

# 臺灣地區空氣污染之監測與防制簡介

莊進源\*  
周陳國衍\*\*

## 一、緒言

近二、三十年來，臺灣在工業、商業與經濟各方面不斷的蓬勃發展，環境污染的問題，也就相繼而起。一般民衆，已逐漸意識到由環境污染所造成災害的嚴重性。本文的主旨，在於對歐美學術界提供臺灣目前空氣污染發展之狀況。其大綱包括：

- (1)臺灣的地理，氣象與經濟狀況之特徵。
- (2)環境污染防治機構之說明。
- (3)空氣污染測量之方法。
- (4)大氣層之空氣質量標準。
- (5)一般之污染物含量。
- (6)空氣污染之來源與防制措施。
- (7)未來之展望與計劃。

## 二、臺灣地區的地理、氣象與經濟特徵

地理形勢是影響氣候與污染物傳播的重要因素<sup>(1)</sup>。以經緯度而言，臺灣因北回歸線而區分為亞熱帶與熱帶區，島上的年平均氣溫，在攝氏二十二度到二十五度左右<sup>(2)</sup>。

在地理形勢上，臺灣可劃分為四部地形區（如圖一所示）：(1)北部盆地區，(2)西部平原區，(3)中部山區，和(4)東南高地區。<sup>(3)</sup>

西部平原區，佔地約全島之百分之三十，是全島農作物密集之精華區；中部山區，以其優越的天然地理形勢，阻擋了環境污染物從西部擴散到東部的趨勢。

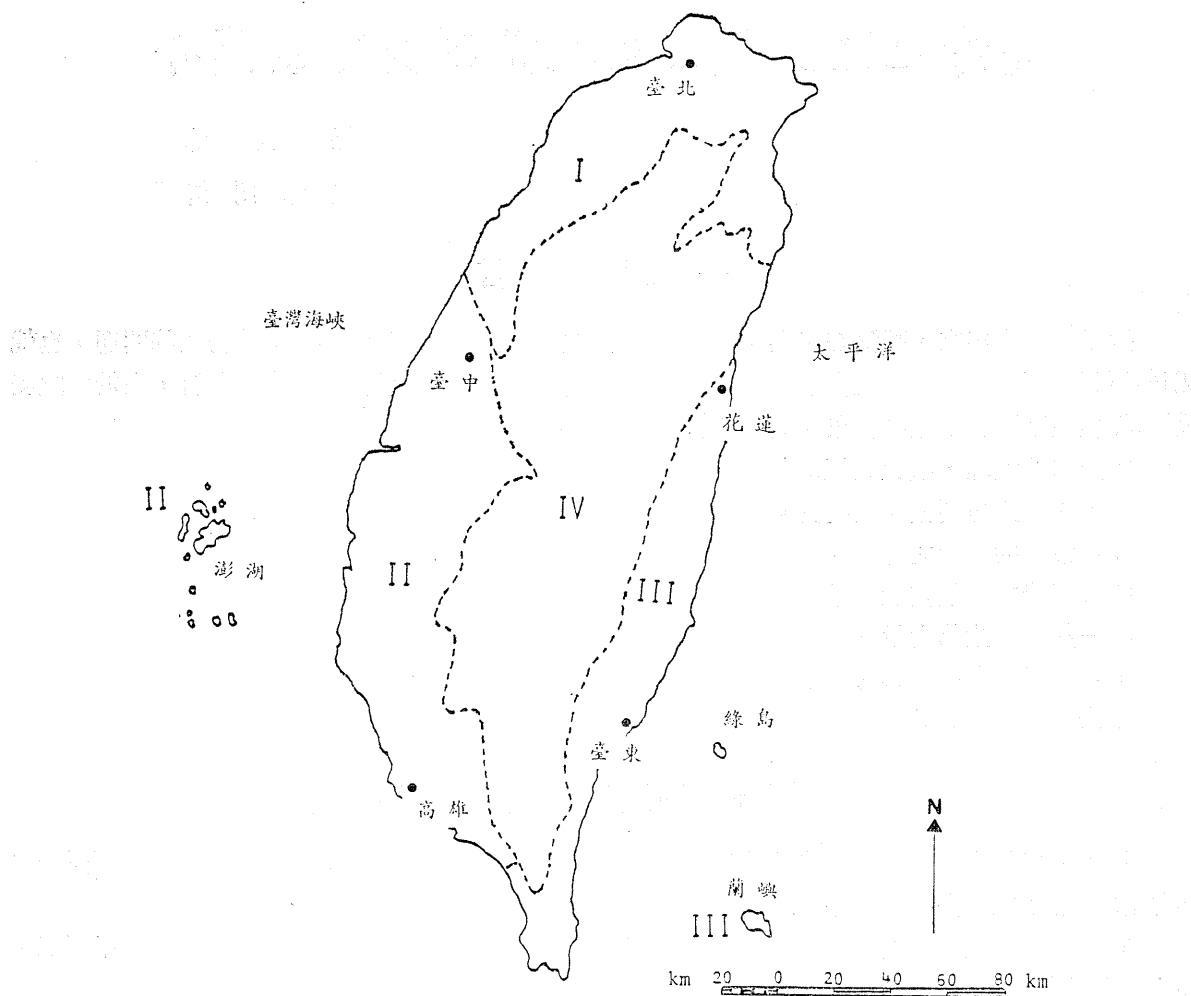
影響臺灣氣候的兩樣主要因素為：(1)變換頻繁的四季季風，以及季風所形成的豪雨。和(2)中部山區與東部高地之天然地理形勢，往往減低風速或轉移風向。

