

## 梅雨鋒面大氣環境分析及預報應用

鳳錦暉 余國華 戴志輝  
空軍氣象中心

## 摘要

梅雨鋒面是一綜觀尺度的天氣系統，但在其上所發展出的中尺度對流系統卻是預報員預報嚴峻的挑戰，也是影響飛安最大的殺手。本文利用重分析資料，透過綜觀尺度的量場分析與衛星雲圖所顯示的中尺度對流系統特徵，企圖與時間尺度相連結，找出綜觀環境場的可預報氣象因子。透過傅利葉頻率分析發現，梅雨鋒面上的對流系統都有一天左右的週期。此外，綜觀天氣系統中的底層輻合與輻散與中尺對流系統有很好的關連性，且有6小時的落差。此外，靠近台灣地區的對流系統卻有不同於大陸地區的特徵，似乎顯示台灣地區的對流發展機制異於大陸地區，仍須進一步的分析。

## 一、前言：

每年春末夏初，台灣處於東北季風和西南季風交替轉換時期，太平洋副熱帶高壓外圍的西南氣流，與來自於孟加拉灣的西南季風合流，使台灣附近的大氣潛在不穩定度提高（Chen and Chen 2003），並與逐漸轉弱的東北季風，在台灣至華南一帶交會形成鋒面雲帶。梅雨鋒面與中緯度鋒面最大的不同，在於鋒區通常不會有太大的溫度梯度，但風場上的水平風切卻很明顯，尤其副熱帶高壓帶來的潮濕空氣，使水氣或相當位溫梯度也很大（Hsu and Sun 1994）。水氣的效果，除了透過低層噴流的平流作用，將隱含的潛在不穩定度帶向下游，也可透過層狀雲系成雲及維持過程中的潛熱釋放，加強低層噴流，最後均造成梅雨鋒面上活躍的對流；因此，大量水氣的存在，是梅雨鋒面相當重要的特性。即使我們已了解到，梅雨鋒面及其鄰近地區在低對流層的結構，具有大尺度強烈氣旋式渦度、水平輻合、上升運動及豐富水氣的特徵（Chen and Tsay 1978），但梅雨鋒面畢竟是一個綜觀尺

度的系統，造成劇烈天氣現象進而威脅任務執行的主因卻是中尺度對流系統（Chen 1992），如圖1所示之概念模式。

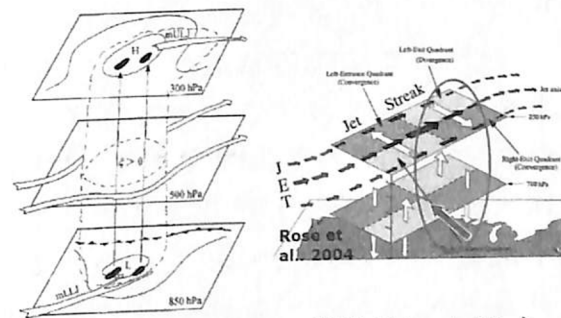


圖1 梅雨鋒面上MSC的概念模式

雖然透過衛星雲圖可追蹤梅雨鋒面常具有層狀雲帶並夾帶組織性的強烈對流系統（Chen and Tsay 1978；Chen 1979），但中尺度對流系統對於預報員最大的挑戰，就是其難以預測其發生、發展至消散的生命週期，本研究針對個案，透過綜觀尺度區域內的平均雲頂溫度及量場的分析，將梅雨鋒面上的對流平均行為，與綜觀環境特徵加以關聯，初步歸納出一些可用的線索，以提供預報員在天氣的守視及預報上參考運用。

### 二、資料來源與分析

本研究利用 MTSAT 衛星每小時紅外線(IR1,  $0.05^\circ \times 0.05^\circ$ )所觀測的資料, 在  $110^\circ \sim 130^\circ \text{E}$ 、 $15^\circ \sim 30^\circ \text{N}$  範圍內, 從 2006 年 6 月 6~12 日共 7 日的衛星資料, 透過 Hogmoller Diagram (區分為雲頂溫度在經度上隨時間的變化與雲頂溫度在緯度上隨時間的變化) 的方法加以分析, 並透過傅利葉頻率分析方法, 找出時間上的特徵 (圖 2、3 及 4); 以及 NCEP/DOE (National Centers for Environmental Prediction / Department of Energy) 每日四次(0000、0600、1200 及 1800 UTC) Reanalysis-I (水平經緯度網格解析度為  $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ ) 之 1000hPa、925hPa、850hPa、700hPa 等近地四層網格資料。另外, 衛星雲圖的雲頂溫度分析, 使用定義全部範圍內所有像素, 並滿足中尺度對流複合體的兩個溫度定義值(241 及 221K, Maddox 1983) 像素之累加, 來分析中尺度對流系統的行為; 而網格資料則計算近地面四層之風場輻散與水氣通量之平均值。

