

# 區域模式定量降水預報的研究-梅雨個案分析

柳再明

氣象資訊中心

## 摘要

本文之目的,在校驗中央氣象局(Central Weather Bureau; CWB)區域模式(Limited Forecast System; LFS)定量降水預報(Quantitative Precipitation Forecast; QPF)的能力,並藉著校驗的過程,改進提升 CWB LFS 在 QPF 的預報成效。

個案的選取方式,是針對已經學者專家詳細分析的梅雨個案,進行 CWB LFS 的預報能力校驗。LFS 是一兩層巢狀模式,粗細網格距各為 60 公里以及 20 公里,我們依模式粗細網格解析度的不同,作不同程度的校驗。LFS 粗網格的預報結果,不論在海平面氣壓,850 百帕風場,700 百帕溼度場以及低中高層之質量場等的預報,均有不錯的表現。且研究結果顯示 LFS 細網格相關梅雨鋒面的降水場預報,和衛星影像圖上顯示之梅雨鋒面,二者極其相似。

## 一. 本研究之背景目的以及重要性:

氣象事業的發展關係全民福祉,而溫度的變化以及降水量的多寡,這兩件事是一般民眾所最切身關心的。溫度的變化這件事和大尺度天氣系統的變化較為相關,一般的區域模式,甚至全球模式的預報資料都已能相當精準的掌握。而降水量的預報這件事卻極為困難,原因在於其不僅為多重天氣尺度的結果,尚且包括多重天氣尺度之間複雜,且不易釐清的非線性交互作用所致,而降水量僅是這些作用的結果。舉例來說,當梅雨鋒面經過時,地面所測得的降水量,其來源可分為幾部分:一是鋒面本身的大尺度層狀降水,二為梅雨鋒面上中小尺度(如 MCC)的對流性降水,再者則為多重天氣尺度包括與地形交互作用之間,複雜的非線性交互作用所致之降水。CWB LFS 60 公里粗網格解析度,大致可以掌握大尺度層狀降水系統,而限於模式網格解析度以及其他未明的物理機制,對對流性降水以及多重天氣尺度,包括與地形交互作用之間所致類的降水預報,則能力有限。雖然如此,然而就一般民眾需求的觀

點而論,定量降水預報是極其重要的研究課題,也是值得積極從事的研究工作。因此本文的目的,在於詳述現階段 CWB LFS 模式對定量降水預報所能掌握的能力。

## 二. 國內外有關之研究情況:

自從 NCEP eta 座標區域模式,在 1993 年 6 月 9 日上線作業化後,模式的定量降水預報在 NCEP 方面有相當多的文章可供參考,同時也引發其他作業單位,共同參與模式定量降水預報的研究。Mesinger(1996)文中比較 eta, RAFS, MRF global, 以及 meso eta 29/50(水平解析度 29 公里,垂直 50 層)四個模式,就一整年的資料統計結果而言,Equitable precipitation threat scores(EQ 得分)都在 0.4 以下,在雨量大小方面,以 0.1 英吋最高,隨降水量的增大 EQ 得分降低,模式中以 meso eta 表現最佳,eta 次之,再者為 MRF global, RAFS。Baldwin 和 Black(1996)文中比較 meso eta 29/50 和 10/60 的差異,結果指出 10/60 的降水較強較類似 NEXRAD 觀測到的降水強度。Schneider 等(1996)說明 29 公里的 eta 模式,在 1995 年 8 月上線作業後,其文中比較 eta 29/50, early eta 以及 RAFS 三個模式,發現冬季的 EQ 得分

---

\*Corresponding author address: Tzay-Ming Leou, Computer center, CWB, 64 Kung Yuan Rd, Taipei, Taiwan, ROC, email<rfs4@gwya.cwb.gov.tw>

