

# 臺灣二〇〇三年國際科學展覽會

科 別：地球與太空科學科

作品名稱：氣候變遷對台灣地區異常降水的影響

學 校：臺北市立大同高級中學

作 者：張凱翔

## 作者簡介



張凱翔，民國七十四年八月十八日生，曾任大同高中學生實習氣象站第一任站長兼百葉箱箱長、大同高中蒼穹新知社高中部教學總監。國中時因為一句叫做「颱風回南」的氣象諺語開始進行氣象研究，高一進入大同高中後正好學校購買百葉箱及氣象觀測儀器，奉派擔任氣象觀測工作，使專長得以發揮。升上高三後，為培養接班人，調任大同高中學生實習氣象站指導老師及蒼穹新知社國中部指導老師，改退居幕後指導工作，已難看到其在百葉箱旁進行觀測的倩影，上圖為該生年輕時（高一上學期）進行觀測的英姿。

過去三年該生主要研究主題以颱風為主，本年度雖然為第四次參加台灣國際科學展覽會，但轉戰氣候變遷確是一項新的挑戰。民國九十年台灣地區接連遭受 Trami、Toraji、Nari 及 Lekima 等颱風侵襲，各地接連發生水災。民國九十一年全台各地又苦旱不雨，造成水荒。引發該生思考「降水量、降水時數的變化」與「異常降水發生頻率」的關係，進而展開相關研究。

在此也感謝大同高中何耀彰校長、教務處吳麗卿主任、設備組費毓港前組長、盧政良組長等人對大同氣象站及大同高中蒼穹新知社的支持，大同高中圖書館黃芳貞主任、陳瑞宜組長、網路中心蔡志敏老師借用電腦設備並針對 Excel 處理氣象資料進行指導，以及何連生老師、廖哲毅老師的指導，才能完成此作品。另外也特別感謝交通部中央氣象局地震測報中心江嘉豪先生提供資料，以及中央大學大氣科學網路學習工作室網友提供討論意見。

作品名稱：

## 氣候變遷對台灣地區異常降水的影響

### Study on the Influence of the Climate Vicissitudes in Taiwan on Abnormal Rainfall

#### 壹、中英文作品摘要

##### 英文摘要

Drought and inundation are two unusual natural disasters in Taiwan. The two natural disasters have some relation of abnormal rainfall become more and more in Taiwan. So it let me think about can climate vicissitudes make the chance of abnormal rainfall become more?

The study have researched the chance of abnormal rainfall by "rainfall duration" and "total rainfall". It collect the day by day total rainfall from 1960 to July 2002, collect locals are Taipei, Taichung, Kaohsiung and Hualien. Than enter the data into the computer, let computer calculation total rainfall, rainfall days, heavy rain days, pouring rain days and torrential rain days. Then analysis the tendency of long-term change.

According to the analysis, the chance of abnormal rainfall happened become more in Taipei, Taichung, Kaohsiung and Hualien. The ratio of Hualien and Kaohsiung is the most obviously. It's also find that there temperature and total evaporate became higher, the total sunshine duration became lower. Then El Nino have some influence in abnormal rainfal. In El Nino year, total rainfall will become lower. When La Nina year, the total rainfall will become more in Taipei and Hualien. Then the long influence is clearly in Taipei.

##### 中文摘要

乾旱與水災是台灣地區相當常見的二項天災，這二項災害的發生都與異常降水有直接的關係。近年來台灣地區因異常降水造成的天然災害，似乎有逐年增加的趨勢。因此讓人聯想到氣候變遷是否會導致異常降水頻率增加。

本研究主要由「降雨時數」與「降雨量」二方面探討異常降水發生頻率。先收集台北、台中、高雄、花蓮四地自 1960 年至 2002 年七月三十一日之逐日雨量資料，將資料輸入電腦後，統計各站歷年降雨量、降雨日數、大雨、豪雨、暴雨日數，並分析長期變化趨勢。

分析結果，台北、台中、高雄、花蓮四地異常降水發生機率，有增加的情形；其中以花蓮及高雄變化的比例最高。再與其他各地氣象要素比較可發現，可能與氣溫及蒸發量數上升，以及日照時數縮短有關。另外聖嬰現象也可能對異常降水有長期性的影響。一般而言聖嬰年雨量減少，反聖嬰年台北、花蓮地區雨量反而會增加。而長期性的影響，以台北地區最顯著。

#### 貳、前言

##### 一、研究動機

近年來，台灣地區因為「異常降水」所造成的天然災害，不管是水災或旱災，都有逐年增加的趨勢。因此使人不得不聯想台灣地區的降水特性（降水量、降雨日數、大雨、豪雨、暴雨發生日數）是否有受到全球環境變遷影響發生改變？這些改變對於台灣地區人民的生活會造成何種影響？為了了解此一問題，進行本項研究。

##### 二、研究目的

了解台灣各地降水量、降雨日數、大雨、豪雨、暴雨發生日數的長期變化情形，並了解此變化對台灣人民可能造成的影響。

#### 參、研究方法及過程

##### 一、研究過程

確定主題   請教師長   擬定研究計劃   收集資料   將逐日雨量資料輸入電腦   繪製圖表

進行分析   將分析結果與其他氣象要素比較   向老師請教   參加校內初審   再修正

**報名參加九十二年臺灣國際科學展覽會**

**二、研究方法**

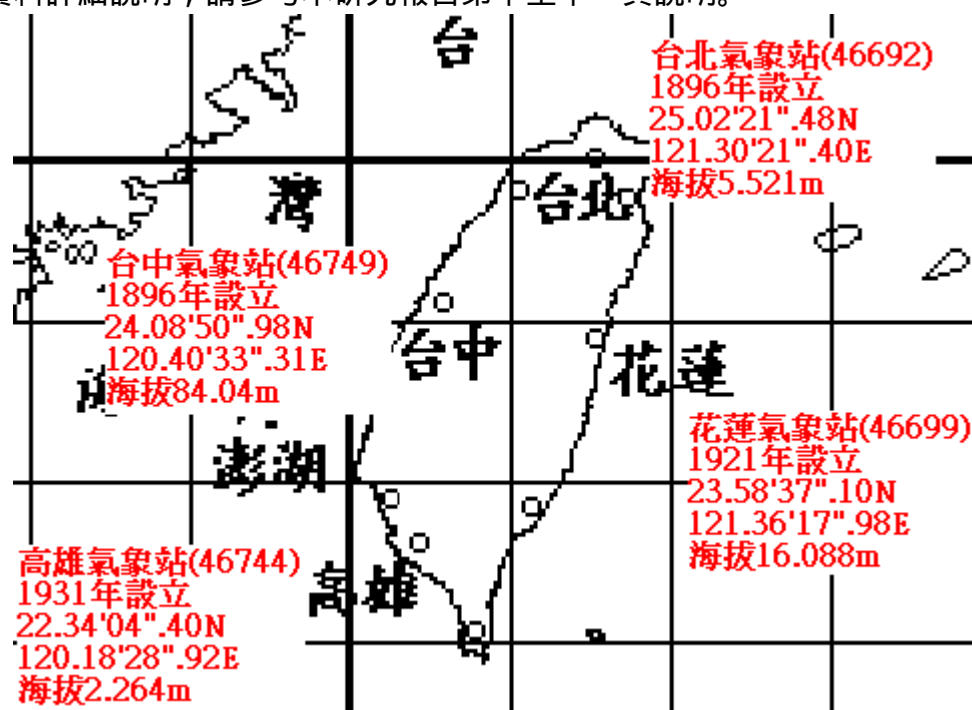
本研究先由北部、中部、南部、東部四地各選擇一個代表性測站進行分析，分別是台北、台中、高雄、花蓮氣象站。再自中央大學大氣科學系網站下載 1960~2002 年逐日氣象資料，再將雨量資料輸入電腦統計降水量、降雨日數、大雨、豪雨、暴雨發生日數。下表一是四個測站的氣候平均值，圖一則是各測站的基本資料。

表一：各測站 1971~2000 年氣候平均值

	台北 46692	花蓮 46699	高雄 46744	台中 46749
年雨量 (公釐)	2363.7	2157.0	1784.9	1642.1
降雨日數 (日)	168.0	166.0	91	116
大雨日數 (日)	11.3	10.0	10.0	7.9
豪雨日數 (日)	1.1	2.5	2.4	1.2
暴雨日數 (日)	<0.1	0.3	0.1	0.0*
年均溫 (攝氏)	22.6	23.1	24.7	23.1
年日照時數 (小時)	1408.0	1478.4	2081.5	2085.1
箱內蒸發量 (公釐)(1971~1994 年平均)**	460.8	535.6	446.6	465.5
箱外蒸發量 (公釐)(1971~1994 年平均)**	1199.8	1476.9	1892.2	1617.3
箱外 A 型蒸發量 (公釐)(1974~2000 年平均)**	875.3	1047.1	1298.5	1060.7

\*台中地區暴雨發生頻率三十年不到一次，1971~2000 年雖然無暴雨紀錄，但 1960 及 2001 年各發生一次。

\*\*蒸發量資料詳細說明，請參考本研究報告第十至十一頁說明。



圖一：測站基本資料（台北氣象站於 1993.2.1~1997.8.31.關閉整修，改以台北師院氣象站(466921)資料代替；二測站相隔約數十公尺，影響較小。）

最後將各年度降水量、降雨日數、大雨、豪雨、暴雨發生日數及五年平均趨勢繪成圖表，分析其變化趨勢，並與年均溫、蒸發量、日照時數等變化趨勢對照，以了解其關係。

**三、名詞定義**

(一) 異常降水：指並非於正常情況下發生的降水，很有可能是降水量異常或降水時數異常。

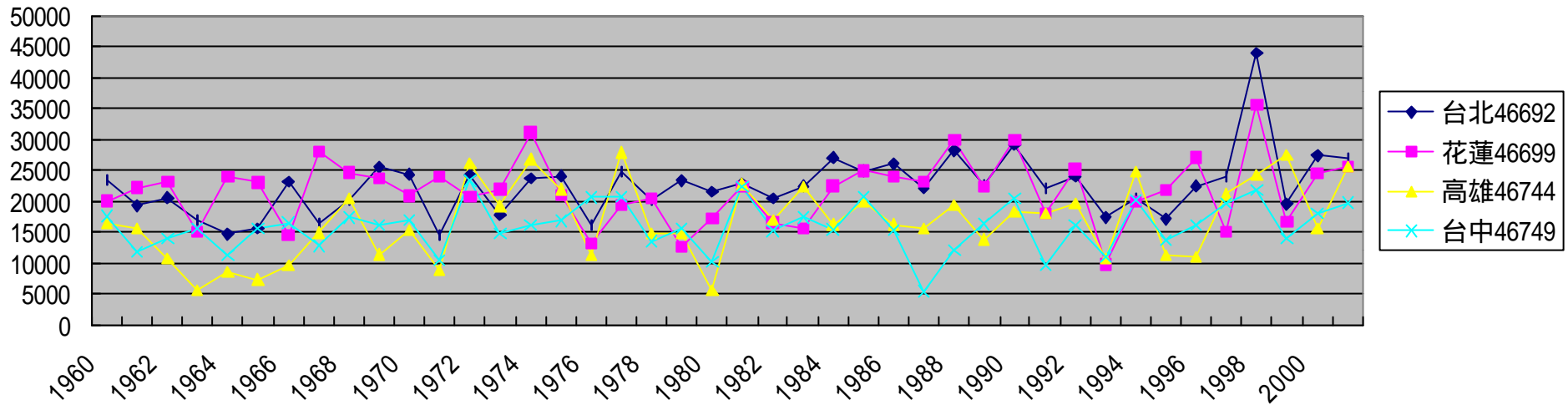
- (二) 降雨時數：由於本研究所採用資料為逐日雨資料，降雨時數以日為單位計算。
- (三) 降水量：包含固態降水(例如雪或冰雹)及液態降水。固態降水一般是溶化後再測量。
- (四) 降雨日數：依據交通部中央氣象局定義，降雨日數為單日雨量大於 0.1 公釐之日數。  
(亦包含大雨、豪雨、暴雨之日數)
- (五) 大雨日數：依據交通部中央氣象局定義單日雨量大於 50 公釐為大雨，大雨日數即日雨量大於 50 公釐之日數。(亦包含豪雨、暴雨之日數)
- (六) 豪雨日數：依據交通部中央氣象局定義單日雨量大於 130 公釐或一小時內雨量大於 15 公釐為豪雨，但因本研究所採用資料為逐日雨資料，大雨日數只採計日雨量大於 130 公釐之日數。(亦包含暴雨之日數)
- (七) 暴雨日數：交通部中央氣象局現行降水定義並無「暴雨」之名詞，但本研究只分大雨及豪雨二級仍不足，故定義單日雨量大於 300 公釐為暴雨，暴雨日數即日雨量大於 300 公釐之日數。
- (八) 氣候平均值：交通部中央氣象局自 2001 年 1 月 1 日起，將各氣象要素氣候平均值調整為以 1971~2000 年間三十年資料計算。
- (九) 五年平均趨勢：為避免單一年度因異常降水影響判斷，各降雨要素除逐年趨勢外，亦自 1962~2001 年每五年計算一平均值統計。

