

# 1981年5月27-28日華南及台灣地區 中尺度對流複合系統之初步分析

紀 水 上

中央氣象局衛星站

陳 泰 然

國立臺灣大學大氣科學研究所

## 摘 要

本文利用傳統地面、探空資料、逐時降水量、雷達回波及GMS-1紅外線資料，研究1981年5月27~28日發生於華南地區之三個中尺度對流複合體(MCC)個案之特徵、移動、激發機制以及消長過程。同時亦探討導致5月28日桃竹地區豪雨中尺度系統之來源以及衛星資料與降水量之關係。

結果顯示，低對流層之鋒面輻合及暖平流，中對流層短波槽以及配合高對流層之速度輻散及分流為引發、組織及維持MCC之大尺度強迫機制。而系統分別以850—700 mb，500—300 mb之平均氣流以及500 mb之氣流東移。當高對流層輻散場減弱或消失時，則MCC消散。

導致5月28日桃竹地區豪雨之中尺度系統係來自MCCI及沿着由該系統之西緣在新竹近海擴展之對流胞發展而移入者。此兩系統之共同作用導致更劇烈之降水。降雨中心之移速及方向與雲系中心之軌跡十分一致，而兩中心相距甚近。降雨量之多寡與雲系生命各階段關係十分密切。

## 一、前 言

大氣內之中尺度對流天氣系統，不論在時間尺度及空間尺度，均發生在相當寬的波譜內，並各有不同的組織結構特徵。它們的發生一般可分成三類：(1)氣團內對流(隨機，無組織)，(2)飢線對流(組織性、多胞、線形)，(3)中尺度對流複合體(MCC；組織性、多胞、複合形)。Maddox (1980)由衛星紅外線照片觀測到的組織性對流系統定義為MCC(Mesoscale Convective Complexes)。其定義的目的是在要使得例行的高空與地面觀測資料能用以研究由衛星觀測辨認出來的較大尺度且生命期較長的中尺度對流系統。不論就空間尺度或時間尺度而言，MCC均與孤立型或飢線型對流有很大的不同，MCC維持接近線觀尺度之組織，為meso  $\alpha$ 現象(250—2500 km)

。Maddox (1980)，Fritsch and Maddox (1981)，Maddox et al. (1982)等研究美國中部MCC之結構特徵，發現與飢線對流的一個主要不同在於導致這些組織性對流系統的強迫作用強度。飢線型組織性對流主要由伴隨鋒面與噴流之強烈斜壓波動之較強強迫作用而來。飢線對流系統發生之最大頻率與強鋒—噴流強迫作用之最大值一致。夏季月份局部地區之潛在不穩度有時與春季時相若，但強迫作用之強度比春季小很多。就在夏季對流層氣流微弱且強迫作用微弱時，MCC成爲美國中部主要的組織性對流系統。Maddox (1983)對1975年至1978年4~8月間發生於美國中部的10個MCC個案做合成分析，以研究MCC 24小時生命史內伴隨的大尺度氣象條件，結果發現MCC在中尺度輻合及上升區域內發展，主要由低層暖平流之強迫作用而來。MCC於中高層短波槽前東移

發展，對流潛熱釋放之非絕熱加熱使系統具有中對流層暖心及高層冷心之結構。因厚度增加使MCC上之高對流層產生強高壓外流。當系統東移至較穩定及弱暖平流區時減弱，此時中高對流層原已存在之短波槽因系統之溫度擾動而加強，可影響下游天氣系統之演變。

陳等(1982)利用中央氣象局所接收之GMS-1每3小時衛星照片，分析初春華南雲系發現亦有組織性之MCC系統。該個案研究發現，MCC成熟前在低對流層微弱低壓鋒前暖區內發展，低層環境大氣有豐富水氣，暖平流及潛在不穩定。MCC發展東移之後則中高對流層之速度輻散似為組織及維持MCC之大尺度強迫機制，使在不對流發展之穩定低對流層上之MCC強度不致快速減弱，而以500—300mb平均氣流東移。1981年5月28日台灣梅雨期內，桃竹地區豪雨成災，造成8人死亡，2人受傷、房屋倒塌、農地沖失、路基、橋樑及水利設施沖毀，損失達新台幣數十億元。由於1981年5月28日梅雨期內，桃竹地區之豪雨造成災情慘重及破記錄之降雨量，故普遍引起氣象同仁的重視(例如丘等，1982；張等，1982；劉，1982；丘，1983；吳等，1983)。

本文主要目的在利用傳統資料、GMS-1衛星資料及逐時降雨資料研究1981年5月27—28日發生於華南地區之中尺度對流複合體之形成、發展與消散過程，並探討衛星資料與地面降水觀測之關係及導致5月28日桃竹地區豪雨之中尺度對流系統。

## 二、資料與分析

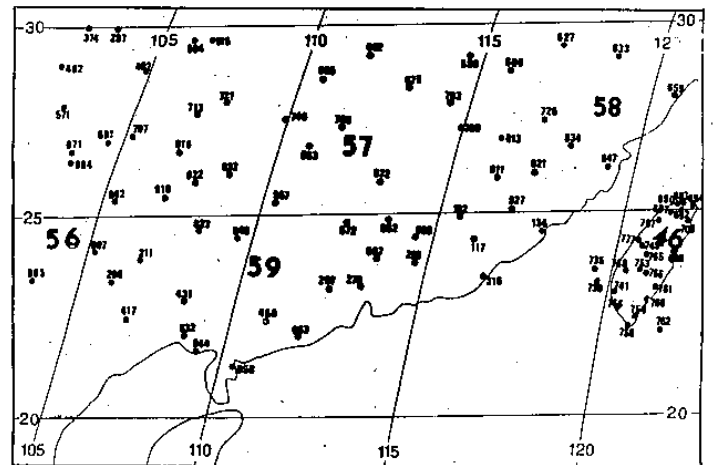
### (一)資料

(1)雨量：包括中央氣象局、空軍氣象聯隊及民用航空局所屬測站，以及中央氣象局輔導之民用測站之逐時降雨量，美國威斯康辛大學所屬太空科學工程中心所存之華南地區逐時降雨量。雨量站分布如圖1。

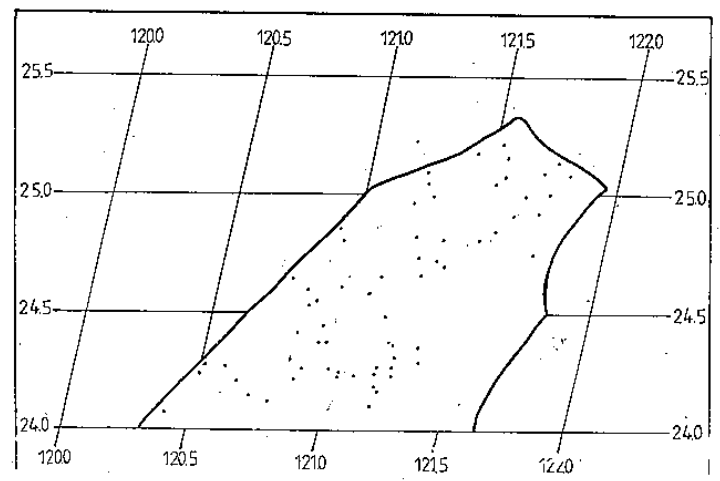
(2)雷達回波資料：中央氣象局所屬之高雄氣象雷達站所接收之回波圖。

(3)衛星資料：中央氣象局存於磁帶之5月27日0000 GMT—28日1200 GMT每3小時之GMS紅外線衛星數據資料，及得自日本氣象廳之5月27日0000 GMT—28日1200 GMT每六小時極座標雲圖與5月27日2230，2300，2330 GMT及5月28日0000 GMT之0.1經緯度網格GMS紅外線數據資料(範圍 $20.5 \sim 26^{\circ}\text{N}$ ； $113 \sim 126^{\circ}\text{E}$ )。

(4)傳統觀測資料：以吳等(1983)分析繪製之5月27日0000 GMT—28日1200 GMT之每3小時地面中尺度分析圖(範圍 $15 \sim 35^{\circ}\text{N}$ ； $100 \sim 140^{\circ}\text{E}$ )及每12小時之高空綜觀分析圖(範圍 $15 \sim 38^{\circ}\text{N}$ ； $90 \sim 140^{\circ}\text{E}$ )。



(a)用於分析每三小時雨量



(b)用於分析每小時雨量

圖1：台灣及華南地區雨量站分布。

## (二)分析過程

(1)雨量：為便於分析衛星資料與降水量之關係，雨量分析圖之座標採用和GMS 衛星者相同。

(2)衛星資料：台灣地區之衛星資料，除5月27日之2230，2300，2330 GMT及28日0000 GMT為0.1經緯度網格外，其餘則採用和陳等(1982)相同之處理方法，即以電算機進行影像色調強化分析，以求取雲頂溫度以利與降水量分布比較。全解像度(full resolution)之數據資料則作為分析雲系中心之位置、強度以及對流系統在低於某特定雲頂溫度面積之參考。

(3)雷達資料：將高雄雷達站觀測得之回波圖作衰減值之校正，並估計其產生之雨量，以補台灣海峽雨量站之不足。

(4)對流雲系中心之確定：以最低雲頂溫度等值線所圍成平面之幾何中心為雲系中心，並考慮中心位置之連續性，以利追蹤其運行路徑。

(5)雲系中心強度變化：以雲系中心雲頂溫度之高低及特定雲頂溫度間距( $\leq -32^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -52^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -63^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -72^{\circ}\text{C}$ )之雲系面積及 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 與 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 雲面積比值變化，作為確定雲系強度變化，以利決定生命階段與生命期。

圖2為1981年5月27日2100 GMT中尺度對流系統II及III之色調強化雲圖，溫度切割等級、溫度及灰暗度表從略(參見陳等，1982)。由圖知，由雲系外圍向雲系中心區分，東邊雲系(系統II)共顯示9級，西邊雲系(系統III)共顯示10級。系統II內有兩個暗灰色中心(灰暗度第9級，溫度為 $-72.0^{\circ}\text{C} \sim -78.1^{\circ}\text{C}$ )，亦即此系統有兩個對流中心。系統III之強度則為第10級(溫度為 $-78.5^{\circ}\text{C} \sim -81.2^{\circ}\text{C}$ )，且僅有一對流中心。以最高digital count(即最低雲頂溫度)所圍成平面之幾何中心作為雲系中心之位置，其最低雲頂溫度即為雲系中心強度。

本個案中有關華南地區中尺度對流系統之選取標準係採用Maddox(1980)所訂者。Maddox et. al.(1982)分析1981年美國地區之

MCC，指出有許多MCC未能滿足其所訂之嚴格條件，亦有造成顯著的局部性豪雨。本研究共選取三個個案，其中一個個案雖未達Maddox之MCC條件，但其生命期達三十餘小時，且導致台灣中部以北地區普遍性豪雨，造成極大的災害，故此個案亦值得研究。

