

西太平洋颱風與 El Nino 關係研究

卓盈旻 余嘉裕

中國文化大學大氣科學系

摘 要

許多研究顯示，當聖嬰現象發生時，大西洋颶風發生頻率將被顯著抑制，然而太平洋颱風發生頻率與聖嬰關係似乎不若大西洋顯著，僅強聖嬰現象有較明顯的頻率增加。由於熱帶太平洋地區為 ENSO 訊號最顯著之區域且西太平洋地區為全球熱帶氣旋最活躍地區，兩者之間的關係實有必要透過詳細分析以予釐清。

為進一步瞭解強聖嬰現象發生時西太平洋大氣環境的改變，本文利用 EC/TOGA BASIC 資料分析數個顯著聖嬰現象發生時，海洋與大氣之基本氣象參數場變異情形，包括海溫的擴張、不穩定區的分佈、垂直風切的改變及熱通量變化等，藉此瞭解顯著聖嬰現象對颱風生成機制之影響及導致颱風發生頻率及持續日數增加的原因。

研究結果顯示，聖嬰現象發生時，西北太平洋颱風發生頻率的年際變異主要受到太平洋海溫以及低對流層輻合、輻散場的變化所影響，其次是受到垂直風切場與中、低對流層濕度場的影響，而渦度場對颱風生成的貢獻則非常小。另外，聖嬰年時颱風主要發生源地亦與正常年不盡相同。

一、前言

聖嬰現象發生時會使赤道太平洋低層東風減弱，改變沃克環流 (Walker circulation) 結構，進而影響太平洋地區的大氣環境條件。在夏季時，西北太平洋是熱帶氣旋 (颱風) 活動最旺盛的地區，而颱風具有強大破壞力，是台灣地區最主要的天然災害，然而颱風也是台灣地區降水的主要來源。由於西太平洋地區颱風發生頻率有顯著的年際差異，而此差異顯然與東太平洋海溫低頻變異有關，為了加強對於颱風年際變異的掌握，本文將詳細討論聖嬰現象發生時，熱帶太平洋地區海洋和大氣環境場的變異情形與颱風生成源地的相關性。

許多研究顯示，聖嬰現象發生時，在 150E ~ 160E 以西的熱帶氣旋生成數目比較少，而在其東邊則比較多；反聖嬰年則相反 (Chen 和 Weng, 1997 ; 涂和余, 1998)。然而余等 (1998) 指出，在強聖嬰年時，強烈颱風

發生頻率有顯著增加的趨勢。Chan (1985) 指出異常之沃克環流發展，會導致西、中太平洋積雲對流的加強，進而影響東、西太平洋熱帶氣旋發生頻率。Wu 和 Lau (1992) 提出西、中熱帶太平洋的低層輻散場與熱帶氣旋發生頻率之年際變異有關，更加強了 Chan 所提出的理論。

本文第二節描述研究所使用的資料與研究方法，並定義出冷、暖颱風季，作為本文的研究基礎。第三節探討西太平洋海洋和大氣環境的改變對於颱風生成造成的年際變異。第四節則對本文做一個總結。

二、分析資料與研究方法

本文所採用的分析資料包括：中央氣象局所提供的西太平洋颱風發生頻率資料， $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 經緯網格的 Reynolds 最佳化海溫資料 (Reynolds Optimum Interpolation SST, OI)，

與 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 經緯網格的 ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts)/TOGA-BASIC 在 850mb、500mb 面上的相對濕度場及風場資料;分析的起迄時間為 1982-1987 年的 6-10 月,此段時間涵蓋了 1982/83、1986/87、1991/92、1997/98 四個聖嬰現象在內。

首先根據 NOAA 氣候預報中心 (Climate Prediction Center, CPC) 將太平洋海溫依其對於顯著年際變異所區分的三個指標海域,分別為 Nino1+2 區、Nino3 區、Nino4 區,與 Gutzler 定義西北太平洋暖舌之 Nino5 區,由此四個區域中選取 Nino3 區的海溫資料作為定義冷、暖颱風季節的指標 (圖 1)。

