

大辽河流域水源涵养林枯落物持水特性研究

周娟^{1,2}, 陈丽华^{1,2}, 郭文体^{1,2}, 李长暄^{1,2}, 李海燕³

(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;
3. 辽宁老秃顶子国家级自然保护区抚顺管理局, 辽宁 抚顺 113208)

摘要: 为探求大辽河流域水源涵养林枯落物的持水特性, 以大辽河流域红松、落叶松、蒙古栎、杨桦、山杨、杂木林、胡桃楸灌木林和荒草地为研究对象, 通过野外观测和浸水法, 建立了枯落物持水量、吸水速率和浸泡时间的相互关系。结果表明: (1) 不同林分枯落物总厚度和现存量为蒙古栎最大, 分别为 4.83 cm 和 30.70 t/hm²; 灌木林最小, 分别为 0.65 cm 和 3.32 t/hm²。(2) 最大持水量为 3.97~36.02 t/hm², 最大拦蓄量为 3.34~34.06 t/hm², 有效拦蓄量为 0.85~20.39 t/hm², 均表现为蒙古栎林最大, 而灌木林和草地最小。(3) 浸水实验结果表明, 枯落物持水量与浸泡时间之间存在对数关系, 枯落物吸水速率与浸泡时间之间存在幂函数关系, 不同森林类型枯落物持水量和吸水速率随时间的动态变化规律基本相似。

关键词: 大辽河流域; 枯落物; 持水特性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)04-0136-06

中图分类号: S715.3, S715.7

Water-holding Capacity of Litter of Forest for Water Conservation in Great Liaohe River Basin

ZHOU Juan^{1,2}, CHEN Li-hua^{1,2}, GUO Wen-ti^{1,2}, LI Chang-xuan^{1,2}, LI Hai-yan³

(1. Key Laboratory of Soil & Water Conservation and Combating Desertification of Ministry of Education, Beijing 100083, China; 2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Fushun Authority of Liaoning Laotudingzi National Nature Reserve, Fushun, Liaoning 113208, China)

Abstract: *Pinus koraiensis*, *Larix keampfari*, *Quercus mongolica*, polar-birch, *Populus davidiana*, weed trees, Shrubbery of *Juglans mandshurica* and the grass land in Great Liaohe River basin were investigated and studied to explore the hydrological characteristic of litter layer of water conservation forest and the relations between water-holding capacity, water absorption rate and soaking time of litters were established through field investigate and soak experiment. The results indicated that: (1) Among all the types of litters, the total thickness and existing litter amount of *Quercus mongolica* were the largest, 4.83 cm and 30.70 t/hm² respectively, and the shrubbery was the least with 0.65 cm and 3.32 t/hm² respectively. (2) The maximum water holding capacity ranged from 3.97 t/hm² to 36.02 t/hm², the mixed water retaining capacity from 3.34 t/hm² to 34.06 t/hm², and the most effective water reaining capacity from 0.85 t/hm² to 20.39 t/hm² with the highest value in the *Quercus mongolica* forest and the lowest in grassland. (3) Soak experiments demonstrated that water holding capacity and soaking time had remarkable logarithmic correlation, while the absorption rate and soaking time was of a power function. The dynamic changes of the water-holding capacity and the water-absorption rate were generally similar for litters of different forest types.

Keywords: Great Liaohe River Basin; litter; water-holding characteristics

水源涵养林就是指用于控制河流源头的水土流失、调节洪水、枯水流量, 具有良好林分结构和林下地被物层的天然林和人工林^[1], 森林枯落物层处于森林

植被与土壤层之间, 是林地与大气间水汽交换的重要界面, 依靠其强大的表面积和疏松多孔的性质, 具有明显的截持降雨、调节地表径流、减少土壤流失及改

收稿日期: 2012-11-29

修回日期: 2012-12-26

资助项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题“辽河上游水源涵养林体系构建技术研究与示范”(2011BAD38B0502); 林业生态科技工程(2011BAD38B00)

作者简介: 周娟(1987—), 女(汉族), 湖北省宜昌市人, 硕士研究生, 主要从事水土保持方面的研究。E-mail: zhoujuan198784@yahoo.cn。

通信作者: 陈丽华(1957—), 女(汉族), 北京市人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为城镇规划和水土保持。E-mail: c_ljhua@bjfu.edu.cn。

