

公路交通对周边土壤及农作物铅富集的影响研究

周阳靖¹, 吴愉萍², 沈群超³, 李天华¹, 徐继荣¹, 张秋芳^{1*}

(1. 宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市农业环境与农产品质量监督管理总站, 浙江 宁波 315012; 3. 慈溪市农业监测中心, 浙江 宁波 315300)

摘要: 为研究公路交通对农业土壤重金属累积的影响, 选取宁波典型公路区域的农田及其农作物为研究对象, 采用电感耦合等离子发射光谱(ICP-AES)方法测定了农田土壤和农作物中铅的质量分数。结果表明: 土壤中铅的质量分数在 $(8.0\sim40.2)\times10^{-6}$ 之间, 土壤重金属铅沿垂直道路延伸方向逐步降低; 茶叶和四季豆铅累积的质量分数分别为 $(0.07\sim0.46)\times10^{-6}$ 和 $(0.09\sim0.26)\times10^{-6}$ 之间, 且距离公路越近, 其质量分数越高。

关键词: 土壤; 农作物; 交通运输; 铅

中图分类号: X53

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 03-0088-05

当前, 城市化水平越来越高, 越来越多的道路贯穿于城市与农村之间, 这些在为人们带来更加便捷生活的同时, 也无形之中污染了道路两旁的农田。土壤污染不仅能够危害自然环境, 而且能够通过食物链危害动物及人们的身体健康, 并污染地下水、地表水。长期以来的交通运输对农业土壤重金属累积产生重要的影响已多见报道, 陈建安等^[1]、魏秀国等^[2]较早对土壤铅污染及其分布规律进行了研究, 李波等^[3]较系统地阐述了近年来我国在铅污染方面的研究进展。

为了解工业化快速发展的宁波地区交通运输对农业土壤的重金属累积及其生物有效性的影响, 笔者以宁波典型公路交通干线周围的土壤和农作物为研究对象, 对重金属铅污染的情况进行监测和分析研究。

1 材料与方法

1.1 样品采集

选取宁波慈溪市及宁海县高速、省道和县级不同等级的6条公路为研究对象, 分别选取距公路路基0、10、20、50、100 m共6个平行于公路的土

壤和作物作为样品采集区域(表1)。具体方法: 每条采样线上选取3个区域, 设为重复3次, 每个区域内随机多点取样, 取深度为0~20 cm表层土壤, 取样量约为1 kg, 混匀; 分别于土壤采样点相应位置随机采集幼嫩茶叶和四季豆, 采样量约为0.5 kg。

1.2 检测方法

根据GB/T 17141-1997方法^[4]并略作修改, 对土壤样品进行消解, 用ICP-AES(2100DV)进行测定, 检测限为 0.01×10^{-6} ; 应用GB/T 5009.12-2003第一法^[5]对植物样品进行消解后用ICP-AES测定, 检测限为 0.005×10^{-6} 。

1.3 统计方法

利用统计软件Origin 8.0对数据进行统计分析, 通过对样本属性值的均值和方差等关系进行分析。

2 结果与讨论

2.1 公路交通对农田土壤铅累积的影响

对慈溪市及宁海县的30个点位进行了取样调查, 其中慈溪市11个点位, 共33份土样; 宁海县19个点位, 共57份土样。其分析结果如图1所示。

由图1可知, 宁海县调查点位土壤铅的质量分

收稿日期: 2013-05-13。

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省公益性技术应用研究计划项目(2012C23065); 浙江省自然科学基金(Y5110331); 宁波市农科教项目(N02011NK46); 宁波市自然科学基金(2011A610085); 宁波市社会发展项目(2011C50050)。

第一作者: 周阳靖(1989-), 男, 浙江湖州人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 资源环境。E-mail: zhouyangjing0515@163.com

*通信作者: 张秋芳(1973-), 女, 福建福州人, 副研究员, 主要研究方向: 农业资源利用与保护。E-mail: zhangqiufang@nbu.edu.cn

