

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 地球科學科

佳作

030505

「雨」出驚人—台灣地區降雨型態及變遷的探討

學校名稱：嘉義市立北興國民中學

作者： 國二 曾梓僑 國二 楊欣豪	指導老師： 劉宏二 許牧豪
-------------------------	---------------------

關鍵詞：降水、氣候變遷

# 「雨」出驚人—台灣地區降雨型態及變遷的探討

## 摘要

本研究利用中央氣象局 2003 年至 2010 年日雨量資料，選擇 20 個測站進行分析。首先以降雨相關性分析而言，較高相關性天氣預報區域，可分為北部及中南部地區，而恆春半島可另外劃分成一預報區以提高預報精準度。再者，我們訂定降雨空間與時間指標，並依兩種指標繪成指標特性分布圖，且從圖中的趨勢線判斷出四種降雨型態，像是受到地形及季風影響在各雨季表現差異外，也可以發現山區較易出現異於其他地區的空間降雨。另外，從 8 年所有地區降雨變遷線發現台灣地區降水趨勢一致，若能分析數個區域的雨量升降趨勢，就足以代表全島的雨量變遷。最後，我們分析 30 年的長期雨量，發現降雨天數略微下降，但在夏季的降雨量有顯著增加趨勢，而乾季的雨量卻有下降趨勢，顯示未來乾雨季將更加分明。

## 壹、研究動機

近年來的降雨議題大家更加重視，山崩、土石流主要是豪雨所造成；雖然天氣預報可發布豪雨預警，但在各地區卻出現降雨強度的差異，而使預報準確性不佳，造成區域性豪雨成災，如：2010 年梅姬颱風使蘇花公路有重大傷亡。於是在組員的討論下，我們針對此方向和展開熱切的研究，包括：降雨是否有區域分布？區域性強降雨何時會出現？過去和現在如何演變？

## 貳、研究目的

從中央氣象局測站的歷年日雨量資料庫搜集資料，選定 20 個代表測站進行區域分類並分析，以瞭解各區域的降雨特性及可能的影響因素。研究流程如下：

- 一、依區域特性選定氣象測站並分類，搜集 2003-2010 年之日雨量資料，進行初步分析。
- 二、分析各區域測站的日雨量相關係數，以瞭解所選定測站在降雨時間及強度是否有一致性，來驗證所選定測站的代表性。
- 三、將日雨量資料轉換成時間與空間距平值，定義出降水指標，並加以統計定義區域性強降雨，探討各區域的降雨差異。
- 四、以時序排列的雨量資料，探討雨量變遷歷程。
- 五、從相關性分析選擇具有代表台灣全區特性的測站，收集近 30 年的日雨量資料，以時序分析瞭解 30 年來的降雨變遷，探討未來可能變遷方向。

## 參、研究設備及器材

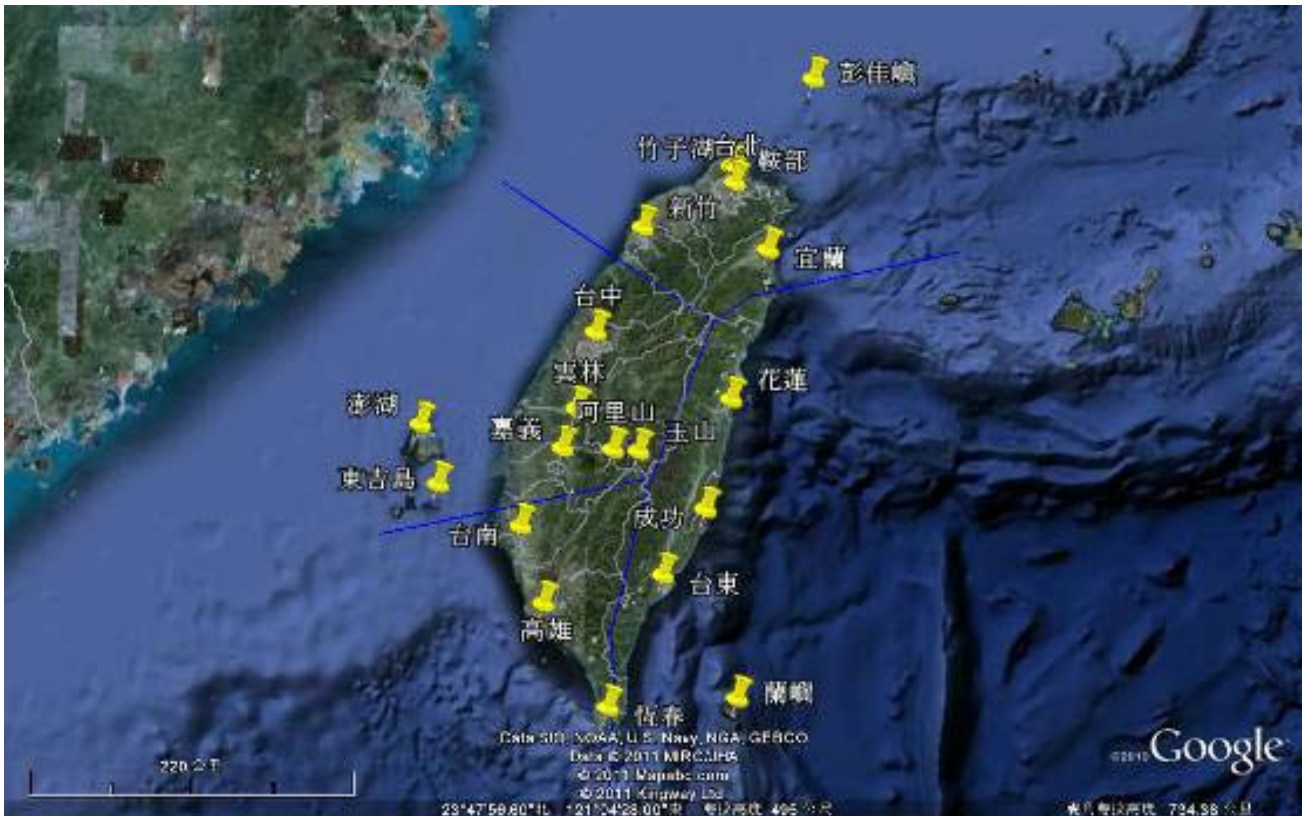
- 一、電腦及網際網路。
- 二、Microsoft Office Excel 軟體。

## 肆、研究過程或方法

一、依區域特性選定氣象站並分類，搜集 2003-2010 年之日雨量資料，進行初步分析。

(一) 本研究將台灣地區依地理位置及地形特徵進行分類；地理位置以中央山脈為界可分東部區域和西部區域；西部區域再細分為北部、中部、南部三個區域，故共可分為四個區域。而地形特徵分為山區、平地及島嶼三種地形。

(二) 從中央氣象局局屬氣象測站中，依上述兩種特性區分並選定研究，為避免測站的特殊性造成誤判，故平地測站選定 3 個分散於區域內的測站進行研究；但部分山地測站及島嶼測站受限資料來源，只能使用 1 個或 2 個測站資料；上述區域分類及所選測站位置分布(圖一)；並依區域類別測站分類表進行分類(表一)，其中南部無島嶼及高山測站、東部無高山測站；故共有九種類別。



圖一 研究區域分類及選定代表測站位置分布圖

表一 依區域類別測站分類表

	山地	平地	島嶼
北部	鞍部、竹子湖	台北、新竹、宜蘭	彭佳嶼
中部	阿里山、玉山	台中、雲林、嘉義	東吉島、澎湖
南部	X	台南、高雄、恆春	X
東部	X	花蓮、成功、台東	蘭嶼

(三) 至中央氣象局氣候統計資料庫，搜集列表中各測站 2003-2010 年的日雨量資料資料匯入 Microsoft Office Excel 軟體，進行統計分析以瞭解各區域降雨情況。

(四) 從文獻中瞭解，台灣地區的降雨季大致可分類為梅雨季(5、6 月)、颱風季(7-10 月)及乾季(11-4 月)；故在進行研究時，採用三個雨季進行區分，以瞭解降雨差異。

二、分析各區域測站的日雨量相關係數，驗證所選定測站的代表性。

(一) 相關係數是兩個連續變項之間線性關聯強度的指標，可以用來反應變項關聯的基本性質與變化趨勢，相關係數絕對值越大表示線性關聯越強，其中相關係數值及其關聯程度如表二所示，利用 Microsoft Office Excel 軟體將資料進行各測站相關係數分析，驗證在區域內的測站是否有一致性；亦可比較不同區域間的差異性。

表二 相關係數值及其關聯程度表

相關係數範圍(絕對值)	關聯程度
1.00	完全相關
0.70 至 0.99	高度相關
0.40 至 0.69	中度相關
0.10 至 0.39	低度相關
0.10 以下	微弱或無相關

(二) 以不同雨季進行相關係數分析，尋找不同雨季是否有各測站間的差異性，探討就降雨上天氣預報分區有無改良空間。

三、將日雨量資料轉換成時間與空間距平值，定義出降雨指標，並加以統計定義區域性強降雨，探討各區域的降雨差異。

(一) 因未降雨天數過多而且雨量差異極大，在進行統計強降雨時，除了和測站本身的歷史資料來計算時間距平強降雨以瞭解降雨特性外，另外也可以探討在同一時間的各測站降雨差異，是否有異於其他測站的空間距平強降雨，故以時間距平及空間距平兩個特性來進行探討。

(二) 距平標準化分析法：將測站之數據輸入軟體後，計算測站平均值，作為零基準，再將每筆資料減去零基準，求得距平值，以瞭解該筆資料和平均值的差異。而因每個測站或每天的降雨分布有差異，需要以統計方法加以修正來標準化，須求出不同降雨分布的標準差，再計算各筆資料標準化後的指標，以  $\Delta S$  來表示。

其中指標  $\Delta S = (\text{觀測值} - \text{平均值}) / \text{標準差}$ 。

(三) 用各個測站單日雨量資料算出台灣地區的平均值，再以各測站的日雨量資料平均值減之，因而算出各測站的空間距平，再除以空間標準差，算出各測站降雨空間指標。

(四) 以相同的道理，單一測站雨量資料算出該測站 8 年日降雨平均值，再以該測站的日雨量，再扣除日降雨平均值，求出該測站的時間距平，同樣的除以該測站 8 年日降雨標準差，算出該測站時間指標。

(五) 為瞭解相同區域各地形在不同雨季的降雨特性，把空間指標作為縱軸，時間指標作為橫軸，應可由空間指標及時間指標作為區分類型，繪製成 XY 散布圖並加上趨勢線後，可由趨勢線斜率及長度顯示出該測站的降雨特性。

#### 四、以時序排列的雨量資料，探討雨量變遷歷程。

- (一) 在降雨的雨季分類，除了上述的乾季及梅雨季外，我們發現七月到十月強降水可能是颱風，也可能是午後雷陣雨，所以我們至中央氣象局的網站搜尋 2003~2010 年颱風資料，再把七月到十月細分成颱風降水及午後雷雨兩類，共分四類依次探討，並依前面的測站分類為九個區域，依時間順序排列，畫出雨量時序圖來進行分析。
- (二) 為防止因單一特殊降雨造成該年有較特殊的雨量，故在進行雨量時序時，使用了三年的移動平均線分析，來平滑數據使趨勢線更容易顯現。
- (三) 依空間距平及時間距平來定義強降雨，計算強降雨天數變遷是否有趨勢性，依時間順序排列，畫出強降雨天數時序圖進行分析。

#### 五、從相關性分析選擇具有代表台灣全區特性的測站，收集近 30 年的日雨量資料，以時序分析瞭解 30 年來的降雨變遷，探討未來可能變遷方向。

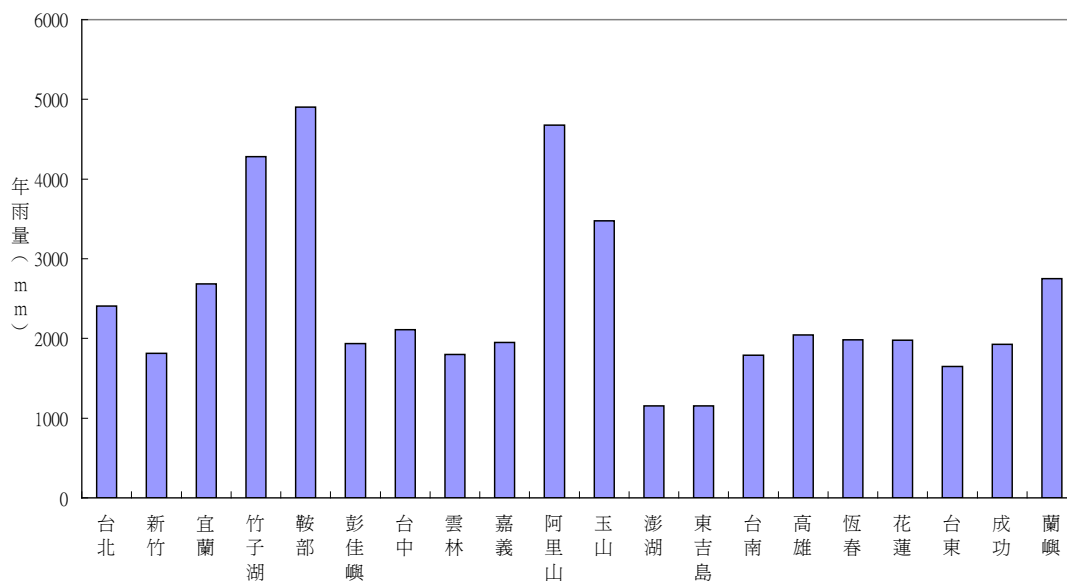
- (一) 利用各測站和台灣全區雨量均值相關係數來找出和台灣均值一致性較高的測站—阿里山和嘉義，並另選取和北部相關性較高的鞍部測站，以避免北部與中南部的降雨差異造成誤差，作為台灣地區長期變遷的代表測站。
- (二) 為防止因單一特殊降雨造成該年有較特殊的雨量，故在進行雨量時序時，使用了三年的移動平均線分析，來平滑數據使趨勢線更容易顯現。
- (三) 統計近三十年（1979 年至 2010 年）測站的雨量資料進行分析，定義小雨是日雨量大於 0 毫米但小於 5 毫米，中雨是日雨量 5 毫米以上但小於 50 毫米，大雨是日雨量 50 毫米以上，然後將年雨量、降雨天數和小雨、中雨、大雨天數繪製成折線圖，並加上趨勢線，以瞭解長期變遷趨勢。
- (四) 由於現在社會許多人提出近年來雨量成極端，所以我們以同樣的方式進行統計，將四種降雨類型長期變遷趨勢分別畫出，並加以探討。

