

II-20

降雪粒子観測に基づく降雪過程の解明

群 馬 県 正員 一倉史孝
 長岡技術科学大学建設系 正員 小池俊雄
 三 井 建 設 株式会社 正員 平賀雅彦

1. 目的

雪片の形成プロセスには大きく分けて、昇華成長、雲粒捕集成長、併合成長の3つがある。1つの雪片が形成される過程において、これらの各成長過程の寄与の割合がどのようになっているかを調べることは、降雪メカニズムを解明する上において非常に重要となる。本研究では、降雪粒子観測を行い、降雪予測モデルを構築していく上での指針を得ようとするを目的とする。

2. 観測方法

観測は、1990年12月中旬から1991年2月上旬にかけて長岡技術科学大学において行われた。観測項目は主に降雪強度、粒径分布、雪片構成要素である。降雪強度は電子天秤により測定し、粒径分布は大学屋上に設置された観測装置により降雪状況を撮影し、それを画像処理して算出する。また構成要素や雲粒量を調べるために降雪粒子の捕獲を行った。降雪粒子の捕獲は、容器に灯油を入れ低温室で -20°C に冷やし、その容器を降雪時に持ち出して灯油中に降雪粒子を取り込む。捕獲された降雪粒子は再び低温室に持ち帰り、後に実体視顕微鏡により雲粒付着の程度や構成要素を観察する。またこれらの観測と並行して、大学屋上に設置された観測装置により気象観測も行った。

3. 結果

(1) 雪片の分類: 12月中旬から1月中旬に捕獲された雪片を雲粒付着の程度により6つのタイプに分類した。タイプ1は雪片への雲粒付着はほとんどないもので、タイプ6になるほどその付着量は大きくなる。このような分類を行うことにより、雪片への雲粒付着量の指標として以下の解析に用いた。

(2) 層状性の降雪時(2月4日、pm12:25からpm1:45)

図1は層状性の降雪時の降雪粒子観測結果である。図中には、降雪強度、降雪粒子タイプ、粒径分布、構成要素(粒径分布図の右端)が示してある。時間がAからFに区切られているが、これは粒径分布がほぼ同じ時間帯ごとに区切られたものである。

これらの図を見ると大雪片が含まれる降雪時AとEで比較的降雪強度が大きいことがわかる。また粒径分布がほぼ同じ(各時間帯内)であっても降雪強度は変化するが、降雪強度に変化があらわれるような所では降雪粒子タイプにも変化があらわれ、さらに粒径分布に変化が生じる所(AからEの境界線の周辺)でも降雪粒子タイプが変化する傾向にあることがわかる。

次に図1の結果をもとにこの時の降雪メカニズムを考えてみる。この降雪では構成要素などが変化している。結晶形は主に気温や湿度によって変化するから、これらの降雪は雲の上と下で気温差のある比較的高い雲からのものか、もしくは気温差の小さい薄い雲ではあるが、雲中の水蒸気量や雲粒量にむらのある雲からのものか、といういずれかが考えられる。一方、降雪強度に着目すると降雪強度の時間変化は小さく、またその値も小さいことから、対流性ではなく、厚みもあまりない雲であると推測される。したがって、この降雪は図2に示すような比較的薄い層状性の雲からのもので、その雲中の水蒸気量や雲粒量にばらつきがあるために構成要素などに変化を生じさせたと考えることができる。

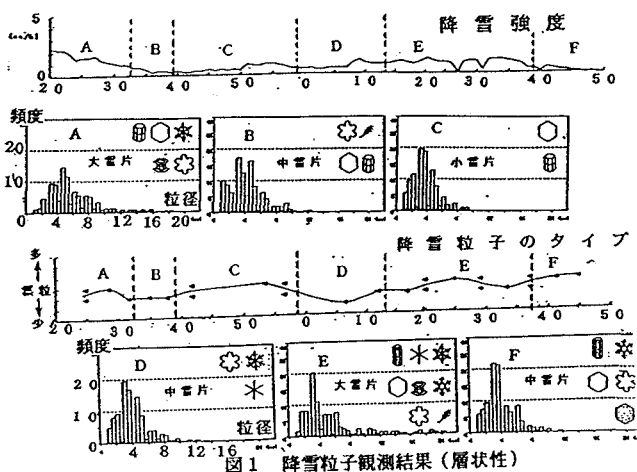


図1 降雪粒子観測結果(層状性)

