祁连山东段青海云杉林土壤理化特性研究

赵维俊[1]，雷 蕾[2]，刘贤德[1]，金 铭[1,2]，张学龙[1]，敬文茂[1,2]

(1. 甘肃省祁连山水源涵养林研究院，甘肃 张掖 734000；2. 甘肃农业大学 林学院，甘肃 兰州 730070)

摘 要：采集祁连山东段青海云杉林林地 0—10 cm，10—20 cm 和 20—40 cm 土层的土壤剖面样品，测定分析了其土壤物理性质、土壤水分状况、土壤全量养分和有机质含量。结果表明，不同土层的土壤容重值均低于 1.00 g/cm^3，且随土层深度的增加呈增加趋势；土壤总孔隙度的变化规律和土壤容重的变化规律相似，不同土层的总孔隙度均在 63%以上，通气状况良好；土壤水分含量随深度的增加呈减小趋势，不同土层土壤平均质量含水量最低为 18.7%；土壤有机质和土壤全氮含量都达到养分 1 级；土壤全钾贮量级别为养分 2 级；土壤全磷含量缺乏，养分级别为 4 级或 5 级；土壤 pH 均值为 7.5，表明林地土壤为中性土壤。建议继续加强祁连山东段青海云杉森林生态系统的有效保护和管理。

关键词：祁连山东段；青海云杉；土壤理化特性

文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2011)06-0072-04 **中图分类号**：S714.2，S158

Soil Physicochemical Properties of *Picea Crassifolia* Forest in Eastern Qilian Mountains

ZHAO Wei-jun[1], LEI Lei[2], LIU Xian-de[1], JIN Ming[1,2], ZHANG Xue-long[1], JING Wen-mao[1,2]

(1. *Academy of Water Resources Conservation Forests in Qilian Mountaions of Gansu Province, Zhangye, Gansu* 734000, *China*; 2. *Forestry College, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu* 730070, *China*)

Abstract: Soil samples from soil layers of 0—10 cm, 10—20 cm and 20—40 cm in *Picea crassifolia* forest were collected, and the soil physical properties, soil moisture content and soil nutrient was analyzed and determined for these soil samples. The results showed that the soil bulk density values from different soil layer were all below 1.00 g/cm^3, but increased with the depth; Soil porosity showed the same trend, and the soil porosity of different soil layers were above 63% percent, indicating a good ventilation. With the depth, the soil water content decreased, with a lowest value of 18.7%. Soil organic matter and soil total nitrogen content have reached extremely high levels, soil nutrient level was marked as grade 1; Total potassium level belonged to level 2; The total phosphorus was deficiency and belong to level 4 or 5; Mean soil pH is 7.5. Suggestions were made to strengthen the effective protection and management of *Picea crassifolia* forest ecological system in the eastern Qilian Mountains.

Keywords: **Eastern Qilian Mountains**; ***Picea crassifolia***; **soil physicochemical properties**

森林土壤是林木生长的基质和养分的供应者，对林木生长发育和森林生态效益的发挥有着重要影响。青海云杉是我国特有树种，集中分布在甘、青两省交界的祁连山，面积为 169 564 hm^2，蓄积量 18 107 932 m^3。青海云杉是祁连山区的主要建群树种，对保持水土、涵养水源和保持生态平衡起着重要作用。目前，有关专家和学者对祁连山青海云杉森林气象、水文、病虫害、生物多样性及保护管理策略等方面进行了大量研究[1-5]，而且大多集中在祁连山中段地区。有关祁连山东段青海云杉的研究较少，土壤理化性质研究也鲜有报道。

为此，本研究从青海云杉林土壤物理性质、土壤水分和土壤养分特征入手，试图探讨祁连山东段青海云杉林土壤理化性质的现状与规律，研究结果对于防止青海云杉林地力衰退和可持续经营，建立良好的森林生态系统具有重要意义，也可为今后科学营林、合理管理和保护森林土壤资源提供科学依据。

1 试验区概况

研究区位于祁连山东段的甘肃省武威市天祝藏族自治县西北部，介于 102°01′—102°51′E，37°16′—37°45′N 之间，属高寒半湿润气候。林区年平均气温

收稿日期：2011-02-13 修回日期：2011-03-29

资助项目：国家林业公益性行业科研专项“甘肃祁连山青海云杉林生态系统动态监测研究”(200904022-4)；甘肃省科技计划项目(1011WCGG164)；国家林业公益性行业科研专项“西北高寒山地针叶林碳氮水耦合观测、模拟及应用技术研究”(201104009-08)

