

利用都普勒雷達對天氣系統的觀測(II)—— 春季急行鋒面的垂直結構與氣流特徵

張耀升 潘大綱

空軍氣象中心

摘要

綜觀天氣分析1994年3月19日有一快速移動之鋒面通過全省，由清泉崗(CCK)雷達站可清楚的看到伴隨鋒面產生的雨帶(rain band)及其移動情形，由雷達時間序列圖知其雨帶移動速度約 15m/s 左右，呈南北縱列，最大回波值達 30dBZ 至 35dBZ 之間，發展高度約 2KM 到 3KM 的高度，最大徑向風速約為 20m/s 。此雨帶的移動速度並不亞於飆線之移動，但其所伴隨之降水量並不多，雨帶長度約為 160 公里，寬約從 10 公里到 40 公里不等，利用都普勒雷達解析雨帶之垂直方向氣流情況得知，其結構有類似中緯度飆線之氣流結構。

關鍵詞：都普勒雷達(Doppler radar)、雨帶(rain band)、飆線(squall line)、鋒面(front)

前言

國內對於春季鋒面雷雨和豪雨的個案分析(1982, 李, 1993), 以及春季鋒面雷雨鋒前之結構分析(曾等, 1990)。多著重在綜觀天氣分析, 和雷達回波分佈, 移動及演化方面的分析。對於垂直及水平結構分析(劉等, 1993); 因此本文針對1994年3月19日春季急行鋒面, 利用雷達資料及傳統天氣觀測資料, 分析其垂直及水平結構之回波及其氣流特徵, 以利對春季急行冷鋒結構進一步的瞭解。

綜觀天氣分析

1994年3月19日00Z, 850hpa天氣圖(如圖1

)可見到低壓中心位於福建省西部, 冷鋒由此向西南延伸至越南北部附近, 暖鋒向東南延伸到台灣中北部一帶, 而由00Z 衛星雲圖(圖2), 得知此低壓位置有一濃密對流雲正在發展, 且向東移動。到了12Z, 850hpa天氣圖(圖3)此冷鋒面, 已經明顯的越過台灣到台灣東部外海。由此綜觀天氣分析圖可發現此鋒面在12小時, 移動了 12 個經度, 其移動速度之快是春季鋒面並不多見的情況, 就此個案在綜觀尺度上的變化與特徵將另文分析討論之。

三雷達分析

由綜觀天氣圖分析得知, 1994年3月19日00Z 位於華南之鋒面系統伴隨結構濃密的中尺

度系統向東移動，至1315 LST時，已可由清泉崗 (CCK) 都普勒雷達觀測到，有一雨帶 (rain band) 位於臺灣海峽，到了1415 LST此雨帶已經移至臺灣西部，此雨帶移動速度之快，並不亞於梅雨鋒面所伴隨飢線之移動速度，根據1315 LST和1415 LST之三公里等高面回波圖 (圖4、圖5)，估算此雨帶的移動速度大約為每小時60公里，亦就是每秒約15公尺左右。因此吾將針對1315 LST的雷達回波圖，分析其垂直結構及水平結構之回波及其氣流走向。而以下各圖雷達皆位於(0,0)的坐標，徑向風場圖中，正值表示其徑向風是遠離雷達，負值則表示徑向風是接近雷達。

1315 LST 3公里等高面回波圖 (CAPPI) (圖4)，可明顯的看到臺灣海峽上有一條被20 dBZ所包圍雨帶，呈南北走向縱列於此，此雨帶前緣位置約在清泉崗 (CCK) 雷達站西方60公里處，最強回波區是位於雷達站西方80公里到100公里之間，回波值約為25至35dBZ之間，雨帶長約160公里，寬從10公里到40公里不等，到了1415 LST 3公里等高面回波圖 (圖5)，此雨帶已經完全到達臺灣西部，而且其回波強度也比一小時來的弱，其最強回波值約在20 dBZ至25 dBZ之間。由二個時間的CAPPI回波圖可估算出其雨帶之移動速度約為60Km/h左右。

