

秦岭山区几种典型森林的土壤微生物特征 及其对人为干扰的响应

崔芳芳, 刘增文*, 付刚, 段而军, 高文俊

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要 通过对秦岭山区陕西周至县厚畛子镇安沟流域立地条件基本相同的锐齿栎、楸树、油松和日本落叶松 4 种典型林地土壤微生物数量的定位试验监测, 结果表明, 当地森林的土壤微生物从数量上主要以细菌为主, 约为微生物总量的 87.86% ~ 97.65%, 其次为放线菌, 真菌最少。微生物数量的季节动态明显, 夏季高出冬季 74.43% ~ 354.05%。纯林与混交林土壤微生物数量关系为: 阔叶林纯林 > 针叶林与阔叶林 1: 3 比例混交 > 针叶林与阔叶林 1: 1 比例混交 > 针叶林纯林。外源性 C、N 混合干扰使微生物数量比对照区增加了 35.30% ~ 945.88%。枯落叶客置使针叶林纯林的微生物数量增加了 25.59% ~ 73.87%, 阔叶林减少了 29.95% ~ 68.12%。因此采用外源性 C、N 干扰, 客土混合及枯落叶客置的定位模拟试验, 进一步探讨不同树种的种间关系, 为指导当地人工纯林的管理和更新改造提供理论科学依据和实践指导。

关键词 土壤微生物; 人为干扰; 混交林; 种间关系

中图分类号 S718.8 文献标识码: A 文章编号: 1001-7461(2008)02-0129-06

Characteristics of Several Typical Forest Soil Microorganism and Their Reactions Artificial Disturbance on Qinling Mountains

CUI Fang-fang, LIU Zeng-wen*, FU Gang, DUAN Er-jun, GAO Wen-jun

(College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract Soil microbes quantities of the four typical plantations were examined: *Quercus aliena* var. *acuteserrata*, *Catalpa fargesii*, *Pinus tabulaeformis* and *Larix kaempferi* on the Angou valley Qinling Mountains Shaanxi Province. The results indicated: that the dominant microbe in the soils examined was bacteria ranging from 87.86% to 97.65%, followed by actinomycetes, and fungus. The seasonal dynamics of the number of microbes in soil was significant. In addition, the number of soil microbes in summer was increased from 74.43% to 354.05%, compared to that in winter. Soil microbes quantities in the soil of different forests were in an order of pure broad-leaved forests > mixed needle-leaved with broad forests proportion of 1: 3 > mixed needle-leaved with broad forests proportion of 1: 1 > pure needle-leaved forests. Compared to the control, application of C combined with N increased the number of soil microbes from 35.30% to 945.88%. Laying litter increased the number of soil microbes in pine forests from 25.59% to 73.83%, however, which decreased the number of soil microbes from 29.95% to 68.12% in broad-leaved forest. Therefore, in this article, we used extral C and N, mixed soil, exchanged litter to analyze the interspecies relationship between different species to provide theoretical direction for local pure plantation management and forest renewal.

Key words soil microorganism; anthropogenic disturbance; mixed forest; interspecies relationship

收稿日期 2007-07-18 修回日期 2007-09-30
基金项目: 国家自然科学基金(30471367), 西北农林科技大学青年学术骨干计划项目(2005)。
作者简介: 崔芳芳(1982-), 女, 蒙古族, 内蒙古通辽市人, 在读硕士, 研究方向: 环境科学。E-mail: Cuifangfang2005@163.com。
* 通讯作者: 刘增文, 博士, 副教授, 主要从事水土保持与森林生态的研究。E-mail: Zengwenliu2003@yahoo.com.cn。

土壤微生物不仅是生态系统的重要组成成分之一,而且在森林生态系统物质循环和能量转化中,占有特别的地位^[1]。研究森林土壤微生物区系,将有助于森林生态系统的研究,并对森林的综合开发利用提供依据^[2]。目前关于各种施肥措施对林地土壤微生物的影响^[3-4]及针叶树与阔叶树凋落物混合分解^[5-6]在国内外已有相关的报道,但对于针叶林与阔叶林枯落物混合分解、2种林地混交及以何种比例混交,对林地土壤物理、化学性质以及微生物分布状态等的影响这方面的报道比较缺乏。

