

研究事業評価調書(平成19年度)

作成年月日	平成19年11月13日
主管の機関・科名	長崎県工業技術センター・基盤技術部 電子情報科

研究区分	経常研究(途中評価)
研究テーマ名	LED分光法による非破壊検査手法の開発

研究の県長期構想等研究との位置づけ

ながさき夢・元気づくりプラン (長崎県長期総合計画 後期5か 年計画)	重点目標: 競争力のあるたくましい産業の育成 重点プロジェクト: 5 明日を拓く産業育成プロジェクト 主要事業: 産業の多様化・高度化の推進
長崎県科学技術振興ビジョン	(2) 活力ある産業社会の実現のための科学技術振興
長崎県新産業創造構想	4. 地域特性を活かし世界をめざす『ナガサキ型新産業』の創造と集積 (5) 地域資源活用型産業(水工・農工連携の推進による農林水産業・食品産業の高度化)

研究の概要

1 研究開発の概要

果実や果菜類の生産では、生産物の品質を安定させる生育技術が注目されている。この技術には、植物の乾き具合(水分ストレス状態)などを定量的に把握して、灌水や水切りといった水管理を徹底することが要求される。

このため従来の研究では、植物からサンプルとして切り離した緑葉の水ポテンシャル(水分を保持する能力)を測定することなどが行われていた。

しかし、サンプルとして用いる緑葉の数に制限があることなどから、実用的な非破壊検査装置の開発が望まれている。

これまでの研究では(非破壊検査手法を取り入れた農作物の高品質栽培技術の確立、平成15~17年度)、樹木の水分ストレス状態を光を用いて非破壊で推定する分光式水分ストレス計の研究開発に取り組み、緑葉の分光特性と水ポテンシャルや収穫果実糖度との関係を明らかにすることで、分光式水分ストレス計に係る基礎的な技術を確立した(特許出願済)。

また、試作装置を開発して、フィールドトライアルによる性能評価なども実施した。

この研究事業は、分光式水分ストレス計の実用化を前提に研究開発する。

そのため、これまでに開発した基礎的な技術に、安価な発光ダイオード(LED)とデジタル信号処理技術を組み入れることで、実用化を前提とした測定精度の実現と、メンテナンス性を考慮した測定方式の実現を目指す。

研究の必要性

1 背景・目的

【社会的、経済的情勢から見た必要度】

果実や果菜類を生産する場合、灌水や水切りといった水管理が重要視される。

それは、果実に糖が集積する期間中の適切な水分ストレスの管理が、糖の集積を促して高糖度果実の生産を可能にするからである。

既往の研究により、水分ストレスと収穫果実糖度との関係が明らかにされているが、従来方式の水分ストレスの計測は破壊方式であり、かつ、深夜の測定が必要であるなど、利便性が悪い。そのため、実用的な非破壊検査機器の開発が望まれている。

【研究開発成果の想定利用者】

分光式水分ストレス計に係る技術が実用化できれば、一般機械器具、電子部品・デバイス、電気機械に関連する県内製造業の、光を用いた計測技術による新産業創出に貢献できる。

また、分光式水分ストレス計は、果実生産技術の向上にも貢献できる。

【どのような場所で使われることをも想定しているか】

分光式水分ストレス計は、果実や果菜類の生産現場や、それらの生産技術を研究、指導、普及する所で用いられることを想定している。

【どのような目的で使われることを想定しているか】

分光式水分ストレス計は、高糖度果実の安定生産など、農業生産物の高品質化の目的で使用されることを想定している。

【緊急性・独自性】

プレッシャチャンバ法に代表される、植物の水分ストレスに関する従来の測定技法は、破壊方式であり、かつ深夜の測定が必要であるなど、利便性が悪い。

一方、この研究事業に係る測定技術は（特許出願済）、緑葉の分光特性の変化から植物が受けている水分ストレス量を推定するものであり、非破壊で手軽な水分ストレスの計測を可能にする数少ない技術の一つである

