

台灣的空氣污染流行病學研究

文／詹長權（職業醫學與工業衛生研究所教授兼所長）

空氣污染引起嚴重的健康效應一直是公共衛生與環保部門的重大課題之一。過去幾十年來研究所收集的資料、發展的方法與研究所發現的空氣污染健康效應提供了行政部門制定空氣污染排放管制標準的依據。大部份研究結果的直接證據都是利用流行病學研究得到的。空氣污染效應的研究設計又以觀察一群人對空氣污染暴露的健康反應為主，這種設計稱為生態研究（ecological study）。而研究的方向主要包含兩大類，其中一種是比較不同污染程度地區之間的健康指標，另外一種為選定一個大區域來觀察每日的健康指標與空氣污染的相關性。過去歐美先進國家研究空氣污染對健康效應的方向，主要針對大都市地區的死亡率、住院、急診或呼吸方面比較急性、嚴重症狀的疾病來探討健康效應的關係。直到最近Hajat等發表有關於哮喘、其他一般性呼吸方面疾病與空氣污染關係的研究報告，才有空氣污染對較一般性健康方面的研究成果。[1]

台灣行政院環保署之大氣空氣品質監測網（TAQMN）於1993年9月開始逐日逐時自動監測空氣污染物濃度與氣象的變化。其中空氣污染物濃度的資料包括二氧化氮（NO₂）、二氧化硫（SO₂）、直徑小於10 μ m的懸浮微粒（PM₁₀）、臭氧（O₃）與一氧化碳（CO）等；氣象方面的量測資料，包括溫度、露點、風向、風速、與降雨量等。如圖一所示，到目前為止空氣品質監測站的設置由原來的66站已擴增為72站，包括58個大氣測站、4個背景測站、5個交通測站、2個公園測站和3個工業測站，這些監測資料構成了我們對空氣污染研究的重要基礎。

1994到1995年之間，我們執行了一項探討空氣污染對學童肺功能下降及缺勤率的研究。我們選擇的研究地點為基隆（測站編號為1）、三重（測站編號為8）、頭份（測站編號為25）、台西（測站編號為41）、仁武（測站編號為49）、林園（測站編號為52）。我們發現屬於都會區之基隆與三重的學童有較高的咳嗽、胸緊與鼻子過敏的症狀，和較高的過敏性鼻炎、氣喘、支氣管疾病。[2] 我們也發現在臭氧最高小時值大於60 ppb

