

# 高層冷心低壓個案之形成機制探討

<sup>1</sup>王尹懋 <sup>1</sup>陳泰然 <sup>2</sup>郭英華

<sup>1</sup>國立台灣大學大氣科學研究所

<sup>2</sup>美國國家大氣科學研究中心

## 摘要

本研究針對發生在 1998 年 5 月 2~8 日東亞地區的一個高層冷心(割離)低壓個案,利用 ECMWF 0.5 度網格點資料與 MM5 模式敏感度實驗,以探討其自中緯度斜壓槽割離之過程。

本個案冷心低壓的割離過程,是由一個位於中緯度平均西風噴流南側之短波槽逐漸發展,大尺度背景反旋式風切使得槽線主軸順時鐘方向旋轉而呈東北—西南傾斜,槽線東西向窄化,及槽線南北向拉伸。

此外,在此割離低壓形成前,槽線東南側存在零散但持續時間超過 48 小時的對流雲系。伴隨此對流雲系之高層非旋轉風東風分量與高層脊的生成,阻擋南側槽線的東移,使得槽線出現南北分離的現象,割離低壓於是生成。透過 MM5 模式的敏感度實驗,進一步證實對流潛熱釋放對於此割離低壓的割離過程與出現扮演重要的角色。此冷心低壓之割離機制與過去研究曾提出之割離低壓形成機制有明顯的不同。

關鍵詞：冷心低壓、割離、潛熱釋放

## 一、前言

過去對於高層割離冷心低壓形成過程的研究,主要著眼於綜觀尺度槽脊線與噴流條之間的交互作用 (Keyser and Shapiro 1986),透過斜壓與/或正壓能量轉換過程而

造成割離低壓形成於噴流條由槽線上游移至槽線底時。另外,Thorncroft et al. (1993) 利用乾的斜壓波譜模式的理論模擬研究,說明平均西風噴流與綜觀尺度槽線之間不同相對位置的交互作用,在等 PV 面上透過跨等位溫線氣流將造成槽線主軸出現不同方向傾斜,與在槽南端形成不同水平尺度大小的割離低壓。

發生於 1998 年 5 月 2~8 日期間之中緯度斜壓槽的加深與高層割離冷心低壓的形成機制,明顯與過去所提出之割離低壓形成過程與機制有所差異。本文目的為探討此割離低壓之形成過程與形成機制。

## 二、資料與研究方法

本文主要利用 ECMWF 之 0.5 度網格點資料、衛星資料及傳統觀測資料,分析此高層割離冷心低壓之演變。並以此網格資料作為 PSU-NCAR MM5 模式 (Grell et al. 1994) 模擬之輸入,以 1998 年 5 月 4 日 0000 UTC 為模式初始時間,模擬區域約為東經 64.22°~165.77°、北緯 11.93°~52.47°,涵蓋本文討論之槽線與割離低壓系統。顯性降水使用 simple ice 法 (Dudhia 1989),積雲參數化使用 Grell 參數化 (Grell 1993),邊界層參數化則使用 MRF 參數化 (Hong and Pan 1996)。

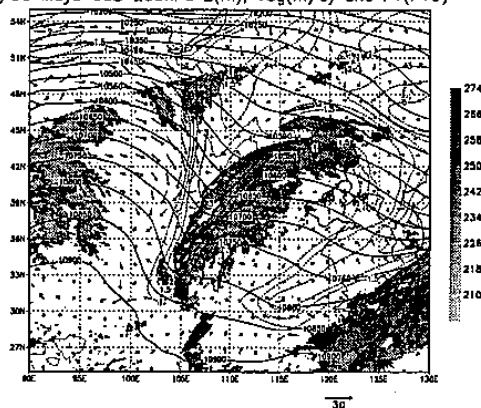
## 三、個案分析與討論

一個中緯度斜壓波在 1998 年 5 月 2 日出現於北緯 38°、東經 100°附近,隨後逐漸東

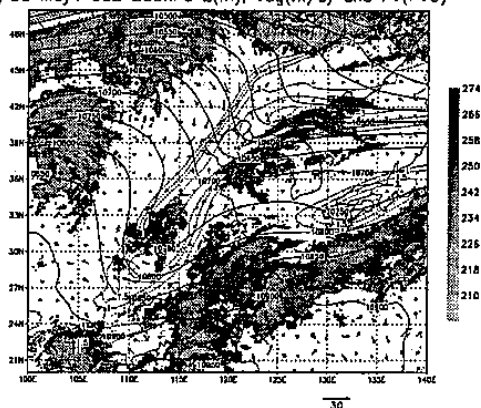
移、加深。由於此槽線位於平均西風噴流的南側，使得槽線主軸由原先的南北走向受背景反氣旋式風切影響而逐漸順鐘向轉為東北—西南走向(圖 1 a)。此過程與 Thorncroft et al. (1993) 所提出的理論一致。