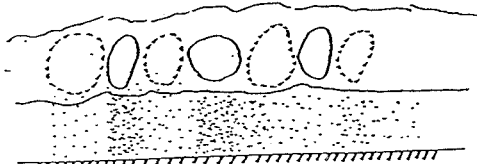


図2 層状性の降雪時

(3) 対流性の降雪時(1月31日, pm3:55からpm4:29)

図3は対流性の降雪時の降雪粒子観測の結果である。対流性の降雪ではまず最初に中あられ、次に大あられ、そして小あられとあられが最初に降り、やがて雪片が混ざってきてDとEで大雪片が降る。構成要素に着目すると主にDとEの時間帯で放射状樹枝が見られるようになるがDよりもEに降るものの方が雲粒付着量は増える。なおこの降雪では樹枝結晶のみしか確認されなかった。

次に図3の結果をもとにこの時の降雪メカニズムを考えてみる。まず最初にあられが降るが、これは雪片よりもあられ成長の速さの方がはるかに速いためである。いま、あられの落下速度を一定と仮定すると、各あられが形成される高度に違いがあると考えられる。中、大、小の順に降るということは、下層で中位の雲粒量、中層で多量の雲粒量、上層で少量の雲粒量を有しているとするれば、このような降り方になると思われる。さらに雪片についてはD、Eで大雪片が降ることから、この時間帯での雪片は併合成長していると考えられ、併合は上昇気流中では行えないため、この雪片は途中で上昇域から外れて落下しながら併合を行うことになる。またD、Eとも雪片中に放射樹枝のみしか確認されず、放射樹枝は -14°C で昇華成長するため比較的低高度で上昇域から外れたと考えられる。しかし、DとEで雲粒量や放射樹枝の中心部に違いがあり、Dでは樹枝の中心部は角板(-5°C から昇華)であり、Eではその中心部に角板はほとんど見られないため、DはEよりも低高度で上昇域から外れたと考えられる。

またDの雪片は雲粒量が少なく、Eのものは雲粒量が多いことから、最初に仮定した雲粒分布ともほぼ一致する。

4. まとめ

この研究では、降雪強度、降雪粒子の粒径分布、雪片構成要素と雲粒付着の程度から降雪メカニズムの推測が行えた。このような観測例をさらに増やし、またレーダー観測や高層気象観測を行い、この両者を結び付けることにより降雪メカニズムの解明が可能となり、またそれは降雪予測モデルの構築へと結びついていくものと思われる。

謝辞 本研究は文部省試験研究「降雪リモートセンシング検証システムの開発」(代表:小池俊雄)による。

また、御協力戴いた富山高専:村本助教・椎名助手に謝意を表する。

<参考文献> 1) 藤吉康志:雪片構成要素の短時間変動、低温科学物理編, 1985 2) 高橋 勁:雲の物理, 1987 3) 播磨屋敏生・佐藤 節:降雪現象における雲粒捕捉成長過程の寄与率, 1988 4) マジックモンキー組織委員会:マジックモンキープロジェクト論文集・講演集, 1990

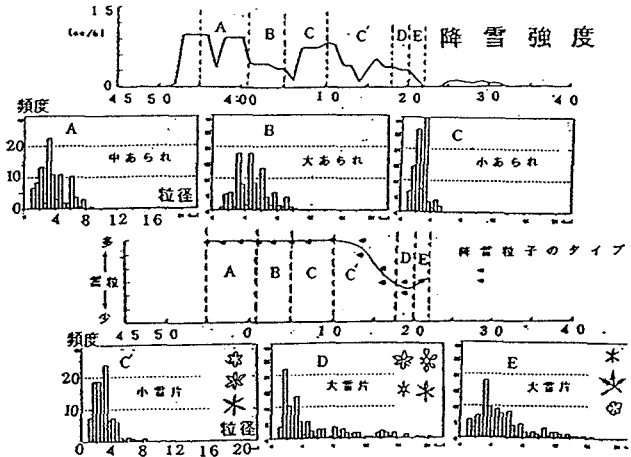


図3 降雪粒子観測結果(対流性)

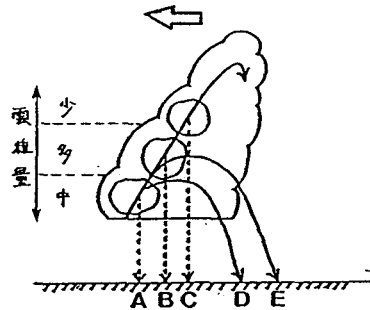


図4 対流性の降雪時