

Pi-SAR2 データを用いた農地におけるマイクロ波散乱メカニズムの解析 -東北大学川渡フィールドサイエンスセンターの圃場を対象として-

古屋 聡 (資源環境経済学講座・フィールド社会技術学分野)

【目的】 合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar: SAR) は気象条件に左右されず安定的に地表面を観測ができるため、農業分野での利用が期待されている。情報通信研究機構 (NICT) が開発した X バンド航空機搭載 SAR (Pi-SAR2) は全偏波観測機能を持ち、最高空間分解能は 0.3 m である。全偏波観測データからはマイクロ波の散乱メカニズムを抽出できる。本研究では、宮城県大崎市川渡地区の東北大学川渡フィールドサイエンスセンターの圃場を対象に、Pi-SAR2 により異なる方向から観測して得られた全偏波観測データを用い、利用状況の異なる農地におけるマイクロ波散乱メカニズムを解析した。

【材料と方法】 水田 21 筆、草地 27 筆、デントコーン作付圃場 4 筆、ナガイモ作付圃場 2 筆を対象圃場とした。2013 年 8 月 26 日に対象地域を西から東 (Heading : 91.1°)、東から西 (Heading : -87°)、2014 年 8 月 22 日に西から東 (Heading : 95.3°)、東から西 (Heading : -91.9°) に飛行して観測したデータを解析した。対象地におけるマイクロ波の入射角度は西から東の観測で 32°前後、東から西の観測で 54°前後だった。Multi-look Groundrange Polarimetric (MGP) データに偏波校正をおこない、地表高度に起因する位相差を補正し、後方散乱係数 σ^0 を算出した。位相差補正後のデータを Coherency 行列に変換し、3×3 ウィンドウで 3/4 成分散乱モデル分解を適用し、2 回反射散乱、体積散乱、表面散乱、ヘリックス散乱の各散乱成分の電力を算出した。また、固有値解析を適用し散乱現象を表すエントロピー、 α 角、アニソトロピーを算出した。適用後の画像に圃場輪郭データを重ね合わせ、圃場ごとの各散乱成分の電力と散乱パラメータの平均値を計算した。各散乱成分の電力については全電力に占める割合を圃場単位で計算した。

【結果と考察】 水田では入射角が 54°前後のデータより 32°前後のデータにおいて、HH 偏波と VV 偏波の後方散乱係数の差 ($\sigma^0_{HH/VV}$)、表面散乱成分の割合、2 回反射散乱成分の割合の平均値が大きく、エントロピーの平均値が小さかった。54°前後のデータではマイクロ波は植物体の表層部で散乱し、32°前後のデータでは深部でも散乱が生じたと考えられる。草地は算出した値が圃場ごとで異なる傾向を示し、刈取などにより圃場ごとで地表面の形状が異なると考えられる。デントコーンやナガイモの作付圃場は他の作付圃場よりも後方散乱係数と表面散乱成分の割合の平均値が大きい傾向を示し、また、32°前後のデータより 54°前後のデータにおいて表面散乱成分の割合とアニソトロピーの平均値が大きかった。デントコーンはバイオマスが大きく茎葉が垂直に形成しており、ナガイモは植物体全体がマイクロ波の入射方向に対し垂直な平面を形成していたため、茎葉表面における表面散乱が後方散乱に寄与していたと考えられる。水田において 9 月下旬から 10 月上旬の刈取時点の玄米収量と、体積散乱成分の割合、エントロピー、 α 角が正の相関を示し、 σ^0_{HH} 、 $\sigma^0_{HH/VV}$ 、2 回反射散乱成分の割合、表面散乱成分の割合、アニソトロピーが負の相関を示した。32°前後のデータよりも 54°前後のデータにおいて相関は強い傾向を示した。8 月下旬時点の水田を対象にした X バンドマイクロ波による観測では、穂での散乱が後方散乱に寄与していたことを示唆した。