

城市水源地 5 种森林枯落物水文效应特征

曾建军¹, 史正涛²

(1. 兰州大学 资源环境学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500)

摘要: [目的] 探讨云南省蒙自市菲白城市水源地 5 种主要森林类型林下枯落物的持水效应特征, 为菲白水源地营造水土保持林、水源涵养林提供理论依据。[方法] 利用样方调查法、烘干法、浸泡法对其枯落物蓄积量、持水量、吸水速率、最大持水能力和拦蓄量等进行了研究。[结果] 各林分总蓄积量相差较大, 依次为: 杉木林 > 华山松 + 杉木 > 人工柏树林 > 青冈栎 + 云南松 > 人工桉树林; 不同森林类型枯落物最大持水量变化范围 7.85 ~ 13.91 t/hm², 最大持水率为 165.85% ~ 242.45%, 最大拦蓄量为 7.48 ~ 12.62 t/hm², 有效拦蓄量为 6.53 ~ 11.03 t/hm²; 5 种森林枯落物持水量与时间呈较显著的对数函数关系, 各层与浸水时间之间存在着显著的幂函数关系。[结论] 综合比较 5 种森林类型的持水性能, 杉树的持水能力较好, 能够很好地涵养水源。

关键词: 菲白城市水源地; 森林类型; 枯落物; 蓄积量; 持水特性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)01-0038-06

中图分类号: S715.7

文献参数: 曾建军, 史正涛. 城市水源地 5 种森林枯落物水文效应特征[J]. 水土保持通报, 2016, 36(1): 38-43. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2016.01.008

Water-holding Capacity of Litters in Five Different Typical Forest Types in Urban Water Source

ZENG Jianjun¹, SHI Zhengtao²

(1. College of Resources and Environment Science, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 73000, China;

2. College of Tourism & Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650500, China)

Abstract: [Objective] To clarify the water holding capacity of forest litters of 5 different forest types (*Cupressus funebris*, *Pinus armandii* + *Cunninghamia lanceolata*, *Cyclobalanopsis glauca* + *Pinus yunnanensis*, *Eucalyptus robusta*, *C. lanceolata*) in Feibai reservoir area in Mengzi City of Yunan Province in order to provide theoretical basis for constructing the forest of water and soil conservation, and for constructing the forest of conservation of water supply in the study area. [Methods] We used the quadrat sampling method, oven drying method and soaking method to determine the litter preservation, water holding capacity, water absorption rate and water interception. [Results] The litter amount in different forests followed an order of *C. lanceolata* (9.48 t/hm²) > *P. armandii* + *C. lanceolata* (7.09 t/hm²) > *C. funebris* (7.02 t/hm²) > *C. glauca* + *P. yunnanensis* (6.13 t/hm²) > *E. robusta* (3.20 t/hm²); The maximum water holding volume of different forests litters ranged from 7.85 to 13.91 t/hm², the maximum water holding rate ranged from 165.85% to 242.45%, and the maximum interception amount and the effective interception amount ranged from 7.48 to 12.62 t/hm² and 6.53 to 11.03 t/hm² respectively. The relationships between water-holding rate and immersion time in 5 different forest types were significantly fitted by logarithmic equation. The relationships between water absorption speed rate and soaking time could be described by power function. [Conclusion] The comprehensive analysis of water holding capacity of 5 different species indicated that *Eucalyptus* has a higher water-holding capacity and is more beneficial to the water conservation.

