

臺北市大氣污染之現況

呂世宗 陳福來 繆在澄

The Characteristic of Air Pollution in Taipei City

Shih-chong, Lu, Fu-lai Chen Tsai-cheng Miu

Abstract

This paper is a characteristic of air pollution in Taipei city during May 1972 to April 1973. The results show that air pollution in Taipei belongs to London smog type, it has two maximum peaks every day.

North-easterly and south-westerly winds have influences on Taipei city pollution, particularly when south-westerly wind occurs in winter.

The average, mean maximum and mean minimum temperature have shown rising year by year, the turbidity is increasing too. These phenomena are same to city climate property that is due to air pollution.

(一) 前 言

由於科學之進展，以及工商業之急速發達，其廢物日積月累，迄今尚無良好而具體的處理方法。因此這些廢物逐漸的影響人類生活環境。臺北市為院轄市，工商業發展所帶來的污染，逐漸危害人體的健康。

為改善吾人生活環境與防止空氣污染的增加，必須收集正確資料，以資明瞭空氣污染情形的實況，以及其連鎖關係。

茲將從 61 年 5 月至 62 年 4 月間所測得之大氣污染資料加以分析，藉以了解臺北市污染之現況，以及其與氣象因素之關係，供為改善與防止大氣污染之依據。

(二) 臺北市大氣污染之測析

本項工作受國科會支持，從 60 年開始，並逐漸充實測析儀器，至目前可測析二氧化硫，二氧化氮，一氧化氮，浮游微塵，落塵，臭氧，氯離子，pH 值（表示酸鹼度之單位），放射塵等污染物。茲分項試述如下：

(1) 二氧化硫

以導電度之變化⁽¹⁾，測析大氣中二氧化硫含量。臺北市（測析地點為臺北市公園路 64 號氣象局）去年每月平均含量為 3.7 pphm（表示億分之一，ppm

為 10^{-6} 而 pphm 為 10^{-9} ）（臺北市環境清潔處更於康定路測得平均含量為 4.88 pphm），其中最高值（62 年 1 月 23 日）達到 82.0 pphm（參考表一），其含量有甚規則的日變化，平均於 8~9 時，出現第一次頂峯，14~15 時為最低值，21 時左右復有一次次高值出現（參考圖一）。至於年變化即最高濃度平均發生於 2~4 月，4 月以後急速減少，至 6 月份為最低，其變化甚為規則（參考圖二）。同期間，在日月潭最高值（61 年 12 月 18 日）僅為 7.8 pphm，平均值亦僅為 1.2 pphm。從測析結果顯出臺北市大氣污染為兩頂峯型。

二氧化硫含量之變化，在人類生活層界與氣溫成反比。即氣溫升高時，垂直對流旺盛，對污染物之稀釋效果良好。尤其是臺北市位於盆地地區，熱的反應特別敏感，而其變化更為規則（參考圖二）

(2) 二氧化氮

以光電效應原理⁽²⁾，測析臺北市二氧化氮之含量，其月平均值為 19 pphm，最高值達到 14.0 pphm（61 年 8 月 18 日）。測析結果顯出（參考表一，圖一）其日變化與二氧化硫相似，但第一次頂峯較晚 1 小時，第二次頂峯却比二氧化硫較早 2 小時，而且第二次數值較第一次為高。