## 伍、研究結果與討論

一、依區域特性選定氣象測站並分類，搜集 2003-2010 年之日雨量資料，進行初步分析。

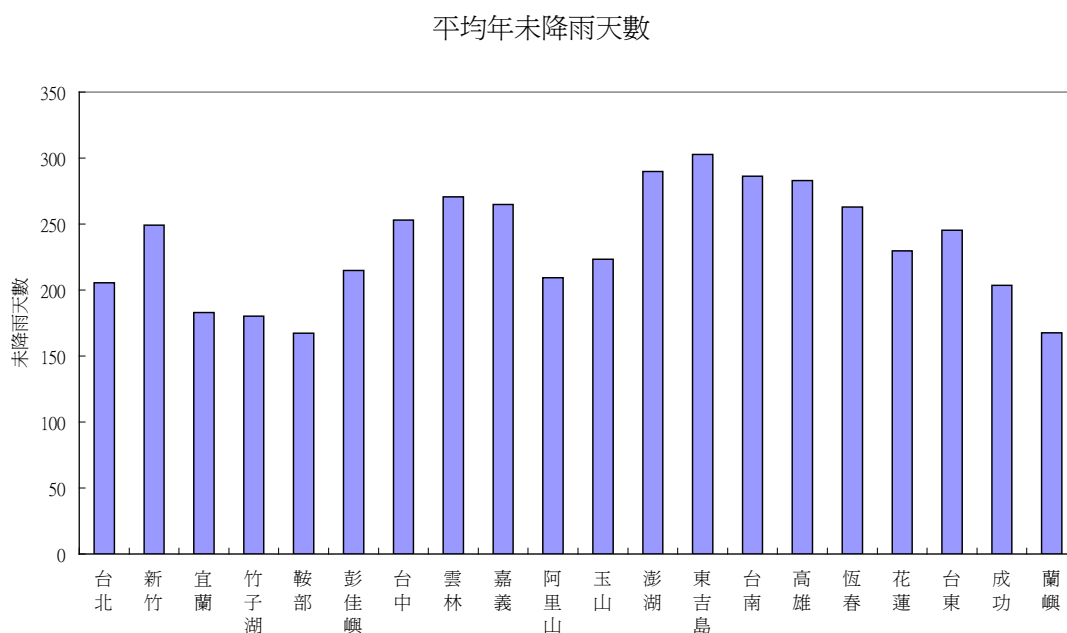
(一) 進行年雨量統計，台灣各測站平均年雨量如圖二；圖中顯示在山地雨量約為 4000-5000 毫米；平地雨量約為 2000 毫米上下，各區域差異不大；島嶼雨量在中部約為 1000 毫米，在東部達 3000 毫米，差異較大。綜合而言，測站的年雨量大致在一個範圍內，在計算全區平均雨量並沒有因單一測站雨量過大而產生不當加權的現象。

台灣地區各測站平均年雨量



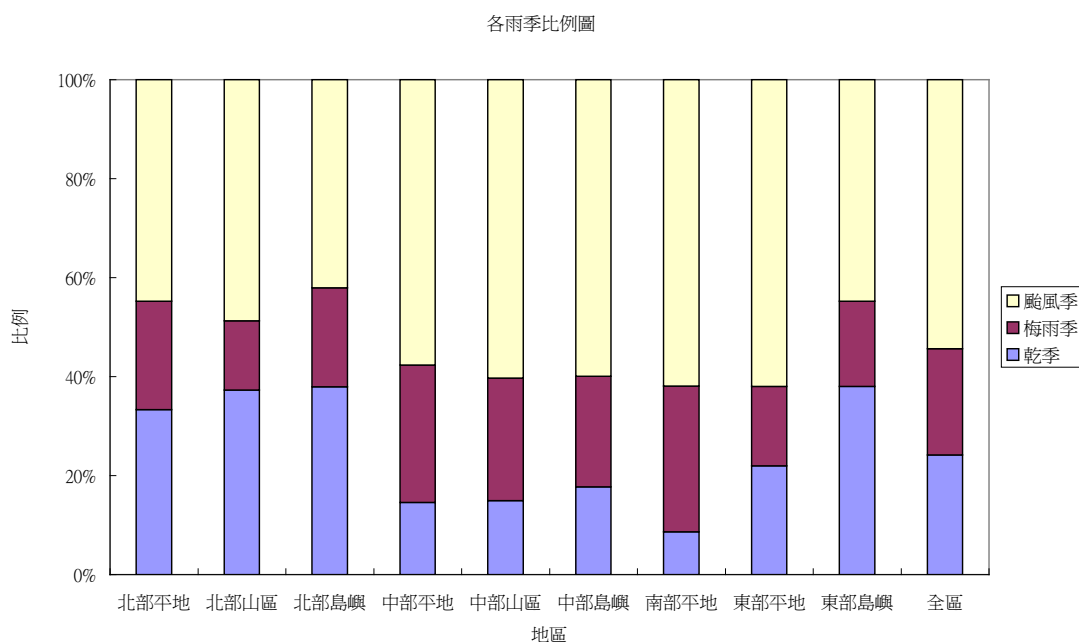
圖二 台灣地區各測站平均年雨量圖

(二) 台灣地區各測站平均全年未降雨天數如圖三；顯示中部地區平地、島嶼、南部地區未降雨天數大於 250 天，而北部平均的差異最大；北部山區及東部島嶼的未降雨天數均少於 200 天。全區的未降雨天數無特殊過多或過少的測站。



圖三 台灣地區各測站平均全年未降雨天數圖

(三) 分析比較各區域的不同雨季的降雨雨量比例如圖四，結果顯示台灣各區主要降雨為颱風季約占 50%或更高；梅雨在中、南區及北部山區島嶼也占有 20%以上；所謂的乾季只有在中部(15%)及南部(10%)較明顯，北部及東部島嶼仍一定的雨量（30%以上）。但因乾季占半年的時間，平均下來日雨量仍屬較乾燥的情況。



圖四 各區域的不同雨季的降雨雨量比例圖



二、分析各區域測站的日雨量相關係數，來驗證所選定測站的代表性。

(一) 以 8 年全年日雨量資料進行全區相關係數分析，結果如表三；顯示在各區域內的相關性中度相關以上，和其中中部平地呈現高度相關，只有蘭嶼和花蓮相關性較低，其餘各區域內有一致性；就降雨而言，除了恆春以外的中南部降雨有一致性；可做為同一區域進行預報。

(二) 在鄰近地區的測站，也容易有高度相關，如玉山阿里山、台北竹子湖鞍部、嘉義台南、成功台東。

(三) 在全島均值的相關性比較，顯示中部山區及平地和全島均值較一致，尤其是玉山、阿里山、嘉義、雲林、台南所屬的雲嘉南地區；而蘭嶼和全島均值相關性低。

表三 全年日雨量資料全區相關係數分析表

	台北	新竹	宜蘭	竹子湖	鞍部	彭佳嶼	台中	雲林	嘉義	阿里山	玉山	澎湖	東吉島	台南	高雄	恆春	花蓮	台東	成功	蘭嶼		
台北	1.00																					
新竹	0.71	1.00																				
宜蘭	0.62	0.43	1.00																			
竹子湖	0.76	0.61	0.71	1.00																		
鞍部	0.76	0.64	0.68	0.95	1.00																	
彭佳嶼	0.58	0.58	0.45	0.63	0.62	1.00																
台中	0.41	0.63	0.24	0.33	0.35	0.36	1.00															
雲林	0.35	0.51	0.23	0.28	0.29	0.29	0.82	1.00														
嘉義	0.32	0.44	0.21	0.25	0.27	0.28	0.73	0.85	1.00													
阿里山	0.45	0.54	0.34	0.42	0.42	0.48	0.71	0.75	0.79	1.00												
玉山	0.48	0.55	0.37	0.48	0.47	0.50	0.65	0.68	0.73	0.93	1.00											
澎湖	0.26	0.37	0.14	0.18	0.21	0.24	0.56	0.63	0.65	0.59	0.56	1.00										
東吉島	0.28	0.35	0.16	0.20	0.23	0.29	0.50	0.59	0.68	0.64	0.61	0.75	1.00									
台南	0.32	0.36	0.21	0.23	0.24	0.33	0.46	0.60	0.71	0.66	0.66	0.62	0.72	1.00								
高雄	0.23	0.29	0.17	0.18	0.19	0.26	0.37	0.47	0.59	0.53	0.58	0.48	0.56	0.81	1.00							
恆春	0.19	0.19	0.23	0.20	0.20	0.25	0.21	0.29	0.35	0.37	0.45	0.31	0.38	0.49	0.56	1.00						
花蓮	0.35	0.23	0.51	0.40	0.41	0.30	0.22	0.29	0.33	0.36	0.44	0.33	0.36	0.36	0.35	0.42	1.00					
台東	0.15	0.12	0.26	0.17	0.17	0.15	0.15	0.22	0.26	0.22	0.30	0.26	0.32	0.34	0.41	0.56	0.50	1.00				
成功	0.17	0.13	0.33	0.22	0.22	0.13	0.12	0.19	0.22	0.20	0.30	0.24	0.28	0.29	0.34	0.48	0.58	0.83	1.00			
蘭嶼	0.16	0.12	0.33	0.26	0.25	0.14	0.09	0.14	0.15	0.16	0.23	0.14	0.17	0.22	0.28	0.46	0.38	0.51	0.52	1.00		
全區	0.66	0.68	0.58	0.67	0.68	0.61	0.69	0.73	0.76	0.85	0.88	0.63	0.68	0.73	0.65	0.56	0.60	0.47	0.47	0.40		



(四) 以 8 年梅雨季日雨量資料進行全區相關係數分析如表四，顯示在東部內部不一致，而且東部和全島各測站的相關性低，在梅雨季時東部測站不宜劃分為同一區域進行預報。

表四 梅雨季日雨量資料全區相關係數分析表

	台北	新竹	宜蘭	竹子湖	鞍部	彭佳嶼	台中	雲林	嘉義	阿里山	玉山	澎湖	東吉島	台南	高雄	恆春	花蓮	台東	成功	蘭嶼	全區	
台北	1.00																					
新竹	0.71	1.00																				
宜蘭	0.49	0.52	1.00																			
竹子湖	0.79	0.77	0.49	1.00																		
鞍部	0.79	0.81	0.53	0.96	1.00																	
彭佳嶼	0.47	0.63	0.37	0.58	0.62	1.00																
台中	0.59	0.69	0.43	0.62	0.64	0.45	1.00															
雲林	0.37	0.48	0.31	0.34	0.39	0.21	0.74	1.00														
嘉義	0.38	0.44	0.29	0.34	0.39	0.17	0.69	0.87	1.00													
阿里山	0.44	0.52	0.38	0.38	0.45	0.27	0.70	0.78	0.80	1.00												
玉山	0.45	0.52	0.40	0.40	0.46	0.28	0.67	0.73	0.75	0.94	1.00											
澎湖	0.34	0.38	0.20	0.29	0.34	0.15	0.52	0.63	0.72	0.71	0.67	1.00										
東吉島	0.33	0.38	0.27	0.27	0.30	0.18	0.60	0.66	0.71	0.59	0.57	0.74	1.00									
台南	0.35	0.38	0.34	0.30	0.31	0.16	0.47	0.62	0.72	0.58	0.56	0.56	0.69	1.00								
高雄	0.26	0.35	0.28	0.23	0.23	0.14	0.39	0.47	0.53	0.47	0.52	0.44	0.55	0.78	1.00							
恆春	0.19	0.19	0.22	0.17	0.18	0.10	0.16	0.23	0.23	0.24	0.33	0.18	0.28	0.42	0.48	1.00						
花蓮	0.30	0.29	0.40	0.26	0.27	0.17	0.34	0.37	0.37	0.40	0.45	0.32	0.23	0.25	0.29	0.33	1.00					
台東	0.10	0.12	0.18	0.08	0.08	0.05	0.14	0.25	0.29	0.25	0.34	0.22	0.32	0.43	0.55	0.58	0.39	1.00				
成功	0.09	0.13	0.17	0.07	0.08	0.04	0.15	0.23	0.25	0.26	0.32	0.19	0.24	0.29	0.36	0.44	0.36	0.81	1.00			
蘭嶼	0.01	0.05	0.09	0.03	0.02	0.01	0.09	0.12	0.14	0.16	0.22	0.10	0.26	0.26	0.43	0.51	0.18	0.60	0.47	1.00		
全區	0.65	0.73	0.54	0.64	0.68	0.45	0.80	0.79	0.82	0.85	0.86	0.70	0.71	0.75	0.68	0.46	0.50	0.46	0.40	0.33		

(五) 以 8 年颱風季日雨量資料進行全區相關係數分析如表五，顯示在各區域內的相關性中度相關以上，區域內有一致性。

表五 颱風季日雨量資料全區相關係數分析表

	台北	新竹	宜蘭	竹子湖	鞍部	彭佳嶼	台中	雲林	嘉義	阿里山	玉山	澎湖	東吉島	台南	高雄	恆春	花蓮	台東	成功	蘭嶼	全區	
台北	1.00																					
新竹	0.70	1.00																				
宜蘭	0.69	0.47	1.00																			
竹子湖	0.79	0.66	0.75	1.00																		
鞍部	0.78	0.68	0.72	0.96	1.00																	
彭佳嶼	0.60	0.60	0.49	0.68	0.66	1.00																
台中	0.31	0.62	0.20	0.28	0.29	0.33	1.00															
雲林	0.30	0.55	0.21	0.26	0.27	0.31	0.86	1.00														
嘉義	0.26	0.46	0.18	0.23	0.24	0.31	0.75	0.84	1.00													
阿里山	0.44	0.62	0.34	0.44	0.43	0.54	0.72	0.75	0.80	1.00												
玉山	0.48	0.61	0.37	0.50	0.49	0.57	0.65	0.67	0.73	0.93	1.00											
澎湖	0.21	0.39	0.11	0.15	0.17	0.25	0.57	0.62	0.63	0.56	0.54	1.00										
東吉島	0.23	0.36	0.12	0.17	0.20	0.31	0.49	0.57	0.68	0.65	0.62	0.76	1.00									
台南	0.29	0.37	0.18	0.22	0.24	0.40	0.44	0.58	0.70	0.70	0.70	0.66	0.76	1.00								
高雄	0.19	0.27	0.13	0.16	0.17	0.30	0.33	0.45	0.60	0.54	0.60	0.50	0.58	0.82	1.00							
恆春	0.18	0.21	0.22	0.19	0.19	0.30	0.22	0.30	0.39	0.41	0.50	0.36	0.42	0.56	0.61	1.00						
花蓮	0.36	0.25	0.51	0.40	0.41	0.32	0.19	0.26	0.32	0.35	0.44	0.33	0.37	0.39	0.37	0.42	1.00					
台東	0.12	0.11	0.23	0.12	0.13	0.14	0.14	0.19	0.24	0.20	0.27	0.25	0.30	0.32	0.37	0.50	0.47	1.00				
成功	0.16	0.11	0.31	0.18	0.19	0.12	0.10	0.16	0.20	0.18	0.28	0.23	0.28	0.29	0.33	0.46	0.58	0.82	1.00			
蘭嶼	0.19	0.14	0.37	0.27	0.26	0.16	0.07	0.14	0.15	0.17	0.23	0.14	0.15	0.21	0.24	0.44	0.45	0.51	0.56	1.00		
全區	0.64	0.71	0.58	0.67	0.68	0.66	0.67	0.71	0.75	0.87	0.89	0.62	0.68	0.75	0.64	0.58	0.60	0.43	0.44	0.40	1.00	

