

# 豪雨與非地轉風之關係

胡志文

氣象聯隊

## 摘要

本文利用一個颱風由臺灣南方接近臺灣，而臺灣北部豪雨的個案，研究豪雨發生前後非地轉風的變化情形。研究結果顯示在豪雨發生前一日及當日，非地轉風的值較其它時間為大，顯示非地轉風與豪雨之間的關係非常密切。

## 一、前言

近年來由於建築技術的進步，由天氣變化所造成的天災已大為減少，至今仍會對臺灣地區造成嚴重災害的首推颱風，再來就是豪雨。豪雨的形成機制仍無定論，本篇將研討豪雨發生前後非地轉風 (Ageostrophic Wind) 的變化情形。俞家忠 (1986) 研究梅雨期間非地轉風與豪雨之關係發現：在華南及臺灣地區若有較大的非地轉風出現對臺灣地區惡劣天氣的發生，特別對豪雨的形成關係極為密切。

俞 (1986) 的研究中將非地轉風分為三個分量；分別是等壓非地轉風、平流非地轉風及對流非地轉風。其中又以等壓非地轉風與臺灣地區豪雨之關係較為密切。將非地轉風分為三個分量分別討論的尚有 Keyser & Johnson (1986)，他們用以研究高層噴射氣流中非絕熱增溫作用對非地轉環流的影響。本篇中未採用此法，只討論非地轉風全量與豪雨之間的關係。

## 二、理論依據及分析方法

本篇中用兩種方式研究非地轉風與豪雨的關係；一是利用電子計算機，二是用實隔天氣圖上求取非地轉風。茲將兩種方式分述如下：

方式一是將不規則的測站觀測值利用 Gandin 的最佳內插法 (optimum interpolation method) (Gandin, 1963; Belousou 等, 1968) 內插到規

則的網格點上，所採用的網格為經緯度網格，即每一經緯度為一個點。其後再用網格點上的資料進一步求取非地轉風場。為求進一步比較，也求得網格點上的垂直速度場。非地轉風求法先用高度場求得重力位  $\Phi = gz$ ，再利用地轉風方程求得地轉風 ( $\vec{V}_g$ )，非地轉風 ( $\vec{V}_{ag}$ ) 可經由下式求得：

$$\vec{V}_{ag} = \vec{V} - \vec{V}_g \dots\dots\dots(1)$$

其中  $\vec{V}$  為實際風。

垂直速度場也用兩種方法求取，一是用 (1979) 的  $\omega$  方程：

$$\nabla^2 (\sigma \omega) + f_0^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} = f_0 \frac{\partial}{\partial p} \left[ \vec{V}_g \cdot \nabla (\zeta_g + f) \right] + \nabla^2 \left[ \vec{V}_g \cdot \nabla \left( \frac{\partial \Phi}{\partial p} \right) \right] \dots(2)$$

(2)式中  $\sigma$  為靜力穩定度， $f_0$  是平均柯氏參數， $f$  為柯氏參數， $\zeta_g = \partial v_g / \partial x + \partial u_g / \partial y$  為相對渦旋度 (relative vorticity)。解(2)式用 Liebmann 的過弛緩法 (over-relaxation method) 其中過弛緩因子 (over-relaxation factor) 為 1.4 (Thompson, 1961; Haltiner & Williams, 1980)。

方法二用連續方程由地面積分得到

$$\omega_k = \omega_{k-1} + \frac{D_k + D_{k-1}}{2} (P_{k-1} + P_k) \dots(3)$$

其中  $D_k = (\partial u / \partial x + \partial v / \partial y)$  為第  $k$  層之輻散度。

在計算垂直速度時均假設大氣上、下邊界的垂直速度為零，詳細推導及方法請參閱胡志文(1986)。

方法二用俞家忠(1986)研究中所採用的方法；用實際天氣圖分析的結果經用地轉風標尺求得地轉風，再用實際風減去地轉風就得到非地轉風。

### 三、綜觀天氣概述

本文研究之個案時間由76年10月22日0000 UTC (Universal Time Coordinate) 到10月26日1200 UTC 研究期間有琳恩(Lynn)颱風由菲律賓東方海面逐漸向西北西移向臺灣，最後在臺灣南部海面消失，颱風移動位置如圖一(25日1200 UTC 到26日1200 UTC 琳恩位於同一位置)。琳恩在研究初期為中型強烈颱風，23日0000 UTC 轉為中型中度颱風，26日0000 UTC 轉為中型輕度颱風，0300 UTC 轉成小型輕度颱風，26日2100 UTC 轉為熱帶低壓。此颱風在10月25日造成大臺北地區豪雨成災損失不貲。本文著眼於颱風逐日接近臺灣南部，臺灣受颱風環流影響，臺灣北部豪雨成災的情況下，研究豪雨前後非地轉風的變化情形。

圖二分別是22日0000UTC 到26日1200UTC之IR衛星雲圖。由圖二中可看出琳恩的雲區由23日1200 UTC 開始覆蓋在臺灣上空，於25日0000 UTC 雲層變小。

### 四、分析結果與討論

圖三到圖十二分別是22日0000 UTC 到26日1200 UTC 850 及 700 HPA (HPA=mb) 經客觀分析後所得之風場及高度場。圖中實線為高度場單位為 GPM, 850 HPA之等高線每隔 30 GPM, 700HPA 每隔 60GPM 繪一條。風場中短線段表風速每秒五公尺，長線段表每秒十公尺，三角旗每秒五十公尺，850 HPA上之鋒面是地面鋒面，又號(×)是颱風所在位置。由850 HPA 之風場可看出風速由22日1200 UTC 起開始增大到26日0000 UTC 減弱，地面鋒面由23日1200 UTC 出現持續到26日1200 UTC，此點與衛星雲圖相配合。圖十三到圖二十二分別為22日0000 UTC到26日1200 UTC 850HPA 的垂直運動圖，

圖(a)為準地轉  $\omega$  方程(2)式求得之垂直速度場 ( $\omega_q$ )。 (b)為運動學法(3)式求得之垂直速度場 ( $\omega_k$ )。各圖中實線為上升運動區，虛線為下沉運動區；等值線間隔 0.001 HPA/sec。由  $\omega_k$  的圖中看出除26日1200 UTC 外臺灣北部皆處於正區，其值由23日1200 UTC 增強到24日1200 UTC 增至最大而後減弱。由  $\omega_q$  圖中可看出由23日1200 UTC 到25日1200 UTC 臺灣北部皆處於上升運動區。其中又以24日之垂直速度較大。

圖二十三到圖三十二分別是22日0000 UTC 到26日1200 UTC 850 HPA 用客觀分析結果再加以計算而得到的非地轉風場。圖中風場之表示同圖三，實線為等風速線，等值線間隔每秒五公尺。由非地轉風場可看出，臺灣北方之風場自24日0000 UTC 增強，到26日0000 UTC 減弱，其中以25日1200 UTC 之值最大，而24日1200 UTC 次之。由非地轉風的變化亦可知道24日，25日的值較大。

表一為利用俞家忠(1986)所得之方法從實際分析圖中所獲得850 HPA 的非地轉風，此非地轉風之計算著眼於北緯25度。由表中之值可看出非地轉自22日1200 UTC 間始增強，24日1200 UTC 達最大值後開始減弱。

