

不同地区城郊用地土壤重金属含量特征的比较^①

席晋峰^{1,3}, 俞杏珍², 周立祥¹, 李德成^{3*}, 张甘霖³

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 绍兴市烟草公司新昌分公司, 浙江绍兴 312500;

3 土壤与农业可持续发展国家重点实验室 (中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

摘要: 对京津唐、张家港和长株潭 3 个地区的露天菜地、设施菜地、水田和旱地进行的调查表明, 城郊区大部分农田土壤重金属含量尚低于国家相关的土壤质量二级标准, 但部分重金属含量超出了当地背景值, 说明重金属在城郊土壤中有所积累。菜地土壤重金属含量总体上要高于水田和旱地, 说明高强度利用投入会导致土壤重金属累积。对长株潭一个污染区的研究表明, 发生污染的土壤很难再恢复利用。京津唐城郊区的土壤重金属含量的变异系数总体上高于张家港地区。

关键词: 城郊区; 重金属; 变异系数; 累积指数

中图分类号: X53

土壤是人类赖以生存和发展的宝贵资源, 但面临重金属污染的风险。据统计, 近 50 年中, 排放到全球环境中的 Cr 2.2 万 t、Cu 93.9 万 t、Pb 78.3 万 t、Zn 135 万 t, 其中大部分进入土壤, 致使世界各国土壤出现不同程度的重金属污染^[1]。我国近些年来土壤重金属污染日趋严重, 据报道遭受重金属污染的耕地面积也已经接近了 2 000 万 hm², 约占耕地总面积的 1/5^[2]。城郊农业是我国农业的一个重要组成部分, 由于其和城市接壤, 交通方便, 是蔬菜和粮食生产的重要基地, 约占全国农业经济总量的 70% 以上, 但是城郊又往往和工业生产区、污灌区、交通干线接近, 易受到工、矿“三废”, 交通工具, 城市生活废弃物, 肥料农药等重金属污染源的污染^[3-4]。土壤表层中的重金属既可以通过食物链进入人体, 也可以通过扬尘等渠道进入人体危害人类健康^[5-7]。

土壤重金属污染是全球的热点问题, 有关这方面的文章很多, 但多是集中关注一个地区的污染, 或一个地区的不同功能区污染之间的比较。不同地区的土壤重金属污染特点及其之间的差异比较的报道还较少。因此, 本文选取京津唐地区 (代表大气与水环境保育型城郊区)、长三角地区张家港 (代表长三角特色农业城郊区) 和湖南长株潭 (代表发生过工业污染的地区) 3 个地区来作比较, 旨在进一步了解这些地

区的土壤重金属污染特征以及污染来源, 从而为这些地区的土壤资源的持续利用和合理管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

华北 (京津唐) 城市群区域占地约有 3 万 km², 占全国土地总面积的 0.3% 左右。地貌类型的构成中, 平地面积占 60%, 丘陵和山地面积占 40%。该区域主要的土壤类型 (面积大于总面积的 5%) 有褐土 (干润淋溶土)、潮土 (潮湿锥形土)、棕壤 (干润淋溶土)、粗骨土 (新成土)、滨海盐土 (盐成土)、沼泽土 (有机土) 等。据农业区划资源调查数据, 北京和天津土地利用率为 94.2% 和 95.1%, 其中北京市以耕地、林地、牧地为主要利用方式, 它们的面积分别占到该市土地总面积的 27.5%、24.2% 和 23.2%, 天津市以耕地、居民工矿用地和水域为主要利用方式, 分别占到土地总面积的 53.7%、13.9% 和 20.4%。这一区域土地资源总体质量较高, 农业的现代化水平较高。然而, 由于人口增长较快, 城市建设占用耕地的增加, 北京市和天津市等组成的华北城市群城郊地区人均耕地均低于全国平均水平。

张家港市地处长江三角洲冲积平原, 地势平坦,

①基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项项目 (200903015) 和国家“十一五”科技支撑计划项目 (2008BADA7B02) 资助。

