

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	令和3年度～令和6年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	タマネギべと病一次伝染の初発時期予測システムとドローン防除技術の開発による省力的防除技術の確立 (タマネギべと病の一次伝染株対策を効率化、省力化する技術の開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	農林技術開発センター・病害虫研究室 菅 康弘			

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画 チャレンジ2020	基本戦略8:元気で豊かな農林水産業を育てる (3)農林業の収益性の向上に向けた生産・流通・販売対策の強化 品目別戦略の再構築
新ながさき農林業・農山村活性化 計画	収益性の向上に向けた生産・流通・販売対策の強化 - 2 品目別戦略を支える加工・流通・販売対策 品目別戦略を支える革新的新技術の開発

1 研究の概要

べと病の一次伝染株抜取り作業を効率化する初発時期予測システムの開発および降雨後の薬剤散布が可能で、散布時間も短いドローンを活用した空中散布による一次伝染適期防除技術を確立する。	
研究項目	一次伝染株初発時期の高精度予測技術の開発 ドローンを活用した一次伝染の適期防除技術の確立

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 本県では、需要が拡大している加工業務用野菜の産地育成を進めており、なかでもタマネギは県下全域で作付面積が増加している。しかし、近年タマネギべと病が多発傾向にあり、大発生した平成28年は甚大な減収被害が生じた。本病は育苗～本圃栽培初期に土壤中の卵胞子から一次伝染がおこり、一次伝染株からの分生胞子の飛散による二次伝染により発病が拡大する。そのため、一次伝染をいかに抑えるかが対策上の最重要課題である。一次伝染対策として従来より圃場巡回による発病株の早期発見と抜き取りが行われてきたが、一次伝染株は1月下旬～4月上旬まで断続的発生がみられるうえ、初発時期の年次変動が大きく、調査、抜取りの開始時期の判断が困難である。このため、圃場巡回開始の目安を決定するために12月上旬定植のタマネギにおいて一次伝染株初発時期を定植後の積算温度から推定するモデルを作成したが、精度の向上および他の作型での適合性の検証が求められている。 また、薬剤防除については一次伝染を抑制する定植前後の散布体系を確立したが、連日の定植作業あるいは降雨により防除適期に散布できない事例もみられることから、地上散布に比べ散布時間が短く、降雨後の作業がし難い圃場でも容易に散布が可能なドローンによる空中散布技術の導入も必要である。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 国の地域戦略プロジェクト(平成28年～令和元年)において発生生態と防除対策に関する研究が実施されたが、一次伝染の初発時期予測技術や農薬のドローンによる空中散布に関する研究は行われていない。なお、佐賀県において二次伝染対策に重点をおいた防除技術開発研究が実施されている(平成28年～令和3年)。

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標	R3	R4	R5	R6	単位
1) 初発時期推定モデルの検証と初発時期に影響を及ぼす気象要因の解析	試験実施数	目標	1	1	1	1	試験
		実績	1	1	1	1	
2) 定植後の気象による精度の高い初発時期の推定技術の確立	推定技術の改良	目標		1	1	1	技術
		実績		1	1	1	
3) 一次伝染株の発生量に影響を及ぼす要因の解析	試験実施数	目標	1	1	1	1	試験
		実績	1	1	1	1	
1) 登録薬剤(地上散布)のドローン散布(空中散布)による防除効果の検証	試験実施数	目標	1	1			試験
		実績	1	1			
2) ドローンを活用した薬剤防除モデルの確立	試験体系数	目標			2	2	体系
		実績			2	2	

1) 参加研究機関等の役割分担

佐賀県農業研究センター:防除対策等に関する情報共有・協議

農研機構:気象解析等に関する助言・指導

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	31,676	24,791	6,885				6,885
3年度	10,053	6,232	3,821				3,821
4年度	7,146	6,123	1,023				1,023
5年度	7,100	6,128	972				972
6年度	7,377	6,308	1,069				1,069

