

梅雨季台灣附近中尺度對流系統 內部結構之初步分析

許 皓 淳 丘 台 光

中央氣象局氣象科技研究中心

摘 要

本文是利用雷達、衛星、探空及地面自記資料來說明於民國76年5月16日至5月17日期間，發生在台灣海峽附近的中尺度對流系統MCS之演化過程。

研究結果顯示，在台灣附近發生的中尺度對流系統之內部結構與 Leary and Rappaport (1987) 在 HIPLEX 實驗下所分析的 MCC 有相似的特性。在 MCS 或 MCC 內均有一道明顯的飢線存在，且在此飢線的後緣為低層層狀回波。但在弱回波區並沒有產生類似螺旋狀的回波。

一、前 言

台灣地區中尺度實驗計畫 (TAMEX) 最主要的目的之一，就是經由密集的觀測，探討有關中尺度對流系統內部的結構。在 TAMEX 執行二個月期間，共計完成 13 次密集觀測 (Iop)，其中第二次密集觀測 (Iop-2) 正好觀測到一中尺度對流系統由福建沿海移至台灣本島。本文乃利用此次密集觀測資料，分析該中尺度對流系統 (簡稱 MCS) 之內部結構特徵，特別著重在密集雷達資料方面的分析。

有關中尺度對流系統結構方面之研究，依其採用的資料來源不同，顯現出不同的特徵，如採用傳統地面及高空資料分析，主要探討 MCS 環境之結構 (Bosart and Sanders, 1981; Maddox, 1983; Perkey and Maddox 1985; Watzel et al, 1983)，結果指出 MCS 中層為低壓暖心，高層為冷心高壓之分佈。

Leary and Rappaport (1987) 採用傳統雷達進一步分析 MCS (或稱 MCC) 內部結構之特徵，指出 MCS 內部包括一強烈線狀回波如飢線結構發生在 MCS 前緣，在此線狀回波後緣為一片低層層狀回波，且在層狀回波區內出現數條呈螺旋狀回波帶，而 MCS 中飢線之結構與熱帶地區飢線結構相似。McAnelly and Cotton (1986) 更指出 MCC 為一些中-β 尺度

系統組成，不同天氣類型之 MCC，其內部結構仍有些差異。Knapp and Cotton (1987) 利用都卜勒雷達加以分析 MCS 內部氣流之特徵；Rockwood et al (1984) 則指出 dual MCC 有更複雜的較細微結構，且其降水結構與積雲簇 (Cloud Cluster) 不同。國內因過去沒有較密集的雷達資料，有關 MCS 內部結構方面之探討就很少。

二、綜觀天氣形態

由氣象衛星連續時間雲圖分析與追蹤如圖一顯示，從 5 月 16 日 00Z 起至 17 日 00Z 止，在華南至本省附近共出現三組中尺度對流系統，分別如圖中 I、II、III 所指，其中 MCS-I 移至台灣，且其成熟階段正好進入實驗區內。由圖中亦可看出 MCS-I 最早發生於 16 日 00Z 在福建南部，06Z 在原地發展，09Z 移至福建沿海，到 12Z 左右達到最大範圍且雲系呈橢圓形分佈，15Z 時 MCS-I 移至台灣海峽附近，到了 18Z 就移入台灣本島且雲系破碎減弱。

由天氣圖風場分析，MCS-I 在發展至成熟過程中均位於 850mb 風切線的西南方如圖二所示，MCS-I 位於低層西南西與西南風系匯合附近，中層 500 mb 有一明顯短槽存在，高層 (200 mb) 在 MCS 上方則以西北西分散流出現，此種環流形態類似於丘

(1984)所指出西南湧動型態環流特徵。

三、MCS內部結構分析

由圖三左邊的衛星照片描影圖看，自16日09Z到18Z，MCS-I的發展與移動過程中一直維持準圓形或近似橢圓的結構。可是由右邊的高雄雷達(WSR-81S)與中大雷達(WSR-64C)的回波合成顯示在09Z(圖三a)MCS-I尚在雷達觀測有效距離外而只見到大片Level I的帶狀回波。當MCS東移至台灣海峽西部沿海時(圖三b)，雷達所顯示的降水主要為南北走向的帶狀回波，與衛星所看到的形狀有很大的差異。初步估算此塊MCS(Level I以上)的降水回波約六萬平方公里，移動速度平均每秒15公尺左右，方向東北東。且由圖三b、c的雷達回波分析，在此MCS的系統內，有一明顯呈南北走向，回波強度超過Level II的帶狀回波。

15Z該MCS已抵達台灣西南部沿海(圖三c)，原本完整之雲系略呈破碎。位於汕頭附近的另一個對流雲系則繼續重整，至18Z再度發展成另一個MCS(圖三d)。15Z，當MCS前緣接觸台灣海岸時，由雷達回波顯示，南北走向的帶狀回波超過20.5 dBZ(圖四d)。

我們選擇高雄雷達站自5月16日14Z(2200LST)起每隔20分鐘一次的數據回波資料來分析此MCS的內部結構。通常對流雲系可由地面發展到8公里以上，因此我們選擇AC(CAPPI)為3公里的回波來做進一步分析之依據(圖四)。由圖四顯示呈南北走向的帶狀回波中有三個發展較為激烈的對流小胞A、B、C存在(超過30.5 dBZ)。A胞在移行過程中速度較為緩慢向東，也未見再增強，且在16日2320LST之後迅速減弱、破碎(圖四f)。

南北走向的颶線主要由B胞向東北移近C胞(圖四c)合而為一並向南北發展所形成的。此颶線的移行速度每秒17公尺以上，方向為東北偏東。至17日0000LST(圖四g)該颶線已超前MCS主中心約60公里。

同時再利用高雄雷達站對B胞做垂直方向的RHI掃瞄(圖五)。當B胞與C胞未串聯成颶線前(圖五a、b)，對流發展高度局限在12公里以下

。而在颶線形成之後(圖五c)，局部對流則驟衝至22公里，結構的層次也相當結實。由圖四及圖五顯示自16日2240LST到2300LST的20分鐘裡，B胞與C胞結合發展成颶線的瞬間有相當激烈的對流產生。由澎湖的地面觀測自計資料顯示(圖六)颶線在16日2310LST通過澎湖測站，除了使氣壓驟降1毫巴外，也使陣風由每秒5公尺驟增為16公尺。圖七為馬公探空站之位溫曲線。在颶線未抵達及剛通過瞬間(圖七a、b)，大氣顯然存在有相當充足的不穩定條件。尤其在圖七a中，自地面到850毫巴正是舉升的最有利地區，此極可能是促成B胞與C胞合併並舉升衝至22公里的因素之一。而當颶線通過後，整個大氣的條件已不利舉升(圖七c)，所以在圖三d中整個海峽的回波已在消散中。另外由梧棲站所測得之氣壓及風速報告(圖八)，在17日0050LST當颶線通過時更造成每秒22公尺的陣風。顯示颶線在通過澎湖到抵達台灣期間仍在持續加強中。