表 1 采样信息

编号	道路名称	道路等级	经纬度	车流量	采样点/个	样品类别	样品数量/份
SW	宁海 S71 公路西面	省道	N30°17.791', E121°33.588'	129	5	土壤	15
						茶叶	15
SE	宁海 S71 公路东面	省道	N30°17.791', E121°33.588'	129	5	土壤	15
						茶叶	15
Y	宁海甬台温高速	高速	N29°37.046', E121°26.558'	1872	5	土壤	15
						茶叶	15
L	宁海临港公路	县级	N29°24.773', E121°28.984'	375	4	土壤	12
						茶叶	12
ZQ	慈溪中横线桥头镇	国道	N30°12.256', E121°21.122'	930	6	土壤	18
						四季豆	15
ZZ	慈溪中横线周巷镇	国道	N30°13.004', E121°07.085'	432	5	土壤	15
						四季豆	15

注: 车流量单位为每小时通过的车辆数, 下表同。

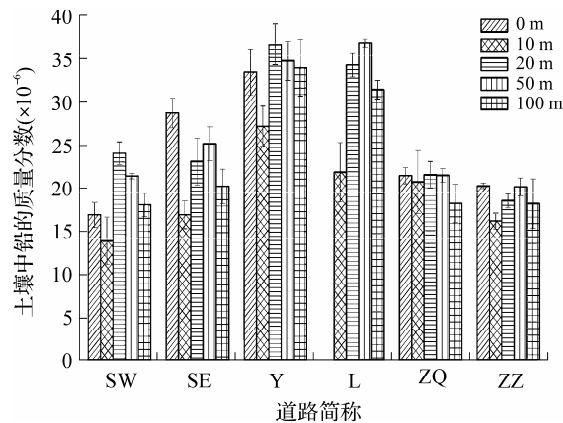


图 1 公路交通对农田土壤中铅质量分数的影响

数在 $(8.0\sim40.2)\times10^{-6}$ 之间(pH 值在 3.91~7.42 之间);慈溪市调查点位土壤铅质量分数在 $(15.0\sim23.3)\times10^{-6}$ 之间(pH 值在 7.55~8.85 之间). 宁海县及慈溪市土壤铅的质量分数均小于国家标准限值. 表层土壤铅的质量分数分布与采样点到公路的距离增加呈先增后减的趋势, 这与成渝高速公路旁土壤铅污染分布研究结论相一致^[6], Rahmani 等^[7]对伊朗土壤中铅的质量分数受高速公路影响的研究及 Pagotto 等^[8]对土壤中铅质量分数受乡村道路影响的研究均表明了土壤表层中铅的质量分数随采样点到公路距离的增加而降低.

不同等级公路旁土壤铅累积量比较结果表明, Y 区域(宁海甬台温高速)土壤样品中铅的质量分数明显高于其他区域(S71 公路西、S71 公路东、临港

公路、桥头镇中横线、周巷镇中横线)土壤样品中铅的质量分数, 说明公路等级是公路两侧铅污染的重要影响因素之一.

2.2 公路交通对作物铅累积的影响

对慈溪市及宁海县的 29 个点位进行了取样, 其中慈溪市 11 个点位, 共 30 份四季豆样品; 宁海县 19 个点位, 总计 57 份茶叶样品, 其分析结果图 2 所示. 由图 2 可知, 茶叶中铅的质量分数在 $(0.07\sim0.46)\times10^{-6}$ 之间, 四季豆中铅的质量分数在 $(0.05\sim0.39)\times10^{-6}$ 之间, 其中, 桥头镇中横线 0 m 采样断面及 10 m 采样断面的四季豆中铅的质量分数平均值为 0.26×10^{-6} . 《GB 2762-2012 食品安全国家标准食品中污染物限量》中规定茶叶中铅的质量分数不得超过 5×10^{-6} , 四季豆中铅的质量分数不得超

