

英國氣象局長期預報技術之引進

吳 明 進
台大大氣科學系

摘 要

引進英國氣象局統計長期預報模式，進行台灣梅雨季東亞平均環流型態之長期預報實驗。即利用分類和判別分析，進行以前一個月的500毫巴高度場和熱帶太平洋地區海面溫度資料來預報次月東亞500毫巴環流類型之實驗。結果顯示，以前一個月東亞500毫巴高度場為預報因子來預報次月東亞500毫巴環流類型，五月的判定率較高，而六月則不理想。如以前一個月北半球 500毫巴高度場為預報因子，則預報結果有顯著的改善。而以前一個月北半球 500毫巴高度場資料，加上三組熱帶地區海面溫度資料，來預測下一個月東亞 500毫巴環流類型之結果，在五月有更進一步的改進，而六月則否。預期當資料品質改進時，這個方法有相當的改進空間。

其次本文改進前述長期預報方法，利用經驗正交函數分析和判別分析來建立判別方程，作台灣地區春雨（二、三、四月降水）之長期預報。進行的步驟為：

(1)以經驗正交函數分析，分離出逐月北半球 500毫巴高度場之主要距平類型及其相對應的主成份時間序列。

(2)將代表台灣各地區之測站（台北、台中、高雄、台東、花蓮）春季的降水，依其小至大作30%，40%，和30%三級之統計分類。

(3)以步驟(1)所得之預報標的前十一個月份主成份，及熱帶海面溫度距平值做為預報因子，對步驟(2)所得之降水指數做判別分析，建立判別方程式，來預測各區測站之降水距平，並討論其判中率。結果顯示以北半球500毫巴高度場為預報因子，除台北之外，在二、三、四月皆有很高的判中率。顯示該長期預報方法值得進一步研究，應用到台灣地區降水長期預報作業。

一、前 言

旱澇等極度的異常氣候發生，總是對人類社會造成巨大的衝擊。以乾旱為例，在台灣地區平均每年損失二億元新台幣以上（謝與陳，1985），其實除了實質上的財物損失之外，用水的缺乏更造成人們心理上的恐慌。也因而形成天氣預報作業上一強大的壓力。對於長期預報準確率的提升，在國家社會方面，則有希

望把災害或衝擊減至最少，對於氣象工作者，則可提高專業的形象。

對長期預報準確率的改進，當然一方面要注重基礎的研究，另一方面則是預報技術或預報方法的發展。長期預報的方法主要可以分成動力模式和統計預報兩種。動力模式包括地物流力的數值模式。由於氣候系統中海洋扮演一個極重要的角色。所以氣候模式一定要包括海洋。海洋與大氣結合的海氣耦合模式的發展也

許能夠做到準確而客觀的長期預報。唯目前尚在起步階段，實際用到例行的長期預報上恐怕尚須假以時日。目前世界各國的長期預報作業都仍是以統計預報為主(Nicholls,1984)。

英國氣象局之統計長期預報模式基本上是利用群落分析及判別分析來做環流類型之預測，然後再以多變數迴歸來做氣溫和降水之預測(Maryon and Storey, 1985, Gilchrist, 1986)。美國國家氣象中心使用域類比／反類比法來做平均氣溫等的機率預測(Livezy and Barnston, 1988; Barnston & Livezey 1989)。日本氣象廳則做副熱帶高壓，西太平洋對流活動，以及海面溫度,500毫巴距平場和ENSO狀態監視(Kurihara,1989)，並利用類比法輔以時間序列分析作降水和氣溫距平類別預測。印度氣象局以監視印度洋海面狀況。青康藏高原和高空環流距平場。利用多變數迴歸及時間序列分析來做季風開始日期及降水量等之預測。上述這些長期預報作業方法各有其優點，各國也各自發展出適合當地長期預報作業的特點。著者在這幾年花了一些時間引介英國氣象局使用的長期預報模式作台灣地區梅雨季和春雨的預報實驗，本文將介紹英國氣象局所使用的模式。預報實驗的大致結果，並將討論引進成作業化模式所須之配合措施。

