

委託試験成績（令和6年度）

担当機関名 部・室名	愛知県農業総合試験場 東三河農業研究所 野菜研究室		
実施期間	令和6年～令和7年		
大課題名	Ⅱ 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立		
課題名	ドローンによる露地野菜防除効率の検証		
目 的	<p>本県のキャベツ等露地野菜産地は、農家数の減少や担い手の高齢が進んでいる。1経営体あたりのキャベツの作付面積は約2haであるが、家族労力を中心に5～10haの経営規模を目指す農家は多い。キャベツ生産にかかる労働時間は出荷調製が最も多く約62%を占めるが、病虫害防除も約10%を要する。農薬散布にかかる時間は1回あたり約20分/10aのため、標準的な2ha規模の経営体で7時間弱、5ha規模の経営体で約2.5日を要する。また病虫害防除は1～2週間に一度の間隔で散布するが、降雨後数日は土壌条件によりほ場管理作業を行うことができないため、規模拡大の推進には省力化が必要である。</p> <p>露地野菜の省力化と規模拡大にはドローンを用いた農薬散布が期待されるが、導入事例は少ない。導入にあたっては散布効率、ドリフトの程度、防除効果、導入・運用にかかる経費の明確化が課題である。</p> <p>そこで本研究では、ドローンによる農薬散布について、小規模・複数ほ場における作業効率、ドリフトの程度、防除効果、経費を評価し、課題を明らかにする。</p>		
担当者名	愛知県農業総合試験場 東三河農業研究所 野菜研究室 主任 中野瑞己		
1. 試験場所 東三河農業研究所 場内ほ場			
2. 試験方法			
(1) 供試機械名 ドローン T10、T25			
(2) 試験条件			
ア. ドローン散布による薬効試験（春作、冬作）			
(ア) 栽培等の概要			
○春作			
品種名：キャベツ「初恋」			
播種：3月21日、定植：4月12日			
○冬作			
品種名：ブロッコリー「グリーンデルタ」			
播種：8月15日、定植：9月7日			
(イ) 試験スケジュール			
5月8日：キャベツでのドローンによる農薬散布→薬効調査			
使用薬剤：アフーム乳剤＋コルト顆粒水和剤			
(乗用管理機のみ展着剤としてスカッシュを追加)			
試験区	型式	薬剤	散布量
ドローン区	T10	アフーム乳剤8倍＋コルト顆粒水和剤16倍	1.6L/10a
乗用管理機区	JKA17	アフーム乳剤1000倍＋コルト顆粒水和剤3000倍	150L/10a
無処理区	—	なし	—

10月22日：ブロッコリーでのドローンによる農薬散布→薬効調査
 使用薬剤：ヨーバルフロアブル+ディアナ SC+パレード 20フロアブル
 （ドローンと乗用管理機の両方にスカッシュを追加）

試験区	型式	薬剤	散布量
ドローン区	T25	ヨーバルフロアブル 25 倍+ディアナ SC 48 倍	1.6L/10a
乗用管理機区	JKA17	ヨーバルフロアブル 2500 倍+ディアナ SC 2500 倍	150L/10a

※試験開始前に両試験区に薬剤散布を実施

定植時（ヨーバルフロアブル灌注）、9月17日（グレース乳剤）、10月8日（プレオフロアブル）

イ. 小規模・複数ほ場におけるドローンによる農薬散布の作業効率に係る試験

(ア) 栽培の概要

品種名：キャベツ「しぶき、冬藍、そらと」等、ブロッコリー「アーサー、むつみ」等
 播種：7月17日～9月12日、定植：8月11日～10月8日

(イ) 試験スケジュール

7月～9月：キャベツ・ブロッコリー播種・定植

10月～11月：①乗用管理機による作業効率・飛散調査

②ドローン（T10、T25）による作業効率・飛散調査

※②は、同じほ場（約1ha分）を散布する飛行ルートを農薬なしで調査。

3. 試験結果

(1) ドローン散布による薬効試験（春作）

春作でのキャベツ・アブラムシ類に対しては、ドローン区、乗用管理機区ともに無処理区と比較して十分な薬効がみられた。また処理8日後においては、ドローン区と乗用管理機による差はみられなかった（表1）。コナガに対しては、ドローン区、乗用管理機区ともに無処理区と比較して効果はみられたが、ドローン区は乗用管理機区より少し劣る結果となった（表2）。

