

文章编号: 1001-1498(2002)02-0242-05

# 深圳宝安区生态风景林典型造林地土壤养分、微生物和酶活性的研究

薛立<sup>1</sup>, 赖日石<sup>2</sup>, 陈红跃<sup>1</sup>, 谭绍满<sup>1</sup>, 柯碧英<sup>1</sup>, 刘连海<sup>3</sup>

(1. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642; 2. 广东省深圳市宝安区绿化委员会, 广东 深圳 518101;

3. 广东省国营增城林场, 广东 增城 511300)

关键词: 杂灌荒坡地; 赤桉次生林地; 水土流失地; 土壤养分; 微生物; 酶活性

中图分类号: S714

文献标识码: A

深圳市宝安区为了美化城市, 改善环境, 计划大力营造具有保护环境, 以生态效益和社会效益为主的生态风景林。由于人为干扰, 深圳原有的常绿阔叶林受到严重破坏, 现以桉树(*Eucalyptus* spp.) 纯林, 马占相思(*Acacia mangium* Willd.) 林和马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 残林为主, 还有部分杂灌荒坡地和水土流失地, 生态效益和美化效果不佳, 需要重新营造风景林。土壤养分与林木生长关系密切, 而微生物在林地中的数量反映了微生物对树木的生长发育, 土壤肥力和物质循环与能量转化的影响和作用<sup>[1]</sup>, 林地土壤酶参与几乎土壤中的一切生物化学过程, 关系到生态系统物质的归还和再利用<sup>[2]</sup>。因此, 本文从以上3种林地中各选择1个样地对其土壤养分状况、土壤微生物数量和酶活性进行分析, 为合理利用土壤, 科学营造风景林提供依据。

## 1 调查区概况

调查地位于深圳市宝安区, 113°45′ ~ 114°37′ E, 22°26′ ~ 22°51′ N。属于南亚热带气候, 温暖多雨, 全年无霜, 夏长冬短。年均温 22 °C, 年降水量 1 926. 7 mm, 集中在 4~ 9 月。年平均相对湿度 79%。

在宝安区选出具有代表性的3种林地——杂灌荒坡地, 有林地和水土流失地进行调查。杂灌荒坡地设在宝安区龙华镇, 植被以杂草、灌木或疏残林为主, 偶有裸露地, 局部有马占相思林等, 主要植被有芒箕(*Dicranopteris dichotoma* (Thunb) Bernh.)、芒草(*Miscanthus sinensis* Andres.)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) 和鸭脚木(*Schfflera octophylla* (Lour.) Harms) 等, 土壤为花岗岩赤红壤。有林地设在宝安区尖岗山, 林地主要为1992年营造的赤桉(*Eucalyptus camaldulensis* Dehuh.) 纯林, 有马尾松混生, 主要植被有芒箕、芒草、桃金娘和岗松(*Baeckea frutescens* L.) 等, 土壤为花岗岩赤红壤。水土流失地设在宝安区观澜镇, 植被完全被破坏, 水土流失严重, 发生剥蚀及沟蚀等, 地形破碎, 土壤贫瘠, 偶尔有芒箕、芒草、车轮梅(*Raphiolepis indica* (L.) Lindl.)、黑莎草(*Gahnia tristis* Nees) 生长, 土壤为侵蚀赤红壤。

收稿日期: 2000-05-18

基金项目: 广东省深圳市宝安区资助项目“宝安生态风景示范林营造技术研究”(4400-H98033)的部分内容

作者简介: 薛立(1958), 男, 湖南彬江人, 副教授, 博士。

## 2 研究方法

1998 年 12 月在 3 个不同林地中共设 5 个样地, 即在龙华镇机荷高速公路北侧的上坡、下坡、尖岗山赤桉人工次生林地的上坡、中坡和观澜水土流失地各设 1 个样地, 样地面积为 20 m × 20 m。用常规方法采取 0~40 cm 处的土样, 带回实验室分析。

