

台灣地區現階段豪（大）雨預報能力

陳泰然

謝信良 陳來發 陳清得

國立台灣大學
大氣科學研究所

中央氣象局

（中華民國八十年十月九日收稿；中華民國八十年十一月十七日定稿）

摘 要

本文為探討和評估中央氣象局之豪（大）雨預報能力，特以 1977～1989 年間氣象局所發佈的非颱風豪（大）雨特報和颱風警報期間豪（大）雨預報，依 (1) 正確百分法 (Percentage correct) 或成功 PC 值法，(2) TS 得分 (Threat Score)，(3) 前估 (Prefigureance)，(4) 後符 (Postagreement) 等四種方法進行評估，結果顯示氣象局在未來改進豪（大）雨預報能力方面，急需藉重於 TAMEX 後續研究成果之注入，1992 年的即時預報實驗計畫將為改進豪（大）雨預報之重大措施。

關鍵詞：正確百分法、前估、後符、TS 得分、預報能力。

一、前 言

豪（大）雨及伴隨的暴洪預報，為當前國內外氣象人員所面臨的最大挑戰之一 (AMS, 1985; 1991)，且亦為中央氣象局現階段預報作業及預報改進研究的重要任務。因素（大）雨預報，幾乎包含各種不同尺度運動系統（綜觀尺度、中尺度、局地尺度與對流尺度系統）以及這些系統間交互作用之預報，故其複雜性及困難度在近年來深受中外實作預報人員及基礎研究人員之重視。為增加對導致豪（大）雨及對流系統過程的了解，近年來各國均投入大量經費與人力，以從事科學性的實驗計畫，例如：在美國有 1979 年劇烈風暴之研究與中尺度實驗計畫 (SESAME)，1981 年對流降雨合作研究計畫 (CCOPE) 以及 1985 年美國中部風暴尺度先驅研究計畫 (PRE-

STOME) 等；在日本曾於 1968～1972 年間，從事梅雨末期的豪雨實驗計畫；我國亦在 1986～1987 年間實施台灣地區中尺度實驗計畫 (TAMEX)。這些計畫的主要科學目的均在探討造成豪（大）雨及對流系統的環境條件及中尺度激發機制，由於國內外學者的積極投入研究，故使我們對豪（大）雨增加許多基本了解。這些科學研究成果，將透過應用研究與技術發展步驟，反應在預報作業系統以改進豪（大）雨預報能力。

為了解預報改進，必須先確知預報能力 (forecast skill)，因此，預報校驗（或預報評估）為預報研究不可或缺的課題，而廣受國際氣象學術界與作業單位之重視（例如：Leslie et al., 1989；Murphy, 1988；Murphy and Epstein, 1989；Murphy and Winkler, 1987）。豪（大）雨預報能力之評估更為其中不可或缺之一環，

然而在這方面的研究論著相對而言較少。因為要了解預報能力須做校驗評估，所以建立一套客觀的校驗方法／制度為各氣象單位評估預報準確度所不可或缺，此種觀念在世界各國皆然，而在美國更是氣象界重要之研究課題之一（例如：Bonner，1989；Charba and Klein，1980；Glahn，1985；Murphy and Sabin，1986）。我國中央氣象局對此項工作亦未曾忽視，每月均對天氣預報有考核與檢討，但該考核為一各種天氣要素預報的綜合性考核，故其行政意義較重，而在技術考核方面，最近劉(1987)曾對中央氣象局發佈豪(大)雨預報進行評估，但此類文章在學術期刊上則絕無僅有。有鑑於此，本文乃針對近年來氣象局所發佈的豪(大)雨預報進行評估，以了解國內現階段的豪(大)雨預報能力，並診斷分析評估預報能力所採用之各種不同技術得分所顯示之氣象意義，以作為未來改進豪(大)雨預報之短期、極短期和即時預報等基礎研究與應用研究的參考。

