

# 黄土丘陵沙棘人工林地水分及养分规律研究

李 忠,巢世军,董敬群

(青海省环境科学研究设计院,青海 西宁 810007)

**摘 要:**为探讨黄土丘陵区不同龄沙棘生长对生态环境的影响,测定安塞站实验区4~15年不同龄沙棘林土壤水分和养分变化特征。结果表明,沙棘林地土壤含水量在根系微弱利用层(0~20 cm)和根系利用层(20~300 cm)范围内,随着沙棘林龄增加,土壤含水率随土层深度的增加呈下降的趋势。4~15龄沙棘平均碱解N积累量为28.0 g/kg,8龄沙棘碱解N、速效P分别为28.0和1.72 g/kg;12龄碱解N、速效P分别为29.2和1.18 g/kg。随着沙棘林龄增加,速效P积累量呈下降趋势,而碱解N呈增加的趋势,最大值15龄沙棘积累量为30.2 g/kg。实验区域内土壤呈碱性,pH值在8.0~8.6之间变化。随沙棘树龄的增长,其土壤pH值呈上升趋势。

**关键词:**沙棘林;土壤含水率;土壤养分;pH值

**中图分类号:** S153.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)05-0115-03

我国是世界沙棘林资源最为丰富的国家,人工沙棘林面积位居世界第一,沙棘是一种适应性很强的多年生灌木,具有较强的生态适应性,能在低温、高温、干旱、瘠薄、盐碱、风沙等恶劣的环境中生存,适合于我国北方地区生长,具有良好的保水固土作用和较高的水土保持效益<sup>[1]</sup>。本文通过对沙棘林地土壤水分、养分含量的分析,试图加深人们对沙棘林影响环境的认识,并为沙棘的开发利用提供有益的参考依据。

## 1 研究区概况

试验设在中国科学院水利部水土保持研究所安塞站,地理位置为:东经109°19'3",北纬36°51',居黄土高原腹地,沟壑密度4.2~8.0 km/km<sup>2</sup>,土壤侵蚀模数平均13 500 t/(km<sup>2</sup>·a),海拔1 010~1 431 m。属典型的梁峁状丘陵沟壑区,多年平均降水量为535 mm,降雨量年际差异较大,年内分布不均,干燥度为1.48,年平均气温为8.8℃。年总辐射量为552.68 kJ/cm<sup>2</sup>,极端最低气温为-23.6℃,热量资源丰富,日照充足,积温3 113.9℃,植被属森林草原,土壤类型为黄绵土。

## 2 研究方法

选4 a(land 1)、8 a(land 2)、12 a(land 3)和15 a(land 4)不同龄沙棘林地10 m×10 m样方做为测定样地,在生长季4~11月对林地土壤水分、土壤养分及林地有机质含量等进行测定,用spss统计软件对所测数据进行处理分析。

1) 土壤水分的测定:采用土钻取样,烘干法测定。测定深度600 cm,每隔20 cm土层深度取土样一次,每块林地打钻1~3个,称湿重( $W_f$ )后,在105℃烘干至恒重,称其干重( $W_d$ ),计算土壤含水率,测定时期为2006年4~11月份。

2) 土壤养分的测定:土壤养分调查分析采用土钻法进行采样。在所选的样地内以S形布设5个点,每个点挖取一个剖面,每个剖面分5层(0~5、5~10、10~15、15~20、20~30 cm)进行采样。有机质的测定采用重铬酸钾氧化—外加热法,全氮采用半微量开氏法,水解氮采用碱解扩散法,全磷采用氢氧化钾碱熔—钼锑抗比色法,速效磷采用碳酸氢钠浸提—Olsen法<sup>[2]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 沙棘林地土壤水分含量

沙棘的水平根系和垂直根系都比较发达,水平根幅一般为2~4 m,最大可达6~10 m,垂直根系长为3~5 m。在侧根上生有大量的根瘤和根蘖芽,主、侧根系主要分布于近地表面20~80 cm土层内,形成密集的根系网。通过对实验区4 a(land 1)、8 a(land 2)、12 a(land 3)和15 a(land 4)不同龄沙棘土壤含水量分析可见(图1),沙棘林地土壤含水量在根系微弱利用层(0~20 cm)和根系利用层(20~300 cm)范围内,随着沙棘林龄增加,土壤含水率随土层深度的增加呈下降的趋势,土壤含水率分别为:6.5%、6.3%、5.8%、6.5%。含水率变化较大的发生在300~400 cm的土壤水分补充调节层,含水率

