

高雄地區非系統性降水之研究

楊子億¹ 曾鴻陽²

¹ 中國文化大學地學所大氣組

² 中國文化大學大氣科學系

摘要

本研究採用1981~2008年中央氣象局，局屬綜觀氣象站中的高雄測站以及蘭嶼測站，以及1992~2008年中央氣象局高雄地區的自動雨量站，總共32個測站，以及1981~2008年可見光衛星雲圖資料，利用局屬綜觀氣象站的溫度、風速、風向、雨量資料，以及局屬自動雨量站雨量資料，進行對上述資料的分析，討論高雄地區都市化熱島現象對於風向、風速變化的影響，以及對於降雨量和降雨時數的影響。

都市化熱島現象並非是降雨量以及降雨時數改變的唯一影響因素，因為高雄山區以及丘陵地區的都市化情形並沒有比平地顯著，但是降雨量增加的情形卻是以高雄丘陵地區最顯著，這表示如此的變化也受到其他因素影響。

關鍵詞：都市化熱島現象、降雨量、降雨時數

一、前言

(一) 文獻回顧

人類活動無論是食、衣、住、行，甚至到整個全球的經濟等等，均受到氣候環境所支配，同樣的，由於都市土地面積有限，但隨著人口有增無減的趨勢，造就了過度土地利用，使得地景與局部大氣因而受到衝擊，氣候環境也隨之產生變化，特別是人口密集的都市更易形成特殊的氣候型態。其中，都市氣候中最顯著的現象就是熱島(Heat Island)，這是由於人口集中所供應的熱量以及污染物較鄰近地區多，造成都市地區在氣溫高於其他鄰近地區，也因為都市化所產生的都市效應進而對當地氣候產生影響。因此，人們逐漸關心居住生活環境的改變，對於都市化熱島效應的研究也日形重視。

Liu et al.(2002)利用遙測的方式顯示台灣西部平原地區性的熱島現象。Chen et al.(2006)指出，由於熱島的關係，導致台北日平均溫度增加 1.5°C 約為全球平均上升溫度的2倍。且最高溫與最低溫溫差縮小 1°C ，午後雷陣雨的次數增加67%以上，以及增加了77%的降雨量。

由於都市區域的土地使用改變而導致地面特徵的改變，這樣的改變不僅導致大氣邊界層的動力、物理過程改變，也導致都市熱島效應(UHI)發生。早期藉由都市氣象實驗計畫(Metropolitan Meteorological Experiment, METROMEX)的研究，證實了都市熱島可誘發中尺度環流而強化對流，進而導致台北盆地的降雨量增加或者是主要都市區域的下風處雨量增加(Changnon et al. 1981; Huff

1986)。在這之後，許多學者相繼以此為研究主題，進一步發現到都市熱島效應(UHI)誘發的中尺度環流會因為不同地形、地表粗糙度、都市幾何形狀而產生不同的結果(e.g. Changnon 1979; Diem and Brown 2003; Dixon and Mote 2003; Takahachi 2003; Fujibe 2003)。

胡振祿(1976)研究高雄市對環境大氣之影響指出，高雄都市年平均溫度較鄰近鄉村高出 0.5°C ，尤其早晨最顯著。但是都市效應並沒有使高雄市區雨量明顯較周圍測站為高的現象，反而有減少的趨勢，只有位在都市下風方向的地區，呈現受到都市效應影響引起的雨量增加傾向。

Chen et al.(1999)及Chen et al.(2006)研究臺北盆地夏季降雨，主要降水來自於午後至傍晚雷雨的貢獻，且通常發生在1200-1800 LST，並且呈現明顯的日變化。

根據台灣政府對台北人口普查紀錄顯示，從1961年(1.8百萬人)至2005年(6.4百萬人)增加了3.5倍，且台北人口增加的趨勢與台北夏季日平均地面溫度增加的趨勢呈現一致性，其中夏季日平均地面溫度增加了將近 1.5°C ，除此之外，總土地使用增加了300%(Chen et al. 2006)。

(二) 研究動機與目的

台灣地區人口密度約為 $600\text{人}/\text{km}^2$ ，所以在過去的數10年來，台灣明顯的都市化，尤其是西半部地區的各大都市區。台北地區，明顯受到熱島效應的影響，但是西半部其他大都市其實很少受到仔細檢驗，高雄地區為台灣的第二大都市，是否也像台北地區一樣受到都市化熱島現象的影響呢？由於台北地區為盆地地形，高雄地區是開放的平原地形，所以高雄地區若是受到都市化熱島現象的影響，是否像台北地區一樣明顯？

本文利用中央氣象局1981年~2008年每年7月、8月以及9月高雄地區的逐時觀測資料以及1992年~2008年每年7月、8月以及9月高雄地區的自動雨量站雨量資料，來檢驗高雄地區都市化熱島現象對於非系統性降雨的降雨量、降雨時數以及降雨區的影響。