善土壤理化性质功能,成为森林生态系统调节水分分配的第2作用层^[2-5]。我国森林枯落物的最大持水率平均为自身干质量的309.54%,林地枯落物层的最大持水量平均为4.18 mm^[6]。

国内外许多学者在不同区域对多种森林类型下的枯落物特性作了研究,在枯落物凋落变化^[7]、枯落物持水过程与能力^[8-9]、影响林地糙率变化^[10]、阻滞径流与减少泥沙^[11-12]、枯落物积累与分解^[13-15]等方面都取得了相应的成果。

目前,研究区域主要集中在黄河流域和长江流域,有关大辽河流域水源涵养林枯落物蓄积量与枯落物水文功能的研究甚少,因而本试验将该区落叶松(*Larix kaempferi*)林、红松(*Pinus koraiensis*)林、蒙古栎(*Quercus mongolica*)林、杨桦林、山杨(*Populus davidiana*)林、杂木林(阔叶混交林)、灌木林等几种主要林型确定为研究对象,对这些林型的枯落物储量及其持水性能进行定量研究,为该地区水源涵养林科学经营提供理论和实践指导。

1 研究区概况

研究区位于辽宁省抚顺市老秃顶子国家级自然保护区,处在辽宁省桓仁、新宾两县交界处,是一个以北温带中山山地森林系统及珍稀动植物为主要保护对象的自然保护区,地理坐标为124°41'13"—125°05'15"E,

41°11'11"—41°21'34"N,总面积15 217.3 hm²。该区属长白山脉龙岗支脉向西南的延伸部分,山体主要由古生代奥陶纪沉淀的沙岩、页岩、砾岩等岩石构成。老秃顶子保护区的土壤以棕壤和暗棕壤为主,pH值5.15~6.12,棕壤为本区的地带性土壤,主要分布于海拔900 m以下的落叶阔叶林中,暗棕壤为该区的垂直地带性土壤,主要分布于海拔900 m以上的中山草甸和暗针叶林中,土壤湿润,有机质含量高;气候属北温带大陆性季风气候,由于受海洋气候的影响,雨量充沛,年降水量900~1 200 mm,且多集中在6—8月份,相对湿度67%,极端最高气温37.2℃,极端最低气温-37.5℃,年平均气温5.2℃,年无霜期133 d。

保护区内水资源丰富,共有大小河17条,其中老秃顶子山西麓的3条河流属太子河水系,是辽宁省第三大河太子河的发源地,该区还是辽河的发源地和鸭绿江的重要源头之一,为重要的水源涵养林区。区内植物群落组成复杂,森林覆盖率达到97%,并保存了较为完整的植物垂直分布带谱。

本试验研究林地包括落叶松林、红松林、蒙古栎林、杨桦林、山杨林、杂木林(阔叶混交林)、灌木林这几种林分类型,另外还加入草本样方进行对照,建立调查样地并进行常规调查,记录其海拔、坡向、坡度等指标,各样地基本情况详见表1。

表1 研究区不同林分标准地概况

林分类型	树种组成	林龄/a	坡度/(°)	坡向	海拔/m	胸径/cm	树高/m	郁闭度	林层结构
落叶松	10 落叶松	40	18	WS	656	25.13	20.09	0.75	单层
红松	9 红松 0.5 白桦 0.5 黄桦	27	20	EN	631	7.14	14.34	0.90	单层
蒙古栎	8 蒙古栎 1.5 花楷槭 0.5 槐树	30	12	EN	571	19.38	18.94	0.95	复层
山杨	6 山杨 1 蒙古栎 1 黄桦 1 色木槭 1 白桦	40	16	EN	636	24.80	19.61	0.90	复层
杨桦	3 山杨 3 白桦 2 黄桦 1 色木槭 1 花楷槭	38	8	WS	620	18.69	19.42	0.95	复层
杂木林	2 山杨 1.5 花楷槭 1.5 蒙古栎 1 色木槭 1 千金榆 1 花曲柳 1 胡桃楸 1 刺楸	25	10	EN	651	19.10	16.82	0.85	复层
灌木	10 胡桃楸	10	22	WS	583	14.77	13.74	0.6	单层
草地	—	—	8	WN	619	—	—	—	—

