

# 中央氣象局現行豪(大)雨預報方法之評估： 春末夏初伴隨鋒面之豪(大)雨／中尺度對流系統

陳 泰 然

國立台灣大學大氣科學研究所

謝 信 良 陳 來 發 吳 德 榮

中 央 氣 象 局

## 摘 要

本文選取1986~1988年3~6月發生於台灣地區的45個日雨量 $\geq 50\text{mm}$ 個案，測試謝氏預報法(1985)在這些個案降雨前24小時內，對中尺度對流系統之預報能力。結果顯示，此綜觀法所用資料(0000或1200UTC)對MCS發生之預報能力差異不大，兩者TS值分別為0.20與0.18，平均為0.19。TS值之季節與年際變化頗大，以5月最佳為0.26，3月與6月最差為0.10；1987年最佳為0.30，1986年最差為0.11。前估(0.43)較後符(0.26)為大，顯示綜觀條件所預報之範圍太大，急需有中尺度預報方法以縮小預報範圍，提高後符及TS值。 $\text{meso}\alpha$ 與 $\text{meso}\beta$ 之顯著後符差異，顯示此種情況在 $\text{meso}\beta$ 對流系統尤然。

關鍵詞：預報能力、TS得分、前估、後符、中尺度對流系統

## 一、前 言

豪(大)雨預報乃為當前氣象人員所面臨的最大挑戰，且為中央氣象局現階段預報改進及國內氣象界研究重點之一，此主要乃因豪(大)雨預報幾乎包含各種不同尺度的環流系統(綜觀尺度、中尺度、局部尺度與對流尺度系統)以及各系統間交互作用所產生結果之預報，故其預報能力目前仍屬有限。為力求突破，近年來中外實作預報人員及基礎研究人員均密切合作，希望透過實驗計劃以增進對豪雨之基本了解，以改進預報能力。例如：美國1979年劇烈風暴之研究與中尺度實驗計劃(SESAME)，1981年對流降雨合作研究計劃(CCOPE)以及1985年美國中部風暴尺度先驅研究計劃

(PRE-STORM)等。日本亦曾於1968~1972年間作過5次梅雨末期集中豪雨實驗研究，而於我國亦在1986~1987年間實施的「台灣地區中尺度實驗計劃」(Taiwan Area Mesoscale Experiment; TAMEX)。這些實驗計劃均在探討及研究造成豪(大)雨的環境條件及中尺度激發機制，透過對豪(大)雨成因的了解，試圖發展預報技術，以改進豪(大)雨之預報能力。

台灣地區處於中低緯度及海陸分布交接帶上，在天氣或氣候上屬於熱帶和中緯度系統交互影響區域，更且又因地形分布的複雜，使得每年均有豪(大)雨災害發生，導致重大財物損失及人員的傷亡。在過去一、二十年來因經濟的迅速發展，故由災變天氣所導致的財物損失也隨著快速增加，因而氣象局對各地區的豪

(大)雨預報也就格外受到各界的重視。而真正廣泛引起學術界及各界關注的關鍵，乃於1981年桃、竹地區的「5-28」水災、1984年台北地區的「6-3」及「6-10」水災等百億元級損失之豪雨暴洪事件。

目前由綜觀尺度天氣系統主宰的逐日天氣預報，已能透過數值模式(NWP)產品提供良好的指引，但對於生命期短的劇烈中小尺度天氣系統，因了解有限，故在天氣預報研判上不易掌握，此乃為天氣預報能力上最薄弱的一環。在台灣地區的梅雨問題方面，過去雖已有很多論文報告，針對綜觀環境、降水形式及梅雨鋒面伴隨之中尺度系統結構等進行研究(陳, 1988)，但目前這些研究結果仍未能轉變成具有可信度及準確度的方法以供作業單位預報時應用。在1987年所進行的「台灣地區中尺度實驗」(TAMEX)，即是針對梅雨季中尺度對流系統進行密集觀測實驗，以提供對中尺度系統研究的必要資料，期使我們能更了解梅雨鋒面系統與中尺度對流系統(Mesoscale Convective System; MCS)及地形效應之關連。這些科學研究成果及應用研究與技術發展成果，對未來改進豪(大)雨預報將有莫大助益。有關MCS之研究成果，華南及台灣地區者在TAMEX之前可參閱陳(1988)及Tao and Ding (1981)，TAMEX之成果可參閱1989年及1990年之Workshop Proceedings及chen(1991)。至於北美之MCS研究成果更屬豐富，在氣候特徵、綜觀條件及強迫機制方面，可參閱Maddox (1980, 1983, 1987)及Augustine and Howard (1991)。