二、引用資料及評估方法

台灣地區處於中低緯度及海陸之交接帶，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。近年來因經濟的快速發展，故由災變天氣所導致的財物損失也隨著增加。因此，氣象局對各地區的豪(大)雨預報也就格外受到各界的重視，但廣泛引起學術界及各界關注的關鍵，主要可能是1981年5月28日發生於桃、竹地區的「5-28」豪雨／暴洪事件以及1984年6月3日與10日發生於台北地區的「6-3」及「6-10」豪雨／暴洪事件，這些氣象事件導致之災害損失均在新台幣百億元之譜。

本文為探討氣象局的豪(大)雨預報能力，雖曾試圖找尋較長年代資料作評估依據，但在1981年以前可能因為認為豪(大)雨為颱風期間和梅雨期間必然發生的現象，故對平常所發佈的豪(大)雨特報較無妥善保存，而颱風警報資料及每日實際出現的雨量資料則非常齊全。因此，本文僅能以1977~1989年計13年間氣象局所發佈

的豪(大)雨特報和颱風警報資料，與實際出現的日雨量達氣象局所訂定的豪雨(日雨量 ≥ 130 公釐)及大雨(50公釐 \leq 日雨量 < 130 公釐)標準，將全省分為北部、東北部、中部、南部及東部(圖1)等五個區域，依一般(不包括颱風警報期間)豪(大)雨特報和颱風警報期間豪(大)雨預報兩類進行評估。對於一般豪(大)雨特報而言，只要在上述五個區域內有任何一個觀測站(不論山區或平地)雨量資料達豪(大)雨標準即為一個樣本，且採日計算。至於在颱風警報期間，由於每個颱風其所發佈的警報數甚多，且颱風動向變化又甚為複雜，因之，為簡化起見，對颱風警報期間豪(大)雨預報評估，不採日計算，而以個別颱風計算，即不論警報期間長短，所發警報次數多寡，只要出現一次豪(大)雨，即屬預報正確。

本文依上述標準選取樣本，作為評估得分的依據。評估所用的技術得分方法，包括正確百分法(Percentage Correct，即成功PC值法)、TS得分(Threat Score)、前估(Prefigurance)與後符(Postagreement)等四種，此四種方法之定義及計算公式如下。為能與劉(1987)評估結果比較，PC值法將沿用其原始定義，並採用其資料。

(一) 正確百分法

本技術得分計算乃將預報分為四類，即

- 1 A值：發佈豪(大)雨特報，而有豪(大)雨出現的個案，即Yes/Yes(預報/觀測)。確切而言，A值包括預報豪雨時發生豪雨，及預報大雨時發生大雨或豪雨。
- 2 B值：沒有發佈豪(大)雨特報，而有豪(大)雨出現的個案，即No/Yes(預報/觀測)。值得注意的是，此值僅包含在氣象局所發佈特報的日子，該區無預報豪(大)雨但有觀測之個案，不包括無特報但有觀測的個案。
- 3 C值：發佈豪(大)雨特報，但沒有豪(大)雨出現的個案，即Yes/No(預報/觀測)。確切而言，包括預報豪雨但發生大雨及預報大雨但無豪雨或大雨發生的個案。

