

徐州市北郊农业土壤重金属污染评价*

刘红侠 韩宝平

郝达平

(中国矿业大学环境与测绘学院 徐州 221008) (江苏省淮宿水文水资源勘测局 淮安 223001)

摘要 研究评价徐州市北郊农业土壤重金属污染状况结果表明,该区农业土壤中 Cu、Cd、Pb、Zn 和 Cr 5 种重金属平均含量均高于土壤背景值,其农业土壤 Cd、Cr 为重污染,土壤 Zn 为污染警戒级(尚清洁水平),其他 2 种元素为安全级(清洁水平),其综合污染指数为 $Cr > Cd > Zn > Cu > Pb$ 。

关键词 农业土壤污染 重金属 污染指数 评价

Evaluation to heavy metals pollution in agricultural soil in northern suburb of Xuzhou City . LIU Hong-Xia, HAN Bao-Ping (School of Environmental Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China), HAO Da-Ping (Survey Office of Huai-Su Hydrology and Water Resources in Jiangsu Province, Huai 'an 223001, China), *CJEA*, 2006, 14(1): 159 ~ 161

Abstract The situation of soil contamination with heavy metals in agricultural soil in the northern suburb of Xuzhou City was studied . The results indicate that the average contents of heavy metals(Cu, Cd, Pb, Zn, Cr) in the soil exceed the background values . The soil has been seriously contaminated with Cd and Cr . Pollution of Zn is at the warning-grade, while others are at the safe-grade . The order of integrated contamination index is $Cr > Cd > Zn > Cu > Pb$.

Key words Agricultural soil pollution, Heavy metal, Contamination index, Evaluation

(Received Dec .28, 2003; revised March 26, 2004)

1 研究区域概况与研究方法

江苏省徐州市拥有百万人口,为我国煤炭、电力工业重要基地之一,工业污染较重,该市北郊为化工、冶金和制革等行业密集区域,是其主要污灌区和严重污染典型区域,由于污灌、底泥和垃圾的施用以及大气降尘,该区域农业土壤已遭受重金属严重污染。

本研究根据土壤类型、地貌特征、重点污染源分布及耕作方式等自然环境和社会环境因素等共布设耕层土壤采样点 20 个,用梅花形采样法采集 0~20cm 表层土壤样品,每样品取土 1~2kg,且采样时凡接触铁器的土壤均用塑料铲剥去,样品置阴凉处自然风干后研磨过 100 目尼龙筛备用。用王水-高氯酸-氢氟酸消解,以北京普析原子吸收分光光度计测定土壤 Cu、Cd、Pb、Zn 和 Cr 含量^[1],全测试过程按规范要求和质量控制,以保证数据准确可靠。

2 结果与分析

耕层土壤重金属含量变化。研究区内 20 个耕层土壤样品 5 种重金属含量变化见表 1。由表 1 可知与徐州市农业土壤背景值比较发现,研究区内土壤 5 种重金属平均含量均远高于徐州农业土壤背景值,Cu 平均含量为其背景值的 1.8 倍,Cd 为 16.1 倍,Pb 为 3.2 倍,Zn 为 3.5 倍,Cr 为 14.8 倍。所有样点 Cd 含量均远超出土壤 2 级标准,这除与整个北郊工业污染有关外,还与农田长期施用 P 肥造成土壤中 Cd 累积有关。重金属含量范围较宽,尤以 Cr 含量差值最大,其最高含量为最低含量的 367 倍。Cr 的最高点即样点 2 出现在皮革厂附近,是由于皮革厂堆放革渣污染农田所致。Pb、Zn 最高点均出现在徐钢附近,均与钢铁厂污染源密切相关。

耕层土壤重金属污染评价。本研究根据监测资料,选择 Cu、Cd、Pb、Zn 和 Cr 5 项指标作为评价因子。土壤评价标准采用《土壤环境质量标准(GB15612—1995)》中 2 级评价标准,即 Cu 为 100mg/kg, Cd 为 0.60mg/kg,