整個MCS的主體除了其前緣的颶線移動特別迅速外，MCS的主系統由圖四來看仍呈現東北—西南走向的橢圓形，回波強度則皆在10.5 dBZ以上。由圖五的RHI來看，在颶線後方的MCS主要為層狀降水，回波頂平均在8公里到12公里之間。在颶線未形成前(圖五a、b)MCS內部仍有幾個發展較為激烈的對流胞，而在颶線形成及移出後(圖五c、d)，整個MCS僅為層狀降水而無較強烈的對流胞。

四、總 結

本文乃利用TAMEX第二次密集觀測(Iop-2)雷達、衛星以及探空與地面自記資料，探討民國76年5月16日發生於福建沿海並移至本省之較大中尺度對流系統(如圖一所指MCS-I)之內部結構，初步可獲得下列幾點結論：

- 1 民國76年5月16日發生於台灣海峽之中尺度對流系統，其雲系大小與持續時間滿足Maddox(1980)MCC之定義，從對流發展到減弱持續18小時，平均移動速度15 m/s，其發生環境型態類似丘(1985)所分類之西南氣流湧動型。

- 2 MCS內部降水回波包括一強烈線狀如颶線回

波及層狀降水區，飊線回波最早發生於雲系中間，後來逐漸發展移至雲系前緣，此飊線回波移動速度平均 17 m/s，此結果與 Leary and Rappaport (1987) 在 HIPLEX 下所分析的 MCC 之內部結構有相似的特徵，唯一較大不同的是在弱降水回波區內並沒有數條螺旋狀回波帶出現。

有關 MCS 內部飊線之氣流型態，未來將進一步利用都卜勒資料加以分析。

參考文獻

- Bosart, L. R., F. Sanders, 1981 : The Johnstown flood of July 1977 : A long-lived convective Storm. J. A. S., 38, 1616-1642.
- Knupp, K. R. and W. R. Cotton, 1987 : Internal Structure of a small mesoscale convective system. Mon. Wea. Rev., 115, 629-645.
- Leary, C. A. and E. N. Rappaport, 1987 : The life cycle and internal structure of a mesoscale convective complex. Mon. Wea. Rev., 115, 1503-1528.
- Maddox, R. A., 1980 : Mesoscale convective complexes., Bull. Amer. Met. Soc., 61, 1374-1387.
- Maddox, R. A., 1983 : Large-scale meteorological conditions associated with mid-latitude mesoscale convective complexes. Mon. Wea. Rev., 111, 1475-1493.
- Meanelly, R. L. and W. R. Cotton, 1986 : Meso- β -scale characteristics of an Episode of meso- α -scale convective complexes. Mon. Wea. Rev., 114, 1740-1770.
- Rockwood, A. A. et al, 1984 : Precipitation characteristics of a dual mesoscale convective complex. NOAA Tech. Memo. ERL ESG-6, NOAA, Boulder, Co80303, 50 pp.
- 丘台光, 1984 : 華南地區中尺度對流複合系統對飛航之影響。航空氣象與飛航安全研討會論文集編, 27-36。

