

# 杉木樟树根际土壤生化 特性比较分析\*

姜培坤 蒋秋怡 董林根 钱新标 金荣根

(浙江林学院, 临安 311300)

(安吉县安城镇人民政府)

**摘要** 对杉木、樟树根际土壤的微生物数量、生物化学过程强度和几种酶的活性的分析结果表明: 无论是细菌、放线菌还是真菌的数量樟树根际土都明显多于杉木根际土。樟树根际具有较高的呼吸作用、氨化作用、硝化作用和纤维素分解强度。脲酶、蔗糖酶和磷酸酶活性樟树根际土明显高于杉木根际土, 但多酚氧化酶活性杉木根际土较高。两种林木各项生化性的R/S值除多酚氧化酶以外均大于1, 并且樟树的大于杉木的。

**关键词** 杉木; 樟树; 根际土壤; 生物化学

**中图分类号** S714.2

南方杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 的长期栽种特别是连栽引起生产力下降和土壤肥力衰退已成为林业生产上亟需解决的问题。至今已有许多学者认为杉木生长会使土壤许多生化性变得不良<sup>[1,2]</sup>。从蒋秋怡等<sup>[3]</sup>对杉木根际土壤研究来看, 杉木根际许多化学性质对微生物的生存、繁衍不利。张其水等<sup>[4]</sup>认为杉木和阔叶树混交可极大地提高土壤酶的活性。阔叶树固然可归还更多的生物量和丰富的盐基离子从而有利于微生物繁殖, 然而阔叶树根际作为生化性最活跃的区域, 必定也对改良土壤生化性也起着重要的作用。为此, 作者选择可比性强的杉木、樟树 (*Sassafras tzumu*) 林地, 分析比较两种林木根际土壤的生物化学性质, 旨在从根际角度作一些探讨。

## 1 样品与方法

在浙江省临安县选择南方混交林协作组的杉木、樟树试验地各1块。这两块试验地分布同一坡段, 土壤质地和土层厚度基本一致。土壤为中壤质黄红壤。两块试验地都在1978年冬全垦挖, 深度25 cm, 1979年造林, 以后管理措施一致。1993年春在这两块试验地中分别选取胸径与标准地平均木一致的杉木、樟树各3株, 仔细挖出树木的根系, 除去附在其上的大土粒, 采用抖落法<sup>[5]</sup>取根际土样。采用蛇型法在两个林分中对A、B层分别取多点混合样作

收稿日期: 1994-06-06; 修改稿收到日期: 1994-10-23

\*国家自然科学基金资助项目

为全土, B层均取A层下延至50 cm止。杉木全土A层为10 cm; 椴树为12 cm。土壤的基本化学性质见表1。测定项目和方法如下: 土壤细菌、放线菌和真菌采用平板培养法<sup>[6]</sup>; 土壤生化强度采用郑洪元、张德生的方法<sup>[7]</sup>; 土壤脲酶采用靛酚兰比色法; 多酚氧化酶采用碘量法; 磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法<sup>[8]</sup>; 蔗糖酶采用Hofmann与Seegerer法<sup>[9]</sup>。

表1 杉木椴树根际土壤基本化学性质比较

Table 1 Comparison of basic chemical properties between the rhizosphere soil of Chinese fir and that of Chinese sassafras

土 样	pH	CEC [cmol(+) ·kg <sup>-1</sup>	交换性钙 [cmol(+) ·kg <sup>-1</sup>	盐基饱和 度/%	有机碳 /g·kg <sup>-1</sup>	全 氮 /g·kg <sup>-1</sup>	C/N	H/F	有效磷 /mg·kg <sup>-1</sup>
杉 1	4.55	10.23	0.671	14.3	21.6	1.51	14.29	0.174	7.11
木 2	4.61	9.05	0.344	10.1	22.2	1.62	13.71	0.185	9.07
根 3	4.82	10.80	0.583	10.3	21.8	1.49	14.63	0.177	4.43
际 4	4.66	10.03	0.533	11.6	21.9	1.54	14.21	0.179	6.87
杉木 A	4.82	9.83	0.319	10.0	17.4	1.47	11.88	0.272	4.05
全土 B	5.02	8.06	0.154	7.9	6.00	0.81	7.45	0.140	1.13
椴 1	5.23	11.80	2.740	37.5	20.9	1.60	13.05	0.430	10.10
树 2	5.14	10.80	1.566	25.4	21.6	1.65	13.10	0.420	7.73
根 3	5.01	10.03	1.784	26.1	22.3	1.95	11.45	0.377	9.48
际 4	5.13	10.88	2.030	29.7	21.6	1.73	12.53	0.409	9.10
椴树 A	5.13	11.41	1.364	24.2	19.1	1.61	11.17	0.392	5.15
全土 B	4.98	7.67	0.805	18.0	10.6	1.17	9.07	0.258	3.81