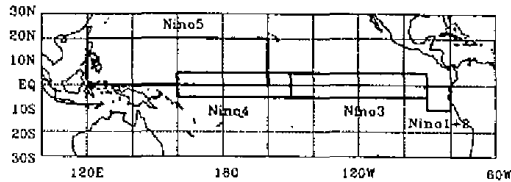


圖 1：根據 NOAA 及 Gutzler(1996)所定義之熱帶太平洋地區 Nino1+2、Nino3、Nino4 及 Nino5 之地理位置。

吾人將 Nino3 區 6-10 月之海溫資料作平均,並將之減去該區 1982-1997 年共 16 年之氣候平均值,利用所得之距平值來定義冷、暖季,如表一。

名稱	定義
暖颱風季	$\Delta \text{SST} (\text{NINO3}) \geq 0.5^{\circ}\text{C}$
冷颱風季	$\Delta \text{SST} (\text{NINO3}) \leq -0.5^{\circ}\text{C}$

表一：暖、冷颱風季之定義。

圖 2 為 1982-1997 年 6-10 月 NINO3 的海溫距平時間序列圖。透過先前之定義,吾人可將 1982-1997 年分為三種類型,如表二所示。由颱風發生次數距平時間序列與海溫距平時間序列來看,此二者呈現負相關,顯示當聖嬰現象發生時,西太平洋颱風的發生次數有減少

趨勢。

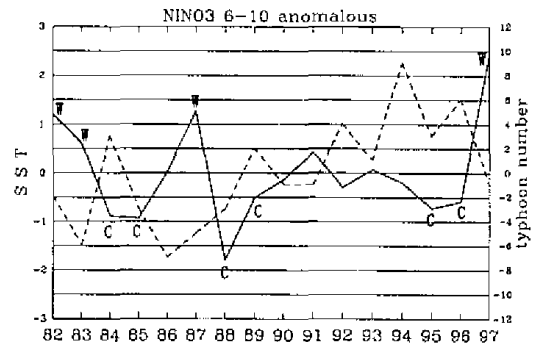


圖 2：實線為 1982-1997 年 6-10 月 NINO3 的海溫距平時間序列, W 代表暖颱風季, C 代表冷颱風季。虛線為 1982-1997 年 6-10 月颱風次數的距平時間序列。

名稱	定義
暖颱風季	1982, 1983, 1987, 1997
冷颱風季	1984, 1985, 1988, 1989, 1995, 1996
中性季	1986, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994

表 2：根據定義對 1982-1997 年之分類。

三、海溫與大氣運動場特性分析

(一) 海溫

圖 3 為熱帶太平洋地區 (100E ~ 60W, 30N ~ 30S) 的海溫分佈情形。圖 3a 為氣候平均值,幾乎在同一個緯度的高海溫區域(粗點區)都集中在換日線以西的西太平洋位置。圖 3b 為暖季的海溫分佈,高海溫區域向東移至換日線附近。圖 3c 為冷季的海溫分佈,高海溫區域位置則明顯偏西。比較冷、暖季海溫分佈圖可以發現:聖嬰現象發生時,暖季的高海溫區域有向東移的趨勢。

統計 1982-1997 年西太平洋地區颱風發生源地 (100E ~ 160W, 30N ~ EQ) 的颱風發生次數,得到四個暖季共有 82 個颱風發生,平均每年有 20.5 個,六個冷季共有 152 個颱風,平均每年有 25.3 個,六個中性季共有 149 個颱風發生,平均每年有 24.8 個。可見得暖季平均颱風每年發生次數有明顯減少

