

文章编号: 1004—5589 (2013) 04—0867—04

沈阳细河地区土壤镉污染源地球化学研究

李东风

辽宁省矿产勘查院, 沈阳 110031

摘要: 镉是一种毒性很大、在自然界中分布广泛的重金属元素。利用辽河流域生态地球化学调查中取得的土壤、大气干湿沉降、灌溉水及农药化肥等样品, 对沈阳细河地区土壤中镉污染源进行了甄别及追踪。结果表明: 沈阳细河地区土壤中镉元素污染是由人为源引起, 且镉元素污染源主要为污水灌溉、大气降尘及磷肥三种途径。

关键词: 沈阳细河; 土壤; 镉; 污染源

中图分类号: P618.81; X53 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1004-5589.2013.04.027

Geochemical study of cadmium pollution source in soil of Xihe area , Shenyang

LI Dong-feng

Liaoning Institute of Mineral Resources Exploration , Shenyang 110031 , China

Abstract: Cadmium is a kind of heavy metal elements which has high toxicity and distributes widely in nature. According to the samples of soil , atmospheric dry and wet deposition , irrigation water and pesticides , the authors identified and pursued cadmium pollution source in soil of Xihe area of Shenyang. Results showed that cadmium pollution in soil of Xihe area was produced by artificial source , caused mainly by sewage irrigation , atmospheric deposition and phosphorus fertilizer.

Key words: Xihe of Shenyang; soil; cadmium; pollution source

0 引言

为查清全国主要农业区生态地球化学状况, 为国家国土资源科学规划、管理、保护和利用服务, 调查对象涵盖土壤、水、浅海沉积物等方面的全国范围内的生态地球化学调查工作自 2000 年起在各省陆续展开。“辽宁省辽河流域农业地质调查”项目的工作中积累了大量第一手分析数据, 为本文开展的研究工作奠定了坚实的基础。

在前期开展的系统调查过程中, 在沈阳西南部细河地区发现了一处土壤镉污染区, 污染面积约 56 km², 且已对居民生活造成了较大影响。查明污

染来源、开展有针对性的污染治理, 已变得日益迫切。以往在该地区开展过一些工作^[1 2], 但由于采样数量较少, 无法进行系统、全面的研究工作。本次调查系统地采集了细河地区深表层土壤、大气干湿沉降、灌溉水及农药化肥等样品, 为全面了解该地区土壤环境质量状况, 调整土地利用, 规避生态风险提供较全面的基础数据。

1 研究区概况

研究区位于沈阳市西南部, 沿北东—南西方向呈狭长带状分布, 包括沈阳铁西区、于洪区和辽中县部分地区。区内有浑河、细河和纵横交错的农用

灌渠等天然及人工水系分布。工作区内重要的河流为细河,发源于沈阳市铁西新区卫工明渠,全长78.2 km。作为沈阳市的内陆河,于1960年开始接纳沈阳市内部分工业污水和生活污水排放,由此造成水质污染严重,为劣V类水质,而使用流经本区的各个天然水系和人工灌渠灌溉的农田土壤也由此受到严重污染,生态环境遭到极大破坏,农作物生长受到抑制,长期食用本地农作物的百姓身体健康也出现异常。

2 土壤镉污染源分析

2.1 土壤镉污染自然源和人为源的区分

土壤中的元素在成因上主要分为自然源和人为源两大类,为查明细河地区土壤中镉污染的具体来源,需对污染土壤中镉是自然源还是人为源进行甄别。

元素的自然源主要是指岩石矿物的风化产物,一般情况下,岩石风化是微量元素的主要自然来源,土壤和沉积物中的元素分布与成土母质具有明显的继承关系^[3,4];而元素的人为源比较复杂,一般包括含重金属的大气颗粒物或气溶胶的干湿沉降、工业排污、污灌、污泥、农药化肥的应用、采矿和冶炼活动及居民生活垃圾等。