現對1315 LST雷達資料做270°方向的垂直剖面 (圖6及圖7)，圖6為回波垂直剖面圖，圖7為徑向風場垂直剖面圖。其值是徑向風場值減去雨帶的移動速度15m/s，所得之剖面圖。

由圖6發現最強回波位置約在2至3公里之間，回波強度大約在30至35 dBZ之間，雨帶垂直高度大約在6 KM左右，強回波區的右方有較弱的回波，應為另一對流胞即將發展的位置。由圖4知此雨帶是呈南北走向縱列在臺灣海峽，因此吾做270°方向的垂直剖面，所得到的徑向風場可視為實際風的風向，因此將徑向風場值減去平均風場值就可得到雨帶內部的氣流的大小值。而圖7正值表風向遠離雷達，負值則表風向靠近雷達

。在圖7中可知在-80KM處有風切的現象，而此風切是鋒面 (front) 或者陣風鋒面 (qust front)，必須要更細的資料才能判定，因此在此不做論定，在-80KM處，2.5KM高度以下，此風切線左方的徑向風場是負的，則表示此區域的風場是往雷達前近，而風切線右方之徑向風場是正的，表示此區域的風場是遠離雷達，因此可判定在-80KM高度以下應有輻合現象，亦即此處有上升氣流，而2.5KM高度以上，在風切線左方的徑向風場是正值，風切線的右方是負值，則可判定2.5KM至4.5KM之間有輻散現象，特別注意到風切線左方在1 KM高度左右，其值為正，可見氣流在風切線附近有回流的現象。因此將圖7垂直徑向風場值，所得到的結果吾可將此雨帶歸納為圖8整個雨帶的氣流走向。大箭號代表徑向風場，小箭號為氣流走向，實線為回波等值線，鋒面記號表示雷達所觀測到的風切線所在位置，且其在-80KM處有上升運動發生，在風切處左右兩邊產生了結構不錯的局部環流。

四、結論

由此個案 (稱為319個案) 分析結果，我們可知此雨帶的最強回波是右下降氣流區，雨帶的前緣有一強水平風切存在，右-80KM處，2.5 KM高度以下有輻合現象發生，因可推得此處有上升運動。2.5 KM高度以上有輻散現象，因此構成了局部環流。而雨帶的移動速度大約為60km/h，回波強度最大值在30 dBZ至35 dBZ之間，發生在2 KM至3 KM的高度，最大徑向風場值在20m/s左右，而雨帶是呈南北走向縱列，由圖8的氣流走向示意圖可得知，此雨帶應屬於有線對流之急行冷鋒這類型。

今將此個案和419個案 (劉案，1993) 做比較，419個案是劉針對1992年4月19日發生一春季急行冷鋒所做的分析。發現419個案雨帶呈東西橫列，其徑向風場所得到徑向的速度為15

誌謝

感謝國立中央大學大氣物理研究所提供雷達分析軟體及氣象中心沈上校哇的指導，及張文蘭徐則靖兩位小姐的排版。

參考文獻

- 王少華，1982：台灣西部春季鋒面豪雨及伴隨強風與冰雹之研究——民國70年3月19日之例，1982年天氣系統研討會論文彙編。
- 李金萬、曾憲瑗、周鴻祺，1993年4月22日強烈飢線個案之都卜勒氣象雷達資料分析，八十二年天氣分析與預報研討會論文。
- 劉昭民、柴客麟、林銘作，1993：春季急行冷鋒結構分析，八十二年天氣分析與預報研討會論文。
- 曾憲瑗、童茂祥、王崑洲，1990：春季鋒前雨帶之結構分析，1990年氣象雷達與飛航安全研討會論文彙編。