(六) 以 8 年乾季日雨量資料進行全區相關係數分析如表六，區域內有較大的差異的測站為北部平地中的新竹及宜蘭、南部平地中的台南和恆春。顯示東北季風在迎風坡及背風坡有一定的影響。

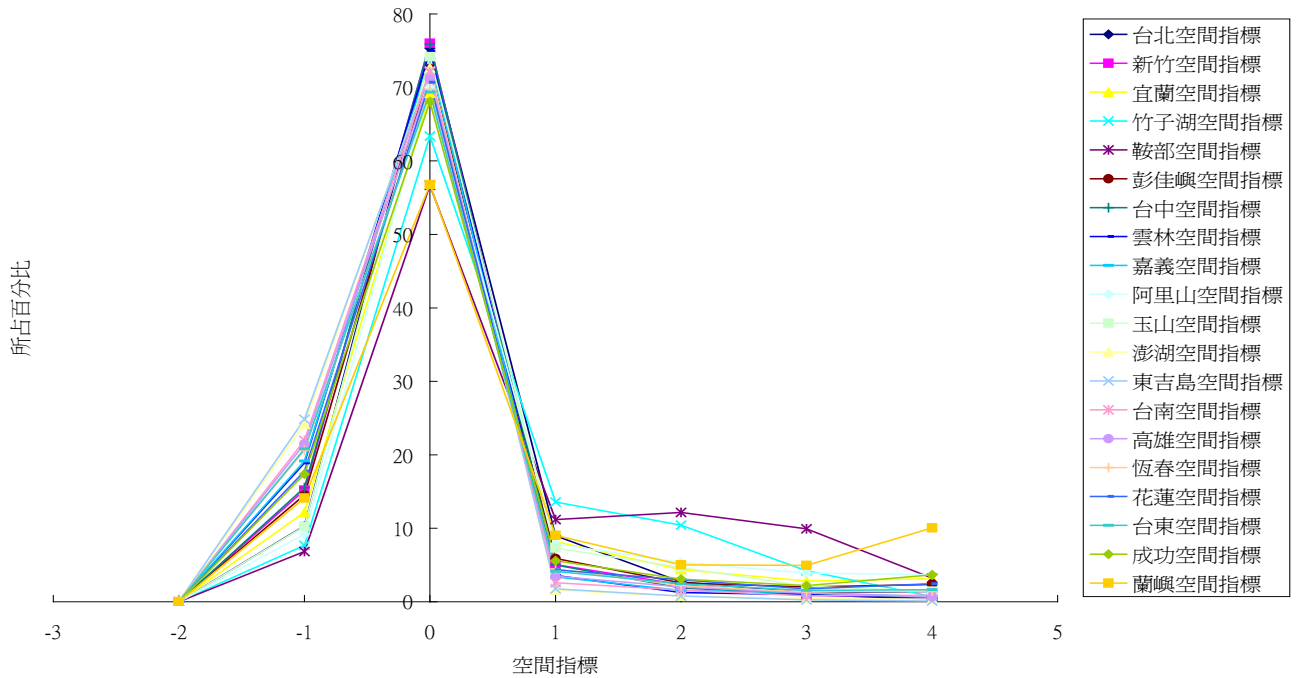
表六 乾季日雨量資料全區相關係數分析表

	台北	新竹	宜蘭	竹子湖	鞍部	彭佳嶼	台中	雲林	嘉義	阿里山	玉山	澎湖	東吉島	台南	高雄	恆春	花蓮	台東	成功	蘭嶼	
台北	1.00																				
新竹	0.82	1.00																			
宜蘭	0.52	0.37	1.00																		
竹子湖	0.65	0.51	0.59	1.00																	
鞍部	0.69	0.55	0.62	0.93	1.00																
彭佳嶼	0.59	0.52	0.37	0.45	0.49	1.00															
台中	0.58	0.63	0.30	0.31	0.35	0.35	1.00														
雲林	0.58	0.57	0.33	0.33	0.35	0.36	0.66	1.00													
嘉義	0.50	0.48	0.31	0.29	0.31	0.32	0.60	0.90	1.00												
阿里山	0.56	0.56	0.31	0.34	0.36	0.32	0.68	0.79	0.77	1.00											
玉山	0.48	0.50	0.35	0.34	0.36	0.35	0.61	0.61	0.63	0.78	1.00										
澎湖	0.37	0.38	0.22	0.22	0.24	0.26	0.50	0.63	0.62	0.51	0.45	1.00									
東吉島	0.45	0.43	0.31	0.29	0.31	0.33	0.38	0.64	0.64	0.50	0.50	0.59	1.00								
台南	0.33	0.32	0.26	0.21	0.23	0.26	0.40	0.56	0.63	0.46	0.57	0.45	0.66	1.00							
高雄	0.35	0.25	0.36	0.29	0.29	0.28	0.33	0.44	0.52	0.37	0.50	0.40	0.51	0.62	1.00						
恆春	0.09	0.06	0.17	0.19	0.16	0.11	0.06	0.08	0.11	0.09	0.19	0.09	0.12	0.16	0.50	1.00					
花蓮	0.31	0.21	0.52	0.40	0.38	0.30	0.21	0.31	0.35	0.27	0.40	0.27	0.36	0.33	0.55	0.35	1.00				
台東	0.24	0.15	0.38	0.36	0.32	0.23	0.16	0.23	0.29	0.21	0.37	0.24	0.33	0.34	0.69	0.73	0.70	1.00			
成功	0.25	0.19	0.40	0.44	0.39	0.22	0.13	0.23	0.27	0.21	0.35	0.25	0.33	0.32	0.53	0.53	0.70	0.83	1.00		
蘭嶼	0.21	0.15	0.33	0.41	0.34	0.19	0.10	0.16	0.16	0.16	0.24	0.14	0.15	0.19	0.32	0.45	0.32	0.45	0.43	1.00	
全區	0.76	0.66	0.68	0.77	0.77	0.58	0.59	0.66	0.65	0.66	0.69	0.52	0.60	0.55	0.65	0.44	0.65	0.66	0.65	0.52	

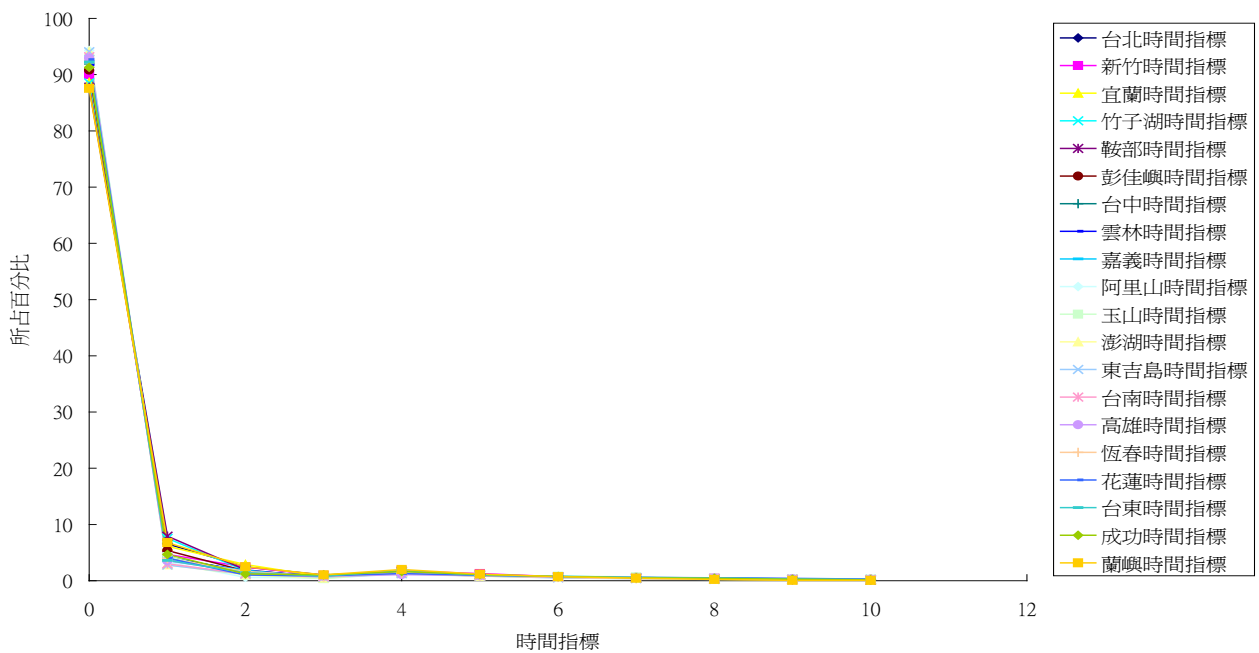
(七) 就研究區域內，以氣象局一週天氣預報區域:北部、中部、南部、東北部、東部、東南部、澎湖，共分為七個部分；而綜合相關係數的結果，應可把中部、南部、澎湖合併為同一區域，而把恆春半島、蘭嶼另外劃分成兩區域進行預報。

三、將日雨量資料轉換成時間與空間距平值，定義出降水指標，並加以統計定義區域性強降雨，探討各區域的降雨差異。

(一) 從空間指標頻率分布圖（圖四）結果，顯示多數測站呈現常態分布，但在蘭嶼、鞍部及竹子湖三個測站在大於二個標準差的比率過高；綜合相關係數的結果後，我們認為蘭嶼的降雨型態和台灣本島不同，故產生高空間指標；而北部山區的兩個測站的高空間指標出現於乾季，可能位在東北季風降水迎風坡而產生雨量較其他地區大所造成的。

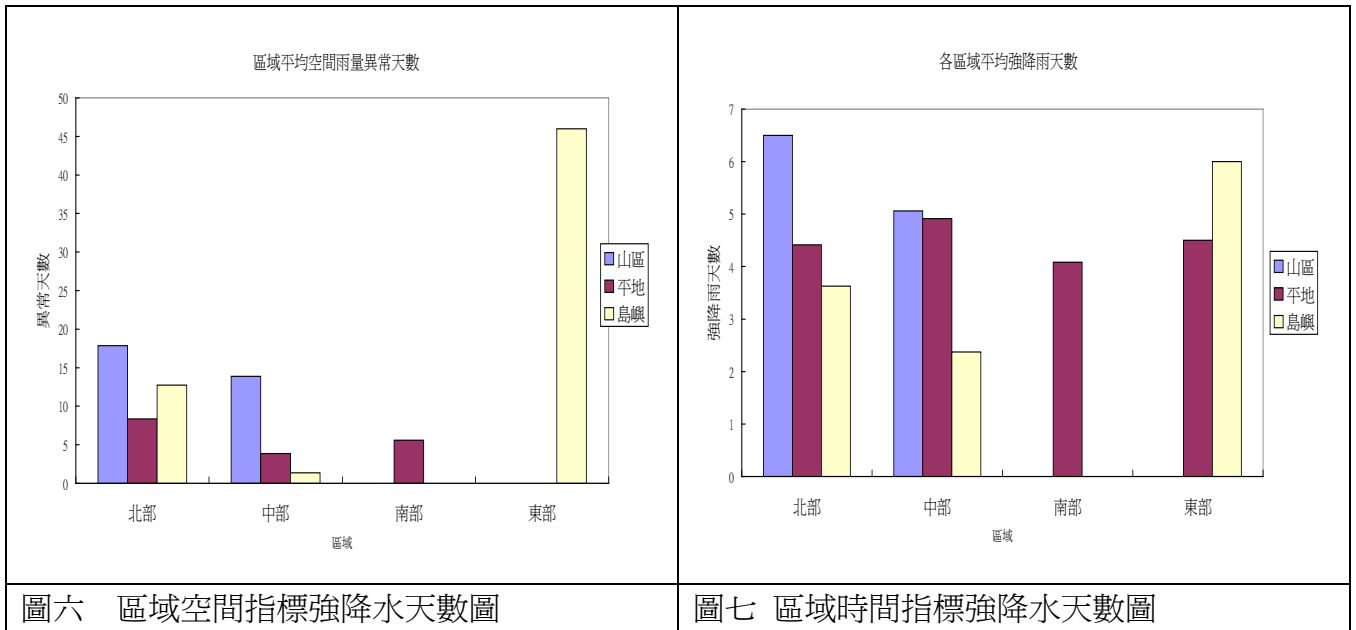


圖四 空間指標機率分布圖



圖五 時間指標機率分布圖

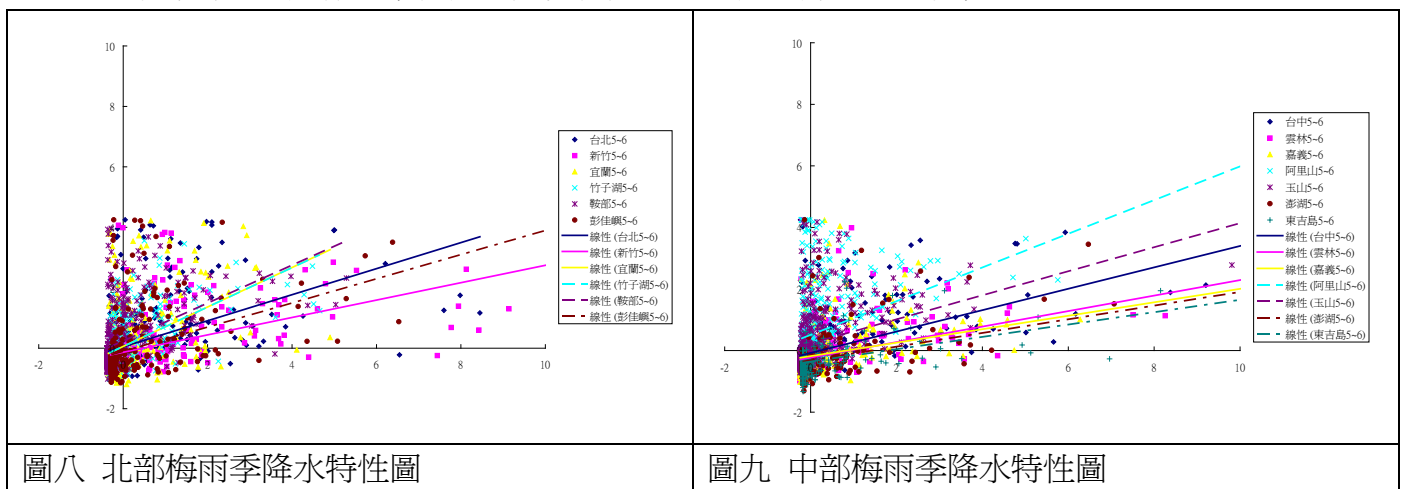
(二) 年平均空間指標及時間指標強降水天數圖（大於 2.5 個標準差）結果如圖六及圖七，顯示蘭嶼在空間指標強降水天數高達 45 天，蘭嶼和台灣本島不同有降雨型態，北部山區和島嶼及中部山區也有較多的異常天數，而東部平地無異常天數，表示降雨緩和或和大區域一致；在時間指標上，各區域差異不大。



