

長岡技術科学大学大学院	学生会員	藤春 兼久
長岡技術科学大学	正会員	小池 俊雄
(株)アルゴス	正会員	吉本 淳一
NASDA/EORC	非会員	柴田 彰

1. はじめに

気候変動に大きな影響を与える要因の一つとして積雪があげられる。気候変動を予測するためには地球規模の積雪の変動を正確に把握する必要がある。

現在、積雪深算定手法の一つとして積雪層内のマイクロ波放射伝達理論に基づいたアルゴリズムが提案されている。¹⁾

前報で、米国の人工衛星搭載マイクロ波放射計のデータから推定された積雪深と地上観測データの積雪深とを比較することにより、上記アルゴリズムの妥当性について評価を行った。²⁾

本研究ではこの検証結果を元にして、上記アルゴリズムの拡張について検討する。

2. アルゴリズムの概要とその評価

①アルゴリズムの概要

本研究でアルゴリズムの基礎として用いる forward model は、半無限媒体の上にある平均個数 N の球形の散乱体を含む、平均厚さ D の均質な散乱媒体を仮定し、そこからの放射は直達放射と散乱放射の2成分の和からなる。³⁾ここで積雪を均一粒径の球形粒子で、それが半無限媒体である土壌の上にあると仮定した場合、このモデルを積雪層に適用することができ、さらに積雪深と雪温を定めることで積雪層から放射される輝度温度を推定することが出来る。

そこで、雪温、積雪深を変化させながらシミュレーションを行い、各雪温、積雪深での輝度温度を求める。この結果を用いることで人工衛星によって観測された輝度温度に対応する変換テーブルを得ることが出来る。この変換テーブルをルックアップテーブルと呼ぶ。

②シミュレーションと評価に用いたデータ

(a) 前報では上記のアルゴリズムを積雪粒径 0.6mm

と仮定して雪温を $236\sim 273\text{K}$ まで 1K づつ、積雪深を $1\sim 201\text{cm}$ まで 1cm づつ変化させながらシミュレーションを行うことで求めた輝度温度をルックアップテーブルとして使用した。

(b) NASDA より提供された、北半球 100 ヶ所で観測された積雪深、気温等の気象データと、それに対応する地点での米国の人工衛星 Defence Meteorological Satellite Program(DMSP)に搭載されているマイクロ波放射計、Special Sensor Microwave/Imager(SSM/I)のデータを使用した。期間は $1992/1/1\sim 1995/12/31$ までである。

③評価

上記したSSM/Iの輝度温度データをルックアップテーブルに参照することにより得られた積雪深の算定値と実際に観測とを比較することで評価を行った。評価を行う際のデータは全て日平均として、以下のデータについては除外した。

- 1) 観測された輝度温度がルックアップテーブルの範囲を超え、算定値が求まらなかったデータ。
 - 2) 積雪深の観測値が 10cm 以下だったデータ。
 - 3) 積雪深の日変化量が 100cm 以上となるデータ。
- そして地点ごとに算定値、観測値の両方が存在した日が 100 日以上存在した地点について誤差を絶対値で平均した値を求め、評価を行った。ここで評価の対象とならなかった地点は 47 ヶ所存在した。

特に評価対象データが除外された1番目の理由については、ルックアップデータを作成した際の計算条件と観測地点の実際の積雪パラメータとのあいだにギャップがあるためと考えられ、このことからアルゴリズムの精度を高めるため、ルックアップデータセットの作成を行う際の計算条件を、より実際の積雪に近づける必要があることが判明した。

キーワード：リモートセンシング、マイクロ波、積雪

〒940-21 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 TEL) 0258-47-1611(6622)