* 通讯作者 (dcli@issas.ac.cn)

作者简介: 席晋峰 (1986—), 男, 山西晋城人, 硕士研究生, 主要从事环境工程方面研究。E-mail: jfxi@issas.ac.cn

属北亚热带季风气候,年平均气温 15.2℃,年均降雨量 1 039.3 mm。全市总面积 999 km²,其中陆地面积 799 km²,人口 89 万。该市土壤类型主要有潮土(潮湿锥形土)和水稻土(水耕人为土)两个亚纲,前者主要分布于北部的沿江圩田地区,为长江冲积物母质发育而成,土壤呈碱性,质地为中、轻壤质,历史上土壤利用曾以棉-麦轮作为主,目前主要为稻-麦轮作;后者则主要分布于南部的平田地区,由泻湖相沉积母质发育而成,土壤呈中至微酸性,质地较黏,土壤利用以稻-麦轮作为主。

湖南长株潭调查区地处湘江河畔,包括马家河镇马家河村的上马石、七亩垅、上中塘、四方塘、下中塘、包家、龙州、弯塘、新富、竹山 10 个村民小组和中路村的邱家、大坪、草坪 3 个村民小组,其地理坐标为 113°01'27.8" ~ 113°02'03.3"E、27°49'42.0" ~ 27°49'59.9"N,北邻清水塘工业区,西邻湘潭电厂,总土地面积 3.64 km²,其中水田 93 hm²,旱地占 7.9 hm²。2006 年以前,水田以双季稻(早稻-晚稻-油菜或冬闲)为主,稻谷年产量 7.9 hm²。旱地基本上种植蔬菜。据调查,项目区内生产的主要农产品,除自食外,稻谷主要上缴到国家粮食储备库,蔬菜则流入市内的农贸市场。

1.2 样品的采集、测定与分析

分别在京津唐地区(主要是北京和天津)和张家港地区的城郊区选择面积较大的、有代表性的露天菜地、设施菜地以及大田进行采样,采样点用 GPS 精确定位,每一个样点在直径 10 m 范围内随机选择 3 ~ 5 个 0 ~ 20 cm 的耕层土壤混合,按四分法取分析样品 1.0 kg。京津唐地区采集了 376 个点(其中露天菜地 114 个,设施菜地 21 个,旱地 241 个),张家港地区采集了 167 个点(其中露天菜地 45 个点,设施菜地 15 个点,水田 87 个点,旱地 20 个点)。长株潭地区则选择了一个曾经发生过污染事故的地区进行采样布点(采样方法同上),本地区共采集了 100 个样点(其中露天菜地 35 个点,耕地 65 个点)。土壤样品在室内风干,磨碎,过 100 目尼龙筛。土壤样品的测试项目主要包括常见的几种重金属,土壤重金属含量的分析测定方法参照相关的国家标准^[8]。土壤样品的采集和测定工作由我们和项目合作单位共同完成。数据分析采用 Excel 和 SPSS 软件进行。

1.3 相关的计算公式

土壤环境质量评价采用单项污染指数法,计算公式为:

$$P_{ip} = \frac{C_i}{S_{ip}} \quad (1)$$

式中, P_{ip} 为土壤中污染物 i 的单项污染指数; C_i 为调查点位土壤中污染物 i 的实测浓度的平均值; S_{ip} 为污染物 i 的《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)的二级标准^[9]。

根据 P_{ip} 的大小对污染物的土壤污染程度进行分级(表 1)。

表 1 土壤污染单项指数评价结果分级

Table 1 Grade standard of soil single pollution index for evaluation result

等级	P_{ip} 值大小	污染评价
I	$P_{ip} \leq 1$	无污染(清洁)
II	$1 < P_{ip} \leq 2$	轻微污染
III	$2 < P_{ip} \leq 3$	轻度污染
IV	$3 < P_{ip} \leq 5$	中度污染
V	$P_{ip} > 5$	重度污染

