

台灣北部地區雨滴粒徑分布特性之探討

林沛練 簡巧菱 許玉金
國立中央大學大氣物理研究所

摘要

本研究使用中央大學光學式雨滴譜儀及台灣北部地區(中央、石門、霞雲、翡翠、南港)撞擊式雨滴譜儀之觀測資料進行分析探討。結果顯示：隨降雨率增加，大雨滴個數變多，雨滴粒徑分布向大雨滴延伸。撞擊式雨滴譜儀相較於光學式雨滴譜儀，在降雨率較大時會低估大雨滴及小雨滴個數。雖然兩種儀器計算得之Gamma分布參數隨降雨率的變化不同，但對降雨積分參數影響不大。雨滴粒徑分布在空間的變化如下：翡翠水庫的降雨率較小且較偏小雨滴，南港站在小雨滴的部分有明顯較少之情形，石門及霞雲站之降雨率較大且大雨滴較多。

若將降水事件區分為五個不同季節，發現冬季多小雨滴，且降雨率較小；春季的雨滴平均來說較冬季大，與梅雨季相似；梅雨季的雨滴粒徑僅次於颱風，其中值體積直徑的分布較寬廣；颱風季的雨滴粒徑平均來說最大；而秋季則與冬季類似，但因秋季處於季節轉換期，包含颱風及冷鋒，因此雨滴粒徑較冬季稍大。

以降水型態來看：冷鋒型態偏小雨滴，降雨率較小。梅雨鋒面之雨滴粒徑分布較廣，雨滴顆粒較大。颱風降水偏中大雨滴，雨滴粒徑分布較窄；且當降雨率大於60 (mm/hr) 時大雨滴的濃度減少。午後雷陣雨之降雨率較大且雨滴粒徑最大。不同地區的中值體積直徑(Median Volume Diameter: D_0)對Nw (標準化的 N_0) 的分布很穩定，但利用 D_0 對Nw的機率分布則可以看出：不同降水型態、同降雨率下 D_0 對Nw的分布雖在同一區塊，但集中的部分不同；另外將此結果與Bringi et al. (2003)之結果相比，發現降雨率小於10 (mm/hr) 之降水型態偏向層狀性降水，降雨率大於10 (mm/hr) 之降水型態則介於大陸性對流及海洋性對流之間。

前言

Marshall and Palmer (1948) 首先提出雨滴粒徑分布為指數分布型態，但與觀測資料比較下，指數型態之雨滴粒徑分布對於大、小雨滴皆有描述不佳的情況，無法反應雨滴粒徑分布的多變性。且Waldvogel (1974) 發現不同降水型態會導致雨滴粒徑分佈的改變 (N_0 jump)，顯示指數分布型態中 N_0 為常數會產生一定的誤差。因此Ulbrich and Atlas (1984) 提出修正後的雨滴粒徑分布： $N(D)=N_0 D^{-\mu} \exp(-\lambda D)$ ，將雙參數的指數分布改為三參數的Gamma型態分布。利用此方法重建後之雨滴粒徑分布與實際觀測相當一致，因此廣為後人所應用。

本篇文章主要研究方向分成三部分：第一部分是長期觀測資料的統計，比較中央大學撞擊式與光學式雨滴譜儀觀測的特性差異，以了解此兩種儀器是否能夠適用於不同季節或降水型態。此部分使用的是中央站撞擊式及光學式雨滴譜儀 2002 至 2006 年 4 月之資料；先找出長期的平均雨滴粒徑分布特性，接著再將資料區分成五個季節(冬季、春季、梅雨季、颱風季、秋季)，並進一步細分成四種不同的降水型態(鋒面、梅雨、颱風、午後雷陣雨)，俾便了解不同季節、降水型態下之雨滴粒徑分布特性。

第二部份則統計台灣北部地區五個測站(中央、石門、霞雲、翡翠、南港)撞擊式雨滴譜儀 2004 年

下半年至 2006 年 4 月之觀測資料，探討不同的空間分布之下，其降水雨滴譜特性是否有所區別。

資料來源

本文使用撞擊式雨滴譜儀(JWD)及光學式雨滴譜儀(2DVD)之觀測資料。JWD 放置在中央大學、石門水庫、霞雲、翡翠水庫及南港中研院，2DVD 則放置在中央大學。本文在儀器比較上(JWD 與 2DVD)使用中央站 2002 年 2 月至 2006 年 4 月份兩個儀器共同觀測的時間，而在北部地區各站的空間比較上，則使用中央、石門、霞雲、翡翠、南港 2004 年 6 月到 2006 年 4 月的觀測資料。