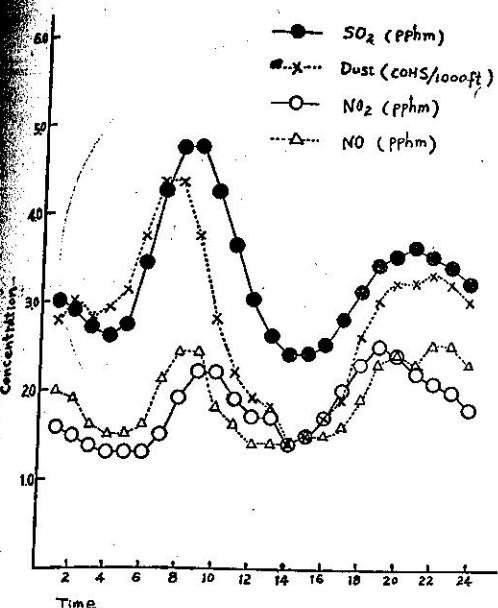
(3) 一氧化氮

一氧化氮之測析與二氧化氮相同，其月平均值為

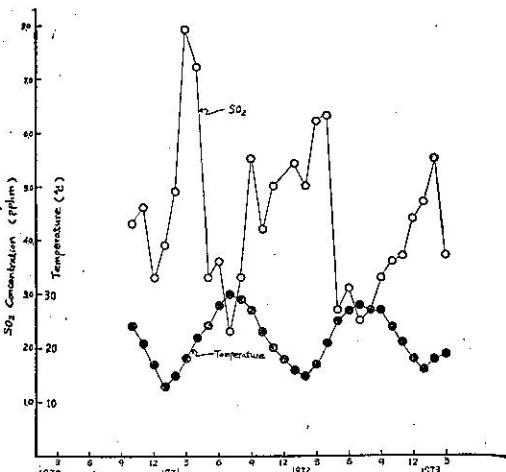
表一 臺北市污染物測驗結果一覽表

| 年 月 度 類 | 度 份 | 民國 61 年 | | | | | | 民國 62 年 | | | | | | 合 計 | 平 均 極 端 值 |
|--------------------------------------|----------|---------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|--------|-----------|----------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 二 氧 化 硫 pphm | 2.7 | 3.1 | 2.5 | 2.7 | 3.3 | 3.6 | 3.7 | 4.4 | 4.7 | 5.5 | 2.7 | 4.1 | 44.0 | 3.7 | 32.0 (I, 23) 7.8 (VII, 18) |
| 二 氧 化 氮 pphm | 1.8 | 1.6 | 2.1 | 1.6 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 2.6 | 2.0 | 1.34 | 1.14 | 8.24 | 1.24 | 1.24 | 7.8 (VII, 18) |
| 一 氧 化 氮 pphm | 2.9 | 1.4 | 3.1 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 15.3 | 1.9 | 14.0 (VIII, 18) |
| 浮 雾 COHS t/km ² /month | 2.2 | 4.0 | 2.5 | 3.1 | 2.5 | 2.7 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.9 | 3.5 | 2.4 | 14.7 | 1.8 | 20.0 (VIII, 21) |
| 乾 落 雨 量 mm | 4.692 | 5.956 | 7.329 | 3.645 | 11.781 | 11.345 | 8.027 | 8.803 | 5.403 | 7.438 | 7.546 | 8.730 | 7.281 | 1.618 (IX, 14) 0.287 (VIII, 18) | 0.934 |
| 雨 水 含 雨 量 mg/l | 31.5 | 28.5 | 19.6 | 14.2 | 94.0 | 51.9 | 23.4 | 27.4 | 19.9 | 57.1 | 31.6 | 440.3 | 36.7 | 183.3 (X, 4) 153.7 (VIII, 20) | 12.34 |
| 氯 离 子 mg/l | 1.96 | 1.38 | 2.09 | 2.47 | 2.17 | 4.35 | 2.81 | 4.97 | 3.91 | 3.02 | 8.06 | 1.94 | 391.3 | 3.3 | 9.68 (VIII, 28) |
| 自 水 pH 值 | 6.1 | 5.0 | 5.7 | 6.1 | 4.6 | 4.7 | 5.5 | 4.7 | 4.3 | 5.3 | 5.4 | 63.8 | 5.3 | 3.8-8.9 4.4-8.24 | 61.24 |
| 臭 氧 phm 量 | 1.06 | 1.15 | 0.50 | 0.65 | 0.85 | 0.93 | 0.91 | 0.69 | 1.30 | 0.59 | 0.43 | 0.43 | 9.80 | 0.82 | 6.08 (I, 23) |
| 自 然 降 落 物 * mc/m ² | 0.18 | 0.29 | 0.23 | 0.13 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.27 | 0.06 | 0.22 | 0.14 | 3.38 (VI, 2) 0.29 (V, 13) |
| 雨 水 * μuc/l | 35.86 | 44.50 | 34.78 | 14.94 | 44.67 | 25.77 | 21.47 | 71.30 | 51.86 | 74.25 | 35.62 | 506.83 | 42.24 | 142.91 (XI, 6) 97.20 (V, 9) | 10.80 |
| 空 ppm/m | 0.87 | 1.00 | 0.77 | 1.33 | 1.62 | 1.99 | 2.84 | 2.77 | 1.97 | 3.14 | 1.25 | 2.078 | 1.73 | 12.10 (XII, 4) 2.14 (II, 20) | 0.42 |
| 土 μuc/kg | 1,548.11 | 914.59 | 1,557.84 | 849.00 | 1,284.03 | 2,049.08 | 543.41 | 1,081.08 | 1,247.52 | 885.80 | 414.57 | 11,975.03 | 1,038.66 | 2,049.08 (X) 8,458.18 | 369.73 |
| | | | | | | | | | | | | 383.51 | 139.87 | 772.66 | 1,600.00 (V) |

† 表日月標所測
() 內表極端值之日期
* 表極對性之測量



圖一 大氣污染濃度之日變化



圖二 二氧化硫與氣溫之相關

1.8 pphm，最高含量達到 20.0 pphm (61 年 8 月 21 日)，其日變化與二氧化硫相似，亦同樣有二次頂峯出現，而且極為規則（參考表一，圖一）。

(4) 浮游塵

臺北市浮游塵現在採取兩種方法繼續測析，兩種均為使用濾紙，一種為利用吸收前後濾紙透光度變化，另一種即為直接秤濾紙中之微塵量。

測析結果顯出其含量之日變化與二氧化硫之變化傾向相似，其月平均值為 2.8 COHS (表示透光度之單位即 (Coefficent of Haze 之縮寫)，最高值達 13.2 COHS (參考表一，圖一)，以重量表示法，月平均值約為 307.0 mg/m^3 ，最高值達到 1726.9

mg/m^3 (參考表一)。1 COHS 約為 $110 \sim 130 \mu\text{g/m}^{3(3)}$ 。

(5) 落塵量

利用落塵自動採樣儀⁽⁴⁾，分別測析乾落塵量與雨水含塵量，測析結果顯示臺北市每月每平方公里約有 7.3 噸的乾落塵量，而於 3, 9, 10 月份落塵量較多，61 年 9 月 14 日一天每平方公里就有 1.6 噸的落塵量，最高的 9 月份，幾乎高達 12 噸（參考表一）。雨水含塵量，在 1, 3, 10 月份顯出頂峯，月平均值為 36.7 mg/l 。61 年 10 月 4 日的雨水含塵量最多，約為 183.8 mg/l 。

