

# 影響颱風路徑趨勢之氣候統計分析

潘大綱<sup>1</sup> 陳俊男<sup>2</sup> 林得恩<sup>3</sup>

空軍氣象聯隊 上校參謀長<sup>1</sup>，空軍氣象中心 少校氣象官<sup>2</sup>，空軍氣象中心 中校課長<sup>3</sup>

[weather.center@msa.hinet.net](mailto:weather.center@msa.hinet.net)

## 摘要

本研究主要透過氣候統計的觀點將發生於西北太平洋的颱風，做一移動路徑頻率的總整理。透過本研究的統計分析發現，若以 10 年與 20 年為一週期觀察颱風路徑趨勢變化發現，颱風生成影響範圍由菲律賓海域擴充至南中國海海域，且頻率主軸有逐年往北偏移趨勢；另外在南中國海及菲律賓海域的颱風均較氣候值有明顯增加且台灣地區均呈現正距平區，顯示影響台灣地區的颱風有逐年增加的趨勢。在 1976 年前後各 26 年來分析海溫(SST)值的分佈情形發現，SST 值在 5-10 月期間均顯示隨年而升高。另外分析西北太平洋在聖嬰(ENSO)發生時颱風路徑趨勢變化發現，1950~2001 年 El nino+1 年的氣候平均距平顯示，El nino+1 年颱風主要生成及影響的範圍介於太平洋中部(135°~145° E、8°~20°N)及菲律賓海域(125°~135° E、10°~15°N)附近。而較微弱正距平區多發生在台灣南方與日本南方的海域上，台灣地區在 El nino+1 年均是屬於負距平區，故為侵台數較少的年份。若以 1976 年前後各 26 年來分析 El nino+1 年時，颱風在台灣地區的侵台頻率由負距平區轉變為正距平區，顯示影響台灣地區的颱風亦有明顯增加。

關鍵詞：西北太平洋、颱風、SST

## 一、前言

颱風是自然界最具破壞力的天氣系統，也是台灣最重要的災變天氣，其所帶來的雨量亦是台灣地區最重要的水資源。就台灣而言，由於位於西北太平洋地區颱風路徑之要衝，每年常受颱風侵襲，但也因此成為觀測和研究颱風之絕佳地理位置。就學術觀點而言，颱風是地球物理流體力學在大自然界所展現的絕妙現象。颱風系統包括旋轉渦旋、位流、層化流體、濕對流、大氣與海洋之交互作用等，此涉及多重時間尺度與空間尺度的物理過程，一直是國際大氣科學界深感興趣的研究題材。除了台灣之外，日本、美國、中國大陸、澳洲、印度、菲律賓等亦常遭颱風(或稱颶風)之侵襲，因此有關颱風之研究亦受到許多國家特別重視；就國防的觀點而言，精確的颱風預報，不但可事先做好完善的防颱準備，減少災損、確保戰力，也可落實我國軍遂行救災最大效能，發揚救災最高成果。

颱風是許多區域共同的天氣系統，其中以西北太平洋地區為其發生頻率最高的區域。根據 Henderson-Sellers et al.(1998)分析 1970-1995 年的颱風資料(表一)。以全球而言，熱帶氣旋(tropical cyclone, TC)；近中心最大風速達到或大於 17m/s)每年的平均個數為約 86 個，其中約 27 個發生於西北太平洋，另外，約 9 個發生於北大西洋，18 個發生於東北太平洋，5 個發生於北印度洋。根據上述，我們知道西北太平洋地區每年颱風的生成總數，約佔全球的三分之一。平均而言，每年約有 4.5 個侵台颱風，最多 9 個，最少 1 個，每年變化率約 30%。颱風接近台灣時，其移動路徑及伴隨的環流與風雨分佈，皆受複雜的地形影響。

這使得在台灣地區對颱風的風雨與路徑預報更為困難，也成為台灣地區所面臨的獨特科學與預報問題。由於颱風之生命期絕大部分時間皆於海面上度過，但在西北太平洋地區島嶼測站稀少，因此當颱風位於台灣附近時，周圍海域除衛星和雷達觀測外，幾無任何其他傳統觀測資料。資料的極度缺乏，導致基礎颱風研究和路徑預報應用受到極大限制。近年來更由於氣候變遷，導致國人更加重視颱風的影響性，因此本文將透過氣候統計的方式來分析颱風路徑變化趨勢為主要研究重點；至於颱風生成原因與路徑則不納入本文探討的範疇內。

