

2012 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

編號：150019

作品名稱

聖嬰現象與西北太平洋颱風之關係

得獎獎項

大會獎：四等獎

作者姓名：林冠揚、劉治昀

就讀學校：國立竹北高級中學

指導教師：廖尹千

關鍵字：聖嬰現象、颱風

作者簡介



指導老師廖尹千(左)、劉治昀(中)、林冠揚(右)

林冠揚

2007年10月7日，15號颱風柯羅莎強襲臺灣之日，成了我人生中重大的轉捩點，從此開始全心投入颱風的世界裡！對於大自然如此龐大且鬼斧神工的力量著迷不已，透過不同國家機構的網站所提供相關知識與及時觀測資料再參考專業人士所做的個人分析，最後自行整合出一個較完整的結果，進而潛移默化的累積了許多經驗與能力。高一時代表學校參加數理學科能力競賽-地科組，雖然成績不甚理想，但有些時候殘酷的現實往往是通往成功的墊腳石，唯有經歷挫折才知道成功的甜美與代價。高二時，與志同道合的同學報名了全國科展，抱著研究經驗分享的心態，竟得到全國第二的佳績。從此給了我踏進科學殿堂第一步的信心，往後的風風雨雨一定還會突如其來的迸出，但是我對颱風、大氣的熱情是不會因此而降溫的！

劉治昀

從蒐集資料、整理資料、完成報告...終於走到了這一步。做科展真的是十分辛苦的事，從茫茫書海中找到可用的資料，用 Excel 整理到頭昏眼花，還要把林冠揚從不切實際的幻想中拉回來。不過，辛苦總是值得的。國中做過科展後便深深迷上研究的樂趣，雖然沒有獲獎，但卻有一再回味的回憶與一群戰友。能遇到林冠揚是我高中最大的幸運，沒有比志同道合的摯友一起努力還要快樂的事。

摘要

我們透過 1970~2010 年西北太平洋颱風的資料分析，探討聖嬰現象與颱風生成、路徑、強度和消亡的關係。我們發現，聖嬰現象發生時颱風較晚生成，颱風季較短，且生成後路徑偏北，東北亞國家受到颱風侵襲機率增加，反聖嬰時期颱風則較易侵襲東南亞。在夏季，臺灣於正常期比較容易受到颱風的侵襲，而反聖嬰現象發生時，秋颱侵台的機率增加，臺灣須嚴防秋颱的威脅。雖然聖嬰期颱風生成月份較晚，但生成位置遠離陸地，使平均壽命較長，颱風強度也易增強。統計結果也顯示，颱風的消亡與聖嬰現象無明顯關聯性。

We have analyzed Northwest Pacific typhoon information from 1970 to 2010, to explore the relationship between El Nino event and typhoon, as well as their generation, path, strength and extinction. We find that El Nino leads to typhoon delay forming, and the typhoon season is shorter. After typhoon forming, the path will tend to be north. This phenomenon will make typhoon hit the Northeast Asian countries easily. In summer, Typhoon in the normal period is easier to hit Taiwan. Typhoon in fall is easily to hit Taiwan in the La Nina event. Taiwanese must take precautions to prevent the threat of typhoons in fall. Although typhoon can delay forming in the El Nino period, the forming position is far from land. So the average affected time is longer, but it is also easy to enhance the strength of typhoon. The final results show that the demise of the typhoon and El Nino event do not have obvious connection.

一、前言

(一)研究動機

近年來聖嬰現象成為十分熱門的話題，而 2010 年 7 月至今的反聖嬰現象與西太平洋僅有 14 個颱風生成之罕見現象，均引起我們對聖嬰現象與颱風關係的興趣。臺灣自古以來恆受颱風影響，而報紙屢屢提及近年來全球暖化造成聖嬰現象加劇，在基礎地球科學課本第五單元中提及颱風所造成的災害，我們想藉由這次研究來探討聖嬰現象對颱風生命期所造成的影響，藉以達成防災之目的。

(二)研究目的

1. 聖嬰(反聖嬰)時期，西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風最早及最晚生成月份以及颱風季長度是否有變化？
2. 聖嬰(反聖嬰)時期，西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風路徑趨勢是否有變化？
3. 聖嬰(反聖嬰)時期，分別於夏秋兩季西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風登陸東亞各國比率是否有變化？
4. 聖嬰(反聖嬰)時期，6~10 月西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風於 30°N 以南洋面消亡之比例是否有變化？
5. 聖嬰(反聖嬰)時期，西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風之單一颱風平均壽命是否有變化？
6. 聖嬰(反聖嬰)時期，西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風之強度比例是否有變化？
7. 聖嬰(反聖嬰)時期，西北太平洋($40^{\circ}\text{N}\sim\text{EQ}$ 、 $100^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$)颱風生成於 140°E 之東西洋面比例是否有變化？

(三)、文獻探討

1. 南方震盪指數 Southern Oscillation Index(SOI)

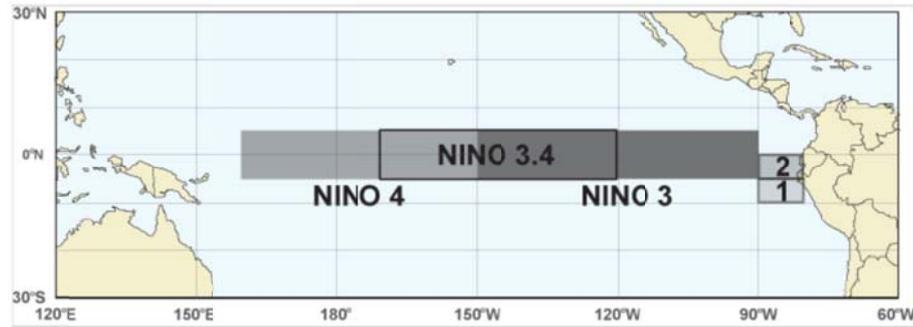
南方震盪指數是以大溪地與澳洲達爾文之間海平面的氣壓差距為主(圖一)，用於衡量熱帶太平洋地區東部及西部大規模的氣壓波動，即聖嬰與反聖嬰現象。SOI 值處於負值，代表大溪地低於正常氣壓而達爾文高於正常氣壓。長時間的負(正)的 SOI 值配合異常暖(冷)的海水溫度代表典型的聖嬰(反聖嬰)現象。(資料來源：澳大利亞氣象局)



圖一：大溪地與達爾文的地理位置

2. ENSO 海溫監測範圍—NINO3.4

為了監測太平洋的聖嬰現象或反聖嬰現象的徵兆，氣象學家經常使用幾個“NINO”指數。這個指數指的是監測區域的海平面平均溫度距平，此監測區域位於沿赤道太平洋的一些地區。這些地區被稱為 NINO1 區和 NINO2 區(緊鄰南美洲海岸)，NINO3 區，並 NINO4 區(橫跨了赤道太平洋東部和中部)和 NINO3.4 區(NINO3 區和 NINO4 區部分重疊之地區)(如圖二)。(資料來源：NOAA)



圖二：NINO3.4 區位置示意圖

NINO1 區：5°S~10°S，80°W~90°W

NINO2 區：EQ~5°S，80°W~90°W

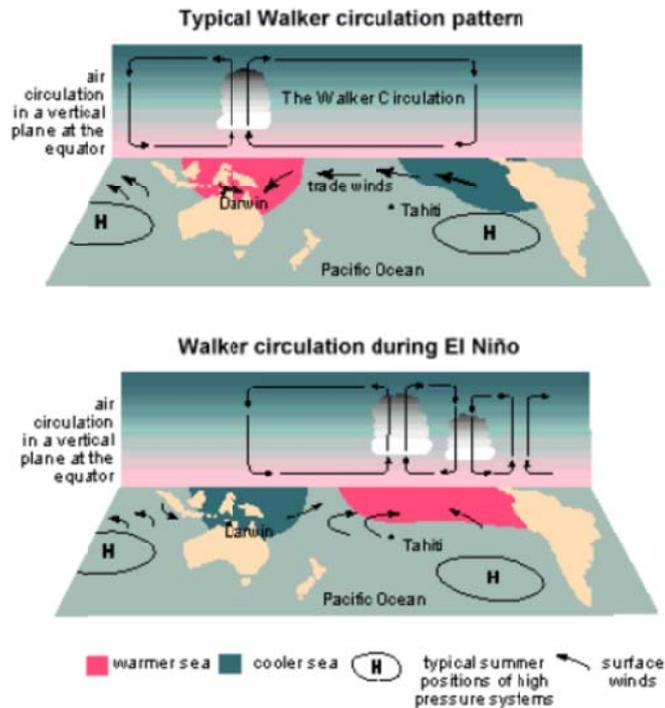
NINO3 區：5°N~5°S，150°W~90°W

NINO3.4 區：5°N~5°S，120°W~170°W

NINO4 區：5°N~5°S，160°E~150°W

3. 沃克環流

近赤道的太平洋上海水溫度分佈並不平均，西太平洋較東太平洋為暖。新幾內亞及澳大利亞附近的溫暖洋面氣壓較低，空氣於低空輻合並向上抬升，並於高空輻散。西太平洋上昇氣流的東支在秘魯及厄瓜多附近高空冷卻並下沉，在洋面形成高壓區，下沉空氣輻散後成為東南信風，向西流返回西太平洋，同時把水氣及熱能由東向西輸送。這個橫跨東西太平洋的大氣循環就是沃克環流。

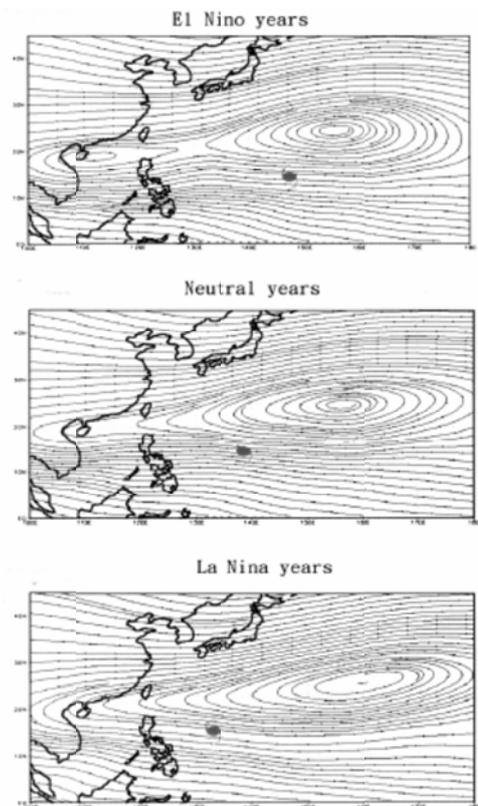


圖三：沃克環流

4. 太平洋副熱帶高壓

熱帶氣旋是中小尺度天氣系統，其走向受副熱帶高壓的引導。在大部分的情況下，颱風路進通常沿著副熱帶高壓南緣向西推進，在高壓弱點處突破北上。颱風還可能受自身內力、其他熱帶氣旋甚至是冷高壓引導。