乾落塵量之變化與境界層對流關係密切，而顯出頂峯的這些月份均為擾動較強的月份⁽⁵⁾。雨水含塵量與降水沖洗率有關⁽⁶⁾，受下雨次數影響亦大。但同樣於 3 月份顯出頂峯，更證實大氣擾動與落塵污染的關係。並測得日月潭於相同期間，乾落塵量每月平均每平方公里約有 0.9 噸，雨水含塵量平均亦僅有 12 mg/l ，由此可見臺北市污染情況之嚴重。

(6) 臭 氧

以電解法測析臭氧密度⁽⁷⁾，並求出其日、月平均值，臺北市在 1, 5, 6 各月份顯出頂峯，月平均值約為 0.82 pphm 最高值發生於 62 年 1 月 23 日為 6.08 pphm。

(7) 氯離子

以滴定法⁽⁸⁾測析雨水中氯離子之含量。平均臺北地區所下雨水為 3.26 mg/l ，日月潭為 1.29 mg/l 。臺北地區氯離子含量較日月潭為高，相差超過一倍，其原因尚待繼續研究（參考表一）。

(8) 雨水 pH 值

雨水對大氣污染物有良好的沖洗效果，尤其是連續性的毛毛雨效果為佳。因此從雨水中 pH 值，可間接的了解大氣污染的傾向。測析結果顯出臺北市區，在 2, 6, 10 各月份為低值，即其酸性較強，而年度變化甚有規則，其週期變化與各污染，如二氧化硫，塵埃等之變化成反比。日月潭地區之雨水較接近中性，每月變量亦較臺北市為小。由此可推知臺北市大氣污染的嚴重程度。

(9) 放射塵

放射塵之樣品，取自臺灣各地，逐日測析自然降落物，雨水及浮游塵之放射性，並且每月測析各地土壤中之放射性累積量。在此特別將臺北市與日月潭之資料互相比較（參考表一）。近年來因核子禁試，大氣中放射塵之污染逐漸減少，但其年變化仍維持春季

大量降落之現象。一般臺北地區之降落量比日月潭地區為多，也許因臺北位置較日月潭偏北，而放射塵之主要來源為高緯度地區隨東北風侵臺所致。

(三) 大氣污染與氣象因素之關係

放射性污染物之來源，大部份從高空隨大氣環流或氣團南移而來。在高空颶流的放射塵中，比重較大者，又受地球引力之影響慢慢沉降至地面。幾年來的測析結果顯示，在臺灣地區所降落者，大多數受氣壓槽擾亂之影響。

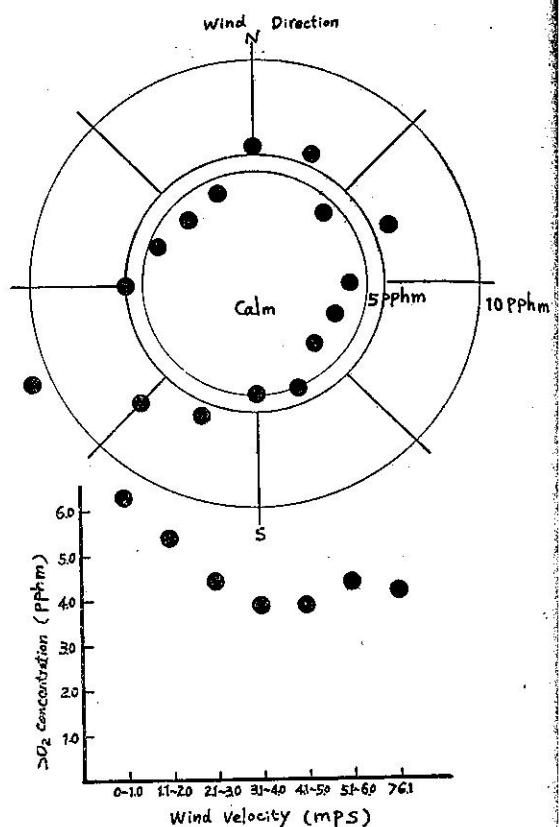
由人類活動造成的非放射性污染物，大部份隨大氣之垂直與水平移動而擴散，而兩者均易受氣象因素之支配，但污染物在大氣中滯留期間，對氣象因素亦有極大的影響，尤其是對輻射、溫度為最。這些現象雖然應從長期的測析結果加以檢討始能確定，但幾年來的測析結果已現出眉目。茲分述如后。