超标率计算公式为:

$$\varphi_i = n_{ip} / n_{i0} \quad (2)$$

式中, φ_i 为污染元素 i 的超标率; n_{ip} 为污染元素 i 的所有调查点中污染指数 $P_{ip} > 1$ 的个数; n_{i0} 为污染元素 i 的所有调查点的个数。

重金属累积指数计算公式为:

$$P_i = C_i / S_i \quad (3)$$

式中, P_i 为重金属元素 i 的累积指数; C_i 为各地不同土地利用方式下土壤中重金属元素 i 实测浓度的平均值; S_i 为当地土壤中重金属元素 i 的背景值。

2 结果与讨论

2.1 露天菜地重金属含量特征

表 2 为京津唐、张家港和长株潭 3 个地区露天菜地的 5 种重金属(Hg、Cd、Pb、As、Cu)的统计结果。京津唐地区和张家港地区重金属含量的平均值均没有超过国家二级标准,但是长株潭地区的 Hg 和 Cd 超出了国家二级标准,均达到了国家二级标准的 1.2 倍,其他元素均未超标。从单项污染指数和超标率来看,京津唐地区没有一个调查点超标,都属于清洁;张家港地区只有极少数的调查点超标达到了中度或重度污染(1 个调查点的 Hg 超标,3 个调查点的 Cd 超标),其他的均为清洁;长株潭污染区则有很严重的超标现象。另外,从表 2 中可以看出三地土壤中重金属含量

表2 露天菜地土壤重金属含量的统计分析
Table 2 Heavy metal contents in open vegetable field soils

地区	重金属	均值 (mg/kg)	标准偏差	变异系数	国家二级标准 (mg/kg)	单项污染指数	超标率 (%)	地方背景值 (mg/kg)	累积指数
京津唐	Hg	0.06	0.10	1.75	1.0	0.02~0.39	0	0.07	0.9
	Cd	0.19	0.07	0.38	0.6	0.12~0.76	0	0.12	1.6
	Pb	7.86	7.70	0.98	350	0.01~0.21	0	24.60	0.3
	As	7.61	1.33	0.17	25	0.19~0.51	0	7.09	1.1
	Cu	24.76	7.19	0.29	100	0.13~0.62	0	18.70	1.3
张家港	Hg	0.14	0.22	1.54	0.3	0.10~3.02	2.2	0.289	0.5
	Cd	0.21	0.25	1.22	0.3	0.17~5.96	6.7	0.126	1.7
	Pb	36.4	31.55	0.87	250	0.05~0.71	0	26.2	1.4
	As	8.01	2.59	0.32	40	0.16~0.47	0	10	0.8
	Cu	31.14	11.6	0.37	50	0.14~0.82	0	22.3	1.4
长株潭	Hg	0.37	0.16	0.44	0.3	0.31~2.62	68.6	0.116	3.2
	Cd	0.36	0.22	0.62	0.3	0.42~3.37	48.6	0.126	2.9
	Pb	35.88	5.9	0.16	250	0.09~0.19	0	29.7	1.2
	As	11.53	5.03	0.44	40	0.16~0.94	0	15.7	0.7
	Cu	48.56	14.11	0.29	50	0.49~1.51	31.4	27.3	1.8

注：①表中及以下所有表中的国家二级标准来自 GB15618-1995；②表中及以下所有表中的地方背景值，张家港地区和长株潭地区均采取《中国土壤元素背景值》^[9]中的江苏和湖南的地方背景值；北京地区的地方背景值中 Hg 也是采取《中国土壤元素背景值》中北京的背景值，而其他元素来自陈同斌等^[10]的最新研究。

