

台灣地區 1897 至 2004 年氣候變化選擇測站之概述與自相關分析

蕭長庚
中央氣象局

摘要

早期因為氣候季節性的週期變化十分穩定，使人們認為氣候變化的持續發展是可預期的，是可以經驗來解決問題，然而隨著社會經濟的快速發展，近五十年來人類的活動大幅的干擾到自然現象的發生，也造成了嚴重的環境問題，因此國際上普遍重視溫室氣體減量的問題。如今要面對的問題是分辨哪些現象是干擾所造成？哪些現象是自然的週期變化所造成？以及如何緩和變化？預測未來的變化？及設計因應的策略？諸此種種都需要從已知之事件中做深入的了解。本文係利用中央氣象局歷年 (1897-2004 年) 之氣候觀測記錄使用基本之統計方法，整合展現其在時間序列上之特徵，提供台灣地區片段氣候要素變化之訊息，期能引起學者專家之關心，做進一步之探討，以收拋磚引玉之效。

一、前言

中央氣象局為配合撰寫「氣候變化綱要公約國家報告」，前於民國八十三年提交經濟部能源委員會之第一號說明文件—「台灣地區氣候變化之分析與評估 1994」。為期能及早發現台灣地區氣候變化之徵兆，並便於環境變遷相關資料之相互比較，以及因應測站 (或儀器) 變動之考證與分析需要，今將迄至 2004 年止之氣候觀測紀錄予以摘要比較，本次報告係為前述第一號說明文件之延伸。

據行政院環境保護署稱：「根據 1996 年聯合國氣候變化政府間專家委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 的第二次評估報告，指出人類活動所排放的溫室氣體，若不採取任何防治措施，全球平均地面氣溫於 2100 年時將比 1990 年時增加 2°C (介於 1 至 3.5°C)」。世界氣象組織 (World Meteorological Organization) 於其 BULLETIN Volume 46 No.3 中—The Global Climate System in 1996 報導：「在世界某些地方，1996 年是近十年來最冷年之一，全球平均地面氣溫偏差則為 1860 年以來之第八高，且亦為連續第十八年之正值，1996 年之全球平均氣溫較最近之標準平均 (1961 至 1990 年) 高 0.22°C，與 1995 年之 0.38°C 偏差值有甚大差距」，迄 2004 年台灣各地氣溫大多數已較 1970 年代高出約 1°C，由圖一中可顯現。

近年來氣候變遷之課題，不僅為世界各國所重視，亦為一般民眾所關注，民眾經常提出諸如「去年是不是比前年熱？」、「去年的降水量是不是比過去幾年之平均還多？」、「最近幾年的日照是不是仍然在減少？」、「近些年來的雷暴日數是不是比早期減少了許多？」等問題，為解答此些問題並提供科學研究者有可資比較說明之依據，一方面將前述說明文件中之環境資料，作綜合分析，另一方面依據中央氣象局之歷年資料，選擇氣象要素 (包括氣溫、

降水、日照、雲量、氣壓、相對濕度、蒸發、降水時數、雷暴日數及侵台颱風次數)，分平地、山地及離島三組統計分析迄至 2004 年。

二、分析方法

為分析近年氣候之變化，首先在資料之時間序列上將各氣象站自設站至 2004 年之資料作成總平均、標準差，選出其中最大與最小值，以作為檢驗基本資料是否正確時之範圍參考，並依世界氣象組織之規定，統計 1961-1990 三十年平均值成為標準平均，1991-2000 十年平均值稱為準平均，用作近年平均值比較之基準，進而將近年平均值分為兩類，亦即自 1991 年起至 2000 年，與 2001-2004 年資料分別加以統計，以便分析近年之變化是否與過去平均有顯著偏離。其次，在資料之空間序列上，將各氣象站依其地理位置之高低分類，標高在 400 公尺以下者歸為平地類，高於 400 公尺者歸為山地類，環繞台灣本島之島嶼者歸為離島類分別列表並繪圖作比較。

三、資料分析

- (1) 氣溫：根據全省各主要氣象站之觀測紀錄，1996 年台灣各地年平均氣溫除淡水、梧棲、玉山、成功及蘭嶼外，餘均較 1995 年高 0.1~0.3 攝氏度 (°C)，差異值以山地地區較大 (參見表一)，最高 (低) 氣溫平均亦有類似現象。平均氣溫部分以近六年之平均值與其前十年及三十年平均值比較，大致上仍然是近六年的溫度較高；平地的平均差異值比山地和離島要大。若由歷年資料看 (參見圖一)，1994 年大多數地點，例如基隆、梧棲、台中、台南、恆春、宜蘭、成功、鞍部、彭佳嶼及澎湖等) 之氣溫幾達近十年甚至自有紀錄以來之最高點，至 1995 年隨即又下降 (台北氣象站之氣溫變化，近十年來因

