

西北太平洋地區颱風活躍度分析

邱品竣 余嘉裕

中國文化大學地學研究所大氣科學組

摘要

本文以 JTWC 颱風資料和 NCEP/NCAR 大氣資料分析西北太平洋地區颱風活動氣候分布，並藉由量化的颱風活躍度指標來分析颱風活躍年和不活躍年颱風活動區域差異，以及伴隨之大氣環流變化。

研究結果顯示，旋轉風分量是影響西北太平洋颱風活躍度之關鍵。在活躍年與不活躍年之間的旋轉風環流差異中，氣旋式槽線伸至東海以及菲律賓東方海面，提供颱風發展有利之氣候條件，並與該區颱風活躍度驟增趨勢一致。輻散（合）風分量無論從強度和位置都顯示和颱風活躍度關係不大，並不足以顯著地影響西北太平洋地區颱風活躍度之變化。

關鍵詞：颱風，颱風活躍度

一、前言

西北太平洋地區颱風的活動情形受到海面溫度變化、熱帶東風波和南亞夏季季風強弱等不同時間空間尺度多重現象的影響，每年活躍程度都不盡相同。影響個別颱風生成物理因子包括海水表面溫度、大氣垂直風切、垂直熱力穩定度、上對流層動量通量輻合、中對流層水汽量等 (Gray 1968, 1979; Anthes 1982; Ho et al. 2004)。但影響單一颱風生成的條件是否就是影響該年颱風活躍程度的條件？或者

還有其他氣候條件決定該年颱風季活躍度？則需要從大氣環流條件探討。

大氣環流改變通常和大範圍地表條件改變有關，伴隨聖嬰現象 (El Nino) 之海溫改變和颱風活躍度關係當然成為研究焦點之一。Gray (1984) 為最早研究聖嬰和熱帶氣旋 (Tropical Cyclone, TC) 關係之人，他發現聖嬰年時大西洋 TC 生成次數明顯降低，聖嬰造成之熱帶大西洋垂直風切增強是抑制 TC 發展關鍵。

至於西北太平洋颱風活躍度研究，Briegel and Frank (1997) 首先由大氣環流變化觀點出發，研究結果發現高空槽和低層西風爆發同時增強為該年颱風較為活躍之關鍵因素。最近幾年學者研究則集中在聖嬰（反聖嬰）對西北太平洋颱風活躍度之影響，Chan (2000) 分析 1959~1997 年間西北太平洋颱風每月的活動，研究中指出在聖嬰成熟前一年 9、10 月時，南海地區的颱風活動有增加的趨勢，而在聖嬰成熟當年的 9~11 月，南海颱風的活動有減少的趨勢。Wang et al. (2002) 也在類似研究提出一些新的看法，他發現 7~12 月間颱風活動與 Nino3.4 海溫距平有相當好的相關性，在聖嬰年的夏秋兩季，西北太平洋熱帶氣旋的生成頻率在東南象限 ($0^{\circ}\sim 17^{\circ}\text{N}/140^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$) 有明顯的增加；在西北象限 ($17^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{N}/120^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$) 卻有減

少趨勢。上述研究之差異主要因為採用研究參數不同所致，因此有必要重新檢驗颱風活躍度變化和伴隨大氣環流差異，以釐清兩者間之關係。

本研究的目的是藉由量化的颱風活躍指標來分析颱風活躍年和不活躍年颱風活動區域差異，以及伴隨之大氣環流變化。本文第二節說明研究所使用資料和方法，第三節討論颱風生成地、活躍度和背景大氣環流特徵，第四節分析颱風活躍年和不活躍年差異，研究結果和討論在第五節中說明。

二、資料與研究方法

本文採用的颱風資料是 JTWC 所整理的最佳路徑資料，這份資料提供熱帶低壓和熱帶氣旋（Tropical Cyclone，簡稱 TC）每六小時一筆的位置與最大風速。由於我們有興趣者為強度較顯著之個案，因此僅統計 TC（中心最大風速大於 35 m s^{-1} ）個案。

