

· 环境地球化学 ·

## 氮、氧双同位素标识城市型河流中硝态氮的城市化贡献——以贵阳市南明河为例

尹新雅, 陶发祥

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

现代都市文明的发展无一不是围绕一条或几条河流的流域展开, 这种河流可称之为城市型河流。城市型河流便成为城市化进程中各种废物的运移和转化的通道。由于日益高涨的城市化进程, 城市型河流中硝态氮含量逐步升高, 这一方面增加了河流本身和河流所进入的水体(水库、湖泊、河口海岸带)富营养化的潜在风险, 污染地下水; 另一方面, 与硝态氮形成过程相关的硝化和反硝化作用还会产生大量的氧化亚氮气体及致癌的亚硝酸盐, 氧化亚氮是一类比二氧化碳的温室效应强 300 倍左右的温室气体。但由于流域人类活动的复杂性, 城市型河流中的硝态氮并不一定是单一的生活废水来源, 而可能是由农业化肥、畜牧业粪肥、大气降水、流域土壤等共同贡献的, 这就限制了人类对城市化进程所产生的环境效应的准确甄别。幸运的是, 虽然不同来源氮的氮同位素比值可能相互重叠, 但氧同位素比值却可能不一样, 因此用硝态氮的氮、氧双同位素比值示踪技术可以清晰区分其不同来源或定量计算不同来源的相对贡献, 进而区分城市化对于城市型河流硝态氮的贡献程度。

南明河起源于平坝县林卡冷水冲, 由南西向北东贯穿贵阳市, 流经郊区花溪区和小河区、主城区南明区和云岩区、进入郊区乌当区, 在主城区内接纳小车河、市西河、贯城河来水, 最后通过清水河汇入乌江, 进入三峡水库。从花溪区三江口到乌当区新庄河段共设立 14 个采样点, 包括截污沟样点 2 个、支流样点 4 个、干流样点 8 个, 每月 15 日左右取样一次, 持续时间从 2009 年 10 月到 2010 年 9 月共 12 个月。取样河段总氮含量(TN)接近  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , 显示该河段存在严重的氮污染。TN 含量总体

变化情况是截污沟>干流>支流。干流和支流总氮含量越高, 硝态氮( $\text{NO}_3^- \text{-N}$ )含量也越高。硝态氮含量变化情况是干流>支流>截污沟。从三江口到主城区再到新庄, 硝态氮含量呈现两头低中间高的显著趋势。主城区河段硝态氮含量明显升高, 是三江口地区的 2~3 倍, 最高可达  $7.3 \text{ mg L}^{-1}$ 。枯水期硝态氮含量要高于丰水期, 11 月达最高值。

硝态氮的氮( $\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}}$ )、氧( $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ )稳定同位素比值的平均值均高于+10‰, 且氧同位素比值更高, 可达+20‰左右, 干流的氮、氧同位素比值高于支流。在氮、氧同位素比值投影图上, 这些样点均落于生活废水区域。用氮、氧双同位素比值建立联立方程组, 以大气降水、农业化肥和生活废水作为硝态氮的 3 个来源, 确定其氮、氧同位素比值后计算各自贡献的百分比, 表明生活废水贡献的硝态氮超过 50%, 在主城区人口稠密河段, 超过 80%, 表明城市化程度加强人口密度加剧提升的生活污水是南明河硝态氮的主要来源。

我们的工作不但可以及时有效地了解地表/地下水中硝酸根污染物的来源、对于城市环境治理和防止具有积极的作用, 同时还可通过同位素及水化学的变化研究观测地表水的水质状况, 对城市发展起到一定的指示意义。我们目前的工作主要侧重于使用氮氧双同位素技术对城市地区地表水-即贵阳市南明河氮负载状况进行研究, 通过硝态氮的氮、氧同位素比值的时空变化, 指示城市化进程与水体中硝态氮之间的影响关系。希望通过氮/氧同位素数据能很好的揭示城市的进程的推进与污染源之间的固定模式。