

光学式雨量計を用いた微小降雪粒子からなる降雪の降雪量観測

小西啓之¹, 平沢尚彦²

¹大阪教育大

²極地研

Measurements of snowfall intensity for small precipitation particles by using some optical rain gauges

Hiroyuki Konishi¹ and Naohiko Hirasawa²

¹Osaka Kyoiku Univ.

²NIPR

This study attempts to provide better methods to estimate amount of solid precipitation more accurately by using some disdrometer which measures sizes and fall velocities of all precipitation particles passing through the laser beam. The observation of snow particles was carried out in 2011/2012 winter season for dry snow as diamond dust at Rikubetsu/Hokkaido in northern part of Japan. The results show that the size of solid precipitation particles was smaller at lower temperature and slope of size distribution was more steeper. To estimate amount of snowfall intensity more accurately, it is needed to measure the number of snow particles smaller than 0.5mm. However the numbers of small snow particles measured by these disdrometer were much different for each other.

1. はじめに

降雪量に比べ降雪量は測定が難しく、正確な測定値が得られていない。そのため、数値モデルや衛星観測などで極域の降水量を求める試みが近年行われているが、それらを評価するに値する実際の地上降水量の測定値は得られていないのが現状である。一方、近年光学式雨量計によって、個々の降水粒子の粒径と落下速度が同時に観測できるシステムが普及してきた。そこで、この光学式雨量計を用いて、測定された粒径と落下速度から個々の降水粒子の見かけ密度を仮定し、その総和から降水量を求める新しい降雪量の見積もり法を数年前から検討し、新潟県長岡の暖地降雪について応用し、良い見積もりが得られることを示した。今回は、極域などのより低温の場所で観測されるより小さい粒子からなる降雪に対して同様の方法で、降雪量の良い見積もりができるかを調べるため、日本で最も寒い町といわれる北海道陸別の降雪について観測を行った結果を報告する。陸別は、冬季は -20°C 以下の低温になりやすく、極域に降るようなダイヤモンドダストを比較的多く観測できる場所であり、極域の降雪量をより正確に見積もる方法を試す場所として適している。

2. 観測

2011年11月25日～2012年3月7日に異なる3種の光学式降水粒子検出器(Thies Laser Precipitation Monitor(LPM)、OTT parsivel、新潟電機 Snow Particle Counter(SPC))を陸別に設置し、降雪観測を行った。各測器の仕様を表1に示す。LPMとParsivelは、粒径と落下速度を測定できるのに対し、SPCは粒径のみが測定される測器である。また、検出面積はLPMとParsivelはほぼ等しいのに対し、SPCはその1/100と非常に小さい。SPCは、飛雪計あるいは地吹雪計ともいわれ、0.5mm以下の小さい粒子の検出に優れている。

表1 光学式降水粒子検出器の仕様

機種	粒径	落下速度	検出面積
LPM	22クラス (0.2-8.5 mm)	20クラス (0-10 m/sec)	46cm ²
Parsivel	32クラス (0.0-26 mm)	32クラス (0-22.4 m/sec)	54cm ²
SPC	32クラス (0.036-0.5mm)	なし	0.5cm ²

これらと同じ場所に設置し、比較観測を行った。また、降雪量を検証するため、降雪量をより正確に測定できる重量式の天秤式降雪強度計も設置した。

3. 結果

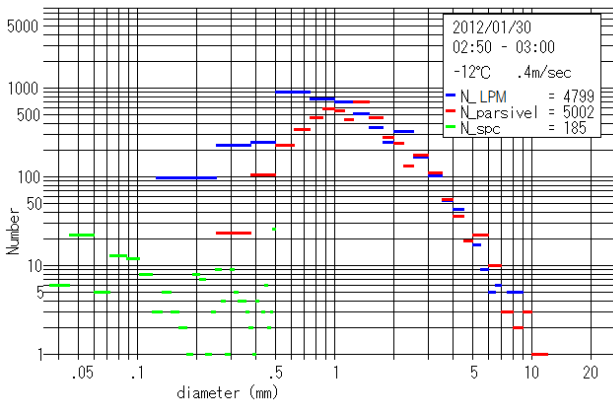
観測期間中のべ1020時間に降水が計測されたが、気温が -10°C 以上の暖かい場合と地吹雪粒子の混入を避けるため地上風が2.5m/sec以上の場合を除き、解析を行った。降雪がありかつ -10°C 以下の場合のはのべ310時間、 -20°C 以下の場合のはのべ180時間であった。

