DOI:10.19789/j.1004-9398.2016.06.012

雾灵山三种典型林分枯落物及其土壤水文效应研究

苗胜杰 曾 雯 古丽娜尔 陈旭青 胡嘉琪 耿清格 郭逍宇*
(首都师范大学资源环境与旅游学院,北京 100048)

摘 要

本文以河北省兴隆县雾灵山地区油松、白桦、华北落叶松三种典型林分枯落物分解层和半分解层为研究对象,采用植物地理群落样地调查法,对雾灵山主要森林类型的枯落物蓄积量及其持水性能进行了调查分析. 结果表明:(1) 各林分枯落物蓄积量排序为白桦(434.3 g/m^2) > 华北落叶松(223.1 g/m^2) > 油松(211.7 g/m^2). (2) 三种林分枯落物拦洪能力排序为华北落叶松林 > 白桦 > 油松. (3) 枯落物持水量与浸泡时间呈明显对数函数关系,枯落物吸水速率与浸泡时间呈明显幂函数关系. (4) 各林分枯落物持水能力排序为华北落叶松林 > 白桦 > 油松.

关键词: 雾灵山,枯落物,水文效应,样地调查法.
中图分类号: S152.7

0 引 言

森林枯落物是指森林生态系统中单位面积内植物枯死组织的重量,是覆盖在地表面的枯枝、落叶、花、果实等凋落物及动植物等有机体分解物. 森林枯落物不仅具有覆盖地表,减轻雨滴对地面的击溅侵蚀,拦截天然降水,减缓土壤水分下渗,降低土壤水分蒸发,提高土壤水分含量等直接生态作用,而且对土壤理化性质和生物学性质产生重要的间接作用,有着重要的研究价值[1-11].

目前,森林枯落物及土壤水文效应已引起生态学者的广泛兴趣. 陈波等[12]以冀北山地六种天然纯林枯落物为研究对象,运用样地调查法、土壤剖面调查法以及拟合曲线法,比较了六种天然枯落物总储量、最大持水量、有效拦蓄能力的大小,得出了土壤容重均值、总孔隙度和土壤层有效持水能力的变化范围,表明持水量与浸泡时间、吸水速率与浸泡时间、土壤入渗速率与入渗时间有明显相关关系. 张伟等[13]采用层次分析法,确定指标权重,对评价指标值进行计算分析,比较冀北山地不同林分综合水源涵养功能,结果认为,油松蒙古栎混交林的综合水源涵养功能最好,其次为山杨林、白桦林、蒙古栎林、油松林,华北落叶松林最差. 陈波等[14]运用样地调查法、土壤剖面调查法、环刀浸泡法对冀北山地4个海拔梯度的华北落叶松人工林枯落物层及土壤层水文效应进行研究,得出枯落物总蓄积量、最大持水量、有效拦蓄能力均随海拔升高而增大,总孔隙度随海拔升高先增大而后减小,土壤层有效持水量随海拔升高先减小而后增大的结论. 总结文献[12-16],对于冀北地区山地的单种林分枯落物、不同林分枯落物蓄积量、土壤层持水能力等问题虽已有较多研究,但对相对较小的空间尺度以及自然保护区典型林分枯落物的相关测定指标研究尚少. 河北雾灵山作为国家级自然保护区,是华北地区植物资源丰富的地区之一,其植被种类丰富,乔木覆盖率较高,不仅是天然的旅游胜地,更具有研究价值. 基于此,本文通过样地调查法、室内浸泡法和拟合曲线法,研究了河北雾灵山自然保护区的三种典型林分枯落物及其土壤水文效应,为研究自然保护区森林枯落物层的水土保持、枯落物蓄积量的调控、水源涵养功能以及进一步综合评价该区的森林生态功能,提供了科学依据和理论参考.

1 研究区概况

雾灵山国家级自然保护区位于河北省北部承德市兴隆县境北部,地理坐标东经 117°27′~117°35′,北纬 40°30′~40°36′. 地处北京、天津、承德、唐山四

收稿日期: 2014-12-09
* 通讯作者

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

市之间,距北京 140 km,距天津 180 km,距唐山 148 km,距承德 135 km. 雾灵山山脉东西长24 km,南北宽17 km,其主峰歪头峰海拔2 116.2 km,为燕山山脉主峰,坐落在核心区的中央,被誉为“京东之首”. 气候属暖温带性湿润大陆性气候,具有雨热同季,冬长夏短,夏季凉爽,昼夜温差大的特征. 地质燕山运动基本奠定了我们国家的地质骨架. 雾灵山地区的母岩以花岗岩为主,南坡伴有石灰岩,北坡伴有页岩等.

