

中央氣象局降雨機率預報校驗分析

呂國臣 秦新龍
中央氣象局預報中心
摘 要

分析校驗 1993 至 1997 中央氣象局降雨機率預報，校驗預報人員的降雨機率預報的整體表現情況，以可靠度分析、技術得分及白氏計分方式探討各地區之降雨機率預報特性，並針對不同月份、地區及日夜變化等不同條件下之預報結果進行校驗分析，以了解在不同條件下，預報人員表現情形。

結果顯示，逐年的降雨機率預報技術得分方面，預報技術有年年提高之趨勢，台灣各分區之技術得分方面，有北高南低，西高東低，冬季較夏季高的現象。三月及五月之整體技術得分最高，在季節轉換之月份（如四月及十一月）其預報技術有下降的情形。技術得分在日間預報之預報較夜間預報高，對於夜間之預報，其絕對誤差較低。整體預報之技術得分高於個別單一預報員及官方發佈之降雨機率預報之技術得分。

一、前言

自從有天氣預報，便開始有預報校驗，時代昌明、科技發達及社會多元化，民眾對天氣資訊的需求也愈精細，愈多樣化。以天氣預報的種類而言，從定性預報到定量預報，從二分法預報到機率預報，甚至對定點定時預報的需求更感興趣等等，也顯示天氣預報的表示方式亦將愈趨細膩。

然而任何資訊收集旨在於採取因應對策，以減少災害損失，換句話說，收集資訊的目的在預測，預測的目的在謀對策。反過來說，預防災害的損益在於對策的成敗，對策的好壞在於預測的對錯，預測的判斷則來自資訊的準確性（或可信性），所以資訊扮演了決策成敗的重要角色。當然，既然是預報就必須容忍誤差的存在，而且，決策者對誤差量化更不能忽視。當使用者在利用天氣預報資料時也將面對同樣的問題，天氣預報「準」或「不準」，預報命中率有多少，長期的預報統計結果反應出來的誤差度，將提供應用天氣預報者決策的重要考量，也是本文討論的目的。

事實上，許多國家發佈降雨機率預報以行之多年，例如美國及日本分別在 1960 及 1982 年起發佈實施，對於預報的結果及校驗也有若干成果發表(Winkler and Murphy 1976; Murphy, 1988; Schaefer and Livigston 1990; 立平良三 1990)。中央氣象局從八十二年開始發布降雨機率預報 (Probability of Precipitation, 簡稱 POP)，正式走進機率預報時代，降雨預報由二分法定性預報增加定量的機率預報，有了定量預報，便可以量化的校驗，林 (1993)、呂和吳 (1995) 亦曾對於中央氣象局發佈之降雨機率預報進行分析，惟當時校驗資料年限較少，代表性仍

受質疑。本文利用五年之預報資料，由各種不同角度探討預報準確度及預報技術得分狀況，以期能更加回饋於降雨機率預報使用者及預報員預報降雨機率時之參考。

由於台灣地區為於亞熱帶，冬天有鋒面降雨，春天有春雨，春夏間有梅雨，夏天即使沒有颱風也常有午後雷陣雨，一年四季各有截然不同的降雨型態。除此之外，受到中央山脈特殊地形影響下，各地區降雨分布更有明顯差異 (陳與吳, 1978)。第二節將敘述降雨機率的預報實施現況及分析資料種類、來源及說明降雨機率預報的校驗方法；第三節則描述台灣各地區降雨頻率特性及降雨機率預報值分布特性，藉此可以判斷預報的可信度；第四節主要計算各類型預報誤差及預報技術得分結果之時空分布情形；第五節中將依現行作業上之特性討論日間及夜間預報誤差比較，以及整體預報之特性；對於現行降雨機率預報的綜合討論、建議則分別在第六節。

二、資料收集與分析方法

(一)、資料來源

天氣預報校驗的基本資料，因校驗之預報型式及類別不同而有不同之需求。以降雨機率預報而言，基本上，須要收集預報期間的降雨資料，以判斷有沒有下雨事件發生，另一方面則須要發布之降雨機率預報值以茲校驗，依據以上兩種資料便能計算出降雨機率預報的絕對誤差值。而在本文採樣之 1993 至 1997 年期間，氣象局發布降雨機率預報主要參考的客觀降雨機率預報值，包含各觀測站逐月氣候降雨頻率分布及逐月氣候持續降雨頻率分布兩類資料，在校驗相對預報誤差

