

新竹市第三十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國中組

作品名稱：聖嬰颱風大作戰

關鍵詞：聖嬰、太平洋颱風、海溫

編 號：

摘要

聖嬰（反聖嬰）現象的發展一般約由春末夏初開始，秋冬季緩步增強，多數在隆冬達到高峰。我們研究近 30 年來聖嬰現象的趨勢預測，在颱風季展開時，有近九成可以準確預測，達到提前預防的目的。我們還發現在聖嬰年時，發展為強烈颱風的機率最大，在反聖嬰年時，則以輕度颱風的比例最大。另外，我們觀察到強烈颱風的平均生命週期：聖嬰年 > 正常年 > 反聖嬰年，中度和輕度颱風則沒有關係。而隨著颱風的強度越強，颱風的生命週期也會跟著越長。此外，還關心我們居住的臺灣，研究侵臺颱風的機率和路徑。侵臺颱風的機率在 2000 年前：反聖嬰年 > 聖嬰年 > 正常年，2000 年後：正常年 > 反聖嬰年 > 聖嬰年。還好侵臺的強烈颱風機率以聖嬰年時為最大，輕度颱風機率以反聖嬰年時為最大，對臺灣的傷害可以降低。在侵臺路徑上，反聖嬰年時從西南邊侵臺的颱風比例最高，聖嬰年時也有 10% 以上西南颱風的比例，所以要多加注意。

壹、研究動機

臺灣每年夏季及秋季都會受到颱風的影響，每當颱風來襲時總會帶來強風及豪雨，對我們的生活造成很大的威脅。颱風的數量、強度、持續時間，甚至生成地與發展路徑都會對我們的農業與經濟造成重大傷害。近年來，因為人類科技快速發展的結果，對大自然環境的衝擊，最為明顯的就是氣候異常，像是「聖嬰與反聖嬰現象」。因此我們想研究異常氣候「聖嬰與反聖嬰現象」對颱風的數量、強度、持續時間和侵臺機會與路徑等所產生的影響。

貳、研究目的

- 一、探討聖嬰年和反聖嬰年的出現有沒有規律可循？
- 二、探討颱風季展開時，可否準確預測聖嬰、反聖嬰現象，達到提前預防的目的？
- 三、探討西北太平洋全年颱風的生成總數是否受聖嬰、反聖嬰現象的影響？
- 四、探討西北太平洋生成颱風的強度是否受聖嬰、反聖嬰現象的影響？
- 五、探討西北太平洋生成颱風的侵臺機率是否受聖嬰、反聖嬰現象的影響？
- 六、探討西北太平洋侵臺颱風的強度是否受聖嬰、反聖嬰現象的影響？
- 七、探討西北太平洋侵臺颱風的路徑是否受聖嬰、反聖嬰現象的影響？
- 八、探討西北太平洋生成颱風的生命週期是否受聖嬰、反聖嬰現象的影響？

