

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 地球與行星科學科

第三名

051906

聖嬰-南方震盪現象對颱風的影響

學校名稱：臺中市私立曉明女子高級中學

作者： 高二 蒲姿佑 高二 辛詠瑄 高二 柯欣妤	指導老師： 鍾菴菱 歐世新
---	-----------------------------

關鍵詞：颱風、聖嬰現象、暖池

摘要

本研究的目的是在於探討聖嬰-南方震盪現象(ENSO)對颱風生成數量、風速強度與颱風到達最大風速所需時間的影響。

本研究使用聯合颱風警報中心(JTWC)的衛星觀測資料，依美國海洋暨大氣總署(NOAA)觀測的海洋聖嬰指數(ONI)區分成不同 ENSO 年份，統計 1982 年~2014 年的颱風數量、風速、到達最大風速所需時間，分析颱風的特性。

本研究發現：

1. 反聖嬰年的年平均颱風數量少於正常年與聖嬰年。
2. 聖嬰年的強颱風數量較多，反聖嬰年的輕颱風數量較多。
3. 颱風達到最大風速所需時間有減少的趨勢。

本研究證實聖嬰-南方震盪現象(ENSO)會對颱風特性有一定的影響，期望能在未來更進一步找出影響颱風到達最大風速所需時間的確切原因。

壹、研究動機

溫暖海水(約 27°C以上)、潮濕空氣、科氏力及大氣擾動為形成颱風的四個主要條件。海水表面的平均溫度(Sea Surface Temperature, 後述簡稱 SST)於聖嬰-南方震盪現象期間(El Nino Southern Oscillation, 後述簡稱 ENSO)的溫度與分布較常年不同，而溫暖海水是形成颱風的重要條件之一，引起我們對於聖嬰現象和颱風之間的關係的好奇心，因此我們希望能藉由載自 Joint Typhoon Warning Center (JTWC)數據來分析 ENSO 和颱風之間的關係。

