

合成開口レーダによる機械学習を用いた土壌水分の推定に関する研究

共生基盤学専攻 生物共生科学講座 生物環境情報学 吉山 憶良

1. はじめに

土壌水分は、表面流出・浸透といった降水の配分や潜熱・顕熱フラックスの配分において、重要な役割を担っている。また、農業分野における土壌水分は、圃場管理の重要な指標になるため、この分布を把握する意義は大きい。マイクロ波を用いた観測を行う合成開口レーダ (SAR) は、植生被覆下においても植物体を透過し土壌の情報を取得できるため、SAR 衛星による土壌水分の把握が期待されている。本研究では、多偏波 SAR 衛星によって取得したデータから機械学習アルゴリズムを用いて植生被覆圃場の土壌水分を推定することを目的とした。

2. 方法

1) 使用したデータ 北海道十勝地方に位置する清水町・芽室町を対象とした。C バンド SAR 衛星である RADARSAT-2 によって得られたデータから、SAR パラメータとして後方散乱係数、散乱モデル分解、H_{Aα} 分解による各散乱成分を算出した。現地調査データとして、衛星の通過日に合わせて現地で測定した自然草高、LAI、SPAD 値および土壌の体積含水率を使用した。対象圃場の作物はコーン、大豆、小豆、小麦、甜菜、馬鈴薯の 6 種類である。

2) 土壌水分の推定 植生および土壌水分に対する各 SAR パラメータの感応性を調べるため、現地調査データと SAR パラメータの相関分析を行った。データ取得日の DOY を基準にステージ 1 および 2 に分割し、全期間および各ステージにおける作物ごとの解析を行った。次に、機械学習アルゴリズムを用いて土壌の体積含水率の推定を行った。説明変数に SAR パラメータ、作物の作付け情報およびステージのカテゴリ変数を使用したモデル (SAR データモデル) を作成した。また、説明変数に過去 20 日の先行降雨指数を加えたモデル (気象データ付加モデル) も作成した。

3. 結果と考察

ステージ 1 では、甜菜と馬鈴薯を除く 4 作物の SAR パラメータは土壌水分に対して正の相関を示した。生育初期期間であるステージ 1 の後方散乱は植生の影響が小さいため土壌の情報を反映すると考えられる。ステージ 2 では、大豆および小豆の SAR パラメータは土壌水分に対して相関がなかった。このことから、ステージ 2 における大豆および小豆圃場からの後方散乱に含まれる土壌表面の情報は、微小である可能性が示唆された。機械学習を用いて土壌水分の推定を行った結果、SAR データモデルの精度は、 R^2 , RMSE がそれぞれ 0.51, 7.56% であった。作物ごとの誤差率は、小麦が最も低かった。一方、大豆および小豆はステージ 2 で誤差率が非常に大きい値を示した。これは、作物の生長に伴って植生による散乱が支配的になったことが原因と考えられ、相関分析の結果と一致した。気象データ付加モデルの精度は、 R^2 , RMSE がそれぞれ 0.79, 4.90% であった。SAR データモデルの説明変数に先行降雨指数を付加した場合、推定精度が大幅に向上した。

4. おわりに

本研究は、4 偏波 C バンドマイクロ波の合成開口レーダである RADARSAT-2 により取得された衛星データを使用し、植生被覆圃場の土壌水分推定に関する検討を行った。土壌水分推定の結果、 R^2 , RMSE がそれぞれ 0.79, 4.90% の推定精度を示した。モデルの誤差率を作物ごとに評価したところ、大豆と小豆は、ステージ 2 で誤差率が大きかった。これは、作物に特有の群落構造に起因すると考えられる。この点については、今後さらなる検討が必要である。