島上的年雨量，在兩百零五公厘左右，其中之八十七的雨量，集中在夏季七、八月左右，其他季節則較乾燥，北部盆地區則因面臨太平洋，受到冬季季風的影響，落雨量較為四季平均。同時臺灣在地理上位於颱風圈內，年平均颱風率高達三點六次。東南沿海地區經常因颱風的侵襲，而招受嚴重的災難。一般而言，冬季大部分為東北風，風速為二到四米／秒。其他季節則多半為東南風，風速一般很低。<sup>(4)</sup>

過去二、三十年來，臺灣在工業與經濟發展方面，可謂是具有突破性的優良成果。因此，環境污染物也相對的成為工商業的副產品。空氣污染的成因，可概括於：(1)工廠的林立，(2)能源消

\* 行政院衛生署環境保護局局長

\*\* 哈佛大學環境衛生研究所研究生



圖一 地圖中表示臺灣四個主要的氣象學區域：

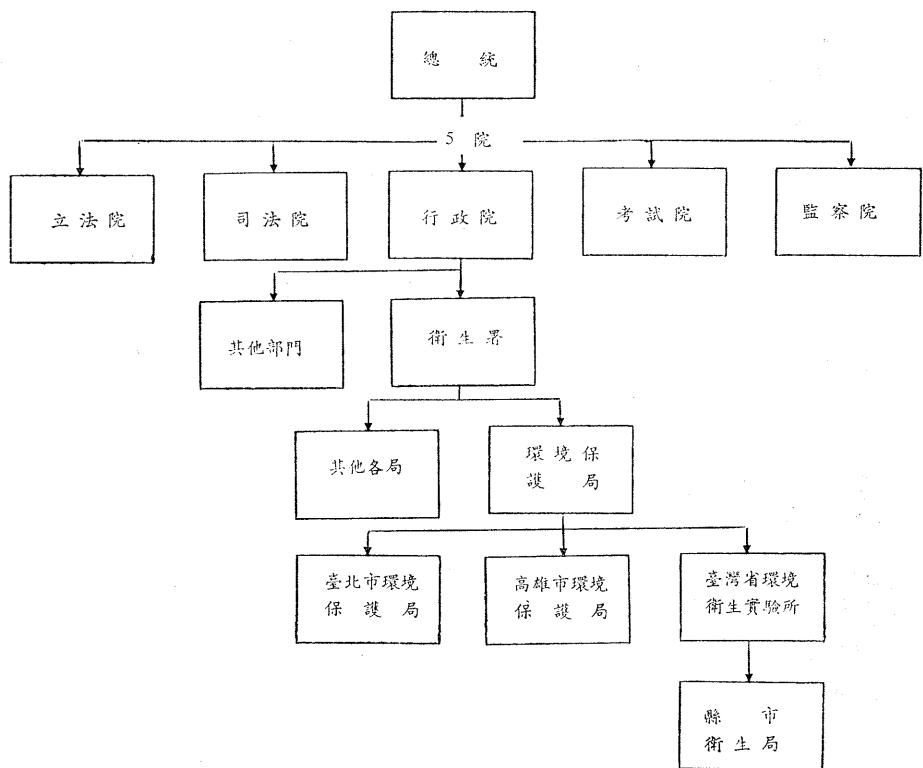
區域 I 表示北部丘陵區，區域 II 表示西部低地地區

區域 III 為南部丘陵區，區域 IV 為中部山區

耗的激增，(3)車輛的激增，和(4)人口密度的增加<sup>(5)</sup>。近年來，空氣污染的問題，已逐漸遷涉到危害人體的健康、腐蝕公共的建築物，和影響農作物的收成……等等災害。由污染而造成公害的問題，已因此而呼籲起大眾的注目。有關單位已竭盡其力，使在工商業與經濟發展之同時，能雙管其下，配合加強環境污染防治的措施，以達造福民衆之宗旨。