的差异是非常明显的，尤其是 Hg，长株潭地区的含量超过京津唐地区的 6 倍，此外京津唐地区的 Pb 含量也明显低于其他两地，均不到其他两地的 1/5。

变异系数是反映总体各单位标志值的差异程度或离散程度的指标，是反映数据分布状况的指标之一，可表现出同一地区菜地土壤中重金属含量的离散程度。表 2 中展示了京津唐、张家港和长株潭 3 个地区城郊菜地土壤重金属含量变异系数。从图 1 表明，Hg、Cd 和 Pb 3 种重金属元素在 3 个地区有着较明显的差别，其中 Hg 最为明显，长株潭地区的变异系数明显低于其他两地，为 0.44，而其他两地则分别达到了 1.75 和 1.54，差别近 4 倍。张家港地区 Cd 的变异系数明显高于京津唐地区和长株潭地区，分别为 1.22、0.38 和 0.62，差别 2~4 倍。长株潭地区的 Pb 的变异系数又明显低于其他两地，均不到它们的 1/5。其余 As 和 Cu 在 3 个地区的变异系数则没有太大的区别。可以看出，这 3 个地区城郊区菜地土壤中重金属含量的变异系数 Hg、Cd、Pb 有较大的差别，As 和 Cu 的差异则不是很明显。造成这种地区差异的原因可能是多方面的，既有土壤本身理化性质的原因，也有环境污染和耕作方式等外源输入的原因^[9-10]。外源输入的主要方式是大气干湿沉降，污水灌溉，化肥、农家肥以及农药的使用等等^[11]。

本文中累积指数则反映了土壤中重金属含量由于除土壤本身原因以外的其他因素所带来的污染程度。从图 2 中可以看出长株潭地区的 Hg 和 Cd 的累积指数明显高于其他两地，表 2 中也显示长株潭地区的 Hg、Cd 含量超过了国家二级标准，说明这一地区遭受了比较严重的 Hg、Cd 污染。另外京津唐地区土壤 Pb 的累计指数明显偏低。

2.2 设施菜地重金属含量特征

设施菜地，这里比较分析了京津唐地区和张家港地区两个地方（表 3）。两地土壤重金属含量的均值均未超过国家二级标准，并且京津唐地区的单项污染指数都 < 1，超标率全部为 0，张家港地区的也只有 Cu 元素有 1 个调查点单项污染指数 > 1，其他调查点都无污染。通过图 3 和图 4 我们可以看出设施菜地的累计指数和变异系数虽也有一定差异，但远小于露天菜地，这也在某种程度上说明大气沉降是土壤重金属累积、污染的一个重要原因。Nicholson 等^[14]对英格兰及威尔士农业土壤进行研究时就发现大气沉降是农业土壤中重金属输入的重要原因。从源等^[15]研究了北京农田生态系统的土壤重金属的来源后，也认为农田土壤中重金属元素的主要输入途径是大气干湿沉降。

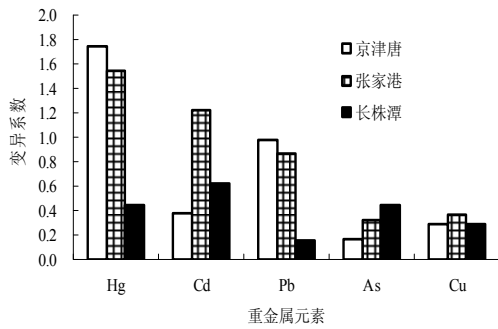


图 1 露天菜地土壤重金属含量变异系数的比较

Fig.1 Variation coefficients comparison of soil heavy metals in open vegetable fields

