

# 梅雨期與低頻擾動關係之探討

易 聖 博

空軍氣象聯隊

摘 要

本研究利用長波輻射資料(OLR)經距平常態化後，選取距平值持續變化較大的年份作為分析個案。根據結果(圖1，圖2)選取1976年為正距平年，1984年為負距平年，1979年為準正常年。針對此三年進行1月—8月的時間序列和頻率域的分析。以探討長時間周期擾動對梅雨期降水多寡的影響。由OLR擾動的頻率域分析結果顯示(表一)，台灣地區在正距平年時，19—61天周期的低頻擾動有較大的貢獻。

定義一對流指數(Ic)、計算此對流指數隨時間在東西向及南北向變化的情形。以赤道為中心的對流指數是 $5^{\circ}$  N— $5^{\circ}$  S 範圍的平均。發現1976乾梅年時有明顯的往東傳的現象發生(圖8)。但1984負距平年及1979準正常年時並不存有此現象。而以 $115^{\circ}$  E— $125^{\circ}$  E 範圍平均的對流指數作為沿著 $120^{\circ}$  E的深對流隨時間的分佈(圖10)。結果發現在梅雨異常年時，以此經度為中心的深對流雲有由赤道往北傳的現象發生，但以正距平年時較為明顯。在準正常年時深對流雲沿著此經度呈近似滯留的現象。另外由落後相關(Lag)的研究顯示1976正距平年時存在一準30天的周期(圖11)。但是在負距平年及準正常年時並不存有此現象。

利用OLR資料作為台灣地區梅雨期大尺度區域降水的指標，探討此指標與副熱帶太平洋高壓強度之相關。結果發現以OLR為指標定義的5月台灣地區降水與2月太平洋高壓強度的相關中，似乎並不存有統計上的意義。對其中之涵義，有更進一步的探討。

## 一 前言：

### 1—1 熱帶大氣的低頻擾動 (ISV)

有關大氣的30—60天週期的擾動，已經成為研究氣候動力的主題，因為此種長週期的擾動和長期天氣及短期氣候變化可能有直接關係。

大氣的低頻擾動(ISV)首先發現存在於熱帶大氣。Madden and Julian (1971) 利用中太平洋Canton Island ( $3^{\circ}$  S,  $172^{\circ}$  W) 1957—1967年10年的探空資料，以統計的方法分析，發現熱帶地區的溫度場，地面氣壓場，850mb及150mb緯向風場存在—40—50天周期的ISV，同時也發現地面氣壓場與850mb緯向風場同向位，而與150mb緯向風場反向位。一年以後Madden and Julian (1972) 利用測站氣壓及高層風場資料以統計的方法分析，發現此種40—50天的ISV是侷限於熱帶地區的全球性波動，波動自源地位於 $10^{\circ}$  N— $10^{\circ}$  S的印度洋一帶向東傳到中太平洋。Lau and Chan (1986a) 利用長波輻射資料(OLR)研究北半球夏季印度洋及西太平洋熱帶對流的ISV，發現在這些地區對流在

40—50天週期內擾動的傳播具有以下幾點特徵：

- (1) 對流雲沿著赤道從印度洋向東傳至西太平洋。
- (2) 對流雲從印度洋北傳至印度半島。
- (3) 對流雲從赤道西太平洋西北傳至南中國海。

同時也發現當印度季風盛行時，對流雲從印度洋北傳至印度半島後約7—10天內則中國梅雨開始。Lau and Chan (1986b) 指出在熱帶西太平洋暖水區，30—60天ISV似乎扮演著激發ENSO發生的角色。

### 1—2 研究動機與目的

過去在研究長週期擾動和氣候變化關係方面，一般多著重於研究熱帶地區ISV和熱帶附近氣候的關係。有關於這方面的研究在熱帶地區已較為完備。然而在有關低頻擾動對東亞地區之影響方面的探討則仍顯不足。有關這方面的探討，有由Chen and Murakami (1988) 研究西北太平洋深對流雲的30—50天週期的擾動。利用一對流指標計算對流沿著 $140^{\circ}$  E南北變