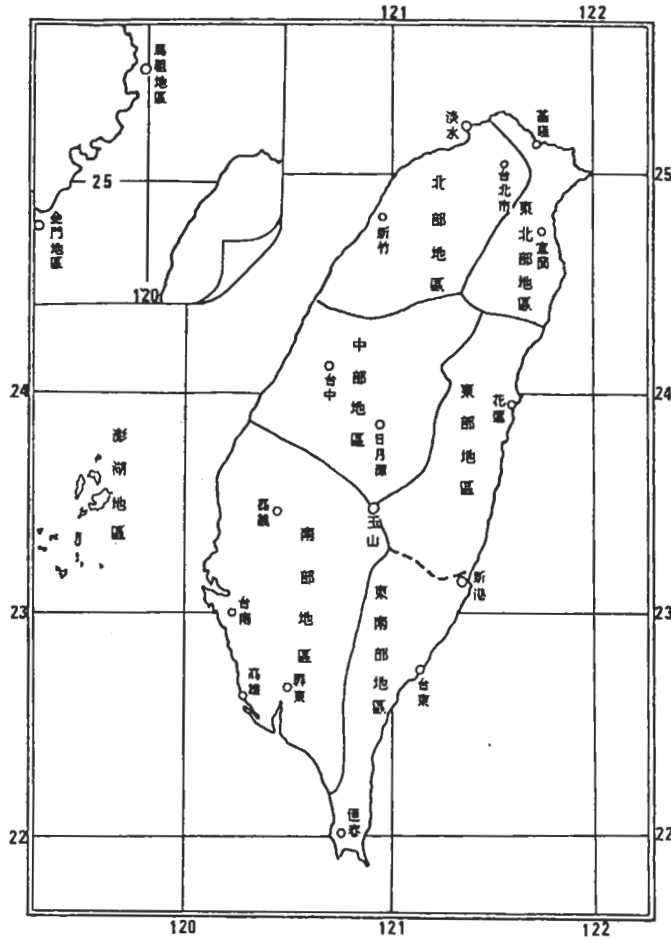


圖1 中央氣象局豪(大)雨預報發佈分區。

4 D值：沒有發佈豪(大)雨特報，且沒有豪(大)雨出現的個案，即 N_0 / N_0 (預報/觀測)。值得注意的是，此值僅包含在氣象局所發佈特報的日子，但該區即無預報又無觀測之個案。

PC值乃依上面所定義的四項數值，以下式計算：

$$\text{成功 } PC = \frac{A + D}{A + B + C + D} \times 100\%$$

$$\text{不成功 } PC = \frac{B + C}{A + B + C + D} \times 100\%$$

(二)TS得分

TS得分原為美國國家氣象中心(NMC)用來校驗定量降水預報(QPF)之方法，在量度某區域內正確預報降水的相對頻率(Charba and Klein, 1980)，定義為某降水強度或降水區之正確預報面積(C')與預報面積(F)加觀測到的面積(O)減正確預報面積(C')之百分比，如下式所示：

$$TS = \frac{C'}{F + O - C'}$$

本文乃將面積改以次數，用來度量豪(大)雨預報準確度之百分比。為使使用資料一致

，此處C'項係與PC值內之A值相同，而O項僅為有豪(大)雨特報時發生之事件，未包括未發特報時發生者。

(三) 前估

前估為在所有發生個案內，被預報到的次數(C')與發生次數(O)之百分比，即 $(C'/O) \times 100\%$ 。

(四) 後符

後符為預報應驗次數(C')與預報次數(F)之百分比，即 $(C'/F) \times 100\%$ 。

劉(1987)的豪(大)雨預報技術評估包含1977~1986年資料，其結果可代表TAMEX(1987)前之預報能力，本文將資料增長至1989年，此或可反應一些TAMEX對豪(大)雨預報技術能力之影響。

三、結果和討論

氣象局每日雨量資料顯示在1977~1989年期間，各地出現豪(大)雨次數總計北部有535天，東北部587天，中部304天，南部350天，東部為363天(表一)。在全年所發生之豪(大)雨，五至十月所佔天數比例，北部為67.9%，東北部為62.9%，中部為80.9%，南部為88.3%，而東部為83.2%，顯示梅雨期和颱風季為台灣地區發生豪(大)雨的主要時期，氣象局所發佈豪(大)雨特報次數亦集中在此兩時期。十一月至四月雖亦有豪(大)雨出現，但因不致於發生重大災害，故較少發佈特報。如前所述本文僅以一般非颱風豪(大)雨特報和颱風警報期間之豪(大)雨預報兩部份進行評估，其結果如下：

(一) 非颱風豪(大)雨特報

表一 1977~1989年台灣各地區出現豪(大)雨次數(日數)統計。(該區只要有一次氣象局測站滿足豪(大)雨條件即算一次事件)

大 地 區	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
北 部	14	32	27	24	51	68	48	57	88	51	53	22	535
東 北 部	32	33	25	15	59	51	29	45	100	85	77	36	587
中 部	4	11	20	16	57	61	42	58	23	5	3	4	304
南 部	4	6	13	15	61	79	59	80	29	1	3	0	350
東 部	10	5	6	9	38	56	48	68	61	31	26	5	363