綜合經電算機計算而實際分析所得的非地轉風場可看出24日25日之非地轉風值皆較其它時段為大。

### 五、結 論

由上節討論可知在10月24日及25日中臺灣北方及北部，不論垂直速度場，計算機計算所得及實際天氣圖分析後所得的非地轉風場皆較其它三日為大。因而在此可得一個簡單的結論：在臺灣受颱風環流影響，而颱風由臺灣南部接近臺灣之條件下，臺灣北部之非地轉風增強時，臺灣北部有發生豪雨之可能。

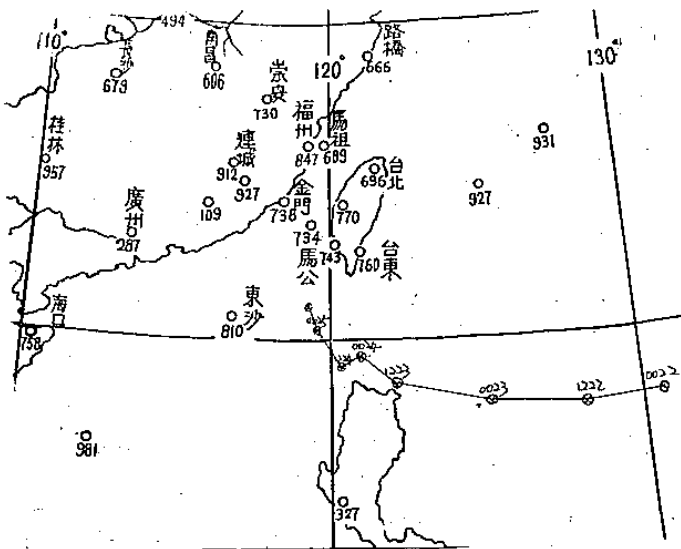
### 誌 謝

感謝中央大學大氣物理系林松錦老師協助選定題目。感謝空軍氣象聯隊氣象中心提供資料，中央大學大氣物理系微電腦中心提供電子計算機及繪圖程式的協助。最後感謝二天中長官的賞識及同志的協助，使本文得以順利的完成。

## 參考文獻

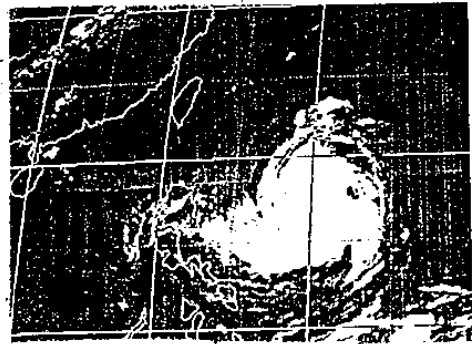
- 俞家忠, 1986: 梅雨期間地轉偏差風與臺灣地區豪雨之初步研究。華岡氣象, 9, 28-39。
- 胡志文, 1986: Q向量在診斷分析上之應用。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。96 pp。
- Belovsov, S. L., L. S. Gandin, and S. A. Mashkovich, 1968: Computer processing of meteorological data. 210pp. Translated from Russian, 1971.
- Keyser, D. A. and D. R.; Johnson, 1984: Effects of diabatic heating on the Ageostrophic Circulation of An Upper Troposphere Jet Streak. Mon. Wea. Rev., 112, 1709-1724.
- Haltiner, G. J. and R. T. Williams, 1980: Numerical Prediction and Dynamic Meteorology. 2nd edition, New York, John and Sons, 477pp.
- Hilton, J. R., 1979: An Introduction to Dynamic Meteorology. 2nd edition, International Geophysical Series, Vol. 23, New York, Academic Press, 391pp.
- Thompson, P. D., 1961: Numerical Weather Analysis and Prediction. New York, Macmillan, 170pp.

## 圖表說明

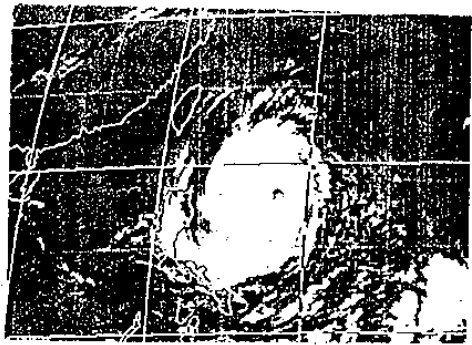


圖一、颱風路徑圖。

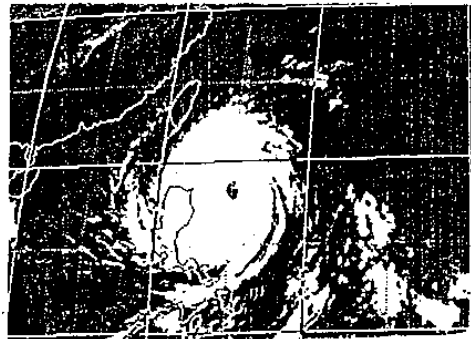
圖二、22日到26日 0000 UTC、及 1200 UTC 之 IR 衛星雲圖。



