承德市第三乡林场不同林分类型枯落物和土壤的持水特性

郭宇嘉，牛庆花，陆贵巧，谷建才

（河北农业大学 林学院，河北 保定 071000）

摘　要：[目的] 探究林分枯落物和土壤的水文效应，科学选择持水性能更好的林分类型。[方法] 以河北省承德市围场县第三乡林场中落叶松纯林(Ⅰ)、落叶松—白桦—山杨针阔混交林(Ⅱ)、白桦—山杨阔叶混交林(Ⅲ)为研究对象，采用室内浸水法、环刀法以及室内烘干等方法对枯落物和土壤持水特性进行研究。[结果] 枯落物总储量：Ⅰ(26.58 t/hm^2)＞Ⅱ(25.01 t/hm^2)＞Ⅲ(21.55 t/hm^2)。枯落物最大持水量：Ⅲ(56.88 t/hm^2)＞Ⅱ(56.24 t/hm^2)＞Ⅰ(51.91 t/hm^2)。枯落物持水量随浸水时间变化呈对数函数变化趋势。枯落物吸水速率随浸水时间变化呈幂函数变化趋势。枯落物有效拦蓄量：Ⅱ(46.22 t/hm^2)＞Ⅲ(43.90 t/hm^2)＞Ⅰ(43.36 t/hm^2)。土壤容重：Ⅰ(1.13 g/cm^3)＞Ⅱ(1.12 g/cm^3)＞Ⅲ(0.99 g/cm^3)。土壤总孔隙度：Ⅲ(51.89%)＞Ⅱ(49.13%)＞Ⅰ(41.38%)。土壤最大持水量：Ⅲ(1037.80 t/hm^2)＞Ⅱ(982.50 t/hm^2)＞Ⅰ(827.53 t/hm^2)。[结论] 通过多方面比较 3 种林分类型枯落物和土壤持水性能，可知Ⅲ持水能力最好，Ⅱ稍弱，Ⅰ最差。

关键词：枯落物；土壤孔隙度；有效拦截量；最大持水量

文献标识码：A　　**文章编号**：1000-288X(2018)03-0038-07　　**中图分类号**：S714.7

文献参数：郭宇嘉，牛庆花，陆贵巧，等. 承德市第三乡林场不同林分类型枯落物和土壤的持水特性[J]. 水土保持通报，2018，38(3)：38-44. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2018.03.007. Guo Yujia, Niu Qinghua, Lu Guiqiao, et al. Water-holding capacity of litters and soil in different forests in Disanxiang forest farm of Chengde City[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(3): 38-44.

Water-holding Capacity of Litters and Soil in Different Forests in Disanxiang Forest Farm of Chengde City

GUO Yujia, NIU Qinghua, LU Guiqiao, GU Jiancai

(*College of Forest, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei* 071000, *China*)

Abstract: [Objective] To investigate the hydrological benefits of litters and soil in different forests in order to choose an appropriate stand type for water retention. [Methods] Different forests including *Larix kaempferi* pure forest (Ⅰ), the mixed forest of *Larix kaempferi* and *Betula platyphylla* and *Populus davidiana* (Ⅱ), *Betula platyphylla* and *Populus davidiana* (Ⅲ) were selected as the research objects in Disanxiang forest farm of Chengde City. Water holding capacity of litters and soil was investigated by using indoor immersion method, ring knife method and indoor drying method. [Results] The total reserves of litters were ranked as: Ⅰ (26.58 t/hm^2)＞Ⅱ (25.01 t/hm^2)＞Ⅲ (21.55 t/hm^2). The maximum water holding capacity of litters was ranked as: Ⅲ (56.88 t/hm^2)＞Ⅱ (56.24 t/hm^2)＞Ⅰ (51.91 t/hm^2). The relationship between water-holding capacity of litters and the change of immersion time showed a logarithmic function. The relationship between water absorption rate of litters and the change of immersion time showed a power function. The effective interception volume was ranked as: Ⅱ (46.22 t/hm^2)＞Ⅲ (43.90 t/hm^2)＞Ⅰ (43.36 t/hm^2). Soil bulk density was ranked as: Ⅰ (1.13 g/cm^3)＞Ⅱ (1.12 g/cm^3)＞Ⅲ (0.99 g/cm^3). Soil porosity was ranked as: Ⅲ (51.89 %)＞Ⅱ (49.13%)＞Ⅰ (41.38%). The maximum water holding capacity of soil was ranked as: Ⅲ (1 037.80 t/hm^2)＞Ⅱ (982.50 t/hm^2)＞Ⅰ (827.53 t/hm^2). [Conclusion]

