

# 中部空品區高臭氧事件與颱風相關探討

陳昭敏<sup>1</sup> 林沛練<sup>1</sup>  
國立中央大學大氣物理研究所

## 摘要

中部空品區1994-2005年共386天的高臭氧事件日中，颱風或是熱帶低壓位在台灣兩千公里內的事件日約為49.9%，且颱風中心位於南中國海和台灣與菲律賓之間比例最高。平均一年經過兩千公里內的颱風數為25.5個，同時伴隨有高臭氧事件的颱風個數為11.42個，約為44.78%，顯示高臭氧事件發生跟颱風的出現可能有關。386個案日透過天氣圖跟衛星雲圖粗分為三種天氣型態，A型態(194天)主要受到大陸高壓移出或是太平洋高壓影響，雲量小且風速較弱；C型態(118天)主要受到颱風環流影響，低層有明顯的氣旋式環流；T型態(74天)受到低壓槽影響，雲量偏多且穩定度較低。利用EC-basic資料合成分析、台灣地面測站、探空穩定度探討中可以發現，三種型態只有A型態是最符合過去所瞭解的有利高臭氧事件之條件(高溫、少雲、風速小)，C型態下的風速大，T型態的日照偏弱。其中針對C型態的深入分析中發現，造成中部地區高臭氧的颱風路徑以不侵台的西行颱風、北行颱風、以及南海生成之颱風為主。

本研究針對2005年9月20-22日為期三日的中部臭氧事件做分析發現，當Damrey颱風(西行)在菲律賓東海生成時，其氣流使台灣綜觀風場轉為正東風，進而使西部地區產生弱風區，不利污染物的擴散，加上部分氣流的過山沉降使中部地區的穩定度更高。

## 一、前言

中部地區過去十二年來臭氧平均濃度和高臭氧事件日均逐年增加(圖1)，且 $O_3_{max,1hr} > 120ppbv$ 的事件日隨年增加外， $O_3_{max,8hr} > 80ppbv$ 的天數更是成倍數成長(圖二)。

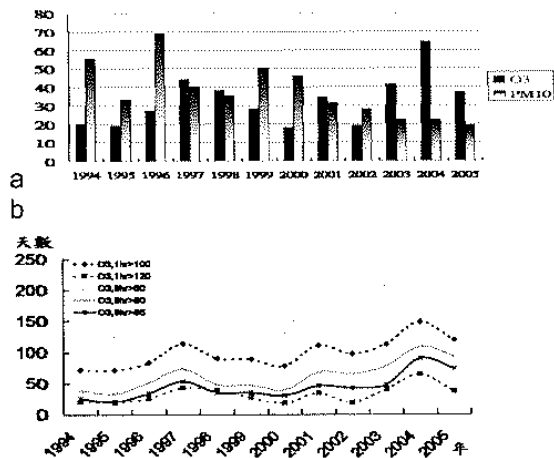


圖 1-1 圖 1-1a 為中部空品區 1994-2005 年不同污染指標物下的事件天數。圖 1-1b 為不同臭氧指標下污染日數時序圖。

地表臭氧濃度的增加會危害人體健康和生態系統。臭氧是經由一連串碳氫化合物及氮氧化物化學反應所產生二次污染物。每日的城市內移動污染源及固定污染源的排放差異不大，但為何臭氧濃度值在某些日子特別高？氣象條件往往扮演很重要的角色。臭氧濃度可能會受到上風處的傳送而增加(Huang 2005)。

台灣位於中國東南方，為典型的副熱帶氣候，受到亞洲季風環流影響，林(2006)論文中指出當颱風

位於南中國海和台灣與菲律賓之間中部空品區經常發生高臭氧事件，以第五、六、九類颱風路徑最多。陳(2005)探討 2005 年颱風和污染事件的關係指出北行颱風容易使台灣位在鞍型場，進而使污染物不易擴散。颱風對高臭氧事件發生的機制仍然不是很清楚，因此本研究嘗試從觀測資料中去探討颱風對於臭氧累積和傳送的可能關係，並且嘗試從天氣類型中去瞭解中部地區高臭氧事件發生的條件差異。

