

三种水保树种枯落物保水功能

刘 敏¹, 吴得荣², 张向峰¹

(1. 中国电力工程顾问集团西南电力设计院, 成都 610021; 2. 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 成都 610072)

摘 要:通过对八达岭林场油松、侧柏和刺槐枯落物储量调查分析和持水特性的研究, 得到三种树种最大持水量、吸水速率和有效拦蓄量等水文特征参数。结果表明, 枯落物储量为油松(29.2 t/hm^2)>刺槐(10.3 t/hm^2)>侧柏(4.7 t/hm^2), 最大持水量为油松(61.4 t/hm^2)>侧柏(57.9 t/hm^2)>刺槐(43.2 t/hm^2), 最大持水率为侧柏(471%)>油松(344%)>刺槐(196%), 平均吸水速率为侧柏>刺槐>油松, 有效拦蓄量为刺槐>油松>侧柏。总的来说, 侧柏、刺槐枯落物层保水功能相对要比油松好, 侧柏枯落物层保水效果发挥最好。

关键词:八达岭林场; 枯落物; 保水功能

中图分类号: S714.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)01-0081-04

Water Conserving Function of Litter of Three Water Conservation Tree Species

LIU Min¹, WU De-rong², ZHANG Xiang-feng¹

(1. Southwest Electric Power Design Institute of China Power Engineering Consulting Group, Chengdu 610021, China; 2. Chengdu Engineering Corporations of Hydro China, Chengdu 610072, China)

Abstract: Maximum water holding capacity, water absorption speed and effective retaining content have been gotten through Surveying and analyzing litter reserves and researching on litter water retention characteristic for pinust abulaeformis, orientalis and robinia in Badaling forest center. Result showed that litter reserves were in the order of pinust abulaeformis(29.2 t/hm^2)>robinia(10.3 t/hm^2)>orientalis(4.7 t/hm^2); maximum water retention capacity followed the sequence of pinust abulaeformis(61.4 t/hm^2)>orientalis(57.9 t/hm^2)>robinia(43.2 t/hm^2); maximum water holdup was in the order of orientalis(471%)>pinust abulaeformis(344%)>robinia(196%); average water absorption speed was in the order of orientalis>robinia>pinust abulaeformis; effective retaining content was in the order of robinia>pinust abulaeformis>orientalis. In general, water conserving functions of orientalis and robinia were better than pinust abulaeformis, and water retention effect of orientalis showed the best.

Key words: Badaling forest center; litter; water conserving function

油松、侧柏和刺槐是我国北方地区非常重要的水保树种,同时也是重要的林地更新和造林树种,具有涵养水源、保持水土、减少径流、净化空气等生态功能。林地枯落物是林地生态系统中的重要组成部分,枯落物层是由林地生态系统中地上部分组织或器官凋落后堆积而成的,主要包括枯枝、花、果和皮等^[1-3]。枯落物作为生态系统中的重要组成部分,其依靠强大的表面积和疏松多孔的性质,在保持水土、调节径流、抑制蒸发和涵养水源等方面起着重要的作用,常常被人们称作“森林水库”^[4-6]。随着全球水资源短缺越来越严重和水环境恶化,水资源保护越来越受到人们的

关注,因此枯落物保水功能的研究越来越受到人们的重视。国内外学者对森林枯落物进行了大量研究^[7-12],并取得了一定的研究成果,但森林枯落物保水功能的研究任重而道远,因此本文针对北京地区三种水保林枯落物保水特性进行定量研究,以期为水土保持树种的选择、配置等方面提供一定的科学理论依据,同时也为该地区林地管理和评价、水资源保护提供一定的科学指导。

1 研究区概况与研究方法

研究区(八达岭林场)位于北京市延庆县境内,场

区总面积为 2 939 hm²,距市区 60 km,处于万里长城居庸关和八达岭之间,是首都西北交通要道八达岭高速、京张公路和京包铁路的必经之地。地理坐标为东经 116°01′,北纬 40°20′,平均海拔为 780 m,坡度基本在 30°~35°之间。气候类型属于大陆季风气候,年平均气温为 10.8℃,最高气温月为 7 月(26.9℃),最低气温月为 1 月(-7.2℃),年平均降水量为 454 mm,无霜期约为 160 d;主要植被类型为油松、侧柏、刺槐、元宝枫、落叶松、黄栌等。

