

# 红河谷不同林分土壤养分状况研究

耿波<sup>1</sup>, 岳亚军<sup>2</sup>

(1. 准格尔水土保持局, 内蒙古 准格尔旗 010399; 2. 马头滩林业局, 陕西 宝鸡 721006)

**摘要:**为了掌握秦岭红河谷森林公园不同林分的土壤养分状况,采用野外调查、土样采集及化学分析相结合的方法,对秦岭红河谷南坡优势树种槲栎、榧子栎、鹅耳栎、辽东栎林下土壤养分状况进行了分析比较。结果表明:鹅耳栎可以显著提高林下土壤有机质的积累量,0—20 cm 土层有机质含量高达 97.45 g/kg;榧子栎林下土壤碱解氮含量最高,20—30 cm 土层碱解氮含量为 204.92 mg/kg;鹅耳栎林对提高速效磷和速效钾含量有积极的作用;槲栎林的保肥效果、缓冲性能较其他林种好。随土层加深,各种养分含量逐渐降低。

**关键词:**红河谷;不同林分;森林土壤;肥力

中图分类号:S153.6

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)01-0090-03

## Research on Soil Nutrient Status under Different Stands in the Red River Valley

GENG Bo<sup>1</sup>, YUE Yajun<sup>2</sup>

(1. Jungar Bureau of Soil and Water Conservation, Jungar Banner, Inner Mongolia 010399, China; 2. Matoutan Forestry Bureau, Baoji, Shaanxi, 721006, China)

**Abstract:** Field investigation, soil sample collection and chemical analysis were carried out in order to obtain the soil nutrient status of different forest types at the Red River Valley in Qinling Mountains. The soil organic matter, alkali hydrolyzable N, available P, K and CEC of four different forest stands including *Quercus aliena* BL., *Quercus baronii*, *Carpinus turczaninowii*, and *Quercus liaotungensis* Koidz at the Red River Valley were analyzed and compared. The results showed that *Carpinus turczaninowii* could significantly increase the level of forest soil organic matter, which was up to 97.45 g/kg in the 0—20 cm layer; the available nitrogen content was highest in the *Quercus baronii* forest soil, which was 204.92 mg/kg in the 20—30 cm layer; the *Carpinus turczaninowii* had the positive effects on improving the contents of available phosphorus and available potassium; *Quercus aliena* BL. had better soil nutrient keeping capability and soil buffer capacity than other three species. In general, the soil nutrient contents decreased with the increase of soil depth.

**Keywords:** Red River Valley; different stands; forest soil; fertility

秦岭是我国的南北分界线,由于边缘效应,秦岭植物多样性非常丰富<sup>[1]</sup>。秦岭北麓的红河谷森林公园具有多彩的森林景观,覆盖率高,垂直分布明显,优势树种分别为槲栎(*Quercus aliena* B L.)、榧子栎(*Quercus baronii*)、鹅耳栎(*Carpinus turczaninowii*)、辽东栎(*Quercus liaotungensis* Koidz)。不同林种下由于凋落物理化性质不同和林下土壤中微生物对物质的分解速率不等导致了林下土壤的理化性质不同<sup>[2-3]</sup>。森林把大量的有机物归还林地,使其腐殖质含量比无林地高 2%~3%,成为土壤矿物元素的主要源泉<sup>[4]</sup>,此外,森林凋落物中含有较多的不

易分解的木质素、树脂和单宁等物质,因而可以在表层累积成层,改善土壤通气状况<sup>[3]</sup>。不同的林型,土壤养分含量不同<sup>[5-6]</sup>,而同一林型下的土壤有效养分含量随时间而变化<sup>[7]</sup>,且变化趋势在不同林型下都不相同<sup>[8]</sup>。对于人工林、混交林等不同植被对土壤的理化性质和肥力的研究很多<sup>[9-11]</sup>,但红河谷森林公园不同林分林下土壤剖面不同层次的肥力状况的研究未见报道。笔者对红河谷森林公园不同林分林下土壤的肥力状况进行研究,旨在为该区森林土壤资源的科学管理与评价以及森林植被的更新、恢复与重建提供参考。