二、英國長期預報方法之概述

英國氣象局於1963年開始做月預報的服務。於1987年成立一個氣候動力研究群，後於1981年因人員刪減而停止發佈長期預報，但長期預報作業仍然繼續進行。這些年來英國的長期預報有了一些變革，除了科學的考慮外，最主要的則是自動化的考慮。截至目前為止，例行的長期預報作業仍以依賴多變量分析的統計方法為主(Maryon and Storey, 1985; Gilchrist, 1986)。預測的項目有：涵蓋歐洲與大西洋北部洋面之地面氣壓距平，及英國國內之氣溫與降水的機率預報。預報時間已由中期(2～3週)擴展至長期(2～3月)預報。

該多變量模式所使用的資料，包括高空、地面和海洋觀測，即已考慮大氣環流和大氣海洋交互作用的因素。主要的統計處理步驟涵括分類(classification)及判別(discrimination)。時間空間序列的經驗正交函數分析(即主成份分析)有濃縮資料訊息的效果，所以在分類及判別的過程中，資料皆先經經驗正交函數分析來濃縮。分類是利用群落分析(cluster analysis)把全年的六個自然季節：1～2月，3～4月等，各分成六個環流類型，每類樣本數大致相等。為著有足夠的樣本數，把半月平均當作一個案例。取80年資料，每一季內皆有 $4 \times 80 = 320$ 個樣本。

為著一般預測須要，以前一時期(半月)大氣/海洋系統狀況資料當作預報因子。因為經判別分析選出，是最適當、最足以表示未來半個月的環流類型。因此預測技術統計上的應用，完全由類型本身及其先前大氣/海洋環流之相互關係決定。同時本步驟的結果又可計算氣溫、降水等級的或然率。整個過程如圖一所示。

三、台灣梅雨長期預報之實驗

基於梅雨是每年亞洲冬夏季風交替過程中所造成的特殊天氣現象，同時也是全球天氣系統的一部份，因此要對梅雨季作長期預報必須考慮其與全球天氣系統的關係。本文第二章所討論之英國目前使用之長期預報模式，也全盤考慮大範圍的大氣環流及其他可能的影響因子。因此本文引進該長期預報方法，進行台灣梅雨期間(五、六月份)的長期預報實驗，探討台灣梅雨期間東亞500毫巴高度距平長期預報之可行性。以下討論以前一個月的500毫巴高度場資料以及熱帶太平洋海面溫度資料，進行次一個月500毫巴距平的預報實驗結果。本研究使用之高空資料為日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, JMA)所製作之北半球500毫巴等壓面高度逐月平均資料。資料從1946年1月至1986年12月， $10^{\circ}\text{N} \sim 80^{\circ}\text{N}$ 的北

半球 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 網格資料，以及三組代表 El Nino/Southern Oscillation(ENSO)的海面溫度資料：(1) $5^{\circ} \text{S} \sim 5^{\circ} \text{N}$ ， $160^{\circ} \text{E} \sim 150^{\circ} \text{W}$ (2) $5^{\circ} \text{S} \sim 5^{\circ} \text{N}$ ， $150^{\circ} \sim 90^{\circ} \text{W}$ (3) $10^{\circ} \text{S} \sim 0^{\circ} \text{S}$ ， $70^{\circ} \text{W} \sim 90^{\circ} \text{W}$ ，資料來源為 COADS (Comprehensive Ocean-Atmospheric Data Set)。預報之實施步驟為：

(一)主成份分析

為著能夠表示東亞梅雨季環流之型態，取東經 60° 至東經 180° ($60^{\circ} \text{E} \sim 180^{\circ} \text{E}$)、北緯 20° 至北緯 80° ($20^{\circ} \text{N} \sim 80^{\circ} \text{N}$)範圍內經緯度網格 ($10^{\circ} \times 10^{\circ}$) 的實際高度距平，做經驗正交函數分析，並取前十二個主成份 (解釋變異 5 月佔 93.1%，六月佔 91.6%) 當作下一步群落分析用之樣本特質。

(二)群落分析

由步驟(一)之所得之主成份，經由群落分析方法之 Mahalanobis 距離計算，求得該月個體 (年) 間的距離 (圖 2、圖 3)。然後進行分類，本實驗中考慮氣候特性和可用資料個數，將五、六月平均環流類型，各分為六類，依各別之分類分別合成該類中樣本之平均環流類型，做為模式將預測之標的。

