

1992年POST-TAMEX預報實驗MCS/豪(大)雨的預報研究

盛修慧 丘台光

中央氣象局科技中心

摘要

為能落實『台灣地區中尺度實驗計畫』(TAMEX)及其後續的研究成果,1992年『台灣地區中尺度預報實驗』(POST-TAMEX FORECAST EXERCISE)的規劃與執行,即在達成此項目標,並進而提升梅雨期中尺度對流系統(MCS)/豪雨的短期與即時預報能力。

本文乃利用1992年預報實驗工作小組經評估或整理所提出MCS/豪(大)雨(0-12h)的預報方法,及其相關的圖表或法則,針對1992年5-6月進行的預報實驗期間所發生的MCS/豪(大)雨個案,根據其天氣型態及特徵,分成伴隨鋒面及無鋒面天氣類型加以分析預報研究,嘗試找出失敗的原因,以期建立一套最佳的預報流程及方法,提供預報作業參考。

初步研究結果,預報實驗所建立的MCS/豪(大)雨預報方式是可行的,但MCS/豪(大)雨伴隨鋒面類型的預報準確率在48%左右,而無鋒面型之預報準確率僅25%,顯示對MCS/豪(大)雨12小時預報方法之建立仍嫌不夠周全,尚需進一步研究改進。

一、前言

TAMEX的長程目標乃透過基礎研究與應用研究,增進對劇烈性豪雨之了解,以改進豪雨預報能力,減少其帶來的損失,並增加水資源利用之經濟效益,1992年(民國八十一年)5-6月POST-TAMEX預報實驗(中尺度天氣預報實驗)的主要目的,是將TAMEX的科學研究成果轉變為預報方法及預報技術,以提高氣象作業單位對豪雨的預報能力,減少豪雨的災害。

豪雨的預報,是一個非常困難的題目,因為它牽涉到大尺度,中尺度到小尺度以及彼此相互間的關係,而導致豪雨之中尺度對流系統又是區域性豪雨預報最重要的一環。國內外氣象界過去二、三十年來對大氣的研究,主要對象在於導致逐日天氣變化的綜觀尺度系統,但對空間尺度及時間尺度均小於綜觀尺度系統且在綜觀尺度系統發展出來的中尺度系統,則缺乏了解,致使由這些中尺度系統導致的劇烈天氣現象,諸如豪雨等的預報能力非常有限。

所謂中尺度對流系統(Mesoscale Convective

System, 簡稱MCS),是指一群有組織性雷雨胞組合體,水平大約100至1000公里尺度範圍,持續時間在3小時以上,並且包括層狀及對流性雲系特徵(Watson et al., 1988),根據上述MCS之定義, MCC (Mesoscale Convective Complex)亦在其中包括,即較大MCS系統大致滿足MCC的定義大小。

有關MCS極短期預報研究方面, Doswell (1986)利用主觀方法及仔細分析現有可用資料,獲得一部分成功個例, Scofield (1988)以及 Juying and Scofield (1989)提出利用衛星資料配合傳統資料分析相當位溫(θ_e)、 θ_e 梯度、厚度線(850-300hpa)以及不穩定度爆發因子,決定MCS未來0-12小時發展及移動位置,其中特別指出往後移動的MCS與豪雨的產生有很密切的關係, Chi and Scofield (1991)亦指出華南的MCS移動及發展有上述類似關係, Chen et al. (1986)亦指出MCS的形成與 θ_e 的梯度最大區有很密切關連,國內方面對MCS的環境條件以及激發機制有一些學者專家在進行研究,但對MCS的預報研究較少,僅丘台光與林雨我(1985)提出MCS形成的天氣類型可分成鋒面短槽共伴型、中尺度低壓槽型以及西南氣流湧動型三類,較大MCS在本省附近雲系的移動方向與低層850hpa及高層

200hpa 的平均氣流方向較為一致，而較小MCS主要是受300hpa及850hpa風切氣流方向的影響而移動。丘台光等(1990)與陳景森等(1992)，指出 MCS的發展及移動與850hpa 正 θ e平流及暖平流相對極大區有密切關係。

陳泰然等(1988,1989,1990)分析 1983-1987年5-6月資料指出，87%的豪雨發生伴隨地面梅雨鋒面，而56%豪雨發生時可能與中尺度低壓有直接關係，其中44%豪雨發生在中尺度低壓區，56%發生在中尺度低壓影響之有利環境氣流裡，且均有顯著MCS產生。足見梅雨鋒或中尺度低壓所伴隨MCS對台灣地區降水預報的掌握扮演重要角色。

本文的目的乃在利用整合出之有關MCS/豪雨的預報方法及其相關圖表(丘台光等(1992), 謝信良等(1992))，針對1992年5-6月進行的預報實驗期間所發生的MCS/豪(大)雨個案，加以分類、分析預報及討論，特別著重在MCS/豪(大)雨之0-12時預報研究，嘗試找出失敗的原因，以期建立一套最佳的預報流程及方法，提供預報作業參考。

二、MCS/ 豪(大) 雨0-12小時預報流程及方法

MCS/豪(大)雨0-12小時預報流程可經由中尺度分析如表 1所示，分成中尺度低壓、鋒面/LLJ、以及 MCS等不同分析處理方式，每種系統均有參考圖表(曲克恭等(1992)，紀水上和李清勝(1992))可比較、運用，最後再綜合研判0-12h MCS/豪雨的預報結果，根據是否會影響到本島，而進入警報期或停止回到綜觀尺度分析。鋒面/LLJ採用方法是一種檢查表方法，本文在此不討論，僅就中尺度低壓及MCS/豪雨預報加以探討。有關中尺度低壓方面的研究可參考陳泰然等(1988,1989,1990)報告，另MCS/豪雨預報由表 1中可看出：MCS 極短期預報，首先由衛星雲圖分析，MCS是否在 115° E以東存在，若沒有則由綜觀分析及診斷是否具有 MCS生成、發展的天氣形態或有利環境，此可經由一些 MCS發展有利因子加以檢查；若MCS已存在則先決定MCS伴隨之天氣類型，再預報 MCS的發展及移動，採用的方法扼要說明如下：

雲圖分析，其目的是分析MCS 發生的位置和過去移動路徑以及強度變化情形與持續時間，此可與過去氣候統計結果加以比較，而初步推斷 MCS移動方向及強度變化趨勢。探空分析，主要用以初步判斷MCS的移動方向和局部環境，根據丘台光等(1985)的研究指出，較大之MCS(MCC)移動與850hpa及200hpa的合成風方向一致，而較小 MCS(中- β 尺度)移動則與300hpa及850hpa之風切方向平行，故由 MCS下游附近探空資料，分析上述合成風或風切的方向，而初步推斷 MCS未來幾小時的移動。另外由穩定度(TI、KI、LI指數大小)，潮溼度(PW)、風徑圖分析以及CAPE值大小，亦可獲知局部環境對 MCS發展的影響。