#### 肆、研究結果與討論

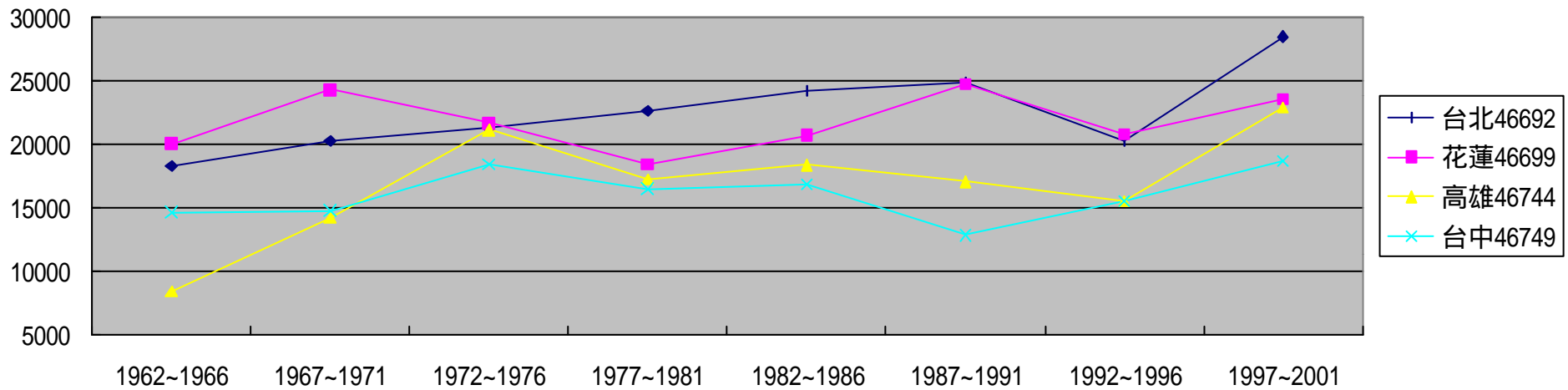
##### 一、研究結果

以下為台北、台中、高雄、花蓮四個氣象站各年度降水量、降雨日數、大雨、豪雨、暴雨發生日數，並附有每五年平均趨勢。(氣象局地面觀測資料電子檔為方便儲存，有省略小數點的情況，以下圖片皆以 0.1 個單位繪製。)

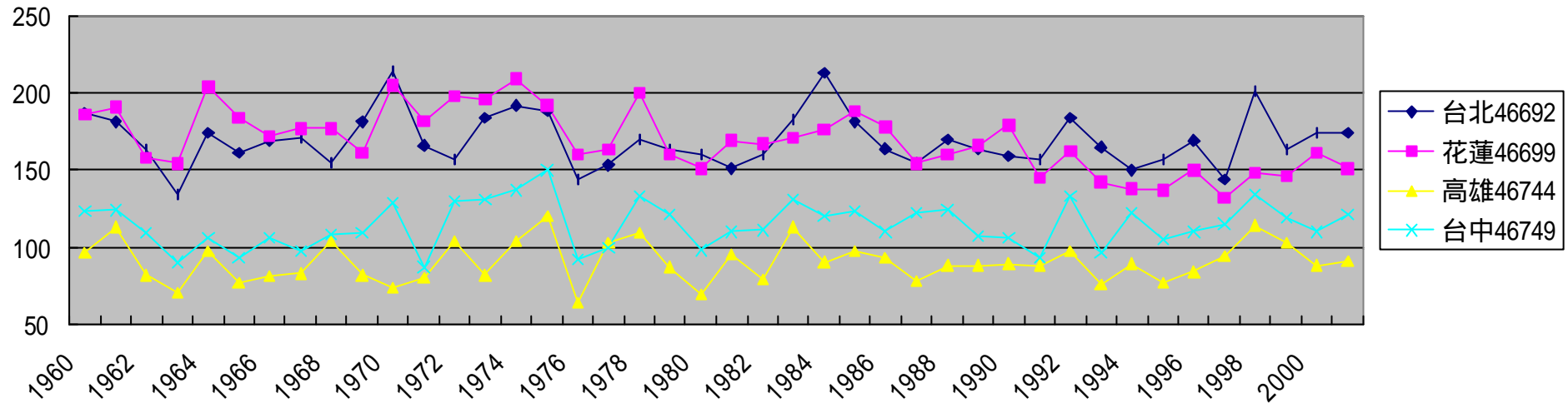
### 各氣象站歷年降水量 (單位：0.1 公釐)



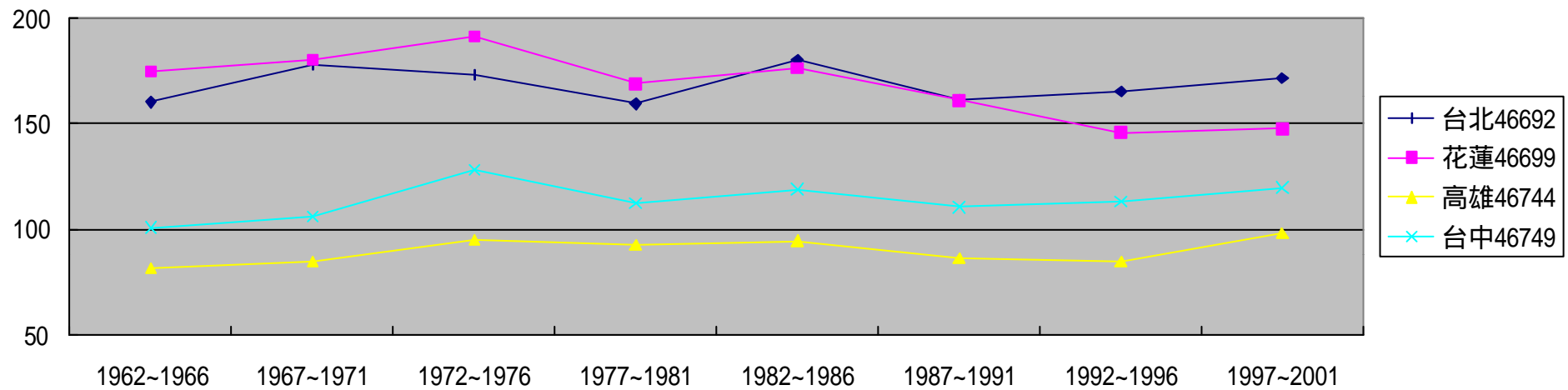
### 各氣象站降水量每五年平均趨勢 (單位：0.1 公釐)