貳、研究目的

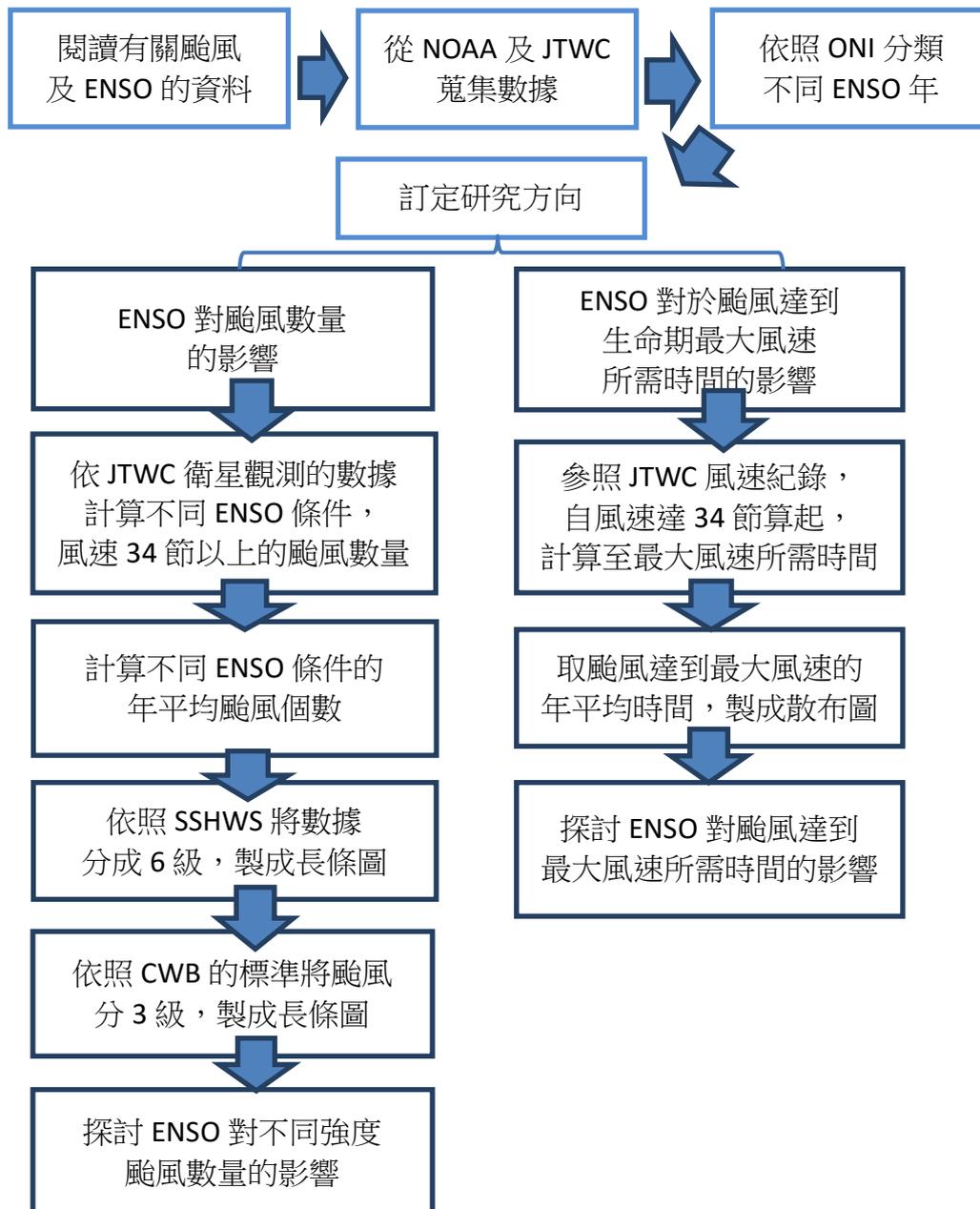
我們希望藉由數據分析探討 ENSO 現象和颱風之間的關係：

- 一、ENSO 對於颱風強度和數量的影響。
- 二、ENSO 對於颱風達到最大風速所需時間的影響。

參、實驗設備及器材

- 一、電腦
- 二、Excel
- 三、JTWC 和 National Oceanic and Atmospheric Administration 的觀測數據

肆、研究過程與方法



一、文獻探討

(一) ENSO：

ENSO 為海洋和低層大氣交互作用所產生的結果。

赤道東風，使東側斜溫層較冷的海水湧升遞補表層暖水，因而造成祕魯外海 SST 較低。若赤道東風減弱使暖池東移，祕魯外海湧升流減弱，SST 比平均值高，稱為聖嬰現象；反之，稱為反聖嬰現象。赤道東西兩側海域溫度變化，氣溫與氣壓也發生差異，因此將海溫和氣壓改變合稱為聖嬰－南方震盪現象(El Nino Southern Oscillation，簡稱 ENSO)。

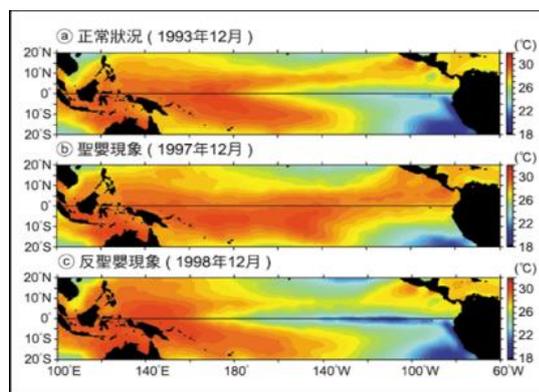


圖 1

(二) ONI：

聖嬰指數(Oceanic Niño Index，簡稱 ONI)是將太平洋赤道分成 4 個區域，取其中 $140^{\circ}W \sim 170^{\circ}W$ 的區域稱為 Nino3.4(圖 2)，若此區域季平均 SST 超過 $+0.5^{\circ}C$ ，稱為聖嬰現象；若低於 $-0.5^{\circ}C$ ，則稱為反聖嬰現象。

