

# 光学式雨量計による降雪強度推定値の検証比較観測

小西啓之<sup>1</sup>, 野々村達也<sup>1</sup>, 平沢尚彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大阪教育大学

<sup>2</sup>極地研究所

## Simultaneous observation of solid precipitation to compare the snowfall rate measured by disdrometers and other snowfall gauges.

Hiroyuki Konishi<sup>1</sup>, Tatsuya Nonomura<sup>1</sup> and Naohiko Hirasawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Osaka Kyoiku University

<sup>2</sup>National Institute of Polar Research

This study attempts to provide better methods to estimate amount of solid precipitation more accurately by using some disdrometers which measure sizes and fall velocities of all precipitation particles passing through the laser beam. The simultaneous observation of solid precipitation by using the optical disdrometers, weight measured type snow gauge and USB microscopes were carried out in 2014/2015 at Rikubetsu/Hokkaido in northern part of Japan. A new instrument was assembled to take photographs of snow particles continuously and automatically. The size and shape of snow particles obtained from the microscope photographs were compared to the size distributions from disdrometers.

### 1. はじめに

南極氷床上の降雪量に寄与するダイヤモンドダストなどの空間濃度が小さく降水粒子のサイズが小さい降水の降雪量をより正確に求めるため、種々の降雪量計を用いた性能比較観測を北海道内陸部の陸別で数年前から行っている。レーザー光を用いて降雪粒子の粒径と落下速度を測定する光学式雨量計は、その粒径と落下速度に応じた個々の降雪粒子の密度や質量を仮定すれば、比較的眞値に近い降雪量を見積もることができることがわかった。しかし多くの降雪事例について降雪量を見積もったところ、雪片等の比較的大きな降雪粒子が降る場合は、精度良い降雪量を求めることができるのに対し、微小な単結晶や小さな雪片からなる降水粒子の場合、実際の降雪量と大きな誤差が生じた。

これらの原因を調べ、光学式雨量計を用いてより良い降雪量を推定するため、より正確な降雪量を測定できる天秤式降雪量計や実際に降った降雪粒子を記録できるように試作した氷晶自動観察装置等の機器を用いて、2014/15の冬季に降雪量の比較観測を行った。氷晶自動観察装置は、USB 顕微鏡を用いた観察装置で、顕微鏡を鉛直上向きに設置し、そこに落ちてきた降雪粒子を下から撮影する方法で観測記録を行うが、顕微鏡上に降り積もる降雪粒子を除去する方法として昨年試作した小型ファンによる方法では必ずしも完全に除去することができなかったため、今年度は改良を加え、圧縮空気を間欠的に噴射して除去する方法で観察装置を作成し、約 50 日間(約 25 日間連続を 2 回)観測を行った。本発表はその装置および降雪量計の比較観測結果である。

### 2. 観測装置

#### 2-1. 雨量計(降雪量計)

粒径と落下速度を測定できる光学式雨量計として OTT parsivel、Thies Laser Precipitation Monitor (LPM) の 2 種の雨量計を用いた。Parsivel は粒径 26mm までを 32 クラス、落下速度 22.4m/sec までを 32 クラス、一方、LPM は粒径 8.5mm までを 22 クラス、落下速度 10m/sec までを 20 クラス、に 1 分間に降った降雪粒子をそれぞれクラス分けして集計する装置である。また、天秤法による降雪量測定も行った。天秤法は、弱風時しか良いデータは得られないが、より眞値に近い降雪量を測定することができる。

#### 2-2. 氷晶自動観察装置

さらに降雪粒子を記録する方法として氷晶自動観察装置を試作した。この装置は観察部と積もった雪の除去部からなり、観察部は USB 顕微鏡カメラ (Dino-Lite) を直径 10cm 高さ 0.8m の塩ビ管内に鉛直上向きに設置し、USB ケーブルで屋内のパソコンと接続した。カメラは最大倍率の 210 倍にし、顕微鏡上の 2.4mm×1.7mm の範囲を撮影した。撮影間隔は 1 分に 1 枚 (12 月 24 日~1 月 17 日) または 30 秒に 1 枚 (1 月 18 日~2 月 18 日) とした。積もった雪の除去部は

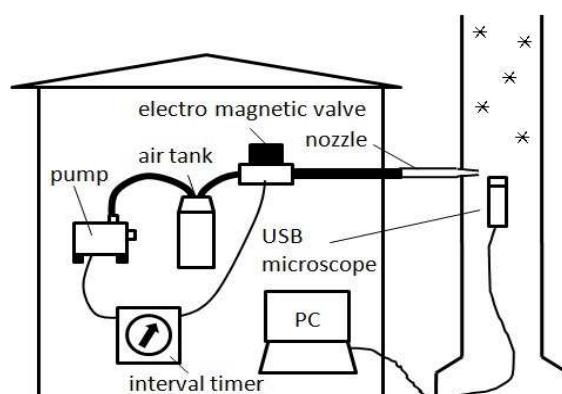


図 1. 氷晶自動観察装置の概略図

カメラの観察視野が悪くなるのを防ぐため、真空ポンプと電磁弁、タイマーを組み合わせ、1分間に1回間欠的に空気を噴射するようにした。その概要を図1に示す。

### 3. 観測結果

2014年12月24日から2月15日まで観測を行い、2m/sec以下の弱風時にのべ10例の降雪を観測した。降雪は地上気温が-2℃から-16℃のときに1~2時間程度続く弱い降雪が主であった。観測された雪結晶の種類は、樹枝状の単結晶、放射角板や砲弾集合などの多結晶、濃密雲粒付きの結晶などがあり、

