

# 吉林地区自然土壤中九种 重金属背景值的研究

赵子良 董桂芳 李振祥 张焕亭 于树清 禹冰

(吉林市卫生防疫站)

土壤是人类赖以生存的重要自然环境,重金属污染物在土壤中的局部积累可危害环境,间接危害人体健康。研究土壤中有害元素的分布规律、估计污染程度,制订土壤卫生标准或环境标准,进行环境质量综合评价、环境污染趋势的预测预报以及寻找环境病因等都必须首先了解土壤中若干重金属元素的自然背景值。

## 一、研究方法

吉林地区包括吉林市和永吉、蛟河、舒兰、盘石、桦甸县,是我国主要化工基地之一。主要成土母质为花岗岩、玄武岩风化物 and 第四纪黄土沉积物及江河近代冲积物。本地区自然土壤分布面积最大的土类为暗棕色森林土,其次为白浆土,再次为草甸土。

### (一)土壤样品的采集

1. 采样点的选择:从研究土壤背景值的要求出发,在采样点的选择上我们考虑了以下几个因素:(1)尽量远离已知污染源;(2)能代表本地区主要成土母质;(3)能代表本地区主要土壤类型;(4)采样点尽量布设在未经人为耕作的生荒地上。

2. 土壤样品的采集方法:在选定的采样点上,用竹刀挖土壤剖面,按土壤发生层次,自下而上地分别采取底土、心土、表土三层样品,分装在聚乙烯袋中,采样量为每层取土2公斤左右。采样深度因土而异,石质山地采至风化母质层;阶地冲积物母质采至地表下1—2米。

(二)分析土样的制备 将野外采回的土样,分别平铺在聚乙烯布上,挑除植物根和大于1毫米的石砾,于室温下自然风干,用玛瑙研钵研细,分别过尼龙筛,供检测二氧化钛用的土样过150目筛,其余土样过100目筛。

### (三)土样的分析项目及方法

1. 项目:我们选定目前易于造成土壤污染的镉、铅、铬、镍、锌、锰、汞、砷和钛等9个重金属元素作为检测项目。

2. 方法:铬用硫酸、硝酸、氢氟酸、盐酸消化,用原子吸收分光光度法测定,镉、铅用硝酸、高氯酸消化后,用原子吸收分光光度法于有机相测定。经试验,方法的回收率均在96%以上;镍、锌、锰用硝酸、高氯酸消化,用原子吸收分光光度法测定,回收率均在90%以上;汞用硝酸、硫酸、五氧化二砷消化用冷原子吸收法测定,回收率在97%以上;砷用硝酸、高氯酸消化,用氢化物法,原子吸收仪测定,回收率在95%以上;钛用过氧化氢比色法测定,回收率在99%以上。

### (四)统计方法和表示方法

1. 统计方法:本工作中,土壤重金属元素背景值的统计方法是:

(1)根据测定值的频数分布类型,求平均值和标准差。平均值是以各主要类型土壤面积百

分数为权，进行计算；标准差是将各类型土壤面积百分数都乘以100，而将全区自然土壤作为100×100，进行计算，公式<sup>[1]</sup>为：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K (100a_i - 1)S_i^2 + 100 \sum_{i=1}^K a_i \bar{x}_i^2 - 10000\bar{x}^2}{10000 - 1}}$$

(2)测定值的频数分布类型检验。将分析数据整理后，先绘制出元素浓度频数分布直方图和曲线图；为了进一步辩明元素浓度符合何种分布，我们又以其相对累积频率为纵座标，以元素各自含量为横座标，分别在正态概率图纸上和对数正态概率纸上作图<sup>[2]</sup>。根据其在不同图纸上呈现的直线性，以辨别其频数属于何种分布。对全地区自然土样中九种重金属元素浓度的频数分布类型的检验结果表明：铬、锌、锰、铅呈对数正态分布；镍兼有对数正态与正态分布两种类型，更近于对数正态分布；砷、镉、汞呈正态分布；钛介于两者之间，更近于正态分布。

2. 表示方法：土壤重金属元素背景值表示方法是根据频数分布类型而确定的。对频数分布呈正态的砷、镉、汞、钛，用算术平均值加减一个标准差表示；对频数分布呈对数正态的铅、镍、锌、锰、铬用几何平均值加减一个几何标准差表示。

## 二. 结 果

表 1 吉林地区自然土壤表土中九种重金属元素背景值(ppm)

元 素	含 量 范 围	平 均 值	
Cd	0.02~0.42	0.25±0.11	*
Pb	4.00~16.00	12.01±9.39	△
Cr	32.00~56.00	56.98±40.86	*
Ni	6.00~24.00	19.31±10.53	*
Zn	25.00~57.00	56.87±37.49	*
Mn	180.00~593.00	364.11±361.33	△
Hg	0.012~0.172	0.07±0.01	*
As	1.00~7.00	3.64±0.52	△
Ti	5500.0~9500.0	8700.0±6900.0	*

注：算术均值 \* 几何均值△

表 2 吉林地区主要土类、母质表土中九种重金属元素自然背景值(ppm)

