

II-27 積雪層からのマイクロ波放射とモデル化

株式会社 パスコ

正員 洲浜智幸

長岡技術科学大学建設系

正員 小池俊雄

長岡技術科学大学建設系

正員 後藤 巖

1 はじめに

広域の積雪面積の変動は地球規模の気候システムと深い関わりがあり、その研究は衛星データの普及と共に大きく進んでいる。わが国でも1987年2月に海洋観測衛星もも1号(MOS-1)が打ち上げられ、これに搭載されているマイクロ波放射計による積雪観測に期待が寄せられている。そこで本研究では、レイリー散乱位相関数を用いたマイクロ波放射伝達理論により、積雪深とマイクロ波輝度温度の関係についてシミュレーションを行い、積雪のマイクロ波特性についての理論的検討を行った。

2 マイクロ波放射伝達理論

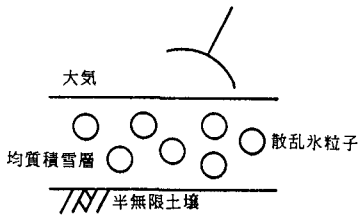


図1 3層モデル

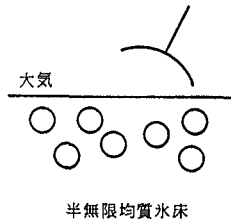


図2 2層モデル

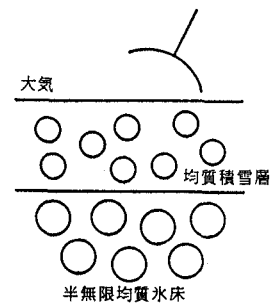


図3 3層モデル+2層モデル

放射伝達方程式は、大気、散乱氷粒子を含む均質積雪層、そして半無限土壌の3層からなるモデルと、大気、そして散乱氷粒子を含む半無限均質氷床の2層からなるモデルについて解いた。これらを用いることにより、3層モデルは土壌上に積雪がある場合（図1）、2層モデルは南極のような半無限氷床（図2）、3層モデルと2層モデルを組み合わせることで半無限氷床上に積雪のある場合（図3）についてマイクロ波放射のシミュレーションを行うことができる。

以下で3層モデル、そして3層モデルと2層モデルを組み合わせた場合の計算例を示す。

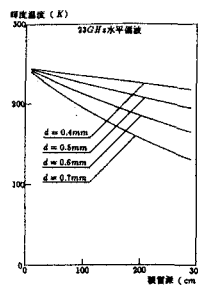


図4 直達放射輝度温度

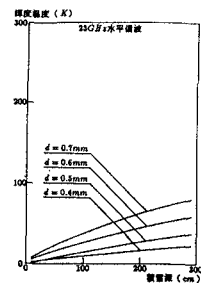


図5 散乱放射輝度温度

3 3層モデルによるシミュレーション

計算は、積雪深の関数として乾雪(含水率はゼロ)について行った。積雪の温度、密度は一定であるとした。積雪中の水粒子は様々な粒径を仮定し、波長に対し粒径が十分小さいレイリー散乱過程を用いた。そして土壌の比誘電率は4.8と仮定した。

図4は23GHzの直達放射輝度温度であり、積雪深の増加に伴い輝度温度が下がっている。これは土壌からの放射が積雪により減衰されるためであり、この効果は粒径の増加により大きくなる。

図5は同じ周波数の散乱放射輝度温度であり、積雪深の増加にともない増加している。

図6は全放射輝度温度であり、積雪深増加にともなう輝度温度減衰の割合は少なくなる。図中実測値は、1988年2月に北海道で行われた航空機搭載MSRを用いた航空機検証実験の実測値である。計算値は粒径0.6mmで実測値によく一致した。

図7は31GHz垂直偏波の全放射輝度温度である。これも実測値によく対応しているが、実測値に対応する粒径が0.4mmと23GHzの計算値とは異なっている。これは波長に対し粒径が十分小さいというレイリー散乱過程を用いたため、波長の短い31GHzで粒径の効果がより強く現れたためである。これはより大きな粒径に対応するミー散乱過程による解析の必要性を示唆している。

4 3層モデルと2層モデルによるシミュレーション

3層モデルでのシミュレーションと同様に水粒子の粒径に様々な値を仮定して積雪深の関数として計算を行った。積雪と氷床の温度は253Kと仮定した。まず、積雪の粒径を一定(0.5mm)とし、氷床の粒径を変化させた(図.8から図.11)。

次に、氷床の粒径を一定(0.8mm)とし、積雪の粒径を変化させた(図.12から図.15)。

計算結果より、半無限氷床の粒径変化は積雪の粒径変化に比較してマイクロ波輝度温度にはほとんど影響しないことがわかる。

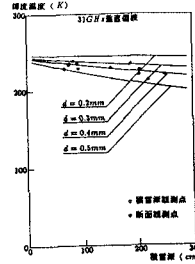
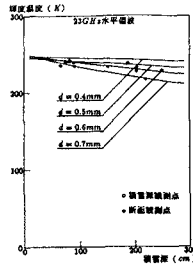


図6 全放射輝度温度 図7 全放射輝度温度

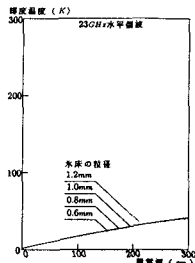
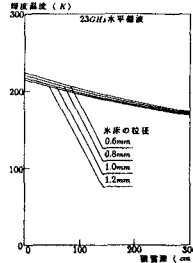


図8 直達放射輝度温度 図9 散乱放射輝度温度

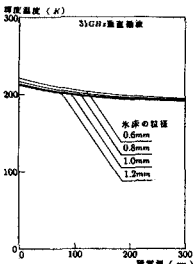
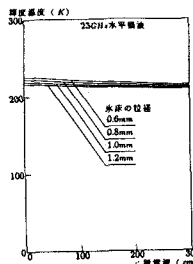


図10 全放射輝度温度 図11 全放射輝度温度

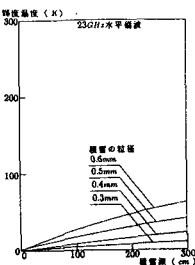
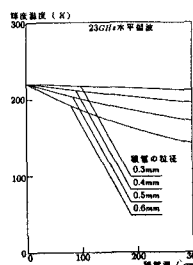


図12 直達放射輝度温度 図13 散乱放射輝度温度

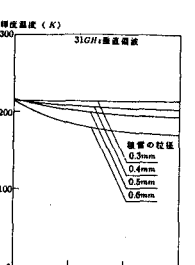
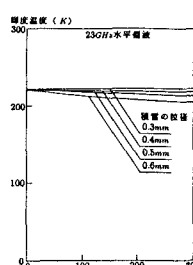


図14 全放射輝度温度 図15 全放射輝度温度

謝辞 本研究は文部省重点領域研究「陸域における水循環過程の解明」(代表: 近藤純正)による。