

炼砒遗址土壤及植物总砷分布的特征*

唐宝英 陈朝湘 杨秀环

(中山大学化学系, 广州 510275)

吴群河

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘要 在炼砒遗址的河流两岸, 土壤受砷污染严重, 含砷量比一般土壤高1~2个数量级. 该区域的植物含砷量也比其它地区高. 但砷在土壤中的分布和在植物各部位的分布仍然是有规律的.

关键词 砷, 土壤, 植物, 污染, 分布

分类号 X132

70年代末至80年代初, 广东一些地区曾因土法炼砒, 造成环境受砷污染严重, 引起许多有关学者的关注. 本文选择炼砒遗址老虎冲河两岸土壤及植物作为研究对象, 对21个土样及一些植物样品进行总砷量测定, 探讨砷在土壤和植物中的分布特征, 为进一步研究该区域土壤和植物中砷的形态及生态效应提供科学依据.

1 样品采集和分析方法

1.1 采样布点

老虎冲河自西南向东北流向, 两岸共设8个样点, 共采集5种不同土类的21个样品及一些植物样品. 样点及土壤类型分布见图1.

1.2 分析方法

1.2.1 样品消化 称取适量已磨碎烘干的土壤和植物试样, 用($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$, 10:1)加热消化, 至透明溶液, 定容、待测定.

1.2.2 砷的测定 把消化好的溶液适当稀释, 加入 $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$ 基体改进剂, 用石墨炉原子吸收法(GFAAS)⁽¹⁾, 在相同条件下测定标样及试样液. 根据砷的校准曲线, 求出样品含砷量.

收稿日期: 1994-07-18

* 广东省高教局资助项目

2 结果与讨论

2.1 土壤总砷量

老虎冲河两岸区域8个样点中,除样点①和③外,其余均采A、B、C或A、P、B层土样.样点⑧为设定对照点.测定结果如表1.通常土壤中砷的含量低于30mg/kg.从表1可知,该区域土壤含砷量高达1653mg/kg,即使位于下游远离炼砷遗址的⑧对照点,含砷量最低也达234mg/kg,超出广东土壤砷背景值(5.12~24.40mg/kg)^[2]近百倍.这说明该区域土壤受砷污染严重,其最初污染源来自原炼砷废水、废气和废渣.这些炼砷废水排入老虎冲河,通过农田灌溉,污染土壤;炼砷时排放的废气中的砷进入土壤;以及炼砷矿渣渗滤雨水流入土壤.进入土壤的砷,经土壤粘土矿物、铁和铝等氧化物吸附或与其它化合物作用形成复杂难溶的砷化物,累积于土壤中缓慢地迁移转化,导致土壤含砷量很高.像①号点的废渣至今仍含有8%的砷,它仍在严重地污染着环境.

