

# 香客在寺廟中懸浮微粒曝露濃度之探討

高孜鍾<sup>1</sup> 龍世俊<sup>2,\*</sup>

MEI-CHUNG KAO<sup>1</sup>, SHIH-CHUN LUNG<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立台灣大學環境衛生研究所，台北市仁愛路一段1號

Graduate Institute of Environmental Health, National Taiwan University, No. 1, Jen-Ai Rd., Sec. 1, Taipei, Taiwan, R.O.C.

<sup>2</sup> 中山醫學院公共衛生系，台中市建國北路一段110號

Department of Public Health, Chung Shan Medical and Dental College, No. 110, Sec. 1, Chien-Kuo N. Road, Taichung, Taiwan, R.O.C.

\* 通訊作者Corresponding author E-mail: lsc@mercury.csmc.edu.tw

**目標：**本研究探討香客在寺廟內之PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>曝露濃度，並由廟宇型態上差異及不同拜拜日期等來探討影響香客在寺廟內懸浮微粒曝露濃度之原因。**方法：**選擇台中市內兩間不同型態之廟宇，在農曆初一、十五及初二、十六，每間廟以四位工作人員配戴採樣器來模擬香客在廟內PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>之曝露。以流量2L/min之SKC採樣幫浦配上個人懸浮微粒採樣頭，用直徑37mm之鐵弗龍濾紙採集廟宇中PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>。**結果：**香客在廟內之PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>曝露濃度比一般居家環境中曝露濃度高5~16倍，比當時廟外馬路上濃度平均約高4至5倍。而在初一、十五之懸浮微粒曝露濃度明顯高於初二、十六，PM<sub>10</sub>濃度約高出230μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>2.5</sub>濃度則約高出153μg/m<sup>3</sup>。大型廟宇之香爐數多，香客接觸香爐的時間較長，故其平均曝露濃度較高，而小型廟宇因為空間小，在入潮湧湧、香火鼎盛時，香客之懸浮微粒曝露濃度會增加到與在大型廟宇差不多。**結論：**建議到寺廟內進香之民眾，儘量減少在寺廟中停留之時間，選擇通風較好之寺廟或避開初一、十五到廟內拜拜。  
(中華衛誌 2000；19(2)：138-143)

**關鍵字：**PM<sub>10</sub> & PM<sub>2.5</sub>，拜香，寺廟，曝露評估。

## Personal particulate exposures in Buddhist temples

**Objectives:** This study was conducted to assess worshippers' exposure to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in two different types of Buddhist temples. The exposure factors of worshippers were also evaluated. **Methods:** Sampling was conducted on the 1st, 2nd, 15th, and 16th days of the lunar month in two Buddhist temples in Tai-Chung. Samples were taken using Personal Environment Monitors (PEMs) connected to personal pumps with 2L/min flow rates. The PEMs were worn by research staff, who mimicked worshippers' activities, to obtain their exposures to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in both temples. Factors such as construction type of the temples and worshipping dates were evaluated to explore the potential determinants affecting worshippers' exposures to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in Buddhist temples. **Results:** Visitors were exposed to aerosol concentrations in temples that were approximately 5 to 16 times the background exposure and nearly 4 to 5 times greater than those measured outside temples. Exposures of about 230 μg/m<sup>3</sup> more for PM<sub>10</sub> and 153 μg/m<sup>3</sup> more for PM<sub>2.5</sub> were observed on the 1st and the 15th than on the 2nd and the 16th of the lunar month. Worshippers were exposed to more PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in the larger temple with more thuribles since they spent more time praying there. The smaller temple had worse ventilation so worshippers' exposure on crowded days was almost as great as that measured in the larger Buddhist temple. **Conclusions:** To reduce exposure to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, people should spend less time in Buddhist temples, choose a well-ventilated temple, or avoid visiting temples on the 1st and 15th days of the lunar month.  
(Chin J Public Health. (Taipei): 2000;19(2):138-143)