(2) ドローン散布による薬効試験（冬作）

冬作でのブロッコリー・ハスモンヨトウに対しては、チョウ目害虫の発生が非常に多かったため、試験開始以前（定植時、9/17、10/8）に薬剤散布を実施した。

試験結果については、両区ともに効果がみられたが、処理前の発生数に差があること、老齢幼虫には薬剤自体の効果が低いこと、卵塊が孵化した直後は若齢幼虫数が極端な数字になりやすいこと等を考慮する必要がある。そこで、中齢幼虫の処理前数に対する減少幅で効果の検討をしたところ、ドローン区と乗用管理機区で大きな差は無いと思われた（表3）。また処理14日後には、大幅に虫数が減少した。これは天敵による自然減と思われたため、調査を終了した。

(3) 飛散調査

感水紙をキャベツ、ブロッコリーの上位葉の葉表、葉裏に対して、地面や他の葉との間に十分な空間を確保したままクリップで固定した。散布後の感水部分はQGISを用いて面積割合を算出した。ドローンT10区とT25区を比較すると、T25区の方が葉表の感水部分割合は多かった。乗用管理機区は、ドローン両区より感水部分が葉の表裏両方で多かった。葉裏に対してはムラが大きかった（表4）。

(4) 小規模・複数ほ場におけるドローンによる農薬散布の作業効率に係る試験

各作業時間を10a（20m×50m）に換算した結果を表5に示す。ドローンT10区とT25区の作業時間は、ほぼ同じとなり、乗用管理機区は概ねその半分となった。しかし、ドローンT25区は機体が大きく、積み下ろし作業に2人必要となるため、作業人数を考慮した延べ作業時間はT25区と乗用管理機区でほぼ同じとなり、T10区は、概ねその半分となった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 春作でのアブラムシ類の薬効試験結果

試験区	連制	10株あたりの生息虫数											
		処理前 5/8			処理2日後 5/10			処理8日後 5/16			処理15日後 5/23		
		有翅	無翅	合計	有翅	無翅	合計	有翅	無翅	合計	有翅	無翅	合計
ドローン区 T10	I	3	185	188	0	61	61	0	0	0	0	31	31
	II	6	115	121	2	73	75	1	0	1	0	0	0
	III	1	128	129	0	30	30	1	0	1	0	11	11
	合計	10	428	438	2	164	166	2	0	2	0	42	42
	補正密度指数				21.4			0.3			4.0		
乗用管理機区 JKA17	I	4	473	477	0	28	28	0	0	0	1	3	4
	II	4	302	306	0	21	21	1	5	6	1	0	1
	III	3	318	321	3	23	26	0	0	0	0	0	0
	合計	11	1093	1104	3	72	75	1	5	6	2	3	5
	補正密度指数				3.8			0.3			0.2		
無処理区	I	7	200	207	1	449	450	3	466	469	4	589	593
	II	2	252	254	0	355	355	3	202	205	2	262	264
	III	2	168	170	2	310	312	1	364	365	1	660	661
	合計	11	620	631	3	1114	1117	7	1032	1039	7	1511	1518
	補正密度指数				100			100			100		

表2 春作でのコナガの薬効試験結果

試験区	連制	10株あたりの生息虫数																			
		処理前 5/8					処理2日後 5/10					処理8日後 5/16					処理15日後 5/23				
		若齢	中齢	老齢	蛹	合計	若齢	中齢	老齢	蛹	合計	若齢	中齢	老齢	蛹	合計	若齢	中齢	老齢	蛹	合計
ドローン区 T10	I	2	2	1	0	5	1	1	3	0	5	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2
	II	9	0	1	1	11	5	4	1	1	11	3	2	1	0	6	0	1	1	1	3
	III	6	0	0	0	6	5	1	3	0	9	4	6	0	3	13	4	1	0	0	5
	合計	17	2	2	1	22	11	6	7	1	25	8	8	1	3	20	5	2	1	2	10
	補正密度指数						113.6					61.5					28.3				
乗用管理機区 JKA17	I	2	2	1	0	5	0	0	3	2	5	2	1	0	0	3	3	0	0	0	3
	II	3	2	1	0	6	1	0	1	1	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	III	6	1	0	0	7	5	1	1	1	8	1	1	1	0	3	0	0	1	0	1
	合計	11	5	2	0	18	6	1	5	4	16	3	2	1	1	7	3	0	1	0	4
	補正密度指数						88.9					26.3					13.8				
無処理区	I	9	2	0	0	11	4	2	0	0	6	4	1	1	2	8	6	4	6	1	17
	II	3	1	4	0	8	4	2	1	0	7	2	2	5	1	10	0	3	4	1	8
	III	2	1	1	0	4	2	6	2	0	10	7	5	2	2	16	1	2	8	1	12
	合計	14	4	5	0	23	10	10	3	0	23	13	8	8	5	34	7	9	18	3	37
	補正密度指数						100					100					100				