收稿日期:2008-04-25

作者简介:李 忠(1968—),男,陕西人,高级工程师,主要从事生态保护与治理研究。E-mail: liz\_863@126.com。

分别为:9.0%、9.3%、8.0%和7.0%。沙棘根系向下延伸,使土壤水分亏缺加剧,依据阮成江、李代琼对沙棘林地土壤水分的利用层的划分<sup>[3]</sup>,从图(1)看出,12龄的沙棘林土壤含水率在根系微弱利用层(0~20 cm)、根系利用层(20~300 cm)含水率均高于同层其他龄沙棘的含水率。沙棘林内平均含水率为8.3%,较柠条(*Caraguna korshinskii* Kom.);山桃(*Prunus davidiana* Franch.),刺槐(*Robinia pseudosacacia* L.)相应土层含水率低<sup>[4]</sup>,但由于沙棘有良好的水分生态适应性,较发达的根系可吸收深层土壤水分,增加了供水量,在补充调节层(300~400 cm)随着沙棘生长年限增加,土壤物理性质得到改善,这样可吸收雨季补充的土壤水分,给自身创造良好的水分生态环境,使沙棘适性强,分布广,具较高的水土保持效益。

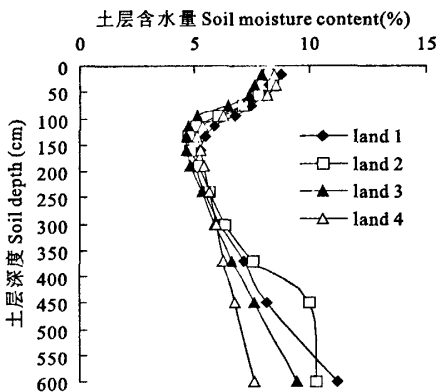


图1 沙棘林地土壤含水量

Fig.1 Soil moisture contents of *Hippophae rhamnoides* L. woodland

### 3.2 沙棘林地的养分特征

**3.2.1 沙棘林地碱解N、速效P特征** 沙棘具根瘤固氮的作用,能固定空气中的N元素,沙棘在生长发育过程中消耗大量的N及其它营养元素,又通过根瘤固氮、枯枝落叶的分解、植株的淋溶作用以及根系自身的穿透、挤压、胶结、死根的腐烂等作用,改善土壤结构,使营养元素返回到土壤中,以维持土壤养分平衡<sup>[5]</sup>。通过对安塞试验区(图2、3)的测定结果分析,4~15龄沙棘平均碱解N积累量为28.0 g/kg,8龄沙棘碱解N、速效P分别为28.0和1.72 g/kg;12龄碱解N、速效P分别为29.2和1.18 g/kg。随着沙棘林龄增加,速效P积累量呈下降趋势,8、12、15龄分别比4龄沙棘下降8.5%、37.2%、24.4%;而碱解N呈增加的趋势,最大值15龄沙棘

积累量为30.2 g/kg。15龄沙棘林出现黑色腐殖质层,5~20 cm土层内土壤肥力有较大增加,在这种地上种庄稼(或造林),效果良好;8~15龄沙棘的根瘤总量可达0.578~0.642 g/kg。

