第 41 卷 第 1 期
2004 年 1 月

土 壤 学 报
ACTA PEDOLOGICA SINICA

Vol 41, No 1
Jan., 2004

铜矿尾矿库土壤 海洲香薷(*Elsholtzia harchowensis*)植物体系的微生物特征研究*

龙 健 黄昌勇 滕 应 姚槐应
(浙江大学环境与资源学院资源科学系, 杭州 310029)

摘 要 对浙江哩铺铜矿尾矿库土壤 海洲香薷(*Elsholtzia harchowensis*)植物体系的微生物特征进行了研究。结果表明: 海洲香薷植物中的元素含量表现为 Cu> Zn> Pb> Cd, Cu 与土壤元素的相关性最为显著, 其次为 Zn。与对照土壤相比, 矿区土壤的微生物基础呼吸作用增强, 但微生物生物量却显著降低, 微生物生理生态参数 Cmic/ Corg、qCO_2 值明显升高。Biolog 结果显示, 矿区土壤微生物的群落结构发生改变, 对能源碳的消耗量和速度显著升高, 但利用效率却明显降低。

关键词 海洲香薷; 土壤 植物体系; 重金属; 土壤微生物特征
中图分类号 X131 3 文献标识码 A

我国南方红壤地区有色金属矿分布密集, 大量土壤遭采矿破坏或重金属污染退化, 并造成土壤生态系统的严重破坏[1~2]。矿山开采过程中的废弃物(如尾矿、废石等)需要大面积的堆置场所, 从而导致对土壤的大量占用和对堆置场原有生态系统的破坏, 引起自然条件的变化, 并形成限制植物 土壤生态系统良性循环的环境因子[3]。因此, 选择理想的植物尽快实现对金属矿区的植被恢复与植物修复(Phytoremediation), 并控制它们对周围地区的污染已成为目前环境土壤学研究的热点[3]。

由于植物生长对矿区这一特殊生境的土壤条件有一定要求, 土壤条件现状研究就成为生态恢复工作的首要任务[2]。目前, 国内外对矿区生态系统的研究主要集中在植被恢复过程及特征上, 对于地下数量庞大的微生物群落报道尚少。海洲香薷(*Elsholtzia harchowensis*, 俗称铜草花)为唇形科一年生草本植物, 能在铜含量很高的土壤中茂密生长[4], 被视为铜矿的指示植物[5], 该植物在环境污染治理、矿区植被恢复、植物找矿及对重金属的耐受机理等方面已有较多研究[5~7]。但有关海洲香薷对土壤微生物生态系统的作用及贡献尚未见报道。本文试图通过对浙江哩铺铜矿尾矿库土壤 海洲香薷植物体系的微生物特征进行研究, 为矿区退化生态系统的植被修复、重金属污染的治理提供有益参考。

1 矿区概况与研究方法

1 1 矿区概况

浙江哩铺铜矿位于浙江省中北部的诸暨市, N29 43 23, E 119 59 09, 全矿总面积 0 8 km^2。矿区内地貌为低山、丘陵, 海拔在 147~ 350 m。矿区属中亚热带季风气候, 年平均温度 16 2 , 10 年积温 4 924~ 5 233 , 年降雨量 1 335 9 mm; 年平均蒸发量 1 260 7 mm, 年均相对湿度 75 1%。土壤类型主要为黄色砂页岩发育的黄泥砂土(按 中国土种志)。样地植被主要为草丛, 以超积累植物海洲香薷(*Elsholtzia harchowensis* Sun)群落为主, 占 65% 以上, 盖度为 0 6% ~ 0 8%。其中主要有海洲香薷纯群落、海洲香薷和另外一些植物共同组成的混合群落。在纯群落中, 海洲香薷占 90% 以上, 生长茂盛, 呈现群集生长, 另有少量狗尾草(*Setara viridis*)等; 混合群落中, 海洲香薷占 40% ~ 50%, 还有茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)、荩草(*Arthraton hispidus*)、野胡