## 二、分析資料與方法

本文主要收集分析 1950~2001 年颱風路徑變化趨勢，在使用的資料方面為：(1) NCEP 之月平均重分析(reanalysis)資料，解析度為 2.5°\*2.5°，時間長度為 1950 至 2001 年。(2) NCEP 之重分析(reanalysis)長期逐月平均之全球海面水溫度(SST)資料，解析度為 2.5°\*2.5°，時間長度為 1950 至 2001 年。一般而言，氣旋中心最大風速達到或大於 33m/s(64kts)者稱為颱風。但是在本文中，颱風的定義方面，乃根據中央氣象局的標準。定義的方式為近中心最大風速達到或大於 17.2m/s (34kts)即為颱風。至於侵台颱風的定義為，颱風中心登陸台灣；或雖未登陸，只是在台灣近海經過，但陸上有災情者。

分析方法如下：(1)分別以 10 年和 20 年為一週期，分析颱風路徑空間頻率分佈。颱風通過次數的區域為(110°~150° E、0°~40°N)，以 1°\*1° 網格點設定為一個方格，以通過方格內的颱風次數，用來代表颱風

路徑頻率分佈。(2)探討 1976 年前後期太平洋表面海溫(SST)之變化。(3)分析 1976 年前後氣候變遷對 El nino+1 年颱風生成與其路徑之影響。在定義聖嬰與反聖嬰年方面,本研究利用 SST 資料,根據 Trenberth (1997)的建議,定義出 nino3.4 index ( $5^{\circ}\text{N}\sim 5^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}\text{W}\sim 170^{\circ}\text{W}$ )。計算程序如下:先將資料減去每個月的長期平均值(例:每年一月減去一月的長期平均值),而後作區域( $5^{\circ}\text{N}\sim 5^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}\text{W}\sim 170^{\circ}\text{W}$ )平均,再作 5 個月的滑動平均來濾掉在熱帶海洋上的較高頻變化。而且定義聖嬰與反聖嬰年的方式為,只要 nino3.4 index 大於 0.4,從每年的 8 月開始持續 6 個月以上,則定義為聖嬰年;同理,如果小於 -0.4 則定為反聖嬰年。依據此定義,在 1950-2001 年間,聖嬰年為:1957、1963、1965、1968、1969、1972、1976、1977、1982、1986、1987、1991、1997;反聖嬰年為 1949、1950、1954、1955、1964、1970、1971、1973、1974、1975、1988、1998。由於聖嬰與反聖嬰年皆為跨年現象,因此上述年份為該現象開始發生時的年份。譬如,1957 年的聖嬰現象發生在 1957 年,持續至 1958 年。

### 三、颱風路徑變化趨勢之氣候統計分析

#### 3.1 10 年為一週期之颱風路徑趨勢分析

圖 1 為 10 年為一週期之颱風路徑頻率分佈圖。圖 1 (a) 顯示,就極大值而言,1950~1959 年間颱風主要生成影響於東經 121~133 度、北緯 10~20 度約菲律賓群島的東北海域附近,頻率主軸有二,皆呈東南東-西北西走向。而圖 1 (b) 顯示,1960~1969 年間,颱風主要生成影響於東經 124~135 度、北緯 12~25 度約菲律賓東方海域上,頻率主軸亦有二,呈東南東-西北西走向,若與 1950~1959 年間比較,兩條頻率主軸略往西北移。圖 1 (c) 顯示,若與 1950~1969 年間比較,1970~1979 年間颱風主要有兩個特點:1、生成次數有明顯增加,2、頻率主軸有往南海海域移動趨勢且略呈東-西走向。圖 1 (d) 顯示,1980~1989 年間颱風生成影響地區與 1970~1979 年相近,但範圍較廣,且頻率主軸有往北偏移趨勢。圖 1 (e) 顯示,1990~1999 年間颱風生成影響範圍更廣,且頻率主軸亦呈往北移趨勢。綜合言之,若以 10 年為一週期觀察颱風路徑趨勢變化發現,颱風生成影響範圍由菲律賓海域擴充至南海海域,且頻率主軸有逐年往北偏移趨勢,此顯示影響台灣的颱風逐年有增加的趨勢。