方面將分別計算比較兩類之技術得分情形。資料類型及來源茲簡介如下：

1. 降雨資料：氣象局現行降雨機率預報以 12 小時為一時段，以清晨或晚上八點為起始時間，時段內累積雨量達 0.1 公釐以上者判定為有雨，否則為無雨（包含雨跡）。本文取自氣象局 1993 至 1997 年發布降雨機率預報期間，預報中心即時建立之降雨事件檔案。
2. 降雨機率預報值：1993 至 1997 年間，氣象局共發布 3562 次降雨機率預報，每次包含十六個預報區域發布未來三個時段的降雨機率預報值，每個預報區域包含一個或兩個氣象觀測站，由於本文採用單點校驗方式，也就是針對氣象站之降雨機率做校驗，所收集的降雨機率預報值視為各氣象站之預報機率。預報機率以百分之十為單位，由零到一百共十一類機率。氣象局發佈之降雨機率預報（以下簡稱為官方預報）主要依據各值班預報員之預報平均值（以下簡稱為整體預報），前者與後者差異在，官方預報會因某種主觀因素，可以不必完全參照整體預報，給定降雨機率預報值。
3. 月氣候持續降雨頻率：使用 1961 至 1990 年間氣象局各氣象站時雨量資料，計算各氣象站月持續降雨頻率值及持續不降雨頻率值，其中也考慮逐月氣候降雨頻率值之日夜差異。

目前在氣象局預報作業上，以預報觀測點（氣象站）的降雨機率來代表區域降雨機率，如果該區域有兩個氣象站，則取兩者平均值。氣象預報員必須預報包含有 24 個氣象站未來三個時段（每十二小時為一時段）的降雨機率預報值，其中 19 個氣象局所屬的氣象站，5 個為空軍或民航局機場觀測站，共涵蓋十六個預報區域。所以本文在校驗上必須採用單點校驗方式，對各氣象站做降雨機率預報值校驗。不過，目前尚未建立空軍及民航局機場觀測站降雨氣候頻率資料，所以本文僅對台灣地區氣象局所屬之 19 個氣象站做校驗分析。

(二)、分析方法

為了解各地區降雨機率預報值的分布特性，將分別討論非條件機率分布和條件機率分布，分析各地區機率預報值分布特性。而在校驗降雨機率預報準確度方面，通常用均方差代表機率預報準確度，或者稱為白氏計分(Brier, 1950)，此為絕對誤差校驗的一種。然而預報準確度高，也未必就是有預報技術，是否有預報技術，必須從氣候條件的相對性來比較，所以相對誤差校驗是必須的，比較預報機率值與客觀資料，以計算其預報之技

術得分，才能判斷預報的好壞。以下將簡要介紹本文分析的方法：

1. 機率預報值非條件及條件分布：非條件分布 $P(f)$ 及 $P(x)$ 表示預報機率值及降雨頻率的出現機率，其中 f 及 x 分別代表降雨機率預報值及有雨 ($x=1$) 或無雨 ($x=0$) 實際發生之事件 (Event)，機率預報值的非條件分布代表各地區分區的預報特性（為討論方便，下文 $P_0, P_{10}, \dots, P_{100}$ ，分別代表 POP 值為 0%、10%...100%）。而本文在分析降雨機率值條件分布中，分 $P(f|x)$ 或 $P(x|f)$ 兩種，其中 $P(x|f)$ 表示降雨機率值 f (0~100%) 出現時，有雨或無雨的出現機率， $P(f|x)$ 同理得之。
2. 絕對誤差：本文採取計算白氏計分 (Brier Score, 簡稱 BS) 分析 POP 值之絕對誤差。

$$BS = \overline{(P - E)^2}$$

其中 P 為機率預報值， E 為實際觀測值（有雨為 1，無雨為 0）。 BS 是一種絕對誤差值，其值介於 0 與 1 之間，準確度愈高的預報其值愈低。

3. 相對誤差：採用技術得分 (Skill Score, 簡稱 SK)

$$SK = \frac{BS_r - BS_f}{BS_r} \times 100\%$$

其中 BS_r 及 BS_f 分別代表客觀降雨機率及降雨機率預報值之白氏計分，本文採用之客觀機率預報值為氣候持續機率。技術得分表示機率預報與客觀機率之比較， SK 大於零表示預報較客觀機率高。

