

艾妮紐與大氣異常現象

魏志憲 邱炳樞

空軍第二天氣中心 空軍氣象中心

摘要

艾妮紐事件是指在南美祕魯，及厄瓜多外海海面溫度異常之現象，發生在聖誕節的前後。此種海面溫度異常之現象，是由於冷海水上湧現象中斷，加上洋流帶來的溫暖海水，以致於使大氣及海洋交互作用產生變化，影響全球氣候異常。伴隨艾妮紐事件，我們發現一海平面氣壓週期性的變化，稱之為南方震盪，和艾妮紐統稱為 ENSO。其環流有著和一般 Walker 環流顯著不同的形式，可將其分成兩類型。近年來許多學者發現，觀察 ENSO 現象可用來預測熱帶氣旋的活動，海溫的異常和熱帶氣旋有重要的關係，是未來可研究的課題。

一、前言

每年，約在聖誕節前後，從赤道來的溫暖海水，沿著南美海岸，一直流到祕魯，甚至更遠的地方。這樣海水溫度較平時高出幾度，且含鹽量較平時低，影響了海岸的水域，使原本冷海水半永久性海岸上湧 (coastal upwelling) 現象突然中斷。我們對此一值得注意的現象稱艾妮紐 (El Nino)，在西班牙文的意思是“小孩”，特別指到“聖嬰”，因時間和聖誕節接近的關係。

通常，但非有週期性的（每二至四年），這個時候所流過的暖海水量，要較平常的年份來的多，在此地區的生命環境會受到好壞程度上不同的巨大衝擊。由於溫暖海洋所造成異常充沛的降水，能使幾乎接近乾旱的祕魯地區，幾週內成爲一個大量降水的地區；然而海岸上湧現象的中斷，對微生物及魚類造成重大的破

壞。這在生物學及經濟學上的結果是相當值得去注意的。由於漁獲量的嚴重減少使海鳥大量死亡，大量死亡的魚類及海鳥，使得整個大氣的條件顯得不乾淨。

就今日科學的論調來看，艾妮紐這個名字被用來指這種異常現象的發生，而非生物學上或經濟學的用語。此種現象的發生，非僅侷限在南美西海岸一帶，而是延伸至東太平洋，間而發生全球氣候的異常。伴隨此現象，進而發現到海洋及大氣間變化的複雜性，而衍生出所謂的 ENSO (El Nino and Southern Oscillation)，成爲當今科學家熱絡研究的話題。

因此本文就此話題做一簡單且廣泛性的討論，並藉一些相關的研究予以介紹。

二、艾妮紐的成因探討

在本世紀，事件在 1925、1941、1957-1958、1972-1973、1982-1983、以及 1992 等

是發生較明顯幾個主要年份中探討，海溫 (SST) 異常現象和艾妮紐的生成原因有絕對的關係。其中再探討後得知，在熱帶太平洋中央及西側，與此事件發生的成因，亦有強烈的相關性，其原因，由於吹過熱帶太平洋地區地面信風的影響與改變，使得較暖海水在西太平洋堆積後，向東釋放及流動到達美洲大陸，並沿海岸向南推進。這種狀態是相當複雜，海洋學家及氣象學家亦得花上十幾二十年的時間來研究海洋及大氣因子的變化。

在正常的條件下，熱帶太平洋地區的風場是由東北信風及東南信風所組成，兩組信風在間熱帶輻合區輻合，並且向西移動，因此除了在西太平洋的熱帶地區帶來大量的溫暖海水堆積外，同時也製造了赤道上湧 (equatorial upwelling) 的現象，此一現象竟能橫越到太平洋的東半部，由此判斷，在正常的狀態下，西太平洋是一股暖水源，相對東太平洋就較爲冷了。

在異常現象的初發生時，艾妮紐事件是將伴隨著西太平洋信風的減弱而堆積釋放較暖海水，或是直接在赤道太平洋中央出現較暖的海溫，不過，很快的這兩個條件隨之先後緊接著出現。由於信風的減弱，在熱帶均勻的海洋層裡，通常有一層溫暖次表層，被一層淺分隔較深的水的斜溫層 (thermocline) 之斜率減緩 (如圖一)，因而部份溫暖的海水以一個下湧凱文波 (downwelling Kelvin wave) 的形式 (如圖二) 釋放出來，因此海面溫度也會暖和起來。另一方面由大氣變化來說，異常溫暖的海平面溫度，使部份大氣變熱，造成舉升運動，及水平面補償之輻合作用；使得水平輻合區的西側，產生向東的風，形成信風帶減弱，甚至反向，反之信風帶的減緩，亦會造成海面溫度異常上升。此種反饋現象發生，觸成了擾動增強。

三、艾妮紐的週期探討

在艾妮紐事件期間，異常現象會因著勢力增大而向東行，一但溫暖海水到達美洲大陸，會分成兩支，一較弱向北一之較強向南，各自變成一海岸凱文波 (下湧的)，這樣一個成因與結果，目前能完全被明瞭，且可以發展成模式來模擬預測下次艾妮紐事件發生時間。然而在另一方面，對時間尺度在數年以上的海氣系統的變化仍是了解甚少，其中較有研究熟知就是所謂的南方震盪 (southern oscillation) 了。