* 国家自然科学基金项目(批准号: 40171054)资助
通讯作者, E-mail: chyhuang@zju. edu. cn
作者简介: 龙 健(1974~), 男, 苗族, 贵州锦屏人, 博士生。主要从事土壤微生物生态和土壤生物化学方面的研究
收稿日期: 2002- 07- 02; 收到修改稿日期: 2002- 12- 11

萝卜(*Daucus carota*)等。

1.2　研究材料和方法

1 2 1　土壤样品的采集　　研究区域位于 3 号主体矿井附近。以植被保护较好的区域为典型样地, 按不同地段设 1 m　1 m 样方进行群落调查, 包括植物种类、海洲香薷种群密度、高度、盖度等(见表 1), 并于每样方内随机采集 20~ 30 株海洲香薷植物混合为一个样品, 按 S 型路线采集深度为 0~ 20 cm 混合土样, 装入无菌纸袋, 尽快带回实验室。将一部分新鲜土壤研磨过 2 mm 筛, 调节至适宜含水量, 0~ 4　保存供测试土壤微生物指标用; 另一部分土壤风干后用于测定土壤基本理化性质和重金属含量。

表 1　铜矿尾矿库海洲香薷种群生长及分布特征

Table 1　The traits of growth and distribution of *E　haichavensis* community in mine area

矿区地段 Sections of Cu mine area	株高(cm) Height of plants	密度(株 m^{-2}) Densities	盖度(%) Coverage	伴生植物 Company plants
Q1 主矿体地段, 疏松裸土	27　13 25	1 370	0 7~ 0 8	茵陈蒿、荩草、野胡萝卜
Q2 主矿体地段, 斜坡	23　8 41	1 260	0 6~ 0 7	茵陈蒿、荩草、野胡萝卜
Q3 主矿体地段, 矿石堆积	20　6 93	1 040	0 3~ 0 4	茵陈蒿、野胡萝卜
Q4 矿区废矿渣	19　7 62	890	0 6~ 0 7	茵陈蒿、荩草、野胡萝卜
Q5 矿区废弃地	16　6 46	780	0 6~ 0 7	茵陈蒿、荩草
Q6 尾矿地段	18　4 58	75	0 1~ 0 3	茵陈蒿
Q7 矿体区域外地段	13　3 76	9	0 01~ 0 05	无

1 2 2　土壤基础呼吸　　称取 20 g 新鲜土样于 500 ml培养瓶中, 并将土壤均匀地平铺于底部, 调节土壤含水量至田间持水量的 60%。将一只 25 ml 小烧瓶放在培养瓶内的土壤上, 然后吸取1mol L^{-1}的 NaOH 溶液 10 ml 放入其中, 将培养瓶加盖密封, 于 28　恒温培养 1 个月, 每隔 24h 测定 CO_2 释放量。同时作空白对照。

1 2 3　土壤微生物生物量　　采用熏蒸提取法, 基本参照 Vance 等人的步骤[8], 提取液中 C 采用(Shimazu TOC- 500, 日本购置) 总有机碳自动分析仪测定, Cmic= Ec/0 45, Cmic 为微生物生物量碳, Ec 为可溶性有机碳增量。

1 2 4　碳素利用(Biolog) 法　　土壤微生物对碳源利用采用常规的 Biolog 方法[9], 每个样品测试 95 种碳源(GN 盘, 不包括空白)。接种后密封置于 25　微生物培养室中, 每间隔 12 h 用 590 nm 波长, 在 Crawley 生产的 VMAX 自动读数盘机上用 Microlog Rel3 5 软件(美国加州 Hayword Biolog 公司生产) 进行 7 d 读数的数据收集。所有样品均设 3 次重复, 数据结果统计分析利用牛津(Oxford) NAG Ltd　的 Genstat Rel5 3 软件完成。

