

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：其他)

赴美參加「2016 美國大氣沉降計畫科學  
討論會」

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：黃健瑋環境監測技術師

派赴國家：美國

出國期間：105 年 10 月 31 日至 11 月 7 日

報告日期：106 年 2 月 6 日

## 摘要

本署長期進行空氣品質監測，設有一般性空氣品質測站及大氣背景測站，監測項目除一般空氣污染物，亦包含酸雨、能見度及大氣汞等項目，為學習國外相關監測新知，於 2016 年 11 月 2 日至 4 日(美國時間)出席 2016 美國大氣沉降計畫(National Atmospheric Deposition Program, NADP)科學討論會，會議地點為美國新墨西哥州聖塔菲(Santa Fe)。

本次科學討論會主要由美國及加拿大等國家環境部門代表及學術研究人員與會，約有 100 人參加。本次科學討論會議題包含：能見度與大氣沉降在沙塵和煙霧間的關聯、水陸生態中大氣汞沉降及循環、城市大氣化學及沉降、農業排放及大氣沉降、最新大氣沉降模式發展等，藉由討論會交流瞭解國際上最新研究技術之成果，可提供本署相關監測技術之參考。

本署於我國中部鹿林山建置大氣背景測站，並加入 NADP 的大氣汞監測網(AMNet)，相關研究成果豐碩，本次會議中由本署「鹿林山及偏遠離島背景測站計畫」協同主持人，國立中央大學大氣物理研究所許桂榮副教授進行研究報告，展示鹿林山大氣背景站之雨水汞監測成果，並藉由國際合作、資料交換，有效提升我國在國際上之能見度。

# 目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
一、目的及背景說明.....	1
二、研習過程.....	1
三、心得及建議事項.....	2
附錄 1、討論會相關照片	
附錄 2、Proceedings	
附錄 3、2015 Annual Summary	
附錄 4、Total Deposition 2015	
附錄 5、NITROGEN FROM THE ATMOSPHERE	

## 一、目的及背景說明

本署長期進行空氣品質自動監測，設有一般性空氣品質測站及大氣背景測站，監測項目除一般空氣污染物，亦包含酸雨、能見度及大氣汞等，為學習國外相關監測新知，提供本署相關監測技術參考，爰赴美國參加 2016 美國大氣沉降計畫 (National Atmospheric Deposition Program, NADP) 科學討論會。本次科學討論會於 2016 年 11 月 2 日至 4 日(美國時間)於美國新墨西哥州聖塔菲(Santa Fe)舉行，主要由美國及加拿大等國家環境部門代表及學術研究人員與會，約有 100 人參加。本次討論會議題包含能見度與大氣沉降在沙塵和煙霧間的關聯、水陸生態中大氣汞沉降及循環、城市大氣化學及沉降，最新大氣沉降模式發展等，藉由討論會交流瞭解國際上最新研究技術之成果。

美國大氣沉降計畫(NADP)始於 1977 年，主要目的為測量及研究大氣沉降對環境的影響，而降水化學監測網於 1978 年開始運行，並在 1980 年代初迅速擴建，其目的是為了加強對酸性降水原因和影響的了解，而後再將名稱變更為 NADP 國家趨勢網(National Trends Network, NTN)，目前計有 250 個測點。此外，陸續有大氣整合研究監測網(Atmospheric Integrated Research Monitoring Network, AIRMoN)、汞沉降監測網(Mercury Deposition Network, MDN)、大氣汞監測網(Atmospheric Mercury Network, AMNet)及氨監測網(Ammonia Monitoring Network, AMoN)加入 NADP。

本署鹿林山大氣背景測站所進行的大氣汞監測，為臺美環境技術合作協定計畫項目之一，因地理位置優越，可觀測到源自於中南半島生質燃燒及東亞大陸人為活動的大氣汞排放，也可觀測到來自於南海及太平洋的背景大氣汞，有助於東亞大氣汞長程傳輸及全球大氣汞循環研究，2011 年鹿林山測站獲邀參與 NADP 的大氣汞監測網，並於 2012 年起加入該監測網之運作。

