

TAMEX IOP-13之雲系特徵及 與降水關係之初步分析

紀水上 陳興漢 劉文俊

中央氣象局衛星站

摘 要

本文利用 GMS 紅外線衛星資料、逐時降水量和傳統觀測資料研究1987年6月24-25日(TAMEX IOP-13)發生於台灣及鄰近地區之 MCS 個案，分析其所伴隨之衛星雲系特徵、地面降水分布及衛星資料與降水之關係，並對 MCS之形成、加強與消散之綜觀形勢做初步探討。結果顯示，低對流層鋒面及短波槽的擾動輻合，高對流層的分流有利於 MCS 之形成。當該槽加深，中層(500 mb)之短波槽形成並配合高對流層之分流則 MCS 加強，MCS 移至中低層高壓脊及高層分流現象不明顯地區則消散。MCS 受300-200mb氣流控制，並以平均 20 kmh^{-1} 的速度沿著台灣西部南移。

MCS 之雲頂黑體輻射溫度分布型式與地面降水分布有密切關係，且最大降雨區和 MCS 之移向一致，但最大降雨中心與 MCS 之對流中心位置不同。最大降雨區發生於雲系迎風面之最大溫度梯度區內，兩中心間之距離視雲系中心與最大溫度梯度之距離而定。降雨量之多寡與雲系之生命階段亦有密切關係。

一、前 言

不論在時間尺度或空間尺度，大氣內之中尺度對流系統(mesoscale convective system；簡稱 MCS)，均發生在相當寬的波譜內，並有各種不同的組織結構和特徵。它們的發生一般可分為隨機、無組織的氣團對流；組織性、多胞、線形的飢線對流及組織性、複合形的中尺度對流複合體(mesoscale convective complexes；簡稱 MCC)。MCC 乃 Maddox(1980)根據紅外線衛星色調強化(MB 曲線)雲圖之物理特性，研究美國中部暖季(三至九月)之有組織的 meso- α 尺度(Orlanski, 1975)對流系統而定義。MCC 為一對流驅動的天氣系統，其生命期約 16.5 小時，當發展後約按 700-500mb 平均氣流運行。大部份 MCC 在下午以後才發展至最大範圍，而持續至次日早晨時間。因此，MCC 被視為導致美國中部夜間雷雨與暴洪最大頻率之主要系統(Wallace, 1975; Maddox, et. al., 1979)。而第二及第三類之有組織對流系統皆為導致台灣梅雨期內

豪雨之天氣系統(例如 chen, 1977 陳, 1986)。

台灣地區之豪雨，除颱風影響及單站局部性豪雨外，主要發生在梅雨季(徐, 1971; 王等, 1985; 陳, 1985a)。雖然國內氣象學者近二十年來致力於豪雨問題的分析與研究且已有相當成果。但這些研究主要偏重在地面降水之統計或大尺度環流的探討。雖然使我們對於豪雨的一些問題獲得了解及對梅雨氣候特徵有較多的認識，但對於導致豪雨之中尺度對流系統之辨認及其生命期、結構、綜觀條件及動力過程缺乏了解(陳, 1983; 1985b; 1986)。致使由這些尺度系統導致的劇烈天氣現象(例如：豪雨)的預報能力非常有限。

有鑑於台灣梅雨期內經常有局部性豪雨發生，且常導致水災(例如，1981年5月28日桃竹地區之「五、二八水災」，1984年6月3日及6月10日台北地區之「六、三水災」及「六、十水災」)，造成人民生命財產損失，影響國家經濟成果甚鉅。尤其近年來我國農工商各項建設迅速發展，豪雨所導至災害的嚴重性與日俱增，已普遍受到政府及社會

各界的關切。因此，增進中尺度天氣系統之了解以克服豪雨預報技術的瓶頸是當務之急。故「豪雨實驗計畫」遂成為國科會防災科技研究上之重點計畫，「台灣地區中尺度實驗計畫」— TAMEX (Taiwan Area Mesoscale Experiment) 即在重點計畫下產生。

TAMEX 實驗計畫分別在 1986 年及 1987 年之 5—6 月梅雨季分兩階段實施。第一階段實驗僅利用已有測站在淡水河流域及桃竹地區進行，由國內氣象學術界及作業單位共同執行，在其努力下成功地完成三次密集觀測（5 月 11—12 日；5 月 20—21 日及 6 月 4—7 日），奠定了第二階段實驗的成功基礎。第二階段實驗之實驗範圍擴大為以台灣為中心之 500×500 平方公里區域，而且增設地面、高空氣象觀測網、傳統及都卜勒雷達站、研究船與氣象飛機等，使實驗更具成效。該階段實驗由中（15 個）美（13 個）氣象單位共同參與，完成十三次密集觀測。此等密集觀測期間所獲得的完整資料，可提供導致台灣梅雨期內豪雨之中尺度對流系統之基礎研究與應用研究。透過此等研究，可增進對劇烈區域性豪雨之了解以改進豪雨預報能力，減少因豪雨所帶來的損失並增加水資源利用之經濟效益。

伴隨冷鋒之 MCS 於 1987 年 6 月 24 日晚至 25 日通過台灣，並引起台灣西北部、西部及南部地區顯著降水，為該年 5—6 月梅雨季間，台灣地區最顯著的豪雨系統（吳和陳等，1987）。此 MCS 在台灣海峽北部海面形成後，沿着台灣西部向南移動並消失於台灣海峽南部。因其形成、加強、消散及移動過程均在 TAMEX 實驗區內，故有很好的密集觀測資料，且其所伴隨之雲系涵蓋範圍不大，利用全解像度（full resolution）之紅外線數據資料分析雲頂溫度分布型態及其與地面降水分布之關係是可行的。因此，本文利用 MCS 衛星資料，逐時/半小時降雨資料及傳統觀測資料，對伴隨該個案之 MCS 及降水觀測分布作初步分析，以了解該 MCS 之形成、加強、消散及其移動過程，並探討衛星資料與地面降水觀測之關係，以及 MCS 之形成及消散環境。

二、資料與分析過程

本文主要目的在分析 TAMEX IOP-13（1987 年

6 月 24 日 2200LST/1400 UTC 至 25 日 2300LST/ 1500 UTC）期間台灣鄰近地區 MCS 之雲系的形成、加強、消散與移動過程及降水特性，並探討衛星資料與台灣地區地面降水之關係，引用資料包括 GMS 衛星資料，逐時/半小時雨量及地面與高空天氣圖。

衛星資料包括 6 月 24 日 1200UTC 至 25 日 1200UTC 每 3 小時一次高解像衛星雲圖及 24 日 1200 UTC 至 25 日 0900UTC 之東西方向 2 公里與南北方向 3 公里之全解像度紅外線數據資料。雖然此階段實驗期間，中央氣象局等參與實驗單位之地面氣象站（75 個）及雨量站（125 個），共計 200 個測站，但本研究僅獲得 162 個測站雨量報告。然而，雨量分析結果應俱有代表性。

全解像度衛星資料係將接收到之 GMS 類比式信號透過數據處理機轉換並存於電腦磁帶內。本文為便於利用中央氣象局所屬之影像彩色與交替顯示系統處理，首先選取該處理系統一個畫面足以包含 MCS 各生命階段雲系範圍，其大小為 512 條線×512 點。處理結果以照片及數據資料分布顯示，前者涵蓋範圍大，易於做為描述系統成長及移動過程之依據。其溫度切割等級，溫度範圍及灰度如表一。後者雖涵蓋範圍小，但可更詳細分析雲頂溫

表一 色調強化曲線十二級之溫度間隔與灰度。

溫度切割等級	溫度(°C)	灰度
1	+ 31.3 ~ 0.0	黑
2	- 0.4 ~ -15.7	中 灰
3	- 16.1 ~ -20.5	白
4	- 20.9 ~ -31.8	中 灰
5	- 32.2 ~ -41.0	白
6	- 41.4 ~ -52.4	中 灰
7	- 52.8 ~ -58.0	黑
8	- 58.5 ~ -62.4	輕 灰
9	- 62.8 ~ -71.6	白
10	- 72.0 ~ -78.1	黑
11	- 78.5 ~ -79.9	輕 灰
12	- 80.3 ~ -81.2	白

度分布型態，確定雲系中心位置（為最低雲頂溫度等值線所包圍平面之幾何中心）及估算雲系範圍。但因衛星數據資料之每一個像元（Picture element，簡稱 Pixel）由三位數字（0—255）組成，所佔空間甚大，為節省資料輸出空間及方便分析，本文以符號代替並去除較不重要的低雲，溫度與符號對照表如表二。圖1為經由列表機印出之1987年6月25日0000UTC之全解像度紅外線雲頂溫度分布。雲頂溫度最低中心在大湖與三義之間，台灣的海岸線及120°E經度線亦容易分辨。

表二 雲頂黑體輻射溫度與其代表符號對照表。

符號	溫度(°C)	符號	溫度(°C)	符號	溫度(°C)
空白	0°C 以上	L	-32.3 ~ -34.0	W	-64.6 ~ -65.9
A	-0.4 ~ -3.0	M	-34.4 ~ -36.2	X	-66.3 ~ -67.6
B	-3.4 ~ -6.1	N	-36.6 ~ -38.4	Y	-68.1 ~ -69.4
C	-6.5 ~ -9.2	4	-38.8 ~ -41.0	8	-69.8 ~ -71.6
D	-9.6 ~ -12.2	O	-41.4 ~ -43.2	Z	-72.0 ~ -72.9
1	-12.6 ~ -15.7	P	-43.6 ~ -45.4	+	-73.3 ~ -74.2
E	-16.1 ~ -17.0	Q	-45.8 ~ -47.6	-	-74.6 ~ -75.5
F	-17.4 ~ -18.3	R	-48.0 ~ -49.8	*	-75.9 ~ -76.8
G	-18.7 ~ -19.6	5	-50.2 ~ -52.4	9	-77.2 ~ -78.1
2	-20.1 ~ -20.5	S	-52.8 ~ -54.1	/	-78.5 ~ -79.0
H	-20.9 ~ -22.7	T	-54.5 ~ -55.9	\$	-79.4 ~ -79.9
I	-23.1 ~ -24.9	6	-56.3 ~ -58.0	.	-80.3 ~ -80.7
J	-25.3 ~ -27.0	U	-58.5 ~ -60.2	#	-81.2 以下
K	-27.5 ~ -29.2	7	-60.6 ~ -62.4		
3	-29.7 ~ -31.9	V	-62.8 ~ -64.1		