化的情形，發現擾動似乎有從赤道往北傳而影響到中緯度的天氣系統，造成一致的30—50天週期的擾動。且深對流在20° N 以北表現一較規律的南北方向的移動。所以深對流在梅雨異常年時其傳播特徵如何是我們想了解的。另外由許與王(1990)研究台灣地區春夏季乾濕年受長週期擾動影響，指出台灣地區在異常距平年時，18—53天週期的 ISV對這些異常年有很大貢獻。此外利用二月的太平洋高壓高度正距平，作為五月台灣梅雨降水少雨的參考指標，有70%以上符合二月正距平產生，五月少雨的推論。而且由二月太平洋高壓正距平作參考指標，與五月少雨的相關係數為-0.57。此顯示太平洋高壓區域二月高度正距平擾動，和五月台灣梅雨少雨有某種程度的相關。但是對於那些不吻合此推論的案例，以及從相關係數來看也不是很強的結果顯示，對此點需要進一步探討。造成此種不吻合的可能原因，有可能是由於所取的梅雨區域限於台灣，但是梅雨為一大尺度現象，且其降水涵蓋一較大區域，因此只以台灣地區雨量資料來定義乾濕梅雨年，並無法準確地代表該年整個梅雨區域的梅雨期降水情形。由於 OLR 資料是一種常用的降水指標，而且其資料涵蓋較大區域，所以本文將利用 OLR 資料，作為大區域降水量多寡之指標，來探討此指標和太平洋副熱帶高壓強度之相關，重新做另一次分析，期望能由大區域 OLR 資料來進一步探討其相關性。因此本研究想探討的主要方向有三點：

- (1) 以 OLR 資料作為大尺度區域降水量多少之指標，探討此指標和副熱帶太平洋高壓強度之相關。
- (2) 探討 ISV 在梅雨異常年時 OLR 的傳播特徵。
- (3) 利用落後 (Lag) 相關來探討 OLR 在時間及空間結構的變化，並比較其在乾溼年間之差異。

二分析資料，步驟與結果：

### 2-1 資料來源

本文使用資料包括(1) NOAA的每日(包括白天與晚上的資料)長波輻射

資料(OLR)，資料起迄日期為1974年6月至1988年5月，其中1978年3月至12月的資料遺失，1982年6月的資料錯誤。此資料的經緯度網格解析度為 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。及(2) NCAR 1958至1986年北半球 $47 \times 51$ 八角網格點500 mb 面高度場月平均資料。資料的處理是將每日白天與晚上的資料作平均當作該日的平均。

### 2-2 個案選取

利用 OLR 資料分別對不同區域(20—25° N、115—125° E、20—35° N、100—130° E及20—35° N、115—135° E)計算自1975年至1988年其5月月平均距平常態化時間序列分佈，及計算自1975年至1987年其6月月平均距平常態化時間序列分佈，以選取梅雨顯著年及不顯著年。選取不同區域的理由是為了做類似靈敏度的試驗，不希望因選取區域的改變，而使得其距平常態化時間序列分佈改變太大。圖1及圖2分別為5月及6月不同區域的月平均距平常態化時間序列分佈圖。由圖1及圖2可發現此三區域其5月及6月 OLR 距平常態化時間序列分佈分別呈現明顯正相關(除了圖1a的86年外)。選擇距平常態化後其5月及6月持續較大的正距平年為乾梅年，持續較大(絕對值)負距平年為濕梅年。由圖1和圖2可以得1976年為持續正距平年(乾年)，1984年為持續負距平年(濕年)，1979年則為距平變化較小的年份(準正常年)。

### 2-3 分析資料與結果

#### 2-3-1 傅立葉轉換(FFT)

根據所選取的個案，依梅雨區域和太平洋高壓中心區域選擇20—25° N、115—125° E和15—25° N、135—155° E兩個區域分別稱為台灣梅雨區域，此後簡稱為台灣地區，以及太平洋高壓中心區域，此後簡稱為太平洋區域。選擇此二區域的理由是因為太平洋高壓強度及位置，由前人的研究結果中可知，是被認為與台灣地區乾濕梅年可能有關。因此取太平洋高壓中心和台灣地區範圍內的長波輻射資料作區域平均，來看所選取之個案年其1—8月區域平均 OLR 的時間序列變化。對於時間序列中遺失的資料部份

