

野菜栽培における限定的なセンサデータを活用した生産管理の実践

平吹陸[†] 南野謙一[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

近年、日射量、気温などの環境データを収集・分析することで、効率的に生産管理するスマート農業が進められている。しかしながら、センサデータの導入コストがかかるため、費用対効果の面から導入可能なセンサは限定的となっている。

そこで本研究では生産者が導入しやすい、低コストのセンサを活用した生産管理支援を行う。具体的には、生産拡大のため、土壌水分から転作田の生産性を評価する。加えて気温、日射量センサで収集した環境データをもとに、収量予測モデルの開発を行うことで、人員配備の計画や販売計画の支援を行う。

2. センサの選択と活用方法

2.1 低コストセンサから生育指標データの取得

スイカ栽培の生産拡大を目的に、(株)ビーネックステクノロジーズから提供された環境データを用いて、転作田での生産性を評価する。環境データは、日射量、土壌水分量、気温であり、それらのデータから生育指標データを計算し、他の圃場と比較・分析する。使用センサ、生育指標、成長への影響は、表1の通りである。比較対象として、従来からの赤土傾斜地、ハウス栽培地のデータも収集する。データの収集期間は2022年6月1日～8月31日である。日射量においては光合成有効光量子束密度(Photosynthetic Photon Flux Density:以下PPFD)に変換し分析を行う。PPFDは、可視光において、1秒あたり1平方メートルの対象範囲に注ぐ光子の数を表したものであり、単位は $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ である。エネルギーとして表すことができるため、より植物の生長指標として適している。土壌水分量は主にpFや含水率を用いて分析を行う。pF値は植物が土壌の水分を吸い上げる強さを表す指標であり、作物毎に適した値がある。含水率は物質に含まれる水分の割合を示したものである。pF値の方が適しているが、本研究では低コストセンサを用いるため、含水率の変化量に注目して分析を行うこととした。

表1 各センサと環境データの対応

センサ	生育指標	成長への影響
日射	PPFD	収穫適期, 果実重
温度	積算温度	収穫適期
土壌水分	pF, 含水量	糖度

2.2 限定的なセンサを用いた収量予測モデル開発

収量予測モデル開発は、(株)ネクスグループの食用ほおずきのハウス栽培を対象に行う。説明変数に環境データの日射量と気温、目的変数に収量データを利用し、収量予測を行う¹⁾。1つの目的変数を複数の説明変数を用いて予測する重回帰モデルにより収量予測モデルを開発する。日射量は、4週間分とする。気温は日平均気温を用い、一定期間の温度分布を求めるHistogram関数を用いる。収量は日ごとにバラつきがあるため、3週間の移動平均を求めた値を利用する。食用ほおずきのデータの収集期間は環境データが2020年12月1日から2022年8月31日、収量データが2021年2月1日から2022年8月31日とし、2020年12月1日から2021年11月31日までを訓練データとして利用し、2021年12月1日から2022年8月31日までをテストデータとして利用し、精度を評価する。

3. センサデータによる生産管理の実践

3.1 転作田におけるスイカ栽培

スイカ栽培は水はけの良い土地が適しているが、転作田においてもスイカ栽培を行うことができれば、使用できる農地が増え、新規就農者の増加にも繋がるため、前述の生育指標を用いて生産性を評価する。スイカの栽培環境のうち、ハウスについては定期的な水やりを行っているが、転作田と赤土傾斜地については、水やりを行っていないため、1kmメッシュの気象データを用いて、降水量と土壌水分の関係を調べることで、水はけの分析を行った。土壌水分量のデータは、生育環境ごとに土が異なるため、最大容水量が大きく異なり、比較が難しい状態だったため、5月下旬に水やりを行った直後の数値を1として正規化を行い比較した(図1, 2)。転作田は、1週間程度雨が降らなくても、土壌水分量が大幅に

Practice of Production Management Using Sensor Data in Vegetable Cultivation
[†]RIKU HIRABUKI, KEN-ICHI MINAMINO,
 Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University