表二 1977~1989年一般期間發佈非颱風豪(大)雨特報正確百分法各項數值，詳見內文。

大 區 域	分 類	yes/yes A 值	no/no D 值	yes/no C 值	no/yes B 值	$(A+D)/(A+B+C+D)$ 成功PC值(%)	$(B+C)/(A+B+C+D)$ 不成功PC值(%)
北 部		62	174	106	26	64.13	35.87
東 北 部		51	217	78	22	72.83	27.17
中 部		54	181	117	16	63.86	36.14
南 部		71	150	126	21	60.05	39.95
東 部		25	271	34	38	80.43	19.57

1. 正確百分法 (PC 值)

表二顯示成功PC值以東部80.43%最高，南部60.05%最低，此乃因東部豪(大)雨機會不大，故常未預報有豪(大)雨，致使PC值偏高。不成功PC值顯示，中南部失敗的機率高居其他各區之上，此主要乃因誤報率(C/A+C)偏高，致使在預報豪(大)雨時失敗率居高，而北部的不成功PC值亦高達35.87%，主要亦因誤報率偏高。此結果的一種解釋為係反應一些預報員之心理因素，因北部為政府重要機構所在，且人口眾多，豪雨災害的嚴重性顯而易見，若無掌握易遭指責，故在豪(大)雨預報次數上顯然較多，因而失敗的機會也就較大。但另一種解

釋則為不成功PC值偏高，主要乃因對產生豪(大)雨之氣象過程缺乏了解。若以表二和劉(1987)所作評估(見表三)比較，各區成功PC值均較劉(1987)所評估為低，且A值與C值高於劉所評估者之差遠大於B值與D值之差，此即表示TAMEX之後預報員對豪(大)雨事件更為重視，在未發生前即希望有所掌握，而欲改進以往只在豪(大)雨出現後才加以處理之方式。

2. 前估、後符及TS得分

表四和表五顯示除東部地區外，後符均較前估為低，由表四知TAMEX(1987)前各區所發佈的預報有30.9~38.9%應驗(即後符)，而豪(大)雨之發生除東部外有55.6~75.6%事先可預報到(

表三 1977~1986年一般期間發佈非颱風豪(大)雨特報正確百分法各項數值(劉, 1987)。

區域 \ 次數分類	yes/yes A 值	no/no D 值	yes/no C 值	no/yes B 值	(A+D)/(A+B+C+D) 成功PC值(%)	(B+C)/(A+B+C+D) 不成功PC值(%)
北 部	30	168	59	24	70.46	29.54
東 北 部	27	190	49	15	77.22	22.78
中 部	34	160	76	11	69.04	30.96
南 部	48	132	84	17	64.06	35.94
東 部	7	233	11	30	85.41	14.59

表四 1977~1986年中央氣象局發佈台灣各地區非颱風豪雨/大雨預報次數(F)，豪雨/大雨出現(或觀測)次數(O)，預報正確(或應驗)次數(C')，前估(C'/O)，後符(C'/F)與TS得分統計(陳, 1988)。括號內為1987~1989年資料(TAMEX後)。

區域 \ 次數分類	預報 F值	觀測 O值	應驗 C'值	前 估 (C'/O)%	後 符 (C'/F)%	TS 得分 (0~1) C'/(F+O-C')
北 部	89 (79)	54 (34)	30 (32)	55.6 (94.12)	33.7 (40.51)	0.27 (0.40)
東 北 部	76 (53)	42 (31)	27 (24)	64.3 (77.42)	35.5 (45.28)	0.30 (0.40)
中 部	110 (61)	45 (25)	34 (20)	75.6 (80.0)	30.9 (32.79)	0.28 (0.30)
南 部	132 (65)	65 (27)	48 (23)	73.9 (85.19)	36.4 (35.38)	0.32 (0.33)
東 部	18 (41)	37 (26)	7 (18)	18.9 (69.23)	38.9 (43.90)	0.15 (0.37)

表五 1977~1989年中央氣象局發佈台灣各地區非颱風暴雨/大雨預報次數(F)，暴雨/大雨出現(或觀測)次數(O)，預報正確(或應驗)次數(C')，前估(C'/O)，後符(C'/F)與TS得分統計。