## 二、資料來源與研究方法

### 2.1 資料來源

本篇選取 1994-2005 年期間中部地區(包含台中縣市、南投、彰化) 11 個環保屬空氣品質自動監測站(臭氧、風速、風向等)，以及中央氣象局自動測站和局屬測站的氣象參數(溫度、風速、風向等)。颱風資料則以 JTWC 所公布的最佳路徑。EC-basic 分析場資料(2.5°X2.5°)用以綜觀天氣場分析。

### 2.2 研究方法

當空品區內任一測站小時臭氧濃度超過 120ppbv 定為事件日。利用 EC-basic 資料合成天氣圖，以及台灣的地面測站、探空穩定度分析三種型態(圖 2.2)的差異性，進一步統計 C 型態的颱風位置與路徑，最後透過西行颱風未登陸的颱風模擬分析以瞭解臭氧事件發生的成因。

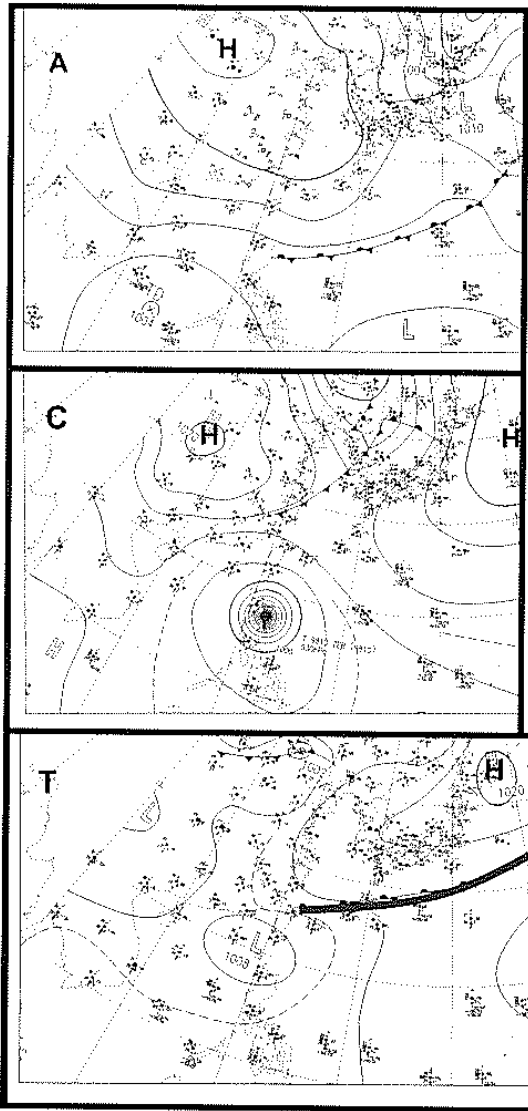


圖 2.2 三種典型天氣型態（分別為 A、C、T）

### 三、天氣型態特性探討

合成天氣圖分析顯示在 A 與 T 型態主要為太平洋高壓與大陸高壓主宰(未附圖)，但是 T 在中低層的溫度梯度明顯，C 型態則在菲律賓上空有明顯的低壓環流。台灣地面測站顯示 C 的平均風速較大 (3.27m/s)，K-index 分析發限 850hpa 濕度最高。

將 C 型態的颱風位置與路徑統計發現，高污染事件下的颱風路徑大多為非登陸颱風(圖 3.1)，並且以南海生成、西行與北行颱風為主。因此本篇以 2005 年 Damrey 颱風為例，探討西行颱風對高臭氧事件的影響。

