

# 龍王颱風雨帶之近地面特徵

蔡嘉倫<sup>1</sup> 游政谷<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中國文化大學地學研究所

<sup>2</sup>中國文化大學大氣科學系

## 摘要

本研究利用中央氣象局地面雷達與測站資料分析龍王颱風(2005)兩個雨帶通過臺灣北部時其降雨、運動場及熱力場之近地面變化特徵。在分析中利用雷達回波(>30dBZ)與測站降雨率來判斷雨帶的位置與邊界。結果顯示雨帶的內側可觀測到較強的降雨率,然而並不一定在雨帶的內側可觀測到較強的雷達回波,在雨帶通過地面測站時氣壓會開始下降,在雨帶中心降至最低,之後在雨帶內側開始些微的回升;氣溫在雨帶的內側快速的降低約 2°C,且通常在氣壓開始變化之後氣溫才開始降低。在雨帶中相當位溫的變化有三種特徵: 1. 在雨帶剛通過時先緩慢的下降,然後在雨帶中心出現了最低值並在雨帶內側開始回升; 2. 雨帶通過期間持續的降低; 3. 在雨帶中心有最大值。另外,由微波降雨雷達(MRR)觀測資料可求得空氣垂直速度,雨帶內部可觀測到正的上升速度( $\sim 4 \text{ m s}^{-1}$ ),在雨帶外圍可觀測到微弱的下降速度( $\sim 2.5 \text{ m s}^{-1}$ )。

## 一、前言

地處副熱帶的臺灣,時常受到颱風的侵襲,其伴隨的雨帶通常會挾帶強風暴雨。雨帶內擾動氣壓通常為負值且有較強的降雨率,雨帶中心會有比較強的雷達回波與上升氣流,而在雨帶外圍則有層狀降水及下沉的氣流(Staff Members 1969; Mark 1990; Peter 1994)。雨帶內強降水可能會導致溫度些微的降低,垂直速度與擾動溫度的變化有著正相關(Richard 1984)。本研究利用地面雷達與中央氣象局地面測站分析龍王颱風(2005)兩個雨帶通過臺灣北部時其降雨參數、風向風速、及氣溫氣壓等之近地面細微觀測特徵。

過去絕大部份的研究主要是利用機載都卜勒雷達來觀測海洋上的颱風雨帶,但是飛機往往因為安全的問題需要與洋面維持一定的距離,因此無法獲得完整颱風雨帶近地面的觀測資料。而以往對於颱風雨帶近地面觀測的討論也非常少(Skwira et al. 2005)。當颱風雨帶通過時其降雨與強風會對居住在地面的人類造成相當大的影響,因此本研究的主要分析颱風雨帶通過時近地面參數擾動變化,以期較完整來描述雨帶的特徵。

## 二、資料

本研究所使用的資料除了地面雷達與測站資料外,也利用垂直指向微波降雨雷達(Micro Rain Radar, MRR),此雷達目前架設於中國文化大學大氣科學系之觀測坪,為國內首度引進之雷達觀測系統。其頻率 24GHz 波長為 1.25 公分,為垂直觀測之氣象都卜勒雷達,主要設計為觀測大氣中的降水回

波強度、雨滴粒子速度、液態水含量、降雨率及雨滴粒徑分佈(可觀測的雨滴大小為 0.246 到 5.03 公釐)。此雷達利用調頻式之連續波段(FM-CW)在垂直方向有 30 個觀測區間,其垂直空間解析度可設定 10 到 1000 公尺之間,觀測時間解析度可設定 10 到 3600 秒之間,每 1 分鐘可以將一組觀測值資料輸出繪圖,可即時的觀測天氣系統的垂直變化。對於微波降雨雷達的詳細觀測原理可參考 Loffer-Mang and Kunz (1999)與 Peters et al. (2005)。