在資料使用上，本研究將上述的每筆資料視為代表颱風存在該位置 6 小時，並統計所有颱風中心在固定區域的出現時數，以代表颱風在該區之活躍程度。本文中颱風各項統計數字是以 $5^\circ \times 5^\circ$ 的正方塊為基礎所完成。

低層風場使用 NCEP/NCAR 的 850hPa 月平均再分析資料，水平解析度為 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。本文利用風場解得流函數場和速度位場來分別探討渦度和垂直運動分布。

另外，由於衛星在氣象的觀測上扮演著重要的角色，對颱風研究來說相當重要，由於 1965 年前氣象衛星尚未投入觀測，故我們在分析氣流場時只取 1965~2001 的資料來做分析。

三、氣候特徵分析

3.1 颱風生成和活動統計

圖 1 是 1965~2001 年的颱風生成位置分布。圖中可以明顯看出主要颱風生成位置分為二大中心，主要中心位於菲律賓群島東方外海，另一中心位於南中國海，颱風主要生成位置在南北向集中在 10°N ~ 20°N 之間，東西向介於 110°E ~ 150°E 之間。圖 2 統計同時期每個 $5^\circ \times 5^\circ$ 方塊中，颱風經歷累計時間（單位為小時/月），以代表該方塊中颱風活躍程度。基本上，颱風較活躍區域和生成源地位置接近，但圖 2 也顯示颱風的活動雖然集中在南海、菲律賓、以及菲律賓東方洋面上，但在東海和日本南方海域也有顯著颱風活動，為颱風北上移動的結果。

3.2 背景大氣環流分析

圖 3 是 1965~2001 年颱風季（7~11 月）低層大氣平均流函數分布，可以看到太平洋副熱帶高壓中心位於 30°N 的位置，其脊線向西延伸到東海以及大陸華中一帶，颱風主要生成源地（ 110°E ~ 150°E / 10°N ~ 20°N ）正位於南亞夏季季風（西風）和熱帶信風（東風）的匯流區，風速相對微弱，提供深對流發展有利環境。圖 3 也顯示，強風位於太平洋副高西南邊緣區，扮演驅動西北太平洋颱風移動駛流角色，若太平洋副高脊線位置偏北，颱風路徑偏北，反之則路徑偏西。

圖 4 是 1965~2001 年颱風季（7~11 月）低層大氣平均速度位分布，可以看到寬廣的輻合區位於西北太平洋，其中心位於 15°N / 150°E 附近，若與颱風生成數源地分布（圖 1）比較，颱風

最常生成的地方並不是輻合中心區，而是在其西緣處，顯示輻合氣流（上升運動）並非唯一控制颱風生成因素，旋轉風合流提供之正渦度是讓颱風生成位置偏西之原因（見圖3）。

四、颱風活躍年和不活躍年差異

4.1 颱風活躍度分析

我們選定颱風活動區域（ $110^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{E}/10^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{N}$ ）檢定颱風的活躍度，計算該區颱風季（7~11月）的颱風活動平均時數，以代表該年之颱風活躍度指數（Typhoon Activity Index，簡稱TAI）。圖5顯示TAI的時間序列，圖中可以看出在1984年之前颱風活躍度有個約6年的週期，1988年後則是有個大略的10年週期（只有一個波峰）。另外也可以看到颱風活躍度有著頗大的年際變化，我們將TAI值高於平均值1個標準偏差之年份視為颱風活躍年（active years），小於平均值1個標準偏差之年份列視為颱風不活躍年（inactive years）。

表1列出1965年後颱風活躍年（1968、1991、1992、1994、1996）和不活躍年（1969、1973、1974、1975、1976、1977、1998、1999）。表中並依7~11月間Niño3.4判定聖嬰（反聖嬰）暖（冷）年，當Niño3.4大於一個正（負）標準偏差，該年定為強暖（冷）年，以大寫之W（C）表示；介於正（負）0.5至1標準偏差間稱為弱暖（冷）年，以小寫之w（c）表示；其餘稱為中性年，以小寫n表示。在颱風活躍年中，除了1996年之外，其餘年份皆為暖年，其中1991年為強暖年，其餘為弱暖年，顯示聖嬰現象對西北太平洋颱風活動確有顯著影響，在暖年時颱風