誌 謝

本文承蒙中大大氣物理系陳台琦教授提供處理數據資料之寶貴意見，科技中心林熺閔先生提供部份繪圖軟體，乃得以順利完成。此外，王技正時鼎的長期支持與鼓勵，在此一併申謝。

5 月 16 日 00Z



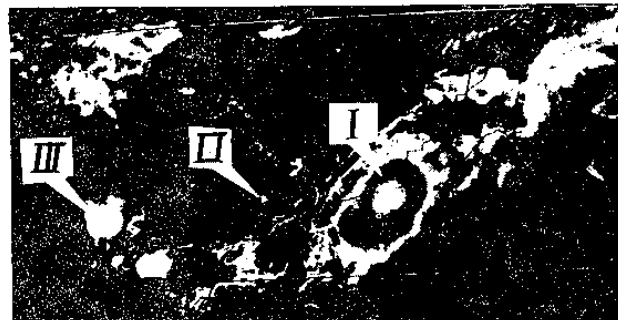
5 月 16 日 06Z



5 月 16 日 09Z



5 月 16 日 12Z

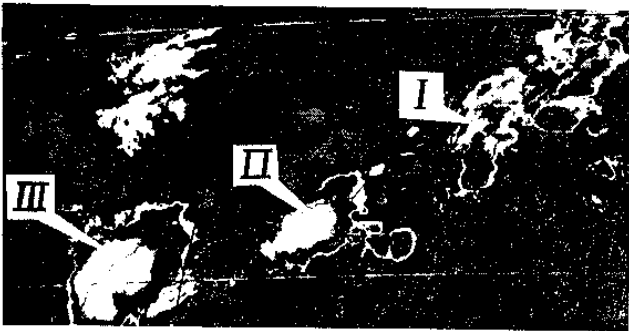


圖一：76年5月16日00Z至17日00Z經色調強化後之衛星雲圖。

5月16日15Z



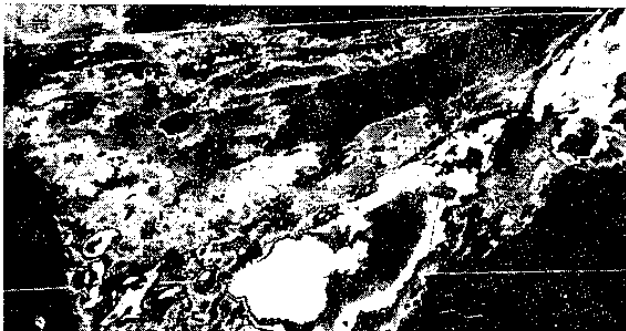
5月16日18Z



5月16日21Z

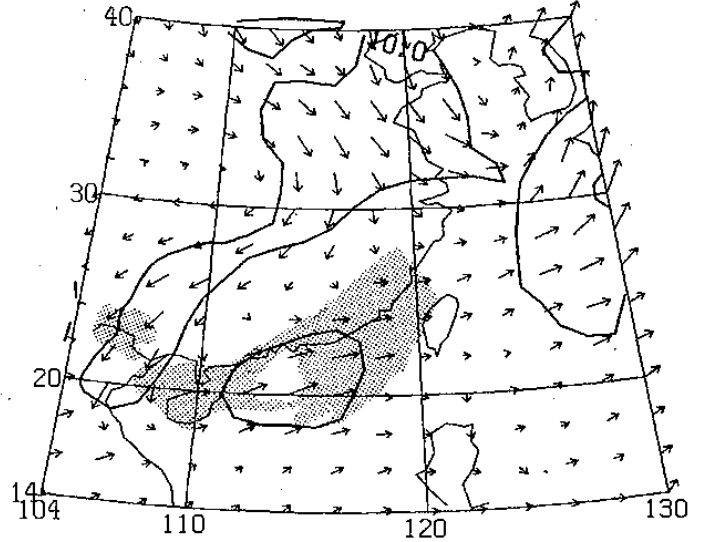


5月17日00Z

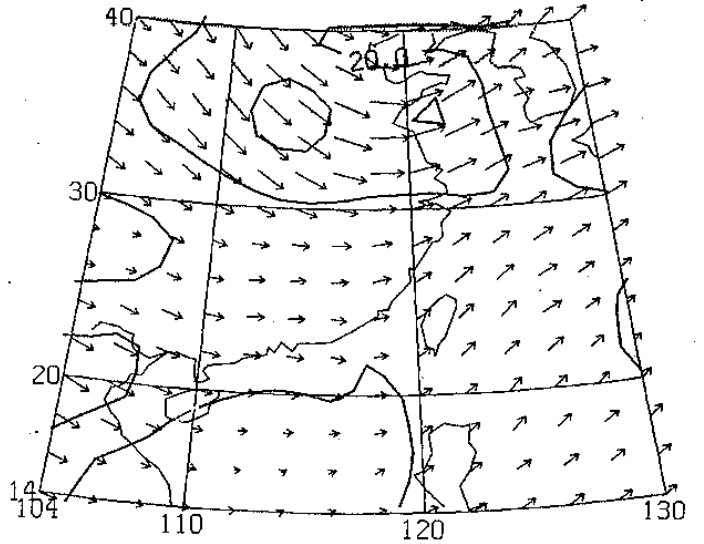


圖一：76年5月16日00Z至17日00Z經色調強化後之衛星雲圖。(繼續)

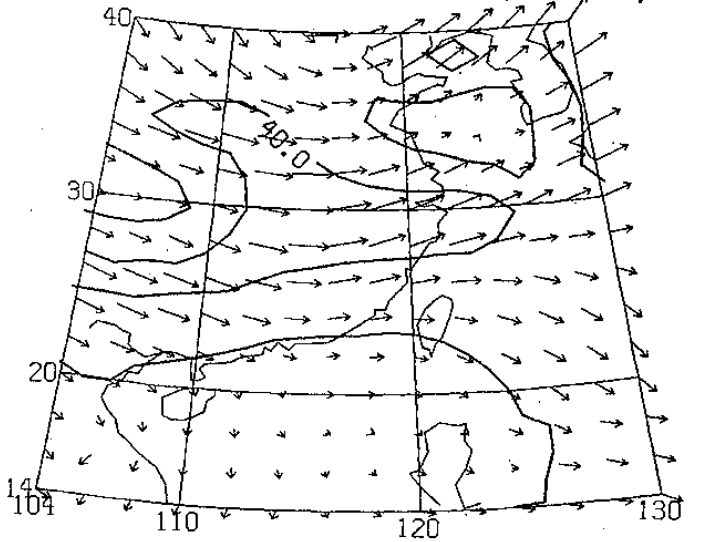
20M/SEC →
850 毫巴風場 51612Z 850MB V (M/SEC) (INTV= 10.0)



30M/SEC →
500 毫巴風場 51612Z 500MB V (M/SEC) (INTV= 10.0)



