



行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
 南海季風實驗資料分析整合計畫-(子計畫九)南海地區中尺度對流系
 統及降雨研究-C-POL 及 TOGA 雷達資料分析

計畫編號 NSC 89-2111-M-034-006-AP7

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：劉清煌 中國文化大學大氣科學系

共同主持人：劉廣英 中國文化大學大氣科學系

摘要

季風爆發期間，於南海地區所引發的對流系統之相關研究較少，本研究以前之年度，以運動場及壓力場結構探討這些對流系統的特性。而去年度(89-90)則探討這些系統之熱力場結果，分析結果顯示，低層之熱力結構在對流胞的成長階段扮演著相當重要的角色，隨著系統的增強，伴隨的壓力場及熱力場亦隨之增強，動力與熱力的作用，使得對流胞在短時間內快速成長。

關鍵詞：對流胞氣壓場反演，對流胞熱力場反演，pressure retrieval，dynamic，thermodynamic，convective system

Abstract

The onset of East Asia monsoon is a prominent feature. There are rare papers have been done in the past. In the past few years of this project has been focused on the kinematic and dynamic structure of the prefrontal system. The last year work(89-90) was focused on the thermodynamic characteristics. Results show that the dynamic thermodynamic mainly concentrate at the lower level. As the cells get stronger, the magnitude gets stronger. Results indicate that those fields play an important role during the system development.

一、前言

亞洲季風及全球最明顯的天氣系統之

一，而東亞季風亦有其獨特的特性，其爆發過程與南半球的高壓系統亦有著爆發很密切的關係。而尤其特別的是與北半球中緯度系統的交互作用，在過去的年度中，本計畫著重在雷達資料的處理，及對流系統之運動結構及動力結構之探討。而89-90年度之計畫則針對其熱力結構進行深入之探討。研究各案仍以1998年5、6月實驗期間之各案為主。探討5月15日之對流系統結構，以及5月19日鋒面移至南海地區之結構。

二、資料來源與研究方法

本研究利用南海季風實驗計畫期間密集觀測往的觀測資料，計有實驗三號上 NASA 之 TOGA 雷達與東沙島上 BMRC 之 POL 雷達所組成之雙都卜勒雷達網、中央氣象局之地面測站資料、探空資料、東沙島以及實驗三號的探空資料、雨量資料。本研究個案期間自1998年5月15日0630UTC至0730UTC以及5月19日1200-1400UTC每10分鐘一個立體掃描，共有15個仰角。所觀測到的都卜勒雷達資料，利用 NCAR 之 SOLO、REORDER、CEDRIC 對都卜勒雷達資料之風場與回波場偵錯、除錯、風場反摺、資料內插與雙都卜勒風場合成，之後利用 Roux (1993) 求得三維之壓力場及溫度場。

$$\frac{\partial \pi'}{\partial x} = \frac{-1}{C_p \theta_w} \left(\frac{\partial u}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla u - f v - F_x \right) = A_x \quad \text{Eq. 1}$$

$$\frac{\partial \pi'}{\partial y} = \frac{-1}{C_p \theta_{vo}} \left(\frac{\partial v}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla v + fu - F_y \right) = A_y \quad \text{Eq. 2}$$

$$\frac{\partial \pi'}{\partial z} = \frac{-1}{C_p \theta_{vo}} \left(\frac{\partial w}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla w + gw - F_z \right) + \frac{g}{C_p \theta_{vo}} \theta'_{vc} = A_z + \frac{g}{C_p \theta_{vo}} \theta'_{vc} \quad \text{Eq. 3}$$

$$\frac{\partial \theta'_{vc}}{\partial x} = \frac{C_p \theta_{vo}}{g} \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) = B_x \quad \text{Eq. 4}$$

$$\frac{\partial \theta'_{vc}}{\partial y} = \frac{C_p \theta_{vo}}{g} \left(\frac{\partial A_y}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial y} \right) = B_y \quad \text{Eq. 5}$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial \theta}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \theta = S_\theta + F_\theta \quad \text{Eq. 6}$$

氣壓場之反演與熱力場之反演同時進行，其中 Eq. 1-3 為氣壓梯度力方程式，變數符號為常用之符號，其中 A_x , A_y 及 A_z 可利雷達資料估計，但 Eq. 3 中與 θ'_{vc} (擾動虛位溫)，因此，要求得 π' 需要 θ'_{vc} 。而 Eq. 4、5 可由 Eq. 1-3 求得，Eq. 6 為熱力方程式， S_θ 與 F_θ 各為熱源 (heat source) 及摩擦向。此二項可以參數化的方式予以估計，因此，6 個方程式透過方程式迭化方式 (iteration) 可以求得 π' 及 θ'_{vc} 。

三、分析結果

1、5 月 15 日鋒前對流系統：

由先前之研究，鋒面對流胞之運動場及動力場有其特殊之結構，垂直風切在對流胞的發展過程中與對流胞的成長方向一致，由氣壓場之反演 (圖 1-1, 1-2, 1-3) 對流存在地區伴隨著較大之擾動熱力場及壓力場 (圖 a: 0.5 km 雷達回波及相對系統之氣流場; b: 擾動壓力場 (等值線)，及擾動熱力場 (彩色背景);

c: 同 a, 但為 3.5 km; d: 同 b 但為 3.5 km)。負壓力場代表壓力較低的地方，在下邊界地區，低壓之存在使得氣流到該處亦可見其伴隨較大的擾動熱力場。而且這些熱力效應延伸至 3.5 km 的高度。