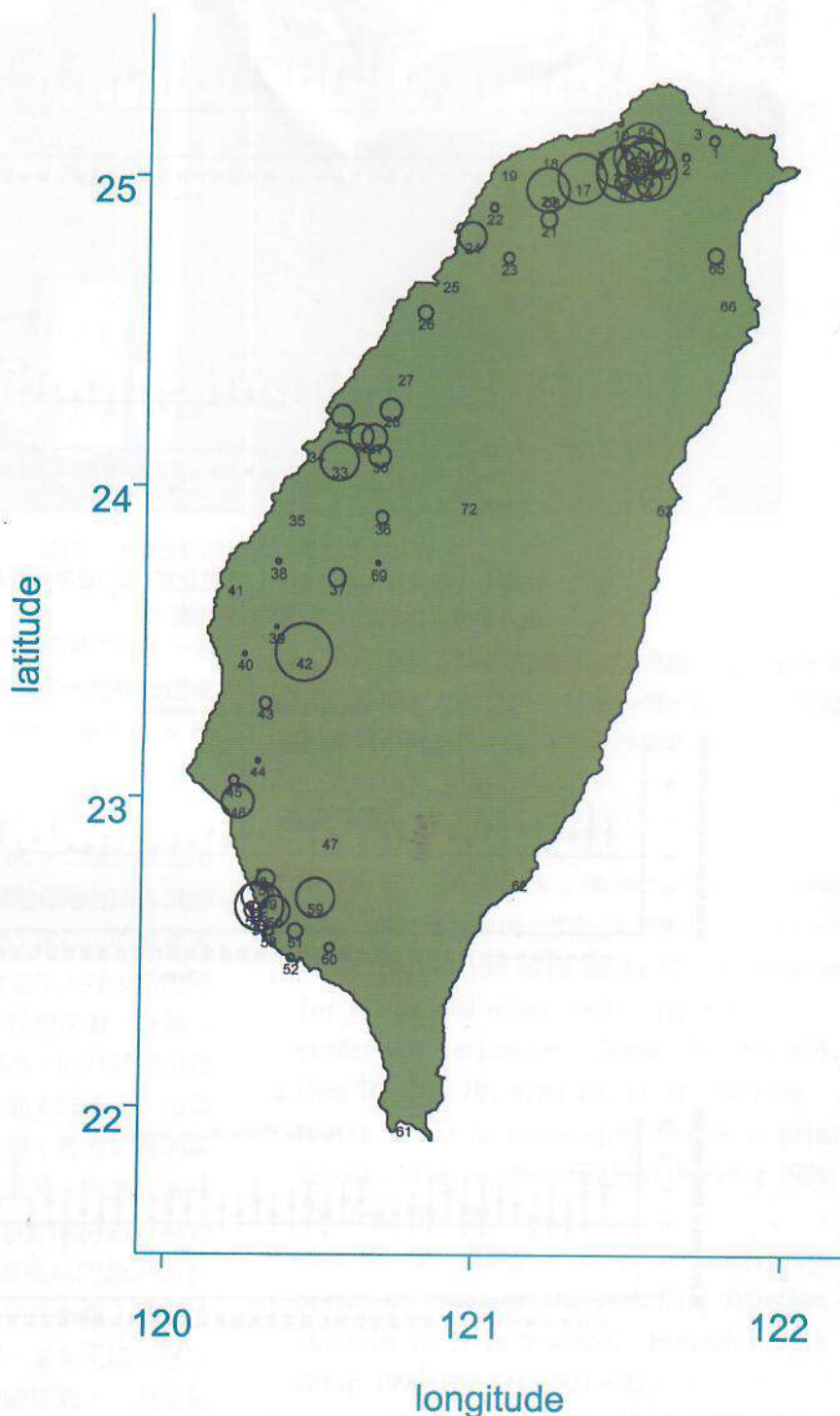
以上時就會導致學童的肺功能下降，平均每1ppb會有1cc的下降。[3] 我們同時發現這六個地區學童因呼吸道疾病請病假的次數也會隨著空氣污染的惡化而增加，其中二氧化氮（NO₂）濃度增加10ppb缺勤率會升高23%、二氧化硫（SO₂）增加10ppb缺勤率會增加4%、直徑小於10 μ m的懸浮微粒（PM₁₀）增加10ug/m³缺勤率會增加1%。[4]

台灣全民健康保險作業於1995年正式開始運作，到1998年底國人正式加入健康保險的人數已經達到全國的96.1%；而醫療機構和健保局有合約上的合作也將近佔了全國醫療機構的93.7%。這些合約的醫療機構為了可以從健保局申請醫療給付，必須對每天來看診的病人之相關基本資料與疾病詳細真實記錄並轉交給健保局。這些記錄包含診所與診所所在鄉鎮市代碼、看診日期、病人的性別、出生日、身分證號碼與疾病代碼等。

