

氣象環流對背景大氣成份傳送影響

第二部份：台灣地區氣流軌跡之氣候統計

林松錦 王君賢 王作臺 胡志文
國立中央大學大氣物理研究所

(中華民國八十三年八月七日收稿；中華民國八十三年九月二十六日定稿)

摘 要

本文採用等壓面軌跡線計算方法，分析1978~1982年台灣地區南、北部低層大氣(850hPa-700hPa)的氣流軌跡氣候型態，以了解台灣地區上空污染物經長程輸送可能的來源。

台灣地區南、北兩地的低層大氣主要受到西南西氣流的影響；此氣流在二、三月最強，到了八、九月減到最弱。八、九月時影響台灣南部的的主要氣流則較偏東南東氣流。台灣地區三天的軌跡線回追分析顯示，軌跡線來源比率最高的區域大都發生在西南西區，平均傳輸距離大約2000km左右，也就是中南半島附近的區域。此區是對台灣上空作長程輸送最有利的地區。二、三月時西南氣流強盛，是台灣上空發生長程輸送最有利的兩個月份。各月份的氣流軌跡統計分析亦顯示，台灣地區南、北兩地的氣流軌跡氣候型態的確有差異。

季節統計分析顯示，春、冬季時西南西氣流盛行，軌跡線大都源自西南西區，傳輸距離也較其他季節為高。在冬季時，東北方向來源的軌跡線比率在台灣南、北部的氣流軌跡統計分布均佔非常微小的比率，顯示台灣地區冬季盛行東北季風的高度並不高。而夏季時南來氣流增強，南方各區比率有明顯增加的趨勢。秋季時氣流微弱，台灣南部偏東南東方向的軌跡線增加。

關鍵詞：軌跡線、長程輸送

一、前 言

本研究為臺灣背景大氣研究之一部份，此部份研究的主要目的，是要了解氣象環流對背景大氣成份傳送的影響，探討本地區空氣污染物受局部環流影響混入背景大氣中的可能狀況。同時，藉由對臺灣地區氣候、天氣資料之分析，來探討影響臺灣最頻繁又最大的環流型態，並建

立一系列之分析方法，來了解其他地區空氣污染物輸入本地區之狀況及其隨季節環流變化之情形。本研究的第一部份主要是敘述軌跡分析方法之建立，同時以1991年9~10月PEM-West期間(柳, 1991)在墾丁對臭氧所做的觀測之個案資料，來探討臭氧值受氣象條件及軌跡影響之情形。本文(第二部份)則分析臺灣地區南北兩地低層大氣(850hPa-700hPa)氣流軌跡的氣候型態。

隨著空氣污染問題的日益嚴重，人們開始注意到有些污染物在適當的天氣狀況下將會傳送到很遠的距離，即是污染物的長程輸送問題。科學家對這問題之所以有興趣是因為有些酸性的或有毒性的污染物從排放源排放後會隨空氣遠傳到人口稠密區，對人類的為害很大。長程輸送的問題最早是從1940年代所提出的，當時是因為核子彈的試爆所引起一些長程污染問題而開始作核子污染物的長程輸送及擴散方面的研究。爾後，酸雨的發現亦使得這方面的研究得以持續。研究長程輸送者想要了解的是這些污染物可以隨著空氣傳送到多遠的距離？雖然到目前為止仍沒有明顯的定論，但這方面的研究仍不斷的持續著。

台灣地處亞洲大陸東側，四面環海，且東鄰廣大的太平洋，地理位置相當特殊。面對著台灣地區日趨嚴重的空氣污染問題，讓我們想了解，台灣地區的污染物除了本身排放之外，是否有遠處地區的貢獻？如果能了解台灣地區低層大氣氣流軌跡的氣候型態，將有助於了解形成台灣地區上空污染物的來源。因此，本文利用等壓面軌跡線法分析1978至1982五年間台灣地區南北兩地低層大氣的氣流，並將軌跡線計算結果作月統計及季統計，以了解台灣地區南北兩地低層大氣的軌跡氣候型態；同時討論可能將遠處之污染物輸送至台灣上空的情形。

軌跡線分析有三維及二維的方法，一般擴散模式中軌跡線計算是採用考慮地形之三維追隨地勢座標軌跡線法，而在天氣分析時大都採用二維的等熵面軌跡線分析，至於在空氣污染研究中之氣候分析則大多採用等壓面軌跡線分析(Miller, 1981a,b; Miller與Harris, 1985)。對同一地點而言，在有天氣系統經過時，等熵面軌跡線和等壓面軌跡線會有較大的差異。但就長期氣候統計來說，等壓面軌跡線應可有效地估計氣流軌跡的來向與距離，同時等壓面軌跡線也可避免因等熵面資料垂直內插所造成的誤差。使用等壓面軌跡線作氣候分析是近十幾年來的事，這方法是使用等壓面軌跡線在定點作長時間的軌跡線回追，再將分析的結果統計其軌跡線的方向及距離，統計的結果即能反應出此地區在不同時間的軌跡氣候型態。在以往有人使用月平均風場圖來描述局部地區的環流，結果還算良好；如今採用軌跡線法作氣候分析，可以更清楚地表示出大約何處的空气在何時到達此地區。

本文將以等壓面軌跡線分析方法為主，針對台灣南北兩個地點作為期三天的氣流軌跡線回追，並將五年軌跡線的分析結果作氣候統計，以了解台灣南北兩地低層大氣的氣流軌跡氣候型態。

二、資料處理與計算方法

本文利用1978至1982五年的氣象觀測分析資料來計算氣流軌跡線，其中包含了NMC 65×65的網格資料，FGGE 1.875°×1.875°的網格資料，以及ECMWF 2.5°×2.5°的網格資料。為了避

免分析的資料在作微分運算時水平間距過大，故利用 Bessel 十六點內插法 (Lin 與 Chiou, 1985) 將資料內插到 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 經緯度網格點上。分析資料的時間間隔為 12 小時，分析的範圍從東經 80 度至東經 160 度，北緯 5 度至北緯 60 度。氣流軌跡追蹤的原點，北部選取彭佳嶼測站 (東經 122.07 度，北緯 25.63 度)，南部選取屏東測站 (東經 120.75 度，北緯 22.00 度)。將台灣地區分成南北兩地分析是認為台灣南北兩地的軌跡氣候型態應有不同，因而分成南北兩地分析。分析的等壓面高度是取 850 hPa 與 700 hPa 兩層之平均，採取此高度的原因一方面是為了避免大陸沿海地區山脈地形的影響；另一方面則是因為高度過低時污染物受邊界層擴散效應，不易做長程追蹤。當然，本文旨在長程軌跡氣候型態分析，實際污染物來源追蹤仍應選較近地之原點。

等壓面氣流軌跡線的計算是採用 Crum 與 Stevens (1988) 的方法，計算過程在本研究的第一部份有詳細的討論 (王、胡、林與柳, 1994)，軌跡計算是以上述兩點為原點，回追積分至三天前之位置，積分之時間間隔為一小時。為了統計軌跡線的方向與距離，吾人以軌跡線的初始點當做圓心，畫兩個同心圓 (圖 1)。第一個圓 (小圓) 代表 1000 km 的距離，第二個圓 (大圓) 代表 1500 km 的距離。然後把兩個同心圓依東 (E)、西 (W)、南 (S)、北 (N)、東北 (NE)、西北 (NW)、東南 (SE)、西南 (SW) 八個方位分成 24 區，每區依其方向及距離各有其代號，如代號 WSW-3 區即代表西南西 (WSW) 方向軌跡輸送距離大於 1500 km 之區域，而代號 NNE-1 區即代表北北東 (NNE) 方向軌跡輸送距離小於 1000 km 之區域，其餘各區類推。軌跡輸送之方向及距離係指氣塊在三天前之位置與追蹤原點的相對方向及直線距離。在統計圖中的每一區有兩組數字，有小數點的數字代表來自該區的軌跡線佔全體軌跡線的百分比，而整數數字即代表該區內軌跡線的平均距離。

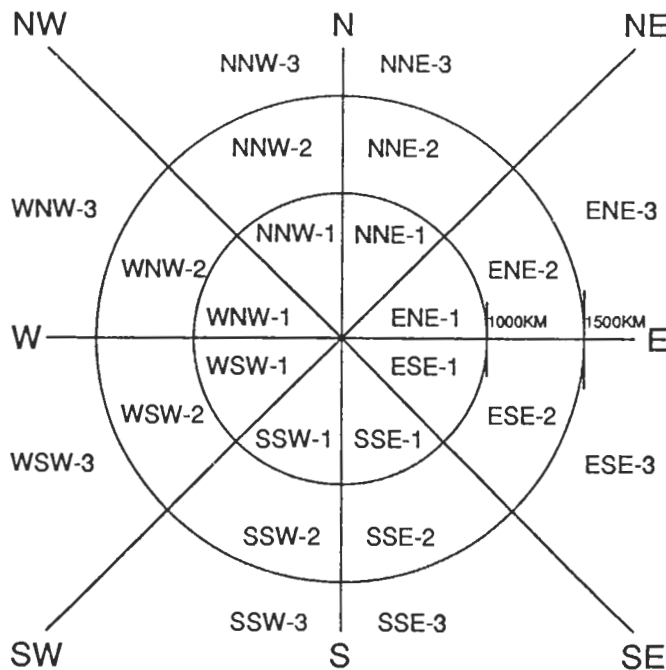


圖 1 軌跡線來源之方向與距離之統計圖示。

三、分析結果與討論

本研究共分析了東亞地區五年之月平均風場、台灣南北兩地五年每月之軌跡線分布圖及每月與每季之軌跡線統計圖。藉由此三種圖表分析，討論台灣地區低層大氣氣流軌跡的月和季變化型態。平均風場僅代表平均的大氣環流型態，軌跡線之分布並不一定與之有一致的相關性。由於軌跡線圖數量相當多，文中將只以文字敘述氣流軌跡分析，而以圖示說明氣流軌跡來向及傳輸距離之統計分析。