收稿日期:2014-06-29

修回日期:2014-09-08

资助项目:林业公益性行业科研专项“秦岭山地主要森林类型林地土壤碳管理技术研究”(201304307)

第一作者:耿波(1975—),男,内蒙古准格尔旗人,本科,主要从事水土保持综合治理工作。E-mail:573034720@qq.com

# 1 研究区概况与研究方法

## 1.1 研究区概况

红河谷森林公园位于秦岭中段太白山主峰北麓,陕西省眉县营头镇境内,海拔 800~3 667 m,本文研究地点位于海拔 1 400~1 720 m,属温带气候,气候温和,雨量充足,年平均气温 13℃,年降水量 710~1 000 mm,主要集中在夏季。土壤母质为黄土母质。

## 1.2 研究方法

1.2.1 土壤采集 按不同优势树种的天然分布设定采样区,采样区大小为 25 m×25 m(625 m<sup>2</sup>),每一采样区选取十个剖面点,每个剖面点分别采集 0—20 cm,20—30 cm,30—50 cm 三层剖面土样并将相应土层的 10 个剖面点的土样混合,再用四分法缩分成为该层的混合土壤样品,土样经风干去杂后过筛备用。采样地基本情况见表 1。

表 1 采样地基本情况

林分类型 (优势树种)	其他树种	海拔/m	坡向
檀子栎	辽东栎、槲栎	1490	南
鹅耳栎	檀子栎、槲栎、辽东栎	1500	西南
辽东栎	槲栎、华山松、紫脉	1720	西南
槲栎	檀子栎、辽东栎	1620	南

1.2.2 测定方法 有机质用重铬酸钾容量法,碱解氮用碱解扩散法,速效磷用 0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提,钼锑抗比色法,速效钾用 1.0 mol/L 醋酸铵浸提,火焰光度法,阳离子交换量用乙酸铵交换法。采用 Excel 和 DPS 进行数据处理,用 Duncan 新复极差法(SSR 法)进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同林分土壤有机质的剖面分异特征

土壤有机质是土壤固相组成的重要成分,是土壤中各种营养元素,特别是 N 和 P 的重要来源,它能促进土壤疏松和形成团粒结构,从而改善土壤的物理性质,同时它也是土壤微生物不可缺少的碳源。由于各种树种凋落物的组成成分、数量及各土层植物根系分布状况、数量不同,各林种间及同一林种各土层间的有机质含量也有差异<sup>[2-3]</sup>。从表 2 可以看出,土壤上层有机质含量鹅耳栎>檀子栎>槲栎>辽东栎,中层槲栎>檀子栎>鹅耳栎>辽东栎,下层鹅耳栎>檀子栎>槲栎>辽东栎。枯落物是森林生态系统最主要的碳源,所以土壤上层是微生物活动的主要区域,枯枝落叶的分解主要在这里,因此森林土壤表层有机质含量远远高于下两层,有机质具有表聚性。

从表 2 中可以得出,檀子栎、辽东栎和槲栎林下

土壤 0—20 cm 土层有机质含量没有显著差异,鹅耳栎林下土壤有机质含量最高达到 97.45 g/kg;20—30 cm 土层 4 种林种林下土壤有机质含量差异显著;30—50 cm 土层鹅耳栎林下土壤的有机质含量最大,檀子栎和槲栎林下土壤无显著性差异。在 4 种林种林下土壤中,辽东栎林下各土层的有机质含量最小,这可能与辽东栎枯枝落叶的特性及林下土壤微生物的活性有关。

表 2 不同林分土壤不同剖面层次有机质含量及差异显著性

林分种类	有机质含量/(g·kg <sup>-1</sup> )		
	0—20 cm	20—30 cm	30—50 cm
檀子栎	53.02b	19.92b	16.83b
鹅耳栎	97.45a	14.49c	22.14a
辽东栎	36.51b	7.26d	5.68c
槲栎	43.71b	22.95a	16.05b

