

TEMEX IOP-10降水系統的雷達分析

王光義 林沛練 陳台琦

中央氣象局 國立中央大學

摘要

本文將利用 CAA, CP-4, TOGA 三部都普勒雷達以及花蓮傳統雷達配合其他地面, 探空以及衛星雲圖等資料來分析 TEMEX IOP-10 發展於台灣東部近海的降水系統之回波特性以及氣流結構, 對於地形對此降水系統的影響也將加以探討。

一、前言

由於台灣地區的地形複雜, 導致本地區大部份的暴雨災害均來自中、小尺度對流系統配合地形效應所引發的, 特別是在冬夏交替季節裏常有暴雨災害發生。

民國七十六年的 TEMEX (台灣地區中尺度實驗計畫) 期間, 由於有三座都普勒雷達參與觀測, 提供研究此類中尺度對流系統的最佳時機, 其中 IOP10 是觀測發展於東部外海的中尺度系統個案, 此中尺度系統北移時由於陡峭的東部山脈地形影響, 在東部、東北部造成極大之降水量, 頗值得加以研究探討。

本文將利用雷達資料配合其他如雲圖、探空及地面資料來分析探討前述個案。

二、綜觀天氣分析

由衛星 IR 雲圖分析看出此中尺度系統由 6 月 15 日 12 Z 在東部近海所形成之深對流胞發展而來, 且其發展過程深受南海熱帶低壓外圍環流引入之暖濕氣流影響, 滯留鋒雲系由華南經台灣北方海上延伸至日本, 到 16 日 21 Z 此中尺度系統開始北移, 17 日 06 Z 已移到宜蘭附近海上, 此後即逐漸東移後併入滯留鋒系, 在其北移期間, 南海熱帶低壓外圍環流的影響程度逐漸減弱且此中尺度系統亦有減弱跡象(見圖 1)。

由客觀分析結果(圖 2)顯示在地面層台灣東

方海上位於南海 TD 低壓帶的東北方且具有較大之溫度梯度, 亦可視為在熱帶東風波槽前, 基本上是屬於較不穩定的區域, 而 500 mb 圖上則發現台灣地區正位於高度場之鞍形區且溫度梯度不明顯, 而南海 TD 則仍相當顯著。另由 16 日 12 Z、17 日 00 Z 及 12 Z 500 mb 氣流場發現台灣均位於鞍形區內, 且此鞍形區由 16 日 12 Z 的位置(台灣南部)向北擴展後再移至 17 日 12 Z 之位置(台灣東北方海上, 發現此鞍形區之移動與雲圖分析之中尺度系統移行路徑相當一致。

另由圖 3 之單站探空資料分析, 得知中央山脈以西地區在 500 mb 以下為對流不穩定狀態, 而山脈以東地區則相對地較穩定, 北部地區 500 mb 以下亦有對流不穩定現象, 而風場的變化則顯示花蓮地區上空主要仍受中尺度系統環流影響, 且 400 mb 以下風向由東北順轉成東南, 顯然此中尺度系統有向山脈傾斜現象, 而此中尺度系統發展高度應在 7 或 8 km 以下。而板橋地區風場顯示 1 km 以下有偏東風噴流出現, 且隨高度迅速由東風順轉成西南至西北風, 而 300 mb 至 200 mb 有西南風噴流, 這可看出中尺度系統環流尚未明顯影響到此地區。

三、雷達分析

由花蓮雷達 17 日 08 L 之回波分析顯示(圖 4)此時中尺度系統在花蓮東南方海面且隨高度向陸上傾斜, 5 km 以上高度系統中心應已在陸上(與圖

3之花蓮高空風變化一致)。

由CAA之徑向風分析(08L-13L)顯示1 km高度在宜蘭一帶有最強負徑向風速軸存在,且最強負徑向風速軸位置隨高度逐漸南移至花蓮北方海岸線一帶,顯然地亦與中尺度系統之傾斜有關。且此最強風速軸在11-12L間達最大值(大於 16 m/S),而最強風速軸所在位置亦為最強回波出現區域,顯然是地形效應使然。而09L以後由徑向風圖上可看出有明顯的氣旋形徑向風分佈出現於中央山脈上並逐漸向北北西移行,在1130L後改向北北東方移動於17L移至宜蘭南方近海。

由圖5之CAA(1100L, 1150L)回波及徑向風分佈可看出除前述最大負徑向風速軸等現象外,7 km上可看到東北、西北象限有西北氣流引入形成風切線,其下層主要為東南氣流且有氣旋形彎曲,其上則為偏南氣流且有反旋式形流場。在中層的西南象限內可見到中尺度系統氣旋形風場結構且此結構有向北北東偏移特性,但回波場由於地形之破壞而不明顯,此系統之回波曾高達10 km以上。由於中層引入較乾冷之西北來氣流,回波之發展亦受到相當大的壓制(見圖6)。

由圖7所做之08L與11L beam剖面的比較可看出在CAA正南方08L時主要為南來風而11L時為北來風,回波分布則顯示北來風時(11L)受地形影響在中層(4-6 km)有最強回波帶(30dBZ以上)且向南擴展,而08L時回波頂較低且沒有向南擴展而有較大回波梯度,顯示08L時中尺度系統較11L時位置偏東南,故此剖面恰在其邊緣地帶。

由1130L的雙都普勒分析(利用NCAR的CEDRIC/SPRINT軟體在VAX上處理,做合成分析之雷達為CAA-CP4,其位置與地形結構分布如圖8所示)結果顯示在CAA東方有顯著低層偏東風噴流(約3 km以下),1 km高度在CAA東南方有擾動風場存在,回波圖上該處亦有較強回波胞存在且此回波胞發展達5 km以上,3 km合成風場在CAA南方約70 km處有明顯氣旋形風場中心存在(與CAA徑向風(圖5)分析相當一致)但回波則因地形效應(呈西南-東北走向之一系列強

回波胞)無法清晰看出此中心,但在高層則可清晰看到,且在3.5 km回波圖上及圖8之地形分布,可看出由於偏北氣流加上地形效應產生了分析區南邊之強回波區,7 km層在西、北象限有明顯的西北氣流侵入,並與東南象限之偏東氣流形成風切線,回波場亦有相對應之回波帶存在,更高層則為稍呈反旋型之東南至南風為主,前述特性可由圖10、V, W及回波之南北向剖面看得更清楚,且由圖10中可看出最大上升運動區在-14 km至-20 km間(相當於CAA南方61-67 km間)且高度達8 km,中層有北來乾冷空氣在此上升區北側形成下沖流有助於此上升運動之發展維持,高層則可見南來氣流,最強回波出現在中層(4-6 km)。

四、結 論

綜合以上之分析可以得到下列結論:

1. 此中尺度系統水汽來源為南海TD外圍環流引入之暖、濕氣流所供應。
2. 此中尺度系統移動路徑與500 mb鞍形氣流場移動情形一致。
3. 系統在北移過程中,有中層(約7 km高度)乾冷西北氣流侵入與東南氣流形成風切線,且最強回波帶在此之下(4-6 km)並與地形分布所形成之舉升區相當一致。
4. 回波發展有明顯的順中央山脈成一系列胞狀發展之現象。
5. 最大上升運動位於系統水平風場中心北側,且上升流高度達8 km。
6. 系統北移之初回波場即有隨高度向西北傾斜現象,之後改為稍向北北東傾斜,且此個案期間中央山脈以東大氣相當穩定,而山脈以西500 mb以下呈對流不穩定可能對此系統之傾斜現象有影響。

誌 謝

本文蒙中央大學羅慶榮同學及中央氣象局林熺潤先生之協助,在此一併致以謝忱。

參考資料

1. 王時鼎、吳宗堯，1988：TAMEX 期間台灣地區重要綜觀尺度及中尺度系統初步分析、天氣分析與預報研討會論文集編 25-42。
2. Battan, L.J., 1959: Radar observation of the atmosphere, University of Chicaco.