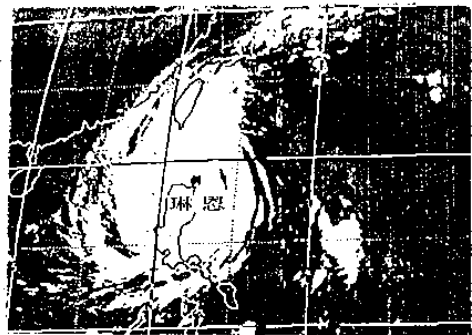
圖二(a)、22日 0000 UTC。



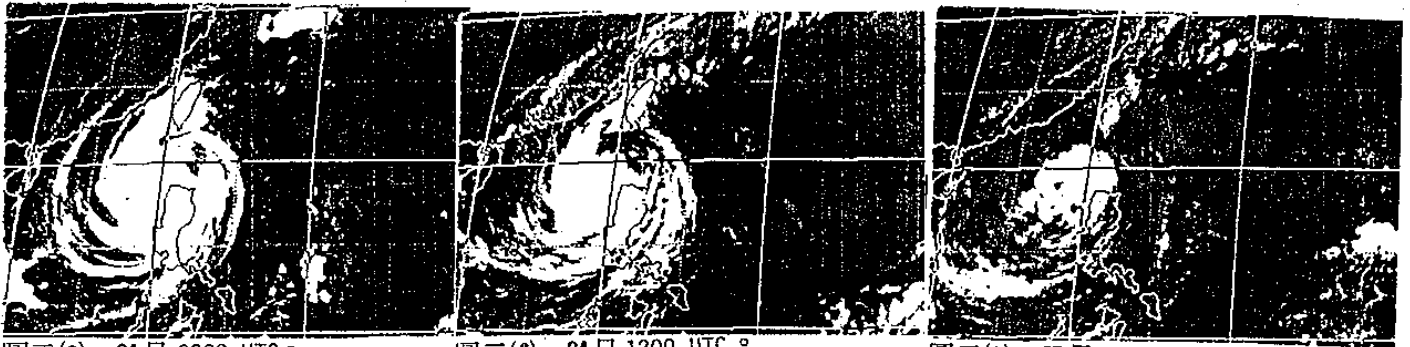
圖二(b)、22日 1200 UTC。



圖二(c)、23日 0000 UTC。



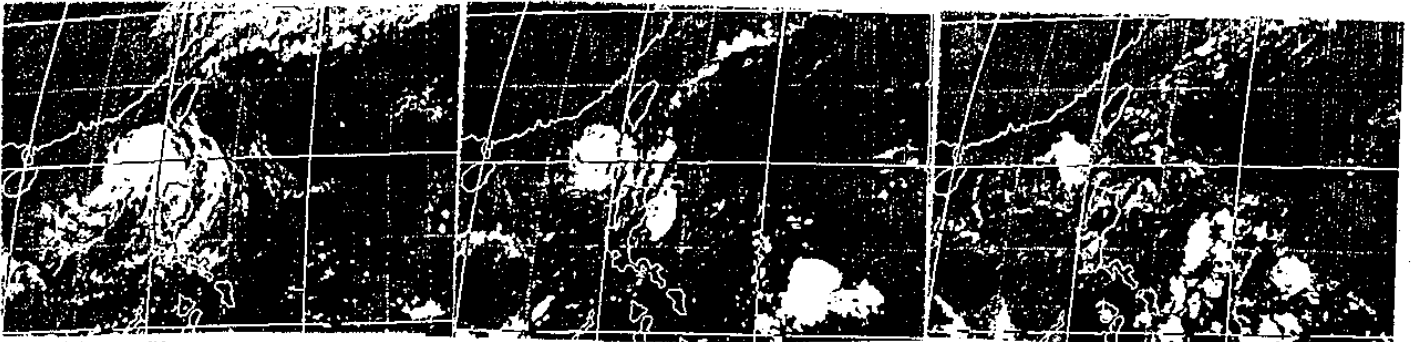
圖二(d)、23日 1200 UTC。



圖二(e)、24日 0000 UTC。

圖二(f)、24日 1200 UTC。

圖二(g)、25日 0000 UTC。

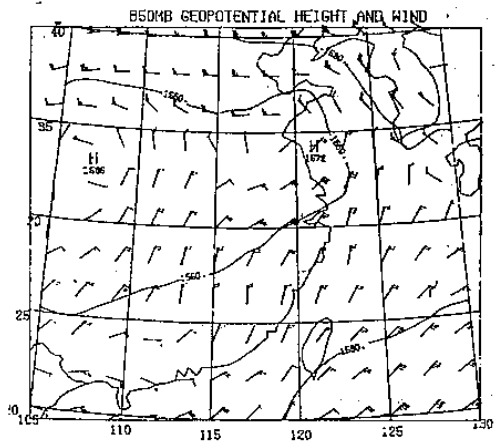


圖二(h)、25日 1200 UTC。

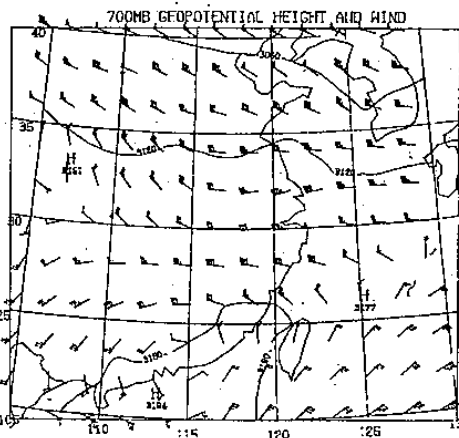
圖二(i)、26日 0000 UTC。

圖二(j)、26日 1200 UTC。

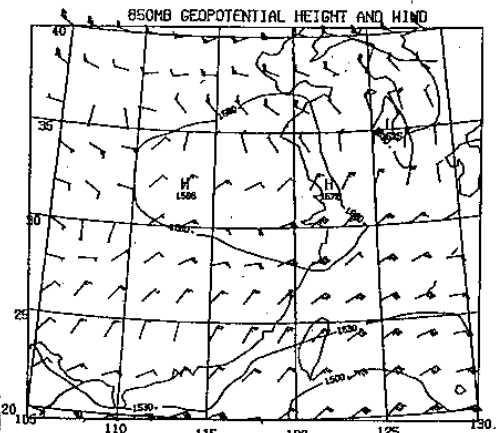
圖三到圖十二分別是22日到26日 0000 及 1200 UTC經客觀分析所得之高度場及風場。各圖(a)為 850 HPA，(b)為 700 HPA。其中風場長線段為 10 m/s，短線段 5 m/s，實線為等值線，850 HPA 每隔 30 GPM 繪一條，700 HPA 隔 60 GPM。850 HPA 圖中叉號為颱風位置，鋒面為地面鋒面。