在資料的時間解析上，可得到每 10 分鐘的發展情況於 0730UTC 時於低層 0.5 km 處 (圖 1-2b) 可見明顯的低壓中心伴隨每一對流胞的存在。並且伴隨著明顯高浮揚力 (buoyancy) 之空氣塊，此熱空氣塊及低壓系統的存在使得低層之空氣塊很有效的輻和，且上升至中上層大氣。而在 3.5 km 處之低壓中心仍非常明顯。圖 1-3a、b 為東北—西南之垂直剖面，每一對流胞下層均伴隨較低之氣壓及溫暖的空氣胞之上升氣流區域，使得系統得以迅速發展。而圖 1-3 c、d 為沿著一對流胞之西北—東南橫切面，由於垂直風切的作用，得對流胞向下風切 (down shear) 傾斜發展。

2、5 月 19 日鋒面結構：

鋒面到達南海地區時是否仍維持原有鋒面的特性呢？1998 年 5 月 19 日一道鋒面滯留南海地區，部分的鋒面結構正好位於雙都卜勒區域內，在風場結構上，(圖 2-1a) 仍維持相當明顯的風切，並且伴隨著較低之氣壓。而熱力場方面則有 2-3 度的浮揚力，但在 3.5 km 處，則風場變得非常均勻，且氣壓場及溫度場相對的弱些。隨著鋒面的移入，低層的擾動變得明顯且集中在鋒面帶的區域，且擾動僅延展到 3.5 公里區域，雖然擾動是較明顯，但整個中尺以上的大氣風仍很均勻 (圖 2-2)。到了 1400UTC 時，(圖 2-3) 所解析的這段鋒面變得較不完整，風場呈現出一個區域 (zone) 而非很明顯的一條線。此時 3.5 km 之擾動場相當若，並無明顯的特徵出現。

圖 (2-4) 為垂直方面 (西北—東南橫切

面)，可見在鋒面地區為一低壓帶，且伴隨強的浮揚力，發展到約 4.5 km 的高度，而在鋒前為一較高壓的區域。此高壓的存在與鋒面空氣的上升有密切的關係。

四、結論

本年度之研究繼續上一年度之對流系統及鋒面結構進一步分析伴隨之熱力場及壓力場結構，結果顯示熱力場與壓力場的配置，低壓存在使得空氣輻合，而熱力場所提供的浮揚力有效地推駛空氣象上，使得鋒前對流胞在短時間內成長。

5 月 19 日之鋒面個案顯示，鋒面之風場結構仍相當明顯，而且鋒面上言鋒面方現之變化很大 (along front variability) 因此鋒面呈現“斷斷續續”之情形。活動向較強的區域伴隨著擾動氣壓及熱力溫度。氣壓場之反演資料有其可靠性。垂直鋒面的結構顯示在鋒前有一較高之氣壓區存在，此相對高壓與空氣上升有密切的關係。熱力場顯示較大的浮揚力地區集中在鋒面且可延展到 4.5 公里之高度。

本研究之各案分析將有助於瞭解季風爆發時所產生的對流及鋒面結構。

誌謝

感謝南海實驗計畫工作群之資料提供，本研究由國科會計畫 NSC 89-2111-M-034-006-AP7 資助，研究設備由中國文化大學大氣科學系提供。

參考文獻

- 陳書筠，1999：南海地區中尺度對流系統之研究-雷達資料分析。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文。
- Liu, Ching-Hwang, and Shu-Yun Chen, 2000: Shear parallel convective system observed

during SCSMEX-Doppler Radar Analysis. International Conference on Mesoscale Convective Systems and Heavy Rain in East Asia. P105-110.

- Roux, F., V. Marècal, and D. Hauser, 1993: The 12/13 January 1988 narrow cold-frontal rainband observed during MFD/FRONTS 87. Part I: Kinematics and thermodynamics. *J. Atmos. Sci.*, **50**, 951-974.

