

台灣地區降水分佈與艾尼扭之關係

曾鴻陽
大氣科學系
中國文化大學

摘要

本文利用台灣地區15個測站1951-1990年月降水總量，分析艾尼扭事件發生當年與次年之降水特性及其差異。結果顯示，台灣地區受艾尼扭事件影響其季降水的空間分佈四季各有不同的型式。中部地區四季均偏多；南部地區，則除第三季外，其餘各季偏多；北部地區第一、三季偏多，第二、四季偏少。若將艾尼扭當年與次年之降水分佈做一比較，則可明顯看出其降水變化趨勢具有相反的趨勢，亦即當年偏多，次年則偏少。

一、前言

EL Nino 原係指在聖誕節前後出現在東太平洋厄瓜多爾或秘魯水域的局部海溫異常增溫的現象，一般可持續3-4個月。然而，在特殊因子的誘導下，不僅可將異常增溫的範圍擴展至赤道附近的中太平洋，且持續時間可達一年以上。此種由海溫異常增溫。擴展範圍及持續時間變化所引起之太平洋東、西兩地區海面溫度梯度的改變，將使雲雨位置產生位移，熱帶太平洋環流型式轉換(Rasmusson and Carpenter, 1982; Mitchum, 1987; wright, 1985)，同時亦使得太平洋東西兩地區的氣壓、海平面高度和斜溫層厚度產生如蹺蹺板式上下振動的負相關模式(Cane and Zebiak, 1985)。

近年來研究結果顯示世界各地長期天氣的之異常與EL Nino 有著密切的關係，(Horel, 1981; Kousky et al., 1984; 林、吳與陸, 1982; 劉, 1986)並已有許多學者針對各種天氣系統或環流與EL Nino 的關係進行探討。如EL Nino 對熱帶氣旋活動的影響 (Revell and Goulter, 1986; Gray, 1984; Zhang and Bai, 1992; Mark, 1994); 對降水的影響(劉等, 1987; Lough 1992, 1993; Opoku and Cordery, 1993) 吳(1992)分析台灣地區夏季乾旱特性與EL Nino 關係指出七月降水在EL Nino 年增加，同時七、八、九月的降水也和熱帶太平洋海面溫度的分佈成明顯的關係，故熱帶太平洋海溫度的變化，可為台灣夏季乾旱預報的指標，Klaus Fraedrich and Klaus Müller (1992)分析歐洲地區降水與ENSO的關係指出，在暖冬的ENSO年中歐洲中、西部出現降水正距平區，而負距平區則出現在北部地區。而當冷冬的ENSO年中在歐洲北部則命出現正距平。亦即降水之空間分佈命隨EL Nino 而產生位移或改變。台灣地區位於東亞季風區內又四面環海，其氣候自然會受影響東亞氣候之副

熱帶太平洋高壓及海洋與大氣交互作用之影響，而太平洋高壓與交互作用又均受EL Nino 之影響(Tanaka, 1987; 蔡, 1985)，因此台灣的氣候變化亦受EL Nino 之影響，本文即希望利用中央氣象局現有的降水資料，分析EL Nino 事件發生當年和次年，降水的分布特徵及其差異性，並以ARIMA 模式預測結果探討其對EL Nino 事件降水的掌握能力。

二、EL Nino 與台灣地區的降水分佈

為能清楚的將台灣地區降水受EL Nino 影響反映出來，本文以季做為討論對象，同時定赤道東太平洋範圍($0^{\circ} \sim 10^{\circ} S, 180^{\circ} E-90W$) 內海溫距平是否 $\geq 0.5^{\circ} C$ 做為劃分該季是否受EL Nino 的影響年，當該季海溫異常持續時間達二個月以上時，則視此季為受EL Nino 的影響年，並視EL Nino 事年結束的第二年為EL Nino 次年。根據上述標準1951~1990，各季的EL Nino 年及EL Nino 次年的年份，如表一所示。

圖一為各季在EL Nino 當年的降水距平百分比佈圖，其各季特徵討論如下：

1. EL Nino 年第一季分佈圖(圖1-1): 台灣地區除東南部外，均為正值，亦即降水有偏多的趨勢。最大正值中心位於中部山區，偏多量超過正常年的90%以上。不含山區的最大正值中心則位於中部。最大負值中心於台東附近為-13%。
2. EL Nino 年第二季分佈圖(圖1-2): 距平0值線，大致平行於橫越台中的緯度線，此線以北的北部、東北部降水均偏少，為負距平區(-5~-20%)；此線以南，則為正距平區，正距平中心位於恆春地區，偏多量為正常值的36%。
3. EL Nino 年第三季分佈圖(圖1-3): 距平0值線由南到北，幾成縱切線將正負值區分成二半，西部及東南部為負值區(-2~-20%)，東北、北部山區、東北部為正值區，最大正值中心位於基隆附近。