Keywords: Feibai water sources area; forest type; planted forest; litter accumulation; water-holding properties

收稿日期: 2014-12-03

修回日期: 2014-12-15

资助项目: 国家自然科学基金资助项目“气候与土地利用变化对石羊河流域水资源影响研究”(51369003); 水利部公益性行业科研专项(201301081)和甘肃省技术研究与开发专项计划项目(1205TCYA005)

第一作者: 曾建军(1986—), 男(汉族), 甘肃省榆中县人, 在读博士, 主要从事水资源与生态环境方面研究。E-mail: zengzeng022@163.com。

通讯作者: 史正涛(1964—), 男(汉族), 甘肃省宁县人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事水文水资源与地理环境方面的研究工作。E-mail: shizhengtao@163.com。

水源地是多物质、多条件组合而成的生态系统,在这个地理环境里存在着能量流动与物质交换^[1-2]。水源地各要素之间相互联系、相互作用和相互制约,构成了一个复合水源地生态系统^[3-4]。其中由于森林植被具有良好的涵养水源和保持水土功能^[5-7],因此也是水源地生态环境健康和水环境安全的重要保障。而作为森林植被实现涵养水源和保持水土的核心层次及森林生态系统水文循环过程重要层次的枯落物层,在水源地复合生态系统环境里具有重要的涵养水源和保持水土作用^[8]。

研究水源地枯落物的持水性能已成为研究森林涵养水源作用的一个重要内容。国内外许多学者对不同水源地、不同植被类型林下枯落物的特性进行了大量研究,而且在其凋落动态、分解及养分归还、持水特性、截留降雨、抑制土壤蒸发、影响森林更新等方面取得了一定成果^[9-14]。但对于菲白城市水源地未见报道。因此,本文以菲白水源地 5 种森林枯落物为研究对象,对其蓄积量、持水量与浸泡时间、吸水速率与浸泡时间、最大持水能力、拦蓄量等进行了研究,查明不同植被类型枯落物持水特性的异同,旨在为菲白水源地营造水土保持林、水源涵养林提供理论依据。

1 研究区概况

菲白水源地作为云南省蒙自市城镇生活用水的主要水源地,其地处 103°29′—103°37′ E, 23°23′—23°27′ N, 水源地总面积为 60.23 km²。菲白水源地属温带半湿润严寒季风气候区,年平均气温 15~22 ℃,

多年平均降水量 700~800 mm,土壤类型主要有红壤和棕壤,其中红壤主要分布于海拔 1 900 m 以上,而棕壤主要分布在 1 800~1 900 m 之间。水源地森林植被主要有华山松(*Pinus armandii*)、云南松(*Pinus yunnanensis*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、人工桉树林(*Eucalyptus glauca*)、人工柏树林(*Cupressus funebris*)。水源地流域总人口 60 365 人。

2 研究方法

2.1 枯落物采集及蓄积量测定

以 5 种森林类型为研究对象,选取样地为 100 m² 范围内 3 个典型且具有代表性的 0.5 m×0.5 m 的样方,记录样地位置、基本信息、树种概况、及枯落物未分解层和半分解层厚度(表 1)。同时利用样点法估算林分郁闭度^[15]。对样方内枯落物分层采集,装入封口塑料袋,贴上标签,称其鲜重。在采样过程中尽量不破坏枯落物的原形,并将样品带回实验室用电热鼓风干燥箱在 65 ℃ 条件下烘干再称其干重,最后以枯落物干重量推算不同森林类型枯落物的单位面积蓄积量^[10,16]。

枯落物分解强度是决定其蓄积量和水文特性的重要因素之一, W, W' 分别表征其绝对分解强度和相对分解强度,并且其值越大,分解强度也越大,计算公式如下^[11,16]:

$$W = \frac{W_2}{W_1}, \quad W' = \frac{W_2}{W_1 + W_2} \quad (1)$$

式中: W_1, W_2 ——枯落物未分解层和半分解层的蓄积量(t/hm²)。

表 1 菲白水源地各样地的基本情况

森林类型	经纬度	海拔/m	坡向	坡度/(°)	树龄/a	树高/m	郁闭度	土壤类型
人工柏树林	23°26′36″N, 103°38′07″E	1 901	阳坡	40	20	8	0.7	红壤
华山松+杉木	23°25′25″N, 103°35′35″E	1 896	阳坡	60	18	10	0.8	棕壤
青冈栎+云南松	23°26′08″N, 103°36′24″E	1 870	阳坡	60	10	7	0.6	红壤
人工林(桉树)	23°24′10″N, 103°29′45″E	1 926	阴坡	40	5	10	0.7	红壤
人工林(杉树)	23°26′10″N, 103°36′28″E	1 875	阴坡	10	20	15	0.6	红壤