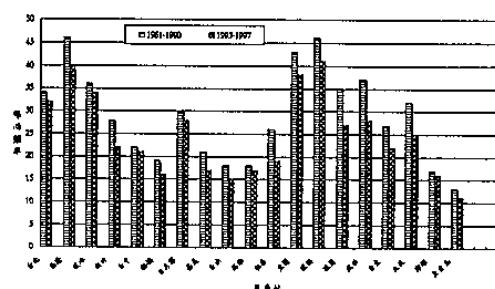


圖 1、30 年平均及近五年平均之台灣各地區降雨頻率分布圖（12 小時累計雨量大於 0.1 公厘）

三、降雨機率預報之頻率分布

台灣地區受中央山脈影響，地區性氣候降雨頻率的分布差異甚大，對各地區發布之降雨機率值的分布情形亦有明顯不同，由台灣平地各地區年平均降雨頻率分布（圖 1）發現，台灣北部及東北部地區平均年降雨頻

率較大，其中以基隆及蘇澳地區 46%最高，中部、南部及外島地區降雨頻率較低，東吉島 13%最低，降雨頻率高低分布有北高南低和東高西低之特徵。比較近五年之降雨頻率顯示，近五年來降雨頻率有明顯降低的現象，平均降幅約為 18%，換言之，台灣地區降雨頻率（12 小時累積降雨量大於 0.1 公厘者）近年來有明顯下降的趨勢，其中以恆春降低約 25%最大。此現象是否為環境變遷或其他因素影響，頗值得深入研究。惟本文僅對降雨機率頻率分析，而各地區降雨頻率之氣候資料仍為預報人員預報降雨機率預報之重要參考資料，此現象有可能造成預報偏濕。以下將分析各地區之降雨機率預報值之頻率分布。

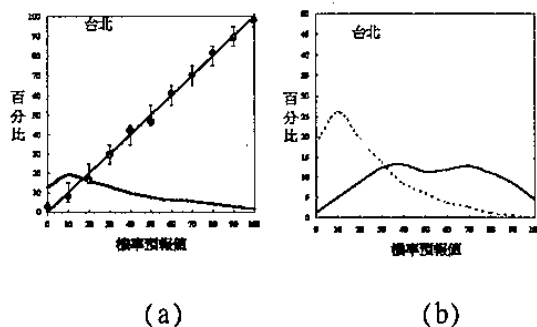


圖 2、台北各 POP 值所佔總預報次數百分比（實線）及其可靠性（相對應之點，Y 軸差值 $\pm 5\%$ ）分布圖；(b) 有雨（實線）及無雨（虛線）之各 POP 值佔其預報總數之百分比分布圖

(一) 北部地區：以台北氣象站為校驗點，由 POP 值分布情形（圖 2a）發現，P10（ $f = 10\%$ 之出現頻率）佔全部 POP 值之 20%最多，隨 f 值增加而遞減。由各 POP 值的可靠性分析發現，各值誤差皆小於 5%，顯示可靠性表校驗誤差度不大。在有雨及無雨的條件分配上（圖 2b），無雨個案中之分布較有雨個案之分布集中度高，無雨個案中之分布以 P10 佔 25%最多，隨 f 值增加而遞減，有雨個案則以 P40 及 P70 較大，分布皆在 15%以下。

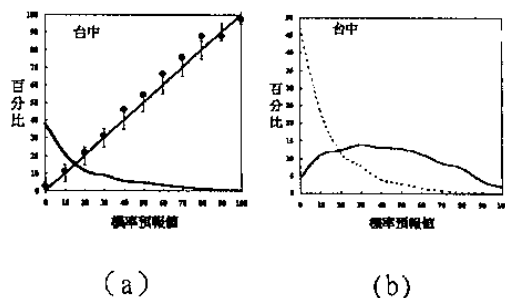


圖 3、台中各 POP 值分布(a),(b)圖說如圖 2

(二) 中部地區：此地區以台中氣象站為校驗點。由 POP 值分布情形（圖 3a）發現，P0 佔全部 POP 值 37%最多，P10 佔約有 23%次之，P20 以後則隨 f 值增加而遞減，其中 P40 以上皆在 5%以下。由各 POP 值的可靠性分析發現，除 P90 及 P100 之外，皆有預報偏乾之現象，其中 P70 及 P80 偏差較大。在有雨及無雨的條件分配上，無雨的個案中以 P0 佔 47%最多，P10 有 24%的佔有率（圖 3b），P20 以上則隨 f 值增加而迅速遞減。有雨的個案則分布較為均勻，P10 至 P60 皆佔有 10%左右，其中以 P30 佔 15%最多，P90 及 P100 較少預報，約僅 2 至 3%左右。