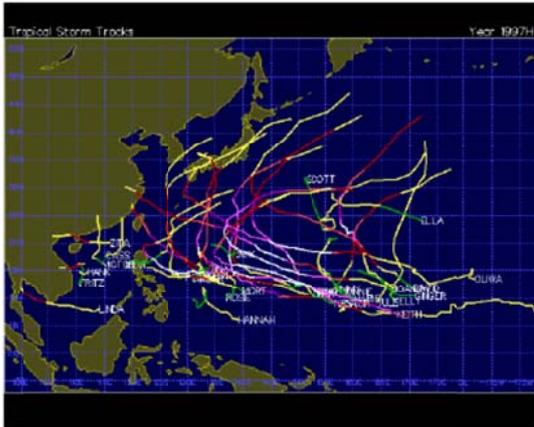
在不同的聖嬰現象中，太平洋副熱帶高壓如何作不同的勢力調整，影響颱風未來的路徑走勢，觀看太平洋副熱帶高壓的狀況必須使用 500hpa 層面之等壓圖，聖嬰期間太平洋副熱帶高壓位於 130°E 左右分裂成兩個高壓單體，分別位於東側的母體及西側的子體，這是觀察到比較特殊的地方，



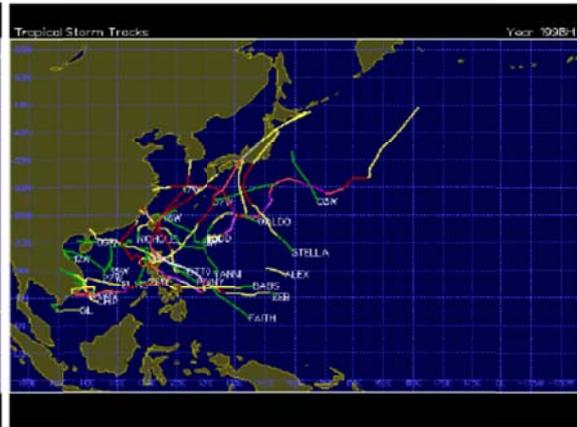
圖四 500hPa

颱風在行經到此處時會經過兩高壓單體銜接處的弱點，而有不同的路徑變化產生。而在反聖嬰期間及正常年時則較單純，太平洋副熱帶高壓僅有勢力範圍不同之差異。(資料來源：陳營華、張文瀾、胡文志，1998年)

5. 太平洋副熱帶高壓與颱風的路徑關係



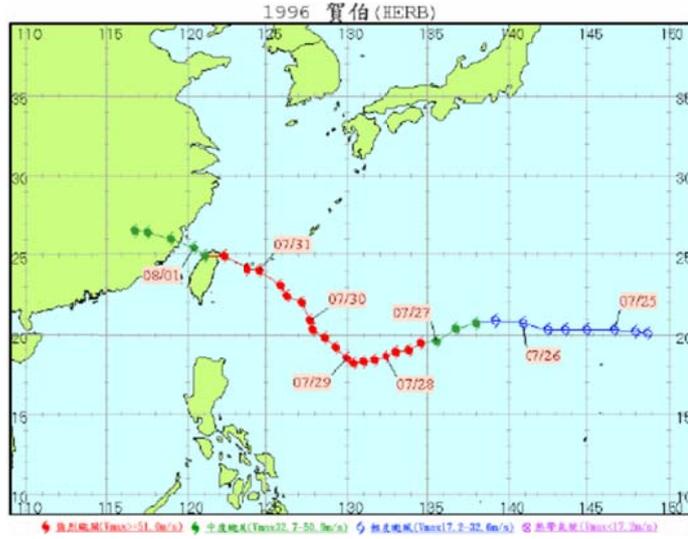
圖五：1997 聖嬰年颱風路徑圖



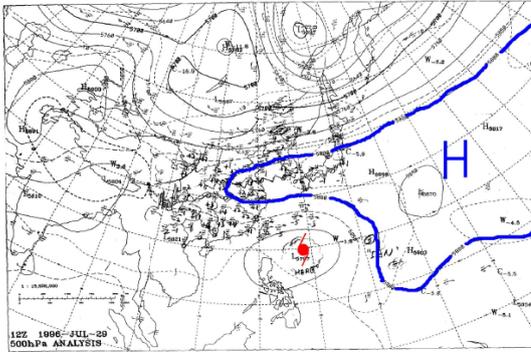
圖六：1998 反聖嬰年颱風路徑圖

從 1997~1998 這兩年典型的聖嬰-反聖嬰現象中可以發現到聖嬰現象如何左右颱風路徑的變化(圖五、圖六)。在 1997 聖嬰年颱風路徑主要是北上轉向，而在 1998 反聖嬰年中除颱風生成位置接近陸地之外，颱風以西行為主要走向。可證明在 1997 聖嬰年時太平洋高壓勢力偏東，造成颱風北轉頻繁。而在 1998 反聖嬰年太平洋高壓勢力偏西且較強，因此颱風主要被其南緣強勁順時氣流帶往西行。(圖片來源：Unisys Weather)

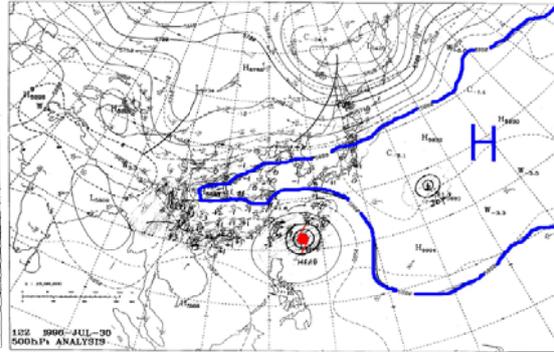
個案：1996 賀伯颱風(Herb)(資料來源：中央氣象局)



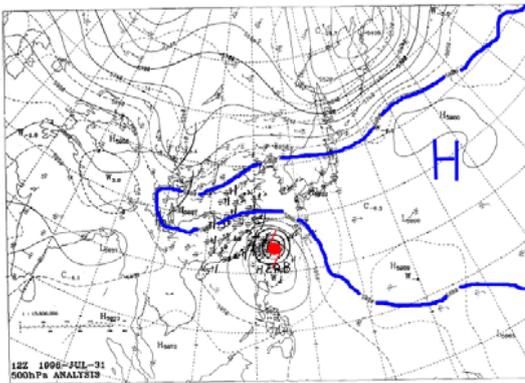
圖七：1996 年賀伯颱風路徑圖(中央氣象局)



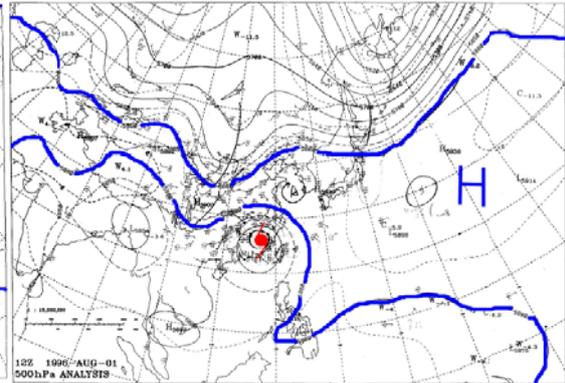
圖八：1996 年 7 月 29 日 12 時



圖九：1996 年 7 月 30 日 12 時



圖十：1996 年 7 月 31 日 12 時



圖十一：1996 年 8 月 1 日 12 時

此高空天氣圖為 500hpa 層面，為觀察副熱帶太平洋高壓勢力最佳層面。而此圖所表示氣壓高低之單位為高度：位勢米，太平洋高壓勢力一般是觀察 5880 等高線來判定此時高壓的主要勢力範圍，但不代表 5880 高度以下之區域即脫離太平洋高壓的影響，只能說此時已不是太平洋高壓實際掌控的地區。

由於中央氣象局之賀伯颱風 500hpa 高空天氣圖檔始於 29 日 00 點，故缺乏前半部 500hpa 天氣圖資料。27 日賀伯路徑忽然從偏西轉西南西前進之詭異動向，推測與當時副熱帶高壓勢力有關，原先導引賀伯朝偏西前進的副熱帶高壓，在 27 日時在其西方忽然向南方延伸，使原本偏東的導引氣流轉為東北東方向，促使賀伯朝西南西方向前進持續至 29 日 00 止。副熱帶高壓勢力再度改變，賀伯此時已來到 130.5°E 18.3°N 之位置，副熱帶高壓則位於其東側呈南-北走向型而在北方向西延伸，暗示著未來賀伯先受南北導向駛流向偏北方前進，到較北端後再度受原先在北端向西延伸的副熱帶高壓偏西之駛流引導，慢慢開始增加向西之分量，朝台灣東北角而來。圖中也可以看到在賀伯東側之小颱風伊恩躲在龐大賀伯的身後，產生藤元效應隨著賀伯環流轉朝北前進，賀伯本身則因強度強及環流龐大，受伊恩影響非常小，因此仍受副熱帶高壓引導為主。

二、研究方法或過程

(一)、研究器材

1. 電腦
2. 網路
3. 使用軟體：Microsoft Excel、Microsoft Word、小畫家

(二)、蒐集資料

1. 確定聖嬰(反聖嬰)現象之強度以及持續時間
 - (1)由美國 NOAA 網站取得海溫距平。
 - (2)由澳大利亞氣象局取得南方濤動指數。
2. 蒐集西北太平洋颱風(1970~2010)年資料
 - (1)由 Unisys Weather 網站取得西北太平洋颱風之路線圖，並與日本氣象廳及國立情報學研究所(NII)對照，確認其正確性。
 - (2)由國立情報學研究所(NII)取得單一颱風之壽命並逐一檢視。
3. 蒐集每月颱風生成數量資料(1970~2010)年
 - (1)由日本氣象廳之颱風取得統計資料。

(三)、資料分析方式

1. 海溫距平(採用 NINO3.4 區數據)
 - (1)強聖嬰期：海溫距平值連續五個月以上均高於 0.4°C ，最高值大於 1.5°C
 - (2)弱聖嬰期：海溫距平值連續五個月以上均高於 0.4°C ，且最高值介於 $0.5\sim 1.5^{\circ}\text{C}$

- (3)正常期：海溫距平值介於 -0.5°C ~ 0.50°C ，或未持續五個月在 0.5°C 以上或 -0.50°C 以下
- (4)弱反聖嬰期：海溫距平值持續五個月以上均低於 -0.4°C ，且最低值介於 -0.5°C ~ -1.5°C
- (5)強反聖嬰期：海溫距平值持續五個月以上均低於 -0.4°C ，且最低值低於 -1.5°C

2. 南方震盪指數(SOI)

澳大利亞氣象局定義：

Sustained positive values of the SOI above +8 may indicate a La Niña event, while sustained negative values below -8 may indicate an El Niño event. Values of between about +8 and -8 generally indicate neutral conditions.