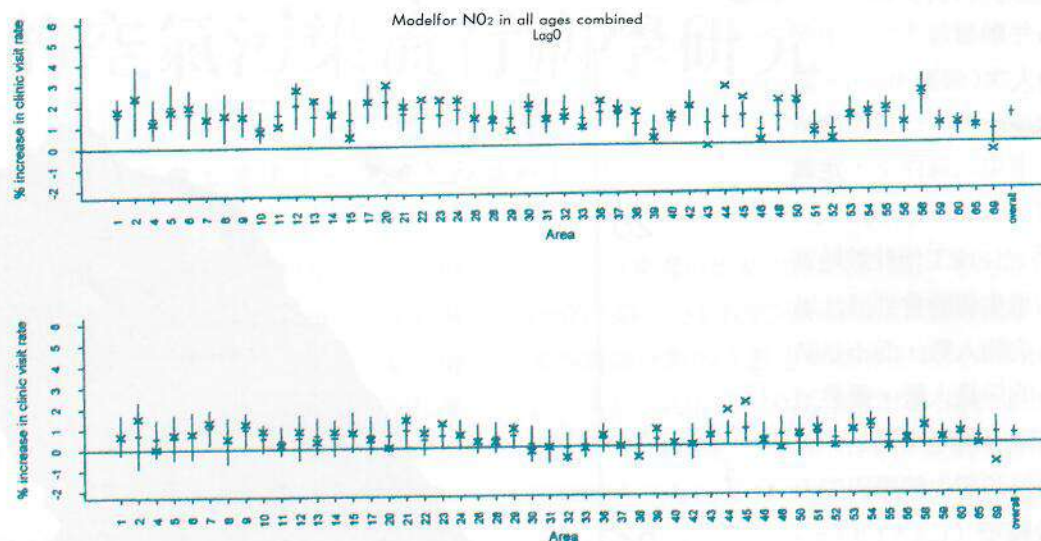
1998年我們使用上述的健保資料來進行空氣污染對於台灣50個地區一般人民因呼吸道疾病就診率之影響。我們依地區、時間與要探討的疾病等來區分，事先整理出主要研究的健康事件，並經由統計的方法求出具代表性的健康指標值來表示各地區的人每天呼吸道的健康情形。而有關於呼吸道方面疾病就診的事件，主要選擇的呼吸道疾病有急性支氣管炎及細支氣管炎（ICD9代碼為466）與肺炎（ICD9代碼為480-486）；其中因肺炎而看診的人數比較少。而我們的想法是如果健康指標選擇輕微呼吸道方面的疾病，那麼在每一個小區域內每天仍可以收集足夠的健康事件，這是本計畫一個重要的新設計，文獻上沒有查到這方面的研究設計。其方法是選擇以監測站為主的50個不同鄉鎮市區當作研究的區域，而研究時間的範圍依據健保資料的可靠性與完整性定在1998年整年的時間。另外，我們認為不同年齡層可能有不同污染暴露的健康效應，因此考慮將整個暴露族群分成三個年齡層，分別為未成年人（0-14歲）、成年人（15-64歲）和老年人（65歲以上），並合併所有年齡層來分析。接著，根據這樣的設計方式，我們將1998年每天呼吸道

疾病的門診資料初步整理出各地區、各年齡層每天呼吸道疾病的門診人次(健康事件)。同時考慮醫療設施、社會經濟情況與工作環境的條件下，定義危險族群(population at risk)為居住或工作於該地區的人，如果生病時會到該地區內診所看病的人數，而不是該鄉鎮市區的戶籍人數。雖然這個危險族群人數是未知的，但是我們可以利用生態學研究上類似抓放模型(Capture-Recapture Models)的方法來估計各地區、各年齡層的危險族群人數，然後再將每天的門診人次換算為門診率取代傳統上所用的門診人次，再以這個呼吸道疾病門診率來探討與空氣污染的關係。主要的方式是以1998年連續365天監測站量測的氣象與五種主要污染物(二氧化氮、二氧化硫、懸浮微粒、一氧化碳與臭氧)的觀測值，以及50個地區之三個年齡層與合併所有年齡層的呼吸道疾病門診率，採取兩階段性的分析策略來簡化建模的過程。建模過程的第一階段是以一個時間序列模型來估計每一個地區當天、前一天與前兩天的污染物濃度對該地區危險族群之呼吸道疾病門診發生率的相對變化。第二階段則採用具有屬層結構的貝氏模型(Bayesian Hierarchical Model)來改善第一階段估計各地區呼吸道疾病門診率的相對變化，並估計全國性的空氣污染與呼吸道疾病門診率的相對變化。