受觀測環境改變之影響，變動較其他氣象站為大；圖一中的九年移動平均曲線亦顯示出近三年氣溫有持平或向下調整之趨勢，之後又繼續攀升。

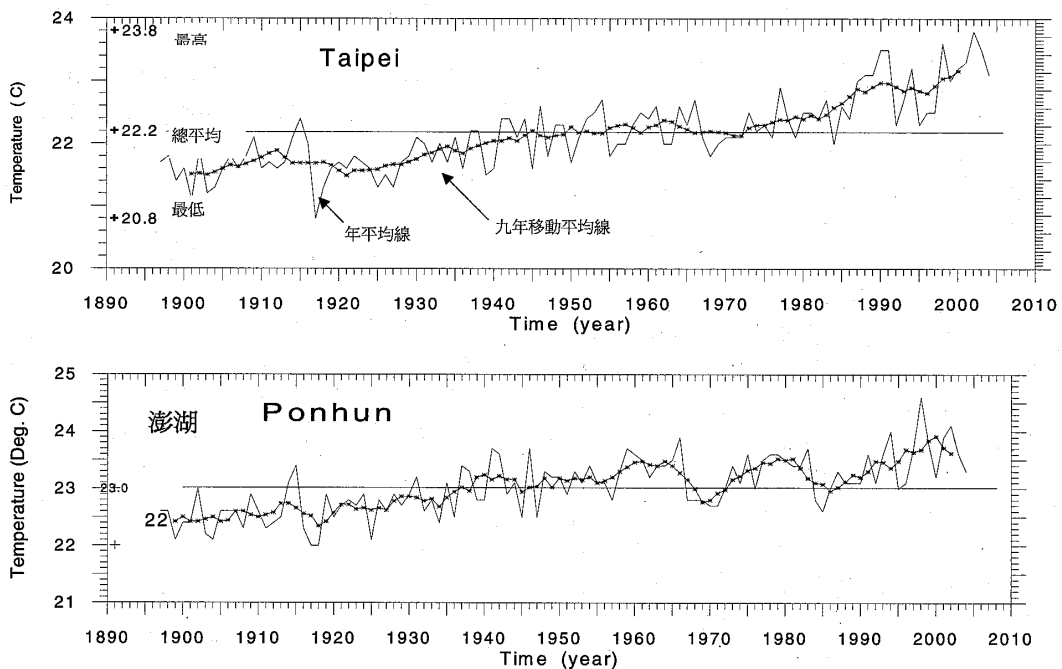
值少了約 12-16%，以西部及北部少得較多，平均差值按百分比計以平地較小，其次為離島及山地（參見表二）。若與三十年標準平均比較，則除台南及東吉島略增外，餘多減少了約 6-12%。

- (2) 降水：1996 年南部與東部的六個氣象站（高雄、恆春、台東、大武、澎湖及蘭嶼）降水量較 1995 年為少，其他氣象站則較多。另外，近六年之平均降水量多數氣象站較前十年準平均

表一、中央氣象局所屬各氣象站 1996 年平均氣溫(平地、山地及離島)與以往紀錄之比較表

平地氣溫 (°C)	淡水	基隆	台北	新竹	梧棲	台中	嘉義	台南	高雄	恆春	宜蘭	蘇澳	花蓮	成功	台東	大武	平均
1996年	21.6	22.4	22.5	22.2	22.7	23.2	22.9	24.2	24.8	25.0	22.2	22.4	23.4	23.3	24.4	24.3	23.2
設站-1996年總平均	22.0	22.0	22.1	22.0	22.7	22.6	22.7	23.6	24.4	24.7	22.0	22.3	22.8	23.5	23.8	24.7	23.0
期間最低值	20.9	21.0	20.8	21.4	22.0	21.3	22.0	22.2	23.6	23.6	21.3	21.7	21.5	22.8	22.6	23.9	22.0
期間最高值	22.7	23.0	23.5	22.7	23.4	23.5	23.3	24.7	25.3	25.6	22.8	22.9	24.1	24.3	24.9	25.5	23.9
統計年數	91	91	99	58	20	100	28	100	65	99	61	15	86	57	96	57	
1961-1990 30年平均	22.1	22.2	22.4	22.1	22.6	22.8	22.6	23.9	24.4	25.0	22.1	-	23.0	23.6	24.1	24.7	23.2