區域 \ 分類	預報 F值	觀測 O值	應驗 C'值	前估 (C'/O)%	後符 (C'/F)%	TS得分 (0~1) C'/(F+O-C')
北 部	168	88	62	70.45	36.90	0.32
東 北 部	129	73	51	69.86	39.53	0.34
中 部	171	70	54	77.14	31.58	0.29
南 部	197	92	71	77.17	36.04	0.33
東 部	59	63	25	39.68	42.37	0.26

表六 1977~1989年颱風期間發佈豪(大)雨特報正確百分法各項數值。

區域 \ 分類	yes/yes A 值	no/no D 值	yes/no C 值	no/yes B 值	(A+D)/(A+B+C+D) 成功PC值(%)	(B+C)/(A+B+C+D) 不成功PC值(%)
北 部	29	18	17	3	70.15	29.85
東 北 部	30	16	13	8	68.66	31.34
中 部	12	35	14	6	70.15	29.85
南 部	22	14	30	1	53.73	46.27
東 部	24	10	27	6	50.75	49.25

即前估)。TAMEX後，在各區預報有32.8~45.3%應驗，而豪(大)雨之發生亦有69.2~94.1%事可預報到，顯示TAMEX後氣象局在豪(大)雨預報能力已見提高。至於1987年前東部地區較其他地區為低的前估(18.9%)，陳(1988)認為可能是因東來系統海上缺乏資料，或熱帶系統可預報度較低，或對該區豪(大)之了解較少，或是預報員缺乏信心故較少發佈預報等因素而來。此種情形在TAMEX後已有大幅改進，為69.2%。在TS得分方面，表四顯示在TAMEX前東部地區偏低甚多(僅0.15)，然而在TAMEX之後東部地區已提升至0.37，其他各區TS得分亦見增加，在0.3~0.4間，但此TS值仍顯示現階段對豪(大)雨發生與否之預報能力相當有限。需特別注意者為本文僅對有豪(大)雨特報時之事件評估，若將未發佈特報時發生的事件併入，則TS

值將大幅降低，此即陳(1985)所謂的“局部天氣預報之準確率與該天氣現象之劇烈(程)度成反比”的一個範例。

(二) 颱風警報期間之豪(大)雨預報

我們預期颱風警報中之豪(大)雨預報成功PC值，應比一般非颱風之豪(大)雨預報為高，因颱風路徑預報較易掌握，且其對流分布之尺度範圍比一般伴隨鋒面之中尺度對流系統或局部性對流為廣。但表六顯示除中部為颱風之PC值略高外，其餘各區均較非颱風豪(大)雨PC值為低(見表三)。此種結果顯示導致颱風內暴雨之中尺度對流現象仍有待研究，以提高其成功PC值。此外值得注意的是，本文颱風警報期間個案較少，而校驗係以每個颱風警報發佈期間為一次計算，若以每日發佈來校驗，其成功PC值

表七 1977~1986年颱風警報期間發佈豪(大)雨特報正確百分法各項數值，此表係重新檢查歷史記錄，故數值有異於劉(1987)者。

區域	次數分類	yes/yes	no/no	yes/no	no/yes	$(A+D)/(A+B+C+D)$	$(B+C)/(A+B+C+D)$
		A 值	D 值	C 值	B 值	成功PC值(%)	不成功PC值(%)
北 部		25	17	13	2	73.68	26.32
東 北 部		25	14	12	6	68.42	31.58
中 部		9	32	11	5	71.93	28.07
南 部		18	13	26	0	54.39	45.61
東 部		19	9	25	4	49.12	50.88

表八 1977~1989年中央氣象局發佈台灣各地區颱風暴雨/大雨預報次數(F)，暴雨/大雨出現(或觀測)次數(O)，預報正確(或應驗)次數(C')，前估(C'/O)，後符(C'/F)與TS得分統計。