(一) 月氣流軌跡統計分析

(1) 一月

一月份的氣流台灣北部的風系主要是西風或西南西風；而影響台灣南部的氣流則較弱，其風向以西南西風或南南西風為主(圖2)。由五年的月軌跡線統計圖(圖3)來討論，台灣南部的氣流軌跡主要來自西南西方和西北西方，統計圖中比率最高的是WSW-3區，佔22.1%，平均距離為2012km；其次是WSW-2區，佔14.2%，平均距離是1263km，在西北西方向上所佔的比率亦不少，但東北方的比率則很少。台灣北部的統計結果與南部的結果相似，主要來向亦為西南西及西北西兩方向。分佈比率最高區是WSW-3區，佔38.6%，平均距離為2135km；其次是WNW-3區，佔13.9%，平均距離為2380km。

(2) 二月

二月份台灣南、北部主要都是西南風或西南西風(圖2)。台灣南部的軌跡線主要是從西南方向來；台灣北部的軌跡線則大都從西方或西南西方向而來，也有一些氣流從西北方向而來。五年的月軌跡線統計分析(圖4)顯示，台灣南部的氣流主要從西南西方向而來，其中所佔比率最高的是WSW-3區，佔34.7%，平均距離為2085km；其次是WSW-2區，佔13.1%，平均距離是1291km；在東北方向上各區所佔的比率幾乎為零。而台灣北部的氣流主要從西南西方向及西北西方向而來，比率最高是WSW-3區，所佔高達58.8%，平均距離為2247km；其次是WNW-3區，佔14.2%，平均距離為2567km。

由於偏西氣流強盛，分析結果顯示二月份台灣地區南北兩區傳輸距離大於1500km各區比率之總和為各月份之冠。此外，一般認為一、二月為盛行冬季東北季風，但事實上東北季風相當淺，污染物在大氣邊界層內受到亂流擴散影響，不易做長程追蹤。由於軌跡線分析的等壓面處於盛行冬季東北季風之上，因此來自東北方向軌跡線之比率偏低。

(3) 三月

三月份的月平均風場顯示，有一股強烈的西南氣流通過台灣北部，而台灣南部亦受西南氣流影響，但比台灣北部微弱的多(圖2)。由台灣南部的軌跡線分佈來看，明顯地，南來的軌跡線比二月增加很多。主要的軌跡線是西南向反氣旋式的軌跡線，是受到太平洋高壓的影響而產生之氣流軌跡走向；而台灣北部的軌跡線大致都是西南西方向而來的氣流。