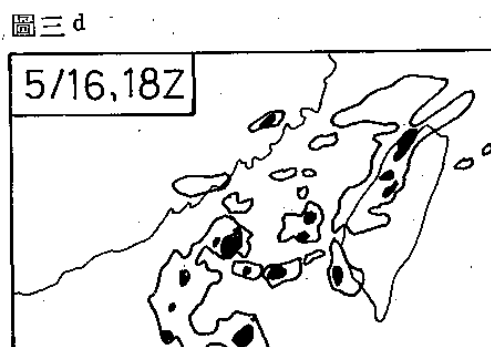
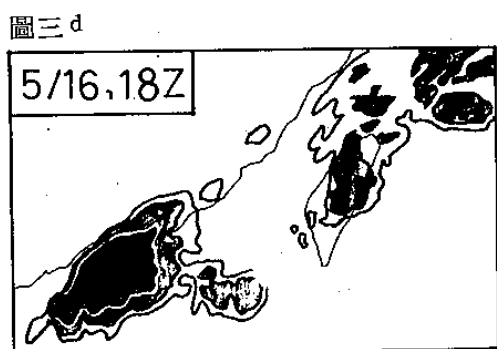
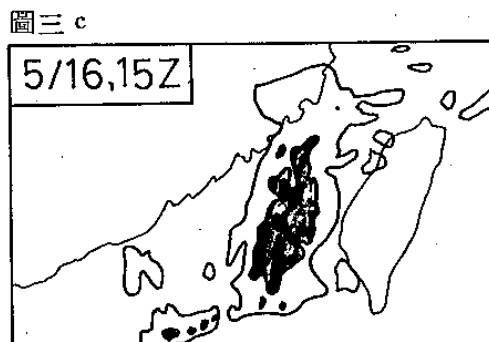
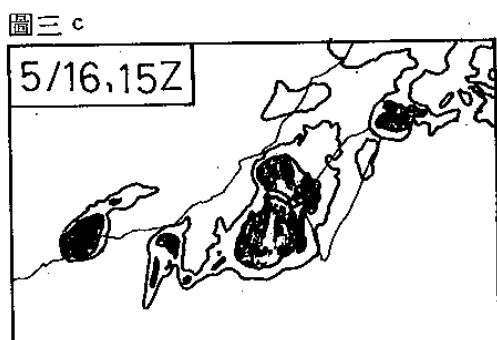
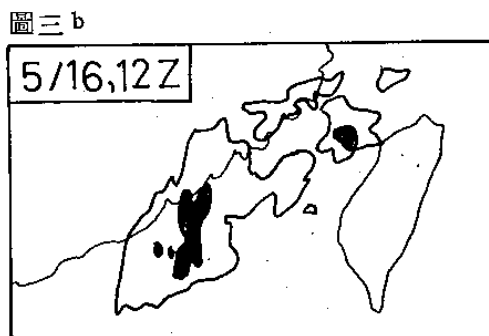
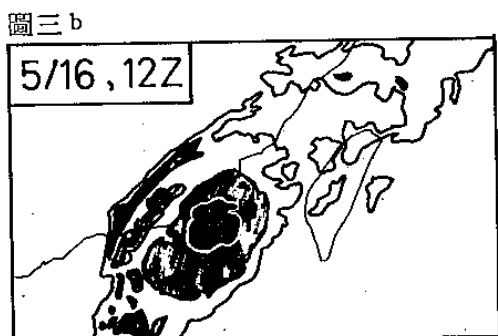
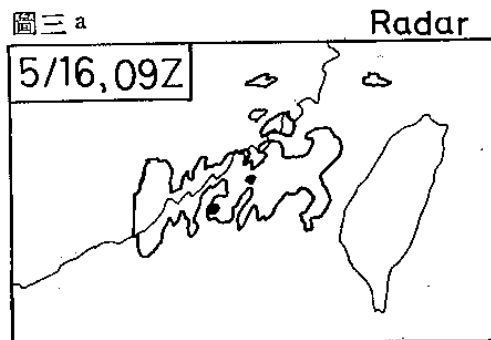
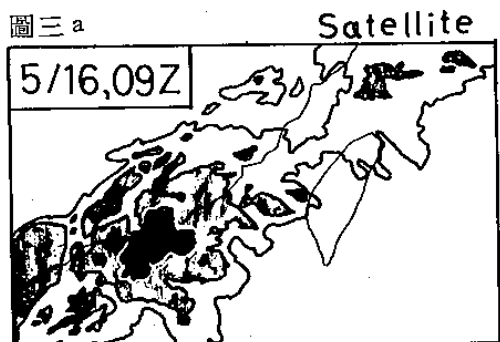
45M/SEC →
200 毫巴風場 51612Z 200MB V (M/SEC) (INTV= 20.0)



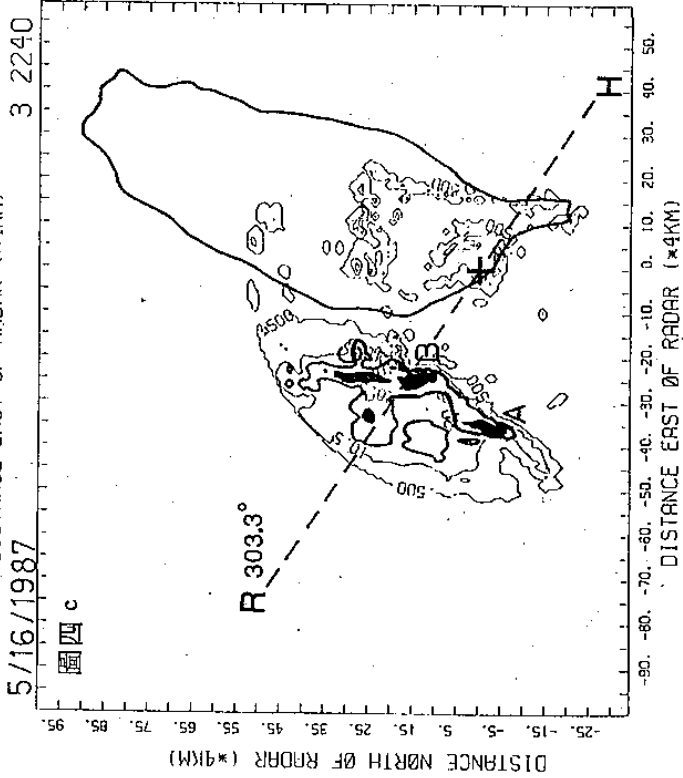
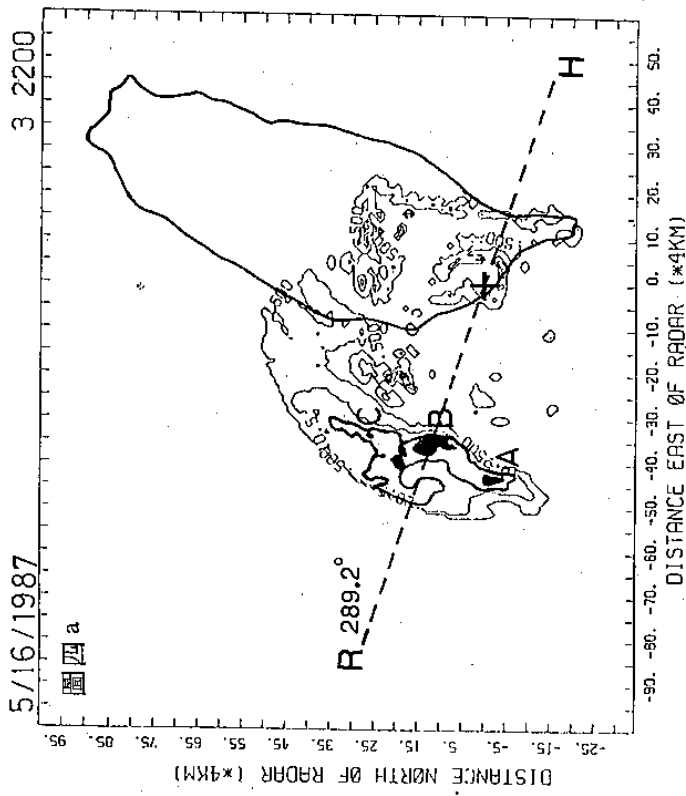
圖二：5月16日12Z、850 mb、500 mb及200 mb之風場。

