

冀北山区三种典型森林类型枯落物水文效应研究

剪文灏^{1,2}, 李淑春², 陈波¹, 苑丽丽², 杨新兵¹

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省木兰围场国有林场管理局, 河北 围场 068450)

摘要:枯落物层在森林生态功能中具有十分重要的作用。在冀北山区北沟林场搜集了3种典型森林群落枯落物,研究其储量和持水特性。结果表明:3种林分类型枯落物半分解层的储量均大于未分解层;枯落物最大持水量总和为:油松蒙古栎混交林(155.31 t/hm²)>山杨桦树混交林(105.62 t/hm²)>落叶松桦树混交林(88.17 t/hm²);枯落物有效拦蓄量半分解层均大于未分解层,排序为:油松蒙古栎混交林(128.15 t/hm²)>山杨桦树混交林(82.27 t/hm²)>落叶松桦树混交林(69.22 t/hm²);总的有效持水量为:油松蒙古栎混交林(132.01 t/hm²)>山杨桦树混交林(89.39 t/hm²)>落叶松桦树混交林(74.95 t/hm²);枯落物各层持水量与浸泡时间呈很好的对数关系。总之,油松蒙古栎混交林保持水土效果最佳。

关键词:冀北山区;森林枯落物;水文效应

中图分类号:S715.7

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)05-0144-04

Research for the Hydrological Effects of Three Typical Types of Forests Litter in Northern Mountain of Hebei Province

JIAN Wen-hao^{1,2}, LI Shu-chun², CHEN Bo¹, YUAN Li-li², YANG Xin-bing¹

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China;

2. Mulan-weichang Forestry Administration of Hebei Province, Weichang, Hebei 068450, China)

Abstract: Litter layer plays a very important role in forest ecosystem function. This study, in the northern mountain of Hebei Province, collected three typical forests litter, and analyzed their reserves and water-holding characteristics. The results showed that: the reserves of the three forest types of semi-decomposed litter layer are greater than that of the undecomposed layer; maximum water holding capacity of litter sum; the mixed forest of *Pinus tabulaeformis* and *Quercus mongolica* (155.31 t/hm²)>the mixed forest of *Populus davidiana* and *Betula albosinensis* (105.62 t/hm²)>the mixed forest of *Larix kaempferi* and *Betula albosinensis* (88.17 t/hm²); effectively storing greater than the amount of semi-decomposed layer is not decomposed layer, the following order: the mixed forest of *Pinus tabulaeformis* and *Quercus mongolica* (128.15 t/hm²)>the mixed forest of *Populus davidiana* and *Betula albosinensis* (82.27 t/hm²)>the mixed forest of *Larix kaempferi* and *Betula albosinensis* (69.22 t/hm²). Total effective capacity is for: the mixed forest of *Pinus tabulaeformis* and *Quercus mongolica* (132.01 t/hm²)>the mixed forest of *Populus davidiana* and *Betula albosinensis* (89.39 t/hm²)>the mixed forest of *Larix kaempferi* and *Betula albosinensis* (74.95 t/hm²). Holding capacity of litter layers and the soaking time were very good logarithmic relationship. In summary, the mixed forest of *Pinus tabulaeformis* and *Quercus mongolica* are the best for soil and water conservation.

Key words: northern mountain of Hebei Province; forest litter; hydrological effect

枯落物层由林分凋落的茎、叶、枝条、芽、鳞片、花、果实、树皮等的凋落物及动物残体组成,它是森林结构中重要的组成部分,是森林水文效应的第二活动层^[1]。森林枯落物处于林分植物层与土壤层之间,成

分以枯枝落叶为主,包括叶、枝、皮、花、果、种子等,是森林生态系统中植物地上部分器官或组织枯死、脱落后堆积而成。森林枯落物层是森林涵养水源作用的主要作用层。枯落物不仅对森林土壤的发育和改良

有重要意义,而且其结构疏松,具有良好的透水性和持水能力,增大了地表粗糙程度,在降水过程中起着缓冲的作用,使降水通过枯落物缓慢渗透到土壤中,变地表径流为地下径流,减少表层土壤的流失。

国内外许多学者对不同区域内、不同类型森林植被下的枯落物特性进行了大量研究,而且在枯落物的凋落量、凋落动态、分解速率、截持降水、影响地表径流和土壤侵蚀机理等方面都取得了一定成果;美国著名森林水文学家 Lee 等认为,枯落物对降雨的截留量取决于枯落物的蓄水容量^[2];国内学者还对枯落物凋落动态及其森林水文过程进行了模拟研究,刘向东等认为油松枯落物截留降雨量与降雨量的关系符合幂函数关系^[3];苏宁虎提出林地一年内不同时期凋落量及凋落速率数学模型^[4];当前研究多为枯落物自身水文特性的报道^[5];余新晓等研究了贡嘎山东坡峨眉冷杉林地被物的分布及其水文效应^[6]。本文对承德围场县北沟林场落叶松桦树混交林、山杨桦树混交林和油松蒙古栎阔交林 3 种林林下枯落物储量及其持水性能进行定量研究,以期为该区域保持水土、涵养水源提供理论依据,进一步探索适合该区域森林植被的建设模式。