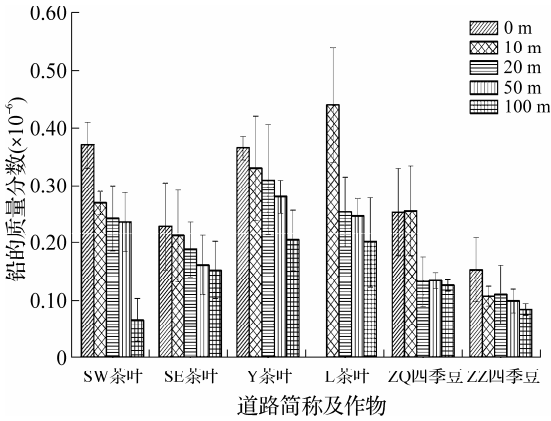


图 2 公路交通对作物中铅质量分数的影响

过 0.2×10^{-6} 。因此, 调查的全部茶叶及除桥头镇 0 m 和 10 m 采样断面以外的四季豆中铅的质量分数符合《GB2762-2012 食品安全国家标准食品中污染物限量》的规定。

总体上看, 宁海茶叶中铅的质量分数高于慈溪四季豆; 同时, 宁海茶叶中铅的质量分数随采样点位与道路距离的增加而降低的趋势更加明显。另外, 慈溪中横线桥头镇区域的四季豆也明显受到公路交通的影响。

2.3 农田土壤 Pb 及作物铅累积量的相关性分析

2.3.1 农田土壤及茶叶中铅质量分数的相关性分析

由图 3 可知, S71 公路西面区域、S71 公路东面区域、甬台温高速区域、临港公路区域 4 个调查区域中, 土壤的铅受到公路交通的影响较小, 茶叶受公路交通影响较大。其原因可能是一方面土壤中铅的质量分数环境本底值较大, 茶叶中铅的质量分数环境本底值较小, 相对而言茶叶中铅的质量分数更易受到公路交通的影响; 另一方面, 土壤覆盖物对公路铅有明显的截留作用^[3], 茶叶对汽车尾气中飘散出来的铅微粒有很强的吸附截留作用。

对比 S71 公路西面区域与 S71 公路东面区域可知, S71 公路西面区域茶叶中铅的质量分数受公路交通运输影响更加明显。2 个调查区域处于同个交通线路的两侧, 基本可排除公路等级及车流量的因素对此带来的影响。宁海县处于东部沿海地带, 常年有东部吹来的海风, 因此可判断风向的影响使 S71 公路西面区域空气中含有更多的铅微粒, 使西面区域的四季豆更易受到公路交通的影响。

一方面, 茶叶对公路空气中铅微粒的吸附截留作用; 另一方面, 土壤相对茶叶而言, 铅的质量分数较高, 茶叶会通过根系累计吸收较多的重金属。由表 2 的相关性分析结果可知, 茶叶中铅的质量分数应是上述两种原因共同作用的结果, 但茶叶对公路空气中铅微粒的吸附截留作用是茶叶中铅的质量分数受公路交通影响的主要因素。

2.3.2 农田土壤及四季豆中铅质量分数的相关性分析

对比图 4 可知, 中横线桥头镇区域、中横线周巷镇区域 2 个调查区域中, 农田土壤及四季豆均受到一定程度公路交通运输的影响。相对而言, 四季豆更易受公路交通影响。原因是, 一方面与慈溪市

