

中南部地區梅雨季鋒面降水 中尺度氣候法之預報校驗

陳泰然 張智昇

國立台灣大學大氣科學研究所

(中華民國八十九年三月二十一日收稿；中華民國八十九年六月一日定稿)

摘 要

本文利用台灣中南部地區 1991~1995 年 5~6 月梅雨季鋒面過境之地面降水資料，求取各分區於鋒面過境前後各 24 小時之降雨機率、降雨量及豪（大）雨發生機率逐時氣候值。利用 1996 年 5~6 月間四道梅雨鋒面資料，分別以預報起始時間前 1 小時、前 3 小時、前 6 小時及前 12 小時之降雨觀測值，作為不同持續法之預測值；並與氣候值法之降雨機率、降雨量及豪（大）雨發生機率等進行預報校驗，以比較氣候值法與不同持續法之預報誤差。

結果顯示，不論降雨機率、降雨強度或豪（大）雨發生機率，均為鋒面過境時增大且鋒後較鋒前為大，唯各分區均有其特殊之分布。氣候值法之預報校驗結果顯示，在降雨機率預報方面，除分區 7（南投）外，氣候值法在各分區之 6~12 小時預報時段均具有預報能力，其預報誤差均較持續法為小，但在 0~3 小時預報時段顯然並無超越持續法之預報能力。在降雨量預報方面，除分區 9（嘉義）外，氣候值法在各分區之 3~12 小時預報時段均具有預報能力。至於在豪（大）雨發生機率之預報方面，雖僅第二道鋒面有伴隨豪（大）雨事件，故校驗較無代表性，但豪（大）雨之氣候值法預報已在分區 9（嘉義）顯示出其預報能力。綜合言之，在預報起始時間 3 小時後，持續法誤差普遍增大，而氣候值法在鋒面過境前後對於各分區均有相當程度之短期降水預報能力，可供中尺度預報之參考應用。

關鍵詞：氣候值法、持續法、豪（大）雨、定量降水預報、降雨機率

一、前 言

對於台灣中南部地區而言，每年五、六月的梅雨季鋒面所帶來的降水，為其重要的水資源，但也常因鋒面系統上存在著多重尺度系統間的非線性交互作用，再加上複雜地形效應的

影響（吳與王 1985；陳 1978），往往極易引發豪（大）雨現象造成莫大損失。鍾（1989）分析中南部地區空軍四個地面站（嘉義、台南、岡山及屏東）於 1967~1986 年各月之豪雨日數，發現 5~6 月之豪雨發生頻率達到最高。陳與林

(1997) 指出, 該地區梅雨季降水的空間分布特性明顯受到地形影響, 豪(大)雨發生頻率也存在著顯著的日夜變化, 反應出局部環境條件、局部強迫作用及梅雨鋒、中尺度低壓間複雜的交互作用, 對於降水結果扮演著重要角色。

陳等(1991)指出欲有效提高對於梅雨季豪(大)雨的預報能力, 應增加對於中尺度過程之瞭解。透過為期十年的「台灣地區中尺度實驗計畫」(TAMEX), 以及相關的基礎研究與應用研究, 我們已初步瞭解到梅雨鋒面對於對流之影響, 不僅提供了有利對流發展之綜觀環境, 亦提供中尺度強迫機制以激發對流, 導致區域性劇烈豪(大)雨現象的發生(陳 1994); 陳與紀(1978)指出, 伴隨梅雨鋒之次環流系統與鋒面區之對流運動息息相關; Chen(1979)則發現在梅雨鋒面雲帶內之積雨雲對流的水氣來源, 中尺度輻合作用比大尺度過程更為重要。而由梅雨季之中尺度氣候研究(陳與吳 1985)和對流降水與豪雨之中尺度特徵研究(陳與楊 1988a、b)顯示, 若能增加對中尺度氣候訊息的掌握, 應能提升在短期(中尺度)預報和定量降水預報(Quantitative Precipitation Forecast, QPF)方面之預報能力。

目前數值預報模式在短期預報上之表現, 仍因種種限制而影響到預報結果之實用性。葉(1998)校驗 1997 年梅雨季中央氣象局有限區域預報模式對嘉南地區之降水預測能力, 發現雖能掌握日夜降水差異, 但模式需等待至起轉(spun up)完成, 才漸漸具有預報能力, 因此僅於 12~24 小時與 24~36 小時區間之降水量預報技術得分較高。柳(1999)校驗同一數值模式在 1998 年梅雨季短期定量降水預報能力時亦發現, 受限於複雜地形因素和積雲降水參數化方法, 此模式在鋒面影響下的地形性降水處

理部分並不理想, 降水預報尚無法供作業單位實際運用。在非靜力 MM5 模式方面, 鄭與楊(1998)和簡(1999)指出該模式對於定量降水預報能力受限於初始場、地形解析度、積雲參數法及雲物理參數法等因素, 其預報夜間降水能力優於日間, 在預報時段上則僅在 12~24 小時具有預報是否降水的能力。顯然, 不同數值預報模式於 0~12 小時預報時段內, 均仍未具預報能力, 且其定量降水預報結果目前仍未達可實際應用的水準。

在衛星雲圖應用於豪(大)雨與定量降水預報方面, 丘等(1999)分析 MCS 雲頂溫度與實際降水量之關係, 發現 MCS 雲頂溫度與降水量有一定程度的相關性, 但因大部分的 MCS 生命史平均約為 6 小時或更短, 加上地形效應影響, 此法在 12 小時內之短期預報目前亦有瓶頸等待突破。此外, 經由分析伴隨豪(大)雨的綜觀形勢和環境條件所獲得的重要徵候和主要預報參數(曲與任 1986; 蔡與盛 1989), 雖亦為提供豪(大)雨預報能力的方法之一, 但預報時段則常僅適用在 12~24 小時或更長。

如 Doswell(1986)所言, 在 3~9 小時短期預報時段, 現仍因對於主宰其間變化之中尺度過程缺乏足夠瞭解, 而出現一預報缺口(forecasting gap)。至於現今中尺度數值模式, 則仍受限於初始場資料之時間、空間解析度、地形空間解析度、各種參數法之選擇以及模式起轉時間之限制, 並無能力提供短期(0~12 小時)中尺度預報作業所需。因此, 依梅雨鋒面過境前後降水氣候值所建立的中尺度氣候值法, 應可在預報缺口提供預報訊息。本文藉由台灣中南部地區高時間、空間解析度自動雨量站觀測網資料, 分析 1991~1995 年 5~6 月梅雨季鋒面過境前後逐時之降水資料, 發展並建

立基於中尺度氣候觀念之豪(大)雨發生機率、降雨機率及降雨量之預報方法，並以 1996 年梅雨季觀測資料校驗，以了解氣候值法在 0~12 小時的定量降水預報能力與在各分區的可應用性。