增加外源营养物质(如C、N),至少在分解的初始阶段,可以调节C/N,从而强烈影响N矿化速率及硝化速率,加速凋落物的分解^[7]。另外,对土壤中施加外源C、N还可以通过激活土壤酶的活性来影响森林枯落叶的分解^[8]。通过对林地表层的腐殖质土层进行客土混合、模拟混交林试验,来改变土壤的生物化学性质。尽管这是野外试验,不同于纯粹的树种混交,但这种方法能预测出不同树种混交的可行性。另外由于林地施肥成本太高,在生产实践中会受到限制,而枯落物可以就地取材,成本较低,是能应用到实际的生产措施。因此,本文选取4片典型林地,采用外源性C、N干扰、客土混合及枯落叶客置的模拟试验,以探讨针叶林与阔叶林纯林及混交林对林地土壤微生物特征的影响,从而为针阔混交林的合理营造提供理论依据和实践指导。

1 研究区概况

研究地区位于秦岭山区陕西省周至县厚畛子镇,黑河上游的支流安沟流域境内。这里属暖温带气候,因受山体小气候的影响,夏季短而凉爽,冬季长而寒冷,秋季低温多雨,年均降水量900 mm,且集中在7~9月。在植被垂直分布上属于栓皮栎林亚带。本亚带地貌分割破碎,海拔1 524~2 904 m,相对高差200~300 m,多陡坡或极陡坡,河谷时宽时

窄,土壤属山地褐土。天然植被建群树种主要为栎类,以栓皮栎、锐齿栎为主。人工植被主要有日本落叶松(*Larix kaempferi*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、灰楸(*Catalpa fargesii*)等。此外尚有小面积板栗、茅栗、槲栎等树种。板栗、茅栗多分布在溪旁或谷坡。其他乔木树叶尚有川桦、山杨、枹树、枫香、山白树、七叶树、小叶白蜡、短柄枹、白栎、枫杨、杉木、油桐、泡桐、侧柏、黄连木。常绿树种有青冈栎、丝栗、野青冈、蛮青冈、青冈、光叶栎、新津槭、乌刚栎、女贞、玉兰等。

2 研究方法

2.1 试验地的选取和设置

研究区选取锐齿栎、楸树、油松和日本落叶松4种典型林地,每一林地分别设置4块面积为10 m×20 m标准地,4个面积为1.5 m×1.5 m的土壤客置小区和2个面积为2 m×2 m的枯落物客置小区(表1)。

2.2 外源性C、N干扰试验

于2005年7月和2006年7月在标准地做人为施C、N干扰处理(以人为施蔗糖和尿素对林地C、N进行干扰,分别为:施C蔗糖干扰0.15 kg/m²;施N尿素干扰0.054 kg/m²);C、N共同干扰;同时设置对照区(即:不做任何人为干扰的人工林地)。

2.3 客土混合试验

于2005年7月在每一林地对照小区附近选择布设4个1.5 m×1.5 m的小样方,清除其0~10 cm的土壤,将其他林地(客源林地)的表层0~10 cm腐殖质土壤收集后与目标林地的同层土壤分别按1:3和1:1的比例充分混合(如:日本落叶松林地的表层土壤与楸树林地表层土壤按1:3比例混合,用“lq0.25”表示,余者类推),然后将枯落物按照相同比例混合后撒到小样方的表层,厚度为主客林地的平均值(表2)。

表1 秦岭厚畛子林区试验林地基本状况

Table 1 Basic properties of forest soi on Houzhenzi of Qinling Mountains

森林类型	海拔 /m	坡向 (°)	坡度 (°)	树龄 /a	密度 (株·hm ⁻²)	枯落物积累量 干重/(kg·m ⁻²)	土壤容重 (g·cm ⁻²)	平均胸径 /cm	树高 /m
日本落叶松	1 270	NE45 阴坡	45	25	1 750	1.74	1.202 3	13.16	13.40
油松	1 300	NE60 半阴坡	10	22	3 056	1.04	1.282 0	10.90	11.00
楸树	1 370	SW50 半阳坡	12	18	1 867	0.25	1.099 9	11.40	13.50
锐齿栎	1 440	SW70 半阳坡	27	16	150 0	0.38	1.072 8	6.63	7.70

