

颱風強度及結構受垂直風切影響之探討—以2006碧利斯(BILIS)颱風及凱米(KAEMI)颱風為例

何秋鑒 林沛練

中央大學大氣物理研究所

摘要

颱風結構發展及強度變化與大環境之綜觀條件息息相關。洋面溫度、垂直風切等因素，皆會影響颱風之發展。本文選取2006年7月發生在西北太平洋上之輕度颱風碧利斯與中度颱風凱米兩個個案進行垂直風切對颱風強度與結構影響之探討。經過初步分析後發現，碧利斯和凱米在通過相同海溫(29°C)之區域時(碧利斯為7月8日0600UTC~7月10日0000UTC；凱米颱風為7月19日0600UTC~7月21日0000UTC)，兩者在強度的發展上有極大的差異。若計算兩者環境水平風場的垂直風切，可發現垂直風切都呈現越來越大的趨勢，而在垂直風場的風向變化上，凱米颱風的風場較均勻，碧利斯則不然。最後本文利用WRF(Weather Research and Forecast model)模式模擬，期望能得知垂直風場變化差異對兩者結構及強度上之影響。

前言

過去熱帶氣旋強度及結構變化的研究可歸納為兩個議題：決定最大潛在強度(Maximum Potential Intensity, MPI)的因子及颱風無法達到MPI的原因；其中，抑制颱風發展之動力因素又可分為內部動力及環境動力(Wang and Wu 2004)。現今已經有許多觀測及理想數值模擬的結果都能指出環境場的垂直風切對颱風強度為負貢獻(Jones 1995；DeMaria 1996等)。另外，許多研究也指出颱風垂直運動會受到垂直風切的影響而呈現不對稱發展(Bender 1997；Frank and Ritchie 1999, 2001等)。近幾年來由於電腦硬體及觀測技術的發展，現在能更進一步驗證理想模擬的結果(如Knaff 2004)，並使用較複雜的數值模式探討垂直風切造成的對流不對稱的結構(如Braun et al. 2006)。過去大多利用理想數值模擬進行研究，真實個案討論較少，本文希望藉由天氣分析，真實個案的比較及高解析度之WRF數值模式進一步探討垂直風切對颱風的強度及結構之影響。

天氣分析

分析碧利斯颱風與凱米颱風的路徑後發現，碧利斯在7月8日0600UTC到7月10日0000UTC與凱米在7月19日0600UTC到7月21日0000UTC的路境極為相似(圖一)，此時海溫約為29°C左右，但強度的發展上卻大相逕庭(圖二a,b)。根據

Molinari(1993) 計算垂直風切之方法可計算出碧利斯的垂直風切稍大於凱米，不過差異不大(圖二c)。從水平風場之區域平均(颱風中心東西南北各5度)的時間序列圖(圖三)可以發現凱米颱風環境風場隨高度變化較小，主要是東風；但碧利斯的風場變化較大，低層吹南風及北風，高層則以東風為主，此差異可能是造成碧利斯與凱米發展不同之原因。

模式結果

模擬大致能掌握到兩者西行路徑的變化(圖四)。碧利斯的路徑雖然在第24小時(0906UTC)較觀測路徑偏東北方，但在第42小時又與原本路徑重合，凱米颱風的模擬結果也有類似情形發生，但誤差不大。垂直風場變化的部分(圖五)，雖然一開始並未發生低層吹南風的情形，但能掌握中低層吹北風、高層吹東風之風場差異，且凱米颱風也呈現垂直的東風風切變化。但目前此低解析度(90km)的模擬仍不足以探討颱風受環境垂直風切之影響。

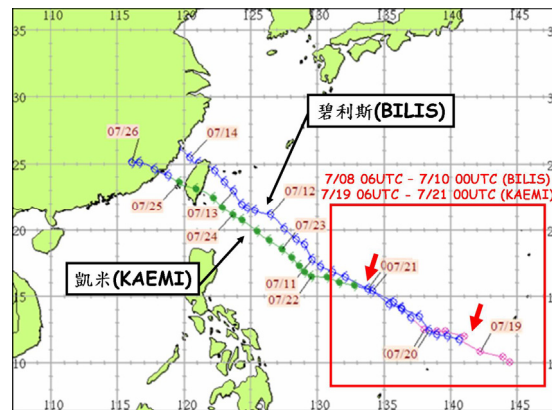
小結

經過初步的天氣分析可知碧利斯與凱米颱風在海溫條件上差異不大，發展初期的垂直風切都隨著颱風發展而增強。若比較兩者垂直風場上的變化，可知碧利斯的垂直風場風向改變程度勝於凱米颱風，這也許是造成兩者強度發展差異的原因之一。初步模擬結果顯示，模式能掌握兩者的移動方向及垂直風場的變化，未來將利用WRF模式針對凱米及碧利斯颱風進行更高解析度模擬，探討兩者受到環境垂直風切產生的影響。