二、資料與分析

1992 年 6 月以後，中央氣象局於台灣中南部地區之自動雨量站觀測網逐漸完成，1993 年 5 月後，24°N 以南、中央山脈西側之自動雨量站全面正常作業，為此地區提供良好時空解析度的降水資料，可作逐時分析之用。圖 1 為 1992 年 5~6 月「Post-TAMEX 預報實驗」於進行 0~3 小時定量降水預報之 15 個預報分區(陳與謝 1992)。圖 2 為中南部 7~11 分區內自動雨量站分布，測站間距約僅 8~10 公里且相當均勻分布



圖 2 第 7、8、9、10 及 11 分區之自動雨量站空間分布。

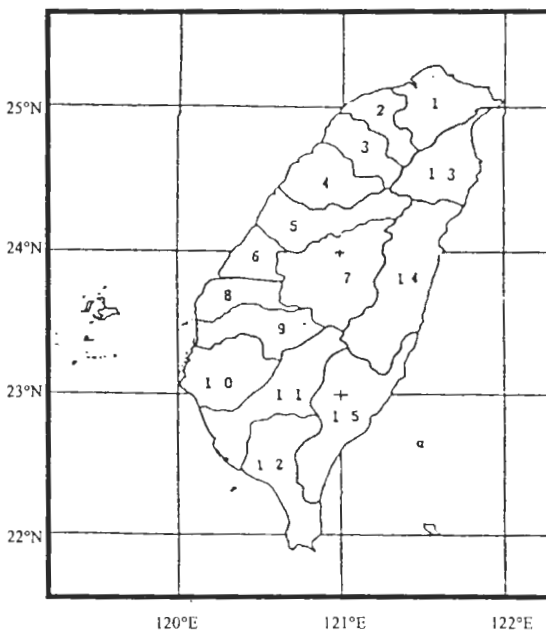


圖 1 Post-TAMEX 預報實驗 0~3 小時預報之 15 個預報分區(陳與謝 1992)。

於平地和山地。本文利用自動雨量站網之降水資料，分析中南部地區各分區於鋒面過境前後之逐時降水分布特性，以建立鋒面降水之中尺度氣候預報值，並進行獨立資料之預報校驗。

對於豪(大)雨之分析，採用 1992 年「Post-TAMEX 預報實驗」之定義(陳與謝 1992；謝等 1993)：以時雨量 ≥ 15 mm，且 a) ≥ 130 mm / 24 小時，定義為 A 型豪雨，b) ≥ 50 mm / 12 小時，但 < 130 mm / 24 小時，定義為 B 型豪雨，c) ≥ 50 mm / 24 小時，但未達上述(a)、(b)標準時，定義為大雨(即 C 型)。鋒面分析則以中央氣象局 1991~1995 年 5~6 月每 3 小時之地面天氣圖，求取台灣與鄰近地區鋒面位置，並將鋒面移至台灣中南部(23°~24°N, 120°~121°E)區內中心點之時間，定為 $t=0$ ，如表一所示。總計有 27 道鋒面，其中 5 月較多有 18 道，6 月較少僅有 9 道；1991 年最少

表一 1991~1995年5~6月廿七道鋒面移入台灣中南部(23°~24°N, 120°~121°E)區內之時間定為t=0, 各個案之t=0時間。

編號	年	月	日	時間(UTC)
1	1991	5	1	0900
2	1991	5	8	0000
3	1991	6	22	0600
4	1992	5	9	0000
5	1992	5	17	1200
6	1992	5	21	2100
7	1992	5	26	0300
8	1992	5	30	0900
9	1992	6	7	1200
10	1992	6	17	1800
11	1993	5	3	0000
12	1993	5	14	1500
13	1993	5	22	0900
14	1993	5	25	2100
15	1993	6	2	0600
16	1993	6	5	2100
17	1994	5	3	0900
18	1994	5	11	0300
19	1994	5	17	1200
20	1994	5	26	1800
21	1994	6	18	1200
22	1995	5	3	1200
23	1995	5	15	0600
24	1995	5	21	0600
25	1995	6	4	1800
26	1995	6	8	1200
27	1995	6	28	0600

有3道, 1992年最多有7道, 平均每年5.4道鋒面。隨後分析同一期間鋒面過境前後各24小時內, 各分區之降雨機率、逐時降雨強度及豪(大)雨發生機率。文中所謂豪(大)雨發生機率, 係指在各小時之發生次數佔前後共48

小時期間總發生次數之百分比而言。在進行預報校驗時, 觀測值亦以相同方式處理。吳與傅(1987)分析1950~1985年台灣梅雨季降水量之年際變化, 並未發現中南部地區之降水量與聖嬰現象兩者間的相關性。因此, 雖本文所

建立的中尺度氣候值期間(1991~1995年)有2次聖嬰現象,我們亦認為應不受聖嬰影響,況且我們也無理由認為聖嬰現象可確切影響中尺度過程。

為瞭解氣候值法之預報能力,分別以預報起始時間前1小時、前3小時、前6小時及前12小時降水觀測值,作為不同持續法之預報值,並比較氣候值法與持續法兩者之預報誤差。在此,持續法係指以觀測值做為未來之預報值,而不考慮過去觀測值的趨勢變化,後者即一般的外延法。利用1996年5~6月觀測資料以校驗氣候值法與不同時段持續法之預報能力。圖3為1996年5~6月 $t=0$ 時之各鋒面位置分布,該年梅雨季僅有四道鋒面移經分析區域內之中心點,且均出現在5月。降雨量誤差分析以觀測值(O)和預報值(F)之絕對誤差為準($|O-F|$),機率預報誤差則以誤差之平方為準($|O-F|^2$)。

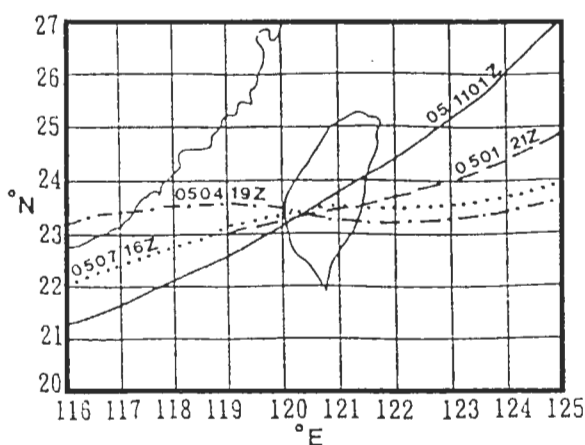


圖3 1996年5~6月移經台灣中南部之四道鋒面於 $t=0$ 時所在位置。鋒面上6位數字每2位分別為月、日及國際時。

三、各分區之鋒面降水氣候值

(一)降雨量

鋒面過境前後各24小時期間,各分區所有測站之平均逐時降雨量與降雨量較大之前1/2測站之平均降雨量逐時分布如圖4所示。整體而言,各分區內測站逐時平均降雨量和前1/2測站之平均降雨量顯示,兩者有於鋒面過境時與之後較過境前為多之相似性,且兩者似均有雙高峰分布形式。若進一步分析各分區累計降雨量佔前1/2測站之平均降雨量之時間分布,顯見在第8和11分區均在過境後1小時達最大,第7分區在過境後4小時達最大,第9和10分區則分別在過境後16小時與11小時達最高峰,唯在過境後2~6小時亦有相對最大值。