作者简介：赵维俊(1981—)，男(汉族)，甘肃省靖远县人，硕士，助理工程师，主要从事森林生态研究。E-mail：zhaoweijun1019@126.com。

1.8 ℃,极端最高气温 28.5 ℃,极端最低气温 -27.8 ℃,平均温较差 26.4 ℃。年降水量约 400 mm,雨量主要集中分布在 5—9 月,占全年总降水量的 76%,年蒸发量 1 234.8 mm,无霜期 110 d。青海云杉林主要分布在海拔 2 500～3 200 m 的阴坡、半阴坡,林区土壤为山地灰褐土,有轻微的水土流失,林下苔藓、草本和灌丛植被分布较少;草本层优势种主要有珠芽蓼(*Polygonum viviparum*),苔草(*Carex tristachya*),藓生马先蒿(*Pedicularis muscicola*)等;灌木层优势种主要有吉拉柳(*Salix gilashanica*),金露梅(*Potentilla fruticosa*),高山绣线菊(*Spiraea alpina*)等。

2　研究方法

2.1　标准地布设

在试验区选择有代表性的青海云杉林,设立临时标准地 10 块,标准地面积为 20 m×20 m,部分标准地面积为 25 m×25 m,并对标准地的基本信息进行调查,各标准地基本情况详见表 1。

表 1　试验区标准地概况

样地编号	取样地点	地理坐标			土壤类型	树高/m	胸径/cm	密度/(株·hm^{-2})
		经度	纬度	海拔/m				
Y_1	护林阴山	102°33′39″	37°23′27″	2 694	森林灰褐土	18.42±0.73	22.35±0.74	1 225
Y_2	庙儿沟水泉掌	102°35′47″	37°22′37″	2 832	森林灰褐土	14.71±0.60	18.19±0.91	1 403
Y_3	庙儿沟水泉掌	102°36′11″	37°22′60″	2 731	森林灰褐土	15.28±0.32	19.42±0.62	1 184
Y_4	草牙岭	102°32′25″	37°26′25″	2 761	森林灰褐土	17.09±0.45	20.09±0.75	1 725
Y_5	大石头	102°30′41″	37°27′51″	3 016	森林灰褐土	6.32±0.65	11.12±0.81	736
Y_6	庙儿沟苗圃	102°37′04″	37°22′34″	2 718	森林灰褐土	16.09±0.56	18.21±0.72	1 536
Y_7	庙儿沟东岔	102°37′04″	37°22′34″	2 718	森林灰褐土	17.80±2.40	18.51±0.94	1 440
Y_8	友爱十队	102°33′31″	37°24′46″	2 536	森林灰褐土	16.74±0.32	21.46±0.58	1 056
Y_9	黄草岭神树沟顶	102°31′11″	37°29′48″	3 014	森林灰褐土	10.31±0.31	14.51±0.58	1 568
Y_{10}	黄草岭大阴山峡	102°32′18″	37°29′39″	2 790	森林灰褐土	9.69±0.42	13.18±0.61	1 792

注:树高、胸径数值为平均值±标准误。

2.2　土壤物理性质、水分和养分含量测定

2009 年 7 月 27 日至 8 月 4 日在每个标准地选择代表性的样点挖掘 3 个土壤剖面,取样深度 40 cm,分 3 个层次取样(0—10 cm,10—20 cm,20—40 cm),每个层次两个重复,包括环刀取样和农化分析取样,环刀取样用于土壤物理性质的测定,采用烘干称重法测定土壤容重和土壤质量含水量等指标[6];土壤总孔隙度计算法获得。另外在每个层次取混合土样按四分法取适量土壤带回实验室,挑拣出植物残体和大的石块,同层土样室温风干混匀并研磨过 0.2 mm 筛后置于自封袋中用于土壤化学性质分析,全氮采用重铬酸钾—硫酸消化法,全磷采用碱熔—钼锑抗比色法,全钾采用氢氧化钠熔融—火焰光度计法,有机质采用重铬酸钾外加热法,pH 值采用电位法测定[7]。

