

3次元雨量計の性能試験

松田益義¹、島村 誠²

1. 株式会社 MTS 雪氷研究所、2. 東日本旅客鉄道株式会社防災研究所

1. はじめに

雨水の飛来方向と飛来量(雨量)を計測できる「3次元雨量計」を開発し、2010 年夏季に富士山頂の測候所測風塔の最高点に試験設置した。転倒ます雨量計と3次元風向風速計等も併置し(写真1参照)、ソーラー電源による自動観測と携帯電話による定期的なデータ回収を行った。富士山頂測候所には過去に気象庁によって雨量計が設置されたが、雨水が斜面に沿って下方からも飛来することから、計測不適を理由にその後撤去された経緯がある。世界屈指の強風吹走地である富士山頂で、様々な風向・風速条件下の降雨に対し、「3次元雨量計」の計測性能と有効性を検証することが本試験観測の目的である。



写真1 転倒ます雨量計と3次元風向風速計等

2. 観測項目と器機仕様

3次元雨量計は雨水の飛来方向と量とを計測するために、12 方向に開口した受水口を有している。各受水口で捕獲した雨水は、計測部で重量を個別に計測し、受水口の方向と捕獲水量の幾何学的関係から雨水の飛来方向を計算する仕組みになっている。
3次元雨量計の仕様を表-1 に、併置した各観測機器の仕様を表-2 に示す。

表-1 3次元雨量計の仕様

部位	項目	仕様
受水部	受水口(セル)数	12 (4方位×3傾斜)
	受水可能な雨水の飛来傾斜角	天頂から135°
	計算可能な雨水の飛来傾斜角	天頂から90°
計測部	解像度	1 drop
	最少計測雨水重量	0.1g
	分解能	20 drops/sec
	計測時間間隔	1sec以上、自由設定
	感応時間の長さ	2sec以内(降雨開始直後を除く)

表-2 観測機器と仕様

器機名	品番等
転倒ます雨量計	武田計器製 TK-1(0.5mm 200mmφ)
3次元雨量計	MTS雪氷研究所製 Model-5 受水部: 球状(200mmφ)、12セル(4方位×3傾斜) 計測部: 13ヶの滴水水滴検知センサー
3D受水器+転倒ます雨量計	受水部: 3次元雨量計用受水器 計測部: Campbell製 TE525 (0.25mm転倒ます雨量計 158.75mmφ)
3次元超音波風向風速計	Young製 Model-81000

3. 観測結果

試験観測期間(2010年7～8月の約1.5ヶ月)中、ソーラーパネルの充電不足と原因不明の数回の欠測期間が発生したが、計9回、合計 40.7 時間の降雨に関するデータを収録することができた。各降雨の観測データを整理、集計した結果を表-3 に示す。

表-3 2010 年夏季、富士山頂の降雨、風向風速観測の集計結果

降雨 No.	一降り降雨記録時間帯		継続 時間	雨水の卓越 飛来方向 傾斜角 (天頂0°)	一降りの総雨量					3次元風向風速	
	記録開始時刻	記録終了時刻			転倒マス 受水量		3次元雨量計 受水量			平均風 速	傾斜角 (天頂0°)
	年/月/日 時:分	年/月/日 時:分			g	mm	g	g	mm		
3	2010/7/25 18:05	2010/7/26 2:25	8.3	36	518.1	16.5	651.0	526.7	16.8	8.8	117
1	2010/7/21 15:35	2010/7/21 18:00	2.5	27	31.4	1.0	36.4	32.4	1.0	4.7	126
9	2010/8/15 9:15	2010/8/15 14:15	5.0	22	0.0	0.0	29.5	27.4	0.9	7.1	108
4	2010/7/26 6:35	2010/7/26 10:00	3.5	6	0.0	0.0	2.9	2.9	0.1	4.8	129
2	2010/7/22 7:10	2010/7/22 9:35	2.5	15	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	3.7	122
8	2010/8/11 19:30	2010/8/12 8:15	12.8	>90	235.5	7.5	3075.9	—	—	11.8	121
7	2010/8/11 12:00	2010/8/11 17:45	5.5	>90	0.0	0.0	187.5	—	—	4.1	112
6	2010/8/9 12:55	2010/8/9 13:05	0.1	>90	0.0	0.0	19.6	—	—	6.5	129
5	2010/8/4 13:55	2010/8/4 14:30	0.5	>90	0.0	0.0	2.1	—	—	2.7	109
計	9回		40.7		785.0	25.0	4005.6				

富士山頂の降雨特性ならびに3次元雨量計の性能特性に関し、試験観測により得られた事実と表-3から読取れる事項は以下のとおりである。

- (1) 9回の観測降雨中、雨水の卓越飛来方向は5回が斜め上方からの落下型降雨であり(表-3の黒字降雨)、ほぼ半数の4回が斜め下方からの吹上型降雨であった(表-3の赤字降雨)。
- (2) 3次元雨量計で雨量が観測されて、転倒マス雨量計では観測されなかった降雨が6回(降雨 No. 9,4,2,7,6,5)あった。逆のケースは無かった。
- (3) 3次元雨量計の水平面換算量(雨量に相当)は、転倒マス雨量計の計測雨量と比べ、いずれの降雨に関しても多少大きな値が記録された。
- (4) 9回の降雨中、3次元雨量計が最も多量の雨水を捕獲したのは、降雨 No.8 であった。雨水の卓越飛来方向は 90° 以上の吹上型降雨(平均風速 11.8m/sec、吹上風の傾斜角 121°)で、受水量は 3057.9g(→3057.9cm³)であった。受水器は球状(200 mm φ)なので、その断面積(31.4cm²)は受水面積に等しいとして受水器に衝突した雨水を mm 換算すると、約 1000mm(974mm = 3057.9cm³ / 31.4cm² × 10mm/cm)となった。なお、降雨継続時間は 12.8hなので、平均時間衝突量は 76.1mm/h であった。
- (5) 上記降雨 No.8 は、雨水の卓越飛来方向は 90° 以上の吹上型降雨であったが、転倒マス雨量計は 235.5g(7.5mm)の雨量を記録した。その理由としては、12.8hの降雨時間中の僅かな弱風速時に落下雨水を捕捉した可能性や、雨量計の壁面への雨水衝突時の飛沫を捕捉した可能性などが考えられる。
- (6) 3次元雨量計の雨水飛来方位は、卓越風向と整合的であった。

上述の観測事実に基づき、3次元雨量計の有効性について検証しえた基本的事項を列記する。

- (1) 既往の雨量計とは異なる新しい、多様な降雨情報を提供しうること
- (2) 富士山頂のような強風吹走地でも設置可能で、上記降雨情報を提供しうること
- (3) 微量の雨水(霧雨を含む)を検知するので、正確な降雨開始時刻の情報を得られること
- (4) 雨水の捕捉率は、転倒マス雨量計よりも高いこと
- (5) あらゆる方位、傾斜の近傍斜面に対して雨水の地表衝突量の推算が可能であること

本試験観測出得られたデータの詳細な時系列的分析は、現在継続中である。また、3次元雨量計は若干の改良を行って製品化し、降雨観測の進展と斜面災害の防止などへの有効活用に使いたい。

*連絡先:松田 益義 (Masuyoshi MATSUDA)、matsuda@mtsnow.co.jp