雨滴粒徑分布之特性

不區分季節可以看出整體降雨平均特性，結果顯示當降雨率漸增，雨滴粒徑分布變廣，但當降雨率大於60(mm/hr)時，撞擊式雨滴譜儀因儀器本身的限制而低估大雨滴及小雨滴。另外雖然兩個儀器所計算出之參數值隨降雨率變化的趨勢不同，但是對於降雨積分參數R(降雨率)、ZdB(雷達回波強度)、LWC(液態水含量)等影響不大。

季節的區分採用Chen and Chen (2003)文中所使用的方法：冬季12月至2月，春季3月至5月中，梅

雨季5月中至6月，颱風季7月至8月，秋季9月至11月。區分季節中值體積直徑 D_0 次數分布可看出颱風季之 D_0 較大，冬季較小，春季及梅雨季相似，秋季則較分散。

Bringi et al. (2003) 提出當 $D_m=1.5 \sim 1.75$ mm 且 $\log_{10}(N_w)=4 \sim 4.5$ 時，降水型態趨向海洋性對流降水， $D_m=2 \sim 2.75$ mm 且 $\log_{10}(N_w)=3 \sim 3.5$ 時，降水型態則趨向大陸性對流降水。其中參數值 D_m 與 D_0 有類似的意義，Ulbrich (1983) 文中提到 D_m 之優點是比 D_0 容易計算(精確的 D_0 需經由內插才可得)。若拿台灣地區中央站不同降水型態同樣的圖(圖1及圖2，以出現機率來表示)與其做比較，可發現雨滴濃度與中值體積直徑之關係非常穩定，且與降雨率的關係很大。當降雨率小於10(mm/hr) 時每種降水型態都類似層狀性降水之分布，即 D_m 與 $\log_{10}(N_w)$ 分布呈線性反比的關係。此關係反映不同層狀降水的微物理過程中。亮帶較明顯的層狀降水是由較稀疏的乾雪片融化形成較大的雨滴；亮帶較不明顯的層狀降水則由較密的凇冰粒子融化後形成個數較多的小雨滴。而從較大的乾雪片轉變為較小的軟雹或凇冰粒子的過程也就是前人所提到的 N_0 -jump (Waldvogel 1974)。另外當降雨率大於10(mm/hr)之後降水型態則介於大陸性對流及海洋性對流之間。海洋性對流含水量豐富，藉由水滴的碰撞結合過程即可以成雲致雨；而大陸性對流含水量可能較少，且其對流雲通常較深厚，需考慮冰相物理過程，因此其落下之雨滴，相較於海洋性對流降水型態來說，為濃度較小的大雨滴。而台灣多山且地形複雜，雖為海島但仍與國外的海洋性對流有差異。不同降水型態下不區分降雨率與區分降雨率1~10畫出來之機率圖差異不大，鋒面主要的粒徑大小以1~1.2 mm

為主，梅雨以1~1.6 mm 為主，颱風以1.2~1.7 mm為主，午後雷陣雨最大，雨滴粒徑以1.4~2 mm為主，由此可知，以降雨率為10來劃分 D_m - $\log_{10}(N_w)$ 散布圖並無法區分降水型態。圖3是固定測站，不同降水型態的 D_0 次數分布圖。各站 D_0 分布為：午後雷陣雨>梅雨~颱風>鋒面。即午後雷陣雨主宰的雨滴粒徑較大，主宰鋒面的雨滴粒徑較小，梅雨跟颱風較相似，偏中雨滴。

參考文獻

- Bringi, V. N., V. Chandrasekar, J. Hubbert, E. Gorgucci, W. L. Randeu, and M. Schoenhuber, 2003: Raindrop size distribution in different climatic regimes from disdrometer and dual-polarized radar analysis. *J. Atmos. Sci.*, **60**, 354-365.
- Chen, C.-S., and Y.-L. Chen, 2003: The rainfall characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.
- Marshall, J. S., and W. McK. Palmer, 1948: The distribution of raindrops with size. *J. Meteor.*, **5**, 165-166.
- Ulbrich, C. W., 1983: Natural variations in the analytical form of the raindrop size distribution. *J. Climate Appl. Meteor.*, **22**, 1764-1775.
- _____, and D. Atlas, 1984: Assessment of the contribution of differential polarization to improved rainfall measurements. *Radio Sci.*, **19**, 49-57.
- Waldvogel, A., 1974: The N_0 jump of raindrop spectra. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 1067-1078