(三)判別式分析

判別式分析係由兩個以上之群體 (如以上群落分析所得之六類中的環流類型) 中抽取多種變量的資料，以建立判別關係式，用以判定未知新樣本的歸屬。

基於預報之應用上，須利用領先之預報因子。本文以前一個月的 500 毫巴高度場資料，以及熱帶太平洋海面溫度資料，來進行下一個月東亞 500 毫巴環流類型的預報。例如以四月的資料來預測五月的環流類型，以五月的資料來預測六月的環流類型。

以下討論三組以不同的預報因子所作五、六月 500 毫巴主環流類型預報實驗之結果。

(1) 以東亞 500 毫巴高度場為預報因子使用前一個月之東亞 500 毫巴高度場距平之前 12 個主成份，作為預測下一個月東亞環流型態之判

定要因，以達預測機能。檢定五月及六月判別函數之判定率如表一及表二。以五月份為例，第一、五、六型環流之判定頗佳，判定率在 70%~80% 之間。第二類、第三類則不理想，原因可能來自該類型環流較不易分辨，或預報因子之說明能力不强。六月份一般結果都不好，判定率最高的第一類只達 62.5%。顯見對六月份之環流型態而言，以類比法方式所作的預報，預報能力並不高。

(2) 以北半球 500 毫巴高度場為預報因子如第一組實驗，使用前一個月之北半球 500 毫巴高度距平之前 12 個固有向量作為預報因子，來預測五月及六月東亞之環流類型。表三為五月預報結果之校驗。表四為六月預報結果之校驗，與以四月及五月東亞 500 毫巴高度場特徵值為預報因子預報東亞 500 毫巴環流類型之結果 (表一及表二) 比較，顯示以北半球之資料預報東亞的環流類型，較以東亞的資料預報東亞的環流類型之結果更佳，此結果暗示東亞的氣候變化顯然和大尺度環流有關。

(3) 以北半球 500 毫巴高度場及三組熱帶太平洋海面溫度為預報因子如第二組之實驗以前一個月之北半球 500 毫巴高度距平之前 12 個固有向量，但另外加上三組代表 ENSO 之三組熱帶太平洋海面溫度資料作為預報因子，來預測五月及六月東亞環流之類型。表五為五月預報結果之校驗；表六為六月預報結果之校驗。可見對於五月環流類型的預報以北半球 500 毫巴高度場加上熱帶地區海面溫度為預報因子的預報結果最佳，前一個月的海面溫度解釋了另一部份的變異。對於六月的預報則以只用北半球 500 毫巴高度為預報因子的結果最好，增加海面溫度的預報因子並沒有增加預報能力，這可能和實驗的個案數太少有關。

四、春雨距平等級之預報實驗

第二章所述的長期預報模式，基本上是先分用分類及判別分析來做環流類型之預測。然後再以多變數迴歸來預報氣溫和降水，由於統

計上的可信度，每在繁複的統計過程中逐步降低。而長期預報之最終目的，仍是預報氣溫與降水二者。為克服繁複統計過程所導致的缺點，似可直接以判別分析來做氣溫及降水的預報。以下討論直接以判別分析做春雨距平等級長期預報實驗之結果。

本文選取台北(692)、花蓮(699)、高雄(744)、台中(749)、台東(766)五個測站，二、三、四月份之雨量進行預報實驗。本文中使用的資料為1947~1986共40年，按月將各別測站之雨量依氣候機率分成1、2、3三組。第一組表示月雨量偏少，佔30%；第二組為接近正常者，佔40%；第三組表示雨量偏多，佔30%。

由於預報標的係以小至大30%、40%、30%之三級分類，故統計上之技術得分檢定可仿Presendorfer and Mobley (1984)方法進行。檢定基準如圖一所示。若以氣候值為基準，則完全判中即0級誤差u佔 $(9+16+9)/100=34\%$ ，一級誤差v佔 $(12+12+12+12)/100=48\%$ ，而二級誤差w佔 $(9+9)/100=18\%$ 。定義處罰分數為 $1*v+2*w$ ，則技術得分為0之100次預報為 $48+2*18=84$ 。處罰分數越高之預報，表示預報技術越差。

預報實驗為以前述之各測站二、三、四月雨量之統計分類，為長期預報之標的。分別以前11個月北半球500毫巴環流各月之前5個主成份為預報因子來進行判別分析預報。結果之檢驗如表七至表十一所示，預報技術得分之統計檢定，及相對的處罰分數則如表十二所示。

