

# 中央氣象局雨滴譜儀網作業現況與展望

唐玉霜<sup>1</sup>、張保亮<sup>2</sup>

中央氣象局氣象衛星中心<sup>1</sup>、中央氣象局第四組<sup>2</sup>

## 摘要

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，目前共建置 27 個雨滴譜儀觀測站。本文中將介紹雨滴譜儀網的觀測作業現況，並針對 2016 年個案資料進行初步資料特性分析，希望能了解一維雷射式雨滴譜儀(Parsivel)的觀測特性及限制，以進一步應用雨滴譜儀資料於即時觀測作業中。

關鍵字：雨滴譜儀

## 一、前言

雨滴譜儀資料在各國大多為研究以及實驗用途，常與雷達及雨量站搭配使用，中央氣象局在 2015 年底開始建置雨滴譜儀作業觀測網(圖 1)，並於 2016 年中進行第二階段建置計畫，目前共建置 27 個一維雷射式雨滴譜儀(Parsivel)觀測站，其規格表 1 所示。

Chang et al. (2009)利用二維式雨滴譜儀資料，針對臺灣地區數個颱風個案進行研究，比對美國典型雨滴粒徑分布，發現具有其獨特性。對於層狀、對流等不同天氣型態，或者不同地域可能具有不同的雨滴譜特性，單偏極化雷達透過回波與降雨率的經驗公式難以反應雨滴譜的變異性，而雙偏極化雷達所觀測的雙偏極化參數有助於了解及應用其特性，得到更合理的雷達定量降雨估計結果(Wang et al., 2015, Ryzhkov et al. 2014)。臺灣現行作業雷達，包含氣象局五分山 S 波段雷達、空軍所屬 3 部雷達，以及未來降雨雷達網，均為雙偏極化雷達，如何有效利用雙偏極化參數提升

雷達定量降雨估計技術為現在相當重要的課題。

雨滴譜儀除可幫助雷達資料品質，例如減少系統偏移，以及衰減的影響外，另外，更可連結雨量站和雷達偏極化參數，進行雷達定量降雨估計的在地化工作。但在使用雨滴譜資料前，其資料品質對於得到合

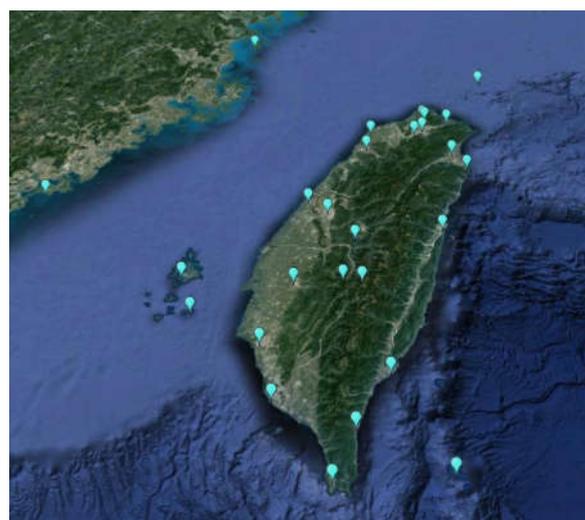


圖 1、中央氣象局全台 27 部雨滴譜儀站點分布。

表 1、一維雷射式雨滴譜儀儀器規格。

項目	規格
Wavelength	780nm (NIR) *
Measurement Surface	180mm x 30mm
Measurement rang of Particle Size	0.2~25 mm
Measurement range of Particle Speed	0~20 m/s
Minimum rainrate intensity	0.001 mm/h
Maximum rainrate intensity	1200 mm/h
Rainrate accuracy	±5%(liquid)/±20%(solid)

理的降雨率及雨滴譜參數等非常重要，曾等(2015)利用以雨滴理想落速曲線做參考，建立一資料品管流程，Friedrich et al.(2013)則提到在強風與劇烈降雨情況下，雨滴譜資料的品質管控技術的重要性。在本文中將對於雨滴譜儀的觀測作業應用現況作介紹，並針對 2016 年個案資料(表 2)進行初步資料特性分析。