**Keywords:** PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, incense burning, temple, exposure assessment.

## 前言

懸浮微粒為目前台灣地區超過空氣品質標準次數最多之污染物質，粒徑小於 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的懸浮微粒( $\text{PM}_{10}$ )會進入呼吸道，而粒徑小於 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 的懸浮微粒( $\text{PM}_{2.5}$ )，則會深入肺部累積於人體。其中成份如多環芳香烴(PAHs)可能對人體有致癌性[1]。近年來，惡性腫瘤為國人十大死因第一位，其中肺癌一直佔惡性腫瘤前三名，台灣空氣污染日益嚴重，污染物質與人體健康之關係已有不少研究提出佐證[2-5]。而僅由室外空氣品質監測並不能反映人體實際的曝露濃度，故目前曝露評估已逐漸受到各國的重視。由於各國國情不甚相同，個人曝露的來源、組成也大不相同[2]。

燒香、抽煙、烹飪等燃燒行為是一般人曝露 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 等較小粒子之重要來源。其中燒香是信奉道教、佛教為主之中國人的特殊習慣。台灣數以萬間之寺廟林立，尤其如龍山寺、行天宮等據說有求必應之處，在初一、十五或假日時，人潮絡繹不絕，廟內香煙裊裊，雲霧迷漫。燒香會產生懸浮微粒、PAHs、醛類等污染物，部份成份可能致癌[6]。羅友舜[7]發現拜香對室內致癌性PAHs有貢獻。另外，謝居憲[8]在台南測得兩間廟內之總懸浮微粒濃度平均為 $789.5$ 及 $1315.6\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，遠高於廟外之平均濃度 $72.5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。因此，常去廟中進香者是懸浮微粒之高曝露族群，其曝露濃度及影響曝露之因子是本研究探討之主題。

目前台灣較無環境中燒香實際產生之 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度之報告，本研究選擇兩間香火鼎盛不同型態之廟宇，在農曆初一、十五及初二、十六採樣，探討香客在廟內實際 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度，並由兩間廟宇型態差異(如大小、香爐數等)及不同拜香日期等來探討懸浮微粒曝露濃度不同之原因。

## 材料與方法

### (一) 採樣方法：

投稿日期：88年12月9日

接受日期：89年4月24日

懸浮微粒之採樣頭為採集 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 之 Personal Environmental Monitor (PEM) [SKC 761-200, 203型]，附加採樣套管(elutriator)，來避免人體皮屑或風速的干擾。採樣幫浦為SKC224-PCXR8型，流量 $2\text{ L}/\text{min}$ ，採樣前後均在現場以電子式自動流量校正器[SKC 712型]校正流量，誤差範圍在5%以內。採樣濾紙為直徑 $37\text{ mm}$ 之鐵弗龍濾紙(SK225-1709)。

### (二) 地點選擇：

依寺廟位於市中心內外、交通流量多寡、建築型態大小不同，選定台中市內兩間有名、香客很多的露天廟宇，甲廟為大型廟宇(約180坪)，二層建築，位於市中心外，中有天井，廟外為一廣場，外接一小巷道，交通量較少；乙廟為小型廟宇(約60坪)，中有天井，位於市中心街角，平日街道交通量很多。

### (三) 採樣策略：

詢問廟內人士，得知一天中香客人數最多的時段為上午8-12時，在此香火最鼎盛時，隨機取樣二十位香客，從其一進廟到離開廟之間，跟隨並記錄香客停留的地點及時間。甲廟具有五個大型香爐，香客到甲廟祭祀神明平均停留13分鐘，乙廟有兩個大型香爐，香客平均停留約10分鐘。