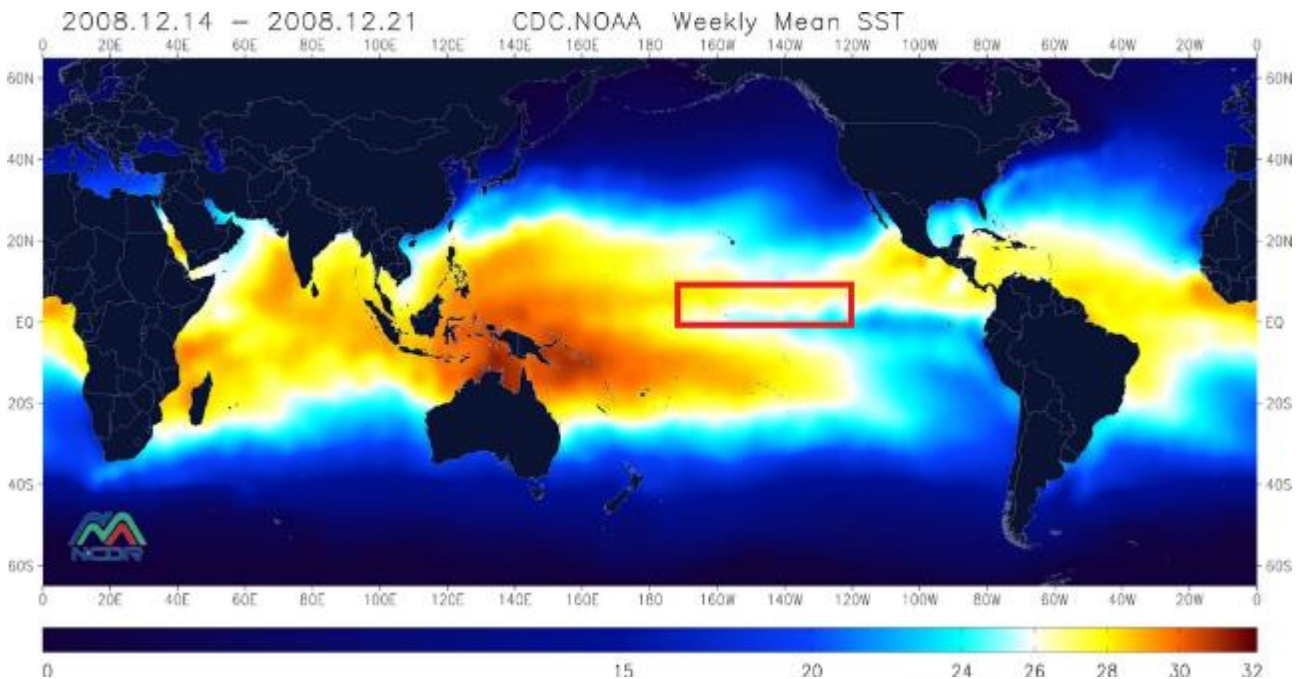
參、研究設備及器材

電腦、網路。

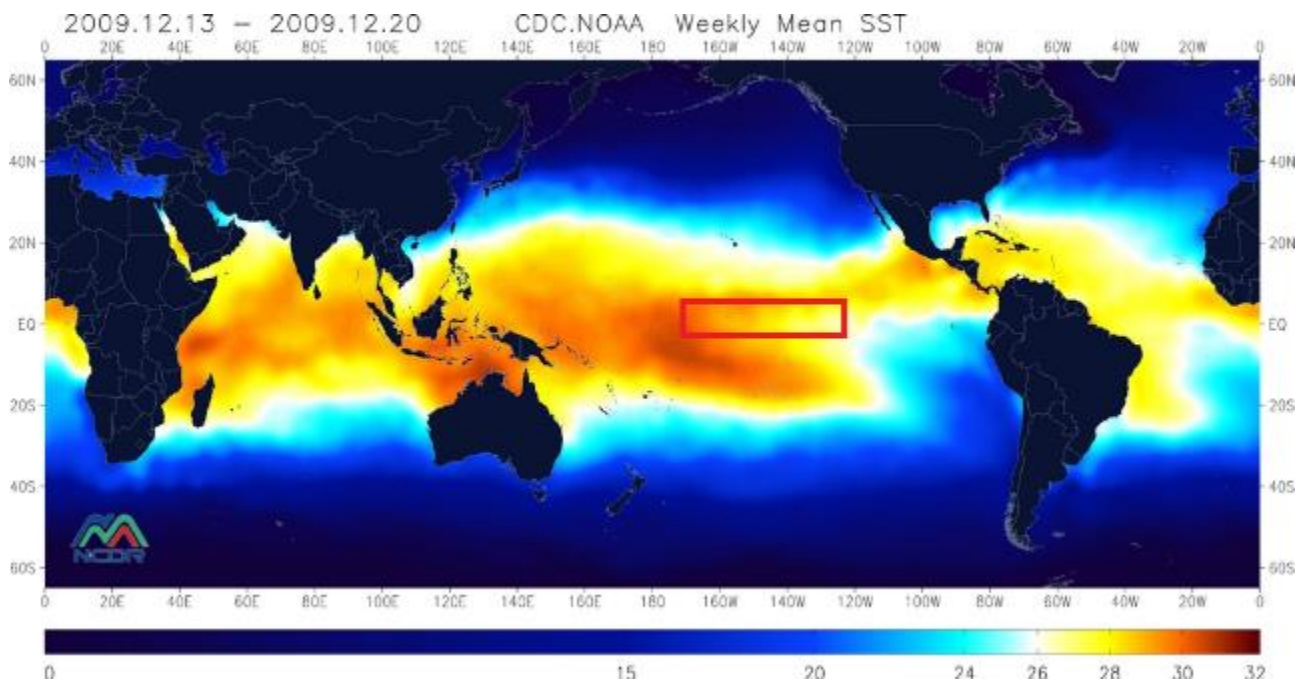
肆、研究過程與方法

一、研究聖嬰與反聖嬰現象

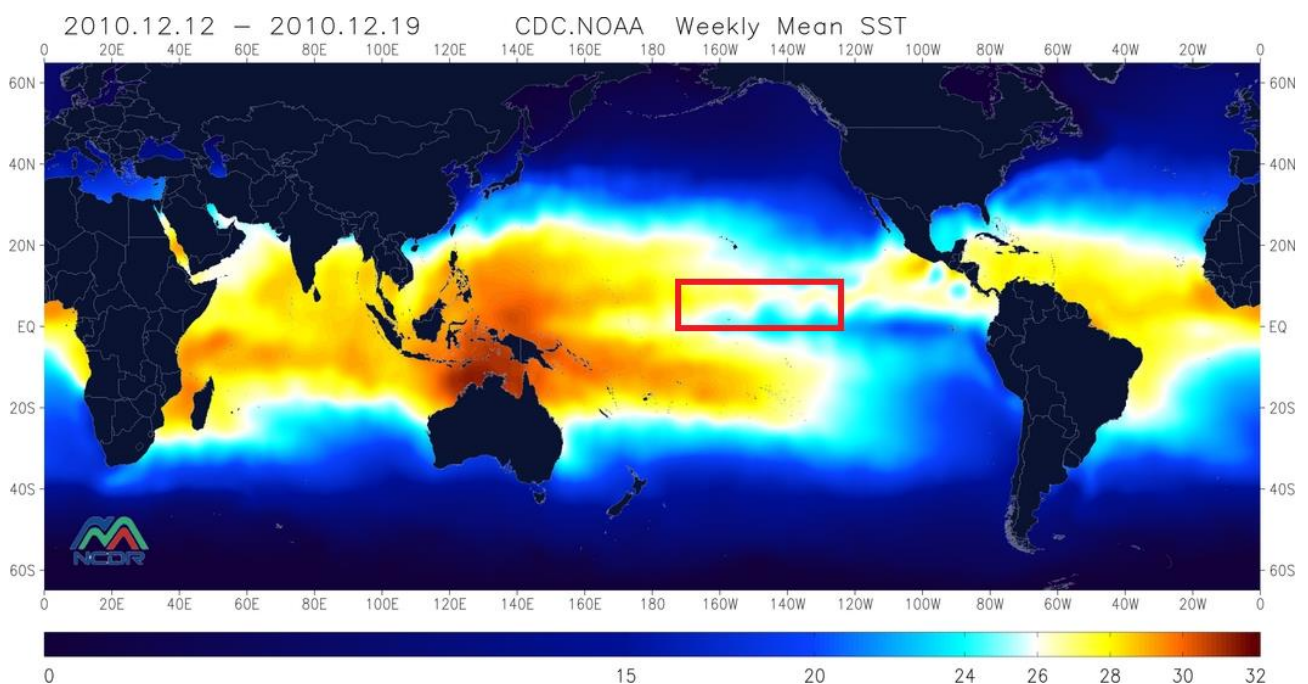
- (一) 我們先蒐集歷年聖嬰年的紀錄，然而各國對聖嬰與反聖嬰事件的定義不同，臺灣中央氣象局是參考美國氣候預報中心（Climate Prediction Center, CPC）的定義：當赤道太平洋附近（北緯 5° 至南緯 5°、西經 170° - 120°）3 個月移動平均的海溫，連續 5 個月比平均值高攝氏 0.5°C 時，就定義該段時期為聖嬰事件，連續 5 個月比平均值低攝氏 0.5°C 時，就定義該段時期為反聖嬰事件。這是監測聖嬰現象時，最常使用的指標 ONI (Oceanic Niño Index)。
- (二) 從天氣與氣候監測網（圖一~三），我們可以明顯觀察到同樣為 12 月第三週的平均海溫圖，正常年（圖一 2008 年）與聖嬰年（圖二 2009 年）和反聖嬰年（圖三 2010 年）在赤道太平洋附近（圖中標示的紅框內），有明顯的海溫變化。雖然聖嬰現象主要發生在赤道太平洋附近，但卻對全球各地的氣候都會造成影響，藉由此次的研究，了解異常氣候「聖嬰與反聖嬰現象」對颱風產生的影響。



圖一：正常年 2008 年 12 月第三週的平均海溫圖



圖二：聖嬰年 2009 年 12 月第三週的平均海溫圖



圖三：反聖嬰年 2010 年 12 月第三週的平均海溫圖

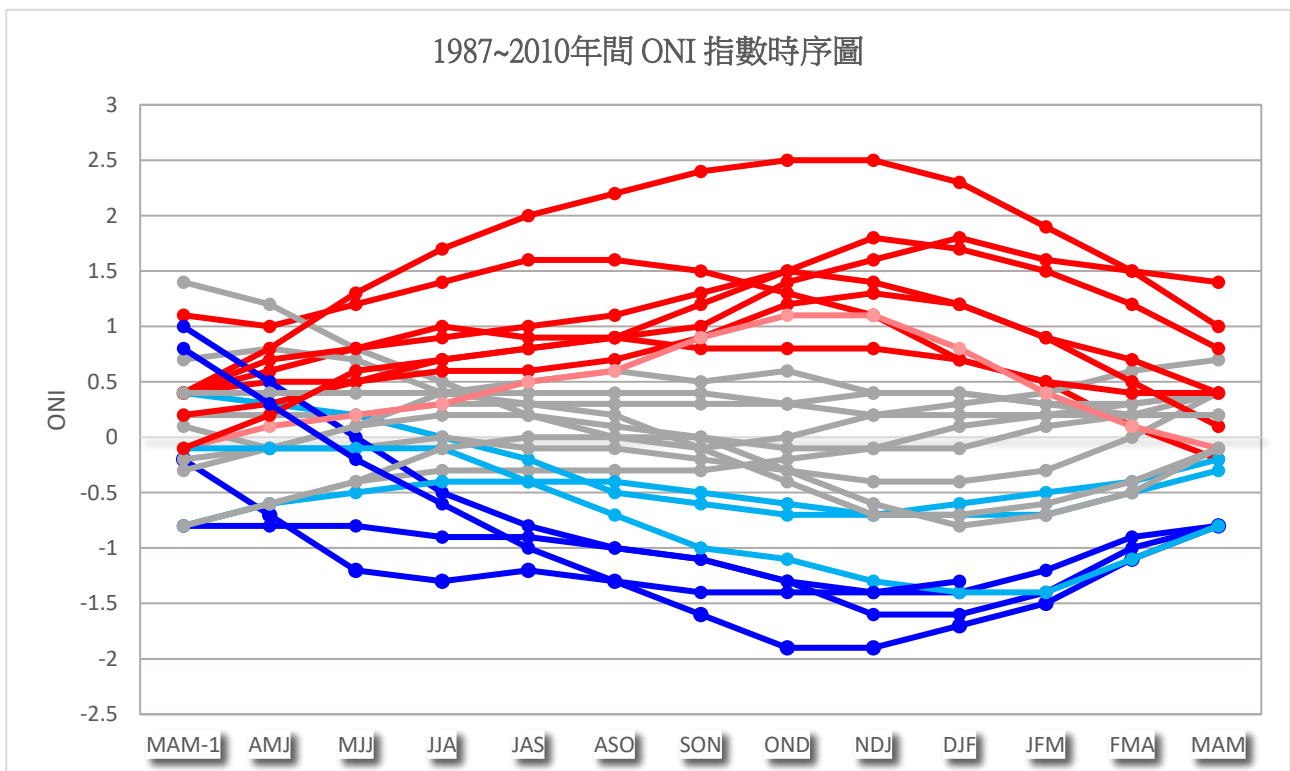
(三) 中央氣象局列有 1949~2016 年聖嬰與反聖嬰的年份，將其列成數列，其中聖嬰年（25 CASES）標成紅色，反聖嬰年（22 CASES）標成藍色，正常年（21 CASES）仍為黑色來觀察討論。

1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987,

1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016

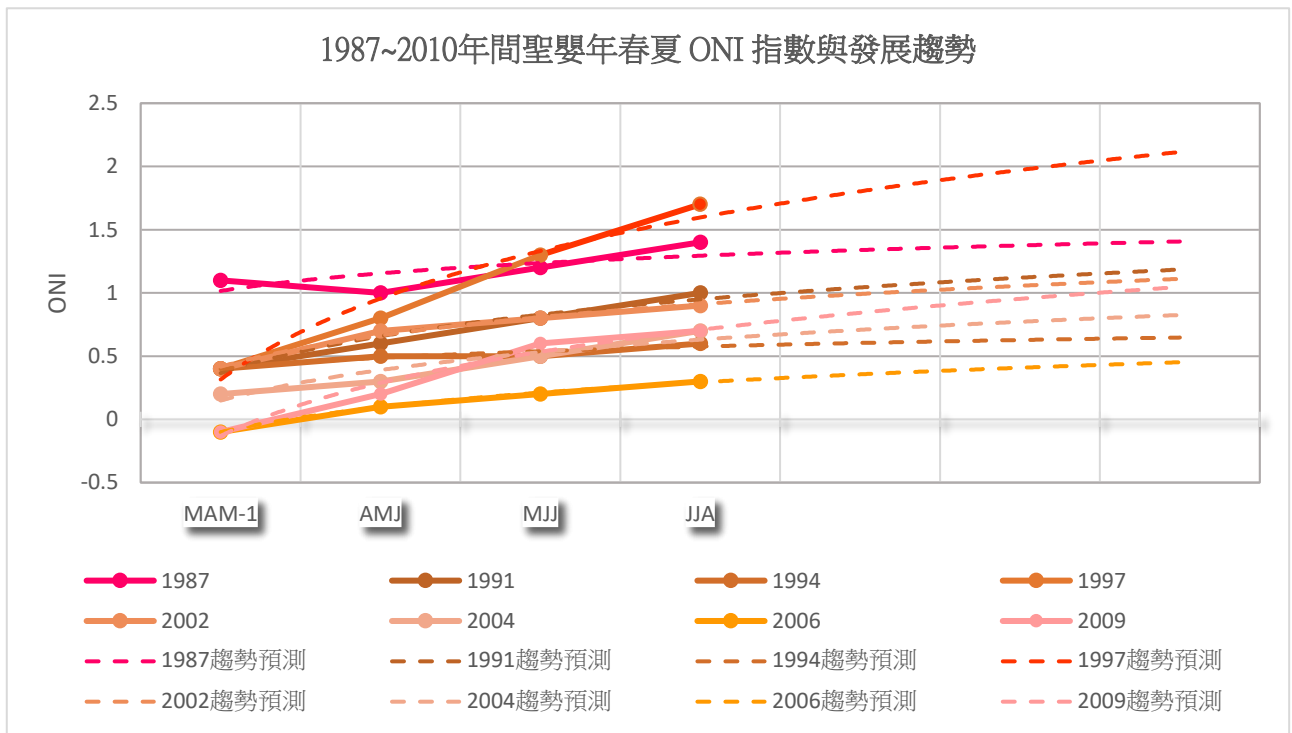
在此依據中央氣象局網頁的歷年資料為合成年份，亦即「夏」、「秋」、「冬」三季合成年份為紀錄當年所示，「春」季則以該年份之隔年為合成年份。例如 2012 年的氣候狀況是指 2012 年的「夏」、「秋」、「冬」季和 2013 年的「春」季。而其中春季的定義為 3~5 月 (MAM)，夏季的定義為 6~8 月 (JJA)，秋季的定義為 9~11 月 (SON)，冬季的定義則為 12~2 月 (DJF)。

