

センシングドローンとGPSレベラーのシェアリングによるさつまいも産地における 基腐病軽減技術の実証 JAいぶすきおよびJA種子屋久管内生産者(鹿児島県南九州市、西之表市)

背景及び取組概要

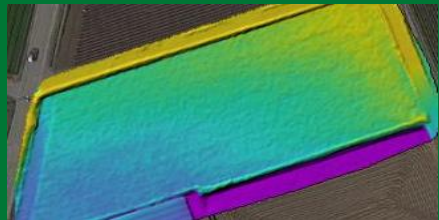
＜実証面積7.5ha＞＜品目さつまいも＞

- サツマイモ基腐病は鹿児島県でH30年に確認されて以降、県内で急速に広がっており、青果用、加工用、でん粉用などに甚大な被害を与えている。このため、サツマイモ基腐病の被害を軽減するための以下の技術の実証を行う。
- ①高低差の大きい圃場については、圃場内滞留水の額縁明渠への排水が確実にできるよう圃場整備後の標高マップを提案し、マップに基づくGPSレベラーによる圃場整備を行うことで基腐病被害を軽減する技術の実証を行う。
 - ②「センシングドローンによるサツマイモ基腐病リスク判定システム」(LINE WORKSによる関係者へのサツマイモ基腐病警報送信システム)を現地圃場で活用しつつ、リスク判定精度の改善を行う。

導入技術

①センシング用ドローン シェアリングによる圃場 高低差調査

- ・圃場の高低差をマップ化し、圃場の排水性を改善するための傾斜、土量を表示



②GPSレベラーシェア リングによる圃場高低差 修正

- ・圃場外への排水が確実に
なるよう圃場内の均平
度を改善することで基腐
病被害を軽減



③センシング用ドローン シェアリングによるサツ マイモ基腐病リスク判定

- ・基腐病の定期的な発病
割合の診断を行い、判定
結果を営農に役立てるこ
とで単収を回復



④サツマイモ基腐病リスク 判定システムの精度 向上

- ・品種別の閾値修正等の
改良を行うことで、リスク
判定システムの精度を向
上



圃場高低差調査
(2～3月)

圃場高低差修正
(10～3月)

リスク判定
(4～10月)

システム精度向上
(4～3月)

目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

- ・R4～5年度の実証期間内で、全ての実証圃場でセンシングドローンを活用した圃場高低差の測定とGPSレベラーのシェアリングを実施する。(えい3ha、西之表2.54ha)

2) 生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

- ・ドローンセンシングにより、基腐病の見回り時間を削減する。(現状24h/10a→実証12h/10a)
- ・青果用さつまいもの農業所得を改善する。(R3年度現状: えい△75,605円、西之表△69,810円→R5年度目標: えい77,196円、西之表96,186円)
- ・単収を、基腐病発生前のH30年度水準へと回復させる。(えい2.2t/10a、西之表1.8t/10a)

3) 産地における経営全体の改善についての目標

- ・R5年度のさつまいも栽培面積についてR3年度実績(えい253ha、西之表329ha)を維持する。

目標に対する達成状況

1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

- センシングドローンによる圃場高低差の測定、GPSレベラーのシェアリングを全ての実証圃で実施した。
- 全実証圃の定期的な発病割合の診断を実施した。

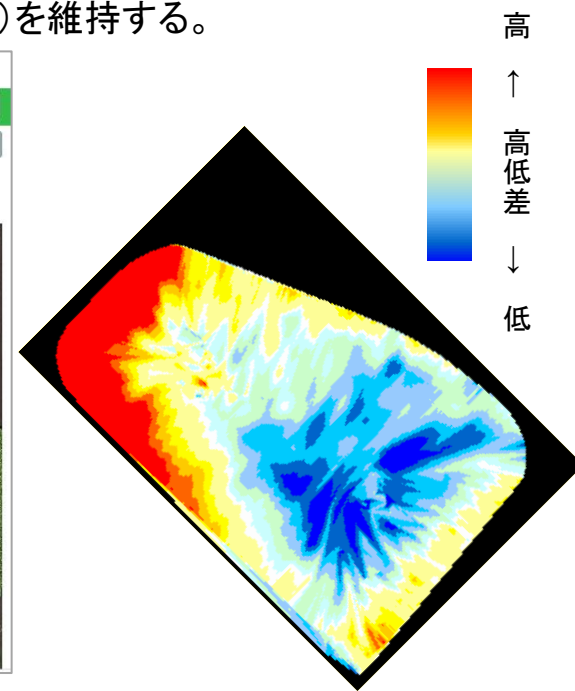


図1. センシングドローンによる定期的な発病割合の診断(左)
図2. GPSレベラーによる圃場高低差修正(右)