選擇農曆初一、十五及初二、十六民眾習慣最常及次常到寺廟敬神的日子，各採樣一天，每天每個廟由四位工作人員左右各配戴一個 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 個人採樣器，在廟內待四小時，以確保採樣後天平可稱出懸浮微粒重量差。採樣時，依前述統計之香客在兩廟內停留各處時間比例，設計四小時之採樣路線：在甲廟大廳天井下香爐、媽祖殿前香爐、後殿香爐、二樓中間香爐、二樓側面文昌香爐及廟內走廊等處各停留22、36、24、28、24分鐘及1小時46分鐘；在乙廟則為大廳天井下香爐、媽祖殿前香爐及走廊分別停留35、25分鐘及3小時，在香爐前停留時仿照香客拜香時距香爐約30-40公分。此採樣路線依

香客到廟內進香時在各處停留的時間比例調整為四小時，以此模擬一般香客在廟內活動，研究人員並記錄在香爐旁模擬採樣時身旁經過的敬神人數及香爐內香支數等。

以間接法探討個人曝露時，是假設一小環境中濃度不變，以此濃度乘上個人所待之時間，推估在此環境中個人之曝露量。故香客在香爐前曝露三小時與曝露一分鐘之濃度是一樣的，只是真實之曝露量會因曝露時間之不同而改變。本研究所探討者為香客之曝露濃度，以此模擬所採集之懸浮微粒( $PM_{10}$ 及 $PM_{2.5}$ )曝露濃度，應可代表當時去此廟進香之香客在此次拜香活動中在廟內這段時間之實際平均曝露濃度。

另外，在廟門外及離廟最近的馬路上，架上兩個採樣器，在廟內採樣之同一天，與廟內同時採集 $PM_{10}$ ，作為室外比較值，來評估寺廟內外 $PM_{10}$ 濃度差異，並每小時記錄廟外馬路十分鐘內經過之機車與三輪以上車輛數目。

#### (四) 實驗室步驟：

鐵弗龍濾紙放在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $50 \pm 3\%$ 之防潮箱中48小時後，以天平[Mettler AT261]稱重，先稱標準砝碼，再稱天平空白，若天平空白稱重數值差異在正負 $0.00001\text{ g}$ 以內，即可稱重。稱重時以去靜電裝置[VWR 58580-041]去除靜電之干擾。稱重兩次，可接受之誤差範圍為 $0.00001\text{ g}$ 。稱完後放於防潮箱保存。

#### (五) 資料分析：

以描述性統計方法計算樣本平均值、變異數等基本資料，再以Wilcoxon rank sum test或Wilcoxon signed rank test來比較不同變數分組之 $PM_{10}$ 及 $PM_{2.5}$ 濃度有無顯著差異，進而探討影響廟內 $PM_{10}$ 及 $PM_{2.5}$ 濃度之主要因素。

### 結果與討論

#### (一) QA/QC：

實驗室空白是以鐵弗龍濾紙檢驗是否在

實驗室受到污染，其值為 $-0.000004 \pm 0.000025\text{ g}(n=8)$ 。現場空白則以濾紙檢驗樣本是否在組裝、現場及運送過程中受到污染，其值為 $0.000011 \pm 0.00003\text{ g}(n=8)$ 。此外，以一人身上左右各掛一 $PM_{10}$ (或 $PM_{2.5}$ )採樣器(二重複)來檢驗精密度，二重複共6組，其差異百分比平均值約為11%。

#### (二) 廟外懸浮微粒濃度：

廟門外 $PM_{10}$ 平均值為 $129\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3(n=8)$ ，馬路旁 $PM_{10}$ 平均值為 $121\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3(n=8)$ ，高於蕭欣杰[9]在台北測得室外 $PM_{10}$ 平均濃度 $67.34\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由表一可見甲廟 $PM_{10}$ 濃度由廟內、廟門外到馬路上大致呈遞減，推測甲廟因廟外為一小廣場，馬路在外圍且交通流量不大，故 $PM_{10}$ 濃度會由廟內擴散出去而呈遞減。乙廟廟內比廟外及馬路濃度高，但廟外及馬路則看不出遞減趨勢，可能因乙廟緊鄰馬路，故廟門外與馬路上 $PM_{10}$ 濃度相差不大。由統計方法比較兩廟間廟門外 $PM_{10}$ 濃度差異，及兩廟間馬路上 $PM_{10}$ 濃度差異，皆未達到顯著意義，表示兩廟廟外大氣狀況相似，也可能是樣本數不多所造成。由表一可看出香客在廟內之曝露濃度比廟外高約4~5倍，顯見寺廟為一明顯之污染源，對當地環境 $PM_{10}$ 濃度可能有不小之貢獻量。此外在交通量與馬路上 $PM_{10}$ 濃度方面，甲廟並無明顯相關；而乙廟之相關係數為0.87，呈高度相關，推測因乙廟緊鄰馬路，且交通繁忙，故馬路上 $PM_{10}$ 濃度明顯受交通流量影響。

