

# 大气干湿沉降物中金属元素对洁净水体的污染研究

金小天<sup>1</sup>,李利平<sup>2</sup>

(1. 广东省环境保护职业技术学校,广东广州 510655;2. 广东环境工程职业学院,广东佛山 528216)

**摘要** [目的]为了较准确地了解大气干湿沉降物对地面水体的污染影响,探索大气颗粒物与地面水体水质之间的相互关系及变化规律。[方法]使用一定容积的玻璃缸作为采样装置,缸内盛一定体积去离子水,露天连续放置1年,观测玻璃缸中去离子水受到大气干湿沉降物和沙尘暴尘的污染状况,期间每隔5~10 d从缸内抽取一定体积的水样,使用ICP-MS对水样中Ba、Be、Cd、Cu、Co、Fe、Mo、Mn、Ni、Pb、Sb、Ti、Tl、V、Zn等16种金属元素进行分析。[结果]元素检出率均达到100%,被测元素浓度总体呈明显富集和逐渐升高趋势。[结论]通过实验现象和测定结果阐述大气干湿沉降物和沙尘暴降尘对洁净水体的污染过程。

**关键词** 洁净水体;干湿沉降;水体污染;金属

中图分类号 S271 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)09-013-01

## Study on Clean Water Pollution of Metal Elements from Atmospheric Dry and Wet Deposition

JIN Xiao-tian<sup>1</sup>, LI Li-ping<sup>2</sup> (1. Guangdong Province Environmental Protection Professional Technology Institute, Guangzhou, Guangdong 510655;2. Guangdong Vocational College of Environment Protection Engineering, Foshan, Guangdong 528216)

**Abstract** [Objective] The research aimed to accurately understand the impacts of the pollution of wet and dry atmospheric deposits on the ground water, and explore the relationship between atmospheric particulates and ground water and its change rules. [Method] Certain volume glass tank with deionized water was set as the sampling equipment, and was put out doors for a year. In order to determine the pollution of deionized water due to atmospheric dry and wet deposition and sand storm, water sample of the tank was taken 5~10 days at a time. Metal elements of Ba, Be, Cd, Cu, Co, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, Tl, V and Zn in the sample were tested and analyzed by ICP-MS. [Result] The detection rates of the elements all reached 100%. The concentrations of the tested elements showed the trend of enrichment and gradually increase. [Conclusion] The pollution process of the clean water due to atmospheric dry and wet deposition and sand storm was stated by the experimental phenomena and determination results.

**Key words** Clean water; Dry and wet deposition; Water pollution; Metal elements

大气作为环境系统的重要组成部分,对整个生态系统有着重大的影响<sup>[1]</sup>。近年来,随着人们生活水平的不断提高,人们对生存环境的要求越来越高,大气污染的危害越来越受到人类的重视,特别是吸附在大气颗粒中的微量重金属元素,对人类健康有着直接和间接的影响<sup>[2]</sup>。在对大气环境污染或水体污染的研究中,许多研究者只是关注其中的一类污染现象,很少将这两者联系起来进行相关研究。笔者通过干湿沉降物整体被动式采样方法,开展了大气干湿沉降物对洁净水体的污染研究。通过连续1年的观测实验,证明大气干湿沉降物对洁净水体无论从外观、水质质量、多种金属元素等方面都产生非常严重的污染。该研究同时向人们提出了一个新的研究课题——要重视大气干湿沉降对我国众多的内陆湖泊水体生态环境可能存在的长期影响和污染问题。

## 1 材料与方法

**1.1 采样点设置** 样品采集实验点位于兰州市城区中心的东方红广场统办二号楼顶( $36^{\circ}3'6''$ N, $103^{\circ}50'20''$ E),距地面高度约45 m。干湿沉降物对水体影响的采样时间开始于2007年2月9日,结束于2007年12月23日。累计露天放置316 d,全年共取得有效样品37个。原计划连续试验1年。由于进入冬季玻璃采样缸被冻裂,试验提前终止。试验基本完成了春、夏、秋、冬4个季节的全部采样过程<sup>[3]</sup>。