陳與林(1997)分析梅雨季台灣中南部地區豪(大)雨氣候特徵即指出,造成降雨量時間分布出現雙高峰之原因,可能係因梅雨鋒面在移經台灣中南部地區時會出現徘徊(滯留)或北退現象(以 $t=0$ 時之鋒面位置為過境中心點),因此造成如圖4所示同一分區降水量於第一次高峰後,再出現第二次高峰之情形;由此亦反應出中南部地區於梅雨季期間,其降水量的空間、時間分布與梅雨鋒面密切的關連性。顯然,各分區均以鋒後降水主宰,但各分區之關降雨強度與雨量高峰出現時間均有差異,凸顯鋒面舉升與局部地形在決定各分區降水之重要性。

(二)降雨機率

圖5為鋒面過境前後各24小時內,各分區之逐時降雨機率。顯見各分區降雨機率分布與降雨量分布具相似特性,各分區幾皆在鋒面

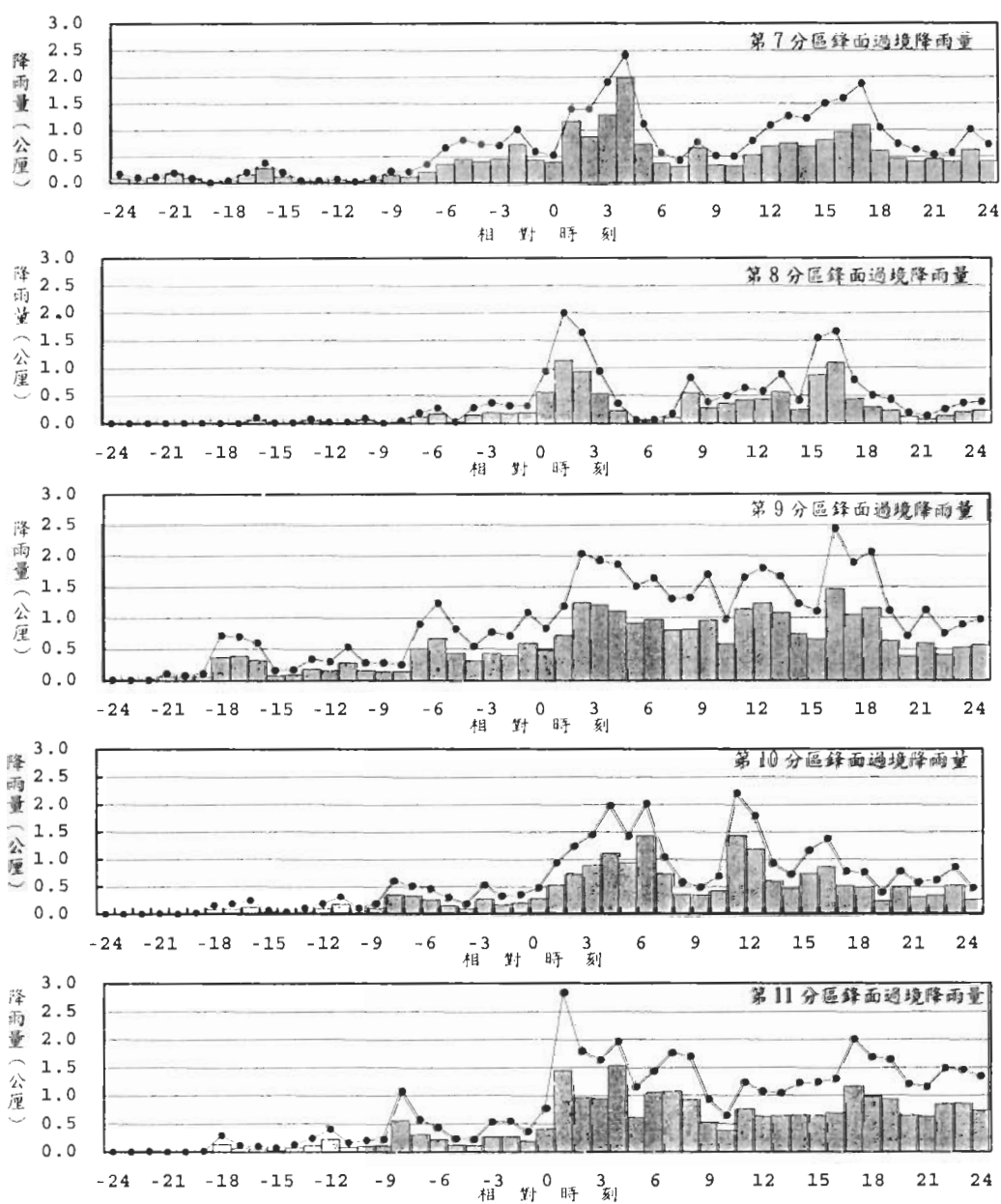


圖 4 1991~1995 年 5~6 月鋒面過境各分區 7~11 前(負)後(正)各 24 小時內,分區內各測站之逐時平均降雨量(長條)與前 1/2 測站平均降雨量(曲線)。

過境前 12 小時開始增加,在過境時達最大或相對最大,且過境後較過境前為大。在各分區之中,各時段之降雨機率幾皆以第 8 分區(雲林)

