

CS-9

衛星SAR画像を活用した積雪モニタリングの可能性
—新潟県中越地方における予備検討—

建設省土木研究所 正会員 ○深見 和彦
同 上 正会員 松浦 直
同 上 正会員 金木 誠

1. はじめに

我が国の豪雪地帯における融雪洪水・雪崩等の雪災害防止及び克雪・利雪へ向けて雪の水資源としての有効活用を図っていくために、河川流域内に存在する積雪の量や状態の空間分布を把握することは重要な課題である。一般に流域規模の積雪調査は多くの労力とコストを要するため、人工衛星画像を活用する必要性は高い。特に、雲を透過し高い地上分解能を有する合成開口レーダ(SAR)¹⁾は、水に対する高い反応性と積雪内部への透過力から積雪監視のためのセンサーとして注目される。筆者らは、SAR画像による積雪物理量分布の定量観測の可能性を探るため、加が国 RADARSAT 衛星搭載の SAR 画像と同期した地上積雪観測を、平成8年度と9年度の冬季の間に大学や関係機関と共同でのべ12回実施した。調査対象域は、新潟県中越地方である。本報では、そこで得られた SAR データと積雪水量との関係を基礎として、積雪モニタリングの可能性を検討する。

2. RADARSAT衛星SAR画像と地上積雪調査の概要

本研究では、加が宇宙庁が1995年に打ち上げた RADARSAT 衛星に搭載された SAR を利用した。この SAR は、周波数:5.3GHz、偏波:HH であり、飛行高度約800kmで太陽同期円軌道を24日周期で周回しているが、マイクロ波照射方向が可変で多くの観測モードを備えており、地球上で6日に1回以上の観測が可能である。筆者らは、Standard モード(観測幅約100km)において、上行軌道と下行軌道の画像を組み合わせることにより、異なる方位角・入射角を含む積雪時の12画像、及び無積雪時の4画像を取得した(図1)。これらの画像の分解能は8mである。一方、地上において、その12枚の RADARSAT-SAR 画像取得に同期し積雪断面観測を中心とした積雪調査を実施した。調査地点は、最多のケースで長岡平野域3カ所、十日町盆地域2カ所及び六日町盆地域3カ所である。図2に主な地上観測地点を示す。観測項目は、原則として積雪深、層位、密度、含水率、雪温、粒度及び積雪表面粗度である。そこで、SAR 画像から得られる後方散乱係数(σ^0)を地上観測地点周辺約80m四方の平均として算出し、積雪水量との関係を調べた。

3. SAR画像から得られる後方散乱係数(σ^0)と平地における積雪水量との関係

図3に、上行軌道における Standard モード 1 の画像から得られた σ^0 と積雪水量との関係の例を示す。1) 積雪水量が200～300mm程度までは、積雪水量増大とともに σ^0 は単調減少すること、2) そのしきい値を超えると観測年度により σ^0 の応答特性が異なること、の2点がわかる^{2),3)}。ばらつきは存在するが、地点別に見ると明瞭に1)の関係が現れていた。1)の点は、積雪表面散乱や積雪体積散乱に比べて支配的な湿潤土壌面での表面散乱成分が雪被覆によって減衰していく過程で説明できるが、2)のメカニズムの解明は今後の課題である。なお、入射角の異なる下行軌道 Standard モード 4 の画像においても、相似적인関係が得られている。

4. 河川流域規模での積雪モニタリングへの応用可能性

前節で得られた関係から、SAR 画像により少なくとも平地水田域では、無積雪域から200～300mm程度までの湿った積雪の相当水量を数段階にランク分けできる可能性がある。一方、図4は、無積雪時と積雪時の後方散乱係数の変化を画像化したものであるが、平地域に比べて、山岳域における変化量は全体として小さい。したがって、地形図と重ね合わせた SAR 画像での検証が別途必要であるが、同様の方法論では山岳斜面域では一定の限界があると推測され、沼田ら(1998)⁴⁾の手法の応用等を検討する必要がある。今後は、SAR

キーワード: 積雪水量、リモートセンシング、合成開口レーダ、マイクロ波、水資源管理

〒305-0804 茨城県つくば市旭1 Tel:0298-64-2211 Fax:0298-64-1168 E-mail: fukami@pwri.go.jp

を活用することによって高頻度・高解像度の特長を生かせる河川流域規模での積雪モニタリング手法について、雪氷学・水文学的知見を取り込みながら総合的に検討していく予定である。