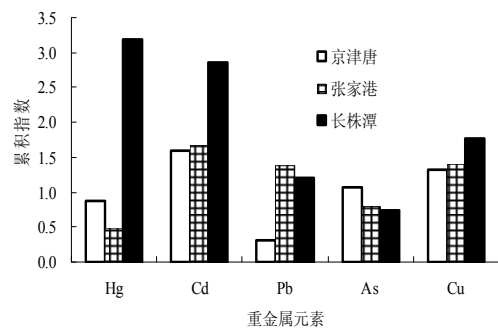


图 2 露天菜地土壤重金属累积指数的比较

Fig. 2 Cumulative indexes of soil heavy metals in open vegetable fields

表 3 设施菜地土壤重金属含量统计分析

Table 3 Heavy metal contents in facility vegetable field soils

地区	重金属	均值 (mg/kg)	标准偏差	变异系数	国家二级标准 (mg/kg)	单项污染指数	超标率 (%)	地方背景值 (mg/kg)	累积指数
京津唐	Hg	0.05	0.03	0.49	0.50	0.02 ~ 0.11	0	0.07	0.7
	Cd	0.14	0.09	0.64	0.30	0.12 ~ 0.77	0	0.12	1.2
	Pb	16.66	10.20	0.61	300	0.01 ~ 0.11	0	24.60	0.7
	Cr	54.5	17.43	0.32	200	0.12 ~ 0.38	0	29.80	1.8
	As	8.84	3.39	0.38	30	0.08 ~ 0.68	0	7.09	1.2
	Cu	29.2	10.50	0.36	100	0.16 ~ 0.50	0	18.70	1.6
张家港	Hg	0.12	0.07	0.57	0.3	0.12 ~ 0.69	0	0.289	0.4
	Cd	0.21	0.06	0.3	0.3	0.32 ~ 1.08	0	0.126	1.7
	Pb	18.41	5.96	0.32	250	0.04 ~ 0.11	0	26.2	0.7
	Cr	89.87	15.19	0.17	150	0.36 ~ 0.61	0	77.8	1.2
	As	9.90	2.2	0.22	40	0.22 ~ 0.45	0	10	1.0
	Cu	47	12.69	0.27	50	0.29 ~ 0.68	6.7	22.3	2.1

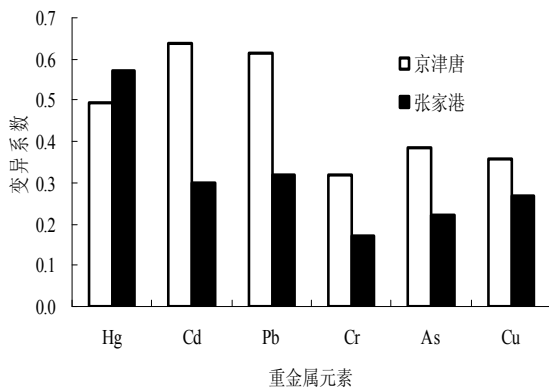


图 3 设施菜地土壤重金属含量变异系数的比较

Fig. 3 Variation coefficients of soil heavy metals in facility vegetable fields

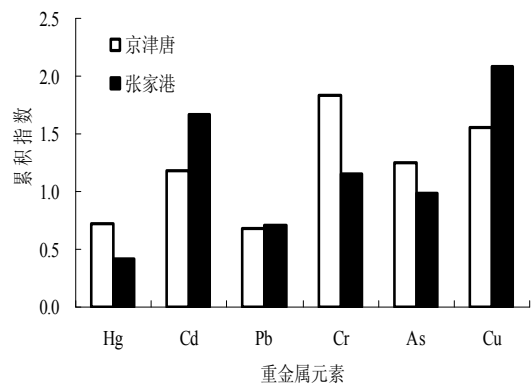


图 4 设施菜地土壤重金属含量累积指数的比较

Fig. 4 Cumulative indexes of soil heavy metals in facility vegetable fields

2.3 旱地重金属含量特征

表 4 是京津唐地区和张家港地区的旱地土壤重金属含量的统计分析表。两地的土壤重金属含量的均值都没有超过国家二级标准，其中张家港地区的单项污染指数全部 < 1，超标率全部为 0；京津唐地区的 Hg、Cd 和 Cu 则分别有 1 个、3 个和 2 个点超标，其他的大部分调

查点都为清洁。从图 5 和图 6 中，我们可以明显地看到两地的土壤某些重金属含量的变异系数和累计指数有较大的差异，其中 Hg、Pb、Cu 的变异系数差别较为明显，最明显的是 Pb，差别 8 倍多。累积指数差别最明显的是 Hg 和 Cr，京津唐地区 Hg 的累积指数是张家港地区的 2.6 倍，Cr 的累积指数是张家港地区的 2.1 倍。