表 2、降兩個案與時間。

2016 年降兩個案		時間
強降雨	0610-0613、0901-0910	
尼伯特颱風(Nepartak)	0706-0711	
莫蘭蒂颱風(Meranti)	0913-0915	
馬勒卡颱風(Malakas)	0915-0918	
梅姬颱風(Megi)	0926-0928	

## 二、資料作業現況和資料分析

全台 27 部雨滴譜儀觀測站提供 1 分鐘 1 筆之即時觀測資料，內容包括反演之降雨率、雷達反射率，以及雨滴譜(如圖 2)，利用觀測到之雨滴粒徑、終端落速之資料，可進一步反演雨滴平均粒徑、雨滴個數等。

除在地觀測的氣象觀測員可直接得到這些資訊外，全台各雨滴譜儀觀測資料，也即時匯集到氣象局中，於劇烈天氣系統(QPESUMS)中進行展示(圖 3)，包括每十分鐘一筆的平均降雨率、平均回波值、平均粒徑和雨滴個數，另可查詢到過去前一天到前六天各參數的時序圖，了解其變化趨勢。

在尼伯特颱風(2016)侵台期間，以花蓮站為例，圖 4 是由每一分鐘得到的回波與降雨率直接可擬合得到出關係式，提供雷達定量降雨估計的參考。各雨滴譜儀觀測站均位在氣象局各人工氣象觀測站內，故同時具有風速、雨量等實際觀測的資料可作比對和校驗，圖 5 是透過雨量觀測與雨滴譜儀資料比對，除可驗證資料正確性外，更可增進對資料特性的了解和認識，有助於日後的研發應用。

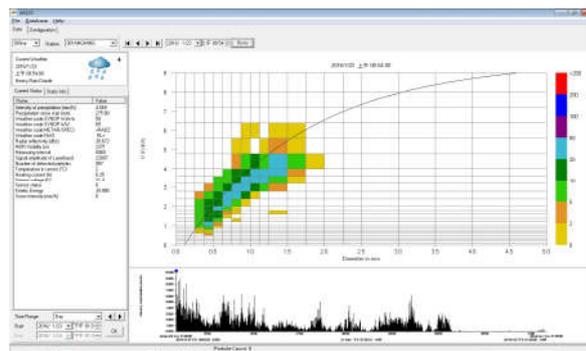


圖 2、鞍部雨滴譜儀站觀測站顯示現況。左為雨滴譜儀儀器狀態，右下為降雨的時序圖，右上則為雨滴譜觀測現況，橫軸為粒徑，縱軸為落速，色階為粒子個數，實線則為理想落速曲線。