3　结果与分析

3.1　土壤容重和孔隙度

土壤容重表征了土壤的疏松程度与通气性[8]。从图 1 可以看出,除样地 Y_4 土壤容重随深度变化平缓外,其它样地的土壤容重均从表层向深处呈增加趋势,10 个样地 20—40 cm 处土壤容重平均值比表层的土壤容重平均值增加了 50.96%,土壤深度每增加 10 cm 容重即增加 12.74%。土层 0—10 cm 土壤容重变幅在 0.40～0.71 g/cm^3,平均值为 0.56 g/cm^3;10—20 cm 土壤容重变幅在 0.54～0.93 g/cm^3,平均值为 0.74 g/cm^3;20—40 cm 土壤容重变幅在 0.75～1.10 g/cm^3,平均值为 0.93 g/cm^3。只有样地 Y_1 土壤 20—40 cm 深度的土壤容重在 1.00 g/cm^3 以上之外,其它各个样地的不同深度土层的土壤容重均在 1.00 g/cm^3 之下,说明研究区的青海云杉林土壤森林灰褐土有机质含量较高。青海云杉的生长和发育在一定程度上使得林地土壤向地带性土壤即山地森林灰褐土发育,土壤剖面表现出很多共同的特征,诸如土壤的成土过程主要为较强的腐殖质积累过程,土壤质地由轻壤过渡到中壤等。

土壤孔隙状况是表征土壤结构的重要指标之一,直接影响着土壤的通气透水性及根系穿插的难易程度[9]。土壤的总孔隙度表现出与土壤容重相同的变化规律,总体表现为土壤总孔隙度随土壤深度的增加而减小。该区域土壤总孔隙度在 0—10 cm 的变幅为 73%～85%,平均值为 79%;10—20 cm 的变幅为 65%～80%,平均值为 73%;20—40 cm 的变幅为 58%～72%,均值为 65%。土壤总孔隙度普遍较高,改善了土壤的通气状况,使得土壤中需氧的微生物活性加大,有助于增强土壤腐殖质的作用。

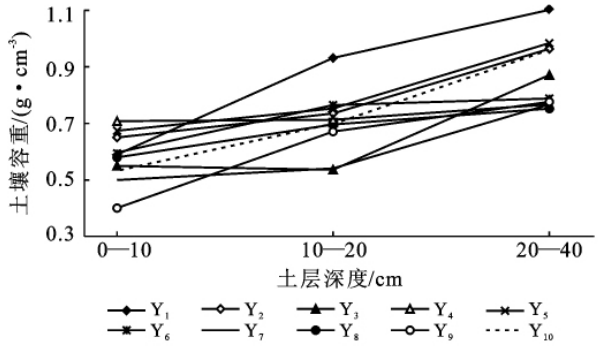


图 1 研究区土壤容重随深度的变化

3.2 土壤水分状况

土壤水分是土壤系统养分循环和流动的载体[10]。由图 2 看以看出,样地 Y_7 土壤水分呈波峰形变化,10—20 cm 土层水分含量最高,质量含水量为 60.4%。Y_{10} 样地土壤不同于其它样地的土壤水分的变化规律,随土壤深度的增加,土壤水分逐渐增加。除了 Y_7 和 Y_{10} 这两个样地,另外 8 个样地的土壤水分变化与 Y_{10} 的变化规律相反,随深度的增加,土壤水分含量在剖面上呈降低趋势,这是因为在植被生长中期,植被生长进入雨季,表层土壤水分较大,样地 Y_5 土壤表层水分含量达到 86.8%,与降雨因素有很大关系。10 个样地 0—10 cm 土壤表层的含水量变幅为28.1%～86.8%,平均值为 57.5%;10—20 cm 土层土壤质量含水量变幅为 27.4%～86.7%,均值为 57.1%;20—40 cm 土层土壤质量含水量变幅为 18.7%～56.1%,平均值为 37.4%。在一定程度上,土壤表层比底层的含水量的偏高,使养分和矿物质向淋溶层和淀积层迁移数量增加。从土壤剖面的层次性状来看,上层土壤的水分物理性状明显优于下层,这可能与林地土壤表层的有机质积累和与表层青海云杉根系分布数量有关。