表七所示為台北(692)二、三、四月雨量距平分類之逐步判別分析預報結果。以下實驗皆採95%可信度作為預報因子之加入或移出之下限條件。則台北二月降水預報之判中率分別為偏乾之75%、近乎正常之76.5%、以及偏溼之45.5%，全體平均67.5%，處罰分數為47.5（表十二）。三月預報之判中率為偏乾之80%、近乎正常之92.9%與偏溼之81.8%，全體平均85%，處罰分數為35。

可見對於台北三月降水之預報，沒有偏移

且有相當高的技術得分。四月預報之判中率為偏乾之66.7%、接近正常之84.2%以及偏溼之77.8%，全體平均77.5%，處罰分數35。由此得知對於台北四月之降水預報沒有偏移，有相當高的技術得分。

表八所示為台中(749)二、三、四月雨量距平分類之逐步判別分析結果。二月預報之判中率為100%，處罰分數0。因此，此對於台中二月降水之預報為完美之預報。三月預報之判中率為偏乾之72.2%、接近正常之76.9%以及偏溼之100%，全體平均80%，處罰分數20。可見對於台中三月之預報往正常偏移，有相當高的技術得分。四月降水預報之判中率偏乾和接近正常皆為100%，而偏溼者為90%。因此全體平均97.5%，處罰分數2.5。由此可見對於台中四月降水之預報差不多沒有偏移，技術得分也很高。

表九所示者為高雄(744)二、三、四月雨量距平分類之逐步判別分析結果預報之判中率於偏乾、正常、偏溼皆為100%。故全體平均判中率100%，處罰分數為0。

表十所示為花蓮(699)二、三、四月降水之距平分類之逐步判別分析結果。對於二月和三月的預報之判中率皆為100%，處罰分數為0，可見對於花蓮二月和三月的降水該法能獲致完美的預報。對於四月的預報之判中率偏乾者為92.3%，接近正常者為100%，而偏溼者為84.6%，全體平均92.5%，處罰分數為12.5%。由此可見對於花蓮四月降水的預報沒有偏移而有相當高的技術得分。

表十一所示為台東(766)二、三、四月降水距平分類之逐步判別分析結果。二月的預報之判中率偏乾者為88.9%，接近正常者為100%，偏溼者為81.8%，全體平均為92.5%，處罰分數10，由此可見對於台東二月降水之預報沒有偏移，而技術得分相當高。三月之預報判中率偏乾者為93.8%，接近正常者為87.5%，偏溼者為25%，全體平均判中率87.5%，處罰分數17.5。因此對於台東三月降水之預報也沒明顯偏移，

技術得分也很高。四月降水預報的判中率為100%，處罰分數為0，故對於四月降水之預報為完全預報。

五、綜合討論和建議

長期預報在台灣地區隨著經濟發展而越形重要。長期預報技術的改進逐漸變成急迫。氣象局以往的長期預報作業多偏重在於以環流指數時間序列分析為主的方法，過度簡化大氣環流演變的概念，而未能考慮熱帶系統之影響，故對於夏季的預報能力較低。雖然動力模式之預報為必然之趨勢，唯目前尚在起步階段，實際應用到例行的預報作業仍須假以時日。所以世界各國長期預報作業仍依賴統計預報。為著要改進國內的長期預報，一些比較制度化的方法仍值得引介、改良，使適合台灣地區特殊的氣候環境。本文即在於引進英國氣象局所使用的長期預報方法，進行實驗。

第二章簡述英國長期預報方法之概要。該預報方法基本上是結合了群落分析和判別分析。群落分析以經驗正交函數分析為基礎，客觀地將環流類型加以分類，做為預報之第一級標的。判別分析則利用領先的大氣／海洋資料做為預報因子來判定未來環流的類型。這大氣／海洋資料可以包括地面的氣壓場、500毫巴的環流場、和海平面溫度場，甚至可以將南方振盪指數及平流層準兩年期振盪指數納入，理論上應可具有迴歸預報的優點。另外，判別分析的計算過程中，所得的參數也可利用來計算氣溫及降水等級的或然率，所以適合於一般的長期預報作業。

第三章則討論了以四月和五月的500毫巴高度場資料，以及熱帶太平洋海面溫度資料，預報五月和六月500毫巴環流型態的預報實驗結果。預報實施的第一個步驟，為利用經驗正交函數分析，將資料加以濃縮。由於前十二個固有向量可以解釋93.1%和91.6%的變異，所以取十二個主成份來作群落分析。然後依Mahalanobis 距離之計算，將五、六月的平