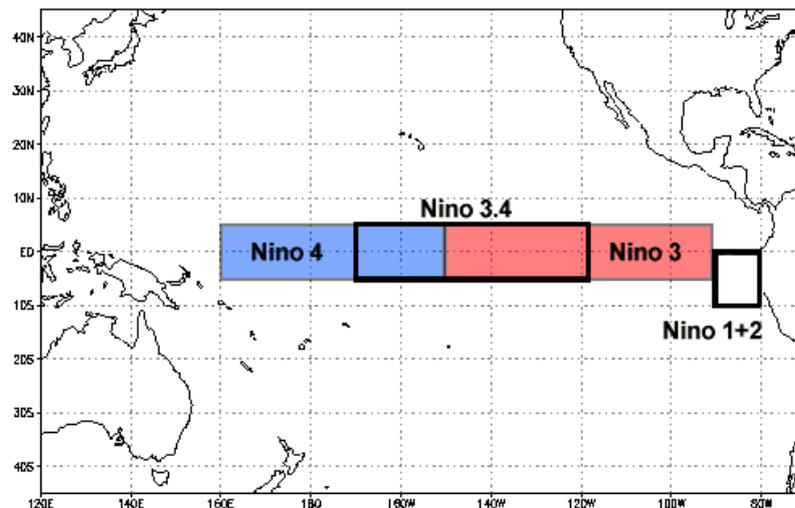


圖 2

(三) 颱風形成：

颱風形成之必要條件主要有四：溫暖的表層海水、低層大氣擾動、足夠的水氣及科氏力，因此颱風多半成形於南北緯 5 度到 30 度間。當海洋上形成的熱帶氣旋風速達到 17.2m/s (或 34 節)，則稱為輕度颱風或熱帶風暴(Tropical Storm)。

二、資料來源

(一) 聖嬰現象：

SST 的觀測數據來自美國海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration，簡稱 NOAA)，以 ONI 判斷。

1. 定義一年為 5 月至隔年 4 月，本研究採 1982 年 5 月至 2014 年 4 月的數據。
2. 若一年內，連續 5 個月 ONI 指數都大於 0.5，稱為聖嬰年；小於-0.5 稱為反聖嬰年；介於 0.5 和-0.5 之間則為正常年。
3. 將年份與現象整理如表 1。

ENSO 條件	年份	數量
正常年	1989, 1990, 1992, 1993, 1996, 2001, 2003, 2012, 2013	9
聖嬰年	1982, 1986, 1987, 1991, 1994, 1997, 2002, 2004, 2006, 2009	10
反聖嬰年	1983, 1984, 1985, 1988, 1995, 1998, 1999, 2000, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011	13

表 1

(二) 颱風：

颱風的觀測數據來自聯合颱風警報中心(Joint Typhoon Warning Center，簡稱 JTWC)。JTWC 測量風速時，使用 1 分鐘平均風速，與中央氣象局(Central Weather Bureau，簡稱 CWB)，所使用的 10 分鐘平均風速不同。

1. 同上述，定義一年為 5 月至隔年 4 月，本研究採 1982 年 5 月至 2014 年 4 月的數據。
2. 使用西北太平洋的颱風數據，此數據每 6 個小時記錄一次中心附近最大風速。本研究以颱風之最低風速 34 節為標準，選取風速 34 節以上的數據。

3. 將颱風依薩菲爾-辛普森颶風分級(Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale，簡稱 SSHWS)和 CWB 分級標準區分強度。(分級標準見表 2)

SSHWS	風速(節)
TS	34-63
C1	64-82
C2	83-95
C3	96-112
C4	113-136
C5	> 137

表 2

CWB	風速(節)
輕颶	34-63
中颶	64-99
強颶	> 100

表 3

三、研究方向與方法

(一) 方向：

1. ENSO 對於強颶數量的影響
2. ENSO 對於颶風達到生命期中最大風速所需時間的影響

(二) 方法：

依據前述，統計 1982~2014 共 32 年裡，不同 ENSO 條件的年平均生成颶風個數。

1. ENSO 對於強颶數量的影響

- (1) 依據 JTWC 的風速紀錄，將不同 ENSO 條件生成的颶風數據依照 SSHWS 分成 6 級(TS、C1~C5)。但是，不同 ENSO 條件的年平均颶風數量不同，因此分別以數量和百分比繪製長條圖，表現其差異。
- (2) 依照 CWB 颶風分級標準，分成輕颶、中颶、強颶，並分別以數量和百分比繪製長條圖。

