

施設園芸におけるデータ通信機器の配置の最適化および環境情報と生育情報による価値の創出に関する研究

製品・機能評価課 奈須野雅明、塚本吉俊、宮田直幸、寺澤孝志

農林水産総合技術センター 園芸研究所 長澤諒弥、奥野善久

公立大学法人富山県立大学 石坂圭吾、榊原一紀

1. 緒言

農作業人口の高齢化、減少による労働力の不足、熟練農業者の技術継承が課題となっている。その解決策として、富山県では、スマート農業技術の取り組みを進めており、施設園芸においては ICT を活用した環境制御システムを用いた農作物生産の技術指導に取り組んでいる。

本研究では、産技研、農総セ、県立大学が連携して施設栽培の課題である農作業の省力化を図りながら収量・品質の向上が可能な誰もが取り組みやすいスマート農業システムの開発を目指している。本報では、長期取りのトマト栽培を実施している実験施設(鉄骨ファイロンハウス、間口 7.2 m 奥行 20 m 棟高 4 m 軒高 2 m)にて、無線 ICT センサや無線給電により利便性を高めること、効率的な生育情報の取得方法、生育情報・環境情報のデータを用いた自動環境制御のための検討を行った。

2. 実験方法及び結果

2.1 電波強度のデータの収集・シミュレーション

実験施設内で無線 ICT 機器の利用および無線電力伝送による給電を行うための電波強度測定を実施した。図 1 に電波送受信点位置を示す。電波発信機を用いてモノポールアンテナから 150 MHz(送信出力 10 mW)帯及び 920 MHz(送信出力 20 mW)の電波を発信した。それぞれの受信場所で地上から 30 cm と 80 cm 高さを測定した。受信強度の測定には、スペクトラムアナライザ(Agilent 社製 N9912A)を用いた。1 回目は定植直後に、2、3 回目は植栽が成長した収穫期間に行った。図 2 に 920 MHz、30 cm 高さの電波強度の結果を示す。距離が長くなるにつれて信号強度は理論どおり減衰している。2 回目の受信強度は小さくなっているが、これは、夏場のため自動制御されていた空調設備のスイッチングノイズが影響を与えていたものと考えられる。2 つの周波数帯で測定した結果から、トマトの植栽が電波伝搬に及ぼす影響は、空調設備のスイッチングノイズと支柱・ベンチの影響を考慮しなければならないことが判った。今後、測定結果を再現できるシミュレーションモデルの作成に取り組み施設園芸内の電波伝搬を解明する。

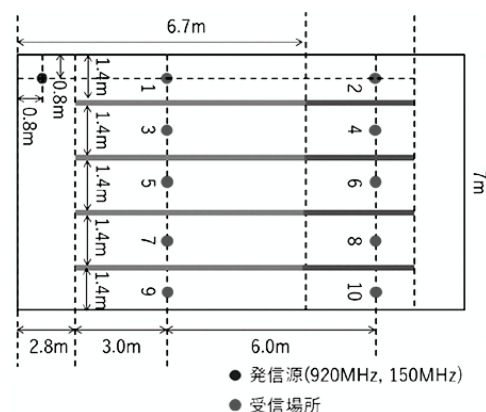


図 1 実験施設の寸法および電波送受信点位置

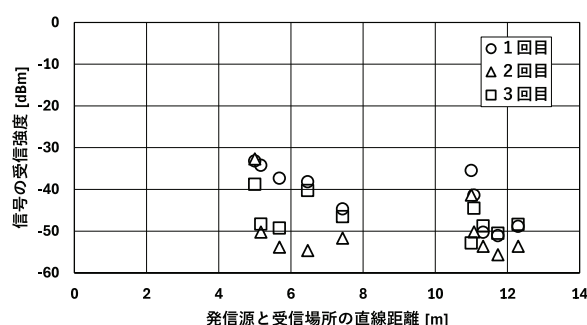


図 2 920MHz 電波の強度測定結果(地上から 30cm)

