

合肥市大圩乡菜地土壤重金属含量及环境现状

梅惠², 徐小磊³, 李长安

(1. 中国地质大学, 湖北武汉 430074; 2. 湖北大学, 湖北武汉 430062; 3. 安徽地质调查院, 安徽合肥 230001)

摘要 合肥市郊区大圩乡蔬菜地土壤系统的取样分析表明, 82% 的土壤符合环境质量标准, 土壤的污染主要表现在 2~4 个元素的复合污染上, 这几个元素主要是 As、N、Pb、Cu; 土壤污染元素全量与有效量的相关性分析结果表明, 重金属 Cd、N 的全量与有效量之间呈显著正相关, 其中 N 的相关性极显著; 重金属全量之间的相关分析表明, 重金属全量之间存在一定的相关性, 其中 As、Pb、N 之间的相关系数最大, 分别达到了极显著正相关; 污染源分析表明, 大圩乡菜地土壤中的 As、N、Pb、Cu 等重金属污染可能与土壤母质中的铁锰结核有关系, 大量使用含 As、Cu、Pb 等重金属的农药或其他农业化学物质, 也是导致土壤重金属含量增高的一个重要原因。

关键词 菜地土壤; 重金属; 环境现状; 合肥市郊

中图分类号 S153 文献标识码 A 文章编号 1507-6611(2008)03-01122-02

土壤重金属污染是指由于自然和人类活动将重金属加到土壤中, 致使土壤中重金属含量明显高于原有含量, 并造成生态恶化的现象^[1]。重金属污染具有普遍性、隐蔽性、表聚性、不可逆性等特点^[2]。随着城市化、工业化的迅速发展和人类环境意识的增强, 人们对土壤重金属污染问题的研究兴趣不断增加, 尤其是对供应城市蔬菜的城郊菜地土壤。

城市郊区是一类比较特殊的自然地域, 具有很强的开放性, 其主要功能是向城市提供鲜活的农产品。近年来, 随着人类活动干扰能力加强, 城市郊区菜地土壤质量出现恶化现象。这种情况在经济发达及工业化程度高的地区尤其明显, 很多发达城市已开展各种研究, 调查、评价及治理城郊土壤重金属污染。笔者对中部地区农业大省——安徽省合肥市城郊菜地的土壤进行了研究, 旨在通过详细的调查分析, 了解合肥市郊区菜地的重金属含量及其污染现状。

1 研究区概况

合肥市地处江淮分水岭南侧, 西靠大蜀山, 南濒巢湖, 大部分地区呈岗冲相间的地貌特征, 地面水体属巢湖水系, 主要有南淝河、十五里河、董铺水库。研究区大圩乡位于合肥市东南, 东临南淝河, 南濒巢湖, 地形平缓(标高 10~20 m)。试点面积为 5 km², 耕地土壤主要为菜园土, 土壤熟化程度高。近期也有部分水稻土改种蔬菜, 另有部分水稻土实行菜-稻轮作。成土母质包括上更新统冲洪积黄色粘土(含铁锰结核); 全新统冲积黄灰褐色粉砂、中砂、亚砂土、亚粘土、粘土(组成二级阶地); 全新统冲积黄灰、灰白色粉细砂、亚砂土、亚粘土夹淤泥质粘土, 组成一级阶地。

大圩乡素有“鱼米之乡”之称, 土地肥沃, 水利条件优越, 农业发展条件得天独厚, 被合肥市确定为“十大无公害农产品生产基地”, 注册的“大圩”农副产品系列商标驰名省内外, 林果、蔬菜、水产、水禽和优质稻米成为 5 大农业支柱产业。

2 样品采集与分析

2.1 土壤取样与分析 用 1:1 万地形图作为工作底图, 采样定位使用卫星导航系统(GPS), 采样点应准确标绘在图上, 每 2 hm² 采集 1 件样品, 去除杂草、草根、砾石、砖块、肥料团块等

杂物, 用 4 分法留下大于 1 000 g 供测试分析。为使样品具有代表性, 应尽量采集原地土或具有相当长历史的人工堆积土(外来土), 避免采集新近搬运土或垃圾土、废渣土。采样工具为木(或竹)质铲, 每个工作区各采 21 件密码重复样监测分析质量^[3]。

2.2 样品分析 土壤样品充分混匀后在低于 40℃ 条件下, 根据测定指标的不同进行样品加工处理。作为有效态分析的样品烘干后可直接分析; 要求分析全量的样品应在玛瑙机上细磨(200 目)。土壤样品分析按《无公害蔬菜产地环境要求》(GB/T 18407.1-2001) 和《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 选配的分析方案, 分析项目为: Cd、Hg、As、Cu、Zn、Pb、Cr、N、pH 值 9 项。受重金属元素污染的土壤样品(含立地土壤样品)分析有效量, 分析项目为: 有效 Cr、有效 Cu、有效 Zn、有效 Pb、有效 N 等 5 项。分析工作主要由国家级计量认证的实验室承担^[3]。