雾灵山一带主要土壤类型为褐土与棕壤(棕色森林土). 褐土分布于 1 200 m 以下的阳坡和 900 m 以下的阴坡. 棕壤主要分布于 800 ~ 1 200 m 以上的阳坡和 900 m 以上的阴坡. 雾灵山成土母质多为花岗岩残积物,由于流水侵蚀切割,局部基岩裸露,一般土层夹具棱角的大小砂砾,从而使雾灵山土壤表现出明显的山地特点. 植被类型分为 7 个,53 个群系,有维管植物 81 科 382 属 693 种. 主要乔木树种有华北落叶松(*Laria principis-rupprechtii Mayr*)、油松(*Pinus tabulaeformls Carr*)、白桦(*Betula Platyphylla Suk*)、山杨(*Populus dauidiana Dode*)等. 主要灌木有毛榛(*Corylus mandshurica Maxim*)、照山白土庄绣线菊(*S. pubescens Turcz*)等; 草本植物有糙苏(*Phlomis umbrosa Turcz*)、东亚唐松草(*Thalictrum minus var. hypoleucum*)等.

2　研究方法

2.1　枯落物储量调查

选取一块面积为 10 m × 10 m 的样地. 在样地内依对角线的四角和中心区设置 1 m × 1 m 的枯落物收集样方,将未分解和半分解枯落物分别装入密封袋中,并且记录枯落物总层的厚度、分解层和半分解层的厚度. 将收集的枯落物带回驻地,分层称其自然状态下的质量,然后将其烘干再称重,计算出枯落物自然状态下的储蓄量和蓄积量.

2.2　枯落物持水过程

将取回的每小样方中的未分解和半分解枯落物分别称出大约 22.4 g 和 27.7 g 装好,放入水中浸泡 0.5,1.0,2.0,4.0,6.0,8.0 h 后称重,每次取出后需静置 5 min,当枯落物不再滴水时迅速称重,测量出枯落物的吸水过程,记录结果.

2.3　枯落物持水能力测定

通常来说枯落物达到稳定持水时的持水量和持水率就是枯落物的最大持水量和最大持水率,测定饱和吸水后枯落物的质量,结合枯落物自然状态质量,可以计算枯落物生物自然含水量、含水率、最大持水量、持水率、有效拦蓄量、最大拦蓄率等.

3　结果分析

3.1　枯落物蓄积量比较

枯落物的蓄积量及蓄积动态受枯落物的输入量、分解速率、累积年限、植被种类以及枯落物所处的水热条件等综合因素的影响[4]. 此次样方调查中,选取了白桦、油松、华北落叶松三种林分类型,分别在雾灵山中海拔地区进行群落调查. 表 1 是各样方的基本情况. 从样地基本情况来看,各样地海拔相差不大,因此群落中的物种组成具有较大相似性. 雾灵山属于暖温带季风气候区,该处样地属于典型的暖温带植被,如白桦林以及油松、华北落叶松等暖性针叶林. 因为是国家自然保护区,从样地中各乔木的平均胸径可以推断该处植被养护得很好,大部分乔木的平均胸径超过了 15 cm,部分突出的,白桦平均胸径达到了 57.9 cm,再对比表 2 中该样方内的枯落物蓄积量,不难得出结论,枯落物的蓄积量和群落中建群种的基本条件是紧密相关的. 当样地中主要乔木的生命力越旺盛,生长情况良好,产生的枯落物也就越多,整个样方里枯落物的蓄积量也就越大.

表 1　各林分类型样地基本概况

林分类型	样地郁闭度/%	株数	平均高度/m	平均胸径/cm
油松	92	5	15.0	16.2
白桦	70	13	14.0	57.8
华北落叶松	100	8	7.3	12.0

调查结果(表 2)表明,雾灵山地区森林植物群落枯落物蓄积量在 211.7 ~ 434.3 g/m^2 之间. 其中,白桦—锦带—细叶苔草的植物群落枯落物蓄积量最大,达到了 434.3 g/m^2,总的枯落物厚度为 8.8 cm,是所有样方中枯落物厚度最大的; 以油松为优势种的群落枯落物蓄积量最小,仅有 211.7 g/m^2; 其次,以针叶林——华北落叶松为优势种的植物群落枯落物的蓄积量为 223.1 g/m^2,是所有样地中枯落物蓄积量第二少的. 这说明,以白桦为主的阔叶林的群落枯落物蓄积量要大于以油松、华北落叶松等为主的针叶林群落. 因为枯落物中主要是植物的树叶,而乔木是整个群落中的建群种,因而乔木的树叶对群落中枯落物的蓄积量贡献率是最大的. 枯落物蓄积量高低与群落类型和生产力高低有着直接联系. 群落光合效率越高,固定的有机物就越多,相应形成的枯落物也越多[4]. 三个样方群落地上生物量为落叶阔

