

西北太平洋地區熱帶氣旋活動對氣候變異度的影響

洪靜慧¹ 許晃雄¹
國立台灣大學大氣科學所

摘要

此研究針對西北太平洋地區，欲探討熱帶氣旋活動對氣候平均場與變異度的影響。我們人為的移除風場中的颱風訊號，留下背景環流場，再利用 850hPa 渦度場分析原始環流場與背景環流場的差異性，而這個差異就視為熱帶氣旋的影響。結果發現在颱風季節時，沿著颱風路徑的氣候平均場，正渦度有一大部分為熱帶氣旋所加強；而 44 年間的年際變化與季內尺度的變異度有高達 60% 的比例是來自於熱帶氣旋的貢獻，另外波譜分析的結果也顯示，30-60 天頻段間的強訊號，在背景場的分析中強度明顯減弱。由以上結果可知熱帶氣旋和大尺度環流之間有多重尺度的交互作用，因此我們需要瞭解對熱帶氣旋與不同尺度間的交互作用，才能夠更正確的分析夏季的氣候特徵，這也有助於改善氣候模式的模擬。

一、前言

氣候為多重尺度的系統，不同尺度間會產生交互作用，過去有許多學者研究大尺度環境場對颱風的生成、移行及強度的影響。其中，季風槽的建立與發展為影響熱帶氣旋活動的關鍵因素，大部分的熱帶氣旋都生成於季風槽較活躍的區域 (Gray 1979, McBride 1995, Chan 2000)。Gray (1998) 指出季風槽區域的大尺度低層的輻合風場與氣旋式的渦度，提供一個有利熱帶氣旋生成的環境。而熱帶氣旋的活動亦受控於季內震盪 (Gray 1978, Nakazawa 1986, Liebmann et al. 1994)，Maloney 和 Dickson (2003) 發現在季內震盪西風相位時，正壓和斜壓轉換能量較強，有利颱風生成，且颱風強度也較東風相位時強。Ritchie and Holland (1999) 統計西北太平洋地區生成的熱帶氣旋，發現有五成的個案與熱帶低壓型擾動 (TD-type disturbance) 有關。

自上述文獻研究探討可發現，熱帶氣旋的活動與大尺度環流的關係密切，但是前者對後者的影響至今引發 ENSO 事件，其他學者提出颱風所帶來的赤道西風，為聖嬰現象的肇始原因之一 (Harrison and

的研究了解甚少。Gao et al. (1988) 提出颱風可能會 Giese 1991, Kindle and Phoebus 1995)。在 Matthews and Kiladis (1999) 的研究中指出 6-25 天較高頻的擾動和 30-60 天周期的 MJO 活動，兩者之間會產生交互作用。

在此研究中，我們選取主要的颱風季節 (6-10 月)，移除掉西北太平洋地區環流場中的颱風訊號，留下背景環流場，比較原始場與環流場的差異性，藉以了解颱風活動對氣候場的影響程度，此外也特別針對季內尺度，探討夏季季內震盪的表現差異。於後第二節中說明我們所使用的資料與研究方法，第三節為研究結果的討論，最後一節則是總結。

二、使用資料與研究方法

為了將熱帶氣旋的訊號從環流場移除，我們使用 ECMWF Reanalysis (ERA40) 自 1958-2001 年 850hPa 的風場資料，而 2004 年的資料則取自於 NCEP Reanalysis series 1，皆選取主要的颱風季節 6-10 月份

(JJASO)，資料為每天四筆，空間網格解析度為 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。另外取用 JTWC 的熱帶氣旋位置與最大風速資料，利用中心位置的經緯度資料來進行熱帶氣旋的定位與濾除。

我們採用 Kurihara et al. (1993) 所發展的 GFDL 颱風模式初始化方法，在其研究中將渦旋從氣壓場中移除，而 Wu et al. (2002) 修正此方法，將緯向和經向風場的颱風分量濾除。圖 1 為濾除颱風的流程圖，首先利用緯向網格點作平滑處理，將全球分析場分成基本場和擾動場，接著以颱風定位中心作參考座標，選取半徑 1150 公里的範圍，將擾動場中的颱風訊號濾除，留下的非颱風分量用最佳內插法處理，得到擾動場中的非颱風分量，再加上基本場就得到一個背景環境場(灰色框)，也就是沒有颱風的環流場。