表3 冬作でのハスモンヨトウの薬効試験結果

試験区	連制	5株あたりの生息虫数											
		処理前 10/21				処理3日後 10/25				処理8日後 10/30			
		若齢	中齢	老齢	合計	若齢	中齢	老齢	合計	若齢	中齢	老齢	合計
ドローン区 T25	I	9	8	1	18	55	5	2	62	35	5	6	46
	II	11	13	5	29	1	4	8	13	0	0	3	3
	III	6	7	7	20	2	2	3	7	2	6	5	13
	合計	26	28	13	67	58	11	13	82	37	11	14	62
	処理前中齢に対する減少率					- 60.7 %				- 60.7 %			
乗用管理機区 JKA17	I	66	26	11	103	15	13	4	32	5	6	3	14
	II	34	10	6	50	5	12	5	22	6	5	5	16
	III	71	7	5	83	54	3	4	61	28	1	3	32
	合計	171	43	22	236	74	28	13	115	39	12	11	62
	処理前中齢に対する減少率					- 34.9 %				- 72.1 %			

表4 感水反応部分の面積割合

単位：％

試験区	品目	機種	葉表			葉裏			散布日
			平均	最大	最小	平均	最大	最小	
ドローンT10区	キャベツ	T10	5.3	11.7	1.8	0.17	0.39	0.02	5月8日
ドローンT25区	ブロッコリー	T25	8.3	11.6	2.2	0.92	1.66	0.52	10月22日
乗用管理機	キャベツ	JKA17	99.5	100	94.8	32.68	80.66	4.97	5月8日

※各区 3～6 枚平均、QGIS を用いて感水部分の面積割合を算出した

表5 10aあたりの農薬散布作業時間

試験区	型式	作業時間							作業人数	延べ作業時間
		準備	移動	散布	旋回	帰着	収納	合計		
								min	人	min
ドローンT10区	T10	0.9	0.4	1.0	0.2	0.7	1.1	4.3	1	4.3
ドローンT25区	T25	1.4	0.3	0.7	0.1	0.4	1.3	4.2	2	8.4
乗用管理機区	JAK17	1.3		4.7	0.8	1.9		8.7	1	8.7

※20m×50m＝10aに換算した値

5. 経営評価

前提として、乗用管理機を既得している大規模生産者（経営面積 10ha）が、新たにドローンを導入する場合の評価を行った（表 6）。管内の防除暦から 1 ほ場につき 7 回散布するとし、合計の作業面積を 70ha とした。作業時間は、表 5 にて算出した作業時間から換算し、労働単価 2 千円/h として変動費に加えた。結果として経営面積 10ha では、ドローンの初期費用が高いため、乗用管理機と比べて、合計費用が高くなった。ドローン T10 は、作業時間が短いため、経営面積が 19ha（作業面積 133ha）を超えると、乗用管理機よりも費用は低くなった。そのため、10ha 規模の生産者が 2 戸共同で導入することが望ましいと考えられた。

散布委託に関しては、2～3 千円/10a（農薬費別）で実施されている場合が多い。作業面積の 10%を委託に代替すると、1～6 年目はドローン T10 の費用より低くなるが、7 年目で逆転した。

表6 経営試算

単位：千円

	費用	乗用管理機	ドローンT10	ドローンT25	委託	乗用管理機	ドローンT10
初期費用	本体	既得	1200	1600		既得	1200
	バッテリー		100	280			100
	充電器		170	200			170
	講習		280	280			280
	登録料		40	40			40
継続費用/年	RTK		80	80			80
	保険料		130	200			130
	修繕	100				100	
	委託費（/10a）				3		
変動費に係る数値	散布回数/ほ場	7	7	7	7	7	7
	経営面積（ha）	10	10	10	10	19	19
	作業面積（ha）	70	70	70	70	133	133
	作業時間（h）	101	50	98	0	193	96
合計費用	減価償却費		210	297			210
	初期費用		320	320			320
	継続費用	100	210	280	2100	100	210
	変動費用	203	101	196	0	386	191
	1年目合計	303	631	796	2100	486	721
	7年目合計	2121	2705	4053	14700	3399	3340

※減価償却期間7年、作業時間に係る労働単価2千円/h

6. 利用機械評価

ドローン散布による薬効は、乗用管理機とほぼ同等の効果が得られたため、十分利用価値があると思われた。ただし、登録農薬数が少ないこともあり、体系防除が可能かどうかは明確になっていない。

ドローン T10 と T25 では、T25 の方が散布能力は高く、防除作業には適していると思われるが、運搬等の作業に 2 人必要になることを考えると、T10 の方が費用対効果は高くなると考えられた。