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 各林分类型枯落物蓄积量比较

林分类型	枯落物总厚度/cm	枯落物总蓄积量/g·m^{-2}	未分解层			半分解层		
			厚度/cm	蓄积量/g·m^{-2}	所占比例/%	厚度/cm	蓄积量/g·m^{-2}	所占比例/%
油松	4.4	211.7	2.3	51.0	24.1	2.1	160.7	75.9
白桦	8.8	434.3	3.9	69.1	47.7	4.9	365.3	52.3
华北落叶松	3.5	223.1	1.5	76.0	34.1	2.0	147.1	65.9

叶林群落 > 针阔混交林群落 > 针叶林群落,与枯落物蓄积量变化是一致的.

3.2 枯落物持水动态

根据枯落物持水量和吸水速率的测定方法,将采集回的样品称重后烘干浸泡在水中,分别分 0.5,1.0,2.0,4.0,6.0,8.0 h 五个时段称重,结果见表 3. 枯落物的蓄水量和林分蓄积量以及树种的构成、林分发育度、林分水平和垂直结构等因素有关. 比较三种树种林下枯落物最大持水量可以看出,华北落叶松未分解层持水量最大,为 9.4 g,半分解层枯落物则是白桦较大,为 8.7 g. 华北落叶松的总持水量最大,说明该地区相同情况下华北落叶松枯落物的持水量要比油松和白桦都大,华北落叶松林的拦洪能力大于白桦的拦洪能力大于油松的拦洪能力.

表 3 各林分类型枯落物持水量

林分类型	枯落物层	浸水时间/h						总持水量/g
		0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	
油松	未分解层	1.83	1.98	1.63	2.17	2.70	2.44	4.13
	半分解层	1.12	1.70	1.00	1.30	1.66	1.69	
华北落叶松	未分解层	8.15	8.56	8.62	8.79	9.21	9.40	18.00
	半分解层	7.60	7.98	8.27	8.44	8.40	8.60	
白桦	未分解层	1.51	2.45	2.78	2.98	3.00	3.66	12.32
	半分解层	4.04	4.41	6.04	6.93	7.51	8.66	

3.2.1 枯落物持水量和浸泡时间关系

已有的研究表明,枯落物与浸泡时间有着一定的关系,拟合油松、华北落叶松和白桦枯落物持水量与浸泡时间,得出枯落物与浸泡时间成对数函数关系. 由图 1-1 和图 1-2,并结合表 4 可以看出,白桦和华北落叶松林分枯落物未分解层、半分解层持水量与浸水时间之间有着很好的相关性,而油松林分枯落物此二者之间相关性较低. 未分解层枯落物在水中浸泡 4.0 h 后,持水量基本达到饱和,持水量增长变缓. 半分解层对于油松而言,枯落物在水中浸泡 1.0 h 后,持水量到达最大值;对于华北落叶松而言,枯落物在水中浸泡 4.0 h 后,持水量达到最大值. 从图中图 1-1 和图 1-2 可以看出,与白桦相比,这两种林分类型持水量增长较缓慢,各枯落物持水量变化不大. 白桦枯落物的半分解层在水中浸泡 6.0 h 后,持水量仍有缓慢增长的趋势.

3.2.2 枯落物吸水速率与浸泡时间关系

对所测定的落叶松、油松林、白桦林下枯落物吸水速率与浸水时间的数据进行回归分析拟合. 根据图 1-4,结合表 4 可以看出白桦林下半分解枯落物吸水速率与浸泡时间的相关性最大,为 0.932 6. 不同树种枯落物吸水速率与浸泡时间的总体规律相同

