

水田において植生が GPS 搬送波に及ぼす影響

Impact of vegetation on GPS carrier waves in paddy fields

鈴木隆介¹・Afiq Bin Hasrudin²・小平俊介²・登尾浩助¹

¹ 明治大学農学部・² 明治大学大学院

要旨(Abstract)

植生状態の推定は、作物の発育と成長のモニタリング、早期収量予測に利用可能である。GPS 信号とマルチパス振幅と植物の成長との間には関連があり、植物が成長するにつれて散乱により SNR 振幅が減少することが明らかになっており、植生調査に利用可能となる見込みがある。本研究では水田を試験場とした場合においても同様の結果が得られることを示した。

キーワード：リモートセンシング、マイクロ波、植生調査

Key words: Remote sensing, Microwave, Vegetation survey

1. はじめに

植生状態の推定は、作物の発育と成長のモニタリング、早期収量予測は栽培計画の立案 (Sawasawa, 2003)、衛星による地表状態推定の検証 (Njoku and Entekhabi, 1996) において有用である。マイクロ波を用いたリモートセンシングは、植生モニタリングをするための方法の一つである。マイクロ波センシングは雨水や雲水を透過するため、天候や時間帯を問わないセンシングが可能である。Small ら (2010) はマイクロ波信号である GPS の反射波を活用し、マルチパス振幅と搬送波位相バイアスの変化を観測することで、植物の生育状態やバイオマスの推定に成功した。しかし、マイクロ波センシングにおいて、土壌水分量や地表粗さは植生マッピングを複雑にすることが明らかになっている (Paloscia ら, 2004)。そこで、水田を用いて土壌水分によるマルチパス信号の変化や、地表粗さによる散乱と周波数の変化を除外し、植生が GPS 搬送波に及ぼす影響を評価することを目的とした。

2. 方法

東京農工大学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター通称 FM 本町 (北緯 35 度 40 分, 東経 139 度, 28 分) の実験水

田 (南北方向に 50.5m, 東西方向に 25.5m) を試験場として設定した。アンテナは、地表面から 3.0m に水田が真北になるよう設置した。田植えを行なった DoY151 より降水量と水位計の付随データの採集を開始した。

3. 理論

GPS 信号の搬送波位相と擬似距離は軌道、大気、および電離層の遅延による影響を受けるため、信号とノイズの比を表す信号対雑音比 (SNR) を用いた。

$$SNR = A \cos\left(\frac{4\pi H_0}{\lambda} \sin \theta + \phi\right) \quad (1)$$

ここで、A は信号振幅 (V/V)、 λ は波長 (m)、 H_0 はアンテナ高さ (m)、 θ は衛星仰角で天頂を 90° とする。また、 ϕ は位相 (rad) を表す。衛星仰角 30° 以上の場合、マルチパスの影響がほとんどなくなるため、これらのデータを排除した。反射信号の反射点の位置はアンテナ高さや衛星仰角に依存しており、以下の (2) 式によって表される。