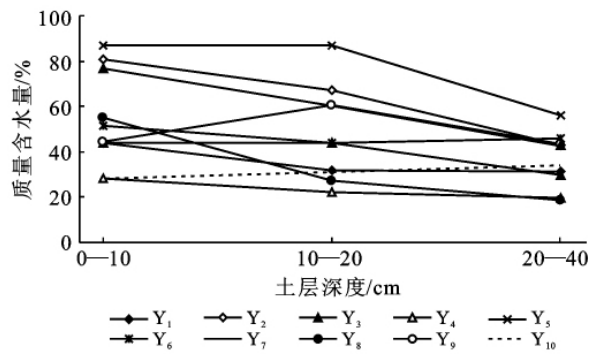


图 2 土壤质量含水量随深度的变化

3.3 土壤养分状况

土壤有机质含量能影响到土壤的许多性质,其中包括供给氮、磷、钾和微量元素的能力[11],土壤有机质是影响林分生产力与土壤肥力的重要因素。经测定,10 个样地的 0—10 cm 土层深度的土壤有机质变幅为 80.730～225.546 g/kg,平均值为 153.138 g/kg,10—20 cm 深度土壤有机质变幅为 50.629～183.409 g/kg,均值为 117.019 g/kg,20—40 cm 土层的有机质变幅为 41.925～188.321 g/kg,均值为 115.123 g/kg,随土层深度的增加,土壤有机质含量呈减小趋势。

植物体养分循环过程和土壤的成土母岩类型(主要是磷、钾)决定了土壤中全氮,全磷,全钾的含量[12]。从表 2 可知,土壤养分状况表现为:土壤全钾>土壤全氮>土壤全磷。0—10 cm 土层土壤全钾的变幅为 18.857～21.443 g/kg,平均值为 20.150 g/kg;10—20 cm 土层全钾变幅为 18.208～22.089 g/kg,平均值为 20.149 g/kg;20—40 cm 土层全钾变幅为18.899～24.871 g/kg,平均值为 21.885 g/kg。根据全国第二次土壤普查土壤肥力状况分级标准[13],青海云杉林不同土层土壤全钾贮量级别水平均为高,养分级别为 2 级。一般而言,全钾含量高的土壤,其缓性钾和速效钾的含量也相对高,能持续供应植物生长需要的钾素养分。另外从土壤剖面层次上可以看出,土壤表层全钾含量低于土壤底层全钾含量,说明其主要受土壤母质影响有关。0—10 cm 土壤全氮的变幅为3.220～7.880 g/kg,平均值为5.550 g/kg;10—20 cm 土壤全氮的变幅为 2.012～6.586 g/kg,平均值为 4.299 g/kg;20—40 cm 土壤全氮的变幅为 1.771～6.150 g/kg,平均值为 3.961 g/kg,土壤全氮含量随土层深度的增加而减小。根据上面不同土层有机质和氮素含量数据均值分析,土壤全氮含量与土壤有机质密切相关,这是因为土壤中的氮素大多以有机态的形式存在的。根据文献资料[13],研究区域土壤有机质和全氮含量都达到极高水平,养分等级均为 1 级。土壤全磷含量 0—10 cm 的变幅为 0.603～0.800 g/kg,均值为 0.702 g/kg;10—20 cm 土层土壤全磷变幅为 0.487～0.857 g/kg,均值为 0.672 g/kg;20—40 cm 土层全磷含量变幅为 0.594～0.928 g/kg,均值为0.761 g/kg。从不同土层全磷含量均值来看,研究区域土壤全磷含量等级为偏低(0—10 cm 和 20—40 cm)和低水平(10—20 cm),对应的养分等级分别为 4 级或 5 级[13]。一般情况下,当全磷含量低于 0.8～1.0 g/kg 时,土壤的供磷能力不足,表明研究区土壤全磷含量缺乏[14]。

