

青海省大通县主要造林树种枯落物水文效应研究^{*}

刘 硕

(北京林业大学 水土保持学院重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 枯枝落叶在森林生态系统中占有极其重要的地位。本文对青海省大通县主要植被类型的枯落物, 从持水能力、失水特性以及有效拦蓄量 3 方面分析。结果表明: (1) 大通县鹞子沟主要造林地枯落物最大持水量变动范围为 5.85~34.16 t/hm², 其中最大的云杉天然次生林为 34.16 t/hm², 最小的华北落叶松林为 5.85 t/hm²。云杉林下的枯落物最大持水量和最大持水率普遍高于沙棘林和华北落叶松林下的枯落物。(2) 枯落物的持水量在失水实验开始的 1~2 h 内迅速下降, 之后速度变慢。说明枯落物拦蓄地表径流后, 随着枯落物湿润程度的减小, 失水能力降低, 至达到枯落物的自然含水量。(3) 在对枯落物有效拦蓄量的比较中发现, 云杉林有效拦蓄量最大, 其次是沙棘天然次生林, 最小的为沙棘人工林。

关键词: 青海大通; 森林; 枯落物; 水分

中图分类号: S175

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0105-03

Hydrological Effects Study of Main Forestation Litters in Datong County, Qinghai Province

LIU Shuo

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Forest litters play an important role in forestry ecological system. The essay discussed forest litters of main plants in Datong county, Qinghai province. Three subjects were discussed, which is preserving capacity, losing water trait and effective holding quantity of rainfall. The results show: (1) The annual accumulation of different forest litter is about 5.85~34.16 t/hm², and the account of natural spruce is higher than others, the account of northern larch is the least. (2) The containing water quantity of forest litters dramatically dropped within 1 or 2 hours and then slowed down. It illustrates forest litters can reach natural containing water quantity with wetness of litters declining. (3) Comparing effective holding capacity of this three types of forest litters, the research found natural spruce was the best, and sea buckthorn followed, northern larch was the last.

Key words: Datong county of Qinghai province; forest; litters; water

森林生态系统服务功能是指森林生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[1-5]。森林的涵养水源功能是森林生态系统服务功能的重要组成部分, 主要表现在森林树冠层、枯落物层及土壤层对降水的拦截和滞留作用。对于干旱半干旱区, 森林生态系统的涵养水源功能显得尤为重要。因为水在该区域生态系统中起着决定性作用, 它的变化将对区域生态过程带来异常的冲击^[6-8]。森林生态系统的涵养水源功能是目前干旱半干旱区生态系统服务功能研究的热点之一。

森林枯落物是森林生态系统的重要组成部分, 枯落物层是森林拦蓄降水的重要环节, 其拦蓄能力与自身的蓄积量、分解程度、持水能力以及枯落物种类有关^[9-11]。

枯落物层是森林土壤独立的发生层次, 是森林结构的重要组成部分, 是森林地表的重要覆盖面, 对改善土壤结构具有重要的作用; 同时, 它也是土壤有机养分的重要来源之一。

研究枯落物层水容量及其对表层土壤物理性状的影响具有重要的意义。

1 研究区概况

研究区位于青海省大通县鹞子沟国家森林公园自然保护区内, 北纬 35°56′-37°15′, 东经 101°35′-101°54′, 海拔 2 450~4 348 m。林区内岩石三叠纪的轻变质岩系为主, 有安岩、石灰岩、变质花岗岩、页岩、砖红色砾岩、砂岩及夹有暗紫色含长石较多的细砂岩等。

林区属凉温半湿润气候, 年均温 2.9℃, 最暖月均温 16℃, 最冷月均温 -11.7℃, 植物生长期 193 d。年均降水量 556 mm。林区土壤分布具有明显的垂直地带性。即由低海拔到高海拔分布着高山寒漠土、高山草甸土、山地褐色森林土、山地栗钙土、河滩森林土、沼泽土等土类。根据成土过程, 剖面形态和理化性质分析, 本区森林土壤主要是褐色针

^{*} 收稿日期: 2008-05-01

基金项目: 国家“十一五”科技支撑专题“黄土高原西部高寒区水土保持型林草植被恢复技术试验示范”(2006BAD03A1203); 教育部重大课题“北方退耕还林区水土保持林植被恢复和重建技术研究”(10407)

