

# 賀伯颱風 (1996) 雷達資料之 CFAD 分析

楊明仁<sup>1</sup> 張保亮<sup>2</sup> 周仲島<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 中央氣象局科技中心

<sup>2</sup> 中央氣象局五分山雷達站

<sup>3</sup> 臺灣大學大氣科學系

## 摘要

賀伯颱風(1996)在臺灣東北角登陸，其帶來的強風和豪雨，造成臺灣地區近二十年來最嚴重的颱風災情損失。本研究同時利用中央氣象局五分山雷達及民航局中正機場雷達的觀測資料，應用雙都卜勒分析及 CFAD 分析方法，探討賀伯颱風螺旋狀雨帶對流系統內各種物理量的系集變化。初步分析結果顯示：螺旋狀雨帶對流系統的雷達回波與垂直速度之 CFAD 分析，呈現「成熟期」(mature stage) 或「緩慢衰弱期」(slowly decaying stage) 的典型特徵。螺旋雨帶對流系統內的整體性垂直質量通量，是由中等強度的上升下降氣流，而非強烈的上升下降氣流所決定。此研究結果，與 Yuter and Houze (1995) 相似。由於五分山雷達與中正機場雷達的觀測資料可做雙都卜勒分析的時間並不多，因此無法描述系統於不同生命期的演變情形 (life-stage evolution)。

## 一、前言

賀伯颱風(1996)在臺灣東北角登陸，其帶來的強風和豪雨，造成臺灣地區近二十年來最嚴重的颱風災情損失。中央氣象局新架設的五分山雷達適時對賀伯颱風的風場及回波場進行觀測，直到雷達天線被破壞為止。本研究利用當時中央氣象局五分山雷達及民航局中正機場雷達的觀測資料，應用雙都卜勒合成分析及 CFAD 分析方法，探討賀伯颱風螺旋狀雨帶(李與蔡，1995)對流系統內各種物理量的系集變化 (ensemble convective-scale variability)。

## 二、CFAD 方法

Contoured Frequency by Altitude Diagram (簡稱 CFAD) 為一統計分析方法，可用來分析對流系統內各種物理量的系集變化 (ensemble convective-scale variability)。Yuter and Houze (1995) 首先介紹此方法的理論基礎，並應用於美國佛羅里達州對流降雨實驗 (CaPE) 中一海陸風環流對流系統個案之雷達回波強度、垂直速度、與垂直通量的系集變化分析。Yuter and Houze 的研究發現，中等強度的上升下降氣流，而非強烈的上升下降氣流，決定其整體性的垂直質量通量。此研究成果對於對流系統內部垂直質量傳送的認知，有極重大概念性之突破！透過 CFAD 方法的應用，Yuter and Houze 並建立起粒子噴泉 (particle fountain) 的概念模式，

可以合理地解釋系統內降水型態由對流降水 (convective precipitation) 到層狀降水 (stratiform precipitation) 的過程演變。

### 三、結果

本研究延續周、張與李(1997)之賀伯颱風雙雷達分析，並進一步應用 CFAD 方法分析颱風螺旋狀雨帶對流系統內各種物理量的系集變化(ensemble convective-scale variability)。五分山雷達資料時間間距約為 6 分鐘，中正機場雷達資料時間間距約為 15 分鐘。在做雙雷達合成分析時，由於五分山雷達擁有較大的觀測範圍，因此為求一致，雷達回波資料以五分山雷達觀測為主。因為兩個雷達在觀測時間上的少許差異，加上雨帶對流系統的旋轉移動，吾人需對兩個雷達觀測資料做若干時間與空間上的些微校正，以進行雙雷達合成分析。所使用的雙都卜勒雷達分析處理流程，請參閱鄧(1992)。雙都卜勒雷達分析區域，則為 100 公里 x 70 公里的矩形區域，水平及垂直解析度均為 1 公里。雙都卜勒雷達分析矩形區域，位於臺灣北部海岸北方約 5-20 公里之海面上，其確實位置則請參閱周、張與李(1997)的圖 6。

CFAD 初步分析結果顯示：賀伯颱風螺旋狀雨帶對流系統的雷達回波(圖一)與垂直速度(圖二)之 CFAD 分析，呈現「成熟期」(mature stage) 或「緩慢衰弱期」(slowly decaying stage) 的典型特徵(見圖三與圖四的美國佛羅里達州 CaPE 實驗中對流系統個案成熟期之雷達回波強度與垂直速度 CFAD 分析)。螺旋雨帶對流系統內的整體性垂直質量通量，是由中等強度的上升下降氣流，而非強烈的上升下降氣流所決定(圖未示)。此研究結果，與 Yuter and Houze (1995)相似。然而由於五分山雷達與