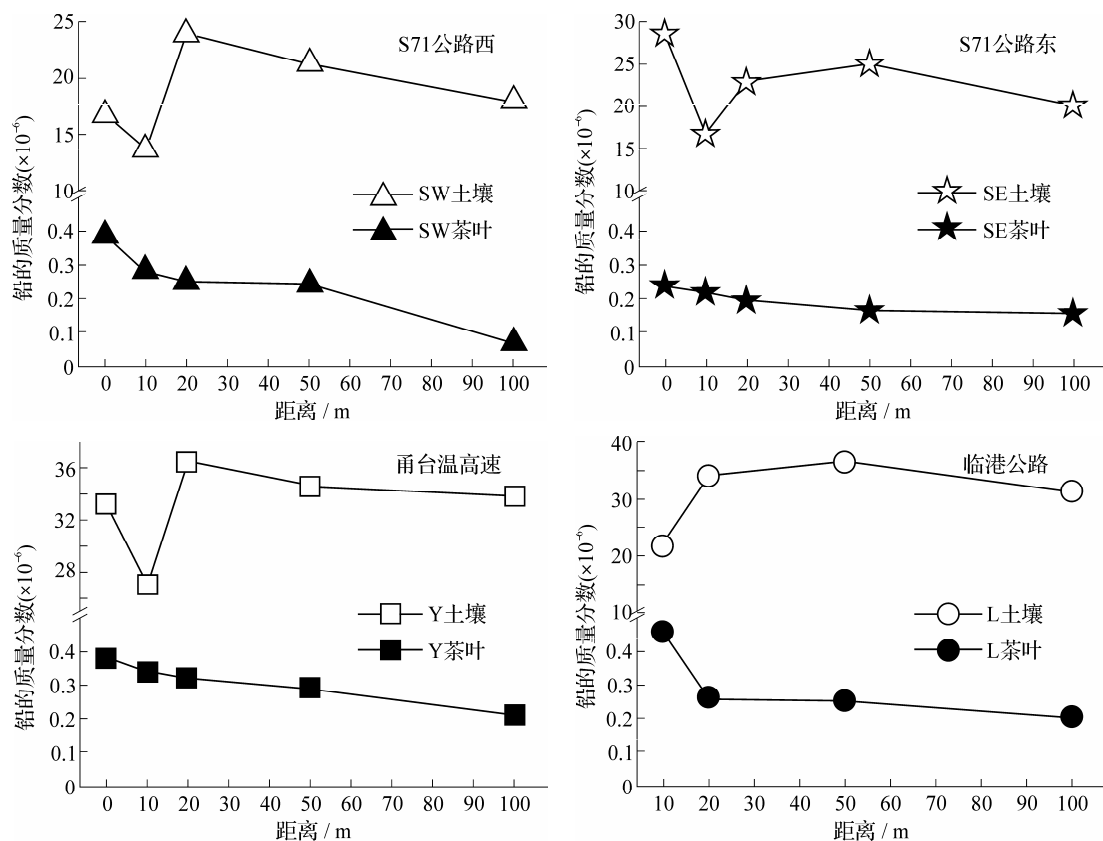


图 3 公路交通对农田土壤及茶叶中铅质量分数的影响

表 2 宁海县农田土壤及茶叶皮尔逊相关性分析

项目	SW 土壤 中的 Pb	SE 土壤 中的 Pb	Y 土壤 中的 Pb	L 土壤 中的 Pb
SW 茶叶 中的 Pb	相关性 -0.147 22 显著性 0.813 24	-	-	-
SE 茶叶中 的 Pb	相关性 - 显著性 -	0.224 16 0.717 00	-	-
Y 茶叶中 的 Pb	相关性 - 显著性 -	-	-0.270 12 0.660 30	-
L 茶叶中 的 Pb	相关性 - 显著性 -	-	-	-0.856 01 0.143 99

较高的农田土壤中铅的质量分数本底值有关; 另一方面, 四季豆对空气中铅微粒的吸附截留作用是四季豆受公路交通影响的主要因素.

由表 3 可知, 慈溪市农田土壤中铅质量分数与四季豆中铅质量分数之间没有相关性.