2 研究方法

2.1 林下枯落物采集及蓄积量的测定

选择落叶松、红松、蒙古栎、山杨、杨桦、杂木林、灌木林、草地为研究对象,每种林分分别设置面积为20 m×20 m的标准地,针对不同林分对枯落物进行调查,于2012年的7—8月在每个标准地内分坡面上部、中部、下部各取面积为50 cm×50 cm的枯落物样方3个,并现场用钢卷尺测枯落物层总厚度、未分解层厚度及半分解层的厚度,分层取原状枯落物迅速称

重,烘干后再次称重以推算其自然含水率和蓄积量。未分解枯落物系指基本上保持其原有形状及质地的枯枝落叶,半分解枯落物系指未完全腐烂、肉眼观察能分辨出其枝叶大体形状的枯枝落叶^[16]。在采集中,由于分解层与半分解层不易区分,所以未将半分解层与分解层进行分层采集。

2.2 枯落物持水量和吸水速率

枯落物层的持水量及吸水速率用室内浸泡法测定,首先将枯落物烘干并称重,然后将称量后的枯落物原状放入已称量的尼龙袋中,再将装有枯落物的尼

龙袋置入盛有清水的容器中,水面略高于尼龙袋上沿。将枯落物浸入水中后,样品在分别浸泡 0.5,1,2,3,4,5,6,8,10,12 和 24 h 后取出,每次取出后静置 5 min,直至枯落物不滴水为止,迅速测定枯落物湿质量,每次从浸泡容器中取出称重所得枯落物湿重与浸水前总干重(包括枯落物和尼龙袋的干重)的差值,即为枯落物浸泡不同时间的持水量,枯落物在某一时段吸收的水分与这个时段的浸水时间的比值即为该时刻枯落物的吸水速率^[17]。以枯落物浸水 24 h 的持水量为最大持水量,枯落物最大持水率可用来反映其单位质量最大吸水量情况。

$$S_{\max} = (W_m - W_0) / W_0 \times 100$$

式中: S_{\max} ——最大持水率(%); W_m ——枯落物浸泡 24 h 时的湿质量(g); W_0 ——枯落物烘干质量(g)。

2.3 枯落物拦蓄能力

枯落物层的最大拦蓄量按照枯落物层的蓄积量和其最大持水率及自然持水率可推算出来。而有效拦蓄量可用来估算枯落物对降雨的实际拦蓄量。

$$W_{\max} = (S_{\max} - S_a)M$$

$$W = (0.85S_{\max} - S_a)M$$

式中: W_{\max} , W ——最大拦蓄量和有效拦蓄量(t/hm^2); S_a ——自然含水率(%); M ——枯落物蓄积量(t/hm^2)。

3 结果与分析

3.1 不同样地枯落物蓄积量

枯落物的蓄积量主要取决于枯落物的输入量、分解速度和累积年限,而森林的树种组成不同、林分所处的水热条件不同对枯落物蓄积量都有较大影响。对大辽河流域水源涵养林主要森林植被类型枯落物蓄积量的调查结果表明(表 2),枯落物总蓄积量以蒙

古栎为最大,达到 $37.30 t/hm^2$,其次是杨桦林和红松林,分别为 37.11 和 $27.58 t/hm^2$,而草地和灌木林的枯落物蓄积量最小,分别只有 10.66 和 $3.32 t/hm^2$ 。而从不同分解层次来看,未分解层蓄积量仍以蒙古栎为最大,达到 $26.29 t/hm^2$,而草地最小,仅为 $0.88 t/hm^2$;杨桦半分解层枯落物蓄积量最大,为 $34.28 t/hm^2$,而灌木林下的半分解层蓄积量最小,仅为 $2.22 t/hm^2$ 。