圖六 區域空間指標強降水天數圖

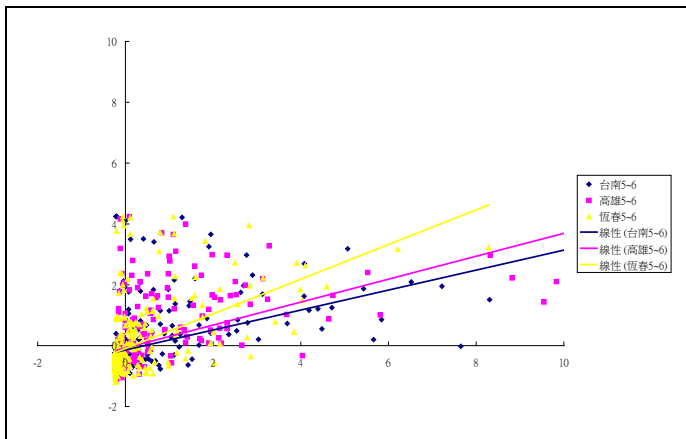
圖七 區域時間指標強降水天數圖

(三) 從梅雨季的降水特性圖(圖八—十一)，顯示中部地區的降雨類型偏向低斜率的時間指標，且趨勢線長度較其他地區長，表示梅雨有較大雨勢，但較無空間異常；在島嶼區域，東部島嶼趨勢線斜率較高且長度較長，顯示蘭嶼降雨的獨特性。

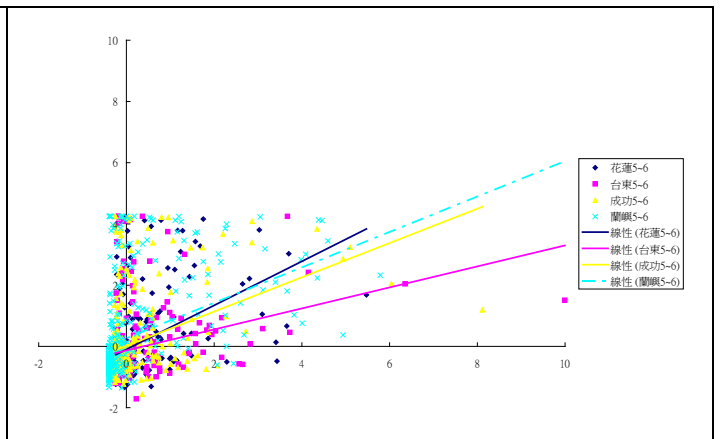


圖八 北部梅雨季降水特性圖

圖九 中部梅雨季降水特性圖

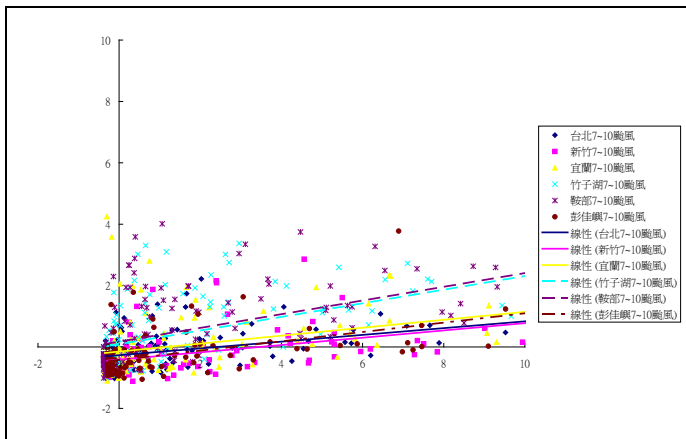


圖十 南部梅雨季降水特性圖

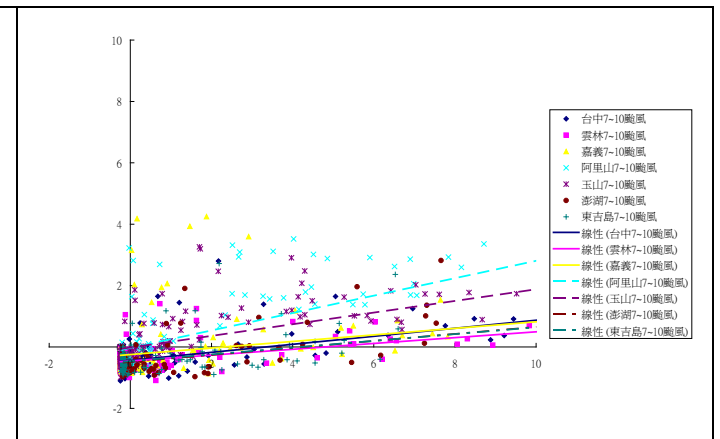


圖十一 東部梅雨季降水特性圖

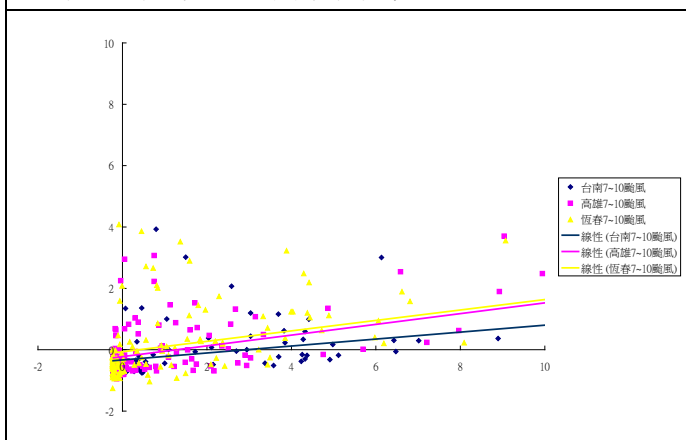
(四) 從颱風季的降水特性圖(圖十二—十五)，顯示無論地形及地域性降雨類型均偏向低斜率的空間指標，說明颱風季出現異於測站平均的強降雨。經過數據驗證後，發現主要在颱風侵襲期間，有高時間指標強降水極值產生，使所有區域的趨勢線偏向低斜率，趨勢線長度較長，若去除颱風期間的數值後，趨勢線斜率有明顯提升，表現出另一種降雨型態，應為夏季的午後雷雨，故應把颱風季的降雨分為二個類別，也就是颱風及午後雷雨。



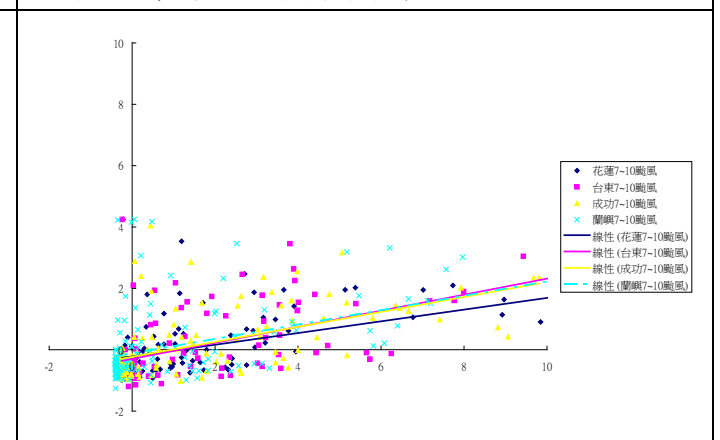
圖十二 北部颱風季降水特性圖



圖十三 中部颱風季降水特性圖

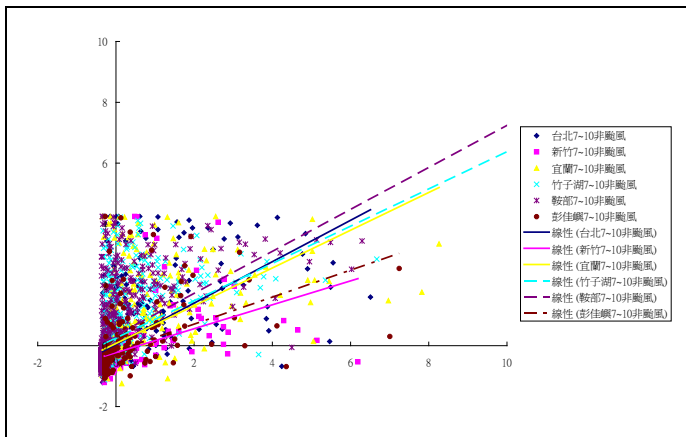


圖十四 南部颱風季降水特性圖

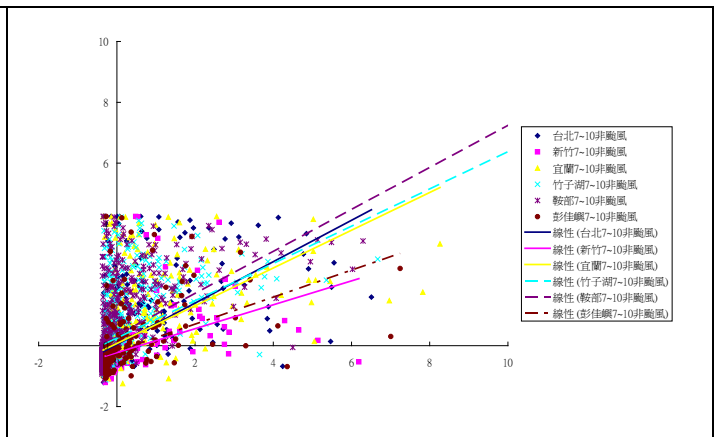


圖十五 東部颱風季降水特性圖

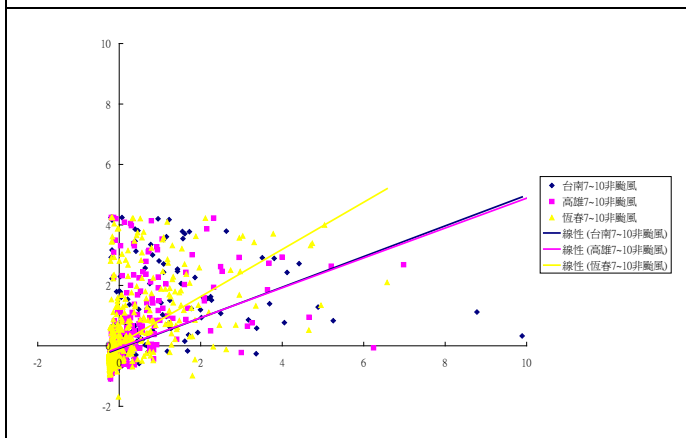
(五) 從午後雷雨的降水特性圖(圖十六—十九)，北部山區、中部山區及東部區域雨午後雷雨趨勢線斜率較大且長度長，顯示北部山區、中部山區及東部午後雷雨有出現較大降雨。



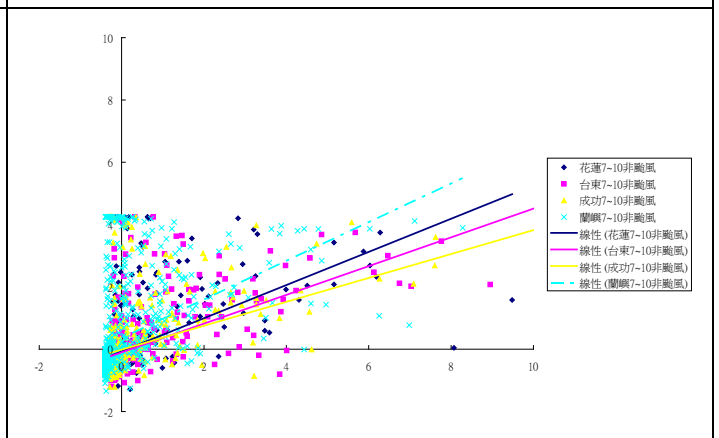
圖十六 北部午後雷雨降水特性圖



圖十七 中部午後雷雨降水特性圖

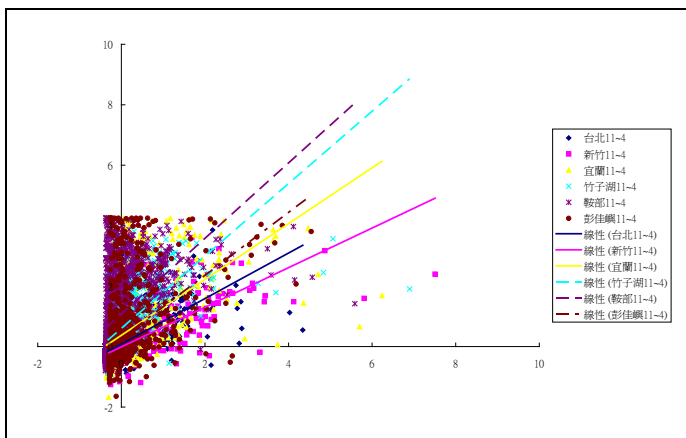


圖十八 南部午後雷雨降水特性圖

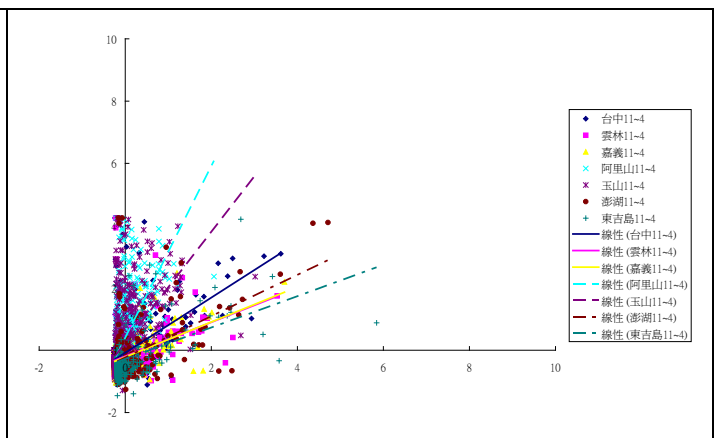


圖十九 東部午後雷雨降水特性圖

(六) 從乾季的降水特性圖(圖廿—廿三)，顯示東部及北部區域傾向高斜率的空間指標降水，較易出現異於其他地區的強降雨；中部平地傾向低斜率，中部山區傾向高斜率，可知中部在乾季時的平地與山區差異大；且中部趨勢線長度很短，顯示中部乾季降水在時間指標上較低；此外，恆春及東部乾季趨勢線長度很長，代表東部在乾季出現異於測站平均的較大降雨，表示在東北季風影響造成北部和中南部的差異。

