

# 農薬散布用ドローンを活用したカンキツの 効率・省力的防除技術体系の確立

農薬散布用ドローンは黒点病、かいよう病、灰色かび病、貯蔵病害、チャノキイロアザミウマの防除が可能であり、作業時間は手散布の80%減と大幅に削減できる。園地の間伐による樹間確保と縦開窓樹形とすることでドローン防除の効果は向上する。

## 成果の内容

### 1 ドローンの防除特性の把握

- (1) ドローン散布（写真1）では、薬液は主に葉表に付着し、葉裏にはほとんど付着しない。また、樹の上部には多く付着するが、下部や内部では少なく、部位によってばらつきが大きい（図1）。
- (2) 農薬散布用ドローンでの黒点病の防除は、手散布とほぼ同等の防除効果がある（図2）。同じ薬剤投下量では、片道散布（樹上1回散布）と往復散布（樹上2回散布）は、黒点病の発病果率に差はなかった。飛行速度2 m/秒（ノズル4本）区は、1 m/秒（ノズル2本）区と比較して発病果率が低いことから、より短時間で散布できる片道散布で、飛行速度は2 m/秒（ノズル4本）とすることが有効である（図3）。
- (3) 樹冠全体の付着状況は、円環形ノズルは薬液の付着は多いがばらつきは大きく、一方、扇形ノズルでは薬液の付着は少ないが均一である（データ省略）。「AGRAS MG-1」を使用した黒点病防除は扇形ノズルで防除効果が高い（図4）。
- (4) 樹の1.5m上空航行のドリフト調査では、ドローン散布および手散布とも、風下20mの樹にわずかに薬液の飛散が認められ、ドローン散布のドリフト距離は手散布と同程度である（表1）。なお、飛行高度が高くなるほど、ドリフトは多くなるため（データ省略）、樹から1 m～2.5m程度の高さが望ましい。
- (5) ドローン散布と動力噴霧機を使用した手散布との防除時間の比較では、ドローンの散布時間は手散布の78%減となり、省力化に有効である。一方、スピードスプレー散布との比較でも42%減に短縮できる（図5）。

### 2 ドローンの防除に適した樹形や園地条件の検討と薬剤の選抜

- (1) 密植状態に比べて、間伐や縮抜で樹間を広くすると防除効果は向上する（図6）。また、樹冠下部や内部で薬液の付着が少ないため、スプリンクラー防除用に開発した、樹に3か所、主幹に向かいくさび形の空間を確保する縦開窓樹形（写真2）とすることで、薬液が内部や下部まで付着しやすくなり、防除効果が向上する（図7）。
- (2) 黒点病、かいよう病、灰色かび病、貯蔵病害において、ドローン防除における実用性が認められる。また、チャノキイロアザミウマもドローン防除は可能である。黒点病ではパラフィン系展着剤（商品名：アビオンE）500倍を加用することで、防除効果が向上する（図8）。

## 成果の活用面・利用上の留意事項

- 1 ドローン防除の登録農薬が少ないことから、使用できる農薬の確認が必要である。混用事例がないため、当面は単用での散布となる。

- 2 農薬散布用ドローンの価格やメンテナンス、操作や免許取得を考えると、一農家が所有することは難しく、散布においては業者委託となる。業者委託の作業料金を考慮すると、1回の防除でまとまった面積を行うことが必要である。