目標に対する達成状況(つづき)

2)生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

- R4年度の実証結果から、JA等による実際の目視による基腐病の見回り時間は14h/10a要することが分かった。ドローンセンシングにより基腐病の見回り時間を現状の目視による調査の14h/10aから約7h/10a(高度10m重複率70%または高度20m重複率80%で撮影の場合)に削減した(図3)。
- 青果用さつまいもの農業所得は、R5年度実績でえい79,654円/10a、西之表82,310円/10aと改善された。
- 単収についてR5年度の実証平均はえい2.3t/10a、西之表2.2t/10aで基腐病発生前のH30年度水準まで回復した(表1)。

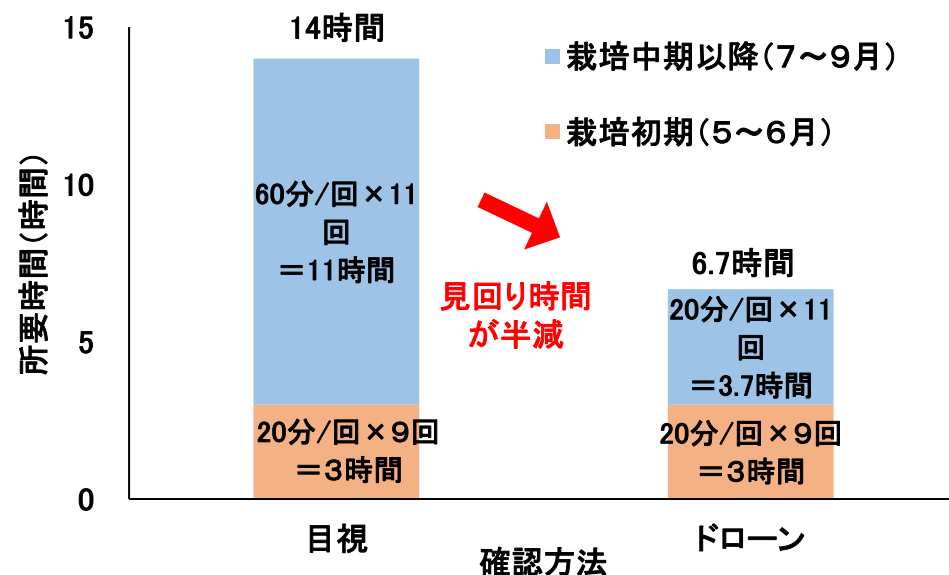


図3. 1作期の発病確認の所要時間の比較

表1. 用途別さつまいも単収

(t/10a)

産地	用途	H30	R3	R4	R5			R5/H30		R5/R3	
					産地平均	実証平均	実証/産地	産地平均	実証平均	産地平均	実証平均
えい	青果用	2.5	1.0	1.2	1.1	1.7	161%	43%	70%	108%	174%
	加工用	3.0	1.6	1.7	2.2	2.4	105%	75%	79%	140%	147%
	でん粉用	2.3	1.3	1.1	1.5	2.7	187%	64%	119%	113%	211%
	計	2.6	1.3	1.3	1.6	2.3	143%	61%	88%	123%	175%
西之表	青果用	2.1	0.8	1.0	1.6	2.2	137%	76%	105%	200%	275%
	でん粉用	2.1	2.0	1.8	1.7	—	—	83%	—	87%	—
	計	2.1	1.4	1.4	1.7	2.2	132%	80%	105%	119%	157%

目標に対する達成状況(つづき)

3)産地における経営全体の改善についての目標

①目標の達成状況

○R5年度のさつまいも栽培面積は、えい141ha、西之表200haで、R3年度実績(えい253ha、西之表329ha)と比較して、えいは56%、西之表は61%であった(表2)。

表2. 用途別さつまいも栽培面積

産地	用途	面積(ha)			R4／R3	R5／R3
		R3	R4	R5		
えい	青果用	76	58	39	76%	51%
	加工用	34	30	39	87%	115%
	でん粉用	143	104	63	73%	44%
	計	253	190	141	76%	56%
西之表	青果用	95	66	63	70%	66%
	でん粉用	235	183	138	78%	59%
	計	329	249	200	76%	61%