活躍度較強。在颱風不活躍年份中，有五年為強冷年（1973、1975、1988、1998、1999），三年為弱暖年（1969、1976、1977），雖然強冷年颱風活躍度有明顯降低之趨勢，但在較弱暖年時也出現過颱風不活躍情況，顯示海溫並非唯一影響颱風活躍度之機制。

4.2 颱風活躍年與不活躍年環流差異

圖6為活躍年與不活躍年颱風活躍度差異分布，可以看出主要的正距平中心有二處：第一個中心位於菲律賓東方 130°E 附近，另一個中心位於 147.5°E ，該二區為颱風在活躍年與不活躍年颱風活動差異最大之區域，也是活躍（不活躍）年颱風生成頻率增加（減少）之處。值得注意的是，在 $130^{\circ}\text{E}/25^{\circ}\text{N}$ 和 $155^{\circ}\text{E}/30^{\circ}\text{N}$ 附近分別有二個颱風活動增加之地區，且分別呈現向北偏西與向東北延伸的走向，此為颱風由菲律賓東方海面源地往北移動之結果，顯示颱風活躍年北上移動颱風路徑增加，而在不活躍年的颱風較少向北移動，且集中在 $30^{\circ}\text{N}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 間轉向北，與氣候值相較明顯偏東，這是由於活躍年太平洋高壓東退讓颱風提早沿高壓西緣北上（比較圖7）。另外在南海與東海上雖也有正距平趨勢出現，但並不顯著。

圖7為活躍年與不活躍年颱風季（7~11月）流函數差異和對應之旋轉風差異分布。主要流函數負距平和伴隨之氣旋式環流中心位於 $170^{\circ}\text{W}/30^{\circ}\text{N}$ 附近，顯示太平洋副在颱風活躍（不活躍）年有減弱（增強）之趨勢，氣旋式環流之槽線由中心往西和西南延伸至東海以及菲律賓東方海面，其中菲律賓東方海面之氣旋式距平強度最為顯著，與該區颱風活躍度增減趨勢一致。

圖 8 是活躍年與不活躍年的颱風季速度位差，箭號代表對應之速度位場差的輻散風，馬蹄形輻合中心由馬來西亞向東南延伸至澳洲北部，在菲律賓東方海面（125°E~145°E/10°~10°N）有一微弱輻合帶，和氣旋式環流槽線位置（圖 7）接近，但輻散風分量比旋轉風微弱許多，因此颱風活躍年主要是因為氣旋式環流距平延伸至西北太平洋颱風生成源地，提供有利於颱風發展所需之有利正渦度擾動，反應在平均環流變化就是太平洋副高強度減弱和高壓脊線東退。

五、總結與討論

本文以 JTWC 颱風資料和 NCEP/NCAR 大氣資料分析西北太平洋地區颱風活動氣候分布，並藉由量化的颱風活躍度指標來分析颱風活躍年和不活躍年颱風活動區域差異，以及伴隨之大氣環流變化。

本文定義一個新的颱風活躍度指數（Typhoon Activity Index, TAI），並以颱風季（7~11 月）平均 TAI 選出 5 個颱風活躍年和 8 個不活躍年，分析二者活躍度差異以及伴隨之大氣環流變化。研究結果顯示，旋轉風分量是影響西北太平洋颱風活躍度之關鍵。在活躍年與不活躍年之間的差異中可以看出，氣旋式環流槽線由中太平洋延伸至東海以及菲律賓東方海面，提供颱風發展有利之氣候條件，並與該區颱風活躍度增減趨勢一致。另外，輻散風分量無論從強度和位置都顯示和颱風活躍度關係不大，並不足以顯著地影響西北太平洋地區颱風活躍度之變化。

