

TAMEX 期間中尺度對流系統之一般特徵

齊祿祥 紀水上

陳泰然

中央氣象局
氣象衛星中心

國立臺灣大學
大氣科學研究所

摘要

本文利用每小時低解像紅外線衛星雲圖及 3 小時間距之高解像紅外線衛星雲圖與高解像紅外線數據資料，分析 TAMEX 期間（1987 年 5 月 1 日 ~ 6 月 30 日）發生於華南及臺灣鄰近地區；雲頂溫度 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ ，水平尺度 ≥ 20 公里 MCSs 對流強度之海陸及緯度差異、日夜變化、發生頻率、各水平尺度頻率變化、移動路徑以及鋒面對對流強度之影響。結果顯示，MCSs 對流強度之日夜變化，在陸上自午後開始加強，至傍晚達最強；強度次高峰在清晨至日出。午後之最大強度顯示由太陽加熱而來，而清晨次大強度則可能與雲頂輻射冷卻有關。沿海強度具有二個高峰，清晨（5 月）及傍晚（6 月）；清晨之最大強度可能顯示陸風在 MCSs 發展過程中扮演重要的角色，而午後之次大強度則似與海風有關。西部海面之 MCSs，自深夜增強至清晨達最大強度，此可能與密雲區和非雲區差異輻射有關。

鋒面與 MCSs 的關係分析顯示，在鋒前及鋒上具有較強之對流強度，顯然鋒面擾動輻合在鋒前及鋒上低層不穩定溼暖空氣內所產生之對流扮演重要角色。

平均而言，不論 MCSs 之大小，其發生頻率有自午前至傍晚增加之趨勢，而在傍晚達最大值並持續至入夜，此顯示太陽加熱之重要性。另一相對高峰發生在深夜至清晨之間，顯示由午後太陽加熱轉變為密雲區和非雲區差異輻射或陸風效應加強佔有重要角色。此外，不論 MCSs 面積之大小，其發生頻率有自 5 月至 6 月增加的趨勢，可能因濕暖之西南氣流與低緯之熱帶擾動在此區逐漸活躍所致。

MCSs 發生頻率之最大軸線，5 月由臺灣東部海面 24°N 附近至華南沿海，6 月向南移動至東部海面，顯示不穩定帶南移。另一高頻率發生在嶺南丘陵附近，顯示 MCSs 發生與地形有密切關係。平均而言，MCSs 自華南移入 $20\sim 27^{\circ}\text{N}$ ； $116\sim 125^{\circ}\text{E}$ 範圍後，向東南東、東南移動出海；或自華南陸上出海後向東南移動轉向東北，在巴士海峽亦有向東南轉向東北之趨勢，另在臺灣陸上則沿地形由北向南移動。在東部海上；則向東轉東南或東北。MCSs 之移動路徑受中、高層氣流導引，其經常沿 500 ~ 200 hPa 等壓面之平均氣流移動。

一、前言

中尺度對流系統 (Mesoscale Convective Systems; 簡稱 MCSs)，係指具有組織性水平尺度達 Meso- β (~ 20 公里) 以上，且有持續較長生命期 (3 小時以上)

的對流天氣系統。梅雨期間，此種有組織性之 MCSs 經常發生於日本、華南及臺灣附近地區，並導致豪 (大) 雨。

自 1960 年第一枚氣象衛星 - TIROS 一號 (繞極軌道衛星) 升空後，從太空遙測大氣成為可能。尤其衛星偵測儀器的改

良及接收系統的更新，使氣象作業衛星具有更佳的時空解析能力，可連續的偵測天氣系統的演變和移動；例如美國之 GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) 衛星，在正常作業下每30分鐘觀測一次，且具有高的空間解析度（正下點紅外線為 8公里；可見光為 1 公里），日本之GMS (Geostationary Meteorological Satellite) 衛星，其正下點解析度紅外線為 5 公里；可見光為 1.25公里且每小時觀測一次（低解像雲圖 1987年3月以前為3小時觀測一次，以後改為每小時觀測一次，高解像雲圖自1988年3月改為每小時觀測一次。）。由於衛星資料時空解析度的增加，我們能更清楚地判別雲型的特徵及其演變過程，同時因其俱有連續時間的偵測能力，可即時顯示天氣系統的發展與移動，使預報人員得以進行即時預報。因此，衛星資料可視為分析天氣系統演化過程的最佳工具之一。

因繞極軌道衛星每天僅經過同一地面站兩次，除非有多枚此類衛星同時作業，否則對時間解析度的增加助益不大。然而現今亦僅有兩枚同時作業，因此，此種資料僅能用來做日間與夜間的比較。但自地球同步氣象衛星作業後，因可日夜且連續地觀測地球大氣，提供密集的觀測資料。故有諸多氣象學者、專家利用此項資料研究對流雲之日夜變化，例如 Abright et. al. (1985) 研究太平洋區；Duval (1989) 及 Reed and Jaffe (1981) 研究大西洋地區及 Gruber (1976) 研究GATE地區，陳等 (1986) 及紀和陳 (1989)，紀等 (1991) 研究華南地區。然而，上述華南地區之研究僅為個案的（例如紀和陳，1989）或定性的研究（陳等，1986）。本文利用日本 GMS衛星資料，分析 TAMEX期間（1987年 5月1日～6月30日）發生於華南及臺灣鄰近地區 MCSs 對流強度之海陸及緯度差異、日夜變化、發生頻率、各水平尺度頻率變化、移動路徑以及鋒面對對流強度之影響。希望由以上衛星觀測分

析研究之結果，增進對中尺度對流系統氣候特徵之了解，藉以提昇衛星資料在中尺度對流系統分析與預報之應用，以提高 MCSs 導致豪雨／大雨之預報能力。

二、資料與分析過程

本文利用每小時低解像紅外線雲圖及三小時間距之高解像紅外線衛星雲圖和數據資料，分析1987年5～6月發生於華南及臺灣附近 $20\sim 27^{\circ}\text{N}$ ； $116\sim 125^{\circ}\text{E}$ 範圍之 MCSs。雲圖係用來確認雲型及追蹤移動過程，而數據資料則用來分析伴隨 MCSs 雲系之雲頂溫度分布、對流中心位置（以最低雲頂溫度所包圍平面之平均幾何中心）及 MCSs 之強度。

因衛星數據資料之每一像元 (picture element；簡稱 pixel) 係由 0～255 三位數字組成，所佔空間甚大，為節省資料輸出之空間，採用中央氣象局日常作業所存之數據資料；即在 X、Y 軸方向分別以三個取一個及兩個取一個像元，如此解析度雖稍降低，但不致影響雲系分布型式及對流強度。本文所謂之解析度與原始資料者（在衛星正下點紅外線為 5 公里）有異，本文所用衛星資料，係經由日本氣象廳衛星中心內插後再傳送給各使用單位，非原始的觀測資料。而經計算所用之衛星資料解析度約為 $6\text{ KM} \times 6\text{ KM}$ 。為便利分析，以符號代替每一像元之數字，並除去 0°C 以上之低雲，雲頂黑體輻射溫度與其所代表符號可參閱紀等 (1988)。

