

# 華南地區中尺度對流系統低層環境之分析研究

朱 昌 敏<sup>1</sup>      陳 景 森<sup>2</sup>

1 國立中央大學大氣物理所 研究生

2 國立中央大學大氣物理所

## 摘 要

每年的五、六月梅雨期，常有中尺度對流系統 (Mesoscale Convective Systems) 在華南地區伴隨風面帶向東移行，進而在臺灣本省造成豪雨天氣的發生。因此，本文利用(一) 1981年 5月 27 - 28日 (華南有大範圍的MCS雲系，且臺灣有豪雨天氣)；(二) 1983年 6月 17 - 18日 (華南有大範圍的MCS雲系，且臺灣有劇烈天氣-雷雨)；(三) 1984年 5月 31日 - 6月 1日 (華南有大範圍的MCS雲系，臺灣地區於6月2日晚有豪雨天氣)；(四) 1984年 6月 14 - 15日 (華南有大範圍的MCS雲系，而臺灣無豪雨天氣)；(五) 1986年 5月 20 - 21日 (華南、臺灣無顯著雲系，在臺灣北部有豪雨天氣)；(六) 1986年 6月 4 - 5日 (華南、臺灣有MCS雲系，臺灣全省各地有豪雨天氣)以上六個案例，對華南地區MCS發展的環境，藉由定性的 $\theta_e$  (相當位溫)、定量的 $|\nabla\theta_e|$  (相當位溫梯度)及其他熱力、風場因素分析比較；期望能從這些案例中探求相關性，進而對有利於MCSs生成發展的過程，提供有效的預報參考。

## 壹、前 言

五、六月春末夏初之際，南方暖溼空氣向北伸展勢力增強且與北方乾冷空氣南下勢力相當；常在華南地區形成南北對峙的鋒面態式，此既我們所謂的梅雨鋒。由於這兩種不同性質的空氣交互作用常造成鋒面附近天氣不穩定且有降水現象。另外，在雲貴高原地區，由於地勢南低北高迫使南來的暖溼空氣受地形抬昇作用，在雲貴高原東邊產生對流雲胞；當其向東伴隨風面移動，常發展成大範圍長生命期之中尺度對流系統 (Mesoscale Convective Systems)，造成華南地區有豪雨災害；在系統更向東移經臺灣海峽時，受到海面水氣、溫度調節作用，對臺灣地區也可能造成強烈降水現象。因此，在考慮華南地區的天氣擾動時，對鋒面附近環境特性的變化多留意，或許從中能瞭解在何種環境條件下，有利於對流系統之發展。

在國內已有多位學者曾先後對梅雨期有豪雨天氣現象作過研究，諸如：陳 (1978, 1985)；陳與紀

(1978, 1982, 1984)；陳與蔡 (1980)；劉 (1982)；丘、廖與洪 (1982)；丘與林 (1985)；丘與劉 (1985)；王、林、丘與陳 (1986)等。日本方面，對梅雨鋒伴隨之中間尺度擾動 (Medium Scale) 所造成的豪雨災害，也有多位學者提出。如 Matsumoto, Yoshizumi and Ninomiya (1971, 1972, 1973)；Ninomiya and Akiyama (1970)；Akiyama (1973b, 1984)等。美國方面，在3 - 9月暖季期間，美國中西部地區發生的中尺度對流天氣系統亦有造成豪雨災害的現象，在 Maddox (1981)對中尺度對流複合體定義後，才較有系統性的探討。如 Maddox (1979a, 1979b, 1980, 1981, 1983)；Maddox, Chappel and Hoxit (1979)；Wetzel, Cotton and McAnelly (1983)；McAnelly and Cotton (1986)等。

而本文針對華南地區低層環境變化情形探討，俾能瞭解中尺度對流天氣系統發展的過程。

## 貳、資料及引用的客觀分析方法

由氣象局提供的地面與高空之傳統測站報告計有(1)1981年5月27~28日；(2)1983年6月17~18日；(3)1984年5月31日~6月1日；(4)1984年6月14~15日；(5)1986年5月20~21日；(6)1986年6月4~5日等六個案例。在這些個案中，藉由現有的雲圖資料分析顯示：有些個案在華南有大範圍的MCS雲系（指雲系直徑在400 km以上）且台灣地區有豪雨；另有些個案在華南有大範圍的MCS雲系，但台灣地區沒有豪雨；還有些個案在華南沒有顯著的雲系，而台灣地區有豪雨。這六個案例中的降水量情形，可藉由圖1作個概略的說明。

資料分析是採用Barnes (1964, 1973)的客觀分析方法，其為逐次修正法中的一種。基本原理是先在網格點上設定初始場，而後利用網格點附近測站的觀測值作逐次的修正。計算過程如下：

$$\phi_g^m = \phi_g^{m-1} + \frac{\sum_{i=1}^N W_i (\phi_{i,c} - \phi_{i,a}^{m-1})}{\sum_{i=1}^N W_i}$$

式中 $\phi$ 代表任意氣象變數， $\phi_g^m$ 及 $\phi_g^{m-1}$ 代表網格點上第 $m$ 次及 $m-1$ 次的分析值； $\phi_{i,c}$ 代表網格點附近第 $i$ 個測站上的觀測值； $\phi_{i,a}^{m-1}$ 代表第 $i$ 個測站上第 $m-1$ 次的分析值； $W_i$ 代表第 $i$ 個測站對網格點的權重因子， $N$ 為網格點附近參與內插的測站總數。權重函數採用指數形式來表示，即 $W_i = \exp(\gamma_i^2 / 4\eta k)$ ，式中 $\gamma_i$ 為測站到網格點之間的距離， $k$ 為決定權重函數形狀的參數， $\eta$ 為加速收斂的參數（本文選取 $\eta=0.3$ ）。

另外也採用Barnes定義的反應函數（Response function）： $D \equiv \exp(-4k\pi^2/\lambda^2)$ ，此為當一氣象觀測資料從測站上內插到網格點後，尚保留原有特性的比例。

在本文分析的範圍為（ $20^\circ \sim 35^\circ N$ ， $105^\circ \sim 122^\circ E$ ），以每一個經緯度作為一個網格點（ $\approx 110$  km）共有 $18 \times 16$ 的網格。又為避免邊界上的問題，將測站資料由分析區域向外各擴充5度。另外在選擇波長（ $\lambda$ ）和反應函數（ $D$ ）方面，考慮衛星雲圖

上MCS雲系平均直徑（500~700 km）和高空測站平均距離（ $\sim 250$  km）而選定 $\lambda = 1000$  km；同時，我們期望在內插過程中，保留測站原有特性的90%。

## 參、個案分析

### A、案例一：（1981年5月27~28日）

衛星雲圖資料顯示27日06z在廣西省中部有對流雲出現在梅雨鋒面的西端，且于12日伴隨鋒面東移而在廣西、廣東發展成大範圍的MCS雲系。

綜觀天氣的演變（圖2(a)和(b)）：27日00z地面鋒面由江蘇省向西南延伸至廣西省，此時鋒後陝西、四川省有分裂高壓東移。12z鋒面東移而其西南延伸部份在福建省改成向西延伸至廣西省，此時鋒後仍有高壓系統。850mb在27日00z時，鋒面自江蘇省向西南延伸至雲南省且鋒前有強風軸（ $\geq 30$  kts，西南風）此時雲系在地面鋒面位置上；於12z時，在湖南、江西省有氣旋式彎曲的鋒面出現，此時雲南省有低壓出現，同樣在鋒前有強風軸此時大範圍的MCS雲系在廣西、廣東省（ $\geq 25$  kts，西南西風），另在暖鋒區也有強風軸（ $\geq 30$  kts，西北風），兩者在台灣北部海面匯合。700mb在27日00z時，槽線自江蘇省向西南延伸至雲南省且槽前有強風軸（ $\geq 30$  kts，西南風）；於12z時，原先在江西省的槽線改向西延伸至貴州省且槽前有強風軸（ $\geq 40$  kts，西南風）。

(1)地面相當位溫（ $\theta_e$ ）、相當位溫梯度（ $|\nabla_H \theta_e|$ ）和水汽（ $Q$ ）溫度（ $T$ ）分析：

27日06z在廣西省中部 $\theta_e$ 有顯著的梯度，由雲圖顯示該區有對流雲系發展。 $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ k/100$  km範圍由此區向東延伸至廣東省中部與鋒面和雲圖位置吻合。（圖3(a)）從 $T$ 和 $Q$ 的分佈來看，在廣西省中部 $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ k/100$  km的區域內，這兩者有顯著的梯度（溫度梯度（ $|\nabla_H T|$ ）， $2 \sim 3^\circ C/100$  km，水汽梯度（ $|\nabla_H Q|$ ）； $2 g/kg/100$  km）；而在華南其他 $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ k/100$  km區域中， $|\nabla_H Q| \approx 0 g/kg/100$  km沒有水汽梯度。由此得知， $\theta_e$ 的梯度是經由 $T$ 的梯度供獻。在12z，對流雲系已發展成大範圍的MCS雲系，此時 $\theta_e$ 梯度區移至廣西、廣東省交界處，且 $|\nabla_H \theta_e| \geq$

4°k/100km區域與雲圖吻合，但該區的T和Q梯度減小(1°C/100km, 1g/kg/100km)(圖3(b))。

(ii) 850mb之水汽輻合(-QV<sub>H</sub>·V̄)；Q<sub>con</sub>與溫度平流(-V̄·V<sub>H</sub>T)；T<sub>adv</sub>分析：

27日00z，在地面廣西省東部|∇<sub>H</sub>θ<sub>e</sub>|≥4°k/100km區域中，于850mb北方有冷平流(-6×10<sup>-5</sup>°C S<sup>-1</sup>)和南方有暖平流(6×10<sup>-5</sup>°C S<sup>-1</sup>)在此相會合(圖4(a))；在12z有大範圍的MCS雲系時，該區南方有暖平流(4×10<sup>-5</sup>°C S<sup>-1</sup>)以及北方有水汽輻合(2×10<sup>-7</sup>S<sup>-1</sup>) (圖4(b))

(iii) 鋒生函數(FG)分析：

$$\text{鋒生函數 } FG = \frac{d|\nabla_H \theta_e|}{dt} = FG1 + FG2 + FG3 + FG4$$

$$\text{式中 } FG1 = \frac{1}{|\nabla_H \theta_e|} \left[ (\nabla_H \theta_e \cdot \nabla) \frac{d\theta_e}{dt} \right]$$

$$FG2 = -\frac{1}{2} \frac{1}{|\nabla_H \theta_e|} (\nabla_H \theta_e)^2 D$$

$$FG3 = -\frac{1}{2} \frac{1}{|\nabla_H \theta_e|} \left[ \left\{ \left( \frac{\partial \theta_e}{\partial x} \right)^2 - \left( \frac{\partial \theta_e}{\partial y} \right)^2 \right\} A + 2 \frac{\partial \theta_e}{\partial x} \cdot \frac{\partial \theta_e}{\partial y} \cdot B \right]$$

$$FG4 = -\frac{1}{|\nabla_H \theta_e|} \cdot \frac{\partial \theta_e}{\partial p} \left( \frac{\partial \theta_e}{\partial x} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial \theta_e}{\partial y} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial y} \right)$$

D：輻散項(divergence)；A =  $\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y}$  和 B =

$\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$  為變形項(deformations)。本文僅

以FG = FG2 + FG3來討論，因為FG1和FG4要用到時間變化率和垂直速度，而本文並沒計算。分析指出，06z FG最大值脊區與鋒面和雲圖位置有好的相關(圖5(a))，於12z時亦有同樣的結果(圖5(b))

