

# 1997、98梅雨季節台灣地區熱力特性之分析

田祥麟

空軍氣象聯隊氣象中心

## 摘要

由1997、98年五月和六月的月平均OLR (Interpolate Outgoing Longwave Radiation)來看，自台灣向西南延伸的整個地區（代表由西南移入的系統）在六月時的OLR值明顯的都比五月份的OLR值低很多（大約 $20\sim 30\text{ W m}^{-2}$ ），特別是在1998年的六月份OLR值相當低，在同樣的這時候台灣西南部沿岸地區整個六月份的降水更達1000mm以上，顯然西南氣流由較低緯度所帶來的天氣系統直接影響了台灣西南沿岸一帶的大量降水。

同時在1997、98年的梅雨季裡可以發現：當鋒面位置接近台灣北部時，台灣地區低層的濕靜能因西南氣流的影響而有相對於其他時間的較大值出現；當鋒面滯留在台灣中、南部時，由於鋒後北方的冷空氣南下，所以在同樣的時間台灣地區低層出現較低的濕靜能。

梅雨季以五月底到六月中旬的降水為最多，鋒面滯留的情形也最顯著，而且較大的降水區多分布在中部山區、台灣西南部與中南部山區一帶；這是因為除了鋒面本身所帶來的降水外，來自西南方的暖濕氣流也貢獻了相當多的水汽。

本研究主要是了解梅雨季台灣地區的熱力特性與水汽條件，期望能在梅雨季掌握台灣地區的大氣特性，進而應用。

關鍵詞：濕靜能、外溢長波輻射、可降水

(2001年2月8日收稿；2001年2月22日定稿)

## 一、前言

### (一) 研究動機

梅雨 (Mei-Yu or Baiu) 是在春、夏季節交替之際（五月中至六月中）存在台灣地區 (Kuo and Chen, 1990) 與華中、華南及日本一帶明顯的降水系統 (Tao and Chen, 1987; Ninomiya and Murakami, 1987)。長久以來，梅雨往往為台灣地區帶來了大量的降水；在台灣每年的梅雨季節帶來了甚至足以成災的雨水。Kuo and Chen (1990) 指出每年五月到六月間的梅雨季在華南地區生成的鋒面系統將影響台灣地區，鋒面本身及伴隨的中尺度對流系統將帶來大量的降水。尤其是發生在五月下旬到六月上旬的鋒面系統較有下大雨的機會。

梅雨季節的降水容易在山區形成坍方及土石流，同時也在低窪的地區形成積水、地基鬆軟的地區更因此而下陷等。連日的豪大雨使得全省各地的農作物都遭受嚴重損害；根據農委會的統計，每年的梅雨季農產品的

損失均達上億。氣象局統計近二十年來，梅雨季節的豪大雨帶給台灣地區的居民平均每一年有三十億的損失，是僅次於颱風的氣象災害；很顯然的已經直接對我們造成經濟民生的重大問題。梅雨期間的降雨同時也是台灣地區非常重要的降水來源，針對1961~1990年間氣象局的26個標準測站的統計，在中、南部地區梅雨期間的降雨量約佔其全年總降雨量的三分之一以上，例如台中、嘉義、台南、高雄與梧棲，及阿里山及玉山測站等 (表1-1.)，是僅次於颱風所造成的降雨量，對水資源的補充相當重要；如果梅雨季降雨不足，則中南部就有可能因為缺水而導致乾旱的危機。另外，發現1997、98年的梅雨季在中南部一帶的降水佔當年總雨量的百分比明顯比過去三十年的平均值高出很多，大約都在40%以上 (如：台中、台南、高雄以及恆春)，而且南部地區1997、98年五月與六月的雨量總和相對1961~1990年梅雨季降水的平均值高出約2~3倍 (表1-

2.)。因此想進一步對多雨的1997、98年梅雨季台灣及其鄰近地區的環境氣象條件與大氣熱力條件能有更深一層的了解，並期望可以從這次的研究中能更清楚台灣地區在梅雨季節裡降水的特性。

### (二) 過去研究

過去學者作過許多相關於在台灣地區梅雨季節的各種研究，其中最著名的一個主題研究就是台灣當局與美國合作的TAMEX計劃 (Taiwan Area Mesoscale Experiment, May-June 1987)，研究著重在了解導致梅雨期間強降水的動力與微物理過程 (Kuo and Chen, 1990)，另外也針對梅雨鋒面上的中尺度環流、梅雨鋒面鄰近地區中尺度對流系統之發展與地形對於梅雨鋒面與中尺度對流系統的影響提供足夠密集的觀測資料。Johnson and Bresch (1991) 研究TAMEX期間的降水，所分析的三個午後對流個案中降水大多發生在100~500 m的斜坡上，他們認為這是氣流遇斜坡受到抬升所致。Trier et al. (1990) 對TAMEX期間IOP#8作了詳細的觀測分析，指出造成鋒面降水的對流系統有三種類型：1. 鋒面前導線上淺而強的對流、2. 鋒前西南氣流深且散佈廣泛的對流、3. 鋒後的輕微降水，發生在北部及東部。Chen et al. (1991) 分析TAMEX IOP#8發生在台灣北部山區的降水系統 (1987/06/07) 發現午後在北部山區及西面的斜坡上皆有降水，而且斜坡地區降水達100mm。有關在梅雨季節裡東亞的一些綜觀尺度特性之分析的研究中，Chen (1993) 說明了東亞地區在1987年TAMEX期間，平均在中國南部會有一個淺的季風槽而且也在中國南部存在低壓中心；700 hPa處西北風雨西南風的合流區發生在長江流域附近，日本以西有槽線存在；高層的西風噴流位在東亞槽與中國南部反氣旋系統 (南亞高壓) 之間。同時Chen (1993) 也了解到梅雨鋒面並非單純的只有一種型態，經過環境場的分析後了解到發生在季節轉變前的梅雨鋒面和中緯度的冷鋒特性接近；而發生在季節轉變之後的梅雨鋒面型態則比較接近於ITCZ (間熱帶輻合帶) 的特性。

Chen and Li (1995) 則是以主成分分析的方法 (Principal component analysis) 以研究TAMEX期間台灣地區風場與海平面氣壓場之特性，並對鋒面過境台灣時風場及氣

壓場之變化提出詳細的分析說明。Akaeda et al. (1994) 分析TAMEX IOP#11 (1987/06/19) 個案中形成於背風坡的中尺度對流系統發展的過程，研究結果指出此一系統造成豪大雨的原因有：a. 源自熱帶的不穩定氣流所帶來的豐沛水汽、b. 綜觀尺度的風場盛行東南風、c. 對流系統具有利的雷暴結構、d. 低Fr (福祿數) 氣流於地形背風面形成輻合而觸發並維持對流系統。另有Yeh and Chen (1998) 研究TAMEX期間台灣地區808個雨量站降水的分布特性；最大降水中心位在盛行西南風的迎風面斜坡上，而且地形抬升的作用對這樣降水分布的結果有相當重要的影響；對於在沒有鋒面系統的影響下，降水的分布大多隨地形的分布。對於台灣西北部沿岸地區的降水多和鋒面有關，東岸山區 (盛行西南風的背風面) 的降水則由於高層冷心低壓與中層大氣渦旋的發展有關。Ninomiya and Akiyama (1992) 提到梅雨季裡中國南部、東海一帶與日本西部地區水汽通量的垂直分布；在這些地區裡水汽通量向東的輸出比由西邊匯入的值大，這代表有大的經向水汽通量輻散，因此這些區域持續性降水的水汽來源是來自於緯向的水汽通量輻合。從眾多相關的研究中使我們不難理解，梅雨季的降水對台灣地區所帶來的影響是相當重要的。尤其在梅雨季時，不同的環境氣象條件與台灣地形所造成的機械或熱力作用都會對降水系統、中尺度對流的發展有直接的影響，而這些因素都將左右氣象預報的判斷。