最小,期間最大機率幾皆 $<20\%$,以第 9 分區(嘉義)最大,期間大部分 $>40\%$,過境時更高達 60% 以上,此種差異應與分區所在位置和

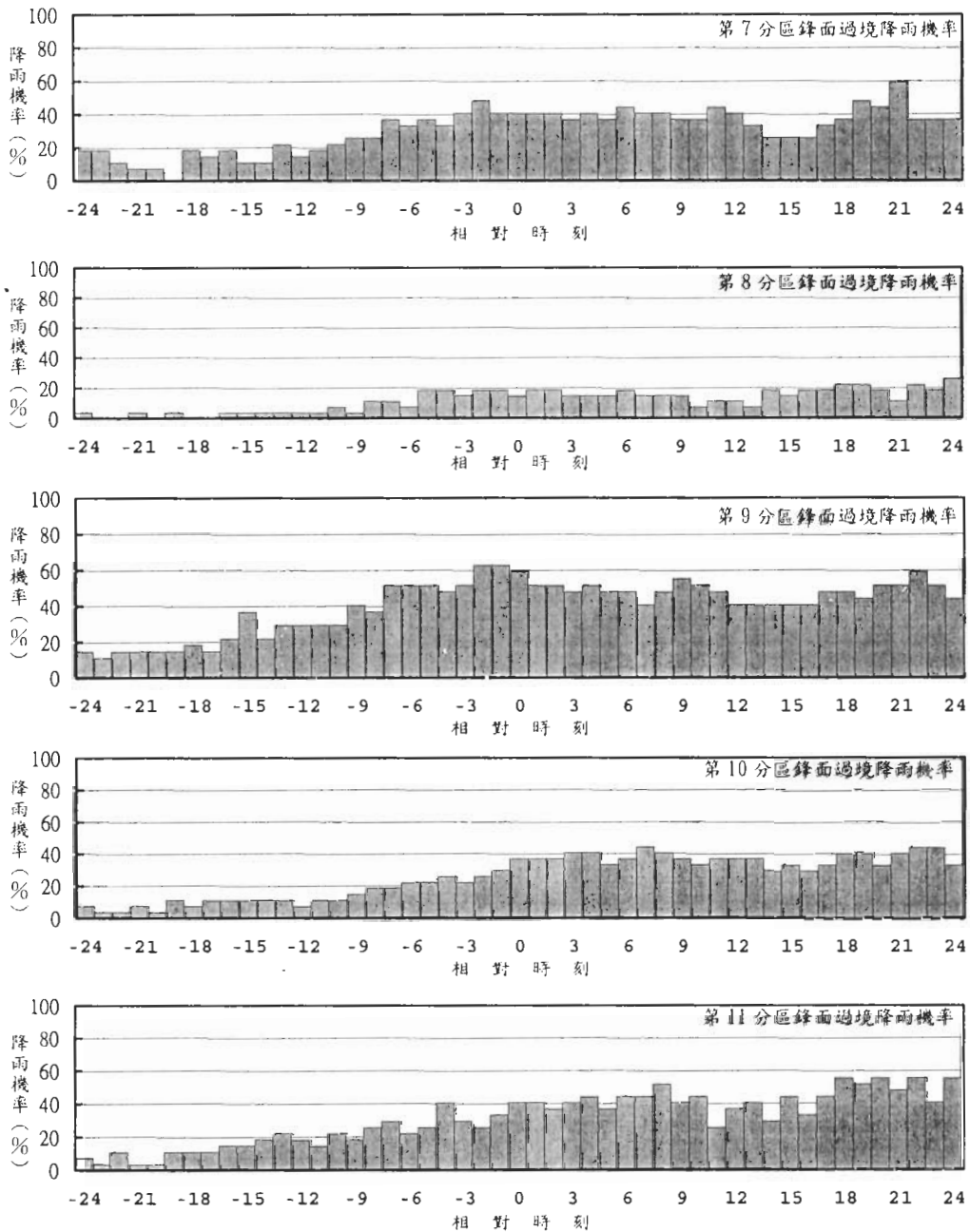


圖5 1991~1995年5~6月鋒面過境各分區7~11前(負)後(正)各24小時內降雨機率。

區內地形分布有關。

(三)豪(大)雨發生機率

各分區之A型+B型豪雨和C型大雨發生

機率，分別如圖6和圖7所示。各分區豪雨發生機率於鋒面過境時增大，並於過境後達最大；除第9分區(嘉義)外，其他分區鋒面過境前發生豪雨機率均小或不發生，第8分區於鋒面