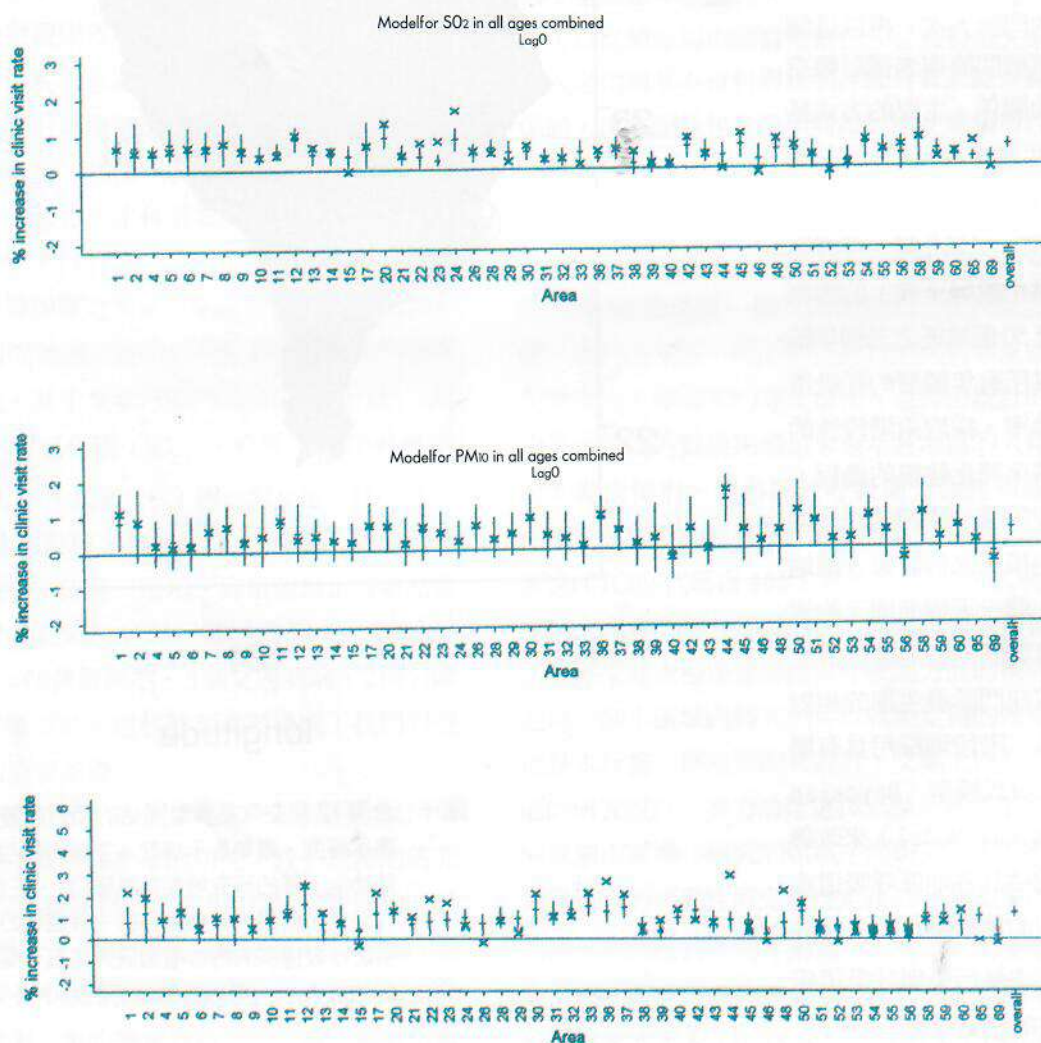
兩階段分析的結果，我們發現除了臭氧外，當天的二氧化



圖一 台灣72個空氣品質監測站的相對位置圖，其中橫軸表示經度，縱軸表示緯度。空氣污染引起學童缺勤和肺功能下降的研究地點為基隆(1)、三重(8)、頭份(25)、台西(41)、仁武(49)、林園(52)。而空氣污染引起呼吸道疾病門診增加研究之五十個地區的危險族群估計大小，則以圖圈相對的大小表示。