均環流各分為六種類型。預報實驗的第二個步驟，即是以四月和五月500毫巴高度場之前十二個主成份，做為預報因子來做五月和六月環流類型的判別預報。第一組實驗以東亞500毫巴高度場為預報因子，結果顯示五月份模式之判定率較高，有一點預報技術；而六月份則不理想。這結果暗示五月環流類型可能較六月環流類型有較高之可預報度。一方面可能暗示只以前一個月500毫巴高度資料，並無法有效地進行下一個月的環流類型預報。第二組以前一個月的北半球500毫巴高度場資料來預測次一個月東亞500毫巴環流類型。結果顯示以北半球500毫巴高度場為預報因子較以東亞500毫巴高度場資料為預報因子之結果較好。顯示梅雨季環流之資訊不只限於東亞一個地區，長期預報預報因子之高空資料應該包括比較大的範圍。另外，以前一個月北半球500毫巴高度場資料加上三組熱帶地區海面溫度資料，來預測下一個月東亞500毫巴環流場類型之結果，在五月有更進一步改進，而六月則否。這結果顯示資料之個案不足，缺乏統計之穩定度，並預期資料品質改進時，可以改進統計上的穩定度而改進預報的技術。另一方面如果把預報的時間縮短，譬如作旬或半個月的預報（吳與曾1990）則預報的技術可以提高，這可能和短期氣候的延續性有關。

長期預報的目標，除了進行環流趨勢預報外，最重要的目標應該是較定量的氣溫或降水的絕對量或機率預報。英國氣象局所使用的這一套預報程序，可以在做判別分析的同時，應用判別函數，結合迴歸分析，進行氣溫或降水等級的機率預報。

考慮預報能力的可信度會在繁複的統計過程中逐步降低，而預報之最終目的仍是預報氣溫與降水二者，為克服這個缺點，可採判別分析直接預報氣溫與降水。第四章討論直接以判別分析做春雨距平等級的預報實驗結果。預報標的為台灣地區五個測站，即台北(692)、台中(749)、高雄(744)、花蓮(699)、和台東(766)春雨

量(二、三、四月降水)之類別。預報因子爲各預報標的前十一個月份之北半球500毫巴高度場之前5個主成份。進行的步驟爲(1)以經驗正交函數分析分離出逐月北半球500毫巴高度場之主要距平類型及其相對應之主成份時間序列(2)將上述五站春季各月的降水從小至大作30%, 40%和30%三級統計分類(3)將以上所得之預報因子與預報標的同時輸入BMDP之逐步判別分析套裝程式, 採取95%之信賴度爲預報因子加入或移出之低限條件。分別建立判別方程式, 以判定樣本歸屬。檢定其預報結果, 並計算其技術得分。

首先以北半球500毫巴高度場之前五個主成份爲預報因子, 進行各月降水合成偏少, 正常偏多三類的預報。結果顯示預報因子多散布於領先之各月份之中, 預報之判中率皆可達相當高的水準。有些測站甚至可達完全的預報。第二組的實驗則以地半球500毫巴高度場之主成份加上三組熱帶太平洋海面溫度爲預報因子, 以進行各測站降水分成三類的預報, 結果並沒有進一步的改進。另外, 第三組的實驗則以第二組實驗的預報因子進行各測站降水分成由小至大各佔20%五類之預報實驗, 預報結果顯示技術得分略爲下降。

本研究所探討的是應用判別分析法於降水類型預報之可行性, 有這樣的結果足以令人鼓舞。唯實驗所作個案數偏少, 而預報因子選取的數目又偏多, 這結果有可能缺乏統計上的穩定性, 所以尚不能直接應用到長期預報的作業。什麼樣的預報因子以及預報標的能夠具有統計上的意義, 尚須作更進一步的研究。

本文在做預報結果之檢定時提出的處罰分數的計算, 是仿照 Presendorfer & Mobley(1984), 可以客觀的評定一種預報方法的整體表現, 不只可用於長期預報方法之檢驗, 也可用於一般天氣預報的檢驗。

綜觀以上的幾個長期預報實驗, 受到資料的限制, 使得統計的樣本數偏少, 無法達到統計上的顯著性。國內長期氣候資料的缺乏是進

行氣候研究和長期預報研究的障礙。另外, 長期預報作業須要收集即時的氣候資料, 國內在這方面能力不足也是長期預報模式作業化的瓶頸, 這方面有賴於氣象界共同努力解決。