此外，槽西側的等高線與等位渦線呈現近 90 度的交角，而非地轉風主要為北風分量，可預期此槽線將持續東移且向南延伸。335K 等位溫面之位渦線與風場分佈(圖 2)，顯示位渦脊西側相對於東側有明顯的跨等值線氣流。此分佈將會造成位渦脊(高度槽)逐漸窄化。

(a) 98 May3 06Z 250hPa Z(m), Vag(m/s) and PV(PVU)



(b) 98 May4 06Z 250hPa Z(m), Vag(m/s) and PV(PVU)



(c) 98 May5 00Z 250hPa Z(m), Vag(m/s) and PV(PVU)

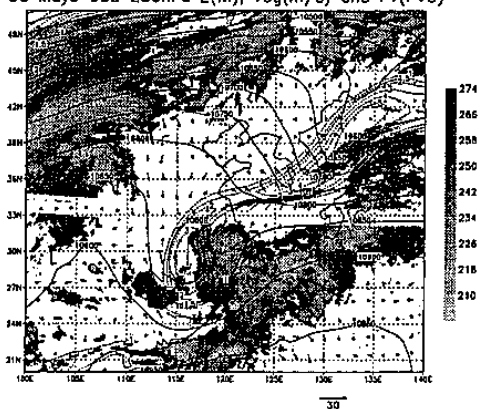


圖 1 1998 年 5 月 (a) 3 日 0600 UTC、(b) 4 日 0600 UTC、(c) 5 日 0000 UTC 的 250 hPa 之高度(實線, 公尺)、位渦(虛線, PVU)、非地轉風分量 (m s<sup>-1</sup>)、及雲頂溫度(陰影區, K)。

98 May 3 0600UTC 335K IPV map (PVU)

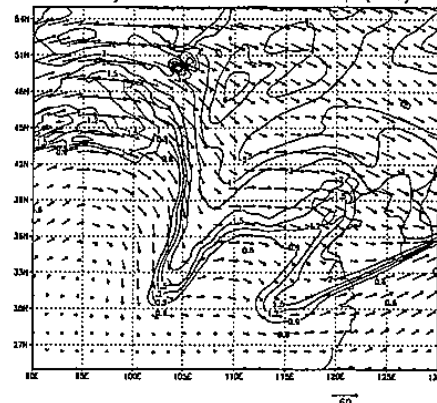


圖 2 1998 年 5 月 3 日 0600 UTC 之 335K 等位溫面位渦(實線, PVU)與風場。

由台灣東北至日本九州海面上持續存在對流雲系(圖 1)，至 4 日 0600 UTC 時已可見該區的高對流層出現明顯之非地轉東南風分量(圖 1 b)，且高層脊線之振幅逐漸變大，至 5 日 0000 UTC 更為明顯。此高層脊的出現與發展使得槽線出現南北分離的現象，由圖中的 1.5PVU 等值線更明顯可見伴隨割離低壓之高值位渦在此時已與北方槽線分離。北方槽線持續向東移動，而割離之冷心低壓則呈近似滯留。分析 5 月 4 日名瀨(28.2°N、129.3°E)、那霸(26.1°N、127.4°E)與石垣島(24.1°N、124.1°E)的探空與地面觀測資料，顯示此時中高對流層有明顯變暖的現象，地面亦出現對流性降水(圖未示)。

為了釐清高層脊的發展與對流降雨之間的關係，本文將利用 PSU-NCAR MM5 模式的敏感度實驗，進一步證明對流降雨潛熱釋放之高層脊的生成與本個案高層割離冷心低壓形成之影響。