(iv) 穩定指數(SI)與可降水量(Pr)分析：

(一) 總指數(Total Totals Index; TTI)

$$TTI = T_{850} + Td_{850} - 2 \times T_{500}$$

(二) SWEAT指數(Severe WEather

Threat Index; SI) Miller, (1972)

$$SI = 12Td_{850} + 20(TTI - 49) + \quad (a) \quad (b)$$

$$2f_8 + f_5 + 125(S + 0.2) \quad (2)$$

$$(c) \quad (d) \quad (e)$$

(1)~(2)式中，T<sub>850</sub>，T<sub>500</sub>為850mb，500mb的溫度，Td<sub>850</sub>為850mb的露點溫度；f<sub>8</sub>，f<sub>5</sub>分別為850mb和500mb之風速；S = Sin(α<sub>5</sub> - α<sub>8</sub>)；α<sub>5</sub>，α<sub>8</sub>為500mb，850mb之風向。另外在(2)式右邊各項必須為正，因此有下列限制：①Td < 0時，(a) = 0；②TTI - 49 < 0時，(b) = 0；③若不滿足下列條件之一時，(e) = 0：

(A) 850mb風向必須在130°~250°。(B) 500mb

風向必須在210°~310°。(C) (α<sub>5</sub> - α<sub>8</sub>) > 0°

(D) f<sub>8</sub> ≥ 15kts 及 f<sub>5</sub> ≥ 15kts。

在(2)式中，(Maddox, 1983)認為TTI在44以上有利於深對流發展，而紀與陳(1986)指出華南地區之TTI很少有超過49，因此本文選用TTI = 44代替49。

$$\text{可降水量 } Pr = \frac{1}{g} \int_{300}^{Ps} q dp; \text{ 式中 } g \text{ 為重力加}$$

速度；Ps為地面氣壓；q為水汽混合比。利用此式計算單位面積上空氣柱在對流層內所含的水汽量。本文只計算到300mb，因為300mb以上，水汽含量更少故省略，同時利用此式來估計在有大範圍的MCS雲系出現時，可能的降水分佈。

分析結果指出SI(≥300)區域有利於對流發展。在27日00z時，SI(≥400)和Pr(≥65mm)最大值區與雲系位置有好的相關(圖6(a))；在12z時亦有同樣結果(圖6(b))。

(v) 地面至700mb風切(WS<sub>700</sub>)分析：

27日00z，在廣西省對流雲生成前；WS(5×10<sup>-3</sup>S<sup>-1</sup>)為強風切(圖7(a))，於12z廣西省有大範圍的MCS雲系出現；WS<sub>700</sub>(3×10<sup>-3</sup>S<sup>-1</sup>)風切有減弱的現象(圖7(b))。其中在27日00z時，廣西省有強風軸(≥30kts)。

B、案例二：(1982年6月17~18日)

衛星雲圖顯示17日12z在珠江口附近地區有大範圍

範圍的MCS雲系，而於15z分成三部份，在21z時重新合併形成範圍更大的MCS雲系且向台灣海峽移動。

綜觀天氣演變(圖8(a),(b))：17日12z地面鋒面由臺灣北部海面向西延伸至廣西省，此時鋒後沒有高壓系統。18日00z鋒面稍偏南，此時鋒後仍無高壓系統。850mb在17日12z時，鋒面自江蘇省向西南延伸至湖南省且鋒前有強風軸此時雲系在珠江口( $\geq 30$ kts,西南風)。於18日00z時，鋒面延伸至貴州省，此時貴州省西部有低壓出現且鋒前有兩個強風軸此時雲系在廣東東部，一在廣東省南部( $\geq 30$ kts,西南風)，另一在臺灣北部( $\geq 35$ kts,西南風)。700mb在17日12z時，槽線自江西省北部向西延伸至西康省且槽前有強風軸( $\geq 30$ kts,西南風)；於18日00z時，槽線自浙江省向西偏北延伸經湖南至四川且槽前無強風軸( $\geq 25$ kts)。

#### (i)地面之 $\theta_e$ 、 $|\nabla_H\theta_e|$ 和T、Q分析：

17日12z在廣西省西部 $\theta_e$ 有顯著的梯度區(圖9(a))，由雲圖顯示該區有對流雲出現，也與 $|\nabla_H\theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$ 區域吻合。該區內，T和Q的梯度亦是相當明顯( $2^\circ\text{C}/100\text{km}$ ,  $2\text{g}/\text{kg}/100\text{km}$ )。18z在珠江口附近 $\theta_e$ 有較大的梯度且雲系與 $|\nabla_H\theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$ 區域有好的相關(圖9(b))

#### (ii) 850mb之Qcon與Tadv分析：

17日12z在廣西省西部 $|\nabla_H\theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$ 區域中，於850mb南方有暖平流( $2 \times 10^{-5}^\circ\text{C}\cdot\text{S}^{-1}$ )和西北方冷平流( $-2 \sim -4 \times 10^{-5}^\circ\text{C}\cdot\text{S}^{-1}$ )在此區會合(圖10(a))，此時有對流雲。於18日00z，在廣西省中部之 $|\nabla_H\theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$ 區域內，為暖平流( $6 \sim 12 \times 10^{-5}^\circ\text{C}\cdot\text{S}^{-1}$ )而無冷平流，且該區為水汽輻散； $Q_{\text{div}}(-1 \sim -2 \times 10^{-7}\text{S}^{-1})$ ，此時無雲系出現(圖10(b))。由這個個案顯示在地面 $|\nabla_H\theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$ 區域：在廣西省中部，若850mb僅為暖平流而無冷平流則雲系不易生成，同時該區亦為水汽輻散，沒有良好的水汽支持雲系發展。

#### (iii) FG分析：

17日12z在珠江口附近有FG最大值區，其與MCS的雲系有好的相關(圖11(a))，而於18zFG最

大值區與在廣西省發展的雲系位置有好的相關(圖11(b))。

#### (iv) SI與Pr分析：

17日12z在珠江口附近有SI( $\geq 500$ )和Pr( $\geq 70$ )之最大值區且與雲系位置有很高的相關(圖12(a))。而在18日00z廣東省東南沿海地區有SI( $\geq 450$ )和(Pr $\geq 70$ )的最大值區，同樣的也與雲系位置吻合(圖12(b))。

#### (v)WS<sub>700</sub>分析：

17日12z，廣西省西南方有對流雲生成，WS<sub>700</sub>為( $2 \times 10^{-3}\text{S}^{-1}$ )風切不大(圖13(a))，於18日00z時，雲系不存在，此時WS<sub>700</sub>為( $1 \times 10^{-3}\text{S}^{-1}$ ) (圖13(b))。17日12z在珠江口有MCS雲系；WS<sub>700</sub>為( $4 \times 10^{-3}\text{S}^{-1}$ )，於18日00z時發展成大範圍的MCS雲系；WS<sub>700</sub>為( $3 \times 10^{-3}\text{S}^{-1}$ )雲系有減弱的現象。

#### C、案例三：(1984年5月31日~6月1日)

衛星雲圖顯示31日00z在廣西省西北方有對流雲系生成，於15z在廣西和廣東省發展成大範圍的MCS雲系。

綜觀天氣演變：31日00z地面鋒面由安徽省向西南延伸至廣西省，此時鋒後有高壓系統(圖14(a))。在12z時，鋒面自江西省西南延伸至廣西省，此時鋒後無高壓系統(圖14(b))。850mb在31日00z時，鋒面自江蘇省向西偏南延伸至貴州省且鋒前有兩個強風軸，一在廣東省( $\geq 25$ kts,西南風)，另一在臺灣北部海面( $\geq 30$ kts,西南風)；此時雲系在貴州省；於12z時，鋒面位置變化不大，在鋒前仍有兩個強風軸一在廣東省東部( $\geq 35$ kts,西南風)，另一在臺灣北部( $\geq 30$ kts,西南風)此時雲系在廣西省東部。700mb在31日00z時，槽線由浙江省向西延伸至四川省且槽前有兩個強風軸，一在廣西省東部( $\geq 30$ kts,西南風)，另一在臺灣海峽( $\geq 25$ kts,西南風)；於12z時，槽線自浙江省北部向西延伸至貴州省，且槽前仍有兩個強風軸，一在廣東省中部( $\geq 30$ kts,西南風)，另一在臺灣北部( $\geq 35$ kts,西南風)。

#### (i)地面之 $\theta_e$ 、 $|\nabla_H\theta_e|$ 和T、Q分析：

31日03z在廣西、貴州地區之 $\theta_e$ 有明顯的梯度(圖15(a))，且雲圖顯示該區有MCS的雲系； $|\nabla_H$

$\theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域與雲系位置相當吻合。  
06z  $\theta_e$  梯度區南移至廣西省東部，此時雲系亦南移（圖15(b)），而由  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域來看 T 和 Q 的分佈，發現該區 T 有明顯的彎曲，而 Q 無（圖15(c)）。由此得知  $\theta_e$  梯度經由 T 的梯度貢獻而來。

(ii) 850mb 之 Qcon 和 Tadv 分析：

在地面  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域，於31日 00z 在廣西貴州省之 850mb 有明顯的冷平流位在北方 ( $-6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C S}^{-1}$ ) 和暖平流位在南方 ( $6 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C S}^{-1}$ ) 之相會合（圖16(a)）此區有雲系發展。在12z 時，雲區南移，此時為明顯的冷平流 ( $-4 \sim -8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C S}^{-1}$ ) 而無暖平流，雖有弱的水汽輻合 ( $1 \times 10^{-7} \text{ S}^{-1}$ ) 但此區不利雲系發展，同時雲圖顯示該區無雲發展（圖16(b)）

(iii) FG 分析：

31日 00z 貴州省雲系與 FG 最大值區位置吻合（圖17(a)），而在雲系於12z 移至廣西東部時，FG 最大值區亦與雲區位置吻合，由此得知，發展較大的 MCS 雲系與 FG 最大值區有很高的相關性（圖17(b)）。

(iv) SI 與 Pr 分析：

31日 00z 在貴州省有 SI ( $\geq 400$ ) 和 Pr ( $\geq 65$ ) 之最大值區，該區與雲系位置吻合（圖18(a)）。於12z 在廣西省東部有 SI ( $\geq 400$ ) 和 Pr ( $\geq 65$ ) 之最大值區，且與雲系吻合（圖18(b)）。由此得知，SI 和 Pr 與雲系位置有很高的相關。

(v)  $WS_{700}$  分析：

31日 00z 在廣西、貴州省有大範圍 MCS 雲系； $WS_{700}$  ( $4 \sim 5 \times 10^{-3} \text{ S}^{-1}$ )（圖19(a)）。於12z 雲系南移至廣西中部時，廣西省  $WS_{700}$  ( $3 \times 10^{-3} \text{ S}^{-1}$ )，風切有減弱的現象（圖19(b)）。其中31日 00z 時廣西省有強風軸 ( $\geq 30 \text{ kts}$ )。

D、案例四：（1984年6月14~15日）

衛星雲圖顯示，14日 12z 在廣西、貴州省地區之對流雲隨鋒面向東南移，於15日 00z 時，移至湖南、廣西交界處。

綜觀天氣演變：14日 12z 地面鋒面自江蘇省向西南延伸至雲南省，此時鋒後有高壓系統（圖20(a)）。

15日 00z 時，鋒面自江蘇省向西南延伸至雲南省，此時鋒後有高壓系統（圖20(b)）。850mb 於14日 12z 時，鋒面自江蘇省向西南延伸至雲南省，此時貴州省有低壓。同時鋒前有兩個強風軸，一在江西省 ( $\geq 25 \text{ kts}$ ，西偏南風)，另一在臺灣北部 ( $\geq 30 \text{ kts}$ ，西南風) 此時雲系在貴州、廣西省。於15日 00z 時，鋒面由江蘇省向西南延伸至廣西省且鋒前有強風軸 ( $\geq 50 \text{ kts}$ ，西南風) 此時雲系在廣西、湖南省。700mb 在14日 12z 時，槽線自江蘇省向西延伸至廣西省，且槽前有強風軸 ( $\geq 30 \text{ kts}$ ，西風)，於15日 00z 時，槽線位置變化不大，且槽前在浙江外海有強風軸 ( $\geq 30 \text{ kts}$ ，西南風)。