何謂南方震盪呢？並非單純指海溫異常之現象，也是指範圍廣達全球大部分之近似週期性的地面氣壓變化。因此，在比較在西太平洋及東太平洋地面氣壓異常的時間序列中，這樣的震盪情形就可清楚看出。如圖三所示，在大溪地 (南緯 18 度，西經 149 度) 及澳大利亞的達爾文港 (南緯 12 度，東經 131 度)，這兩地地面氣壓異常有強烈的負相關性，在二至五年的週期範圍有強烈的變化，這個震盪，反應在我們之前提過的，信風的減弱或是反向的風切變化中，因此，南方震盪就和艾妮紐現象相伴，如此整個複雜的海氣變化我們統稱為 ENSO (El Nino and Southern Oscillation)。

幾個本世紀主要的艾妮紐事件所發生的時間，之前我們已經提過了，而較有案可考的，是自 1951 以後的事件 (如表一) 其中最長的時間長度可達 18 個月，而最短只有八個月。因此其生命週期最起碼也有半年以上，再觀其起始時間，也可得知其生成的週期，在 2 到 6 年之間。

四、艾妮紐的環流特徵

艾妮紐對大氣環流有顯著的影響，儘管艾妮紐事件的基本特徵及伴隨大範圍天氣異常有很多相同之處，不少研究指出，同爲艾妮紐年大尺度環流有明顯的差異甚至出現相反的情況，因此，我們就一般狀況來說明整個赤道地區非絕熱加熱的形式，表現出一種強烈的緯向

對稱，主要是由於風驅動洋流的效應，使得海溫有經向的變化，而產生這種對稱的形式。如此海溫變化，造成的緯向對稱的大氣環流，在某些區域甚至主控了整個哈德萊環流。我們看到圖四，在非洲的赤道地區，中南美洲，以及印度尼西亞地區，可以看到數個伴隨非絕熱加熱作用的翻轉胞。在赤道太平洋地區，可以看到這些主要的胞的緯向尺度及振幅。這個胞，就稱為 Walker 環流。

這是指在正常的情况之下。我們知道熱帶西太平洋是全球海表溫度最高的區域，是全球最大的熱源，一但這個地區的海表面溫度異常，將使的整個環流的形式顯得複雜。如圖四下圖，在艾妮紐的條件下，原本在印度洋的高壓，轉而移到亞洲大陸；而西太平洋上的低壓，則移到太平洋中央。太平洋上的 Walker 環流範圍加大了，而印度洋及大西洋上的反 Walker 環流則變得不明顯。

事實上，近來的研究指出，太平洋上的 Walker 環流，及印度洋、大西洋上的反 Walker 環流，有相互消長的情況，也因此將艾妮紐分成兩種類型。第一類在中、東太平洋上的 Walker 環流以及西太平洋至印度洋上 Walker 環流增強，而大西洋上的 Walker 環流卻是減弱的，第二類則相反。

五、艾妮紐對熱帶氣旋之影響

八十年代以來，許多學者研究了 ENSO 現象對西太平洋熱帶氣旋活動的影響，雖然早期學者的研究指出，艾妮紐對熱帶氣旋發展沒有甚麼影響，但以後的許多學者的研究均表明 ENSO 現象對熱帶氣旋的活動是有影響的。因為，熱帶氣旋的生成，和海面溫度有關，尤其用代表年際變化的赤道東太平洋海溫序列和西太平洋（東經 160 度以西）颱風頻數序列求相關，相關係數值高於 -0.63。這樣高的相關係數代表赤道東太平洋海溫足以作為統計預測西

太平洋的颱風運動的重要預報因子，然而在近年來學者的研究指出，用赤道太平洋海溫預測西太平洋熱帶氣旋活動實際上只對年際變化中的 ENSO (3-5 年) 週期及準二年週期有效。但是無論如何，ENSO 是研究，並做預測熱帶氣旋的一重要，且不可忽略的一因素。更有研究指出，只要監視冬、春季海面溫度趨勢，對預報夏季期間侵台颱風活躍情形將有極大幫助。

六、結語

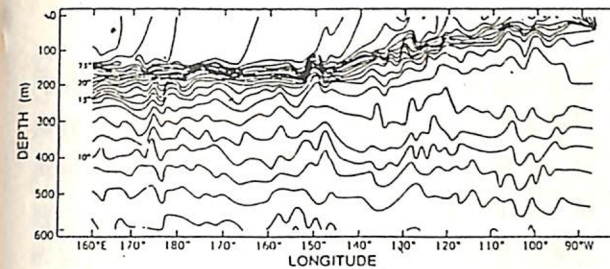
蓋艾妮紐事件，至今仍是一個熱門的專題，其影響的層面，不僅僅是我們人類日常的生活而已，乃至於整個全球生態。因此，關心這個問題的，不指是氣象工作人員，包括經濟學者、環境工程學者、生物學者，都在注意這整個事件的變化，因此身為一氣象工作人員，尤須對此問題又相當程度的了解。艾妮紐事件的成因，在此只做一簡單的敘述，並且也簡述了其環流特徵；更重要的是我們提述到艾妮紐事件也影響熱帶氣旋的活動，並且是一個預測熱帶氣旋的重要因素，因此未來我們在研究艾妮紐事件時，可朝此方面再做進一步的探討。

