

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

PM1/PM2.5/PM10 無機性氣懸微粒 總暴露量之評估 (III)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC-89-2621Z-002-060

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

個別型計畫：計畫主持人：李芝珊
共同主持人：

整合型計畫：總計畫主持人：
子計畫主持人：

註：整合型計畫總報告與子計畫成果報告請分開編印各成一冊，
彙整一起繳送國科會。

處理方式： 可立即對外提供參考
 一年後可對外提供參考
 兩年後可對外提供參考
(必要時，本會得展延發表時限)

執行單位：台灣大學環境衛生研究所

中華民國 90 年 7 月 20 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

PM1/PM2.5/PM10 無機性氣懸微粒總暴露量之評估(III)

計畫編號:

執行期間:民國 89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日
計畫主持人:李芝珊 國立台灣大學環境衛生研究所

E-mail: csli@ccms.ntu.edu.tw

一、中文摘要

大氣中含碳氣膠的來源極為複雜，以細粒徑微粒來說，大部份是由燃燒過程產生的，如柴油車、汽機車等交通工具、燃料煤、油的燃燒，除此之外，大氣中經由光化反應產生的二次有機化合物亦為含碳氣膠之重要來源；研究指出，大氣中的氣懸微粒化學組成以含碳物質、水溶性離子為主要之成份，已知元素碳(EC)在大氣中會吸收、散射光線而降低視程甚至影響氣溫、許多有機碳(OC)的成份具有突變性；因此，近年來對於元素碳(EC)、有機碳(OC)之控制已日益重要。

本研究利用微孔均勻沉積衝擊器(MOUDI™)來評析大氣環境(環保署的一般與交通空氣品質監測站)氣懸微粒之粒徑分佈特性，進而進行質量濃度之分析探討，研究結果顯示中山站之平均質量濃度為 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日間)、48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (夜間)及 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (全日)；大同站為 163 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日間)、104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (夜間)。

另外利用總有機碳分析儀附加固態樣品單元，分析微粒樣本中之元素碳(EC)及有機碳(OC)之濃度，以探討在不同類型之大氣環境中不同粒徑之氣懸微粒碳成份之特性。

關鍵詞:氣懸微粒、含碳物質、粒徑分佈、元素碳、有機碳

Abstract

The Ambient Air contains aerosol carbons. The ways of aerosol carbons is very complex. For example the fine particular, most of these are created from the process of combustion. From transportation like the diesel cars, the automobiles and the motorcycle on when burning flues like coal and oil. Besides that, it is also the important source whereby in the Ambient Air a photochemical reaction produces the second organic compound. According to research, in the Ambient Air the particular matter of chemical is composed of carbonaceous materials and water soluble ions as its main components. In the Ambient Air, it is know that EC will be absorbed and distribute light therefore it will decrease vision and even influence the temperature. Many components of OC have unexpected change. Therefore, in recent years, it is more and more important to control EC and OC.

This research used MOUDI to arbitrate the spread characteristics of fine particular of particular matter in atmosphere environment (EPA general and traffic stations). To proceed to the next step requires analyzing and

discussing the mass concentration. Research shows that the general monitoring station average of mass concentration is $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (day time), $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (night time) and $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (all day). The traffic monitoring station is $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (day time) and $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (night time).

Particulate samples were analyzed to determine elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) by a Total Organic Carbon Analyzer Equipped with a Solid Sample Module.

Key Words: particular matter, size distribution, carbonaceous materials, element carbon (EC), organic carbon (OC)

二、緣由與目的

許多研究指出，氣懸微粒含有許多有害物質，除了重金屬外，最主要之物質即為含碳化合物，一般可區分為總碳化合物(total carbon, TC)、有機碳化合物(organic carbon, OC)及元素碳化合物(elemental carbon, EC)。

一般含碳氣膠的來源極為複雜，以細粒徑微粒來說，大部份是由燃燒過程產生的，如柴油車、汽機車等交通工具、燃料煤、油的燃燒等，除此之外，經由光化反應產生的二次有機化合物亦為重要來源之一；含碳化合物不但能攜帶重金屬，且能與其他污染物質結合，而目前已有研究指出含碳之氣懸微粒對人體肺臟可能有致發炎及致腫瘤之特性，並會造成人類細胞的基因突變等。

因此，對於大氣中 EC、OC 質量濃度之控制已日益重要，研究亦指出 EC 和 OC 可做為空氣品質及特殊污染排放源之指標，並有助於總量分析之探討，另因其分析方法簡單、經濟，所以各國已漸將其認為空氣污染基本之

