

宜兴市农田保护区重金属铅污染状况研究

蒋定安 汤旭东

(江苏宜兴市农业局 宜兴 210042)

摘 要 本文对宜兴市冶炼厂、蓄电池厂等含 Pb 废气、污水排放的企业周围农田与公路两侧的农田进行重金属 Pb 污染状况监测,分析了耕层土壤 Pb 污染分布模式及其特点,在此基础上探讨了土壤 Pb 含量与水稻糙米中含 Pb 量的关系。

关键词 农田保护区; 重金属; Pb 污染

土壤是人类赖以生存和发展的主要物质生产资料基础,土壤质量是土壤在一定生态系统中土壤肥力质量,环境质量和健康质量的综合量度。当土壤环境受到污染而超过自身的承受力时,就会引发“化学定时炸弹”^[1],导致严重灾难。重金属在土中难降解、毒性强,具有积累效应,所以重金属土壤污染问题一直受到学术界的广泛关注^[2~4]。由于近 20 年来江苏省宜兴市乡镇工业的崛起,农田土壤受到不同程度的重金属污染,其中 Pb 污染是已知危害最严重的^[5]。为了解含 Pb 废水、废气污染源对农田保护区的污染程度,我们在宜兴市范围内开展了农田保护区重金属 Pb 污染的调查研究,以便为寻求有效的控制对策提供依据。

1 研究方法

1.1 调查方法

由于缺少土壤 Pb 含量的背景资料,选择无污染源的农田作为对照,以冶炼厂、蓄电池厂等有含 Pb 废气、废水排放企业周围的农田和 104 国道宜丰段和宜漕公路岢亭段通车历史较长的公路为假想的污染区,调查土壤以乌泥土、黄泥土为主,土壤质地分别为轻粘土、重壤土,耕层有机质含量分别为 27.0、25.5g/kg;全 N 含量分别为 1.775、1.8g/kg;全 P 分别为 0.92、0.82g/kg;全 K 分别为 18.2、16.58g/kg;阳离子交换量分别为 19.5、22.2cmol/kg; pH 值分别为 6.7、6.5。

1.2 布点与采样

(1) 无污染源土壤是指 1km 范围内无上述污染源的田块。

(2) 存在 Pb 污染的冶炼厂、蓄电池厂周围的田块,厂区外农田以离厂 50、100、150、200m 取土样。

(3) 公路两侧设断面取土样,以距公路 50、100、150、200m 的农田为取样点^[6]。

(4) 土样采集:采集 0~15cm 的耕层多点混合样(样点 10~15 个),在采集土样的田块同时采集水稻稻谷样品,分析糙米中的 Pb 含量。

污染土样在全市选取有代表性的工厂 4 个,公路段面 2 个进行监测(表 1)。

表1 采样点及其分布

采样编号	采样地点	说明	土样数	样品编号
200001	宜丰冶炼厂边	冶炼厂废水污灌区	4	1~4
200002	南新冶炼厂边	冶炼厂废水污灌区	4	5~8
200003	红塔冶炼厂边	冶炼厂废水污灌区	4	9~12
200004	钮家稀土厂边	稀土厂废水污灌区	4	13~16
200005	104国道宜丰段	公路两侧废气污染区	4	17~20
200006	宜漕公路纪亭段	公路两侧废气污染区	4	21~24
200007	万石	无污染土壤	9	25~33

1.3 样品处理与测试

土样经风干、聚乙烯棍筒磨碎,测定有效态过 2mm 筛,测定全量再过 0.149mm 筛备用。全量有 $\text{HNO}_3+\text{HClO}_4+\text{HF}$ 消化,有效态用 0.1mol/L HCl 浸提,用原子吸收分光光度计测定,样品处理测试方法按《土壤农化分析法》^[7]《土壤环境质量标准》^[8](GB15618-95,下同)中所规定的要求进行。

稻谷用蒸馏水快速洗净、干燥、去壳、制备糙米,然后用研钵磨碎消化后用石墨炉原子吸收分光光度计测定,方法采用《食品中 Pb 的测定方法》^[9](GB/T5009.12-96)。

2 结果与讨论

2.1 Pb 在无污染农田与污染农田土壤及相应糙米中分布情况

在一般农田中取的 9 个样品(样品号 25~33)中,土壤与糙米中 Pb 含量平均分别为 80.8mg/kg (c.v.21.9%)与 0.30mg/kg (c.v.16.6%),均未发现单样超标(表 2)。在污染源附近取的 12 个样品(样品号 1~12)中,Pb 含量(全量)平均值为 223.7mg/kg,超过国家《土壤环境质量标准》250mg/kg 有 3 个,占 27.3%。相应的水稻糙米中 Pb 含量平均值 0.79mg/kg,有 6 个超过国家卫生规定标准《食品中 Pb 限量卫生标准》^[10](GB14935-94,下同)0.4mg/kg,超标率 54.5%,其中最高 2.76mg/kg,是国标的 7 倍(表 3)。