區域	次數分類	預報	觀測	應驗	前估	後符	TS 得分
		F值	O值	C'值	(C'/O)%	(C'/F)%	$(0 \sim 1)$ C'/(F+O-C')
北 部		46	32	29	90.13	63.04	0.59
東 北 部		43	38	30	78.95	69.77	0.59
中 部		26	18	12	66.67	46.15	0.38
南 部		52	23	22	95.65	42.31	0.42
東 部		51	30	24	80.00	47.06	0.42

表九 1977~1986年颱風期間中央氣象局發佈颱風警報中暴雨/大雨預報次數(F)，暴雨/大雨出現(或觀測)次數(O)，預報正確(或應驗)次數(C')，前估(C'/O)，後符(C'/F)與TS得分統計。括號內為1987~1989年資料(TAMEX後)。

區域	次數分類	預報	觀測	應驗	前估	後符	TS 得分
		F值	O值	C'值	(C'/O)%	(C'/F)%	$(0 \sim 1)$ C'/(F+O-C')
北 部		38 (8)	27 (5)	25 (4)	92.59 (80.00)	65.79 (50.00)	0.63 (0.44)
東 北 部		37 (6)	31 (7)	25 (5)	80.65 (71.43)	67.57 (83.33)	0.58 (0.63)
中 部		20 (6)	14 (4)	9 (3)	64.29 (75.00)	45.00 (50.00)	0.36 (0.43)
南 部		44 (8)	18 (5)	18 (4)	100.0 (80.00)	40.91 (50.00)	0.41 (0.44)
東 部		44 (7)	23 (7)	19 (5)	82.61 (71.43)	43.18 (71.43)	0.40 (0.56)

將大幅降低。表七為1977~1986年校驗，與表六(1977~1989)比較，顯示TAMEX後在颱風豪(大)雨之預報成功PC值，與TAMEX前無甚差異。

至於前估、後符與TS得分方面，表八顯示各區前估值均大於後符值，即預報應驗的成功率高，但有過度預報之現象。中部、東部及南部偏低之後符值，顯示地形及其他影響因素仍有待進一步探討，以提高其準確率。比較表八與表五颱風與非颱風TS得分顯示，颱風者各區均較大，恰如預期。表九顯示TAMEX前後之差異，因TAMEX後之樣本較少，僅供參考，但除北部外，其他各區似有改進趨勢(TS增大)。

由以上的評估顯示，颱風警報時豪(大)雨預報較一般非颱風豪(大)雨預報具有較高預報能力，因此未來在一般非颱風豪(大)雨預報上仍應多投入人力和財力。

四、全島之TS得分

前節所做評估不論颱風或非颱風個案，均以有發佈預報者為準來做校驗，未預報而實際發生者均未包含。為使評估更趨完整，本節將考慮所有發生之事件，而不論有無發佈特報，但以整個台灣地區為範圍，不論對任一地區所發佈的豪(大)雨特報，只要台灣地區有任一測站在預報期限內出現 ≥ 50 公釐/天之降水，即為成功之預報。唯颱風個案仍以每個颱風警報發佈期間為一次計算，而非颱風個案則採每日特報為準。1977~1989年之非颱風與颱風之豪(大)雨預報TS得分，分別如表十與表十一所示。

在非颱風之豪(大)雨預報方面，TS值逐年變化頗大，1989年之0.04最低，1981年之0.38最高。若以5年平均而言，1977~1981年為0.16，1982~1986年為0.21，1987~1989年為0.15，似無

表十 1977~1989年全島非颱風豪大雨預報(≥ 50 公釐/天)之TS值，其中觀測值為不論有無發佈特報均以包含，其餘說明同表五。

年份	次數	預報 F值	觀測 O值	應驗 C'值	前估 (C'/O)%	後符 (C'/F)%	TS得分 (0~1) $C'/(F+O-C')$
1977		12	71	10	14.08	83.33	0.14
1978		16	86	6	6.98	37.50	0.06
1979		12	69	6	8.70	50.00	0.08
1980		26	57	10	17.54	38.46	0.14
1981		47	80	35	43.75	74.47	0.38
1977-81		113	363	67	18.46	59.29	0.16
1982		33	68	23	33.82	69.70	0.29
1983		30	85	21	24.71	70.00	0.22
1984		35	95	20	21.05	57.14	0.19
1985		37	102	25	24.51	67.57	0.22
1986		34	78	13	16.67	38.24	0.13
1982-86		169	428	102	23.83	60.36	0.21
1987		34	70	23	32.86	67.65	0.28
1988		23	99	16	16.16	69.57	0.15
1989		29	89	5	5.62	17.24	0.04
1987-89		86	258	44	17.05	51.16	0.15

