

大连市土壤中汞背景值影响因素分析*

王 新

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

摘要 主要研究了土类、母岩、质地、有机质、土地利用方式、地貌等不同土壤环境因子对大连市土壤中汞背景值的影响, 通过各环境因子变异系数的计算得知影响的主要因素是土地利用方式和母岩。给出了大连市土壤中汞的自然背景含量。分析表明, 大连市土壤汞背景值偏高是由于母岩的不同及工农业生产活动的影响所致。

关键词 土壤背景值, 环境, 汞元素, 地球化学。

汞在生态系统中是一个值得注意的有害元素, 汞与其它元素有所不同, 在各环境要素中可在三态间不断地循环转化。人类的工农业生产活动可使一部分汞排放进入环境中, 污染大气、水体及土壤。就土壤而言, 汞主要来自岩石的风化, 其次大气降水等也能给土壤带来一部分汞。土壤汞含量的变化因不同地区主导因素的不同而其影响深度也不尽相同, 本文主要探讨各种环境因子对大连土壤中汞背景含量的影响, 给出其自然背景含量, 阐明该市土壤中汞背景值偏高于辽河平原的原因, 为本地区环境质量研究, 制定土壤环境容量, 土壤环境标准及土壤污染控制提供科学依据。

一、样品的采集、分析及数据处理

1. 样品的采集

为了使采集的样品具有代表性, 采样时应避开外污染的影响。根据不同土类、母岩的特点共采集土壤剖面 104 个, 每个剖面按 A、B、C 三层取样, 采集样品共计 259 个, 采样量控制在 1.0 kg。

2. 分析方法

土壤中汞元素的分析方法为 $\text{HNO}_3\text{--H}_2\text{SO}_4\text{--V}_2\text{O}_5$ 。样品在 401 型冷原子吸收分光光度计上测定。为保证分析测试数据准确、可靠, 选取 20% 平行双样重复, 相对偏差 $<15\%$, 在要求的精度范围内。采用 ESS-1 标准样品控制分析测定的准确度。

3. 数据处理

用 BOX、COX 法对汞元素的分布类型进行总体检验, 之后再用 Vistelius 进行结果验证, 最后确定汞频数分布类型为对数正态。因此在本报告中所用的数据其结果采用几何均值和几何标准差表示。将汞原始数据用 Grubbs 法进行异常值剔除, 共剔除 2 个样本。

二、大连市土壤中汞的背景值

大连市土壤中汞的背景含量范围在 0.01—0.219 ppm 之间, 平均值为 0.0611 ppm。统计计算结果见表

1. 将其背景含量与世界上其它国家及我国部分城市相比较绘出柱状图见图 1。

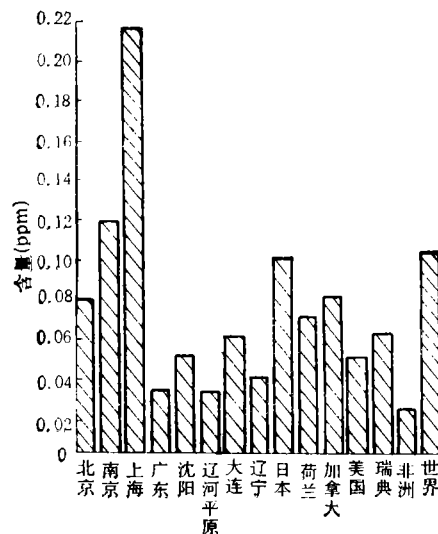


图 1 大连市与我国部分城市及某些国家土壤汞背景含量比较

表 1 大连市土壤中汞背景值¹⁾

样本个数	测值全距 (ppm)	几何均值	几何标准差	背景值范围 (ppm)
102	0.01—0.216	0.0611	1.79	0.017—0.219

1) 大连市土壤中汞背景值的获得是按四种土类均值、标准差及分别占全市总面积的百分数计算得到。

由图 1 可看出, 大连市土壤中汞背景含量水平在世界土壤汞含量的范围内 (0.03—0.3 ppm)^[1], 与其它国家相比, 属中等含量水平, 但却高于辽河平原 (0.034 ppm) 及辽宁省 (0.0358 ppm) 土壤汞背景值含量。

* 国家“七五”科技攻关项目。

收稿日期: 1991 年 5 月 10 日

表 2 大连市不同土类汞背景含量 (ppm)