本文所引用之衛星資料中，6月24日2100UTC之全解像度數據資料轉換未成，但為求資料完整性及分析結果空間連續性，採用一般作業所存之數據資料，唯此種資料，其儲存方式係在X、Y方向分別以三取一及二取一以節省空間。若將此種資料直接引用，則其資料分布型式不易與本研究中之其它時間資料分布型式比較。因此，在該時間之X及Y方向分別重覆插入其數據二點及一點，亦即在此種資料中，X方向每一個數據值重覆三次，Y方向者重覆二次，其結果雖與原始資料稍有不符，但不致於影響雲系分布及強度的真實性，且易於與其他時間之資料比較。

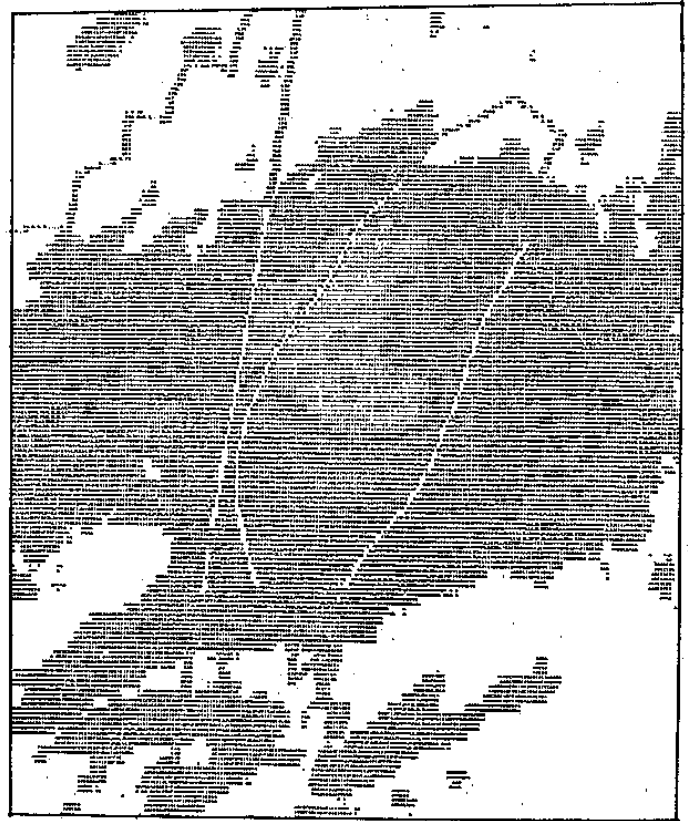


圖1 1987年6月25日0000UTC之GMS高解像度（2 km×3 km）之紅外線雲頂黑體輻射溫度分布。圖中之符號為溫度值，符號與溫度值參閱表二。

為便於比較地面降水量之空間分布與衛星雲頂溫度分布，本文將各地面站及雨量站位置填於與由列表機印出之全解像度同樣大小及形狀的台灣地圖上，如圖2。

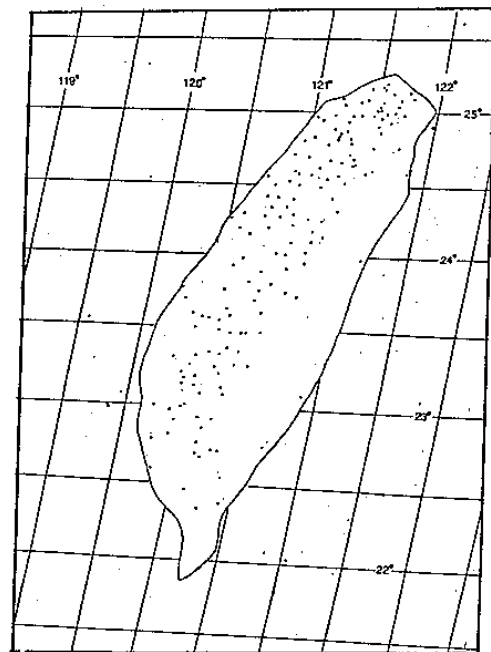


圖2 台灣地區雨量站分布。

三、綜觀形勢

本文主要目的在分析該個案之雲系特徵及地面降水特性。因此，綜觀天氣形勢僅作概要性之描述。

(1)地面綜觀形勢

6月24日0000UTC (圖未示)有一顯著之低壓中心(994 mb)位於 30°N 、 126°E ，伴隨此低壓之鋒面向西南伸經浙江轉向西伸至湖南，鋒後山東至江蘇一帶有高壓脊，此脊線強度隨時間而增強，導致此低壓系統向東及 120°E 以東之冷鋒加速向東南移動。24日1200UTC (圖未示)，低壓東移至 30°N 、 128°E ，冷鋒在 120°E 附近分裂為二：以東者約以 8.2 m/s 向東南移至台灣東方海面，以西者緩慢($\sim 2.6\text{ m/s}$)南移且呈東西走向。華南區之對流雲在鋒前發展，後來在台灣海峽北部加強成有組織的MCS，在台灣東北方海面之對流雲在鋒後減弱(見圖3a)。

25日0000UTC，低壓再度東移，東西兩段鋒面分別繼續向東南及南移動；東段者由日本鹿兒島南方海面向西南伸展至蘭嶼近海，西段者由台灣北部海面西伸至華南，MCS在西段鋒前加強(見圖3b)。25日1200UTC，低壓繼續東移，但東段鋒面尚位於蘭嶼近海，西段則約以 7.7 m/s 向南移至台灣近海且向西伸至廣西，MCS在鋒區減弱。

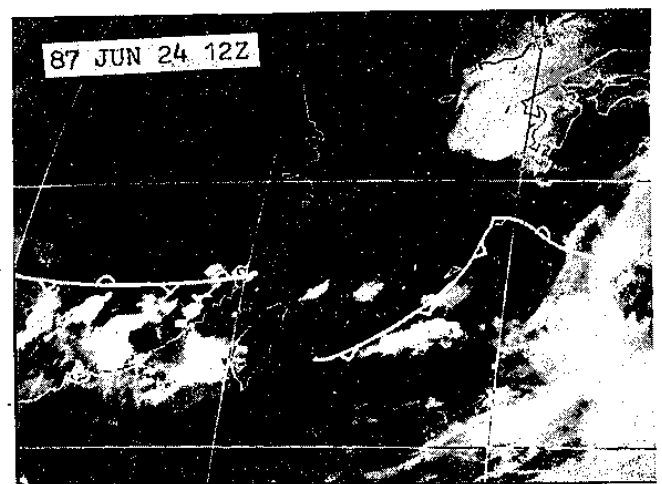
(2)高空形勢

6月24日1200UTC 850mb (圖4a)及700mb (圖未示)之氣流型式顯示，大陸東南為反氣旋式氣流，短波槽位於福建沿海，短波脊位於台灣南部，台灣北部區至台灣海峽北部為合流區。500mb (圖4b)在大陸東南及台灣鄰近地區為西北風，且在台灣鄰近地區有微弱分流。300mb (圖未示)及200mb (圖4c)之高對流層，在台灣及其鄰近地區有明顯的分流，MCS在低層槽前及高層分流區形成。

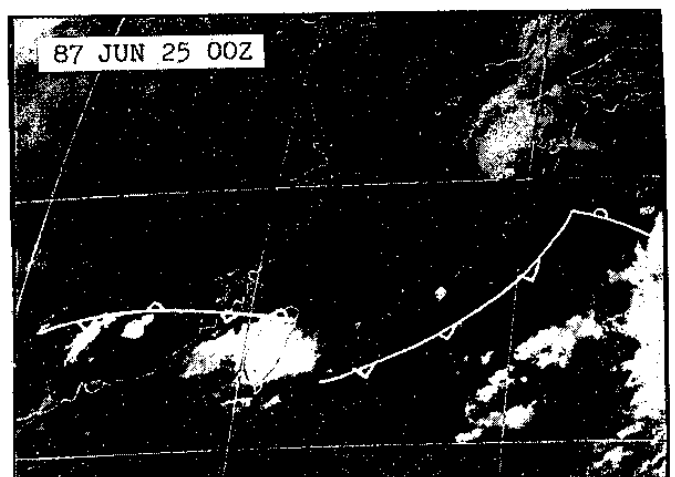
25日0000UTC, 850mb (圖5a)及700mb (圖未示)顯示，台灣海峽北部之短波槽加深。850mb短波脊位於台灣海峽南部，700mb者位於廣東及其鄰近地區，台灣中部以北地區在槽前，以南地區在

850mb脊前及700mb分流區。500mb (圖5b)顯示，台灣及其鄰近地區無明顯槽脊系統，唯在台灣海峽北部有微弱氣旋式曲率之氣流(短弱波槽)。台灣及鄰近地區上空300mb (圖未示)及200mb (圖5c)之高對流層有明顯的分流。MCS在低層850-700mb槽前，500mb弱短波槽前及高層(300-200mb)分流區加強並達最大強度。

25日1200UTC, 850mb (圖6a)短波脊在台灣海峽南部，700mb (圖未示)之短波脊在大陸東南，台灣及其鄰近地區低層氣流呈明顯的分流。500mb (圖6b)，台灣區之氣流為分流而高壓脊位於大陸東南部。300mb (圖未示)及200mb (圖6c)之分流已不明顯。MCS在上述之不利環境區而消散。



(a)