## 三、龍王颱風

本研究分析 2005 年編號 19 號的強烈颱風龍王,龍王颱風 9 月 26 日在關島北方生成後,隨後以西北轉偏西方向朝臺灣移動,10 月 1 日 23 時 10 分(UTC)於花蓮豐濱附近登陸(圖一)。

分析五分山雷達站 0.4 度仰角的雷達回波,在 10 月 1 日 19 時到 23 時有兩個雨帶通過北臺灣,由於雨帶結構沒有受到地形明顯的破壞,在離開臺灣時仍可清晰的看出雨帶的形狀,因此可利用回波強度大於 30dBZ 定義出其邊界及位置,並依通過的時間先後定出 R1 雨帶與 R2 雨帶。其中 R1 雨帶是以大約 60 度角接近臺灣北部,而 R2 以約 90 度角接近(圖二)。

## 四、結果分析

圖三為龍王颱風第一個雨帶(Rainband 1, R1)通過基隆測站之逐分觀測資料,由上而下為相當位溫( $^{\circ}\text{K}$ )、測站氣壓(mb)、溫度(實線)、露點(虛線)( $^{\circ}\text{C}$ )、相對濕度(%)、風向( $\text{m s}^{-1}$ )、風速( $\text{m s}^{-1}$ )、五分山雷達回波(dBZ)、藍色直條為降雨率(mm)

hr<sup>-1</sup>)；圖四同圖三，但為龍王颱風第二個雨帶 (Rainband 2, R2)。其雨帶通過時間之定義方法為先利用五分山雷達資料得知雨帶通過基隆測站的時段，再利用基隆測站逐分之降雨率準確的定義出雨帶通過的時間。R1 通過的時間為 19 時 25 分到 19 時 55 分(UTC)約 30 分鐘，R2 通過時間為 21 時 22 分到 21 時 58 分(UTC)約 35 分鐘。

R1(圖三)中相當位溫在雨帶中心軸線有一最大值隨後在雨帶內側下降約 8°K，氣壓則是在雨帶外側有些微的下降之後在內側上升約 1-2 mb，氣溫在內側下降約 1.5°C，相對濕度在雨帶外側達到 100%，風向在靠近內邊界由北北東轉為偏東北向，同時風速有些微增強，降雨率最強則集中在雨帶之內側。

R2 雨帶在通過基隆測站時與 R1 通過時其特徵有相類似的變化，但其變動的幅度有所差異。相當位溫並在雨帶中心軸線有一最大值，而是在雨帶內側突然下降達約 12°K，氣壓則是在雨帶內側上升約 2 mb，相對濕度在雨帶內持續維持 100%，風向與風速在內側有明顯的變化，分別由東北轉為偏東南與減弱約 5 m s<sup>-1</sup>，降雨率最強則集中在雨帶之內側。

另外，當 R1 與 R2 通過 MRR 時，其垂直速度皆為正的上升速度約 4 m s<sup>-1</sup>，其雨帶邊界外則觀測到下降速度約 2.5 m s<sup>-1</sup>。

當颱風雨帶通過測站時，可以發現一些相同或不同的變化特徵，由圖三與圖四可知相當位溫在內側都會下降，但不同的是 R1 在雨帶中心軸出現了最大值。R1 與 R2 的氣溫驟降皆是在氣壓開始變化之後，氣溫在短短的 5-10 分鐘內可下降 2°C，降雨率的最大值皆是在雨帶的內側。

## 五、未來工作

利用 MRR 與地面高解析度的觀測資料分析更多的個案以期更完整的瞭解颱風雨帶中近地面共同的變化特徵。未來將使用雙都卜勒雷達分析研究當雨帶通過時其細微的擾動變化原因為何。

