

嘉義氣象站雨滴譜儀資料估計降雨的評估及校驗

張雅茹
嘉義氣象站
中央氣象局

摘要

嘉義氣象站在2015年12月5日安裝新一代一維雷射雨滴譜儀。嘉義氣象站是風速較小的地方，而且站上有設置傾斗雨量儀、虹吸雨量儀、降雨強度儀。這是用嘉義氣象觀測資料做雨滴譜儀降雨估計之評估的原因。本研究發現一維雷射雨滴譜儀內部估算降雨率有先參考Ali Tokay 等人的方法做資料品質管理，之後再計算出降雨率，其數值有參考性。用雨滴譜儀資料估計的小時降雨量與嘉義氣象站的虹吸雨量儀及傾斗式雨量儀的小時資料做比較，可發現它們有一致的趨勢變化，但雨滴譜儀資料估計的小時雨量會有低估的現象。本研究發現降雨強度儀的分鐘降雨率資料，在強降雨發生時，其數值會迅速遞減的情形。所以降雨強度儀的分鐘降雨率資料不適合作為雨滴譜儀降雨估計的校驗。總結，雨滴譜儀估計降雨是可行的，實際降雨會比估計值高一些。

關鍵字：雨滴譜儀，嘉義氣象站

一、前言

中央氣象局在2015年底開始建置雨滴譜儀作業觀測網，並於2016年中進行第二階段建置計畫，建置27個雨滴譜儀觀測站 (唐等, 2017)。在這計畫下，嘉義氣象站在2015年12月5日建置一維雷射雨滴譜儀(OTT Parsivel²)。嘉義氣象站位於嘉南平原中間，是很少有強風出現的地方。而且，嘉義氣象站觀測坪內有0.5mm傾斗雨量儀、虹吸雨量儀、降雨強度儀。所以本研究用嘉義氣象站的資料進行雨滴譜儀資料估計降雨的評估及校驗。本研究主要有二個目的，一為評估雨滴譜儀內建分鐘降雨率(mm/h)資料可信度，二使用雨滴譜資料中雨滴粒徑及雨滴速度資訊來估計降雨可行性。

二、雨滴譜儀(OTT Parsivel²)簡介

雨滴譜儀-OTT Parsivel²是以雷射技術為基礎的光學測量系統，利用光學原理對降雨進行檢測。觀測區域為180mm*30mm的矩形區域，觀測雷射波長為780 nm。液態降雨粒徑的測量範圍0.2至5mm，固態降水粒徑測量範圍為0.2至25mm，當降雨粒子穿過水平雷射光束時以其相對應的直徑擋住部分雷射光束，因而降低輸出電壓，從而可以確定降雨粒徑大小。此外，它可以對速度0.2至20 m/s的降水粒子降行測量。降水粒子的下降速度是根據電子訊號維持的時間推倒出來的，電子訊號的持續時間為降水

粒子開始進入雷射光束至完全離開雷射光束所經歷的時間。

三、雨滴譜資料處理及降雨率、偏差百分比的介紹

(一)雨滴譜資料處理

本研究所使用的雨滴譜儀資料品管方式是參考曾等、Tokay et. al的方式，與他們用相同步驟處理之。(曾等,2016;Tokay et al 2013,2014)。第一步利用理論落速正負0.5倍的範圍判定是否為雨滴(Brandes, 2002)。第二步為雨滴粒徑若大於10mm或小於0.2mm則認為不是雨滴，忽略之。第三步為若一分鐘內觀測到雨滴數量小於10顆，則忽略該分鐘降雨事件。第四步為計算分鐘降雨率小於0.1mm/hr，該分鐘降雨則不計入降雨事件。

(二)雨滴譜分鐘降雨率計算方式

本研究將雨滴譜儀原始資料作品質管制後，之後使用雨滴譜儀資料計算降雨率(Rainrate)方法，有兩種方式：

1. 假設雨滴為球體，利用N(D)分佈計算體積總合再除上觀測面積即可得到降雨率。如公式1:

$$R = \frac{1}{t} \sum \frac{n_i D_i}{A} \quad (1)$$

2. 利用以下公式2求取

$$R = \frac{\pi}{6} \int_0^{\infty} D^3 N(D) V_t(D) d(D) \quad (2)$$

(三)偏差百分比(Percent bias)

為了比較差異情形，本研究會用偏差百分比 (Tokay et al.,2014)來表現出高估或低估的情況。為公式3:

$$\text{Percent_bias} = \frac{\text{bias}}{\langle x, y \rangle} \quad (3)$$

$$\text{bias} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i + y_i)}{2}$$

四、雨滴譜儀資料估計降雨校驗分析，以2017/07/06為例

2017年7月6日嘉義氣象站為高溫炎熱、午後有雷陣雨的天氣，當日降雨量為100mm。本研究使用當日嘉義氣象站的0.5mm傾斗雨量儀、虹吸雨量儀、降雨強度儀之觀測結果及雨滴譜儀-OTT Parsivel²內建的分鐘降雨率作為雨滴譜儀估計降雨值的比對對象。