### 二、外逸長波輻射OLR

首先由NOAA的月平均外逸長波輻射場OLR ( $W m^{-2}$ ) 來看看1997、98的梅雨季節台灣周圍可能雲量的分布情形。關於外逸長波輻射的觀念：較高的OLR值代表該地區上空雲量較少，所以由地表向外輻射的長波輻射量受到的阻擋少因此值會偏高；弱的OLR值低則代表當地對流雲系統發展可能較強因而雲頂位置亦較高，所以溫度低造成值會偏低。OLR也可以用來判斷當地對流雲系統的存在可能性，一般OLR為應用在氣候平均判斷強對流系統的依據，許多學者對此指標都有不同的定義 (如Lau et al., 1988; Wu and Zhang, 1998)；本文所引用的界定依據是Wu and Zhang (1998) 的定義：當OLR值  $\leq 220 W m^{-2}$  時可能有強對流發生。

從1997、98年五月和六月的月平均OLR看來 (圖2-1.)，由台灣向西南延伸的整個地區 (代表由西南移入的系統) 在六月時 (圖2-1.b) OLR值明顯的都比五月份 (圖2-1.a) 的值低很多 (大約  $20 \sim 30 W m^{-2}$ )，特別是在1998年的六月OLR值相當低 (圖2-1.d)，在同樣的這時候台灣西南部沿岸地區整個六月份的降水更達1000mm以上 (圖2-2.d)，顯然西南氣流由較低緯度所帶來的大氣系統直接影響了台灣西南沿岸一帶的大量降水。1997年六月的情形也是相同的 (圖2-1.b)，不過其OLR值相對1998年六月為高，而且最大降水區多位在山區迎風面，所以地形對氣流的抬升作用顯然是會對降水有很大的影響。

反觀1987年TAMEX期間的情況；台灣地區在1987年五月與六月時候的月平均OLR值 (圖2-3.a、b) 都比1997、98年時略高一些。針對Yeh and Chen (1998) 對台灣的808個雨量站在TAMEX期間所作的雨量累計計算 (圖2-3.d)，我也取了相同的時間區段作了OLR的平均 (10 May~27 June 1987; 圖2-3.c)，計算的結果發現台灣鄰近地區的OLR值偏高；我想這已經足以說明，在1987年梅雨季裡台灣地區的降水受由西南方移入的天氣系統並不比會1997、98年強，所以在這個時間內台灣西南沿岸地區的降水不會太大 (台灣西南部各縣市在這段期間的降水只有300~500mm，遠小於1998年六月整月西南部大於1000mm的降水)，反而是靠近盛行西南風迎風面山區的位置，氣流因為受到山脈的抬升作用後才容易在山區的迎風面斜坡上有超過1000mm以上的大量降水 (中部雪山西南側坡面上更達1200mm以上的降水，平均山區西側坡面的降水也都在700mm以上)；換句話說，1987年的梅雨季節裡由西南方移入台灣的降水系統較弱。

以上的分析，都是針對梅雨季節時整個台灣鄰近地區較大範圍的綜觀天氣特性作相當程度的介紹；接下來的部分將把焦點集中在台灣本島，探討梅雨鋒面影響台灣時會有什麼特殊的現象。

### 三、熱力特性分析與可降水量

承上所述，再以台灣地區的平均可降水量、相對溼度時間序列來說明這三年梅雨季

節降水的差異性；也將針對1997、98年梅雨季的日降水與濕靜能的時間序列的相互關係，希望可以對梅雨季節裡平均在台灣地區大氣的熱力特性有所了解。這裡所計算的濕靜能值以及可降水量、相對溼度值，在1997、98兩年的梅雨季是利用ECMWF/TOGA的網格資料，1987年則是利用ECMWF/WMO的網格資料。計算的方式是：以座落在台灣周圍四個網格點的資料作平均  $\sim (120^{\circ}E, 22.5^{\circ}N)$ 、 $(120^{\circ}E, 25^{\circ}N)$ 、 $(122.5^{\circ}E, 22.5^{\circ}N)$ 、 $(122.5^{\circ}E, 25^{\circ}N)$  ~ 使用這四個最靠近台灣地圖的四個網格點的平均值來代表整個台灣地區的特性以作分析比較。

關於可降水量 (Precipitable Water) 的分析 (圖3-2.~3-3.)，同樣利用台灣周圍四個網格點的可降水量平均值代表台灣地區；對比濕場 (q) 由1000 hPa垂直積分到200 hPa代表大氣的可降水量 (Pw)，林 (1996)：

$$Pw = \frac{1}{g} \int_{p_1}^{p_2} q dp \dots (\text{kgm}^{-2}) \text{ or } (\text{mm})$$

1997、98年梅雨季Pw的時間序列與日累積雨量直方圖有很好的相關性 (圖3-1.)。

當Pw值有較大值出現時台灣地區正好有較大降雨量 (1997年五月17、19、23；1997年六月02~07、09~16；1998年五月17~19、25~28；1998年六月01~11)，而當Pw有最小值的時候台灣地區雨量較少甚至不會下雨 (1997年五月03~04、12~16、18、22~24、25~31；1997年六月08、17~20、25；1998年五月22~24；1998年六月27~29)。五月份的Pw值平均比六月份低，1987年也有相同的現象 (圖3-3.)。另外，1997年梅雨季的Pw值又比1998年低。

進一步比較1997、98年梅雨季節濕靜能 ( $H=C_pT+gz+Lq$ ) 的時間序列變化 (圖3-4.)，配合這四個月台灣地區所有雨量站的日雨量總和直方圖 (圖3-1.；柱狀圖中塗滿顏色部份的時間代表台灣地區正受梅雨鋒面影響，下標紅色圓點的時間和圖3-4.標示紅色箭號的時間相同，代表鋒面滯留在台灣中南部的時間) 有了一些發現：在近地面低層處當濕靜能有相對較低值時 (1997年五月19、23；1997年六月04、11、14；1998年五月04、12、18、26、30；1998年六月04、