的趨勢，而冷季則有輕微增加。

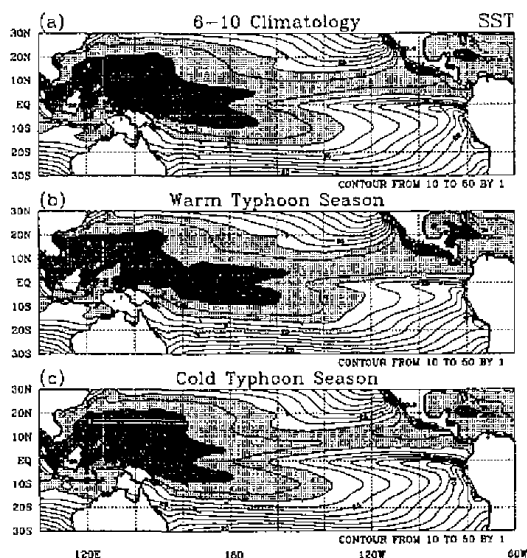


圖 3：熱帶太平洋地區（100E ~ 60W，30N ~ 30S）的海溫分佈。由上至下分別為 1982-1997 年 6-10 月的氣候平均值、暖季平均值、冷季平均值。等值線間距為 1 °C，粗點和密點分別代表海溫在 27 °C 和 29 °C 以上。

為了瞭解颱風發生頻率的空間變異情形，所以將颱風發生源地以 150E 和 15N 兩條為界線，以逆時針方向分為四個區域，如圖 4 所示。圖 5 為 1982-1997 年西太平洋四個區域的颱風發生頻率，暖季主要的發生源地為區域 III、區域 IV，而冷季的主要發生源地為區域 II、區域 III，冷、暖兩季在區域 IV 的颱風發生頻率相差達 20 %。

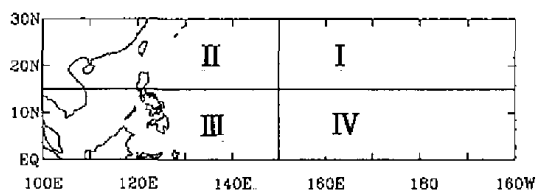


圖 4：颱風發生源地之劃分區域。

圖 6 為熱帶太平洋地區暖季和冷季的海溫值分別減去氣候平均值的距平分佈，圖 6a 為暖季的海溫距平分佈，在颱風發生源地的區域 IV，海溫有增加的趨勢，而在冷季的海溫距平分佈部份（圖 6b），颱風發生源地的區域 IV

為海溫減少趨勢，如此會抑制颱風的生成。此種結果是造成颱風生成源地在區域 IV 的發生頻率相差達 20 %，即颱風發生頻率改變最大的區域就是太平洋海溫變化最大的地區。

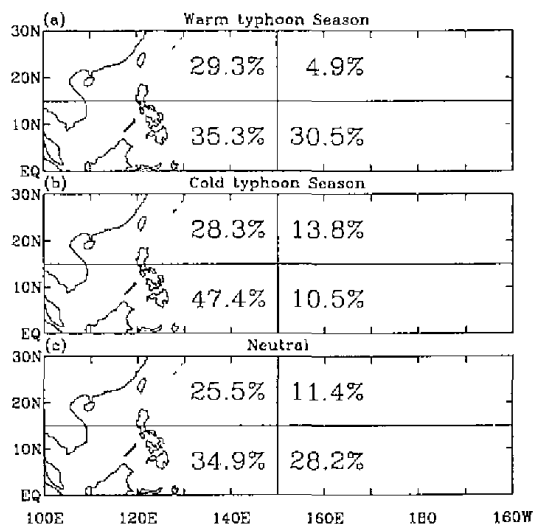


圖 5：1982-1997 年西太平洋地區颱風發生源地（100E ~ 160W，30N ~ EQ），以 150E 和 15N 為界線之四個區域的颱風發生頻率。由上至下分別為暖季、冷季、中性季之統計結果。