2. ENSO 對颶風最大風速的影響

- (1) 依據 JTWC 的風速紀錄，自風速達 34 節算起，計算每次颶風至最大風速所需之時間。
- (2) 取颶風達到最大風速所需時間的年平均值，製成散布圖。

伍、研究結果

一、ENSO 對於強颱風數量的影響

(一) 依照 SSHWS 將颱風分成 6 個等級，探討不同級數颱風的數量與 ENSO 之間的關係，依據圖 3、圖 4、表 3：

1. 年平均颱風生成數量正常年有 28.1 個，聖嬰年比正常年少約 3 個，而反聖嬰年比正常年少約 7 個。
2. 不論哪一種 ENSO 條件，TS 的數量比例皆是六種風速等級中最多：正常年佔 34%，聖嬰年和正常年的比例相似，而反聖嬰年比其他兩種多約 10%。
3. 不論哪一種 ENSO 條件，C3 的數量比例最少：正常年與聖嬰年都佔 8%，反聖嬰年比其他兩種少約 2%。
4. 聖嬰年的 TS 比例和正常年相似，而 C1 比例只佔 17%，比正常年少了 3%；C5 佔 13%，比正常年多 3%。
5. 反聖嬰年的 TS 比例比正常年多 10%，而 C3 比例只佔 6%，比正常年少了 2%；C4 則佔 12%，比正常年少 4%；C5 佔 8%，比正常年少 2%。

