

II - 31

衛星搭載 L-band SAR による積雪情報収集の可能性

長岡技術科学大学大学院	学生会員	馬場 豊
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	田殿 武雄
長岡技術科学大学	非会員	原田 昌信

1. はじめに

ERS-1 や JERS-1 に搭載されている合成開口レーダ (SAR: Synthetic Aperture Radar) は、マイクロ波を照射しその反射波をとらえて、対象物を識別する能動型のマイクロ波センサで、天候、昼夜を問わずに地表の状態を高分解能で測定し把握できる。積雪については、マイクロ波の積雪内における表面散乱効果、減衰効果、体積散乱効果などの透過特性、散乱特性により積雪の内部情報を抽出する可能性が期待されている。

本研究は、SAR による積雪定量観測手法の開発のために行われた、1994 年 2 月 12 日の衛星 (JERS-1) と地上観測 (積雪深、含水率、粒径等) の同期実験について考察を加える。また、同 12、13 日の衛星画像データと、広域性、同時性の特徴がある AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) 積雪深データとを用いて、当日の、より広い範囲での衛星画像データと積雪深との関係を明らかにする。

2. 衛星画像データおよび地上観測データ

2 月 12 日の衛星地上観測同期実験では JERS-1 搭載の SAR (L バンド、波長約 24cm、HH 偏波、オフナディア角 35°) により新潟県中越地方の観測と地上観測が行われた。SAR により得られた 2 月 12 日と 13 日の衛星画像データは、1 画素の大きさが 18m × 18m で、各画素の後方散乱係数の強さを表す CCT (Computer Compatible Tape) カウントは 16 ビットで表されている。CCT カウントは地表面の状態がほぼ均一と考えられる水田地帯の、3 × 3 ピクセルの範囲のものを用いた。

地上観測データには、同期実験時の地上観測のものと、AMeDAS 積雪深データを使用した。

同期実験時の地上観測項目は、粒径、積雪深、層

位、雪温、密度、重量・体積含水率 (誘電式含水率計、秋田谷式含水率計を使用)、誘電率である。AMeDAS 積雪深データは有線ロボット積雪深計により計測されたもので、新潟地方気象台により提供されたものである。得られた画像の範囲に限られていたために、新潟県にある 13 点の有線ロボット積雪深計のうち、12 日は 3 点 (a, b, c 点)、13 日は 5 点 (a, b, c, d, e 点) の AMeDAS 積雪深データを使用した。使用した地点の有線ロボット積雪深計位置を以下に示す。

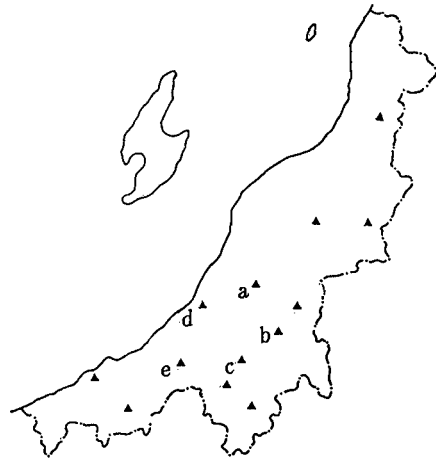


図-1 有線ロボット積雪深計設置位置 (新潟県)

3. 衛星画像データの処理

JERS-1 搭載 SAR により得られたデータについて、一次のアフィン変換を用いて平面幾何補正を行った後、3 × 3 ローパスフィルタによりフィルタリングを行った。各画素の CCT カウント (I) を宇宙開発事業団により与えられている以下の変換式を用いて後方散乱係数 ($\sigma^0 [dB]$) に変換する。

$$\sigma^0 = 20 \log_{10} I - 68.5$$

4. 結果と考察

4.1 同期実験の結果について

図-2 は、横軸が積雪水量 (SWE: Snow Water Equivalent[mm])、縦軸が後方散乱係数 (σ^0 [dB]) で両者間の関係を示したものである。この衛星同期実験の結果では、 σ^0 が SWE の増加に対してほぼ一定の値となっている。