* 教育部博士点专项基金(20030290010)资助

收稿日期:2003-12-28 改回日期:2004-03-26

表 1 耕层土壤 5 种重金属含量变化

Tab.1 The content of heavy metals in the grain yield soil

序号 No.	采样点 Sampling location	重金属含量/ mg·kg ⁻¹ Heavy metal content				
		Cu	Cd	Pb	Zn	Cr
1	皮革厂北麦地	30.00	3.13	48.88	91.38	111.53
2	皮革厂北麦地	38.10	2.38	79.80	124.50	13914.60
3	皮革厂北麦地	38.05	2.60	57.35	104.50	156.35
4	皮革厂北麦地	37.75	2.70	57.35	144.00	188.35
5	皮革厂北麦地	39.85	2.65	57.70	95.00	149.40
6	玻璃厂西麦地	43.45	1.95	56.85	229.00	116.50
7	玻璃厂西麦地	44.90	1.90	59.65	233.00	237.15
8	玻璃厂西麦地	39.38	3.33	61.23	244.13	92.38
9	源源化工厂西北麦地	28.70	2.20	43.80	257.00	116.65
10	电化厂西麦地	29.80	2.70	44.75	170.50	97.10
11	新庄村油菜地	34.05	2.70	49.80	131.00	200.25
12	淮海橡胶厂东南菠菜地	28.70	2.15	57.00	98.50	66.50
13	淮海橡胶厂东南油菜地	31.45	2.45	43.55	129.00	233.90
14	淮海橡胶厂东南麦地	28.95	2.60	50.55	87.50	69.65
15	荆马河三环路交界处麦地	36.45	2.25	71.45	97.00	87.00
16	徐钢西麦地	42.65	2.70	90.70	138.00	83.75
17	徐钢西麦地	42.15	2.85	59.65	269.00	163.55
18	徐钢西麦地	37.58	3.18	54.80	134.75	120.65
19	知青桥西南麦地	21.58	2.80	39.38	60.88	37.90
20	东王庄白菜地	32.10	2.25	39.75	155.00	161.60
	平均值	35.28	2.57	56.20	149.68	820.24
	背景值(均值)	19.62	0.16	17.39	43.28	55.43
	土壤 2 级标准	100.00	0.60	350.00	300.00	250.00
	检出率 / %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	超标率 / %	0	100.00	0	0	5

Pb 为 350mg/ kg, Zn 为 300mg/ kg, Cr 为 250mg/ kg。评价方法采用中国绿色食品发展中心 1994 年编制的《绿色食品产地环境质量现状评价纲要(试行)》(以下简称《纲要》)中推荐的单项污染指数法和综合污染指数法。单项污染指数评价式为:

$$P_i = C_i / S_i \quad (1)$$

式中, P_i 为土壤重金属元素 i 的污染指数, C_i 为土壤重金属元素 i 的实测浓度, S_i 为重金属元素 i 的限量标准值。当 $P_i < 1$ 时, 表示土壤未受污染, $P_i > 1$ 时, 表示土壤受到污染, 且 P_i 值越大则污染越严重。为全面反映各重金属对土壤的不同作用, 突出高浓度重金属元素对环境质量的影响, 采用内梅罗综合污染指数法, 其评价式为:

$$P_{\text{综}} = \{ [(C_i / S_i)_{\text{max}}^2 + (C_i / S_i)_{\text{ave}}^2] / 2 \}^{1/2} \quad (2)$$

式中, $(C_i / S_i)_{\text{max}}$ 为土壤重金属元素污染指数最大值, $(C_i / S_i)_{\text{ave}}$ 为土壤各污染指数平均值。根据 1994 年制定的《纲要》规定, 土壤污染等级划分标准见表 2。表 3 表明各样点单项污染指数中样点 2 土壤 Cr 严重污染,

表 2 土壤综合评价分级标准

Tab.2 The classification standards of soil comprehensive evaluation

等级划分 Classification	$P_{\text{综}}$	污染等级 Pollution grades	污染水平 Pollution level
1	$P_{\text{综}} < 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} < 1$	警戒级	尚清洁
3	$1 < P_{\text{综}} < 2$	轻污染	土壤轻污染, 作物开始受污染
4	$2 < P_{\text{综}} < 3$	中污染	土壤、作物均受中度污染
5	$P_{\text{综}} > 3$	重污染	土壤、作物已严重受污染

