

# 夏季弱綜觀環境下台北盆地午後降水時間與空間之特徵分析

顏亦堅 游政谷  
中國文化大學大氣科學系

## 摘要

本研究主要是統計近十年的夏季弱綜觀環境來探討台北盆地的午後降水在空間與時間上的降水特徵。分析顯示台北盆地的午後降水在空間上分佈所造成的差異性與地表溫度和建築物的分佈均成正相關，顯示都市密度越高的區域，降水的頻率越高。在時間的分析上，台北盆地在週間午後降水強度與降雨量均較週末顯著，且懸浮微粒濃度也有明顯的週間變異，兩者成一體性。

關鍵字：午後降水、週間效應

## 一、前言

台北盆地是個特殊的盆地地形，四面環山卻有淡水與基隆河開放流向大海。從近期的研究資料顯示，台北盆地因為都市化與人口的增加，夏季午後雷陣雨有逐漸增加的趨勢(Chen and Wang 2006)；但是此研究主要為長時間的觀測特徵，對於午後降水在空間上的變化、以及建築物的分佈與懸浮微粒的濃度是否也扮演重要的角色等問題，我們皆不清楚。而近年來在台北盆地周圍大量設置了密集的地面觀測站與都卜勒雷達觀測網，更有助於我們了解都會效應對於降水的影響。本研究主要目的是藉由1999年~2008年夏季弱綜觀環境下的所有天數加以分析，並利用高解析度的雷達資料，期望對於午後降水能有更進一步的了解。

## 二、資料與研究方法

本研究主要是以中央氣象局五分山雷達配合台北盆地鄰近的地面測站資料做分析，藉以瞭解午後降水的空間分佈。為了瞭解都會效應對午後降水在空間上之影響，研究中使用了NASA MODIS衛星於 0200 UTC所觀測的台灣地表溫度(Land-Surface Temperature)資料，以及中鼎工程顧問公司於2002年所出版的台灣地區高解析度的土地利用資料。研究中也使用環保署空保處架設於新莊市的北部超級測站的懸浮微粒資料，其目的為分析懸浮微粒對於午後降水的影響。

篩選研究天數方面，本研究所探討的是在1999年~2008年間夏季(6、7、8月)，不受外來系統影響(颱風、鋒面…等)之弱綜觀環境，個案選取條件如下：(1)利用地面天氣圖，剔除鋒面、颱風等影響。(2)參考GMS衛星雲圖，移除鋒面雲帶、颱風及其外圍環流或其他外來雲系影響之個案。最後選定出本研究所使用

的435天弱綜觀天數。

## 三、空間分佈之特徵

為了了解都會效應對午後降水的影響，利用由中鼎工程顧問公司數位化內政部2002年所出版的台灣地區高解析度的土地利用資料，藉此分析台北都會區建築物(在此定義獨立房屋、建築物、港口、機場均為建築物)的分佈百分比情況(圖1)，分析顯示台北盆地建築物的分佈主要集中在台北盆地地形高度10公尺以下區域，其餘地區則無明顯的建築物分佈，因此將研究區域集中於台北都會區建築物分佈較為集中的區域，也盡可能排除地形的干擾。為了分析建築物的分佈對午後降水的影響，使用中央氣象局五分山雷達資料，利用 Yu and Smull(2000)的方法，將地形高度10公尺以下PPI (1.4度仰角)午後雷達回波大於30 dBZ網格資料作累積，並將其與建築物百分比的網格資料做線性迴歸與相關係數的計算(圖二)，顯示建築物分佈百分比與雷達累積回波值呈正相關，即建築物密度越高的區域，發生降水的頻率越高。

接下來為了分析溫度與午後降水分佈的相關，我們利用高空間解析度的MODIS衛星所觀測的地表溫度資料分析，由於MODIS衛星觀測日期並不穩定，因此我們將MODIS衛星有觀測到的本研究天數篩選出來，繪製出地形高度10公尺以下的平均的地表溫度圖(圖3)，並利用前面所探討建築物分佈對午後降水影響的相同作法，利用雷達資料將地形高度10公尺以下PPI (1.4度仰角)午後雷達回波大於30 dBZ網格資料作累積，並將其與地表溫度的網格資料做線性迴歸與相關係數的計算(圖4)，顯示地表溫度與雷達累積回波值呈正相關，即地表溫度越高的區域，發生降水的頻率越高。