## 具体的なデータ



写真1 農薬散布用ドローン

左：AGRAS MG-1 右：AGRAS T-20 T-20は自動航行可能

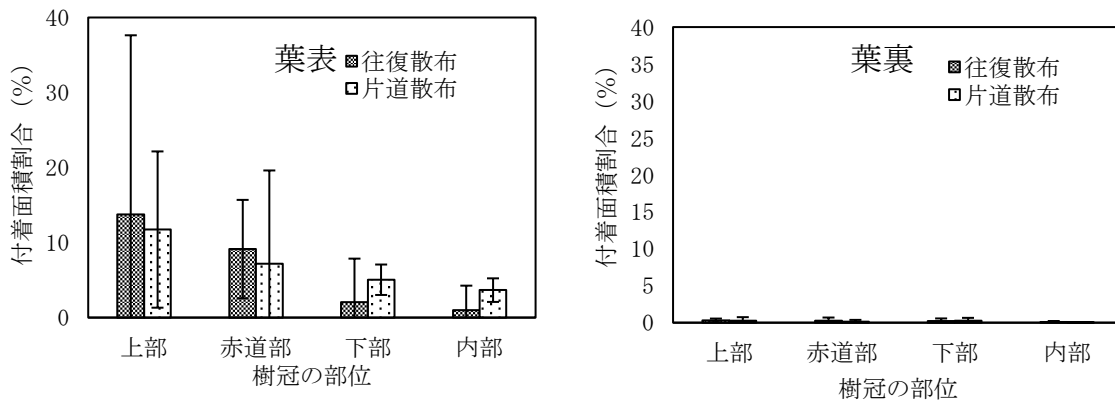


図1 ドローン防除の飛行方法が「宮川早生」への薬剤付着面積割合に及ぼす影響

往復散布：樹上0.5～1m、吐出量700mL/分（ノズル2本）、速度2m/秒で2回散布  
 片道散布：樹上0.5～1m、吐出量1400mL/分（ノズル4本）、速度2m/秒で1回散布  
 機種：「AGRAS MG-1」、供試品種：「宮川早生」26年生（平均樹冠容積7.5 m<sup>3</sup>）  
 散布日：2019年9月3日

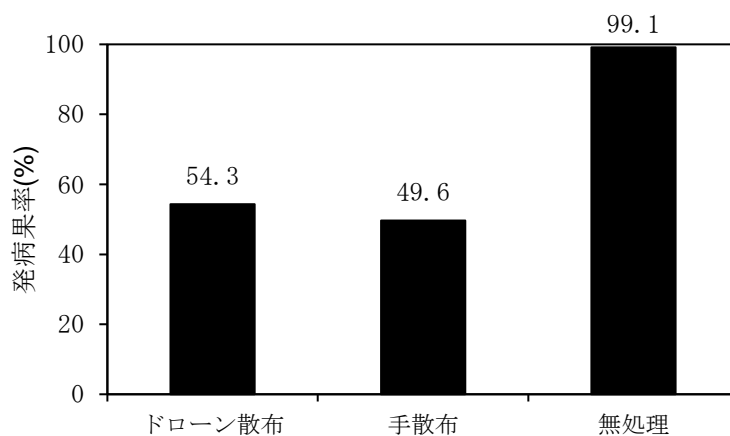


図2 ジマンダイセン水和剤のドローン防除と手散布における黒点病発病果率

供試品種：「興津早生」29年生（平均樹冠容積10.6 m<sup>3</sup>）  
 散布日：2019年6月5日、7月2日、7月24日、9月3日 調査日：11月7,8日  
 「AGRASU MG-1」を使用し、ジマンダイセン水和剤5倍液を樹上1m、速度2m/秒、吐出量1000m<sup>3</sup>で往復散布、手散布はジマンダイセン水和剤600倍を散布

