

自動航行でのドローン散布による水稻病虫害防除作業の省力効果

水稻の病虫害防除作業において、自動航行でのドローンによる液剤散布は、ブームスプレーヤ散布および動噴手散布に比べて散布時間および作業負荷が低減する。とくに、棚田における自動航行でのドローン散布の作業時間および作業負荷は、基盤整備水田と同程度であり、動噴手散布に対する省力効果はより大きい。

農業研究センターアグリシステム総合研究所生産情報システム研究室（担当者：徳永由紀）

研究のねらい

農薬散布用ドローンは、無人ヘリと比べて低価格で操縦が容易であるため、土地利用型作物を中心に急速に普及が拡大しているが、勾配が急で狭小な不整形農地が多い中山間地域での活用は進んでいない。近年、高精度な位置情報測位システムの利用による複雑な地形への散布を可能とする自動航行技術を実装したドローンが開発され、防除作業のさらなる省力化が期待されているが、傾斜地水田（棚田）での活用事例やその労力軽減効果を数値化した試験事例はほとんどない。そこで、傾斜地水田における自動航行でのドローン散布による水稻病虫害防除作業の省力効果を明らかにする。

研究の成果

1. 基盤整備水田において、ドローン散布による散布時間および作業負荷は、ブームスプレーヤに比べて5割、動噴手散布（畦畔噴口）に比べて3割程度まで低減する（表1、図1）。
2. 棚田におけるドローン散布は、動噴手散布（畦畔噴口）に比べて散布時間および作業負荷を2割以下まで低減でき、基盤整備水田より低減効果が大きい（表1～2、図1）。
3. ドローン散布の作業時間は、散布幅が同じ（4m）場合、棚田と基盤整備水田では同程度となり、散布幅が広い（9m）大型のドローンを利用することでさらに削減される（図1、表2）。

成果の活用面・留意点

1. 本研究は、「無人マルチローターによる農薬の空中散布に係る安全ガイドライン」（農林水産省）に基づき実施した。
2. 棚田の散布試験は、球磨郡球磨村三ヶ浦毎床地区（傾斜約8.3度、ほ場高低差ドローン区3.3m、動噴区1.5m+1.4m）で実施した。事前に測量用ドローンで測量したデータを基には場の3Dマップから散布飛行ルートを作成し、RTK測位システムを用いた自動航行による散布を行った。
3. 散布作業は、ドローン区および動噴区は操縦者1名+補助者1名、ブームスプレーヤ区は操縦者1名で実施した。作業負荷は、各試験区の操縦者（いずれも男性）を被験者とし、ブームスプレーヤ区を除き、試験区ごとに同一人物の作業時間および心拍数を基に算出した。
4. 上記成果に加えて、ドローン散布は、散布薬液量が地上散布の100L/10aに比べて0.8L/10aと少量であるため、散布薬液の調製・運搬に係る作業の効率化が期待できる。
5. 本研究において、ドローン散布によるトビイロウンカの防除効果を検討した結果、適切な箱施薬剤との組み合わせにより動噴手散布と同等の防除効果が得られた（農業研究成果情報No.1077）。

【具体的データ】 No. 1078（令和6年(2024年)6月）分類コード 04-01 熊本県農林水産部

表1 試験概要

試験区	散布方法	供試場所	供試面積	散布日
① ドローン区 (AG R-17、容量17L)	自動航行による散布（散布幅4m）	農業研究センター	12.0a（30×40m）	2021年8月4日、8月31日、2022年8月10日、9月9日
		球磨農業研究所	25.8a（30×86m）	2023年7月24日、8月22日
② ブームスプレーヤ区	舗装道路から散布幅15mのノズルで散布	農業研究センター	9.0a（30×30m）	2021年8月4日、8月31日、2022年8月10日、9月9日
③ 動噴区	畦畔から畦畔噴口で手散布	球磨農業研究所	14.4a（30×48m）	2023年7月24日、8月22日
④ ドローン区 (T30、容量30L)	RTK測位システムを活用した 自動航行による散布（散布幅4m）	球磨村棚田	14.7a（不整形2筆）	2023年7月26日、8月25日
⑤ 動噴区	畦畔（高低差有）から畦畔噴口で手散布	球磨村棚田	10.2a（不整形3筆）	2023年7月26日、8月25日