### 三、環境保護機構之簡介

近年來，中央政府積極的推行各項環境保護政策，同時在全省各縣市成立衛生機構，以確定環保工作之推動。（詳表見圖二）



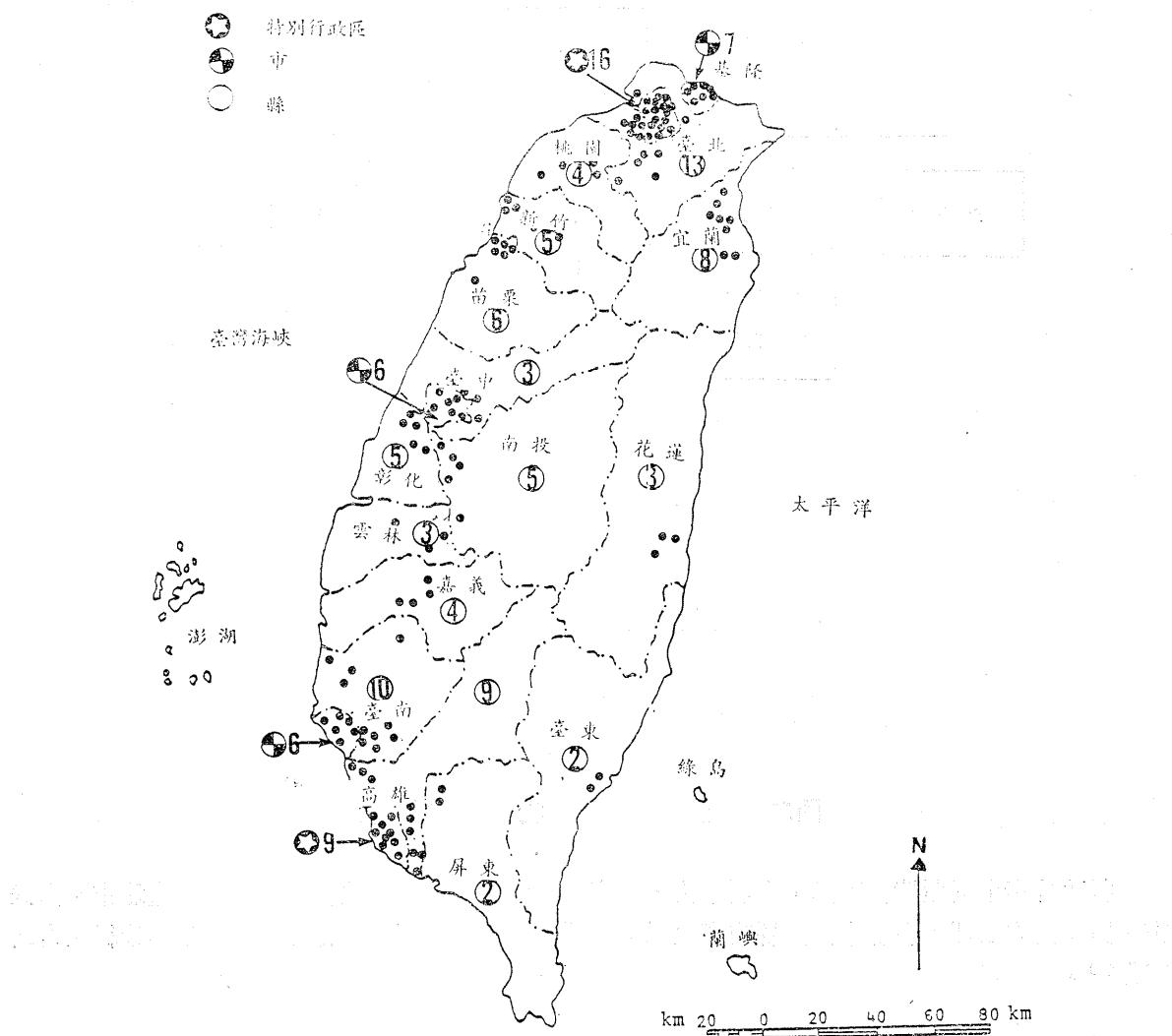
圖二 臺灣環境系統圖

行政院衛生署環境保護局，直屬中央，負責修定各項環境保護法律規章。下分臺北市、高雄市，與臺灣省三部。各縣市分設縣市衛生局，或環境衛生實驗所，執行採樣、測量與分析報告之工作<sup>(6)</sup>。

#### 四、空氣污染監測

圖三是臺灣地區空氣污染監測站的分布圖，大多數的監測站，設立於人口稠密的都市，或座落於工廠林立的工業區。僅有東部偏遠地區的少數監測站，可適用於「背景站」(Background Site)。背景站的效用，在於比較當地空氣污染物濃度之基本含量。

行政院衛生署環境保護局計劃在民國七十三年以前，完成建立全國性之「空氣質量監測網」之計劃。目前，臺灣地區共設有一百二十六個監測站，分布於全島各地。其中包括長期性的懸浮微粒與落塵監測站，和流動性的空氣污染巡迴測驗車。採樣的項目包括：落塵、懸浮微粒、煤煙濃度(COH)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、硫氫化物(H<sub>2</sub>S)、氮氧化物(NO, NO<sub>2</sub>)，碳氫化物(HC)、一氧化碳(CO)、臭氧(O<sub>3</sub>)、氯化氫(HCl)……等等重要的污染物。粒狀物質，自民國五十八年起，即施行全省各地之採樣工作，而氣體污染物，則在民國六十四年後，才陸續於各監測站進行採樣。



圖三 圖中〔・〕表示臺灣各縣市，特別行政區的抽樣檢查所的位置，  
圓圈內的數目表示每地區抽樣檢查所的總數

## 五、大氣層標準、排放標準與一般濃度

民國六十四年，行政院衛生署環境衛生處，參照國家空氣污染防治法，而制定了「中華民國環境空氣品質標準」<sup>(7)</sup>。各有關單位，也針對當地的實際狀況，而相繼公佈工廠之排放標準，任何違規工廠，將依法取締，直到排放廢氣含量有所改善而不再超出標準。然而，由於人手不足，取締之效果並不理想。

表(一)陳列自民國五十九年到民國七十年之監測數據。同時，也列出臺灣省各污染物之空氣標準。一般而言，採樣濃度依採樣站之地點之不同而高低懸殊。由各類污染物之年平均值，可顯示出空間與時間在採樣上之重要性與相關性。各項污染物之數據分析，將分別解說如下：