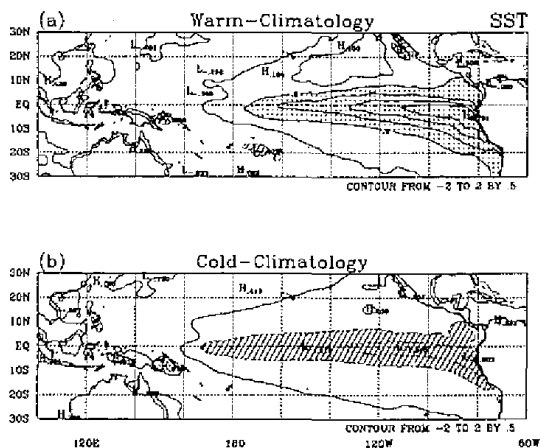


圖 6：熱帶太平洋地區海溫之距平分佈圖，上圖為暖季之距平分佈，下圖為冷季之距平分佈。颱風發生源地為 100E ~ 160W、30N ~ EQ，等值線間距為 0.5 °C，打點區和斜線區分別代表海溫正距平在 0.5 °C 以上和海溫負距平在 -0.5 °C 以下。

(二) 大氣運動場

圖 7 是低層 850mb 的相對濕度場距平分

佈。在暖季減去氣候平均值的距平分佈(圖 7a)，颱風生成源地主要的正距平發生在區域Ⅲ、區域Ⅳ，而在冷季的距平部份(圖 7b)，主要的正距平發生在區域Ⅱ、區域Ⅲ，此正距平區域與颱風發生頻率的主要地區相同。

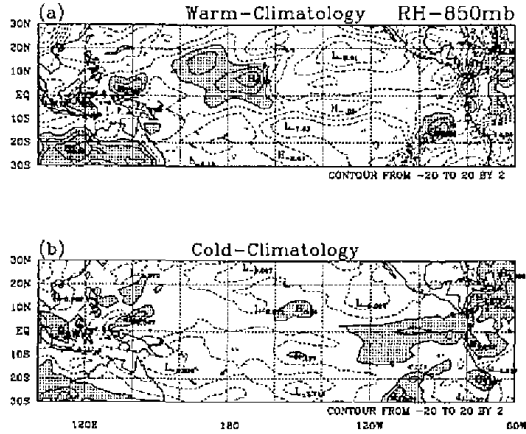


圖 7：熱帶太平洋地區低對流層 850mb 相對濕度場之距平分佈圖，上圖為暖季之距平分佈，下圖為冷季之距平分佈。颱風發生源地為 100E ~ 160W、30N ~ EQ，等值線間距為 2，打點區代表相對濕度正距平在 0 以上。

再分析中對流層 500mb 的相對濕度場(圖 8)，暖季(圖 8a)颱風生成源地的相對濕度幾乎皆為增加的趨勢，主要的正距平集中於區域Ⅲ、區域Ⅳ，而冷季(圖 8b)颱風生成源地的相對濕度也是增加的區域，但是其增加的數量很少。

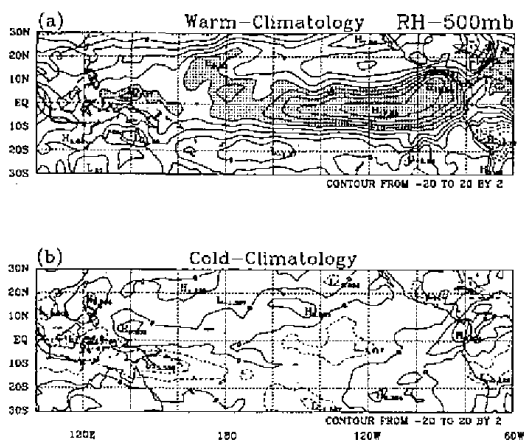


圖 8：熱帶太平洋地區中對流層 500mb 相對濕度場之距平分佈圖，上圖為暖季之距平分佈，下圖為冷季之距平分佈。颱風

發生源地為 100E ~ 160W、30N ~ EQ，等值線間距為 2，打點區代表相對濕度正距平在 8 以上。

圖 9 為 850mb 減去 500mb 的垂直風切場。在暖季的颱風發生源地區域Ⅳ，其垂直風切有減少的趨勢，此種結果是有助於颱風的生成。而在冷季部份，颱風發生源地區域Ⅳ為正距平，表示垂直風切有增大的趨勢，則會抑制颱風的發生。