(1) 大氣污染與風

因臺北地區地形特殊，污染源密集於市區東方之關係，市區之污染濃度常受風之支配。

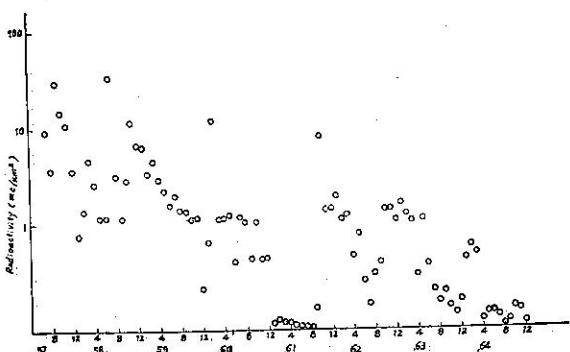
在高緯度之放射塵隨東北季風而來，受臺灣東北部山地區的動力迫升，引起擾亂。因此臺灣東北部之放射塵累積量較西南部為高，復由於地形影響，在向風面之降落量比背風面高出約有一倍之多。污染臺灣地區之高空放射塵如圖三所示，大部份在12月4至月間降落，在此期間臺灣地區正為東北季風旺盛期，自高緯度颶來的放射塵，易降至臺灣地區。

臺北市區非放射性污染濃度，受東北及西南方向之風影響較大，尤其是在冬季偏西南風，易使市區大氣污染突增（參考圖四）。如圖四所示，風速與污染濃度成反比，即風速愈小污染濃度則愈大。最易發生大量降落之風力，大致在地面靜風（calm）至2公尺之間，風速4公尺以上其降落量却變小。但在冬季東北季風旺盛時，由於市區東北方向工廠林立污染源

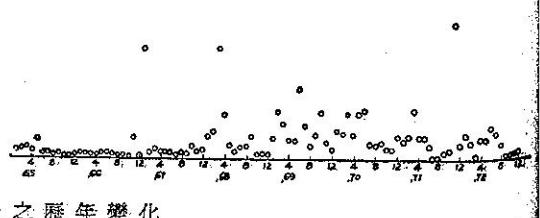


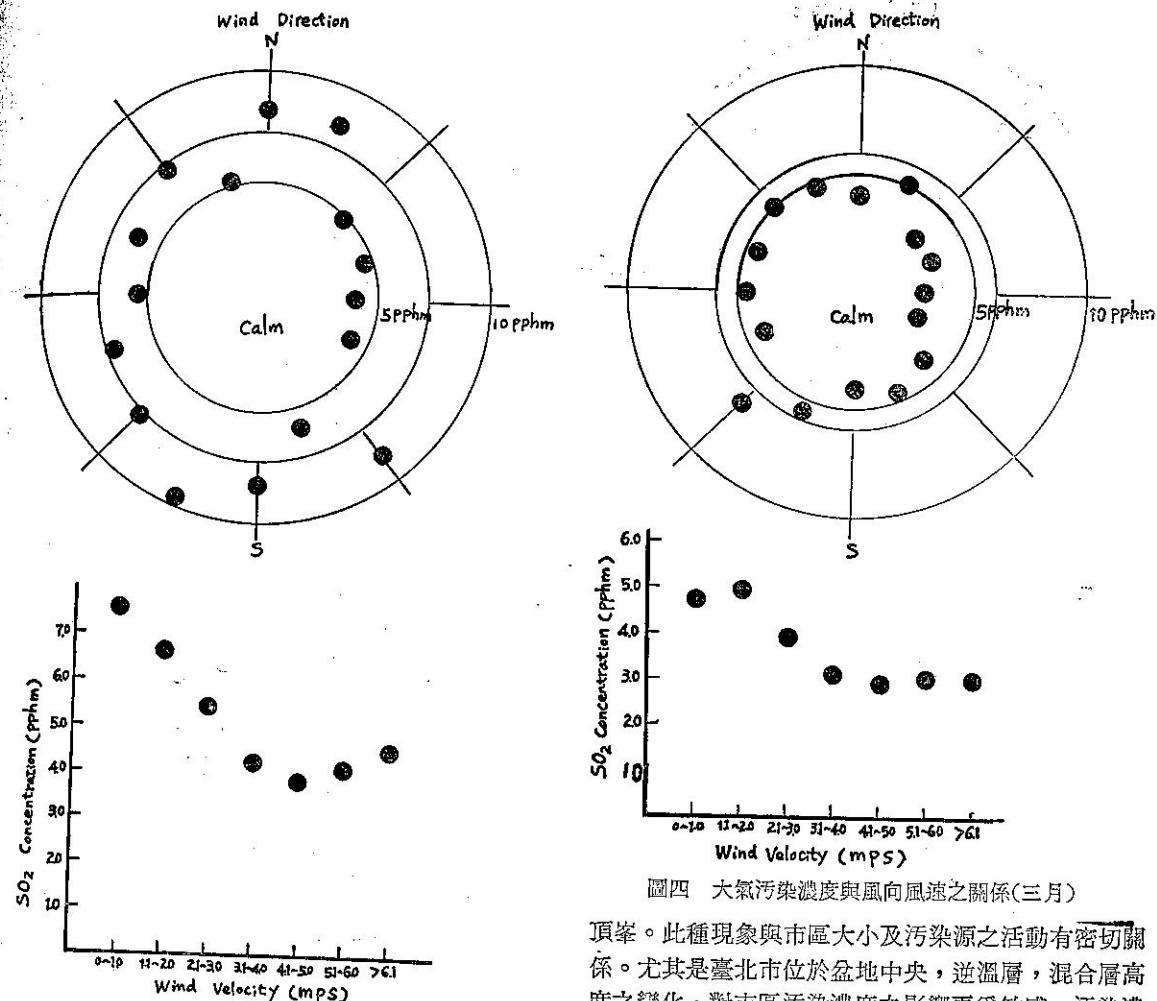
圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(一月)