表一 臺灣空氣污染物測定，濃度及環境品質標準

Measurements	Averaging Time	Sampling Frequency	Measurement Method	Typical Average Concentrations Monthly	Annual <sup>a</sup>	Average Concentration Range Monthly	Annual <sup>b</sup>	National Ambient Standard Monthly	Annual <sup>c</sup>
Dustfall	30-day	1/month	Dustfall Jar	15 (tons/km <sup>2</sup> )	3 to 39 (tons/km <sup>2</sup> )	6 to 20 (tons/km <sup>2</sup> )	No Standard	15 (tons/km <sup>2</sup> )	
Total Suspended Particulate Matter (TSP < 40 μm)	24-hr	2/month	HIVOL	210 (μg/m <sup>3</sup> )	170 (μg/m <sup>3</sup> )	85 to 400 (μg/m <sup>3</sup> )	150 to 330 (μg/m <sup>3</sup> )	260 & 290c (μg/m <sup>3</sup> )	170b & 190c (μg/m <sup>3</sup> )
Small Particles <sup>d</sup>	1-hr	24/day, Sporadic	Dust Analyzer (Light Scattering Method)	180 (μg/m <sup>3</sup> )	140 (μg/m <sup>3</sup> )	100 to 271 (μg/m <sup>3</sup> )	210b & 210c (μg/m <sup>3</sup> )	140b & 160c (μg/m <sup>3</sup> )	
COH	2-hr	32/day, Sporadic	ATSI Automatic Smoke Tape Sampler	2.5 (COHS/1000 ft) (COHS/1000 ft)	1.5 (COHS/1000 ft) (COHS/1000 ft)	.4 to 5.0 (COHS/1000 ft) (COHS/1000 ft)	1.0 to 3.0 (COHS/1000 ft) (COHS/1000 ft)	No Standard	3c (COHS/1000 ft)
SO <sub>2</sub>	2-hr	Daily, 24/day	Ambient SO <sub>2</sub> Analyzer (Conductometric Method and Colorimetric Method)	.10 (ppm)	.05 (ppm)	.05 to .25 (ppm)	.02 to 1.4 (ppm)	.1 & .15f (ppm)	.05 & .075 (ppm)
H <sub>2</sub> S	1-hr	24/day, Sporadic	Ambient H <sub>2</sub> S Analyzer	.05 (ppm)	.005 (ppm)	.008 to .13 (ppm)	.0025 to .06 (ppm)	.1 & .2 (ppm)	No Standard
NO <sub>2</sub>	1-hr	24/day, Sporadic	Chemiluminescence (mobile van)	.021 (ppm)	.016 (ppm)	.007 to .046 (ppm)	.014 to .028 (ppm)	.05 & .12 (ppm)	10% of sampling day exceed .05 & .1 (ppm)
CO	1-hr <sup>e</sup>	Various	Non-Dispersive Infrared Spectroscopy (mobile van)	1.6 (ppm)	1.2 (ppm)	.8 to 3.1 (ppm)	1.1 to 1.5 (ppm)	1.0	No Standard
HC	1-hr	Various	Flame Ionization (mobile van)	2.0 (ppm)	1.1 (ppm)	.6 to 3.8 (ppm)	1.0 to 1.2 (ppm)	No Standard	No Standard
O <sub>3</sub>	1-hr	Various	Chemiluminescence (mobile van)	.005 (ppm)	.012 (ppm)	.007 to .014 (ppm)	.008 to .016 (ppm)	No Standard	No Standard