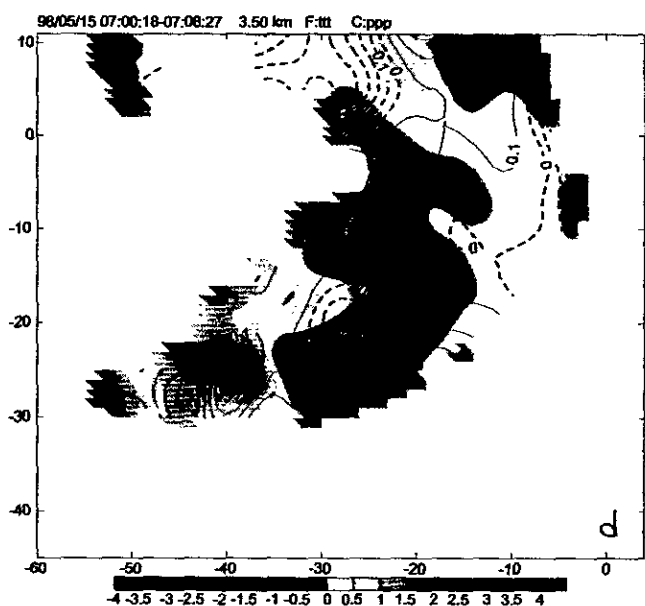
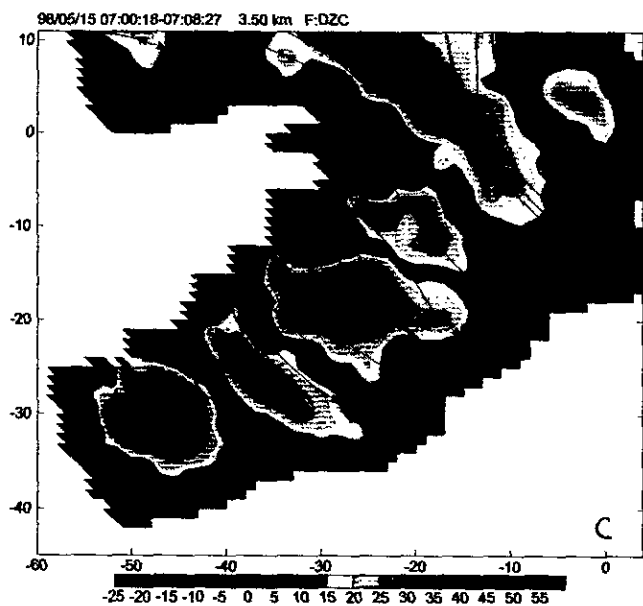
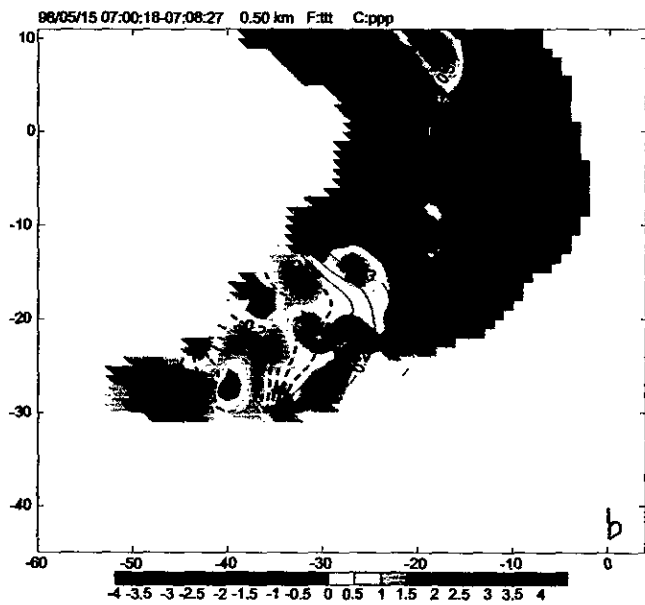
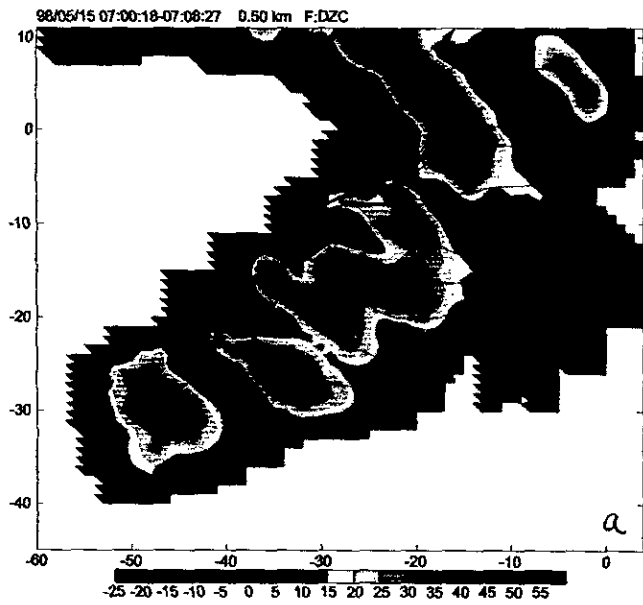