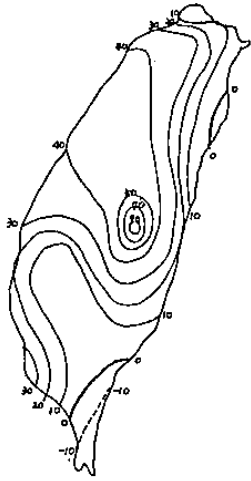


图1 EL Nino 年第一季的降水距平百分比分佈圖

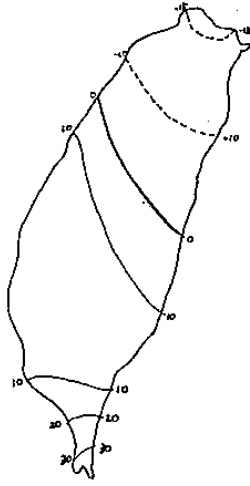


图1-2 EL Nino 年第二季的降水距平百分比分佈圖

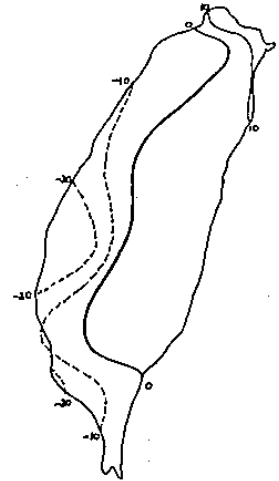


图1-3 EL Nino 年第三季的降水距平百分比分佈圖

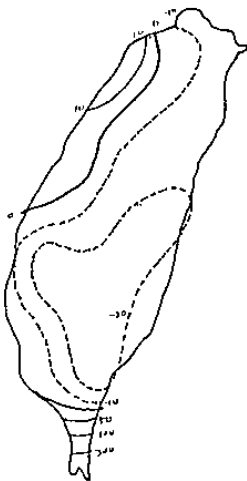


图1-4 EL Nino 年第四季の降水距平百分比分佈圖

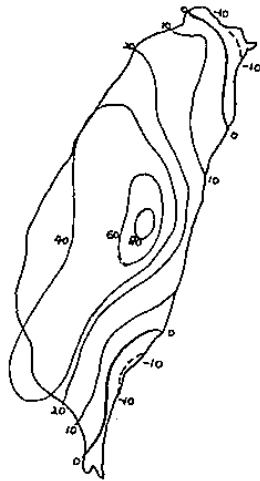


图2-1 EL Nino 當年與次年第一季的降水距平百分比差異分佈圖

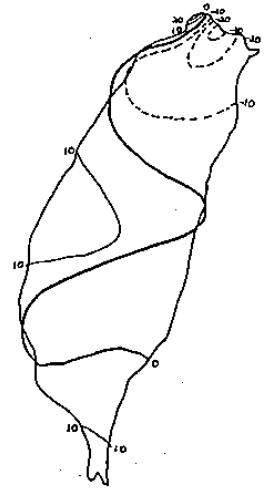


图2-2 EL Nino 當年與次年第二季的降水距平百分比差異分佈圖

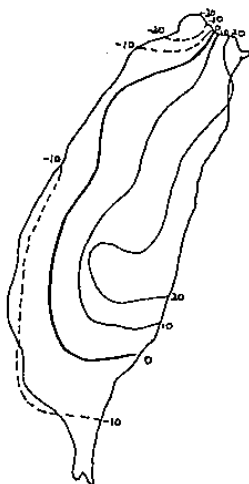


图2-3 EL Nino 當年與次年第三季的降水距平百分比差異分佈圖

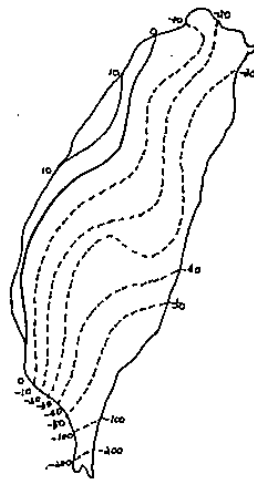


图2-4 EL Nino 當年與次年第四季の降水距平百分比差異分佈圖

and surface wind fields associated with the Southern Oscillation /EL Nino. Mon. Wea. Rev., 110, 354-384.

