

2011 年臺灣國際科學展覽會

優勝作品專輯

編號：150011

作品名稱

聞颱變色-五十年來侵台颱風降雨量之變化

得獎獎項

三等獎

作者姓名：侯怡君、謝淳雅、羅韶奇

就讀學校：基隆市立安樂高級中學

指導教師：張正杰、葉政

關鍵字：太平洋暖池(Western Pacific Warm Pool)、
颱風(typhoon)、降雨量(rainfall)

作者簡介



我是侯怡君，目前就讀安樂高中二年級。此次參加國際科展的目的是，希望能藉由研究與台灣人民息息相關的議題「颱風」，對於此自然現象有更深入的了解。一開始大家對於此議題仍有許多疑問及盲點，而在我們研究資料及閱讀相關資訊，並且加以討論和請教之後，在此方面都有更進一步的了解。我想，這次的科展對我所帶來最大的收穫，便是相關知識的增進、經驗的累積以及團隊的合作。

我是謝淳雅，目前就讀安樂高中二年級。自從高一的自然專題課後，我對數理方面產生了興趣，尤其是「地球科學」。在課堂上，老師時常帶著我們認識各類的奇岩怪石，並實地觀察天象及雲象。不知不覺中便希望能更進一步的研究其中

原因，因此希望就由這次的比賽來增廣見聞、累積參賽經驗，並與其他參賽者交流不一樣的研究過程。

我是羅韶奇，是安樂高中的一年級生。雖然地科這方面的知識並沒有非常專精，但從新聞媒體得知颱風常讓許多地區受到水災、土石流、焚風等等的災情。去年的莫拉克風災即造成中南部地區慘況，讓我想盡一份心力做研究，找出每個侵台的颱風的特質，藉此推測每個颱風可能造成的影響並作提早的預防措施。這次的科展讓我更深入去觀察每種數據呈現出來的意義，也能對於眾多的討論、論文中，判別出自己認為最有可信度的說法，不成為人云亦云下失去判斷能力的盲者。

摘要

本研究分析 1960~2009 年侵襲臺灣的 165 個颱風資料，探討颱風的強度、降雨量、路徑、聖嬰與反聖嬰的變化情況。比較前後二十五年資料顯示：1.侵臺颱風的次數略有增加，颱風生成的區域有擴大的趨勢，但雨量無顯著差異（ $t=0.68$ ， $P>0.05$ ）；2.在南海區域生成的颱風有增加的趨勢；3.東向西的颱風移動路徑降雨量有增加趨勢。4.聖嬰與反聖嬰年時，侵襲臺灣的颱風較少，但聖嬰年的颱風降雨量顯著高於平時年（ $F=3.25$ ， $P<0.05$ ）。若未來西太平洋暖池持續增溫，將可能造成侵臺颱風次數以及颱風降雨量增多，颱風對於臺灣的影響將會更大，臺灣地區需加強防災準備。

Abstract

The variations of typhoon strength, pathway and rainfall are investigated statistically by analyzing 165 typhoons which directly hitting Taiwan during past 50 years (from 1960 to 2009). We studied the variations by comparing the data before and after year 1986 as well as El Nino events.

The results showed that

1. The number of typhoon increased after 1985 and the area of typhoon generation was more widen, but the rainfall had no significant changes ($t=0.68, P>0.05$).
2. The South China Sea was the area where more and more typhoons generated there.
3. The rainfall increased, especially in the type of westward moving typhoon.
4. In El Nino and La Nina periods, fewer typhoons hit Taiwan, but the rainfall was higher than that in the normal-year.

If sea water temperature continuously increases at warm-pool in western Pacific Ocean, it may increase the numbers of typhoon hitting Taiwan and bring lot of rainfalls. It would result in large damages on the land. Therefore, we have to made full preparation to confront with the impaction of typhoon.

Keyword: Western Pacific Warm Pool 、 typhoon 、 rainfall

壹、 研究動機

聯合國氣候變遷委員會2007年報告指出，由於全球暖化的緣故，極端氣候的發生機率可能會增加。相關科學期刊與科學人雜誌也曾報導說明，隨著全球暖化的情況增強，颱風次數、強度、降雨量也可能會增加。氣候學者也指出1980年代起，地球每10年的溫度都高於前10年，於是1985年由氣候學者組成的布拉格會議，正式提出了人類活動與全球暖化的關係，各國政府才逐漸重視全球暖化的議題與論述。臺灣位於副熱帶西太平洋區，經常受到颱風的影響，颱風帶來的豪大雨常使低窪區被水淹沒；或者山區降雨過多，使一些地質敏感帶容易造成土石流的發生。因此，由於颱風降雨的影響，我們希望藉由本研究來了解近五十年來侵臺颱風的影響狀況。藉由系統性的分析，我們期望知道：颱風帶來的降雨量，與全球暖化是否相關？颱風的移動路徑與降雨多寡是否有關聯性？聖嬰年與反聖嬰年的颱風降雨情況為何？這些都是我們想要去探討的部分。

貳、 研究目的與問題

颱風的強風豪雨，時常造成臺灣人民，生命、財產及經濟上的損失，也容易造成水土保持不良區域土石流的危害。颱風夾帶的雨量常造成災害，因此瞭解侵臺颱風雨量長期的變化趨勢有其必要性。本研究之目的如下：

- 一、過去五十年(1960 至 2009 年)來，侵臺的颱風其強度及次數隨月份變化的分布狀態為何？
- 二、過去五十年(1960 至 2009 年)來，侵臺的颱風發生之次數及強度是否有增加？
- 三、過去五十年(1960 至 2009 年)來，侵臺的颱風的降雨量是否有明顯變化？

四、不同的颱風路徑，帶來的降雨量是否有明顯差異？

五、聖嬰、反聖嬰與平時年，侵臺颱風的強度、次數、降雨量與颱風生成位置
是否有變化？

參、 研究設備與器材

一、電腦、網路與計算機

二、OFFICE2007、Google Earth、SPSS 18、GMT(Generic Mapping Tools)、
GRAPHER8

肆、 研究步驟與方法

一、原始數據資料處理

(1) 申請中央氣象局颱風資料庫研究者帳號密碼。

(2) 颱風資料庫研究者可查詢到詳細的颱風資料，包括各測站記錄到的氣象
資料，有溫度、濕度、氣壓、降雨量、露點以及颱風移動路徑等詳細資
料。

(3) 選定颱風資料庫現有資料的年分，從 1960 年至 2009 年，共五十年。

二、初步處理五十年資料

(1) 蒐集侵臺颱風資料：選擇有發布陸上警報的颱風，並去除無侵襲臺灣之
颱風。包含颱風名稱、各測站雨量、日期、移動路徑等資料。

(2) 統計 1960 年至 2009 年颱風的描述性資料，包括逐年颱風發生次數、侵
臺颱風發生月份、帶來的降雨量、路徑類型等。

- (3) 計算當年侵襲臺灣的颱風之各測站的降雨量，並將當次颱風在各測站所測到的降雨量資料平均，以此做為當次颱風在臺灣地區平均的降雨量。

三、計算平均降雨量

- (1) 依照年度將各颱風資料輸入 EXCEL。
- (2) 將當年度颱風的總雨量除以當年總颱風個數，此資料定義為當年度侵襲臺灣地區的平均颱風降雨量。

四、統計、計算並繪製每年颱風平均降雨量，並分成五年平均、十年平均、二十五年平均降雨量，來看長期的變化趨勢。

將資料製成表格、圖表，藉以探討颱風強度、雨量受影響的因素(分成聖嬰年、反聖嬰年、正常年)，以及比較路徑不同的影響及前後二十五年颱風改變的趨勢。

五、計算前後二十五年降雨量與颱風個數增加率

雨量增加率公式=

$$\frac{(\text{後 25 年颱風年平均降雨量} - \text{前 25 年颱風年平均降雨量})}{\text{前 25 年颱風年平均降雨量}} \times 100\%$$

六、區分年種(聖嬰、反聖嬰年、平時年):

- (1) 區分聖嬰、反聖嬰現象影響的年度、月分。
- (2) 統計並比較聖嬰、反聖嬰及平時年之颱風平均降雨量。

七、統計颱風生成位置並繪圖

- (1) 藉由氣象局颱風路徑圖，取之後路徑不再轉為熱帶低氣壓(簡稱 TD)之輕颱形成地點經緯度。

(2) 分別將資料標上其侵臺日期及所屬年份。

(3) 使用 GMT 繪製成圖。

八、SPSS 統計檢定。

(1) 整理前後二十五年雨量平均值，使用獨立樣本 t 檢定，檢視是否有顯著差異。

(2) 分析聖嬰、反聖嬰與平時年降雨量，使用變異數分析平均數檢定，事後比較 LSD 分析，是否有顯著差異。

備註：

1. 雨量資料範圍取自颱風警報發布至颱風警報解除的雨量資料。
2. 本研究颱風的降雨量，以人工逐日記錄為主，原因為部分早期氣象測站並無提供自動雨量測量儀器，為統一資料測量記錄，因此統一以人工逐日累積測站為雨量資料。
3. 颱風資料庫 1956 年以前的颱風資料線上未提供，故本研究取 1956 年之後的資料。
4. 雨量測站以臺北、新竹、臺中、梧棲、嘉義、臺南、高雄、恆春、基隆、蘇澳、宜蘭、花蓮、臺東、成功、大武、日月潭、阿里山、竹子湖、鞍部等臺灣本島的測站，外島地區之測站不列入本研究之中。
5. 颱風強度依中央氣象局標準劃分為：