(b)

圖3 1987年6月(a)24日1200UTC，(b)25日0000UTC之紅外線衛星雲圖，粗白色為地面鋒面。

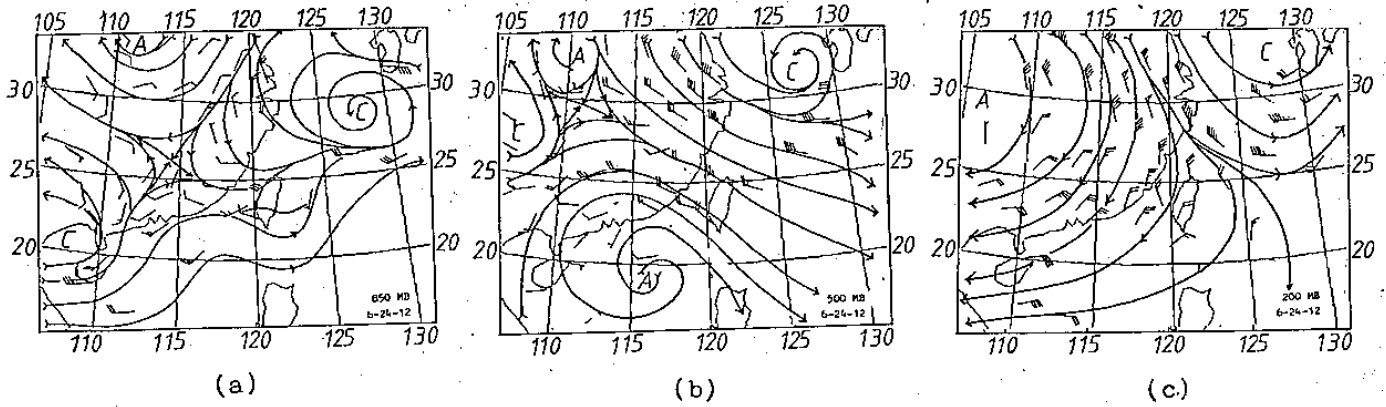


圖4 1987年6月24日1200UTC (a)850mb , (b)500mb 及(c)200mb 天氣圖。

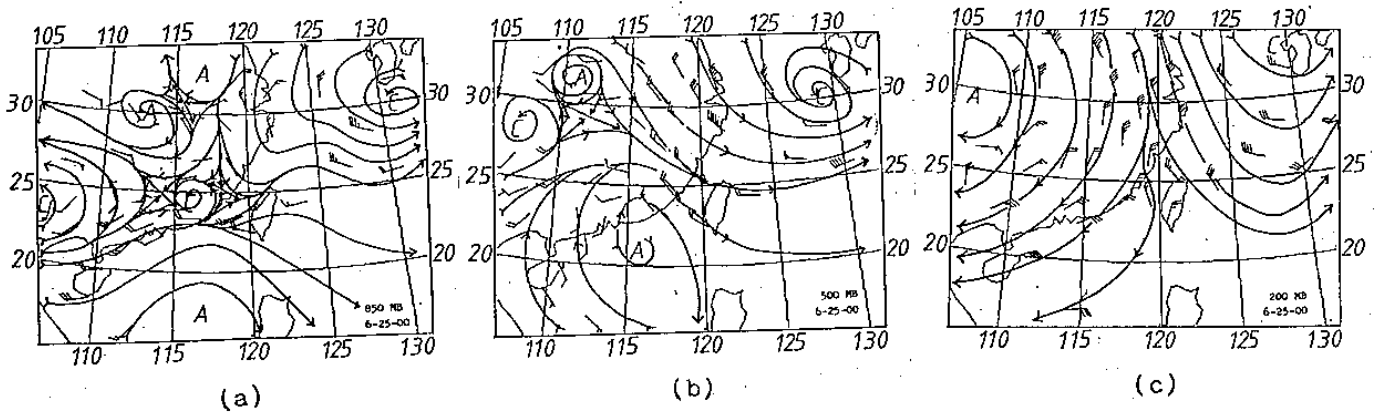


圖5 同圖4，但為1987年6月25日0000UTC。

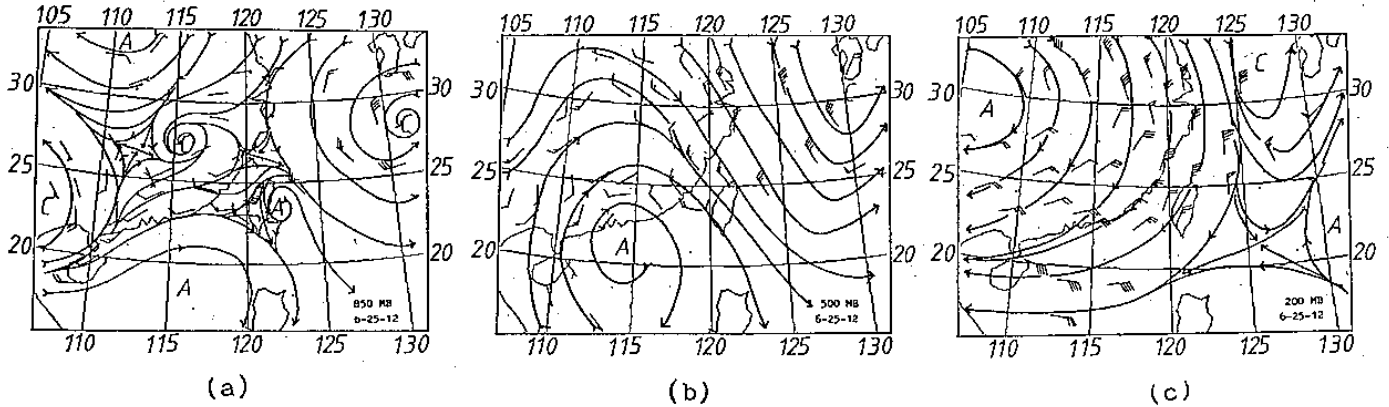


圖6 同圖4，但為1987年6月25日1200UTC。

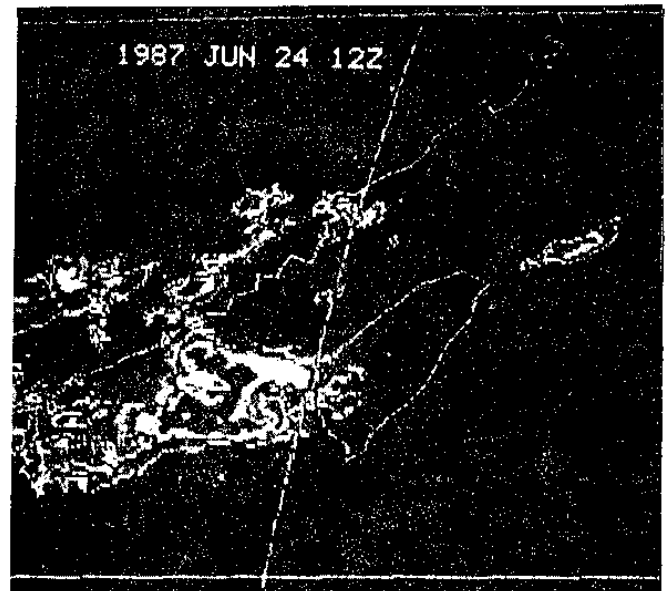
四、衛星雲系特徵

圖7 a至7 i 為1987年6月24日200UTC至25日1200 UTC之每3小時的全解像度紅外線色調強化雲圖。24日1200UTC (圖7 a) 顯示，台灣及其鄰近地區之主要雲系分布在台灣海峽南部至南海北部及福建至廣東沿海。前者之結構顯示，該系統已在消散階段，且於1800UTC 消散於南海北部，該系統不在本文討論範圍。後者為呈帶狀之多胞狀對流雲

。此外，另有積雨雲在台灣海峽北部及馬祖近海發展。1500UTC (圖7 b)，台灣海峽南部衰減中之對流雲在原地繼續減弱，福建至廣東沿海之雲帶南移且與前方之散佈狀對流雲系交互作用/合併而加強。最強之雲系中心在淡水近海及金門東北方海面，其最冷中心之雲頂溫度則分別在表一中輕灰色(第8級)及淺白(第9級)，此兩個對流雲系之間

尚有包含三個對流中心之雲帶由台灣海峽北部向西南伸展至台灣海峽中部，各中心之雲頂溫度均高於前兩者，分別在表一中之中灰色(第6級)至輕灰色(第8級)之間。1800UTC (圖7c)，台灣海峽南部之雲系業已消散，淡水北部海面之MCS東移至台灣北部並向東北伸展但已減弱。金門東北方海面之雲系向南南西移至台灣海峽中部，範圍擴大並加強，此時最冷區之雲頂溫度已達表一中之輕灰色(第10級)，台灣海峽之雲帶稍東南移并演變成一橢圓形之MCS，強度增強範圍擴大，且 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ (黑色)之雲系前緣已進入台灣中西部，其最冷中心(白色)尚在新竹西方海面之雲頂溫度梯度最大區南緣。2100UTC (圖7d)，台灣東北方海面之雲系再度向東南移並消散。台灣海峽中部之雲系稍南移，唯其強度迅速減弱，且無明顯的對流中心。台灣海峽北部之MCS，其 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 之雲系(白色)已籠罩整個台灣，而 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ (黑色)之較強對流部份涵蓋台灣中部以北地區，最冷之雲系中心移至大湖附近，唯此中心之雲頂溫度($-72\sim-78.1^{\circ}\text{C}$)較前3小時為高。