2.2 枯落物持水量和吸水率的测定

用室内浸泡法测定枯落物持水量和吸水速率。将烘干的枯落物称 120 g 装入 75 cm×48 cm 的尼龙网袋,再将其放入装有自来水的塑料桶里,保证水面完全覆盖枯落物,分别在 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 24 h 取

出,挂在室内风干至无水滴落时,用电子秤称其重量,并记录每个时段的重量,以此来测定其不同时间的持水量和最大持水量(24 h 时的持水量)以及吸水速率(每个时段枯落物的湿重与其干重之差与浸水时间的比值)。

2.3 枯落物持水能力的测定和计算

枯落物自然含水量、最大持水量、最大拦蓄量、有效拦蓄量等指标反映了枯落物的持水性能。一般认为枯落物浸泡 24 h 后的持水量和持水率为枯落物最大持水量和最大持水率,而枯落物对雨水的实际拦蓄量常用有效拦蓄量来估算,其计算公式为^[8,16]:

$$M_{sv} = (0.85M_{hmax}' - M_0') \times M_d \quad (2)$$

式中: M_{sv} ——枯落物有效拦蓄量(t/hm^2); M_0' ——枯落物自然含水率(%); M_{hmax}' ——枯落物最大持水率(%); M_d ——枯落物烘干状态下的单位面积储量(t/hm^2); 0.85——枯落物的有效拦水系数。

3 结果与分析

3.1 不同森林枯落物蓄积量分析

从表 2 可以看到,菲白水源地 5 种主要森林类型枯落物中,华山松+杉木枯落物总厚度最大,为 3.85 cm,人工桉树林最小,为 1.00 cm,5 种森林类型枯落

物总厚度大到小依次为华山松+杉木>青冈栎+云南松>杉木林>人工柏树林>人工桉树林。其中,未分解层厚度为 0.20~1.67 cm。半分解层厚度在 0.27~2.18 cm。而 5 种森林类型枯落物总蓄积量相差较大,为 3.20~9.48 t/hm^2 。大到小依次为:杉木林>华山松+杉木>人工柏树林>青冈栎+云南松>人工桉树林。其中,未分解层蓄积量为 1.46~6.51 t/hm^2 。半分解层为 1.74~5.52 t/hm^2 。5 种森林类型枯落物未分解层蓄积量占总蓄积量的比重详见表 2。

从表 2 还可以看到,菲白水源地 5 种森林类型枯落物绝对分解强度和相对分解强度分别在 0.46~3.68 和 0.31~0.79,绝对分解强度从大到小依次为:人工柏树林>青冈栎+云南松>人工桉树林>华山松+杉木>杉木林;相对分解强度从大到小次序与绝对分解强度的相同,5 种森林类型枯落物绝对和相对分解强度均表现出一致的规律。

表 2 菲白水源地不同森林类型枯落物厚度、蓄积量及分解强度

森林类型	枯枝落叶层厚度/cm			蓄积量/($t \cdot hm^{-2}$)				分解强度		
	未分解层	半分解层	总厚度	未分解层	占总蓄积量比重/%	半分解层	占总蓄积量比重/%	总蓄积量	绝对强度	相对强度
人工柏树林	0.20	1.17	1.37	1.50	21.37	5.52	78.63	7.02	3.68	0.79
华山松+杉木	1.67	2.18	3.85	3.32	46.83	3.77	53.17	7.09	1.14	0.53
青冈栎+云南松	0.57	1.50	2.07	2.07	33.77	4.06	66.23	6.13	1.96	0.66
人工桉树林	0.50	0.50	1.00	1.46	45.63	1.74	54.37	3.20	1.19	0.54
杉木林	1.61	0.27	1.87	6.51	68.67	2.97	31.33	9.48	0.46	0.31
平均值	0.91	1.12	2.03	2.97	43.25	3.61	56.75	6.58	1.69	0.57