收稿日期：2017-12-14　　**修回日期**：2017-12-23

资助项目：国家重点研发计划课题“坝上高原及华北北部山地沙化土地治理与沙产业技术研发及示范”(2016YFC0500802)

第一作者：郭宇嘉(1993—)，女(汉族)，河北省清苑县人，在读研究生，研究方向为森林培育。E-mail：532105440@qq.com。

通讯作者：谷建才(1963—)，男(汉族)，河北省石家庄市藁城区人，教授，硕士导师，主要从事森林经理研究工作。E-mail：gujiancai@126.com。

Based on the analysis of the litters and soil water retention characteristics of three different forest stands, it was found that the water holding capacity of *B. platyphylla* and *P. davidiana* forest was the best, while *L. kaempferi* pure forest was the worst.

Keywords: litters; effective interception; soil porosity; maximum water-holding capacity

森林是一种结构复杂且功能多样的生态系统，其水文效应对于涵养水源、保持水土、科学规划林分结构等具有重要意义。森林枯落物层作为森林水文效应的第二活动层是森林结构中重要的组成部分[1]。而森林土壤层作为森林水文效应的第三活动层是降雨等水分下渗的管道，同时也是土壤水分的储蓄库[1]。林分枯落物层与林分土壤层都可以有效的保持水分、拦蓄降雨、防止地表水分流失。由此看来，对于不同林分类型的持水能力，从枯落物和土壤方面来研究是很有必要的。

近年来，为营造良好的森林生态环境、研究森林水土保持能力，设计合理科学并能涵养水源的林分结构，国内外学者研究了不同林分类型枯落物层和土壤层的水文效应。如常红娟等[2]利用室内浸水法测定枯落物持水量、持水率、吸水速率。敖特根其木格等[3]调查了内蒙古自治区多伦县不同林地枯落物持水性能，发现在调查的几种林分中赤杨林枯落物持水能力最好，灌木林土壤含水率低于乔木林，人工林土壤含水率低于天然林。邢晓光等[4]调查了冀西北山地华北落叶松和白桦林枯落物水文特征，发现白桦林持水能力大于华北落叶松纯林。袁娜娜[5]利用室内环刀法测定土壤持水量、土壤毛管孔隙度、非毛管孔隙度、土壤最大持水量、最小持水量等土壤物理性质。罗金明等[6]调查了大兴安岭针阔混交林区土壤持水效应，发现土壤土层较薄，使得除了枯落物层外其他土层土壤持水性能都弱。另外，很多学者综合调查了不同地区多种林分类型下的枯落物和土壤的持水能力，比如吴迪等[7]发现在北京九龙山地区侧柏纯林的土壤持水量最大，黄栌和油松纯林在其之后。周立志等[8]发现落叶松—白桦次生林持水能力比落叶松纯林要好。刘芝琴等[9]比较了云南高原金沙江流域的 4 种纯林，发现滇杨林的水文功能最强。孟好军等[10]则选择了祁连山地区 5 种不同灌木林地进行比较，并对其水文效应进行分析等。但是，在这些调查中对承德第三乡林场枯落物和土壤持水能力的报道却很少。因此，本文拟对承德第三乡林场 3 种林分类型的枯落物及土壤持水特性进行研究，科学选择持水性能更好的林分类型。

1　研究区概况

研究区位于河北省承德市围场县第三乡林场（42°8′—42°11′N，117°14′—117°21′E），是塞罕坝林场的下属分场，平均海拔 1 541 m。这一地区属半干旱向半湿润过渡、寒温带向中温带过渡，大陆性季风型山地气候，年平均气温 3～4 ℃，年平均降雨量可达 360 mm，气候阴冷干旱，无霜期约为 105 d。土壤类型有棕壤土、灰色森林土等。主要乔灌木树种有落叶松（*Larix kaempferi*）、山杨（*Populus davidiana*）、白桦（*Betula platyphylla*），还有少量五角枫（*Acer mono*）、柞树（*Xylosma racemosum*）、卫矛（*Euonymus alatus*）、蒙古荚蒾（*Viburnum mongolicum*）、锦带花（*Weigela florida*）、山刺玫（*Rosa davurica*）、覆盆子（*Rubus idaeus*）、野山楂（*Crataegus cuneata*）、毛榛（*Corylus mandshurica*）等。主要林分类型有落叶松纯林（Ⅰ）、落叶松—白桦针阔混交林（Ⅱ）、白桦—山杨阔叶混交林（Ⅲ）。