較高比夏季好,其統計1995年12月至1996年2月的資料,結果指出 eta 29/50 在降水量 0.1, 0.25, 0.5 方面 EQ 得分都大於 0.4, early eta 在降水量 0.1, 0.25 方面 EQ 得分也大於 0.4。Schwartz 等(1996)是 NOAA FSL(Forecast Systems Laboratory) RUC(Rapid Update Cycle)和 48 公里 eta 的比較,在 EQ 得分優劣方面依次為 48 公里 eta, 40 公里 RUC, 60 公里 RUC, 文中亦顯示初始場的改進以及 3 小時 update cycle 對降水量的預報有幫助。Schultz 和 Snook(1996)文中比較 CSU RAMS, MM5, RUC 以及 48 公里 eta 四個模式,結果指出 RAMS 和 48 公里 eta 約相當表現最好,另外文中計算 mean absolute error(MAE),指出 RAMS 的 MAE 很大,也計算 probability of precipitation(PoP),由 PoP 的計算結果顯示 RAMS 及 MM5 的降水量或許是可靠,但降水位置的準確性值得存疑,因此或許人機混合使用模式預報是暫時權宜之計。Reynolds(1996)文中比較使用多個模式 early eta, meso eta, Lawrence Livermore 20 公里中尺度模式以及 NAVY 巢狀 COAMPS 9 公里非靜力中尺度模式等,針對加州東太平洋的降水個案,作模式輸出的應用研究,其指出模式的預報探空,對暖降水過程以及條件對稱不穩定的預報有很好的指引掌握。McDonald 和 Horel(1996)指出相較於 eta 48 公里, 29 公里, 10 公里不同解析度的預報場, eta 10 公里的結果和較實際觀測資料相當接近。Kim J. W. 等(1996)研究 CARS 系統,其組成有四部份各為中尺度大氣模擬模式(Kim 和 Soong 1996),土壤植被靈模式(Kim 和 EK 1995),水源流域模式以及自動陸地分析系統,文中指出在定量降水預報方面,如 CARS 系統簡單的模式,比複雜的模式也能有較好的預報。Ballentine 等(1996)文中以 MM5 模擬湖上風暴相當成功。

模式的定量降水預報這個研究課題,尚處萌芽階段,國際期刊上之文獻不多見,唯如上段國際文獻回顧所述,在 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia 1996 中有相當多的文章可供參考,其中以美國國家環境預測中心(NCEP) ETA 模式校驗的文章為大部份。國內尚無模式定量降水預報這方面的研究文獻。

### 三. 個案之綜觀天氣分析:

模式的定量降水預報這個研究課題,是一長期的研究工作,需要多年不斷的投注心力才能有豐富的成果,因此本文僅為一階段性的工作報告。個案的選取方式,是針對已經學者專家詳細分析的梅雨個案,進行 CWB LFS 的預報能力校驗。所選取的個案時間是 1991 年 6 月 20 日,一結構完整的梅雨鋒面南下,造成臺灣全島豐沛降水(見圖 1, 為 21 日全天的降水資料),臺灣全島從北到南,降水數據都有超過百公釐的測站。圖 2a 是 20 日 0000UTC 的海平面氣壓及 1000 百帕的風場,圖中指出鋒面低壓系統由日本群島,向西南延伸經臺灣到海南島,圖 2b 是同一時間的紅外線衛星影像圖,梅雨鋒面雲系除北海道外,覆蓋全日本群島且向西南延伸至臺灣北方,臺灣本島位處鋒前不穩定區域,山區氣流受地形抬升,水汽凝結成雲降水。圖 2c 同圖 2a 唯是 850 百帕的風場,圖中指出低層噴流在臺灣東方近乎南北走向,向北到日本北緯 30 度附近則彎成東西走向,向南在北緯 10 度附近也彎成東西走向,大致來說低層噴流位處梅雨鋒面前緣。圖 2d 同圖 2a 唯是 700 百帕的濕度場,長江口日本群島以南,水汽豐沛,臺灣西方有一大片比溼高達  $10^{-2}$  g/g 的潮濕區,圖中顯示梅雨鋒面夾帶豐沛的水汽,加上嶺南福建廣東貴州各省,潮濕的季節性天候恰位於臺灣地區之上游,因此各氣象場說明臺灣本島有發生豪大雨的客觀條件。

