

區域氣象環境與高臭氧之相關分析

柳中明 蘇維中

國立台灣大學大氣科學系

(中華民國八十五年二月八日收稿；中華民國八十六年二月十八日定稿)

摘 要

本研究分析 1993、1994 年台北地區夏季(6 至 8 月)環保署 17 個測站和中央氣象局北部地區測站,以及同年高雄地區夏、秋季(6 至 11 月)環保署 14 個測站和中央氣象局南部測站資料,研究結果發現台北地區在夏季,高雄地區在秋季易發生「高臭氧污染」,在統計日數中,台北地區「高臭氧污染日」(HOD)佔 64%,高雄地區佔 60%。HOD 臭氧濃度逐時特徵為清晨至中午濃度迅速增加 8 倍以上,在午時達一日中最高值,台北地區以汐止、松山、土城較易發生「高臭氧污染」,在統計日數中發生頻率分別為 33%、32%、33%,高雄地則為橋頭、左營、屏東較易發生,發生頻率為 42%、50%、51%。其中,臭氧最大值記錄土城可達 215 ppb,屏東為 206 ppb,此二監測站皆位於白天海風下風處。本研究亦統計分析得台北、高雄地區 HOD 上午的氣象環境,所得共同特徵為:雲量少,日照時數每小時大於 55 分鐘,為有利於光化反應的大氣條件。研究中亦發現在 HOD 盛行風風速弱(<4.0 m/s)或盛行風受地形阻擋時,區域環流明顯,海陸風是主導該區域的主要風場。海陸風之特徵為:上午 8:00 前為陸風時期,台北地區陸風沿淡水河谷及基隆河谷方向吹向海洋,高雄地區陸風則從內陸垂直海岸線吹向海洋。8:00 至 10:00 為海陸風交換時期。10:00 以後至下午均為海風時期,台北地區海風垂直海岸線沿淡水河河谷、基隆河河谷吹向盆地,在盆地中匯流後再吹向盆地南邊,風速在 14:00 達一日最大值。高雄地區海風由海洋垂直海岸線吹向陸地,海風則在 15:00 出現最大值。

關鍵詞:高臭氧污染、區域環流、台北地區、高雄地區

一、前 言

國內許多大型都市(台北、高雄)的臭氧污染,隨著汽機車驚人的成長已成為大型都市中僅次於懸浮微粒的嚴重空氣污染項目,且成為環保署 PSI(The pollutant Standards Index)指標

污染物的比例近年來也明顯增加(柳與李 1994)。這顯示大型都市因為交通工具排放出的原生性空氣污染物(如NMHC、NO_x等)之總量愈來愈大,經過大氣中光化反應產生大量的衍生性空氣污染物(如 O₃、PAN 等)(Seinfeld, 1986)。

光化反應是都會地區臭氧生成的主要來源,即前述原生性污染物經由太陽輻射提供能量,產生一系列的化學反應而生成臭氧。國外一些研究報告顯示,由於城市地區的廢氣排放嚴重,造成在大都市或都市近郊有嚴重的臭氧污染問題(Wakamatsu, 1990; Varshney, 1992; Lin, 1995)。在台灣方面,對台北地區及高雄地區臭氧污染的研究也有很多,如環保署(1992)、曠(1994)、張(1991)、Liu et al, (1990)、Liu et al, (1994),研究結果均顯示城市地區已有相當嚴重的光化污染問題,亦表示車輛排放廢氣的問題嚴重。這些研究報告許多是針對臭氧的觀測資料來做統計,或採用模式來模擬臭氧的逐時濃度,或者由此提出減量控制策略,以控制汽機車的排放量達到減少高臭氧濃度的生成,而較少由氣象的角度出發來討論造成高臭氧濃度的氣象條件。試想,城市內移動污染源及固定污染源的污染物排放量每日差異不明顯,但為何臭氧污染在某些日子就特別嚴重?探究其原因,不外乎是每天都可能改變的「氣象環境」。氣象環境加上地形的因素,則是構成局部環流的主要條件。國外 Uno (1984), Wakamatsu (1990), Lin (1995)的研究均提出風場對臭氧水平分佈有重要的影響。蔡(1987)也指出台灣北部地區局部環流相當顯著。柳(1993)研究台北地區風場對臭氧水平傳送的關係,發現台北地區南北方向上風場傳送,主要影響各區污染物濃度之絕對值變化,而東西方向上風場傳送,主要影響各污染物逐時變化特徵。因此由上述的研究結果可知,臭氧的生成與傳送應與當地的局部環流息息相關。

柳與劉(1988)分析民國75~76年間,台北市環保局所測台北各地臭氧資料,發現台北市已有相當嚴重的光化污染問題,且發現在夏季臭氧逐時濃度易成單尖峰型(Single peak)。延續上述的研究方向,柳等(1989)、Liu et al, (1990)分析1986、1987夏季台北市環保局及環保署台北盆地的空氣品質監測資料,發現臭氧、NO_x與NMHC在單尖峰的日變化特徵,合乎光化反應NO_x、NMHC生成臭氧之特性。上述研究中也分析台北盆地內的氣象環境,由統計分析及個案研究,提出台北盆地晴天下的區域環流與臭氧的日變化及水平傳送有極大的相關:清晨8-10時因為地面增溫,熱力與動力場改變,所以地面風向改變,由原來的陸風轉向海風,風速趨近於0。此時正值交通尖峰時間,在雲量少日照充足下,汽機車所排放之大量NO_x、NMHC充分進行光化反應,因此臭氧得以生成與累積(Comrie (1992)也發現低風速、高輻射通量是高臭氧生成的有利條件)。上午10時以後,海風發展(西北風或東風),且風速在午後達最高值,因此盆地內臭氧不再累積,而被海風吹往下風處(東南方或西方郊區)。為了在實際觀測資料中確切驗證上述的統計分析結果,柳等(1990)、Liu et al, (1994)於1989年8月在台北盆地共進行3次密集觀測實驗研究(Intensive Observation Period, IOP),研究中發現海陸風受綜觀天氣系統的影響很大,若盛行風太強,將使得海陸風無法發展(IOP2, 8/9 ~ 8/12);反之若盛行風場微弱(IOP1, 8/4 ~ 8/7)則海陸風明顯。

周(1991)分析1990年初環保署所進行長達兩個月的台灣地區航測資料，當時曾以個案的方式來分析台北、高雄都會區三度空間空氣品質狀況，並探討區域環流與光化作用對都會區空氣品質的影響。在高雄的個案研究中，提出高雄地區的海陸風對臭氧和其他污染物之傳送，扮演著主要的角色，臭氧濃度的最高值區發生在海風的下風處。

在環保署尚未建立全省的環境品質監測網前，在台北及高雄地區的空氣品質監測站很少，測得的資料代表性也很差，在做資料的分析與統計上往往造成困擾。為了改進以上缺失，環保署於1993年7月，將全省原有之19個空氣品質監測站更新為66個測站。舊站離地高度約3~12公尺，距道路3~10公尺，而新站高度約介於11~17.6公尺間，距道路約20~50公尺。因此新站涵蓋的區域較廣，測到的污染值足以代表大環境的污染程度，應用價值也相對提高。而舊站資料只具有交通測站的特性。柳與李(1994)分析1992年3月~1993年2月間的新舊站觀測資料，發現新站測得的NO僅為舊站的0.25~0.8倍，年平均約6~26 ppb，顯示新站明顯遠離交通污染源，是較為理想的一般空氣品質測站。此外，NO₂約為舊站的0.6~1.4倍，年平均15~38 ppb，未有明顯改變，O₃則為舊站的1.2~2倍，年平均約20 ppb。此二現象應是因為光化反應時間充裕，故新站能測到城市的背景臭氧濃度，不像舊站僅測得道路旁反應迅速的NO + O₃ → NO₂ + O₂ 低臭氧濃度。上述研究中並發現北部地區在夏季，中南部地區在秋季易發生高臭氧濃度污染。柳與楊(1995)分析1988~1993的臭氧資料也有相同的發現。

本文嘗試分析新的空氣品質監測網建立後，台北地區及高雄地區發生「高臭氧污染」時的局部環流特性。選取1993年、1994年台北地區夏季，與同年高雄地區夏、秋二季為研究對象，利用環保署及中央氣象局在台北、高雄地區監測站所觀測到的臭氧及氣象資料，來統計分析「高臭氧污染日」及「非高臭氧污染日」氣象環境(雲量、日照時數、溫度、相對濕度)的不同和區域風場的特徵。

二、台北、高雄高臭氧污染及區域氣象環境分析

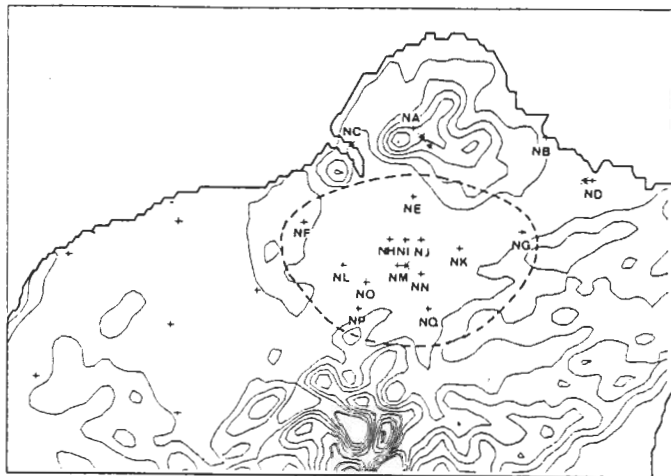
(一) 高臭氧污染日的定義

本章將1993、1994年台北地區夏季及同年高雄地區夏、秋二季所有的個案日依臭氧逐時濃度的特徵區分為兩類：一類是「高臭氧污染日」(以下簡稱HOD)，另一類為「非高臭氧污染日」(簡稱NHOD)。本研究的重點，是以分析HOD為主，以NHOD做為對照。

高臭氧污染日(High Ozone Day)