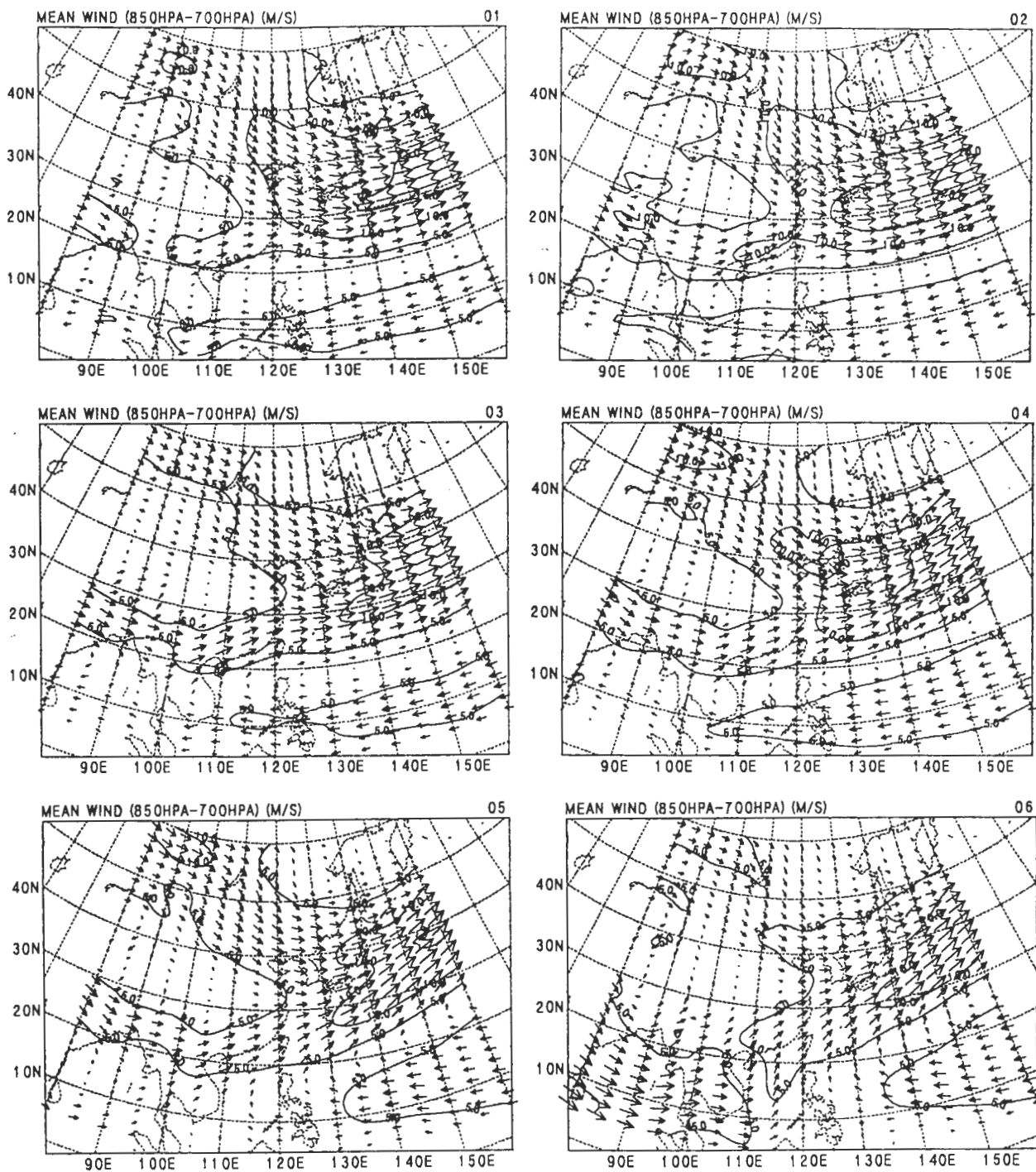


圖2 1978~1982年850hPa-700hPa月平均風場分析圖，等風速線間距 5 ms^{-1} ，月份標示於各圖之右上角。

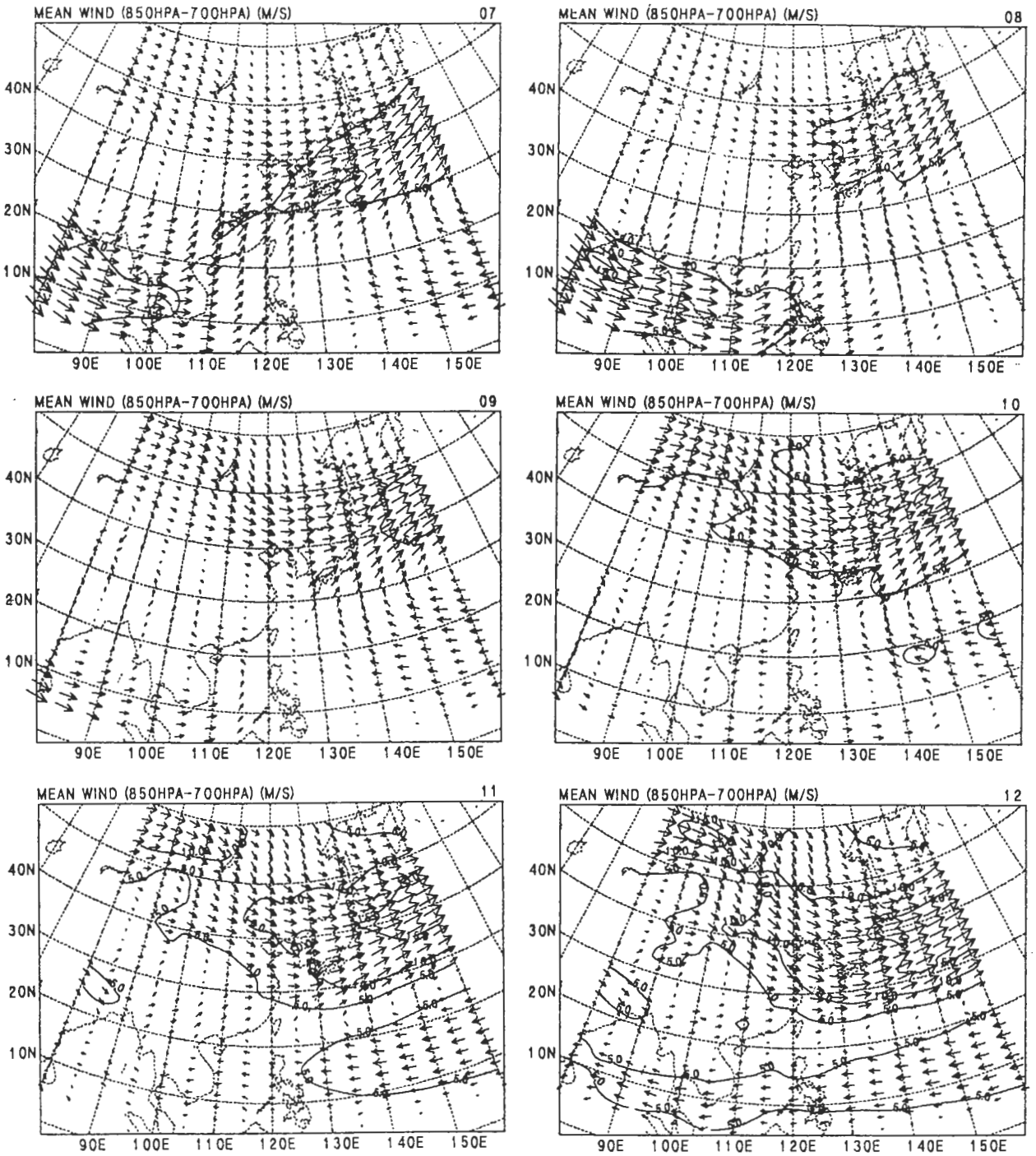


圖2 (續)。

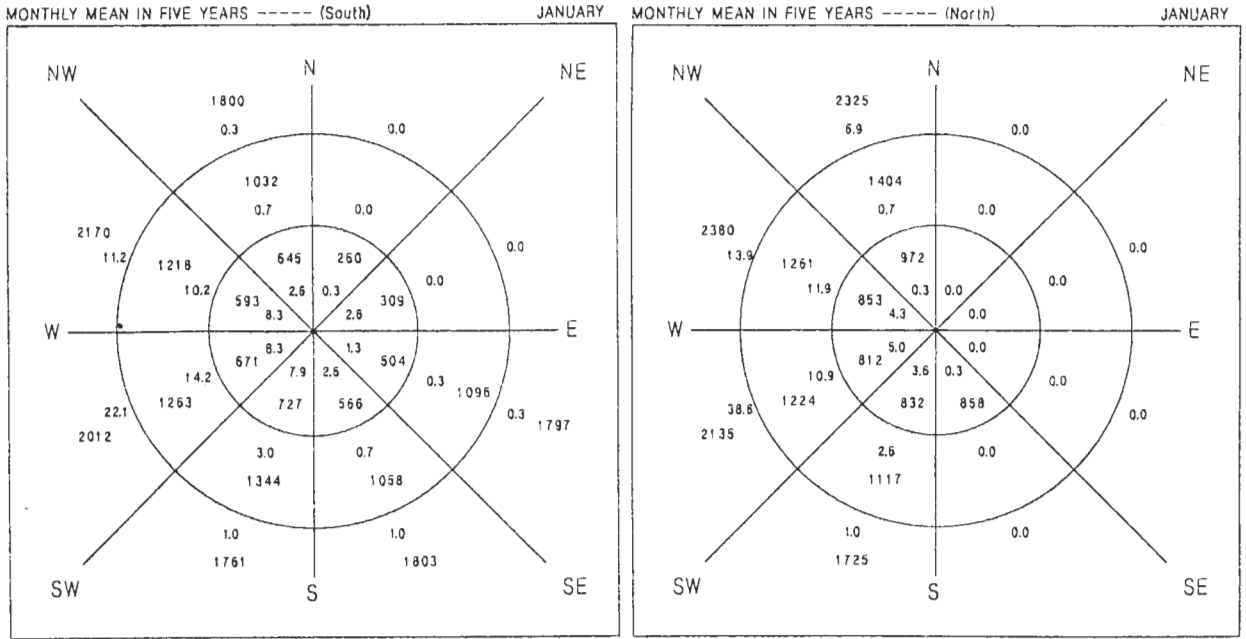


圖3 1978~1982年台灣地區一月之軌跡線統計分析圖；(左)台灣南部，(右)台灣北部。每區內帶小數點的數字表來自該區的軌跡線佔全體軌跡線的百分比，而整數數字表該區內軌跡線的平均距離。

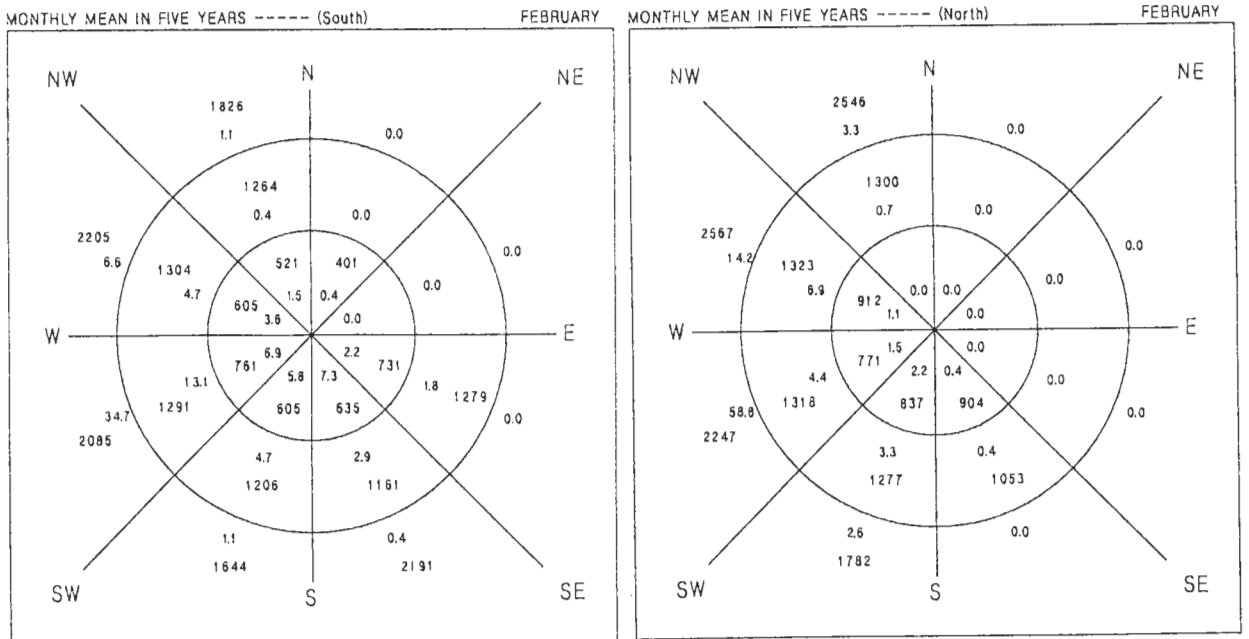


圖4 1978~1982年台灣地區二月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

五年的軌跡線月統計分析(圖5)顯示,台灣南部的的主要氣流軌跡來向還是西南西方向,而南方各區的比例亦較二月的比率增加。統計圖中比率最高的區域是WSW-3區,佔24.6%,平均距離1994km;其次是WSW-2區,佔10.1%,平均距離是1227km。值得注意的是在北方各區所佔的比率均為零,氣流都是從南方及西方而來。台灣北部比率最高的區域是WSW-3區,所佔高達62.9%,平均距離為2340km;其次是佔8.5%之WNW-3區,平均距離是2525km,在圖中可看出東北方及東方各區的百分比均為零,氣流大都是從西方而來。

分析結果發現本月份台灣北部比率最高的WSW-3區竟高達62.9%,而南部WSW-3區的比率以從二月的34.7%降至24.6%,可以看出主要的西南西氣流從二月到三月有北移的趨勢。

(4) 四月

四月份影響台灣地區的氣流均是西南氣流(圖2)。台灣南部的軌跡線大都是從中南半島或菲律賓群島沿反氣旋路徑而來的西南氣流;台灣北部的軌跡線除有一些西北向的軌跡線外,其主流仍是西南氣流。由軌跡線統計圖(圖6)來分析,台灣南部比率最高的一區仍是WSW-3區,佔22.0%,平均距離1941km;其次是佔12.0%,平均距離1241km的WSW-2區。在SSW-1區的比率提高,佔11.3%,而東北向上大於1000km的四區沒有軌跡線分佈;台灣北部的情形和南部差不多,分佈最高比率仍是WSW-3區,佔44.7%,平均距離為2045km;其次是WSW-2區,佔13.3%,平均距離為1316km。

我們發現,在SSW-1、SSW-2、SSE-1、SSE-2四區來的軌跡線大都是從東太平洋或菲律賓群島沿反氣旋路徑而來的西南氣流,其平均距離會有明顯的低估現象。因為平均距離是計算初始點與終止點的直線距離,如果軌跡線以氣旋式或反氣旋式的運動方式行進,則初始點與終止點的直線距離將會小於軌跡線實際的距離。

(5) 五月

五月份的平均風場顯示有兩股西南氣流的合流經過台灣地區,一股是從印度洋經中南半島而來,另一股則從太平洋經菲律賓轉向而來的西南氣流(圖2)。一般來說,五、六月是台灣地區的梅雨期,是大陸冷高壓、太平洋高壓、西南氣流三大系統共同作用下產生的氣候型態。由平均風場來看,從太平洋經菲律賓轉向而來的西南氣流是太平洋高壓回流造成的氣流,與從印度洋經中南半島而來的西南氣流從兩大氣團對峙的中間地帶流過。台灣南部的軌跡線除了有一些西北或北來的軌跡外,大致的軌跡均與平均風場的來向一致,都是從太平洋轉向而來的西南氣流或中南半島而來的西南氣流;台灣北部的軌跡線則大部份還是西南西主向的軌跡線,另外還有一些北方及東北方來的軌跡,但不多。

軌跡線統計分析(圖7)顯示,台灣南部比率最高的是WSW-3區,佔26.5%,平均距離1973km;其次是SSW-1區,佔10.3%,平均距離為712km;台灣北部比率最高的是WSW-3區,佔33.5%,平均距離為1995km。其它各區的分佈均不超過10%。