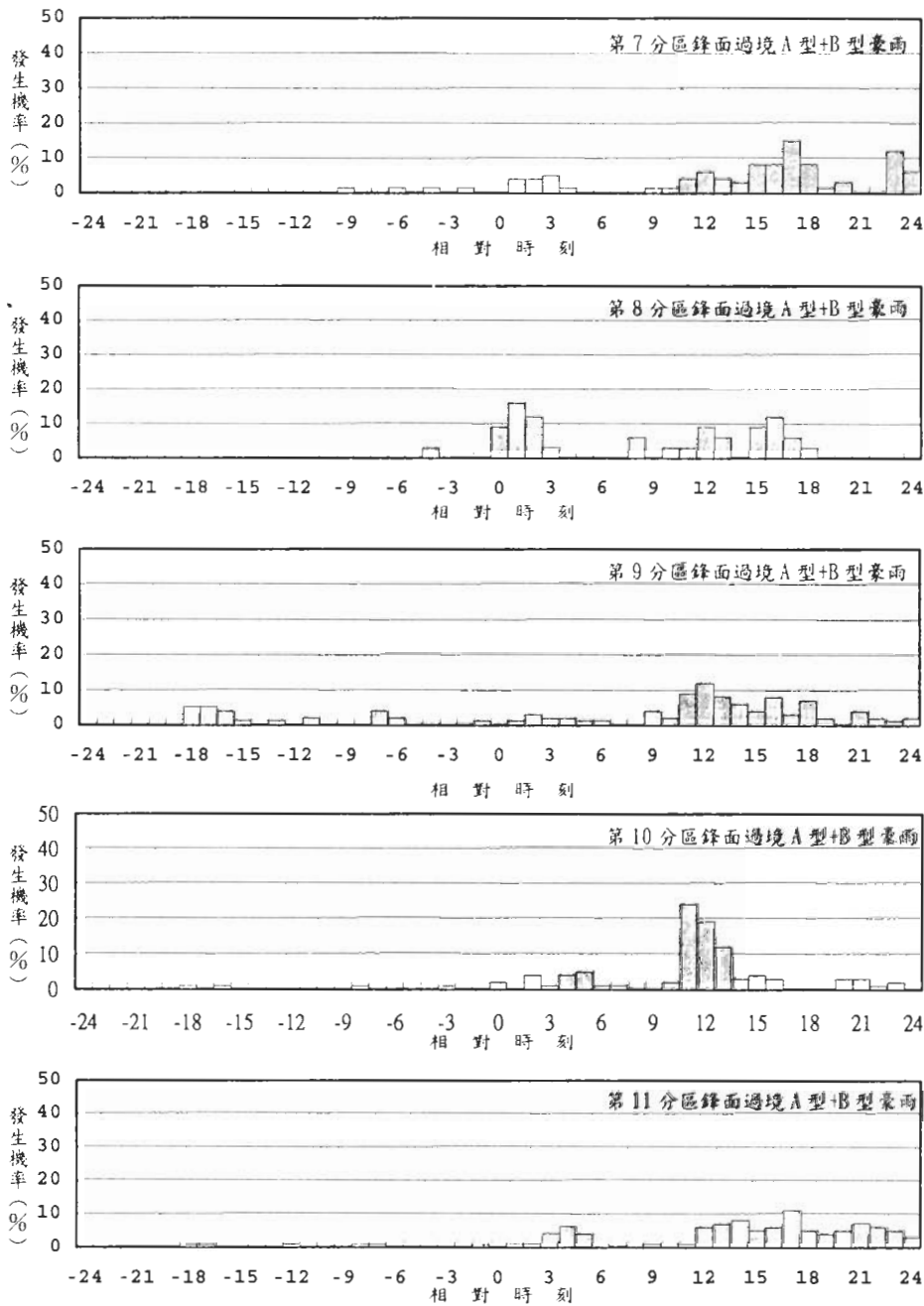


圖 6 1991~1995 年 5~6 月鋒面過境各分區 7~11 前(負)後(正)各 24 小時內之逐時 A 型-B 型豪雨發生機率。

過境時出現最大機率，並於過境後 16 小時出現次大機率，其餘各分區則皆於過境後 11~17 小時間出現最大機率。大雨發生機率之分布與豪

雨者類似，於鋒面過境時與過境後較過境前為大，除第 8 分區（雲林）外，鋒面過境前均有大雨發生。第 8 與第 10 分區於鋒面過境時出現

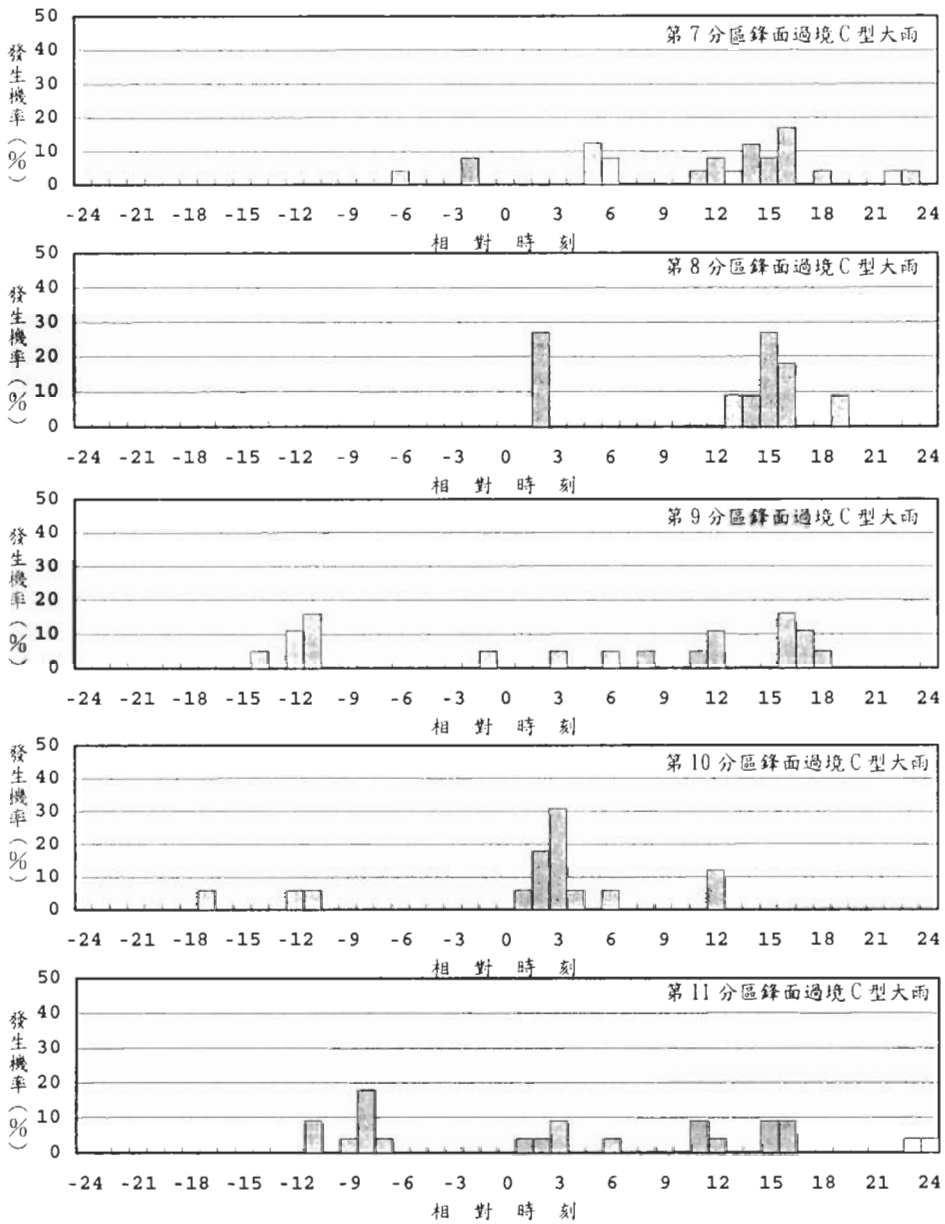


圖 7 1991~1995 年 5~6 月鋒面過境各分區 7~11 前 (負) 後 (正) 各 24 小時內之逐時 C 型大雨發生機率。

最大機率，第 9 與第 11 分區則於過境前 8~11 小時間出現最大機率，鋒面過境後 15~16 小時亦有最大機率 (第 7 分區) 或次大機率 (第 8 與 9 分區)。此種分布特性和降雨機率分布特性幾乎一致之結果，和陳與紀 (1978) 合成分析

東港探空資料之結論相符，他們發現鋒後垂直次環流上升區與豪 (大) 雨發生頻率最大區均位在鋒後 100~200 公里處，使得隨著鋒面過境之後，各測站降雨機率與豪 (大) 雨發生機率明顯增加。

表二 1996年5~6月四道鋒面過境中南部前(負)後(正),以不同時段不同方法在各分區之平均降雨機率預報誤差。CL為氣候值法,PT01、PT03、PT06及PT12分別為預報起始時間前1、前3、前6及前12小時之持續法。