将水土以 2.5:1.0 混合后用 pH 计测土壤 pH 值; 有机质用重铬酸钾容量法测定; 全 N 用半微量凯氏法测定; 用碳酸钠碱熔法将土壤样品熔融后提取待测液, 用钼蓝比色法测全 P, 火焰光度计测全 K; 有效 N 用碱解扩散法测定; 用 0.5 mol·L<sup>-1</sup> 的碳酸氢钠提取土壤样品后, 用钼蓝比色法测有效 P; 用 1 mol·L<sup>-1</sup> 的中性醋酸钠提取土壤样品后, 用火焰光度计测有效 K<sup>[3]</sup>。

土壤微生物计数(万个·g<sup>-1</sup>干土)用稀释平板法<sup>[4]</sup>。

纤维素分解酶用硫代硫酸钠(0.1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 滴定法测定; 过氧化氢酶用高锰酸钾(0.1 mol·L<sup>-1</sup> KMnO<sub>4</sub>) 滴定法测定; 脲酶用扩散法(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) 测定<sup>[5]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 土壤含水率和容重

表 1 表明: 土壤含水率呈现下坡 > 中坡 > 上坡 > 水土流失地的倾向。和上坡相比, 下坡和中坡有机质含量高, 土壤疏松多孔, 受太阳辐射影响弱, 所以土壤含水率高。水土流失地无植被覆盖, 直接受太阳辐射影响, 蒸发水分较多, 因而土壤含水率在各林地中最低。

土壤容重呈现水土流失地 > 上坡 > 中坡和下坡的倾向。中坡和下坡的土壤疏松多孔, 所以土壤容重较小。水土流失地人为干扰严重, 疏松的表土层已丧失, 土壤容重在各林地中最大。

表 1 土壤理化性质

地 点	林地	土壤含水 率/%	容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	pH 值	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全 N/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全 P/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全 K/ (g·kg <sup>-1</sup> )	有效 N/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 P/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 K/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
龙华上坡	灌丛	14.83	1.37	4.44	12.7	0.48	0.25	19.9	24.63	0.27	57.94
龙华下坡	灌丛	21.56	1.29	4.36	20.6	0.90	0.35	25.1	41.16	0.63	77.25
尖岗山上坡	赤桉	11.89	1.31	3.12	16.6	0.80	0.22	47.5	36.75	0.57	82.50
尖岗山中坡	赤桉	15.50	1.22	4.75	23.0	0.80	0.70	55.6	30.87	0.57	90.00
观澜水土流 失地	裸地	9.28	1.75	4.53	3.9	0.30	0.10	7.2	7.35	0.09	20.25

### 3.2 土壤 pH 值和养分

除了尖岗山上坡的 pH 值为 3.12 外, 其余样地的 pH 值在 4.15~4.75 范围内, 无明显差异。尖岗山上坡的赤桉林中混生较多的马尾松, 其凋落叶灰分少, 含树脂、单宁等酸性物质, 可能引起土壤呈强酸性反应。

对于土壤有机质和养分, 结合《土壤资源调查》<sup>[6]</sup> 中的土壤养分含量分级表进行分析。

龙华上坡有机质含量为 4 级, 下坡为 3 级, 尖岗山上坡和中坡分别为 4 级和 3 级, 观澜水土流失地为 5 级。总的来看, 中、下坡的有机质含量中等, 上坡和观澜水土流失地的有机质含量偏低。从上坡到下坡, 土壤逐渐由剥蚀过渡为堆积, 所以下坡比上坡有机质层厚, 有机质含

量也有所增加。观澜水土流失地原有林地表层被推土机铲掉,土壤有机质层已不存在,故含量很低。

龙华上坡的全N含量为6级,下坡为4级,尖岗山上坡和中坡均为4级,观澜水土流失地为6级。龙华下坡、尖岗山样地全N含量属中等水平,龙华上坡和水土流失地全N含量贫乏。各样地的全N含量与有机质含量的趋势相同。

所有样地的全P含量偏低,除了尖岗山中坡达到5级外,其余均为6级。全P含量低是此次所调查的赤红壤的一个特点。尽管如此,不同坡位和林地的全P含量有一定差异。中坡和下坡的全P含量大于上坡,上坡又大于观澜水土流失地。