1 研究区概况

研究区位于木兰围场自然保护区,地处内蒙古高原和冀北山地(从华北平原向内蒙古高原过渡的由山地和山间盆地组合而成的区域)的汇接地带,位于阴山山脉、大兴安岭山脉的尾部向西南延伸和燕山山脉余脉的结合部,北面是御道口牧场、棋盘山镇,东面是滦河的支流伊逊河,南面临近庙宫水库,西面是卡伦

后沟牧场和郭家屯镇,总面积 50 637.4 hm²。地理坐标为北纬 41°47′—42°06′,东经 116°51′—117°45′,年均降水量 380~560 mm,年平均气温 -1.4~4.7℃,属于中温带向寒温带过渡、半干旱向半湿润过渡的大陆性季风型高原山地气候,海拔高度为 750~1 829 m,森林覆盖率 76.1%。

2 研究方法

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;半分解枯落物系指只有部分植物组织残片尚保持其原来形态的枯枝落叶;而枯落物的分解层指枯落物完全分解腐烂,呈连片、污黑的有机物质,看不出残体的植物枯落物痕迹^[7]。设置 3 块公顷级固定标准地,试验样地类型分别为落叶松桦木混交林、山杨桦木混交林和油松蒙古栎混交林,样地基本情况见表 1。

设置的标准样方为 20 m×20 m 样方进行调查,枯落物搜集面积为 1 m²。在各典型林分类型标准地内,分别测定枯落物层总厚度、未分解层厚度、半分解层厚度,并分层取样称鲜重,将收取的不同分解层枯落物带回实验室用烘箱烘干(采用温度 70℃ 恒温烘 6 h)称其干重,以干重计算积蓄量,每个林分类型重复 3 次。用室内浸泡法测定林下枯落物的持水量和吸水速率。将烘干的枯落物浸入水中后,分别称其在 0.5,1.0,2.0,4.0,6.0,8.0,24 h 的吸水量,测定枯落物层的持水量、吸水速度和吸水过程。每次取出称重后所得的枯落物湿重与其烘干重差值,即为枯落物浸水不同时间的持水量,该值与浸水时间的比值即为枯落物的吸水率。

表 1 样地基本情况

| 编号 | 森林类别 | 树种组成 | 起源 | 面积/(m×m) | 郁闭度 | 总株数/株 | 林层结构 |
|----|----------|---------------------|-----|----------|-----|-------|------|
| 1 | 落叶松桦树混交林 | 5 落 2 白 1 黑 1 椴 1 五 | 人工林 | 100×100 | 0.8 | 1394 | 单层 |
| 2 | 山杨桦树混交林 | 4 山 3 白 2 黑 1 糠一蒙 | 天然林 | 100×100 | 0.7 | 2040 | 单层 |
| 3 | 油松蒙古栎混交林 | 5 蒙 4 油 1 榆一黑 | 天然林 | 80×125 | 0.7 | 1415 | 复层 |

3 结果与分析

3.1 枯落物储量分析

林分的树种组成不同,林分的生长状况、林地内的水热条件等都有所不同,而这些因素将影响到枯落物的输入量、分解速度,从而影响到林内枯落物的蓄积量^[8]。森林枯落物层持水能力的大小,取决于其本身的数量和性质,因而不同林分类型枯落物的蓄积量在评价森林水文功能时具有相当重要的地位。由表 2 可知,3 种林分类型下枯落物储量有一定差别,油松蒙古栎混交林储量最大,为 64.28 t/hm²,因其油松针叶不

易分解,分解速度较慢。其次为落叶松桦树混交林,储量为 39.49 t/hm²;最小的是山杨桦树混交林,储量为 35.80 t/hm²,这是因为阔叶林的凋落物分解较快,这一差别主要是由于针阔叶树种组成不同所致。

分析 3 种林分枯落物未分解层、半分解层储量可以看出,各层次储量所占比例不同,半分解层的储量均大于未分解层储量。未分解层山杨桦树混交林占总蓄积量的比例最大,为 23.21%,油松蒙古栎混交林所占比例较小,为 17.22%;在半分解层则是油松蒙古栎混交林最大而山杨桦树混交林最小。这可能是由于阔叶树落叶分解较快,而针叶树落叶难以分解的缘故。