$$D = \frac{h}{\tan \theta} \quad (2)$$

ここで、D はアンテナから反射点までの距離を表し、衛星の方位角との比較により反射点の特定を行った。

(3)式に示す H は稲が成長するにつれ、水面だけでなく稲も反射体とみなせるため、見かけの反射体高さを表す。

$$H = \frac{1}{2}f\lambda. \quad (3)$$

ここで, f は周波数, λ は波長を表す。

4. 結果と考察

日数(Day of Year, DoY)152 に田植えが行われ, DoY181 にはイネが地表面から約 45cm まで成長し, 隣接する株に触れない程度にまで成長した。しかし, その後の 31 日間で草丈は約 70cm に達し, 葉が水面を覆い尽くすほどに成長した。図 1 から 3 に示されている情報は, DoY181, DoY212, DoY243 における 1 ヶ月ごとのアンテナから南東方角に対する SNR 振幅と反射体高さの関係を衛生ごとに示している。これらの図から, 水面がイネに覆われる前の状態(DoY181)では SNR 振幅のピークが明確であり, GPS 信号が水面によって反射され, 強い信号が観測された。一方, 水面が葉によって覆われた後(DoY212), およびイネが成長し植生密度が増加した後(DoY243)は, イネの葉による反射と成長した植生による信号の散乱により, SNR 振幅が減少していることが観測された。以上から, Smallら(2010)が干し草とトウモロコシを用いた畑での実験と同様に GPS 信号の水面からの反射による信号強度は, 植物の成長と植生密度が増加することで散乱特性が変化し減少するという結果が得られたことが示唆された。

参考文献

Haig L. A. Sawasawa, "Crop Yield Estimation: Integrating RS, GIS, Management and Land factor" A case of Birkkor and Kortigiri Mandals - Nizamabad District India., Mar. 2003.

Eni G. Njoku, Dara Entekhabi, "Passive microwave remote sensing of soil moisture" Journal of Hydrology, vol. 184, Issues. 1-2, pp. 101-129, Oct. 1996.

Eric E. Small, Kristine M. Larson, John J. Braun, "Sensing vegetation growth with reflected GPS signals" Geophysical

Reserch Letters., vol. 37, Issue. 12 Jun. 2010.

S.Paloscia, G.Macelloni, P. Pampaloni, E. Santi, "The contribution of multitemporal SAR data in assessing hydrological parameters" IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters., vol. 1, Issue. 1, pp. 537-543 Jan. 2004.

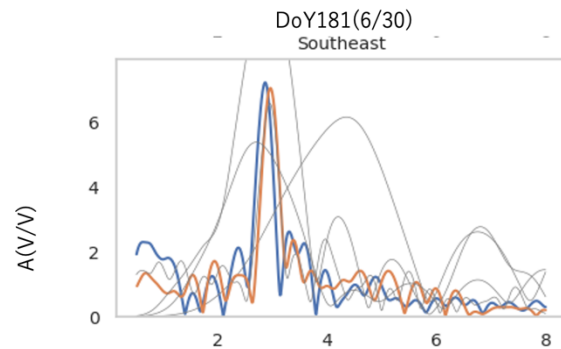


図 1 6月30日のSNR振幅と反射体高さ

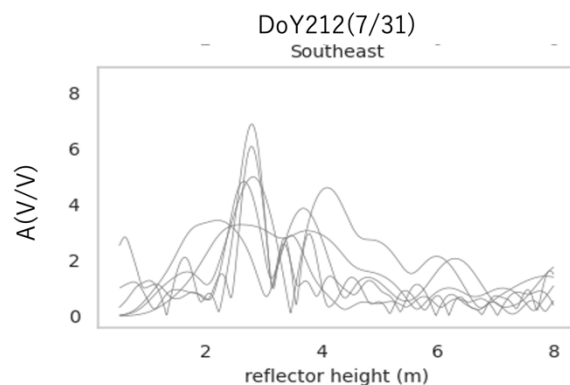


図 2 7月31日のSNR振幅と反射体高さ

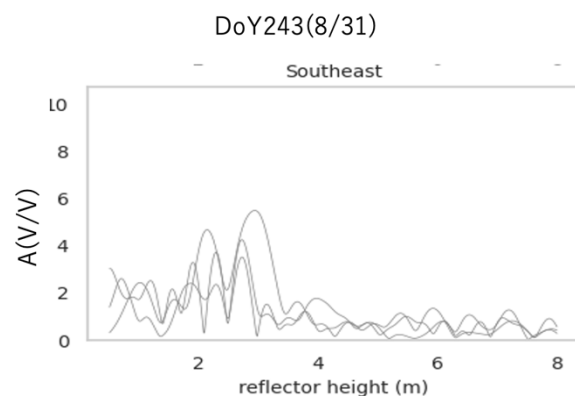


図 3 8月31日のSNR振幅と反射体高さ