

# 不同季節降雨形態下傾斗式雨量筒與撞擊感測式雨量計之比較

林博雄<sup>1</sup> 張譯心<sup>1</sup> 王璿瑋<sup>1</sup> 李育棋<sup>2</sup> 林連楓<sup>3</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣大學大氣科學系

<sup>2</sup>中央氣象局

<sup>3</sup>翰昇環境科技股份有限公司

## 摘要

本研究探討傾斗式雨量筒以及 WXT520 撞擊感測式雨量計兩者設備，在台灣北部陽明山區、中部山區雪山圈谷、南部山區阿里山以及大漢山等地區，檢視過去數年期間兩種設備的同地同步觀測結果。小時累積降雨量差異結果的初步分析顯示，雙方相關係數高達 0.91(阿里山)，WXT520 觀測值小於傾斗式雨量筒觀測值(大漢山除外)，線性函數的相關係數優於指數函數的相關係數(雪山圈谷除外)，相關係數偏低的測站環境特徵隱含紊流對雨量觀測的干擾。分析阿里山測站觀測比較期間的四種不同風速等級資料樣本，呈現風速越大，兩種資料的相關係數顯著下降。風速小(大)於 2 m/s 時，WXT520 觀測值大(小)於傾斗式雨量筒觀測值，強風下的 WXT520 撞擊感測式雨量計觀測值需要再修訂，才能取代傾斗式雨量筒。

關鍵字：強降雨、傾斗式雨量筒、撞擊感測式雨量計

## 一、前言

強降雨事件是台灣自然災害的主要議題之一，山區準確的降雨量測定是研究與防災應用相當重要的工作。現階段台灣降水業務觀測都是傾斗式雨量筒，這類設備雖然是全球性的雨量觀測參考元件，但是在台灣山地林木茂密、高濕度以及揚塵都容易阻塞傾斗式漏斗以及脈衝接點訊號失敗而造成雨量低估，並且雨量筒定期保養維護經費相當龐大。相較於傾斗式雨量筒，Vaisala WXT520 的 RAINCAP 撞擊感測式雨量計可能可以免除傾斗式雨量筒缺點，但在其與傾斗式雨量筒同地同步觀測的一致性仍然有待探索。世界氣象組織 (World Meteorological Organization, WMO) 與義大利氣象中心(ReSMA)在 2007 年 10 月至 2009 年 4 月期間，在 Vigna di Valle, Rome 進行了 34 種雨量計同步比對，其中包含 12 種傾斗式雨量筒

以及 WXT520 撞擊感測式雨量計(WMO, 2009)。該報告以地坑式雨量筒觀測值做為所有地面上雨量計參考值( $RI_{ref}$ )和小時降雨強度( $RI$ )，單位 mm/hr)的相關函數資訊，針對 WXT520 的相關函數  $RI_{WXT520} = a \cdot (RI_{ref})^b$ ， $a$  和  $b$  係數分別是 0.82 和 1.10， $R^2$  是 0.77。由於 WXT520 已逐漸在台灣各地被架設來進行氣象觀測(顧等, 2009; 林等 2012; 劉與林, 2013; 張等, 2013)，林等(2013)亦曾探討台灣高山降雨問題，提及雪霸國家公園雪山圈谷以及林務局能高越嶺步道地區，WXT520 和傾斗式雨量筒同地觀測值差異問題。因此本研究持續這一山區降雨量儀器比對議題，除了繼續維護運作雪山圈谷氣象觀測與資料蒐集，並在 2013 年 7~10 月在中央氣象局阿里山氣象站觀測坪架設 WXT520(與該站傾斗室雨量筒相同高度，離地 30cm)，以增加颱風強降雨事件個案。此外，透過中央氣象局與翰昇公司協助，本研究取得陽