表2 无污染农田中 Pb 含量(单位:mg/kg)

土 壤	样品号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	$\bar{x} \pm s$	国家 标准
	有效态	2.73	3.04	2.31	2.41	2.73	2.06	1.77	2.33	1.58	2.33 ± 0.50	—
全量	74.0	115.5	56.5	63.5	74.0	79.0	73.5	94.0	97.5	80.8 ± 17.7	250	
糙米	0.29	0.38	0.24	0.24	0.30	0.32	0.28	0.34	0.38	0.30 ± 0.05	0.40	

表3 污染农田 Pb 含量(单位:mg/kg)

土 样	样品号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	\bar{x}	国家 标准
	有效态	8.25	9.08	9.71	8.66	3.45	9.29	4.71	148.0	279.3	50.13	56.36	6.50	49.45	—
全量	203	257.0	203.0	181.3	100.0	108.5	123.0	325.0	475.0	232.3	226.0	121.0	223.7	250	
糙米	0.40	0.84	0.45	0.33	0.32	0.34	0.64	2.76	1.42	0.70	0.65	0.21	0.79	0.40	

2.2 污染源周围的土壤与糙米 Pb 污染规律

2.2.1 污染源(点源污染)周围土壤含 Pb 量及糙米 Pb 污染规律 污染源周围土壤中 Pb(全量)含量与相应水稻糙米中的 Pb 含量与污染源的成负相关，其二次回归方程分别为：

污染源周围土壤中 Pb(全量)含量 (Y) 与污染源的成负相关 (X) 的关系(图 1)：

$$Y = 0.0216x^2 - 7.720x + 796.021 \quad r = 0.9855^*$$

水稻糙米中的 Pb 含量与污染源的成负相关(图 2)：

$$Y = 0.0000520x^2 - 0.0189x + 2.195 \quad r = 0.9882^*$$

表明两者之间均有显著的相关性。

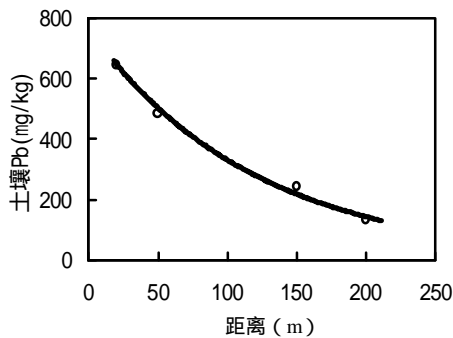


图 1 污染源附近土壤 Pb (全量) 含量

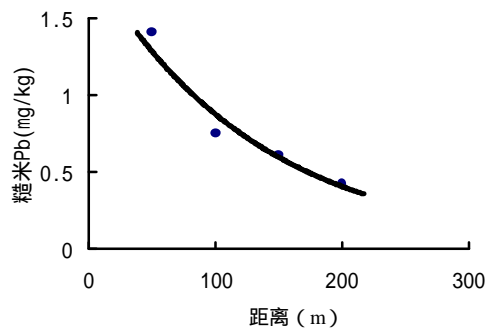


图 2 污染源附近土壤中糙米中 Pb 含量

2.2.2 公路段面两侧土壤及糙米中 Pb 污染规律 公路两侧土壤中有效态 Pb 与糙米中 Pb 染污规律与点源污染规律相类似，靠公路越近，土壤中与糙米中的 Pb 含量越高，但公路两侧糙米未发现超标，由于 1999 年后均使用无 Pb 汽油，公路汽车排放废气中的 Pb 对农田的污染将大大减少 (图 3、4)。