合成圖分析，希望經由從分析綜觀尺度 MCS環境類型與氣候上之天氣類型，加以比較，以判定MCS未來是否會形成及可能形成或發展的區域。由地面鋒面、850hpa風切線、溫度線與 LLJ、700hpa槽線及 LLJ等在天氣圖中各項因子合成圖加以比較，以判定 MCS形成或發展的區域。診斷圖分析，主要透過診斷計算分析一些 MCS發展及移動有關之潛勢因子，如 θ e相對極大軸線分布、 θ e正平流及暖平流區，以及配合一些激發因子如鋒面、短槽、外流邊界、LLJ等，以推斷 MCS未來0-12h可能形成或發展的區域。

按照表 1中所列項目，依據上述各項預報方法，最後綜合研判MCS未來0-12h的移動、演化及可能影響區域。

三、預報實驗個案天氣類型分類

根據1992年POST-TAMEX預報實驗之 SPG會議記錄及實驗各階段預報有效時間整理出82個預報次序，李汴軍(1992)，為進一步分析各預報時段降水與鋒面系統前後位置的關係，本文定義當梅雨鋒面在 20° -27° N, 118° -125° E之範圍內，且台灣地區位於鋒前定為F1型，鋒面位於台灣陸地上空定為 F型，若台灣地區位於鋒面後，該天氣型態定義為F2型，無鋒面或鋒面位於前述範圍之外則定義為 M型(如圖 1所示)。就上述82個預報次序及天氣類型的定義加以分類如表 2所示，可看出在各預報有效時間各區域降水量大小與所伴隨之天氣類型，由表中亦發現82次預報時段中，實際出現39次豪(大)雨，預報到15次，占40%左右，但有24次未預報豪(大)雨，而實際觀測有大於50mm之累積雨量，在此24次未預報豪(大)雨個案中，其中7次為無鋒面(M型)天氣條件下發生，5次發生在無鋒面與有鋒面發生交替影響下(如 M/F1,F1/M,F2/M,F/M)，其餘12次均與鋒面(F,F1,F2)存在有關(F1/F,F/F2,F/F1)。若以天氣類型來區分，發生豪(大)雨時段與鋒面有關的有23次，其中預報到11次，占48%，而與鋒面無關的豪(大)雨個案有16次，僅預報到 4次，占25%，顯示在無鋒面影響條件下對豪(大)雨的預報能力較差，故本文將引發豪(大)雨的天氣系統分為MCS/豪(大)雨伴隨鋒面以及MCS/豪(大)雨無鋒面類型的預報。

四、MCS/ 豪(大) 雨伴隨鋒面類型的預報分析與討論

表3為MCS伴隨鋒面的九個個案特徵，由表中可看出九個個案中有七個個案發生豪(大)雨，二個個案沒有豪(大)雨，由有利環境條件(LLJ、 θ e脊線)比較，一般鋒面伴隨700hpa或850hpaLLJ及 θ e脊線區附近易產生豪(大)雨，若缺低層噴流且位於低 θ e分布區附近(無 θ e脊線)，雖有鋒面抬升但降水不大，同時鋒面對某地區移速較快亦不易造成豪大雨，(如個案四全省地區，個案五西部地區，個案六中南部地區，以及個案九全省地區)。以1992年5月17-18日個案為例，圖 2為1992年5月17日00UTC

至18日00UTC之 24小時累積降水量，由圖中可知在台灣中部及南部地區發生強烈降水，最大降雨量超過120mm，由日本GMS紅外線氣象衛星雲圖分析，可見此次豪(大)雨主要是由鋒面上及附近中尺度對流系統移至台灣所引起，由16日00UTC至17日12UTC綜觀合成圖分析(圖 3)，顯示MCS-I的形成及發展均符合鋒面型 MCS類型(丘台光等(1985))，850hpa輻合區、 θ_e 相對極大軸與相對極大平流區(圖4)以及PVA區域的交集區域更配合MCS形成區域及移動方向，又由台灣西部北中南三探空站分析，顯示大氣潮濕且極不穩定(平均 $LI = -3.5$, $PW = 56mm$)有利MCS的發展及持續，高低層(300-850hpa)的風切分析亦顯示 MCS往東然後往東南移動，由以上分析顯示此伴隨鋒面的 MCS類型可經由本文所建立的預報流程加以預報。

五、MCS/ 豪(大) 雨無鋒面類型的預報分析與討論

引發豪(大)雨無鋒面類型的九個個案中(表 4)，共七個個案有中尺度低壓的發生，二個個案是由海陸風局部環流引起，中尺度低壓分析結果，如表 5 所示。本文利用陳泰然(1989)分析中尺度低壓位置與各地降雨量分布之關係，估計相對應豪(大)雨位置之降雨量，其中除 5月2日~3日及6月14日09z個案因中尺度低壓位置在台灣東南部陸地，無雨量估計資料外，其餘六個個案的降雨量估計值均與實際降雨量相差甚多，僅5月3日~4日及6月3日~4日個案結果較佳，分析主要原因為：(1) 陳泰然(1989)文中所用之降雨量資料，為氣象局所屬之各測站，而其中大部份均為平地測站之降雨量，故極易低估山區降雨。(2) 因該研究中，對台灣東南部的中尺度低壓降雨量未列入分析，且僅選用 5年資料，故無法涵蓋部份地區之降雨量。(3) 本文使用之估計方法，為根據該研究之每 6小時降水間隔之合成分布，故在應用於估計午後(山區)對流之短時間降雨時，若降雨時間跨越估計分段時間之前後，則此種估計亦不適用。(4) 因中尺度低壓與降水量之估計/預報方法尚未正確建立，本文僅為嘗試性地分析過去已有之研究方法，由以上分析結果，一套更為客觀而完整的資料分析及預報法則之建立似乎更顯急切。

六、結論

本文利用1992年預報實驗工作小組經評估或整理所提出 MCS/豪(大)雨(0-12h)預報流程及方法，針對POST-TAMEX預報實驗期間所發生的MCS/豪(大)雨個案，加以分類、分析、預報討論，經初步研究結果如下：

1. 在預報實驗 82次預報時段中，有 39次發生豪(大)雨(即某一地區至少有一雨量站降雨量大於50mm以上)，其中24次未預報到，又其中12次與伴隨鋒面的MCS有關，7次則與鋒面無關，另 5次屬於鋒面與無鋒面交替型。但綜合來說，無鋒面型的MCS/豪(大)雨通常較不易掌握，

