

現地実証展示圃成績（令和元年度）

担当機関名 部・室名	長崎県農林技術開発センター 干拓営農研究部門
実施期間	令和元年度、新規開始
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	無人ヘリを用いたタマネギ防除体系の実証試験
目的	タマネギ栽培において適期防除を行うことは病気の蔓延や収量の低下を阻止するためには必須である。しかし、作業が重複する時期や降雨直後の圃場など防除作業が困難で適期防除を実施できないことが多い。そこで現地栽培圃場において、無人ヘリを用いた適期防除を実施し、慣行防除との作業性や病害の抑制効果について実証試験を行う。試験ではタマネギべと病を対象とし、植え付け直後（12月）とべと病発生時期（4月上旬）の試験を行う。
担当者名	所属：干拓営農研究部門 役職・氏名：主任研究員 宮寄朋浩
1. 実証場所	長崎県諫早市中央干拓 諫早湾干拓地内 アリアケファーム圃場（1-11, 2-9） 長崎県農林技術開発センター干拓営農研究部門圃場
2. 実証方法	防除用無人ヘリを用いたタマネギ防除の有効性を確認するため、実証圃場において防除試験を実施する。防除ヘリによる防除効果を現地慣行とするためタマネギべと病の発生程度、収量等を調査する。また、防除機械による薬液の付着を比較するため、実証圃場に加え干拓営農研究部門圃場で複数の防除機械を用いた防除作業ならびに薬液付着状況を調査する。
1) 実証試験	
(1) 試験条件	
ア. 圃場条件	海成沖積土壌
試験圃場	干拓地圃場（1-11） 面積 55,000 m <sup>2</sup> （100m×550m）
慣行圃場	干拓地圃場（2-9） 面積 60,000m <sup>2</sup> （100m×600m）
センター圃場	農林技術開発センター干拓営農部門圃場 面積 300m <sup>2</sup> （畦幅 1.5m×長さ 10m×5 畦×4 反復）
イ. 栽培等の概要	
品種名	TTA715（試験圃場、慣行圃場）、もみじ3号（センター圃場）
作業	
施肥・成形マルチング	2018年12月15日（試験圃場）、11月26日（センター圃場）
定植	2018年11月（試験圃場、慣行圃場）、12月10日（センター圃場）
除草剤散布	2018年12月29日 ゴーゴーサン乳剤（試験圃場）、
(2) 試験概要	
ア. 供試機械（表1）	
試験機	防除用無人ヘリ（ヤンマーYF390AX）
慣行機	トラクタ装着型ブームスプレーヤ
参考機	防除用ドローン、乗用管理機装着型ブームスプレーヤ、エンジン式背負防除機

イ. 供試薬剤：ジャストフィットフロアブル（4月3日）希釈濃度 24 倍、散布量 1.6 l /10a  
ザンプロ DM フロアブル（4月19日）希釈濃度 24 倍、散布量 1.6 l /10a

ウ. 薬剤散布実績（カッコ内は供試薬剤）

試験圃場：2019年3月7、8日（シグナム WDG, フロンサイド SC）、3月20～22日（ジマンダイセン水和剤）、4月1日（バリダジン液剤5、ジマンダイセン水和剤）、4月2日（ジャストフィットフロアブル）、4月12日（バリダジン液剤5、ジマンダイセン水和剤）、4月19日（ザンプロ DM フロアブル）、5月6日（ザンプロ DM フロアブル）（4月2日、4月19日が無人ヘリ、他はトラクタ装着型ブームスプレーヤで散布）

慣行圃場：3月7日（シグナム WDG）、3月18～20日（ジマンダイセン水和剤）、3月30日～4月1日（バリダジン液剤、ジマンダイセン水和剤）、4月5日（ベトファイター顆粒水和剤）、4月15～17日（ナレート水和剤）、5月4日（ザンプロ DM フロアブル）（すべてトラクタ装着型ブームスプレーヤで散布）

エ. 調査方法

1) 薬液付着状況調査

調査日：2019年4月19日

調査圃場：センター圃場

調査した機種：防除用無人ヘリ、防除用ドローン

薬液付着状況：植物体の草高に対し、上：葉先、中：中間、下：株元の3箇所有感水紙を設置し付着状況を調べた。付着状況は薬剤落下分散調査指標「産業用無人ヘリコプターによる病害虫防除実施者のための手引き（農林水産航空協会）」を用いた。