図 1 赤土傾斜地の土壌水分



図 2 転作田の土壌水分

下がることはないが、赤土傾斜地については、5 日程度雨が降らないと土壌水分量が大きく減少しており、赤土傾斜地の水はけの方が良い。8 月 11 日に出荷されたスイカの糖度データを比較したところ、転作田のスイカの糖度が 12.5、赤土傾斜地のスイカの糖度が 12.2 と大きな差は見られなかった。転作田のスイカの糖度がわずかに高くなっていることについては、赤土傾斜地と比べて昼と夜の温度差が大きいこと、転作田の方が、日照時間が長いことなどが要因と推定される。糖度については、収穫 30 日前の水分量が少ないほど高くなりやすいため、水はけが良い赤土傾斜地の方が高い糖度になると予想していたが、差は見られなかった。本研究により、転作田の土壌水分量は糖度に悪影響を与えていないことが明らかとなった。

3.2 食用ほおずきの収量予測モデルの精度

(株)ネクスグループの GLX 棟における 2021 年 2 月 1 日から 2021 年 8 月 31 日のネクスファームの訓練データを学習させ、2022 年 2 月 1 日から 2021 年 8 月 31 日までをテストデータとして実行した予測値と実測値を示す (図 3)。1 年分の収量のおおまかな予測を実現することはできているが、特に 3~5 月、6~7 月のモデルについてずれが目立った。これは、6 月に起きたハダニの大量発生などの、害虫による収量の減少を考慮しきれていなかったた

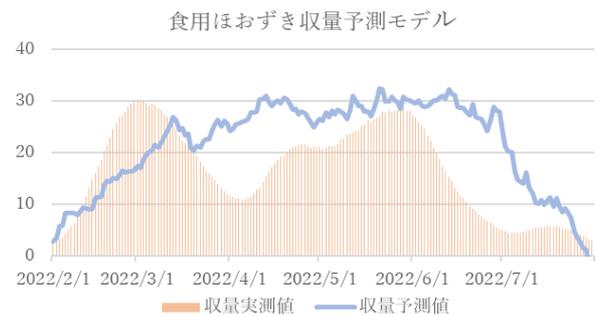


図 3 食用ほおずきの収量予測

めである。1 年分の収穫量を比較すると、予測モデルでは昨年の 86%であったのに対し実際の収量は 80%程度になっていた。差が生まれた原因としては、害虫被害以外にも、2022 年度は土の入れ替えを行っておらず、追肥のみで対応していたため、全体の収量が減少したとみられる。しかしながら、日射量の減少を考慮したことで、大まかな 1 年分の収穫量を予測できていることから、害虫発生などのトラブルがなかった場合の目安として、積算日射量と気温を用いることで、おおまかな収量の予測は可能であることが分かった。

4. まとめ

本研究では、センサデータをもとに、スイカと食用ほおずきについての分析を行った。スイカについては、主に土壌水分量に焦点を当てた分析を行った。特に水田転作畑において、従来から栽培がおこなわれている赤土傾斜地と比べて、水はけが悪く土壌水分量が高くなりやすいものの、スイカの糖度に悪影響を及ぼさないことが明らかになった。食用ほおずきについては、2020 年 12 月 1 日から 2021 年 11 月 31 日までの訓練データを用いて、リッジ回帰モデルを開発し、2021 年 12 月 1 日から 2022 年 8 月 31 日までの期間の収穫量を予測した。積算日射量と気温を用いることで、収量予測が可能となった。

今後の課題として、食用ほおずきの収量予測モデルは 2 年分のデータを用いて作成してきたが、害虫発生時期にずれがあることや、土の入れ替えなどによる影響で、収穫時期のピークにずれが生まれてしまった。精度向上のために、害虫や土の入れ替えも説明変数に加えたモデル開発を行う。

参考文献

- 1) 今田寛也, 南野謙一, “食用ほおずきを対象とした積算日射量と温度分布を用いた収量予測モデルの開発”, 情報処理学会第 84 回全国大会講演論文集, 833-834,2022