

急傾斜カンキツ園における自動航行ドローン散布の防除効果と省力効果

急傾斜カンキツ園における自動航行ドローンを活用したマンゼブ水和剤の空中散布は、カンキツ黒点病に対して一定の防除効果はあるものの、慣行手散布に比べて防除効果は劣る。特に、内成り果に対する防除効果が小さい。また、自動航行ドローン散布は、慣行手散布に比べて薬剤散布時間を大幅に短縮でき、作業負荷が小さい。

農業研究センター果樹研究所病虫化学研究室（担当者：中村桂介）
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

ドローン（無人マルチローター）は、従来の無人ヘリコプターに比べて小回りが利き、操縦も簡易であることから、中山間地域の飛行に適した性能を有しており、カンキツ栽培園地でのドローン防除機による農薬空中散布（以下、ドローン散布）によって防除作業の労力軽減、時間短縮が期待されている。しかし、急傾斜カンキツ園におけるドローン散布の防除効果や省力化等を検証した試験事例は少ない。そこで、急傾斜カンキツ園において、自動航行でのドローン散布によるマンゼブ水和剤（以下、MZ 剤）のカンキツ黒点病への防除効果を検証するとともに、散布時間や作業負荷を慣行の動噴手散布と比較し、ドローン散布による防除作業の省力効果を検証する。

研究の成果

傾斜 15～23 度の段畑（上段と下段の高低差 1.5m 前後）である急傾斜カンキツ園において、RTK 測位システムを利用した自動航行により、ドローンを上段と下段の樹間に沿って直線飛行させながら、斜め下方向に薬液を噴射してドローン散布を実施した（図 1，2）。

1. カンキツ黒点病防除において、MZ 剤（商品名：ジマンダイセン水和剤）の自動航行でのドローン散布は、発病指数 3 以上（商品価値が低下し、実被害が生じる発病程度の示す指数）の発病率は無処理より低く防除効果が認められるが、慣行の手散布に比べて防除効果が劣る。特に、内成り果では防除効果が小さい（表 1）。
2. ドローン散布は、手散布に比べて薬剤散布時間を大幅に短縮できる（表 2）。
3. 自動航行によるドローン散布は、手散布に比べて作業負荷が小さい（表 2）。

成果の活用面・留意点

1. 急傾斜カンキツ園におけるドローン散布を主体とした病虫害防除体系の基礎資料として活用する。
2. 本研究では、安全なドローン自動航行を行うために、事前に測量用ドローンで測量し作成したは場の 3D マップから飛行ルート・飛行高度を設定し、1 回目の薬剤散布直前に試験飛行を行った。なお、機種は AGRAS T30（DJI 社製）を使用した。なお、3D マップ作成及び飛行ルート等の設定は、カンキツ成木園では一度行えば散布の都度行う必要はない。
3. 平坦地における手動飛行ドローンの樹上旋回飛行による MZ 剤のドローン散布の防除効果は、農業研究成果情報 No.1047 を参考とする。

表1 カンキツ黒点病に対するMZ剤の自動航行ドローン散布の防除効果(2023年)

試験区	希釈 倍数	調査 果数	指数別発病数					発病率(%)		発病度	防除価
			0	1	3	5	7	指数1以上	指数3以上		
(外成り果)											
ドローン 散布区	20	150	9	59	74	8	0	94.0	54.7	30.6	51.5
慣行手散布区	600	150	65	51	30	4	0	56.7	22.7	15.3	75.7
無処理	—	150	0	1	59	73	17	100.0	99.3	63.0	—
(内成り果)											
ドローン散布区	20	150	1	21	81	34	13	99.3	85.3	50.0	35.5
慣行手散布区	600	150	52	51	32	5	10	65.3	31.3	23.0	70.3
無処理	—	150	0	0	32	54	64	100.0	100.0	77.5	—
(外成り果＋内成り果)											
ドローン散布区	20	300	10	80	155	42	13	96.7	70.0	40.3	42.7
慣行手散布区	600	300	117	102	62	9	10	61.0	27.0	19.2	72.7
無処理	—	300	0	1	91	127	81	100.0	99.7	70.3	—