元 素	暗 棕 色 森 林 土		白 浆 土		草 甸 土	
	花岗岩母质	玄武岩母质	玄武岩母质	第四纪黄土沉积物母质	近代冲积物母质	
Cd	0.26±0.14 *	0.29±0.13 *	0.19±0.07 *	0.23±0.12 *	0.20±0.09 *	
Pb	12.86±9.92 △	11.26±8.58 △	12.30±10.04 △	12.21±9.89 △	12.63±9.81 △	
Cr	47.26±35.74 *	51.50±49.14 *	54.35±42.15 *	56.03±45.79 *	66.09±47.91 *	
Ni	14.00±8.02 *	18.27±11.13 *	18.71±13.57 *	21.73±15.23 *	22.47±8.85 *	
Zn	57.39±31.19 *	54.54±35.90 *	56.87±40.69 *	50.76±42.10 *	65.46±37.70 *	
Mn	309.74±306.82△	416.95±414.29△	301.74±299.00△	374.25±371.59△	452.65±450.10△	
Hg	0.04±0.02 *	0.09±0.01 *	0.05±0.01 *	0.033±0.027 *	0.126±0.026 *	
As	3.16±0.40 △	4.39±0.65 △	1.87±1.51 △	3.32±0.70 △	3.34±0.90 △	
Ti	7930.0±7670.0 *	878.0±6820 *	7850.0±7350.0 *	8060.0±7740.0 *	7778.0±7542.0 *	

注：算术均值 \* 几何均值△

工作中, 我们除取得了吉林地区自然土壤中铬等九种重金属元素的背景值外, 还分别取得了主要土壤类型和主要成土母质类型及不同土壤质地土壤中此九种重金属的自然背景值, 结果分别列表1—3。

表 3 吉林地区不同土壤质地土壤表土中九种重金属元素自然背景值(ppm)

元 素	自然土壤总背景值			暗棕色森林土			
	砂 土	壤 土	粘 土	花 岗 岩		玄 武 岩	
				砂 土	壤 土	砂 土	壤 土
Cd	0.20± 0.13	0.31± 0.18	0.06± 0.11	0.21± 0.13	0.30± 0.18	0.15± 0.13	0.35± 0.17
Pb	13.72± 5.34	16.23± 9.75	18.72± 13.46	9.55± 6.91	13.16± 12.68	14.43± 12.17	18.55± 8.95
Cr	52.26± 18.20	62.40± 44.20	65.78± 54.00	49.40± 39.60	52.97± 47.42	28.92± 17.52	67.55± 46.57
Ni	18.31± 7.05	23.19± 11.89	25.57± 15.25	15.19± 10.47	17.84± 11.00	20.82± 15.18	26.86± 12.28
Zn	56.73± 38.59	67.82± 42.60	115.25± 34.83	50.72± 45.60	57.45± 47.55	61.76± 29.24	75.75± 47.63
Mn	400.82± 188.04	568.32± 330.38	620.79± 481.43	291.09± 150.23	505.93± 291.27	321.66± 228.34	612.43± 459.57
Hg	0.03± 0.02	0.09± 0.02	0.20± 0.015	0.03± 0.016	0.07± 0.02	0.03± 0.028	0.12± 0.04
As	1.90± 0.91	2.72± 1.01	9.38± 0.52	1.69± 0.53	2.76± 1.46	0.06± 1.04	3.09± 1.03
Ti	7824.75± 5832.39	9005.24± 7394.76	10579.50± 3240.50	7600.0± 7200.0	7882.84± 7217.16	6519.13± 6286.87	9548.53± 7851.47

  

元 素	草甸土			白浆土			
	江河近代冲积物			玄 武 岩		第四纪黄土沉积物	
	砂 土	壤 土*	粘 土	壤 土	粘 土	壤 土	粘 土
Cd	0.22± 0.12	0.18	0.83± 0.07	0.28± 0.20	0.27± 0.32	0.23± 0.19	0.69± 0.09
Pb	15.77± 0.07	15.90	17.12± 16.98	13.34± 11.31	19.88± 15.98	11.41± 8.59	14.79± 12.47
Cr	58.43± 11.07	65.00	63.45± 53.55	59.07± 39.17	61.58± 58.08	55.67± 40.83	69.58± 51.66
Ni	14.43± 0.13	22.90	28.52± 8.55	21.88± 12.76	23.45± 19.70	15.02± 14.88	26.60± 17.24
Zn	63.26± 34.84	55.00	164.40± 124.10	53.67± 45.67	65.00± 52.94	40.24± 31.76	57.29± 47.71
Mn	494.50± 354.50	621.00	593.70± 493.30	429.89± 294.61	649.87± 487.47	349.11± 286.89	626.89± 456.61
Hg	0.03± 0.02	0.08	0.09± 0.05	0.06± 0.02	0.24± 0.005	0.034± 0.027	0.21± 0.01
As	1.98± 1.42	2.50	3.10± 2.74	2.07± 0.65	14.92± 0.4	1.58± 0.74	6.35± 2.11
Ti	8097.00± 4703.00	8000.00	10648.52± 8951.48	9152.19± 7247.81	9848.52± 9000.00	8082.84± 7517.16	10201.51 ±7998.49

\* 该栏为算术平均值。

### 参 考 文 献

- [1]刘多森, 标准差在地学研究中某些特定条件下的计算方法. 土壤, 16(2):70, 1984.  
 [2]环境科学编辑部主编, 环境中若干元素的自然背景值及其研究方法, 第15、31、37、82页, 科学出版社, 1982.