表 4 旱地土壤重金属含量统计比较
Table 4 Heavy metal contents in dry field soils

地区	重金属	均值 (mg/kg)	标准偏差	变异系数	国家二级标准 (mg/kg)	单项污染指数	超标率 (%)	地方背景值 (mg/kg)	累积指数
京津唐	Hg	0.09	0.13	1.47	1.0	0.02 ~ 1.39	0.41	0.069	1.3
	Cd	0.14	0.13	0.97	0.6	0.05 ~ 2.98	1.24	0.119	1.2
	Pb	17.73	22.17	1.25	350	0.05 ~ 0.82	0	24.6	0.7
	Cr	51.43	20.54	0.40	250	0.06 ~ 0.61	0	29.8	1.7
	As	7.98	2.69	0.34	25	0.05 ~ 0.82	0	7.09	1.1
	Cu	27.67	15.32	0.55	100	0.07 ~ 1.18	0.83	18.7	1.5
张家港	Hg	0.14	0.09	0.68	0.3	0.01 ~ 0.32	0	0.289	0.5
	Cd	0.20	0.11	0.55	0.3	0.11 ~ 0.84	0	0.126	1.6
	Pb	27.53	4.21	0.15	250	0.06 ~ 0.10	0	26.2	1.1
	Cr	60.66	12.99	0.21	150	0.16 ~ 0.36	0	77.8	0.8
	As	9.06	2.04	0.22	40	0.17 ~ 0.49	0	10	0.9
	Cu	31.24	6.63	0.21	50	0.21 ~ 0.44	0	22.3	1.4

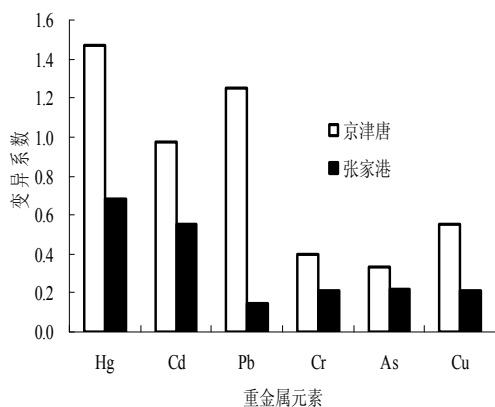


图 5 旱地土壤重金属变异系数的比较

Fig. 5 Variation coefficients of soil heavy metals in dry fields

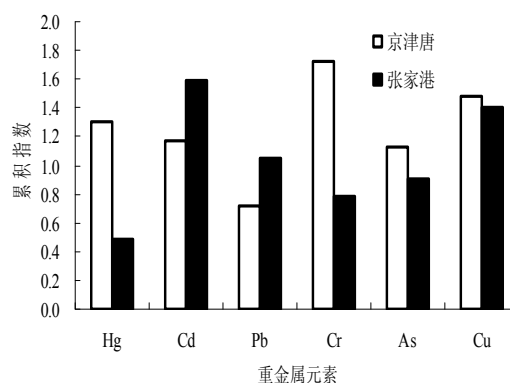


图 6 旱地土壤重金属累积指数的比较

Fig. 6 Cumulative indexes of soil heavy metals in dry fields

2.4 水田重金属含量特征

这里比较张家港地区和长株潭地区的水田，可以看出长株潭这个污染区的 Cd 严重超标，其均值也超过了国家二级标准，单项污染指数全部 > 1，超标率达到了 100%，另外该地区的 Cu 的均值虽说没有超过国家二级标准，但是其超标率也达到了 16.9%，部分调查点的单项污染指数甚至 > 3，达到了中度污染的程度

(表 5)。两地的变异系数没有太大的差异 (图 7)，但是累积指数长株潭地区要高出张家港地区很多 (图 8)。长株潭地区的污染应该主要是 Cd 为主的多种重金属的综合污染。