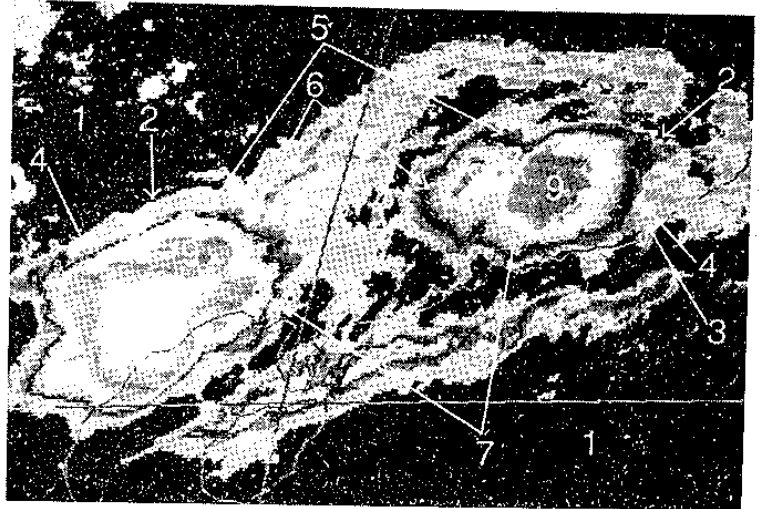


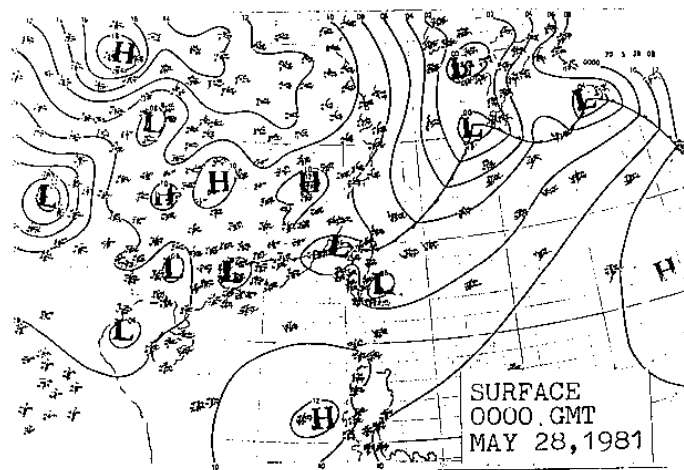
圖2：1981年5月27日2100 GMT之紅外線衛星雲圖色調強化。

## 三、綜觀分析

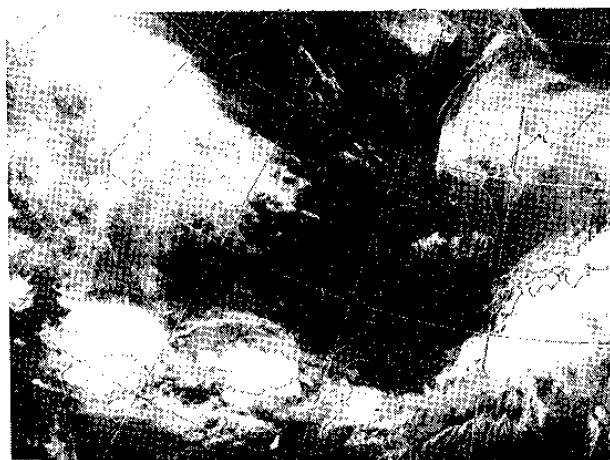
### (一)地面綜觀形勢與雲圖分布

27日1200 GMT，對流雲系位於地面梅雨鋒面前緣，可分為三大對流雲系，分別位於台灣海峽北部(MCCI)，廣東省境內及廣西省(MCC II)(圖3)。1800 GMT，MCCI移至台灣北部，MCC II沿着鋒面向東移動並擴展，其範圍籠罩兩廣地區，原在廣東地區之對流雲已移至廣東沿海消失，中南半島之對流胞移至越南與廣西交界急速發展(圖略)。2100 GMT，在台灣海峽地區之鋒面上產生低壓擾動。此時，雲圖上又呈現明顯的三大對流雲系。MCCI尚位於台灣海峽北部，唯稍東移。MCC II移至廣東境內，範圍縮小，位於MCC II後緣之對流雲稍向東南移，已發展為MCC III。28日0000 GMT，鋒面由宜蘭新竹連線以南經該中心至華南(圖4)。MCC I仍在台灣北部但向東伸展，在其鄰近地區另有兩個對流胞

產生，分別位於新竹近海及梧棲近海。前者沿着 MCC I 西緣發展。MCC II 移至廣東及福建沿海。MCC III 仍在廣西鄰近地區擴展，但強度大為減弱。此時，在 MCC II 西緣之廣東和廣西省交界有一對流雲系產生，但與 MCC II 有明顯的分界。0300 GMT，地面低壓移至新竹西南外海，MCC I 向東南移且向東伸展，位於新竹近海之對流胞亦向東南移至大湖一帶。MCC II 再度東移，幾乎和 MCC I 相連，位於其西緣之對流雲系向東緩慢移動并發展。MCC III 移至越南東方海面後消失。0600 GMT，低壓移至新竹以南，梧棲以東地區，鋒面亦經此中心西伸至華南（圖略）。



(a)地面天氣圖



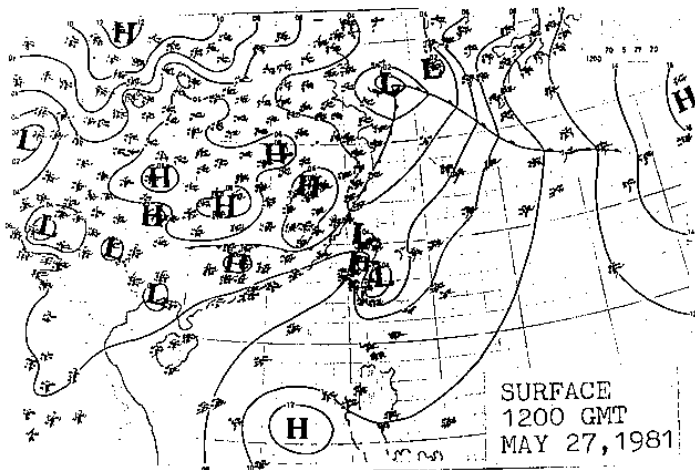
(b)紅外線衛星雲圖

圖 4：1981 年 5 月 28 日 0000 GMT 之地面天氣圖與紅外線雲圖。

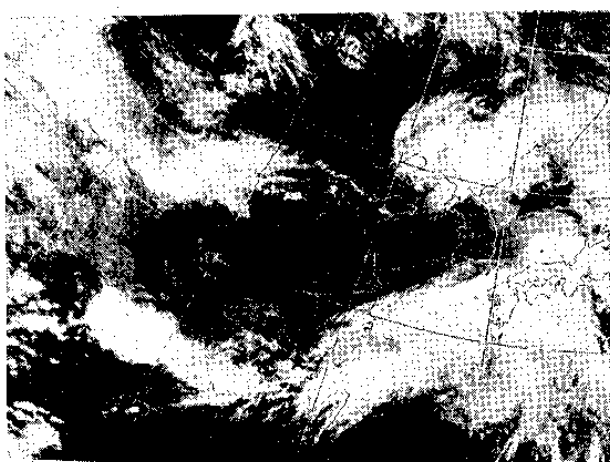
MCC I 及 MCC II 之中心分別向東南及南移，唯雲系向東伸展。MCC I 之主對流中心已由台灣北部地區移至花蓮東南方海面，位於梧棲外海之對流系統亦向東南移至台中一帶併入 MCC I 而成一完整的系統。MCC II 西緣之對流雲系東移且併入 MCC II。0900 GMT, MCC I 向東移動, MCC II 向東南移動，強度減弱，至 1200 GMT, MCC I 及 MCC II 分別消失於台灣東方海面及台灣南部與台灣海峽南部。

(二)高空形勢

27 日 0000 GMT 850 mb 及 700 mb 之低壓中心位於長江口，鋒面（槽線）均由此中心向西南延伸至華南。在鋒面（槽線）南側為  $\geq 30kt$  之強



(a)地面天氣圖



(b)紅外線衛星雲圖

圖 3：1981 年 5 月 27 日 1200 GMT 之地面天氣圖與紅外線雲圖。

盛西南風及明顯的暖平流，槽北為較弱之偏北風。500 mb，華南區偏西風盛行，西藏高原東側北部有一短波槽。300 mb，華南亦盛行偏西風，青康藏高原以東之華南地區有分流現象，最大風速區（ $\sim 60$  kt）在貴州。200 mb，自貴州以東之氣流呈明顯之分流，且其分流現象較300 mb明顯。

1200 GMT，850 mb鋒面南方及700 mb槽南均為暖平流。500 mb，青康藏高原東部北側之短槽已移至福建沿海。300 mb在廣東以東呈分流，以西則為速度輻散，而廣東省境內則呈分流現象。200 mb，廣東以東至台灣地區均處在速度輻散及分流區內。

28日0000 GMT，在 $120^{\circ}\text{E}$ 以東之850 mb鋒面及700 mb槽線向東南移動，以西之鋒面（槽線）則近似滯留。在鋒（槽）區具有顯著的氣旋式渦度。500 mb之短槽稍向東南移，由東海伸至台灣海峽北部。300 mb及200 mb均顯示台灣海峽及台灣海峽北部地區為速度輻散及分流區。至1200 GMT，850 mb之鋒面經台灣北部地區，但風場顯示該區氣旋式渦度已較12小時前（28日0000 GMT）為弱。500 mb顯示華南地區盛行偏西風，且無明顯的槽脊系統。300 mb及200 mb顯示，台灣北部地區之速度輻散減弱甚至轉為輻合。

#### 四、中尺度對流複合系統特徵

分析5月27日0300 GMT—28日1200 GMT每三小時GMS-1紅外線影像色調強化，所選之三個個案性質分述如下。

##### (一)個案 I

27日0300 GMT，梅雨鋒面雲帶由江西省向西南延伸經湖南、貴州至雲南地區。江西省境內之鋒面雲系上存在一中尺度對流雲系，隨着地面鋒面向東南移動。該系統移至台灣海峽北部時向東北轉東進行，至台灣北部後轉向東南移動。28日1200 GMT消失於台灣東方海面，歷時33小時。

該系統雖然在其形成之初（27日0300 GMT），雲系範圍 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 之面積約為 $2.4 \times 10^5$

$\text{km}^2$ ， $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 數約為 $1.1 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，其大小條件雖符合Maddox MCC大小條件A及B，但其持續時間 $< 6$ 小時，且其短軸與長軸比 $< 0.7$ ，故未滿足Maddox之MCC條件。27日1200

GMT該系統由福建出海移至台灣海峽時，強度增強，組織良好，直至28日0600 GMT尚可維持相當的強度及範圍。當其中心移至台灣及附近地區時，在其南移過程中，導致大量降水，本文稱該系統為MCC-I。

表1為1981年5月27—28日MCC-I對流中心之位置與雲頂溫度、雲系之雲頂溫度間距（ $\leq -32^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -41^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -52^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -58^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -63^{\circ}\text{C}$ 及 $\leq -72^{\circ}\text{C}$ ）之雲系面積（ $\text{km}^2$ ）及 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 與 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 雲面積比。該系統之雲頂溫度在27日0300 GMT時為 $-68^{\circ}\text{C}$ 左右，自27日0600 GMT起，已低至 $-75^{\circ}\text{C}$ 以下，至28日0900 GMT後才升高至 $-59^{\circ}\text{C}$ 以上，足見該系統之成長過程相當穩定。27日1200 GMT後， $\leq -32^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -41^{\circ}\text{C}$ 及 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 之雲系範圍雖大為減小，但低於 $-58^{\circ}\text{C}$ 之雲系範圍擴大，尤其是 $\leq -72^{\circ}\text{C}$ 之雲系範圍已增至 $\sim 4800 \text{ km}^2$ ，顯見該系統已增強。1600 GMT，對流雲已逐漸移入台灣北部。2100 GMT時雖雲系中心尚在台灣近海，但其大部份雲系已籠罩台灣北部。28日0000 GMT，新竹西南方海面及梧棲港近海另產生兩對流雲。由於此兩對流胞之移入，致使0300 GMT及0600 GMT時之雲系範圍擴大，至0900 GMT $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 之雲面積雖尚在 $70,000 \text{ km}^2$ 左右，但 $\leq -63^{\circ}\text{C}$ 之雲系已不出現，顯見該系統已減弱。

該系統生成後，因其雲頂溫度幾無變化，雲系範圍之變化亦不大，故不易辨別該系統之強度變化。本節嘗試以雲頂溫度 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 及 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 雲面積比（如表1）分析雲系之強度。雲系面積比值大者代表雲頂溫度梯度大，亦即雲系強度亦大，而其隨時間變化將可作為分析雲系生命階段之參考。圖5為1981年5月27—28日MCC-I雲系中心

表 1：MCC I 對流中心之位置、雲頂溫度及特定雲頂溫度等級之雲系面積 ( km<sup>2</sup> )。

日期 時間 (GMT)	27 03	27 06	27 09	27 12	27 16	27 18	27 21	28 00	28 03	28 06	28 09	28 12	
位置 °N	27.4	26.0	25.7	25.1	24.9	24.86	25.1	24.95	24.7	23.4	23.5	23.8	
°E	115.6	116.9	118.9	120.0	120.4	120.52	120.9	121.3	121.3	122.0	122.3	122.9	
雲系中心雲頂 溫度 (°C)	-68	-75	-76	-77	-76	-76	-77	-76	-75	-75	-59	-41	
雲系面積 ( km <sup>2</sup> )	≤ -32°C	235,708	178,596	109,384	68,728	53,724	56,628	55,660	51,788	109,384	109,868	69,212	2,420
	≤ -41°C	176,176	101,640	70,180	36,300	40,372	48,500	38,720	40,172	85,184	95,338	52,756	60
	≤ -52°C	112,772	49,852	39,204	29,524	30,976	38,720	26,620	24,200	48,400	55,660	15,972	
	≤ -58°C	54,692	12,584	17,424	23,232	23,716	21,780	11,616	16,456	26,620	39,204	2,904	
	≤ -63°C	11,616	3,388	3,388	18,392	12,584	9,196	6,292	6,776	16,456	26,620		
	≤ -72°C		1,694	484	4,840	3,630	3,388	720	1,936	1,452	2,420		
≤ -52°C 雲 面積	0.48	0.28	0.36	0.43	0.58	0.68	0.48	0.47	0.44	0.51	0.23	0.0	
≤ -32°C 雲 面積													