較多，偏東北風亦易帶來多量之污染物，因此在12月至翌年2、3月間風速與污染濃度之相關曲線，從風力4公尺以上反而有上升之趨勢，將二氧化硫污染極端值與風向風速之關係加以統計時，發現風速在1.6公尺附近，較易發生高度污染。但62年4月份之污染極端值，發生在4月6日9時，冷鋒過境時刻，風速為4.7公尺，鋒面過境時刻為8~9時之間，當時氣壓亦有異常波動現象，1小時內波動有2.40mm Hg之幅度，8時以前之風速，僅在1公尺左右，至9時突然增加。污染極端值發生在180°~270°之風向者較多，約佔總數之83.3%。臺北市區發生此類風向時，風速均較低，市區又是盆地，污染物不易散失，使污染物更易累積而增加。



圖三 放射塵含量之歷年變化





圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(三月)

頂峯。此種現象與市區大小及污染源之活動有密切關係。尤其是臺北市位於盆地中央，逆溫層，混合層高度之變化，對市區污染濃度之影響更為敏感。污染濃度與氣溫成負相關（參考圖一），其相關係數為 -0.86，即氣溫上升時污染物受垂直流逐漸上升，地面附近污染濃度反為減少。但污染物易停留於逆溫層下方，或混合層下部，而覆蓋於臺北盆地上空，對市區形成綠室效應 (Green House Effect)，使地面附近之

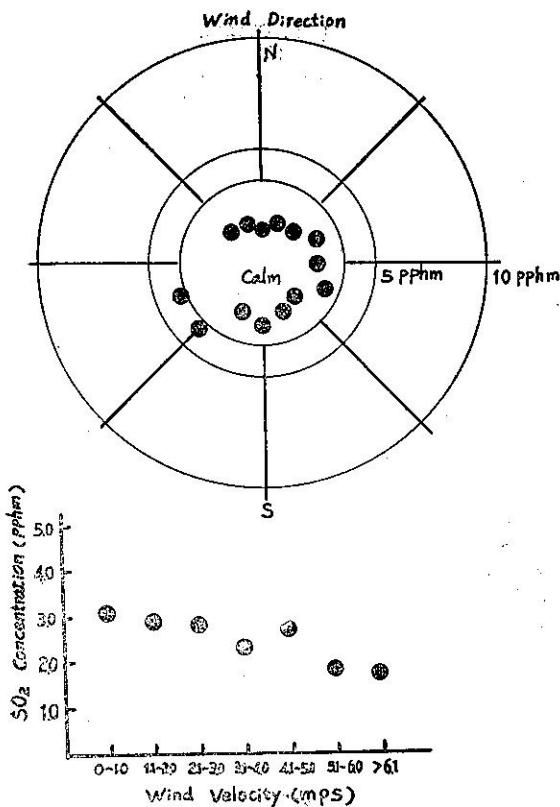
圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(二月)

(2)大氣污染與溫度之關係

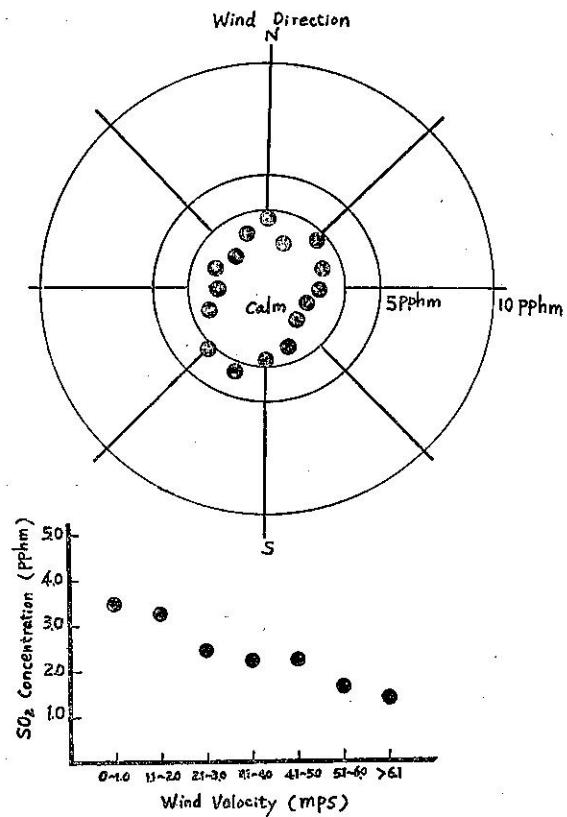
臺北市大氣污染之日變化，如圖一所示，每日有二次頂峯出現，在 8~9 時出現一次，21 時又有一次