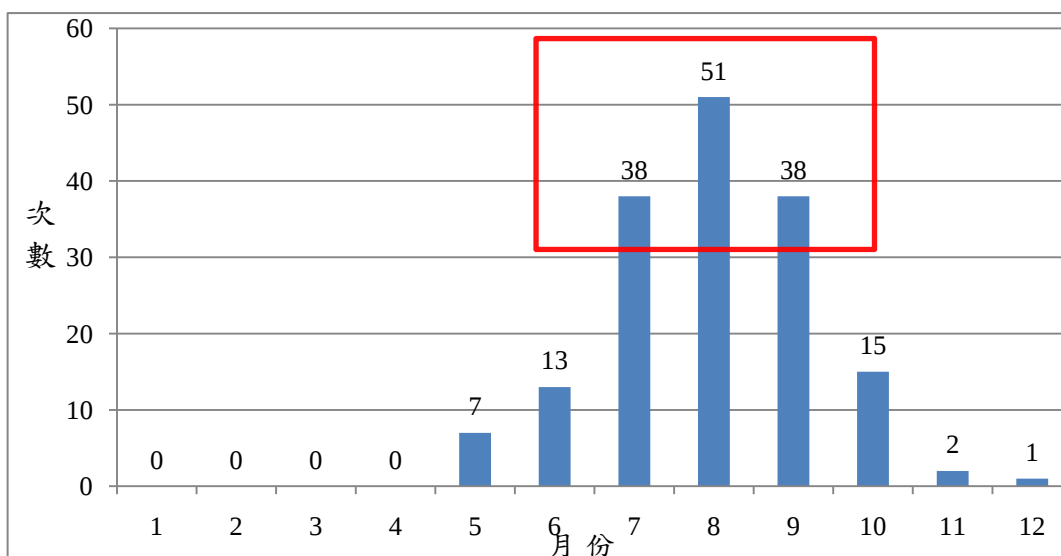
颱風強度	近中心最大風速		
	每秒公尺 (m/s)	每小時公里 (km/hr)	相當風級
輕度颱風	17.2-32.6	62-177	8-11
中度颱風	32.7-50.9	118-183	12-15
強烈颱風	51 以上	184 以上	16 以上

伍、研究結果

一、1960-2009 年共有 165 個侵臺颱風，平均每年有 3.3 個颱風侵臺，其中七月、八月與九月次數最多，而一月至四月並無颱風侵襲臺灣(參閱表一與圖一)。

表一、1960-2009 侵臺颱風月份統計表

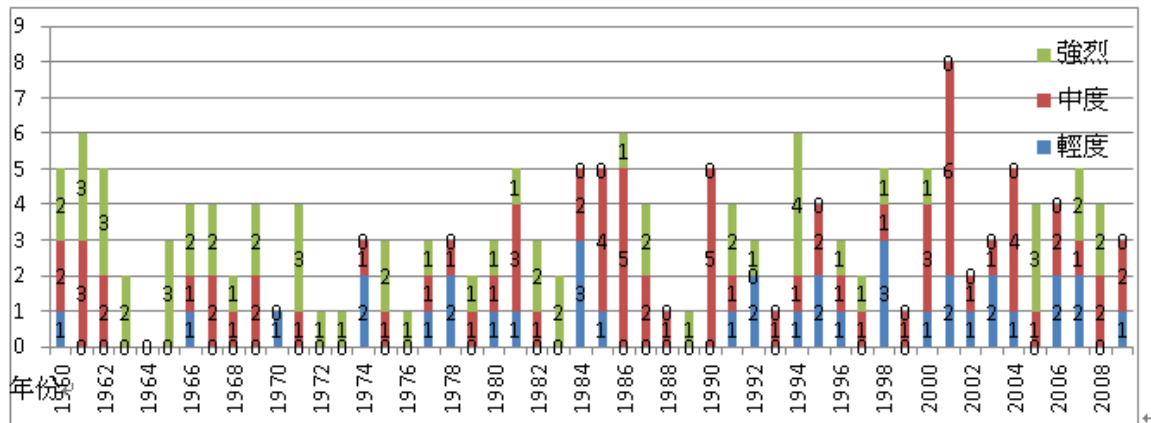
月份	颱風個數
1	0
2	0
3	0
4	0
5	7
6	13
7	38
8	51
9	38
10	15
11	2
12	1
總個數	165



圖一、1960-2009 年侵臺颱風月份統計圖

1960-2009 年的侵臺颱風中，共有 58 個強烈颱風、75 個中度颱風與 36 個輕度颱風(請參閱圖二)，其中 1964 年無颱風侵臺，1961 年、1986 年與 1994 年颱風侵臺次數達到 6 次，2001 年最高達到 8 次。

(備註說明:若同一颱風重覆侵臺，則另加次數，因為有些颱風在不同時間侵臺，強度有所不同。此部分之颱風總數，如果有重覆侵臺之颱風，以不同次來計算，因颱風強度已經改變。)

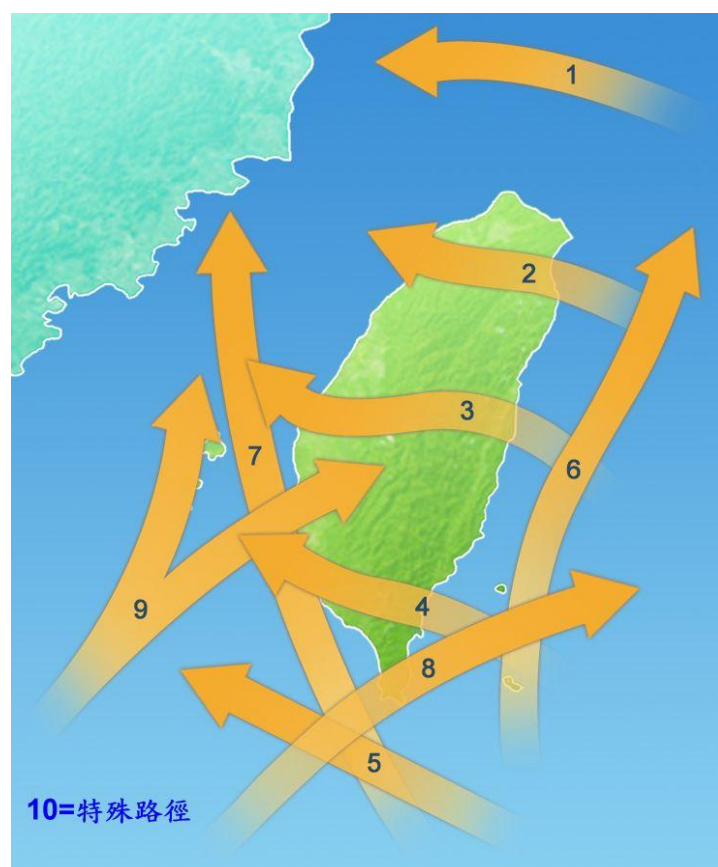


圖二、1960-2009 年侵臺颱風強度統計圖

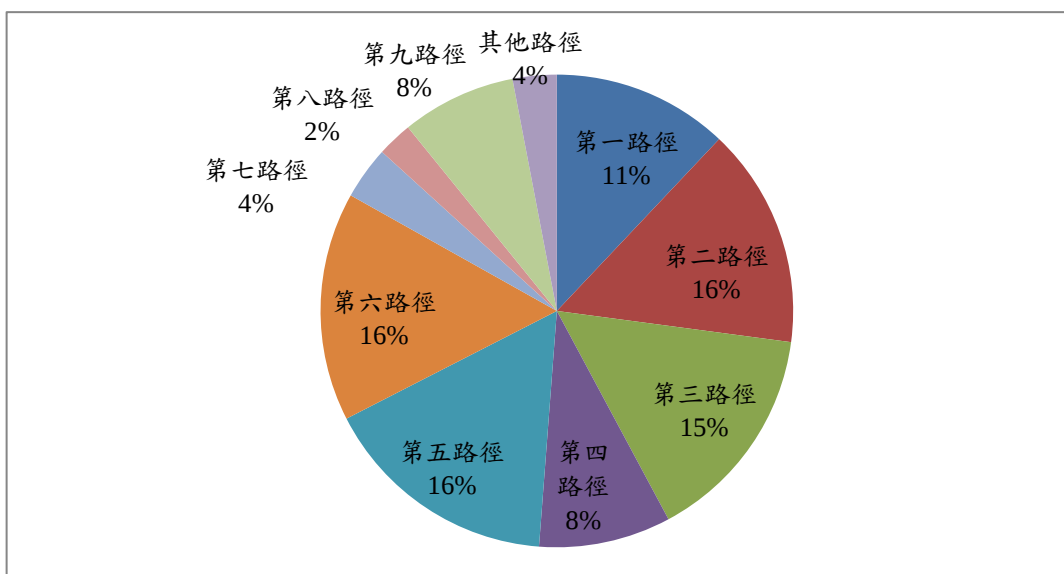
二、1960-2009 年侵臺颱風以颱風生成之海域來區分，其由太平洋生成之颱風（第一至第七路徑）較多，而由南海生成之颱風（第八及第九路徑）較少（請參見圖四）。依據中央氣象局臺灣地區的颱風路徑分成九類（請參閱圖三）：