在豪(大)雨的綜觀預報方面，目前中央氣象局預報中心在作業時使用之「伴隨鋒面劇烈天氣的預報方法」乃係由謝(1985)發展引進。因豪雨乃係由MCS所導致，為了解該法對MCS之預報能力，故本文利用實測資料對謝氏預報法進行校驗，並希望藉此了解該法之預報能力是否存有季節變化、年際變化、日夜變化與尺度差異。

## 二、謝氏豪(大)雨預報法

謝(1985)選取1977~1985年9月~6月間發生於台北地區伴隨鋒面的28次雷雨及總線個案，分析鋒面影響台北前12~48h之有關氣象環境條件及其變化，歸納數點結論如下：

1. 中低對流層須有顯著暖平流出現於850 hPa鋒面南側，且暖平流強度須有隨高度遞減的趨勢。
2. 在850、700、及500 hPa等壓面上，於850 hPa鋒面南側有西南至偏西強風同時出現，且各層風速分別在20、30及50 kt以上。
3. 在850 hPa鋒面南側須有充足的水汽供應來源，且水汽混合比值達10g/kg以上。
4. 在850 hPa鋒面北側有10 kt以上之偏北風出現，則可加速鋒面南下，使鋒面上升運動成爲引發強烈對流的重要激發機制。
5. 由總指數(Total Total Index;  $TTI = T(850) + Td(850) - 2 \times T(500)$ )、K指數(K Index;  $KI = T(850) - T(500) + Td(850) - (T - Td)(700)$ )及蕭氏指數(Showalter Index;  $SHI = T(500) - (T)(Parcel\ 850 \rightarrow 500)$ )分布顯示， $TTI \geq 40$ 或 $KI \geq 35$ 或 $SHI \leq 0$ 時，則有劇烈天氣產生的可能。
6. 由850 hPa 24小時高度下降區分布與10 g/kg混合比等值線涵蓋區之組合形式，可輔助研判劇烈天氣產生之可能性。

由其實例分析得知，在鋒面劇烈天氣發生前12~36小時，綜觀範圍的總指數分布，K指數分布與蕭氏指數分布型態，以及850 hPa濕度場，高度場的變差配置，均具有系統性的變化可尋，因此可以提供作為預報的參考指引。現行氣象局預報中心客觀預報方法，乃擇其中之K指數，850 hPa混合比及850 hPa高度場變差值等三者作為預報參數，凡 $KI \geq 30$ ( $\geq 35$ 範圍通常較小，常受資料解析度限制，不易分析，故取 $\geq 30$ )、850 hPa混合比值 $\geq 10$  g/kg及850 hPa過去24小時高度場下降超過10 gpm等三者共同涵蓋之區域，即為未來24小時內劇烈天氣最可能發生的區域。由實際分析中

得知850 hPa之混合比值为10 g/kg时，通常850 hPa之Td值约在11~12°C间，因此在作业上为方便起见，本客观预报方法乃将850 hPa之10 g/kg混合比值，以850 hPa之Td=12°C代替。本文所谓谢氏预报法，即指以KI≥30、850 hPa Td≥12°C及850 hPa过去24小时高度下降≥10 gpm等三区域的交集区域，作为预报未来24小时内可能发生剧烈天气（豪/大雨、雷雨、飏线）的区域，如图1所示。

### 三、资料与分析方法

本研究为测试谢氏预报法对中尺度对流系统之预报能力，首先选取于1986~1988年3~6月间伴随锋面系统之台湾地区大雨个案（任一测站之日雨量大于50mm）45个，以评估谢氏预报法对导致台湾地区24h内大雨事件之中尺度对流系统之预报能力。由发生大雨之起始时刻决定综观资料之时间，为最接近大雨发生之前24小时之综观时间(0000或1200 UTC)，以该时间之前述三条件（图1）共同涵盖范围平移

