

柳杉连栽林地的土壤肥力特性

林平 叶正环 朱昌乐 侯建育

(浙江林学院, 临安 311300)

(浙江省文成县石垟林场)

摘要 本文分析了柳杉连栽对土壤肥力的影响, 比较分析了根际土壤与非根际土壤肥力的差异性, 以及不同立地条件类型的土壤肥力特性。结果表明, 土壤的肥力一耕土比二耕土高, 根际土壤显著地高于非根际土壤, 不同立地条件类型土壤肥力存在显著差异。

关键词 柳杉; 连栽; 立地条件类型; 森林生境; 土壤肥力
中图分类号 S714.8

在林业生产中, 人们发现杉木连栽导致地力衰退, 对此, 俞新妥、何光训等进行了研究^[1-3]。蒋秋怡等研究了杉木连栽林地根际与非根际土壤性质的差异^[4-6]。柳杉(*Cryptomeria fortunei*) 也同样存在连栽产量下降及地力衰退的问题, 其原因尚不明了, 也尚未见报道。柳杉是南方优良的用材树种, 生长快, 用途广。为揭示柳杉连栽林地土壤肥力退化的原因, 以及柳杉特殊的根际效应, 我们对柳杉不同立地条件、不同连栽代数、根际土与非根际土肥力性质进行了分析。结果整理如下。

1 材料与方 法

以土壤A+B层厚度作为划分立地条件的主导因子。A+B层厚80cm以上, A层20cm以上为Ⅰ类立地条件; A+B层厚为41~79cm, A层为6~19cm为Ⅱ类立地条件; A+B层厚40cm以下, A层5cm以下为Ⅲ类立地条件。在一耕土、二耕土中的各类立地类型的柳杉林内分别设置样地。样地面积400m²。样地进行自然条件调查并每木检尺。在各类立地平均木树冠外围挖典型剖面, 分别在A层、B层、根际及非根际取土样700g左右。根际土壤是选1cm以下粗的根若干, 距根1cm以内的土壤视为根际土壤^[5]。总样本数为59个。土壤按常规处理。土壤有机质用重铬酸钾湿烧法, 全氮用半微量凯氏法, 水解氮用碱解-扩散法, 有效磷用0.050mol/L盐酸-0.025mol/L硫酸浸提法。

2 结果与分析

2.1 一耕土与二耕土土壤肥力比较

测定表明, 一耕土肥力比二耕土高(表1)。这可能是由于二耕土上经过2代柳杉栽培

收稿日期: 1993-12-16

后, 林木吸收并带走了大量养分, 而柳杉凋落物少及生物归还率低, 造成土壤养分的亏缺; 同时由于人为活动造成了二耕土普遍存在水土流失现象而损失 A 层表土层及养分。一耕土与二耕土的 A 层土壤肥力比相应 B 层土壤肥力均高。二耕土与一耕土的 A 层土壤肥力差异较大, 而二耕土与一耕土 B 层肥力差异相对较小。这可能是由于 B 层处在土壤深层部位而相对稳定之故。

柳杉土壤的有机质含量较高, 一耕土 A 层达 6.42%, B 层也达到 2.85%, 但二耕土上的

表 1 柳杉一耕土与二耕土土壤肥力比较

Table 1 Comparison of fertility between the first planting and the second planting of *Cryptomeria fortunei*

项 目		\bar{x}	S	CD	$\bar{x}_{\text{耕}} - \bar{x}_{\text{耕}}$	Q	t 值	
有机质/%	A 层	一耕	6.417 8	1.979 7	30.85	1.960 2	0.827 6	2.379 4 *
		二耕	4.448 6	1.249 1	28.08			
	B 层	一耕	2.847 0	1.103 8	38.77	0.588 7	0.487 7	1.207 1
		二耕	2.258 3	0.827 3	36.63			
有效磷/ mg·kg ⁻¹ 土	A 层	一耕	3.246 5	0.578 0	17.80	0.458 5	0.278 7	1.645 4
		二耕	2.748 8	0.535 9	19.50			
	B 层	一耕	2.607 0	0.365 3	14.01	0.643 3	0.163 4	3.937 9
		二耕	1.965 1	0.283 0	14.40			
全氮/%	A 层	一耕	0.457 9	0.115 7	25.25	0.048 3	0.048 0	1.004 4
		二耕	0.409 6	0.071 1	17.36			
	B 层	一耕	0.255 0	0.051 7	20.35	0.028 3	0.024 7	1.143 5
		二耕	0.226 7	0.047 0	20.73			
C/N	A 层	一耕	7.361 7	1.270 4	17.26	1.174 1	0.515 0	2.278 2 *
		二耕	6.187 6	0.714 6	11.55			
	B 层	一耕	6.236 1	1.232 8	19.77	0.668 4	0.579 4	1.153 7
		二耕	5.567 7	1.079 6	19.39			
水解氮/ mg·kg ⁻¹ 土	A 层	一耕	460	153.71	33.42	140	66.463 2	2.106 4
		二耕	320	108.22	33.82			
	B 层	一耕	291	130.63	44.89	95	25.913 1	3.666 1 **
		二耕	196	66.59	33.97			
非水解氮/ mg·kg ⁻¹ 土	A 层	一耕	4 119	1 023.58	24.85	33	421.428 0	0.813 9
		二耕	3 776	610.83	16.18			
	B 层	一耕	2 259	395.98	17.53	188	202.767 7	0.927 2
		二耕	2 071	414.87	20.03			
C/水解氮	A 层	一耕	78.99	11.78	14.92	8.69	0.75	1.287 4
		二耕	87.69	15.03	17.14			
	B 层	一耕	58.32	6.26	10.74	8.90	3.73	1.849 9
		二耕	65.22	8.48	13.00			