注:不同字母表示不同林分土壤剖面同一土层土壤有机质含量的差异显著性( $p<0.05$ )。

### 2.2 不同林分土壤速效养分(碱解氮、速效磷、速效钾)的剖面分异特征

从表 3 可以看出,4 种林分下土壤碱解氮含量大小顺序为:上层檀子栎>槲栎>辽东栎>鹅耳栎;中层檀子栎>鹅耳栎>辽东栎>槲栎;下层鹅耳栎>檀子栎>槲栎>辽东栎。鹅耳栎、辽东栎及槲栎林下土壤中随土层的加深,碱解氮含量递减,而檀子栎林下土壤则是第二层远远高于上层,碱解氮含量高达 204.92 mg/kg,这可能是受一些自然过程如降雨、淋溶的影响。

4 种林分下各土层速效磷含量大小顺序为:上层鹅耳栎>檀子栎>辽东栎>槲栎;中层辽东栎>槲栎>鹅耳栎>檀子栎;下层鹅耳栎>檀子栎>辽东栎>槲栎。

4 种林分下各土层速效钾含量大小顺序为:上层鹅耳栎>檀子栎>槲栎>辽东栎;中层檀子栎>鹅耳栎>辽东栎>槲栎;下层鹅耳栎>檀子栎>辽东栎>槲栎。

从表 3 可以看出,辽东栎与槲栎林下 0—20 cm 土层的土壤碱解氮含量差异不显著,而檀子栎和鹅耳栎差异显著,檀子栎林下土壤的碱解氮含量最高;在 20—30 cm 土层辽东栎与槲栎林下土壤碱解氮含量差异不显著且较低,檀子栎林下土壤碱解氮含量最高,鹅耳栎林次之;30—50 cm 土层,鹅耳栎林下土壤碱解氮含量最高,辽东栎和槲栎林下土壤碱解氮含量差异不显著,均较低。综合来看,4 种林分中,檀子栎林下土壤碱解氮储量最为丰富;表层土壤中,檀子栎与其他 3 种树林下土壤的速效磷含量无显著差异,20—30 cm 以及 30—50 cm 土层 4 种林分下速效磷含量均无显著差异,说明 4 种林分下速效磷的分解、消耗、流失规律一致;表层土壤速效钾含量有显著差

异,鹅耳栎林下土壤速效钾含量最高;20—30 cm 土层,榿子栎和鹅耳栎林下土壤速效钾含量无显著差异,榿栎林下土壤速效钾最低;30—50 cm 土层,榿子栎和鹅耳栎林下土壤速效钾含量无显著差异,榿栎林下土壤速效钾含量最低。榿子栎林和鹅耳栎林下土壤相比榿栎林和辽东栎林更有利于速效钾的固定。

表 3 不同林分下土壤不同剖面层次土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量及差异显著性比较

速效养分	土层/cm	榿子栎	鹅耳栎	辽东栎	榿栎
碱解氮/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	0—20	165.46a	94.45c	138.99b	140.15b
	20—30	204.92a	81.38b	56.18c	55.87c
	30—50	42.23b	71.77a	33.09c	36.64bc
速效磷/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	0—20	5.55ab	9.60a	3.52b	1.65b
	20—30	1.56a	1.60a	3.46a	3.24a
	30—50	2.55a	2.64a	2.45a	0.77a
速效钾/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	0—20	198.25b	214.21a	139.23d	164.25c
	20—30	61.67a	61.67a	30.90b	25.87c
	30—50	31.03a	31.06a	20.62b	15.71c

注:不同字母表示不同林分土壤剖面同一土层土壤碱解氮含量、速效磷以及速效钾的差异显著性( $p < 0.05$ )。

### 2.3 不同林分土壤阳离子交换量(CEC)的剖面分异特征

土壤阳离子交换量(CEC)是衡量土壤肥力的重要指标,能直接反映土壤保肥、供肥性能和缓冲能力<sup>[12]</sup>。CEC的大小主要决定于土壤有机质和土壤中黏土矿物的类型与数量。从表 4 可以看出,4 种林分下随土层加深 CEC 含量有很大变化。辽东栎、榿子栎林下随着土层加深,CEC 不断增大;而鹅耳栎和榿栎则不同,鹅耳栎林下 30—50 cm 层 CEC 最大,中层最小,榿栎上层最大,中层最小。上层 CEC 含量榿栎 > 榿子栎 > 辽东栎 > 鹅耳栎;中层辽东栎 > 榿子栎 > 榿栎 > 鹅耳栎;下层榿子栎 > 辽东栎 > 鹅耳栎 > 榿栎。不同树种林下土壤 0—20 cm 土层 CEC 差异显著,榿栎林下土壤 CEC 最高,鹅耳栎林下土壤 CEC 最低;20—30 cm 土层 4 种林分下土壤 CEC 无显著差异。30—50 cm 土层,不同林分下土壤 CEC 差异显著,但是鹅耳栎与榿栎林下土壤间无显著差异,榿子栎林下土壤 CEC 最高,鹅耳栎次之。

