

有限區域 預報系統

空軍氣象聯隊

張國治

陳泰岳

謝祥

1. 簡介:

臺灣，是個南北長達 400 公里，東西寬達 150 公里的小島，位置大約在東經 121 度，北緯 23.5 度。島上有三分之二是由平均高度達 2000 公尺的中央山脈所構成。在冬天，臺灣大致的天氣型態主要是受到大陸高壓東移出海，所導致東北季風加強的影響，而在臺灣東北部形成多雲和毛雨的現象。在夏天，則主要是受到太平洋副熱帶高壓的控制，天氣炎熱和多半午後雷陣雨，此外，颱風亦是臺灣的常客。

在春天和冬天，天氣型態除了梅雨鋒之外，並無其他特殊的現象。因為臺灣特殊的地形，以及綜觀天氣系統的配合，使得臺灣一整年都會受到豪雨和洪水的威脅。因此，如何去預測這些事件，就變成了每天需要面對的挑戰。在 1984 年以前，我們的預報員，只能依靠日本氣象廳和關島颱風預警中心的資料來做研判，但是這些資料即使有一定的準確性，但並不完全符合臺灣天氣狀況的需要。

“全球預報模式”(Global Forecast System)和“有限區域預報系統”(Limited - Area Forecast System)進入數值天氣預報的實用階段。“有限區域預報系統”又分成“區域預報系統”(Regional Forecast System)及“中尺度預報系統”(Mesoscale Forecast System)。其中，RFS 的解析度為 90 km，預報時間為 48 小時，而 MFS 為根據 RFS 的資料做初始場，而有 24 小時的預報度。我們將會在文中介紹的“有限區域預報系統”。

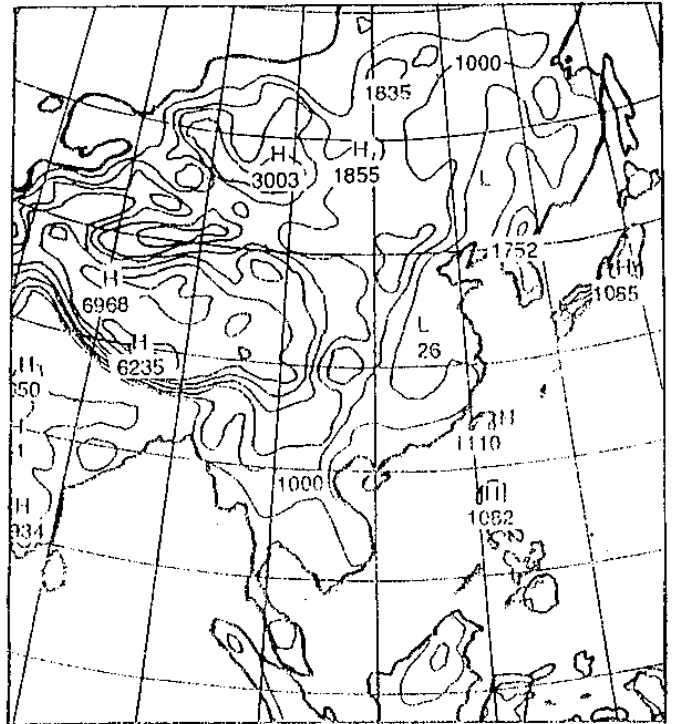
這幾個系統，彼此之間的關連是，先由 GFS 系統得到一個長期、大尺度的預測場，再由這個場提供給 LAFS 系統做預報，而 TFS 系統只有在發生颱風的時後才會拿出來討論。本文，即針對 RFS 及 MFS 來做一個描述，以及未來的發展。

2. 預報系統的描述:

雖然 RFS 系統和 MFS 系統均有許多共同的優點，但是在預報範圍，水平解析度，初使狀態，邊界情況上還是有不同的地方，以下即是要來分辨這些事：

a. 範圍，地形，解析度

RFS 系統所涵蓋的範圍，從東經 65 到 160 度，南緯 5 度到 60 度，模式共有 111 x 81 個網格點，垂直方向共取了 12 層。(圖一)