3. アルゴリズム拡張についての検討

図1に粒径0.6mm、積雪温＝地温という計算条件で作成した、ルックアップデータをグラフ化したものを示す。

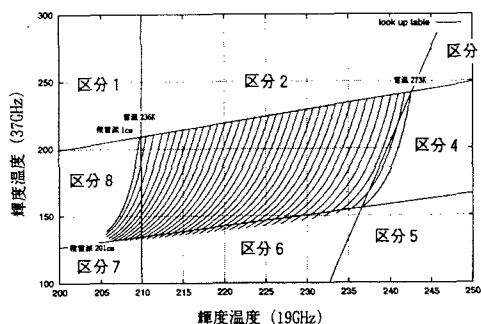


図1 19GHz 輝度温度と37GHz 輝度温度の関係 (粒径0.6mm)

ここでルックアップデータの周囲を8ヶ所に区切り、区分番号を付け、特に区分4、区分8について注目し、これらの区分にどの程度算定できなかった輝度温度の組み合わせがあるのかを、全地点を対象とし、観測気温を横軸にとった度数分布にして算出した。この結果、観測気温0度(273K)以下の組み合わせが多数存在することが判明し、この範囲の輝度温度をカバーするような条件でシミュレーションしたルックアップデータの作成が有効であることが分かった。区分4には地温が高い、もしくは粒径が小さい条件を持つ積雪の輝度温度が現れると考えられ、区分8には上記した区分4とは正反対の傾向の条件を持つ積雪の輝度温度が現れると考えられる。

そこで新たに、粒径と地温を変化させたシミュレーションを行い、ルックアップデータを作成した。

図2, 3はそれぞれ粒径を0.6mmよりも小さくしたもの(図2)と大きくしたもの(図3)でのシミュレーションより得られたルックアップデータをグラフ化したものである。

粒径を小さくした場合は全体的に高く、大きくした場合は全体的には低くルックアップデータがシフトすることが確認された。

また、それぞれ地温を雪温よりも小さくしたものと高くしたもののシミュレーションより得られた結果は、地温を高くした場合は全体的に高く、低くした場合には全体的に低く、ルックアップデータはシフトすることが確認された。

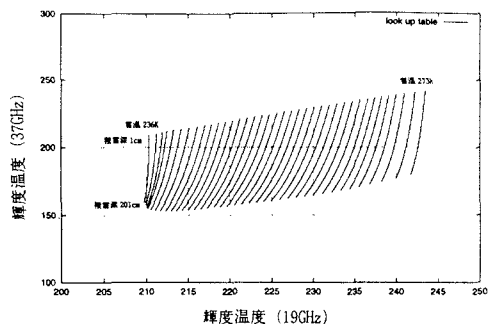


図2 19GHz 輝度温度と37GHz 輝度温度の関係 (粒径0.5mm)

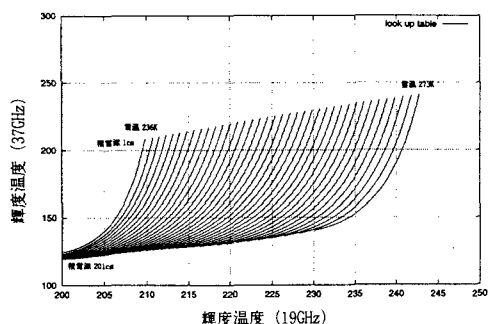


図3 19GHz 輝度温度と37GHz 輝度温度の関係 (粒径0.7mm)

4. 結論

本研究において用いた積雪量算定手法は、解析対象地点に即した計算条件を用いたルックアップデータを使用することで算定値の精度を向上することが出来る可能性を持つことが確認された。

5. 謝辞

本研究は文部省研究費重点領域研究「衛星観測」の支援を受けている。関係者の方々に、ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 吉本ら, SSM/I によるチベット高原上での積雪分布特性の把握, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集共通セッション, p156-157
- 2) 藤春ら, 衛星搭載マイクロ波放射計による地表面雪氷水文情報の面的抽出についての検証, 第15回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, p29-30
- 3) England, A. W., Thermal Microwave Emission from a Scattering Layer, Journal of Geophysical Research Vol. 88 No. 32, p4484-4496