#### 3.2 20 年為一週期之颱風路徑趨勢分析

在本小節中,以 20 年為一週期來分析颱風路徑變化趨勢,並分析 1950~2001 年間颱風路徑頻率之平均氣候值,求取 20 年平均週期與氣候值之距平值,以了解颱風路徑逐年代的變化趨勢。圖 2 為 20 年為一週期之颱風路徑頻率分佈圖。圖 2 (a) 顯示,1950~1969 年間,颱風生成影響之最大極值約在菲律賓東方海域上,一頻率主軸呈東-西走向,另一頻率主軸則延伸至北緯 27 度左右,略呈南-北走向。圖 2 (b) 顯示,1970~1989 年間,其頻率主軸以及走向都與 1950~1969

年相近,但颱風生成次數及影響範圍極值則由菲律賓海域擴充至南海且南海海域上出現極大值,另外呈南-北走向之頻率主軸只延伸至北緯 23 度左右。圖 2 (c) 顯示,1982~2001 年與圖 2 (a)、(b) 相較發現,原本呈南-北走向頻率主軸已呈西北-東南走向且有往台灣地區延伸之趨勢,而略呈東-西走向之頻率主軸則有往北偏移之趨勢且生成次數逐年而增加,此顯示經過台灣南方海域的颱風有增多趨勢。

圖 3 以 20 年為一週期之颱風路徑頻率距平圖(20 年平均氣候值減去 52 年平均氣候值),圖 3 (a) 顯示,1950~1969 年間南海海域一帶為一負距平極大值,顯示此 20 年間南海海域並不是颱風主要生成影響區域,另外台灣地區在此年代間呈現微弱正距平值。圖 3 (b) 顯示 1970~1989 年間南海海域一帶為正距平極大值區,顯示在這 20 年間颱風主要生成影響區域已擴充至南海海域,台灣地區在此年代間呈微弱負距平值。圖 3 (c) 與(a)、(b)相較之下則顯示 1982~2001 年間颱風生成影響區域有二個特點:1、在南海及菲律賓海域的颱風均較氣候值明顯增加,2、台灣南部海域處有正距平極值出現且台灣地區均呈現正距平區。由此可知,近 20 年來颱風個數有增加趨勢,影響台灣地區的颱風亦增多。

綜合而言,若以 10 年與 20 年為一週期觀察颱風路徑趨勢變化發現,颱風生成影響範圍由菲律賓海域擴充至南海海域,且頻率主軸有逐年往北偏移趨勢;另外在南海及菲律賓海域的颱風均較氣候值明顯增加且台灣地區均呈現正距平區,顯示影響台灣地區的颱風就氣候統計的觀點而言有逐年增加的趨勢。

#### 3.3 1976 年前後長期逐月平均之全球海面水溫度(SST)之變化

海洋蘊藏的能量是颱風在形成之前與隨後發展的主要能量來源。一般認為海溫在  $26^{\circ}\text{C}$  以上才有利於颱風形成。Gray(1977)提出當颱風形成前,海溫需大於  $26^{\circ}\text{C}$ ,才較有利於颱風的生成。Evans(1993)分析 1967-1986 年颱風資料,發現西北太平洋的熱帶氣旋,主要活躍在海溫為  $28.5^{\circ}\text{C}$  與  $29^{\circ}\text{C}$  的溫度範圍內。基於以上的理由,我們進一步探討颱風生成位置的海溫大小,與颱風生成總數之間是否存在著特殊關係。圖 4 為(1976~2001 年平均海溫)減去(1950~1975 年平均海溫)之太平洋表面海溫(SST)距平圖。為更表現出不同季節的特性,將分別針對 5-7 月及 8-10 月的 SST 值作一探討。圖 4(a)為 5-7 月海溫距平圖,(b)為 8-10 月海溫距平圖。由圖中明顯看出不論在南中國海或西太平洋區域, SST 值在 5-10 月期間均顯示逐年而升高,1976~2001 年正距平極值甚至可達到  $0.6\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ ,由此可知太平洋海溫確實是逐年而上升。海溫的上升並非是某個單獨的原因所造成,它包含了大自然的變化與人為因素的影響。響應兩位頂尖的美國科學家卡爾(海洋暨大氣總署(NOAA)國家氣候資料中心主任)、崔伯斯(大氣研究中心氣象分析部主任)在 2003 年 12 月