表 2 森林土壤客土改造和枯落物客置试验小区布设方案
Table 2 Install programmes of soil rebuild and litter lay in experiment areas

目标林地	客土混合比例 1: 3	客土混合比例 1: 1	枯落物客 置试验区
日本落叶松	lq0. 25	lq0. 5	lq
	lr0. 25	lr0. 5	lr
油松	yq0. 25	yq0. 5	lr
	yr0. 25	yr0. 5	yr
楸树	ql0. 25	ql0. 5	ql
	qy0. 25	qy0. 5	qy
锐齿栎	rl0. 25	rl0. 5	rl
	ry0. 25	ry0. 5	ry

注 1. 日本落叶松林地土壤；y. 油松林地土壤；q. 楸树林地土壤；r. 锐齿栎林地土壤；0. 25 , 0. 5. 客土比例。

2.4 枯落物客置试验

于 2005 年 7 月 ,按照针阔结合的原则 ,将其他林地(客源林地)的枯落物收集并均匀撒到目标林地 ,厚度保持与客源林地相同(如 :日本落叶松林地的枯落物撒到楸树林地里 ,即为以楸树林地为目标林地 ,日本落叶松林地为客户源林地 ,称日本落叶松的枯落物客置 ,文中用“ ql ”表示 ,余者类推 (表 2)。

2.5 土样采集和测定

分别于 2006 年 7 月和 11 月采用 3 点取样法 ,进行土样采集。在对照小区、干扰小区和客置小区

分别取 0 ~ 10 cm 土。采回来的原状土壤马上放 4℃ 下保存 ,做土壤微生物的分离与记数用。具体测定 :土壤微生物的分离与测数采用平板稀释法^[9-10] ,分别用牛肉膏蛋白胨、高氏一号和马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)做培养基培养细菌、放线菌和真菌 ,分别在 1 ~ 2、2 ~ 3、5 ~ 7 d 肉眼观察、记数的测定法。

3 结果与分析

3.1 森林土壤微生物数量的动态分布特征

林地土壤微生物数量具有明显的季节变化^[11]。表 3 为 4 种典型人工林地对照区土壤微生物数量及各微生物占微生物总量的百分比 ,由表 3 可见 ,土壤微生物总量(细菌 + 真菌 + 放线菌)夏季明显多于冬季。在土壤微生物 3 大区系组成中 ,细菌数量占绝对优势(87. 86% 以上) ,放线菌数量次之 ,真菌数量最少。细菌、真菌、放线菌的数量与微生物总量的变化规律一致 ,主要表现在夏季明显高于冬季 ,这可能是由于细菌、真菌、放线菌对土壤的水热条件和土壤的肥力状况适应性不同造成的 ,细菌和放线菌对水热和地力的要求较高 ,而真菌对干旱、贫瘠的土壤具有较强的适应性^[12]。

表 3 不同林地对照区的土壤微生物数量及季节动态

Table 3 Soil microbes quantity and seasonal dynamic state under different types of forest								个 · g ⁻¹	
取样测定时间	林地类型	细菌		真菌		放线菌		× 10 ⁶	%
		× 10 ⁷	%	× 10 ⁴	%	× 10 ⁶	%		
夏季 (7 月中旬)	日本落叶松	1. 65	89. 82	4. 08	0. 22	1. 83	9. 96		
	油松	1. 86	96. 06	3. 26	0. 17	0. 73	3. 77		
	锐齿栎	8. 83	97. 44	2. 62	0. 03	2. 29	2. 53		
	楸树	7. 91	93. 77	4. 34	0. 05	5. 21	6. 18		
冬季 (11 月中旬)	日本落叶松	1. 02	97. 65	0. 54	0. 05	0. 24	2. 30		
	油松	1. 57	97. 15	2. 12	0. 13	0. 44	2. 72		
	锐齿栎	1. 72	87. 86	1. 64	0. 08	2. 16	12. 06		
	楸树	3. 26	88. 30	0. 97	0. 03	4. 31	11. 67		

另外 ,土壤微生物的数量在不同的林地间差别较大 ,数量总和以阔叶林地最多 ,针叶林地微生物总数相对较少 ,说明土壤微生物活性在针叶林地土壤环境条件下相对于阔叶林地要弱一些。综上 :4 种典型人工林土壤微生物的数量关系为 :楸树 > 锐齿栎 > 油松 > 日本落叶松。