整理如下：

- (1)聖嬰期：SOI 值持續六個月以上為負值，且低於-8
- (2)正常期：SOI 值介於+8 和-8 之間
- (3)反聖嬰期：SOI 值持續六個月以上為正值，且高於+8

3. 颱風最早及最晚生成月份與颱風季長度分析方法

- (1)平均最早生成月份以一年中一至四月以及前一年十至十二月作為標準，判斷該年為聖嬰(反聖嬰)年抑或正常年。如果該年前半年為聖嬰轉反聖嬰(或反聖嬰轉聖嬰)，或為聖嬰(反聖嬰)現象逐漸消失，因為聖嬰現象之影響為逐漸消失，以前一年年底的情形為基準。
- (2)平均最晚生成月份以一年中十至十二月作為標準，判斷該年為聖嬰(反聖嬰)年抑或正常年。如果該年後半年為聖嬰轉反聖嬰(或反聖嬰轉聖嬰)，或為聖嬰(反聖嬰)現象逐漸消失，因為聖嬰現象之影響為逐漸消失，以該年十月作為標準。
- (3)平均最早及最晚生成月份以各時期月份相加再除以各時期總年數。

(4)平均最晚生成月份減去平均最早生成月份即為颱風季長度。

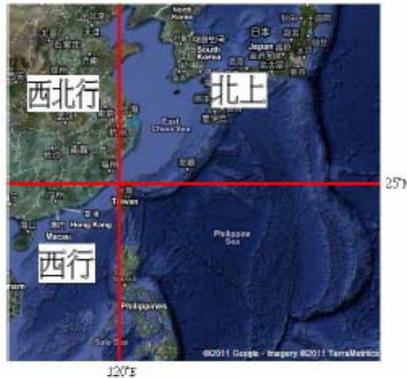
4. 颱風北上及西行分析方法

(1)北上定義：颱風消亡於 120°E 以東， 25°N 以北。

(2)西行定義：颱風消亡於 120°E 以西， 25°N 以南。

(3)西北行定義：颱風消亡於 120°E 以西， 25°N 以北。

(4)消亡定義：凡熱帶氣旋強度低於輕颱下限或熱帶風暴下限，或其暖心結構變性為冷心，即溫帶氣旋，定義為消亡。



圖十二：颱風路徑趨勢分區示意圖

(5)以各時期颱風北上及西行總數除以各時期颱風生成總數即可得颱風北上及西行比例。

5. 颱風登陸各國比例分析方法

(1)由 Unisys Weather 網站取得 1970 年至 2010 年間颱風之路線圖，以颱風強度增強至熱帶風暴且颱風中心觸及陸地為基準判斷是否登陸，日本方面以日本氣象廳所統計資料為準，臺灣以中央氣象局發布陸上颱風警報為準。以各時期所生成總颱風數量除以登陸國家颱風數量及可得颱風登陸各國比例。

(2)各時期之颱風總生成數則取自日本氣象廳所統計資料。

6. 颱風消散於西北太平洋 30°N 以南洋面比例分析方法

(1) 颱風消散定義：熱帶氣旋強度低於輕颱下限或熱帶風暴下限，或其暖心結構變性為冷心，即溫帶氣旋，定義為消亡。

(2) 以各時期於 30°N 以南消散之颱風總數除以各時期颱風總數即可得颱風消散於 30°N 以南比例。

7. 颱風平均壽命分析方法

(1) 由國立情報學研究所(NII)取得各時期颱風壽命，再除以各時期生成颱風總數量即可得颱風平均壽命。

8. 颱風強度比例分析方法

(1) 由 Unisys Weather 網站取得 1971 年至 2010 年間颱風之路線圖及強度，由於日本氣象廳不提供強度，以國立情報學研究所(NII)對照準確度，颱風強度以最強強度為準。

(2) 1970 年無最大風速資料故不列入。

(3) 以各時期之颱風於各強度之數量，再除以各時期颱風總數，可得強度比例。

9. 颱風生成於 140°E 以東和西洋面比例分析方法

(1) 由 Unisys Weather 網站取得 1970 年至 2010 年間颱風之路線圖，以 140°E 為界紀錄其生成於東西洋面之颱風數量，再除以各時期颱風總數。

三、研究結果與討論

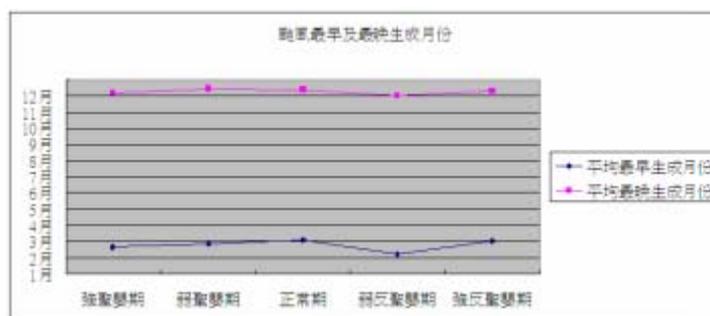
(一)、颱風最早及最晚生成月份與颱風季長度

1. 海溫距平

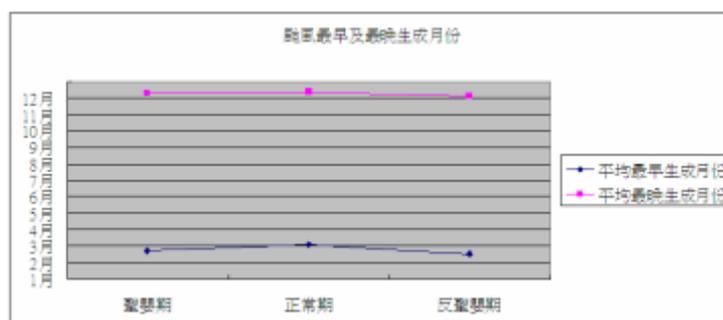
(1) 颱風最早及最晚生成月份

表一

	平均最早生成日數	平均最晚生成日數	平均最早生成月份	平均最晚生成月份
強聖嬰期	49.29	339.86	2.65	12.19
弱聖嬰期	54.29	348.33	2.83	12.46
正常期	60.80	345.07	3.06	12.36
弱反聖嬰期	37.57	333.75	2.23	11.99
強反聖嬰期	58.8	343.5	2.99	12.31
聖嬰期	51.79	343.77	2.74	12.32
反聖嬰期	46.42	337.93	2.55	12.13



圖十三

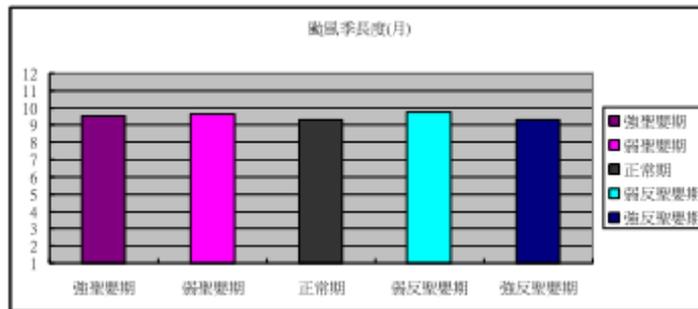


圖十四

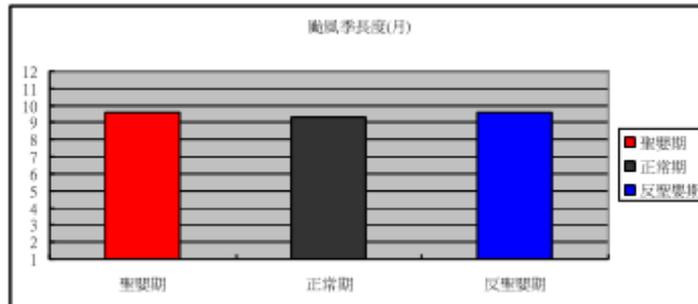
(2) 颱風季長度

表二

	颱風季長度(月)
強聖嬰期	9.54
弱聖嬰期	9.63
正常期	9.3
弱反聖嬰期	9.76
強反聖嬰期	9.32
聖嬰期	9.58
反聖嬰期	9.58



圖十五



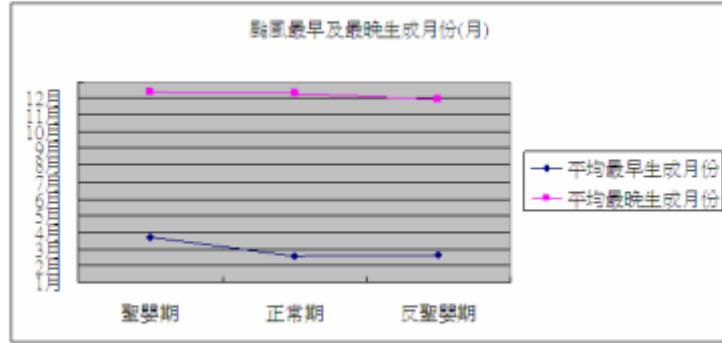
圖十六

2. SOI

(1) 颱風最早及最晚生成月份

表三

	平均最早生成日數	平均最晚生成日數	平均最早生成月份	平均最晚生成月份
聖嬰期	81.43	345.33	3.72	12.37
正常期	47.46	343.78	2.59	12.32
反聖嬰期	49.17	332.25	2.65	11.94

