

台灣地區氣象因子特性的分析

(一) 探討低頻振盪之影響

張隆男 王作臺

蕭長庚

國立中央大學 大氣物理研究所

中央氣象局 應用氣象組

摘要

本研究主要以中央氣象局各主要測站觀測資料及台灣地區 OLR 資料，分析臺灣地區夏半年各氣象因子時間序列在頻率上之變化，結果顯示在分析的資料中 (包括地面氣壓、降水、氣溫和風場)，台灣地區各氣象因子普遍存在一週期為 30 - 50 天之低頻振盪，由濾波過的結果來看，此變化更加明顯。

由 OLR 資料定義了一對流指數，選擇了幾個不同年來分析，發現各年的對流指數均受到顯著的低頻擾動之影響，而且其各年的向東及向北傳播特性之不同，這種傳播特性之不同，可能導致台灣地區梅雨季中乾濕異常年之現象。

一. 前言

大氣與海洋是氣候系統的二個主要分量，此二個分量的交互作用，產生的大尺度及較長時間之擾動，被認為是造成短期氣候異常的主要物理機制之一。El - Nino 及 Southern Oscillation (ENSO) (Rasmusson and Carpenter, 1982; Philander, 1985) 的干擾及熱帶區域發現的低頻擾動 (30 - 60 天

)，是目前許多研究者關注的二個重要現象，ENSO 的干擾，被認為是年際間變化的主要現象之一；而低頻擾動，則是熱帶區域內季內變化的主要現象，本研究主要是著重在分析台灣地區各氣象因子，在此低頻之擾動下之特性，及各變數在此週期內變異數之貢獻，由此來了解此機制和臺灣地區短期的氣候異常之可能相關。

Madden 和 Julian (1971, 1972) 利用太平

洋Canton Island (3° S, 172° W) 的探空資料, 首先發現了熱帶地區的地面氣壓場, 850mb, 150mb 緯向風場等存在一 40 - 50 天的低頻振盪, 當時認為其主要特性為侷限於熱帶地區, 且其源地位於 10° N - 10° S 的印度洋一帶向東傳送, 高低層的風場為反相位。此後就有許多後續的研究來探討此一擾動之特性, Weichmann (1983), Lau 和 Chan (1983) 等由衛星的長波輻射場, 也證實了此往東傳送的低頻擾動是存在於熱帶區域。

Krishnamurti et al. (1985), Anderson 和 Rosen (1983) 同時發現了此干擾也有往北傳送的波速。Lau 和 Chan (1986a), Knutson 和 Weickman (1987) 的研究, 也說明了此低頻振盪有其年際間的變化, 因此, 有些年此振盪之振幅相當強, 但有些年則較小且具多變性。Lau 和 Chan (1986b) 還提出了一推論, 認為此低頻振盪和 ENSO 之發生有某種程度之相關性。

Lau et al. (1989) 更進一步提出所謂的 multi-scale 交互作用的觀念, 嚐試去將對流尺度的干擾, 和大尺度季內振盪之成因相互結合在一起, 他們認為由在西太平洋的西風爆發 (westerly wind burst), 與對流中尺度系統之作用, 可產生個別 cloud cluster 往西移動, 但整個系統則有組織的由西太平洋往東移動, 到中, 東太平洋的較乾區域後則現象減弱。

Chen 和 Murakami (1986) 研究 FGGE 年 (1979) 年夏天的低頻振盪干擾, 發現此現象明顯的由緯度向北傳送, 但在 20° 附近之緯度, 似乎使中高緯度和低緯度之現象分離, 但此干擾影響到東亞及台灣地區是顯而易見的。

Krishnamurti (1985) 利用 FGGE 資料探討低頻振盪與風季之關係, 發現 1979 年季風中斷期間 (7月10日至7月25日), 劇烈的降水自印度北部移到喜馬拉雅山南麓, 並盛行兩種不同時間尺度的波動, 一為週期 30 - 50 天向東傳的波, 另一為週期 10 - 20 天向西傳的波, 這種波於季風中斷期間間相位存在於印度季風區上空。Chen 和 Yen (1986) 分析

850mb 風場的 30 - 50 天振盪, 發現印度中部季風槽的加深與低層季風環流的 30 - 50 天振盪同時發生。

由以上各研究的方向及結果顯示, 亞洲季風環流與梅雨季節的干擾和此低頻振盪的存在, 有相當密切的關係, 而國內目前在此方面的研究相當的少, 部份的研究則著重於了解梅雨期時其 500 毫巴環流場之特性 (陳和廖, 1981; 徐和紀, 1974; 陳, 1987; 陳與周, 1989; 周與陳, 1989), 結果皆顯示在乾梅年時, 其 5 月之 500 毫巴太平洋副高位置及強度都偏北, 但皆未引入以低頻振盪之干擾, 來解釋此地區梅雨期異常現象及其風場之關係。

所以本研究主要以中央氣象局各主要測站觀測資料及台灣地區的 OLR 資料, 分析台灣地區夏半年各氣象因子 (包含風場, 氣溫, 降水, 地面氣壓等) 時間序列在頻率域上之變化, 並探討這些因子在週期為 30 - 50 天之低頻段擾動上之特性, 期能由對此低頻干擾之了解, 來增加對本地區長期預報的能力。