過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案
人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

4 有効性

研究 項目	成果指標	目標	実績	R				得られる成果の補足説明等
				3	4	5	6	
	初発時期予測システムの開発	1					1	一次伝染株抜取りの圃場巡回を効率的に開始できる。
	防除適期に散布可能な防除技術の確立	1					1	空中散布により効率的な適期防除が可能となる。

1)従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

これまでの研究で日平均気温の積算値による「一次伝染株初発時期を推定するモデル」を作成したが、引き続き気象条件の異なるデータを蓄積し、相関が認められる定植後4週間の気温や降雨日数等、その他の気象要因も含めて解析することにより精度を高めた技術とする。また、地上散布で防除効果を確認している「一次伝染を抑制する定植前後の防除体系」を応用した技術としてドローンによる空中散布を組合せることにより適期に防除しやすい技術とする。なお、これら2技術に関する研究は、他機関で実施されておらず新規性がある。また、これら技術はタマネギ栽培のスマート農業化に向けた技術のアイテムとなる。

2)成果の普及

研究成果の社会・経済・県民等への還元シナリオ

農林業試験研究部門別検討会において県、JAの指導者へ研究成果を公表するとともに、振興局、農協が開催する研修会、現地検討会等で営農者へ研究成果を報告説明するとともに、事業者に向けてドローン散布計画での活用を促進することにより、本技術の普及を図る。また、病害虫防除所ではアメダス等の気象観測地点を中心に積算気温をモニターすることで発生予察等の情報発信に活用できるほか、関係機関の協力を得ながら病害虫防除基準や地域の栽培歴への登載を図り、社会実装を目指す。

研究成果による社会・経済・県民等への波及効果(経済効果、県民の生活・環境の質の向上、行政施策への貢献等)の見込み

一次伝染株抜取りの圃場巡回を効率的に開始することが可能となり、無駄な圃場巡回が省略されることで生産者は大幅な省力化ができる。

防除体系にドローンによる空中散布を組み込むことにより、適期防除と散布労力の低減が可能となる。

これまでの成果(R3~6年度)

初発時期予測システムの開発

11月下旬~12月中旬定植の普通タマネギ栽培において、タマネギべと病の初発時期のより精度の高い推定が可能となった。推定した初発時期に見回りを開始することで、一次伝染株の抜き取り調査が効率化できる。一方、早生タマネギ栽培では上記に適合しないことが明らかとなったため、他の気象要因等を加えて早生タマネギにも適合する予測法を開発する必要がある。

定植時期や汚染程度は発生量に影響するが、初発時期には大きな影響はなかった。

降雨の遮断(屋根掛け)による影響は明瞭ではなく、発生量や初発時期に大きな差は認められなかった。一方、収穫後の圃場管理では、緑肥(ヘアリーベッチ+ライムギ混播)による抑制効果が高く、今後の継

続試験によりその要因と実用性の検討が必要である。

防除適期に散布可能な防除技術の確立

ドローンによる薬剤散布は地上散布よりやや効果が劣るものの、べと病の一次伝染株の発生を遅らせる効果があり、以降の適切な時期の防除に役立つ可能性がある。

ドローンによる複数回の薬剤散布は一定の効果があるが、試験条件によっては病気の発生が確認できず、継続的な検証が必要である。二次伝染にはドローン防除により病勢を抑える効果があったことから、今後の防除体系構築のための基礎的知見が得られた。展着剤の併用による効果向上も検討課題である。

以上の試験結果を踏まえて、一次伝染の初発生予測と薬剤のドローン散布による一次伝染抑制を組み合わせた「タマネギべと病一次伝染対策 防除モデル」を構築した。今後は、残された課題に取り組みながら、二次伝染対策もカバーする作期を通じたドローン防除体系の構築が必要である。