在所選定的範圍內，一日中只要有一測站的臭氧逐時濃度，在11時至17時出現當日最高值且濃度大於80 ppb，則此日就稱為「高臭氧污染日」(HOD)。

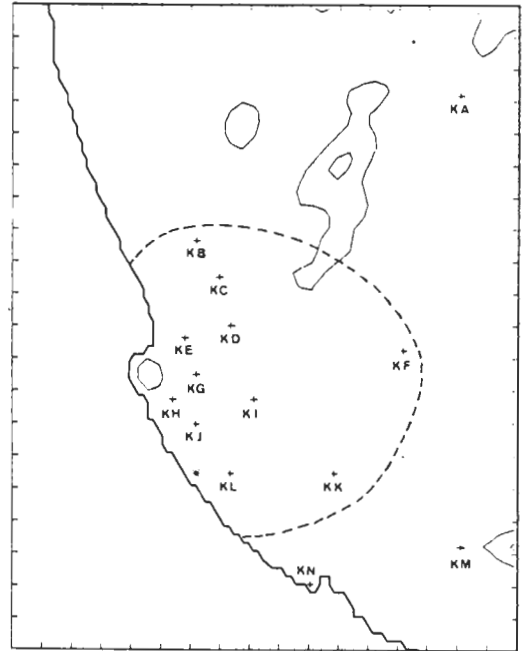
台北地區及高雄地區選定的範圍如圖1、2所示。台北地區包括大台北都會區、部分的林口台地及台北縣的汐止、土城、新店。高雄方面所選的區域北到橋頭，南邊包括小港及大寮，東邊則包括了屏東市。(在圖1、2中各測站的代號是重新依緯度高低做排列，並非環保署的測站代號。研究中以較為嚴格的日本臭氧國家標準(80 ppb)來做為選取的基準。這是因為在台北夏季及高雄夏、秋季，臭氧濃度偏高且普遍大於80 ppb。定出如此的選取標準將有利於突顯高臭氧污染日(HOD)的統計個案數。因此，若上述區域之任一天，監測站在上午11時至下午17時測到的臭氧最高值大於80 ppb的基準濃度，則此日就稱其為高臭氧污染日。



NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH
陽明	萬里	淡水	仁愛	士林	林口	汐止	菜寮

NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ
大同	中山	松山	新莊	萬華	古亭	板橋	土城	新店

圖1 高臭氧污染日(HOD)台北地區決定範圍



KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG
美濃	橋頭	楠梓	仁武	左營	屏東	三民

KH	KI	KJ	KK	KL	KM	KN
前金	鳳山	前鎮	大寮	小港	潮州	林園

圖2 高臭氧污染日(HOD)高雄地區決定範圍

非高臭氧污染日(Not High Ozone Day)

凡不是「高臭氧污染日」的天數,均為「非高臭氧污染日」(NHOD)。

以上為HOD及NHOD的定義。Liu (1990)分析1986、1987台北地區的臭氧資料,也曾以類似的方法定義SP(單尖峰日),DP(雙尖峰日)及LO(低臭氧日),但研究對象為全年的臭氧資料。本研究僅以台北、高雄兩市易發生高臭氧污染的季節為研究對象。依照上述對HOD及NHOD的定

義，將1993、1994年台北夏季及高雄夏、秋季依此標準做篩選，結果如表一所示（由於沒有取得1993年6月的資料，故1993年只統計7、8二月）。表一中可發現，在1993、1994年台北地區符合HOD標準的日數有98日，佔總日數(154日)的64%。而高雄地區在1993、1994年夏、秋季，共有HOD203日，佔總日數(336日)的比率為60%。統計中並發現台北地區以東邊的汐止(NG)、松山(NK)及南邊的土城(NP)較易發生高臭氧污染，在統計日數內達高臭氧污染選取標準的比率分別為32.5%、31.8%、32.5%。高雄地區則以內陸的屏東(KF)發生高臭氧污染的比率高，高達51.1%。其次為左營(KE)、橋頭(KB)，發生為50.0%、42.3%。由此可證明台北在夏季，高雄在夏、秋季，確實易發生高臭氧濃度的污染。

表一 1993、1994 台北夏季高雄夏秋季高臭氧污染日(HOD)發生頻率統計表

	台北(夏)	高雄(秋、夏)
總統計日數	154	336
HOD 日數	98 (64%)	203 (60%)
NHOD 日數	56 (36%)	133 (40%)
HOD 中 11 時至 17 時臭氧最大值 ——— 上午 6 時臭氧值 ——— 之日數	97	189

柳與劉(1988)，Liu et al.(1990)曾對台北市臭氧污染進行研究，發現台北夏季是單尖峰型臭氧污染易發生的季節。研究中並發現午間13:00左右是一天當中臭氧濃度最高的時刻；相對於上午6:00的臭氧濃度，因才剛日出，沒有強烈的光化學反應，所以此時的臭氧濃度應在夜間殘留的NO與臭氧反應後所存留的，故為日出前的臭氧最低值。依此觀點吾人分析本研究所統計出的HOD臭氧濃度逐時變化，將HOD，上午11:00~17:00所出現的最大臭氧值除以清晨6:00的臭氧值，發現此比值大於8的HOD數在台北為97日，佔台北夏季HOD總日數的99%，高雄為189日，佔高雄夏秋季HOD總日數的93%。另一方面，在HOD上午6:00至當日臭氧最大值的增量方面，台北地區方面符合HOD選取標準的測站，其增量平均值為42ppb，最高的是汐止(NG，67ppb)，最低的是士林(NE，23ppb)。高雄地區的增量平均值為94ppb，最高的是屏東(KF，100ppb)，最低的是鳳山(KI，88ppb)。以上均顯示HOD臭氧濃度逐時變化自清晨至中午有迅速增加與累積的特徵。

(二) 臭氧統計分析

本研究對臭氧的統計分析乃採用一般求取統計平均值的方法，即將各監測站除錯後的高臭氧污染日(或非高臭氧污染日)臭氧逐時資料之同一小時全數相加，除以有效總時數，而得每小

時平均值。

1. 台北地區

圖3-a, b, c為1993、1994年夏季台北地區HOD、NHOD臭氧平均逐時變化，圖3-a為HOD，圖3-b為NHOD，圖3-c為最大值記錄。其中，測站自陽明山(NA)站至新店站(NQ)分別以英文字母A~Q來代表(同圖1所示)，由圖3a~b中可以清楚地看出不同臭氧污染日的差別：HOD在午前各站有一致的特徵，即臭氧由清晨的低濃度經過上午時段的「迅速增長」，在中午時期(12:00~13:00)達到一天中最高值，各站最高值約在60~90ppb左右。午後，臭氧濃度則逐漸下降，下降幅度則各站不一。整體來看臭氧的逐時趨勢，為一典型的單尖峰型(或鐘型)。在NHOD則看不出「迅速增長」及「尖峰」的形式，且一日中最大濃度值約在40~60ppb左右，遠小於HOD的最大濃度值。

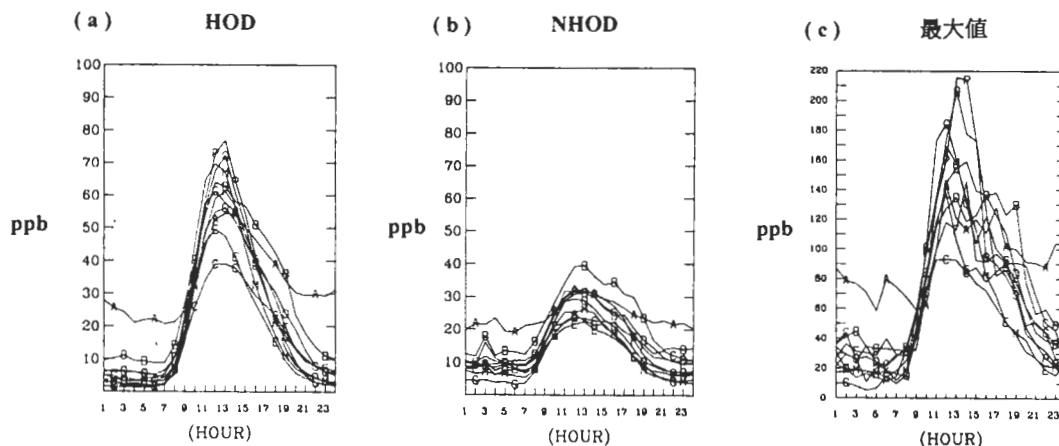


圖3 台北地區各監測站平均臭氧逐時變化圖(a)HOD (b)NHOD (c)最大值記錄

圖3-a顯示台北地區臨海測站如淡水(C)、仁愛(D)的逐時臭氧濃度較城市地區低(士林除外)，顯示城市地區臭氧污染較為嚴重。但仁愛中午的濃度卻要比淡水大20ppb左右。由圖3-a中亦可發現台北都會區東邊的汐止(G)與西邊的林口(F)差異不大，最高值發生時間林口較汐止晚一小時。盆地南邊的土城(P)、新店(Q)臭氧污染則比盆地中央的中山(J)及北邊的士林(E)嚴重，中午臭氧值相差約20ppb，且愈南邊最高值發生時間也愈晚。值得一提的是各站 HOD 6:00前臭氧的逐時濃度均小於 NHOD 6:00前的逐時濃度，且NHOD一天中臭氧最高值的出現時間也較HOD晚一小時。

在逐時臭氧最大值記錄方面，圖3-c為HOD北部地區各站每小時所測到的最大值的記錄。由圖中可以發現，在同樣位於海邊的淡水(C)、萬里(B)與仁愛站(D)，淡水的臭氧最大值不超過95ppb，而萬里、仁愛確有超過120ppb國家標準的記錄。在台北盆地方面，盆地東邊的汐止(G)臭氧最大值約180ppb，比西邊的林口(F，140ppb)大。在北邊的士林站(E)最大臭氧濃度發生在12:00，最大值为137ppb。在盆地中央的中山站(J)，最大值亦發生在12:00，最大濃度為

135ppb。到了盆地南方的土城(P)、新店(Q)，則最大值發生時間約在13:00左右，濃度甚至超過200ppb。這些結果再次呈現愈南邊最高值發生時間愈晚的現象，也充份顯示在白天海風下風處(盆地南方、東南方)的地區有較嚴重的臭氧污染。

2. 高雄地區

高雄地區HOD與NHOD臭氧平均逐時變化如圖4-a,b,c所示，測站包括高雄地區北邊的橋頭(B)，南邊的大寮(K)，靠近海岸線的左營(E)、前金(H)、小港(L)，及較為內陸的美濃(A)、屏東(F)，再加上位於石化工業區的林園(N)等地。由圖中可以發現高雄的逐時臭氧濃度均較台北高。圖4-a中HOD臭氧濃度清晨至中午也呈現迅速增加的趨勢，且在下午(13:00~14:00)達這一日中最高值。在NHOD方面(圖4-b)，臭氧逐時濃度遠小於HOD，且日變化沒有「迅速增長」的特徵。

