

# 杉木林下植被对 5~15 cm 土壤性质的改良\*

杨承栋 焦如珍 屠星南 熊有强 陈仲庐

**摘要** 对江西大岗山山下林场杉木人工林 5~15 cm 土壤性质研究结果表明:土壤中细菌、放线菌、真菌数量,细菌中芽孢杆菌、放线菌中灰色菌丝群以及真菌中的曲霉和木霉数量,随林下植被盖度的增大而提高。土壤酶活性强度、腐殖质各组分 C 的含量,在 16 和 18 地位指数级样地,随林下植被盖度增大而提高,14 地位指数级相反,在 16 地位指数级土壤有机质、速效 N、交换性盐基总量,以及 18 地位指数级土壤有机质、全 N、速效 N、P、K、Mg<sup>++</sup> 和 Ca<sup>++</sup> 含量,均随林下植被盖度的增大而提高。

**关键词** 杉木林、林下植被、土壤性质、地力衰退

杉木是我国特有针叶树种,也是我国南方营造速生丰产林重要树种。杉木人工林约占全国人工林面积的 24%,然而目前杉木人工林面临严重的问题是地力衰退。连栽杉木林生长量一代不如一代,如何尽快地恢复和提高杉木人工林土壤生产力,已是林业生产急待解决的课题。近 5 a 来在江西大岗山山下林场,通过对杉木林下植被覆盖度的研究,证实了间伐、增加林内透光度、繁衍林下植物群落,不仅对 0~5 cm 土层肥力提高的效用是十分明显的<sup>[1]</sup>,而且对 5~15 cm 土层的某些性质改良也有一定的效用,本文将重点论述这方面的问题。

## 1 研究地区的自然概况

研究工作在江西省分宜县大岗山山下林场进行。该林场位于大岗山的东北侧,地处我国中亚热带,年平均气温 17.5℃,年降水量 1 597.3 mm,且 50%集中在 4~6 月份,无霜期 268 d。该林场地带性植被为常绿阔叶林,土壤类型为红壤,杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 林下主要植被有狗脊(*Woodwardia japonica* (h. f.) Sm.), 鳞毛蕨(*Dryopteris* spp.), 铁芒萁(*Dicranopteris dichotoma* (Thunb.) Bernh. & Schum.), 乌蕨(*Stenoloma chusanum* (L.) Ching), 红淡(*Adinandra* spp.), 柃木(*Eurya* spp.), 鼠刺(*Itea chinensis* Hook. et Arn.), 榿木(*Loropetalum chinensis* (R. Br.) Oliver), 映山红(*Rhododendron mariesii* Hemsl. et Wils.), 金星蕨(*Parathelypteris glanduligera* (Kze) Ching), 金鹤鳞毛蕨(*Dryopteris* sp.), 疏羽凸轴蕨(*Metathelypteris laxa* Franch. et Sav.) Ching, 华南鳞毛蕨(*Dryopteris* sp.), 乌饭树(*Vaccinium bracteatum* Thunb.), 鸡血藤(*Millettia reticulata* Benth.), 海金沙(*Lygodium* sp.), 细枝冬青(*Ilex* sp.), 油茶(*Camellia oleifera* Abel.), 斜方复叶耳蕨(*Arachniodes rhomboidea* (Wall.) Ching), 刺头复叶耳蕨(*Arachniodes exilis* (Hance) Ching), 土茯苓(*Smilax* sp.), 黄

1994-12-16 收稿。

杨承栋副研究员,焦如珍,屠星南(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);熊有强、陈仲庐(中国林业科学研究院亚热带实验中心)。

\* 该研究题目是 1989~1993 年国家自然科学基金项目。承蒙盛伟彤研究员审阅,不胜感谢!