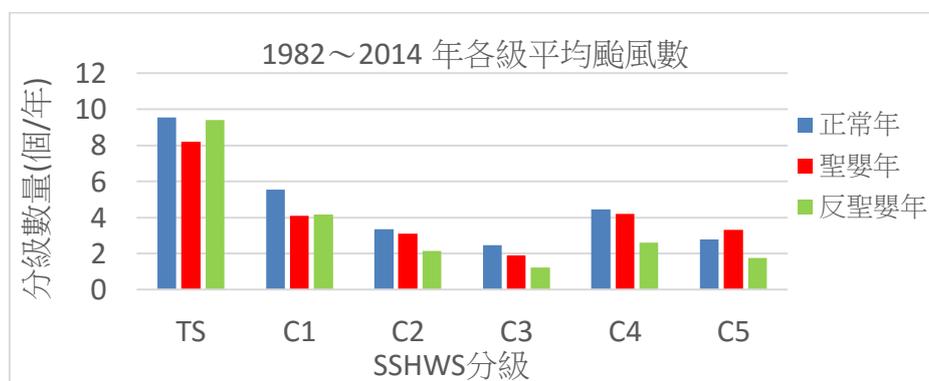


圖 3

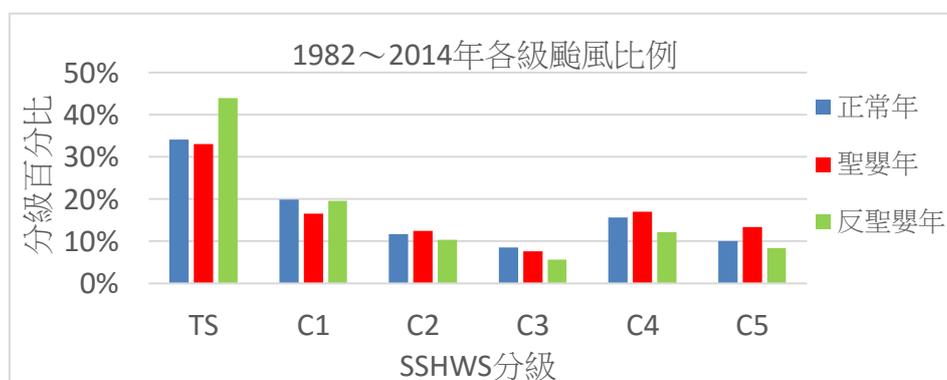


圖 4

分級	風速	數量			比例		
		正常年	聖嬰年	反聖嬰年	正常年	聖嬰年	反聖嬰年
TS	34~63	9.6	8.2	9.4	34%	33%	44%
C1	64~82	5.6	4.1	4.2	20%	17%	20%
C2	83~95	3.3	3.1	2.2	12%	13%	10%
C3	96~112	2.4	1.9	1.2	9%	8%	6%
C4	113~136	4.4	4.2	2.6	16%	17%	12%
C5	137~	2.8	3.3	1.8	10%	13%	8%
總和		28.1	24.8	21.4	100%	100%	100%

表 4

(二) 依照 CWB 颱風分級標準將颱風分成 3 個等級，並探討不同級數颱風的數量與 ENSO 之間的關係，依據圖 5、圖 6、表 4：

1. CWB 分級標準的輕颱等同 SSHWS 的 TS，反聖嬰年的輕颱比例 44%，比其他兩種年多約 10~11%。
2. 正常年的中颱比例 39%，比其他兩種年多約 9~10%。
3. 聖嬰年的強颱比例 38%，比其他兩種年多約 11~12%。

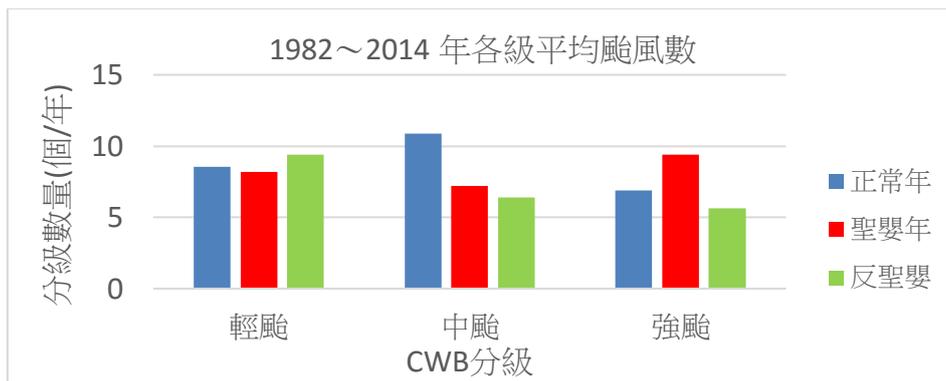


圖 5

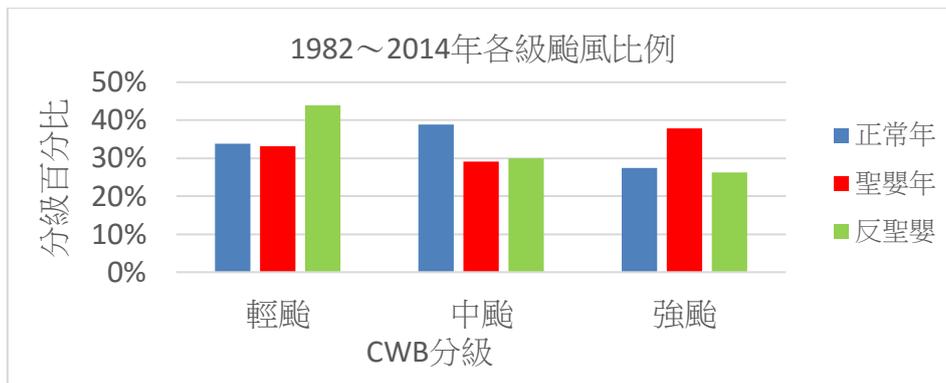


圖 6

分級	風速	數量			比例		
		正常年	聖嬰年	反聖嬰年	正常年	聖嬰年	反聖嬰年
輕颱	34~63	9.5	8.2	9.4	34%	33%	44%
中颱	64~99	10.9	7.2	6.4	39%	29%	30%
強颱	100~	7.7	9.4	5.6	27%	38%	26%
總和		28.1	24.8	21.4	100%	100%	100%