## 二、研習過程

此次行程始於 2016 年 10 月 31 日上午，由臺灣啟程飛往美國加州洛杉磯，再轉機至新墨西哥州阿布奎基(Albuquerque, NM)，而後轉乘鐵路至聖塔菲(Santa Fe)的拉方達廣場酒店(La Fonda on the Plaza)進行 2016 年美國大氣沉降計畫

(NADP)科學討論會。開幕首先由 NADP 計畫室主任 David Gay 博士進行該計畫介紹及報告，後續分為四個主題，包含能見度與大氣的關係、大氣沉降、火災風險和生態系統變化的臨界負荷、2015 年特殊酸雨的大氣環境問題概要及水文和陸地生態系統中的大氣汞沉降和循環，計有 19 個子題目報告，其中本署「鹿林山及偏遠離島背景測站計畫」協同主持人，國立中央大學大氣物理研究所許桂榮副教授亦進行鹿林山測站大氣汞沉降相關研究報告。另於晚間進行海報展示及解說時段，計有 27 篇論文海報參加。

討論會第 2 天，首先由美國海斯凱爾印地安(Haskell Indian)大學的 Dan Wildcat 博士進行專題演講，後續同樣分為四個主題，包含部落社區中的沉降和臨界負荷估計、大氣沉降模式的評估、不確定性及測量模式融合、大氣沉降模式建立及新的大氣沉降和生態系統過程的量測，計有 19 個子題目報告。

討論會第 3 天上午，進行趨勢和氣候變遷對臨界負荷的影響及城市的大氣化學與沉降等 2 個主題，計有 9 個子題目報告。下午則自費參加 NADP 測站參訪行程，前往洛斯阿拉莫斯(Los Alamos)的班德利爾國家公園(Bandelier National Monument)，NADP 在該國家公園所設測站(NM07)為國家趨勢監測網(National Trends Network, NTN)的測點之一，測站設有雨量自動收集器，並在降水期間進行採樣，以提供長期的降水化學紀錄。

### 三、心得及建議事項

(一)本次出國目的為藉由研討會交流，學習美國（含加拿大）酸雨、能見度及大氣汞等最新研究技術之成果，可提供本署相關監測技術之參考。另於會議上展示本署鹿林山大氣背景站之雨水汞監測成果，並藉由國際合作、資料交換，有效提升我國在國際上之能見度。

1. 本次會議中有數個關於氮(Nitrogen, N)相關研究報告，氮的重要性為氮氣(N<sub>2</sub>)是生命最基本組成及大氣中最主要的氣體，其通常不易產生化學反應，只有在轉換成反應型態的氮(N<sub>r</sub>)時，才能用於大多數的生物體；又一旦處於反應型態，氮(N<sub>r</sub>)會藉由生態系統過程導致一連串的影響。

在全球的基礎上，生物圈中的氮( $N_r$ )循環量增加了一倍，這同時存在正、負面的後果，因此，量測及監測大氣中氮( $N_r$ )的趨勢是很重要的。NADP 透過在美國收集長期的監測資料，瞭解氮( $N_r$ )沉降如何變化，持續量測可幫助決策者做出關於環境保護的良好決定，同時滿足能源與食物需求。科學家們亦可利用 NADP 數據來監測生態系統中氮( $N_r$ )的變化，同時思考可以採取什麼行動來限制我們在環境中對氮( $N_r$ )的貢獻。