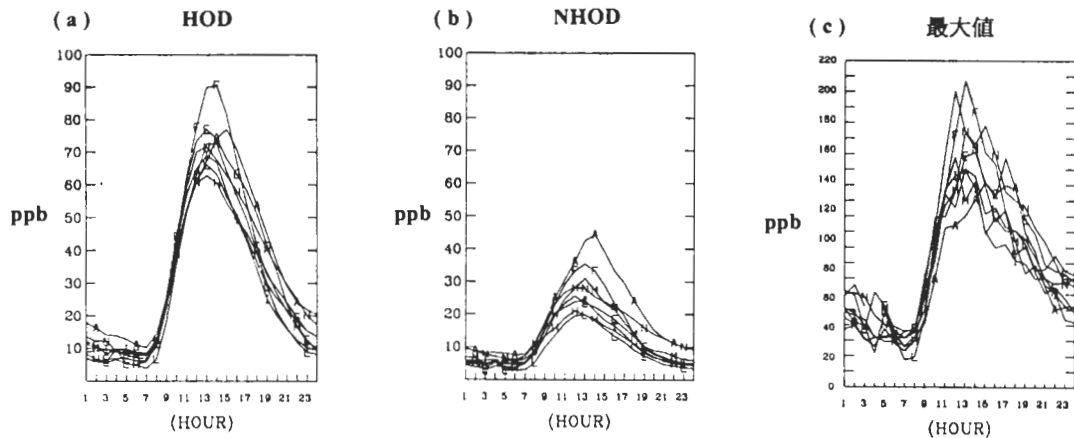


圖 4 高雄地區各監測站平均臭氧逐時變化圖(a)HOD (b)NHOD (c)最大值記錄

分析高雄地區沿海岸線北邊的橋頭(B)、中央的前金(H)、南邊的小港(L)及較為內陸的屏東(F)之臭氧濃度的變化，可以看出一重要的現象：靠海邊測站的統計結果不論是逐時濃度大小或逐時濃度趨勢都非常類似；離海岸距離相近的鳳山(I)、大寮(K)也有類似情形。這些測站彼此一日內臭氧逐時變化差異只有10ppb左右。唯獨較內陸的屏東，逐時濃度大小及趨勢與前者相較有明顯的不同。屏東的濃度在午前增長很快，最大值發生在下午2:00左右，較沿海邊測站晚了1小時，且最高平均濃度值將近100ppb，比沿海測站多了將近10~20ppb。至於美濃，則因更深入內陸故最高值發生時間最晚(約在15:00)，但最高平均濃度比屏東低。

在最大濃度記錄方面(圖4-c)有和台北地區類似的狀況，即愈內陸的地區，也是白天海風下風處的地區，臭氧最大值紀錄較高，特別是在海風經過城市後的下風處，如屏東(F，206ppb)、潮州(M，172ppb)均具代表性，發生時間在13:00。林園站(N)因為設站在石化工業區附近，光化污染嚴重，最大臭氧值可達199ppb。美濃站(A)因為深居內陸，亦位居白天海風

下風處，因此在16:00有發生大於150ppb的記錄。其餘各站臭氧最大值記錄均發生在12:00~13:00，最大濃度值約在145~170ppb之間。相比較於台北的情況(圖3-c)，高雄地區夏、秋二季臭氧最大值記錄低於夏季台北盆地南區，卻高於台北盆地其他的地區。

(三) 氣象環境分析

在污染源不改變的條件下，氣象因子應是影響臭氧逐時變化的重要因素。中央氣象局在全省共有26個所屬氣象站，觀測的項目包括壓力、溫度、風速、風向、相對濕度、雲量、日照時數等。本節以1993年台北夏季及1993、1994年高雄夏秋兩季各別的HOD總日數及NHOD總日數為基礎(分母)，求出在不同臭氧污染日中各種氣象因素的出現頻率逐時變化。其中，並以1993、1994年夏季台北站的觀測資料代表台北地區的局部氣象環境，以彭佳嶼站代表台北地區的綜觀環境；同年夏、秋二季以高雄站的資料代表高雄地區的氣象狀況，恆春站代表高雄地區的綜觀環境。在分析過程中，吾人發現若計算HOD與NHOD各氣象因子逐時出現頻率之差異，將可在一張圖內同時看出HOD與NHOD的特徵。其中定HOD頻率減NHOD頻率的結果若為正值，代表HOD特徵突顯，負值則代表NHOD特徵突顯。這個計算頻率差異的方法，並無適當之物理與數學理論來說明，但卻是可以節省吾人同時並列HOD與NHOD特徵所需之圖頁。唯一可以用來說明這個表達方法之可行性的理由，應是：HOD與NHOD各自發生時的氣象因子逐時變化特徵，實為兩個極端的現象，因此在頻率差異計算的過程中，仍能適當保留各自的特徵。以下，在圖5a-c分析「澎佳嶼」盛行風風向特徵時，示範說明之。其餘氣象因子分析則直接採用此頻率差異圖。

1. 台北地區

(1) 綜觀環境分析

圖5-a, b, c是「彭佳嶼」站HOD及NHOD逐時風向發生頻率的統計圖。圖5-a是HOD逐時風向的頻率分佈，圖5-b是NHOD風向的頻率分佈，圖5-c是HOD與NHOD的逐時風向的頻率分佈差異，用以強調HOD與NHOD風向發生頻率的逐時差異(在圖5-c中，若HOD某時刻某風向的發生頻率大於NHOD同時刻之同風向，則HOD與NHOD的頻率差異結果會顯示在藍色以右顏色系列的正值區域，凸顯出HOD在此時刻這個風向的重要特徵。反之，若NHOD發生頻率大於HOD，則HOD與NHOD的頻率差異結果會顯示在黃色以左系列的負值區域，凸顯出NHOD在此時刻風向的主要特徵)。由圖5-a中可看出HOD盛行風是以南南東風為主，西南風為次要，而在NHOD(圖5-b)盛行風方向則以東北東風為主，西南西風為次要。而使用圖5-c的頻率差異分布圖，確實可以分辨HOD及NHOD是呈現不同的盛行風風向特徵。

風速方面，圖6顯示HOD盛行風風速弱，發生頻率主要集中在2.0~4.0m/s間，且在傍晚5.0m/s以上出現頻率略增。在NHOD方面，由圖中可明顯看出風速大且散布廣(4.5m/s~10.0m/s)，顯示NHOD盛行風明顯。

(2) 台北地區氣象環境分析

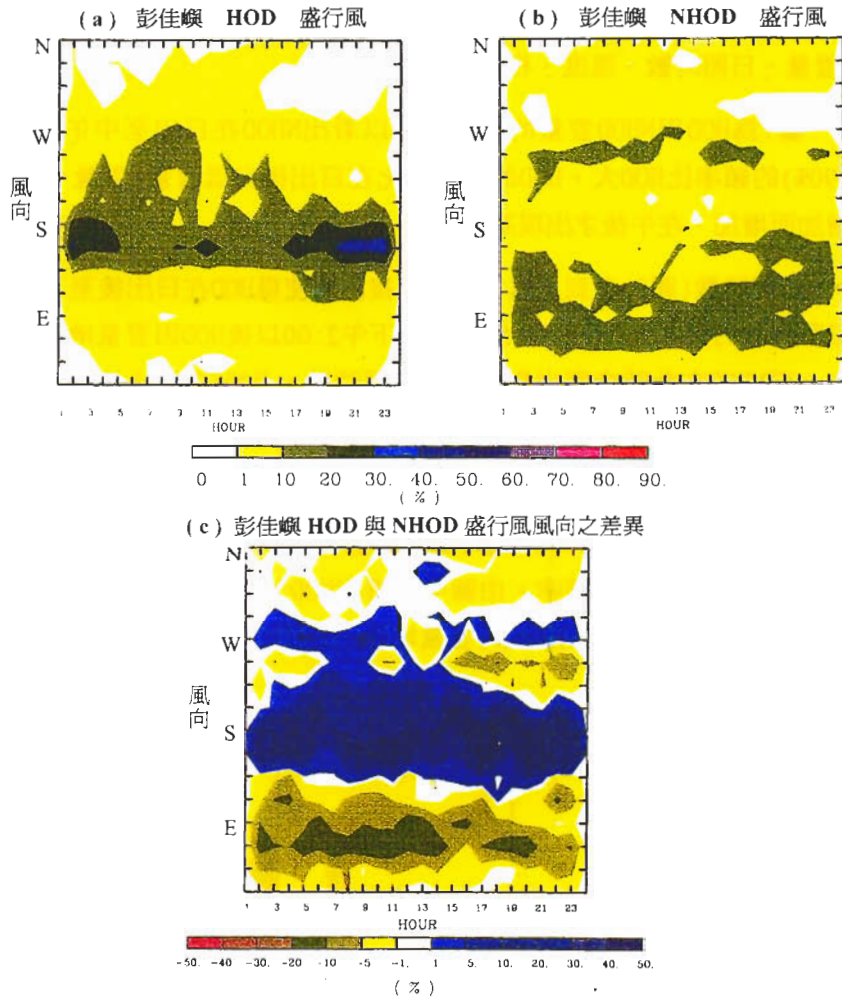


圖 5 1993、1994 夏季彭佳嶼盛行風風向逐時平頻率分佈圖 (a)HOD(b)NHOD(c)HOD 與 NHOD 之差異；圖(c)中色標藍色以右系列(正值)表示突顯 HOD 特徵。黃色以左系列(負值)表示突顯 HOD 特徵。

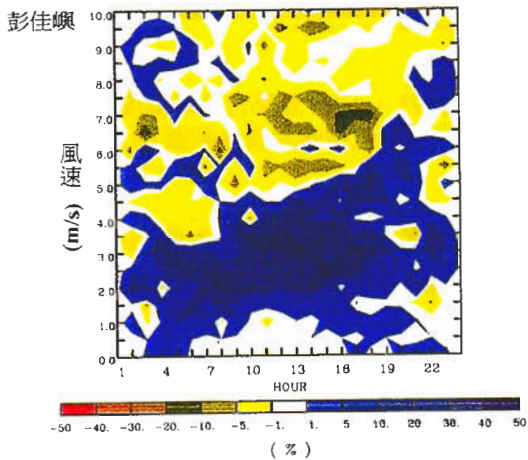


圖 6 1993、1994 夏季彭佳嶼盛行風風速逐時平頻率分佈圖(圖中色標藍色以右系列(正值)表示突顯 HOD 特徵，黃色以左系列(負值)表示突顯 HOD 特徵)

