

長岡で観測されたレーダー降雪分布と卓越降雪粒子の変動

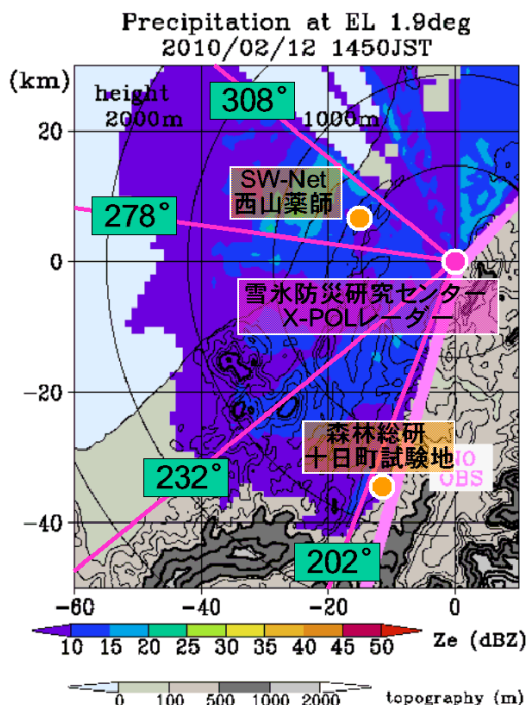
* 中井専人・石坂雅昭・山口悟・本吉弘岐(防災科研・雪氷)

1. はじめに

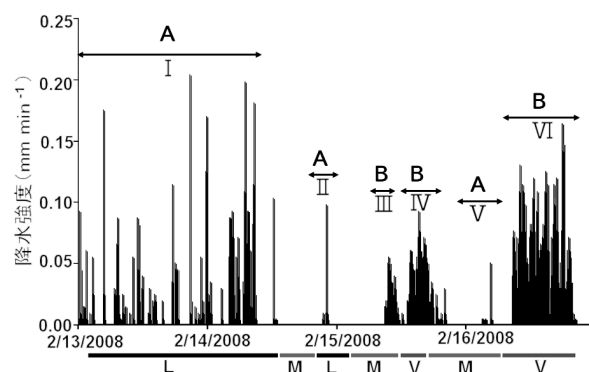
降雪粒子の種類や形状の変動は、実際の降水強度が変化しない場合でも、散乱の変化を通してレーダー観測による降水強度に大きな影響を与える(Rasmussen et al., 2003, JAM, 42, 20-36.)。降雨と異なりその形状は非常に複雑であり、粒径のみならず形状の特徴も考える必要がある。レーダーで観測されるのは目標体積中に分布する降雪粒子の後方散乱の重み付き平均であり、その特性を理解するためには粒子の大きさと形状、さらに降雪強度を推定するためには落下速度について、その分布特性を知る必要がある。本研究では、偏波パラメーターである反射因子差Zdrと降雪粒子の特徴が降水系の変化に伴いどう変わったかについて述べる。

2. 研究手法

防災科学技術研究所雪氷防災研究センター(新潟県長岡市, SIRC)では、冬季に、Xバンド偏波ドップラーレーダー(X-POL)観測、降雪粒子観測施設(FSO)による粒子観測、レーダー視野内における高分解能降雪強度観測(SW-Net西山薬師: NY)を同時に行っている(第1図)。また、



第1図 観測地点の配置と使用したデータの方位。レーダー降雪分布は影領域を見やすくするため面状降水時のサンプルを使用したものであり、解析内容とは関係ない。



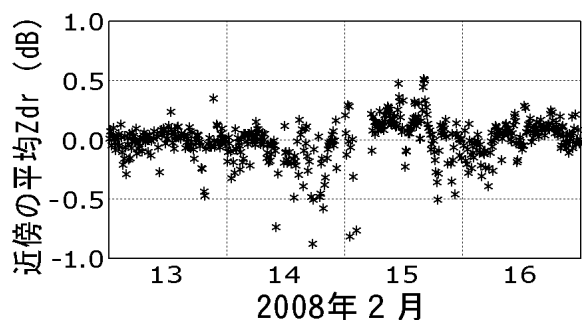
第2図 FSOで観測された2月13日から16日までの降雪強度変動と卓越降雪粒子。棒グラフが降雪強度(mm hour⁻¹)、水平矢印が卓越降雪粒子の種類を求めた期間(I~VI)であり、Aが霰、Bが雪片が卓越したことを表す。図下のバーが降水系の種類(L: Lモード、M: 山岳斜面降雪、V: 渦状降雪)を表す。

2007/2008冬季にはほぼレーダー視野内に入る森林総合研究所十日町試験地(TES)にFSOを小型化した観測設備を設置し、観測を行った。X-POLによる観測は約10分間隔のサイクル、それ以外の観測は時間分解能1分である。解析期間はまとまった降雪の見られた2008年2月13-16日とし、高度1500mのCAPPIをアニメーションにして雪雲の分類(Nakai et al., 2005, SOLA, 1, 161-164.)を行い、特徴的な降雪が持続した期間を抽出した。その後、仰角1.9度の水平偏波等価反射因子ZehとZdrについて、平均化処理を行ったものをFSO観測等と比較した。

3. 結果

解析期間の前半にはLモード線状降水系が多く現れ、後半には渦状降雪が多く見られた(第2図)。降水系の変化に対応して、降雪強度の変動も前半は~1時間の時間スケールで降ったり止んだりであったのが、後半は短時間の変動を含むものの降水が継続することが特徴であった。卓越降雪粒子は前半が霰、後半が雪片となる傾向があり、本研究の解析期間中では降水系および降雪強度変動と対応して変化する傾向が見られた(第2図)。

