

小型自律多機能ロボット「MY DONKEY」を用いた中山間地域におけるナスの機械化一貫体系の実証 (株)美土里農園ほか (栃木県茂木町)

背景及び取組概要

＜経営概要 (株)美土里農園(ナス5a)うち実証面積:5a、個人農家(ナス20a)うち実証面積:10a＞

- 本実証地の栃木県茂木町をはじめとする中山間地域は、山間に小中規模の圃場が分散していることが多い。1つひとつの圃場面積が小さいため、既存の大型農機等の使用は難しく、人力に頼る作業が多くなりがちである。
- また、野菜作の場合、人力に頼る作業が多くなるため、農業生産者の技術力の違いにより、収量・品質に大きな違いが生じる。一方で、そうした技術は、形式知化することが難しいことが課題である。
- そこで、これらの中山間地域の野菜作に係る課題を解決するため、小規模の圃場に適した小型自律多機能型ロボットやその他センサーを活用することで、生産者1人あたりの栽培面積拡大や、効率的な技術(ノウハウ)浸透を目指す。

導入技術

①栽培管理アプリケーション

- 作業計画・履歴の記入と表示



②簡易気象計・土壌センサー

- 気温、湿度、土壌中EC等を確認し、作業判断に活用



③小型自律多機能ロボット

- 液肥タンクを運搬し作業負荷軽減



④小型自律多機能ロボット

- ホースリールを運搬し作業負荷軽減



⑤小型自律多機能ロボット

- コンテナを運搬し収穫速度を向上、作業負荷軽減



経営管理

耕起

環境
モニタリング

追肥

防除

収穫

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- ① 作業支援による栽培面積拡大 収穫速度^{※1}10%向上＋作業負担軽減の容易化
- ② 重労働作業時間^{※2}の削減 農薬散布における重労働作業時間 33%削減(圃場20a想定)、
収穫における重労働作業時間 38%削減(圃場20a想定)
- ③ 農薬散布作業の可視化による作業改善の実現 . . . 農薬準備量^{※3}の10%削減

※1 収穫速度:1kg収穫するのにかかる時間と定義

※2 重労働作業時間:収穫等における、準備、収穫作業、片付けといった作業項目において、作業者が重労働だと感じる項目の実質的な作業時間と定義

※3 農薬準備量:農薬散布前に準備した農薬の総量と定義。作業者の散布技能に応じた余剰分も含む

各研究項目の現在の達成状況

- ① ナスの収穫作業で小型自律多機能ロボットを使用することで、収穫速度(分/kg)は平均で3～5%向上。収穫量が少ない段階では改善効果がより大きく、収穫速度が10%以上向上した。また、収穫物を入れるコンテナをロボットに積載して運搬することにより、作業者の腕や手首への負担を軽減した。
- ② 農薬散布における重労働作業時間は29%削減。収穫における重労働作業時間は45～47%削減。(ともに圃場20aの場合)
- ③ 非熟練者の農薬散布にあたり、メッシュ毎の散布量データを可視化し、意図しない散布のムラを把握することで、農薬準備量を18%削減できる見通しを得た。

小型自律多機能ロボットの作業支援による収穫速度の向上

取組概要

- 小型自律多機能ロボットが作業者を追従し、収穫したナスを入れるコンテナを運搬することで、収穫速度の向上を狙う。

【検証方法】

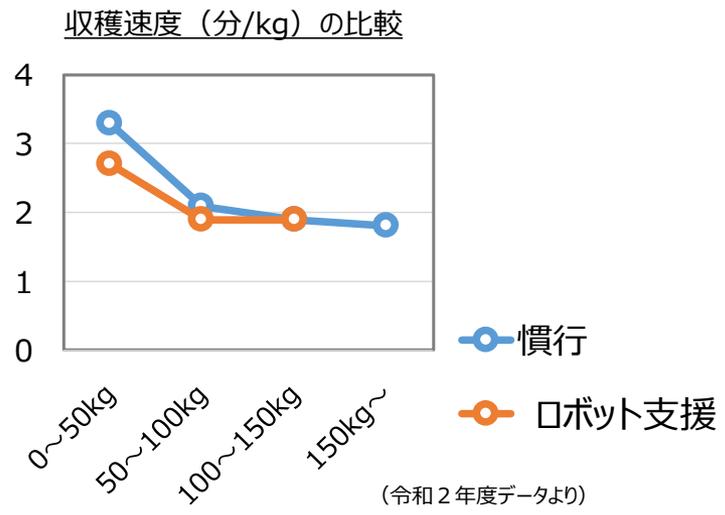
- 慣行作業とロボットを使用した作業のそれぞれについて、1日の収穫量と収穫に要した時間を計測し、収穫速度(分/kg)を算定。
- 慣行作業とロボットを使用した作業の収穫速度を比較し、収穫速度の向上率を算定。



小型自律多機能ロボットによる収穫支援の様子

実証結果

- 収穫量が少ない時期には、収穫速度が10%以上向上。平均では3~5%向上。



- なお、実証に参加した作業者からは、「ロボット支援により、手首や腰への負荷が軽減された」、「通常は、台車を押しながら作業しているが、ロボットが追従することで、前方の視認性が良くなり、採るべきナスの判断がしやすくなった」等の意見が得られた。