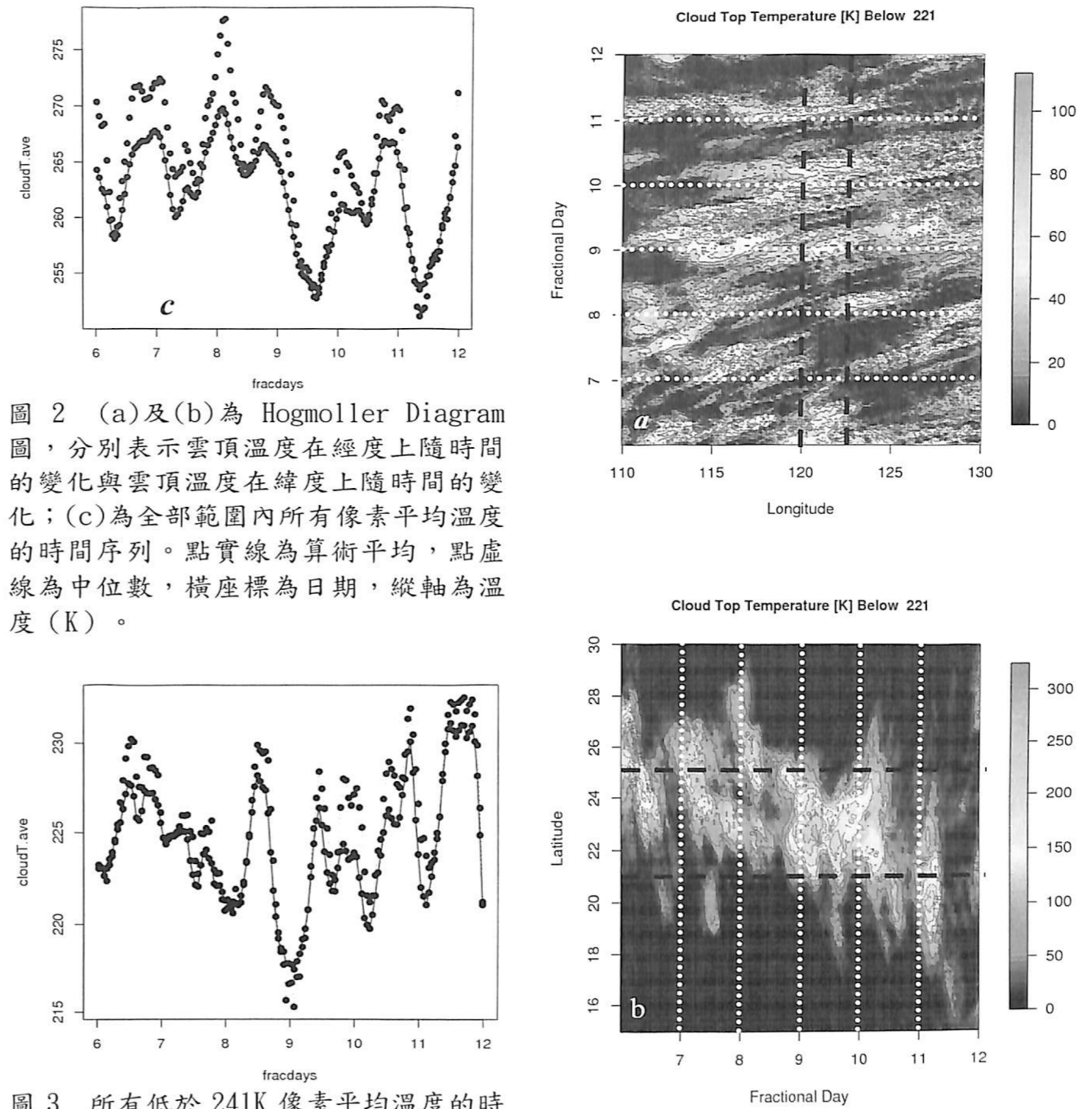
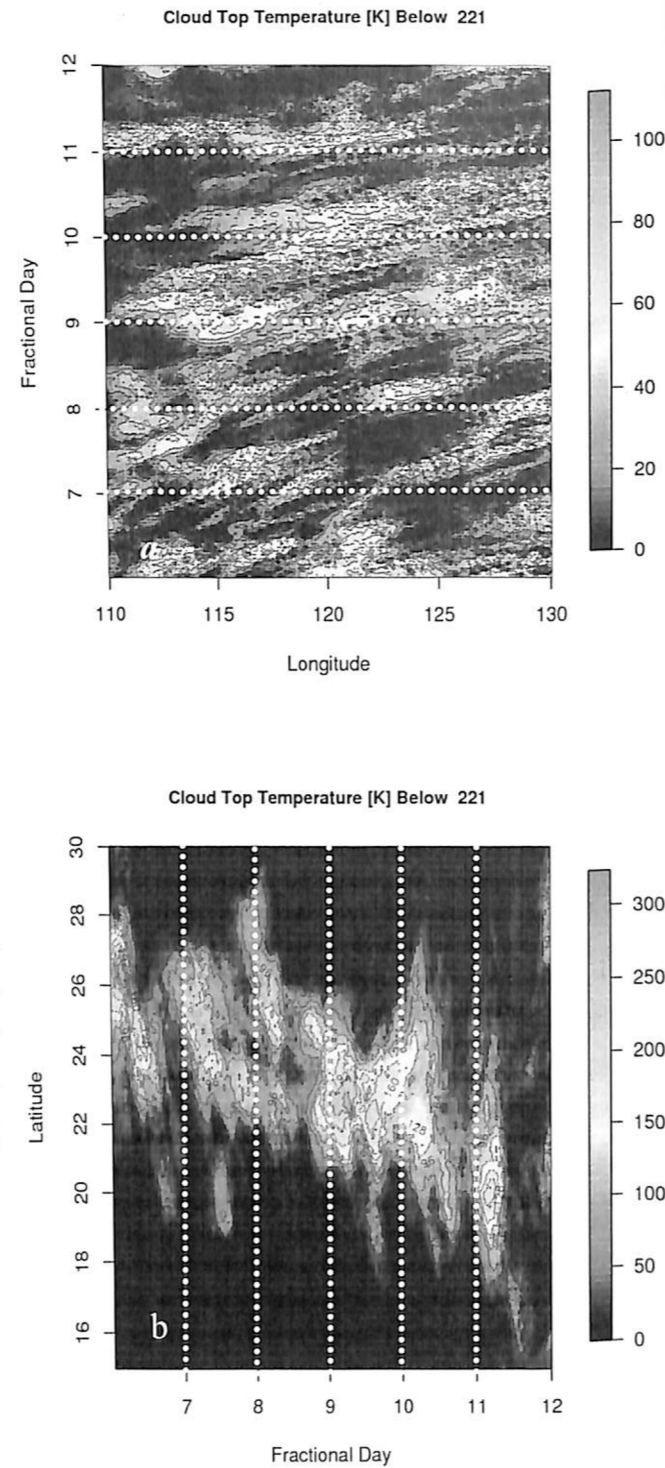


