

長岡技術科学大学大学院 ○学生会員 玉川 勝徳
長岡技術科学大学 正会員 小池 俊雄
長岡技術科学大学大学院 学生会員 高橋 一義

1. はじめに

北半球、特にユーラシア大陸での積雪は、面積が广大で、その季節的・年変動の幅がきわめて大きい。これは、高い反射(アルベド)による放射収支への影響、および融雪による土壌水分の増加が夏の地表面熱収支に与える影響などを通して、地球規模の季節変動に強く影響を及ぼしている。本研究ではユーラシア大陸の中で特に、チベット高原(東経92度、北緯25~40度)の季節変動(1989年、1月と6月)について、アメリカの衛星DMSPに搭載されたマイクロ波放射計SSM/I(Special Sensor Microwave/Imager)を用い解析を行った。SSM/Iは同様のマイクロ波センサMOS-1 MSRやNimbus-7 SMMRに比べて、

- ・ 偏波混合がない
- ・ サイドロープの影響がほとんどない
- ・ 85GHz帯が搭載された
- ・ 観測幅が広い

という点が優れている。

2. 解析方法

本研究では、アメリカのRemote Sensing System社により提供されている輝度温度データを使用した。

まず、SSM/Iグローバルデータから東経60~120度北緯5~60度にかかる軌道の全てのデータを抽出した。

次に、この抽出されたデータを5日間ごとに重ね合わせ、チベット高原を隙間なく埋める19GHz・37GHz・水平・垂直のアンテナ温度データセットを作成した。この際、重なり合う部分は各アンテナ輝度温度データの平均値とした。

このデータを画像化し、チベット高原とその周囲の各周波数・偏波による違いを確認し、また、周波数による比をとることにより物理温度の影響を除去し、放射率だけの影響を見た(写真1)。

次に、これらのデータセットからチベット高原を縦断する、東経92度、北緯25~40度を切り出し、周波数・偏波の緯度ごとの変化を調べた。

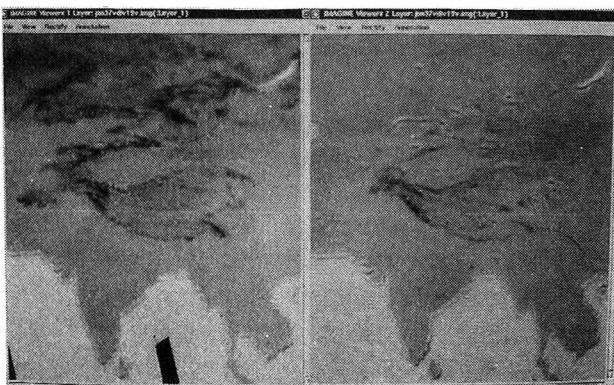


写真1: 37v/19vの画像(左1月、右6月)

3. 結果と考察

写真1は、1989年、1月(左)と6月(右)(1日~5日)において、19GHz垂直偏波(以下19vと表す)と37GHz垂直偏波(以下37vと表す)の比(37v/19v)をとったものである。写真中で黒くなっている部分は、37vと19vの放射率の比が1以下であり、体積散乱の影響が大きいものが存在することが分かる。すなわち、雪の存在である。この写真から1月にはチベット高原・西シベリア・モンゴルに広大な積雪域が存在することがわかり、また、チベット高原上には6月にも積雪が存在し、それは、ヒマラヤ山脈の西側やパミール高原に多く見られた。

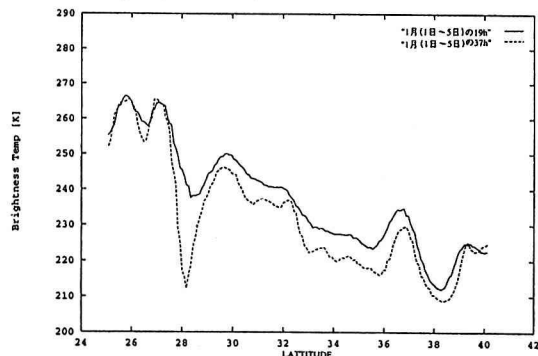


図1: 19hと37hの輝度温度分布(1月)