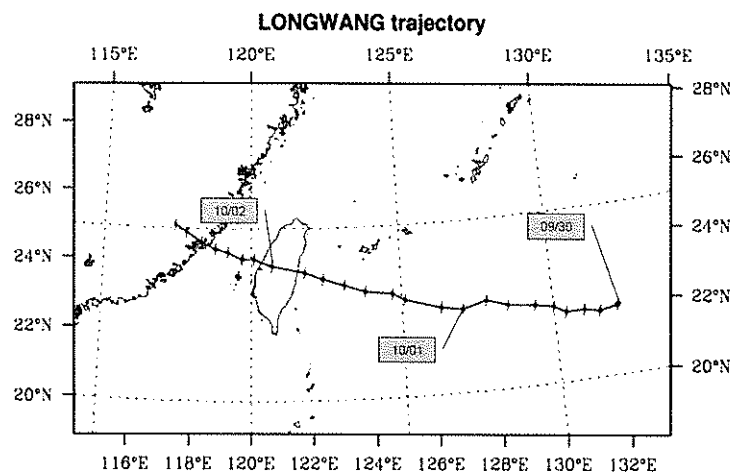
## 誌謝

本研究由國科會 NSC 96-2111-M-034-001-MY3 支助進行，交通部中央氣象局提供五分山雷達資料及地面觀測資料，感謝台大大氣系研究資料庫楊明錚先生在資料收集上的協助。

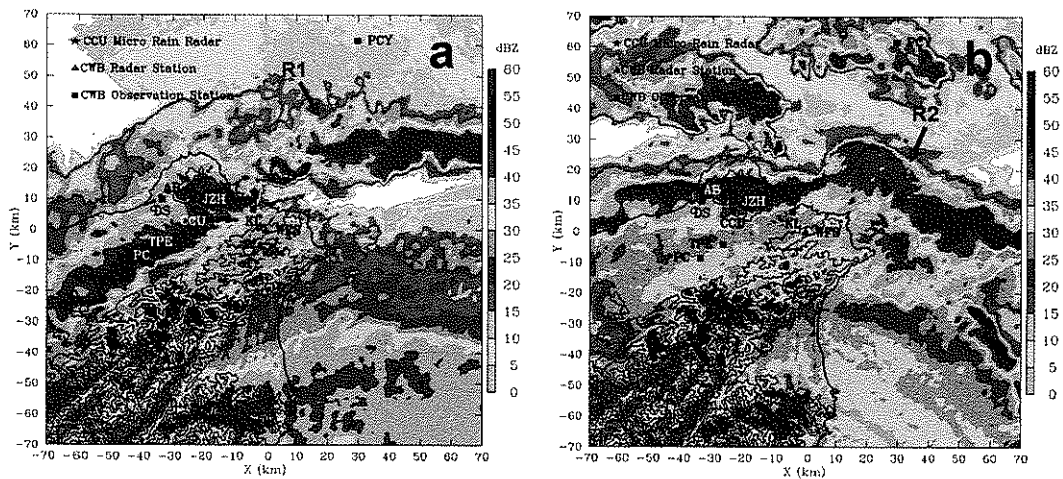
## 參考書目

Loffer-Mang, M., and M. Kunz., 1999: On The Performance of Low-Cost K-Band Doppler Radar for Quantitative Rain Measurements. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 16, 379-386.  
Mark, D., 1990: Boundary Layer Structure and Dynamics in Outer Hurricane Rainbands. Part

I: Mesoscale Rainfall and Kinematic Structure., *Mon. Wea. Rev.*, 118, 891-917.  
Peter, T. M., and J. H. Greg., 1994: Wind Profiler Observation of Tropical Storm Flo at Saipan., *Wea. Forecasting.*, 9, 410-426.  
Peters, G., and B. Fischer., 1994: Profiles of Raindrop Size Distributions as Retrieved by Microrain Radars., *J. Appl. Meteor.*, 44, 1930-1949.  
Richard, A. A., 1982: Tropical Cyclones Their Evolution Structure and Effect. Meteorological Monographs, AMS. 208pp.  
Skwira, G. D., J. L. Schroeder, and R. E. Peterson., 2005: Surface Observations of Landfalling Hurricane Rainbands., *Mon. Wea. Rev.*, 133, 454-465.  
Staff Members, Tokyo University, 1969: Precipitation Bands of Typhoon Vera in 1959 (Part I). *J. Meteor. Soc. Japan*, 47, 298-309.

