

## 低植生密度領域におけるレーダー植生指数の適用性 Applicability of radar vegetation index in low vegetated areas

○佐藤直人\*、青木伸輔\*\*、小林大樹\*\*\*、小平俊介\*\*\*\*、丸尾裕一\*\*、登尾浩助\*  
SATO Naoto\*, AOKI Shinsuke\*\*, KOBAYASHI Daiki\*\*\*, KODAIRA Shunsuke\*\*\*\*,  
MARUO Yuichi\*\*, and NOBORIO Kosuke\*

### 1. 背景

広範囲の土壌水分分布を簡易に推定する手法の一つとして、地球観測衛星によるリモートセンシングが使われる。特に近年は L バンドの合成開口レーダ(SAR)を搭載した衛星によるリモートセンシングが行われ、PALSAR-2 を搭載した ALOS-2 では、地球全体を 2 週間毎に 6 m という高い空間分解能で観測することが可能である。しかし、その測定精度は土壌の種類や植生の有無に依存し、地表面の植生密度に経時的な変化があると測定精度が低下する恐れがある。そこで、SAR で得られたデータに含まれる植生の散乱成分と土壌の散乱成分の比を、レーダー植生指数(RVI)<sup>[1]</sup>により推定する方法が提案された<sup>[2]</sup>。RVI は式(1)によって計算される正規化植生指数であり、NDVI と同様に 0 から 1 の間の値をとる。

$$RVI = \frac{8 * \sigma_{HV}}{\sigma_{HH} + \sigma_{VV} + 2 * \sigma_{HV}} \quad (1)$$

ここで  $\sigma$  は後方散乱係数、添字の HH、VV、HV はそれぞれ水平偏波、鉛直偏波、クロス偏波成分である。RVI の計算には SAR で得られた後方散乱係数を用いるため、植生量を推定するための補助的なデータ（例えば可視-近赤外域のマルチスペクトル画像など）が必要なく、SAR データのみを用いて土壌水分量の推定が可能である。一方、RVI は植生の種類やバイオマス量に依存するため植生密度と一致しない場合が報告されており<sup>[3]</sup>、RVI の適用範囲を明らかにする必要がある。そこで本研究では植生密度が低い領域における RVI の適用性について検討を行った。

### 2. 実験方法

SAR データは 2022 年 4 月 1 日に PALSAR-2 の高分解能モード(空間分解能 6 m)で茨城県つくば市の NTT アクセスサービスシステム研究所内グラウンドを撮影した画像を使用した。PALSAR-2 は L バンド多偏波(HH, HV, VH, VV)同時観測が可能なセンサであり、本研究では HH, HV, VV 偏波で取得された画像を解析に使用した。JAXA が提供する衛星画像は処理レベルによってレベル 1.1 からレベル 3.1 に分かれており、今回使用した処理レベル 1.1 の画像はマイクロ波の位相情報を保持する一方

\* 明治大学農学部, School of Agriculture, Meiji University

\*\* 明治大学研究・知財戦略機構, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

\*\*\* NTT アクセスサービスシステム研究所, NTT Access Network Service Systems Laboratories

\*\*\*\* 明治大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Meiji University

キーワード：土壌水分計測, 合成開口レーダ, マイクロ波, RVI

で、地形による歪みやスペックルノイズを含んでいる。そこで、欧州宇宙機構(ESA)が提供する衛星画像処理ソフト SNAP を使用して地形補正およびスペックルノイズの除去を行った。地形補正には国土地理院が基盤地図情報として提供する 5 m メッシュの数値標高モデル(DEM5B)を使用した。スペックルノイズの除去には Lee フィルタ<sup>[4]</sup>を使用し、ある画素値を推定するための統計量を算出するウィンドウサイズには 7×7 [pixel]を用いた。対象地のグラウンド内に 3 m 間隔で 8×8 の計 64 点の観測点を設定し、式 2 により RVI を計算した。また、2022 年 4 月 2 日に Sentinel-2 で撮影したマルチスペクトル画像(空間分解能 10m)を用いて NDVI(式 2)を計算し、RVI の結果と比較した。

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (2)$$

ここで NIR は近赤外域の反射率、R は可視赤色の反射率である。

### 3. 結果と考察

各観測地点に対して計算した NDVI と RVI の関係を図 1 に示す。NDVI は 0.1 から 0.2 の間であったのに対して、RVI は 0.4 から 0.9 であった。当該期間の地表面は芝が疎に生えている程度で概ね裸地に近い状態であったことから RVI が過大に評価されたと考えられる。RVI の分布図(図 2)を見ると、高い RVI は特に北側の観測地点において多く観測された。本研究ではスペックルノイズの除去に 7×7 [pixel]のウィンドウサイズを用いており、ある画素値の決定に周辺の 7×7 [pixel](42×42 m)の値を使用している。グラウンドの北側は樹木で覆われていたため、その植生が北側の画素値の決定に影響し、植生指数を過大評価した可能性がある。したがって、高い空間分解能を活かした植生指数の決定を行うためにはウィンドウサイズを小さくする必要があると考えられる。しかし、ウィンドウサイズを小さくするとスペックルノイズの低減効果が小さくなる<sup>[5]</sup>ため、RVI や土壌水分量の推定精度が低下する可能性がある。RVI を用いた土壌水分量の決定を行うためには適切なウィンドウサイズを明らかにする必要がある。

参考文献

- [1]Kim, Y., and Van Zyl, J. J. (2009). A time-series approach to estimate soil moisture using polarimetric radar data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(8), 2519-2527. [2]Narvekar, P. S., Entekhabi, D., Kim, S. B., and Njoku, E. G. (2015). Soil moisture retrieval using L-band radar observations. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 53(6), 3492-3506. [3]Huang, Y., Walker, J. P., Gao, Y., Wu, X., and Moneris, A. (2015). Estimation of vegetation water content from the radar vegetation index at L-band. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 54(2), 981-989. [4] Lee, J. S. (1981). Speckle analysis and smoothing of synthetic aperture radar images. *Computer graphics and image processing*, 17(1), 24-32. [5] 朱林, 趙憶, 望月貫一郎(2015) TerraSAR 反射強度画像のスペックルノイズの低減効果の評価. *写真測量とリモートセンシング*, 54(4), 199-205.

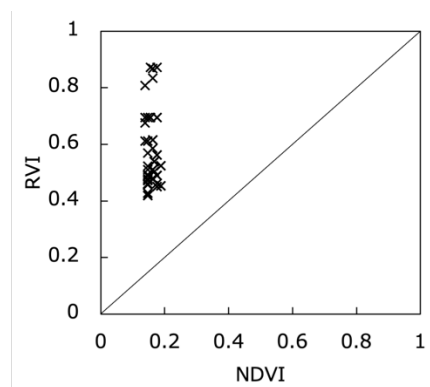


図 1 NDVI と RVI の比較

Fig. 1 Comparison of NDVI and RVI



図 2 RVI の分布図

Fig. 2 RVI distribution