二、資料來源與分析方法

(一) 本研究使用之資料，包括下列各項：

(1) 1981~2008年7~9月中央氣象局屬綜觀氣象站的高雄、蘭嶼站逐時觀測資料(溫度、風速、風向、雨量、濕度)；1992~2008年7~9月中央氣象局自動雨量站，包含楠溪、排雲、南天池、梅山、復興、小關山、溪南、高中、御油山、民生、表湖、新發、新集、甲仙、大津、月眉、木柵、溪埔、美濃、旗山、吉東、古亭坑、竹子腳、路竹、三爺、岡山、鳳雄、鳳山、大寮、鳳森、左營、尖山(圖1)，共32個自動雨量站之逐時雨量資料。

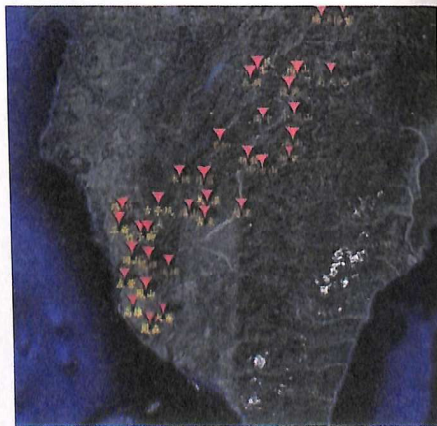


圖1 中央氣象局，高雄地區各自動雨量站地理位置共32個站。

(2) 1981~2008年7~9月中央氣象局可見光衛星雲圖資料。

(3) 1981~2008年7~9月中央氣象局每6小時分析之0000UTC、0600UTC、1200UTC、1800UTC地面天氣圖。

(二) 資料分析方法

本研究則主要探討高雄地區之降雨變化與都市熱島現象之間的關係，另外，選擇蘭嶼(人煙稀少、開發程度明顯相較較低區域)為背景站，當作對照組。但都市熱島常會受到其他因素，譬如，颱風、鋒面等天氣系統所影響，導致都市熱島現象有被明顯弱化的趨勢，因此，須排除天氣系統之影響，顯現都市熱島因子與降雨之關係。

1、個案選取標準如下：

(1) 夏季時間定義為，每年7月1日到9月30日止。

(2) 參考Chu et al.(2007)之定義，亦即當颱風進入 $119^{\circ}\text{E}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 、 $21^{\circ}\text{N}\sim 26^{\circ}\text{N}$ 區域(如圖2)，為颱風開始影響台灣地區時，則予以剔除。



圖2 參考Chu et al.(2007)的定義，亦即當颱風進入 $119^{\circ}\text{E}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 、 $21^{\circ}\text{N}\sim 26^{\circ}\text{N}$ 區域，開始影響台灣地區時，則予以選取。

(3) 鋒面影響台灣的時間乃利用陳(1988b)之定義，當鋒面通過 $118^{\circ}\text{E}\sim 123^{\circ}\text{E}$ 、 $21^{\circ}\text{N}\sim 26^{\circ}\text{N}$ 範圍時，則定義為封面影響台灣時間，這些天數資料均不予以選取。

(4) 在符合上述三項標準之後，再進一步使用可見光衛星雲圖確認當日0800~1000 LST這段時間，當台灣上空是呈現晴朗無雲的狀態時，此資料方可採用。其中，選取此時段是因為若此時段台灣上空是呈現晴朗無雲的狀態，為本研究定義的午後降雨非受到系統性天氣現象的降水個案。

2、測站的分區，於高雄地區總共選取33個測站(包括32個自動雨量站、1個綜觀氣象站)，並將33個測站，進一步按照海拔高度再細分為A區(山區)、B區(丘陵)、C區(平地)共3大區(圖1為各個測站的地理相關位置)。其中，A區測站(山區，總共13個自動雨量站)包含楠溪、排雲、南天池、梅山、復興、小關山、溪南、高中、御油山、民生、表湖、新發、新集；B區測站(丘陵，總共9個自動雨量站)包含甲仙、大津、月眉、木柵、溪埔、美濃、旗山、吉東、古亭坑；C區測站(平地，總共9個自動雨量站、1個綜觀氣象站)包含竹子腳、路竹、三爺、岡山、鳳雄、鳳山、大寮、鳳森、左營以及局屬測站高雄站。

3、分析步驟

選擇與高雄緯度差異性小且都市化程度較低的蘭嶼測站當作背景站，並將高雄地區與蘭嶼地區之溫度逐年變化進行比對，探討高雄地區的都市熱島現象。若高雄地區有都市熱島現象發生，則進一步去探討高雄地區的風向、風速、濕度、降雨量及降雨時數之逐年變化，並探討與都市熱島現象之關係。

(1) 氣溫分析

選取高雄測站 1981~2008 年 7~9 月逐時氣溫資料，並將這 28 年分成三個階段（1981~1989 年、1990~1999 年、2000~2008 年），進而分別計算這三個階段之平均每日逐時氣溫變化（譬如：將 1981~1989 年 7~9 月 0000LST~2400LST 各個時段分別累加而後平均，最後即得此階段之平均逐時氣溫之日變化曲線圖）；另外，對照組——蘭嶼測站也是用同樣的方法得到三個階段之平均逐時氣溫之日變化。隨後，比對高雄與蘭嶼測站，進而檢測高雄是否有熱島的特徵。