之雲頂溫度，雲系面積 ( ≤ -32°C，≤ -52°C 及 ≤ -63°C ) 雲系與面積比 ( ≤ -52°C 雲面積 / ≤ -32°C 雲面積 ) 變化曲線。由圖知，雲頂溫度之變化除在生成前及減弱後較為顯著外，其他時間則幾無變化。≤ -52°C 雲系面積與 ≤ -32°C 雲系面積之比則變化較大，其比值從 27 日 0600 GMT 至 27 日 1800 GMT 急速增加，然後下降，但在 27 日 2100 GMT—28 日 0300 GMT 時幾無變化。28 日 0300 GMT—0600 GMT 則比值上升。細察色調強化雲圖知 0300 GMT 後之比值增加乃因台灣海峽之對流雲系移進與主系統合併。至於雲系面積變化，≤ -32°C 及 ≤ -52°C 雲頂溫度之面積自 27 日 0300 GMT 縮小，27 日 1200 GMT—28 日 0000 GMT 則維持幾為相同之大小，而 0300 GMT 及 0600 GMT 雲系範圍之擴大前已述及。

綜合上述分析，27 日 0600 GMT—1600 GMT 可視為生長期，27 日 1600 GMT—28 日 0300 GMT 為成熟期，之後為衰減期，而 27 日 1800 GMT 則為最盛期。若以 ≤ -52°C 及 ≤ -32°C 之雲系面積比 ≥ 0.4；≤ -32°C 之雲系面積 > 50,000 km<sup>2</sup> 而 ≤ -52°C 之雲面積 > 25,000 km<sup>2</sup> 作為確定本個案之 MCC 條件時，則該個案達

MCC 強度則約有 18 小時。至於如何訂出台灣鄰近地區 MCC 之條件時則另須作有關之氣候研究。

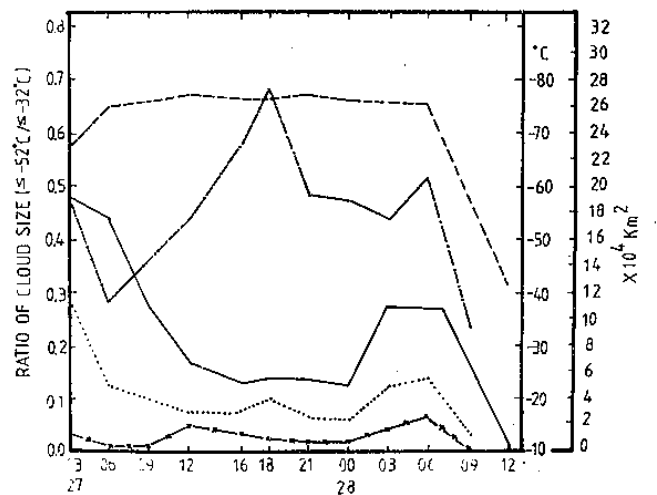


圖 5：MCC I 雲系中心及雲系面積變化 ( ---：雲系中心雲頂溫度，——：≤ -32°C 雲系面積，.....：≤ -52°C 雲系面積，- × - × -：≤ -63°C 雲系面積，. . . . .：≤ -52°C 與 ≤ -32°C 雲系面積比 )。

### (二) 個案 II

27 日 0300 GMT，中南半島一帶存在一些發展中之對流雲。0600 GMT，因在其北方之鋒面雲帶南移，致使該區對流雲系加強，且有若干對流胞移出而呈線狀排列。此兩近似線性之對流系統逐

漸接近，至0900 GMT，兩雲系因接近而產生交互作用致急速發展，成爲一對流旺盛之線性多胞狀對流系統。此多胞狀對流系統至少有五個對流中心，其中位於廣西省西部至雲南境內之三個對流胞之雲頂溫度已低至GMS-1觀測範圍之極限，即爲 $-81.2^{\circ}\text{C}$ （雲頂灰度值爲255）。此雲系範圍 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 爲 $1.8 \times 10^5 \text{ km}^2$ ； $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 約爲 $1.3 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，已滿足Maddox MCC大小之條件，唯其形狀酷似總線。此線性多胞狀對流雲系於1200 GMT演變成一組織良好且範圍甚大之對流系統位於廣西省境內，同時在兩廣交界處又另有一對流中心存在。爲便於分辨起見，前者稱爲個案IIa，後者爲個案IIb<sub>1</sub>。此時，雲系範圍 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 約爲 $2.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ； $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 約爲 $1.7 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，已滿足Maddox MCC大小之條件A及B，是爲MCC IIa。1600 GMT雲系雖擴大，但組織已較前時間（1200 GMT）爲弱。此時，雲系範圍 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 約爲 $3.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ； $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 約爲 $2.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，此範圍亦爲本雲系發展過程中最大者，其短軸與長軸比 $\geq 0.7$ 。同時有一範圍較小之對流中心脫離MCC IIa，該中心即爲MCC IIb<sub>2</sub>，其雲頂溫度爲 $-81.2^{\circ}\text{C}$ 左右。之後，MCC IIa向東南移動，強度大爲減弱。1800 GMT，MCC IIa之雲頂溫度爲 $-73^{\circ}\text{C}$ ； $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 之雲系範圍亦減小。相反地，MCC b<sub>1</sub>與MCC b<sub>2</sub>合併成一三胞式之對流雲系向東移動，雲系範圍比MCC IIa爲大，強度亦較強。2100 GMT，MCC IIa強度再度減弱而消失於廣東省西南部，歷時15小時，達MCC條件爲6小時。

2100 GMT，MCC IIb<sub>1</sub>，與MCC IIb<sub>2</sub>已合併且發展成MCC，其雲頂溫度雖比1800 GMT爲高（即雲頂高度較低），但其組織却較良好。該系統繼續向東快速移行，28日0000 GMT移至大陸東南部，籠罩江西、福建及廣東三省，其強度已減弱，此後雲系向東南移動。此時，在該系統西緣另有一對流雲產生。0300 GMT，該系統已不滿足MCC條件，而其西緣之對流雲向東移行并發展。

0600 GMT，當雲系中心出海後，其強度再度增強，其西緣之對流雲系併入該系統。1200 GMT，消失於台灣南部。

該個案之雲系中心雲頂溫度，雲系面積變化及 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 與 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 雲面積比亦經計算如表2，3，並繪製爲變化圖如圖6，7。由圖可知，MCC IIa之生長期爲27日0600 GMT—1200 GMT，1200—1800 GMT爲成熟期，之後爲衰減期，最盛期應介於1200—1800 GMT之間。MCC IIb<sub>1</sub>之雲系中心雖可追溯至27日0300 GMT，但其雲系範圍甚小。自27日1600 GMT起，該系統之雲系稍較有組織。1800 GMT即清晰可辨，但除雲頂溫度低於 $-63^{\circ}\text{C}$ 之高雲才有明顯脫離母雲系外，而較低之雲系均和MCC IIa者相連。2100 GMT時，該系統已全部獨立，且達最盛期（雲系中心之雲頂溫度爲 $-76^{\circ}\text{C}$ ； $\leq -32^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 與 $\leq -63^{\circ}\text{C}$ 之雲面積最大； $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 與 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 雲面積比值亦最高，爲0.74）。MCC IIb<sub>2</sub>係緊隨着MCC IIb<sub>1</sub>之對流中心，雖與MCC IIb<sub>1</sub>合併發展爲MCC，但因其本身雲系範圍很小，在此不詳加討論，僅追蹤其中心運行之軌跡和移速。

表2：同表1，但爲MCC IIa。

日期	27	27	27	27	27	27	
時間 (GMT)	06	09	12	16	18	21	
位置	$23.5^{\circ}\text{N}$ $104.6^{\circ}\text{E}$	$23.1^{\circ}\text{N}$ $105.1^{\circ}\text{E}$	$22.6^{\circ}\text{N}$ $107.7^{\circ}\text{E}$	$22.7^{\circ}\text{N}$ $108.9^{\circ}\text{E}$	$22.5^{\circ}\text{N}$ $109.1^{\circ}\text{E}$	$21.8^{\circ}\text{N}$ $110.6^{\circ}\text{E}$	
雲系中心雲頂溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	-52	-81	-81	-81	-73	-32	
雲系面積 ( $\text{km}^2$ )	$\leq -32^{\circ}\text{C}$	1,452	189,532	221,672	316,052	284,592	1,000
	$\leq -41^{\circ}\text{C}$	2,420	135,520	175,692	233,772	249,744	
	$\leq -52^{\circ}\text{C}$	200	105,996	166,980	217,316	158,752	
	$\leq -58^{\circ}\text{C}$		69,696	145,684	169,884	35,332	
	$\leq -63^{\circ}\text{C}$		57,112	130,680	136,004	7,744	
	$\leq -72^{\circ}\text{C}$		37,268	93,412	84,216		
$\leq -78^{\circ}\text{C}$		23,232	56,628	11,132			
$\leq -52^{\circ}\text{C}$ 雲面積		0.14	0.59	0.75	0.69	0.56	0.0
$\leq -32^{\circ}\text{C}$ 雲面積							

MCC IIb<sub>1</sub>歷時33小時，MCC IIb<sub>2</sub>歷時18小時，兩者合併達MCC條件者約6小時。綜合MCC IIa，IIb<sub>1</sub>及IIb<sub>2</sub>，則達MCC條件達15小

表 3：同表 1，但為 MCC II b1 (附註：□ 同 MCC II a)。

日期 時間 (GMT)	27 03	27 06	27 09	27 12	27 16	27 18	27 21	28 00	28 03	28 06	28 09	28 12	
位置 °N	25.3	24.6	24.3	23.7	23.8	23.8	23.9	24.0	23.5	23.3	22.8	23.0	
°E	109.1	109.3	109.8	110.3	110.6	113.8	114.6	117.3	118.2	118.2	119.6	120.4	
雲系中心雲頂 溫度 (°C)	-31	-79	-81	-75	-81	-81	-76	-75	-70	-80	-69	-43	
雲系範圍 ( $\times 10^5 \text{ km}^2$ )	$\leq -32^\circ\text{C}$		43,560	180,532	221,672	316,052	284,592	131,648	125,840	68,728	48,400	61,952	10,164
	$\leq -41^\circ\text{C}$		41,624	135,520	175,692	233,772	249,744	112,288	104,060	55,660	33,880	40,172	
	$\leq -52^\circ\text{C}$		35,816	105,996	166,980	217,316	158,752	97,284	68,244	15,484	23,716	25,168	
	$\leq -58^\circ\text{C}$		24,200	69,696	145,684	169,884	60,984	79,860	38,236	8,712	18,876	17,424	
	$\leq -63^\circ\text{C}$		17,424	4,840	2,420	136,004	40,556	55,176	10,164	2,420	10,164	14,452	
	$\leq -72^\circ\text{C}$		11,616		200	84,216	30,976	18,392	1,694		4,840		
	$\leq -78^\circ\text{C}$					1,936	11,616	240			726		
$\leq -52^\circ\text{C}$ 雲 面積		0.14	0.59	0.75	0.69	0.56	0.74	0.54	0.23	0.49	0.41	0.0	
$\leq -32^\circ\text{C}$ 雲 面積													

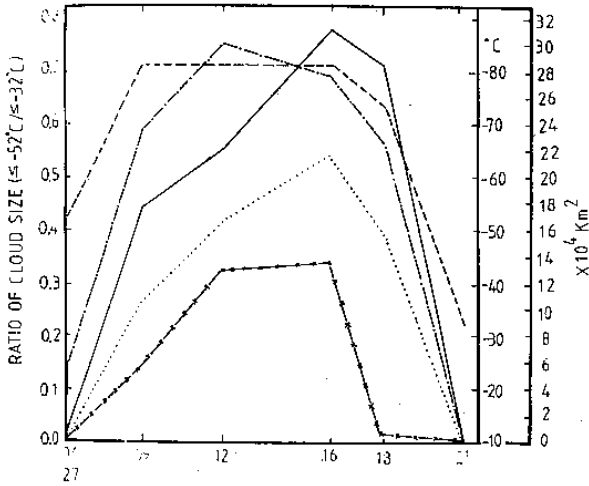


圖 6：同圖 5，但為 MCC II a。

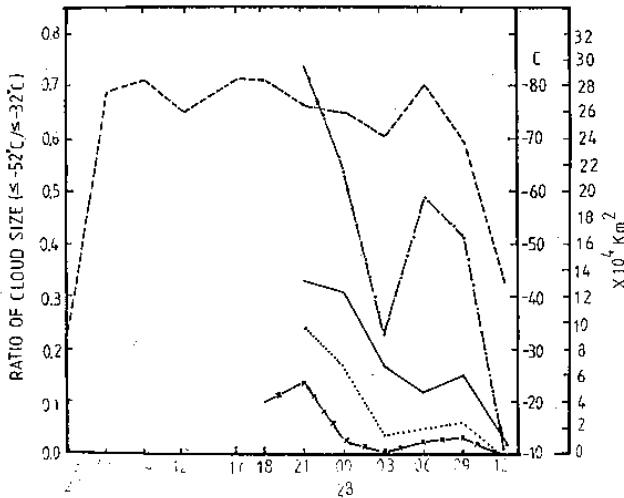


圖 7：同圖 5，但為 MCC II b1。

時，而生命期共 33 小時。此個案僅為嘉義地區帶來些許雨量，若當其移至台灣本上，其強度不迅速減弱，則將為台灣南部帶來豪雨。

### (三) 個案 III

27 日 1200 GMT，緊鄰 MCC II 西南方之越南北部地區有一對流胞存在，其強度尚弱（雲頂溫度為  $-47^\circ\text{C}$ ），範圍很小。該系統尾隨着 MCC II 之東移而移動，至 1600 GMT，其中心強度雖達  $-80^\circ\text{C}$  左右，但雲系範圍  $\leq -32^\circ\text{C}$  僅約  $9300 \text{ km}^2$ 。在其東移的過程中，隨着 MCC II a 之迅速減弱而急速增強。1800 GMT 已發展為一結構良好的中尺度對流系統。2100 GMT，該系統已達 MCC 強度，是為 MCC III，此時雲頂溫度為  $-80^\circ\text{C}$  左右，雲系範圍  $\leq -32^\circ\text{C}$  約為  $2.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ； $\leq -52^\circ\text{C}$  則約為  $1.7 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。由 1800 GMT 至 2100 GMT 之急速發展情況，推算該系統於 1900 GMT 即達 MCC 標準。28 日 0000 GMT，此系統移至海南島西北方海面，強度減弱，而於 0300 GMT 減弱後消失於海南島西方海面，歷時 15 小時，達 MCC 條件約為 7 小時。



