

水質分析

有機錫分析技術開發

Development of Analytical Method for Organotins

李彥芬(Y.F, Lee)^{1*}, 王永立(Y.L, Wang)¹, 林美芬(M.F, Lin)¹, 王姿惠(T.H, Wang)²

¹ 工業技術研究院 綠能與環境研究所 yflee@itri.org.tw

² 國家環境研究院

摘要

有機錫化合物為包括一個以上錫-煙鍵的化合物，以錫原子上所接有機基數目分為單有機錫 ($R\text{SnX}_3$)、二有機錫 ($R_2\text{SnX}_2$)、三有機錫 ($R_3\text{SnX}$) 及四有機錫 ($R_4\text{Sn}$) 等，並廣泛應用於運輸、衛生、農業和食品工業等，可作為穩定劑、防污塗料、殺蟲劑和殺菌劑，國內目前現有環境相關管制措施包括水污染防治法毒性及關注化學物質管理法，分別管制 2 種及 35 種有機錫類化合物。由於有機錫化合物沸點較高不易揮發，分析上常使用衍生試劑進行衍生化反應，提高有機錫之揮發性，而後進行分析，衍生化前處理後的樣品分析儀器以氣相層析儀 (GC) 為主搭配不同偵測器。GC 方法優點為早期主流分析技術，但衍生程序耗時，需考量衍生化效率問題，以及衍生產物相同化合物無法各別辨識等缺點，為避免上述問題，近年來亦有不經過衍生化，直接使用液相層析儀 (LC) 分析樣品方式，搭配串聯式質譜儀 (MS/MS) 及感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS)。

本研究蒐集有機錫相關文獻與分析技術評析，完成放流水中二月桂酸二丁錫及二氯化二丁錫液相層析串聯式質譜儀 (LC/MS/MS) 檢測方法開發，其中二月桂酸二丁錫及二氯化二丁錫方法偵測極限分別為 0.853 及 0.212 $\mu\text{g/L}$ ，符合應揭露之有機錫類排放廢(污)水污染物濃度推估值之要求。在公告列管毒化物部分完成三種儀器測試，包括熱裂解儀/氣相層析質譜儀 (Py-GC/MS)、氣相層析質譜儀 (GC/MS) 及液相層析串聯式質譜儀，建議毒化物分析可先由熱裂解之 EGA 模式作初步定性，再由 LC/MS/MS 定量，避免樣品衍生化程序，同時分析三丁基錫、氯化三苯錫及氯化三丙錫等有機錫化合物。

由於有機錫化合物為配位金屬化合物，其金屬原有鍵結之配位基容易被取代，當樣品同時含有相同數目之烷基或芳香基時，分析上不易達到定性目的，經測試以 LC/MS/MS 可同時分析三丁基錫、氯化三苯錫及氯化三丙錫，建議在列管毒性化學物質管理上參考國外之策略，以總量管制方式評估毒性較強之三丁基錫及三苯基錫，避免分析上之基質效應導致誤判等問題。

關鍵詞：有機錫(Organotin)，放流水(Effluent)，毒化物(Toxic and Chemical Substances)