1. 第一類:通過臺灣北部海面向西或西北進行者，共 18 次。
2. 第二類:通過臺灣北部向西或西北進行者，共 26 次。
3. 第三類:通過臺灣中部向西或西北進行者，共 24 次。
4. 第四類:通過臺灣南部向西或西北進行者，共 14 次。
5. 第五類:通過臺灣南部海面向西或西北進行者，共 27 次。

6. 第六類:沿東岸或東部海面向北上者，共 27 次。
7. 第七類:沿西岸或臺灣海峽北上者者，共 6 次。
8. 第八類:通過臺灣南部海面向東或東北進行者，共 4 次。
9. 第九類:通過臺灣南部向東或東北進行者，共 13 次。
10. 特殊:通過臺灣區域路徑特殊者，無法歸類至一至九類者，共 6 次。

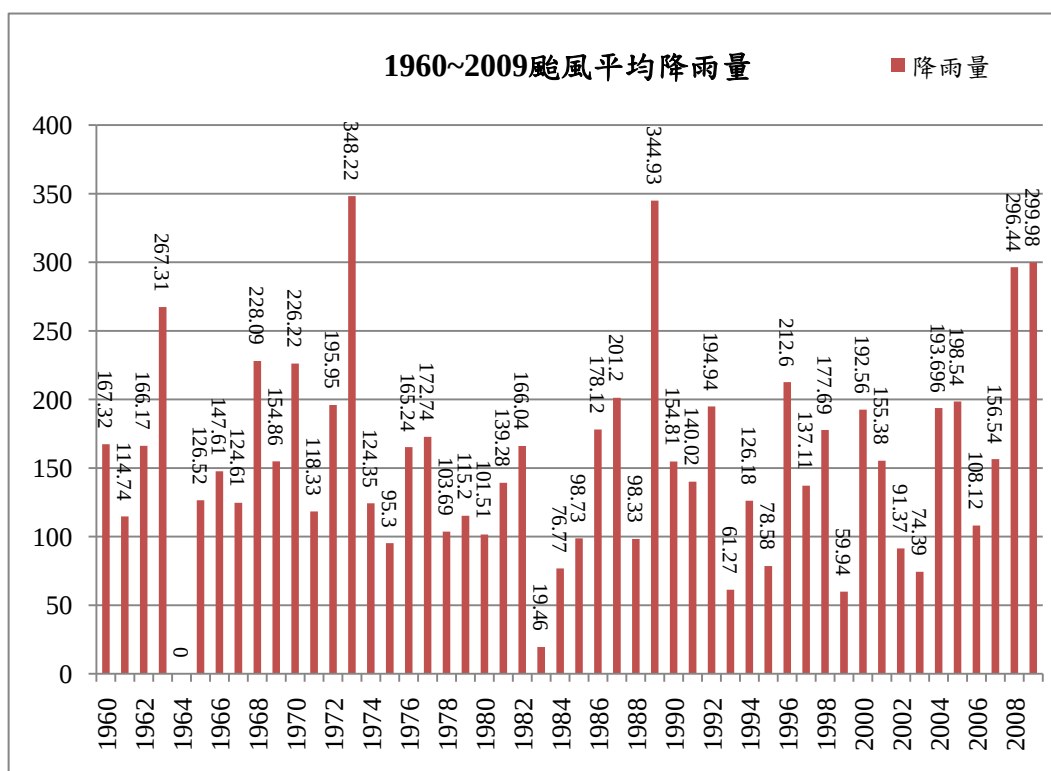


圖三、侵臺颱風的路徑

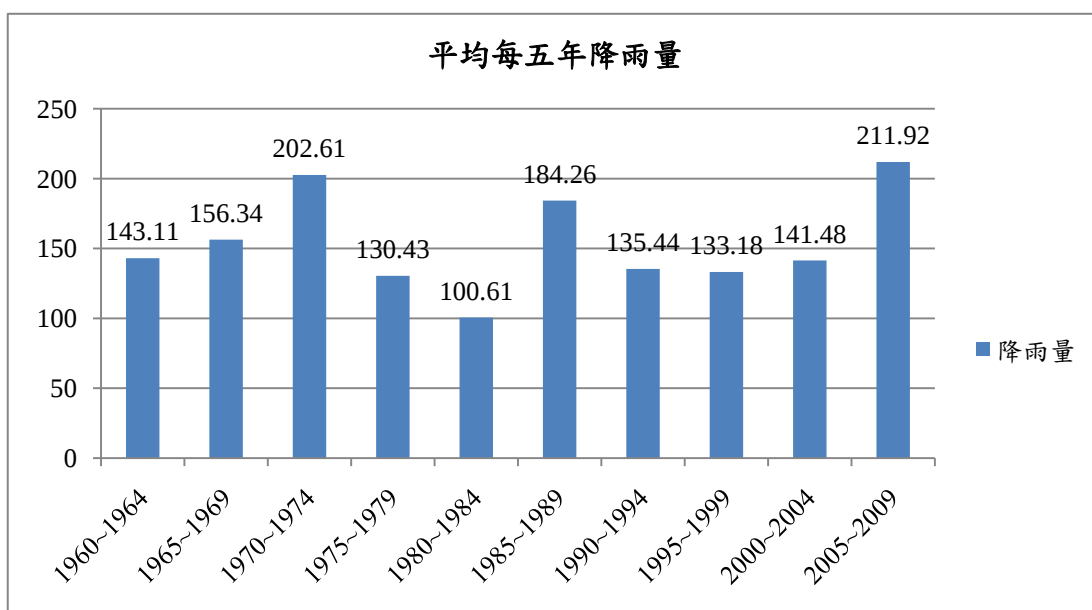


圖四、各路徑之侵台次數圓餅圖

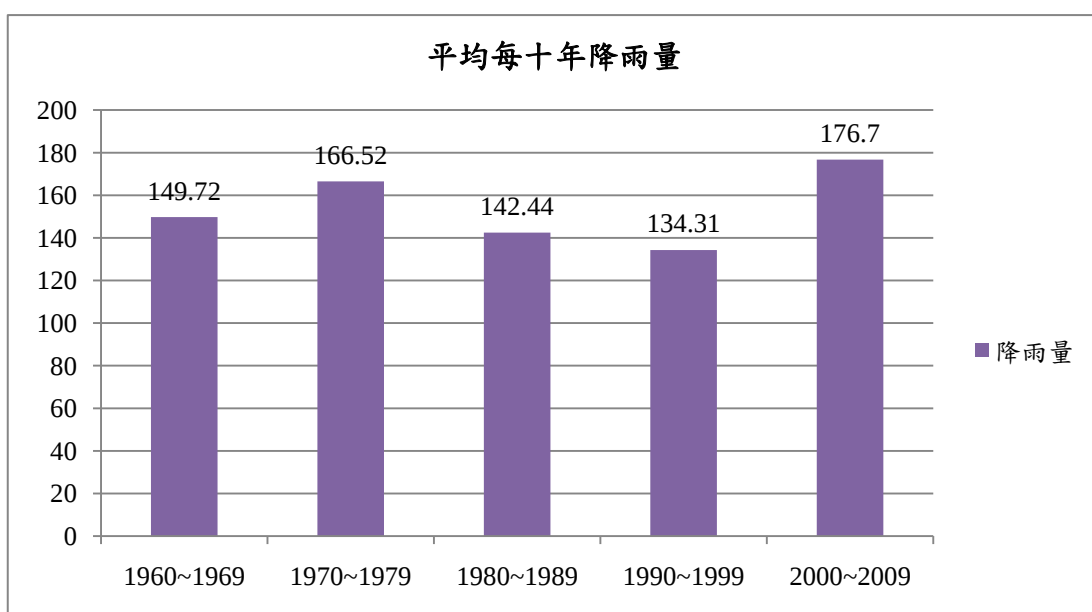
三、1960-2009 年侵臺颱風的平均降雨量為 154.61 毫米，前後二十五年平均降雨量之比較並無顯著差異 ($t=0.6$, $P>0.05$)。(請參閱圖五、圖六、圖七、圖八及表二)。