表二 大氣污染對氣溫之影響

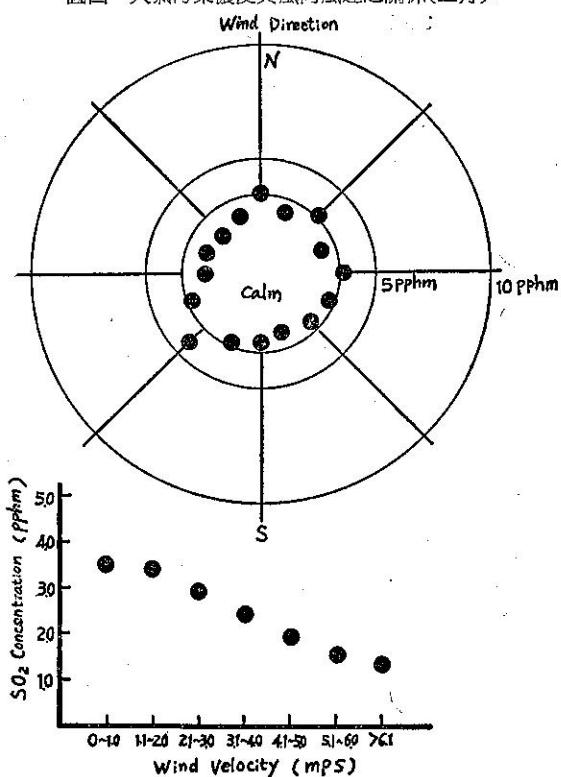
| 項 年 度 | 平均氣溫 | | | | 平均最低氣溫 | | | | 平均最高氣溫 | | | |
|-------------|--------|-------------|-------------|--------|--------|-------------|-------------|--------|--------|-------------|-------------|--------|
| | 臺 北 | 日 月 潭 | 阿 里 山 | 玉 山 | 臺 北 | 日 月 潭 | 阿 里 山 | 玉 山 | 臺 北 | 日 月 潭 | 阿 里 山 | 玉 山 |
| 1900 | 21.6 | | | | 18.7 | | | | 25.3 | | | |
| 1910 | 21.6 | | | | 18.4 | | | | 25.8 | | | |
| 1920 | 21.6 | | | | 18.3 | | | | 26.1 | | | |
| 1930 | 21.6 | | | | 18.3 | | | | 26.1 | | | |
| 1940 | 21.9 | | 10.6 | | 18.5 | | 6.4 | | 26.2 | | 15.3 | |
| 1950 | 22.1 | 19.2 | 10.6 | 8.7 | 18.7 | 15.8 | 6.5 | 0.7 | 26.6 | 24.9 | 15.8 | 9.0 |
| 1960 | 22.2 | 19.6 | 10.8 | 4.0 | 19.0 | 16.2 | 6.3 | 0.6 | 26.7 | 24.6 | 16.2 | 9.0 |
| 1970 | 22.2 | 19.2 | 10.4 | 8.7 | 19.0 | 15.9 | 6.2 | 0.2 | 26.8 | 24.2 | 15.7 | 8.9 |



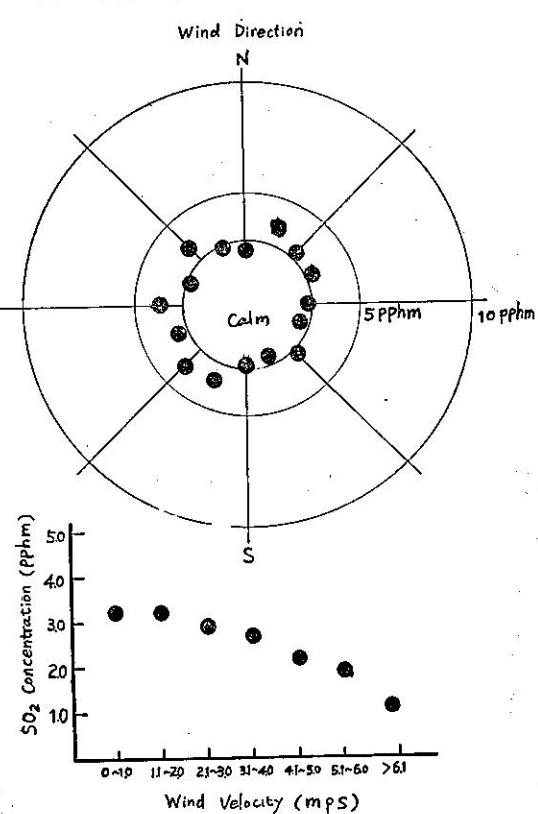
圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(五月)