檀(*Dalbergia hupeana* Hance)、蹄盖蕨(*Athyrium* sp.)、三花悬钩子(*Rubus trianthus* Focke)。

## 2 试验设计和研究方法

### 2.1 试验设计

山下林场杉木林于 1968、1970 年营造,1980 年弱度间伐,1988 年又作不同强度的间伐,1989~1990 年开展本次试验。1989 年设置标准地 5 块,其中 14 地位指数级样地 2 块(林下植被盖度大的和盖度小的样地各 1 块);16 地位指数级样地 3 块(林下植被盖度大的样地 2 块、盖度小的样地 1 块);1990 年设置 18 地位指数级标准地 2 块(林下植被盖度大的和盖度小的样地各 1 块)。在相同地位指数级内,林下植被盖度样地的地形和母岩等条件基本一致。

### 2.2 研究项目和方法

2.2.1 土壤分析 有机质(重铬酸钾法)、腐殖质组成(焦磷酸钠提取——重铬酸钾法)、全 N(凯氏定 N 法)、水解 N(碱解扩散法)、速效 P(双酸法)、交换性  $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ (EDTA 容量法)、速效钾(火焰光度法)、多酚氧化酶活性(А. ш. ГадсГян 法)、转化酶活性(Т. А. щерякова 法)、过氧化氢酶活性(J. L. Johson 与 K. L. Temple 法)。

2.2.2 土壤微生物分析<sup>[2~4]</sup> 采用稀释平板法。

2.2.3 林下植被盖度测定 在每块样地里,设置 10 个 1 m×1 m 小样方,按常规记载<sup>[5]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同立地的间伐强度、林分密度与林下植被生长

1970 年营造的杉木人工林,生长郁闭之后,林下几乎无植被生长,10 年左右,开始间伐,经过 2~3 次不同强度间伐之后,出现了不同密度、不同郁闭度林分,并在林下发展了不同植物种类和不同盖度的林下植被。如表 1 和表 2。

表 1 间伐后林分密度、林下植被盖度及林木生长

地位指数级	林下植被盖度 (%)	造林时间 (年度)	初植密度 (株/hm <sup>2</sup> )	保留密度 (株/hm <sup>2</sup> )	间伐强度 (%)	平均高 (m)	平均胸径 (cm)
14	20	1970	2 505	1 800	28	11.5	12.6
14	65.8	1970	2 505	1 545	38.3	11.7	13.0
16	20	1968	2 505	1 440	42.5	13.0	14.6
16	69	1968	2 505	960	61.67	13.2	15.5
16	65	1968	2 505	1 170	53.39	13.0	15.0
18	39	1968	2 505	1 425	43.11	15.0	18.5
18	75	1968	2 505	825	67.00	15.3	21.0

注:林下植被盖度于 1992—08 调查;树高、胸径测定时间:14、16 地位指数杉木林是 1992—11,18 地位指数杉木林是 1994—08。

表 1 结果表明:同一地位指数样地,随着间伐强度的增大,林下植被盖度也相应增大。

植被样方调查表明:提高间伐强度,增加林内透光度,不仅可以增加林下草本和灌木的种类,而且也可相应地提高盖度、高度和株数。

表 2 3 种不同地位指数样地林下植被生长 (单位:高度 cm,盖度%,频度%)

地位指数	总盖度	生长状况	狗脊	铁芒萁	疏轴羽	红枝冬	乌韭	油杉	华毛鳞	毛刺木	鼠刺	三钩花	金毛刺	刺叶复叶	复叶方耳	槲复叶	斜叶复叶	蓬子菜	鸡血藤	黄土茯苓	金蹄星	淡竹	海金沙	
14	19.5	高度 株数 盖度 频度	28 5.5 12.1 90	33 — 21.7 30	15 2.0 5.0 30	30 2.0 5.0 10	5.0 2.0 5.0 20	20 3.0 5.0 10																
14	62	高度 株数 盖度 频度	75.7 2.87 49 30	13 1.5 13 30	30 1.5 7.0 20		35 1.5 1.0 20	20 2.0 5.0 10	30 2.0 5.0 10	33 2.0 13.0 30												20 5.0 10 10		
16	53.5	高度 株数 盖度 频度	60 2.2 16 80	33 3.0 33 70		95 1.0 15 20	27 1.7 10 30		50 1.4 16 50	85 2.0 28 20	40 1.0 25 20	25 1.7 10 40				80 1.0 20 20	80 1.0 20 20							
16	69	高度 株数 盖度 频度	32.7 4 29 100	20 1.0 13 20		17 1.0 15 20			43 1.3 8.0 30	50 2.0 55 10	36 1.2 17 50	38 1.75 10 40	30 6 15 10					25 2.0 10 10	-- 1.3 5.0 30					
16	12.5	高度 株数 盖度 频度	24 1.75 12.5 40	30 2.0 12.5 20	17.5 1.5 5.0 20	17 1.0 12.5 20	15 3.0 5.0 10						15 4.0 5.0 10	11.7 1.0 5.0 30										
18	85	高度 株数 盖度 频度	73 2.6 29 90	28 1.0 8.3 60				55 1.75 18.7 40	80 1.6 15 20			45 1.8 23 50							180 2.0 4.0 10	-- 1.0 5.0 20	37.5 4.0 16 40	62 3.4 33 50	46 1.8 23 50	
18	64	高度 株数 盖度 频度	66 2.4 46 100	40 — 5.0 20		— 1.0 5.0 20					20 1.0 10 20	50 1.0 7.5 40											35 11 42.5 40	40 5 25 20