的《科學》期刊中指出：「無庸置疑，大氣的組成因為人類活動而改變，而目前人類對於全球氣候最大的影響在於製造溫室氣體。可能的影響包括更頻繁的熱浪、乾旱與大量的降雨與其他相關的影響，另外包括森林大火、高溫、植被改變與海平面上升等，則視區域情況而定。」由此我們可以知道面對全球暖化的現象，其對環境的變遷，颱風的形成與發展均有顯著的影響。

### 3.4 1976 年前後氣候變遷對 El nino+1 年颱風生成與其路徑之影響

ENSO 對於颱風的影響隨區域而異，中北太平洋於聖嬰年時颱風總數呈現增加的趨勢(Chu and Clark, 1999)，北大西洋於聖嬰年時則呈現減少的趨勢(Gray, 1984)。我們好奇的是西北太平洋在 ENSO 發生時其颱風總數的變化是如何呢？首先我們根據研究報告顯示，1976 年後太平洋表面海溫較 1976 年前有顯著上升。因此，本節將以 1976 年前後作為氣候變遷的年代指標，探討在 1976 年前後氣候變遷對 El nino+1 年颱風生成與路徑之分析。以下將以 1950~1975 年共 26 年為 1976 年前；以 1976~2001 年共 26 年為 1976 年後來探討。本節中 El nino+1 取法乃取 1950~2001 年 El nino 年的次一年，且此次一年非 El nino 年共 10 年作為分析，其距平值乃以此 10 年平均氣候值減去 52 年但未包括 El nino 年的氣候平均值，此乃為了凸顯 El nino+1 年對台灣地區的影響，探討氣候變遷對於颱風路徑的影響。

圖 5 為 (a) 1950~2001 年 El nino+1 年、(b) 1950~1975 年 El nino+1 年、(c) 1976~2001 年 El nino+1 年之颱風路徑頻率距平值。若從 1950~2001 年 El nino+1 年的變化顯示(圖 5(a))，正距平區約發生在台灣南方與日本南方的海域上，台灣地區在 El nino+1 年均是屬於負距平區，故為侵台數較少的年份。然而，若觀察 1976 年前後期(圖 5(b)與(c)) El nino+1 年颱風在台灣地區的侵台數發現，1976 年後颱風在台灣地區的侵台頻率由負距平區轉變成為正距平區，顯示在台灣地區颱風的影響範圍均有明顯增加。若配合 SST 值在 1976 年後的顯著升高，使得在 El nino 年中，當高海溫由中太平洋往西太平洋移動時，西太平洋的海溫較 1976 年前的微高。海洋蘊藏的能量是颱風在形成之前與隨後發展的主要能量來源，因此底層海溫在熱力上扮演的角色是不容置疑的，也因此 1976 年後太平洋表面海溫的變化，使得 1976 年後 El nino+1 年除了導致西太平洋颱風個數增加外，侵台颱風個數亦相對增加。但若由整體來看(圖 5(a))，台灣地區在 El nino+1 年仍是屬於侵台數較少的年份，另外由圖(a)、(b)、(c) 我們發現一個共同點，即是在 El nino+1 年颱風主要生成及影響的範圍介於太平洋中部(135°~145° E、8°~20°N)及菲律賓海域(125°~135° E、10°~15°N)附近。

## 四、結論

截至目前為止有關颱風的研究與探討已很多，但對颱風在過去 52 年的變化缺乏一個有系統的整理。本文與其他的研究不同之處，在於透過氣候統計的觀點將發生於西北太平洋的颱風，做一移動路徑頻率的總整理，期能對影響我甚距的颱風有更充分的掌握與認識，精進颱風預報品質，做好事前完善的防颱準備，減少災損、確保戰力，提昇國軍救災最大效能。透過本研究的統計分析，將重點歸納如下：

1、若以 10 年與 20 年為一週期觀察颱風路徑趨勢變化發現，颱風生成影響範圍由菲律賓海域擴充至南中國海海域，且頻率主軸有逐年往北偏移趨勢；另外在南中國海及菲律賓海域的颱風均較氣候值有明顯增加且台灣地區均呈現正距平區，顯示影響台灣地區的颱風有逐年增加的趨勢。