(i) 地面之  $\theta_e$ 、 $| \nabla_H \theta_e |$  和 T、Q 分析：

14日 12z 沿貴州、湖南和湖北省有顯著的  $\theta_e$  梯度（圖21(a)），由雲圖顯示該區有雲帶，而  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域此刻亦為帶狀分佈，且與雲系位置吻合。此時  $| \nabla_H \theta_e |$  最大值脊區在鋒面北方出現。在  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域中，T 和 Q 有明顯的梯度 ( $2^\circ\text{k}/100\text{km}$ ， $1 \sim 2 \text{ g/kg}/100\text{km}$ )。18z  $\theta_e$  梯度區南移至廣西、湖南省，而由  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域亦是有此現象，且與雲系位置吻合。此時此區亦在鋒面北側（圖21(b)）。在  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域裏 T 和 Q 的梯度仍是很明顯 ( $2^\circ\text{C}/100\text{km}$ ， $1 \sim 2 \text{ g/kg}/100\text{km}$ )。

(ii) 850mb 之 Qcon 與 Tadv 分析：

在地面  $| \nabla_H \theta_e | \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域裏，於14日 12z 有鋒面雲系在貴州分佈，此時 850mb 該區有 ( $4 \sim 8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C S}^{-1}$ ) 暖平流和 ( $2 \sim 4 \times 10^{-7} \text{ S}^{-1}$ ) 水汽輻合，對此鋒面雲系有持續性發展（圖22(a)）。而於15日 00z，雲系南移，此時該區為冷平流 ( $-6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C S}^{-1}$ )，雖有 ( $4 \times 10^{-7} \text{ S}^{-1}$ ) 水汽輻合，但不利雲系發展，同時雲圖顯示該區無雲（圖22(b)）。

(iii) FG 分析：

14日 12z FG 最大值脊區位於鋒面北方，且與雲系位置吻合（圖23(a)），於15日 00z 雲系南移後，FG 最大值區亦南移，仍與雲系位置吻合（圖23(b)）。

(iv) SI 與 Pr 分析：

14日12z, SI ( $\geq 400$ ) 和 Pr ( $\geq 65\text{mm}$ ) 最大值區與雲帶吻合(圖24(a)), 在15日00z雲系南移後, SI ( $\geq 350$ ) 和 Pr ( $\geq 65\text{mm}$ ) 之最大值區仍與雲系位置吻合(圖24(b))。

(v)  $WS_{700}$  分析:

14日12z 貴州省鋒面雲系其  $WS_{700}$  為 ( $2 \sim 3 \times 10^{-3} \text{S}^{-1}$ ) (圖25(a)) 於15日00z雲系南移至廣西省東部, 雲系發展, 此時  $WS_{700}$  為 ( $3 \sim 5 \times 10^{-3} \text{S}^{-1}$ ), 風切增強(圖25(b))。

E、個案五: (1986年5月20~21日)

雲圖顯示20日12z華南地區有許多小的對流雲出現, 在海南島有熱帶低壓雲系, 而在江西、浙江有鋒面雲系, 於21日00z在南海發展的雲系移至臺灣附近。

綜觀天氣演變: 20日12z地面鋒面經臺灣北部向西延伸至廣西省, 此時海南島有熱帶低壓, 鋒後有高壓系統(圖26(a))。21日00z, 鋒面東移, 此時鋒後有顯著的高壓系統(圖26(b))。850mb在20日12z鋒面經臺灣北部海面向西延伸至江西省, 此時雲南省南方有低壓出現, 鋒前有強風軸 ( $\geq 25\text{kts}$ , 西南風); 鋒後亦有強風軸 ( $\geq 25\text{kts}$ , 東北風) 此時華南有顯著雲系, 在浙江、安徽有鋒面雲系。於21日00z時, 鋒面經臺灣北部向西南延伸至越南, 此時鋒後有高壓系統。鋒前在臺灣東南方有強風軸 ( $\geq 25\text{kts}$ , 西南風), 鋒後也有強風軸 ( $\geq 25\text{kts}$ , 東北風) 此時華南無明顯雲系。700mb於20日12z時, 槽線自浙江省北部向西延伸至湖南省, 且槽前有強風軸 ( $\geq 35\text{kts}$ , 西南風); 21日00z時, 槽線稍偏南, 且槽前有強風軸 ( $\geq 25\text{kts}$ , 西南風)。

(i) 地面之  $\theta_e$ 、 $|\nabla_H \theta_e|$  和 T、Q 分析:

20日12z沿地面鋒面的北方  $\theta_e$  有明顯的梯度且雲圖顯示在該區有鋒面雲系。由  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域來看,  $|\nabla_H \theta_e|$  最大值脊區在鋒面北方呈帶狀分佈, 此與雲圖位置有好的相關(圖27(a))。而在此  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域中,  $|\nabla_H \theta_e| \geq 2^\circ\text{C}/100\text{km}$  和  $|\nabla_H Q| \geq 2\text{g}/\text{kg}/100\text{km}$  兩者的梯度量都很大且最大值脊區也在鋒面北方, 對  $|\nabla_H \theta_e|$  的貢獻而言同樣重要。21日00z  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域南移, 此時只有在福建地區與雲

系吻合, 其他  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  華南地區則無雲(圖27(h))。

(ii) 850mb之  $Q_{con}$  與  $T_{adv}$  分析:

在地面  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  廣西、湖南地區, 於20日12z 850mb上該區有明顯的冷平流 ( $-6 \times 10^{-5} \text{C}\text{S}^{-1}$ ) 而無暖平流, 同時為弱的水汽輻合 ( $2 \times 10^{-7} \text{S}^{-1}$ ), 顯示低層大氣不利對流生成(圖28(a))。在21日00z時, 仍為強的冷平流且更向東延伸 ( $-16 \times 10^{-5} \text{C}\text{S}^{-1}$ ) 同時為弱的水汽輻合區 ( $1 \times 10^{-7} \text{S}^{-1}$ ), 仍不利對流發展(圖28(b))。

(iii) FG 分析:

20日12z FG最大值脊區與鋒面平行且在鋒面北方, 而部份FG最大值區只有小的雲系出現, 因其北方空氣較乾之故(圖29(a))。21日00z最大值脊區仍在鋒前北側, 此時華南地區FG最大值區無雲(圖29(b))。

(iv) SI 與 Pr 分析:

20日12z, SI ( $\geq 300$ ) 區域出現在東沙群島和臺灣之間, 與雲系位置有好的相關, 且Pr最大值區與鋒面雲系位置吻合(圖30(a))。21日00z, 華南地區在SI ( $< 300$ ) 和Pr ( $< 60\text{mm}$ ) 區域, 該區無雲系出現(圖30(b))。由此得知, SI 和Pr兩者之最大值區與雲區位置有很高的相關。

(v)  $WS_{700}$  分析:

20日12z, 華南地區無顯著雲系出現, 風切不大 ( $< 2 \times 10^{-3} \text{S}^{-1}$ )。(圖31(a))。於21日00z時, 華南地區仍無顯著雲系, 風切仍不大 ( $< 2 \times 10^{-3} \text{S}^{-1}$ ) (圖31(b))。

F、案例六: (1986年6月4~5日)

雲圖顯示4日00z大陸東南沿海有對流雲出現, 同時四川、貴州省大範圍的雲系, 於12z時在貴州的雲系東移至湖南省與由廣東沿海北移發展的對流雲系合併, 同時緩慢東移。

綜觀天氣演變: 4日00z地面鋒面經臺灣北部海面向西延伸至湖南省南部, 此時鋒後有在陝西省有高壓系統(圖32(a))。於12z時, 地面鋒面經臺灣北部向西延伸至廣西省, 此時四川省有高壓系統(圖32(b))。850mb在4日00z時, 鋒面由東海向西南延伸

至貴州省北部，此時貴州省北部有低壓出現。鋒前無強風軸此時華南地區無顯著雲系，在 12z 時，鋒面南移，此時貴州省仍有低壓系統而鋒前無強風軸此時廣東中部和湖南有雲系。700mb 在 4 日 00z 時，槽線由浙江省向西南延伸至湖南省，且槽前無強風軸。於 12z 時，槽線位置變化不大且槽前無強風軸。

(i) 地面之  $\theta_e$ 、 $|\nabla_H \theta_e|$  和 T、Q 分析：

4 日 00z 廣西、貴州省地區有  $\theta_e$  顯著的梯度 (圖 33(a))；在 06z 時，此梯度區向東北方移 (圖 33(b))。由雲圖顯示 00z 時，該區有 MCS 雲系而於 06z 時向東北移，此時  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域亦是有此演變且與雲系位置吻合。同時在  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域中，T 和 Q 的梯度也是由廣西貴州地區向東北移至湖南省。

(ii) 850mb 之 Qcon 與 Tadv 分析：

在地面  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域裏，於 4 日 00z 時在 850mb：廣西、貴州省有微弱的冷平流 ( $0 \sim -1 \times 10^{-5} \text{CS}^{-1}$ ) 和暖平流 ( $0 \sim 1 \times 10^{-5} \text{CS}^{-1}$ ) 在此區會合，同時有 ( $-1 \sim -3 \times 10^{-7} \text{S}^{-1}$ ) 水汽輻散，此不利雲系發展，由雲圖顯示此區於 03z 時雲系減弱北移 (圖 34(a))。在 12z 時，雲系移至湖南省，在地面  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域於 850mb 北方有 ( $6 \times 10^{-5} \text{CS}^{-1}$ ) 暖平流和西北方有 ( $-2 \times 10^{-5} \text{CS}^{-1}$ ) 冷平流相匯合，同時有 ( $2 \times 10^{-7} \text{S}^{-1}$ ) 的水汽輻合有利雲系發展 (圖 34(b))。

(iii) FG 分析：

4 日 00z 沒有明顯的 FG 最大值區，而在 FG 正區裏有與雲系配合 (圖 35(a))。12z 時，雲系位置與 FG 最大值區無明顯的相關，但在 FG 正區裏有較多的雲系出現 (圖 35(b))。

(iv) SI 與 Pr 分析：

4 日 00z 在華南地區沒有顯著的雲系，而具 SI ( $\geq 300$ ) 和 Pr ( $\geq 65\text{mm}$ ) 之最大值區不與雲系位置吻合 (圖 36(a))，除了四川省 Pr ( $\geq 65\text{mm}$ ) 之最大值區有與雲系位置吻合。12z 華南有較多的對流雲系出現，此時海南島北方有 SI ( $\geq 300$ ) 最大值區與雲系吻合 (圖 36(b))。

(v)  $WS_{700}$  分析：

4 日 00z，華南地區無顯著雲系，在廣東東部有  $WS_{700}$  ( $2 \times 10^{-3} \text{S}^{-1}$ ) (圖 37(a))。於 12z 華南有從南海上來的雲系，在海南島北方有  $WS_{700}$  ( $3 \times 10^{-1} \text{S}^{-1}$ ) (圖 37(b))。雲系生成風切有增加。