(四) 中央氣象局網頁有列出 1950~2010 年 ONI 數值的表格，我們將其中近 30 年 (1987~2010 年) 的資料，依各年份製成折線圖 (圖四)，根據合成年份的定義，橫軸時間從該年份的春季 (MAM) 至隔年的春季 (MAM)，縱軸則為 ONI，聖嬰年以紅色系折線，反聖嬰年以藍色系折線，正常年則以灰色折線繪製來觀察討論。

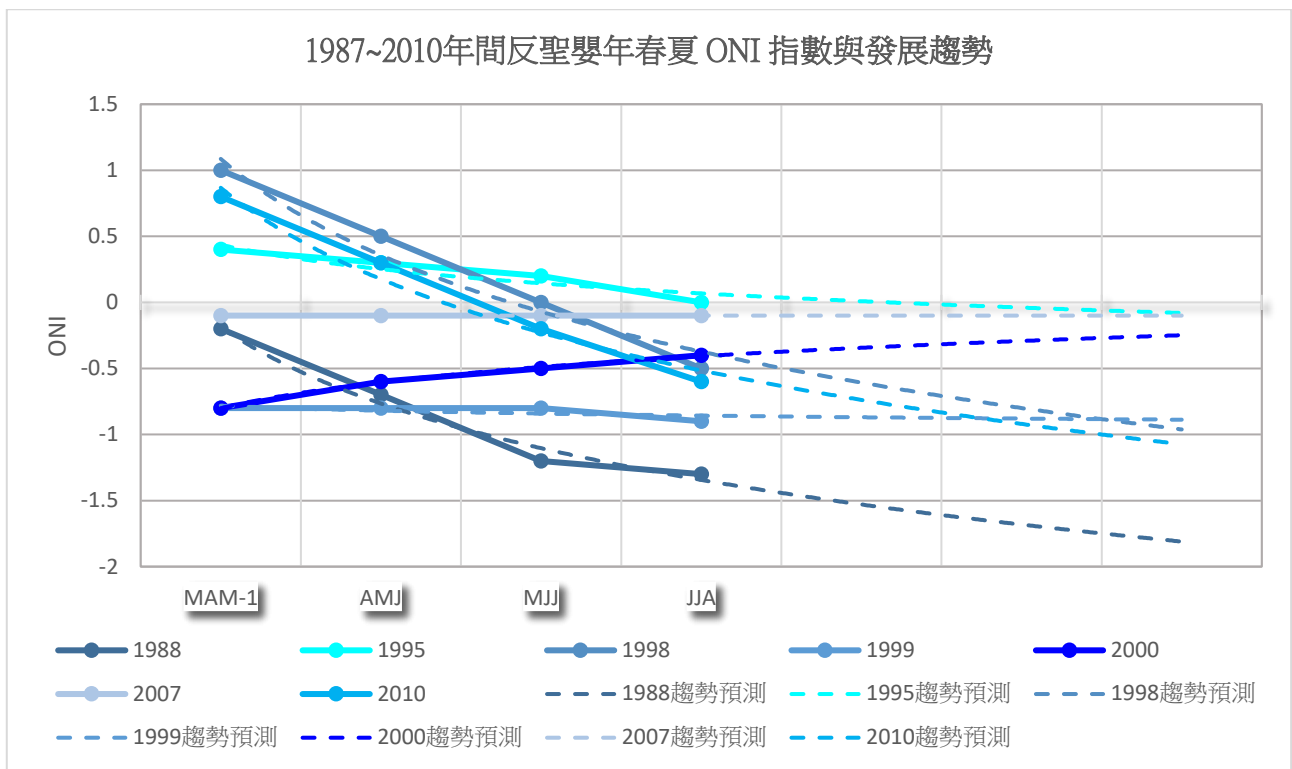


圖四：1987~2010 年間 ONI 指數時序圖

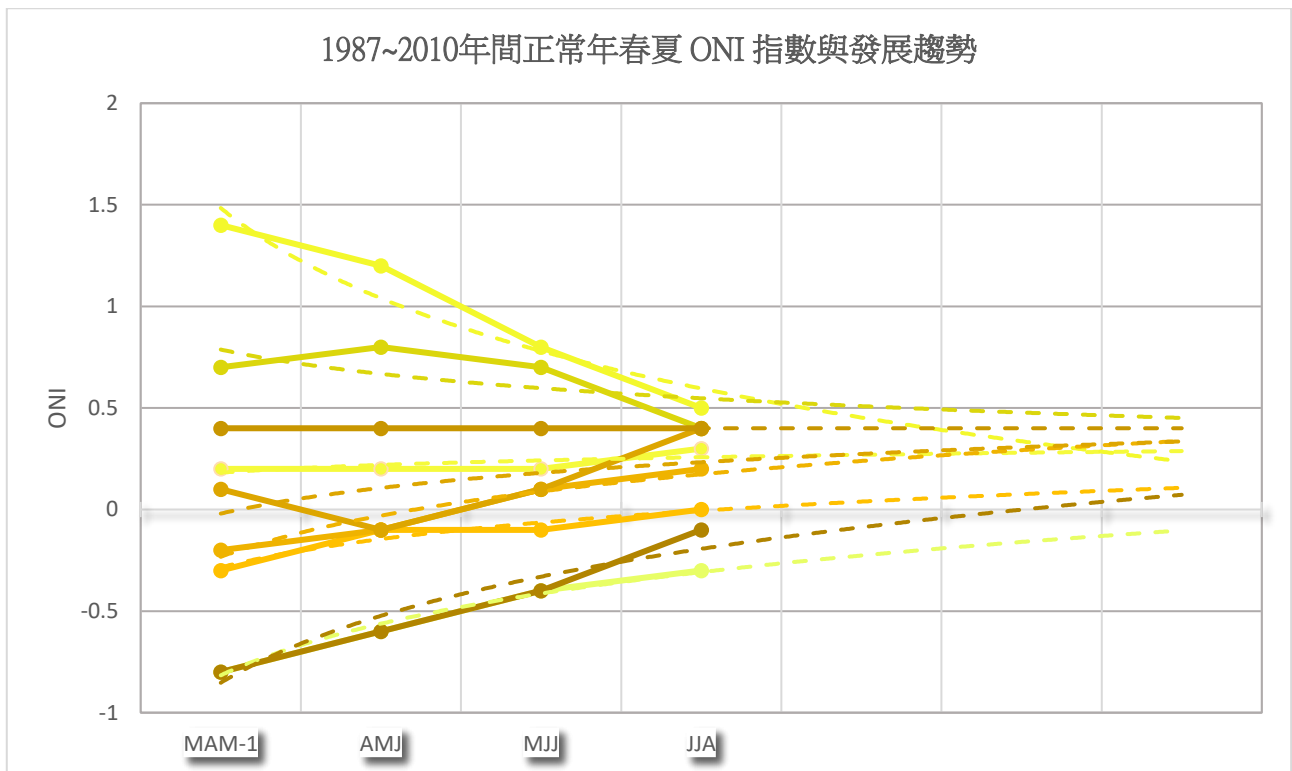
(五) 我們注意到聖嬰 (反聖嬰) 現象的發展一般約由春末夏初開始，秋冬季緩步增強，多數在隆冬達到高峰 (其中還是有個案差異)，但颱風一般是夏天和秋天時數量最多，影響也最大，要達到提前預防的目的，要在春夏就注意 ONI 指數的發展趨勢，所以橫軸時間取春季 (MAM) 至夏季 (JJA)，繪製 3 個週期的趨勢預測線 (選擇對數曲線來預測)，依氣候狀況製成發展趨勢圖 (圖五~七)，來研究聖嬰年 (圖五) 和反聖嬰年 (圖六) 是否在發展初期就可以預測，並以正常年 (圖七) 來對照。