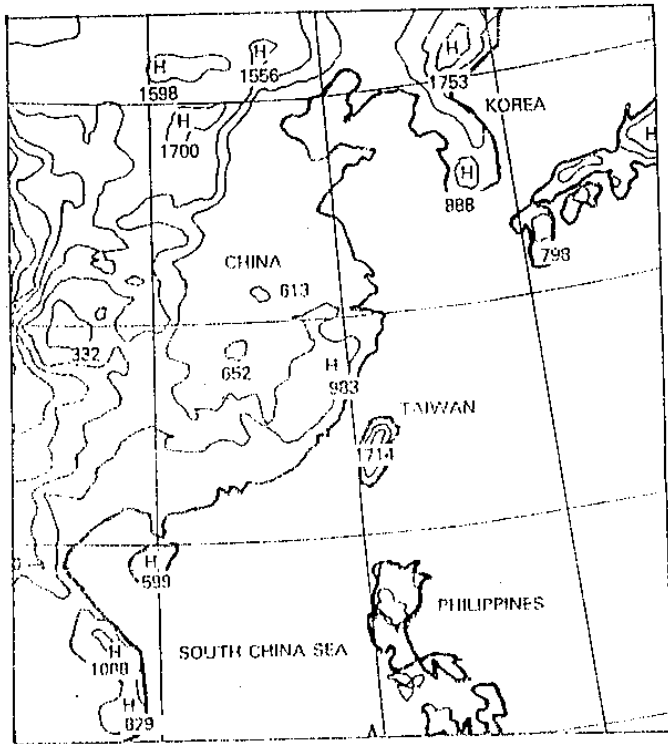
圖一 區域預報系統(RFS)所涵蓋的區域及地形高度，圖中等值線分別為500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 5500, 6000公尺。

而 MFS 系統所涵蓋的範圍，從東經 100 到 145 度，北緯 10 到 40 度，模式共有 101 X 81 個網格點，垂直方向則也是取 12 層。在地形的考量中 MFS 的解析度要比 RFS 要好。(圖二)

b. 資料模擬和區域客觀分析

雷文送 (Rawinsonde) 觀測站分佈我們可以知道，在南半球的資料非常少，因此必須透過資料模擬的方式來求得。同時，這些資料亦可作為 LAFS 模式的邊界值。

RFS 系統透過“全球電傳系統”(Global Telecommunication System)來得到 Rawinsonde 的資料。同時在進行客觀分析之前，還必須經過資料的除錯。在這裡，客觀分析所用的方法乃是先經過藍伯特 (Lambert) 投影法，再以 Barnes 的兩階段是修正法來做校正。



圖二 同圖一，但為中尺度預報系統(MFS)，等值線間隔為500公尺。

c. 預測模式

RFS 和 MFS 擁有相同的動力架構和參數化的物理過程。在這裡用的是原始方程，其中包括了水平動量方程，熱力方程，水氣守恆方程，靜力方程，連續方程。

參數化的過程，包括了積雲對流，降雨網格化，邊界層參數化，乾對流的調適，以及長短波的輻射。

d. 邊界問題

有限區域模式的表現和邊界值的處理有很大的關係。現在同時採用兩種方法來處理此問題，一種是由 Kreitzberg 和 Perkey 發展的“耗損趨勢法”(Tendency damping scheme)，一種是 Davies 的“緩和法”(Relaxation scheme)。在實際的操作測試中，我們發現，兩種方法的表現都差不多，而 TDS 比較不花 CPU 的計算時間。

e. 初始化

在 LAFS 中一共採用四種初始化的方法，非輻散初始化，非輻散風場和平衡地面氣壓場，非輻散非線性化的初始化，以及非線性絕熱垂直模式(VNMI)。其中，以 VNMI 的表現較好。

3. 兩種顯著天氣的預測

在此節，我們藉由對兩個實際個案，來看看 LAFS 的預報成果。第一個個案是因中國大陸的旋生過程而造成冷氣的急速侵入，第二個個案則是在一月份罕見的臺灣低壓的形成。

a. 冷氣侵入

在 1989 年 11 月 26 到 28 號，臺灣本島溫度陡降了 10 度。這一波冷氣入侵從 850 mb 的天氣圖上看的最明顯。從圖九上可以把整個生命史看的很清楚。在 11 月 26 日 0000 UTC 時，在蒙古有一個大陸高壓，伴隨著一個在白令海的長波槽。同時，也有一個淺的短波槽在大陸北方，12 小時之後，此槽開始發展的很完整，在 27 號時，在東北形成一個割離低壓，由此低壓所帶來的強烈冷平流，就使得臺灣的溫度整個被往下拉。