二、資料來源及分析步驟

本文所使用資料包括 (1) 中央氣象局 1979 年台灣測站逐時觀測資料, 選取的測站包括了臺北, 恆春, 台東。(2) NOAA 每日的 OLR 長波輻射資料資料, 起迄日期為 1974 年 6 月 1988 年 5 月, 此資料的解析度是 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。

由測站資料中選擇被分析的氣象因子包括了緯向及子午向風場, 氣壓, 氣溫, 雨量及水汽, 由同樣的時間序列來分析, 水汽量是由氣壓, 溫度及相對溼度推算。對選擇的測站資料之時間序列做快速傅立葉轉換, 而得到各氣象因子在頻率域分析之特性, 同時為強調期在某一波段之特性吾人對此資料做 30 - 50 天之濾波, 以 Butterworth filter (Murakami, 1979) 來處理。

(一) 對流指數之演變

以 OLR 的資料，做上述的快速傅立葉轉換，了解在頻率域不同週期之變異數的貢獻，同時為了了解對流系統由熱帶區域向東及向北傳送的狀況，我們定義一對流指數 (Chen 和 Murakami 1988)，來了解這種低頻擾動傳播的現象，對流指數 I_c 可以被定義為

$$I_c = \frac{R - R_{400}}{R_{tr} - R_{400}} \times 10 \quad (1)$$

其中：

R_{400} ：400 mb 處的輻射通量

R_{tr} ：代表在對流層頂輻射通量

R ：OLR 值，代表雲頂的輻射通量

R_{400} 及 R_{tr} 之值是由氣候場的溫度值，經過黑體輻射公式換算而取得而可被認為是經驗常數，同時吾人對 I_c 的值做如下之限制，

$I_c = 0$ 當雲頂是低於 400mb 面時， $I_c = 10$ 當雲頂到達對流層頂。

(二) Lag 相關係數

由 I_c 的分佈，吾人可了解對流傳播的狀況，為了進一步探討此 I_c 變數，我們選擇了台灣及鄰近地區的 I_c 平均 (20°N - 25°N, 117.5°E-122.5°E 的區域) 為參考點，以上參考點向其餘各點 20-60 天 濾波後的網格點資料做同時，落後及超前的相關，並比較其年際間的變化。

三. 結果與討論

我們以 1979 年的資料做為本研究之主要資料之一，圖 1 是台北、恆春及台東等三測站其緯向風場 (u) 原始時間序列經 Butterworth 濾波後的時間序列，著重的時間是由 5 月至 8 月，台東站風速變化的幅度比台北站及恆春站小很多，此三個測站大致呈現四個西風最大偏差值，三個東風最中偏差值，台北與恆春的趨勢是相當一致，台東則由於地形之影

響，和台北、恆春的有所不同。由原始時間序列經快速傅立葉轉換後，發現各測站其 30-50 天週期的低頻干擾皆相當的突出且明顯。

同樣的三個測站其子午向風場經濾波後的時間序列結果顯示在圖 2，三測站的風 (v) 趨勢各不相同，較大的異常值都是和北風分量有關，這在夏季中以西南氣流為主導的情況來看，表示此低頻擾動的干擾對此西南氣流有減弱的效果。

圖 3 則是三測站經濾波後氣壓的時間序列，對台北及恆春站而言，氣壓的變化與緯向風場存在著密切的關係，西風盛行時氣壓偏高，東風盛行時則氣壓降低，且氣壓比風場的變化稍為落後。氣溫經濾波後時間序列則是由圖 4 來表示，吾人原期望當南風盛行時，帶來暖濕空氣，會使氣溫低向於有正偏差，北風盛行則反之，比較圖 4 及圖 2，並沒有發現此現象，顯然的此地溫度的變化不能以單一的因子來說明，其他非絕熱或是絕熱的效果也一併要考慮。

上述的結果，是關於台灣地區單點測站分析的結果，為了要了解涵蓋台灣地區的較大區域的氣象因子之時間序列，我們採用了 OLR 資料，並分析了 20°N-25°N, 115°E-125°E 區域的平均值。同時選擇了 1976, 1979, 1984 三年的資料來分析，圖 5 是以上述區域為主經濾波後的 OLR 值時間序列，在各年的 5, 6 月之間 (DAY 130-155 左右) 其 OLR 的正負偏差值俱不相同。圖 6 是上述 3 年 5 月的 OLR 平均值，1976 年在台灣區域顯示的是較大之 OLR 值，1984 年則是較大之值，1979 年之值則界 1976 及 1984 年之間，而由 I_c 對流指數經濾波後的東西向剖面圖 (沿著 5°N-5°S 之緯向平均，即 X-t 圖) 來看，圖 7 則是顯現在 1976 年其 I_c 指數有明顯的東傳現象，在 1979 及 1984 年則沒有此種明顯的現象，而以沿著 115°E-125°E 區域平均的南北向剖面圖 (即 Y-t 圖) 來分析，圖 8 則顯示了在 1976 年的低頻擾動之擾動，有數個清楚的往北傳送，而此傳送在 5 月份經過台灣的緯度時，其相位剛好是較乾的。1984 年的結果顯現此指數沒有明顯的北傳現象而該年 5 月時在 台灣區域