25日0000UTC (圖7e)顯示，MCS向南南西移動，強度加強，範圍擴大，最冷中心(白色)在台中北方三義與和興之間，且位於MCS之最大雲頂溫度梯度南緣。此時，可辨認出三個冷中心(輕灰色)與最強冷雲中心結合成左括弧狀。0300UTC (圖7f)，MCS再度南移至阿里山西方， $\geq -52^{\circ}\text{C}$ 之較弱對流雲之範圍擴大，但 $\leq -58^{\circ}\text{C}$ 之較強對流雲區範圍縮小，尤其 $\leq -72^{\circ}\text{C}$ 之範圍更為縮小。此時，雲系中心之雲頂溫度已升高至黑色等級($-72^{\circ}\text{C}\sim-78.1^{\circ}\text{C}$)，雲系中心已移至雲系較中央部位，雲頂溫度梯度亦減弱，顯見系統已開始減弱。0600UTC (圖7g) MCS向西南西移至台灣近海並減弱，此時不論 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 之外圍雲系和 $\leq -58^{\circ}\text{C}$ 之較強對流雲區之範圍均縮小，雲系最冷中心之溫度雖尚在黑灰色等級($-72^{\circ}\text{C}\sim-78^{\circ}\text{C}$)但其範圍較前3小時者為小。0900UTC (圖7h) MCS稍向西移動，其對流雲系中心之雲頂溫度雖無甚改變，但雲系範圍顯著縮小，顯示已快速減弱，最後於1200UTC (圖7i)在原地消散。



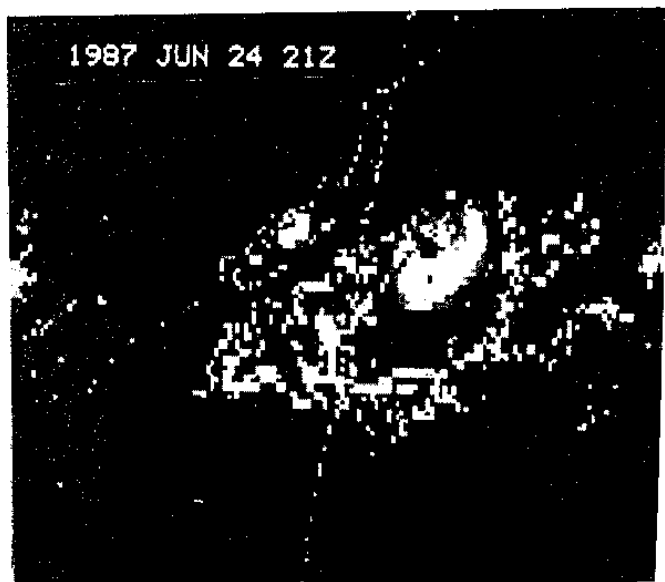
(a)



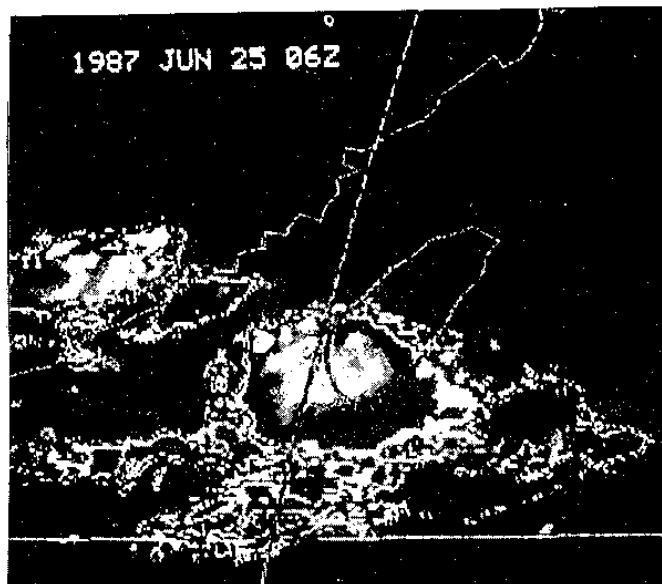
(b)



(c)



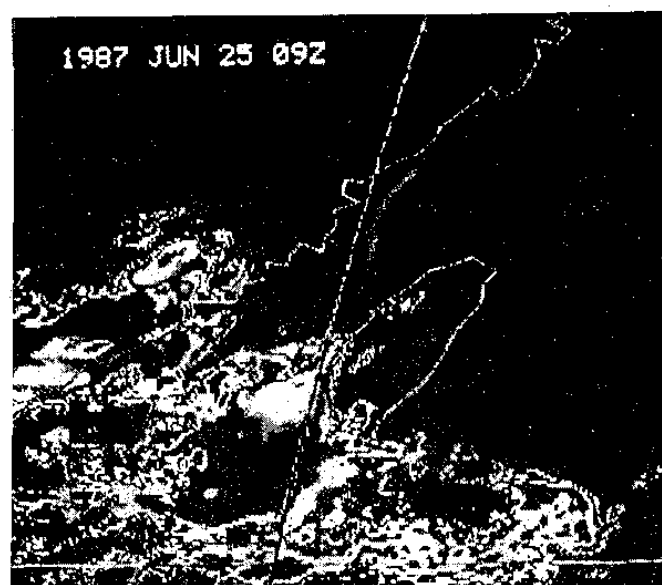
(a)



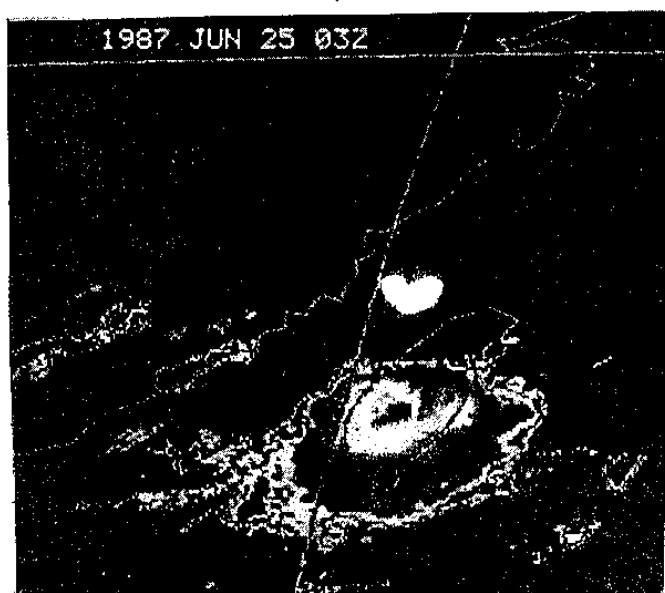
(g)



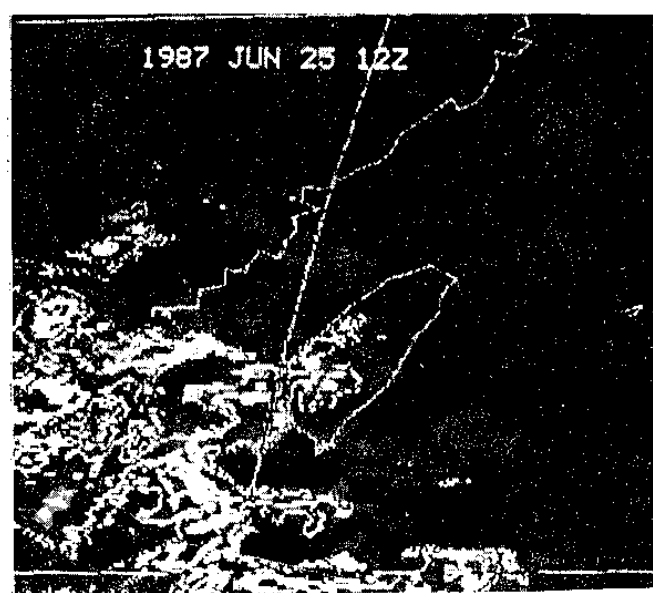
(e)



(h)



(f)



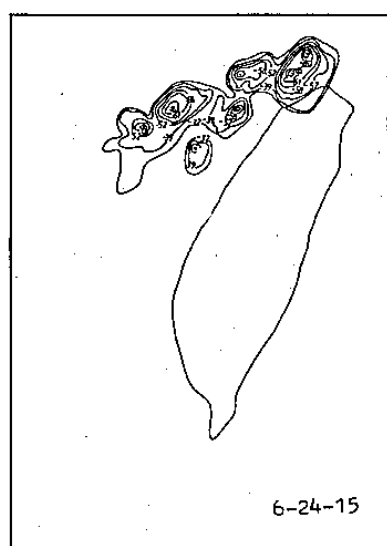
(i)

圖7 1987年6月24日1200UTC至25日1200UTC每3小時紅外線色調強化雲圖(灰度參見表一)。

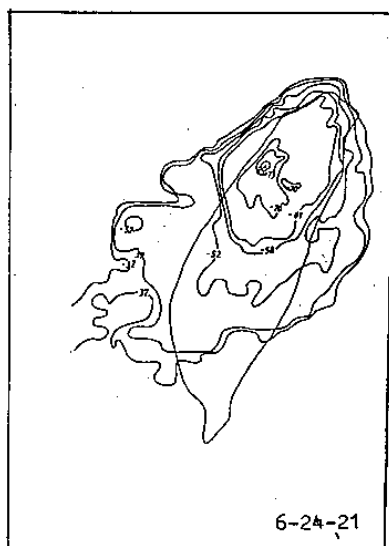
圖 8 a - g 為 1987 年 6 月 24 日 1500UTC 至 25 日 0900UTC 之每 3 小時紅外線雲頂溫度分布。24 日 1500UTC (圖 8 a), 顯示, 兩個發展較好之對流雲分布在淡水西北方海面及金門東北方海面, 此兩個 MCS 均有兩個對流中心。前者為 -67°C 及 -69°C , 後者為 -65°C 及 -62°C 。在此兩個 MCS 之間存在一個由三個對流中心 (中心雲頂溫度分別均為 -60°C 、 -62°C 及 -49°C) 構成東北西南走向之雲帶。

1800UTC (圖 8 b), 淡水西北方近海之 MCS 之雲系中心, 向東移至台北、基隆之間, 雲系向東北擴展但已減弱。金門東北方海面之 MCS 向西南移至其東方海面, 範圍擴大強度增強 (雲系中心之雲頂溫度約為 -72°C)。位於中間之帶狀雲系東移並組織成一

