

# 1997-1998 年東亞地區氣候評估

卓盈旻 余嘉裕

文化大學大氣科學系

## 摘 要

1997-1998 年為本世紀最強的一次的聖嬰現象，海洋熱源變化伴隨大氣環流的異常，不僅對全球氣候平衡產生重大影響，直接或間接的導致各地天氣頻傳異常，高溫、乾旱、霾害、洪水、龍捲風...等，估計超過萬人死於天災，財物損失不計其數，影響所及遍布歐、亞、非、美各洲。本文將利用海溫、降水、海氣通量等資料，探討 1997-98 年聖嬰現象對東亞區域短期氣候變化的衝擊。

研究結果顯示，1997 年 ENSO 現象發生後，印尼蘇門答臘島附近海域的海溫從 1997 年七月到十二月有明顯的負距平存在，此時降水和潛熱淨通量都有明顯減少的趨勢，低層輻散場則增加，顯見透過大氣環流的異常使印尼、澳洲等地區之環境場趨於穩定，導致此時期印尼、澳洲北部、中南半島等地區產生嚴重的乾旱。從 1998 年一月開始，幾乎整個東亞區域海溫以及印度洋地區均逐漸升高，中太平洋地區則降低，尤其從八月份開始，另外降水帶也隨著高海溫區的西移而回到西太平洋與鄰近東亞大陸地區，中太平洋海溫則偏低，而進入反聖嬰狀態。

## 一、前言

東亞地區地處歐亞大陸與西太平洋、印度洋的交界處，該區大氣不斷接受高海溫所提供之充沛水汽，並且同時受到中緯度和熱帶天氣系統影響。NOAA 衛星海溫監測顯示，1997 年四月起赤道東太平洋的海溫即迅速增溫，為本世紀威力最強的聖嬰現象，如此強烈的聖嬰現象導致赤道大氣環流改變，造成全球各地氣候異常，災難頻傳，如：秘魯北部沙漠、美國西部加州和東南各州降下豪雨，印尼發生嚴重的乾旱引發森林大火，使東南亞地區空氣受到霾害嚴重污染等。

ENSO 現象發生時，赤道東太平洋海溫的異常增溫，會造成大氣環流異常，不僅對全球天氣系統產生重大影響，更導致東亞區域氣候發生改變，因此本文主要是探討東亞

地區氣候特性與 ENSO 的相關性。

由於東亞地區受到海-陸加熱差異影響極大，陸地氣團和鄰近海洋間的加熱差異會導致氣流的反轉，因此季風環流成為該區氣候變化的主要因素。東亞地區的夏季季風有明顯年際變異，其年際變異與 ENSO 現象有關。許多研究指出，ENSO 現象發生會使印度夏季季風的降水減少 (Angell, 1981; Rasmusson and Carpenter, 1983)。Meehl (1987) 提出亞洲和太平洋之間的東-西向熱帶環流加強亞洲夏季季風和 ENSO 之間的連結。

本文第二節描述研究所使用的資料與研究方法。第三節探討 1997-98 年 ENSO 現象對東亞地區造成的氣候變異。第四節則對本文做一個總結。

## 二、分析資料

本文所採用的分析資料為 NCEP/NCAR (National Centers of Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research) 再分析資料，包括  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  經緯網格的 850hPa 風場 (U、V) 和網格解析度近似  $1.9^{\circ} \times 1.9^{\circ}$  的高斯地面潛熱通量資料， $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  經緯網格的 Reynolds 最佳化海溫資料 (Reynolds Optimum Interpolation SST, OI)，以及 NOAA-12 和 NOAA-14 提供之外逸長波輻射資料 (outgoing longwave radiation, OLR)，與 Xie-Arkin 降水資料。分析的起迄時間為 1989 年至 1998 年之月平均資料。分析的區域為  $30^{\circ}\text{S} \sim 60^{\circ}\text{N}$ ， $60^{\circ}\text{E} \sim 180$  之東亞區域。