2.2 生育情報取得の軽減の検討

実験施設において、環境情報は ICT センサから自動取得できるが、トマトの生育情報である茎幅、葉幅、生長点、段数等については自動計測が難しく、労力のかかる手作業となっている。そこで、実態を確認して作業を軽減する手法を検討した。現状では、作業者が測定した結果を別の記録者が手書きで記録し、後に表計算ソフトウェアに入力する作業を行っている。この記録作業について、ICT 計測器やスマートグラスを使用することで省力化することを検討した。具体的には、通信機能付き計測器を使用することで測定した値を表計算のセルに直接入力できるようにすること、作業者は、スマートグラス等を用いることで作業性を損なわず表計算画面を確認しながら測定値を確認できる。さらに、測定器で入力できない項目(開花数等作業員が目視で判断するもの等)については、音声で入力することとした。これにより、記録作業者の省力化が見込める。また、ソフトウェア入力の自動処理等により、簡便

なストレージへの保存が可能となる。引き続き、機器の調整を行いながら作業軽減化のための実証試験を続けていく。



図3 ICT機器を使用した生育調査の様子

2.3 データからの価値の創出

実験施設で取得できる環境情報(環境因子)や生育情報(生育因子)をもとに、環境調整のため指標を開発の検討を行った。予測を用いた指標を活用し、施設内の生産環境を調整することで、経験や勘に依存しない制御が可能となり、農作物の品質向上と生産の安定に寄与することが期待される。トマトの収穫量を増加させるために、環境因子から生育因子を予測、生育予測から収量を予測するモデル(図4)を検討した。

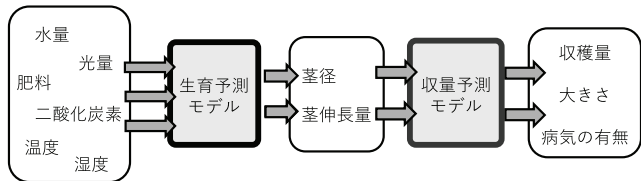


図4 予測モデルの概図

生育データの分析は、「茎の太さ及び茎伸長量が最適であれば高品質なトマトが生産される」という仮説をもとに、生育予測を試みた。相関を調べたところ茎伸長量と室内気温の相関が高く、茎径と室内飽差(空気中の水蒸気量の指標)が高いことがわかった。また、一般的に花が咲き

収穫まで50日程度(積算気温1,000~1,200℃)かかることから、50日間の生育因子の平均と収穫したトマトの重さ(大きさ)を評価したところ、茎伸長量は3.0cm、茎径は6.5mmを中心として密集した。また回帰分析では、室内の気温や日射強度が強く関わっていることが確認できた。

予測精度を評価するために複数の機械学習手法の検討を行った。重回帰、リッジ回帰、サポートベクター回帰(SVR)、LSTM(Long Short Term Memory)を試し、それぞれの性能を比較した。環境因子は成長因子に影響を与えるまで1日以上かかるため、環境因子に1日の遅延を掛けて予測した。目的変数は、茎径、茎伸長量とし、環境変数は、相関・回帰分析で係数高いものを選定して行った。表1にR2スコア比較を示す。値は、0から1の範囲で表され、1に近いほど精度が高いことを示す。茎径は茎伸長量よりも全体的に予測精度が低く、茎径の予測ではLSTMが最大で0.28となった。茎伸長量の予測ではSVRが最大で0.56となり高い相関となった。今後、今回の知見をもとに環境因子を考慮して、予測精度を高め、収量予測の検証を試みる。

表1 R2スコア比較

因子	重回帰	リッジ回帰	LSTM	SVR
茎径	0.15	0.21	0.28	0.15
茎伸長量	0.46	0.48	0.52	0.56

3 結言

施設園芸に用いるスマート農業を目的に、電波強度測定、生育情報の取得軽減の検討、生育・収量の予測モデルをもとに、統計的な分析や機械学習の手法を試みた。今後これらの知見を踏まえて、本県の施設園芸に適用できる誰もが取り組みやすいスマート農業システムの構築を進めていく。

キーワード：施設園芸、ICT、スマート農業、機械学習

Research on Optimization of Data Communication Equipment Placement and Creation of Value by Environmental and Growth Information in Greenhouse Facilities

Product and Function Evaluating Section; Masaaki NASUNO, Yoshitoshi TSUKAMOTO, Naoyuki MIYATA, Takashi TERASAWA, Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center; Ryoya NAGASAWA, Yoshihisa OKUNO, Toyama Prefectural University; Keigo ISHISAKA and Kazutoshi SAKAKIBARA

In this study, we investigated the smart agriculture for greenhouse horticulture. We measured the distribution of radio wave strength within the facility with the aim for efficient of ICT devices. We also examined efficient methods of acquiring growth information using ICT equipment. Furthermore, we worked on automatic environmental control based on growth and environmental information data.