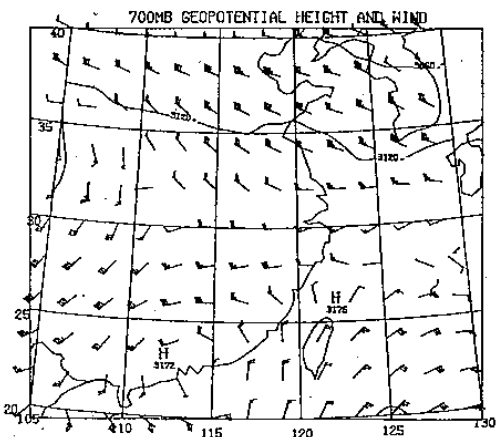
圖三(a)、22日 0000 UTC 850 HPA。



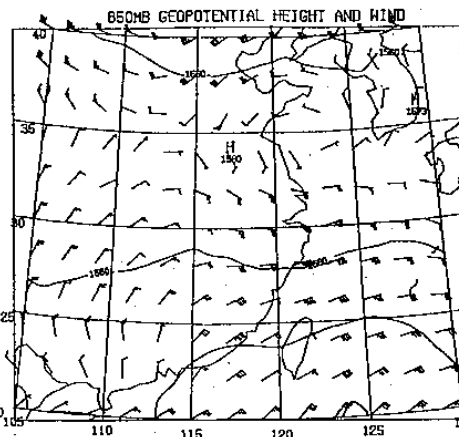
圖三(b)、22日 0000 UTC 700 HPA。



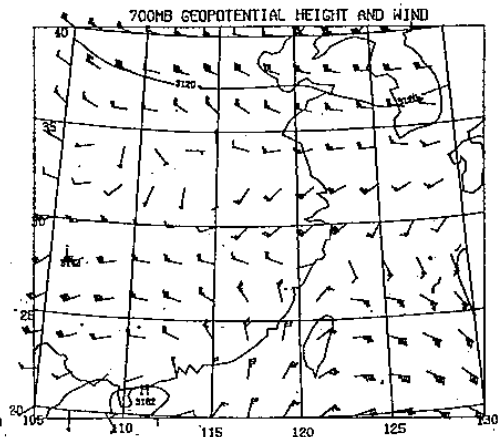
圖四(a)、22日 1200 UTC 850 HPA。



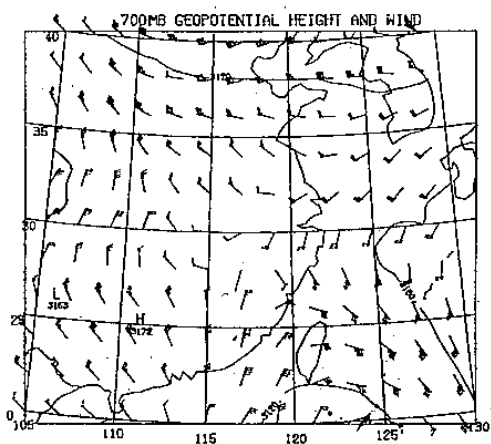
圖四(b)、22日 1200 UTC 850 HPA。



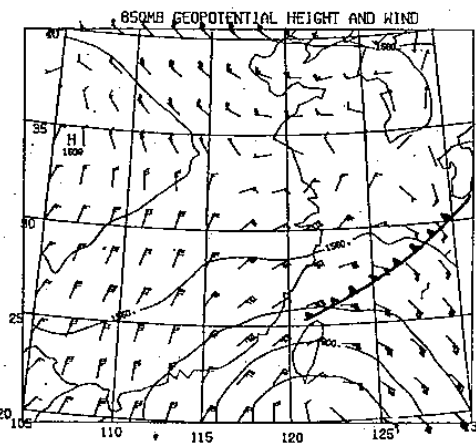
圖五(a)、23日 0000 UTC 850 HPA。



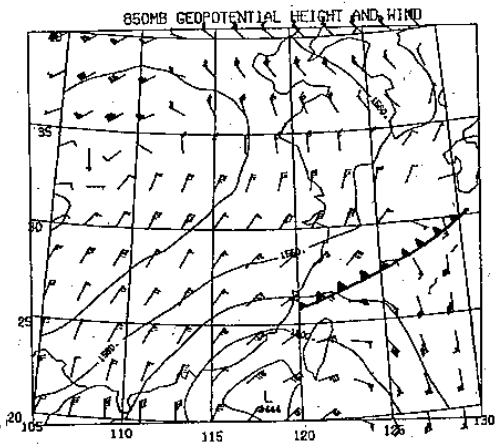
圖五(b)、23日 0000 UTC 700 HPA。



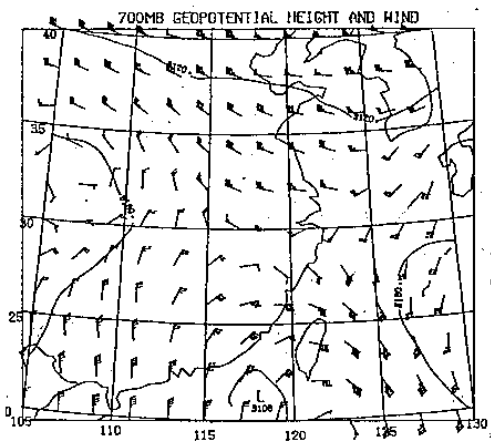
圖六(a)、23日 1200 UTC 850 HPA °



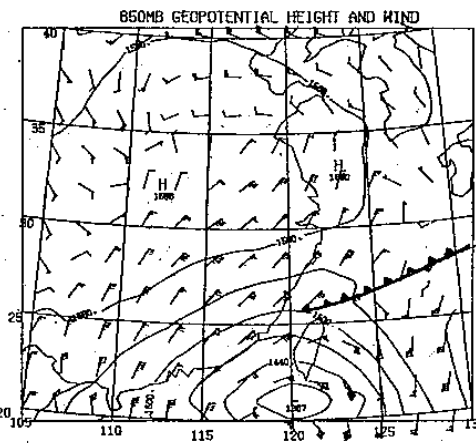
圖六(b)、23日 1200 UTC 700 HPA °



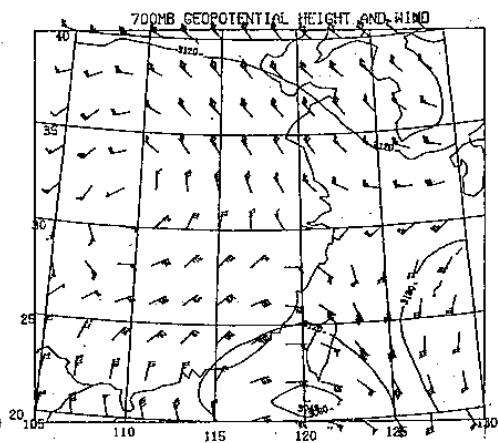
圖七(a)、24日 0000 UTC 850 HPA °



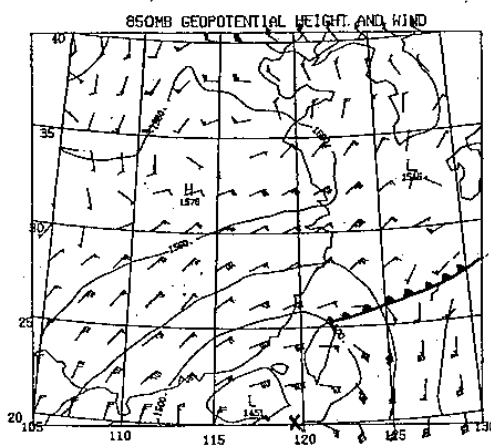
圖七(b)、24日 0000 UTC 700 HPA °



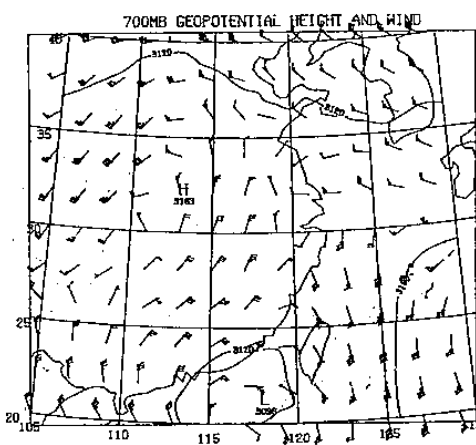
圖八(a)、24日 1200 UTC 850 HPA °