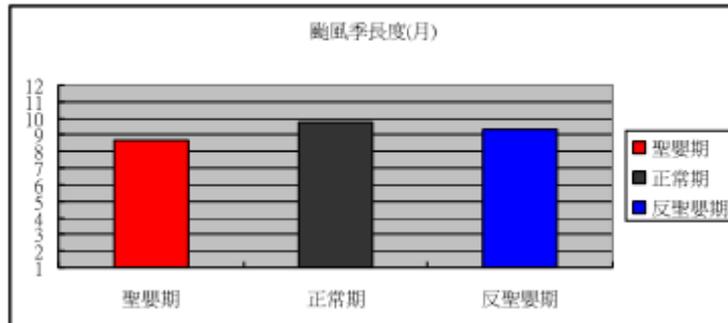


圖十七

(2) 颱風季長度

表四

	颱風季長度(月)
聖嬰期	8.65
正常期	9.73
反聖嬰期	9.29



圖十八

3. 結果：

(1) 由海溫距平統計最早生成月份，正常期颱風生成最晚，於三月初進入颱風季，其次為強反聖嬰期，二月底進入颱風季，再次為弱聖嬰期、強聖嬰期，皆二月底進入颱風季，最後是弱反聖嬰期在二月初進入颱風季，平均聖嬰期二月初進入颱風季，反聖嬰期為三月。統計最晚生成月份，弱反聖嬰時期最早離開颱風季，在十一月底離開颱風季，其次為強聖嬰時期、強反聖嬰時期與正常期，在十二月初離開颱風季，最後弱聖嬰期至十二月中旬離開颱風季。

(2)海溫距平統計得颱風季長度以弱反聖嬰期最長，再來是弱聖嬰期以及強聖嬰期，都超過了九個半月，接著是強反聖嬰期與正常期，也超過了九個月，平均聖嬰期與反聖嬰期都是九個半月，唯有正常期稍短。

(3)由 SOI 值統計，聖嬰期晚於反聖嬰期、正常期進入颱風季，平均三月中旬進入颱風季，反聖嬰期與正常期皆是在二月中旬進入颱風季。反聖嬰期最早離開颱風季，於十一月底，接著為正常期與聖嬰期都在十二月初離開颱風季。

(4)SOI 值統計，正常期的颱風季長度最長，高達九個月又三週，其次為反聖嬰期，九個月又一週，而聖嬰期的颱風季則最短，為八個半月。

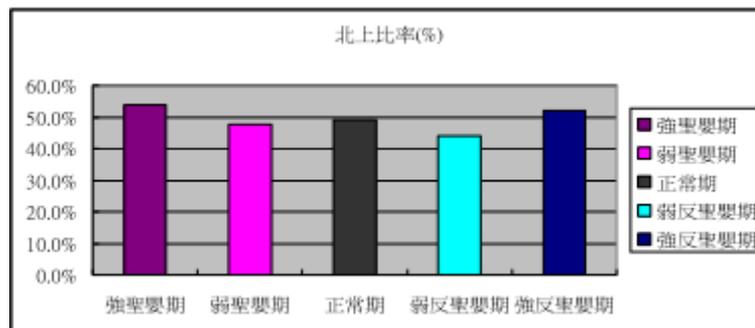
(二)、颱風北上及西行比例

1. 北上比例

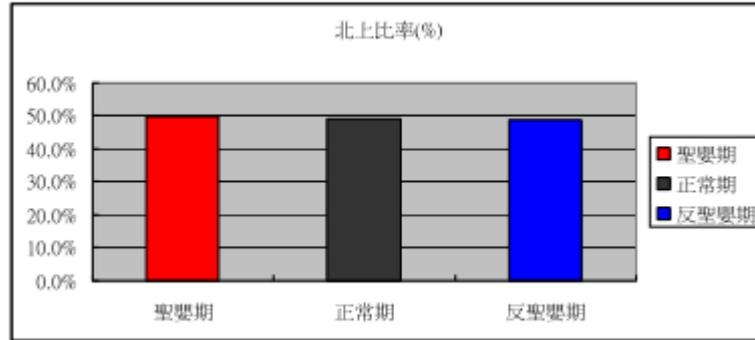
(1)海溫距平

表五

	北上比率(%)
強聖嬰期	54.0%
弱聖嬰期	47.8%
正常期	49.2%
弱反聖嬰期	43.9%
強反聖嬰期	52.0%
聖嬰期	50.0%
反聖嬰期	48.6%



圖十九

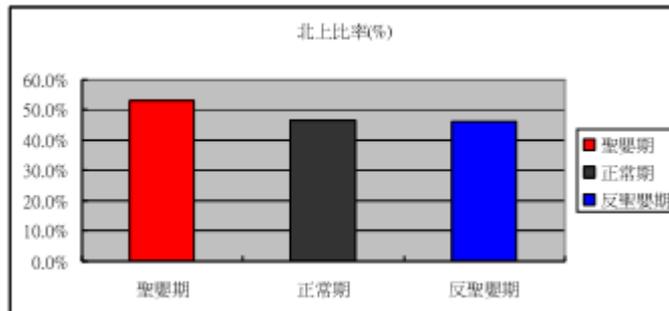


圖二十

(2)SOI

表六

	北上比率(%)
聖嬰期	53.13%
正常期	46.44%
反聖嬰期	46.36%



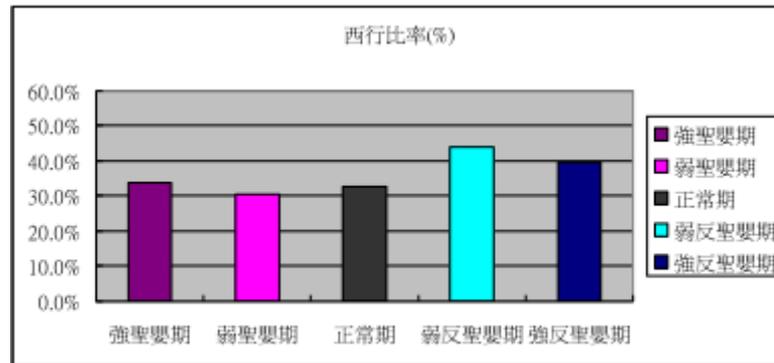
圖二十一

2. 西行比例

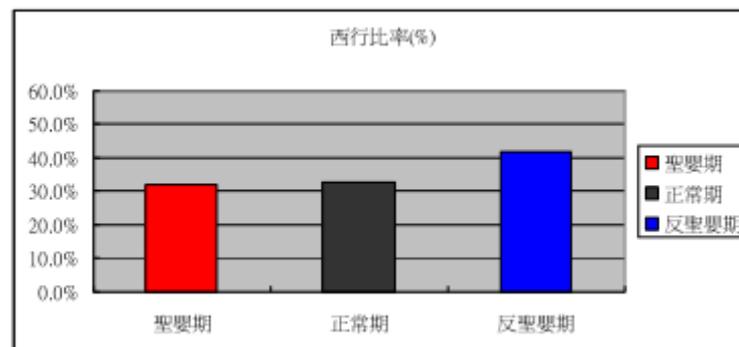
(1) 海溫距平

表七

	西行比率(%)
強聖嬰期	33.9%
弱聖嬰期	30.4%
正常期	32.9%
弱反聖嬰期	43.9%
強反聖嬰期	39.6%
聖嬰期	32.1%
反聖嬰期	41.7%



圖二十二

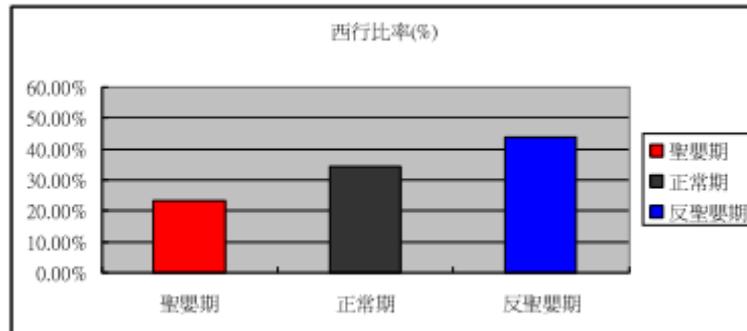


圖二十三

(2)SOI

表八

	西行比率(%)
聖嬰期	23.13%
正常期	34.48%
反聖嬰期	43.64%



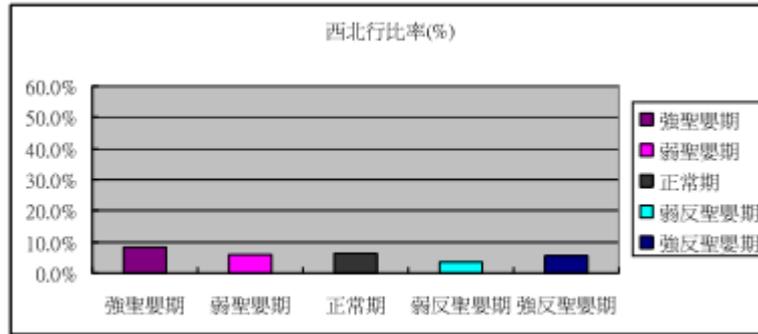
圖二十四

3. 西北行比例

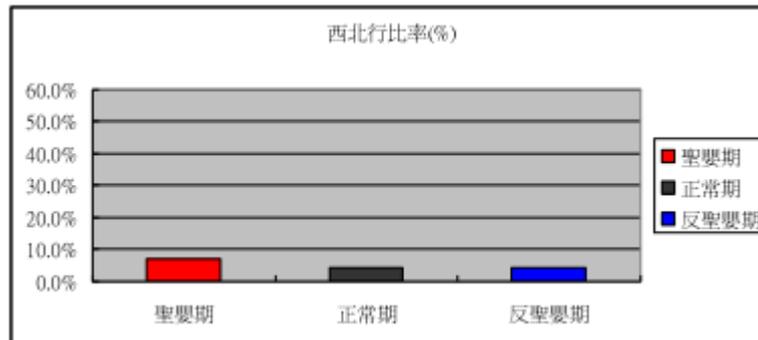
(1)海溫距平

表九

	西北行比率(%)
強聖嬰期	8.33%
弱聖嬰期	5.74%
正常期	6.21%
弱反聖嬰期	3.49%
強反聖嬰期	5.36%
聖嬰期	7.24%
反聖嬰期	4.23%