本文除選取雲頂溫度 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 及雲系範圍大於 20 公里之 MCSs 為研究個案外，因梅雨期間尚有些發展較淺之對流亦可導致豪雨，本文亦同時又選取雲頂溫度 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 及雲系範圍大於 50 公里（鋒區對流取大於 100 公里）之對流雲系進行分析。為方便分析，將研究範圍劃分為如下各區，並將各種有關統計定義如下：

1. 地理分區：(1) 華南陸上：自 116°E 以東至距華南沿海 20 公里以西之

陸上；(2) 華南沿海：沿華南海岸線兩邊各 20 公里範圍內；(3) 臺灣西部海面：大陸東南海岸 20 里至臺灣西海岸 10 公里以西之海上；(4) 臺灣西部沿海：臺灣西海岸東西各 10 公里範圍內；(5) 臺灣陸上：自西海岸 10 公里以東至東海岸止；(6) 臺灣東部海面：自東海岸以東至研究範圍內 ($125^{\circ} E$) 止。

2. 鋒面分區：雲頂溫度 $\leq -32^{\circ}C$ 之對流系統，其水平尺度 ≥ 100 公里之對流中心視為在(1) 鋒上：若中心在地面鋒面位置南北各 50 公里範圍內；(2) 鋒前：若中心在鋒面位置前 50 公里至 150 公里範圍內；(3) 暖區：若中心在鋒面位置前 150 公里以南；(4) 鋒後：若中心在鋒面位置 50 公里以北。圖 1 為鋒面分區示意圖。

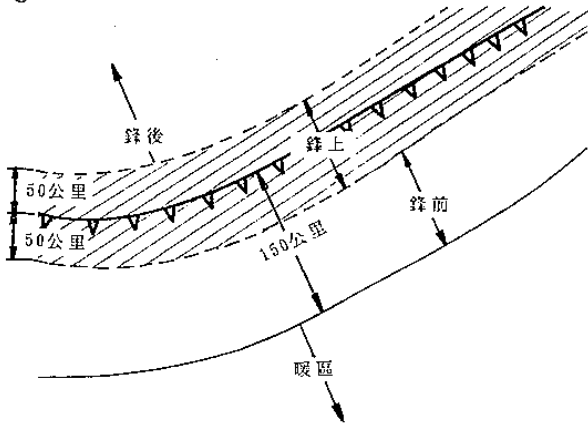


圖 1 本研究之鋒面分區示意圖。

3. 季節分期：將 1987 年 5 月 1 日 ~ 6 月 30 日分為四期；即(1) 第 I 期：5 月 1 日 ~ 5 月 15 日；(2) 第 II 期：5 月 16 日 ~ 5 月 31 日；(3) 第 III 期：6 月 1 日 ~ 6 月 15 日；(4) 第 IV 期：6 月 16 日 ~ 6 月 30 日。

4. 緯度分區：以 $24^{\circ} N$ 為界，將分析範圍分為南、北部地區（包含海上）。

此外，分析 MCSs 每三小時間距之強度變化，及日間 (0300 ~ 1200 UTC) 與夜間 (1500 ~ 0000 UTC) 之平均強度差異。

三、結果與討論

1. 海陸緯度差異、日夜變化和鋒區對流

此部份紀等 (1991) 已在天氣分析與預報研討會發表，僅將其結果摘錄如下：

就日平均而言，各區之對流強度 6 月均較 5 月為強，此可能與較濕暖之西南氣流在 6 月份較強且較不穩定有密切關係。系統在華南沿海較弱可能因為缺乏地形作用，在臺灣西部海上較強可能因強盛西南風及海上豐富水汽所致。系統在臺灣西部海岸最強，此顯示低層西南氣流在海陸差異摩擦下而造成局部輻合之重要性。

華南陸上日間較強，顯係因為太陽加熱效應，臺灣陸地日間較小顯示其他效應主宰。由華南沿海以東至臺灣陸地，皆為夜間較強，可能因該區大尺度環流和局部環流日夜變化之交互作用。

發生頻率，5 月和 6 月皆以臺灣東部海面最大，各區皆為白天發生頻率較夜間為多，白天發生頻率較夜間為多，顯示太陽加熱效應之重要性。臺灣東部海面之最大的發生頻率，可能因低緯之熱帶擾動在此區活動較頻繁之故。

不論 5 月或 6 月、日間或夜間，MCSs 在臺灣西部海上之南部較北部者為強，此似可反映在盛行西南風影響之下風區較上風區較少水汽供應之效應。而日間 MCSs，在臺灣西部沿海之北部有最強之強度，此可由海風環流及地形導致由臺灣海峽而來之偏西氣流偏向，增加臺灣西北部沿海地區之額外輻合所致。

海陸風乃由於海陸差異加熱效應所產生的局部環流現象，此種局部性之熱力直接環流在綜觀環境系統較微弱情形下具有明顯特徵。經檢視 TAMEX 期間之地面觀測資料，發現綜觀環境系統較弱時，臺灣西部沿海之海陸風非常顯著西部沿海由午後之海風轉變為深夜之陸風顯而可見，此局部環流與地形之輻合作用對 MCSs 發展扮演重要的角色。

5 月、6 月平均而言，以鋒前及鋒上具有較強之對流強度，顯示鋒前及鋒上低

層不穩定之溼暖空氣擾動輻合扮演重要角色。

2. 不同面積大小系統之差異

圖 2 為雲頂溫度 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 之 MCSs 其面積 $\geq 2,000 \sim < 10,000$ 、 $\geq 10,000 \sim < 30,000$ 、 $\geq 30,000 \sim < 50,000$ 、 $\geq 50,000$ 平方公里在 5、6 月發生頻率隨時間之變化。面積 $\geq 2,000 < 10,000$ 平方公里 (圖 2a) 之 MCSs, 5、6 月發生頻率隨時間變率之型式類似, 唯 6 月之發生頻率遠較 5 月者為多, 約為 5 月的三倍。平均最大發生頻率在 5 月傍晚 (1700 LST) 至 6 月入夜 (2000 LST) 之間。

面積 $\geq 10,000 < 30,000$ 平方公里 (圖 2b) 之 MCSs, 5 月其最大發生頻率在深夜 (0200 LST), 次大值為午後 (1400