表4：同表1，但為MCC III。

日期 時間 (GMT)	27 12	27 16	27 18	27 21	28 00	28 03	
位置 °N °E	21.8 104.3	21.8 105.0	21.8 105.9	21.4 106.6	20.9 107.8	20.5 107.6	
雲系中心雲頂溫度 (°C)	-47	-80	-81	-80	-80	-56	
雲系面積 ( $\times 10^4 \text{ km}^2$ )	$\leq -32^\circ\text{C}$	1,936	9,350	75,065	216,000	260,000	108,000
	$\leq -41^\circ\text{C}$	200	7,100	65,300	186,684	229,416	64,372
	$\leq -52^\circ\text{C}$		5,900	59,048	166,496	128,260	18,392
	$\leq -58^\circ\text{C}$		5,200	56,123	146,168	93,896	968
	$\leq -63^\circ\text{C}$		4,460	54,650	127,776	70,180	
	$\leq -72^\circ\text{C}$		3,140	50,511	86,636	39,204	
$\leq -78^\circ\text{C}$		2,900	43,076	43,560	2,904		
$\leq -52^\circ\text{C}$ 雲面積							
$\leq -32^\circ\text{C}$ 雲面積	0.0	0.63	0.79	0.77	0.49	0.17	

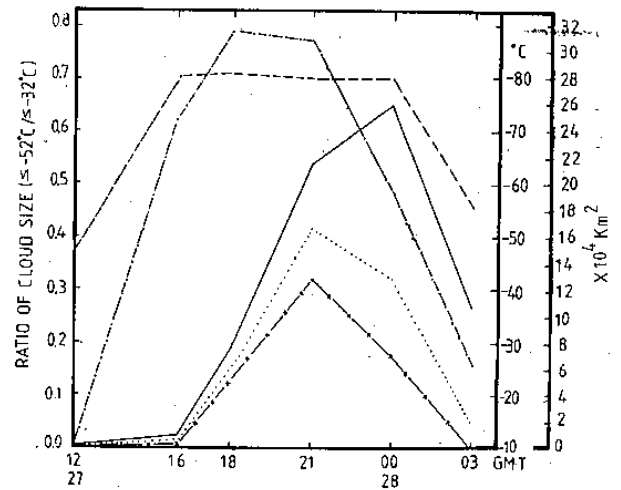


圖8：同圖5，但為MCC III。

該個案之對流中心雲頂溫度、雲系面積變化如表4及圖8，顯見該系統為一快速發展之對流系統。由各種跡象研判，該系統於27日2100 GMT即達最盛期，之後，即為衰弱期。

表5為三個案不同時間之運行速度，其運行速度分別為  $26.5 \text{ kmh}^{-1}$ ； $43.5 \text{ kmh}^{-1}$ （II a 為  $33.3 \text{ kmh}^{-1}$ ；II b<sub>1</sub> 為  $40.5 \text{ kmh}^{-1}$ ；II b<sub>2</sub> 為  $56.8 \text{ kmh}^{-1}$ ）； $30.0 \text{ kmh}^{-1}$ ，三個案之總平均移速為  $37.2 \text{ kmh}^{-1}$ 。圖9為1981年5月27日—28日MCC個案對流中心之軌跡。

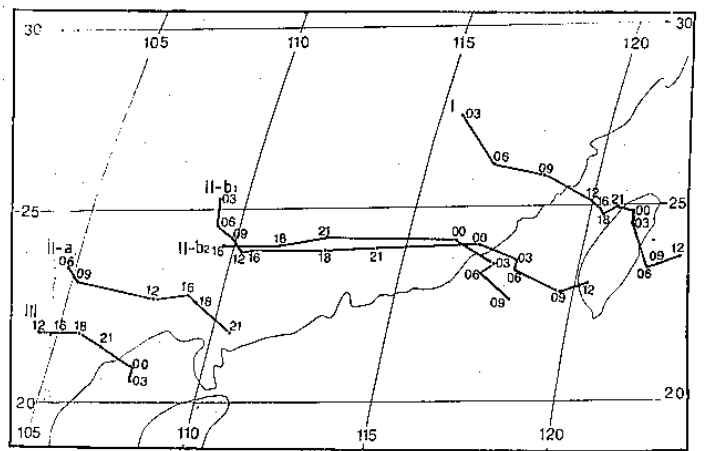


圖9：1981年5月27日—28日MCC對流中心軌跡。

表5：1981年5月27日—28日MCC對流中心各時間之移速 ( $\text{kmh}^{-1}$ )。

日期 時間 (GMT)	27 03-06	27 06-09	27 09-12	27 12-16	27 16-18	27 18-21	27 21-00	28 00-03	28 03-06	28 06-09	28 09-12	最大	最小	平均	
I	55.0	50.0	51.0	9.6	8.2	15.0	15.0	28.6	14.3	18.0	—	55.0	8.2	26.5	
II	II a	—	14.6	69.6	24.8	15.4	42.1	—	—	—	—	69.6	14.6	33.3	
	II b <sub>1</sub>	25.7	16.5	16.5	7.2	104.5	49.3	95.3	40.0	9.2	45.8	36.0	104.5	7.2	40.5
	II b <sub>2</sub>	—	—	—	—	77.0	44.0	117.3	51.3	14.7	36.7	—	117.3	14.7	56.8
III	—	—	—	13.7	23.1	22.0	36.3	14.6	—	—	—	36.3	13.7	30.0	
												總平均：	37.2		

## 五、降水分析

為配合地面天氣圖分析及衛星資料每3小時之觀測，僅分析5月27日—28日個案時段內每3小時累積雨量，為了方便討論，以下僅以中間時刻代替前後三小時之累積雨量，例如以0300 GMT代

表0200—0400 GMT之三小時累積雨量。27日000 GMT，等雨量線呈東北—西南走向，兩個最大降雨中心分別約位於  $26.0^\circ\text{N}$ ； $109.0^\circ\text{E}$  ( $\geq 27.5 \text{ mm}$ ) 及  $27.8^\circ\text{N}$ ； $114.4^\circ\text{E}$  ( $\geq 64.1 \text{ mm}$ )。0300 GMT，雨量帶向南移動，最大降雨中心分別移至  $25.3^\circ\text{N}$ ； $110.5^\circ\text{E}$  ( $\geq 38.8 \text{ mm}$ )

和  $27.2^{\circ}\text{N}$  ;  $115.3^{\circ}\text{E}$  ( $\geq 26.8 \text{ mm}$ )。0600 GMT，雨量帶再度南移，其軸線亦呈東北—西南，該雨帶上之雨最多降雨中心分別移至  $24.7^{\circ}\text{N}$  ;  $111.5^{\circ}\text{E}$  ( $\geq 8.6 \text{ mm}$ ) 及  $26.2^{\circ}\text{N}$  ;  $116.9^{\circ}\text{E}$  ( $\geq 17.8 \text{ mm}$ )。0900 GMT，雨量帶分布雖然尚為東北—西南走向，但其型態已經改變，原來之主要雨量帶分裂，兩多雨中心之間亦無降雨記錄，東北方之降雨中心亦循原來移行方向（向東南）移至  $25.8^{\circ}\text{N}$  ;  $118.1^{\circ}\text{E}$ ，而雨量已減至約  $12.5 \text{ mm}$ 。依雨量中心移動之連續性，尚可追蹤到原雨量帶西南方之多雨中心已移至  $24.6^{\circ}\text{N}$  ;  $112.1^{\circ}\text{E}$ ，但此中心之雨量已減至約  $6.1 \text{ mm}$ 。此時，在廣西和雲南一帶出現劇烈降水中心，分別位於  $23.6^{\circ}\text{N}$  ;  $106.5^{\circ}\text{E}$  ( $\geq 40.9 \text{ mm}$ ) 及  $24.1^{\circ}\text{N}$  ;  $108.1^{\circ}\text{E}$  ( $\geq 32.4 \text{ mm}$ )，此兩多雨中心與原來雨量帶之西南方中心合併呈東北—西南走向。1200 GMT 之降雨型式分布已和前些時間不同（圖 10），主要降雨中心位於廣西、廣東和東南沿海。為便於配合衛星雲圖討論起見，以下將依各致雨之中尺度對流雲系說明。

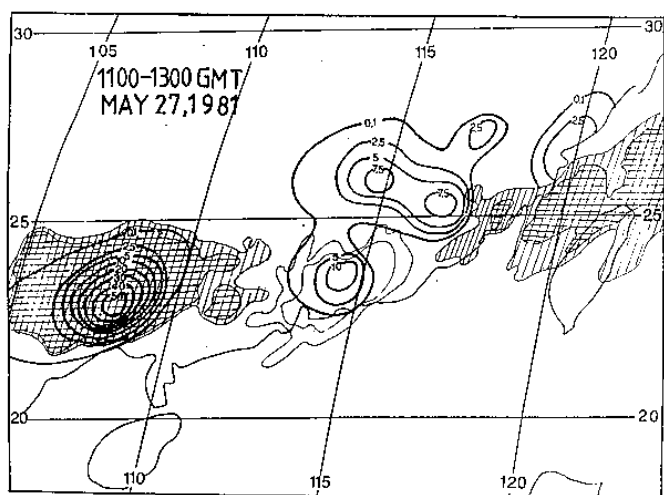


圖 10：1981 年 5 月 27 日 1100—1300 GMT 降水量 (mm) 與 1200 GMT 雲系範圍 ( ▨ :  $\leq -32^{\circ}\text{C}$  ; ▩ :  $\leq -52^{\circ}\text{C}$  ) 分布。

#### (一) 個案 I

27 日 1200 GMT，由高雄雷達回波顯示，

在  $25.4^{\circ}\text{N}$  ;  $118.5^{\circ}\text{E}$  及  $25.4^{\circ}\text{N}$  ;  $119.8^{\circ}\text{E}$  分別有 21 db 及 27 db 之中度回波，由外推推算降雨中心在  $25.4^{\circ}\text{N}$  ;  $119.5^{\circ}\text{E}$  是合理的。1500 GMT，台灣北部已出現  $\sim 2.5 \text{ mm}$  之雨量，但由雷達回波 (33 db) 及衛星雲圖顯示，降雨中心應在  $24.9^{\circ}\text{N}$  ;  $120.0^{\circ}\text{E}$  左右。1800 GMT，最大降雨中心在桃園為  $32.5 \text{ mm}$ ，但在  $25.0^{\circ}\text{N}$  ;  $120.4^{\circ}\text{E}$  有 42 db 之強回波，且雲圖顯示，主要對流雲中心在  $24.7^{\circ}\text{N}$  ;  $120.4^{\circ}\text{E}$ ，顯示最大降雨中心尚未移入台灣本土。2100 GMT，降雨中心仍位於桃園，增大為  $107.2 \text{ mm}$ 。28 日 0000 GMT，中心向西南移至中壢，為  $153.0 \text{ mm}$ ，0300 GMT 中心再向西南移至新竹，為  $143.5 \text{ mm}$ 。0600 GMT 在梧棲港另有一多雨中心，為  $131.0 \text{ mm}$ 。關於台灣地區之降雨情況容後再詳細分析。