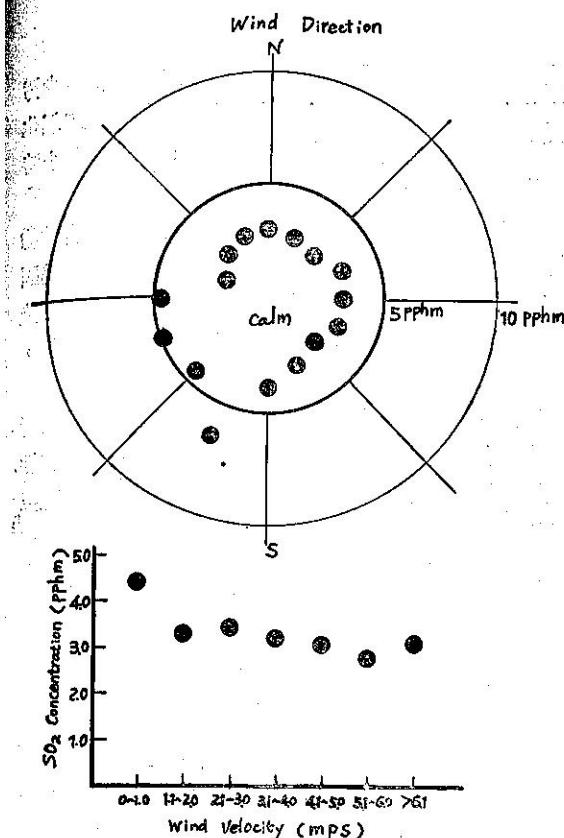


圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(七月)

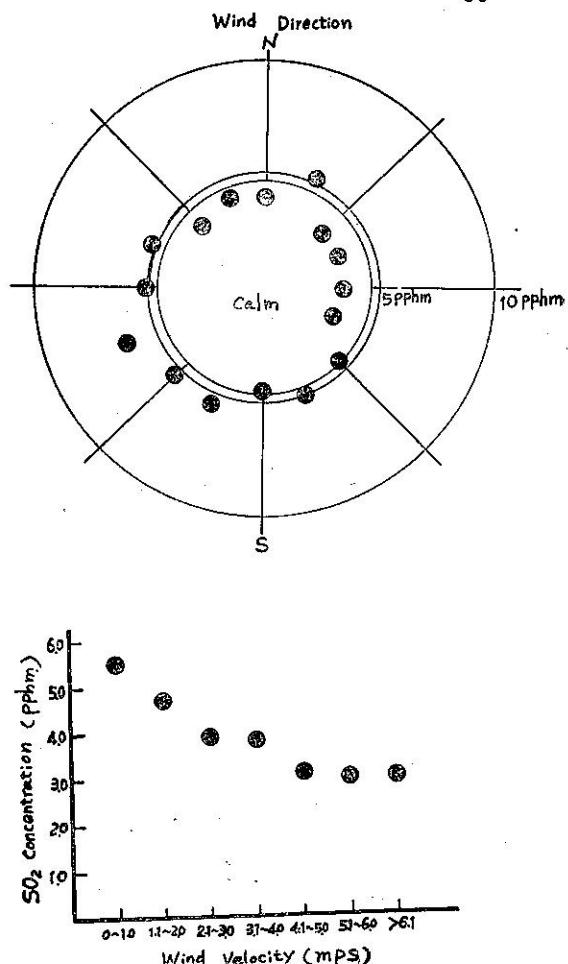


圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(六月)





圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(九月)



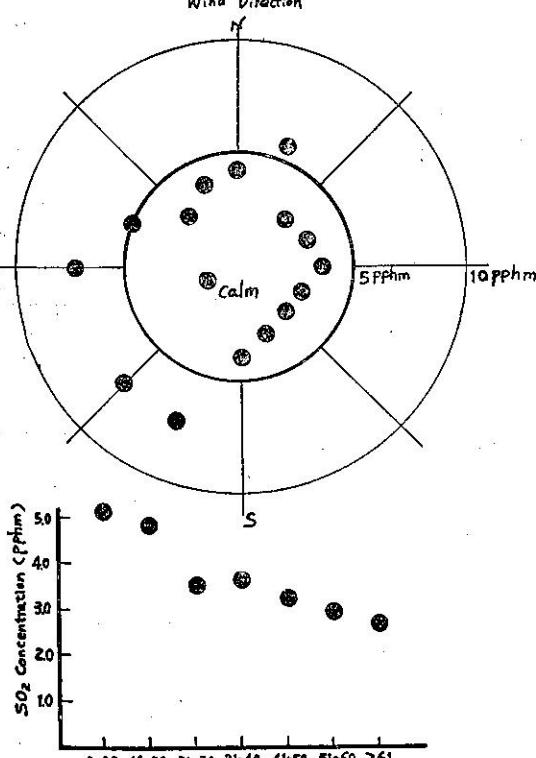
圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(十一月)

氣溫逐年增加，形成市區特性「熱島」之現象。

臺北市平均氣溫自 1900 年至今上昇 0.6°C ，平均最低氣溫上昇 0.3°C ，平均最高氣溫却上昇， 1.3°C 但日月潭、阿里山、玉山等處之氣溫歷年來並無顯著增加之現象（參考表二）。