LST) 及入夜 (2000 LST)。6 月其發生頻率呈雙高峯, 均分別在午後 (1400 LST) 及深夜 (0200 LST)。

面積 $\geq 30,000 < 50,000$ 平方公里 (圖 2c) 之 MCSs 其發生頻率相對的迅速減少。顯示沒有較大的 MCSs, 尤其 5 月僅一個個案不具代表性, 6 月則最大發生頻率在午前 (1100 LST), 次大頻率為傍晚 (1700 LST)。

面積 $\geq 50,000$ 平方公里 (圖 2d) 之 MCSs 其發生頻率, 5 月則不甚顯著, 6 月最大發生頻率在入夜 (2000 LST) 及日出 (0800 LST)。

平均而言, 不論 MCSs 之大小, 其發生頻率有自午前至傍晚 (1100~1700 LST) 增加之趨勢, 而在傍晚 (1700 LST) 達

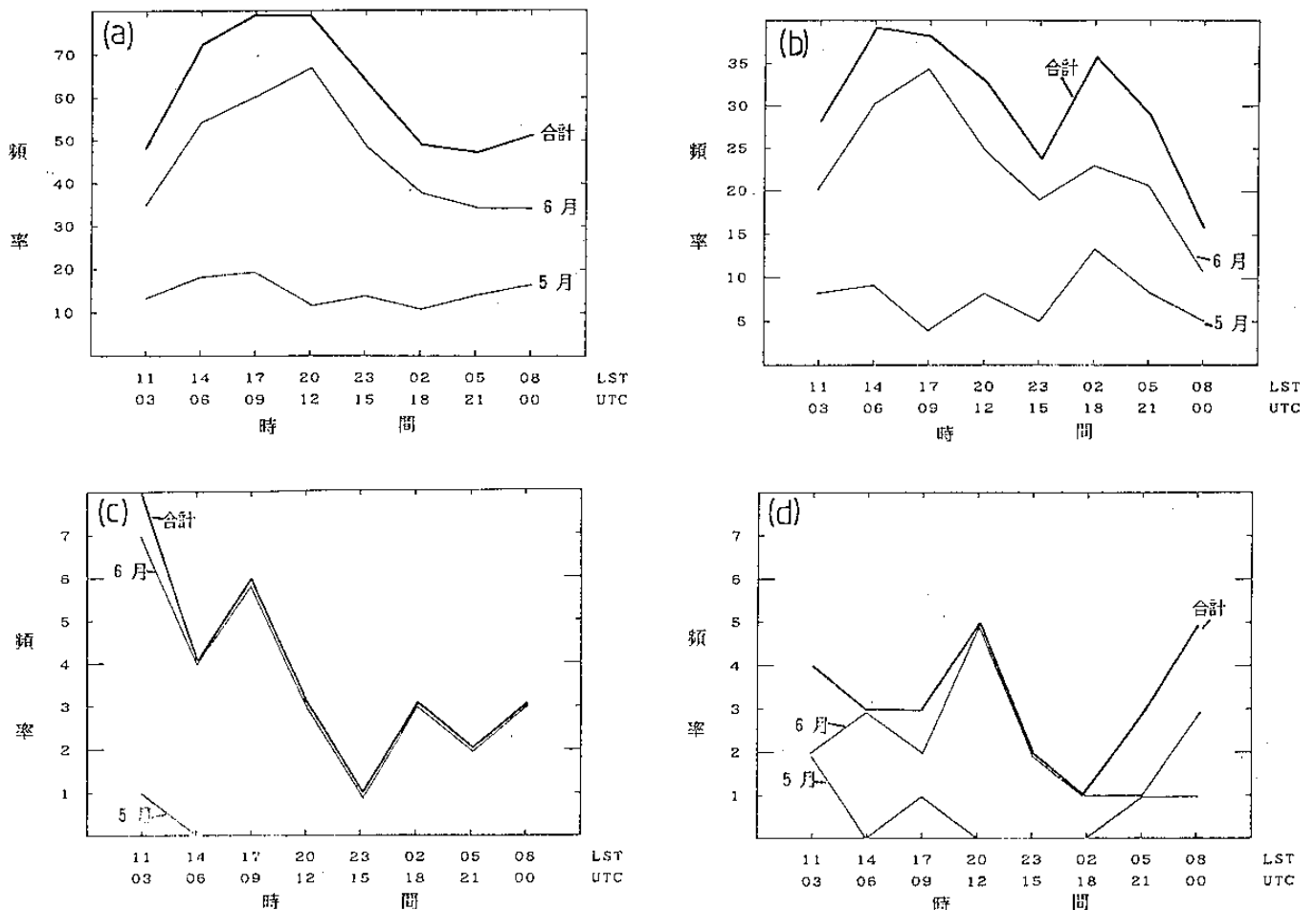


圖 2 1987 年 5、6 月 MCSs 雲頂溫度 $\leq -52^{\circ}\text{C}$, 面積 \geq (a) $\geq 2,000 \sim < 10,000$ (b) $\geq 10,000 \sim < 30,000$ (c) $\geq 30,000 \sim < 50,000$ (d) $\geq 50,000$ 平方公里各面積發生頻率之日變化。

最大值並持續至入夜，此顯示太陽加熱之重要性。另一相對高峰發生在深夜至清晨 (0200 ~ 0500 LST) 之間，顯示由午後太陽加熱轉變為密雲區和非雲區差異輻射或陸風效應加強佔有重要角色。此外，不論 MCSs 面積之大小，其發生頻率均為 6 月較 5 月為多，可能因濕暖之西南氣流與低緯之熱帶擾動 6 月較 5 月活躍所致。面積 $\geq 30,000$ 平方公里以上之 MCSs 則相對的極少發生，似與華南特殊地形有關。

3. 發生頻率之地理分布

對流系統生成因素複雜，地形亦為重要因子之一，圖 3 為 1987 年 5 月 1 日 ~ 6 月 30 日四期發生頻率之地理分布。在第

I 期 (圖 3a)，最大發生頻率軸線，自臺灣東北部海面向西南延伸至臺灣陸上後轉向西北方至嶺南丘陵，在嶺南丘陵之最大值顯示地形效應及該期鋒面經常滯留於該區有密切關係。另在臺灣東部至東北面海面之最大軸線，似與鋒面在該區活躍及受黑潮影響平均海溫較高有關。圖 4、5 為日本氣象廳發布之 1987 年 5、6 月旬平均海面溫度，顯示 TAMEX 期間臺灣東部海面有較高之海溫。就長期而言，海水溫度可影響大氣環流之分布；短時間而言，海溫之高低對空氣與海面間之熱量水汽動能輸送具有密切之關係，對梅雨季之中尺度對流系統發展提供一良好環境。