明山區大崙尾山以及屏東大漢山等地的自動雨量站資料和同地的 WXT520 輸出資料，針對台灣從北到南不同氣候型態的山區降雨觀測一起進行比較討論。

## 二、設備與資料來源

本研究所使用的傾斗式雨量筒包計有兩種，一是中央氣象局大崙尾山自動雨量站離地高度 3m 之 30cm 口徑傾斗式(澳洲 McVan 公司 RIM-7499020 型號)，一是中央氣象局測站(阿里山和大漢山)以及雪山圈谷的 20cm 口徑傾斗式(日本竹田公司)，傾斗式雨量筒都透過中央氣象局檢校中心之雨量筒定體積滴定完成器差檢定。芬蘭 Vaisala 公司於 2005 年設計推出 RAINCAP Sensor(Salmi and Ikonen, 2005)，其感測原理是在透過雨滴下墜動量撞擊 piezoelectric detector 所產生的聲波來推算雨滴數量再反推降雨強度，並曾經在馬來西亞和芬蘭與傳統傾斗式雨量筒進行戶外比對測試，並在 2009 年成為 WXT520 整合型氣象儀感測元件之一行銷全球。

## 三、兩種設備之雨量小時觀測值

### 比較分析

本研究蒐集以上兩種雨量設備在台灣山區進行同時同地與同高度的小時雨量記錄值，觀測地點計(1)台北陽明山區中央氣象局大崙尾山(標高 454m)，地表型態是樹林植被。(2)苗栗南投新竹交界的雪山主峰圈谷(標高 3584m)，地表型態是低矮灌木與裸露植被。(3)嘉義縣阿里山氣象站(標高 2416m)，地表型態是觀測坪短草地植被。(4)屏東山區中央氣象局大漢山自動雨量站(標高 1654m)，地表型態是水泥建物屋頂。

圖 1 和表 1 分別呈現這四處觀測地點之

資料長度與函數相關程度，大崙尾山自動雨量站代表台灣北部在冬季季風(低高度層狀雲)的降水特性；雪山圈谷和阿里山則是代表台灣中央山脈北段和南段，在夏季季風的午後對流雲以及颱風與地形交互作用的降水特性；大漢山雨量站則是代表台灣中央山脈最南端在梅雨季和颱風季的山區對地形降雨特性。整體而言，WXT520 觀測值小於傾斗式雨量筒觀測值(大漢山除外)，線性函數的相關係數優於指數函數的相關係數(雪山圈谷除外)，相關係數偏低的測站環境特徵是周遭有山脈地形的雪山圈谷以及儀器架設在屋頂上的大漢山測站，顯然紊流是影響雨量觀測的重要因子。

為了瞭解風速大小對兩種設備雨量觀測值差異的影響，本研究針對阿里山測站時間觀測期間(2013 年 7-10 月颱風季)資料群，根據 WXT520 風速數據(小時平均)區分四種樣本加以進行統計相關分析，這一期間蘇力(Soulilik)颱風曾造成阿里山地區強降雨現象。圖 2 和表 2 顯示風速越大，兩種資料的相關係數的確顯著下降(0.948 到 0.919)；風速小(大)於 2m/s 時，WXT520 觀測值大(小)於傾斗式雨量筒觀測值，換言之，強風下的 WXT520 撞擊感測式雨量計觀測值需要再修訂，才能取代傾斗式雨量筒，再度驗證林等(2013)的結論。

## 四、總結與展望

本文探討口徑 20 cm 和 30cm 傾斗式雨量筒與 WXT520/RAINCAP 撞擊感測式雨量計，兩者在台灣北、中、南山區四處地點之同地同時觀測比較，來對應不同季節的降雨型態環境特徵。我們發現 WXT520 觀測值小於傾斗式雨量筒觀測值(大漢山除外)，線性函數的相關係數也優於指數函數的相關係數(雪山圈谷除外)。四處測站以大崙尾山測站指數函數的係數與相關係數，較接近 WMO 在義大利的實驗結果。本研究將繼續參與臺灣大學水

工試驗所主導的「雨量計田野（室外）雨量觀測量測比對試驗」（桃園石門水庫的水利署北部水資源局十一份雨量站），安排 WXT520/RAINCAP 撞擊感測式雨量計與地坑雨量觀測進行比較。

## 參考文獻

Atte Salmi and Jouni Ikonen, 2005: Piezoelectric precipitation sensor from Vaisala. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (TECO-2005), Bucharest, Romania.