a 數據不足

b 經工業、商業、和住宅區

c 重工業區

d 資料係由四個不同的城市以移動式空氣監視站所測定之平均值

e 非毫克標準，在此為美西標準

f SO<sub>2</sub> 標準包括 SO<sub>2</sub> 及 SO<sub>3</sub>

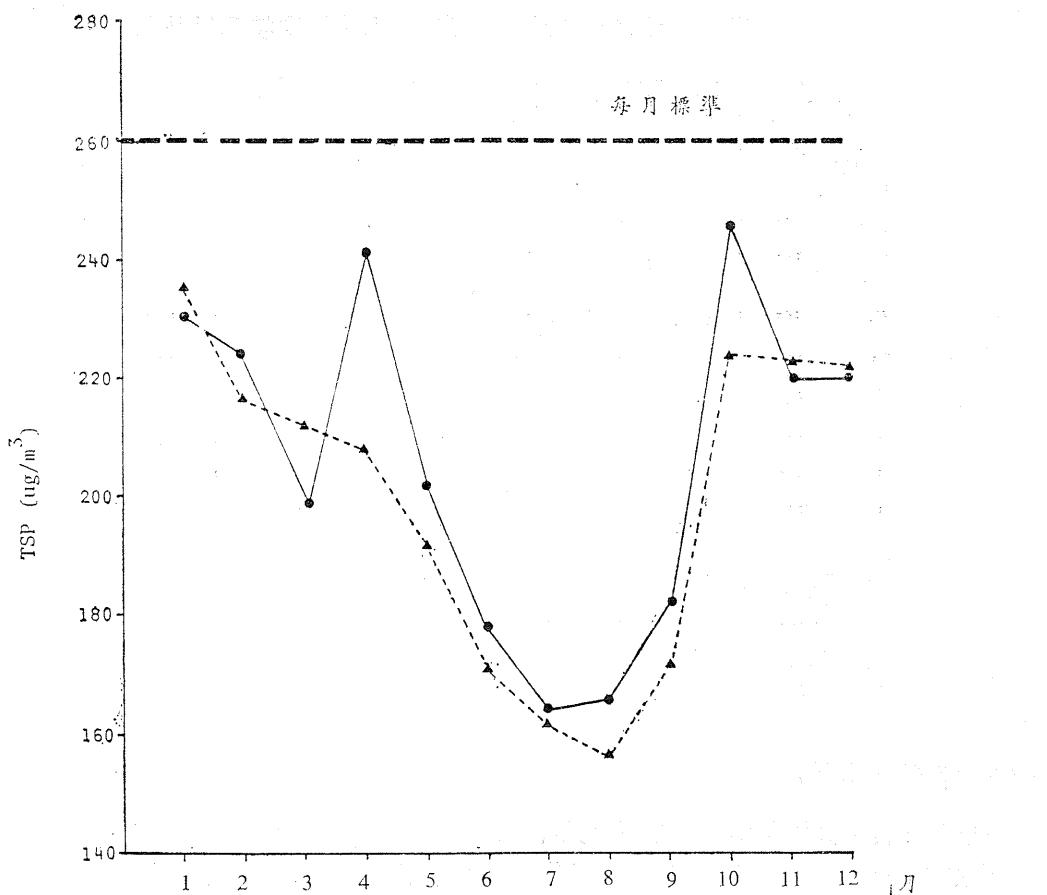
g NO<sub>2</sub> 之標準

### (一)懸浮微粒 (TSP)

舉例而言，高雄是個重工業區，其年平均總懸浮微粒 (TSP<40 μm)，大約為 200 到 300 微克／立方公尺 (μg/m<sup>3</sup>)<sup>(8)</sup>。通常最具代表性的年平均值約 260 μg/m<sup>3</sup>。而東部花蓮、臺東一帶的總懸浮微粒則在年平均值 150 μg/m<sup>3</sup> 左右。由此可見，在工商業繁榮的都市區，其總懸浮微粒量，可超出人口稀少的鄉村農業區，達兩倍以上。而表(一)所公佈之最常見一般年平均懸浮微粒量約 170 μg/m<sup>3</sup>，是以全島上的年平均值而擬定。（因臺灣地區目前尚未採用土地利用分制區 (Zoning) 法，以將各監測站分類）。多數的監測站則設立在工商業區附近。如依臺灣一般的總懸浮微粒值與美國之數值相比，全美之總懸浮微粒值，通常比臺灣地區之總懸浮微粒值低 100 μg/m<sup>3</sup> 左右<sup>(9)</sup>。粒徑大於 10 μm 之塵粒，可能是造成臺灣地區高懸浮微粒含量之主要成因。

圖四是臺灣省各縣市，在民國六十七年和民國六十八年間之平均懸浮微粒之逐月統計圖。由數學月平均值顯示：夏季（七、八月）之懸浮微粒濃度有顯著降低的趨勢。這與島上之豪雨集中於夏季有密切之關連。也再度證明氣象與污染物濃度之相關性，大部分之粒狀物質經豪雨衝洗後，一時不易再懸浮於空間。

民國五十八年到民國七十年之年平均懸浮微粒統計圖，也詳示於圖五。雖然，年平均懸浮微粒值在過去的十三年內，有顯著降低之趨勢。但並不足以證明是因空氣污染防治措施實行之效果。由於島上特殊的地形與氣候特徵，臺灣地區之大氣層空氣質量，是不適於與美國之懸浮微粒標準（幾何年平均值 (Annual Geometric Mean) 不超過 75 μg/m<sup>3</sup>）相比較。由此可見，世界各國必須針對當地之實際狀況，而設訂其國家空氣污染品質標準之重要性；雖然，由資料顯示，一