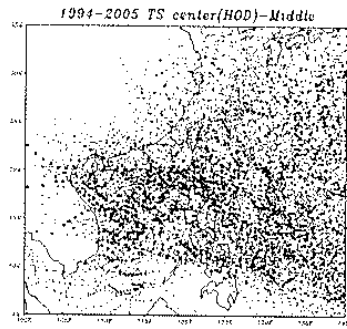


圖 3.1 颱風中心位置（黑點）與同時中部發生高臭氧時颱風中心位置（藍點），統計時間為 1994-2005 年。

### 四、個案分析

#### 4.1 觀測分析

Damrey 颱風為 2005 年西北太平洋第 18 號颱風，原位於菲律賓東北方海域的低壓在 09 月 20 日 06Z 升格成 TD，並在 092018Z 升格成 TY，中心氣壓 997hpa，最大持續風速為 25knot/s，受到副高的導引氣流影響，緩慢的往西北西方移動進入巴士海峽，在 20 日至 23 日受到菲律賓地形的影響下，其強度與結構較差，中心氣壓維持在 984hpa 至 997hpa 之間。

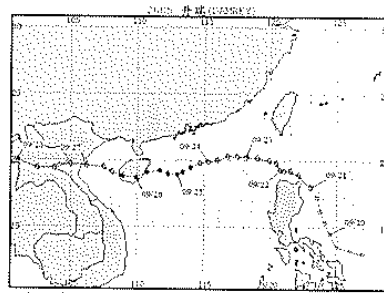


圖 3.2-1 Damrey 颱風路徑圖

衛星雲圖、雷達回波圖和地面降水可以發現，颱風的外圍雲系在 21 日明顯的影響到台灣地區，造成各地雲量偏高，對東部地區造成明顯降水，22 日 00LST 至 23 日 00LST 的單日累積降水在宜蘭花蓮地區更達到超大豪雨。23 日的主要降水區域為北部到東北部，單日累積降水達到超過 100mm。

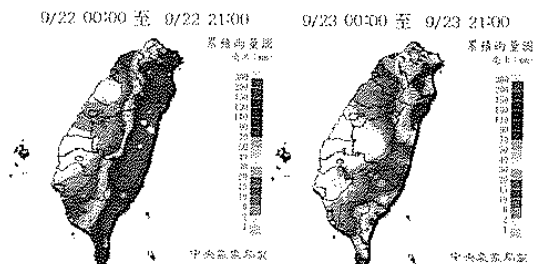


圖 3.2-2

使用 QuikSCAT 海面風場資料中發現，9/20 颱風氣旋式環流使原本的東北風轉為正東風，並且在

台灣海峽（背風側）北部風速較大，中南部風速較小。地面風場資料則顯示風場的日夜變化明顯，同時此日在南投測站量測到小時臭氧濃度 121ppbv，屬空品不良日

## 4.2 模式結果分析

本文採用的數值模式為美國賓州州立大學 (Pennsylvania State University; PSU) 與美國國家大氣研究中心 (National Center for Atmospheric Research; NCAR) 所發展的中尺度數值模式，簡稱 MM5 (Fifth-generation Penn. State/NCAR Mesoscale Model)，Domain 設定為圖 4.2-1 所式，模擬時間從 2005 年 9 月 19 日 18Z 至 23 日 18Z，模樣時間為 96 小時。

