

# 第一章 緒論



## 1-1 前言

台灣本島四面環海，地形複雜，中央山脈山勢陡峭，由台灣北部綿延至南部，由於地理位置特殊，臨海靠山，氣候受季風、太平洋副熱帶高壓、颱風等影響，因此大氣懸浮微粒之分布及輸送狀態複雜。不但受到本土不同排放源造成各種化學物質濃度大小影響，又受到氣象因素，將外來的污染經由季風、颱風或沙塵暴帶到台灣。

大氣懸浮微粒的來源大致可分為自然源以及人為污染源 (Arimoto et al., 1989; Chester et al., 1990)，經由衛星的觀測以及大氣懸浮微粒傳輸路徑的模擬顯示，污染源的大氣懸浮微粒其來源是以人口密度高及經濟活動頻繁的地區為主，且大多為較細的顆粒；而自然源的大氣懸浮微粒其來源以海洋和陸地為主，且大多為較粗的顆粒 (Chin et al., 2002; Deuze et al., 2000; Diner et al., 2001; King et al., 1999; Tanre et al., 1997; Veefkind et al., 1998)。

懸浮微粒在大氣中的分佈以及滯留時間會受氣象因素和傳輸距離的遠近而有濃度上的變化，當地表風速大時可將懸浮微粒帶至高空，並傳輸到較遠地區，如非洲和亞洲之物質可以傳輸至美洲，美洲物質也可以傳輸到歐洲 (Clarke et al., 1985; Prospero et al., 1986)，不論是自然源或是污染源的大氣懸浮微粒對氣候或空氣品質都已被認

定為是全球性的影響(Sokolik et al., 1996 ; Tegen et al., 1994)。

## 1-2 自然及人為排放之重金屬來源

由於重金屬通常以附著在固體物上、其他粒狀物或與其他化學物質形成化合物而殘留於灰份或蒸汽中。根據前人所做的研究指出，風塵、火山爆發、森林火災及海洋所產生之飛沫等，均為自然重金屬之主要來源(Pacyna et al., 1986)，如下列所示：

1. 地面揚塵：其特徵與地殼、土壤的成分十分相近，粒徑通常大於  $1\ \mu\text{m}$ ，含有大量之 Al、Ca、Fe、Sr 等金屬元素。
2. 海水濺出之浪沫：主要為 Na 與 Mg 等金屬元素。
3. 火山爆發：產生如 Fe、Mn、Zn、Co、V 等金屬元素。
4. 森林火災：被認為是 Hg 金屬元素的主要來源。

人類活動亦會排放重金屬至自然環境中，尤其是各種工業生產過程中排放之固體顆粒含有各種金屬元素。例如，煤的燃燒會排放 Al、Si、Fe(Mamane et al., 1990)；煉鋼廠排放 Fe、Zn、Se、Mn 及 Cr(Hopke et al., 1991)；汽機車則是排放 Pb(Singh et al., 1997)；其他如熔鍊業產生 Zn、Cd、Cu(Sweet et al., 1993)以及焚化爐產生的多種重金屬污染物。

### 1-3 焚化爐排放之重金屬

在燃燒焚化過程中，重金屬會因飽和溫度之不同而揮發或殘留在灰渣中。飽和溫度高，重金屬易凝結而殘留在灰渣中的比例將提高(孫世勤, 1992)。大部分之重金屬揮發性均不高，但 Pb、Cd 及 Hg 卻具有相當之揮發性，在焚化過程之後通常會與飛灰優先結合，部分則是以氣體型態排放至外界大氣中。重金屬之揮發性決定其去向，不易揮發之重金屬存在底灰中，而易揮發之重金屬則與同質凝結成新粒子(粒徑小於  $0.04 \mu\text{m}$ )，及異質凝附微粒表面。Al、Ba、Ca、Fe、Mg、Mn、Si、Sr 等沸點高之元素焚化後，大部分成為飛灰之基底或成為底灰，少部分附著於底灰。As、Cd、Pb、Sb、Zn 與 Se 則是大部份會附著於飛灰表面。Hg 因為具相當高之揮發性，不易凝結，主要以氣態形式存在(Klein et al., 1975)，低揮發性之金屬及金屬化合物將沉積於底灰或隨著飛灰逸散，較高揮發性的金屬，於焚化過程中將被蒸發。