2) 防除効果

調査項目および調査日：べと病の発病株率、発病度調査 4月5日～5月8日（4回）、  
収量調査 2019年5月13日

調査圃場：試験圃場、慣行圃場（各区20株3反復）

3) 作業能率調査

調査日：4月2日、19日（無人ヘリ）、

4月26日（乗用管理機装着型ブームスプレーヤ、エンジン式背負防除機）  
トラクタ装着型ブームスプレーヤの作業時間他は聞き取り調査で行った。

調査圃場：試験圃場（無人ヘリ）、

センター圃場（乗用管理機装着型ブームスプレーヤ、エンジン式背負防除機）

調査項目：作業速度、作業時間

4) 土壌貫入抵抗

調査日：4月18日

調査圃場：試験圃場

調査方法：試験圃場内のトラクタ装着型ブームスプレーヤの走行路および畦間通路（歩行のみ）について、土壌表面から深さ50cmまで、2.5cmごとの土壌貫入抵抗（MPa）を貫入式土壌硬度計（DIK-5521）で測定した。各区6箇所測定し平均値を用いた。

表1 供試機械の概要

供試機械	試験機	慣行機	参考機		
	防除用無人ヘリ	トラクタ装着型ブームスプレーヤ	防除用ドローン	乗用管理機装着型ブームスプレーヤ	エンジン式背負防除機
型式	YF390AX	BSM-1504S	MG-1	KBM-410D	ES-10
搭載薬液量(L)	32	1500	10	500	10
有効作業幅(m)	7.5	23	7.5	10	1.5

### 3. 結果

- 1) 防除用無人ヘリの薬液付着状況は、上、中、下、いずれの場所でも十分な付着が見られた(表2)。それに対し、防除用ドローンの薬液付着は防除用無人ヘリに比べ、中位の裏への付着が少なかった。
- 2) 本作はべと病の発生は少なく、慣行圃場では4月26日にべと病の初発が確認されたが、試験圃場では5月8日に初発が確認された。これは慣行圃場に比べ初発時期が約10日遅かった。べと病の発病度は同時期の慣行圃場に比べて低く抑えていた(表3)。
- 3) 10aあたりの収量は、試験圃場の平均は4t/10aであり、慣行圃場の4.8t/10aに比べ低かった(表3、4)。
- 4) 防除用無人ヘリの圃場作業量(1時間あたりの作業面積)は875.8a/hrであり、試験圃場全体(5.5ha)の防除を約30分で完了した。防除用無人ヘリの圃場作業量は、トラクタ装着型ブームスプレーヤ(圃場作業量120.5a/hr)の7.3倍、乗用管理機装着型ブームスプレーヤ(圃場作業量18.8a/hr)の46.6倍であった(表5)。
- 5) トラクタ装着型ブームスプレーヤの防除道は機械の走行に伴う土壌踏圧により他の畦間に比べ土壌表面が締め固められていた(図1)。
- 6) 防除用無人ヘリは今回散布を行った高度3mで植物体の上でホバリングを行ったところ、ダウンウォッシュによるタマネギ茎葉の倒れが生じた。

### 4. 主要成果の具体的データ

表2 薬液付着状況の比較(2019年4月19日調査)

機種	測定場所	機体直下		1m		2m		3.5m	
		粒径	付着	粒径	付着	粒径	付着	粒径	付着
無人ヘリ	上	b	6			b	5	b	4
	中_表	d	6			b	5	b	6
	中_裏	b	7			b	7	-	-
	下	b	7			d	8	b	4
防除用ドローン (参考)	上	b	6	b	5	b	6		
	中_表	b	5	b	6	b	6		
	中_裏	b	2	b	3	b	2		
	下	b	5	b	6	b	4		