表 3 慈溪农田土壤及茶叶皮尔逊相关性分析

项目	ZQ 土壤 中的 Pb	ZZ 土壤 中的 Pb
ZQ 四季豆 中的 Pb	相关性 0.300 61 显著性 0.623 10	-
ZZ 四季豆 中的 Pb	相关性 - 显著性 -	0.415 39 0.486 74

对比 2 个调查区域的四季豆中铅质量分数的情况可知, 中横线桥头镇调查区域的四季豆中铅的质量分数受公路交通运输影响更加明显. 原因一

方面是土壤覆盖物对公路铅有明显的截留作用^[3], 四季豆对空气中的铅微粒有较强的吸附截留作用; 另一方面, 中横线桥头镇调查区域受公路交通影响较大, 中横线桥头镇与周巷镇调查区域处于相同公路的不同区段, 中横线桥头镇区域较周巷镇调查区域而言有更大的车流量. 因此, 可判断车流量是道路两侧农田土壤及作物铅的质量分数受交通影响的重要因素之一.

2.4 农田土壤、作物中铅质量分数与车流量的相关性分析

土壤、作物中铅质量分数与车流量的相关性情况见表 4. 由表 4 可知, 农田土壤中铅的质量分数与车流量之间没有相关性. 作物中铅的质量分数与车流量之间没有相关性. 根据此次慈溪市农田土壤及作物中铅的质量分数调查结果, 车流量是道路两侧农田土壤及作物中铅质量分数受公路交通影响的重要因素之一. 考虑到公路交通对周边土壤及农作物铅富集的影响因素是多方面的, 因此在进行调查研究时, 应对各个因素的影响进行

表 4 农田土壤、作物与车流量的皮尔逊相关性分析

项目	车流量
作物中的 Pb	相关性 0.171 66 显著性 0.745 04
土壤中的 Pb	相关性 0.391 20 显著性 0.443 14

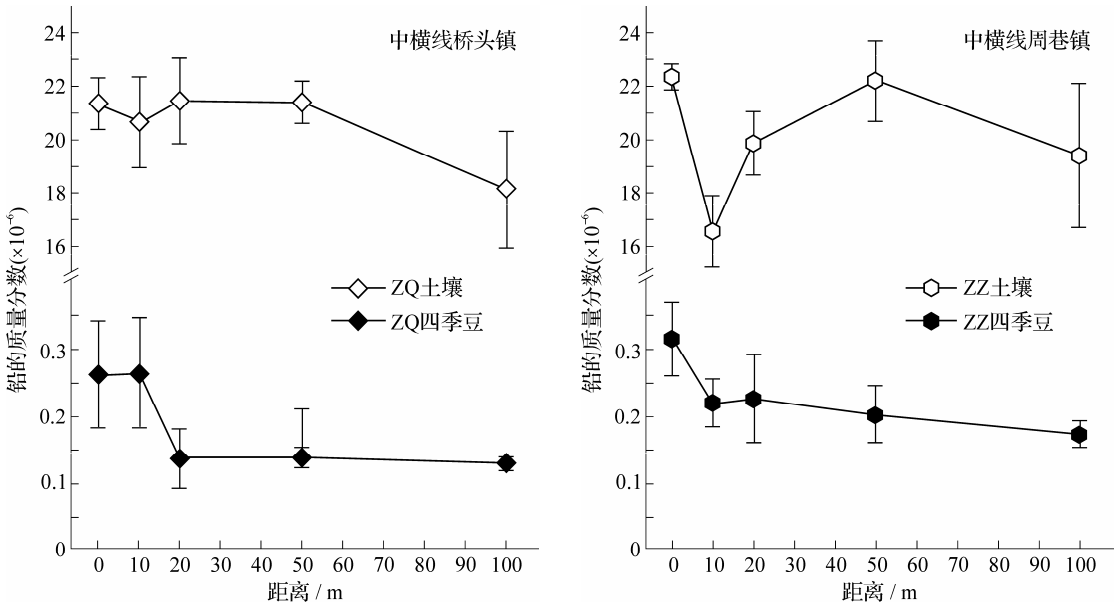


图 4 公路交通对农田土壤及四季豆中铅质量分数的影响

综合考虑.

