

水稲有機栽培の規模拡大を目指す除草ロボットの導入

試験研究計画名：除草ロボット導入による省力的水稲有機栽培の実証

地域戦略名：除草ロボット技術を活用した省力的水稲有機栽培の普及推進

研究代表機関名：新潟県農業総合研究所

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

農業法人への農地集積が進んでおり、担い手の人材が限られている中で有機栽培への取組みを拡大するためには、水稲有機栽培において最も労力がかかり、直接労働の約3割を占める雑草管理の省力化が最優先課題となっています。新潟県では、チェーン除草機の導入などにより、30a程度の小規模有機栽培においては本田除草時間を従来法に比べて半減となる約5時間/10aを実現させました。しかし、1ha程度の栽培規模に対応できる省力的な除草技術はいまだに確立できていません。

水稲有機栽培の普及拡大を図るためには、有機栽培に取り組み始めた農家が栽培規模の拡大に応じて導入できる中規模栽培向けの省力的除草技術の開発が必要となります。また、新潟県には耕盤の軟弱でぬかるみのひどい水田が多いため、軽量で取り回しの容易な除草機の開発が求められています。

有機栽培の省力的除草技術として自動除草ロボットが注目されており、みのもり産業株式会社などが商品化に向けて取り組んでいます。そこで、このロボットを改良するとともに、1ha以上の中規模の水稲有機栽培に対応可能で、かつ軟弱な耕盤においても作業性を損なわずに省力的な雑草管理が実現できる栽培技術体系の確立を目指しました。

技術体系の紹介：

1. 除草ロボットとは

水田内の稲列をクローラでまたいで走行し、雑草の発生を抑制する小型の除草ロボットです。

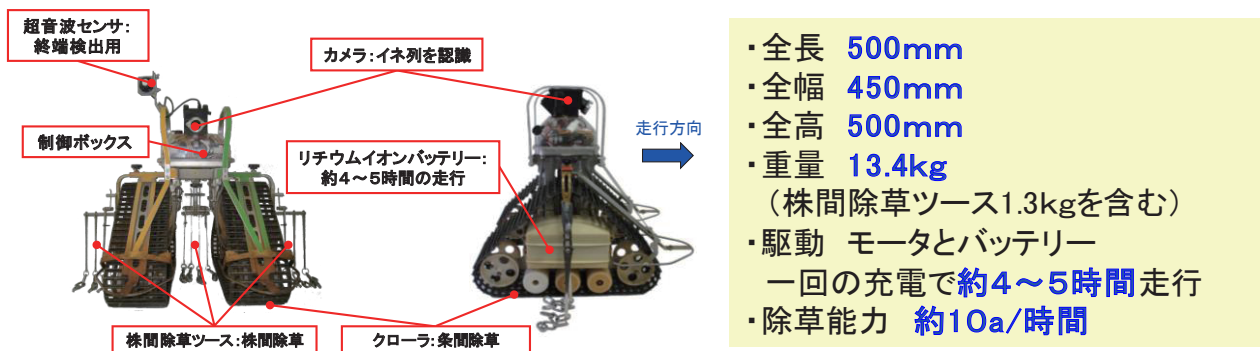


図1 除草ロボットの仕様

➤ 特徴1 自律走行：直進だけでなく枕地での旋回も自動で走行します（図2）。

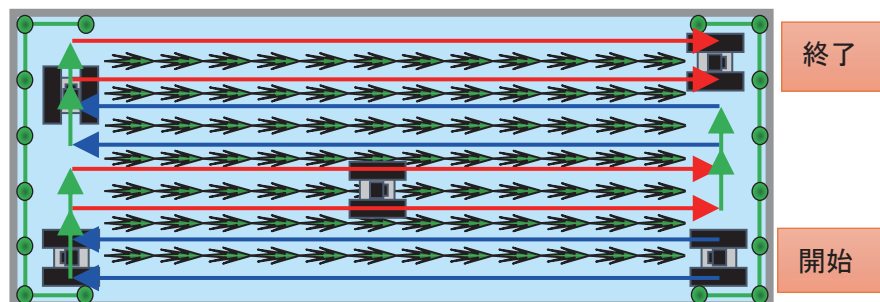


図2 自動走行のイメージ

➤ 特徴2 除草メカニズム

- ① クローラや株間除草ツースで雑草を踏み潰したり掻き出したりすることで除草します。
- ② クローラで土壌表層を攪拌し、田面水を濁らせることで雑草の再生を抑制します。