1 2 5　土壤理化性状和植物重金属含量　　土壤

表 2　供试土壤基本理化性质

Table 2　Basic physical and chemical properties of soils in different sections

土样号 Soil No	pH (H_2O)	有机碳 Organic C (g kg^{-1})	全氮 Total N (g kg^{-1})	碱解氮 Alkali-hydrolyzable N (mg kg^{-1})	CEC (cmol kg^{-1})	机械组成 Mechanical composition(%) 2~ 0 02 mm	0 02~ 0 002 mm	< 0 002 mm
Q1	4 79	10 53	1　57	153 52	10 39	58 35	32 53	9 12
Q2	5 02	11 21	1 62	168 21	11 30	48 71	40 08	11 21
Q3	5 76	10 27	1 54	143 98	10 61	67 23	23 81	8 96
Q4	7 32	12 04	1 70	170 53	12 15	31 06	58 30	10 64
Q5	5 85	13 25	1 74	176 35	12 62	54 45	33 20	12 35
Q6	5 32	9 67	0 95	129 72	9 78	65 87	25 59	8 54
Q7	4 33	16 85	1 92	182 50	16 25	35 12	36 85	28 03

基本理化性质按常规分析方法测定[10], 见表 2。土壤总 Cu、Zn、Pb、Cd: HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$-HF 消化, 原子吸收分光光度计测定; 有效 Cu、Zn、Pb、Cd: 0 1 mol L^{-1} HCl 提取, 原子吸收分光光度计测定。海洲香薷样品分根、茎、叶, 用去离子水洗净, 70 下烘干至恒重, 粉碎过 80 目筛。样品经干灰化 1 1 HCl 定容, 原子吸收分光光度计测定。

2 结果与讨论

2 1 铜尾矿库土壤 植物系统重金属含量

2 1 1 土壤重金属含量 土壤重金属元素含量分析结果列于表 3, 可见, 供试土壤中均以 Cu 的含量最高, 其它为 Zn> Pb> Cd, 从地段 Q1 到 Q7 重金属含量平均值都有不同程度的降低, 将表 1 与表 3 对应可发现, Cu 含量越高, 海洲香薷群落越茂盛, 密度越高。表明海洲香薷能在含铜量很高的土壤中生长, Cu 是影响植物在铜矿尾矿库上自然定居的主导因素[2]。显著性检验(t 检验) 结果表明, 重金属全量及有效量均存在显著性差异(p < 0 05)。

2 1 2 海洲香薷植物不同部位重金属元素含量

海洲香薷不同部位重金属含量见图 1, 由图 1 可知, Cu、Zn、Pb、Cd 几种重金属元素在海洲香薷中的含量表现为 Cu(385 59 38 12 mg kg^{-1}) > Zn(81 06 5 97 mg kg^{-1}) > Pb(7 15 1 27 mg kg^{-1}) > Cd(1 12 0 21 mg kg^{-1}), 根、茎、叶元素含量均表现为 Cu> Zn> Pb> Cd, 根中 Cu 含量最高(581 12 154 10 mg kg^{-1}), 分别是 Zn 的 4 8 倍, Pb 的 53 9 倍。不同金属元素在植物不同部位含量不一样, Cu、Pb 表现为根> 叶> 茎; Zn、Cd 表现为叶> 根> 茎。

表 3 供试土壤重金属含量

Table 3 Heavy metals concentration of soils(mg kg^{-1})

土样号	全量 Total				有效量 Available			
Soil No	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn	Pb	Cd
Q1	7325	287	160	1 52	347	56 8	40 2	0 16
Q2	7041	230	139	1 11	309	49 5	31 8	0 13
Q3	6852	183	110	0 97	268	45 6	22 7	0 12
Q4	3476	156	106	0 72	226	44 3	19 6	0 11
Q5	2651	128	74 5	0 51	209	37 6	16 7	0 06
Q6	2152	110	65 8	0 32	182	31 6	12 6	0 03
Q7	524	97 8	43 9	0 22	95 4	27 9	5 12	0 01