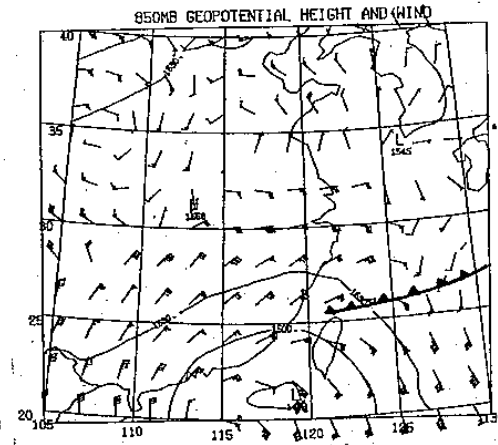
圖八(b)、24日 1200 UTC 700 HPA °



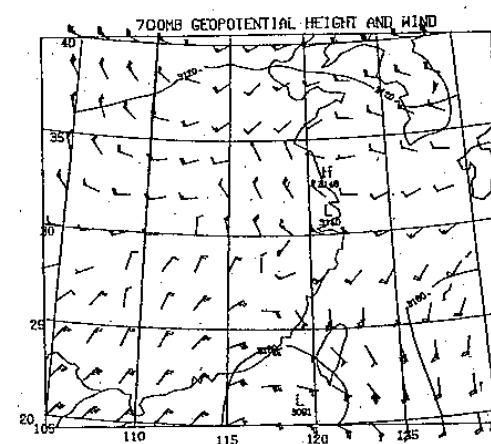
圖九(a)、25日 0000 UTC 850 HPA °



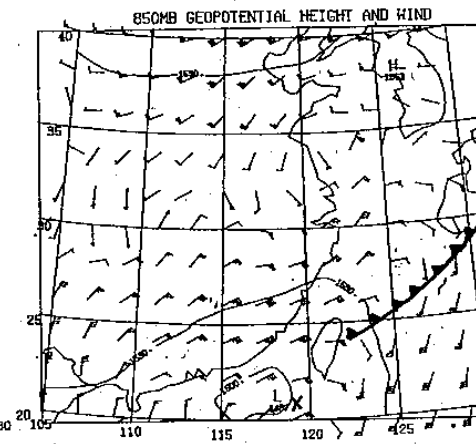
圖九(b)、25日 0000 UTC 700 HPA °



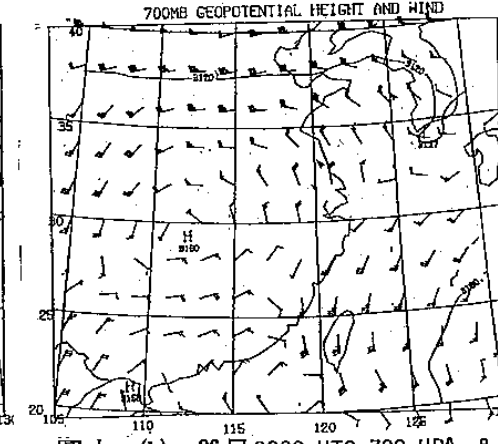
圖十(a)、25日 1200 UTC 850 HPA °



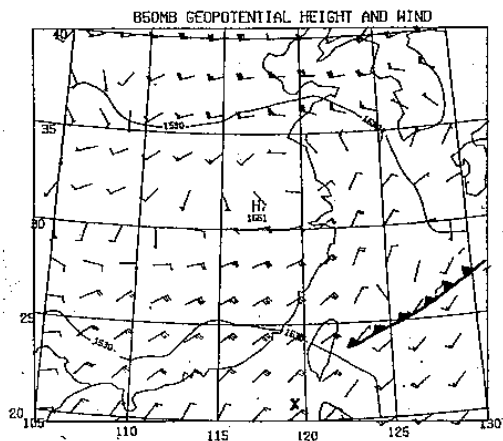
圖十(b)、25日 1200 UTC 700 HPA °



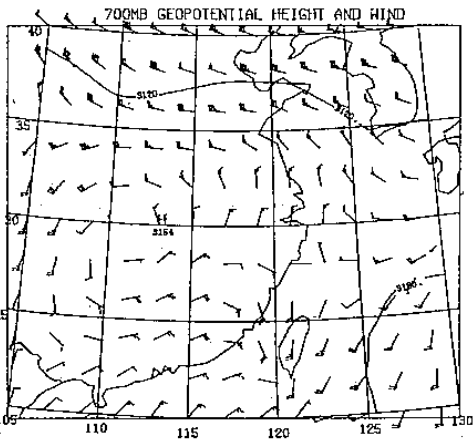
圖十一(a)、26日 0000 UTC 850 HPA °



圖十一(b)、26日 0000 UTC 700 HPA °

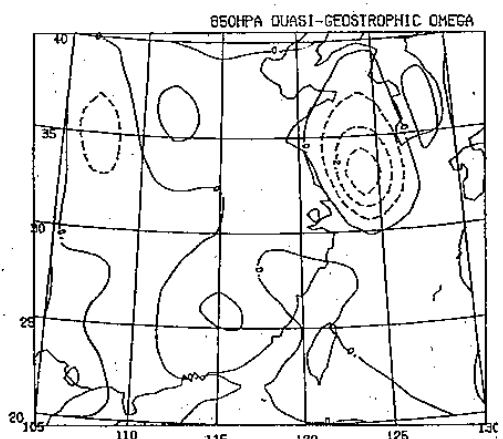


圖十二(a)、26日 1200 UTC 850 HPA °

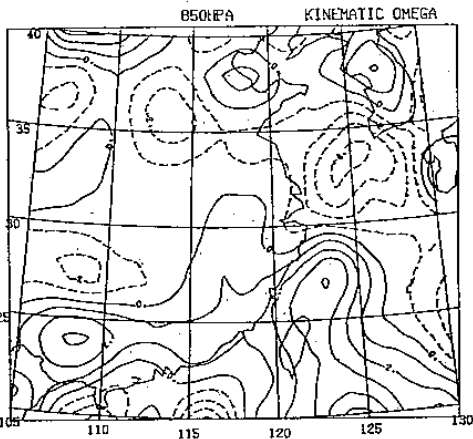


圖十二(b)、26日 1200 UTC 700 HPA °

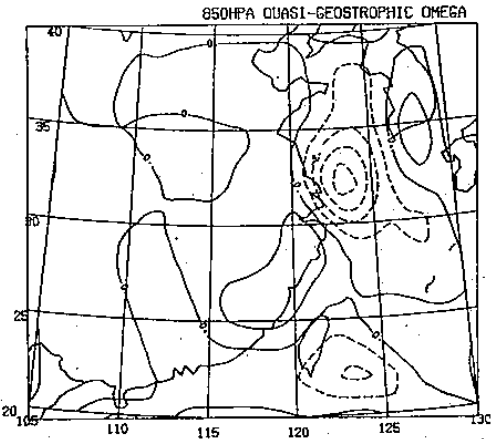
圖十三到圖二十二分別為22日 0000 UTC 到 26日 1200 UTC 850 HPA 之垂直運動場。各圖(a)為 850 HPA、(b)為 700 HPA；實線為上升運動、虛線為下沉運動，等值線間隔  $1.0 \times 10^{-3}$  HPA/Sec °