圖 2 (a)及(b)為 Hogmoller Diagram 圖, 分別表示雲頂溫度在經度上隨時間的變化與雲頂溫度在緯度上隨時間的變化; (c)為全部範圍內所有像素平均溫度的時間序列。點實線為算術平均, 點虛線為中位數, 橫座標為日期, 縱軸為溫度 (K)。

圖 3 所有低於 241K 像素平均溫度的時間序列。點實線為算術平均, 點虛線為中位數, 橫座標為日期, 縱軸為溫度 (K)。

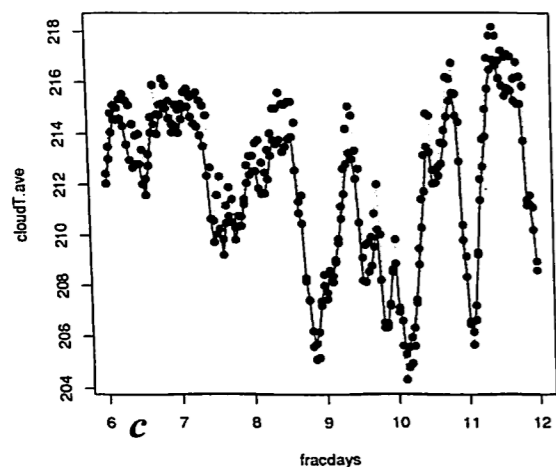


圖4 (a)及(b)為Hoggmoller Diagram圖，分別表示雲頂溫度低於221K的像素累加在經度上隨時間的變化與在緯度上隨時間的變化；(c)為全部範圍內所有像素平均溫度的時間序列。點實線為算術平均，點虛線為中位數，橫座標為日期，縱軸為溫度(K)。