	時 段	CL	PT 01	PT 03	PT 06	PT 12
分區 7	-12 ~ - 6	49.70	10.71	17.86	32.14	25.00
	- 5 ~ 0	32.66	16.67	16.67	12.50	25.00
	+ 1 ~ + 6	30.98	0.00	4.17	8.33	12.50
	+ 7 ~ +12	26.97	29.17	41.67	25.00	33.33
	-12 ~ 0	41.84	13.46	17.31	23.08	25.00
	+ 1 ~ +12	28.97	14.58	22.92	16.67	22.92
	-12 ~ +12	35.66	14.00	20.00	20.00	24.00
-12 ~ +24	33.31	14.19	22.97	25.00	26.35	
分區 8	-12 ~ - 6	47.26	28.57	42.86	75.00	42.86
	- 5 ~ 0	40.98	16.67	20.83	25.00	66.67
	+ 1 ~ + 6	30.59	4.17	20.83	41.67	50.00
	+ 7 ~ +12	26.91	4.17	12.50	25.00	25.00
	-12 ~ 0	44.36	23.08	32.69	51.92	53.85
	+ 1 ~ +12	28.75	4.17	16.67	33.33	37.50
	-12 ~ +12	36.87	14.00	25.00	43.00	46.00
-12 ~ +24	32.97	16.22	29.05	39.86	39.19	
分區 9	-12 ~ - 6	32.84	21.43	21.43	35.71	39.29
	- 5 ~ 0	21.40	8.33	20.83	37.50	12.50
	+ 1 ~ + 6	24.62	25.00	25.00	37.50	25.00
	+ 7 ~ +12	25.06	12.50	25.00	25.00	29.17
	-12 ~ 0	27.56	15.38	21.15	36.54	26.92
	+ 1 ~ +12	24.84	18.75	25.00	31.25	27.08
	-12 ~ +12	26.25	17.00	23.00	34.00	27.00
-12 ~ +24	26.38	16.22	22.30	29.73	25.00	
分區 10	-12 ~ - 6	20.02	3.57	17.86	28.57	17.86
	- 5 ~ 0	21.06	16.67	20.83	12.50	25.00
	+ 1 ~ + 6	26.59	4.17	16.67	37.50	25.00
	+ 7 ~ +12	28.20	12.50	16.67	12.50	41.67
	-12 ~ 0	20.50	9.62	19.23	21.15	21.15
	+ 1 ~ +12	27.39	8.33	16.67	25.00	33.33
	-12 ~ +12	23.81	9.00	18.00	23.00	27.00
-12 ~ +24	24.95	14.86	22.30	25.00	25.68	
分區 11	-12 ~ - 6	42.48	17.86	28.57	46.43	35.71
	- 5 ~ 0	34.24	20.83	45.83	25.00	37.50
	+ 1 ~ + 6	28.26	16.67	29.17	29.17	37.50
	+ 7 ~ +12	33.60	25.00	33.33	29.17	33.33
	-12 ~ 0	38.68	19.23	36.54	36.54	36.54
	+ 1 ~ +12	30.93	20.83	31.25	29.17	35.42
	-12 ~ +12	34.96	20.00	34.00	33.00	36.00
-12 ~ +24	32.46	18.24	33.11	31.08	34.46	

四、預報校驗

1996 年梅雨季有四道鋒面移經分析區域內之中心點，本文分析四道鋒面個案過境前後各 24 小時之降水觀測值，分別作為預報起始時間前 1 小時(PT01)、前 3 小時(PT03)、前 6 小時(PT06)及前 12 小時(PT12)等不同時段持續法之預報值。以下將就氣候值法(CL)與上述各持續法在降雨機率、降雨量及豪(大)雨發生機率等三方面之預報誤差進行分析，以了解各分區之氣候值法預報能力。

(一)降雨機率

表二為氣候值法與不同持續法對四道鋒面之平均降雨機率預報誤差。分區 7(南投)之降雨機率誤差，氣候值法(CL)在不同預報時段均較所有持續法(PT)為大。分區 8(雲林)之 CL 誤差較前 1 小時(PT01)與前 3 小時持續法(PT03)為大，但較前 6 小時(PT06)和前 12 小時持續法(PT12)為小。分區 9(嘉義)之 CL 誤差較 PT06 小，但較其他持續法為大。分區 10(台南)之 CL 誤差較 PT01 及 PT03 為大，但小於 PT06 和 PT12。分區 11(高雄)之誤差，CL 大於 PT01、PT06，小於 PT03 和 PT12。由此平均降雨機率預報誤差顯示，氣候值法在短期降雨機率預報(6~12 小時)方面，除分區 7(南投)之外，各分區均具有一定程度之預報能力。此外，不同時段之持續法，除 PT01 在各分區與各平均時段內均較 PT03 為佳外，可能因各分區之中尺度過程生命期差異，致使在某些分區之某些時段平均預報誤差以 PT06 或 PT12 較小。

(二)降雨量

1. 所有測站平均降雨量

四道鋒面個案在各分區與各不同預報時段之平均降雨量誤差如表三所示。分區 7、8、10 及 11 相似，其 CL 誤差均較 PT01 大，但小於其他持續法；分區 9 之 CL 誤差小於 PT12，大於其他持續法。

2. 前 1/2 測站平均降雨量

前 1/2 降雨量測站之平均降雨量預報誤差(表略)顯示，分區 7、8 和 10 之 CL 誤差大於 PT01，而小於其他持續法；分區 9 之 CL 誤差較 PT12 為小，但大於其他持續法；分區 11 之 CL 誤差則大於 PT01 與 PT06，但小於 PT03 與 PT12。

一般而言，氣候值法在定量降水預報上，除分區 9(嘉義)之外，具有在 3~12 小時預報時段的短期預報能力。

(三)豪大雨發生機率

1. A 型+B 型豪雨

表四為各分區 A 型+B 型豪雨發生機率於四道鋒面過境期間之平均預報誤差。就此四個案平均誤差來看，因僅第二道鋒面伴隨豪雨事件，且分區 8、10 及 11 均無豪雨事件發生，故氣候值法較所有持續法之誤差為大；另一方面，CL 誤差在分區 7 則大過所有持續法，分區 9 之 CL 誤差則較 PT12 小，但較其他持續法為大。

2. C 型大雨

鋒面過境前後，各分區大雨發生機率之平均預報誤差(表略)，因四道鋒面對分區 7、8、10 及 11 無發生大雨事件，故 CL 誤差較所有持續法為大。第二道鋒面發生之大雨事件，分區 9 之 CL 誤差較 PT01 大，但小於其他持續法。

表三 1996年5~6月四道鋒面過境中南部前(負)後(正),以不同時段不同方法在各分區之平均降雨量預報誤差。CL為氣候值法,PT01、PT03、PT06及PT12分別為預報起始時間前1、前3、前6及前12小時之持續法

