第 40 卷 第 5 期
2003 年 9 月

土 壤 学 报
ACTA PEDOLOGICA SINICA

Vol 40, No 5
Sep., 2003

不同阔叶树种的生长及其对赤红壤肥力的影响*

薛 立[1] 赖日石[2] 陈红跃[1] 谭绍满[1] 罗秋兰[2]
(1 华南农业大学林学院, 广州 510642)
(2 深圳市宝安区绿化委员会, 广东深圳 518101)

GROWTH OF DIFFERENT BROAD-LEAVED TREES AND ITS EFFECTS ON LATOSOLIC RED SOIL FERTILITY

Xue Li[1] Lai Ri-shi[2] Chen Hong-yue[1] Tan Shao-man[1] Luo Qiu-lan[2]
(1 *College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou* 510642, *China*)
(2 *Afforestation Commission of Baoan, Shenzhen, Guangdong* 518101, *China*)

关键词 土壤养分, 酶活性, 聚类分析, 阔叶树种, 树种生长
中图分类号 S714

随着人们生活水平的提高和城市化进程的加快, 美化城市和改善环境的森林景观日益受到重视。近年来, 深圳市通过改造生态效益和美化效果不佳的人工林和退果还林, 大力发展兼顾生态功能和景观效果的生态风景林, 以便城市的生态环境与现代化建设相匹配, 使其形象融合于幽雅的环境之中。土壤是树木赖以生存的基础。维持土壤肥力、实现林地可持续经营是森林生态效益的重要内容。选择生长迅速、改良土壤和美化效果好的树种是当前生态风景林建设亟待解决的问题。林分对土壤的影响已有报道[1~6]。各树种的生长速度、凋落物性质和根系分泌的有机物质不同, 导致其土壤肥力有差异。我们在退果还林地上营造了多种景观效果好的阔叶树种, 探讨各树种的生长情况及其土壤肥力特征, 从树种的生长速度和改善土壤肥力的角度为生态风景林的树种选择提供理论依据。

1 试验地概况

试验地位于深圳市宝安区大井山, 113 45 ~ 114 37 E, 22 26 ~ 22 51 N, 属于南亚热带海洋性季风气候。年平均气温 22 4 , 年平均降雨量 1 926 mm, 集中在 4~ 9 月。年平均相对湿度 79%。土壤为花岗岩风化发育成的酸性赤红壤, 石砾含量大, 腐殖质层薄, 风化层深厚。土壤自然含水率为 15 5%, 容重为 1 32 g cm^{-3}。土壤中小于 0 01mm 的粘粒含量占 24%。土壤有机质含量为 14 65 g kg^{-1}, 全 N 0 46 g kg^{-1}, 全 P 0 21 g kg^{-1} 和全 K 30 10 g kg^{-1}。

2 研究方法

为了改善城市的生态功能和景观, 深圳市将大井山的一部分荔枝园退还为林地以营造生态风景林。1999 年春天选择凤凰木(*Delonix regia*)、马占相思(*Acacia mangium*)、石梓(*Gmelina hainanensis*)、黎蒴(*Castanopsis fissa*)、千年桐(*Aleurites montana*)、红胶木(*Tristania conferta*)、铁刀木(*Cassia siamea*) 、红荷木(*Schima wallichii*)、大叶相思(*Acacia auriculaeformis*) 、塞楝(*Khaya senegalensis*)、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)、樟树(*Cinnamomum camphora*)、红椎(*Castanopsis hystrix*)、米老排(*Mytilaria laosensis*)、 木(*Lithocarpus thalassi-*

* 深圳市保安区资助项目 (4400-H98033)
收稿日期: 2002- 12- 30; 收到修改稿日期: 2003- 03- 24

ca)、海南红豆(*Ormosia pinnata*)等16种阔叶树种幼苗在退果还林地营造混交林14 hm^2,块状混交,密度为2 m 2 m,每块样地面积为0 1 hm^2。另留一小块地作对照,对照样地的植被以芒箕(*Dicranopteris dichotoma*)、芒草(*Miscanthus sinensis*)和桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)为主。2002年1月调查各树种的胸径、树高和冠幅。各树种的土壤采样点面积为0 01 hm^2。在各树种的土壤采样点随机选取5株树木,分别采取距其树干1 m处0~40 cm土层的土样,将5株树下的土样混合成1个供试样品。

土壤养分和土壤酶活性的分析方法参见文献[6]。聚类分析用SAS8 0系统软件进行。

3 结果与分析

3 1 林木生长

按照胸径、树高和冠幅的生长情况对16种树种进行聚类分析,结果如图1。选用阈值为0 4,将树种的生长情况分为7类。第1类为凤凰木,第2类为马占相思,第3类为石梓,第4类为黎蒴,第5类为千年桐、红胶木、铁刀木、红荷木、大叶相思,第6类为塞楝、拟赤杨、樟树、红椎、米老排,第7类为 木和海南红豆。第1~4类树种是生长快的树种;第5类树种属于生长较快的树种;第6类树种的生长速度中等,第7类树种生长缓慢(表1)。