山地氣溫 (°C)	鞍部	竹子湖	日月潭	阿里山	玉山	平均	離島氣溫 (°C)	彭佳嶼	澎湖	東吉島	蘭嶼	平均
1996年	16.6	18.5	19.1	11.1	3.9	13.8	1996年	21.8	23.1	23.3	22.4	22.7
設站-1996年總平均	16.6	18.4	19.2	10.7	3.8	13.7	設站-1996年總平均	21.4	23.0	23.2	22.5	22.5
期間最低值	15.9	17.9	18.7	9.5	3.0	13.0	期間最低值	20.0	22.0	22.6	21.9	21.6
期間最高值	17.2	19.1	19.9	11.3	4.6	14.4	期間最高值	22.3	24.0	23.9	23.1	23.3
統計年數	49	50	54	63	48		統計年數	86	100	34	51	
1961-1990 30年平均	16.6	18.4	19.2	10.6	3.8	13.7	1961-1990 30年平均	21.7	23.2	23.2	22.5	22.7



圖一、台北、澎湖氣象站歷年年平均氣溫(°C) 及其九年移動平均趨勢圖

(台北氣象站 1986-1991 年觀測坪北方約十公尺處有二十公尺高之白色建築物，1992 年 2 月-1996 年觀測坪暫遷至西南方約 500 公尺之北市師院操場東南角，之後觀測坪遷至大門前距街道十公尺旁。)

表二、中央氣象局所屬各氣象站 1996 年降水量(平地、山地及離島)與以往紀錄之比較表

平地降水量 (mm)	淡水	基隆	台北	新竹	梧棲	台中	嘉義	台南	高雄	恆春	宜蘭	蘇澳	花蓮	成功	台東	大武	平均
1996年	1898.7	3932.0	2253.1	1604.6	1357.2	1615.7	1566.2	1025.8	1107.4	1400.5	2963.6	5787.1	2707.5	2068.7	1707.9	2185.1	2198.8
設站-1996年總平均	2016.3	3340.2	2126.6	1743.4	1270.2	1707.2	1675.5	1735.8	1742.5	2161.9	2741.8	4463.9	2052.8	2271.9	1830.3	2433.5	2207.1
期間最低值	1166.0	1817.8	1462.9	751.7	663.4	841.5	878.8	530.7	572.8	754.1	1703.0	3480.2	989.0	1037.1	817.5	1073.1	1158.7
期間最高值	3313.6	5580.7	3172.8	2671.9	1951.0	3057.7	2714.7	3521.2	3238.4	3594.6	4543.4	5787.1	3246.8	3770.3	3243.3	3904.7	3582.0
統計年數	91	92	99	58	20	100	28	100	65	99	61	15	96	57	96	57	
1961-1990 30年平均	2147.7	3664.8	2180.2	1789.2	1317.3	1600.9	1706.7	1546.4	1619.0	1964.9	2746.9	-	2176.3	2292.6	1847.2	2308.9	2060.6

山地降水量 (mm)	鞍部	竹子湖	日月潭	阿里山	玉山	平均
1996年	4974.2	4577.5	2443.5	4647.0	2796.7	3887.8
設站-1996年總平均	4736.4	4531.1	2365.5	4061.4	3125.0	3763.9
期間最低值	2963.6	2690.6	1485.7	2239.6	1717.9	2219.5
期間最高值	6933.7	6725.8	3379.6	5881.2	4532.3	5490.5
統計年數	49	50	54	63	47	
1961-1990 30年平均	4929.1	4535.4	2355.0	3962.2	3152.0	3786.7

離島降水量 (mm)	彭佳嶼	澎湖	東吉島	蘭嶼	平均
1996年	1570.0	867.1	1020.3	2746.0	1550.9
設站-1996年總平均	1774.1	997.2	924.1	3056.3	1687.9
期間最低值	1046.7	323.3	414.0	1772.1	889.0
期間最高值	2659.8	1792.7	1610.0	4547.3	2652.5
統計年數	86	100	34	52	
1961-1990 30年平均	1947.9	954.5	922.5	3055.6	1720.1