注1）散布方法：①ドローン区は、ciRobotics社製のciDrone AG R-17（4ロータ、タンク容量17L、3噴口、離陸時重量29.7kg）を使用し、散布高度地上2m、散布速度4～5m/s、散布幅4mで、GNSSおよびマッピングによる自動航行で散布した。④ドローン区は、DJI社製のT30（6ロータ、タンク容量30L、16噴口、離陸時重量46.7kg）を使用し、散布高度地上2.5m、散布速度4～5m/s、散布幅4mで、RTK測位システムを用いた自動航行で散布した。
注2）散布薬剤は、各試験区の10aあたり薬剤投下量が同一となる薬液量（ドローン区：散布倍率8倍、散布量0.8L/10a、ブームスプレーヤ区および動噴区：散布倍率1,000倍、散布量100L/10a）を散布した。

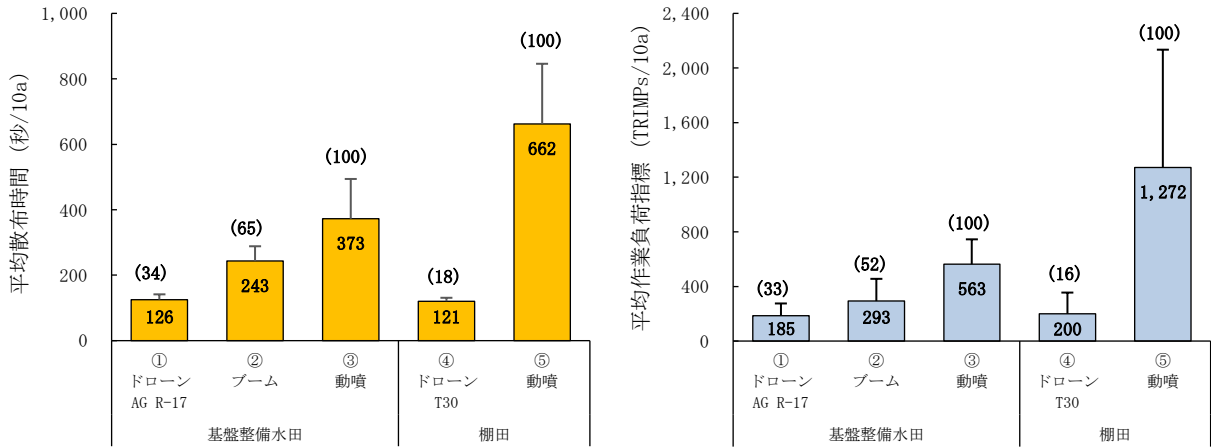


図1 各試験区の平均散布時間および平均作業負荷指標

注1）標準偏差はエラーバーで示した。
注2）（）内は基盤整備水田および棚田の各動噴区の数値を100としたときの値。
注3）ドローン区は離陸から着陸まで、ブームスプレーヤ区および動噴区は散布開始から散布終了までの時間を散布時間とした。
注4）スポーツ等のトレーニング負荷の指標として利用される作業負荷指標（Trainig Impulse（以下、TRIMPs）は次の式から算出した。
[男性] $TRIMPs = T \times \{(HR_{\text{ex}} - HR_{\text{rest}}) / (HR_{\text{max}} - HR_{\text{rest}})\} \times 0.64e^{1.92x}$
 $x = (HR_{\text{ex}} - HR_{\text{rest}}) / (HR_{\text{max}} - HR_{\text{rest}})$
T：作業時間（秒）、 HR_{ex} ：作業中の平均心拍数、 HR_{rest} ：安静時の心拍数（作業外のリラックス時約3分間の平均値）、 HR_{max} ：最大心拍数（作業中の最大値）
注5）心拍数の測定はForeAthlete45（GARMIN製）を使用した。

表2 ドローン散布による散布時間低減効果（2023年）

場所	散布機種	散布幅	供試面積	平均散布時間 (秒/10a)
球磨村 棚田	ドローンT30	4m	14.7a（不整形2筆）	121（18）
	動噴（畦畔噴口）	10～15m	10.2a（不整形3筆）	662（100）
球磨農業研究所 基盤整備水田	ドローンT30	9m	46.3a（46.3×100m）	52（14）
	ドローンAG R-17	4m	25.8a（30×86m）	105（28）
	動噴（畦畔噴口）	10～15m	14.4a（30×48m）	373（100）

注1）平均散布時間の（）内は基盤整備水田および棚田の各動噴区の数値を100としたときの値。
注2）ドローン区は離陸から着陸まで、ブームスプレーヤ区および動噴区は散布開始から散布終了までの時間を散布時間とした。



図2 各試験区の散布風景

注1）凡例は表1に準ずる。