07)，在相同的時間附近台灣地區的雨量明顯較多（紅色箭號所指處）；此時鋒面正好都滯留在台灣中、南部。由台灣周圍四個網格點的平均風場來看（圖3-5；紅色箭號的時間與圖3-4相同，代表鋒面滯留在台灣中南部的時間），由於鋒後較冷的空氣由北方進入台灣地區，所以此時濕靜能的值會偏低。當濕靜能值相對較高時（1997年五月03、08、18、29；1997年六月03、08；1998年五月02、05、11、13、24、29；1998年六月10、12），此時鋒面正靠近或已到達台灣北部地區（藍色箭號所指處）。同樣在台灣地區的平均風場可以看到（圖3-5；藍色箭號所指的時間與圖3-4相同，代表著鋒面正靠近或已到達台灣北部地區），來自西南方的暖濕氣流進入台灣地區使得低層的濕靜能增加。從1997、98年梅雨季四個月的濕靜能之時間序列圖看來，一般在五月時的濕靜能最小值大約分布在700 hPa的高度上，六月份的最小值則大約位在500 hPa處。換句話說，大氣中層的濕靜能值是最低的，而近地面與高層大氣的濕靜能是較高的；且因為六月份的時候由於有西南氣流的貢獻，使得台灣地區大氣的對流不穩定層比五月時還要深厚。低層近地面附近可以發現六月的濕靜能（H）值是較五月明顯為高的；而且都在六月中旬也就是在台灣地區出梅之後，低層濕靜能的垂直方向上隨時間變化並不大。在濕靜能的高值與低值之間可以了解到鋒面具有的斜壓特性，這樣的結果與Chen（1993）的Fig.9、11的結論相符。

根據Chen（1993）所指出1987年TAMEX期間鋒面到達台灣北部正是Stage 6這個時期（與圖3-4藍色箭號的定義不同；藍色箭號代表的是鋒面接近或已到達台灣北部，而Chen所定義的Stage 6則是指鋒面到達台灣北部的時間），同樣也計算了1987年的五月與六月的濕靜能並且用黑色箭號指出Stage 6的時間（圖3-6.a、b）。從1997、98年的濕靜能分析知道梅雨鋒面接近台灣時濕靜能會出現最大值；比較1987年梅雨季的情形，當鋒面到達台灣北部時低層的濕靜能正好介於鄰近的最大值與最低值之間。這清楚的表示了鋒面到達台灣地區時鋒後北方的冷空氣也伴隨南下，台灣地區低層的濕靜能下降，而當鋒面滯留台灣南部時台灣地區就會

有濕靜能的最小值出現。從1987年的梅雨季濕靜能時間序列變化圖上也可以看到，在五月的時候濕靜能（H）的平均最低值大概位在700 hPa附近的高度上，而六月因為較深厚的西南氣流所貢獻的關係，濕靜能平均最低值則位在500 hPa較高的地方。特別一提的是在1987年六月的濕靜能仍然是比1997、98年的六月均來的低很多；這樣的結果與這幾年的梅雨季降水的總量似乎是有所關聯的。當整個低層的濕靜能平均較高時，代表來自西南方的暖濕氣流對低層濕靜能有貢獻（在溫度場T與比濕場q方面），同時代表了台灣地區的降雨量可能因此而增加；1997、98，梅雨季裡較大降水多發生在六月初（圖3-1.b、d），而從這兩年的六月前半月裡也都發現位在低層濕靜能的相對最大值（圖3-4.b、d）。

為了能更清楚台灣地區的熱力條件，於是同樣利用台灣周圍四個網格點的資料計算1997、98年梅雨季裡代表台灣地區的相對溼度（RH%）的時間序列變化（圖3-7）。紅色箭號代表著與濕靜能發生相對較低值時相同的時間；虛線所代表的是相對溼度85%的等值線。1997、98年的六月份低層的相對溼度值較五月份稍高些，而1987年的五月及六月低層相對溼度都較1997、98兩年為低（圖3-6.c、d）。可以發現當低層存在低的濕靜能值時台灣地區低層的相對溼度值是較高的，這個現象在在六月份特別明顯（RH > 90%）。1997、98年梅雨季裡（圖3-7），大氣中層同樣存在相對溼度的最低值，而且最低值分布的位置六月份比五月份高（五月份大約位在400 hPa處，六月份大約位在300 hPa；這樣的現象也是以1998年較為明顯）。至於1987年的梅雨季（圖3-6.c、d；黑色箭號同樣代表鋒面到達台灣北部的時間），箭號所指之後時間的低層相對溼度有升高的現象。也就是說當鋒面到達台灣地區，伴隨鋒面的降水系統移入造成台灣低層的相對溼度開始增加，當鋒面滯留在台灣中南部時低層的相對溼度達到最大。

#### 四、結論與展望

1997、98年梅雨季裡，在台灣及中國大陸太平洋高壓系統由五月到六月有向東移動的情形，由於環境氣象場的變化而造成台灣

地區盛行風向的轉變（五月時平均吹東南風，六月則是西南風）。從OLR的分析知道在六月份時由外移入台灣的降水系統較強，所以六月份台灣西南部沿岸地區的降雨增加。同時在1997、98年的梅雨季裡發現：當鋒面位置接近台灣北部時，台灣地區低層的濕靜能因西南氣流的影響而升高，有相對於其他時間的較大值出現；當鋒面滯留在台灣中、南部時，由於鋒後冷空氣南下，所以在同樣的時間下台灣地區低層的大氣具有較低的濕靜能。

一般而言，每年的梅雨季節裡平均都會有6~7個鋒面系統影響台灣。梅雨季的降水以五月底到六月中旬為最多，梅雨鋒面滯留的情形也最明顯（平均滯留時間超過一週），而且較大的降水區多分布在中部山區、台灣西南部與中南部山區一帶；這是因為除了鋒面本身所帶來的降水外，受鋒面牽引的西南氣流也貢獻了相當多的水汽。

針對這次的研究來說，就所得知的現象是感到蠻有趣的。限於所使用資料的解析度較為粗造，所以分析的尺度無法做得太細，因此對於不同個案降水的配置與成因上還不能掌握的相當好，但已頗具雛形。比方說我所取得的自動雨量站資料密度本身就不高，加上經過資料除錯最後所使用的測站只有241個，而且東部地區幾乎沒有測站的分布。稀疏且不均勻的測站分布對所呈現的降水等值線分布型態有很大的影響；今後對於此一相關主題有興趣的學者，我建議利用更精密解析度的資料（比如：EC TOGA 0.5°×0.5°網格資料作分析），並再多作一些天氣場的分析，或者集中在某一特定區域使用當地測站的探空資料，此外關於台灣西部平原的降水須藉重述值模擬的方式以得到更好的效果，我絕對相信這會對於梅雨季降水的掌握更有幫助。

#### 參考文獻

- Chen, C. -S., and W. -S. Chen, and Z. Deng, 1991: A study of a mountain-generated precipitation system in northern Taiwan during TAMEX IOP8. *Mon. Wea. Rev.*, **119**, 2574-2606.
- Chen, Y. -L., 1993: Some synoptic-scale aspects of the surface fronts over southern China during TAMEX. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 50-64.
- Chen, Y. -L., and A. J. Nash, 1994: Diurnal variation of surface airflow and rainfall frequencies on the island Hawaii. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 34-55.
- Chen, Y. -L., and J. Li, 1995: Characteristics of surface airflow and pressure pattern over the island of Taiwan during TAMEX. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 695-716.
- Johnson, H. M., and J. F. Bresch, 1991: Diagnosed characteristics of precipitation systems over Taiwan during the May-June 1987 TAMEX. *Mon. Wea. Rev.*, **119**, 2540-2557.
- Kuo, Y. -H., and G. T. -J. Chen, 1990: Taiwan Area Mesoscale Experiment (TAMEX): An Overview. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **71**, 488-503.
- Lau, K. -M., G. J. Yang, and S. H. Shen, 1988: Season and intraseasonal climatology of summer monsoon rainfall over east Asia. *Mon. Wea. Rev.*, **116**, 18-37.
- Ninomiya, K., and T. Murakami, 1987: The early summer rainy season (Baiu) over Japan. *Monsoon Meteorology*, Chang, C. -P., and T. N. Krishnamurit, Eds., Oxford University Press, 93-121.
- Ninomiya, K., and T. Akiyama, 1992: Multi-scale features of Baiu, the summer monsoon over Japan and the east Asia. *J. Atmos. Sci.*, **70**, 467-495.
- Ninomiya, K., and C. Kobayashi, 1998: Precipitation and moisture balance of the Asian summer monsoon in 1991. Part I: Precipitation and major circulation systems. *J. Atmos. Sci.*, **76**, 855-877.
- Ninomiya, K., and C. Kobayashi, 1999: Precipitation and moisture balance of the Asian summer monsoon in 1991. Part II: Moisture transport and moisture balance. *J. Atmos. Sci.*, **77**, 77-99.
- Tao, S., and L. Chen, 1987: A review of recent research on the east Asian summer monsoon in China. *Monsoon Meteorology*, Chang, C. -P., and T. N. Krishnamurit, Eds., Oxford University Press, 60-92.
- Trier, S. B., and D. B. Parsons, and T. J. Matejka, 1990: Observations of a