#### (二) 個案 II

伴隨本個案 II b<sub>1</sub> 雲系之降雨中心於 27 日 0900 GMT 移至  $24.6^{\circ}\text{N}$  ;  $112.1^{\circ}\text{E}$  時，雨勢減小，中心值  $\sim 6.1 \text{ mm}$ 。1200 GMT，此中心已難辨別，在廣西和雲南一帶之雨量增加為  $\geq 52.5 \text{ mm}$  之大雨中心（伴隨系統 II a），且廣西境內普遍降雨。1500 GMT，此降雨中心稍向南移，但雨量減少為  $10.4 \text{ mm}$ 。此時，在  $25.4^{\circ}\text{N}$  ;  $112.7^{\circ}\text{E}$ （即湖南省和廣西省邊界）出現  $3.1 \text{ mm}$  之降雨記錄，此降雨區係伴隨系統 II b<sub>2</sub>。1800 GMT，伴隨系統 II a 之降雨中心已消失，另在  $22.4^{\circ}\text{N}$  ;  $107.2^{\circ}\text{E}$  出現  $\geq 30.0 \text{ mm}$  之降雨中心，該多雨中心係伴隨個案 III 者，容後再討論。此時，伴隨系統 II b 之降雨中心向東南移至  $23.8^{\circ}\text{N}$  ;  $113.9^{\circ}\text{E}$ ，中心值  $\geq 30.0 \text{ mm}$ 。2100 GMT，中心向東北移至  $24.1^{\circ}\text{N}$  ;  $114.2^{\circ}\text{E}$ ，中心值  $\geq 17.8 \text{ mm}$ 。28 日 0000 GMT，中心移至  $24.0^{\circ}\text{N}$  ;  $116.3^{\circ}\text{E}$  為  $\geq 59.8 \text{ mm}$ 。此時，在其西方，即  $23.7^{\circ}\text{N}$  ;  $114.0^{\circ}\text{E}$  出現  $\geq 52.1 \text{ mm}$  之降雨量，此多雨中心為伴隨 MCC II b 西緣之對流雲系者，0300 GMT，伴隨個案 II b 之降雨中心移至  $23.4^{\circ}\text{N}$  ;  $117.3^{\circ}\text{E}$

，中心值約為 10.0 mm 。而其西南方之降雨中心移至 23.7°N ; 114.9°E ，值 ≥ 58.7 mm 。0600 GMT ，降雨中心在汕頭，為 26.5 mm 。0900 GMT ，由雷達回波分析，在 24.0°N ; 119.5°E ( 即澎湖北方海面 ) 有一降雨中心存在，且另有一多雨中心位於汕頭，為 22.8 mm 。前者係伴隨MCC IIb，後者為伴隨MCC IIb 西緣之對流雲。1200 GMT ，伴隨該個案之降水分布零散。

(三)個案 III

27日 1800 GMT ，在 22.4°N ; 107.2°E 有一約為 30.0 mm 之多雨中心，此降雨中心即伴隨個案 III 。該中心向東南移動，2100 GMT ，降雨區擴大，但雨量減少，中心值僅 ≥ 4.2 mm ，位在 22.2°N ; 107.2°E 。28日 0000 GMT ，雨區縮小，雨量減少，中心位在 22.0°N ; 108.1°E ，其值僅約為 1.0 mm 。0300 GMT ，僅 59632 ( 廣東欽州 ) 一站有降雨記錄，至 0600 GMT ，隨著該雲系之消失而降水停止。

圖 11 為伴隨三個MCC個案降雨中心之軌跡，顯見其移動速度與方向均與雲系中心之移動有關。表 6, 7 為各伴隨個案之降雨中心之位置與中心附近觀測雨量及其移行速度、其平均移速為 29.1 kmh<sup>-1</sup>。

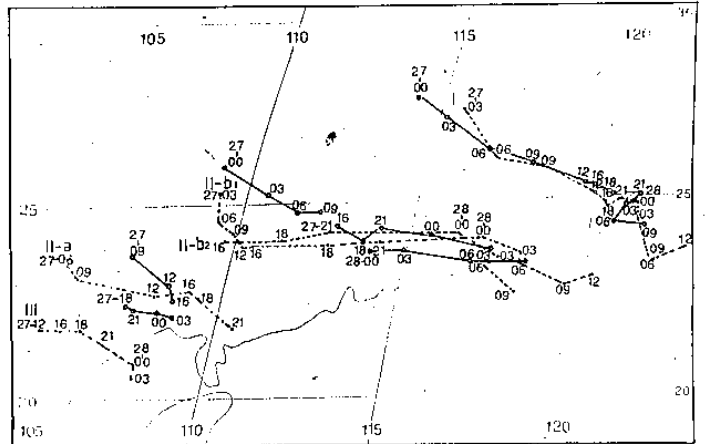


圖 11 : 1981 年 5 月 27 日—28 日每三小時降雨量中心 ( 實線 ) 及 MCC 系統對流中心 ( 虛線 ) 軌跡。

表 6 : 1981 年 5 月 27 日~ 28 日伴隨 MCC 降雨中心位置與中心附近觀測雨量 ( mm / 3 hr )。

個案	日期 時間 (GMT)	27 00	27 03	27 06	27 09	27 12	27 15	27 18	27 21	28 00	28 03	28 06	28 09
I	位置 °N	27.8	27.2	26.2	25.8	25.4	24.9	25.0	25.0	24.9	24.8	24.3	24.2
	°E	114.4	115.3	116.9	118.1	119.5	120.0	120.4	121.3	121.2	120.9	120.5	121.6
	降雨量 (mm)	64.1	26.8	17.8	12.5	10.0(R)	10.0(R)	48.7(R)	107.2	153.0	143.5	131.0	25.0
	測站名稱	宜春	吉安	邵武	永安	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽	桃園	中壢	新竹	梧棲	花蓮
II	中心 a				23.6	22.9	22.5						
	°E				106.5	107.6	108.4						
	降雨量 (mm)				40.9	52.5	10.4						
	測站名稱				百色	南寧	南寧						
II	中心 b <sub>1</sub>												
	°N	26.0	25.3	24.7	24.6								
	°E	109.0	110.5	111.5	112.1								
	降雨量 (mm)	27.5	38.8	8.6	6.1								
II	中心 b <sub>2</sub>												
	°N						25.4	23.8	24.1	24.0	23.4	23.4	24.0
	°E						112.7	113.9	114.2	116.3	117.3	116.7	119.5
	降雨量 (mm)						3.1	30.0	17.8	59.8	10.0(R)	26.5	20.0(R)
III	測站名稱						連縣	佛岡	連平	梅縣	汕頭外海	汕頭	台灣海峽
	位置 °N							22.4	22.2	22.0	22.0		
	°E							107.2	107.2	108.1	108.6		
	降雨量 (mm)							30.0	4.2	1.0	1.2		
III	測站名稱							龍州	龍州	欽州	欽州		

R : 代表雷達雨量 ( mmh<sup>-1</sup> )

表 7：1981 年 5 月 27 日～28 日伴隨 MCC 個案各時間之降雨中心移速 ( km/hr )。

日期 時間 ( GMT )	27 00-03	27 03-06	27 06-09	27 09-12	27 12-15	27 15-18	27 18-21	27 28 21-00	28 00-03	28 03-06	28 06-09	最大	最小	平均	
個案 I	33.7	52.0	44.5	52.0	11.0	22.0	26.4	8.0	16.5	16.8	33.3	52.0	8.0	28.7	
個案 II	a			42.2	15.4							42.2	15.4	28.8	
	b <sub>1</sub>	51.3	33.0	19.0											
	b <sub>2</sub>					30.0	18.7	48.0	55.7	29.3	26.0	55.7	18.7	34.6	
個案 III							5.5	22.0	14.7			22.0	5.5	14.1	
													總平均：29.1		

若一對流雲系移速緩慢，往往其生命各階段可由一測站顯現出來。因此在其移動過程中，分析雲系所籠罩測站之雨量亦可了解雲系發展過程與雨量之關係。本研究之三個個案中，MCC IIa 及 MCC III 其移速緩慢且未與其他對流雲系合併。此兩系統自生成至減弱期間，其雲系分別籠罩 59431 ( 南寧 ) 及 59417 ( 龍州 ) 兩測站。圖 12 及 13 分別為 MCC IIa 及 MCC III 成長過程中，雲系面積 ( 雲頂溫度為  $\leq -72^{\circ}\text{C}$  ,  $\leq -63^{\circ}\text{C}$  ,  $\leq -52^{\circ}\text{C}$  及  $\leq -32^{\circ}\text{C}$  ) 變化與 59431 及 59417 逐時雨量分布

雨自 1800 GMT 開始，且雨量已達 9.2 mm，1900 GMT 最大為 20.3 mm，之後則  $< 2.0$  mm，28 日 0000 GMT 後降雨停止。顯見，降雨量之多寡與雲系生命期有密切的關係，發展期雨量多，且可能出現豪雨，大雨出現在雲系最盛期以前，而衰減期雨量甚少。

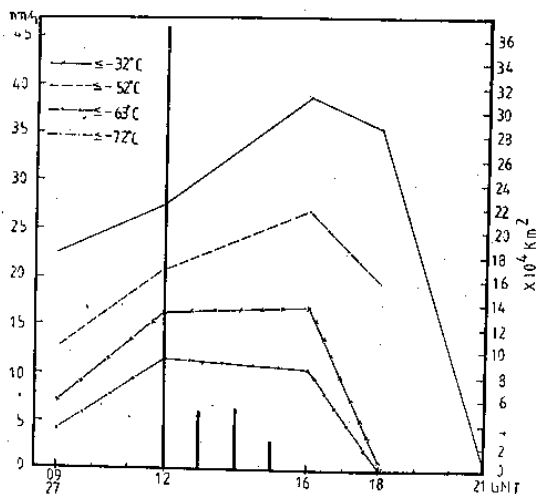


圖 12：1981 年 5 月 27 日 0900—2100 GMT MCC IIa 雲系面積與 59431 站逐時雨量關係。

。圖 12 顯示，MCC IIa 於 1200 GMT—1600 GMT 間達最盛期；在 0900—1100 GMT 之時雨量僅為微量，但 1200 GMT 却高達 46.2 mm。之後則大為減少，至 1600 GMT 後降雨停止。圖 13 顯示，MCC III 於 27 日 2100 GMT 達最盛期，降

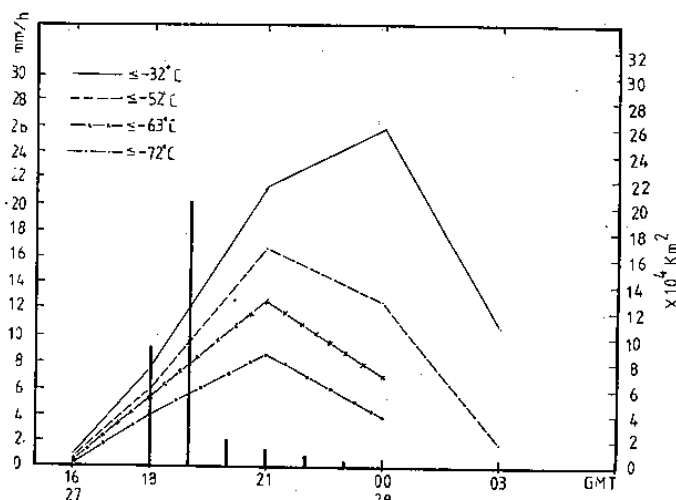


圖 13：1981 年 5 月 27 日 1600—28 日 0300 GMT MCC III 雲系面積與 59417 站逐時雨量關係。

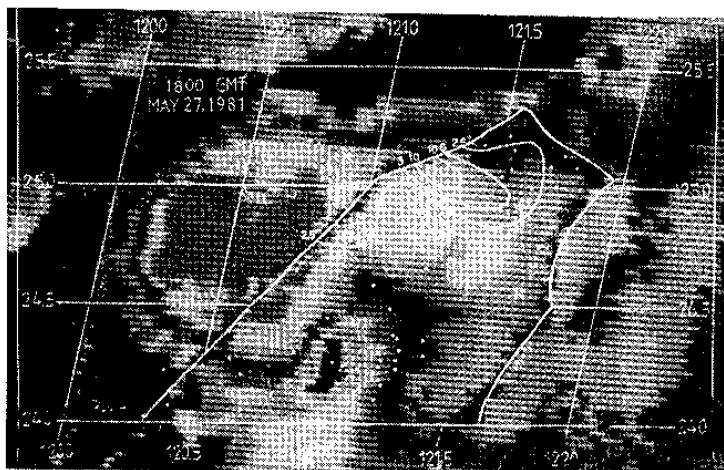
#### 四) 台灣地區之降水分析

為對導致 5 日 28 日台灣地區豪雨之中尺度對流系統更進一步了解及確切指出導致桃竹地區豪雨之中尺度對流系統之來源，並了解衛星資料與台灣地區降水量之關係。所引用之降水資料為如圖 1b 測站之逐時雨量。而衛星資料，除引用中央氣象局所接收之每三小時一次之紅外線資料外，尚採用得自日本氣象廳之 27 日 2230 GMT—28 日 0000 GMT 每半小時之紅外線數字資料 ( 網格為  $0.1 \times$