#### (三) 香客懸浮微粒曝露濃度：

廟宇內香客 $PM_{10}$ 平均曝露濃度為 $618 \pm 201\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3(n=32)$ ， $PM_{2.5}$ 平均曝露濃度為 $513 \pm 247\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3(n=31)$ (圖一)。比Ozkaynak[10]測得美國白天居家室內外之 $PM_{10}$ 平均濃度 $95\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及蕭欣杰[9]在台北得到 $PM_{10}$ 室內外平均濃度( $61.33\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $67.34\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ )， $PM_{2.5}$ 室內外平均濃度( $46.87\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $44.56\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ )明顯高出許多；而與Brauer[11]在墨西哥所測燃燒木材之廚房 $PM_{10}$ 平均濃度 $768\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 相當，亦與謝居憲[8]在台南所得兩間廟內總懸浮微粒之

濃度範圍(平均為789.5及1315.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )相符。可知寺廟內香客之 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度比一般居家環境中之 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度(46.87 & 44.56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [9])高約5~16倍,而 $\text{PM}_{10}$ 曝露濃度比一般居家環境中之 $\text{PM}_{10}$ 曝露濃度(61.33 & 67.34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [9])高約7~12倍,也比當時廟外馬路上之濃度高出約4~5倍(表一),由此所造成之健康傷害應不可小覷。

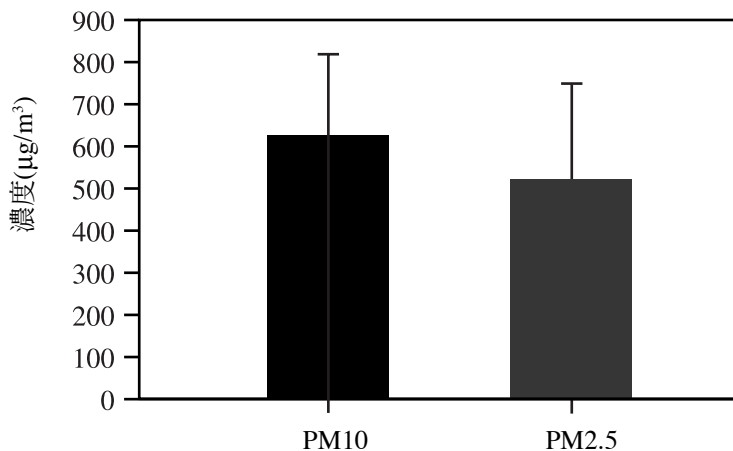
香客曝露濃度之 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 比值平均為0.86,較蕭欣杰[9]所得台北室內 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 比值0.74~0.77,室外比值0.64~0.67要高,可知燒香因屬燃燒行為,故比一般污染源產生較高比例之 $\text{PM}_{2.5}$ 。有時同一工作人員身上採得之 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度會大於 $\text{PM}_{10}$ ,可能原因為廟內有明顯污染源如香爐,而燃燒香支產生粒徑較小之懸浮微粒,故無論 $\text{PM}_{10}$ 或是 $\text{PM}_{2.5}$ 採樣器,可能大多採得皆為粒徑2.5  $\mu\text{m}$ 以下之粒子,在採樣器靠近污染源,及當時風向、風速不定,懸浮微粒在污染源附近未均勻分佈的情況下,可能造成 $\text{PM}_{2.5}$ 採樣器採得之濃度

