

华北山石区落桦混交林枯落物与土壤层持水能力研究

黄 岩

(河北省木兰围场国有林场管理局,河北 围场 068450)

摘要:为了更好地监测和评价森林持水能力,对华北山石区落桦混交林的枯落物层与土壤层持水能力进行研究。结果表明:落桦混交林中枯落物生物量、最大持水量、最大持水率、吸水速率和有效拦蓄量都是半分解层大于未分解层,其中半分解层的最大持水量是未分解层的 1.36 倍,半分解层的最大持水率为未分解层的 1.1 倍,半分解层的有效拦蓄量是未分解层的 1.36 倍。落桦混交林的土壤层持水能力为 290.3 t·hm⁻²,其土壤的初渗速率为 23.6 mm·min⁻¹,稳渗速率为 3.3 mm·min⁻¹,土壤渗透性与入渗时间的拟合方程为 $f=26.666 t^{-1.036}$,相关系数为 0.970。

关键词:华北山石区;枯落物;土壤层;持水能力

中图分类号:S71 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)06-0064-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.06.0064

枯落物层和土壤层对森林截留降水、减缓降雨速度和涵养水分具有很重要的作用。木兰围场位于华北山石区,森林多以针叶树种为主,针叶中以华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii* Mayr)为主要组成部分,该地区的研究主要集中在林分的结构、生长特性和物种多样性等方面,对林分持水能力的研究则相对较少^[1-2]。本文对木兰围场落桦混交林的枯落物层与土壤层的持水能力做了研究,主要为森林健康的监测和评价提供一定的理论依据^[3-5]。

1 研究区概况

围场县位于承德境内,N41°47′~42°06′,E116°51′~

117°45′。与内蒙古接壤,处于华北山石区的沿坝地区,是山区与坝上的过渡地带,该县的海拔在 750~1 829 m,年平均温度较低,-1.5~4.8℃,年无霜期在 90~125 d,年均降水时间分布很不均匀,集中性比较强,降雨量在 380~560 mm,土壤的种类也较多,总共有 143 个土种,植物种类资源也是非常丰富,野生种子植物达到了 793 种,蕨类植物 22 种。此次的试验地点在围场县木兰林管局的北沟林场。

2 研究方法

2.1 枯落物生物量测定

在北沟营林区内选择 5 块落桦混交林,在林内设置大小为 20 m×20 m 的标准样地,标准地树种组成为华北落叶松、白桦,海拔 1 240~1 290 m,坡向西南,坡度 25~35°。在选取的标准地里选取样地的四个角和中心位置设置 5 块枯落物小样方,大小为 50 cm×50 cm,枯落物测定分

Investigation of the Plant Arrangement of Roof Garden in Commercial Buildings

WANG Bei,HAO Ri-ming

(Nanjing Agricultural University,Nanjing,Jiangsu 210095)

Abstract:To better design for roof garden plant arrangement of commercial building,through the investigation of two commercial buildings roof garden,their plant arrangement and growth situation were analyzed,and the corresponding suggestions were put forward,such as find new plant configuration modes on the basis of particularities of commercial space,after construct healthy phytocoenosium with plants which have high aesthetic value.

Keywords:roof garden;commercial building;plant design

收稿日期:2017-05-28
基金项目:河北省林业厅科学技术研究计划资助项目(1705488)
作者简介:黄岩(1972-),女,河北省围场县人,高级工程师,从事森林经营和育苗研究。E-mail:937962206@qq.com。

未分解层和半分解层,以下枯落物的数据都是均值。

2.2 枯落物持水量和吸水速率的测定

利用室内浸泡的方法来测定枯落物未分解层和半分解层 0.5~24 h 的变化,研究枯落物的持水过程和测定其持水速率^[6-7]。通过公式来测定相关指标:

$$C=(m_1-m_2)/m_2\times100\%$$

$$S=(m_3-m_2)/m_2\times100\%$$

$$W_m=(R_m-R_0)\times M$$

其中:C 为枯落物自然含水量(%),m₁ 为样品鲜质量(g),m₂ 为样品烘干质量(g);S 为饱和持水率,m₃ 为样品浸水 24 h 后的质量(g);W_m 为枯落物的最大拦蓄量(t·hm⁻²),R_m 为最大持水率(%),R₀ 为平均自然含水量(%),M 为枯落物生物量(t·hm⁻²)。