今後の課題

- 小型自律多機能ロボットに積載するコンテナ数を増やせば入替回数が減り、さらに作業速度が改善すると想定。

小型自律多機能ロボットの作業支援による重労働作業時間※の削減

※重労働作業時間：当該作業における負担を感じる実質的な時間と定義

取組概要

- 収穫支援：小型自律多機能ロボットが作業者を追従し、収穫したナスを入れるコンテナを運搬することで、作業負荷軽減を狙う。
- 農薬散布支援：作業者が小型自律多機能ロボットを遠隔操作し、ロボットがホースリールを運搬しながら、薬剤を散布することで、作業負荷軽減を狙う。

【検証方法】

- 慣行作業／ロボット使用時ともに、作業内容ごと（例：収穫であれば、準備、収穫作業、片付け）の作業時間を計測。
- 作業内容の中で、収穫物を入れたコンテナ運搬のような負担を感じる時間と、ロボット支援による作業負担の軽減度合いを作業者にヒアリング。
- 慣行とロボット使用時を比較して、作業負担を感じる実質的な時間の削減割合を算定。



小型自律多機能ロボットによる農薬散布支援の様子

実証結果

- 収穫：コンテナ運搬作業（約100分）における身体的負担がなくなり、収穫における重労働作業時間 45～47%削減（20a換算）
- 農薬散布：散布機のホース牽引作業（約40分）における身体的負担がなくなり、農薬散布における重労働作業時間 29%削減（20a換算）

【参考】

- 追肥作業についても小型自律多機能ロボットによる作業支援を実施。慣行作業の場合、タンクを背負い散布作業をしていたところ、タンクをロボットに積載して、作業者に追従させることで、作業負荷低減につながった。



今後の課題

- ロボットを遠隔操作して、散布することができれば、作業者の薬剤被曝を抑える効果が期待できる。そのためには、ロボットとリモコンとの通信距離を長くすること、遠隔操縦の操作性の向上が必要。

取組概要

- 圃場をメッシュで区切り、メッシュ毎の散布量を確認することで、意図しない作業の癖を把握し、散布作業の改善を図る。
- 非熟練者の場合は、一定に散布する技能が十分でないことから、散布量にバラツキが生じる可能性があるため、薬剤の準備量を余裕をもって用意していることがある。
- 散布作業改善を図ることで、この薬剤の準備量を最適にすることを狙う。

【検証方法】

- 作業日ごとに、薬剤準備量、散布中のメッシュごとの散布量、散布後の薬剤残量を把握。
- 当該作業日のメッシュごとの散布量結果を、作業者が確認し、次回散布作業時の改善点を検討。
- 次回作業時、検討した改善点をもとに作業し、同様に薬剤準備量、散布中のメッシュごとの散布量、散布後の薬剤残量を把握し、前回作業と比較して、農薬準備率を算定。

実証結果

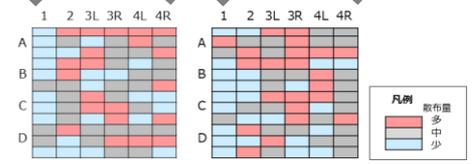
- 散布結果をヒートマップで確認することで、意図していない散布量の多寡に気づき、過剰な農薬準備量(=真の余剰準備率)を18%改善できる見通しを得た。

| | | 作業日① | 作業日② | 作業日③ |
|-----|----------------------------|--------|--------|--------|
| 準備 | 基準散布量 | 44.5 l | 28.2 l | 27.3 l |
| | 余剰量 (余剰準備率10%) | 4.5 l | 2.8 l | 2.7 l |
| 作業後 | 散布量 | 46 l | 27 l | 28 l |
| | 残量 | 3.5 l | 4.5 l | 2.4 l |
| 分析 | 過剰散布量 (散布量 - 基準散布量) | 1.5 l | -1.2 l | 0.7 l |
| | 真の余剰準備率 (過剰散布量 ÷ 基準散布量) | 3.3% | - | 2.7% |

散布結果 ↓ 改善点を考案 ↗ 改善点を考案 ↗ **18%改善**

散布量の多寡に応じたヒートマップを確認

- 散布量の値の正確性を期すために、計測者がメッシュ毎に計測



今後の課題

- 非熟練者が作業データを活用して散布の改善判断を行うにあたっては、データ取得・処理・分析方法の効率化の検討が必要である。

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

| 作業内容 | 機械・技術 | 技術的な課題 |
|------|--------|--|
| 全般 | ロボット | <ul style="list-style-type: none">様々な環境下でも作業支援するために、降雨後の圃場等のぬかるみのある場所でも走行できるロボットが必要。また、様々な環境下でも作業者を認識し、追従するロボットが必要。遠隔操作でロボットを操作する際、非熟練者でも効率的に操作するためには、できる限り操作しやすいロボットが必要。 |
| 収穫 | ロボット | <ul style="list-style-type: none">ナス等のように時期によって収穫物の成る位置が変わる作物の場合には、ロボット自体の高さも可変できると作業性がさらに向上する。 |
| 農薬散布 | ロボット | <ul style="list-style-type: none">作業者の薬剤被曝の低減効果を期待する場合、ロボットと農業者の距離が十分に保った距離から遠隔操作ができるロボットが必要。 |
| 全般 | 環境センサー | <ul style="list-style-type: none">土壌センサーで取得したEC値等の数値の意味合いの検証が必要。 |

2. その他

スマート農業の進展のために以下の製品・サービスの登場を期待

- 複数台のスマート農機を同時に運搬できるキャリア
- ノウハウ共有のプラットフォーム
- 作業者が使い勝手のよいデータ分析ツール

○ 問い合わせ先

株式会社日本総合研究所 創発戦略センター 100860-agri4_donkey_jri@ml.jri.co.jp

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>