分析項目之一。

由於氣懸微粒常為都會區空氣品質惡化的原兇之一，且其對環境及人體健康所造成影響的嚴重程度，皆與氣懸微粒的粒徑大小、濃度及物理化學性質有著密切的關聯，所以若能充份瞭解氣懸微粒的化學特性，將可推估污染排放源的貢獻量，同時亦可探討微粒中對人體有致危害或對生態會造成破壞之化學物種含量，藉此可來評估人體的暴露量及對生態所可能造成的影響，以提供決策者更正確的訊息來針對污染物之來源採取更為有效的管制措施。

三、研究方法

本實驗所採用的微粒分徑收集器為微孔均勻衝擊採樣器(Micro-Orifice Uniform Deposit Impactor; MOUDI Model No.110 為美國 MSP 公司之產品)。

為配合 TOC 分析碳含量，採樣乃使用石英濾紙(Quartz filter, 2500 QAT, Pallflex, Putnam, Connecticut)，採樣前先將石英濾紙放入高溫爐中，以 350°C 烘烤 6 小時，以去除有機化合物之干擾，減少濾紙之碳空白量；且濾紙須經過控制溫溼度、去除靜電等調理後，才使用電子微量天平(M5P-000V001, Sartorius, AG, Goettingen, Germany)稱重。

以石英濾紙採集之大氣氣懸微粒之氣懸微粒樣品，再利用總有機碳分析儀 (Total Organic Carbon Analyzer, TOC, Shimadzu, Japan) 附加固態樣品單元 (Solid Sample Module, SSM, Shimadzu, Japan) 分析總碳(TC)與元素碳(EC)的含量。

四、結果與討論

本研究結果顯示，台北都會區大氣

環境之氣懸微粒質量濃度粒徑分佈(Δ Mass Concentration/ $\Delta \log d_p$ vs. d_p)中山站為一三峰分佈，其主要之波峰涵蓋了大部份的微粒粒徑範圍，波峰出現在 0.56~1.0 μm 、3.2~5.6 μm 、10~15 μm ；大同站為一雙峰分佈，波峰出現在 0.56~1.0 μm 、10~15 μm 。此與 Tsai(1999)[1]等人，研究台中都會及沿海地區之質量濃度粒徑分佈為呈現雙峰分佈，而主要之粒徑分別位於 0.56~1.0 μm 及 3.2~5.6 μm 之研究結果相似。

Aceves(1993) [2]指出都會區大氣中氣懸微粒之粒徑分佈多屬於雙峰之對數常態分佈，且由燃燒排放之氣懸微粒，係屬較年輕之氣膠，其粒徑大多 < 0.5 μm 。Buerki(1989) [3]曾針對不同地區中常見之粒狀污染物排放源進行採樣以探討氣懸微粒之粒徑分佈及主要之成份，結果顯示，在交通污染源區大氣中之氣懸微粒主要分佈 < 0.71 μm 之粒徑範圍內，而在工業區大型之燃燒器所排放之微粒，則主要分佈於 2.8~11.3 μm 。

Chow 等人(1993) [4]分析加州聖瓦金谷地採集的微粒中之碳成份，指出在 PM10 質量濃度中總碳(TC)成份佔 15-27%；而在本研究中，大氣環境採得的 PM10 質量濃度中，總碳(TC)之質量分率中山日、夜、全日及大同日、夜間分別為 0.78、0.44、0.41、0.61、0.50。由此可見在台北都會區中，氣懸微粒之含碳成份較此地區為高。

Chan et.al.(1999) [5]於澳洲 Brisbane 採集 PM2.5 及 PM10，研究其含碳成份，得知 PM2.5 之總碳質量分率為 24.8%；而 PM10 元素碳、有機碳及總碳質量分率分別為 10.9%、10.3%及 21.2%。而在本研究中，PM3.2 質量分率中山日、夜、全日及大同日、夜間分別為 0.83、0.45、0.44、0.67、0.57；中山日、夜、全日及大同日、夜間之 PM10 微粒 EC/TC 各為 0.31、0.43、

0.38、0.32、0.39；OC/TC 分別為 0.69、0.57、0.62、0.68、0.61；TC/PM 分別為 0.78、0.44、0.41、0.61、0.50，由此可知本研究於台北都會區大氣環境氣懸微粒 PM10 之 TC/PM 比值比 Chan(1999)於澳洲 Brisbane 所分析之結果(21.2%)高。