3.2 不同森林枯落物持水动态特性分析

3.2.1 不同森林枯落物持水量与浸泡时间关系分析

从表 3 中可以看到菲白水源地 5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层合计饱和持水量相差较小,为 11.55~13.23 mm,从大到小依次为:人工桉树林>青冈栎+云南松>华山松+杉木>人工柏树林>杉木林。其中未分解层饱和持水量在 5.16~6.29 mm,人工桉树林为最大,杉木林为最小;半分解层饱和持水量为 5.97~6.94 mm,人工桉树林为最大,人工柏树林为最小。5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层合计饱和持水量平均值为 12.20 mm,未分解层和半分解层平均饱和持水量分别为 5.73 和 6.47 mm,且均是半分解层>未分解层。

从图 1—2 可以看到,菲白水源地 5 种森林类型未分解层和半分解层枯落物持水量均随着浸泡时间的持续而增加。5 种森林类型未分解层枯落物平均持水量由 0.5 h 的 4.42 mm 增加到 8 h 时的 5.35 mm,到 24 h 时为 5.73 mm,枯落物浸泡 0.5~8 h 的

平均持水量增幅为 21.04%,从浸泡 8~24 h 时的增幅为 7.10%;半分解层枯落物平均持水量由 0.5 h 的 5.54 mm 增加到 8 h 时的 6.21 mm,到 24 h 时为 6.47 mm,枯落物浸泡 0.5~8 h 的平均持水量增幅为 12.09%,从浸泡 8~24 h 时的增幅为 4.19%。枯落物未分解层和半分解层均是从开始浸泡到浸泡 8 h 之间,持水量迅速增加,从 8 h 之后开始枯落物持水量缓慢增加。

经过对菲白水源地 5 种林分类型枯落物持水量及平均持水量与浸泡时间进行回归分析,得出各森林枯落物层与浸水时间之间存在如下关系:

$$Y = b_0 + b_1 \ln t \quad (3)$$

式中: Y ——枯落物持水量(mm); t ——浸泡时间(h); b_0 ——方程常数项; b_1 ——方程系数。通过对各森林枯落物未分解层和半分解层进行拟合,各森林枯落物持水量拟合的相关系数 R^2 均大于 0.96,拟合效果较好,这表明菲白水源地 5 种森林枯落物持水量与时间呈较显著的对数函数关系。

表 3 菲白水源地不同森林类型枯落物持水量

森林类型	枯枝落叶层	不同浸水时间枯落物持水量							饱和持水量
		0.5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	
人工柏树林	未分解层	4.27	4.36	4.70	4.99	5.22	5.41	5.71	11.68
	半分解层	4.83	4.94	5.20	5.49	5.58	5.73	5.97	
华山松+杉木	未分解层	4.44	4.58	4.80	4.99	5.12	5.29	5.48	11.97
	半分解层	5.72	5.81	6.00	6.16	6.26	6.34	6.49	
青冈栎+云南松	未分解层	4.71	4.84	5.27	5.44	5.62	5.76	6.01	12.58
	半分解层	5.54	5.70	5.97	6.14	6.28	6.34	6.57	
人工桉树林	未分解层	4.76	4.98	5.48	5.78	5.99	6.14	6.29	13.23
	半分解层	6.04	6.24	6.51	6.65	6.75	6.85	6.94	
杉木林	未分解层	3.91	4.13	4.37	4.56	4.79	4.94	5.16	11.55
	半分解层	5.58	5.68	5.90	6.04	6.18	6.27	6.39	
平均值	未分解层	4.42	4.58	4.92	5.15	5.35	5.51	5.73	12.20
	半分解层	5.54	5.67	5.92	6.10	6.21	6.31	6.47	