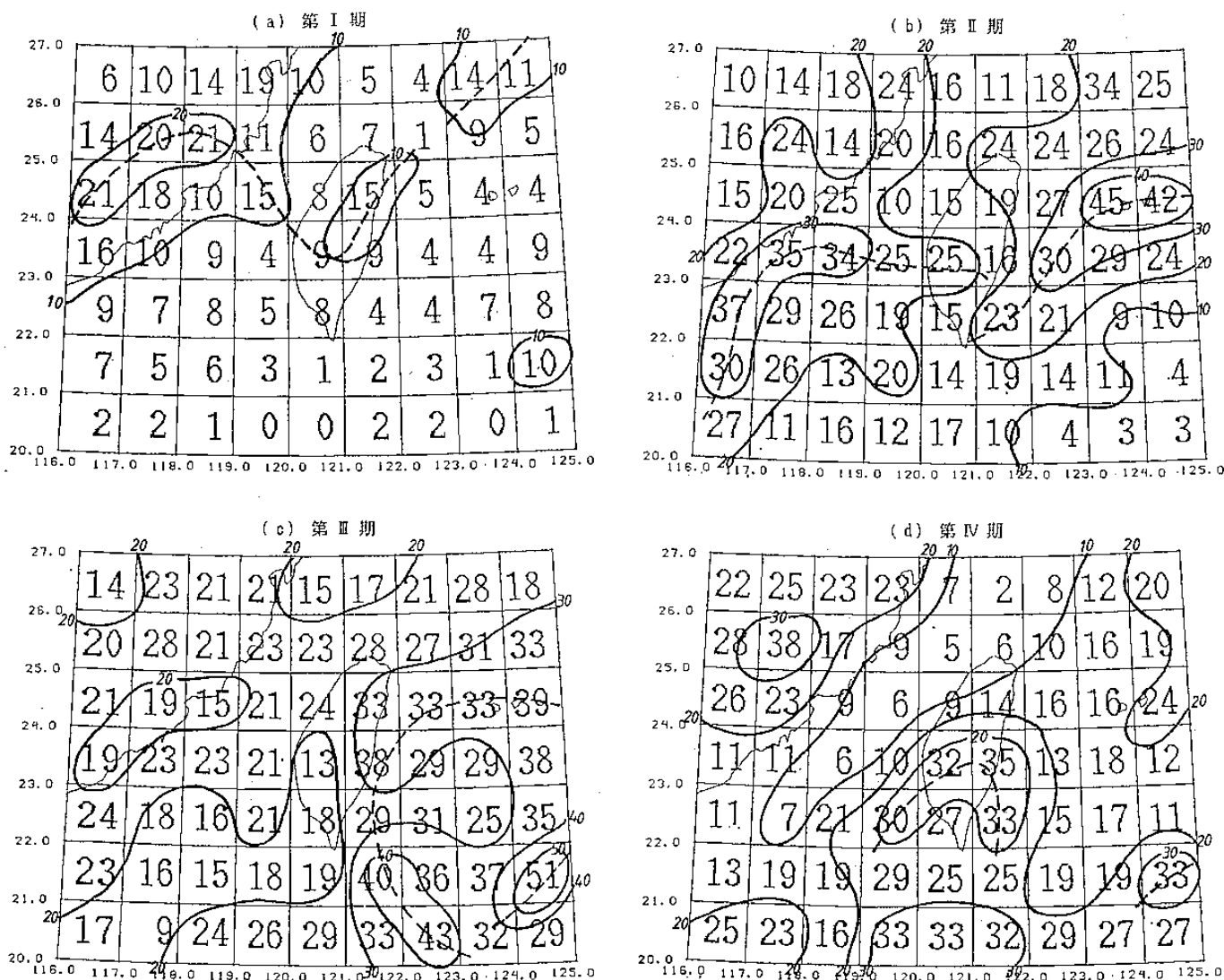


圖 3 1987 年 (a) 第 I 期 (b) 第 II 期 (c) 第 III 期 (d) 第 IV 期 MCSs 發生頻率之地理分布。

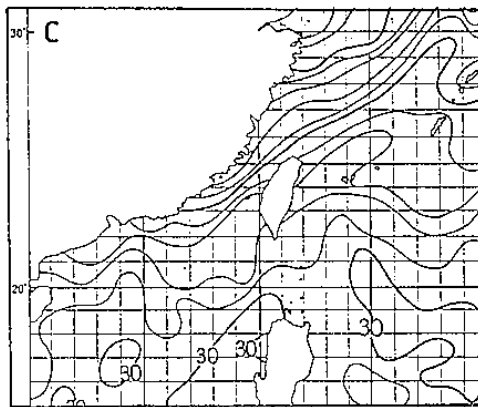
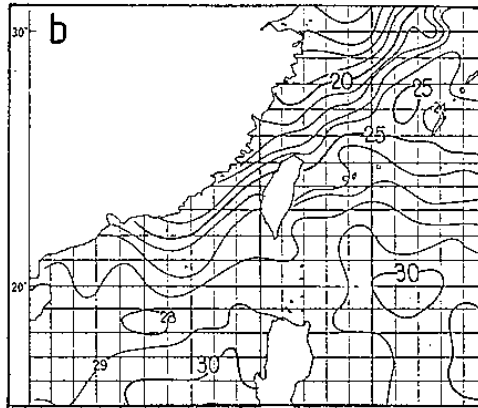
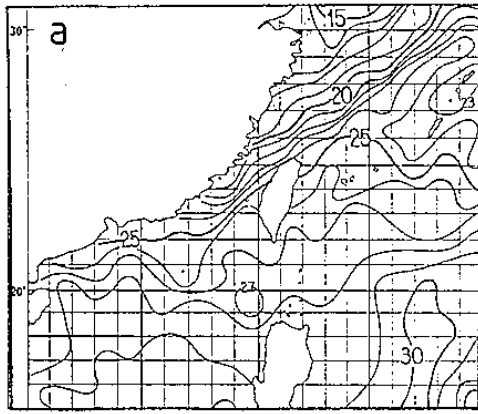


圖 4 1987 年 5 月之 (a) 上半 (b) 中半 (c) 下半 平均海溫圖，等值線間隔為 1°C 。

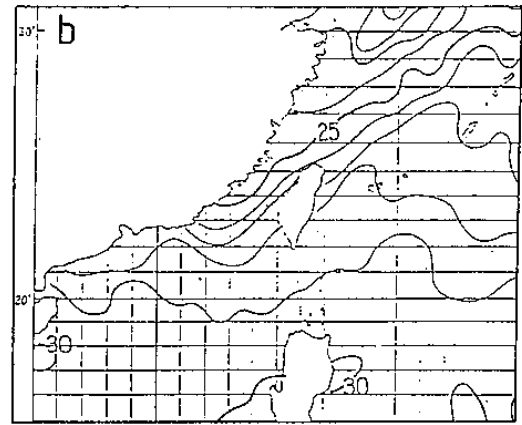
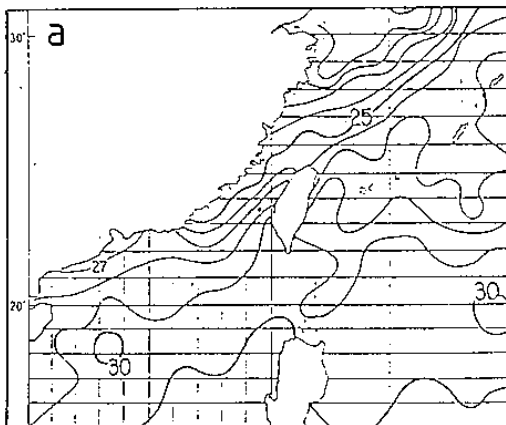