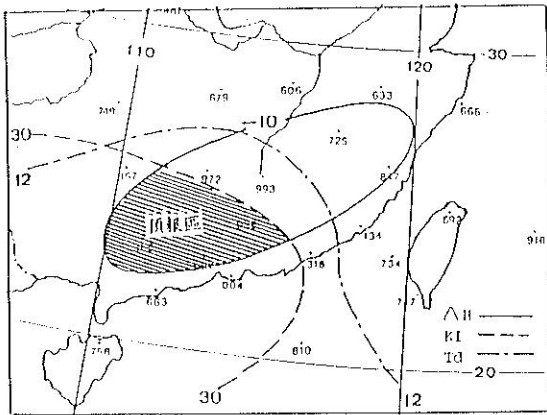


圖1 謝氏預報法示意圖。KI值≥30，850 hPa Td≥12°C，及850 hPa過去24小時高度下降值≥10 gpm共同涵蓋區（斜線區），即為未來24小時最可能發生劇烈天氣之區域。

Fig.1 The potential area for severe weather (shaded) as defined by  $KI \geq 30$ ,  $Td(850 \text{ hPa}) \geq 12^\circ\text{C}$  and past 24 h height decrease at 850 hPa  $\geq 10 \text{ gpm}$  according to Shieh (1985).

至台灣地區產生大雨區之上，視為未來24h之MCS預報區，此種處理方式乃因為使系統之移動納入考慮。以該綜觀時間起至之後24小時內GMS衛星所觀測到的最接近台灣地區之MCS為準，將其雲頂溫度 $\leq -32^\circ\text{C}$ 區域視為觀測之MCS範圍。因預報區為由綜觀三條件所決定的範圍平移至台灣地區，而此區為未來24h影響台灣地區豪(大)雨/MCS之潛在區域，故在實作上此潛在區域僅需考慮在 $20 \sim 30^\circ\text{N}$ 及 $110^\circ\text{E}$ 以東之範圍內發生者即可。

校驗降水預報一般以Threat Score(TS)大小來確定其準確度(Charba and Klein, 1980)，TS數值愈大表示預報愈準確，其定義如圖2所示。

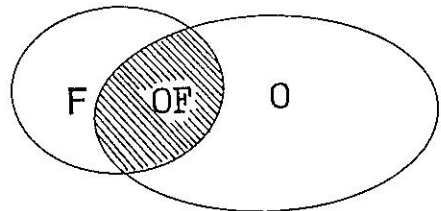


圖2 Threat Score (TS) 得分計算示意圖。F為預報區，O為實際發生區，OF為正確預報區（斜線區）。

Fig.2 Schematic diagram for Threat Score computation. F, O and OF indicate forecast area, observed area, and verified area (shaded), respectively.

$$TS = OF / (F + O - OF)$$

OF為正確預報之降水面積，O為觀測到的降水面積。當預報完全失誤時，OF=0；TS=0。當預報完全正確時，F=O=OF；TS=1。即TS值在0與1之間。本文採用相同方法校驗MCS之預報，即F為符合(1)KI≥30，(2)850 hPa Td≥12°C及(3)850 hPa過去24h高度下降≥10 gpm共同涵蓋之區域為預報區面積；O為雲頂溫度 $\leq -32^\circ\text{C}$ 之MCS面積，OF為正確預報之面積。此外，為了解誤報與未報之偏差，計算前估(Prefigurance)與後符(Postagreement)如下：

前估 = OF/O

後符 = OF/F

前估為MCS發生區有多少%被正確預報，後符為預報區有多少%實際觀測到MCS。

有關上述三項綜觀條件之資料時間與預報有效期限，目前中央氣象局預報中心之作業如圖3所示，即使用0000 UTC資料之預報發佈時間為0830 UTC(1630 LST)，而預報有效期限為1600UTC至次日1600UTC(即次日0000~2400 LST)；使用1200 UTC資料之預報發佈時間為2030 UTC(次日0430 LST)，預報有效期限為發佈時間開始至1600 UTC(2400 LST)。本文在校驗謝氏預報法之預報能力，而非在校驗氣象局所發佈豪(大)雨之預報能力，故有關校驗時段為由所使用資料之綜觀時間算起24h內，而非圖3所示之預報有效期限內者，現階段氣象局豪(大)雨預報能力評估可參閱陳等(1990)。