## 肆、總結與討論

本文利用 Barnes 的客觀分析方法，探討華南地區六個不同的案例，在有 MCS 生成、發展時的環境條件，而有下列的結論：

1. 華南 MCS 雲系生成發展時，地面的  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域與雲系位置吻合，有很高的相關性，且在  $|\nabla_H \theta_e| \geq 4^\circ\text{k}/100\text{km}$  區域中，溫度梯度的效應是似乎對  $\theta_e$  有較多的貢獻。
2. MCS 生成期在 850mb 有顯著的冷平流和暖平流相會區。而在發展期若有暖平流和水汽輻合，則有利系統持續發展，反之在有冷平流和水汽輻散條件下，則不利系統持續發展。
3. 鋒生函數最大值區在有顯著大範圍的 MCS 發展時，能與雲系位置吻合且有很高的相關。而在無顯著的 MCS 情形下，則不與雲系位置吻合。
4. SWEAT 指數 ( $SI \geq 355$ ) 和可降水量 ( $Pr \geq 65\text{mm}$ ) 在有顯著大範圍 MCS 的發展情形下，與雲系位置相當吻合，且有很高的相關性。在沒有顯著雲系出現時，則華南地區的 SI 在 300 以下，而 Pr 在 60mm 以下。
5. 華南地區在有顯著大範圍的 MCS 雲系出現前，有較強的風切值 ( $WS_{700} \geq 2 \times 10^{-3} \text{S}^{-1}$ )，且在雲系發展後，反而減小。而在沒有顯著雲系時，風切量變化不大。

在本文討論的環境因素外，尚有輻散項的影響未考慮。因而未來繼續的研究有：

1. 地面 T、Q、 $\theta_e$  和風場面南北剖面隨時間的變化，以瞭解 MCS 生成的條件。
2. 鋒生函數式子中，變形項和輻散項這兩者，何者對鋒生函數式子有較多的貢獻。
3. 在 SWEAT 指數計算過程中，對溫度效應和風場效應而言，何者對 SWEAT 指數有較多的貢獻。

## 伍、致 謝

本文的完成，承蒙氣象局提供的觀測資料，以及林煒閔、丘台光和王建國先生的協助，在此一併致謝。另外，特別感謝中央大氣物理所微電腦中心所提供的軟體與硬體設備。

## 陸、參考文獻

1. 王時鼎、林雨我、丘台光與陳景森，1986：梅雨期間中尺度對流系統的初步研究（I）及（II），第四屆全國大氣科學學術研討會論文彙編，217 - 249。
2. 丘台光、林雨我，1985：利用衛星、雷達資料作台灣地區豪雨預報之初步研究，天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，107 - 129。
3. 丘台光、劉復誠，1985：民國73年6月3日台灣北部地區豪雨之個案研究，大氣科學，12，93 - 102。
4. 丘台光、廖學鎰、洪理強，1982：民國70年5月28日之豪雨個案研究，中範圍天氣系統研討會論文彙編，中央氣象局，233 - 247。
5. 紀水上、陳泰然，1984：1981年5月27 ~ 28日華南及台灣地區中尺度對流複合系統之初步分析。天氣分析預報研討會論文彙編，中央氣象局，95 - 114。
6. 紀水上、陳泰然，1986：中尺度對流系統發展與消散之環境條件：1981年5月27日 ~ 28日個案分析。第四屆全國大氣科學研討會論文彙編，國科會，120 - 137。
7. 陳正改、蔡清彥，1980：影響台灣北部地區之梅雨系統。大氣科學，第7期，49 - 58。
8. 陳泰然，1978：台灣梅雨期之中幅度天氣系統分析。台灣地區災變天氣研討會論文彙編，國科會，150 - 157。
9. 陳泰然等，1978：台灣梅雨鋒面之中幅度結構。大氣科學，第5卷第1期，35 - 47。
10. 陳泰然，1985：劇烈區域性豪雨觀測與分析實驗之可行性研究。國科會防災科技研究報告73 - 42號，共32頁。
11. 陳泰然、紀水上、謝維權，1982：初春華南中尺度對流複合系統之個案研究。中範圍天氣系統研討會論文彙編，中央氣象局，71年5月6 ~ 8日，593 - 612。
12. 劉廣英，1982：民國70年5月28日豪雨與中範圍天氣系統之關係。氣象預報與分析，91，1 - 10。
13. Akiyama T., 1973: Ageostrophic low-level jet stream in the Baiu season associated with heavy rainfall over the sea area. *Journal Met. Soc. Japan*, 51, pp.205-206.
14. Barnes, S.L., 1964: A technique for maximizing details in numerical weather map analysis. *J. Appl. Meteor.*, 3, 369-409.
15. ———, 1973: Mesoscale objective map analysis using weighed time series observations. NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-62, 60 pp.
16. Maddox, R.A., 1980: Mesoscale convective complexes. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 61, 1374-1387.
17. Maddox, R.A., 1981: The structure and life-cycle of midlatitude mesoscale convective complexes. *Atmos. Sci. Paper No. 336*, Dept. of Atmos. Sci., Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado, 311 pp.
18. Maddox, R.A., 1983: Large scale meteorological conditions associated with convective complexes midlatitude mesoscale. *Mon. Wea. Rev.*, 111, 1475-1493.
19. Maddox, R.A., C.F. Chappell, and L.R. Hoxit, 1979: Synoptic and mesoscale aspects of flash flood events. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 60, 115-123.
20. Matsumoto, S., 1973: Lower tropospheric wind speed and precipitation activity. *J. Meteor. Soc. Japan*. 102, 101-106.
21. ———, K. Ninomiya and S. Yoshizumi, 1971: Characteristic features of "Baiu" front associated with heavy rainfall. *J. Meteor. Soc. Japan*. 49, 267-280.
22. McAnelly, R.L. and W.R. Cotton, 1986: Meso- $\beta$ -scale characteristics of an episode of meso- $\alpha$ -scale Convective Complexes., *Mon. Wea. Rev.*, 114, 1740-1770.
23. Miller, R.C., 1972: Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of Air Force Global Weather Central. Air Service Tech. Rep. 200 (Rev.) 190 pp.
24. Ninomiya, K., and T. Akiyama, 1970: The development of the medium-scale disturbance in the Baiu front. *J. Meteor. Soc. Japan*. 49, 663-677.
25. Wetzell, P.J., W.R. Cotton and R.L. McAnelly, 1983: A long-lived mesoscale convective complex Part II: Evolution and structure of the mature complex. *Mon. Wea. Rev.* 111, 1919-1937.



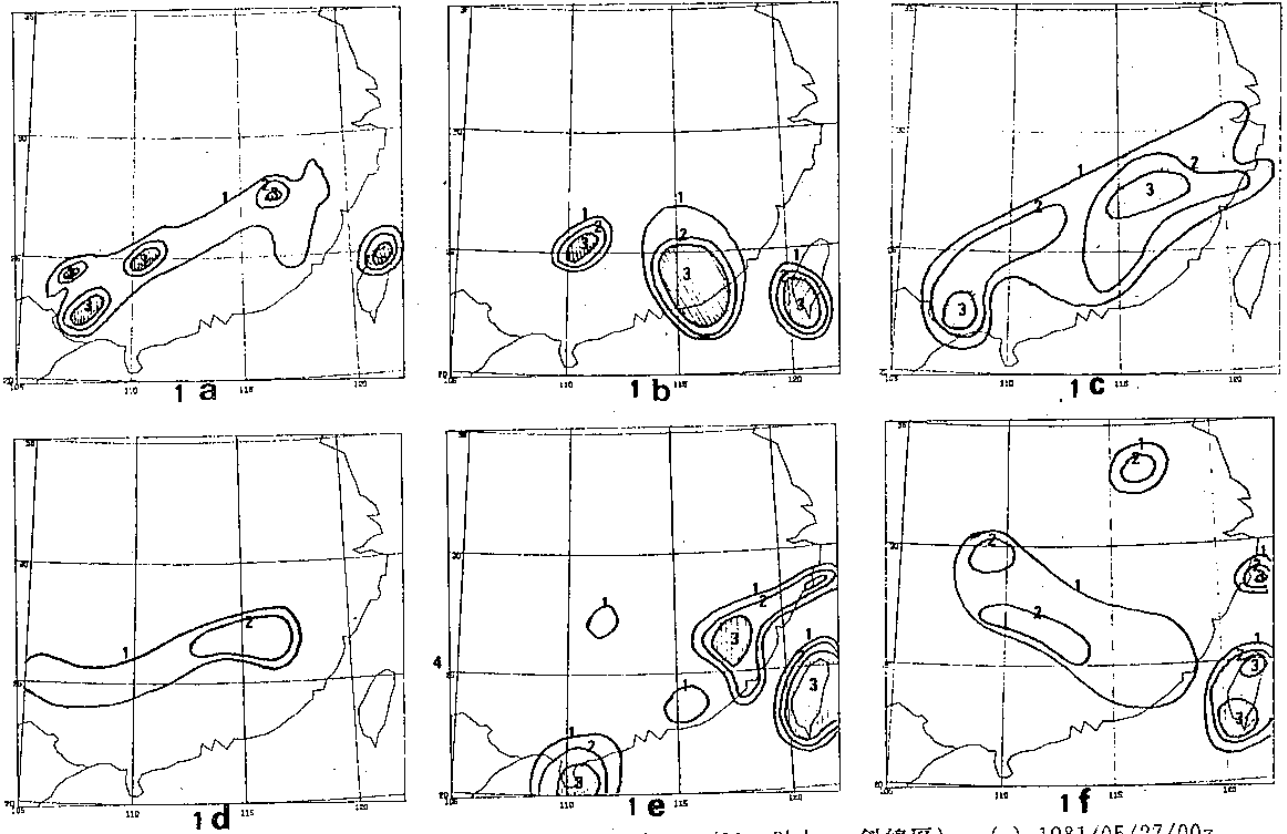


圖 1. 地面24小時累積降水量分佈：1 (20mm), 2 (40mm), 3 (60mm以上, 斜線區)。(a) 1981/05/27/00z~28/00z; (b) 1983/06/17/12z~18/12z; (c) 1984/05/31/00z~06/01/00z; (d) 1984/06/14/12z~15/12z; (e) 1986/05/20/12z~21/12z; (f) 1986/06/04/00z~05/00z。

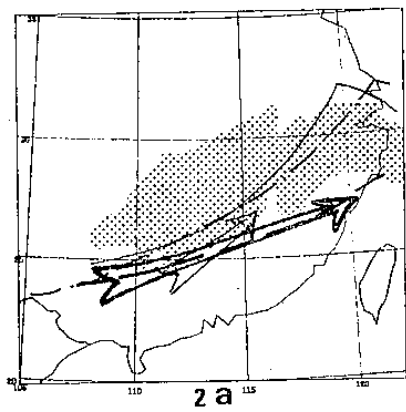


圖 2. 綜觀天氣概要圖：地面鋒面位置 (細——), 850mb鋒面位置 (細---), 700mb槽線位置 (粗---), 850mb Jet (細→), 700mb Jet (粗→), IR雲團位置 (陰影區)。其中 (a) 為27日00Z; (b) 為27日12Z。