再由圖四的情況來看，除了青藏高原因地形的關係不太準確之外，RFS 系統所預報的結果讓人十分滿意。而 MFS 因有比 RFS 更好的水平解析度，及採用了 RFS 的初猜值，所以通常有好的 RFS 就會有好的 MFS，這個個案也不例外。

接著，我們又把傳統的主觀分析方式，GFS，RFS，和 MFS 做個比較。結果發現，只有 MFS 能抓到很完整的臺灣溫度分佈，而且十分成功。

b. 在新年發生的中尺度低壓

臺灣附近的中尺度低壓只常在春天才會形成。低壓系統常由小尺度上發展，只有從 850 MB 的風場分析才看的到。當低壓系統一碰上地形和海陸對比時，低壓環流就會加強同時帶來大雨。一般說來，以傳統的分析方式要等到這種低壓通過臺灣之後才觀測的到。

而在新年發生的異於往年大晴天的這個中尺度低壓，當時被 GFS 漏掉了，而當時採用還在實驗階段的 MFS 和 RFS 配和使用，結果發現，用 MFS 預測的結果和實際天氣圖上的形式頗為吻合。

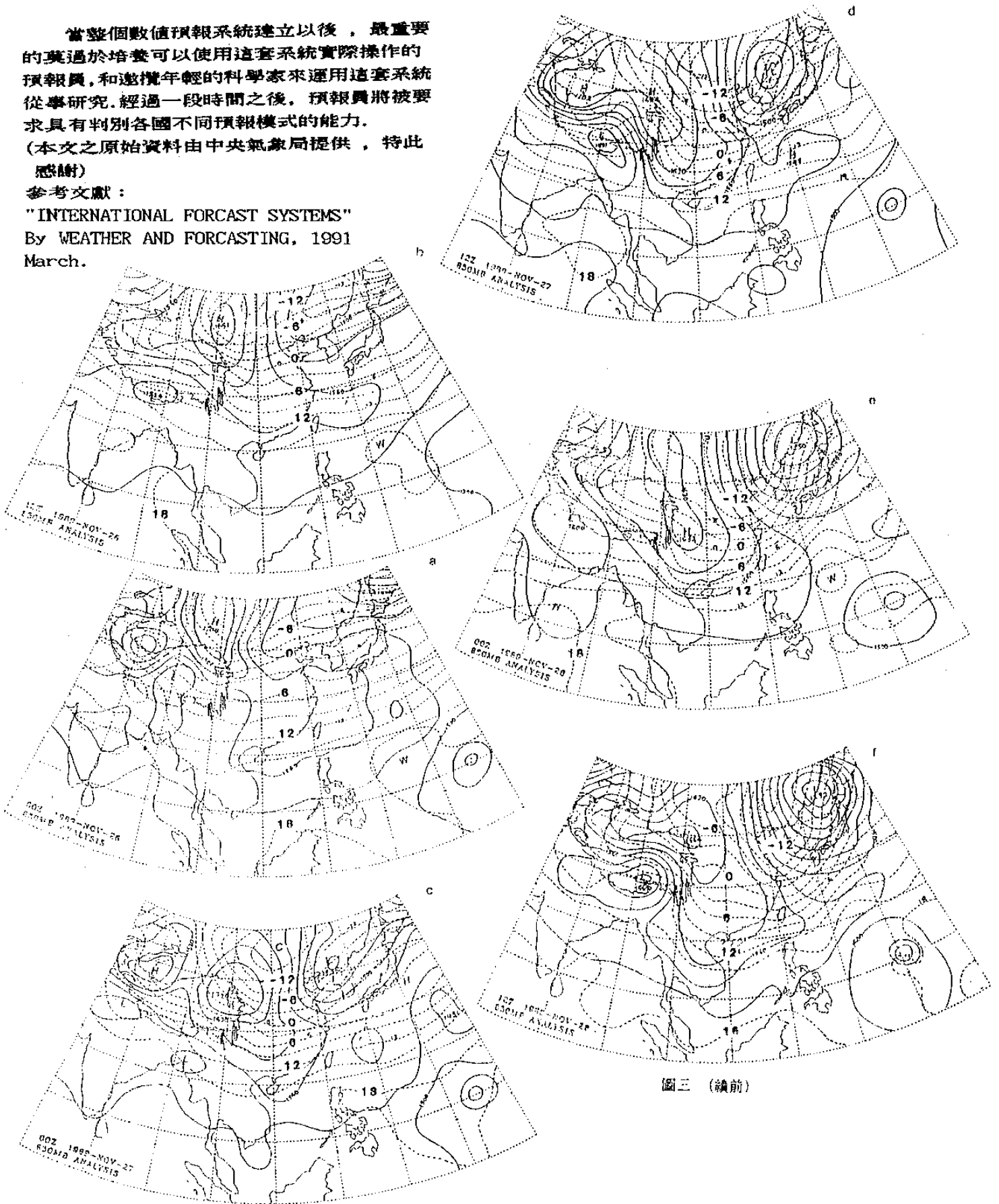
因此，我們終於證實了，RFS 和 MFS 的確對預報臺灣附近區域的天氣有很大的幫助