土壤中有效态 Pb 含量与公路两侧距离的关系 (图 3)：

$$y = -0.00045X^2 + 0.0355X + 15.925 \quad r = 0.9496^*$$

水稻糙米中的 Pb 含量与公路两侧距离的关系 (图 4)：

$$y = -0.000013X^2 + 0.00035X + 0.603 \quad r = 0.9479^*$$

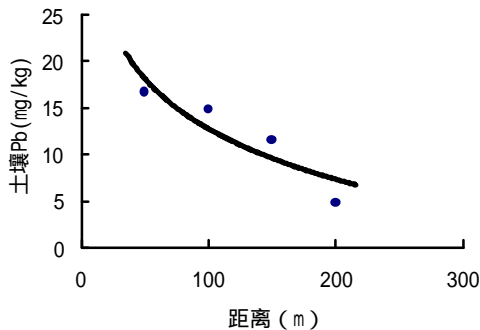


图 3 公路两侧土壤中 Pb (有效态) 含量

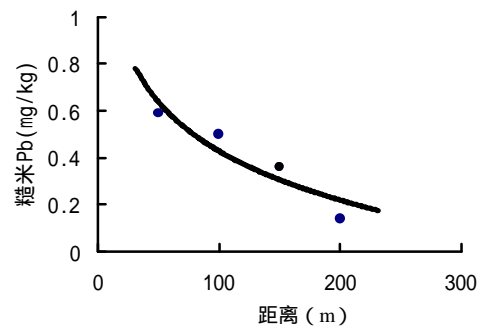


图 4 公路两侧农田水中稻糙米中 Pb 含量

2.2.3 污染土壤的 Pb (全量) 与水稻糙米中 Pb 含量关系 图 5 是本次调查的污染源附近土壤中 Pb 与相应田块中水稻糙米中 Pb 含量的关系曲线。结果表明,土壤含 Pb 量与水稻糙米中含 Pb 量成正相关。当土壤含 Pb 量 < 200 mg/kg 时糙米中含 Pb 量变化不大。当土壤含 Pb 量 > 200 mg/kg 时,糙米中 Pb 增加速率明显加大。

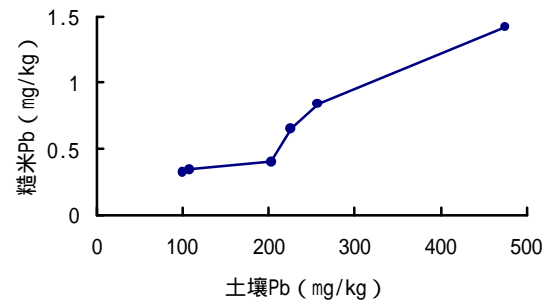


图 5 土壤中 Pb 含量与水稻糙米含 Pb 量的关系

3 结 论

(1) 江苏省宜兴市的一些排放含 Pb 废气、粉尘的冶炼厂、蓄电池厂等企业周围的农田已受 Pb 污染。在监测的 11 样点中有 27% 超标,个别区域糙米中 Pb 含量已严重超标,应立即采取相应的治理措施,主要公路两侧 Pb 污染相对较轻。

(2) 污染源(含 Pb 废气、废水排放企业)周围农田受 Pb 污染程度与污染源的距成负相关,这一规律将为以后的 Pb 污染防治工作提供有益的参考依据。

(3) 从本次调查结果来看,农田保护区 Pb 污染状况用土壤环境质量和国家食品卫生标准两种不同体系评价,得到的结论与前人推导的有差异^[1],以宜兴市乌泥土为例,按食品卫生标准中的 Pb 0.4mg/kg 评价,土壤 Pb 相应的安全临界指标(全量)应为 200mg/kg;以土壤 Pb 250mg/kg 作为安全指标时,糙米中的 Pb 含量已达 0.80mg/kg。这一结果说明应在国家标准的指导下,尽快制定符合当地实际情况的土壤环境质量标准。

参 考 文 献

- 1 高太忠. 土壤金属污染研究与治理现状. 土壤与环境, 1999, 8(2): 12~16
- 2 陈怀满. 土壤-植物系统中重金属污染. 北京: 科学出版社, 1994
- 3 夏星辉等. 土壤重金属污染治理方法研究进展. 环境科学, 1997, 18(3): 72~76
- 4 付玉华. 沈阳市郊区蔬菜污染调查. 农业环境保护, 1999, (1): 51~54
- 5 廖自基. 环境中微量重金属元素污染危害与迁徙转化. 北京: 科学出版社, 1989: 69~100
- 6 曹应新. 李锡川等. 公路边土壤和水稻 Pb 分布累积及临界含量, 环境科学, 1995, 16(6): 66~69
- 7 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000, 487~489
- 8 中华人民共和国国家标准. 土壤环境质量标准(GB15618-1995). 北京: 中国标准出版社
- 9 中华人民共和国国家标准. 食品中 Pb 测定(GB/T15009-12-1996). 北京: 中国标准出版社
- 10 中华人民共和国国家标准. 食品中 Pb 限量卫生标准(GB15199-94). 北京: 中国标准出版社
- 11 高子杰, 城郊土壤 - 蔬菜系统评价研究, 江苏环境科技, 1997, (2): 16~19