

江西省大岗山湿地松林土壤性质的变化*

杨承栋¹⁾ 焦如珍¹⁾ 盛炜彤¹⁾ 夏良放²⁾ 熊有强²⁾ 曾满生²⁾

(1) 中国林业科学研究院林业研究所, 100091, 北京; 2) 中国林业科学研究院亚热带实验中心, 336600, 江西分宜;
第一作者 58 岁, 男, 研究员)

摘要 重点论述在江西省大岗山山下林场清除灌丛和其它次生植被的迹地上栽植湿地松, 发育至中龄林、近熟林时土壤性质的变化规律。研究结果表明: 次生植被的土壤容重明显比湿地松中龄林和近熟林的高, 次生植被土壤的最大持水量则明显地低于中龄林和近熟林, 非毛管孔隙度和总孔隙度也明显比中龄林和近熟林土壤的低; 在中龄林土壤中细菌和放线菌的数量最少, 真菌数量则随着树龄不断增大呈增加的趋势; 湿地松中龄林的土壤氧化还原酶活性明显比次生植被和近熟林的低, 土壤有机养分含量随着树龄增大有提高趋势, 但速效 P 含量在中龄林土壤中最少。

关键词 地力衰退; 湿地松林; 不同发育阶段; 土壤性质
分类号 S714

湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.) 是从国外引进的树种, 适应性很强, 为了搞清楚湿地松人工林在不同发育阶段土壤性质及肥力变化, 防止地力衰退, 提高林木产量, 本文对山下林场不同发育阶段湿地松人工林土壤性质变化与林分生长关系进行了研究, 并对相似立地条件的灌丛、次生植被土壤开展了相应的研究。

1 研究地区的自然概况

江西省分宜县大岗山山下林场位于大岗山的东北侧, 地处我国中亚热带, 试验地位于 27° 30' N, 114° 30' E。年平均气温 17.5℃, 年均降水量 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。湿地松林下的主要植被有: 狗脊蕨(*Woodwardia japonica* (L. F.) Sm.)、铁芒萁(*Dicranopteris linearis* (Burm.) Underw.)、土茯苓(*Smilax glabra* Roxb.)、黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)、毛药红淡(*A dinandra milletii* (Hook. et Arn.) Benth.)、木(*Loropetalum chinense* (R. Br.) Oliv.)、木荷(*Schima confertiflora* Merr.)、鳞毛蕨属(*Dryopteris* Adanson)、地慈(*Melastoma dodecandrum* Lour.)、五节芒(*Miscanthus floridulus* Labill.)、耳草(*Hedyotis auricularia* L.)、杜鹃花(*Rhododendron simsii* Planch.)、菜蕨(*Callipteris esculenta* (Retz.) J. Sm)、白檀(*Chamaecereus sylvestri* (Speg.) Britt)、白栎(*Quercus albus* L.)、乌饭树(*Vaccinium bracteatum* Thunb.) 及菝葜(*Smilax china* L.)。

* 该研究是 1994~1997 年国家自然科学基金课题“人工杉木林、湿地松林下土壤演化规律及维护恢复地力途径”部分研究内容。

2 试验设计及分析方法

2.1 试验设计

在山下林场相似立地条件下选择了3种不同林分类型样地,其中近熟林样地2块,中龄林样地2块,次生植被样地2块,母岩为砂页岩。林下植被调查:每块样地内设5块小样方(1 m × 1 m),调查林下植被种类、株数、盖度、高度及频度。每块样地测50株树的胸径和树高。土壤样品采集运用多点混合采样法,在每块样地内,用土钻采集8个点混合样品,土壤水分物理性质测定采用环刀法,样品采于土壤剖面20~30 cm处。

2.2 分析方法

土壤有机质:重铬酸钾法;水解N:碱解扩散法;速效P:双酸法;代换性Ca²⁺和Mg²⁺:原子吸收分光光度法;速效K:原子吸收分光光度法;多酚氧化酶活性:A. Ш. Га льян 法;转化酶活性:Г. А. Ш. ерба кова 法;过氧化氢酶活性:J. L. Johnson 与 K. L. Temple 法^[1]。土壤微生物区系测定的土壤样品采集于0~40 cm。

3 结果与分析

3.1 湿地松不同发育阶段林分发育状况

随着湿地松的生长,林分间伐强度增大,湿地松近熟林林分的郁闭度比中龄林的小,引起林分透光度发生相应的变化,从而导致近熟林的林下植被盖度大于中龄林^[2,3]。不同发育阶段林分生长发育状况见表1。