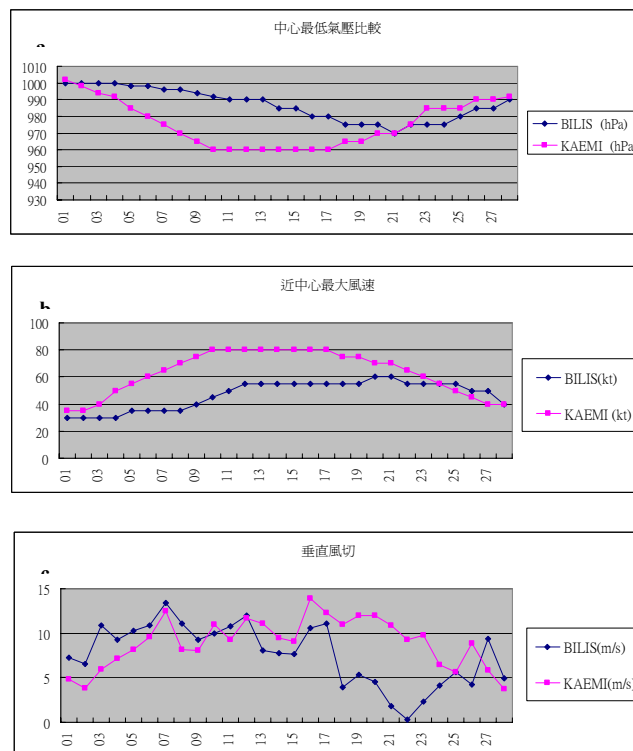
參考文獻

- Bender M., 1997: The effect of relative flow on the asymmetric structure in the interior of hurricanes. *J. Atmos. Sci.*, **54**, 703–724.
- Braun, S., A., M. T. Montgomery, and Z. Pu, 2006: High-Resolution Simulation of Hurricane Bonnie (1998). Part I: The organization of eyewall vertical motion. *J. Atmos. Sci.*, **46**, 3077–3107.
- DeMaria, M., 1996: The effect of vertical shear on tropical cyclone intensity change. *J. Atmos. Sci.*, **53**, 2076–2087.
- Frank, W. M., and E. A. Ritchie, 1999: Effects of environmental flow upon tropical cyclone structure. *Mon. Wea. Rev.*, **127**, 2044–2061.
- Frank, W. M., and E. A. Ritchie, 2001: Effects of environmental flow on the intensity and structure of numerically simulated hurricanes. *Mon. Wea. Rev.*, **129**, 2249–2269.
- Jones, S. C., 1995: The evolution of vortices in vertical shear: I: Initially barotropic vortices. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* **121**, 821–851.

- Knaff, John A., S. A. Seseske, M. DeMaria and J. L. Demuth. 2004: On the Influences of Vertical Wind Shear on Symmetric Tropical Cyclone Structure Derived from AMSU. *Mon. Wea. Rev.*, **132**, 2503-2510.
- Molinari, J., 1993: Environmental controls on eye wall cycles and intensity change in Hurricane Allen (1980). *Tropical Cyclone Disasters*, J. Lighthill, Z. Zhem, G. Holland, and K. Emanuel, Eds., Peking University Press, 328-337.
- Wang, Y., and C.-C. Wu, 2004: Current understanding of tropical cyclone structure and intensity changes-A review. *Meteor. Atmos. Phys.*, **87**, 257-278, DOI: 10.1007/s00703-003-0055-6.