## 三、東亞區域氣候特性分析

東亞區域在 1997 年一月的高海溫區大致位於  $150^{\circ}\text{E} \sim 180$  赤道太平洋地區，且整個區域的海溫都不超過  $30^{\circ}\text{C}$ 。從 1997 年六月開始，海溫高值中心逐漸向東移動，至十二月之 ENSO 現象發生期間，海溫高值中心移至換日線附近。1998 年一月至三月的印度洋海溫較 1997 年同一時間的海溫為高，且高海溫區域的面積也較廣。到 1998 年六月，此時為 ENSO 現象結束之後，高海溫區逐漸集中於  $150^{\circ}\text{E}$  以西的海域，至九月時的西太平洋地區出現明顯的暖池區 (未附圖)。

為了瞭解東亞地區的區域氣候特性，故將 1997-98 年每月的平均資料減去 1989-1998 年該月的氣候平均值，以得到去除季節性效應後之距平資料。圖 1 為東亞地區 1997-98 年一、四、七和十月的海溫距平分佈。從 1997 年一月到四月，西太平洋至中太平洋赤道地區大致為海溫正距平區域，顯示此時該區海溫有增加的趨勢。1997 年七月到十月期間，

赤道太平洋主要的正距平區域位於中太平洋地區，海溫正值中心出現在換日線附近，而赤道西太平洋地區則轉變為海溫負距平區域，負距平中心出現在印尼蘇門答臘島西部海域。1998 年一月到四月時，幾乎整個印度洋地區均為海溫增加的情形，負值區域位於西太平洋至中太平洋赤道地區，顯示該區海溫有下降的趨勢。1998 年七月到十月，西太平洋地區的海溫逐漸增加，印尼群島附近海域有正距平中心出現，海溫負距平區域逐漸集中在赤道中太平洋地區。

圖 2 為東亞地區 1997-98 年一、四、七和十月降水的距平分佈，圖中顯示東亞區域在 1997 年一月主要的正距平區域位於赤道以南的海域。1997 年四月到七月，西太平洋地區有降水負距平區域出現，顯示該區降水呈現減少的趨勢。1997 年十月為 ENSO 現象發生期間，孟加拉灣、南海、菲律賓和印尼群島附近降水場有較大的負距平區域存在，表示這些區域由潮濕轉為乾燥地帶，尤其是印尼蘇門答臘島西部海域從 1997 年七月到十月有明顯的降水負距平中心存在，與該區海溫發生明顯負距平之時間一致。十月主要的降水正距平區域位於赤道中太平洋地區，意味該區降水增加，此為沃克環流上升區引發的降水。到 1998 年一月，從印度洋到印尼群島附近海域仍為降水減少地區，自四月之後開始轉為潮濕地帶，呈現出降水的正距平區域。從 1998 年七月到十月，西太平洋地區的降水有增加的趨勢，負距平區域則逐漸向東集中於赤道中太平洋地區，表示西太平洋恢復為沃克環流之上升區，對流作用增加所帶來的降水。

圖 3 為東亞地區 1997-98 年一、四、七和十月外逸長波輻射 (OLR) 的距平分佈，1997 年一月主要的 OLR 負距平區域位於南半球，位置大致與 ITCZ 的所在位置相符。從 1997 年四月到七月，西太平洋地區逐漸為正距平

所籠罩，至 1997 年十月，主要的負值中心發生在赤道中太平洋地區，此時該區的降水為增加的趨勢，顯示該區大氣中的對流作用旺盛。西太平洋和印度洋幾乎皆為正距平區域所籠罩，其中印尼蘇門答臘島從 1997 年七月到十月出現正距平中心，此時海溫和降水皆有減少的情形發生，說明該區由於海溫下降，大氣中的對流作用明顯減弱，因而降水顯著減少導致乾旱的發生。到 1998 年一月，整個西太平洋和印度洋地區的大氣對流作用仍為減少的趨勢，自四月之後，印度洋和西太平洋地區逐漸出現負距平區域，負值中心位於澳洲西北部海域。1998 年十月時，南海、印尼群島附近為負距平區域，顯示西太平洋地區的對流作用增加，該區恢復成為沃克環流的上升區。

潛熱通量為海氣能量的交換過程，藉由分析潛熱通量可以瞭解熱源受 ENSO 影響的變異情形。圖 4 為東亞地區 1997-98 年一、四、七和十月潛熱通量的距平分佈，從 1997 年一月的圖中可知，西太平洋地區幾乎為潛熱通量的正距平區域，顯示西太平洋地區為熱源之供應區。1997 年十月時，主要正距平區域出現在換日線附近，表示該區海洋提供給大氣的能量增加，說明 ENSO 現象發生時，熱源的位置移至中太平洋地區，而西太平洋則轉變為負距平區域。到 1998 年一月，主要正距平區域仍位於中太平洋地區，負值中心出現在印度半島南端和菲律賓附近海域。從 1998 年七月到十月，此時為反聖嬰現象發生期間，正距平區域開始出現於印度洋、南海和日本東部附近海域，該區成為東亞區域熱源的供應區。