由于夏季高温多雨 ,微生物的活性比较旺盛 ,在多样地中表现较冬季均活跃 ,原因可能是其土壤理化性质有利于微生物生长。土壤微生物数量显著的季节变化^[11] ,可能与微生物类群对水、酸碱度、热、气、养分的需求、适应及承受能力有关。季节变化引起水分、热量的变化 ,进一步影响植物及土壤环境的变化 ,如植物有机残体进入土壤、根系分泌物的释

放、土壤有效养分含量的变化、土壤结构的改善、土壤含水量的变化、酸碱度的改变等 ,以上因素都是影响微生物数量出现季节变化的影响因子 ,从而导致夏季微生物的数量均明显高于冬季。

基于此 ,以下只对 7 月份各林地土壤微生物数量进行研究 ,以期得出森林土壤微生物数量的动态分布特征对人为干扰的响应。

3.2 森林土壤微生物的数量特征对外源性 C、N 干扰的响应

不同 C、N 干扰方式对 4 种林地微生物数量有很大的影响 ,微生物数量总体上仍以细菌为主 ,其次是放线菌 ,真菌最少(表 4)。

表 4 各样地外源性 C、N 干扰后微生物数量的比较

Table 4 Comparison of the quantity of soil microbes in different forest soils disturbed by external C or N 个 · g ⁻¹				
林地类型	干扰小区名称	细菌 × 10 ⁷	真菌 × 10 ⁴	放线菌 × 10 ⁶
日本落叶松	lC	3.40	4.58	2.92
	lN	2.28	7.49	1.98
	lCN	5.45	8.80	3.40
	lck	1.65	4.08	1.83
油松	yC	3.79	4.22	5.10
	yN	2.95	3.93	4.66
	yCN	8.18	5.70	10.1
	yck	1.86	3.26	0.73
楸树	qC	25.8	3.74	2.83
	qN	23.4	2.96	2.55
	qCN	55.1	4.10	3.83
	qck	8.83	2.62	2.29
锐齿栎	rC	38.1	7.57	7.12
	rN	38.0	5.99	6.50
	rCN	87.4	8.45	8.15
	reck	7.91	4.34	5.21

由表 4 3 种 C、N 干扰方式中 ,单独 C 干扰 4 片林地土壤微生物数量较对照区(本文用 ck 表示对照区 ,例如 ,日本落叶松林地对照区用“ lck ”表示 ,余者类推)分别增长了 101.22%、122.29%、187.88%、241.65% ;单独 N 干扰增长了 35.30%、76.63%、161.08%、358.26% ;C、N 同时干扰增长了 215.93%、374.92%、512.33%、945.88%。

由此 3 种 C、N 干扰方式中 C、N 混合干扰微生物总量增加的最多^[13]。单独 N 干扰较单独 C 干扰

微生物总量增加相对少。其中细菌、真菌、放线菌的数量均以 C、N 同时干扰的方式增加最多 ,单独 C 干扰的其次 ,单独 N 干扰相对少。与对照相比 3 种不同的人为干扰方式都不同程度地提高了微生物的数量 ,从而增加了微生物的活性。

3.3 森林土壤微生物数量特征对客土混合干扰的响应

由表 5 可见 ,日本落叶松与楸树以 1: 3 和 1: 1 的主客土比例混合后微生物的总量分别增长了 76.35%、95.68% ,与锐齿栎以 1: 3 和 1: 1 的主客土比例混合后微生物的总量分别增长了 54.72%、56.69%。同样油松也有增长 ,分别增长了 29.42%、72.57%、25.74%、8.58%。经比较 ,针叶林土壤与阔叶林土壤进行一定比例的主客土混合 ,其中针阔 1: 3 的比例混合 > 针阔 1: 1 比例混合 > 针叶林人工纯林。相对于楸树和锐齿栎而言 ,楸树与日本落叶松和油松分别以 1: 3 和 1: 1 的主客土比例混合 ,混合后微生物总量分别比对照减少了 80.35%、69.24%、72.81%、64.57% ;锐齿栎与日本落叶松和油松分别以 1: 3 和 1: 1 的主客土比例混合 ,混合后微生物总量分别比对照减少了 22.15%、54.43%、13.10%、50.61%。经比较 ,阔叶林土壤与针叶林土壤进行一定比例的主客土混合 ,其中阔叶林人工纯林 > 阔叶林与针叶林 1: 1 的比例混合 > 阔与针 1: 3 比例混合。