衛星描影圖

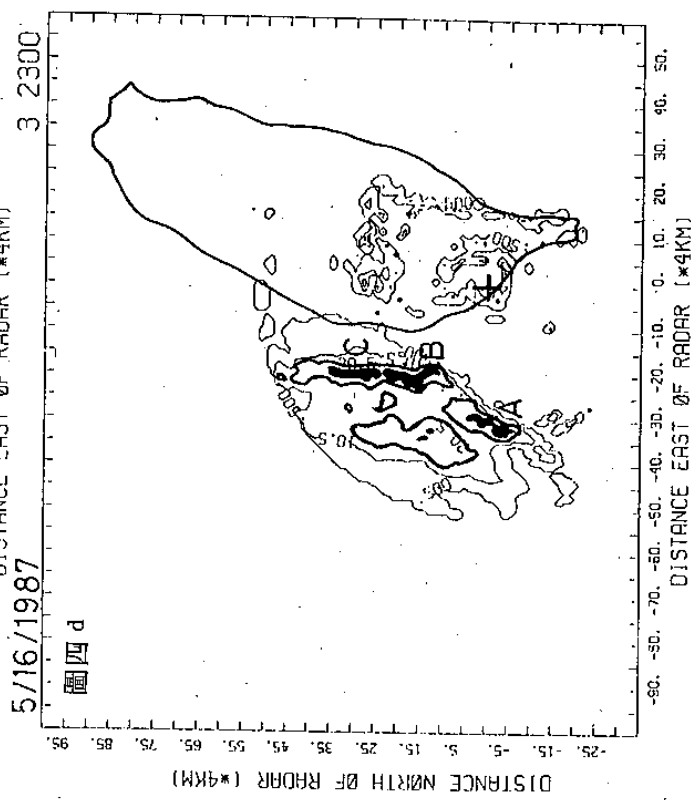
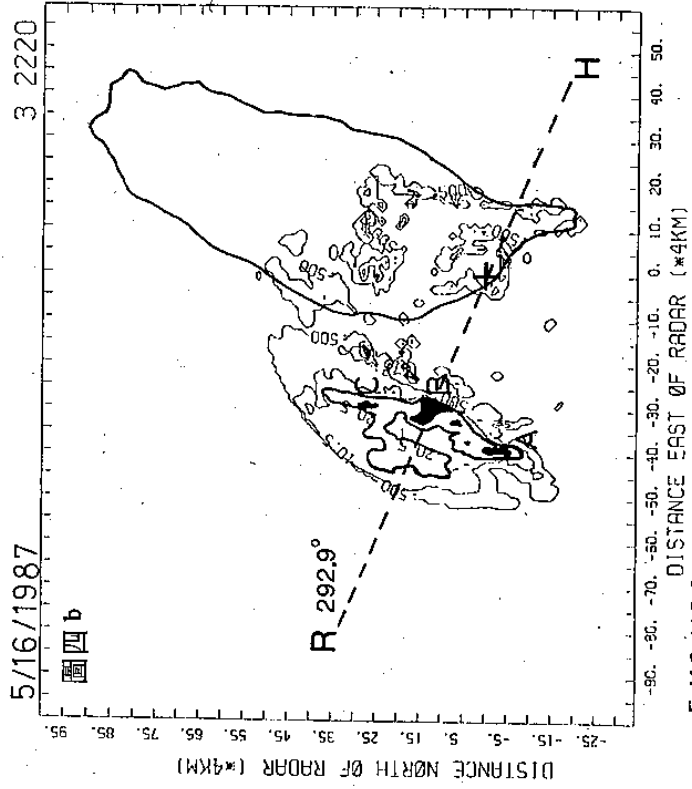
雷達回波合成圖



圖三：左為衛星照片之描影圖（陰影區之雲頂溫度超過 -32°C ）
 右為高雄與中大雷達回波強度合成圖（陰影區為Level II以上）

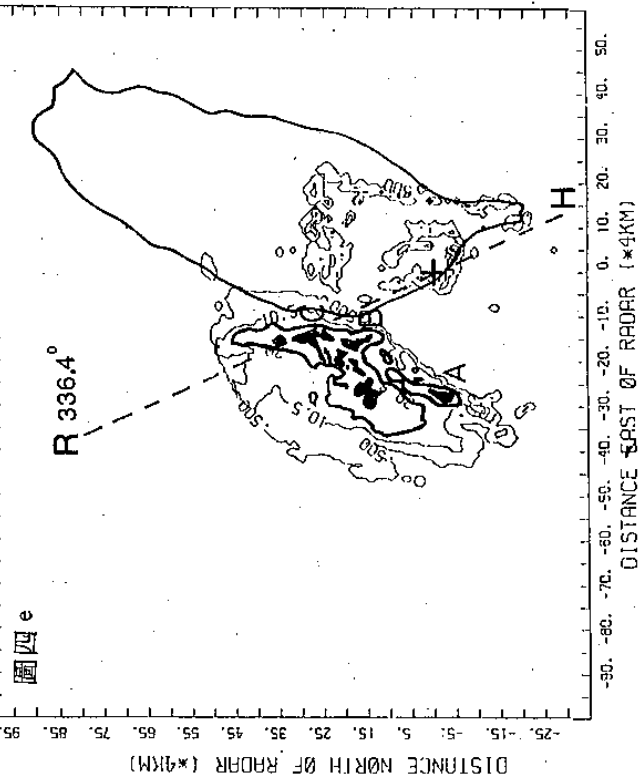


圖四：5月16日14Z (2200 LST) 至5月17日0020 LST 高雄雷達站 CAPP1 = 3 公里之回波分析圖。十字號 (+) 為雷達站位置，陰影區為強度超過 30.5dBZ 之對流胞。圖上 RH 線為截取之 RHI 方位角，RHI 圖請參考圖五。

