

# 台灣中部地區梅雨季豪雨發生之綜觀特徵與中尺度過程探討

何俊儀<sup>1</sup> 陳泰然<sup>1</sup> 王重傑<sup>2</sup>

國立台灣大學大氣科學系<sup>1</sup>

私立景文技術學院環境管理系<sup>2</sup>

## 摘要

本文分析 1993~2002 年 5、6 月間發生於台灣中部地區的 18 個豪雨事件，結果顯示豪雨的起始時間與最大降水主要發生在午後及清晨至早上這兩個時段，顯示局部環流與地表加熱，均與中部地區的豪雨的引發有密切關連。透過合成分析發現中、低層水氣輸送（伴隨上游旺盛西南氣流）與副熱帶高壓脊線的西伸與否，為主要影響中部地區豪雨發生的綜觀條件，南海低壓與大陸高壓則分別在豪雨的發生中，扮演著增加水氣傳送與加強鋒生效應的角色。而中部沿海豪雨的發生，乃因對流系統在移近台灣地區時，受到離岸風在沿海與海峽上之盛行西南氣流交會所造成沿海之局部輻合效應的加強所導致。此種離岸輻合效應，在系統移入前即已存在。在 6 個鋒前豪雨且最大降雨發生在平地的個案中，有 4 個在豪雨起始前，沿海均先有輻合現象的存在，顯示沿海事先存在的輻合現象，在沿海豪雨的發生與分佈，扮演著相當重要的角色。

## 一、前言

每年 5、6 月的春、夏轉換之際，台灣與華南地區正值東亞冬季東北季風與夏季西南季風的轉換期，亦即該區的梅雨季。在這段期間由於受到梅雨鋒面的影響，降水一般皆屬連續性，間或夾帶雷陣雨或豪雨與其他劇烈天氣現象，往往對台灣局部地區造成相當大的災害，導致可觀的財物損失。

陳與張（2002）利用中央氣象局傳統測站及自動雨量站的逐時雨量資料，統計 1991~1996 年 5、6 月間台灣地區中北部三種不同類型豪（大）雨的空間頻率分佈，結果發現，不論是何種類型的豪大雨，在中部山區（雪山山脈附近）及中部沿海一帶均有相當明顯的頻率極大值，且豪雨起始時間大都集中在午後，顯示太陽加熱的重要性。而陳與楊（1988）的統計中並未發現此種中部豪雨頻率的分布，探究其原因應是兩研究所使用的

測站資料密度上的差異所導致。然而中部沿海一帶地形平坦，海拔高度均在 200 公尺以下，此處有如此高的豪雨頻率，顯然並非由一般的地形舉升效應而來。因此，在氣候上可能存在一些其他的有利因素（如海陸風、山谷風等局部環流），使此處有較高的豪雨頻率發生，值得做更進一步的探討，此亦是本研究的動機所在。

## 二、資料與分析

為分析 1993~2002 年 5~6 月中部地區之豪雨事件，依下列標準作個案的選取。選取的範圍如圖 1 之灰色粗框所示，為北緯 23.5°~24.5°N，東經 120°~120.8°E，海拔高度在 500 公尺以下之中部平地地區。此處所採用的豪雨條件與中央氣象局相同，即當日累積雨量大於 130 mm 以上，且時雨量大於 15 mm。此處累積雨量係指豪雨起始時間（選

取範圍內任一測站最早達 10 以上的時間) 24 小時之累積雨量, 統計結果顯示有 18 個案符合選取條件, 隨後並對選取個案依據不同標準進行分類; 如依相對鋒面位置將個案分成鋒前、鋒上、鋒後三類。並利用歐洲中期天氣預報中心 (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts; 簡稱 ECMWF) / TOGA Advanced 格式每 6 小時一筆之全球模式  $1.125^{\circ} \times 1.125^{\circ}$  網格分析資料, 對所選取的個案進行分析與合成。合成結果顯示, 在此 18 個案中有兩種綜觀形勢最有利於中部地區豪雨的形成, 本文就其特徵, 分別稱之為鋒前-南海低壓型 (圖 2) 與鋒上-大陸高壓型 (圖 3), 並分別對此二種綜觀特徵之個案進行篩選與合成, 另外於資料期間, 選取個數相同且具相似綜觀特徵, 但台灣中部並無明顯降水的個案來進行合成, 藉比較兩者間的差異, 以探討有利或不利於中部地區豪雨的綜觀環境條件。另外為探討中部沿海豪雨的成因, 亦對 2002 年 5 月 31 日之豪雨個案作更進一步分析。