，則以該月的月平均值補入。根據時間序列的變化，可以利用傅立葉轉換(許與王1990)而求得 OLR各個不同頻率的振幅。由於週期在81天以上的季節變化項，並不在研究範圍內，因此週期在81天以上的季節擾動將不被考慮。取基礎頻率域為 2—81天週期的擾動，以下的討論是在此頻率域中，取不同的波段來研究各頻率域擾動對基礎頻率域擾動的貢獻。表一為台灣地區 OLR擾動各頻率域在基礎頻率域中所佔的比例，表中的百分比即為該頻率域擾動在整個基礎頻率域擾動中所佔的貢獻。在此表中2—8天週期的擾動與19—61天週期的擾動顯現是相同之重要，但本文只考慮較低頻的部份。值得注意的是在1976正距平年時19—61天週期的擾動所佔的貢獻最為突出，其比例為41.2%，而1984負距平年及1979準正常年時其19—61天週期的擾動則沒有明顯的差別，其貢獻分別為31.7%及33.7%。另外由於週期在19—27天的擾動在此三年並沒有明顯差別，其在基礎頻率域中所佔的貢獻分別為15.8%、16.1%及14.6%。但由於在1976正距平年時其19—61天週期的擾動所佔貢獻最大，所以週期在27天以上的擾動也以1976正距平年時為最大。即在1976正距平年時頻率域更低的擾動佔有較大的貢獻。

由前述的分析，可以歸納出在台灣地區 OLR擾動中，週期19—61天的波段內，在1976正距平年時，其貢獻較1984負距平年及1979準正常年為大。在更細分的波段中，也可知在1976年時27天週期以上的擾動其貢獻也較大。但此三年中，其低頻頻率所含之變異數，都具有統計上之意義，因此吾人想更進一步來了解此三年中，其低頻干擾在東西及南北向傳播之特性，來探討此傳播特性和台灣區域乾濕梅之關係。

## 2—3—2 對流指數的時空演變

### (一) 對流指數(Ic)

利用Chen and murakami(1988)的方法，定義一對流指數(Ic)，作為描述深對流的指標。對流指數的計算公式為：

$$I_c = \frac{R - R_{400}}{R_{tr} - R_{400}} \times 10 \quad (3) \text{式}$$

其中：

R<sub>400</sub>：代表在 400mb處的輻射通量

R<sub>tr</sub>：代表在對流層頂的輻射通量

R：代表雲頂的輻射通量

R<sub>400</sub>及R<sub>tr</sub>的獲得是利用黑體輻射公式：

$$R = \sigma T^4$$

分別代入 400mb處及對流層頂處溫度而求得R<sub>400</sub>及R<sub>tr</sub>。其中：

400mb處及對流層頂處之溫度是取自(殷，1981)，就是以氣候值標準層之溫度分佈來選取。

σ代表Stefan-Boltzmann常數，其值

$$= 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

I<sub>c</sub>是利用來計算深對流的指標，由(3)式吾人設I<sub>c</sub>值的限制條件如下：

$$I_c = \begin{cases} 0 & (\text{當雲頂沒有穿過400mb面}) \\ < 10 & (\text{當雲頂到達對流層頂}) \end{cases}$$

### (二) 對流指數的時空分佈圖

以前的研究顯示熱帶大氣的 ISV具有向東及向北傳的特性，本文為了解 OLR的傳播特徵，選取5°N—5°S的範圍做平均計算以赤道為中心的I<sub>c</sub>值，藉由此經度—時間圖來描述對流指數沿赤道在東西方向的演變。另外再選取經度115—125°E的範圍作平均，計算沿著120°E為中心的I<sub>c</sub>值，藉由此緯度—時間圖來描述對流指數在南北方向的演變。其中以120°E為中心的I<sub>c</sub>值是通過台灣地區。接下來我們要看深對流以赤道及沿120°E為中心的時空演變圖。