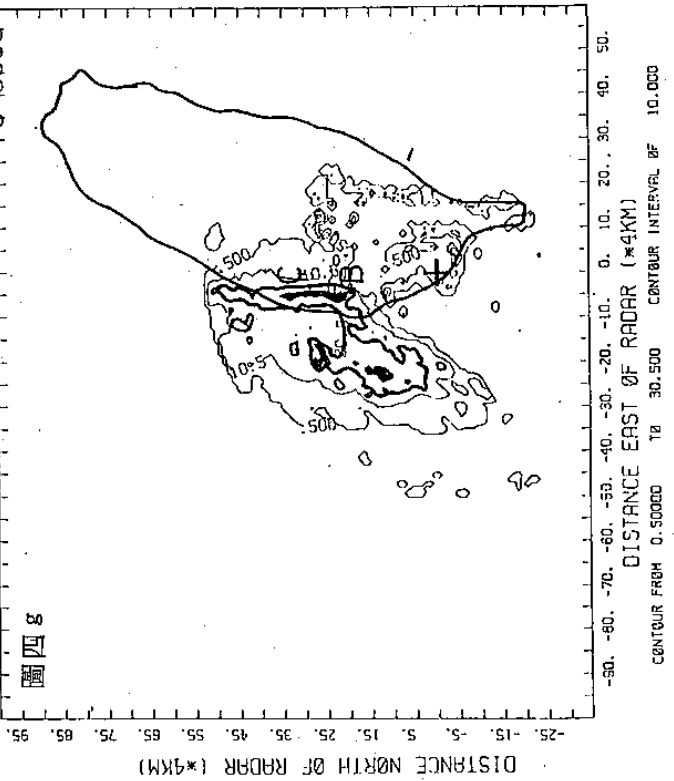


圖四：5月16日14Z (2200 LST) 至5月17日0020 LST 高雄雷達站 CAPP1 = 3 公里之回波分析圖。十字號 (+) 為雷達站位置，陰影區為強度超過 30.5dBZ 之對流胞。圖上 RH 線為截取之 RHI 方位角，RHI 圖請參考圖五。