在合成分析方面: 圖 2 為鋒前-南海低壓型豪雨合成場 (a) 與非豪雨合成場 (b) 在豪雨發生時 ( $t=0$ ) 之 1000 hPa 綜觀分佈情形。可明顯看出兩者間最主要的差異為副熱帶高壓的相對位置、上游區域西南氣流的旺盛與否及水氣通量之分佈。在豪雨合成場 (a) 中, 副熱帶高壓的位置距離台灣較遠, 南海附近有明顯之水氣輸送, 而非豪雨合成場則顯示副熱帶高壓勢力較接近台灣, 水氣來源主要為副高的回流部分, 相對較為乾燥。若透過水氣輻合場的分析 (圖未示), 可發現此二合成場中之南海低壓其水氣輻合量均有隨時間增加的情形, 顯示其對台灣地區的貢獻, 而在非豪雨合成場中雖有南海低壓存在, 卻無旺盛的西南氣流將暖濕空氣往台灣輸送, 以致無豪雨發生, 而台灣附近上游氣流的方向與強度明顯受到副高西伸與否的影響, 顯示

副熱帶高壓系統對台灣地區豪雨的重要性。而在鋒上-大陸高壓型方面 (圖 3), 綜觀分析亦顯示出與前一類型相同的分析結果。水氣通量的分佈與副熱帶高壓的相對位置亦為主要的差異。透過相當位溫與風場分析 (圖未示), 鋒面附近之風場與相當位溫梯度均有隨時間增加的情形。顯示隨著高壓的移近, 鋒後的北風分量增強, 透過合流效應使鋒生效應增強。

在個案分析方面: 此處選取的個案為 2002 年 5 月 31 日的豪雨事件, 圖 4 為當日的累積雨量分佈圖, 顯示當日最大降雨主要發生在中部沿海, 由於該處地形平坦, 該處的降雨應與地形無關, 應有其他機制存在使沿海有最大降雨發生。此個案屬前段所述之鋒前-南海低壓型, 綜觀環境分佈與之無太大差異。造成當日台灣地區降下豪雨的原因為一源自華南的中尺度對流系統移入所造成 (圖 5), 雷達回波 (圖 6) 分析顯示此對流系統在移近中部沿海時回波有明顯增強的情形。

由降雨起始時間 (0800 LST) 之流線場 (圖 7<a>) 與輻散場 (圖 7<b>) 之分佈情形均可明顯看出在中部沿海一帶都有明顯的輻合現象存在, 透過台灣地區測站風場與 QuikSCAT 海面風場資料分析, 顯示此種輻合現象的產生主要來自於受台灣地形影響之偏南風分量及局部環流 (陸風) 與海峽上之盛行西南風交會而成。此種於系統移入前即已存在的輻合效應, 使得對流系統在沿海增強進而導致 2002 年 5 月 31 日中部沿海地區的豪雨事件。另外, 在所選取的 18 個個案中有 6 個鋒前的個案其當日最大累積雨量發生在中部沿海地區, 而這 6 個個案中有 4 個個案在對流系統移入前, 沿海地區已有輻合現象存在。雖然此 4 個個案輻合發生之機制不盡相同, 但從資料中均可發現到受地形影響的偏南風在輻合效應的產生中皆扮演著重要的角色。

### 三、結論與討論

綜合鋒前-南海低壓型與鋒上-大陸高壓兩種類型之分析結果發現，豪雨發生時，中、低層水氣來源主要為來自熱帶洋面與南海附近源自於孟加拉灣的暖濕西南氣流，此與陳（1987）分析的濕梅月的低層水氣來源結果相符。而非豪雨合成場其中、低層水氣來源主要為副熱帶高壓的回流，副熱帶高壓的西伸與否除了影響水氣來源外，對台灣地區垂直運動的發生亦相當重要。而在鋒前-南海低壓型中，南海低壓其所伴隨的水氣輻合與本身氣旋式環流為台灣地區提供額外的暖濕水氣，大陸高壓則使鋒生效應增強。綜合以上所述，顯示副熱帶高壓的相對位置與中、低層的水氣輸送為決定中部地區豪雨發生與否的主要因素。