②プロジェクト終了後3年以内の経営改善の見通し

- シェアリングで運用するセンシングドローンによる圃場高低差測定と発病診断に基づく基腐病のまん延抑制、GPSレベラーを用いた排水性改善によりさつまいもの単収がえい2.2t/10a、西之表1.8t/10a以上に改善する。単収改善により販売収入が向上することで農業所得増大を目指す。
- 栽培面積の減少がみられる現状にあるが、農業所得が向上することで生産者を呼び戻し、栽培面積をR3年度実績(えい253ha、西之表329ha)まで回復させ、産地の維持を図る。

(実証項目別成果①) センシング用ドローンシェアリングによる圃場高低差調査

達成目標

- さつまいも栽培前の圃場をドローンで撮影し圃場の高低差を検出しマップ化する。圃場の標高マップをもとに、圃場の排水性を改善するための傾斜、土量を表示する。

(圃場標高マップの作成)

(使用機器) センシングドローン DJI P4 Multispectral

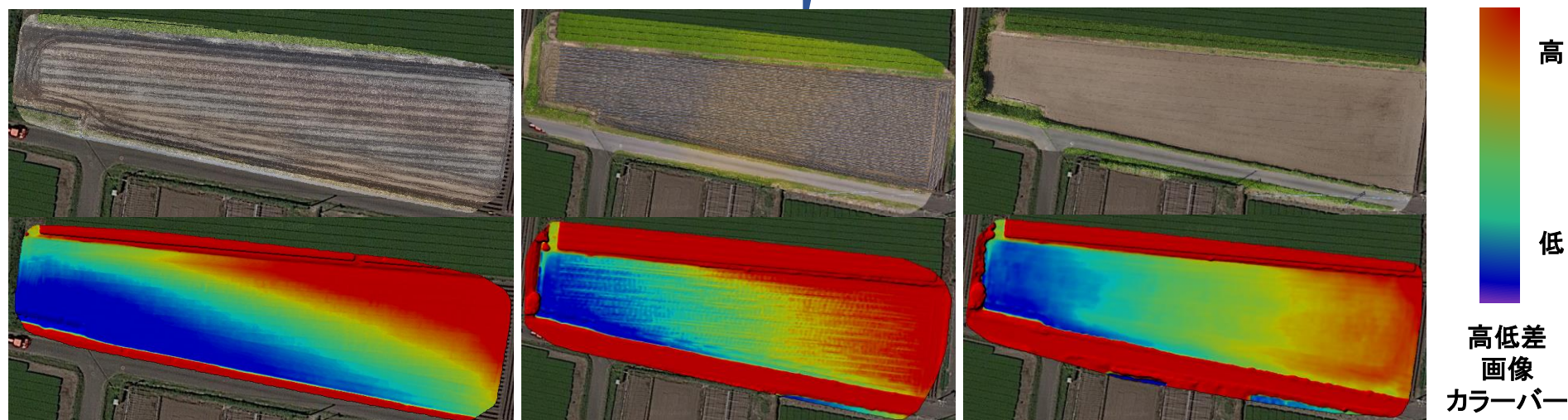
(面積) えい: 5.13ha、西之表: 2.37ha

今後の課題と対応

- ドローンオペレーター不足で撮影継続が困難な状況のため、オペレーター育成体制を整備する。

実証結果

- 圃場標高マップを作成し、LINE WORKSで関係機関に通知を行った。
- 圃場標高マップから、目視では確認しにくい圃場の凹凸を視認しやすくなった。
- 1年目のさつまいも栽培後にGPSレベラー整地を行った後、後作のばれいしょ栽培終了後も圃場の傾斜が維持されていた。(図4中央の写真)
- GPSレベラーは大型機械のため、高低差調査のための運搬・走査にかかる労力が大きいのに対し、ドローンによる調査は精度が多少落ちるものの運搬・撮影が容易なため、継続使用時には労力の負担軽減が期待できる。



整地前・植付前 (令和4年3月25日)

後作栽培後・1回目整地後 (令和5年4月19日)

さつまいも栽培後・2回目整地後 (令和5年9月11日)

図4. GPSレベラー整地による圃場高低差の変動

(実証項目別成果②)GPSレベラーシェアリングによる圃場高低差修正

達成目標

○圃場内滞留水の額縁明渠への排水が確実になるよう
実証項目①で作成した圃場標高マップに基づき、
GPSレベラーによる圃場整備を行う。

(使用機器)GPSレベラー L4000AH

バーチカルハロー(リース)