亦較欠缺預報方法。

2. 九個伴隨鋒面型的 MCS個案中，在鋒面南移時若鋒前出現 850hpa或700hpa LLJ及在 θ_e 脊線區附近配合，易產生豪(大)雨，如缺乏低層噴流且位於低 θ_e 分布區或下風區附近，雖有鋒面抬升但降水不大，又鋒面移速較快豪(大)雨機會亦不大。
3. 九個無鋒面型MCS/豪(大)雨個案中，七個個案有中尺度低壓的發生，可知除梅雨鋒外，中尺度低壓引發豪(大)雨預報亦占重要角色，但由於過去研究所選用之降雨量資料大部分均為平地測站，無現有密集分布水文網雨量資料，且統計時間仍嫌短，無法涵蓋部分地區之雨量預報，產生對山區低估現象，故較適用於豪(大)雨的定性預報，值得未來進一步建立一套更為客觀而完整的資料分析預報方法。

七、致謝

本研究是在國科會NSC 82-0414-P052-06B的支助下完成，特此申謝。

參考文獻

- Chen, C. S., T. K. Chiou and S. T. Wang, 1986 : An investigation of mesoscale convective systems associated with mei-Yu front in SE China from 26 May 26 to 28, 1985 ., *Papers in Meteorological Research*, 9, 137-161.
- Chi, S. S. and R. A. Scofield, 1991: Study of the mesoscale convective system (MCSs) propagation characteristics over Subtropical China during Taiwan Mei-Yu season . Preprints in International Conference on Mesoscale Meteorology and TAMEX, Taiwan, 32-41.
- Deswell, C. A., III 1986: 'Short-range forecasting'. Pp. 678-719 in *Mesoscale Meteorology and Forecasting*, Ed. P. S. Ray. American Meteor. Soc.
- Juying, X. and R. A. Scofield, 1989: Satellite-derived rainfall estimates and propagation characteristics associated with mesoscale convective systems (MCSs). NOAA Technical memorandum NESDIS 25, 49 pp.
- Scofield, R. A., 1988: Using the VAS Data Utilization Center (VDUC) for the analysis and forecasting of heavy rainfall producing MCSs. Proc. of the 3rd Conf. On Satellite Meteorology and Oceanography, February 1-5, Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 215-221.
- Watson, A.I., J.G. Meitin and J.B. Cuning, 1988: Evolution of the kinematic

structure and precipitation characteristics of a mesoscale convective system on 20 May 1979. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 1555-1567。

- 陳泰然, 1990: 梅雨季豪雨之短期與即時預報: TAMEX 之長程目標, 中央氣象局天氣分析與預報研討會論文集, 13-25頁。
- 陳泰然, 俞家忠, 1988: 台灣梅雨季中尺度低壓與降水之研究(一), 防災科技研究報告 77-30號, NSC 77-0414-P002-14B, 130頁。
- 陳泰然, 1989: 台灣梅雨季中尺度低壓與降水之研究(二), 防災科技研究報告 78-6號, NSC 78-0414-P002-09B, 89頁。
- 陳泰然, 1990: 台灣梅雨季中尺度低壓與降水之研究(三), 防災科技研究報告 79-23號, NSC 79-0414-P002-04B, 131頁。
- 陳景森, 1986: 比較1981年5月28日, 1983年5月31日及1984年6月3日北部豪雨的氣象因素比較, 氣象科技研究中心技術報告彙編, 第2-1卷, 35-46。
- 陳景森、丘台光、盛修慧, 1992: 中尺度對流系統極短期((0-12h)預報之研究, 氣象科技研

究中心技術報告彙編, 119-131。

- 丘台光、林雨我, 1985: 利用衛星, 雷達資料作台灣地區豪雨預報之初步研究, 天氣分析與預報研討會, 55-72。
- 丘台光、許皓淳、林宏聖, 1990: 華南梅雨季中尺度對流系統的預報研究, 氣象學報, 36卷, 第二期, 117-128頁。
- 丘台光、謝信良、林民生, 1992: 梅雨季中尺度對流系統預報方法整合之研究, 防災科技研究報告 81-19號, NSC81-0414-P052-06B, 77頁。
- 謝信良、林雨我、陳來發, 1992: 台灣地區中尺度預報設計研究, 防災科技研究報告 81-40號, NSC 81-0414-P052-01B, 93頁。
- 李汴軍, 1992: 1992年TAMEX預報實驗之校驗評估, 防災科技研究報告 81-20號, NSC 81-0414-P052-05B, 64頁。
- 曲克恭、王時鼎、丘台光、林雨我、謝維權, 1992: 應用中尺度氣候資料估計臺灣地區大(豪)雨作業程序, 43頁。
- 紀水上、李清勝, 1992: 氣象衛星資料在"POST-TAMEX預報實驗"之應用, 56頁。