含重金屬物質經由高溫環境下之焚化，會揮發並存於廢氣中。當廢氣經過冷卻設備及熱回收鍋爐後，部分重金屬會因凝結或吸附作用而被除塵設備所去除，當廢氣通過集塵設備之溫度愈低者，去除效果愈佳。

(Chen et al., 1998)指出在焚化過程中，當 PVC 增加時，形成高揮發

性金屬氯化物之機會較金屬氧化物高。高揮發性之金屬氯化物會隨著煙道廢氣排出，而金屬元素與氧結合產生之金屬氧化物由於其高沸點，大多留於底灰中。Cd、Cr、Cu、Hg、Mn、Ni、Pb、Zn、Co 等金屬元素為典型的垃圾焚化爐煙道廢氣排放之污染物(Valberg et al., 1996)因具高毒性、人類活動而造成高濃度及可藉由土壤與植物而進入食物鏈等因素，使這些金屬元素被認為是重要的污染物追蹤者。

#### 1-4 大氣中之重金屬

金屬元素大多以粒狀物型態排放至大氣中，再經由氣流之傳送與重力沉降作用，而廣泛分佈於環境中。在傳輸過程中大氣懸浮微粒會隨著大氣中化學狀況之改變而產生質變，同時也會以沉降方式自大氣中移除。因此大氣懸浮微粒自來源區往外傳輸後，其成分會發生變化。Polissar 等人在阿拉斯加地區的大氣中發現當地的大氣受到來源性質不同的氣流所影響(Polissar et al., 1998a; Polissar et al., 1998b)，此包括來自歐亞大陸污染性較高的北極圈氣流以及來自太平洋較為乾淨的海洋氣流。當冬季溫度較低時，北方的北極氣流會向南遷移，將污染物質傳送到阿拉斯加地區，當夏季溫度較高時，南方的太平洋氣流會向北遷移，將較乾淨的海洋物質傳送到阿拉斯加境

內，因此隨著季節的更替，當地的大氣會受到來源性質不同的大氣所影響。本研究地區位於台灣北部，其情況與阿拉斯加有點類似，由於台灣是介於亞洲大陸與太平洋之間，季節變化相當明顯，在冬季吹東北季風，氣流來自於亞洲大陸，接收到來自北方大陸性的污染物質；夏季吹西南風，氣流來自於南方海洋，接收到較為乾淨的海洋性物質。

## 1-5 沙塵暴對環境的影響

有關大氣懸浮微粒的研究在近 20 年來指出來自亞洲大陸之沙暴物質及污染物的傳輸對太平洋海域之大氣成分影響很大，特別是沙塵暴的影響(Uematsu et al., 1983)，根據氣流回推分析顯示這些亞洲沙漠的沙塵一但被揚起到高處後，就會隨中緯度的西風往東傳輸至太平洋(Merrill et al., 1994)，其中細粒的沙塵可以傳輸較遠的距離(Gomes et al., 1990)，有些甚至可越過太平洋到超過一萬公里外的北美陸地(Husar et al., 2001；Jaffe et al., 1999)。

大陸沙塵暴對遠洋大氣中組成的貢獻，不但帶來了大陸來源的礦物顆粒，亦將人為污染、工業污染所產生的物質經由長程傳輸互相混合與作用而飄散在遠洋大氣成分中並改變大氣中懸浮微粒的濃度與化學性質(Arimoto et al., 1996)。Lin 等人研究亦認為大陸沙塵暴

