

· 环境地球化学 ·

## 天津市河流中多环芳烃的污染特征及来源解析

胡健<sup>1</sup>, 刘丛强<sup>1</sup>, 张国平<sup>1</sup>, 张岩林<sup>2</sup>, 灌瑾<sup>1</sup>, 李军<sup>3</sup>, 朱兆洲<sup>3</sup>, 张志刚<sup>3</sup>

1. 中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 1000393;

3. 天津师范大学 水环境与水资源重点实验室, 天津 300384

多环芳烃(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, 简称 PAHs)是最早被发现的环境致癌物之一, 许多 PAHs 具有致癌性、致畸性、致突变性, 它们广泛存在于自然环境中, 自然环境中的 PAHs 绝大部分源于人类活动, 燃料的燃烧是主源, 随着工业的快速发展以及人们物质生活水平的迅速提高, 煤、石油在工业生产、交通运输以及生活中被广泛应用, 越来越多的多环芳烃进入了环境中。天津是我国北方的工业重镇, 由于大量燃煤和其它工业污染, 天津地区地表水体遭受严重污染, 对天津市地表水环境中的多环芳烃的分布及来源进行研究, 对于更好地保护环境, 提出一些防治多环芳烃污染的措施, 保护人类健康, 具有重要意义。

根据天津地区地表水的类型和分布状况, 于 2008 年 1 月对不同水样进行了采集, 主要包括河水、水库、污水等, 共计 72 个, 涉及天津市市区及周边大部分水体, 十余条河流, 包括了玉桥水库、蓟运河、潮白新河、青龙湾河、龙凤河、北运河、永定新河、子牙河、环南运河、海河、北塘排污河及周边的河流, 主要研究分析了水样中 16 种溶解态和颗粒态的多环芳烃的含量及分布特征, 并对来源进行了一定的探讨。

采用 GC-MS 进行分析测试, 运用内标法和多点校正曲线进行定量分析。用方法加标, 空白加标, 基质加标, 基质加标平行样进行质量控制, 空白样品中有少量低环数的多环芳烃检出。空白加标回收率为: (56.8±4.6)%~(102.3±6.8)%。基质加标回收率为: (47.1±6.8)%~(106.6±6.8)%, 平行样的相对标准偏差不低于 9%。氘代回收率指示物的平均回收率分布为: 萘-d8: 46.1±6.8%、二氢卞-d10: 68.2±3.8%, 屈-d10: 78.2±3.1%, 菲-d10: 78.2±4.7%。

结果显示在水体中溶解态多环芳烃的浓度分布范围为 25.1 ng/L~131.1 ng/L, 颗粒态的多环芳烃浓度分布范围为 0.13 μg/g~213.8 μg/g, 低环数的溶解态多环芳烃的浓度较高环数的多环芳烃的浓度高, 很多样品的分析结果都显示出 5 环及 6 环多环芳烃的浓度都很低, 有些样品甚至没有检出。萘(Nap)、蒽(Ace)、芴(FLe)、菲(Ph)、荧蒹(FLa)、芘(Py)浓度都较高, 其中以萘(Nap)、荧蒹(FLa)、芘(Py)、菲(Ph)的浓度突出, 而蒽(An)、苯并[a]蒹(B[a]A)、屈(Chr)、苯并[b]荧蒹(B[b]FL)、苯并[k]荧蒹(b[k]FL)、苯并[a]芘(B[a]P)、二苯并[a,h]蒹 DB[a,h]An 的浓度较低。2 环、3 环的溶解态多环芳烃占了绝大部分的比例, 约 73%, 4 环的溶解态多环芳烃所占的比例次之, 约 20.3%, 5 环、6 环的溶解态多环芳烃所占的比例最小, 约为 3.7%左右。颗粒态多环芳烃中, 2 环、3 环颗粒态多环芳烃, 占了绝大部分的比例, 约 60.9%, 4 环的多环芳烃所占的比例次之, 约 21.3%, 5 环、6 环的多环芳烃所占的比例最小, 约为 4.8%左右, 与溶解态多环芳烃的分布显示出了相似分布特征。

青龙湾河、龙凤河、海河和子牙河, 北塘排污河中溶解态的多环芳烃较其他河流中多环芳烃浓度高, 其他河流次之; 颗粒态多环芳烃的浓度分布显示青龙湾河海河中多环芳烃的浓度较其他的河流高, 但整体上浓度差别不是很大, 都受到了一定程度的多环芳烃的污染, 同时在天津市河流中检测到的多环芳烃不管是溶解态还是颗粒态都显示出富集低环数多环芳烃的特征, 这说明天津河流主要是受到了燃煤的影响。将天津河流水体中多环芳烃和我国其他城市比较, 结果显示天津市河流受到的多环芳烃影响不是最严重的。

国家自然科学基金(40703021); 西部博士资助项目; 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-EW-102); 环保部重大项目(201009032)