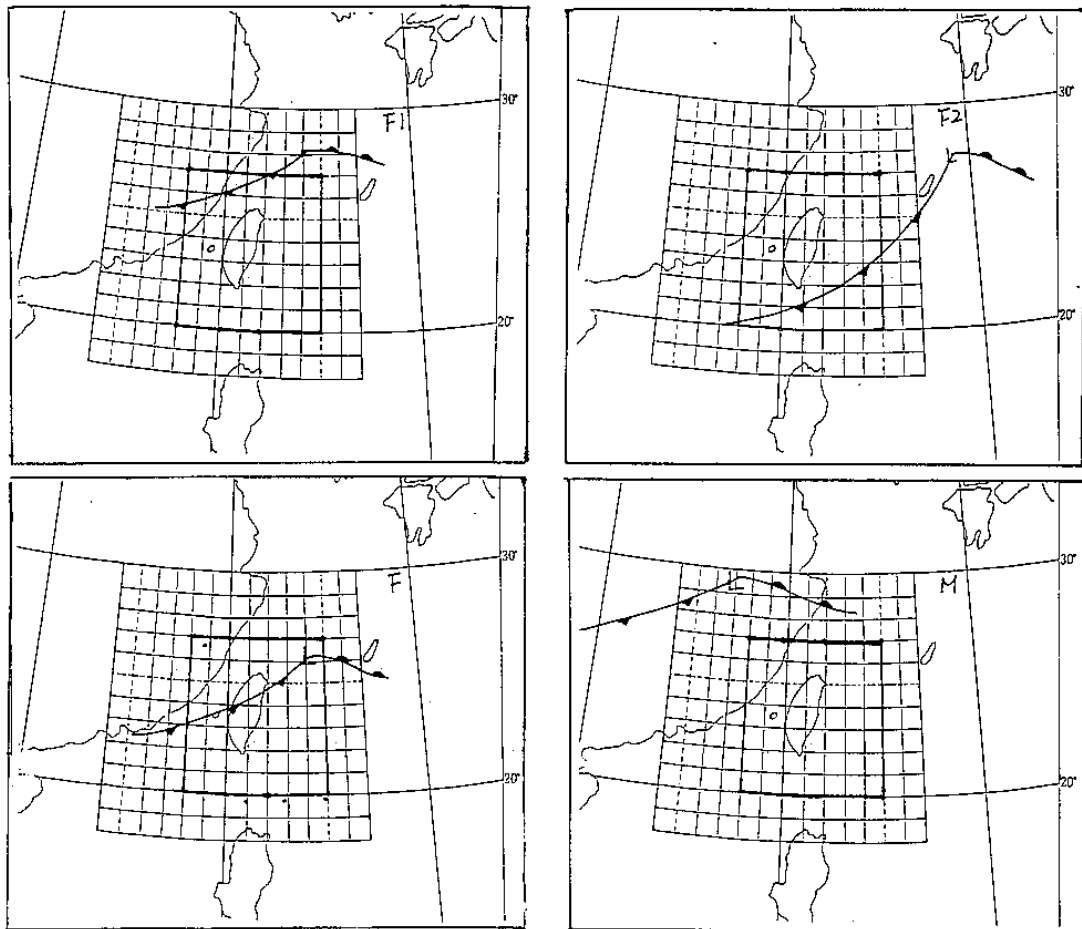


圖 1 定義梅雨鋒面在台灣附近不同位置的示意圖

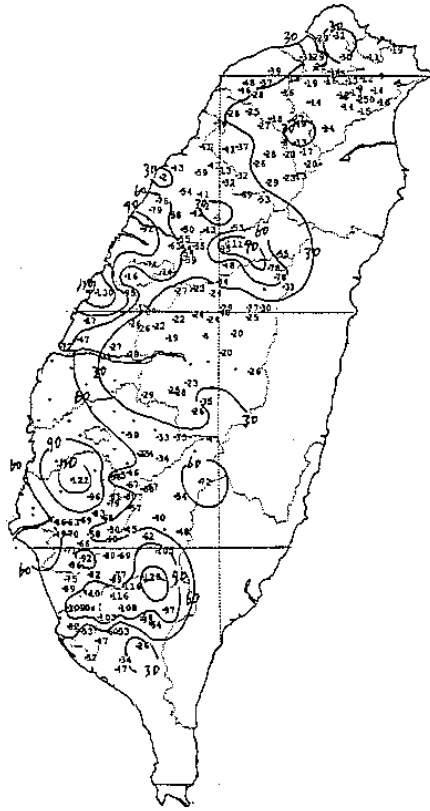


圖 2 1992年 5月17日00UTC至18日00UTC之24小時
累積雨量分布圖

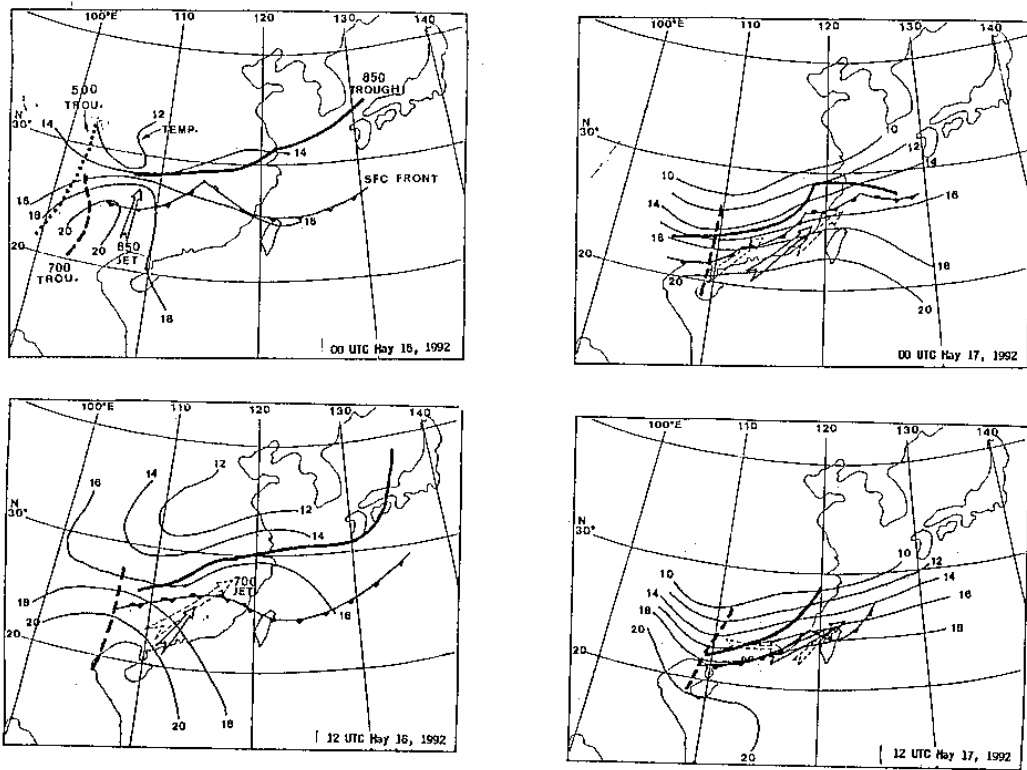