測定時の風速は0~1.3m/s

注：表中の指数は薬剤落下分散調査指標「産業用無人ヘリコプターによる病害虫防除実施者のための手引き(農林水産航空協会)」に基づく

表3 発病度と収量

試験区	ブロック	反復	4月5日		4月15日		4月26日		5月8日		収量 (kg/10a)	葉害
			発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度	発病株率	発病度		
無人ヘリ散布 (試験圃場)	手前	真下	0	0	0	0	0	0	52.8	13.2	4,540	—
		2m	0	0	0	0	0	0	56.4	14.1	4,550	—
		3.5m	0	0	0	0	0	0	100.0	25.0	4,764	—
	奥	真下	0	0	0	0	0	0	63.2	15.8	3,466	—
		2m	0	0	0	0	0	0	97.4	24.4	3,670	—
		3.5m	0	0	0	0	0	0	97.4	24.4	3,504	—
			0	0	0	0	0	77.9	19.5	4,082		
ブームスプレーヤ散布 (慣行圃場)	手前	真下	0	0	0	0	11.1	2.8	97.4	73.1	5,558	—
		2m	0	0	0	0	17.9	4.5	100.0	75.0	4,708	—
		3.5m	0	0	0	0	9.1	2.3	92.1	69.1	3,449	—
	奥	真下	0	0	0	0	28.9	7.2	97.4	73.1	5,230	—
		2m	0	0	0	0	28.2	7.1	92.5	69.4	4,898	—
		3.5m	0	0	0	0	17.9	4.5	100.0	75.0	5,297	—
			0	0	0	0	0	18.9	4.7	96.6	72.4	4,857

表4 無人ヘリおよびブームスプレーヤ防除圃場の1個あたり球重

ブロック	無人ヘリ防除圃場			ブームスプレーヤ防除圃場		
	1箇所目	2箇所目	平均	1箇所目	2箇所目	平均
真下	163.9	125.1	144.5	200.7	188.8	194.7
2m	164.3	132.5	148.4	170.0	176.8	173.4
3.5m	172.0	126.5	149.3	124.5	191.2	157.9
平均	166.7	128.0	147.4	165.0	185.6	175.3
10aあたり収量 (kg/10a)	4,618	3,547	4,083	4,572	5,142	4,857

注1) 無人ヘリ圃場と慣行圃場は約600m離れている

注2) 各ブロック10株調査

表5 作業能率 (2019年4月)

機種名	試験機	慣行機	参考機	参考機
	無人ヘリ	トラクタ装着型 ブームスプレーヤ	乗用管理機装着型 ブームスプレーヤ	エンジン式 背負防除機
型式	YF390AX	BSM-1054	KBM-410D	ES-10
搭載量 (リットル)	32	1000	400	10
散布量 (リットル/10a)	1.6	100	100	100
作業人員 (人)	3	1	1	1
調査面積 (a)	550	100	5	0.6
作業幅 (m)	7.5	23	10	1.5
作業速度 (m/s)	3.67	—	0.16	0.14
作業時間 (分)				
実作業	33.0	20.0	5.4	4.8
補給	4.7	30.0	10.0	5.0
その他	—	—	0.6	—
合計	37.7	50.0	16.0	9.8
10aあたり作業時間(分)	0.7	5.0	32.0	163.3
圃場作業量(a/hr)	875.8	120.5	18.8	3.7

注) トラクタ装着型ブームスプレーヤの作業時間等は聞き取り調査で算出した

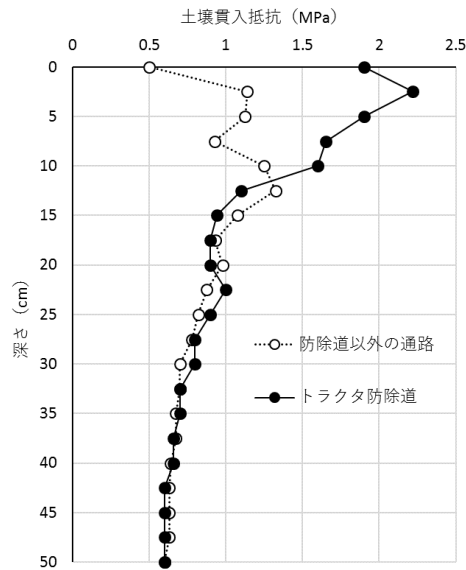


図1 実証圃場内の土壌貫入抵抗

## 5. 経営評価

無人ヘリ防除を3人作業で1haを6.8分で実施すると、40ha規模の栽培（諫早湾干拓内農業法人タマネギ栽培面積）では1回あたりの272分（4.5時間）となった。トラクタ装着型ブームスプレーヤーでは50分/1haの作業時間として、40haで33.3時間となった。ここで人件費を時給1,500円ではヘリ防除では $1,500 \times 4.5 \text{hr} \times 3 \text{人} = 20,250 \text{円}$ 、ブームスプレーヤーは $1,500 \text{円} \times 33.3 \text{hr} = 49,950 \text{円}$ となり約4割に低減できる。実証試験を行った法人では9回の防除のうち、無人ヘリの登録薬剤の総使用回数3回であったので、 $(49,950 - 20,250) \times 3 \text{回} = 89,100 \text{円}$ の低減になる。なお今回の試算では薬剤費は同じとみなし、機械に関する諸費用は考慮していない。