的相位是較濕的情況。

為了了解 OLR 時間和空間結構的變化，我們選擇 20°-25°N, 117.5°-122.5°E 區域作為參考區域，與 60°E -120°W, 40°S-40°N 區域內先經九點平均後，再將此區域的每一個網格做 20-60 天的濾波，然後再做參考區域與經過濾波後的每一網格點做同時、落後及超前的相關。圖 9，圖 10 及圖 11 分別代表 1976 年、1984 年及 1979 年的一系列相關性演變圖。其中 -20 天代表參考區域落後網格點 20 天的相關，0 天代表參考區域和網格點同時的相關，+20 天代表參考區域超前網格點 20 天的相關。其餘依此類推。其中較值得注意的是在 1976 年正距平年的一系列相關性演變圖中，可發現存在一 30 天準周期性的振盪，而 1979 年正常年及 1984 年負距平年則沒有此明顯的準周期性存在。

由圖 6 的結果顯示，吾人可劃分本研究中討論的三年中，可區分 1976 年為梅雨期的乾年，1984 年是所謂的濕年，1979 年則可被認為是準正常年，將此三年的 OLR 時間序列做傅轉換，低頻波段在此三年的變異數貢獻中，都大於 30%，表示此區域中的現象，是受到了此低頻擾動之影響，但由圖 7 及圖 8 結果顯示，即使此三年的低頻干擾的變異數貢獻，都滿足了統計上之 Significance test，但各年中此擾動傳播特性上之不同，而對本地區之短期氣候造成不同之影響。

四. 結論

本研究討論了台北、恆春及台東三個站在 1979 年時其低頻擾動的特性，其變異數的貢獻在該年中都是相當大的，而台北及恆春二個站在緯向風場的趨勢是一致的，氣壓場的分佈與緯向風場有密切的關係，較大的西風偏差值常和較高的氣壓偏差有關，且氣壓比風場的變化稍落後，氣溫及子午向風場的關係則不明顯，顯示溫度場之變化是由多種作用力

在控制。

以 OLR 資料來分析台灣及鄰近地區對流分佈的特性，由三年的資料顯示各個年中其低頻擾動都是相當大之貢獻（對基礎頻率域而言，皆是大於 30% 之貢獻），但由東西剖面或南北剖面來探討其時間序列，則發現在各年中其東傳及北傳的特性是不相同的，從相關係數圖，發現 1976 年正距平年存在一準 30 天的周期，而 1984 年負距平年及 1979 年正常年則無此現象。此不相同的傳播特性，可能和本地區的短期氣候之異常有關係，換言之，即梅雨期之大尺度天氣型態可能會受此低頻擾動之影響，目前本研究尚未針對各年中不同傳送特性做進一步的分析，但由此初步之結果已可了解，如吾人能對此低頻擾動之干擾之特性有深入之了解，增進本地區之長期預報能力是可預期的。

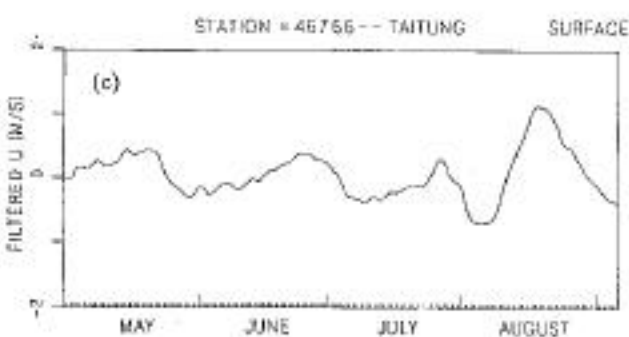
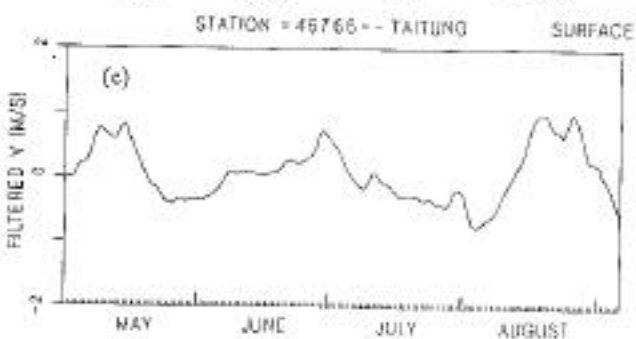
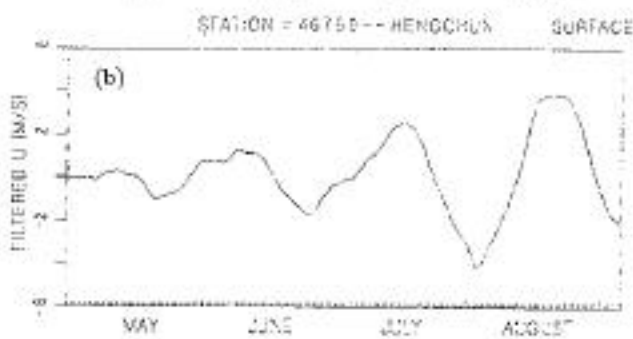
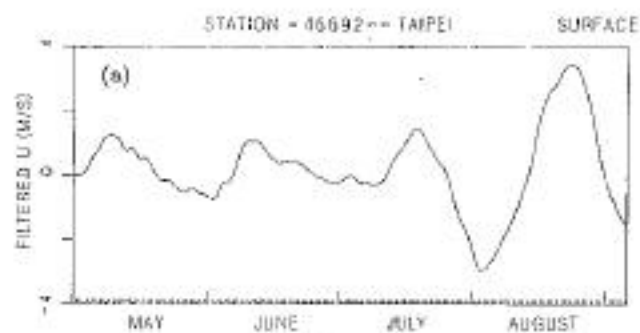
五. 誌謝