(3)大氣污染與日射量之關係

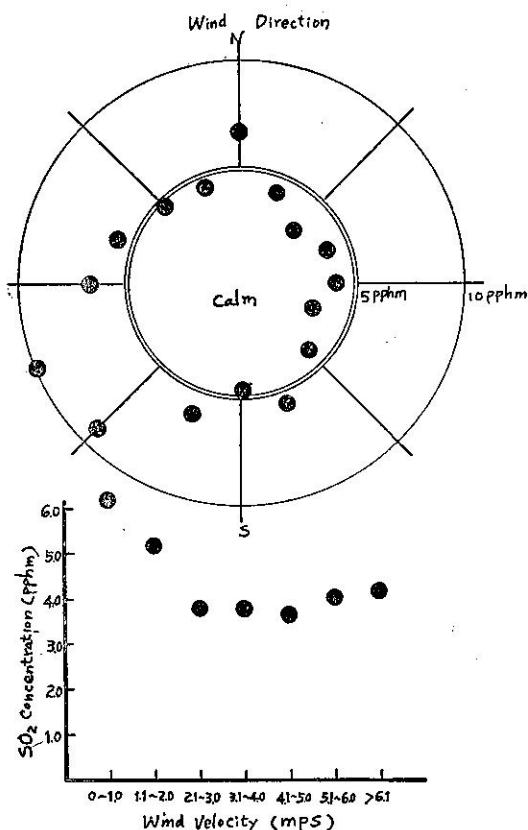
污染物懸於大氣中，其停滯時間與粒徑大小成反比例，有些粒子吸濕性極強，易成為降水之凝結核，或影響大氣混濁度，氣溫之垂直分佈等。自 1950 年以來，大氣混濁度⁽³⁾已由 4.25 增至 5.79，即增加 1.54（單位為 T，係將中央氣象局天文組依據 Feussner 及 Pubois 因子計算所得資料統計而得），造成這種現象可能尚有其他因素，但大氣污染可能為極重要之因素，測析結果顯示臭氧與日射量成 -0.83 之相關，即臭氧濃度大時，日射量受臭氧之影響而變小。



圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(十月)

四 結 論

都市大氣污染與主要燃料，燃燒法，工廠種類等污染源有密切關係，其他尚受地形、氣象等因素之影



圖四 大氣污染濃度與風向風速之關係(十二月)

響甚大。這些影響因素即形成成都市大氣污染之特性與型式⁽¹⁰⁾。至目前其型式經分為① London smog type ② Los Angeles smog type ③ Industrial smog type 等三種。測析結果顯出臺北市污染屬於London smog type，日內出現兩次頂峯污染。

大氣污染物之代表者為二氧化硫，因二氧化硫為能源的主要廢物，而且其產量亦多。依據美國加州大氣污染之警報規定⁽¹¹⁾，二氧化硫對植物的有害濃度每小時為 100 pphm，或連續 8 小時平均 30 pphm，對人類之危險濃度為 500 pphm/hr 以上。Los Angeles 規定 300 pphm 為第 1 警報，500 pphm 為第 2 警報，1000 pphm 為第 3 警報標準。當任何一個地區，二氧化硫污染達到上述標準含量時，污

染管制中心即發出警報，有關污染源即刻設法減少污染物之排出，以資確保人民之安全。蘇俄規定二氧化硫之瞬間最高容許濃度為 0.50 mg/m^3 ⁽¹²⁾，24 小時平均容許濃度為 0.15 mg/m^3 。

依據本報告，臺北市二氧化硫之平均污染含量約為 3.7 pphm，最高污染雖達 32.0 pphm，僅為美國第 1 警報規定標準之半，但其採樣並非在臺北市污染最嚴重的地點，可能有些地區，已超過本測析記錄，而局部性污染可能已接近警報標準。

為提出更詳細而精確的污染資料，必須加強測析站之分佈與有系統的分析，同時應分析污染源之特性與活動週期，配合地形特性研討污染預測模型，隨氣象因素之變化而提出污染傾向的預測，不斷地偵視市區污染確保市民的健康。

參 考 文 獻

1. 寺部本次：空氣污染化學，249，1968
2. 寺部本次：空氣污染化學，259，1968
3. 寺部本次：空氣污染化學，229，1968
4. 五十九年度科學發展基金終期研究報告：研究高空放射塵及大氣污染長期變化對氣象因紙之關係，p. 6 1972.
5. 呂世宗：原子塵在臺灣大量降落之時期與其分佈情形，氣象學報第八卷第四期，1962
6. 呂世宗等：鹽寮下寮二地放射性背景計數與氣象因素關係研究，氣象學報第十五卷第二期，1969.
7. 日本大氣污染研究全國協議會第三小委員會：大氣污染氣象手冊，129，1965.
8. 呂世宗等：海水含鹽量之研究，氣象學報第十七卷第二期，1971.
9. 呂世宗等：研究高空放射塵及大氣污染長期變化對氣象因素之關係，氣象學報第十八卷第一期，1972.
10. McGRAW-HILL: Air Pollution Handbook 1956.
11. 日本大氣污染研究全國協議會第三小委員會：大氣污染氣象手冊，105 1965.
12. 日本大氣污染研究全國協議會第三小委員會：大氣污染氣象手冊，104，1965.