

集中豪雪監視システムの実現をめざして

降雪粒子研究によるレーダー観測の高度化

雪氷防災研究センター 総括主任研究員 中井専人
雪氷防災研究センター 任期付研究員 本吉弘岐



集中豪雪とは

近年、集中豪雪という言葉が使われるようになってきました。例えば、新潟県中越地震の直後の冬、中越地震被災地は顕著な豪雪となりました。約1週間の連続的な降雪を積算すると図1のようになり、防災科研の観測では水換算417mmの降雪を記録しました。この量は、半年前の平成16年7月新潟・福島豪雨で観測された最大降水量431mmに匹敵します。また、2010年の大晦日から翌年の元旦にかけての鳥取の豪雪では、24時間で水換算190mmの降雪が当研究所によって観測されました。

このような多量の降雪が直径約100km程度

の限られた範囲に集中する現象を『集中豪雪』と呼びます。集中豪雪がどこで起きるのか、災害を引き起こすほどの降雪量になるのか、正確に予測することは現在でもできていません。

気象レーダーによる定量的な降雪観測の難しさ

集中豪雪をもたらす広域の降雪現象を面的に監視するためには気象レーダーによる観測が有効です。気象レーダーは、電磁波を送信し、測定対象である降水粒子（雨粒や雪など）により散乱され戻ってくる電磁波の強さを測定します。気象レーダーにより降水強度を正確に推定するためには、降水粒子によるレーダー電波の散乱特性（どの方向にどのような強さで反射するのか）をよく知る必要があります。降水粒子による散乱強度は、降水粒子の形状および密度と非常に密接な関係があります。降水粒子が雨粒の場合、液体の水である雨滴の密度はほぼ一定であり、落下中の輪郭形状も良く知られているため、偏波レーダーを用いることで正確に降水強度を推定できるようになってきました。一方、雪や霰など氷を含む降水を固体降水と呼びますが、氷晶という微細な氷の結晶やそれが成長した雪結晶、さらに多くの雪結晶が絡み合った雪片、雪結晶などに過冷却雲粒が付着することで成長した霰など、実に様々な形態があります（写真1）。また、一口に雪片といっても、構成結晶の違いや、形状の複雑さ、密度や雲粒の

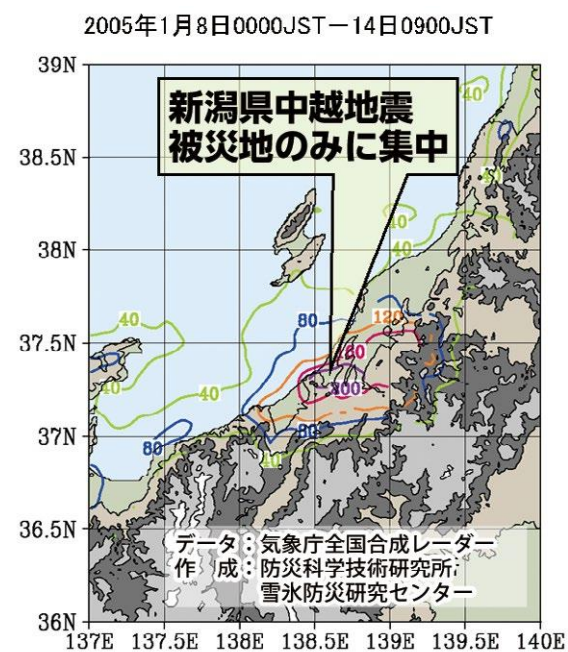


図1 顕著な集中豪雪の例。レーダーデータによる推定積算降水量

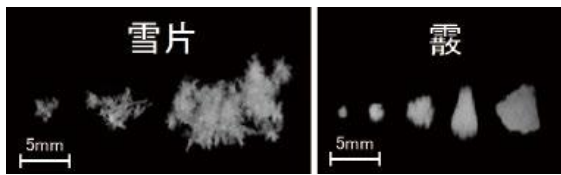


写真1 落下中の雪片と霰の写真の例(様々なものが存在する)

付着度合いなど、個々の粒子が多様な粒子特性を持ちます。この多様性のために、気象レーダーによって固体降水の降水強度を正確に推定することは難しく、様々な仮定のため推定誤差が大きいのが現状です。

雪などの固体降水粒子の定量的観測

レーダー観測によって降雪を定量的に観測するには、固体降水の粒子特性とそれによるレーダー散乱特性をよく知る必要があります。さらに、レーダーでは電磁波が当たる空間に含まれる全ての粒子による散乱を合わせたものを観測するため、その空間にどのような粒子が分布しているのかということも知らなければなりません。

当研究所の雪氷防災研究センターには、このような様々な種類の固体降水粒子の特性を調べるための「降雪粒子観測施設」があります。この施設は、固体降水粒子の形状や落下速度を自動的に連続測定する装置や、天井窓から降雪粒子を取り込んで顕微鏡や電子天秤を用いて詳細に観察するための低温室を備えています。ここでは、どのような種類の固体降水粒子がどれだけ降っているのかを、客観的かつ定量的に把握することに主眼を置いて観測をしています。特に、降水粒子の粒径と終端落下速度を同時に測定し、**図2**のような粒径・落下速度分布

を求めることにより、雪などの固体降水粒子の変化を連続的に捉えつつ、降水量やレーダー散乱の推定に必要な降水粒子の基本的な特性を調べています。

レーダー+地上観測のシステム化

もし、数時間、あるいは十数時間前から雪雲を追跡し、その降水量を正確に積算できれば、集中豪雪の直前あるいは発生初期の減災対応につなげられるはずですが。防災科研では、降雪の実況からアラームを出すことをめざして、集中豪雪監視システムの開発研究を行っています。

集中豪雪監視システムの発想は、気象レーダー+地上観測をシステム化して、正確な降水量と降雪の集中度を把握できるようにしようというものです。しかし、雪に対しては、これまで述べてきたように観測値の定量化がまだまだ課題です。粒子の形状、密度という自然現象に加えて、地上測定機器の特性、レーダー散乱の正確な把握など測定上の課題も含めて、問題点をひとつずつ解決していく必要があります。一方で、データ処理方法やアラームの作成基準などについて検討を加え、集中豪雪監視システムのプロトタイプ構築、実用化を想定した仕様の作成に向けて、研究を進めています。

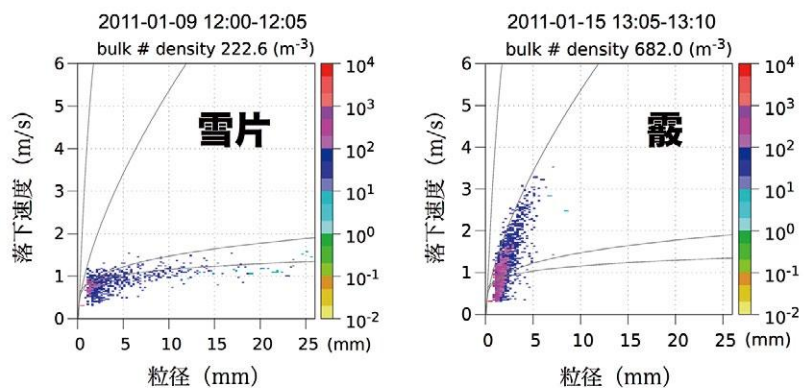


図2 雪片と霰の場合における、粒径・落下速度分布の観測例。