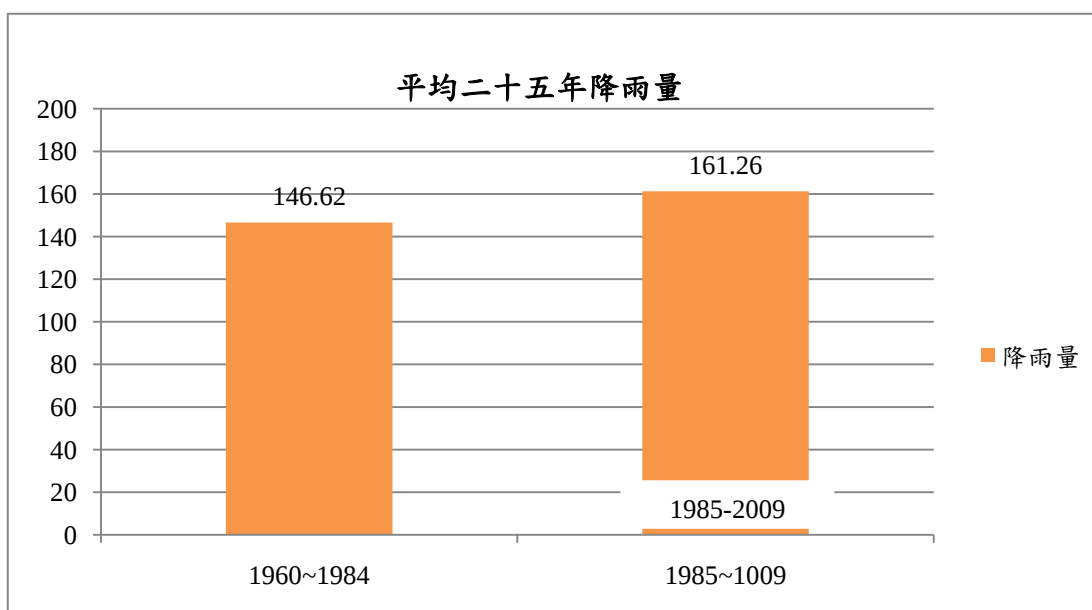
圖五、1960-2009 年侵臺颱風年平均降雨量



圖六、1960-2009 年侵臺颱風五年平均降雨量



圖七、1960-2009 年侵臺颱風十年平均降雨量



圖八、1960-2009 年侵臺颱風二十五年平均降雨量

1960-1984 颱風平均降雨量約 146.62 毫米，1985-2009 颱風平均降雨量約 161.26 毫米，以獨立樣本 t 檢定，得知兩者並無顯著差異 ($t=0.68$ ， $P>0.05$)。

	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異
假設變異數相等	.680	46	.500	20.66250

表二、1960-2009 年侵臺颱風每五年、每十年、每二十五年平均降雨量

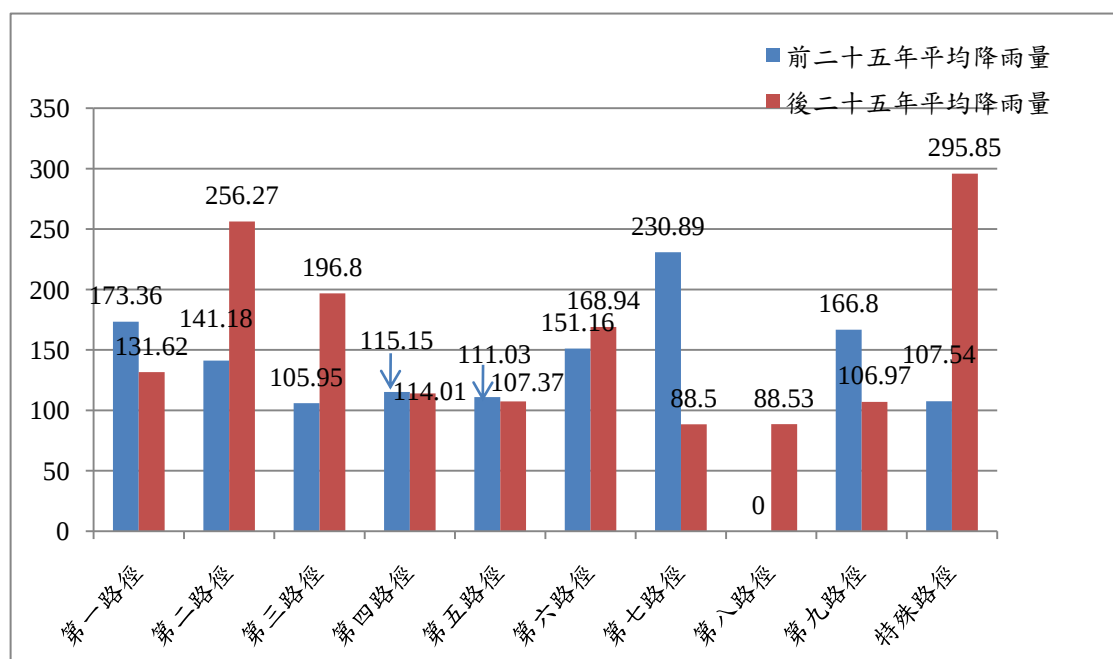
每五年	平均五年 降雨量	每十年	平均十年 降雨量	每二十五年	平均二十五年 降雨量	五十年平均
1960~1964	143.11	1960~1969	149.72	1960~1984	146.62	154.61
1965~1969	156.34	1970~1979	166.52	1985~2009	161.26	
1970~1974	202.61	1980~1989	142.44			
1975~1979	130.43	1990~1999	134.31			
1980~1984	100.61	2000~2009	176.70			
1985~1989	184.26					
1990~1994	135.44					
1995~1999	133.18					
2000~2004	141.48					
2005~2009	211.92					

四、五十年來颱風平均雨量為特殊路徑最多，平均降雨量約 201.70 豪米，南海

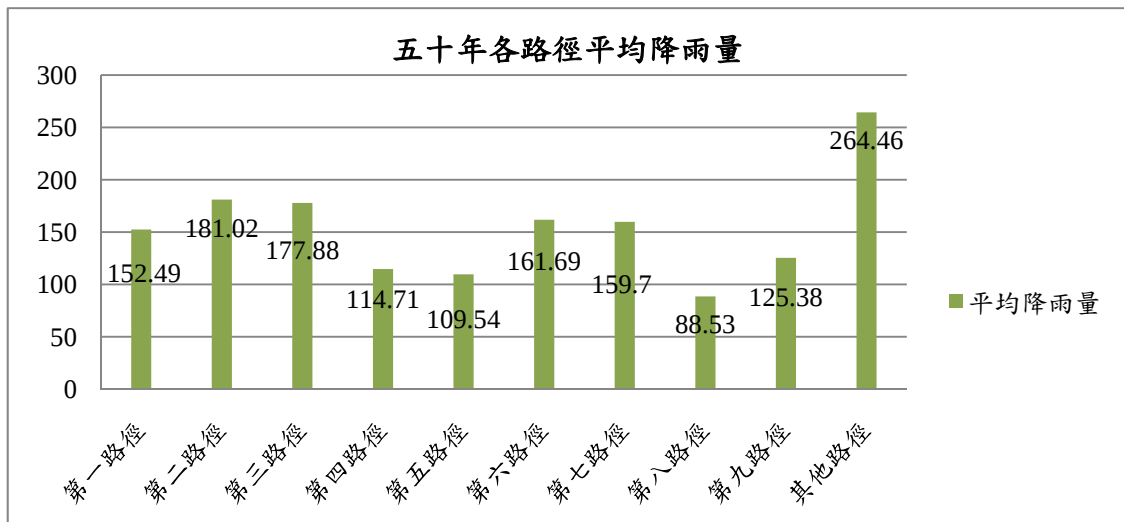
生成的第八路徑颱風雨量及個數皆為最少。比較不同生成地的颱風，從太平洋生成的颱風(第一~七路徑)雨量及次數皆比南海生成的颱風(第八、九路徑)多。

表三、1960-2009 年侵臺颱風路徑統計圖

	1960~1984 年 平均降雨量	個數	1985~2009 年 平均降雨量	個數	50 年 平均降雨量	總個數	雨量 增加率
第一路徑	173.36	9	131.62	9	152.49	18	-24%
第二路徑	141.18	17	256.27	9	181.02	26	+82%
第三路徑	105.95	5	196.8	19	177.88	24	+86%
第四路徑	115.148	9	114.01	5	114.71	14	-1%
第五路徑	111.028	16	107.37	11	109.54	27	-3%
第六路徑	151.16	11	168.94	16	161.69	27	+12%
第七路徑	230.89	3	88.5	3	159.7	6	-62%
第八路徑	0	0	88.53	4	88.53	4	X
第九路徑	166.8	4	106.97	9	125.38	13	-36%
特殊路徑	107.54	1	295.85	5	264.46	6	+175%



圖九、前後二十五年不同路徑之降雨量比較圖

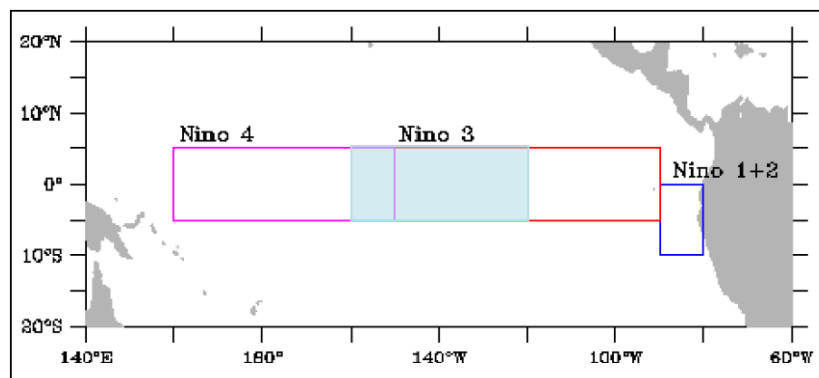


圖十、1960-2009 年侵臺颱風路徑統計圖

五、聖嬰年、反聖嬰年與平時年平均雨量比較得知，聖嬰年（181.67mm）>反聖嬰年（162.65mm）>平時年（132.79mm），經單因子變統計分析得知，聖嬰年雨量顯著高於平時年（ $F=3.25$ ， $P<0.05$ ）。