ドローン散布による利点として、降雨後のほ場や作物が大きくなった後などの乗用管理機では散布しにくい状況でも、散布が可能な点が挙げられる。特に台風などの強風多雨の後には利点が大きく、適期防除により減収が抑えられれば、より導入するメリットが大きくなると思われた。

7. 成果の普及

試験は関係普及指導員、J A 営農指導員、経済連担当者と協力して進め、進むべき方向性が明らかになった段階で地域の農業者に伝達する場を設定する。

8. 考察

ドローン散布の試験において、表 1、2、3 の処理 2、3 日後の合計虫数を見ると、ドローン区の方が乗用管理機区より効果が低い傾向にあり、処理 8 日後以降は乗用管理機区と同等に近い効果が得られていた。これはドローン区の方は散布ムラがあることにより、効果が現れるのが遅くなっていると思われた。

感水紙による飛散試験において、ドローン区 T25 の方が T10 よりも感水部分割合が大きかった。これは T25 のノズルが T10 よりも新しいタイプのものであること、プロペラの風圧が強いことなどが要因と思われた。

ドローン T25 の方が、T10 よりも散布能力、飛行速度、操作性等で優れているが、小面積に散布する場合、散布時間に大きな差はみられなかった。また、機体の大きさのため、一人で扱うのが難しいことを考慮すると、小面積・複数の散布では T10 の方が適していると思われた。

9. 問題点

ドローンを導入する場合、経営的な評価から、使用面積をできるだけ増やす必要があるが、ドローンによる体系防除が可能かどうかは明らかになっていない。作物が大きくなるにつれて、葉が重なるなど、薬液がかかりにくくなる恐れがあり、付着量の少ないドローン散布の体系防除による効果を確認する必要がある。

10. 参考写真



写真 1 ドローン T10



写真 2 ドローン T25

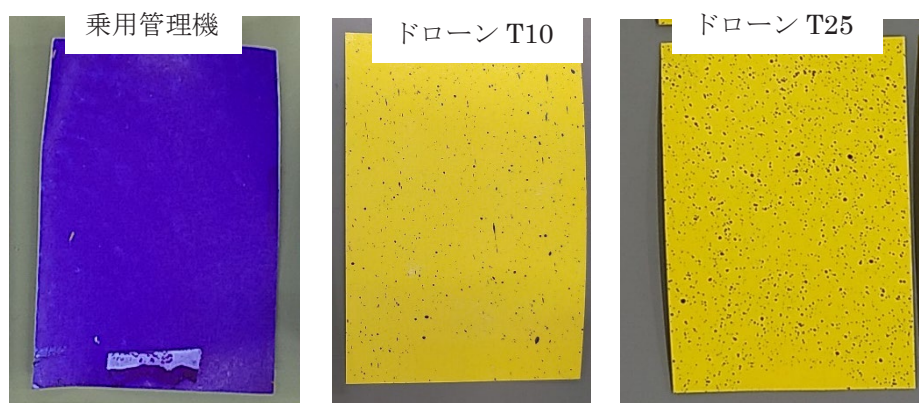


写真3 葉表に対する感水紙の付着状況

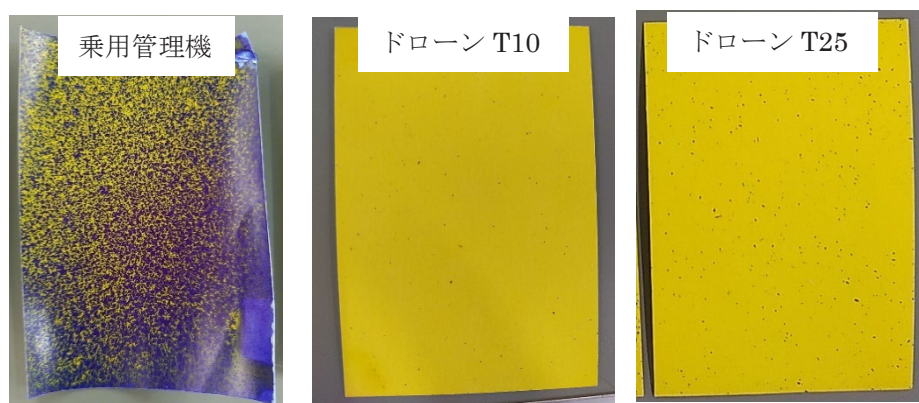


写真4 葉裏に対する感水紙の付着状況



写真5 ドローン散布時の作物体
左：キャベツ 右：ブロッコリー



写真6 ドローン散布の飛行ルート画面例