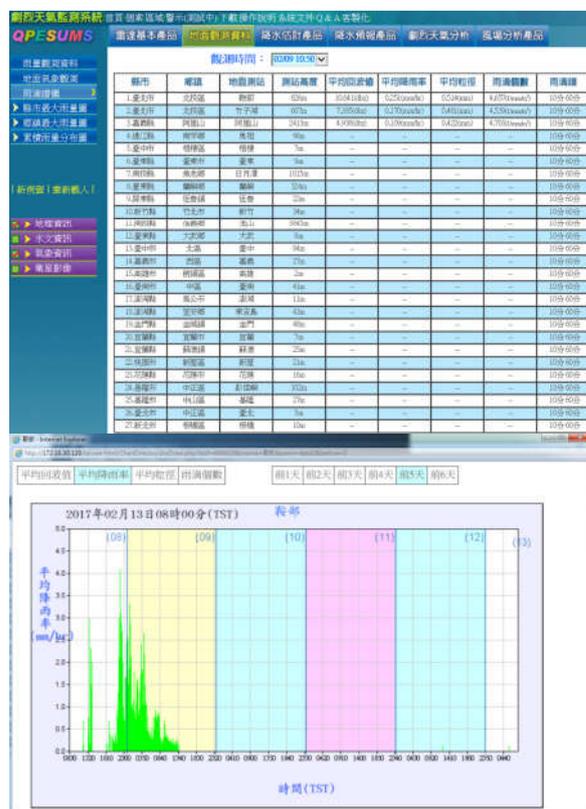


圖 3、劇烈天氣系統雨滴譜儀資料展示現況。上圖為雨滴譜儀站現況列表、下圖則為平均降雨率在過去五天的時間序列圖。

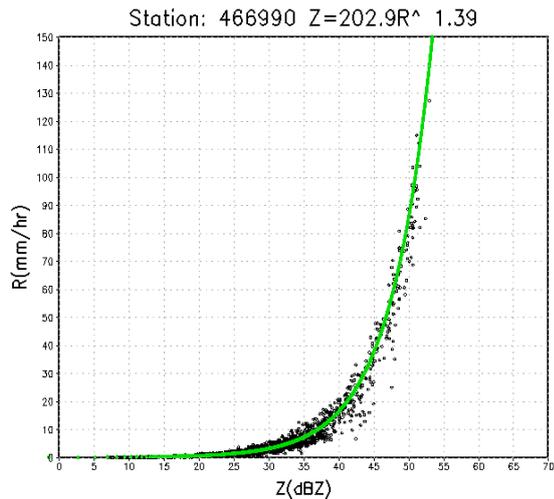


圖 4、雨滴譜儀觀測即時反演資料，橫軸為回波值 (dBZ)、縱軸為降雨率(mm/hr)，綠線則為回波與降雨率擬合之方程式： $Z=202.9R^{1.39}$ 。

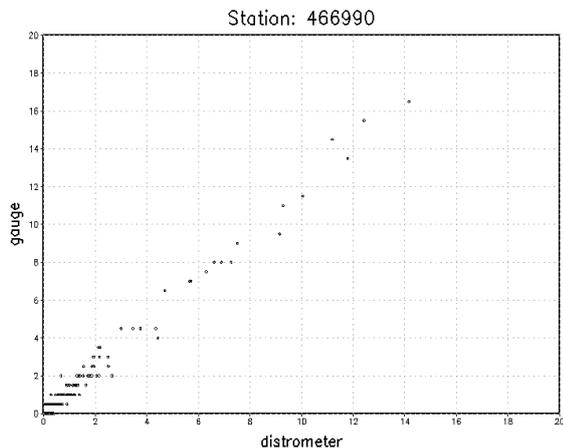


圖 5、橫軸為雨滴譜儀觀測即時反演得到 10 分鐘降雨量、縱軸為雨量站實際觀測之結果。

大多數的雨滴譜儀研究，其儀器大多是為了觀測實驗設置，很少能廣布各地，並完整記錄各類天氣系統發展演進的過程。本研究利用 2016 年個案資料進行分析，希望能了解雨滴譜儀的觀測特性及限制，進一步應用大量且作業化使用雨滴譜儀資料。

一維雷射式雨滴譜儀觀測的原理是透過雨滴通過遮蔽光束時，其電壓的變化得到雨滴大小，並透過判斷其通過時間，得到終端落速，因為觀測原理上的限制，所以劇烈降雨及強風速可能會對觀測結果造成影響，例如雨滴可能不會垂直通過觀測截面，形狀也可能變形。在曾等(2015)中利用理想落速及正負 0.5

倍標準差進行資料品質管，在本研究個案的侵台颱風中常可看到在強風效應下，雨滴譜儀觀測到雨滴很大，但終端落速很小的不合理情形。例如在莫蘭蒂颱風(2016)期間的東吉島雨滴譜儀觀測資料，與風速資料進行比對(如圖 6 所示)，當平均風速小於約 20m/s 時，觀測到的雨滴大多位於理想落速正負 0.5 倍標準差範圍內，但當風速急遽變大時，在理想落速正負 0.5 倍標準差範圍內資料比例會急遽下降，顯示風速對於雨滴譜儀觀測的合理度有著密切的關係。