Fig 1-1

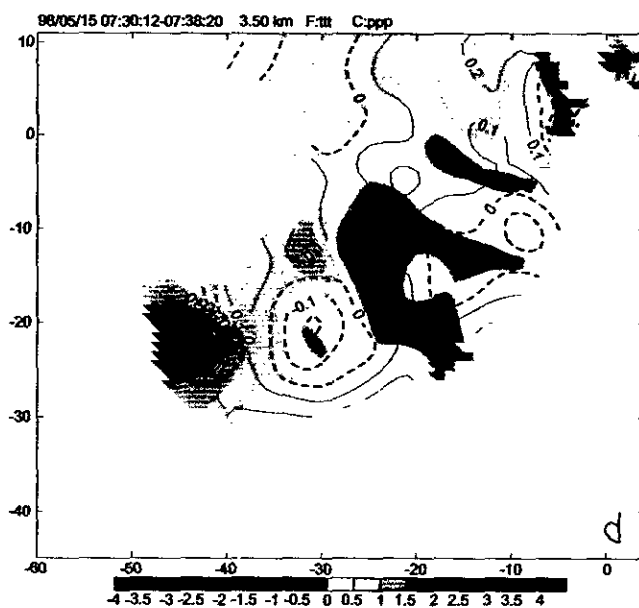
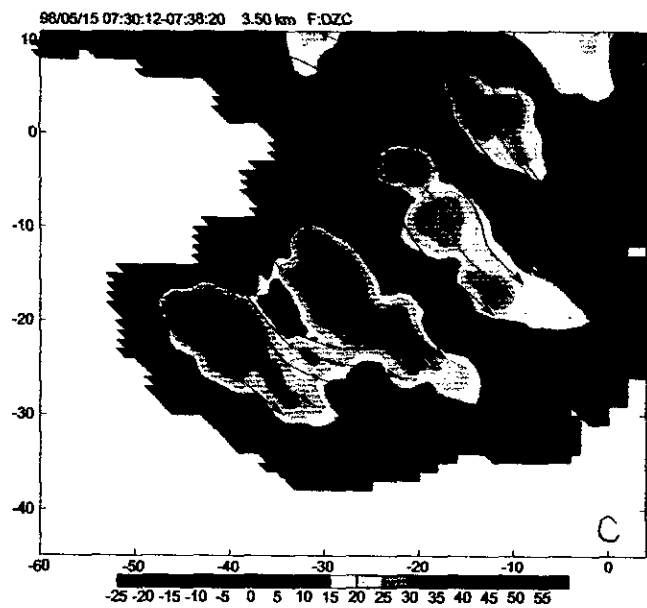
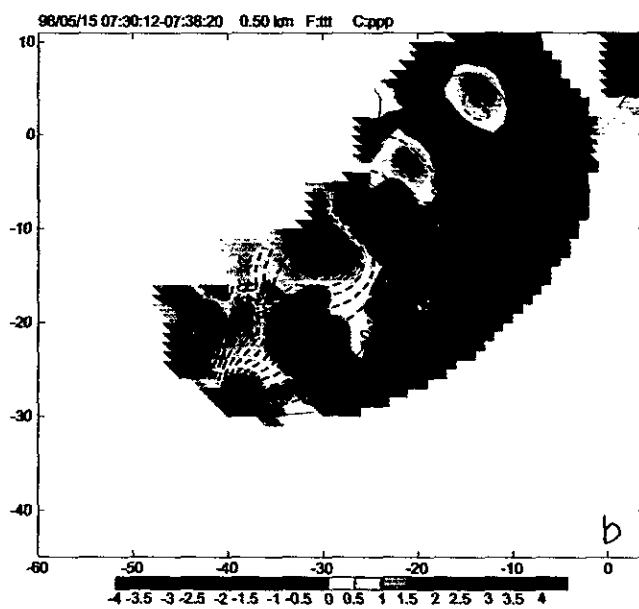
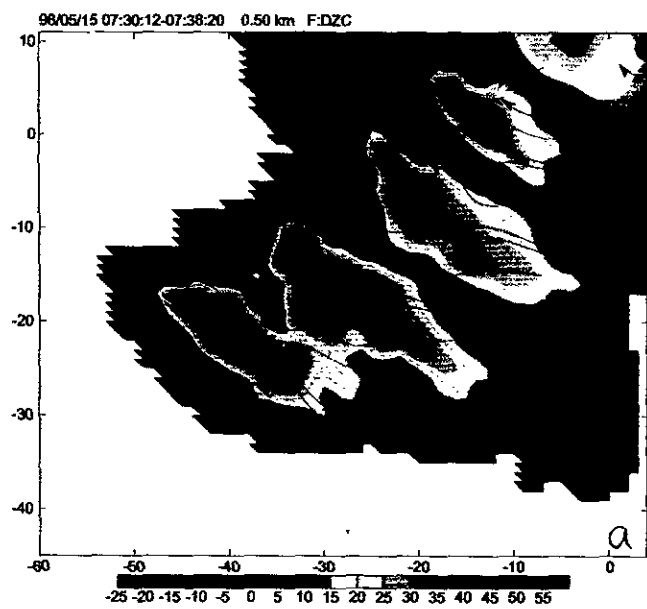
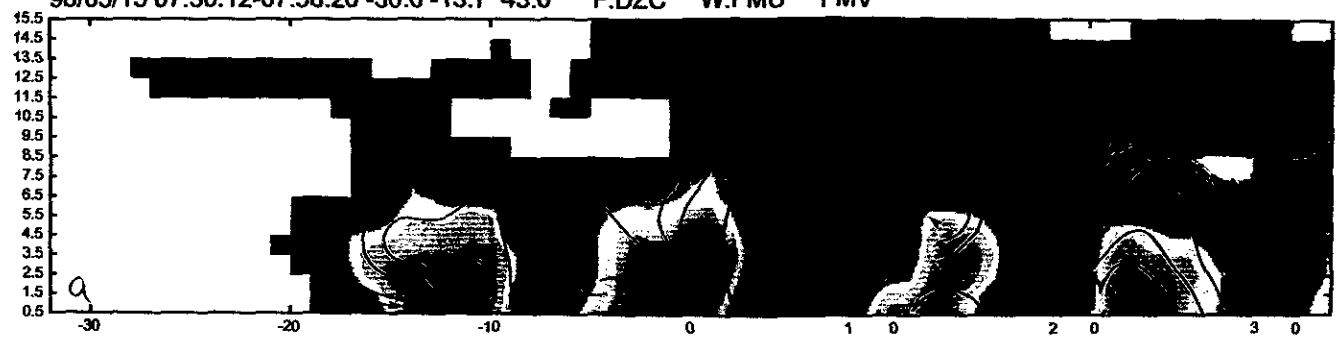
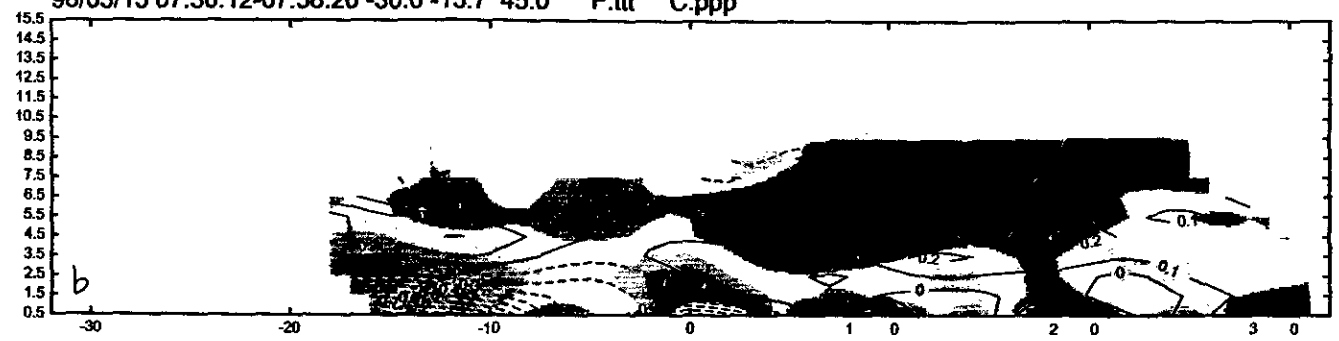