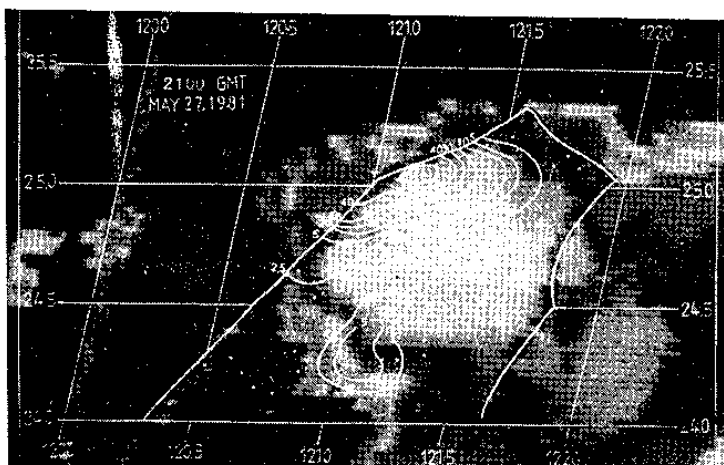
0.1 經緯度)，此等資料對於該事件之分析頗有助益。

圖 14 為 27 日 1800 GMT—28 日 0900 GMT 之紅外線色調強化 (MCC 強化曲線) 影像及同時間之降水量。該雨量分布係根據圖 1 b 之測站分布填繪而成。自 27 日 1400—1600 GMT (27 日 22—24 地方時) 起，降雨區僅在台北以北地區，雨量僅約  $2.0 \text{ mm h}^{-1}$ 。雷達回波顯示，在  $24.9^\circ\text{N}$  ;  $120.3^\circ\text{E}$  及  $24.9^\circ\text{N}$  ;  $121.7^\circ\text{E}$  分別有 39 db 及 33 db 之強回波，以每公里  $0.02 \text{ db}$  調整後再以  $Z = 200 R^{1.6}$  (Z 為反射率，單位  $\text{mm}^6 / \text{m}^3$  ; R 為降雨率  $\text{mm h}^{-1}$ ) 計算此兩強回波之雨量分別為  $23.7 \text{ mm h}^{-1}$  及  $10.0 \text{ mm h}^{-1}$ ，故推測降雨中心仍在台灣海峽。1700 GMT，鞍部為 19.3 mm，淡水為 9.8 mm，竹子湖為 9.0 mm。1800 GMT (圖 14 a) 台灣地區之最大雨區由北移至桃園附近，桃園為 12.0 mm。雷達回波顯示，在  $24.8^\circ\text{N}$  ;  $119.8^\circ\text{E}$  及  $24.9^\circ\text{N}$  ;  $120.4^\circ\text{E}$  分別為 36 db 及 42 db，估計分別有  $15.4 \text{ mm h}^{-1}$  及  $48.7 \text{ mm h}^{-1}$ 。1900 GMT，桃園附近之最大降雨中心南移至中壢為 26.1 mm，而桃園仍為 20.3 mm。2000 GMT，多雨中心移至新竹和中壢之間，新竹為 26.9 mm，中壢為 24.8 mm。此時， $25.0^\circ\text{N}$  ;  $120.6^\circ\text{E}$  有 39 db 之回波，估計有  $23.7 \text{ mm h}^{-1}$  之降雨量。因此，亦可能另有一降雨中心在中壢與新竹沿海之間。2100 GMT (圖 14 b)，最大降雨中心在桃園為 51.8 mm。27 日 2200 GMT—28 日 0000 GMT，降雨中心在中壢附近，此期間中壢之時雨量 2200 GMT 為 50.7 mm，2300 GMT 為 51.2 mm，28 日 0000 GMT (圖 14 c) 為 50.5 mm。此段期間，石門之時雨量亦已增加之勢，由 2200 GMT 之 5.0 mm 至 28 日 0000 GMT 已增為 21.0 mm，足證該降雨中心有移向石門之趨勢。28 日 0100 GMT，中壢尚有 51.2 mm，石門却增至 42.5 mm，中心已有顯著地向石門地區移近。0200 GMT，最大降雨中心在新竹為 88.7 mm，

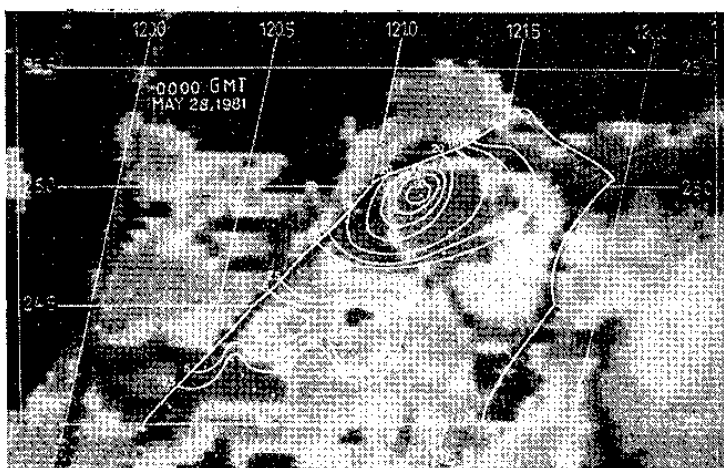
為本事件中，時雨量最多者，亦打破歷年來之降雨記錄。0300 GMT (圖 14 d)，降雨中心南移至新竹與明德之間，明德之雨量為 64.4 mm。此時大閣南亦出現 42.0 mm，因此在新竹與大閣南之間亦將另有一降雨中心之型式。0400 GMT，多



(a)



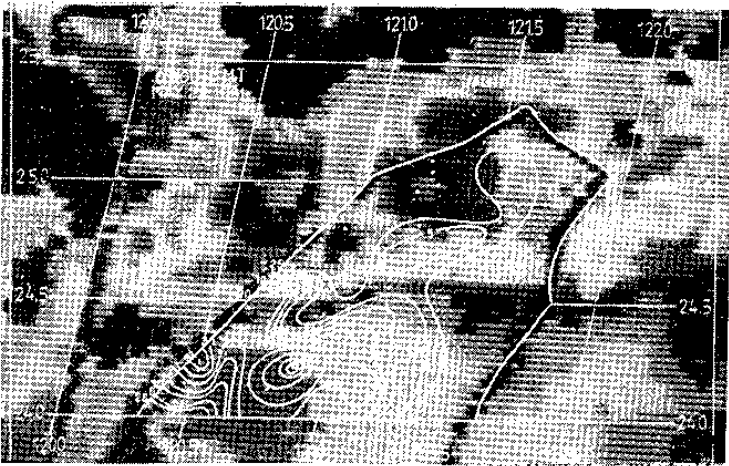
(b)



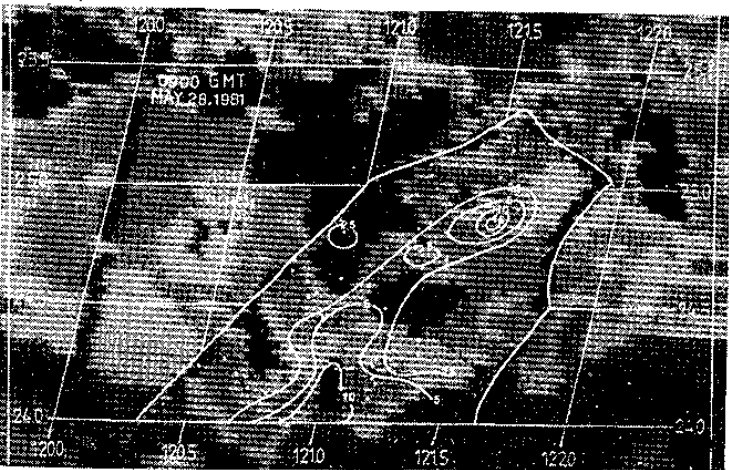
(c)



(d)



(e)



(f)

圖 14：紅外線雲圖與同時間雨量分布。1981 年 5 月 27 日 (a) 1800 GMT, (b) 2100 GMT, 28 日 (c) 0000 GMT, (d) 0300 GMT, (e) 0600 GMT, (f) 0900 GMT。

雨帶在後龍南方一帶，後龍、和興和南庄三站分別測得 50.0 mm, 52.0 mm 和 58.0 mm，雨量分布可分析為兩中心，一在後龍與和興之間，另一為明德和南庄之間。0500 GMT，降雨中心南移至大湖與雙崎之間為 38.0 mm 及東移至清泉與南庄之間為 42.0 mm。此時，梧棲測得 69.0 mm，由降雨中心之連續性推算，該降雨系統和前者不同。0600 GMT (圖 14 e)，降雨中心移至新伯公為 55.0 mm 而東方之中心不易分辨。0700 GMT，降雨中心南移，但已不易分辨。圖 15 為 27 日 2100 GMT—28 日 0600 GMT 期間之最多降雨中心及 27 日 1200 GMT—28 日 1200 GMT 對流雲系中心軌跡圖。顯見，兩者配置十分一致，大致上多雨中心在雲系中心以西約 20 公里處。

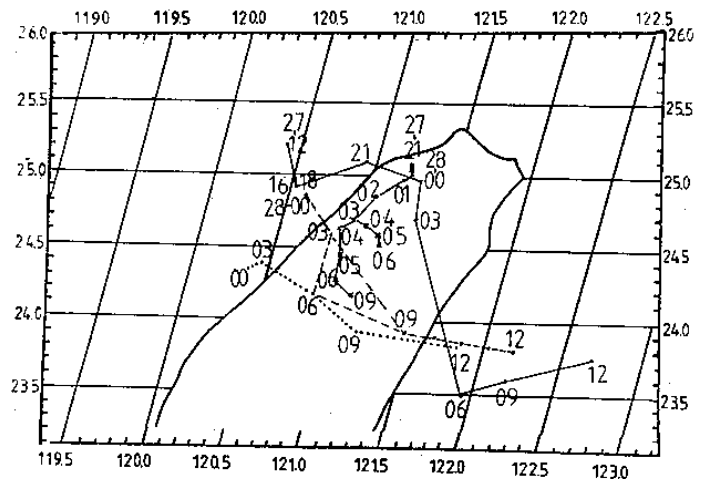


圖 15：1981 年 5 月 27 日 1200 GMT—28 日 1200 GMT 對流雲系中心與降雨中心軌跡。(——：MCC I 主中心，-----：導致挑竹地區豪雨系統之一，.....：導致梧棲港豪雨系統，×—×：逐時降雨中心)

圖 16 為 1981 年 5 月 27 日 1900 GMT—28 日 0400 GMT 期間，本個案主對流雲系之雲頂溫度  $\leq -32^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -52^{\circ}\text{C}$ ， $\leq -63^{\circ}\text{C}$  及  $\leq -72^{\circ}\text{C}$  各間距所伴隨平均時雨量之時序變化。此處平均雨量係以 0.1 經緯度網格計算上述各雲頂溫度間距之雲系籠罩範圍內之雨量分布而得。本節亦引用每三小時之衛星觀測，並以此資料計算同時間及前後一小時之雨量。例如 2100 GMT 之衛星雲

系分別用來計算 2000 GMT, 2100 GMT 及 2200 GMT 之平均雨量。圖中括弧內之數字為網格點數。網格點數目之多寡與籠罩測站間之面積大小成正比, 亦即網格點數愈多, 籠罩測站之雲面積愈大; 反之則愈小。該圖顯示 2300 GMT 後,  $\leq -72^{\circ}\text{C}$  之強對流雲才移入台灣本土, 以前則尚在台灣海峽。因此, 在其進入台灣本土前, 雨量較小, 之後則雨量大幅增加。至 28 日 0100 GMT, 時雨量達最高峯 ( $\leq -32^{\circ}\text{C}$  者除外), 之後則隨時間迅速減少。在雨量達最高峯前, 雨量之大小與雲頂溫度之高低成反比, 即雲頂溫度愈低之雲系產生愈大之雨量, 反之則愈小。雨量高峯後, 其關係則未若前者之確切。至於  $-32^{\circ}\text{C}$  之雲面積籠罩下所產生之雨量在 28 日 0200 GMT 時才達最高峯, 且此時之雨量比其他三者為大, 此乃因位於新竹沿海之對流雲移入影響所致。

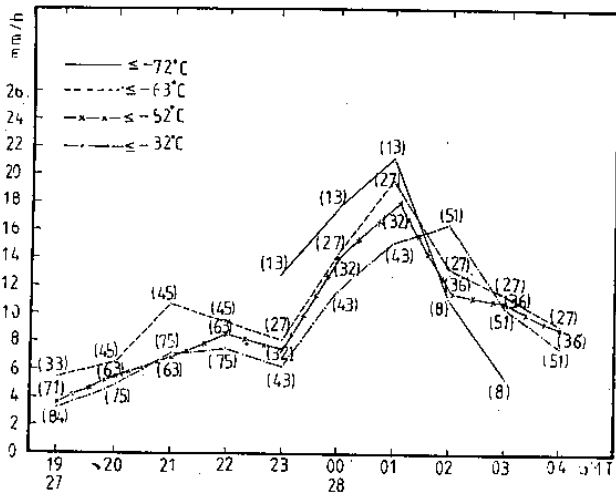


圖 16: 1981 年 5 月 27 日 1900 GMT—28 日 0400 GMT 雲系面積與平均時雨量變化。

圖 17 a—d 為 27 日 2230 GMT—28 日 0000 GMT 之每半小時之  $0.1 \times 0.1$  經緯度之紅外線數字資料。27 日 2230 GMT (圖 17 a) 在  $24.6^{\circ}\text{N}$ ;  $119.2^{\circ}\text{E}$  及  $24.5^{\circ}\text{N}$ ;  $119.4^{\circ}\text{E}$  附近有兩個對流胞存在, 其雲頂溫度分別為  $-38^{\circ}\text{C}$  及  $-44^{\circ}\text{C}$ ,  $\leq -32^{\circ}\text{C}$  之雲系範圍為  $2300 \text{ km}^2$ , 半小時後, 東移至  $24.6^{\circ}\text{N}$ ;  $119.6^{\circ}\text{E}$ , 兩對流