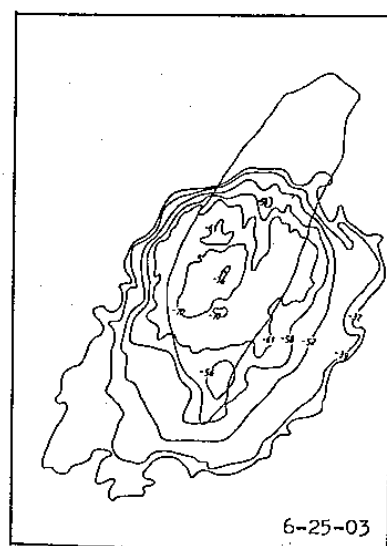
個有組織之橢圓形 MCS, 此 MCS 雖可辨認出兩個雲系中心, 但其主要中心 ($\sim -81.2^{\circ}\text{C}$) 在雲系長軸 (北北東至南南西走向) 東北方接近雲頂溫度梯度最大區。雲頂溫度分布, $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 之雲系圍繞三個對流雲系, 但由 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 之等值線可以清楚地劃出三個 MCS, 此三個 MCS 構成東北-西南走向之多胞帶狀雲系且位於地面梅雨鋒前。在台灣北部以東 MCS₁ 之強度已減弱, 而以西之兩個 MCS 均加強但其長軸稍異, 分別呈北北東-南南西及東北-西南走向。2100UTC 台灣海峽中部之 MCS 已消散, 海峽北部 MCS 之中心已移至苗栗東北方和興附近, 雲系範圍擴大唯雲系中心雲頂溫度稍為增高 ($\sim -76^{\circ}\text{C}$), 雲系主軸轉為北北東-西南西走向 (圖 8 c)。



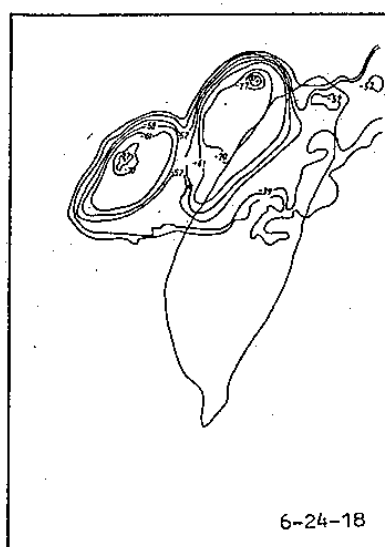
(a)



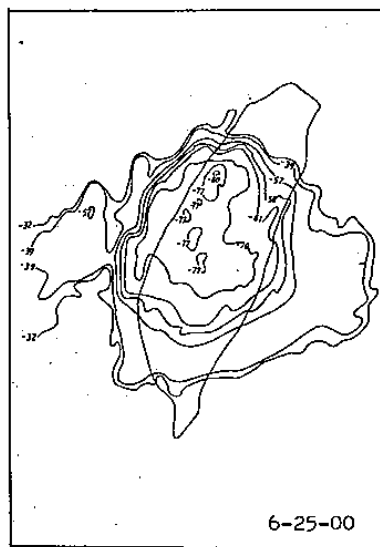
(c)



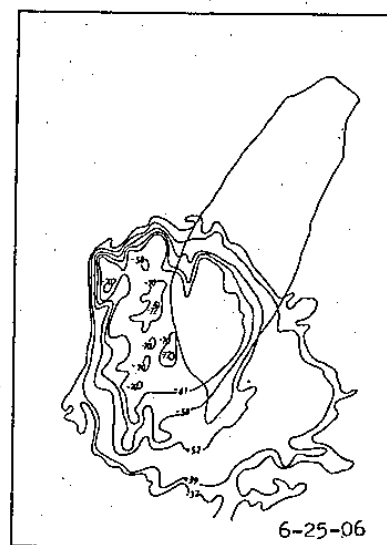
(e)



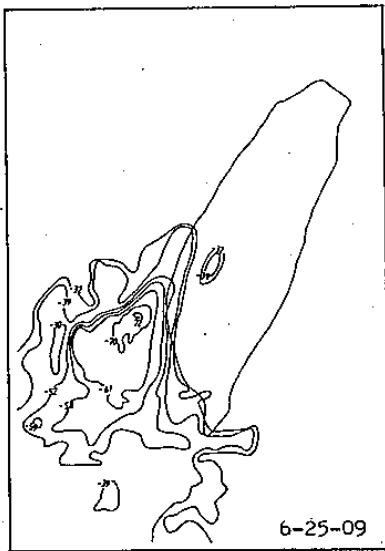
(b)



(d)



(f)



(g)

圖 8 1987年6月24日1500UTC至25日0900UTC之每3小時雲頂溫度分布。

MCS 沿着台灣西海岸向南南西移動，於25日0000UTC移至三義與大湖之間。不論其內部冷雲或外圍對流較弱雲區之範圍再度擴大，且其中心之雲頂溫度降至 $\sim -81^{\circ}\text{C}$ （見圖8d），此MCS已達其雲頂溫度最低且雲系範圍最大之成熟期。由該圖顯示，雲系其長軸雖乃呈北北東—南南西走向，但其短軸亦加大而呈一近似圓形的結構，更接近MCS唯範圍稍小。此外，圖中又顯示，除最強之冷中心外

，尚有其他三個雲頂溫度均約為 -78°C ，與此最冷中心形成左括弧狀。MCS 轉向南移，於0300UTC至阿里山西方，雖然 -62°C 以上雲系範圍擴大，但以下者縮小，尤其 $\leq -70^{\circ}\text{C}$ 之內部冷雲之範圍更顯著縮小，同時雲系中心溫度增加高至 $\sim -77^{\circ}\text{C}$ （見圖8e），顯見系統已開始減弱，此外，其雲頂溫度分布與前三小時者有異。此時，長軸轉為偏東北—西南走向；雲頂溫度梯度減弱，最冷雲系中心移至雲系之幾何中心附近；且雲系中心西北方出現 $-60\sim -64^{\circ}\text{C}$ 之暖雲。0600UTC（圖8f），MCS向西南移至台南近海，中心雲系之雲頂溫度增高（ $\sim -73^{\circ}\text{C}$ ）雲系範圍縮小，顯見系統快速減弱。0900UTC（圖8g），雲系中心稍向西移，中心溫度雖幾無變化，但雲系範圍再度縮小，顯見MCS亦再減弱，於1200UTC（圖未示）消散於台灣海峽南部。各時間MCS之中心位置、雲系中心之雲頂溫度、 $\leq -58^{\circ}\text{C}$ 與 $\leq -70^{\circ}\text{C}$ 雲系面積及各生命階段見表三，其中中心軌跡如圖9。各時間之移速，24日1500-1800UTC為 8 kmh^{-1} ，1800-2100UTC為 29.3 kmh^{-1} ，24日2100UTC—25日0000UTC為 8 kmh^{-1} ，25日0000—0300UTC為 40 kmh^{-1} ，0300-0600UTC為 30 kmh^{-1} ，0600—0090UTC為 5.3 kmh^{-1} ，最快為 40 kmh^{-1} ，最慢為 5.3 kmh^{-1} ，平均為 20 kmh^{-1} 。

表三 MCS對流中心之位置及其雲頂溫度、 $\leq -58^{\circ}\text{C}$ 及 $\leq -72^{\circ}\text{C}$ 之雲系面積（平方公里）及雲系生命階段。

日期 時間(UTC,)	24 15	24 18	24 21	25 00	25 03	25 06	25 09	25 12
中心 位置	25.5°N 120.5°E	25.3°N 120.8°E	24.5°N 121.0°E	24.4°N 120.8°E	23.3°N 120.5°E	23.0°N 120.0°E	23.1°N 119.8°E	
雲系中心之雲 頂溫度($^{\circ}\text{C}$)	-60.0	-81.2	-76.0	-81.2	-77.0	-73.0	-73.0	
雲系 面積	$\leq -58^{\circ}\text{C}$	510	14240	17350	30340	32520	27730	14500
	$\leq -70^{\circ}\text{C}$		5620	3280	14640	4270	1840	1360
生命階段	初生期	加 强 期	最盛期	衰 弱 期			消散期	

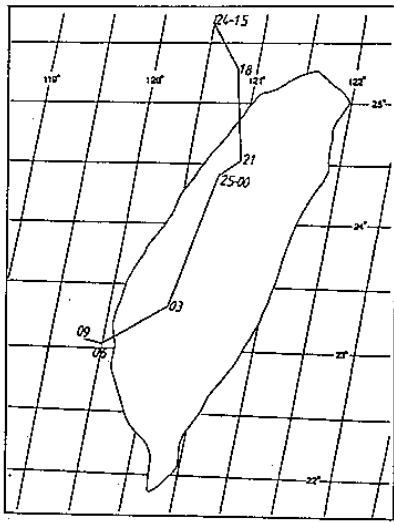


圖9 1987年6月24日1500UTC至25日0900UTC
對流中心軌跡。

五、降水分析

圖10 a - p 為1987年6月24日1900UTC至25日1000 UTC之逐時雨量分布。24日1900UTC，最大雨量區在台北至中正機場及三義附近(見圖10 a)。2000UTC(圖10 b)顯示，淡水至桃園新屋間之時雨量增大，三個有大雨記錄的測站分別在中正機場(18.8mm)，水尾(15.5 mm)及湖口(15.0mm)。2100UTC，雨量劇增，且雨區向南、向東擴展，最大降雨量中心雖南移，但最大雨量記錄在桃園五權(39.5mm)、水尾(50.0mm)及湖口(48.5mm)(見圖10 c)。2200UTC(圖10 d)，雨區向南擴展，三個多雨中心在水尾(34.5mm)、湖口(30.5 mm)及竹南(29.0 mm)。上述三個中心之一的湖口區似為一滯留中心，其餘兩者係由北方移入。2300UTC(圖10 e)，雨區再度南移並擴大，湖口尚有一多雨中心，其餘兩個中心分別移至新埔及三義附近，新埔及三義雨量站分別測得33.5mm及42.0mm。該圖顯示，自中正機場以南至清泉崗以北由西海岸向東伸入約20公里地區均有發生大於15 mm之豪雨。