圖 3 1992年 5月16日00UTC至17日12UTC之綜觀合
成圖

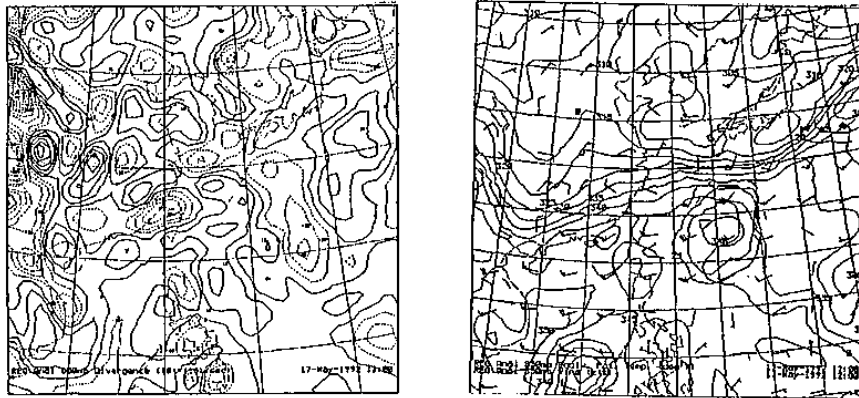


圖 4 1992年5月17日12UTC 850hpa 輻合場及 θ_e 分布圖

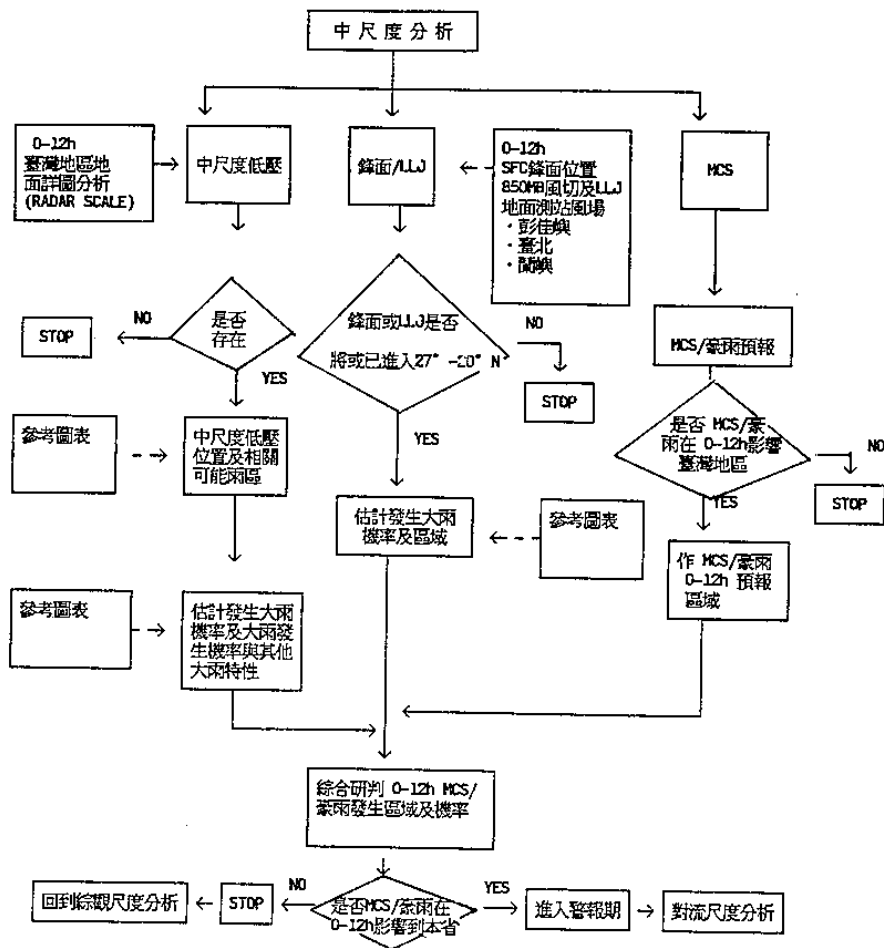
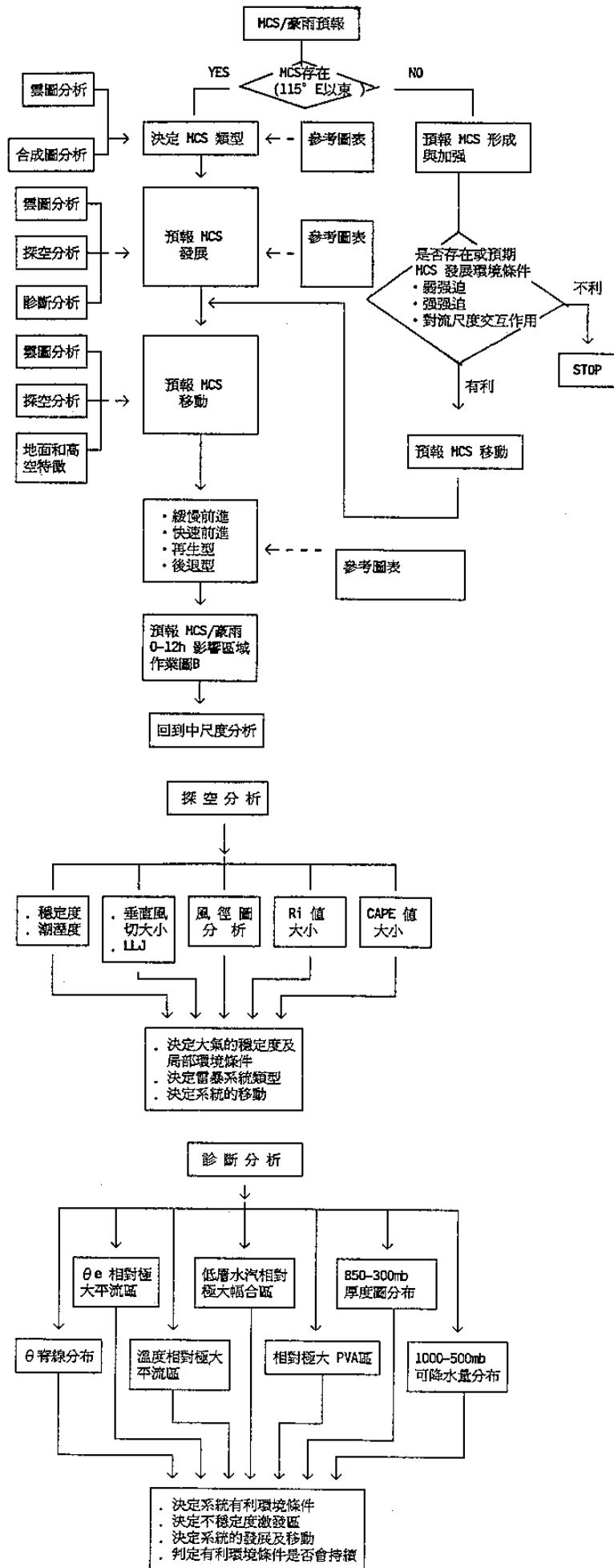