大辽河流域主要森林类型枯落物厚度介于 $0.65 \sim 4.83$ cm,与其他类似研究相比,此次研究枯落物厚度较小,这主要是由于在调查月份现存枯落物已分解过半,且林下草本植物盖度太大,这不但加速了枯落物的分解,而且使凋落的枝叶无法存积地面而使数据偏小通过实地取样调查,不同类型林地林下枯落物储量存在一定的差异性,这种差异性不仅与各林地树种间的生物学特性有关,还与其立地条件等有关,蒙古栎蓄积量最大,其主要原因是蒙古栎林林下土壤表层比其他林地硬实板结,枯落物下垫面水分较少,微生物也较少,所以枯落物不易分解,且没有灌草层的阻隔,枯落物能够全部落至地面储存。红松林由于是针叶树种,枯落物质地较硬且含有油脂而不易分解,导致红松林枯落物蓄积量相对来说也比较大,且未分解层所占比例相对来说也比较大。而胡桃楸灌木林储量是最小的,这主要是由林分密度引起的。需要指出的是,本研究分析的均为各样地林下实际枯落物的厚度和蓄积量,因而与以往的此类研究结果可能有所不同,按以往研究规律理应落叶松在组成比例上未分解层的比重应该再稍大一些,可是在此研究中落叶松未分解层只占 6.19% ,即分解程度相当高,究其原因在于林下草本层盖度基本达到 100% ,地表微生物多且水分充足加速了落叶松枯落物的分解。

表 2 研究区不同林分枯落物层的蓄积量

植被类型	枯落物厚度/cm			枯落物蓄积量/($t \cdot hm^{-2}$)			组成比例/%	
	未分解层	半分解层	总厚度	总量	未分解层	半分解层	未分解层	半分解层
红松	2.00	2.03	4.03	27.58	10.60	16.98	38.42	61.58
落叶松	0.20	2.60	2.80	20.59	1.27	19.31	6.18	93.82
蒙古栎	4.03	0.80	4.83	37.30	26.29	11.01	70.47	29.53
杨桦	0.37	3.53	3.90	37.11	2.83	34.28	7.63	92.37
山杨	0.73	1.83	2.57	15.19	3.40	11.79	22.38	77.62
杂木林	0.80	1.17	1.97	21.84	8.07	13.77	36.95	63.05
灌木林	0.25	0.40	0.65	3.32	1.10	2.22	33.06	66.94
草地	0.13	0.93	1.07	10.66	0.88	9.79	8.23	91.77

3.2 枯落物持水能力

3.2.1 枯落物最大持水量和最大持水率 枯落物的持水能力一般用干物质的最大持水率、最大持水量表

示,本研究中采用枯落物浸水 24 h 后的持水率为最大持水率。持水量表征枯落物实际吸持水分的大小,试验研究的几种林分类型中,最大持水量依次为:蒙

古栎(36.02 t/hm²)>杨桦(32.97 t/hm²)>红松(22.70 t/hm²)>杂木林(19.19 t/hm²)>落叶松(16.68 t/hm²)>山杨(13.28 t/hm²)>草地(7.40 t/hm²)>灌木林(3.97 t/hm²)。不难分析出其最大持水量与它的蓄积量有很大联系,灌木林和草地的枯落物厚度很小,蓄积量也小,虽然灌木林的最大持水率较大,但无法消除量少的影响,因此最大持水量是最小的,而草地本身虽然最大持水率最小,但蓄积量比胡桃楸灌丛多,所以最大持水量也表现为稍大一些。同时还可看出这几种植被类型枯落物半分解层的持水量均比未分解层的持水量要大很多(表3)。

比较按重量加权平均得出的不同林分枯落物最大持水率大小发现,其变化范围为155.56%~268.80%,未分解枯落物最大持水率由大到小表现

为:杨桦(324.05%)>山杨(286.32%)>杂木林(282.58%)>灌木林(259.28%)>蒙古栎(251.43%)>落叶松(237.69%)>红松(228.88%)>草地(181.13%);半分解层最大持水率由大到小表现为:杨桦(263.96%)>灌木林(253.69%)>杂木林(238.02%)>山杨(234.88%)>蒙古栎(226.63%)>红松(218.07%)>落叶松(205.78%)>草地(153.01%),落叶松和红松的持水能力相比之下比较小,这主要是由于红松和落叶松枯落物含有丰富的松脂且表面光滑,浸水时表面易形成拮抗水层,不利于吸持水分,因此枯落物持水能力很小,相对而言阔叶树种则更易吸持水分。由于枯落物分解程度很高,较易从尼龙袋中漏出,造成湿重减小,而枯枝、梗相对不易分解,吸水能力不强,造成本研究最大持水率偏小。

