

祁连山不同林龄青海云杉对灰褐土理化性质 和水源涵养功能的影响

秦嘉海¹, 王进¹, 刘金荣², 谢晓蓉²

(1 河西学院农业资源与环境系, 甘肃张掖 734000; 2 西部资源环境化学重点实验室, 甘肃张掖 734000)

摘要: 对祁连山不同林龄青海云杉林灰褐土化验分析表明: 土壤孔隙度、团粒结构、物理性黏粒、水分、渗透速度、渗透系数、有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K、CEC 均为成年林 > 幼年林 > 荒坡草灌。土壤体积质量 (容重)、物理性砂粒、pH、CaCO₃、全盐均为荒坡草灌 > 幼年林 > 成年林。随着林龄延长, CaCO₃、可溶性盐都有不同程度的淋溶。不同处理间的差异显著性经 LSR 检验达到显著或极显著水平。

关键词: 青海云杉; 灰褐土; 理化性质; 水源涵养

中图分类号: S714.2; S714.7

祁连山位于青藏、蒙新、黄土 3 大高原交汇地带, 贯穿河西走廊, 东经 93°30' ~ 103°, 北纬 36°30' ~ 39°30', 总面积 265.3 万 hm², 林地面积 47.9 万 hm²[1], 海拔高度 1800 ~ 5808 m, 4500 m 以上发育着现代冰川, 3500 ~ 4500 m 是高山草甸灌丛植被带, 2650 ~ 3500 m 生长着茂密的青海云杉林, 是祁连山重要水土保持树种之一。目前有关祁连山不同林龄青海云杉林对灰褐土理化性质和水源涵养功能方面的系统性研究报道较少, 本文以祁连山不同林龄青海云杉林为研究材料, 采集土样, 室内化验分析, 探讨不同林龄青海云杉林对灰褐土理化性质和水源涵养功能的影响, 从而为祁连山青海云杉林所处土壤水源涵养研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

试验地点位于祁连山正南沟, 东经 100°15', 北纬 38°32', 海拔高度 2950 m, 年均温度 -2.0 ~ 2.70, 年均降水量 450 mm, 90% 集中在 6—9 月, 年均蒸发量 1600 mm, 冰冻期 8 ~ 9 个月, 土壤冻结深度 1.5 ~ 2 m, 积雪厚度 10 ~ 20 cm, 无霜期 50 ~ 60 天, 成土岩石是石灰岩、砂岩、砾岩, 成土母质是残积-坡积物。土壤类型是灰褐土, 土壤表层为枯枝落叶层, 5 ~ 10 cm 为苔藓层, 10 ~ 40 cm 是腐殖质层, 呈黑褐色, 40 cm 以下黏化层, 土色呈灰褐色。上层植被是青海云杉 (*Picea crassifolia*)、侧柏 (*Platycladus*)、山杨 (*Populus*

davidiana), 下层植被是金露梅 (*Dasiphora fruticosa*)、银露梅 (*D. davurica*)、灰栒子 (*Cotoneaster acutifolius*)、蔷薇 (*Rosa multiflora*)、绣线菊 (*Spiraea wilsonii*)、小叶锦鸡儿 (*Caragana microphylla*)、狭叶锦鸡儿 (*C. stenophylla*)、柠条锦鸡儿 (*C. korshinskii*)、鬼箭锦鸡儿 (*C. jubata (pall)poir*)、草本植被是早熟禾 (*Poa annual*)、苔草 (*Carex sp*), 低等植被是苔藓。

