

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	令和2年度～令和6年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	AI技術を活用した長崎ブランドミカン安定供給技術の開発 (障害果・腐敗果発生減少による長崎ミカンブランド商材の安定生産・出荷)				
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 カンキツ研究室 荒牧 貞幸			

<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	戦略8-(3)農林業の収益性向上に向けた生産・流通・販売対策の強化
新ながさき農林業・農山村活性化 計画	基本目標 収益性の向上に向けた生産・流通・販売対策の強化 1 - 次世代へ継承する「ながさきの果樹」の推進 2 - 品目別戦略を支える革新的新技術の開発

1 研究の概要

研究内容(100文字)	
ウンシュウミカンの障害果低減による腐敗果減少による出荷量安定・ブランド率向上を目的に、AI技術を活用して樹体ストレス・果皮の成熟度を把握する技術を開発するとともに、省力化のための樹形管理技術を確立する。	
研究項目	AI技術を活用したブランド率向上技術の開発 1)果皮障害発生防止技術の確立 2)ウンシュウミカン増糖・減酸の知見獲得 省力樹形による省力化・安定生産技術の確立

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ
長崎ミカンは品質、食味の良さからブランド商材を中心に市場からの評価が高く、安定生産・出荷が求められている。しかし、近年増加傾向にある収穫期の長雨などの影響により、食味不良(低糖・低酸)および障害果の要因による腐敗果が発生し、出荷量・ブランド率が伸び悩む原因となっている。また、障害果・腐敗果の発生は、出荷予想量と出荷実績のかい離を招き、計画出荷が行えず有利販売できない一因であるため、障害果・腐敗果対策は喫緊の課題となっている。ブランド果実(高品質果実)生産のためには、シートマルチ栽培など長期間にわたって樹体に強い水分ストレスをかける必要がある。その結果、果皮の老化(成熟)は促進され、収穫期の降雨、高温などにより障害果・腐敗果の発生は助長される。
このような中、産地においては、果実(果皮)の状態により生産者が経験的に果実の成熟を判断し収穫を行っているが、収穫期の労働力不足などにより適期に収穫できずに、障害果・腐敗果が発生し、生産量・ブランド率低迷を招いている。そのため、果皮の老化と関係の深い「樹体ストレス状況」、「果皮の成熟程度」を把握できる技術が確立されれば、障害果の発生予測、既存の植物成長調節剤などによる軽減技術と併せた対策が可能となり、生産者・技術者からは技術確立が強く望まれている。
また、高品質果実生産のためには夏季の高温や集中豪雨など気象条件への対応に加え、マルドリ栽培など水分ストレス付加技術の変化もあり、樹体状況に応じた品質向上対策が求められている。更には、産地では生産農家・面積の減少が進んでいる。産地維持のためには大規模経営農家の育成(1戸当りの栽培面積の増加)が必要であるが、大規模経営のために不可欠な雇用労力の不足は深刻さを増しており、省力的な栽培管理技術の確立が求められている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性
樹体ストレスを把握する技術については、これまで様々な手法が報告されているが、生産現場での取組みには至っていない。省力化については、現在、国において機械化体系の確立を目標としたプロジェクトが進められている。しかし、新たな機械の開発、開発された機械の導入により省力化を図るものであり、現状の栽培条件下での技術の検討・導入は困難である。

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		R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	単位
	1)樹体・果実状態を把握するための技術の検討および気象条件の解析を行う	・樹体ストレス・果皮成熟程度の把握技術の検討 ・障害発生を助長する気象データの解析	目標	3	3	3	3	3	検討 技術数
			実績	3	3	3	3	3	
	2)果実品質・気象データについてAIによる解析を行う	部門、県下各産地の果実品質・気象データの解析	目標	1	1	1			検討 技術数
			実績	1	1	1			

	省力効果が期待できる樹形維持のための管理技術について検討を行う	省力樹形における新梢・結実管理の検討	目標	2	2	2	2	2	検討技術数
			実績	2	2	2	2	2	

1) 参加研究機関等の役割分担

各種カメラ、センサーを活用したデータの収集および解析については、シブヤ精機(株)、(国研)産業技術総合研究所などの協力を得ながら進めていく。また、全農ながさき、県内各農協および振興局については気象データ等の提供をいただくとともに、技術導入がスムーズに行えるよう、現地試験の実施など連携を図る。

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	22,770	15,524	7,246				7,246
2年度	4,727	3,130	1,597				1,597
3年度	4,638	3,116	1,522				1,522
4年度	4,512	3,061	1,451				1,451
5年度	4,427	3,064	1,363				1,363
6年度	4,466	3,153	1,313				1,313