subtropical cold front in a region of complex terrain. *Mon. Wea. Rev.*,118, 2449-2470.

Wu, G., and Y. Zhang, 1998;Tibetan plateau forcing and timing of the monsoon onset over south Asia and the South China Sea. *Mon. Wea. Rev.*,126, 913-927.

Yeh, H. C., and Y.-L. Chen, 1998 : Characteristics of rainfall distributions over Taiwan during the Taiwan area mesoscale experiment (TAMEX). *J. Appl. Meteor.*,37, 1457-1469

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計	五+六
淡水	131.90	155.10	192.20	151.80	207.80	229.30	149.70	212.10	279.40	187.90	142.00	108.70	2147.7	20.35%
艋舺	344.70	300.00	287.40	207.70	304.40	325.30	262.50	407.00	735.50	828.20	554.40	372.20	4929.1	12.78%
臺北	91.80	137.50	184.40	152.60	233.30	281.90	233.10	268.50	325.40	117.40	79.80	74.50	2180.2	23.63%
竹子湖	291.40	256.00	238.10	173.30	257.10	285.40	248.10	403.50	708.90	822.80	527.40	323.30	4535.4	11.96%
基隆	360.40	388.60	329.00	211.30	277.10	289.80	140.50	196.00	412.20	360.10	343.90	355.90	3664.8	15.47%
彭佳嶼	156.40	167.10	189.90	151.70	206.40	222.60	90.60	173.50	229.70	113.70	128.20	118.20	1947.9	22.02%
花蓮	85.60	100.60	95.60	114.90	202.80	245.30	188.50	230.60	385.10	371.40	151.00	58.70	2176.3	20.59%
蘇澳	393.60	381.40	234.70	185.80	302.20	266.90	171.30	284.60	615.30	697.00	613.10	327.60	4473.6	12.72%
宜蘭	163.10	167.70	136.00	108.20	214.00	214.60	135.80	224.20	497.40	404.90	303.40	177.60	2746.9	15.60%
東吉島	15.50	24.90	45.70	55.70	124.90	214.20	146.00	147.90	96.20	20.30	21.50	9.60	922.5	36.76%
澎湖	22.10	40.10	60.20	83.30	123.10	175.30	131.40	144.00	109.10	23.10	23.90	18.90	954.6	31.26%
台南	17.90	23.90	35.10	68.90	181.10	357.90	292.70	364.60	155.00	25.20	16.60	7.60	1546.4	34.86%
永康	18.80	24.40	29.40	48.80	133.10	329.10	297.70	294.80	169.70	29.80	13.60	7.40	1396.5	33.10%
高雄	16.50	16.60	34.40	52.30	184.50	365.00	320.80	381.60	180.30	40.00	17.00	8.90	1619	33.94%
嘉義	27.90	43.40	60.40	100.80	201.40	363.60	278.00	397.90	181.50	18.50	13.20	20.20	1706.7	33.10%
台中	34.00	66.80	88.80	109.90	221.80	361.50	223.70	302.50	137.30	12.30	20.40	21.90	1600.9	36.44%
阿里山	88.60	113.70	158.80	209.50	537.10	743.80	592.20	820.40	464.00	126.10	54.30	53.70	3962.2	32.33%
大武	55.20	58.80	52.90	79.80	209.90	338.20	422.20	391.50	363.90	214.60	79.60	42.00	2308.9	23.74%
玉山	133.40	161.50	161.40	210.60	441.70	564.30	384.50	463.80	330.40	136.80	82.20	81.50	3152.1	31.92%
新竹	81.30	130.50	201.50	172.10	262.00	284.80	141.60	214.30	156.70	47.30	42.30	54.80	1789.2	30.56%
恆春	24.70	22.60	26.40	37.70	177.70	331.30	390.30	464.40	313.10	123.40	39.30	14.00	1964.9	25.90%
成功	84.20	74.40	85.10	116.90	214.10	231.80	276.70	293.10	366.30	333.40	139.70	77.10	2292.6	19.45%
蘭嶼	274.80	224.50	186.20	152.80	244.20	297.80	217.10	265.30	373.00	318.70	278.30	223.00	3055.6	17.74%
日月潭	50.20	85.50	114.00	155.10	343.80	525.10	337.40	402.40	229.60	52.20	27.00	32.60	2355	36.90%
台東	45.60	43.90	49.50	79.00	167.80	256.10	293.30	273.40	313.30	206.00	81.60	37.70	1847.2	22.95%
梧棲	29.30	74.60	111.70	136.30	217.20	217.40	169.40	234.80	83.10	4.00	20.90	18.60	1317.3	32.99%

表1-1. 1961~1990年中央氣象局26個標準測站之月平均降雨量統計表及平均年雨量(mm)；最後一欄是平均五月與六月的雨量和佔年雨量的百分比(%)。

(a)

地名	五月	六月	1997年	五、六月
艋舺	342.70	690.60	3786.10	27.29%
台北	211.30	657.10	2595.00	33.46%
竹子湖	310.00	714.80	3519.50	29.12%
基隆	261.30	436.60	3203.40	21.79%
花蓮	75.00	285.00	1505.50	23.91%
蘇澳	139.00	448.60	2871.40	20.46%
宜蘭	118.70	287.00	1836.30	22.09%
澎湖	36.90	114.70	682.90	22.20%
台南	77.90	547.70	1949.60	32.09%
永康	96.20	524.10	1994.60	31.10%
高雄	94.10	878.80	2118.40	45.93%
嘉義	172.90	454.10	2297.90	27.29%
台中	236.70	644.60	1976.40	44.59%
阿里山	469.00	818.20	3609.60	35.66%
大武	151.70	901.10	2420.30	43.50%
新竹	234.50	683.20	1959.50	46.83%
恆春	89.50	830.00	1866.00	49.28%
成功	104.10	156.70	1434.30	18.18%
日月潭	264.30	640.00	2438.10	37.09%
台東	66.30	228.30	1191.60	24.72%
梧棲	342.10	346.80	1596.30	43.16%

(b)