ABSTRACT

In this study, we use those datas observed from radar, surface, upair and meteorological satellite etc to analyze TAMEX IOP-10 case in the duration of this moving northly, including the quality of echo and organization etc.

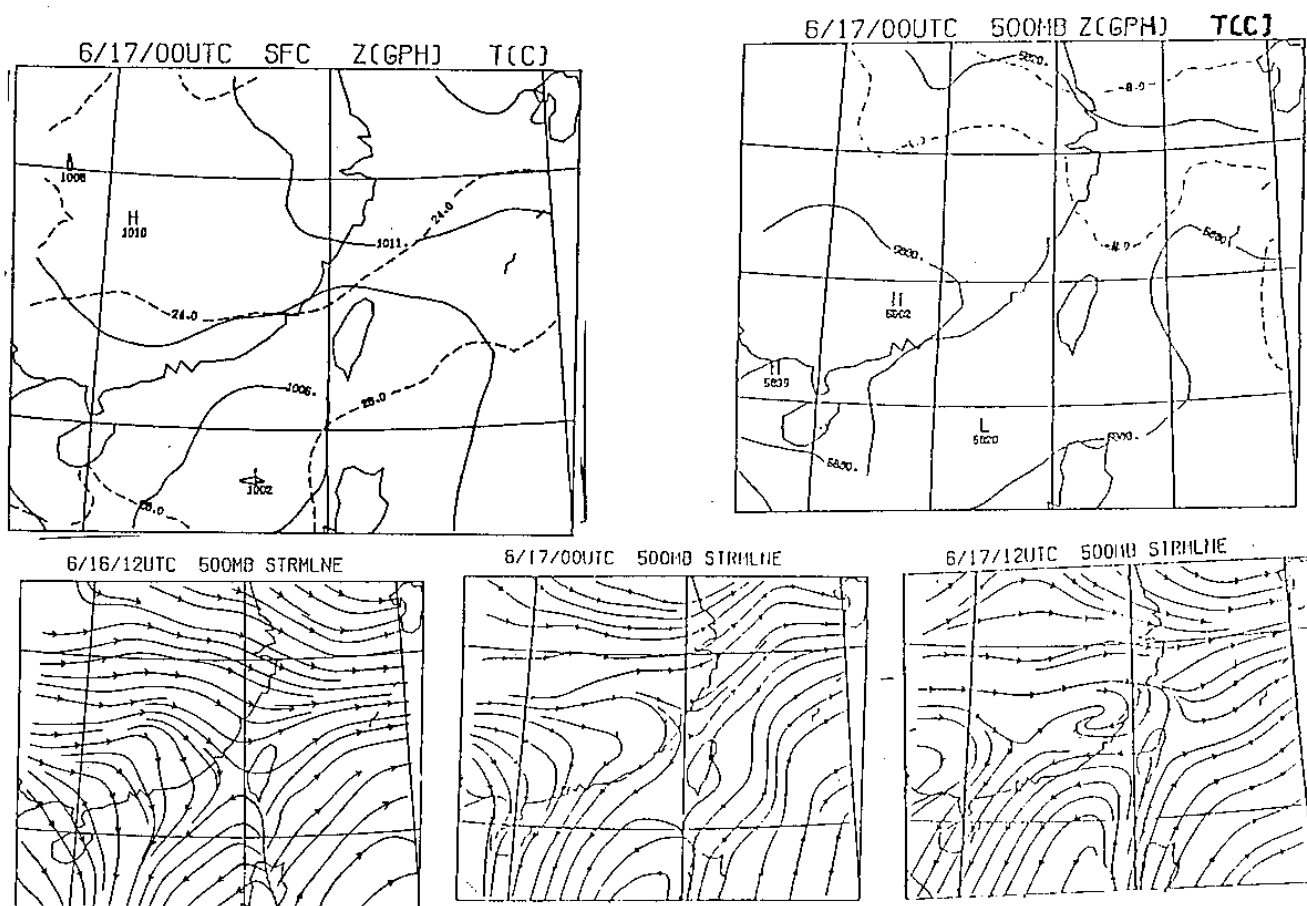


圖2 6月17日00Z客觀分析之地面、500mb高度、溫度及16日12Z、17日00Z、12Z 500mb氣流線場

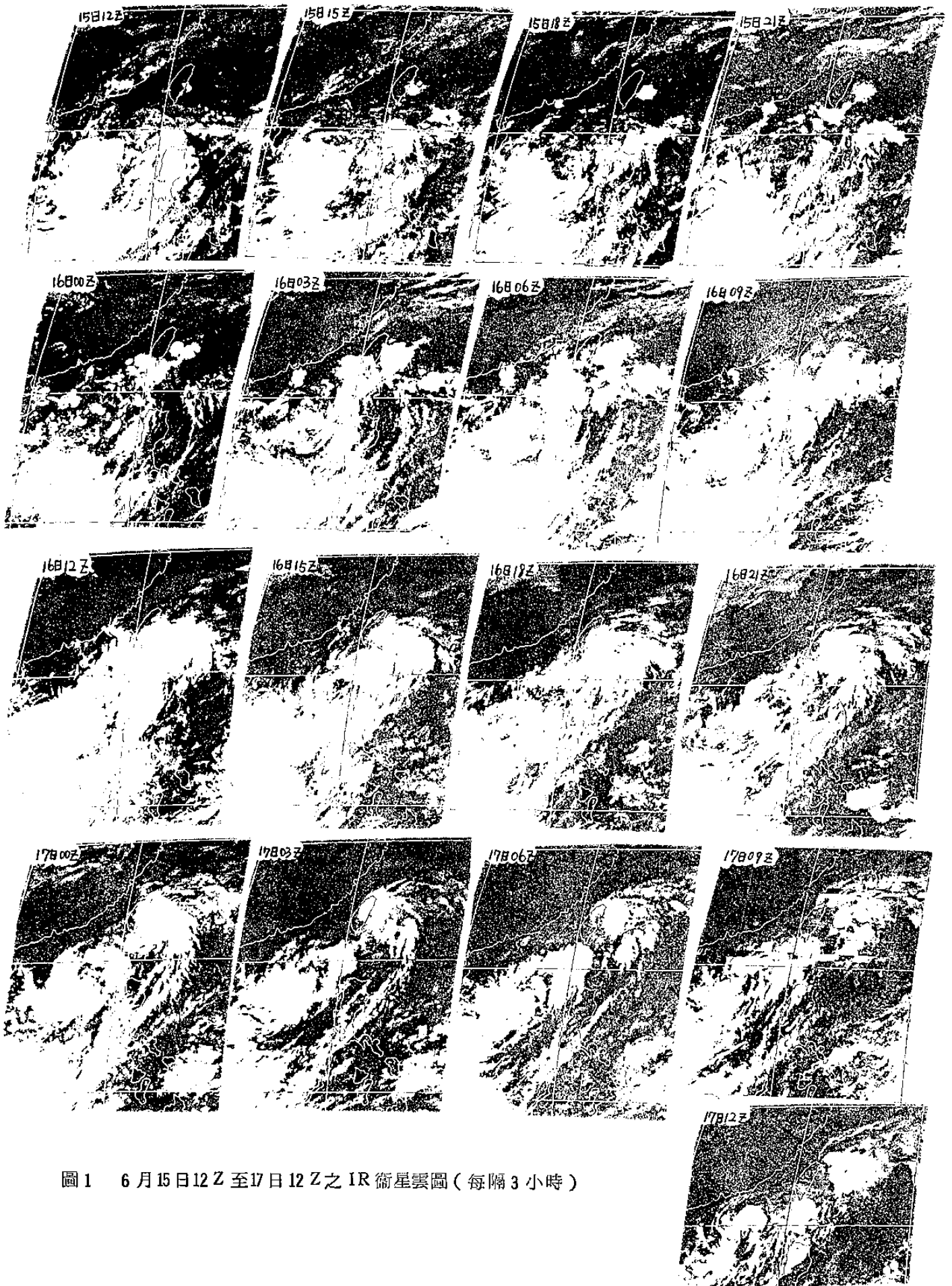


圖1 6月15日12Z至17日12Z之IR衛星雲圖(每隔3小時)