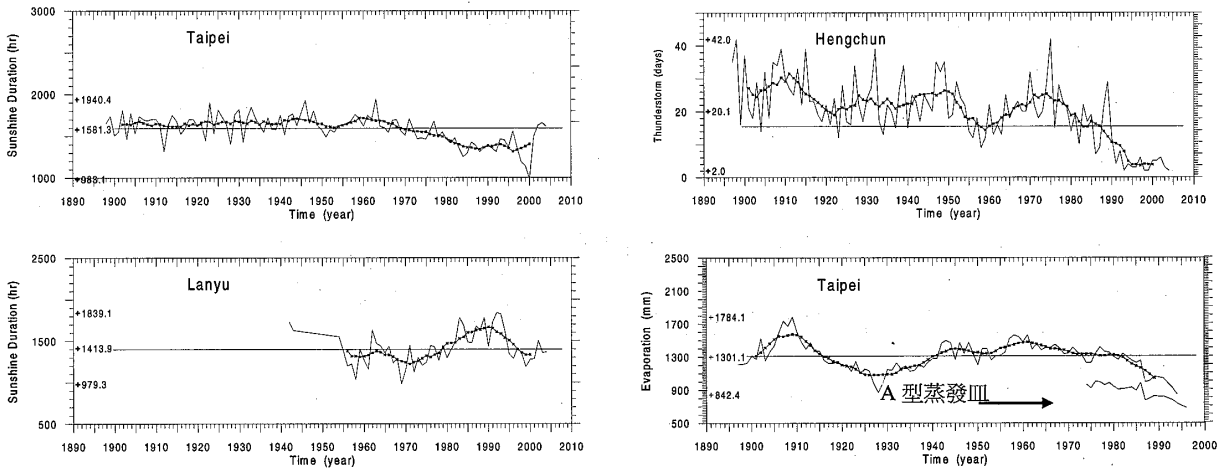
(2) 日照：日照時數 1996 年除澎湖及蘭嶼兩地較 1995 年為少外，餘均為增加。由九年移動平均曲線之普遍趨勢看，日照時數由 1960 年後逐漸

減少，自 1988 年後則逐漸轉變為振盪回升之趨勢，以台北站及蘭嶼站為例列如圖二。

表三、中央氣象局所屬各氣象站 1996 年日照時數(平地、山地及離島)與以往紀錄比較表

平地日照時數 (hr)	淡水	基隆	台北	新竹	嵵樓	台中	嘉義	台南	高雄	恆春	宜蘭	蘇澳	花蓮	成功	台東	大武	平均
1996年	1671.7	1343.9	1559.4	2099.3	2248.1	2103.3	2095.5	2152.6	2219.0	2387.8	1417.9	1539.8	1562.3	1647.1	1888.7	1963.9	1868.8
設站-1996年總平均	1640.5	1267.5	1597.0	1936.8	2016.3	2361.5	1950.5	2534.7	2265.7	2411.2	1409.5	1436.8	1605.4	1640.5	1842.6	1856.1	1860.8
期間最低值	1301.7	923.2	1252.8	1516.6	1528.0	1770.9	1613.6	1993.2	1661.1	1820.5	1138.3	1322.5	1274.2	1315.3	1467.2	1430.7	1458.1
期間最高值	2173.9	1729.3	1940.4	2424.7	2297.9	2943.2	2249.5	2968.7	3012.2	2792.8	1836.7	1618.6	1873.6	1950.5	2165.4	2159.8	2258.6
統計年數	53	79	97	58	20	99	28	99	61	98	61	13	86	55	96	55	
1961-1990 30年平均	1600.3	1283.9	1522.6	1902.6	2002.7	2215.3	1940.1	2421.3	2153.5	2448.1	1421.2	-	1540.2	1640.4	1783.8	1872.7	1849.9
1981-1990 10年平均	1475.9	1227.8	1365.5	1728.9	1957.6	2059.5	2046.7	2241.6	2172.2	2299.8	1319.6	1392.2	1408.7	1501.1	1639.7	1949.5	1736.6

山地日照時數 (hr)	鞍部	竹子湖	日月潭	阿里山	玉山	平均	離島日照時數 (hr)	彭佳嶼	澎湖	東吉島	蘭嶼	平均
1996年	968.6	1454.1	1870.9	1620.0	2193.4	1621.4	1996年	1731.6	2012.6	2336.2	1285.1	1841.4
設站-1996年總平均	876.4	1360.2	1818.6	1725.9	2103.6	1576.9	設站-1996年總平均	1621.9	2162.3	2163.7	1427.1	1843.8
期間最低值	786.6	1256.2	1449.9	1428.4	1711.3	1326.5	期間最低值	1134.1	1674.0	1583.6	979.3	1342.8
期間最高值	968.6	1454.1	2239.5	2077.1	2496.1	1847.1	期間最高值	2179.2	2670.8	2696.5	1839.1	2346.4
統計年數	3	3	54	63	48		統計年數	84	97	33	45	
1961-1990 30年平均	-	-	1783.6	1735.5	2094.6	1871.2	1961-1990 30年平均	1642.1	2099.8	2127.1	1405.8	1818.7
1981-1990 10年平均	-	-	1656.7	1664.7	1976.4	1765.9	1981-1990 10年平均	1434.2	2045.1	2181.8	1583.6	1811.2