地名	五月	六月	1998年	五、六月
艋舺	280.7	269.7	6046.6	9.10%
台北	553.3	314.9	4404.7	19.71%
竹子湖	320.3	262.4	5828.8	10.00%
基隆	329.3	296.2	5438.1	11.50%
花蓮	468.5	176.0	3557.5	18.12%
蘇澳	437.0	147.4	7205.1	8.11%
宜蘭	235.3	180.5	4945.3	8.41%
澎湖	104.1	153.7	1258.4	20.49%
台南	107.7	650.3	1840.1	41.19%
永康			445.0	0.00%
高雄	84.2	1003.5	2433.9	44.69%
嘉義	210.0	595.6	2446.7	32.93%
台中	145.0	526.1	2177.3	30.82%
阿里山	361.0	955.5	4364.2	30.17%
大武	86.8	841.4	2847.4	32.60%
新竹	224.0	264.9	2088.3	23.41%
恆春	123.5	1067.5	2650.3	44.94%
成功	76.6	300.3	3323.7	11.34%
日月潭	333.7	482.1	3063.4	26.63%
台東	104.3	306.7	2418.9	16.99%
梧棲	144.3	366.0	1605.6	31.78%

表1-2. 是1997、98年中央氣象局標準測站的雨量資料統計表及年雨量(mm)；最後一欄是五月與六月的雨量和佔全年雨量總和的百分比(%)。



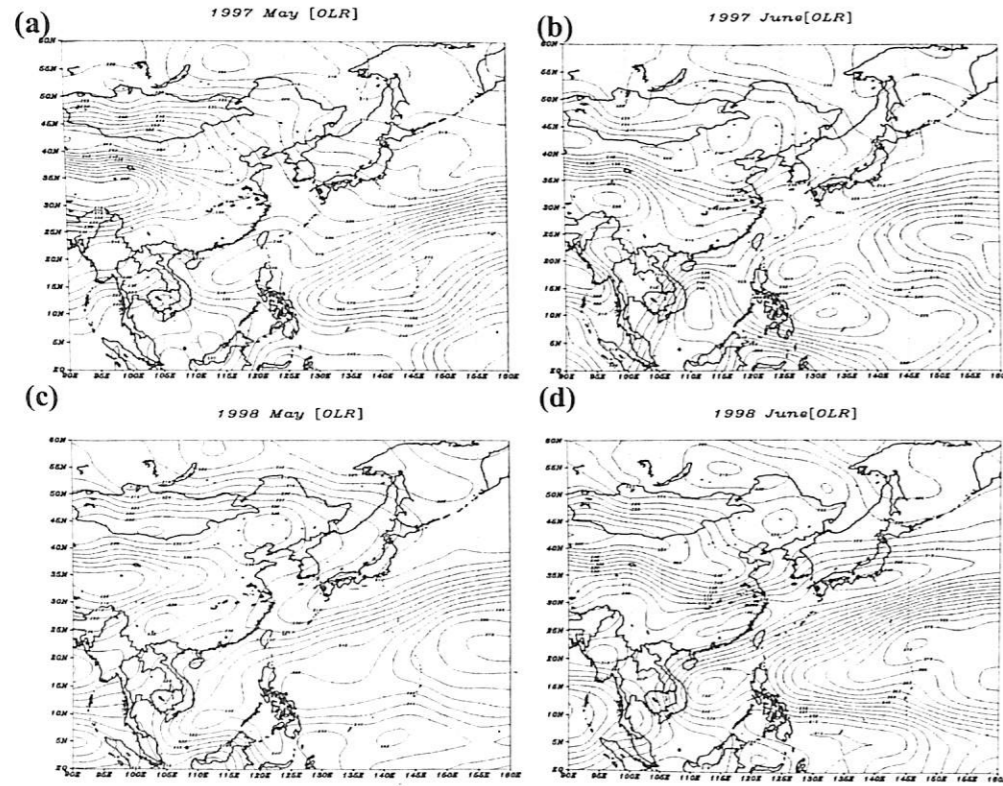