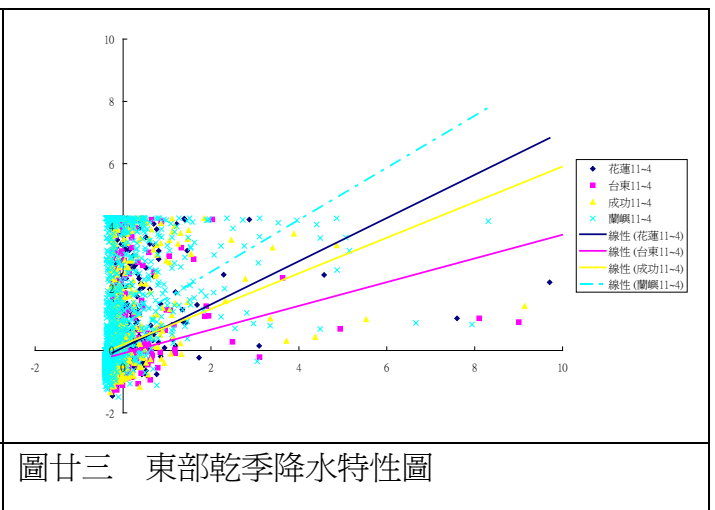
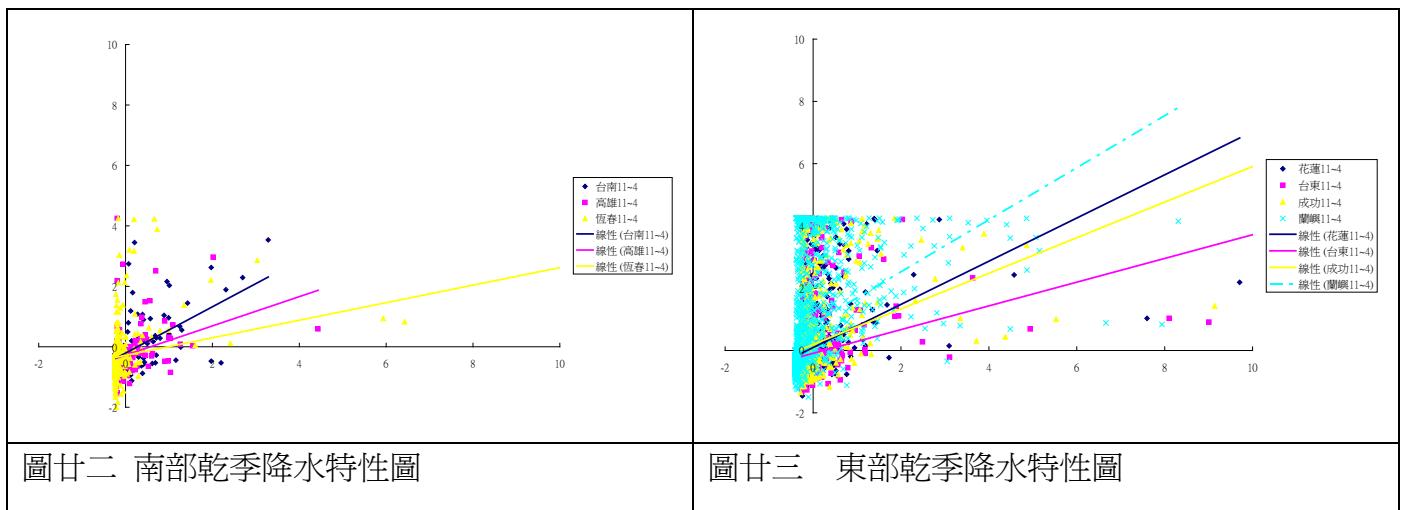


圖廿 北部乾季降水特性圖



圖廿一 中部乾季降水特性圖



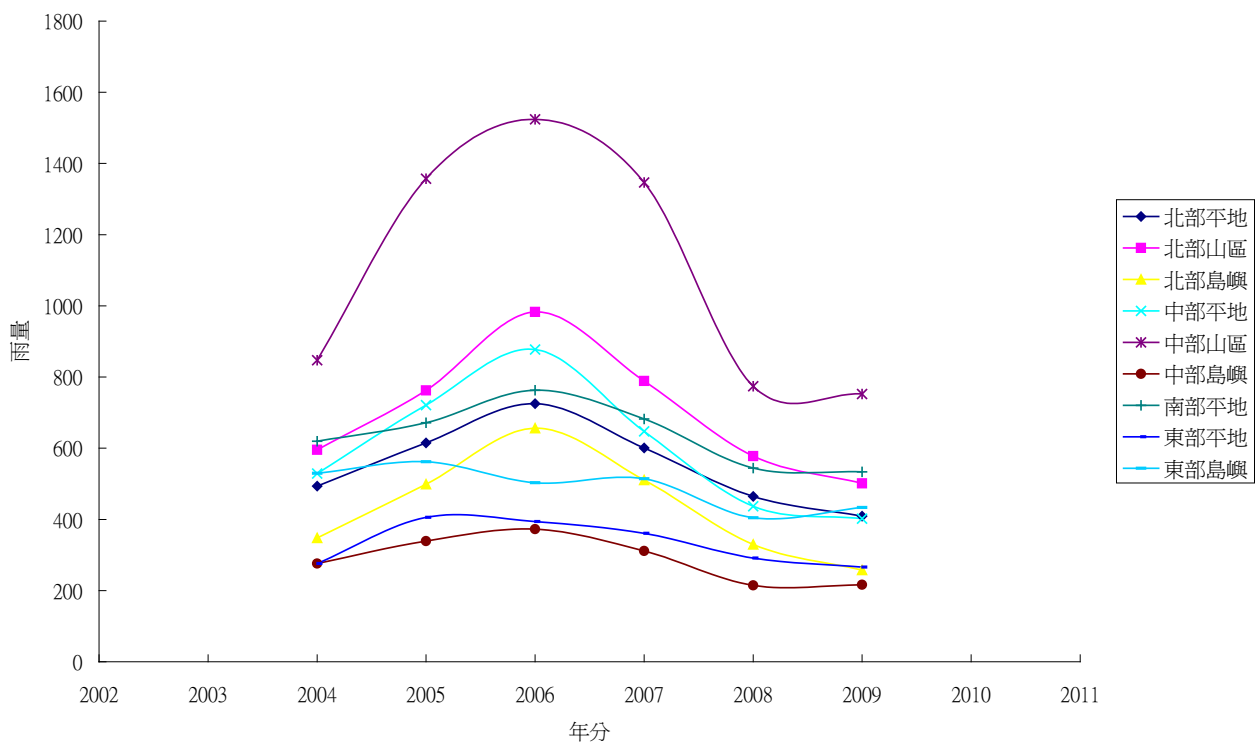


(七) 綜合以上結果，可由指標特性分布圖中的趨勢線斜率判斷出降雨型態，可以發現山區較易出現於其他地區的空間降雨，而且還可以由趨勢線長度判斷在時間上的降雨強度；可以推測有四個類型：

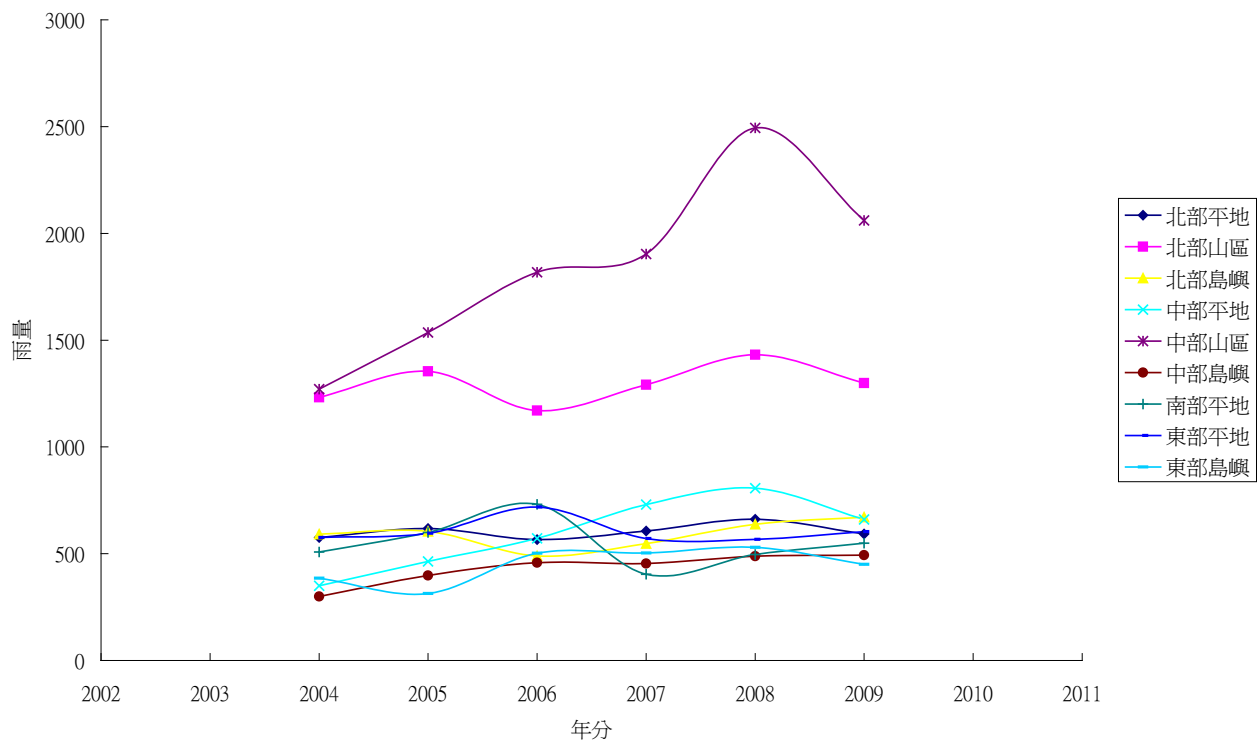
1. 趨勢線較無傾向，但在空間和時間指標都不強的弱降水。(如：乾季的北部平地)
2. 趨勢線較無傾向，但在空間和時間指標都有異常的強降水。(如：梅雨季的中部山區)
3. 趨勢線較傾向 X 軸的位置（低斜率），空間上和其他測站相比差不多，但異於測站平時的強降水。(如：颱風侵襲)
4. 趨勢線較傾向 Y 軸的位置（高斜率），測站資料和過去相比差不多，但異於其他測站的空間強降水。(如：乾季的中部山區)

#### 四、以時序排列的雨量資料，探討雨量變遷歷程。

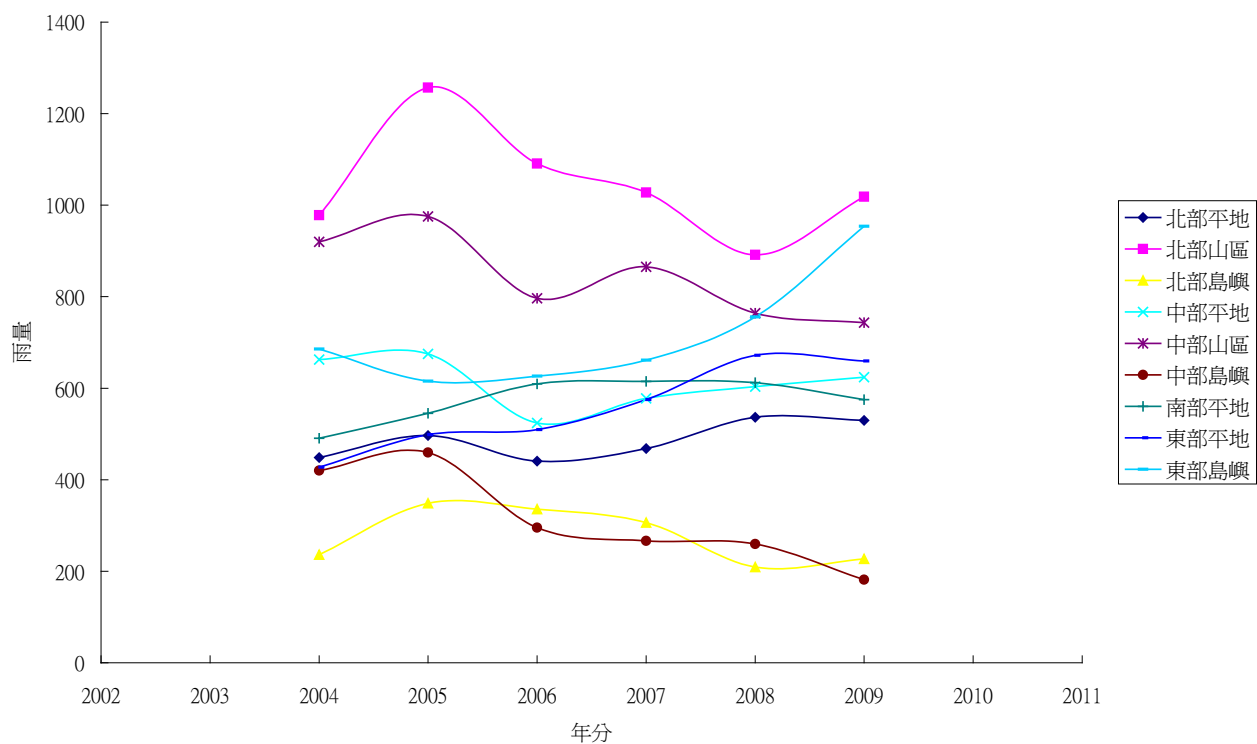
- (一) 從 8 年的各雨季的雨量變遷圖（圖廿四－廿七）結果，顯示在短期內各種類型降雨雨量除了在中部山區的颱風降雨有逐漸上升的趨勢且有較大振盪，以及東部島嶼和全島有不一致的現象，其餘區域無顯著的趨勢。
- (二) 所有地區降雨變遷線條均近乎平行但有時略有交插，表示台灣地區的降水趨勢方向大約一致；除了中部山區有較大的振盪及變化，因此掌握二個山區及一個平地雨量升降趨勢，就足以代表全島的雨量變遷。
- (三) 從空間指標逐年變遷圖結果（圖廿八－卅一），從空間指標的計算方式，可知空間指標特徵在不同區域為互補，當一區域上升時，另一區域即會下降，可由此觀察到隨時間降雨區域的空間變遷。另外，各區域在空間指標值雖逐年略有變化，但大致在一個範圍內振盪，顯示出各地區在不同季節有固定降雨特性。
- (四) 綜合所有結果顯示東部島嶼其降雨型態和台灣本島不同，故有較大且明顯的上升及下降變化，因此後續部分均不予討論。
- (五) 顯示各區域梅雨與乾季的空間指標逐年變化不大，表示梅雨與乾季降水在空間分布的差異小；在颱風降雨方面，北部山區的降雨有減少的趨勢，中部山區有逐漸上升的現象，表示颱風降雨分布從北部山區向中部山區集中，故中南部山區在颱風侵襲時應多加注意；而在午後雷雨方面，北部島嶼及中部島嶼雨勢有逐漸減少趨勢，而其他降雨無明顯變化。