圖二、台北蘭嶼氣象站日照時數(小時 hr)，蒸發量與恆春雷暴日數、降水及其九年移動平均趨勢圖

(4) 雲量：1996 年各地雲量均比 1995 年及其前五年之平均值為少，差值在平地及離島約為五年平均值的 3%，而山地約為 4%，與準平均值比較則約為 5%。近六年之平均值唯獨台北比近三十年標準平均值高了 3%，餘均為較低或持平，中南部的差值較大，約為 10%，台北、恆春近年稍見減少。

(5) 測站(地面)氣壓：1996 年各地平均氣壓均較 1995 年值為低達 0.6-1.6hPa。近六年平均與其準平均比較，均有略高之現象。氣壓變化十分穩定且一致，若有特異情況者，均係受測站或儀器之搬遷或環境改變所致(例如台北、新竹、

蘇澳、基隆及高雄等站)，故在分析過程中需配合測站變遷資料一併考慮(可參見氣象報告彙編第四、五篇之測站資料變遷紀錄一覽表)。

(6) 相對濕度：1996 與 1995 年的差異在各地的表現並不一致(參見第 44 頁下表)，惟近十幾年來均在歷年總平均值以下起伏。近六年平均與準平均值比較，濕度普遍低了約 1-3%。

(7) 蒸發：各氣象站於設站之初均使用 20cm 口徑之蒸發皿從事觀測並作成紀錄，自 1973 年起部分氣象站逐步試用 120cm 口徑之 A 型蒸發皿作併行觀測，至 1995 年除淡水站停測蒸發，玉山站維持 20cm 口徑之蒸發皿觀測外，其餘各站均

停測 20cm 口徑之蒸發皿，改以 A 型蒸發皿從事觀測並作成紀錄。A 型蒸發皿較 20cm 口徑之蒸發皿觀測值為低，在中南部地區儀器所造成的差異最多可達年 600 公釐(mm)以上，北部地區亦差約 300 餘公釐。

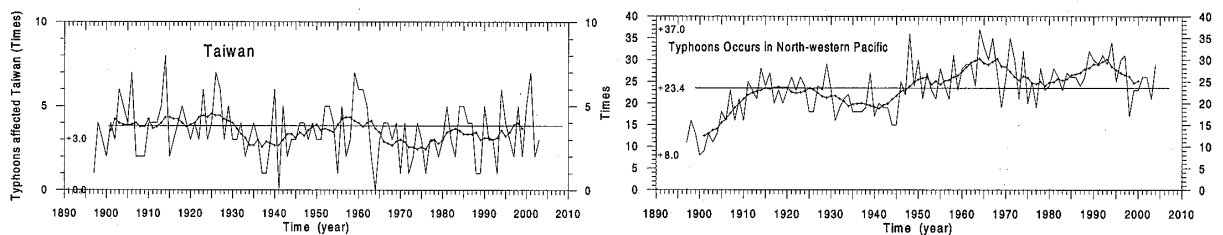
- (8) 平均風速：1995 與 1996 年的平均風速差別甚小，1996 年風速與前五年平均值比較差別也非常小，惟近六年 (1991-1996) 之平均值較準平均值 (1981-1990) 及標準準平均值 (1961-1990) 為小，其絕對差值平地及山地約為 0.1-0.3 m/s，離島則達 0.8m/s。
- (9) 降水日數及雷暴日數：1996 年的降水日數除了蘇澳、大武及玉山三個氣象站比 1995 年要少之

外，其餘的氣象站均比 1995 年多。1996 年的雷暴日數除花蓮、成功、日月潭、玉山與蘭嶼五個氣象站比 1995 年少 4 日以上，其餘的氣象站則為多或接近。但比較近六年之平均值與準平均值，則發現在降水時數方面，山地及平地近六年平均值比準平均值低了 7-11%，雷暴日數低了約 1/3，十分可觀。

- (11) 颱風：1994 年有侵台颱風 6 個，為近 30 年來最多之一年，1995 年有 4 個，1996 年有 3 個，(1897-1996 歷年統計值是平均每年 3.5 個，標準差為 1.6 最多年在 1914 年有 8 個)，繼前次 1897-1993 之報告表，將其近年各月分布次數列如表四，歷年颱風侵台次數及其九年移動平均趨勢圖列如圖三。