これは、一つには、 $\pi D/\lambda \ll 1$ (D : 積雪粒径、 λ : 波長) が成り立つとき σ^0 は D の 4 乗に比例することから、雪粒子に対して比較的波長が長くなる L バンドでは、積雪層内での体積散乱効果が小さく、さらに、各地上観測地点の含水率が低かったために、その減衰効果も小さくなったと考えられる。また、各観測地点間の地表面の状態に差がなく、積雪層下部と地表との境界面での表面散乱は同じであったと考えられることも、 σ^0 が一定となる要因である。

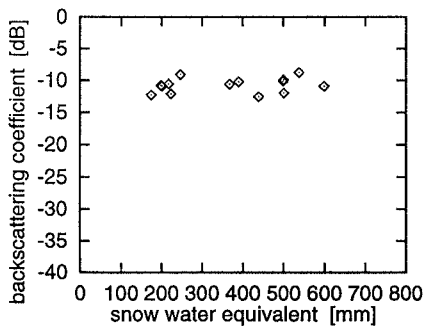


図-2 SWE- σ^0

4.2 AMeDAS データとの関係について

図-3 は、横軸が積雪深 (snow depth[cm])、縦軸が後方散乱係数 (σ^0 [dB]) で両者間の関係を示したものである。+印が2月12日、○印が13日を示す。こちらは横軸が相当水量ではなく、積雪深であるが、同様に σ^0 が snow depth の増加に対してほぼ一定の値となっている。

今回の結果では、衛星地上同期実験より広範囲についても σ^0 は積雪深によらずほぼ一定の値をとる。したがって、乾いた雪に対して JERS-1 搭載によって得られる σ^0 は、地点や積雪深に影響を受けにくいといえる。

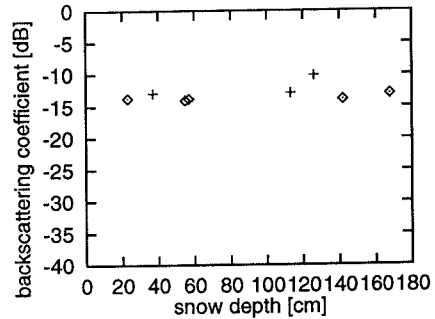


図-3 snow depth- σ^0

5. まとめ

結果をまとめると以下ようになる。波長と粒径の相互作用により体積散乱効果も小さく、また、含水率が低いために表面散乱効果も小さかった。したがって、今回の結果のみでは積雪深を算定することは困難であると考えられるが、湿った雪や粒径の大きな雪についての更なる研究が必要であると考ええる。

謝 辞

本研究は地球環境観測委員会水文過程サイエンスチーム航空機検証実験(主査: 池淵周一)および 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。本同期観測実験には、建設省土木研究所、東京大学生産技術研究所、名古屋大学大気水圏科学研究所、新潟大学積雪地域災害研究センター、筑波大学地球科学系、農林水産省北陸農業試験場、長岡雪氷防災実験研究所、農林水産省森林総合研究所、クライメットエンジニアリング、富山県林業技術センター、小千谷高校、富山大学、京都大学防災研究所、RESTEC、中日本航空、長岡技術科学大学の各位に御協力を頂いた。ここに記して謝意を表わす。

参考文献

- 1) 深見和彦, 小池俊雄, 益倉克成, 河内泰幸: 航空機搭載 C バンドマイクロ波散乱計による積雪観測, 1993 年水文・水資源学会研究発表会要旨集, pp.34-35
- 2) 田殿武雄, 小池俊雄, 深見和彦, 寺川陽: 積雪の多様性とマイクロ波の応答特性, 1994 年水文・水資源学会研究発表会要旨集, pp.108-109
- 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, (社) 電子情報通信学会編, pp.29-66, pp.198-230, 1986