2　研究方法

2.1　样地设置

2017 年 7 月，在研究区内分别选择落叶松纯林、落叶松—白桦—山杨针阔混交林、白桦—山杨阔叶混交林 3 种典型林分类型，设置 20 m×20 m 的标准样地，调查样地中树木的树高、胸径、年龄、郁闭度以及土壤类型等。其中，郁闭度采用系统样点观测法测定[11]，选择样地的 2 条对角线，在对角线上每走一步记做一个样点，抬头垂直昂视，若被树冠遮盖，记为 1，若未被树冠遮盖，记为 0。利用公式计算：郁闭度＝被遮盖（数字 1）样点的个数/总样点数 。样地信息见表 1。

表 1　样地基本信息概况

林分类型	面积/m²	海拔/m	平均树高/m	平均胸径/cm	林龄/a	郁闭度	土壤类型
Ⅰ	20×20	1 670	11.6	20.5	25	0.90	棕壤土
Ⅱ	20×20	1 446	11.6	15.5	33	0.75	棕壤土
Ⅲ	20×20	1 455	9.7	13.1	22	0.90	棕壤土

注：Ⅰ为落叶松纯林；Ⅱ为落叶松—白桦针阔混交林；Ⅲ为白桦—山杨阔叶混交林。下同。

2.2 枯落物蓄积量测定

按照不同坡位(上、中、下)分别在不同林分标准样地中选取3个1 m×1 m的小样方,将枯落物按照不同分解层(未分解、半分解)进行收集。然后将枯落物装进相同规格的塑封袋内并详细记录,封存后立即称其鲜重。最后,将样品放入烘箱(80 ℃)24 h,烘干结束后称重并计算枯落物蓄积量。

2.3 枯落物持水量与吸水速率测定

枯落物持水量采用室内浸水法[2]来测定,通过计算得出枯落物的吸水速率。分别取采集自不同分解层(未分解、半分解)的枯落物50 g,装入尼龙袋中,各重复3次。浸入水中后,分别测定0.25,0.5,1,2,4,6,8,12,24 h的重量变化,拿起装有枯落物的尼龙袋,需要等待几分钟直至袋子不滴水,然后称其重量。计算公式如下:

枯落物持水量:

$$M_h = M_t - M_0 \tag{1}$$

式中:M_h——枯落物持水量(g/kg);M_t——t时刻浸水后枯落物的重量(g);M_0——枯落物的干重(g)。

枯落物吸水速率:

$$V = \frac{M_t}{t} \tag{2}$$

式中:V——枯落物吸水速率〔g/(kg·h)〕;M_t——t时刻的枯落物持水量(g/kg);t——枯落物的浸水时间(h)。

枯落物最大持水率:

$$R_m = \frac{G_{24} - G_d}{G_d} \times 100\% \tag{3}$$

式中:R_m——枯落物最大持水率(%);G_{24}——枯落物浸水24 h后的质量(g);G_d——枯落物干重(g)。

2.4 枯落物有效拦截量的测定

在森林生态系统中,枯落物对降雨的拦截,减弱降水对坡面冲刷起着十分重要的作用[12]。有效拦蓄量是枯落物对降雨的实际拦蓄量。由于枯落物拦截降雨时,有一部分降雨会渗入土壤中,所以有效拦蓄量实际上小于最大拦蓄量[13]。因此,我们选择用有效拦截量来估计实际枯落物对降水的拦截能力。据研究可知,当降雨量达到20~30 mm后,实际持水率约为最大持水率的85%左右,所以调整系数为0.85,以此来估算实际拦截能力,即有效拦截量[14]。根据以下公式进行计算:

$$W_m = (R_m - R_0) \times M \tag{4}$$

$$W = (0.85R_m - R_0) \times M \tag{5}$$

式中:R_0——枯落物自然含水率(%);R_m——枯落物最大持水率(%);W_m——枯落物最大拦蓄量(t/hm²);W——枯落物有效拦截量(t/hm²);M——枯落物蓄积量(t/hm²)。其中枯落物自然含水量用室内烘干法[15]测定。

2.5 土壤物理性质的测定

采用环刀法[5]对土壤的容重和孔隙度等一些物理指标进行测定。在样地的上、中、下坡用环刀分别收集0—20,20—40,40—60 cm的土壤,各重复3次,分别装袋封存并记录。根据以下公式进行计算:

$$R = 10\,000hP \tag{6}$$

$$R_{max} = 10\,000hP_i \tag{7}$$

式中:R——土壤有效持水量(t/hm²);R_{max}——土壤最大持水量(t/hm²);h——土层厚度(m);P——非毛管孔隙度(%);P_i——总孔隙度(%)。