表四、1897-2004 年侵台颱風次數及北太平洋西部颱風發生次數分月統計表

Item/month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
侵台颱風次數	0	0	0	2	14	28	93	116	85	34	7	1	380
北太平洋西部颱風發生次數	43	17	27	63	103	158	407	502	472	367	244	124	2527



圖三、歷年侵台颱風次數與北太平洋西部發生之颱風次數及其九年移動平均趨勢圖

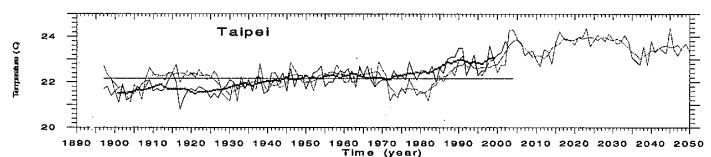
(二) 為了解氣象要素之週期性變化，則應用自相關係數波譜分析尋找氣溫、降水量及侵臺颱風次數之週期值，其結果列表如表五，發現氣溫及降水量均有近似兩年之週期振動及 44 年之長週期波。至於在十年以下兩年以上間，氣溫尚有 5.7 年之變化週期，而降水方面之週期則較不一致，此表示降水受

獨處理。利用以上分析結果，可以計算出未來之趨勢，列如圖四

表五 年氣溫及降水量自相關係數分析結果

項目 (單位:年)	氣溫	降水量					
		長	中	短	長	中	短
臺北 (6m)	44	5.7	2.2	44	3.1	2.1	
臺中 (84m)	44	5.7	2.2	8	3	2.1	
臺南 (14m)	44	5.7	2.2	44	8.7	2.2	
臺東 (9m)	44	7.6	2.1	22	4.2	2.1	
恆春 (22m)	22	5.4	2.2	44	4.3	2.1	
阿里山 (2413m)	18	4	2.6	12	3	2.1	
彭佳嶼 (102m)	17	8.4	2.2	44	8.4	4.1	
澎湖 (11m)	17	4.4	2.2	16	7.8	2.7	

