

# 三峡库区主要土壤类型重金属含量及特征\*

李其林<sup>1,2</sup> 黄 昀<sup>1</sup> 刘光德<sup>1</sup> 曾祥燕<sup>3</sup>

(1 重庆市农业环境保护监测站, 重庆 400020)

(2 西南农业大学, 重庆 400716)

(3 重庆市化工技工学校, 重庆 400020)

## THE CONTENTS AND CHARACTER OF HEAVY METALS OF MAIN SOIL TYPES IN THREE GORGE RESERVOIR

Li Qilin<sup>1,2</sup> Huang Yun<sup>1</sup> Liu Guangde<sup>1</sup> Zeng Xiangyan<sup>3</sup>

(1 Chongqing Monitoring Station of Agricultural Environmental Protection, Chongqing 400020, China)

(2 Southwest Agriculture University, Chongqing 400716, China)

(3 Chongqing Technical School of Chemical Industry, Chongqing 400020, China)

关键词 土壤; 三峡库区; 重金属; 含量; 特征  
中图分类号 X53 文献标识码 A

三峡库区农业经济处于半封闭、落后的状态, 过度垦殖、单一经营, 已导致生态环境方面的巨大破坏, 水土流失严重, 在三峡工程兴建和移民过程中, 因地制宜, 全面规划, 发展养殖业和经济作物, 重建淹没的柑橘带, 建立多种经营的生态农业体系和高经济价值的特色产品将是发挥三峡工程综合效益的有效举措<sup>[1]</sup>。三峡库区农业生态与环境监测是国务院三峡委员会对三峡工程建设环境影响研究的一个子系统, 主要研究三峡库区建库对农业生态环境质量影响程度。区域土壤环境质量好坏直接影响到各种农副产品的质量<sup>[2]</sup>。本文对三峡库区紫色土、水稻土和黄壤三种主要土壤类型的重金属含量进行了分析、比较研究, 为区域农业规划提供科学的土壤质量基础数据。

## 1 试验地概况及分析方法

### 1.1 试验地概况

三峡库区包括从湖北至重庆沿江的江津、巴南、

渝北、长寿、涪陵、忠县、万州、奉节、云阳、开县、丰都、石柱、巫山、巫溪、巴东、秭归、兴山、宜昌等 19 个区县。土地面积  $2.493 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。山地和丘陵占库区总面积的 95.7% (其中山地占 74%), 为典型的山区<sup>[3]</sup>。主要土壤类型有黄壤、紫色土、黄棕壤、石灰土、水稻土等。其中黄壤、紫色土、水稻土分别为  $0.735 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、 $0.504 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、 $0.235 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。土壤多数属中性偏碱, pH 值偏高, 有微量元素现象, 有机质含量较低, 平均为  $9.09 \text{ g kg}^{-1}$ , 属不易受金属与非金属污染的区域土壤带<sup>[4]</sup>。库区多数坡耕地耕性与通透性均较好, 宜于小麦、玉米、油菜以及薯类和豆类等多种粮食和经济作物栽培。

### 1.2 样品采集与分析

土壤采样点布设在库区沿江 13 个区县的淹没线以上。样品采集为 0~20 cm 表层土壤, 共 57 个, 每个样品由 10 个采样点组成, 各点 1 kg 左右混合而成。自然风干、弃去杂物、磨细过 100 目筛, 备用。

\* 国务院三峡委员会三峡工程农业生态与环境监测子系统项目

作者简介: 李其林(1971~), 男, 四川省开江县人, 在读硕士, 农艺师, 主要研究方向为重金属污染和生态环境保护。E-mail: Liqilneed@sina.com

收稿日期: 2002-11-05; 收到修改稿日期: 2003-03-28

Cu、Zn、Pb、Cd、Cr 用日立 Z-5000 型原子吸收分光光度计进行测定; Hg、As 用 AFS-230 双道原子荧光仪进行测定, 测定方法参见文献[5]。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土壤类型的重金属含量

由表 1 可知, 库区不同土壤类型重金属差异明显, 且变异系数较大。Cu、Pb、Cd、Cr 平均含量最大的土壤类型为黄壤; Zn、Hg 平均含量最大的为水稻土; As 平均含量最大的为紫色土。紫色土中重金属

变异系数的顺序为 Cd> Cu> Hg> As> Pb> Cr> Zn, 水稻土中为 Hg> Cu> As> Cd> Pb> Cr> Zn, 黄壤中为 Hg> Cd> As> Cu> Cr> Pb> Zn。Cu、Pb 在不同土壤类型中的变异系数为紫色土> 水稻土> 黄壤, Zn 为水稻土> 紫色土> 黄壤, Cd 为紫色土> 黄壤> 水稻土, Hg 为黄壤> 水稻土> 紫色土, As、Cr 为水稻土> 黄壤> 紫色土。在不同土壤类型中重金属 Cu、Cr 平均含量为黄壤> 水稻土> 紫色土, Zn、As 为紫色土> 水稻土> 黄壤, Pb、Cd 为黄壤> 紫色土> 水稻土, Hg 为水稻土> 紫色土> 黄壤。