圖五：1987~2010 年間聖嬰年春夏 ONI 指數與發展趨勢



圖六：1987~2010 年間反聖嬰年春夏 ONI 指數與發展趨勢



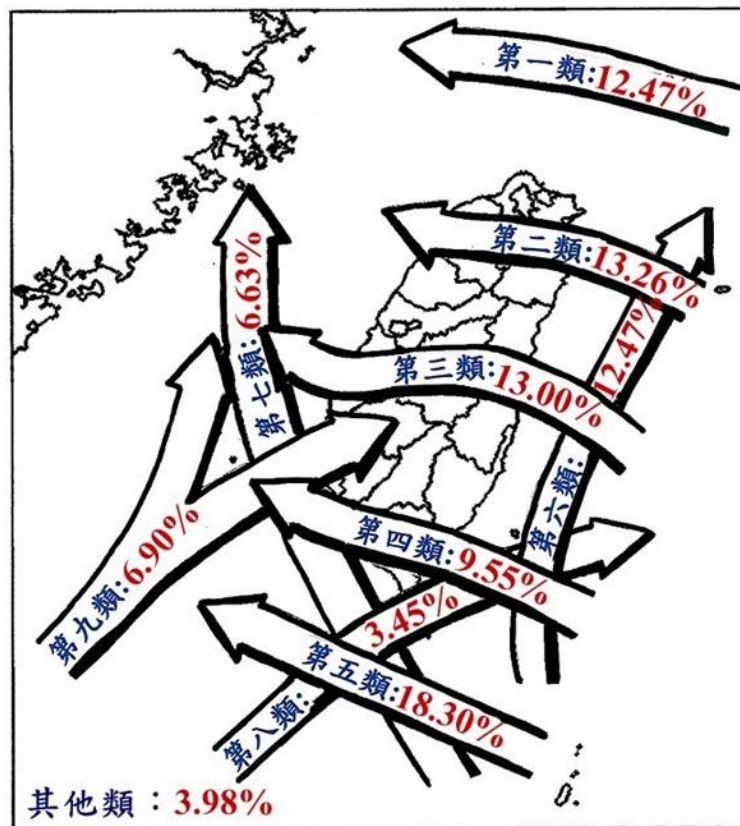
圖七：1987~2010 年間正常年春夏 ONI 指數與發展趨勢

二、研究西北太平洋全年颱風的生成總數（含各級颱風個數）、發警報的颱風總數和侵臺的颱風總數與聖嬰、反聖嬰現象的關係

(一) 我們針對西北太平洋（北緯 40°至赤道、東經 100—180°），位於（圖八）中標示紅框的區域內，自 1987 至 2016 年間有命名的颱風，依年份統計生成總數，並分別統計各級颱風的個數製成（表一），在此亦統計臺灣有發佈警報的颱風總數和侵臺的颱風總數。這裡統計的侵臺颱風，是依據中央氣象局所分類，影響臺灣地區的颱風路徑，如（圖九）所示。由於氣候狀況是根據中央氣象局的合成年份，且聖嬰（反聖嬰）現象的發展一般也約由春末夏初開始至隔年春天，所以表中的數值是依據合成年份所做的統計，亦即 2016 年的颱風總數是指 2016 年的 6 月至 2017 年的 5 月。



圖八：西北太平洋（北緯 40°至赤道、東經 100-180°）範圍

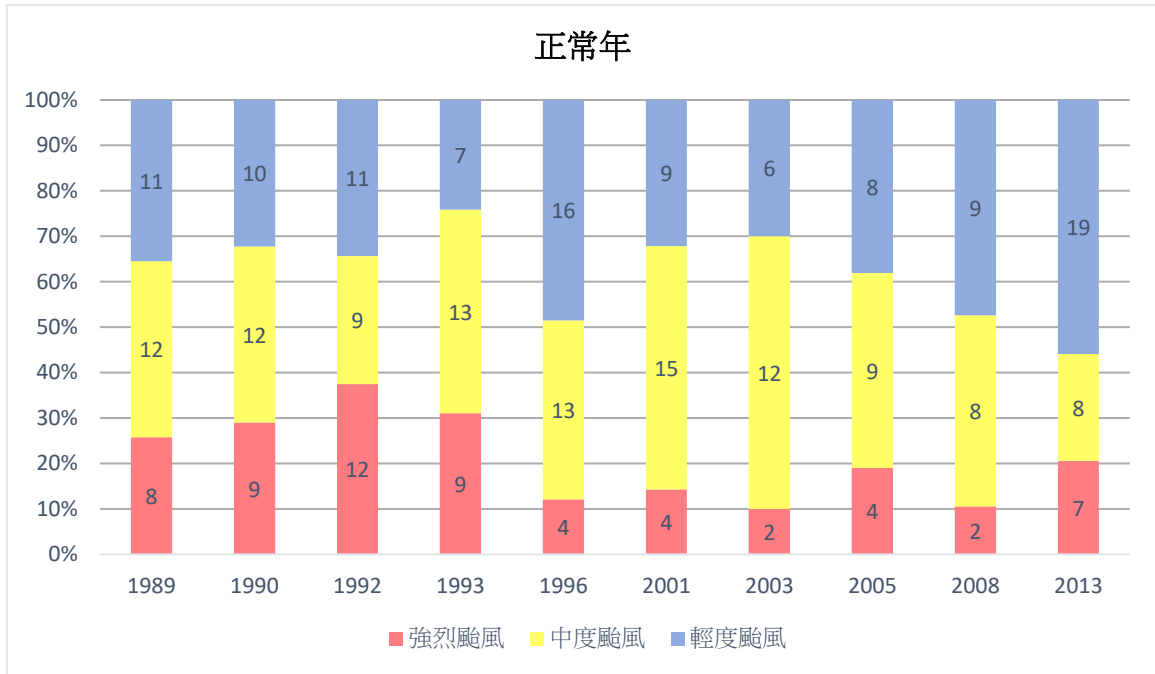


圖九：1911~2016 年影響臺灣地區颱風路徑分類圖（來源：中央氣象局）

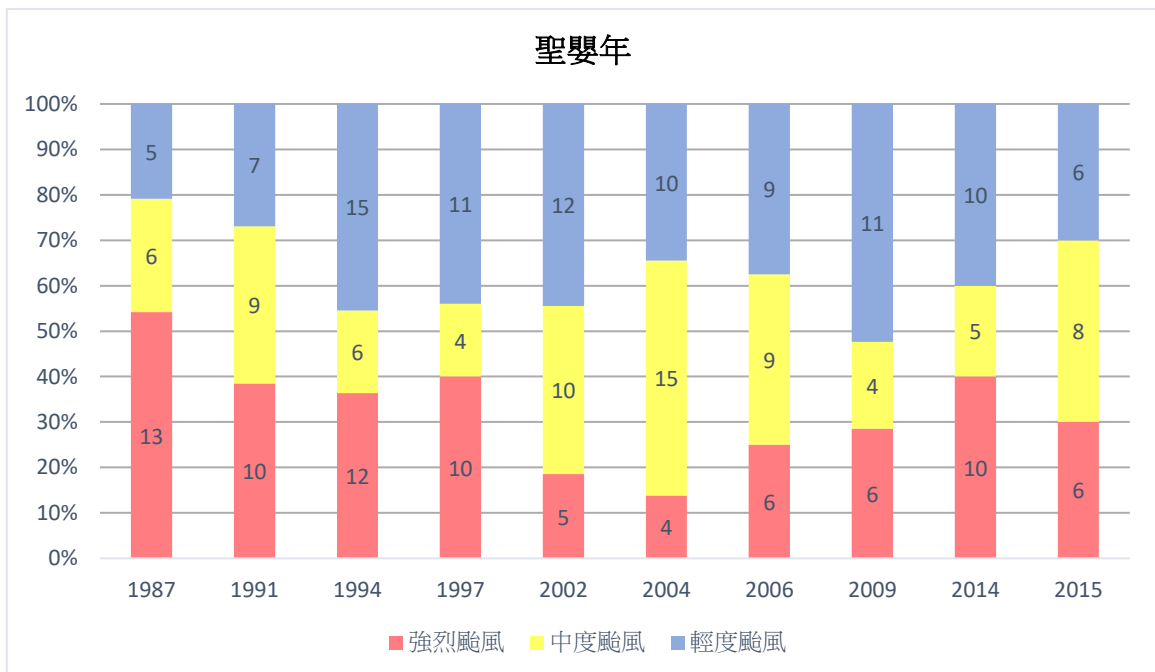
年份	氣候	颱風總數	輕度颱風	中度颱風	強烈颱風	發警報颱風	侵臺颱風
2016	反聖嬰	27	13	9	5	5	3
2015	聖嬰	20	6	8	6	5	2
2014	聖嬰	25	10	5	10	4	2
2013	正常	34	19	8	7	6	5
2012	反聖嬰	25	12	8	5	7	3
2011	反聖嬰	21	13	6	2	3	1
2010	反聖嬰	15	7	6	2	7	3
2009	聖嬰	21	11	4	6	4	3
2008	正常	19	9	8	2	6	4
2007	反聖嬰	27	13	9	5	6	5
2006	聖嬰	24	9	9	6	6	3
2005	正常	21	8	9	4	8	5
2004	聖嬰	29	10	15	4	9	5
2003	正常	20	6	12	2	8	3
2002	聖嬰	27	12	10	5	4	2
2001	正常	28	9	15	4	8	6
2000	反聖嬰	22	9	10	3	8	6
1999	反聖嬰	20	14	4	2	3	2
1998	反聖嬰	22	14	7	1	5	5
1997	聖嬰	25	11	4	10	4	2
1996	正常	33	16	13	4	6	2
1995	反聖嬰	27	17	6	4	7	5
1994	聖嬰	33	15	6	12	6	6
1993	正常	29	7	13	9	3	1
1992	正常	32	11	9	12	5	3
1991	聖嬰	26	7	9	10	7	3
1990	正常	31	10	12	9	8	4
1989	正常	31	11	12	8	7	2
1988	反聖嬰	27	13	7	7	8	0
1987	聖嬰	24	5	6	13	8	5

表一：1987~2016年有命名的風暴、颱風的生成總數和各級颱風的個數
(統計資料來源：中央氣象局颱風資料庫)