接著，利用高雄測站的風速以及風向資料，分別計算當地之南北風以及東西風的變化情形。平均逐時風向風速之日變化：使用與前述（平均逐時氣溫之日變化）同樣的平均方式來運用在南北風、東西風分量的計算，進而獲得三個階段（1981~1989 年、1990~1999 年、2000~2008 年）之各別平均逐時風向風速之日變化。進一步將風向細分為東、南、西、北風四個分量，分別計算每個分量在三個階段（1981~1989 年、1990~1999 年、2000~2008 年）之平均風速變化（並顯示其各風速等級之平均發生機率）情形，其中，風速等級分成 A 級： $0\sim 1\text{ms}^{-1}$ 、B 級： $1\sim 3\text{ms}^{-1}$ 、C 級： $3\sim 5\text{ms}^{-1}$ 、D 級： $>5\text{ms}^{-1}$ 。

同時，依據美國國家海洋大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, USA，簡稱 NOAA）之海洋上聖嬰/反聖嬰之變化指標（Changes to the Oceanic Niño Index, ONI, 見表 1），將 1981~2008 年細分為聖嬰年、反聖嬰年以及正常年，而後分別計算東、南、西、北風四個分量於這三類年份（聖嬰年、反聖嬰年以及正常年）期間，各風速等級之平均發生機率。

(2) 雨量分析

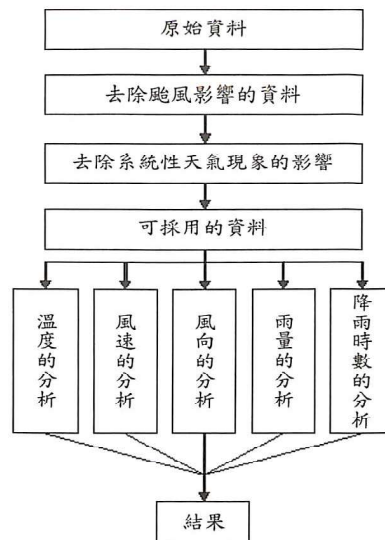
先將 32 個自動雨量站依照海拔高度細分為山區（海拔高度 $>450\text{m}$ ）、丘陵（海拔高度 $>65\text{m}$ ）以及平地（海拔高度 $<65\text{m}$ 平地的測站有加入高雄測站的雨量資料）共三個區域，且由於自動雨量站之相關資料，包括逐時雨量資料，皆由 1992 年開始，因此，僅選取 32 個自動雨量站於 1992~2008 年 7~9 月份之逐時雨量資料，資料分析方式如下：

計算 1992~2008 年 7~9 月份，三個區域（山區、丘陵、平地）以及全區（山區+丘陵+平地，亦即高雄地區）之各區域每年平均單一測站之總降雨時數（譬如：山區共有 13 個自動雨量站，計算這 13 個自動雨量站於 1992~2008 年每年 7~9 月份之總累積降雨時數，而後除以雨量站個數-13 個，即稱之）、每年平均單一測站之總累積雨量變化。

將年份分成 1992~1999 年及 2000~2008 年兩個階段，並分別計算三個區域（山區、丘陵、平地）以及全區（山區+丘陵+平地，亦即高雄地區）於這兩個階段之平均單一測站之總降雨時數、平均單一測站總累積雨量變化。

另外，比較全區、平地、丘陵、山區以及高雄測站之雨量增加量（2000~2008 年之平均單一測站總累積雨量減去 1992~1999 年之平均單一測站總累積雨量的結果，即稱之）及其百分比分布情形。

最後比較 1992~2008 年，平地、丘陵、山區、全區於聖嬰年、反聖嬰年、正常年之平均單一測站總降雨時數以及平均單一測站總累積雨量之變化情形，即可對照雨量變化是否受到熱島效應影響較明顯，還是受到聖嬰現象的影響較顯著。以下為簡化的流程圖。



三、資料分析結果

(一) 溫度

一地區若是都市發展程度完善，其都市化熱島效應的特徵會更加明顯，由於都市地區大多數是水泥地以及高樓大廈，夜晚時地表長波輻射容易受到阻擋，不易輻射出至外太空，使得夜晚都會區散熱較慢，與郊區相較之下，夜晚的溫度會比郊區的溫度較高，尤其是最低溫度，會隨著都市區發展程度提高而漸漸上升。圖 3 為高雄測站每 10 年平均的一日 24 小時的溫度變化曲線，清晨時的最低溫度，隨著年代的增加，最低溫度呈現逐漸上升的趨勢以及最高溫度也有同樣的趨勢並且更加明顯，相對之下，圖 4 為蘭嶼測站每 10 年平均的一日 24 小時的溫度變化曲線，明顯看出一日溫度則沒有像高雄測站逐漸增加的情形發生，高雄測站最低以及最高溫度上升的趨勢，為都市熱島效應的特徵之一。