表 2 不同森林类型枯落物的储量和厚度

| 样地类型 | 枯落物厚度/ mm | 枯落物总储量/ (t·hm ⁻²) | 未分解层 | | 半分解层 | |
|----------|--------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| | | | 储量/(t·hm ⁻²) | 比例/% | 储量/(t·hm ⁻²) | 比例/% |
| 落叶松桦树混交林 | 30.6 | 39.49 | 8.47 | 21.44 | 31.02 | 78.56 |
| 山杨桦树混交林 | 36.6 | 35.8 | 8.31 | 23.21 | 27.49 | 76.79 |
| 油松蒙古栎混交林 | 57.7 | 64.28 | 11.07 | 17.22 | 53.21 | 82.78 |

3.2 枯落物水文效应

3.2.1 枯落物最大持水量 3 种林分枯落物的最大持水量有不同(表 3),油松蒙古栎混交林的最大持水量最大,为 155.31 t/hm²,相当于 15.38 mm 的水深;山杨桦树混交林居中,为 105.62 t/hm²;落叶松桦树混交林的最大持水量最小,为 88.17 t/hm²。枯落物的最大持水率的变化范围为 240~354%,依次为:山杨桦树混交林>落叶松桦树混交林>油松蒙古栎混交林,与最大持水量的变化规律不完全一致,这是因为不同林分枯落物最大持水率的差异受林分类型、林龄、枯落物分解状况、累积状况、前期水分状况和降水特点等多种因素的影响。由于枯落物的分解程度影响枯落物层的持水能力,分解程度越高,半分解层枯

落物量越大,枯落物层的持水能力越高,所以阔叶树枯落物的持水能力普遍高于针叶树^[9]。

3.2.2 枯落物持水过程 枯落物持水量与浸泡时间具有一定的相关关系,由图 1、2 可知,在最初浸泡的半个小时内,枯落物持水量迅速增加,而后随着浸泡时间的延长呈现不断增加的趋势,且增加速度逐步放缓。这一趋势与枯落物拦蓄地表径流规律相似,即降雨初期,枯落物拦蓄地表径流功能较强,此后随枯落物湿润程度的增加,吸持能力降低^[9]。此外,半分解层(图 1)枯落物持水量在浸泡 8 h 时已基本达到饱和,而未分解层(图 2)持水量估计浸泡要超过 8 h 基本达到饱和,说明 3 种林分枯落物未分解层持水能力均高于半分解层。

表 3 不同林分枯落物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 |
| 落叶松桦树混交林 | 22.69 | 65.48 | 88.17 | 296.00 | 249 | 272.5 |
| 山杨桦树混交林 | 25.51 | 80.11 | 105.62 | 337.00 | 371 | 354 |
| 油松蒙古栎混交林 | 23.53 | 131.78 | 155.31 | 215 | 265 | 240 |