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)

■ 障害果発生防止技術の確立

果皮の成熟度と高い相関のある水分ストレス値を把握するため、新たに宮崎大学が開発している携帯型の近赤外線水分ストレス計を使った技術を検討した。

新たなジベレリン散布技術を農薬メーカーと協力して、使用方法での登録拡大に向けて実施した。

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	得られる成果の補足説明等
	1) 障害果発生防止技術の確立	1	1					1	・樹体ストレス状況・果皮成熟具合の把握技術などの体系化を図る
	2) 増糖・減酸における新たな知見の獲得	1	1			1	/	/	・果実品質に影響を及ぼす要因、寄与度、時期などを明らかにする
	省力樹形管理技術の確立	2	2					2	・省力樹形による省力効果などについて明らかにする ・省力効果維持の為に樹体管理技術を確立する。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

AI 技術を活用したブランド率向上技術の開発

障害果発生については、植物成長調節剤などを活用した軽減技術について研究が進められてきたが、樹体ストレス、果皮の成熟などに着目した試験事例はなく、新規性は高い。また現在、「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」の中でシブヤ精機(株)が収穫果実において果皮の状態を把握する技術について実証を行っており、得られた知見等について情報の共有を図ることで、圃場・立木における収穫前の果実について検討を行う当研究を効率的に進めることが期待される。

省力樹形による省力化・安定生産技術の確立

これまで当部門においては、「させば温州」の着花(果)安定、早期樹冠拡大などを目的とした新梢管理について研究成果を報告している。樹形による省力化を目的とした研究は実施されておらず、これまでの成果・知見等を活用して効率的に研究が進めることができる。

2) 成果の普及

■ これまでの成果

AI 技術を活用したブランド率向上技術の確立

1) 果皮障害発生防止技術の開発

果梗部の亀裂(果皮障害)が発生すると果皮に増加するアスコルビン酸(AsA)分析と、水分ストレスとの関係、新たなジベレリン処理による対策技術を検討し、果梗部の亀裂発生を収穫1か月前に予測、対策する障害果発生防止技術体系により、腐敗果減少、出荷量確保につながる技術を確立することができた。

2) 増糖・減酸における新たな知見の獲得

AI(BayoLink S)による果実品質の増糖、減酸と気象との関係性について検討し、8月1日までの増糖と5～7月の温度、日射量、8月1日から収穫期までの減酸と8～10月の温度、日射量、降水量との関係性について新たな知見を獲得できた。

省力樹形による省力化・安定生産技術の確立

1) 省力樹形管理技術の確立

既存樹から改造、および苗木から育成した省力樹形について検討し、どちらの省力樹形とも省力、防除効果や、省力樹形維持による収量確保方法が解明でき、カンキツ経営の規模拡大につながる技術を確立することができた。

■ 研究成果の社会・経済・県民等への還元シナリオ

研究成果は、推進会議等で検討し、成果情報として紹介する。また、県技術者協議会、生産者研究会や地区別報告会等において成果報告を行い、成果情報の普及を図る。併せて、新聞、果樹機関誌や農林技術開発センターのホームページ等のメディアにて公開する。

障害果発生防止技術は、収穫 1 か月前のジベレリン処理の登録拡大次第、地域の栽培暦への採用での普及を図る。増糖・減酸における新たな知見は、長期気象予報から気温、降水量、日射時間から増糖や減酸が見込めないことが推測される場合、シートマルチ被覆時期の見直し、かん水管理など生産対策技術に活用する。省力樹形は、まず、既存園において既存樹改造を推進し、苗木育成の省力樹形が、基盤整備園等の新規植栽園において実証展示園を活用し技術の波及を図る。

■ 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)への波及効果の見込み

- ・生産安定・ブランド率向上による長崎ミカンのイメージアップおよび生産農家の所得向上・安定
- ・省力的ウンシュウミカン栽培による経営規模拡大および産地の維持・拡大
- ・本研究にて確立した技術を導入した農家のミカン経営試算

農業所得 1000 万円以上は 400a 以上(1,001 万円:長崎県農林業基準技術)の大規模経営モデルでの経営面積が必要であるが、本技術導入後で所得 1000 万円以上確保するには、生果率向上、ブランド率向上、経営面積の拡大することにより標準的な経営モデルの経営面積 314a(1,006 万円)で可能となる。

