

# 水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の開発(第6報)

藤井 勝敏 田畑 克彦 横山 哲也 久富 茂樹 遠藤 善道

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

Katsutoshi FUJII Katsuhiko TABATA Tetsuya YOKOYAMA Shigeki KUDOMI Yoshimichi ENDO

**あらまし** 水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)を県内外の現地実証圃に貸し出し、貸出期間中の操作履歴を記録したドライブレコーダのデータ解析を行うことで、ロボット除草におけるオペレータの操縦時間の割合算出を行った。その結果、枕地での旋回をラジコン操作で行う運用で30%程度、自動運転を活用する運用で5~15%程度であることが判明した。また、アイガモロボットの補助装備であるチェーン除草において、苗の枯死原因となるアオミドロ等藻類の対策として新型チェーンを試作し使用したところ、苗を保全することに成功した。  
**キーワード** アイガモロボット、運用ログ、チェーン除草

### 1. はじめに

アイガモロボット(図1)は、稲作を行う水田で、田植え直後から1か月間程度、水田内を定期的に走行させることにより、雑草の発生を抑制させることで、除草剤に代わる効果を得る自走式機械である。

これまでの研究開発の結果、アイガモロボットの機構および制御システムについてはほぼ完成しており<sup>[1]</sup>、実証実験においても、一定の抑草効果が確認できている<sup>[2]</sup>。実証実験の協力者の方々やメディア等を通じてアイガモロボットに興味を持った全国の稲作農家等からは、早期の商品化を望む声が多く寄せられているところである。

こうした声を受け、当研究所とみのる産業株式会社(岡山県赤磐市)は、平成25年度から農林水産省の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業に参画し、岐阜県内外でアイガモロボットの実証実験を行いながら、初めてアイガモロボットを扱うユーザの反応や要望を聴取し、製品化に向けた改良を進めている。

また、県農業経営課および県内の農林事務所を中心に実施している農林水産省新技術導入広域推進事業により、平地および山間地の水田での実証実験を通じて、アイガ

モロボットを使用した無農薬水稻栽培技術確立のためのマニュアル整備を進めている。

本報では、今年度のアイガモロボットに関する研究開発の進捗を中心に述べる。

### 2. アイガモ運用ログの解析

アイガモロボットの実証実験は、現在は各地の実証圃の担当者(普及員または研究員)もしくは農家にアイガモロボットを貸し出し、5月から7月にかけてそれぞれで実施している。運用状況や使用感は、従来から作業日誌等の形で後日記録を回収するほか、現地で立ち会い直接聴取するなどして調査してきた。

その一方で、ロボットの運用実績について精密に分析するために、昨年度、マイクロSDカードにイベントログを保存するドライブレコーダを開発<sup>[3]</sup>し、今年度の実証機すべての走行データを収集した。今年度はこの走行データを分析するための補助ツールを開発し、オペレータがロボットをラジコン操縦している時間、作業全体に占めるその割合を算出した。

アイガモロボットは、水田の端の条の前に設置し、スタートボタンを押せば全自動で苗列に沿って走行し、末端で旋回を繰り返しながら、自動運転する設計になっているが、そのためには枕地が十分に空けられ、できる限り浮遊物などがない環境を整えなければならず、実際のところ苗列末端での停止と旋回は、現場のオペレータが判断してラジコン操縦で行われるケースが多い。その場合ドライブレコーダの記録には、ロボットが自動運転している時間と、ラジコン操縦の時間が交互に現れる。一例として、図2にその様子を示す。なお、この図の左端は運用時刻を、1本の帯は1分間の操縦状態変化を示す。