(研究開発の途中で見直した事項)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(2年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性: A 生産拡大が図られているタマネギにおいて安定生産の最大の障害となるタマネギべと病に対する、より効果の高い防除技術は不可欠なものであり、生産現場からのニーズも高いことから必要性は高い。</p> <p>・効率性: A これまでの研究成果をベースに新たなデータを蓄積し、データの解析と防除技術の応用を進める計画であり、効率的な試験研究の実施が見込まれる。</p> <p>・有効性: A 一次伝染防除対策である一次伝染株抜取り作業や薬剤防除作業の効率化、省力化が可能となり有効性は高い。</p> <p>・総合評価: A 本課題の成果によりタマネギべと病の効率的な防除が可能となり、タマネギの安定生産が図られる。</p>	<p>(2年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性: S 長崎県でたまねぎ産地拡大を推進している中、栽培で最大の問題になっているべと病の効果的な防除技術の開発は生産現場からの要望が強く、必要性は極めて高い。</p> <p>・効率性: A これまでの研究で得られた知見をベースに、1次感染防除に着目した研究計画を作成しており、また、佐賀県や農研機構と情報交換を行うなど効率性は高い。</p> <p>・有効性: A 1次伝染発生時期の特定と降雨後の迅速かつ省力的な防除が期待できるドローン活用をターゲットにしており、有効な成果が期待できる。</p> <p>・総合評価: A 本技術の確立により、たまねぎ栽培の安定生産による生産者の所得向上が見込まれるため高く評価できる。ドローンと AI やセンシングを応用した画像解析などによる1次伝染株の発見技術の確立なども検討いただきたい。</p>
		<p>対応</p> <p>ドローンを活用した薬剤防除技術開発を図るとともに AI やセンシングを応用した技術開発について、他機関の情報収集を行いながら取り組みを検討する。</p>
途中	<p>(令和5年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 S タマネギ生産上、べと病対策は現在も重要課題であり、生産現場から効率化と省力化が強く求められている。降雨後の圃場では防除作業の困難性から、無人航空機利用に対する期待感があり、生産現場からはドローン利用による防除作業の省力化が強く求められている。</p> <p>・効率性 A R2 までの試験成績をベースに新たなデータを蓄積し、普通植えのタマネギで初発生時期のより精度の高い推定が可能となった。早生タマネギも含めさらに調査成績を集積することで精度の向上を進める。</p>	<p>(令和5年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 S 長崎県では、需要が拡大している加工業務用タマネギの産地育成が進められている中、タマネギの最重要病害であるべと病の効果的な防除技術の開発は、生産現場からの要望が強く、必要性は極めて高い。</p> <p>・効率性 A 11月下旬～12月中旬定植の普通期タマネギ栽培では、過去の調査成績を活用し、一次伝染株の初発時期予測法を確立した。特に、降雨後の防除作業を効率的に行うためドローン利用による防除効果の検証</p>