表1 MCS/豪(大)雨0-12小時預報流程



續表 1

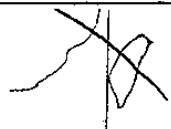


	North (84 stations)			Northeast (6 stations)			Central (36 stations)			East (1 station)	South (68 stations)			Southeast (3 stations)			天氣類型
	min	mid	max	min	mid	max	min	mid	max		min	mid	max	min	mid	max	
# 01	0430	10 R	-0501	10	(0.0, 5.0, 44.5)	(10.9, 41.3, 55.5)	(0.0, 2.3, 15.5)	(23.5)	(0.0, 0.0, 2.0)	(0.0, 0.0, 21.1)	M						
# 02	0501	10 R	-0502	10	(0.0, 8.5, 86.0)	(3.9, 18.3, 26.5)	(0.0, 1.3, 38.5)	(29.5)	(0.0, 0.0, 4.0)	(0.0, 2.6, 3.2)	M						
03	0501	16 IA	-0502	16	(0.0, 6.0, 85.0)	(10.5, 17.5, 25.0)	(0.0, 1.0, 45.0)	(29.5)	(0.0, 0.0, 4.0)	(0.0, 2.6, 3.2)	F1/ M						
04	0501	21 R	-0502	21	(0.0, 3.0, 31.0)	(1.0, 10.7, 34.8)	(0.0, 1.0, 35.5)	(1.0)	(0.0, 0.0, 2.5)	(0.0, 2.6, 2.6)	M						
# 05	0502	10 R	-0503	10	(0.0, 0.0, 31.0)	(11.0, 42.3, 68.5)	(0.0, 0.5, 35.0)	(116.5)	(0.0, 0.0, 2.0)	(0.0, 0.0, 0.8)	M/ F1						
# 06	0503	10 R	-0504	10	(0.0, 0.0, 48.0)	(2.5, 17.8, 34.5)	(0.0, 0.0, 67.5)	(13.5)	(0.0, 1.3, 14.5)	(0.0, 0.0, 0.7)	F1/ M						
07	0504	10 R	-0505	10	(0.0, 0.0, 32.0)	(0.0, 1.0, 18.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(4.0)	(0.0, 0.0, 9.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
08	0505	10 R	-0506	10	(0.0, 0.0, 7.0)	(0.0, 0.0, 0.9)	(0.0, 0.0, 0.0)	(5.1)	(0.0, 0.0, 11.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
09	0506	10 R	-0507	10	(0.0, 0.0, 5.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.3)	(1.1)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
# 10	0507	10 R	-0508	10	(0.0, 3.0, 13.0)	(0.0, 0.5, 3.0)	(0.0, 4.3, 128.7)	(3.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M/ F1						
11	0507	16 IA	-0508	16	(0.0, 4.3, 25.0)	(0.0, 0.5, 2.0)	(3.0, 15.0, 86.4)	(3.5)	(0.0, 0.0, 21.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	M/ F1						
12	0507	22 IA	-0508	22	(0.0, 9.0, 27.5)	(0.9, 1.6, 2.5)	(5.0, 16.3, 25.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 21.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	M/ F1						
* 13	0508	10 IA	-0509	10	(0.0, 10.0, 37.0)	(0.0, 2.8, 46.7)	(9.9, 29.0, 47.5)	(0.0)	(0.0, 3.0, 41.8)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1/ F						
14	0508	16 IA	-0509	16	(0.0, 23.5, 49.5)	(3.5, 13.3, 48.0)	(4.5, 22.5, 41.0)	(0.0)	(2.0, 7.0, 60.3)	(0.1, 0.3, 4.5)	F						
15	0509	10 R	-0510	10	(0.0, 14.0, 48.5)	(5.7, 12.8, 21.0)	(1.0, 9.2, 98.0)	(0.0)	(2.0, 16.0, 35.7)	(0.3, 2.7, 15.5)	F/ F2						
# 16	0510	10 R	-0511	10	(0.0, 0.0, 38.0)	(0.2, 2.0, 4.0)	(0.0, 0.5, 53.0)	(0.5)	(0.0, 0.0, 6.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	F2						
17	0511	10 R	-0512	10	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.1, 1.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.4)	F2/ M						
18	0512	10 R	-0513	10	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
19	0513	10 R	-0514	10	(0.0, 0.0, 22.5)	(0.0, 0.7, 3.9)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.3, 0.4, 2.5)	M						
20	0514	10 R	-0515	10	(0.0, 1.0, 10.5)	(0.0, 7.2, 13.0)	(0.0, 0.0, 2.0)	(25.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 5.5, 17.0)	F1						
* 21	0515	10 IW	-0515	22	(0.0, 20.5, 43.5)	(5.5, 7.6, 47.0)	(6.0, 1.3, 11.5)	(2.3)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 3.5, 7.5)	F1						
22	0515	16 R	-0516	16	(0.0, 1.5, 50.0)	(0.9, 2.2, 19.0)	(0.0, 1.5, 23.5)	(15.4)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 3.8, 8.0)	F1/ F						
23	0516	10 R	-0517	10	(0.0, 0.0, 52.0)	(0.4, 3.5, 40.5)	(0.0, 0.0, 24.0)	(0.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.5, 0.7)	F/ F1						
24	0517	10 IA	-0518	10	(0.0, 29.0, 99.0)	(5.0, 7.0, 11.0)	(22.2, 62.0, 119.5)	(4.5)	(30.5, 63.0, 126.0)	(8.8, 11.0, 14.3)	F						
25	0517	16 IW	-0518	04	(0.0, 21.0, 66.5)	(0.0, 5.8, 8.5)	(18.5, 39.5, 75.0)	(4.5)	(14.0, 55.5, 112.0)	(2.0, 5.6, 8.6)	F						
* 26	0518	10 IW	-0518	22	(0.0, 4.0, 23.0)	(0.3, 6.5, 11.0)	(0.0, 4.5, 18.5)	(2.5)	(0.0, 2.5, 8.0)	(0.0, 0.5, 1.5)	F						
27	0518	16 R	-0519	16	(0.0, 8.5, 30.5)	(0.0, 2.3, 6.0)	(0.0, 7.5, 28.5)	(3.0)	(0.0, 6.0, 11.9)	(0.0, 1.9, 3.6)	F/ F2						
28	0519	10 R	-0520	10	(0.0, 0.5, 17.0)	(0.0, 0.5, 1.0)	(0.0, 3.5, 17.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 1.5)	(0.0, 0.0, 3.0)	M/ F2						
29	0520	10 R	-0521	10	(0.0, 0.0, 10.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 8.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 0.3, 0.8)	F2/ M						
30	0521	10 R	-0522	10	(1.0, 61.6, 202.0)	(2.0, 19.4, 34.5)	(1.0, 26.5, 71.5)	(8.7)	(0.0, 1.0, 12.3)	(1.8, 1.9, 13.3)	F1/ F						
# 31	0521	16 R	-0522	16	(0.0, 70.0, 214.0)	(0.0, 29.8, 51.0)	(3.5, 31.7, 89.0)	(10.7)	(1.0, 8.5, 39.5)	(1.4, 1.8, 13.5)	F						
32	0522	10 IA	-0523	10	(0.0, 17.0, 63.5)	(0.0, 15.0, 21.0)	(1.5, 14.8, 68.0)	(3.0)	(2.0, 6.0, 10.0)	(0.0, 0.1, 0.9)	F/ F2						
33	0522	16 R	-0523	16	(0.0, 6.0, 39.0)	(0.0, 1.8, 8.9)	(0.0, 5.7, 38.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 4.5)	(0.0, 0.7, 6.7)	F2						
34	0523	10 R	-0524	10	(0.0, 0.0, 39.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 0.3, 10.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 9.5)	(0.0, 0.0, 14.8)	F2/ M						
35	0524	10 R	-0525	10	(0.0, 0.0, 2.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 3.4)	(0.0)	(0.0, 0.0, 9.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
36	0525	10 R	-0526	10	(0.0, 1.0, 18.5)	(0.5, 0.8, 2.0)	(0.0, 0.0, 1.5)	(0.1)	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1/ F						