土 类	样本个数	测值全距 (ppm)	几何均值	几何标准差	差异显著性	辽宁省不同土类 Hg 背景含量	辽河平原不同土类 Hg 背景含量
棕壤	77	0.01—0.216	0.0616	1.90	b	0.0428	0.036
草甸土	18	0.014—0.192	0.0573	2.07	b	0.0318	0.022
盐土	3	0.044—0.128	0.0842	1.768	a	0.0251	0.026
风沙土	3	0.032—0.065	0.0494	1.463	b	0.0202	0.016
水稻土	1		0.08			0.0674	0.053

三、大连市土壤汞背景值影响因素

1. 土壤类型对汞背景含量的影响

土壤类型不同其成土过程也各异,大连市不同土壤类型汞背景值列于表 2。

从表 2 结果看,不同土类汞背景含量的趋势是:盐土、水稻土>棕壤、草甸土、风沙土。盐土是在特殊环境条件下形成的水成土,大连市滨海盐土 pH 值范围在 7.36—8.34 之间, pH 值高抑制了土壤汞的迁移,使其在土壤中相对积累。水稻土由于长期处于农田、化肥、农药及灌溉等状态,这些农业措施可带入一部分汞进入土壤中,增加了土壤汞含量。在这几种土类中风沙土汞含量最低。风沙土机械组成偏砂,含大量石英颗粒,风化释放出来的微量元素甚微,因此土壤汞含量偏低。

2. 母岩对土壤汞背景含量的影响

土壤中微量元素的含量一般由母岩决定。岩石中汞含量范围在 0.005—1.0ppm 之间,大多数小于 0.2 ppm^[1]。将大连市不同母岩汞含量进行了统计,详见表 3。

表 3 发育在不同母岩上棕壤 (A 层) 汞背景含量 (ppm)

母 岩	样点数	Hg 背景 含量	差异显著 性检验	辽河平原土壤 Hg 背景含量
黄土状母质	3	0.043	b	0.038
片麻岩	11	0.0416	b	
石英岩	15	0.0715	ab	
红 土	3	0.104	a	0.02
石灰岩	11	0.064	ab	0.046
砂页岩	2	0.0934		0.03
板 岩	6	0.0679	ab	
基性岩	2	0.0374		0.028

由表 3 看出由不同母岩发育的棕壤中汞含量有如下趋势:红土、砂页岩>石英岩、板岩、石灰岩>黄土、片麻岩>基性岩。在红土上发育的棕壤中汞背景含量最高,其次为沉积岩、变质岩上的棕壤,而发育在火成岩上的棕壤汞背景含量偏低。这一结论与 Flanagan 研究结果相一致^[5]。研究表明,同火成岩相比,沉积岩

和变质岩中汞的丰度较高。

3. 不同质地对土壤中汞背景含量的影响

一般来说,物理性粘粒含量百分数高,质地粘重的土壤其汞含量偏高,将不同质地汞含量进行了统计计算,详见表 4。

表 4 不同质地的土壤中汞背景含量 (ppm)

质 地	样本数	物理性粘粒含量百分数 (<0.01mm)	Hg 背景 含量
紧砂土	3	5—10	0.039
砂壤土	23	10—20	0.051
轻壤土	39	20—30	0.059
中壤土	31	30—45	0.074
重壤土	2	45—60	0.108

表 4 结果表明,在不同质地的土壤中汞背景含量有如下趋势:重壤>中壤土>轻壤土>砂壤土>紧砂土,反映出在质地粘重的土壤中汞背景含量高的特点。Norrish 曾指出土壤微量元素含量与质地间存在着密切的关系^[4]。我们将大连市土壤汞背景含量与粘粒含量进行了相关分析,相关系数 $r=0.352$, $R_{0.1}=0.304$, $r>R_{0.1}$ 表明大连市土壤汞背景含量与粘粒含量呈正相关。

4. 有机质含量对土壤汞背景含量的影响

一般来说,土壤有机质表现为对汞元素的富集,这是因为腐殖质与汞元素有极强的螯合力。另一方面,土壤腐殖质有很高的阳离子代换吸附能力,可大量地吸附汞元素,并在腐殖质层富集。土壤有机质对微量元素的富集报道较多^[5,6]。本研究将大连土壤中汞含量与有机质含量进行了相关分析,相关系数 $r=0.254$, $R_{0.1}=0.304$, $r<R_{0.1}$, 结果表明土壤中有机质含量与土壤中汞含量不呈正相关。这主要是因为土壤成分复杂及各组分的不同组合所造成的。

5. 土地利用方式对汞背景含量的影响

土地利用方式不同,自然在农业生产措施上有所差异,这种差异影响了土壤汞背景含量(见表 5)。

由表 5 可知,在不同土地利用方式下土壤汞背景含量的趋势为:菜田>水田>荒地>旱田。菜田汞含量高与农业生产活动频繁有关,菜田不断地进行喷洒

表 5 在不同土地利用方式下土壤汞背景含量 (ppm)