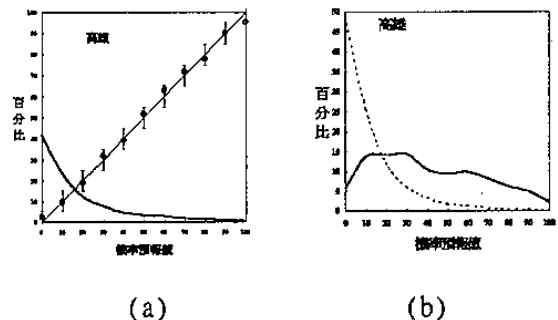


圖 4、高雄 POP 值分布(a),(b)圖說如圖 2

(三) 南部地區：此地區以高雄氣象站為校驗點，由 POP 值分布情形（圖 4a）發現，P0 佔全部 POP 值 40%最多，P10 佔約有 25%次之，P20 以後則隨 f 值增加而遞減，其中 P40 以上皆在 5%以下。由各 POP 值的可靠性分析發現，各預報值間偏差皆不大，並無明顯預報偏乾或偏濕現象。在有雨及無雨的條件分配上，無雨的個案中以 P0 佔 48%最多，P10 有 26%的佔有率（圖 4b）。有雨的個案中 P10 至 P30 皆佔有 15%左右，其中以 P10 佔約 17%最多，不過 P60 也有近 10%的佔有率。

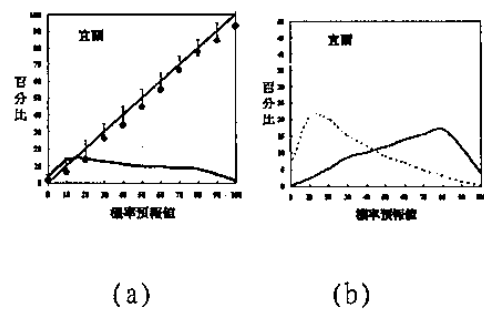
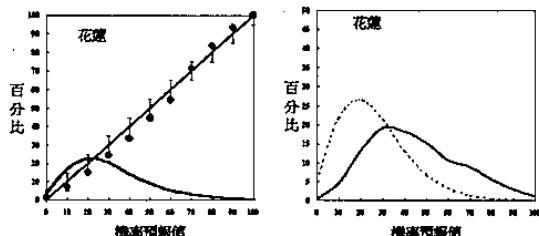


圖 5、宜蘭 POP 值分布(a),(b)圖說如圖 2

(四) 東北部地區：此地區以宜蘭氣象站為校驗點。由 POP 值分布情形（圖 5a）發現，全部 POP 值分布較均勻，除 P0 及 P100 佔約在 5%以下外，其他 POP 值皆在 10%左右。由各 POP 值的可靠性分析發現，除 P0 預報偏乾

外，其他 POP 值皆預報偏濕，其中 P20, P40, P50, P60 及 P90 偏差 5% 以上，整體來講，有預報偏濕的現象。在有雨及無雨的條件分配上（圖 5b），有雨及無雨曲線相當對稱，無雨的個案中以 P10 佔 22% 最多，且向 P100 緩慢遞減。有雨的個案中 P80 最多，且向 P0 遞

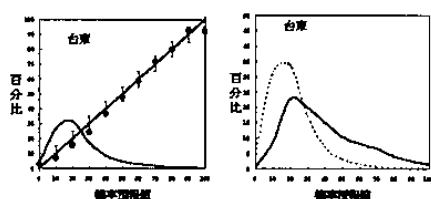


減，顯示對有雨及無雨的預報信心度大。

(a) (b)