誌 謝

作者感謝台大林芸芸小姐和洪淑芬小姐在打字及編排上的協助。

參考文獻

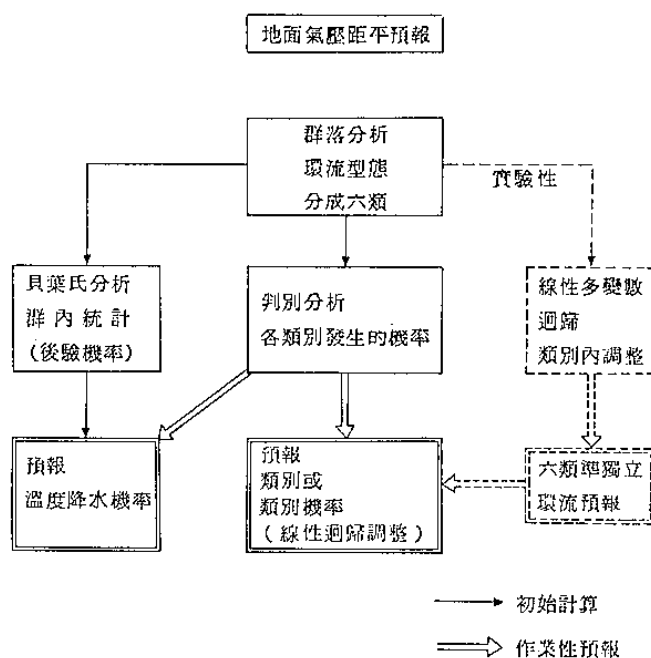
1. Baruston, A.G. and R.E. Livezey, 1988: An Operational multifield Analog/Anti-Analog prediction system for United States seasonal temperature. Part II: Spring, Summer, Fall and Intermediate 3-month Period Experiments. *J. Climate*, 2, 513-541.
2. Gilchrist, A., 1986: Long-range forecasting. *Auart. J. Rey. Meter. Soc.* col 112, No.473, 567~592.
3. Kurihara, K., 1989: A Climatological Study on the Relationship between the Japanese Summer Weather and the Subtropical High in the Western North Pacific. *The Geophysical magazine*, Vol 43. No.2, 45~104.
4. Livezey, R.E. and A.G. Baruston, 1988: An Operational multifield analog prediction system for United States seasonal temperatures. Part I: System design and Winter experiments. *J. Geophys. Res.*, P3, 10953~10974.
5. Maryon, R. H., Storey, A. M., 1985: A multivariate statistical model for forecasting anomalies of half monthly mean surface pressure. *J. Climatol.* 5, 561~578.
6. Nicholls, N., 1984: Long-range weather forecasting: recent research. *W.M.O.*

Long-range forecasting research publication. Series. No.3. 58pp.

7. Preisendorfer, R. and C. Mobley, 1984: Climate forecast verification, U.S. mainland. 1974~1983. Mon. Wea. Rev., 112,809~825.

8. 謝信良、陳正改，1985: 台灣地區氣象災害之調查研究。國科會防災科技研究報告。73~40號。
9. 吳明進、曾振發，1990: 台灣梅雨長期預報技術引進之實驗。交通部中央氣象局氣象科技研究中心研究報告彙編，第4-1卷，41~50。

圖一．英國氣象局多變數統計長期預報模式之流程圖。



圖二．低於正常，B (30%)；正常，N (40%)；高於正常，A (30%)三級預測結果檢定。
表中數字代表依氣候值為準所作預測之百分概率。U、V 和 W 分別代表 0、1 和 2 級誤差。

預測		誤差		
		0	1	2
觀測	B N A			
B	9 12 9			
N	12 16 12			
A	9 12 9			

0 級誤差百分比 $U = 9+16+9 = 34$

1 級誤差百分比 $V = 12+12+12+12 = 48$

2 級誤差百分比 $W = 9+9 = 18$

處罰分數 $P = 48+2*18 = 84$

表一．檢驗五月份之應用判別函數分類結果。

群	判定為各群之個案數						
	準確率	群1	群2	群3	群4	群5	群6
群1	70.0	7	1	0	1	1	0
群2	28.6	2	2	1	0	1	1
群3	14.3	1	2	1	1	1	1
群4	66.7	0	0	2	4	0	0
群5	83.3	0	1	0	0	5	0
群6	80.0	1	0	0	0	0	4
合計	56.1	11	6	4	6	8	6