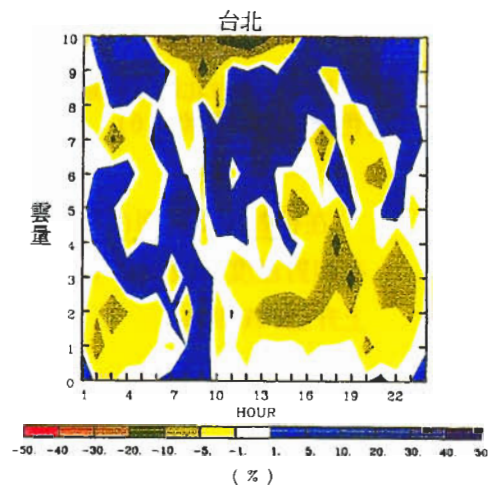


圖 7 1993、1994 夏季台北站雲量逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

a. 雲量、日照時數、溫度、相對濕度

圖7為HOD與NHOD雲量的差異，可以看出NHOD在日出至中午出現高雲量(雲量>90%)的頻率比HOD大。HOD的雲量變化在日出後自低雲量(雲量<10%)逐漸隨時間增加而增加，在午後才出現高雲量。

日照時數(圖8)受到上述雲量的直接影響使得HOD在日出後至下午2:00前出現高日照時數的頻率大(每小時>55min)，下午2:00以後HOD因雲量增多日照時數相對減少。而NHOD在此時突顯出相對的高日照時數，且NHOD全日低日照時數的頻率偏高(每小時<6min)。

溫度方面(圖9)，HOD逐時溫度呈較一致的規律變化，分布較集中且約在午後達一日最大值($\geq 33^{\circ}\text{C}$)。NHOD逐時溫度則全日分布較廣且凌散，中午溫度有大於 35°C 也有小於 24°C 的發生頻率。由圖中可看出HOD午後1:00~2:00溫度比正午時刻減少 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，經研判可能是由於此時雲量增多，日照時數減少之故。

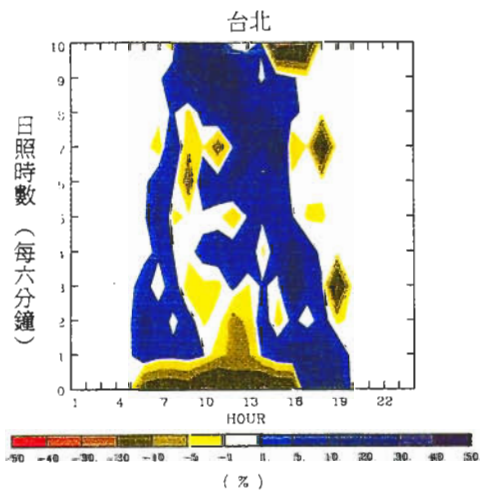


圖8 1993、1994夏季台北站日照逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖6)

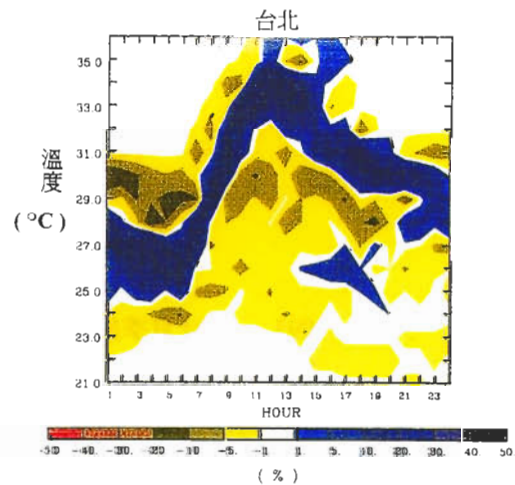


圖9 1993、1994夏季台北站溫度逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖6)

在相對濕度方面(圖10)，NHOD全日相對濕度在70%左右有較大的出現頻率，HOD在相對溼度的變化自午夜 $80\%\sim 95\%$ 下降至中午時分的 $60\%\sim 75\%$ ，傍晚至入夜則又上升至 $70\%\sim 95\%$ 。

b. 風向、風速

台北地區夏季，當大範圍盛行風風速弱時，區域環流則是主導局部地區的重要風場。圖11顯示台北地區在HOD海陸風現象非常明顯。圖11-a為位在台灣北部地區左上角的淡水站，可看出HOD在上午8:00前的陸風是呈東風~南風方向吹向海洋，

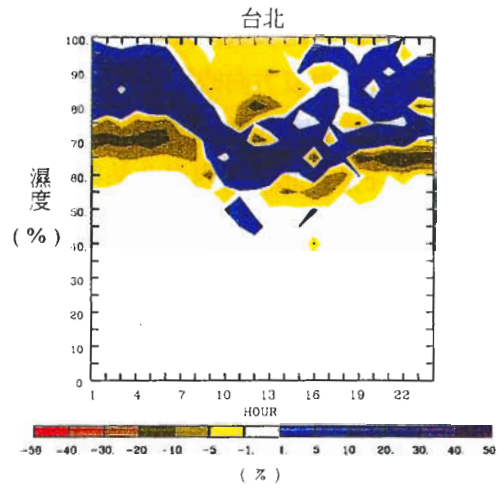


圖 10 1993、1994 夏季台北站相對濕度逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

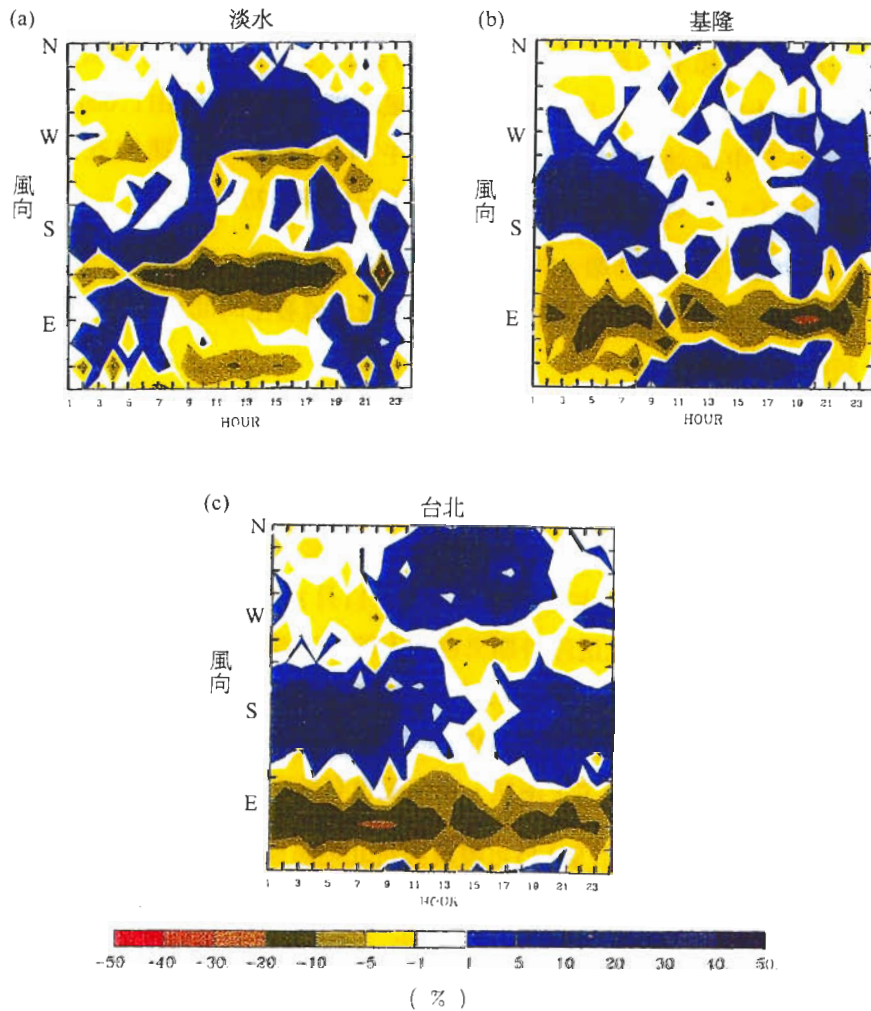


圖 11 1993、1994 台北地區風向逐時頻率分佈圖(a)淡水 (b)基隆 (c)台北(色標圖說請參照圖 6)

10:00以後的海風呈西風或西北西風吹向陸地，陸風和海風間相差了約6~8個方位(16個方位為 360°)，相當於近似反方向的風。圖11-b是位在北部地區右上角的基隆站，基隆站陸風是呈南風~西南風方向，海風則是呈東北風方向，陸風和海風間也相差了6~8個方位。圖11-c是台北盆地內台北站的方向，可以發現HOD午夜至上午9:00在盆地吹的風是南端山區吹下來的山風，風向為南~南南東風，10:00以後至18:00左右的海風則是反方向的北風~北北西風，其中以北北西風的出現頻率較大，顯示自西北方向沿淡水河谷吹來的海風比由東北方向沿基隆河谷吹來的海風強且台北站陸風和海風的風向則差了8個方位，是為完全相反的兩個風向。

圖11亦顯示台北地區各站(淡水、基隆、台北)NHOD全日風向變化不大，且海陸風現象不明顯(雖仍有海陸風現象但發生頻率不高)。特別是各站在NHOD全日都吹東風系列(東風、東北風、東南風)的發生頻率偏高，吹西南西風的頻率次之。

在風速方面，各站HOD風速逐時變化趨勢均相似。圖12-a, b, c顯示上午陸風各站出現較大頻率的風速約在1.0~2.0m/s間。8:00~10:00海陸風交替時各站風速微弱，約小於1.0m/s。10:00以後的海風時期，風速逐時由1.0m/s增加至3.0m/s。HOD一天中風速最大值約發生在下午14:00左右，風速約在3.5m/s(最高可達4.0m/s)。14:00之後，海風逐漸減弱至日出前的初始值。

在圖12a-c中亦顯示NHOD風速的逐時分布較廣，風速也較大(大於4.0m/s)。全日中無較明顯的海陸風交替時間，風速最大值發生時間也比HOD晚1~2小時，風速可超過10.0m/s。