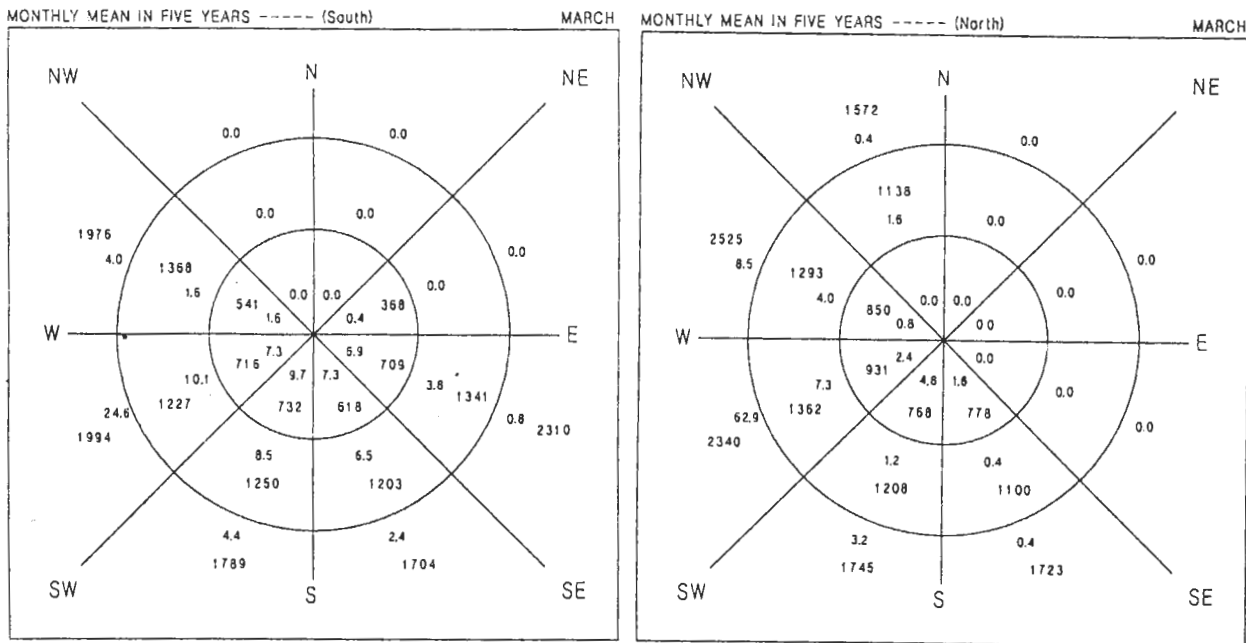


圖5 1978~1982年台灣地區三月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

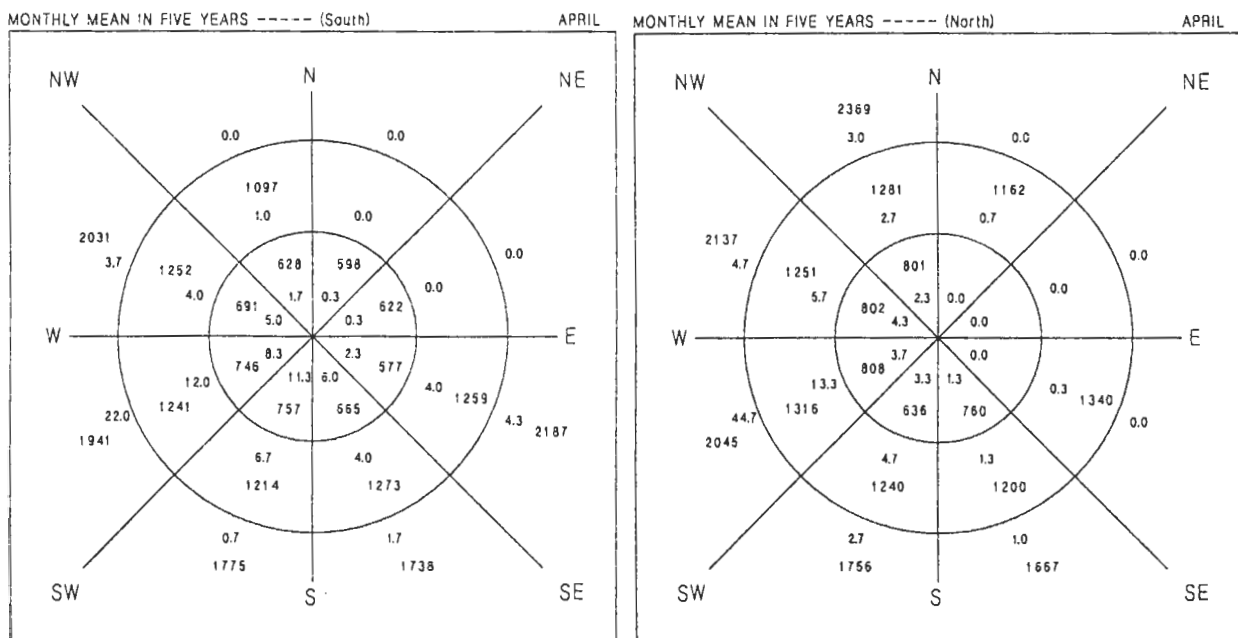


圖6 1978~1982年台灣地區四月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

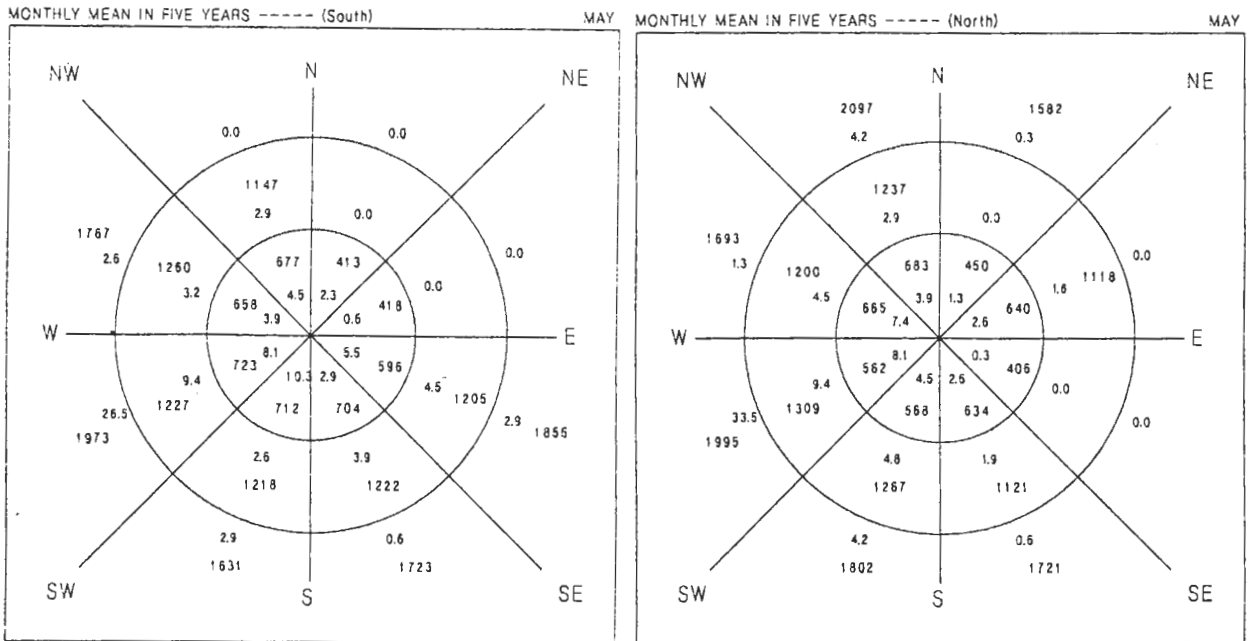


圖7 1978~1982年台灣地區五月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

(6) 六月

六月太平洋高壓的外圍環流達最強，台灣鄰近的氣流雖仍是西南氣流主導，但和五月份比起來，六月份的兩股西南氣流的合流位置有往東北方平移的趨勢，且南風分量略有增加(圖2)。台灣南部的軌跡線從西南向分佈漸轉到東南向，台灣北部的情形與台灣南部差不多，但大部份都是南來的軌跡線。由軌跡線統計分析(圖8)來看，台灣南部的統計分佈並無特別高的比率值出現，最高的是WSW-3區，佔13.7%，平均距離1969km。其它南方各區分布均勻且都不超過10%；而北方各區的分布極少；台灣北部的統計分佈，最高區在WSW-3區，佔16.7%，平均距離1935km，其次是SSW-3區，佔12.9%，平均距離1892km，再來則是SES-1區，佔10%，平均距離666km；而北方各區有一些軌跡線分布。

(7) 七月

七月份的氣流主要是從印度洋經中南半島到菲律賓，再從台灣的南方或東南方切入台灣地區(圖2)。由軌跡線來看，台灣南部的軌跡線分布，主要呈西南及東南兩個走向，南方有一些，東方有一些；而台灣北部的軌跡線分布大都從台灣的東南方、南方或西南方而來。

由軌跡線統計分析(圖9)來看，台灣南部分布比率最高的區域仍是WSW-3區，佔18.7%，平均距離2110km，其他南方各區到東北方的NEN區分布都差不多，呈均勻分布；台灣北部的統計結果，最高的是WSW-3區，佔21.6%，平均距離2182km；其次是佔8.7%的ESE-1區，平均距離722km，而其他各區除了北方的兩區分布為零外，均有一些分布。