#### (a) 對流指數在東西方向的演變圖

圖8是I<sub>c</sub>經 Butterworth 20—60天濾波後，沿赤道在東西方向隨時間變化的情形。圖8a，8b及圖8c分別代表1976年，1984年及1979年的情形。針線代表深對流區。由圖8可以發現，在1976正距平年時，沿赤道有明顯的深對流向東傳播的情形發生，但在1984負距平年及1979準正常年並不存有此特徵。配合頻率域的分析，顯示1976乾梅年有較其它年明顯的低頻擾動的貢獻。但其餘二年其變異數之貢獻也具統計上之意義，但其在東傳的特性上和1976年乾年的現象是有明顯之不同

## (b) 對流指數在南北方向的演變圖

圖10是以 $120^{\circ}$  E為中心的Ic值經Butterworth 20—60天濾波後深對流沿著 $120^{\circ}$  E南北變化的情形。圖10a, 10b及圖10c分別代表1976年, 1984年及1979年的情形。由圖10可以發現1976年及1984年有存在北傳之現象, 但以1976年正距平年北傳現象較明顯, 而1979年準正常年深對流雲則呈近似滯留現象。Chen and Murakami(1988)研究1979年夏季西北太平洋深對流雲的30—50天的擾動。發現沿著 $140^{\circ}$  E的深對流雲在 $20^{\circ}$  N以北表現一規律的南北振盪。可見對不同地區訊號的傳遞特徵不同。1984年發生深對流往北傳之前, 有一由中緯度往南傳至赤道附近的深對流發生。異常年時受低頻振盪的影響但其傳播特徵不同。配合頻率的分析, 顯示在1976年正距平年時有較其它年明顯的ISV貢獻, 而其往北傳播之現象, 也較其它年明顯。由於對流指數是十個經度的平均, 代表一大尺度對流的傳播特徵, 與一般認為在濕年時有較多中小尺度對流不同, 使其在大尺度對流擾動中, 較不易顯現。

### 2-3-3 相關係數

為了獲得OLR在時間及空間結構的變化, 我們選擇 $20-25^{\circ}$  N,  $117.5-122.5^{\circ}$  E區域為參考區域。將 $60^{\circ}$  E— $120^{\circ}$  W、 $-40^{\circ}$  S— $40^{\circ}$  N區域內的網格點先經九點平均後、再將此區域的每一個網格點作Butterworth 20—60天的濾波, 然後再做參考區域與經過濾波後的每一個網格做同時、落後及超前的相關。並比較其在乾濕年上的差異。並且以OLR資料作為大尺度區域降水量多寡之指標, 來探討此指標和副熱帶高壓強度之相關。即是取台灣地區5月平均OLR常態化指數正值與太平洋高壓中心區域2月的高度距平常態化指數求其相關係數。以探討長時間週期擾動和梅雨期5月降水量多寡之關係。圖11代表1976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天代表參考區和網格點同時的相關,

+20代表參考區域超前網格點20天的相關。其餘依此類推。值得注意的是在1976年的一系列相關性演變圖中, 可發現存在-30天準週期性的振盪。

而1979年及1984年則沒有明顯的準週期性存在。

圖14為1975—1986年太平洋高壓中心2月高度場距平常態化時間序列分佈。由許與王(1990)的推論告訴我們、在2月時太平洋高壓正距平產生, 5月台灣少雨。但是從我們分析比較圖1a及圖14時, 發現並不存有5月台灣梅雨期少雨而2月太平洋高度場正距平出現的關係存在。而且幾乎是以隨機的形態出現, 在選取四個台灣5月OLR是正距平時, 有二個符合2月太平洋高壓正距平產生。但是由於其相關係數不強, 因而似乎並不具有統計上意義。有可能的原因是由於

OLR資料原本就與降水資料有所差別。而且由於資料數目的限制, 本研究只能選取四個台灣5月OLR出現明顯正距平的個案, 因而有可能影響到分析的結果。另外由於本研究只探討太平洋高壓對台灣地區梅雨降水多寡的影響, 但是如進一步探討此問題時, 印度季風槽、東亞主槽和鄂霍次克海阻塞高壓的強弱及位置, 應當是除太平洋高壓外, 和東亞梅雨異常有關而值得去探討的3個大尺度環流。

