

湖南临湘矿区铅锌尾砂对杉木生长的影响*

汪政科 郭菊荣 朱忠保

关键词 杉木 铅锌矿尾砂 污染区

建国以来,我国建设了一大批有色金属矿山,但就整体来说,采矿工艺相对落后,大量矿山废弃物堆积,造成了对矿区土壤、水体和大气的严重污染。以往对矿山污染的研究主要集中在废水及矿砂对人体及周围土壤及农作物的影响^[1,2]。杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook]是我国南方主要速生用材树种之一,人们对它的主要研究集中在杉木连栽和施肥对土壤肥力及其林木生长的影响^[3,4]。本文选择了桃林铅锌矿区尾砂周围的杉木为研究对象,对污染区和对照区的杉木体内营养元素、污染元素含量和杉木的生长状况进行了分析。

1 研究地区概况

研究地点位于湖南省临湘县境内,地处 29°23' N, 113°05' E, 海拔 51.6 m, 年均温 17.0℃, 年均风速 2.9 m/s, 年日照率 41%, 年均相对湿度 79%, 年均降水量 1302.4 mm, 主要集中在 3~8 月, 年蒸发量 1424.2 mm。研究地点的土壤是第四纪粘土上发育的黄红壤土, 成土母岩为砂岩、页岩, 呈弱酸性。污染区位于城南 15 km 的桃林 Pb、Zn 矿尾砂大坝, 对照区位于城东 2 km 的鸿鸣岭林场。选取成土母质、气候条件、坡位、坡度、土壤机械组成、立地条件、营林措施一致的两块林分, 均为 1975~1976 年采用当地种源营造的杉木纯林, 经过一次疏伐, 都没有施肥, 枯落物都保留在林地上。林冠下层植被为黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)、长叶冻绿(*Rhammus crenata* Sieb. et Zucc.)、红果菝葜(*Smilax polycolea* Warb.)、继木[*Loropetalum chinenser* (R. Br.) Oliv.]、盐肤木(*Rhus chinensis* Mill.)。

2 材料和方法

2.1 植物和土壤样品的采集

在标准地上选取生长势中等的 15 株杉木作为样树, 分别于 1991 年 7 月 7~11 日和 11 月 19~23 日按不同部位(上、中、下)和不同方向(东、西、南、北)采取样品, 将采下的 1、2 年生叶片、嫩枝、老枝和根用蒸馏水冲洗掉表面沾污物, 烘干至恒重, 用于测定样品的 K、Mg、Pb、Zn。在每个标准地内挖 3 个深 1 m 的土壤剖面, 分层(0~10、10~50、50~100 cm)采土样。

2.2 营养元素及污染元素分析^[5]

凯氏法测定土壤全 N, 钼锑抗比色法测定土壤速效 P, 火焰光度计法测定土壤速效 K, 原

1997—09—30 收稿。

汪政科助理研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091); 郭菊荣(四川攀钢集团矿业公司); 朱忠保(中南林学院)。

* 本研究为作者硕士论文一部分, 并得到湖南省临湘县林业局的大力协助。

子吸收光谱法测定土壤交换性 Mg, 可溶性 Pb、Zn 及植物样品的 Mg、Pb、Zn 含量, 每一测定设 3 个重复。

2.3 树干解析

于 1991 年 11 月 23 日在污染区和对照区各选 10 m × 10 m 两块标准地, 每木检尺, 取平均木进行树干解析。测定解析木的年轮宽度、树高。参照林业部颁布标准^[6]材积计算公式: $V = 0.000\ 058\ 77 \times D_{1.3}^{1.969\ 983\ 1} \times H^{0.896\ 461\ 57}$ 。

3 结果与分析

3.1 桃林 Pb、Zn 矿尾砂特点及杉木受害症状

桃林 Pb、Zn 矿属于热液脉状 Pb、Zn 矿, 主要由方铅矿、闪锌矿组成, 伴生有黄铁矿、黄铜矿等。Pb 含量可达 80 ~ 200 g/kg, Zn 含量达 120 ~ 250 g/kg^[7]。桃林 Pb、Zn 矿尾砂经过数十年的堆集, 目前灰坝高约 90 m, 矿砂经过水磨精选后, 呈银白色粉状, 尾砂由 0.01 ~ 0.3 mm 的颗粒组成, 其中 0.01 mm 的颗粒占 40.1%。矿砂中含可溶性 Pb 511.25 mg/kg, 可溶性 Zn 437.25 mg/kg, 可溶性 Mg 34.2 mg/kg。污染区位于尾砂矿粉灰坝迎风方向 100、300、1 500 m, 夏季因雨水的淋洗作用, 叶片症状不明显, 秋冬季节, 降水量小, 空气干燥, 风速为 4 ~ 5 m/s 时, 空气中粉尘含量约为 16.2 mg/m³, 风速为 6 ~ 7 m/s 时, 可达 66.9 mg/m³。在风力作用下, 尾砂矿粉灰被吹到周围的植物叶、茎和林地上, 被植物吸收。污染区针叶上有斑点状失绿, 呈红褐色, 针叶变短, 有的针叶尖端及叶缘枯死或针叶斑状黄化扩展到全叶甚至枯死。球果数量多, 分枝少, 侧枝死亡, 根系少, 特别是细根更少。树木高生长和径生长减弱, 直至死亡, 在标准地内有枯立木 2 ~ 3 株。