注: 所调查样地母岩均为花岗岩

$$f_{0.05}(n_1 + n_2) = 2.201$$

$$f_{0.01}(n_1 + n_2 - 2) = 2.921$$

$$Q = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

A层损失了约2.00%，B层损失约0.60%。有机质的损失量很大。一耕土与二耕土有机质量差异达显著性水平。一耕土A层有效磷含量为3.246 5 mg/kg，B层为2.607 0 mg/kg，含量较低。二耕土A层含量损失约0.639 5 mg/kg，B层损失约0.783 7 mg/kg。柳杉林土壤全氮含量达到很高的水平。一耕土A层达0.457 9%，B层也达0.255 0%；二耕土损失量A层达0.048 3%，B层达0.028 3%。二耕土养分损失很大。

虽然柳杉土壤的有机质量及全氮量都较大，且碳氮比较低，土壤肥力状况较好，但是水解性氮占全氮量的比例小，非水解性氮占全氮的比例大。一耕土非水解性氮与水解氮的比值约8.35:1.00，二耕土非水解性氮与水解氮的比值高达11.18:1.00。因此氮的有效性差，柳杉利用率低。连栽后更加剧了这种现象。水解性氮包括蛋白质及多肽类、核蛋白质类和氨基糖类。这类水解性氮易形成腐殖质，也易矿化。非水解性氮包括杂环态含氮化合物、糖类与铵类的缩合物及铵或蛋白质与木素类物质形成的环状化合物。因这类化合物占全氮量的比例大，同时又很难水解，有的甚至在强酸、强碱或强氧化剂处理下也不易分解，所以土壤中的年矿化率低^[6]。因此用碳与水解性氮的比值更能说明其土壤氮素的供应状况和有机质分解的难易程度。

3.2 根际土与非根际土肥力比较

根际土的有机质含量为6.681 2%，全磷量为3.584 6 mg/kg，全氮为0.412 6%，比非根际土壤的肥力高。根际土与非根际土这种差异均达到极显著性水平。柳杉土壤中根际土壤的碳氮比及水解性氮比非根际土的高，而非水解性氮则根际土壤比非根际土壤低。也就是说根际土壤的有效养分含量比非根际土高(表2)。

根际土壤养分的动态与根系的生理活动有关。柳杉根在土内长期生长的过程中，可以不断地分泌有机物，并脱生根毛和根表皮细胞。而根释放的有机物对于根际细菌群体和微生物有决定性的影响。根际土壤成为微生物密集的区域。柳杉根和根际微生物的作用直接影响近根区的肥力动态。当根系吸收养分时，根际区就会出现养分的亏缺。亏缺程度取决于根系吸收养分与水分能力以及土壤中养分的供应强度与速度。所以根系的吸收性能直接影响根际土壤中养分的迁移和有效性。另外根系吸收养分的不同方式也会引起养分的分布状况不同。

3.3 不同立地类型土壤肥力比较

各类立地的土壤在有机质、有效磷、全氮及碳氮比值均存在极显著差异。土壤肥力，厚土层厚腐殖质层大于中土层中腐殖质层，薄土层薄腐殖质层的立地最低。3种立地的水解性氮和非水解性氮差异不显著。从3种立地之间的多重比较得知，I类立地与Ⅲ类立地之间各平均值存在极显著差异。但I类立地与Ⅱ类立地，Ⅱ类立地与Ⅲ类立地土壤养分没有达到显著差异(表3~4)。因不同立地条件下土壤肥力间的差异是显著的。因此在文成县可以用土层厚度和腐殖质层厚度作为划分立地类型的标准。

4 小结

柳杉一耕土肥力明显地比二耕土高，两者的有机质、有效磷量及全氮量有极显著性差异。柳杉连栽降低了土壤肥力。

柳杉根际土壤与非根际土壤肥力存在差异。根际土壤的有机质、有效磷、全氮含量显著

表 2 柳杉根际土壤与非根际土壤肥力的比较

Table 2 Comparison of fertility between the rhizosphere and bulk soil of *Cryptomeria fortunei*