**1.2 样品采集** 选用一次压铸成型的标本缸(北京玻璃集团龙源玻璃制品厂生产,以下简称“采样缸”)。采样缸内无任何化学黏接剂。缸体长、宽、高分别为285、180、280 mm。

**作者简介** 金小天(1982-),男,安徽安庆人,工程师,硕士,从事环境监测与评价方面的研究。

收稿日期 2015-02-02

试验时,缸内盛放或补充去离子水,采样水体体积始终保持在0.01 m<sup>3</sup>设计实验体积范围内。采样缸连续放置1年,中途只补充水,不换水,不清缸。在采集过程中以及分析前,不向样品加任何化学试剂。由于受蒸发等因素的影响,采样缸内水体水量将会减少,在每次取样结束后均补充或添加新水使缸内水位始终在采样体积0.01 m<sup>3</sup>刻度线。

采样时,通过连接在50 ml玻璃注射器上的100 mm聚乙烯管,先冲洗注射器,再从方缸内4个角的中层位置分别抽取10 ml水体样品,转入80 ml取样瓶内混合,每次累计取样约50 ml。将样品采集编号、采样时间等信息记录在样品瓶上。以盛放洁净水体的采样缸放置于露天实验场的当日为采样开始日期,从缸内抽取50 ml样品作为空白值,在对其他时间段的样品分析时扣除被测元素本底浓度值。之后约每隔5~10 d取样一次,采集后的水体样品应尽快分析或在5℃条件下保存。

**1.3 样品分析** 使用XSERIES II型电感耦合等离子体质谱仪(ICPMS),分析B、Ba、Be、Cd、Cu、Co、Fe、Mo、Mn、Ni、Pb、Sb、Ti、Tl、V、Zn等16种元素。仪器测试条件为:冷却气流量13 L/min,辅助气流量0.7 L/min,雾化流量0.8 L/min,采样深度7.9 mm,提取电压-98 V<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 水体外观变化** 在采样缸放置初期,缸体和水质颜色为透明无色。放置到1个月时,方缸内所富集的大气沉降物已对洁净水体造成影响,水体颜色由无色透明逐渐转变为灰色。当放置到2个月时,由于在此期间受春季沙尘暴的影响,方缸内所富集的大气和沙尘暴沉降物对洁净水体已造成非常明显的影响,水体颜色由无色透明变为红褐色。当连续

(下转第42页)

该试验中对产量影响最大的交互项是施氮肥量和施钾肥量的交互作用,高氮、高钾是马铃薯获得高产的必要条件,其次是密度和施磷肥量的交互作用,当密度低于0水平时,增施磷肥明显限制产量提高,当密度高于0水平时,产量随磷肥的增加而提高。经计算机模拟寻优,鲜薯产量大于28.72 t/hm<sup>2</sup>的优化组合为密度64.482~70.518穴/hm<sup>2</sup>、尿素267.23~292.21 kg/hm<sup>2</sup>、二铵232.94~277.06 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾418.20~462.75 kg/hm<sup>2</sup>。

(上接第13页)

放置到6个月时,春季沙尘暴沉降物(红褐色)、其他干湿沉降物、以及它们所携带的微生物在夏季高温作用下使缸内的水质明显变坏,水体上层有紫红色的絮状物,同时伴有类似发酵的气泡,水体中层除有少量絮状物以外相对透明,水体底部仍有半年来所沉积的非水溶固体颗粒物。当大气干湿沉降物对洁净水体的污染影响试验装置连续放置到11个月时,由于环境气温开始明显下降,在夏天所看到的水体上层紫红色絮状物和伴有类似发酵的气泡消失,紫红色絮状物还在,体积相对有些萎缩。此时,水体中层的水质变得要透明一些。这可能是缸内的絮状物有吸附水体中悬浮颗粒物作用的缘故。在随后的环境条件下,气温进入0℃以下,进入冬季样品结冰状况,采样缸冻裂,试验终止。

### 2.2 金属元素检出状况

对采样缸水体中B、Ba、Be、Cd、Cu、Co、Fe、Mo、Mn、Ni、Pb、Sb、Ti、Tl、V、Zn等16种元素的分析结果表明,除Be只在部分样品中被检出外,其余15种元素的检出率均达到100%。

### 2.3 金属元素浓度变化规律

将全年所采37次水样的测定结果取算术平均值,可得所测元素平均浓度最高者为Ba(68.987 μg/L),其次为B(27.035 μg/L),第三位为V(7.417 μg/L),浓度最小的为Be(0.007 μg/L);Ba、B、Mn、Ti在全年中的浓度变化状况较有规律。多数元素浓度随放置时间段的延长呈明显的上升趋势,部分呈逐月下降的趋势。全年中浓度由开始的高位逐步下降的元素有Mn、Zn。其中,明显上升的元素有B、Ba、Cu、Co、Fe、Mo、Ni、Sb、Ti、V;平缓上升的元素有Tl、Pb;全年中浓度保持不变的有Be、Cd;而V、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、Sb、Co、Cd、Ti、Pd在全年中的浓度变化规律性较差。由图1可知,各种元素在采样缸中的浓度总体呈明显的富集和逐渐升高趋势。