观澜水土流失地的全K比其他样地少,仅为5级。龙华中、下坡全K含量较高,分别为3级和2级,尖岗山上坡和中坡全K丰富,均为1级。整体而言,各样地全K含量较丰富。

各样地有效N含量偏低。龙华下坡、尖岗山上坡和中坡的有效N含量为5级,龙华上坡、观澜水土流失地的有效N含量为6级。特别是水土流失地地面裸露,几乎没有凋落物供微生物分解,因而有效N极低,仅为 $7.35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

各样地有效P含量很低,均为6级,特别是观澜水土流失地的有效P极少,仅 $0.09 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。土壤全P含量低,风化释放的P少,加上样地的pH值低,土壤中有较多的铁、铝离子与磷结合,形成难溶的磷酸铁、铝而使磷失去有效性。

各样地有效K含量偏低,龙华和尖岗山样地为4级,观澜水土流失地为6级,其有效K含量在各样地中最低。深圳地处南亚热带,雨量大,加上土壤酸性强,可能造成K离子被淋失。

由此可见,各样地肥力状况呈现中坡和下坡较好,上坡次之,水土流失地最差的倾向。综合来看各林地的土壤都较贫瘠。

### 3.3 土壤微生物

土壤微生物在生态系统中的作用非常重要。有机质经过微生物分解后才能释放养分。微生物总量以水土流失地为最少(表2),这与其表土层丧失后有机质贫乏有关,其样地的微生物组成中,真菌和放线菌所占的比例很低,分别为微生物总量的0.06%和0.90%,而细菌占99.04%。其余各样地中细菌是微生物总量的主要组成者,占微生物总量的79.51%~96.89%,真菌的分布随样地及坡位不同,占微生物总量的0.9%~8.5%,放线菌占1.82%~11.97%。尖岗山上坡的真菌数量和所占微生物总量的比例在各样地中均为最高,这可能与其土壤的枯枝落叶层中含有一定数量的马尾松凋落物有关。针叶含灰分少,且多含树脂和单宁等酸性物质,引起土壤酸化,限制细菌活动,因而真菌在枯枝落叶的分解中起着较大的作用。龙华上坡的真菌数量和真菌在微生物总量中所占比例均高于龙华下坡。上坡比中坡和下坡

表2 土壤微生物及酶活性

地 点	林地	微生物/ (万个·g <sup>-1</sup> )	细菌/ (万个·g <sup>-1</sup> )	真菌/ (万个·g <sup>-1</sup> )	放线菌/ (万个·g <sup>-1</sup> )	纤维素分解酶/ (mL·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	过氧化氢酶/ (mL·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	脲酶/ (mL·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )
龙华上坡	灌丛	61.27	53.83	2.58	4.86	2.76	2.92	202.10
龙华下坡	灌丛	63.68	60.43	1.10	2.15	4.51	3.86	419.35
尖岗山上坡	赤桉	75.96	60.40	6.47	9.09	31.80	3.82	537.50
尖岗山中坡	赤桉	88.86	86.10	1.14	1.62	21.80	3.73	405.10
观澜水土流失地	裸地	15.55	15.40	0.01	0.14	0.78	0.79	17.70

干热, 因此, 这反映出真菌耐干旱和对土壤中氧气较敏感的特性。放线菌数量上坡多于中坡和下坡, 这与土壤的水热状况有关。上坡土壤含水率低, 受太阳辐射影响大, 放线菌喜热耐旱的特性在这里得到一定反映。

### 3.4 土壤酶活性

土壤酶催化土壤中的一切生物化学反应, 酶活性高低是土壤肥力的重要标志。纤维素分解酶活性在尖岗山样地最高, 这可能与这两个样地的赤桉林中混生着马尾松, 因而真菌数量较大有关。龙华样地纤维素分解酶居中, 水土流失地几乎没有凋落物, 所以纤维素分解酶活性最低。

过氧化氢酶能催化过氧化氢成水和分子氢, 有利于防止它对生物体的毒害作用。过氧化氢酶的活性与土壤有机质和土壤肥力成正比。龙华下坡和尖岗山样地的过氧化氢酶活性强, 反映其土壤有机质转化快, 为提高土壤肥力创造了条件。观澜水土流失地有机质贫乏, 过氧化氢酶活性很低。

