

斜面観測における偏波 Orientation 角に関する実験的検討

Experimental Study on Polarization Orientation Angle in Slope Observation

内田 範昭
Noriaki Uchida

内山 健太郎
Kentarō Uchiyama

山口 芳雄
Yoshio Yamaguchi

山田 寛喜
Hiroyoshi Yamada

新潟大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science & Technology, Niigata University

1 まえがき

現在、3次元地形の推定に用いられている Interferometry は、どのような領域でも地形を高精度で推定することができるという利点を持っている反面、master と slave の2つのアンテナが必要であり、phase-unwrapping 処理等の複雑な処理を行う必要もある。そこで近年、3次元地形の推定に斜面による偏波 Orientation 角の変化が利用可能ではないかという提案が Lee 等によりなされている [1]。本文では、Lee 等によって提案されている斜面と偏波 Orientation 角の関係を検証し、3次元地形の推定に利用可能であるかの検討を行った結果を示す。

2 斜面と偏波 Orientation 角の関係

Lee 等により斜面と偏波 Orientation 角の関係が提案されており、偏波 Orientation 角はアジマス方向の傾斜角、レンジ方向の傾斜角とオフナディア角の関数で与えられ、斜面の角度変化による偏波 Orientation 角の変化は式 (1) で表現される [1]。

$$\tan \theta = \frac{\tan \omega}{-\tan \gamma \cos \phi + \sin \phi} \quad (1)$$

ここで、 θ は斜面を観測する際に変化する偏波 Orientation 角、 ω はアジマス方向の傾斜角、 γ はグランドレンジ方向の傾斜角、 ϕ はオフナディア角である。

3 円偏波を用いた偏波 Orientation 角推定

斜面を観測する際に変化する偏波 Orientation 角 θ を考慮すると、実際に測定される散乱行列 \tilde{S} は式 (2) のようになる。

$$\tilde{S} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{HH} & S_{HV} \\ S_{HV} & S_{VV} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (2)$$

Lee 等によると、測定データから偏波 Orientation 角 θ は円偏波アルゴリズムを用いて式 (3) のように与えられる [1]。

$$\tan 2\theta = \frac{\text{Re} \left[\left\langle 2 (\tilde{S}_{HH} + \tilde{S}_{VV})^* \tilde{S}_{HV} \right\rangle \right]}{\text{Re} \left[\left\langle (\tilde{S}_{HH} - \tilde{S}_{VV}) (\tilde{S}_{HH} + \tilde{S}_{VV})^* \right\rangle \right]} \quad (3)$$

4 測定状況

斜面と偏波 Orientation 角の関係を検証するために、電波暗室で Ku-band FM-CW レーダ [2] を用いて測定を行った。測定状況と測定パラメータをそれぞれ図 1、表 1 に示す。ターゲットはゴム製のマットで、レンジ方向、アジマス方向にそれぞれ 5° 刻みで $0^\circ \sim 30^\circ$ の傾きをつけて 3 回ずつ測定を行った。

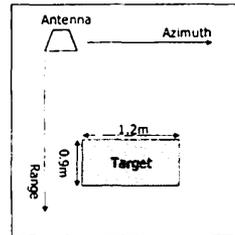


図 1 測定状況

表 1 測定パラメータ

中心周波数	15 GHz
掃引周波数	2 GHz
掃引時間	5 msec.
走査点数	256
オフナディア角	45 deg.
FFT ポイント数	16384

5 実験結果

斜面と偏波 Orientation 角の関係式の値と取得したデータから求めた偏波 Orientation 角の値を比較した。

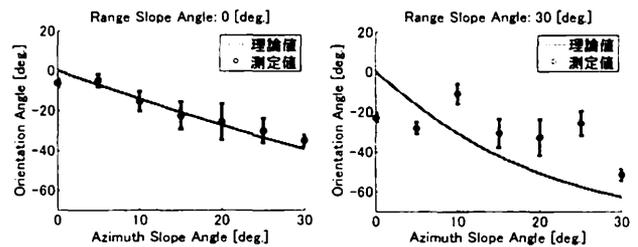


図 2 Range Slope Angle: 0° 図 3 Range Slope Angle: 30°

アジマス方向、レンジ方向ともに傾斜角が小さい場合は斜面と偏波 Orientation 角の関係が成り立つが、アジマス方向、レンジ方向の傾斜角が大きくなると誤差が大きくなること分かる。

6 まとめ

アジマス方向、レンジ方向ともに傾斜角が小さい場合は斜面と偏波 Orientation 角の関係が成り立つ。しかし、レーダとターゲットを正対させると、Ku-band などの高周波ではターゲットのテクスチャが見えてしまうため、斜面と偏波 Orientation 角の関係を利用した 3次元地形の推定では不十分である。

参考文献

- [1] J. S. Lee *et al.*, "On the Estimation of Radar Polarization Orientation Shift Induced by Terrain Slopes," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol.40, pp.30-41, Jan. 2002.
- [2] M. Ikarashi, J. Nakamura, K. Aoyama, Y. Yamaguchi, and H. Yamada, "Laboratory Measurements by a Fully Polarimetric FM-CW SAR in the Ku-Band," *PIERS2006*, p. 175, Tokyo, Japan.