

北陸地方の冬での降水形態の性質とその自動観測について

水文気象研究室 藤田学斗

指導教員 熊倉俊郎

1. 背景・目的

降水形態が観測される場合、固体降水で降るのか、液体で降るのかにより、地域の水の動態が大きく変化する。そのような降水形態の観測は過去から行われてきているが、多くの地域、細かな時間で行われている例は少ない。降雪が多いが比較的温暖な北陸地域では、降水形態は時間、場所により大きく異なっているようであるがそれを裏付ける観測も多くない。ここでは、自動観測や統計的な手法に基づいて降水形態の計測・推定を行い、降水形態の時空間分布を明らかにしようとして試みたいが、どの手法も根本的な解決策とは言えない。よって、空間密度が必要不可欠である自動計測では、今までの効果で頻繁なメンテナンスが必要な方法に替わる安価で壊れにくい測定機器の開発を目指し、一方で、計測されていない領域の統計的推定手法を確立するために、降水形態の推定手法について考察した。自動測定機器に関しては、測定に必要な要件を検討するための数値モデルの構築を行い、現在のプロトタイプ機器の検証を行った。また、統計的な手法については、今までは、検証データとして有効に使える降水形態の測定結果がなかったが、数年前から、時間的に密な判別データの多観測点での整備が行えるようになったことから、それらのデータを用いて気象要素との比較検討を行った。

2. 降水形態の性質把握のための解析

2-1. 使用データ

使用したデータの観測地点と期間はそれぞれ防災科学研究所雪氷防災センター(長岡市)では2008-2009年の一冬季、森林総合研究所十日町試験地(十日町市)では2007-2008年、2008-2009年の二冬季である。使用したデータは5分毎の降水量は田村式降雪降雨強度計、5

分毎の降水形態は画像処理手法を用いた降雪粒子観測器(石坂ら)から得られたものを用いた。地上気温は長岡市は1分毎、十日町市では1時間毎のデータを各観測点から提供していただいた。熱量を計算するための0°C高度までの気圧、気温、相対湿度はNCEP客観解析データを用いた。

2-2. 解析手法

・ T_{50} の計算

6時間毎に気温に対する降水形態とその頻度の割合と降水量を集計し、雪の割合が50%を超えるときを T_{50} とする。集計したデータが雪のみのときは観測された最高気温を T_{Smax} 、雨のみのときは観測された最低気温を T_{Rmin} とする。容易に雨と雪の境界が得られないものについてはカウントしないこととした。

・地上付近のカラム熱量の計算

次の式を用いて地表から0°C高度までの単位面積当たりの気柱の持つ熱量を計算する。

$$Q = - \int_{p_s}^{p_0} \frac{C_v T}{g} dp$$

ここで Q は地表から0°C高度までの単位面積当たりの気柱の持つ熱量[J/m²]、 p_s は地上気圧[Pa]、 p_0 は気温が0°Cとなる高度の気圧[Pa]、 C_v は乾燥空気の定容比熱[J/(kg·K)]、 T は気温[K]、 g は重力加速度[m/s²]である。

3. 光学式固体降水粒子観測器の測定とモデルの作成

測器に使用されている素子の特性を模したモデルを作成し、それと比較検討するための実験を行った。

4. 結果・考察

・一冬季中の T_{50} の変化

図1に2008年から2009年にかけての長岡と十日町の一冬季中の T_{50} の変化を示す。図

中の丸が十日町，三角が長岡の T_{50} である。集計の間隔が短いため多くの T_{50} は得られなかったが、一冬季中でも異なっていることが確認できた。

・カラム熱量と地上気温の関係

図2にカラム熱量と地上気温の変化を示す。これらの変化はおおむね似ていたが、その関係は分散が大きく、ほぼ同じ気温でもカラム熱量が大きく異なる事例(図2中の丸と四角)があった。この要因として湿度による影響が考えられたため検討を行ったが、他の要因による影響であると考えられる事例があった。

・光学式固体降水粒子観測器で測定した波形と作成したモデルの波形

図3に光学式降水粒子観測器で測定した電圧波形(図3, 左)とまた測器に対応して作成したモデルの出力波形(図3, 右)を示す。光学式降水粒子観測器で測定した電圧波形によって、光学式降水粒子観測器の感度は粒子と測器のセンサーとの位置関係によって異なることがわかった。また測器に対応して作成したモデルの出力波形はフィックスすることができなかった。

4. 結論

本研究により、一冬季中での T_{50} の変化は地点や時期によって異なることを確認でき、場所、時間に依存した手法が望ましいことが示唆された。次に行ったカラム熱量と地上気温の関係については、カラム熱量と地上気温の変化にはおおむね似ていたが、その関係は分散が大きく、ほぼ同じ気温でも熱量が大きく異なる事例があることが確認された。この要因として湿度による影響が示唆されたが、他の要因による影響の強い事例もあることがわかった。

また降雪粒子の落下速度と大きさを観測するための測器の開発を行うために行った、現在使用している光学式固体降水粒子観測器のモデルの作成と、測器の観測領域の計測によって、

測器の感度は素子と粒子との位置関係によって異なり、得られる電圧は測器と粒子の距離が近いほど大きいことが確認できた。しかし作成したモデルは測器とのフィックスがうまくできず、モデルの再構築が必要である。再構築する際にはフィックスが難しい要因として考えられる要因を排除し、一組の発光部と受光部のみのモデルをまず作成する必要がある。

これらの結果から降水形態の詳細な性質を得るためにはカラム熱量や地上気温の関係だけではなく、他の要素についても検討する必要がある。今後は粒子の大きさ、落下速度を測器によって観測しその検証を行いたい。このため測器の開発が急務であると考ええる。

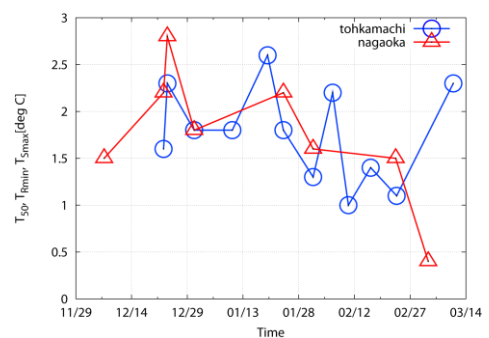


図1. T_{50} の変化

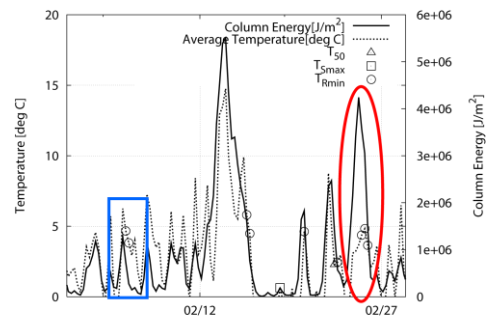


図2. カラム熱量と地上気温の関係

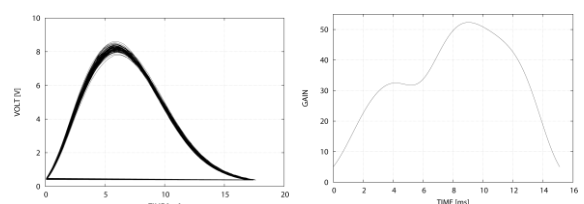


図3. 実験結果(左)とモデル(右)の波形