2 ニーズについて

【今利用されている技術・商品には、何が足りないのか】

農業生産者にとっては、消費者のニーズに則した果物を生産することが必要であり、そのため、水分ストレスをコントロールして高糖度果実を生産する努力がなされている。

この生産技法を定量的に進めるには、植物が受ける水分ストレスを測定することが必要だが従来技術による測定装置（例、プレッシャ・チャンバ）は、破壊方式、複雑な操作手順や深夜の測定が必要など、利便性が悪い。

そのため、手軽に扱える実用的な非破壊検査機器の開発が望まれている。

【想定利用者は、現在どのようなニーズを抱えているか】

県内製造業者は、新たな技術による新産業創出を望んでいる。また、農業生産者は、昼夜を問わず、簡単な操作で測定できる非破壊方式の水分ストレス計の開発を望んでいる。

3 県の研究機関で実施する理由

この計測技法は光を用いた非破壊検査技法の一つであり、これまでに長崎県が研究に取り組み既に基本的な技術を持っている（特許出願済）。

この研究を行うことは、一般機械器具、電子部品・デバイス、電気機械に関連する県内製造業の、光を用いた計測技術による新産業創出に貢献できる。

また、分光式水分ストレス計の実用化は、果実生産技術の向上にも貢献でき、公共性が高い。

効率性

1. 研究手法の合理性・妥当性について

主要な研究段階と期間、各段階での目標値（定性的、定量的目標値）とその意義

研究項目	活動指標名	期間(年度 ～年度)	目標値	実績値	目標値の意義
(1) 信号処理方式のソフトウェアシミュレーションによる性能評価					
シミュレーション環境の整備	シミュレーション環境	H18年度	1	1	これまでの研究で得られている緑葉の分光特性の実測値を利用して、ソフトウェア上でLEDの点灯状態とPD（フォトダイオード）で検出される信号とを模擬し、信号処理方式の検証を行う。
シミュレーション実験	シミュレーション		1	1	
(2) 信号処理部の試作と性能評価					
実験治具の試作	実験治具	H19年度	1		前述(1)を実現する電子回路部分を試作して実際の測定実験を実施し、その性能評価を行う。
性能評価実験	性能評価実験		1		
(3) 光源用LEDの選定					
LEDの選定	LEDの組合せ	H18年度	1以上	1	分光式水分ストレス計を実現するのに最適なLEDの波長を選択する。なお、目的の測定ができることだけでなく、市販されている安価なLEDが利用できることも重要な選択条件である。
(4) 装置試作と性能評価					
装置試作	試作装置	H20年度	1		前述(2)と(3)とを用いて、これまでの研究で試作開発した分光式水分ストレス計の改造実験を実施する。さらに、その性能評価も実施する。
性能評価	性能評価		1		

2. 従来技術・競合技術との比較について

プレッシャチャンバなどの水分ストレスを測定する装置があるが、深夜、サンプルした葉に高い圧力をかけて計測することが必要であるなど、農業現場向けの装置とは言い難い。

最近では、樹木に与えた振動の伝搬特性から非破壊で水分ストレスを推定する技法なども研究されているが、まだ実用化の段階には至っていない。

なお、この研究事業に係る計測方法（特許出願済）は、緑葉の水分ストレス応答をモデル化することで、水分ストレスの推定精度をさらに向上させることが望ましい。

この部分は、別の研究事業（地域コンソーシアム）によって取り組む。

3. 研究実施体制について

この研究事業は、基本的に工業技術センター単独で実施する。

なお、必要に応じて、県内企業や農業改良普及センターなどからの支援を得る予定である。

構成機関と主たる役割

(1) 工業技術センター：全ての研究項目

4. 予算							
研究予算 (千円)	計	人件費	研究費	財源			
				国庫	県債	その他	一財
				全体予算	26,279	18,796	7,483
平成18年度	7,229	4,699	2,530				2,530
平成19年度	7,199	4,699	2,500				2,500
平成20年度	11,851	9,398	2,453				3,000