而在個案分析方面：透過各項（綜觀、雲圖、雷達、風場）分析顯示造成當日最大累積雨量發生在中部沿海的主要原因為當中尺度對流系統在移近台灣時，受到沿海地區之輻合效應影響，使得系統在該處增強，進而導致沿海地區的豪雨。流線場的分析顯示，造成系統增強之輻合效應為受到台灣地形與局部環流影響之偏南風與海峽之盛行西南風在沿海地區交會的結果。此處若有更高解析度的資料（如都卜勒風場資料）將可對此現象做更進一步的詮釋。但就目前現有的觀測資料來看，只能初步判別出有無此種輻合效應存在，亦無法對此種輻合作用的形成做更進一步動力上的探討。由於此種現象主要發生在邊界層以下，所以可能亦與近地層的邊界層效應有相當大的關連，如地形、海岸線的曲率、海陸風等（Atkins and Wakimoto 1994）。之後的研究，希望可透過中尺度或邊界層模式來模擬，以期能更深一層探討地形、局部環流對降雨位置、強度的可能影響。

### 誌謝

本研究在國科會計畫編號 NSC 92-2111-M-006 支援下完成。

### 參考文獻

- 王時鼎、鄭俠、徐晉淮及丘台光，1985：五、六月間台灣地區暴雨之環境條件。天氣分析雨欲報研討會論文彙編，中央氣象局，55-77。
- 丘台光與廖學鎰，1984：華南及鄰近地區中尺度對流系統移動之研究。大氣科學，13，121-132。
- 丘台光與劉復誠，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。
- 林松錦與王溫和，1992：梅雨鋒面之鋒生過程。大氣科學，21，63-78。
- 紀水上與陳泰然，1988：中尺度對流複合體環境條件之個案診斷分析：1981 年 5 月 27~28 日個案。大氣科學，16，14-30。
- 陳泰然，1987：台灣乾濕梅雨期之平均環流特徵。大氣科學，15，17-30。
- 陳泰然，1988a：台灣梅雨研究的回顧。科學發展月刊，16，2，239-266。
- 陳泰然，1994：台灣梅雨季之豪雨研究。大氣科學，22，4，455-478。
- 陳泰然與林宗嵩，1997：梅雨季台灣中南部地區豪（大）雨之氣候特徵研究。大氣科學，5，1，35-46。
- 陳泰然與周仲島，1989：大尺度環流剖面結構之年際變化兩梅雨鋒面之活躍度。大氣科學，17，3，223-236。
- 陳泰然與張子琦，2002：梅雨季台灣中北部地區豪（大）雨之氣候特徵研究。大氣科學，30，2，171-186。

陳泰然與楊進賢，1988：台灣梅雨期豪雨分佈的時空特徵。大氣科學，16，151-162。

Akaeda, K., R. Jon, and D. Parsons, 1995: The role of mesoscale and topographically induced circulations in initiating a flash flood observed during the TAMEX project. Mon. Wea. Rev., 123, 1720-1739.

Atkins N. T., and R. M. Wakimoto., 1994: Observations of the sea-breeze front during CaPE. Part II : dual dopler and aircraft analysis. Mon. Wea. Rev., 123, 944-969.

Chen, G. T. J., 1997: An analysis of moisture structure and rainfall for a Mei-yu regime in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Council., 3, 24-32.

Chen, Y.-L., and J. Li, 1995: Large-scale conditions favorable for the development

of heavy rainfall during TAMEX IOP 3. Mon. Wea. Rev., 123, 2978-3002.

Cho, H. R., and G. T. J. Chen, 1995: Mei-Yu frontogenesis.

J. Atmos. Sci., 57, 2041-2060.

Maddox, R. A., 1980: Mesoscale convective complex. Bull. Amer. Meteor. Soc., 61, 1374-1387.

Sun, W. -Y., and J.-D. Chern, 1993: Diurnal variation of lee vortices in Taiwan and the surrounding area. J. Atmos. Sci., 50, 3404-3430.

Yeh, H. -C., G. T. J. Chen, and W. T. Liu, 2002: Kinematic characteristics of a Mei-Yu front detected by the QuikSCAT oceanic winds. Mon. Wea. Rev., 130, 700-711.

