

B-2-42

Brewster角を用いた植生の誘電率測定に関する基礎検討

A FUNDAMENTAL STUDY ON MEASURING PERMITTIVITY OF VEGETATION BY USING BREWSTER'S ANGLE

渡邊卓磨¹山田寛喜¹有井基文²小林弘一¹山口芳雄¹

Takuma Watanabe

Hiroyoshi Yamada

Motofumi Aarii

Hirokazu Kobayashi

Yoshio Yamaguchi

¹新潟大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science & Technology, Niigata University

²三菱スペース・ソフトウェア(株)

Mitsubishi Space Software Co., Ltd.,

1 まえがき

近年、合成開口レーダ(SAR: Synthetic Aperture Radar)による地球観測技術は急速に発展し、そのデータ解析手法が盛んに研究されている。本稿では、SARデータの解析手法として、Brewster角に基づく植生ターゲットの誘電率測定法について提案し、簡易的なターゲットの誘電率を測定した実験結果を示す。

2 Brewster角

異なる誘電率を有する媒質の境界において、一方の媒質(ϵ_1)から他方の媒質(ϵ_2)へ電磁波が入射する場合を考える。このとき、TM入射におけるFresnel反射係数は以下の式で表される。

$$r = \frac{\epsilon_r \cos \theta_i - \sqrt{\epsilon_r - \sin^2 \theta_i}}{\epsilon_r \cos \theta_i + \sqrt{\epsilon_r - \sin^2 \theta_i}} \quad (1)$$

ここで、 θ_i は入射角、 ϵ_r は媒質の比誘電率であり、 $\epsilon_r = \epsilon_2/\epsilon_1$ である。図1に $\epsilon_r = 2.0$ の場合におけるFresnel反射係数の計算結果を示す。

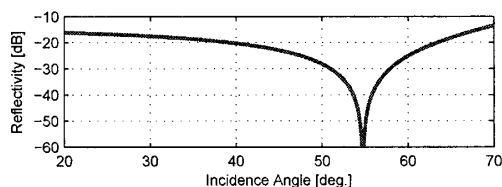


図1 Fresnel反射係数の計算例

Brewster角とは、式(1)のFresnel反射係数が零となる入射角であり、その角度 θ_B は以下の式で与えられる。

$$\theta_B = \tan^{-1} \sqrt{\epsilon_r} \quad (2)$$

式(2)より、Brewster角が既知ならば、媒質の比誘電率を求めることができる。森林領域では、地面と樹木の2回反射が観測される。入射角を変化させた観測が可能であれば、その反射係数から各々のBrewster角を求めることにより、各ターゲットの誘電率測定が可能になるものと考えられる。

3 実験結果

実験では、ネットワークアナライザを用いた測定を行った。ターゲットは金属板と試料(アクリル板、木板)を組み合わせたコーナリフレクタである。各入射角について合成開口処理によりイメージングを行い、ターゲット

からの反射波を抽出し、その反射電力を検出した。実験諸元を表1、試料の配置を図2、実験結果を図3にそれぞれ示す。

表1 実験諸元

入射角	20° ~ 70°
中心周波数	10 [GHz]
掃引周波数	2 [GHz]
合成開口長	1.7 [m]
試料の厚み	3.0 [cm] (アクリル板) 4.5 [cm] (木板)
試料のサイズ	30×30 [cm]

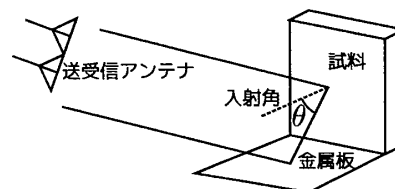


図2 試料の配置

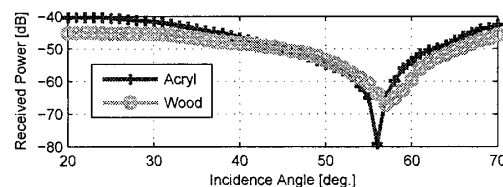


図3 実験結果

実験で得られた受信電力が最小となる入射角をBrewster角とみなすと、アクリル板、木板の比誘電率はそれぞれ2.2、2.4となる。文献[1]によれば、アクリル(ポリメタクリル酸メチル樹脂)の比誘電率は2.2~2.3であり、アクリル板に関してはほぼ妥当な結果と言える。木板に関しては、今後他の誘電率測定方法で測定した結果との比較による検証が必要である。

4 まとめと今後の課題

本報告では、Brewster角に基づく植生の誘電率測定に向けた基礎的な実験を行い、Fresnel反射係数と同様な受信電力の入射角依存性を確認した。

今後の予定として、円柱状の試料による実験や、金属板を誘電体板に置き換えた実験を行っていく予定である。

参考文献

[1] 電子情報通信学会, アンテナ工学ハンドブック(第2版), オーム社, 2008.