

UAV センシングによる圃場内土壌環境の面的評価

○森下瑞貴(農研機構農環研)

1. 概要

土壌特性は空間的に不均質であるため、いわゆる“地力ムラ”に応じた圃場管理が求められる。また、近年ではリモートセンシングの農業利用が注目されており、同技術を活用した「データに基づく土づくり」へのニーズが高まっている。特に、より効率的な施肥管理のためには、生育状況の空間分布に基づき追肥の意志決定をする従来型のアプローチだけでなく、土壌理化学性の空間分布を捉えることで「生育ムラの要因」を加味した圃場管理が求められる。こうした背景のもと、著者らはドローン空撮画像を利用した土壌診断のための技術として、「空撮画像の教師なし分類による圃場内の土壌区分図の作成方法」や「データ拡張による土壌理化学性の空間推定方法」の開発に取り組んできた。これらの研究は、農耕地における土壌管理の補助および土壌空間推定の高度化に貢献すると期待される。

2. ドローン空撮画像の教師なし分類による圃場内の土壌区分図の作成

一般的な土壌診断では圃場内複数地点で土壌試料を採取する。しかしながら、圃場内環境の空間変動が目視や地図情報で判別できない場合には、科学的根拠に基づく土壌調査地点の選定は困難であり、診断結果が対象圃場の土壌特性を正確に反映しない可能性がある。そこで、著者らは土壌診断における試料採取のため事前情報としてドローン空撮画像の適用可能性を検証した(森下・石塚 2023)。具体的には、観測したマルチスペクトル画像、熱赤外画像、DSM(Digital Surface Model)画像の各ピクセル値を特徴量とした教師なし分類によって圃場内土壌を相対的に区分し、得られた区分図が実際の土壌診断値と対応するかを検証した。その結果、算出されたクラスターと土壌理化学性の分布傾向は非常によく対応しており、ドローン空撮画像の教師なし分類によって得られる圃場内区分図は土壌診断におけるサンプリング地点選定の補助情報として有効であることが示唆された。また、区分された地域ごとに採取した土壌試料を分析することで、ゾーンマネージメントのための空間情報としての利用も有効であると考えられる。

3. データ拡張による土壌理化学性の空間推定方法

ドローン空撮画像は人工知能を駆動させるための農業情報基盤としての利用も期待されている。土壌センシングにおいては、地上で取得した土壌診断値(グラウンドトゥルースデータ)との関係についての機械学習によって非線形モデルを作成することで、高精度の土壌特性の空間分布図を作成することが可能である。しかしながら、非線形アルゴリズムを実装するには膨大なデータサイズが必要であり、十分なデータセットを現場で得ることは土壌試料の採取・分析に要する労力およびコストの観点から困難である。そこで著者らは、地上調査または試料分析から取得した土壌特性が一定範囲内で均質と仮定してデータ拡張を行うことで上記のデータ不足を補い、ランダムフォレスト回帰による非線形予測を試みた(森下・石塚 2020, 森下・石塚 2021)。その結果、圃場内数十点で取得した土壌診断値とドローン空撮画像の関係についての非線形予測が可能になり、圃場内土壌特性の空間的な不均質性を高精度で捉えることに成功した。また、対象圃場においては、算出された土壌理化学性の分布から生育不良の要因(隣接圃場からの砂質土壌の流入や湿害の発生など)が推察された。この結果は、生産性の向上・安定に向けた「データに基づく土づくり」において、空撮画像を活用した空間的な土壌診断が有効であることを示した。

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, Vol. 36, No. 4, pp. 55–61.
- 森下瑞貴, 石塚直樹 (2021) UAV 観測と機械学習による土壌特性の空間分布推定 ―データ拡張手法の土壌理化学性指標への適用―. システム農学, Vol. 37, No. 2, pp. 21–28.
- 森下瑞貴, 石塚直樹 (2023) ドローン空撮画像の教師なし分類による圃場内土壌区分図の作成. 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 94, No. 4, pp. 254–262.