

水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の開発

－ 現地実証試験2011 －

光井 輝彰 田畑 克彦 藤井 勝敏 横山 哲也 遠藤 善道
吉田 一昭* 遠山 敬司* 神田 秀仁** 広瀬 貴士***

Development of a Small Weeding Robot "AIGAMO ROBOT" for Paddy Fields

- On-the-Spot Practicality Evaluation 2011 -

Teruaki MITSUI Katsuhiko TABATA Katsutoshi FUJII Tetsuya YOKOYAMA Yoshimichi ENDO
Kazuaki YOSHIDA* Keiji TOYAMA* Hidehito KANDA** Takashi HIROSE***

あらまし 農業の分野へロボット技術を応用することで、新たな除草手法を用いた水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の開発を進めてきた。これまでは主に中山間農業研究所や大学の試験圃場で実験を行い、除草効果の検証や自律走行機能を含めたロボットの各種機能について検討を行ってきた。本年度は、農家の現地圃場において実際にシーズンを通したロボットの運用を行い、本除草技術の実用性について検証を行った。

キーワード ロボット, 水田除草, 除草剤削減, 現地実証

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、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。ここでは除草剤についてもその使用を控えるための様々な手法が試みられているが、除草効果や費用、労力の面で課題を残しており、水稻有機栽培では除草作業が直接労働の約3割を占める^[1]ほどである。そこで我々は、新たな水田除草手段として、水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の開発を進めてきた^{[2][3]}。そして、平成22年度からは農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の委託を受け、当該ロボットによる水田除草を実用的な除草技術として確立するための研究開発を開始した。今年度は県内農家の協力を頂き、実際にシーズンを通してロボットを運用し、除草効果やロボットの諸機能について実用性を検証した。

2. 現地実証の概要

協力を依頼した農家には、ロボットの運用や圃場管理について事前に説明を行い、本除草手法に適した現地実証圃場の準備をしていただいた。除草作業開始後は、ロボットの運用からメンテナンス、日々の圃場管理を主体

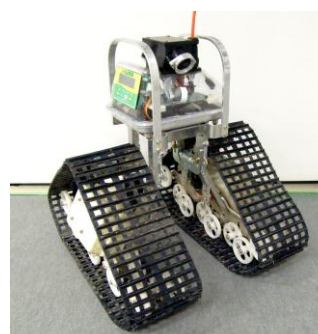


図1 ロボット

表1 諸元

全長	500mm
全幅	450mm
高さ (クリアランス高)	500mm (300mm)
クローラ幅	150mm
全備重量	9200g
モーター	7.2Kgf-cm 18.5W x2
バッテリー	Li-ion 24V-7.0Ah
走行時間	約3時間
作業効率	約10a/h

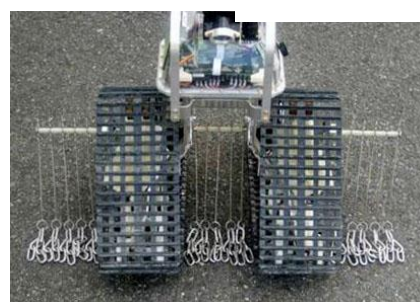


図2 株間除草機構を装着したロボット

的に実施していただき、日々の作業や気付いた点について記録を取った。除草作業はロボットの自律走行機能で行い、何らかのトラブルが生じた際には職員が対応した。

利用したロボットを図1に、諸元を表1に示す。図2はチェーンタイプの株間除草機構を装着した状態である。株間除草機構は、クローラ走行だけでは土壌攪拌による濁りの効果しかなかった株間に対して、チェーンで土壌表面を掻きだすことで除草効果を向上させる機構である。

* 岐阜県農政部農業経営課

** 岐阜県農政部岐阜林事務所

*** 岐阜県中山間農業研究所



図3 試験区 右から順に 羽島A 羽島B 柳津A 柳津B

表2 試験区概要

試験圃場 場所	試験区名	品種	移植日 (植代)	移植密度 (株/㎡)	施肥	防除	除草作業 (合計作業回数)	残草調査	収量調査
羽島A	ロボット	日本晴	5/23 (5/21)	15.1	牛糞堆肥、 基肥、穂肥	無農薬栽培 のためなし	5/26～6/30 (11)	7/5	9/22
	機械除草						6/27、7/16 (2)		
	無処理						-		
羽島B	ロボット	ハツシモ 岐阜SL	6/3 (5/30)	11.7	牛糞堆肥	有機JAS のため無し	6/6～7/11 (11)	7/15	10/13
	あいがも						-		
柳津A	ロボット	ハツシモ	6/9 (6/6)	11.7	基肥、穂肥、 化学肥料を 用いた分肥	箱施薬のみ	6/13～7/11 (9)	7/15	10/13
	無処理		6/23 (6/20)				-		
柳津B	ロボット						6/27～7/22 (8)	7/25	10/13

注1) ロボットの除草作業は週2回の頻度で実施

表3 調査結果

試験圃場 場所	試験区名	生育調査(7月)			残草調査		収量調査				
		草丈 (cm)	茎数 (本/㎡)	葉色 (SPAD値)	残草数 (本/㎡)	残草重 (g/㎡)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	収量 (kg/10a)	等級
羽島A	ロボット	58	355	43	1031	75	86	23	271	491	3
	機械除草	55	411	44	1058	85	84	21	340	398	3
	無処理	58	383	43	1317	164	85	24	247	467	3
羽島B	ロボット	57	435	44	0	0	94	22	255	346	2
	あいがも	57	411	42	0	0	88	21	264	347	3
柳津A	ロボット	60	455	45	153	9	100	21	293	514	2
	無処理	55	442	44	35	72	92	20	264	421	1
柳津B	ロボット	58	537	45	303	29	89	20	347	418	1