2. 高雄地區

(1) 綜觀環境分析

高雄地區夏季(6、7、8月)盛行風方向主要受太平洋副熱帶高壓帶的影響，以南風(6月)及東風(9月)為主，秋季(9、10、11月)則處於太平洋副熱帶高壓減弱，東北季風增加的時期，因此這段時期來自南方的風大減，偏北象限的風增加，盛行風風場主要以東風(9、10月)及北風(11月)為主(威，1992)。圖13顯示以恆春站所代表的高雄地區HOD盛行風風向是以東北象限風場為主(高雄地區的HOD絕大部分發生在秋天)，NHOD則以西北風象限為主，南風、東南風也有較高的出現頻率(發生在夏天居多)。

在盛行風風速方面(圖14)可發現與台北地區盛行風風速的狀況似乎完全相反。高雄地區HOD的盛行風風速明顯比NHOD的風速大且風速分佈廣，前者風速分佈約在2.5m/s以上，後者則主要在3.0m/s以下。這是因為高雄地區的HOD主要為秋季之故，根據中央氣象局長期觀測的氣候資料顯示，恆春在秋季風速確實要比夏季來得大(中央氣象局，1984~1994)。

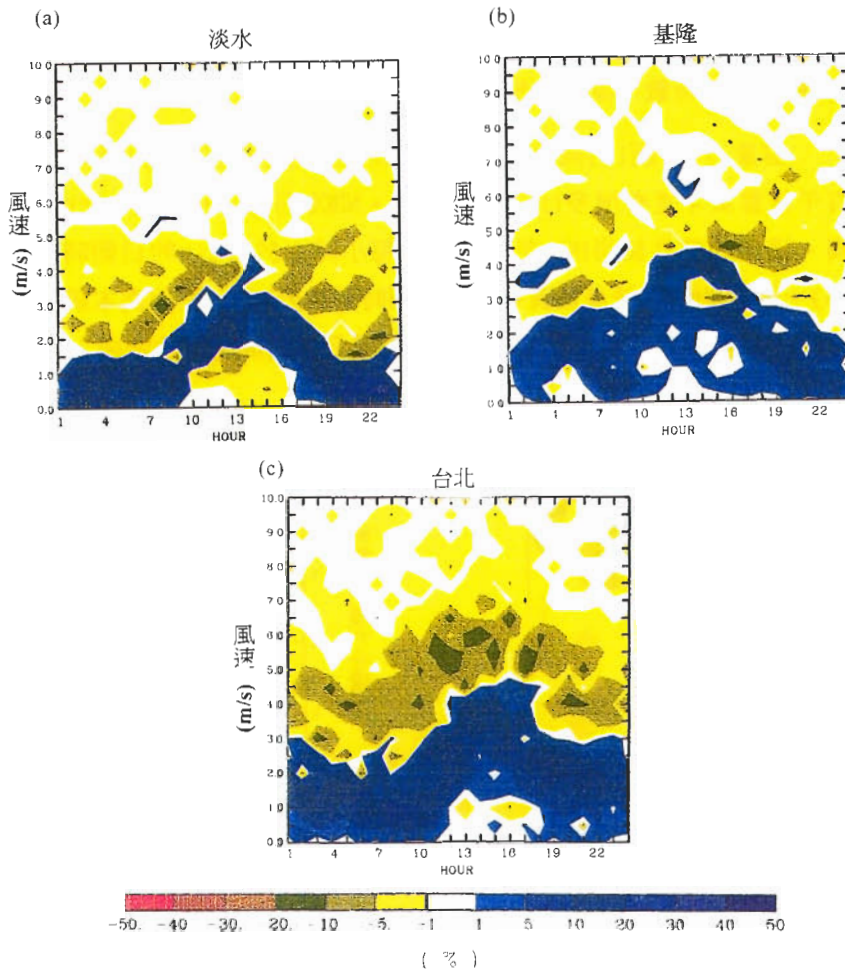


圖 12 1993、1994 北部地區風速逐時頻率分佈圖(a)淡水 (b)基隆 (c)台北(色標圖說請參照圖 6)

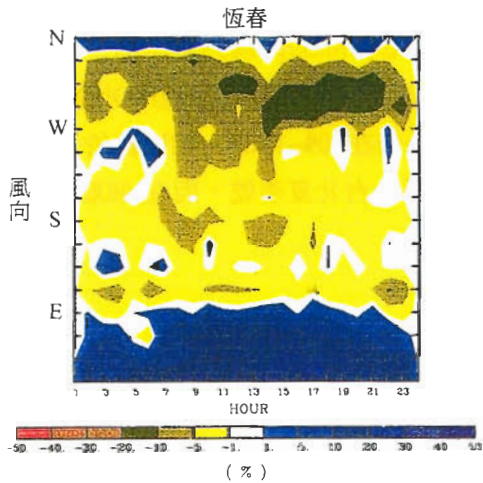


圖 13 1993、1994 夏秋季恆春盛行風風向逐時平頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

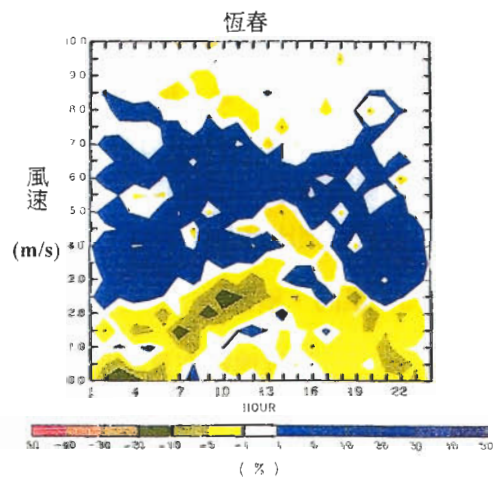


圖 14 1993、1994 夏秋季恆春盛行風風速逐時平頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

(2)高雄地區氣象環境分析

a. 雲量、日照時數、溫度、相對濕度

雲量方面(圖15)高雄地區HOD全日雲量均小於10%的出現頻率很高。另外,也有午後雲量才逐漸增多(>50%)的情況。NHOD則全日高雲量(>90%)的出現頻率均偏高。這樣的條件使得HOD在中午前後每小時大於42min的日照時數出現頻率高(圖16)。至於NHOD在清晨及黃昏時期日照時數大於HOD,原因為本研究在高雄地區統計出的NHOD多數在夏季,因此日出時間早且日落時間晚以致造成上述現象。

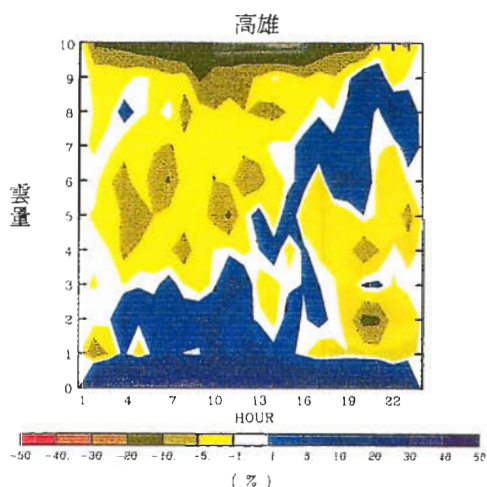


圖 15 1993、1994 夏秋季高雄站雲量逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

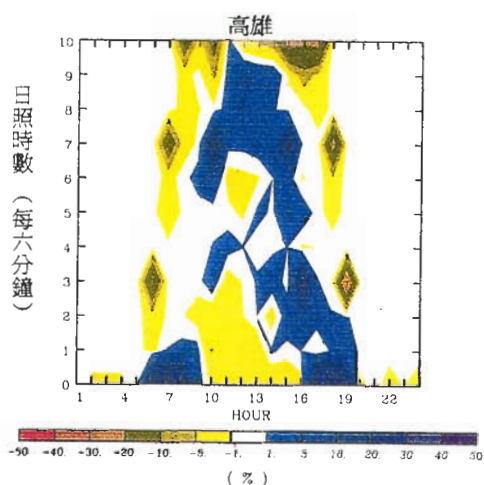


圖 16 1993、1994 夏秋季高雄站日照逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

溫度方面(圖17), NHOD的逐時溫度反而比HOD高(約 3°C), 這一點是較不同於台北地區的狀況, 原因為NHOD多為夏季, 而HOD多為秋季之故。NHOD與HOD逐時溫度變化均很規律。HOD一日最高溫約為 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$, NHOD則為 33°C 左右, 但整體溫度較台北夏季低。相對濕度方面則與台北情況類似, 全日都略呈現HOD比NHOD乾的情況(圖18), HOD約分佈在 $50\sim 85\%$, NHOD則分佈在 $80\sim 100\%$ 。相比較於台北地區的濕度結果, 在HOD較多的季節方面, 高雄秋季比台北夏季乾, 而在NHOD較多的高雄夏季則比台北夏季溼。

b. 風向、風速

高雄地區在夏季受大範圍盛行西風的影響較為直接, 故夏季風向會受盛行風場的主導。秋季的東北季風因受中央山脈的阻擋, 故盛行風場對高雄地區的影響有限, 因此區域環流得以突顯。由圖19可看出高雄地區HOD海陸風非常明顯, 午夜至清晨都是吹略垂直海岸線的陸風, 以東北風為主(高雄海岸線呈西北—東南走向)。8:00~10:00則是海陸風交替的時期, 此時風向逆時針變化由陸風轉成海風(西南風