Fig 1-2

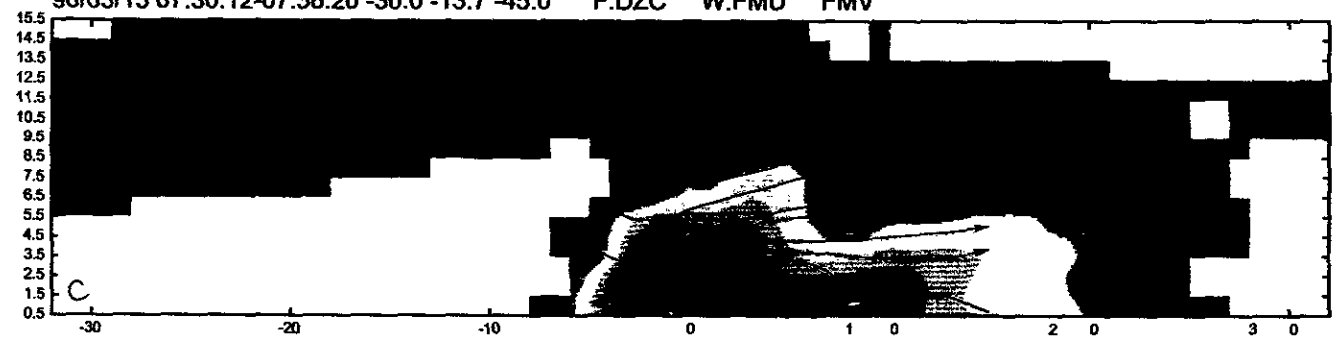
98/05/15 07:30:12-07:38:20 -30.0 -13.7 45.0 F:DZC W:FMU FMV



98/05/15 07:30:12-07:38:20 -30.0 -13.7 45.0 F:ttt C:ppp



98/05/15 07:30:12-07:38:20 -30.0 -13.7 45.0 F:DZC W:FMU FMV



98/05/15 07:30:12-07:38:20 -30.0 -13.7 45.0 F:ttt C:ppp

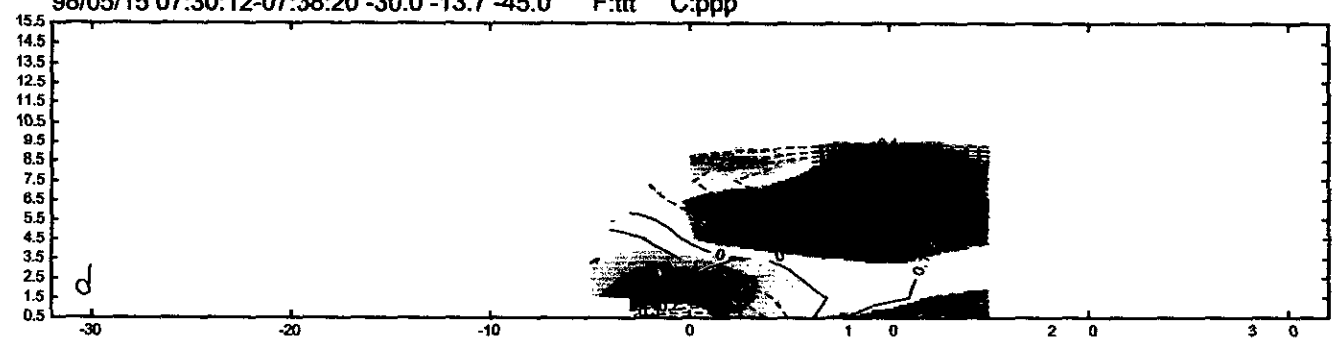


Fig 1-3

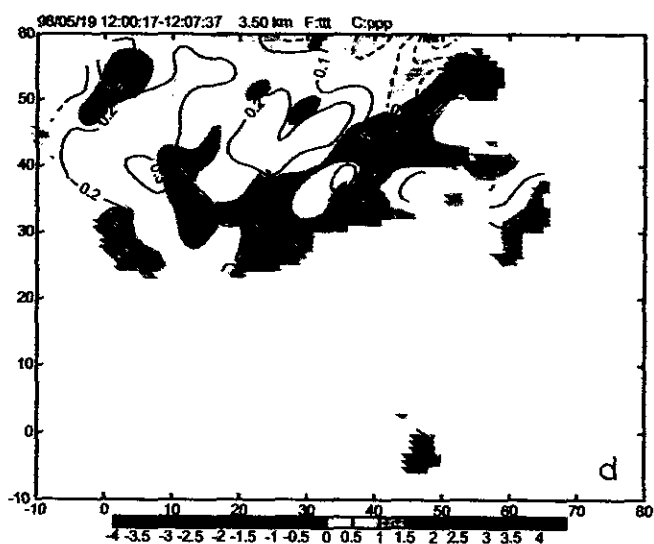
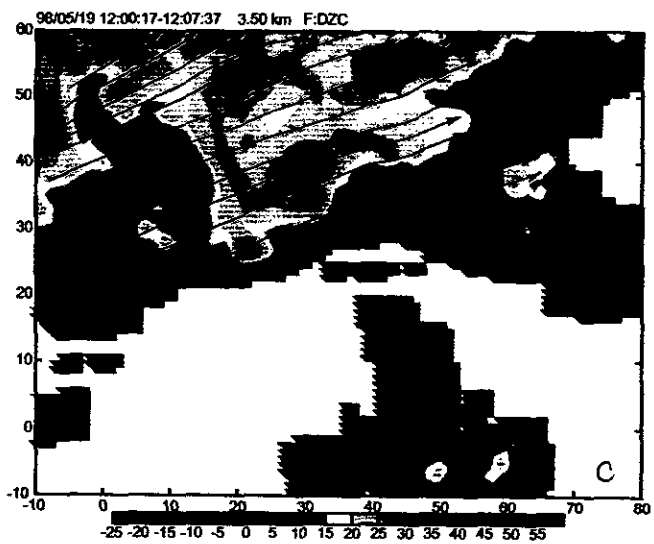
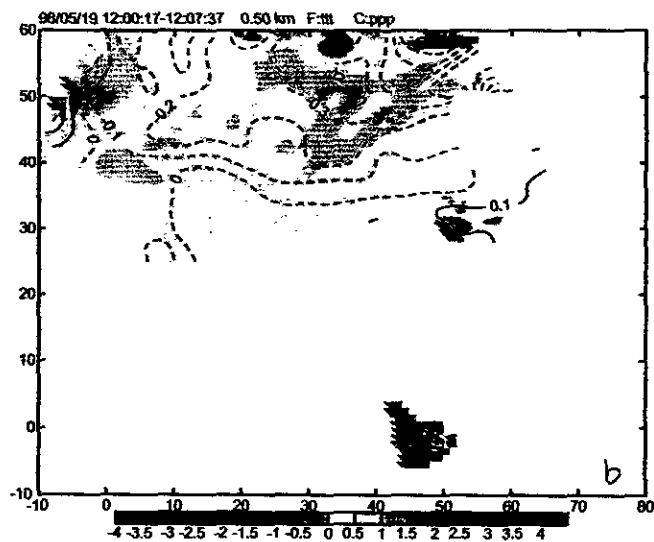
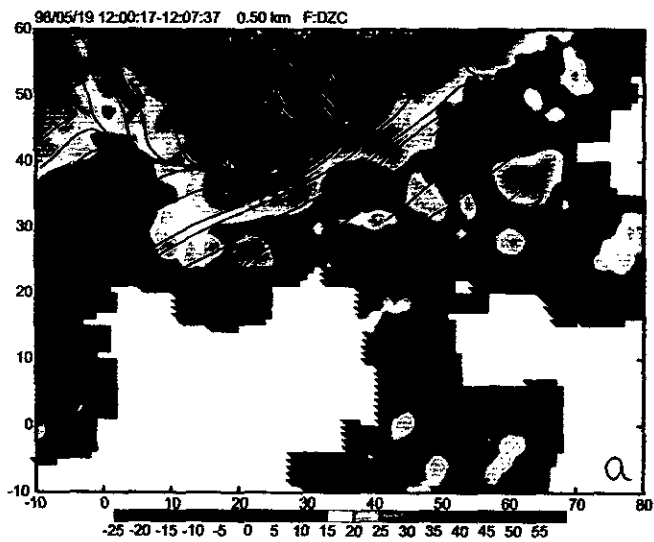