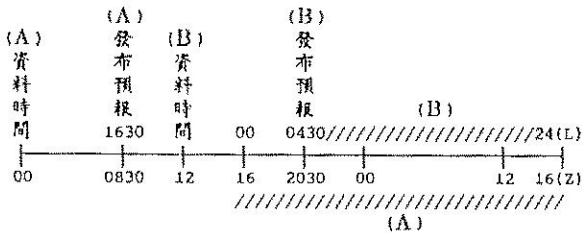


圖3 中央氣象局使用(A) 0000 UTC及(B) 1200 UTC資料發布豪(大)雨預報及其預報有效時間。

Fig.3 Issuing time, forecast period (shaded), and the time of synoptic data used for issuing heavy rainfall warning. A and B indicate 0000 and 1200 UTC data used, respectively.

## 四、結果與討論

### (一) 日夜變化

表一為1986~1988年3~6月所選45個個案，根據0000與1200 UTC資料所做預報之TS值，個案間之差異甚大，在0~0.8之間。但平均值差異不大，0000 UTC為0.20，1200 UTC為

0.18。因不論以0000或1200 UTC資料做預報，所校驗之MCS皆涵蓋24h，故此種TS值之日夜變化顯非來自已知的MCS日夜變化(陳等，1986)。而0000 UTC資料所做的預報TS值較高，是否因0000 UTC探空資料一般較1200 UTC資料為多之故，則有待進一步的探討。

陳等(1990)評估中央氣象局所發佈台灣地區現階段豪(大)雨預報能力，其非颱風TS值在1986~1988年平均約0.19，表一平均TS值亦為0.19，此顯示謝氏綜觀預報法在作業上之主宰角色，雖然該法已包含綜觀尺度之動力因素(850 hPa高度變差)，但僅0.19之TS值則顯示豪(大)雨預報改進仍有極大空間。此外，TS值無顯著日夜變化意含著具有日夜變化之局部控制之豪(大)雨/MCS預報，在中尺度預報方法建立之後，顯著之預報改進將可預期。不論0000或1200 UTC所做預報，前估(0.53; 0.36)均較後符(0.24; 0.28)為大，顯見綜觀條件決定之MCS發生區範圍太大，需進一步建立中尺度預報方法，以縮小預報區面積，提高後符及TS值。

### (二) 季節變化

表二為3~6月各月TS值變化，由3月最小(0.10)增至5月最大(0.26)，再降為6月最小(0.10)，平均為0.19。此種TS值之差異顯示，3月可能因綜觀系統變化較快，24h之平移假定顯然較不適用，而6月TS值較小，可能乃因綜觀系統控制漸漸式微。除4月外，各月前估均較後符為大。平均而言，前估為0.43，後符為0.26，顯示中尺度預報方法之建立以縮小MCS預報區面積，為今後改進24h之內豪(大)雨/MCS預報之努力方向。

### (三) 年際變化

表三為TS值之年際差異，以1987年最大(0.30)，依次為1988年之0.20與1986年之0.11。1987年5~6月為TAMEX實地作業期，綜觀尺度控制在此期間顯較其它年份為強，因而對於在梅雨鋒面影響之下是否進入密集觀測期(Intensive Observing Period; IOP)之決定似較易掌握，此亦為TAMEX實地作業成功因素之一(陳，1987)。各年之前估均較後符為大

，且兩值均以1987年為最大，TAMEX實地作業選在1987年實在幸運。

四 尺度差異

表四為對不同尺度MCS預報之TS值，顯然 meso  $\alpha$  尺度(0.21; 0.23)大於 meso  $\beta$  尺度

(0.11; 0.12)，即綜觀條件對較大尺度對流系統控制平均而言較強，恰如預期。不論 meso  $\alpha$  或 meso  $\beta$  尺度MCS預報，前估均較後符為大，顯示MCS發生於綜觀條件有利區，但確切發生位置則由中尺度過程主宰。meso  $\alpha$  前估