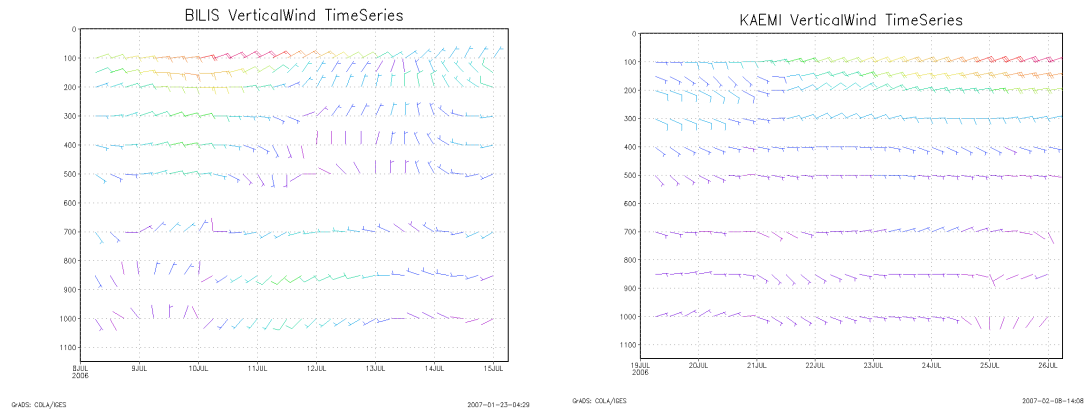


圖一 2006 碧利斯颱風與凱米颱風路徑比較，方框內是兩者通過相近海域的範圍，方框上面為路徑重疊之時間。

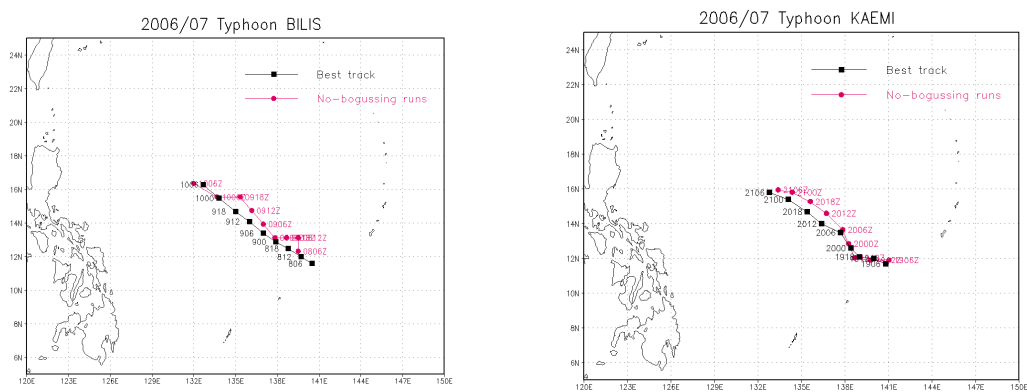


圖二 碧利斯颱風與凱米颱風強度比較(根據日本氣象廳資料)，圖 a 為最低中心氣壓，單位為百帕；圖 b 為最大風速，單位為海浬，圖 c 為依照 Molinari(1993)的計

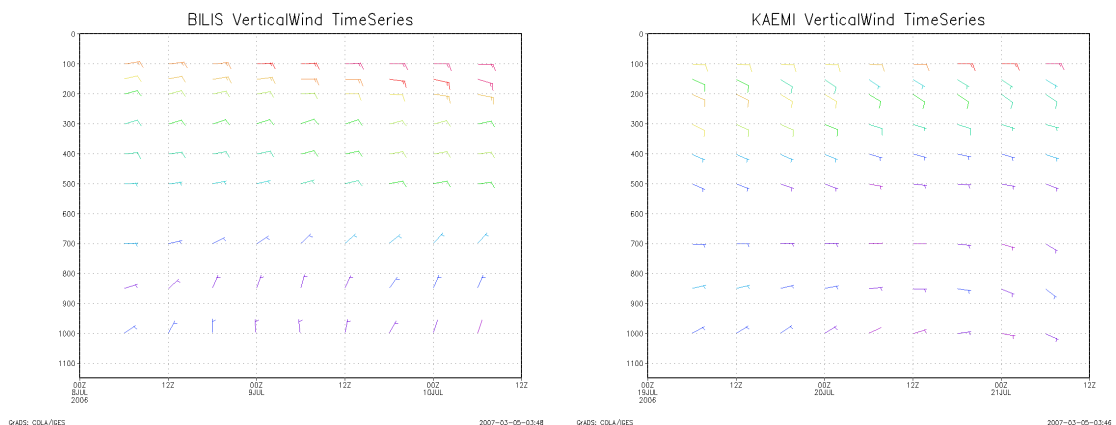
算法所得到的環境場垂直風切。碧利斯颱風的時間是從 2006 年 7 月 8 日 06UTC 開始，凱米則是 2006 年 7 月 19 日 06UTC。



圖三 碧利斯颱風與凱米颱風的垂直風場變化時序圖，碧利斯時間為 2006 年 7 月 8 日 06UTC 到 7 月 15 日 00UTC，凱米則是 2006 年 7 月 19 日 06UTC 到 7 月 26 日 00UTC。



圖四 碧利斯颱風與凱米颱風 48 小時模擬路徑與實際路徑比較，碧利斯的起始時間時間為 2006 年 7 月 8 日 06UTC，凱米為 2006 年 7 月 19 日 06UTC。



圖五 碧利斯颱風與凱米颱風 48 小時模擬結果之垂直風場變化時序圖比較，碧利斯的起始時間時間為 2006 年 7 月 8 日 06UTC，凱米為 2006 年 7 月 19 日 06UTC。