1.2 试验方法

选择青海云杉成年林 (林龄 30 年)、幼年林 (林龄 10 年)、荒坡草灌 (对照) 为 3 个标准样品采集区。对青海云杉林标准样品采集区 (15 m × 15 m) 进行每木检尺, 测定林木密度、高度、树径, 对荒坡草灌测定灌木、草层高度 (表 1)。分别在 3 个标准样品采集区挖掘土壤剖面, 每个标准样品采集区挖掘 3 个土壤剖面点, 采集 0 ~ 40 cm 混合土样 1 kg, 带回室内化验分析, 土壤体积质量 (容重)、团粒结构用环刀取原状土测定。土壤体积质量、最大持水量, 环刀法测定; 总孔隙度, 计算法获得; 自然含水量, 烘干法测定; 贮水量, 计算法获得; > 0.25 mm 团粒结构, 约尔得法测定; 物理性砂粒、物理性黏粒, 甲种比重计法测定; 渗透速度、渗透系数, 浸水法和计算法测定; 土壤有机质, K₂Cr₂O₇ 法测定; 全 N, CuSO₄-K₂SO₄-H₂SO₄ 消煮蒸法测定; 碱解 N, 扩散法测定; 速效 P, NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法测定; 速效 K, 火焰光度计法测定; 阳离子交换量 (CEC), NH₄OAc-NH₄Cl 法测定; 全盐, 电导法测定, 水:土 = 5:1; pH, 酸度计法测定, 水提;

基金项目: 河西学院重点科研项目 (02-A2) 资助。

作者简介: 秦嘉海 (1954—), 男, 甘肃甘州人, 副教授, 主要从事水土保持方向研究。E-mail: qinjiahai123@163.com

表 1 样品采集区概况

Table 1 General information of the sampling zone

试验处理	坡度 (°)	海拔 (m)	林 龄 (年)	林木密度 (株/hm ²)	树径 (cm)	林木高度 (m)	灌木高度 (cm)	草层高度 (cm)
成年林	24	2950	30	1800	53.06	11.38	143.26	22.50
幼年林	22	2950	10	2400	17.66	4.79	138.51	21.46
荒坡草灌	22	2950	-	-	-	-	120.49	18.43

CaCO₃, 气量法测定^[2]。数据统计方法:多重比较, LSR 检验。

2 结果与分析

2.1 不同林龄对土壤物理性质的影响

如表 2 所示, 土壤孔隙度、团粒结构、物理性黏粒含量均为成年林 > 幼年林 > 荒坡草灌。其中成年林 0~40 cm 土层土壤总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度、>0.25 mm 团粒结构、物理性黏粒含量分别为 58.49%、18.48%、40.01%、283.2 g/kg、130.4 g/kg, 与幼年林比较分别增加 4.16%、3.21%、0.95%、57.4

g/kg、30.1 g/kg; 与荒坡草灌比较分别增加 7.93%、6.85%、1.08%、120.8 g/kg、52.2 g/kg。而土壤体积质量、物理性砂粒含量均为荒坡草灌>幼年林>成年林, 其中成年林 0~40 cm 土层土壤体积质量、物理性砂粒含量分别为 1.10 g/cm³ 和 325.1 g/kg, 与幼年林比较分别降低 0.11 g/cm³ 和 65.0 g/kg; 与荒坡草灌比较分别降低 0.21 g/cm³ 和 143.3 g/kg。说明青海云杉对土壤物理性质的改善具有重要意义, 随着林龄的延长, 土壤体积质量、物理性砂粒含量降低, 毛管孔隙度和团粒结构、物理性黏粒在逐渐增加^[3]。不同处理间的差异显著性经 LSR 检验达到显著或极显著水平(表 2)。

表 2 不同林龄对土壤物理性质的影响

Table 2 Effects of spruce stands different in age on soil physical properties

试验处理	林龄 (年)	采样深度 (cm)	体积质量 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	非毛管孔隙度 (%)	>0.25 mm 团粒 (g/kg)	物理性砂粒 (g/kg)	物理性黏粒 (g/kg)
成年林	30	0~40	1.10 aA	58.49aA	18.48aA	40.01abA	283.2aA	325.1cC	130.4aA
幼年林	10	0~40	1.21 bB	54.33bB	15.27bB	39.06bcA	225.8bB	390.1bB	100.3bB
荒坡草灌	-	0~40	1.31 cC	50.56cC	11.63cC	38.93cA	162.4cC	468.4aA	78.2cC