1. 聖嬰年、反聖嬰年定義：

根據美國海洋暨大氣總署（National Ocean and Atmospheric Administration, NOAA）定義，在中太平洋 Niño3~4 區域（太平洋上北緯 5 度到南緯 5 度之間、西經 120 度到 170 度之間，參閱圖十一），若連續五個月平均海溫高於歷年平均值 0.5°C 以上，就是發生聖嬰現象；若低於 0.5°C ，則為反聖嬰現象。



圖十一、中太平洋 Niño3.4 區域

（圖片來源：<http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/el-nino/gif/ninomap.gif>）

2.本研究聖嬰年、反聖嬰年各占年分如表四。

表四、聖嬰年與反聖嬰年時間

El Niño Years	La Niña Years
1963 年 6 月~1963 年 12 月	1961 年 12 月~1962 年 3 月
1965 年 5 月~1966 年 3 月.	1964 年 3 月~1965 年 1 月
1968 年 10 月~1969 年 4 月	1967 年 9 月~1968 年 3 月
1969 年 8 月~1969 年 12 月	1970 年 12 月~1971 年 12 月
1972 年 4 月~1973 年 2 月	1973 年 4 月~1976 年 4 月
1976 年 8 月~1977 年 1 月	1983 年 8 月~1983 年 12 月
1977 年 8 月~1977 年 12 月	1984 年 9 月~1985 年 5 月
1982 年 4 月~1983 年 5 月	1988 年 4 月~1989 年 4 月
1986 年 7 月~1988 年 1 月	1995 年 8 月~1996 年 2 月
1991 年 4 月~1992 年 5 月	1998 年 6 月~2001 年 1 月
1993 年 2 月~1993 年 6 月	2005 年 11 月~2006 年初
1994 年 3 月~1995 年 2 月	2007 年末-2008 年冬季
1997 年 4 月~1998 年 3 月	
2002 年 4 月~2003 年 2 月	
2004 年 6 月~2005 年 1 月	
2006 整年-2007 前半年	
2009 年 8 月-2010 年 4 月	

參考資料來源：<http://ww2010.atmos.uiuc.edu/%28Gh%29/guides/mtr/elndef.xml>
<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/pastevent.html#list>

3.聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風平均降雨量、強度、個數比較

(1) 聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風平均雨量比較:(請參閱表五)

聖嬰年 (181.67mm) > 反聖嬰年 (162.65mm) > 平時年 (132.79mm)

經單因子變異數分析得知，聖嬰年雨量顯著高於平時年 ($F=3.25$, $P<0.05$) (請

參閱表六)。

表五、聖嬰年、反聖嬰年與平時年平均雨量比較表

	聖嬰年	平時年	反聖嬰年
颱風個數	46	87	32
平均雨量	181.67	132.79	162.65

表六、聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風平均雨量比較之單因子變異數分析表

ANOVA

VAR00001

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	66720.787	2	33360.393	3.248	.041
組內	1653490.246	161	10270.126		
總和	1720211.033	163			

LSD 事後比較得知，聖嬰年顯著高於平時年。

(2) 聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風個數比較:(參閱表七)

平時年 (4.1 個/年) > 反聖嬰年 (2.7 個/年) = 聖嬰年 (2.7 個/年)

表七、聖嬰年、反聖嬰年與平時年平均颱風數量表

	聖嬰年	平時年	反聖嬰年	總年數
颱風個數	46	87	32	165
所占年數	17	21	12	50
平均每年 颱風數	2.7 個/年	4.1 個/年	2.7 個/年	3.3 個/年

(3) 聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風在夏秋兩季之比較:

聖嬰、平時年颱風多在夏季，反聖嬰年則以秋季較多（請參閱表八與表九）。

表八、聖嬰年、平時年與反聖嬰年夏颱風比例

	夏颱風個數	颱風總個數	夏颱風比例
聖嬰年	32	46	70%
平時年	57	87	66%
反聖嬰年	13	32	41%

表九、聖嬰年、平時年與反聖嬰年秋颱比例表

	秋颱個數	颱風總個數	秋颱比例
聖嬰年	12	46	26%
正常年	25	87	29%
反聖嬰年	18	32	56%

(4)聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風強度比較（請參閱表十）：

中颱比例:平時年(47%)>聖嬰年(43%)>反聖嬰年(41%)，差異度不大。

強颱比例:聖嬰年(43%)>反聖嬰年(41%)>平時年(27%)，聖嬰年強颱比例相較於平時年較高。

得知聖嬰、反聖嬰現象出現時輕颱比例較少，多為影響程度大的中、強颱。

表十、聖嬰年、反聖嬰年與平時年颱風強度比例表

當年情況 颱風強度	聖嬰年	反聖嬰年	平時年
輕	7	6	23
中	21	13	41
強	21	13	24
總個數	49	32	88
中颱比例	43%	41%	47%
強颱比例	43%	41%	27%
輕颱比例	14%	18%	26%

六、比較前後二十五年中、強颱風個數增加；前後二十五年輕颱、中颱增加，強
 颱則減少。若將中、強颱視為影響程度較大(參閱表十一)，前後 25 年來中、
 強颱風個數稍微增加，而颱風總個數也有增加。

表十一、颱風強度及個數對照表

颱風個數 颱風強度	前 25 年	後 25 年	50 年總個數
輕度颱風	13	23	36
中度颱風	26	49	75
強度颱風	35	23	58
中、強度颱風	61	72	133
總颱風個數	74	95	169

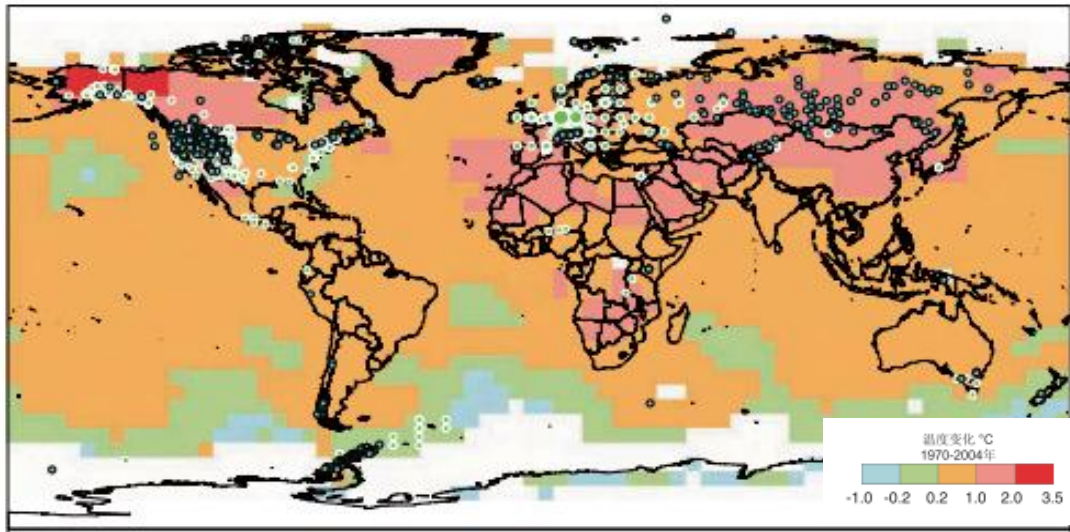
陸、討論

(一) 前後二十五年颱風降雨量差異原因探討？

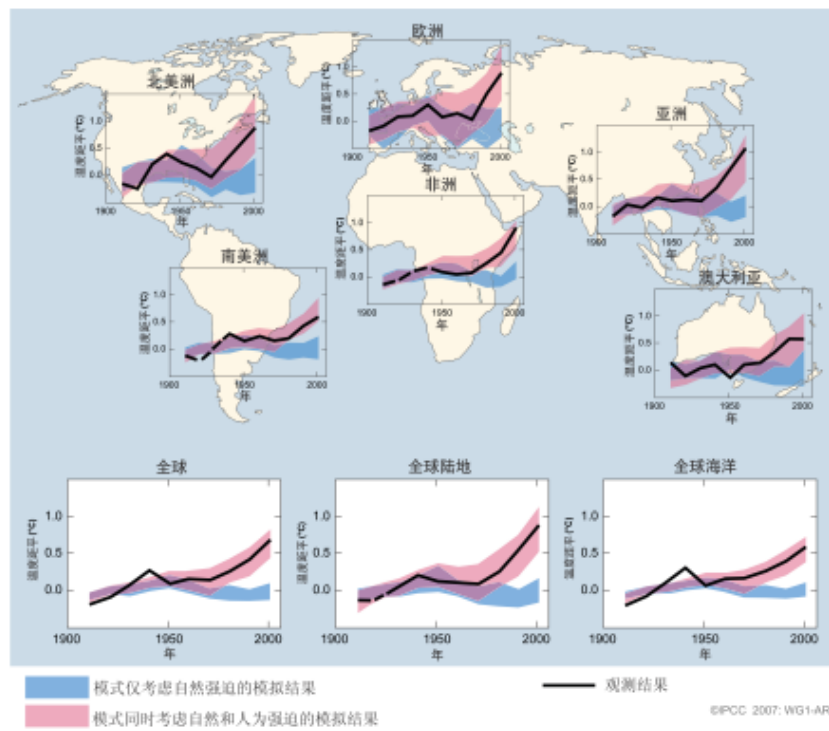
一直到 1960 年代，由於環境公害事件頻傳，環境運動層出不窮，關於全球暖化的議題與論述才受到重視，相關的觀測與研究也才開始進行。1979 年美國科學研究院提出 21 世紀的氣溫，將會較上世紀高出約 3 度的報告後，1985 年由氣候學者組成的布拉格會議，正式提出了人類活動與全球暖化的關係。全球暖化的問題，開始成為學界的共識（鄭宇欽與葉紘麟，2009）。因此，本研究以 1960-1984 年與 1985-2009 年，二十五年為比較時期，來看長期的氣候趨勢。