圖二 台灣五十個地區當日及前一日二氧化氮(NO_2)濃度每升高10%造成當地居民呼吸道疾病就診率增加情形分佈圖。



圖三 台灣五十個地區當日及前一日一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO_2)、懸浮微粒(PM_{10})濃度每升高10%造成當地居民呼吸道疾病就診率增加情形分佈圖。



圖四 台灣微粒超級測站設施的內外觀。

氮、二氧化硫和懸浮微粒之日平均濃度值，以及一氧化碳連續八小時平均之最大濃度值與當天的呼吸道疾病門診率有顯著相關。其相關的強度為二氧化氮 > 一氧化碳 > 二氧化硫 > 懸浮微粒。如圖二、三所示，平均而言二氧化氮濃度每增加 10% 就診率增加 1.5%，一氧化碳每增加 10% 就診率增加 0.8%，二氧化硫每增加 10%，就診率增加 0.5%，懸浮微粒每增加 10% 就診率也增加 0.5%。以年齡層來看，65 歲以上的老年人比較容易受影響，即污染物濃度對老年人呼吸道的健康效應比較強。以暴露間隔時間的長短來看，空氣污染的健康效應會隨著時間延長而減小。同時我們也發現有一些地區性的因子，例如地區的人口密度、污染物的年平均濃度值（慢性的健康效應）等會影響地區空氣污染之急性的健康效應。除此以外，台灣地區七個空品區中除了花東空品區以外，我們也分析其餘六個空品區之各污染物濃度對呼吸道疾病門診率的影響。其結果顯示不同空品區有些不同的影響，尤其是北部空品區之二氧化氮、一氧化碳、二氧化硫與懸浮微粒濃度值與呼吸道疾病門診率的關係最大，而空氣品質較好的宜蘭空品區最小。[5]

這些證據告訴了我們空氣污染對台灣人民健康上所造成的影響與負擔是不容忽視且重要的公共衛生問題。因此自 1999 起，開始著手進行台灣地區空氣污染風險評估之工作，期望透過先進空氣污染之相關研究設施，如微粒超級測站（圖四）、微粒濃縮器、光化學測站之建構，藉由詳細的環境監測，細胞外、動物、人體實驗的方式來進一步了解台灣空氣污染物的致病機轉。預期未來三到五年內，台灣地區的空氣污

染研究不但可以與先進國家並駕齊驅，這些研究成果更可以協助政府訂定足以保護台灣地區的空氣品質標準和改善台灣地區空氣品質的污染防治策略。Ω

參考文獻

1. Hajat, H., Haines, A., Goubet, S.A., Atkinson, R.W. and Anderson, H.R. (1999). Association of air pollution with daily GP consultations for asthma and other lower respiratory conditions in London. *Thorax*, 54, 597-605.
2. Chen PC, Lai JD, Wang JD, et al. Adverse health effect on respiratory health in primary school children. *Environ Health Persp* 1998; 106 (6):331-335.
3. Chen PC, Lai YM, Chan CC, et al. Short-term effect of ozone on the pulmonary function of children in primary school. *Environ Health Persp* 1999;107 (11):921-925.
4. Hwang, JS, Chen, YJ, Wang JD, Lai YM, Yang CY, and Chan CC. (2000) Subject-domain approach to the study of air pollution effects on schoolchildren's absenteeism. *American Journal of Epidemiology*, 152, 67-74.
5. Hwang, JS and Chan CC. (2001) Air pollution effects on daily clinic visits for lower respiratory illness. *American Journal of Epidemiology*, (in press).