注: 大写字母为 LSR_{0.01}, 小写字母为 LSR_{0.05} 显著差异水平, 下同。

2.2 不同林龄对土壤水分、渗透性能的影响

如表 3 所示, 随着林龄的延长, 土壤水源涵养功能发生了明显变化^[4-6], 土壤水分含量、渗透速度、渗透系数均为成年林 > 幼年林 > 荒坡草灌。其中成年林 0~40 cm 土层自然含水量、最大持水量、贮水量、渗透速度、渗透系数分别为 168.27 g/kg、634.50 g/kg、

740.39 m³/hm²、16.29 mm/min、8.06 mm/min, 与幼年林比较分别增加 42.06 g/kg、222.08 g/kg、129.54 m³/hm²、1.63 mm/min、1.58 mm/min; 与荒坡草灌比较分别增加 79.92 g/kg、365.95 g/kg、277.44 m³/hm²、6.14 mm/min、3.36 mm/min。不同处理间的差异显著性经 LSR 检验达到显著或极显著水平(表 3)。

表 3 不同林龄对土壤水分、渗透性能的影响

Table 3 Effects of spruce stands different in age on soil moisture and permeability

试验处理	林龄 (年)	采样深度 (cm)	自然含水量 (g/kg)	最大持水量 (g/kg)	贮水量 (m ³ /hm ²)	渗透速度 (mm/min)	渗透系数 (mm/min)
成年林	30	0~40	168.27aA	634.50 aA	740.39aA	16.29aA	8.06aA
幼年林	10	0~40	126.21bB	412.42 bB	610.85bA	14.66bA	6.48bA
荒坡草灌	-	0~40	88.35cC	268.55 cC	462.95cB	10.15cA	4.70cA

2.3 不同林龄对土壤化学性质的影响

如表4所示,伴随着林龄的延长,土壤养分含量、CEC均为成年林>幼年林>荒坡草灌。其中成年林0~40cm土层有机质、全N、碱解N、速效P、速效K、CEC分别为18.64 g/kg、5.20 g/kg、64.20 mg/kg、7.80 mg/kg、155.23 mg/kg、24.45 cmol/kg,与幼年林比较分别增加2.92 g/kg、1.26 g/kg、10.63 mg/kg、1.17 mg/kg、23.28 mg/kg、3.67 cmol/kg,与荒坡草灌比较分别增加5.18 g/kg、2.27 g/kg、17.82

mg/kg、2.16 mg/kg、43.08 mg/kg、6.79 cmol/kg。而CaCO₃、pH、全盐含量均为成年林<幼年林<荒坡草灌,其中成年林0~40cm土层CaCO₃、pH、全盐含量分别为74.52 g/kg、6.70、2.42 g/kg,与幼年林比较分别降低31.12 g/kg、0.36、0.94 g/kg;与荒坡草灌比较,分别降低5758 g/kg、0.74、1.52 g/kg。说明随着林龄延长,CaCO₃、可溶性盐都有不同程度的淋溶。不同处理间的差异显著性经LSR检验达到显著或极显著水平(表4)。

表4 不同林龄对土壤化学性质的影响

Table 4 Effects of spruce stands different in age on soil chemical properties

试验处理	有机质 (g/kg)	全N (g/kg)	碱解N (mg/kg)	速效P (mg/kg)	速效K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	pH	CaCO ₃ (g/kg)	全盐 (g/kg)
成年林	18.64aA	5.20aA	64.20aA	7.80abA	155.23aA	24.45aA	6.70cA	74.52cC	2.42cB
幼年林	15.72bB	3.94bB	53.57bB	6.63bcA	131.95bB	20.78bB	7.06bcA	105.64bB	3.36bcA
荒坡草灌	13.46cC	2.93cC	46.38cC	5.64cA	112.15cC	17.66cC	7.44abA	132.10aA	3.94abA

2.4 不同林龄对土壤养分增量的影响

将表4资料统计分析,土壤养分年增量规律是幼年林>成年林,幼年林0~40cm土层中有机质、碱解N、速效P、速效K年增量分别为0.22 g/kg、0.72 mg/kg、0.09 mg/kg、1.98 mg/kg;而成年林0~40cm