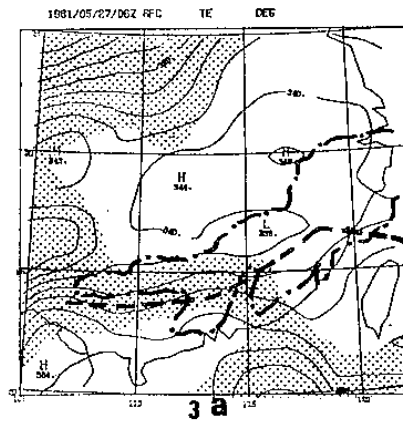
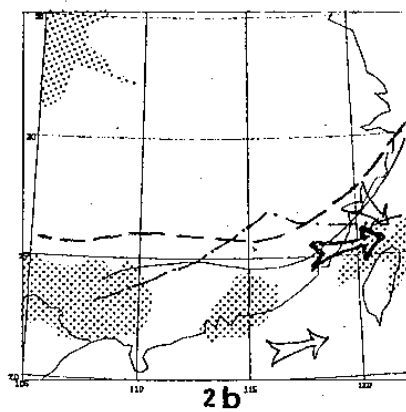
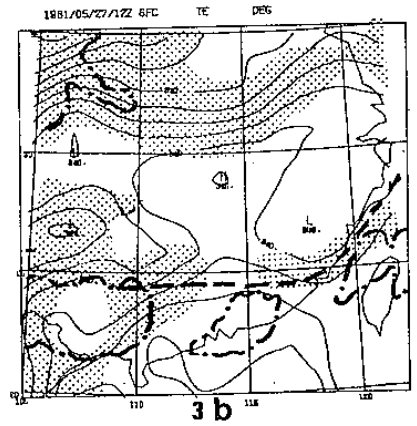


圖 3. 地面相當位溫 ( $q_e$ ) 分佈 (細——) 每  $5^{\circ}\text{K}$  為間格。地面鋒面位置 (粗---), 雲團範圍 (粗---),  $|\nabla_{\text{v}} q_e| \geq 4^{\circ}\text{K}/100\text{Km}$  區域 (陰影區)。其中 (a) 為27日06Z; (b) 為27日12Z。

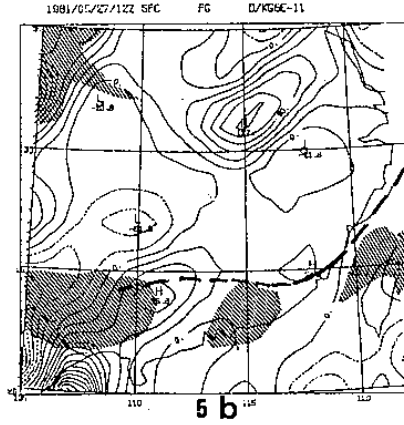
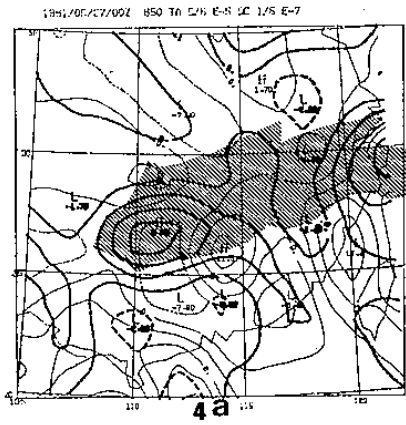


圖 6. SWEAT 指數 (細——) 每50為間隔; 可降水量 (細---) 每5mm為間隔, 雲圖位置 (陰影區)。其中 (a) 為27日00Z; (b) 為27日12Z。

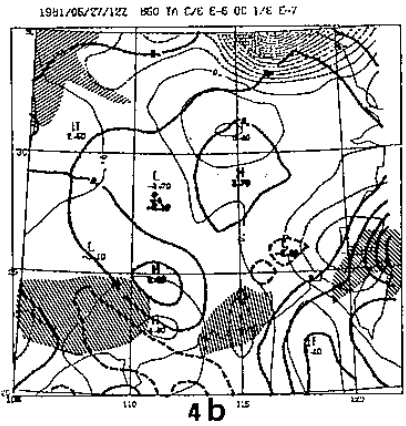


圖 5. 鋒生函數: 正區 (細——); 負區 (細.....) 每20°K/1000 Km/DAY 為間隔, 雲圖位置 (陰影區), 地面鋒面位置 (粗---) 其中 (a) 為27日06Z; (b) 為27日12Z。

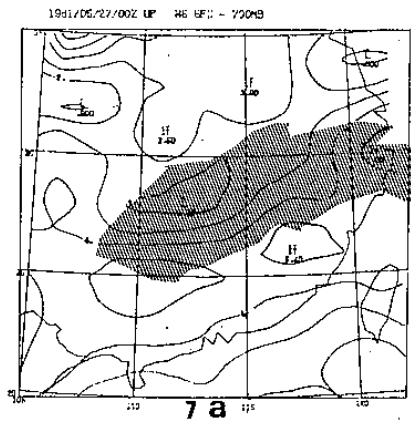


圖 4. 850mb 瞬平流 (細——), 冷平流 (細.....) 每  $4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C S}^{-1}$  為間隔以及水汽輻合 (粗——), 水汽輻散 (粗---) 每  $2 \times 10^{-7} \text{ S}$  為間隔, 雲圖位置 (陰影區)。其中 (a) 為27日00Z, (b) 為27日12Z。

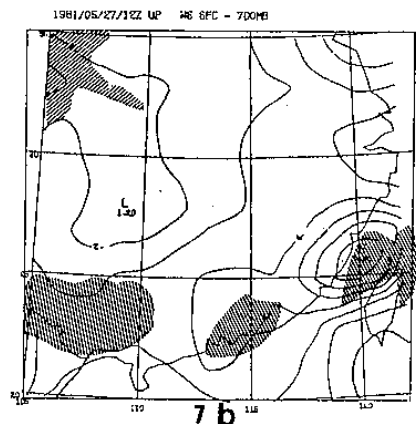
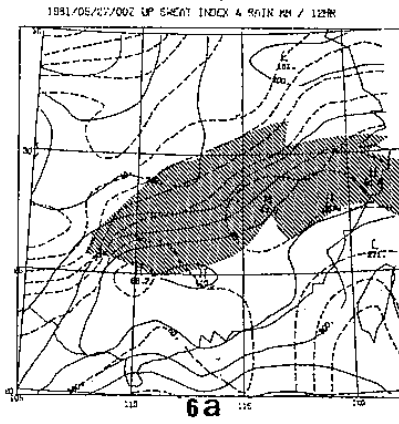
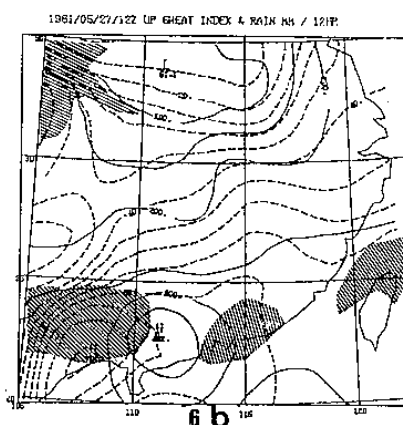
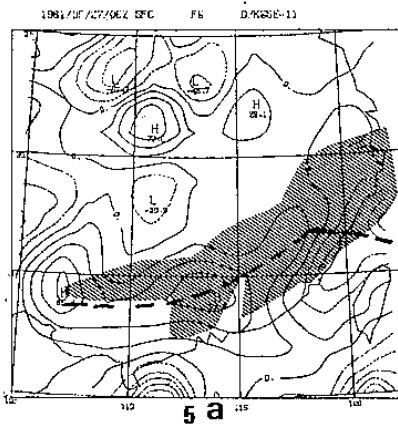
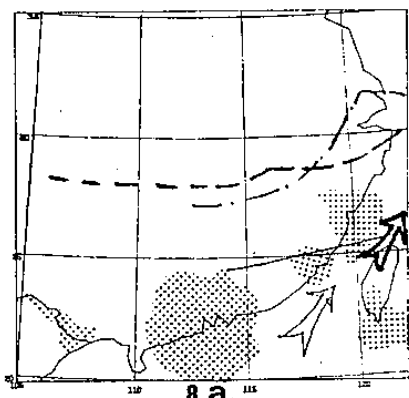
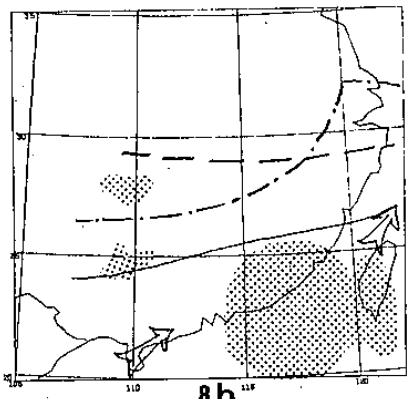


圖 7. 地面至 700mb 風切 (細——) 每  $1 \times 10^{-5} \text{ S}^{-1}$  為間隔, 雲圖位置 (陰影區)。其中 (a) 為27日00Z; (b) 為27日12Z。