Fig 2-1

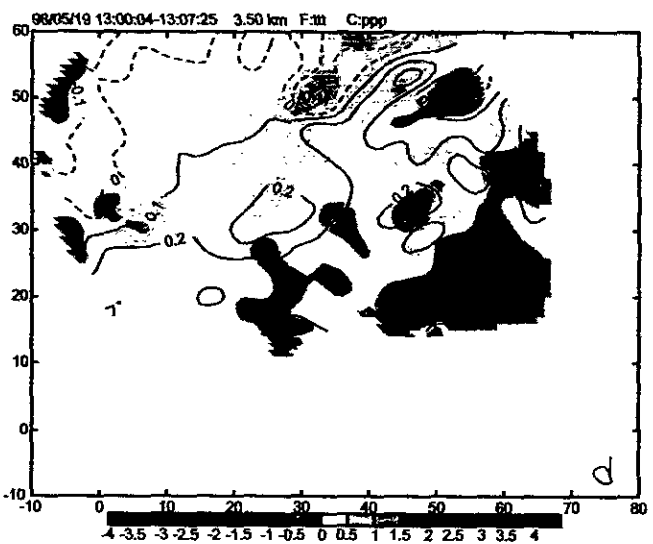
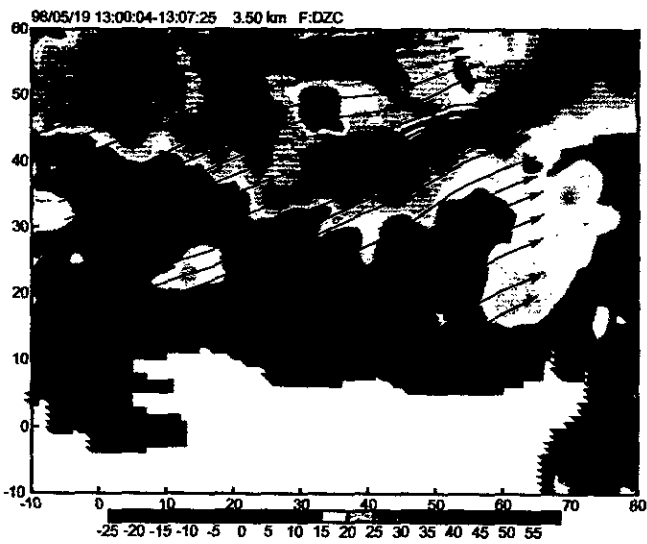
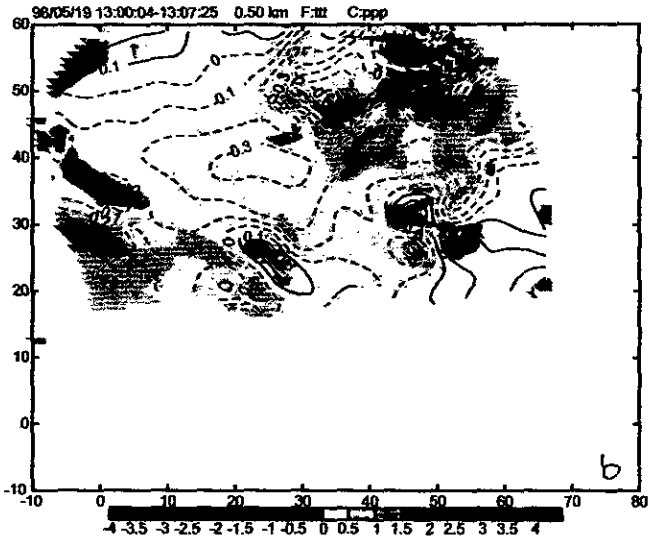
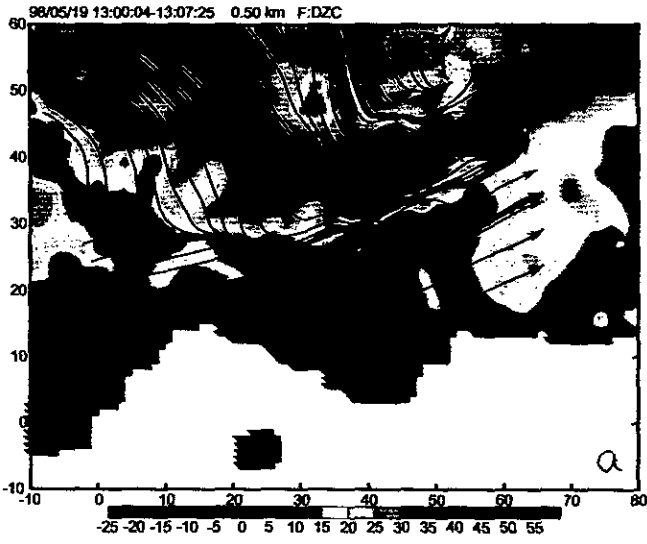