表二．檢驗六月份之應用判別函數分類結果。

群	判定為各群之個案數						
	準確率	群1	群2	群3	群4	群5	群6
群1	62.5	5	0	1	0	1	1
群2	50.0	0	4	2	1	0	1
群3	42.9	1	0	3	1	0	2
群4	16.7	0	1	1	1	3	0
群5	50.0	1	1	1	0	3	0
群6	33.3	1	1	1	0	1	2
合計	43.9	8	7	9	3	8	6

表三．檢驗五月份之應用判別函數分類結果。
(實驗二)

群	判定為各群之個案數						
	準確率	群1	群2	群3	群4	群5	群6
群1	40.0	4	2	0	1	3	0
群2	71.4	0	5	2	0	0	0
群3	28.6	2	0	2	1	1	1
群4	66.7	0	1	1	4	0	0
群5	83.3	0	0	1	0	5	0
群6	60.0	0	1	0	0	1	3
合計	56.1	6	9	6	6	10	4

表四．檢驗六月份之應用判別函數分類結果。
(實驗二)

群	判定為各群之個案數						
	準確率	群1	群2	群3	群4	群5	群6
群1	90.0	9	1	0	0	0	0
群2	100.0	0	7	0	0	0	0
群3	71.4	0	0	5	2	0	0
群4	66.7	1	0	0	4	1	0
群5	50.0	0	1	2	0	3	0
群6	100.0	0	0	0	0	0	5
合計	80.5	10	9	7	6	4	5

表五. 檢驗五月份之應用判別函數分類結果。 表六. 檢驗六月份之應用判別函數分類結果。

(實驗三)

群	判定為各群之個案數						
	準確率	群1	群2	群3	群4	群5	群6
群1	50.0	5	3	0	1	1	0
群2	71.4	0	5	2	0	0	0
群3	57.1	2	0	4	0	0	1
群4	83.3	0	0	0	5	0	1
群5	100.0	0	0	0	0	5	0
群6	40.0	2	0	1	0	0	2
合計	65.0	9	8	7	6	6	4

(實驗三)

群	判定為各群之個案數						
	準確率	群1	群2	群3	群4	群5	群6
群1	75.0	6	0	1	1	0	0
群2	50.0	1	4	2	1	0	0
群3	28.6	1	1	2	0	2	1
群4	80.0	0	0	0	4	1	0
群5	83.3	1	0	0	0	5	0
群6	83.3	0	0	1	0	0	5
合計	65.0	9	5	6	6	8	6

表七. 以前十一個月 500毫巴高度場為預報因子所作台北 (692)二、三、四月降水之判別分析預報結果、降水分類。B 表低於正常值，N 表接近正常，A 表高於正常值。

台北 (692)

	群	判中百分率		各群判定標本數		
		B	N	A		
二 月	B	75.0	9	1	2	
	N	76.5	3	13	1	
	A	45.5	4	2	5	
	全體	67.5	16	16	8	
三 月	B	80.0	12	1	2	
	N	92.9	1	13	0	
	A	81.8	2	0	9	
	全體	85.0	15	14	11	
四 月	B	66.7	8	1	3	
	N	84.2	1	16	2	
	A	77.8	2	0	7	
	全體	77.5	11	17	12	

表八．同表七，但為台中降水之預報。

台中 (749)

	群	判中百分率	各群判定標本數		
			B	N	A
二 月	B	100	11	0	0
	N	100	0	18	0
	A	100	0	0	11
	全體	100	11	16	11
三 月	B	72.2	13	5	0
	N	76.9	3	10	0
	A	100.0	0	0	9
	全體	80.0	16	15	9
四 月	B	100	13	0	0
	N	100	0	17	0
	A	90	0	1	9
	全體	97.5	13	18	9

表九．同表七，但為高雄降水之預報。
高雄 (744)

	群	判中百分率	各群判定標本數		
			B	N	A
二 月	B	100	11	0	0
	N	100	0	18	0
	A	100	0	0	11
	全體	100	11	18	11
三 月	B	100	15	0	0
	N	100	0	14	0
	A	100	0	0	11
	全體	100	15	14	11
四 月	B	100	12	0	0
	N	100	0	16	0
	A	100	0	0	12
	全體	100	12	16	12