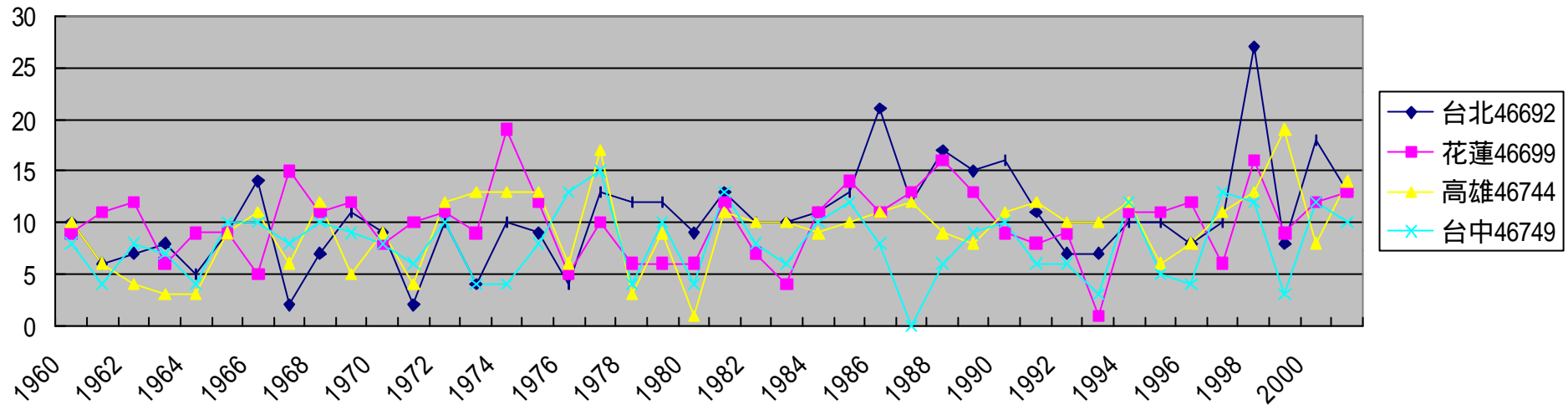
### 各氣象站歷年降雨日數



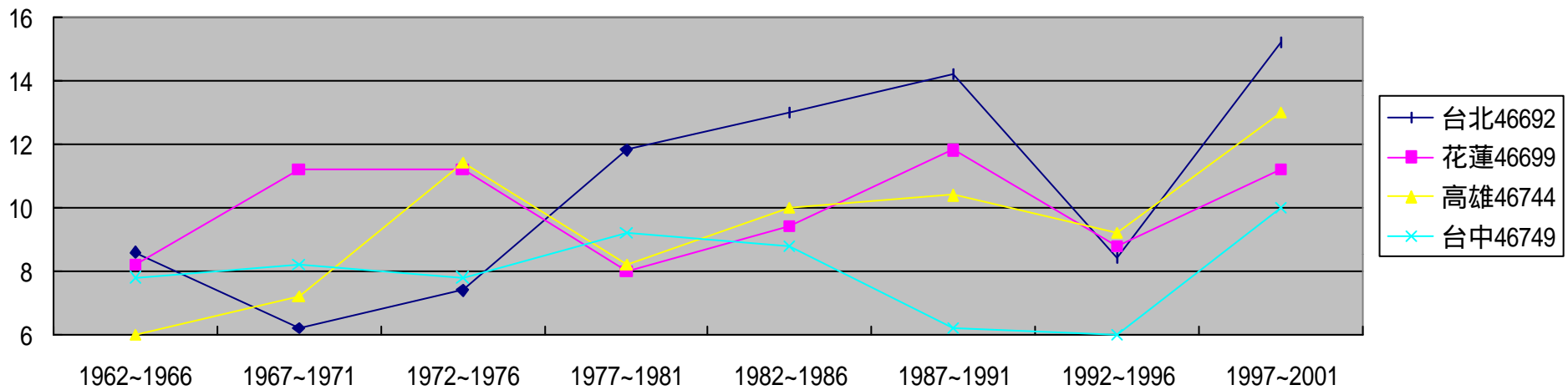
### 各氣象站降雨日數每五年平均趨勢



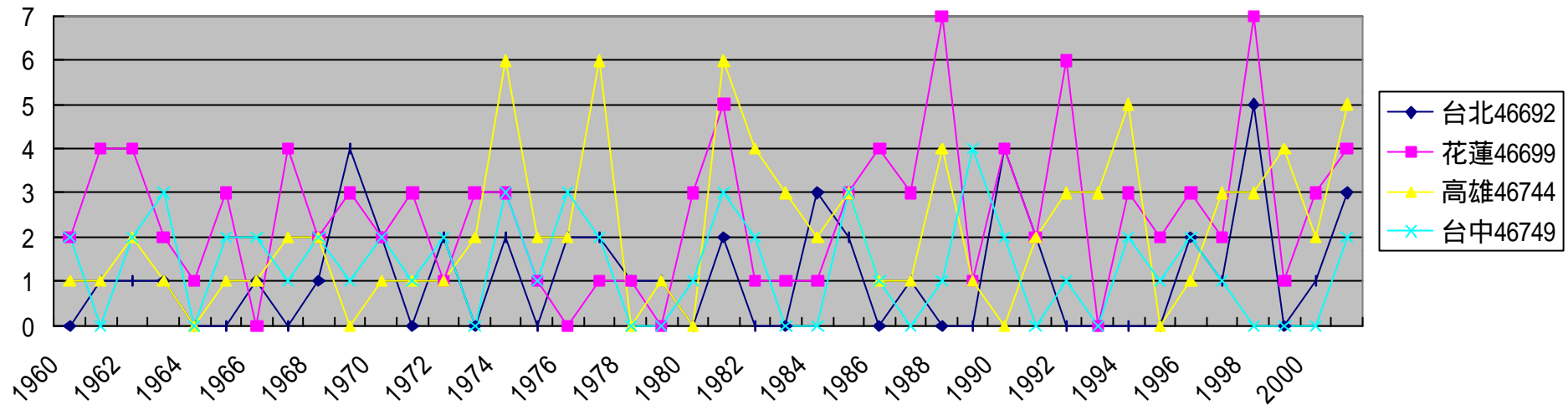
### 各氣象站歷年大雨日數



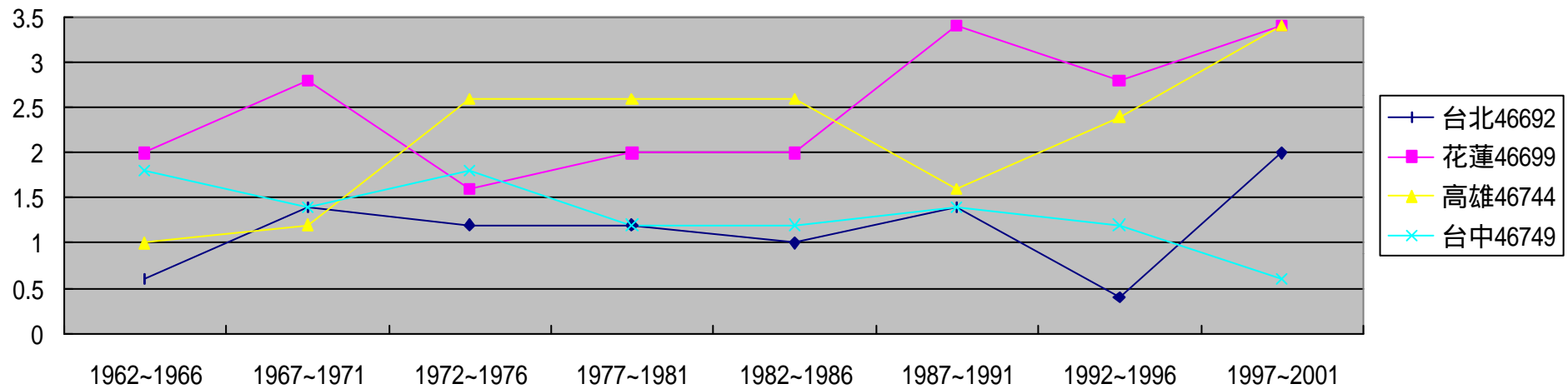
### 各氣象站大雨日數每五年平均趨勢



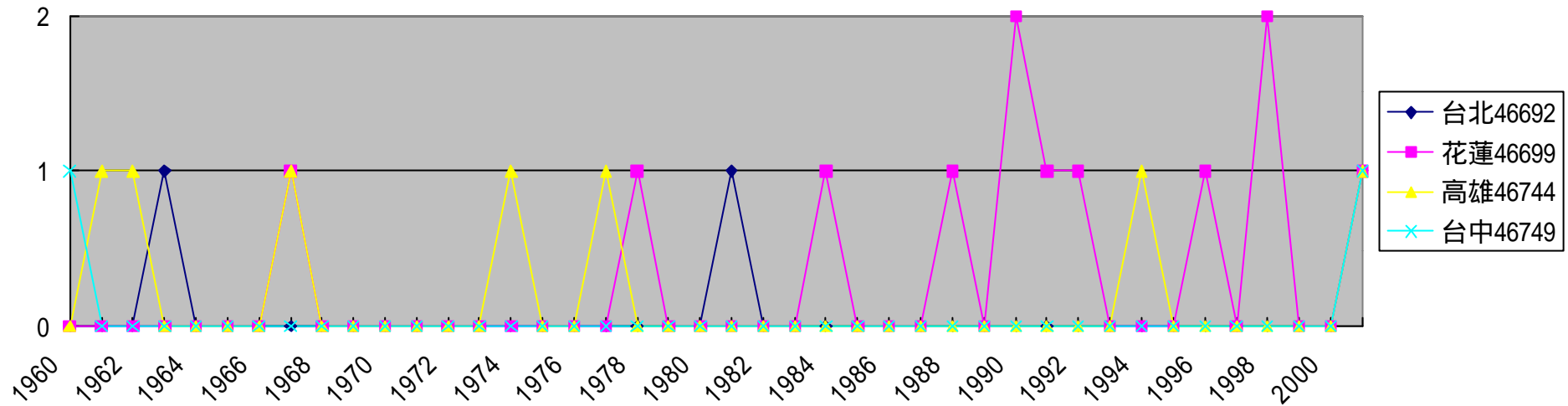
### 各氣象站歷年豪雨日數



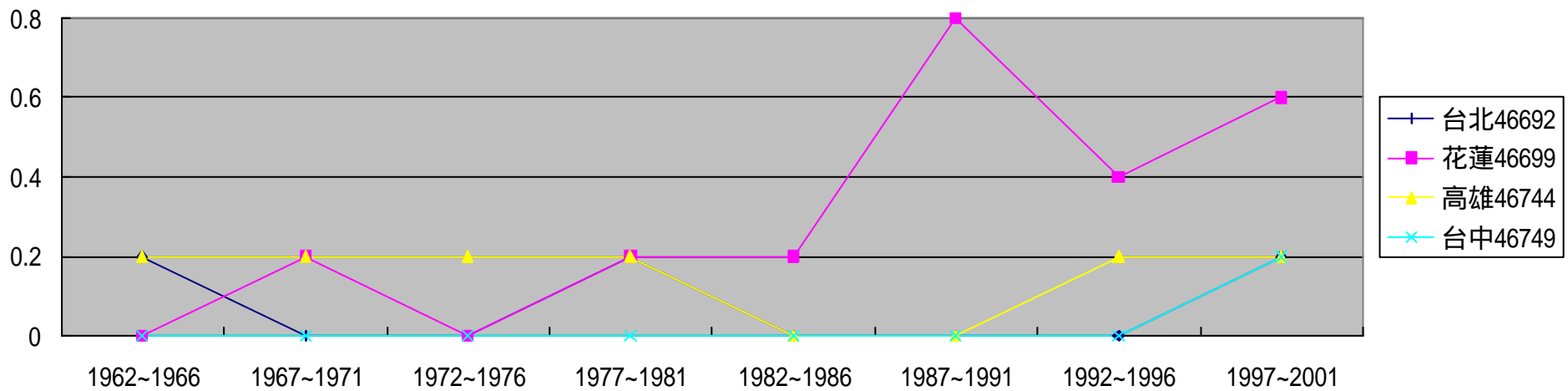
### 各氣象站豪雨日數每五年平均趨勢



### 各氣象站歷年暴雨日數 (詳見表二說明)



### 各氣象站暴雨日數每五年平均趨勢



表二：各地區暴雨發生日期及原因

台北氣象站 (46692)

日期	降水量	原因
1963/9/11	332.1	GLORIA颱風
1981/7/19	306.0	MAURY颱風
2001/9/17	425.2	NARI颱風

台中氣象站 (46749)

日期	降水量	原因
1960/8/1	431.1	SHIRLEY颱風
2001/9/17	309.0	NARI颱風

花蓮氣象站 (46699)

日期	降水量	原因
1967/11/18	360.3	GILDA颱風
1978/8/13	309.0	DELLA颱風
1984/10/26	422.0	熱帶性低氣壓*
1988/10/26	304.1	RUBY颱風
1990/6/23	370.0	OFELIA颱風
1990/9/9	321.0	DOT颱風
1991/10/1	309.5	NAT颱風
1992/9/22	328.0	TED颱風
1996/11/10	428.5	ERNIE颱風 (未發布警報)
1998/10/4	311.5	熱帶性低氣壓
1998/10/13	373.0	ZEB颱風
2001/9/25	309.5	LEKIMA颱風

高雄氣象站 (46744)

日期	降水量	原因
1961/8/7	370.2	JUNE颱風
1962/7/23	621.5	KATE颱風
1967/5/23	347.7	梅雨*
1974/8/24	348.6	MARY颱風 (未發布警報)
1977/7/25	304.3	THELMA颱風
1994/8/12	361.0	DOUG颱風
2001/7/11	470.5	TRAMI颱風

註：本表\*參考自地面天氣圖，其他參考自臺灣地區侵台颱風預報專家輔助系統。

各站資料分析：

表三：各測站降雨要素變化趨勢

	台北 46692	花蓮 46699	高雄 46744	台中 46749
降水量	+	0	+	+
降水日數	0	-	0	0
大雨日數	+	0	+	0
豪雨日數	0	+	+	-
暴雨日數	X	+	0	X
變化趨勢 (詳見表四說明)	2+3	2	3	3

註：+表示增加，-表示減少，0表示無太大變化，X表示資料不足無法判斷。

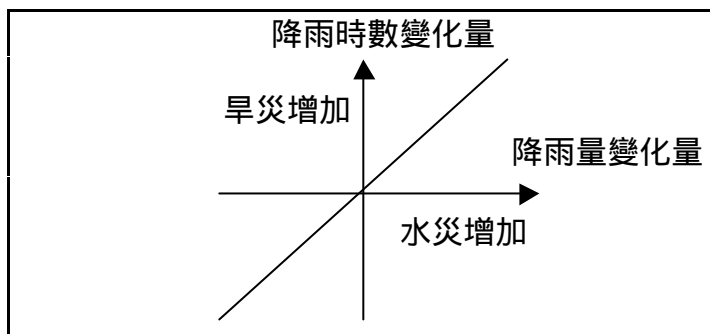
## 二、降雨時數與降雨量變化對異常降水頻率的影響

降水量與降水日數的變化，對異常降水的影響，可分以下四類如表三。如果單純只考慮此二項因素，更可利用圖二來分析。

表四：降水量與降水時數的變化對異常降水的影響

編號	雨量變化	降雨時數變化	異常降水發生頻率
1	不變	增加	減少
2	不變	減少	增加
3	增加	不變	水災頻率增加
4	減少	不變	旱災頻率增加

以上四種關係並非絕對的畫分方式，也可能會有二種以上變化合併的情形，如「雨量增加，降雨時數減少」為第二及第三類合併的情況，此時異常降水頻率也必須合併考量。



圖二：降水量與降水時數的變化對異常降水的影響

註：斜線為水災增加與旱災增加的分界線，斜線上第一象限水災增加，第三象限旱災增加。  
(原點並非降雨量或降雨時數為 0，而是指降雨量或降雨時數變化量為 0)