	時 段	CL	PT01	PT03	PT06	PT12
分區 7	-12 ~ - 6	0.38	0.33	0.54	0.67	0.46
	- 5 ~ 0	2.04	1.30	2.03	2.08	2.07
	+ 1 ~ + 6	3.15	2.47	4.23	4.48	3.10
	+ 7 ~ +12	0.54	0.24	0.64	3.06	2.00
	-12 ~ 0	1.15	0.78	1.23	1.32	1.20
	+ 1 ~ +12	1.84	1.36	2.44	3.77	2.55
	-12 ~ +12	1.48	1.06	1.81	2.50	1.85
	-12 ~ +24	1.28	0.80	1.44	2.01	1.74
分區 8	-12 ~ - 6	0.14	0.12	0.15	0.17	0.17
	- 5 ~ 0	0.74	0.62	0.72	0.75	0.74
	+ 1 ~ + 6	2.14	2.68	3.44	2.48	2.19
	+ 7 ~ +12	0.36	0.22	0.30	2.15	0.69
	-12 ~ 0	0.42	0.35	0.41	0.44	0.43
	+ 1 ~ +12	1.25	1.45	1.87	2.31	1.44
	-12 ~ +12	0.82	0.88	1.11	1.34	0.91
	-12 ~ +24	0.68	0.63	0.80	0.96	0.97
分區 9	-12 ~ - 6	0.40	0.30	0.43	0.56	0.27
	- 5 ~ 0	0.77	0.54	0.60	0.58	0.89
	+ 1 ~ + 6	1.97	1.07	1.95	1.20	1.51
	+ 7 ~ +12	1.14	0.78	0.77	1.80	1.08
	-12 ~ 0	0.57	0.41	0.51	0.57	0.56
	+ 1 ~ +12	1.55	0.92	1.36	1.50	1.30
	-12 ~ +12	1.04	0.66	0.92	1.02	0.91
	-12 ~ +24	0.94	0.58	0.82	0.91	0.96
分區 10	-12 ~ - 6	0.20	0.04	0.06	0.07	0.11
	- 5 ~ 0	0.64	0.56	0.63	0.52	0.53
	+ 1 ~ + 6	1.74	1.54	2.66	1.54	1.30
	+ 7 ~ +12	1.20	0.70	1.28	1.76	1.05
	-12 ~ 0	0.40	0.28	0.33	0.28	0.31
	+ 1 ~ +12	1.47	1.12	1.97	1.65	1.17
	-12 ~ +12	0.92	0.68	1.11	0.93	0.72
	-12 ~ +24	0.81	0.59	0.97	0.86	0.89
分區 11	-12 ~ - 6	0.27	0.12	0.20	0.18	0.21
	- 5 ~ 0	1.15	0.51	0.96	1.02	1.10
	+ 1 ~ + 6	1.95	1.65	2.03	1.93	1.66
	+ 7 ~ +12	1.82	0.80	1.93	1.19	1.90
	-12 ~ 0	0.67	0.30	0.55	0.57	0.62
	+ 1 ~ +12	1.88	1.23	1.98	1.56	1.78
	-12 ~ +12	1.25	0.75	1.24	1.05	1.17
	-12 ~ +24	1.19	0.69	1.26	1.19	1.34

表四 1996 年 5~6 月四道鋒面過境中南部前(負)後(正),以不同時段不同方法在各分區之 A 型+B 型豪雨發生機率預報誤差。CL 為氣候值法,PT01、PT03、PT06 及 PT12 分別為預報起始時間前 1、前 3、前 6 及前 12 小時之持續法。

	時 段	CL	PT 01	PT 03	PT 06	PT 12
分區 7	-12 ~ - 6	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
	- 5 ~ 0	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ + 6	5.90	4.17	8.33	4.17	4.17
	+ 7 ~ +12	2.16	0.00	0.00	4.17	0.00
	-12 ~ 0	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ +12	4.03	2.08	4.17	4.17	2.08
	-12 ~ +12	2.14	1.00	2.00	2.00	1.00
	-12 ~ +24	3.27	0.68	1.35	1.35	1.35
分區 8	-12 ~ - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	- 5 ~ 0	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ + 6	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 7 ~ +12	3.54	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ 0	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ +12	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ +12	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ +24	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
分區 9	-12 ~ - 6	2.25	4.46	5.36	10.71	6.25
	- 5 ~ 0	0.13	0.00	0.00	2.08	9.38
	+ 1 ~ + 6	1.34	0.00	0.00	0.00	2.08
	+ 7 ~ +12	4.44	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ 0	1.27	2.40	2.88	6.73	7.69
	+ 1 ~ +12	2.89	0.00	0.00	0.00	1.04
	-12 ~ +12	2.05	1.25	1.50	3.50	4.50
	-12 ~ +24	2.56	0.84	1.01	2.36	3.04
分區 10	-12 ~ - 6	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
	- 5 ~ 0	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ + 6	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 7 ~ +12	7.82	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ 0	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ +12	5.19	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ +12	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ +24	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00
分區 11	-12 ~ - 6	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	- 5 ~ 0	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ + 6	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 7 ~ +12	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ 0	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
	+ 1 ~ +12	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ +12	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00
	-12 ~ +24	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00

顯然，伴隨鋒面發生的豪（大）雨在各分區有所不同，同時因僅一道鋒面伴隨豪（大）雨發生，亦顯露出氣候值法應用在豪（大）雨發生機率預報的不足處，唯有透過較多的個案校驗方能確認此一方法之短期預報能力。但在分區 9（嘉義），12 小時之豪雨預報與 3~12 小時預報時段之大雨預報，中尺度氣候值法已見預報能力。

(四)小結

1996 年梅雨季鋒面降雨之氣候值法預報能力校驗結果，可歸納如表五所示。顯見，中尺度氣候值法在降雨機率預報方面，除分區 7 外，其他分區在 6~12 小時預報時段之預報能力較持續法為佳；但 3 小時內各分區均無預報能力。在降雨量預報能力方面，除分區 9 外，其他分區之氣候值法預報能力已顯現在 3~12 小時預報時段。至於豪（大）雨發生機率預報，則因僅有第二道鋒面個案伴隨豪（大）雨事件出現，導致氣候值法誤差多大於不同時段之持續法，無法進一步探討兩者在此部分之預報能力，甚為可惜。

五、討論與總結

本文利用 1991~1995 年 5~6 月梅雨季過境台灣中南部地區廿七道鋒面所造成之降水資料，分析鋒面過境前後之降水特徵，以建立中尺度氣候值，並以 1996 年 5~6 月過境同一地區之四道鋒面個案降水觀測值，作為校驗中尺度氣候值法與不同時段持續法對於鋒面過境前後之降雨機率、降雨量及豪（大）雨發生機率之預報誤差，以探討氣候值法在短期（中尺

表五 1996 年梅雨季各分區氣候值法 (CL) 與不同持續法 (PT) 之預報能力比較。以「○」表示 CL 誤差小於持續法，代表其具有預報能力，「X」表示誤差大於持續法，無預報能力。降雨量括弧內為累積雨量前 1/2 測站部分；豪(大)雨發生機率括號內為大雨部份，「-」表示無豪(大)雨事件發生。PT01、PT03、PT06 及 PT12 分別代表預報時間前 1、3、6 及 12 小時之持續法。

	分區	PT01	PT03	PT06	PT12
降雨機率	7	X	X	X	X
	8	X	X	○	○
	9	X	X	○	X
	10	X	X	○	○
	11	X	○	X	○
降雨量	7	X (X)	○ (○)	○ (○)	○ (○)
	8	X (X)	○ (○)	○ (○)	○ (○)
	9	X (X)	X (X)	X (X)	○ (○)
	10	X (X)	○ (○)	○ (○)	○ (○)
	11	X (X)	○ (○)	○ (X)	○ (○)
發生(大)雨	7	X (X)	X (X)	X (X)	X (X)
	8	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
	9	X (X)	X (○)	X (○)	○ (○)
	10	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
	11	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

度)預報方面之預報能力。結果可摘述為以下數點。

1. 鋒面過境前後各分區逐時降雨量，均顯示過境時與之後較過境前為多之現象，且均有過境後之雙高峰分布形式。
2. 各分區降雨機率幾皆於鋒面過境前 12 小時開始增加，過境時達最大或相對最大，且過境後較過境前為大。
3. 鋒面過境前後豪（大）雨發生機率，雖各分區間差異甚大，但均呈現過境後大於過境前之分布形式。
4. 在逐時定量降雨預報方面，中尺度氣候值法除在分區 9（嘉義）之外，在其他各分區之 3~12 小時預報時段均具有預報能力。