【表1の試験概要】

場所: 熊本県宇城市不知火町現地ほ場(傾斜 15~23° の 14 段の段畑) 品種: 不知火(30 年生以上)
区制: 1区1樹5反復 散布日: 2023 年 5 月 22 日、6 月 16 日、7 月 11 日、8 月 14 日 散布方法等: 表2のとおり
調査方法: 2023 年 12 月 8 日に 1 樹あたり外成り果と内成り果をそれぞれ 30 果ずつ対象に、日本植物防疫協会が定める調査基準・薬効試験ガイドラインに基づき、発病程度を指数別に調査し、発病率・発病度・防除価を算出した。

表2 各試験区の散布量、散布時間、作業負荷指標(10a 当たり)

試験区 ^{注1}	散布薬剤	希釈倍数	散布薬液量 ^{注3} (L)	散布時間 ^{注4}	散布時間削減率(%) ^{注5}	作業負荷指標(TRIMPs) ^{注6}	
						5/22	8/14
ドローン散布区	MZ剤	20	16	5分12秒	94.7	342	161
慣行手散布区 ^{注2}	MZ剤	600	480	98分45秒	—	10,861	10,636

注1 供試面積・樹数はドローン散布区が 18.5a・100 本、慣行手散布区が 2.0a・10 本であった。
注2 動力噴霧器を用いて散布を行った。なお、散布ノズルはキリナシノズルを使用し、散布圧力は 2.0MPa とした。
注3 植栽本数 50 本/10a の想定で、樹当たり薬剤量を 16g と設定し、10a 当たりの散布薬液量を算出した。
注4 ドローン散布区は、29.6L の薬液を 18.5a の面積に一回の飛行で散布し、ドローンの離陸時から着陸までの時間が 9 分 37 秒であった。また、慣行手散布区は、96.0L の薬液を 2.0a に散布した時間が 19 分 45 秒であった。
注5 散布時間削減率(%) = 100 - (ドローン空中散布の散布時間/地上手散布の散布時間) × 100
注6 スポーツ等でトレーニング負荷の指標として利用される Trainig Impulse(TRIMPs)を作業負荷指標とし、以下の計算式で算出した。なお、心拍数の測定は ForeAthlete45 (GARMIN 製)を使用した。
[男性] $TRIMPs = T \times \{(H_{Rex} - H_{Rrest}) / (H_{Rmax} - H_{Rrest})\} \times 0.64e1.92x$
 $x = (H_{Rex} - H_{Rrest}) / (H_{Rmax} - H_{Rrest})$ 、T: 作業時間(秒)、H_{Rex}: 作業中の平均心拍数、H_{Rrest}: 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)、H_{Rmax}: 作業中の最大心拍数

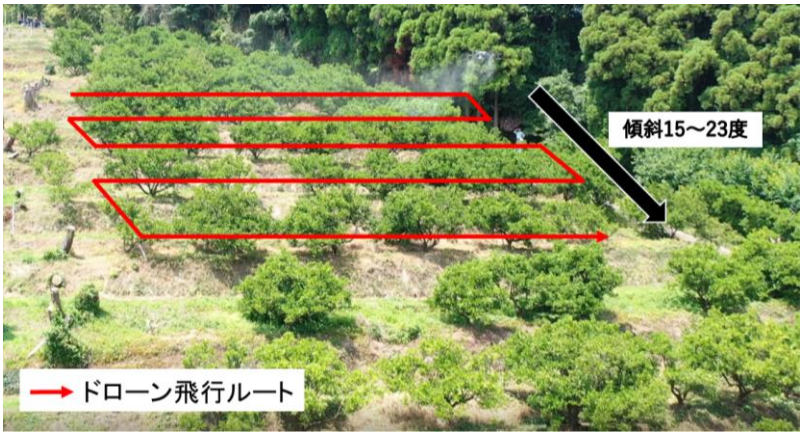


図1 現地ほ場の全体図およびドローン飛行ルートイメージ

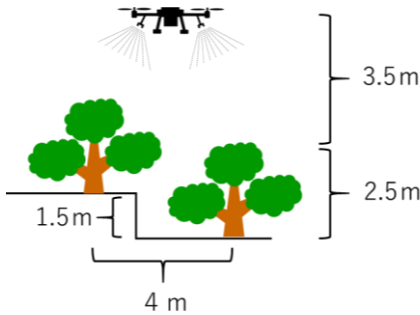


図2 横から見たドローン散布のイメージ