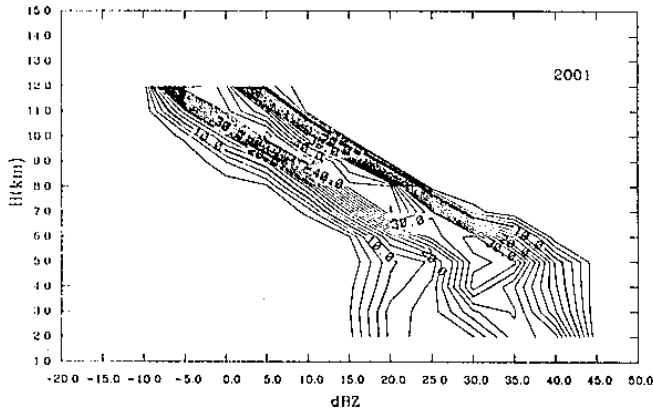
中正機場雷達的觀測資料可做雙都卜勒分析的時間並不多(只有 2001, 2016, 和 2031 LST 三個時間)，而且多集中於雨帶對流系統「成熟期」的資料，因此吾人無法描述系統於不同生命期的演變情形(life-stage evolution)。

### 四、致謝

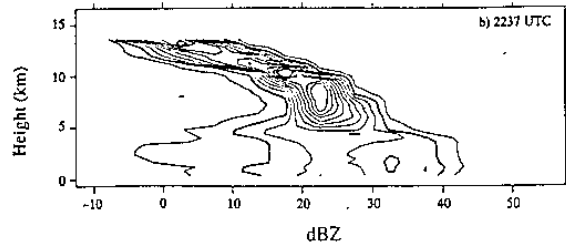
本研究得以完成，需要感謝周思運博士與林宏聖主任在資料解碼上的協助，並感謝民航局飛航服務總台提供雷達資料。本研究部份經費支援由國科會提供，計畫編號為 NSC87-2621-P-052-006。

### 參考文獻

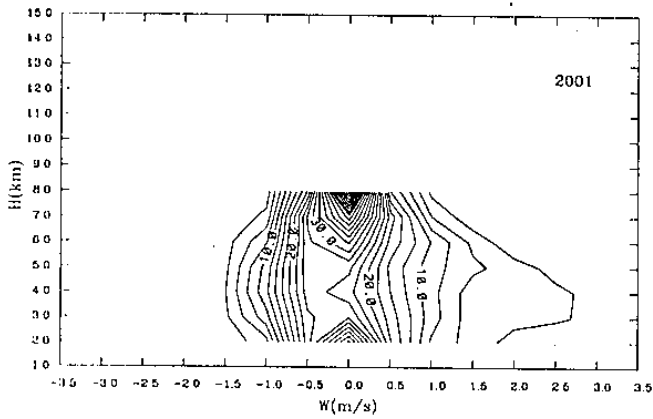
- 李清勝和蔡德攸，1995：利用 CAA 都卜勒雷達資料分析四個侵台颱風伴隨雨帶之特徵。《大氣科學》，23，209-236。
- 周仲島、張保亮與李清勝，1997：賀伯颱風(1996)雙雷達分析，天氣分析與預報研討會論文集編(85)。
- 鄧秀明，1992：梅雨鋒面對流之中尺度動力與熱力結構演化：TAMEX 個案研究。國立臺灣大學大氣科學研究所博士論文，196 頁。
- Yuter, S. E., and R. A. Houze, Jr., 1995: Three-dimensional kinematic and microphysical evolution of Florida cumulonimbus. Part II: Frequency distributions of vertical velocity, reflectivity, and differential reflectivity. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 1941-1963.



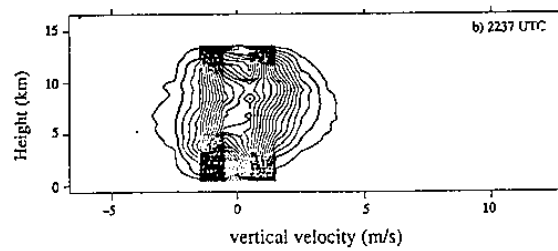
圖一：賀伯颱風 1996 年 7 月 31 日 2001 LST 時的雷達回波 CFAD 圖。



圖三：美國佛羅里達州對流降雨實驗 1991 年 8 月 15 日 2237 UTC 時的雷達回波 CFAD 圖(取自 Yuter and Houze 1995)。



圖二：賀伯颱風 1996 年 7 月 31 日 2001 LST 時的垂直速度 CFAD 圖。



圖四：美國佛羅里達州對流降雨實驗 1991 年 8 月 15 日 2237 UTC 的垂直速度 CFAD 圖(取自 Yuter and Houze 1995)。