若將降雨時數變化量設為  $T$  (單位為日)，降雨量變化為  $R$  (單位為公釐)，可知降雨

強度變化量  $S$  為  $\frac{\Delta R}{\Delta T}$ 。各地區的  $S$  如下 (以 1962~1966 年及 1997~2001 年平均比較)：

台北：1013.9/11=92.2mm/d

花蓮：352.2/(-26)=-13.5mm/d

高雄：1445.7/17=85.0mm/d

台中：401.6/19=21.1mm/d

此數值為平均每個降雨日數所變化的雨量，由此可之台北、高雄平均變化較大。但實際上增加的雨量不會平均分散到每個降雨日，故本數值與異常降水發生與否無一定關係。

### 三、討論

根據以上結果分析，台北、台中、花蓮三地異常降水頻率受氣候變遷影響，有增加趨勢。但令人好奇的是何種原因造成此變化趨勢。過去國內、外學者曾經提出的原因如下：

- (一) 全球暖化：民國九十一年八月歐洲水災時，部份歐洲氣象學者提出「全球暖化使蒸發量增加，連帶使降水量增加」。
- (二) 蒸發量變化：蒸發量會影響降水，由全球暖化的理論可知，氣溫會影響蒸發量，但影響蒸發量的原因並不只有氣溫。除外在條件適合外，還要有足夠水氣供蒸發。一般氣象站蒸發皿二十四小時都有足夠的水源供蒸發，再加上箱外蒸發皿觀測準確度會受到降水影響，故氣象站測得蒸發量與該地大氣總蒸發量不一定成正比。
- (三) 日照時數：民國九十一年台北大旱災時，國內氣象學者提出造成乾旱原因是「日照時數增加」。日照量與雲霧度變化有關，雲霧變化也間接影響降雨時數。
- (四) 單一各案：本次歐洲大水災時歐洲氣象學者另一派看法，認為該次水災不能完全歸咎於全球暖化，需要更客觀的資料證明。同理，台北大旱災或民國九十年全台各地先後發生水災，也要更客觀的資料證明是否與全球暖化有關。

為驗證台灣地區的異常降水現象與上述原因是否有關，因此本人繼續收集上述測站氣溫、蒸發量、日照時數等氣象要素統計如後。

### 伍、結論與應用

#### 一、氣溫、蒸發量及日照時數變化是否與異常降水頻率有關

此部份將深入統計氣溫、蒸發量及日照時數等三項氣象要素之歷年變化，與歷年降雨之變化是否有關係。此部份所採用之資料仍為前述四個氣象站自 1960~2002 年之觀測資料，但台北氣象站因測站搬遷影響，1997 年 9~12 月曾經停測蒸發量四個月(其他項目仍照常觀測)

在蒸發資料部份，以往中央氣象局使用世界氣象組織規定之二十公分口徑之蒸發皿測量(包含百葉箱內及箱外蒸發)，1973 年起部份測站開始逐步試用美國 NOAA 之一百二十公分

口徑之 A 型蒸發皿 (受限於百葉箱大小, 僅測箱外蒸發), 至 1995 年除淡水站停測蒸發、玉山站仍使用二十公分口徑之蒸發皿, 其餘測站均停測二十公分口徑之蒸發皿, 改以一百二十公分口徑之 A 型蒸發皿觀測。A 型蒸發皿觀所觀測之蒸發量較二十公分口徑之蒸發皿為低, 北部測站年蒸發量相差可達到三百公釐, 南部甚至可達六百公釐。二種蒸發皿之觀測結果並無法比較, 因此本研究同時採用 1960~1994 年二十公分口徑之蒸發皿及 1974~2002 年 A 型蒸發皿觀, 仍可對照其變化趨勢。表五列出各測站各類蒸發資料之觀測時間供參考。

表五：各測站各類蒸發資料所收集之時間

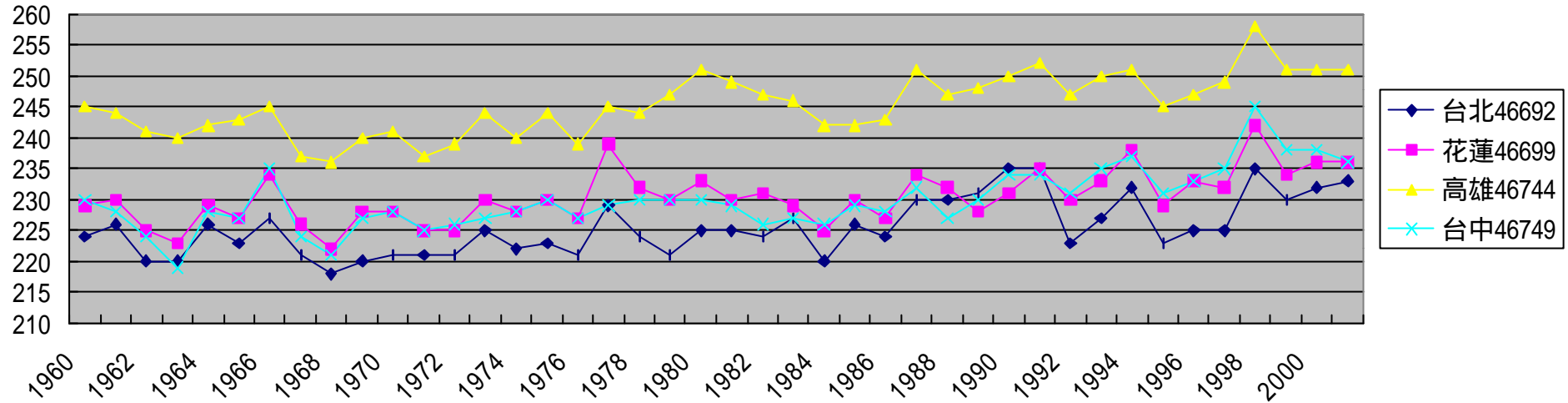
測站名稱及編號	箱內蒸發量	箱外蒸發量	箱外 A 型蒸發量
台北 46692*	1960.1.1.~1994.12.31.	1960.1.1.~1994.12.31.	1973.12.1.~1997.8.31.** 1998.1.1.~2002.4.30.
花蓮 16699	1960.1.1.~1994.12.31.	1960.1.1.~1994.12.31.	1973.12.1.~2002.4.30.
高雄 46744	1960.1.1.~1994.12.31.	1960.1.1.~1994.12.31.	1973.12.1.~2002.4.30.
台中 46749	1960.1.1.~1994.12.31.	1960.1.1.~1994.12.31.	1974.1.1.~2002.4.30.

\*台北氣象站於 1993.2.1.~1997.8.31.關閉整修, 改以台北師院氣象站(466921)資料代替; 二測站相隔約數十公尺, 影響較小。

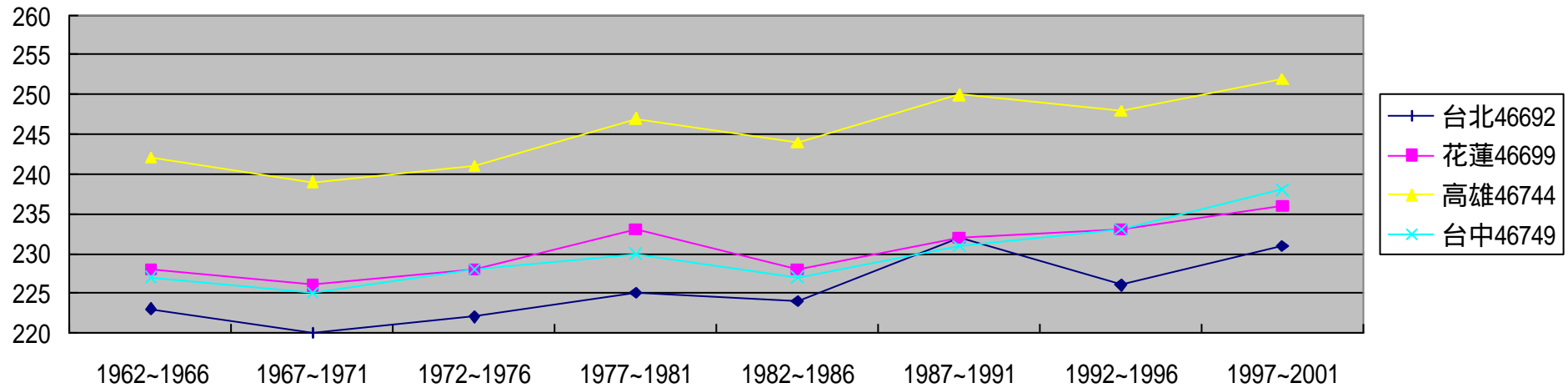
\*\*台北氣象站整修完畢搬回原址期間, 1997 年九至十二月曾經暫停觀測蒸發量四個月, 但其他氣象要素仍照常觀測。

以下列出各站各項氣象要素的統計圖, 其中蒸發量是每個測站一張 (包含箱內、箱外、箱外 A 型蒸發量), 其他項目為四個測站畫在一張。

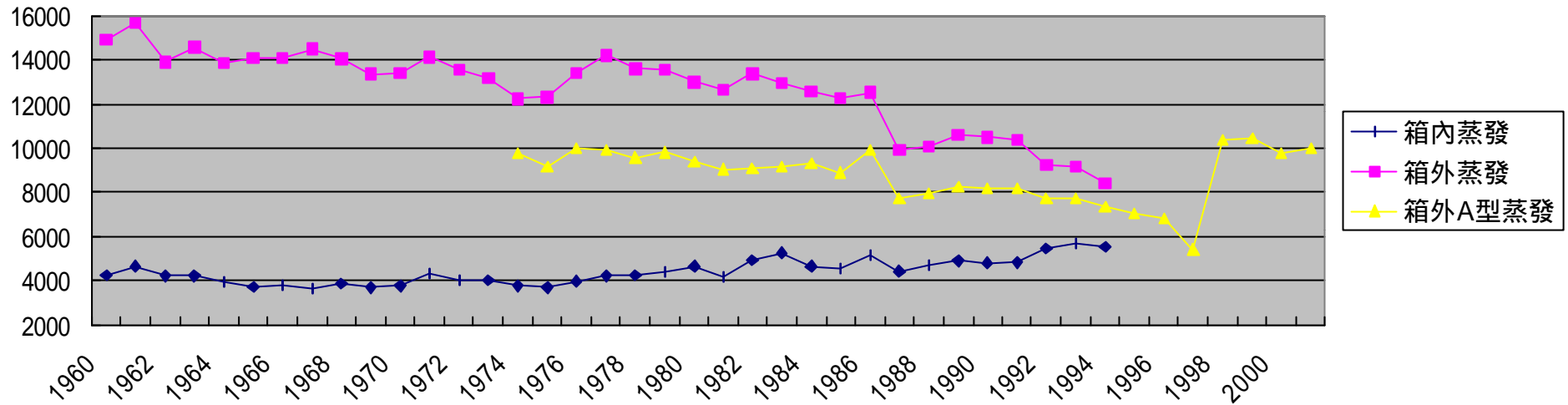
### 各氣象站歷年平均氣溫 (單位：攝氏 0.1 度)