## 6. 利用機械評価

無人ヘリ（ヤンマーYF390AX）は16リットル×2の薬液タンクを装着していた。タマネギべと病防除での薬液散布量は1.6リットル/10a（ジャストフィットフロアブル、ザンプロDMフロアブルとも24倍希釈で散布）であることから、1回の補給で2ha程度の防除が可能であると考えられた。作業の際、オペレータ+補助者に加え薬液補充のための補助者をつけた3人体制で作業を行うことで補給時間を少なくできると考えられた。

## 7. 成果の普及

無人ヘリ防除作業の作業時間は6.8分/haであり、補給時間を加えても、5haを30分で防除が終了できることから、長崎県内でも地域防除の観点から空中防除の導入の可能性が高いと考えられた。現在、タマネギべと病の防除登録農薬が2種であることから今後、登録薬剤の拡大とセットで普及が進むと考えられた。実証を行った諫早湾干拓では、「空中散布等における無人航空機利用技術指導指針」第4-4(5)に示される風速3m/s以下となる時間が2~3時間程度しかなく、作業時間の制約を受けやすい。今後、空中防除の安全性向上や機器の性能向上による日の出前や夜間など風速が弱い時間帯での空中防除が可能になると、普及は進むと思われる。

## 8. 考察

- 1) 防除用無人ヘリ防除の薬液付着状況は植物体の上、中、下、さらに裏側でも十分な付着が見られた。これは防除用無人ヘリのダウンウォッシュ（下に吹き降ろされる風）によって散布された薬液が水平方向の攪拌や下からの巻き上げを受けたためと考えられた。また、防除用ドローンの薬液付着は防除用無人ヘリに比べダウンウォッシュが少ないため葉の裏への付着が少なくなっていた。
- 2) 試験圃場は慣行防除に加え無人ヘリ防除を2回加えたことにより、初発時期が約10日遅く、発病度は同時期の慣行に比べて低く抑えることができた。試験圃場の収量は慣行圃場に比べ低かったが、この収量差の原因はべと病発生の影響ではなく、試験圃場内および圃場間の地力差が原因であると思われた。
- 3) 防除用無人ヘリを用いることで1時間あたり約8haの防除作業が可能であった。試験に協力いただいた法人のタマネギ作付面積は約40ha（H30年）であることから、1日間で全面積の防除が可能であると考えられた。これに対し、トラクタ装着型ブームスプレーヤーでは1圃場（6ha）の防除にほぼ1日かかることから、防除用無人ヘリの省力性や人件費削減等の導入効果は高いと考えられた。
- 4) 防除用無人ヘリは降雨がなければ降雨後の圃場表面がやわらかい状態でも圃場に入らずに防除作業ができる。諫早湾干拓地では3～5月の作業可能日数は7.5～9.1日/月と月の3分の1は圃場に入るには適さない状態であるが、防除用無人ヘリでは18.5～19.8日/月と2倍以上の作業日数が確保できると考えられた（図2）。従って、防除スケジュールの確実な実施や、病気発生の危険性が高まったときの緊急防除が可能になり、今まで以上にべと病発生や蔓延を抑えることができる考えられた。
- 5) 防除用無人ヘリの防除は、圃場に入る必要がなく土壌踏圧が発生しないので、圃場内での土の踏み固めによる排水性の悪化などを引き起こしにくいと考えられた。
- 6) 防除用無人ヘリは植物体上空でホバリングを行うと、タマネギの茎葉の倒れやマルチのばたつきが発生した。今回の試験ではホバリングに伴う茎葉の倒れが発生した場所の収量はそのほかの場所と差はなかった（データ省略）。しかし、定植直後の防除に防除用無人ヘリを使った場合、ダウンウォッシュによりタマネギ苗の転びやマルチのばたつきによる苗の引き抜きやもぐりの危険が考えられた。そこで、定植直後の空中防除方法として、ドローンによる空中防除の試験を追加実施した。