(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	(元年度) 評価結果 (総合評価段階:A) ・必要性:A ウンシュウミカンの障害果・腐敗果の発生は出荷量・ブランド率低迷の大きな原因となっており、特に近年は収穫期の長雨なども多く、対策技術について現場からの要望が高い。また、省力栽培技術についても、生産農家・生産面積の減少が進むなか、産地の維持・拡大のために喫緊の課題となっている。 ・効率性:A これまで、当部門において実施してきた試験成績等に加え、先行する課題のなかで参画機関(民間企業など)が得たデータなど情報の共有化を図ることで、研究を効率的に進めることができる。 ・有効性:A ウンシュウミカンの省力栽培および障害果・腐敗果軽減技術による出荷量・ブランド率の向上は、生産農家の所得向上に直結するだけでなく、産地の維持・拡大、県(産地)全体での計画出荷を行ううえでも不可欠である。 ・総合評価:A 安定生産・ブランド率向上により、長崎ミカンのイメージアップおよび生産農家の所得向上・安定につながる。また、省力栽培により大規模経営農家の育成が図られ、産地の維持・拡大につながることを期待される。	(元年度) 評価結果 (総合評価段階:A) ・必要性:A 近年増加している収穫期の長雨などで食味不良や障害果・腐敗果が多くなっており、生産現場から対策技術への強い要望がある。また、産地の維持・拡大を図るために省力栽培技術に対するニーズも高く、本課題の必要性は高い。 ・効率性:A 担当部門のこれまでの試験成績の活用と、民間企業等参画機関が保有するデータの共有により、効率的な研究が見込める。本テーマの中心的な取り組みである AI 技術について、障害果発生指標が得られる可能性やモニタリングにかかるコストや作業性などが明らかになることを期待する。 ・有効性:A 取組の内容としては、新規性も高く、計画出荷への貢献が見込まれるなど、産地の維持拡大につながる研究と考えられ、有効性は高い。 ・総合評価:A 長崎みかんのブランド維持や安定供給のために必要な研究であり、成功した場合のインパクトは大きいと考えられる。障害果発生指標や費用対効果を明らかにし、開発された技術が現場に普及することを期待する。
		対応 課題の中では、コストなど費用対効果の点も念頭に研究を進める。また、技術の産地への普及についても、関係機関と連携を図り、体制づくりに努めたい。

途 中	(4年度) 評価結果 (総合評価段階:A) ・必 要 性:A 近年の収穫期の長雨や高温により食味不良や障害果・腐敗果の発生が増加し、出荷量・ブランド率低迷の大きな原因となっており、対策技術について現場からの要望が強い。また、省力栽培技術についても、生産農家・生産面積の減少が進むなか、産地の維持・拡大のために喫緊の課題となっている。 ・効 率 性:A 果皮の成熟度を積算水分ストレス値で指標化し、障害果防止対策や増糖・減酸に関わる要因など、AI 解析の結果をブランド率向上対策に活用するなど効率的に進めている。 これまでの研究成果に加え、他の事業成果を活かしながら、参画機関(大学(宮崎大学、慶応大学)、民間企業)が開発した機器を生産者の圃場で実証しながら進めるなど、効率性は高い。 既存樹を改造した省力樹形の成果については、技術普及・高度化支援班や振興局と連携して産地に情報提供して普及を図っていく。また、農産園芸課と連携し実証展示園を設置し、現地で実証していく。 ・有 効 性:A 積算水分ストレス値などに基き果皮の成熟度などを推定できることを明らかにしており、収穫前の気象条件から果皮障害のリスクを事前に把握し、その防止対策を確立することは、新たな技術として生産現場で活用できる。 既存樹を改造した省力樹形については、いままで作業しづらかった樹冠内部の空間を減らすことで、効率的な摘果作業、収穫作業ができることを確認しており、今までより効率的な管理作業が可能となる。 ・総合評価:A クラッキング等果皮障害果の発生予測と防止対策を兼ね合わせた技術の確立により、安定生産・ブランド率向上、ひいては長崎ミカンのイメージアップおよび生産農家の所得向上・安定につながる。また、省力栽培により大規模経営農家の育成が図られ、産地の維持・拡大につながることが期待される。	(4年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必 要 性: A 近年の気候変動により、収穫期の長雨や高温によるウンシュウミカンの品質低下、障害果・腐敗果の発生は深刻であり、対策技術の要望は強い。また、生産農家・生産面積の減少が進む中、省力栽培技術の開発ニーズは高いことから、本研究の必要性は高い。 ・効 率 性: A 増糖・減酸コントロール技術確立のため、収集した積算水分ストレス値等のデータについて、農研機構と連携して AI 解析を行っていることや、大学や民間企業が開発した機器を生産者圃場で実証しながら研究を行うなど、効率性が高い。 ・有 効 性: A 収穫前の気象条件から果皮障害のリスクを事前に把握し、その防止対策を確立することで、生産現場で活用できる新たな技術が生まれると期待される。既存樹を改造した省力樹形については、管理作業の労力削減が可能になることを確認しており、有効な技術開発と判断される。 ・総合評価: A 本研究は、果皮障害果の発生予測と防止対策を併せた技術の確立により安定生産・ブランド率向上を達成し、生産農家の所得向上を目指しているが、アスコルビン酸と果皮の成熟との関係、ウンシュウミカンの品質と気象等の関係のデータが得られてきている。また、省力樹形による作業効率の向上により大規模経営体の育成、産地の維持・拡大に寄与すると期待されるため研究の継続が望ましい。
		対応 障害果発生予測をすすめ、障害果を発生させない技術確立にむけ研究を進めていく。また、省力樹形の普及推進のために、省力樹形について、作業の省力化、農薬の付着性、収量に関する調査を継続して行い、更なるデータの収集と情報化、さらには、収益性について精査し成果を出していきたい。