土地利用方式	样 本 数	土壤 Hg 背景含量
菜田	8	0.1469
水田	2	0.0793
荒地	44	0.0604
旱田	34	0.055

农药、施用化肥、灌溉等农业生产措施,这样可将部分汞带入土壤中。水田同样也受到农业生产活动的影响,而旱田和荒地土壤汞背景含量略低。

6. 不同地貌条件对土壤汞背景含量的影响

地貌条件的不同影响着土壤化学元素的迁移、积累、淋溶和沉积,使土壤元素含量的再分配受到影响。一般来说凡是和粘粒含量呈正相关的元素(汞与粘粒含量呈正相关),其元素含量均由高地形部位向低地形部位增加^[7]。

表 6 发育在不同地貌部位上土壤中汞元素加权均值 (ppm)

地貌部位 (海拔高度)	土壤类型	淋溶系数	A 层 Hg 元素加权均值
丘顶或坡上 (>60m)	棕壤性土	0.447	0.13
中波或坡麓 (30—60m)	棕壤	0.490	0.10
沟谷或槽冲 (<30m)	潮棕壤	0.511	0.14

由表 6 看出,因低洼地带可过多地接受坡上下来的物质,致使土壤汞含量偏高。

综上所述,将以上各土壤环境因子进行变异系数计算,结果见表 7。

表 7 各土壤环境因子变异系数

土壤环境因子	土类	质地	母岩	土地利用方式	地貌类型
Hg 变异系数	0.207	0.304	0.558	0.593	0.169

由表 7 看出,土地利用方式和母岩的变异系数大,而其它的变异系数相对较小,说明土地利用方式和母岩是影响大连市土壤中汞背景含量的主要因子。

四、造成大连市土壤中汞背景含量偏高的原因

对大连市工农业的实际调查及统计分析判断,造成大连市土壤中汞背景含量偏高于辽河平原的原因是:

(一) 母岩本身特性

大连土壤主要发育在石灰岩、片麻岩、石英岩上,而辽河平原土壤主要发育在花岗岩及黄土母质上。沉积岩、变质岩的母岩本身汞含量就高于火成岩及黄土母质,因此造成其汞含量的差异。

(二) 工农业生产活动的影响

1. 工业生产活动的影响

经调查确认大连化工厂、大连第二发电厂是汞排放的重点污染源,大连化工厂 1985 年工业废水汞排放量为 0.0147t, 占全市工业废水汞排放量的 98.66%, 大连第二发电厂在燃煤、燃油过程中可释放汞,这些工厂都座落在大连市甘井子区内,造成该区土壤汞背景含量比其它区域偏高(甘井子区 0.077ppm, 金州区 0.051ppm、旅顺口区 0.074ppm)。

2. 农业生产措施的影响

(1) 施肥 据资料记载^[8], 肥料中也含有一定量的汞。我们将大连化学肥料进行了汞含量分析,其含量范围为 0.12—5.09ppm, 根据大连市化肥年均使用量计算得出每年约有 1340 克汞随化肥使用而进入土壤中,年复一年地使用化肥使汞在土壤中积累。

(2) 农药的使用 大连在 1965—1972 年之间使用了含汞制剂的农药赛力散、西力生,这样连续几年的使用造成汞在土壤中的残留。

(3) 灌溉 灌溉水中汞含量超标,使汞在土壤中累积。大连甘井子辛寨子污染区早在 60 年代就开始截流大连市北部 12 个排污口的污水进行灌溉,灌溉水中汞含量为 0.0014mg/L, 大于农田灌溉水质标准 0.001mg/L。近 20 年连续不断的灌溉造成汞在土壤中的积累。我们对接受灌溉的土壤进行汞含量测定,其含量为 0.18—2.68ppm, 超过世界土壤汞含量的 26 倍。