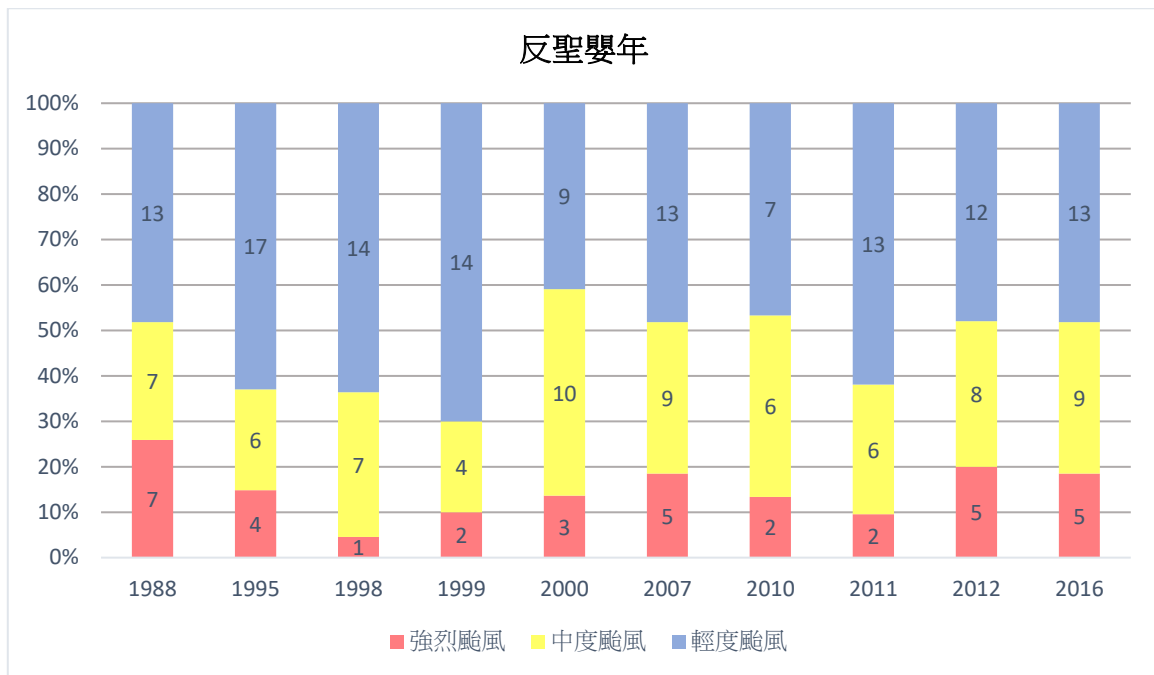
(二) 我們想分析颱風發展的強度與正常年、聖嬰年和反聖嬰年之間的關係，所以依據（表一）各級強度颱風的個數資料，製成下面（圖十~十二）的百分比堆疊直條圖，其中（圖十）為正常年，（圖十一）為聖嬰年，（圖十二）為反聖嬰年，每年各級颱風占總生成颱風的比率。



圖十：1987~2016 正常年時各級颱風所占總生成颱風的比率圖

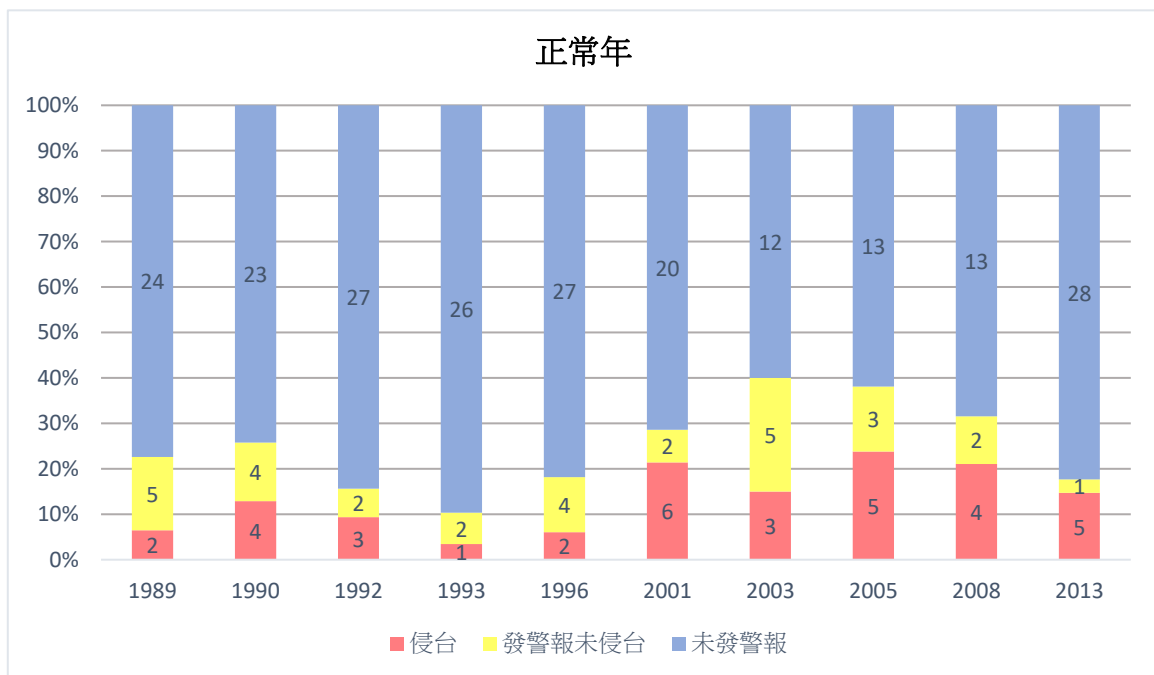


圖十一：1987~2016 聖嬰年時各級颱風所占總生成颱風的比率圖

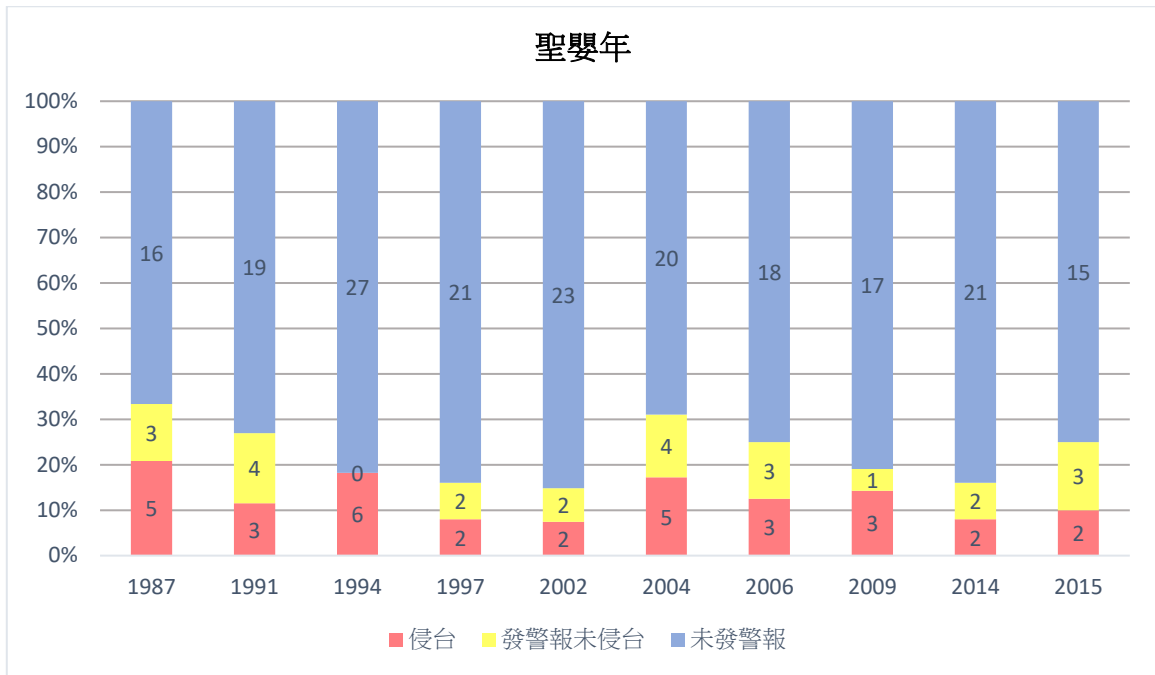


圖十二：1987~2016 反聖嬰年時各級颱風所占總生成颱風的比率圖

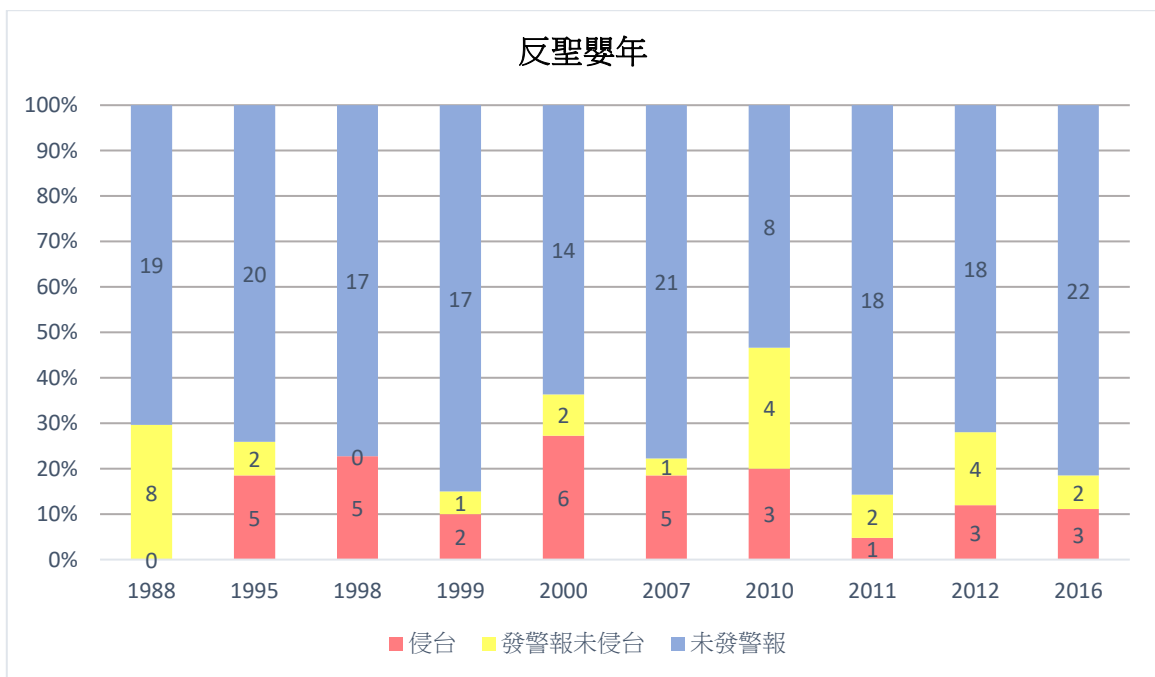
(三) 由於我們地處臺灣，想分析生成的颱風，會讓中央氣象局發布颱風警報和真正侵臺的機率與正常年、聖嬰年和反聖嬰年之間的關係，所以依據（表一）發布警報颱風與侵臺颱風的個數資料，製成下面（圖十三~十五）的百分比堆疊直條圖，其中（圖十三）為正常年，（圖十四）為聖嬰年，（圖十五）為反聖嬰年，每年發布警報颱風與侵臺颱風的比率。