2.3 枯落物有效拦蓄量的测定

枯落物的有效拦蓄量通过公式来计算^[8-9],即:

$$W=(0.85R_m-R_0)M$$

式中:W 为有效拦蓄量(t·hm⁻²),R_m 为最大持水率(%),R₀ 为平均自然含水率(%),M 为枯落物蓄积量(t·hm⁻²)。

2.4 土壤层物理性质的测定

按照不同的土壤深度取样,即土壤剖面法。采用土壤烘干法和环刀法测定需要的土壤特性。其中土壤持水力 S=10⁴ hp,式中:S 为土持水力(t·hm⁻²),h 为土壤层厚度(m),p 为非毛管孔隙度(%)。

2.5 土壤入渗测定与计算

采用双环法测定水分入渗土壤的过程,初渗率=最初入渗时段内渗透量/入渗时间;平均渗透速率=达到稳渗时的渗透总量/达到稳渗时的时间。利用 Kostiakov 模型来对水入渗土壤的过程来拟合, $f=at^{-b}$,式中:f 指 t 时间时的瞬时入渗速率;t 指入渗时间;a,b 则是指试验资料拟合的参数。

3 结果与分析

3.1 枯落物生物量

林分的树种组成不同则枯落物的生物量也不同,落桦混交林林下的枯落物的生物量大小为 8.68 t·hm⁻²,其中未分解层生物量大小为 3.89 t·hm⁻²,半分解层生物量大小为 4.79 t·hm⁻²,半分解层比未分解层占得比例高很多,这种状况很可能是林分中存在的阔叶分解速度较快的缘由。

表 1 落桦混交林枯落物生物量
Table 1 Litter biomass of birch mixed forest

枯落物平均厚度/cm Average thickness of litter		总厚度/cm Total thickness	枯落物生物量 Biomass of litter				总生物量/ (t·hm ⁻²) Total biomass
未分解 Undecomposed	半分解 Semi-decomposed		未分解/(t·hm ⁻²) Undecomposed	比例/% Proportion	半分解/(t·hm ⁻²) Semi-decomposed	比例/% Proportion	
2.0	1.9	3.9	3.89	44.8	4.79	55.2	8.68

3.2 枯落物水文效应

3.2.1 枯落物最大持水量 落叶松白桦混交林中未分解层的最大持水量为 10.9 t·hm⁻²,半分解层的最大持水量 14.8 t·hm⁻²,半分解层的最大持

水率为未分解层的 1.1 倍,最大持水量大的半分解层的最大持水率大,这可能是枯落物分解的生物量有关,分解的越多半分解层的生物量和持水率就越高。

表 2 落桦混交林枯落物层最大持水量和最大持水率

Table 2 Maximum water holding capacity and maximum water holding rate of litter in mixed forest

层次 Layer	最大持水量/(t·hm ⁻²) Maximum water holding capacity	自然含水率/% Natural moisture content	最大持水率/% Maximum water holding rate
未分解 Undecomposed	10.9	7.0	287
半分解 Semi-decomposed	14.8	6.9	316

3.2.2 枯落物持水过程 落叶松与白桦混交林的枯落物在 24 h 持水过程是具有一定规律的,在

最早的 0.5 h 是吸水速度最快的时段,随着时间的推移枯落物持水量不断增加,其中未分解层与

半分解层达到饱和的时间也有一定差距。利用数学模型对枯落物持水量与时间进行拟合得出表达式 $Q = a \ln(t) + b$, 式中: Q 为枯落物持水

量($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), t 为浸泡时间(h), a 为方程系数, b 为方程常数项。