圖二十五

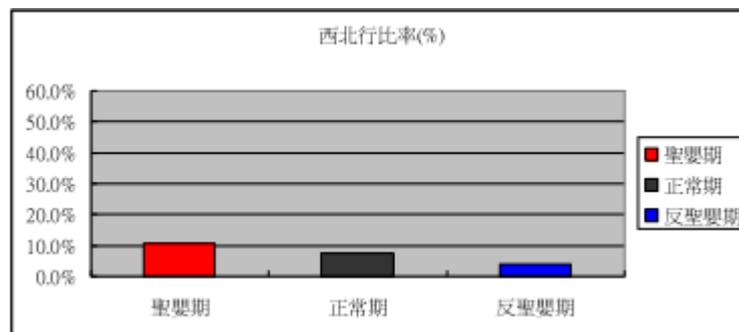


圖二十六

(2)SOI 指數

表十

	西北行比率(%)
聖嬰期	10.56%
正常期	7.63%
反聖嬰期	3.97%



圖二十七

4. 結果：

(1)由海溫距平可見，強聖嬰時期北上比率較高，達 54%機率，強反聖嬰期次之，52%機率，而弱反聖嬰期明顯低於其他時期，44%機率，弱聖嬰期為 48%，正常期為 49%，平均聖嬰期高達 50%機率，反聖嬰則有 49%機率。西行比例以弱反聖嬰期最高，44%機率，強反聖嬰期次之，達 40%，再次為強聖嬰期及正常期，皆於 33%左右，最後是弱聖嬰期，僅有 30%機率，總計聖嬰期為 32%，反聖嬰期為 42%機率。西北行比例是強聖嬰期最高是 8.33%，正常期次之，為 6.21%，再來是弱聖嬰期，5.74%，接下的強反聖嬰期是 5.36%，最後是弱反聖嬰期，3.46%。總計聖嬰期 7.24%高於反聖嬰期的 4.23%。

(2)由 SOI 值統計，聖嬰期北上比率高於其餘二時期，達 53%機率，正常期與反聖嬰期皆為 46%機率。西行比率為反聖嬰期最高，高達 44%機率，正常期也有 35%機率，而聖嬰期僅有 23%機率西行。西北行比例以聖嬰期最高，達到 10.56%，再來是正常期的 7.63%，最後是反聖嬰期的 3.97%。

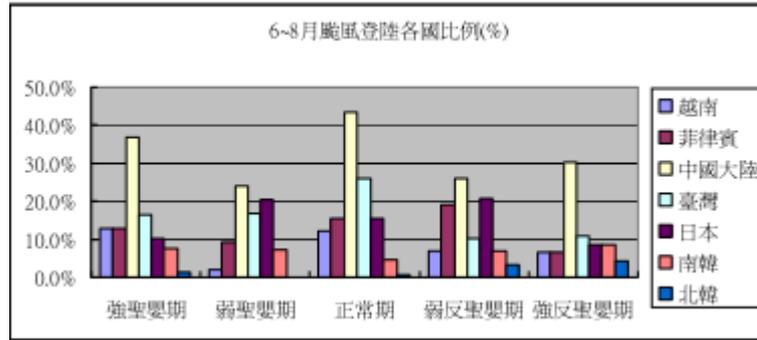
(三)、颱風登陸各國比例

1. 6~8 月颱風登陸各國比例

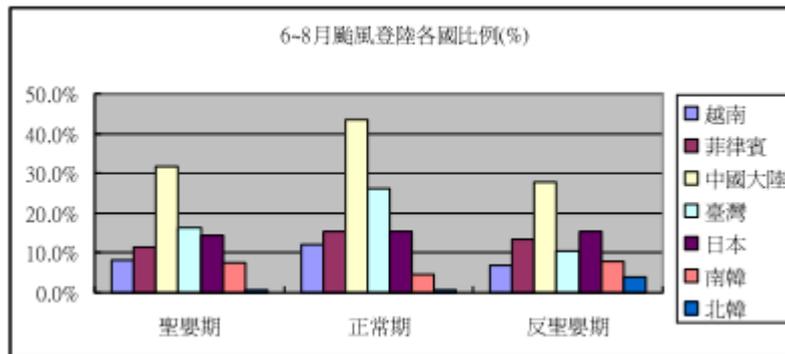
(1)海溫距平

表十一

	越南	菲律賓	中國大陸	臺灣	日本	南韓	北韓
強聖嬰期	12.7%	12.7%	36.7%	16.5%	10.1%	7.6%	1.3%
弱聖嬰期	1.9%	9.3%	24.1%	16.7%	20.4%	7.4%	0.0%
正常期	12.2%	15.3%	43.4%	26.0%	15.3%	4.6%	0.5%
弱反聖嬰期	6.9%	19.0%	25.9%	10.3%	20.7%	6.9%	3.4%
強反聖嬰期	6.5%	6.5%	30.4%	10.9%	8.7%	8.7%	4.3%
聖嬰期	8.3%	11.3%	31.6%	16.5%	14.3%	7.5%	0.8%
反聖嬰期	6.7%	13.5%	27.9%	10.6%	15.4%	7.7%	3.8%



圖二十八

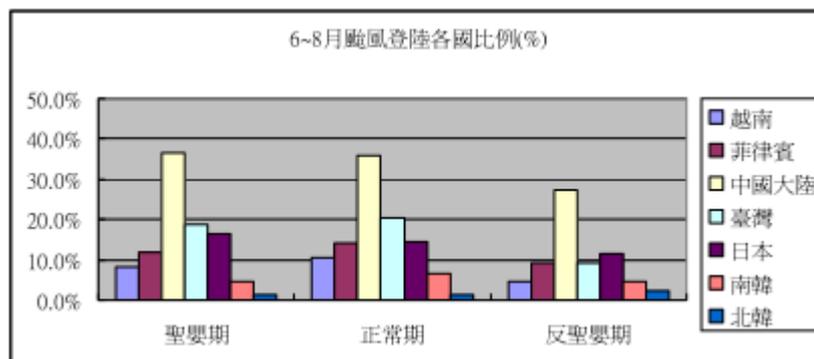


圖二十九

(2)SOI 指數

表十二

	越南	菲律賓	中國大陸	臺灣	日本	南韓	北韓
聖嬰期	8.2%	11.8%	36.5%	18.8%	16.5%	4.7%	1.2%
正常期	10.5%	14.3%	36.0%	20.4%	14.6%	6.7%	1.3%
反聖嬰期	4.5%	9.1%	27.3%	9.1%	11.4%	4.5%	2.3%



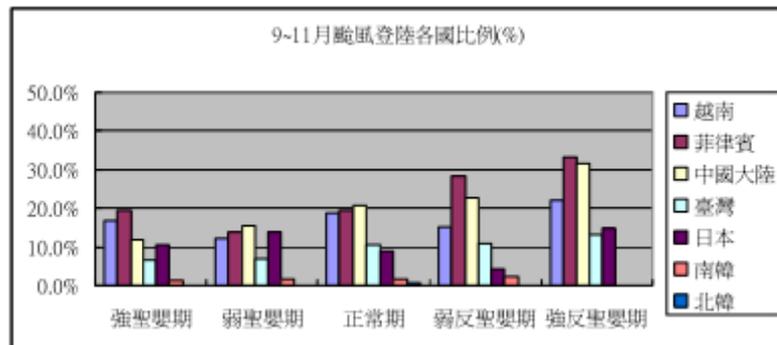
圖三十

2. 9~11 月颱風登陸各國比例

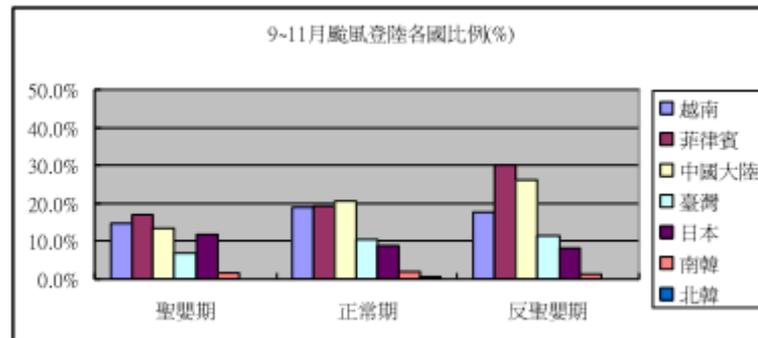
(1)海溫距平

表十三

	越南	菲律賓	中國大陸	臺灣	日本	南韓	北韓
強聖嬰期	16.9%	19.5%	11.7%	6.5%	10.4%	1.3%	0.0%
弱聖嬰期	12.1%	13.8%	15.5%	6.9%	13.8%	1.7%	0.0%
正常期	18.8%	19.4%	20.6%	10.6%	8.8%	1.8%	0.6%
弱反聖嬰期	15.2%	28.3%	22.8%	10.9%	4.3%	2.2%	0.0%
強反聖嬰期	22.2%	33.3%	31.5%	13.0%	14.8%	0.0%	0.0%
聖嬰期	14.8%	17.0%	13.3%	6.7%	11.9%	1.5%	0.0%
反聖嬰期	17.8%	30.1%	26.0%	11.6%	8.2%	1.4%	0.0%