Fig 2-2

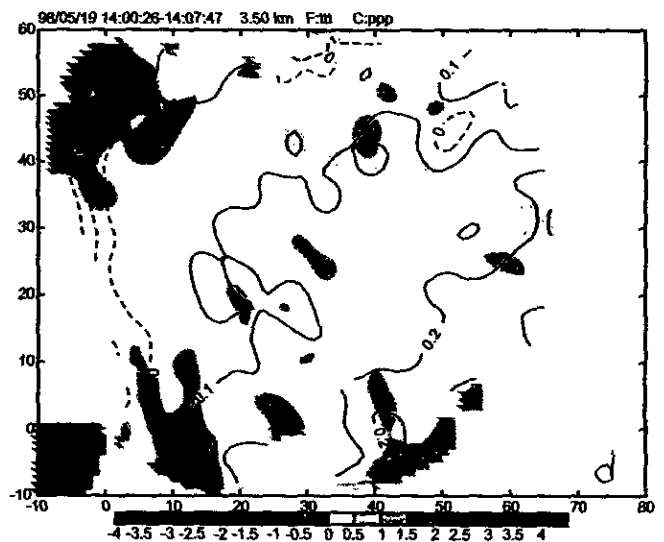
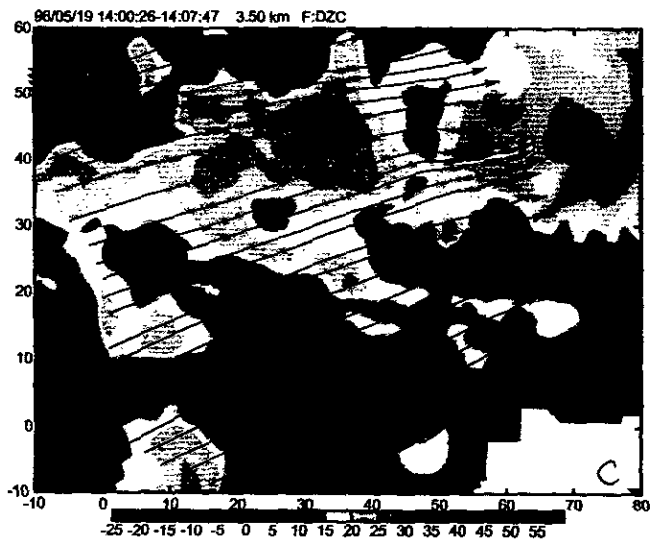
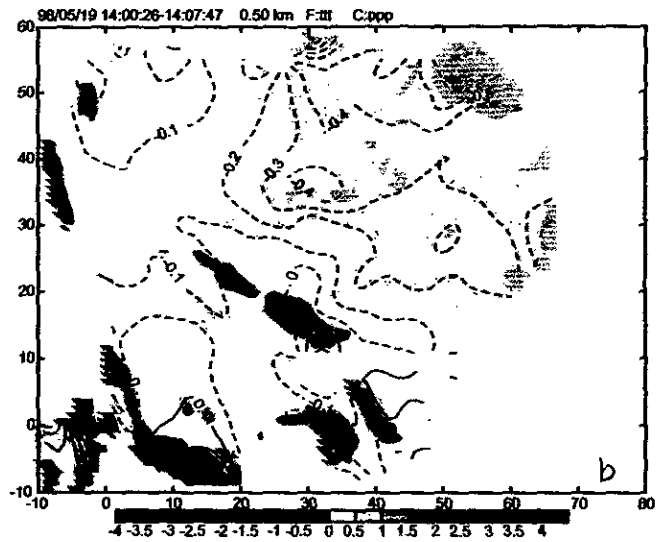
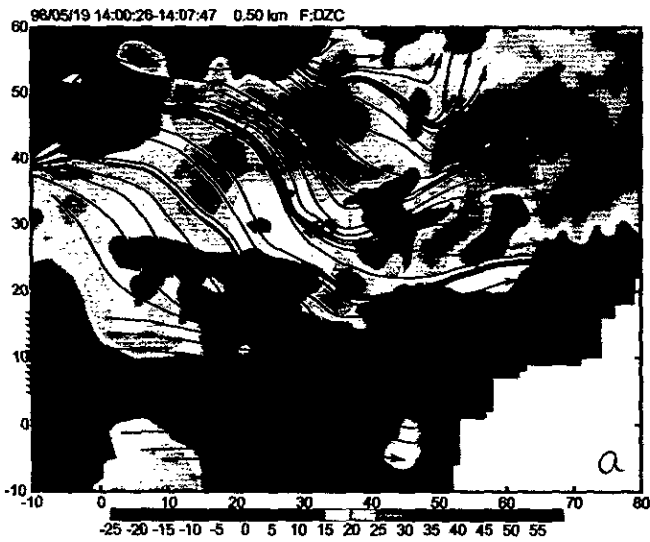
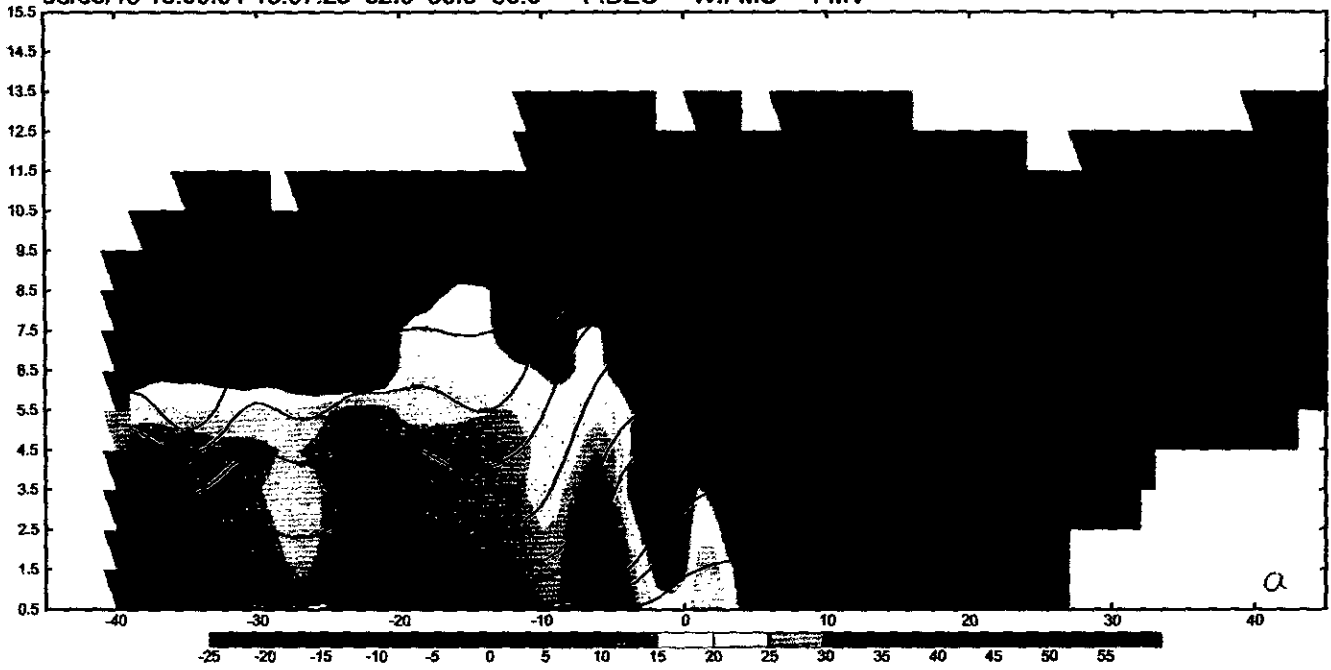