我們感謝中大林坤龍、許子乾、易聖博等之協助，使得本研究的計算得以順利的展開。本文在氣象局研究計劃 CWB-79-01-14 支援下完成。

六. 參考文獻

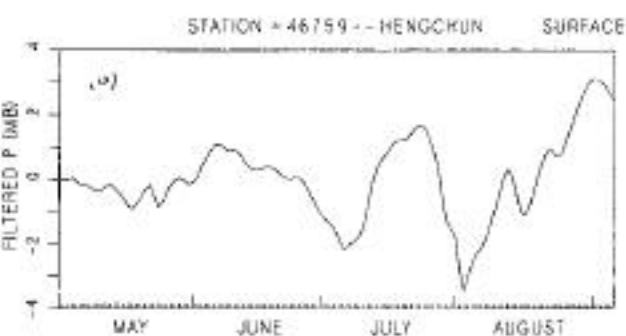
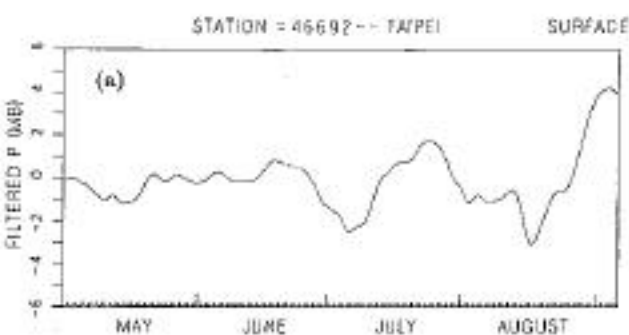
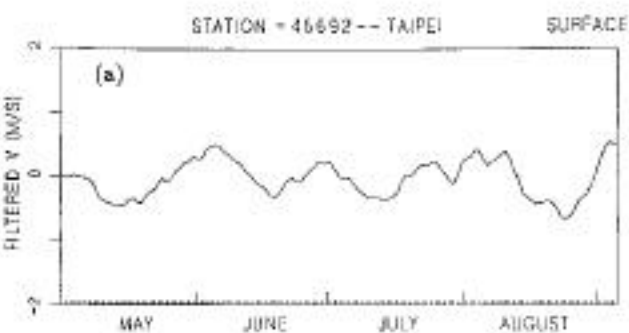
- Anderson, J.R., and R.D. Rosen, 1983: The latitude-height structure of 40-50 day variations in atmospheric angular momentum. *J. Atmos. Sci.*, 40, 1584-1591.
- Chen, T.-C., and M.-C. Yen, 1986: The 40-50 day oscillation of the low-level monsoon circulation over the Indian Ocean. *Mon. Wea. Rev.*, 114, 2550-2570.

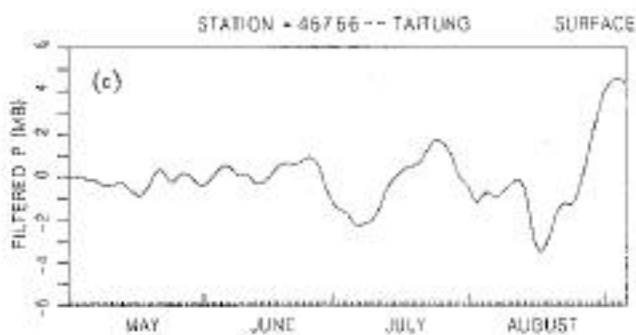
- Chen, T. C., and M. Murakami, 1988: The 30-50 day variation of convective activity over the Western Pacific ocean with emphasis on the Northwestern region. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 892-906.
- Knuston, T.R., and K.M. Weickmann, 1987: 30-60 day atmospheric oscillations: Composite life cycles of convection and circulation anomalies. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1407-1436.
- Krishnamurti, T.N., P.K. Jayakumar, J. Sheng, N. Surge and A. Kumar, 1985: Divergent circulations on the 30-50 day time scale. *J. Atmos. Sci.*, 42, 364-375.
- Lau, K. M., and P.H. Chan, 1983: Short-term climate variability and atmospheric teleconnections from satellite-observed outgoing longwave radiation, Part I: Simultaneous relationships. *J. Atmos. Sci.*, 40, 2735-2750.
- and —, 1986a: Aspects of the 40-50 day oscillation during the northern summer as inferred from outgoing longwave radiation. *Mon. Wea. Rev.*, 114, 1354-1367.
- and —, 1986b: The 40-50 day oscillation and the El-Nino/Southern oscillation: A new perspective. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 67, 533-534.
- Madden, R. and P. R. Julian, 1971: Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, 28, 702-708.
- and —, 1972: Detection of global scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. *J. Atmos. Sci.*, 29, 1109-1123.
- Murakami, M., 1979: Large-Scale aspects of deep convective activity over the GATE area. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 994-1013.
- Philander, S.G., 1985: The southern oscillation and El-Nino. *Advanced in Geophysics*, 28, 197-215.
- Rasmusson, E.M., and T.H. Carpenter, 1982: Variations in tropical SST and surface wind fields associated with the Southern Oscillation and El-Nino. *Mon. Wea. Rev.*, 110, 354-384.
- Weickmann, K.M., 1983: Intraseasonal circulations and outgoing longwave radiation modes during northern hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 111, 1838-1858.
- 陳泰然, 1987: 臺灣乾濕梅雨期之平均環流特徵。大氣科學, 15, 17-30。
- 周仲島與陳泰然, 1989: 1979年東亞梅雨候平均大尺度環流之變化特徵。大氣科學, 17, 303-328。
- 陳泰然與周仲島, 1989: 大尺度環流剖面結構之年際變化與台灣梅雨之活躍度。大氣科學, 17, 223-235。
- 陳正改與廖志群, 1981: 台灣地區空梅之環流特徵。氣象學報, 27, 1-14。
- 徐明同與紀水上, 1974: 台灣梅雨之分析。氣象學報, 20, 25-44。