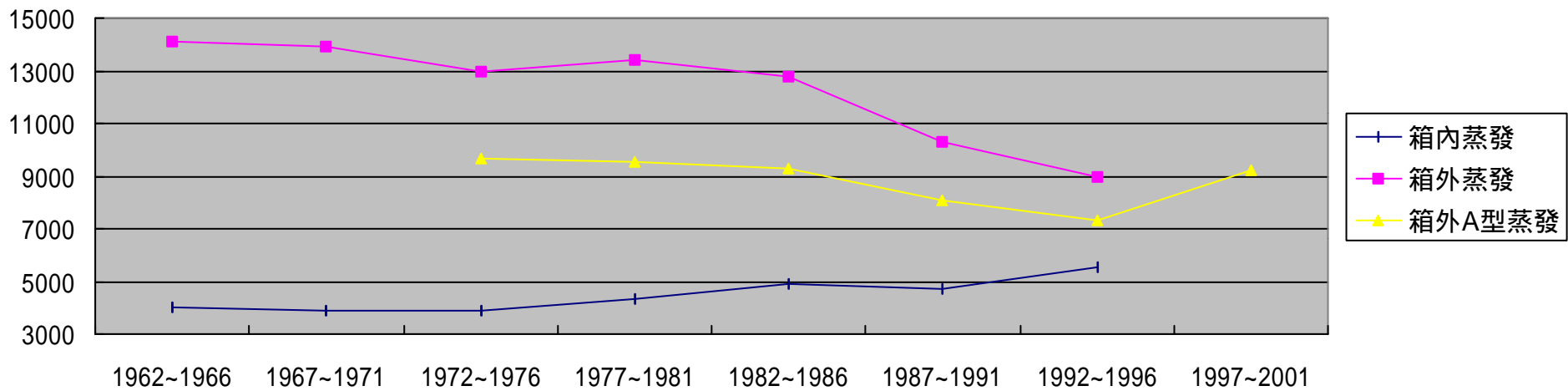
### 各氣象站平均氣溫每五年平均趨勢 (單位：攝氏 0.1 度)



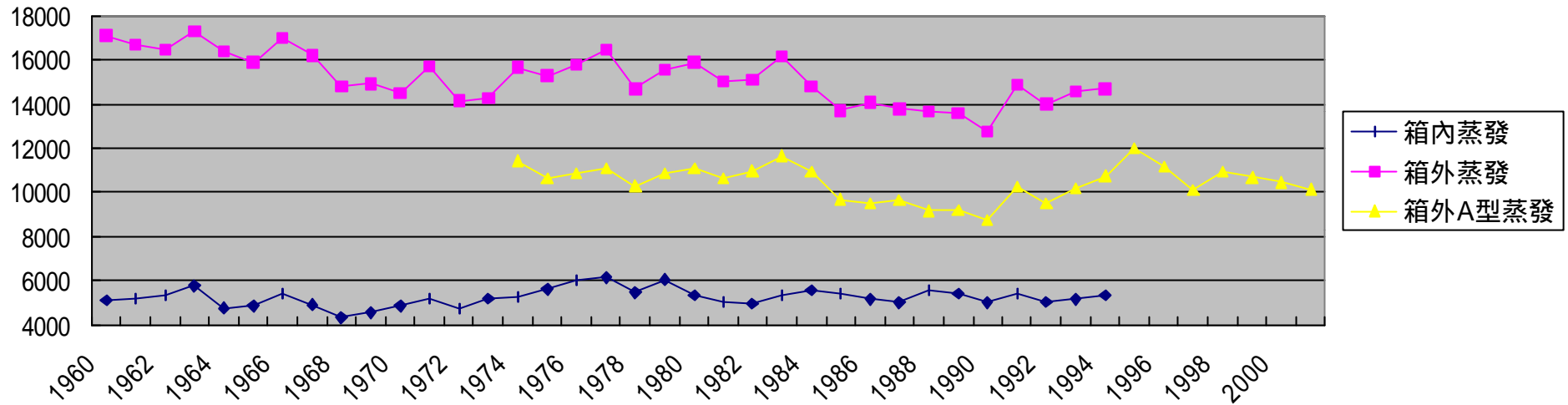
### 台北氣象站 ( 46692 ) 歷年蒸發量 ( 單位 : 0.1 公釐 )



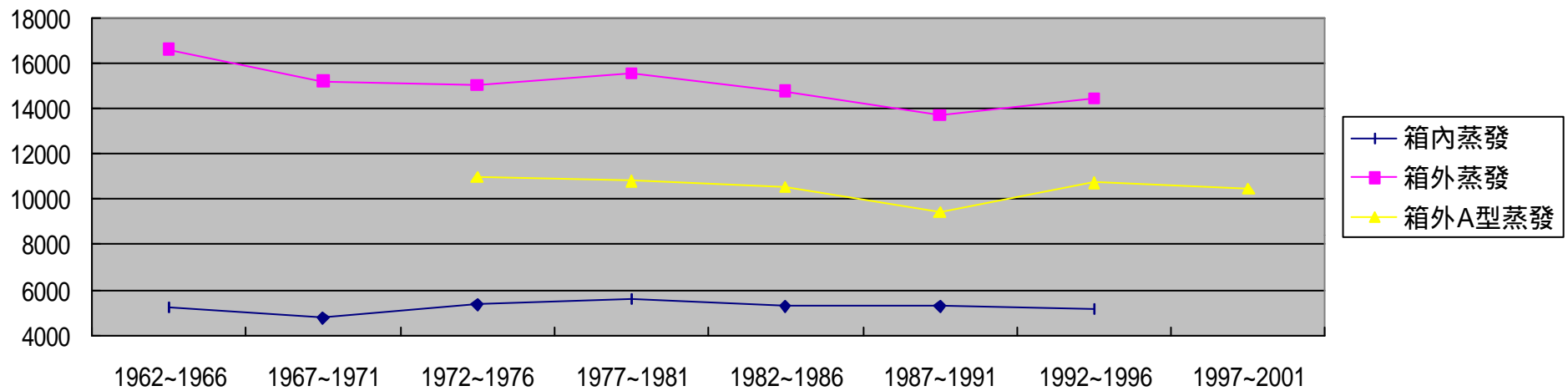
### 台北氣象站 ( 46692 ) 蒸發量每五年平均趨勢 ( 單位 : 0.1 公釐 )



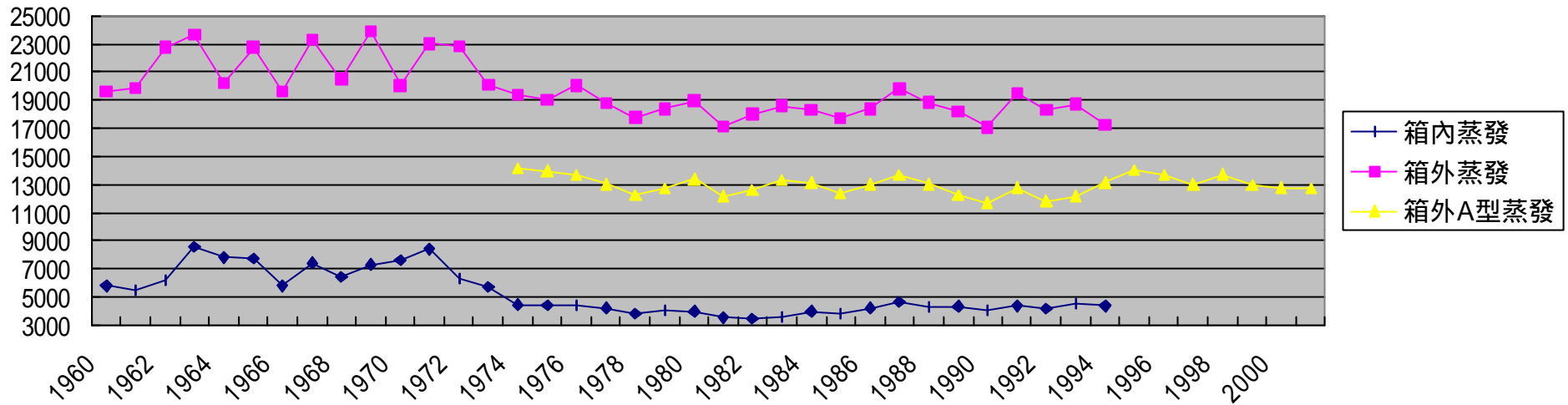
花蓮氣象站 ( 46699 ) 歷年蒸發量 ( 單位 : 0.1 公釐 )



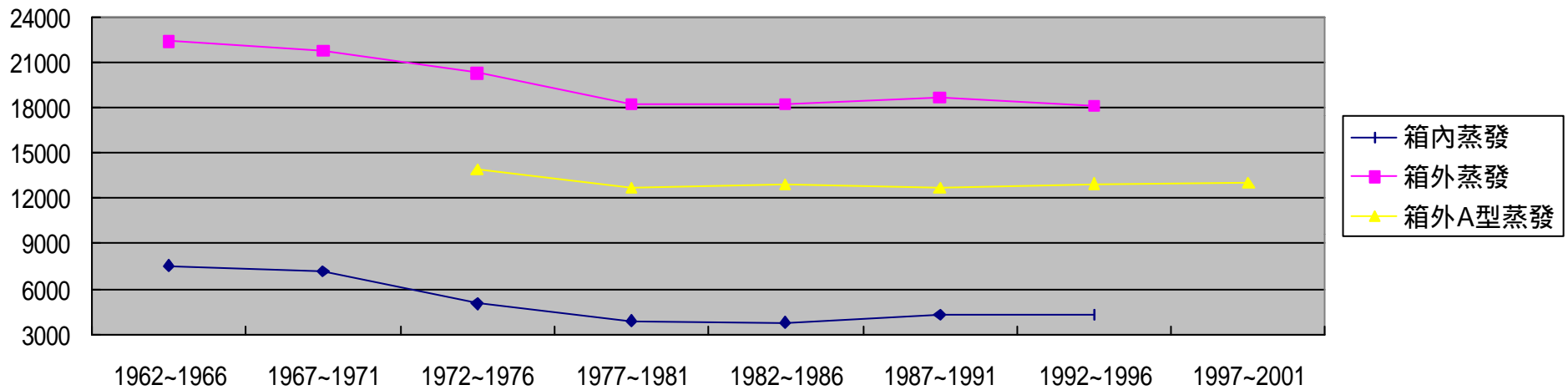
花蓮氣象站 ( 46699 ) 蒸發量每五年平均趨勢 ( 單位 : 0.1 公釐 )



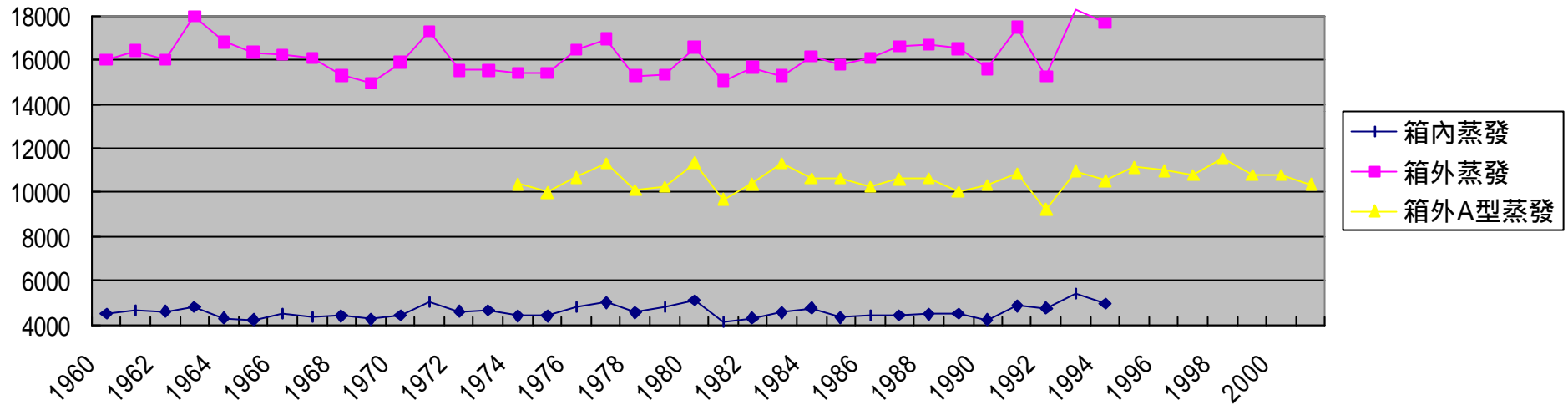
### 高雄氣象站 (46744) 歷年蒸發量 (單位: 0.1 公釐)



