

熱帶氣旋發展與高層冷渦噴流之關係

苟潔予
衛星中心
中央氣象局

陳泰然
大氣科學研究所
國立台灣大學

摘要

夏季在西北太平洋常有熱帶氣旋發生，部份發展成颱風、部份消散。本文研究當高層冷渦與熱帶氣旋接近時，高層冷渦對熱帶氣旋發展之影響。研究顯示高層冷渦常伴隨二支噴流條，噴流條之存在會影響高層輻場之分布，當熱帶氣旋與高層冷渦位置適當時，高層的輻散因冷渦噴流接近而增強，使得低層輻合增強，渦度增加，熱帶氣旋進而發展成颱風。

一、前言

夏季太平洋地區的高對流層常有明顯冷心結構的氣旋發生，稱為高層冷渦(或冷心低壓)。周(1989)及 Chen and Chou (1994) 分析 1982—1987 年夏季高層冷心低壓時指出，伴隨噴流條的冷心低壓，常具有較長生命期且環流半徑較大。鄭(1994)認為伴隨噴流條的垂直次環流，在入區右側與出區左側有較強的輻散，風速愈大則輻散值愈大，對流發生的頻率亦高，苟與陳(1997)研究顯示當高層冷渦在增強與成熟期，伴隨兩支噴流條，以 200 hPa 最明顯，減弱時則噴流條消散。

熱帶氣旋多發生在廣大洋面上，其中部份會發展成具破壞力之颱風，因此瞭解熱帶氣旋是否發展十分重要。根據 Salder (1976, 1978) 之分析顯示熱帶高對流層槽線(TUTT)及其所引起之外流對於颱風的增強有明顯影響，鄭(1994)認為高層冷渦南支強風軸的輻散外流與黛特颱風之發展有密切關係，吳與李(1993)研究顯示南支噴流條的出現與颱風之外流區有關。

本文運用 TCM-90 資料(Elsberry et al. 1990)，探討當高層冷渦接近熱帶氣旋時，其所伴隨之噴流條在熱帶氣旋的強度變化中所扮演的角色。

二、資料分析

美國海軍研究辦公室(Office of Naval Research; ONR)為了研究西太平洋副熱帶高壓、高空槽線等對於颱風發展、移動的影響及如何決定颱風駛流，於 1990 年 8—9 月在西太平洋全面展開

TCM-90 (Tropical Cyclone Motion—1990) 颱風實驗，希望透過實驗以對平時觀測較少之海洋地區天氣現象進一步瞭解。實驗期結束後，美國國家環境預報中心(National Center Environmental for Prediction; NCEP)運用密集觀測期間之觀測資料建立客觀分析場(網格點格距為 0.5 度經緯度，垂直解析度為 50 hPa，6 小時間隔)，供後續研究使用。

本研究所使用之資料，包括傳統天氣圖、日本 GMS 衛星雲圖及 TCM-90 第二次與第三次密集觀測期間(IOP2 & IOP3)的資料，其中 IOP2 是針對楊希(YANCY)颱風而執行，而 IOP3 則是針對柔拉(ZOLA)颱風，此兩次密集觀測在時間上是連續的。

研究中利用衛星雲圖瞭解熱帶氣旋位置，配合傳統天氣圖加以確認。進一步運用 NCEP 的網格資料分析各層風場、渦度場、散度場，以瞭解冷渦及伴隨之噴流條對於熱帶氣旋之影響。

三、分析結果

(一) 熱帶氣旋

8 月 15 日 1200 UTC 衛星雲圖中在楊希颱風(18.7° N, 132.9° E) 東南 800 公里處(17.5° N, 145.5° E) 有一明顯對流雲簇(圖略)，雲簇隨時間發展但與楊希颱風越離越遠。15 日 1200 UTC 對流雲簇區 500 hPa 氣流為氣旋式，而 850 hPa 到 16 日 0600 UTC 才有氣旋式風場出現，即伴隨對流雲的氣旋式風場最初發生在中層，隨後下伸至低層，終至發展成颱風，冷渦與熱帶氣旋位置如表一。

500 hPa 氣旋環流中心 3×3 經緯度範圍渦度平均值的時間-垂直剖面顯示(圖 1), 15 日 1200 UTC 中層(400 hPa) 有正渦度極大值, 低層為負渦度。隨後中層正渦度持續加強, 尤其是 16 日 0600 UTC 中低對流層(1000 hPa ~ 300 hPa) 正渦度均增強, 垂直伸展加深, 而 200 hPa 以上各層負渦度值亦增強。風場顯示, 16 日 0600 UTC 850 hPa 有封閉氣旋式環流, 系統並增強為熱帶低壓, 此時 850 hPa 渦度也明顯增強, 18 日 0000 UTC 此熱帶低壓發展成柔拉颱風。