圖 5 同圖 4，但為 6 月之 (a) 上半 (b) 中半，6 月下半缺。

第 II 期 (圖 3b)，發生頻率顯著增加且最大頻率軸線南移，最大軸線自臺灣東部海面向西南伸至蘭嶼附近，似與鋒面隨季節南移至本區、東南海面經常存在性之中尺度低壓及受黑潮影響平均海溫較高一致。另一最大軸線自臺灣南部西伸至華南沿海附近，此似與低層濕暖之西南氣流受華南及臺灣地形舉升及地面之擾動輻合舉升、海峽南部經常存在性之中尺度低壓或海陸風效應關。陳與俞 (1988) 分析臺灣梅雨季中尺度低壓與降水之研究發現 1983 ~ 1987 年 5、6 月梅雨期中尺度低壓亦經常發生在此區域，中尺度低壓之發生與 MCSs 演化關係有其一定關聯 (王，1991)。

第 III 期 (圖 3c)，最大軸線則出現在東部海面此似與低緯熱帶擾動在此區活躍有關。臺灣海峽南部則相對的發生頻率減少，海峽北部則有相對的較大頻率發生區，此可能因海峽之低層西風受臺灣地形效應影響而導致偏向，北支氣流呈氣旋式偏向與北方南下之偏北風在北部匯合，造成局部輻合有利 MCSs 加強，南支氣流呈反氣旋式偏向至海峽南部形成短波脊，不利對流發展。另一相對較大頻率在嶺南丘陵，此顯示地形效應及鋒面經常滯留於該區有密切關係。

第 IV 期 (圖 3d)，最大軸線則斷裂，發生在臺灣南部附近及東南部海面。臺

灣南部附近之最大軸線，可能因低層濕暖之西南氣流因差異摩擦效應或局部環流造成局部輻合所致。東南部海面最大值，已在研究區東緣，無法做進一步分析。另有一最大頻率亦發生在嶺南丘陵附近，則似與地形效應有關。

就5月及6月之平均而言(見圖6)

，MCSs最大發生頻率之軸線，有隨季節南移之趨勢，而由5月之 24° N附近向東南移動至6月之東部海面，顯示不穩定帶南移。不論5月或6月另一高頻率區皆發生在嶺南丘陵附近，顯示MCSs發生頻率與地形有密切關係。

4. 路徑

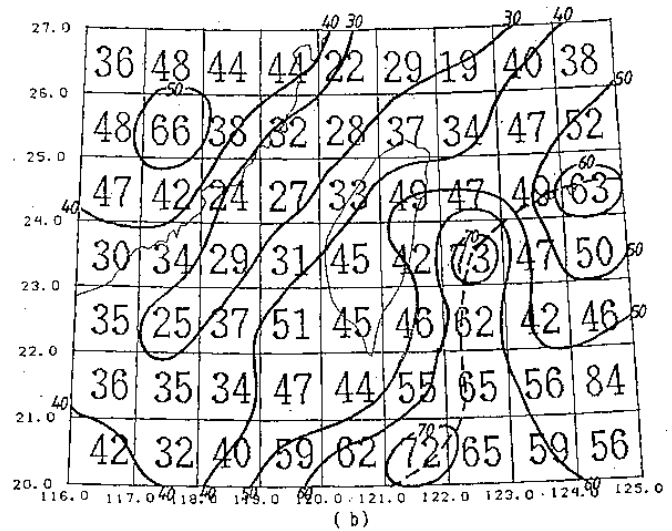
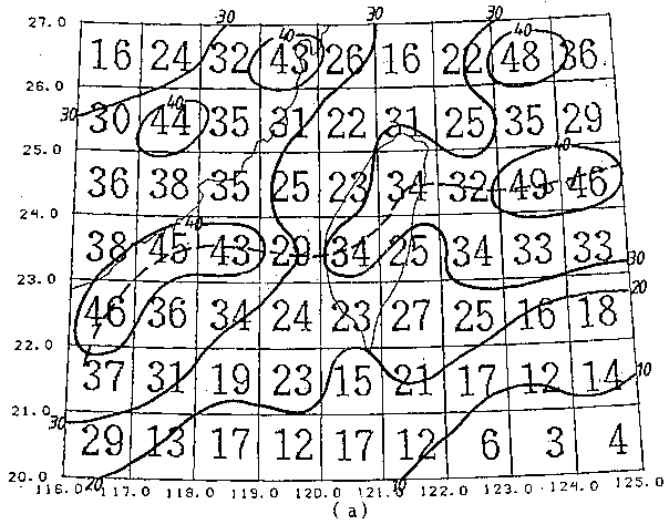


圖6 1987年(a)5月(b)6月MCSs發生頻率之地理分布。

1987年5~6月發生在本研究範圍內MCSs之移動路徑，如圖7及圖8所示。為分析方便將其移動路徑分為在華南陸上、西部海面、臺灣陸上、東部海上四類。在華南陸上，不論5月(圖7a)或6月(圖8a)MCSs路徑，大部份皆向東南東及東南方向移動出海，但有少部份向南移動。至臺灣西部海面，5月(圖7b)MCSs在 24° N以北者，向東南東方向移動，在 24° N以南則大部份向東北東移動，但在巴士海峽者則有部份向東移動。6月(圖8b)，不論發生在 24° N以南或以北，大部份向東北東方向移動。在臺灣陸上，5月(圖7c)MCSs在 24° N以北者向東南移動， 24° N以南則向東移動。6月(圖8c)MCSs在中央山脈以西向南(沿海岸線)移動，以東在 24° N以北者向東南移動，在 24° N以南則向東北東出海後轉向東南移動，但自西方海上移入者向東北東移動。

東部海上，不論5月或6月(圖7d、圖8d)，移動路徑較無規律性。在5月，MCSs移動方向最多者為由東轉向北北東、向東或向南南東移動，在6月最多移向則為向東北或東轉東南方向。

平均而言，5月和6月，MCSs自華南移入本研究區後，向東南東或東南移動，出海後減弱消散；或自華南陸上向東南移動出海後轉向東北，在巴士海峽者亦有向東南轉向東北之趨勢，在臺灣陸上則沿地形由北向南移動。至東部海上；則向東轉東南或東北。