注:在 10 个样方内出现一株种者,未统计在内。

3.2 不同盖度林分与土壤 3 大类微生物的分布

表 3 不同地位指数林下植被盖度与土壤微生物分布 (单位:%)

地位指数	林下植被盖度	细菌 (10 <sup>3</sup> /g 土)	放线菌 (10 <sup>3</sup> /g 土)	真菌 (10 <sup>2</sup> /g 土)	芽孢杆菌占细菌	灰色菌丝群占链霉菌属	青霉占真菌	曲霉占真菌	木霉占真菌
14	20	390	21.8	272	10.86	16.7	64.0	24.0	6.0
14	65.8	421.5	94.0	323	19.64	28.5	45.0	20.0	25.0
16	20	85.6	19.2	60.4	6.12	25.0	100.0	5.0	0.0
16	69	955.0	206.5	505	10.8	40.0	75.7	13.5	10.8
16	65	324.5	153.3	204	2.6	35.0	89.0	6.8	3.4
18	39	390.8	27.7	700.7	7.1	15.0	65.0	16.0	11.0
18	75	515.8	198.6	239.8	8.7	46.0	50.0	22.0	20.0

注:林下植被调查于 1992—08;样地 3 大类微生物数量 14、18 地位指数级于 1992—04, 16 地位指数级于 1992—05。

实验结果(表 3)表明:林下植被盖度大小与 3 大类微生物数量分布存在着相关性。在 14

地位指数级杉木林下,植被盖度 65.8%样地比盖度 20%样地,细菌数量增长 8.0%、放线菌增长 331.2%、真菌增长 18.75%;在 16 地位指数级林下植被盖度 69%的样地比盖度 20%样地,细菌增长 1 015.6%、放线菌增长 981.1%、真菌增长 741.6%,林下植被盖度 65%样地比盖度 20%样地,细菌增长 278.9%、真菌增长 240%、放线菌增长 702.6%;在 18 地位指数杉木林下,植被盖度 75%样地比盖度 39%样地,细菌数量增长 31.9%、放线菌增长 616.9%,真菌数量不仅没有增长,反而降低。

林下植被盖度大小还与土壤微生物类群分布有关:

(1)芽孢杆菌在 18 和 14 地位指数林下植被盖度大的样地分布较多。芽孢杆菌是土壤中重要氨化菌,积极参与有机质分解,较多的芽孢杆菌出现,说明了土壤中含 N 有机养分含量较高<sup>[6]</sup>。在 16 地位指数样地里,这种规律不明显,很可能与该地位指数样地本底差异有关,至少也说明林下植被盖度对 5~15 cm 深度土壤性质影响明显减弱。

(2)放线菌在林下植被盖度不同样地里分布,绝大多数属于链霉菌属,主要类群有白色菌丝群和灰色菌丝群,在 14、16 和 18 地位指数样地里,植被盖度大的分布着高比例的灰色菌丝群,说明土壤中有有机养分含量较高。

(3)真菌在 14、16 以及 18 地位指数样地里,植被盖度大的与小的相比,青霉占比例较低,曲霉和木霉出现的比例较高。曲霉和木霉较多的出现,指示了土壤中有有机养分含量较高。