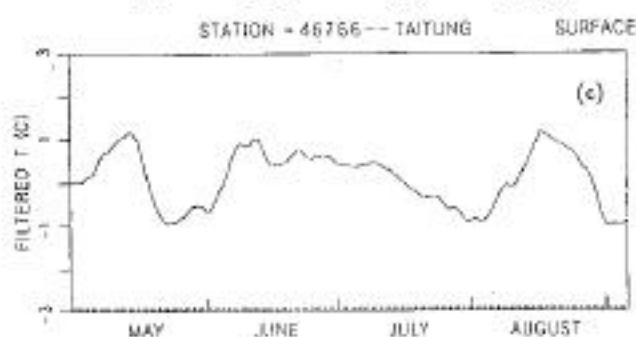
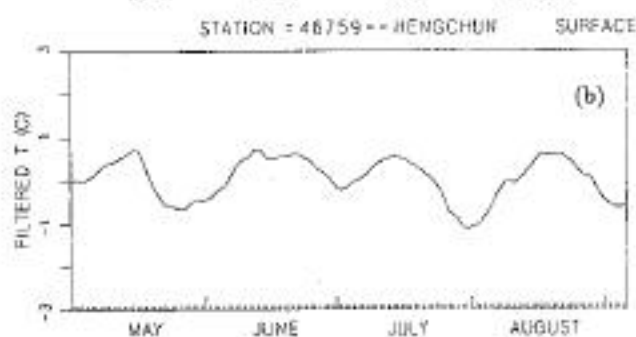
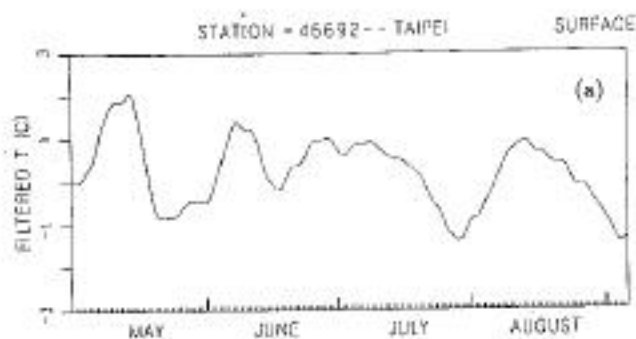
圖二，同圖一，但為子午向風場。

圖一，1976年單點測站經過濾後地面緯向風場的
時間序列。(a) 臺北站，(b) 恆春站，(c) 臺東站。

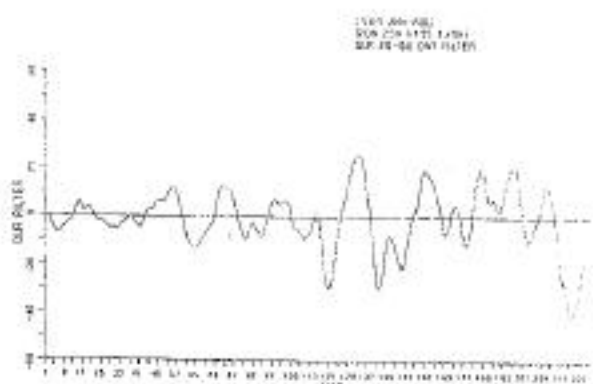
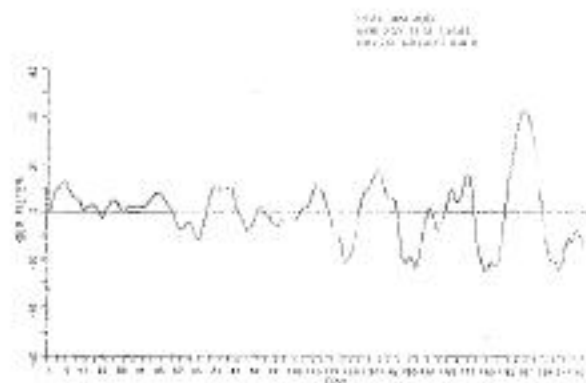