### 三 結論與展望：

本文利用OLR資料, 選取1976年正距平年, 1984年負距平年及1979年準正常年, 來研究ISV在梅雨異常年時OLR傳播特徵及其在時間及空間結構的變化, 得到以下幾點初步的結論：

1. 由OLR的頻率域分析可知, 台灣地區在正距平年時, 19—61天週期的ISV有較大的貢獻, 但負距平年及準正常年則沒有明顯的差別。19—27天週期的擾動在此三年其值相近, 但因正距平年時, 19—61天週期的擾動有較大的貢獻, 所以在正距平年時, 27天週期以上的擾動佔有較大的貢獻。即乾梅年時更低頻率的擾動佔有較大的貢獻。但此三年的ISV, 都具統計上的意義, 可是其東傳、北傳之特性卻有顯著之不同。

2. 分析Ic東西向變化的情形, 發現在正距平年時, 沿著赤道有明顯向東傳播之現象發生, 但另二年並不存有此現象。分析Ic南北向

變化的情形，發現在正距平年時，沿著 $120^{\circ}$  E的Ic有較明顯的由赤道往中緯度傳的深對流雲，負距平年時也有往北傳的現象，但較正距平年不明顯。由於對流指數是十個經度的平均，代表一大尺度對流的傳播特徵，與一般認為在濕年時有較多中小尺度對流不同，使其在大尺度對流擾動中，較不易顯現。在1979年準正常年時深對流的傳播則呈近似滯留現象。

3. 在1976年正距平年時，由相關係數圖發現存在一30天的準週期性，但此現象在1984年負距平年及1979年準正常年並不存在。

本研究僅使用三個個案年作為分析資料，因此所得的分析結果，只能作為此三個個案年的特性，若欲建立較完整的推論，則必須對正距平年、負距平年、不同個案年作更多的個案合成分析。需要對各不同異常年計算其沿著 $120^{\circ}$  E、深對流的傳播特徵來重新驗證本文的結果，並期望能將ISV應用於長期天氣預報上。

另外由於本研究只探討太平洋高壓對台灣地區梅雨降水多寡的影響，但印度季風槽、東亞主槽和鄂霍次克海阻塞高壓，這三個大尺度系統是和東亞梅雨有關，而值得吾人進一步去研究的。

## 參考文獻

1. Chen, T., 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.
2. Lau, K. M., and P. H. Chan, 1986a: Aspects of the 40-50 day oscillation during the northern summer as inferred from outgoing longwave radiation. *Mon. Wea. Rev.*, 114, 1354-1367.
3. Lau, K. M., and P. H. Chan, 1986b: The 40-50 day oscillation and the El Nino/Southern Oscillation: A new perspective. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 67, 533-534.
4. Madden, R. A., 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.
5. Madden, R. A., and P. R. Julian, 1972: Detection of global scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. *J. Atmos. Sci.*, 29, 1109-1123.
6. 許子乾與王作台，1990：台灣地區春夏季乾濕年受長周期擾動影響之研究。大氣科學，18，85-110。
7. 殷來朝，1981：大氣科學。國立編譯館出版，570頁。

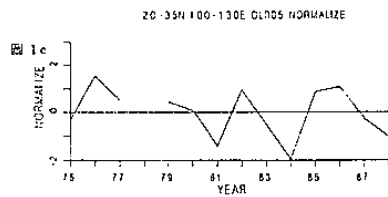
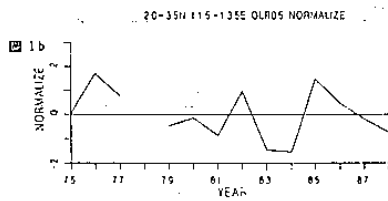
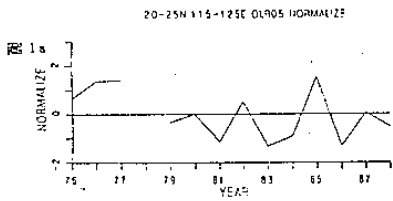