圖三十一

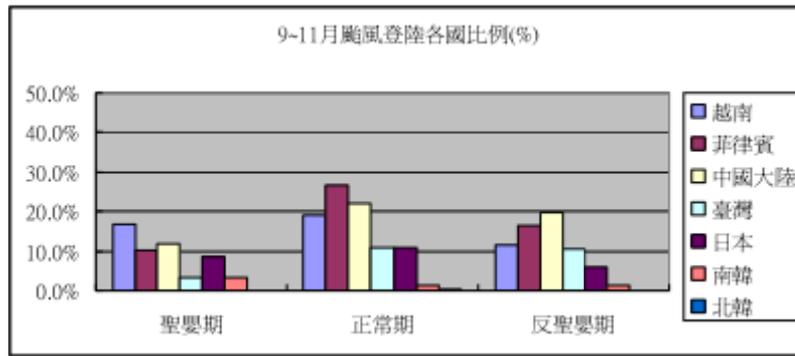


圖三十二

(2)SOI 指數

表十四

	越南	菲律賓	中國大陸	臺灣	日本	南韓	北韓
聖嬰期	16.9%	10.2%	11.9%	3.4%	8.5%	3.4%	0.0%
正常期	19.0%	26.5%	21.9%	10.8%	10.8%	1.3%	0.3%
反聖嬰期	11.6%	16.3%	19.8%	10.5%	5.8%	1.2%	0.0%



圖三十三

3. 結果：

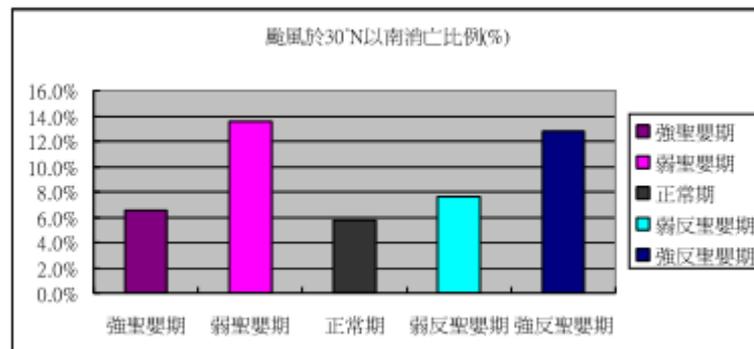
- (1)以海溫距平分析 6~8 月颱風登陸各國比例，臺灣與中國大陸在正常期時受到颱風侵襲的比例最高，越南與菲律賓也皆有相同趨勢，只是較不明顯，而北韓則是在反聖嬰期機率較高，南韓在正常期受到侵襲的機率較低。
- (2)以 SOI 指數分析 6~8 月颱風登陸各國比例，臺灣在反聖嬰時期受到侵襲的機率明顯較低，中國大陸與越南也皆如此，在聖嬰與正常時期的差距也不大，而日本則是在聖嬰期機率最高，菲律賓在正常期機率最高，南韓與北韓各時期差距不明顯。
- (3)以海溫距平分析 9~11 月颱風登各國比例，秋颱在反聖嬰時期侵襲臺灣的機率較高，中國大陸與菲律賓皆有相同趨勢，日本則是在聖嬰期比較容易受到秋颱侵襲，越南則是於正常期機率較高，其餘南韓與北韓無明顯變化。
- (4)以 SOI 指數分析 9~11 月颱風登陸各國比例，臺灣與中國大陸在聖嬰期受到侵襲的比率明顯降低，日本於反聖嬰期的機率最低，越南與菲律賓在正常期機率最高，而南韓在聖嬰期的機率最高，最後北韓在三時期的機率皆一樣。

(四)、颱風消散於西太平洋 30°N 以南洋面比例(6~10 月)

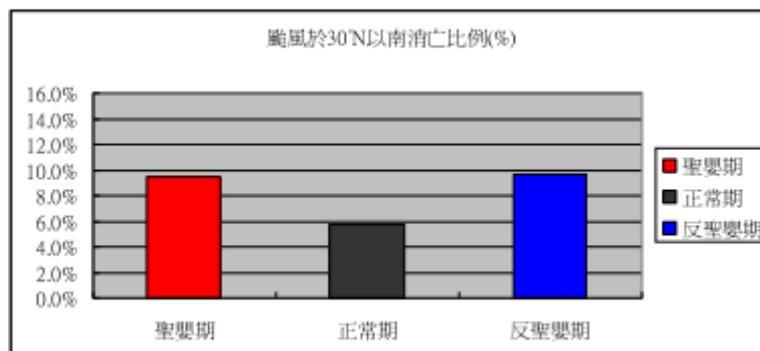
1. 海溫距平

表十五

	颱風於 30°N 以南消亡比例(%)
強聖嬰期	6.5%
弱聖嬰期	13.6%
正常期	5.8%
弱反聖嬰期	7.6%
強反聖嬰期	12.8%
聖嬰期	9.5%
反聖嬰期	9.7%



圖三十四

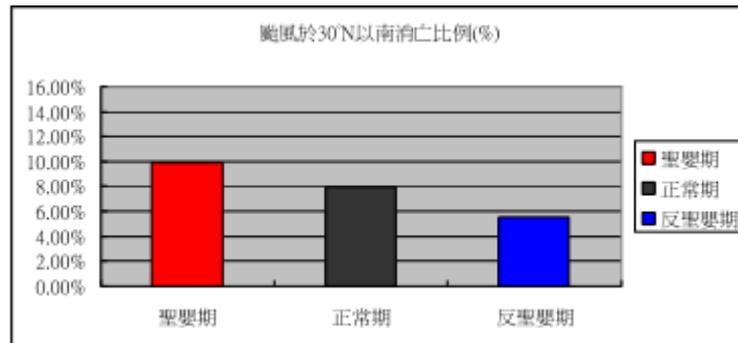


圖三十五

2. SOI

表十六

	颱風於 30°N 以南消亡比例(%)
聖嬰期	9.9%
正常期	8.0%
反聖嬰期	5.5%



圖三十六

3. 結果：

(1)於海溫距平統計，可見弱聖嬰期颱風於溫暖洋面消亡比例最高，高達 13.6%，強反聖嬰期次之，也達 12.8%，再次為弱反聖嬰期 7.6%，強聖嬰期最低，僅有 5.8%颱風消滅於 30°N 以南洋面，正常期則是 6.5%，總計反聖嬰期比例高於聖嬰期 0.2%。

(2)由 SOI 值統計，聖嬰期高於反聖嬰期與正常期達 9.9%，正常期也有 8.0%的比例，反聖嬰期又低於聖嬰期，為 5.5%，總計反聖嬰期低於聖嬰期 4.4%。

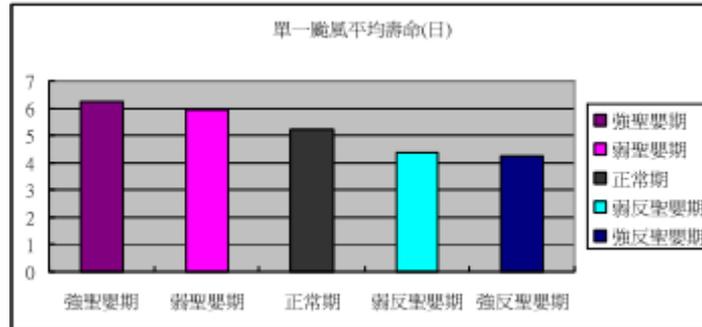
(五)、颱風平均壽命

1. 海溫距平

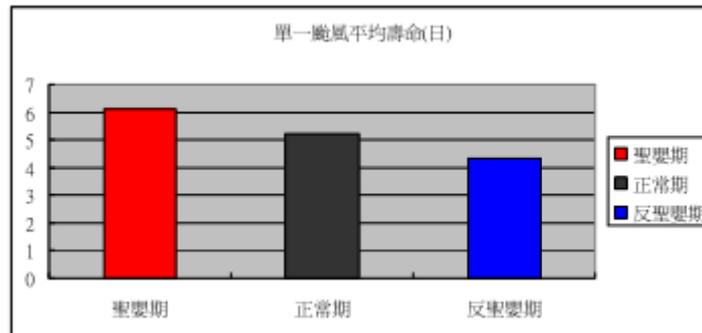
表十七

	單一颱風平均壽命(日)
強聖嬰期	6.23
弱聖嬰期	5.95

正常期	5.23
弱反聖嬰期	4.39
強反聖嬰期	4.25
聖嬰期	6.11
反聖嬰期	4.33



圖三十七

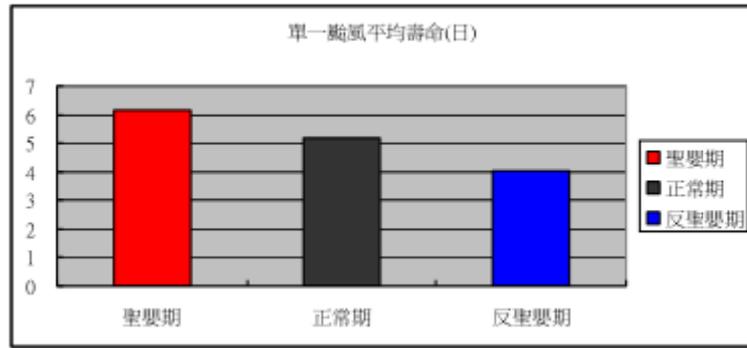


圖三十八

2. SOI

表十八

	單一颱風平均壽命(日)
聖嬰期	6.16
正常期	5.19
反聖嬰期	4.03



圖三十九

3. 結果：

(1)從海溫距平中可見，颱風平均壽命以強聖嬰期最高，弱聖嬰期次之，兩者之平均皆近六日，再次為正常期，也略多於五日，隨著反聖嬰現象增強，颱風壽命也隨著縮短，弱反聖嬰期與強反聖嬰期平均略高於四日，總計聖嬰期壽命長於反聖嬰期，其差距平均高達二日。

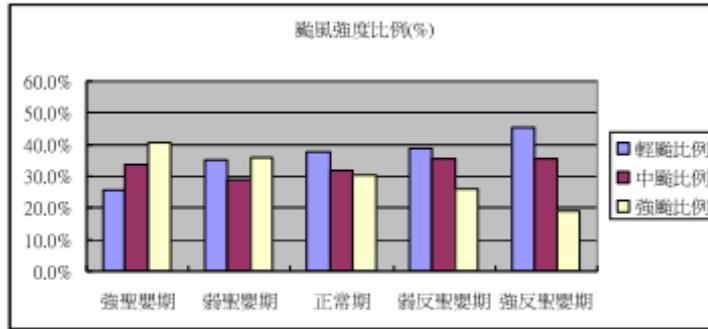
(2)SOI 值統計出聖嬰期高於正常期，平均高達六日，正常期也達到五日之久，反聖嬰期壽命最短，平均僅有四日，颱風於聖嬰期壽命多於反聖嬰期近二日之多。