胞合併為一較完整之對流雲, 雲頂溫度為  $-41^{\circ}\text{C}$ , 範圍約為  $2800 \text{ km}^2$  (水平尺度  $\sim 50 \times 60 \text{ km}$ )。2330 GMT 該對流胞向東南移至  $24.3^{\circ}\text{N}$ ;  $119.9^{\circ}\text{E}$ , 其雲頂溫度為  $-56^{\circ}\text{C}$ , 範圍約  $3300 \text{ km}^2$  (水平尺度  $\sim 60 \times 60 \text{ km}$ )。28 日 0000 GMT, 對流胞又向東南移至  $24.2^{\circ}\text{N}$ ;  $120.3^{\circ}\text{E}$  (即梧棲外海) 並增強, 其雲頂溫度為  $-61^{\circ}\text{C}$ , 範圍擴展至  $\sim 4300 \text{ km}^2$  (水平尺度  $\sim 50 \times 90 \text{ km}$ )。此時雲系已伸至梧棲以東, 該站也測得  $6.5 \text{ mm}$  (27 日 2300 GMT 為  $0.4 \text{ mm}$ )。之後因僅有每三小時資料, 故僅能以三小時間距之雲圖分析。0300 GMT, 該系統移至  $24.3^{\circ}\text{N}$ ;  $120.3^{\circ}\text{E}$ 。0600 GMT 與由新竹西南外海移入之對流雲合併。0400 GMT—0600 GMT 期間, 梧棲站之時雨量為  $5.4 \text{ mm}$ ,  $69.0 \text{ mm}$ ,  $48.0 \text{ mm}$ 。

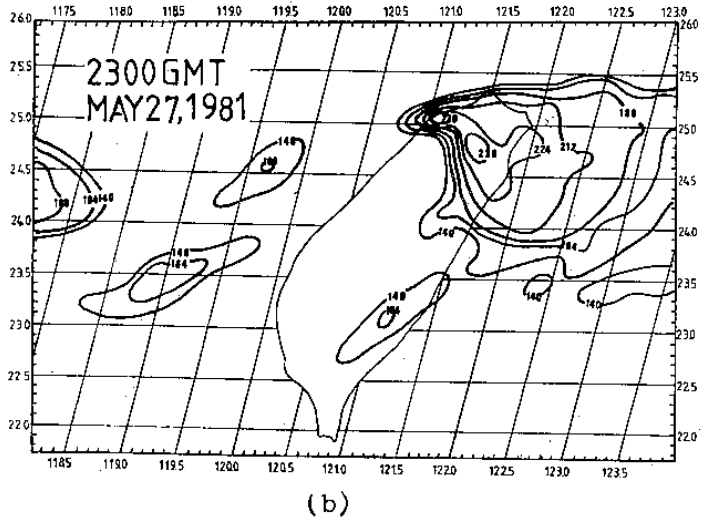
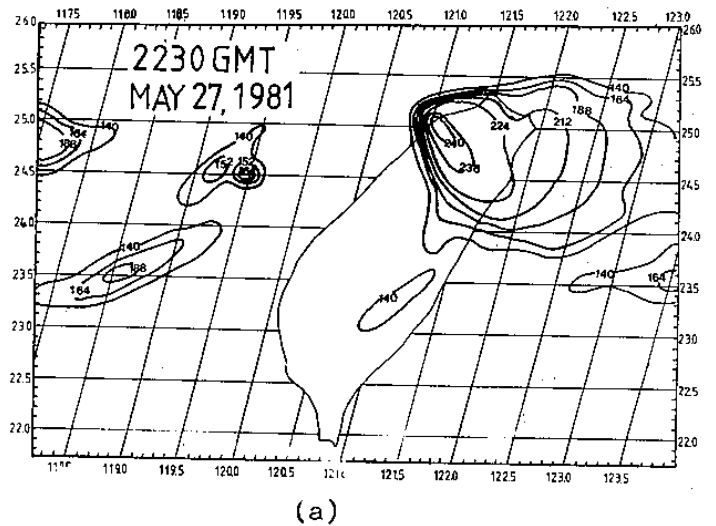
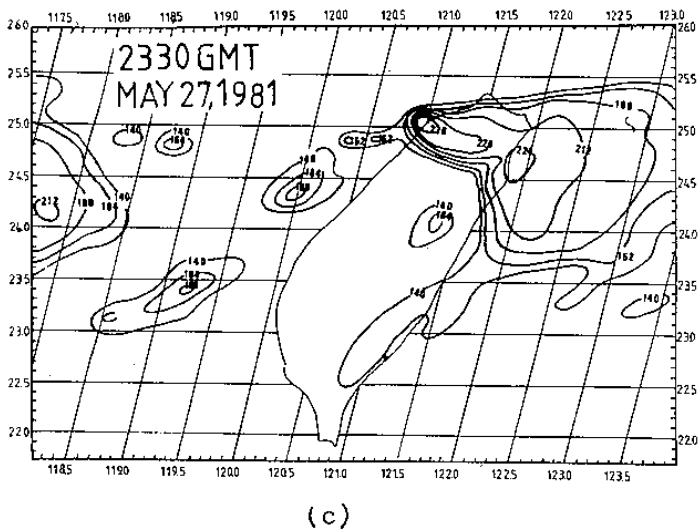
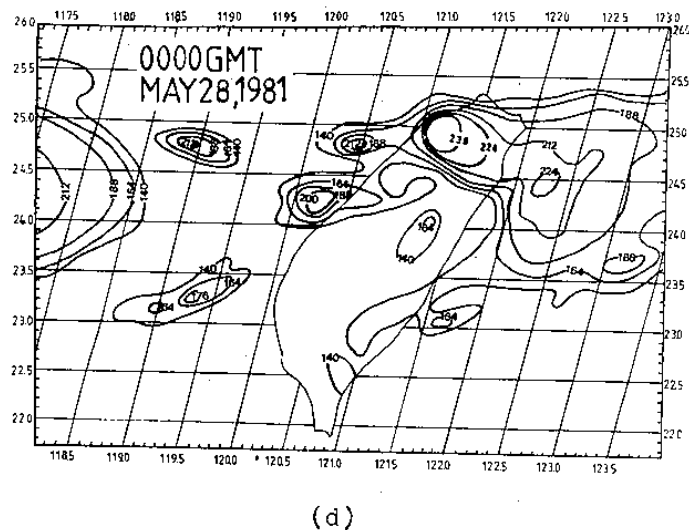


表 8：伴隨MCC I 中心附近最大雨量 (mm) 及測站。

日期	27	27	27	27	28	28	28	28													
時間 (GMT)	12	16	18	21	00	03	06	09													
雲系中心雲頂溫度 (°C)	-77	-76	-76	-77	-76	-75	-75	-59													
雲系中心附近最大雨量 (mm)	時間		17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
	雨量			19.3	12.0	26.1	24.7	51.8	50.5	51.3	50.5	51.2	88.7	64.4	58.0	42.0	55.0	17.6	16.0	10.5	
	地點			鞍部	桃園	中壢	新竹	桃園	中壢	中壢	中壢	中壢	新竹	明德	南庄	積泉	新伯公	新伯公	新伯公	八仙	新山
	三小時雨量			32.5			107.2			153.0			143.5			131.0			26.8		
地點			桃園			桃園			中壢			新竹			梧棲			谷觀			



27日 2330 GMT (圖 17 c) 在  $24.9^{\circ}\text{N}$  ;  $120.3^{\circ}\text{E}$  及  $24.9^{\circ}\text{N}$  ;  $120.6^{\circ}\text{E}$  有兩對流胞，其雲頂溫度均約為  $-36^{\circ}\text{C}$ 。半小時後，即 28日 0000 GMT (圖 17 d)，此兩對流胞已合併移至  $24.8^{\circ}\text{N}$  ;  $120.4^{\circ}\text{E}$  時急速發展，其雲頂溫度  $-64^{\circ}\text{C}$ 。由圖顯示，該對流胞係沿著 MCC I 西緣發展，因此可視為由 MCC I 向外擴展後發展而成。該對流胞向東南移動，0300 GMT (圖 14d)，該對流胞移至  $24.4^{\circ}\text{N}$  ;  $120.8^{\circ}\text{E}$ ，主中心亦由北向東南移至  $24.6^{\circ}\text{N}$  ;  $121.2^{\circ}\text{E}$ 。在此兩對流中心之移動過程中，在其經過地區造成豪雨。(見表 8)。



## 六、討 論

本文所分析三個中尺度對流複合體個案係伴隨低層鋒面低壓及鋒面雲系與中南半島一帶之對流雲系交互作用發展而成。由衛星雲圖及各層天氣圖顯示，在其生成之初 (27日 0000 GMT) 雲帶位於低層鋒面之兩旁，且 8500 mb — 700 mb 之鋒前盛行西南風提供西南來的暖濕空氣，高層 (300 mb — 200 mb) 為速度輻散及分流，引發雲系發展。當雲系伴隨鋒面南移過程中，因接近中南半島之對流雲系致使該區雲系強度增強，且呈線性排列。當兩系統接近時產生交互作用致使雲系急速發展。當雲系移至鋒前，中層 (500 mb) 短波槽移入及上

圖 17：GMS-1 觀測之雲頂灰度值分布。1981年 5月 27日(a) 2230 GMT，(b) 2300 GMT，(c) 2330 GMT，28日(d) 0000 GMT。



空高層 ( 300 — 200 mb ) 速度輻散加強與分流現象更趨明顯，致使系統加強。當 MCC 形成後，因地面鋒面及鋒面低壓擾動，且雲系均處於中層短波槽及高層輻散與分流區而持續其對流強度。當上述大氣環境條件消失後，則系統消散。因此，地面至 700 mb 之低對流層鋒面及低壓擾動輻合，850 mb—700 mb 強盛西南風攜帶不穩定暖濕空氣及高對流層 ( 300 — 200 mb ) 之速度輻散及分流為引發系統之生成。500 mb 短波槽移近提供中低層對流動力強迫上升運動，以及 300 — 200 mb 高對流層之速度輻散與分流之一致配合，則為導致雲系發展之主要機制。此與陳等 ( 1982 ) 分析 1981 年 3 月 13 — 15 日之中尺度對流個案之結果一致。另外，緩慢移動之梅雨鋒面雲系可提供局部地區雲系發展之動力作用，在其位置配合適當情況下可造成交互作用致使雲系急速發展。

此三個 MCC 系統因其發生及移動過程中所在位置之大氣環境有異，因而造成不同之發展狀況。MCC I 係伴隨鋒面低壓南下。移至鋒前之後，配合上述所列之各種有利之激發條件 ( 低對流層之鋒面及低壓擾動輻合，850 mb — 700 mb 強西南風攜帶暖濕空氣，500 mb 短波槽之移入及 300 — 200 mb 之速度輻散與分流 )，致使該系統發展、組織及持續其強度與雲系大小。雖然該系統並未達 MCC 大小之標準，但在上述之有利條件下，其強度與大小維持長時間之準穩定狀態。MCC II 形成後即位於鋒前向東進行，因鋒面擾動之輻合作用配合上述之有利條件，而使該系統可由華西向東移行千餘公里尚維持相當的強度與大小。至於 MCC III，其形成之初係位於中南半島一帶之熱低壓區內。由於低壓擾動輻合及可能因 MCC II 之南方系統之下沖氣流之外流與該雲系交互作用而致急速發展，當其發展至 MCC 強度後，因其向東南移動，遠離低層鋒面移至不利之環境而迅速減弱，故生命期遠較其他兩系統為短。以上之分析乃為初步且定性的。欲更進一步了解更確切的答案，則須繼續作診斷分析研究。

上述三個 MCC 之軌跡。顯見雲系中心所在位置以 MCC I 最北，MCC III 最南而 MCC II 介乎其間。其東移速度以 MCC II 最快，為  $43.5 \text{ kmh}^{-1}$ ，MCC I 最慢為  $26.5 \text{ kmh}^{-1}$ ，MCC III 次之為  $30.0 \text{ kmh}^{-1}$ 。MCC I 之移動約受 850 — 700 mb 平均氣流控制。MCC II a 受 500 mb 氣流控制。MCC II b，形成後因處於高空西風帶內，受 500 — 300 mb 平均氣流控制而在梅雨鋒面南側向東運行。而 MCC III 則似乎受 500 mb 氣流導引之成份居多。比較三個案之移速，MCC I 及 MCC III 因位於偏西北風之氣流內而移速慢，MCC II 處於高層西風帶內則移速較快。