表十一 1977~1989年全島颱風豪大雨預報(≥50公釐/天)之TS值,其中觀測值為不論有無發佈特報均以包含,其餘說明同表八。

年份	次數	分類	預報 F值	觀測 O值	應驗 C'值	前估 (C'/O)%	後符 (C'/F)%	TS得分 (0~1) C'/(F+O-C')
1977	8		8	6	5	83.33	62.50	0.56
1978	5		5	11	2	18.18	40.00	0.14
1979	6		6	5	5	100.00	83.33	0.83
1980	6		6	5	5	100.00	83.33	0.83
1981	6		6	6	6	100.00	100.00	1.00
1977-81	31		31	33	23	69.70	74.19	0.56
1982	5		5	5	5	100.00	100.00	1.00
1983	4		4	4	1	25.00	25.00	0.14
1984	6		6	7	6	85.71	100.00	0.86
1985	5		5	6	4	66.67	80.00	0.57
1986	6		6	6	5	83.33	83.33	0.71
1982-86	26		26	28	21	75.00	80.76	0.64
1987	6		6	6	6	100.00	100.00	1.00
1988	3		3	7	3	42.86	100.00	0.43
1989	1		1	4	1	25.00	100.00	0.25
1987-89	10		10	17	10	58.82	100.00	0.59

隨時間改進傾向。各年前估均較後符為小,亦即預報應驗之機率較事件發生在事前可預報之機率為高。此顯示豪(大)雨發生時,若為綜觀尺度過程影響顯著時,已較能適時發佈預報,且常能應驗,但若為中尺度過程影響時,則甚少機會能事前掌握,這正符合TAMEX之原始目標及1992年TAMEX預報實驗所強調中尺度預報之最基本理由。比較表十與表五,前估與後符的相對數值大小恰好相反,顯然校驗時,不能僅考慮發佈特報之情況。

在颱風方面,因逐年個案數較少,故TS值變動大。若以每5年平均而言,1977~1981年為0.56,1982~1986年為0.64,1987~1989年為0.59,亦似無隨時間改進傾向,唯較非颱風情況為佳,恰如預期。以每5年平均而言,後符大於前估,此亦和表八所示者正相反,雖兩者差異不若非颱風者之巨,但亦顯示校驗時若不包含未發特報之個案,則對結果之解釋易生誤導。

五、總結與建議

本文以PC值法、前估、後符與TS法校驗氣象局在1977~1989年間,颱風與非颱風豪(大)雨預報能力。因國內在官方校驗方面,以往較偏重在預報結果整體性評估,較少技術性評估,而劉(1987)之校驗應屬氣象局首次發佈之內部評估報告,故首先沿用劉(1987)所用方法、資料及其定義認定,並增加1987~1989年資料。若僅採用氣象局有發佈豪(大)雨特報時之資料,做為校驗對象,對於未發佈但實際發生之現象不予包括,則結果可歸納如下:

- 1 非颱風成功PC值在各區為60.05~80.43%,而颱風則在50.75~70.15%,顯然目前颱風豪(大)雨預報能力並未高於非颱風之情況,此顯示雖颱風環流系統範圍較大,但其路徑與環流內中尺度結構對豪(大)雨之預報關係密切。

- 2 非颱風豪（大）雨預報 TS 值，各區 1987 年後均較 1987 年前為高，此可能部份反應出 TAMEX 計畫之影響。颱風豪（大）雨 TS 值，除北部外，亦有相似現象。