利用速度位分析東亞地區低層輻散場的情形，圖 5 為東亞地區 1997-98 年一、四、七和十月 850hPa 速度位的距平分佈。由 1997 年四月的距平圖可知，印尼群島附近主要為負距平區域所籠罩，表示該區大氣低層為輻

合風分量增加的區域。自 1997 年七月開始，主要的輻散正距平區發生在南海、印尼附近海域地區，到 1997 年十月，在 150° E 附近之低層大氣為輻合距平區所籠罩。意味低層輻合區東移造成沃克環流異常，使得西太平洋地區低層之輻散風分量增加，抑制該區大氣中的上升作用。南海、印尼群島在 1998 年一月仍出現正距平區域，隨著 ENOS 現象的結束，1998 年七月到十月，西太平洋低層大氣逐漸恢復為輻合距平區域，顯示該區大氣低層輻合有增加的趨勢。

#### 四、總結

東亞區域的降水主要是受季節效應所主宰，夏季季風伴隨大範圍且持續性的降水，其降水集中於印度半島和中南半島附近，冬季則位於馬來西亞、印尼、澳洲北部海域附近。東亞地區的潛熱通量也受到季節變化和海陸效應所主宰，使夏季潛熱通量高值區位於澳洲西部海域地帶，冬季位於日本東側附近的海域。

由以上研究結果顯示，聖嬰現象發生後，東亞區域的高海溫區移至中太平洋地區，使印度洋和西太平洋熱源東移至中太平洋地區，導致海洋提供給大氣的潛熱通量減少。由於受到高海溫區東移的影響，對流上升區隨之移至中太平洋地區，西太平洋轉變成為異常沃克環流的下沉區，抑制了大氣中的對流作用，增加該區低層大氣的輻散風分量，導致東亞區域的降水十分反常。尤其是印尼蘇門答臘島從 1997 年七月到十月出現明顯的海溫負距平區域，使海洋提供給大氣的潛熱通量減少，導致大氣中的對流作用減弱，降水明顯減少而發生嚴重的乾旱。

## 誌謝

本研究由國科會計畫 NSC-89-2111-M-034-003 資助所完成，所需計算機資源由文化大學大氣科學系提供。

## 參考文獻

- Angell, J. K., 1981: Comparison of variation in atmospheric quantities with sea surface temperature variations in the equatorial eastern Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 230-243.
- Meehl, G. A., 1987: The annual cycle and interannual variability in the tropical Pacific and Indian Ocean region. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 27-50.
- Rasmusson, E. M., and T.H. Carpenter, 1983: The relationship between the eastern equatorial Pacific sea surface temperature and rainfall over India and Sri Lanka. *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 517-528.

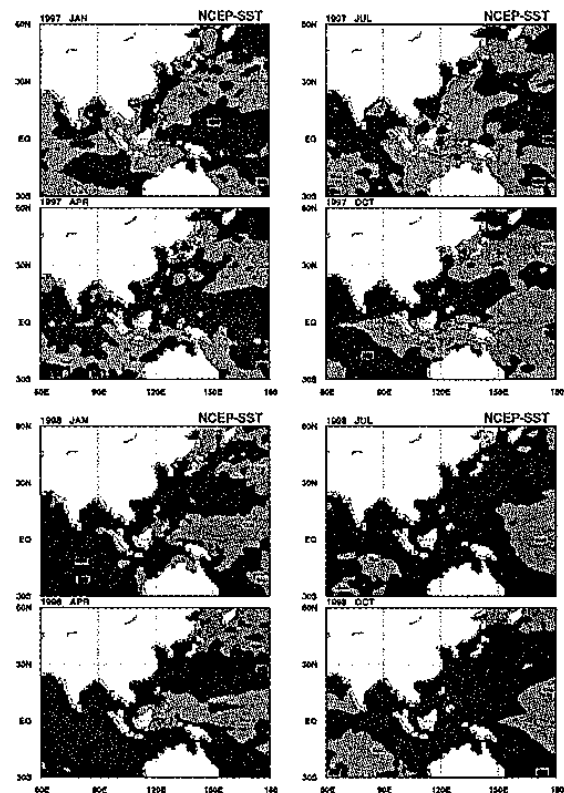
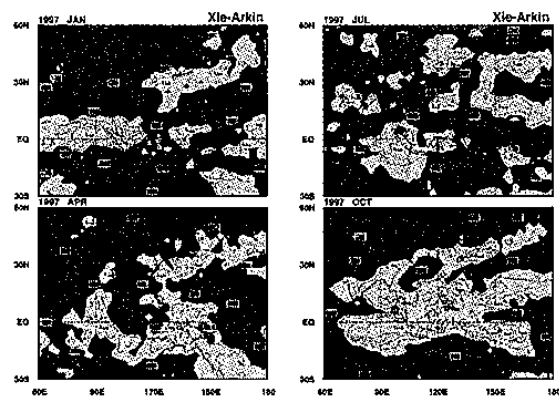


