

スマートアグリ実現に向けた 植物工場での収穫日予測モデルの開発

湯浅 将真[†] 大場 みち子[†]

公立はこだて未来大学システム情報科学部[†]

1. はじめに

日本の食料自給率問題の解決のため、食料生産に関する新たなビジネスとして植物工場が注目を集めている[1]。一方、作物の生育には多くの知識と長期の農業経験が必要であり、新規就農者の農業参入は難しい[2]。この問題に対して、農業の知識が乏しい人でも効率的に農作業が行えるようにする仕組みであるスマートアグリが注目されている。

日本でのスマートアグリへの取り組みとして、収穫日予測がある。収穫日予測により生産計画、出荷計画などの作業スケジュールが立てやすくなる。現状の収穫日予測としては、生育期間中の平均気温を用いた有効積算温度法[3]や、ノンパラメトリック回帰を用いて環境データと発育ステージの関係推定を行う DVR 法[4][5]が利用され有効性が報告されている。しかし、これらの方法での高精度な収穫日予測には長期間の過去データが必要になる。日本の植物工場では品種改良により新たな品種の生育を次々に行っているため、従来手法は適用できない。

本研究の目的は短期間データでの正確な収穫日予測をすることである。そこで、短期間の環境データと収穫データを用いて植物工場での正確な収穫日予測モデルの開発を目指す。

2. 提案手法とパラメータの選定

2.1. 提案手法

本研究の目的を達成するには、モデル作成の際のパラメータ数を増やす必要がある。ここでの課題は最適なパラメータの選定である。従来の収穫日予測ではパラメータとして気温と日照時間に着目したものが多く、本研究ではパラメータ候補を気温、照度、CO₂濃度、湿度とし、ノンパラメトリック回帰の加法モデルを用いて収穫日予測モデルを作成する。その後、作成したモデルを評価・検討しパラメータを選定する。

Development of Harvest Date Prediction Model for Plant Factory towards Smart Agricultural Realization

[†]Shoma Yuasa [†]Michiko Oba

[†]School of System Information Science, Future University Hakodate

2.2. パラメータの選定

作成したモデルについてはモデルの評価指標である AIC(Akaike Information Criterion)を用いて評価を行い、どのパラメータの組み合わせが最適なモデルとなるのか検証する。対象とする作物は表 1 のようになっており、対象期間は 2016 年 9 月 9 日から 11 月 16 日の 2 ヶ月分のデータを用いて検証を行った。

検証の結果、ブラックローズ・パリグリーン・SH-24・SH-25・てるみ・夏白泉で 4 つすべてのパラメータを用いたモデルが最適であるという結果となった。京みぞれは表 2 のように 3 つ(気温・CO₂濃度・湿度)のパラメータのものが最適であるとなった。しかし、4 つすべてを用いたモデルとの AIC の差が非常に小さくなっており、表 3 のように残差平方和は 4 つ全てを用いたものの方が小さくなっている。以上より、今回はサンプル数が 7 個と少なかったため 3 つのものが最適であるという結果となったが、サンプル数が増えると 4 つすべてのパラメータを用いたモデルが最適になると考えられるため、気温・照度・CO₂濃度・湿度をパラメータとしモデルを作成する。

表 1 対象作物

作物名	品種名	サンプル数 (個)
サニーレタス	ブラックローズ	17
リーフレタス	パリグリーン	9
ハウレンソウ	SH-24	12
	SH-25	12
コマツナ	てるみ	13
ミズナ	夏白泉	6
	京みぞれ	7

表 2 京みぞれの AIC

パラメータ	AIC
気温・CO ₂ 濃度・湿度	-2570.506
気温・照度・CO ₂ 濃度・湿度	-2569.899

表 3 京みぞれの残差平方和

パラメータ	残差平方和
気温・CO ₂ 濃度・湿度	8.78E-04
気温・照度・CO ₂ 濃度・湿度	8.75E-04

3. 実験

3.1. 対象データ

収穫日予測を行うため、環境データ(気温・照度・CO₂濃度・湿度)と収穫データ(作物名・品種名・播種日・収穫日)を MySQL 上でデータベース化した。収穫日予測モデルは R で実装し、データベースから必要なデータを取得し収穫日を算出する。プログラムは CakePHP を用いて実装している。2016年9月9日から11月16日の2ヶ月分のデータを用いて収穫日予測モデルを作成し、その後1ヶ月間に収穫された作物について予測値と実測値の標準偏差を評価する。

