芽（マコモタケ）は食用や薬用として利用されている。ただし、マコモには登録農薬が無いため、現状では手取り除草が基本であり、雑草対策はマコモ栽培における大きな課題となっている。

4. 1 実験方法と実験の様子

マコモの試験圃場を図8に示す。一枚の水田を波板で3区画に仕切り、左手前から順に無処理区、紙マルチ処理区（紙マルチは土壌表面を覆うことで、雑草の生長を抑制する紙。5月21日に設置）、ロボット除草区とした。

実験で使用したロボットは図2のロボットと基本的に同じであるが、水稻圃場のように稲を跨いで走行する必要がないため、ロボットのクローラ間にローラーを取り付け、除草効果の向上を図った（図9）。さらに、図10に示すようにマコモは疎に植ええられるため、条間1.8mと株間1mの間をロボットは自由に走行することができる。そこで、図11のように条間と株間の両方向にロボットを走行させ、ロボット除草区の中で部分的に走行（除草作業）の密度に違いを持たせた。ただし、仕切りを設け

ていないため、土壌攪拌の効果は拡散することになる。

除草作業は5月2日から7月7日までの約2カ月間、週2回の頻度で行った。残草サンプリングは7月11日に行い、調査結果を図11に示す「条間と株間」「株間のみ」「条間のみ」「濁りのみ」の4つの部分毎にまとめた。

4. 2 除草実験の結果

図12に除草作業終了時点の圃場の様子を示す。浮草が多く水中の様子は分からないが、ロボット除草区は水面上に出てくるような雑草は無く、株際まできれいに除草されている。雑草が非常に多い無処理区とは対照的である。紙マルチは苗の移植後の条間に敷いたため、紙マルチで覆われた部分は雑草が無く効果が出ているが、紙マルチで覆えなかった株間の部分で雑草が繁茂している。

図13に残草調査の結果を示す。無処理区と比較してロボット除草区の残草は非常に少ないことが分かる。特に条間と株間を走行した部分にはほとんど雑草が残っておらず、非常に高い除草効果が確認された。