表3 不同林分枯落物最大持水量和最大持水率

植被类型	枯落物最大持水量/(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	加权平均
红松	9.40	13.30	22.70	228.88	218.07	222.42
落叶松	1.25	15.43	16.68	237.69	205.78	207.86
蒙古栎	26.65	9.37	36.02	251.43	226.63	244.47
杨桦	3.20	29.77	32.97	324.05	263.96	268.80
山杨	3.53	9.75	13.28	286.32	234.88	246.65
杂木林	8.07	11.12	19.19	282.58	238.02	254.93
灌木林	1.41	2.56	3.97	259.28	253.69	255.64
草地	0.78	6.62	7.40	181.13	153.01	155.56

3.2.2 枯落物拦蓄能力 为估算枯落物层的可能拦蓄量,本研究计算了枯落物层最大拦蓄量和有效拦蓄量(表4)。研究表明,主要森林植被类型枯落物最大拦蓄量介于3.34~34.06 t/hm²,这种巨大的差异是由于枯落物层的蓄积量及吸水特性不同所致。从不同林分类型来看,枯落物最大拦蓄量表现为蒙古栎林最大,达到34.06 t/hm²,其次为杨桦,也达到了24.57 t/hm²,与最大持水量变化趋势一致。但最大拦蓄量仍不能反映枯落物层对实际降水的拦蓄情况,因此需要计算枯落物的有效拦蓄量,计算结果表明,蒙古栎枯落物层的有效拦蓄量仍为最大,达到20.39 t/hm²,相比之下草地的有效拦蓄量仅为0.85 t/hm²,对雨水拦截作用较差。枯落物的有效拦蓄量不仅与其厚度有关,与自然持水率也是密切相关的,可以看出,此次调查的枯落物的自然持水率都普遍较高,都达到了100%以上,山杨林更有甚者达到了202.58%,这主要是由于当地7—8月份降雨量十分充沛,而导致在自然情况下枯落物已经吸持了相当多的水分,也是林地有效拦蓄量较小的原因之一。

表4 不同林分枯落物最大拦蓄量和有效拦蓄量

植被类型	自然持水率/%	最大持水率/%	最大拦蓄量/(t·hm ⁻²)	有效拦蓄量/(t·hm ⁻²)
红松林	170.20	222.42	14.40	5.20
落叶松	155.35	204.36	10.55	4.13
蒙古栎	156.62	207.86	34.06	20.39
杨桦	153.14	244.47	24.57	9.61
山杨	202.58	268.80	9.80	4.18
杂木林	182.00	247.00	14.16	5.81
灌木林	190.09	254.93	4.71	3.44
草地	113.63	255.64	3.34	0.85

3.3 枯落物持水过程

3.3.1 枯落物持水量与浸泡时间的关系 由于不同林地林下各层枯落物储量不同,各自持水量也存在显著的差异性,半分解层林下枯落物的持水量均要稍低于未分解层,而未分解层和半分解层林下枯落物的持水量与浸泡时间变化相似(表5)。从表5可以看出,在初始2 h内枯落物的持水量迅速增加,但随着枯落物浸水时间的延长,各枯落物持水量的增幅逐渐降低。其中在最初的0.5 h吸水速率最大,在5~6 h

时,枯落物吸水基本达到了最大值,随后持水量趋于动态平衡。

分别来看不同林分类型枯落物的持水量发现,在最初 0.5 h 内,红松、落叶松、蒙古栎、杨桦、山杨、杂木林、灌木林、草地未分解层和半分解层的持水量已经达到了最大持水量的 37.00%和 46.95%,44.16%和 61.82%,50.96%和 59.82%,44.71%和 49.80%,

40.88%和 56.51,54.14%和 67.24%,50.87%和 48.33%,43.01%和 49.72%。不难发现,除了灌木林之外,其余林地的枯落物其半分解层在初期比未分解层更能吸收水分。对不同林分林下枯落物持水率与浸水时段之间的关系进行回归分析,发现持水率与浸水时段存在对数函数关系,相关系数 R^2 集中在 0.8~0.9。