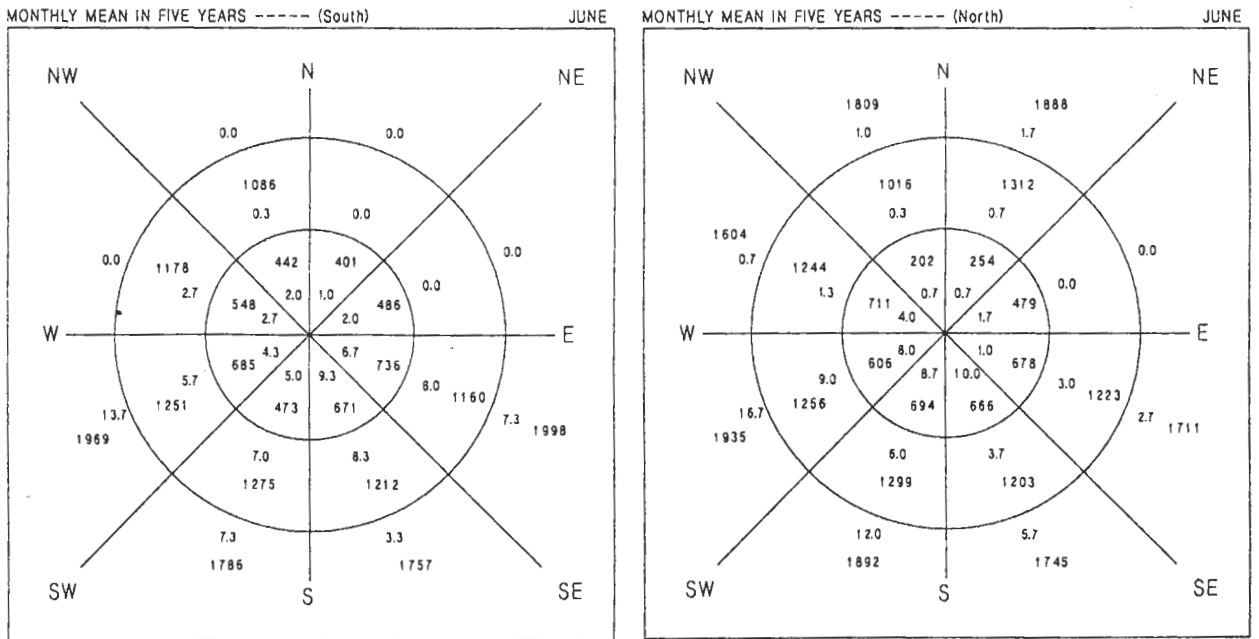


圖8 1978~1982年台灣地區六月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

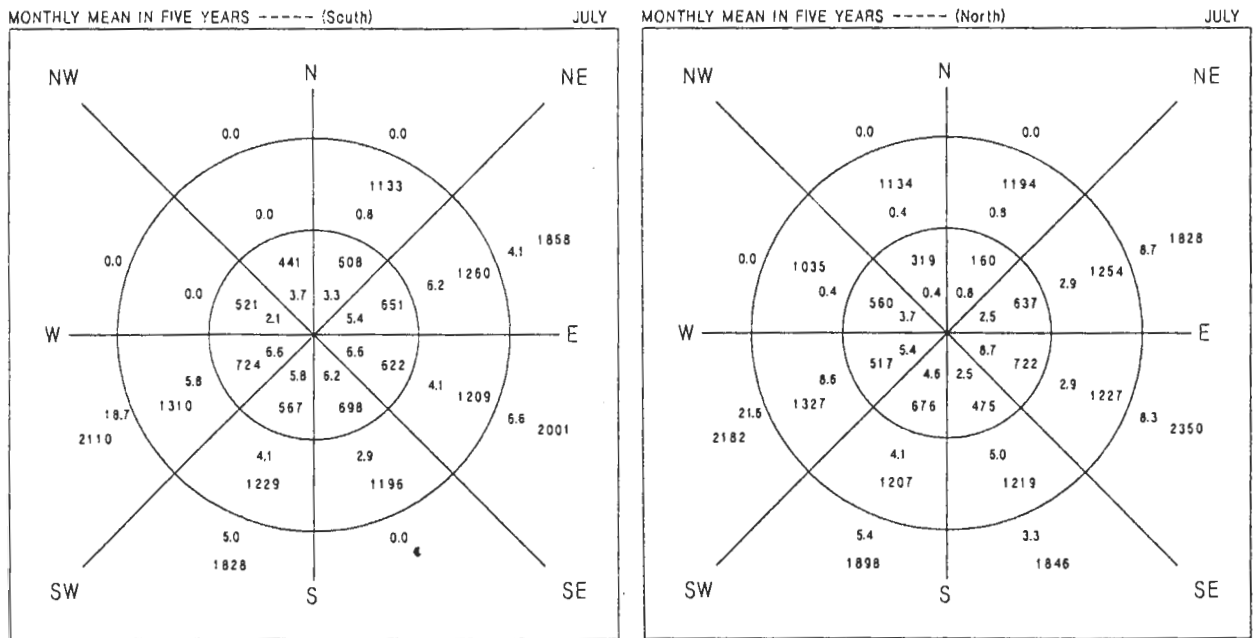


圖9 1978~1982年台灣地區七月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

(8) 八月

由於太平洋高壓向東北方向引退，且夏季季風向東延伸達最遠，八月份的氣流在台灣地區都相當微弱(圖2)。從軌跡線看來，台灣南部的軌跡線從東北方，東南方及西南方而來的均有；而台灣北部的情形與台灣南部的情形差異頗大，軌跡線則從東、西、東南、西南方而來。軌跡線統計分析(圖10)則顯示，台灣南部比率最高的是WSW-3區，佔21.8%，平均距離2139km，其次是佔10.9%的WSW-1區，平均距離683km。而台灣北部所佔比率最高的區域是ESE-3區，佔15.3%平均距離2273km，其他各區的分配呈均勻分布。

在八月我們可以看出，左右台灣南北兩區的主要氣流有明顯的不同。左右台灣南部主要是西南西氣流；而台灣北部則是受東南東氣流影響較大。

(9) 九月

九月份台灣地區的氣流仍相當微弱，且風向不明顯(圖2)。軌跡線分析顯示，台灣南北兩地的軌跡線主要是東南方來的氣流，但氣流軌跡線在東、西、南、北四個方向均有分布。從軌跡線統計圖(圖11)來看，台灣南部比率分布最高的區域是ESE-3區，佔16.2%，平均距離1875km；其次是佔8.7%的ESE-1區，平均距離692km，及佔8.7%的SSE-1區，平均距離604km；臺灣北部分布最高的是WSW-1區，佔9.8%，平均距離692km；其次是佔9.2%的ESE-3區，平均距離1817km。

(10) 十月

十月份，隨著夏季季風的停止與太平洋高壓的引退，北風分量逐漸增加，台灣地區處於西北氣流與東南氣流的交會區(圖2)。軌跡線分析顯示，台灣南、北部都是東南方、東北、西北和北方來的軌跡線。由軌跡的統計分析(圖12)來看，台灣南部的統計分析結果比率最高的是ESE-3區，佔14.4%，平均距離2159km，其次是佔10.7%的ESE-1區，平均距離657km。而臺灣北部的統計分析，比率最高的SWS-1區才佔9.1%，其他各區的分布均不高，所以並無明顯的氣流來源。

九、十兩月的分析結果顯示，台灣地區南區比率最高是ESE-3區，有一股明顯的氣流從東南東方切入台灣南部。

(11) 十一月

十一月份台灣以北中緯度西風帶稍向南移，而以南低緯地區也漸轉成東風帶。台灣介於兩個風帶之間，仍主要受西北及東南氣流影響(圖2)。台灣南北兩地雖都有各個方向來的軌跡線分佈，但仍以東南及西北兩個方向來的軌跡線居多。

從軌跡線統計圖(圖13)來分析，台灣南部比率最高的一區是佔12.4%的WNW-1區，平均距離625km；其次是ESE-3區，佔11.7%，平均距離2193km；臺灣北部的氣流在西南西及西北西方向的比率開始增多，比率最高的是WNW-1區，佔12.1%，平均距離703km；其次是佔8.7%的WSW-1區，平均距離604km。