### 3.3 林下植被盖度与土壤酶活性及腐殖质各组分含 C 量的关系(见表 4)

表 4 林下植被盖度与土壤酶活性、腐殖质含 C 量

地位指数	林下植被盖度(%)	多酚氧化酶 (红紫精精 mg/g 土)	转化酶 (葡萄糖 mg/g 土)	过氧化氢酶 (KMnO <sub>4</sub> mL/g 土)	腐殖质 C 含量(%)			
					总量	胡敏酸	富里酸	胡敏素
14	19.5	0.084	16.29	4.37	1.633	0.205	0.444	0.985
14	62	0.021	15.56	3.41	1.501	0.187	0.387	0.946
16	12.5	0.137	27.34	2.45	1.628	0.194	0.652	0.780
16	69	0.411	36.36	3.91	1.951	0.234	0.623	1.094
16	53.5	0.168	33.74	4.69	2.023	0.246	0.398	1.379
18	64	0.17	14.11	2.41	1.697	0.226	0.603	0.868
18	85	0.34	17.16	3.05	1.922	0.233	0.707	0.982

在 14 地位指数级,林下植被盖度大的样地里,无论是多酚氧化酶活性,还是转化酶活性、过氧化氢酶活性,都明显地低于林下植被盖度小的样地,很可能与这两块样地本底差异有关。在 16 地位指数样地,多酚氧化酶活性,林下植被盖度大的比植被盖度小的增加 22.6%~200%;转化酶活性增加 22.81%~23.40%;过氧化氢酶活性增加 59.59%~91.42%。在 18 地位指数级样地,以上 3 种酶活性,均是盖度大的高于盖度小的,其中多酚氧化酶活性增加 100%、转化酶活性增加 21.6%、过氧化氢酶活性增加 26.55%。

关于土壤腐殖质各组分含 C 量,在 14 地位指数样地,林下植被盖度大的低于盖度小的样地原因,很可能是这两块样地本底就存在差异,至少可以说明林下植被对 5~15 cm 深度腐殖质各组分含 C 量的影响明显减弱,这与这两块样地土壤有机质含量的测定结果也是一致的<sup>[7,8]</sup>。

在 16 地位指数级样地里,林下植被盖度大的与盖度小的相比,腐殖质全 C 量提高 19.84%~24.26%,其中胡敏酸含 C 量提高 20.94%~26.78%;胡敏素含 C 量提高 39.89%~76.34%,唯有富里酸含 C 量,林下植被盖度大的反而低于林下植被盖度小的样地。

在 18 地位指数样地,林下植被盖度大的腐殖质各组分含 C 量,明显地高于盖度小的样地,腐殖质全 C 量提高 13%,其中胡敏酸含 C 量提高 0.26%、富里酸含 C 量提高 17.2%、胡敏素含 C 量提高 13.1%。

### 3.4 林下植被盖度与土壤的主要化学性质(见表 5)

表 5 林下植被盖度与土壤化学性质

地位指数	林下植被盖度(%)	有机质(%)	全 N(%)	水解 N(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 P(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 K(mg·kg <sup>-1</sup> )	pH(H <sub>2</sub> O)	交换性盐基总量(mmol·kg <sup>-1</sup> )	Ca <sup>++</sup> (mmol $\frac{1}{2}$ Ca <sup>++</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	Mg <sup>++</sup> (mmol $\frac{1}{2}$ Mg <sup>++</sup> ·kg <sup>-1</sup> )
14	19.5	3.33	0.074	60.32	0.769	55.40	4.5	40.11	1.96	0.99
14	62	2.97	0.064	54.03	0.868	61.26	4.4	76.88	3.16	1.16
16	12.5	2.84	0.073	60.13	1.023	65.45	4.4	66.37	1.97	0.92
16	69	3.28	0.072	72.24	0.512	71.67	4.4	45.25	4.18	1.45
16	53.5	3.59	0.064	69.73	0.663	69.33	4.4	50.47	8.35	1.36
18	64	2.94	0.060	60.98	0.92	57.26	4.5	55.83	3.16	1.08
18	85	3.40	0.081	75.17	2.034	89.49	4.5	45.51	4.12	1.42