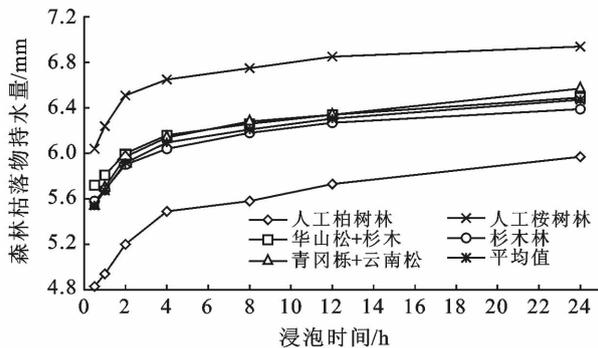


图 1 森林枯落物未分解层持水量变化

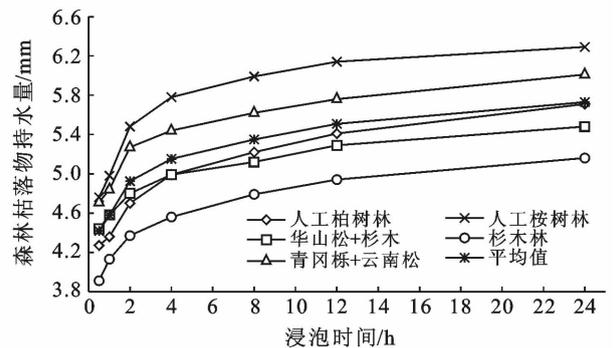


图 2 森林枯落物半分解层持水量变化

3.2.2 不同森林枯落物吸水速率与浸泡时间关系分析 从表 4,图 3 和图 4 可以看到,菲白水源地 5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层吸水速率均随着浸泡时间的持续而减小。5 种森林类型枯落物未分解层平均吸水速率由 0.5 h 的 8.83 mm/h 减小到 8 h 时的 0.67 mm/h,到 24 h 时为 0.24 mm/h,枯落物浸

泡 0.5~8 h 的平均吸水速率减幅为 92.41%,从浸泡 8~24 h 时的减幅为 64.18%;半分解层枯落物平均吸水速率由 0.5 h 的 11.08 mm/h 减小到 8 h 时的 0.78 mm/h,到 24 h 时为 0.27 mm/h,枯落物浸泡 0.5~8 h 的平均吸水速率减幅为 92.96%,浸泡 8~24 h 时的减幅为 65.38%。

表 4 菲白水源地不同森林类型枯落物吸水速率

森林类型	枯枝落叶层	不同浸水时间枯落物吸水速率						
		0.5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
人工柏树林	未分解层	8.54	4.36	2.35	1.25	0.65	0.45	0.24
	半分解层	9.65	4.94	2.60	1.37	0.70	0.48	0.25
华山松+杉木	未分解层	8.88	4.58	2.40	1.25	0.64	0.44	0.23
	半分解层	11.44	5.81	3.00	1.54	0.78	0.53	0.27
青冈栎+云南松	未分解层	9.41	4.84	2.63	1.36	0.70	0.48	0.25
	半分解层	11.07	5.70	2.98	1.54	0.79	0.53	0.27
人工桉树林	未分解层	9.52	4.98	2.74	1.45	0.75	0.51	0.26
	半分解层	12.09	6.24	3.26	1.66	0.84	0.57	0.29
杉木林	未分解层	7.82	4.13	2.19	1.14	0.60	0.41	0.22
	半分解层	11.15	5.68	2.95	1.51	0.77	0.52	0.27
平均值	未分解层	8.83	4.58	2.46	1.29	0.67	0.46	0.24
	半分解层	11.08	5.67	2.96	1.52	0.78	0.53	0.27