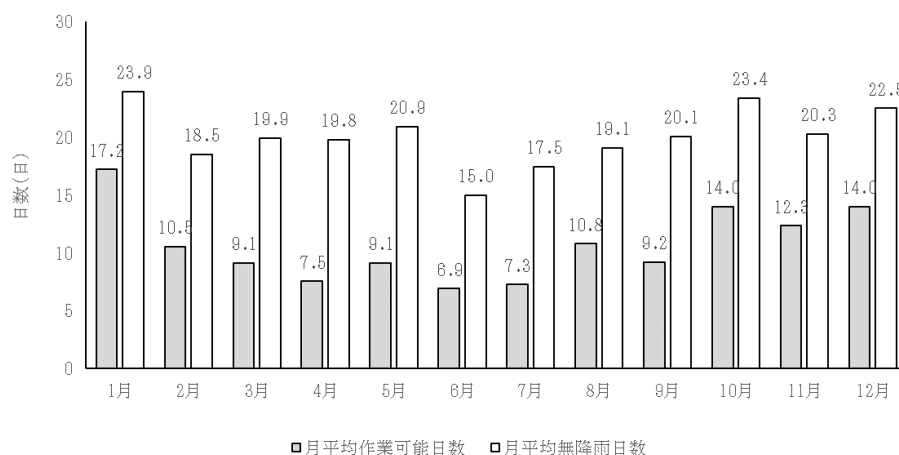


図2 諫早湾干拓地における無降雨日数と作業可能日数

注：作業可能日数の考え方

降雨量 10mm 未満：翌日作業可能、連続降雨量 10-30mm：最終降雨の3日後作業可能  
 連続降雨量 30mm 以上：最終降雨の6日後作業可能

## 【防除用ドローン試験】

1. 実証場所 長崎県諫早市中央干拓 諫早湾干拓地内 アリアケファーム圃場  
長崎県農林技術開発センター干拓営農研究部門圃場

### 2. 実証方法

たまねぎ定植直後の空中防除について、防除用ドローンでの薬液付着状況調査ならびに作業能率調査を実施した。あわせて防除時のダウンウォッシュによる植物体およびマルチフィルムへの影響を調査した。

#### 1) 実証試験

##### (1) 試験条件

ア. 圃場条件 海成沖積土壌

試験圃場 干拓地圃場 (1-5) 面積 55,000 m<sup>2</sup> (100m×550m)

センター圃場 干拓営農部門圃場 面積 300m<sup>2</sup> (畦幅 1.5m×長さ 10m×5 畦×4 反復)

##### イ. 栽培等の概要

品種名 アンサー (試験圃場)、もみじ3号 (センター圃場)

##### 作業

施肥・成形マルチング 2019年11月7日 (センター圃場)、12月9、10日 (試験圃場)

定植 2019年12月12日 (センター圃場)、12月15日 (試験圃場)

防除 2019年12月17日 (センター圃場)、12月18日 (試験圃場)

##### (2) 試験概要

ア. 供試機械名 防除用ドローン (MG1)

##### イ. 調査方法

###### 1) 薬液付着状況調査

調査日：2019年12月17日

調査圃場：センター圃場

付着紙：ミラーコート紙 135 (日通商事 (株))

散布液：WATER BLUE 9 (オリエント化学工業 (株)) 500倍希釈液

調査方法：5cm角の発泡スチロールに付着紙を上面と前後左右の5面に固定したものを、畦の上12-13cmに測定位置上面がなるようにドローンの飛行部分を中心(0m)として左右2箇所(1.3m, 1.9m)ずつ計5箇所に設置した(図3、写真)。付着状況は薬剤落下分散調査指標「産業用無人ヘリコプターによる病害虫防除実施者のための手引き(農林水産航空協会)」を用いた。

###### 2) 飛行に伴う影響調査

調査日：2019年12月17日

調査圃場：センター圃場

調査方法：防除作業に準じた飛行(飛行高度2.0m飛行速度15km/h)を行い、定植初期の防除でのマルチのはがれや苗の引き抜き、転びの発生を調査した。またダウンウォッシュの風速を計るため、厚さ2cmの台の上に簡易風速計を設置し、上部飛行時の最大風速を計測した。

###### 3) 作業能率調査

調査日：2019年12月18日

調査圃場：試験圃場

使用薬剤：ジャストフィットフロアブル24倍希釈液

調査方法：高度2.0m、速度15km/h、散布量1.6リットル/10aを設定した防除用ドローンを用いて散布作業を行った。作業方法の違いによる作業時間の比較を行うために、手動操

作+補助者の2名作業と自動操縦による作業（操縦者1名作業）についてそれぞれ作業時間調査を行った。また自動操縦では散布場所（圃場）の登録が必要なため、登録に関する作業時間も計測した。