圖 6、花蓮 POP 值分布(a),(b)圖說如圖 2

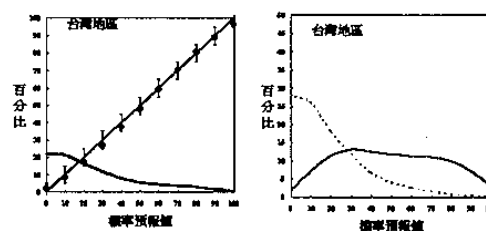
(五) 東部地區：此地區以花蓮氣象站為校驗點。由 POP 值分布情形（圖 6a）發現，POP 值主要分布在 P10 至 P40 間，其他 POP 值皆佔 10% 以下。由各 POP 值的可靠度分析發現，除 P60 以下預報偏濕，P70 以上預報偏乾，而且有多數的 POP 值偏差在 5% 以上，其可靠度並不理想。在有雨及無雨的條件分配上（圖 6b），其曲線雖然相當明朗，但是有雨與無雨的個案分布曲線相差並不大，由於大多數預報值落在 P10 至 P40 之間，且在有雨的個案中由 P30 向兩邊遞減，無雨個案由 P20 亦向兩邊遞減，顯示對有雨及無雨的預報信心度不高。



(a) (b)

圖 7、台東 POP 值分布(a),(b)圖說如圖 2

(六) 東南部地區：此地區以台東氣象站為校驗點。由 POP 值分布情形（圖 7a）發現，POP 值主要分布在 P10 至 P30 間，其他 POP 值皆佔 10% 以下。由各 POP 值的可靠度分析發現，除 P0、P70 及 P90 預報偏乾，其他 POP 值皆預報偏濕，而且大多數的 POP 值偏差在 5% 以內。在有雨及無雨的條件分配上（圖 7b），無雨的個案數較集中，P20 最多，約佔有 35%，且向兩邊迅速遞減，有雨的個案中也是 P20



最多，約佔有 23%，但向兩邊遞減較慢，顯示對有雨及無雨的預報信心度不大。

(a) (b)

圖 8、台灣地區平均 POP 值分布(a),(b)圖說如圖 2

以整個台灣地區而言，年降雨頻率約 31%，由 POP 值分布情形（圖 8a）發現，以 P0 及 P10 各佔 20% 以上，P20 以後則隨 f 值增加而緩慢遞減，由各 POP 值的可靠度分析發現，P0 除外，大多有預報偏濕的情形，且誤差度皆在 5% 以內。在有雨及無雨的條件分配上（圖 8b），無雨的個案中以 P0 及 P10 各有 25% 以上的佔有率，P40 以下佔有率皆不足 10%。有雨的個案中 P30 佔約有 15% 左右，由 P20 至 P70 皆佔有 10% 左右，顯示有雨的部份各 POP 值分布較為均勻。

由台灣各分區各 POP 值分布特性發現，不同地區有其分布特性，在台灣北部及東北部地區（台北、淡水、新竹、基隆、宜蘭及蘇澳）較為類似，其中各 POP 值分配較為均勻；中南部地區則另具特性，由 P0 至 P50 快速遞減，P60 以上則預報量不大；東部及東南部地區也較類似，以 P20 的份量較多，且向兩側遞減。

在可靠度分析而言，北部地區各 POP 值之可靠度差值大多不大（表 1）；中部地區則有些地方在 P80 及 P90 有預報偏乾現象，尤其在台中地區，有明顯預報偏乾之誤差；其他 POP 值可靠度則誤差較小；東半部地區 P30 至 P60 間普遍預報偏濕，且大多誤差 5% 以上，但是部份地區在 P70 及 P80 又有預報偏乾情形；恆春的可靠度分布類似東半部地區有預報偏濕現象；東吉島也有預報偏濕現象，且在 P40 以上其誤差皆在 5% 以上，預報有明顯偏濕。

在有雨及無雨個案預報值分配方面，東北部地區有較明顯的乾濕差異，無雨的分佈偏向 P0，有雨的分佈偏向 P100；在西半部地區，無雨部份雖然其分佈偏向 P0，但是有雨部份則分佈較均勻，且由北向南有逐漸偏向 P0 的現象，可能與氣候降雨頻率由北向南遞減有關；東部及東南部地區兩者分佈之差異較模糊，甚至在台東無雨個案中以 P20 佔的份量最多，有雨的個案中也以 P20 佔最多。

表 1. 各氣象站之降雨機率預報可靠度誤差示意表 (●及○分別表示該 POP 值預報偏濕及偏乾 5%以上者)