參考資料

- Anthes R. A., 1982: Tropical Cyclones: Their Evolution, Structure and Effects. *Amer. Meteor. Soc.*, 208pp.
- Briegleb, Lisa M., Frank, William M., 1997: Large-Scale Influences on Tropical Cyclogenesis in the Western North Pacific. *Mon. Wea. Rev.* **125**, 1397–1413.
- Chan, J. C. L., 2000: Tropical cyclone activity over the western north Pacific associated with El Nino and La Nina events. *J. Climate*, **13**, 1960–1972.
- Gray, W. M., 1968: Global view of the origin of tropical disturbances and storms. *Mon. Wea. Rev.*, **96**, 669–700.
- Gray, W. M., 1979: Hurricanes: Their Formation, Structure, and Likely Role in the Tropical Circulation. *Meteorology over the Tropical Oceans*, D. B. Shaw, Ed., Roy. Meteor. Soc., 155–218.
- Gray, W. M., 1984: Atlantic Seasonal Hurricane Frequency., *Mon. Wea. Rev.*, **112**, 1649–1683.
- Ho, Baik, Kim, Gong, Sui, 2004: Decadal Changes in Summertime Typhoon Tracks. *J. Climate*, in press.
- Wang, Bin, Chan, Johnny C. L., 2002: How Strong ENSO Events Affect Tropical Storm Activity over the Western North Pacific. *J. Climate*, **15**, 1643–1658.

表 1：颱風活躍和不活躍年份，颱風活躍（不活躍）年為圖 6 中 TAI 數值大於（小於）1 個標準差的年份。年份後面括號中的字母 W 代表強暖年、w 弱暖年、C 強冷年、c 弱冷年、n 為中性年，強弱冷（暖）或中性年由 Niño3.4 的海溫距平定義之。

活躍年	1968(w)、1991(W)、1992(w)、1994(w)、1996(n)
不活躍年	1969(w)、1973(C)、1975(C)、1976(w)、1977(w)、1988(C)、1998(C)、1999(C)