3.4 土壤 pH 值

青海云杉林内的不同土壤剖面及相同土壤剖面的不同土壤层次的 pH 值变化不大,土壤 pH 值变幅为 6.9～8.1,均值为 7.5,土壤为中性土壤。林地枯

落物较多,腐殖质作用较为强烈,产生的有机酸较多,但研究区土壤呈中性,究其原因可能是土壤通气性较好,提高了土壤氧化还原电位从而改变了土壤 pH 值至中性。

表 2　林地不同深度土样的土壤养分含量

土层/cm	养分含量/(g·kg^{-1})	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}
0—10	全 N	5.232	5.524	6.123	4.141	7.149	5.432	6.652	3.220	7.880	5.545
	全 P	0.778	0.646	0.629	0.790	0.749	0.800	0.603	0.757	0.661	0.713
	全 K	19.117	20.455	19.460	21.357	20.003	19.852	20.995	21.443	18.857	21.272
	有机质	139.014	225.546	152.182	94.876	168.429	155.384	168.587	80.730	221.410	132.810
10—20	全 N	2.012	6.388	5.113	4.367	5.291	4.589	3.876	4.109	6.586	5.624
	全 P	0.687	0.683	0.487	0.837	0.857	0.777	0.650	0.815	0.599	0.711
	全 K	22.089	19.839	19.260	20.886	21.060	20.817	21.934	21.386	18.208	20.325
	有机质	50.629	166.317	153.361	108.244	133.859	116.632	107.915	127.817	183.409	166.363
20—40	全 N	2.099	1.771	3.800	3.792	3.750	4.546	2.851	6.150	4.449	5.661
	全 P	0.722	0.710	0.692	0.891	0.785	0.715	0.605	0.928	0.594	0.673
	全 K	22.419	24.871	22.936	21.371	21.421	20.681	23.431	19.911	19.780	18.899
	有机质	45.872	41.925	112.402	98.163	106.062	140.899	82.909	161.098	132.723	188.321

4　结 论

(1) 祁连山东段青海云杉林为天然更新林,在生长的过程中,受到人类的影响较小,林地的土壤物理性质良好和土壤水分含量高,同时林地植被新陈代谢所产生的枯落物等可很好地归还土壤大量有机物。

(2) 研究区域的青海云杉林地的土壤有机质和土壤全氮含量都达到极高水平,养分等级均为 1 级;土壤全钾贮量级别水平高,养分级别为 2 级;土壤全磷含量缺乏,养分级别为 4 级或 5 级。再者林地土壤为中性土壤,有利于土壤养分的积累和吸收。

(3) 因为青海云杉林下苔藓以及枯枝落叶层的作用,保持了土壤完整的发生学层次和良好的土壤理化性状,使得青海云杉林在防止水土流失和涵养水源起到了很好的作用。建议加强青海云杉森林生态系统的保护,防止地力衰退,使祁连山青海云杉健康持续生长。

(4) 有关青海云杉土壤理化性质研究较为缺乏,本试验对研究区土壤理化性质的分析采样只有一次,在时间尺度上缺乏一定的说服力,需要进一步深入地研究,需要更长时间的定位监测工作。

[参 考 文 献]

[1] 王金叶,王彦辉,王顺利,等. 祁连山林草复合流域降水规律的研究[J]. 林业科学研究,2006, 19(4):416-422.

[2] 王金叶,王彦辉,李新,等. 祁连山排露沟流域水分状况与径流形成[J]. 冰川冻土,2006,28(1):62-69.

[3] 王国宏. 祁连山北坡中段植物群落多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性,2002, 10(1):7-14.

[4] 李金良,郑小贤,池建,等. 祁连山水源涵养林经营现状分析与经营对策[J]. 北京林业大学学报,2004,26(5):89-92.

[5] 李丁权. 云杉阿扁叶蜂发生与环境因素的关系[J]. 中国森林病虫,2003,22(3):21-23.

[6] 张万儒,许本彤. 森林土壤分析方法[M]. 北京:中国标准出版社, 1999:56-68.

[7] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999:146-226.

[8] 刘鸿雁,黄建国. 缙云山森林群落次生演替中土壤理化性质的动态变化[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2041-2046.

[9] 杨玉盛,李振问,俞新妥. 杉木—油桐—仙人草复合经营的土壤结构特性与水分性质的研究[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,1993,17(3):75-79.

[10] 何其华,何永华,包维凯. 干旱半干旱区山地土壤水分动态变化[J]. 山地学报,2003,2l(2):149-156.

[11] 曾克峰,刘超,张志. 庐山综合地理实习指导书[M]. 北京:中国地质大学出版社,2006:2-3.

[12] 蒋文伟,周国模,余树全,等. 安吉山地主要森林类型土壤养分状况的研究[J]. 水土保持学报,2004,18(4):73-76.

[13] 陈宏松,侯娅,张伟,等. 桂西北典型环境移民迁入区土壤养分特征分析[J]. 水土保持通报,2010,30(4):6-10.

[14] 何广琼,黄承标,曹继钊,等. 桂西北干热河谷区马尾松人工林土壤理化特性[J]. 安徽农业科学,2010,38(3):1610-1613.