表 5 各样地客土混合干扰后微生物数量的比较

Table 5 Comparison the quantity of soil microbes in different forest soils disturbed by mixed soil 个 · g ⁻¹							
林地类型	干扰小区名称	细菌		真菌		放线菌	
		× 10 ⁷	△ %	× 10 ⁴	△ %	× 10 ⁶	△ %
日本落叶松	lq0.25	3.00	81.82	2.60	-36.27	1.36	25.68
	lq0.50	2.64	60.00	2.27	-44.36	1.99	8.74
	lr0.25	3.29	99.39	3.76	-7.84	3.01	64.48
	lr0.50	2.65	60.61	2.61	-36.03	2.26	23.50
	lck	1.65		4.08		1.83	
油松	yq0.25	2.17	16.67	0.89	-72.70	3.35	358.90
	yq0.50	2.33	25.27	0.69	-78.83	1.04	42.47
	yr0.25	3.06	64.52	0.96	-70.55	2.61	257.53
	yr0.50	1.91	2.69	1.35	-58.59	1.91	161.64
	yck	1.86		3.26		0.73	
楸树	ql0.25	1.74	-80.29	0.54	-35.11	0.37	-83.84
	ql0.50	2.42	-72.59	0.68	-40.46	0.40	-82.53
	qy0.25	2.76	-68.74	0.21	-22.52	0.24	-89.52
	qy0.50	3.17	-64.10	0.34	-27.48	0.37	-83.84
	qck	8.83		2.62		2.29	
锐齿栎	rl0.25	6.44	-18.58	1.70	8.29	1.22	-76.58
	rl0.50	7.19	-9.10	3.14	41.47	1.34	-74.28
	ry0.25	3.72	-52.97	1.95	14.06	1.19	-77.16
	ry0.50	4.03	-49.05	2.10	17.51	1.31	-74.86
	reck	7.91		4.34		5.21	

注 :△ % 表示较对照提高的 %。

由此可见 ,日本落叶松和油松与楸树和锐齿栎分别以 1: 3 的主客土比例混合 ,微生物数量的增长较以 1: 1 的主客土比例混合多 ,而楸树和锐齿栎与日本落叶松和油松分别以 1: 3 的主客土比例混合 ,微生物数量的减少较以 1: 1 的主客土比例混合多 ,针叶林土壤中混入阔叶林土壤 ,混合后其中细菌与放线菌较对照增加的百分比与微生物总量的增加有一定的正相关性 ,而真菌则呈负相关性。相反 ,阔叶林土壤中混入针叶林土壤 ,混合后真菌较对照增加的百分比与微生物总量的增加有一定的正相关性 ,而细菌与放线菌则与其呈负相关性。

经以上分析 ,若建立一个线性方程式 ,就可清晰的看出 ,针阔纯林的最佳混交方案。

$$T = A \times a + B \times b$$

(其中 , T 为理论上混交林的微生物量 , A 、 B 分别为人工纯林的微生物总量 , a 、 b 为混合比例 且 $a + b = 1$)。

下面以日本落叶松与楸树以 1: 3 和 1: 1 比例混合即 $lq0.25$ 、 $lq0.50$ 为例来验证该线性方程成立与否 ,在林地 $lq0.25$ 中 :

$$T_{\text{细菌}} = lck \times 1/4 + qck \times 3/4 = 1.65 \times 1/4 + 8.83 \times 3/4 = 7.03 > lq0.25 = 3.00$$

$$T_{\text{真}} = lck \times 1/4 + qck \times 3/4 = 4.08 \times 1/4 + 2.62 \times 3/4 = 2.99 > lq0.25 = 2.6$$

$$T_{\text{放线菌}} = lck \times 1/4 + qck \times 3/4 = 1.83 \times 1/4 + 2.29 \times 3/4 = 2.18 > lq0.25 = 1.36$$