會高於 $\text{PM}_{10}$ 採樣器。故本研究所得之 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 比值,與燒香實際產生之比值,仍會有些許差異。

進一步將不同廟之香客曝露分開來探討,甲廟內香客 $\text{PM}_{10}$ 平均曝露濃度為652  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=17), $\text{PM}_{2.5}$ 為645  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=15);乙廟內 $\text{PM}_{10}$ 平均曝露濃度為578  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=15), $\text{PM}_{2.5}$ 為390  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=16),統計上無法看出甲、乙廟 $\text{PM}_{10}$ 曝露濃度有顯著差異,而甲、乙廟 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度則有顯著差異( $p=0.0047$ )。更進一步分析,發現此差異與其去寺廟拜佛之日期有關,如下節所述。

#### (四) 初一、十五與初二、十六懸浮微粒曝露濃度比較：

初一、十五廟內香客之 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 平均曝露濃度分別為732  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=16)及587  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=16),而初二、十六廟內 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 平均曝露濃度分別為503  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=16)及434  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=15)(表二)。若不分廟來看, $\text{PM}_{10}$ 及



圖一 香客懸浮微粒曝露濃度分佈情形

表一 寺廟內外之 $\text{PM}_{10}$ 濃度

	甲廟	乙廟
廟內 $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	652 ± 183 (n=17)	578 ± 220 (n=15)
廟門外 $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	144 ± 107 (n=4)	114 ± 101 (n=4)
馬路 $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	116 ± 80 (n=4)	126 ± 71 (n=4)



表二 初一、十五與初二、十六懸浮微粒曝露濃度比較

日期 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	初一、 十五	初二、 十六	甲廟初一、 十五	乙廟初一、 十五	甲廟初二、 十六	乙廟初二、 十六
$\text{PM}_{10}$	732 $\pm$ 137 <sup>a</sup> (n=16)	503 $\pm$ 192 <sup>a</sup> (n=16)	734 $\pm$ 145 (n=7)	730 $\pm$ 139 (n=9)	595 $\pm$ 191 <sup>c</sup> (n=10)	350 $\pm$ 24 <sup>c</sup> (n=6)
$\text{PM}_{2.5}$	587 $\pm$ 240 <sup>b</sup> (n=16)	434 $\pm$ 238 <sup>b</sup> (n=15)	651 $\pm$ 210 (n=9)	505 $\pm$ 267 (n=7)	635 $\pm$ 234 <sup>d</sup> (n=6)	301 $\pm$ 120 <sup>d</sup> (n=9)

a,b,c,d:表示有相同記號之兩組，有統計上之顯著差異， $p < 0.05$

$\text{PM}_{2.5}$ 之曝露濃度在初一、十五與初二、十六間皆有統計上的顯著差異。初一、十五在香爐邊拜香時，4小時內身旁平均經過香客數約為181人，高於初二、十六時之133人，且初一、十五時香爐一直維持香火鼎盛的狀態，故民眾在初一、十五到廟內拜神之曝露濃度會比在初二、十六高， $\text{PM}_{10}$ 約高出230  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{2.5}$ 則約高出150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

比較香客在兩廟內初二、十六時 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度，在統計上皆呈顯著差異(表二)，甲廟 $\text{PM}_{10}$ 濃度較乙廟平均約高出245  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{2.5}$ 濃度則平均約高出330  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，可能是因甲廟較大，香客人數較多(初二、十六在甲廟香爐邊拜香身旁平均經過香客數約為165人高於乙廟80人)，香爐較多，且香客在甲廟內接近香爐時間較長所致，故香客在甲廟中初二、十六時懸浮微粒曝露濃度比在乙廟高約1.7至2.1倍，其 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度比一般居家環境之濃度高約10倍及14倍[9]，比當時廟外馬路上濃度平均約高5倍(表一)。在乙廟中，香客初二、十六時 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度比一般居家環境之濃度高約5至6倍[9]，比當時廟外馬路上濃度平均約高3倍(表一)。