七、參考文獻

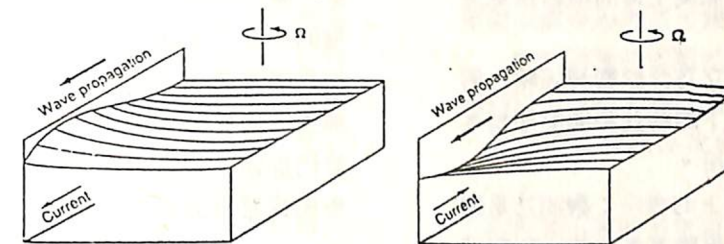
蔣國榮，沙文鈺，1993：用赤道太平洋海溫預報西太平洋熱帶氣旋年際變化的探討。熱帶氣象學報，3，221-228。
 姚建群，陸菊中，1993：艾妮紐類型年對低緯大氣環流及我國天氣的影響。熱帶氣象學報，3，239-247。
 唐佑民，劉偉華，1994：兩類艾妮紐事件太平洋海溫異常時空結構分析。熱帶氣象學報，2，130-139。
 張秋慶，黃榮輝，1994：熱帶西太平洋海溫變化極其與赤道東太平洋海溫變化的關係。熱帶氣象學報，4，309-323。
 張忍成，1995：艾妮紐與侵台颱風。天氣分析與預報暨海象測報研討會論文集，503-509。
 J. R. Holton, 1992: An Introduction to Dynamic Meteorology, p382-383
 B. Cushman-Roisin, 1994: Introduction to Geophysical Fluid Dynamic, p290-292

表一 歷次 EI Nino 的起訖時間

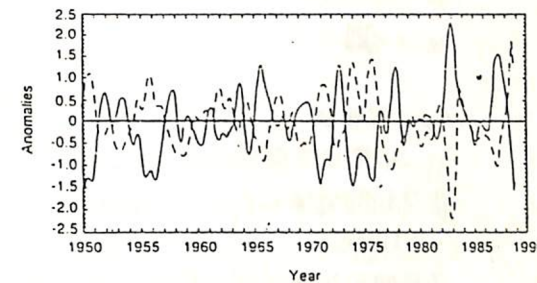
序號	起始年月	長度 (月數)	≥ 1 °C 的月數	出現最大距平值和時間	EI Nino 年	類型	過程型
1	1951,8	9	0	0.7 °C ('51,9)	1951	1	東-中
2	1953,4	8	0	0.6 °C ('53,5)	1953	1	東
3	1957,4	17	5	1.3 °C ('57,12)	1957	1	東-中
4	1963,7	8	1	0.9 °C ('63,11)	1963	1	中
5	1965,5	10	7	1.8 °C ('65,12)	1965	1	東-中
6	1968,10	16	3	1.3 °C ('69,12)	1969	1	中-東
7	1972,6	10	8	2.0 °C ('72,11)	1972	1	東-中
8	1976,7	8	1	1.3 °C ('76,10)	1976	1	東-中
9	1982,10	11	7	1.6 °C ('83,6)	1983	1	中-東
10	1986,10	18	9	1.9 °C ('87,10)	1987	1	中-東



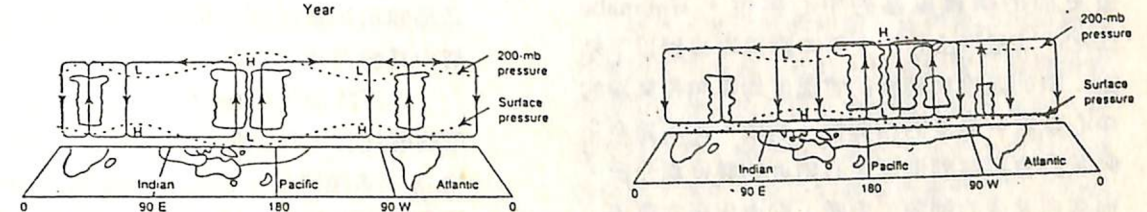
圖一 以海深及經度為座標，在太平洋沿著赤道量測得到溫度所繪出曲線圖，由 Colin 在 1963 年測得。注意到在 100 到 200 公尺處有一強烈的斜溫層。



圖二 上湧及下湧的凱文波的示意圖。



圖三 從 1950 年到 1988 年，在達爾文（實線）及大溪地（虛線），這兩地海面氣壓時間序列的異常。擾動量週期小於一年者與以省略。



圖四 Walker 環流的簡圖。上圖為正常狀況。下圖為在 EI Nino 的條件下。