Fig 2-3

98/05/19 13:00:04-13:07:25 32.0 30.0 -50.0 F:DZC W:FMU FMV



98/05/19 13:00:04-13:07:25 32.0 30.0 -50.0 F:ttt C:ppp

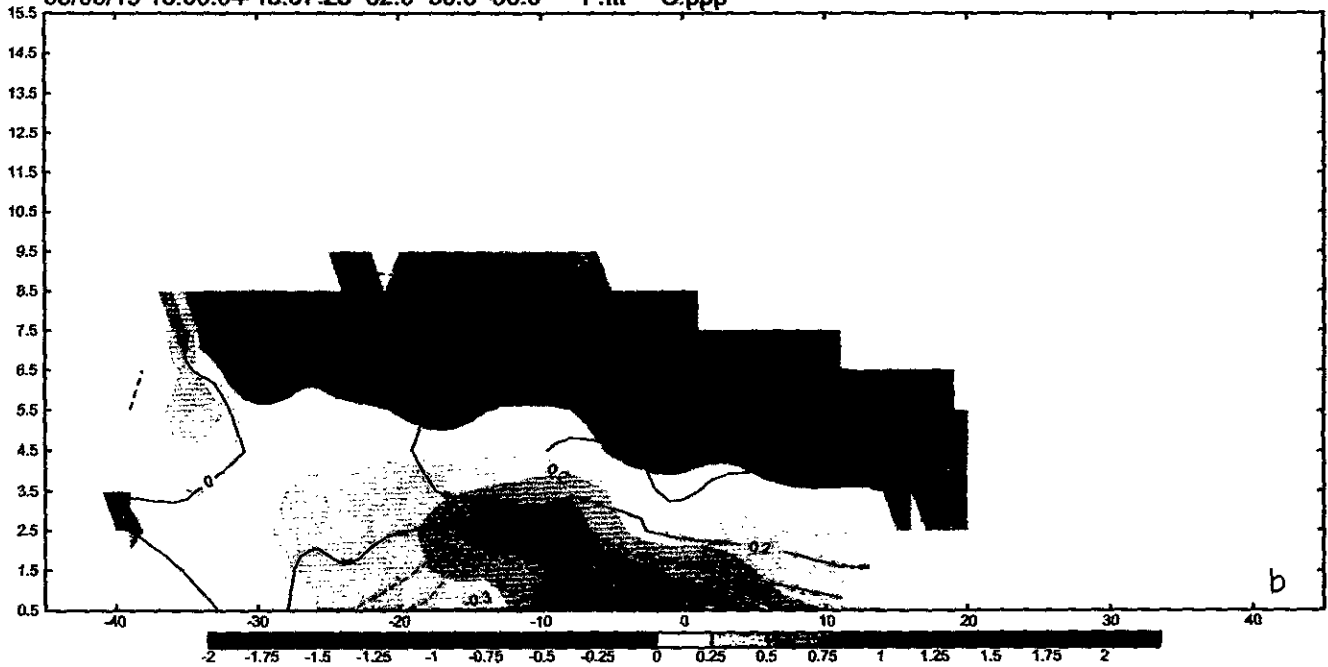


Fig 2-4