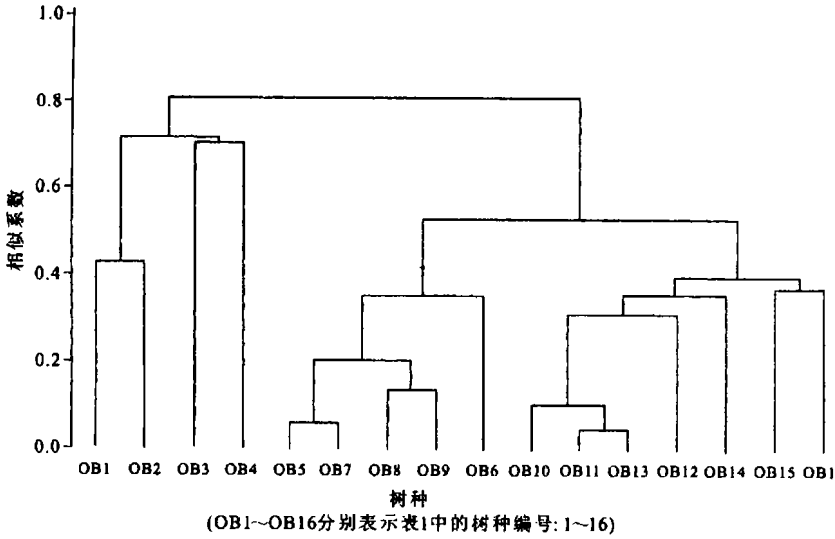

图1 不同树种生长分类树状图

表1 试验树种的生长

树种编号	树 种	平均胸径 DBH (cm)	平均树高 (m)	平均冠幅 (m)
1	凤凰木 *Delonix regia*	9 4	8 0	2 5
2	马占相思 *Acacia mangium*	8 2	6 8	2 4
3	石梓 *Gmelina hainanensis*	7 7	4 4	2 8
4	黎蒴 *Castanopsis fissa*	5 5	5 9	3 3
5	千年桐 *Aleurites montana*	5 2	4 8	1 6
6	红胶木 *Tristania conferta*	5 8	4 3	1 0
7	铁刀木 *Cassia siamea*	5 1	4 6	1 6
8	红荷木 *Schima wallichii*	5 0	4 1	1 9
9	大叶相思 *Acacia auriculaeformis*	5 0	3 9	1 7
10	塞楝 *Khaya senegalensis*	3 6	3 3	0 8

续表

树种编号	树　种	平均胸径 DBH (cm)	平均树高 (m)	平均冠幅 (m)
11	拟赤杨 *Alniphyllum fortunei*	3 6	3 0	0 9
12	樟树 *Cinnamomum camphora*	3 7	2 1	1 2
13	红椎 *Castanopsis hystrix*	3 4	3 0	0 9
14	米老排 *Mytilaria laosensis*	2 9	3 0	1 6
15	木 *Lithocarpus thalassica*	1 7	2 0	1 3
16	海南红豆 *Ormosia pinnata*	1 7	1 9	0 7

生长快的树种、生长较快树种、生长速度中等树种和生长慢的树种的平均胸径分别为 7 7、5 2、3 4 和 1 7 cm, 其平均树高分别为5 7 、4 3、2 9和 2 0 m, 4 类树种的平均冠幅分别为 2 8、1 6、1 1 和1 0 m。

3 2　土壤养分

表 2 表明, 在改种生态风景林后, 土壤 pH 均有不同程度的提高。各树种土壤有机质含量比对照大幅增加, 增幅为 30% ~ 168%, 其中大叶相思、拟赤杨和米老排等树种的土壤有机质含量大于34 g kg^{-1}, 成为有机质含量丰富的土壤; 各树种土壤全 N 含量在 0 69~ 1 49 g kg^{-1}之间, 为对照的 1 5~ 3 4 倍; 各树种土壤全 P 变化较为复杂: 马占相思和红胶木土壤全 P 含量比对照分别下降 5% 和 86%, 凤凰木和石梓土壤全P 含量与对照相同, 其余树种土壤全 P 比对照有所增加, 其中大叶相思、拟赤杨、米老排和海南红豆等树种土壤的增幅大, 达到对照的 1 0 倍以上; 各树种土壤全 K 含量都有不同程度的下降, 降幅达 5% ~ 82%, 其中拟赤杨、红椎、米老排、海南红豆等树种的土壤全 K 含量下降大。