脲酶能促进有机分子中肽键的水解, 其活性与有机质含量有关, 因而可以用于表示 N 素状况。龙华下坡、尖岗山样地的脲酶活性强, 龙华上坡较弱, 水土流失地最弱。龙华下坡和尖岗山的有机质含量高, 因而其脲酶活性高, 有利于有机质中 N 素的无机化, 结果使土壤中有效 N 较多。龙华上坡有机质较少, 脲酶活性低, 所以有效 N 含量低。水土流失地有机质贫乏, 导致脲酶活性很低, 因而有效 N 含量在多样地中最低。

由上可见, 各造林地的各种养分含量多处于 4~6 级, 说明这些造林地养分含量较低, 水土流失地养分缺乏更为突出。根据尖岗山林分生长状况看, 赤桉和马尾松的地位级均为 IV 级。此林分为人工次生林, 赤桉的生长导致了土壤肥力不断下降。各造林地的林下植物以丘陵酸性红壤耐干燥瘠薄的指示植物芒萁和桃金娘为主, 这与土壤肥力分析结果一致。土壤微生物和酶活性与土壤肥力状况一致, 呈现养分含量较高的中坡和下坡样地, 微生物数量多和酶的活性强, 而养分贫乏的水土流失地微生物数量最少, 酶活性最弱的趋势。

### 参考文献:

- [1] 张萍. 西双版纳次生林土壤微生物生态分布及其生化特性的研究[J]. 生态学杂志, 1995, 14(1): 21~ 26
- [2] 郑文教, 王良睦, 林鹏. 福建和溪亚热带雨林土壤活性的研究[J]. 生态学杂志, 1995, 14(2): 16~ 20
- [3] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978
- [4] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985
- [5] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986
- [6] 陈焕伟, 张凤荣, 刘黎明, 等. 土壤资源调查[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997

## Soil Nutrients, Microorganisms and Enzyme Activities of Model Afforestation Land of Ecological Scenic Forests in Baoan, Shenzhen

XUE Li<sup>1</sup>, LAI Rì-shi<sup>2</sup>, CHEN Hong-yue<sup>1</sup>, TAN Shaorman<sup>1</sup>, KE Bi-ying<sup>1</sup>, LIU Lian-hai<sup>3</sup>

(1. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China;

2. Afforestation Commission of Baoan District of Shenzhen City, Guangdong Province, Shenzhen 518101, Guangdong, China;

3. Forest Farm of Zengcheng, Guangdong Province, Zengcheng 511300, Guangdong, China)

**Abstract:** The nutrients, microorganisms and enzyme activities of soil in shrub wasterland, secondary artificial *Eucalyptus camaldulensis* forest land and soil erosion land were studied. The nutrients were poor in all land and amount of bacteria counted more than 79% of the total of soil microorganisms. The nutrients concentrations, microorganism numbers and enzyme activities of soil were middle and lower slope > upper slope > soil erosion land.

**Key words:** shrub wasterland; *Eucalyptus camaldulensis* forest land; soil erosion land; nutrient; microorganism; enzyme activity

## 林业和林产品研究国际大会在马来西亚举行

林业和林产品研究国际大会(CFFPR)于2001年10月1~3日在马来西亚首都吉隆坡的Nikko宾馆举行。这是马来西亚林业研究所为庆祝马来西亚林业研究100周年而举办的一次盛会,来自澳大利亚、比利时、中国、古巴、加纳、印度、日本、老挝、马来西亚、新西兰和英国等11个国家以及其它国际组织的400位专家、学者参加这一盛会。中国有1名代表参加(中国林科院热林所)。本次大会主题为“新千年的热带林业研究:满足需要,迎接挑战”,分设专题研讨会9个:森林可持续经营、生物多样性和环境、森林的加工与利用、人工林、生物技术、林业政策、林业经济、投资机会和发展潜力、信息技术在林业中的应用、林业研究与开发的商业化。大会特邀报告10篇,宣读论文66篇,张贴论文60篇,会后这些论文将以论文集形式出版。

中国林业科学研究院热带林业研究所 李荣生