

姫川流域における高標高部の雨量観測と降雨の標高依存性

株式会社 総合防災システム研究所
国土交通省北陸地方整備局 松本砂防事務所

日坂 勲、五代 均、 大津洋介
今井一之、長谷川賢市、岡田 武

1. はじめに

高山帯に位置する高標高の源頭部では、樹林帯が発達していないため強風が直接雨量計にあたり雨滴の捕捉率が低下する現象が生ずる。これは一般にはジェボンス効果¹⁾として知られており、平成 17 年度の砂防学会では、三宅島における観測により強風により失われた雨量を、水平受水口を持つ高標高雨量計で捕捉することが可能なことを報告した²⁾。今回は、それを姫川上流域に位置する北アルプスの高山帯の高標高部 2 箇所に設置し、短い期間ではあるが観測データを収集したのでその結果を報告する。また、高標高雨量計による観測値を検証するために、過去の降雨の標高依存性について検討した結果、降雨の標高依存性がみられたので報告する。

2. 高標高雨量計の構造

高標高雨量計は、図 1 に示すように、機器側面に水平受水口、そこから入った雨滴を計測する転倒枳からなる雨量計である。水平受水口は雨量計本体全周に開口しており、内部には受水ネット(0.6×0.8mm メッシュ)がセットされている。転倒枳は一般の雨量計と同様に 1mm1 転倒である。強風の影響を受けた雨滴を水平受水口により捕捉し、雨滴を受水ネットにより集水し、下部の転倒枳に送り、雨量計測する構造である。

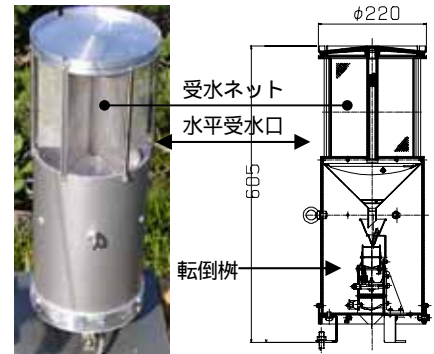


図 1 高標高雨量計の構造

3. 雨量計の設置と観測

設置場所は、直轄の観測局である浦川上流(標高 2180m)、八方山(標高 1840m)の 2 箇所で、高標高雨量計は局舎屋根上にある既設雨量計の横に設置した(写真 1)。また、地面に落下する雨量を検証用真値として入手するため、0.9×1m(0.9m²)の受水面を持ち、転倒枳型流量計で雨量を計測する器材を製作して地表約 20 cmの高さに設置した。局舎横のアンテナマストには風向・風速計(CYG-5103)を設置した。観測データはデータロガ(C-CR10X-2M)に記録した。観測期間は、平成 17 年 10 月 21 日～11 月 5 日である。検証用真値(検証雨量)に近い雨量指標として空間雨量²⁾を次のように定義し検討した。「空間雨量の定義：強風による雨滴の移流で通常型雨量計(垂直雨量)において計測されなかった雨量を、水平開口部を持つ高標高雨量計(水平雨量)で計測し通常型雨量計の計測値を補填した雨量」

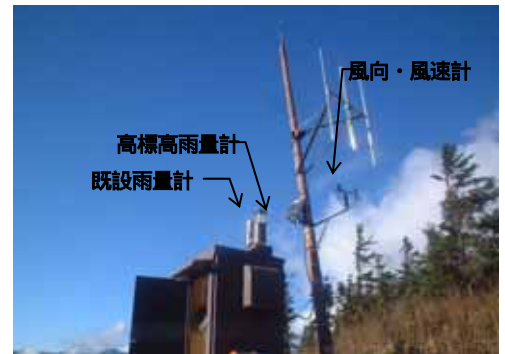


写真 1 浦川上流への観測機器の設置

以下に高標高雨量計の観測結果と検証雨量に基づく検証結果を示す。

4. 結果と考察

4.1 高標高雨量計による観測結果

八方山では観測期間中に凍結したことに加え、検証用雨量計の設置位置が山小屋の陰となり、適正なデータが得られなかったことから、浦川上流の観測結果について示す。

観測期間の降雨は 6 回あり、各降雨の連続雨量の垂直差分雨量(垂直雨量 - 検証雨量)と平均風速の関係は、図 2 に示すようであった。これをみると風速の上昇とともに差分雨量は減少する傾向を示しており、既設雨量計は風の影響により