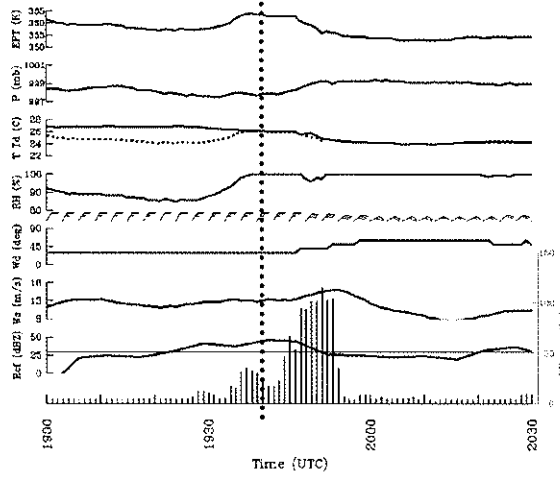


圖一 2005 年龍王颱風中心路徑(每三小時)，時間為 UTC。



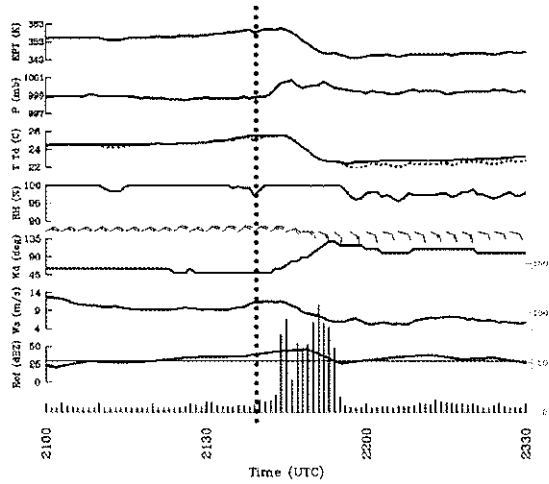
圖二 2005 年 10 月 1 日，龍王颱風雨帶(R1 與 R2)之雷達回波(五分山雷達 0.4 度仰角)圖。色階部份為回波強度，單位為 dBZ。(a)圖時間為 2005 年 10 月 1 日 1952 UTC。(b)圖時間為 2005 年 10 月 1 日 2155 UTC。星號為微波降雨雷達的位置；黑方塊為地面測站的位置；黑三角形為五分山雷達的位置。

### KEELUNG Station R1



圖三 龍王颱風第一個雨帶(Rainband 1, R1)通過基隆測站之逐分觀測資料，由上而下為相當位溫(°K)、測站氣壓(mb)、溫度(實線)露點(虛線)(°C)、相對濕度(%)、風向( $m s^{-1}$ )、風速( $m s^{-1}$ )、五分山雷達回波(dBZ)、藍色直條為降雨率( $mm hr^{-1}$ )。灰色陰影為雨帶通過的時間，虛線為雨帶中心軸線，橫軸為時間(UTC)。

### KEELUNG Station R2



圖四 龍王颱風第二個雨帶(Rainband 2, R2)通過基隆測站之逐分觀測資料，由上而下為相當位溫(°K)、測站氣壓(mb)、溫度(實線)露點(虛線)(°C)、相對濕度(%)、風向( $m s^{-1}$ )、風速( $m s^{-1}$ )、五分山雷達回波(dBZ)、藍色直條為降雨率( $mm hr^{-1}$ )。灰色陰影為雨帶通過的時間，虛線為雨帶中心軸線，橫軸為時間(UTC)。