注: 表中数据均为 3 次重复的平均值 Note: Data is means of three repeats in the table

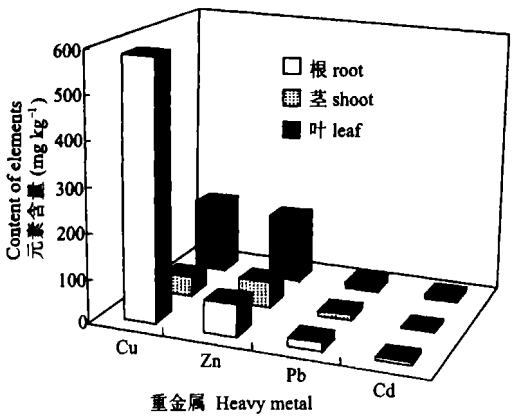

图 1 海洲香薷植物不同部位重金属元素含量

Fig. 1 Content of elements in different parts of *Elsholtzia harchowensis*

2 1 3 海洲香薷植物与土壤重金属元素的关系

海洲香薷植物与土壤元素相关分析如表 4。结果表明: 海洲香薷各部位(根、茎、叶) 中的 Cu 与土壤 Cu 元素相关显著(p< 0 05), 其中根、茎相关极显著(p < 0 01), 根中的 Cd 与土壤相关显著, Pb 相关显著; 叶中的Zn 元素极相关显著。说明海洲香薷各部位 Cu 的相关性比 Zn、Pb、Cd 元素相关性要好, 随土壤Cu 含量的增加, 植物对 Cu 的吸收、累积增加。同时, 也表明了即使是同一植物对不同元素吸收迁移、累积不一样, 一方面反映了植物本身的特性, 另一方面也反映土壤元素对植物的影响及在植物体内的迁移能力。

表 4　海洲香薷植物与土壤元素相关系数

Table 4　Correlation coefficient between the content of elements in *E. haichowensis* and that in soils

植物部位 Parts of plant	Cu	Zn	Pb	Cd
根 Root	0.721**	0.178	0.490*	0.435*
茎 Stem	0.618**	0.321	0.375	0.035
叶 Leaf	0.454*	0.536**	0.310	0.146

* p 0.05, ** p 0.01, n= 23

2.2　微生物特征的变化

土壤微生物特征参数的变化见图 2, 可见, 从 Q7 (对照土样) 到 Q1, 随着重金属含量的增加, 海洲香薷生长越茂盛, 微生物基础呼吸速率升高, 而土壤微生物生物量呈减少趋势, t 检验表明它们之间存在显著性的差异(p< 0.05)。从图 2 还可看出, 土壤微生物量碳与总有机碳的比值(微生物商= Cmic/Corg)和土壤基础呼吸强度与微生物量碳的比值(代谢商 qCO_2= Rmic/Cmic)这 2 个微生物生理生态参数也呈类似的变化趋势, 从对照土壤 Q7 到 Q1, 这 2 个参数值都有显著升高(p < 0.05)。表明铜尾矿库内土壤　植物体系中, 微生物的代谢能力发生了明显改变。这可能与地上部分海洲香薷生长茂密有关。

从研究结果可见, 与对照土壤相比, 铜尾矿库土壤　海洲香薷植物体系的微生物商(Cmic/Corg)、代谢商(qCO_2)呈上升趋势, 土壤呼吸速率明显增强, 这可能是由于微生物长期受重金属(尤其 Cu)胁迫, 微生物的抗逆性导致其活动强度明显增大所引起[11]。而土壤微生物生物量却呈下降趋势, 可能是由于微生物保持较低的基质利用率所致[12], 表明在铜尾矿库土壤　海洲香薷植物体系中土壤微生物生物量的大小并不能很好地对应于微生物生理活动的强度, 微生物的代谢能力发生了明显改变。在这样的环境中, 微生物为了维持其正常的生命活动就需要消耗更多的能量, 导致土壤微生物对能源碳的利用效率降低[13]。

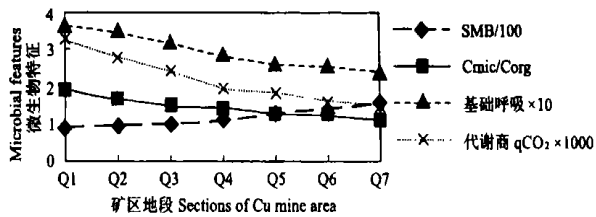

图 2　微生物特征的变化

Fig. 2　Variation of microorganisms features from different sites (SMB= Soil Microbial Biomass)