### 3. 実証結果

- 1) 薬液の付着はドローンの飛行位置を中心に左右は同程度に付着し、進行方向（手前、奥）では大きな差はなかった（図3、表6）。
- 2) 防除用ドローンの飛行に伴う下方への風速（ダウンウォッシュ）は1.2~1.6m/sであった。
- 3) 飛行時にマルチの波うちは見られたが、マルチのはがれや苗の引き抜き、転びなどは確認されなかった（表7）。
- 4) 手動操縦での防除作業は操縦者と補助者の2名作業で行った。操縦者が行った薬液補給等を含めた全作業時間は6.5分であった。この結果圃場作業量は315.3a/hr、1haあたりの作業時間は19.0分/haと計算された（表8）。
- 5) 自動操縦で防除作業を行った場合、補給等を含めた全作業時間は6.1分であった。この結果圃場作業量は334.4a/hr、1haあたりの作業時間は17.9分/ha（圃場作業効率55.7%）であった（表8）。
- 6) 自動操縦で防除作業を行う場合は予め散布位置（圃場）の確認・登録が必要であった。今回、測定の基本となる移動基地局の設置に約2分、3400m<sup>2</sup>（34m×100m）の圃場の4隅の測量に5.5分（移動距離268m）が必要であり、本試験の圃場登録の時間は約8分であった。

### 4. 主要成果の具体的データ

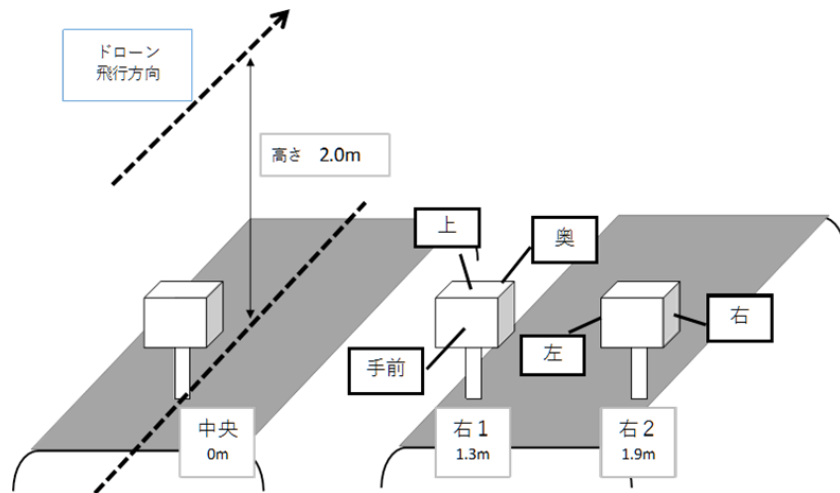


図3 薬液付着状況調査の方法

表6 散布液の付着状況（3回平均）

	圃場内測定場所					
	左2 (-190cm)	左1 (-130cm)	中央 (0cm)	右1 (130cm)	右2 (190cm)	
手前	3.3	3.7	3.0	6.0	3.3	
付着面	上	3.0	3.3	2.7	3.7	2.0
	奥	2.7	3.7	3.0	4.3	2.3
	右	6.0	6.3	1.3	0.0	0.0
	左	0.0	0.0	1.7	6.7	6.0

薬液の付着は薬剤落下分散調査指標「産業用無人ヘリコプターによる病虫害防除実施者のための手引き（農林水産航空協会）」に基づく



表7 防除用ドローン飛行前後のマルチ及び苗の状態変化

項目 観測数 単位	マルチのはがれ 3箇所平均 箇所	苗の角度 10本平均 度	苗の抜け 10本×5箇所平均 本
飛行前	0	86.0	0
飛行後	0	84.5	0
差	-	1.5	-

表8 防除用ドローンの作業能率（2019年12月）

		手動	自動	備考
作業速度	m/s	4.2	4.2	設定値（15km/h）
作業幅	m/s	4.0	4.0	
作業面積	m <sup>2</sup>	3,400	3,400	34m×100m
作業時間				
作業	分	3.7	3.3	散布と旋回を含む
調整	分	2.2	2.2	
補給	分	0.6	0.6	
合計	分	6.5	6.1	
有効作業量	a/hr	600.5	600.5	
圃場作業量	a/hr	315.3	334.4	
圃場作業効率	%	52.5	55.7	

## 5. 経営評価

定植後の防除1回を防除用ドローン+自動航行を用いることで、操縦者1人作業が可能になり、1haを17.9分で実施すると仮定すると、40ha規模の栽培（諫早湾干拓内農業法人タマネギ栽培面積）では1回あたりの720分（約12時間）となった。トラクタ装着型ブームスプレーヤでは50分/1haの作業時間として、40haで33.3時間となった。