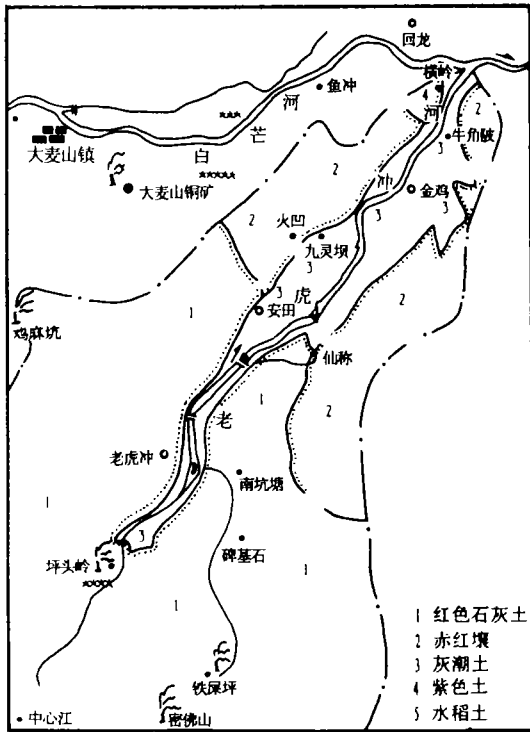


图1 采样布点和土壤类型分布图

Fig. 1 Map of distribution of sampling sites and soil types

2.2 土壤中砷分布特征

从表1可看出,除了样点⑦外,河两岸土壤砷含量自上流至下游逐渐递减;比较中游样点④,⑤,⑥的土壤含砷量可以发现,越靠近河流或越靠近炼砷遗址,土壤砷含量越高.这是遗址中的砷不断地受到雨水渗透和河水的夹带、沉积而造成的.此外,不同土质含砷量亦有区别,以灰潮土含砷量最高,其次是水稻土.如⑥号与④,⑤号均位于中游,但⑥号点砷量比④,⑤高.而位于下游的⑦号水稻土的砷亦明显比④,⑤号赤红壤的高.在一般情况下,土壤中含砷量主要取决于成土的母质^[2],但出现上述现象可能与土壤本身对砷的各种累积因素密切相关.

2.3 土壤中砷的垂直分布

土壤中砷的垂直分布随采样点不同而有所差别.接近炼砷遗址的②,③号样点,砷含量随土层同一剖面深度而递增.而位于中游的④,⑤号点垂直分布较为均匀,但⑥号点的B层则明显高于A、C层.在下游的⑦,⑧号点A层砷含量却高于B、C层.

土壤中砷的垂直分布受土质、有机质、pH值和氧化-还原电位 E_h 的影响.砷作垂直

表 1 各土壤含砷总量

Tab. 1 The total As content in each soil sample /mg · kg⁻¹

样 点	土壤类型	土样层次	采样深度 (cm)	砷总量	剖面平均砷总量
①	(矿渣)	炼砒遗址矿渣		8.00×10^4	8.00×10^4
		A 层	5-20	1077	
②	灰潮土	B 层	50~65	1472	1.40×10^3
		C 层	110~130	1653	
③	水稻土	A 层	5~15	1200	1.27×10^3
		B 层	100~110	1338	
④	赤红壤	A 层	5~15	435.9	
		B 层	30~40	426.1	411
		C 层	50~60	370.4	
⑤	赤红壤	A 层	10~20	329.4	
		B 层	60~70	430.6	406
		C 层	120~130	458.0	
⑥	灰潮土	A 层	5~15	460.5	
		B 层	40~50	1188	708
		C 层	90~100	475.6	
⑦	水稻土	A 层	5~15	637.9	
		P 层	25~35	419.4	461
		B 层	40~50	324.3	
⑧	紫色土	A 层	5~15	285.2	
		B 层	40~50	198.9	234
		C 层	120~130	216.9	

迁移一般较困难, 然而②号点 C 层含砷却最高, 这可能与炼砒遗址的高砷污染以及灰潮土对砷的固定能力有关. 在③号点 B 层含砷高是符合规律的, 一般耕作层 (A 层) 施以肥料含有较丰富的硫酸盐、硝酸盐和碳酸盐, 则砷转变成可溶性砷从表层迁至中层; ⑥号点位于中游, 其分布仍是合理的; 对于⑦、⑧号点的表层高于 B、C 层, 可认为这些点离炼砒遗址最远, 砷污染来自炼砒废气漂尘和河水浇灌等. 如果表层含有 Fe、Al、Ca、Mg 等离子, 则形成难溶盐而使砷累积于表层. 由此可见, 砷在土壤中的迁移, 决定于土壤的性质和环境条件.

2.4 植物中的砷含量

关于植物中砷的含量 (干重), 通常是小于 1mg/kg⁽³⁾. 表 2 列出了在该区域在同一灰潮土长的一些植物的含砷量.

