

光学式ディストロメーターにおける固体降水粒子の粒径評価に関する考察

○横田佑多¹, 熊倉俊郎¹, 石丸民之永²

1 長岡技術科学大学大学院工学研究科, 2 新潟電機株式会社

1. はじめに

光学式ディストロメーターの様なレーザーシートを水平に張る光学式の降雪粒子測定器は, 端に落ちた粒子のサイズを過小評価してしまう. 端に落ちた粒子を観測対象外とすると, 比較的小さな粒子の割合が非常に高くなり, 粒度分布が偏ってしまう. よって今回は簡単な条件のもと, 統計的な考察を基に端にかかる粒子を本来の大きさに補正することが可能か検討を行う.

2. 方法

簡単のため, 降雪粒子を球, 落下速度は一定でシートの幅は 10 mm で厚みはないものとした. 出力される電圧の時系列変化は粒子の面積に比例し, 求めた面積に相当する円の半径が過小評価された実効半径 r_e となる. 落下する位置によって粒子がどの程度過小評価されるかを図 1 に示した. 横軸はシートの中心と粒子の中心との距離, 縦軸は任意の粒子半径 r で, 図中の実線は過小評価された半径 r_e である. 図中の点線より左側では r と r_e が一致しており, 図の灰色の部分には粒子が観測対象外となる位置を表している. 例えば粒子の中心位置を C とすると, 半径 1.0mm の粒子の場合, $C \leq 4.0$ mm までは任意の半径 r と r_e が一致し, $4.0 \text{ mm} < C \leq 6.0 \text{ mm}$ の間で r_e は過小評価され, $6.0 \text{ mm} < C$ で観測対象外となり, 正しく観測される確率は $2/3$ となる. よって, 任意の半径 r の粒子がどのような確率で過小評価されるかが論理的に計算することができる.

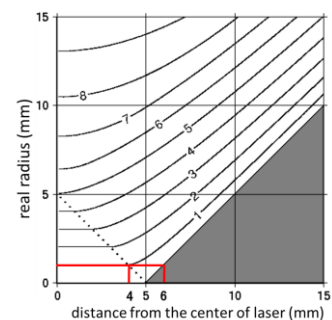


図 1 落下位置によって過小評価される粒子半径の変化

3. 結果と考察

半径 r ごとの粒径分布が与えられたとすると, 半径ごとの頻度分布が計算でき, それと図 1 のチャートを用いて実効半径 r_e ごとの頻度分布を得ることができる. 実際の機器で計測されると考えられるのは r_e である. それを図 2 に示した. 実線が今回行った理想的な状況での Marshall-Palmer 分布を利用した頻度分布(real)で, 点線が計測される頻度分布(effective), 一点鎖線が粒子半径ごとのそれらの比率(effective/real)である. 前述のように, 小さな粒子の数が多く大きな粒子の数が少なく計測される結果となり, その定量的な評価が可能であることがわかった. 図 3 は透過型降雪センサー SPN-96 で実測された一例である. 図 2 の点線は実際には図 3 のようになる. これは実際の測定ではシートの厚みや粒子の落下速度を考慮するためであると考えられる. 逆行列を用いた数値計算を行うことで, 計測後の粒子の個数から実際に降った粒子の個数を求めることが可能であると思われる.

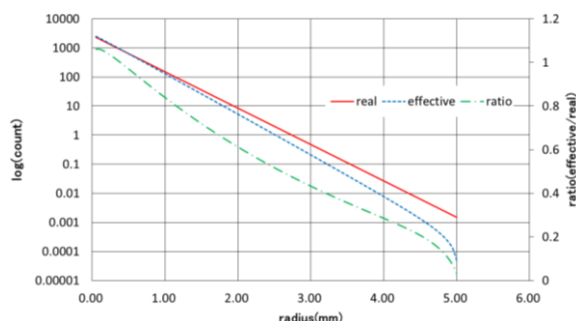


図 2 計算された頻度分布

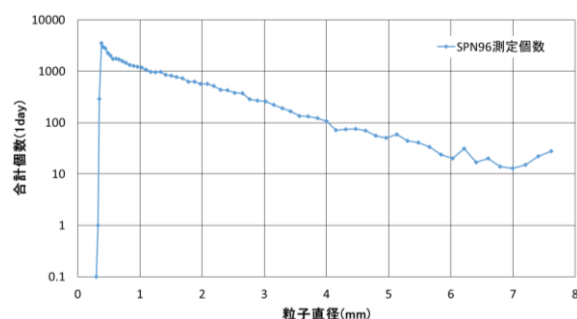


図 3 SPN-96 での測定結果(2016/01/23)

4. まとめ

測定された頻度分布は小さな粒子の数が多く大きな粒子の数が少ない. 正しい頻度分布に戻すため, シートの厚みや落下速度を考慮した場合に粒子がどのように評価されるかを検討する必要がある.