3.2 污染区和对照区土壤、植物器官矿质元素含量分布

土壤中各营养元素测定结果见表 1, 经分析可知对照区和污染区土壤 N、P、K 含量差异不大。土壤中的 Pb、Zn 可区分为水溶性 Pb、Zn, 酸溶性 Pb、Zn 和难溶性 Pb、Zn, 而土壤中的有效态 Pb、Zn 一般用水溶性表示, 它们对植物而言是有效的。土壤中的 Pb、Zn 溶解度很低, 并不能被植物大量吸收^[8]。污染区和对照区 Pb、Zn 差异明显(表 1)。污染区 0 ~ 10 cm 土层的可溶性 Pb 的含量比 10 ~ 50 cm 及 50 ~ 100 cm 土层的含量约高 57% 和 46%, 而比对照区 0 ~ 10 cm 土层的含量高一倍。污染区和对照区 10 ~ 50 cm 土层的 Pb 含量很低, 这是因为杉木及林下灌木的根系主要分布范围为 10 ~ 50 cm, 杉木及其它植物吸收了 Pb 以后, 最后以枯落物的形式回归到地表, 经矿化作用, 又形成无机态的 Pb。Pb 在土壤中易被固定, 而被淋溶到下层剖面的

表 1 临湘污染区与对照区土壤中的元素含量

地 点	土壤深度 (cm)	全 N (g/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	交换性 Mg (mg/kg)	可溶性 Zn (mg/kg)	可溶性 Pb (mg/kg)
污染区	0 ~ 10	2.4	0.744	47.6	76.3	20.5	9.75
	11 ~ 50	2.2	0.697	43.2	21.5	10.8	6.2
	51 ~ 100	2.1	0.497	37.9	11.5	9.50	6.7
对照区	0 ~ 10	2.2	0.672	41.9	41.0	10.0	5.0
	11 ~ 50	2.1	0.572	41.9	15.4	5.0	4.12
	51 ~ 100	2.4	0.373	41.2	10.9	6.5	4.63

量比根系吸收的少。污染区表层的土壤 Zn 含量较深层土壤和对照区的要高 2~4 倍。

污染区土壤中的 Mg 含量比对照区土壤中的高,但杉木的 Mg 含量却较低(表 2),这说明 Pb、Zn 污染影响了植物对 Mg 的吸收。Mg 在植物体内是一种易流动的元素,再利用程度很高,在污染区因为植物吸收 Mg 的能力不足,1 年生叶的 Mg 含量比 2 年生叶高 14%,而对照区则相差甚微。Pb、Zn 元素会以大气沉降物、降水、矿山排出物等形式落到土壤和植物表面。Zn 是一种必需微量元素,它是某些酶的成分和某些酶的活化剂。但如果 Zn 离子过多,会使植物表现出类似缺铁的症状。污染区土壤中 Pb、Zn 含量比对照区高,污染区杉木的 Zn 的含量比对照区杉

表 2 杉木各器官矿质元素含量

(单位:mg/kg)

地点	器官	Mg	Zn	Pb	灰分
污 染 区	1 年生叶	0.25	42.83	9.96	50.7
	2 年生叶	0.22	29.96	9.98	53.6
	1 年生枝	0.19	64.82	9.37	48.4
	2 年生枝	0.17	24.85	12.30	34.4
	球果	0.19	42.90	6.20	27.5
	根	0.06	39.71	9.92	27.4
对 照 区	1 年生叶	0.46	29.90	6.22	43.7
	2 年生叶	0.45	17.92	6.36	55.7
	1 年生枝	0.26	19.93	8.22	42.5
	2 年生枝	0.19	21.92	7.22	25.5
	球果	0.49	26.87	5.20	29.2
	根	0.09	19.93	8.22	37.6

木的高 40%~80%,污染区杉木的 Pb 含量比对照区杉木的高 20%~50%。生长在贫瘠土壤及酸性土壤上的植物灰分含量一般较低,而盐生植物灰分含量较高。植物虽然能有选择地从土壤中吸收营养盐分,但它并不能完全拒斥某些盐分的被动性吸收,因此灰分的含量和组成也反映了其生境的地球化学特点。分析灰分可以测定植物随生境而变的矿质积累。临湘污染区杉木各器官的灰分含量均高于对照区杉木各器官的灰分含量。