2、若以 1976 年前後各 26 年來分析太平洋表面海溫 SST 值的分佈情形發現，不論在南中國海或西太平洋區域，SST 值在 5-10 月期間均顯示隨年代而升高，1976~2001 年正距平極值甚至可達到 0.6~0.8 °C，由此可知太平洋海溫確實是逐年而上升，此變化情形包含了大自然的變化與人為因素的影響。

3、分析 1976 年前後期，氣候變遷對 El nino+1 年颱風生成與路徑之影響發現，1976 年後颱風在台灣地區的侵台頻率由負距平區轉變成為正距平區，顯示在台灣地區颱風的影響範圍均有明顯增加。若配合 SST 值在 1976 年後的顯著升高，使得在 El nino 年中，當高海溫由中太平洋往西太平洋移動時，西太平洋的海溫較 1976 年前的微高，進而使得 1976 年後 El nino+1 年除了導致西太平洋颱風個數增加外，侵台颱風個數亦相對增加。

4、若從 1950~2001 年 El nino+1 年的氣候平均距平顯示，El nino+1 年颱風主要生成及影響的範圍介於太平洋中部(135°~145° E、8°~20°N)及菲律賓海域(125°~135° E、10°~15°N)附近；另外較微弱正距平區約發生在台灣南方與日本南方的海域上，台灣地區在 El nino+1 年均是屬於負距平區，故為侵台數較少的年份。

## 致謝

感謝空軍氣象中心在資訊設備及長期課同仁在各項資料彙整上的支援與提供。

## 參考文獻

- Chu, P. -S., and J. D. Clark, 1999: Decadal variations of tropical cyclone activity over the Central North Pacific. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **80**, 1875-1881.
- Evans, J. L., 1993: Sensitivity of Tropical cyclone intensity to sea surface temperature. *J. Atmos. Sci.*, **6**, 1133-1140.
- Gray, W. M., 1977: Tropical Cyclone Genesis in the

Western North Pacific. *J. of Meteor. Soc. of Japan*, **55**, 465-481.

□, 1984: Atlantic seasonal hurricane frequency. Part 1: El Niño and 30 mb quasi-biennial oscillation influences. *Mon. Wea. Rev.* **112**, 1649-1668.

Henderson-Sellers, A., H. Zhang, G. Berz, K. Emanuel, W. Gray, C. Landsea, G. Holland, J. Lighthill,

S.-L. Shieh, P. Webster, K. McGuffie, 1998: Tropical cyclones and global climate change: A Post-IPCC Assessment. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **79**, No. 1, 19-38.

Trenberth, K. E., 1997: The Definition of El Niño. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 2771-2777.

表一：各大洋的 TC(熱帶氣旋，風速至少 17m/s)與 TY(風速至少 33m/s)的每年總數平均(單位：個/每年)以及標準差。

		北大西洋	東北太平洋	北印度洋	西南印度洋	西南太平洋	西北太平洋	全球總數
平均	TC	9.3	17.8	5.2	10.6	16.4	26.8	86.1
	TY	5.0	10.3	2.0	4.8	7.5	16.4	45.9
標準差	TC	2.6	4.7	2.2	3.2	4.6	3.9	7.9
	TY	1.7	3.5	1.9	2.6	2.6	3.4	7.0