有効性

1 期待される成果の得られる見通しについて

この研究事業に係る基本的な計測技法は、既に特許出願済みである。

また、この研究事業では、これまでの研究で洗い出された課題（実用化を前提とした精度の実現と、メンテナンス性を考慮した測定方式の実現）を解決して実用化に結びつけることが目的であり、この研究事業と強く関連する提案公募事業（平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業【一般枠】、高性能普及型の新方式水分ストレス計・糖度計の開発）が採択されたことから、見通しは明るいと考えられる。

【分光式水分ストレス計のLED化可能性のシミュレーション実験】

これまでの実験により蓄積された実測データを用いて、分光式水分ストレス計をLED化した場合を想定したシミュレーション実験を実施し、高糖度果実の生産に有益な情報が得られるかどうかを確認する。

この結果で有効性が確認されれば、大きなコストダウンが可能なハードウェア試作の成功を確かなものとする事ができる。

2 成果の普及、又は実用化の見通しについて

【研究開発後の市場導入のステップ段階的に】

これまでの研究（非破壊検査手法を取り入れた農作物の高品質栽培技術の確立、平成15～17年度）で実施したフィールドトライアルなどにより、栽培現場への普及情報の提供を適宜、行っている。

さらに、この研究事業の3年度目では試作装置の性能評価を予定しており、この中でも普及情報の提供が行われる予定である。

また、関連する特許について、県内企業から長崎県に対して特許権使用許諾申請がなされ、既に、長崎県から同企業に対して許諾の通知がなされている。

なお、ここで開発する装置は、研究機関と普及・指導機関、流通関係、生産者などが購入コ－ザとなり得、全国で約59億円の市場を見込んでいる。

また、分光式水分ストレス計が果実生産技術の向上に寄与することを考えれば、約33万戸の果実生産者（2000年農林センサスより）が、農業の収益向上など、その恩恵を受けることとなる。

その他【研究開発の進捗・結果についての補足等】

初年度（平成18年度）、これまでの研究（連携プロジェクト「非破壊検査手法を取り入れた農作物の高品質栽培技術の確立」、平成15～17年度）で得られている緑葉分光特性と水ポテンシャル（水分ストレスの指標の一つ）のデータ群を用いたシミュレーション実験を行った。

シミュレーション実験の目的は、特定波長の幾つかのLED光源を使用して得られる緑葉の分光反射特性から、水ポテンシャルを推定できることの検証である。

その結果、12波長のLEDを用いれば、±0.18MPa程度のバラツキで水ポテンシャルが推定できることを確認した。

成果項目	成果指標名	期間(年度 ～年度)	目標値	実績値	目標値の意義
分光式水分ストレス計のLED化可能性のシミュレーション実験	シミュレーション実験によるLED化可能性の確認	H18	1	1	シミュレーション実験により事前検証を行なうことで、ハードウェア試作の成功を確実なものとする。
装置試作	試作装置	H20	1		性能評価を行うと同時に、普及情報の提供や県内企業への技術提供に役立てる。
知的財産権	特許出願 使用許諾	H18～H20 -	1	1	県内企業に対して、技術提供を行う。
			1	1	

【研究開発の途中で見直した内容】

年度と研究環境上の変化、途中評価等々からの計画の見直し等の内容
地域新生コンソーシアム研究開発事業（高性能普及型の新方式水分ストレス計・糖度計の開発、平成18年～平成19年度）が採択された。
この地域コンソでは、工業技術センターは分光式水分ストレス計の高精度化に主眼を置いた研究を分担する。
このため、本経常研究の最終年度（平成20年度）は、地域コンソのフォローアップも含め、性能評価実験を実施する。