3 样品测试结果

3.1 大圩乡表层土壤重金属含量情况 在大圩乡工作区共采样 271 件, 271 件样品都进行了全量测试, 其中 23 个样品进行了有效量的测试。测试结果统计分析见表 1、2、3。

表 1 全部样品(271 个)的重金属全量情况

Table 1 Total content of heavy metal in all samples(271)

重金属	max	min	²	AM	S	CV
Heavy metal	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	%
Cd	0.369	0.048	1.248	0.106	0.035	1.770
N	66.100	13.400	40.690	24.950	6.380	1.630
As	51.700	3.200	29.330	8.230	5.420	0.120
Cr	120.400	54.700	106.880	77.380	10.340	1.380
Pb	109.900	14.300	109.410	27.920	10.460	3.920
Cu	39.000	14.800	17.790	28.170	4.220	0.630
Hg	0.396	0.021	1.515	0.094	0.039	16.120
Zn	145.900	32.700	76.570	56.250	8.750	1.360

注: max 最大值; min 最小值; ² 方差; AM 算术平均值; S 标准差; CV 变异系数。下表同。

Note: max, maximum; min, minimum; ², range; Average value of arithmetic; S, standard deviation; CV, Variation coefficient. The same as below.

3.2 大圩乡表层土壤重金属污染分析

3.2.1 超标情况 大圩乡蔬菜基地表层土壤全部样品的重金属含量与国家环境质量标准值比较分析(表 4)表明, 重金属超标点数和超标面积都不严重, 其中 9 个 As 样品中有 3 个超过了国家土壤环境质量三级标准为四级土壤, 1 个超过了

基金项目 国家自然科学基金项目(40372079); 中国地调局“安徽省江淮流域区域生态地球化学评价”项目(1212010310305)。

作者简介 梅惠(1969-), 女, 湖北浠水人, 在读博士, 讲师, 从事流域生态地质研究。

收稿日期 2007-09-16

二级标准为三级土壤;5个镍样品中有4个样品超过了二级标准为三级土壤;其他样品都只超过了一级标准为二级土壤。

表2 23个代表性样品的重金属全量情况

Table 2 Total content of heavy metal in 23 representative samples

重金属	max	M	min	²	AM	S	CV
Heavy metal	ng/kg	kg/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	%
Cd	0.369	0.127	0.085	4.133	0.151	0.064	27.37
N	66.100	31.300	20.300	162.660	35.650	12.750	4.56
As	51.700	12.500	5.100	199.330	18.950	14.120	10.52
Cr	120.400	86.600	71.800	139.520	87.330	1.600	1.60
Pb	109.900	39.400	24.200	718.800	49.400	26.810	14.55

注: M为中值,下表同。

Nte: M indicate median. The same as below.

表3 23个代表性样品的重金属有效量情况

Table 3 Effective dose of heavy metal in 23 representative samples

重金属	max	M	min	²	AM	S	CV
Heavy metal	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	%
Cd	0.257	0.071	0.057	1.704	0.086	0.041	19.81
N	4.100	2.000	0.900	0.760	2.090	0.870	0.36
As	0.150	0.020	0.010	0.001	0.030	0.040	0.03
Cr	0.300	0.100	0.010	0.004	0.090	0.060	0.04
Pb	11.800	5.800	3.500	3.480	6.100	1.870	0.57

表4 土壤重金属超标情况分析

Table 4 Analysis on over-standard situation of heavy metal in soil

重金属	样品数 个 Nb. of samples			超标面积 hm ²	占总面 积比 %
	超过三级标准 Exceeding the third grade standard	超过二级标准 Exceeding the second grade standard	超过一级标准 Exceeding the first grade standard		
Heavy metal				Over-stand -ard area	Percentage in total area
Cu	0	0	19	16.0	2.9
Pb	0	0	14	32.9	6.0
Zn	0	0	1	2.0	0.4
N	0	4	1	12.0	2.2
As	3	1	5	23.7	4.4
Hg	0	0	12	16.0	2.9
Cd	0	0	7	10.0	1.8
Cr	0	0	30	52.0	9.6

注:总样品数271;总调查面积544 hm²。

Nte: Total samples 271, total investigation area is 544 hm².