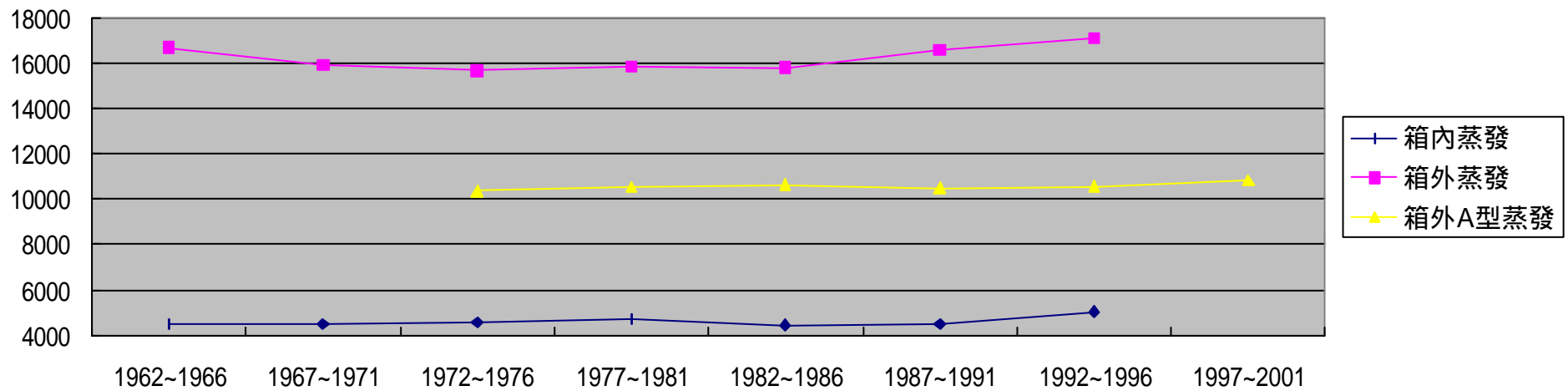
### 高雄氣象站 (46744) 蒸發量每五年平均趨勢 (單位: 0.1 公釐)



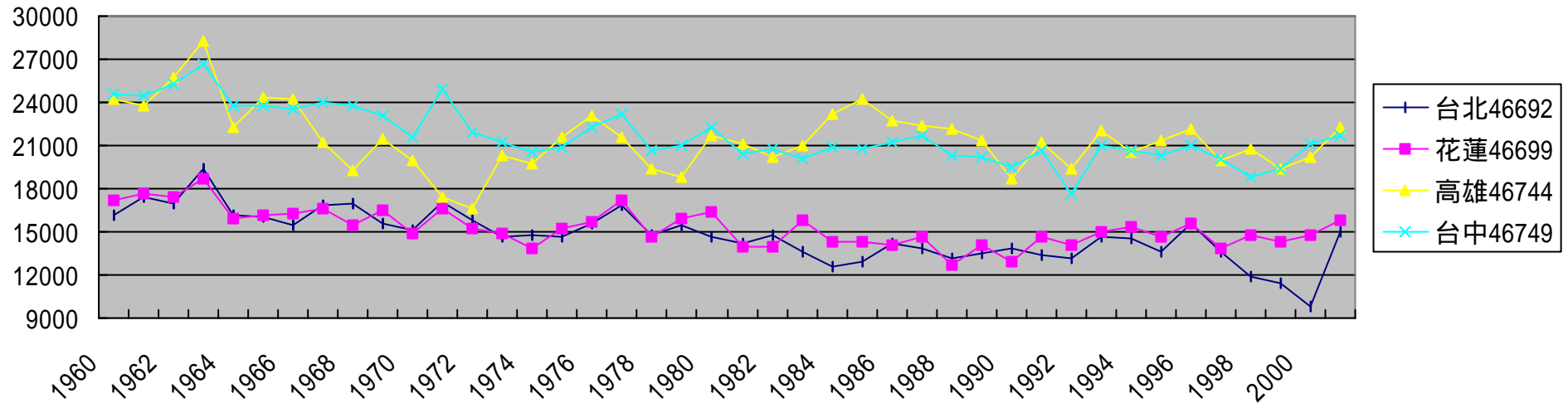
台中氣象站 (46749) 歷年蒸發量 (單位: 0.1 公釐)



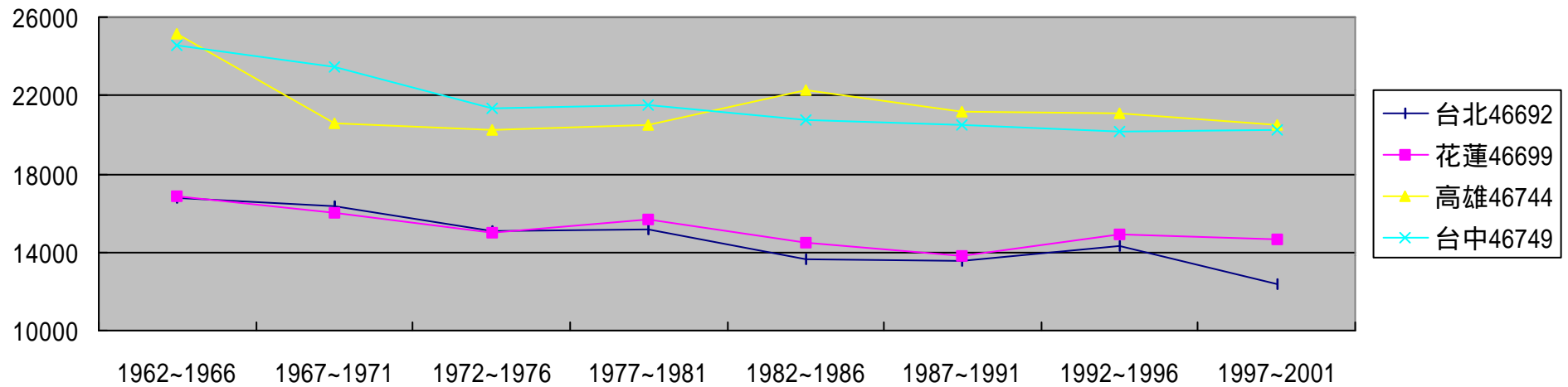
台中氣象站 (46749) 蒸發量每五年平均趨勢 (單位: 0.1 公釐)



### 各氣象站歷年日照時數 (單位：0.1 小時)



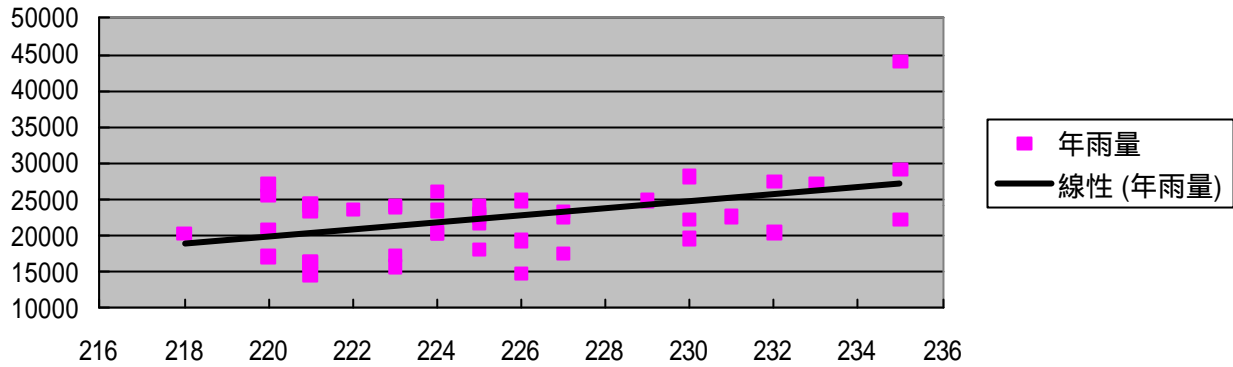
### 各氣象站日照時數每五年平均趨勢 (單位：0.1 小時)



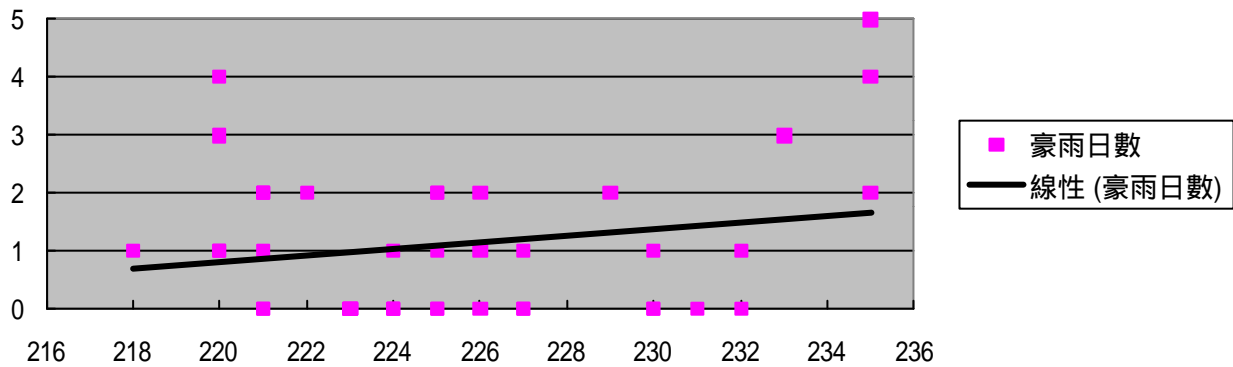
(一) 年均溫

台北、台中、高雄、花蓮四個地區的年均溫，自 1980 年代以後有微幅上升的趨勢。由五年平均趨勢可發現雖有上下起伏，但長期以來仍是上升。

與降雨資料對照可發現，氣溫對降雨日數沒有影響，但對降雨量及豪雨日數呈正相關，也就是使降雨更集中；這種現象在台北特別明顯。



台北氣象站氣溫與年雨量關係



台北氣象站氣溫與豪雨日數關係

(二) 蒸發量

台北地區至 1994 年停測箱內蒸發量前，箱內蒸發量有微幅上升的現象，但並不明顯。箱外蒸發（二十公分口徑蒸發皿及 A 型蒸發皿）在 1980 年代以前呈微幅下降，1987 年聖嬰現象後更明顯，1998 年聖嬰現象後又居高不下，可見蒸發與聖嬰之間有某種程度之關係。（詳見後述）

花蓮地區由蒸發量之五年變化趨勢可以看出蒸發與降雨量、降雨、大雨、豪雨、暴雨日數呈反比。雖然蒸發量變化只有 200 公釐(二十公分口徑蒸發皿)或 100 公釐(A 型蒸發皿)，但雨量相差 500 公釐，降雨日相差約 70 日，大雨及豪雨日數增加 0.5~1 倍，暴雨日數增加 3~4 倍。