研究評価の概要

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	(17年度) 評価結果 (評価段階： 数値で) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価	(17年度) 評価結果 (評価段階： 数値で) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価
	対応	対応

途
中

(19年度)

評価結果

(評価段階: S)

・必要性: 高品質な果実の生産では、植物の乾き具合(水分ストレス)を把握して水管理を徹底することが要求される。このため、水分ストレス計の実用化は農産物の高度生産・品質管理による競争力の強化を図ることを可能にする。また、装置の市場規模は59億円と推定され、工業技術センター発の光計測技術による、新産業の創出、農工連携の推進が期待できる。

光による非破壊方式で水分ストレスを推定する技術(特願2005-86862)を試作装置としてまとめたが、実用化するための技術開発を行う必要がある。

・効率性: シミュレーション実験と試作装置による評価実験を踏む計画とし、効率的な研究を実施している。

初年度(平成18年度)終了時、シミュレーション実験で良好な結果を得て、中間目標を達成した。

・有効性: 開発装置は県内企業で事業化する予定で、研究機関、普及・指導機関、流通関係、生産者などが購入ユーザとなるもので、全国で約59億円の市場を見込んでいる。

また、本装置が果実生産技術の向上に寄与することから、約33万戸の果実生産者(2000年農林センサスより)の収益向上に繋がる。

・総合評価: 計画を上回って順調に進行している。

(19年度)

評価結果

(評価段階: S)

・必要性: 新産業の創出に貢献でき、また、高糖度果実の生産に寄与できるので、その必要性は高い。また、装置コストの削減のため、LEDを使用した製品化研究の必要性は十分認められる。市場をコスト、分野両面で調査することは必要である。

・効率性: コスト低減を勘案したLEDの選定が順調にいくかやや心配な面があるが、シミュレーション技術の活用や他の機関との連携等での効率的な開発推進が期待できる。

・有効性: 研究実績も順調に上がっており、地域新生コンソーシアム事業との相乗効果や他の機関との連携により当初計画を上回る進捗で、今後、順調にコスト面と技術面が解決されれば有効性は大きい。

・総合評価: 完成すれば農家にとって有望な商品になると考えられ、研究内容の実現性の高さや有効性から見て総合的に高い評価ができる。発表されれば競争がスタートするので、早期商品化が望まれる。

	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>実用化で必要となる技術課題の解決を、H18年度採択された地域新生コンソーシアム研究開発事業の補完とフォローアップも視野に入れて研究を実施する。</p> <p>栽培技法を絡めた応用研究など、これまで同様に、果樹試験場、総合農林試験場などの他の機関と連携し開発の推進を行う。</p> <p>栽培技法を絡めた技術開発を行うことで、実用性の高い製品技術の開発を目指す。</p> <p>地域新生コンソーシアム研究開発事業を通して、実用技術の完成を図る。</p>
<p>事後</p>	<p>(21年度)</p> <p>評価結果 (評価段階： 数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 <p>対応</p>	<p>(21年度)</p> <p>評価結果 (評価段階： 数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 <p>対応</p>

総合評価の段階

平成19年度以降

(事前評価)

- S = 着実に実施すべき研究
- A = 問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B = 研究内容、計画、推進体制等の見直しが求められる研究
- C = 不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S = 計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A = 計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B = 研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究費の減額又は停止が適当である

(事後評価)

- S = 計画以上の研究の進展があった
- A = 計画どおり研究が進展した
- B = 計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C = 十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

- 1 : 不相当であり採択すべきでない。
- 2 : 大幅な見直しが必要である。
- 3 : 一部見直しが必要である。
- 4 : 概ね適当であり採択してよい。
- 5 : 適当であり是非採択すべきである。

(途中評価)

- 1：全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2：一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3：一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4：概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5：計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

(事後評価)

- 1：計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2：計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3：計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4：概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的な課題の検討も可。
- 5：計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。