

現地 TMR センターにおける生産履歴と気象情報による収量予測の精度

○田中常喜・秋山雄希・清野大樹(道総研酪農試)

1. はじめに

作物の収量予測は、スマート農業の核となる技術である。牧草やトウモロコシなどの飼料作物の収量推定あるいは予測自体は、リモートセンシングや AI の技術がめざましく進歩する以前から取り組まれ、要因解析や広域評価などに活用されてきた(松本ら 1994)。本研究は、日々の収穫作業計画立案のための収量予測を想定し、北海道東部の TMR センターにおける生産履歴と気象情報による収量の推定および予測の精度について検証した。

2. 方法

積載容積 (m^3) を予め測定した運搬車両全台に GPS ロガー(レポサク, エゾウイン株式会社)を装着し、圃場からサイロまでの搬送回数を乗じた収穫運搬量を、2021 年 6 月から 2024 年 7 月までの牧草 1 番草, 2 番草, トウモロコシについて圃場単位で集計し、生産履歴として以下の解析に用いた。単位面積当たりの合計収穫運搬量 (m^3/ha) を目的変数である収量とした。説明変数は、生産履歴と作付け履歴を基にした 7 項目(圃場 ID, 収穫年, 収穫日, 生育日数, 利用年数など)と、気象情報から生育期間中の日平均気温, 日照時間, 湿害指標(井上ら 2010), 干ばつ害指標の基本統計量 28 項目を用いた。

【解析 1: 収量推定】学習用 80% ($n = 751$), 検証用 20% ($n = 188$) にデータを分割し、一般化加法モデル (GAM) と勾配ブースティング決定木 (LightGBM) を用い、(1) 生産履歴と作付け履歴のみからの推定, (2) 気象情報を追加した場合について、決定係数 (R^2) と平均絶対誤差率 (MAPE) で、精度を評価した。

【解析 2: 収量予測】2024 年 1 番草の収穫作業を想定し、6 月 19 日~7 月 3 日の収穫日ごとに、3 日前までの生産履歴, 作付け履歴と気象情報から、該当収穫日の収量を予測した。精度評価は収量推定と同じ。

なお、現地の聞き取り調査から、求める精度として運搬車両 200-250 台分の原料草を収納できるサイロ 1 基に対して 10 台前後が許容範囲とのことであった。そこで、本研究の目標値を MAPE5% 以下とした。

3. 結果と考察

生産履歴と作付け履歴のみによる収量推定の精度は、GAM で $R^2 = 0.65$, MAPE = 20.3%, LightGBM で $R^2 = 0.51$, MAPE = 26.4% と、圃場 ID の要因があることで一定程度の推定ができることを確認した。気象情報を加えた場合は、GAM で $R^2 = 0.65$, MAPE = 23.7%, LightGBM で $R^2 = 0.53$, MAPE = 24.4% であった。気象情報の追加によって、GAM で収穫年の要因を除くことができたものの、精度向上には繋がらなかった。

日々の収穫作業を想定して収量を予測した場合の MAPE は、GAM で 25.2%, LightGBM で 25.4% と、推定精度と比較して 1-2 ポイント程度大きかった。収穫作業が進むにつれて、学習する情報量が増えるため、精度が高くなることを予想していたが、結果は判然としなかった。これは、予測モデルが気象情報と作物成長の関係を説明しているのではなく、単に収穫年の違いなどを気象情報で説明しているに過ぎないためと考えられた。本研究で試みた予測の精度は、目標値から大幅に劣る結果であり、現地でスマート農業に望む技術水準の高さを確認できた。今後、リモートセンシング情報や数理モデルなどを活用し、より精緻な収量予測に取り組んでいきたい。

謝辞

本研究は、現地 TMR センターの承諾のもと、エゾウイン株式会社よりデータ提供を受けて実施したものであり、ここに謝意を表します。本研究は、農研機構メッシュ農業気象データを用いて解析を行った。

引用文献

松本武彦, 木曾誠二, 松中照夫, 能代昌雄 (1994) 根釧地方における牧草収量の変動要因: 2.1 番草乾物収量に影響を及ぼす環境要因. 日本土壌肥料学会 1994 年 3 月 20 日発表.

井上聡, 根本学, 濱寄孝弘, 廣田知良 (2010) 気候的に評価した 2009 年の北海道の土壌水分の特徴. 日本農業気象学会 2010 年全国大会講演要旨, p. 4-5.