2 研究方法

(1) 枯落物储量调查。选择具有代表性的油松林、侧柏林和刺槐林样地(表 1),每种林分分别设置 1 个面积为 20 m×20 m 的标准样地,针对不同立地因子进行枯落物现存量调查,在每个标准样地内,选出 5 个具有代表性的样方(1 m×1 m),用钢卷尺测量枯落物层的总厚度、未分解层、半分解层与分解层厚度(划分标准:未分解层是由当年植物凋落物组成;半分解层为有机残体部分已被分解,但还没有分解彻底),分层取出原状枯落物,把原状枯落物带回实验室进行原重称量和 85℃烘干后重量称量。

(2) 枯落物持水量的测定。枯落物层的持水量和吸水速率采用室内浸泡法测定。在烘干后的未分解层、半分解层中分别称量 3 个样品,样品重量均为 100 g。将称量的样品分别浸泡于水中后,分别测定其在 0.25,0.5,1,2 h 和 4 h 的重量变化(每个时段取出称量吸水枯落物吸水重、其风干重量,吸水重量与风干重差值为其重量变化),重复 3 次,取均值。

表 1 样地基本情况						
树种	林龄/ a	坡度/ (°)	坡向	海拔/ m	土壤	土层厚 度/cm
油松	36	10	S	700	砂壤	25
侧柏	15	21	E	690	轻壤	18
刺槐	15	30	E	670	砂壤	32

(3) 枯落物最大持水量和最大持水率的测定。将枯落物在清水中浸泡 24 h 后取出,静置 5 min,至枯落物不滴水为止,迅速称量枯落物湿重量,然后自然风干,测定风干重量。每层重复 3 次,取平均值。

枯落物最大持水量和最大持水率计算公式为:

$$M_0 = M_{24} - M$$

式中: M_{24} ——枯落物浸泡 24 h 后枯落物重量均值(g); M ——风干后枯落物重量均值(g); M_0 ——枯落物最大持水量(g)。

$$R_{\max} = M_0 / M$$

式中: R_{\max} ——最大持水率(%)。

(4) 最大拦蓄量和有效拦蓄量。枯落物最大拦蓄量计算公式为:

$$W_{\max} = (R_{\max} - R_a) M$$

式中: W_{\max} ——最大拦蓄量(t/hm²); R_{\max} ——最大持水率(%); R_a ——平均自然含水率(%); M ——枯落物蓄积量(t/hm²)。

通常我们采用有效拦蓄量来估算枯落物对降雨的实际拦蓄量,有效拦蓄量计算公式为:

$$W = (0.85R_{\max} - R_a) M^{[13]}$$

式中: W ——有效拦蓄量(t/hm²),其它参数意义同上。

3 结果与分析

3.1 枯落物储量

枯落物的储量主要受枯落物的凋落量、积累时间和分解速度的影响,同时其与树种组成、样地自然环境条件、枯落物自身特性以及人为活动等因素关系密切。由图 1 可以看出,枯落物总储量为油松(29.2 t/hm²)>刺槐(10.3 t/hm²)>侧柏(4.7 t/hm²),三者的差异性极显著($p<0.01$),刺槐的总储量为油松总储量的 35%,侧柏的总储量仅为油松总储量的 17%;未分解层储量为油松>刺槐>侧柏,油松与侧柏、刺槐差异性极显著($p<0.01$),侧柏与刺槐差异性不明显($p>0.05$),侧柏、刺槐的未分解层储量仅为油松未分解储量的 13%、11%;半分解层储量为刺槐>油松>侧柏,刺槐与油松差异性不明显($p>0.05$),油松、刺槐与侧柏差异性显著($p<0.05$)。油松未分解层储量明显高于半分解层,侧柏未分解层储量略微高于半分解层,刺槐未分解层明显低于半分解层,这可能主要是因为刺槐分解速率要比油松、侧柏高,详细原因还需要进一步研究。

