

摘要

含鹵乙酸為主要的消毒副產物之一，自來水在加氯消毒的過程中，水中的天然有機物質會與氯反應生成含鹵乙酸，而台灣地區的自來水消毒以加氯為主。動物實驗已證實含鹵乙酸具有肝毒性、生殖毒性、發展毒性、胚胎毒性、致突變性和致癌性。對於不易揮發之含鹵乙酸，食入為其主要之暴露途徑，人體會經由每日的飲水而暴露到含鹵乙酸。

含鹵乙酸因在環境中的濃度極低，且具有高極性和易解離等特性，因此在定量分析上會造成很大的挑戰。目前含鹵乙酸之標準分析方法，為美國環保署所公告之 552.3 方法，此氣相層析儀—電子捕捉偵測器（gas chromatography–electron capture detection, GC-ECD）分析方法雖然有很低的偵測極限，不過萃取和衍生步驟卻很耗時費力。而且針對含鹵乙酸的高極性之特性，液相層析方法會比氣相層析方法更適合於分析不易揮發之液態樣品。然而，目前之液相層析方法，管柱對含鹵乙酸的分離和滯留能力一直是個很大的問題。

本研究可不經衍生，並以 BetaMax Acid 管柱和 HILIC UPLC 管柱分離九種含氯和溴之含鹵乙酸，以及新興之消毒副產物——碘乙酸，再以電灑游離串連式質譜儀（electrospray ionization tandem mass spectrometry, ESI-MS/MS）偵測負離子。以減壓濃縮方式濃縮自來水樣 40 倍和 400 倍，其回收率分別為 69.7—114% 和 86.2—102%。雖然此濃縮方式有不錯之回收率，不過卻有嚴重的基質干擾。以 BetaMax Acid 管柱分析含鹵乙酸的離子抑制為 12.6—88.6%，HILIC UPLC 管柱之含鹵乙酸離子抑制為 53.4—89.2%。

含鹵乙酸之偵測極限（LOD）在 BetaMax Acid 管柱為 0.18—71.5 pg/ μ L，HILIC UPLC 管柱之偵測極限為 0.08—2.73 pg/ μ L；BetaMax Acid 管柱之定量極限（LOQ）為 1.03—222 pg/ μ L，HILIC UPLC 管柱之定量極限為 0.31—9.78 pg/ μ L。雖然含鹵乙酸在 HILIC UPLC 管柱之偵測極限較低，不過若使用 HILIC UPLC 管柱，進樣樣品需溶於 90% 乙腈，由於目前還沒有適當的前處理方法能將水中之含鹵乙酸轉換至乙腈，因此，能以 100% 水相進樣的 BetaMax Acid 管柱較適合用以分析水中之含鹵乙酸。對於自來水中主要的物種二氯乙酸（dichloroacetic acid, DCAA）和三氯乙酸（trichloroacetic acid, TCAA）而言，兩者在自來水中的濃度較高，BetaMax Acid 管柱已可直接用以分析水樣中的 DCAA

和 TCAA；而二溴乙酸（dibromoacetic acid, DBAA）、一溴一氯乙酸（bromochloroacetic acid, BCAA）和一溴二氯乙酸（bromodichloroacetic acid, BDCAA）的分析則可應用在個別濃度高於 1—3 pg/ μ L 以上之自來水水樣。此研究提供了部分含鹵乙酸之直接分析方法，而不需經萃取、衍生和濃縮步驟。

關鍵字：含鹵乙酸、消毒副產物、液相層析/質譜/質譜儀