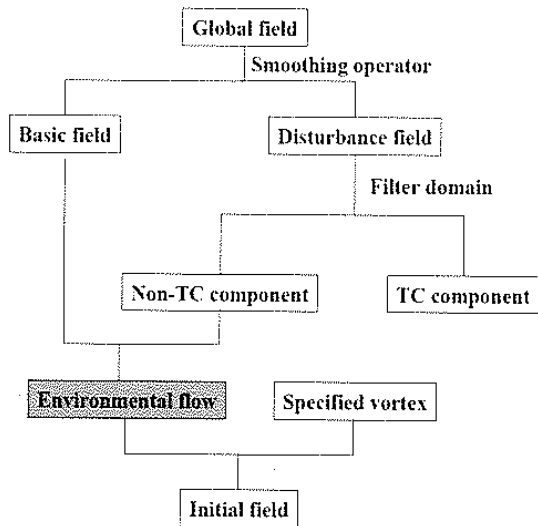


圖 1. Wu et al. (2002) 濾除颱風的流程簡介。

圖二為 2001 年 8 月 28 日 06Z 的渦度場，當天西北太平洋同時有三個颱風，比較圖 2 (a) 和 (c)，原始場中在北緯 20 度附近的強正渦度區，在背景場中明顯被移除，但仍留下平滑的正渦度場，且夏季季風槽的主結構仍然存在。圖 2(b) 中為此方法所濾除出的颱風渦度，分離出良好的颱風結構和強度。

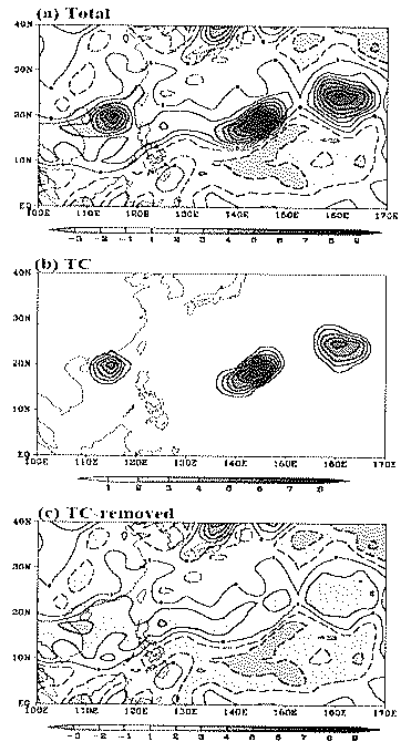


圖 2. 2001 年 8 月 28 日 06Z 850hPa 渦度場，單位 10^{-5} sec^{-1} 。(a)原始場 (b)颱風 (c)背景場。實線表示正渦度，虛線為負渦度。

三、 結果分析與討論

每年西太平洋地區平均約有 22 個颱風，颱風的強大正渦度影響著颱風季節的氣候平均場，圖 3(a) 中為 1958-2001 年 JJASO 的平均渦度場，主要的正渦度區位在北緯 10-20 度區域，為主要的颱風路徑區，而圖 3(b) 為背景渦度的氣候平均場，正渦度明顯減小，特別是在西太平洋地區的強正渦度，有一大部分是來自颱風的貢獻，可見得颱風加強了氣候平均場正渦度的表現，也會讓季風槽的結構顯得特別明顯。

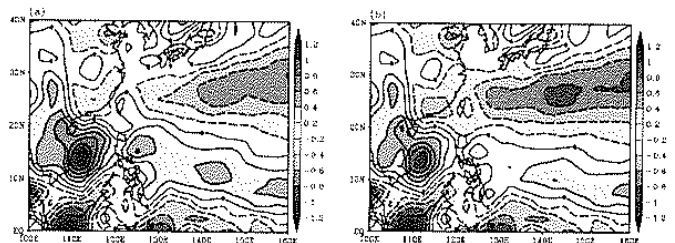


圖 3. 1958-2001 JJASO 850hPa 渦度平均場，單位 10^{-5} sec^{-1} 。(a)為原始場，(b)為背景場。實線表示正渦度，虛線為負渦度。