比較MCSs移動路徑及500~200 hPa高空天氣圖，顯示TAMEX期間MCSs之移動路徑受中、高層氣流導引，其經常沿500~200 hPa等壓面之平均氣流移動。丘和廖(1984)研究華南及鄰近地區中尺度對流系統亦有相同之結果，紀等(1988)分析1981年5月27~28日之中尺度對流複合體

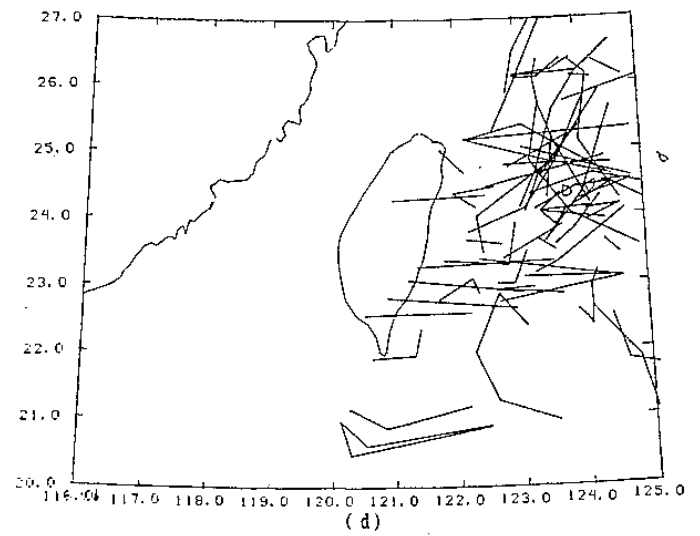
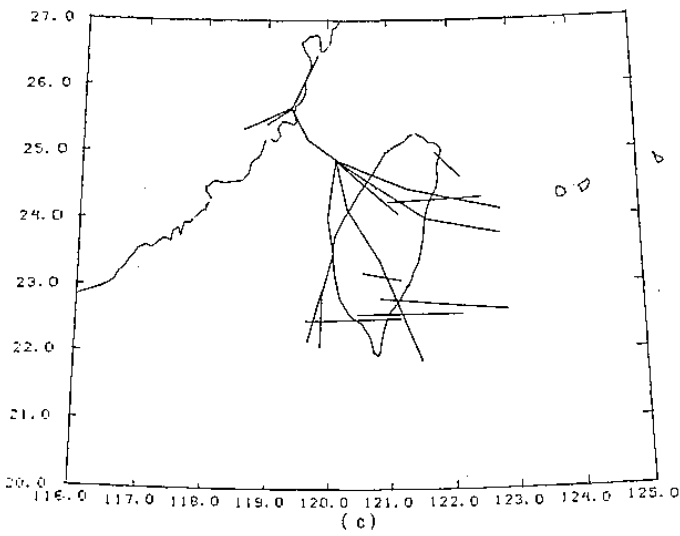
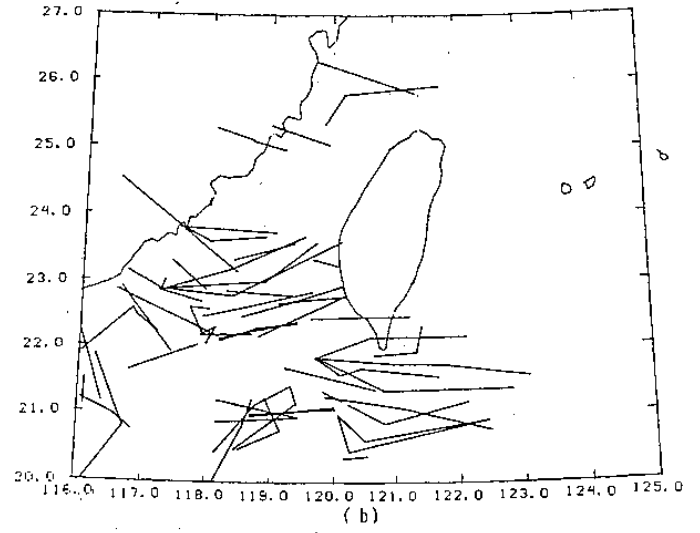
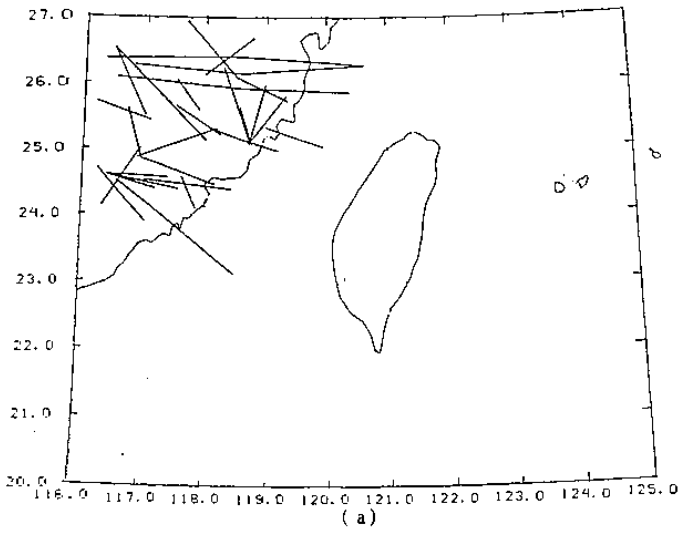
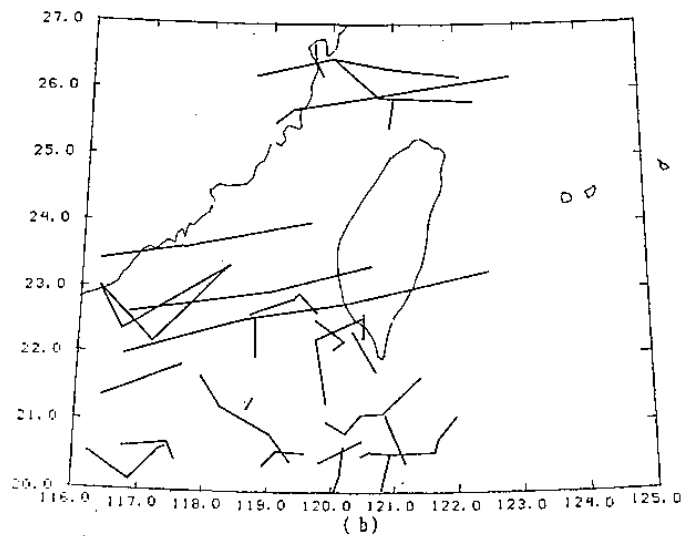
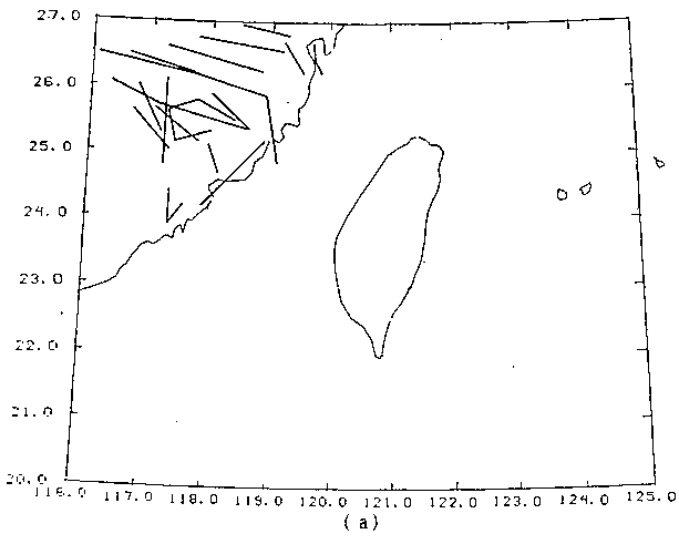


