

3次元雨量計による富士山山頂雨量観測

JR 東日本 ○外狩麻子 島村誠
MTS 雪氷研究所 松田益義

1. はじめに

豪雨で起きる斜面災害の危険性を評価するうえで、現地の降雨量を正しく把握することはきわめて重量である。しかし、台風や寒冷前線の通過時あるいは場所でいえば山頂や尾根などでは、豪雨はしばしば強風を伴い、横殴りとなるため、通常の雨量計で降雨水の正確な着地水量を評価することが難しい。

そこで、あらゆる落下角度からの降雨を捕捉するとともに、あわせて降雨の卓越方位をも評価することができる3次元雨量計を試作し、富士山頂において観測を行ったのでその結果について報告する。



図1 3次元雨量計

2. 3次元雨量計の開発

雨水の飛来方法と飛来量(雨量)を計測できる測器として、3次元雨量計を開発した。外観を図1に、また測器としての仕様を表1に示す。3次元雨量計の受水部は、雨水の飛来方向とその量を計測する12方向に開口した受水口を有する球状となっている(図2)。図2の受水部を真上から平面的に示すと図3のようになる。方位としては90°毎の4分割であり、設置時に開口部のセルNoと方位を合わせることで、雨滴の飛来方位を計測することができる。また、垂直方向には、天頂を0°として、①0~45°、②45~90°、③90~135°の3つの分割で、横・斜めあるいは下から風によって吹き上げられる雨滴を補足し、その角度の3つのグループ分け(①②③)を把握することができる。平面的な分割が4分割、垂直方向に3分割で12分割となり、12つのセルで捕獲した雨水は計測部で個別に計測され、受水口の方向から雨水の飛来方向毎の雨水量を計算する仕組みになっている。これまでの転倒マス式雨量計との機能比較を表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°
	計測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)



図2 受水部

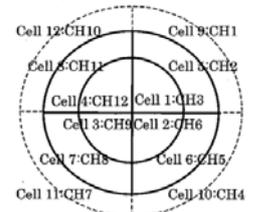


図3 受水部セルの平面的分割

2009年に鉄道沿線での試験計測を行い(図4)、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を目的として、2010年夏季に富士山頂の旧測候所において試験観測¹⁾を実施した(図5)。

表2 3次元雨量計と転倒マス雨量計の仕様比較

	3次元雨量計	転倒マス型雨量計
受水器の形状	3次元球体状(直径20cm)	2次元円形(直径20cm)
受水器の開口部数	方向の異なる12コの開口部(12受水口)	天頂方向のみの開口部(水平受水面)
降雨量計測の原理	各開口部で捕獲した雨水を水滴(重量0.1g)にして電極間に滴下、1秒間の滴下数(通電数)を開口部別にカウントする	水平な開口部が捕獲した雨水の重量が15.7gに達するとマスが1転倒し、単位時間あたりの転倒回数をカウントする
計測可能な最少雨量	0.1g(雨水鉛直落下時の0.003mm相当)	15.7g(0.5mm相当)
捕獲可能な雨水の落下(飛来)方向	0°(天頂)~135°	0°(天頂)~90°(水平)
捕獲・計測する雨水の量	雨水の飛来方向に垂直な直径20cmの円内を通過する雨量	直径20cmの水平な円内を通過する雨量
実測データ(滴下数)から得られる情報	任意の時間内において卓越的に落下する雨水の方向(方位+傾斜) 雨量計設置点周辺の任意傾斜面(含、水平面)に単位時間に落下衝突する雨水の量	-

3. 富士山山頂での観測実施及び結果

試験観測期間(2010年7~8月)中、降雨イベントとして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。降雨の記録の概要を表3に示す。9つの降雨イベントのうち、5イベントが通常平地で起こる降下型降雨であり、残りの4イベントが富士山特有の上昇型降雨と考えられる(図6)。

期間中、3次元雨量計が最も多くの雨滴を捕捉した降雨イベントは表3のNo.3の降雨イベントである。このイベントの7月25日19時から19時30分までのデータを図7に