注: pH, 酸度计法, 水土比5:1; CEC, 中性醋酸铵淋滤法; 交换性Ca<sup>++</sup>, 原子吸收光谱法; 全磷, 高氯酸、硫酸消煮后钼锑抗比色法; 有效磷, Bray II法<sup>[5]</sup>

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤微生物数量的比较分析

从表2可知, 细菌、放线菌和真菌的数量椴树根际土明显高于杉木根际土, 但各类菌组成的比例两种林木根际大体相同。总的比例状况和蒋秋怡等的研究<sup>[4]</sup>类似, 说明这两种林分土壤中微生物主要是细菌, 其次是放线菌, 而真菌的数量很少。另外还可以看到根际和全土间各类菌所占比例基本一致, 但无论是杉木还是椴树, 根际的微生物数量都高于其全土, 说明根际效应明显。再从表3来看, 椴树的R/S值无论是细菌、放线菌还是真菌都较杉木高, 特别是放线菌高出0.43。这说明椴树的根际效应比杉木大, 也就是说椴树作为阔叶树不仅大量的生物归还还有利于林地微生物大量繁衍<sup>[2]</sup>, 而且其特殊的根际环境也很有利于微生物生存。

### 2.2 杉木椴树根际土壤生化强度比较分析

从表4可以见得, 所测定的各项生化强度椴树根际土明显高于杉木根际土, 说明椴树根际微生物不仅数量多(见上文)而且在土壤中所实现的生化过程也强烈。土壤呼吸作用是表征土壤生化强度的总指标。从表4看, 椴树根际的呼吸作用强度比杉木根际高出近40%。氨化作用和硝化作用是土壤中氮转化的主要过程, 从其强度可以判断土壤的供氮能力, 所以我们可以看到杉木根际及其全土供氮能力远不如椴树根际及全土。再从表3的R/S值来看, 呼吸

表 2 土壤细菌、放线菌和真菌数量比较分析

Table 2 Comparison of soil bionumber among bacteria, actinomycetes and fungi

土 样	细 菌		放 线 菌		真 菌	
	数 量 / $\times 10^6$ 个 $\cdot g^{-1}$	占百分数 /%	数 量 / $\times 10^6$ 个 $\cdot g^{-1}$	占百分数 /%	数 量 / $\times 10^6$ 个 $\cdot g^{-1}$	占百分数 /%
杉木 1	9.05	67.14	3.85	28.56	0.58	4.30
杉木 2	8.76	63.60	3.60	28.19	0.41	3.21
根际 3	8.21	69.66	3.15	26.40	0.47	3.94
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$8.71 \pm 0.22$	$68.42 \pm 0.73$	$3.53 \pm 0.20$	$27.33 \pm 0.67$	$0.49 \pm 0.050$	$3.85 \pm 0.32$
杉木 A	6.35	68.06	2.66	28.51	0.32	3.43
全土 B	4.13	66.50	1.93	31.08	0.15	2.42
樟树 1	12.45	64.91	5.95	31.02	0.78	4.07
樟树 2	12.75	67.37	5.83	28.56	0.83	4.07
根际 3	13.89	66.36	6.18	29.53	0.86	4.11
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$13.36 \pm 0.46$	$66.24 \pm 0.71$	$5.99 \pm 0.10$	$29.70 \pm 0.72$	$0.82 \pm 0.023$	$4.06 \pm 0.01$
樟树 A	8.68	66.87	3.85	29.60	0.45	3.47
全土 B	7.35	70.60	2.68	25.74	0.38	3.60