表 5 是微生物参数间的相关性比较。在正常情况下, 微生物的呼吸强度与微生物生物量呈正相关关系, 所以表 5 中对照(Q7)土壤呼吸速率与微生物生物量正相关, 但在矿区(Q6 ~ Q1 号)土壤中这种相关性变得越来越弱, 表明铜尾矿库土壤　海洲香薷植物体系中, 土壤微生物生物量并不能很好地对应其呼吸强度。同样, 从 Cmic/Corg 及 qCO_2 与微生物生物量的负相关可以看出, 库内土壤较低的微生物生物量却对应于较高的微生物生理活动。虽然 Cmic/Corg 通常与土壤有机碳呈负相关关系, 而且矿区(Q1~ Q6)土壤中有机碳的含量也明显低于对照土样, 但从对照(Q7 号)土壤到矿区(Q1~ Q6)土壤其 Cmic/Corg 与 Corg(有机碳)的负相关性却变得越来越差, 同时也反映了在铜尾矿库这样一个特殊的体系中, 土壤微生物生理活动强度发生了明显变化。

表 5　土壤微生物参数间相关性

Table 5　Relationship of microorganism parameters under different sites[1)]

项目 Item	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Cmic/Corg 与 SMBC[2)]	-0.837	-0.768	-0.625	-0.459	-0.210	-0.104	-0.071
qCO_2 与 SMBC	-0.893	-0.825	-0.795	-0.731	-0.650	-0.323	0.084
基础呼吸与 SMBC	0.487	0.631	0.664	0.785	0.832	0.894	0.912
Cmic/Corg 与 Corg	-0.590	-0.665	-0.772	-0.797	-0.826	-0.840	-0.951

1) n= 3;　2) SMBC: Soil Microbial Biomass Carbon

2.3　微生物群落结构

Biolog 系统是反映土壤微生物生理轮廓和微生物群落结构的有效手段[14]。图 3 为供试土壤的 Biolog 测试结果, 反映了培养不同时间后土壤微生物对所有 96 种碳源的平均利用程度, 由图 3 可见, 随着培养时间的增长(第 1d 开始), 微生物对能源碳的利用量增加, 消耗速率加快。供试土壤对能源碳的利用顺序表现为 Q1> Q2> Q3 > Q4 > Q5> Q6 > Q7, 当平均吸光度(Average well color development, AWCD)为 0.4 时, Q1 号土壤只需要 48 h, 而对照(Q7 号)土壤则需要 108 h, 表明尾矿库内土壤中微生物

代谢加快,活动强度增大,从而需要消耗更多的碳源以维持其生理需求。这反映出土壤微生物群落的结构和功能多样性发生了明显变化[13]。另一方面也暗示了地上部分海洲香薷植物的密集生长对土壤微生物群落结构有着显著的影响。

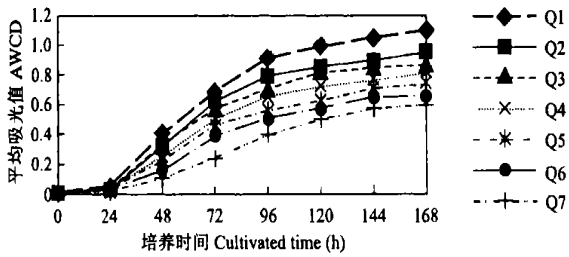

图3 土壤微生物对能源碳的利用

Fig. 3 Utilization of microrganisms to energy source carbon

图3中曲线的变化在时间点1 d后比较显著,为了探讨矿区土壤微生物群落结构的变化,现选1、4 d两个时间点,Q1、Q3、Q5、Q7四个土样,对Biolog数据进行标准化变换后实施典型变量分析,分析结果见图4(限于篇幅仅列出主因子CV1-CV2图)。可见,在培养1 d的因子图上,对照(Q7)土壤主要分布在CV1因子的正端,铜尾矿库(Q1, Q3, Q5)土壤的投影点主要在CV1附近向四周扩散,Q1号土壤的载荷量最大,据此可将对照与矿区土壤区分开来。与1d相比,4d因子图上供试土壤的投影点则主要集中在CV1附近且相对集中,土壤间的差别更加明显。