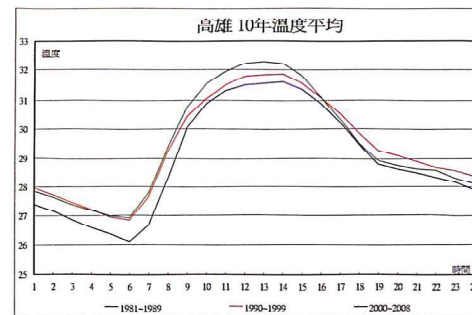


圖 3 高雄 10 年平均的一日溫度變化曲線，藍色線條為 1981~1989 年溫度平均一日變化，紅色線條為 1990~1999 年溫度平均一日變化，綠色線條為 2000~2008 年溫度平均一日變化，橫座標為時間，單位是小時，縱座標為溫度，單位是 $^{\circ}\text{C}$ ，為了可以明顯看出變化，最小值取 25°C ，最大值取 33°C 。

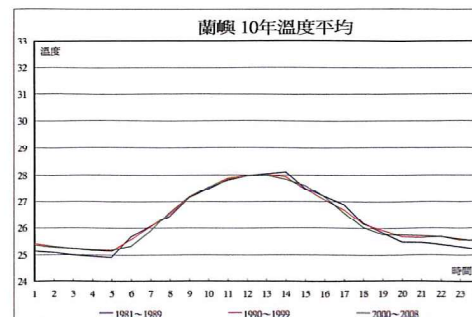


圖 4 同圖 3，但為蘭嶼測站的 10 年平均一日溫度變化。由於蘭嶼站最低溫低於 25°C ，故最低溫選定 24°C 。

(二) 風速與風向的分析

由高雄測站溫度的變化曲線顯現高雄地區存在著都市化熱島現象，然而這對風速的風速與風向變化會有什麼樣的影響？首先，先將風速分級，分別為 A、B、C 以及 D 共 4 級，A 級代表風速為 $0\sim 1\text{ms}^{-1}$ 。B 級代表風

速為 $1\sim 3\text{ms}^{-1}$ ，C 級代表為風速 $3\sim 5\text{ms}^{-1}$ ，D 級代表為風速大於 5ms^{-1} ，由圖 5 得知，4 個方向的風，發生的風速級別通常以 A 級及 B 級為主，其中東風與南風的 A 級及 B 級機率比北風和西風大，尤其南風的 A 級以及 B 級風速發生的機率隨著時間推移逐漸增加。但

是南風 C 級以及 D 級的風則是隨著時間發生機率變小。換句話說，高雄地區的盛行風為東南風，但是熱島效應使得風速(A、B 級)有增加的趨勢，但中、強風速發生的機率有逐年下降的趨勢。

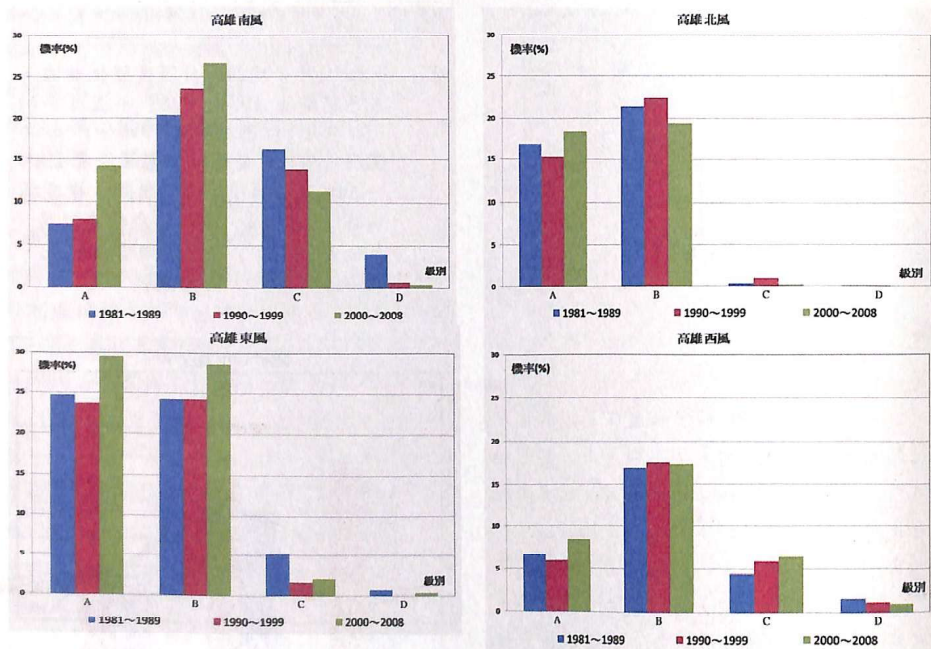


圖 5 高雄測站，風向風速分級，A 級代表風速為 $0\sim 1\text{ms}^{-1}$ ，B 級代表風速為 $1\sim 3\text{ms}^{-1}$ ，C 級代表風速為 $3\sim 5\text{ms}^{-1}$ ，D 級代表風速為大於 5ms^{-1} 。藍色為 1981~1989 年發生機率，紅色為 1990~1999 年發生機率，綠色為 2000~2008 年發生機率，橫座標為級別，縱座標為發生機率，單位是 %。