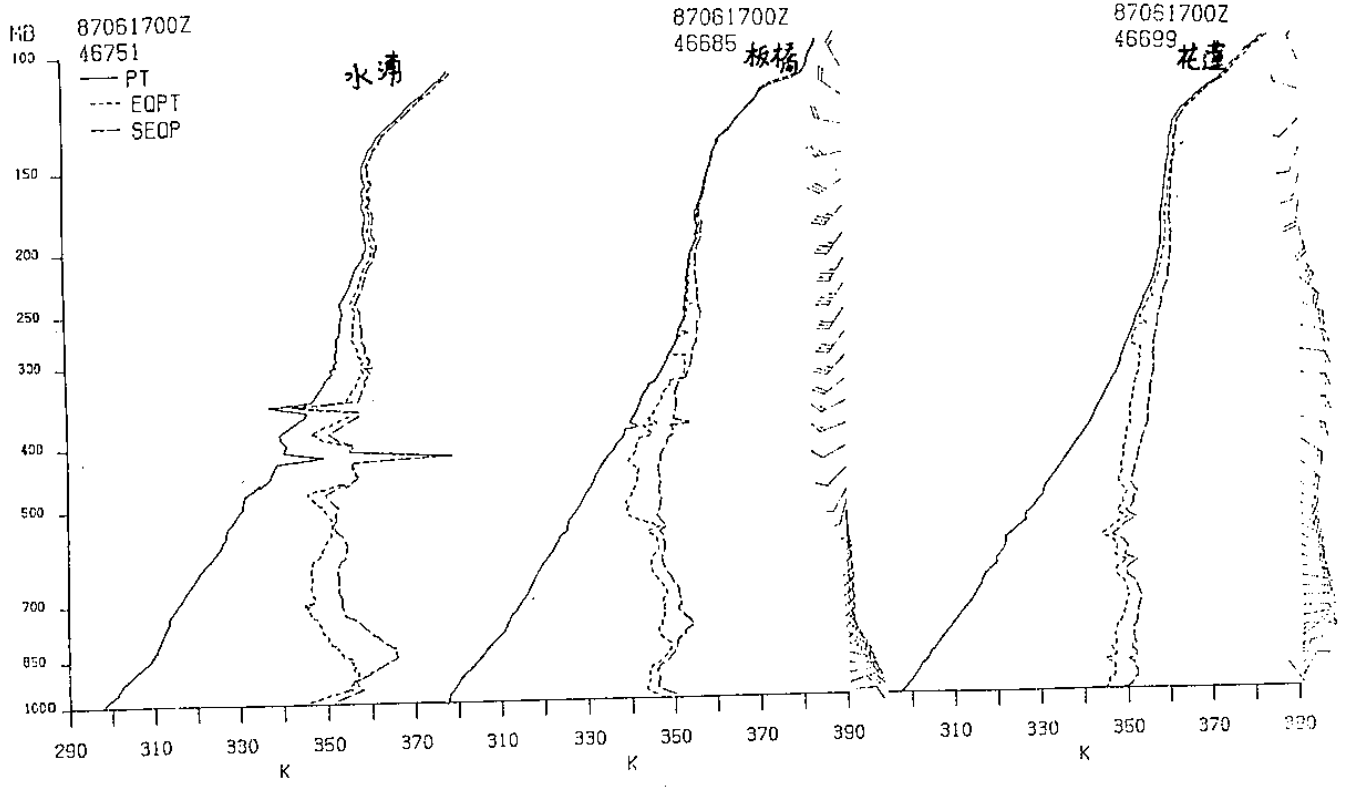


圖3 水滂、板橋、花蓮 6月17日 00Z 探空曲線(PT: 位溫, EQPT: 相當位溫, SEQP: 飽和相當位溫) 及高空風。

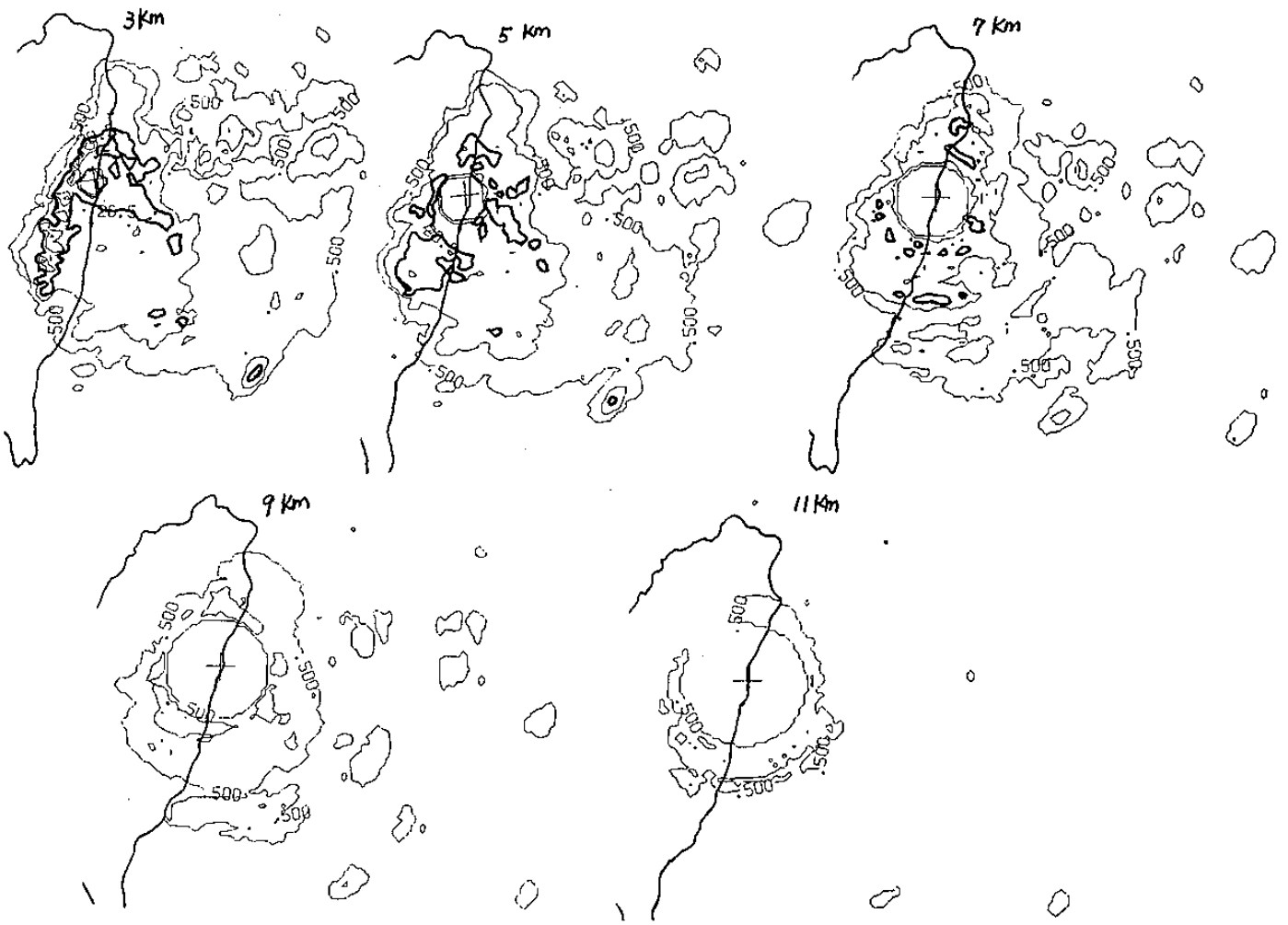


圖4 花蓮雷達站 6月17日 08L 3、5、7、9、11 km 回波圖，粗線區為 20.5 dB，等值線間距為 10 dB