作者简介: 刘硕(1982-), 女, 北京市人, 博士, 主要从事植被演替及生态恢复方面的研究。E-mail: bj_lsh@163.com。

叶林土。植被垂直分布明显,人工林和天然次生林混交。海拔2 550 m以下,分布着克氏针茅和蒿草山地草原带,海拔2 500~ 2 900 m 分布着山杨、白桦阔叶林带;2 600~ 2 900 m 分布着青海云杉、山杨、白桦针阔叶混交林带;2 650~ 3 100 m 分布着青海云杉针叶林带;3 100~ 3 400 m 分布高山柳、杜鹃、金露梅高山灌丛带;3 400 m 以上,分布苔草、蒿草、高山草甸带。

2 实验方法

(1)标准地的布设。研究地点选在青海省大通县衙门庄鹞子沟国家自然风景区。按不同植被类型分别布设标准地,

表 1 标准地基本情况

林地类型	林龄/a	郁闭度/%	平均树高/m	平均胸径/cm	枯落物蓄积量/(t·hm ⁻²)	枯落物层厚度/cm
云杉人工林	20	92	6	13	20.8	3.7
云杉林(人为干扰)	50	35	17	40	44.2	4.2
云杉天然次生林	62	60	13	32	20.8	5.3
沙棘人工林	29	26	5.3	17	12.4	2.1
沙棘天然次生林	41	80	2.5	24	32.2	2.6
华北落叶松林	27	30	6	11	21.4	0.8

3 结果与分析

3.1 林地枯落物水文功能分析

3.1.1 枯落物持水能力分析

枯落物的持水能力多用干物质的最大持水量和最大持水率来表示,其值的大小与林分类型、林龄、枯落物的组成、分解状况、累积状况等有关。最大持水率为枯落物浸水 24 h 后重量与其干重之比。

表 2 不同林地枯落物最大持水量比较

林分	厚度/ cm	蓄积量/ (t·hm ⁻²)	最大持水量/ (t·hm ⁻²)	最大持水 率/%
云杉人工林	3.7	20.8	14.50	205.1
云杉林(人为干扰)	4.2	27.8	22.20	220.2
云杉天然次生林	5.3	44.2	34.16	245.8
沙棘人工林	2.1	32.2	11.17	197.7
沙棘天然次生林	2.6	12.4	14.73	209.7
华北落叶松林	0.8	21.4	5.85	174.1

大通县鹞子沟主要造林地枯落物的最大持水量和最大持水率如表 2 所示,由表 2 可知:林分枯落物的最大持水量变动范围为 5.85~ 34.16 t/hm²,相对于枯落物约为 0.8~ 5.3 cm。其中云杉天然次生林和云杉林(人工干扰)的最大持水量较大,分别为 34.16 t/hm²和 22.2 t/hm²,而沙棘人工林和华北落叶松林,分别为 11.17 t/hm²和 5.85 t/hm²。林地下枯落物的最大持水率变化范围为 174.1%~ 245.8%,顺序依次为:云杉天然次生林> 云杉林(人工干扰)> 沙棘天然林> 沙棘人工林> 云杉人工林> 华北落叶松林。从以上结果可以看出,云杉林下的枯落物最大持水量和最大持水率普遍高于沙棘林和华北落叶松林下的枯落物。这是由于最大持水率与枯落物本身的生物量和结构有关,枯落物的分解程度也影响枯落物层的持水能力。枯落物分解程度越高,表现为半分解层枯落物量越大,枯落物层的持水能力越高。由于云杉林生长于阴坡,郁闭度大且生长环境阴湿,

对其中的林木进行胸径、树高、年龄组成的调查。在每块标准地内沿对角线选取 5 个 50 cm× 50 cm 枯落物样方,进行枯落物厚度和蓄积量的调查,调查结果见表 1。

(2)枯落物持水能力测定。在每块标准地内根据实验的设计要求,按不同的树种分别采集 50 cm× 50 cm 原状枯落物,在室内进行浸水实验,经过 24 h 后称重;把枯落物自然风干,称得干重,计算枯落物的最大持水量。

(3)枯落物失水特性。在烘箱温度 80℃条件下,将完全浸水 24 h 的枯落物烘干,每隔 2,4,6,8,10 h 分别称量,测定一定时间间隔的枯落物失水状况。重量差值与浸水时间的比值为失水速度。