(二) 高層冷渦

根據 Kelly and Mock (1982) 研究指出高層冷心低壓最大環流位於 200 hPa, 分析 200 hPa 風場確認高層冷渦位置(表一)。風場顯示兩支噴流條(垂直及水平風切均十分明顯) 伴隨冷渦, 分別位於西南及北或東北象限(圖 2), 冷渦位於噴流條氣旋風切側。西南象限噴流條風速較強且具北風分量, 而東北象限的噴流條風速較弱。東北象限的風速於 15 日 1200 UTC 至 16 日 1200 UTC 減弱, 16 日 1800 UTC 增強, 隨後減弱。西南象限噴流條在 15 日 1200 UTC 後風速持續增強至 16 日 1200 UTC 達最強, 而後明顯減弱, 17 日 0600 UTC 已消散。

(三) 高層冷渦噴流與熱帶氣旋

200 hPa 風場顯示, 西南噴流條位於熱帶氣旋的東北象限, 且自 15 日 1200 UTC 逐漸接近熱帶氣旋, 15 日 1200 UTC 至 16 日 0000 UTC 熱帶氣旋高層氣流向外輻散, 0600 UTC 及 1200 UTC 高層反氣旋式環流顯著, 16 日 0000—0600 UTC 兩者距離最近, 且西南噴流條增強熱帶氣旋的高層輻散。

熱帶氣旋 10×10 經緯度範圍內散度平均值的時間-垂直剖面分布(圖 3) 顯示, 高層輻散自 15 日 1200 UTC 起增強, 而 200 hPa 輻散以 16 日 0600 UTC 最大, 顯示噴流條接近時, 熱帶氣旋上層之輻散亦增加。高層輻散增強使得低層輻合亦加強, 低層輻合的加強亦增強低層渦度, 16 日 0600 UTC 熱帶氣旋明顯增強。

四、結論

本文利用 TCM-90 資料分析 1990 年 8 月 15-18 日熱帶氣旋結構及當冷渦接近時, 伴隨冷渦的噴流條對熱帶氣旋強度的影響。結果顯示伴隨高層冷渦有兩支噴流條, 分別位於東北與西南象限。冷渦加強期, 二噴流條同時存在, 西南支(位於西南象限) 較強且持續增強; 成熟期, 兩支噴流條風速略減; 減弱期則噴流條消散。當熱帶雲簇與高層冷渦接近時, 冷渦西南側之噴流條位於熱帶雲簇的東北象限。16 日 0000—0600 UTC 兩者最接近。當冷渦處於加強或成熟期時, 伴隨冷渦的噴流條使熱帶雲簇

高層輻散增強, 低層輻合亦隨之增強, 熱帶雲簇發展成熱帶低壓, 終至增強成颱風。

本文對熱帶氣旋及高層冷渦噴流條做初步研究, 並瞭解西南噴流條對熱帶氣旋之影響。未來將研究噴流條在能量轉換之貢獻, 以求更進一步的瞭解。

致謝

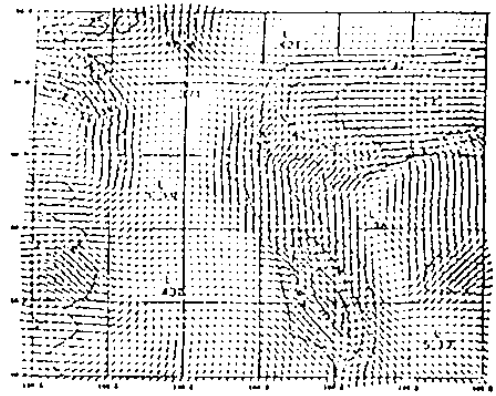
本文在國科會專案計畫 NSC87-2111-M-002-015 支援下完成。

參考文獻

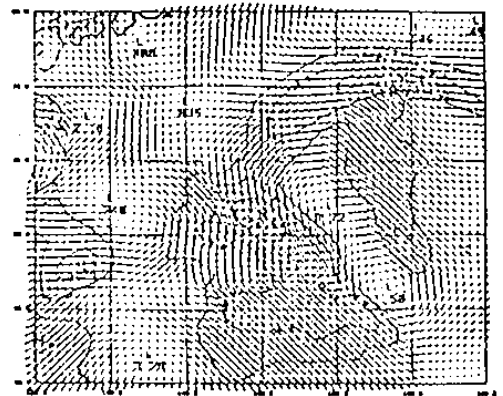
- 吳權芳與李清勝, 1993: 伴隨颱風之高層冷心低壓個案分析。天氣分析與預報研討會論文集編, 55—71。
- 周蘭芬, 1989: 西太平洋高層冷心低壓之研究。台灣大學大氣科學研究所碩士論文, 77 頁。
- 苟潔予及陳泰然, 1997: 高空冷渦及其與颱風發展之分析研究。海峽兩岸自然(大氣)科學師生論文發表研討會論文集編, 32—42。
- 鄭月娥, 1994: 伴隨黛特颱風(1990)之高層冷心低壓診斷分析研究。中國文化大學地學研究所碩士論文, 143 頁。
- Chen, T. J., and L. F. Chou, 1994: An investigation of cold vortices in upper troposphere over the western north Pacific during the warm season. *Mon. Wea. Rev.*, 122, 1436—1448.
- Kelly, W. E., and D. R. Mock, 1982: A diagnostic study of upper tropospheric cold lows over the Western North Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, 110, 471—480.
- Elsberry, R. L., B. C. Diehl, J. C. L. Chan, P. A. Harr, G. J. Holland, M. Lander, T. Neta, and D. Thom, 1990: ONR tropical cyclone motion research initiative: Field experiment summary. NPS-MR-91-001, Naval postgraduate school, Monterey, CA, 107 pp.
- Sadler, J. C., 1976: A role of the Tropical Upper Tropospheric Trough in Early Season Typhoon Development. *Mon. Wea. Rev.*, 104, 1266—1278.
- Sadler, J. C., 1978: Mid-Season Typhoon Development and Intensity Changes and the Tropical Upper Tropospheric Trough. *Mon. Wea. Rev.*, 106, 1137—1152.