3.3 Pb、Zn 对杉木生长的影响

3.3.1 距灰坝不同距离杉木叶 Pb、Zn 含量及生长状况 离污染源越近,杉木 1、2 年生叶中 Pb、Zn 含量越高,且污染区针叶 Pb 含量远较对照区的高(表 3)。离污染源最近的 1 年生叶烘干重是对照的 66.5%,2 年生叶是对照的 66.4%。而距污染区最远点 1 年生叶是对照的 80.7%,2 年生叶是对照的 72.9%。离污染源愈近,杉木 1 年生叶烘干重越小。但污染区杉木 2 年生叶烘干重大于 1 年生叶,这说明尽管杉木受到了环境污染,在短期内叶的干物质仍有积累趋势;污染区当年生枝梢长小于对照区,当年生枝梢生长量随污染源距离的增加而减少。

表 3 距灰坝不同距离杉木叶片 Pb、Zn 含量及百片叶干重、当年生枝梢长度

地 点	1 年 生 叶			2 年 生 叶			当年生枝梢长度(cm)
	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	百片叶 干重(g)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	百片叶 干重(g)	
污 距灰坝 100 m	9.960	48.30	0.831	9.985	29.96	1.174	11.97
染 距灰坝 500 m	9.355	32.84	0.922	9.376	19.75	1.121	12.63
区 距灰坝 1 500 m	8.204	29.80	1.008	8.210	17.91	1.288	13.42
对 照 区	6.229	29.90	1.249	6.361	17.92	1.768	17.68

3.3.2 污染区与对照区杉木的材积生长量 从表 4 看出污染区 5 年生杉木树高生长量仅为对照区的 80%,胸径生长量在 10 a 以后开始急剧下降。污染区单株材积小于对照区,到 1991 年,污染区材积仅为对照区的 1/4。

表 4 污染区与对照区标准地平均木树干解析结果

地 点	年龄(a)	胸径(cm)		树高(m)		材积(m ³)	
		总生长量	平均生长量	总生长量	平均生长量	总生长量	平均生长量
污染区	5	3.4	0.68	2.8	0.56	0.001 648	0.000 369 2
	10	4.8	0.48	5.9	0.59	0.006 342	0.000 634 2
	14	6.1	0.44	7.0	0.50	0.011 853	0.000 846 7
对照区	5	4.6	0.92	3.5	0.70	0.003 652	0.000 730 4
	10	8.2	0.82	7.5	0.75	0.022 585	0.002 258 5
	14	10.3	0.74	10.0	0.73	0.045 803	0.003 471 3

4 小 结

(1) 污染区土壤表层 Pb、Zn 含量很高, 分别为 9.75、20.5 mg/kg。(2) 与对照区相比, Pb、Zn 污染使杉木各器官中 Pb、Zn 和总灰分含量增高, 而 Mg 含量降低, 差异显著。杉木的高、径生长量和单株材积均减小, 仅为对照的 70%、25.9% 和 24.4%。(3) 离污染源越近, 杉木叶的 Pb、Zn 含量越高, 叶的干物质重越小, 当年枝梢生长量减少。Pb、Zn 污染使杉木提早进入衰老期。

参 考 文 献

- 1 李素英. Pb、Cd、Zn 单元素及其不同组合污染对烟草品质的影响. 中国环境科学, 1990, 10(6): 457~460.
- 2 许嘉琳. 农作物体内 Pb、Cd、Cu 的化学形态研究. 应用生态学报, 1991, 2(2): 244~248.
- 3 李贻铨, 陈道东, 纪建书. 杉木中龄林施肥效应探讨. 林业科学研究, 1993, 6(4): 390~396.
- 4 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其林木生长的影响. 林业科学, 1987, 23(4): 389~397.
- 5 李酉开. 土壤常规农业化学分析. 北京: 科学出版社, 1983. 1~243.
- 6 中国木材标准化技术委员会. 木材标准实用手册. 北京: 中国标准出版社, 1985.
- 7 程鸿. 中国自然资源手册. 北京: 科学出版社, 1993. 658.
- 8 李酉开. 土壤和植物中有效元素分析方法. 北京: 科学出版社, 1979. 223~229.

The Influence of Lead Zinc Ore Powder on the Growth of Chinese Fir in Linxiang County, Hunan Province

Wang Zhengke Guo Jurong Zhu Zhongbao

Abstract By studying the elements content of the soil and Chinese fir in the surrounding area of lead and zinc ore powder dam in Taolin lead ore Linxiang County, Hunan Province, it showed that lead and zinc accumulated in the soil surface (0~10 cm), and had higher concentration in polluted area. In contrast with the normal area, lead and zinc concentration in soil and plant increased and Mg concentration decreased. With the increase of distance to the dam, Pb, Zn concentration in Chinese fir leaves and the weight of 100 leaves decreased, while the one year branch growth increased. The height growth, the diameter growth and the volume of the Chinese fir in polluted area is lower than those of the Chinese fir in normal area.

Key words Chinese fir lead and zinc ore powder polluted area