表 5 不同林分枯落物持水量

g/kg

层次	林地类型	浸泡时间/h										
		0.5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	24
未分解层	红松林	846.87	1362.45	1821.31	2060.47	2191.45	2242.67	2264.87	2281.14	2284.74	2286.69	2288.85
	落叶松	1049.62	1545.80	2018.32	2163.36	2235.88	2280.15	2298.47	2325.19	2341.98	2355.73	2376.88
	蒙古栎	1281.37	1760.70	2215.30	2368.30	2431.06	2475.29	2496.38	2509.33	2511.52	2512.20	2514.28
	杨桦林	1448.72	1996.35	2520.88	2802.59	2959.87	3098.91	3147.55	3197.41	3218.89	3227.81	3240.45
	山杨林	1170.89	1638.73	2238.14	2497.40	2661.14	2768.03	2808.64	2841.46	2848.93	2854.78	2863.87
	杂木林	1530.10	2098.99	2570.15	2762.53	2797.26	2816.58	2822.60	2823.58	2824.42	2825.26	2825.96
	灌木林	1318.85	1741.53	2175.26	2421.94	2525.77	2583.21	2586.16	2587.63	2589.10	2590.57	2592.79
	草地	778.98	1080.29	1407.63	1579.67	1680.10	1733.11	1759.14	1787.97	1793.55	1800.06	1811.27
	半分解层	红松林	1023.75	1552.60	1904.67	2049.91	2111.75	2144.34	2161.45	2168.67	2177.26	2179.36
落叶松		1272.18	1662.70	1878.68	2017.85	2042.23	2049.91	2052.20	2055.34	2056.58	2057.38	2057.76
蒙古栎		1355.69	1703.00	2070.13	2176.71	2225.74	2248.28	2255.14	2260.46	2264.52	2265.88	2266.30
杨桦林		1314.49	1760.72	2301.10	2533.56	2577.61	2598.89	2616.49	2630.25	2635.25	2637.70	2639.63
山杨林		1327.17	1712.51	2081.67	2221.80	2273.24	2297.02	2313.20	2330.73	2337.38	2343.06	2348.74
杂木林		1600.41	1934.40	2209.39	2293.91	2325.77	2347.78	2359.00	2366.53	2370.90	2375.27	2380.15
灌木林		1226.00	1712.45	2141.90	2400.36	2479.91	2501.29	2508.81	2518.31	2523.06	2529.39	2536.91
草地		760.76	1051.57	1347.83	1452.78	1487.09	1510.29	1516.21	1522.87	1525.46	1528.23	1530.14

3.3.2 枯落物吸水速率和浸泡时间关系 对图 1 进行分析可知,不同林分类型枯落物吸水速率随时间变化趋势是一致的,对于红松、落叶松、蒙古栎、山杨来说,在吸水初期其半分解层的吸水速率比未分解层大,而对于杨桦和灌木林而言,半分解层的吸水速率

与未分解相比较接近或是更小。在整个浸泡过程中最初的 2 h 内吸水速率迅速降低,之后呈缓慢下降的趋势,在浸水 6 h 之后吸水很缓慢,趋于稳定。各类型的枯落物未分解层、半分解层吸水速率与浸泡时间存在着明显幂函数关系。

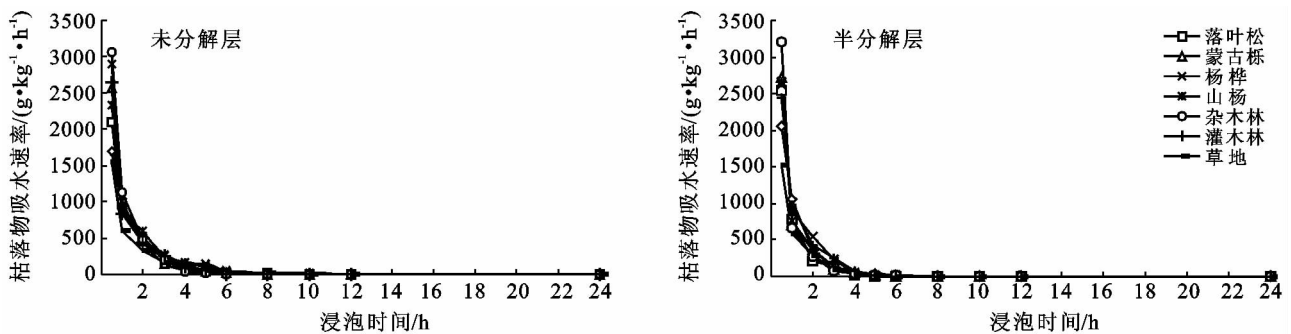


图 1 研究区枯落物持水过程

4 结论

(1) 大辽河流域主要森林类型枯落物厚度介于 0.65~4.83 cm,蓄积量为 3.32~37.30 hm²,且对于

每种森林类型的枯落物来说,半分解层的蓄积量远大于未分解层的蓄积量。

(2) 同林分的枯落物自然持水率为 113.63%~202.58%,最大持水率为 155.56%~268.80%,最大

持水量为 36.02~3.97 t/hm²,最大拦蓄量为 34.06~3.34 t/hm²,有效拦蓄量为 20.39~0.85 t/hm²,且主要森林植被类型枯落物最大持水量、最大拦蓄量和有效拦蓄量变化趋势一致。