(一)與雨滴譜儀內建分鐘降雨率(降雨強度)比較

將雨滴譜儀資料做品管處理後，用兩種方式算出分鐘降雨率，再與雨滴譜儀內建的降雨強度 (mm/h)比較，結果如圖1。圖中球型雨滴降雨估計的值为用公式1計算的結果；雨滴降雨估計的值为公式2計算出的結果。發現雨滴降雨估計的value竟然與雨滴譜儀-OTT Parsivel²內建降雨強度值非常相近，圖中兩條線為重疊的。表示本研究的雨滴降雨估計值與雨滴譜儀-OTT Parsivel²內建降雨強度值是用同方法或非常相近的方法做資料品管及降雨計算。而球型雨滴降雨估計的value會比前述二個value低一些。圓形雨滴降雨估計值與雨滴譜儀內定值相比之偏差百分比為-9.112%；雨滴降雨估計值與雨滴譜儀內定值相比之偏差百分比0.0986%。



圖1:雨滴譜儀資料估計降雨率與內建分鐘降雨率(降雨強度)比較

(二)與虹吸雨量儀、傾斗式雨量儀的小時雨量比較

用雨滴譜儀使用公式2估量算出小時雨量值，與虹吸雨量儀、傾斗式雨量儀做比較(如圖2)。從圖中可知三個小時雨量的趨勢變化是一致的，雨滴譜儀估算降雨值比其他兩個雨量儀觀測結果低一些，降雨量較大，低估會比較明顯。雨滴降雨估計與傾斗雨量儀相比之偏差百分比為-28.8%；雨滴降雨估計與虹吸雨量儀相比之偏差百分比為-33.82%。

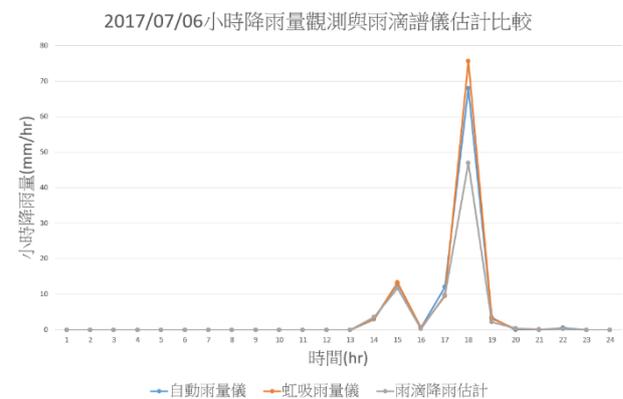


圖2:雨滴譜儀估算小時降雨量與虹吸雨量儀、傾斗式雨量儀的小時雨量比較

(三)降雨強度儀做比較

雨滴譜儀估計降雨結果(用公式2計算)與嘉義氣象站的降雨強度儀做比較，如圖3所示，大致上趨勢上有一致的變化，但在短暫強降雨時候，在下午5點至6點之間，發現有些降雨強度儀的值为0 mm/hr。之後做了兩者的散佈圖(如圖4)，可發現降雨量小時，兩者有相關性，但降雨量大時，降雨強度儀的降雨率會快速遞減，甚至到0 mm/hr。降雨強度儀儀器原理為油與水密度不同，水滴在油層中產

生影子，影子切斷光源，電阻產生變化，至生脈動。脈動傳送至轉換器，測定單位時間水滴數，再換成降雨強度。當瞬間大雨時，觀測點水滴變成水柱，為儀器極限，則數值會快速遞減，甚至降到零。由表1所顯示，將嘉義氣象站2017年7月6日下午5點至5點24分的分鐘降雨量及降雨強度來對照比較，則發現分鐘降雨量1mm以下，降雨強度值很正常，跟分鐘降雨量有一樣的趨勢，而分鐘降雨量1.5mm以上，其值為很小數值或為0。之後，使用降雨強度儀的資料算出小時降雨量，再與傾斗式雨量儀的小時資料做比較(如圖5)，發現一般來說降雨強度儀計算出的小時降雨量高於傾斗式雨量儀的小時降雨量。若發生低估的情形，應該是強降雨造成降雨率快速變小，而造成算出降雨量偏低。