圖2-1. 1997、98年梅雨季節五月與六月台灣鄰近地區的月平均OLR值 ( $W/m^2$ )。

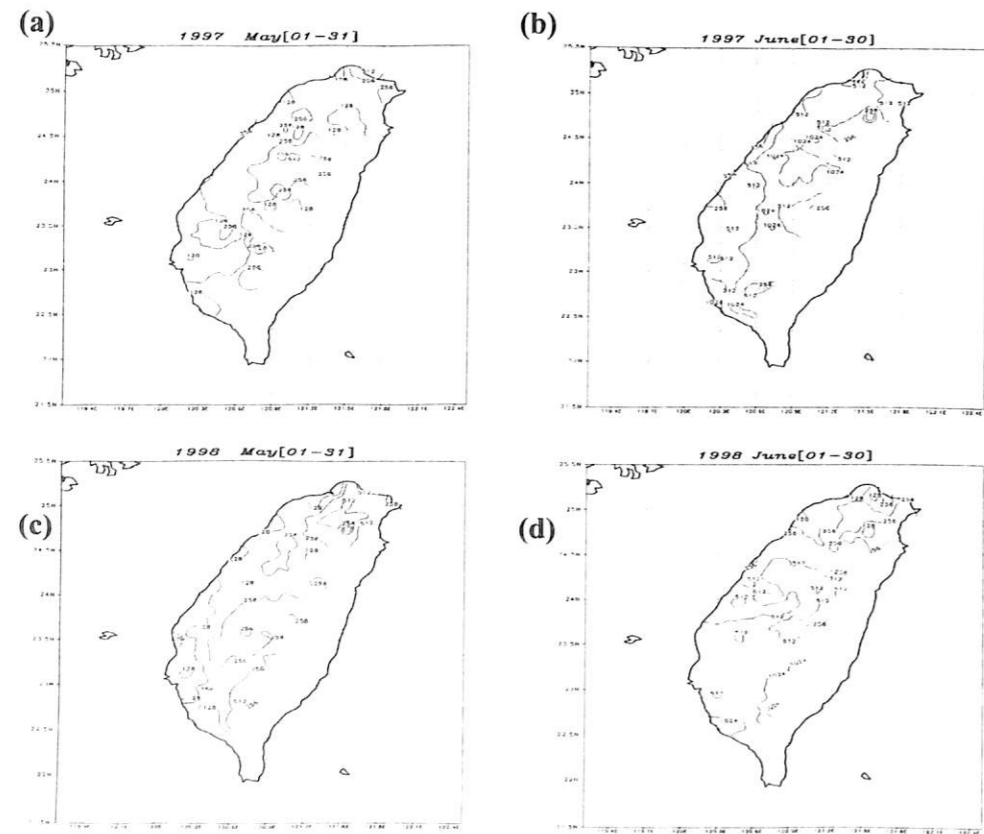


圖2-2. 1997、98年五月與六月台灣地區自動雨量觀測站整月累積降水分布 (mm)。

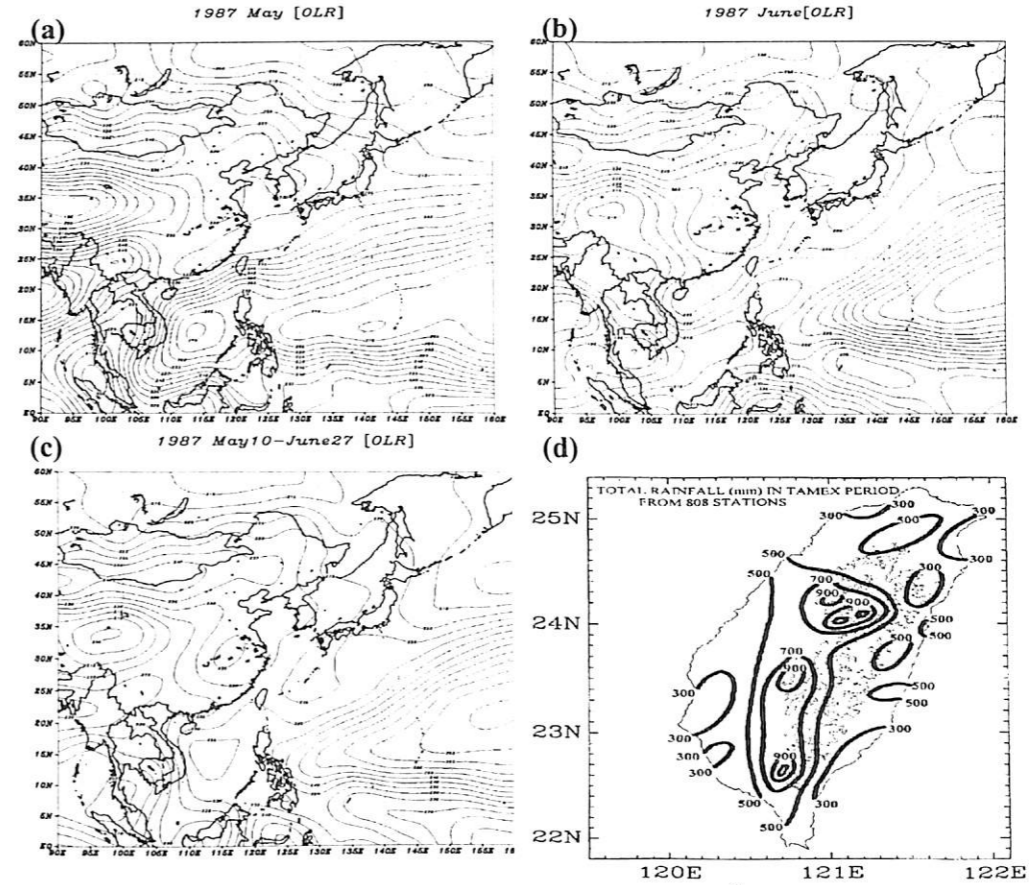


圖2-3. 1987年五月(a)與六月(b)的平均OLR值 ( $W m^{-2}$ )，(c)是配合Yeh and Chen (1998) 針對TAMEX期間1987年五月10~六月27日相同時間內對台灣地區附近所作的OLR分析 ( $W m^{-2}$ )，(d) 摘錄自Yeh and Chen (1998) 對1987年五月10~六月27日台灣808個雨量站的累計雨量分布圖 (mm)。

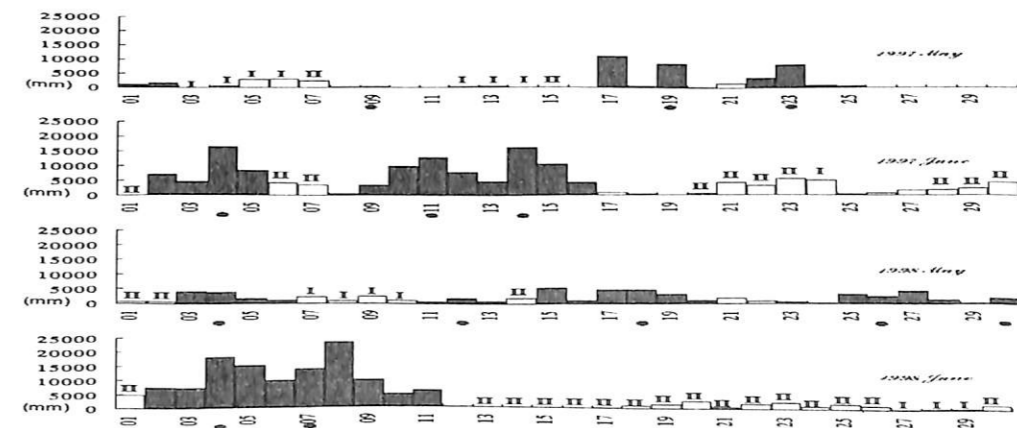


圖3-1. 1997、98年梅雨季台灣地區自動雨量站日累積雨量 (mm)，柱狀圖中塗滿顏色的部分是代表台灣地區正受梅雨鋒面影響日期的降水總量。圖中標示(I)與(II)的日期分別代表台灣南部平均吹東南風而北部是西南風的個案與台灣平均吹西南風的個案時間，而圖下方標示紅點的日期則是當鋒面滯留在台灣中南部的時間。

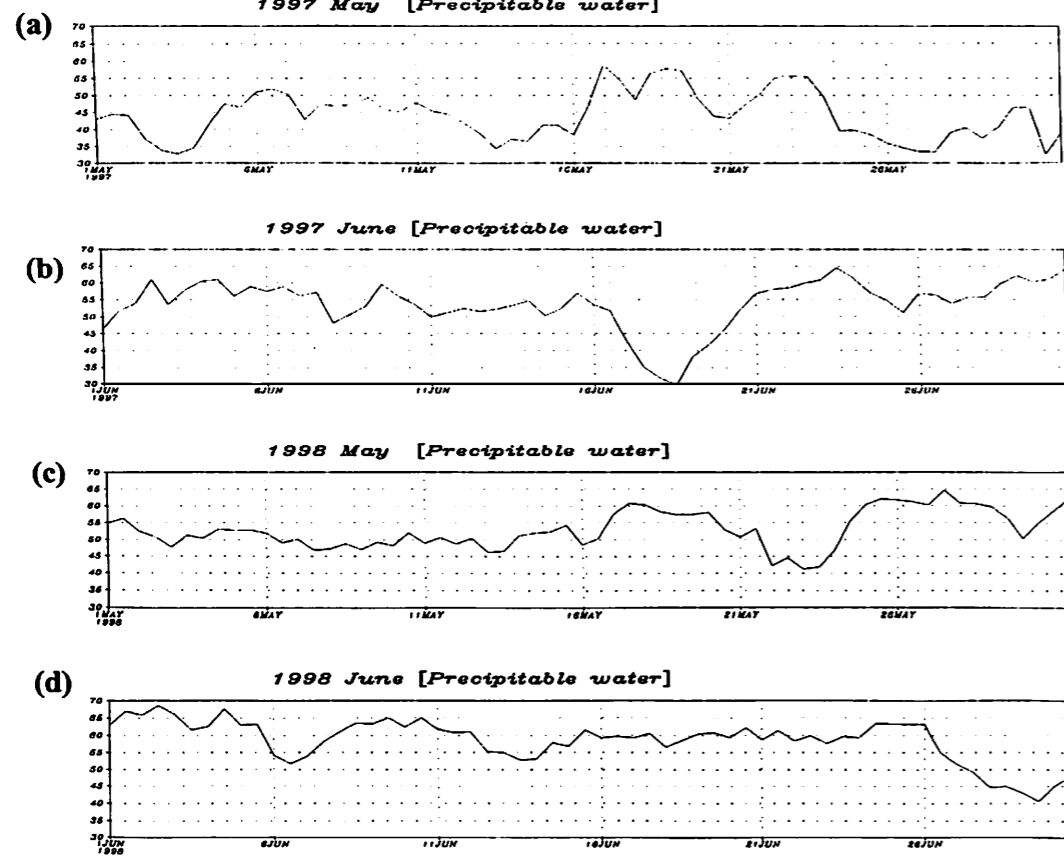


圖3-2. (a)(b)(c)(d)分別代表的是1997、98年五月與六月時台灣地區 (EC TOGA 2.5°×2.5°的網格台灣周圍四個格點資料的平均值) 由1000 hPa積分至200 hPa的大氣可降水量值 (kgm<sup>-2</sup>)。