表 4 不同林分土壤剖面不同土层的土壤阳离子代换量及差异显著性比较

林分种类	阳离子代换量/(cmol · kg <sup>-1</sup> )		
	0—20 cm	20—30 cm	30—50 cm
榿子栎	30.62b	26.02a	32.82a
鹅耳栎	10.01d	9.24a	22.28c
辽东栎	18.28c	26.77a	27.08b
榿栎	36.98a	29.66a	20.96c

注:不同字母表示不同林分土壤剖面同一土层土壤阳离子代换量的差异显著性( $p < 0.05$ )。

## 3 结论

(1) 不同林种对土壤有机质状况的影响不同。中等立地条件下,鹅耳栎能极显著增加土壤有机质的累积,土壤上层对有机质的积累顺序为鹅耳栎 > 榿子栎 > 榿栎 > 辽东栎;中层有机质积累顺序为榿栎 > 榿子栎 > 鹅耳栎 > 辽东栎;下层有机质的积累顺序为鹅耳栎 > 榿子栎 > 榿栎 > 辽东栎。

(2) 不同林种对提高土壤的有效性 N、P、K 含量作用不同,相同林种不同土壤层次对速效养分的积累作用也不同。对于土壤表层而言,榿子栎能够明显提高碱解氮含量,鹅耳栎能极显著地提高速效磷和速效钾的含量,鹅耳栎对碱解氮的积累甚微,榿栎对速效磷含量的影响较小,辽东栎林下速效钾含量最小。

(3) 土壤 CEC 的含量是土壤保肥能力的重要指标,能够反映土壤的缓冲性能,对于土壤表层榿栎的保肥、缓冲性能最强,而鹅耳栎的保肥缓冲性能最弱。

### 参考文献:

- [1] 尚廉斌,王得祥,樊璐,秦岭太白山北坡五种林分凋落叶分解状况初步研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(1):64-68.
- [2] 周存宇.凋落物在森林生态系统中的作用及其研究进展[J].湖北农学院学报,2003,23(2):140-145.
- [3] 林波,刘庆,吴彦,等.川西亚高山针叶林凋落物对土壤理化性质的影响[J].应用与环境生物学报,2003,9(4):346-351.
- [4] 张万儒,杨承栋.卧龙自然保护区森林土壤养分状况[J].土壤通报,1990,21(3):97-102.
- [5] 陈金林,俞元春.杉木、马尾松、甜槠等林分下土壤养分状况研究[J].林业科学研究,1998,11(6):586-591.
- [6] 包青,郑晓光.白桦和红松根际土壤养分的林龄分布及季节动态[J].东北林业大学学报,1997,25(1):56-58.
- [7] 陆耀东,薛立,曹鹤,等.去除地面枯落物对加勒比松(*Pinus caribaea*)林土壤特性的影响[J].生态学报,2008,28(7):3205-3211.
- [8] 邓仕坚,张家武,陈楚莹.不同树种混交林及其纯林对土壤理化性质影响的研究[J].应用生态学报,1994,5(2):126-132.
- [9] 薛立,邝立刚,陈红跃,等.不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[J].土壤学报,2003,40(2):280-285.
- [10] 林德喜,樊后保,苏兵强,等.马尾松林下套种阔叶树土壤理化性质的研究[J].土壤学报,2004,41(4):655-659.
- [11] 曹汉洋.杉木、马尾松、木荷纯林及其混交林的土壤养分状况[J].南京林业大学学报,1998,22(2):45-48.
- [12] 马海娟,陈立新.红松人工林土壤阳离子交换量空间分布及其组成演变[J].中国水土保持科学,2008,6(5):71-76.