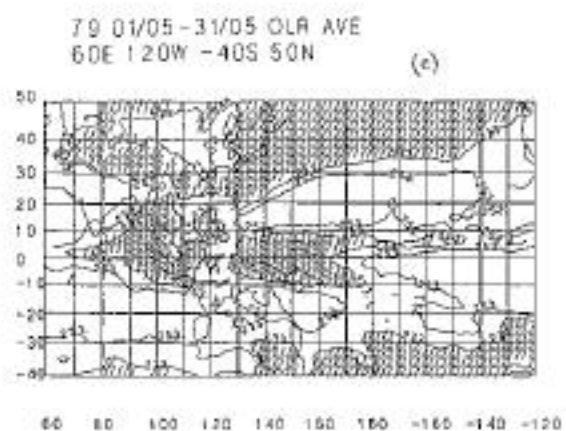
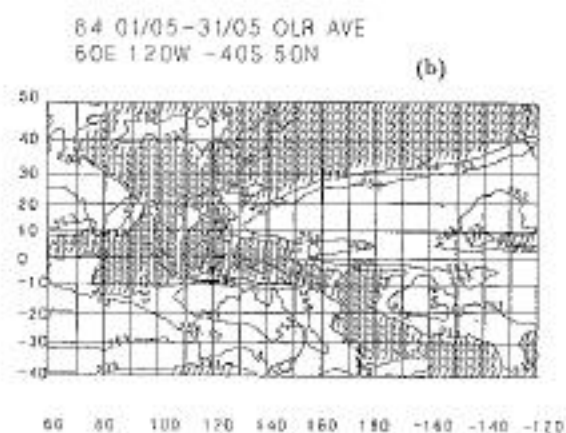
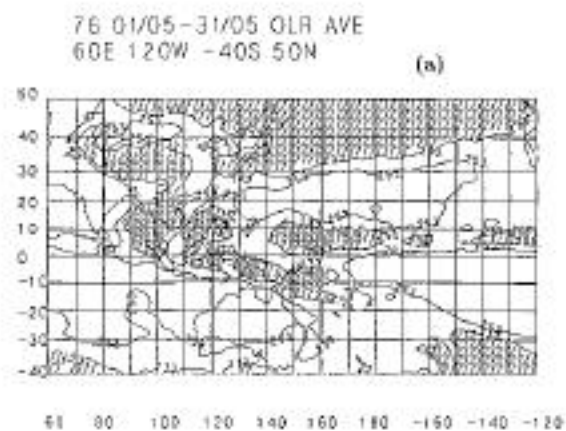
圖三. 同圖一, 但為地面氣壓場。



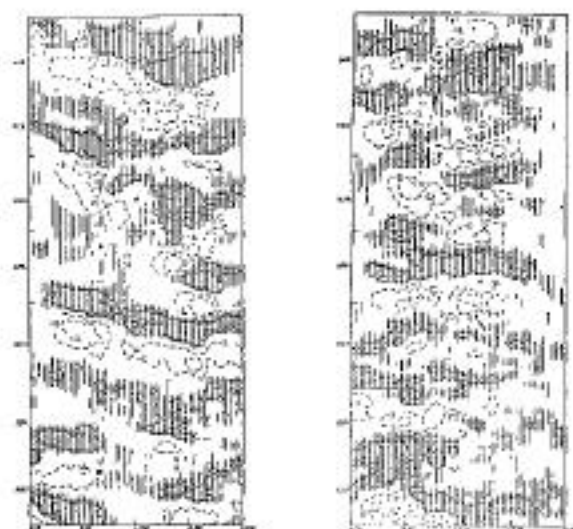
圖四. 同圖一, 但為地面氣溫場。



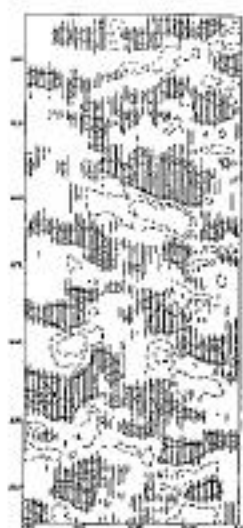
圖五. 臺灣及鄰近區域 (20° - 25° N, 115° - 125° E) 平均經濾波後的 OLR 時間序列。(a) 1976 年, (b) 1984 年, (c) 1979 年。



圖六. 5月份 OLR 月平均圖。(a) 1976 年, (b) 1984 年, (c) 1979 年。

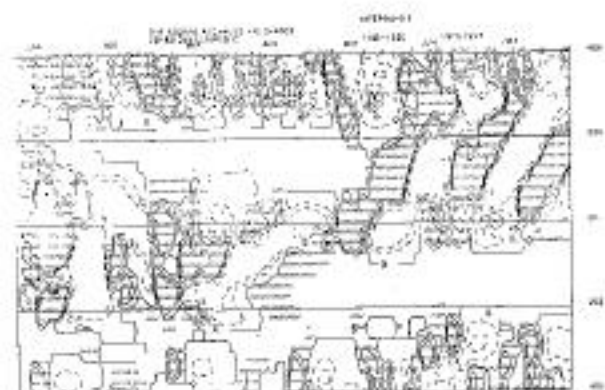


(a) (b)



(c)

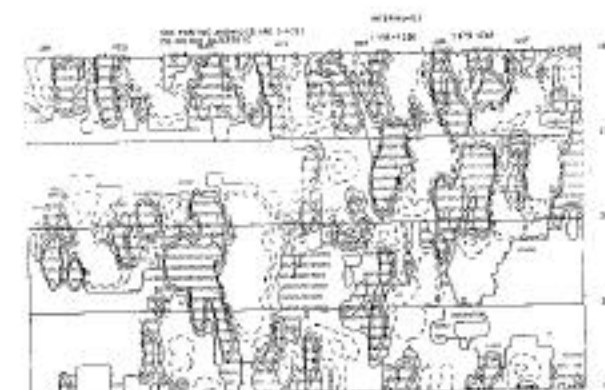
圖七. 經 Butterworth 濾波後, 深對流對流指數 (I_c) 沿著赤道 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ 區域平均) 在東西向隨時間變化的情形。斜線代表深對流。(a) 1976 年, (b) 1984 年, (c) 1979 年。