次に東経92度、北緯25～40度のラインにおいて大きな特徴がみられたデータについて考察する。

まず、図1に1月(1日～5日)の19hと37hの変化を示す。この図から、北緯28度付近(ヒマラヤ山脈北面)で大きな差が確認される。また、チベット高原に相当する30～36度の領域にも顕著な差が見られ、この要因を明らかにするため図2を用いた。図2は3種類の雪の状態に対する周波数ごとの輝度温度の変化を示したものである。この図より水平偏波で19GHzで輝度温度が高く37GHzで輝度温度が低いのは、Winter Snowもしくは、Refrozen Spring Snow(ざらめ雪)であることが確認され、季節を考慮して冬期乾雪の存在が示唆される。また、28度付近の大きな差を表す原因としては積雪の特性、特に、大きな粒径の積雪の存在が考えられる。

図3に1月の5日ごとの輝度温度分布のグラフをしめす。ここで興味深いのは北緯30～32度、33～36度において輝度温度分布にばらつきがあるということである。1月であるので雪だけは考えられず、次の3つのいずれかが考えられる。

- 雪の変態の変化(粒径の変化)
- 雪の昇華
- 降雪の存在

雪の昇華は、大気の水蒸気圧が雪層よりも高いときに発生するが、逆の状態でも大気の水蒸気圧が雪層の飽和水蒸気圧より低いときには発生する。いずれにせよこれらの場所にはDry Snow(乾燥雪)が存在することが言える。

次に、6月での19hと37hの変化を示す(図4)。この図では、北緯33度付近(タングラ山脈付近)に19hと37hの輝度温度の逆転が見られる。タングラ山脈の南側において37hの輝度温度が低い原因は、前述の28度付近の挙動と同様であると思われる。逆に、タングラ山脈の北側で19hが小さい原因として、融雪による水の存在により19hでは37hより誘電ロスが大きく、それゆえ地面放射が積雪層に吸収され放射輝度が低下したためだと考える。

4. 結論

以上より次のことが明らかになった。

- 1) SSM/Iの各周波数・偏波の演算を行うことにより積雪域の確認ができる。
- 2) SSM/Iの各周波数・偏波データで特定の地域に対し、時系列変化を見ることがにより局所的な、地表面の変化を確認することができる。

[参考文献]

- 1) F.J.Wents "User's Manual SSM/I antenna temperature tapes Revision 1", issued: December 1, 1991.

- 2) Fawwaz.T, Ulaby: Richard.K. Moore: Adnan.K. Fung "MICROWAVE REMOTE SENSING", Artech House INC
- 3) 古濱洋治: 岡本謙一: 増子治信 "人工衛星によるマイクロ波リモートセンシング", 電子通信学会

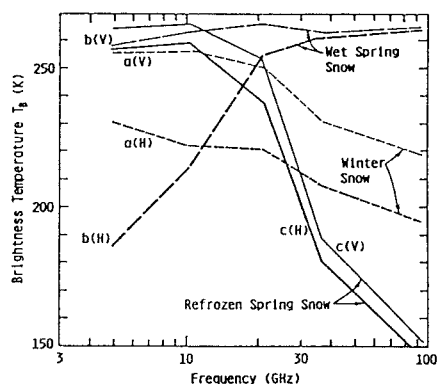


図2：周波数に対する輝度温度の変化

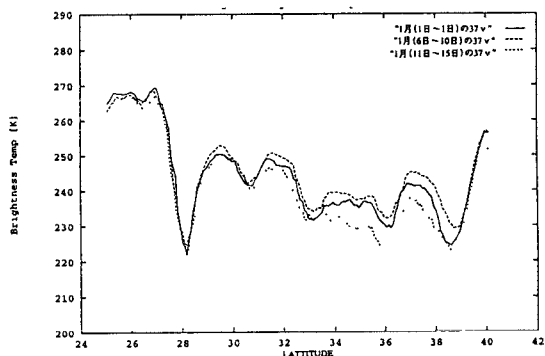


図3：37hの輝度温度分布（1月）

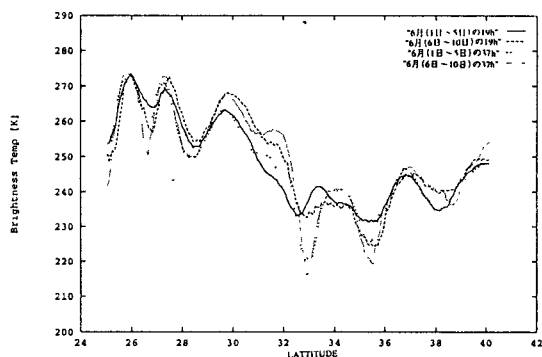


図4：19hと37hの輝度温度分布（6月）