高雄地區蒸發量自 1970 年代以後也有下降的趨勢，也發現高雄地區有類似花蓮的反比關係。

台中地區蒸發量非常穩定，對照可發現台中降雨日數非常穩定，但確無法解釋降雨量、大雨、豪雨日數之變化。

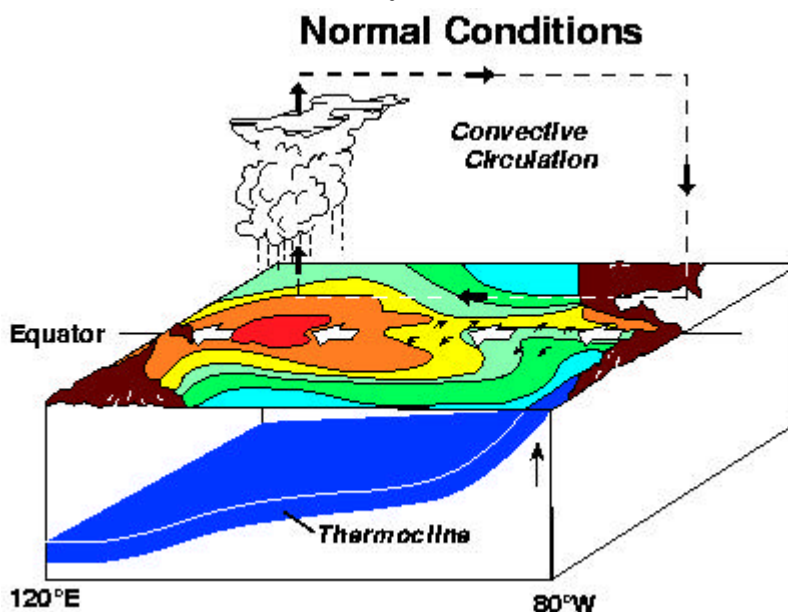
(三) 日照時數

日照時數，指的是陽光直射地表之時數。根據過去資料顯示，除了花蓮地區以外，其他地區日照時數有縮短的現象。尤其台北地區，1997 年起下降幅度更大。

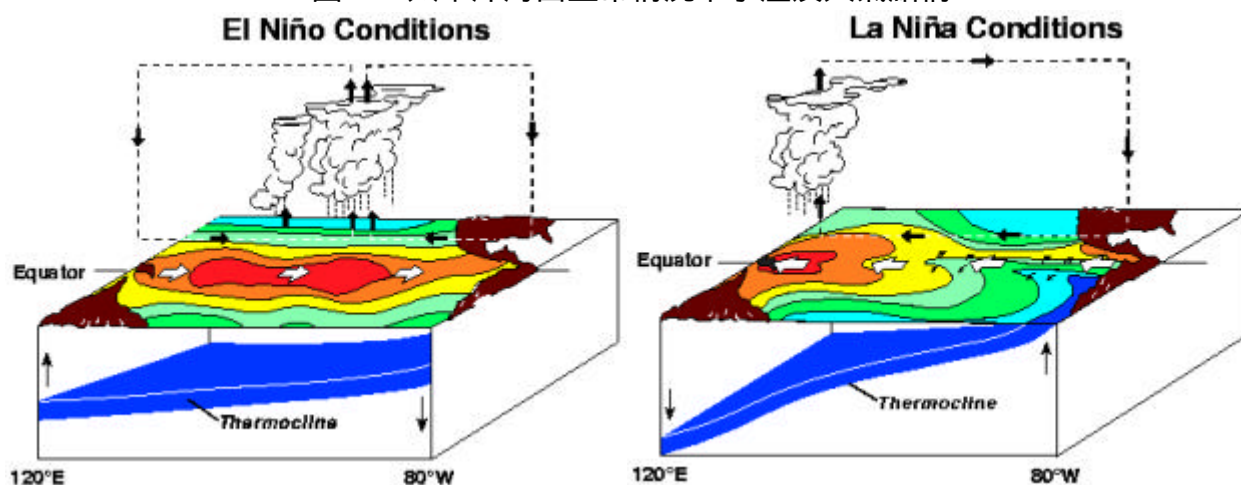
正常情況下，日照時數與降雨時數呈反比關係；如果降雨強度不變，也可能與雨量呈反比。與以往資料對照結果，除台中外，其他地區大雨及豪雨日數也與日照時數呈反比；此現象在台北地區 1997 年以後特別明顯。

## 二、聖嬰與反聖嬰現象對異常降水的影響

中央氣象局現行對聖嬰現象的定義為：「取北緯 5 度至南緯 5 度，西經 120 度至西經 170 度範圍之海溫變化，作為量度聖嬰現象強弱的指標。當平均海溫距平，經過 5 個月滑動平均後，其值連續 6 個月以上均大於攝氏 0.4 度，即為進入聖嬰現象的狀態；反之，海溫距平小於攝氏 0.4 度，達 6 個月以上即進入反聖嬰的狀態，其他情形則為正常狀態。」圖三及圖四說明一般狀況及聖嬰、反聖嬰時太平洋水溫及大氣結構，表六則列出自 1960 年以來所發生的 13 次聖嬰現象及 7 次反聖嬰現象的時間表。



圖三：太平洋海面正常情況下水溫及大氣結構



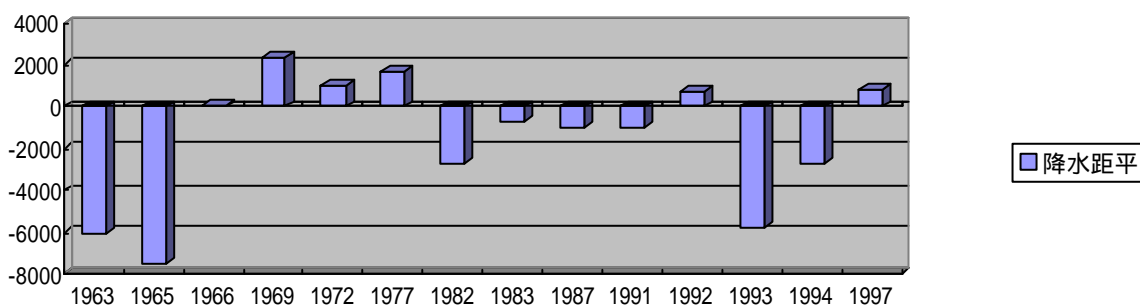
圖四：太平洋海面聖嬰現象（左）及反聖嬰現象（右）水溫及大氣結構

表六：1960 年以來聖嬰現象與反聖嬰現象發生之時間

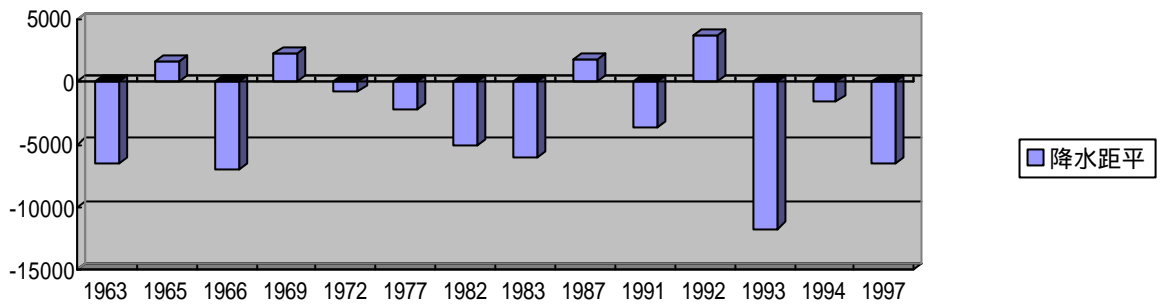
聖嬰年	反聖嬰年
1963 年 6 月~1964 年 2 月	1964 年 5 月~1965 年 1 月
1965 年 5 月~1966 年 6 月	
1968 年 9 月~1970 年 3 月	1970 年 7 月~1972 年 1 月
1972 年 4 月~1973 年 3 月	1973 年 6 月~1974 年 6 月
	1974 年 9 月~1976 年 4 月
1976 年 8 月~1977 年 3 月	
1977 年 7 月~1978 年 1 月	
1979 年 10 月~1980 年 4 月	
1982 年 4 月~1983 年 7 月	1984 年 9 月~1985 年 6 月
1986 年 8 月~1988 年 2 月	1988 年 5 月~1989 年 6 月
1991 年 3 月~1992 年 7 月	
1993 年 2 月~1993 年 9 月	
1994 年 6 月~1995 年 3 月	1995 年 9 月~1996 年 3 月
1997 年 4 月~1998 年 4 月	1998 年 7 月~2000 年 6 月

由上表可知，聖嬰現象後不一定發生反聖嬰現象，反聖嬰現象前也不一定發生聖嬰現象。有時甚至出現連續三個聖嬰（或反聖嬰）現象中間沒有反聖嬰（或聖嬰）現象發生。此外，聖嬰（或反聖嬰）現象的時間長短也不一定，有時不到一年，有時將近二年。

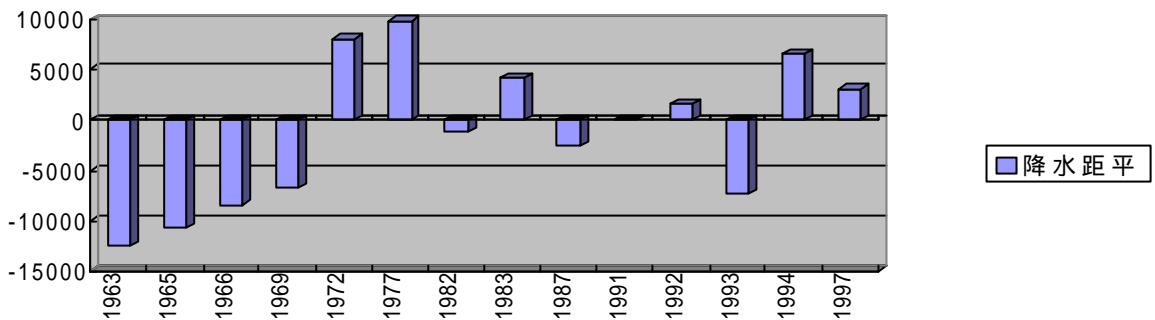
聖嬰現象發生時，會導致太平洋海面上氣壓場氣壓高低的變化現象，稱為「南方振盪」。平時太平洋海面上的氣壓為東高西低，此時會轉為西高東低。台灣地區由太平洋高氣壓上升氣流處轉為下沉氣流處，會變的不容易下雨；反聖嬰年回到東高西低的狀態，但氣壓梯度增大，雨會下的比平常多。表七及表八為歷年聖嬰年及反聖嬰年的降水資料，可發現聖嬰年平均後與前述理論大致符合（單一年度仍有較大變化），但反聖嬰年高雄及花蓮地區的降水量仍比往常少；但如果將歷年雨量平均改為歷年降雨次數，則可符合前述理論。