在林地 $lq0.50$ 中 :

$$T_{\text{细菌}} = lck \times 1/2 + qck \times 1/2 = 1.65 \times 1/2 + 8.83 \times 1/2 = 5.24 > lq0.25 = 2.64$$

$$T_{\text{真}} = lck \times 1/2 + qck \times 1/2 = 4.08 \times 1/2 + 2.62 \times 1/2 = 4.35 > lq0.25 = 2.27$$

$$T_{\text{放线菌}} = lck \times 1/2 + qck \times 1/2 = 1.83 \times 1/2 + 2.29 \times 1/2 = 2.06 > lq0.25 = 1.99$$
 ,余者类推。

经分析比较 ,实际测得的微生物数量与线性方程式中的 T 呈一定的相关性(实际测得的值均比理论预测值小 ,这可能是由于布设小区及采样实验室分析时的误差所至)。所以说以上得出的结论与理论预测结果相吻合 ,在野外人工模拟的混交林有一定的理论依据 ,由此 ,不难获得以下结论 ,土壤微生物的数量为 :阔叶林人工纯林 > 针叶林与阔叶林 1 : 3 的比例混交 > 针阔 1: 1 比例混交 > 针叶林人工纯林。

上述结果说明 ,在森林土壤中 ,土壤类型 ,理化性质 ,因树种不同 ,土壤微生物种群数量差别显著。由此看出 ,混交林能改善土壤微生物的种群数量。这充分说明 ,土壤中有有机物质的含量、种类均与森林类型密切相关 ,决定着土壤微生物的生长。

3.4 森林土壤微生物数量特征对枯落叶客置干扰的响应

阔叶树叶凋落物单独分解时 ,阔叶树林地细菌、放线菌的数量较大 ,而真菌数量相对较少。当针阔叶凋落物混合分解时 ,林内土壤微生物分布有所差别 ,如表 6 :日本落叶松分别与楸树、锐齿栎凋落物混合分解时 ,细菌、放线菌数量和微生物总量较对照区明显增加 ,真菌有一定数量的减少。油松亦同。而楸树、锐齿栎与日本落叶松和油松凋落物混合分解时 ,虽然微生物总量和真菌有增加的趋势 ,但细菌、放线菌数量较对照区都明显减少。对于针叶树林地 ,阔叶林的枯落叶客置的确大大增加了微生物的数量 ,对阔叶树林地而言虽然与客置的针叶林地相比是有所增加的 ,但就其林地本身来说却是减少的。

表 6 各样地枯落叶客置干扰后微生物数量的比较							
Table 6 Comparison of the quantity of soil microbes in different forest soils disturbed by laying litter							
林地类型	干扰小区名称	细菌		真菌		放线菌	
		$\times 10^7$	$\triangle\%$	$\times 10^4$	$\triangle\%$	$\times 10^6$	$\triangle\%$
日本落叶松	lq	2.12	28.48	3.72	-8.82	2.54	38.8
	lr	1.94	17.58	3.22	-21.08	3.64	98.91
	lck	1.65		4.08		1.83	
油 松	yq	3.1	66.67	0.67	-51.16	2.66	265.38
	yr	3.15	69.35	1.1	-20.29	1.31	79.95
	yck	1.86		3.26		0.73	
楸树	ql	2.86	-67.61	3.4	29.77	0.25	-89.08
	qy	6.32	-28.43	3.24	23.66	0.24	-89.51
	qck	8.83		2.62		2.29	
锐齿栎	rl	3.36	-57.52	5.07	16.82	0.82	84.26
	ry	5.65	-28.57	5.17	19.12	0.61	88.29
	reck	7.91		4.34		5.21	

通常说针阔混交林提高了枯落叶的分解速率 , 加快了生态系统的物质循环^[14]。实质是因为一般阔叶的分解速率大于针叶 ,致使两者混合后的分解速率要高于针叶林地 ,但对阔叶林地来讲分解的速率可能是降低了。因此 ,在日本落叶松、油松、楸树和锐齿栎纯林中引入彼此适宜的树种 ,对人工林营造时的树种合理搭配方案的确定以此来改善凋落叶分解状况及土壤肥力、防止纯林造成的土壤极化 ,这对实践营林有重要的理论指导意义^[15]。