World Meteorological Organization, 2009: WMO Field Intercomparison of Rainfall Intensity

Gauges. WMO Instruments and Observing Methods Report 99, pp290.

林博雄、李育棋、張譯心、魏聰輝，2013: 台灣高山氣象觀測之瓶頸與改進之策略。天氣分析與預報研討會，中央氣象局，台北。

張譯心、林博雄、魏聰輝、謝新添，2012: 雪山冬季降雪之微氣象觀測。天氣分析與預報研討會，中央氣象局，台北。

顧靜恆、林博雄、賴彥任、魏聰輝、徐仲毅，2009: 臺灣地區 Live E!計畫都市與森林環境監測之應用成果。天氣分析與預報研討會，中央氣象局，台北。

劉沛滕、林博雄，2013: 臺北盆地東北季風時期之低空風切研究。2013年兩岸青年大氣科學學術研討會，台北，台灣。

表 1: 傾斗式雨量筒(X)與 WXT520 撞擊感測式雨量計(Y)兩種觀測數據的線性相關函數與指數函數之係數和相關係數。

地點 (資料長度)	線性相關函數 $Y = AX + B$			指數函數 $Y = aX^b$		
	A	B	相關係數 $R^2$	a	b	相關係數 $R^2$
大崙尾山 2013 年 1~12 月	0.907	0.002	0.812	0.769	1.055	0.794
雪山圈谷 2010 年~2013 年	0.663	0.007	0.595	0.256	1.748	0.615
阿里山 2013 年 7~10 月	0.928	0.153	0.906	0.630	1.239	0.876
大漢山 2013 年 7~12 月	1.523	0.010	0.687	0.320	1.585	0.625

表 2: 阿里山測站不同風速等級下的傾斗式雨量筒(X)與 WXT520 撞擊感測式雨量計(Y)兩種觀測數據的線性相關函數與指數函數之係數和相關係數。

風速 (單位 m/s)	線性相關函數 $Y = AX + B$			指數函數 $Y = aX^b$		
	A	B	相關係數 $R^2$	a	b	相關係數 $R^2$
< 1	1.276	-0.01	0.948	0.644	1.358	0.945
1~2	1.128	0.372	0.976	0.527	1.305	0.967
2~3	0.702	0.855	0.960	0.532	1.106	0.937
> 3	0.601	0.251	0.919	0.352	1.173	0.762

