

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2013.08.029

白银市土壤多环芳烃污染特征*

吴彦瑜** 洪鸿加 周健 胡小英 彭晓春 陈志良

(环境保护部华南环境科学研究所, 广州, 510655)

多环芳烃(PAHs)广泛存在于自然界,具有生物富集率高、致癌性强、环境风险高的特点.土壤是多环芳烃积累和迁移的重要介质,土壤中PAHs的浓度水平能反映研究区域内多环芳烃污染状况和污染源等信息.

本研究采集甘肃省白银市不同功能区土壤样品,分析土壤样品中PAHs的分布特征、污染状况和它们的主要来源,对有效控制PAHs污染,保护人类健康,具有重要的理论及现实意义.

1 材料与方法

1.1 研究区概况

白银市地处甘肃省中部,国土总面积31158.7 km²,占甘肃省国土总面积的4.4%.白银市工业内部的二重经济结构突出,表现为两极分化,由中央投资兴办起来的厂矿工业,与落后脆弱的地方工业,二者融合度差,没有相互渗透,也无法形成相互促进的区域经济体系.

1.2 土壤样品的采集及采样点布设

根据白银市现有产业布局与人口聚集情况,确定采样点.此次采样点共23个,包括2个背景点,矿业企业(白银公司和银光公司)周围采样点8个、城市生活区4个采样点、城周围河流底泥4个采样点、尾矿坝3个采样点和2个污灌区采样点.采用GPS定位仪对采样点位进行精确定位,用不锈钢采样器采集表层土壤(0—20 cm),用自重式抓斗采取河流的表层沉积物,所采集的样品用铝箔纸遮光并隔离空气保存在聚乙烯密实袋中.样品采集后,立即送回实验室,保存于-20℃冰箱中待分析.

1.3 样品的分析测试方法

精确称取20.0 g土研磨样品,各加入约8.0 g无水Na₂SO₄,同时加入8.50 μg联苯,混合均匀,用滤纸包好放入索氏提取器,加入200 mL二氯甲烷,置于水浴箱(45℃)抽提24 h.使用旋转蒸发器将提取液浓缩至约1—2 mL,使用10 mL正己烷进行溶剂转换后再浓缩至1 mL.将浓缩样品移入硅胶净化柱进行净化,净化柱采用正己烷湿法装柱,依次装入12 cm硅胶、6 cm氧化铝和1 cm无水硫酸钠.先使用正己烷洗出烷烃类化合物,进一步用正己烷/二氯甲烷(V/V=7:3)混合液淋洗出芳烃类化合物(PAHs).洗脱液用50 mL浓缩瓶收集,氮气吹蒸后用甲醇定容至5 mL,低温(4℃)保存备用.色谱分析前,加入PAHs内标物氘代萘.用高分辨气相色谱-质谱仪(HRGC/HRMS, HP6890)对样品进行定性定量分析.每10个样品做1个实验室空白、过程空白、平行样、基质加标进行质量控制.

2 结果与讨论

2.1 土壤中PAHs污染水平

白银市土壤中PAHs含量在64.96—3043.86 ng·g⁻¹间,即其最低含量远远超过Edwards^[1]提出的1—10 ng·g⁻¹的土壤内源性总PAHs含量,据此可以推断,白银市土壤PAHs主要来自于外源性PAHs,与人类活动密切相关.

依据Maliszewska-Kordybac^[2]针对16种优控PAHs制定的土壤有机污染的标准,白银市23个土壤样品中有3个样品的总PAHs小于200 ng·g⁻¹,即未受污染,占总样品数的13.0%;12个土壤样品属轻度污染,占总样品数的52.2%,3个土壤样品属中度污染,占总样品数的13.0%;5个土壤样品属于重度污染,占总数的21.7%.

2.2 不同功能区土壤PAHs污染分析

白银市不同功能区土壤中PAHs浓度差异较大,PAHs浓度具有河流下游底泥>生活区>工业生产区>污灌区的区域污染分布特征.其中,河流下游底泥均为重度污染;白银市生活区中央与生活区北面为重度污染,生活区东面为中度污染,生活区西面为轻度污染.工业生产区土壤多为多环芳烃轻度污染;污灌区和白银公司尾矿坝土壤在未受污染与轻度污染之间.大沟底泥、城生活区中央、城生活区北面等PAHs含量最高,主要是由各区域的人类生产活动类型所导致,由此

2013年1月5日收稿.

* 环保公益性行业科研专项(2011467024,201209022);公益性科研院所基本科研业务专项(ZX-201106-089)资助.