## 四、時間分佈之特徵

前一章節主要是在討論都會效應對於午後降水在空間分佈的影響，接下來將討論人類活動的型態對午後降水的影響，我們將1999年~2008年所有夏季弱綜觀環境下的天數分成禮拜一~禮拜日，並個別去計算每一個測站其午後的平均時雨量(未圖示)，分析顯示在地形高度50公尺以下降水有明顯的週間變異，即週間降水較週末顯著，在禮拜三有週間降水的最大值，禮拜日則有最小值。為了更明確的顯示台北盆地降水的週間變化，將禮拜一~禮拜日地形高度50公尺以下所有測站所計算出的午後平均時雨量相加並除上測站數目，可得到禮拜一~禮拜日台北盆地內的平均時雨量(圖5)明顯顯示在台北盆地的週間午後降水較週末來的顯著。

為了檢視台北盆地的午後降水有週間變異的真實性，我們統計了1958年~2008年以10年為一個單位，分析台北盆地在這50年間的夏季弱綜觀環境下降水的週間變異。由於早期並沒有衛星資料，於是在篩選弱綜觀天數方面，利用氣象局百年颱風侵台路徑圖，將發布海上颱風警報的前三天至解除海上颱風警報的後三天(避免外圍雲系的干擾)排除在篩選的天數內，其餘天數皆納入於弱綜觀環境的天數裡，同時只計算7月與8月，排除6月是避免有鋒面的干擾影響分析結果。圖6即1958年~2008年以10年為一個單位，台北盆地的弱綜觀環境下禮拜一~禮拜日的午後平均時雨量圖，分析顯示1958年~1968年間，午後平均時雨量並沒有週間變異，從1969年~1978年顯示週間變異開始有顯著的趨勢，且最大值均集中在禮拜三(除了1989~1999年最大值在禮拜二)，除了午後降水的週間變異，也顯示出過去50年午後降水均有逐漸增加的趨勢，而推測這樣週間變異的結果可能是與人類活動與生活作息有關；於是我們利用了環保署空保處位於台北縣新莊市所設立的北部超級測站所監測的PM2.5懸浮微粒濃度資料加以分析，由於北部超級測站於2002年開始啟用，於是資料時間為2002年~2008年夏季弱綜觀環境下的所有天數，同樣利用分析雨量的方法，將資料分為禮拜一~禮拜日，並平均每一天上午11時PM2.5的懸浮微粒濃度(圖7)(只計算上午11時是為了探討午後降水前一個小時的懸浮微粒濃度)，由圖7顯示台北盆地的懸浮微粒也有與午後降水同樣的週間變異，即週間的懸浮微粒濃度較週末濃度高，推測由於在週間人類普遍處於上班階段，汽機車流量與工廠的運作大部分集中於週間，週末則相對較少，因此懸浮微粒濃度會有這樣的週間變異是合理的。

從前面的分析發現懸浮微粒與午後降水均有明顯的週間變化，在分析其他氣象參數上，也發現均有週變化。在溫度上，分析了台北盆地地形高度50公尺

以下所有氣象測站在上午11時的平均溫度，顯示台北盆地在週間的氣溫較週末低，推測原因是由於週間的懸浮微粒濃度高，導致近地面氣溫較低。另外，利用淡水局屬站和基隆局屬站上午11時的風向風速加以分析海風的變化，將淡水局屬站與基隆局屬站的風向風速換算成垂直海岸線的分量，並將彭佳嶼局屬站的風向風速當作是綜觀環境的風，將彭佳嶼局屬站的風向風速投影到海岸線，同樣換算出垂直海岸線的分量，並將淡水局屬站與基隆局屬站所求出的海風分量扣除彭佳嶼的分量，計算出上午11時海風從淡水河口與基隆河口所進入的週變化情形，發現淡水河口的海風分量在週間較週末小，推測是由於台北盆地的溫度在週間較低，溫度梯度小導致海風分量在週間較小；而基隆河口的海風並無明顯的週變化，推測是由於基隆局屬站後方有山脈阻擋，且距離台北都會區的距離較遠，因此受到台北都會區的影響較小，導致海風變化量不大。