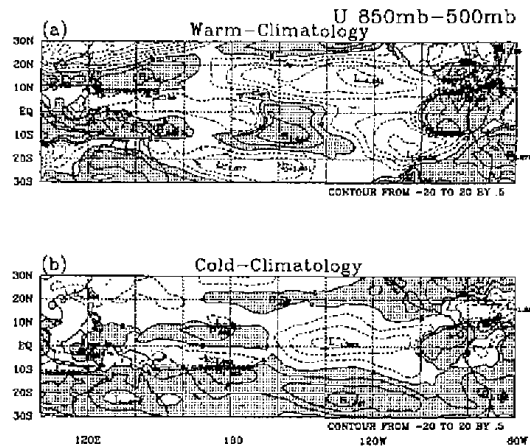


圖 9：熱帶太平洋地區垂直風切場(850mb - 500mb)之距平分佈圖，上圖為暖季之距平分佈，下圖為冷季之距平分佈。颱風發生源地為 100E ~ 160W、30N ~ EQ，等值線間距為 0.5m/sec，打點區代表垂直風切正距平在 0m/sec 以上。

為了瞭解低層大氣輻散、輻合場的關係，吾人分析了 850mb 的速度位距平分佈(圖 10)。在暖季(圖 10a)，整個熱帶地區的東太平洋為輻合距平，而西太平洋為輻散距平，圖中顯示颱風的發生源地為輻散距平所籠罩，表示暖季大氣的低層條件是不利於颱風的生成。冷季(圖 10b)，主要輻合距平集中於西太平洋地區，而輻散距平集中於 120W 的位置，在颱風的發生源地並沒有明顯的輻合、輻散距平，如此可以解釋颱風發生頻率於區域Ⅲ增加較多。

圖 11 是熱帶太平洋地區的流函數距平分佈，可以瞭解低層 850mb 的渦度分佈情形。

暖、冷季的颱風發源地皆為流函數正距平區域，暖季主要的負渦度距平發生在 150W 的位置，颱風發源地沒有明顯的正、負渦度區，對於颱風的生成並沒有顯著的貢獻。而冷季的颱風生成源地為負渦度區域，特別是區域IV有較大的負渦度梯度，因此會抑制了颱風的生成。

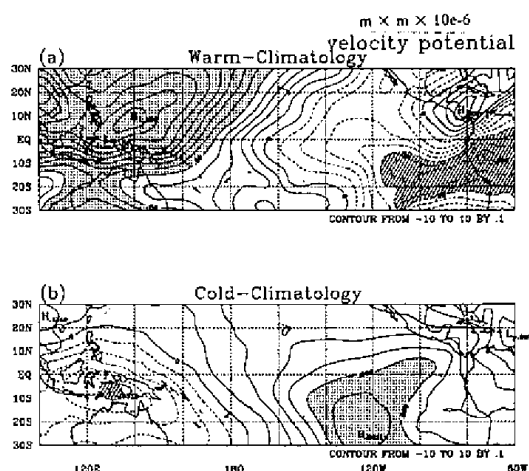


圖 10：熱帶太平洋地區低層 850mb 速度位場之距平分佈，上圖為暖季之距平分佈，下圖為冷季之距平分佈。颱風發源地為 100E ~ 160W、30N ~ EQ，等值線間距為 $0.1 m \times m \times 10^{-6}$ ，打點區代表速度位正距平在 $0.5 m \times m \times 10^{-6}$ 以上。

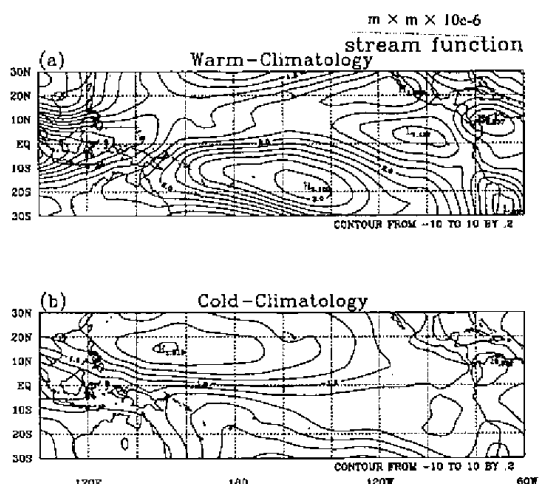


圖 11：熱帶太平洋地區低層 850mb 流函數場之距平分佈，上圖為暖季之距平分佈，下圖為冷季之距平分佈。颱風發源地為 100E ~ 160W、30N ~ EQ，等值線間距為 $0.2 m \times m \times 10^{-6}$ 。