2. 有關 2015 年的酸雨報告，近十年來，包含亞洲地區，全球所有進行長期監測的地點，硫酸鹽濃度( $SO_4^{2-}$ )在降水及沉降率中均是減少的，主要可歸因於減少燃煤發電設施及其他主要污染源排放的政策。不同物種氮的濃度和沉降在過去二、三十年，不同的地區有不同的變化(可能增加、不變及減少)，而硝酸鹽( $NO_3^-$ )濃度通常會下降得比氨( $NH_3$ )及銨根離子( $NH_4^+$ )來得更多。在美國和亞洲氮的濃度下降，而總氮是呈現增加的趨勢，此原因是減少氮排放的情況增加，但減少硫酸鹽( $SO_4^{2-}$ )和氮氧化物( $NO_x$ )的排放會導致減少顆粒態銨根離子( $NH_4^+$ )的形成，此會使氨( $NH_3$ )的濃度增加。雖然在歐洲、亞洲及北美等部分地區有幾個大氣沉降監測計畫，但許多發展的地區仍存在很大的地理上差異，並且普遍缺乏關鍵物種的監測，如有機碳(OC)、沙塵(Dust)和氫過氧化物(Hydroperoxides)。另外，亞洲雖然只有少數地表水有酸化的情形，但中國的森林土壤正在持續的酸化。
3. 東亞大陸為全球最大的人為排放汞源區，而臺灣位於其下風處，本署鹿林山大氣背景站自 2006 年 4 月起，開始進行氣態元素汞(GEM)、反應氣態汞(RGM)、粒狀汞(PHg)等量測，並於 2009 年起，開始每週雨水樣本收集及分析雨水汞資料。分析 2006 至 2016 年資料，GEM 為鹿林山測站量測大氣汞之主要物種，平均占總大氣汞的 98.6%，其平均值  $1.60 \text{ ngm}^{-3}$  在北半球海平面背景值( $1.5\text{-}1.7 \text{ ngm}^{-3}$ )之內，然而，所量測 GEM 的數值約有 17%超過  $2 \text{ ngm}^{-3}$ ，表示有其它來源影響鹿林山背景站之測值。透過濃度加權軌跡法(Concentration-weighted trajectory, CWT)來鑑別各

別大氣汞物種之潛在源區，中國西南、東南及中南半島北部為 GEM、RGM 及 PHg 主要源區，而 GEM 的源區另還有從中國東北到中國東部的沿海地區。此外，來自南海及太平洋的氣團也富含有 GEM，則可表示人為排放以外的來源。

4. 國家趨勢監測網(NTN)為北美最大監測網絡，長期提供沉降化學資料，其設站位置多會遠離都市地區及污染源，每個測站皆有雨水自動收集器，透過雨水感測器在降雨時自動開啟採樣，於每週二上午收集當週樣本，並進行 pH 值、導電度、鈣( $\text{Ca}^{2+}$ )、鎂( $\text{Mg}^{2+}$ )、鈉( $\text{Na}^+$ )、鉀( $\text{K}^+$ )、硫酸鹽( $\text{SO}_4^{2-}$ )、硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ )、氯( $\text{Cl}^-$ )、溴化物( $\text{Br}^-$ )及銨根離子( $\text{NH}_4^+$ )等，其監測數據皆可在 NADP 網站上獲得。而本次所參訪之 NM07 測站，其位在洛斯阿拉莫斯的班德利爾國家公園內，較無人為污染情形，主要污染源包含森林火災（因當地氣候較乾燥）及鄰近的亞利桑那州(Arizona)之長程傳輸污染。除了 NTN 監測網，該測點並設有針對多氯聯苯(PCBs)之雨水採樣，以監控雨水滲入地表，可能影響新墨西哥洲重要城市之水質；另還設有環境視野保護監測機構(Interagency Monitoring of Protected Visual Environments, IMPROVE)針對懸浮微粒( $\text{PM}_{10}$ )之監測儀器。

## (二)建議事項

1. 臺灣地處東亞污染源之下風處，本署於中部鹿林山設置國際級大氣背景測站，現已累積 10 年監測資料，透過國際合作進行資料交換及研究成果發布，在國際上皆獲好評。然而，大氣中的各種污染物及跨境污染傳輸仍影響著人類與環境，因此應持續進行長期監測，並保持國際合作及交流，瞭解各種污染來源及特性，以進行有效管控來減少污染情形。
2. 我國目前執行酸雨監測包含本署空保處、監資處及中央氣象局，由於監測方法包含監測頻率、手動及自動採樣、分析方法等各有不同，致使數值有明顯差異，民眾或學界在資料應用上如不清楚互相之差異性，則易造成誤解。如空保處之酸雨計畫已採用美國 NADP 及聯合國 EANET 酸雨

監測網標準採樣流程與分析方法，建議應參考以訂定監測及分析之標準方法，期能與國際同步，除了資料交換共享，亦可在資料分析上有比較性。



## 附錄 1、討論會相關照片



圖 1.攝於討論會報到會場



圖 2.與國立中央大學許桂榮副教授攝於海報展示會場



圖 3.國立中央大學許桂榮副教授報告鹿林山大氣背景站監測成果



圖 4.攝於 NADP 位在班德利爾國家公園(Bandelier National Monument)監測站