雨滴の捕捉率が低下することが推測される。また、雨量の真値としての検証雨量と空間雨量の相関関係は図 3 に示すとおりであった。両者はほぼ 1 : 1 の直線関係となり、空間雨量は真値に近い値を示した。このことから、概ねジェボンス効果に対して高標高雨量計の有効性があったものと考えられる。しかし、今回の観測は期間が短く、データ数も少ないことから、今後、観測を継続して検証することが必要と考える。

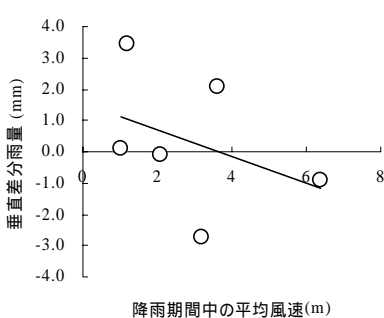


図 2 平均風速と垂直差分雨量の関係

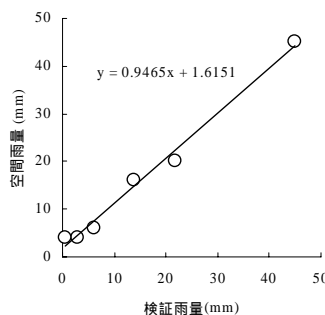


図 3 検証雨量と空間雨量の関係

4.2 降雨の標高依存性

姫川上流域に位置する雨量観測局の標高と降雨量の関係を過去の連続雨量からみると図4のようである。標高の上昇とともに降雨量が多くなり、両者の関係は連続雨量が多くなるとより強くなった。また、梅雨・台風と降雨原因が相違しても同様な傾向を示しており、いずれの場合も山岳地形に沿って急激に気流が上昇し、断熱膨張によって降雨が発生したものと考えられる。このような関係が明らかになれば、標高依存性から雨量 - 高度法により、流域平均雨量を求めることが可能となる¹⁾。この中で猿倉の連続雨量に対し、猿倉より標高の高い風吹岳、八方山、浦川上流は常に小さい降雨量を示していることがみられる。この3観測局はいずれも1700m以上の高標高部にあり、周辺には樹林などの植生はほとんどなく風当たりが強い。一方、猿倉の観測局は樹林帯の中にあり、強風の影響を受けにくい。このことから3観測局の雨量観測値は、強風の影響で実際の降雨量よりも少なく観測されている可能性が考えられる。また白馬岳(標高2730m)は、立地条件からこれらの観測局よりも更に強風の影響を受けていることが推測できる。