除了熱島現象會影響盛行風風速大小發生的機率，聖嬰現象會對高雄的風速產生影響？從圖 6 得知，只有南風的 A 級以及 B 級風速發生的機率在聖嬰年時會比反聖嬰年以及正常年時的發生機率高出一些，其餘方向

的風，各級別的發生機率並沒有固定的變化，顯示聖嬰現象並無明顯影響到盛行風風速，高雄地區風速的變化主要還是受到熱島現象影響居多。

(三) 降雨時數與降雨量的分析

利用中央氣象局 1992 年~2008 年每年 7 月、8 月以及 9 月的自動雨量站的雨量資料，將總共 32 個測站分別分類為 A 區、B 區、C 區共 3 大區(圖 1 為各個測站的地理相關位置)，A 區(山區)的測站包含楠溪、排雲、南天池、梅山、復興、小關山、溪南、高中、御油山、民生、表湖、新發、新集，B 區(丘陵)的測站包含甲仙、大津、月眉、木柵、溪埔、美濃、旗山、吉東、古亭坑，C 區(平地)的測站包含竹子腳、路竹、三爺、岡山、鳳雄、鳳山、大寮、鳳森、左營以及局屬測站高雄站；圖 7 為這 3 個區域的 10 年平均降雨時數，得知各區在 2000 年到 2008 年的降雨時數皆比 1992 年到 1999 年較多，尤其 B 區(丘陵)的降雨時數增加最多，但仍然比 A 區(山區)的降雨時數較少，除此之外，平均降雨時數為 A 區(山區)最多。

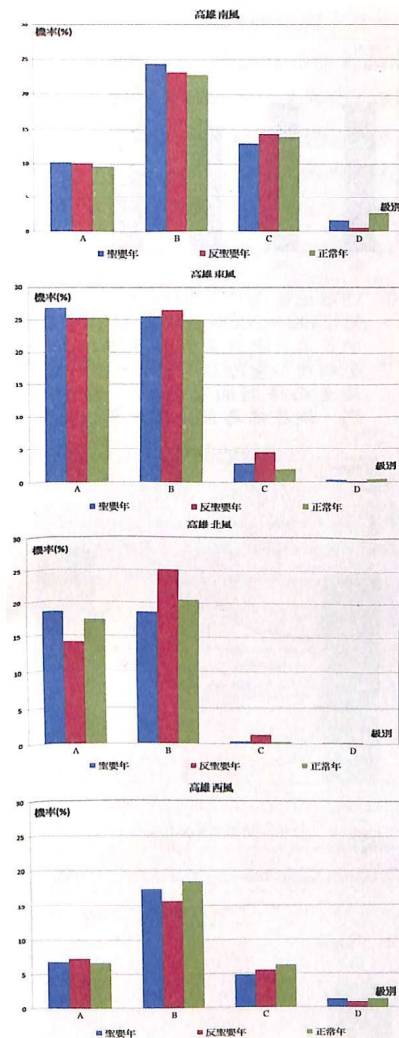


圖 6 高雄測站，聖嬰年、反聖嬰年以及正常年的風速分級，A 級代表風速為 $0\sim 1\text{ms}^{-1}$ ，B 級代表風速為 $1\sim 3\text{ms}^{-1}$ ，C 級代表風速為 $3\sim 5\text{ms}^{-1}$ ，D 級代表風速為大於 5ms^{-1} 。藍色為聖嬰年年發生機率，紅色為反聖嬰年發生機率，綠色為正常年發生機率，橫座標為級別，縱座標為發生機率，單位是 %。

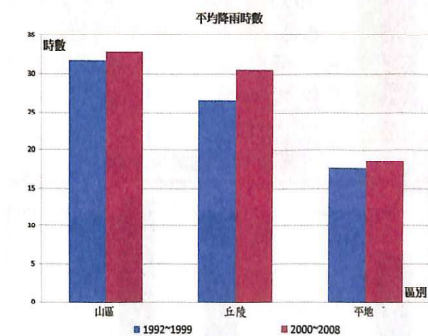


圖 7 高雄山區、丘陵以及平地平均累積降雨時數，藍色為 1992~1999 年的平均累積降雨實數，紅色為 2000~2008 年的平均累積時數，橫座標為區別，縱座標為累積時數，單位是 hour。

另從圖 8 得知，降雨量增加最多的區域為 B 區(丘陵)，平均降雨量最多也是在丘陵。從圖 9 得知，山區以及丘陵的平均降雨

增加量，增加的幅度明顯比平地平均降雨增加量要來的多，但若以圖 10 來看，可發現雖然丘陵的雨量是最多，但是增加的百分比卻是較少的，這表示丘陵地區是容易下雨的地區，從圖 11 得知這 3 區的降雨量雖然增加，可是這 3 區的最大降雨時間點卻沒有太大的變動。