図1(a)(b)には粒径分布の計測例として、良く見られる雪片が主たる降水粒子であった場合とダイヤモンドダス

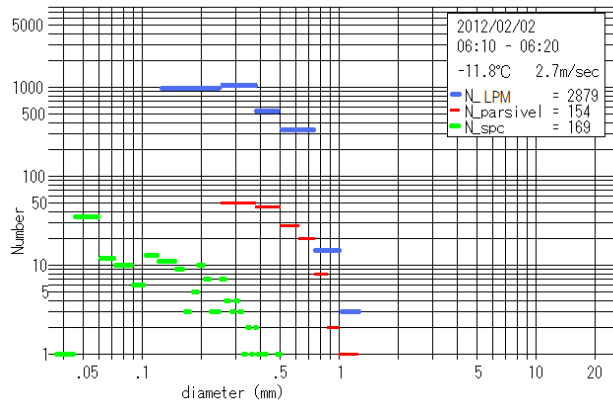
トのような比較的小さい雪粒子が多く降った場合をそれぞれ示した。この図の粒子数は、各測器の実際の検出面積で測定された個数で、検出面積で規格化していない。SPC と LPM の検出面積はほぼ等しいので、両者をそのまま比較すると、1mm 以上の大きい粒子数では図 1(a) に示すように両者にほとんど差が見られなかった。一方 1mm 以下の小さい粒子では Persivel で測定された粒子数が少なく、とりわけ 0.25mm 以下の小さい粒子では粒子数が常に 0 となり、Persivel の実際の検出粒径は 0.25mm 以上であることが分かった。図 1(b) に示すような mm オーダーの大きい粒子の個数が相対的に少ない低温型の降雪の場合、降水量を正確に見積もるためには、数百 μm 以下の小さい粒子の個数や質量を正確に求めることが必要であることがわかるが、そのためには、Persivel での測定は適さないことが示唆された。

次に 0.125~0.5mm の小さい粒子数について、LPM と SPC の比較を行った。図 2 は、両者の測定数の比較である。LPM の粒子数は SPC の粒子数に比べ 40~50 倍であったが、粒子検出面積が、約 100 倍であることを考えると、LPM の検出個数が SPC に比べ 2~2.5 倍少ないことを意味し、LPM では小さい粒子は十分検出できていない可能性が示唆された。

LPM のデータを用いて、長岡で行った降雪量の見積もりと同様の方法で、小さい粒子が多く検出された 2 月 2 日の降雪について、降雪強度の時間変化を求めた。比較のため天秤法による降雪強度の時間変化とあわせて示したのが、図 3 である。両者の時間変化の傾向はよく一致しているが、両者の相関を調べると見積もった降雪強度は天秤法に比べ 1.52 倍と大きく、相関係数も 0.66 と、長岡の大きな降雪粒子に対する降雪量の見積もりに比べよくなかった。これは、小さい粒子に対する密度の与え方に問題があると考えられ、粒径分布の傾きや気温によって粒子の密度の与え方を変える必要があると考えられる。



(a) 2012 年 1 月 30 日 2 時 50 分—3 時 00 分



(b) 2012 年 2 月 2 日 6 時 10 分—6 時 20 分

図 1. 異なる 3 つの光学式降雪粒子検出器で測定した 10 分間粒径分布の比較。

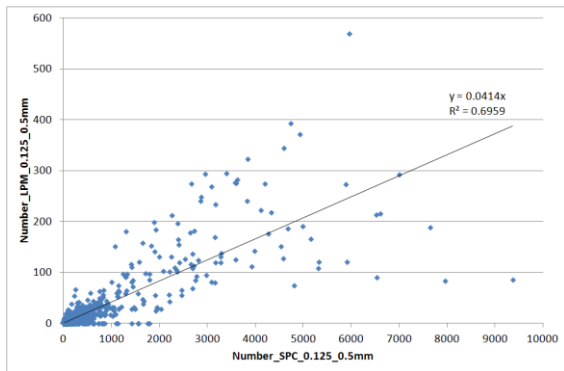


図 2. 検出された降雪粒子数の比較。粒径 0.125~0.5mm、5 分間積算粒子数。横軸：SPC、縦軸：LPM

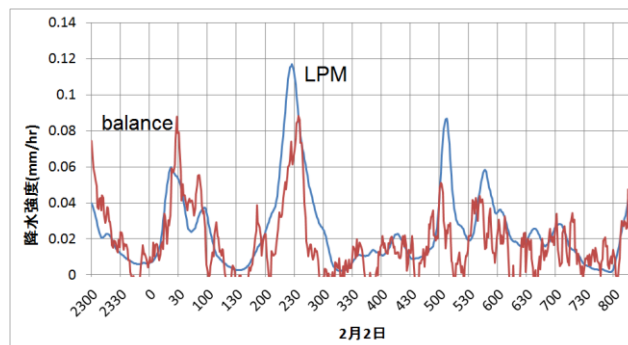


図 3. 5 分平均降雪強度の時間変化。天秤法と光学式 LPM データをもとに見積もった方法の比較。