圖 1 5月不同區域的OLR月平均距平常態化時間序列分佈圖。  
圖 1a 為 20~25°N, 115~125°E 區域的平均  
圖 1b 為 20~35°N, 115~135°E 區域的平均  
圖 1c 為 20~35°N, 100~130°E 區域的平均

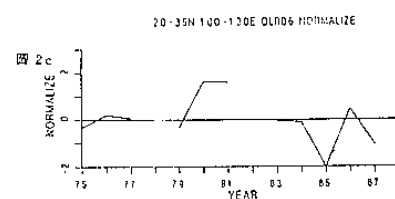
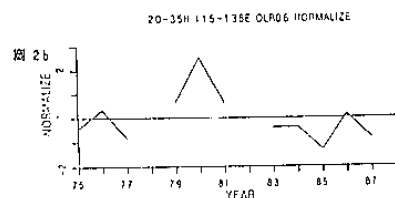
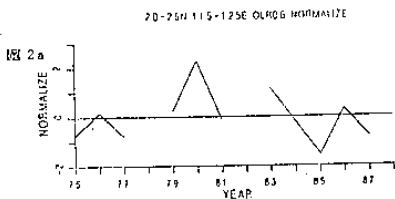


圖 2 6月不同區域的OLR月平均距平常態化時間序列分佈圖。  
圖 2a 為 20~25°N, 115~125°E 區域的平均  
圖 2b 為 20~35°N, 115~135°E 區域的平均  
圖 2c 為 20~35°N, 100~130°E 區域的平均

表 1 台灣地區 OLR 擾動各類非極在基線「狀態」中所佔的比例，表中的百分比即為該類非極擾動在整個非極擾動中 (2~81 天) 中所佔的百分比。

週期	1976 年	1984 年	1979 年
2-8 天	33.8 %	23.1 %	
8-14 天	12.3 %	16.9 %	6.0 %
19-61 天	41.2 %	?	33.7 %
(15-27) 天	15.8 %	?	14.6 %

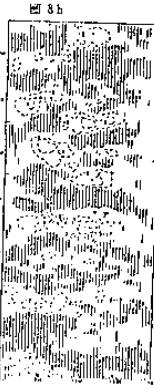
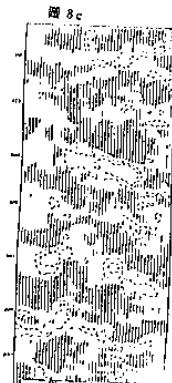
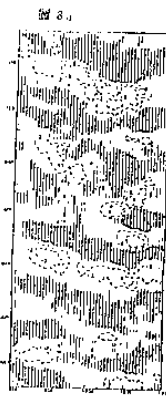


圖 3 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著赤道在東西向變化的情形。到線代表擾動波  
圖 3a 為 1976 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著赤道在東西向變化的情形。  
圖 3b 為 1984 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著赤道在東西向變化的情形。  
圖 3c 為 1979 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著赤道在東西向變化的情形。  
1. 是 5°N~5°S 範圍的平均。

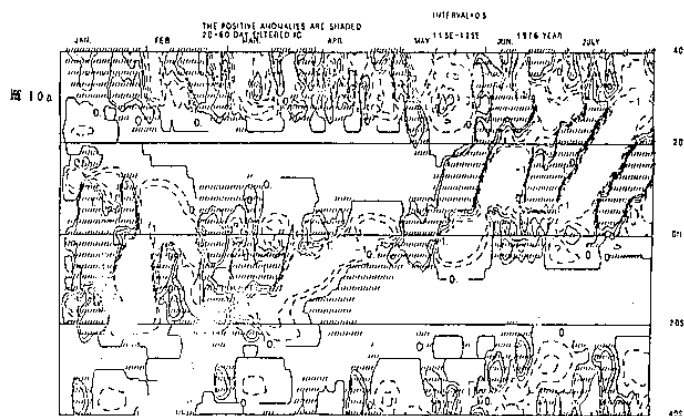


圖 10 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著 120°E 南北變化的情形。到線代表擾動波  
圖 10a 為 1976 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著 120°E 南北變化的情形。  
圖 10b 為 1984 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著 120°E 南北變化的情形。  
圖 10c 為 1979 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著 120°E 南北變化的情形。  
1. 是 115°E~125°E 範圍的平均。