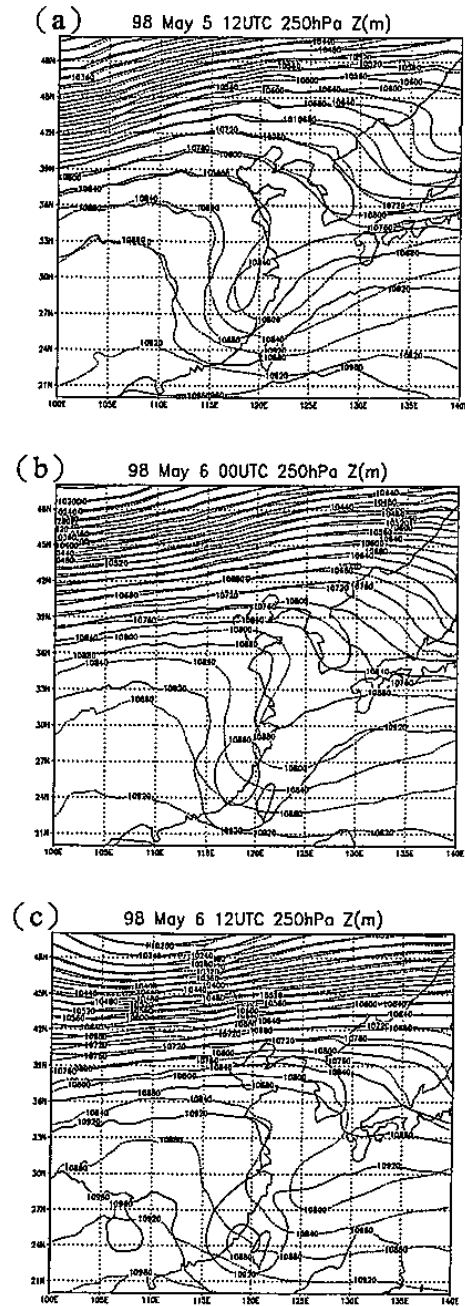


圖 3 MM5 模式模擬之 1998 年 5 月 (a) 5 日 1200 UTC、(b) 6 日 0000 UTC 及 (c) 6 日 1200 UTC 之 250 hPa 高度場，實線為 CR 實驗 (m)，虛線為 FD 實驗 (m)。

雖然 MM5 模式的控制模擬 (Control Run, CR) 對於起始時間 48 小時之割離冷心低壓的位置有約 300 公里的誤差，且槽東側之脊線較弱，但是仍然可掌握包括：槽線

分離、槽線東側脊線的出現等主要現象。圖 3a 為 5 月 5 日 1200 UTC (模擬時間第 36 小時) 250 hPa 的 CR 與不考慮潛熱釋放 (Fake Dry Run, FD) 模擬之高度場，CR 於此時出現槽線分離的現象，FD 則相對較不明顯。此外，CR 槽線東側之脊線較實際弱，但 FD 則幾乎沒有出現脊線。12 小時後 (圖 3b)，CR 之割離低壓稍微向南移動，北方槽線持續東移；而 FD 之槽線仍與北方槽線相連，且槽線主軸持續順時鐘轉向。至 6 日 1200 UTC (圖 3c)，CR 之割離低壓向東南移動約 200 公里，與北方槽線更遠離；FD 之槽線則仍無割離低壓的出現，槽線主軸順時鐘轉向呈東北東—西南西走向，槽線下游 (東南側) 幾乎無法分析脊線的存在。

由模式敏感度實驗結果顯示，槽線東南側持續存在的對流降雨有效加熱中高對流層大氣，造成高層脊線的生成與加強，對於本個案割離冷心低壓的生成與演變扮演非常重要的角色。

#### 四、總結

由觀測資料與 ECMWF 網格資料分析結果，顯示持續存在的對流降雨有效加熱中高對流層，使得高層脊線逐漸發展且振幅增大，造成槽線出現南北分離的現象。北方槽線繼續向東移動，而南側槽線則被此高層脊線阻擋而形成割離冷心低壓。

透過 MM5 模式的敏感度實驗，亦證實潛熱釋放對於本個案割離低壓的形成扮演重要角色。CR 實驗雖有預報誤差，但仍掌握割離低壓形成過程的主要現象。FD 模擬實驗之槽線演變與 Thorncroft et al. (1993) 以乾的斜壓波譜模式模擬研究提出之槽線演變非常類似。由於槽線位於平均西風噴流南側而受反氣旋式風切影響，槽線主軸由南北走向逐漸順時鐘方向轉為東北—西南走向；槽

線在緯向上的尺度受槽西側跨等值線氣流影響而逐漸縮小。本個案之高層割離冷心低壓形成過程與機制明顯與過去研究有明顯不同。

### 致謝

本研究在國科會計畫編號 NSC 92-2111-M-002-006 支援下完成。

### 參考文獻

- Dudhia, J., 1989: Numerical study of convection observed during the winter monsoon experiment using a mesoscale two-dimensional model. *J. Atmos. Sci.*, **46**, 3077-3107.
- Grell, G. A., 1993: Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 764-787.
- Grell, G. A., J. Dudhia, and D. R. Stauffer, 1994: A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5). NCAR Tech. Note 398, 121pp.
- Hong, S. -Y., and H. -L. Pan, 1996: Nocturnal boundary layer vertical diffusion in a medium-range forecast model. *Mon. Wea. Rev.*, **124**, 2322-2339.
- Keyser, D., and M. A. Shapiro, 1986: Review: A review of the structure and dynamics of upper-level frontal zones. *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 452-499.
- Thorncroft, C. D., B. J. Hoskins, and M. E. McIntyre, 1993: Two paradigms of baroclinic-wave life-cycle behaviour. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **119**, 17-55.