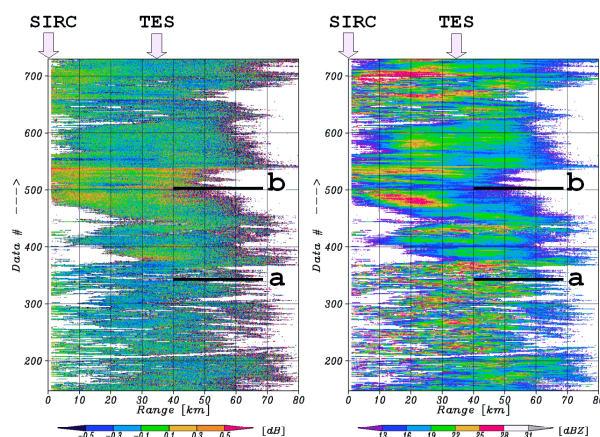
第3図は、レーダー近傍(レンジ2km以上12km以内)の卓越風向風上側方位(方位角279°と308°の間)における平均Zdrの時系列である。平均Zdrの算出時には $Zeh \geq 10$, $2 \geq Zdr \geq -2$ の値のみを使用するフィルターをかけてある。これは、観測



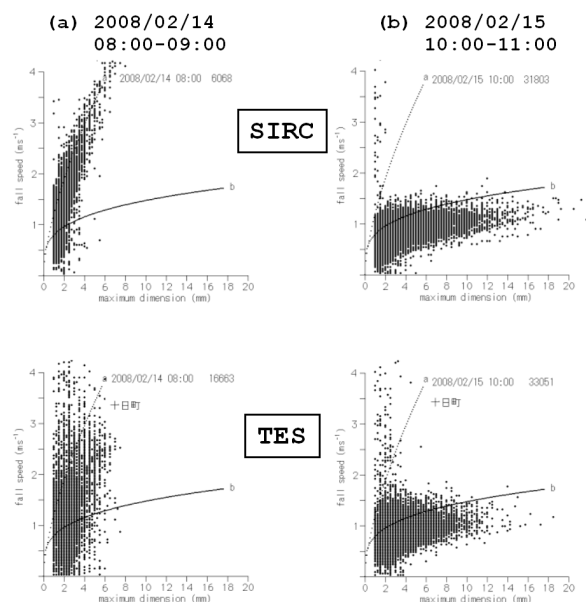
第3図 X-POLで観測されたレーダー近傍の平均Zdr(dB)の時系列。2月13日の平均値を0とし、そこからの差で表す。使用データ等については本文参照。

データにおいて弱いZehに対するZdrはばらつきが激しく、また絶対値の大きいZdrはサンプル数の少ない範囲に見られる傾向があり、ノイズが乗っていると考えられたからである。第3図と第2図の比較から、霰が卓越した期間には負または0.0に近いZdrが観測され、雪片が観測された期間は+0.1~0.2dBのZdrが観測される傾向のあったことがわかる。期間毎の平均で見ても雪片の期間と霰の期間では約0.1dBの差がある(第1表)。しかし値のばらつきがやや大きく、平均Zdrの各期間における変動は標準偏差でみて0.09dBから0.20dBに及ぶ。降水系の種類もしくは降雪分布のパターンとして同じ特徴が継続していても、その中でも降雪粒子の特徴は変化しており、さらに詳細な比較が必要と考えられる。

第4図はX-POLレーダーからTES方向(第1図の方角203度から232度の平均を求めた)のZdrとZehの時系列である。FSO、TES観測から特定された霰と雪片の卓越した代表的な期間(第5図)について、Zdrを見ると前者は~0、後者は~0.1付近の値を示し、Zehでは前者は25dBZを越える値を含みながら激しく変動し、後者は比較的变化が緩やかであったことがわかる。また、34.4km離れ



第4図 TES(距離34.4km)方向の観測値についての(左)Zdrと(右)Zehのホフメラー図。縦軸は2月13日0時から17日0時までを示す。a、bはそれぞれ第5図のa、bの時間帯を表す。



第5図 FSO(SIRC)とTESで得られた代表的な降雪粒子観測例。左が霰卓越期間、右が雪片卓越期間それぞれ1時間の観測値のプロット。上がFSO、下がTES。

第1表 期間別に平均したZdr

期間	卓越粒子	平均Zdr	データ数
I	霰	-0.0185	187
II	霰	-0.1056	17
III	雪片	0.2190	16
IV	雪片	0.0917	44
V	霰	-0.0389	49
VI	雪片	0.0804	73
霰期間全体		-0.0283	253
雪片期間全体		0.1008	153

たSIRCとTESで降雪粒子の明瞭な特徴が現れた時刻ではZdrの特徴も類似していた。

4. まとめ

冬季長岡のひと降りの降雪に対して、Zdr、降雪粒子観測、降水系分類とを比較した。その結果、雪片が卓越した期間は霰が卓越した期間より大きいZdrが観測され、かつ降水系の特徴やZehの変動特性の変化と対応していた。

本研究は防災科学技術研究所プロジェクト研究『雪氷災害発生予測システムの実用化とそれに基づく防災対策に関する研究』によるものです。解析にはdraft、GrADSを使用しました。