由前面得知溫度與海風均有週變化，接下來我們利用台北盆地50公尺以下的所有氣象測站，計算禮拜一~禮拜日上午11時的混合比與相對濕度，分析顯示混合比在週間較週末小，而這樣的結果是合理的，因為由前面得知海風在週間小，於是帶進台北盆地的水氣量就少，導致混合比在週間小；另一方面相對溼度在週間較週末高，此結果推測原因是由於台北盆地的溫度在週間較低，導致週間的相對濕度較高。從這一部分分析顯示溫度、海風、混合比、相對濕度、均有週變化，但變化量均是相當微小，可否影響到午後降水導致降水有週間變化，目前還沒有確切的證據。

## 五、結論

分析結果顯示，在利用高解析度雷達資料分析台北都會區的午後累積雷達回波(大於30 dBZ)，顯示在台北盆地午後降水在空間上的分佈有明顯的差異，分析顯示造成降水的分佈不均勻與地表溫度和建築物的分佈均成正相關。

台北都會區在週間午後降水強度與降雨量均較週末顯著，從過去50年夏季弱綜觀環境下的雨量資料統計顯示，台北都會區午後降水的週間變異有逐漸顯著的趨勢；且分析台北都會區的懸浮微粒濃度也發現有明顯的週間變異，兩者成一致性。

## 六、未來工作

本研究主要針對台北盆地的都會效應對於午後降水的影響進行空間和時間的分析。由此研究使我們對於都市效應在午後降水空間上的分佈有進一步的認知，亦對懸浮微粒濃度對於午後降水的影響以及午後

降水的發展時間有初步的了解。然而對於午後降水的強度與降雨量的週間變化則仍須進一步釐清，從前一章分析顯示在台北都會區懸浮微粒與各氣象參數均有週間變化，至於影響午後降水的週間變異主要是雲物理(Cloud Physics)或雲動力過程(Cloud Dynamics)在主導，我們還不甚清楚。未來亦可選取幾個個案進行更深入的研究，以期許都會效應對午後降水的影響能有更進一步的了解。

## 致謝

本研究由國科會NSC 96-2111-M-034-001-MY3 資助進行，特別感謝交通部中央氣象局張保亮博士與台大大氣資料庫楊明錚先生在資料收集上的協助，以及感謝國立中央大學太空及遙測研究中心陳錕山教授以及江陽聖學長提供的衛星資料，感謝中鼎工程顧問公司倪佩貞小姐所提供的土地利用資料。

## 參考文獻

- Chen, T. -C., S. -Y. Wang, and M. -C., Yen, 2007:  
enhancement of afternoon thunderstorm activity by  
urbanization in a valley: Taipei. *J. Appl. Meteor.*, **46**,  
1324-1340.
- Yu, C. K., and B. F. Smull. 2000: Airborne Doppler  
Observations of a Landfalling Cold Front Upstream of  
Steep Coastal Orography. *Mon. Wea. Rev.*,  
**128**, 1577-1603