Yeh, H.-C., and Y. L. Chen, 2002: The role of offshore convergence on coastal rainfall during TAMEX IOP 3. Mon. Wea. Rev., 130, 2709-2730.

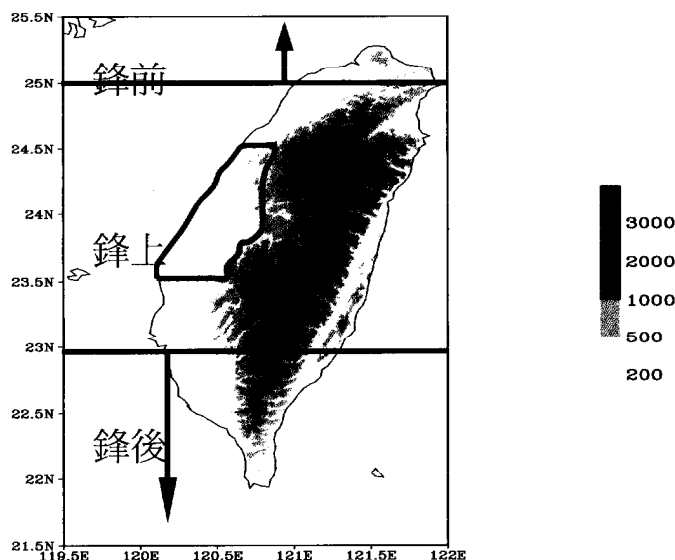


圖 1. 中部平地豪雨個案之選取範圍，與個案相對梅雨鋒面位置的分類標準。地形高度 (m) 以灰階陰影表示，灰色粗框代表豪雨個案的選取範圍，黑色粗線與箭頭則為相對於鋒面的分類標準，25°N 以北為鋒前，23°N 以南為鋒後，兩者之間則為鋒上。

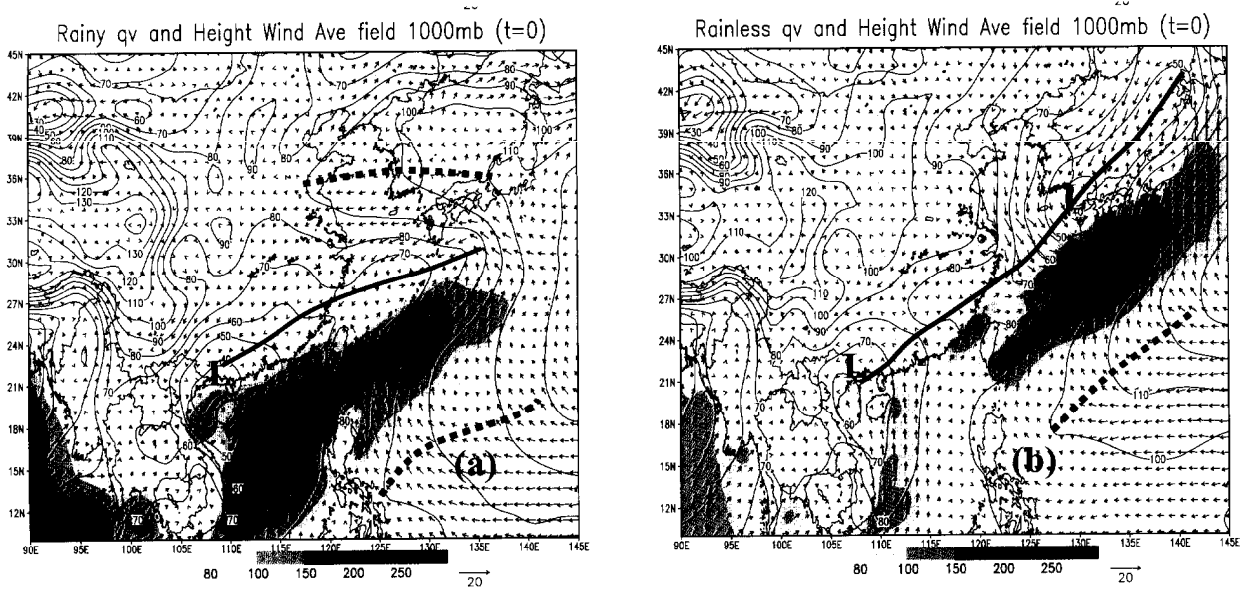


圖 2 鋒前-南海低壓型，豪雨個案在(a)豪雨發生時 (t=0) 與非豪雨 (b) t=0 之個案合成在 1000 hPa 的高度場 (細實線，間距 10gpm)、風場 (箭頭， $ms^{-1}$ ) 及水氣通量場 (陰影， $gkg^{-1}ms^{-1}$ ) 分佈。粗實線為梅雨鋒面，點虛線為副熱帶高壓脊線位置，箭頭長短與風速成比例，參考風標如圖右下所示。陰影表示水氣通量大於  $80 gkg^{-1}ms^{-1}$  的區域，深淺與量值關係如下方灰階表所示。