(3) 枯落物持水量与浸泡时间之间存在对数关系,在开始 2 h 内持水量迅速增大,随后增幅变小,浸泡 5~6 h 之后持水量基本上达到了最大值,直到 24 h 时持水量一直趋于稳定。枯落物吸水速率与浸泡时间之间存在幂函数关系,不同林分类型枯落物吸水速率随时间变化趋势是一致的,在最初的 2 h 内吸水速率随着时间的变化迅速降低,之后呈缓慢下降的趋势,在浸水 6 h 之后吸水基本停止。

(4) 本研究采集的枯落物分解程度比较高,枝叶较破碎,所以易从尼龙袋中漏出,比较而言未分解层的枯落物就不易从尼龙袋中漏出,这就可能在一定程度上使半分解层的湿重减小,造成半分解层的枯落物持水量和持水率比实际情况偏低。

(5) 蒙古栎林林下枯落物是本研究的 7 种林地中持水性能(储量、最大持水量及有效拦蓄量)最佳的,而草地、灌木林和落叶松林枯落物持水性能是较差的。而不同类型林地枯落物持水性能,因林分类型、枯落物构成及其储量大小不同而异,同时还与立地条件和分解状况等因素密切相关。

[参 考 文 献]

- [1] 王礼先,张志强. 森林植被变化的水文生态效应研究进展[J]. 世界林业研究,1998(6):6-23.
- [2] 薛建辉,郝奇林,何常清,等. 岷江上游两种亚高山林分枯落物层水文特征研究[J]. 水土保持学报,2009,23(3):168-172.
- [3] 吴钦孝,刘向东. 山杨次生林枯枝落叶蓄积量及其水文作用. 水土保持学报,1992,6(1):71-76.
- [4] 杨吉华,张永涛,李红云,等. 不同林分枯落物的持水性能及对表层土壤理化性状的影响[J]. 水土保持学报,2003,17(2):141-144.
- [5] Arunachalam A, Kusum A, Pandey H N. Fine litter fall and nutrient dynamics during forest regrowth in the humid subtropics of north-eastern India[J]. For Ecol Manage, 1998,110(1/3):209-219.
- [6] 刘世荣,温远光,王兵,等. 中国森林生态系统水文生态功能规律[M]. 北京:中国林业出版社,1996.
- [7] 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.
- [8] 王波,张洪江,徐丽君,等. 四面山不同人工林枯落物储量及其持水特性研究[J]. 水土保持学报,2008,22(4):90-94,99.
- [9] Kavvadias V A, Alifragis D, Tsiontsis A, et al. Litter fall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in Northern Greece[J]. Forest Ecology and Management, 2001,144(1/3):113-127.
- [10] 郭汉清,韩有志,白秀梅. 不同林分枯落物水文效应和地表糙率系数研究[J]. 水土保持学报,2010,24(2):179-183.
- [11] 刘少冲,段文标,陈立新. 莲花湖库区几种主要林型水文功能的分析和评价[J]. 水土保持学报,2007,21(1):79-83.
- [12] 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.
- [13] Moore T R, Trofymow J A, Taylor B, et al. Litter decomposition rates in Canadian forests [J]. Global Change Biology, 1999,5(1):75-82.
- [14] Guo L B, Sims R E H. Litter production and nutrient return in New Zealand eucalypt short-rotation forests: implications for land management [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1999,73(1):93-100.
- [15] Slodicak M, Novak J, Skovsgaard J P. Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] [J]. Forest Ecology and Management, 2005, 209(1/2):157-166.
- [16] 罗札诺夫,王浩清,郑军. 土壤形态学[M]. 北京:科学出版社,1998:122.
- [17] 张洪江,程金花,史玉虎,等. 三峡库区 3 种林下枯落物储量及其持水特性[J]. 水土保持学报,2003,17(3):55-58.