在 14 地位指数杉木林下土壤中,除有机质和全 N 外,植被盖度大的比植被盖度小的样地,速效 P 提高 12.8%、速效 K 105.7%、交换性盐基总量 92.2%、Ca<sup>++</sup> 61.22%、Mg<sup>++</sup> 17.17%。在 16 地位指数杉木林下土壤中,除全 N、速效 P 以及交换性盐基总量外,其它养分含量,植被盖度大的样地明显地高于盖度小的样地,土壤有机质提高为 15.53%~26.45%、水解 N 15.36%~20.13%、速效 K 5.9%~9.5%、Ca<sup>++</sup> 112.18%~323.85%、Mg<sup>++</sup> 47.82%~57.60%。在 18 地位指数样地,林下植被盖度大的样地土壤养分含量大多数提高,有机质提高 15.38%、全 N 35%、水解 N 23.26%、速效 P 121.08%、速效 K 56.28%、Ca<sup>++</sup> 116.89%、Mg 31.48%,但交换性盐基总量相反,植被盖度大的反而低于盖度小的样地。

## 4 结 语

(1)间伐后,林下植被的生长明显地影响到 5~15 cm 土层中 3 大类微生物数量增长、微生物区系组成、细菌中蜡状芽孢杆菌、放线菌链霉菌属中灰色菌丝群、真菌中曲霉和木霉数量增长,均与林下植被盖度增大在数量上呈密切正相关。

(2)林下植被发育,对 16 和 18 地位指数样地,5~15 cm 土层水解酶类和氧化还原酶类活性,随着林下植被盖度增大而提高。

(3)林下植被的发育,在 16 地位指数 5~15 cm 土层中,仅使有机质、水解 N、速效 K、Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup> 含量有较明显增加,在 18 地位指数 5~15 cm 土层中,可使土壤有机养分、速效 N、速效 P、速效 K 以及 Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup> 含量,均有较明显增加。

## 参 考 文 献

- 1 杨承栋,焦如珍,屠星南.发育林下植被是恢复杉木人工林地力的重要途径.林业科学,1995,31(3):276~283.
- 2 中国科学院南京土壤研究所微生物室.土壤微生物研究法.北京:科学出版社,1985.
- 3 中国科学院微生物所细菌分类组.一般细菌常用鉴定方法.北京:科学出版社,1978.
- 4 邵力平.真菌分类.北京:中国林业出版社,1984,297~322.
- 5 关克俭,陆定安.英拉汉植物名称.北京:科学出版社,1979.
- 6 Рукосуева Н П. биологическая Активность поув горных лесов Сибири. Новосибирск, Издательство Наука. 1985. 8~10. 30~40, 54~62.
- 7 杨承栋,张万儒.卧龙自然保护区森林土壤有机质的研究.土壤学报,1986,23(1):30~39.
- 8 Смолянинов П П. Биологический Круговорот Веществ И продуктивности лесов. Москва; Издательство Лесная промышленность, 1969, 59~62.

## Effect of Undergrowth in Chinese Fir Plantation on Soil Properties in the 5~15 cm Layer

Yang Chengdong Jiao Ruzhen Tu Xingnan  
Xiong Youqiang Chen Zhonglu

**Abstract** Research on effect of undergrowth in Chinese fir plantation on the soil properties in the 5~15 cm layer was conducted in the Dagang Mountain, Shan Xia Forest Farm, Jiangxi Province. The results show that the amount of bacteria, actinomycetes, fungi, bacillus spp in bacteria, grey hyphae in actinomycetes and trichoderma pers, ex Fr, Aspergillus in fungi increase with the increase of the undergrowth coverage. Soil enzyme activity, and carbon content of various composition of humus in the 16 and 18 site index plots also increase in positive proportion with the increase of the undergrowth, however, in the 14 site index plot, the results turn out contrary to the former. Amount of soil organic matter, available N and total exchangeable base in the 16 site index plot increase with the increase of the undergrowth coverage. Amount of soil organic matter, total N, available N, P, K and  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  content in the 18 site index plot also increase with the increase of the undergrowth coverage.

**Key words** Chinese fir plantation, undergrowth, soil property, soil degradation

---

Yang Chengdong, Associate Professor, Jiao Ruzhen, Tu Xingnan (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091), Xiong Youqiang, Chen Zhonglu (Experimental Center of Subtropical Forestry, CAF).