五、小 结

1. 在诸多因素中,影响大连市土壤汞背景含量的主要因素为土地利用方式和母岩。

2. 造成大连市土壤中汞背景含量偏高于辽河平原的主要原因是母岩本身特性及大连市工农业生产活动的影响。

参 考 文 献

- 1 Baker D E; Chesnin L. *Adv. in Agro.*, 1975, 27: 305
- 2 石油化学工业部化工设计院. 国家公害资料——污染环境的工业有害物. 北京: 石油化学工业出版社, 1986: 164—186
- 3 Flanagan F J. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 1973, 37:1189
- 4 Norrish K. *In Trace Elements in Soil Plant Animal Systems.* New York, Academic Press, 1974: 55—82
- 5 Schnitzer M; Khan S U. *Humic Substances in the Environ.* New York, Dekker, 1972:203—247
- 6 Adriano D C. *In Trace Elements in Terrestrial Environ.* New York, Springer Verlag, 1986: 1—45
- 7 陈静生. 中国环境监测. 1987,3(2): 39
- 8 张玉良. 农业化学与生物圈. 北京: 中国环境科学出版社, 1987: 213—216

or maceration was obviously higher than that of the cells treated with control soil ($F > F_{0.01}$, $P < 0.01$). The results show the pollution of the land in the suburbs of the two cities.

Key words: micronucleus test, *vicia faba* cell, soil pollution.

Pragmatized Statistics for Data Processing in Radioactivity Measurement of Environmental Samples. Han Shouling (Liaoning Institute of Labour and Hygiene, Shenyang.): *Chin. J. Environ. Sci.*, 13(3), 1992, pp. 77—80

Comprehensive discussions and analysis were performed on the processing of data from the determination of the content of radioactive nuclein in environmental samples, including the judgement of experimental results, detection limit, treatment of the data for samples with extremely low levels of radioactivity and the uncertainty of the measurement results. Taking the new theories for data treatment and analysis into consideration, the paper proposed several functional data processing approaches.

Key words: radioactivity determination, statistical analysis.

Environmental Quality Assessment and Countermeasures for Pollution Control, Fluorine Pollution Sources in Shanghai Zhu Wenjiang, Zhang Yongming, Pan Liangyin (Shanghai Agricultural College, Shanghai): *Chin. J. Environ. Sci.*, 13(3), 1992, pp. 81—85

Fluorine contents of atmosphere, river water, soil, and plants were surveyed in the surrounding areas of fourteen major fluorine pollution sources in Shanghai. All the data obtained from the survey were treated with statistical method, the reasonable weighted values calculated based on the serial complex method, and the environmental quality was classified according to the index range. By using the figure of comprehensive assessment of environmental quality, the extent of influence of each major pollution source on its surrounding area were evaluated. The results show that the sequence of the extent of pollution of the sources are freon-producing chemical works, iron and steel works and enamelware factory, glass factory, and phosphorus fertilizer works with the last one having mildest environmental impacts. As for the brick and tile factories, some had severe and some had mild influence on their surrounding environment. Therefore, the countermeasures for pollution control for each pollution

source should be varied according to its own pollution conditions. These counter measures include moving the factory away, stopping the manufacture of old product, reducing the amount of pollutants, reforming production processes, enforcing environmental management, and improving the distribution of agriculture.

Key words: fluorine Pollution, environmental quality assessment, environmental quality control.

Analysis of Factors Affecting Background Values of Hg in soils of Dalian. Wang Xin (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.*, 13(3), 1992, pp. 86—88

The paper mainly discusses different environmental factors, such as soil type, parent rocks, texture, organic matter, land-use types and landform, which affect background values of mercury in soils of Dalian. Through calculation of variable coefficient of each environmental factor, it was found that the background values of Hg in soils are mainly affected by land-use type and parent rock. The natural background values of Hg in soils of Dalian was also obtained. The background values of Hg in soils of Dalian are higher than those in Liaohe River Plain because of different parent rocks and industrial or agricultural activities.

Key words: background values in soil, Hg, Dalian.

A Study on Manufacturing Manure with Fine Coal Ash in Power Station. Cheng Shuiyuan, Bai Tianxiong, Sun Yusheng (Department of Environmental Engineering, Hebei Institute of Chemical Technology and Light Industry, Shijiazhuang), Zhao Ying (Electricity and Trial Institute of Hebei Province): *Chin. J. Environ. Sci.*, 13(3), 1992, pp. 89—90

A feasibility study on manure manufacturing with fine coal ash was performed. After the apatite fluxing agent and additives were mixed with fine coal ash in appropriate proportion and melted, non-dissoluble components in the mixture were changed into dissoluble elements which could be absorbed by plants. The formulation of materials and technological conditions were screened through hundreds of fusion experiments and the optimal burden parameters and technological conditions were obtained. The content of the fine coal ash in the studied manure could reach to 40%. The manure has the function of compound manure and therefore has good effect on plant growth.

Key words: fine coal ash, manure, fusion, apatite.

(上接第 93 页)

图。在该图中,关键是有有一个得力的执法部门按照总量控制实施流程行使监督和管理权力,并能作到秉公

执法。在我国,这样的行政管理机构就是各级环境保护局。