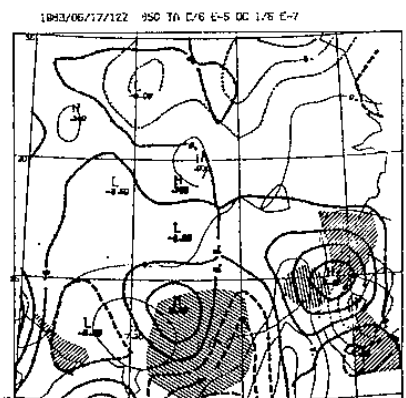


8 a

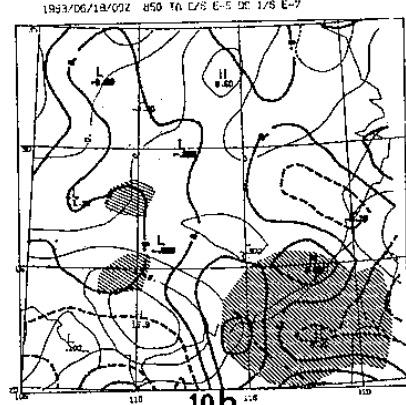


8 b

圖 8. 同圖 2. 但為1983年06月17日 (a)12Z 與 (b)18日00Z。

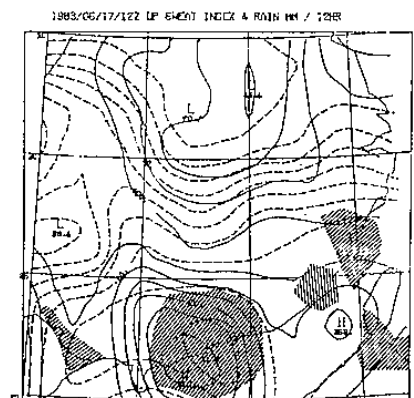


10a

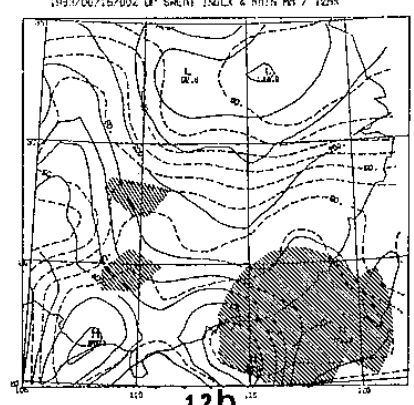


10b

圖10. 同圖 4. 但為1983年06月17日 (a)12Z 與 (b)18日00Z。

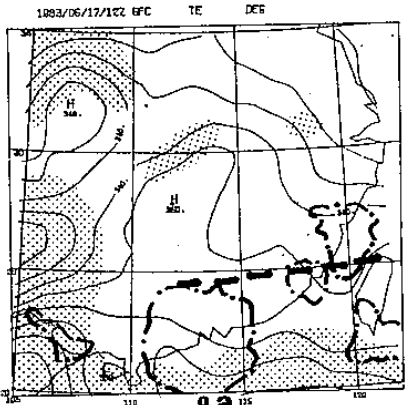


12a

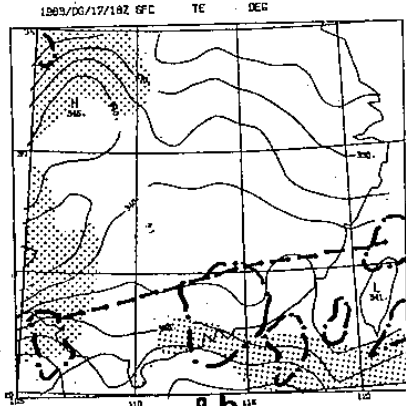


12b

圖12. 同圖 6. 但為1983年06月17日 (a)12Z 與 (b)18日00Z。

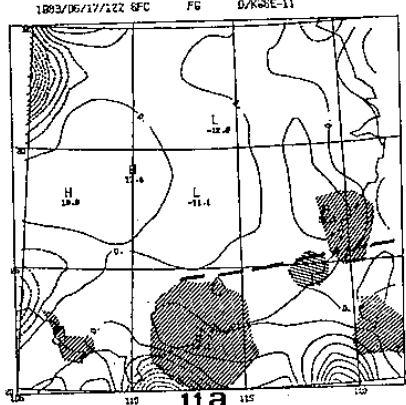


9a

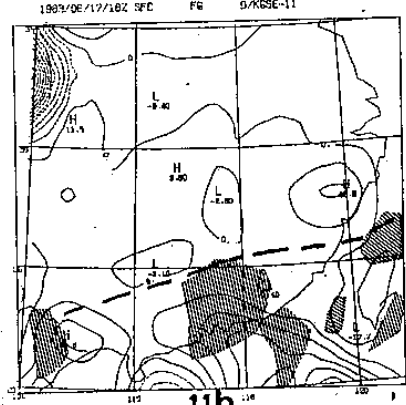


9 b

圖 9. 同圖 3. 但為1983年06月17日 (a)12Z 與 (b)18Z。

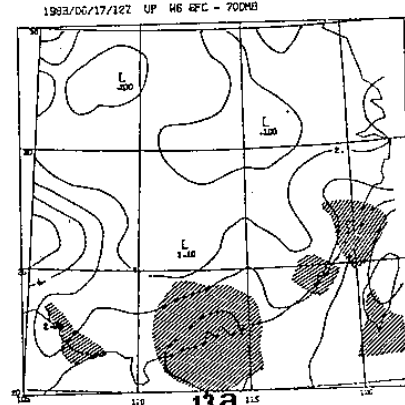


11a

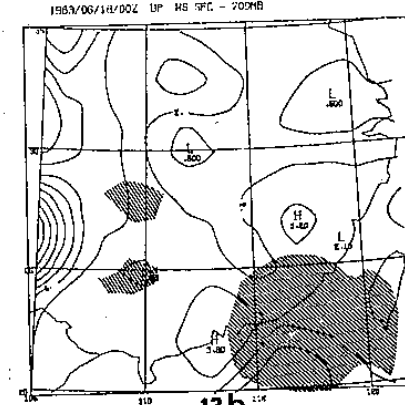


11b

圖11. 同圖 5. 但為1983年06月17日 (a)12Z 與 (b)18日00Z。

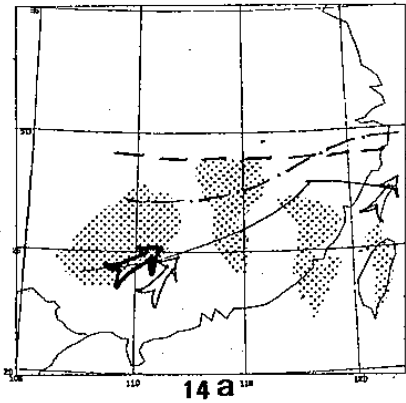


13a

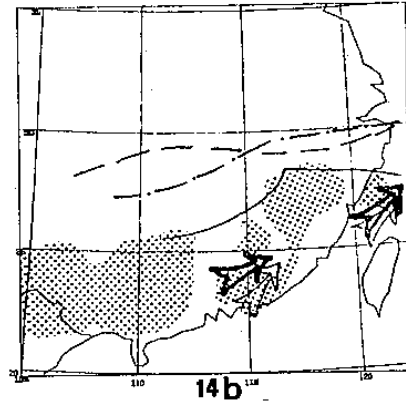


13b

圖13. 同圖 7. 但為1983年06月17日 (a)12Z 與 (b)18日00Z。

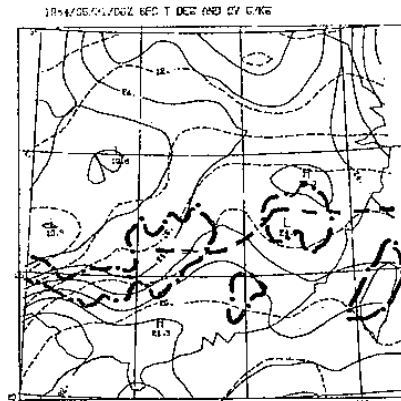


14a



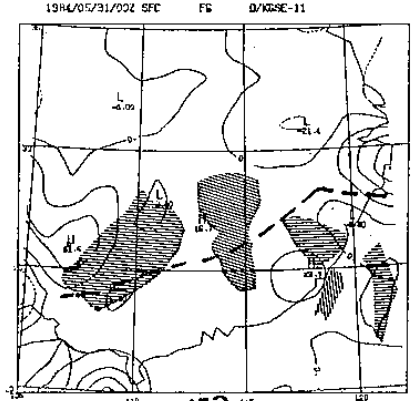
14b

圖14. 同圖 2. 但為1984年05月31日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

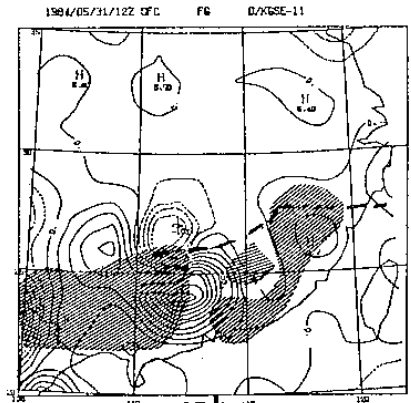


15c

圖15. 同圖 3. 但為1984年05月31日  
(a)03Z 與 (b)06Z; (c)06Z  
溫度(細——)每2℃為間隔  
和水汽(細---)每2g/Kg為  
間隔。

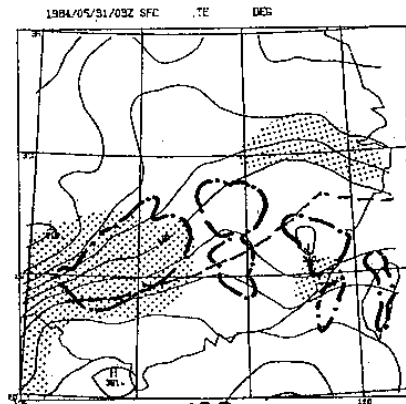


17a

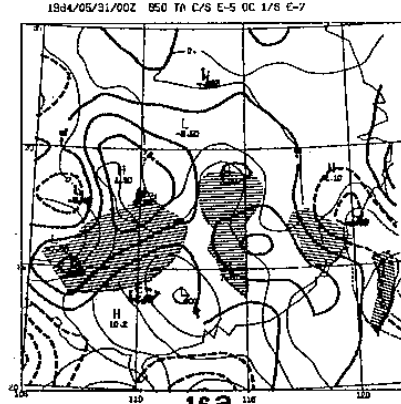


17b

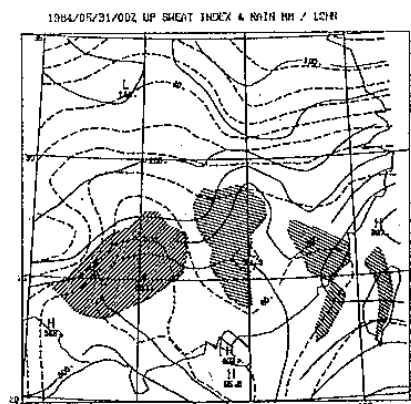
圖17. 同圖 5. 但為1984年05月31日  
(a)06Z 與 (b)12Z。



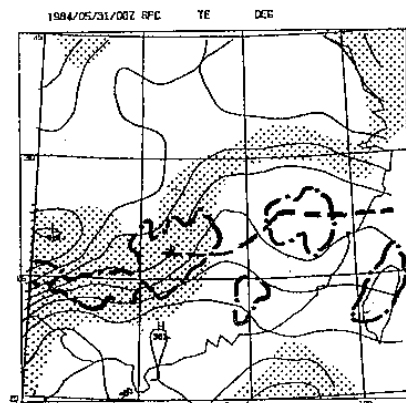
15a



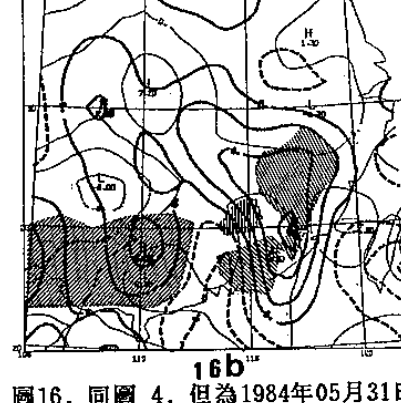
16a



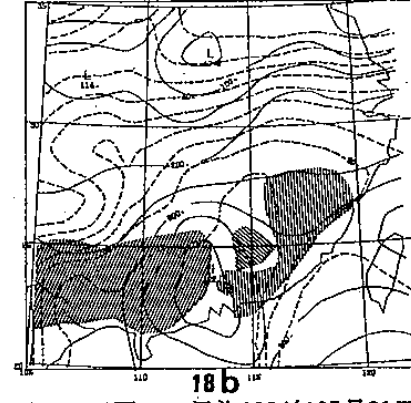
18a



15b



16b



18b

圖16. 同圖 4. 但為1984年05月31日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

圖18. 同圖 6. 但為1984年05月31日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

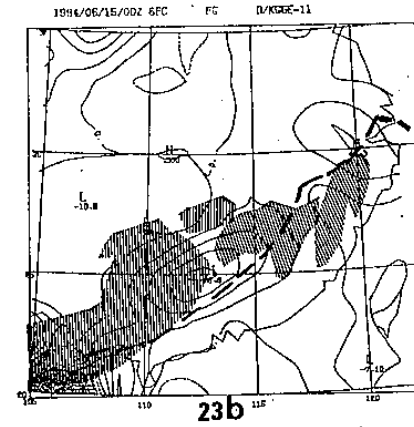
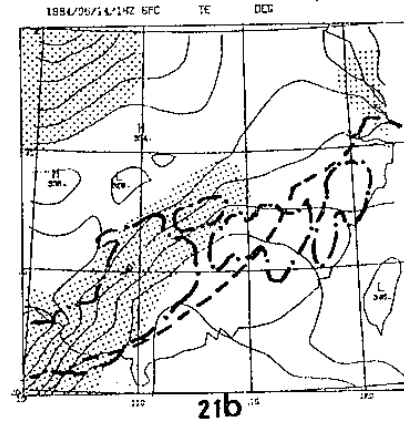
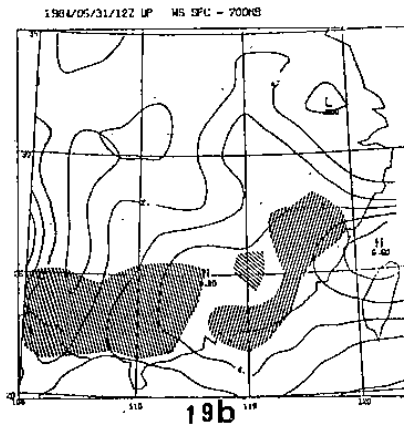
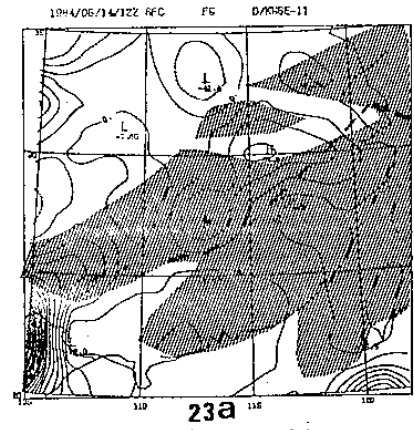
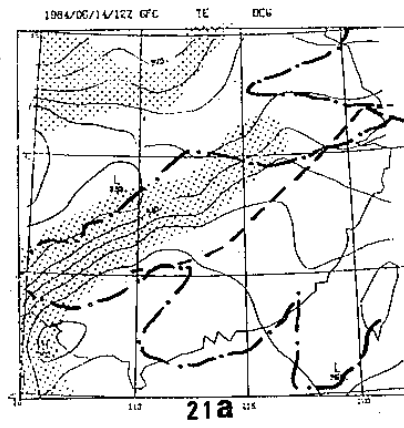
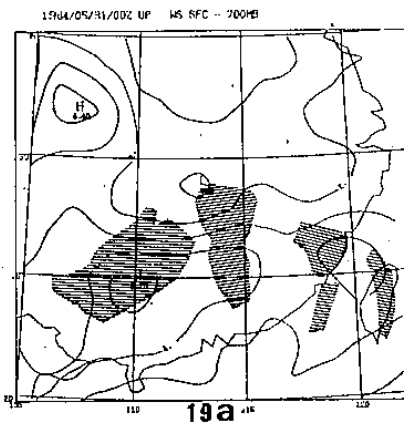