### 四. 模式預報初步結果與討論:

LFS 是一兩層巢狀模式,粗細網格距各為 60 公里以及 20 公里,我們依模式粗細網格解析度的不同,作不同程度的校驗。粗網格方面我們校驗高度場,溫度場,風場以及降水場的預報準確度。LFS 粗網格的預報結果,不論在海平面氣壓,850 百帕風場,700 百帕溼度場以及低中高層之質量場等的預報,均有不錯的表現,限於篇幅無法詳列所有圖表,僅討論海平面氣壓場 48 小時的預報,其為圖 3a,同一時間 EC 的客觀分析場則為圖 3b,對照二圖顯示 LFS 粗網格的海平面氣壓場預報,能掌握梅雨

鋒面的低壓系統，位置相當正確唯強度略強 1~2 百帕。細網格方面，圖 4a 是 LFS 細網格的海平面氣壓，1000 百帕風場以及 12 小時累積之降水 36 小時預報，對照同一時間的紅外線衛星影像圖(圖 4b 時間為 21 日 1200UTC)，顯示 LFS 細網格相關梅雨鋒面的降水場預報，和圖 4b 的衛星影像圖上顯示之梅雨鋒面，二者極其相似。

## 五. 總結及未來工作：

上一節我們初步討論 LFS 粗細網格的結果，表現或許不是絕佳但也差強人意。往後在細網格方面除了基本場的校驗外，我們將增加地形效應的診斷研究，探討臺灣中央山脈對氣流阻擋，所造成氣流局部幅合或氣流繞山等和降水系統習習相關的不同地形效應。此外我們也將藉由模式物理參數化的靈敏度測試，探討降水天氣系統的物理過程，從而瞭解降水系統的形成，發展以至消散各階段的主要機制。我們的目的是要區別動力效應，熱力效應或是邊界層混合效應，積雲加溼增溫效應，以及輻射冷卻增溫效應等不同物理過程在各階段的重要性。

在模式的定量降水預報方面，我們將參考美國國家環境預測中心(National Centers for Environmental Prediction; NCEP)，在定量降水預報方面的校驗工作，其中包括降水觀測資料的分析，公正技術得分(equitable skill score)，門檻得分(threshold score)等各種技術得分，統計標準差，偏差值等客觀指標的計算。我們根據這些定量的客觀數據，來評定 CWB LFS 在定量降水預報方面的能力。

## 參考文獻：

Baldwin, M. E., T. L. Black 1996: Precipitation Forecasting Experiments in the Western U.S. with NCEP's Mesoscale ETA Model. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Ballentine, R. J., S. Oswego, G. P. Byrd, D. L.

Schleede, and E. K. Vizi, 1996: Mesoscale Model Simulation of a Lake-effect Snowstorm: Implications for Operational Forecasting. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Kim, J., N. L. Miller, S. Cunningham, O. Rhea, and E. Strem, 1996: Quantitative Precipitation and River Flow Predictions over Southwestern United States. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

McDonald, B. E., and J. D. Horel, 1996: Precipitation Forecast Skill over California of National Centers for Environmental Prediction Models. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Mesinger, F. 1996: Improvements in Quantitative Precipitation Forecasts with the ETA Regional and Mesoscale Models at the National Centers for Environmental Prediction. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Reynolds, D. W., 1996: Similarities of Three Major Precipitation Events in California During 1995. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Schneider, R. S., N. W. Junker, M. T. Eckert and T. M. Considine 1996: The Performance of the 29 km Meso ETA Model in Support of Forecasting at the Hydrometeorological Prediction Center. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Schultz, P. and J. S. Snook, 1996: Objective Verification of Mesoscale Model Precipitation Forecasts. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

Schwartz, B. E., S. G. Benjamin and K. J. Brundage 1996: Verification of Precipitation Forecasts from the RUC and Early ETA Models Using High Resolution Precipitation Observations. 11<sup>th</sup> Conference on Numerical Weather Prediction, Norfolk Virginia.