表1 湿地松不同发育阶段林分的生长状况

林分类型	样地号	造林年份	平均胸径/	平均树高/	郁闭度/	林下植被盖度/	林下植被主要种类
			cm	m	%	%	
近熟林	16	1974	20.4	15.1	0.5	73.0	狗脊蕨、铁芒萁
近熟林	17	1974	20.8	14.6	0.6	52.0	狗脊蕨、铁芒萁
中龄林	19	1981	15.2	9.8	0.7	40.0	铁芒萁、土茯苓、杜鹃花
中龄林	20	1981	15.8	9.8	0.7	45.0	铁芒萁、耳草、菝葜、菜蕨
次生植被	18					100.0	铁芒萁、乌饭树、樟树、菝葜、英迷等15种
次生植被	21					100.0	锥栗、乌饭树、铁芒萁、狗脊蕨、杜鹃花、土茯苓等22种

3.2 湿地松林不同发育阶段林下植被的生长发育状况

随着湿地松林生长,林下植被的优势种也发生了相应的变化,湿地松发育至中龄林,林下植被以铁芒萁为优势种,指示土壤处于较贫瘠阶段。当湿地松发育至近熟林,林下植被以狗脊蕨为优势种,指示土壤较肥沃^[2,3]。湿地松不同发育阶段林下植被发育状况见表2。

3.3 湿地松林不同发育阶段土壤发育状况

3.3.1 次生植被土壤剖面发育状况 发生层次不明显,壤土、以粒状为主,伴有核状和块状,40 cm 以上很少分布石砾,40~80 cm 混有直径不等的石块,80 cm 以下过渡到母岩,草本、灌木和杂木根系主要分布在40 cm 以上的土层内。

3.3.2 湿地松中龄林土壤剖面的发育状况 枯枝落叶层厚度为5~7 cm,腐殖质层厚度为

表2 湿地松不同发育阶段林下植被生长状况

样地号	林分	林下植被	株数	盖度/ %	高度/ cm	频度/ %	样地号	林分	林下植被	株数	盖度/ %	高度/ /cm	频度/ %
16	近熟林	狗脊蕨	4.0	35.0	47.0	100.0	19	中龄林	土茯苓	2.0	1.5	20.0	40.0
		铁芒萁	较多	35.0	28.8	40.0			木	1.0	4.3	166.6	60.0
		土茯苓	2.0	4.7	45.0	60.0			五节芒	1.0	1.0	30.0	40.0
		黄檀	1.0	6.5	135.0	40.0			耳草	2.0	1.5	10.0	40.0
		毛药红淡	2.0	10.0	112.5	40.0			杜鹃花	较多	7.0	108.3	60.0
		木	1.0	7.5	35.0	40.0			菜蕨	1.0	1.0	55.0	60.0
		阔叶鳞毛蕨	1.0	1.5	20.0	40.0			乌饭树	2.0	7.3	85.0	80.0
		木荷	1.0	1.5	32.5	40.0			20	中龄林	铁芒萁	较多	25.0
17	近熟林	狗脊蕨	8.0	32.0	93.0	100.0	耳草	2.0			1.3	17.5	80.0
		毛药红淡	1.0	6.5	130.0	40.0	菜蕨	3.0			8.5	70.0	40.0
		木	2.0	7.5	115.0	10.0	白檀	2.0			2.0	41.7	60.0
		木荷	1.0	4.5	45.0	40.0	白栎	2.0			1.3	22.5	40.0
		五节芒	1.0	1.0	45.0	40.0	乌饭树	2.0			14.2	61.3	80.0
19	中龄林	铁芒萁	较多	27.4	33.8	100.0	菝葜	2.0	3.0	5.0	40.0		

0~20 cm, 土壤颜色为暗棕褐色, 壤土, 粒状结构, 石砾含量 5% 左右, B 层为 20~70 cm, 土壤颜色为暗棕色, 疏松, 粒状、核状结构, 石砾含量为 10% 左右, 根系主要集中分布在 50 cm 以上土壤层。地被物优势种为铁芒萁, 指示此时林分土壤处于贫瘠状况。

3.3.3 湿地松近熟林土壤剖面的发育状况 枯枝落叶层厚度为 10~12 cm。腐殖质层厚度为 0~15 cm, 暗褐色, 壤土, 粒状结构、疏松; B 层为 15~75 cm, 暗棕黄色, 较疏松, 为粒状、核状结构, 壤土, 根系集中分布在 40 cm 以上的土层内, 50 cm 以上土层石块较少, 50 cm 以下分布着直径 10~15 cm 的大小石块并和土壤混杂在一起。地被物优势种以狗脊蕨为主, 指示此时该林分土壤性质已得到较好的改良。