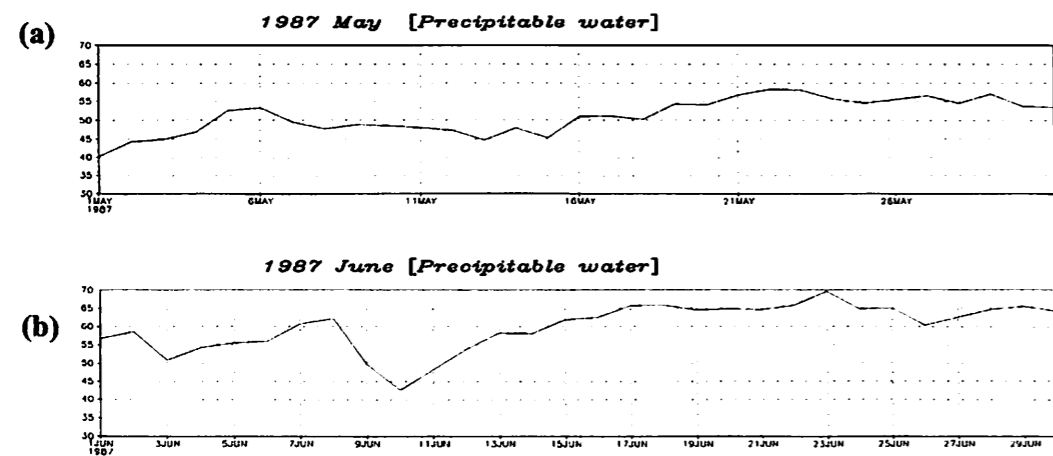


圖3-3. (a)(b)分別代表1987年五月與六月台灣地區 (EC WMO 2.5°×2.5°的網格台灣周圍四個格點資料的平均值) 由1000 hPa積分至200 hPa的可降水量值 (kgm<sup>-2</sup>)。

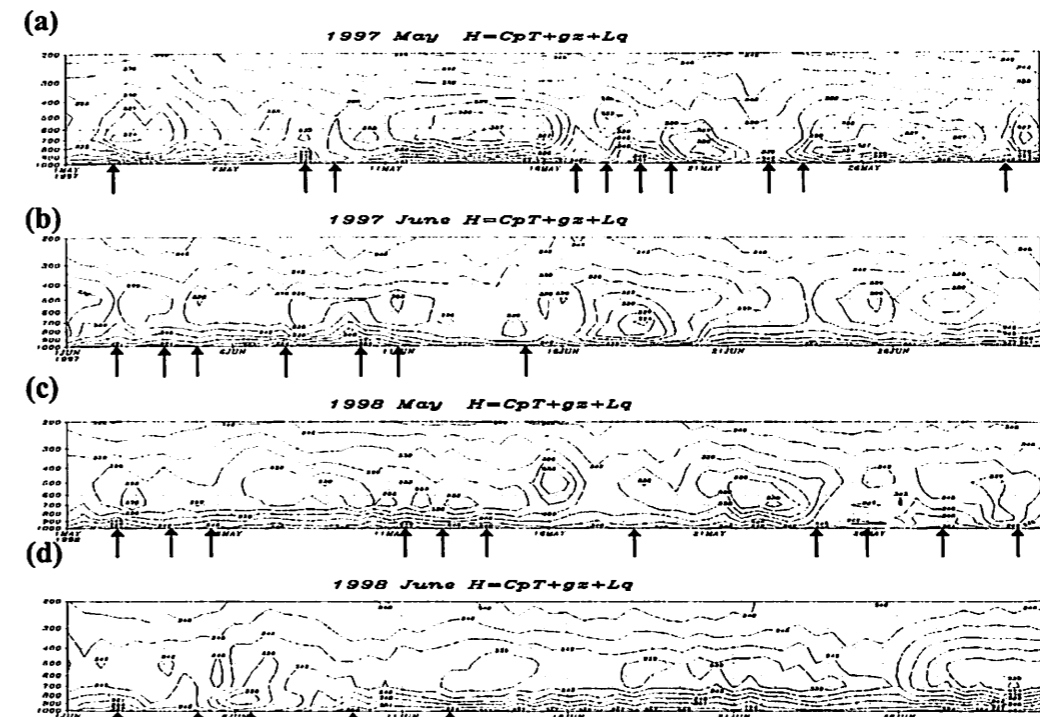


圖3-4. (a)(b)(c)(d)分別代表的是1997、98年五月與六月時台灣地區 (EC TOGA 2.5°×2.5°的網格點台灣周圍四個格點資料的平均值) 由1000 hPa至200 hPa的濕靜能值 (KJkg<sup>-1</sup>) 隨時間的變化。

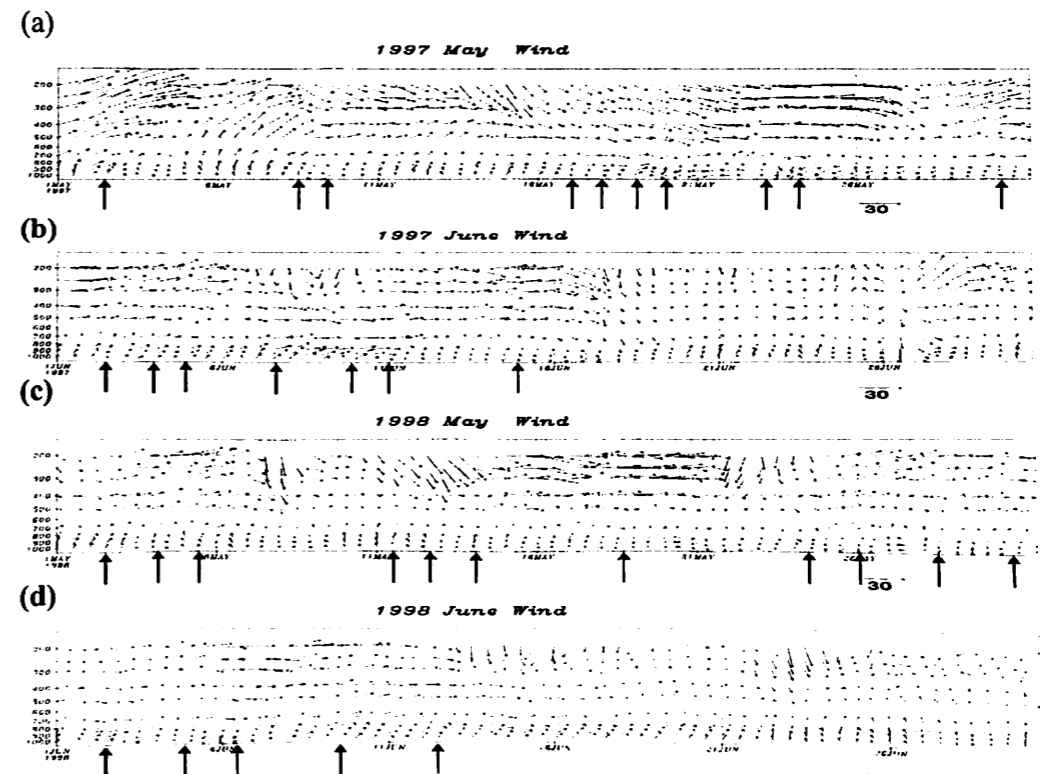


圖3-5. (a)(b)(c)(d)分別代表的是1997、98年五月與六月時台灣地區 (EC TOGA 2.5°×2.5°的網格點台灣周圍四個格點資料的平均值) 由1000 hPa至200 hPa的風場 (ms<sup>-1</sup>) 隨時間的變化。