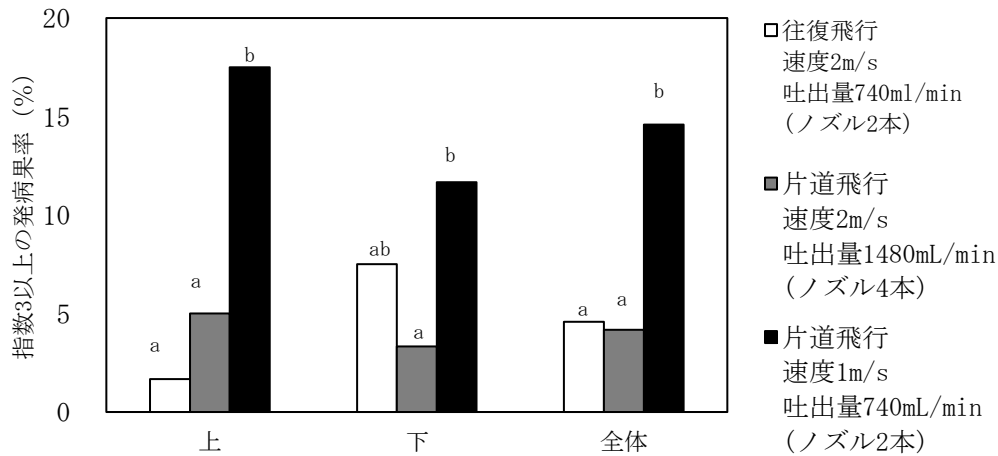


図3 ドローンの飛行方法の違いが黒点病発病果率に及ぼす影響

機種：「AGRAS MG-1」 供試品種：「南柑20号」15年生（平均樹冠容積・樹高・2.8m<sup>3</sup>・1.3m）  
 薬散：2019年6月5日、7月2日、7月24日、9月3日にジマンダイセン水和剤（5倍・4L/10a）を散布  
 調査：2019年11月22日に、各部位40果における発病を調査  
 調査部位（上、下、全体）ごとに統計処理を実施。異なる英字間は、Steel-Dwassの多重比較により有意差あり（5%水準）

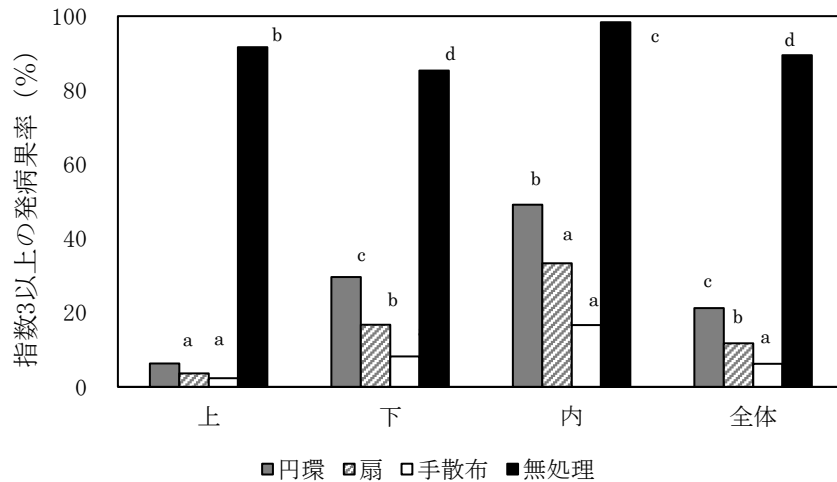


図4 ドローン防除でのノズルの違いが黒点病発病果率に及ぼす影響

機種：「AGRAS MG-1」 供試品種：興津早生30年生（平均樹冠容積・樹高：16.7m<sup>3</sup>・2.4m）  
 薬散：2020年5月27日、6月22日、7月15日、8月20日にジマンダイセン水和剤（5倍・4L/10a）を散布  
 調査：2020年11月6日 実際の被害水準となる、黒点病発生指数3以上の割合を調査。  
 調査部位（上、下、内）ごとに統計処理を実施。異なる英字間は、Steel-Dwassの多重比較により有意差あり（5%水準）