圖廿四 梅雨總雨量逐年變遷圖



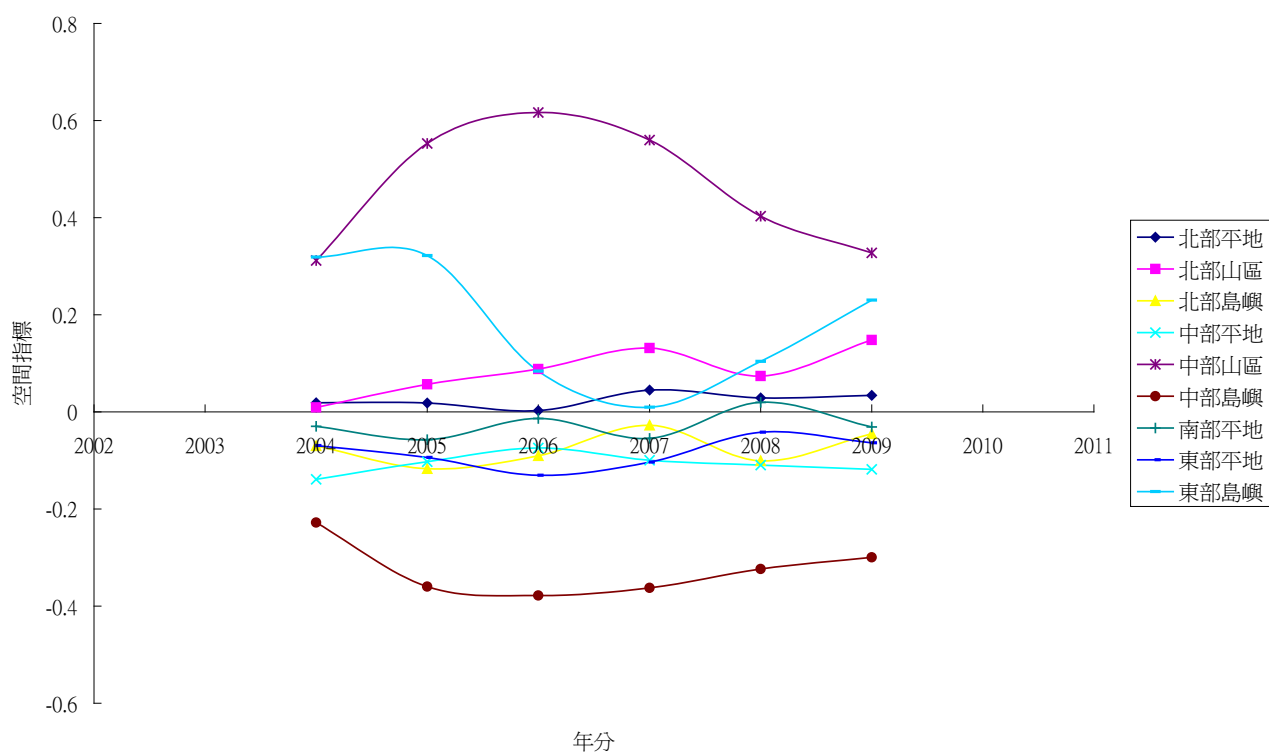
圖廿五 颱風總雨量逐年變遷圖



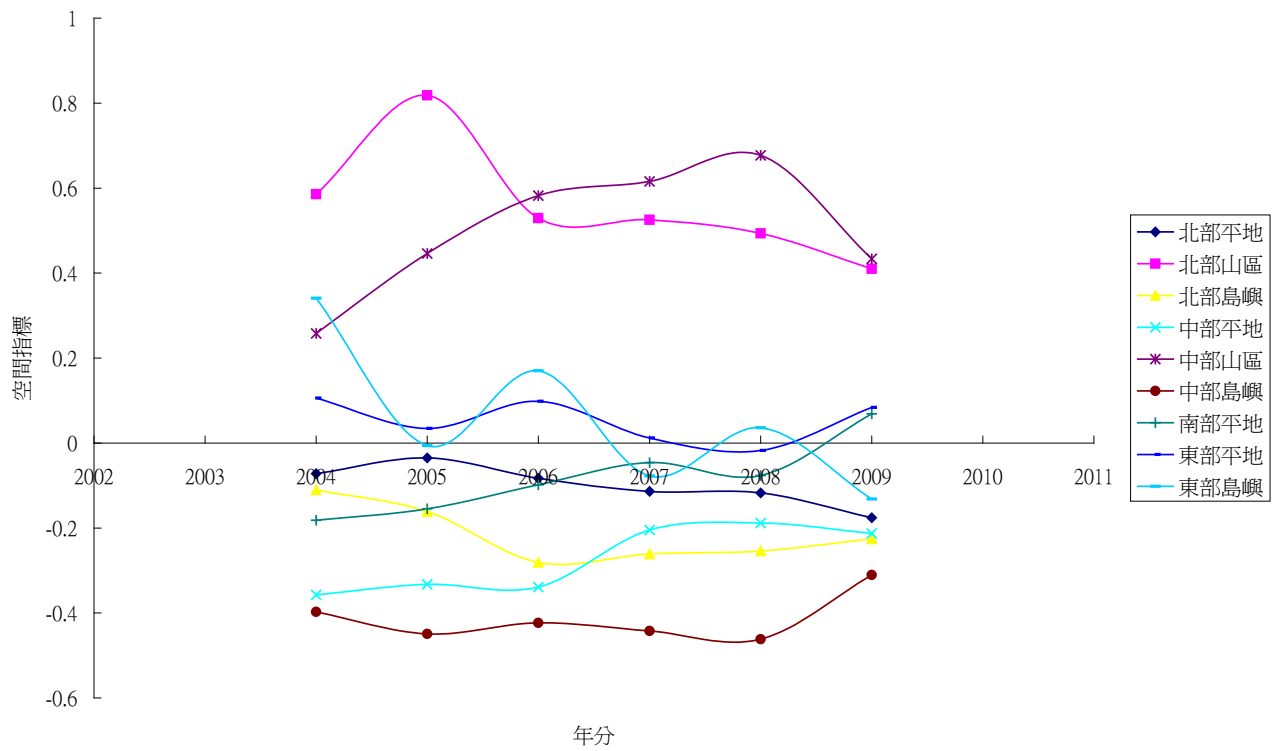
圖廿六 午後雷雨總雨量逐年變遷圖



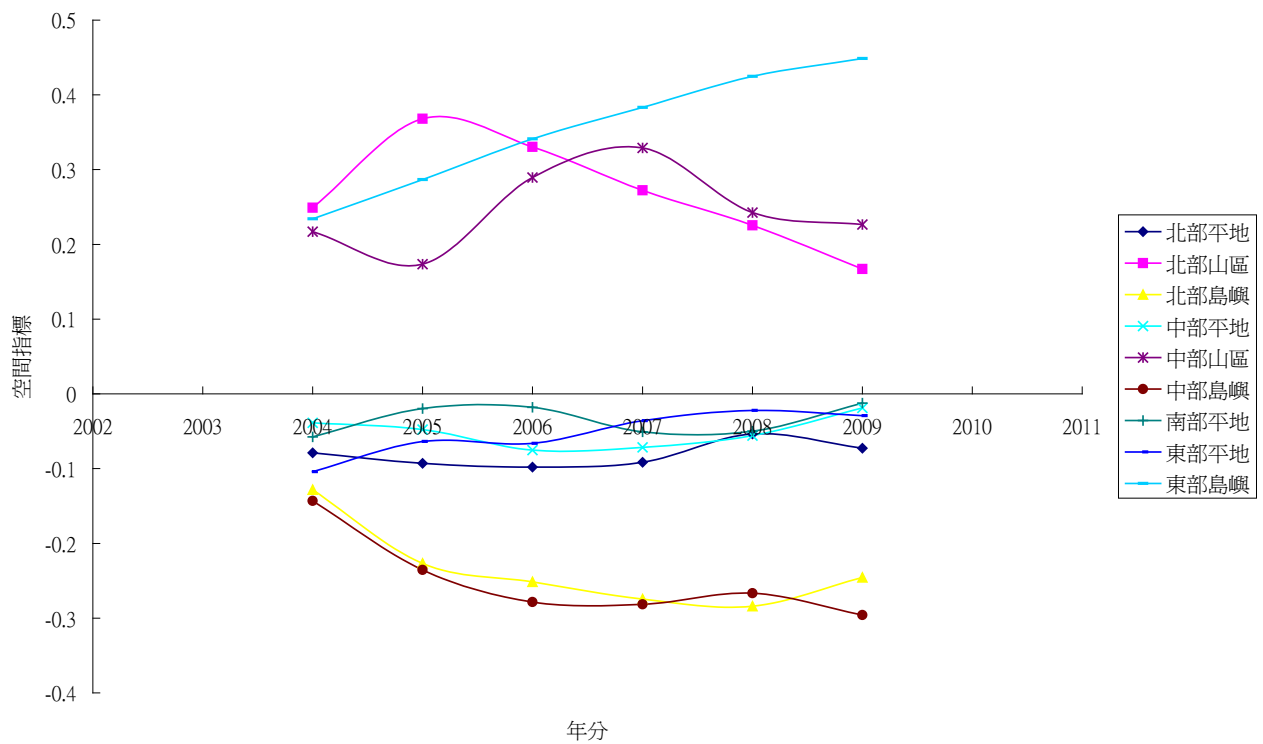
圖廿七 乾季總雨量逐年變遷圖



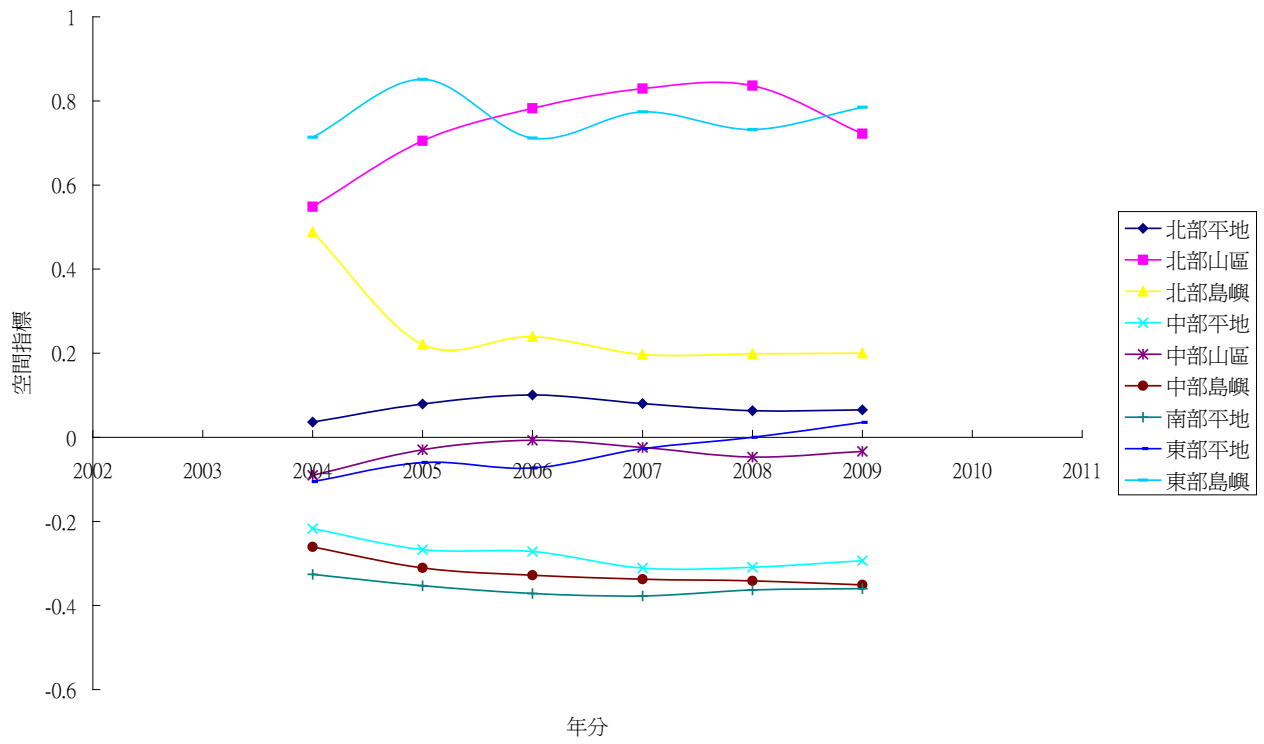
圖廿八 梅雨空間指標逐年變遷圖



圖廿九 颱風空間指標逐年變遷圖



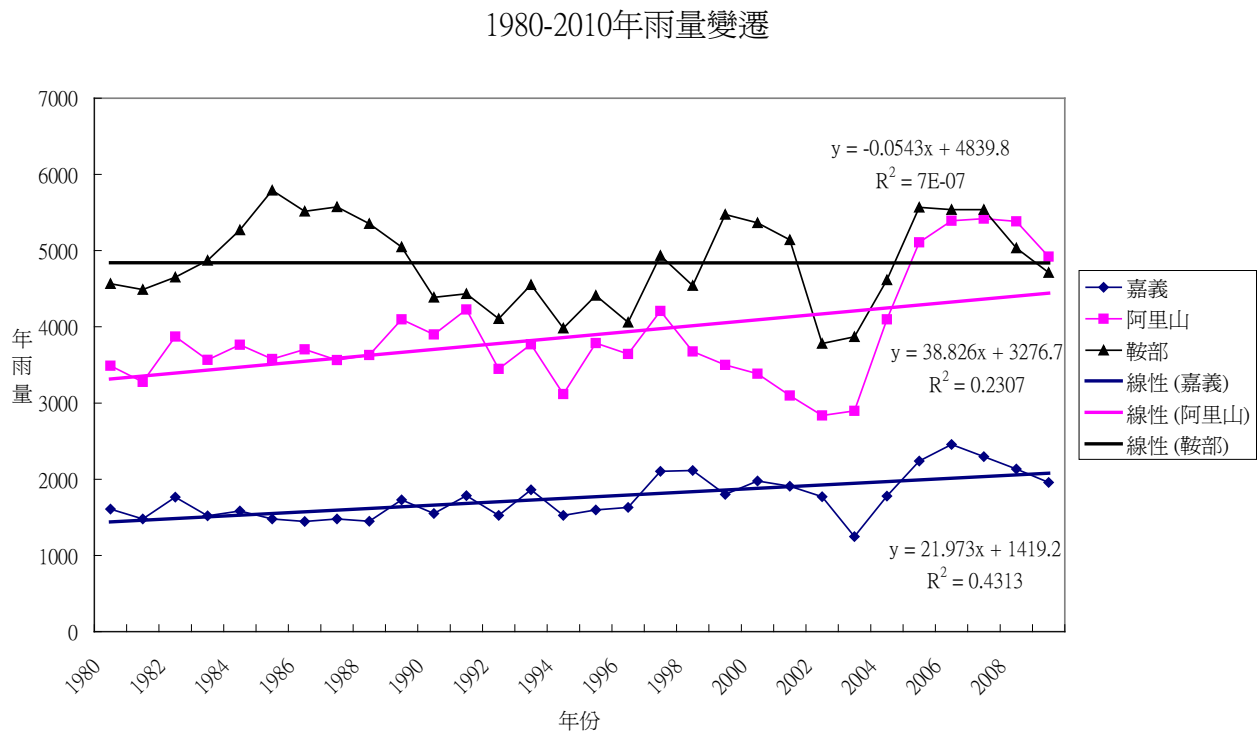
圖卅 午後雷雨空間指標逐年變遷圖



圖卅一 乾季空間指標逐年變遷圖

五、從相關性分析選擇具有代表台灣全區特性的測站，搜集近 30 年的日雨量資料，以時序分析瞭解 30 年來的降雨變遷，探討未來可能變遷方向。

(一) 從 1979-2010 年的嘉義、阿里山、鞍部日雨量資料進行研究年雨量變遷(圖卅二)，顯示嘉義和阿里山的年雨量有上升的趨勢，但鞍部無顯著變化，而嘉義、阿里山、鞍部年雨量在 2004 年前無明顯增加，但在 2005 年後年雨量有明顯增加，且阿里山特別顯著。



圖卅二 嘉義、阿里山、鞍部年雨量變遷圖

註：圖卅二至卅八中的 R<sup>2</sup>代表可用最小平方迴歸直線來解釋的部分所佔之比例，即解釋變異量。