図9 マコモ圃場で使用したロボット



図8 マコモの試験圃場

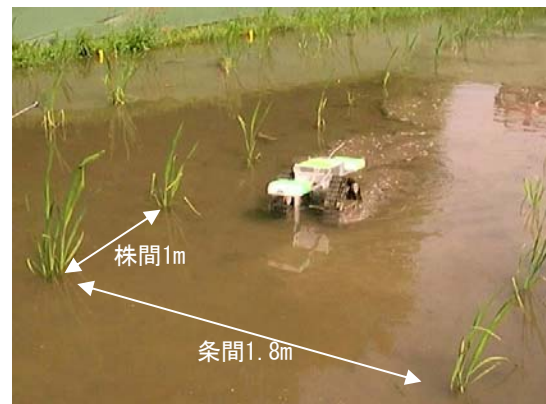


図10 実験の様子

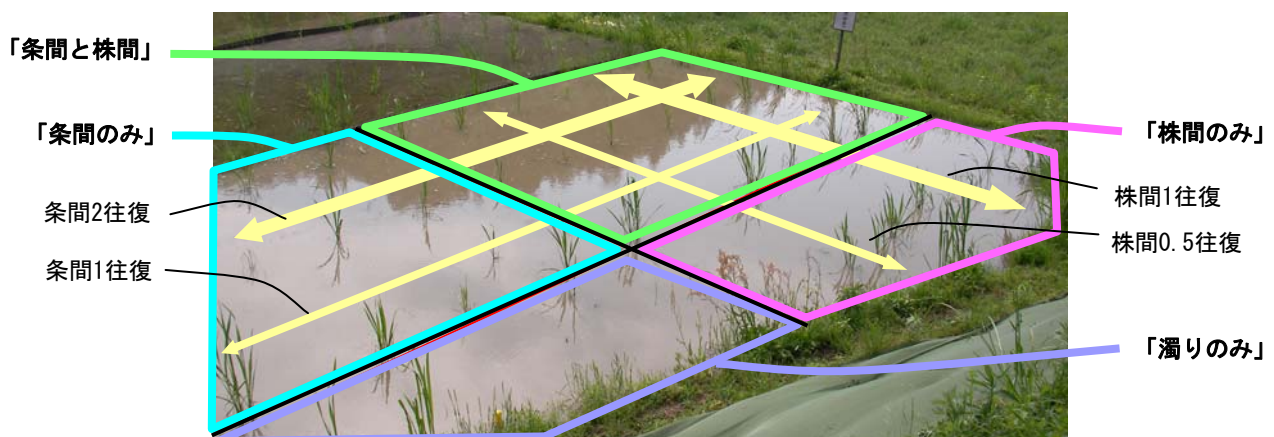


図11 ロボット除草区内での走行方法と区分け



図 1 2 各試験区の状況(7月7日)

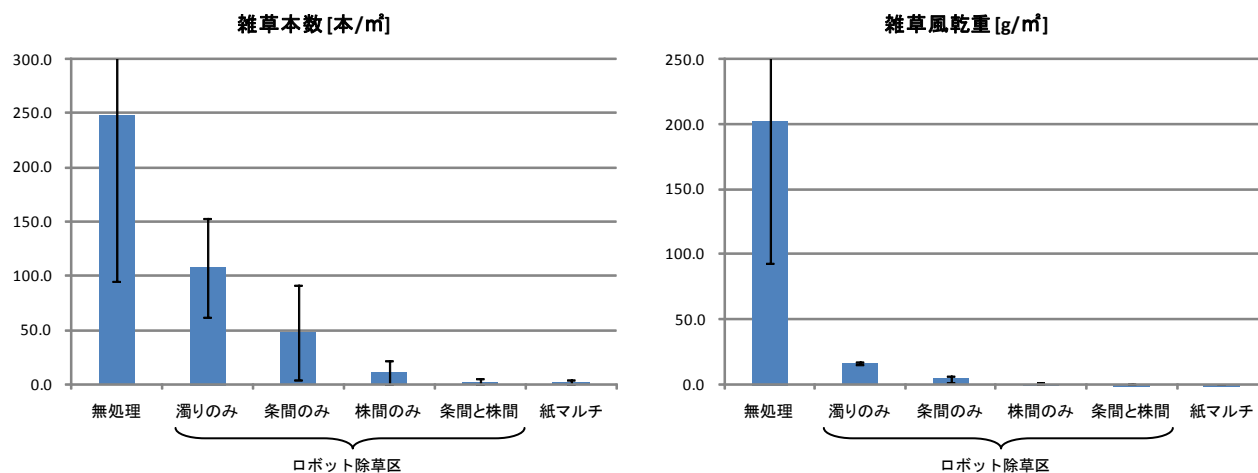


図 1 3 マコモ圃場の残草調査結果

5. まとめ

昨年度に引き続き、県内3か所の水稻栽培圃場において、ロボットの除草作業による雑草量の減少を確認した。ただし、3か所の残草数には大きな開きが見られた。米の収量を確保し、更なる除草効果を得るためには株間(苗際)の除草性能の向上が必要である。

マコモ栽培圃場においては、非常に良好な除草効果が得られた。ロボットは水稻栽培圃場のように稲株を跨ぐ必要が無く、圃場内を自由に苗際まで走行出来ることから、ロボットによる除草作業には水稻以上に適していると考えられる。

今後は、株間除草性能やロボットの走行性能の向上等、ロボットの実用化を目指した研究開発を企業との連携の下で進める予定である。これに関しては、今年度後半より、経済産業省の地域イノベーション創出研究開発事業において実施中である。

文 献

- [1] 農林水産省 環境保全型農業関連情報
http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/
- [2] “ぎふクリーン農業”
<http://www.pref.gifu.lg.jp/pref/s11435/clean/index.html>

- [3] 光井輝彰, 小林孝浩, 鍵谷俊樹, 稲葉昭夫, 大場伸也, “アイガモロボットの開発”, 日本ロボット工業会機関誌, ロボット177号, pp.20-25, 2007
- [4] 福島和敏, 保田謙太郎, 芝山秀次郎 “田面水の攪拌が雑草の発生に及ぼす影響”, 雑草研究, Vol.48 (別), pp224-225, 2003