项 目	\bar{x}	S	$\bar{x}_{\text{根际}} - \bar{x}_{\text{非}}$	Q	t 值	
有机质/%	根 际	6.681 2	2.306 4			
	A 层	5.856 3	2.422 7	0.824 9	1.182 6	0.697 5
	非根际					
有效磷 /mg·kg ⁻¹ 土	B 层	2.962 4	1.076 1	3.718 8	0.899 8	4.132 9**
	根 际	3.584 6	0.686 2			
/mg·kg ⁻¹ 土	A 层	3.321 7	0.526 5	0.262 9	0.305 8	0.859 7
	非根际					
全 氮/%	B 层	2.463 8	0.541 5	1.120 8	0.309 1	3.626 6**
	根 际	0.412 6	0.085 2			
A 层	0.475 2	0.097 4	0.062 6	0.045 8	1.366 0	
	非根际					
B 层	0.262 4	0.049 8	0.150 2	0.035 0	4.291 4**	
	根 际	9.152 3	1.452 4			
C/N	A 层	7.344 3	1.379 6	1.808 0	0.708 2	2.552 8*
	非根际					
B 层	6.321 6	1.234 8	2.830 7	0.674 0	4.199 9**	
	根 际	530	187.95			
/mg·kg ⁻¹ 土	A 层	460	160.71	70	87.43	0.800 6
	非根际					
B 层	289	133.34	170.78	81.47	2.096 1	
	根 际	2 596	704.42			
/mg·kg ⁻¹ 土	A 层	4 259	804.23	663	377.99	1.754 0
	非根际					
B 层	2 337	450.68	1 259	286.52	4.394 1**	
	根 际	76.24	17.78			
C/水解氮	A 层	76.18	17.64	0.06	6.75	1.287 4
	非根际					
B 层	62.33	9.27	13.91	3.73	1.849 9	

注: $t_{0.05}(n_1+n_2-2) = 2.020$; $t_{0.01}(n_1+n_2-2) = 2.921$

表 3 柳杉各立地类型土壤肥力比较

Table 3 Comparison of fertility in different sites of *Cryptomeria fortunei*

项 目	有机质/%			有效磷/mg·kg ⁻¹			全氮/mg·kg ⁻¹			C/N		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
\bar{x}	5.566 2	3.661 3	2.367 8	3.156 7	2.624 3	2.143 6	0.412 2	0.340 6	0.245 4	7.583 3	5.980 0	5.150 4
F 值	8.347 3**			11.437 6**			6.990 9**			24.598 2**		
D _{0.05}	1.929 6			0.519 2			0.109 7			0.864 0		
D _{0.01}	2.455 8			0.660 8			0.139 6			1.099 6		
项 目	水解氮/mg·kg ⁻¹			非水解氮/mg·kg ⁻¹			C/水解氮					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
\bar{x}	452	297	182	3 670	3 109	2 272	70.69	70.86	74.08			
F 值	17.352 4			5.831 2			0.005 2					
D _{0.05}	112.940 0			1 008.282 8			17.145 1					
D _{0.01}	143.742 8			65.984 2			21.820 0					

注: $D_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{S_w^2}{m}}$; $q_{0.05} = 3.46$; $q_{0.01} = 4.41$

地高于非根际B层土壤。

柳杉各类立地土壤之间有机质、有效磷及全氮含量均存在极显著差异,总趋势为I类立地大于II类立地,III类立地最小。

表4 不同立地类型土壤肥力多重比较

Table 4 Multiple comparison of fertility in different sites of *Cryptomeria fortunei*

立地类型	有机质/%		有效磷/mg·kg ⁻¹ 土		全氮/%		C/N	
	x _i -III	x _i -II	x _i -IV	x _i -II	x _i -III	x _i -II	x _i -III	x _i -II
I类立地	3.1984**	1.9049	1.0131**	0.5324*	0.1688**	0.0116	2.4326**	1.6030*
II类立地	0.2935		0.4807		0.0952		0.4807	
III类立地								

致谢 承蒙罗汝英教授、何光训先生、蒋秋怡先生对该试验给予指导和建议。在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 俞新妥,张其水.杉木连栽林地土壤生化特性及土壤肥力的研究.福建林学院学报,1989,9(3):263~271
- 2 何光训.土壤农化性状对土壤酚类物质积累的影响.福建林学院学报,1990,10(4):422~425
- 3 何光训.土壤酚类物质引起植物中毒的植物生理原因.浙江林学院学报,1992,9(3):339~343
- 4 蒋秋怡,叶仲节,钱新标等.杉木根际土壤特性的研究(I)杉木根际与非根际土壤化学性质的比较研究.浙江林学院学报,1990,7(2):122~126
- 5 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
- 6 朱祖祥主编.土壤学(上册).北京:农业出版社,1982.193~194

Lin Ping(Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Ye Zhenghuan, Zhu Changle, and Hou Jianyu. **Soil Fertility in Repeated Planting *Cryptomeria fortunei* Land.** *J Zhejiang For Coll*, 1994, 11(2): 138~141

Abstract: The effect of repeated planting *Cryptomeria fortunei* on soil fertility, the difference of root zone and bulk soil fertility, and soil fertility characters in different site types were all made. The results showed that the soil fertility of the first cultural soil was higher than that of the second, the soil fertility of root zone was greater than that of bulk soil, and the difference of soil fertility in different site types was significant.

Key words: *Cryptomeria fortunei*; repeated planting; site type; site(forests); soil fertility