圖十三：1987~2016 正常年時侵臺與發警報颱風占總生成颱風的比率圖



圖十四：1987~2016 聖嬰年時侵臺與發警報颱風占總生成颱風的比率圖



圖十五：1987~2016 反聖嬰年時侵臺與發警報颱風占總生成颱風的比率圖

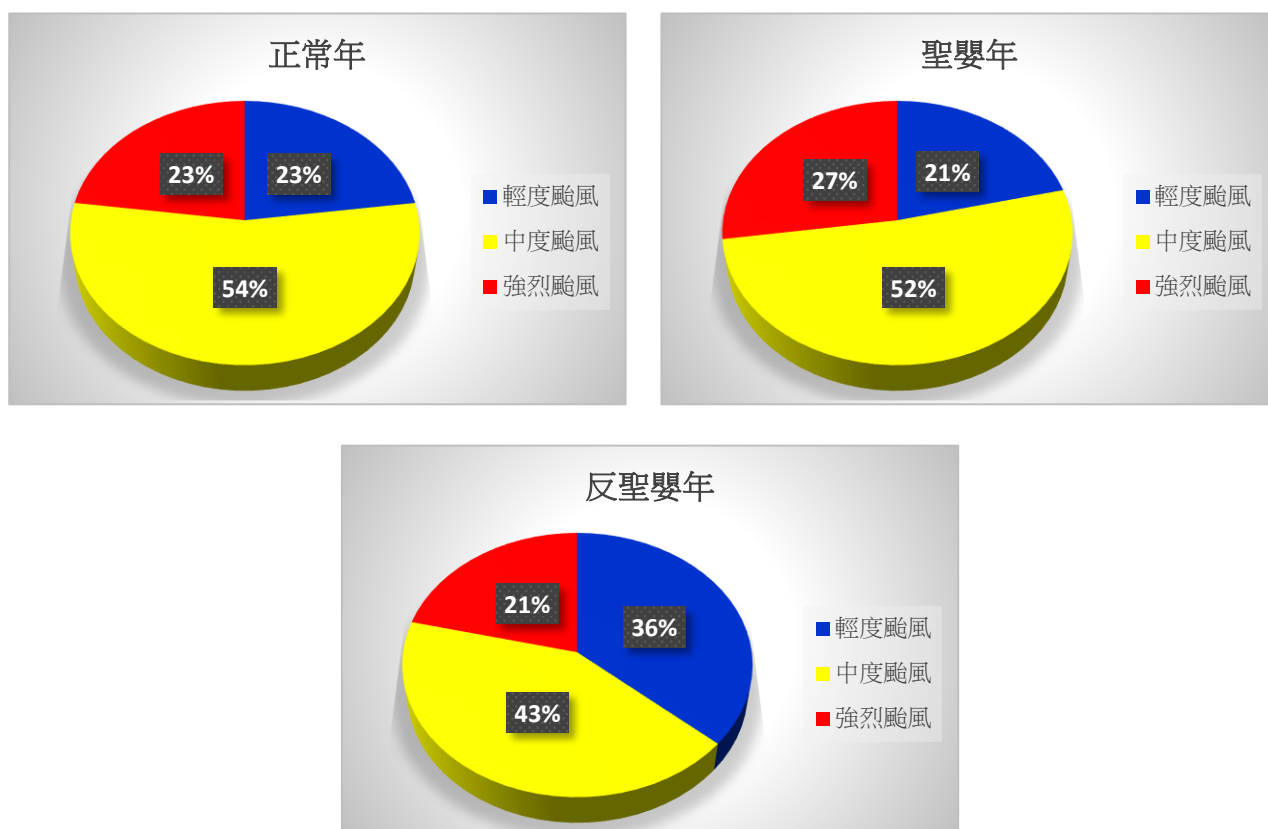
三、研究侵臺颱風的強度和路徑與聖嬰、反聖嬰現象的關係

(一) 依不同氣候狀況，統計自 1987 至 2016 年間侵臺颱風各級強度的總數，製成 (表二)。

	輕度颱風	中度颱風	強烈颱風
正常	8	19	8
聖嬰	7	17	9
反聖嬰	12	14	7

表二：依據氣候狀況統計 1987~2016 年侵臺各級強度颱風的總數
（統計資料來源：中央氣象局颱風資料庫）

（二）我們根據（表二）不同氣候狀況下各級強度颱風的總數，製成（圖十六）的圓餅圖，來分析侵臺颱風的強度與正常年、聖嬰年和反聖嬰年之間的關係。



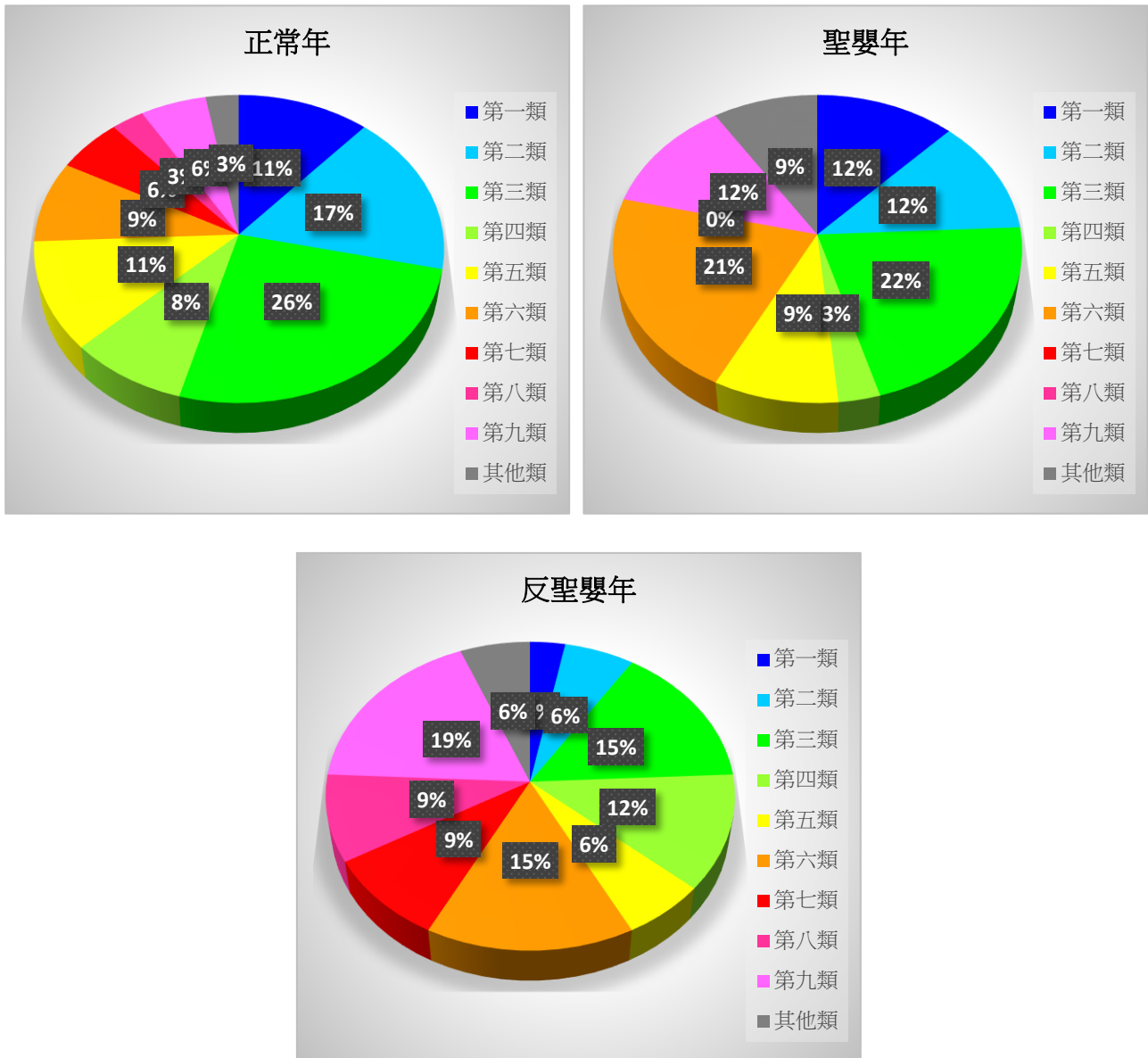
圖十六：1987~2016 不同氣候狀況下侵臺颱風各級強度的比率圖

（三）依不同氣候狀況，統計自 1987 至 2016 年間各類侵臺路徑的颱風總數，製成（表三）。

	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	其他類
正常	4	6	9	3	4	3	2	1	2	1
聖嬰	4	4	7	1	3	7	0	0	4	3
反聖嬰	1	2	5	4	2	5	3	3	6	2