(面積)えい:5.13ha、西之表:2.37ha

面積 a	R4年8月			R4年9月			R4年10月			R4年11月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
43							生産者 トラクタ均平	生産者 反転耕	JA 砕土鎮圧	JA GPSレベラー均平		
20	収穫	生産者 トラクタ均平	生産者 反転耕	JA 砕土鎮圧			JA GPSレベラー均平					

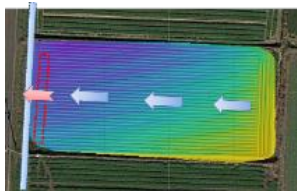
①作業スケジュール作成



②バーチカルハローで砕土鎮圧



③GPSレベラーで高低差測定



④圃場標高マップ(左)、整地設計図案1(中)、整地設計図案2(右)

図5. GPSレベラー作業の流れ

実証結果

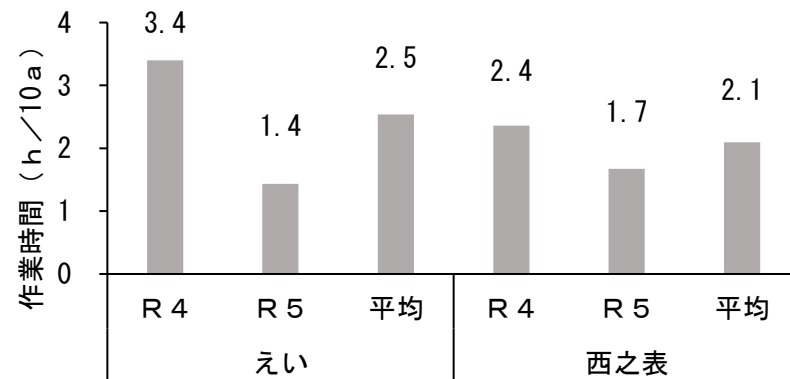


図6. 2年間のGPSレベラー作業時間の比較

○勾配は、圃場が持つ元々の高低差をできるだけ
活かしGPSレベラーの運土量が少なくなる条件で
高低差を修正した。(えい:縦0.3~1.3%、横0.3~
1.0%、西之表:縦0.7~2.0%、横0.3~1.5%)

○傾斜が維持されたことにより、2年目のGPSレベ
ラー作業時間は1年目より えい:29%、西之表:
58%減少(図6)。

今後の課題と対応

○GPSレベラーによる排水効果を最大限発揮す
るためには、作業前後の天候や圃場条件等に
留意する必要がある。時期や天候を考慮して
作業を実施し、適宜土壌診断の実施と診断結
果に基づいた施肥を行う。

(実証項目別成果③) センシング用ドローンシェアリングによるサツマイモ基腐病リスク判定

達成目標

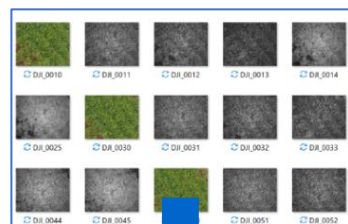
○さつまいも栽培期間中にセンシングドローンにより高度20mで定期的に圃場を撮影し、基腐病発病割合を判定する。

○判定結果を営農に役立て、収量を基腐病侵入前の水準にまで回復させる。

(使用機器) センシングドローン DJI P4 Multispectral
(面積) えい: 4.91ha、西之表: 2.37ha



①ドローンで撮影



②データをMICクラウドで解析



③LINEWORKSで通知

実証結果

○ドローンを高度10mおよび20mで撮影した画像をオルソ化し、判定結果をLINE WORKSを用いて関係機関に通知した(図7)。

○見回り時間を目視による14h/10aからドローンセンシングでは約7h/10aに半減できた。ドローンセンシングの継続使用により圃場見回り時間削減が期待される。

○R5年度実証圃平均単収は基腐病拡大後のR3年度と比較して、えいでは175%、西之表では157%に向上した。

R5年度は降水量が少なく、基腐病が発生しにくい状況にあったことも寄与したと考えられる。

今後の課題と対応

○本実証ではドローンを1機種のみ使用していたため、異なるメーカーや機種のだローンでの検証を行うことで改善等の変化があるかを確認する必要がある。

○アップロードから診断結果提供までは完全な自動化ができないため、撮影者と判定システム運用者がスケジュール調整を行い、短時間で診断結果を提供できるように手順の作成等を行う必要がある。

図7. サツマイモ基腐病リスク判定の通知までの流れ

(実証項目別成果④) サツマイモ基腐病リスク判定システムの精度向上

達成目標

○リスク判定システムで罹病株の検出率を上げると健常株を罹病株とする誤判定も増加するので目視調査のデータを基に閾値を修正し、品種毎に検出感度を最適にする改良を行う。

