

UAV マルチスペクトル画像を用いた大麦の品質推定モデルの作成

○三尾建斗(信州大院農)・渡邊 修(信大農)

1. はじめに

大麦(*Hordeum vulgare*)は飼料、醸造用に加え、日本では古くから食用としても重要な穀物である。その品質評価は多くの指標があるが、従来の管理手法は労力と時間を要する。一方、近年水田や畑作地において、リモートセンシング技術を用いた作物の収量の推定に関する研究が多く行われてきた。しかし、それらの対象作物は主に米や小麦といった主要穀物であり、大麦、特に穀粒品質を対象とした研究は見られない。そこで本研究ではマルチスペクトルカメラを搭載した UAV(無人航空機)を用いて、圃場段階で食用の大麦の品質を非破壊で推定する予測モデルの構築を目的とした。

2. 方法

長野県上伊那郡宮田村の8つの大豆・大麦二毛作圃場(25 m × 90 m)において、2024年の4月から6月にかけて UAV マルチスペクトルカメラ(DJI Mavic 3M)で圃場画像を高度 100m から定期的に撮影した。これらの画像をオルソモザイク処理後、5.0 m × 5.0 m のグリッドで植生指数(NDVI, NDRE, GNDVI, CVI)を算出した。6月上旬の成熟期に大麦穂をサンプリングし(n = 46)、幅、長さ、厚さ、千粒重、硝子率、水分率を測定した。これらのデータから以下の2つのモデルを構築した。

①大麦粒の各品質の予測モデル:各撮影日の植生指数、相対成長率、および積算値を説明変数とし、大麦の各品質項目を目的変数とする予測モデルを構築した。品質は圃場内変動よりも圃場間変動が大きいために示唆されたため、圃場差をランダム効果、植生指数を固定効果とする一般化線形混合モデル(GLMM)を用いた。

②大麦粒の生育を推定する機械学習モデル:品質データを用いて主成分分析および *k-mean* 法を用いて3つのクラスターに分類し、「良好」、「やや良好」、「不良」にラベル化した。さらにサンプリング地点周辺の品質は均一であると仮定し、森下ら(2020)の研究を参考にデータ拡張を行い(n = 5309)、拡張データを学習用と検証用データに 8:2 で分割した。Random Forest, SVM, XGBoost の予測精度を 5-fold Cross-Validation で比較した。また、学習曲線により過学習の有無も確認した。

3. 結果と考察

GLMM による品質予測では、千粒重、粒の幅、長さにおいて、いずれの撮影日の植生指数を用いても高い推定精度($R^2=0.60\sim0.80$)が得られた。圃場差を考慮しない単回帰分析($R^2=0.20\sim0.40$)と比較して、圃場間変動をモデルに組み込むことの有効性が示された。一方、硝子率や水分率の推定精度は低く、これらの品質が植生指数に反映されるバイオマス量だけに影響されない(土壌の栄養状態など)事が示唆された。大麦の生育状況を3段階で判定する機械学習モデルでは、Random Forestが最も高い精度を示し(Accuracy: 0.903, F1-score: 0.902)、学習曲線から過学習の傾向も認められなかった(図 1)。今後は硝子率など精度が低かった品質項目について、植生指数以外の要因(土壌組成や雑草の繁茂状況など)を測定し、年次変動や環境要因を補正するモデルの構築を目指す。

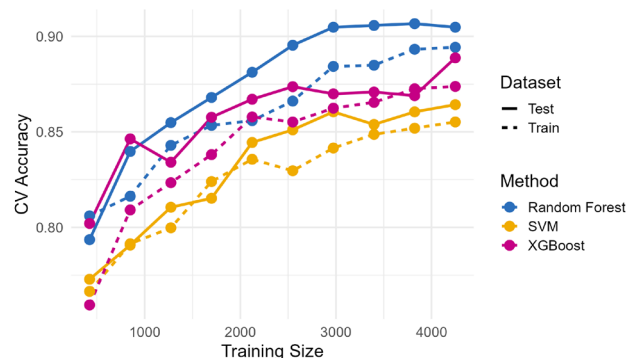


図 1. ②の品質予測モデルの学習曲線。

点線は学習用データ、実線は検証用データの Accuracy の結果を指す

引用文献

森下瑞貴, 石塚直樹 (2020) UAV 観測によるダイズ圃場の土壌含水率分布推定—グラウンドトゥールースデータの拡張による機械学習の適用—. システム農学, 36, 55–61.