3 结论

虽然我国于 2000 年 7 月 1 日起全面停止使用无铅汽油, 但无铅汽油是指铅质量浓度低于 $0.013 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的汽油, 这造成汽车尾气中依然含有微量的铅, 因此汽车尾气依然是公路两侧铅污染的重要污染源. 本次调查结果也从侧面证明了该结论.

此次调查的公路均为近十年新建的公路. 调查结果表明, 一方面, 宁波慈溪市、宁海县调查区域土壤及作物中铅的质量分数总体符合相应的国家标准; 另一方面, 存在农田土壤污染不超标, 而农作物污染超标的情况. 道路两侧表层土壤中铅的质量分数分布与采样点到公路的距离关系呈先增后减的趋势; 道路两侧作物中铅的质量分数随采样点位与道路距离增加而呈降低的趋势. 道路两侧土壤及农作物受公路交通运输的影响, 其原因是多方面的, 包括道路等级、车流量、运行年数、道路两侧坡度、风向等多种因素的影响. 所以只有更加深入全面地了解当前公路两侧土壤及农作物受道路影响的现状及规律, 才能更好地对农产品、产地环境质量进行评价, 施行更加合理的农业保

护政策, 进而采取更加有效的农业保护措施.

参考文献:

- [1] 陈建安, 林健, 兰天水, 等. 山区公路边土壤污染水平及其分布规律研究[J]. 海峡预防医学杂志, 2001, 5(2): 5-8.
- [2] 魏秀国, 何江华, 王少毅, 等. 城郊公路两侧土壤和蔬菜中铅含量及分布规律[J]. 农业环境与发展, 2002(1): 30-40.
- [3] 李波, 林玉锁. 公路两侧农田土壤铅污染及对农产品质量安全的影响[J]. 环境监测管理与技术, 2005, 17(1): 12-14.
- [4] GB/T 17141-1997, 土壤铅、镉的测定[S].
- [5] GB/T 5009.12-2003, 食品卫生检验方法理化部分[S].
- [6] 吴晓荣, 查红平. 成渝高速公路旁铅污染分布及评价[J]. 四川师范大学学报, 2007, 30(2):229-231.
- [7] Rahmani H R, Kalbasi M, Hajrasuliha S. Lead-polluted soil along some Iranian highways[J]. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 2001, 4(4):31-42.
- [8] Pagotto C, Remy N, Legret M, et al. Heavy metal pollution of road dust and roadside soil near a major rural highway[J]. Environmental Technology, 2001, 22(3):307-319.

Correlation: Road Transportation and Accumulation of Lead in Soil and Crops

ZHOU Yang-jing¹, WU Yu-ping², SHEN Qun-chao³, LI Tian-hua¹, XU Ji-rong¹, ZHANG Qiu-fang^{1*}

(1.Faculty of Architectural Engineering, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Ningbo Agro-environment and Agro-products Quality Management Administration, Ningbo 315012, China;

3.Cixi Agricultural Monitoring Center, Ningbo 315300, China)

Abstract: To assess the impact of transportation on the accumulation of Pb, and the content of Pb in soil and crops are investigated around the main roads in Ningbo City. In this research, Pb is determined by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP-AES). The results show that roadside farmland has been polluted noticeably by automobile, and Pb super-stander has also been found in parts of crops. Pollution reduction level is found to be from 0 to 100 units in the direction vertical to the sampled road. The values of Pb in soil samples is ranged from 8.0×10^{-6} to 40.2×10^{-6} , and the Pb accumulation in tea leaves and beans are found to be in the range from 0.07×10^{-6} to 0.46×10^{-6} and from 0.09×10^{-6} to 0.26×10^{-6} , respectively.

Key words: soil; crop; transportation; Pb

(责任编辑 章践立)