試験区毎に苗と土壌の状態から取り付ける時期を判断し、早い試験区では1回目の除草作業から、土壌が軟弱な試験区では3回目の除草作業から利用した。そして、稲が生長し、ロボットの動作に支障が出てきた時点で取り外した。

試験区は平坦地ではあるが2地域の圃場から2か所ずつ、計4か所を準備した(図3)。栽培時期や苗の種類等は試験区毎に異なるが、作業頻度(週2回)や水管理(常に5cm以上湛水)に関しては同様に行うようにした。試験区の概要を表2に示す。稲が生長しロボットの走行が困難になった時点で除草作業を終了し、残草調査を行った。その後、坪刈りに必要な面積をそのまま収穫時期まで放置し、収量調査を行った。

3. 除草効果の検証

試験区毎の調査結果を表3に示す。残草調査の結果については、ロボットの除草区と他の試験区との間に大きな差はなく、むしろ圃場間での差が大きかった。前年の雑

草発生量や湛水深維持状況が残草結果に大きく影響したと考えられるが、どの圃場でも水位を落とさないで管理出来ていれば、残草量はさらに減っていたと考えられる。

収量調査の結果は残草調査同様に、圃場間での差はあるが試験区間に大きな差は見られなかった。以下に、圃場毎の状況をまとめる。

a) 羽島A(箱育苗によるやや大型の中苗移植 約1900㎡)

例年機械除草を行う圃場であり、これまでに十分な雑草除去ができておらず、移植時には多量の雑草種子が浮遊する状況が見られていた。さらに、台風の影響などで移植後1週間は湛水深を深くできず、土壌の露出する場所では2週目には雑草(優占雑草: ホタルイ)が繁茂してしまった。苗の活着が遅く、株間除草機構の装着を3回目から行ったが、大型化した雑草に対しては、チェーン方式の株間除草の効果は限定的であった。

b) 羽島B(ポット育苗による中苗移植 約970㎡)

例年アイガモ放飼による除草が行われている圃場であるため、従来から残草が少ない圃場であった。試験区両



図4 ロボットの運用上の課題

左：ロボットの洗浄

パネル操作は同様の姿勢で行う必要があり難儀

右：ロボットの設置

波板が無ければロボットを自走させて設置出来る

側には対照区を含めアイガモが放飼される圃場がつながっており、アイガモの活動を促すための湛水が良好に維持されていた。このことから、ロボット走行に伴う水の濁りも良好に維持され、残草調査の結果も極めて良好で、雑草の発生は抑制された。

c) 柳津A (短冊育苗による中苗移植 約950㎡)

例年除草剤による除草が行われており、雑草が少ない圃場であった。移植当時の圃場状態も良好であったが、ロボット除草を行う頃からウキクサが繁茂し、圃場全面が覆われる状況となった。また、除草試験期間中に水源が途絶え水位が極端に落ちた期間もあったが、田面がウキクサで覆われ地表面に日射が入らなかったことで、雑草の抑制も継続され、一部の水生雑草を除き雑草発生量は少なかった。

d) 柳津B (短冊育苗による中苗移植 約1000㎡)

例年除草剤による除草が行われており、雑草が少ない圃場であった。しかし、除草試験期間中に水源が途絶え水位が極端に落ちた期間があり、土壌が露出した際には一気に雑草が発生した。

4. ロボットの実用性評価

除草作業の効率は、1時間あたり約10aであった。また、羽島の試験区は合計約30aであるが、1回の充電で作業が可能であった。ロボットの運搬や、洗浄、充電や保管、メンテナンス等、基本的な機能についてはシーズンを通して問題なく、実用的なレベルに達していると考えられた。ただし、自律走行機能に関しては、条件が整っているときは安定していたものの、浮草の発生時の稲列追従走行や条間隔が整っていない稲列終端出の折り返し動作において失敗する場面があった。また、ロボットの運用に関して下記の課題が挙げられた。

- ・操作パネルが横向きで操作しにくい、LCDが見にくい(図4)。
- ・自律走行のためのパラメータ設定は難しい、スタートボタンだけにしたい。

- ・波板は無くしたい(設置が大変、ロボットを波板越しに持ち込むのが大変)。

5. まとめ

今年度の現地実証では、圃場の水管理が徹底して行えなかった事もあり、試験区によっては残草の多い結果となった。圃場の選定や渇水時の対策を整えて水管理を徹底するとともに、株間除草機構についても改良を進めることで、除草効果を高めていきたい。また、ロボットの運用について指摘された課題については、改良機の開発に反映させた。来年度は、改良機を現地実証試験に導入し、実用化に向けた評価をさらに進める予定である。

謝 辞

本研究は、みのる産業株式会社、株式会社常盤電機、岐阜大学、中山間農業研究所、農業経営課、岐阜農林事務所の協力の下、農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の委託を受け実施しました。また、アイガモ稲作研究会、主穂営農には、現地実証試験において多大な協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

文 献

- [1] 農林水産省統計部編：環境保全型農業（稲作）推進農家の経営分析調査報告，(2004)。
- [2] 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
- [3] 光井輝彰，平湯秀和，田畑克彦，飯田佳弘，吉田一昭，岩澤賢治，広瀬貴士，“水田用小型除草ロボット（アイガモロボット）の開発－現場での実用性評価－”，岐阜県情報技術研究所研究報告，第12号，pp36-37，2011