5. 在降雨機率預報方面，中尺度氣候值法除在分區 7（南投）之外，在其他各分區之 6~12 小時預報時段均具有預報能力。
6. 雖在 1996 年四道鋒面校驗資料中，僅有一道鋒面有豪（大）雨發生，但中尺度氣候值法已在分區 9（嘉義）顯示 12 小時之豪雨與 3~12 小時預報時段之大雨預報能力。

本文研究顯示，分布密集的自動雨量（氣象）站觀測網所蒐集的高時間解析度降水資料，對於進行中尺度現象研究助益顯著，唯本文所發展之中尺度氣候值預報法，背景資料庫僅建立在自動觀測站之 5 年統計資料且空間上侷限在臺灣中南部地區一帶，其次校驗部分亦僅利用 1996 年 5~6 月四道梅雨鋒面，使得資料有限涉及到代表性問題，但由此次結果仍可獲得諸多有用訊息，從中得知氣候值法在短期預報方面顯然具有一定程度之預報能力，特別是在 3 小時後，持續法誤差普遍增大時，氣候值法確實可提供不少氣象訊息，彌補數值預報模式之預報缺口。此外，欲使中尺度氣候值法預報能力增強，則仍必須增加背景資料時距，尤其在豪（大）雨方面，因其發生機率較降雨機率為低；同時亦可在空間解析度上作提升，擴大分析地域，並配合梅雨鋒面在時間、空間分布上之已知氣候特徵（陳與林 1997），定能顯著提升中尺度氣候值法在短期預報實際作業上之參考、應用價值。

致 謝

感謝王子軒先生在資料處理、分析及繪圖方面之協助。本計畫在國科會專案計畫 NSC 89-2625-Z-002-010 支援下完成。

參考文獻

- 丘台光、苟潔予及汪琮，1999：利用衛星資料在臺灣地區梅雨季豪（大）雨定量降水預報之研究。第六屆全國大氣科學學術研討會論文集編，國科會，612-617。
- 曲克恭與任立渝，1986：梅雨季發生大雨之綜觀預報法。大氣科學，14，17-32。
- 吳宗堯與王時鼎，1985：變異季節台灣北部地形加劇鋒面性質降雨機制及結構之初步分析。天氣分析與預報研討會，中央氣象局，73-88。
- 吳明進與傅達颺，1987：台灣梅雨季降水之年際變化。大氣科學，15，31-42。
- 柳再明，1999：中央氣象局區域模式在梅雨季之定量降水預報的研究。第六屆全國大氣科學學術研討會論文集編，國科會，624-629。
- 陳泰然，1978：台灣梅雨期之中幅度天氣系統分析。台灣地區災變天氣研討會論文集編，國科會，150-157。
- 陳泰然，1994：台灣梅雨季之豪雨研究。大氣科學，22，455-477。
- 陳泰然與吳宗堯，1985：「劇烈區域性豪雨觀測與分析實驗計畫」之先驅研究。國科會防災科技研究報告 73-25 號，108 頁。
- 陳泰然與林宗高，1997：梅雨季台灣中南部地區豪大雨之氣候特徵研究。大氣科學，25，289-306。
- 陳泰然與紀水上，1978：台灣梅雨鋒面之中幅度結構。大氣科學，5，36-47。
- 陳泰然與楊進賢，1988a：台灣梅雨期豪雨之時空分布特徵。大氣科學，16，151-162。
- 陳泰然與楊進賢，1988b：台灣梅雨期對流降水之氣候特徵。天氣分析與預報研討會，中央氣象局，565-571。
- 陳泰然與謝信良，1992：台灣地區中尺度實驗計畫 1992 年預報實驗之規劃與執行計畫：預報實驗計畫辦公室（二）。國科會防災科技研究報告 81-12 號，60 頁。
- 陳泰然、謝信良、陳來發及陳清得，1991：台灣地區現階段豪（大）雨預報能力。大氣科學，19，177-188。

- 葉天降，1998：嘉南地區 1997 年梅雨期降水之特性與作業模式預測校驗。大氣科學，26，41-62。
- 鄭明典與楊明正，1998：台灣地區定量降水預報之中尺度數值模擬研究 (I)。國科會專題研究計畫成果報告，NSC 87-2111-M-052-005，24 頁。
- 蔡清彥與盛修慧，1989：TAMEX 期間大雨預報校驗。大氣科學，17，45-58。
- 謝信良、林雨我及陳來發，1993：台灣地區中尺度預報實驗設計研究 (II)。國科會防災科技研究報告 81-40 號，93 頁。
- 鍾榮興，1989：台灣西南部大雨之調查及區內可能發生最大日雨量之推算。氣象預報與分析，118，11-18。
- 簡芳菁，1999：1998 年梅雨期間 MM5 模式之降水預報。第六屆全國大氣科學學術研討會論文集編，國科會，596-600。
- Chen, G.T.J., 1979：On the moisture budget of a Mei-Yu system in southeastern Asia. *Proc. Natl. Sci. Council.*, 3, 1, 24-32.
- Doswell, C. A., 1986：Short range forecasting. Mesoscale meteorology and forecasting. Edited by P.S. Ray, Amer. Meteor. Soc., 689-719.

Forecast Evaluation for the Meiyu Frontal Rainfall over Central and Southern Taiwan Using Mesoscale Climatology

George Tai-Jen Chen Chih-Sheng Chang

Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University

(Manuscript received 21 March 2000 ; in final form 1 June 2000)

ABSTRACT

Mesoscale climatology of the Meiyu frontal rainfall over central and southern Taiwan was obtained using surface hourly rainfall data in the period of May-June 1991~1995. Mesoscale climatology and different persistence methods were used to evaluate the forecast skill of rainfall intensity (i.e. QPF), probability of precipitation (POP), and heavy rainfall using Meiyu frontal rainfall data in 1996.

Results showed that the intensity and probability of precipitation, and heavy rainfall frequency were much higher during and after the frontal passage as compared to those ahead of front for each subregion. For the forecast evaluation, mesoscale climatology demonstrated some skill on 6~12 hours POP in each subregion except subregion 7. It also demonstrated some skill on 3~12 hours QPF in each subregion except subregion 9. For the heavy rainfall forecast, mesoscale climatology indicated some skill in subregion 9 although heavy rainfall only occurred for one of the four fronts in 1996. In general, forecast errors increase beyond 3 hours of forecast for all persistence methods. Mesoscale climatology, therefore, provides useful information for forecasting rainfall intensity, probability of precipitation, and heavy rainfall occurrence in 3~12 hours forecast period.

Key words: Mesoscale climatology, Persistence methods, Heavy rainfall, QPF.