人件費を時給1,500円で計算すると、ドローン防除では1,500円×12hr×1人=18,000円、ブームスプレーヤは1,500円×33.3hr=49,950円となり約3割に低減できる。なお今回の試算では薬剤費は同じとみなし、機械に関する諸費用は考慮していない。

## 6. 利用機械評価

防除用ドローンは10リットルタンクを装着しており、1回の薬液搭載で60a程度の散布が可能であった。自動航行機能を用いることで、予め登録した圃場内は操縦者1人での作業が可能になった。さらに散布途中で薬剤がなくなっても薬液補給後はその続きの地点から防除を行うことができ、薬剤の散布ムラを少なくできた。

## 7. 成果の普及

防除用ドローンの防除作業の作業時間は17.9分/haと省力的であり、長崎県内でも地域防除の観点から空中防除の導入の可能性が高いと考えられた。また、ドローン防除は無人ヘリ防除に比べ作業時のダウンウォッシュが少なく、定植直後の空中防除に用いても活着前の苗への影響がないことや、降雨後など作業ができない圃場状態でも、空中防除であれば作業可能である等のメリットがある。これは、タマネギの定植後の薬剤防除によって、本圃での越年罹病株の発生が軽減できることが明らかになっているなどの情報とあわせ、現地に普及していくものと考えられた。実証を行った諫早湾干拓では、「空中散布等における無人航空機利用技術指導指針」第4-4(5)に示される風速3m/s以下となる時間が2~3時間程度しかなく、作業時間の制約を受けやすい。今後、自動航行の規制の見直しや機器の性能向上による日の出前や夜間

など風速が弱い時間帯での空中防除が可能になると普及は進むと思われた。

## 8. 考察

- 1) 薬液の付着はドローンから見て外側の面の付着は少なくなったが、これは測定方法に起因するもので、登録がある薬剤は浸達性または浸透移行性があるため、タマネギ苗への農薬付着には問題ないと思われた。
- 2) ドローンのダウンウォッシュではマルチのはがれや植え穴への風の吹込みなどは少なかった。そのため定植直後で活着していない苗の状態でも影響を受けなかったと考えられた。
- 3) 畦と平行方向の飛行に加え、畦と直角方向への飛行での調査も行ったが、苗等への影響はなかったことから定植後の防除に防除用ドローンを用いても「問題無し」と判断した。
- 4) 防除用ドローンを手動で操縦する場合、操縦者と補助者の2名作業で行った。補助者は操縦者の圃場反対側に待機し、飛行したドローンの散布端の確認を行った。2人作業なので1haあたりのべ作業時間は38.0分/haとなった。
- 5) 自動航行装置を用いた防除作業は操縦者1人で作業が可能であった。また、自動操縦での防除で圃場作業量が多くなった。手動操縦と圃場作業量に差が発生した原因として、手動操縦は目視での散布場所の確認が必要であり、そのための移動時間等が発生するが、自動操縦ではプログラムで防除航路を設定するので、そのための移動等が不要なため1割程度作業時間が少なくてきた。
- 6) 今回用いた防除用ドローンは移動基地局の設定ならびに圃場区画の測量が必要であった。固定基地局が整備されることで1度圃場の測量を行うことで以降の測量が不要になることから、今後は圃場管理システムなどと連携が進むことで自動航行でのドローン防除の利用場面は増えていくと思われた。
- 7) ドローン防除は降雨がなければ降雨後の圃場表面がやわらかい状態でも圃場に入らずに防除作業ができる。諫早湾干拓地では11~12月の作業可能日数は12.3~14.0日/月と月の半分は作業に適さない状態であるが、防除用無人ヘリでは20.3~22.5日/月の作業ができる(図2)。移植作業よりも防除作業のほうは作業能率が良いこと、作業可能日数が多いことから、移植後の防除に防除用ドローンを使うことで計画的に防除ができると考えられた。

## 9. 問題点と次年度の計画

無人ヘリ防除の問題点として作業時間の制約と作業時のダウンウォッシュによるタマネギ茎葉の痛み発生があげられる。作業時の飛行高度等の注意が必要である。また、2019年度のべと病発生程度は「少」であり多発条件下での効果検討が必要である。