圖 7 1987 年 5 月 MCSs 在 (a) 華南陸上 (b) 西部海面 (c) 臺灣陸上 (d) 東部海面 之移動路徑。



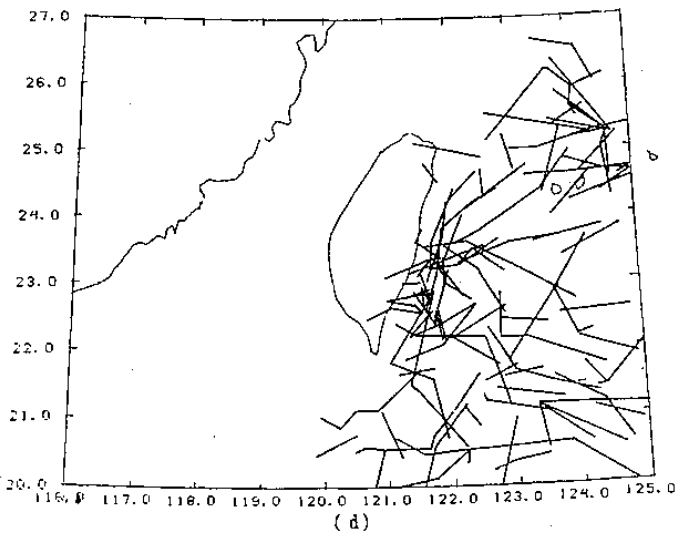
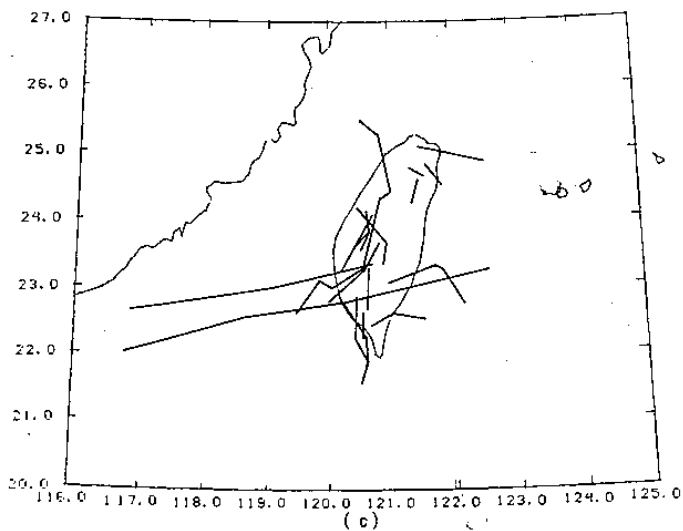


圖 8 同圖 7，但為 6 月。

之環境條件亦發現 MCSs 之移動路徑受 500 ~ 300 hPa 氣流控制。

四、總結與建議

本文利用紅外線衛星資料，分析 1987 年 5~6 月發生於華南及臺灣鄰近地區 MCSs 對流強度之海陸及緯度差異、日夜變化、發生頻率、各水平尺度頻率變化、移動路徑以及鋒面對對流強度之影響，初步結果如下：

(1) 就日平均而言，MCSs 在各區 6 月均較 5 月為強，此可能與西南氣流在 6 月份較強且較暖濕不穩定有密切關係。華南陸上日間較強，顯係因為太陽加熱效應，臺灣陸地日間較小可能因其他效應主宰。由華南沿海以東至臺灣陸地，皆為夜間較強，可能因該區大尺度環流和局部環流日夜變化之交互作用。

(2) 不論 5 月或 6 月、日間或夜間，MCSs 在臺灣西部海上之南部較北部者為強，此似可反映在盛行西南風影響之下風區較上風區較少水汽供應之效應。而日間 MCSs，在臺灣西部沿海之北部有最強之強度，此可由海風環流及地形導致由臺灣海峽而來之偏西氣流偏向，增加臺灣西北部沿海地區之額外輻合所致。

(3) 鋒面與 MCSs 的關係分析顯示，在鋒前及鋒上具有較強之對流強度，顯然鋒面擾動輻合在鋒前及鋒上低層不穩定溼暖空氣內所產生之對流扮演重要角色。

(4) 平均而言，不論 MCSs 之大小，其發生頻率有自午前至傍晚增加之趨勢，而在傍晚達最大值並持續至入夜，此顯示太陽加熱之重要性。另一相對高峰發生在深夜至清晨之間，顯示由午後太陽加熱轉變為密雲區和非雲區差異輻射或陸風效應加強佔有重要角色。

(5) MCSs 最大發生頻率之軸線，有隨季節變化之趨勢，而由 5 月之 24° N 附近向東南移動至 6 月之東部海面，顯示不穩定帶南移。中尺度低壓、高海溫以及海陸風之局部環流佔有重要角色。另有一高頻率區不論 5 月及 6 月皆發生在嶺南丘陵附近，顯示地形效應及鋒面經常滯留於該區有密切關係。

(6) 平均而言，5 月和 6 月，MCSs 自華南移入本區後，向東南東或東南移動，出海後減弱消散；或自華南陸上向東南移動出海後轉向東北，在臺灣陸上則沿地形由北向南移動。至東部海上；則向東轉東南或東北。MCSs 之移動路徑受中、高層氣流導引，其經常沿 500~200 hPa 等壓面之平均氣流移動。

以上僅為 1987 年 5 ~ 6 月 TAMEX 期間衛星觀測之初步分析結果，自 1990 年中央氣象局更新系統後，經由完善氣象應用支援軟體及大型電腦之高速運算，更可即時處理龐大資料的能力。其與人機交談之功能，可配合探空資料，並計算各種有關的氣象參數，作更詳細之診斷分析，使氣象預報人員得以掌握即時預報之能力。