3 结果与分析

3.1 3种林分类型枯落物蓄积量

从枯落物总储量看:Ⅰ(26.58 t/hm²)>Ⅱ(25.01 t/hm²)>Ⅲ(21.55 t/hm²)(表2)。这是由于Ⅰ属于针叶纯林,针叶比阔叶较难分解,所以其未分解层储量较多,总枯落物储量也最多,而Ⅲ属于阔叶类型的林分,其枯落物比较容易分解,所以枯落物的未分解层储量较少,总储量也最少。这几种林分类型不同分解层枯落物储量所占比例略有差异,未分解层和半分解层凋落物各占总储量的50%左右。

表2 3种林分类型枯落物蓄积量

林分类型	枯落物总储量/(t·hm⁻²)	枯落物总厚度/cm	未分解层枯落物储量/(t·hm⁻²)		半分解层枯落物储量/(t·hm⁻²)	
			储量/(t·hm⁻²)	比例/%	储量/(t·hm⁻²)	比例/%
Ⅰ	26.58	4.90	13.24	49.81	13.34	50.19
Ⅱ	25.01	4.80	12.15	48.58	12.86	51.42
Ⅲ	21.55	5.10	10.57	49.05	10.98	50.95

3.2 3种林分类型枯落物水文效应

3.2.1 3种林分类型枯落物最大持水量 枯落物持水量表征了枯落物的持水能力,这与其现存量、自然含水量等密切相关。由表3可见,枯落物最大持水量大小关系为:Ⅲ(56.88 t/hm²)>Ⅱ(56.24 t/hm²)>Ⅰ(51.91 t/hm²)。Ⅲ林分枯落物持水量最大,Ⅰ持

水量最小,说明阔叶林分枯落物层能较好的保持水分,而针叶林枯落物层保持水分的能力较差。枯落物的平均持水率大小顺序为:Ⅲ(264.89%)>Ⅱ(230.38%)>Ⅰ(204.96%)。这与最大持水量变化趋势相同。由此可以看出,Ⅰ和Ⅱ比Ⅲ枯落物持水能力差,所以我们在某些地区设计林分时,可以适当的选择阔叶林来使枯落物层更好的涵养水源。在最大持水量中,半分解层的最大持水量全部大于未分解层最大持水量。

3.2.2　*3 种林分类型枯落物持水过程*　3 种林分类型不同分解层枯落物的持水量均随着时间的增加而逐渐增大,最后趋近于平稳状态,只是此过程中不同时刻的持水速度不同。由图 1 可知,在 2 h 之前,枯落物持水量增加速度非常快;2 h 之后,增加速度开始变慢;在 8 h 时,增加速度开始平缓,持水量接近于饱和;到 24 h,持水量变化不大,一直趋于平稳状态。这 3 种林分枯落物持水量变化趋势大致相同。通过比较,半分解层的持水量比未分解层的持水量大,这种现象说明枯落物半分解层有比较强的持水能力。

表 3　3 种林分类型最大持水量和最大持水率

林分类型	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
Ⅰ	18.90	33.02	51.91	188.73	221.19	204.96
Ⅱ	18.74	37.50	56.24	190.37	270.38	230.38
Ⅲ	21.30	35.58	56.88	294.44	235.33	264.89

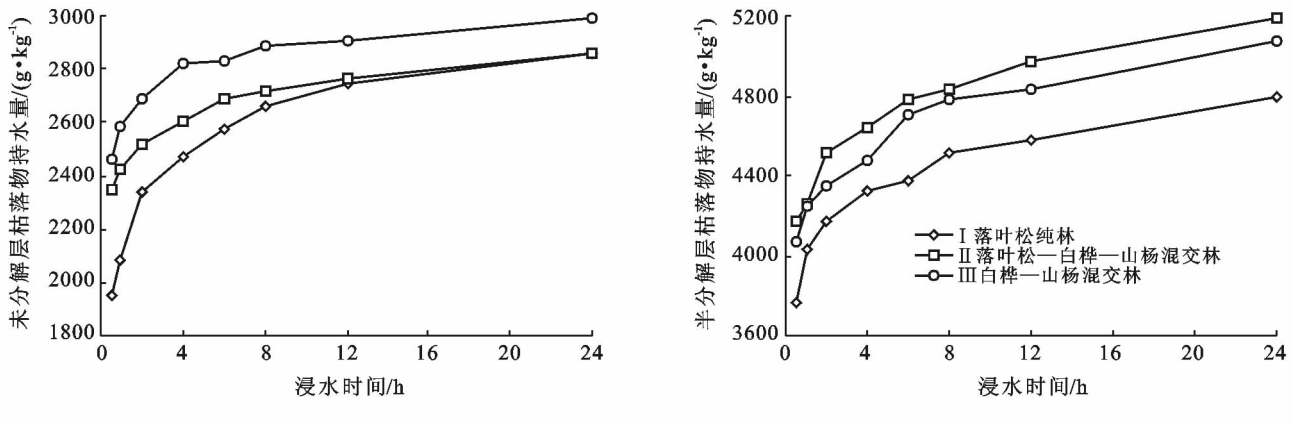


图 1　3 种林分类型枯落物持水量与浸水时间关系

对持水量与浸水时间进行拟合,通过 SPSS 软件,对其进行回归分析,发现持水量与浸水时间存在以下关系:

$$Q=a\ln t+b \tag{8}$$

3.2.3　*3 种林分类型枯落物吸水速率*　对于研究区中的 3 种林分类型枯落物不同分解层的吸水速率,其随着时间的增加而逐渐减小,最后接近于平稳。这 3种林分不同分解层吸水速率变化趋势大体相同。

由图 2 可见,在 5 h 之前,曲线下降速度快,即吸水速率下降快;5 h 之后,曲线下降速度开始放缓,吸水速率才开始逐渐放慢;在 24 h 左右,吸水速率变化不大,一直趋近于 0。从不同分解层的吸水速率来看,未分解层吸水速率都大于半分解层吸水速率。

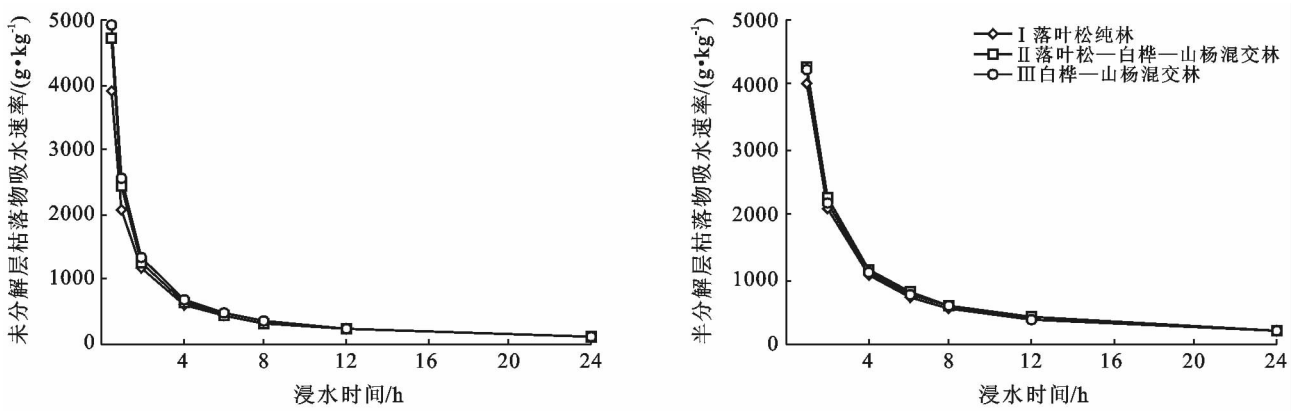


图 2　3 种林分类型吸水速率与浸水时间关系

3.2.4 3种林分类型有效拦截量 由表4可见,3种林分类型的未分解层的最大拦截率:Ⅲ>Ⅱ>Ⅰ。最大拦截量:Ⅲ>Ⅰ>Ⅱ。Ⅲ的最大拦截率和最大拦截量都有最大值,分别为281.59%和29.76 t/hm^2;Ⅱ的最大拦截率居中,最大拦截量最小,其值分别为180.98%,21.99 t/hm^2。Ⅰ的最大拦截率最小,而最大拦截量在两者之间,分别为180.87%,23.95 t/hm^2。3种林分枯落物的半分解层的最大拦截率:Ⅱ>Ⅰ>Ⅲ。最大拦截量变化趋势与最大拦截率相同。Ⅱ的最大拦截率和最大拦截量都有最大值,分别为252.67%和33.00 t/hm^2。Ⅲ的最大拦截率和最大拦截量都最小,分别为206.56%和22.68 t/hm^2。而Ⅰ的最大拦截率和最大拦截量值居于两者之间,为206.77%和27.58 t/hm^2。

在3种林分类型的未分解层中,其有效拦截量的大小关系为:Ⅲ>Ⅰ>Ⅱ。其值分别25.10,20.20,18.52 t/hm^2,分别相当于拦截2.51,2.02,1.85 mm降水。不同分解层的有效拦截量大小变化趋势不同,半分解层有效拦截量的大小关系为:Ⅱ>Ⅰ>Ⅲ,其值分别27.70,23.16,18.80 t/hm^2,分别相当于拦截2.77,2.32,1.88 mm降水。由此可知,枯落物半分解层的有效拦截量比未分解层稍大一些,这可能与其蓄积量有关。

