

山岳域の強風下における雨量観測に関する考察

株式会社 総合防災システム研究所 ○五代 均、大津洋介、小川達則
国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所 植野利康、長谷川賢市、櫛 清彦

1. はじめに

松本砂防事務所管内の主な流域は、標高3000m以上の北アルプスが源頭部となっている。このような高標高部では、樹林のない高山帯となっており、風当たりが強く、現状の雨量計による観測では、ジェボンス効果が発生し、雨滴の捕捉率が低下することが知られている。平成18年度の砂防学会では姫川上流域の浦川上流観測所の観測結果から、既設の雨量計では強風の影響で捕捉率低下が認められたこと、検証雨量と補填雨量(空間雨量)はほぼ一致したことを報告した。

本年は観測箇所を増やし引き続き、6箇所の観測所で観測した。その結果、強風による風速と雨滴捕捉率の関係が明らかとなり、さらに観測結果を警戒避難雨量として利用した場合について検討したので、あわせて報告する。

2. 雨量観測状況

高標高雨量計による観測を実施した観測所は、姫川上流域、および信濃川上流域に位置する以下の6観測所である。

- ①白馬岳(2730m)、②浦川上流(2180m)、③八方山(1840m)
- ④猿倉(1250m)、⑤西穂(2350m)、⑥上上堀沢(1610m)

各観測所に前年度同様に、高標高雨量計(水平雨量計)、風向風速計を設置し、データロガーにより、データを収集し、既設雨量計(垂直雨量計)の観測結果と比較検討した。なお、高標高雨量計の構造等は文献1)を参照されたい。設置例として最も標高の高い白馬岳観測所を写真-1に示す。

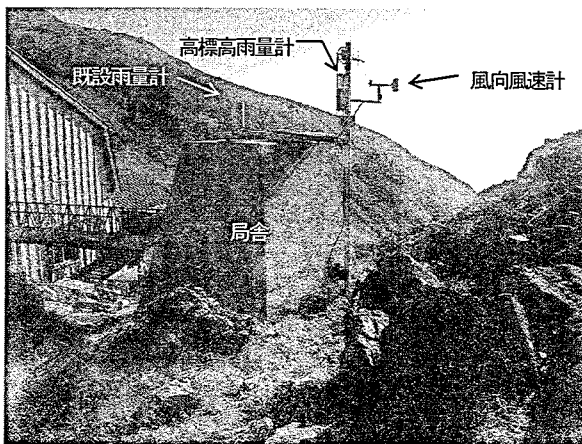


写真-1 白馬岳観測所の設置状況

3. 風速と雨滴捕捉率の関係

(1) 風速の標高依存性

各観測所の標高と観測期間の平均風速の関係を降雨時、無降雨時別に示すと図-1のとおりであった。

標高が高くなるにしたがい平均風速は強くなり、標高依存性を示した。猿倉、上上堀沢は樹林帯内に位置するため、無風状態の場合が多く、平均風速は低い。無降雨時より降雨時のほうが風速が強くなった。降雨という気象擾乱が原因して、風速が強くなったものと考えられる。

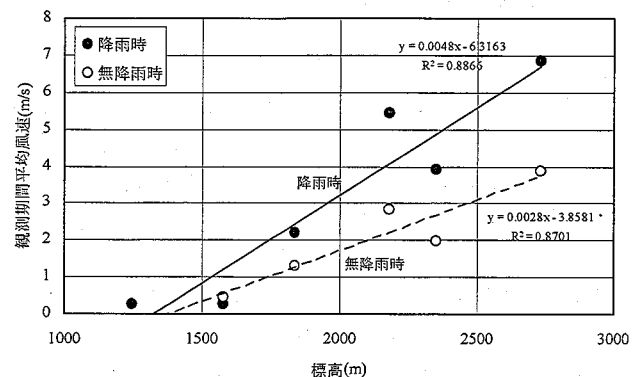


図-1 標高と平均風速の関係

(2) 風速と雨滴捕捉率の関係

すべての観測所の観測全期間の既設雨量計による1時間雨量(垂直雨量)から高標高雨量計による1時間雨量(水平雨量)を差し引いたものを差分雨量として、風速との関係を示したものを図-2に示す。なお、風速は1m/sごとの風速階級として示している。