氣象站	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90	P100
台北									
基隆	●	●							
淡水						○	○		
新竹									
台中			○		○	○			
梧棲								●	
日月潭								○	
嘉義								●	
台南									
高雄									
恆春		●							●
宜蘭	●		●	●	●			●	●
蘇澳									●
花蓮		●	●	●	●			○	
成功			●	●		●	○		●
台東		●							●
大武		●	●		○				●
澎湖								●	
東吉島			●	●	●	●	●	●	●

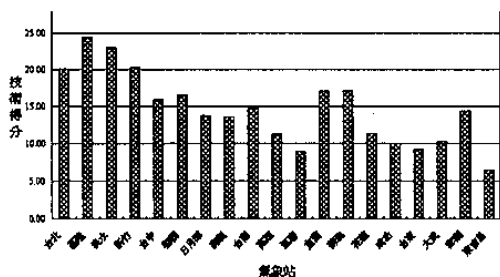


圖 9、台灣各地區降雨機率預報技術得分分布圖 (單位 0.01)

四、降雨機率預報之誤差分析

(一)、技術得分

技術得分代表預報值與另一參考值之間之相對誤差。在技術得分之空間分布方面：自 1993 至 1997 年這五年來各地區技術得分 (圖 9) 皆大於零，顯示相對於氣候降雨機率而言皆有預報技術。

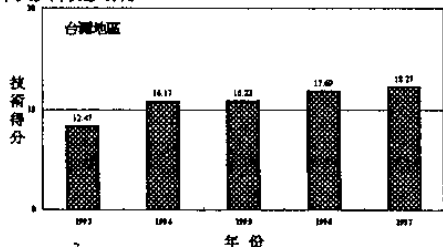


圖 10、降雨機率預報技術得分逐年分布圖 (單位：0.01)

就技術得分地理分布來說，北部高於南部，而西部高於東部，本島部份以基隆 24 最高，

而以恆春 9 最低。離島之東吉島之技術得分最低，僅為 6。就預報分區而言，技術得分較高者，為北部及東北部，中部次之，其次為南部地區，再其次為東部及東南部。技術得分之地理分布即是對各地區降雨預報技術的優劣，結果顯示，這五年來對於東南部、東部及南部地區降雨的掌握能力較差。在技術得分之時間序列分布方面：以台灣地區平均技術得分逐年變化而言，1993 年至 1997 年逐年各測站技術得分平均來代表台灣地區平均技術得分，顯示五年來台灣地區對降雨預報技術仍有穩定的成長 (圖 10)。其中以第一年 (1993) 之技術得分較低，可能因為預報人員當時尚未適應的降雨機率預報之預報項目。

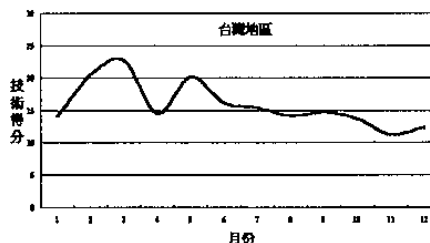
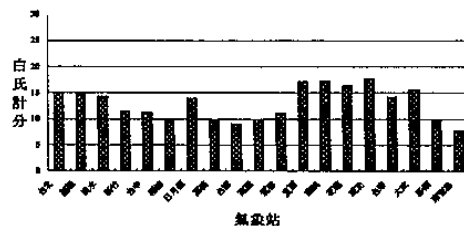


圖 11、降雨機率預報技術得分月平均分布圖 (單位：0.01)

台灣地區平均技術得分的逐月變化 (圖 11) 顯示，兩個高峰值分別出現在三月和五月，分別是台灣地區氣候上的春雨及梅雨季；此外，逐月變化亦顯示，兩個谷值出現在四月和十一月，在氣候上則分別是台灣春雨和梅雨轉換時期，以及秋末入冬之際，這兩個谷值意味著，不同季節性降水形態間的過渡時期，也是降雨預報困難度最高的時期。逐月變化亦顯示，進入冬季後技術得分即逐漸提高，至春季三月達最高值，此反應出台灣地區在氣候上冬季至春季較規律之天氣系統 (如鋒面)，所造成的降雨較容易掌握，四月份技術得分則降至 15，可能與台灣地區時值季節交替有關。



圖十二、台灣各地區降雨機率預報白氏計分布圖 (單位：0.01)