3.4 湿地松林不同发育阶段土壤微生物的发育状况

研究结果表明: 湿地松中龄林土壤的细菌和放线菌数量最少(表 3), 和相似立地条件的次生植被土壤相比, 细菌数量下降 35.80%, 放线菌数量下降 39.30%, 但真菌数量提高了 162.11%。随着林分的发育, 由中龄林发育至近熟林, 三大类微生物数量均不断增多, 和中龄林土壤相比较, 细菌数量增长 222.62%, 真菌数量增长 309.24%, 放线菌数量增长 108.95%, 这说明随着湿地松的生长发育, 土壤微生物活性在逐渐增强, 而生物活性的高低通常是土壤肥力高低的重要标志, 并对土壤养分转化产生相应的影响^[4,5]。

表3 湿地松林不同发育阶段土壤三大类微生物数量分布

林分类型	造林年份	土壤深度/ cm	细菌/ ($\times 10^4$ 个 \cdot g ⁻¹)	真菌/ ($\times 10^3$ 个 \cdot g ⁻¹)	放线菌/ ($\times 10^3$ 个 \cdot g ⁻¹)
近熟林	1974	0~40	162.6	101.9	39.7
中龄林	1981	0~40	50.4	24.9	19.0
次生植被		0~40	78.5	9.5	31.3

注: 微生物数量以干土计, 表中数据是两块样地测定结果的平均值。

3.5 不同发育阶段湿地松土壤的生物化学活性的变化

从表 4 可以看出, 在清除次生植被的迹地上栽植湿地松之后, 随着林木的生长, 中龄林

0~20 cm 土层内的多酚氧化酶和过氧化氢酶的活性均最低, 由中龄林至近熟林这两种酶的活性逐渐升高, 这样势必影响到土壤中过氧化氢和多酚类物质的积累, 但是随着对湿地松中龄林的间伐, 林内透光度逐渐增大, 伴随着林下植被的生长发育, 枯落物的分解等生物代谢活动和土壤的化学性质及生物化学活性发生相应的变化。脲酶的活性随着树木的生长而降低, 中龄林 0~20 cm 时活性就难以检测, 直至近熟林, 土壤的脲酶活性仍低到测不出, 不仅如此, 还出现有别于大多数酶活性在土壤剖面的变化规律^[2,3], 如在湿地松林土壤中, 随着土层厚度的加深, 脲酶活性不仅没有随着有机养分含量的下降而降低, 反而出现升高现象; 蛋白酶活性和蔗糖酶活性则在中龄林 0~20 cm 土壤中最高, 这些很可能与该树种的生物学特性有关。在 21~40 cm 土层中, 林木生长对土壤生物化学活性的影响尚不明显。

表 4 不同发育阶段土壤的生物化学活性的变化

林分类型	造林年份	土层/ cm	H ₂ O ₂ 酶 (0.1mol·L ⁻¹ KMnO ₄)/ (×10 ⁻² mL·g ⁻¹)	蛋白酶 (NH ₂ -N)/ (×10 ⁻² mg·g ⁻¹)	蔗糖酶 (葡萄糖)/ (mg·g ⁻¹)	脲 酶 (NH ₃ -N)/ (×10 ⁻³ mg·g ⁻¹)	多酚氧化酶 (红紫 精)/ (mg·g ⁻¹)
近熟林	1974	0~20	4.06	5.25	1.23	0	0.16
		21~40	3.22	14.00	0.95	1.70	0.07
中龄林	1981	0~20	2.90	26.80	1.50	0	0.05
		21~40	2.55	12.50	1.15	1.70	0.07
次生植被		0~20	3.34	6.25	1.20	1.10	0.13
		21~40	2.39	5.75	1.35	2.80	0.02

注: 酶活性以干土计, 表中数据是两块样地测定结果的平均值。

3.6 不同发育阶段湿地松林土壤养分含量的变化

表 5 表明: 在清除次生植被的迹地上栽植湿地松人工林后, 0~20 cm 土层内的有机质含量随着树龄的增大而逐渐增加, 土壤速效 N 的含量也随着树龄的增大而增高, 中龄林 0~20 cm 土壤的有机质含量比次生林土壤提高 44.90%、速效 N 含量提高 34.11%, 近熟林和次生植被相比, 土壤有机质含量提高 94.75%, 速效 N 含量提高 84.52%, 但土壤中有效 P 含量在生长发育的初期则随着树木的生长逐渐大幅度下降, 中龄林含量最低, 到近熟林时略有提高; 中龄林土壤有效 P 含量比次生林低 66.00%, 可见若能在湿地松的经营中增施 P 肥, 特别是当林分发育至中龄林时, 施用 P 肥, 对促进林木生长将是很有价值的。0~20 cm 土壤中速效 K 的含量随着林龄的增长呈缓慢上升的趋势。在 21~40 cm 土层中, 林木生长对土壤化学性质影响尚不明显。