表2 灰潮土上不同植物砷含量

Tab. 2 The As content for various plants in the grey tide - soil

植 物	厥	大白菜	生 菜	黄 豆	玉 米	鬼 针 草	椰 菜
砷量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	78.9	24.1	23.0	8.47*	6.39*	6.60	1.90

* 为整株各部位砷量的平均值

由表2可知,该区域植物含砷量较高,且均超过我国植物的自然含砷量^[3],普遍超过几倍至几十倍.植物中的砷是在生长过程从土壤中吸收积累,土壤含砷量高则植物砷含量亦高.此外,空气污染漂尘沉降植物体表面也会被植物吸收,造成污染.从表2还可以看出,不同植物含砷量差异很大,其顺序为厥>大白菜>生菜>黄豆>玉米>鬼针草>椰菜.造成这种差异首先取决于植物特性,不同植物对砷的“偏好”程度不同.此外与植物年龄、生长期长短和需水量等有关,同时与土壤环境有关,尤其与土壤中可给态的砷含量有关,同属植物生长期越长,吸收积累的砷量越高.表2中厥含砷量最高,椰菜含砷量最低,其规律与文献报导^[3]的结果一致.

2.5 同株植物不同部位的砷含量

在灰潮土和红色石灰土上同时生长的玉米和黄豆,测得不同部位的含砷量列于表3.从表3可知,玉米和黄豆各部位砷含量差异较大.玉米各部位含砷量顺序为根>叶>茎>蕊或果实;黄豆各部位含砷量顺序为叶>根>茎、豆夹.黄豆叶片含砷量比根部高,原因主要为黄豆植株的砷不仅来自根部对土壤砷的吸收,其粗糙的叶片表面有利于吸附被砷污染的大气漂尘使砷为叶片所吸收.而玉米叶表面较为光滑,生长形态也不利于大气漂尘的积聚.

表3 玉米和黄豆植株不同部位的砷含量

Tab. 3 The As content in different parts of corn and bean / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

土壤类型	植物部位	含砷量	土壤类型	植物部位	含砷量
灰 潮 土	玉米根	12.6	红 色 石 灰 土	玉米根	17.1
	玉米叶	7.22		玉米叶	—*
	玉米茎	—*		玉米茎	2.42
	玉米蕊	2.08		玉米蕊	1.02
	玉 米	1.60		玉 米	1.22
	黄豆根	6.84		黄 豆 根	6.44
	黄豆叶	12.6		黄 豆 叶	10.4
	黄豆茎	7.61	黄 豆 茎	3.50	
	黄 夹	6.83	黄 夹	—	

* 没有样品

此外,两种不同土质含砷总量虽然不同,但植株中含砷总体水平是处于同一个数量

级。因此, 以土壤中总砷量来评价植物对砷的响应是不够的, 这有待于对砷的形态与植物的响应关系作进一步研究。

参 考 文 献

- 1 杨秀环, 唐宝英, 张展霞等. 石墨炉原子吸收直接法测定海水砷. 中山大学学报(自然科学)论丛 [20], 1990, 9 (1): 200~206
- 2 刘全友, 黄衍初. 我国部分地区土壤中砷的含量及其分布的探讨. 中国环境科学, 1984, 4 (1): 73~76
- 3 廖自基编著. 环境中微量重金属元素的污染危害和迁移转化. 北京: 科学出版社, 1989. 105~125

The Characteristic Distribution of Total Arsenic in the Soil and Plants around the Arsenic Smelting Ruins

*Tang Baoying * Chen Chaoxiang Yang Xuhan Wu Qunhe*

Abstract The soil on the banks of the Lauhu chong river running through the arsenic smelting ruins is very seriously polluted with arsenic. The amount of arsenic is one to two orders of magnitude higher than that in the natural soil. The plants in this area has also very high concentration of arsenic. The concentration of total arsenic in the soil and in various parts of the plants exhibit a regular distribution pattern. These data provide a fundamental basic for the further study of the plants in the response of arsenic pollution.

Keywords arsenic, soil, plant, pollution, distribution

* Chemistry Department, Zhongshan University, Guangzhou 510275