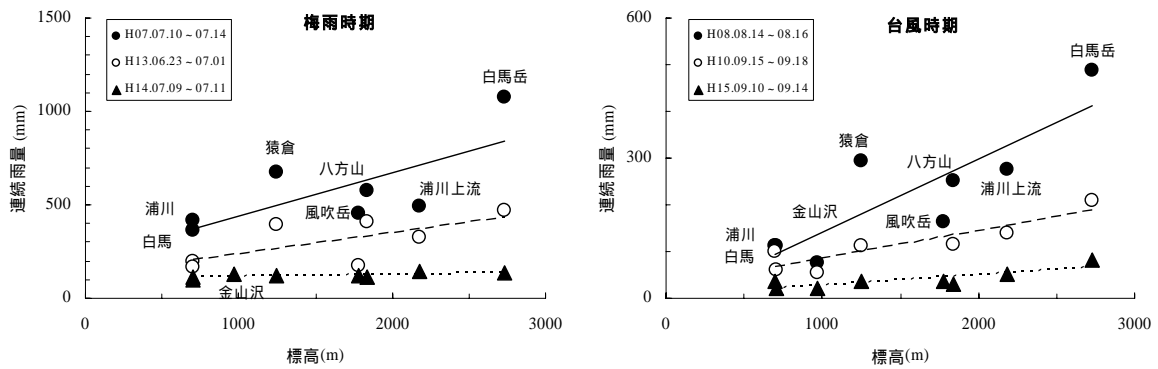


図4 過去の降雨における標高依存性

そこで、三宅島で観測された雨滴捕捉率0.86の逆数1.16(1/0.86)を垂直雨量に対する補正係数と仮定し、強風によるジェボンス効果が発現しない場合の降雨量を推定した。同時にこの結果を、降雨標高依存性を用いて検証することを試みた。すなわち強風の影響を受けにくい猿倉、金山沢、浦川、白馬を除く4観測局(白馬岳、八方山、浦川上流および風吹岳)の雨量データに対して補正係数1.16を乗じ、降雨標高依存性について検討した。標高と補正前後の連続雨量の関係を図5に示す。補正した回帰直線は、補正前に比較して標高依存性を示す回帰直線の相関係数が高くなり、標高依存性がより明確となった。この結果4観測局は、強風の影響で実際の降雨量よりも少なく観測されている可能性が推測できる。

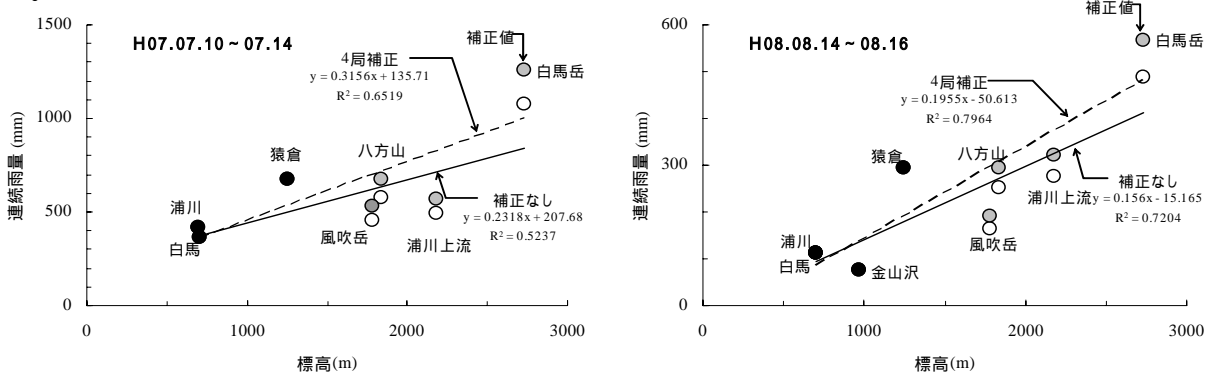


図5 過去の降雨における標高依存性の補正

5. まとめと今後の課題

高標高雨量計、風向・風速計を北アルプス姫川上流域に高標高部に設置し、観測した結果、既設雨量計の垂直雨量は、風の影響により雨滴を十分に捕捉していない傾向がみられ、空間雨量は真値と比較するとほぼ1:1で対応することが結果として得られた。また、降雨の標高依存性から、高標高部に位置する観測局では強風の影響を受け、雨滴の捕捉率が減少していることが推測された。これらのことから、高標高雨量計の有効性については概ね把握することができた。しかし、データ数は少なく、推測の域を脱しないのが現状である。したがって、平成18年度も観測を継続し、強風時の降雨データを取得して高標高部の雨量観測を検証する予定である。さらに、強風の影響が大きいと推測される白馬岳、強風の影響をあまり受けないと推測される猿倉への観測機器の設置、降雨の標高依存性を利用した流域平均雨量についての検討などを実施する予定である。最後に、ご意見をいただきました(独)土木研究所 火山・土石流チームに謝意を表します。

- 参考文献 1)川畑幸夫編：応用気象学大系第1巻 水文気象学；地人書館(昭和48年)
 2)日坂勲ら：高標高の源頭部における雨量観測；平成17年度砂防学会研究発表会概要集
 3)中北英一ら：降雨場の地形依存特性に関する基礎的研究；京都大学防災研究所年報 第43号 B-2