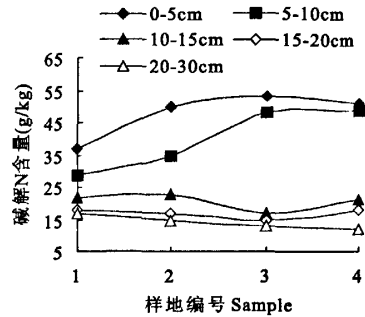


图2 沙棘林地土壤养分(N)含量

Fig.2 Soil nutrition contents(N) of *Hippophae rhamnoides* L. woodland

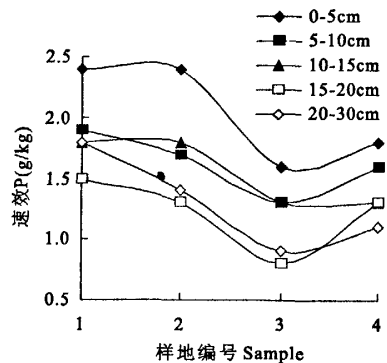


图3 沙棘林地土壤养分(P)含量

Fig.3 Soil nutrition contents(P) of *Hippophae rhamnoides* L. woodland

### 3.2.2 土壤有机质含量与pH值的关系分析

pH值是影响土壤理化性质的重要化学指标,对土壤中各种元素的存在形态、有效性及迁移转换过程都有重要影响。安塞实验区分析结果表明,该实验区域内土壤呈碱性,pH值在8~8.6之间变化。随沙棘树龄的增长其土壤pH值呈上升趋势,结合图4、5可以看出,沙棘林土壤剖面上有机质含量都是随着土层深度的增加而减小,而土壤pH值呈上升趋势。相关分析表明,有机质含量与pH值存在显著相关:4龄沙棘林为0.886( $r^2$ ),8龄沙棘林为0.979,12龄沙棘林为0.790,15龄沙棘林为0.412。

土壤酸碱性是土壤许多化学性质特别是盐基状况的综合反映,它对土壤的一系列其它性质有深刻

影响<sup>[6,7]</sup>。不同龄沙棘之间 pH 值变异较小,增减幅度都在 1% 左右,比较不同深度的同龄沙棘土壤 pH 值,之间也无很大差异,其中,4 龄沙棘林和 12 龄沙棘林地 5~15 cm 土壤层 pH 值比表层分别增高了 0.9% 和 0.8%,15~30 cm 土层 pH 值均比表层土壤 pH 高。

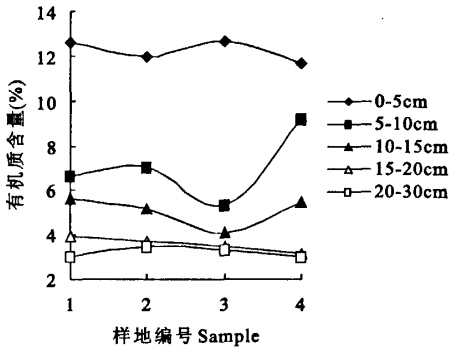


图4 沙棘林地土壤有机质含量

Fig.4 Soil organic contents of *Hippophae rhamnoides* L. woodland

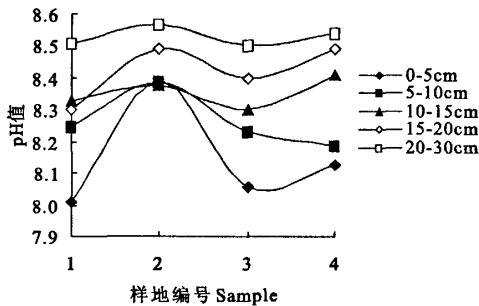


图5 沙棘林地土壤 pH

Fig.5 pH of *Hippophae rhamnoides* L. woodland

## 4 结 论

1) 沙棘有良好的水分生态适应性,以发达的根系,可吸收深层土壤水分,增加供水量。通过对实验区不同龄沙棘土壤含水量分析可见,沙棘林地土壤含水量在根系微弱利用层(0~20 cm)和根系利用层

(20~300 cm)范围内,随着沙棘林龄增加,土壤含水率随土层深度的增加呈下降的趋势,含水率变化较大的发生在 300~400 cm 的土壤水分补充调节层。其上层 1~1.5 m 土壤水分在旱季恢复较好,因此沙棘林地形成的低温层,因其渗透性和持水力得到改善,能接纳更多的天然降水,改善了林地水分生态环境。

2) 沙棘具根瘤固氮的作用,据测定,4~15 龄沙棘林地平均碱解 N 积累量为 28.0 g/kg,8 龄沙棘碱解 N、速效 P 分别为 28.0 和 1.72 g/kg;12 龄碱解 N、速效 P 分别为 29.2 和 1.18 g/kg。随着沙棘林龄增加,速效 P 积累量呈下降趋势,而碱解 N 呈增加的趋势,最大值 15 龄沙棘林积累量为 30.2 g/kg。15 龄沙棘林出现黑色腐殖质层,5~20 cm 土层内土壤肥力有较大增加,在这种地上种庄稼(或造林),效果良好;8~15 龄沙棘的根瘤总量可达 0.578~0.642 g/kg。与此同时,枯枝落叶的分解,植株的淋溶作用以及根系自身的穿透、挤压、胶结、死根的腐烂等作用,改善了土壤结构,使营养物质返回到土壤中,以维持土壤中的养分平衡。实验区域内土壤呈碱性,pH 值在 8.0~8.6 之间变化。随沙棘树龄的增长其土壤 pH 值呈上升趋势。