表 5

二、ENSO 對颱風最大風速的影響

(一) 颱風生命期中的最大風速，依據圖 7、表 6：

1. 聖嬰年的平均最大風速 89.2 節，比正常年快 5 節、比反聖嬰年快 10 節。
2. 正常年的平均最大風速變化最小，標準差 2.8；反聖嬰年變化最大，標準差 6.2。
3. 正常年和聖嬰年的最大風速隨時間變化的趨勢不明顯，反聖嬰年的最大風速有增強的趨勢，近十年的平均最大風速比全部平均快 3 節。

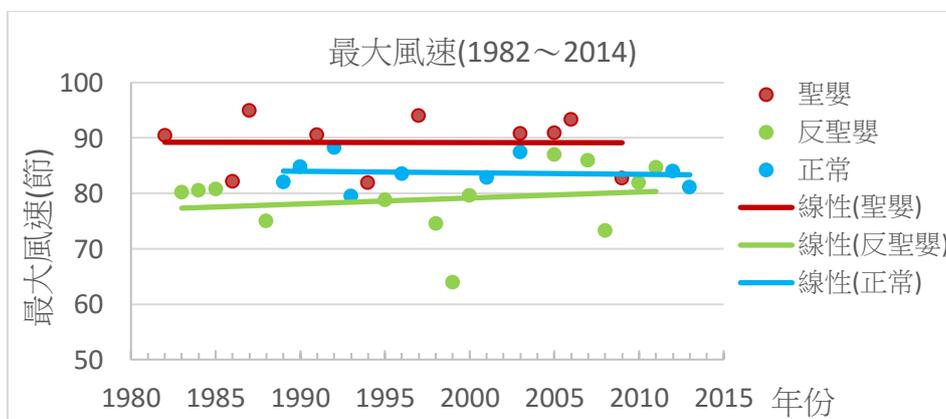


圖 7

種類	平均最大風速	標準差
正常年	83.7	2.8
聖嬰年	89.2	5.0
反聖嬰年	78.9	6.2

表 6

(二) 達到最大風速所需時間，依據圖 8、表 7：

1. 正常年達到最大風速所需要的時間平均約 64 小時。
2. 1982 年～2014 年，聖嬰年到達最大風速所需的時間最長，約 68 小時；反聖嬰年最短，約 53 小時。
3. 1982 年～2014 年，不同 ENSO 條件達到最大風速所需時間皆有明顯下降之趨勢，正常年每年減少 1.8 小時，聖嬰年每年減少 0.6 小時，和反聖嬰年每年減少約 0.5 小時。