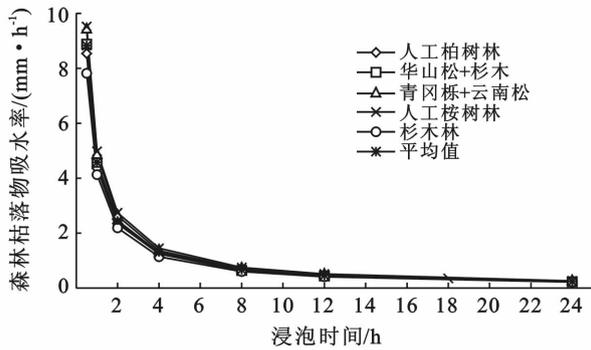


图 3 森林枯落物未分解层吸水速率变化

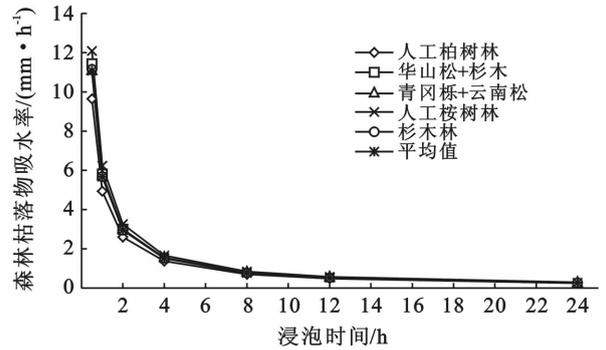


图 4 森林枯落物半分解层吸水速率变化

经过对菲白水源地 5 种森林类型枯落物吸水速率及平均值与浸泡时间进行回归分析,得出枯落物吸水速率与浸水时间之间存在如下关系:

$$V = b_0 t^{b_1} \quad (4)$$

式中: V ——枯落物吸水速率(%); b_0 ——方程常数项; t ——浸水时间(h); b_1 ——方程系数。

通过对各森林类型枯落物未分解层和半分解层吸水速率与浸泡时间进行拟合,枯落物吸水速率与浸泡时间拟合的相关系数 R^2 均为 0.98,拟合效果很好,说明菲白水源地各森林类型枯落物各层与浸水时间之间存在着显著的幂函数关系。

3.3 不同森林枯落物最大持水能力特性分析

从表 5 可以看出,菲白水源地 5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层总自然含水量为 0.39~2.03 t/hm²,5 种森林类型枯落物自然含水量从大到小依次为华山松+杉木>人工柏树林>杉木林>青冈栎+云南松>人工桉树林。其中未分解层自然含水量为 0.15~0.94 t/hm²,半分解层在 0.24~1.44 t/hm²。未

分解层和半分解层平均自然含水率为 11.53%~25.01%,从大到小依次为华山松+杉木>人工柏树林>青冈栎+云南松>杉木林>人工圣诞树。其中未分解层自然含水率为 9.15%~22.93%;半分解层为 13.91%~28.75%。

从表 5 还可以看出,菲白水源地 5 种森林类型枯落物中最大持水量最大的是杉木林,为 13.91 t/hm²,最小的是人工桉树林,为 7.85 t/hm²,大到小依次为杉木林>华山松+杉木>人工柏树林>青冈栎+云南松>人工桉树林。其中,未分解层最大持水量为 1.91~7.46 t/hm²,半分解层为 4.83~9.81 t/hm²。

同样,由表 5 可见,枯落物未分解层和半分解层平均最大持水率最大的是人工桉树林,为 242.45%,最小的是杉木林,为 165.85%,从大到小依次为人工桉树林>青冈栎+云南松>华山松+杉木>人工柏树林>杉木林。其中,未分解层最大持水率为 114.50%~207.00%,半分解层最大持水率为 177.60%~277.90%。

表 5 菲白水源地森林枯落物自然含水量(率)和最大持水量(率)