3.2. 収穫日予測結果と考察

予測生育日数をX, 各環境データの平均値を気温平均: E₁, 照度平均: E₂, CO₂濃度平均: E₃, 湿度平均: E₄, 各環境パラメータを気温: T, 照度: I, CO₂濃度: C, 湿度: Hとしたとき、式(1)となるような予測生育日数Xを計算する。

$$\sum_{k=1}^X (TE_1 + IE_2 + CE_3 + HE_4) \geq 1 \quad \dots (1)$$

計算した予測生育日数を用いて予測値を算出する。算出した予測値と実測値との標準偏差を図1に示す。

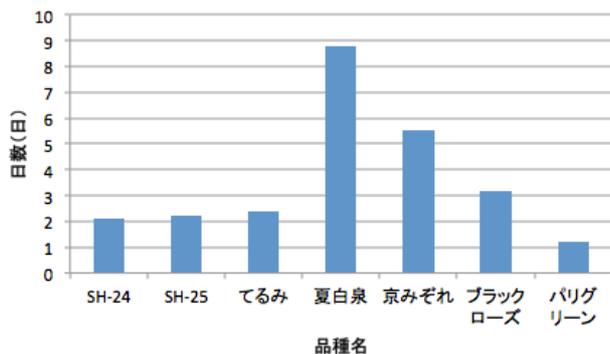


図 1 予測値と実測値の標準偏差

結果はブラックローズ・パリグリーン・SH-24・SH-25・てるみで標準偏差が3日前後となり、2ヶ月という短期間データで正確な収穫日予測が行えたと考えられる。一方、夏白泉・京みぞれでは標準偏差が大きくなった。理由としては以下のことが考えられる。夏白泉は夏の暖かい時期によく成長する品種である。今回の研究では

秋収穫時のデータをもとに冬収穫の予測を行った。その結果として、予測値と実測値の標準偏差が大きくなってしまったと考えられる。京みぞれについては、実測値の中に大きな外れ値が1つ存在していた。この外れ値を取り除いて予測値と実測値の標準偏差を算出すると、2.70日となることから十分正確な予測が行えていると考えられる。

4. おわりに

現在の収穫日予測では、正確な予測に長期間のデータが必要という問題があった。そこで収穫日予測モデルを作成する際のパラメータを増やすことにより、短期間データでの正確な収穫日予測を実現することを目指した。結果として、週2回の播種を行っている植物工場であれば約2ヶ月分のデータがあれば正確な収穫日予測が可能であると考えられる。

今後の課題として、本研究では、季節変化による環境変化を考慮することができず、9月から12月の秋から冬にかけての季節のみの生育データを用いた検証となった。1年間を通してモデルを適用するには、季節変化をパラメータに取り入れる必要性について検討が必要である。また、トマトなどの果菜類への適用も課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、収穫日予測に用いた環境データや収穫データは株式会社アプレとアグリ・コネクションズ株式会社の協力によるものである。ここに深く感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 當間正義(2013)「植物工場におけるビジネス化の可能性」, 『日本マネジメント学会全国研究大会報告要旨集』, 67, pp52-55.
- [2] 池田英男(2009)「高生産性オランダトマト栽培の発展に見る環境・栽培技術」, 『日本学術会議公開シンポジウム「知能的太陽光植物工場」講演要旨集』, pp32-41.
- [3] 馬場高行・小野田剛・江口洋(2000)「平均気温を利用したブロッコリーの簡易な収穫期予測」, 『九州農業研究』, 62, pp204.
- [4] 工藤篤・矢野真二・梅津敏彦・斎藤博行(2006)「一次元ノンパラメトリック DVR 法による水稻湛水直播の生育ステージ予測に関する研究」, 『山形県農事研究報告』, 38, pp69-81.
- [5] 小松和彦・小澤智美・元木悟・塚田元尚(2004)「ノンパラメトリック DVR 法によるレタス収穫期予測」, 『長野県野菜花き試験場報告』, 12, pp1-4.