表 5 不同发育阶段湿地松林的土壤化学性质

林分类型	造林年份	土壤层次/ cm	有机质/ (g·kg ⁻¹)	有效 P/ (mg·kg ⁻¹)	速效 K/ (mg·kg ⁻¹)	速效 N/ (mg·kg ⁻¹)
近熟林	1974	0~20	26.72	0.55	61.47	78.92
		21~40	15.82	0.70	40.83	64.27
中龄林	1981	0~20	19.88	0.48	52.45	57.36
		21~40	16.79	0.56	99.76	48.40
次生植被		0~20	13.72	1.41	46.05	42.77
		21~40	9.58	0.51	97.16	29.62

3.7 湿地松林不同发育阶段土壤水分物理性质的变化

表6表明:改造次生植被,栽植湿地松纯林,随着林木生长,土壤根系代谢活动、土壤动物和微生物的代谢活动、枯落物的分解,使土壤物理性质得到了相应的改良,土壤容重明显下降,中龄林和相似立地条件次生植被土壤相比较,土壤容重下降了19.05%,最大持水量、毛管持水量和总孔隙度分别增加29%、25.03%和9.15%。近熟林土壤某些水分物理性质略好于中龄林土壤,这很可能与原样地土壤性质本底差异有关。

表6 不同发育阶段湿地松林土壤物理性质

林分类型	造林年份	土层深度/ cm	容重/ ($g \cdot cm^{-3}$)	最大 持水量/ ($g \cdot kg^{-1}$)	毛管持 水量/ ($g \cdot kg^{-1}$)	最小持 水量/ ($g \cdot kg^{-1}$)	非毛管 孔隙度/%	毛管孔 隙度/%	总孔隙 度/%
近熟林	1974	21~30	1.10	555.8	477.2	395.3	11.99	49.11	61.10
中龄林	1981	21~30	1.05	578.2	486.6	427.4	9.60	50.99	60.59
次生植被		21~30	1.25	448.2	389.2	336.4	7.30	48.25	55.51

注:表中数据为3次测定值的平均值。

4 结论与讨论

(1)在清除次生植被的迹地上整地后,栽植湿地松人工林,能较好地改良土壤的物理性质,降低土壤容重,提高森林土壤的通气透水性。

(2)湿地松人工林发育至中龄林时,土壤微生物数量及其活性较低,主要是细菌和放线菌数量明显减少,但中龄林发育至近熟林时,数量逐渐增多,表明中龄林土壤微生物活性较低。

(3)在湿地松整个生长发育过程中,0~20 cm土层中中龄林土壤的氧化还原酶活性最低,这将导致土壤中多酚类等有毒物质的积累。

(4)脲酶活性在湿地松林发育过程中逐渐降低,特别是0~20 cm土壤层尤为明显,这将影响到土壤中脲素的分解和转化。

(5)湿地松林生长过程中,在0~20 cm土层内土壤有机质和速效N、速效K含量逐渐增多,但有效P含量很低,因此及时增施磷肥,可起到促进湿地松林生长的效用。

参 考 文 献

- 1 Ф Х Хазиев, Метод почвенной физиметрии, Москва: Издательство "Наука", 1990.
- 2 盛炜彤,杨承栋.关于杉木林下植被对改良土壤性质效用的研究.生态学报,1997,17(4):377~385.
- 3 杨承栋,焦如珍,屠星南.杉木林下植被对5~15 cm土壤性质改良.林业科学研究,1995,8(5):514~519.
- 4 姜隆后编.微生物在土壤养分转化中的作用.北京:科学出版社,1962.212~250.
- 5 И П Бабева, Г М Зенцова, Биология Почв, Москва: Издательство Московского Университета, 1989.140~232.
- 6 杨承栋,焦如珍,屠星南,等.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):275~283.

Change of Soil Properties under Slash Pine in Dagangshan, Jiangxi Province

*Yang Chengdong*¹⁾ *Jiao Ruzhen*¹⁾ *Sheng Weitong*¹⁾
*Xia Liangfang*²⁾ *Xiong Youqiang*²⁾ *Zeng Mansheng*²⁾

(1)The Research Institute of Forestry, CAF, 100091, Beijing, China;

2)The Centre of Subtropical Forestry, CAF, 336600, Fenyi, Jiangxi, China)

Abstract This article deals with the varied regulations of soil properties under slash pine plantation in Shanxia Forest Farm, Dagangshan, Jiangxi Province when it comes to the middle-age and near-matured age after planting on the slashing with cleared brush and other second plantation. The result shows that soil volume weight of the second plantation is obviously higher than that of the middle-aged and near-matured slash pine plantation, but maximum water-holding capacity, non-capillary pore and total capillary pore are just contrary. Quantity of bacteria and actinomycetes is the lowest in the middle-aged soil and quantity of fungi rises while time goes by. A activity of oxido-reductase in the middle-aged slash pine plantation is obviously lower than that in the near-matured aged plantation and second plantation. Organic nutrient runs higher when trees come older, but content of available phosphate in reverse.

Key words soil degradation; slash pine plantation; different developmental period; soil properties