註：資料來源為 National Climate Data Center，時間長度為 1970-1995。

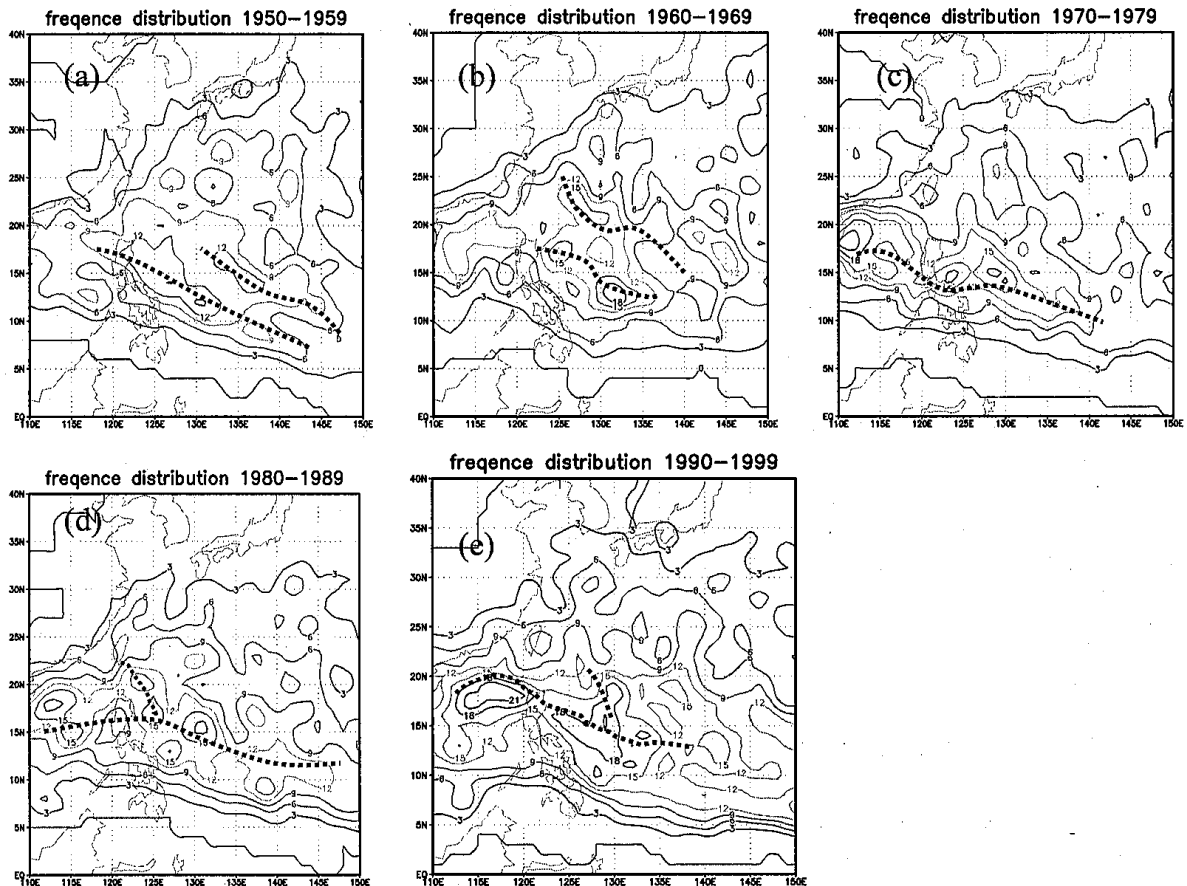


圖 1 以 10 年為一週期之颱風路徑頻率分佈圖。(a)為 1950~1959 年 (b) 1960~1969 年 (c) 1970~1979 年 (d) 1980~1989 年 (e) 1990~1999 年。