表一 1986~1988年3~6月伴隨鋒面系統之45個豪(大)兩個案，以謝氏所做預報法(1985)對未來24小時雲頂溫度 $\leq -32^{\circ}\text{C}$  中尺度對流系統所做預報之前估、後符與TS得分。(a) 為使用0000 UTC資料，(b) 為使用1200 UTC資料，所做預報。表內F 為預測面積，O 為觀測面積，OF為預測正確面積，單位為 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  經緯度。

Table 1 The prefiguration, postagreement, and Threat Score( TS ) using Shieh's method (1985) in forecasting MCS with cloud top temperature  $\leq -32^{\circ}\text{C}$  for the 45 heavy rainfall events in March-June 1986-1988. Forecast results using (a) 0000 UTC and (b) 1200 UTC data. F, O, and OF represents forecast area, observed area, and verified area, respectively. Area in  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  long-lat.

(a) 0000 UTC TS 得分

時間	F 值	O 值	OF值	時間	F 值	O 值	OF值
750316	30	3	3	760527	2	2	1
750318	2	1	1	760602	61	4	4
750321	1	0	0	760607	6	1	1
750328	1	2	1	760616	0	0	0
750402	0	0	0	760622	1	3	1
750415	5	0	0	760625	17	5	4
750420	1	22	1	760629	27	2	2
750510	6	8	4	770303	7	1	1
750512	16	26	5	770317	2	0	0
750521	84	7	7	770330	0	2	0
750530	71	8	8	770406	1	4	1
750604	61	6	6	770412	0	0	0
750607	1	5	1	770417	18	45	18
750611	33	2	2	770420	0	20	0
750613	2	1	1	770422	0	8	0
760309	1	1	0.5	770427	32	5	5
760314	3	3	0	770429	2	4	1
760321	1	0	0	770501	0	2	0
760324	19	2	2	770516	50	7	6
760413	0	2	0	770522	2	4	1
760503	7	7	6	770528	10	1	1
760517	39	54	30	770617	7	1	1
760522	73	43	43	總計	702	324	170.5
前估 = 0.53		後符 = 0.24		TS = 0.20			

(b) 1200 UTC TS 得分

時間	F 值	O 值	OF值	時間	F 值	O 值	OF值
750316	20	3	3	760527	9	2	0
750318	31	1	1	760602	16	4	4
750321	5	0	0	760607	10	1	1
750328	0	2	0	760616	0	0	0
750402	0	0	0	760622	8	3	2
750415	5	0	0	760625	0	5	0
750420	5	22	5	760629	4	2	2
750510	0	8	0	770303	11	1	1
750512	18	26	8	770317	0	0	0
750521	20	7	6	770330	1	2	1
750530	65	8	8	770406	1	4	1
750604	74	66	6	770412	14	1	1
750607	0	5	0	770417	19	45	19
750611	13	2	2	770420	1	20	1
750613	1	1	0.5	770422	9	8	4
760309	9	1	1	770427	16	5	3
760314	2	3	1	770429	2	4	1
760321	0	0	0	770501	0	2	0
760324	15	2	2	770516	18	7	6
760413	1	2	1	770522	0	4	1
760503	5	7	4	770528	0	1	0
760517	1	54	1	770617	0	1	0
760522	67	43	40	總計	496	385	137.5
前估 = 0.36		後符 = 0.28		TS = 0.18			

表二 1986~1988年3~6月各月之前估、後符與TS得分，餘同表一。

Table 2 Same as Table 1, but for the individual month of March-June in 1986-1988.

月	前估	後符	TS值
3	0.67	0.11	0.10
4	0.28	0.47	0.21
5	0.54	0.34	0.26
6	0.34	0.12	0.10
平均	0.43	0.26	0.19

表三 1986~1988年3~6月各年之前估、後符與TS得分，餘同表一。

Table 3 Same as Table 1, but for the individual year of 1986-1988 in March-June.