不同物源的元素具有不同的地球化学行为,在元素组合、元素之间的相关性及存在形态等方面均具有明显差异,这些差异是进行元素来源判断的基础和条件,如重金属元素与主量元素Al、Fe、Mn的相关性即是判断其物源的重要依据:在自然背景区(均值以下或深层土壤中),镉元素与Al+Fe+Mn之间表现为略向上倾斜的线性关系(土壤中Cd元素均值为0.13 mg/kg);而在高于此背景值的异常含量区间内由于外源含量的非协同性输入,削弱了重金属元素镉与铁铝等之间的相关关系,使其线性关系消失(图1)。

图1可以明显看出在沈阳细河研究区土壤中镉元素的污染由人为源引起。

2.2 土壤镉污染来源分析

出现在土壤中的重金属元素人为源主要有三种途径,一是含有污染物的大气干湿沉降;二是施用不纯的化肥、农药;三是污水浇灌。

2.2.1 灌溉污水

将细河、蒲河、柴河及浑河水体及河流底泥中

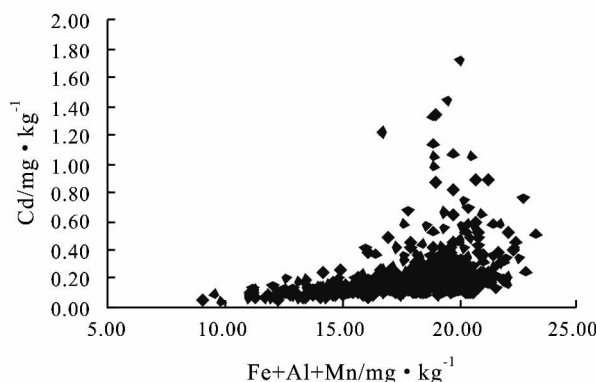


图1 土壤中镉元素与铁铝锰相关关系示意图

Fig. 1 Relationship between cadmium and total content of iron, aluminium and manganese in soils

镉含量进行对比,分析灌溉水中镉含量对研究区土壤污染的贡献大小。

细河是沈阳市铁西工业区的主要排污渠,全程共布置了7个采样点,水质类别全部为劣V类,水质极差,主要为氨氮、挥发酚严重超标,镉平均含量最高,达 0.0015×10^{-6} 。蒲河共布置了27个样点,整体水质极差,有16个采样点的综合水质为劣V类,污染比较严重,已经不适用于农业灌溉,主要超标物质为氨氮、挥发酚,镉平均含量为 0.0009×10^{-6} 。柴河共布置了24个采样点,整体上水质比较好,三分之二的采样点符合I、II类水体要求,但由于柴河铅矿所在支流受铅矿影响,使其流经柴河铅矿后的下游段地表水中Pb、Cd等重金属含量增高,镉平均含量为 0.0008×10^{-6} 。浑河布置的采样点100个,采样密度较大,浑河流域水体的水质总体很差,综合分类I、II类水体样品只有4个,镉平均含量为 0.0011×10^{-6} 。

为进一步确定灌溉用水水系的水质,还配取了河流底积物样品,底积物可以重现河流曾经排放过的污染物的程度,对于重现灌溉用水河流的污染程度有重要的价值。

分别将细河、蒲河、柴河及浑河底泥中镉元素含量进行了对比(图2),结果显示:沈阳细河底泥中Cd含量为 10.5×10^{-6} ,是整个流域河流底泥均值的50倍,并高出流域土壤平均含量的80倍。