表 1 库区不同土壤类型重金属含量统计结果

土壤类型	Cu				Zn				Pb			
	范围值(mg •kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg •kg <sup>-1</sup> )	S <sup>1)</sup>	CV <sup>2)</sup> (%)	范围值(mg •kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg •kg <sup>-1</sup> )	S	CV(%)	范围值(mg •kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg •kg <sup>-1</sup> )	S	CV(%)
紫色土	6.25~27.30	11.95	6.07	50.8	69.80~135.10	94.56	17.80	18.8	10.50~29.10	17.81	5.98	33.6
水稻土	6.38~26.30	15.10	6.89	45.6	77.20~140.60	94.92	18.14	19.1	10.20~27.20	17.35	4.93	28.4
黄壤	6.50~30.20	22.53	6.65	29.5	61.50~117.20	76.34	11.47	15.0	11.50~23.60	19.97	2.74	13.7

  

土壤类型	Cd				Hg				As			
	范围值(mg •kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg •kg <sup>-1</sup> )	S	CV(%)	范围值(mg •kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg •kg <sup>-1</sup> )	S	CV(%)	范围值(mg •kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg •kg <sup>-1</sup> )	S	CV(%)
紫色土	0.040~0.400	0.133	0.086	64.7	0.022~0.287	0.14	0.069	49.3	3.87~10.52	6.41	2.26	35.3
水稻土	0.050~0.160	0.094	0.035	37.2	0.072~0.788	0.186	0.175	94.1	1.07~11.10	5.85	2.52	43.1
黄壤	0.060~0.630	0.178	0.111	62.4	0.012~0.323	0.063	0.09	142.9	3.16~9.90	5.09	1.82	35.8

  

土壤类型	Cr			
	范围值(mg kg <sup>-1</sup> )	平均值(mg kg <sup>-1</sup> )	S	CV(%)
紫色土	37.00~86.50	53.47	11.73	21.9
水稻土	33.30~81.20	59.37	13.92	23.4
黄壤	22.60~88.20	70.56	16.27	23.1

1) S: 标准差; 2) CV: 变异系数

### 2.2 不同区县土壤重金属含量特征

由表 2 可知, 土壤重金属含量差异明显。土壤重金属平均值含量变化在 1 倍以上的元素有 Cu、Pb、Cd、Hg、As、Cr。库区沿江从上游至下游土壤重

金属除 Pb、As 含量变化不大外, Cu、Cr 含量呈增加趋势, Zn、Cd、Hg 含量呈降低趋势, 并且 Cu、Cr 含量增加较明显, Zn、Hg 含量降低较明显。

表 2 库区不同区县土壤重金属平均含量(mg kg<sup>-1</sup>)

区县名称	样本数 n	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr
江津	4	8.76	103.18	16.90	0.24	0.112	9.18	44.65
渝北	2	14.72	110.00	22.75	0.11	0.459	4.27	67.95
丰都	6	10.07	121.77	21.48	0.18	0.191	9.23	55.78
忠县	6	9.00	90.73	14.78	0.10	0.151	5.18	44.70
石柱	2	7.88	80.80	11.35	0.07	0.171	4.84	33.65
天城	4	8.56	93.55	11.95	0.12	0.179	4.62	49.68

续表

区县名称	样本数 $n$	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr
开县	4	19.71	83.11	23.01	0.13	0.270	8.67	55.13
云阳	5	9.24	90.49	15.73	0.08	0.123	4.80	49.34
奉节	4	23.60	75.60	20.70	0.15	0.043	4.14	78.65
巴东	6	25.68	74.05	20.42	0.16	0.024	5.10	75.37
秭归	6	24.01	71.23	20.66	0.16	0.034	4.69	77.86
兴山	2	22.70	79.80	20.36	0.13	0.057	5.66	68.40
宜昌	6	26.08	79.25	19.32	0.18	0.046	4.26	76.02

### 2.3 库区不同土壤类型重金属相关性

由表3可知,紫色土中重金属Cu与Pb、Cr具有显著正相关;Zn与As具有正相关;Pb与Cr具有正相关。水稻土中重金属Cu与Cr具有显著正相关;Zn与Pb具有正相关;Pb与Hg、As具有正相关。黄壤中

重金属Cu与Zn、Hg具有显著负相关,与Cr具有显著正相关,与Pb具有正相关;Zn与As具有显著正相关,与Cr具有显著负相关;Pb与Hg具有显著负相关,与Cr具有显著正相关;Hg与As具有显著正相关,与Cr具有显著负相关;As与Cr具有负相关。