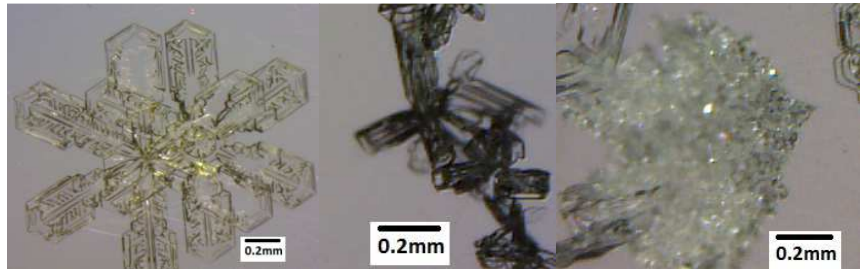


図2. 氷晶自動観察装置で撮影した雪結晶例。左から広幅六花 (P2b)、砲弾集合 (C4d)、濃密雲粒付立体 (R2d)

代表的な写真を図2に示す。降雪強度の強弱と撮影した降雪粒子数の増減はほぼ一致していたことから、撮影された降雪粒子は各時刻の代表する降雪粒子であると考えられる。

次に Parsivel のデータを用いて推定した降雪強度と真値に近い天秤法による降雪強度の比較を図3に示した。降雪強度はどちらもの1分間降雪量から求めた降雪強度である。2月13日の例は、降雪強度が1mm/hrを超える比較的強い降雪の場合で、相関は0.9を超え、また両者の比も0.98とほぼ1に近いことから Parsivel のデータから推定した降雪強度の値が真値とほぼ一致していることが分かる。一方12月29日の降雪強度が0.3mm/hrを超えないような弱い降雪の場合は、相関は0.56と分散し、両者の比は0.6と Parsivel による降雪強度の推定値が乱れていること、また Parsivel のデータを用いて推定した降雪強度が小さいことが分かる。このように弱い降雪の場合、推定した降雪強度が実際の値に比べ大きく異なっている(小さい)ことがしばしば見られ、推定した降雪強度が実際の値に比べ大きく異なるのは粒子の形状や密度と関係が有るのではないかと考え、粒子の平均落下速度と降雪強度の比の関係を次に調べた。同一粒径で比較したとき、降雪粒子の密度が大きいと落下速度は大きく、粒子の密度が小さいと落下速度は小さいと考えられる。

図4は例として各降雪時における1.25mm粒子の平均落下速度と Parsivel のデータから見積もった降雪強度の割合との関係を示した。落下速度が小さいときは、Parsivel による降雪強度の推定値が小さく、落下速度が大きくなると推定値が真値1に近く大きくなる。落下速度が小さい、すなわち密度が小さい粒子のとき(樹枝状などの雪結晶のとき)は見積もり量が小さくなること、落下速度が大きくなり密度が大きい粒子のとき(霰などの粒子のとき)は見積もり量が大きくなる。これらのことを考慮し、降雪強度のより良い推定をするためには、落下速度や粒径分布による密度の補正を加える必要があることがわかった。今後、各降雪時に撮影した雪結晶形を詳しく調べ、雪結晶形による光学式雨量計による降雪強度の推定値の誤差について明らかにする予定である。

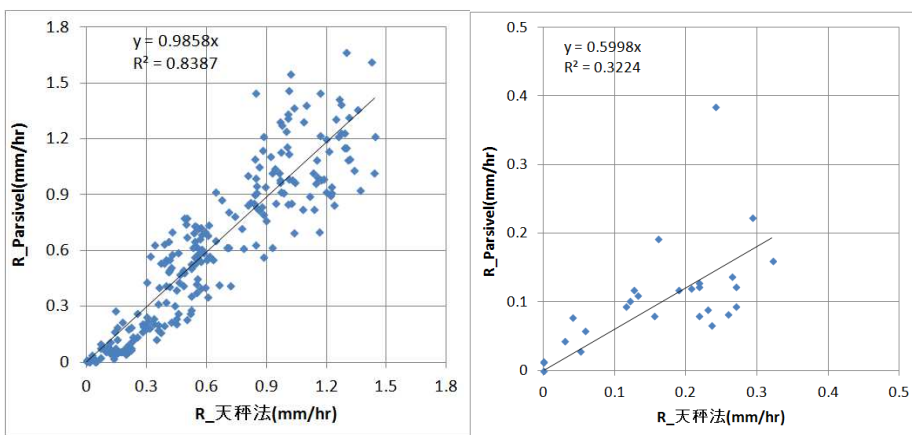


図3. 天秤法によって求められた降雪強度と光学式雨量計(Parsivel)のデータを用いて推定した降雪強度の比較。左：2015/02/13、右：2014/12/29

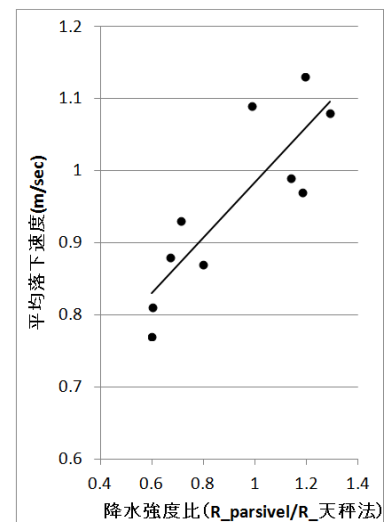


図4. 光学式雨量計(Parsivel)から推定した降雪強度と真値の比と降雪粒子の平均落下速度の関係。