从有效拦截量整体看,3种林分类型有效拦截量的关系为:Ⅱ>Ⅲ>Ⅰ。其值分别为46.22,43.90,43.34 t/hm^2,分别相当于拦截4.62,4.39,4.34 mm降水。由此可见,Ⅱ这种针阔类型的林分枯落物有效拦截降水的效果更好。

表4 3种林分类型枯落物拦截量

枯落物层	林分类型	蓄积量/(t·hm^{-2})	最大持水率/%	自然含水率/%	最大拦截率/%	最大拦截量/(t·hm^{-2})	有效拦截率/%	有效拦截量/(t·hm^{-2})	有效拦截深/mm
未分解层	Ⅰ	13.24	188.73	7.86	180.87	23.95	152.56	20.20	2.02
	Ⅱ	12.15	190.37	9.39	180.98	21.99	152.43	18.52	1.85
	Ⅲ	10.57	294.44	12.85	281.59	29.76	237.43	25.10	2.51
半分解层	Ⅰ	13.34	221.19	14.42	206.77	27.58	173.59	23.16	2.32
	Ⅱ	13.06	270.38	17.71	252.67	33.00	212.12	27.70	2.77
	Ⅲ	10.98	235.33	28.77	206.56	22.68	171.26	18.80	1.88

3.3 3种林分类型土壤水文效应

3.3.1 3种林分类型土壤容重 土壤容重是评价土壤物理性质的重要参数,它既是评价土壤紧实度一个重要指标,也可以用来表示土壤质量[16],它还与土壤孔隙度密切相关[17]。据表5可知,在此次研究的3种林分类型中,土壤深度不同,土壤容重也不同,其变化规律为:随着土层深度的逐渐增加,土壤容重也增加。这是因为随着土层深度增加,土壤内的有机质减少,从而土壤更加紧实,容重增大[17]。且从土壤容重的总体来看,3种林分类型土壤容重的关系为:Ⅰ(1.13 g/cm^3)>Ⅱ(1.12 g/cm^3)>Ⅲ(0.99 g/cm^3)。

3.3.2 3种林分类型土壤孔隙度 土壤孔隙度反映土壤透气状况和松紧程度[18]。非毛管孔隙在土壤中起到透气作用,便于水分下渗,有效缓解地表径流,促进水源涵养作用[19]。由表5可知,3种林分类型下的土壤总孔隙度的关系为:Ⅲ(51.89%)>Ⅱ(49.13%)>Ⅰ(41.38%)。与土壤容重对比发现,这不同于土壤容重的变化趋势,两者变化相反,这是因为土壤容重越大,土壤越紧密,孔隙度就会越小。3种林分类型的土壤毛管孔隙度与其总孔隙度大小变化大致相同。而非毛管孔隙度大小变化趋势为:Ⅱ(9.38%)>Ⅲ(6.98%)>Ⅰ(6.79%)。由上可知,Ⅱ的土壤非孔隙度最大,因此具有良好的透气性,吸收降水能力也较好。

3.3.3 3种林分类型土壤持水能力 土壤有效持水量与非毛管孔隙度在一定程度上存在关联,且土壤最大持水量与土壤的总孔隙度又有十分密切的关系。有效持水量反映了土壤水分的调节能力,而最大持水量反映了土壤的总蓄水能力[12]。由表5可知,土壤有效持水量,这3种林分关系为:Ⅱ(187.67 t/hm^2)>Ⅲ(139.60 t/hm^2)>Ⅰ(137.53 t/hm^2)。其最大持水量大小顺序为:Ⅲ(1 037.80 t/hm^2)>Ⅱ(982.50 t/hm^2)>Ⅰ(827.53 t/hm^2)。综合对比,由此可以看出Ⅲ这种阔叶类型的林分和Ⅱ这种针阔类型的林分土壤通透性较好,保持土壤水分的能力也较好。

3.4 3种林分类型枯落物层和土壤层持水能力比较

对不同林分水文特性的研究,需要从枯落物层和土壤层两部分来进行分析。由表6可知,枯落物和土壤最大持水量总和大小顺序为:Ⅲ>Ⅱ>Ⅰ。说明Ⅲ这类阔叶林的持水量最好,Ⅰ这类针叶林最差,Ⅱ居于两者之间。说明在Ⅰ类针叶林的基础上适当的种植阔叶树种,能增加枯落物层和土壤层的持水能力。

从枯落物层持水量所占比例来看,其值全部小于10%,而土壤层全部大于 90%,说明对不同林分枯落物层和土壤层持水特性进行分析时,土壤层持水能力对总持水特性的影响更大。