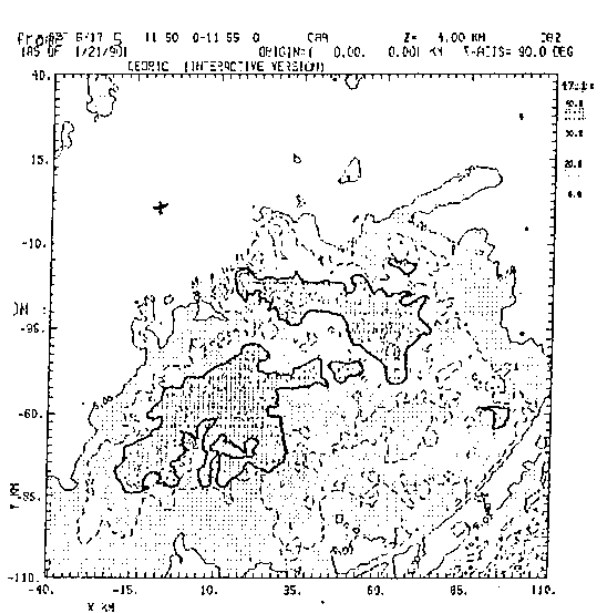
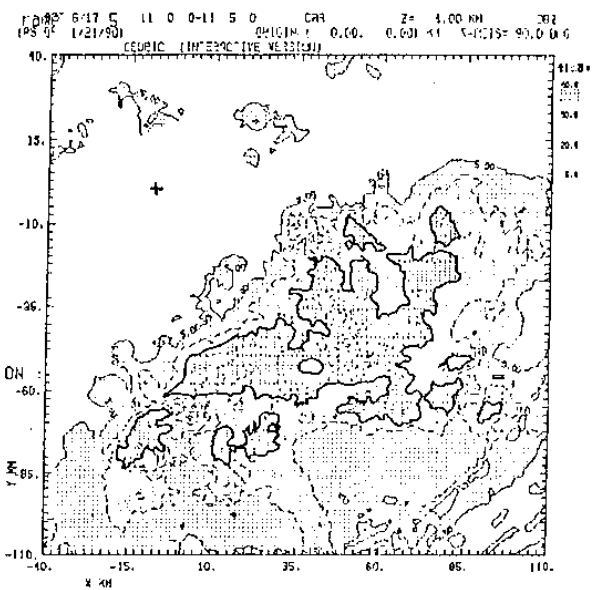
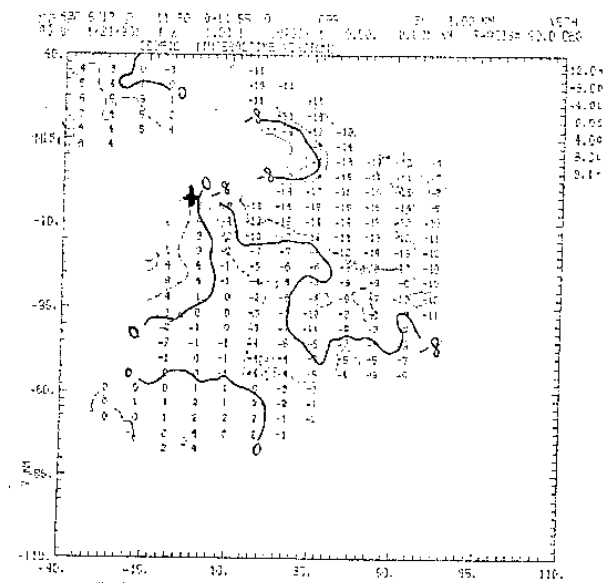
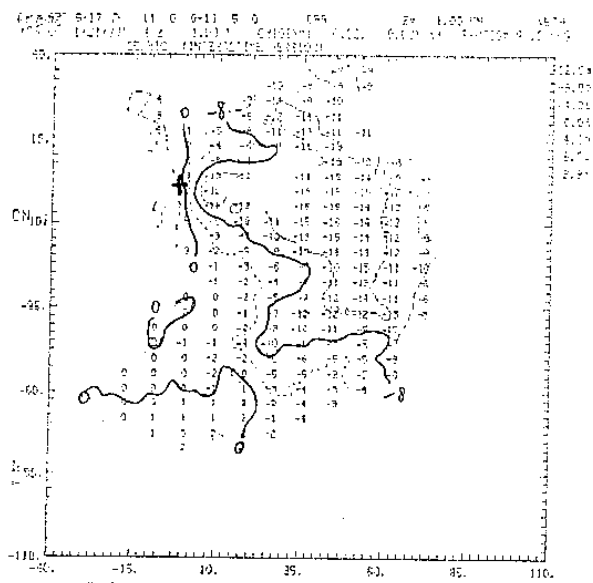
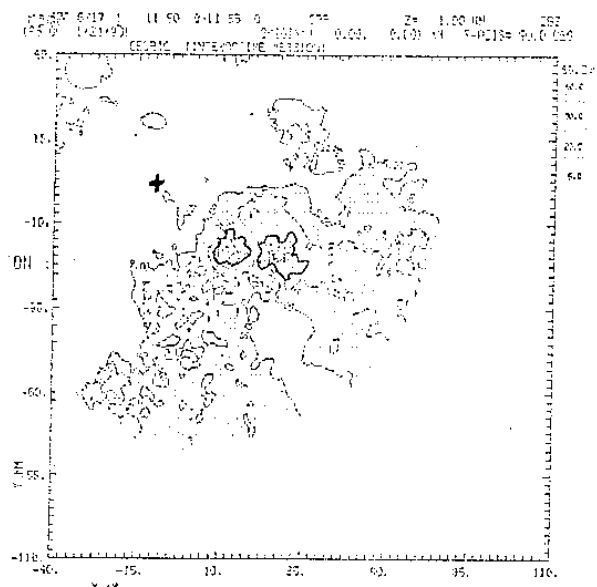
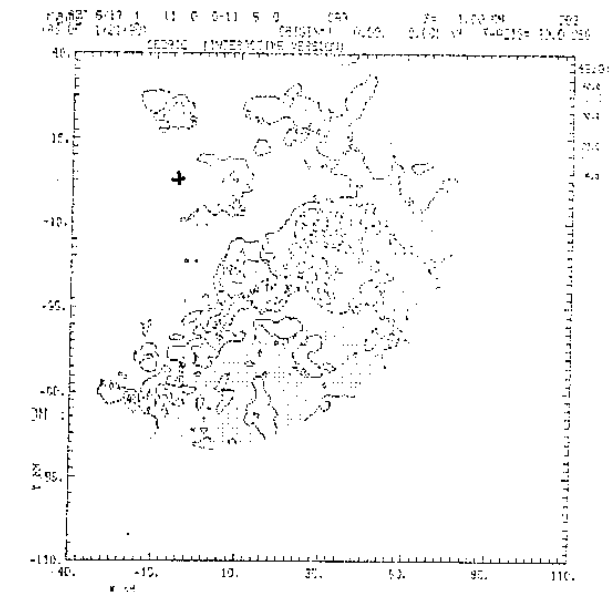