(a)

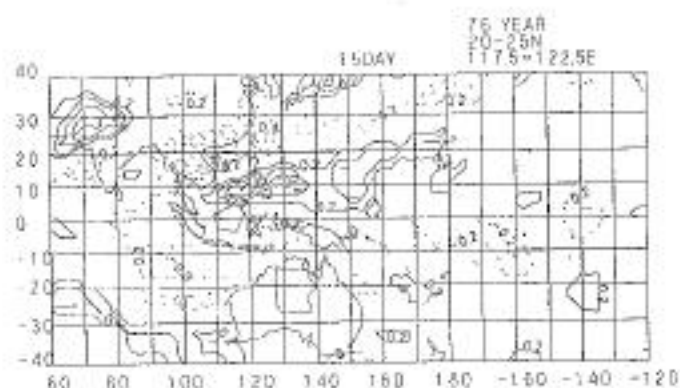


(b)

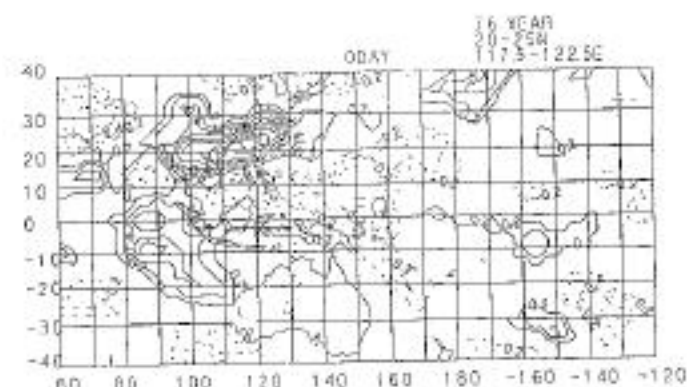


(c)

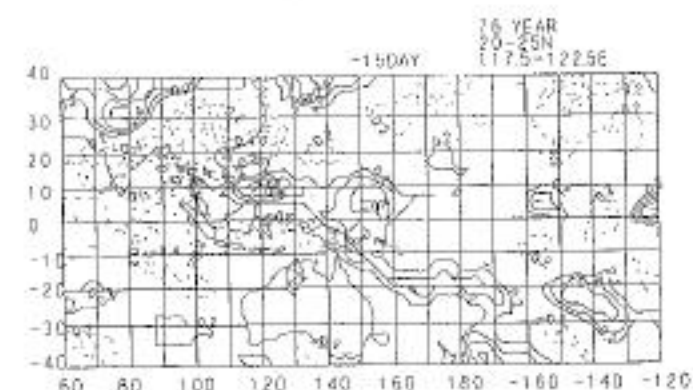
圖八. 同圖七, 但為沿著 120°E (115°E - 125°E 區域平均) 在南北向隨時間變化的情形。(a) 1976 年, (b) 1984 年, (c) 1979 年。



(a)