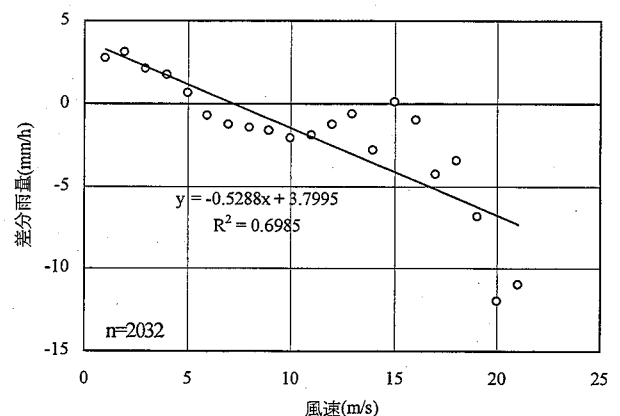


図-2 差分雨量と風速の関係

風速が強くなると差分雨量は低下し、風速7m/sでほぼ0mmを示した。それ以上の風速になると差分雨量マイナス値となり、水平雨量が垂直雨量を上まわった。

雨滴捕捉率と風速の関係を図-3に示す。なお、捕捉率は理論値による割合で示した。また、補填雨量は10分雨量の垂直雨量と水平雨量を比較し、卓越する雨量を採用したもので、実際、地表面に達する雨量と考えられる。

垂直雨量の捕捉率は、風速の上昇とともに捕捉率が低下し、koschmiederの実験結果と同様な傾向が見られた。一方、水平雨量は風速の上昇とともに捕捉率が増加し、ほぼ風速4m/s以上で垂直雨量の捕捉率より高くなった。なお、風速が強いとばらつきが生じるのは、強風時のデータ数が少ないためである。

補填雨量は、ばらつきがみられるものの、ほぼ捕捉率0の付近に集中しており、実際に地表面に到達した降雨量を表しているものと考えられる。

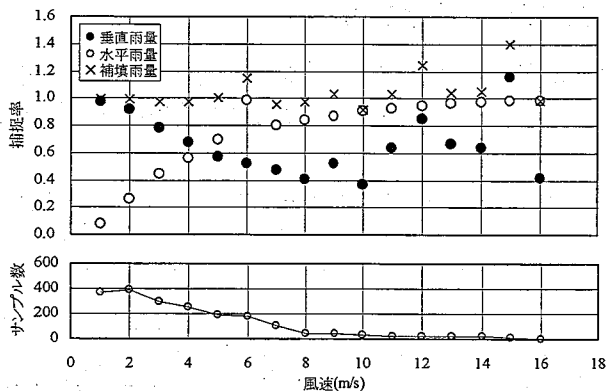


図-3 雨滴捕捉率と風速の関係

(3) 補填雨量と垂直雨量の差

実際の降雨時に補填雨量と既設雨量計による垂直雨量の差について、姫川上流域の10月1日～2日の累加雨量で表すと図-4のとおりである。

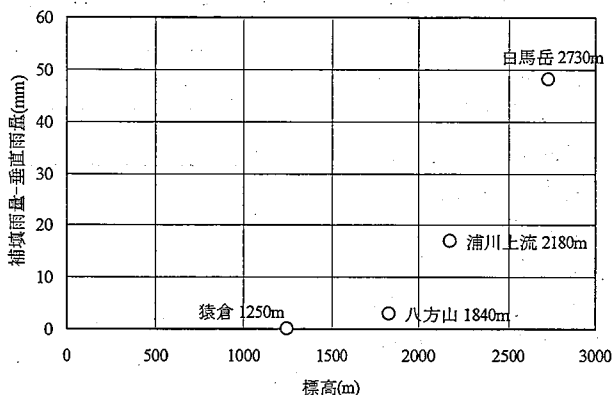


図-4 補填雨量と垂直雨量の差

標高が高くなると差が大きくなり、標高の最も高い白馬岳では、差が50mmにも達した。また、標高の低い猿倉は差がなかった。標高の上昇とともに風速が強くなり、既設雨量計では強風の影響を大きく受け、雨滴捕捉率が低下したためである。以上の結果より、次のことが明らかとなった。