(二)、白氏計分

白氏計分代表預報與實際降雨情況間之絕對誤差，其值越大代表誤差越大，換言之也代表預報準確度越低。

在白氏計分之空間分布方面：圖 12 顯示台灣地區之白氏計分分布情形，中、南部地區以及外島地區（澎湖及東吉島）較低，而北部及東北部地區則較高，其中以成功 0.18 最高。若與氣候降雨頻率分布（圖 1）比較，降雨頻率高的地區其白氏計分也有較高的趨勢，而與技術得分之空間分布比較，可看出西半部地區技術得分較高而白氏計分較低，東半部則相反。

在白氏計分之時間序列分布方面：由台灣地區白氏計分之逐月分布（圖 13）顯示，以冬季之白氏計分較低，夏季較高。換言之，冬季之預報絕對誤差量較小，夏天預報誤差量較大。

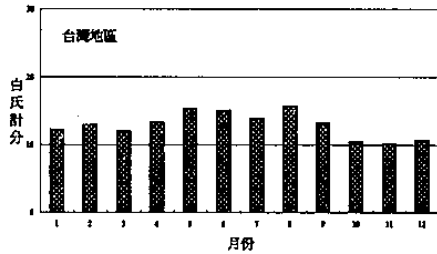


圖 13、台灣地區白氏計分逐月平均分布圖(單位：0.01)

比較清晨及下午之技術得分(表二)發現，下午預報之技術得分為 16.57，清晨預報則為 15.57。預報之白氏計分亦是下午預報者較低，顯示其絕對誤差較小。可是，比較其預報對應不同時段之分數發現，在預報時段之第一段及第三段，下午預報之技術得分或白氏計分皆較清晨預報者為佳，反而在第二段之預報情況，以清晨預報者較下午預報者好。如果考慮預報之相對日夜分布可發現，相對於預報較好的時段皆在預報夜間 (PM: 8:00 至 AM:8:00) 之降雨機率，而預報白天 (AM:8:00 至 PM:8:00) 則得分較差。換言之，降雨機率預報對於夜間之預報技術及白氏計分皆較白天為佳，台灣地區整體而言，夜間之降雨機率預報較日間準確。或者說，夜間較日間之降雨較容易掌握，其原因可能是夏季的午後對流較不易掌握，所以夜間較日間好報。

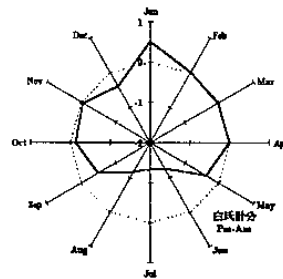


圖 14、日間及夜間白氏計分差值(日間減夜間)逐月分布圖(單位：0.01)

五、現行作業上之預報特性

由於現行降雨機率預報值(官方預報)主要來自預報人員個別預報的平均值，各預報人員對不同預報時段及地區之降雨機率預報值，雖然參考各種之客觀資料，但是最後的預報值，仍完全依其主觀之判斷。上一章節討論皆為整體預報員平均之降雨機率預報值為主，本章節則以個別預報人員為考量，探討預報人員在整體的表現，以及個別預報人員的若干預報校驗情形。並分別探討日間及夜間之降雨預報校驗差異。此外也比較僅有日間預報之行政人員之降雨預報情形。

表 2、日間及夜間預報對應之不同時段及平均之技術得分(Sk)及白氏計分(Br)統計表(單位：0.01)

	時段一	時段二	時段三	平均
下午 Sk	15.60	16.07	17.28	16.57
下午 Br	11.40	13.31	13.50	12.74
清晨 Sk	13.72	17.32	15.52	15.57
清晨 Br	12.36	12.83	14.38	13.19

(一) 下午及清晨降雨機率預報的比較

圖 13 顯示台灣地區在五月份以後白氏計分逐漸升高，以時序而言，台灣地區也逐漸進入暖季。由清晨預報及下午預報之逐月白氏計分差異分布(圖 14)顯示，下午預報之白氏計分普遍而言較清晨預報低(一月及二月除外)，其中以六、七及八月(暖季)相差較大，達 0.01 以上，顯示在台灣地區午後對流性之降雨，夜間較白天誤差較小。因為目前預報作業上的特性，清晨預報之時段一及時段三，皆為白天。而下午預報者僅有時段二為預報白天之降雨機率。所以，相對而言，清晨預報者，面臨兩個可能預報困度較大的白天預報，以致預報誤差較大。