表 3 生化性 R/S 值汇总表

Table 3 The gathering table of biochemical R/S

树种	细菌	放线菌	真菌	微生物	呼吸	纤维素	氨化	硝化	脲酶	多酚氧	磷酸酶	蔗糖酶
				总数	强度	分解强度	强度	强度		化酶		
杉木	1.37	1.13	1.53	1.36	1.33	1.02	1.45	1.11	1.28	1.04	1.18	1.40
樟树	1.54	1.56	1.83	1.55	1.37	1.04	1.66	1.17	1.28	0.36	1.36	1.75

注: R/S 值是指根际土壤 3 个样品的平均值和其全土 A 层的比值

表 4 杉木樟树根际土壤生化强度比较

Table 4 Comparison of biochemical intensity between Chinese fir and Chinese sassafras

土 样	呼吸作用强度	纤维分解强度	氨化强度	硝化强度
杉木 1	0.273	42.50	1.152	27.99
杉木 2	0.284	31.65	1.378	29.50
根际土 3	0.251	35.51	0.953	30.55
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$0.269 \pm 0.010$	$36.54 \pm 2.00$	$1.161 \pm 0.123$	$29.35 \pm 0.743$
杉木 A	0.201	35.65	0.801	26.53
全土 B	0.152	22.75	0.321	20.35
樟树 1	0.381	76.50	1.876	40.51
樟树 2	0.383	56.13	2.001	38.52
根际土 3	0.366	61.65	1.935	39.52
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$0.377 \pm 0.005$	$64.76 \pm 6.08$	$1.937 \pm 0.036$	$39.52 \pm 0.574$
樟树 A	0.276	62.38	1.167	33.70
全土 B	0.149	41.35	1.033	30.99

注: 土壤呼吸强度以 24 h 内 1 g 土壤 CO<sub>2</sub> 释放毫克数表示; 纤维分解强度以 10 d 内布条失重率 (g $\cdot$ kg<sup>-1</sup>) 表示; 氨化强度以 1 g 土壤 7 d 内作用蛋白酶而生成 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的毫克数表示; 硝化强度以 15 d 内 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N 减少的百分比 (%) 表示

作用、氨化作用和硝化作用两种林木都较大,特别是氨化作用樟树达到1.66,并且都是樟树大于杉木,这和前述的3大类微生物类似。但是纤维素分解强度虽然樟树根际和全土强于杉木根际和全土,但两种林木的R/S值都接近于1.00(表3),说明这两种林木的分泌、脱落物质对纤维素分解菌影响不大。

### 2.3 杉木樟树根际土壤酶活性比较分析

从表5可以看到脲酶、磷酸酶和蔗糖酶活性都是樟树根际土高;这3种酶的R/S值仍然是樟树较大(表3)。杉木根际酶活性较低以及前述的微生物数量少、生化强度弱显然是由于杉木多含纤维素、单宁和木素类物质的凋落物难以分解以及杉木根际pH较低、盐基缺乏、C/N比较高(表1)这两方面原因所造成的。

表5 杉木樟树根际土壤酶活性比较

Table 5 Comparison of enzymatic activities between Chinese fir and Chinese sassafras

土 样	脲 酶	多酚氧化酶	磷酸酶	蔗 糖 酶
杉 木 1	161.31	4.20	315.11	1.67
根 际 土 2	183.54	3.00	303.35	1.74
3	159.33	3.31	287.64	1.59
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	168.06 ± 7.76	3.50 ± 0.38	302.03 ± 7.96	1.67 ± 0.043
杉 木 A	131.15	3.357	256.70	1.19
全 土 B	107.38	2.03	157.83	0.64
樟 树 根 1	288.80	0.91	389.50	2.57
根 际 土 2	257.64	0.87	413.37	2.46
3	309.73	1.03	405.41	2.33
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	285.39 ± 15.13	0.94 ± 0.048	402.76 ± 7.02	2.45 ± 0.070
樟 树 A	222.90	2.63	295.16	1.40
全 土 B	232.91	1.35	210.33	1.18

注:酶活性单位:脲酶,  $\text{NH}_4^+-\text{N mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 24\text{h}^{-1}$ ;多酚氧化酶,  $0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ I}_2\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot 2\text{ min}^{-1}$ ;磷酸酶,  $\text{P}_2\text{O}_5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 2\text{h}^{-1}$ ;蔗糖酶,  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_8\text{ ml}\cdot\text{g}^{-1}$