<p>ドローン散布の防除効果検証は、2 か年にわたり 2 薬剤の試験事例を得ており、計画通りに進捗している。</p> <p>・有効性 A 一次伝染株の抜き取り開始時期の予測法(普通タマネギ)により、具体的に抜き取り作業の開始時期を示した防除指導が可能となった。 ドローンによる薬剤防除作業の効率化・省力化を進めることで、本病の蔓延を効果的に抑えることが可能となる。</p> <p>・総合評価 A 本課題の成果により、圃場の見回り回数の削減や、防除作業の省力的・効率的な防除が可能となることから、タマネギの安定生産が図られる。</p>	<p>が計画的に進められており、効率性が高い。</p> <p>・有効性 A 普通期タマネギ栽培では、一次伝染株の抜き取り作業の開始時期を示した指導が可能になり、ドローン防除の有効性や、他研究への応用も可能であることから有効性は高い。</p> <p>・総合評価 A 本研究は、べと病の蔓延を抑えるために最も重要な一次伝染の防除を効率的に行うための技術として重要であり、計画にしたがって順調に進捗しており、確実な防除と労力の低減による安定生産に寄与すること期待できることから、継続が妥当である。</p>
	<p>対応</p> <p>一次伝染による発病の予測法は、継続した調査を行うことでさらに精度を高め、生産者が利用できる技術開発に努めます。またドローン防除についてはべと病の発生生態に基づき、ドローン散布で効果が期待できる場面を明確にし、現行の防除体系の中に組み込むことで活用促進につなげてまいります。</p>
<p>事後 (令和7年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 S タマネギ栽培において、べと病は依然として深刻な問題であり、生産現場では防除作業の効率化と省力化が強く求められている。特に、降雨後の圃場では地上での作業が困難になることが多く、その対応策としてドローンによる薬剤散布への期待が高まっている。こうした現場ニーズを踏まえ、今後の技術導入に向けた研究開発の必要性は極めて高い。</p> <p>・効率性 A これまでの試験成績を基に新たなデータを蓄積し、普通タマネギ栽培におけるべと病の初発生時期について、より高精度な予測が可能となり、予測精度も確認している。今後は早生タマネギ栽培にも適合する、さらに精度の高い予測法の検討を進める。 ドローンによる薬剤散布の防除効果については、2 か年にわたり2種類の薬剤で試験事例を得られた。現在も新規農薬の登録促進に向けた試験を継続中であり、既存薬剤との組み合わせによる一次伝染対策としてのドローン防除体系も構築済みである。 これらの効率的な取組により、研究目標を達成し</p>	<p>(令和7年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <p>・必要性:S タマネギ栽培における、べと病の防除対策は重要な問題であり、防除作業の効率化・省力化が必要とされている。特に降雨後の防除作業では圃場に入りやすく、ドローンによる薬剤散布への期待は高く、必要性は非常に高い。</p> <p>・効率性:A 普通タマネギ栽培におけるべと病の初発生時期について、高精度な予測が可能な状況になっている。ドローンによる薬剤防除について2薬剤について効果を確認しており、更に新たな薬剤についても試験中である。これらの知見をもとにタマネギべと病一次伝染対策防除モデルを構築しており、計画通りに進捗した。</p>

<p>た。</p> <p>・有効性 A 一次伝染株の抜き取り開始時期の予測法(普通タマネギ)により、具体的に抜き取り作業の開始時期を示した防除指導が可能となった。今後、予察情報での活用や SNS を通じた情報発信および各種圃場管理システム(Z-GIS 等)での利用について検討する。また、定植時からの防除体系にドローン散布を組み込むことで、適期防除と作業の効率化・省力化が図られ、本病の蔓延を効果的に抑えることが可能となる。</p> <p>・総合評価 A 本課題の成果により、普通タマネギで一次伝染株発生予測とドローン防除体系を組み合わせた省力的な防除対策を提示することが可能となった。本技術の導入を促進することにより、本県タマネギ栽培の省力化とともに安定生産に寄与できる。</p>	<p>・有効性:A 普通タマネギにおける一次伝染株の抜き取り開始時期を示す防除指導が可能になったが、これについて予察情報での活用のほか、SNS による情報発信や圃場管理システムでの利用を検討しており、普及することが期待できる。また、実際の防除作業についてドローン散布を行うことで省力化が期待でき、概ね計画通りの成果が得られたことから、有効性は高い。</p> <p>・総合評価:A タマネギ栽培における、べと病の防除対策は重要な問題であり、特に必要性は高い。本研究により得られた知見から普通タマネギにおける一次伝染株の抜き取り開始時期を示す防除指導が可能となった。予察情報や圃場管理システムでの利用も検討しており、産地への普及も期待できることから、概ね計画通りの成果が得られたと評価する。</p>
	<p>対応 本課題で得られた成果は、病害虫発生予察情報等を通じて地域の栽培ごよみや防除指導等で活用できるよう、情報発信に努めます。また、早生タマネギでの予測精度向上と圃場管理システム等での活用を含め、残された課題について引き続き検討してまいります。</p>