(六)、颱風強度比例

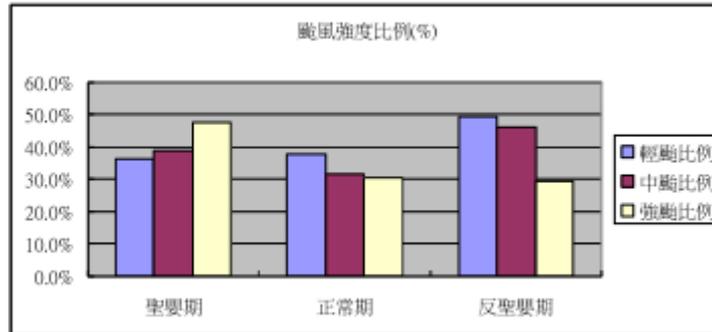
1. 海溫距平

表十九

	輕颱比例	中颱比例	強颱比例
強聖嬰期	25.6%	33.7%	40.7%
弱聖嬰期	35.2%	28.8%	36.0%
正常期	37.7%	31.8%	30.5%
弱反聖嬰期	38.8%	35.4%	25.9%
強反聖嬰期	45.5%	35.5%	19.0%
聖嬰期	36.4%	38.8%	47.5%
反聖嬰期	49.5%	46.1%	29.6%



圖四十四

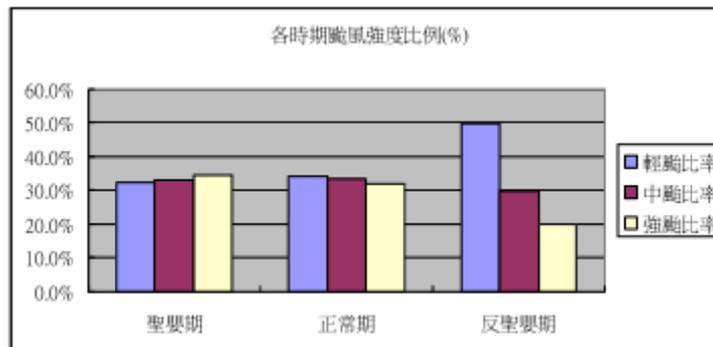


圖四十一

2. SOI 指數

表二十

	輕颱比例	中颱比例	強颱比例
聖嬰期	32.5%	33.1%	34.4%
正常期	34.3%	33.5%	32.2%
反聖嬰期	50.0%	29.8%	20.2%



圖四十二

3. 結果：

(1)以海溫距平統計，強颱風在各時期所佔之比例隨著聖嬰現象減弱及反聖嬰現象增強而下降，輕颱風所佔之比例也隨之升高。在強聖嬰期強颱風比例最高，為 40.7%，中颱風比例 33.7%，輕颱風比例 25.6%。弱聖嬰期強颱風比例為 36%，中颱風比例佔 28.8%，輕颱風 35.2%。正常期強颱風比例 30.5%，中颱風比例 31.8%，輕颱風 37.7%。弱反聖嬰期強颱風所佔比例為 25.9%，中颱風比例 35.4%，輕颱風比例 38.8%。強反聖嬰期強颱風比例為 19%，中颱風比例 35.5%，輕颱風比例 45.5%。總計聖嬰期強颱風比例 47.5%，中颱風比例 38.8%，輕颱風 36.4%。反聖嬰期總計強颱風 29.6%，中颱風 46.1%，輕颱風 49.5%。

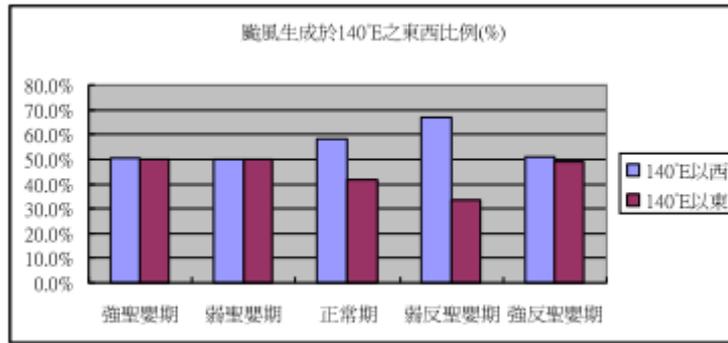
(2)以 SOI 指數統計與海溫距平相同的結果相同，聖嬰期強颱風比例最高，為 34.4%，中颱風比例 33.1%，輕颱風比例 32.5%。正常期強颱風比例為 32.2%，中颱風比例佔 33.5%，輕颱風比例 34.3%。反聖嬰期強颱風比例 20.2%，中颱風比例 29.8%，輕颱風比例 50%。

(七)、颱風生成於 140°E 以東西比例

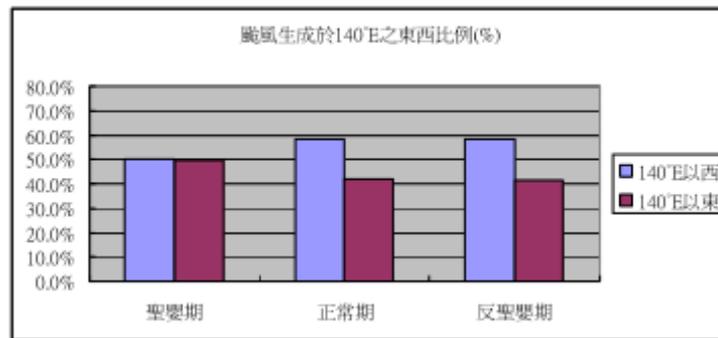
1. 海溫距平

表二十一

	140°E 以西	140°E 以東
強聖嬰期	50.3%	49.7%
弱聖嬰期	50.0%	50.0%
正常期	58.3%	41.7%
弱反聖嬰期	66.7%	33.3%
強反聖嬰期	51.1%	48.9%
聖嬰期	50.2%	49.8%
反聖嬰期	58.5%	41.5%



圖四十三

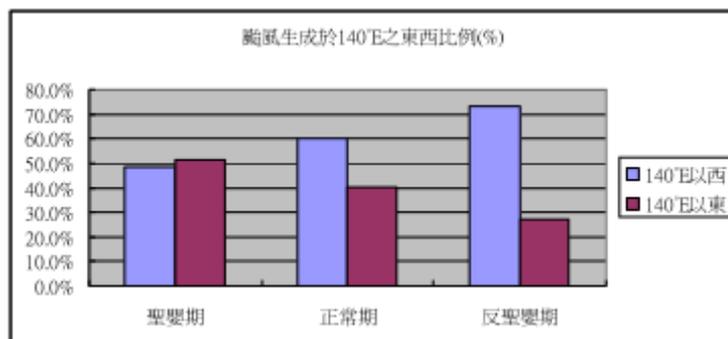


圖四十四

2. SOI 指數

表二十二

	140°E 以西	140°E 以東
聖嬰期	48.4%	51.6%
正常期	59.9%	40.1%
反聖嬰期	73.0%	27.0%



圖四十五

3. 結果：

- (1)以海溫距平統計，颱風生成在 140°E 以西的比例隨著聖嬰現象的消失與反聖嬰現象的增強而增加，卻在強反聖嬰期時比例突然下降。強聖嬰期 140°E 以西佔 50.3%，以東佔 49.7%。弱聖嬰期 140°E 以西佔 50%，以東也是 50%。正常期則是 140°E 以西 58.3%，以東佔 33.3%。弱反聖嬰期 140°E 以西為 66.7%，以東佔 33.3%。強反聖嬰期 140°E 以西 51.1%，以東 48.9%。總計聖嬰期 140°E 以西佔 50.2%，以東則是 49.8%。反聖嬰期 140°E 以西佔 58.5%，以東為 41.5%。
- (2)以 SOI 指數統計，颱風生成在 140°E 以西的比例在聖嬰期較反聖嬰期低，聖嬰期 140°E 以西佔 48.4%，以東佔 51.6%。正常期則是 140°E 以西佔 59.9%，以東佔 40.1%。反聖嬰期 140°E 以西佔 73%，以東佔 27%

(九)、討論

1. 颱風最早及最晚生成月份與颱風季長度

- (1)聖嬰期暖水域集中在赤道東太平洋上，冬季進入夏季時西北太平洋海溫回復速度較慢，因此上半年水溫較低，首個颱風生成不易。反聖嬰時期暖水域集中在西北太平洋，上半年平均海溫較高，提供熱能支持颱風發展，使該年颱風季較早開始。
- (2)颱風最晚生成月份受聖嬰影響不大。新聞關於反聖嬰時冬颱出現機率大的迷思，在此次統計中證實無此現象，反而是聖嬰期末個颱風生成時間點稍晚。
- (3)最晚月份各時期幾近相同，因此直接以最早生成月份的早晚當作颱風季長短的指標。可發現反聖嬰時期颱風季平均較長，應是由於暖水域集中於西北太平洋的赤道上，導致 3、4 月春末時期的海水溫暖，已足夠提供適合颱風的生成條件，促使颱風提早生成，颱風活躍時間偏長。聖嬰期颱風季長度較短，可能與暖水域集中在赤道東太平洋，使西北太平洋海溫回復速度較慢，颱風季長度偏短。在海溫距平，結果與估計不同，

聖嬰與反聖嬰期之颱風季長度相等的結果，可能是颱風最早生成月份的區別不夠大，因此得到等長的結果。

2. 颱風路徑趨勢

(1)從統計(1)北上比率統計中可得知，在聖嬰事件中可見颱風北上轉向日本、朝鮮半島比率較高，而反聖嬰期颱風北上機率較低，尤其以 SOI 值統計最為明顯，推論在 SOI 低值期，聖嬰現象發生時赤道低壓帶偏弱且沃克環流輻合區東移，此時哈得來環流偏弱，在 30°N 附近的下沉氣流也隨之減弱，故太平洋副熱帶高壓主體勢力環流偏東且較弱，有時甚至在 130°E 附近勢力弱點處容易有斷裂情形發生，使颱風在進入 130°E 以西，太平洋副熱帶高壓勢力邊緣開始轉向並突破副高弱點朝北做拋物線路線。反聖嬰期間太平洋副熱帶高壓勢力偏西且較強，有時甚至偏南，颱風在進入 130°E 以西後，持續受太平洋副熱帶高壓南緣偏東氣流引導，較難北上，故北上比率較低。