森林类型	自然含水量/(t·hm ⁻²)			自然含水率/%			最大持水量/(t·hm ⁻²)			最大持水率/%		
	未分解层	半分解层	总和	未分解层	半分解层	平均	未分解层	半分解层	总和	未分解层	半分解层	平均
人工柏树林	0.48	1.44	1.92	22.93	26.05	24.49	2.33	9.81	12.14	155.10	177.60	166.35
华山松+杉木	0.94	1.09	2.03	21.26	28.75	25.01	4.49	8.34	12.83	137.45	228.70	183.08
青冈栎+云南松	0.20	0.73	0.93	15.87	17.85	16.86	1.91	9.63	11.54	180.70	236.80	208.75
人工桉树林	0.15	0.24	0.39	9.15	13.91	11.53	3.02	4.83	7.85	207.00	277.90	242.45
杉木林	0.89	0.50	1.39	12.09	16.89	14.49	7.46	6.45	13.91	114.50	217.20	165.85
平均值	0.53	0.80	1.33	16.26	20.69	18.48	3.84	7.81	11.65	158.95	227.64	193.30

3.4 不同森林枯落物拦蓄能力分析

从表 6 中可以看到,菲白水源地 5 种森林类型枯落物中杉木林枯落物最大拦蓄量最大,为 12.62 t/hm²,人工桉树林最小,为 7.48 t/hm²。其中未分解层枯落物最大拦蓄量在 1.74~6.67 t/hm² 之间,半分解层在 4.59~8.90 t/hm² 之间。5 种森林类型

中未分解层和半分解层枯落物平均最大拦蓄率最大的是人工桉树林,为 230.92,最小的是人工柏树林,为 141.85。其中未分解层中人工桉树林最大,为 197.85%,华山松+杉木混交林最小,为 116.19%;半分解层中人工桉树林最大,为 263.99%,人工柏树林最小,为 151.55%。

表 6 菲白水源地森林枯落物最大拦蓄量(率)和有效拦蓄量(率)

森林类型	最大拦蓄量/(t·hm ⁻²)			最大拦蓄率/%			有效拦蓄量/(t·hm ⁻²)			有效拦蓄率/%		
	未分 解层	半分 解层	总和	未分 解层	半分 解层	平均	未分 解层	半分 解层	总和	未分 解层	半分 解层	平均
人工柏树林	1.98	8.37	10.35	132.14	151.55	141.85	1.63	8.32	9.95	108.87	124.91	116.89
华山松+杉木	3.78	8.33	12.11	116.19	228.70	172.45	3.10	7.07	10.17	95.58	194.40	144.99
青冈栎+云南松	1.74	8.90	10.64	164.83	218.95	191.89	1.46	8.18	9.64	137.72	183.43	160.58
人工桉树林	2.89	4.59	7.48	197.85	263.99	230.92	2.43	4.10	6.53	166.80	222.31	194.56
杉木林	6.67	5.95	12.62	102.41	200.31	151.36	5.55	5.48	11.03	85.24	167.73	126.49
平均值	3.41	7.23	10.64	142.68	212.70	177.69	2.83	6.63	9.46	118.84	178.56	148.70

从表 6 中还可以看到,菲白水源地 5 种森林类型枯落物中有效拦蓄量在 6.53~11.03 t/hm² 之间,从大到小依次为杉木林>华山松+杉木>人工柏树林>青冈栎+云南松>人工桉树林,其中未分解层中杉木林最大,为 5.55 t/hm²,青冈栎+云南松混交林最小,为 1.46 t/hm²;半分解层中人工柏树林最大,为 8.32 t/hm²,人工桉树林最小,为 4.10 t/hm²。5 种森林枯落物未分解层和半分解层平均有效拦蓄率为 116.89%~194.56%,其中枯落物半分解层有效拦蓄率为 85.24%~166.80%,半分解层为 124.91%~222.31%。