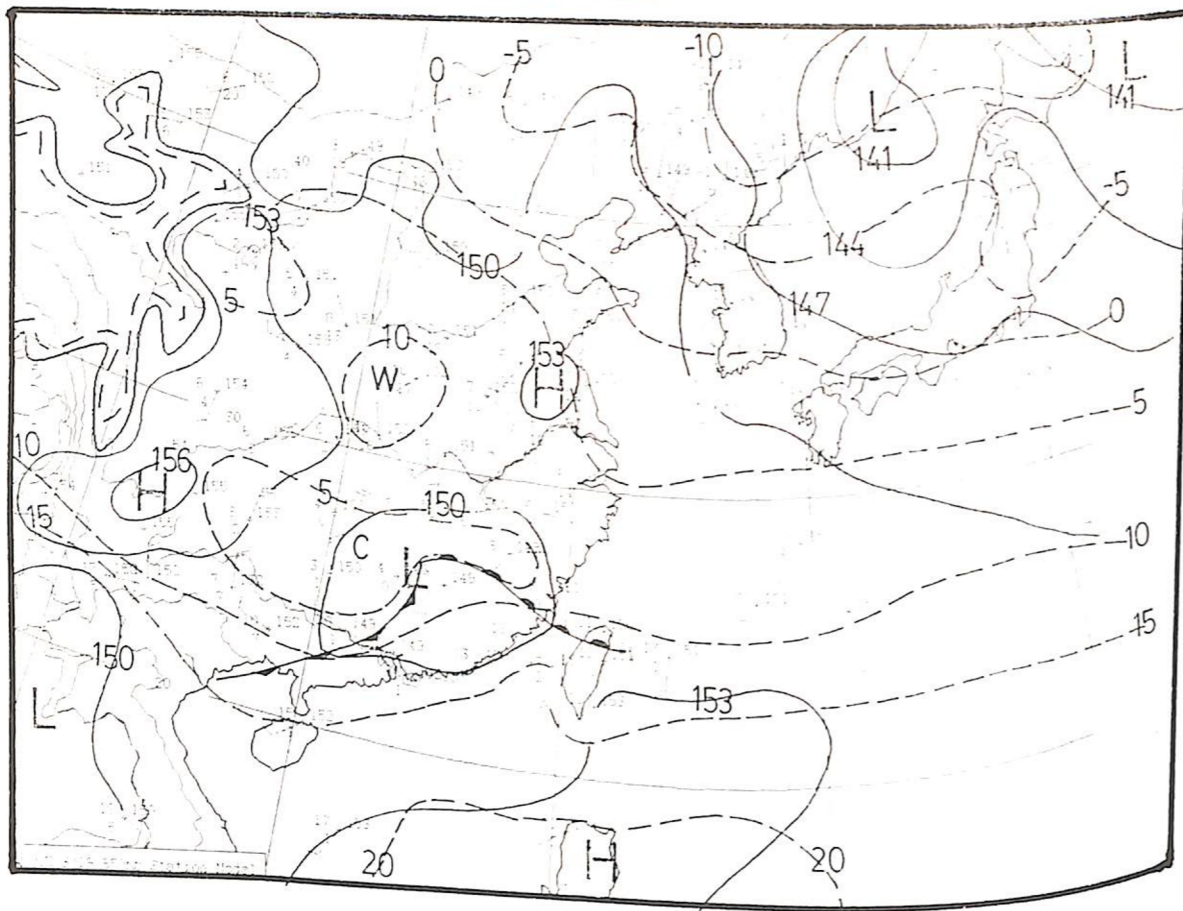


圖1 1994年3月19日00Z 850hpa高空天氣圖

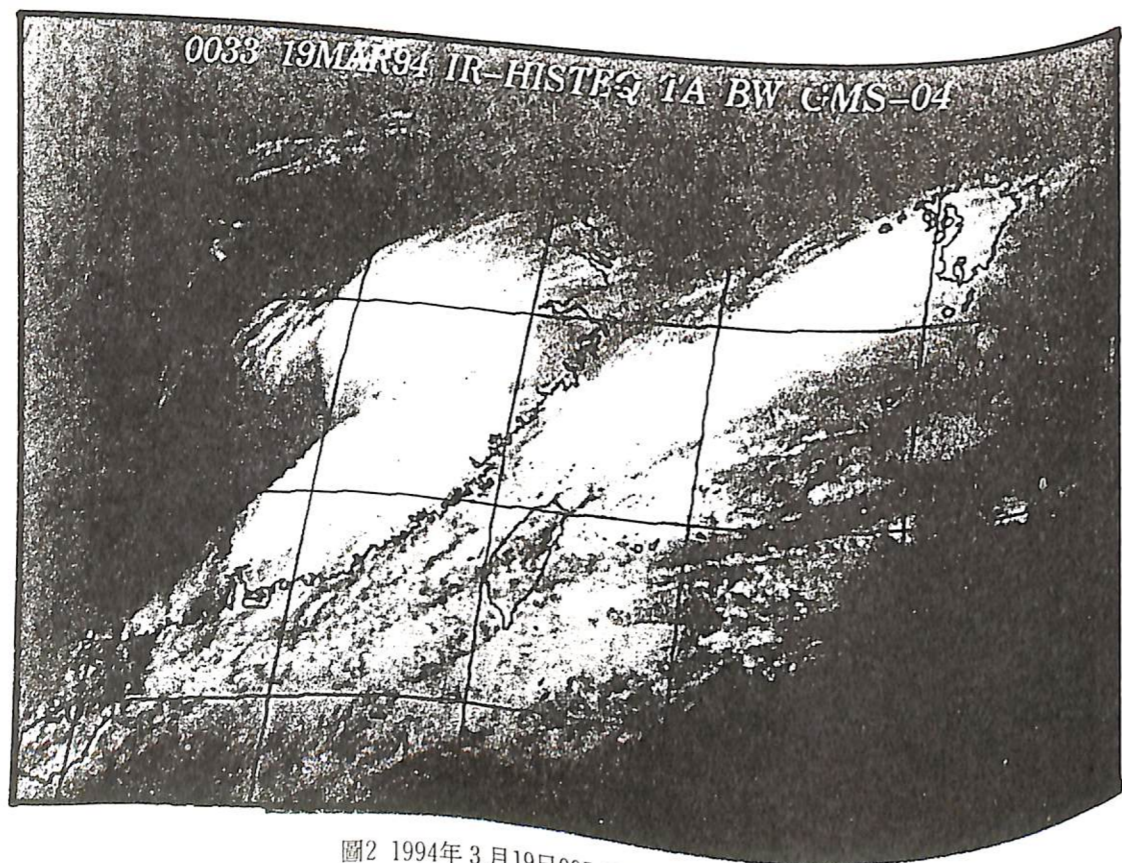


圖2 1994年3月19日00Z 可見光衛星雲圖

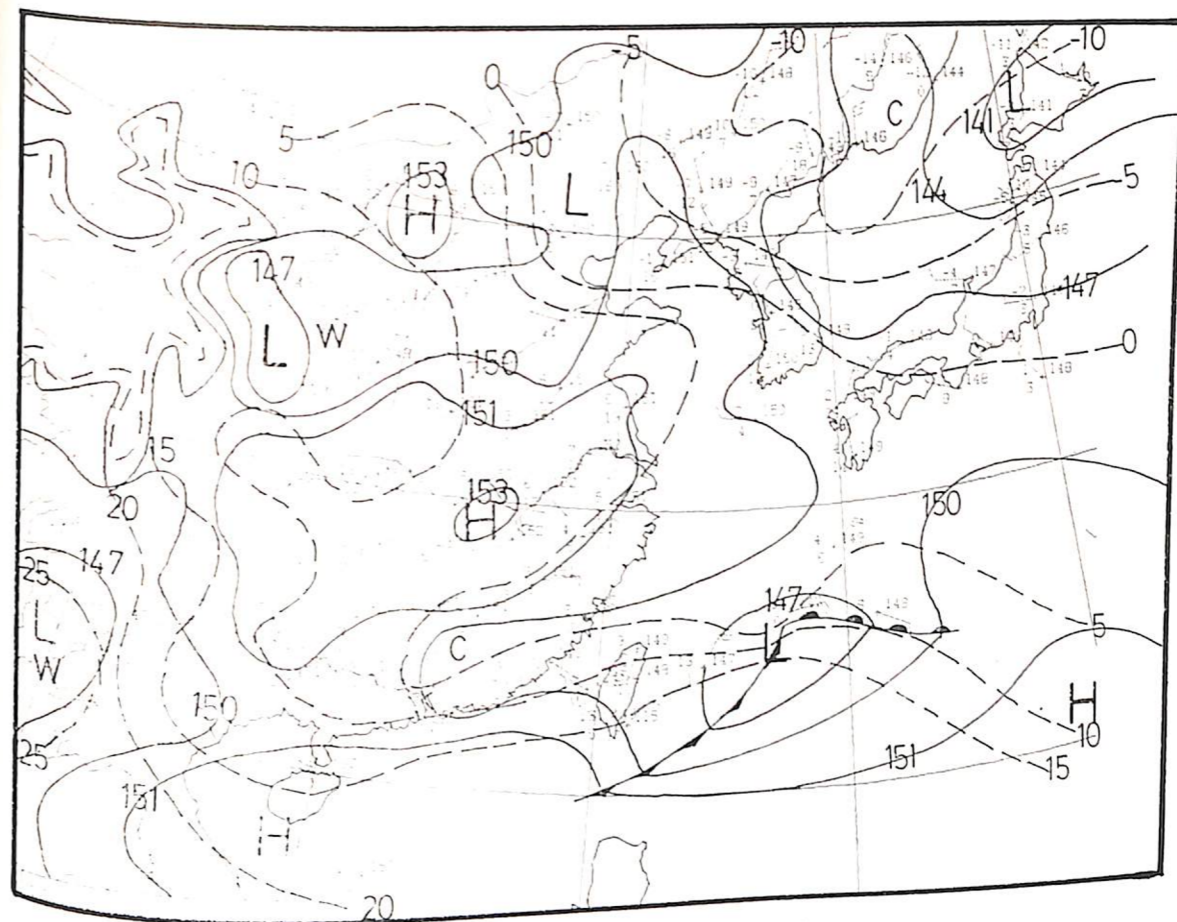


圖3 1994年3月19日12Z 850hpa高空天氣圖

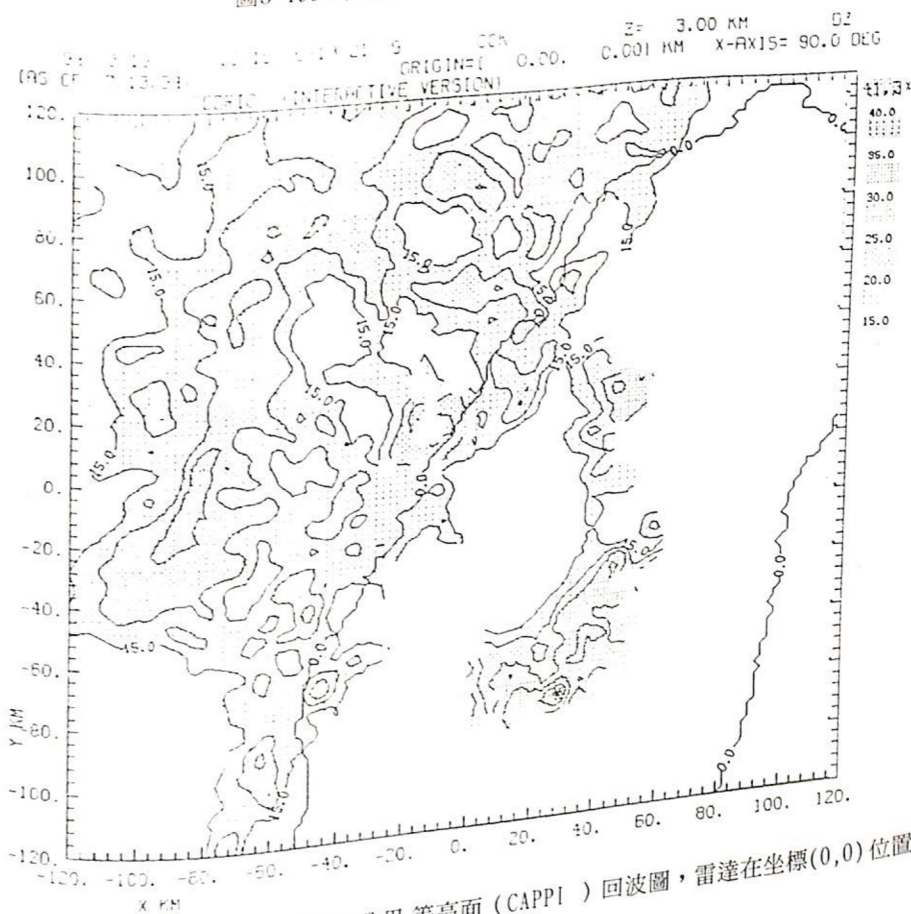