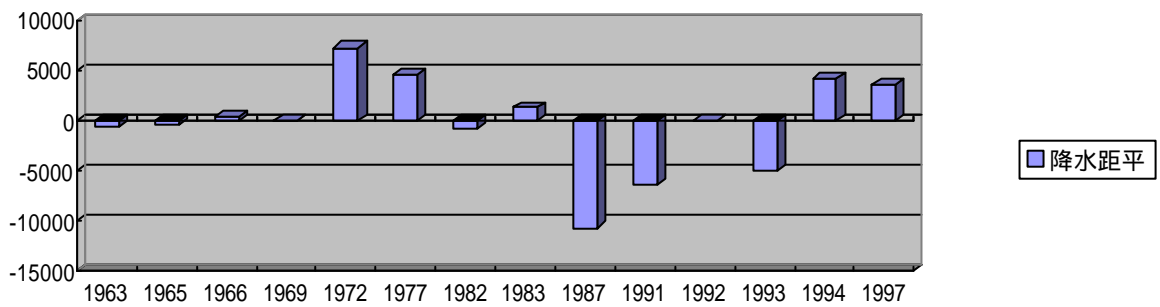
台北氣象站 (測站代碼：46692) 聖嬰年降水距平



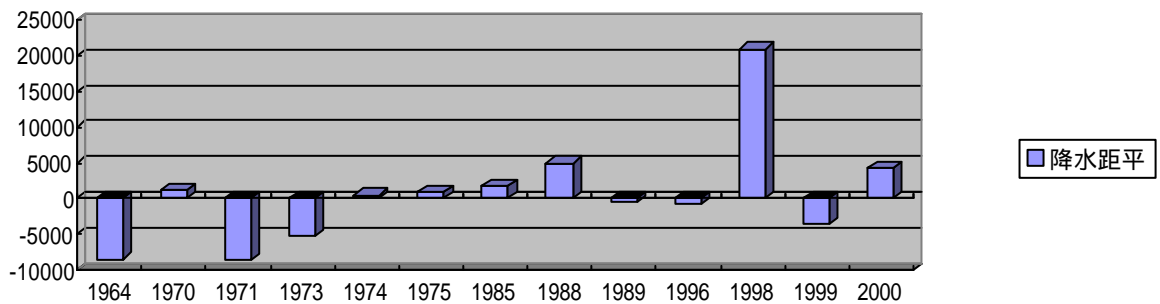
花蓮氣象站 (測站代碼: 46699) 聖嬰年降水距平



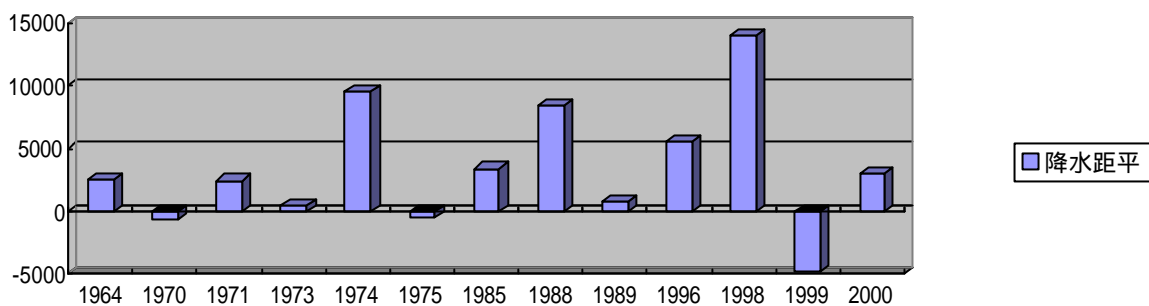
高雄氣象站 (測站代碼: 46744) 聖嬰年降水距平



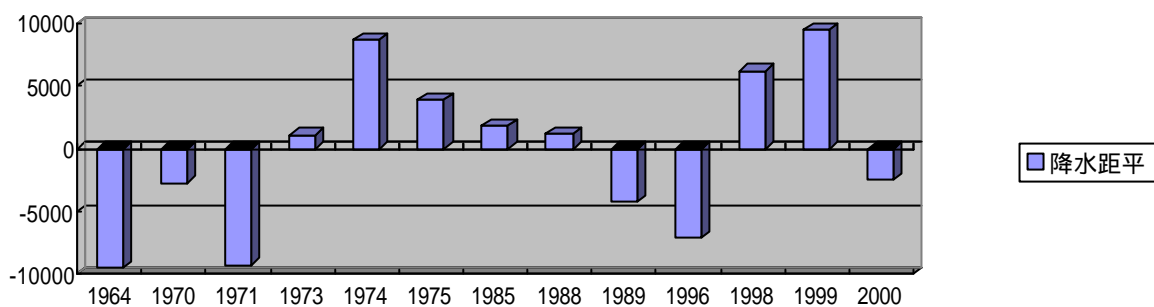
台中氣象站 (測站代碼: 46749) 聖嬰年降水距平



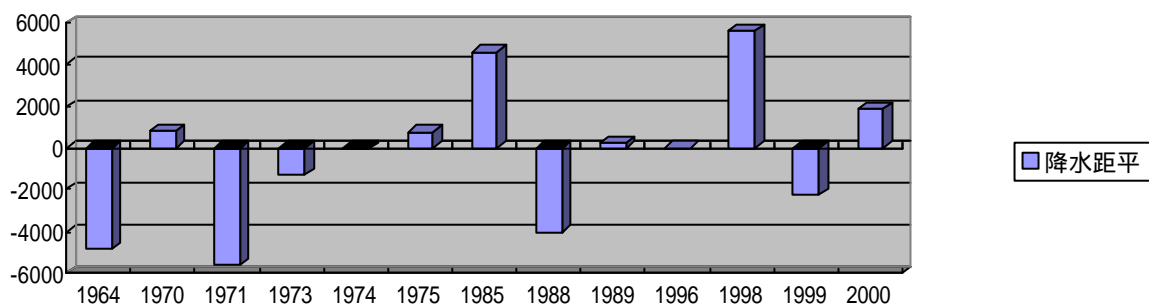
台北氣象站 (測站代碼: 46692) 反聖嬰年降水距平



花蓮氣象站 (測站代碼: 46699) 聖嬰年降水距平



高雄氣象站 (測站代碼: 46744) 聖嬰年降水距平



台中氣象站 (測站代碼: 46749) 聖嬰年降水距平

表七：聖嬰年降水量統計（單位：0.1 公釐）

年度	台北46692		花蓮46699		高雄46744		台中46749	
	降水量	降水距平	降水量	降水距平	降水量	降水距平	降水量	降水距平
1963	17080	-6106	15091	-6478	5593	-12538	15579	-559
1965	15696	-7490	23117	1548	7392	-10739	15669	-469
1966	23269	83	14566	-7003	9707	-8424	16552	414
1969	25501	2315	23764	2195	11418	-6713	16175	37
1972	24225	1039	20725	-844	26172	8041	23381	7243
1977	24867	1681	19405	-2164	27939	9808	20737	4599
1982	20469	-2717	16487	-5082	16947	-1184	15254	-884
1983	22515	-671	15564	-6005	22305	4174	17430	1292
1987	22191	-995	23276	1707	15544	-2587	5475	-10663
1991	22159	-1027	17951	-3618	18103	-28	9791	-6347
1992	23919	733	25227	3658	19737	1606	16206	68
1993	17405	-5781	9890	-11679	10835	-7296	11106	-5032
1994	20437	-2749	19975	-1594	24700	6569	20276	4138
1997	24020	834	15055	-6514	21184	3053	19764	3626
平均	21697	-1489	18578	-2991	16970	-1161	15957	-181
大於平均值		6		4		6		8
小於平均值		8		10		8		6

註：1976~1977 年及 1979~1980 年二次聖嬰現象，因各年度持續時間皆未達六個月，未列入統計。

表八：反聖嬰年降水量統計（單位：0.1 公釐）

年度	台北46692		花蓮46699		高雄46744		台中46749	
	降水量	降水距平	降水量	降水距平	降水量	降水距平	降水量	降水距平
1964	14748	-8438	24063	2494	8638	-9493	11288	-4850
1970	24363	1177	20932	-637	15425	-2706	16949	811
1971	14629	-8557	23988	2419	8857	-9274	10504	-5634
1973	17948	-5238	21992	423	19289	1158	14886	-1252
1974	23669	483	31161	9592	26810	8679	16069	-69
1975	24099	913	21005	-564	22014	3883	16901	763
1985	24879	1693	24958	3389	19956	1825	20744	4606
1988	28166	4980	29973	8404	19356	1225	12123	-4015
1989	22686	-500	22299	730	13826	-4305	16391	253
1996	22531	-655	27075	5506	11074	-7057	16157	19
1998	44047	20861	35575	14006	24339	6208	21773	5635
1999	19581	-3605	16770	-4799	27636	9505	13904	-2234
2000	27440	4254	24605	3036	15691	-2440	17970	1832
平均	23753	567	24954	3385	17916	-215	15820	-318
大於平均值		7		10		7		7
小於平均值		6		3		6		6

前面主要討論的是聖嬰現象或反聖嬰現象發生當年的天氣現象，接下來討論的是聖嬰現象或反聖嬰現象對長期氣候變化造成的影響。在降水量方面，1992 年的聖嬰現象很明顯使

各地（台中除外）雨量減少，持續約三至四年。

降雨日數部份，1982 年的聖嬰現象後，花蓮地區降雨日數明顯減少，大雨、豪雨、暴雨日數則明顯增加。台北在 1972 年的聖嬰現象後，高雄在 1977 年的聖嬰現象後，大雨日數有增加的現象；但以上三站在 1992 年聖嬰現象後，有三年左右大雨或豪雨日數有減少現象。

上述測站四十多年來的年均溫上升約攝氏 1 度，主要與全球暖化有關，與聖嬰現象關係不大。但蒸發量部份，台北地區在 1986 年聖嬰現象後蒸發量有下降情形，1997 年聖嬰現象後造成強烈反聖嬰現象，又使蒸發量增加三分之二（正常情形太平洋西岸聖嬰年蒸發減少，反聖嬰年蒸發增加），日照時數下降；但 2001 年台北地區日照已恢復原本之水準，蒸發量仍偏低。高雄地區蒸發則在 1972 年聖嬰現象後大伏下降。

上述蒸發及氣溫之變化皆可能對降雨造成影響，但實際對照可發現聖嬰現象對台北地區降雨影響較大，花蓮受海洋影響蒸發無變化；但降雨變化很大；高雄則無法完全以聖嬰現象解釋。

### 三、總結與未來展望

以上結果顯示，花蓮及高雄地區異常降水發生的機率上升的特別明顯，可能與以上地區蒸發量下降、氣溫上升或日照時數增加有關。各地區「雨量增加」或「降雨時數減少」的現象與原先假設一致。除此之外，蒸發量、年均溫上升，日照時數下降，也與降雨量上升或降雨時數下降有關。

另外，聖嬰現象發生當年，台灣各地降水量皆有下降情形；反聖嬰年，花蓮及台北雨量反而上升。至於聖嬰現象造成的長期變化，則以台北地區較明顯。

### 陸、參考資料

- 一、王執明、陳明德、胡健擘、劉家瑄、魏慶琳、黃凱夫、張仁壽 高中地球科學教科書（上冊）第一版第一刷 台北 龍騰文化事業股份有限公司 81~82 頁 中華民國九十年八月
- 二、王執明、陳明德、胡健擘、劉家瑄、魏慶琳、黃凱夫、張仁壽 高中地球科學教師手冊（上冊）第一版第一刷 台北 龍騰文化事業股份有限公司 61~65 頁 中華民國九十年八月
- 三、交通部中央氣象局局屬測站 1960~2002 年逐日地面氣象資料（資料格式：F90122 A 表） [http://lain.atm.ncu.edu.tw/lain\\_3/resource/observation\\_data/dry.php?id=guest](http://lain.atm.ncu.edu.tw/lain_3/resource/observation_data/dry.php?id=guest)
- 四、交通部中央氣象局局屬測站 1960~2002 年逐日地面氣象資料（資料格式：F90142 B 表） [http://lain.atm.ncu.edu.tw/lain\\_3/resource/observation\\_data/ground.php?id=guest](http://lain.atm.ncu.edu.tw/lain_3/resource/observation_data/ground.php?id=guest)
- 五、美國國家海洋及大氣管理局網站 <http://www.noaa.gov>
- 六、交通部中央氣象局氣象科技研究中心 <http://photino.cwb.gov.tw>

誌謝：感謝交通部中央氣象局地震測報中心江嘉豪先生、資料處理科魏小姐提供資料。