

出國報告（出國類別：其他：參訪）

德國大氣研究中心(IfT)生質燃燒與 氣膠學術交流

服務機關：國立雲林科技大學
姓名職稱：李經民 副教授
派赴國家：德國萊比錫暨奧地利
報告日期：2016.09.26
出國時間：2016.07.04-21

摘要

本次赴德國大氣研究中心參訪，瞭解光化反應暴露艙實驗收獲豐盛。該中心長期關注於生質燃燒之氣狀及粒狀污染物對大氣光化反應及全球暖化的影響，因歐洲及美洲大陸經常森林野火燃燒，可延綿達數十公里，排放 PM2.5 煙塵對全球空氣品質造成嚴重衝擊；加上全球暖化成林木乾燥造成野火頻傳，而野火 CO₂ 排放更加大全球暖化趨勢，互為因果成為難解的課題。

目前全球暖化及 PM 2.5 污染，無疑是目前最重要的環境課題。台灣中南部長期受 PM2.5 影響，其中衍生性氣膠佔 PM 2.5 質量濃度四~五成，衍生型氣膠受亞硝酸(HONO)推動光化反應所影響，而大氣或室內環境(祭拜等)之生質燃燒皆可能是 HONO 重要來源，應鼓勵國內研究進行大氣 HONO 反應機制討論及加強宣導 HONO 氣狀物健康危害。最後，此行赴奧地利參訪當地的綠色能源及焚化爐設施，瞭解發展太陽能或風力等綠色能源，關鍵在於及早鋪設高電壓饋線送電系統(數萬伏特)及設置變電站，愈晚鋪設阻力愈大；建議應及早規畫綠色能源電網之設立。

目次

一、	目的.....	1
二、	過程.....	1
三、	心得.....	2
四、	建議事項.....	2
五、	(附錄).....	4

一、目的

為瞭解生質燃燒及全球暖化對大氣影響，赴德國大氣研究中心暨奧地利綠色能源及焚化爐設施參訪。

二、過程

今年 7 月 4 日由桃園機場搭飛機經阿姆斯特丹至德國法蘭克福，5 日搭火車至萊比錫大氣研究中心(IIT)，進行十一天德國交流參訪活動，該中心為國際著名大氣對流層污染研究機構。參訪期間與 Dr.Yushi, Dr.Alina 等多位研究專家做廣泛意見討論交流。此次為第二次訪問大氣中心，6 年前曾參訪暴露艙實驗，當時暴露反應艙尚屬初設階段，今年參訪暴露艙實驗無論是裝置設備或實驗設計都更為完善(圖 1、圖 2)。該中心長期關注於森林燃燒(生質燃燒的一種)，探討野火燃燒排放之氣狀及粒狀污染物對大氣光化反應及全球暖化影響。因歐洲及美加等國經常森林野火燃燒頻傳，有時可達數十萬公頃森林野火燃燒，延綿數十公里，其排放 PM2.5 煙塵對全球空氣品質造成嚴重衝擊，同時野火燃燒 CO₂(溫室氣體)排放更加大了全球暖化趨勢。如數年前美國洛山磯周邊百餘公里曾受森林野火重創，LA 附近居民 50 萬人緊急疏散一週，是加州近百年最大應變疏散，重創加州當年經濟成長率，顯示生質燃燒及全球暖化皆可能影響社會與經濟發展。

此次與大氣研究中心研究人員進行廣泛交流討論，包含 PM 2.5 形成機制及目前最受關注的亞硝酸(HONO) 議題。目前國內生質燃燒研究著重於稻草及農廢燃燒排放 PM2.5 對空氣品質影響。因 PM2.5 來源包含原生型與衍生型兩種氣膠，前者來自燃燒源微粒排放，衍生型則由氣狀物經大氣光化反應(OH 自由基推動)生成硝酸銨與硫酸銨等 PM2.5 微粒。討論中，我也特別說明台灣 PM 2.5 特性，中南部地區衍生性氣膠佔 PM 2.5 質量濃度 40~50%，令德國學者們大感驚訝(是一般區域 2 倍，明顯高於鄰近中國大陸及日本)。而斗六、嘉義市年平均可達~35 微克/M³ 高居全臺前三名，幸好斗六 PM 2.5 半數左右屬於衍生性 PM 2.5，其主要為水溶性離子，多數可溶解於鼻腔會增加過敏反應，對肺部危害影響較小；而原生型 PM 2.5 則可深入呼吸肺泡區，對人體肺部健康影響明顯較大。除了 PM2.5 外，大家討論後共同一致認為 HONO 氣狀物才是重中之重。因近年來，相關大氣研究顯示 HONO 是光化反應最重要的起始物質，可生成 OH 自由基，其與 PM2.5 衍生型氣膠生成有密切關係。而生質燃燒又是大氣 HONO 主要來源之一，同時我們 Chamber 燃燒實驗數據也證實有高濃度的 HONO 排放。雙方的交流討論相談甚歡。

17 日搭火車南下至奧地利維也那，參訪當地綠色能源及焚化爐設施，傍晚先參觀數百年歷史天主教大教堂。參觀教堂發現一件有趣事，原來天主教堂也流行用蠟燭來點光明燈(每小支燭蕊 1 歐元)(如圖 4)，頗似台灣寺廟的祈福方式，看來不論任何宗教都其相似處。近兩年，國際相關研究顯示燃燒蠟燭會排放亞