圖4 1994年3月19日1315 LST, 清泉崗雷達3公里等高面(CAPPI)回波圖, 雷達在坐標(0,0)位置。

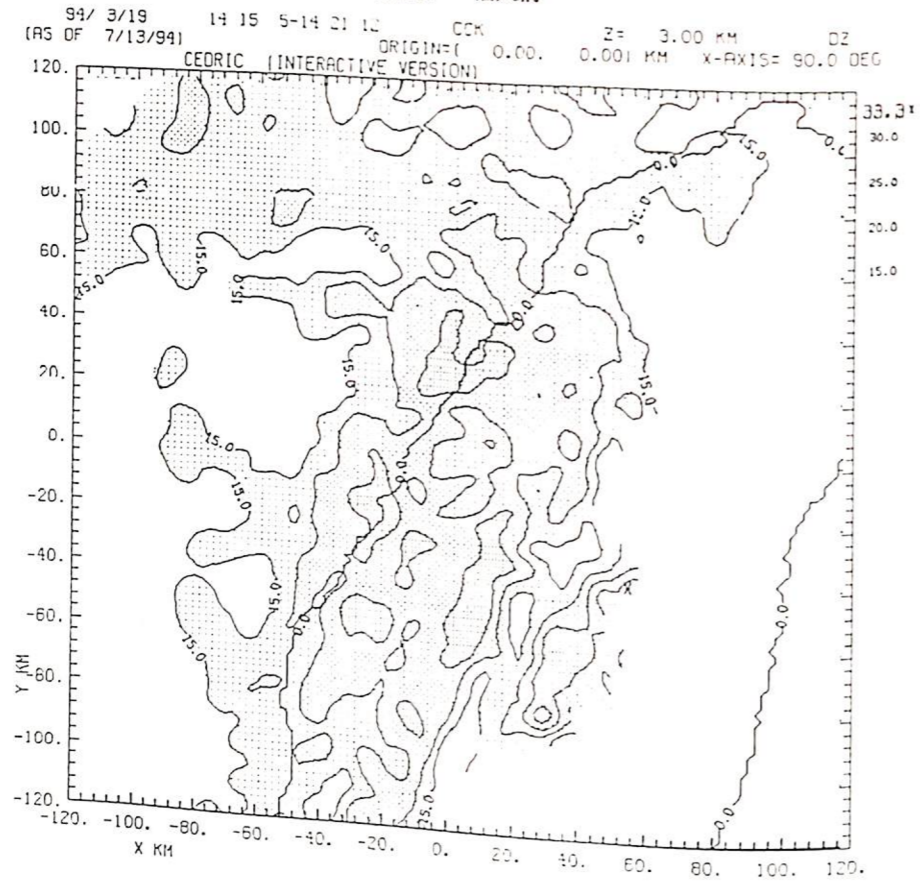


圖5 1994年3月19日1415 LST，清泉崗雷達3公里等高面 (CAPP1) 回波圖雷達在坐標 (0, 0) 位置。

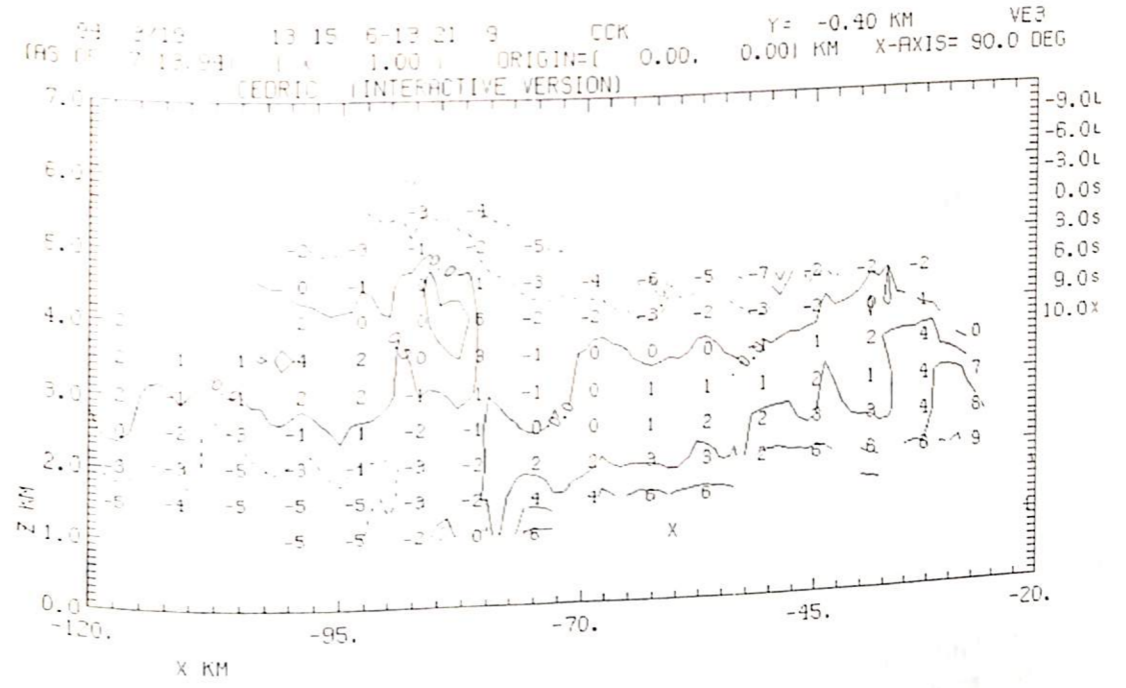


圖7 1415 LST相對於雷達正西方 (270°) 方面，做垂直剖面之徑向風場圖，正值表示風場遠離雷達，負值表示風場接近雷達。

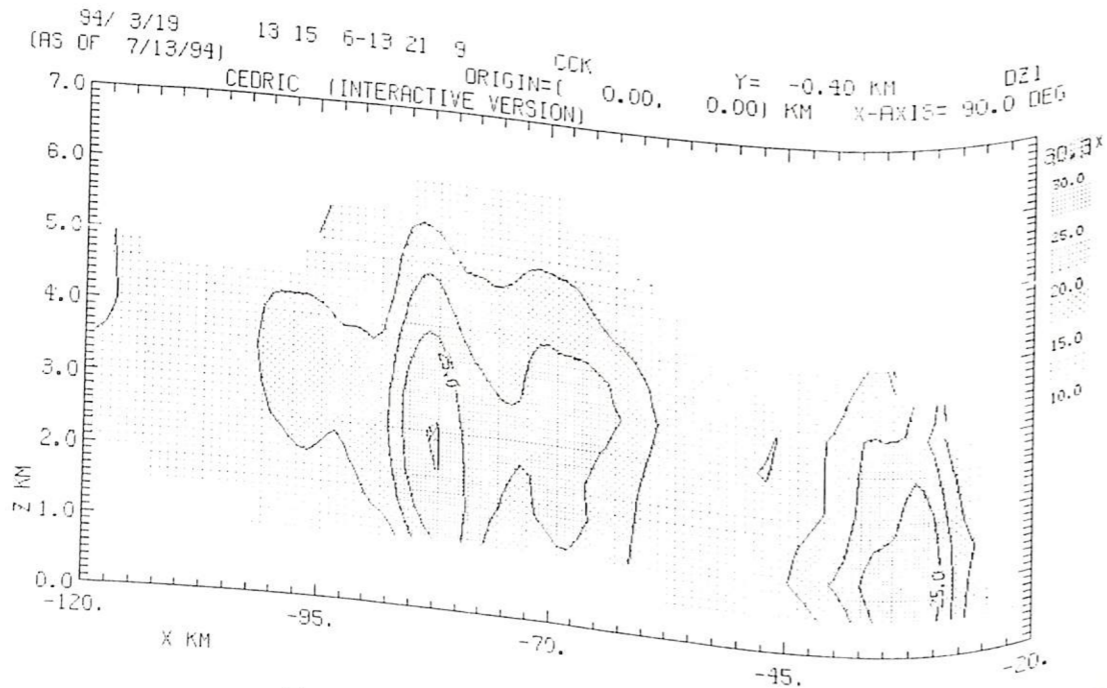