2.5 同一地区不同土地利用方式的比较

不同土地利用方式对土壤重金属的累积是会有影响的。表 6 中表明，除 Hg 以外，菜地土壤重金属的累

积指数要略高于耕地的, 其中 Cd 最明显。此外, 张家港地区露天菜地 Pb 也是明显高于旱地和水田的, 北京地区菜地的 Zn 也明显高于旱地。这可能与菜地的施肥和农药的使用有关。

表 5 水田土壤重金属含量统计比较
Table 5 Heavy metal contents in paddy field soils

地区	重金属	均值 (mg/kg)	标准偏差	变异系数	国家二级标准 (mg/kg)	单项污染指数	超标率 (%)	地方背景值 (mg/kg)	累积指数
张家港	Cd	0.10	0.04	0.45	0.3	0.07~0.78	0	0.126	0.8
	Pb	27.64	4.26	0.15	250	0.04~0.14	0	26.2	1.1
	Cu	27.02	7.03	0.26	50	0.15~1.36	1.2	22.3	1.2
长株潭	Cd	2.08	1.44	0.69	0.3	1.87~32.80	100	0.126	16.5
	Pb	112.86	32.88	0.29	250	0.12~0.92	0	29.7	3.8
	Cu	44.02	31.61	0.72	50	0.53~4.25	16.9	27.3	1.6

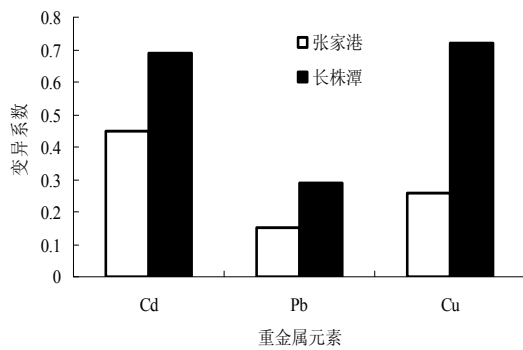


图 7 水田土壤重金属变异系数的比较

Fig. 7 Variation coefficients of soil heavy metals in paddy fields

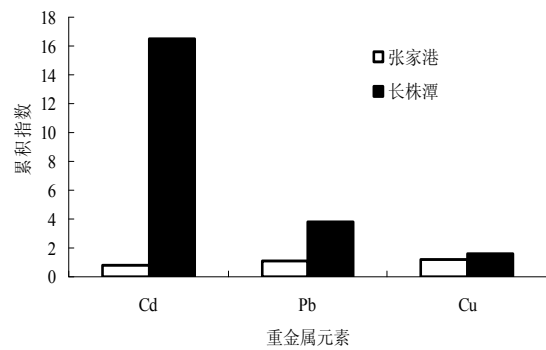


图 8 水田土壤重金属累积指数的比较

Fig. 8 Cumulate indexes of soil heavy metals in paddy fields

表 6 不同土地利用类型下的土壤重金属累积指数

Table 6 Cumulative indexes of soil heavy metals under different land-use-types

地区	用地类型	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn
京津唐	露天菜地	0.8	1.6	0.3	1.5	1.1	1.3	1.6
	设施菜地	0.8	1.2	0.7	1.8	1.2	1.6	1.3
	旱地	1.2	1.2	0.7	1.7	1.1	1.5	1.2
张家港	露天菜地	0.5	1.7	1.4	0.7	0.8	1.4	-
	设施菜地	0.4	1.7	0.7	1.2	1.0	2.1	-
	旱地	0.5	1.6	1.1	0.8	0.9	1.4	-
	水田	0.6	0.8	1.1	0.7	0.8	1.2	-