可相當程度影響大氣中微量金屬的濃度(Lin et al., 2002)。

每年的三月到五月是大陸沙塵暴高峰期(Merrill et al., 1989; Geo et al., 1992)，此時礦物顆粒由沙漠地區或少植被之乾燥裸露區域而來，沙塵自地表揚起進入大氣中並受西風影響向東傳輸，由於受到大氣中其他懸浮物作用，氣流軌跡的改變以及所經過的地區當地污染物加入混合，從中國大陸西北方地區過來的大氣中懸浮物組成在傳輸過程中會不斷的改變。

大陸沙塵暴主要源地位於北緯 35 度以北，東經 125 度以西的中國西北和華北、蒙古一帶，包括新疆、甘肅、河北、內蒙古、蒙古等地，該地區年降雨量都在 400mm 以下，且降雨季節分布相當不平均。沙塵暴屬季節性天氣現象，多發生在冬末至春季，其中又以 3 月至 5 月發生頻率最高，佔全年 60% 以上。沙塵暴發生後，顆粒較大的粒子即於源地附近沉降到地面，僅影響附近地區，顆粒較小的粒子可以向上傳送到 1000 公尺至 3000 公尺高空，再藉由西風帶的氣流向東傳送。在傳送的過程中，一部分因擴散或稀釋，使得沙塵傳送的距離越遠，濃度越低，一部份因傳送過程中，受到沉降或降雨的沖刷效應而到達地面。

沙塵天氣依能見度及含沙量來定義(Bernier et al., 1995)可分為：

浮塵：因沙懸浮或飛揚空中而使水平能見度降至 10Km 以內。

揚沙：風將地面塵沙吹起而使水平能見度介於 1 至 10Km 間。

沙塵暴：強風將地面塵沙吹起而使水平能見度低於 1Km。

如表一所示。

表一 沙塵暴強度分級表

強度	瞬間極大風速	最小能見度
特強	》 25m/s	0 級 < 50m
強	》 20m/s	1 級 < 200m
中	》 17m/s	2 級 200-500m
弱	》 10m/s	3 級 500-1000m

大陸沙塵暴除了影響到大陸地區，主要向東影響日本(Fan et al., 1996; Zhou, 1996)、韓國(Chuang, 1992; Duce, 1980)、夏威夷(Parrington, 1983)，並可遠達加拿大及美國西岸(Husar et al., 2001)；往南可影響到台灣(Lin et al., 2001)、香港，甚至達



菲律賓，影響範圍相當遼闊。而台灣地區亦在這些沙塵傳輸路徑上，因此本研究的目的之一也是希望了解這些沙塵事件是否也會影響到台灣的空氣品質。

大氣懸浮微粒的組成、來源以及輸送機制對全球的氣候以及水循環有著複雜的關連性。隨著全球人口的成長以及工業的快速發展，人口密集化形成的都會區增多，造成各種污染的發生，這種日漸惡化的情形衝擊著全球的環境以及生態，同時造成很嚴重的影響。許多有害於人體健康的金屬元素，藉由大氣懸浮微粒的傳輸進入的人體呼吸系統內，對人體造成危害，而這些污染物又以人為因素所造成的居多。整體而言，大氣懸浮微粒與全球的環境以及人類活動的關係是彼此牽引著，因此研究大氣懸浮微粒將可瞭解其影響的範圍以及程度。

## 1-6 研究動機

近年來，隨著工業的發展，污染物質大量的產生，污染源經由大氣傳輸到各地；而這些空氣中懸浮微粒金屬元素主要來源有三種，分別為地殼源、海水源、與汙染源等。其中又以污染性元素來源較複雜，對環境影響較嚴重。而污染源主要分本土污染源與外來污染源兩種。

本土污染源：汽機車、工業或焚化爐所排放的氣體，或是其他燃燒所造成的污染等。

外來污染源：則是經由季風或沙塵暴影響將外來污染源輸入。

本研究之目的為利用陽明山地區所採集到雨水樣品，分析其金屬元素的成分與濃度，了解大氣中的金屬元素的分佈情形，並且鑑別這些元素的來源與傳輸機制。