4 结论与讨论

4 种典型人工林地中 ,阔叶林地土壤微生物的数量远远高于针叶林地 ,且土壤微生物的数量随季节有明显的变化规律。夏季细菌、真菌、放线菌和微生物总量都明显高于冬季。

3 种人为干扰方式中 ,微生物总量增加为 :C、N 混合干扰 > 单独 C 干扰 > 单独 N 干扰。其中细菌、真菌、放线菌的数量均以 C、N 混合干扰方式最多 ,单独 C 干扰的其次 ,单独 N 干扰相对少。与对照区相比 ,3 种不同的人为干扰方式都不同程度地提高了微生物的数量 ,从而增加了微生物的活性。

针叶林土壤与阔叶林土壤进行一定比例的混合 ,混合后土壤中微生物的总量表现为 :阔叶林纯林 > 针叶林与阔叶林土壤 1: 3 的比例混合 > 针阔土壤 1: 1 比例混合 > 针叶林纯林。这种方法可以为营造人工林时不同树种以不同的比例混交提供理论依据。

对针叶树林地 ,阔叶林的枯落叶客置大大增加了土壤微生物的数量 ,而针叶林的枯落叶客置却使阔叶树林的土壤微生物数量相对减少了。由此可见纯林中引入适宜的树种 ,以此来改善凋落叶分解状况及土壤肥力、防止纯林造成的土壤极化是可行的。

参考文献 :

[1] 许光辉 ,郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京 :农业出版社 ,1986.

[2] 田呈明 ,刘建军. 秦岭火地塘林区森林根际微生物及其土壤生化特性研究[J]. 水土保持通报 ,1999 ,19(2) :19-22.

[3] 徐晶 ,陈婉华 ,孙瑞莲 ,等. 不同施肥处理对湖南红壤中微生物数量及酶活性的影响[J]. 土壤肥料 ,2003(5) :7-12.

[4] 陈立新. 落叶松人工林施肥对土壤酶和微生物的影响[J]. 应用生态学报. 2004 ,15(6) :1 000-1 005.

[5] 林开敏 ,章志琴 ,邹双全 ,等. 杉木与阔叶树叶凋落物混合分解对土壤性质的影响[J]. 土壤通报 ,2006 ,37(2) :258-263.

[6] 廖利平 ,马越强 ,汪思龙. 杉木与主要阔叶造林树种叶凋落物的混合分解[J]. 植物生态学报 ,2000 ,24(1) :27-331.

[7] 刘增文 ,潘开文 ,杜红霞 ,等. 外源性 C、N 干扰对森林凋落叶分解的影响[J]. 水土保持学报 ,2006 ,20(4) :160-162.

[8] 冯健 ,张健. 巨桉人工林地土壤微生物类群的生态分布规律[J]. 应用生态学报 ,2005 ,16(8) :422-1 426.

[9] 程丽娟 ,薛泉宏. 微生物学实验技术[M]. 北京 :世界图书出版公司 ,2000.

[10] 程东升. 森林微生物生态学[M]. 哈尔滨 :东北林业大学出版社 ,1993 651-851.

[11] 肖良贵 ,胡震宇. 不同林型土壤微生物种群数量及养分变化分析[J]. 四川林业科技 ,1997 ,18(4) :32-36.

[12] 刘子雄 ,朱天辉. 在两种不同退耕还林模式下的土壤微生物特性研究[J]. 水土保持学报 ,2006 ,20(3) :132-135.

[13] 张丽萍 ,刘增文. 不同森林凋落叶混合分解试验研究[J]. 西北林学院学报 ,2006 ,21(2) :57-60.

[12] 梁理勇. 雷州林业局桉树人工林地土壤微生物的分布规律[J]. 中南林学院报 ,2004 ,24(4) :59-61.

[13] 陈立新. 施肥对落叶松人工林根际土壤生化活性的影响[J]. 水土保持学报 ,2003 ,17(3) :133-137.

[14] 张彦东 ,王庆成 ,李清林. 水曲柳落叶松纯林与混交林的枯叶分解动态[J]. 东北林业大学学报 ,1999 ,27(4) :5-8.

[15] 陈立新 ,陈祥伟 ,史桂香. 提高落叶松人工林林地质量的研究[J]. 东北林业大学学报 ,1998 ,26(1) :6-11.