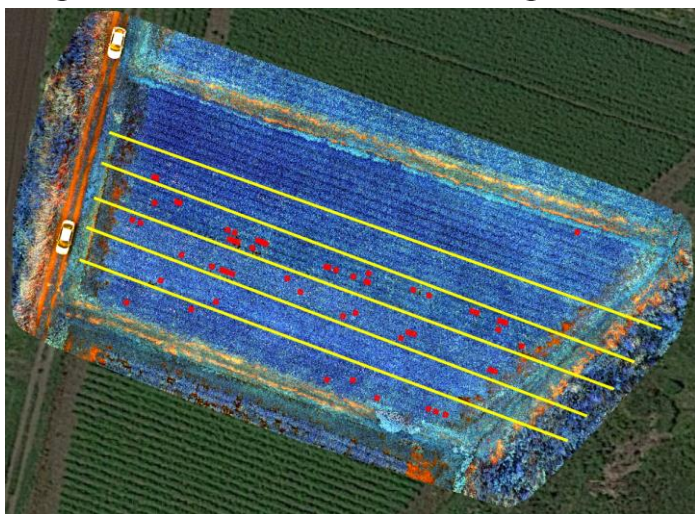
(使用機器) センシングドローン DJI P4 Multispectral
(面積) えい: 4.91ha、西之表: 2.37ha



①ドローンセンシング



②目視による発病調査



③株毎にリスク判定を実施、リスク判定結果と調査結果を比較

図8. システム精度向上の調査方法

実証結果

- 目視調査から算出したシステムの正解率は全品種平均で61.4%だったが、雑草の影響で判定精度が劣ったと思われる「みちしずく」を除いた品種平均は66.6%となった。(表3)
- 実証当初は株の50cm四方しか判定できず、範囲外での発病の発見が難しかったが、生育初期は株ごとに判定、茎葉が圃場を埋め尽くす生育中期以降は画像全体をメッシュで区切って判定することで解決した。

今後の課題と対応

- 雑草の繁茂や害虫による茎葉の食害が誤判定されやすいため、生産者へ適切な栽培管理に努めるよう指導が必要。

表3. 品種ごとのリスク判定精度

正解率 = (システムが罹病と判定した株数 - 誤判定株数) / 目視による発見罹病株数 * 100

品種	株数	最終目視発見数	PSRI正解率(%)	NDVI正解率(%)
みちしずく	1399	75	36.3	43.9
シロユタカ	559	42	67.3	54.6
ベニサツマ	485	222	74.8	77.9
シルクスイート	461	121	72.4	81.5
べにはるか	438	34	60.4	51.5
べにまさり	414	65	58.0	64.1
平均	626	93	61.5	62.3
平均(みちしずく以外)	471	97	66.6	65.9

※PSRI: 葉の老化程度を表現、NDVI: 正規化植生指数

実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
2	整地作業	GPSレベラー	GPSレベラー作業後の土壌がぬかるみ、作付へ影響を及ぼす。 →作業前後の天候や圃場条件により発生。対策は以下のとおり。 ①GPSレベラー整地後のプラソイラ作業は一方向から1回のみ実施する。 ②プラソイラ作業をせずに明渠を施工する。 ③降雨直後はプラソイラ作業を行わない。
2	整地作業	GPSレベラー	GPSレベラー作業後に排水口付近の堆積土壌でトラクタのタイヤが空転する。 →堆積土壌の粒子が細かくタイヤが滑ることで発生。降雨後の機械作業は排水口付近の土壌が乾いてから実施する。
2	整地作業	GPSレベラー	GPSレベラー作業後の切土部分で生育不良となる。 →地力が高い表層土と低い下層土壌が混ざるため発生する。土壌分析や施肥量の増加、肥料成分溶出後の植付で対応する。

2. その他

基腐病とその他の病害との判別が難しい場面があり、植物病院等での診断でも時間を要した。
的確な防除指導による単収向上・収益増加には、病害診断を現場で迅速に実施できる技術の開発が必要である。

○ 問い合わせ先について

▷実証代表

鹿児島大学・農学部 准教授 神田 英司 (e-mail:kanda@agri.kagoshima-u.ac.jp)

▷視察等の受入

JA鹿児島県経済連・野菜振興課 山内 瑶子 (e-mail:kei-2950@ks-ja.or.jp)
TEL:099-258-5425

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>