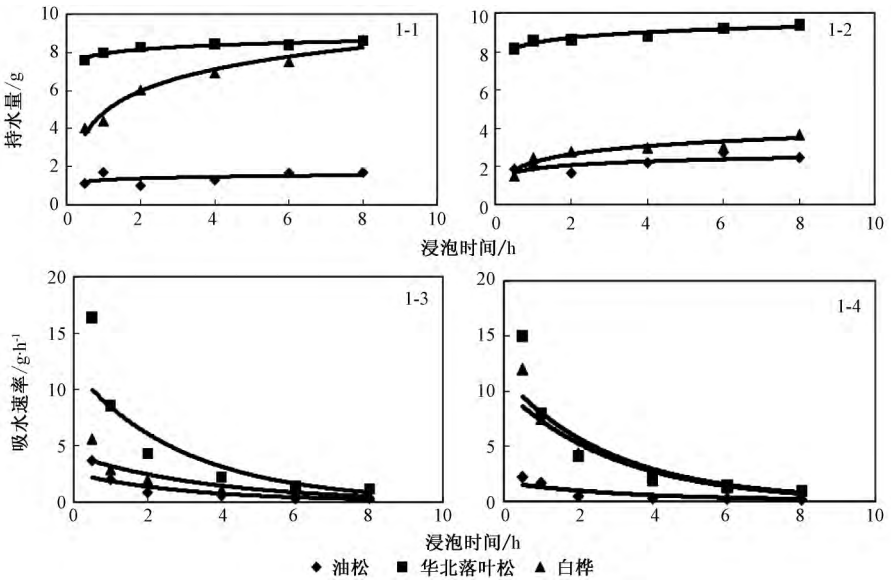


图 1 枯落物未分解层与半分解层持水量、吸水速率与浸泡时间的关系图

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4　各林分类型持水动态相关系数及回归方程

林分类型		持水量与浸泡时间关系		吸水速率与浸泡时间关系	
		相关系数	回归方程	相关系数	回归方程
油松	未分解层	$R^2=0.5677$	$y=0.2769\ln(x)+1.8823$	$R^2=0.8355$	$y=2.5108\exp(-0.3176x)$
	半分解层	$R^2=0.2172$	$y=0.1352\ln(x)+1.2932$	$R^2=0.8034$	$y=1.6768\exp(-0.2986x)$
华北落叶松	未分解层	$R^2=0.9183$	$y=0.4054\ln(x)+8.4331$	$R^2=0.8859$	$y=11.772\exp(-0.3305x)$
	半分解层	$R^2=0.9362$	$y=0.3284\ln(x)+7.9272$	$R^2=0.9138$	$y=11.308\exp(-0.3396x)$
白桦	未分解层	$R^2=0.8896$	$y=0.6273\ln(x)+2.1804$	$R^2=0.8926$	$y=4.2019\exp(-0.2654x)$
	半分解层	$R^2=0.9644$	$y=1.6383\ln(x)+4.8294$	$R^2=0.9326$	$y=10.167\exp(-0.3276x)$

不同树种林下枯落物的吸水速率随着时间的推移逐渐递减,0.5 ~ 2.0 h 内吸水速率最快,2.0 ~ 6.0 h 内下降最快,8.0 h 之后趋于稳定. 8.0 h 之后持水量饱和,枯落物不再吸水. 无论是半分解层还是未分解层,华北落叶松的吸水速率最高,其次是白桦,最低是油松林,这可能与枯落物的性质有关,油松叶片为针形,吸水量有限.

3.3　枯落物的持水能力

由表 5 可以看出,自然含水量和最大含水率这项中,油松大于白桦大于华北落叶松,而最大持水量却是华北落叶松大于白桦大于油松,这与油松、华北落叶松和油松的自身性质相关,说明油松枯落物的持水能力较弱. 最大持水量、最大拦蓄量因为数据的误差和缺失,并没有得出确切的结果.

表 5　白桦、华北落叶松和油松枯落物持水能力指标　g

项目	白桦	华北落叶松	油松
总持水量	12.32	18.00	4.13
浸水稳定后的枯落物重	897.48	687.22	809.13
枯落物干重	619.34	564.82	510.95
枯落物鲜重	893.35	669.22	796.81
枯落物最大持水量	278.14	122.40	298.18
最大含水率	0.45	0.22	0.58
自然含水率	0.44	0.18	0.56
最大拦蓄量	37.97	242.11	—
枯落物蓄积量	5694.75	7597.00	—

4　结　论

1) 对雾灵山地区三种林分枯落物蓄积量调查结果显示,以白桦为主的阔叶林的群落枯落物蓄积量最大,所选样地中最高每平方米达到了 434 g. 以油松为优势种的群落枯落物蓄积量最小,每平方米仅有 211.74 g. 各层次枯落物蓄积量所占比例不同,未分解层和半分解层白桦占总蓄积量的比例最大,分别达到了 69.07% 和 80.43%,油松占总蓄积量的比例最小,分别为 24.09% 和 75.4%.

2) 三种林分枯落物持水量的研究结果表明,华北落叶松未分解层持水量最大,为 9.4 g,半分解层枯落物则是白桦较大,为 8.7 g. 华北落叶松的总持水量最大,说明该地区相同情况下华北落叶松枯落物的持水量要比油松和白桦都大. 即三种林分枯落物拦洪能力排序为华北落叶松林 > 白桦 > 油松.