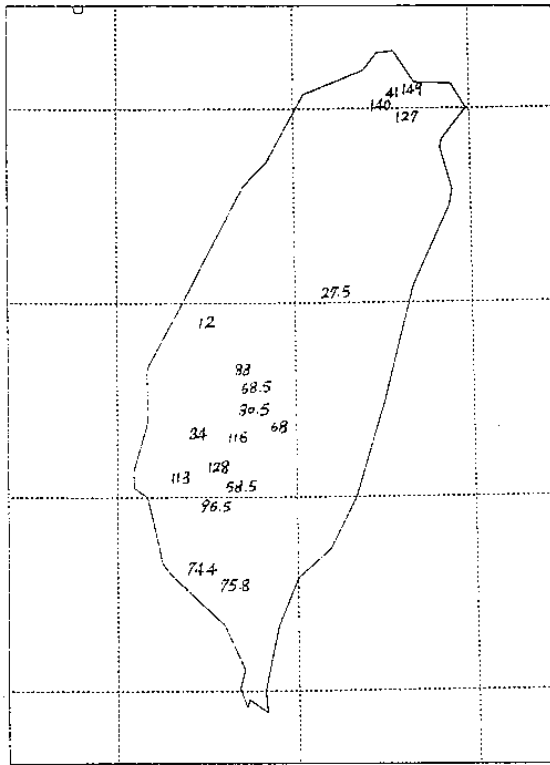


圖 1, 為 21 日全天的降水資料

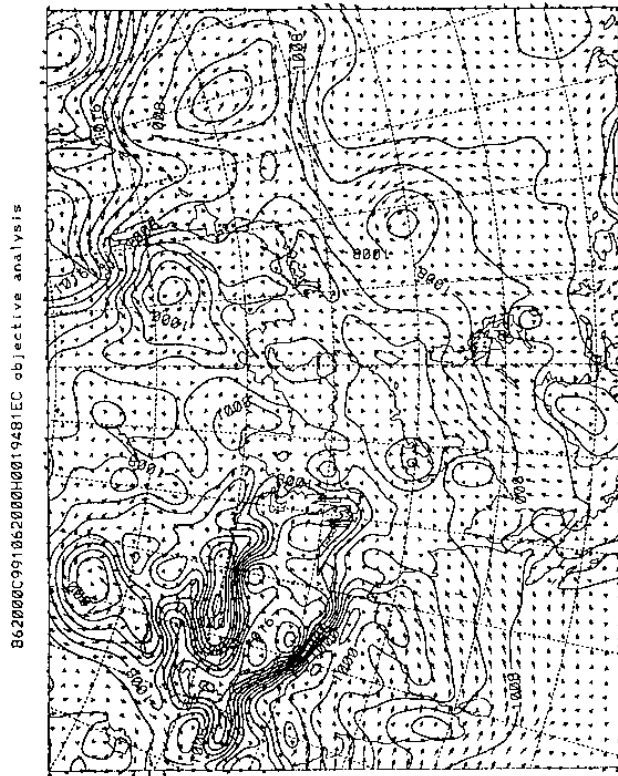


圖 2a 是 20 日 0000UTC 的海平面氣壓及  
1000 百帕的風場

1991-06-19 23:32Z IR LCC