Friedrich et al.(2013)曾將雨滴粒徑大於 5mm 且落速小於 1m/s 之觀測資料視為受到強風影響，比對本研究中雨滴譜儀和風速觀測的分鐘資料(如圖 7)，可發現在東吉島雨滴譜儀站，受風速的影響大致可分為三級，顏色為雨滴個數，中間實線為理想落速，上下兩條則為加減正負 0.5 倍標準差，當風速小於 15m/s，此時資料尚屬合理；當風速大於 15m/s，且小於 25m/s 時，此時開始出現粒徑大於 5mm 以上，但落速接近 0 的情形；當風速大於 25m/s 以上時，無論雨滴大小，大部分雨滴落速均小，且偏離理想曲線。

### 三、未來展望

未來透過長時間的雨滴譜資料分析，希望建立適用不同地域、不同天氣型態的資料品質管制流程，得到合理可信的雨滴譜資料。另外利用分布於全台各地的雨滴譜儀觀測站，得到不同地域上的雨滴譜氣候特性，一方面可以做為雷達定量降雨技術在地化的參考資料，並可與雷達觀測整合以應用於即時的降雨估計上。另一方面可能可以做為未來防災應用時，強降雨情況之下的參考警示指標。

單點的雨滴譜儀資料可透過雷達參數的反演，將其應用於二維網格上。未來新建的降雨雷達均為 C 波段雙偏極化雷達，其資料品質工作尤為重要，透過雨滴譜資料可協助進行系統偏移，以及衰減量的修正，另透過統計分析，針對個別雷達所適用定量降雨估計經驗式之係數求得，也是一重要的工作。

進行雷達定量降雨估計時，需要使用個別雷達最

低仰角高度上的觀測資料，但受限於臺灣地區地形複雜，故在部分地區使用較高高度的雷達資料，存在較高的不確定性，雖然近年逐步在拓展雷達網連，對於雷達最低仰角高度降低頗有助益，但仍舊存在死角或不連續面，未來若能結合地面雨滴譜儀及雷達的三維

資料，進行個案研究，希望可以進行即時的雷達參數垂直上的修正，有效去除亮帶效應等，增進雷達定量降雨估計的合理性。

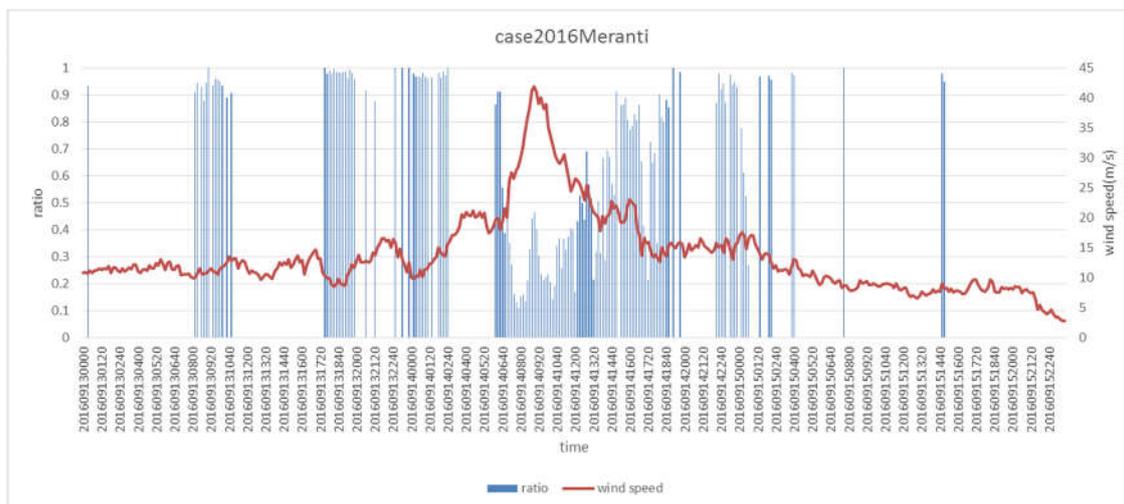


圖 6、莫蘭蒂颱風期間(2016/09/13-2016/09/15)分鐘雨滴譜資料與平均風速的比對情形。紅色實線為平均風速、藍色長條圖則為分鐘雨滴譜資料位於理想落速正負 0.5 倍標準差內的比例。