表七 R<sup>2</sup>與其解釋變異量程度表

R <sup>2</sup>	解釋變異量程度
1.000	完全解釋變異量
0.490 至 0.999	高度解釋變異量
0.090 至 0.489	中度解釋變異量
0.089 以下	低度解釋變異量

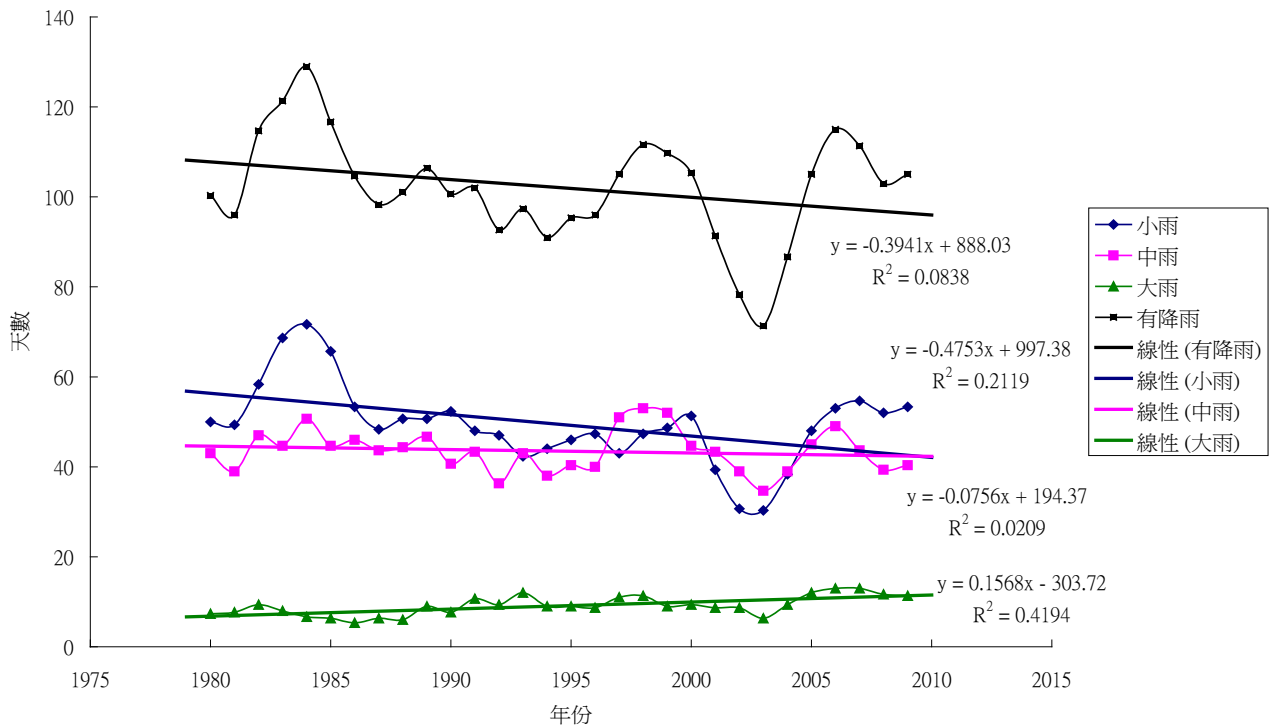


(二) 在嘉義、阿里山、鞍部的小雨、中雨、大雨、有降雨天數變遷圖（圖卅三—卅五），定義小雨是日雨量大於 0 毫米但小於 5 毫米，中雨是日雨量 5 毫米以上但小於 50 毫米，大雨是日雨量 50 毫米以上。

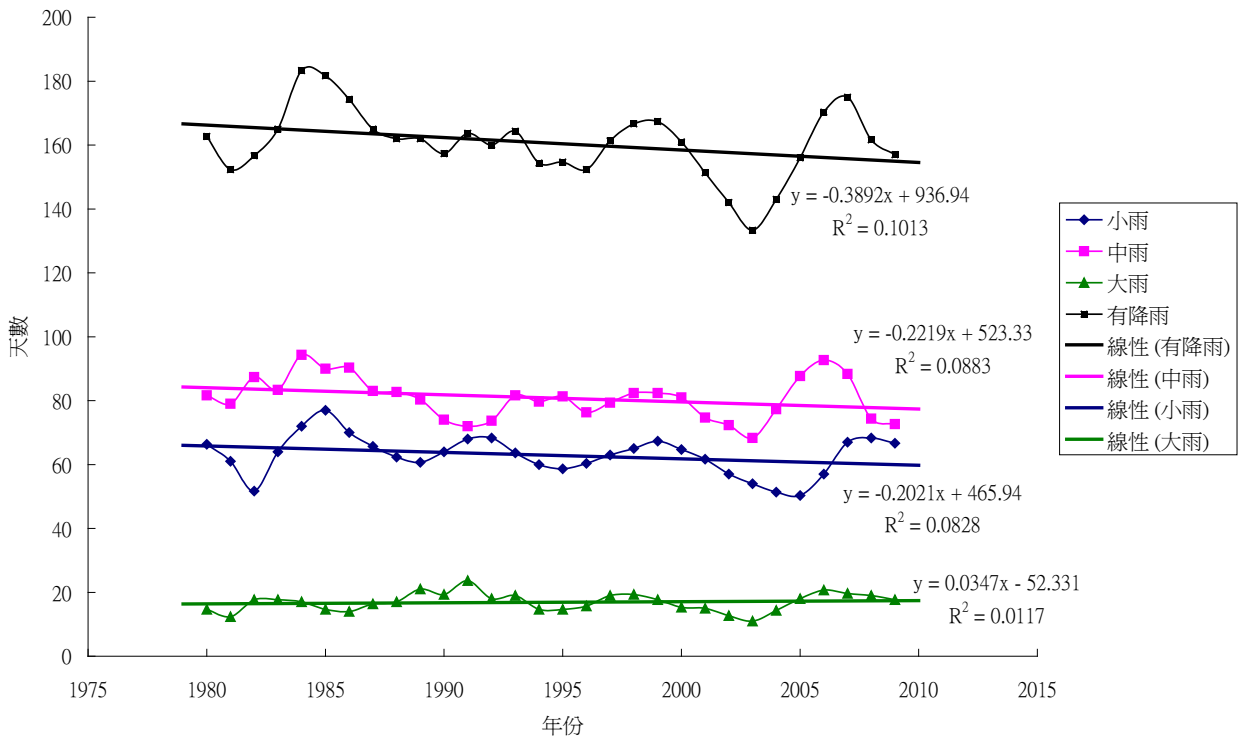
在嘉義測站方面，有降雨天數下降但不顯著，雨量卻上升，而且小雨天數下降，中雨天數無顯著變化，大雨天數有顯著地略微上升，推測是小雨的一些天數轉移到中雨，而中雨的一些天數轉移到大雨，顯示平地降雨在時間上有集中的現象。

在阿里山測站方面，有降雨天數稍微下降，雨量卻上升，小雨、中雨天數下降但不顯著，大雨天數無顯著變化，可能是阿里山的小雨、中雨、大雨天數都略下降，因此降雨天數才會下降。

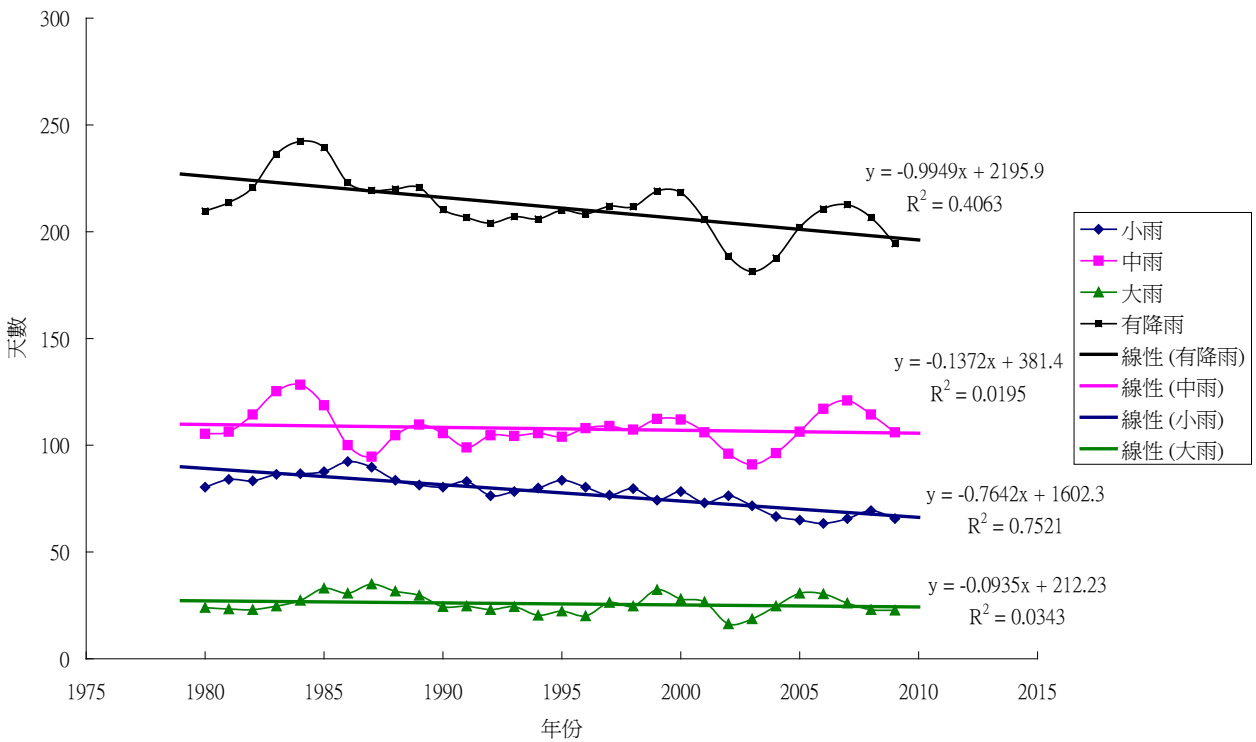
在鞍部測站方面，有降雨天數明顯下降，雨量無明顯的變化，小雨天數也有明顯的下降，中雨天數無顯著變化，顯示北部山區降雨有稍微集中但不明顯的現象，應該是鞍部的小雨、中雨、大雨天數都下降，且小雨特別明顯，使得有降雨天數明顯下降。