25日0000UTC(圖10 f)，多雨中心南移至南勢山(83.0mm)及梧棲(35.7mm)。在南勢山的多雨中心附近測站均有大雨記錄，如卓蘭47.0mm、三

義66.0mm、大湖35.0mm。此時，南勢山的時雨量(83.0mm)為本個案之最大時雨量記錄。0100UTC(圖10 g)，多雨中心再度南移，三義、卓蘭及象鼻等測站均有豪雨記錄，且似可在該區分析出兩個多雨中心，根據時間的連續性，三義附近的多雨中心係由前時間之南勢山多雨中心移入者，而卓蘭至象鼻間者為一滯留性之多雨中心(參見圖10 f)。梧棲之多雨中心沿着西海岸南移至鹿港北方，此時梧棲及鹿港分別有49.7 mm及47.0mm之降雨量記錄。0200UTC(圖10 h)，多雨中心南移至清泉崗(50.5mm)、鹿港(74.0mm)，另一滯留性之多雨中心在新伯公附近。

25日0300UTC(圖10 i)，多雨中心移至草屯附近，豪雨區籠罩台中彰化地區。0400UTC(圖10 j)，降水量顯著減少，豪雨區亦縮小，多雨中心在鹿港東南方。0500UTC(圖10 k)、多雨中心移至雲林縣之後安寮附近，後安寮測站有50.0mm之時雨量記錄。此後至1000UTC(圖10 p)，後安寮之時雨量除0700UTC時雨量為11.0mm外，其餘時間均大於15mm，此似乎與雲系中心在台南外海滯留有關。

為配合每3小時衛星資料，本文亦分析3小時之累積雨量，為便於方便討論，以下僅將以中間時刻代替前後共三小時之累積雨量，例如以0300UTC代表0200-0400UTC之三小時累積雨量。圖11 a - e 為6月24日2100UTC至25日0900UTC之每3小時雨量分布。24日2100UTC(圖11 a)顯示，最多降雨量中心(100.0mm)在水尾附近，次多中心在湖口(94.0mm)。豪雨/大雨區自中心向北擴展至淡水，向南擴展至竹南等台灣西部地區。25日0000UTC(圖11 b)，為MCS之最盛期，最多降雨中心沿着西海岸南移至三義附近，三義站測得160.0mm，另外在梧棲附近亦有一多雨中心，梧棲站測得84.7mm，豪雨區北至中壢南至鹿港，此時台灣北部地區雨量已減少。0300UTC(圖11 c)MCS開始減弱，最大降雨量中心移至鹿港(132.0mm)，鄰近測站均有豪雨記錄(例如清泉崗93.5mm、台中101.3mm、草屯84.0mm、六份寮109.1mm)。南勢山以北雨量甚少，且已有多處無雨記錄。0600UTC(圖11 e)MCS已經至台南西方海面，最大降雨中心亦南移至雲林的

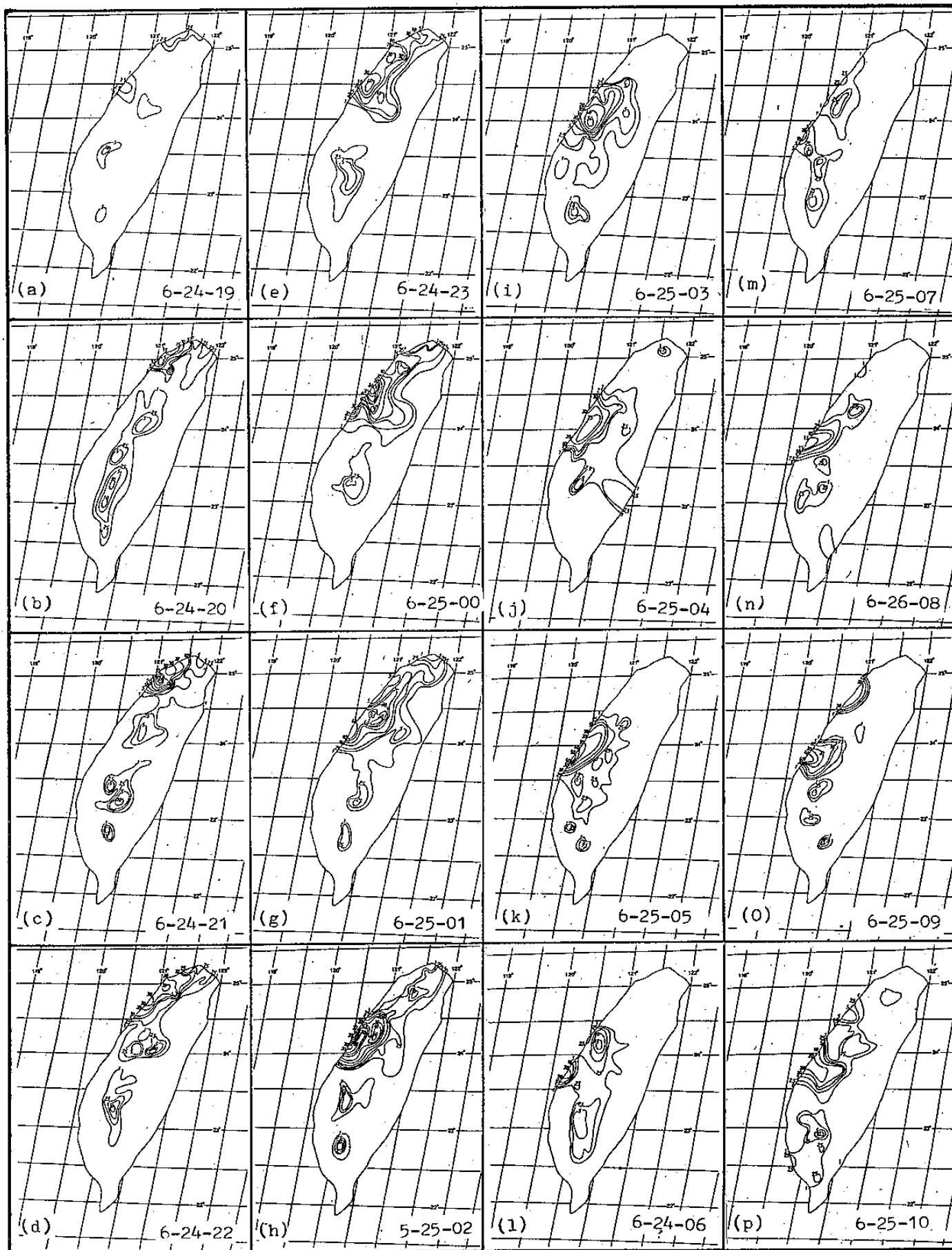


圖10 1987年6月24日1900UTC至25日1000UTC逐時降雨量(mm)分布。

後安寮附近（三小時之累積雨量為 83.0mm）此時，在台中地區另一多雨中心出現，此多雨中心似與該 MCS 無直接關係，而是由其西方另一對流系統移入所導致（參見圖 7 e 及 7 f）。0900UTC，MCS 尚位於台灣西方海面，而導致後安寮之豪雨。之後，隨著 MCS 加速減弱，其雲系籠罩地區之雨量亦大為減少。

圖12 為 1987年 6月 25日 1至 24（地方時）之淡水、新竹、梧棲及台中四測站之逐時雨量變化。不論降量之起始時刻或雨量高峯均由北向南移動，且大雨／豪雨持續時間亦由北向南遞增。此四測站時雨量（mm）高峯時刻（地方時）分別為：淡水為 19.9mm（5時），新竹為 28.9mm（7時），梧棲為 47.9mm（9時）及台中為 38.5mm（11時），顯見兩區及暴雨中心之移動與 MCS 移動的一致性。圖 13 為

伴隨 MCS 南移過程中，逐時與三小時累積雨量之多雨中心軌跡。

在 MCS 南移過程中導致台灣西北部、中部及南部普遍性豪雨，參見表四。表四為 MCS 影響下各測站在 6月 25日 1至 24時（地方時）之時雨量及日雨量。由表知，該日日雨量除五股 47.0mm 外，其餘各站均在 50mm 以上，且大部份地區在 100mm 以上，佔全部測站（39）之 66.7%，150mm 以上測站有 15 次，佔全部測站之 38.5%，其餘 180mm 及 200mm 以上之測站各有 5 次及 2 次，表中又顯示，豪雨／大雨均集中在 4~5 小時內，唯後安寮大雨時間較長，此可能與 MCS 在台南外海滯留有關，其雲系籠罩該區時間較長所致。此外，大雨大都發生於 MCS 最盛期之 25日 0000 UTC 前後時刻之加強期（24日 2100UTC~25日 0000 UTC）及開始減弱期（25日 0000UTC~0300UTC）。

