

光学式降水量計と USB 顕微鏡を用いたダイヤモンドダストの比較観測

小西啓之¹, 野々村達也¹, 平沢尚彦²
¹大阪教育大
²極地研

Observation of small snow particles by using optical disdrometers and USB microscopes

Hiroyuki Konishi¹, Tatsuya Nonomura¹ 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 disdrometers which measure sizes and fall velocities of all precipitation particles passing through the laser beam. The simultaneous observation of precipitation snow particles by using the optical disdrometers and USB microscopes were carried out in 2013/2014 at Rikubetsu/Hokkaido in northern part of Japan. A new instruments 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

南極氷床上ではよく見られるダイヤモンドダストなどの空間濃度が少なく微小サイズの降水粒子による降雪の量をより正確に求めるため、種々の粒径測定型の光学式雨量計(Thies Laser Precipitation Monitor(LPM)、OTT parsivel、新潟電機 Snow Particle Counter(SPC))を用いて降雪量の見積もり法をこれまで調べてきた。その結果、使用した光学式雨量計では1mm以下の小さい粒子の測定が不正確で、微小粒径のダイヤモンドダストのような粒子の検出は完全には難しいことがわかった。そこで、このような微小サイズの降雪粒子からなる降雪に対する光学式雨量計の特性を調べるため、光学式雨量計の計測値と実際に降った粒子の形状の比較を試みた。そのため、まず実際に降った降雪粒子の形態を記録する手段としてUSB顕微鏡を用いた観測装置を試作した。次に、この装置を用いて日本で最も寒い町として知られる陸別町で低温型の小さい雪粒子を対象に観測を行い、光学式雨量計の計測値との比較観測について報告する。

2. 観測装置

降雪粒子を自動かつ連続して観察するために、近年広く普及し始めたUSB顕微鏡カメラ(Dino-Lite)を用いた。カメラは直径10cm高さ1.2mの塩ビ管内の中ほどに上向きに設置し、カメラ上部の亚克力板に落下する雪粒子を下から観察した(図1参照)。カメラの倍率は最大倍率の200倍(撮影範囲、横約2.7mm×縦約1.8mm)である。カメラの映像はUSBケーブルを介して接続した室内のパソコン画面に表示され、カメラ付属のソフトを用いて30秒間隔の静止画像を記録した。連続撮影すると次々雪粒子が降り積もり視界が悪くなるので、それを防ぐためカメラ上部に60秒間中に5秒間風を斜め上から間欠的に送るブローアを設置した。また、夜間の映像を明るくするためLEDライトを用いてカメラの斜め上から照らした。

装置は、排気せずに自然に落下する粒子だけを観察する自然落下型のだけでなく、塩ビ管下部からパソコン用のファンを利用して常時排気し、強制的に空気取り込み、捕捉される粒子数を増やす強制通風型も作成し、計2台の装置で観測を行った。

3. 観測結果

2013年12月から2014年3月に陸別で光学式雨量計、天秤式降雪量計の観測を行った。同時に顕微鏡観測をのべ13日間(242時間)を行い、3万枚の顕微鏡写真を撮影した。その中で降雪粒子が撮影された画像900枚を対象に、粒子の形状や粒径等を調べた。図2、図3は得られた結晶形の例、表1は主に降雪が観測された日の気温、最大降雪強度、主な結晶形である。降雪強度は天秤法で測定したが、表中のいずれの日も0.25mm/hr以下と非常に弱く、霰や大雪片のような降雪粒子はなく、雪結晶単体あるいは数個の雪結晶からなる雪片であった。特に1月27日のダイヤモンドダストが見られた場合は、降雪強度が非常に小さく、1分間の最大降水強度でも0.02mm/hrであった。

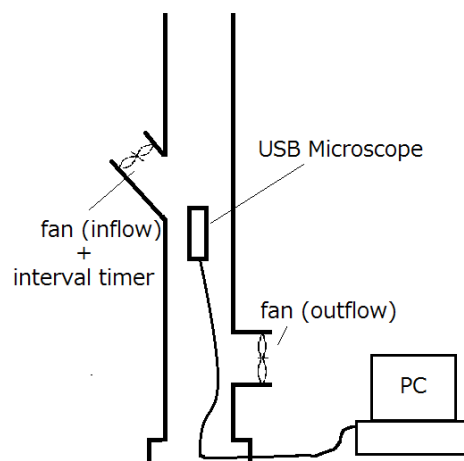


図1. USB顕微鏡を用いた観測装置の概略図

このときの光学式雨量計で測定した粒径分布を図4に示した。LPMとParsivelとも1mm以上の粒子は同程度に少なく、1mm以下の小さい粒子が多くなっている。しかしLPMとParsivelでは1mm以下の小さい粒子の計測数に大きな差があり、このサイズの測定数の信頼性に欠ける気がする。実際に降っていた粒子の大きさは、図2の顕微鏡写真からわかるように0.1~0.2mm程度が多く、これは図4のLPMとParsivelの粒径分布では示すことができない測定限界以下の大きさである。したがって、ダイヤモンドダストのような小さい粒子を測定するには、LPMとParsivelだけでなくSPCなど小さい粒子を測定できる測器が必要であり、このような小さい粒子が観測されたときにSPCの粒径分布がどのようになっているか今後比較したい。