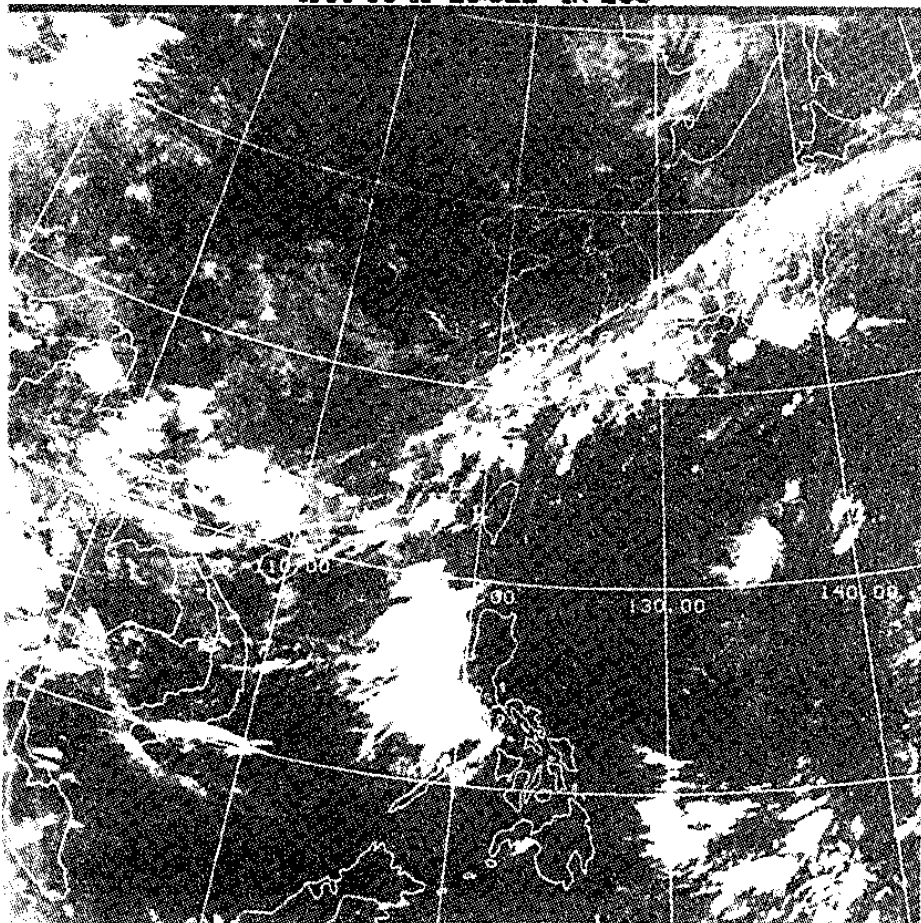


圖 2b 是同一時間的紅外線衛星影像圖

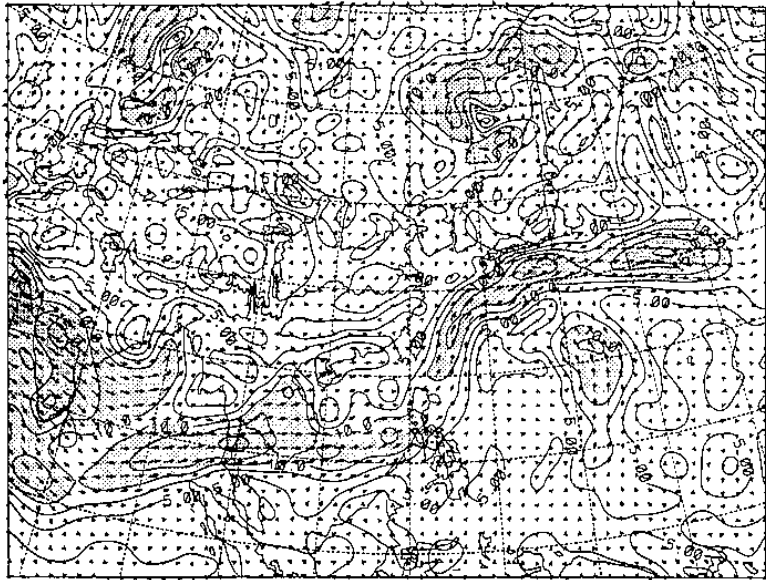


圖 2c 同圖 2a 唯是 850 百帕的風場

E51020C991062000H0019481 EC objective anal., mixing ratiox1000.