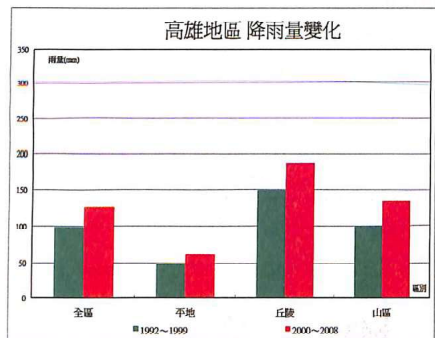


圖 8 高雄地區，降雨量 10 年平均變化量，綠色為 1992~1999 年平均降雨量變化量，紅色為 2000~2008 年平均降雨量變化量，橫座標為區別，縱座標為雨量，單位是 mm。

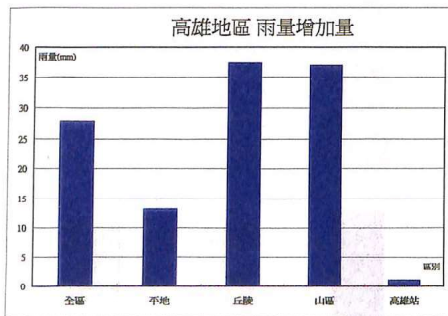


圖 9 高雄地區平均雨量增加量，是用 2000~2008 年平均總雨量與 1992~1999 年平均總雨量相減而得到的，橫座標為區別，縱座標為平均雨量增加量，單位為 mm。

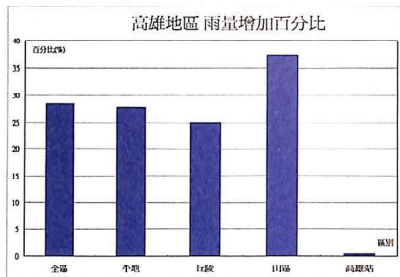


圖 10 高雄地區各區平均雨量加百分比，是用 2000~2008 年減去 1992~1999 年的差值，也就是圖平均增加量，再以平均增加量除以 1992~1999 年平均雨量而得到的百分比，橫座標為區別，縱座標為百分比，單位為 %。

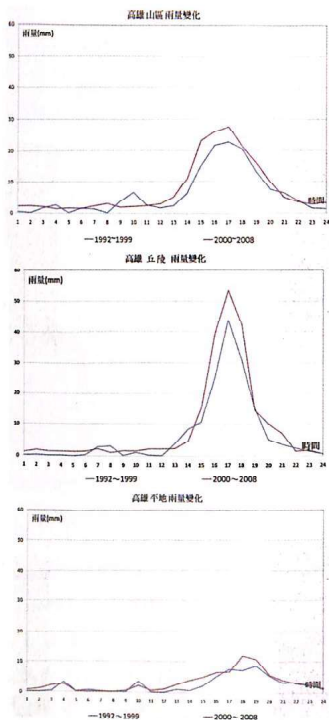


圖 11 平地、丘陵以及山區 10 年平均雨量的一日變化曲線，藍線為 1992~1999 年降雨量一日變化，紅線為 2000~2008 年降雨量一日變化，橫座標為時間，單位是 hour，縱座標為雨量，單位是 mm。

再做聖嬰年、反聖嬰年以及正常年的降雨時數平均，圖 12 可看出以高雄全區來看，聖嬰年以及反聖嬰年的平均降雨時數差別非常小，幾乎沒有差別，但是同樣的，不管是聖嬰年還是反聖嬰年，降雨時數都比正常年多。若分作 3 個區域分析，反聖嬰年時山區的降雨實數較聖嬰年以及正常年多，但丘陵區則沒有如此情形發生，但是平的反聖嬰年降雨時數卻是較少的，但差距不大。再將降雨量分作聖嬰年、反聖嬰年以及正常年做

分析，可以從圖 13 發現，以全區做分析時，聖嬰年、反聖嬰年以及正常年的平均降雨量其實沒有明顯的差距。若以 3 個區域來看，山區在反聖嬰年時，平均雨量是增加的，而丘陵以及平地是減少的，尤其平地區最為明顯。由此可知，熱島效應對於午後降雨量的相關性不若聖嬰現象明顯。因為 A 區(山區)離市區較遠，可是降雨量仍然是增加的，故降雨量的增加的原因需待進一步確定。