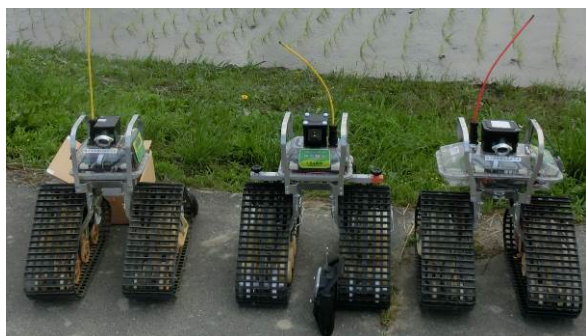


図1 アイガモロボット

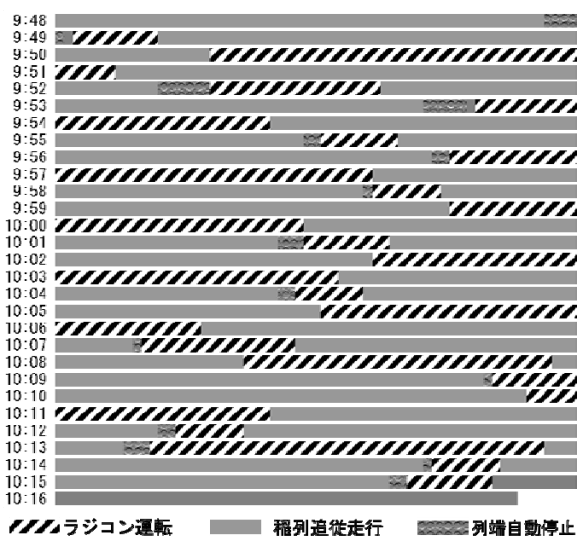


図2 ラジコン操縦主体の運用ログ例  
(埼玉県鴻巣 7月4日 No. 41号機)

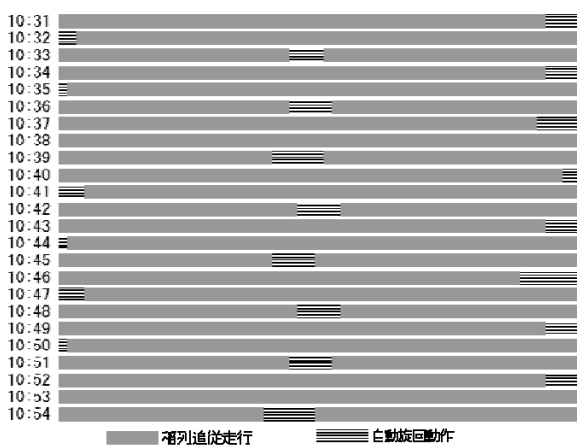


図3 全自動旋回を活用した運用ログ例  
(羽島 7月2日 No. 32号機)

苗列に沿って走行する時間は当然苗列の長さに比例するが、ラジコン操縦を行う関係上、対岸を目視する必要があるため、長くても50メートル程度が限度であり、その到達時間は旧型機(H23年度以前製作)で概ね80~90秒、最新型機(H24年度製作)では60秒前後である。ラジコン操作での旋回操作時間は、ラジコンの巧拙により、手前側10秒、対岸は15~35秒程度であることがログデータの

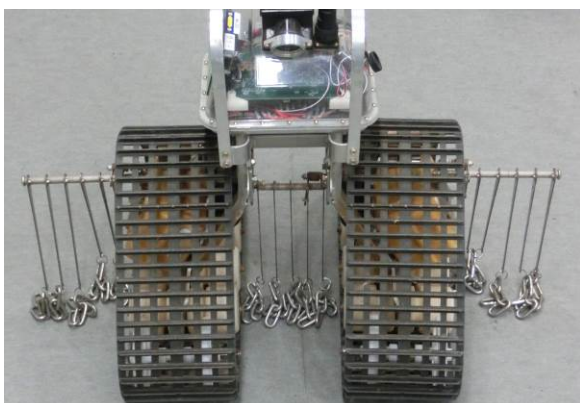


図4 株間チェーン

解析から読み取れる。図2の埼玉県鴻巣市の例では、総作業時間約30分のうちラジコン操作時間は9分で、同様な運用方法の圃場で概ね15~30%程度となった。

なお全自動旋回が可能な条件が揃うように特に枕地付近を十分に整備した水田ではオペレータの介入頻度は低くなり、基本的に監視しているだけで作業は進む(図3)。羽島の例では、45分のうち2分26秒の操縦(5.3%)であった。このような全自動運転がアイガモロボットの理想形であるが、もしも目を離れた際に斜行が発生すると、異常に気づくまでの遅れ時間によっては単純に旋回するより復帰に時間を要することになる。最悪のケースでは、作業全体に占めるラジコン操縦時間が15%程度になることもあった。

### 3. 株間チェーンの改良

これまでの実験でアイガモロボットが走行したとき、クローラベルトが踏みつけた条間部分の雑草の芽を掻き出すことで、直接的な除草効果が得られることがわかっている。クローラベルトが通らない苗列の株間の雑草に対しては、泥水の濁り効果による間接的な抑草作用だけで、満足な除草効果が得られない。そこで苗の根元の土に直接作用できるように、アイガモロボットの左右と中央部分に金属鎖を垂れ下げる付属品がある。この鎖およびその取り付け具を株間チェーンと呼ぶ(図4)。