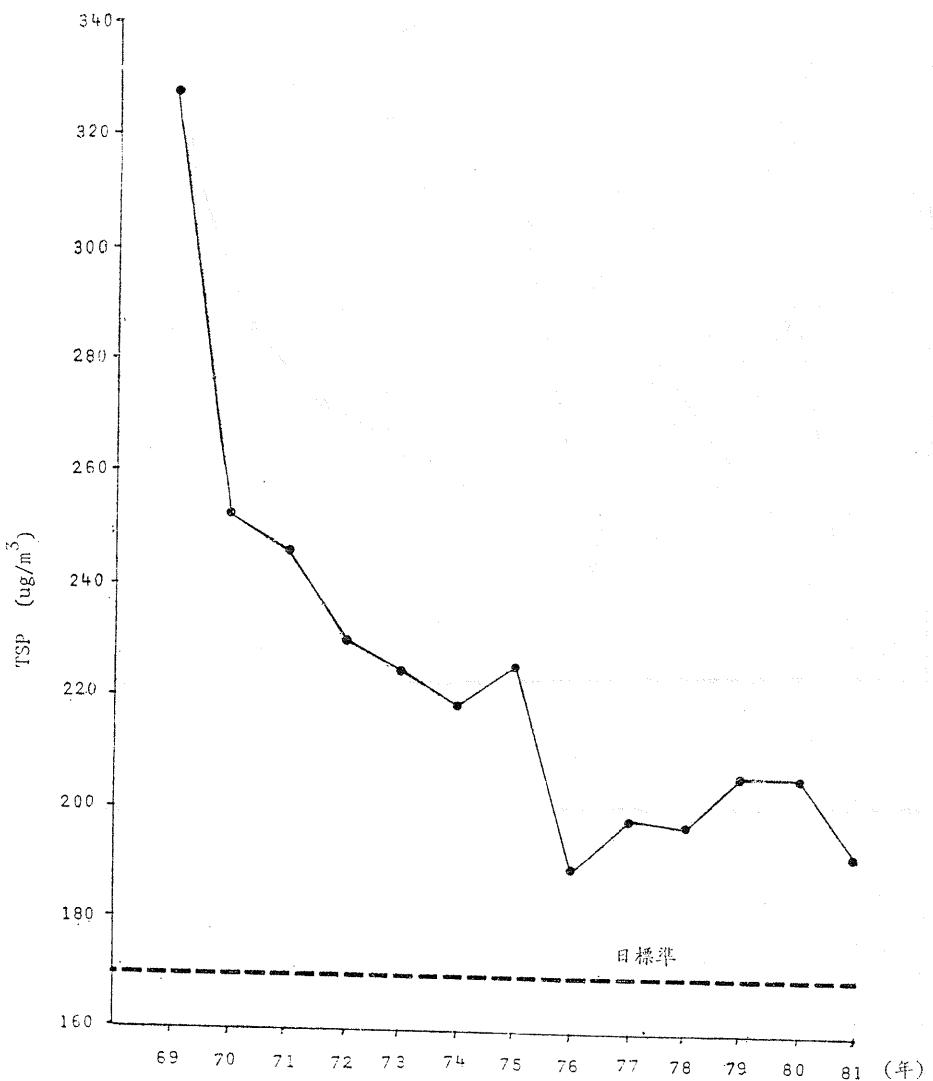


圖四 1978 (X) 和1979 (O) 臺灣所有監測站之月平均 TSP 濃度

些監測站之月平均懸浮微粒值，超出了月平均懸浮微粒標準值 ( $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )。但以全國性之月平均懸浮微粒值而言，圖四顯示（以民國六十七年與六十八年為例），均在月平均標準值之下。然而，年平均之懸浮微粒，如圖五所示，幾乎全超出「中華民國空氣品質標準」之  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  之限值。也許，此限值應作適當的研討和修改。美國近年來，積極從事研究懸浮粒徑小於  $10 \mu\text{m}$  以下之顆粒（也就是最新公佈之  $\text{PM}_{10}$ ；Particulate Matter less than  $10 \mu\text{m}$ ）之測定。在短期內，美國即將公布  $\text{PM}_{10}$  之標準。因為，粒徑小於  $10 \mu\text{m}$  以下微粒，乃是危害人體健康之根源。臺灣各地，也應仿效空氣污染先進之國家，朝此方向努力邁進。

#### (二)二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ )

圖六是高雄市前鎮工業區之三處監測站在民國六十七年之各月份之二氧化硫日平均最高濃度統計圖。第一站設立於籬子廟內，第二站在臺糖工廠附近，第三站則設立於臺灣機械公司廠內，在廠所之西北方約五百到七百公尺處，是南部火力發電廠及臺灣硫酸錳工廠。二氧化硫之日平均最高濃度，在三個測驗站，並無相關連之增減趨勢。然而，由第三站之二氧化硫日平均最高濃度，可證明當地污染源之重要性。因污染物之濃度與污染源之距離成反比。圖六顯示，僅第三站之