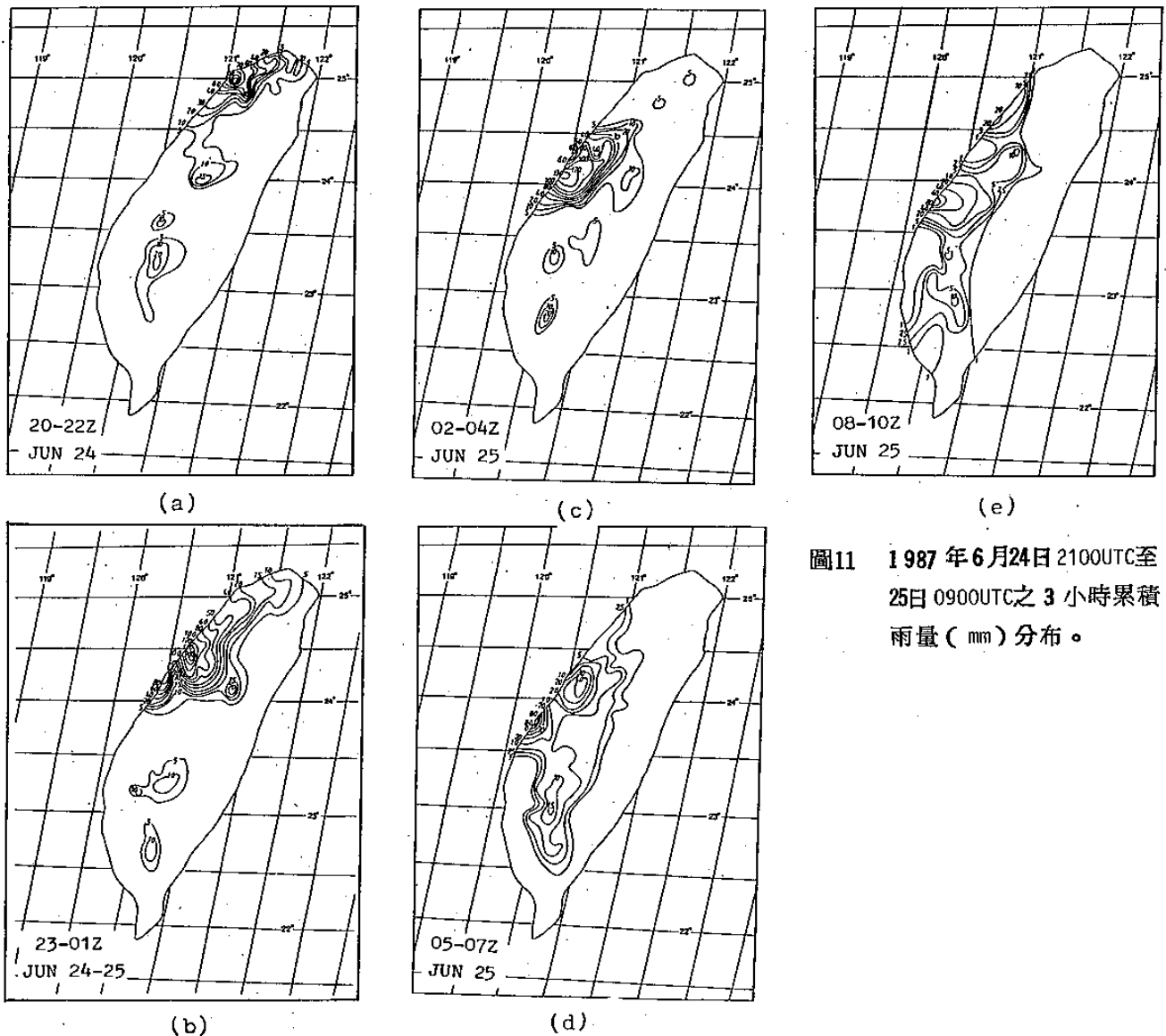


圖11 1987年 6月 24日 2100UTC 至 25日 0900UTC 之 3 小時累積雨量（mm）分布。

表四 MCS影響下各測站之1987年6月25日逐時(地方時)及日雨量(mm)。

雨量 站名	時間																								合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
淡水	0.0	0.3	3.1	9.5	19.9	8.7	5.1	2.5	3.4	1.1	0.7	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	0.8	0.5	0.4	58.1
林口	0.0	0.0	2.0	6.0	21.5	12.5	4.0	4.0	7.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	59.0
五股	0.0	0.0	0.5	2.5	16.5	10.5	4.0	3.5	7.5	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.0
中正	0.0	0.0	2.5	18.8	32.0	14.5	8.5	2.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	86.8
五權	0.0	0.0	1.5	7.5	39.5	19.5	12.0	6.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	92.5
桃園	0.0	0.0	1.5	1.0	17.0	16.0	8.0	6.5	5.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	57.0
八德	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	11.5	11.0	8.5	10.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.5
湖口	0.0	0.0	0.0	15.5	48.5	30.5	35.0	15.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	150.0
楊梅	0.0	0.0	0.0	3.0	30.0	21.5	24.5	14.0	10.5	0.5	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	108.5
中壢	0.0	0.0	0.0	3.5	28.5	27.0	24.0	8.0	10.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	104.0
新屋	0.0	0.0	0.0	15.0	35.5	26.0	27.0	8.5	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	121.0
水尾	0.0	0.0	0.0	15.5	50.0	34.5	20.5	15.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141.5
關西	0.0	0.0	0.5	0.5	9.0	5.0	13.5	15.0	11.5	3.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.5	0.0	4.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	66.5
新埔	0.0	0.0	0.0	1.0	34.0	19.0	33.5	7.5	3.5	0.0	0.0	2.5	1.5	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.5
新竹	0.0	0.3	0.5	0.1	13.4	22.0	28.9	9.6	7.4	0.1	0.0	0.0	1.5	0.3	1.6	2.2	13.6	0.8	3.7	0.9	0.1	0.0	0.1	0.4	107.5
峨眉	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	9.5	17.0	17.5	20.5	1.5	0.0	0.0	4.0	1.0	1.5	0.0	3.0	11.5	11.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
竹南	0.0	0.0	0.5	0.0	1.5	29.0	24.0	22.0	5.5	1.0	0.0	0.0	3.5	2.0	0.5	4.0	3.5	33.5	6.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	138.0
大河	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	17.5	24.5	17.5	2.5	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.5	10.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	85.0
南莊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	22.5	10.5	20.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.0	4.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0
和興	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	39.0	28.0	33.0	20.0	6.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	6.0	1.0	1.0	0.0	0.0	5.0	0.0	144.0
南勢	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	12.0	37.0	83.0	4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	12.0	8.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	169.0
苗栗									35.9	24.6	3.4	0.0	0.0	2.3	0.4	1.1	8.0	0.7	2.4	0.0	0.0	1.9	0.1		80.8
松安	0.0	0.0	0.5	0.5	3.0	0.5	3.0	19.0	46.0	17.0	11.0	1.5	0.0	0.5	2.0	1.0	0.0	0.5	0.5	6.0	1.0	0.0	3.0	0.5	117.0
大湖	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	3.0	19.0	45.0	33.0	31.0	26.0	4.0	2.0	0.0	5.0	1.0	0.0	1.0	0.0	9.0	0.0	1.0	1.0	2.0	187.0
三義	0.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	42.0	64.0	52.0	26.0	15.0	2.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	6.0	6.0	0.0	2.0	0.0	5.0	231.0
象鼻	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	5.0	24.0	53.0	39.0	15.0	3.0	1.0	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	0.0	2.0	3.0	0.0	1.0	2.0	156.0
新開	1.0	0.0	1.0	2.0	1.0	3.0	12.0	29.0	39.0	40.0	14.0	4.0	2.0	4.0	5.0	1.0	0.0	1.0	1.0	5.0	0.0	0.0	0.0	3.0	168.0
雙崎	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	0.0	8.0	27.0	39.0	47.0	20.0	4.0	1.0	1.0	2.0	7.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	167.0
卓蘭	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	5.0	17.0	47.0	50.0	23.0	8.0	5.0	1.0	8.0	5.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	5.0	1.0	182.0
新伯公	0.0	0.0	1.0	3.0	1.0	0.0	7.0	22.0	28.0	51.0	26.0	13.0	4.0	1.0	2.0	2.0	0.0	3.0	0.0	3.0	2.0	0.0	0.0	3.0	172.0
清泉崗	0.0	0.0	0.5	0.0	0.3	1.0	3.0	3.0	32.5	50.0	22.5	21.0	13.0	10.0	3.0	0.3	0.0	0.5	2.3	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	168.9
梧棲	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.1	35.7	47.9	12.9	15.2	19.3	8.8	1.3	0.5	0.0	0.0	0.2	4.7	0.0	0.0	0.0	1.5	0.1	149.8
台中	0.0	0.3	0.0	0.9	0.3		0.1	2.6	10.2	36.9	38.5	25.9	22.2	18.4	7.8	2.6	0.8	0.0	1.9	2.2	0.1	0.0	0.2	0.2	173.4
鹿港	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	47.0	74.0	35.0	23.0	15.0	3.0	1.0	1.0	0.0	8.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	211.0
草屯	0.0	0.0	5.0	0.0	2.0	3.0	1.0	0.0	7.0	21.0	44.0	19.0	13.0	7.0	1.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	140.0
六份寮	0.0	2.0	3.0	1.0	0.0	2.0	0.0	1.0	5.0	34.0	50.0	25.0	20.0	3.0	0.0	11.0	12.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	172.0
林內	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	2.0	1.0	1.0	0.0	3.0	14.0	21.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0
後寮	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	16.0	50.0	22.0	11.0	19.0	44.0	18.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	186.0
褒忠	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	11.0	20.0	2.0	5.0	4.0	6.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	57.0