表 5　3 种林分类型土壤物理性质

林分类型	土壤深度/cm	土壤容重/(g·cm^{-3})	孔隙度/%			持水量/(t·hm^{-2})	
			非毛细管孔隙度	毛细管孔隙度	总孔隙度	最大持水量	有效持水量
Ⅰ	0—20	1.02	8.61	46.09	54.69	1 093.8	172.1
	20—40	1.15	6.32	31.16	37.48	749.6	126.4
	40—60	1.23	5.44	26.52	31.96	639.2	108.8
	均值	1.13	6.79	34.59	41.38	827.5	137.53
Ⅱ	0—20	0.92	10.89	50.25	61.14	1 222.7	217.8
	20—40	1.20	10.39	35.30	45.69	913.8	207.8
	40—60	1.25	6.87	33.68	40.55	811.0	137.4
	均值	1.12	9.38	39.74	49.13	982.5	187.67
Ⅲ	0—20	0.91	8.66	49.84	58.50	1 169.9	173.2
	20—40	0.98	7.01	44.03	51.04	1 020.8	140.2
	40—60	1.08	4.96	40.87	45.83	916.6	99.2
	均值	0.99	6.98	44.91	51.89	1 037.8	139.6

表 6　3 种林分类型枯落物层和土壤层持水能力

林分类型	最大持水量/(t·hm^{-2})			占总持水量比例/%	
	枯落物层	土壤层	总和	枯落物层	土壤层
Ⅰ	51.91	827.53	879.44	0.06	0.94
Ⅱ	56.24	982.50	1 038.74	0.05	0.95
Ⅲ	56.88	1 037.8	1 094.68	0.05	0.95

4　结论与讨论

(1) 枯落物量、枯落物性质以及枯落物分解程度,对 3 种林分枯落物保水功能存在影响。3 种林分枯落物储量大小关系为:Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ,变化范围为 21.55～26.58 t/hm^2。由上可知,Ⅰ枯落物的总储量虽然大,但是其持水能力相对不好,最可能的原因是枯落物性质不同,如针叶不易分解,且含有较多油脂,不容易吸收水分[20],而Ⅱ枯落物的储量大于Ⅲ林分的储量。同时枯落物分解程度不同,也是枯落物保水能力存在差异的原因。综合分析,半分解层的最大持水量和最大持水率都高于未分解层。可知分解程度越高,持水能力越强。

(2) 凋落物持水主要表现在浸水后的 2～5 h,在降雨时间较短的情况下,凋落物可以发挥很大的持水作用,3 种林分类型枯落物持水量与浸水时间变化存在一定的规律,其关系式为:$Q=a\ln t+b$。在 2 h 之前,其持水量增长较快;2 h 之后,增长速度开始变慢;大约到 8h 时,持水量增长趋势开始平缓,持水量趋近于饱和;到 24 h,持水量一直趋于平稳。3 种林分类型枯落物吸水速率与浸水时间变化同样满足一定规律,其关系式为:$V=kt^n$。在 5 h 之前,曲线下降速度快,即吸水速率下降快;5 h 之后,曲线下降速度开始放缓,吸水速率才开始逐渐放慢;24 h左右,吸水速率接近为 0。

(3) 随土壤深度增加,其容重也增加。且从土壤容重的总体来看,其大小顺序为:Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ。说明Ⅰ层土壤容重最大,Ⅲ层最小。从土壤孔隙度来看,其大小顺序为:Ⅲ＞Ⅱ＞Ⅰ。孔隙度变化趋势不同于土壤容重变化趋势,且正好相反,这是由于土壤容重越大,表示土壤越紧实,其孔隙就越小。从土壤最大持水量来看,其大小顺序为:Ⅲ＞Ⅱ＞Ⅰ。从 3 种林分枯落物层和土壤层持水量所占比例来看,3 种林分枯落物的最大持水量大小关系为:Ⅲ＞Ⅱ＞Ⅰ,变化范围为 51.88～56.88 t/hm^2。3 种林分类型枯落物有效拦蓄量大小顺序为:Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅰ,其值变化范围在 43.36 ～46.22 t/hm^2 之间,分别相当于拦蓄 4.34～4.62 mm 降水。由此可以看出,Ⅱ,Ⅲ这类林分枯落物有效拦蓄降水的能力较好,Ⅰ有效拦蓄降水的能力最差。因此我们以后意在拦蓄降水时,可以在需要的地区适当的增加阔叶或者针阔混交林分。而在整个保水过程中,土壤层的持水量所占比重远远大于枯落物持水量所占比重,都超过 90%。因此,土壤层的持水量对研究整体林分的持水能力稍重要些,其影响更大。最后通过综合对比分析,发现土壤层和枯落物层的最大持水量总和都是Ⅲ最大。因此,在此次研究的 3 种林分中,Ⅲ这种类型的阔叶混交林的持水能力最好。所以,我们在森林经营中,可以适当多的营造阔叶林,来增强森林枯落物和土壤的持水能力,以此涵养水源,改善我们赖以生存的生态环境。