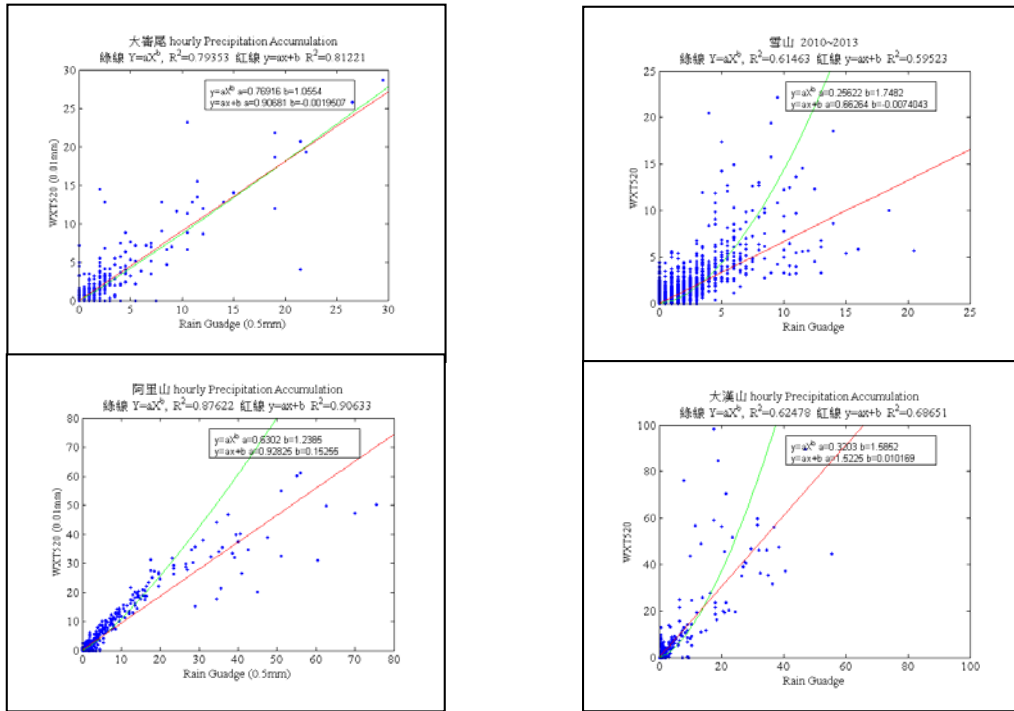


圖 1：四處觀測地點（大崙尾山、雪山圈谷、阿里山、大漢山）傾斗式雨量筒(X)與 WXT520 撞擊感測式雨量計(Y)兩種觀測數據的線性相關函數（紅線）與指數函數（綠線）。

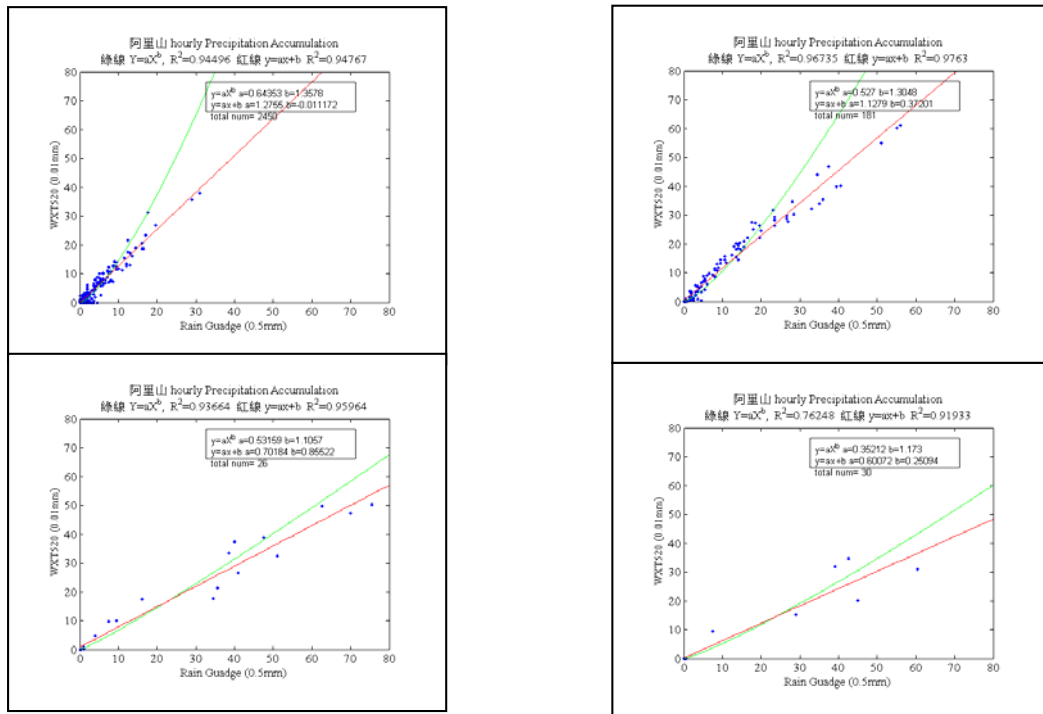


圖 2：阿里山測站在不同風速情境下的傾斗式雨量筒(X)與 WXT520 撞擊感測式雨量計(Y)兩種觀測數據的線性相關函數（紅線）與指數函數（綠線）。風速等級如表 2，風速由小而大對應圖面順序為由左而右、由上而下。