4 结论

(1) 对菲白水源地人工柏树林、华山松+杉木、青冈栎+云南松、人工林(桉树)、人工林(杉树)林 5 种森林类型枯落物研究表明,华山松+杉木枯落物总厚度最大,为 3.85 cm,人工桉树林最小,为 1.00 cm。5 种森林类型枯落物总蓄积量相差较大,在 3.20~9.48 t/hm² 之间,依次为杉木林>华山松+杉木>人工柏树林>青冈栎+云南松>人工桉树林。

(2) 5 种森林类型枯落物最大持水量 7.85~13.91 t/hm²,最大持水率 165.85~242.45%。最大拦蓄量为 7.48~12.62 t/hm²,最大拦蓄率为 141.85%~230.92%。5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层合计饱和持水量平均值为 12.20 mm,未分解层和半分解层平均饱和持水量分别为 5.73 和 6.47 mm,且均是半分解层>未分解层。

(3) 菲白水源地 5 种森林类型未分解层和半分解层枯落物持水量均随着浸泡时间的持续而增加。且 5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层均是从开始浸泡到浸泡 8 h 之间,持水量迅速增加,从 8 h 之后开始枯落物持水量缓慢增加。5 种森林枯落物持水量与时间呈较显著的对数函数关系。菲白水源地 5 种森林类型枯落物未分解层和半分解层吸水速率均随着浸泡时间的持续而减小。通过对各森林类型枯落物未分解层和半分解层吸水速率与浸泡时间进行拟合,拟合效果很好,5 种森林枯各层与浸水时间之间存在着显著的幂函数关系。综合比较 5 种森林

类型的持水性能,杉树的持水能力较好,能够很好地涵养水源。

[参 考 文 献]

- [1] 曾建军,史正涛,刘新有,等.基于集对分析的云南高原盆地城市水源地脆弱性评价[J].长江流域资源与环境 2014,23(7):1038-1044.
- [2] 刘征,赵旭阳.河北省水源涵养生态功能保护区划分研究[J].水土保持通报 2008,28(2):180-183.
- [3] 黄英,王杰,黄松柏,等.昆明市松华坝水源区小流域土壤侵蚀分析[J].长江科学院院报,2013,30(4):21-24.
- [4] 曾建军,史正涛,刘新有,等.高原盆地城市水源地脆弱性评价[J].中国农村水利水电,2013(9):12-15.
- [5] William M P, Cordery I. Estimation of interception capacity of the forest floor[J]. Journal of Hydrology, 1996,180(1):283-299.
- [6] Motohisa F, Tetsya K, Valdir C, et al. Hydrological processes at two subtropical forest catchments: The Serra do Mar, Sao Paulo, Brazil[J]. Journal of Hydrology, 1997,196(1):26-46.
- [7] 刘宇,张洪江,张友焱,等.晋西黄土丘陵区不同人工林枯落物持水特性研究[J].水土保持通报,2013,33,(6):69-74.
- [8] 张卫强,李召青,周平,等.东江中上游主要森林类型枯落物的持水特性[J].水土保持学报,2010,24(5):130-134.
- [9] 张振明,余新晓,牛健植,等.不同林分枯落物层的水文生态功能[J].水土保持学报,2005,19(3):139-143.
- [10] 周祥,赵一鹤,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.
- [11] 王波,张洪江,杜士才,等.三峡库区天然次生林凋落物森林水文效应研究[J].水土保持通报,2009,29(3):83-87.
- [12] 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.
- [13] 郑文辉,林开敏,徐昇,等.7 种不同树种凋落叶持水性能的比较研究[J].水土保持学报,2014,28(1):88-91.
- [14] 韩路,王海珍,吕瑞恒,等.塔里木河上游不同森林类型枯落物的持水特性[J].水土保持学报,2014,28(1):96-101.
- [15] 孟宪宇.测树学[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [16] 常龙芳,史正涛,曾建军,等.滇中城市水源地森林枯落物及土壤持水特性[J].城市环境与城市生态,2013,26(1):33-36.