對於全台灣地區颱風與非颱風豪（大）雨預報能力之評估，在包含了未發佈特報而實際發生之豪（大）雨事件，評估結果發現以下數點：

- 1 非颱風豪（大）雨之 TS 值，年際變化很大，在 0.04~0.38 之間，若以 5 年平均而言，並未顯示隨時間有改進之現象，在 0.15~0.21 之間。
- 2 非颱風豪（大）雨之後符大於前估，顯示目前對導致豪（大）雨之綜觀條件已有相當了解，但對中尺度激發機制了解有限。
- 3 颱風豪（大）雨預報因個案數年變化大，故 TS 值變化亦大，唯以 5 年平均亦似無隨時間改進之傾向，在 0.56~0.64 之間，較非颱風者為大，恰如預期。
- 4 颱風豪（大）雨預報與非颱風者相似，後符亦大於前估，唯前估值較非颱風者為大，亦即颱風發生之豪（大）雨，大部份事先均可預報。

本文研究結果，除顯示校驗在了解現階段預報能力之重要性之外，對於在統計上更為客觀之方法引用，例如 Dr. J. A. Flueck 在 1990 年 2 月 26 日至 3 月 3 日 TAMEX Planning Workshop 所推介之方法 (TAMEX, 1990)，應為未來做預報校驗可考慮之方向。此外，校驗樣本之定義及客觀性，亦為今後從事校驗工作所必須加以注意者，本文在分析包含與不包含未發佈特報者之前估與後符之結果差異，正是一個很好的實例。

致 謝

審查者寶貴建議與意見使本文更為完整，我們甚為感謝，並感謝王重傑先生於本文完稿階段在各方面工作之協助，本文在中央氣象局研究計畫 CWB 78-01-07 支援下完成。

參考文獻

- 陳泰然，1985：美國豪雨預報之研究發展及作業評介。天氣分析與預報研討會論文集編，中央氣象局，167~182。
- 陳泰然，1988：台灣梅雨天氣預報之研究與實作理念。天氣分析與預報研討會論文集編，中央氣象局，19~24。
- 劉復誠，1987：現行豪雨預報技術之評估與改進研究。中央氣象局研究報告第 154 號，70 頁。
- AMS, 1985: Flash floods. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 66, 858~859.
- AMS, 1991: Weather forecasting. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 72, 1273~1276.
- Bonner, W.D., 1989: NMC Overview: Recent progress and future plans. *Wea. and Forecasting.*, 4, 275~285.
- Charba, J.P., and W.H. Klein, 1980: Skill in precipitation forecast in the National Weather Service. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 61, 1546~1555.
- Glahn, H.R., 1985: Yes, precipitation forecasts have improved. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 66, 820~830.
- Murphy, A.H., 1988: Skill score based on the mean square error and their relationships to the correlation coefficient. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 2417~2424.
- , and E.S. Epstein, 1989: Skill score and correlation coefficients in model verification. *Mon. Wea. Rev.*, 117, 572~581.
- , and T.E. Sabin, 1986: Trends in the quality of National Weather Service forecasts. *Wea. and Forecasting.*, 1, 42~55.
- , and R.L. Winkler, 1987: A general framework for forecast verification. *Mon. Wea. Rev.*, 115,

1330~1338.

Leslie, L.M., K. Fraedrich and T.J. Glowacki, 1989:
Forecasting the skill of a regional numerical weather
predication model. *Mon. Wea. Rev.*, 117,

550~557.

TAMEX, 1990: Planning Workshop on 1992 Post-TAMEX
Forecast Exercise。台大大氣科學系，講義
二，162頁。

On the Forecast Skill of Heavy Rainfall in Taiwan

G.T.J.Chen

Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

S.L.Shieh L.F.Chen C.D.Chen

Central Weather Bureau

(manuscript received 9 October 1991; in final form 17 November 1991)

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to assess the current forecast capabilities of heavy rainfall events by the Central Weather Bureau. Data for both the typhoon and non-typhoon events in the period of 1977-1989 were used. The methods employed included (1) Percentage Correct, (2) Threat Score, (3) Prefigurance and (4) Postagreement. Results suggest that the follow-up applied research of the TAMEX Project is instrumental to improve the forecasting skill of heavy rainfall. The 1992 TAMEX forecast Exercise appears to be an important measure in this matter.

Key Words: percentage correct, prefigurance, postagreement, Threat Score, forecast skill.