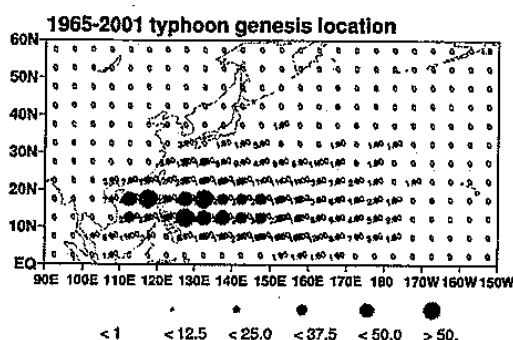


圖 1：1965~2001 年的颱風生成位置總數，解析度 5°x5°方塊，也就是該方塊區域內颱風生成的總數。

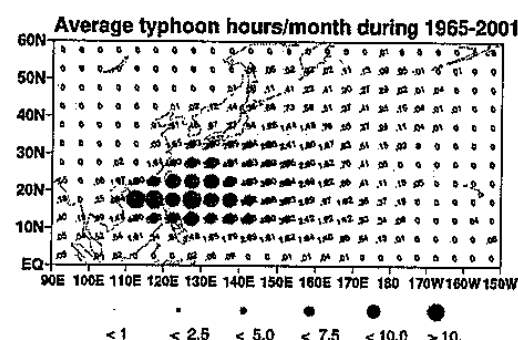


圖 2：1965~2001 年颱風活躍度分布，颱風活躍度是以 5°x5° 方塊內計算平均每月出現多少時間出現過颱風，其單位為小時/月。

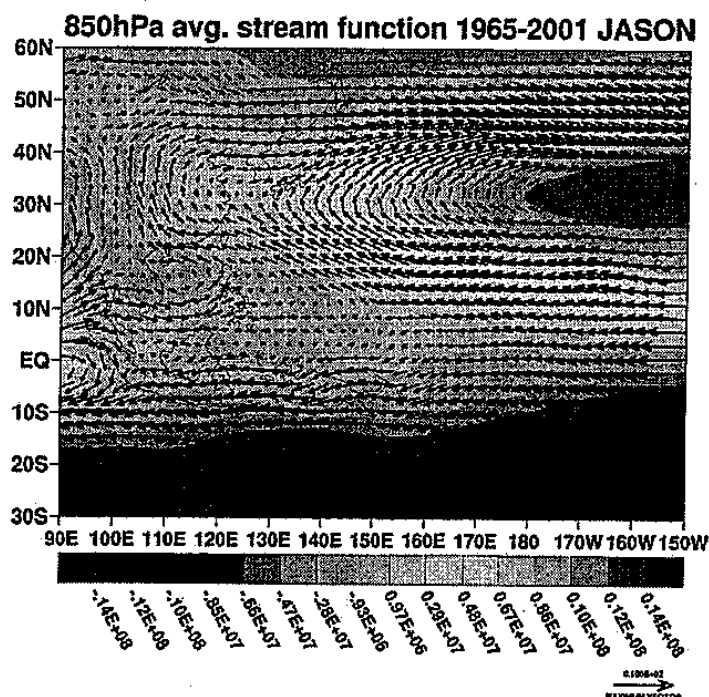


圖 3：1965~2001 年 7~11 月 850hPa 平均流函數場（彩色陰影）和旋轉風（箭頭）分布，右下角箭頭長度代表風速為 10 公尺/秒。

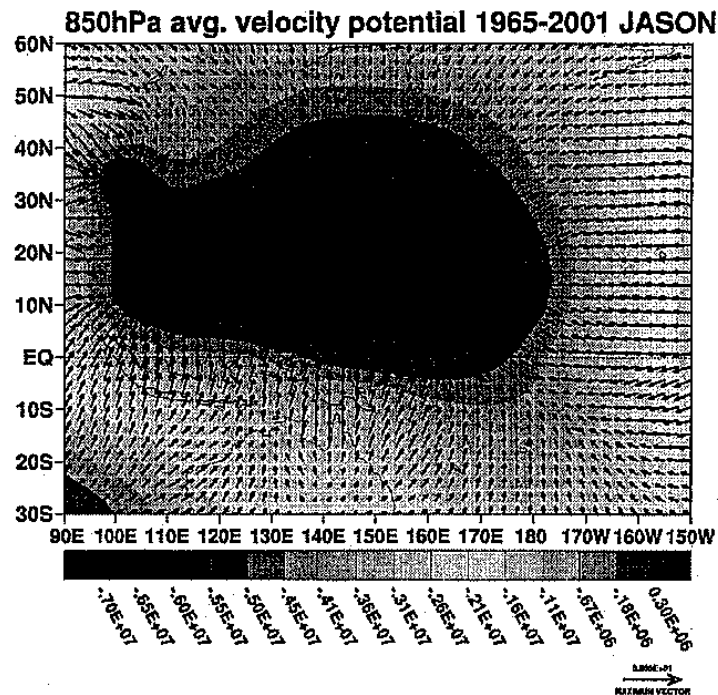


圖 4：1965~2001 年颱風季（7~11 月）850hPa 平均速度位（彩色陰影）和輻散輻合風（箭頭）分布，右下角箭頭長度代表風速為 5 公尺/秒。

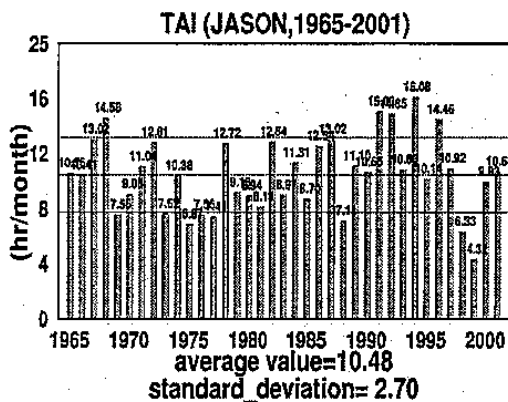


圖 5：1965~2001 年，110°E~160°E、10°N~30°N 區域範圍內，平均每個 5°x5° box 有多少颱風時數，圖中三條細黑線由上而下分別代表平均值+標準差、平均值、平均值-標準差，每個長條頂端的數字代表該年的值。

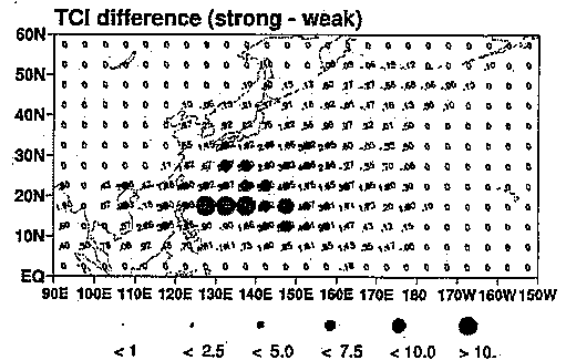


圖 6：颱風活躍年與不活躍年的颱風活躍度差異之空間分佈，也就是在該 5°x5° 方塊內活躍年的颱風時數減去不活躍年在該方塊內的颱風時數；其中紅色點是正值，藍色點代表負值；單位是小時/月。