表三：依據氣候狀況統計 1987~2016 年侵臺颱風各種路徑的總數
（統計資料來源：中央氣象局颱風資料庫）

(四) 我們根據(表三)不同氣候狀況下各類侵臺路徑的總數，製成(圖十七)的圓餅圖，來分析侵臺颱風的路徑與正常年、聖嬰年和反聖嬰年之間的關係。



圖十七：1987~2016 不同氣候狀況下侵臺颱風各類路徑的比率圖

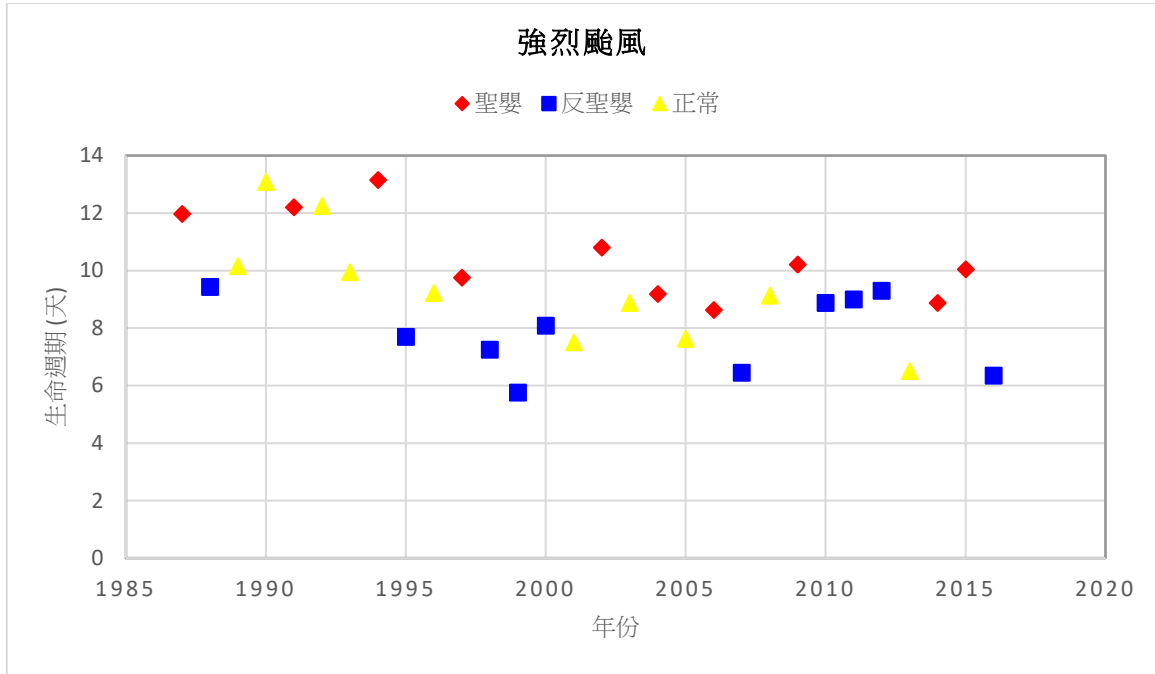
四、研究西北太平洋所生成的各級颱風的生命週期與聖嬰、反聖嬰現象的關係

(一) 在分析正常年、聖嬰年與反聖嬰年颱風的生命週期，我們依據中央氣象局的颱風資料庫，統計 1987~2016 年太平洋颱風季各級強度颱風的生命期間。因為強度較為強烈的颱風，若持續較久的時間，威脅度與破壞力會較為強烈，所以在此我們分開不同等級的颱風生命期間來加總，除以不同等級的颱風生成總數，求出每年各級颱風生命週期的平均，列於下面(表四)。

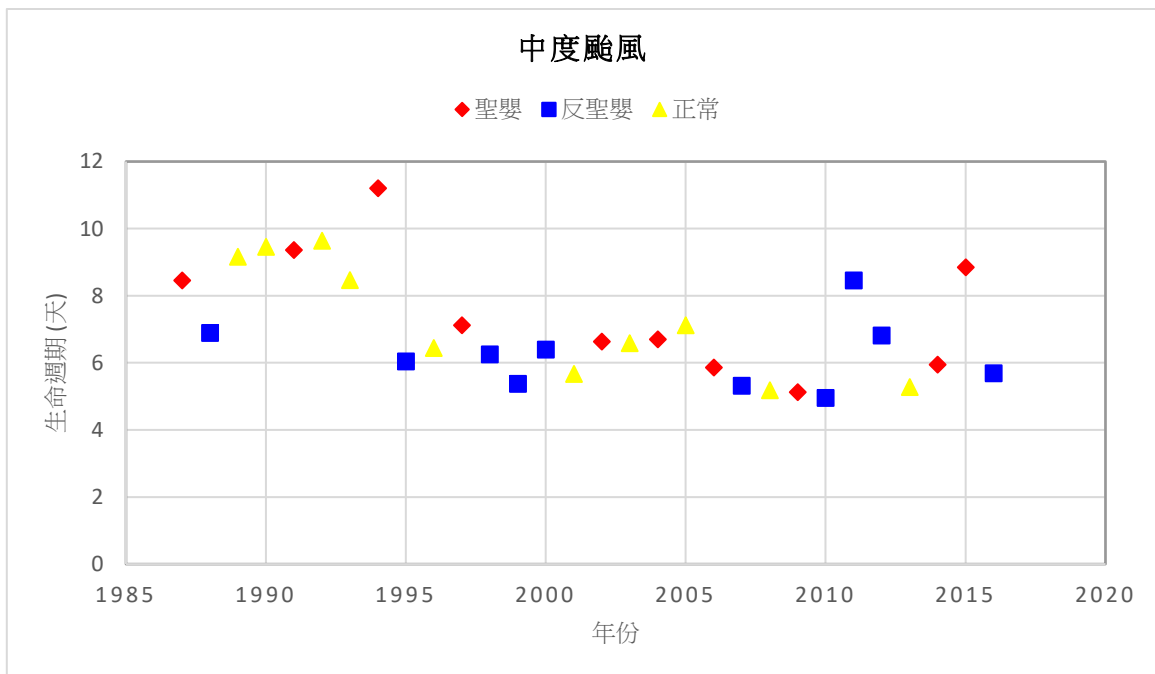
年份	氣候	輕度颱風 (天)	中度颱風 (天)	強烈颱風 (天)
2016	反聖嬰	2.75	5.694	6.35
2015	聖嬰	4.625	8.844	10.042
2014	聖嬰	3.675	5.95	8.875
2013	正常	3.013	5.281	6.5
2012	反聖嬰	3.615	6.813	9.3
2011	反聖嬰	3.231	8.458	9
2010	反聖嬰	3.179	4.958	8.875
2009	聖嬰	3.295	5.125	10.208
2008	正常	1.861	5.188	9.125
2007	反聖嬰	2.038	5.319	6.45
2006	聖嬰	3.472	5.861	8.625
2005	正常	3.531	7.125	7.625
2004	聖嬰	2.888	6.7	9.188
2003	正常	2.854	6.583	8.875
2002	聖嬰	2.542	6.638	10.8
2001	正常	2.694	5.667	7.5
2000	反聖嬰	3.556	6.4	8.083
1999	反聖嬰	1.946	5.375	5.75
1998	反聖嬰	1.893	6.25	7.25
1997	聖嬰	2.818	7.125	9.75
1996	正常	2.906	6.442	9.219
1995	反聖嬰	3.368	6.042	7.688
1994	聖嬰	5.983	11.208	13.146
1993	正常	7.429	8.462	9.944
1992	正常	7.705	9.639	12.25
1991	聖嬰	6.75	9.361	12.2
1990	正常	6.525	9.458	13.083
1989	正常	6.068	9.167	10.156
1988	反聖嬰	5.058	6.893	9.429
1987	聖嬰	6.45	8.458	11.962

表四：1987~2016 西北太平洋各級颱風的平均生命週期
(計算資料來源：中央氣象局颱風資料庫)

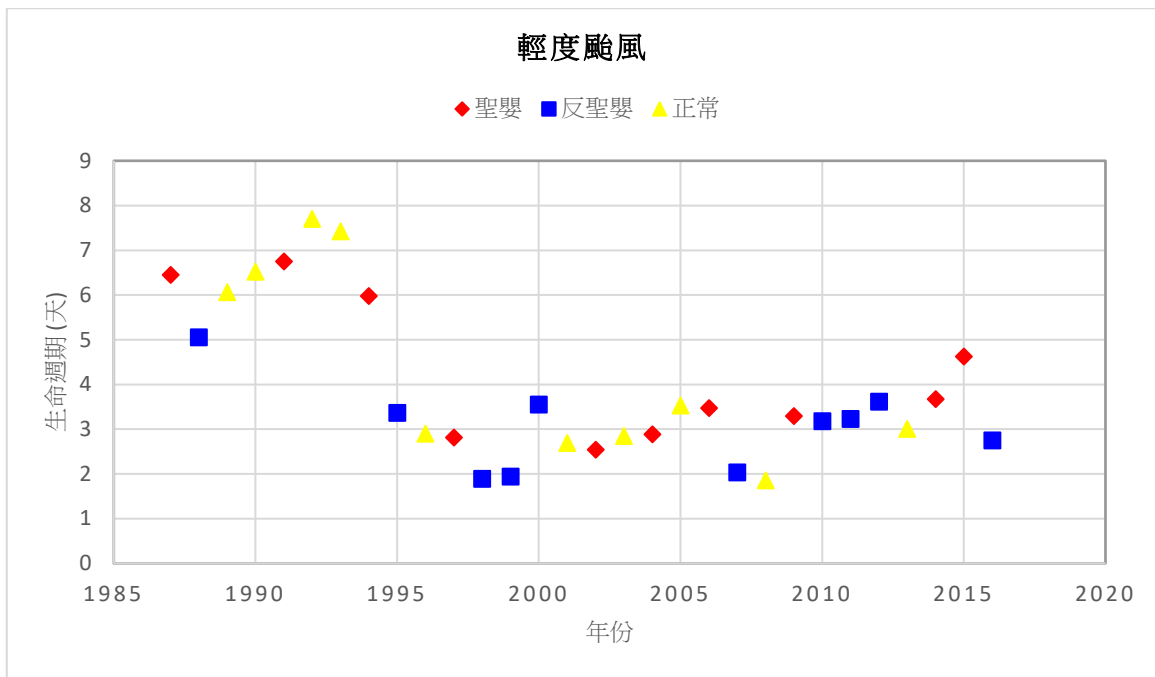
(二) 我們為了容易分析各級颱風的生命週期，是否與正常年、聖嬰年與反聖嬰年相關，將(表四)中所計算出每年各級颱風的平均生命週期，製成橫軸為年份，縱軸為平均生命週期的散佈圖，其中(圖十八)為強烈颱風，(圖十九)為中度颱風，(圖二十)為輕度颱風。