由降雨與雲系分布可以獲致如下幾點：(1) 在 MCC 形成以前，降雨帶之形狀隨着雲系之形狀而變，且最大雨量發生在兩對流胞較強部分之交界處及對流雲系之較西部分 ( 即較靠雲系之迎風區 )。(2) 雲系發展初期所伴隨之雨量隨雲系之增強而增加。比較地面每三小時降水量與每三小時之地面中尺度分析得：(1) 降雨帶伴隨着雲帶南移，在形成 MCC 之前，雨量分布於鋒面兩側，但雨量中心在鋒後，雲系發展成 MCC 後，則降雨帶移至鋒前 ( MCC II )。以上兩項之降雨中心距鋒面不遠。(2) 降雨中心位在中尺度低壓東方之氣旋式環流。(3) 有些降雨係伴隨鋒後之中尺度高壓南緣者，但其雨量較小。(4) 當梅雨鋒面通過台灣海峽北部時，台灣地區為鋒前降水及鋒前暖區降水。當鋒面南移進入台灣後，最大降水量位於鋒後及在鋒面上。

每三小時之衛星雲圖雖然在分析中尺度對流系統已十分有用，但對於尺度較小 ( 水平尺度 ~ 50 公里 ) 之系統之生命期往往不能被包括。每半小時之資料對於此種較小尺度之中尺度對流系統之分析相當有用。再配合時雨量之分布，則可確定時雨量之多雨中心以及確定導致豪雨之系統來源。由 5 月 27 日 2230 GMT — 28 日 0000 GMT 之每半小時衛星數據資料，配合其他三小時間距之雲圖，可以確切地描述導致 5 月 28 日桃竹地區豪雨之中尺度系統之來源。由圖 17 a — d 及 14 c 及 d 知，導致

該事件之系統應來自沿着MCC I 西緣產生之對流胞移入並發展及MCC I 主中心之南移而造成。其造成方式可能為：(1)個別雲系導致桃園及新竹地區之豪雨；(2)個別雲系不同時間經過同一地區而造成雨量累積之結果及(3)兩種雲系合併而成更強之對流雲而造成28日0200 GMT新竹之 $88.7 \text{ mmh}^{-1}$ 之暴雨量。再由圖17a—d及圖14c—e之逐時雨量分布，分析結果知導致梧棲港28日0500 GMT及0600 GMT之69.0 mm及48.0 mm之暴雨係來自5月27日2230 GMT發生於梧棲西方之台灣海峽東移並發展者，與MCC I 無直接關係。因此利用時雨量分布與每三小時之衛星資料分析降雨系統之來源較僅利用降雨量分布更為確切。

由於衛星觀測時間與降水者不同。例如0300 GMT之衛星觀測資料，在台灣地區則為0240—0245 GMT之資料，而降水觀測則為0201—0300 GMT之累積雨量，因此降雨中心與雲系中心不一致是必然的，雖如此，但兩者相距不遠。如圖15雲系中心軌跡（實線）與多雨中心軌跡（ $\times-\times$ ）之移動過程十分一致，而多雨中心在雲系中心西方約20公里。造成雨量中心在雲系中心之左邊，為受高空西風之影響使雲系之雲頂溫度梯度在迎風面為大，而降雨較多的地方發生在雲頂溫度梯度大的地方（參閱Scofield and Oliver, 1977）。而MCC I 之強對流部份進入台灣本土後（27日2100 GMT 至28日0600 GMT），其強度及雲系面積均保持十分穩定，因此雲系中心附近在各時間所造之時雨量十分一致（ $\sim 50 \text{ mm}$ ），此與Woodley et. al (1972)及Stout et. al. (1978)所研究之結果一致。而28日0200 GMT新竹區之特大暴雨量，除可能在新竹雲系個別所造雨量之累積外，尚可能因由海峽移入之雲系與南移之MCC I 主雲帶在新竹上空合併而導致更強之對流雲。此種雲系之合併可以導致異常劇烈之降水（Scofield and Oliver, 1977）。

由上分析，鋒面與鋒面低壓所在位置與降水量之多寡有關，但並非為最主要的環流系統，而此等

鋒面輻合及低壓擾動輻合顯然為維持持續對流十分重要（吳等，1983）。而此對流之持續為導致台灣中部以北地區豪雨之主要系統。分析可知，利用衛星資料估計暴雨中心係可行的，但仍須更進一步之研究。

## 七、總結及建議

本研究以傳統地面與探空觀測，雷達回波以及GMS-1 衛星資料，研究1981年5月27—28日發生於華南地區之三個中度對流系統個案及導致5月28日桃竹地區豪雨之中尺度對流系統之生成、發展和移動過程。並利用逐時降水量資料分析衛星資料與地面降水觀測之關係。結果可歸納如下數點：

1 此三個對流系統係分別伴隨低層鋒面低壓及鋒面雲系與中南半島一帶對流雲與鋒面雲線產生交互作用而成。

2 地面至700 mb 低對流層鋒面及低壓擾動輻合，850 mb 與700 mb 暖平流，500 mb 短波槽之移近，配合300—200 mb 高對流層之速度輻散與分流導致之大尺度動力舉升作用，為激發系統之發展與持續之機制。

3 MCC I 軌跡較北，移速為 $26.5 \text{ kmh}^{-1}$ ，未達MCC強度但其生命期歷33小時，且最強對流中心雲頂溫度在 $-75 \sim -77^\circ\text{C}$ 達18小時，其移行由850—700 mb 平均氣流控制。MCC III 軌跡最南，移速為 $30.0 \text{ kmh}^{-1}$ ，達MCC強度之生命期為7小時，最強對流中心雲頂溫度達 $-80^\circ\text{C}$ 左右約9小時，其移行由500 mb 氣流控制。MCC II 軌跡介乎其間，達MCC強度約15小時，最強對流中心雲頂溫度低於 $-80^\circ\text{C}$ 約9小時，低於 $-70^\circ\text{C}$ 則約有21小時。其移行受500 mb 氣流（MCC IIa）及500—300 mb（MCC IIb）平均氣流控制。

4 降雨量之多寡與雲系各生命階段有密切關係，發展中之雲系可導致大雨，而衰減中之雲系則致小雨或無雨。

5 伴隨MCC 個案之降雨中心之移速與方向均

與MCC 雲系中心之移動有關。且兩者之中心十分接近。此三個案之平均移速為  $37.2 \text{ kmh}^{-1}$ ，而所伴隨之多雨中心之平均移速為  $29.1 \text{ kmh}^{-1}$ 。

6. 若兩雲系分別接近一地區，則分別造成之降水累積而成更多的雨量，可使降雨中心與雲系中心不一致。

7. 造成雲系中心與降雨中心不一致之原因除上項外，尚因衛星資料代表時間與同時間之時雨量者不同；前者係代表掃瞄時之短期間，而後者則代表正時前一小時之累積雨量。另外雲頂溫度梯度之大小雲系形狀與雨量中心亦有密切的關係。

8. 導致5月28日桃竹地區豪雨之中尺度對流系統之來源除原來之MCC I系統外，尚有沿着該系統西緣生成，發展而移至新竹南部，在此兩雲系移動過程中可導致豪雨。而導致豪雨之過程可能因此兩雲系分別導致降雨量之累積效果，亦可能此兩雲系之交互作用而成。

9. 5月28日，台灣地區之降雨中心約在雲系中心西方20公里之迎風面上，而地面低壓中心位於降雨中心之西方，足見地面低壓所在位置並非決定降水分布之主要環流系統，而其輻合作用對維持持續之對流十分重要。海峽之鋒面低壓，致使西南風增強，則海陸摩擦差異導致的局部輻合為北部降水量增強之因素之一。

10. 台灣地區之大雨中心由北向南移動，其移動方向與速度隨着雲系中心之軌跡而變。初期移動緩慢，後期則快，其平均移速約為  $12 \text{ kmh}^{-1}$ 。

由以上結果可知，關於本區MCC之研究至少尚有以下幾項值得努力。

(1) 利用衛星資料確定華南區及台灣地區MCC之標準。

(2) 以雲系各生命階段從事估計衛星雨量之研究。

(3) 利用衛星資料估計暴雨中心之氣候研究。

(4) 豪雨個案診斷分析。

## 致 謝

本文在國科會NSC 73-0202 -M002 - 04 支

援下完成。感謝中央氣象局衛星站顏泰崇、王光華、沈秀蓉及吳倩雯諸同仁及預報中心劉復誠先生提供寶貴資料。更感謝衛星站劉文俊、唐維新及林章台三位同仁協助部份製圖。

## 參 考 文 獻

丘台光，1983：華南及鄰近地區之中尺度對流系統之研究，碩士論文，中央大學大氣物理研究所，92頁。

丘台光、廖學鎰、洪理強，1982：民國70年5月28日之豪雨個案研究，中範圍天氣系統討論會論文彙編，中央氣象局，71年5月6~8日，233—247。

吳宗堯、陳泰然、謝信良、喬鳳倫、陳正改、蕭長庚、朱曙光，1983：台灣地區春至初夏之局部性豪雨研究，中央氣象局與台灣大學大氣科學研究所，研究報告—077，90頁。

陳泰然、紀水上、謝維權，1982：初春華南中尺度對流複合系統之個案研究，中範圍天氣系統研討會論文彙編，中央氣象局，71年5月6—8日，593—612。

張儀峰、林沛練、徐天佑、劉廣英，1982：局部暴雨特性之分析研究，中範圍天氣系統研討會論文彙編，中央氣象局，71年5月6—8日，317—328。

劉廣英，1982：民國71年5月28日豪雨與中範圍天氣系統之關係，氣象預報與分析，91，1—10。

Fritsch, J.M., and R.A. Maddox, 1981: Convectively driven mesoscale weather systems aloft. part I: observations. *J. Appl. Meteor.*, 28, 9-19.

Griffith, C.G., W.L. Woodley, P.G. Grube, D.W. Martin, J. Stout, and D.N. Sikdar, 1978: Rain estimation from geosynchronous satellite imagery-visible and infrared studies.

Mon. Wea. Rev., 106, 1152-1171.

Maddox R.A., 1980 : Mesoscale convective complexes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 61, 1374-1387.

\_\_\_\_\_, 1983 : Large-scale meteorological conditions associated with midlatitude mesoscale convective complexes. Mon. Wea. Rev., 111, 1475-1493.

\_\_\_\_\_, D.M. Rodgers, and K.W. Howard, 1982: Mesoscale Convective Complexes over the United States during 1981-annual summary. Mon. Wea. Rev., 110, 1501-1514.

Scofield, R.A., and V.J. Oliver, 1977: A scheme for estimating convective rainfall from satellite imagery. NOAA Tech. Memo. NESS 86, 45pp.

Stout, J., D.W. Martin, and D.N. Sikdar, 1979: Estimating rain from geosynchronous satellite images. Mon. Wea. Rev., 107, 585-598.

Woodley, W.L., B. Sancho, and A.H.

Miller, 1972: Rainfall estimation from satellite cloud photographs. NOAA Tech. Memo. ERL., OD - 11, 43pp.

# A Preliminary Analysis on Mesoscale Convective Complexes over Subtropical China and Taiwan for the Case of May 27-28, 1981

Shui-shang Chi

Meteorological Satellite  
Ground Station  
Central Weather Bureau

George Tai-jen Chen

Department of Atmospheric  
Sciences  
National Taiwan University

## ABSTRACT

Three cases of MCC over southern China during the period of May 27-28, 1981 are selected for the present study. The conventional surface and upper air observations, hourly rainfall, radar echoes and GMS-1 infrared data are used. The main purposes are to study the initiation, movement, and maintenance of the MCC, the origin of the MCC which produces heavy rainfall over Tao-Chu area ( Tao-yuen and Hsin-chu ) on May 28, 1981, and the relationship between the satellite data and rainfall observations.

Results show that the main mechanism of the formation and maintenance of the systems is the frontal convergence from the surface to 850 mb, the warm advection at 850-700 mb, and the short wave trough at 500 mb coupled with the speed divergence and diffluent flow at both 300 and 200 mb. The MCC's are steered by the 850-700 mb, 500-300 mb mean flow, and 500 mb flow respectively. As the speed divergence of the upper troposphere weakens, the MCC dissipates.

The heavy rainfall over the Tao-Chu area was caused by two mesoscale convective cloud systems. They are the MCC I from northern Taiwan and a meso- $\beta$  system from Taiwan Strait. These two systems merge together and cause the heavy rainfall. The speed and direction of the precipitation centers are consistent with the tracks of the MCC. The precipitation centers and the convective cloud centers are very closely related. The rainfall amount is positively related to the different lifetime of the clouds.