由图4可见,随着培养时间和Biolog读数时间的延长,供试土壤在因子载荷图上的区别越来越明显。Biolog数据的因子载荷通常反映了微生物群落的生理轮廓,是其群落结构和功能多样性的具体体现[15]。因此,铜尾矿库土壤微生物群落结构的明显改变,且随时间延长越来越明显,进一步反映了海洲香薷对土壤微生物原有群落结构影响的长期性。

Biolog结果显示,在土壤-海洲香薷体系内,虽然土壤微生物生物量较低,但微生物的生理活动非常活跃,呼吸强度升高,对能量的消耗速率加快,但其利用效率却不如对照土壤(Q7)。为了适应这种环境,微生物调整其群落结构,与对照相比,尾矿库土壤的微生物群落结构发生变异,难以恢复到原有的生理轮廓,使载荷图上的差异越来越明显(图4)。另一方面,还可能与海洲香薷对重金属的富集和耐受机理有关。研究表明,海洲香薷所生长的土壤Cu含量很高(2 152 13~7 325 32 mg kg^{-1}),比背景值高200多倍,而且海洲香薷植物体内的Cu、Zn、Pb、Cd元素中,各部位Cu的相关性比Zn、Pb、Cd元素相关性要好(表4),其中根中Cu的含量与土壤Cu显著正相关($r = 0\ 721^{**}$)。可见该植物具有很高的Cu耐受性,并形成了适应该土壤环境的某些特征,使得该体系产生了高水平、不稳定的微生物活动[16]。此外,植物根系分泌物、根际土壤pH的变化以及重金属在土壤-植物系统中的形态及其迁移活性和生物有效性等都可直接对微生物活性、群落结构产生影响[1]。因此,有关在土壤-海洲香薷系统中微生物的作用机理还有待进一步研究。

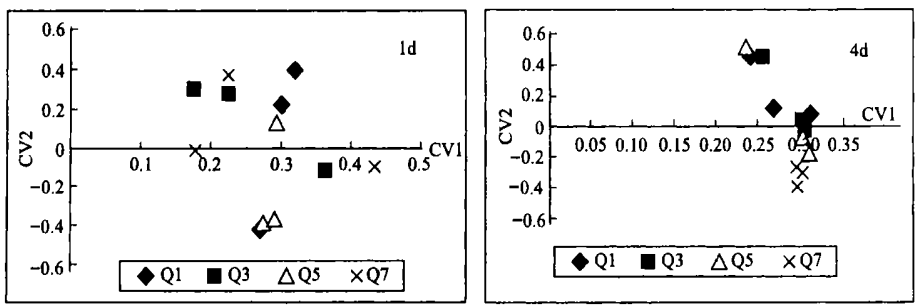

图4 Biolog GN测试盘中供试土壤的典型变量CV1和CV2

Fig. 4 Plot of ordination of canonical variates CV1 against CV2 in Biolog GN

参 考 文 献

[1] 陈怀满等著. 土壤-植物系统中的重金属污染. 北京: 科学出版社, 1996 1~14, 309~333 Chen H M, *et al* Heavy Metal Pollution of Soil-plant System (In Chinese). Beijing: Science Press, 1996 1~14, 309~333

[2] 涂从, 郑春荣, 陈怀满. 铜尾矿库土壤-植物体系的现状研究. 土壤学报, 2000, 37(2): 284~287 Tu C, Zheng C R, Chen H M The current status of soil-plant system in copper mine tailings (In Chinese) Acta Pedologica Sinica, 2000, 37(2): 284~287

[3] 杨修, 高林. 德兴铜矿矿山废弃地植被恢复与重建研究. 生态学报, 2001, 21(11): 1 932~1 940 Yang X, Gao L A study on revegetation in mining wasteland of Dexing Copper Mine (In Chinese)

Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(11): 1 932~ 1 940

[4] 刘盛祥主编. 植物资源学(第二版)　武汉: 武汉出版社, 1994 245 Liu X S Botany Resources Science (In Chinese) 2nd Ed Wuhai: Wuhai Press, 1994 245