致 謝

本文之完成承中央氣象局氣象衛星中心陳興漢與何景輝兩位同仁資料蒐集之協助，氣象衛星中心使用設備之方便，在此敬表謝意。

參考文獻

- 王時鼎、俞家忠、陳泰然與林民生，1988：
TAMEX 預報之初步校驗。天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，137 - 159。
- 王重傑，1991：臺灣梅雨期豪雨之中尺度低壓與衛星對流關係之研究。私立中國文化大學地學研究所氣象組碩士論文，PP109。
- 丘台光、許皓淳與林宏聖，1990：華南梅雨季中尺度對流系統的預報研究。天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，379~388。
- 丘台光、廖學鎰，1984：華南及鄰近地區中尺度對流系統之研究。大氣科學，11，1，85~99。
- 吳宗堯與陳泰然，1987：台灣地區中尺度實驗計劃。行政院國科會防災科技研究報告第 76~19 號。
- 吳倩雯，1988：華南及鄰近地區中尺度對流系統之氣候特徵及合成環境條件分析。國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文，PP89。
- 紀水上，1987：氣象衛星資料在中尺度對流系統分析與預報之應用。中央氣

象局研究報告第 CWB76-02-02 號，PP54。

- 紀水上、陳興漢與劉文俊，1988：TAMEX -13 之雲系特徵及與降水關係之初步分析。天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，257~272。
- 紀水上、陳泰然，1989：第一階段 TAMEX 密集觀測之個案對流系統與降水研究。大氣科學，17，1，59~75。
- 紀水上、陳泰然、齊祿祥，1991：TAMEX 期間中尺度對流系統之衛星觀測研究。天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，283 ~ 293。
- 陳泰然、俞家忠，1988：台灣梅雨季中尺度低壓與降水之研究（一）。行政院國科會防災科技研究報告第 77~30 號。
- 陳泰然、吳倩雯與紀水上，1986：梅雨期東亞及西太平洋中尺度對流系統之氣候特徵。大氣科學，13，33~45。
- Albright, M.D., E.E. Recker, R.J. Reed and R. Dang, 1985: The diurnal variation of deep convection and inferred precipitation in the central tropical pacific during January-February 1979. Mon. Wea. Rev., 113, 1663-1680.
- Duvel, J.P., 1989: Convection over tropical Africa and the Atlantic Ocean during northern summer. Part I: Interannual and diurnal variations. Mon. Wea. Rev., 117, 2782 - 2799.
- Gruber, A., 1976: An estimate of the diurnal variation of cloudiness over the GATE A/B area. Mon. Wea. Rev., 104, 1036 - 1039.
- Houze, R.A., Jr., S.G. Geotis, F.D. Marks, Jr., and A.K. West, 1981: Winter monsoon convection in the vicinity of North Borneo. Part

- I: Structure and time variation of the clouds and precipitation. Mon. Wea. Rev., 109, 1595-1614.
- Maddox, R.A., 1980: Mesoscale convective complexes. Bull Amer. Meteor. Soc., 61, 1374 - 1387.
- Reed, R.J., and K.D. Jaffie, 1981: Diurnal variation of summer convection over west Africa and the tropical eastern Atlantic during 1974 and 1987. Mon. Wea. Rev., 109, 2527 - 2534.
- Watson, A.I., J.G. Meitin and J.B. Cunning, 1988: Evolution of the kinematic structure and precipitation characteristics of a mesoscale convective system on 20 May 1979. Mon. Wea. Rev., 116, 1555 - 1567.

General Characteristics of Mesoscale Convective Systems in TAMEX

Luh-Hsiang Chi Shui-Shang Chi
Meteorological Satellite Center
Central Weather Bureau

George Tai-Jen Chen
Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

ABSTRACT

GMS satellite IR imageries at 1-h (low resolution) and 3-h (high resolution) as well as digital data of cloud top temperatures at 3-h intervals were used to study the general characteristics of the MCSs over the southern China and the vicinity of Taiwan in the period of TAMEX. The land-sea difference, latitudinal difference, diurnal variation, occurring frequency, frequency variations of the MCSs at different scale were analysed, the moving tracks and the frontal influence of the MCSs were also studied.

The criteria for selecting MCSs in the study were the cloud top temperature $\leq -52^{\circ}\text{C}$ and the horizontal dimension ≥ 20 Km. Results show that the MCSs over land intensified in the early afternoon and reached maximum intensity in the late afternoon. A secondary maximum intensity appeared in the early morning and near sunrise time. This diurnal cycle over land clearly indicated the importance of solar heating for the MCSs development. The early morning maximum might be related to the cloud top radiation cooling mechanism. The intensity of MCSs possessed double peaks over the coastal area. The primary maximum appeared in the early morning (May) and late afternoon (June). The early morning maximum suggests the important role of the land-sea breeze circulation in the MCS development over this coastal area. Over the Taiwan Strait, the MCSs intensified at midnight and reached their maximum intensity in the early morning. This intensity change was possibly related to the diurnal radiation difference between the cloud and cloud-free area.

Analyses of the frontal influence on the MCS intensity show that the stronger convection was over the pre-frontal and frontal areas. It indicates that the frontal convergence and the unstable moist and warm air over the pre-frontal and frontal areas played a very important role on producing convection.

On an average, the occurring frequency increased from late morning to late afternoon for the various scales of MCSs. The primary maximum occurring in the late afternoon through the early evening. It indicates that the importance of solar heating. The other relative maximum occurred from midnight to early morning. It revealed that the important role play by solar heating in the afternoon change to the radiation difference between the cloud and cloud-free area and the effect of land breeze circulation. In addition, the occurring frequency of MCSs increased from May to June probably related to the intensification of the warm and moist SW flow, and more active tropical disturbances in June.

The maximum axis of the MCSs frequency extended from the sea to the east of Taiwan around 24° N to the coast of southern instability area unstable zone. Another relative maximum axis occurred over the vicinity of Ling-Nan Hill, suggesting an important role of terrain effect on the occurrence of MCSs.

On an average, as the MCS passed through the area of $20 \sim 27^{\circ}$ N ; $116 \sim 125^{\circ}$ E, the moving directions had the following types : (1) It moved ESE/SE toward to the sea; (2) It moved southeastward then northeastward when it moved out from southern China; (3) It moved southeast then northeastward when it was over the Bashi Channel; (4) It moved southward along the topography when it was over Taiwan area; (5) It moved eastward then southeastward or northeastward when it was over the sea to the east of Taiwan. The moving direction of MCS, was steered by the mid-high level flow. They often moved along the mean flow of 500 - 200 hPa.