此外,多数金属元素浓度呈春季、冬季高,夏季、秋季低的走势,而Be、Mn、Co、Zn、Tl、Pb则呈春季、夏季、秋季低,冬季高的走势。

由于进入水体中的不同污染物在水体中的溶解度不同以及元素与其他沉降物之间的相互作用或春季沙尘暴降尘的作用等因素,有些元素在一年中的变化有所不同。这一现象的首次发现对研究地表水尤其是内陆湖泊水体的污染和

## 参考文献

- [1] 丁玉川,焦晓燕,聂督,等.不同氮源与镁配施对马铃薯产量品质及养分吸收的影响[J].农学学报,2012,2(6):49~53.
- [2] 张永成,谢连美,刘满仓,等.马铃薯丰产栽培综合农艺措施数学模型的研究[J].马铃薯杂志,1989(2):79~86.
- [3] 田丰,张永成,张凤军,等.不同肥料和密度对马铃薯光合特性和产量的影响[J].西北农业学报,2010,19(6):95~98.
- [4] 抗艳红,龚学臣,赵海超,等.影响马铃薯产量的肥料效应分析[J].湖北农业科学,2011,50(11):2194~2197.
- [5] 罗维禄.菜用马铃薯新品种中薯3号高产栽培主要农艺措施研究[J].福建农业学报,2011,26(1):50~54.

自净问题有重要意义。

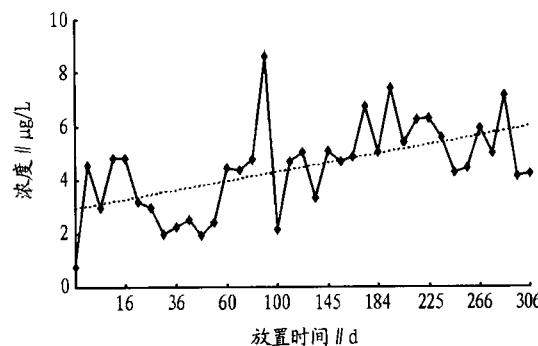


图1 V、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、Sb 全年中浓度拟合曲线

## 3 结论

对水体中B、Ba、Be、Cd、Cu、Co、Fe、Mo、Mn、Ni、Pb、Sb、Ti、Tl、V、Zn等16种元素的分析结果表明,除Be只在部分样品中被检出外,其余15种元素的检出率均达到100%;各种元素在采样缸中浓度的年变化总体呈明显的富集状态。多数金属元素浓度呈春季、冬季高,夏季、秋季低的走势;Be、Mn、Co、Zn、Tl、Pb呈春季、夏季、秋季低,冬季高的走势。水体中Ba、B、Mn、Ti在全年中浓度变化状况较有规律,而V、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、Sb、Co、Cd、Ti、Pd在全年中的浓度变化规律性较差。

大气干湿沉降物携带的金属元素等污染物对露天放置近一年的洁净水体造成污染。通过试验过程中水体外观的显著变化可以推知大气干湿沉降物对地表水质、土壤、农作物环境的影响和污染,尤其是地表水、内陆湖泊的影响和污染。这应引起足够的重视。同时,干湿沉降物中细菌、病毒、藻毒素等物质以及一些能引起毒性、致突变性反应的化学物质污染问题也不容忽视。

## 参考文献

- [1] 宋郁东,樊自立,雷志栋.中国塔里木河水资源与生态问题研究[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,2000:215~241.
- [2] 刘培君,朱峰.塔里木河两岸自然地理条件[C]//梁匡一,刘培军.塔里木河下游两岸资源与环境遥感研究.北京:科学技术文献出版社,1990:200~220.
- [3] 张宁,李利平,殷华,等.用洁净水体监测大气沉降物污染的新方法研究[J].环境监控与预警,2013,12(6):20~23.
- [4] 张宁,李利平,赵汝峰,等.烟花爆竹气溶胶对地面洁净水的污染研究[J].干旱环境监测,2013,9(3):104~109.