14. Revell, C.G., and S. W. Goulter., 1986: Southpacific tropical cyclone and southern Oscillation. Mon. Wea. Rev., 114, 1138-1145.
15. Tanaka, Y., 1987: Summary of Symposium on the three-month forecast of summer season (part 3). J. Meteor. Res., 39, 163-171.
16. Wright, P.B., 1985: "The Southern Oscillation: an ocean-atmospheric feedback system?" Bull. Amer. Meteor. Soc., 66, 398-412.

表一 各季 EL Nino 事件當年與次年的年份表

春	季	夏	季	秋	季	冬	季	全	年
當年	次年	當年	次年	當年	次年	當年	次年	當年	次年
1952		1953		1951		1951		1952	
			1954		1952		1952		
1953		1957		1953		1957		1953	
	1954				1954		1958		1954
1957		1958		1957		1963		1957	
			1959		1958		1964		1958
1958		1963		1963		1965		1963	
	1959		1964		1964		1966		1964
1969		1965		1965		1968		1965	
	1970		1966		1966				1966
1983		1969		1968		1969		1969	
	1984		1970				1970		1970
1987		1972		1969		1972		1972	
	1988		1973		1970		1973		1973
		1976		1972		1976		1976	
			1977		1973		1977		1977
		1983		1976		1982		1983	
			1984		1977		1983		1984
		1987		1982		1986		1987	
			1988		1983				1988
				1986		1987			
							1988		
				1987	1988				

表 2 台中測站自相關數延伸表

SIMPLIFIED EXTENDED ACF TABLE (5% LEVEL)

(Q-->)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(P= 0)	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(P= 1)	X	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
(P= 2)	X	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
(P= 3)	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
(P= 4)	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
(P= 5)	X	0	0	X	0	0	0	X	0	0	0	0	0
(P= 6)	X	X	0	X	0	0	0	X	0	X	0	0	0

4. EL Nino 年第四季分佈圖(圖1-4):除嘉義外,西部地區均為降水偏多區;山區及東部、北部則為負值區,最大正值中心為本省最南端地區,偏多值達正常年的220%。

由圖1的EL Nino 年降水距平百分比綜合觀之可見,EL Nino 對台灣地區降水的影響,隨著季節的變化各有不同,如中部地區四季均較正常年偏多(1~47%);而南部地區則除第三季外,其餘各季均偏多;北部地區則第一、三季偏多,二、四季偏少。至於台灣山區部份,北部山區的降水變化與北部平地地區的降水趨勢頗為一致,但中部山區,可能受地形高度影響而與其鄰近地區有所差異,除第四季外,降水均有偏多趨勢。

三、EL Nino 當年與次年之降水差異

從各季降水距平百分比分佈圖中可知,大多數地區EL Nino 當年與EL Nino 次年的降水變化趨勢呈現相反的趨勢。即EL Nino 當年偏多地區,次年偏少;當年偏少地區,次年則偏多。為使此種差距明顯的表現出來,繪製EL Nino 當年與次年的降水距平百分比差值分佈圖(圖2)。若當年降水偏多,次年偏少則差值為正;反之,則為負。若將百分比差值分佈圖(圖2)與EL Nino 當年降水距平圖相較,多數季節和地區的正負差值變化趨勢與降水距平值一致。顯示此種相反變化趨勢相當明顯。

四、時間序列模式:

時間序列分析方法可以一個包含自迴歸(Autoregressive, AR)、積分(Integrated, I)和移動平均(Moving-Average, MA)等三部分的隨機時間模式,予以建立或合併簡稱為時序統計模式(ARIMA Model)其中積分(I)部分是當時間序列為非穩定性的時間序列才需要計算,亦即對一非穩定性(non-stationary)的時間序列,可藉多次差分(difference)以求得一具有平穩的時間序列。

對於一平穩而平均發為零的時間序列 X_t ,可以ARMA(p, q)表示

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

式中 X_t 為應數 X 在 t 時間之值, X_{t-1} 為 X 在 $t-1$ 時間之值, a_t 為方程式之殘差, ϕ 及 θ 為AR過程及MA過程的參數。上式也可改寫為

$$\phi(B) \cdot X_t = \theta(B) \cdot a_t$$

式中 $\phi(B)$ 和 $\theta(B)$ 為 B 的 p 和 q 階多項式, B 為後移算子,即 $B = X_{t-1}/X_t$ 。

本文嘗試 ARIMA 模式初步探討其對EL Nino 事件發生時,其季預測模式所得之季降水量是否可供預事及之參考。分別以台北、高雄二測站 1897 - 1981 年季降水資料所建立之模式,預報發生在1982 - 1983 年間的季降水量。適當的ARIMA(p, d, q)模式可藉由自相關函數及偏自相關函數來決定,當其具有最小相對殘差時,即為適當的模式。本文藉由表2之自相關函數延伸表(Simplified Extended Autocorrelation Function Table)決定出可採用ARIMA(0, 1, 4)模式。利用此模式進行 1982 - 1983 年共 8 季的季降水量預測結果如圖3所示。由圖中可見雖其預測值均在95%