Chen(1997) [6]指出在交通污染源之大氣環境中，EC 之粒徑分佈屬於單峰型之分佈，波峰出現在 0.18~0.56 μm 之粒徑範圍。此與本研究之結果大氣環境微粒之含碳成份粒徑分佈為一單峰分佈，波峰位於 0.32~0.56 μm 相似。

Offenberg (2000) [7]利用 Berner-type impactor，其氣動直徑為 0.15、0.45、1.4、4.1、12.2 μm ，採集 Chicago 及 Li Michigan 兩地之大氣氣懸微粒並分析其碳成份特性，發現於 Li Michigan(rural)之氣懸微粒碳成份之粒徑分佈波峰出現在 0.45~1.4 μm 、0.15~0.45 μm ；而於 Chicago(urban)之氣懸微粒碳成份粒徑分佈波峰為 0.45~1.4 μm 及 4.1~12.2 μm 。研究發現 Chicago(urban)之氣懸微粒碳成份粒徑分佈與本研究之中山站日、夜及全日及大同站日、夜之氣懸微粒碳成份粒徑分佈相似。

五、結論與建議

中山站之氣懸微粒呈現三峰分佈，波峰位於 0.56~1.0 μm 、3.2~5.6 μm 、10~15 μm ，大同監測站之氣懸微粒呈現雙峰分佈，波峰分別位於 0.56~1.0 μm 及 10~15 μm 。而大氣環境之氣懸微粒含碳成份之粒徑分佈皆為一雙峰分佈。

中山站之平均質量濃度為 72 \pm 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日間)、48 \pm 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (夜間)及 53 \pm 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (全日)；大同站為 163 \pm 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日間)、104 \pm 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (夜間)。

目前國外的研究結果定義 OC/EC 比值大於 2.2 時為二次有機氣膠反應產生，但本研究大氣環境中 OC/EC 比值大於 2.2 之日數比例並不高，所以，可建議設立本土化之 OC/EC 資料庫，且 OC/EC 比值大於 2.2 之參考值是否適用於國內仍須加以探討。

六、參考文獻

- [1].Tasi (1999)Sci.Total Environ., Vol.231, pp.37-51.
- [2].Aceves (1993) Environmental ScienceTechnology, Vol.27, No.13, pp.2896-2908.
- [3].Buerki (1989)Atmospheric Environment, Vol.23, No.5,pp.1659-1668.
- [4].Chow (1993) Atmospheric Environment, Vol.27, pp.1185-1201.
- [5].Chan (1999) Atmospheric Environment, Vol.33, pp.3251-3268.
- [6].Chen(1997)Environment International Vol.23,No.4,pp.475-488.
- [7].John H. Offenberg(2000) Atmospheric Environment 34 pp.1509-1517.

表 1 大氣環境 PM1/PM3.2/PM10/PM1 無形微粒質量濃度及比值

	中山日間		中山夜間		中山全日		大園日間		大園夜間	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
PM15	72.04	26.18	47.71	7.97	51.92	26.40	163.30	72.20	103.83	40.22
PM10	67.12	23.24	43.24	7.39	49.25	24.89	139.40	62.41	90.94	37.18
PM3.2	53.24	19.62	36.73	6.59	39.67	21.29	104.06	49.93	67.21	27.57
PM1	38.29	13.49	24.48	4.73	28.36	17.13	71.52	37.48	45.59	17.53
PM10/PM15	0.94	0.02	0.95	0.02	0.93	0.02	0.85	0.06	0.87	0.06
PM3.2/PM10	0.79	0.03	0.81	0.02	0.80	0.03	0.74	0.08	0.74	0.06
PM1/PM10	0.57	0.04	0.54	0.04	0.55	0.07	0.51	0.10	0.51	0.07
PM1/PM3.2	0.72	0.04	0.67	0.03	0.69	0.07	0.68	0.08	0.69	0.06