圖 1：東亞地區海溫之距平均分佈，左圖為 1997 年一、四、七和十月之距平均分佈，右圖為 1998 年一、四、七和十月之距平均分佈，等值線間距為 0.5 °C，深灰色區和淺灰色區分別代表海溫正距平在 0 °C 以上和海溫負距平在 0 °C 以下。



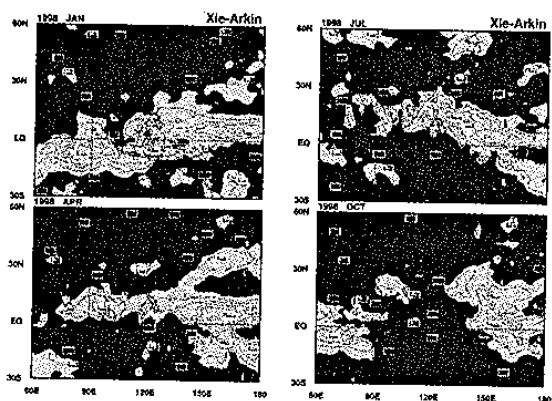


圖 2: 東亞地區 Xie-Arkin 降水之距平分佈圖，  
上圖為 1997 年一、四、七和十月之距  
平分佈，下圖為 1998 年一、四、七和  
十月之距平分佈，等值線間距為 2  
mmday<sup>-1</sup>，深灰色區和淺灰色區分別代  
表降水正距平在 0 mmday<sup>-1</sup> 以上和降水  
負距平在 0 mmday<sup>-1</sup> 以下。

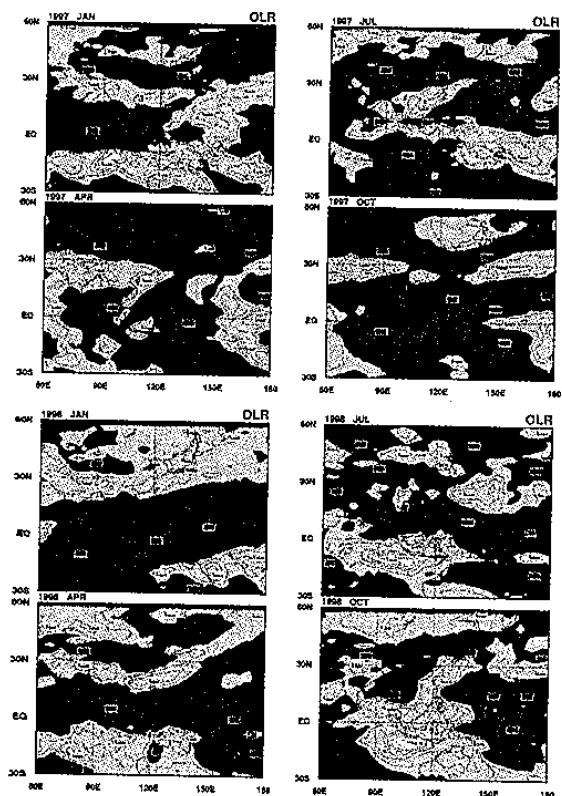


圖 3: 東亞地區外溢長波輻射之距平分佈圖，  
上圖為 1997 年一、四、七和十月之距  
平分佈，下圖為 1998 年一、四、七和  
十月之距平分佈，等值線間距為 10  
Wm<sup>-2</sup>，深灰色區和淺灰色區分別代表  
OLR 正距平在 0 Wm<sup>-2</sup> 以上和 OLR 負  
距平在 0 Wm<sup>-2</sup> 以下。