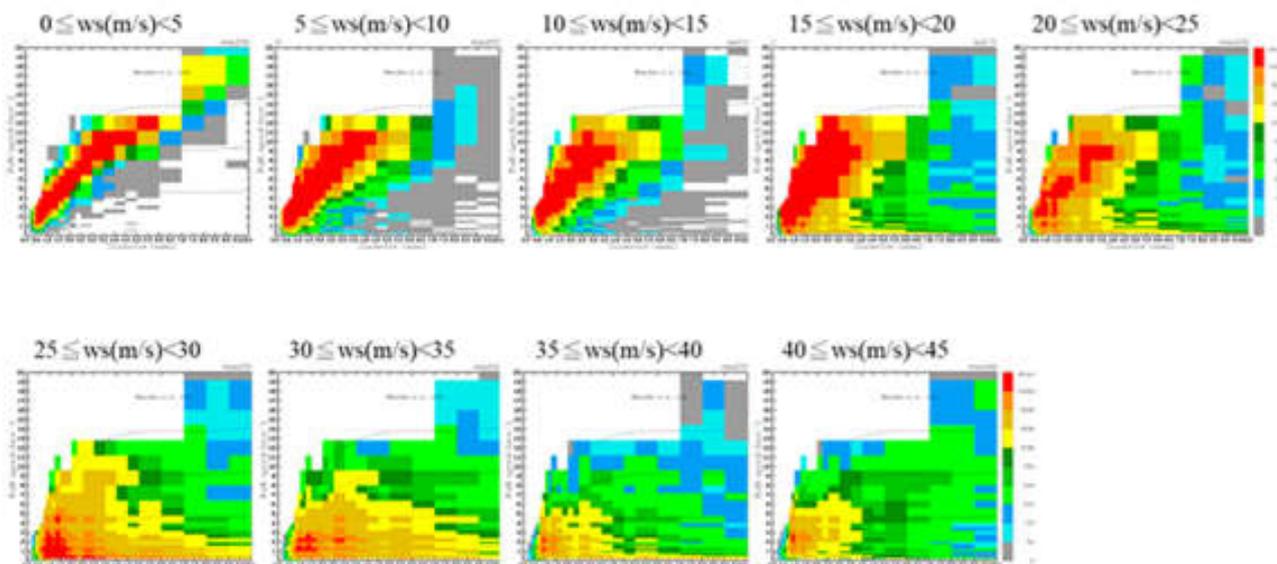


圖 7、由左而右、由上而下分別為不同風速條件下之雨滴譜觀測情形，橫軸為粒徑大小(mm)，縱軸為終端落速(m/s)，色階則為雨滴個數。

央氣象局衛星中心張良傑先生、陳姿瑾小姐等人在雨滴譜儀資料作業展示上的共同努力。

#### 四、致謝

感謝颱洪中心曾吉暉博士的技術諮詢，並感謝中

## 五、參考文獻

曾吉暉，廖信豪，鳳雷，2016：鳳凰颱風(2014)的雙偏極化雷達定量降水估算分析。105年天氣分析與預報研討會，臺北。

Friedrich, K., S. Higgins, F. J. Masters, and C. R. Lopez, 2013b: Articulating and stationary Parsivel disdrometer measurements in conditions with strong winds and heavy rainfall. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **30**, 2063–2080.

Ryzhkov, A. V., M. Diederich, P. Zhang, and C. Simmer, 2014: Potential utilization of specific attenuation for rainfall estimation, mitigation of partial beam

blockage, and radar networking. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **31**, 599–619.

Chang, W.-Y., T.-C. C. Wang, P.-L. Lin 2009: Characteristics of the raindrop size distribution and drop shape relation in typhoon systems in the western pacific from the 2D video disdrometer and NCU C-band polarimetric radar. *J. Atmos. Ocean. Technol.*, **26**, 1973–1993

Wang Y., J. Zhang, P.-L. Chang, C. Langston, B. Kaney and L. Tang: 2015: Operational C-band dual-polarization radar QPE for the sub-tropical complex terrain of Taiwan. *Advances in Meteorology*, **73**, 4793–4815.