図4 沿線での試験観測



図5 富士山山頂観測状況



示す。図7左は、雨水が飛来した方位角ごとの雨滴量(雨滴の粒カウント)を示し、横軸の-69から471は北を0として時計回りに角度を割り振った方位を示す。グラフの色分けは雨滴の進入角度の3つのグループ(上述の①②③)毎での雨滴カウントを示し、赤が①: 0~45°(ゼerp、緑が②: 45~90°、青が③: 90~135°)となる。図7右は、雨水が飛来した進入角度毎に雨滴カウントを合算したグラフである。この時間帯の平均風速は9m/s、卓越風傾斜角は108deg.であり、3次元雨量計での捕捉雨滴は505g/30分(おおよそ13mm/30分)であった。同様に通常の転倒マス雨量計での捕捉雨滴は220g/30分(7mm/30分から逆算)であった。

表3 観測した9降雨イベント(黒:降下型降雨,赤:上昇型降雨)

降雨No.	一降り降雨記録時間帯		継続時間	雨水卓越飛来傾斜角 天頂0°	一降りの総雨量					3次元風向、風速	
	記録開始時刻 年/月/日 時:分	記録終了時刻 年/月/日 時:分			転倒マス 受水量		3次元雨量計			平均風速 m/s	傾斜角 天頂0°
					g	mm	球面受水量 g	水平面換算量 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				

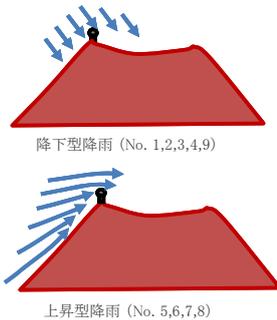


図6 降下型降雨(上図と上昇型降雨(下図))

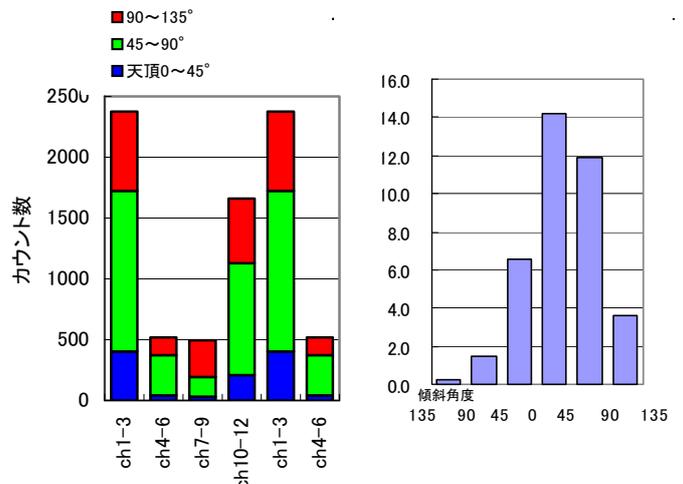


図7 NO.3の降雨イベント2010.7.25 19:00-19:30

4. まとめ

- 富士山山頂での観測実績から、
- ・既往の転倒マス式雨量計に比べ、多様な降雨情報を獲得しうること、
 - ・富士山頂のような強風吹走地でも、降雨情報を獲得しうること、
 - ・雨水の捕捉率は、転倒マス雨量計よりも高いこと、
 - ・さまざまな方位・傾斜の斜面に対する降雨の地表着水量の推算が可能であること、
- が分かった。今後は計測性能の安定性の向上を試みる予定である。

[謝辞] 富士山山頂での降雨観測の実現は、現在、富士山山頂旧測候所を維持管理している NPO 富士山測候所を活用する会殿の本研究に対する御理解と御協力によるもので深く感謝致します。

[文献] 1)松田ら：3次元雨量計の性能試験,第4回成果報告会公演予稿集,NPO 富士山測候所を活用する会,pp.40-41, 2011.1.

3次元雨量計発明に関わる特許取得(特許第4272698)