年	前估	後符	TS值
1986	0.33	0.14	0.11
1987	0.60	0.38	0.30
1988	0.35	0.33	0.20
平均	0.43	0.26	0.19

(0.43)與meso $\beta$ 前估(0.58)相近，但meso $\beta$ 之後符(0.12)則僅約meso $\alpha$ 後符(0.32)之1/3，顯示較小尺度MCS受中尺度過程之主宰較較大尺度MCS為強。

## 五、總結與建議

陳等(1990)曾對中央氣象局台灣地區現階段豪(大)雨預報能力進行評估，其非颱風之豪(大)雨預報在1986~1988年平均值，前估為0.22，

後符為0.59，TS值為0.19。其前估較後符為小，認為此乃目前對導致豪(大)雨之綜觀條件已相當了解，但對中尺度激發機制了解有限。本文進一步校驗謝氏綜觀預報法對MCS之預報能力，發現1986~1988年3~6月該法之前估為0.43，後符為0.26，TS值為0.19。兩者之TS值相同，顯示台灣地區豪(大)雨預報之發佈幾全由綜觀法主宰，而前估大於後符則顯示綜觀法決定之預報區域範圍太大，需進一步引用中尺

表四 不同尺度MCS之TS得分，(a) meso  $\alpha$  尺度與(b) meso  $\beta$  尺度，餘同表一。

Table 4 Same as Table 1, but for (a) meso- $\alpha$  scale and (b) meso- $\beta$  scale MCSs.

(a) meso  $\alpha$  尺度之TS得分

0000 UTC				1200 UTC			
時間	F 值	O 值	OF值	時間	F 值	O 值	OF值
750420	1	22	1	750420	5	22	5
750510	6	8	4	750510	0	8	0
750512	16	26	5	750512	18	26	8
750521	84	7	7	750521	20	7	6
750530	71	8	8	750530	65	8	8
750604	61	6	6	750604	74	66	6
750607	1	5	1	750607	0	5	0
760503	7	7	6	760503	5	7	4
760517	39	54	30	760517	1	54	1
760522	73	43	43	760522	67	43	40
760602	61	4	4	760602	16	4	4
760625	17	5	4	760625	0	5	0
770406	1	4	1	770406	1	4	1
770417	18	45	18	770417	19	45	19
770420	0	20	0	770420	1	20	1
770422	0	8	0	770422	9	8	4
770427	32	5	5	770427	16	5	3
770429	2	4	1	770429	2	4	1
770516	50	7	6	770516	18	7	6
770522	2	4	1	770522	0	4	1
總計	542	292	151	總計	337	352	118
前估=0.52 後符=0.28 TS=0.23				前估=0.34 後符=0.35 TS=0.21			



(b) meso  $\beta$  尺度之TS得分

0000 UTC				1200 UTC			
時間	F 值	O 值	OF值	時間	F 值	O 值	OF值
750316	30	3	3	750316	20	3	3
750318	2	1	1	750318	31	1	1
750328	1	2	1	750328	0	2	0
750611	33	2	2	750611	13	2	2
750613	2	1	1	750613	1	1	0.5
760309	1	1	0.5	760309	9	1	1
760314	3	3	0	760314	2	3	1
760324	19	2	2	760324	15	2	2
760413	0	2	0	760413	1	2	1
760527	2	2	1	760527	9	2	0
760607	6	1	1	760607	10	1	1
760622	1	3	1	760622	8	3	2
760629	27	2	2	760629	4	2	2
770303	7	1	1	770303	11	1	1
770330	0	2	0	770330	1	2	1
770501	0	2	0	770412	14	1	1
770528	10	1	1	770501	0	2	0
770617	7	1	1	770528	0	1	0
總計	151	32	18.5	770617	0	1	0
				總計	149	33	19.5
前估=0.58 後符=0.12 TS=0.11				前估=0.59 後符=0.13 TS=0.12			

度預報法以縮小預報區面積，提高後符及TS值。亦即謝氏預報法僅能反應綜觀尺度之環境條件，因而對豪(大)雨之預報能力受到很大限制實可預期，故未來在改進豪(大)雨預報能力上，應由加強中尺度過程之了解及發展中尺度預報方法著手。Charba and Klein (1980)校驗美國NMC發佈之定量降水預報，1961~1979年0~24h降水量 $\geq 1$ 吋之面積預報TS值約為0.18。其中冬季較夏季為佳，12月為0.22，7月為0.10，反應冬夏季降水系統可預報度之差異。其12月TS值0.22與本文及陳等(1990)之TS值0.19相當接近，顯示中尺度對流系統及豪(大)雨之研究與預報改進為國內外氣象界之共同課題。