3 结论

(1) 在正常情况下, 城郊区土壤重金属含量一般不会超过国家二级标准, 但可能是超过当地的土壤背景值, 说明重金属在土壤中有了一定的积累。

(2) 菜地土壤重金属含量总体上来说要高于旱地和水田, 说明菜地的高强度利用会导致土壤重金属的

积累。

(3) 一旦发生意外事件, 土壤很容易受到重金属污染, 且是重金属复合污染, 很难恢复。

(4) 京津唐地区农田土壤重金属含量的变异系数总体来说要明显高于张家港地区; 累计指数, 京津唐地区的 Cr 要比张家港地区高, 而张家港地区 Cd 要高一些, 两地 Cu 的累积指数都超过了 1。

参考文献:

- [1] Singh OV, Labana S, Pandey G. Phytoremediation an overview of metallicion decontamination from soil. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2003, 61: 405-412
- [2] 吴大付, 吴艳兵, 任秀娟, 李东方, 李广林. 我国重金属污染土壤的利用研究. *资源开发与市场*, 2010, 26(1): 63-65
- [3] 陈琴苓, 梁镜财, 黄洁容, 孙玲, 甄双柒, 赫新洲, 刘明津, 冯海灵, 陈丽莲. 城郊农业发展的优势、挑战和技术需求. *科技管理研究*, 2005(6): 3-4
- [4] 田秀红. 我国城郊蔬菜重金属污染研究进展. *食品科学*, 2009, 30(21): 449-453
- [5] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染. 北京: 科学出版社, 1996
- [6] 管东升, 陈玉娟, 阮国栋. 广州城市及近郊土壤重金属含量特征及人类活动的影响. *中山大学学报(自然科学版)*, 2001, 40(2): 93-96
- [7] Chen TB, Zhou HY, Wong MH, Wong JWC. Assessment of trace metal distribution and contamination in surface soil of Hongkong. *Environmental Pollution*, 1997, 96: 61-68
- [8] 刘凤枝主编. 农业环境检测实用手册. 北京: 中国标准出版社, 2001
- [9] 国家环境保护局. 土壤环境质量标准 (GB15618-95). 北京: 中国标准出版社, 1995
- [10] 国家环境保护局. 中国土壤元素背景值. 北京: 中国环境科学出版社, 1990
- [11] 陈同斌, 郑袁明, 陈煌, 郑国砥. 北京市土壤重金属含量背景值的系统研究. *环境科学*, 2004, 25(1): 117-122
- [12] 许嘉琳, 杨居荣. 陆地生态系统中的重金属. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 34-36
- [13] 赵中秋, 朱永官, 蔡运龙. 镉在土壤-植物系统中的迁移转化及其影响因素. *生态环境*, 2005, 14(2): 282-286
- [14] Nicholson FA, Smith SR, Alloway BJ, Carlton-Smith C, Chambers BJ. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. *The Science of the Total Environment*, 2003, 311(1/3): 205-219
- [15] 丛源, 郑萍, 陈岳龙, 侯青叶. 北京农田生态系统土壤重金属元素的生态风险评价. *地质通报*, 2008, 27(5): 681-688

Comparison of Soil Heavy Metal Pollution in Suburb Fields of Different Regions

XI Jin-feng^{1,3}, YU Xing-zhen², ZHOU Li-xiang¹, LI De-cheng³, ZHANG Gan-lin³

(1 College of Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2 Xinchang Branch of Shaoxing Tobacco Company, Shaoxing, Zhejiang 312500, China;

3 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China)

Abstract: In this paper, on the base of the investigation of open vegetable fields, facility vegetable fields, dry fields and paddy fields in Zhangjiagang region, Chang-Zhu-Tan region and Jing-Jin-Tang region, it found that heavy metal contents in most suburb fields were lower than the national 2nd standard of soil quality, but some heavy metal contents were higher than the local background values, which indicated that heavy metals accumulated in suburb fields. Heavy metal contents in vegetable fields were usually higher than paddy and dry fields due to the higher intensive input and use. The study in a special region of Chang-Zhu-Tan showed that it is difficult to reuse the fields after the soil was seriously contaminated. The variation coefficients of soil heavy metals in Jing-Jin-Tang region was higher than Zhangjiagang region.

Key words: Suburb area, Heavy metals, Variation coefficient, Cumulative index