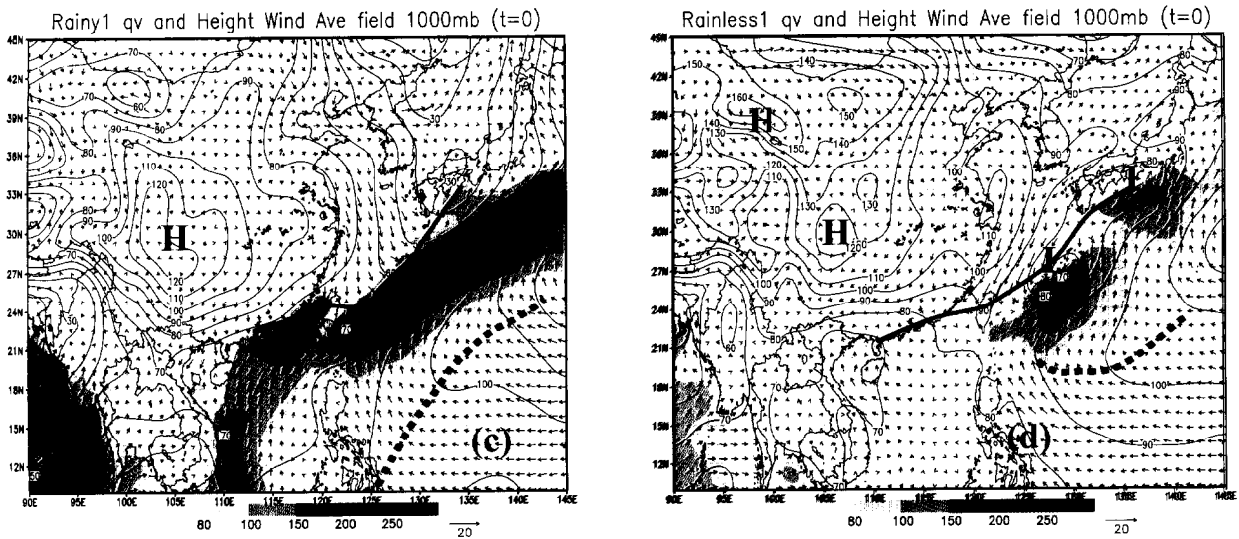


圖 3 同圖 2 但為鋒上-大陸高壓型。

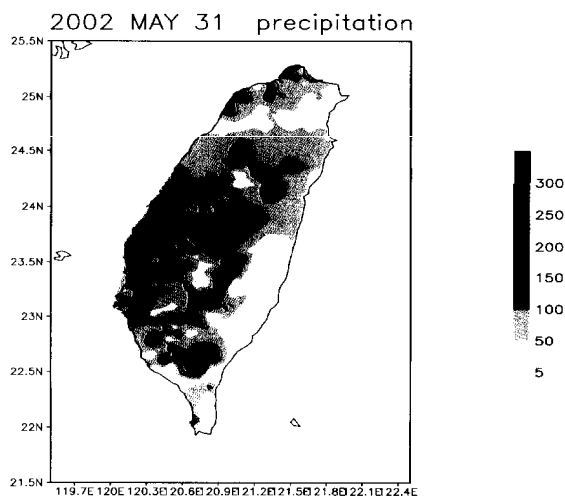


圖 4 2002 年 5 月 31 日之 24 小時累積雨量圖

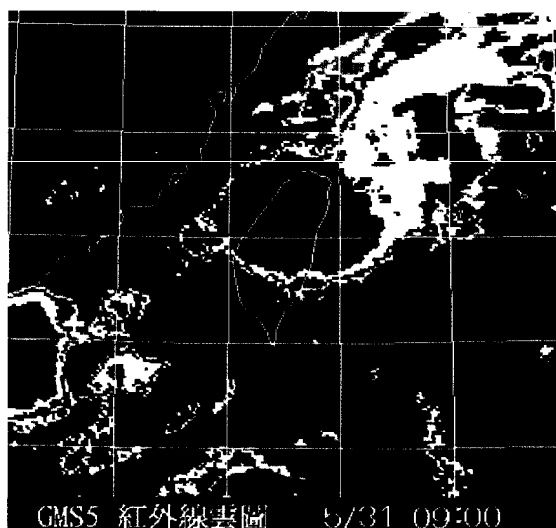
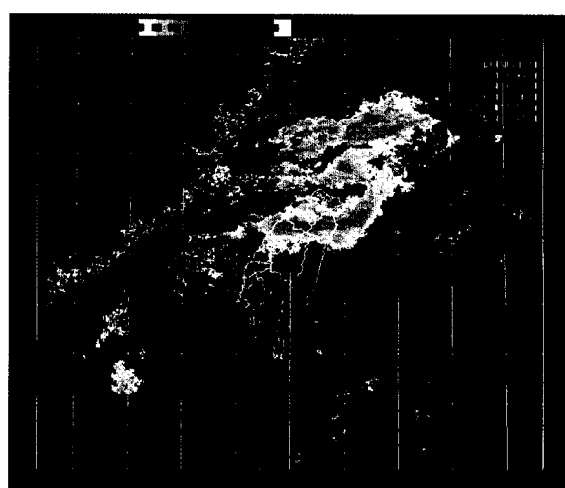
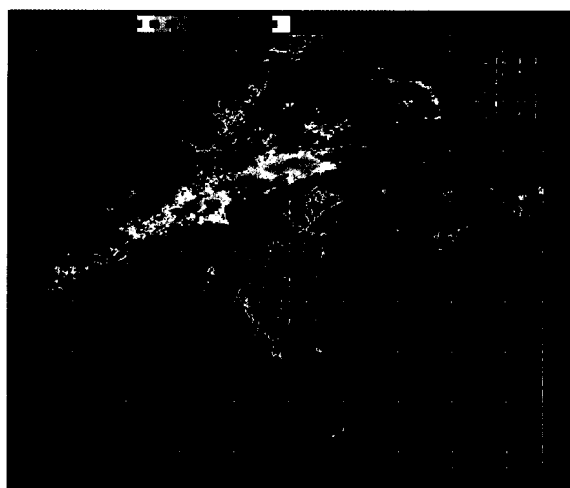


