

光学式降水粒子観測器による 粒子の直径・落下速度データを用いた降水量推定方法の研究

水文気象研究室 守田佳弘 指導教員 熊倉俊郎

1 背景と目的

全国の降水量観測には転倒ます型雨量計が広く用いられているが、大雪時の融雪遅れにより固体降水の正確な観測が困難である。熊倉らが提案した光学式反射型固体降水観測器 (PDS) は、安価で設置が容易かつメンテナンス性に優れ、多観測点配置に適する。本研究では、PDS に石坂ら (2013) が副次的に提案した降水量算出方法を適用し、その適用可能性を検討する。この方法は降水粒子の直径と落下速度から降水量を算出するものであり、PDS に搭載予定のそれらの推定機能を活用する。さらに、PDS 適用前に降水種別の違いがこの方法に与える影響を検討する。

2 使用機器と観測条件

2.1 PDS

本研究で対象とする PDS (図 1) は、粒子の直径や落下速度、降水量を推定することを目的としている。仕組みとしては、発光素子から照射された近赤外線が降水粒子に反射し、その反射光を受光素子で観測することで電圧の強さを測定、その強さから各物理量の推定推定するものである。

2.2 LPM

石坂らの降水量算出方法における降水種別の違いでの影響調査には、PDS よりも真値に準じて降水粒子の直径と落下速度を観測可能な LPM (図 1) を用いる。

3 研究手法

3.1 石坂らの降水量算出方法

石坂らの降水量算出方法は粒子直径と落



図 1 PDS(左上) LPM(下) 配置(右上)

下速度から降水量を算出するもので、その降水量は実測値と強く相関するが過小に算出される。石坂らはそれに係数を乗じることで実際の降水量を推定可能としている。本文中では、過小に算出された降水量を Pr_{raw} 、係数を乗じた降水量を Pr_{corr} とする。

3.2 降水量への降水種別情報の付与

降水種別の違いを考慮した降水量算出にあたり、降水量算出と同じ時間間隔での降水種別分別を行うことで、降水量を降水種別ごとに分けることが可能となる。その手法として、粒子直径と落下速度から降水の特性を示す CMF を用いる。CMF は時間間隔が小さいほど分別精度が向上し、降水量は時間間隔が大きいほどばらつきが小さくなる傾向が確認されたため、バランスを考え 5 分間隔で算出を行う。

4 結果と考察

分別した降水種別ごとの降水量算出値と基準値で切片を 0 に固定した回帰分析を行い、回帰係数の差異を確認することで算出値に差異が存在するかを確認する。回帰係数には明確な差異が存在することがわかる (表 1)。この要因として、みぞれや湿雪などの考慮しなかった降水種別の影響が考えられる。一方で、気温を考慮し、理想に近い条件となるようにデータの絞りこみを行った場合でも降水種別ごとに算出値の差異が生じた。また、今回の方法では Pr_{raw} に係数を乗じる係数を降水種別ごとに分けることでより正確に降水量を推定可能という結果も出ている。PDS の降水量算出の結果としては、欠測や過小評価が多く観測された。これは PDS の物理量算定アルゴリズムにおける、低確率で発生する大粒子の目前通過による大きな電圧の観測と、高確率で発生する小粒子・遠方粒子の小さな電圧変化の補完関係が収束しなかったケースが影響していると考えられる。観測値の収束は降水強度や算出時間間隔に依存すると考えられ、その検討が必要である。また、PDS においても LPM と同様に降水種別ごとに回帰係数の差異が見られたが、要因としてアルゴリズムだけでなく液体水の影響による反射光の減衰の影響も示唆された。液体水の影響を除き、降水種別ごとに係数を適用することで相関係数 0.813 という比較的高い精度が得られた (図 3)。

5 まとめ

石坂らの降水量算出方法は降水種別によって算出値が異なり、 Pr_{raw} に係数を乗じる際に種別ごとに分けることで精度が向上した。また、PDS 適用時に降水量の過小算出

傾向がみられ、液体水の影響や粒子直径・落下速度の算出時間間隔が要因と示唆された。

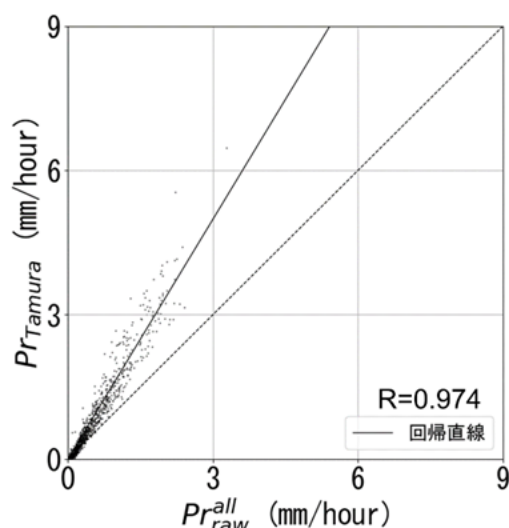


図 2 算出された Pr_{raw} と基準値の関係

表 1 基準値と Pr_{raw} の回帰分析結果 (降水種別ごと・ 0°C 未満での結果含む)

降水種別	β	β (0°C 未満)
Water Droplet	1.47	1.65※
Lump Graupel	2.13	1.87
Hexagonal Graupel	2.02	1.77
Densely Rimed Aggregates	1.83	1.65
Rimed Aggregates	1.67	1.63
データ全体	1.76	1.66

※ 0°C 未満の雨は例外的なケースとして考慮していない。

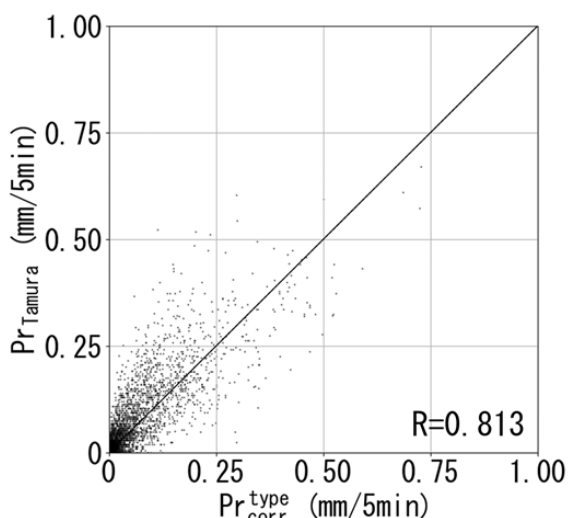


図 3 液体水の影響と降水種別での算出値の差異を考慮した PDS での降水量算出結果