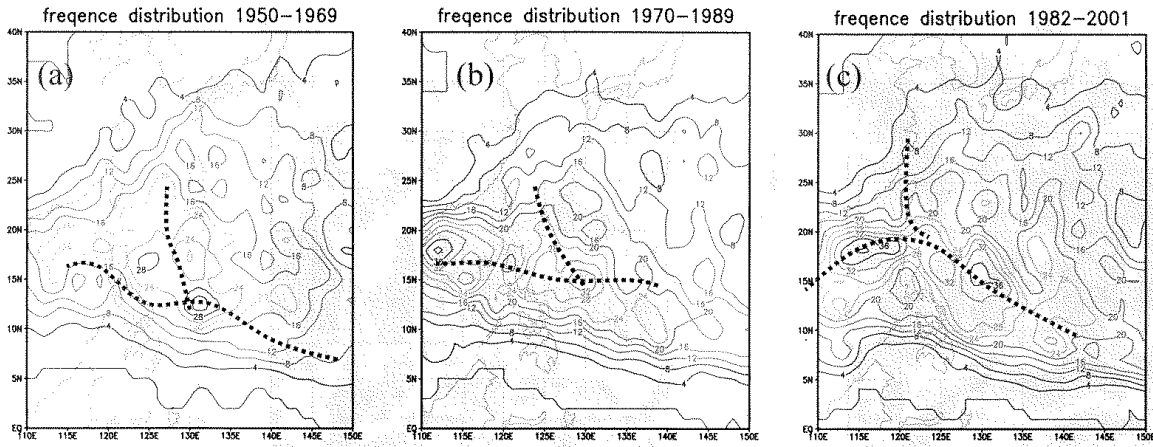


圖 2 以 20 年為一週期之颱風路徑頻率分佈圖，(a) 為 1950~1969 年 (b) 1970~1989 年 (c) 1982~2001 年。

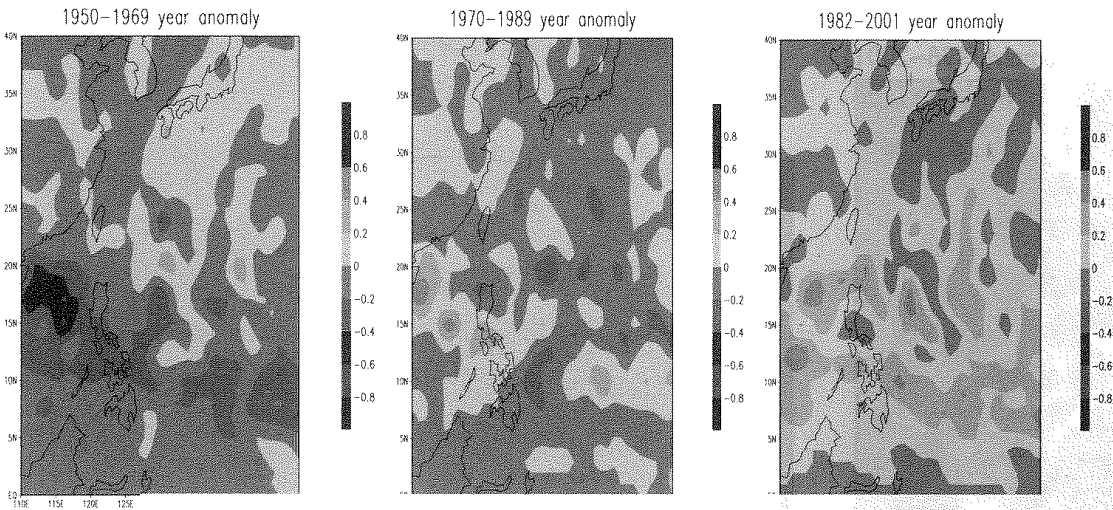


圖 3 颱風路徑頻率距平圖 (20 年平均氣候值減去 52 年平均氣候值)，(a) 為 1950~1969 年 (b) 1970~1989 年 (c) 1982~2001 年。