由 1960~2009 年侵襲颱風前後二十五年平均降雨量分析，颱風平均降雨量增加約 8.99%(請參考圖八與表二)。颱風的降雨量在長期趨勢來看，經由統計分析後，獨立樣本 T 檢定，兩者並無顯著差異 ($t=0.68$, $P>0.05$)。對照 IPCC(2007)年的報告指出(圖十二)，1970~2004 年東亞地區海溫約增加 0.2°C 以上。接著觀察圖十三得知，全球海洋的增溫情形在 1950 年以後持續增加。侵襲颱風生成的地方主要來自西太平洋，即西太平洋暖池地區(參考圖十四)。根據張志銀(2009)重建近 360 年來的西太平洋暖池區域海水表面溫度，1950 年之前的資料是以珊瑚重建的古溫度，1950 年之後則為實測資料，我們取 1950 年後數據觀察溫度變化，發現西太平洋暖池區域在 1950 年至 1970 年持續增溫，但 1970 年至 1975 年當中，溫度有下降的趨勢，在 1975 年之後海溫又持續上升至 2009 年，有些微的動盪。因此，西太平洋的增溫情況會直接影響到整個暖池範圍，隨著海溫的上升，海水蒸發量也會增加，颱風所吸收的熱能與水氣也間接增加，這有可能是颱風為臺灣地區帶來的降雨量增加的原因，但是目前雨量增加率並不大。

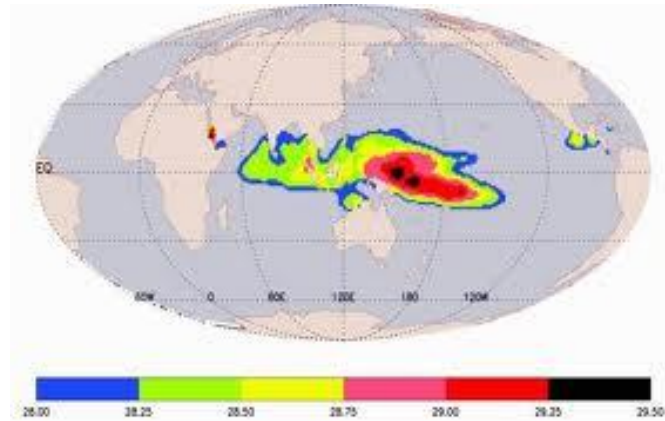
自然系统、生物系统和地表温度的变化 (1970-2004年)



圖十二、取自 IPCC (2007) 中國大陸簡體版圖例

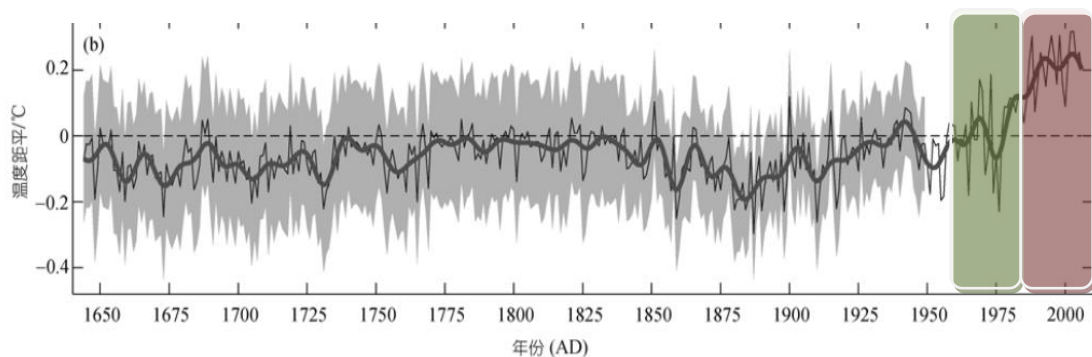


圖十三、取自 IPCC (2007) 中國大陸簡體版圖例



圖十四、西太平洋暖池參考範圍

(圖片來源: <http://mme.xmu.edu.cn/mme/newsnr.asp?id=769>)



圖十五、西太平洋暖池海水表面溫度變化趨勢(張志銀，2009)