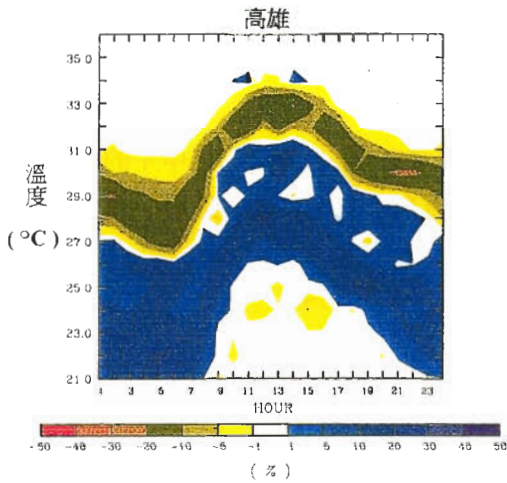


圖 17 1993、1994 秋季高雄站溫度逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

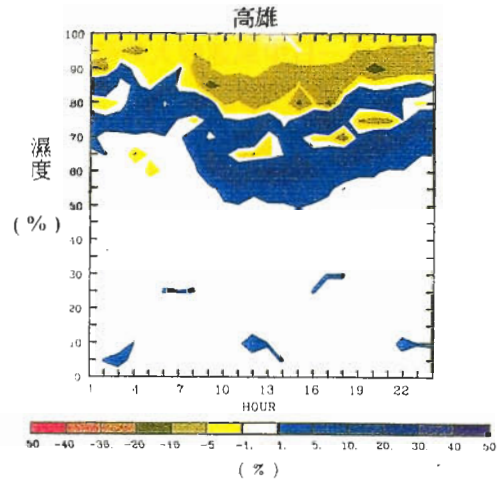


圖 18 1993、1994 夏秋季高雄站相對濕度逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

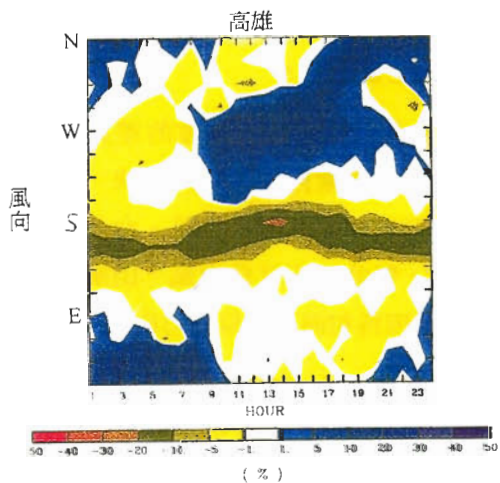


圖 19 1993、1994 高雄站風向逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

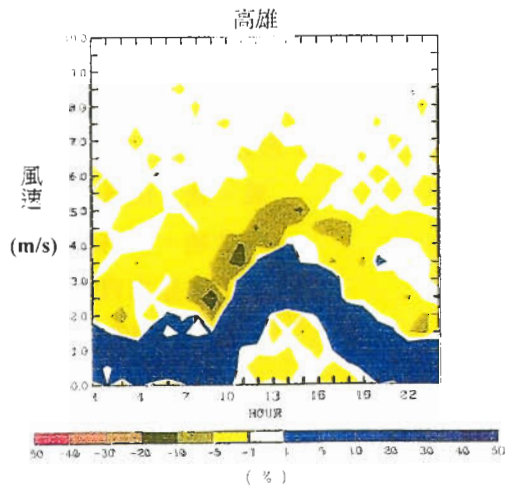


圖 20 1993、1994 高雄站風速逐時頻率分佈圖(色標圖說請參照圖 6)

象限)。10:00之後海風發展，風向以西風為主，15:00後則以西北西風為主。海風可延續至下午19:00再順時針轉成略平行海岸的偏北陸風(西北風、北北西風)。整體來看HOD一日中風場自上午5:00至下午15:00明顯地逆時針改變5個方位。而NHOD則沒有上述海陸風現象，全日均呈南風~南南東風的趨勢，一日中風場自清晨(5:00)至下午(15:00)的風向均沒有重大改變。

風速方面(圖20)，HOD風速逐時變化趨勢較為規律。8:00以前的陸風時期風速主要在1.0~1.5m/s，9:00~10:00海陸風交替時低風速(<1.0m/s)及靜風之出現頻率略增。10:00後海風開始發展，一日中風速最大值約出現在下午15:00(約

2.5~3.0m/s)。相反的，NHOD風速逐時分布較為零散無規律，全日風速均大，下午仍是一日中風速較大的時期，風速可大於6.5m/s，且大風速也可能出現在15:00以後。

由上述分析台北、高雄地區的氣象環境可發現HOD從日出至中午的氣象環境共同特徵為：雲量少、日照時數高，故非常有利於光化反應的進行。此外，海陸風明顯也是造成高臭氧生成與累積之重要因素。

(四) 區域環流分析

1. 台北地區

台灣北部地區地形複雜，使得區域環流亦不單純，歸納台北地區複雜地形下的區域環流種類，可得下列三種：

- (1) 海陸風：海陸風是因海洋與陸地加熱效應有差異而造成的熱力直接環流，白天陸地溫度高故吹海風，晚上情況相反故吹陸風。台北地區在夏季盛行風風速微弱時，海陸風是主導一日風向的主要因素。
- (2) 山谷風：台北盆地南面有山區，山區與盆地在白天及晚上溫度的差異造成了山谷風。晚上山區及接觸其表面的空氣較周圍自由大氣降溫快，風由山區吹向盆地，稱為山風。白天上述情形則相反，稱為谷風。台北盆地晚上吹的山風是來自南邊山區的下坡風，對盆地而言為南風，山風自傍晚一直延續至次日清晨；盆地內白日谷風因為和海風近似同方向故不明顯。
- (3) 都市熱島效應：大台北地區已開發成建築物林立的大型都市，由於建築物比熱小加上盆地四周地形特殊，故散熱不易。因此，台北盆地夏季午後易發生「都市熱島效應」(Urban heat island)；城市溫度較四周高出許多，造成上升氣流，四周空氣向城市補充。

圖21-a, b, c, d為HOD逐時的區域風場統計結果，統計的測站包括氣象局北部五個測站、環保署台北及桃園地區測站的風速風向資料。統計的方法是將測站每小時的風向量分成U及V分量，再將此站所有HOD某一時間的U、V向量分別相加，並求平均值，最後再將平均值合成，而得到此站某一時間的「合成風」。將某一時間各測站的「合成風」內插、外插至鄰近的地區，則可求得此時間的區域風場圖。本節分析的重點只局限在日出(5:00)至下午(14:00)的海陸風現象。

圖21-a為清晨5:00的風場，此時吹的是陸風，陸風由內陸沿著淡水河河谷及基隆河河谷吹向海洋，台北盆地南端則是吹來自南部山區的山風(南風)。此時在海邊風速最大值為1.3m/s，市區內風速不足1.0m/s(風速以鄰近測站附近的網格較為準確)。9:00為海陸風交替的時期(圖

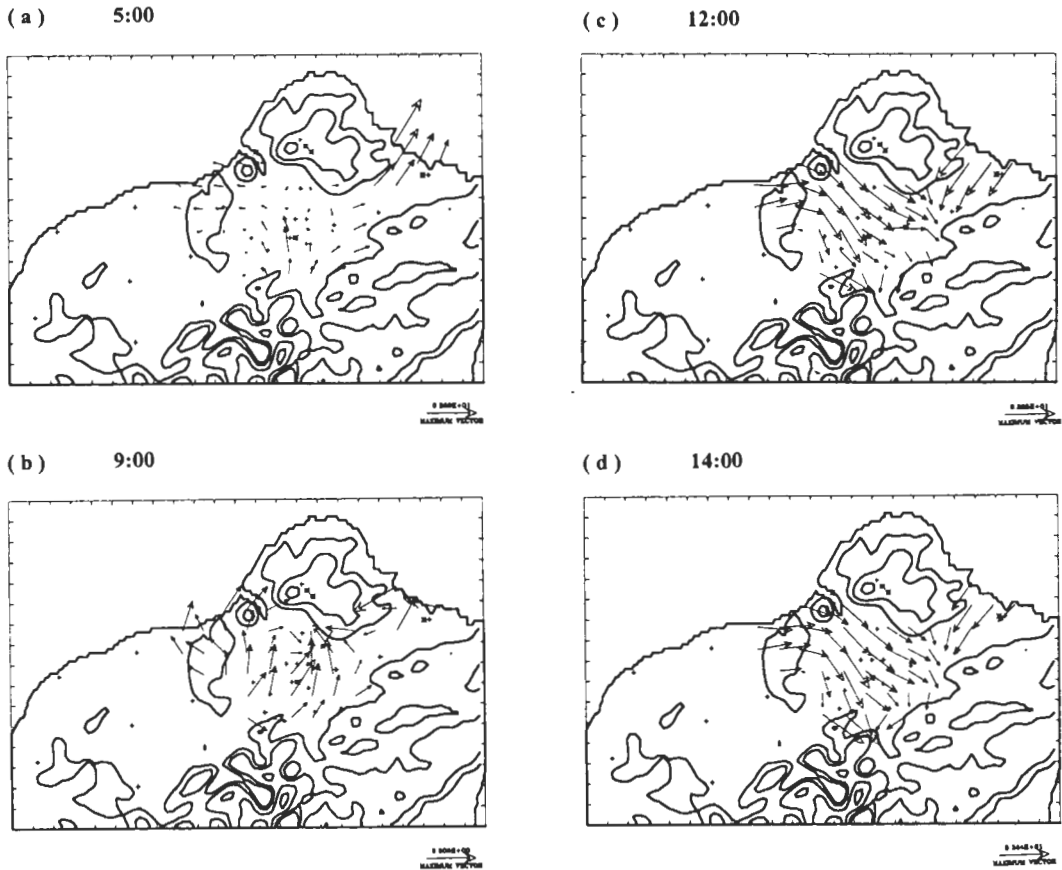
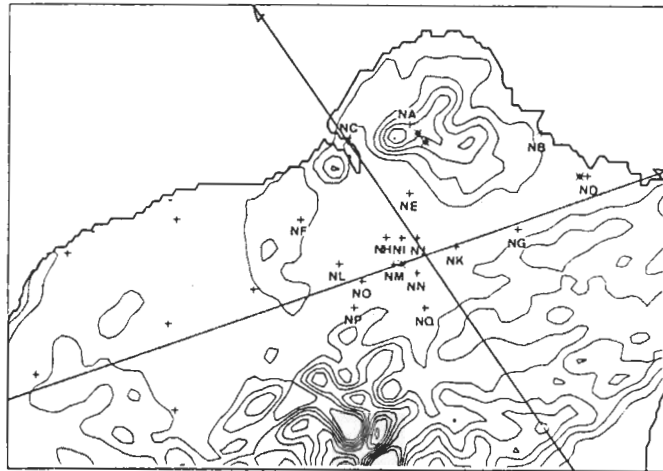


圖 21 北部地區 HOD 逐時風場(a)5:00 (b)9:00 (c)12:00 (d)14:00

21-b)，在海邊附近已有海風的跡象，內陸風場仍沿續陸風方向但風向較為零亂，風速在此時均小於 1.0m/s 。圖21-c為中午12:00的風場，此時海風已發展成熟，最大風速增強為 2.2m/s 。海風沿著淡水河、基隆河河谷吹入台北盆地再匯流至盆地東南方。HOD一天中風速最大的時間約發生在下午14:00(圖21-d)，此時各站的風速都增大，最大風速約在 3.5m/s 左右，風向與12:00時相似。

