

II-124 積雪のマイクロ波伝搬特性に関する実験的考察

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○ 田殿 武雄
長岡技術科学大学 正会員 小池 俊雄
建設省土木研究所 正会員 深見 和彦
建設省土木研究所 正会員 寺川 陽

1. はじめに

地球上で積雪分布を把握することは重要で、積雪表面情報だけでなく内部情報抽出が期待されるのがマイクロ波リモートセンシングである。能動型マイクロ波センサ:合成開口レーダ (SAR) から得られる後方散乱係数 σ^0 の空間的分布は、マイクロ波応答特性に寄与しているもので積雪面では表面、層境界面、下面で生じる表面散乱と層内で生じる体積散乱・減衰・放射によって表される。

本研究では SAR データから積雪量を抽出するために、建設省土木研究所の多波長・多偏波マイクロ波散乱計を用いて行った野外観測実験から積雪面におけるマイクロ波後方散乱の基本特性を調べた。

2. 観測概要

マイクロ波散乱計観測実験は、今年1月中旬から3月中旬まで新潟県中魚沼郡川西町で行いこの間で実際に使用できるデータは13日分であった。表1に観測項目を示す。

表1: 観測項目

観測項目	内 容
散乱計	周波数帯 $L\ band, C\ band, X\ band$ 偏波 HH, HV, LL, LR 入射角 $0, 10, 20, 30, (40)^\circ$
積雪断面	積雪深, 層位, 密度, 雪温 含水率, 粒径, 誘電率

3. 観測結果と考察

散乱計観測結果を積雪表面から30cmを含む層までの平均体積含水率で2.3%を相対的な目安として wet、dry に分類し、HH、HV 偏波・入射角 0° と 20° について以下の考察を加える。

3.1 σ^0 の積雪表面特性

表面散乱は各層の誘電率の違いと境界面の粗度で決まり、後方散乱特性に与える効果を知るには

各層境界がマイクロ波に対して粗面であるか滑面であるか明らかにする必要がある。図1は wet の $X\ band[HH]$ の σ^0 と表面含水率の関係を示したもので、HH-20は表面含水率が大きくなるにつれ σ^0 が小さくなる傾向があることが分かる。よって X

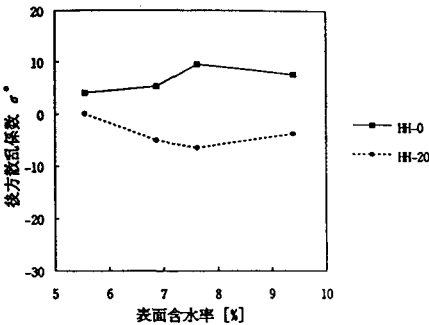


図1: 表面含水率 - σ^0 [$X\ band$]

band のマイクロ波は積雪表面が滑面で鏡面反射していると考えられる。すなわち、より長い波長の $C\ band$ 、 $L\ band$ のマイクロ波に対して、また積雪層境界面も滑面であると考えられる。従って、表面散乱による後方散乱効果を考慮しなければならないのは積雪と土壌の境界面のみである。

3.2 σ^0 の入射角依存性

次に各周波数、各偏波条件での後方散乱係数の入射角依存性について調べた。図2は σ^0 と入射角の関係を示したものであり、 $X\ band$ と比較して $L\ band$ 、 $C\ band$ では入射角依存性があり、HH と HV に差があることから体積散乱と土壌-積雪境界面での表面散乱の影響が示唆される。

3.3 σ^0 の積雪粒径による影響

図3は dry の $X\ band$ 、 $C\ band[HH-20]$ の σ^0 と積雪粒径の関係を示したものである。図3において $X\ band$ はマイクロ波が鏡面反射していると考えられることから積雪表面の粒径、 $C\ band$ ではマイク

口波の浸入深さが *X band* より深いと考えられることから積雪表面から 30cm を含む層までの平均粒径を採用した。この結果それぞれの粒径の増大に伴い σ^0 も大きくなる傾向があることを確認した。