株間チェーンは、苗が活着する田植え1週間後のころから、苗が大きくなり走行に支障が出始める4週間目頃までの間使用することで、苗の根元にも雑草抑制効果が得られたが、植えて間もない苗に対しての作用が強いため、株間チェーンが苗を抜いてしまうことや、なぎ倒していくことで欠株の原因にもなっていた。また、梅雨の時期にもかかわらず晴天が続いたときには水田にアオミドロなどの藻類が発生することがあり(図5)、この水田で株間チェーンを装着したアイガモロボットを走行させると、取り付け具に藻類が目詰まりし(図6)、走行のたびに苗をなぎ倒した上、藻類を被せ、枯死させる損害が生じた(図7)。



図5 アオミドロ発生田



図6 アオミドロ田走行直後の株間チェーン



図7 株間チェーンに倒された苗

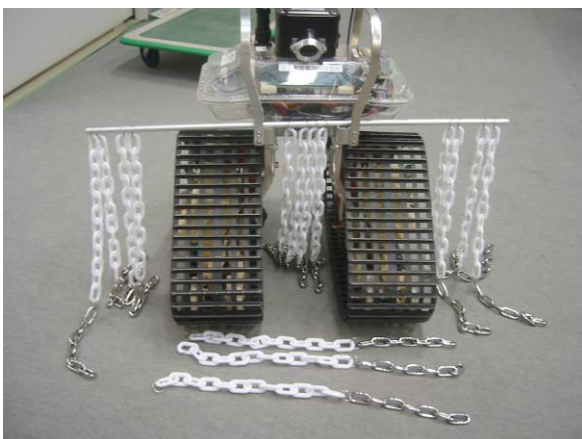


図8 新型チェーン(試作品)

そこで今シーズンは、従来型の株間チェーンの代わりに、図8のような構造のチェーンを試作し、アイガモロボットに装着してアオミドロが発生しやすい水田で使用した。この試作チェーンは、軽量の樹脂チェーンとステンレスチェーンを結合した構造であり、アオミドロの上を通過しても従来の楯形部品のようにまわりつくことがなく、走行に伴い容易に洗い流され、苗を倒すこともない。

さらにこのチェーンは、苗が大きく育ってきた時期に苗列の上を走行しても受ける抵抗が小さいため、アイガ

モロボット運用終了の目安となる苗丈50cm程度(およそ5週目)まで使用し続けることが可能である。

ただし、この試作チェーンは構造上ロボットの駆動系に絡まる恐れがあることと、バネで楯形部品の先端を押しつけている従来型に比べ接地圧が低いため、抑草効果も落ちるのではとの懸念がある。これらの問題点については、次年度以降の課題と考えている。

#### 4. まとめ

アイガモロボット試作機を岐阜県内7か所、県外2か所の現地実証圃に貸し出し、各オペレータの判断で自動運転、ラジコン操縦を併用しながら除草を目的として運用する実証実験を行い、その期間中の走行データを収集、解析した。その結果、ロボット1台にオペレータが集中しなければならぬ時間は間欠的かつ限定的(作業時短全体の5~30%)であり、ロボットを走行させながら別の作業、例えば枕地の整備や欠株の補植、あるいは2台目のロボット走行も可能であることを示唆するものである。

また平坦地で問題となっていた、アオミドロ発生時に走行した際の欠株についても、これまでよりも損害を抑える株間チェーンを試作した。

次年度には、これまでの実証圃の他に新規ユーザを加え、引き続き除草効果の試験を実施するとともに、初めてアイガモロボットを使う場合の課題抽出など、アイガモロボットが発売される状況を想定したサポート体制の在り方と、マニュアルづくりを進める予定である。

#### 謝 辞

本研究は、農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「機械除草技術の中核とした水稲有機栽培システムの確立と実用化」の一分担として実施しました。

本研究に際し、農林水産業新技術導入広域推進事業に係る現地実証試験にご協力下さった水稲生産者、農業普及員の皆様に深く感謝いたします。

また、現地実証実験に先立ち、アイガモロボットの調整と試運転のために試験圃場を整備して下さいました岐阜大学応用生物科学部大場伸也教授、古川真一様、みのる産業株式会社、中山間農業研究所に深く感謝致します。

#### 文 献

- [1] 光井ら，“水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の開発(4)”，情報技術研究所研究報告，pp.11-12, 2013.
- [2] 広瀬ら，“水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の除草効果”，中山間農業研究所研究報告，pp.17-21, 2013.
- [3] 藤井ら，“水田用小型除草ロボット(アイガモロボット)の開発(5)”，情報技術研究所研究報告，pp.32-34,