* 37	0526	10 IA	-0527	10	(0.0, 1.0, 13.0)	(5.0, 6.3, 7.0)	(0.0, 1.5, 20.5)	(0.0)	(0.5, 2.5, 6.4)	(0.6, 0.7, 4.8)	F/ F2						
* 38	0526	16 IA	-0527	16	(0.0, 0.5, 5.0)	(3.0, 4.4, 12.0)	(0.0, 1.0, 17.0)	(0.0)	(1.0, 2.5, 6.4)	(0.6, 0.7, 4.8)	F/F2/ M						
39	0527	10 R	-0528	10	(0.0, 0.0, 2.0)	(0.0, 1.0, 20.5)	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 1.0, 1.3)	M						
40	0528	10 R	-0529	10	(0.0, 0.0, 3.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 14.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
41	0529	10 R	-0530	10	(0.0, 0.0, 2.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.8)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	M/ F1						
42	0529	16 R	-0530	16	(0.0, 6.5, 26.5)	(0.0, 0.9, 3.0)	(0.0, 1.1, 20.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.6)	(0.0, 0.0, 0.0)	M/ F1						
43	0530	10 R	-0531	10	(0.0, 8.5, 27.0)	(0.5, 1.7, 6.8)	(0.0, 8.5, 20.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 15.8)	(0.0, 0.2, 0.6)	F1/F/ F2						
44	0530	16 IA	-0531	16	(0.0, 3.5, 22.0)	(2.0, 22.6, 105.1)	(0.0, 3.0, 23.5)	(112.5)	(0.0, 0.0, 15.8)	(0.0, 0.2, 0.8)	F/ F2						
45	0531	10 R	-0601	10	(0.0, 15.0, 71.0)	(32.0, 47.5, 125.5)	(1.0, 28.0, 83.0)	(154.0)	(3.7, 4.5, 15.0)	(0.3, 1.5, 113.4)	F2						
# 46	0601	10 R	-0602	10	(0.0, 0.0, 2.5)	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.0, 37.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 109.0)	(0.6, 1.7, 2.8)	M						
47	0602	10 R	-0603	10	(0.0, 0.0, 36.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 40.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 71.5)	(0.0, 0.0, 0.8)	M						
48	0603	10 R	-0604	10	(0.0, 0.0, 54.0)	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.0, 2.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 24.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
49	0604	10 R	-0605	10	(0.0, 0.0, 27.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0, 0.0, 3.8)	M/ F1						
# 50	0605	10 R	-0606	10	(0.0, 0.0, 81.0)	(0.0, 3.5, 31.5)	(0.0, 0.8, 12.2)	(0.0)	(0.0, 0.0, 2.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	F/ M						
51	0606	10 R	-0607	10	(0.0, 3.0, 34.5)	(0.0, 0.0, 3.2)	(0.0, 5.0, 39.7)	(0.0)	(0.0, 1.0, 30.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1						
52	0606	16 IA	-0607	16	(0.0, 12.8, 76.0)	(1.5, 6.5, 10.0)	(0.0, 11.3, 49.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 11.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1/ F						
53	0607	10 IW	-0607	22	(0.0, 23.5, 96.5)	(1.5, 9.2, 40.0)	(0.0, 27.5, 53.7)	(2.0)	(0.0, 0.0, 13.0)	(0.0, 0.0, 5.4)	F						
54	0607	16 IW	-0608	04	(0.0, 14.3, 62.0)	(1.5, 4.5, 32.0)	(0.0, 9.4, 42.5)	(2.5)	(0.0, 0.0, 23.5)	(0.0, 4.0, 5.4)	F						
55	0608	10 IW	-0608	22	(0.0, 52.0, 95.0)	(1.9, 3.3, 15.5)	(4.5, 24.0, 61.5)	(7.5)	(0.0, 25.5, 80.5)	(0.0, 2.0, 10.2)	F						
56	0609	10 IW	-0609	22	(0.0, 0.0, 6.5)	(0.2, 0.5, 0.5)	(0.0, 0.0, 61.5)	(4.5)	(0.0, 0.3, 73.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	F						
* 57	0609	16 IW	-0610	04	(0.0, 0.0, 14.0)	(0.0, 0.2, 1.0)	(0.0, 1.1, 27.0)	(0.0)	(0.0, 1.4, 8.5)	(0.0, 0.7, 1.0)	F						
# 58	0610	10 R	-0611	10	(0.0, 2.0, 13.5)	(0.5, 1.0, 1.5)	(0.0, 3.5, 28.8)	(0.5)	(0.0, 5.0, 52.5)	(0.0, 0.2, 0.9)	F1/ F						
59	0611	10 R	-0612	10	(0.0, 0.0, 83.5)	(2.1, 6.0, 40.0)	(0.0, 0.0, 27.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 29.0)	(0.0, 3.2, 31.0)	F						
60	0612	10 R	-0613	10	(0.0, 0.0, 44.5)	(0.0, 4.1, 34.0)	(0.0, 0.0, 6.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 38.0)	(3.1, 29.7, 39.1)	F/ M						
# 61	0613	10 R	-0614	10	(0.0, 12.5, 132.5)	(0.0, 20.3, 65.0)	(0.0, 1.0, 38.0)	(3.2)	(0.0, 3.5, 70.0)	(0.0, 0.5, 1.3)	M						
62	0614	10 R	-0615	10	(0.0, 1.0, 59.5)	(0.0, 0.0, 1.5)	(0.0, 4.0, 27.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 49.5)	(0.0, 0.0, 3.4)	M						
63	0615	10 R	-0616	10	(0.0, 0.0, 46.0)	(0.0, 9.9, 22.5)	(0.0, 6.8, 37.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 56.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1						
# 64	0615	16 R	-0616	16	(0.0, 0.0, 32.0)	(0.0, 6.8, 11.0)	(0.0, 9.3, 54.5)	(0.0)	(0.0, 0.5, 32.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1						
# 65	0616	10 R	-0617	10	(0.0, 0.0, 12.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 7.3, 56.5)	(0.5)	(0.0, 0.0, 32.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	F1						
66	0617	10 IA	-0618	10	(0.0, 2.0, 35.5)	(0.0, 0.5, 12.0)	(0.0, 13.0, 58.0)	(0.0)	(0.0, 1.8, 12.5)	(0.0, 0.0, 2.8)	F1/ F						
* 67	0617	16 IA	-0618	16	(0.0, 5.5, 41.5)	(0.0, 0.5, 8.9)	(0.0, 12.5, 36.5)	(7.0)	(0.0, 1.3, 14.0)	(0.0, 0.0, 7.4)	F						
68	0618	10 R	-0619	10	(0.0, 2.5, 29.0)	(0.0, 1.6, 5.0)	(0.0, 1.0, 8.0)	(8.0)	(0.0, 0.0, 26.5)	(1.5, 3.3, 22.1)	F						
# 69	0619	10 R	-0620	10	(0.0, 0.0, 93.5)	(0.0, 3.8, 22.0)	(0.0, 2.3, 98.0)	(6.0)	(0.0, 0.5, 102.0)	(0.1, 4.5, 17.0)	F2/ M						
70	0620	10 R	-0621	10	(0.0, 0.0, 15.5)	(0.0, 0.0, 4.0)	(0.0, 0.0, 16.5)	(0.5)	(0.0, 0.0, 13.5)	(0.0, 0.5, 0.7)	M						
71	0621	10 R	-0622	10	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0)	(0.0, 0.0, 2.5)	(0.0, 3.0, 0.0)	M						
72	0622	10 R	-0623	10	(0.0, 0.0, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.5)	(0.0)	(0.0, 0.0, 2.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	M						
73	0623	10 R	-06														