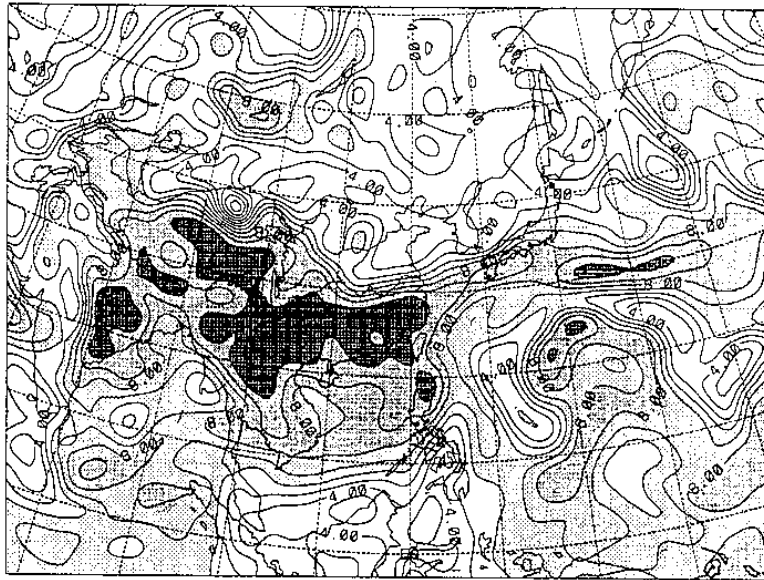


圖 2d 同圖 2a 唯是 700 百帕的濕度場

newlfs A01048CA91062000H0019481 LFS coarse-grid forecasts

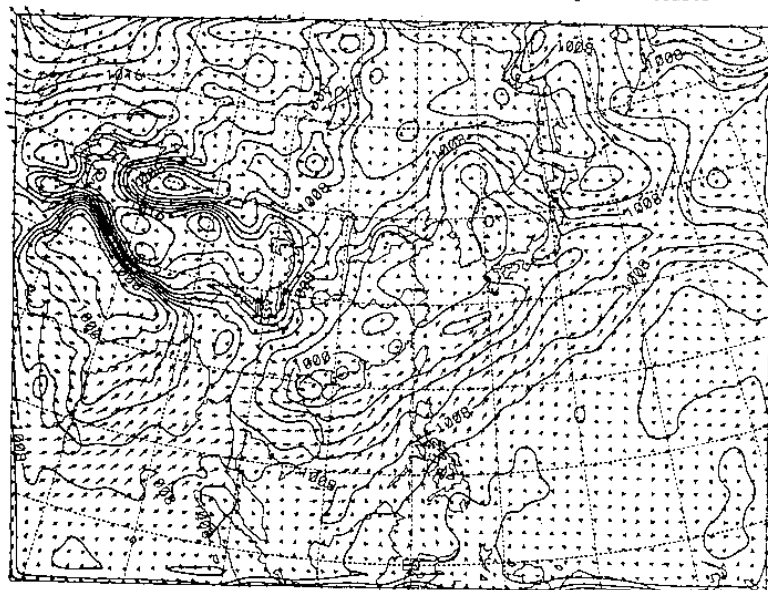


圖 3a, 海平面氣壓場 48 小時的預報

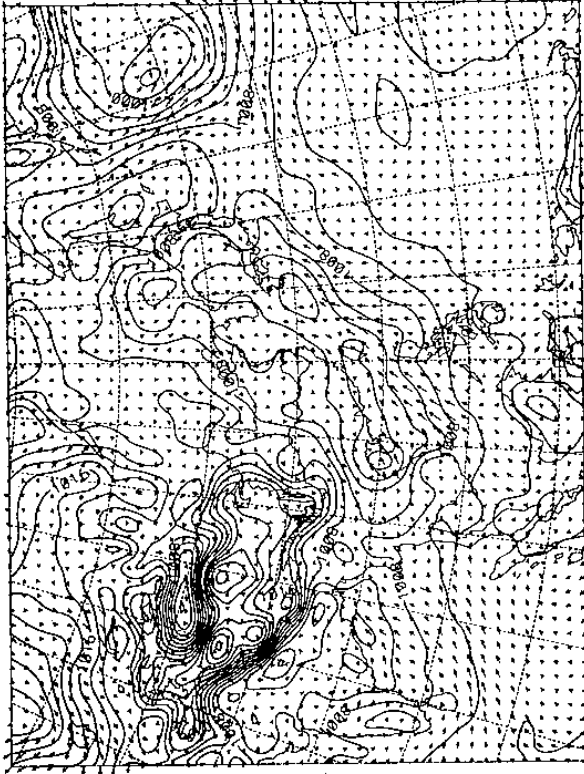