圖 5 CAA 1100 L、1150 L各高度回波、徑向風速圖(分別為 1、4、7、10 km 高度)

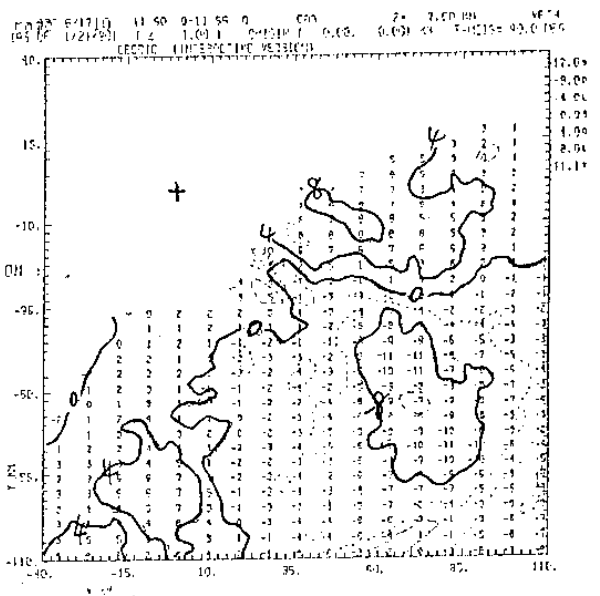
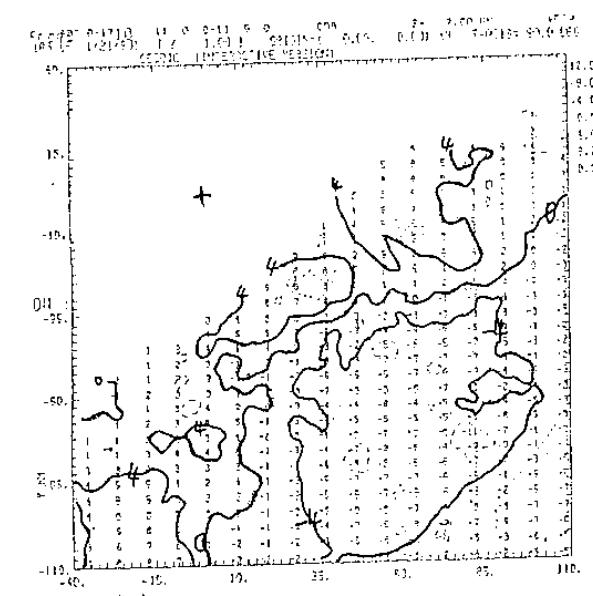
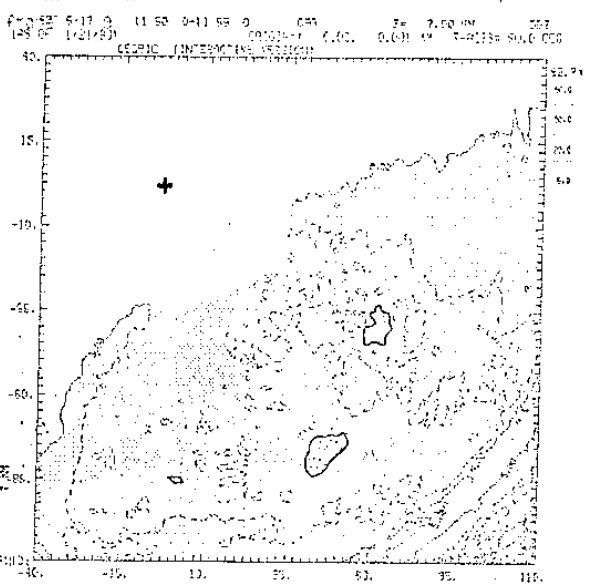
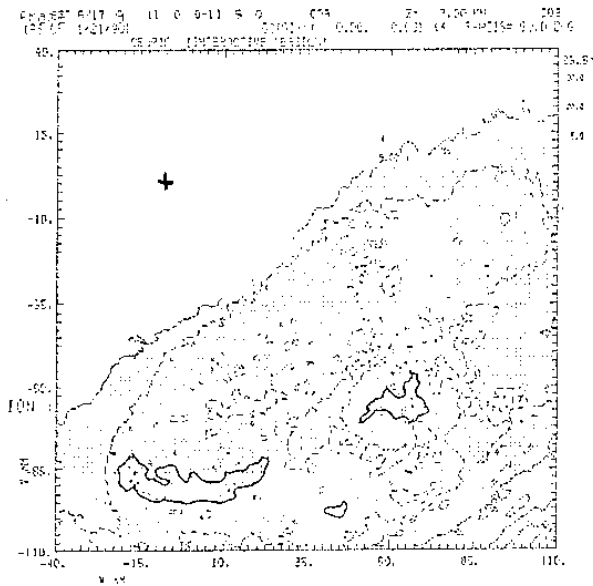
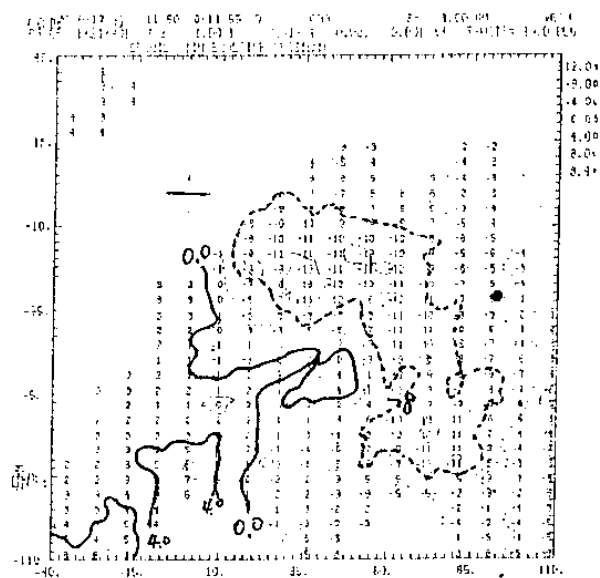
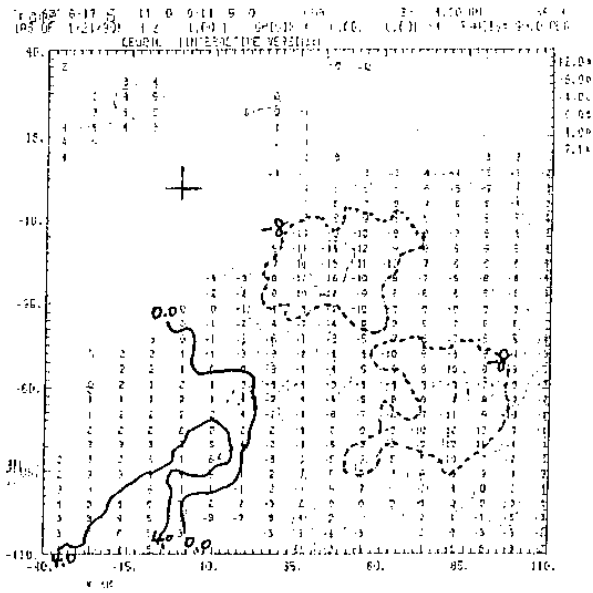