表1 ドローン防除と手散布防除における薬液の飛散状況

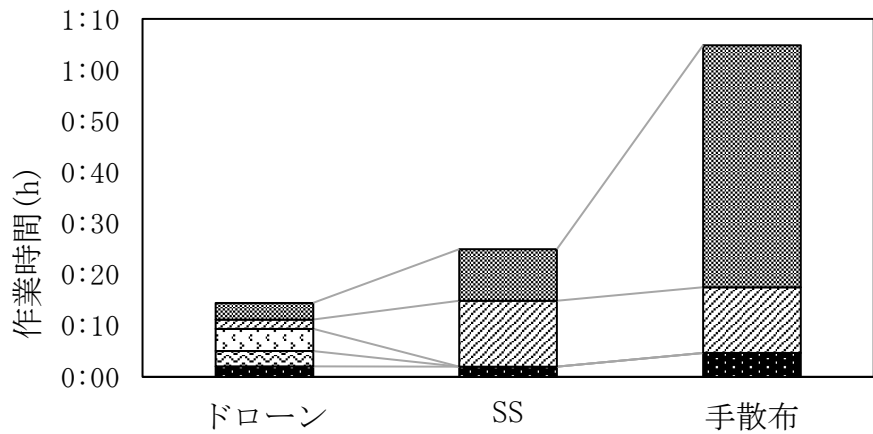
試験区	風向・東										風速(m/s)	
	西					東					最大	平均
	20m	15m	10m	5m	1m	1m	5m	10m	15m	20m		
ドローン	1	1	3	4	6	0	0	0	0	0	5.9	2.0
手散布	1	1	2	7	7	4	0	0	0	0	5.8	1.5

機種：「AGRAS MG-1」 樹上1.5m、秒速1m/秒・毎秒700mlで往復散布

手散布：動力噴霧機を使用し、鉄砲ノズルで散布

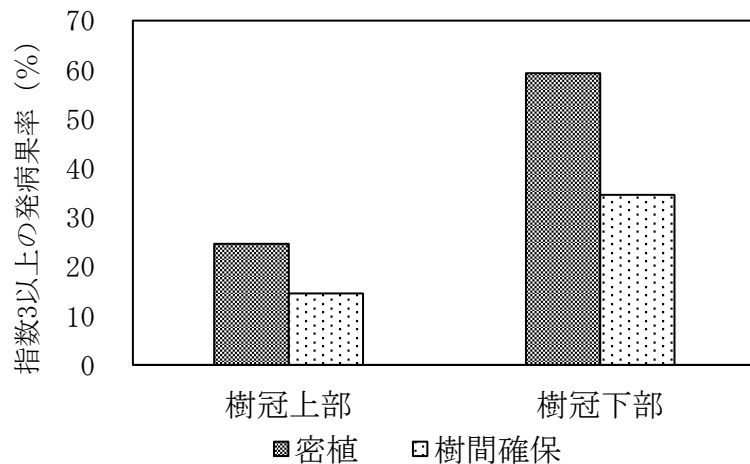
調査日：2021年3月3日

数値は農林水産航空協会の薬液付着指標 0~8段階で数値が大きいほど付着している



■ 散布機材の準備 □ ほ場確認 □ 試験飛行 □ 散布液の準備 ■ 散布  
**図5 ドローン防除と各散布方法の10a 当たり散布時間**

調査日:2021年3月3日 供試品種:「せとみ」植栽間隔5×6m 33本/10a  
 ドローン散布は3名で対応、SS(スピードスプレー)と手散布は1名で散布  
 ドローン散布:1.5m/s 片道散布、手散布は動力噴霧機による散布



**図6 ドローン防除での樹間の違いが黒点病発病果率に及ぼす影響**

平均樹間(左右、前後): 密植(0.4m、0.1m)、樹間確保(1.4m、0.5m)  
 供試品種品種:「宮川早生」26年生(平均樹冠容積・樹高:8.2m<sup>3</sup>・1.8m)  
 処理:2020年5月27日、6月22日、7月15日、8月20日 AGRAS MG-1で  
 ジマンダイセン水和剤5倍・4L/10aを散布  
 調査:2020年10月26日