四、總結

本文探討西北太平洋地區颱風發生頻率年際變化與 El Nino 事件之關係。

研究結果顯示，颱風的發生頻率有顯著之年際變異，暖季平均每年颱風的發生次數比冷季少 4.8 個。在暖季時的各項海、氣參數，對於颱風發源地的區域IV有主要的正貢獻，因此會促使颱風的生成。在冷季時，參數對於颱風發源地的區域II、區域III有正貢獻作用，有利於颱風的生成，而對於區域IV則有抑制颱風形成的機制。

綜合上述各項海、氣參數可瞭解到，西北太平洋颱風發生頻率的年際變異主要受到太平洋海溫以及低對流層輻合、輻散場的變化所影響，其次是受到垂直風切場與中、低對流層濕度場的影響，而渦度場對颱風生成的貢獻則非常小。因此，今後將對於海氣熱通量變化與不穩定區分佈的變異情形作進一步的研究，加強對於聖嬰現象與颱風生成關係的瞭解。

誌謝：

作者感謝中央氣象局王時鼎先生提供之颱風資料及國科會副熱帶資料庫提供研究所需資料。本研究由國科會計畫 NSC-87-2111-M-034-001 資助所完成，所需計算機資源由文化大學大氣科學系提供。

參考文獻

- 涂建翊和余嘉裕，1998：二十世紀後期聖嬰現象與台灣地區短期氣候變化。華岡理科學報，15，139-158。
- 余嘉裕 花雲挺 涂建翊，1998：熱帶太平洋地區大氣與海洋年際變異度研究：海溫、低層大氣與颱風。大氣科學，第十六期，第一號，pp63-76。
- Chan, J. L., 1985：Tropical cyclone activity in west Pacific in relation to the El

Nino/Southern Oscillation phenomenon.

Mon. Wea. Rev., **113**, 599-606. °

Chen. T. C., and Weng. S. P.,1998 :

Interannual variation in the tropical cyclone formation over the western north Pacific.

Mon. Wea. Rev., **126**,1080-1090 °

Gutzler, D. S.,1996:Low-frequency ocean-

atmosphere variability across the tropical western Pacific. *J. Atmos. Sci.*, **53**, 2773-2802.

Wu. G., and Lau N. C.,1992 : A GCM

simulation of the relationship between tropical-storm formation and ENSO. *Mon.*

Wea. Rev., **120**, 958-977 °

A Teleconnection Study Between Western Pacific Typhoons and El Nino

Yin-Min Cho and Jia-Yuh Yu
Department of Atmospheric Sciences
Chinese Culture University, Taipei, Taiwan

Abstract

Recent studies indicate that during the El Nino warm phase, hurricane activities in the western Atlantic decrease significantly. While other studies indicate that frequency of strong Typhoons in the western Pacific increase during El Nino warm phase. This inconsistency between western Atlantic and western Pacific requires further analysis of the large-scale environment change during El Nino events.

In this study, we use ECMWF/TOGA data along with Reynolds SST data to analyze interannual variability of certain important atmosphere-ocean parameters (e.g., SST low-level wind, low-level to mid-level relative humidity, and low-level wind shear) and their relation with Typhoon activities in the western Pacific. Our results indicate that the number of Typhoon decreases significantly during El Nino warm phase while the number modestly increases during cold phase. The interannual variability of western Pacific Typhoon activities results mostly from SST and low-level convergence change associated with El Nino events, and the low-level wind shear and vorticity only play an minor role in affecting the Typhoon activities.

Key words: typhoon, El Nino