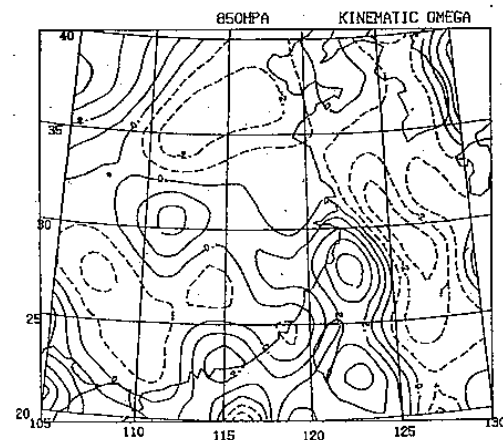
圖十三(a)、22日 0000 UTC  $\omega_q$  °



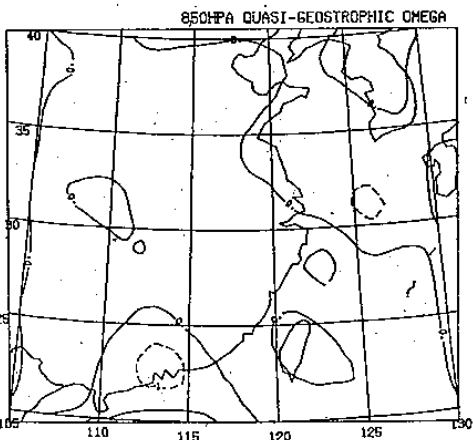
圖十三(b)、22日 0000 UTC  $\omega_k$  °



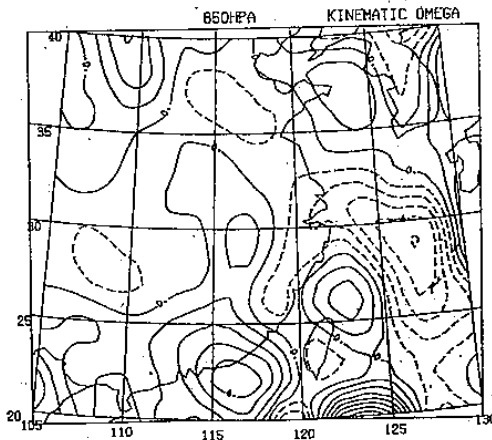
圖十四(a)、22日 1200 UTC  $\omega_q$  °



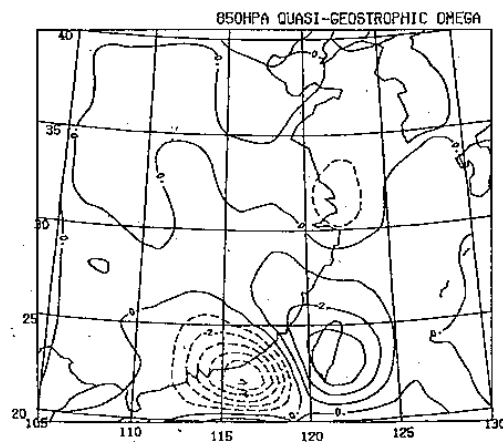
圖十四(b)、22日 1200 UTC  $\omega_k$  °



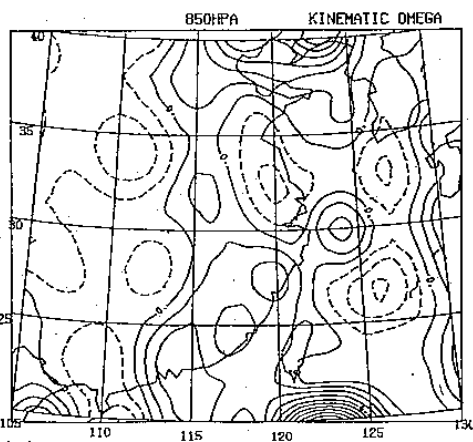
圖十五(a)、23日 0000 UTC  $\omega_q$  °



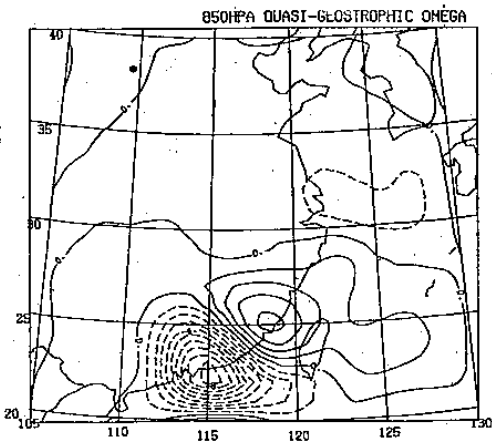
圖十五(b)、23日 0000 UTC  $\omega_k$  °



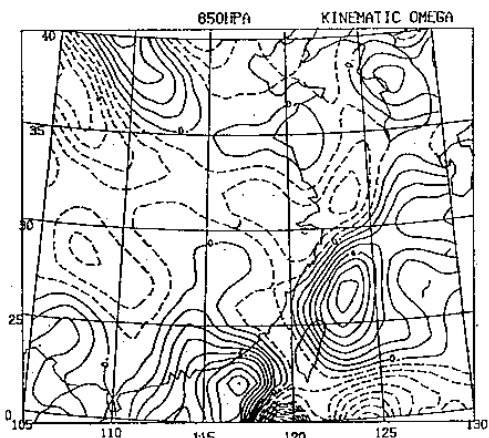
圖十六(a)、23日 1200 UTC  $\omega_q$  °



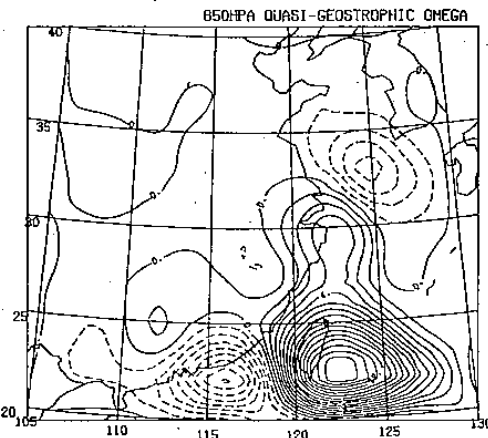
圖十六(b)、23日 1200 UTC  $\omega_k$  °



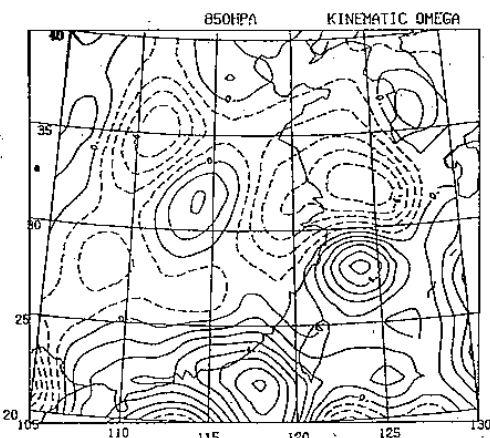
圖十七(a)、24日 0000 UTC  $\omega_q$  °



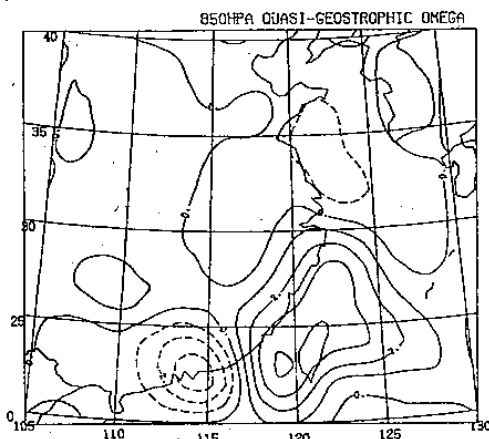
圖十七(b)、24日 0000 UTC  $\omega_k$ 。



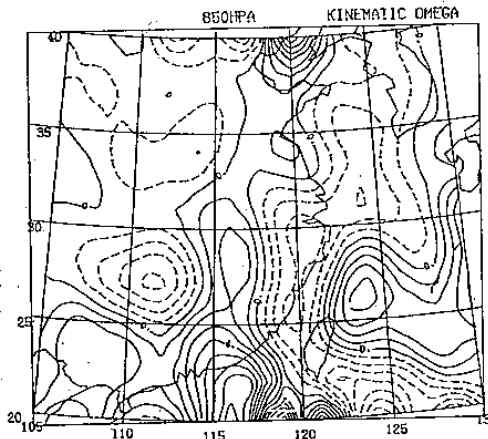