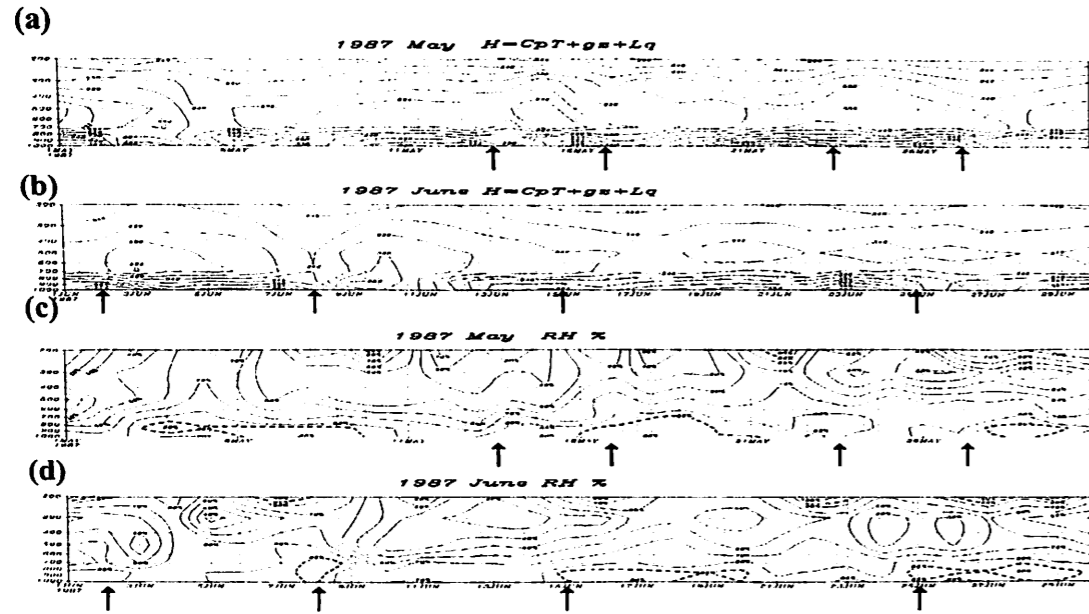


圖3-6. (a)(b)分別是代表1987年梅雨季五月六月台灣地區 (EC WMO 2.5°×2.5°的網格台灣周圍四個格點資料的平均值) 由1000 hPa至200 hPa的濕靜能值 (KJkg<sup>-1</sup>) 隨時間的變化; (c)(d)則是代表1987年五月與六月台灣地區由1000 hPa到200 hPa相對溼度場隨時間的變化 (%). 箭號所指的時間是根據Chen (1993) 指出1987年TAMEX期間鋒面到達台灣北部 (Stage 6) 的時間。

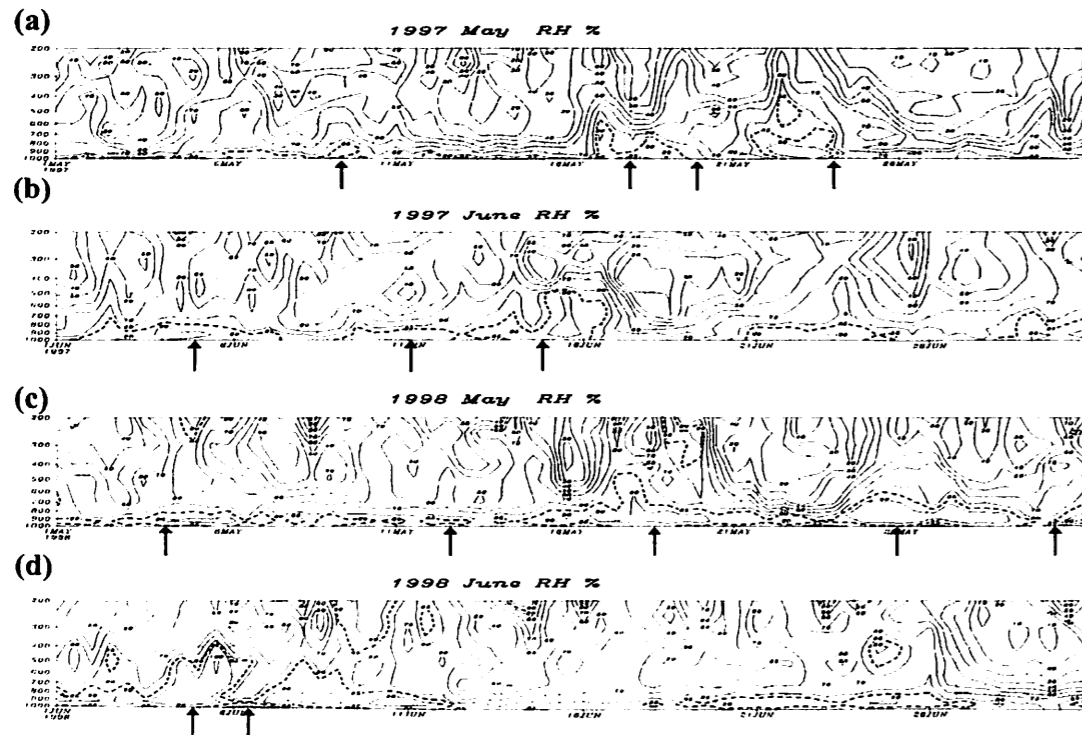


圖3-7. (a)(b)(c)(d)分別代表的是1997、98年五月與六月時台灣地區 (EC TOGA 2.5°×2.5°的網格點台灣周圍四個格點資料的平均值) 由1000 hPa至200 hPa的相對溼度場 (%) 隨時間的變化。紅色箭號所指的時間是代表鋒面滯留在台灣中南部的時間。

### Thermal structure of Baiu system during 97-98

Hsiang-Lin Tien

Weather Central, Weather Wing, CAF ROC

#### Abstract

By using various approaches, such as monthly Outgoing Long-wave Radiation (OLR), surface precipitation records, moist static energy (H) and precipitable water (PW), I tended to analyze the thermal structure of Baiu system during 1997 and 1998. The major findings are as followings:

The monthly OLR value in June is relatively smaller than that obtained in May at Taiwan. Vertical variation of daily moist static energy indicates larger value at low level is more significant in June than that in May. This is mainly due to the fact that stronger Southwesterly normally prevailed and onset while frontal approached Taiwan during Baiu season.

**Keywords:** Outgoing Longwave Radiation (OLR), Moist static energy (H), precipitable water (PW)