(2)統計(2)西行比率統計中，可發現結果與討論(一)相反，反聖嬰期西行比例皆比聖嬰及正常期要高，尤以弱反聖嬰期最為明顯，而聖嬰期颱風西行的比率為最低。原因與討論(一)一致，受副熱帶太平洋高壓影響。

(3)颱風西北行的統計，由於樣本數過少，有待進一步分析。颱風在登陸後，少了海洋提供潛熱，強度衰減較快，還未進入 25°N 以北 120°E 以西即消亡。聖嬰期颱風強度較強(統計六)，有足夠能量支持，而反聖嬰期颱風強度較弱，在未進入沿岸陸地即消亡。

3. 颱風登陸各國比例

(1)圖表中可見中國大陸遠超越其餘國家，歸因於其幅員遼闊，使颱風長驅直入比率偏高。細分為夏(6~8月)與秋(9~11月)兩季，比對颱風侵襲各國的變化。關鍵在於太平洋高壓在不同季節型態及強度上的變動，夏天環流情勢較單純，西北太平洋大致上由太平洋高壓所掌控。而秋季北方西風帶趨於活躍，西風槽伴隨地面冷空氣南下，打擊太平洋高壓勢力，

颱風走向較多變化。太平洋高壓強度的改變可能是由於海溫的變化。由於海面水溫有滯後的現象，也就是秋季海溫高於夏季，導致太平洋高壓強度的變動，秋季時海溫較高也使太平洋高壓強度比夏季略強。夏季颱風登陸各國比例呈不同數值，侵襲東南亞各國比例聖嬰期高於反聖嬰期，而 SOI 也呈現相同趨勢。但是缺乏公認性的資料，原因有待深入研究。

(2)秋天時大氣型態轉變，我們發現東南亞在反聖嬰時期易受颱風侵襲。東北亞各國則在颱風侵襲易受聖嬰期。與研究(二)之結果相符。秋季東南亞各國遭颱風侵襲比例高於夏季，在反聖嬰期時更明顯。可能與太平洋高壓季節性變動有關，秋季海面水溫達到整年最高峰，此時太平洋高壓強度較強，但北風西風帶開始活躍，導致太平洋高壓勢力易受西風槽南下影響而被往南擠壓，颱風被太平洋高壓順時氣流帶往西方。反聖嬰時期更加強此影響。台灣反聖嬰時期秋颱較多，颱風生成位置偏西，侵臺比例偏高，導致應變時間較短。

(3)透過統計二及統計三的比對，聖嬰時期颱風偏北轉向比例偏高，影響東北亞國家。而反聖嬰時期颱風西行比例居多，影響東南亞國家。

4. 颱風消散於西太平洋 30°N 以南洋面比例(6~10 月)

(1) 此統計討論颱風在低緯洋面上之非正常消散現象。一般認為颱風只要在適當海水溫度及未接觸陸地受到破壞，即可有效存活並持續發展，但可發現還是有颱風在低緯度洋面消亡。颱風消散有多種可能，像垂直風切增大或是受其他颱風的影響，也可能是該颱風形成初期結構不佳及強度較弱，抵抗外在因素能力也較低。

(2)聖嬰期颱風強度較強，颱風較能抵抗外在因素的影響，也可能此時太平洋高壓勢力較弱且略偏高緯，颱風受其下沉氣流之影響範圍較小，故在聖嬰期颱風於低緯洋面消亡比例較反聖嬰期低。反聖嬰期颱風強度偏低，雖數目較多，但抵抗外在因素能力較低，且反聖嬰期太平洋高壓較強且位置偏西南，使得較強勁的下沉氣流盤據在颱風發展空間上，削弱颱風的發展，促使其減弱甚至消散，故反聖嬰期颱風於 30°N 以南洋面消

亡比例最高。以上僅是推測之原因，颱風的非正常消散牽涉之變因過於龐大，聖嬰現象只是部分層面之影響，在不同的震盪週期中可能也會受到不等的影響。

(3)此統計僅有六十餘個颱風在西太平洋 30°N 以南洋面消散，與 1970 至 2010 年之間的上千個颱風之下相形單薄，可能由於樣本數量過少導致相關性不明顯。

5. 颱風平均壽命

(1) 聖嬰現象愈強，颱風平均壽命愈長。聖嬰期暖水域集中於東太平洋，導致沃克環流隨著暖水域的移動而向東移至東太平洋中部，氣流輻合區由西太平洋移至東太平洋中部。也就是低壓生成位置偏東，統計(七)中發現，聖嬰期颱風生成位置偏東，離太平洋西岸陸地較遠，有較長時間發展，平均壽命較長。反聖嬰期則相反，由於暖水域偏西，因此赤道中東太平洋一帶海水異常降溫，沃克環流也受影響往西移動，氣流輻合區也西移，所以颱風生成位置偏西，離太平洋西岸陸地較近，在海上停留時間較短，所以反聖嬰時期颱風平均壽命偏短。

6. 颱風強度比例

(1)此統計是統計(六)的延伸，聖嬰時期颱風平均壽命較長，強度也較強，在海面滯留時間增長，有較充足的時間吸收能量，故強度易增強。而反聖嬰期颱風平均壽命較短，在海上停留的時間也較短，發展時間受限，強度較弱。

7. 颱風生成於 140°E 以東西比例

(1)聖嬰期颱風易在偏東(140°E 以東)海域誕生，偏西生成的比率比其他同期低。可能由於聖嬰期東太平洋赤道一帶海溫偏高，導致渥克環流向東移動，赤道輻合帶也向東移動，使颱風易在偏東洋面生成。反聖嬰時期則由於西北太平洋海溫偏高，沃克環流和赤道輻合帶向西移動，颱風較易在偏西(140°E 以西)生成。

四、結論與應用

- (一)、聖嬰期第一個颱風較晚生成，颱風季長度也較短。反聖嬰時期首個颱風較早生成，颱風季長度也較長。
- (二)、聖嬰期颱風較易偏北轉向，此時東北亞沿岸國家受颱風侵襲的比例比其他時期高，以日本及南韓最需注意。反聖嬰時期颱風較易西行，東南亞沿岸國家受颱風侵襲的比例最高，越南、菲律賓及中國大陸最需注意，應與太平洋高壓的強度位置有關。
- (三)、臺灣在正常期的夏季受颱風侵襲的比例最高，而反聖嬰現象時，臺灣、中國大陸與菲律賓都易受秋颱影響。
- (四)、聖嬰期颱風平均壽命最長，應是聖嬰期赤道太平洋暖水域東移，使颱風易生成於 140°E 以東，而颱風在海面滯留時間增長，也使強颱發生頻率增加。
- (五)、防災須注意反聖嬰時期颱風季較長，抗颱備戰時間也較長，且颱風容易西行，東南亞國家需多加戒備可能面臨較多颱風侵襲，臺灣於反聖嬰時期秋颱發生頻率增加，且生成至登陸時間較短，考驗防災應變能力。聖嬰時期颱風平均壽命較長且強度較強，須注意強颱較多，防災需多加準備。

五、參考文獻

(一)文獻來源

1. 中央氣象局 <http://www.cwb.gov.tw/>
2. 中國氣象局國家氣候中心 <http://cmdp.ncc.cma.gov.cn/cn/>
3. 日本氣象廳 <http://www.jma.go.jp/jma/>
4. 日本 Newton Press 株式會社，2010 年。徹底瞭解氣象。Newton 量子科學雜誌，37 期，16-50。
5. 北本朝展@國立情報學研究所(NII) <http://agora.ex.nii.ac.jp/~kitamoto/>
6. 江博楨、周亞賢、林集揚。《二十世紀後期聖嬰與西北太平洋的關係》。第四十七屆中小學科學展覽會，桃園縣，2007 年。
7. 林欣怡。《應用衛星資料反演之海氣能量參數分析年際大氣環境差異對颱風生成條件之影響》。中央大學大氣物理研究所 碩士論文，桃園縣。2008 年
8. 林筱婷。《影響夏季西北太平洋副熱帶高壓年際變化之氣候因子》。中央大學大氣物理研究所 碩士論文，未出版，桃園縣，2010 年。
9. 美國國家海洋和大氣管理局(NOAA) <http://www.noaa.gov/>
10. 陳營華、張文瀾、胡文志。《厄爾尼諾與西北太平洋的熱帶氣旋》。香港天文台論文，未出版，香港，1998 年。
11. 維基百科
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/Wikipedia:%E9%A6%96%E9%A1%B5>
12. 柳中明、劉彥蘭。本土科普叢書 6《尼諾與妮娜—聖嬰、反聖嬰的警訊》。台北市。新新聞文化，2000 年。
13. 澳大利亞氣象局 <http://www.bom.gov.au/>

14. M.C. Wu, W.L. Chang & W.M. Leung 。《Impacts of El Nino-Southern Oscillation Events on Tropical Cyclone Landfalling Activity in the Western North Pacific》。香港天文台論文，香港，2004 年。
15. Unisys Weather <http://weather.unisys.com/hurricane/>
16. JTWC 聯合颱風警報中心 <http://www.usno.navy.mil/JTWC/>

評語

本研究利用統計分析研究聖嬰與反聖嬰時期，西北太平洋颱風的路徑、生命期、颱風強度、颱風季長短、以及各國被颱風侵襲的次數。

建議：

- (一) 本研究未來宜改進資料分析方法，在展示平均值的同時，也標示標準差的大小，以確保各種所謂的趨勢變化，是否大於變化量的範圍。
- (二) 建議在分析颱風侵襲次數的研究時，能將大陸沿海地區分為南北兩段，分開統計，以反應颱風北向前進與否之特性。

優點：

對要研究的議題有深入的瞭解。

缺點：

對照現存許多的聖嬰與颶風之關連性研究，本研究並沒有超出這些研究的範疇，結論亦無新意。本研究嘗試將聖嬰現象分得更仔細，如強聖嬰期、聖嬰期、弱聖嬰期、強反聖嬰期、反聖嬰期、弱反聖嬰期等，然而這樣分期的意義並不大，甚而可能也有錯失產生，尤其聖嬰現象本身相當複雜，這樣的分期相當有問題。

建議改進事項：

西北太平洋颶風受到多種因素影響，而聖嬰現象發生的原因尚不確定，做這兩個現象的相關並不明智。