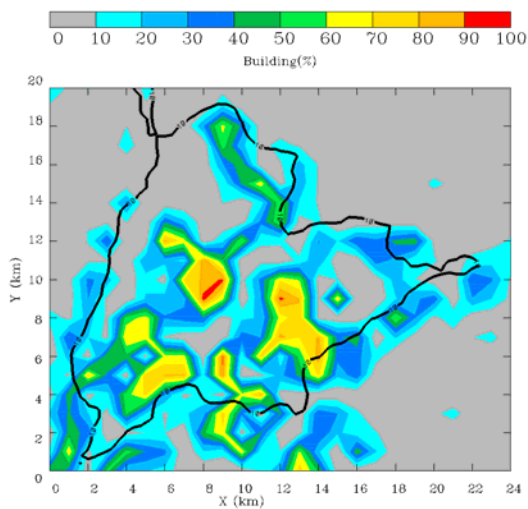


圖1 2002年臺北盆地建築物百分比圖，由中鼎工程顧問公司數位化內政部 2002年所出版的台灣地區高解析度的土地利用資料。色階為每一網格點內建築物的百分比(單位為百分比，間距如圖上所標示)，黑色等值線代表地形高度10公尺。

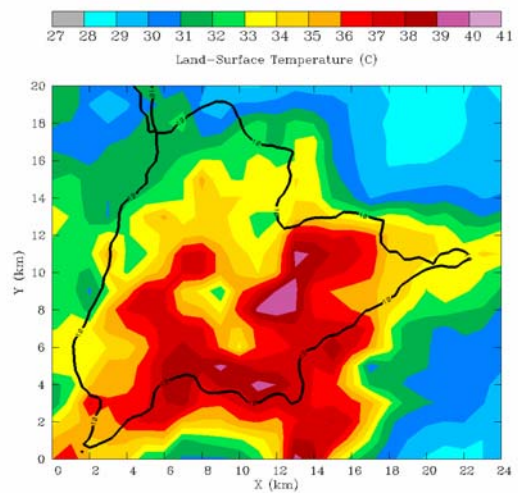


圖3 為MODIS衛星所觀測的平均地表溫度圖，色階代表平均溫度(單位為 $^{\circ}\text{C}$ ，間距為圖上所標示)，黑色等值線代表地形高度10公尺。平均時間為2006年~2008年夏季MODIS衛星有觀測地表溫度的弱綜觀環境下所有天數。

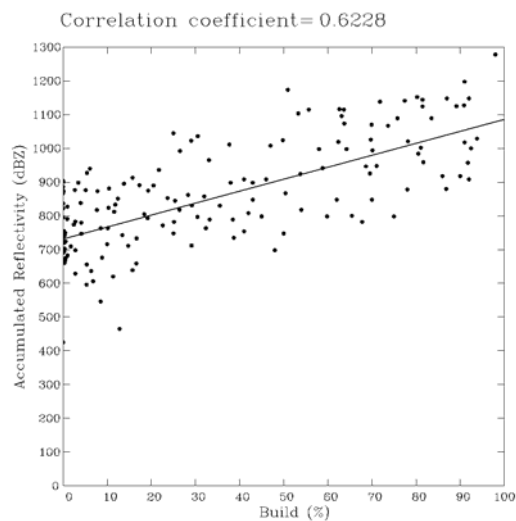


圖2 在地形高度10公尺以下，所有網格點內的建築物百分比與午後累積雷達回波(大於30 dBZ)的關係圖。X軸為建築物的百分比，Y軸為累積雷達回波，圖中黑色實線為線性迴歸線，相關係數顯示在圖上方。累積雷達回波時間為1999年~2008年夏季弱綜觀環境所有天數的午12~18時。

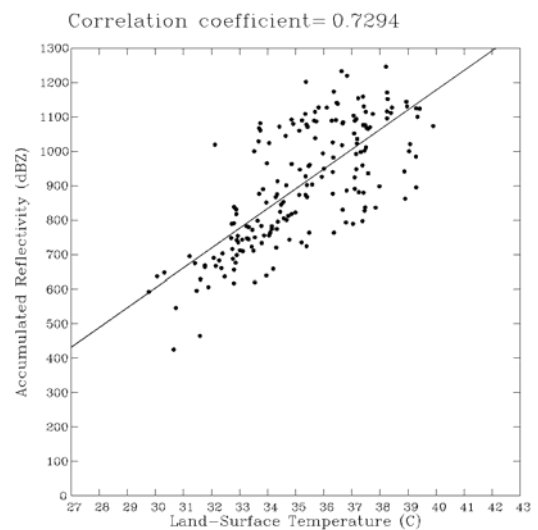


圖4 在地形高度10公尺以下，所有網格點內的平均地表溫度與午後累積雷達回波(大於30 dBZ)的關係圖。X軸為平均地表溫度，Y軸為累積雷達回波，圖中黑色實線為線性迴歸線，相關係數顯示在圖上方。累積雷達回波時間為1999年~2008年夏季弱綜觀環境所有天數的午後12~18時。