表 3 枯落物层持水过程
Table 3 Water holding process of litter layer

层次 Layer	枯落物持水量/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Water holding capacity of litter								
	0.25 h	0.5 h	1 h	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	24 h
未分解 Undecomposed	1921.3	2089.7	2179.5	2231.4	2396.5	2501.7	2599.6	2620.3	2802.1
半分解 Semi-decomposed	2231.6	2501.7	2751.9	2701.6	2831.6	2851.2	2941.7	2976.3	3089.8

表 4 持水量与浸泡时间的关系
Table 4 The relationship between water holding capacity and soaking time

关系式 Formula	R^2
$Q=384.72\ln(t)+1830.0$	0.927
$Q=358.70\ln(t)+2253.9$	0.966

3.2.3 枯落物吸水速率 枯落物的吸水速率随着时间的推移也呈现一定的规律,在最初的 1 h

内吸水的速率是比较大的,随后会有明显的下降,一般在 6 h 前后速率下降就不大了,随着时间的增长枯落物的吸水速率则会表现的比较平稳。
3.2.4 枯落物有效拦蓄量 在对林分的拦蓄量进行研究时要采用有效拦蓄量,有效拦蓄量能够真实地反映林分在降雨时的拦蓄能力,落桦混交林枯落物未分解层的有效拦蓄量为 $9.2\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,而半分解层的有效拦蓄量为 $12.5\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,是未分解层的 1.36 倍。

表 5 持水率与浸泡时间的关系
Table 5 The relationship between water holding capacity and soaking time

层次 Layer	持水率/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) Water holding capacity								
	0.25 h	0.5 h	1 h	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	24 h
未分解 Undecomposed	7685.2	4179.4	2179.5	1115.7	599.1	417.0	325.0	262.0	116.8
半分解 Semi-decomposed	8926.4	5003.4	2751.9	1350.8	707.9	475.2	367.7	297.6	128.7

表 6 枯落物层有效拦蓄能力
Table 6 Effective storage capacity of litter layer

层次 Layer	枯落物累积量/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$)	自然含水率/% Natural moisture	最大持水率/% Maximum water	有效拦蓄率/% Effective storage	有效拦蓄量/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$) Effective storage
	Cumulant of litter	rate	holding rate	rate	capacity
未分解 Undecomposed	3.89	7.0	287	237.0	9.2
半分解 Semi-decomposed	4.79	6.9	316	261.7	12.5

3.3 土壤层的水文效应

3.3.1 土壤层的物理性质 土壤的持水能力和通透性都与土壤的容重有很大的关系,在表 7 中,

土壤的容重为 $1.32\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。由土壤的厚度和非毛孔隙度计算出落桦混交林土壤层的持水能力为 $290.3\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

表 7 土壤的物理性质
Table 7 The physical properties of the soil

土壤容重/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	土壤厚度/cm	自然含水率/%	非毛管孔隙度/%	毛管孔隙度/%	总毛管孔隙度/%	土壤持水力/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$)
Soil bulk density	Thickness of soil	Natural moisture rate	Noncapillary porosity	Capillary porosity	Total capillary porosity	Soil water holding capacity
1.32	59	31.22	4.92	50.11	55.03	290.3

3.3.2 土壤层的渗透性 土壤的结构组成不同其渗透性也是不同的,而渗透性是测定土壤物理性质的一大指标,也是林分涵养能力的一个参数,

土壤能够减少地表的径流,减少水土流失,土壤阻挡的水分越多,则流失的水分越少,在表 8 中可以看出土壤初渗速率为 $23.6\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$,在经过一

段时间后达到了稳渗,大小为 $3.3\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$,在对入渗速率和入渗时间进行数学模式拟合后发现存在一定的关系,二者之间的关系可以用幂函数