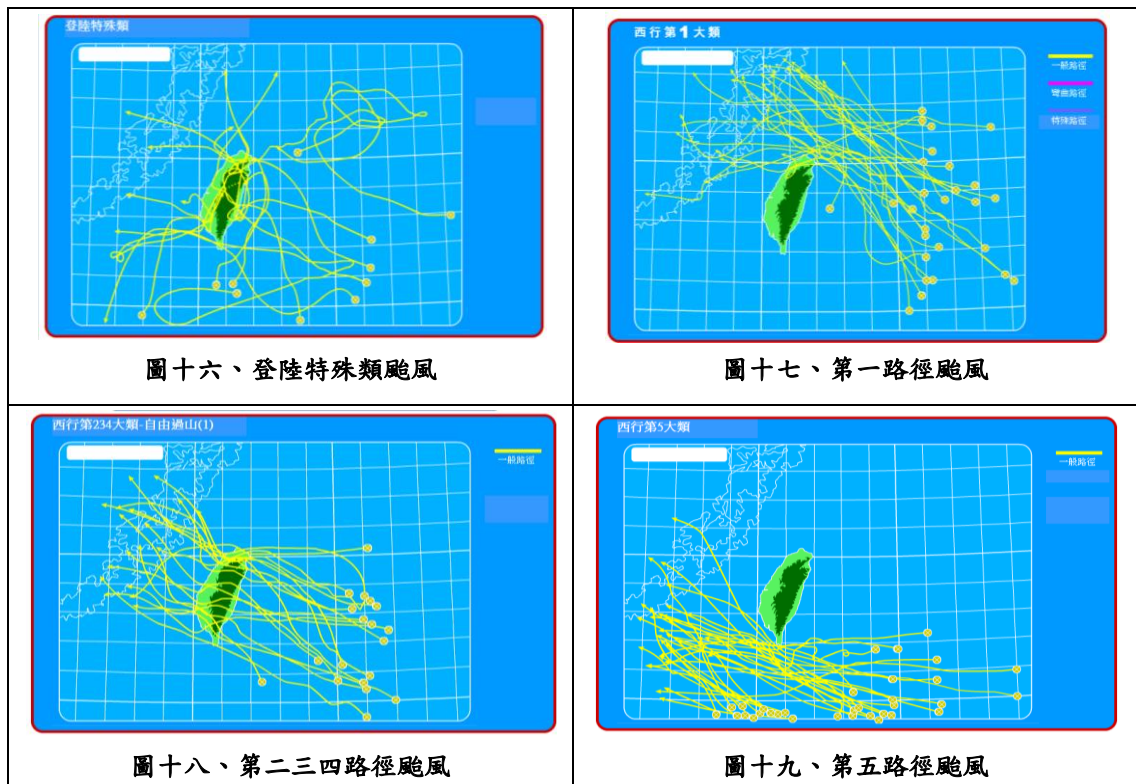
(二) 不同路徑長期狀況降雨的趨勢？

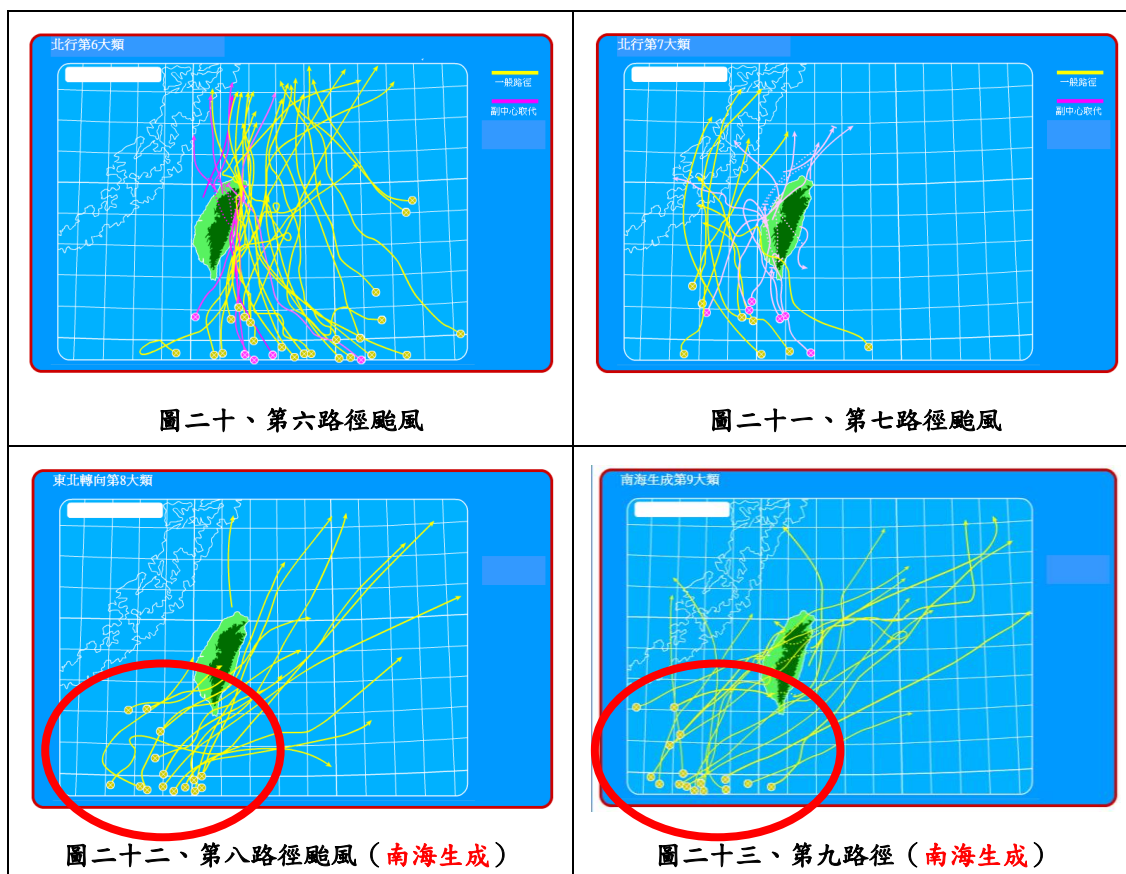
由圖九 1960-2009 年侵臺颱風路徑統計圖之二十五年平均降雨量可知，不同路徑前後二十五年颱風平均降雨量，以特殊路徑的颱風降雨量最多，原因可能是特殊路徑的移動路徑常有較長時間滯留在臺灣地區(圖十六)，並且多次徘徊在臺灣附近的海域，降雨時間相較其它路徑來的長，造成臺灣的降雨量也會較高。再者，分析表三前二十五年（1960-1984 年）特殊路徑颱風次數只有一次，後二十五年（1985-2009 年）有四次，這也顯示出海溫的上升及多種因素，皆可能造成特殊路徑的颱風侵臺次數增加。最終探討各路徑對颱風降雨量的影響，主要在於強烈的地區性降雨及迎風面地形雨。

第一路徑颱風經過北部海域，多數皆生成於臺灣東部海面（請參閱圖十七），

雨量長期比較約降 24.08%，主要影響臺灣北部。在二、三、四路徑（颱風主要以東向西移動，請參閱圖十八），颱風有經過中央山脈者，會受到山脈地形的影響，但後二十五年來二、三路徑雨量顯著增加達到 8 成之多，日後必須防範其驚人的降雨量。第五路徑東向西經過臺灣南部的巴士海峽，主要影響南部地區及東部迎風面，雨量減少比率約為 3.29%，降低比率並不高（請參閱圖十九）。

第六路徑平均降雨量略增加 11.76%，此路徑是西太平洋產生的颱風向北侵襲臺灣，可能是吸收較多水氣所致（請參閱圖二十）。第七路徑而言，颱風經過巴士海峽與南海北方地區，可能颱風生成後水氣吸收相對較少，或者是生成時離臺灣距離較近，吸收的水氣量較不足，此路徑平均颱風降雨量減少 61.67%，但詳細原因可能需要更多的觀測證據來印證（請參閱圖二十一）。第八路徑而言，1960-1984 並無颱風形成，在 1985-2009 年共有四個生成，因此無法作雨量增加率比較。最後，綜合第八路徑與第九路徑可得知，後二十五年（1985-2009 年）颱風在南海的生成個數有增加的趨勢（請參閱圖二十二與圖二十三）。



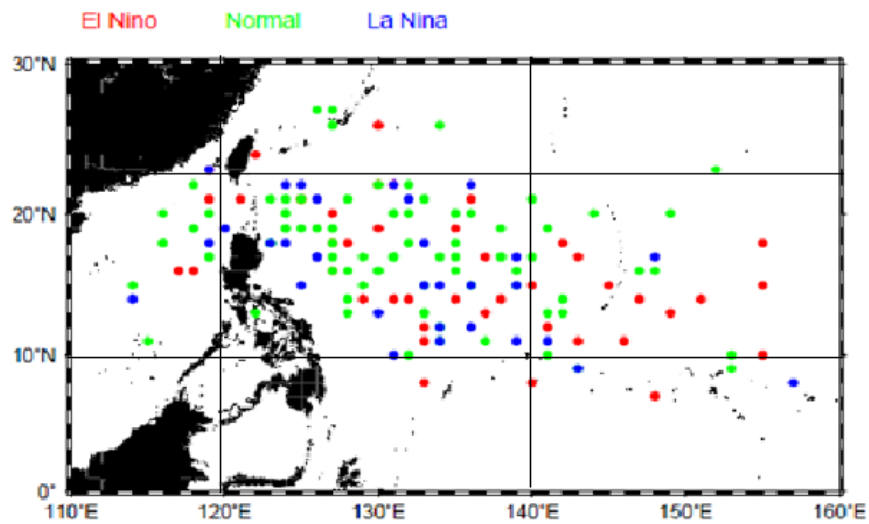


(圖片來源:中央氣象局)

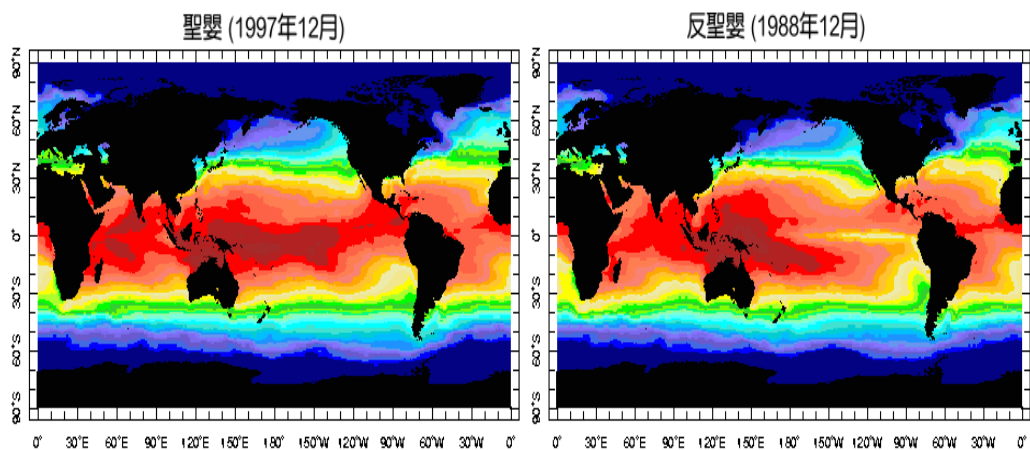
(三) 聖嬰年、反聖嬰年、平時年降雨量不同之原因及討論

1. 聖嬰年為何夏颱多、降雨量多？

聖嬰年基本上在夏季情況與平時年相似，由於夏季太陽直射北半球造成西太平洋海溫擴大，容易形成颱風；加上夏季的太平洋高壓影響，使得颱風沿高壓邊緣侵襲臺灣，造成夏颱個數增加(參照表八)。聖嬰年(圖二十五)也因為東太平洋海水溫度升高且氣壓場降低，造成赤道東風減弱甚至變為西風，以致原本向西行的洋流減弱，逐漸受熱後擴散至東太平洋。由於溫暖海水分布區域變廣，從最容易生成颱風的區域($120^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$, $10^{\circ}\text{N}\sim 22^{\circ}\text{N}$)向東擴散至 140°E 外(圖二十四)，隨著可能形成颱風的區域隨之擴大，同樣也提升了颱風在海面吸收水氣增強的機會。一旦聖嬰年颱風帶著水氣侵襲臺灣，也會一同夾帶西南氣流，想必會帶給臺灣大量的雨量。

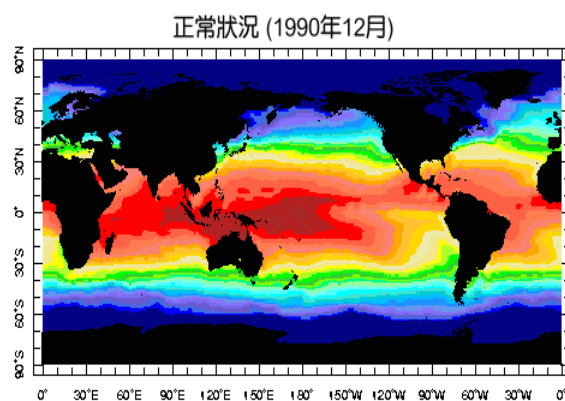


圖二十四、各年種颱風分布綜觀圖
(以 120°E、140°E，10°N、22°N 為界)