由于河流悬浮物的沉积作用,随悬浮物迁移的污染物会随之沉积,因此,河流有很强的净化能力,越是远离排污源,水质越好,底积物污染物含

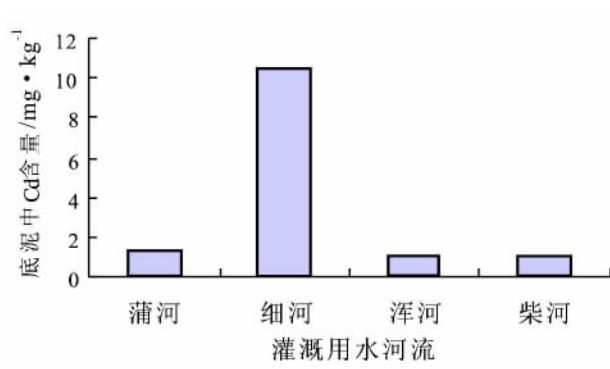


图2 细河、蒲河、柴河及浑河底泥中镉元素含量对比图

Fig.2 Contrast of cadmium content in bottom mud of Xihe, Puhe, Chaihe and Hunhe

量越低。所以本次除统计靠近污水排放较重的城市及矿山段的河流底积物中重金属元素含量外,还统计了采自引水灌渠中积泥及远离城市及矿山段的下游河流底泥中镉元素含量,并与污染段对比。但即便如此,这些底积物中的镉含量为 0.22×10^{-6} ,仍高于土壤异常下限值,可见河流污灌是土壤镉污染的主要污染源之一。

2.2.2 大气干湿沉降

细河地区以农作物种植为主,由于近年来城市化进程加快,区内工业废气及矿山粉尘排放,故大气干湿沉降对镉重金属积累的影响不可小视。

在研究区内选取不同污染背景下取得的大气干湿沉降样品进行对比,并与整个流域的城市及农田系统平均水平进行了对比(图3),结果显示:靠

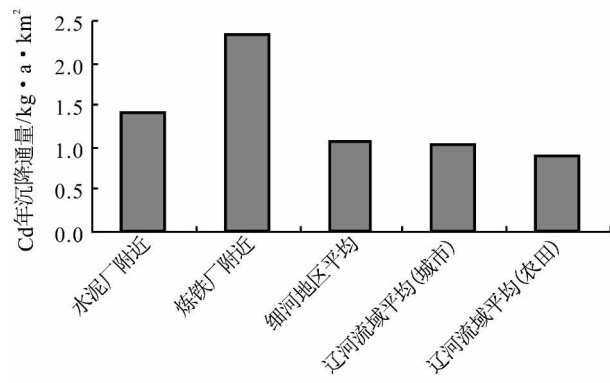


图3 不同污染背景中大气干湿沉降样品镉含量对比图

Fig.3 Contrast of cadmium content in atmospheric dry and wet deposition samples under different pollution background

近厂矿周边地区的镉元素年沉降通量均高于细河地区平均水平,且高于整个辽河流域城市及农田系统的平均含量,可见工业城市及厂矿周边地区工业废气及矿山粉尘排放对周围土壤环境中重金属积累有一定贡献。

2.2.3 农用化学品

取样调查过程中发现农作物所施用的化肥主要是磷肥。农民种稻时用磷酸二铵作底肥,施用量为 $600 \sim 750 \text{ kg/hm}^2$ 。

磷肥用磷矿石加工而成,其中含有多种重金属元素,磷矿石中约有 80% 的镉残留在磷肥中。镉是磷肥中高度富集的元素,镉在磷肥中的平均含量是 18 mg/kg ,是页岩平均含量 (0.3 mg/kg) 的 60 倍^[5]。在农业土壤中,磷肥是镉的重要来源,澳大利亚和英国的学者研究认为,长期施用磷肥会导致土壤镉的严重积累^[6],有资料显示四川省白鳊泥耕作土壤连续 15 年施用磷肥,土壤镉含量由 0.05 mg/kg 上升到 0.0694 mg/kg ^[5]。鲁如坤等估算中国 1989 年缺磷耕地因施用磷肥而输入农田镉量为 $0.224 \sim 0.336 \text{ g/hm}^2$ ^[7]。研究区虽然样品量不是很大,但肥料样品不同于土壤,其代表性体现在施用的普遍性,因为当地大多数农田施用这种磷肥,可以认定样品具有一定的代表性,磷肥也是镉等重金属元素污染的主要来源之一。