**写真2 縦開窓樹形**

主幹に向かい枝をせん定して、くさび形の空間を3か所確保する

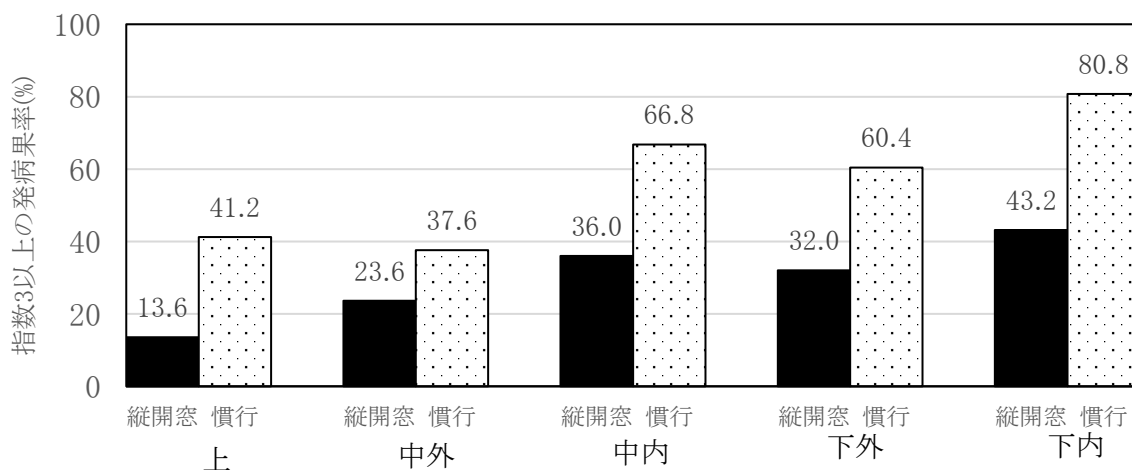


図7 ドローン防除における縦開窓樹形と慣行樹形の部位別黒点病発病率

品種：「興津早生」31年生

処理：2021年5月28日、6月24日、7月20日、8月25日

AGRAS T20の自動航行でジマンダイセン水和剤（5倍・4L/10a）を散布

11月18日に1樹当たり樹冠上部、中部の内成と外成、下部の内成と外成それぞれ50果を調査

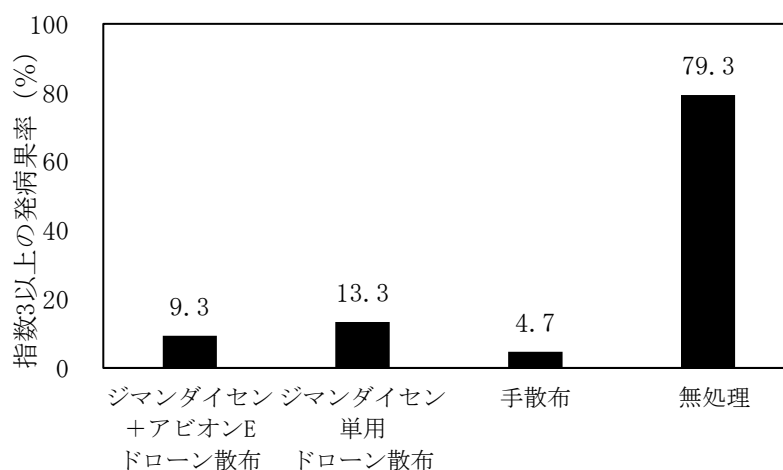


図8 ジマンダイセン水和剤へのアビオンE加用が防除効果に及ぼす影響

供試品種：「石地」5年生（平均樹冠容積・樹高：・5.5 m<sup>3</sup>・1.9m）

薬散：2020年5月27日、6月22日、7月15日、8月20日に

AGRAS MG-1でジマンダイセン水和剤（5倍・4L/10a）を散布

調査：2020年11月17日に1樹あたり樹冠赤道部50果を調査

## 関連文献等

なし

研究年度	令和元年～令和3年（2019年～2021年）
研究課題名	農薬散布用ドローンを活用したカンキツの効率・省力的防除技術体系の確立
担当	農業技術部 柑きつ振興センター 岡崎芳夫・明田郁夫・中島勘太（現柳井農林水産事務所）・世良友香（退職）