表示: $f = at^{-b}$ ($R \geq 0.95$),式中: f 为入渗速率($\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$), a 、 b 为常数, t 为入渗时间(min)。

表 8 土壤渗透的速率及渗透数学模型

Table 8 Soil infiltration rate and penetration mathematical model

初渗速率/(mm·min ⁻¹) Beginning infiltration rate	稳渗速率/(mm·min ⁻¹) Steady infiltration rate	稳渗时间/min Steady infiltration time	回归方程 Regression equation	R
23.6	3.3	34	$f = 26.666t^{-1.036}$	0.970

4 结论

落桦混交林中枯落物生物量、最大持水量、最大持水率、吸水速率和有效拦蓄量都是半分解层大于未分解层,其中半分解层的最大持水量是未分解层的 1.36 倍,半分解层的最大持水率为未分解层的 1.1 倍,半分解层的有效拦蓄量是未分解层的 1.36 倍。

落桦混交林的土壤层持水能力为 $290.3\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,其土壤的初渗速率为 $23.6\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$,稳渗速率为 $3.3\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$,土壤渗透性与入渗时间的拟合方程为 $f = 26.666t^{-1.036}$,相关系数为 0.970。

参考文献:

[1] 王雄宾,余新晓. 华北土石山区油松林生态系统健康评价[J]. 中国水土保持科学,2009,7(1):97-102.
[2] 张振明,余新晓. 不同林分枯落物层的水文生态功能[J]. 水

土保持学报,2006,19(3):139-143.
[3] 王卫军,赵婵璞,姜鹏,等. 塞罕坝华北落叶松人工林水源涵养功能研究[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(2):66-68.
[4] 鲁绍伟,陈波,潘青华,等. 北京山地不同密度侧柏人工林枯落物及土壤水文效应[J]. 水土保持学报,2013,27(1):224-229.
[5] 徐娟,余新晓. 北京十三陵不同林分枯落物层和土壤层水文效应研究[J]. 水土保持学报,2009,23(3):189-193.
[6] 韩同吉,裴胜民,张光灿,等. 北方石质山区典型林分枯落物层涵蓄水分特征[J]. 山东农业大学学报,2005,36(2):275-278.
[7] 胡淑萍,余新晓. 北京百花山森林枯落物层和土壤层水文效应研究[J]. 水土保持学报,2008,22(1):146-150.
[8] 张宁,郭宾良,张楠. 冀北山地落叶松四种典型林分生长发育比较研究[J]. 水土保持研究,2015(3):269-275.
[9] 张宁,郭宾良,于士涛. 冀北山地四种典型落叶松林分生态功能研究[J]. 水土保持研究,2015(2):320-327.

Study on Water Holding Capacity of Litter and Soil Layer in *Larix* and *Betula* Mixed Forest in North China Mountain Area

HUANG Yan

(Mulan-Weichang Forestry Administration of Hebei Province, Weichang, Hebei 068450)

Abstract: In order to better monitor and evaluate the water holding capacity of forest, the water holding capacity of litter layer and soil layer of *Betula platyphylla* and *Larix principis-rupprechtii* mixed forest in North China mountainous area were studied. The results showed that the litter biomass, maximum water holding capacity, maximum water holding rate, water absorption rate and effective storage capacity of semi-decomposed layer were higher than those of the undivided layer in the mixed forest, and the maximum water holding capacity of the semi-decomposed layer was 1.36 times of that of undecomposed layer, the maximum water retention rate of the semi-decomposed layer was 1.1 times of that of the undivided layer, and the effective storage volume of the semi-decomposed layer was 1.36 times of the undivided layer. The soil water holding capacity of the mixed forest was $290.3\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, the initial infiltration rate of the soil was $23.6\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$, the stable infiltration rate was $3.3\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$, the fitting equation of the soil permeability and infiltration time was $f = 26.666\text{ t}^{-1.036}$ and the correlation coefficient was 0.970.

Keywords: mountain rocks in North China; litter; soil layer; water holding capacity