林下植物种类较多,苔藓等物质丰厚,分解菌类生长旺盛,导致枯落物层较厚且密实,保水特性较好;沙棘林生长于阳坡,郁闭度明显小于云杉林,生长环境干热,不利于林下植物和微生物生存;华北落叶松枝叶稀疏且生长于阳坡,凋落物以及枯落物明显不如前两个树种的林下枯落物厚以及保水性好。从上面还能看出,云杉和沙棘的天然次生林枯落物最大持水量和最大持水率优于人工林和人工干扰林。

3.1.2 不同林地枯落物失水过程分析

枯落物层的持水能力是整个森林生态系统水分循环中的重要一环,是反映枯落物层水文作用的一个重要指标。枯落物的持水量与其自身结构、分解状况有关。

枯落物持水的速度与枯落物的干燥程度、枯落物量和枯落物结构有关。枯落物越干燥,吸持水的速度越快;枯落物量越多,短时间内的吸持水量越大;而革质、含油脂的树种的枯落物吸持水量的速度比非革质、含油脂量少的树种枯落物慢。通过浸水后间隔失水的实验,观察和分析了不同林地枯落物的持水过程。但是植被对水分的利用需要时间来进行,若枯落物快速吸水后又快速失水,也会影响植被的水分利用效率,因此对不同林分的枯落物失水状况做了以下分析。

表 3 不同林分枯落物层不同失水时间失水速度

林分	kg/h				
	不同观测时段/h				
	1	2	4	6	8
云杉人工林	0.083	0.025	0.011	0.005	0.002
云杉林(人为干扰)	0.060	0.052	0.028	0.016	0.011
云杉天然次生林	0.034	0.022	0.009	0.004	0.001
沙棘人工林	0.039	0.022	0.015	0.011	0.009
沙棘天然次生林	0.040	0.016	0.012	0.005	0.002
华北落叶松	0.056	0.044	0.031	0.017	0.014

由实验结果可知:枯落物的持水量在失水实验开始的 1~ 2 h 内迅速下降,以后随着时间的延长而有不断下降的趋势,但下降的速度放慢。因此可以认为,枯落物拦蓄地表径流后,此后随着枯落物湿润程度的减小,失水能力降低,至达

到枯落物的自然含水量。同时也表明: 枯落物拦蓄地表径流的能力与其自身的干燥程度有关。

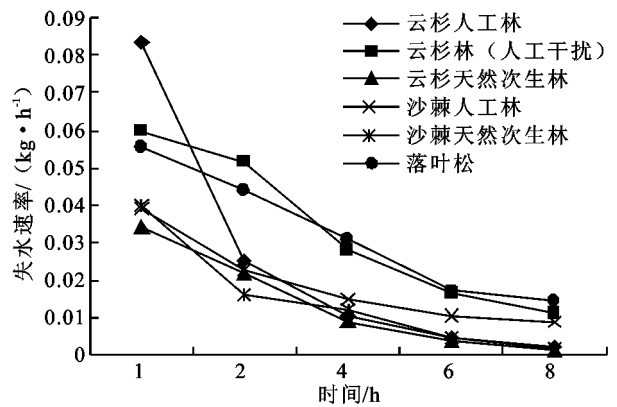


图 1 不同林分枯落物层失水速度对比图
表 4 不同林地枯落物累积失水过程线性方程

林 分	线性方程	R^2
云杉人工林	$y = -0.0183x + 0.0800$	0.7374
云杉林(人工干扰)	$y = -0.0134x + 0.0735$	0.9552
云杉天然次生林	$y = -0.0083x + 0.0389$	0.9294
沙棘人工林	$y = -0.0072x + 0.0407$	0.8591
沙棘天然次生林	$y = -0.0087x + 0.0410$	0.8357
华北落叶松	$y = -0.0109x + 0.0651$	0.9678

从图 1 可以看出, 6 种林分的失水速度变化均呈显著下降趋势。其中云杉人工林下降趋势最明显。表 4 中显示了不同林分失水过程的线性变化特征, 失水速度变化顺序为: 云杉人工林> 云杉林(人工干扰)> 华北落叶松> 沙棘天然次生林> 云杉天然次生林> 沙棘人工林, 其中斜率最大的为 0.018 3, 最小的为 0.007 2。说明云杉林比沙棘林失水速度快。不同林分的线性相关系数除了云杉人工林, 其他都在 0.8 以上。