註1:質量濃度單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

註2:PM10/PM15、PM3.2/PM10、PM1/PM10、PM1/PM3.2為質量濃度相除後所得的比值

表二中山站日間 PM15、PM10、PM3.2、PM1之質量濃度及含碳成份特性

	PM15		PM10		PM3.2		PM1	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
質量濃度	72.04	26.18	67.12	23.24	53.24	19.62	38.29	13.49
TC	53.23	9.27	49.66	7.84	40.99	6.86	32.15	5.21
EC	16.30	2.20	15.04	2.37	12.52	1.70	9.49	1.31
OC	36.93	9.50	34.62	8.28	28.48	7.49	22.67	5.76
TC/PM	0.78	0.19	0.78	0.19	0.83	0.24	0.90	0.26
EC/TC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.08	0.30	0.08
OC/TC	0.69	0.07	0.69	0.07	0.69	0.08	0.70	0.08
OC/EC	2.32	0.81	2.38	0.87	2.34	0.87	2.46	0.82

註1:質量濃度、TC、EC、OC之單位皆為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表三中山站夜間 PM15、PM10、PM3.2、PM1之質量濃度及含碳成份特性

	PM15		PM10		PM3.2		PM1	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
質量濃度	47.71	7.97	43.24	7.39	36.73	6.59	24.48	4.73
TC	20.83	6.18	19.77	5.83	16.56	4.94	12.84	3.12
EC	8.78	1.53	8.31	1.45	7.34	1.40	6.03	0.90
OC	12.05	5.15	11.46	4.81	9.22	3.93	6.81	2.79
TC/PM	0.44	0.09	0.44	0.09	0.45	0.08	0.53	0.10
EC/TC	0.43	0.08	0.43	0.08	0.45	0.08	0.48	0.09
OC/TC	0.57	0.08	0.57	0.08	0.55	0.08	0.52	0.09
OC/EC	1.36	0.45	1.37	0.43	1.25	0.39	1.14	0.43

註1:質量濃度、TC、EC、OC之單位皆為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表四中山站全日 PM15、PM10、PM3.2、PM1之質量濃度及含碳成份特性

	PM15		PM10		PM3.2		PM1	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
質量濃度	52.92	26.40	49.25	24.89	39.67	21.29	28.36	17.13
TC	20.01	6.01	18.57	5.58	15.73	4.90	12.12	3.76
EC	7.65	3.21	7.28	3.05	6.49	2.79	5.39	2.35
OC	12.36	3.08	11.29	2.81	9.24	2.37	6.73	1.71
TC/PM	0.41	0.10	0.41	0.10	0.44	0.11	0.50	0.14
EC/TC	0.37	0.06	0.38	0.06	0.40	0.07	0.43	0.08
OC/TC	0.63	0.06	0.62	0.06	0.60	0.07	0.57	0.08
OC/EC	1.78	0.50	1.71	0.50	1.58	0.49	1.40	0.48

註1:質量濃度、TC、EC、OC之單位皆為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表五大同站日間 PM15、PM10、PM3.2、PM1之質量濃度及含碳成份特性

	PM15		PM10		PM3.2		PM1	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
質量濃度	163.30	72.20	139.40	62.41	104.06	49.93	71.52	37.48
TC	89.34	37.28	81.45	33.41	66.39	28.46	50.31	22.21
EC	28.51	13.42	26.00	12.52	22.26	11.20	17.68	8.96
OC	62.59	25.31	55.45	22.73	44.14	18.87	32.63	14.57
TC/PM	0.57	0.11	0.61	0.11	0.67	0.13	0.75	0.19
EC/TC	0.33	0.09	0.32	0.07	0.34	0.08	0.36	0.08
OC/TC	0.70	0.11	0.68	0.07	0.66	0.08	0.64	0.08
OC/EC	2.28	0.64	2.22	0.64	2.08	0.60	1.94	0.73

註1:質量濃度、TC、EC、OC之單位皆為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表六大同站夜間 PM15、PM10、PM3.2、PM1之質量濃度及含碳成份特性

	PM15		PM10		PM3.2		PM1	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
質量濃度	103.83	40.22	90.94	37.18	67.21	27.57	45.59	17.53
TC	47.40	13.67	43.04	12.57	35.90	10.01	28.90	8.17
EC	18.05	3.53	16.77	5.20	14.56	4.55	12.14	3.76
OC	29.35	9.05	26.27	8.35	19.10	5.83	16.76	5.31
TC/PM	0.48	0.10	0.50	0.11	0.57	0.12	0.67	0.12
EC/TC	0.38	0.06	0.39	0.06	0.41	0.07	0.43	0.08
OC/TC	0.62	0.06	0.61	0.06	0.53	0.06	0.57	0.08
OC/EC	1.67	0.42	1.61	0.44	1.36	0.39	1.43	0.46

註1:質量濃度、TC、EC、OC之單位皆為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$