圖6 1315 LST相對於雷達正西方 (270°) 方面，做垂直剖面之回波。

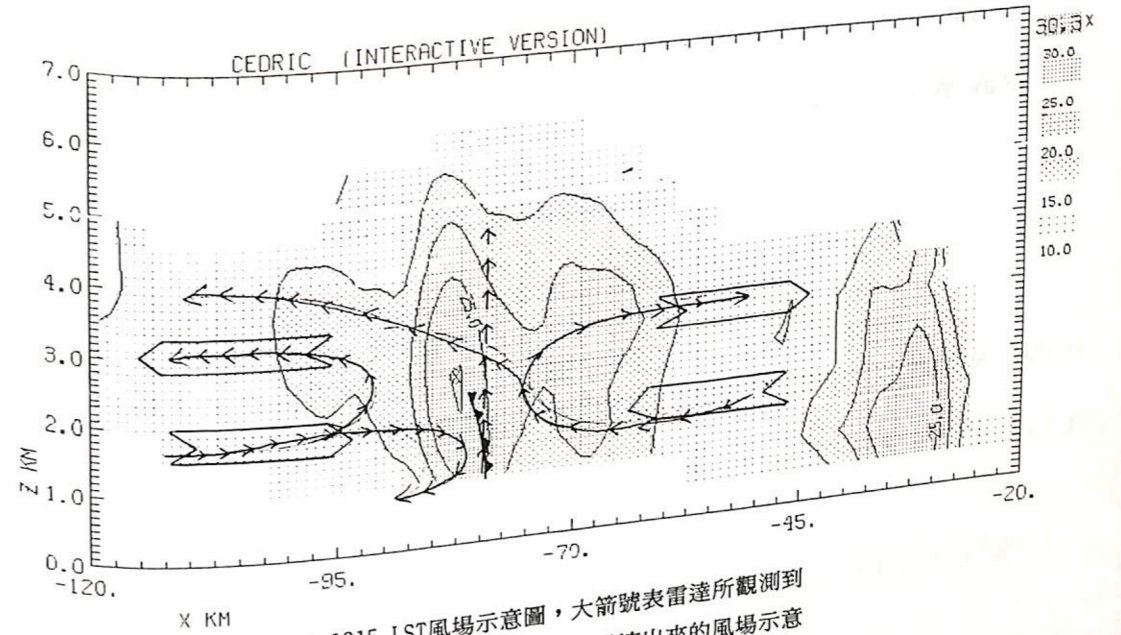


圖8 1315 LST風場示意圖，大箭號表雷達所觀測到的徑向風場圖，小箭號表推演出來的風場示意圖，實線為回波等值線鋒號記號表示雷達所觀測到的風切線。

THE DOPPLER RADAR OBSERVATION
ON FLOW STRUCTURES OF A FAST MOVING FRONTAL
SYSTEM OCCURRED ON MARCH 19, 1994

Yaue-sheng Chang Peter DaGang Pan

Weather Central, Weather Wing, CAF ROC

Abstract

A fast moving frontal system while passing Taiwan and its vicinity on March 19, 1994 was captured by the CCK doppler radar. Clearly defined north-south aligned precipitation band, nearly 160 Km in length and 10 -40 Km in width, was observed with an average speed upto 15 m/s toward east. The maximum reflectivity in the banded echo reached 30 to 35 dBz at 2 to 3 Km AGL. Meanwhile, maximum radial wind speed retrieved using CDRIC was 20 m/s. With the aid of doppler radial wind data and reflectivity, we were able to construct a cross section perpendicular to the banded echo to study flow structure in and near the system. Our results indicate that major flow structures are similar to those observed in squall line at mid-latitude.

Key Words : Doppler Radar, Rain Band, Squall Line, Front.