表一 高層冷渦與熱帶低壓中心位置

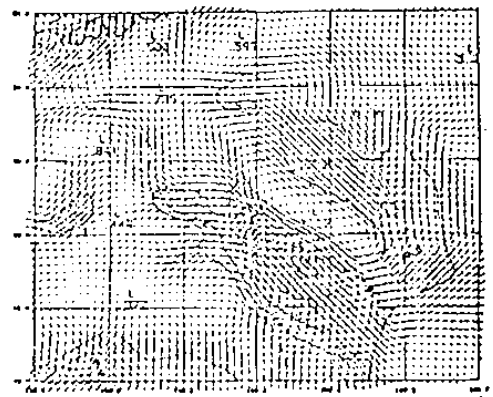
日期	高層冷渦		熱帶低壓	
	E	N	E	N
15/12Z	158.5	17.5	145.5	17.5
15/18Z	158.5	19.5	145.5	17.5
16/00Z	158.5	16.5	144.5	15.5
16/06Z	154.5	21.5	144	15
16/12Z	152.5	22	142.5	19
16/18Z	147.5	25	144.5	17
17/00Z	146.5	25	144.5	16.5
17/06Z	143	28	143.5	17.5
17/12Z	143	28	143.5	17.5



(a)

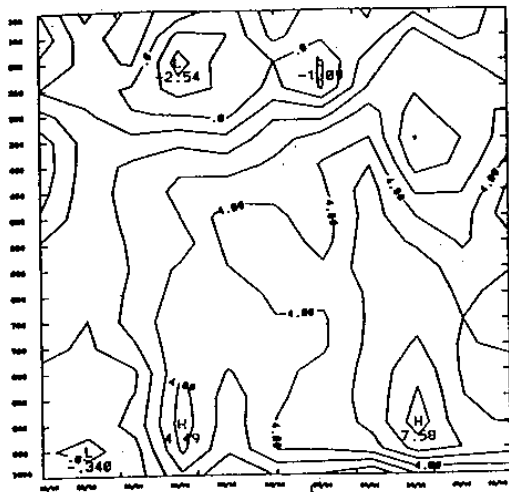


(b)

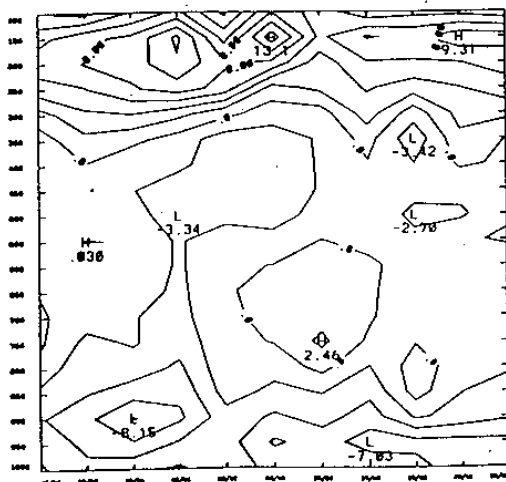


(c)

圖二 1990年8月 (a) 15日1200UTC
(b) 16日0000UTC (c) 16日1200UTC
200 hPa 風場分布。X軸為經度 (135-165° E)
Y軸為緯度 (10-35° N)，等值線是等風速線 (KT)
× 是高層冷渦中心，• 是熱帶低壓位置



圖一 熱帶低壓 3 * 3 經緯度範圍內
渦度平均值 ($10^{-5} S^{-1}$) 之時間-垂直剖面圖
X軸是時間 (15日1200UTC - 18日0000UTC)
Y軸為氣壓 (hPa)



圖三 熱帶低壓 10 * 10 經緯度範圍內
散度平均值 ($10^{-6} S^{-1}$) 之時間-垂直剖面圖
X軸是時間 (15日1200UTC - 18日0000UTC)
Y軸為氣壓 (hPa)