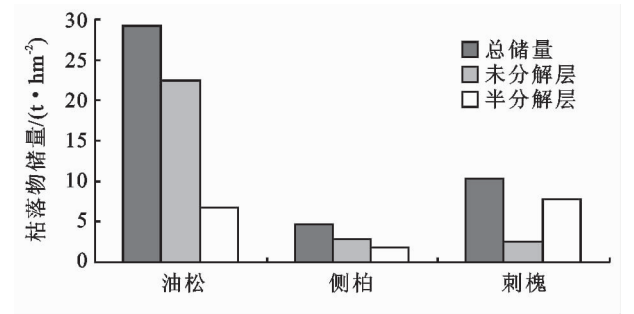


图 1 三种水保树种枯落物储量

油松总储量、未分解层储量明显高于侧柏、刺槐,这主要是因为油松树龄相对要比侧柏、刺槐高,且油松样地坡度明显低于侧柏、刺槐样地,因此枯落物凋落量相对较高,流失量相对较少。

3.2 枯落物的持水能力

枯落物保水能力是生态系统水分循环中的重要环节,是反映枯落物物层水文作用的重要指标,其由枯落物储量和持水能力共同决定^[14-15]。枯落物持水能力常常通过最大持水量、最大持水率、吸水速率、最大拦蓄量和有效拦蓄量等指标来判断。

3.2.1 最大持水量与最大持水率 一般认为枯落物浸水 24 h 后的持水量(或持水率)为最大持水量(或最大持水率),枯落物层的最大持水量、最大持水率可以反映枯落物层的持水能力大小。由图 2 可以看出,枯落物持水量为油松(61.4 t/hm²)>侧柏(57.9 t/hm²)>刺槐(43.2 t/hm²),油松和侧柏的差异性不显著($p>0.05$),刺槐与油松、侧柏差异性比较明显($p<0.05$)。枯落物最大持水率为侧柏(471%)>刺槐(344%)>油松(196%),三者之间的差异性极显著($p<0.01$)。枯落物最大持水量由枯落物储量和最大持水率决定,由分析可以看出,油松枯落物最大持水量主要由枯落物储量来决定,而侧柏枯落物最大持水量主要由最大持水率来决定,这也是三种树种枯落物最大持水量表现出油松最大,刺槐最小的主要原因。

多年来的研究成果表明,我国森林枯落物层的最大持水量平均为 41.8 t/hm²,最大持水率平均为 309.54%^[16]。对比分析可以看出,油松、侧柏枯落物最大持水量均显著高于我国均值,刺槐最大持水量要略微

低于均值;侧柏最大持水率要显著高于均值,刺槐最大持水率略微高于均值,油松最大持水率显著低于均值。

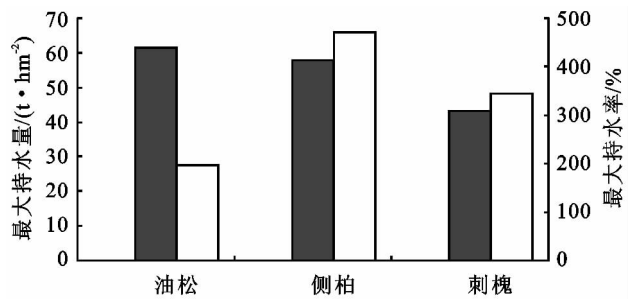


图 2 三种水保树种枯落物最大持水量和最大持水率

3.2.2 吸水过程 由于山区森林多位于山坡,基本不具备较长时间的浸水条件,且多数情况下降雨历时小于 4 h,且这个时段也是枯落物吸水的最重要时段,因此,笔者认为研究枯落物在这一时段的吸水情况有着非常重要的实际意义。

由图 3 可以看出,枯落物不同树种吸水变化规律基本相似,持水量逐渐增大,单位时间内吸水量逐渐减小;对于未分解层和分解层来说,整个过程吸水量均表现为侧柏>刺槐>油松,侧柏与刺槐之间相差不大,侧柏、刺槐要显著高于油松;无论是未分解层还是半分解层,三种树种枯落物在浸水 0.25 h 内吸水量占到整个 4 h 内吸水量的 80% 以上,虽然实际情况中往往不是完全浸泡,但也充分说明了三种枯落物吸水过程中前 0.25 h 在吸水过程中占有非常重要的地位。