### 三、結果分析

圖2可視為鋒面雲帶強度的變化趨勢，圖3及4則可代表鋒面雲帶上深對流平均強度的變化趨勢。由於圖2及3之間的趨勢較為一致，而與圖1差異較大，定性上而言，鋒面強度與鋒面上的深對流平均強度並不必然相關。

又圖5、6及7為圖2、3及4的頻譜分析結果。其中橫座標為以1/day為單位的頻率，故當頻率為2表示週期為1/2日，即12小時，當頻率為12則表示週期約為2小時，而圖中的直線為週期為一日；縱座標為頻譜密度(spectral density)，可視為某一頻率的強度。圖5顯示鋒面的週期大於一天，短週期訊號的變化因其頻譜密度之數量級下降很快，相對而言是不重要的。圖6及7兩張圖顯示，在梅雨鋒面上的深對流，至少就單一個案而言，其平均的生命週期是一天或一天以上，短週期對流相對而言是不重要的，例如頻率為4、即週期為六小時者，其強度較週期為一天者小了2

個數量級。不過由於個案僅探討六天內的變化，除非將個案分析時段加長，否則圖5、6及7中的長週期(頻率接近0)訊號的可信度是值得懷疑的。

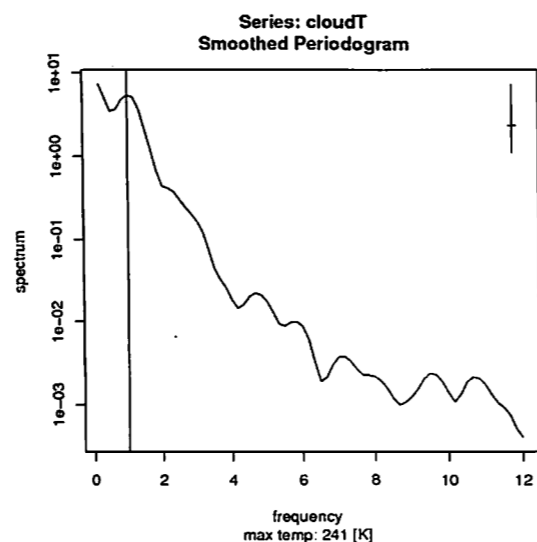


圖5 所有像素平均溫度時間序列之頻譜分析。

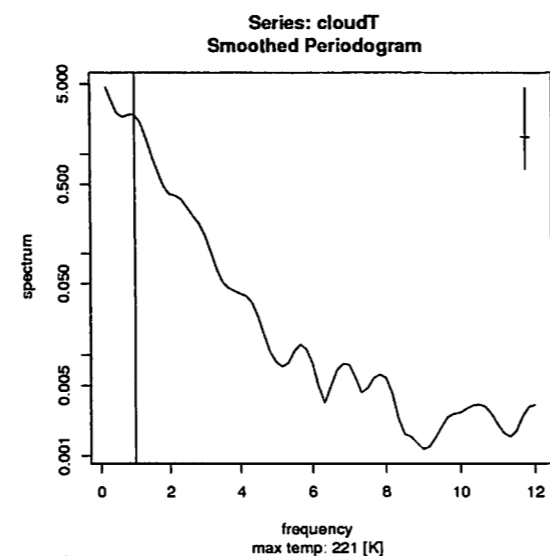


圖6 雲頂溫度低於221K的像素平均溫度時間序列之頻譜分析。

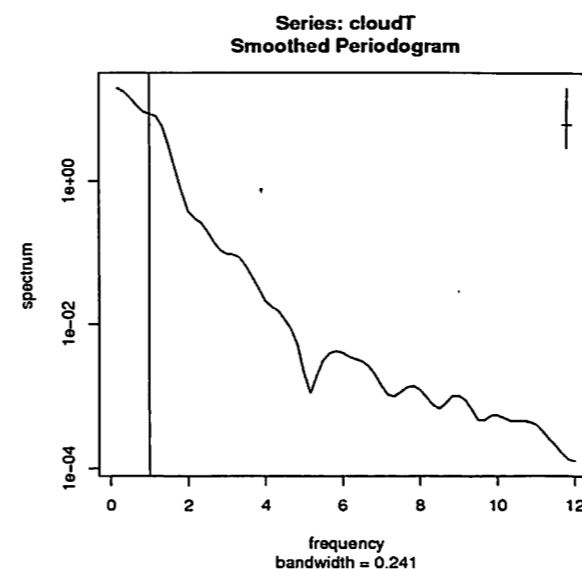


圖7 雲頂溫度低於221K的像素平均溫度時間序列之頻譜分析。

### 四、綜觀環境場分析

圖8為平均風場輻合(convergence)，定性上與圖2c趨勢略為接近，但與圖3及4c差異頗大，圖8為平均水氣通量(moisture flux)，幾乎看不出隨時間有明顯的變化，顯示綜觀尺度的動力與熱力條件，僅能成為鋒面存在與維持的環境條件，但不易直接與鋒面上深對流的發展作關聯。

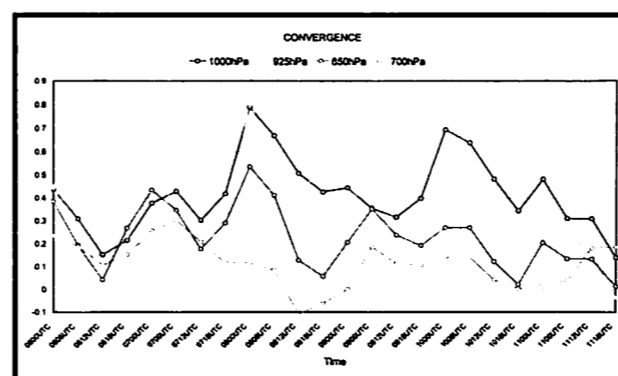


圖8 平均風場輻合之時間序列。

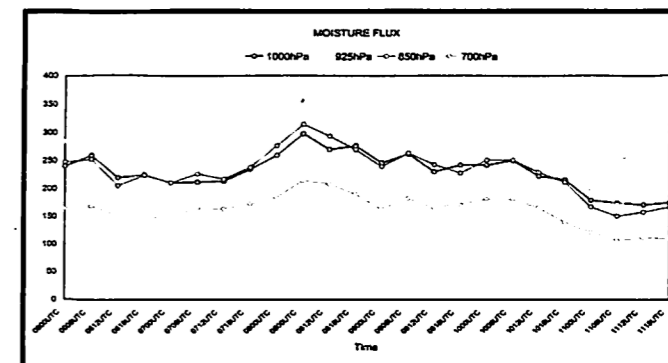


圖9 同圖7，但為平均水氣通量。