- ①既設雨量計により観測された雨量は、強風の影響により、雨滴捕捉率が低下し、過小評価される。
- ②補填雨量は、地表面に到達した雨量を表す。

4. 雨滴捕捉率が警戒避難体制におよぼす影響

降雨事例の多かった西徳観測所の垂直雨量と補填雨量の観測結果からスネーク直線を用いて警戒避難発令状況について試算した。垂直雨量による実効雨量、ならびに補填雨量による実効雨量の計算結果を図-5に示す。

平均風速が強い期間の降雨は、垂直雨量による実効雨量は補填雨量による実効雨量より少なくなることが認められた。強風の影響により、雨滴捕捉率が低下することが原因である。

このようなことから、強風の影響により実効雨量が影響を受け観測精度が低下し、警戒避難発令精度に影響を与えることが懸念される。具体的には次の警戒発令精度低下が考えられる。

- ①遅すぎる検知→警戒発令の遅れ
- ②早すぎる検知→警戒空振りの可能性大

これらの精度低下は、基準雨量設定時の風の状態と、降雨中の風の状態による観測精度低下に影響されることから次の2つのケースに分けて検討した。

ケース1：風の影響がない降雨での基準雨量設定では、実際の降雨時に風の影響があった場合に発生する。この場合の西徳における垂直雨量と補填雨量のスネーク曲線を示すと図-6のとおりとなる。垂直雨量による警戒発令時間は、補填雨量による警戒発令時間より1時間25分の差異が発生した。

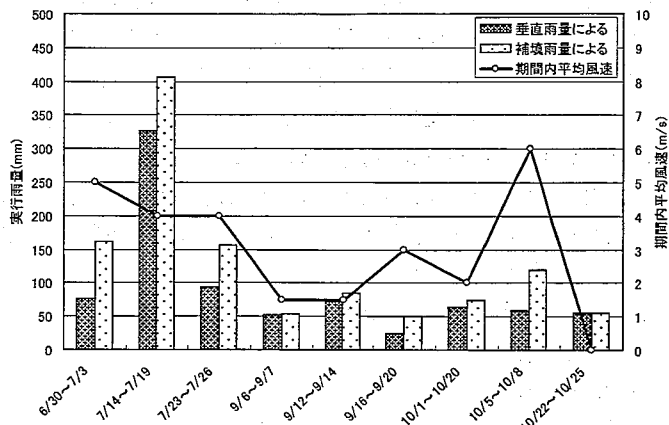


図-5 垂直雨量、補填雨量による実行雨量比較

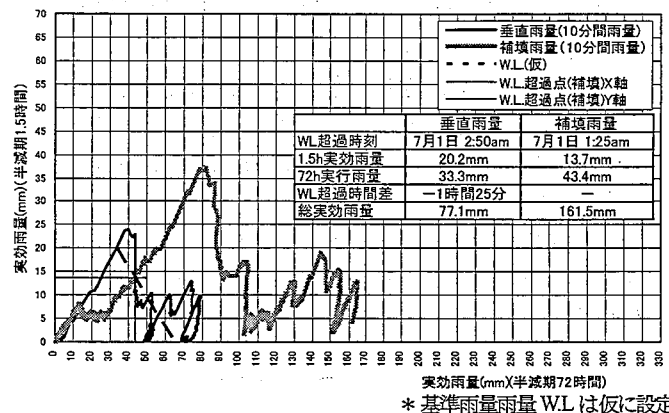


図-6 遅れ発生時のスネーク曲線例

ケース2：風の影響がある降雨での基準雨量設定した場合で、実際の降雨時に風の影響があった場合に発生する。このケースでは、早めに基準雨量を超過するため警戒空振りの可能性は大きくなる。しかし基準雨量自体が風の影響を受けているため、早めの警戒避難を促す雨量指標として位置づけることができる。従って、より安全率の高い警戒の発令が考えられる。

5. 今後の課題

強風の影響により既設雨量計の雨滴捕捉率が低下すること、高標高雨量計観測により求めた補填雨量は実際の降雨量を表すことが明らかとなったが、データ量としては少なく、今後も観測を継続し、信頼性の向上を図りたいと考えている。

[参考文献]

- 1)日坂勲ら: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;平成18年度砂防学会研究発表会概要集
- 2)METHODS OF DEFINITE RAIN MEASUREMENTS 111 DANZIG REPORT(1)By Prof.Dr.H.Koschmieder