圖 5 (續)

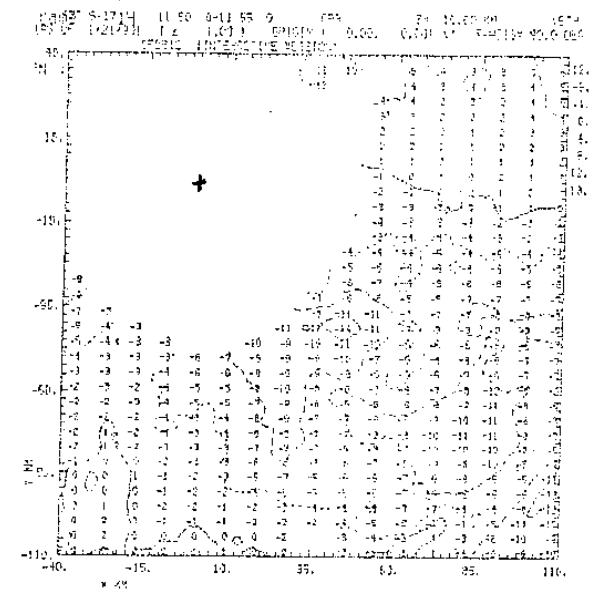
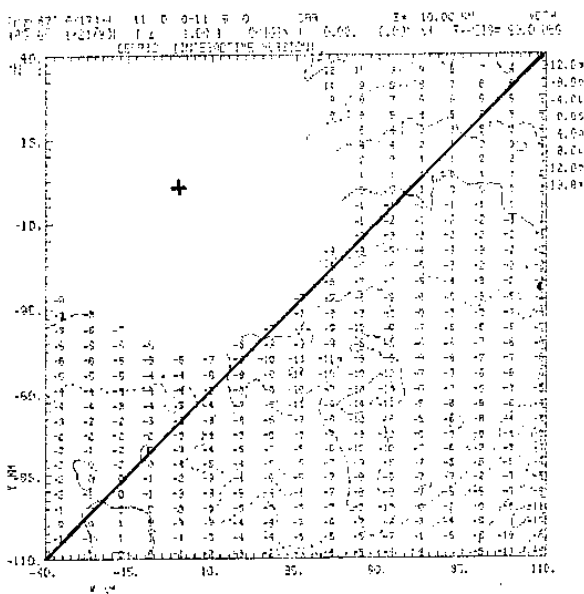
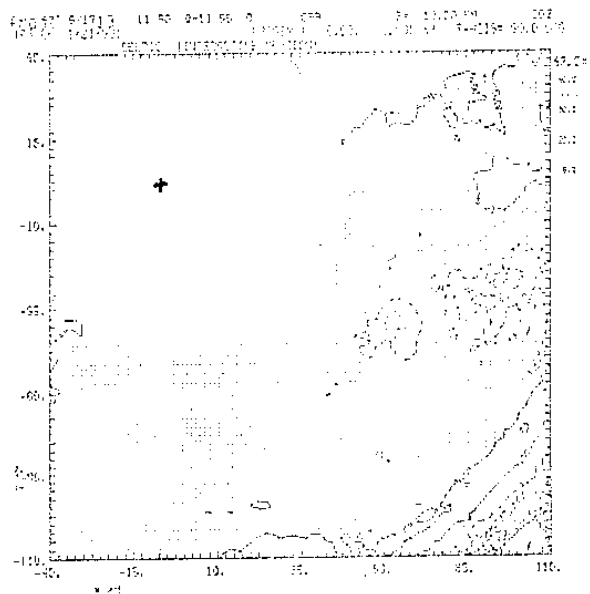
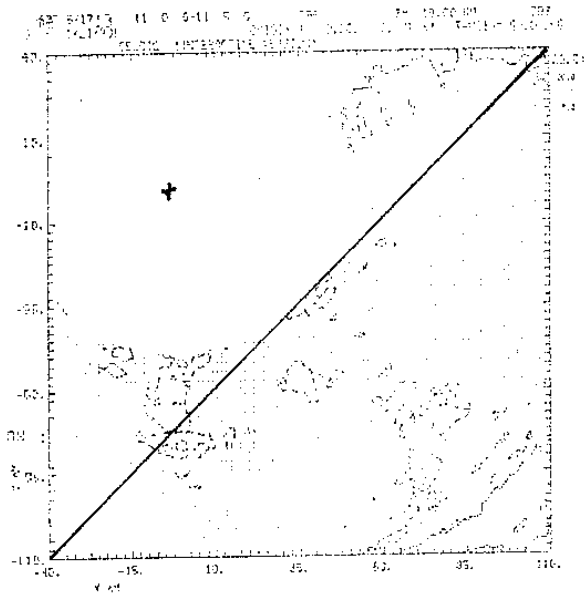


圖5 (續)

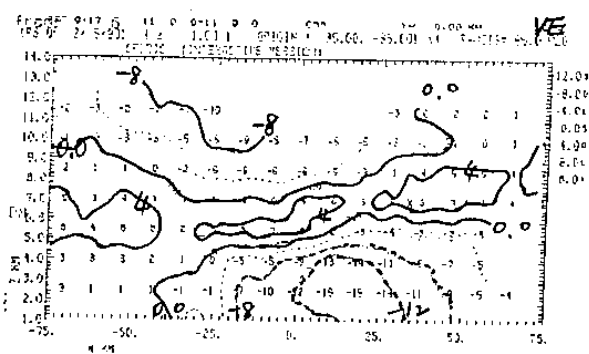
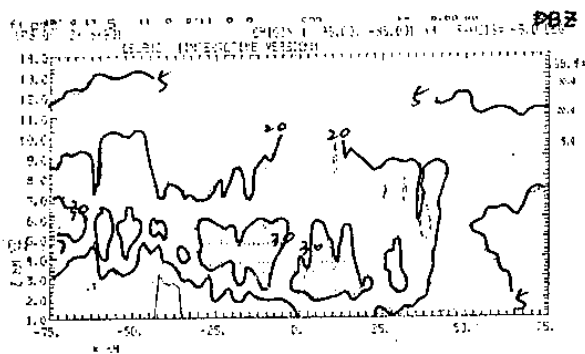