3 结论

(1) 沈阳细河地区土壤中镉元素污染是由人为源引起。

(2) 沈阳细河地区土壤中镉元素污染源主要有三种:一是污水灌溉,二是大气降尘,三是磷肥。

参考文献:

- [1] 孙丽娜,廉梅花,李昕馨,等. 沈阳市细河流域土壤重金属的暴露评估 [J]. 辽宁工程技术大学学报: 自然科学版, 2009, 28 (5): 842-845.
SUN Li-na, LIAN Mei-hua, LI Xin-xin, et al. Betrayal evaluation of heavy metals in Xihe valley of Shengyang City [J]. Journal of Liaoning Technical University: Natural Science, 2009, 28 (5): 842-845.
- [2] 杨继松,孙丽娜,杨晓波,等. 沈阳细河沿岸农田土壤重金属污染评价 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 26 (5): 1933-1936.
YANG Ji-song, SUN Li-na, YANG Xiao-bo, et al.

- Evaluation of the heavy metal pollution in farmland of Xi-he River outlet in Shengyang [J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2007, 26 (5): 1933-1936.
- [3] 戎秋涛, 翁焕新. 环境地球化学 [M]. 北京: 地质出版社, 1990: 40-76.
- RONG Qiu-tao, WENG Huan-xin. *Environment geochemistry* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990: 40-76.
- [4] Ferreira M M, Inácio P, Morgado M J, et al. Low-density geochemical mapping in Portugal [J]. *Applied Geochemistry*, 2001, 16: 1323-1331.
- [5] Altschuler Z S. The geochemistry of trace elements in marine phosphorites [J]. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, 1980, 28: 19-30.
- [6] Manta D S, Angelone M, Bellanca A, et al. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Italy) [J]. *Science Total Environ*, 2002, 300: 229-243.
- [7] 林忠辉, 陈同斌. 磷肥杂质对土壤生态环境的影响 [J]. *生态农业研究*, 2000, 8 (2): 46-50.
- LIN Zhong-hui, CHEN Tong-bin. Effect of associated toxic constituents of phosphate fertilizers on the soil eco-environment [J]. *Eco-agriculture Research*, 2000, 8 (2): 46-50.

(上接 838 页)

- [9] 施兴, 彭朝晖, 潘飒璋. 河北省航磁资料的研究程度与找矿潜力分析 [J]. *物探与化探*, 2009, 33 (4): 374-388.
- SHI Xing, PENG Zhao-hui, PAN Sa-zhang. The research extent and ore-prospecting potential of the aeromagnetic data obtained in Hebei Province [J]. *Geophysical & Geochemical Exploration*, 2009, 33 (4): 374-388.
- [10] 丛丽娟, 余学中, 徐昆, 等. 地、物、化、遥在内蒙古二连一东乌旗地区航磁异常查证中的应用 [J]. *世界地质*, 2012, 31 (2): 412-419.
- CONG Li-juan, YU Xue-zhong, XU Kun, et al. Application of geology, geophysics, geochemistry and remote sensing methods for aeromagnetic anomaly investigation in Erlian-Dongwuqi area of Inner Mongolia [J]. *Global Geology*, 2012, 31 (2): 412-419.
- [11] 杨明慧, 王嗣敏, 郑晓凤, 等. 华北克拉通南部及邻区航磁异常特征与构造分区 [J]. *地质论评*, 2009, 55 (6): 862-871.
- YANG Ming-hui, WANG Si-min, ZHENG Xiao-feng, et al. Aeromagnetic anomalies characteristics and tectonic subareas of southern North China Craton and adjacent regions [J]. *Geological Review*, 2009, 55 (6): 862-871.
- [12] 林泽付. 磁法在大兴安岭北段金及多金属找矿中的应用: 硕士学位论文 [D]. 长春: 吉林大学, 2011.
- LIN Ze-fu. Application of magnetic to gold and polymetallic prospecting in the northern part of Daxing'anling mountains: master's degree thesis [D]. Changchun: Jilin University, 2011.