从表5看还应注意,多酚氧化酶活性杉木根际及全土高于樟树根际及全土。这和其他的生化性正好相反。并且樟树的根际多酚氧化酶活性低于其全土,这也同样不同于其他生化性。多酚氧化酶是一种较为专性的酶。它的活性高可阻碍有机质矿化过程中产生的酚类中间产物进一步合成腐殖质,其结果是导致了酚类化合物的积累<sup>[4]</sup>。从这一点上讲杉木林地特别是杉木根际比樟树根际更易积累酚类物质。多酚氧化酶与土壤腐质化成负相关,说明杉木林地特别是杉木根际土壤腐殖质品质较差,结构较简单,这一点和表1中反映出的杉木根际H/F低是吻合的。腐殖质结构简单会造成有机-无机复合度降低,从而使土壤许多性质变得不良,例如土壤的供水、保水能力下降等。这样,对土壤肥力和杉木生长都不利。

综合以上结果还应说明两点,其一,除了多酚氧化酶以外,樟树林全土的各项生化性都较杉木全土强。这是由于樟树作为一种阔叶树,其归还物相对杉木而言量多质优,有利于微生物利用,从而微生物量及活性就较高;其二,除了多酚氧化酶以外,各项生化性在两种林木根际都较其全土强,即R/S大于1.00,说明根际的正效应明显。这种生化性的根际效应显然

是由于根系分泌的有机质和脱落的根毛, 根表细胞作为微生物能量物质, 从而增强了根际的生化活性。

### 3 结论

**3.1** 撩树根际土壤细菌、放线菌和真菌的数量明显多于杉木根际土。两种林木根际土壤中各类微生物比例和相应全土无实质性差别。

**3.2** 撩树根际土的呼吸强度、纤维素分解强度、氨化强度和硝化强度都较杉木根际高。

**3.3** 脲酶、磷酸酶和蔗糖酶活性也是撩树根际较高; 多酚氧化酶活性反之。

**3.4** 除了多酚氧化酶活性以外, 两种林木各项生化性的  $R/S$  值均大于 1.00, 并且撩树的  $R/S$  值都大于杉木。

### 参 考 文 献

- 1 俞新妥, 张其水. 杉木连栽林地土壤生化性及土壤肥力的研究. 福建林学院学报, 1989, 9(3): 263~271
- 2 盛伟彤. 关于提高杉木林生产力的几个问题. 浙江林业科技, 1986, 6(1): 9~15
- 3 蒋秋怡, 叶仲节, 钱新标等. 杉木根际土壤特性的研究(Ⅱ)杉木根际的生物化学特性. 浙江林学院学报, 1991, 8(4): 450~456
- 4 张其水, 俞新妥. 杉木连栽林地混交林土壤酶分布特征的研究. 福建林学院学报, 1989, 9(3): 256~262
- 5 中华人民共和国国家标准局. GB 7848~7858-87. 森林土壤分析法. 北京: 中国标准出版社, 1988
- 6 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册. 北京: 农业出版社, 1986. 91~110
- 7 郑洪元, 张德生. 土壤动态生物化学研究法. 北京: 科学出版社, 1982. 149~171
- 8 关松荫. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社, 1986. 274~330
- 9 周礼恺. 土壤酶学. 北京: 科学出版社, 1987. 237~239

Jiang Peikun (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Jiang Qiuyi, Dong Lingen, Qian Xinbiao, and Jin Ronggen. Comparison of Biochemical Properties of Rhizosphere Soil between Chinese Fir and Chinese Sassafras. *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(1): 1~5

**Abstract:** This paper analyses the biochemical intensity, enzymatic activity and the number of microbials in rhizosphere soil of Chinese fir and Chinese sassafras. There are much more microbials, such as bacteria, actinomyces and fungi in the rhizosphere soil of Chinese sassafras than that of Chinese fir. Compared with that of Chinese fir, the rhizosphere soil of Chinese sassafras has higher intensities of respiration, ammoniation, nitrification and cellulose degradation, and higher contents of enzymatic activity, urease, sucrase and phosphatase, but lower content of polyphenol oxidase.  $R/S$  values of biochemical properties are all above one except polyphenol oxidase. Chinese sassafras has a higher  $R/S$  value than Chinese fir.

**Key words:** Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); Chinese sassafras (*Sassafras tzumu*); rhizosphere soil; biochemistry