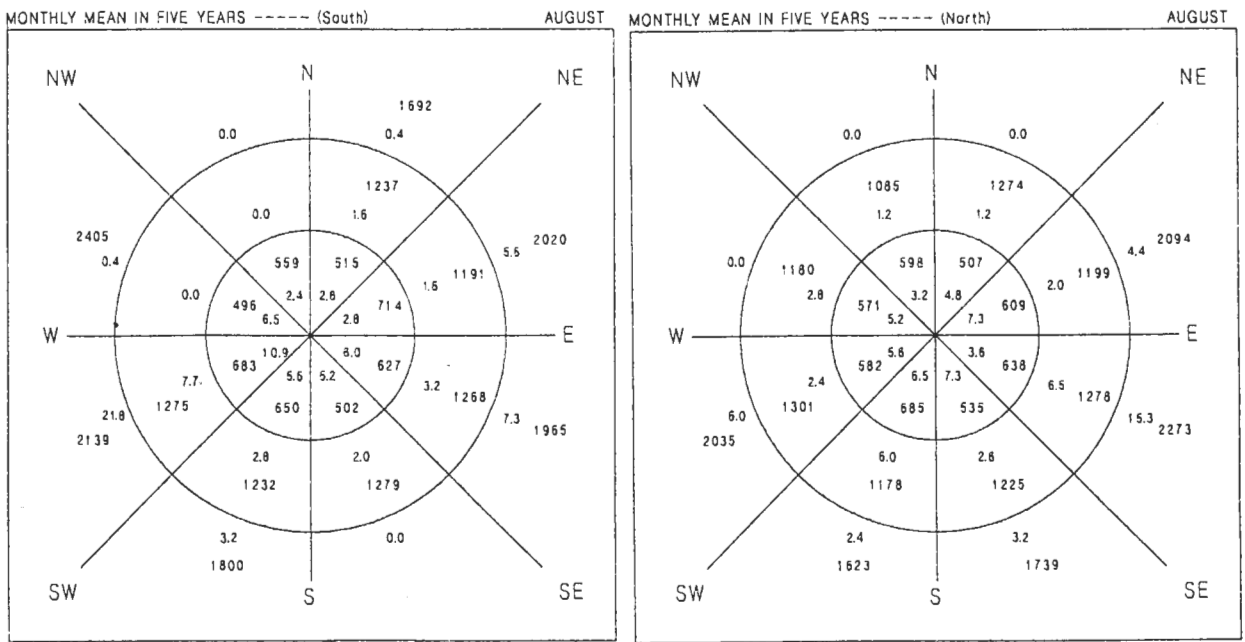


圖10 1978~1982年台灣地區八月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

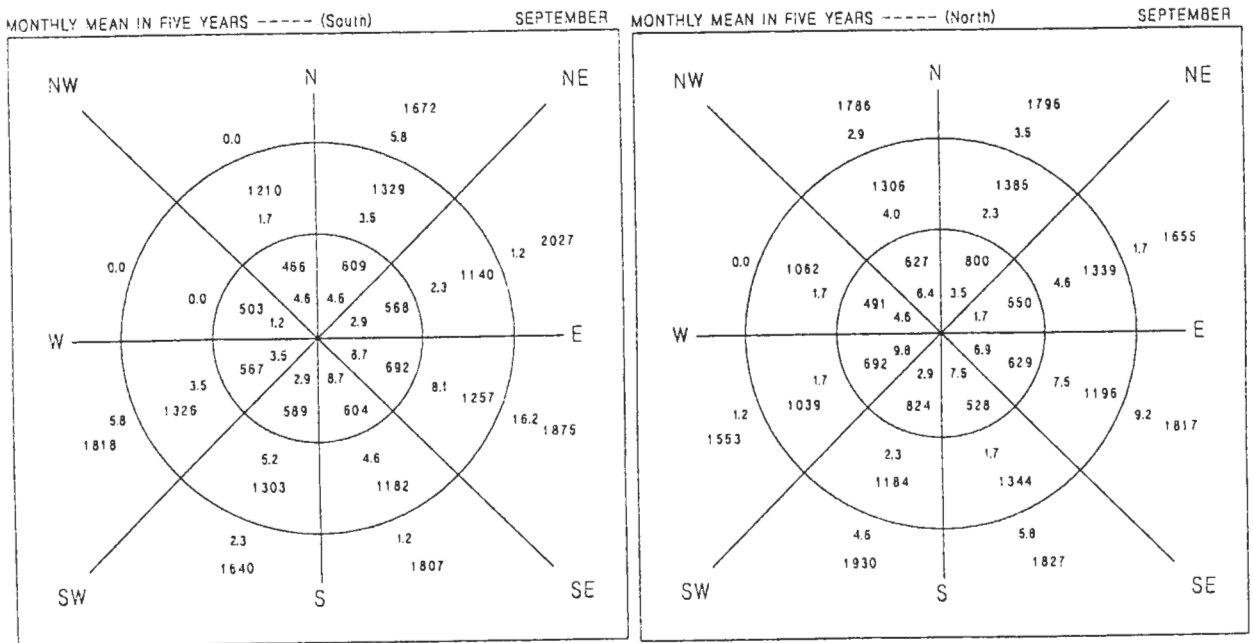


圖11 1978~1982年台灣地區九月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

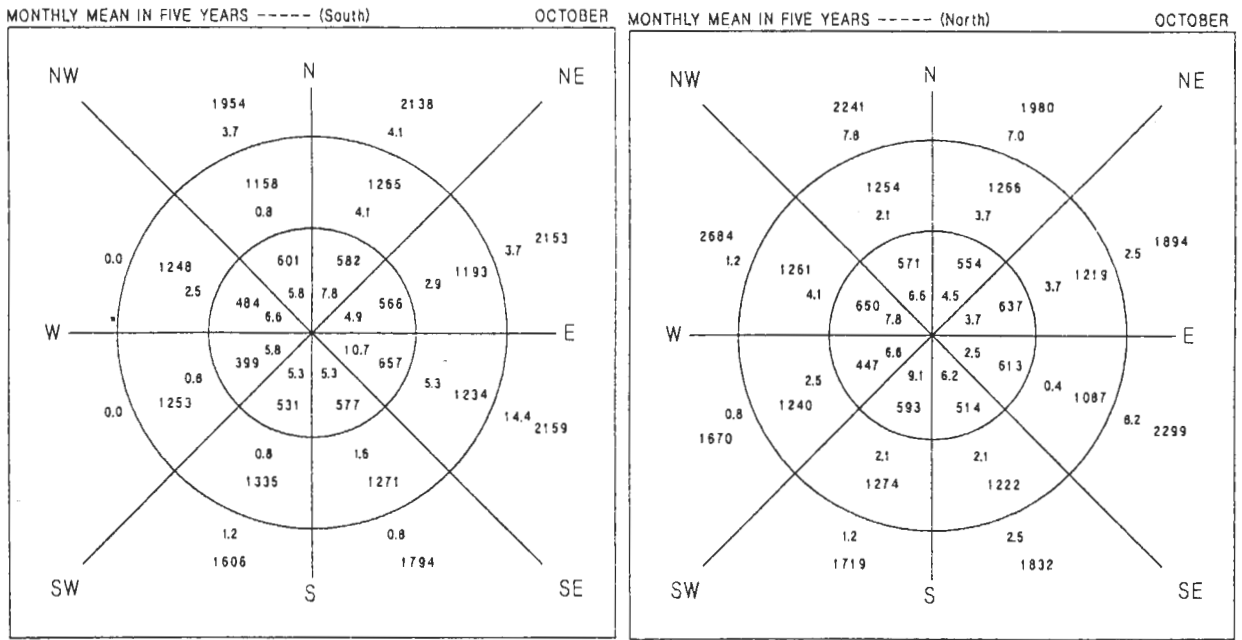


圖 12 1978~1982年台灣地區十月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

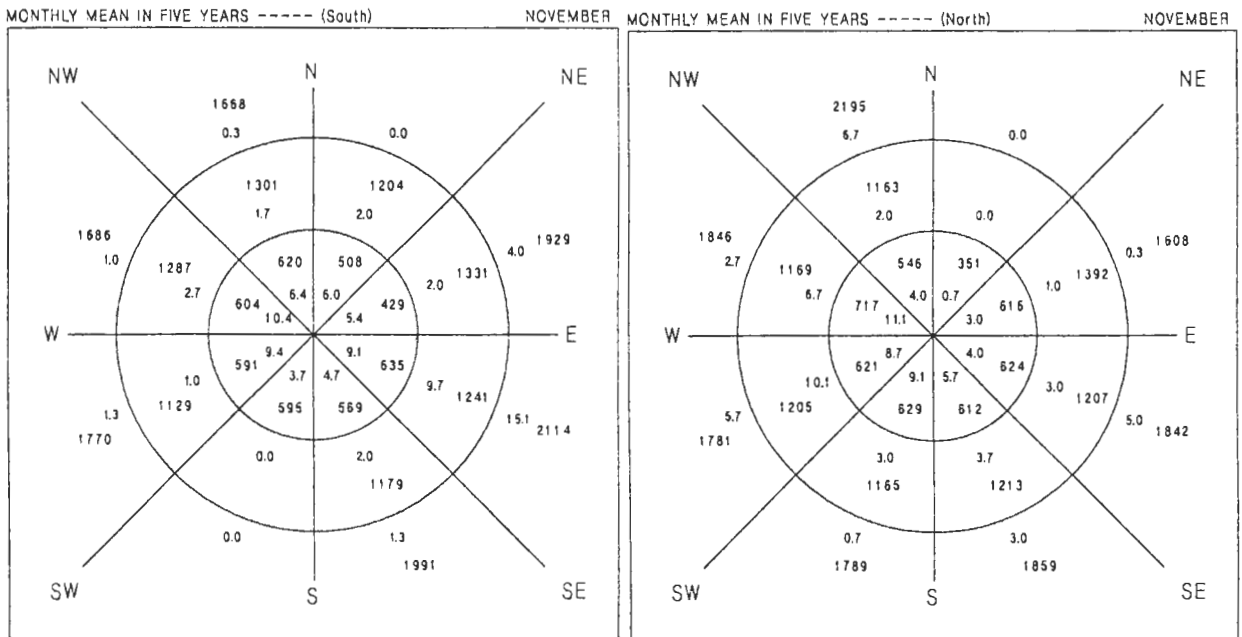


圖 13 1978~1982年台灣地區十一月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

(12) 十二月

十二月份，臺灣地區是處在北緯30度以北的西風帶及北緯15度以南的東風帶的交會處，風向在臺灣北部是西風，但在臺灣南部的風向並不明顯(圖2)。臺灣南部的軌跡線曲率較大，軌跡線走向不明顯。臺灣北部的軌跡線曲率較小，大都偏於西南與西北兩方向。

軌跡線統計圖(圖14)分析顯示，臺灣南部氣流軌跡線的來源比率最高的是在WSW-1區，佔14.5%，平均距離649km；其次是WNW-1區，佔11.2%，平均距離656km；台灣北部比率最高的區域是WSW-2區，佔18.5%，平均距離1271km；其次是WSW-3區，佔18.2%，平均距離1945km。很明顯地，南部的軌跡線因曲率較大，傳輸距離顯得較小。

(二) 季節氣流軌跡統計分析

本文亦將五年間同一季節的軌跡線分布作統計分析。季節的區分採一般空氣污染分析的習慣，將三、四、五月定義為春季，六、七、八月定義為夏季，九、十、十一月定義為秋季，十二、一、二月定義為冬季。

(1) 春季

春季時臺灣南部氣流的主要來源是在西南方向(圖15)，此可由WSW三區及SSW三區合起來所佔的比率最高可看出。而全部當中比率最高的是WSW-3區，佔24.4%，平均距離1969km；其次則是佔10.5%的WSW-2區，平均距離1232km及佔10.5%的SSW-1區，平均距離734km。台灣北部的氣流來源很明顯，最高是WSW-3區，佔45.9%，平均距離2149km；其次是佔10.1%的WSW-2區，平均距離1323km。