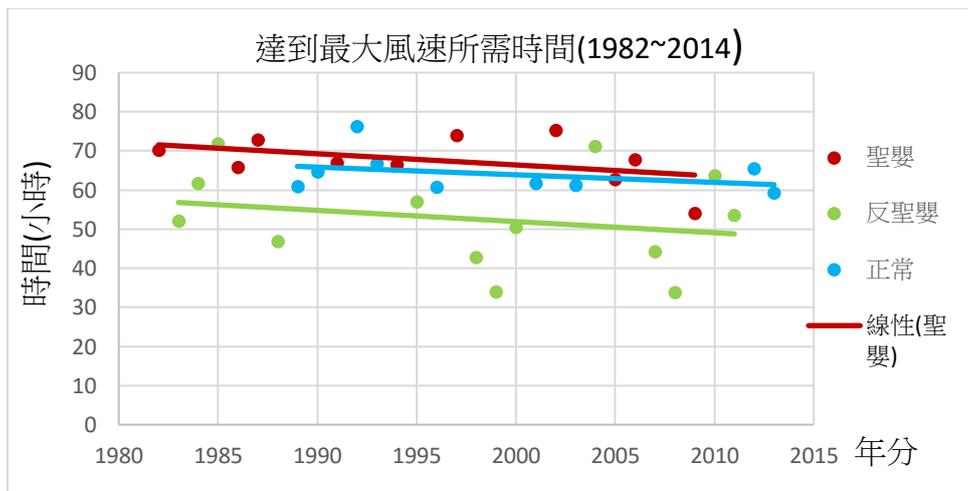


圖 8

種類	數量	達到最大風速所需 平均時間(小時)	時間變化 (小時/年)
正常年	9	64.1	-1.8
聖嬰年	10	67.6	-0.60
反聖嬰年	13	52.6	-0.46

表 7

陸、討論

一、ENSO 對於強颱風數量的影響

- (一) SSHWS 的風速分級區間比 CWB 小，較不易看出不同強度的颱風數量差異，但不同分級方式對結果沒有影響。
- (二) 正常年的年平均颱風生成數量比聖嬰年、反聖嬰年多。我們推論，聖嬰年暖池東移將使暖水區厚度減小，不利於颱風生成；反聖嬰年暖池西移接近陸地，水氣量少，不利於颱風生成。
- (三) 反聖嬰年的輕颱風比例較多。我們推測是因為反聖嬰年的暖池位置較偏西，西北太平洋颱風生成後順時針向西北方前進，容易因碰到東亞邊緣陸地而減弱，因此氣旋不易增長為風速較大的颱風。
- (四) 聖嬰年的強颱風比例較多。我們推測是因為暖池東移，使聖嬰年的颱風路徑較不易碰到陸地，且達到最大風速所花的時間較久，所以有更多的時間匯聚水氣，因此強度較強。

二、ENSO 對颱風達到生命期中最大風速所需時間的影響

- (一) 聖嬰年之颱風到達最大風速所經過的時間比較長；反聖嬰年則比較短。聖嬰年暖池東移，颱風的生成位置也相對較偏東，當颱風路徑順時針向西北前進，消散的位置在高緯而非陸地，這使得颱風強度減弱前，有較長的時間停留在海上吸收水氣及熱量，有更長的路徑和時間能夠增加其風速，因此我們認為暖池東移延長了颱風到達最大風速之時間。
相反，反聖嬰年暖池西移，颱風形成位置較偏西，颱風較有機會到達陸地，使颱風的生命期和路徑都較短，使其無法再達到更大的風速，因此反聖嬰年間的颱風達到最大風速所需時間相較最短。
- (二) 1982 年以來，三種年份的颱風最大風速皆無顯著變化，但是達到最大風速之時間卻逐漸下降。我們推論與全球暖化有一定程度的關係，全球暖化造成海平面溫度上升、水氣含量較高，使颱風能在更短的時間內吸收更多能量。

柒、結論

- 一、生成颱風數量：正常年數量最多，反聖嬰年數量最少。
- 二、颱風強度比例：正常年中颱風比例高；聖嬰年強颱風比例高，反聖嬰年輕颱風比例高。
- 三、反聖嬰年的颱風最大風速變快，其他兩者無顯著變化，且颱風達到最大風速所需的時間越來越少，可能與全球暖化海水面升溫、水氣含量增加有關聯。

捌、參考資料及其他

- 一、Joint Typhoon Warning Center (2016年4月14日)
(<http://jtwccdn.appspot.com/JTWC/>)
- 二、WW2010 University of Illinois (2016年4月14日)
([http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/home.rxml))
- 三、National Weather Service (2016年4月14日)
(<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>)
- 四、中央氣象局網站 (2016年4月14日)
(<http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>)

【評語】 051906

1. 探討颱風強度、數量與聖嬰、反聖嬰、正常年海溫的關係，分析方法清楚，結論明確。
2. 建議再進一步明確分析颱風生成位置與強度之直接關係（分區比較數量與強度關係）。
3. 到達最大強度時間之資料線性關係可以再進一步探討是否確實具有線性關係。
4. 與全球暖化氣溫上升的關聯性較缺乏明顯證據。