(4) 本文对第三乡林场3种代表林分枯落物和土壤持水能力进行研究,由于调查时间不足够充分和调查过程中存在的一些人为误差等问题,如测量枯落物厚度出现偏差、测量持水量过程存在试验失误等,因此,我们在以后的研究中应更科学、更细致、更严谨考虑问题。除此之外,比如土壤容重和孔隙度是描述土壤物理性质的指标[21],可以一定程度的反映土壤持水能力的大小,但是土壤物理性质还与土壤结构、盐分、黏粒等[22]有关,这些参数的影响在此次调查中没有充分考虑,所以在以后的调查研究中,要充分考虑影响参数,适当的增加调查参数,多面化的研究问题等。

[参 考 文 献]

[1] 赵雨森,韩春华,张宏光.阿什河上游小流域主要林分类型土壤水文功能研究[J].水土保持学报,2012,26(2):203-208.

[2] 常红娟,张治昊.华北地区不同林分类型枯落物层持水性能研究[J].河北林业科技,2016(5):25-28.

[3] 敖特根其木格,秦富仓,周佳宁,等.内蒙古自治区多伦县不同林地枯落物持水性能研究[J].水土保持通报,2017,37(4):114-118.

[4] 邢晓光,沈会涛,马文才,等.冀西北山地华北落叶松和白桦林下枯落物水文特征[J].水土保持通报,2016,36(5):126-130.

[5] 袁娜娜.室内环刀法测定壤田间持水量[J].中国新技术新产品,2014(9):184.

[6] 罗金明,王永洁,陈凯,等.大兴安岭典型针阔混交林区土壤持水效应[J].水土保持通报,2014,34(1):7-13.

[7] 吴迪,辛学兵,赵明杨,等.北京九龙山不同林分枯落物及土壤水文效应[J].林业科学研究,2014,27(3):417-422.

[8] 周立志,张丽玮,陈倩,等.木兰围场3种典型林分枯落物及土壤持水能力[J].水土保持学报,2015,29(1):207-213.

[9] 刘芝芹,郎南军,彭明俊,等.云南高原金沙江流域森林枯落物层和土壤层水文效应研究[J].水土保持学报,2013,27(3):165-173.

[10] 孟好军,刘贤德,张宏斌,等.祁连山人工林凋落物和土壤水文效应研究[J].中南林业科技大学学报,2013,33(2):11-15.

[11] 宋小帅,康峰峰,韩海荣,等.太岳山不同郁闭度油松人工林枯落物及土壤水文效应[J].水土保持通报,2014,34(3):102-108.

[12] 庞梦丽,朱辰光,翟博超,等.河北省太行山区3种人工水土保持林枯落物及土壤水文效应[J].水土保持通报,2017,37(1):51-56.

[13] 魏强,凌雷,张广忠,等.甘肃兴隆山主要森林类型凋落物累积量及持水特性[J].应用生态学报,2011,22(10):2589-2598.

[14] 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):131-134.

[15] 张峰,彭祚登,安永兴,等.北京西山主要造林树种林下枯落物的持水特性[J].林业科学,2010,46(10):6-14.

[16] 杨本琴,余新晓,岳永杰,等.不同封育类型灌木林地土壤物理形状研究[J].北方园艺,2009(4):170-173.

[17] 田超,杨新兵,李军,等.冀北山地阴坡枯落物层和土壤层水文效应研究[J].水土保持学报,2011,5(4):97-103.

[18] 张家春,张珍明,黄冬福,等.不同利用方式下贵州玄参产地土壤物理性质特征[J].耕作与栽培,2015(5):40-41.

[19] 陈东莉,郭晋平,杜宁宁.间伐强度对华北落叶松林下生物多样性的影响[J].东北林业大学学报,2011,39(4):37-38,118.

[20] 张伟,杨新兵,曹云生,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):208-238.

[21] 李红,范素芳,张光灿,等.黄土丘陵区退耕还林后不同林地土壤孔隙与贮水特性[J]. 水土保持通报,2010,30(1):27-30.

[22] 苏杨,朱健,王平,等.土壤持水能力研究进展[J].中国农业通报,2013,29(14):140-145.