進一步分析北部地區海陸風特徵，採用分析風場沿淡水河河谷及沿基隆河河谷投影分量的方式。河谷剖面如圖22所示，圖23-a,b,c,d為分析結果。圖23-a可看出上午5:00沿基隆河方向的仁愛站及位於淡水河河口的淡水站都有順著河谷出海的陸風分量，愈靠近海邊的測站此分量愈明顯。上午9:00海陸風交替，由圖23-b可看出在河口附近的測站已出現吹往內陸的海風分量，但沿河谷方向的其他測站仍是吹陸風。到了中午12:00海風增強，各站風速增大，可明顯看出海風沿河谷吹向城市(圖23-c)。下午14:00是海風最強盛的時期(圖23-d)，淡水河河谷吹入的海風分量略比基隆河河谷的海風分量強(前者約 2.0m/s ，後者小於 1.0m/s)。內陸城市的菜寮、萬華等站都含有來自淡水河海風的分量，而來自基隆河的海風勢力最多只達到台北盆地東南方的新店。

(NORTH TAIWAN)

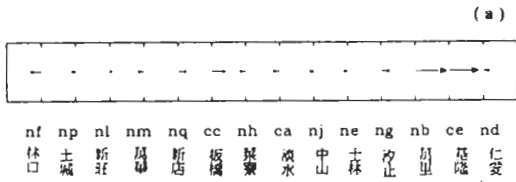


CA:氣象局淡水站 CC:氣象局板橋站 CE:氣象局基隆站

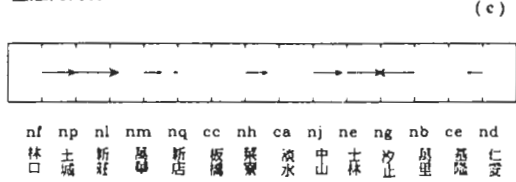
NA:陽明 NB:萬里 NC:淡水 ND:仁愛
 NE:士林 NF:林口 NG:汐止 NH:菜寮
 NI:大同 NJ:中山 NK:松山 NL:新莊
 NM:萬華 NN:古亭 NO:板橋 NP:土城 NQ:新店

圖 22 台北地區沿河谷分量示意圖

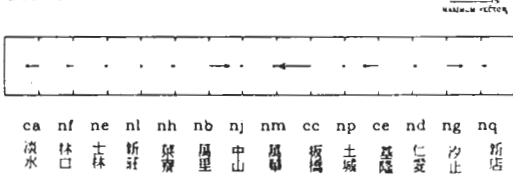
基隆河河谷 5:00



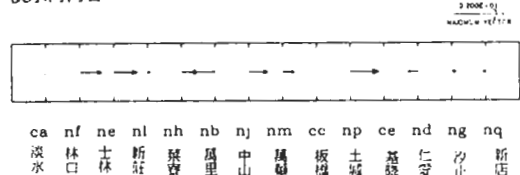
基隆河河谷 12:00



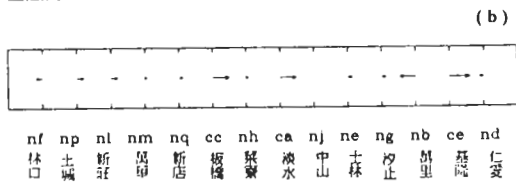
淡水河河谷 5:00



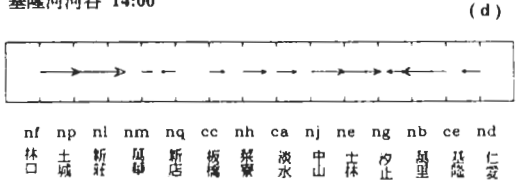
淡水河河谷 12:00



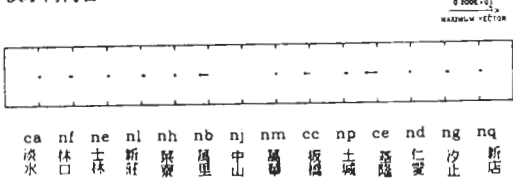
基隆河河谷 9:00



基隆河河谷 14:00



淡水河河谷 9:00



淡水河河谷 14:00

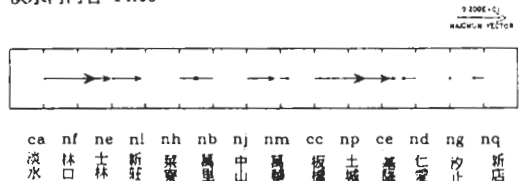


圖 23 沿基隆河谷、淡水河谷海陸風分量圖(a)5:00 (b)9:00 (c)12:00 (d)14:00

跟據以上分析可歸納台北地區HOD區域環流的起迄時間及特徵如下：

0:00~8:00 陸風時期，臨海地區陸風沿淡水河谷、基隆河谷垂直海岸線吹向海洋，風速在沿海地區約為 1.0m/s (西北海岸)~ 1.7m/s (東北海岸)。盆地內部則有來自南邊山區的下坡風(山風)，風速約在 1.0m/s 。

8:00~10:00 陸風—海風交替時期，此時風向不定，風速弱(小於 1.0m/s)。

10:00~18:00 海風時期，海風垂直海岸線吹向陸地，自淡水河谷、基隆河谷吹至盆地內部，匯集後再吹向盆地南方，平均風速 3.5m/s 。由於此時盆地內散熱不易，溫度高，易造成上升氣流使四周空氣有向盆地集中的趨勢。

18:00~19:00 海風—陸風交替時期，風速略大於8:00~9:00之風速。

19:00~24:00 陸風時期。

2. 高雄地區

相比較於台北地區，高雄地區地勢較為平坦，只有萬壽山及半屏山為境內較高的地形，但此二山均不足 350m ，故只能影響小範圍的風場。高雄市緊臨海洋，白日受海風調和故通風良好，城市內不易聚熱，因此熱島效應不明顯。因此在區域中較為明顯的區域環流種類只有海陸風。

圖24-a, b, c, d為高雄地區HOD風場的逐時變化，統計的方法及著重的時間與前述台北地區相同。統計的資料包括環保署的14個測站及氣象局高雄站的風速風向資料。

高雄地區清晨5:00為陸風時期(圖24-a)，海邊測站的風向為垂直海岸吹向海洋的東北風，但在萬壽山及半屏山間的測站(左營、三民、前鎮)則因氣流受地形影響而偏向。此時風速不大，靠近海邊測站風速約 1.5m/s 。圖24-b為上午10:00海陸風交替時期，陸風由原來東北風方向逆時針轉成西風或西北風，全區域風速變小，最大值約 1.0m/s 。圖24-c~d為海風發展時期的風場，海風略呈西~西北西方向由海面吹向陸地，較南邊的林園、潮洲則略呈西南西風。海風風速在下午15:00左右達一日最高值，小港站平均風速 3.3m/s 為區域中最大值。

整體來說，高雄地區較為明顯的區域環流只有海陸風，海陸風的特徵及發生時間略述於下：

0:00~8:00 陸風時期，陸風自內陸呈東北風方向垂直海岸線吹向海洋，風速小於 1.0m/s 。

8:00~10:00 陸風、海風交替時期，此時海風漸強，陸風由原來的東北風方向逆時針轉成吹向內陸的海風，風速此時約 $0.7\sim 1.0\text{m/s}$ 。

10:00~18:00 海風時期，海風由海洋吹向陸地，各測站風向為西~西北西；風速最大值發生在下午15:00，風速約在 $2.5\sim 3.0\text{m/s}$ 。