信賴區範圍內但其對第一季的預測誤差顯著偏大,其餘各季,則較小;同時,對 1983 年的預測誤差亦較 1982 為大。若以預測誤差佔預測值的百分比計算,則對1982年的預測誤差均在20%範圍內。

由於本文僅對其中一次EL Nino 事件發生年,進行分析,因此尚無法掌握以ARIMA 模式對EL Nino 當年與次年對進行預測時的預測誤差變動範圍。

Reference

1. 蔡清彥, 1985; 遙地相關與台灣地區月雨量年際變化, 國科會防災報告73-58號, 40。
2. 劉復誠、鄭月娥、蔣為民、李樹華, 1987; 台灣地區春雨反常年之500 毫巴環流及海溫距平分佈特徵及其可預測性之初步探討, 氣象學報, 33卷, 第3期P1-P23。
3. 吳明進, 1992; 台灣地區夏季乾旱之差異與預報(一); 多雨年與少雨年的氣象條件, 大氣科學20期第一號, 35-45。
4. Cane, M.A., and Zebiak, S.E., 1985: A theory for EL Nino and the Southern Oscillation. Science, 228, 1084-1087。
5. Gray, W.M., 1984: Atlantic seasonal hurricane frequency. Part I: EL Nino and 30 mb Quasi-Biennial Oscillation influence. Mon. Wea. Rev., 112, 1649-1668。
6. Horel, J.D., and J.M. Wallace, 1981: Planetary scale atmospheric Phenomena associated with the Southern Oscillation. Mon. Wea. Rev., 109, 913-929。
7. Klaus Fraedrich and Klaus Muller., 1992: Climate Anomalies in Europe Associated with ENSO Extremes., Int. J. Climatol., 12, 25-31。
8. Kousky, V.E., Mary T. Kagono and Ira cema F. A. Cavalcanti, 1984: A review of southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies, Tells, 36A, 490-504。
9. Lough J.M., 1992: Variation of sea-surface Temperature off North-Eastern Australia and Associations with Rainfall in Queensland: 1956-1987. Int. J. Climatol., 12, 765-782
10. Lough, J. M.; 1993: Variation of some season Rainfall Characteristics in Queensland, Australia: 1921-1987; Int. J. Climatol., 13, 391-410。
11. Mark A.; ander, 1994: An Exploratory Analysis of the Relationship between Tropical storm Formation in the Western North Pacific and ENSO, Mon. Wea. Rev., 112, 363-651。
12. Mitchum, G., 1987: Trade wind fluctuations associated with EL Nino Southern Oscillation events, J. Geophys. Res., 92, 9464-9468。
13. Rasmusson, E.M., Carpenter, T.T., 1982: Variations in tropical sea surface temperature

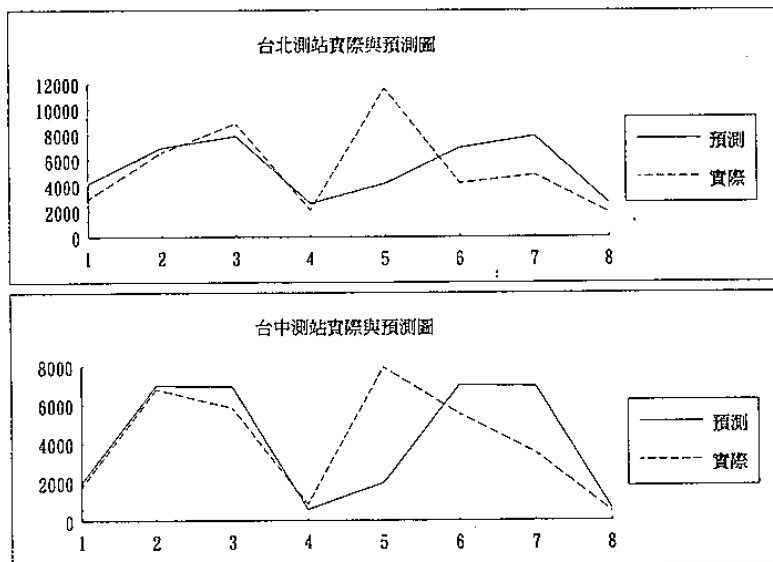


圖 3 以 ARIMA (0 · 1 · 4) 模式所作之台北、台中之季降水量預測圖
 第一季為 1982 年第一季。實線表觀測值，虛線表預測值