3.1.3 枯落物对降雨的有效拦蓄量

最大持水率一般只能反映枯落物层持水能力的大小, 不能反映对实际降水的拦截状况。它不仅没有考虑到雨前枯落物层的自然含水状况, 又不符合它对降雨的拦蓄量。据研究, 降雨达到 20~ 30 mm 以后, 不论各种林型枯落物层含水量高或低, 持水率约为最大持水率的 85%, 所以用最大持水率来估算枯落物层拦蓄降雨的能力偏高, 应采用式(1)计算:

$$W = (0.85R_m - R_0) \cdot M \tag{1}$$

式中: W ——有效拦蓄量(t/hm^2); R_0 ——枯落物平均自然含水量(%); R_m ——最大持水率(%); M ——枯落物蓄积量(t/hm^2)。

表 5 枯落物层对降雨的有效拦蓄量

林 分	蓄积量/ ($t \cdot hm^{-2}$)	最大持 水率/%	自然含 水率/%	有效拦蓄量/ ($t \cdot hm^{-2}$)
云杉人工林	20.8	205.1	74.64	20.74
云杉林(人为干扰)	44.2	220.2	70.70	51.48
云杉天然次生林	20.8	245.8	71.88	28.51
沙棘人工林	12.4	197.7	62.04	13.14
沙棘天然次生林	32.2	209.7	66.47	35.99
华北落叶松	21.4	174.1	63.22	18.14

从表 5 中可以看出稍有人工干扰的云杉林有效拦蓄量

最大, 为 51.48 t/hm^2 ; 其次是沙棘天然次生林, 为 35.99 t/hm^2 ; 最小的是沙棘人工林, 为 13.14 t/hm^2 。总体看来, 云杉林的有效拦蓄能力好于沙棘和华北落叶松林。

4 结论与建议

- (1) 大通县鹞子沟主要造林地枯落物最大持水量变动范围为 5.85~ 34.16 t/hm^2 , 相对于枯落物约为 0.8~ 5.3 cm。其中最大的云杉天然次生林为 34.16 t/hm^2 , 最小的华北落叶松林为 5.85 t/hm^2 。
- (2) 云杉林下的枯落物最大持水量和最大持水率普遍高于沙棘林和华北落叶松林下的枯落物。
- (3) 枯落物的持水量在失水实验开始的 1~ 2 h 内迅速下降, 之后速度变慢。说明枯落物拦蓄地表径流后, 随着枯落物湿润程度的减小, 失水能力降低, 至达到枯落物的自然含水量。不同林分的线性相关系数除了云杉人工林, 其他都在 0.8 以上。
- (4) 在对枯落物的有效拦蓄量的比较中发现, 云杉林有效拦蓄量最大, 为 51.48 t/hm^2 ; 其次是沙棘天然次生林, 为 35.99 t/hm^2 ; 最小的沙棘人工林, 为 13.14 t/hm^2 。总体看来, 云杉林的有效拦蓄能力好于沙棘和华北落叶松林。
- (5) 建议青海地区保护好云杉林, 这对涵养水源, 防止水土流失都有较好生态效益。

参考文献:

[1] 吴钦孝, 刘向东, 苏宁虎. 山杨次生林枯枝落叶蓄积量及其水文作用[J]. 水土保持学报, 1992, 6(1): 71~76.

[2] 杨立文, 石清峰. 太行山主要植被枯枝落叶层[J]. 林业科学研究, 1997, 10(3): 281~288.

[3] 王佑民. 中国林地枯落物保持水土作用研究概况[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 108~112.

[4] 杨澄. 麻栎人工林水源涵养效能研究[J]. 西北林学院学报, 1997, 12(2): 15~19.

[5] 张光灿, 赵玫. 泰山几种林分枯落物和土壤水分效应研究[J]. 林业科技通讯, 1999(6): 28~29.

[6] 姜培坤, 钱新标, 余树全, 等. 千岛湖地区天然次生林地枯落物与土壤状况的调查分析[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(3): 260~264.

[7] 杨吉华, 张永涛, 李红军, 等. 不同林分枯落物的持水性能及对表层土壤理化性状的影响[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 141~142.

[8] 饶良懿, 朱金兆, 毕华兴. 重庆四面山森林枯落物和土壤水文效应[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(1): 33~37.

[9] Mikol P. Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in southern and northern Finland [J]. Oikos, 1960, 11: 161~166.

[10] Nagy L A, Macauley B J. Eucalyptus leaf-litter decomposition: effects of relative humidity and substrate moisture content [J]. Argic Ecosyst Environ, 1982, 14: 233~236.

[11] Presott C E. Influence of forest floor type on rates of litter decomposition in microcosms [J]. Soil Biol. Biochem., 1996, 28(10/11): 1319~1325.