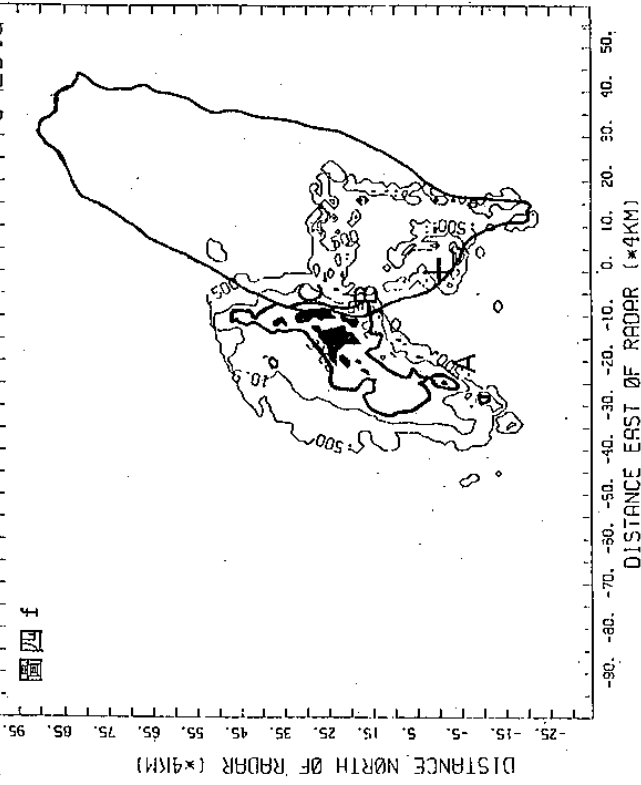
5/16/1987



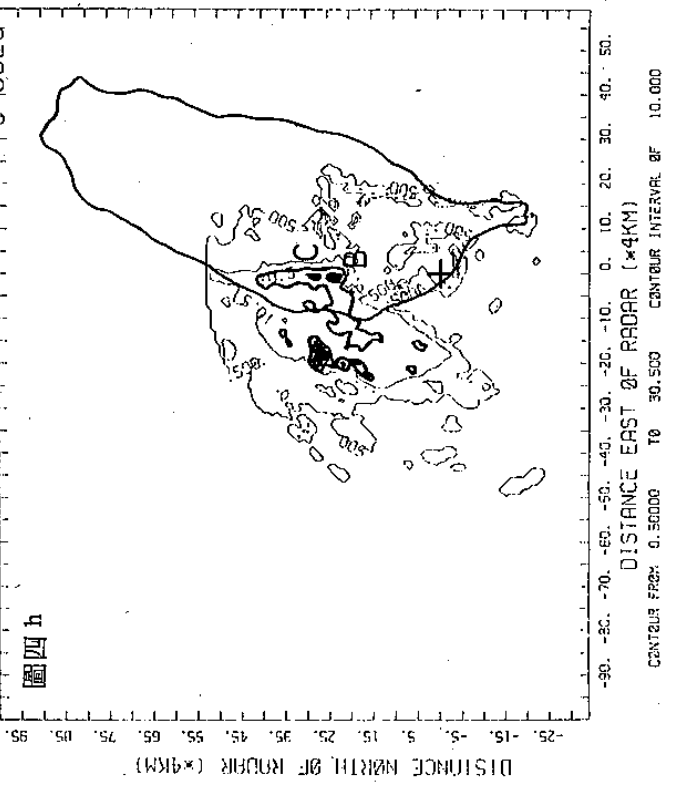
5/17/1987



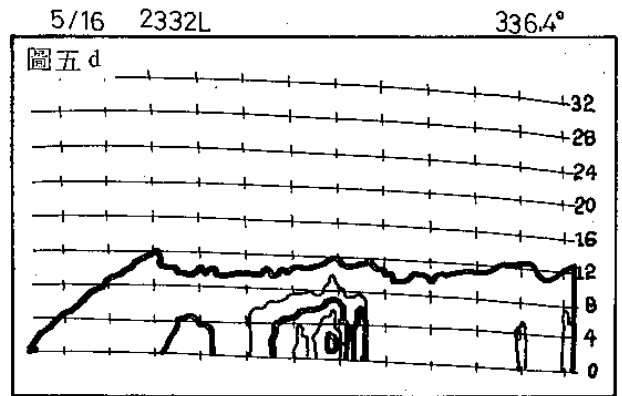
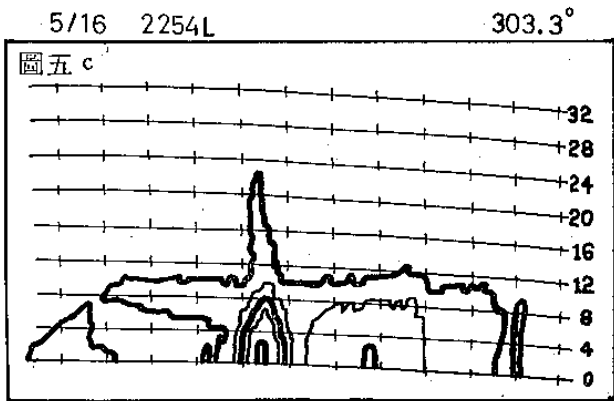
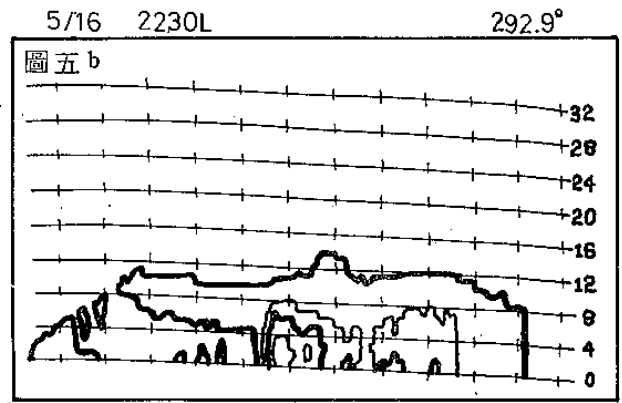
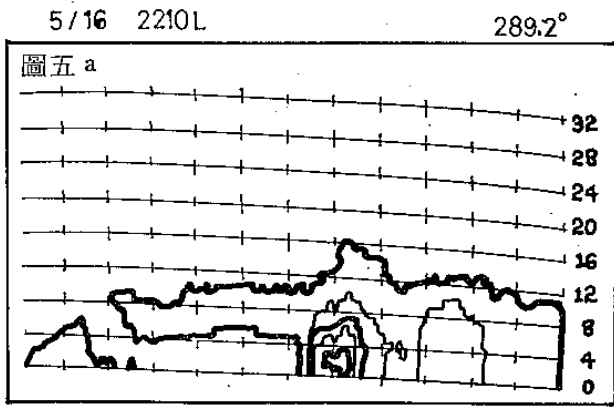
5/16/1987



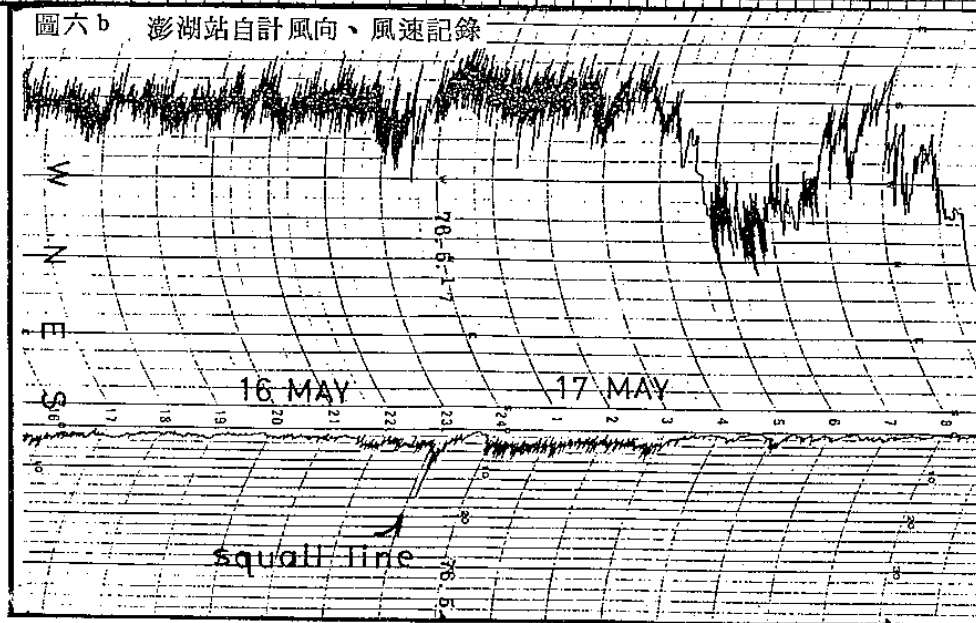
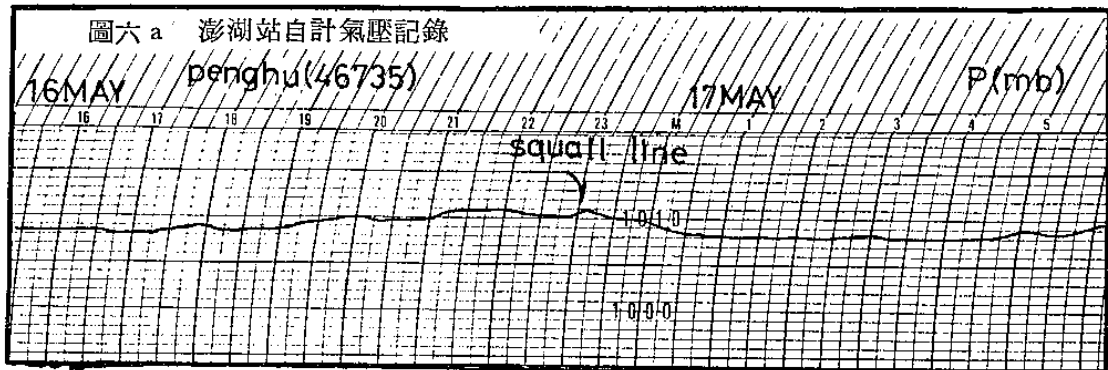
5/17/1987