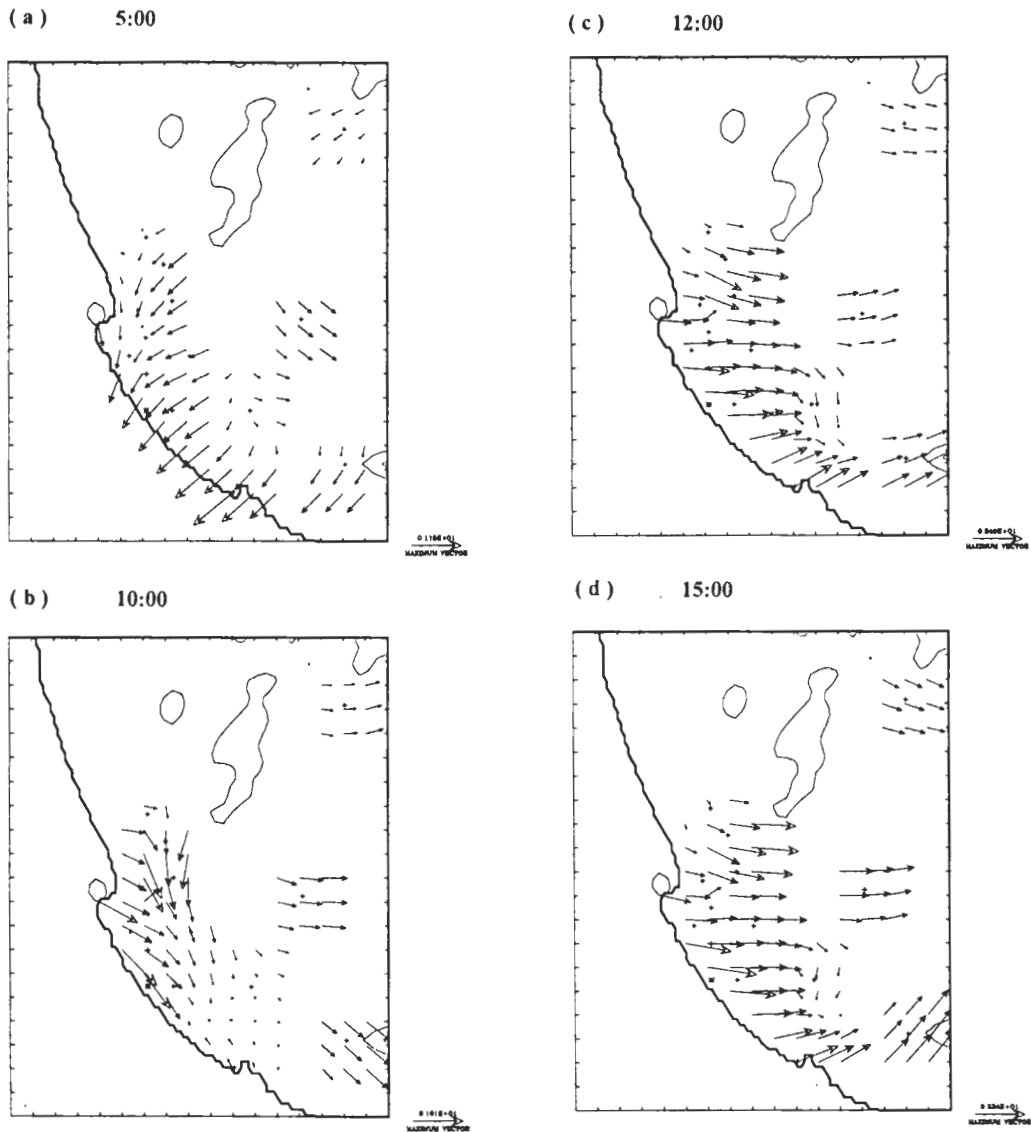


圖 24 高雄地區 HOD 逐時風場(a)5:00 (b)10:00 (c)12:00 (d)15:00

18:00~22:00 海風及陸風交替時期，海風漸弱且由西風順時針轉成北北西風(陸風)。

22:00~24:00 陸風時期，風向由平行海岸的北北西風轉成由陸地吹向海洋的東北風。

三、結 論

綜合以上對HOD、NHOD的臭氧濃度、氣象環境及區域環流的統計分析，可得以下結論：

1. 1993、1994年夏季台北地區「高臭氧污染日」共有98日，佔全日數的64%。高雄地區夏、

秋兩季共有203日，佔全日數的60%。台北地區以土城、汐止、松山較易發生高臭氧污染，佔總日數的發生頻率分別為33%、33%、32%，高雄地區以屏東、左營、橋頭較易發生，發生頻率分別為51%、50%、42%。

2. HOD台北夏季與高雄夏秋、季臭氧的逐時統計特徵為：8:00~12:00間，臭氧濃度迅速增加與累積(8倍以上)，自6:00至一日最大值間的臭氧增量在台北地區平均值為42ppb(達到高臭氧污染標準的測站)，高雄地區平均增量則高達94ppb。台北地區夏季在12:00~13:00間臭氧濃度達一日之最高值，高雄地區秋季臭氧最高值發生時間則比台北晚約一小時(13:00~14:00)且不論是夜間的臭氧濃度或白天的逐時平均濃度也都比台北地區高。NHOD全日逐時平均濃度均比HOD低，高雄地區NHOD的逐時濃度遠大於台北地區。臭氧最大值記錄方面，台北地區在台北盆地南方，也是白天海風下風處的古亭、板橋、土城、新店，有高臭值的記錄，極大值可超過200ppb，發生時間約在下午13:00。高雄地區以較為內陸(白天海風下風處)的屏東站易發生臭氧極大值，最大值為206ppb，也發生在下午13:00。
3. HOD與NHOD氣象環境的差異為：台北地區和高雄地區HOD在清晨至中午雲量少(午前平均雲量<50%)，日照時數多(>55min)，因此有利於光化反應的進行，造成12:00~14:00間高臭氧濃的生成。NHOD在上午出現高雲量(雲量>90%)的頻率大。台北地區在午後常有午後雲量增多的情形(雲量>80%)，造成日照時數減少。溫度方面，台北地區HOD全日逐時平均溫度在午時大於NHOD，高雄地區則相反，以HOD的溫度較高。相對濕度方面，高雄地區HOD均低於NHOD，台北地區HOD午前小於NHOD，午後因為水汽增多，相對濕度增加因而大於NHOD。
4. 當盛行風風速不強或盛行風受地形阻擋時，區域環流是主導局部地區的主要風場。台北地區夏季HOD盛行風風速均不強(約為3.0m/s)，故區域環流(海陸風)明顯。高雄地區夏秋季HOD則因為盛行風受山勢阻擋，因此區域環流(海陸風)亦主導HOD全日的風場。北、高兩地區HOD的區域環流特徵為：凌晨至上午8:00是陸風時期，陸風從內陸垂直海岸線吹向海洋，台北地區沿淡水河方向為東南風，沿基隆河方向為西南風，高雄地區則均為東北風，台北地區陸風約為1.0~2.0m/s，高雄地區約在1.0~1.5m/s間。海陸風交替時間台北和高雄地區都在8:00~10:00(高雄約比台北晚1小時)，此時台北地區風速小於1.0m/s，高雄地區陸風逆時針轉成海風，風速無明顯減弱。10:00以後為海風時期，台北地區海風垂直海岸線沿淡水河谷、基隆河谷吹向盆地，在盆地中匯流後再吹向盆地南邊，高雄地區海風呈西北西風方向由海洋吹向陸地。台北地區海風在下午14:00達最大值平均風速約為3.5m/s，高雄地區海風最大風速則發生在15:00，風速在2.5~3.0m/s左右。

誌 謝

本研究感謝國科會計劃 NSC-82-0202-M0020-007、NSC-82-0202-M0020-069、NSC-83-0202-M002-073、NSC-83-0202-M002-158、NSC-82-0202-M0020-017、NSC-83-0202-M002-037 的支持和王珍華、朱淑華及蔡巧莉小姐的打字協助及貼圖。

參考文獻

- 周仲島、陳泰然、鄭福田，1991：「台灣地區空氣品質及固定污染源排放航空測定」後續研就計劃(一)，行政院環保署研究計劃，EPA-80-102-09-51。
- 柳中明、李清勝，1994：台灣地區空氣品質監測資料分析與空氣品質預報技術探討環境監測與指標系統研討會論文集 83 年 5 月 31 日-6 月 4 日。
- 柳中明、劉紹臣、沈世宏、王永壯、方淑慧、蔡鴻德，1989：大台北都會地區冬夏季臭氧特性研究，行政院環境保護署研究計畫，編號：EPA-78-002-10-069 66pp。
- 柳中明、林達雄、謝信良、吳清吉，1990：台北盆地臭氧光化污染之期象環境觀測實驗計畫，行政院環保署研究計畫 EPA-79-002-01-007。
- 柳中明、劉紹臣，1988：台北市臭氧污染研究，環境保護與生態保育研討會論文專集。
- 柳中明，1993：水平傳送對大台北地區光化生成臭氧的影響研究，*大氣科學*，21(1),1-22。
- 柳中明、楊之遠，1995：台灣近地面臭氧分析 (1983~1993)，*環境保護*，18(1)，15-30。
- 張能復、翁財發，1989：大台北地區光化學污染物軌跡煙柱模式之研究，第六屆空氣污染控制技術研討會論文專集。
- 蔡清彥，1987：台灣北部局部環流之研究，*大氣科學*，15(2)，179-198。
- 環保署，1992：北、中、南，高地區空氣污染物排放總量及減量規劃。
- 曠永銓、張能復，1993：台灣北部夏季光化污染事件之數值模擬研究，*中國環保*，19 期。
- 威啓勳，1992：高雄之氣候，交通部中央氣象局氣象科技研究中心。
- 中央氣象局，1984-1994：氣候資料年報。
- Comrie Andrew C., Yarnal Brent, 1992: Relationship between synoptic-scale atmospheric circulation and ozone concentrations in metropolitan pittsburgh ,pennsylvania. *Atmos. Environ.*, vol. 26B No. 3, pp.301-312.
- Lin Xiude and Pascal B. Roussel, Octavio T. Melo and Percy M. Selorio, 1995: The role of toronto urban emissions in regional Ozone epsiodes, *Atmos. Environ.*, Vol. 29:565-577.
- Liu, C. M., C. Y. Huang, S. L. Shieh, and C. C. Wu, 1994: Important Meteorological Parameters for Ozone Episodes Experienced in the Tapei Basin, *Atmos. Environ.*, Vol. 28, No.1,159-173.

- Liu, C. M., Liu, S. C. and Shen, S. H., 1990: A study of Taipei Ozone problem. *Atmospheric Environment*, Vol. 24A, No.6, 1461-1472.
- Liu, C. M., and S. C. Liu, 1988: The Study of Taipei Ozone Pollution. The 2nd International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality. Oct. 3-7, Tokyo, Japan.
- Seinfeld, J. H., 1986: Atmospheric chemistry and physics of air pollution. John Wiley & Sons Inc.
- Uno, I., S. Wakamatsu., M. Suzuki., and Y. Ogawa. 1984: Three-dimensional behaviour of photochemical pollutants covering the Tokyo Metropolitan. *Atmos. Environ.*, 18: 751-761.
- Varshney C. K. and Maneesha Aggarwal. 1992: Ozone pollution in the urban atmosphere of delhi. *Atmos. Environ.*, 26B : 291-294.
- Wakamatsu, S., I. Uno, and M. Suzuki. 1990: A field study of photochemical smog formation under stagnant meteorological condition . *Atmos. Environ.*, 24A : 1037-1050.

Analysis of Local Circulation and High Ozone Generation

Chung-Ming Liu Wei-Chung Su

**Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University**

ABSTRACT

This study analyzed the data gathered from the 17 new EPA stations and the CWB stations in the northern Taiwan area (Taipei) during the summer time (Jun.~Aug.) in 1993 and 1994. Also we analyzed the data gathered from the 14 new EPA stations and the CWB stations in the southern Taiwan area (Kao-hsiung) during the summer and fall (Jun.~Nov.) in 1993 and 1994. We found that the ozone episodes usually happened during the summer time in the Taipei area, and the fall time in the Kao-hsiung area. The statistical High Ozone Days (HOD) is 64% in the Taipei area and 60% in the Kao-hsiung area. On the HOD, from the analysis we found that high hourly solar radiation (> 55 min) and low cloud amount will lead to efficient photochemical reactions in Taipei and kao-hsiung area. Also the prevailing wind speed is weak (<4.0m/s) and the land-sea breeze circulation is significant. Before 8 AM, land breeze is dominant; during 8AM~10AM, land breeze changes to sea breeze; after 10 AM, sea breeze is dominant, and reaches to the daily maximum at about 2PM. As to the hourly ozone concentration character, at noon, the ozone value is creasing 8 times than that in the early morning and reaches to the daily maximum. In Taipei area, ozone episodes happened often in Shi-chih ,Sung-shan and Tuu-chen, the respective statistic frequency is 33%, 32%, and 33%. While in Kao-hsiung area, the respective statistic frequency in Chiao-tou, Tso-ying, Ping-tong is 42%, 50% and 51%. The maximum ozone value can reach to be 215 ppb in Tuu-chen, and 206 ppb in Ping-tong, the position of these two stations is around the sea-breeze's down-wind zone.

Key words: ozone episode, land-see breeze.