圖19. 同圖 7. 但為1984年05月31日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

圖21. 同圖 3. 但為1984年06月14日  
(a)12Z 與 (b)15日00Z。

圖23. 同圖 5. 但為1984年06月14日  
(a)12Z 與 (b)15日00Z。

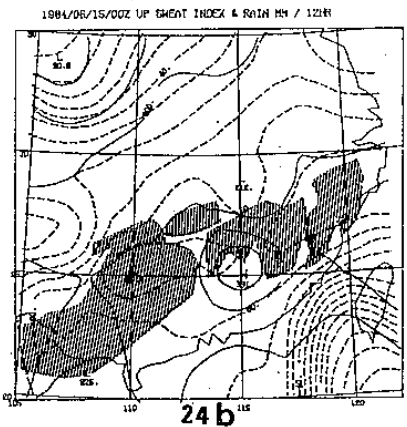
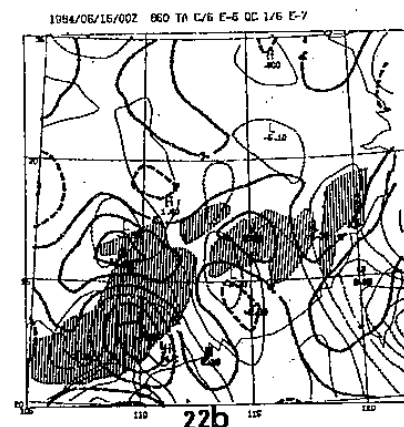
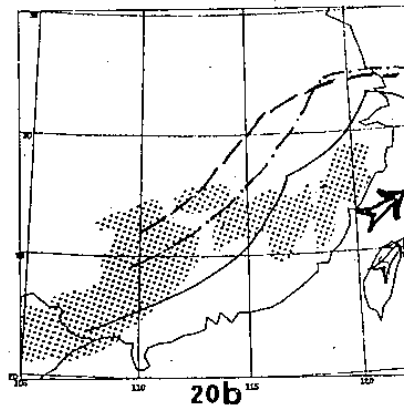
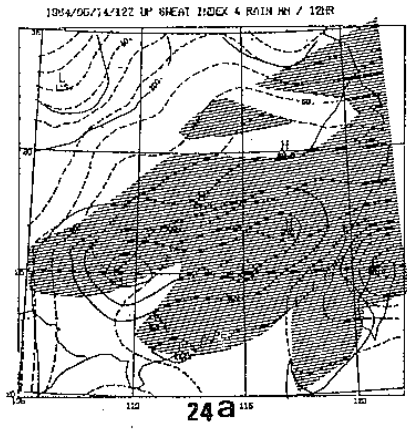
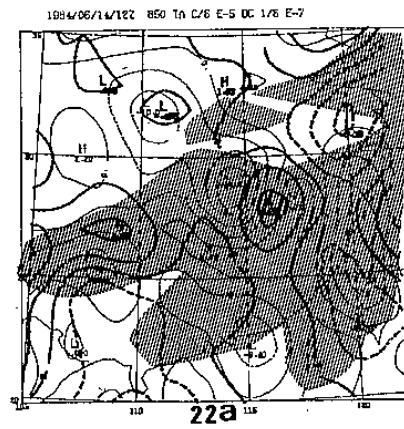
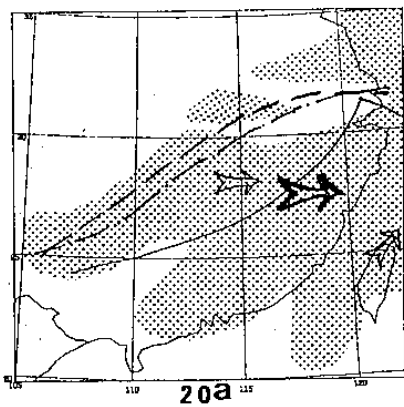


圖20. 同圖 2. 但為1984年06月14日  
(a)12Z 與 (b)15日00Z。

圖22. 同圖 4. 但為1984年06月14日  
(a)12Z 與 (b)15日00Z。

圖24. 同圖 6. 但為1984年06月14日  
(a)12Z 與 (b)15日00Z。

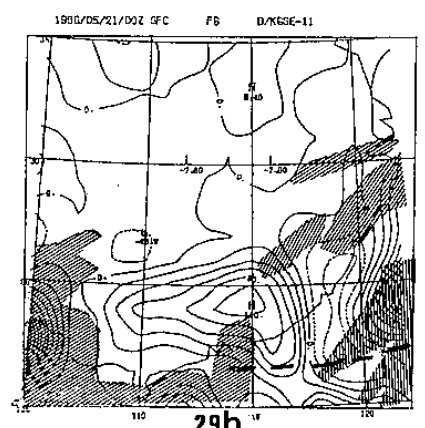
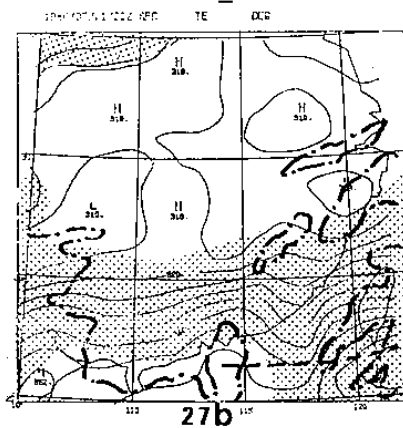
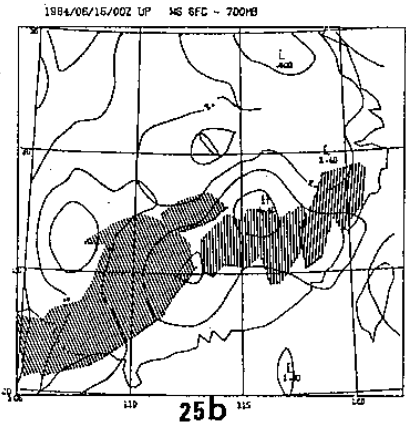
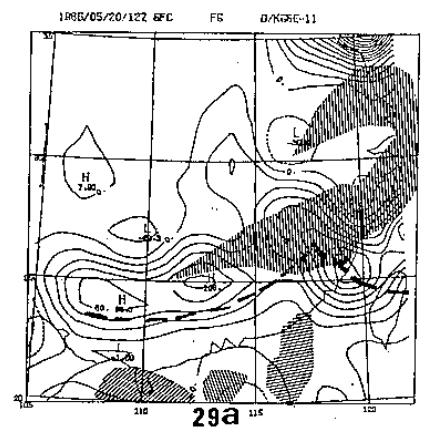
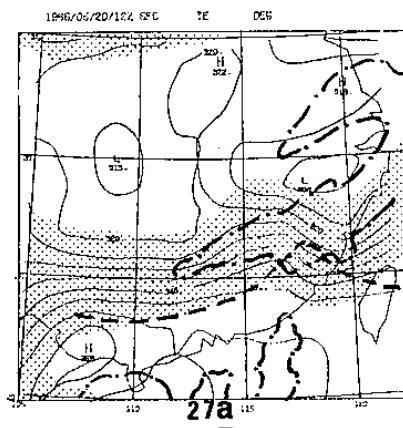
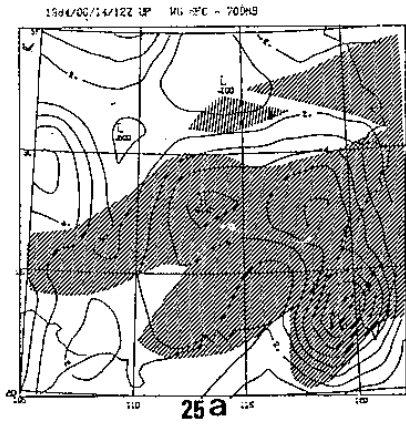


圖25. 同圖 7. 但為1984年06月14日  
(a)12Z 與 (b)15日00Z。

圖27. 同圖 3. 但為1986年05月20日  
(a)12Z 與 (b)21日00Z。

圖29. 同圖 5. 但為1986年05月20日  
(a)12Z 與 (b)21日00Z。

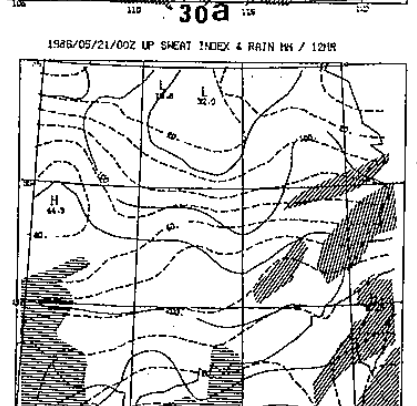
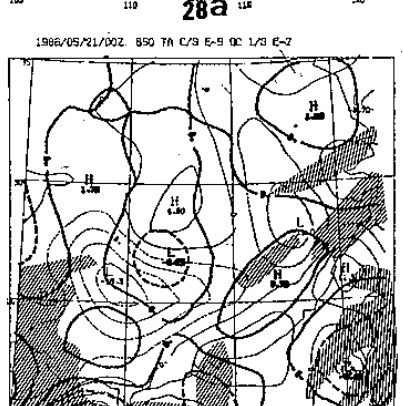
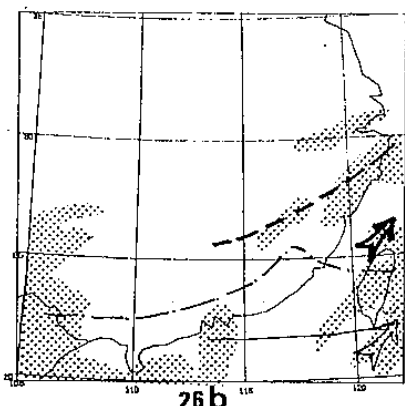
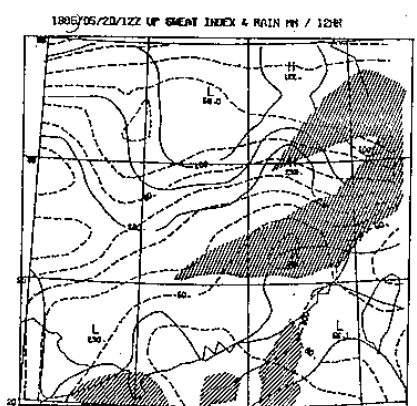
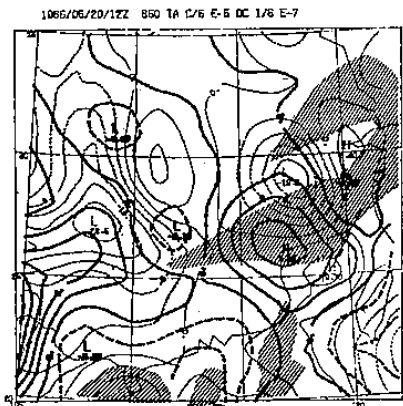
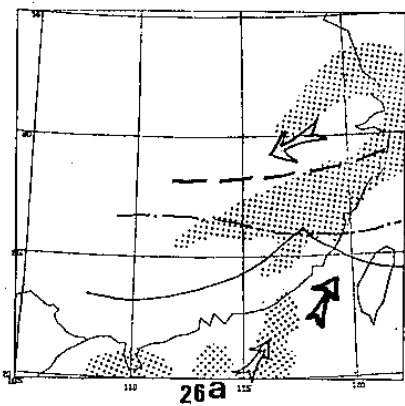