本文目的在校驗謝氏預報法對於伴隨鋒面之MCS之預報能力，因台灣地區豪(大)雨主要

乃由MCS而來，故在個案選取時以台灣地區已發生豪(大)雨之個案為依據，而以觀測到的環境條件來預報MCS之發生區。實際上，謝氏預報法對台灣地區豪(大)雨之預報能力評估，未來亦可用數值預報產品24h預報結果求取MCS潛勢區，再以地面降水觀測、雷達回波或衛星觀測做為校驗之依據。

## 致 謝

感謝陳清得、林燕璋、楊振傑與汪庭安等先生在資料收集、整理與分析方面所做的努力，王重傑先生對本文完稿之協助。本研究在CWB-79-01-16計劃支援下完成。

## 參考文獻

陳泰然，1987：「台灣地區中尺度實驗計劃」



(TAMEX)之回顧與展望。科學發展月刊，15, 1740~1752。

陳泰然，1988：台灣梅雨研究的回顧。科學發展月刊，16, 239~266。

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, 35~45。

謝信良，1985：伴隨鋒面劇烈天氣現象之研究。氣象局研究報告126號，77頁。

Augustine, J.A., and K.W. Howard, 1991: Mesoscale convective Complex over the United States during 1986 and 1987. Mon. Wea. Rev., 119, 1575~1589.

Charba, J.P., and W.H. Klein, 1980: Skill in precipitation forecasting in the National Weather Service. Bull. Amer. Meteor. Soc., 61, 1546~1555.

Chen, G.T.J., 1991: Mesoscale features observed in the Taiwan Mei-Yu season. J. Meteor. Soc. Japan., Asian Monsoon Special Edition (in Press).

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

——, 1983: Large-scale meteorological conditions associated with mid-latitude, mesoscale convective complexes. Mon. Wea. Rev., 111, 1475-1493.

——, 1987: Mesoscale and severe storm meteorology. Rev. Geophys., 25, 329-356.

TAMEX Proceedings, 1989: Workshop on TAMEX Preliminary Scientific Results. Taipei, 22-30 June, 373 PP.

TAMEX Proceedings, 1990: Workshop on TAMEX Scientific Results. NCAR, 24-26 September, 208 PP.

Tao, S.Y., and Y.H. Ding, 1981: Observational evidence of the influence of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau on the occurrence of heavy rain and severe convective storms in China. Bull. Amer. Meteor. Soc., 62, 23-30.

TECHNIQUE ON THE HEAVY RAINFALL EVENTS:  
HEAVY RAINFALL/MCS ACCOMPANIED BY THE  
FRONT IN LATE SPRING AND EARLY SUMMER

G.T.J. Chen

*Department of Atmospheric Science  
National Taiwan University*

S.L. Shish L.F. Chen D.Y. Wu

*Central Weather Bureau*

ABSTRACT

Forty five cases of heavy rainfall events ( $\geq 50$  mm d) occurred in the period of March ~ June 1986 ~ 1988 were selected. The 24 h forecast skill of the mesoscale convective system(MCSs) by Shieh's synoptic method (1985) was evaluated using these 45 cases. Results has showed that the difference in threat score (TS) by using 0000 UTC and 1200 UTC synoptic data is quite small. The average TS value is 0.19. TS values exist significant seasonal and interannual variabilities. May has a maximum of 0.26 and March and June have a minimum of 0.10. A maximum of 0.30 and a minimum of 0.11 occurred in 1987 and 1986, respectively. The prefigureance (0.43) is greater than the postagreement (0.26). This implies that the potential area for the MCSs forecast is too large as compared to the area of MCSs occurrence. The mesoscale forecast techniques/methods are urgently needed to reduce the forecast area and to increase the postagreement and the TS value. This is particularly so for the meso  $\beta$  scale MCSs as suggested by the much smaller postagreement in meso  $\beta$  scale compared to the meso  $\alpha$  scale MCSs.