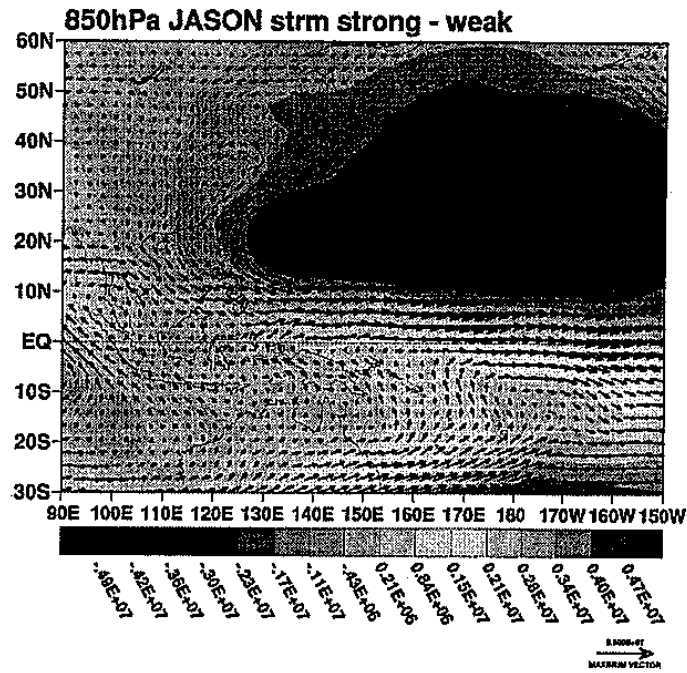


圖 7：颱風活躍年與不活躍年的流函數差異場(彩色陰影)與相對應的旋轉風風場(箭頭)，是活躍年 7~11 月的月平均流函數場減去不活躍年的，右下角的箭頭長度表示 5 公尺/秒。

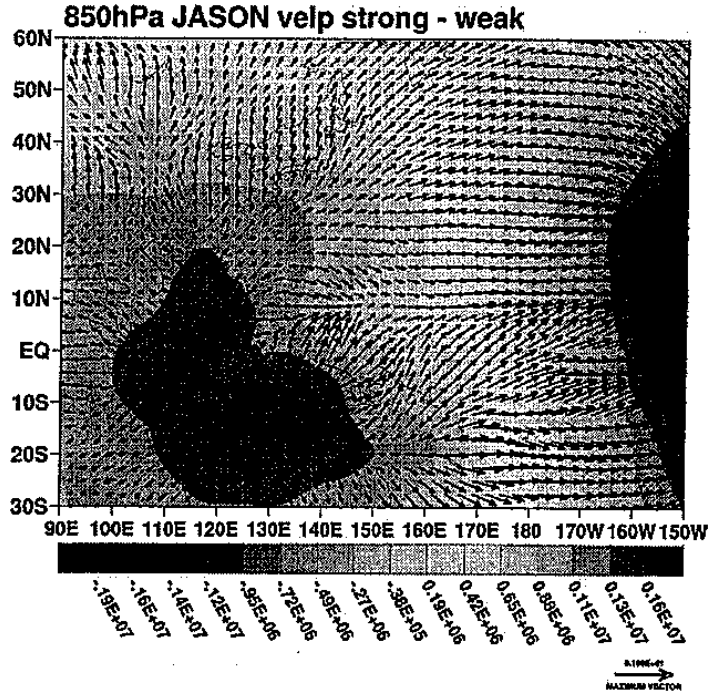


圖 8：颱風活躍年與不活躍年的速度位差異場(彩色陰影)與相對應的輻散風風場(箭頭)，是活躍年 7~11 月的月平均流函數場減去不活躍年的，右下角的箭頭長度表示 1 公尺/秒。