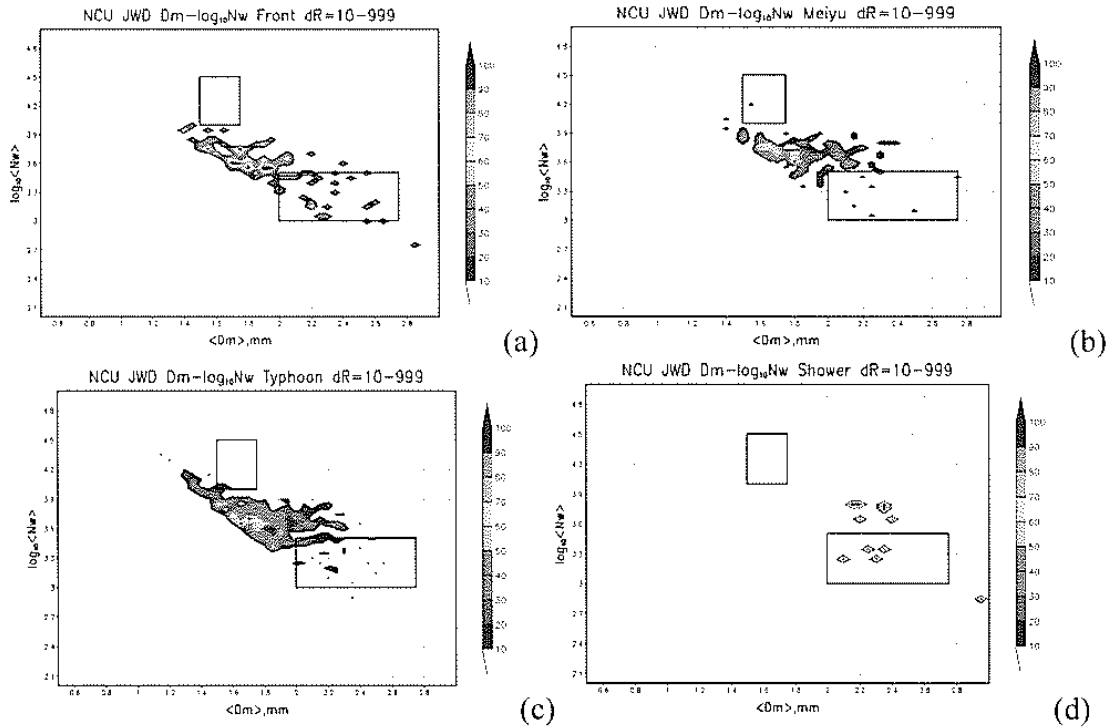


圖 1 分降水型態中央站 JWD 降雨率大於 10(mm/hr)之 D_m -log₁₀(N_w)散布圖。(a)為鋒面，(b)為梅雨，(c)為颱風，(d)為午後雷陣雨；橫軸代表 D_m ，縱軸代表次數 $\log_{10}(N_w)$ ，不同色代表出現機率。