圖6 旋轉45度之剖面 (CAA 1100L) 上圖之虛線處，上圖為回波剖面，下圖為徑向風剖面。

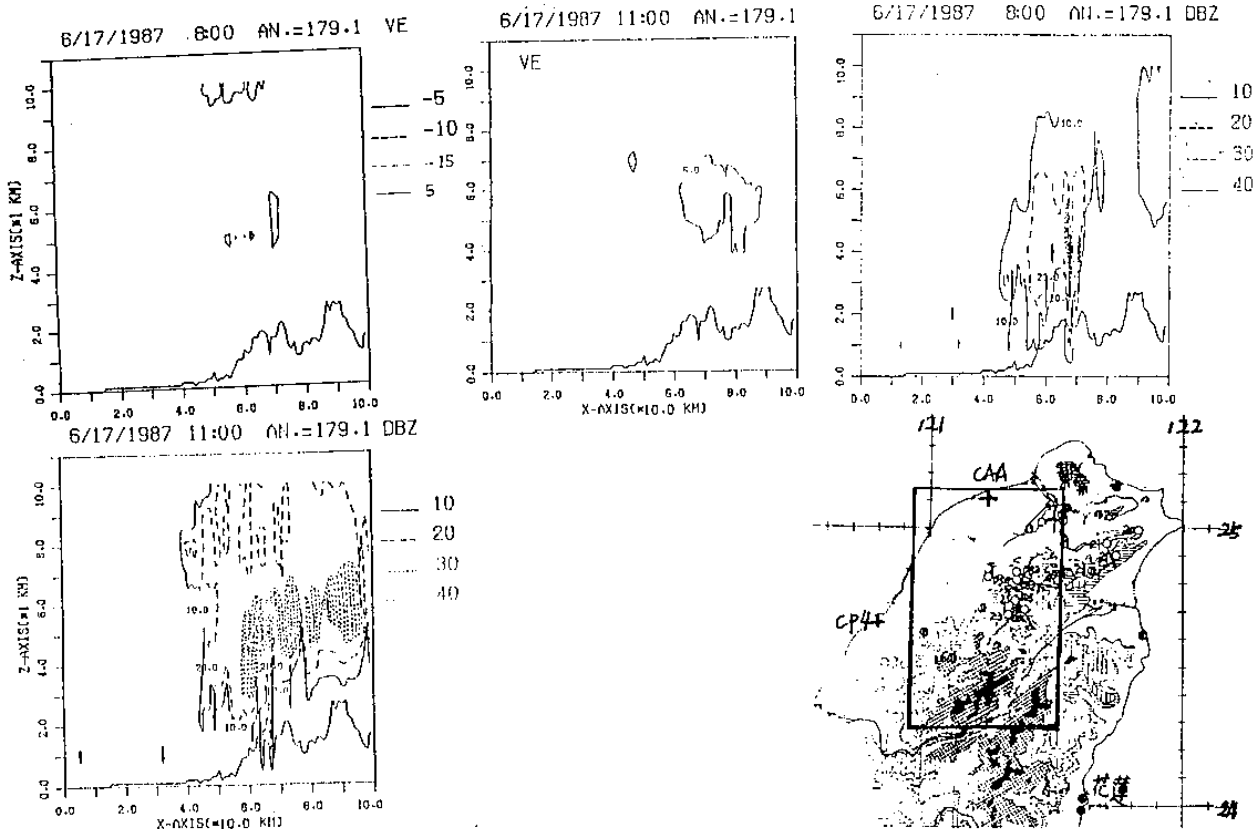


圖 7 CAA 08 L 及 11 L beam 剖面 (徑向風、回波) 圖, CAA 360 度 掃描分成 420 個 beam, 此處為第 210 個 beam 剖面 (即 179.1 度), 陰影區為 30 dBZ 區。

圖 8 合成風場分析之 CAA, CP4 相關位置, 長方格為合成分析區域, CAA 與 CP4 相距約 60 km, 地形之黑影區為 3000 公尺以上。

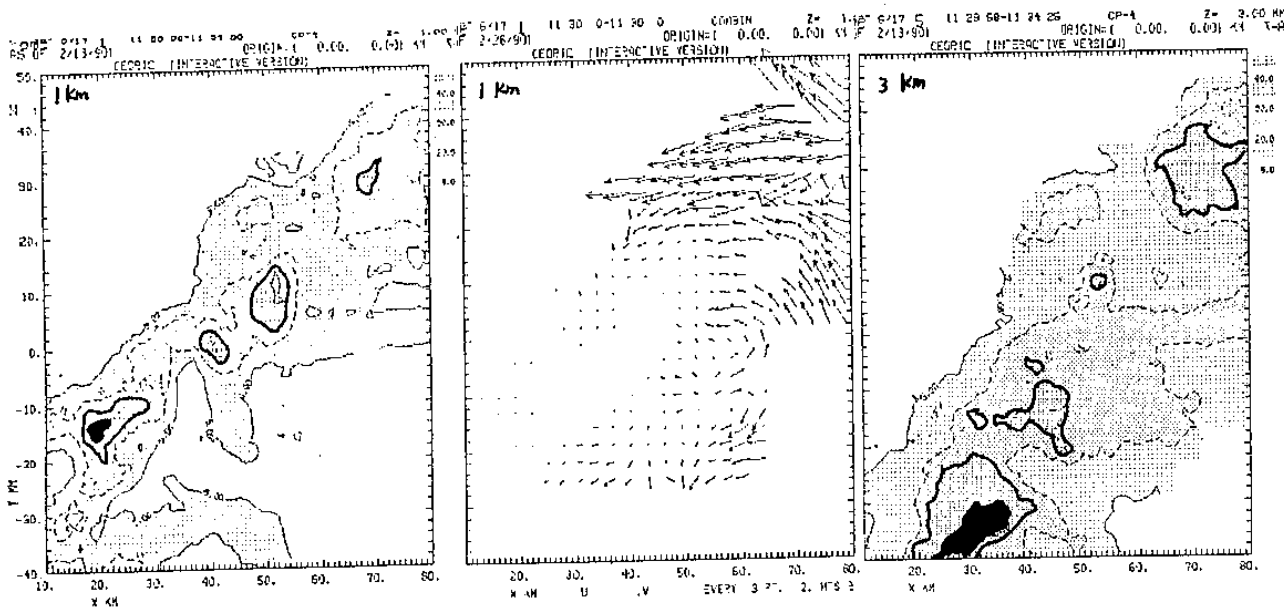


圖 9 1130L CAA-CP4 合成風場及回波圖 (1、3、5、7、9 km 高度層) 粗實線為 30 dBZ, 陰影區為 40 dBZ, 以 CP4 所在位置為座標原點。