颱風明顯加強了氣候年際變化度，圖 4.(a) (b) (c) 分別是不同的年份區間原始場和背景場差異的百分比，代表颱風所影響的程度，特別是在 1980-2001 年，在菲律賓及台灣東方海面有高達 80% 的年際變異度是颱風訊號所造成。圖 4(d) 表示 1958-2001 年間經過每個網格點的颱風個數，在南海地區和菲律賓東方海面經過的颱風特別多，而圖 4(c) 中發現變異度改變百分比比較大的區和颱風路徑一致。此外季內尺度的變異度，也有明顯差異，圖 5 中，在 20-80 天頻段的渦度變異度，其差別和年際變異度表現不同，主要是位於在北緯 10-20 度間的西太平洋地區，颱風加強季內尺度的變異度高達 60% 的量值。

2004 年颱風數目有 44 個，相對於氣候平均值發生次數多了一倍，且小波分析結果發現在週期 32-76 天的頻段區，季內震盪的訊號強 (Hsu 2006)。因此我們選擇季內震盪活躍的區域 (15°N-30°N, 123°E-138°E)，平均其渦度值，利用波譜分析探討季內訊號的特徵，圖 6 中黑色線表示原始場的分析，灰色線則為背景場的分析，結果顯示原始場在 50 天和 17 天附近有兩個峰值，都通過 95% 的信心檢定，而背景場峰值位置大致相同，但強度明顯減小，不過仍可看見季內震盪的訊號，因此 2004 年此頻段的季內震盪的訊號有五成以上是颱風所造成。

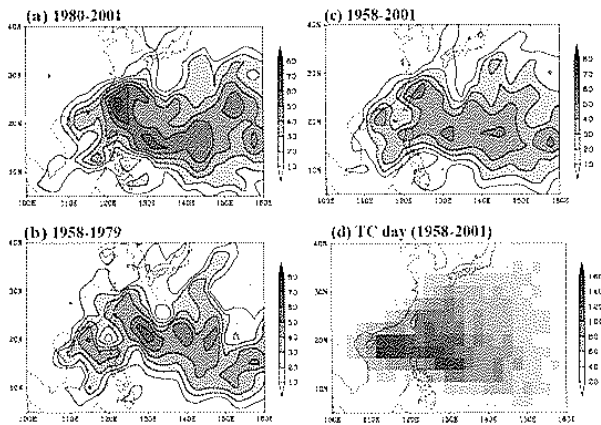


圖 4. 颱風貢獻之 850hPa 渦度場年際變異度百分比。(a) 1980-2001 年 (b) 1958-1979 年 (c) 1958-2001 年；(d) 1958-2001 年間經過每個網格點(2.5° x 2.5°)的颱風個數。

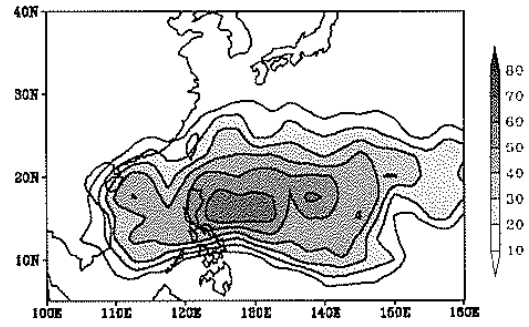


圖 5. 1958-2001 年 850hPa 渦度場 20-80 天頻段之季內尺度的變異度受颱風加強的百分比。

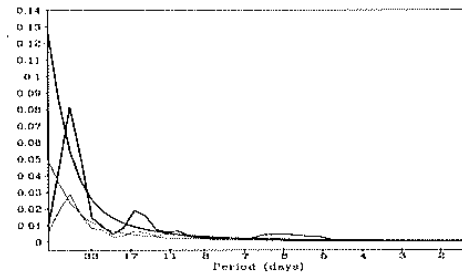


圖 6. 2004 年區域平均波譜分析圖，橫軸為時間(天)，縱軸為渦度變異量(單位 $10^{-10} \text{ sec}^{-2}$)。黑色實線為原始場的結果，灰色實線為背景場，平滑的曲線分別代表通過 95% 信心檢定值。