圖26. 同圖 2. 但為1986年05月20日  
(a)12Z 與 (b)21日00Z。

圖28. 同圖 4. 但為1986年05月20日  
(a)12Z 與 (b)21日00Z。

圖30. 同圖 6. 但為1986年05月20日  
(a)12Z 與 (b)21日00Z。

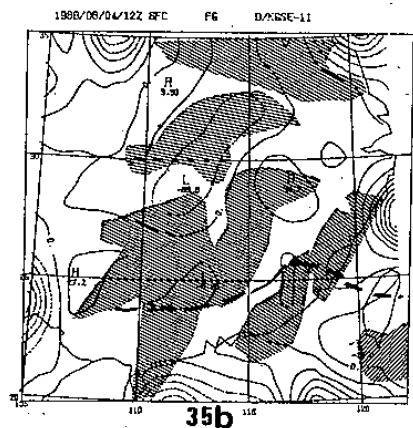
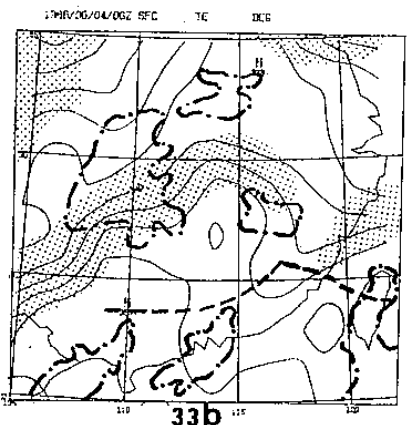
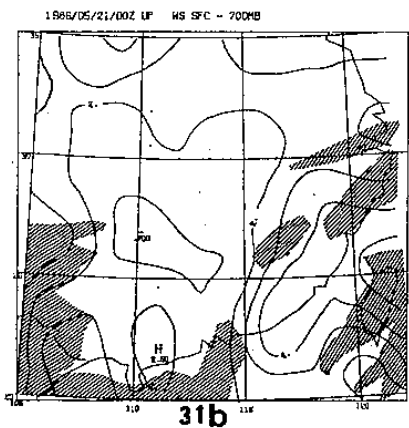
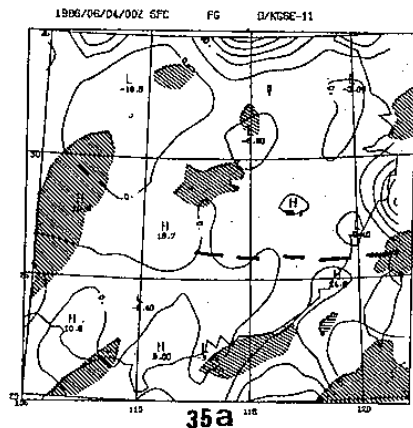
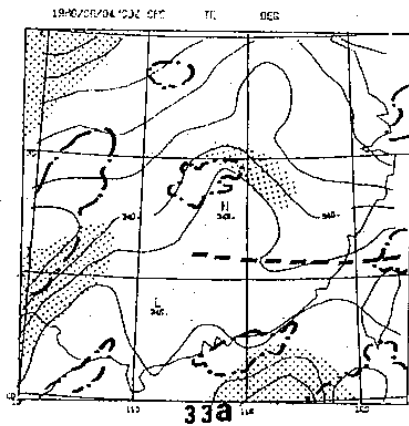
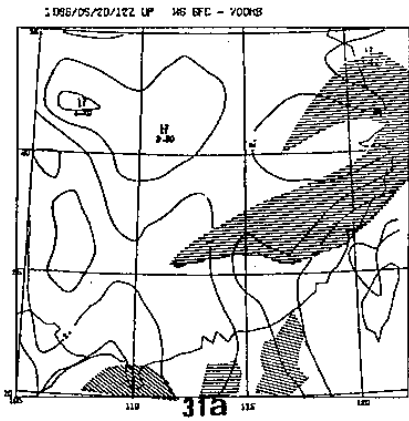


圖31. 同圖 7. 但為1986年05月20日  
(a)12Z 與 (b)21日00Z。

圖33. 同圖 3. 但為1986年06月04日  
(a)00Z 與 (b)06Z。

圖35. 同圖 5. 但為1986年06月04日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

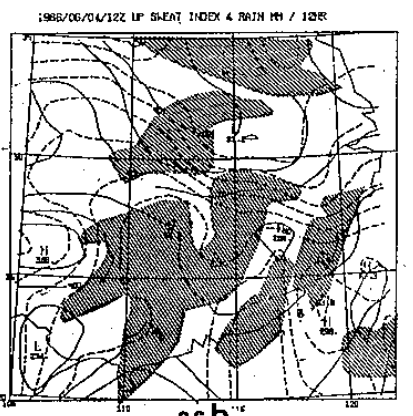
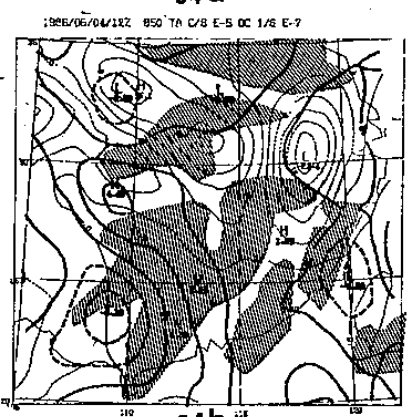
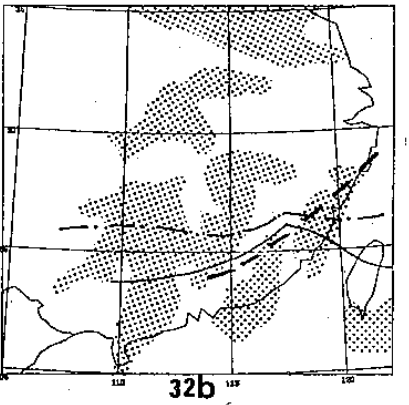
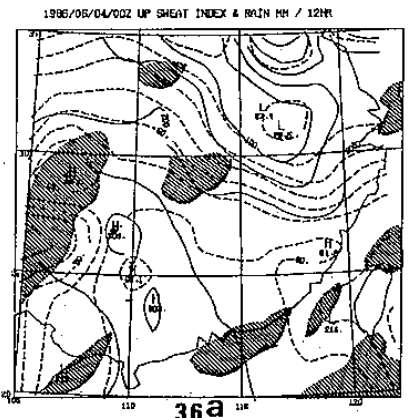
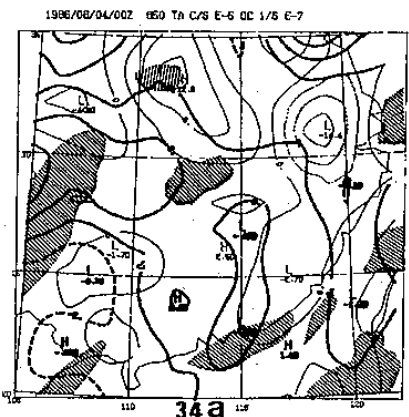
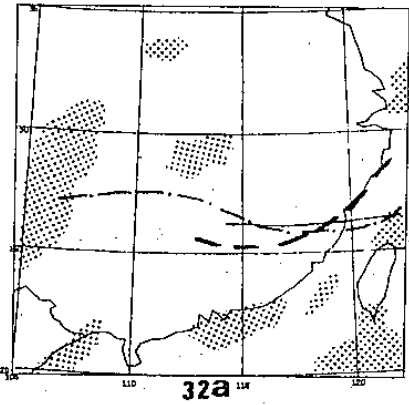
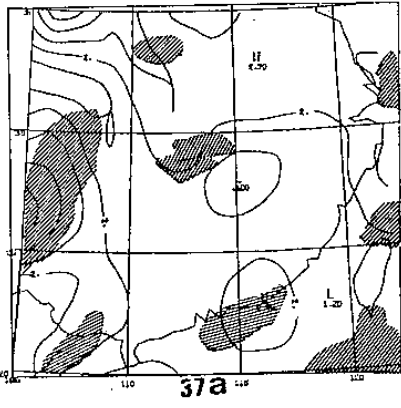


圖32. 同圖 2. 但為1986年06月04日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

圖34. 同圖 4. 但為1986年06月04日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

圖36. 同圖 6. 但為1986年06月04日  
(a)00Z 與 (b)12Z。

1986/06/04/00Z U# HS SFC - 700MB



1986/06/04/12Z U# HS SFC - 700MB

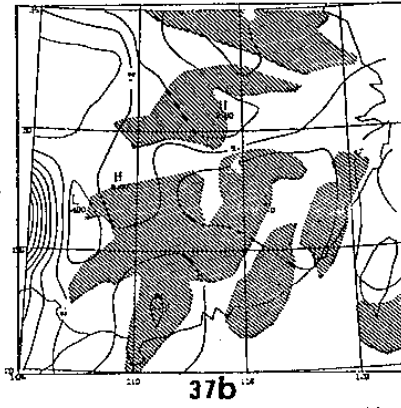


圖37. 同圖 7. 但為1986年06月04日  
(a)00Z 與 (b)12Z。



The Analysis of Low-Level Environmental Condition  
Associated with Mesoscale Convective Systems in SE China

Chang-Min Chu      Ching-Sen Chen

Institute of Atmospheric Physics  
National Central University

ABSTRACT

Several mesoscale convective systems ( $MCS_s$ ) took place in SE China during Mei-Yu season. If the systems moved eastward, it might dump a lot of rain in Taiwan area. Therefore the forecast of the occurrence of  $MCS_s$  is a important work. We will analyze the low level environmental conditions associated with  $MCS_s$  in six cases. They were (1) May 27-28, 1981 case (extensiveness MCS cloud system in SE China and a lot of rainfall in Taiwan area); (2) June 17-18, 1983 case (extensiveness MCS cloud system in SE China, and thunderstorms in Taiwan area); (3) May 31-June 1, 1984s (extensiveness MCS cloud system in SE China, and a lot of rainfall in the evening on June 2 in Taiwan area); (4) June 14-15, 1984 case (extensiveness MCS cloud system in SE China, and small amount of rainfall in Taiwan area); (5) May 20-21, 1986s (no significant cloud system in SE China, but rainfall occurred in northern Taiwan); (6) June 4-5, 1986 case (several  $MCS_s$  cloud system occur in SE china, and a lot of rainfall in Taiwan area). We try to find some relationship between the surface potential temperature field, low level thermal and moisture field, frontogenetic function, low-level wind shear and other thermal and kinematic field to the occurrence of  $MCS_s$ .