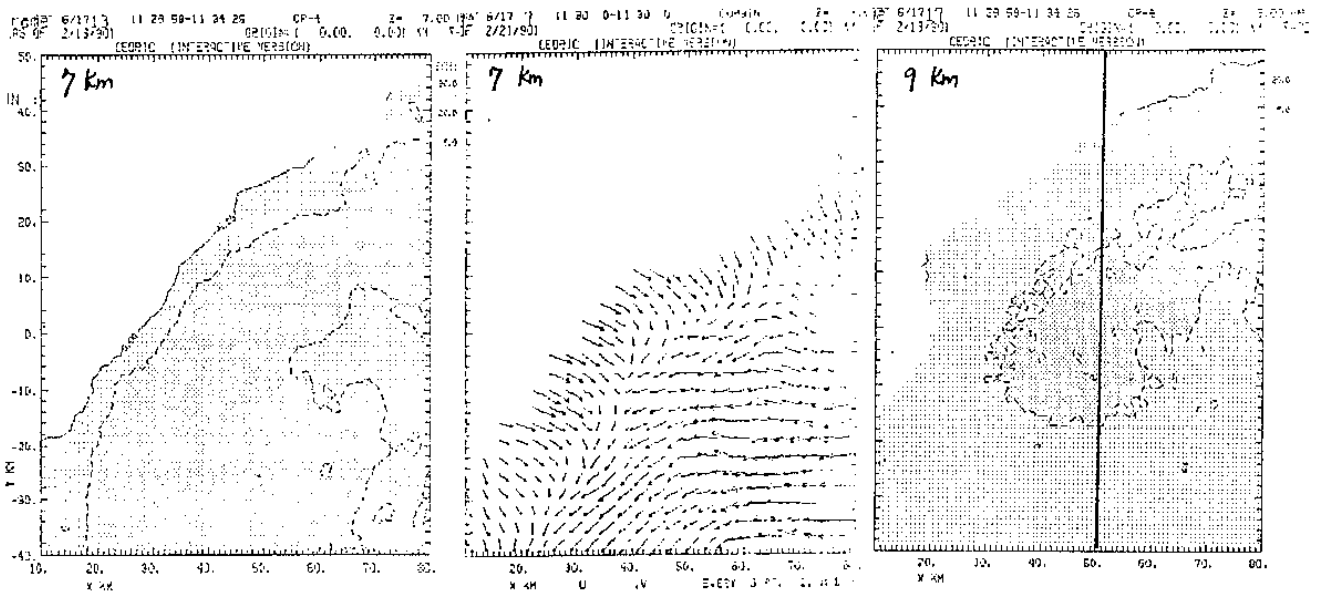
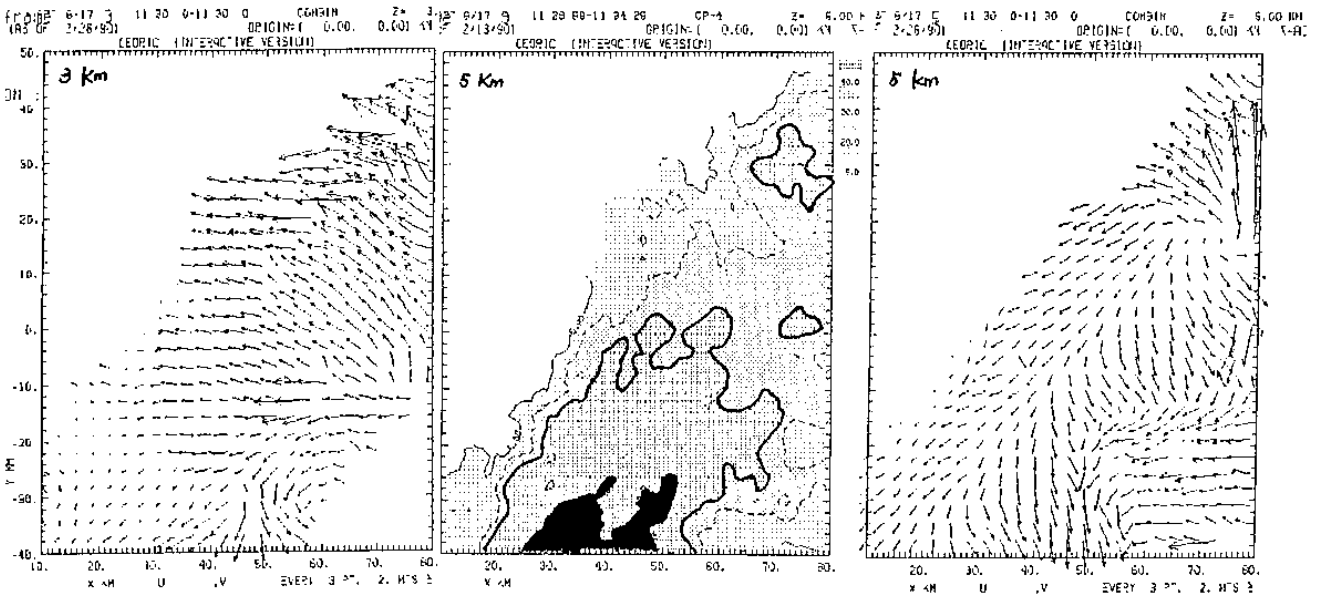


圖9 (續) x=50 km 之線為下圖剖面所在位置

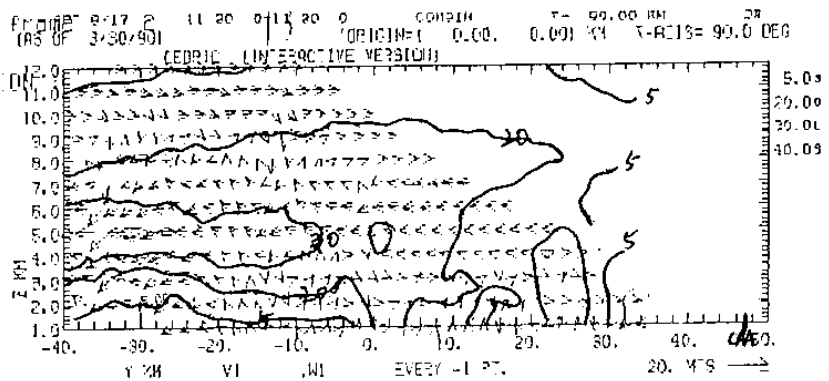
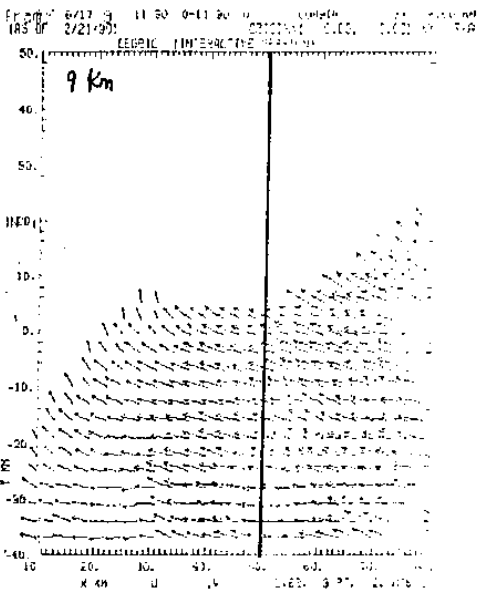


圖10 V, W, DBZ 剖面圖 (圖9 x=50 km 之南北剖面)