日期	天氣類型	850hpa LLJ	700hpa LLJ	θ_e 脊線*	豪(大)雨地區**
May 7~9	M/F1,F1/F,F	+	+	+	C,S
16~18	F/F1,F,F	-	+	+	N,C,S
21~22	F1/F,F	-	+	+	N,C
25~27	F1/F,F/F2.M	-	-	-	-
30~31	F1/F/F2,F2	-	+	+	NE,SE,E
June 4~5	M/F1,F1/M	+	-	+	N
7~9	F,F,F	-	+	+	N,C,S
16~18	F1,F1/F,F	+	+	+	C
22~24	M,F1/F,F2/M	-	-	-	-

* θ_e 脊線：+ 有，- 無。

**豪(大)雨地區：N 北部，C 中部，S 南部，NE 東北部，E 東部。
其餘符號說明如表2。

表3：九個MCS/豪(大)雨伴隨鋒面個案的特徵

個案	天氣類型	豪(大)雨地區**	θ_e 脊線*	MCS*	豪(大)雨起止時間
May 1~2	海陸風效應	N	+ 	+	1.06Z-12Z
2~3	中尺度低壓	NE,E	+ 	+	NE:2.15Z-3.00Z E:2.18Z-3.00Z
3~4	中尺度低壓	Cm	- 	+	3.06Z-12Z
JUNE 1~2	中尺度低壓 850hpa風切線	Sm	+ 	+	1.06Z-12Z
2~3	中尺度低壓 850hpa風切線	Sm	+ 	+	2.06Z-09Z
3~4	中尺度低壓 850hpa風向輻合 850hpa暖平流	Nm	+ 	-	3.06Z-09Z
13~14	海陸風效應 850hpa低層噴流 850hpa水氣平流	N,NE,S	+ 	+	N:13.03Z-09Z S,NE:13.06Z-09Z
14~15	中尺度低壓 熱對流 850hpa低層噴流 850hpa水氣平流 850hpa風向輻合 850hpa暖平流 700hpa低層噴流	Nm	+ 	+	14.06Z-09Z
19~20	中尺度低壓 850hpa風切線 850hpa水氣平流 850hpa風向輻合	Nm,Cm,Sm	- 	+	Nm,Cm:19.06Z-12Z Sm:19.06Z-09Z

* θ_e 脊線、MCS: + 有, - 無。

**豪(大)雨地區: N 北部, C 中部, S 南部, NE 東北部, E 東部, 右下角m 表山區。

表4: 九個MCS/豪(大)雨無鋒面類型個案特徵

個案	MESO-LOW		豪(大)雨地區 雨量估計值*	豪(大)雨地區 及最大降雨量 (mm)	豪(大)雨起止時間
	出現時間	出現地區			
May 2 - 3	2.09 Z	SE	-	NE: 68.5 E: 116.5	NE: 2.15Z-3.00Z E: 2.18Z-3.00Z
3 - 4	3.03 Z	C	50 45 (+6) (+12)	Cm: 67.5	3.06Z-12Z
June 1 - 2	1.03 Z	S	8 5 (+6) (+12)	Sm: 109.0	1.06Z-12Z
2 - 3	2.00 Z	C	2.5 (+12)	Sm: 71.5	2.06Z-09Z
	03 Z	C	10 (+6)		
	06 Z	C	10 (+6)		
	09 Z	C	15 (0)		
3 - 4	3.03 Z	N	90 (+6)	Nm: 54.0	3.06Z-09Z
	06 Z	N	90 (+6)		
14 -15	14.06 Z	N	30 (+6)	Nm: 59.5	14.06Z-09Z
	09 Z	SE	-		
19 -20	19.03 Z	C	Nm: 9 8 (+6) (+12)	Nm: 93.5 Cm: 98.0 Sm: 102.0	Nm, Cm: 19.06Z-12Z Sm: 19.06Z-09Z
			Cm: 6 1.5 (+6) (+12)		
			Sm: 20 (+6)		
	06 Z	C	Nm: 9 (+6)		
			Cm: 6 (+6)		
			Sm: 20 (+6)		
	09 Z	S	Nm: 3 9 (0) (+6)		
			Cm: 17 6 (0) (+6)		
			Sm: 5 (0)		

*雨量估計值: 括弧內之數字: -12, -6 表MESO-LOW出現時間之前12小時, 前 6小時;
0, 6, 12表MESO-LOW出現時, 出現時間之後 6小時, 後12小時。

表5: MCS/豪(大)雨無鋒面類型中七個中尺度低壓個案特徵

A Study on Forecasting to the MCS/heavy rainfall During 1992 POST-TAMEX Forecast Exercise

Shiou-Huey Sheng Tai-Kuang Chiou

Research & Development Center
Central Weather Bureau

ABSTRACT

The purpose for operation of POST-TAMEX FORECAST EXERCISE is to practically apply the scientific research achievement related to TAMEX and afterwards to routine operations for improving Mesoscale Convective Systems(MCS)/heavy rainfall prediction capability on short and very short range during the Mei-Yu season.

This study selected MCS/heavy rainfall cases occurred during the POST-TAMEX FORECAST EXERCISE period in 1992, to divide the weather patterns into two categories: MCS/heavy rainfall with and without front and reanalyze by using the formulated forecast rules and methods sorted from working groups of the experiment. The result has been discussed for getting further improved forecast schemes.

The preliminary results showed the forecast procedures for the valid time in flow chart may be available. However, the forecast accuracy for MCS/heavy rainfall-with front type is about 48% only. Only 25% rainfall forecast schemes for time range within 12 hours seem still need advanced improvement.