各树种土壤有效N 含量比对照增加了 20% ~ 164%。石梓、黎蒴、大叶相思、塞楝和米老排土壤有效 P 比对照有所增加, 而其余树种的土壤有效 P 有所下降。各树种土壤有效 K 含量比对照增加了 44% ~ 446%, 增幅较大的有铁刀木、拟赤杨和樟树等树种的土壤。

表 **2**　土壤化学性质

树　种	pH	有机质 (g kg^{-1})	全 N (g kg^{-1})	全 P (g kg^{-1})	全 K (g kg^{-1})	有效 N (mg kg^{-1})	有效 P (mg kg^{-1})	有效 K (mg kg^{-1})
凤凰木 *Delonix regia*	3 87	20 93	0 69	0 21	20 92	50 62	1 58	86 34
马占相思 *Acacia mangium*	3 73	19 29	0 74	0 20	22 16	68 69	1 42	82 61
石梓 *Gmelina hainanensis*	4 50	24 65	0 98	0 21	18 01	61 46	3 26	143 50
黎蒴 *Castanopsis fissa*	3 98	22 10	0 77	0 23	23 13	54 23	2 80	138 50
千年桐 *Aleurites montana*	3 98	26 50	1 07	0 29	11 58	70 86	1 58	112 40
红胶木 *Tristania conferta*	4 01	20 60	0 72	0 18	22 62	52 06	0 66	100 50
铁刀木 *Cassia siamea*	4 23	23 82	1 07	0 24	18 71	68 69	1 12	247 5
红荷木 *Schima wallichii*	3 75	24 76	0 79	0 25	10 57	60 02	1 42	72 67
大叶相思 *Acacia auriculaeformis*	3 90	39 22	1 49	0 66	13 25	47 00	4 34	65 22
塞楝 *Khaya senegalensis*	4 08	19 32	0 76	0 23	18 71	60 02	4 80	141 01
拟赤杨 *Alniphyllum fortunei*	3 94	34 17	1 24	0 42	7 79	81 71	2 04	172 10
樟树 *Cinnamomum camphora*	4 09	28 67	1 22	0 22	16 74	78 09	1 42	150 90
红椎 *Castanopsis hystrix*	4 01	19 10	0 70	0 24	8 27	47 00	1 12	82 61
米老排 *Mytilaria laosensis*	3 87	37 05	1 48	0 49	5 49	95 45	5 87	139 80
木 *Lithocarpus thalassica*	4 08	23 98	0 81	0 23	28 59	72 31	1 88	113 70
海南红豆 *Ormosia pinnata*	3 74	25 83	0 76	0 44	8 82	43 39	0 81	57 27
对照	3 57	14 65	0 46	0 21	30 10	36 16	2 34	45 34

3 3 土壤酶活性

表3表明, 各树种土壤脲酶活性比对照增加了1 8~ 18 0倍。红荷木和大叶相思两种树种的土壤脲酶活性大于其它树种的土壤, 分别高达对照的19 0和13 0倍。种植阔叶树种后, 土壤脲酶活性的增强有利于土壤有机N中肽键的水解, 从而提高了土壤有效N的含量。马占相思、石梓、黎蒴、大叶相思、红荷木和 木等树种的土壤纤维素分解酶活性比对照有所增加, 表明其纤维素分解强度增强, 碳素循环加快。其余树种的土壤纤维素分解酶活性小于对照。各树种的土壤纤维素分解酶活性存在差异, 这可能主要是其枯枝落叶中木质素含量不同造成的。各树种的土壤过氧化氢酶活性为对照的1 1~ 1 6倍, 反映出种植阔叶树种后的土壤生物学活性有所增强, 有利于土壤肥力的提高。

表3 土壤酶活性

树 种	脲酶 (NH_3- N mg kg^{-1} d^{-1})	纤维素分解酶 ($Na_2S_2O_3$ ml kg^{-1} d^{-1})	过氧化氢酶 ($KMnO_4$ ml g^{-1} h^{-1})
凤凰木 *Delonix regia*	250	3 7	1 24
马占相思 *Acacia mangium*	430	11 0	1 20
石梓 *Gmelina hainanensis*	580	6 6	1 37
黎蒴 *Castanopsis fissa*	280	8 3	1 35
千年桐 *Aleurites montana*	660	1 8	1 41
红胶木 *Tristania conferta*	440	1 4	1 32
铁刀木 *Cassia siamea*	440	2 4	1 33
红荷木 *Schima wallichii*	1 170	10 0	1 31
大叶相思 *Acacia auriculaformis*	1 710	18 0	1 40
塞楝 *Khaya senegalensis*	330	0 71	1 18
拟赤杨 *Alniphyllum fortunei*	480	3 4	1 41
樟树 *Cinnamomum camphora*	410	3 1	1 39
红椎 *Castanopsis hystrix*	380	2 4	1 28
米老排 *Mytilaria laosensis*	420	3 5	1 35
木 *Lithocarpus thalassica*	530	25 0	1 32
海南红豆 *Ormosia pinnata*	320	2 1	1 38
对照	90	6 5	0 87