### 五、結論與討論

初步分析結果顯示，梅雨鋒面上的深對流，其最明顯的週期約為一天或以上，可作為發布嚴重天氣影響時段時的參考；鋒面的存在與維持，與大氣的動力(風場輻合)與熱力(水氣通量)條件相關，但在這些有利的環境裡，深對流的發生與維持機制在綜觀特徵裡是看不太出來的，這符合我們目前對於對流系統的基本認知，也許必須進一步結合分析水氣通量輻合、低層噴流、地形特徵等資訊才能有所結論，換言之，區分華南、台灣附近區域及南海地區進行分析，才有機會比較出各區域深對流發展及維持的原因，這將是本研究下一步將持續進行的工作。

### 參考文獻

Maddox, R. A., 1983. Large-scale meteorological conditions associated with midlatitude, mesoscale convective complexes. *Monthly Weather Review*, 111, 1475-1493.  
Chen, C.-S., and Y.-L. Chen, 2003: the rainfall characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, 131, 1323-1341.

- Hsu, W.-R., and W.-Y. Sun, 1994: A numerical study of a low-level jet and its accompanying secondary circulation in a Mei-Yu system. *M.W.R.*, **122**, 324-340.
- Chen, G. T.-J., and C. Y. Tsay, 1978: A synoptic case study of Mei-Yu near Taiwan. *Papers Meteor. Res.*, **1**, 25-36.
- Chen, G. T.-J., and C. Y. Tsay, 1979: On the moisture budget of a Mei-Yu case over Taiwan. *Papers Meteor. Res.*, **2**, 63-74.
- Chen, Y.-L., 1992: Some synoptic-scale aspects of the surface fronts over southern China during TAMEX. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 50-64.