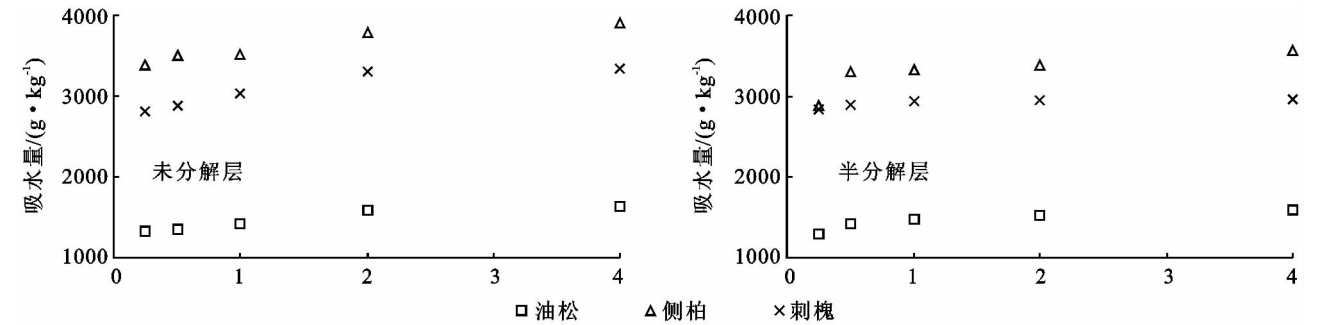


图 3 三种水保树种枯落物未分解层和半分解层吸水过程

表 2 三种枯落物平均吸水量以及吸水速率				
树种	未分解层		半分解层	
	平均吸水量/ (g·kg ⁻¹)	平均吸水速率/ (g·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	平均吸水量/ (g·kg ⁻¹)	平均吸水速率/ (g·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)
油松	1464	2125	1461	2131
侧柏	3622	4506	3294	4808
刺槐	3077	4506	2915	4453

枯落物吸水量或吸水速率常常作为反映枯落物保水功能的重要指标,其与主要枯落物的性质和分解程度有关。由表 2 可以看出,枯落物平均吸水量(或平均吸水速率)为侧柏>刺槐>油松,但未分解层平均吸水速率比较特殊,表现为侧柏=刺槐>油松;油松枯

落物各层的平均吸水量或平均吸水速率非常接近,侧柏、刺槐各层的平均吸水量或吸水速率相差不大。

3.2.3 最大拦蓄量和有效拦蓄量 最大拦蓄量虽不能准确反映枯落物的有效储水量,但基本可以反映枯落物持水性能。由图 4 可以看出,枯落物最大拦蓄量为油松>刺槐>侧柏,油松与侧柏差异性极显著($p<0.01$),油松与刺槐、侧柏与刺槐差异性显著($p<0.05$)。

对于林地来说,一般都存在一定的坡度,枯落物层一般不会长时间处于浸水状态,因此枯落物层对降水的拦蓄能力用最大拦蓄量来衡量,其值要高于实际

的降水拦蓄效果。通常,实际情况中多用有效拦蓄量来反映枯落物对降水的实际拦蓄效果。由图4可以看出,枯落物有效拦蓄量为刺槐>油松>侧柏,刺槐与油松差异性不明显($p>0.05$),刺槐、油松与侧柏存在一定的差异性($p<0.05$)。

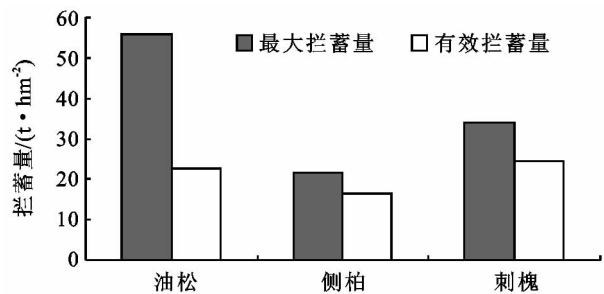


图4 三种水保树种枯落物最大拦蓄量和有效拦蓄量

油松林枯落物储量相对较高,因此拦蓄量比较高;刺槐、侧柏枯落物储量虽然很小,但最大持水率相对要高,因此拦蓄量也相对较高;对于同样的枯落物储量来说,刺槐、侧柏枯落物层拦蓄量要明显高于油松。

4 结论

枯落物保水功能在森林水文过程中扮演着重要的角色,森林保水性能常常通过枯落物储量、持水能力、吸水能力、拦蓄能力等指标来反映^[17]。本文通过对油松、侧柏和刺槐三种水保树种枯落物持水特性的研究表明:刺槐、侧柏枯落物层保水功能相对要比油松好,刺槐枯落物层保水功能表现最强,水保效益发挥最好。