図2. ダイヤモンドダスト写真
1/27 07:50、地上気温-23.1°C

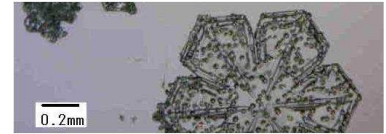
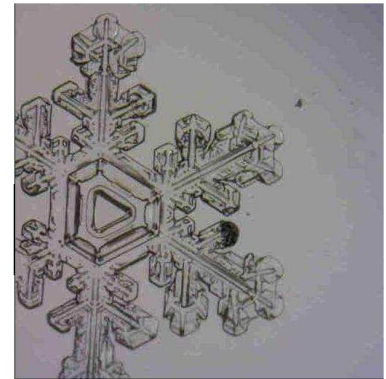
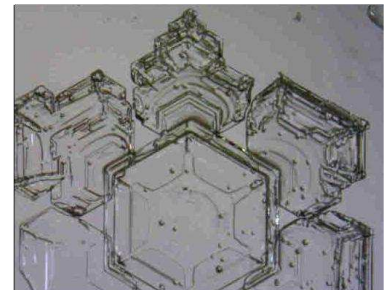
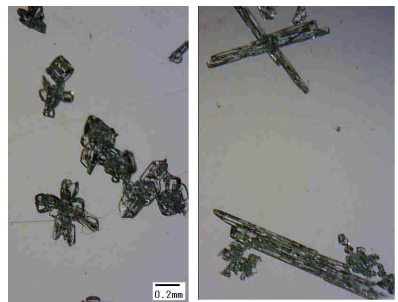
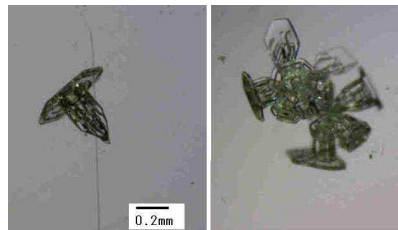
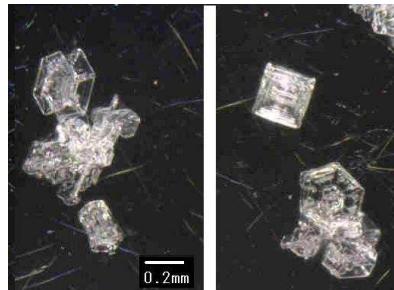


図3. 雪結晶顕微鏡写真 →
上段：1/12：21:32, 21:59
中段：1/26：08:40, 08:38
下段：1/28：09:20, 08:38

図3. 雪結晶顕微鏡写真（つづき）
上から1/26：9:22, 11:27, 9:45

表1. 降雪粒子観測日の地上気温と結晶形など

観測日 (2014 年)	降雪 時の 気温 (°C)	5分平均 の1分間 最大降 雪強度 (mm/hr)	主な結晶形 (グローバル 分類による)
1/12-1 /13	-11~ -13	0.13	C3b, CP1a
1/26	-3~ -6	0.25	R1b, CP2a, R1 c, P2b, P2a
1/27	-20~ -24	0.02	G1a, G2a
1/28	-4~ -11	0.13	C1b, C2c, P7b, C4d

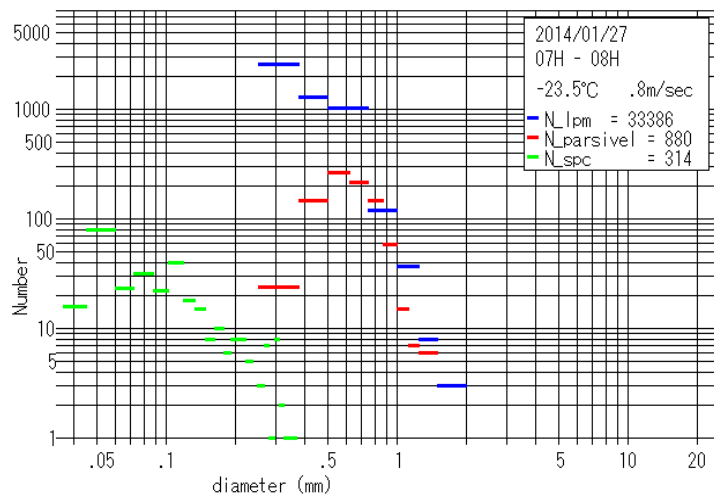


図4. 光学式雨量計で測定した粒径分布(1月27日7時-8時)