表十．同表七，但為花蓮之預報。

花蓮 (699)

	群	判中百分率	各群判定標本數		
			B	N	A
二 月	B	100	11	0	0
	N	100	0	16	0
	A	100	0	0	13
	全體	100	11	16	13
三 月	B	100	15	0	0
	N	100	0	17	0
	A	100	0	0	8
	全體	100	15	17	0
四 月	B	92.3	12	0	1
	N	100.0	0	14	0
	A	84.6	1	1	11
	全體	92.5	13	15	12

表十一．同表七，但為台東之預報。
台東 (766)

	群	判中百分率	各群判定標本數		
			B	N	A
二 月	B	88.9	8	1	0
	N	100.0	0	20	0
	A	81.8	1	1	9
	全體	92.5	9	22	9
三 月	B	93.8	15	0	1
	N	87.5	0	14	2
	A	75.0	1	1	6
	全體	87.5	16	15	9
四 月	B	100	10	0	0
	N	100	0	16	0
	A	100	0	0	14
	全體	100	10	16	14

表十二．台北、台中、高雄、花蓮和台東五站，長期降水預報之統計檢定。U 表 0 級誤差百分比。V 表 1 級誤差百分比。W 表 2 級誤差百分比。處罰分數 $P = V + 2W$ 。

測站	月份		二	三	四
台北	U		67.5	85	77.5
	V		17.5	5	10
	W		15	10	12.5
	P		47.5	25	35
台中	U		100	80	97.5
	V		0	20	2.5
	W		0	0	0
	P		0	20	2.5
高雄	U		100	100	100
	V		0	0	0
	W		0	0	0
	P		0	0	0
花蓮	U		100	100	92.5
	V		0	0	2.5
	W		0	0	5
	P		0	0	12.5
台東	U		92.5	87.5	100
	V		5	7.5	0
	W		2.5	5	0
	P		10	17.5	0

SOME EXPERIMENT ON APPLYING THE MODIFIED LONG-
RANGE FORECASTING SCHEME OF THE BRITISH
METEOROLOGICAL OFFICE

Ming-Chin Wu

Department of atmospheric Sciences
National Taiwan University

ABSTRACT

A modified long-range forecasting scheme of the British meteorological office is adapted to forecast the mean circulation pattern over East Asia in the Taiwan Mei-Yu season. This scheme, which involved cluster and discriminant analysis, is applied to do the long-range forecasting experiments: i.e., using the 500mb height field and tropical Pacific sea surface temperature of the preceding month to forecast the East Asia 500mb circulation pattern. It is shown that if the East Asia 500mb height field of the preceding month is the only predictor to forecast the East Asia 500mb circulation pattern, the discriminant rate of May is better, and that of June is poor. If the northern Hemispheric 500mb height field of the preceding month is the only predictor, the results show a significant improvement. If using the northern Hemispheric 500mb height field plus three sets of tropical sea surface temperature as the predictors to forecast the East Asia 500mb circulation pattern, there is a great improvement in May but not in June. We expect that when the qualities of the data set are improved, this scheme will have some capacities for further improvement.

In the second part of this paper, a modified long-range forecasting method is introduced. Empirical orthogonal function analysis and discriminant analysis are applied to set up discriminatory equations to execute the Taiwan area Spring rainfall long-range forecasting experiments. The procedures of the experiments are:

- (1) Applying empirical orthogonal function analysis to identify the major anomaly patterns of the monthly northern hemispheric 500mb height field, and their correspondent principal component time series.
- (2) Classifying the Spring rainfall on 5 stations in the specific area into a 30%, 40%, and 30% 3 categories.

(3) Using the principal components , which obtained from procedure (1) and the sea surface temperatures of the tropical ocean in the 11 months preceding the predict month as the predictors, and the rainfall index obtained from procedure (2) as the predictants in the discriminant analysis. The discriminatory equations were constructed, the rainfall anomalies of each station predicted, and the determinant coefficient discussed.

The results show that in using the Northern hemispheric 500 mb height as the predictors, there are very high determinant coefficients for all stations except Taipei, in February, March and April . It implies that it worth to have more studies in applying this method into the long-range forecast the rainfall in the Taiwan Area.