➤ 特徴3 軽量コンパクトなので、持ち運びが容易です。

➤ 特徴4 騒音や排気ガスの発生はほとんどありません。

2. 除草ロボットによる除草のためのほ場選定及び管理方法

(1) 台形などの不整形田ではロボットの自動走行に支障をきたすので、長方形のほ場を選定します。

(2) 除草時の土壌が柔らかい(土壌硬度計で35 mm以上)と、スリップ率が高くなり、除草ロボットの走行、特に枕地での旋回で失敗が多くなります(図3)。そこで、土壌を固くするため、代かき回数は1回とし、耕起から代かきまでの間隔も短く(2週間以内)します。また、代かきは田面が8割以上出ている状態で行い、浅耕とします。

(3) 旋回部分になるほ場の末端1.5mは稲を植えません。また、稲列の端は揃えるとともに、条間の幅が一定になるように丁寧に田植えを行います(写真2)。

(4) 除草開始が遅れると除草効果が大幅に低下するので、田植え後3日以内に除草ができるように成苗を移植します(図4)。

(5) 上記以外にもほ場の両端に補助ネットを設置するなどの事前準備が必要となります。詳細はロボットに付属する手引きを参照してください。

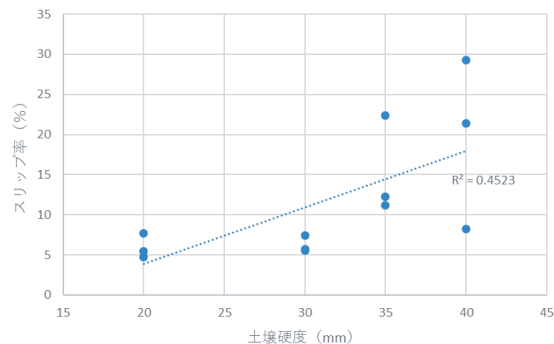


図3 土壌硬度とスリップ率



写真2 除草ロボット用に準備した水田

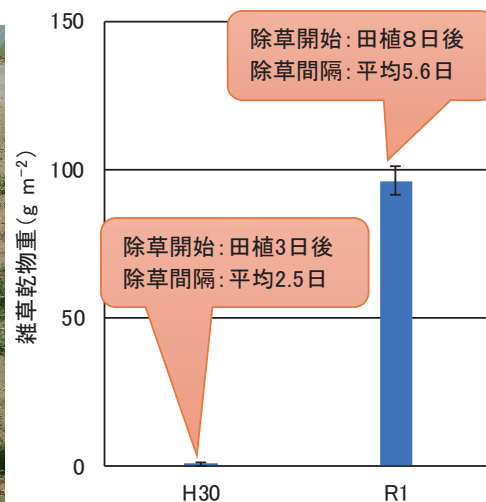


図4 除草開始や間隔の違いによる幼穂形成期の雑草発生量(新潟県十日町市)

3. 除草方法

- (1) 除草は稲が活着した田植え3日後から3日おきに8回程度行います。
- (2) 除草を午前中に行うほうが、水の濁りによる雑草再生抑制効果が高くなります。
- (3) 除草開始前に水深5 cm以上の深水(ただし、稲が10 cm以上水面から出ている状態)にします。
- (4) 稲の分けつが十分に確保され、草丈が40 cm程度(カメラの高さ)まで伸びたら除草終了です。
- (5) 詳細はロボットに付属する手引きを参照してください。

4. 除草ロボット導入効果

- (1)除草効果：無除草に比べ雑草発生量は減少し、有機栽培では支障がないレベルになります（図5）。
- (2)収量：新潟県の有機栽培の目標である地域慣行の約9割の収量が得られます（表1）。

表1 収量及び地域平均反収との比較(新潟県十日町市)

年度	①試験区収量 ^{注1}	②十日町市平均収量 ^{注2}	①/②×100 %
	kg/10a	kg/10a	
H29	471	494	95
H30	410	500	82
平均	441	497	89

注1 試験区収量は水張り面積で除して求めた

注2 十日町市平均収量は北陸農政局公表による

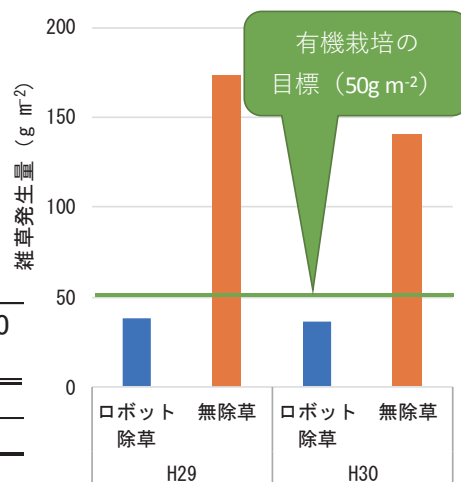


図5 幼穂形成期の雑草発生量 (新潟県三条市)