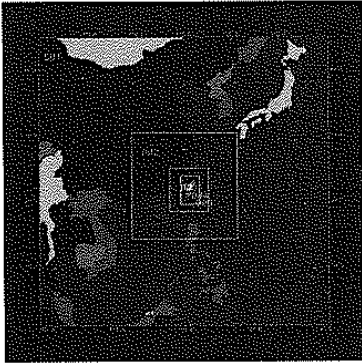


圖 4.2-1 模式 Domain 設定

模擬校驗颱風的路徑平均誤差為 39km，誤差最大為 64km，測站比對為圖 4-2。20-21 日的日夜環流掌握的不錯，溫度誤差也在 1°C 以內。

TaiChung - Lon = 120.676, Lat = 24.147

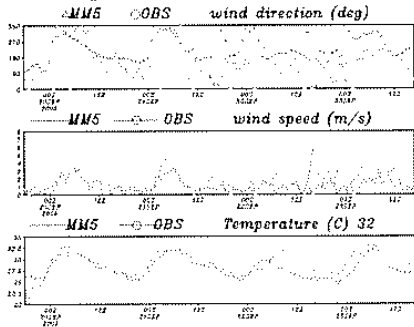


圖 4.2-2 台中測站的觀測與模擬比對，紅色為模擬值，綠色為觀測值，上而下依序為風向、風速、溫度。

將中部地區劃兩條剖線，AB 剖面為東西向，西為海洋、東為陸地，CD 則是台中至南投的南北剖線，可以發現在 20 日的海風環流相當明顯，風向轉變從海洋至內陸也有模擬出延遲。白天陸地受到太陽輻射加熱影響，內陸的邊界層發展快速，邊界層高度超過 1 公里，比對當時於霧峰地區的探空垂直觀測一致。推估 20 日夜間在霧峰地區所量測到的高臭氧濃度是受到了海陸風環流影響，白天海風將上風處(台中)的污染物傳送到內陸地區，且白天混合層發展有明險的向上垂直運動，晚上陸風為南風，並且在霧峰地區有明顯的上升運動，進而使原本白天

傳送至內陸臭氧向上傳送到 300-600 公尺位置。進而使隔日在霧峰觀測到高臭氧。

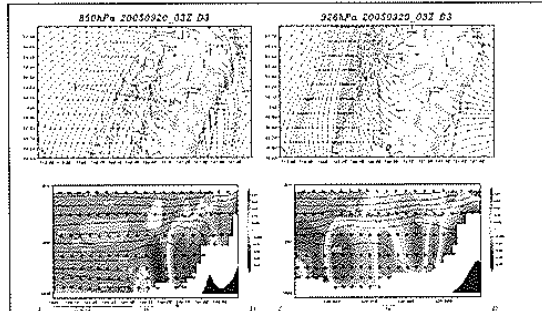


圖 4.2-3 白天，左為 AB 剖線，右為南北剖線。下圖色塊為垂直運動，等值線是位溫

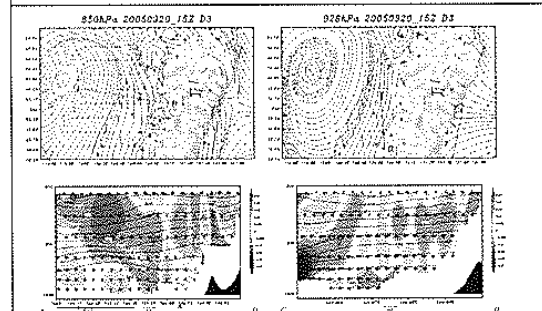


圖 4.2-4 晚上(圖說如 4.2-3)

## 四、結論與展望

本文針對 1994-2005 中部空品區臭氧濃度監測資料進行統計分析，資料顯示高臭氧事件與颱風有關，進而將事件日粗分為三種天氣型態，T 型態雲量多，水氣多，溫度梯度大，C 型態受到颱風環流影響。且颱風以非侵台颱風為主。2005 年 Damrey 颱風個案分析中顯示，位在台灣東南方的西行颱風使綜觀風場轉為正東風，即使風速 > 10m/s，觀測亦顯示中部地區仍然是局部環流為主。因為風場為正東風，台中則位在弱風區，加上過山的沉降運動使台中穩定度更高，海陸風明顯，海陸風的環流特性使污染物在台中地區內傳送，進而使高污染事件發生。

## 五、參考書目

Huang, J.-P., J. C. H. Fung, A. K. Lau, and Y. Qin, 2005: Numerical simulation and process analysis of typhoon-related episodes in Hong Kong. *J. Geophys. Res.*, **110**, D05301, doi:10.1029/2004JD004914.

林宜穎, 2006. 颱風或熱帶低壓與中部空品區空氣品質之相關探討，國立中央大學大氣物理研究所碩士論文

陳正平, 2005. 空氣品質預報與中解析度影像接收系統維護及資料分析專案工作計畫。行政院環保署，EPA-94-L105-02-101,366