[5] 柯文山, 席红安, 杨毅, 等. 大冶铜绿山矿区海洲香薷(*Elsholtzia haichowensis*)植物地球化学特征分析. 生态学报, 2001, 21(6): 907 ~ 912 Ke W S, Xi H A, Yang Y, *et al* Analysis on characteristics of phytogeochemistry of *Elshdtzia haichowensis* in Daye Tonglushan copper mine (In Chinese) Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(6): 907~ 912

[6] 张玉秀, 柴团耀. 植物耐重金属机理研究进展. 植物学报, 1999, 41(5): 453 ~ 457 Zhang Y X, Chai T Y Research advances on the mechanisms of heavy metal tolerance in plants (In Chinese) Acta Botanica Sinica, 1999, 41(5): 453~ 457

[7] 孔令韶, 高平, 任天祥, 等. 内蒙古阿拉善脑木洪铜矿区的植物地球化学特征. 植物学报, 1992, 34(10): 781~ 789 Kong L S, Gao P, Ren T X, *et al* Characteristics of phytogeochemistry in Naomu Hong Copper mine area at the Alasan of Nei Monggol (In Chinese) Acta Botanica Sinica, 1992, 34(10): 781~ 789

[8] Vance E D, Brookes P C, Jenkinson D S An extraction method for measuring soil microbial biomass C Soil Biol Biochem, 1987, 19: 703~ 707

[9] Garland C D Classification and characterisation of heterotrophic microbial communities on the basis of patterns of community level sole-carbon-source utilization Applied Enivironmental Microbiology, 1991, 57: 2 351~ 2 359

[10] 南京农学院主编. 土壤农化分析. 北京: 农业出版社, 1982 Nanjing Agricultural University Soil Agricultural-chemical Analysis (In Chinese) Beijing: Agriculture Press, 1982

[11] Insam H Effects of heavy metal stress on the metabolic quotient and the soil microflora Soil Biol Biochem, 1996, 28(4/5): 691~ 697

[12] Chander K, Brookes P C Microbial biomass dynamics during the decomposition of glucose and maise in metal-contaminated and non-contaminated soils Soil Biol Biochem, 1991b, 23: 917~ 925

[13] Bardget R D, Saggar S Effects of heavy metal contamination on the short term decomposition of labelled ^{14}C glucose in a pasture soil Soil Biol Biochem, 1994, 26: 727~ 733

[14] Garland J L Analytical approaches to the characterization of samples of microbial communities using patterns C source utilization Soil Biol Biochem, 1996, 28: 213~ 218

[15] Zabinski C A, Benks T C, Garber W A *et al* Effectes of recreational impacts on soil microbial communities Environmental Management, 1997, 21(2): 233~ 238

[16] Beyer L, Sieling K The impact of a low humus level in arable soils on microbial properties, soil organic matter quality and crop yield Biol Fertil Soils, 1999, 28(2): 156~ 161

RESEARCH ON SOIL MICROBIAL CHARACTERISTICS OF SOIL-*ELSHOLTZIA HARCHOWENSIS* SYSTEM IN COPPER MINE TAILINGS

Long Jian　Huang Changyong　Teng Ying　Yao Huaiying

(College of Resources and Environmental Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract This paper reported soil microbial characteristics of *Elsholtzia harchowensis*-soil system in Lipu Copper mine tailings, Zhejiang Province, and correlations between the metal element contents of *E harchowensis* and soil were also analyzed The results indicated that metal element contents of *E harchowensis* in sequence were: Cu> Zn> Pb> Cd There were significant correlations in Cu contents between *E harchowensis* and soil in Copper mined tailings region, and the next was in Zn contents Compared with the control, the *E harchowensis*-soil system possessed obviously different soil microbial features: intensiver in microbial basal respiration strength, and higher microbial eco-physiological parameters Cmic/Corg and qCO_2, but lower in soil microbial biomass Biolog data showed that soil microbial community structure was obviously changed in the *E harchowensis*-soil system, and much more consumed rapidly carbon sources, but the lower in the ratio of utilization compared with the control

Key words *Elsholtzia harchowensis*; Soil-plant system; Heavy metal; Soil microbial characteristics