

# 南臺灣工業區周界大氣懸浮微粒之監測與化學分析 Monitoring and Chemical Analysis of Suspended Particulates (PMs) in the Ambient Air of Industrial Zone in Southern Taiwan

簡伯諺(P.Y, Chien)<sup>1</sup>, 彭彥彬(Y.P, Peng)<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中山大學環境工程研究所 bbbbb60114@gmail.com

<sup>2</sup> 國立中山大學環境工程研究所 yppeng@mail.nsysu.edu.tw

## 摘要

大氣中之沉降作用為污染物（如灰塵、金屬、硫酸、硝酸等）向地表、生態及水生生態系統轉移的過程，於環境科學領域越來越受重視，亦成為環境科學中特定研究的一項重要課題。大氣中之沉降研究於過去幾年間大幅增加，包括，乾沉降及濕沉降作用，其用於解釋許多環境中區域性的污染問題有相當重要之貢獻，例如，作為評估大氣空氣品質指標、了解遠距離和近距離污染源之排放、追蹤不同化學物質之排放來源及遷移，以及用於評估對人群暴露之健康風險等研究。高污染環境通常伴隨著密集之工業活動，而高雄為典型之工業化城市，具有國內已開發規模最大之臨海工業區，工廠廠數高達 493 家，為一綜合性工業區，大型行業包含大型鋼鐵廠、石化煉油廠、金屬冶煉及造船廠等，且鄰近港灣與小港機場，但由於山脈地形之特性，高雄地區易於秋冬季形成弱風帶，導致工業活動之污染源無法向外擴散，使大氣能見度及空氣品質劣化。有鑑於此，本研究於 2021 至 2022 期間，針對高雄市臨海工業區之上風處、下風處(3 處)及背景點(1 處)共 4 處，進行每月周界大氣懸浮微粒之乾、濕沉降採集，並進行化學分析，利用富集因子分析法(Enrichment Factors, EFs)與正矩陣因子分解法(Positive Matrix Factorization, PMF)進行潛在污染源解析，了解空氣品質現況、排放來源及主要污染源。結果顯示，高雄市工業區周界大氣之懸浮微粒水溶性離子主要以陽離子之  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  及陰離子之  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  組成，且由 EFs 分析結果得知， $\text{Cl}^-$  主要以海鹽貢獻； $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  則以土壤揚塵貢獻為主，而  $\text{NO}_3^-$  及  $\text{SO}_4^{2-}$  兩者為人為排放之衍生性氣膠，其中以固定污染源排放為主的  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  (non sea salt sulfate) 之離子當量濃度大於以移動式污染源排放為主的  $\text{NO}_3^-$ ，顯示，高雄市工業區之潛在人為污染源為固定污染源，且自然源以土壤揚塵為主，亦發現各採樣點之陰陽離子具有高度正相關性，此外，PMF 顯示之最佳因子數為 4，解析之污染源包含：工業活動、海鹽飛沫、地殼元素、生物質燃燒、衍生性來源及交通源，亦顯示，乾沉降主要污染源有：工業源、二次氣膠與煤炭燃燒，並佔 55.2% 之污染貢獻量，其次為生物質燃燒佔 31.9%；濕沉降之主要污染源則為道路揚塵及工業源，且佔 45.8% 之污染貢獻量，其次為移動污染源，佔 18.4% 之污染貢獻量。本研究也發現，隨著季風的影響，工業區下風處採樣點具有更高濃度之懸浮微粒，顯示，工業活動具有顯著之污染排放，對生態及環境產生衝擊。

關鍵字：懸浮微粒、乾沉降、濕沉降、潛在污染源

Keywords：Suspended Particulates、Dry Deposition、Wet Deposition、Potential Source of Pollution