四、 結果與討論

西北太平洋是全球熱帶氣旋發生最頻繁的地區，且其生成、移行和大尺度環境場有密切的關係，過去的研究指出颱風易生成在季風槽活躍之處，以及季內振盪西風相時有利颱風發展，氣候在不同尺度之間有交互作用。在本文中人為的移除颱風，希望藉此了解颱風對氣候變異度的影響，結果顯示 44 年間的年際變化很明顯的有一大部分的量值來自於颱風的貢獻，而原始場和背景場中季內尺度的變異度差別高達 60%，颱風雖然屬於高頻的系統，但對氣候場的影響從本研究中明顯可見，且颱風生命期約莫一周以上，當颱風的強大能量向外傳送，就會影響到其他尺度的系統。因此當我們研究夏季季內震盪等氣候現象時，必須先瞭解熱帶氣旋之多重尺度交互作用特性，並更進一步理解其中的物理機制，才能夠更合理的瞭解氣候特徵。另外一方面，夏季時氣候模式模擬表現最偏離實

際狀況，倘若能夠增加颱風對大尺度環境場影響的特性，相信有助於改善氣候模式的模擬狀況。

五、參考文獻

- 羅安凱, 2005: “西北太平洋夏季季內震盪之多重尺度特性”, 國立台灣大學大氣科學所碩士論文。
- Chan, J. C. L., 1985: “Tropical cyclone activity in the northwest Pacific in relation to the El Niño/Southern Oscillation phenomenon.” *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 599–606.
- , 2000: “Tropical cyclone activity over the western North Pacific associated with El Niño and La Nina events.” *J. Climate*, **13**, 2960–2972.
- Chen, T.-C., S.-P. Weng, N. Yamazaki, and S. Kiehne, 1998: “Interannual variation in the tropical cyclone formation over the western North Pacific.” *Mon. Wea. Rev.*, **126**, 1080–1090.
- Gray, W. M., 1978: “Hurricanes: Their formation, structure and likely role in the tropical circulation.” *Meteorology over the Tropical Oceans*, D. B. Show, Ed., Roy. Meteor. Soc., 155-218.
- Heta, Y., 1990: “An analysis of tropical wind fields in relation to typhoon formation over the western Pacific.” *J. Meteor. Soc. Japan*, **68**, 65-76.
- Hsu, H.-H., Y.-L. Chen, A.-K. Lo, C.-H. Hung, and C.-C. Wu, 2006: On the ISO-TC Relationship in the Tropical Western North Pacific during the 2004 Typhoon Season. Submitted to *Geophys. Res. Lett.*
- Kurihara, Y., M. A. Bender, and R. J. Ross, 1993: “An initialization scheme of hurricane models by vortex specification.” *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 2030-2045.
- Landsea, C. W., 2000: “El Niño–Southern Oscillation and the seasonal predictability of tropical cyclones.” *El Niño: Impacts of Multiscale Variability on Natural Ecosystems and Society*, H. F. Diaz and V. Markgraf, Eds., 149–181.
- Liebmann, B., H. H. Hendon, and J. D. Glick, 1994: “The relationship between tropical cyclones of the western Pacific and Indian Ocean and the Madden-Julian oscillation.” *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 401-412.
- Maloney, E. D., and M. J. Dickinson, 2003: “The intraseasonal oscillation and the energetics of summertime tropical Western North Pacific synoptic-scale disturbances.” *J. Atmos. Sci.*, **60**, 2153-2168.
- Mattews, A. J., and G. N. Kilasis, 1999: “The tropical-extratropical interaction between high-frequency transients and the Madden-Julian oscillation.” *Mon. Wea. Rev.*, **127**, 661-677
- McBride, J. L., 1995: “Tropical cyclone formation. Global Perspective on Tropical Cyclones.” WMO Tech Doc. 693, World Meteorological Organization, 63-105.
- Nakazawa, 1986: “Intraseasonal variations of OLR in the tropics during the FGGE year.” *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 17-34.
- Ritchie, E. A., and G. J. Holland, 1999: “Large-scale patterns associated with tropical cyclogenesis in the western Pacific.” *Mon. Wea. Rev.*, **105**, 334-342.
- Wang, B., and J. C. L. Chan, 2002: “How Strong ENSO Events Affect Tropical Storm activity over the Western North Pacific.” *J. Climate*, **15**, 1643-1658.