技術体系の経済性は：

経営改善効果

1 作業性

除草ロボットはほ場内を自律走行するので、人力でチェーンをけん引する従来のチェーン除草に比べ作業強度が大幅に低下します。除草ロボットの処理能力の関係で面積当たりの除草時間は人力チェーンより多くなりますが、1日あたりの除草時間は人力チェーンより長くすることが可能なので、1日あたりの除草可能面積は多くなります。その結果、除草可能面積が増えるので、規模拡大も可能になります（表2）。

表2 除草ロボットと人力チェーン除草の作業時間、除草可能面積及び作業強度

除草体系	除草ロボット	人力チェーン
作業時期	5月下旬～6月下旬	
年間除草回数(回/枚)	6～8	5 ^{注2}
10aあたり作業時間(h/10a)	5.2 ^{注1}	3.3 ^{注2}
年間除草可能面積(a)	100 ^{注3}	30 ^{注4}
作業強度	軽作業	重作業

注1 新潟県での実証データから算定

注2 「コシヒカリBLにおける有機栽培の手引き(平成23年 新潟県農林水産部)」から引用

注3 以下の通り算定した

- (1)除草ロボットの満充電での走行可能時間は4～5時間(図1)
- (2)除草効率(1時間/10a)から1日の除草面積は40～50a
- (3)除草間隔(3日に1回)から、ロボット1台当たりの除草可能面積は約100a

注4 以下の通り算出した

- (1)人力チェーン除草は重労働であることから、1日の除草可能面積は約10～15a/人
- (2)除草間隔(3日に1回)から、人力チェーンでの除草可能面積は約30a

2 経済性

除草ロボットを購入することで人力チェーン除草体系や慣行栽培に比べて減価償却費が増え、農業経営費合計が15～16%増加します。ただし、有機栽培だと販売米の単価が高いので、除草ロボットを導入しても慣行栽培よりも所得は向上します。さらに10a当たりの所得は人力チェーンと比べると低いですが、有機栽培の規模拡大が図られれば、人力チェーンよりも所得が向上することが期待できます（表3）。

表3 生産費と収益〔人力チェーン及び慣行農業（除草剤散布）との比較〕

除草体系	除草ロボット	人力チェーン	慣行農業(除草剤)
品種	コシヒカリ		
区分	有機栽培	慣行栽培	
農業経営費合計(円/10a) ^{注1}	108,870	93,558	94,298
うち減価償却費 ^{注1}	26,325	19,183	19,183
収量(kg/10a) ^{注2}	441		497
販売単価(円/kg) ^{注1}	600		285
粗収入(収量×単価:円/10a)	264,600		141,645
所得(円/10a)	155,730	171,042	47,347
栽培面積(a/戸) ^{注3}	100	30	-
所得(円/戸)	1,557,300	513,126	-

注1 新潟県で有機栽培と慣行栽培を両方行っている経営体の実績から算定

注2 表1から引用

注3 表2から引用

経済的な波及効果

地域戦略対象範囲（新潟県全域）における水稲有機栽培農家約 200 戸のうち、規模拡大を検討している農家が少なくとも 30 戸いることが分かっています。この 30 戸が除草ロボットの導入で現状 30a 程度の栽培面積を 1ha に拡大すると、1 戸あたり約 100 万円の所得向上が見込まれます（表 3）ので、地域全体では約 3,000 万円の経済波及効果が及ぶと推定されます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

小規模（30～50a）で有機栽培を実践している個人農家及び農業生産法人のうち、1ha 程度に規模拡大を計画している生産者。特に雑草対策に苦戦している地域で高い導入効果が見込まれます。

技術導入にあたっての留意点：

- 雨天時には除草後の濁った田面水がほ場外にあふれない様に水深を加減します。
- 強風で稲がなびいているとカメラでの稲の認識ができず、ロボットの走行ミスが発生しやすくなるので注意が必要です。
- 田面水にウキクサやアオミドロが大量に浮かんでいると、ロボットの走行が困難になるので、エンジンポンプで水をかけて拡散させるなどの対策を行います。
- ほ場の両端の稲を植えなかった部分は、除草終了後に雑草が繁茂するので、適宜除草を行います。
- 除草以外の栽培管理（肥培管理や水管理等）が不十分だと目標収量が得られないことがあるので、栽培指針等に準じて除草以外の管理も適切に行ってください。

研究担当機関名：新潟県農業総合研究所、みのる産業株式会社、泰地の会、(研)農研機構 中央農業研究センター

お問い合わせは：新潟県農業総合研究所基盤研究部

電話 0258-35-0826 E-mail ohba.hiroto@pref.niigata.lg.jp

執筆分担（新潟県農業総合研究所 大峽広智）