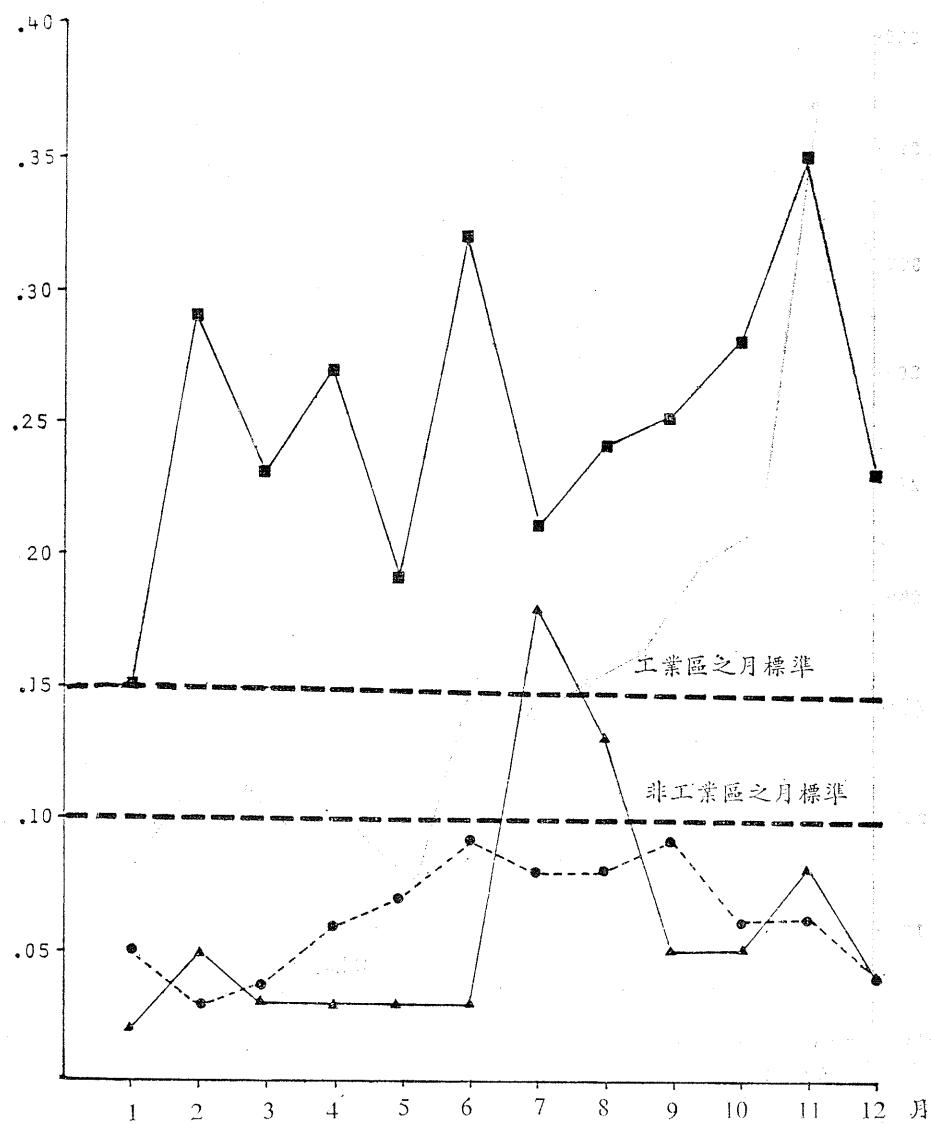


圖五 由1969至1981臺灣所有監督站之日平均 TSP 濃度

日平均最高濃度，超過月平均值 (0.10 和 0.15 ppm) 兩次。在民國六十七年中，每小時二氧化硫濃度，超過時平均濃度標準 (0.5ppm) 的次數為五百六十八次；第二站為四十三次；而第一站則僅僅五次。顯而易見，監測站設立地點之重要性。

#### (三)其他污染物之測定

一般而言，空氣污染巡迴測驗車將依各地的需要，而分赴全省各地採樣與測驗。如此，可充分發揮空氣污染管制之功能。



圖六 1978年各月于高雄三處位置，24—8時  $\text{SO}_2$  最大濃度

位置3 (■) 靠近一動力工廠及硫酸工廠

位置2 (▲) 為距位置3.5公里處

位置1 (●) 距位置1.10公里處

## 六、可能之污染源及其管制方針

### ④可能之污染源

歐美各地，一般在各州設定工廠排放源調查統計 (Emission Inventory)，以估計各工廠單一之空氣污染物之排放濃度。臺灣地區，到目前為止，尚未進行此類有系統之規化整理。現根據

各地之實際狀況與污染物之測定結果，可將污染源劃分為區污染源 (Area Sources) 與點污染 (Point Sources)。現分述於下：

• 地理形成之粒狀物質

在工商業迅速的發展下，全省各地經常可見各種各類之營造建築業，如修橋、築路、或建房屋……。特別在乾旱的季節，經常引起塵土飛揚；其他如碾磨而形成之水泥、石灰之微粒等類污染物，都是造成總落塵量、懸浮微粒量、與煤煙濃度增高之主要因素。

• 交通

全省的機動車輛，在十五年內，大致增加了三十六倍之多。一些無妥善廢氣控制裝置的車，往往造成氮氧化物、一氧化碳、碳氫化物、臭氧、與懸浮微粒濃度之增加。同時，車輛排氣所排放之黑煙，往往造成煙霧彌漫，而減低視覺能見度 (Visibility)。其他，如大量之摩托車運動，與海港船隻所排放之廢氣，也都是造成污染物濃度增高之因素。

• 不完全之燃料燃燒

一些學校、醫院、工廠、或小型商店，往往使用老式的焙燒爐 (如：residual oil boiler) 或燃燒生煤、重油。由於設備不齊全，操作不妥當，和燃燒不完全，往往造成濃煙的排放。在民國六十二年與六十三年之能源危機時，許多工廠，以低含硫量之生煤，取代高含硫量之重油為燃料。如此，雖然降低了空氣中二氧化硫之含量，却相對的增高之懸浮微粒之濃度。

• 工業區的點污染源

全省主要的工業區污染點源，大致包括：碾磨工廠（如水泥、石灰廠）、鋼鐵、機械工廠和電力工廠。其他如：肥料工廠、硫酸製造廠，也是重要的、可能的污染點源。

(二) 管制方針

過去十多年來，政府已積極的推行各項空氣污染之防治工作，諸如：

• 裝置各種集塵設備 (Dust Collector)，即是採用所謂之煙塵微粒捕集法，來控制空氣中懸浮微粒之含量。例如，在水泥廠和火力發電廠，裝置靜電集塵器 (electrostatic precipitators)，或使用濾袋布 (fiber filters)，以減低空氣中懸浮微粒之含量。