圖十八(a)、24日 1200 UTC  $\omega_q$ 。



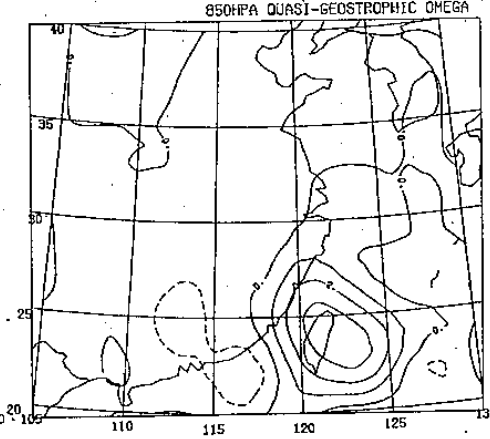
圖十八(b)、24日 1200 UTC  $\omega_k$ 。



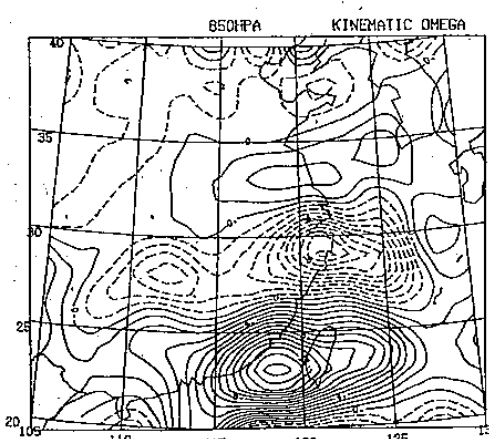
圖十九(a)、25日 0000 UTC  $\omega_q$ 。



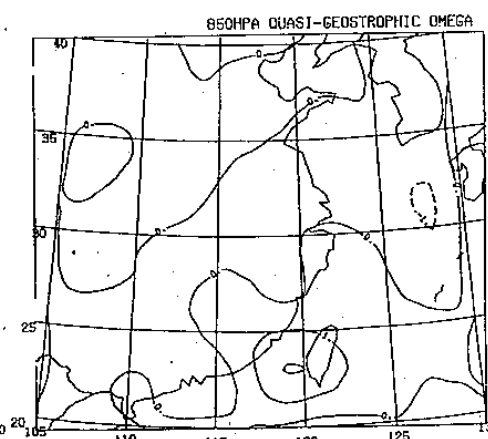
圖十九(b)、25日 0000 UTC  $\omega_k$ 。



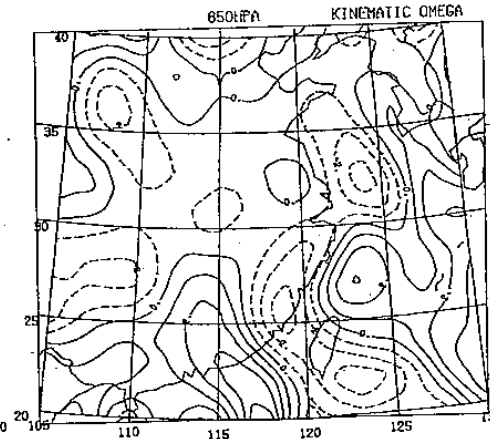
圖二十(a)、25日 1200 UTC  $\omega_q$ 。



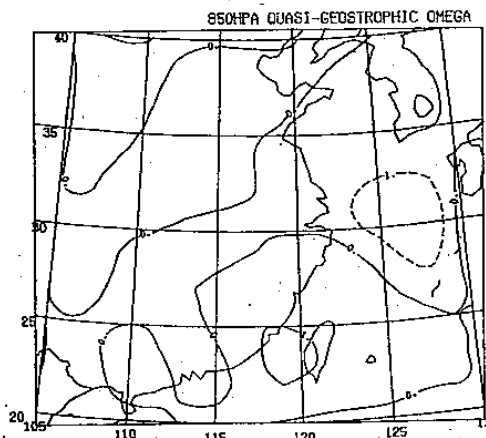
圖二十(b)、25日 1200 UTC  $\omega_k$ 。



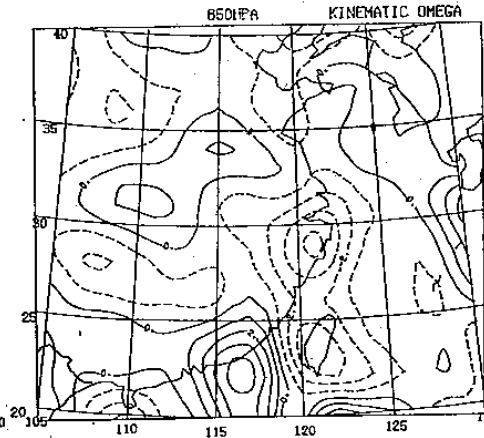
圖二十一(a)、26日 0000 UTC  $\omega_q$ 。



圖二十一(b)、26日 0000 UTC  $\omega_k$ 。

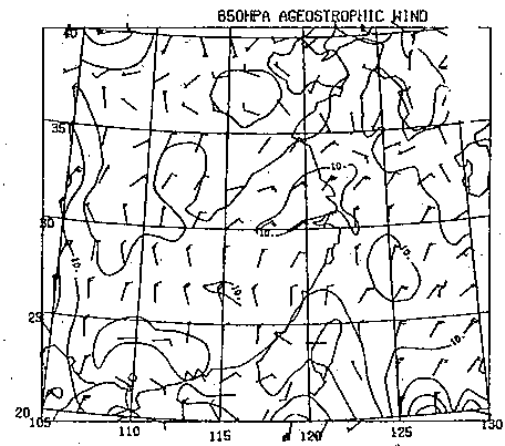


圖二十二(a)、26日 1200 UTC  $\omega_q$ 。

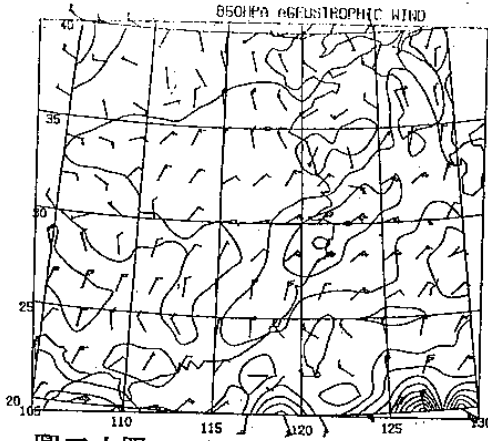


圖二十二(b)、26日 1200 UTC  $\omega_k$ 。

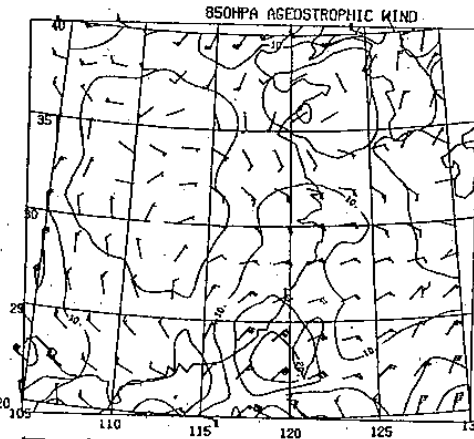
圖二十三到圖三十二分別是22日 0000 UTC到26日 1200 UTC 850 HPA 用客觀分析結果加以計算之非地轉風場。各圖中風場表示同圖三，實線為等風速線，等值線間隔 5 m/s。