地理因素之影響極大，各地有各地之特性，必須單



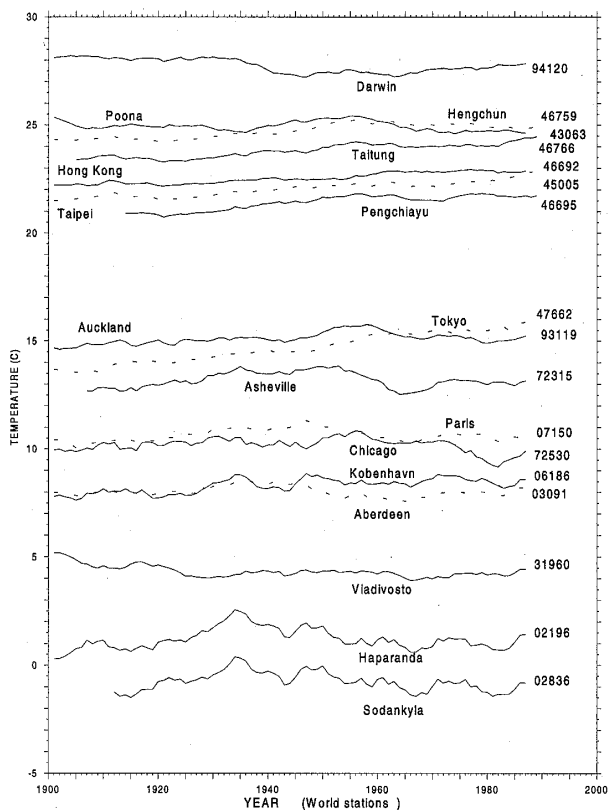
圖四 台北年平均氣溫實際值與使用自相關分析所推估值之比較圖。

(三) 地區性之差異比較

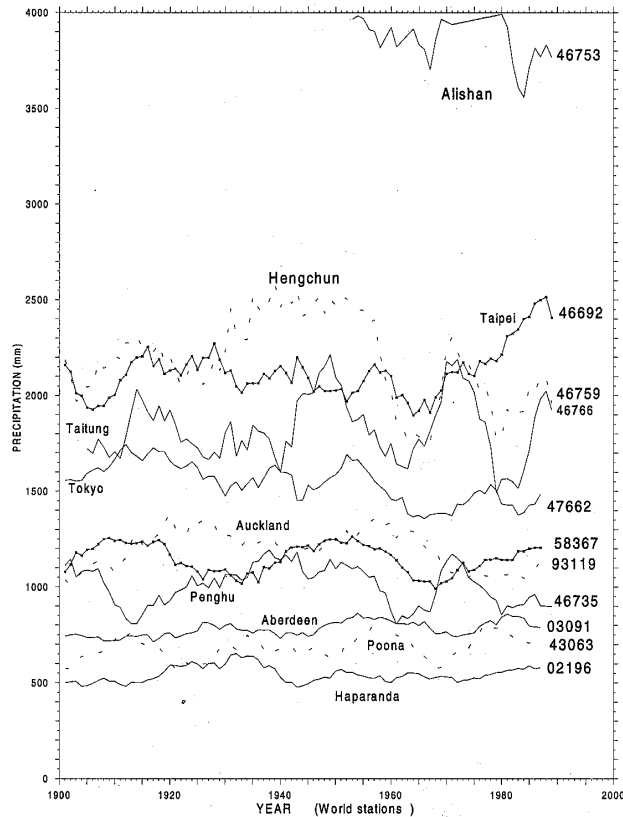
參考國內外各氣象站之長期氣溫及降水量紀錄，比較其趨勢及關連性。選用之測站列如表六，自世界氣候資料檔中選出有較長紀錄之國外測站 13 個，繪製溫度及降水歷史曲線圖如圖五及圖六，以便與台灣地區之測站紀錄相比較。

表六 國內外測站位置一覽表

測站			站號	緯度	經度
		所在地點		度 分	度 分
北歐	瑞典	HAPARANDA, SWEDEN	2196	65 48 N	24 6 E
	芬蘭	SODANKYLA, FINLAN	2836	67 23 N	26 36 E
歐洲	英國亞伯丁	ABERDEEN, UNITED KINGDOM	3091	57 11 N	2 11 W
	丹麥哥本哈根	KOBENHAVN, DENMARK	6186	55 41 N	12 36 E
	法國巴黎	PARIS, FRANCE	7150	49 0 N	2 23 E
東亞	蘇聯海參威	VLADIVOSTO, SOVIET UNION	31960	43 6 N	131 53 E
	日本東京	TOKYO, JAPAN	47662	35 41 N	139 48 E
	香港	ROYAL OBS, HONG KONG	45005	22 18 N	114 11 E
	印度(南)波拿	POONA, INDIA SOUT	43063	18 30 N	73 53 E
北美	美國芝加哥	CHICAGO, U.S.A.	72530	42 0 N	87 53 W
	美國艾斯菲爾	ASHEVILLE, U.S.A.	72315	35 23 N	82 30 W
澳洲	紐西蘭奧克蘭	AUCKLAND, NEW ZEALAN	93119	37 0 S	174 48 E
	澳洲達爾文	DARWIN, AUSTRALIA	94120	12 23 S	130 53 E
台灣	臺北	TAIPEI, TAIWAN	46692	25 2 N	121 30 E
	恆春	HENGCHUN, TAIWAN	46759	22 0 N	120 44 E
	臺東	TAITUNG, TAIWAN	46766	22 45 N	121 09 E
	阿里山	ALISHAN, TAIWAN	46753	23 31 N	120 48 E
	彭佳嶼	PENGCHIAYU, TAIWAN	46695	25 38 N	122 04 E