圖 3b, 同一時間 EC 的客觀分析場

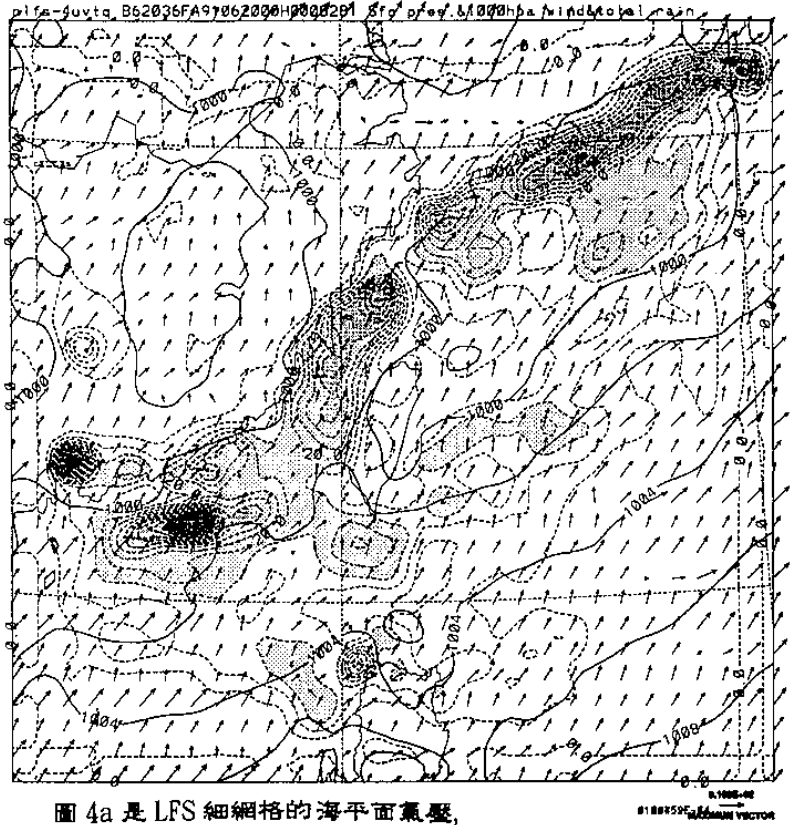


圖 4a 是 LFS 細網格的海平面氣壓, 1000 百帕風場以及 12 小時累積之降水 36 小時預報

1991-06-21 11:31Z IR LCC

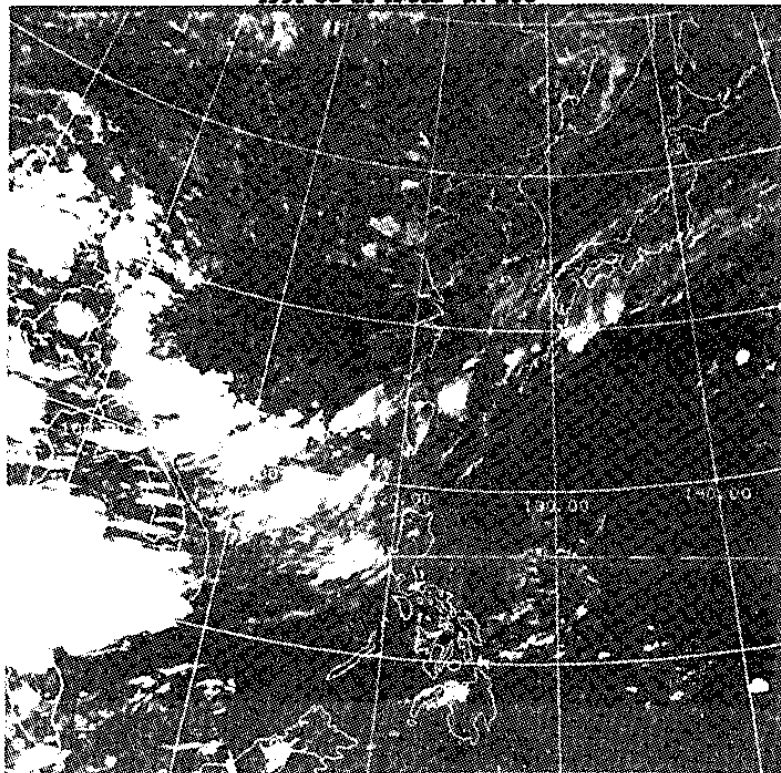


圖 4b 時間為 21 日 1200UTC 紅外線衛星影像圖