10. 参考写真

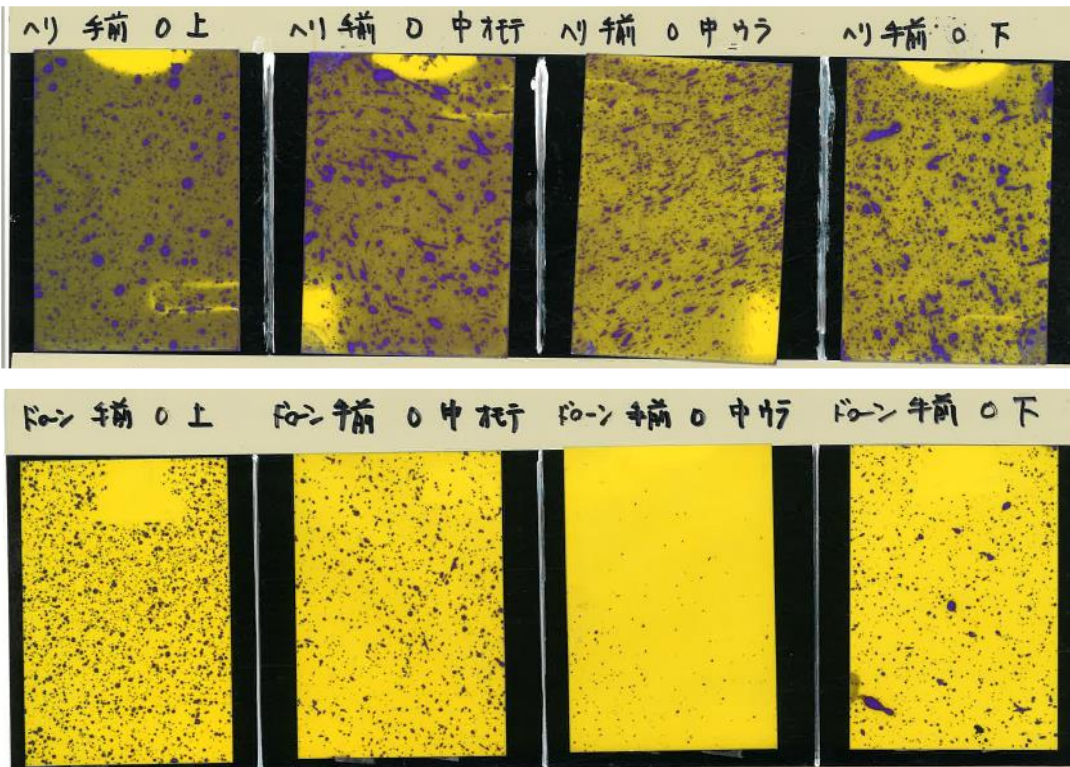


写真1 感水紙による薬液付着状況（2019年4月19日調査）  
上：無人ヘリ、下：防除用ドローン（参考）



写真2 作業中の機体（無人ヘリ（YF390AX））



写真3 供試機体（防除用ドローン MG-1）

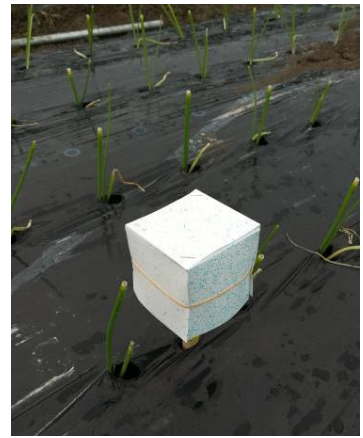
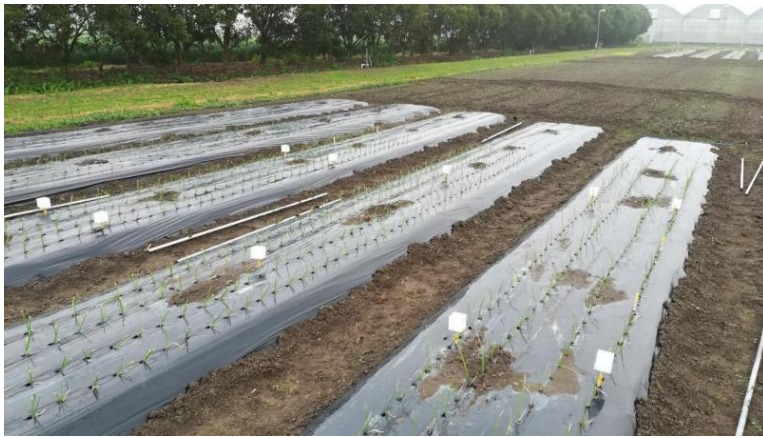


写真4 移植初期での薬液付着試験と薬液付着状況