4. 未來計畫

當整個數值預報系統建立以後，最重要的莫過於培養可以使用這套系統實際操作的預報員，和邀攬年輕的科學家來運用這套系統從事研究。經過一段時間之後，預報員將被要求具有判別各國不同預報模式的能力。
(本文之原始資料由中央氣象局提供，特此感謝)

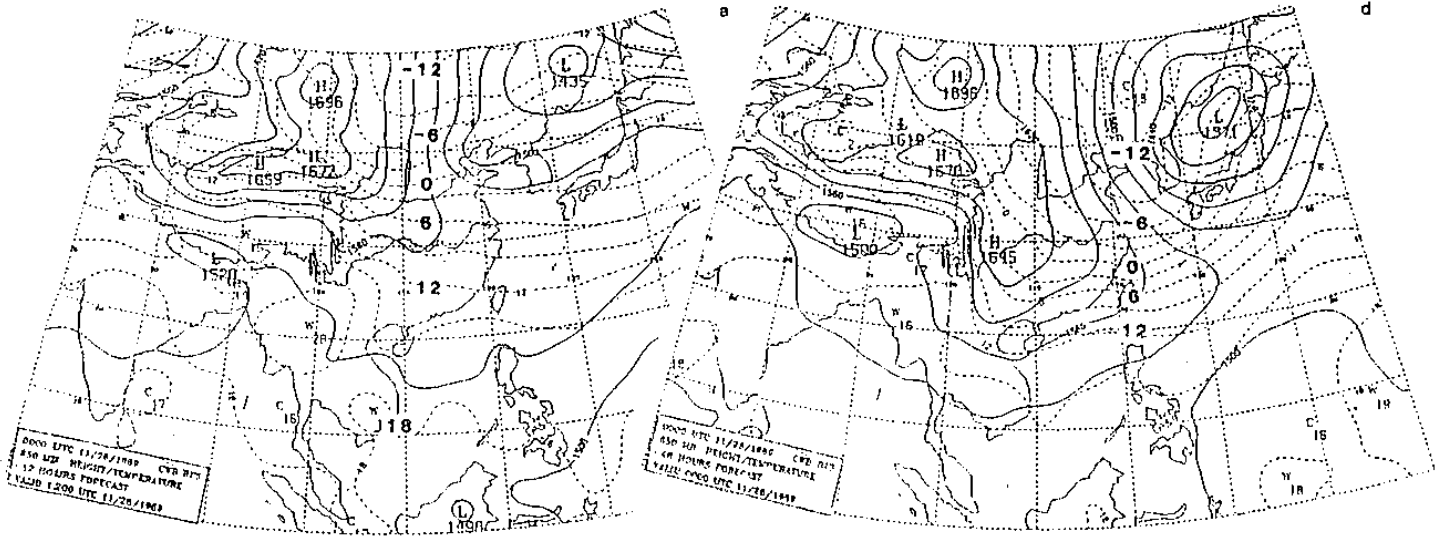
參考文獻：

"INTERNATIONAL FORECAST SYSTEMS"
By WEATHER AND FORECASTING, 1991
March.



圖三 (續前)

圖三 中央氣象局850mb分析：(a)1989年11月26日0000UTC (b)1989年11月26日1200UTC (c)1989年11月27日0000UTC (d)1989年11月27日1200UTC (e)1989年11月28日0000UTC (f)1989年11月28日1200UTC，實線為30公尺間隔之重力位高度場，虛線為3°C間隔之溫度場(這些圖均是實際LAPS產品的重繪)。



圖四 1989年11月26日0000UTC, 850mb之區域預報系統(RFS)預測, 12時(a), 24時(b), 36時(c), 和48時(d)。