全部样点土壤均受不同程度 Cd 污染, 其他样点各项污染因子尚未受污染; 各样点综合污染指数中样点 6、7、9、12、15、20 均为中污染, 占全部样点的 30%; 其余样点为重污染, 占全部样点的 70%。评价结果表明徐州市北郊农业土壤 Cd 和 Cr 为重污染, Zn 为污染警戒级(尚清洁水平), 其他 2 种元素为安全级(清洁水平), 其综合污染指数为 $Cr > Cd > Zn > Cu > Pb$ 。

表 3 土壤重金属污染指数

Tab.3 The soil pollution index of heavy metals

序号 No .	重金属元素 Heavy metal element					各采样点综合指数 Comprehensive index of sampling locations
	Cu	Cd	Pb	Zn	Cr	
1	0.30	5.21	0.14	0.30	0.45	3.79
2	0.38	3.96	0.23	0.42	55.66	40.28
3	0.38	4.33	0.16	0.35	0.63	3.17
4	0.38	4.50	0.16	0.48	0.75	3.30
5	0.40	4.42	0.16	0.32	0.60	3.23
6	0.43	3.25	0.16	0.76	0.47	2.41
7	0.45	3.17	0.17	0.78	0.95	2.37
8	0.39	5.55	0.17	0.81	0.37	4.06
9	0.29	3.67	0.13	0.86	0.47	2.70
10	0.30	4.50	0.13	0.57	0.39	3.29
11	0.34	4.50	0.14	0.44	0.80	3.30
12	0.29	3.58	0.16	0.33	0.27	2.62
13	0.31	4.08	0.12	0.43	0.94	3.01
14	0.29	4.33	0.14	0.29	0.28	3.16
15	0.36	3.75	0.20	0.32	0.35	2.74
16	0.43	4.50	0.26	0.46	0.34	3.29
17	0.42	4.75	0.17	0.90	0.65	3.50
18	0.38	5.29	0.16	0.45	0.48	3.86
19	0.22	4.67	0.11	0.20	0.15	3.39
20	0.32	3.75	0.11	0.52	0.65	2.76
各元素综合指数	0.40	4.96	0.22	0.73	39.42	

3 小 结

徐州市北郊农业土壤 5 种重金属平均含量均远高于该市农业土壤背景值, Cd、Cr 为重污染, Zn 为警戒级, 其他 2 种元素为安全级, 其综合污染指数为 $Cr > Cd > Zn > Cu > Pb$ 。针对此土壤污染状况, 建议有关主管部门必须引起高度重视, 尽快制定各项有效措施, 最根本是要从源头上控制污染物的排放, 实行清洁生产制度, 加强管理, 提倡废弃物综合利用^[2], 以保证农产品质量及其安全性。

参 考 文 献

- 1 国家环境保护总局水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法. 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 433 ~ 438
- 2 夏立江, 王宏康. 土壤污染与防治. 上海: 华东理工大学出版社, 2001. 222 ~ 224

欢迎订阅 2005 年《国土资源科技管理》

《国土资源科技管理》是由国土资源部国际合作与科技司和成都理工大学主办的学术期刊, 主要报道国土资源的方针政策, 可持续发展战略研究; 土地、矿产、海洋、农业、旅游等资源的规划, 优化配置; 资源开发的生态效益、经济效益以及环境保护; 矿产、海洋和水资源的调查与勘查; 环境与地质灾害; 国土资源的研究与国际合作; 高新技术应用; 科技体制与管理体制改革与探索; 资源经济学的研究与企业发展策划; 信息网络与管理知识; 国土资源管理动态与经验交流等方面内容。设有国土资源管理、可持续发展、地学与资源研究、科技管理、信息与网络管理、资源勘探和保护、环境和地质灾害研究与管理、西部大开发论坛等栏目, 适于土地、地矿、海洋、水利、测绘、农业、旅游等部门的科技、管理人员及大专院校科技工作者阅读。本刊为双月刊, 大 16 开本, 逢双月 15 日出版, 每期定价 6.00 元, 全年 36.00 元。邮发代号: 62-171, 全国各地邮局均可订阅。漏订者可直接汇款至本刊补订, 地址: (610059) 四川省成都市二仙桥东三路 1 号成都理工大学《国土资源科技管理》编辑部。