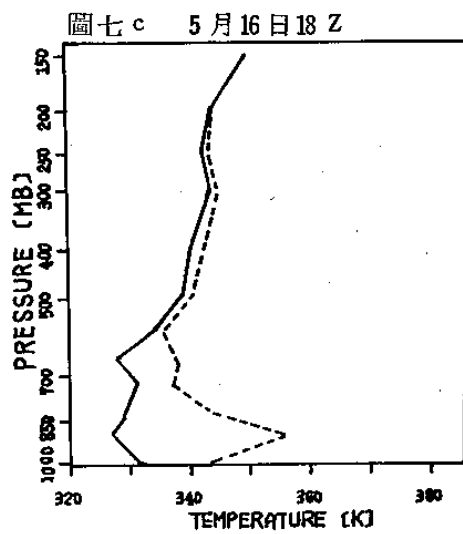
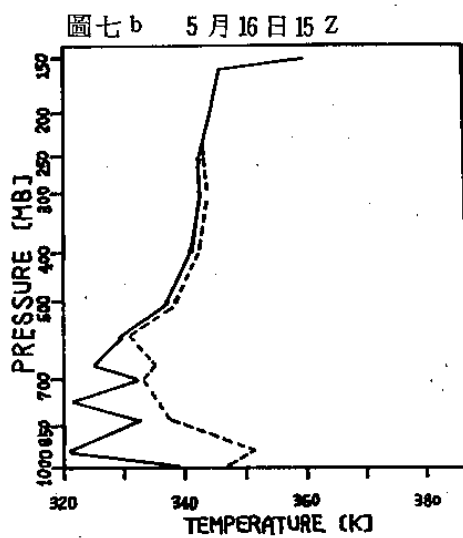
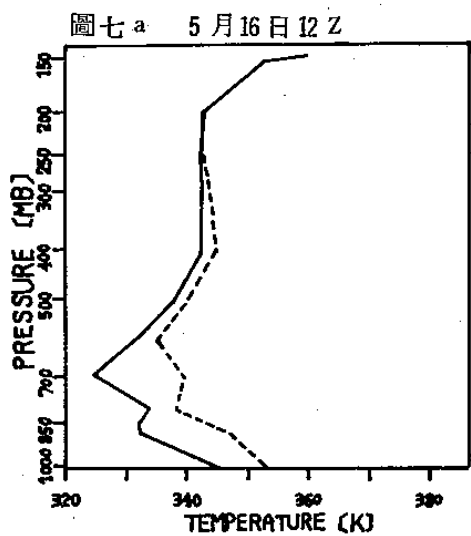
圖四：繼續



圖五：高雄雷達站對MCS 最強區之 RHI圖。不同回波色層以粗、細線分隔繪之，右上角為掃描方位角。

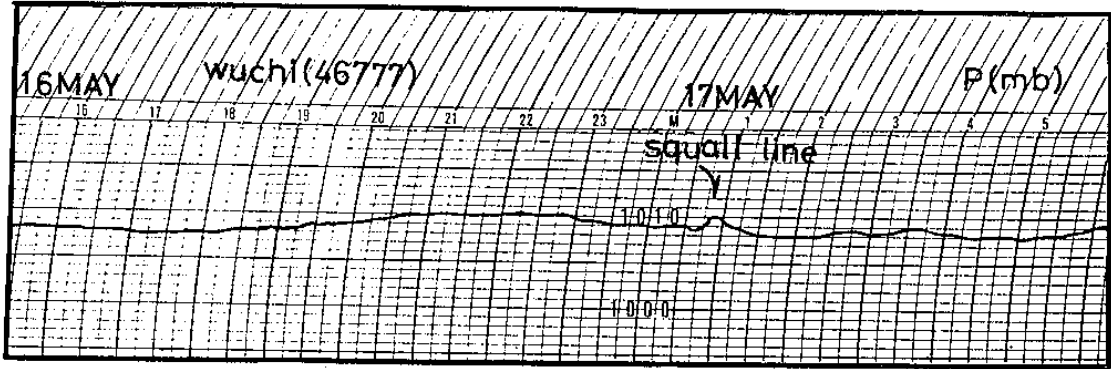


圖六：5月16日09Z到17日21Z 澎湖測站風向、風速及氣壓之自計記錄。

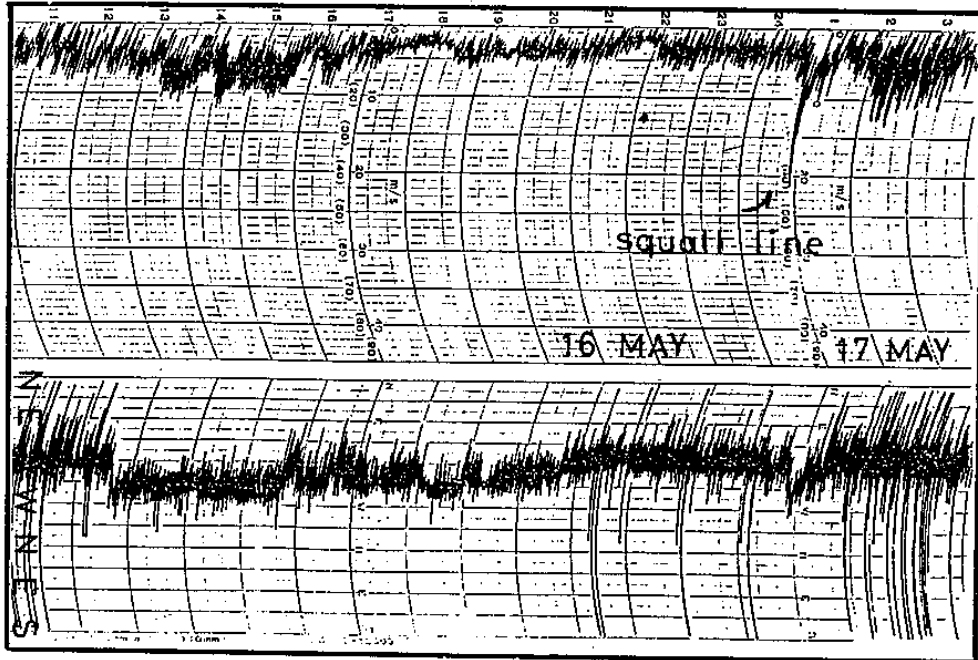


圖七：馬公探空站 12Z、15Z 及 18Z 相對位溫（實線： θ_e ）及飽和相對位溫（虛線： θ_e^* ）之探空曲線。

圖八 a 梧棲站自計氣壓記錄



圖八 b 梧棲站自計風向、風速記錄



圖八：5月16日09Z到17日21Z 梧棲測站風向、風速及氣壓之自計記錄。

**The Preliminary Study of the Internal Structure of
MCS over the Taiwan Strait during Mei-Yu Period**

Haw-Chwen Hsu Tai-Kuang Chiou

**Atmospheric R&D Center
Central Weather Bureau**

ABSTRACT

The paper uses radar, satellite, sounding and surface autorecording data to demonstrate the internal structure of an MCS which exhibitd its developing and mature stages over the Taiwan Strait during 16-17 May 1987.

The results indicate that the internal structure of MCS occuring in Taiwan area is similiar to the one of MCCs in HIPLEX by Leary & Rappaport (1987). The squall line is in front of MCS or MCC. There is a well-defined minimum reflectivity area behind the leading edge of MCS. The area is a transition zone where convective cells dissipating, but didn't find spiral eahoes in this region.