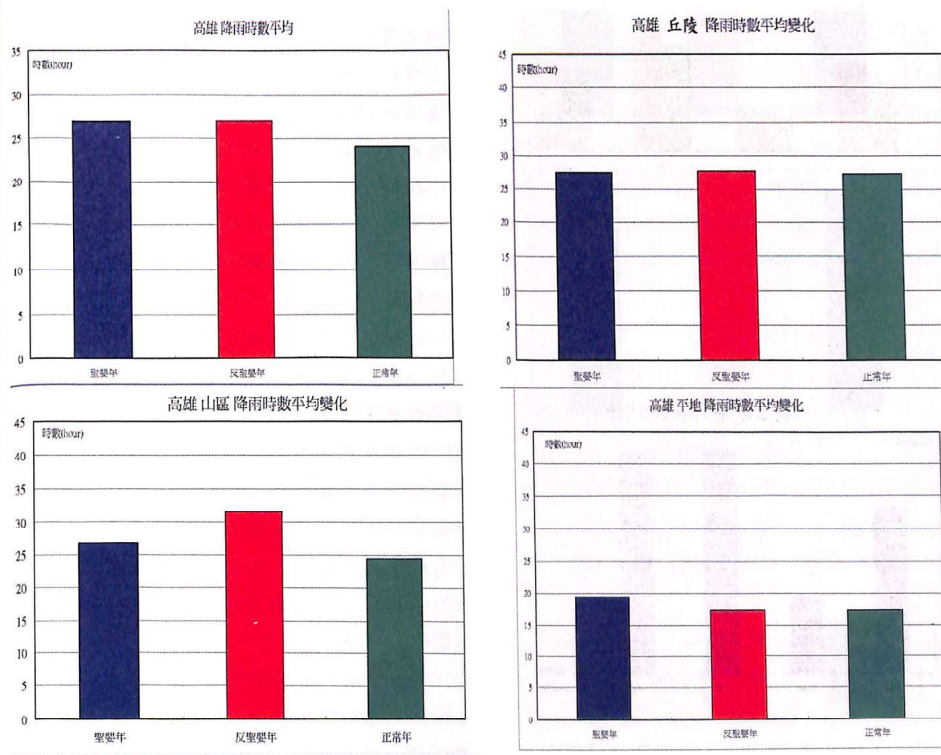


圖 12 高雄地區 ENSO 平均累積降雨時數，藍色為聖嬰年平均降雨時數，紅色為反聖嬰年平均降雨時數，綠色為正常年平均降雨時數，橫座標為類別，縱座標平均累積時數，單位是 hour。

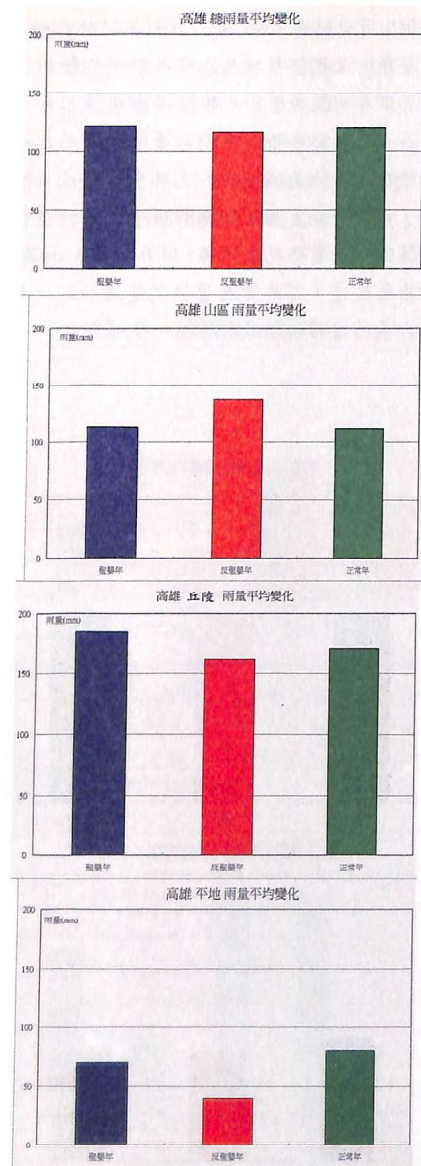


圖 13 高雄地區 ENSO 平均總降雨量變化，藍色為聖嬰年平均總降雨量紅色為反聖嬰年平均總降雨量，綠色為正常年平均總降雨量，橫座標為類別，縱座標平均總降雨量，單位是 hour。

四、結論與建議

(一) 結論

本研究經由利用中央氣象局局屬測站中的高雄測站以及蘭嶼測站的 1981 年到 2008 年每年 7 月、8 月以及 9 月的溫度、風速、風向以及累積雨量的逐時觀測資料，以及中央氣象局高雄地區共 32 個自動雨量站的 1992 年到 2008 年每年 7 月、8 月以及 9 月的逐時雨量資料，以及中央氣象局 1981 年到 2008 年衛星可見光雲圖，分析高雄地區非系統性降雨的降雨量、降雨時數以及降雨地區是否受到都市化熱島現象的影響，整理前幾章的結果，其主要結論如下：