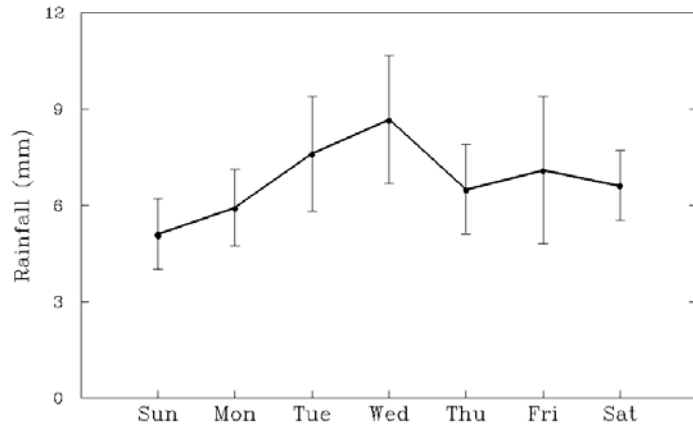


圖5 1999年~2008年台北盆地地形高度50公尺以下所有測站的午後平均時雨量圖。圖中細線代表一個標準差值。

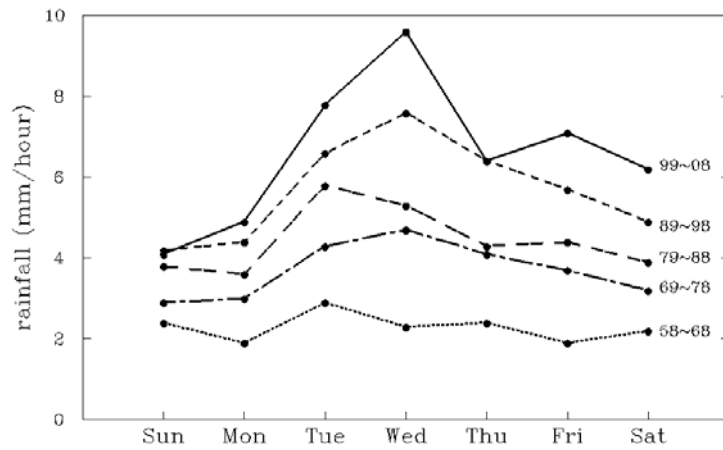


圖6 1958年~2008年7、8月弱綜觀環境下，以10年為一單位的禮拜一~禮拜日台北盆地午後平均時雨量圖。圖中各線條所代表的年份標示於右側。

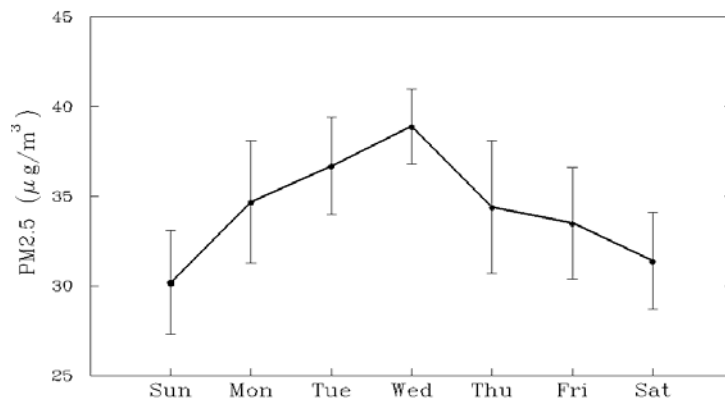


圖7 2002年~2008年夏季弱綜觀環境下，北部超級測站於上午11時的PM2.5懸浮微粒濃度平均圖。