3.4 σ^0 の積雪水量依存性

次に積雪水量と後方散乱係数の関係を調べた。図 4 は *dry* について、表面含水率が他の観測値より若干大きかった 1 点を除き *C band* [20°] の積雪水量と σ^0 の関係を示したものである。図 4 から、*HH*、*HV* ともに積雪水量が増加するとともに σ^0 は減少する傾向がある。これは、*C band* のマイクロ波は土壌-積雪境界面に達していると思われることから、*HH* では積雪水量の増加にともなう減衰の影響が支配的であると考えられる。また *HV* は本来、体積散乱の影響が支配的で積雪水量の増加にともなう粒子数も多くなることから σ^0 も大きくなるはずである。ところが図 3 を見ると、最も粒径が小さいものが積雪水量が最も大きくなっていることが分かる。従って、体積散乱は積雪粒子数より粒径による影響が大きいと考えられる。

4. まとめ

本研究では、積雪面におけるマイクロ波後方散乱特性を調べてきた。得られた知見を以下にまとめる。

- ・ *X band* で積雪のマイクロ波特性は積雪表面状態が大きく起因しており浸入深さは浅いといえる。
- ・ *C band* は土壌-積雪境界面付近まで達しているものと考えられる。
- ・ *L band* は *HH*、*HV* 偏波の差が大きいため浸入深さは土壌に達していると考えられる。

今後、多波長・多偏波の特徴からいくつかの考察を加えていくことにより、さらに積雪における後方散乱特性を理解していくことが可能である。

謝 辞

本研究は *ERS-1* システム検証実験計画(主任研究者: 小池)の成果の一部である。また、観測実験には川西町農協橋ライスセンターの各位に多大の協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 深見和彦, 益倉克成, 小池俊雄, 長谷川泉: *C バンド* マイクロ波散乱計による積雪観測実験, 水文・水資源学会 1992 年研究発表会要旨集, pp96-99
- 2) 小池俊雄, 長谷川泉, 深見和彦, 後藤巖: 積雪のマイクロ波表面散乱特性に関する検討, 水文・水資源学会 1993 年研究発表会要旨集, pp182-183

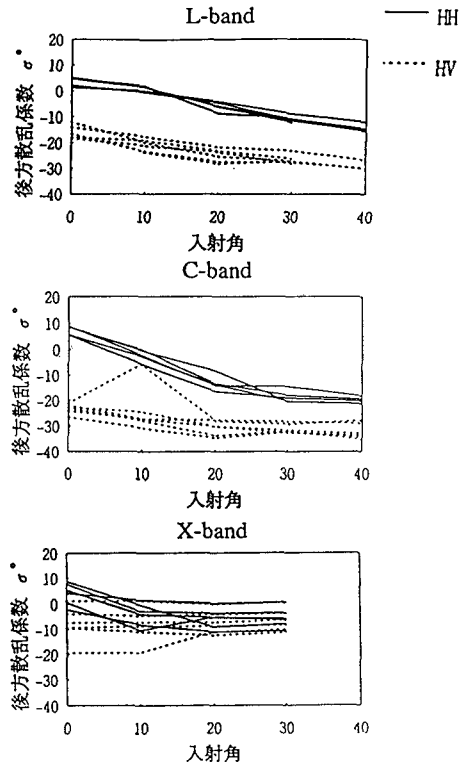


図 2: σ^0 の入射角依存性

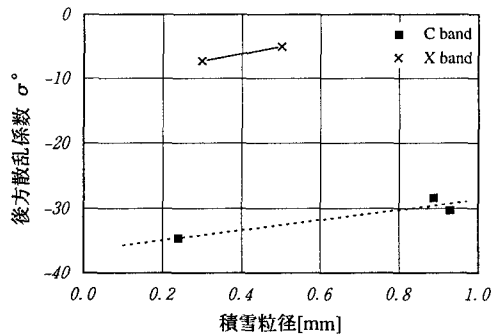


図 3: 積雪粒径 - σ^0 [*X band*, *C band* *HV*-20]

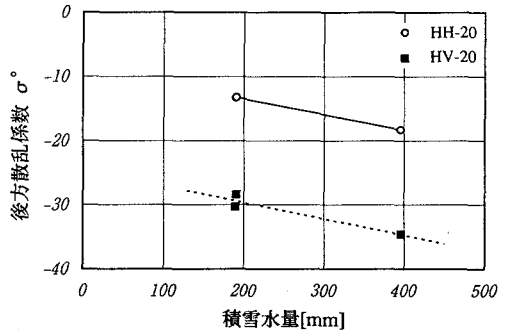


図 4: 積雪水量 - σ^0 [*dry C band*]