	日期時間	分鐘降雨量(mm)	雨量強度(mm/hr)
2017/7/6	下午 05:00:00	1.5	47.7
2017/7/6	下午 05:01:00	1.5	42.4
2017/7/6	下午 05:02:00	1	53.7
2017/7/6	下午 05:03:00	0.5	39.9
2017/7/6	下午 05:04:00	0.5	48.4
2017/7/6	下午 05:05:00	1	43.7
2017/7/6	下午 05:06:00	1	55.9
2017/7/6	下午 05:07:00	1.5	31.9
2017/7/6	下午 05:08:00	1.5	0
2017/7/6	下午 05:09:00	2	2.5
2017/7/6	下午 05:10:00	2	0
2017/7/6	下午 05:11:00	1.5	0
2017/7/6	下午 05:12:00	2.5	0
2017/7/6	下午 05:13:00	1.5	0
2017/7/6	下午 05:14:00	2	1.5
2017/7/6	下午 05:15:00	1.5	0
2017/7/6	下午 05:16:00	2	0
2017/7/6	下午 05:17:00	2.5	0
2017/7/6	下午 05:18:00	2	0
2017/7/6	下午 05:19:00	2	0
2017/7/6	下午 05:20:00	3	0
2017/7/6	下午 05:21:00	2.5	0
2017/7/6	下午 05:22:00	2.5	0
2017/7/6	下午 05:23:00	2.5	0
2017/7/6	下午 05:24:00	1.5	0

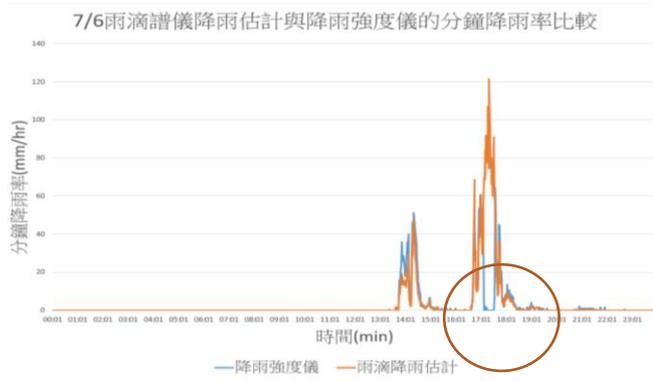


圖3:雨滴譜儀降與估計與降雨強度儀的分鐘降雨率比較

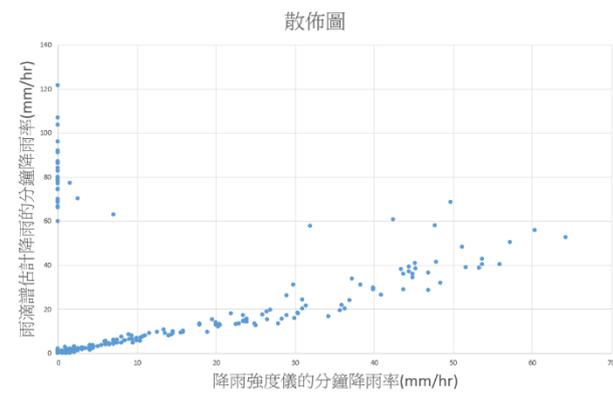


圖4:雨滴譜儀估計降雨的降雨率與降雨強度儀的降雨率之分布圖

表1: 嘉義氣象站2017年7月6日下午5點至5點24分的分鐘降雨量及降雨強度。



圖5: 用降雨強度儀的資料算出小時降雨量與傾斗式雨量儀的小時資料做比較

五、結論

本研究結果可知，雨滴譜儀內建分鐘降雨率(mm/h)值是可參考。其值有依Tokay et al.,2014的做雨滴譜儀資料品管處理後，再由降雨公式2計算得之。雨滴譜儀估計小時降雨量與虹吸雨量儀、傾斗式雨量儀的小時降雨量做比較，降雨趨勢有一致性，但雨滴譜儀估計的數值比實際值低估一些。因此，本研究認為雨滴譜儀估計降雨是可行的。而本

研究發現降雨強度儀在瞬間強降雨時，因儀器限制，其分鐘降雨率會迅速遞減，發現當分鐘降雨量大於等於2時，其值會降至接近於0。故本研究認為降雨強度儀資料不適合當雨滴譜儀估計降雨的校驗參考值。

六、參考文獻

曾吉暉，廖信豪，鳳雷，2016：新型一維雷射式雨滴譜儀降水平行觀測分析。105年天氣分析與預報研討會論文彙編。

唐玉霜，張保亮，2017：中央氣象局雨滴譜儀網作業現況與展望。106年天氣分析與預報研討會論文彙編。

Brandes, E. A., Zhang, G., and Vivekanandan, J., 2002: Experiments in rainfall estimation with polarimetric radar in a subtropical environment, *J. Appl. Meteorol.*, 41, 674–685.

Tokay, A., W. A. Petersen, P. Gatlin, and M. Wingo, 2013: Comparison of Raindrop Size Distribution Measurements by Collocated Disdrometers. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 30, 1672-1690.

Today, A., D. B. Wolef, and W. A. Petersen, 2014: Evaluation of the New Version of the Laser-Optical Disdrometer, OTT Parsivel2, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 31, 1276-1288.