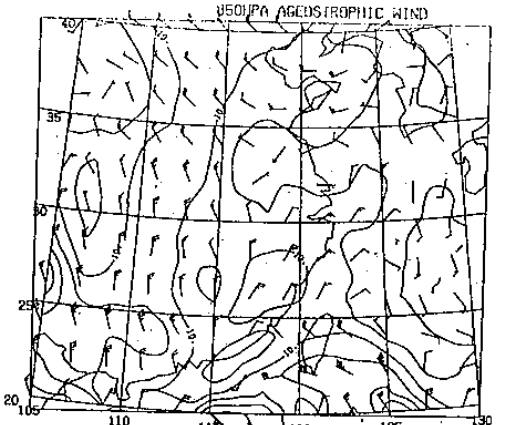
圖二十三、22日 0000 UTC。



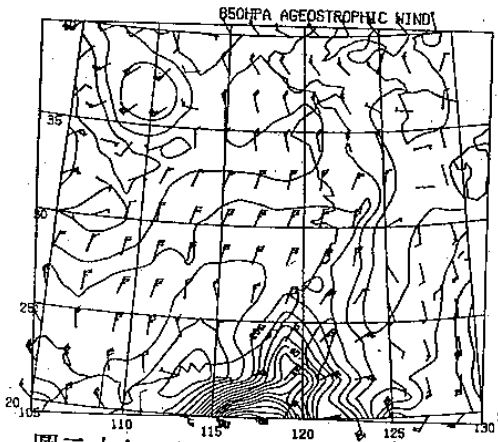
圖二十四、22日 1200 UTC。



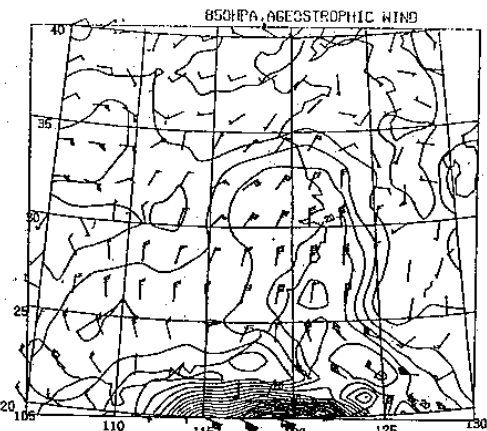
圖二十五、23日 0000 UTC。



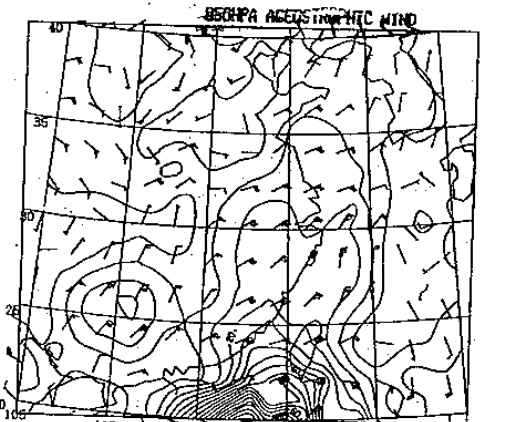
圖二十六、23日 1200 UTC。



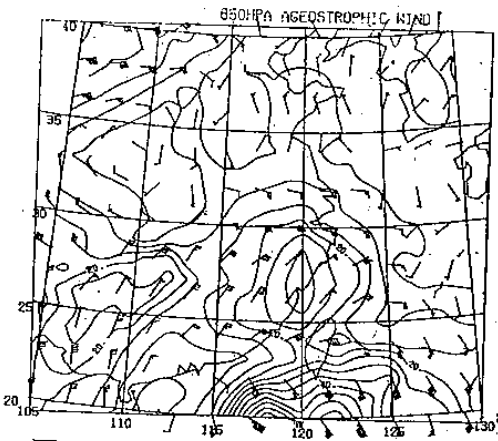
圖二十七、24日 0000 UTC。



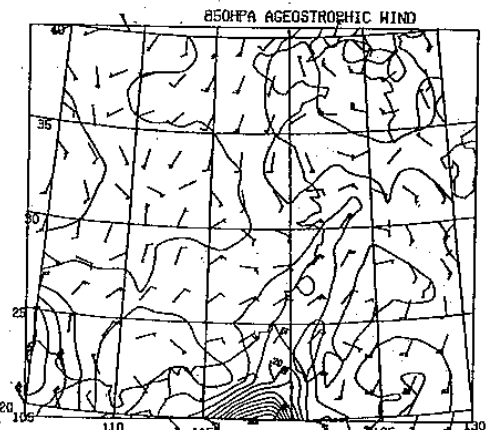
圖二十八、24日 1200 UTC。



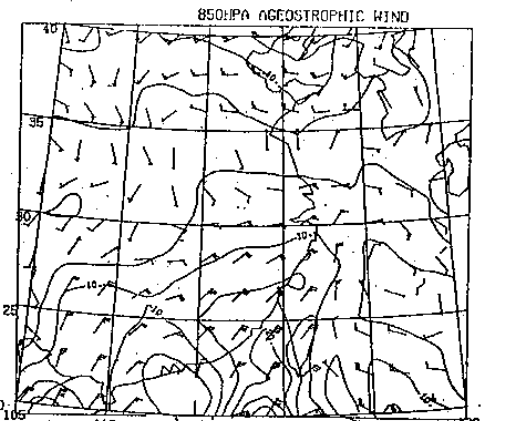
圖二十九、25日 0000 UTC。



圖三十、25日 1200 UTC。



圖三十一、26日 0000 UTC。



圖三十二、26日 1200 UTC。



時 間	850 HPA 非地轉風
76年10月22日 0000 UTC	290/02
76年10月22日 1200 UTC	030/11
76年10月23日 0000 UTC	080/16
76年10月23日 1200 UTC	070/38
76年10月24日 0000 UTC	060/37
76年10月24日 1200 UTC	030/64
76年10月25日 0000 UTC	090/22
76年10月25日 1200 UTC	360/12
76年10月26日 0000 UTC	090/05
76年10月26日 1200 UTC	060/32

表一由實際天氣圖求得之非地轉風

## The relation Between Heavy Rainfall and Ageostrophic Wind

Jyh Wen, Hwu  
Weather Wing C.A.F.

### Abstract

This Study used a Case that typhoon approach Taiwan from the south, the north part of Taiwan has heavy rainfall happened. Under this situation study the relation between rainfall and ageostrophic wind.

Result show the value of ageostrophic wind has increased in the day that heavy rainfall happened and the day before heavy rainfall. This result indicated there existed some relations between heavy rainfall and ageostrophic wind.