土层中有机质、碱解N、碱解P、速效K年增量只有0.17 g/kg、0.59 mg/kg、0.07 mg/kg、1.44 mg/kg(表5),说明云杉林培肥森林土壤效益比较明显,但随着时间的延长,培肥的速度愈来愈慢;林龄愈长,土壤养分年增量愈小^[7-8]。

表5 不同林龄对土壤养分增量的影响

Table 5 Effects of spruce stands different in age on soil fertility

试验处理	有机质 (g/kg)		碱解N (mg/kg)		速效P (mg/kg)		速效K (mg/kg)	
	增量	年增量	增量	年增量	增量	年增量	增量	年增量
成年林	5.18	0.17	17.82	0.59	2.16	0.07	43.08	1.44
幼年林	2.26	0.22	7.19	0.72	0.99	0.09	19.80	1.98

3 结论

不同林龄青海云杉林对灰褐土理化性质和水源涵养功能有显著影响。随着林龄的延长,土壤孔隙度、团粒结构、物理性黏粒、水分含量、渗透速度、渗透系数、土壤养分含量、阳离子交换量均为成年林>幼年林>荒坡草灌。而土壤体积质量、物理性砂粒、CaCO₃、pH、全盐含量均为荒坡草灌>幼年林>成年林。

参考文献:

[1] 中国科学院兰州沙漠研究所河西考察队. 甘肃省河西地区水土资源的合理开发利用. 北京: 科学出版社, 1998: 2-8
[2] 张万儒. 森林土壤分析方法. 北京: 中国标准出版社, 1999:

56-68

[3] 安韶山, 常庆瑞, 李壁成. 不同林龄植被培肥改良土壤效益研究. 水土保持通报, 2001 (3): 75-77
[4] 张社奇, 王国栋, 时新玲. 黄土高原油松人工林地土壤水分物理性质研究. 干旱地区农业研究, 2005 (1): 60-63
[5] 林德喜, 樊后保, 苏兵强, 刘春华, 蒋宗培, 沈宝贵. 马尾松林下套种阔叶树土壤理化性质的研究. 土壤学报, 2004, 41 (4): 655-659
[6] 庞学勇, 刘世全, 刘庆. 川西亚高山人工云杉林有机物和养分库的退化与调控. 土壤学报, 2004, 41 (1): 126-132
[7] 郑祥, 鲍毅新, 孔军苗. 金华北山阔叶林大型土壤动物群落的初步研究. 土壤, 2005, 37 (5): 551-554
[8] 于东升, 史学正, 王洪杰. 发生分类高山土与系统分类参比研究. 土壤, 2005, 37 (6): 613-619

Effects of Qinghai Spruce Forest Different in Age on Soil Physico-Chemical Properties and Water Source Conservation Function of Grey Drab Earth in Qilian Mountains

QIN Jia-hai¹, WANG Jin¹, LIU Jin-rong², XIE Xiao-rong²

(1 *Agricultural Resource and Environment Science Department, Hexi College, Zhangye, Gansu 734000, China;*

2 *West China Key Laboratory for Resource Environmental Chemistry, Zhangye, Gansu 734000, China*)

Abstract: Test and analysis of the grey drab earths in the Qilian Mountains under Qinghai spruce stands different in age showed an order of grown-up forest > young forest > grassy and shrubby slope in soil porosity, granule structure, physical clay, moisture, permeation rate, permeation coefficient, organic matter, total N, readily available N, readily available P, readily available K, and CEC, and an order of grassy and shrubby slope > young forest > grown-up forest in soil bulk density, physical sands, pH, CaCO₃⁻, and total salt. With the age of the stand, leaching of calcium carbonate and soluble salts was intensified to a varying degree. The differences between treatments were significant and extremely significant by LSR.

Key words: Qinghai spruce, Gray drab earth, Physico-chemical properties, Water source conservation