＜謝辞＞ RADARSAT 衛星 SAR 画像は、カナダ国宇宙庁(CSA)より提供された。地上積雪観測は、長岡技術科学大学、福井工業大学、千葉大学、農林水産省国際農林水産業研究センター、RESTECの方々との共同研究の成果であり、科学技術庁長岡雪氷防災実験研究所、北陸農業試験場、名古屋大学の方々には観測機材の準備に多大なるご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

＜参考文献＞ 1) 飯坂譲二監修(1998)合成開口レーダ画像ハンドブック,朝倉書店,208p、2) 深見ら(1998)衛星リモートセンシングによる積雪水量推定の可能性—合成開口レーダ(SAR)画像の活用—,土木技術資料,vol.40,No.2,pp.20-25、3) 深見ら(1999)中越地方において観測された RADARSAT 衛星 SAR データと積雪水量の関係,日本写真測量学会平成 11 年度年次学術講演会論文集(投稿中)、4) 沼田ら(1998)複数衛星センサによるダム流域積雪量推定手法の研究,日本写真測量学会平成 10 年度秋季学術講演会論文集,pp.109-112.

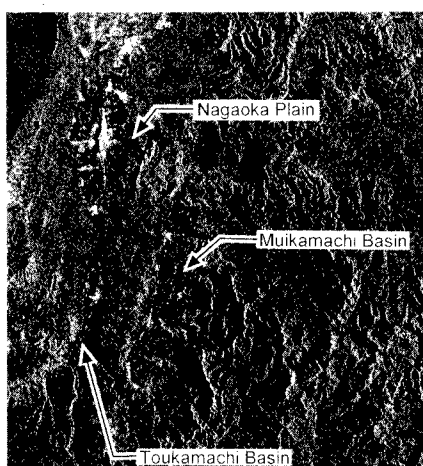


図1 新潟県中越地方におけるRADARSAT衛星SAR画像の例
(1998/3/7, 下行軌道, Standard 4 モード)
copyright: Canadian Space Agency (1998)

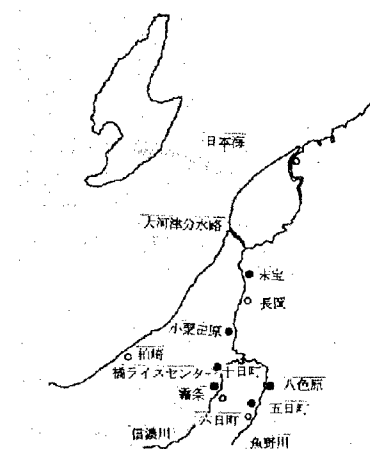


図2 研究対象域と主要な地上積雪観測地点 (●印)

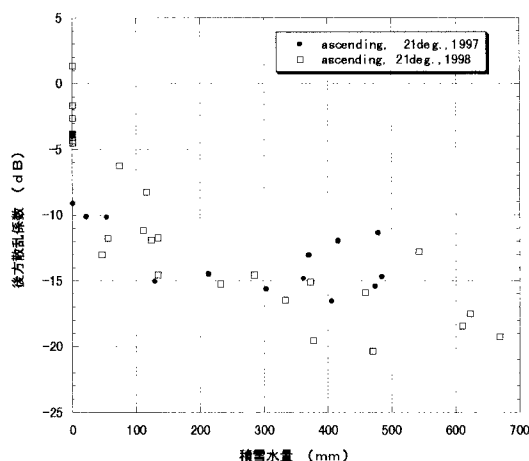


図3 RADARSAT-SAR による後方散乱係数と積雪水量との関係

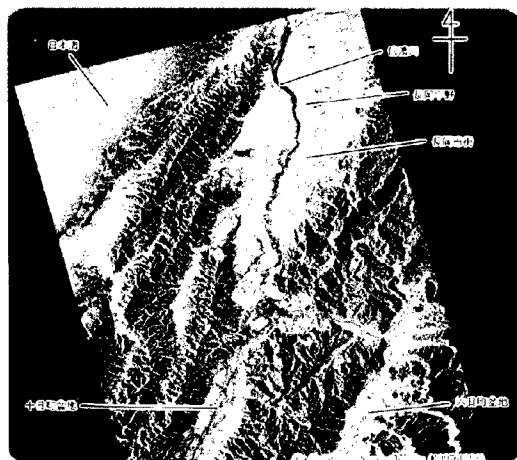


図4 無積雪時(98/12/24)と積雪時(98/01/17)の RADARSAT-SAR 画像の重ね合わせ画像(原画はカラー。積雪による変化領域は黄色、無変化領域は白黒となる。山岳域は全体として発色が少ない。)