3 4 土壤聚类分析

用聚类分析的方法对表2和表3中的有关因子进行了分析(图2)。当阈值为0 5时, 可以将16种树种的土壤肥力分为9类。第1类土壤包括生长快的凤凰木、马占相思、石梓和黎蒴, 生长较快的千年桐和红胶木, 生长速度中等的樟树和红椎等8种树种的土壤; 第2类至第9类土壤分别为拟赤杨、铁刀木、塞楝、红荷木、海南红豆、米老排、 木和大叶相思等树种的土壤。在16种树种土壤中, 第1类土壤一般来说, 有机质、全N、全P、有效N和有效P含量较低, 酶活性低, 肥力较低; 第5类红荷木土壤和第6类海南红豆土壤的大多数养分含量较低, 肥力较低; 作为第2类的拟赤杨土壤的有机质、全N、全P、有效N和有效K含量高, 脲酶和过氧化氢酶的活性高, 而全K、有效P含量低, 纤维素分解酶活性低, 总体上肥力较高; 第7类米老排土壤和第9类大叶相思土壤的大多数养分含量高, 肥力高; 第3类铁刀木土壤、第4类塞楝土壤和第8类 木土壤的大多数养分含量在中等水平, 肥力中等。

4 结 论

由荔枝林退还为生态风景林前的土壤酸性强, 除了全K外, 其余养分含量低。栽植16种树种的3

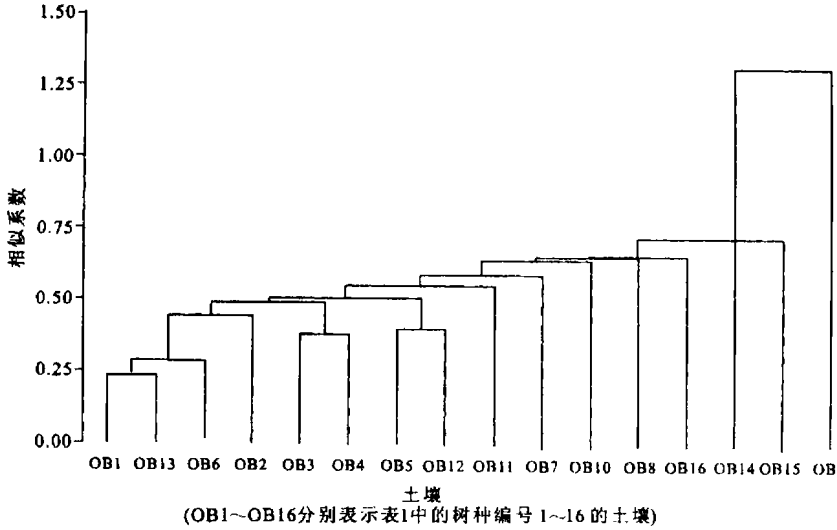

图 2　不同树种土壤肥力分类树状图

年后, 各树种土壤的酸性下降, 有机质、全 N、有效 N、有效 K 含量及脲酶和过氧化氢酶的活性增强, 大部分树种土壤的全 P 和部分树种土壤的有效 P 有所增加, 显示出改良土壤的作用。

从树种生长速度和对土壤的改良作用综合考虑, 凤凰木、马占相思、石梓、黎蒴和大叶相思是大井山生态风景林的首选树种, 其次为铁刀木、千年桐、红胶木、红荷木、拟赤杨和米老排, 塞楝也可以选用, 樟树、红椎、　木和海南红豆不宜选用。

参考文献

1　孙翠玲, 郭玉文, 佟超然. 杨树混交林地土壤微生物、酶活性的变异研究. 林业科学, 1997, 33(6): 488~ 496

2　焦如珍, 杨承栋, 屠星南. 杉木人工林不同发育阶段林下植被、土壤微生物、酶活性及养分的变化. 林业科学研究, 1997, 10(4): 373~ 379

3　杨玉盛, 何宗明, 林光耀, 等. 退化红壤不同治理模式对土壤肥力的影响. 土壤学报, 1998, 35(2): 276~ 282

4　杨承栋, 焦如珍, 盛炜彤. 江西省大岗山湿地松林土壤性质的变化. 林业科学研究, 1999, 12(4): 392~ 397

5　薛立, 赖日石, 陈红跃, 等. 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. 林业科学研究, 2002, 15(2): 242~ 246

6　薛立, 邝立刚, 陈红跃, 等. 不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究. 土壤学报, 2003, 40(2): 280~ 285