对大圩乡蔬菜基地土壤全部样品的重金属复合污染情况分析表明,82%的土壤符合国家环境质量一级标准,超过一级标准的土壤污染主要表现在2~4个元素的复合污染上,这几个元素主要是As、N、Pb、Cu。

3.2.2 相关性。相关分析结果(表略)表明,重金属全量之间存在一定的相关性,其中As、Pb、N之间的相关系数最大,分别达到了0.01的极显著正相关,As和Cr、Cr和Pb、Cr和N之间也呈0.05水平的显著相关,其他则呈不相关或负相关。

4 土壤污染源分析

4.1 土壤中锰结核对大圩乡土壤重金属含量的影响 大圩乡蔬菜基地土壤主要为潜育型水稻土,pH值大多为碱性,熟化程度高,成土母质为全新统(Q₄-₂^a)冲积黄灰褐色砂土、粘土,土壤中锰结核广泛分布,且大小不一,埋藏深度为0

~2 m。重金属含量分析结果出来后,笔者对重点污染区进行了2次调查,发现这些区域土壤中普遍含10~220 cm的铁锰结核层,分布于地表以下10~20 cm,有的直径达50 mm。采样分析结果表明,铁锰结核中重金属含量较高,尤其是As的含量较高,达100 ng/kg,与土壤中As的高含量有较好的一致性。这说明,大圩乡菜地土壤中的As、N、Pb、Cu等重金属污染可能与铁锰结核有一定关系。铁锰结核的形成与土壤、气候、重金属的地球化学性质有密切关系,一定条件下,它是成土母岩元素自然释放的库,在土壤中可能又是重金属污染源。土壤环境污染研究中,人们通常考虑人为因素较多,但对自然因素引起的污染关心不够。其实,土壤虽然受人类活动强烈干扰,但实质还是自然演化的产物,而且还处在自然演化的过程中,因此,自然因素对土壤的影响同样很重要^[4]。需要说明的是,该结果还需进一步论证。

4.2 农业活动对大圩乡土壤重金属含量的影响

4.2.1 农药、化肥污染。现代农业生产为了保证农业增收,大量使用含As、Cu、Pb等重金属的农药或其他农业化学物质,这可能是大圩乡蔬菜基地土壤重金属含量增高的一个重要原因。尽管象砷酸铅之类的剧毒农药目前已被禁止使用,但甲基膦酸二钠(DSMA)、甲基膦酸钠(MSMA)、Mareb、Zineb、Propineb等含As、Cu、Zn的农药仍在广泛使用^[5]。20世纪70年代以前,砷酸铅曾在世界各地的农业土壤中普遍使用,从大圩乡的情况来看,农业土壤中As与Pb含量呈显著正相关,这似乎也反映出砷酸铅曾在该地农田中广泛使用。大圩乡蔬菜基地农业土壤中重金属含量偏高的另一个原因可能是,该地的菜地大量施用Cu和Zn等含量很高的有机肥。欧洲的报道指出,有机肥、化肥和农药的大量使用,是土壤中Cu和Zn污染的主要途径。农民通常都把厩肥、牲畜粪便和生活垃圾等施到农田中去,而这些有机肥中Cu和Zn含量又非常高,因此,长期大量施用无疑会提高土壤重金属的含量^[5]。

4.2.2 灌溉水污染。大圩乡蔬菜基地灌溉水主要引自南淝河河水,其中污染最严重的地方有一个东西向长15 m、宽5 m的水渠,渠水引南淝河水西调。近年来,随着工农业生产的发展,城市人口的增加,大量工业废水、生活污水通过南淝河排入巢湖,成为合肥市的排污河道。据测算,南淝河每年接纳工业废水1.04亿t,生活污水0.35亿t,这些工业废水大部分未经处理直接排放,达标排放率仅2.5%,造成南淝河流域污染严重^[6]。1998~2000年的安徽省环境状况公报显示,南淝河水质为劣V类,总磷和氨氮超标,属严重污染。

参考文献

- [1] 王慎强,陈怀满,司有斌.我国土壤环境保护研究的回顾与展望[J].土壤,1999,1(5):255-260.
- [2] 陈怀满,郑春荣.中国土壤重金属污染现状与防治对策[J].环境科学,1999,3(2):130-134.
- [3] 魏复盛.土壤元素的近代分析方法[M].北京:中国环境出版社,1992.
- [4] 伍光和田连恕.自然地理学[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [5] 陈同斌,黄铭洪.香港土壤中的重金属含量及其污染现状[J].地理学报,1997,52(3):228-236.
- [6] 司友斌,岳永德.南淝河水及沉积物中的重金属污染评价[J].安徽农业大学学报,1998,25(4):444-447.