本季節台灣南北兩區大於1500km各區比率之總和為各季節最高，主因台灣地區低層大氣此時均處於強盛西風帶。

(2) 夏季

夏季時在台灣鄰近地區，低層大氣西來氣流減弱了，而東來氣流及南來氣流有增強的趨勢。在台灣南部(圖16)，比率最高的一區仍是WSW-3區，佔17.7%，平均距離2080km；其次則是佔7.1%的WSW-1、SSE-1及ESE-3區，平均距離分別為695km、639km及1988km。而台灣北部的情形與南部差不多，佔比率最高的仍是WSW-3區，但比率已從春季的47.0%降到14.8%，平均距離2057km；其次則是佔8.4%的ESE-3區，平均距離2228km。

(3) 秋季

秋季時，在台灣南部已不再是WSW-3區所佔的比率最高了，取而代之的是ESE-3區(圖17)，佔15.1%，平均距離2067km。氣流的強度似乎減弱很多，在1000km的內圈中，所佔的比率要比夏季多。可看出台灣南部的的主要氣流已從西南西氣流變成東南東氣流。而台灣北部的情形，已經沒有比率佔特別高的區域出現，而與台灣南部相同的是在1000km以內的區域是比率最高的區域，顯示台灣北部的主要氣流在秋季有減弱的趨勢。