而初一、十五香客在甲廟和乙廟內懸浮微粒曝露濃度在統計上並無顯著差異，可能因初一、十五祭拜神明之日，各廟宇內皆香火鼎盛，而乙廟空間較小，香客擁擠，通風不佳，造成香客懸浮微粒曝露濃度增加，與甲廟內之曝露濃度相當，而比一般居家環境之 $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度高約12倍[9]，比當時廟外馬路上濃度平均約高6至7倍(表一)。

## 結 論

香客在兩廟內之懸浮微粒平均曝露濃度： $\text{PM}_{10}$ 為618  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{2.5}$ 則為513  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其變異性頗大，比一般居家環境濃度高約5~16倍，可見香客所受曝露之嚴重。其曝露濃度會受廟宇本身條件(如廟宇大小、香爐數)及香客數多寡等影響。初一、十五時，因廟宇內香客眾多、香火鼎盛，進香者曝露之懸浮微粒濃度明顯高於初二、十六， $\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度皆約高出一倍左右，也比當時廟外馬路上濃度平均約高6至7倍。香客所接觸之香爐數愈多、時間愈長，其曝露濃度也會愈高。

由以上之研究結果，建議到寺廟內敬佛之民眾，能盡量減少到廟宇進香次數及在寺廟內尤其是香爐前停留之時間，並選擇通風較好、空間較大之寺廟或避開人潮洶湧之初一、十五，以減少高濃度懸浮微粒之曝露。另外，寺廟廟方若能經常清理香爐，使爐中之香支數減少，亦能減少由燒香產生之懸浮微粒，進而降低其對香客之健康危害。

## 誌 謝

本研究承蒙國科會提供研究經費(NSC88-2815-C-040-007-B)補助，胡淑娟等工作人員協助採樣及廟方之支持，在此一併致謝。

Taiwan Public Health Association  
台灣公共衛生學會



### 參考文獻

1. Samet JM, Spengler JD. Indoor Air Pollution 1st ed. Baltimore: The Johns Hopkins University of America, 1991;p33-67.
2. Pope CA III. Respiratory hospital admissions associated with PM<sub>10</sub> pollution in Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. Arch Environ Health 1991;**46**:90-7.
3. Wilson R, Spengler J. Particles in Our Air-Concentrations and Health Effects 1st ed. Cambridge, USA: Harvard University Press, 1996;p123-68.
4. Schwartz J, Slater D, Larson TV, Pierson WE, Koenig JQ. Particulate air pollution and hospital emergency visits for asthma in Seattle. Amer Rev Resp Disease 1993; **147**:826-31.
5. Dockery DW, Speizer FE, Stram DO, Ware JH, Spengler JD, and Ferris BG Jr. Effects of inhalable particles on respiratory health of children. Amer Rev Resp Disease 1989; **139**:104-9.
6. 李芝珊：我家沒污染，一版，台北：金言文庫，1995，第11頁。
7. 羅友舜：室內環境多環芳香烴特性之研究。國立臺灣大學公共衛生研究所碩士論文，1996：170p。
8. 謝居憲：寺廟內部空氣中PAHs成份及特徵之研究。國立成功大學環境工程研究所碩士論文，1996；125p。
9. 蕭欣杰：室內環境固相多環芳香烴特性之研究。國立臺灣大學公共衛生研究所碩士論文，1997；155p。
10. Ozkaynak H, Xue J, Weker R, Butle D, Koutrakis P, Spengler J. The Particle Team (PTEAM) Study: Analysis of the Data, U.S.A. EPA/600/SR-95/098 April, 1997.
11. Brauer M, Bartlett K, Regalado-Pineda J, Rogelio Perez-Padiilla. Assessment of Particulate Concentrations from Domestic Biomass Combustion in Rural Mexico Environ Sci Technol 1996;**30**:104-9.