圖十八：1987~2016 各年份強烈颱風平均生命週期散佈圖

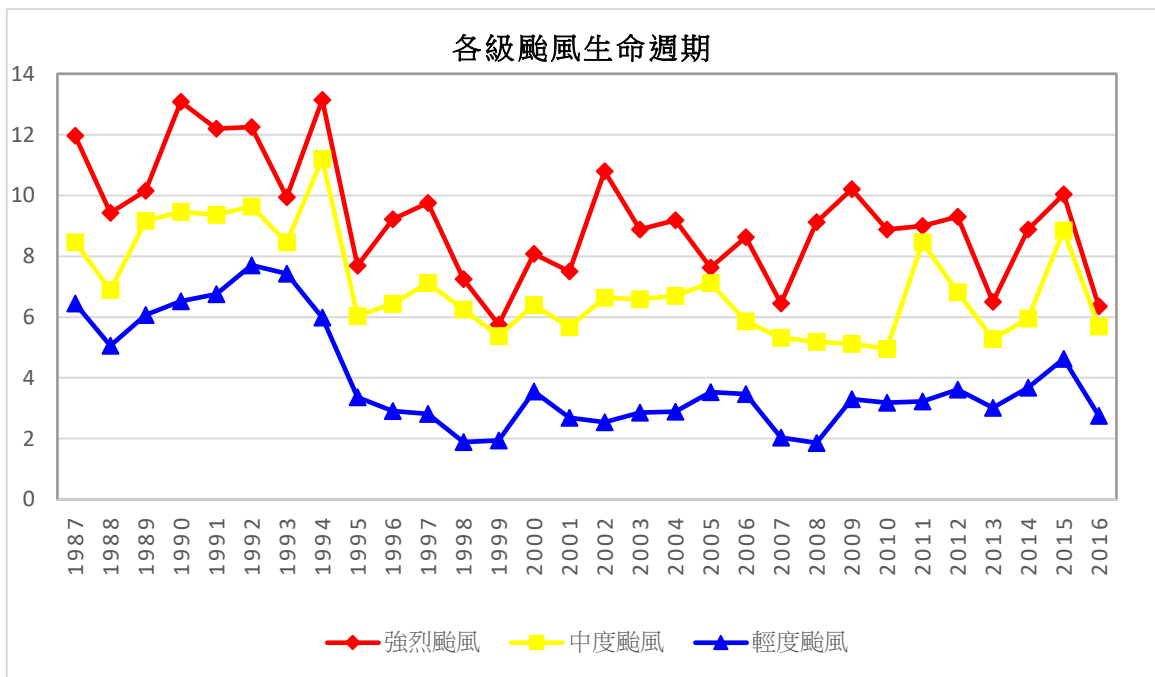


圖十九：1987~2016 各年份中度颱風平均生命週期散佈圖



圖二十：1987~2016 各年份輕度颱風平均生命週期散佈圖

(三) 我們研究颱風的生命週期與強烈颱風、中度颱風和輕度颱風的關係，將(表四)中所計算出每年各級颱風的平均生命週期，強烈颱風以紅色標示，中度颱風以黃色標示，輕度颱風則以藍色標示，全繪製於(圖二十一)的折線圖中。



圖二十一：1987~2016 各年份各級颱風平均生命週期折線圖

伍、研究結果與討論

一、討論聖嬰與反聖嬰現象的出現關係、發展和趨勢預測

- (一) 把自 1949~2016 年列成數列，其中聖嬰年標成紅色，反聖嬰年標成藍色，我們發現聖嬰年和反聖嬰年的出現並沒有直接的規律可循，當年的海溫變化，無法單純從去年的海溫變化直接推論。
- (二) 依整理的資料顯示，這 69 年中，聖嬰年和反聖嬰年約都各佔 1 / 3 的比例，也就是正常氣候約只佔 1 / 3（即使近 30 年比例也各約 1 / 3）。
- (三) 從我們根據中央氣象局所列的 ONI 數值表格，而製成的 1987~2010 年間 ONI 指數時序圖（圖四），觀察到聖嬰（反聖嬰）現象的發展一般約由春末夏初開始，秋冬季緩步增強，多數在隆冬達到高峰（其中還是有個案差異），此結果符合中央氣象局網頁的歷年資料為合成年份的定義。
- (四) 颱風一般是夏天和秋天時數量最多，影響也最大，要達到提前預防的目的，要在春末夏初就注意 ONI 指數的發展趨勢。從聖嬰年的趨勢預測線圖（圖五），我們發現除了 2006 年外，皆可以提前預測到聖嬰年的發展趨勢。從反聖嬰年的趨勢預測線圖（圖六），我們發現 1995、2000 與 2007 年，會誤判為正常年的發展趨勢，達到 3 / 7 的比例。而正常年（圖七）的趨勢預測線圖皆能準確預測。

二、討論西北太平洋全年颱風的生成總數、颱風發展強度、中央氣象局發警報和真正侵臺的機率與聖嬰、反聖嬰現象的關係

- (一) 從（表一）中，我們發現西北太平洋（北緯 40°至赤道、東經 100-180°）全年颱風的生成總數和聖嬰、反聖嬰現象沒有明顯的關係。
- (二) 我們依據（圖十~十二），不同氣候狀況下，每年各級颱風占總生成颱風的比率，可以觀察到：
 1. 發展為強烈颱風的機率：聖嬰年 > 正常年 > 反聖嬰年。
 2. 輕度颱風所佔的比例：反聖嬰年 > 正常年、聖嬰年。
 3. 當颱風發展至中度颱風後，聖嬰年比正常年更容易在發展為強烈颱風。
- (三) 我們依據（圖十三~十五），不同氣候狀況下，每年發布警報颱風與侵臺颱風的比率，可以觀察到：
 1. 西元 2000 年前侵臺颱風的機率：反聖嬰年 > 聖嬰年 > 正常年。
（西元 1988 無侵臺颱風例外）
 2. 西元 2000 年後侵臺颱風的機率：正常年 > 反聖嬰年 > 聖嬰年。
 3. 發布颱風警報的機率：正常年、反聖嬰年 > 聖嬰年。

三、討論侵臺颱風的強度和路徑與聖嬰、反聖嬰現象的關係

(一) 我們依據 (圖十六)，不同氣候狀況下，這 30 年來 (1987 至 2016 年) 侵臺颱風強度的比率，可以觀察到：

1. 強烈颱風的機率：聖嬰年 > 正常年 > 反聖嬰年。
2. 輕度颱風的機率：反聖嬰年 > 正常年 > 聖嬰年。

(二) 我們依據 (圖十七)，不同氣候狀況下，這 30 年來 (1987 至 2016 年) 侵臺颱風的路徑，可以觀察到 (大於 10%)：

1. 正常年時：第三類 > 第二類 > 第一、五類。
2. 聖嬰年時：第三、六類 > 第一、二、九類。
3. 反聖嬰年時：第九類 > 第三、六類 > 第四類。

(三) 我們依據 (圖九)，可以觀察到這 30 年來侵臺颱風的路徑，在不同氣候狀況下：

1. 正常年時：由東向西偏北的路徑佔比較大的比率。
2. 聖嬰年時：由東向西偏北和南向北偏東的路徑佔比較大的比率，也有 10% 以上從西南邊侵臺的颱風。
3. 反聖嬰年時：從西南邊侵臺的颱風比例最高。

四、討論西北太平洋所生成的各級颱風的生命週期與聖嬰、反聖嬰現象的關係

(一) 我們依據 (圖十八~二十)，不同氣候狀況下，各年份各級颱風平均生命週期的散佈圖，可以觀察到：

1. 強烈颱風的平均生命週期：聖嬰年 > 正常年 > 反聖嬰年。
2. 就中度和輕度颱風來看，聖嬰年反聖嬰年和正常年之間，颱風的平均生命週期比較沒有孰長孰短的關係。

(二) 我們依據 (二十一)，各年份各級颱風平均生命週期的散佈圖，可以觀察到：隨著颱風的強度越強，颱風的生命週期也會跟著越長。

陸、結論

一、聖嬰(反聖嬰)現象的發展由春末夏初開始，秋冬季緩步增強，在隆冬達到高峰。

二、聖嬰年的預測，在颱風季展開前對 ONI 數值取對數趨勢線，可以有 88% 的比例準確預測到後半年是否發展為聖嬰年或為反聖嬰年。

三、2000 年前侵臺颱風的機率：反聖嬰年 > 聖嬰年 > 正常年；2000 年後侵臺颱風的機率：正常年 > 反聖嬰年 > 聖嬰年。可見近 20 年來的氣候與往年有明顯差異。

四、由報告發現在聖嬰年時，發展為強烈颱風的機率是最大的，且強烈颱風侵臺的機率又以聖嬰年時為最大。若能依本報告中所發現的方法去預測該年是否發展為聖嬰年的話，則可達到提前預防的目的。

五、在報告中也發現反聖嬰年時，從西南邊侵臺的颱風比例是最高的，也就是所謂的西南颱，由於沒有中央山脈的屏障，對臺灣會造成比較嚴重的災情，所以西南地區應在反聖嬰年時嚴加防範強風、豪雨帶來的災害。

柒、參考資料

1. 中央氣象局全球資訊網

<http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>

(1) 歷史颱風 (2) 颱風資料庫 (3) 聖嬰 / 反聖嬰對全球與臺灣的影響

2. NCDR 天氣與氣候監測網

https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch_sst.aspx

3. 維基百科 1987~2017 年太平洋颱風季

<https://zh.wikipedia.org/wiki/1987年太平洋颱風季> ~

<https://zh.wikipedia.org/wiki/2017年太平洋颱風季>

4. 臺灣颱風資訊中心

<http://typhoon.ws>