事後	(7年度) 評価結果 (総合評価段階:A) ・必要性:A 収穫期の長雨、高温は近年著しくなっており、食味不良や障害果・腐敗果の発生増加による出荷量減少やブランド率低下が年々大きくなっている。対策技術の開発や省力栽培技術は、現場からの要望が強く、担い手や生産面積の減少が進むなか、産地の維持、拡大のために喫緊の課題となっている。 ・効率性:A 障害果発生防止技術の確立において、水分ストレス計測技術およびジベレリン処理による障害果防止対策技術について新たに開発された計測機器を導入するなど適宜見直しを行いつつ、果皮の成熟度をアスコルビン酸による簡易分析計での発生予測技術の検討と対策技術の開発、増糖・減酸のAIによる解析、省力樹形の省力等技術など、関係機関とも連携し、研究目標を達成することができた。 ・有効性:A 果皮障害防止技術は、ジベレリンの栽培暦への採用、増糖減酸の知見は長期気象から対応技術への活用、省力樹形は、基盤整備園にて苗木等の導入により普及が見込まれる。また、これら技術は、担い手が生産現場で活用することで、農業所得向上や省力化による経営規模拡大が期待できる。 ・総合評価:A 果皮障害対策技術の確立や増糖減酸の知見獲得は、生産量の確保、ブランド率向上による農家所得向上と長崎ミカン販売額向上につながる。省力樹形は、作業の効率化と経営拡大で快適で儲かる経営を実現できる。以上により、担い手の確保、ミカン産地の維持拡大につながる。	(7年度) 評価結果 (総合評価段階:A) ・必要性:A ウンシュウミカンの障害果発生増加による出荷量減収やブランド化率低下に対する技術開発、および省力栽培技術の開発は現場からの要望も高く、必要性は高い。 ・効率性:A 障害果発生防止技術の開発では、収穫1ヶ月前にRQフレックスによるアスコルビン酸含量の計測と規定値を越えた場合にジベレリンを散布することで果梗部の亀裂発生を軽減する技術体系を確立した。また、既存樹からの改造樹形、苗木から育成した主幹形の省力樹形の効果を検証したほか、AI解析により増糖・減酸に係る気象要因について明らかにするなど、計画通りに進捗した。 ・有効性:A 障害果発生防止技術についてジベレリン散布の栽培暦への採用により生産現場で活用され、省力樹形についても今後現場への導入が期待できる。また、増糖・減酸の知見は今後への発展が期待でき、当初計画した成果が得られたことから、有効性は高い。 ・総合評価:A 障害果発生増加による出荷量減収やブランド化率低下に対する技術開発、および省力栽培技術の開発は現場からの要望も高く、研究課題の必要性は高い。本研究で開発した障害果発生防止技術等は、生産現場の栽培歴に採用されるなど、現場への導入が期待できるものであり、今後普及を進めることでミカン産地の発展につながるものと期待できることから、概ね計画を達成したと判断する。 対応 開発した技術の普及に向けて、成果報告会などを活用し、生産者の理解促進を図る。果皮障害防止技術については農薬登録拡大後に栽培暦へ組み込み普及を推進する。果実品質と気象条件のAI解析は、気象予測を基に灌水管理など生産対策へ反映する。省力樹形技術は、既存園の改造樹形、基盤整備を行った新規園等では、幼木の仕立て法に取り組み普及を図る。
----	--	---