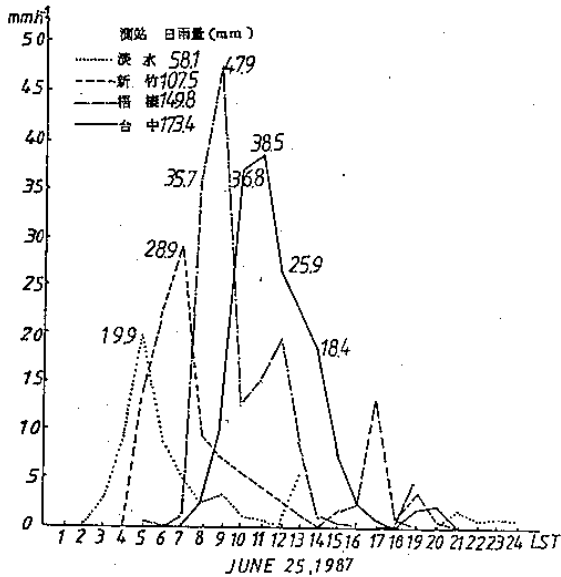


圖12 1987年6月25日1時至24時(地方時)淡水、新竹、梧棲及台中之時雨量(mm)變化。

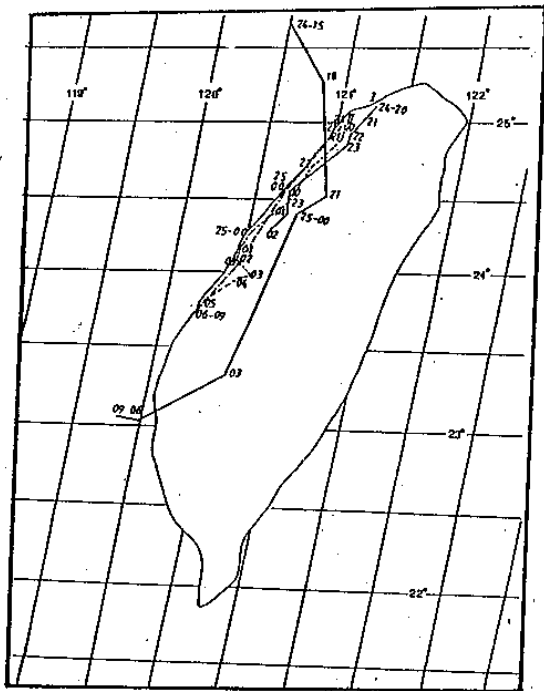


圖13 1987年6月24日1200UTC至25日0900UTC之對流中心與降雨中心軌跡。(粗實線：MCS中心；細實線：逐時雨量中心(1)；虛線：逐時雨量中心(2)；點虛線：3小時雨量中心)。

六、討論與總結

本文所指之 MCS 係由位於地面梅雨鋒前之對流雲帶東移與台灣海峽之對流雲合併而成。形成之初位於低層(850-700 mb)短波槽前及高對流層(300

-200 mb)之分流區,因此,地面鋒面及低層槽區之擾動輻合及高層之輻散/分流似為引發 MCS 形成之有利條件(參見圖3及圖4)。當MCS移至台灣北部近海時其西方短波槽加深,且在該區中層(500 mb)形成一微弱短波槽再配合該區高對流層的輻散/分流,激發 MCS 加強並達最盛期。因此,低層槽之加深導致槽前低層西南風的增強及加強擾動輻合以及中層短波槽引發上升運動,配合高對流層之輻散/分流為 MCS 加強的激發機制,當 MCS 移至中低層高壓脊及高層分流不明顯地區則消散,此與紀和陳(1984, 1987)的研究結果相近。但引發、加強及維持本個案之環境條件似乎比以往研究個案者不明顯,但在上述環境下却可在台灣地區激發此一有組織且生命持久並導致廣大地區豪雨的 MCS。因此,激發及維持該系統之機制值得進一步探討。

比較 MCS 之移動路徑(圖9)及各層高空天氣圖(圖4至6),MCS自初生期至消散期似乎均受300-200 mb 氣流控制。同時由雲系分布形狀(圖7)及雲系之雲頂溫度分布型態(圖8)知,雲系之北緣(迎風面)清晰且為溫度梯度最大區,南緣為砧狀卷雲羽(anvil cirrus plumes)且為雲頂梯度最小區,且 MCS 之長軸方向隨着高層風(300-200mb)之風向而變,此長軸方向幾與 MCS 之移動方向一致。雲頂溫度分布顯示,當加強期至成熟期,溫度最低之雲系中心位於雲頂溫度梯度最大處(如24日2100UTC至25日0000UTC)。當系統開始減弱時,溫度梯度亦減弱,且雲系中心移向整個雲系之幾何中心處(如25日0300UTC至0600UTC)。因此,雲系長軸方向、雲頂溫度分布及最低溫度雲系中心位置似可做為MCS之成長及移動過程預報之參考。

由雲系之雲頂溫度分布(圖8)及降雨量分布(圖9及圖10)顯示,雲頂溫度之分布型式與降雨量有密切關係,但最大雨量中心並不與最低雲頂溫度中心一致,最大雨量中心/豪雨區位於雲系中心北方之雲頂溫度梯度最大處,此與 Scofield and Oliver (1977) 之研究結果一致。大雨中心/豪雨區與雲系中心位置之差距視雲系生命階段而定,其差距由加強期至成熟期逐漸接近,至成熟期兩者相距最近,之後逐漸遠離,至減弱期最遠,而方位差似

與高層風向有關，本個案中影響 MCS 之高層風為偏北至東北風，因此大雨中心位在雲系中心之北／東北方。由上述分析與討論，本文研究結果可歸納以下數點：

1. 地面鋒面及 850-700 mb 短波槽之擾動輻合，高對流層之分流為 MCS 形成之有利條件。當低層槽線加深及中層短波槽形成，以及配合高對流層分流為 MCS 加強之激發機制，當 MCS 移至中低層高壓脊及高層分流現象不明顯地區則系統消散。

2. MCS 受 300-200 mb 氣流控制，平均以 20 kmh⁻²，沿着台灣西部之南移。

3. 衛星資料顯示雲系之形狀、雲頂溫度分布型式及雲系中心位置似與 MCS 之生命及移動過程有關，此等特性似可做為此種系統之生命階段及移動過程預報之參考。

4. MCS 之雲頂溫度分布型式與地面降水分布有密切相關，最大降雨區／多雨中心與 MCS 之移向一致，但此兩中心位置不同，最大降雨區發生於雲系迎風面之最大溫度梯度區內，兩中心間之距離視雲系中心與最大溫度梯度區之距離而定，其距離由加強期至成熟期接近，然後遠離。

5. 降雨量之多寡與雲系之生命階段有關，加強期較減弱期多雨，最大雨量發生在最盛期前後時刻。

本文因引用資料有限，上述之結果乃屬初步，將利用 TAMEX 期間所蒐集之較完整的資料針對該個案再做詳細的診斷分析，並繼續探討衛星資料與地面降水觀測之關係。

誌謝

本文研撰期間承中央氣象局資料管理科蕭長庚科長在多方面的協助，中央氣象局提供資料及使用設備，在此一併致謝。

參考文獻

王時鼎、鄭 俠、徐晉淮、丘台光，1985：五、六月台灣地區暴雨之環境條件。天氣分析與預報研討會論文集編，中央氣象局，55—72。
吳宗堯與陳泰然等，1987：台灣地區中尺度實驗計畫。國科會研究報告第 186 號。

紀水上與陳泰然，1984：1981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。天氣分析預報研討會論文集編，中央氣象局，95—114。

紀水上與陳泰然，1988：中尺度對流複合體環境條件之個案診斷分析：1981年5月27—28日個案。大氣科學，16，1，14-30。

徐晉淮，1971：台北地區豪雨之研究。氣象學報，17,3, 49-71。

陳泰然，1983：國內近年大氣科學研究成果納入實際氣象預報作業之可行性研究。國科會防災科技研究報告72—09號，台大大氣科學研究所，113頁。

陳泰然，1985a：「劇烈區域性豪雨觀測與分析實驗計畫」之可行性研究。國科會防災科技研究報告73—42號，32頁。

陳泰然，1985b：國內近年大氣科學研究成果納入實際氣象預報作業之可行性研究(續)。國科會防災科技研究報告73—16號，台大大氣科學研究所，376頁。

陳泰然，1986：「台灣地區中尺度實驗」(TAMEX)之“實驗設計”。國科會防災科技研究報告75—01號，93頁。

Chen, G.T.J., 1977: An analysis of moisture and rainfall for a Mei-Yu regime in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Coun., ROC, 1, 11, 1-21.

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

Maddox, R.A., C.F. Chappell, and L.R. Hoxit, 1979: Synoptic and mesoscale aspects of flash flood events. Bull. Amer. Meteor. Soc., 60, 115-123.

Oranski, I., 1975: A rational subdivision of scale for atmospheric processes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 56, 527-539.

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

NESS 86,45pp.

Wallace, J.M., 1975: Diurnal variations in precipitation and thunderstorm frequency over the conterminous United States. Mon. Wea. Rev., 103, 406-419.

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 the Features of Cloud System and Their Relationship to Rainfall in the Case of TAMEX IOP-13

Shui-Shang Chi, Hsing-Hann Chen and Wen-Jiunn Liou
Meteorological Satellite Ground Station
Central Weather Bureau

ABSTRACT

In this paper, GMS infrared data, hourly rainfall and conventional observations were used to study the MCS case of TAMEX IOP-13 occurred over Taiwan and its vicinity during the period of June 24-25, 1987. The main purpose is to analyze the features of MCS cloud system, the rainfall distribution, and the relationship between satellite data and rainfall. The synoptic situation of the MCS formation, intensification, and dissipation was also explored. Results show that the convergence produced by the surface front and 850-700 mb short wave trough coupled with the diffluence at 300-200 mb were the conditions favorable for the formation and organization of the MCS. The MCS tended to intensify when the low-level short wave trough deepened, the 500 mb weak trough initiated and coupled with the upper level diffluence. The MCS tended to dissipate when it moved toward the lower/middle-level ridge area and the area in which the upper level diffluence was not pronounced. The MCS was steered by the 300-200 mb flow. It moved southward along the west part of Taiwan at an average speed of 20.0 kmh^{-1} .

The distributive pattern of MCS cloud top blackbody temperature was closely related to the rainfall distribution. The direction of the maximum rainfall center and that of the MCS were consistent. However, the maximum rainfall center and that of the MCS were not coherent. The maximum rainfall area appeared in the maximum cloud top temperature gradient of the upwind portion of the convective system. The distance between the maximum rainfall center and that of the MCS depends on the distance between the cloud system center and the maximum temperature area. The rainfall amount is positively related to the different lifetime of the clouds.