** 通讯联系人, E-mail:wuyanyu@scies.org

引起的生态风险比较高,即白银城镇人口生态风险较高,这可能与白银的燃料使用结构有关.工业生产区的多环芳烃含量处于中位,仅为生活区的一半左右,这可能与白银以矿业为主的产业结构有关.

2.3 不同环数 PAHs 浓度比较

不同环数 PAHs 的相对丰度可以反映来自热解或石油类污染.图 1 表明,除白银公司下风向、白银公司尾矿坝和东大沟污灌区采样点外,其他采样点土壤样品中 4 环及 4 环以上高分子量 PAHs 含量与 2 环和 3 环低分子量 PAHs 含量均大于 1,表明白银土壤中多环芳烃大多来源于化石燃料的高温燃烧.

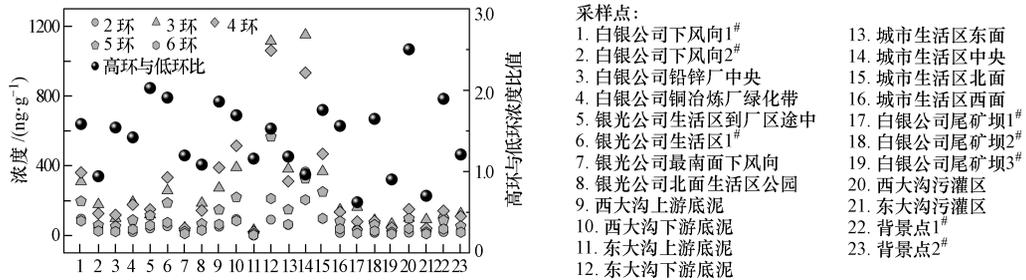


图 1 土壤中不同环数 PAHs 浓度比较

2.4 多环芳烃的来源分析

通过不同采样点土壤中 PAHs 的 $An/(An + PhA)$ 和 $FIA/(FIA + Py)$ 比率分析(图 2),结果表明,白银市 23 个不同的采样点土壤中 PAHs 的 $An/(An + PhA)$ 比值在 0.13—0.34 范围内,平均值为 0.21; $FIA/(FIA + Py)$ 比值在 0.44—0.75,平均值为 0.52,表明白银市大部分表层土壤样品为燃烧源的 PAHs 污染特征,主要来源于木材、煤和化石燃料的燃烧.

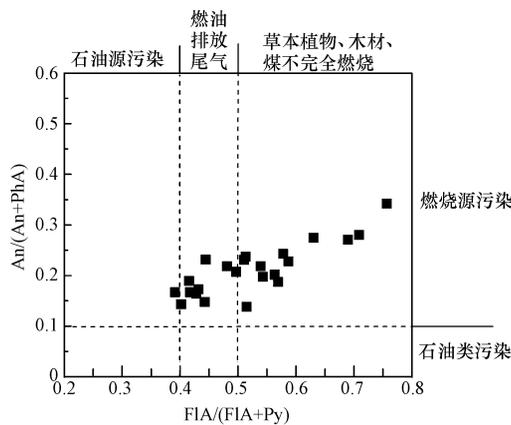


图 2 土壤/沉积物样品中 PAHs 的 $An/(An + PhA)$ 和 $FIA/(FIA + Py)$ 比值

3 结论

白银市土壤中 PAHs 含量在 $64.96\text{—}3043.86\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ 之间,主要来自于外源性 PAHs,与人类活动密切相关.分别有 52.2%、13.0% 和 21.7% 的土壤样品分别达到了 PAHs 的轻、中、重度污染水平. PAHs 浓度在不同类型土壤中的含量由高到低依次为:河流下游底泥 > 生活区 > 工业生产区 > 污灌区.其中,河流下游底泥均为重度污染;白银市生活区中央与生活区北面为重度污染,生活区东面为中度污染,生活区西面为轻度污染.生产区土壤多为多环芳烃轻度污染;污灌区和白银公司尾矿坝土壤在未受污染与轻度污染之间.白银市土壤样品中 4 环及 4 环以上高分子量的 PAHs 的占比较大,源解析结果表明,该市土壤 PAHs 来源主要是木材、煤和化石燃料的燃烧.

关键词:多环芳烃, 土壤, 污染, 特征.

参 考 文 献

- [1] Edwards N T. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's) in the terrestrial environment; a review [J]. J Environ Qual, 2009. 12(4): 427-441.
- [2] Maliszewska-Kordybac H B. Polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils in Poland; Preliminary proposals for criteria to evaluate the level of soil contamination [J]. Appl Geochem, 11(1/2): 121-127