表3 不同土壤类型重金属含量的相关性

重金属元素	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr
紫色土							
Cu	1.000	-0.335	0.578**	-0.014	-0.168	-0.205	0.695**
Zn	-0.335	1.000	0.032	-0.154	-0.117	0.566*	0.051
Pb	0.578**	0.032	1.000	-0.035	-0.098	0.224	0.548*
Cd	-0.014	-0.154	-0.035	1.000	-0.160	0.158	-0.020
Hg	-0.168	-0.117	-0.098	-0.160	1.000	0.128	-0.405
As	-0.205	0.566*	0.224	0.158	0.128	1.000	0.116
Cr	0.695**	0.051	0.548*	-0.020	-0.405	0.116	1.000
水稻土							
Cu	1.000	-0.378	0.104	0.094	-0.341	0.002	0.773**
Zn	-0.378	1.000	0.573*	0.108	0.425	0.441	-0.140
Pb	0.104	0.573*	1.000	0.290	0.531*	0.599*	0.281
Cd	0.094	0.108	0.290	1.000	-0.216	0.157	-0.024
Hg	-0.341	0.425	0.531*	-0.216	1.000	0.178	0.096
As	0.002	0.441	0.599*	0.157	0.178	1.000	-0.030
Cr	0.773**	-0.140	0.281	-0.024	0.096	-0.030	1.000
黄壤							
Cu	1.000	-0.673	0.460*	-0.125	-0.615**	-0.477*	0.950**
Zn	-0.673**	1.000	-0.022	-0.072	0.375	0.612**	-0.609**
Pb	0.460*	-0.022	1.000	-0.104	-0.562**	-0.143	0.574**
Cd	-0.125	-0.073	-0.104	1.000	0.401	0.133	0.017
Hg	-0.615**	0.375	-0.562**	0.401	1.000	0.673**	-0.616**
As	-0.477*	0.612**	-0.143	0.133	0.673**	1.000	-0.428*
Cr	0.950**	-0.609**	0.574**	0.017	-0.616**	-0.428*	1.000

注: \*  $p < 0.05$  显著水平; \*\*  $p < 0.01$  极显著水平

## 2.4 不同土壤类型重金属含量同重庆土壤背景值的比较

由表4可知,库区不同土壤类型重金属含量同

土壤背景值差异较小, Zn、Hg 在不同土壤类型含量均大于背景值, Cu、Pb、Cr 含量在黄壤中大于背景值, 其余重金属含量均小于背景值。

表4 不同土壤类型重金属含量与重庆土壤背景值比较( $\text{mg kg}^{-1}$ )

项目		Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr
紫色土	监测值	11.95	94.56	17.81	0.133	0.141	6.41	53.47
	背景值	22.87	78.22	23.52	0.144 <sup>2)</sup>	0.036	6.99	49.08
水稻土	监测值	15.10	94.92	17.35	0.094	0.186	5.85	59.37
	背景值 <sup>1)</sup>	28.90	79.70	23.30	0.162	0.161	6.62	70.70
黄壤	监测值	22.53	76.34	19.97	0.178	0.063	5.09	70.56
	背景值	20.07	68.88	17.74	0.194 <sup>2)</sup>	0.062	6.89	57.56

1) 水稻土背景值采用川西水稻土背景值; 2) 紫色土和黄壤 Cd 背景值采用川东紫色土和黔中西黄壤背景值

## 3 结论

1) 库区重金属 Cu、Pb、Cd、Cr 的含量较稳定。Hg 在水稻土中含量最高, 说明 Hg 在淹 还原状态下不易被氧化, 相对较稳定, 从而在土壤中积累较多。

2) 由库区沿江从上游至下游土壤重金属含量变化趋势发现, 重金属 Zn、Hg、Cd 的含量呈减少趋势, Cu、Cr 的含量呈增加趋势, Pb、As 的含量较平稳。

3) 由库区不同土壤类型重金属含量相关性分析发现, 库区黄壤还基本处于原始土壤阶段, 通过对库区土壤的调查发现黄壤分布海拔高度较高, 主要

种植果树等经济作物, 即使有少量种植玉米等农作物, 其复种指数也较低, 即人为耕作性低。

## 参考文献

- [1] 陈国阶, 陈治谏, 王晓京. 三峡工程对生态与环境影响的综合评价. 北京: 科学出版社, 1993. 154~157
- [2] 阎伍玖, 吕成文, 陈飞星. 芜湖城市郊区土壤重金属污染危害及其对策研究. 土壤学报, 2000, 37(1): 136~141
- [3] 杜榕桓, 史德明, 袁建模, 等. 长江三峡库区水土流失对生态与环境的影响. 北京: 科学出版社, 1994. 1~5
- [4] 黄时达, 徐小清, 鲁生业, 等. 三峡工程与环境污染及人群健康. 北京: 科学出版社, 1994. 132
- [5] 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. 474~489