## 参 考 文 献:

- [1] 刘世荣. 沙棘对中国亚湿润干旱区的杨树人工林养分分布及生物循环影响[J]. 生态学报, 1999, 19(7): 535—536.
- [2] 岳庆玲, 常庆瑞, 刘 京. 黄土丘陵沟壑区不同人工林地土壤肥力变化研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(5): 99—101.
- [3] 阮成江, 李代琼. 黄土丘陵区沙棘群落特性及林地水分、养分分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1061—1062.
- [4] 姚月锋, 满秀玲. 毛乌素沙地不同林龄沙柳表层土壤水分空间异质性[J]. 水土保持学报, 2007, 21(2): 112—114.
- [5] 马建军, 李育丰, 张树礼. 沙棘与不同类型植被配置下土壤微生物养分特征及相关性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 6(6): 163—165.
- [6] 李代琼, 梁一民, 侯喜禄, 等. 沙棘改善环境的生态功能及效益试验研究[J]. 国际沙棘研究与开发, 2006, 6(6): 7—8.
- [7] 张希彪, 上官周平, 赵爱萍. 黄土丘陵区沙棘群落天然化发育过程中植物物种多样性研究[J]. 山地学报, 2007, 25(5): 326—332.

(英文摘要下转第 123 页)

- 的构建及应用[J].水利学报,2007,38(2):182—190.
- [7] 王玉杰,王云琦.重庆缙云山典型林分林地土壤入渗特性研究[J].水土保持研究,2006,13(2):193—256.

- [8] 杨 聪,于静洁,刘昌明,等.华北山区坡地产流规律试验研究[J].地理学报,2005,60(6):1021—1028.

## Rainfall infiltration simulation and numerical computation at different landuse on the loessial hillslope

LI Bin-bing<sup>1,3</sup>, ZHENG Fen-li<sup>2</sup>

(1. College of Tourism and Environmental Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shannxi 712100, China;

3. Collage of Armed Police Forces of Engineering, Xi'an, Shaanxi 710086, China)

**Abstract:** Based on modified Green - Ampt equations, infiltration process equation and numerical calculation method under variable rainfall intensity were given; and combining field soil data on Zhifanggou watershed and through computer language, the software system under unstable rainfall infiltration was developed. According to the software run results, analysis was also made of cumulative infiltration and infiltration rate under different forestland, grassland, and cropland as well as effects of initial soil water content and saturated hydraulic conductivity on infiltration at different landuse. The results showed that the cumulative infiltration in forestland was 2 times greater than that in grassland and 3 times in cropland. The infiltration rate in forestland was larger than that in grassland and cropland. Meanwhile, the effect of initial soil moisture content on infiltration rate in grassland was sensitive, and impacts of soil saturated hydraulic conductivity on infiltration rate in forestland was sensitive too.

**Keywords:** rainfall infiltration; modified Green - Ampt model; numerical method; landuse

(上接第 117 页)

## Study on ecological environment influence of different age of hippophae in hilly and gully region on the Loess Plateau

LI Zhong, CHAO Shi-jun, DONG Jin-qun

(Qinghai Provincial Research and Design Academy of Environmental Sciences, Xi'ning, Qinghai 810007, China)

**Abstract:** In order to discuss the effect of hippophae with different ages to the ecological environment in hilly and gully region on the Loess Plateau, an experiment was made in a plot in Ansai station to study the soil moisture and nutrient change characteristics of the field with different ages of hippophae. The result indicated that the soil moisture content of hippophae forest land in the root system weak use level (0~20 cm) and normal use level (20~300 cm) showed a decline tendency along with aging of hippophae and increase of soil layer depth. The average exactable nitrogen accumulation quantity of 4~15 a-aged hippophae is 28.0 g/kg, while the 8 a-aged hippophae's exactable nitrogen, fast-acting P are 28.0 and 1.72 g/kg respectively; and the 12 a-aged hippophae's exactable nitrogen, fast-acting P are 29.2 and 1.18 g/kg respectively. Along with the increase of hippophae's age, the fast-acting P accumulation quantity assumes a drop tendency, but exactable nitrogen assumes an increase one, with the maximum value of accumulation quantity of 15 a hippophae being 30.2 g/kg. Tests in the region show that the soil assumes the alkalinity, the pH value changes between 8.0~8.6. which displays a trend of escalation along with the hippophae treeage growth.

**Keywords:** hippophae; soil moisture; soil nutrient; pH value