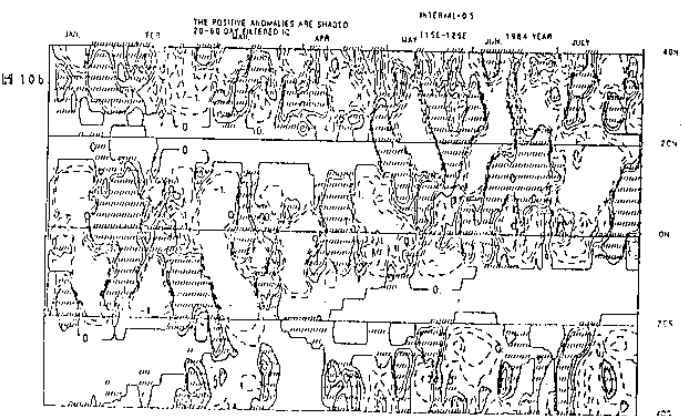


圖 10b 為 1984 年 1. 經 Butterworth 20~60 天濾波後探討  
波沿著 120°E 南北變化的情形。  
1. 是 115°E~125°E 範圍的平均。

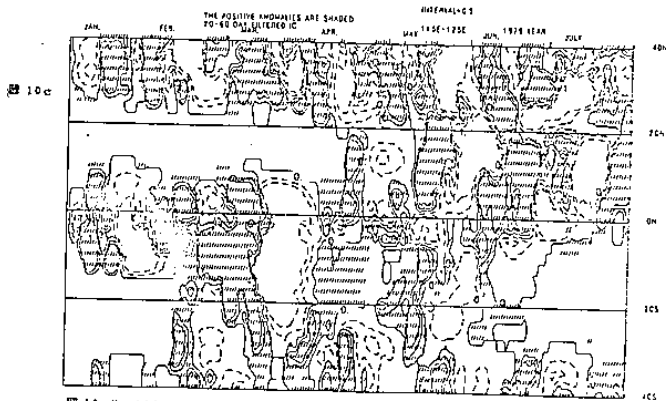


图 10c 为 1975 年 1 月 Butterworth 20~60 天波带反射对  
应相干 120°E 南北变化的情形。  
1. 是 115°E~125°E 範圍的平均。