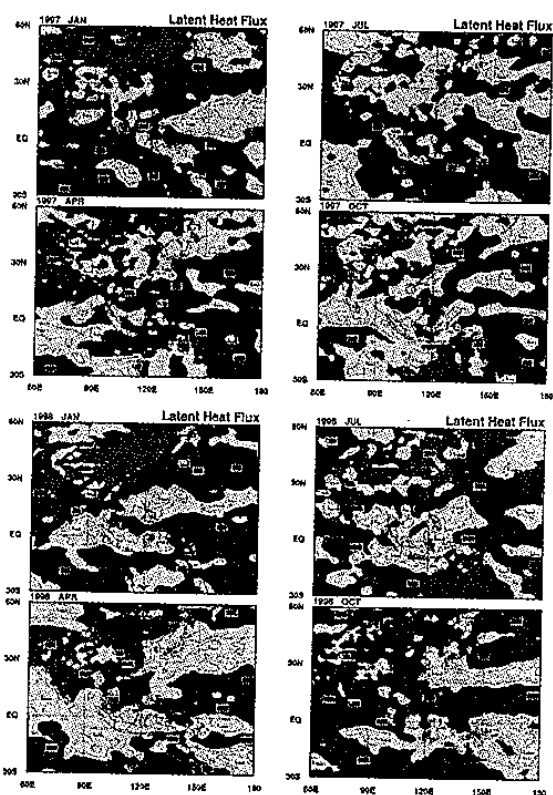


圖 4: 東亞地區潛熱淨通量之距平分佈圖，  
上圖為 1997 年一、四、七和十月之距  
平分佈，下圖為 1998 年一、四、七和  
十月之距平分佈，等值線間距為 20  
Wm<sup>-2</sup>，深灰色區和淺灰色區分別代表  
潛熱淨通量正距平在 0 Wm<sup>-2</sup> 以上和潛  
熱淨通量負距平在 0 Wm<sup>-2</sup> 以下。

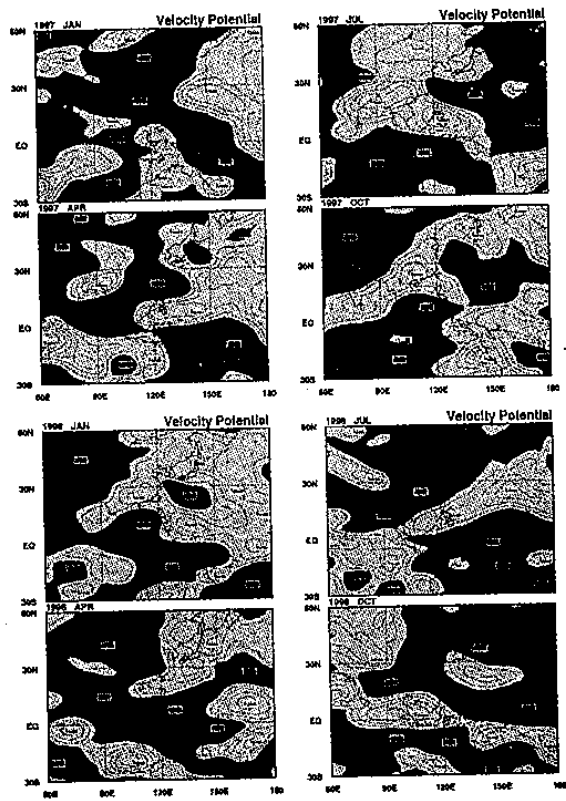


圖 5：東亞地區低層 850hPa 速度位之距平分佈圖，上圖為 1997 年一、四、七和十月之距平分佈，下圖為 1998 年一、四、七和十月之距平分佈，等值線間距為  $0.05 \text{ m} \times \text{m} \times 10^{-12}$ ，深灰色區和淺灰色區分別代表速度位正距平在  $0 \text{ m} \times \text{m} \times 10^{-12}$  以上和速度位負距平在  $0 \text{ m} \times \text{m} \times 10^{-12}$  以下。