分析局屬高雄測站以及蘭嶼測站的逐時溫度資料以及進行比較兩測站結果得知高雄地區是存在著都市化熱島現象。

在風速方面，南風以及東風的微弱風發生機率提昇，但是南風以及東風的中強風發生機率變小，但風速風向與聖嬰現象的相關並不顯著。

在降雨量以及降雨實數方面，除了山區之外，在反聖嬰年時，平均降雨量也是較聖嬰年以及正常年少。但是，不論是山區，丘陵，或者是平地，2000 年到 2008 年的降雨時數以及降雨量都是增加的，山區的降雨時數是三個區域最長，可是降雨量卻是丘陵地區是最多的，雨量方面，2000 年到 2008 年的降雨量 3 個區域都是增加的，除了平地增加量較少之外。

由此可知，山區以及丘陵的都市化程度並不如平地明顯，但是降雨量在 2000 年到 2008 年一樣是增加的，由於都市化熱島現象並不是影響降雨量改變的唯一因素，高雄地區非系統性降雨的降雨量以及降雨時數除了受到都市化熱島現象影響有關，但由於影

響降水的因素甚多，需進一步予以澄清。

(二) 建議

本研究主要針對高雄地區都市化熱島現象對於非系統性降雨的降雨量、降雨時數以及降雨空間分佈是否有很大的影響，由此研究使我們對於高雄地區都市化熱島現象對於高雄地區夏季的非系統性降雨的雨量、降雨時數以及降雨空間的影響有進一步的認知，但是高雄地區的降雨特性，一定還有受到其他因素影響，未來值得去探討有哪些因素綜合影響了高雄地區的降雨特性。

參考文獻

- 胡振祿, 1976: 高雄都市對環境大氣之影響, 中國文化大學碩士論文, 中國文化大學地學研究所。
- 陳泰然, 1988b: 東亞梅雨鋒面綜觀之氣候特徵分析。大氣科學, 16, 435-446。
- Changnon.S.A. and Semonin.R.G. and Huff. F. A., 1976: A Hypothesis for Urban Rainfall Anomalies. J. Appl. Meteor., 15, 544-559.
- _____, R. R. Braham, R. G. Semonin, A. H. Auer, and J. Hales, 1981: METROMEX: A Review and Summary. Meteor. Monogr., No. 40, Amer. Meteor. Soc., 181 pp.
- _____, 1979: Rainfall changes in summer caused by St. Louis. Science, 205, 402-404.
- Chen, T.-C., M.-C. Yen, J.-C. Hsieh, and R. W. Arritt, 1999: Diurnal and seasonal variations of the rainfall measured by the Automatic Rainfall and Meteorological Telemetry System in Taiwan. Bull. Amer. Meteor. Soc., 80, 2299-2312.
- Chen, S.-Y. Wang, and M.-C. Yen, 2006: Enhancement of Afternoon Thunderstorm Activity by Urbanization in a Valley: Taipei. J. Appl. Meteor., 46, 1324-1340.
- Diem, J. E., and D. P. Brown, 2003: Anthropogenic impacts on summer precipitation in central Arizona, U.S.A. Prof. Geogr., 55 (3), 343-355.
- Dixon, P. G., and T. L. Mote, 2003: Patterns and causes of Atlanta's urban heat island-initiated precipitation. J. Appl. Meteor., 42, 1273-1284.
- Fujibe, F., 2003: Long-term surface wind changes in the Tokyo metropolitan area in the afternoon of sunny days in the warm season. J. Meteor. Soc. Japan, 81, 141-149.
- Huff, F. A., 1986: Urban hydrometeorology review. Bull. Amer. Meteor. Soc., 67, 703-712.
- _____, and D.T. Schickedanz., 1974: METROMEX Rainfall Analysis. Bull. Amer. Meteor. Soc., 55, 90-92.
- Liu, SC., Lin, CY., Shiu, CJ., Wang, CH., Liu, GR. Mega-Suburb Heat-Island Effect over Taiwan's Western Plain. BAQ 16 Dec. 2002-18 Dec 2002, Hong Kong SAR. 2002.
- Takahashi, H., 2003: Secular variation in the occurrence property of summertime daily rainfall amount in and around the Tokyo metropolitan area (in Japanese with an English abstract). Tenki, 50, 31-41.

The study of Non-Synoptic Rainfall in Kaohsiung Area

Tzu-Yi Yang Hung-Yang Tseng

Abstract

This study used the data in Kaohsiung and Yilan station of Central Weather Bureau form 1981 to 2008, and there are 32 automatic weather stations of Central Weather Bureau form 1992 to 2008, and the visible cloud imagery from 1981 to 2008. Therefore we used temperature , wind velocity, wind direction, rainfall amount of Kaohsiung and Yilan station, and rainfall amount of automatic weather stations to analyze. We discussed urban heat island (UHI) to influence temperature, wind velocity, wind direction, rainfall amount, and rainfall hours in.

The urban heat island (UHI) was not the only cause to change rainfall amount, and rainfall hours in Kaohsiung area, because the mountain and hill area of Kaohsiung were not more remarkable than plainer area, but the rainfall amount was the most in hill area. Hence, the variations were influenced by the other causes.

Keywords: urban heat island (UHI), rainfall amount, rainfall hours