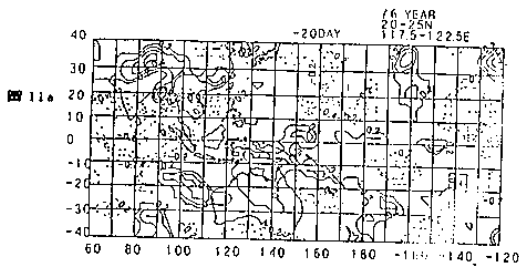


图 11a

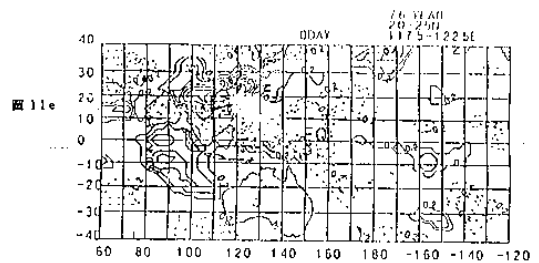


图 11e

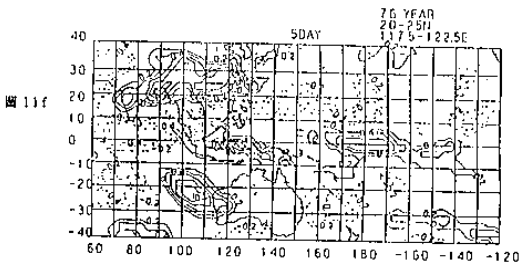


图 11f

图 11e 为参考区域與網格點同時的相關。  
图 11f 为参考区域超前網格點 5 天的相關。

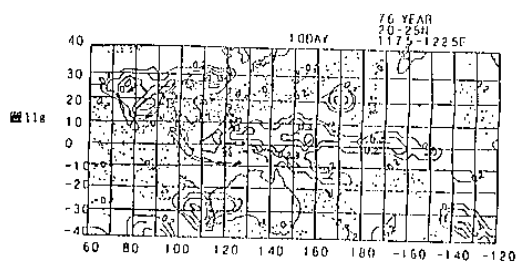


图 11g

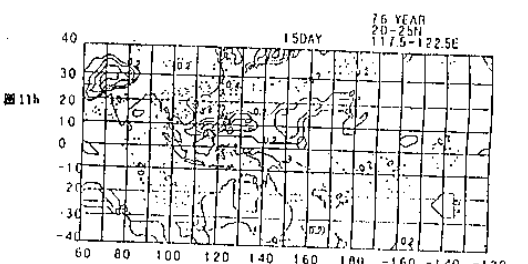


图 11h

图 11g 为参考区域超前網格點 10 天的相關。  
图 11h 为参考区域超前網格點 15 天的相關。

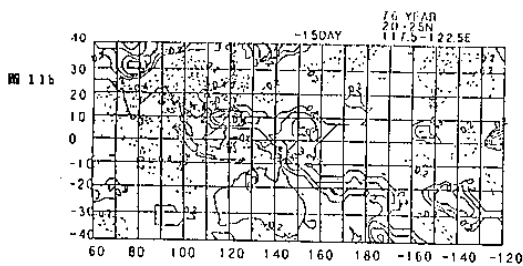


图 11b

图 11 1976 年的一系列相關係數演變圖。負號代表  
參考區域後網格點時間的相關，正號代表參  
考區域超前網格點時間的相關。零代表同  
時的相關。參考區域為 20~25°N, 117.5~122.5°E  
图 11a 为参考區域後網格點 20 天的相關。  
图 11b 为参考區域後網格點 15 天的相關。

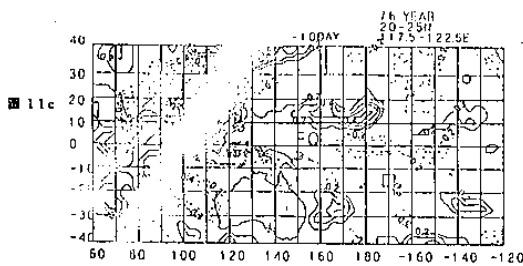


图 11c

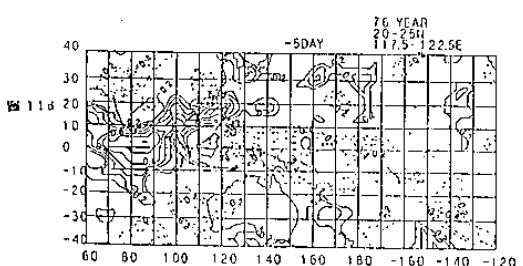


图 11d

图 11c 为参考區域後網格點 10 天的相關。  
图 11d 为参考區域後網格點 5 天的相關。

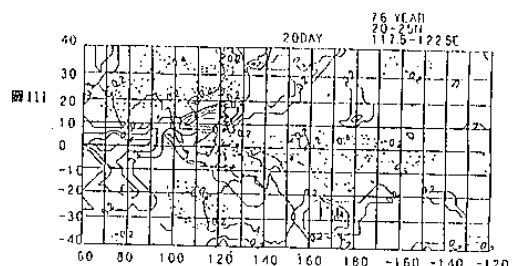


图 11i

图 11i 为参考區域超前網格點 20 天的相關。

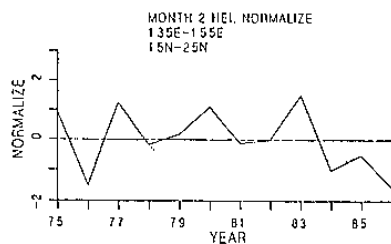


图 14 1975~1986 年太平洋高壓中心 2 月高度異常  
值時間序列分布。