圖五 世界各地年平均氣溫九年移動平均趨勢圖

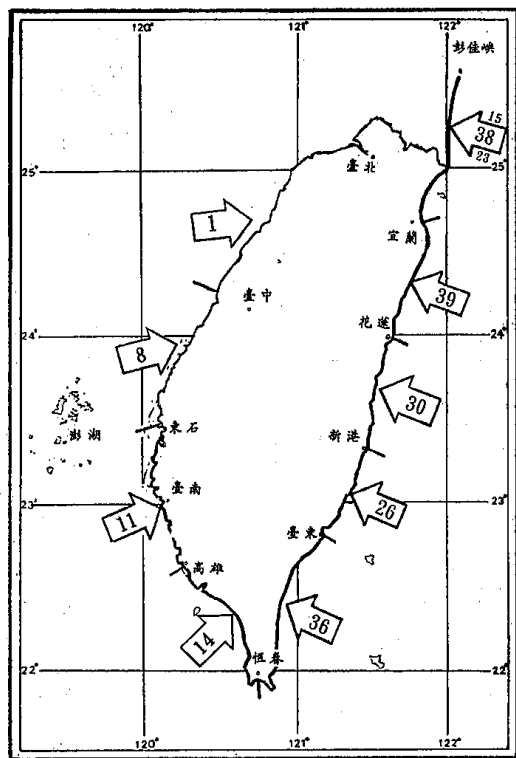


圖六 世界各地年降水量九年移動平均趨勢圖

(四) 持續延伸統計

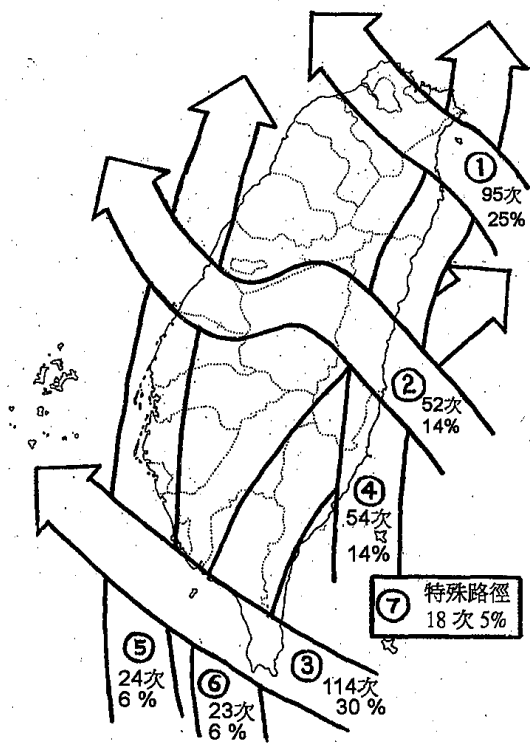
為延續中央氣象局 1978 年出版之八十年來之颱風一書中之颱風統計資料，參考各年颱風調查報告

並颱風百問集冊及王顧問等，於 1998 年發表之百年侵台颱風路徑圖集重新計算各登陸地段次數獲得迄 2004 年止，以 380 個侵台颱風計(同名兩次侵台者以一個計)，其登陸者計達 203 次，繪圖表示如下。



颱風登陸地點之分段統計 (1897-2004) 共203次

圖七 颱風登陸地點之分段統計(1897-2004)



圖八 颱風侵台路徑分類次數統計(1897-2004 共 380 個颱風侵台)。

四、結論

由過去之歷史紀錄可以看出來一個地方之氣溫或降水的變化，總是圍繞著一些定值而上下起伏振動，近年來雷暴日數，蒸發量等多有減少之現象。雖然人類工業化產生了各種影響環境之因素，但大自然的現象始終是趨向於平均之狀態，因此今後之氣候變化，將會由於有人類之參與而使其波動的幅度加大、頻率加快。由時間序列計算出未來年代之氣溫及降水量指標看，氣溫在都市將會持續上升，高山僻地持平，降水量則北部增加中南部及山地減少，惟不可忽視的是他們都有近似兩年之週期，而且從往例中可以看到數值達到高點後就會有急降之現象發生，為達有效之溝通，必須使用簡單之分類，分類即是指標，各階層以不超過七為佳。

指標是製訂定義之基本材料與依據，在講求科學管理的時代中，指標觀念的建立是首要工作，未來根據圖表，發展完整之氣候指標與推廣指標之正確應用將是吾等值得追求之目標。

誌謝

感謝氣象局前研究室魏主任元恆的帶領、戚老師啓勳的教誨，使我認識自相關分析的特性，感謝羅存文、黃馨儀、劉坤波諸位同仁教導我使用繪圖及資料擷取的工具，感謝家人近兩週來生活上的寬容方能將過去研究使用之統計數據及應用程式做充分之延伸，在個人電腦上整合資料，建立繪製圖表之工具，能夠顯示出結果之特徵，方便分析，謹此致謝。

參考資料

朱瑞兆, 1993: 應用氣候手冊, 明文書局,
中央氣象局, 1992: 臺灣近百年來之氣象統計與氣候變遷, 中華民國交通統計月報, 交通部出版, pp.255-267,
Hsiao Chang-keng, 1993: The Climatic Change during Past Centenary in Taiwan Area, Proceedings "The third symposium on the impact of climatic change on agricultural production in the Pacific RIM, ISBN 957-00-2656-1, pp.177-200, Edited by Central Weather Bureau,
謝信良、王時鼎、鄭明典, 1998: 百年侵台颱風路徑圖集, 中央氣象局出版, 台北市。

颱風
Typhoon

颱風

颶風

Typhoon

颶
風