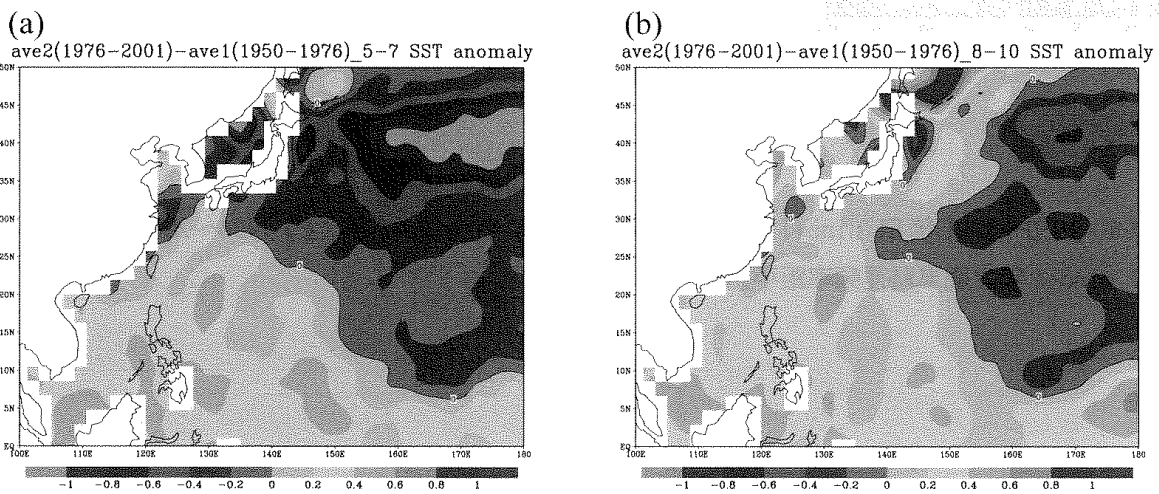


圖 4 (1976~2001 平均海溫)減(1950~1975 平均海溫)之海溫距平圖，(a) 5~7 月 (b) 8~10 月。



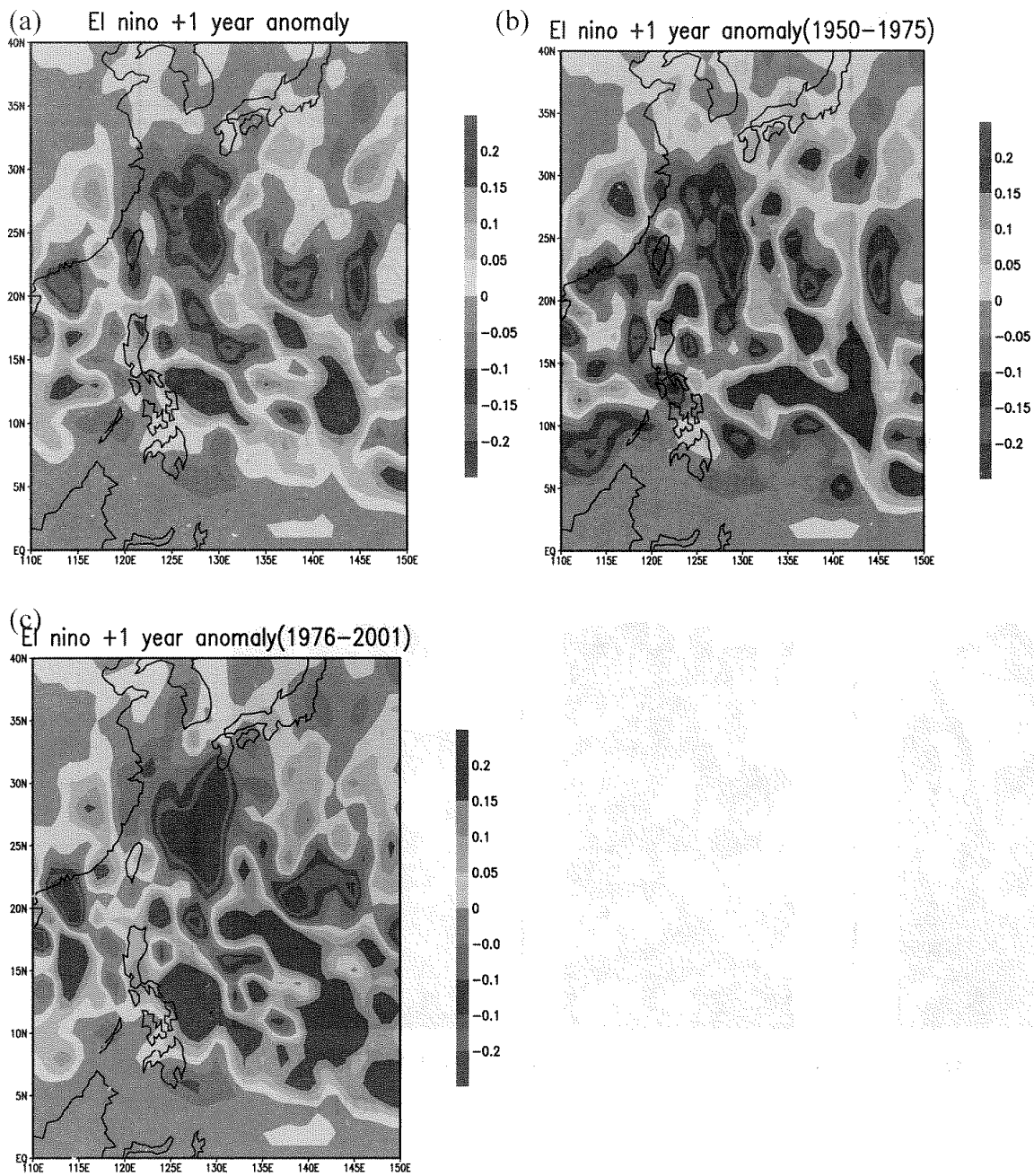


圖 5 為 (a) 1950~2001 年 El nino+1 年 (b) 1950~1975 年 El nino+1 年 (c) 1976~2001 年 El nino+1 年之颱風路徑頻率距平值。