(二) 整體預報與官方預報之比較

由於官方降雨機率預報資料主要來自各個預報員之平均值(整體預報)，個別預報員因為一些主客觀背景不同，所以各個預報員對相同之天氣個案預報之降雨機率預報值也不全然相同，因此，整體預報反應了當次天氣個案預報員對降雨機率預報之的平均值。

而事實上，整體預報可能因為某種特殊原因，而被修改後再行發佈（官方預報）。以下將討論整體預報及官方預報之相關特性。

整體預報包含參與預報之預報員之降雨機率預報值，不過，由於預報員以輪值方式值班，對單一天氣個案，僅有當班之預報人員參與預報，而單一天氣個案之預報困難度不同，所以各個預報員所面臨的個案因輪值特性也有差異。另一方面，整體預報亦包含了不同組合的預報員參與其中，長期而言，可是為隨機組合。我們試著依降雨機率預報技術得分評比所有預報人員（包含整體預報共計 29 名）年度之表現，結果發現，整體預報在過五年（1993 至 1997 年）中，分別排名為第 7、5、3、4 及 6 名，皆在前十名內。若以個別單一預報員與整體預報對相同個案之一對一評比，結果發現，過去五年當中，相較於整體預報，所有預報員之技術得分皆小於零，顯示長期而言整體預報優於單一預報員之預報。

六、結論

由 1993 至 1997 年降雨機率預報技術得分顯示，經過 1993 年之適應期後分數較低外，1994 年以後技術得分漸漸穩定成長。顯示整體預報人員對台灣局部地區降雨特性之掌握能力逐漸提升。但因台灣各地區區域性之降雨氣候特性差異很大，所以各地區之降雨機率預報誤差特性也大不相同，尤其在台灣東半部地區有明顯之預報偏濕現象。

由於台灣各地區降雨特性與季節變化相關性頗高，由降雨機率技術得分之逐月變化發現，在季節轉換的月份，技術得分有下降的現象。此外，台灣地區在夏季午後對流性降雨明顯，整體而言，日間之降雨機率預報誤差較夜間大，顯示對於對流性降雨之預報準確度較低。另外，冷季之技術得分較暖季高，也顯示相同結果。

由降雨機率之預報報誤差和技術得分之空間分布分析發現，預報誤差有由北往南，由西往東增加的現象，顯示，南部和東部地區之降雨特性仍須更進一步研究。

由整體預報之技術得分優於官方發佈之預報，亦優於任一預報人員之預報之結果顯示，整體預報具有保守的特性，也具有即時反應天氣變化之特性，長期平均而言有較高之預報技術得分表現。

目前氣象局發佈之降雨機率預報主要仍以個別預報人員之主觀預報為主，雖然預報人員完成預報之前已經參考各類預報資訊，但不同預報人員對於相同天氣系統仍常有相左之看法。所以，儘早提供較具預報能力之

客觀降雨機率預報，可望更能提升降雨機率預報技術。

本文礙於人力及物力，對於降雨機率預報之分析，仍有多方未能深入探討。有未臻完善的地方，或有遺漏部份，還請不吝惠予指教。

參考文獻

- 立平良三,1990: 機率預報與即時預報, 戚等合譯, 氣象局科技中心, 94 頁
- 呂國臣和吳德榮, 1996: 現行降雨機率預報之校驗。天氣分析與預報暨海象測報研討會論文集編, 131-141
- 林秀雯, 1993: 中央氣象局降水機率預報之發展與校驗, 天氣分析與預報檢討會論文集編, 387-400
- 陳泰然與吳明進, 1978: 台灣五大城市氣候特性分析, 大氣科學, 第 5 卷, 第 2 期, 1-16
- Brier, G.W., 1950: Verification of forecasts expressed in terms of probability, *Mon. Wea. Rev.*, 78, 1-3
- Murphy, A.H., 1988: Skill scores based on the mean square error and their relationships to correlation coefficient. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 2417-2424
- Schaefer, J.T. and R.L. Livigston 1990: Operational Implication of Precipitation. *Weather and Forecasting*, 5, 354-356
- Winkler, R.C. and A.H. Murphy 1976: Point and area precipitation probability forecasts: some experiential results. *Mon. Wea. Rev.*, 104, 86-95