

# 離子濃度對於以串聯 DMA-spICP-MS 系統分析奈米微粒的影響 Influence of dissolved ions on the performance of Hyphenated DMA-spICP-MS system

余佳洪<sup>1</sup>、蕭大智<sup>1\*</sup>、林逸彬<sup>1</sup>、侯文哲<sup>2</sup>、周立媿<sup>1</sup>、謝易瑾<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣大學環境工程學研究所 tchsiao@ntu.edu.tw\*

<sup>2</sup> 國立成功大學環境工程學系

## 摘要

工程奈米微粒(ENP)是近年工業製造常用材料，若其流入環境中，可能對生物健康造成危害。ENP 的特性與粒徑大小、濃度與溶液的基質組成有關。過去研究指出，以單顆粒感應耦合電漿質譜儀(single particle inductively coupled plasma mass spectrometry, spICP-MS)分析樣品時，若同時存在某元素之離子態和顆粒時，不易識別兩者訊號，使分析產生偏差。本研究另開發串聯霧化器(atomizer, ATM)、微分電移動度分析儀(differential mobility analyzer, DMA)和 spICP-MS 的系統作為分析奈米微粒之方法，先對微粒選徑後再分析元素。為評估離子濃度影響，實驗使用金標準奈米微粒添加金離子進行測試，並經離心處理以改變離子濃度並保留水中原始顆粒。同時測試離心前處理對於以自來水為溶液基質樣品的影響。

於分析金標準顆粒的測試中，高離子濃度使訊號半高寬(Full width at half maximum, FWHM)變大，並在預期範圍外之較小粒徑出現明顯峰值。經離心降低離子濃度後，該峰值明顯下降，顯示離子濃度可能干擾測量結果。實驗另以環境自來水樣品進行 spICP-MS 分析，所測得鉛與鐵奈米微粒可能源於自來水管材。比較離心處理前後，發現質量等效粒徑分佈(mass equivalent particle size distribution, PSD<sub>me</sub>)左移且半高寬變窄。由於串聯 DMA-spICP-MS 系統機制不同，串聯系統所得之電移動度等效粒徑(electrical mobility particle size distribution, PSD<sub>em</sub>)較能真實反應微粒於樣品中的大小分佈，因此使用串聯 DMA-spICP-MS 系統重複分析自來水樣品。離心前後發現，落於較小粒徑的微粒數量顯著降低，且 PSD<sub>em</sub> 有左移之趨勢。研究團隊因此提出假說，認為溶液中離子可能會在霧化與加熱過程中形成小顆粒並產生團聚，離心後可改善該現象。而 PSD<sub>em</sub> 的左移，除離子濃度的降低減少附著於微粒的情況外，少部份微粒在離心過程中可能產生解聚集。此外，研究中比較離心處理前後特定電移動度等效粒徑所對應之質量等效粒徑分佈，發現離心後部分大尺徑的微粒消失，小尺徑微粒出現，間接說明離心後部分微粒產生解聚集。總體而言，串聯 DMA-spICP-MS 可同時獲得粒徑大小、濃度、元素等分析資訊，使用離心可減少溶液離子對於串聯系統與 spICP-MS 的干擾，但同時可能會改變少部分微粒的結構。對於日後分析環境液體樣品中的 ENP，此研究提供另一分析方法與參考標準。

**關鍵字：**金屬奈米顆粒、微分電移動度粒徑分析儀、單顆粒感應耦合電漿質譜儀、自來水、金屬離子與稀釋效應、離心。

**Keywords:** metallic nanoparticle、differential mobility analyzer、single particle inductively coupled plasma mass spectrometry、tap water、dissolved ions and dilution effect、centrifugation.