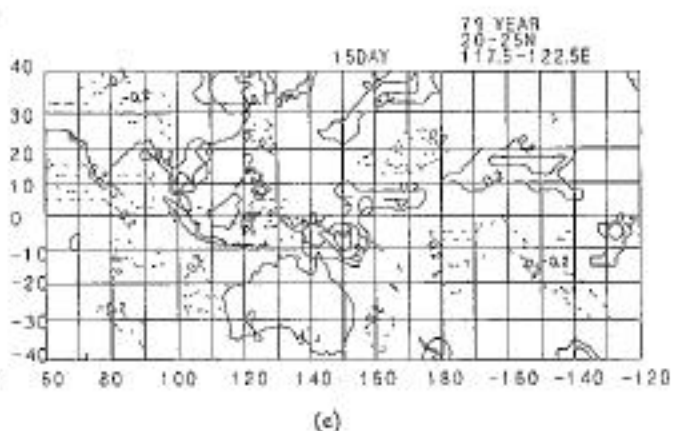
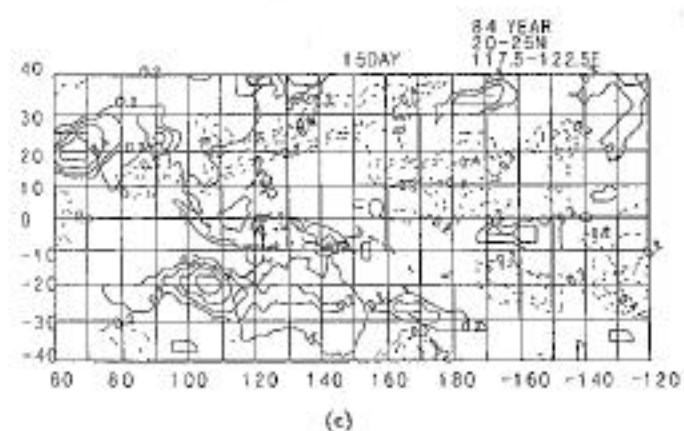
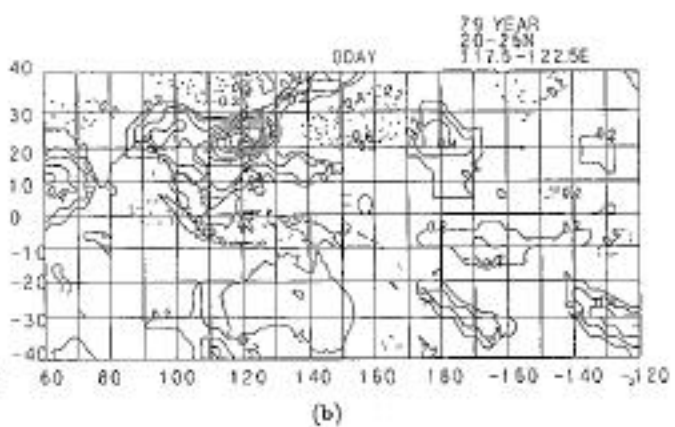
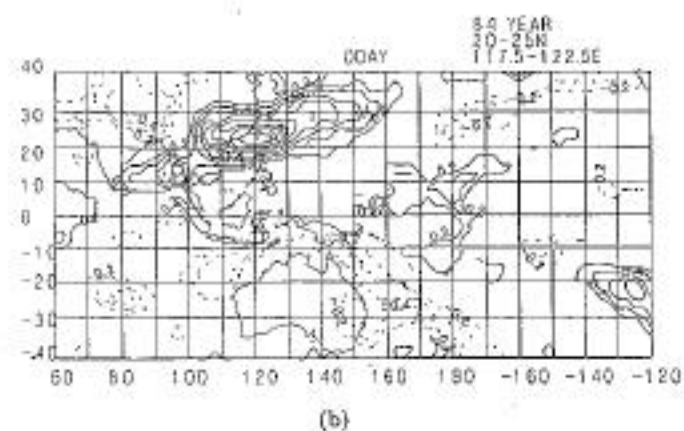
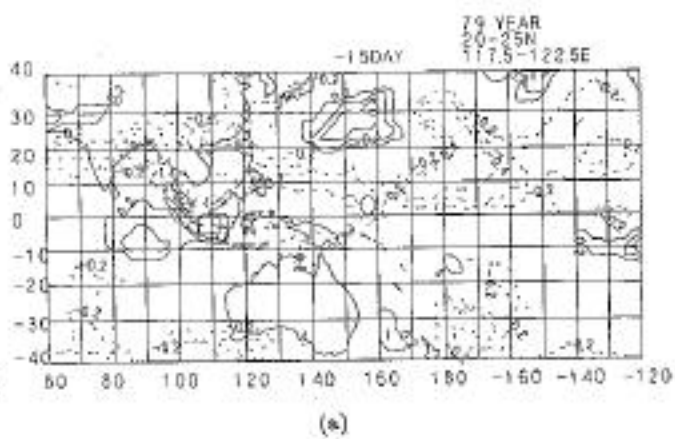
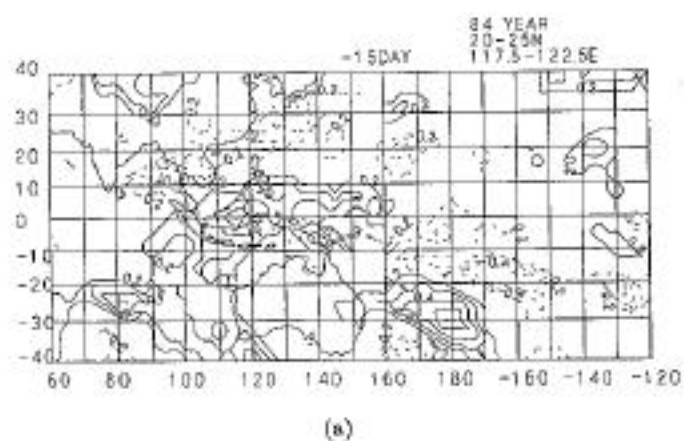


(b)



(c)

圖九. 1976 年 OLR 時間和空間結構的變化, 參考區域與經過濾波後的每一網格點做同時、落後及超前的相關。一系列相關性演變區。
 20°N - 25°N , 117.5°E - 122.5°E 區域作為參考區域, 其中 (a) 是參考區域落後網格點 15 天的相關 (-15 天), (b) 是參考區域和網格點同時的相關 (0 天), (c) 是參考區域超前的網格點 15 天的相關 (+15 天)。



圖十. 同圖九, 但為 1984 年。

圖十一. 同圖九, 但為 1979 年。

The Characteristics of The Climatic Elements in Taiwan Area
(1) The Effects of Low-Frequency Oscillations

Long-Nan Chang, Jough-Tai Wang

Institute of Atmospheric Physics
National Central University
Chung-Li, Taiwan 32054 ROC

and

Chang-Keng Hsiao

Applied Meteorology Division
Central Weather Bureau

ABSTRACT

This study analyze the observed station data from the Central Weather Bureau (CWB) to investigate the characteristics of the climatic elements in Taiwan area. This part of research focus on the effects of low frequency oscillations. The variables include in this study are the surface pressure, surface wind, surface temperature, along with the outgoing longwave radiation (OLR) data. The variances contribute from the time series of several different variables at different stations indicate a relative large peak on the period of 30-50 day. This results are more clearly shown when a low-pass filter is introduced.

From the OLR data around Taiwan area, a convective index is defined. Time series of several different years are chosen to reveal the propagating nature of the low frequency variability. It is found that all the years, the index indicates large variance contribution from the same low-frequency band. However, the propagating characteristics of different years are quite different. The difference in the low-frequency propagating phase in the Spring time potentially will cause the short-term climatic variability of this area, namely, the anomalous Mei-Yu season.