本研究不同树种枯落物储量存在明显的差异,最大储量为油松林(29.2 t/hm^2),最小为侧柏林(4.7 t/hm^2);三种树种枯落物储量存在一定的差异性。枯落物最大持水量油松与侧柏差异性不明显,油松与其它两者之间的差异性比较明显,最大为油松(61.4 t/hm^2),最小为刺槐(43.2 t/hm^2)。三种树种枯落物最大持水率差异性比较明显,侧柏、刺槐均大于我国均值,油松小于我国均值。三种树种持水过程变化规律非常相似,0.25 h时段内起着非常重要的作用,侧柏、刺槐的平均吸水量、吸水速率要比油松高。三种树种枯落物最大拦蓄量差异性比较明显,最大为油松,最小为侧柏;油松、侧柏枯落物有效拦蓄量差异性不明显,其与侧柏差异性比较明显,最大为刺槐,最小为侧柏。

枯落物层在林地保水功能发挥过程中起着非常重要的作用,其保水功能越强,水保效益越好,另外林地枯落物层的健康发育有助于林分的健康发育。因此,在林地配置、经营和管理过程中,应该注重对林地

树种的合理配置、健康经营,保证林地枯落物充分发挥保水功能。

参考文献:

- [1] 郑金萍,郭忠玲,徐程扬,等. 长白山主要次生林的枯落物现存量组成及持水特性[J]. 林业科学研究, 2011, 24(6): 736-742.
- [2] 方海东,纪中华,杨艳鲜,等. 金沙江干热河谷新银合欢人工林枯落物层持水特性研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(5): 52-55.
- [3] 周详,赵一鹏,张洪江,等. 云南高原典型林分林下枯落物持水特征研究[J]. 生态环境学报, 2011, 20(2): 248-252.
- [4] 彭玉华,欧芷阳,曹艳云,等. 桂西南喀斯特山地主要植被类型凋落物累积量及其持水特性[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(2): 81-85.
- [5] 张大鹏,范少辉,蔡春菊,等. 川南退耕丛生竹林枯落物持水特性研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(5): 181-189.
- [6] 李军,田超,杨新兵. 河北省木兰林管局典型森林类型枯落物水文效应研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(4): 192-196.
- [7] 王龙,宋维峰,杨寿荣,等. 广西龙脊梯田区森林枯落物水文效应研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(6): 84-88.
- [8] 贺宇,丁国栋,藏荫桐,等. 燕山山地典型森林枯落物持水特性[J]. 四川农业大学学报, 2012, 30(2): 161-166.
- [9] 李学斌,吴秀玲,陈林,等. 荒漠草原4种主要植物群落枯落物层水土保持功能[J]. 水土保持研究, 2012, 26(4): 189-193, 244.
- [10] 顾宇书,邢兆凯,韩友志,等. 浑河上游4种典型林分类型枯落物持水特征[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2013, 37(1): 31-36.
- [11] Berg B, Matzner E. The effect of N deposition on the mineralization of C from plant litter and humus[J]. Environmental Research, 1975, 5: 1-25.
- [12] 张伟,杨新兵,张汝松,等. 冀北山地不同林分枯落物及土壤的水源涵养功能评价[J]. 水土保持通报, 2011, 31(3): 208-212, 238.
- [13] 张焜,张洪江,程金花. 重庆四面山4种类型天然林枯落物水文效应[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(3): 43-45.
- [14] 陈波,杨新兵,赵心苗,等. 冀北山地6种天然纯林枯落物及土壤水文效应[J]. 水土保持学报, 2012, 26(2): 196-202.
- [15] 梁文俊,丁国栋,周美思,等. 冀北山地油松和落叶松林下枯落物的水文效应[J]. 水土保持通报, 2012, 32(4): 71-74.
- [16] 王士永,余新晓,贾国栋,等. 北京山区主要人工林枯落物水文效应[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(5): 42-47.
- [17] 赵磊,王兵,蔡体久,等. 江西大岗山不同密度杉木林枯落物持水与土壤贮水能力研究[J]. 水土保持学报, 2013, 27(1): 203-208, 246.