• 在鋼鐵廠裝置濕式洗塵器 (wet scrubbers)，或濾袋集塵器 (bag houses)，以降低污染微粒之濃度。然而，對於電爐熔煉 (electric arc furnaces) 所產生之金屬煙塵 (如：iron scrap)，仍缺乏有效之防治設備。

• 對重油之脫硫處理 (desulfurization)，可減低煉油廠之二氧化硫的排放濃度。

• 加高工廠煙囪，以減低平地上之濃度。由於，臺灣是一個海島，藉此煙囪的加高，可使大部分的污染源，隨風擴散而去。如此治標不治本方法，將導致類似當今美加與歐洲各國所爭論之國際空氣污染之問題。也就是所謂之「Gross National Pollution」。總之，自從世界各地之酸雨問題日趨嚴重後，政府已不再建議各有關工廠使用加高煙囪法。

## 七、未來計劃

空氣污染之防治工作，對於正在進行經濟開發中的國家，尤為重要。各項的改善建議，已分別執行。今分別於下：

(1)由行政院衛生署環境保護局，按期舉辦各種空氣污染防治之技術研討會。使一般民衆和工廠之工程人員，對空氣污染、環境衛生、以及環境污染對人體健康之影響，有所認識。因而同心協力，與有關單位合作，以推進污染防治工作為目標。

(2)克服人力與經費之不足，加強充實各縣市衛生局或實驗所之儀器設備。以加強各類大氣層中之污染物之精確測驗。

(3)派遣空氣污染管制專家，到歐美各空氣污染防治先進之國家接受技術訓練，而吸收新技能。或參加各種有關之技術研究會，以促進國際間之技術交流。技術專家間之相互切磋，可提高污染監測之水準。

(4)編纂全國性之工廠排放源調查統計 (Emission Inventory)，用此估計所有可能的「點」與「區」污染源之排放率。同時，更進一步的運用「污染源模型法」(Source Model) 與「受體模型法」(Receptor Model) 之新科技，以有限的大氣層之已知空氣濃度，去估計可能性的污染源的影響力。這是當今歐美所採用之最新進、最經濟、最完善、也最有效之空氣污染防治法。

(5)建立「環境影響評估制度」，去估計由工廠擴充，或都市計劃，而造成之可能性之環境衝擊，此法之優點是在工廠未設立之前，先進行妥當之地點選擇，以及安裝適宜的空氣污染防治設備。以達成「預防重於治療」之一貫宗旨。

## 八、結論

一般而言，臺灣地區之空氣污染監測與防治措施，乃在初級之階段。本文之主旨，在於介紹臺灣空氣污染防治的進行狀況。表一所列舉之各項大氣層之空氣污染濃度之常見數值，乃在於舉例說明，而並非結論。今後，為促進更有系統之空氣污染研究與管制工作，必須加強長期性的監測工作，與制定全國性之統一標準操作儀器法。其他方面，如進一步的研討整理可能性之污染源、污染源的特性與其排放率，長期性的連續採樣、化學分析、數據整理、品質管制、或採用污染源與受體之模型式研究，以加強了解空氣污染濃度與形成污染的污染源之間的關係……等等措施，以求達成最具成本效用 (cost effective) 之污染防治政策。臺灣的環境科學家，與政府機構之負責人員，將積極的朝此目標邁進，以增進全民福祉。

## 參考文獻

1. Chaffee, F. G., G. E. Aurell, H. A. Barth, A. S. Cort, J. H. Dombrowski, and J. O. Weaver; *Area Handbook for the Republic of China*; U. S. Government Printing Office; Washington D. C.; 1969; pp. 1-16.
2. Dolmarch, T. B; *Information Please Almanac*: 36th Edition; Simon & Schuster Publishing Co., N. Y.; 1982, pp. 154-155.
3. Chen, C. S; *The Geographical Regions of Taiwan*; Fu-Hin Geographic Institute Economic Development, Taipei; 1976 1: 7-14 (Chinese and English Summary).
4. Arakawa H; *Climates of Northern and Eastern Area in World Survey of Climatology*, Vol. 8; Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1969; pp. 64-67.

5. Chuang, C. Y; "Environmental Management in Taiwan"; paper presented in First World Congress of Engineering and the Environment; Buenos Aires, 1981.
6. 魏維新，林保然；空氣污染防治（臺灣省環境衛生實驗所年報，六十七年及六十八年印本）；臺灣省環境衛生實驗所編印，1980。
7. 臺灣省環境衛生實驗所，空氣污染防治法規彙編，1980。
8. 高雄市政府，高雄市空氣污染防治參考資料，高雄市政府環境管理處。
9. Watson, J. G.; J. C. Chow, and J. J. Shah; "Analysis of Inhalable and Fine Particulate Matter Measurements"; EPA-45014-81-035; Nov. 1981.

作者資料：

Ms. Judith Chow, 周陳國桁, ① Environmental Scientist at ERT  
② 哈佛大學環境衛生研究所研究生。

Mr. C. Y. Chuang, 莊進源：行政院衛生署環境保護局局長。

Dr. John G. Watson, 約翰·華森：Director of Air Resource Lab.(空氣資源實驗所所長)  
Desert Research Institute, Reno, Nevada.  
(沙漠研究學院)