圖卅三 嘉義小雨、中雨、大雨、有降雨天數變遷圖

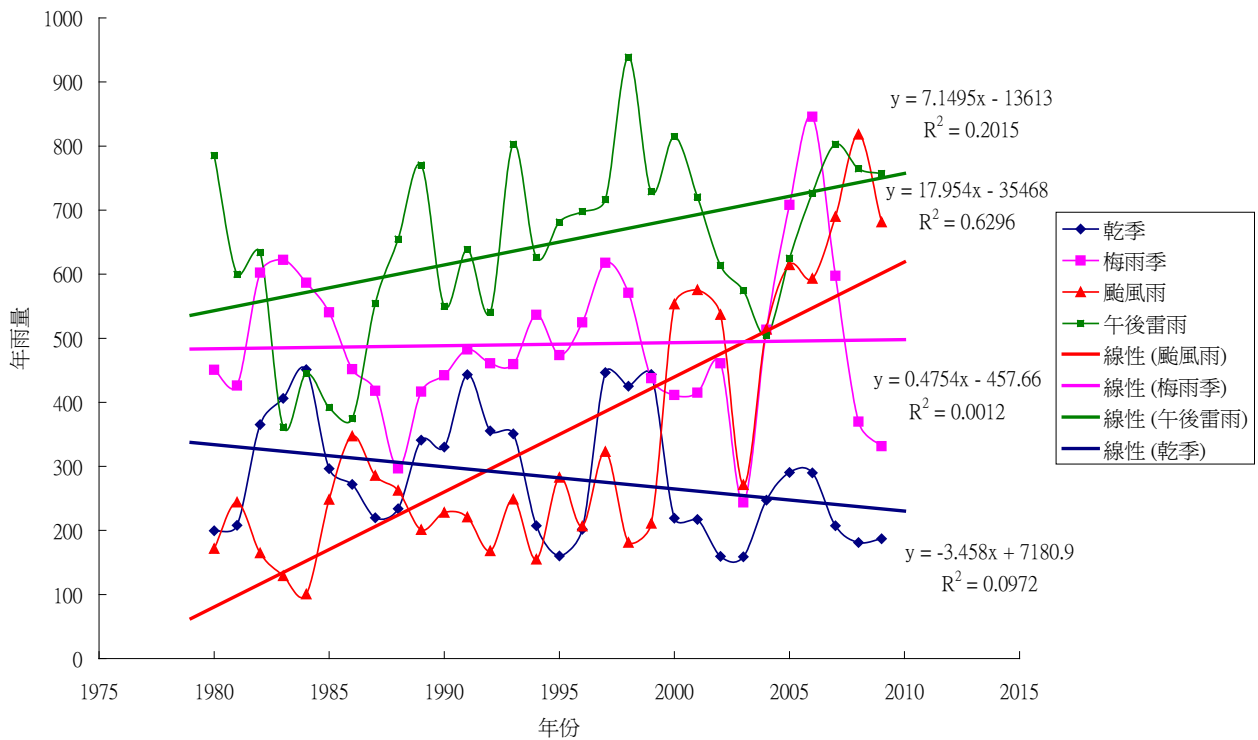


圖卅四 阿里山小雨、中雨、大雨、有降雨天數變遷圖

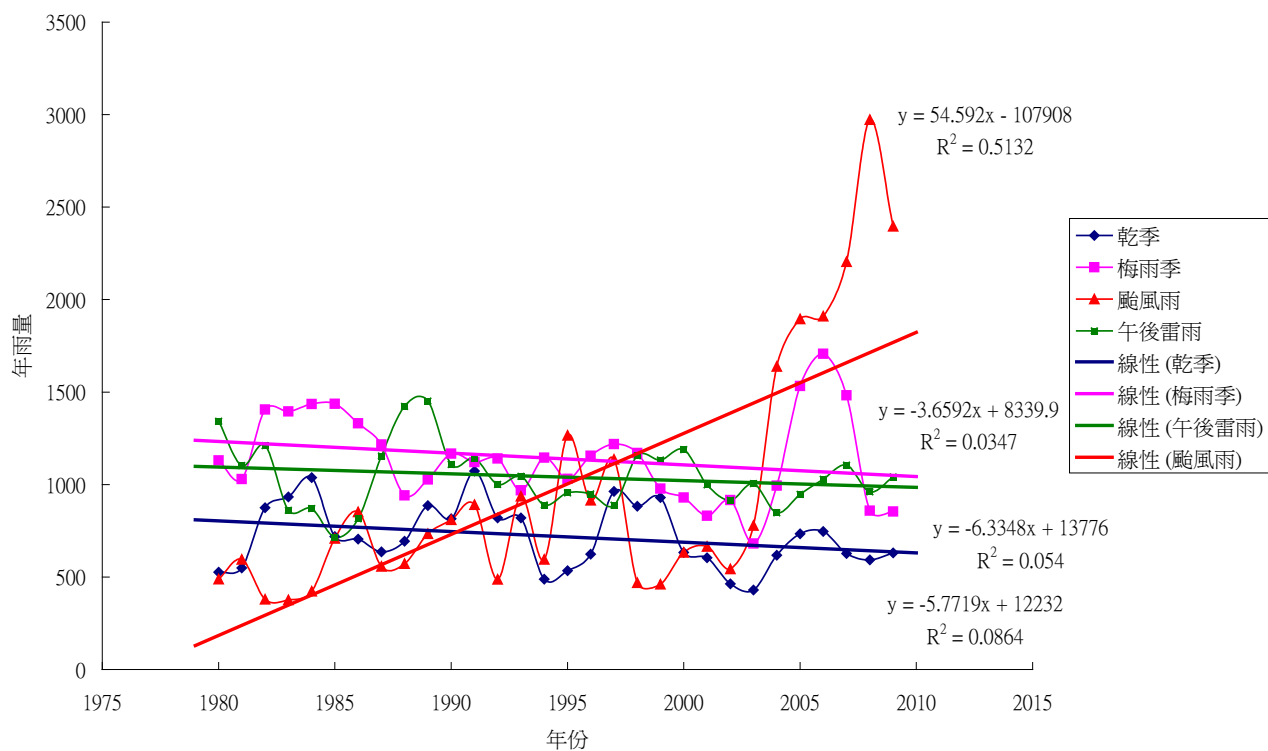


圖卅五 鞍部小雨、中雨、大雨、有降雨天數變遷圖

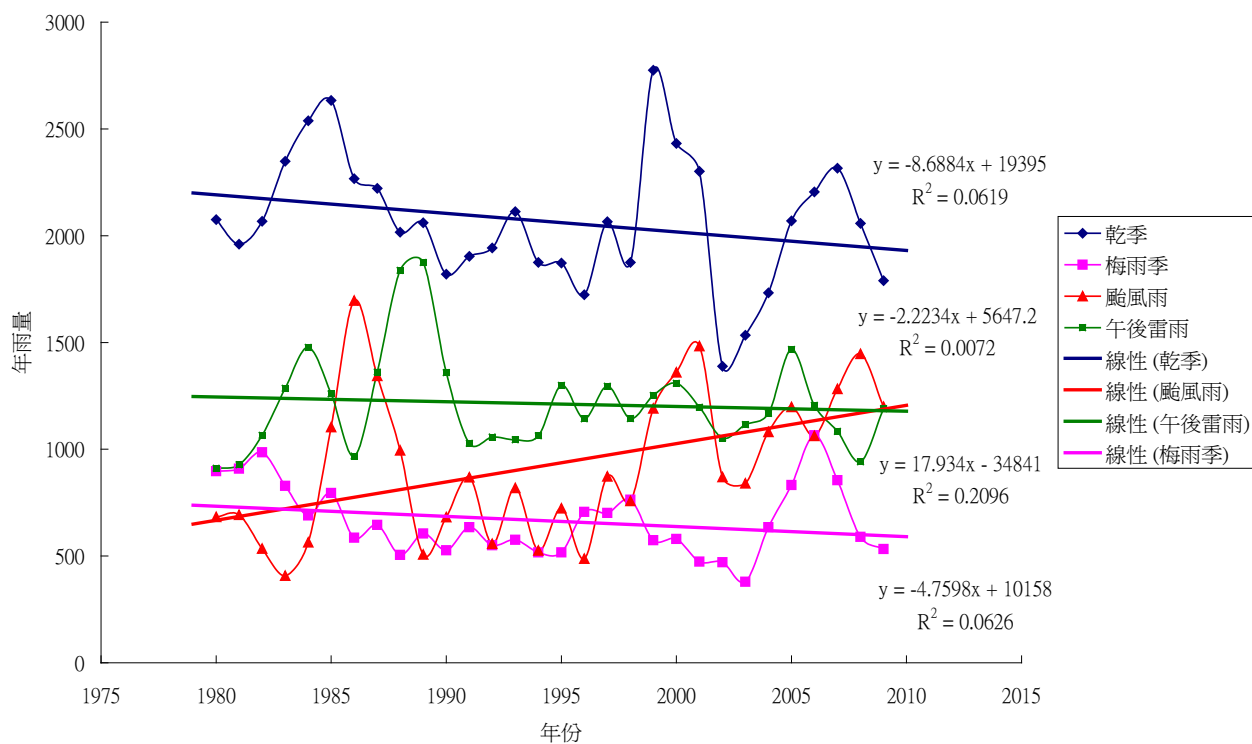
(三) 在 30 年中嘉義、阿里山、鞍部各種降雨變遷圖(圖卅六一圖卅八)，顯示山區的颱風雨量有顯著的上升趨勢，而其他三種降水略有下滑但不顯著；但在平地無論在颱風雨及午後雷雨的雨量都有明顯的上升趨勢，而梅雨無明顯的變化；但在乾季降水卻有下滑的趨勢，這也顯示氣候變遷使平地乾雨季的降水差異有變大的情形。另外，綜合圖卅二及圖卅八可知，在鞍部測站方面，颱風雨上升的雨量都被其他三種類型的降雨的下降抵消了。



圖卅六 嘉義各種降雨雨量變遷圖



圖卅七 阿里山各種降雨雨量變遷圖



圖卅八 鞍部各種降雨雨量變遷圖

## 陸、結論

- 一、從降雨相關性分析來看一週氣象預報區域，發現在中南部地區有較高相關性可以再簡化合併。而恆春半島、蘭嶼可另外劃分成兩預報區以提高預報精準度。
- 二、可由指標特性分布圖中的趨勢線斜率判斷出降雨型態，可以發現山區較易出現於其他地區的空間降雨，而且還可以趨勢線長度判斷在時間上的降雨強度；可以推測有四個類型：
  - (一) 趨勢線較無傾向，但在空間和時間指標都不強的弱降水。(如：乾季的北部平地)
  - (二) 趨勢線較無傾向，但在空間和時間指標都有異常的強降水。(如：梅雨季的中部山區)
  - (三) 趨勢線較傾向 X 軸的位置 (低斜率)，空間上和其他測站相比差不多，但異於測站平時的強降水。(如：颱風侵襲)
  - (四) 趨勢線較傾向 Y 軸的位置 (高斜率)，測站資料和過去相比差不多，但異於其他測站的空間強降水。(如：乾季的中部山區)
- 三、可以從指標特性分布圖得到各測站特性：
  - (一) 中部地區、蘭嶼梅雨有較大雨勢，中部地區異於其測站平均值，而蘭嶼是異於其他地區的大雨。
  - (二) 颱風侵襲時所有測站均有異於其測站平均值的大雨發生。
  - (三) 北部山區、中部山區及東部午後雷雨有出現較大降雨。
  - (四) 乾季時恆春及東部出現異於測站平均的較大降雨；中部平地與山區差異大，且中部降水比其測站平均值低；此外，東部、北部區域及中部山區較易出現異於其他地區的強降雨，顯示東北季風造成北部和中南部的差異。
  - (五) 恆春、蘭嶼降雨型態與台灣其他地區不同，恆春的雨季主要在颱風季和乾季；蘭嶼任何季節均易發生強降雨。
- 四、從 8 年所有地區降雨變遷線發現台灣地區降水趨勢一致，若能分析數個測站的雨量升降趨勢，就足以代表全臺的雨量變遷。  
另外，由短期變遷圖還可得到其他特性：
  - (一) 可知空間指標特徵在不同區域為互補。
  - (二) 顯示各區域在不同季節有固定降雨特性。
  - (三) 颱風降雨分布從北部山區向中南部山區集中。
  - (四) 北部島嶼及中部島嶼午後雷雨雨勢有逐漸減少趨勢。
- 五、從 30 年的長期雨量分析發現台灣地區的年雨量有上升，降雨天數略微下降，但大雨天數略為增加，表示降雨在時間上有集中的現象；另外，在夏季的颱風及午後雷雨降雨量有顯著增加趨勢，而乾季的雨量卻有下降趨勢，顯示未來台灣地區的乾雨季將更加分明，氣候變遷對水資源分配具有決定性的影響，應擬定對策防範未然。

## 柒、參考資料及其他

- 一、郭重吉(2011)。國中自然與生活科技第 6 冊 第 3 章 複雜多變的天氣。  
台南市：南一書局。
- 二、鄭惟厚譯(2002)。統計學的世界。臺北市：天下遠見出版。
- 三、邱皓政(2010)。量化研究法(二)－統計原理與分析技術。臺北市：雙葉書廊出版。
- 四、陳雲蘭(2008 年 4 月)。百年來台灣氣候的變化，科學發展，第 424 期，6-11。
- 五、謝龍生、陳聯光、蘇昭郎、葉森海(2007 年 2 月)。災害潛勢資料，科學發展，第 410 期，15-22。
- 六、中央氣象局。氣候統計。2011 年 1 月。  
<http://www.cwb.gov.tw/V6/statistics/dailPrecipitation/dP.php>
- 七、中央氣象局。台灣地區颱風分析與預報輔助系統。  
<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/default.htm>
- 八、國立台灣科學教育館。中華民國第五十屆中小學科學展覽會。  
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/index.htm>  
高中組地球科學科。地球真的發燒了嗎？-深入探討全球暖化的趨勢。
- 九、國立台灣科學教育館。中華民國第五十屆中小學科學展覽會。  
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/index.htm>  
高中組地球科學科。莫攻-莫拉克颱風驚人雨量因素之探討。

附錄：統計學公式

$$\text{標準差} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X_n - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$\text{標準計分} = \frac{X_n - \bar{X}}{\text{標準差}}$$

$$\text{相關係數} = \frac{\sum_{k=1}^n [(\text{標準計分 } X_n)(\text{標準計分 } Y_n)]}{N-1}$$

$$R^2 = \left\{ \frac{\sum_{k=1}^n [(\text{標準計分 } X_n)(\text{標準計分 } Y_n)]}{N-1} \right\}^2$$



## 【評語】 030505

優點：資料豐富，分析詳盡，具有學術價值；研究題材具有鄉土性。

缺點：圖表呈現之說明不夠完整

建議：作圖時宜清楚標示座標軸之物理量；應更明確定義所有之變數。