硝酸，去年我們在氣膠研討會曾報告燃燒金紙排放可觀的亞硝酸；近期研究更顯示亞硝酸有高度的風險可能導致肺癌；顯現宗教(或祭祀)祈福只要內心虔誠，不見的非要燃燒大量的金紙或蠟燭，不僅減少環境污染更可保護自身健康。次日參訪當地藝術造型焚化爐及其廢水處理設施(圖 5、6)，藝術造型焚化爐非常特殊，將不受歡迎的焚化爐由藝術造型改變，不僅可發電供周邊居民使用，更成為當地著名觀光景點造福周邊商圈。此外，參觀郊區周邊風力發電及綠色能源高壓「饋線」送電系統(圖 7)，發展太陽能或風力等綠色能源，真正關鍵是及早鋪設數萬伏特高電壓饋線送電系統及設置變電站，在環保意識抬頭「鄰避」效應下，愈晚鋪設阻力愈大，否則空有太陽能發電裝置，電卻送不出去的窘境(電無法貯存)，大幅降低發電效率。19日原經布拉格轉阿姆斯特丹返回桃園；在阿姆斯特丹機場 KLM 飛機機械故障延誤一晚，20日由阿姆斯特丹改飛杜拜，21日才回桃園機場(以後出國要慎選航空公司)。

三、心得

目前全球暖化及 PM 2.5 污染，無疑是最受重視的環境課題。PM2.5 對中南部影響，更是國人關注焦點。簡單說「斯斯」有兩種(感冒藥)，同樣的 PM2.5 也有兩種，一種原生型來自燃燒源微粒排放，一種衍生型來自氣狀物經光化反應形成的水溶性無機鹽。而中南部地區衍生性氣膠佔 PM 2.5 質量濃度 40~50%，衍生性氣膠主要受 HONO 生成 OH 自由基推動大氣光化反應影響，因 HONO 與衍生性 PM2.5 生成有密切關係，但國內研究團隊進行亞硝酸研究甚少，因而不論大氣或室內環境之生質燃燒皆是 HONO 重要來源，值得討論。此行至德國大氣研究進行交流及綠色能源及焚化爐設施參訪，受益良多。

四、建議事項

此行赴德國及奧地利，對生質燃燒排放 PM 2.5 與 HONO 相關光化反應研究及其全球暖化對大氣影響，及綠色能源及焚化爐設施之參訪，綜合建議事項如下：

1. 因台灣中南部地區衍生性氣膠佔 PM 2.5 質量 4-5 成，對高衍生性氣膠及其氧化前驅物 HONO 來源討論，建議應做更廣泛深入研究；因近五年國際對 HONO 來源討論早已成顯學，而國內研究多數停留 PM 2.5 粒子調查階段，對於大氣光化反應主要啟動基之 HONO 研究，應鼓勵相關研究進行。

2. 對於寺廟或初一、十五崇拜使用之焚香及燃燒金紙，除說明造成環境 PM2.5 污染外，更應由健康角度切入，加強宣導 HONO 氣狀物健康危害性。因相關研究顯示金紙燃燒(生質燃燒的一種)排放大量 HONO，可能直接危害人體健康(致癌性)；如台北行天宮早已由祈禱取代焚香燒金行為。(註:焚香燒金活動多數由女性參與，是否與近年臺灣女性之肺腺癌顯著上昇有關? 頗值研究討論)

3. 有關綠色能源方面，此行 7 月離開臺灣時氣溫~31 度，到德國白天溫度只

有~20度(晚上~17度)，夏天根本不需要冷氣；夏季，歐洲北部的電向南歐送，冬季則反向送電，歐洲已成為一個大電網，相互支援。反觀，台灣卻是獨力電網(島上孤立電力系統)，準備尖峰電力花費是可觀的，也是電價沉重的負擔。如何提供民眾可負擔且具有外銷競爭的電價，也要說服全民(企業)接受高電價時代來臨，及估算未來十年電價預期漲幅(30%?、50%?、100%?、200%?)供全民選擇。此外，對全台綠色能源電力規畫(太陽能或風力)，關鍵的高電壓饋線及變電站設置應儘快處理(抗爭阻力是可預期的)，否則徒有太陽能發電裝置卻有送不出的窘境。因而，規畫綠色能源電力網設立為當務之急。

五、附錄



圖 1 暴露艙



圖 2 實驗儀器

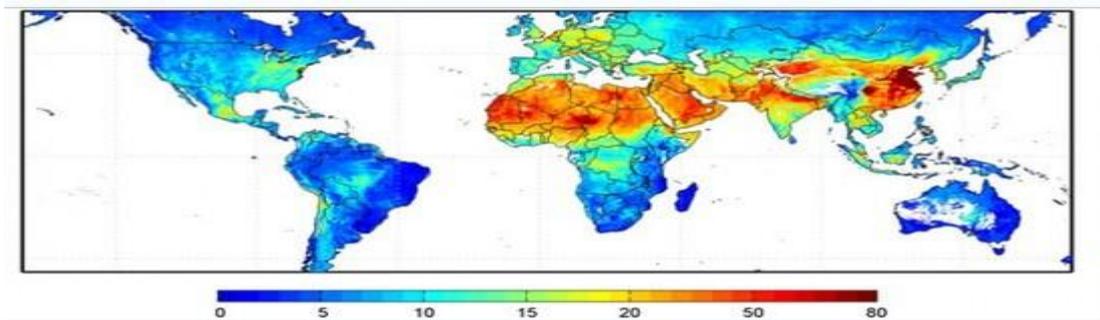


圖 3 全球 PM2.5 分佈



圖 4 教堂以點蠟燭祈福圖



圖 5 藝術造型焚化爐設施



圖 6 焚化爐廢水處理設施



圖 7 風力發電及高壓饋線系統