圖二十五

圖二十六



圖二十七

圖二十五、二十六、二十七為各年種海水溫度圖
(圖片來源)<http://ivy1.epa.gov.tw/agp/F/DM/son/enso02.htm>

2.反聖嬰年為何秋颱多？

反聖嬰年的秋颱形成機率，比聖嬰年及正常年高得多，從表十二雨量統計結果得知，一旦秋颱侵臺便可能與東北季風引發共伴效應，因而比起其餘季節颱風帶來更多雨量(高於夏颱約 55mm)。至於反聖嬰年秋颱比例較多之原因，我們推測夏季時東西太平洋氣溫、氣壓差異大(參照圖二十四)，導致東風過於強烈，破壞颱風結構，使得颱風不易生成。

表十二、各季節颱風平均雨量比較表

	春颱	夏颱	秋颱	冬颱
颱風個數	7	102	55	1
平均雨量	97.22	136.86	191.22	142.83
備註				數量過少，不比較

3.各年種為何侵臺颱風數量、降雨量不同？

參照圖二十八，推測聖嬰年及反聖嬰年皆因為赤道上太平洋東風的增強或減弱影響，使得颱風需要的對流結構被破壞(上升熱空氣團被吹散)，導致颱風生成數量較少。另外颱風強度，聖嬰年因為海水溫度較高、且距離臺灣較遠，有足夠時間吸收水氣；反聖嬰年則多在秋季侵臺，所以容易產生共伴效應。



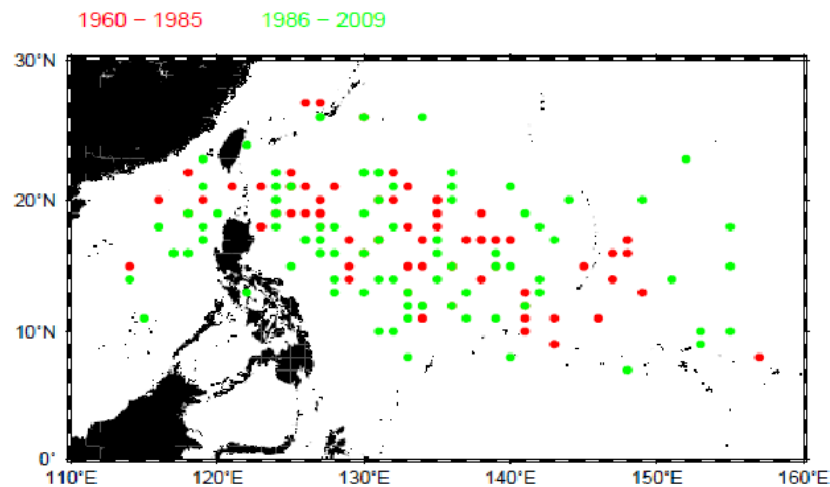
圖二十八、赤道太平洋正常循環圖

(圖片來源: <http://www.fom.org.hk/article/Elnino.htm>)

(四)前後二十五年颱風生成個數、分布、強度比較

1.前後二十五年颱風分布為何擴散？

從圖二十七觀察得知，後二十五年颱風分布擴散，在南海附近颱風生成數也變多，可能為全球暖化引起暖池擴大以及聖嬰、反聖嬰現象之影響加劇造成颱風分布擴散，也增加颱風侵襲臺灣的機率。



圖二十九、前後二十五年綜觀圖

2.前後二十五年來颱風強度究竟有無增加？

對照表十，由於我們從文獻資料得知，氣象局曾修改颱風風速的測量方法(1分鐘平均風速→10分鐘平均風速)，影響到颱風強度的判別，因此我們判別颱風強度從「強颱風個數」改變為「中、強颱風個數」來避免人為判斷的差異，發現中度以上颱風仍有增加趨勢、颱風總個數也增加，我們推測可能為近年來全球暖化，造成海水溫度上升，增加颱風形成個數及強度(輕度颱風個數少，中度以上較多)。

3.南海部分颱風數變多是否有影響？

觀察圖二十七，南海地區颱風數量明顯變多，但參照表三降雨量與示意圖，

路徑第九類(即從南海侵臺路徑颱風)雨量相較於其他路徑(從太平洋往西北侵臺颱風)少，推測南海因位置及海洋面積較小而不易夾帶水氣，因此南海無法提供大量水氣給颱風。

柒、結論

- 一、 臺灣每年平均有 3.3 個颱風，且多分布於在七、八、九月，其中以八月颱風數量最多。前後 25 年的比較得知，隨著全球暖化影響，颱風有向東擴展及延伸至南海的趨勢，且侵臺中度以上颱風增多，但颱風平均降雨量並無顯著差異。
- 二、 全球暖化造成侵臺颱風分布位置擴大，南海生成颱風數量隨之增多；但南海因位置及海洋面積較小而不易夾帶水氣，從數據顯示臺灣受西太平洋侵臺颱風較多、帶來降雨量也較多；而南海生成的颱風會帶來雨量相對西太平洋少。
- 三、 各侵臺颱風路徑的降雨量，以特殊路徑增加最多，其次為第二和第三路徑(從西太平洋往西北方侵臺，在宜蘭及花蓮登陸)，隨著滯留時間增加，降雨量會顯著增加。再者，東西向路徑雨量近 25 年增加最多，顯示西太平洋的颱風吸收的水氣量有增加，受到中央山脈地形的影響，迎風面明顯降雨量增多。
- 四、 生成颱風的區域以 $120^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$ ， $10^{\circ}\text{N}\sim 22^{\circ}\text{N}$ 為最多，聖嬰年颱風分布比起平時年擴展至 140°E 以東，反聖嬰年及平時年則集中 $120^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$ ， $10^{\circ}\text{N}\sim 22^{\circ}\text{N}$ 。
- 五、 聖嬰、反聖嬰年侵臺颱風數量雖較平時年少；但強颱風個數較平時年多，因而平均降雨量較平時年多(30~50mm)。聖嬰年時颱風分布範圍擴大，反聖嬰年時多秋颱風，皆會帶來豪雨，須多加防範。

捌、建議

本研究結果可知，隨著全球暖化趨勢，侵臺颱風的降雨量與次數有增加的趨勢，並且在東西向颱風移動的路徑，降雨量並無顯著差異。聖嬰、反聖嬰年颱風雖比平時年少，但雨量較多，因此必須多加防範豪雨，這些可作為防颱參考之用。

從此次研究已得知颱風會受聖嬰、反聖嬰現象影響，但尚未得知全球暖化是否會加強聖嬰、反聖嬰現象，之後可探討全球暖化究竟會直接影響颱風，還是影響聖嬰、反聖嬰的強度？將來的研究也能朝影響颱風路徑的因素以及颱風移動路徑為何影響雨量作深入探討，或許能藉由提早得知颱風路徑而推測可能帶來的災害，提早預防。

參考資料

1. 颱風資料庫：<http://rdc28.cwb.gov.tw/>
2. 全球暖化 強颱威脅大增：
<http://www.libertytimes.com.tw/2010/new/mar/2/today-life1.htm>
3. 科學人 51 期 許晃雄 全球暖化大騙局
4. 田維婷 (2005) ，氣候變遷之水文分析，水利(15)，70。
5. 郭鴻基、林李耀、陳怡良，2004：近期颱風研究之回顧。大氣科學，第三十二期，205—224。
6. 陳昭銘、范惠菱，2003：南海夏季降雨年際變化與侵臺颱風之關係，大氣科學，第三十一期，第三號，221—238。
7. 葉文欽，1977，熱帶氣旋與極地高壓共伴環流對臺灣天氣之影響，氣象預報與分析，第 70 期。
8. 王時鼎、謝信良、鄭明典、葉天降，1998：侵臺颱風流型與颱風路徑走向間之關係研究，天氣分析與預報研討會論文彙編，268—275。
9. 王時鼎，2004：臺灣的颱風，臺北，中興工程科技研究發展基金會。
10. 張志銀、龔道溢、何學兆、郭棟、馮勝輝 (2009) 地球科学 第39卷第1期:106～115
11. 陳昭銘、汪鳳如 (2000) 臺灣地區長期暖化現象與太平洋海溫變化之關係 中央氣象局科技中心報告書 中央氣象局出版
12. http://ivy1.epa.gov.tw/agp/F/DM/son/SON_INDEX.HTM

著者：[許晃雄教授](#) ([臺大大氣科學系](#)) 資料提供：[行政院環境保護署](#) 空氣污染

防制基金(原書出版日期：87 年 7 月)

評語

本研究主要利用中央氣象局之歷史颱風資料，探討過去 50 年來侵台颱風於前、後 25 年之趨勢變化，以及隨聖嬰現象(聖嬰、正常、反聖嬰年)之變化。研究的方法頗為適切，題目亦相當熱門、有趣，與聖嬰現象的關聯大致與過去相關之研究結果差別不大，但在原因的探究上可能過於簡化。致於與全球暖化的關聯，本文提到氣象局在判定颱風強度上的方法曾有所改變，其實，由於衛星雲圖的使用，亦可能對颱風的判別有相當的影響，但本研究並未討論，在計算五年、十年、二十五年降雨平均時，並未考慮各年侵台颱風個數的差異，這有可能造成相當的誤差，應該加以注意。