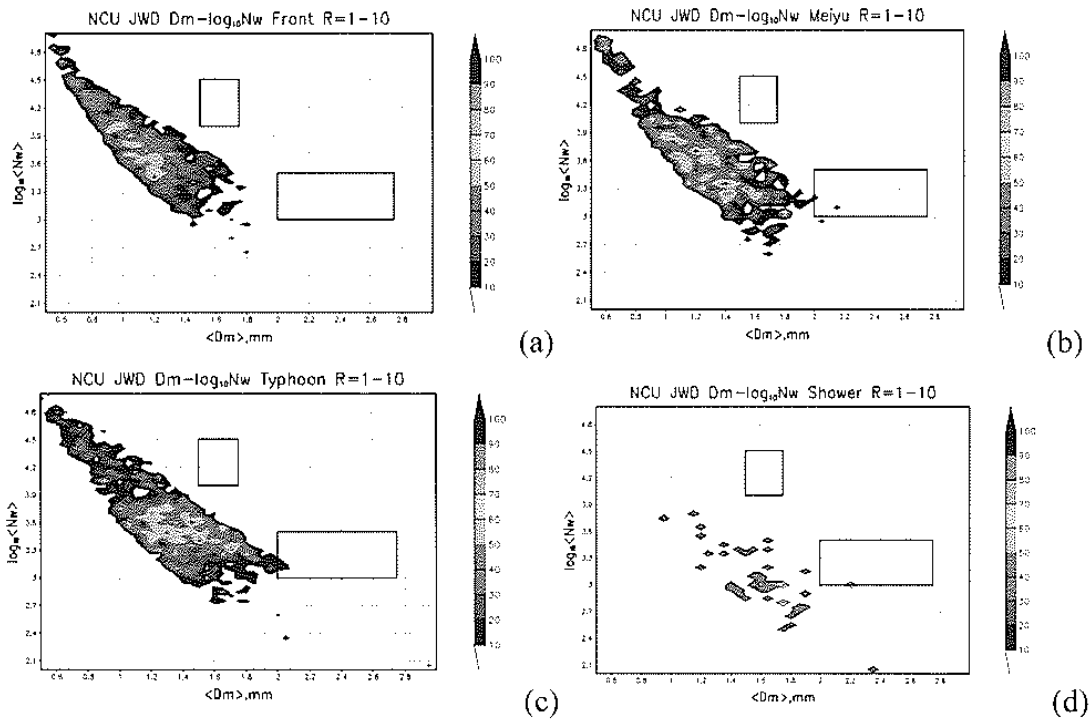


圖 2 分降水型態中央站 JWD 降雨率小於 10(mm/hr)之 D_m -log₁₀(N_w)散布圖。(a)為鋒面，(b)為梅雨，(c)為颱風，(d)為午後雷陣雨；橫軸代表 D_m ，縱軸代表次數 $\log_{10}(N_w)$ ，不同色代表出現的機率。

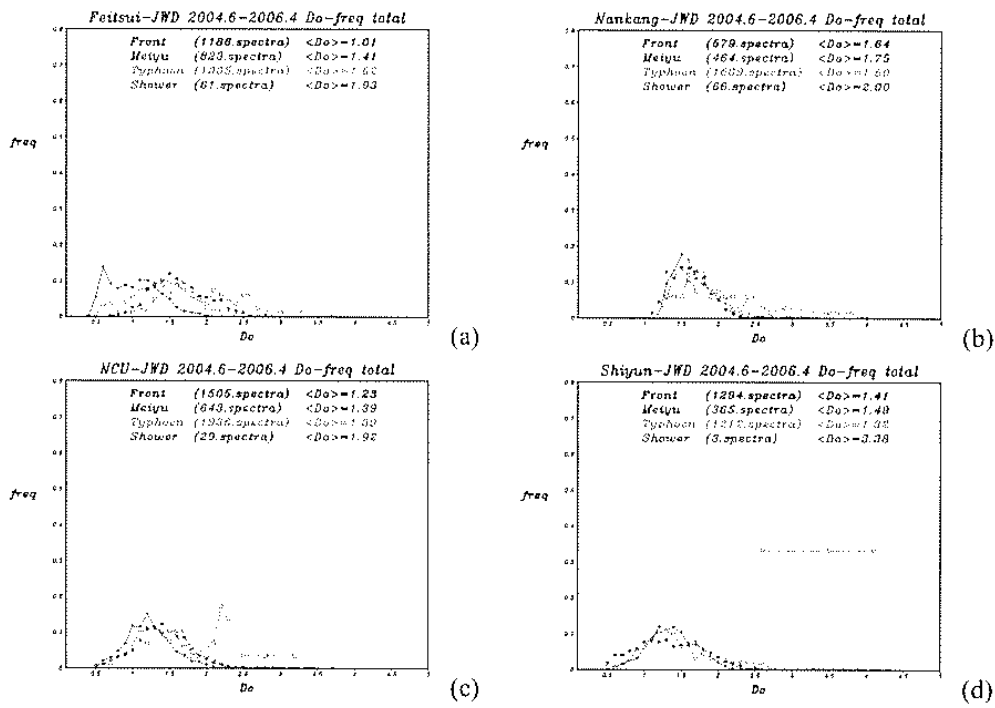


圖 3 分降水型態北部地區不分降雨率各站之 D0 次數分布圖。橫軸代表 D0，縱軸代表次數(frequency)。黑色是冷鋒，紅色是梅雨鋒面，綠色是颱風，紫色是午後雷陣雨。(a)翡翠站 (b)南港站 (c)中央站 (d) 霞雲站。