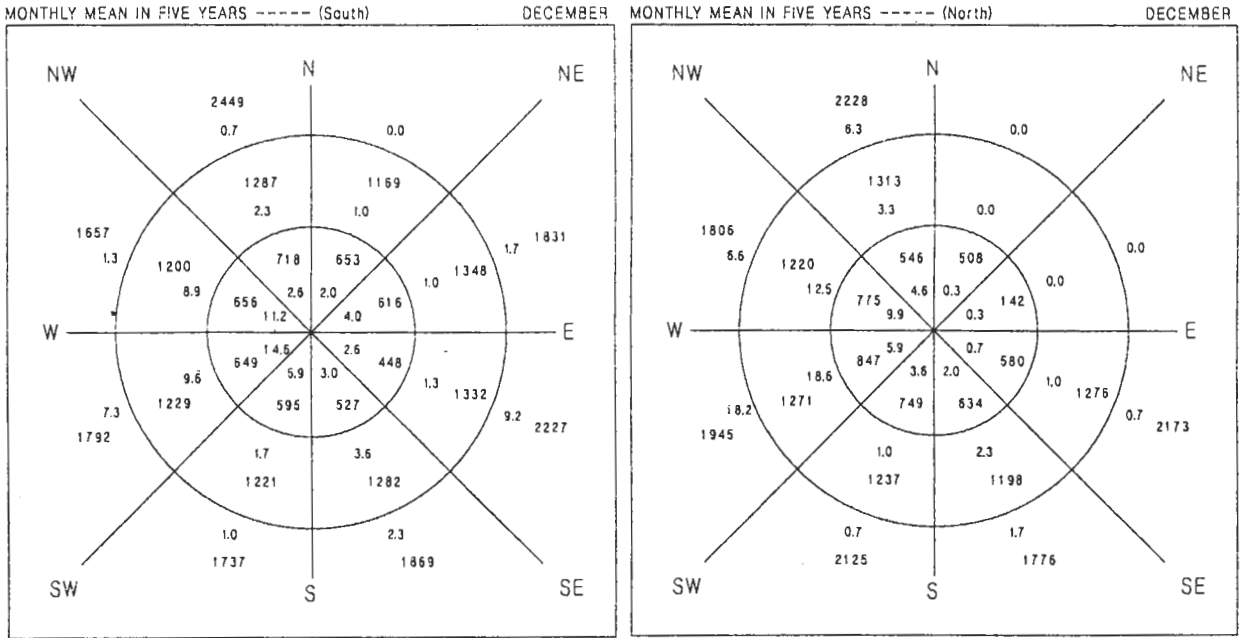


圖 14 1978~1982年台灣地區十二月之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

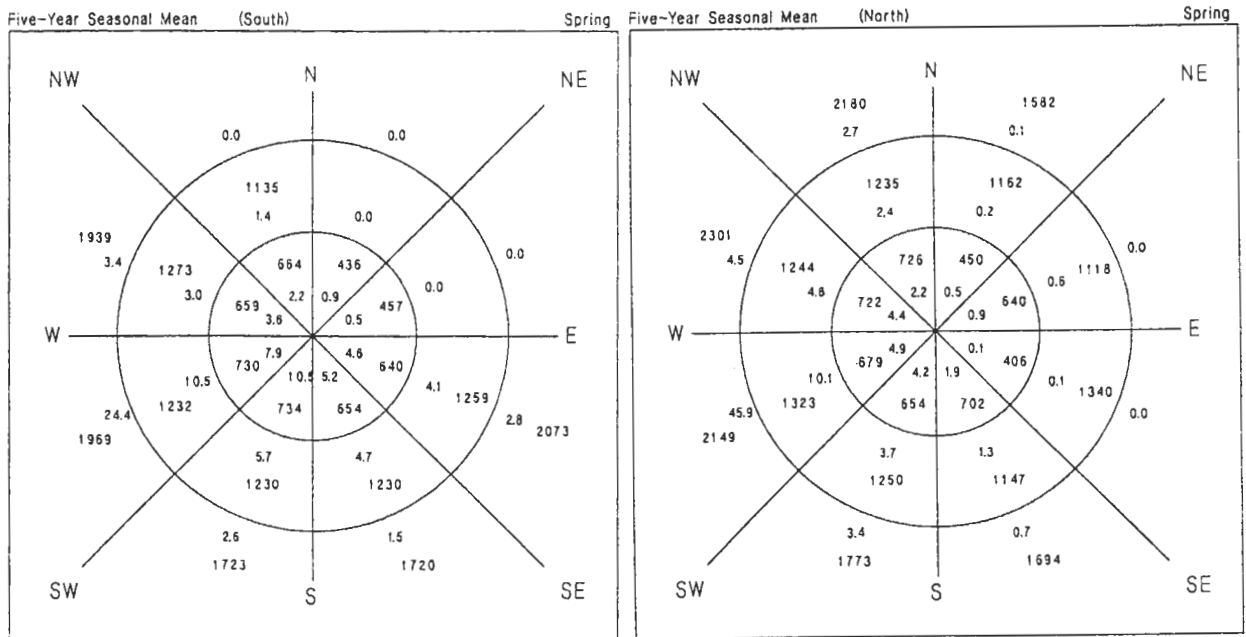


圖 15 1978~1982年台灣地區春季之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

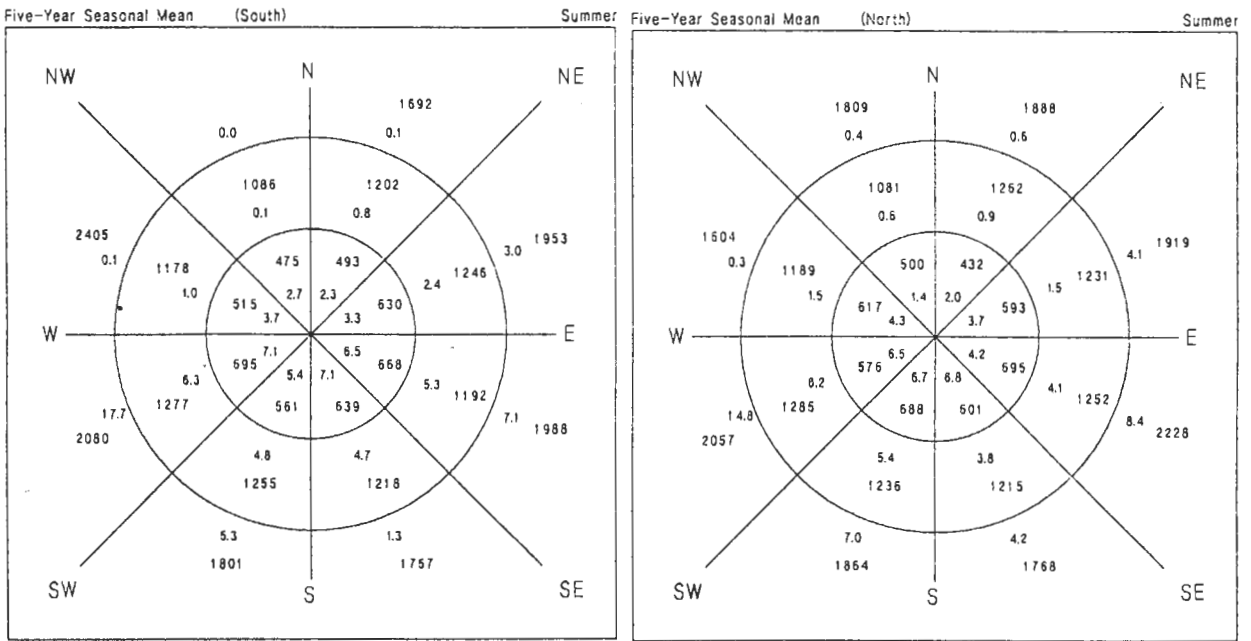


圖 16 1978~1982年台灣地區夏季之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

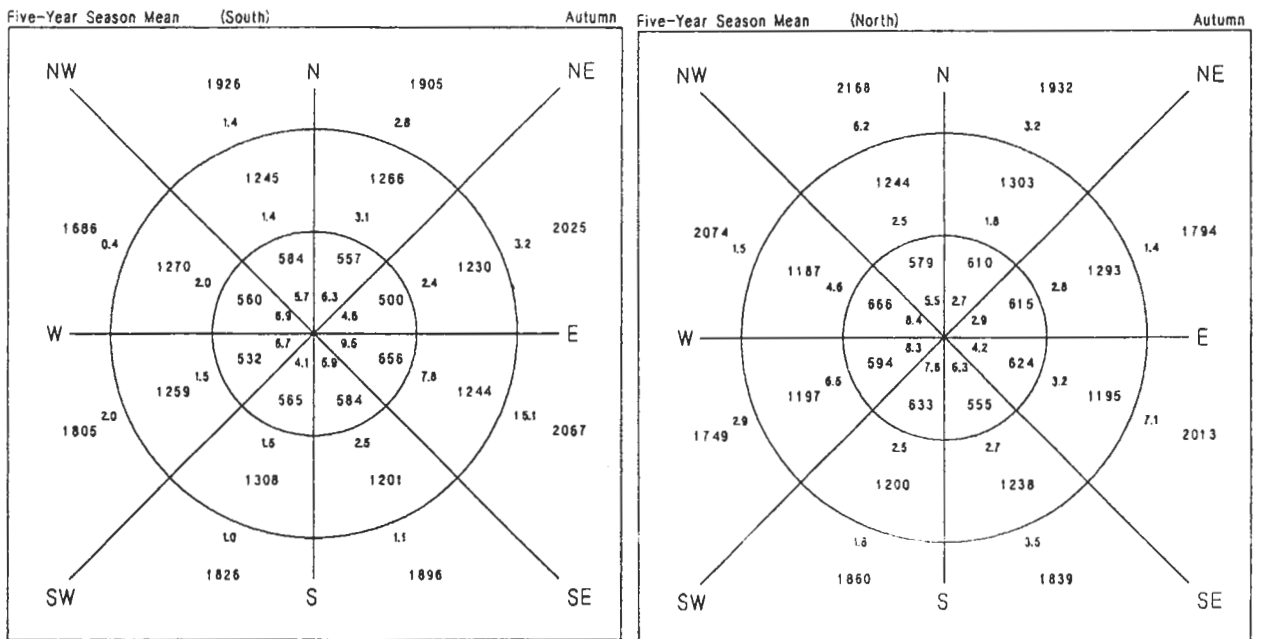


圖 17 1978~1982年台灣地區秋季之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

(4) 冬季

由於高層西風噴流的向下延伸，冬季時西風又很明顯的增強了。在台灣南部(圖18)，分布最高的區域是WSW-3區，佔20.9%平均距離2023km；其次是佔12.3%的WSW-2區，平均距離1263km。在台灣北部分布最高的區域是WSW-3區，佔37.8%，平均距離2158km；其次則是WSW-2區及WNW-3區，都佔11.5%，平均距離分別是1261km及2339km。南、北兩地在東北方向的軌跡線比率都非常低，尤其是北部地區幾近為零，顯示冬季東北季風影響的高度有限。

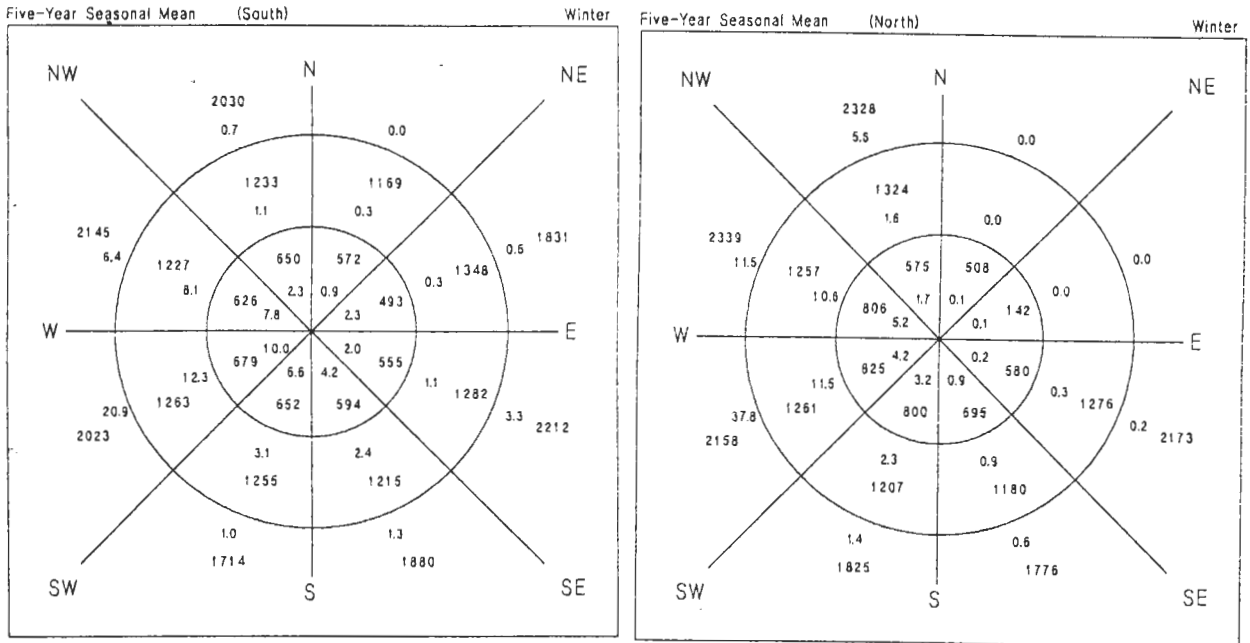


圖18 1978~1982年台灣地區冬季之軌跡線統計分析圖，說明同圖3。

四、結論

台灣是位於亞熱帶之海島，地處亞洲大陸東側，東鄰廣大的太平洋，地理位置相當特殊，因而其氣候型態也與眾不同。另一方面，隨著亞洲地區工業的發展，台灣上空空氣污染是否有長程輸送的貢獻亦是令人關切的一項問題。如能了解台灣地區低層大氣的氣候型態，將有助於了解形成台灣地區上空污染物的來源。本文利用等壓面軌跡線法分析1978~1982年台灣地區南北兩地低層大氣(850hPa-700hPa)的氣流軌跡，並將軌跡線計算結果份作月統計及季統計，以了解台灣地區南北兩地低層大氣的氣流軌跡氣候型態。

以整年的統計分析而言，台灣地區南北兩地的低層大氣主要受到西南西氣流的影響，此氣流在二、三月最強，到了八、九月減到最弱。結果並發現，八、九月時影響台灣南部的主要氣流

已從西南西氣流變成東南東氣流。台灣地區三天的軌跡線來源分析比率最高的區域大都發生在西南西(WSW-3)區，平均距離大約2000km左右，也就是中南半島附近的區域。即此WSW-3區是對台灣上空作長程輸送最有利的地區。二、三月時西南氣流強盛，是台灣上空發生長程輸送最有利的兩個月份。各月份的軌跡統計分析顯示，台灣地區南北兩地的氣流軌跡氣候型態的確有差異。

以季節分布作統計分析，結果顯示春、冬季時西南西氣流盛行，軌跡來源分析顯示WSW-3區的分布比率非常高。且在冬季時，東北方向來源的軌跡線比率在台灣南、北部的氣流軌跡統計分布均佔非常微小的比率，顯示台灣地區冬季受東北季風影響的高度並不高。而夏季時南來氣流增強，統計結果顯示在南方各區有明顯增加的趨勢。秋季時台灣南部處於受東南東氣流的影響，不再是西南西氣流。

誌 謝

本研究承國科會專題研究計畫NSC82-0202-M008-052及NSC82-0202-M008-033經費支援，謹此誌謝。文中使用之氣象資料為國科會支助的副熱帶氣象資料庫(設於臺灣大學大氣科學系)所提供。

參考文獻

- 王作台、胡志文、林松錦與柳中明, 1994: 氣象環流對背景大氣成份傳送影響: 第一部份: 軌跡方法之建立及個案分析結果。大氣科學, **22**, 57-76。
- 柳中明, 1991: 「台灣背景大氣研究」與「氣候與空氣品質台灣站」之規劃。科學發展月刊, **19**, 1549-1553。
- Crum, F. X., and D. E. Stevens, 1988: A case study of atmospheric blocking using isentropic analysis. *Mon. Wea. Rev.*, **116**, 223-241.
- Lin, S.C., and T.K. Chiou, 1985/12: Objective scale separation technique and its application on the mesoscale convective system diagnosis. *P. Meteor. Res.*, **8**, 69-94.
- Miller, J. M., 1981a: A five-year climatology of five-day back trajectories from Barrow, Alaska. *Atoms. Environment*, **15**, 1401-1405.
- , 1981b: A five-year climatology of back trajectories form Mauna Loa Observatory, Hawaii. *Atoms. Environment*, **15**, 1553-1558.
- Miller, J. M., and J. M. Harris, 1985: The flow climatology to Bermuda and its implications for long-range transport. *Atoms. Environment*, **19**, 409-414.

Effect of Circulation on the Background Air Transport: Part II: The Climatology of Flow Trajectories for the Taiwan Area

Song-Chin Lin Chun-Shien Wang Jough-Tai Wang Jyh-Wen Hwu

Institute of Atmospheric Physics
National Central University

ABSTRACT

In order to understand the long-range transport of air pollutants reaching Taiwan area, five-years' (1978-1982) isobaric trajectories of 700hPa-850hPa level were computed to depict the climatological pattern of low-level flow trajectories for northern and southern Taiwan areas.

In the vicinity of Taiwan, the low-level flow is mainly west-southwesterly. The west-southwesterly is the strongest in February and March, and becomes diminishing in August and September. In the southern Taiwan, the flow is replaced by east-southeasterly in August and September. Statistics of 3-day back-trajectories show that dominantly large percentage of trajectories are from the west-southwestern direction with average transport distance larger than 2000km. That means Indochina area is the most possible source region for long-range transport of pollutants to Taiwan area and February and March are the most favorable months for long-range transport. Monthly statistics of trajectories also indicate that the climatological pattern of low-level flow trajectories is different for northern and southern Taiwan areas.

As depicted by the seasonal statistics, trajectories are mainly from west-southwest direction and have larger transport distances in winter and spring seasons. In the winter season, trajectories of northeastern origin are very few, indicating that the winter northeasterly prevailing wind is very shallow. In the summer, percentages of trajectories from the southern directions have increased very much as the southerly component becomes stronger. In the autumn, the air flow is light near the Taiwan area with somewhat more east-southeasterly in the southern Taiwan area.

Key Words :trajectory, long-range transport.