圖 5 2002 年 5 月 31 日 0900LST 之色調強化衛星雲圖



(a) 2002 0531 0200 LST

(b) 2002 0531 0800 LST

圖 6 2002 年 5 月 31 日 (a) 0200 及 (b) 0800LST 之雷達回波圖。

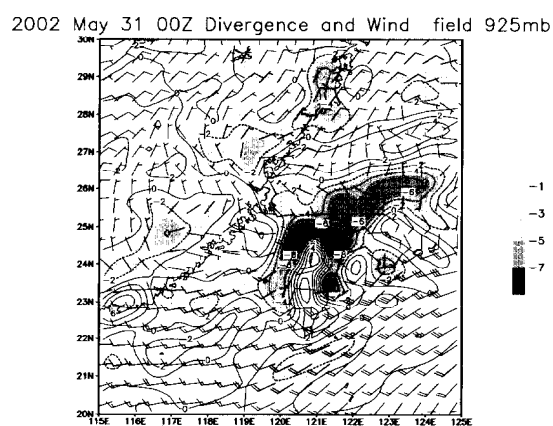
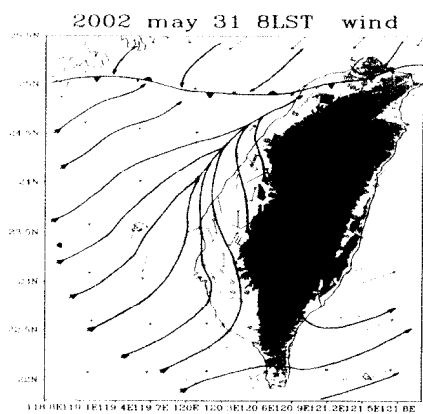


圖 7 2002 年 5 月 31 日 0800LST 之 (a) 流線場及 (b) 輻散場。