3) 从枯落物持水量和浸泡时间关系上看,白桦和华北落叶松林分枯落物未分解层、半分解层持水量与浸水时间之间有着很好的相关性,而油松林分枯落物此二者之间相关性较低. 三种林分枯落物未分解层与半分解层持水量增长速率排序为白桦 > 华北落叶松 > 油松. 三种林分枯落物吸水速率存在差异,实验的结果证明,无论是半分解层还是未分解层,华北落叶松的吸水速率最高,其次是白桦,最低是油松林,即华北落叶松 > 白桦 > 油松林.

4) 由于三种林分枯落物自身性质存在差异,数据计算分析结果表明,华北落叶松的持水能力最强,其次是白桦,最低是油松林,即华北落叶松 > 白桦 > 油松林.

参　考　文　献

[1] 赵有益,龙瑞军,任继周. 草地生态系统安全及其评价研究[J]. 草业学报,2008,17(2):143 - 150.

[2] 李学斌,马林,谢应忠,等. 草地枯落物分解研究进展及展望[J]. 生态环境学报,2010,19(9):2260 - 2264.

[3] 施爽,郭继勋. 松嫩草原三种主要植物群落枯落物层生态水文功能[J]. 应用生态学报,2007,18(8):1722 - 1726.

[4] 赵鸿雁,吴钦孝,刘国彬. 黄土高原人工油松林枯枝落叶层的水土保持功能研究[J]. 林业科学,2003,29(1):168 - 173.

[5] 李学斌,陈林,田真,等. 荒漠草原典型植物群落枯落物蓄积量及其持水性能[J]. 水土保持学报,2011,25(6):144 - 147.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[6] 闫德仁,刘永军,安晓亮,等. 落叶松人工林枯落物特征研究[J]. 内蒙古林业科技,2003(3):23 - 26.
[7] 朱丽晖,李冬,邢宝振. 辽东山区天然次生林枯落物层的水文生态功能[J]. 辽宁林业科技,2001(1):35 - 37.
[8] 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.
[9] 白晋华,胡振华,郭晋平,等. 华北山地次生林典型森林类型枯落物及土壤水文效应研究[J]. 水土保持学报,2009,23(2):84 - 89.
[10] Wild U, Kamp T, Lenz A, et al. Cultivation of Typha spp. inconstructed wetlands for peatland restoration[J]. Ecological Engineering, 2001, 17(1): 49 - 54.
[11] Trepel M, Palmeri L. Quantifying nitrogen retention in surface flow wetlands for environmental planning at the landscape-scale[J]. Ecological Engineering, 2002, 19(2): 127 - 140.
[12] 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 - 201.
[13] 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函养功能评价[J]. 水土保持学报,2011,31(3):208 - 212,238.
[14] 陈波,孟成生,赵耀新,等. 冀北山地不同海拔华北落叶松人工林枯落物和土壤水文效应[J]. 水土保持学报,2012,26(3):216 - 221.
[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 - 75.
[16] 剪文灏,李淑春,陈波,等. 冀北山区 3 种典型森林类型枯落物水文效应研究[J]. 水土保持研究,2011,18(5):144 - 147.

Study on Hydrological Effects of Three Typical Forest Litters and Soil in Wuling Mountain of Hebei

Miao Shengjie Zeng Wen Gu Linaer Chen Xuqing Hu Jiaqi Geng Qingge Guo Xiaoyu

(College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048)

Abstract

The litter decomposed and semi-decomposed layers of three typical kinds of forest were chosen as the research objects, which are belong to Chinese pine, birch and North China larch in Xinglong county of Hebei province, we investigated the capita storage of litter and their water-holding capacity of the main forest types in Wuling mountain by using the method of plot investigation of plant geography community. The results showed: (1) In terms of the capita storage, the rank of litter layers was birch forest (434.3 g/m^2) > North China larch forest (223.1 g/m^2) > Chinese pine forest (211.7 g/m^2). (2) In terms of the flood interception capacity, the rank of the three litter layers was North China larch forest > birch forest > Chinese pine forest. (3) Water holding capacity of litter was logarithmic relationship with immersion time, and water absorption rate showed a power function with the immersion time. (4) In terms of the water-holding capacity, the order was North China larch forest > birch forest > Chinese pine forest.

Key words: Wuling mountain, litters, hydrological effect, plot investigation.

作者简介 苗胜杰(1994 -),男,北京市人,在读本科生,主要从事水土保持方面研究. E-mail: mshj927@sina.com
通讯作者 郭逍宇,生态学. E-mail: 314618793@qq.com

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net