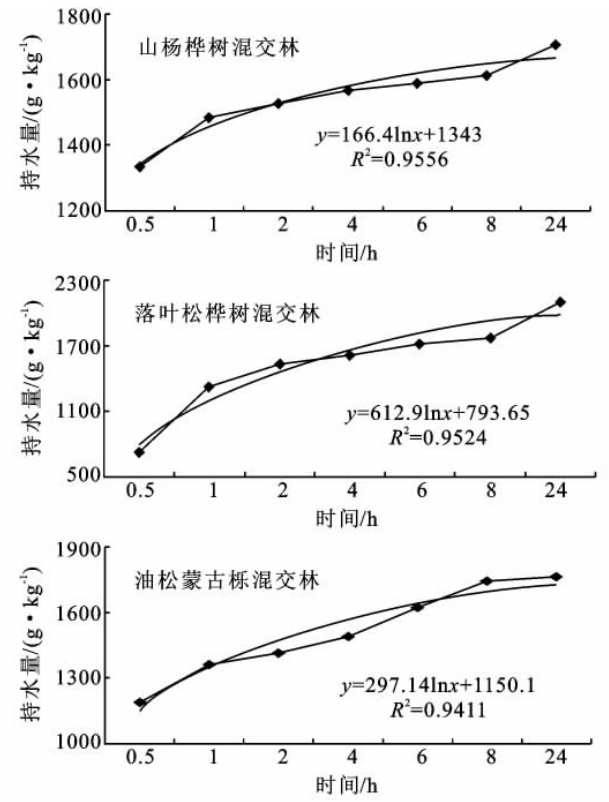


图 1 半分解层不同林分枯落物持水过程及持水量与浸泡时间关系

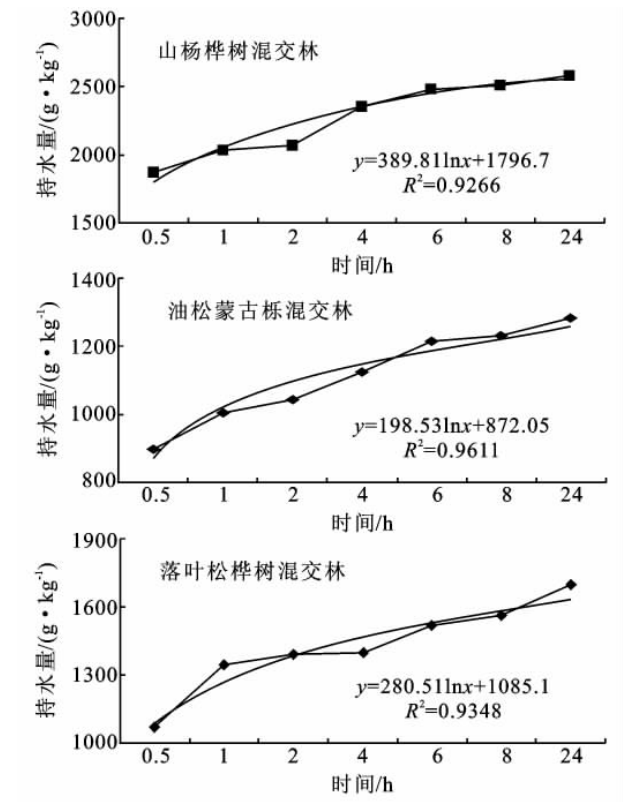


图 2 未分解层不同林分枯落物持水过程及持水量与浸泡时间关系

对 0.5~24 h 之间 4 种林分枯落物各层持水量与浸泡时间的关系进行回归分析,得出该时间段内持水量与浸泡时间之间存在如下关系(图 1-2):

$$Q=a\ln t+b$$

式中:Q——枯落物持水量(g/kg);t——浸泡时间(h);a——方程系数;b——方程常数项。

3 种林分枯落物的吸水速率表现出一定的规律性。枯落物在前半小时内吸水速率最大,之后急剧下降,4 h 左右时下降速度明显减缓。虽然不同林分枯落物在浸入水中刚开始时吸水速率相差较大,但随浸泡时间延长,枯落物吸水速率趋向一致。这主要是因为随着浸泡时间增长,枯落物持水量接近其最大持水

量,也就是说地被物逐渐趋于饱和,其持水量增长速度随之减缓所致^[10]。

3.2.3 枯落物有效拦蓄量 3 种林分类型不同层次枯落物的拦蓄能力不同(表 4)。从有效拦蓄率看,半分解层和未分解层变化规律不尽相同,但都是山杨桦树混交林有效持水率最大。有效拦蓄量排序为:油松蒙古栎混交林(128.15 t/hm²)>山杨桦树混交林(82.27 t/hm²)>落叶松桦树混交林(69.22 t/hm²)。从各层有效持水量和有效拦蓄量来看,半分解层均大于未分解层。总的有效持水量油松蒙古栎混交林为最大 132.01 t/hm²,落叶松桦树混交林最小 74.9 t/hm²,变化趋势和最大持水量变化一致。

表 4 不同林分枯落物有效拦蓄能力

| 枯落物层 | 林分类型 | 自然持水率/% | 最大持水率/% | 有效持水率/% | 有效持水量/(t·hm ⁻²) | 有效拦蓄量/(t·hm ⁻²) |
|------|----------|---------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------------|
| 半分解层 | 落叶松桦树混交林 | 19.11 | 249 | 212 | 55.66 | 50.64 |
| | 山杨桦树混交林 | 30.97 | 371 | 316 | 68.10 | 61.41 |
| | 油松蒙古栎混交林 | 7.26 | 265 | 225 | 112.01 | 108.40 |
| 未分解层 | 落叶松桦树混交林 | 9.32 | 296 | 252 | 19.29 | 18.58 |
| | 山杨桦树混交林 | 10.93 | 337 | 287 | 21.69 | 20.86 |
| | 油松蒙古栎混交林 | 2.23 | 215 | 183 | 20.00 | 19.75 |

4 结 论

(1)冀北山区 3 种林分的枯落物的储量为 39.49~63.28 t/hm²,油松蒙古栎混交林储量最大,落叶松桦树混交林储量居中间,山杨桦木混交林储量最小。

(2)枯落物最大持水率的变化范围为 240~354%,依次为:山杨桦树混交林>落叶松桦树混交林>油松蒙古栎混交林;枯落物有效拦蓄量油松蒙古栎混交林>山杨桦树混交林>落叶松桦树混交林。

(3)基于上述研究分析,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。油松蒙古栎林有效持水量最大,因此在该区域植被恢复和生态建设中推广油松蒙古栎林,以稳定林分结构,达到水土保持林的优化配置,提高森林植被涵养水源、保持水土功能是可行的。

本文只是对研究区林下枯落物储量和持水量等进行了探讨。不同森林类型林下枯落物的累计及分解速率、不同枯落物在水文过程中的作用、枯落物的清除与否对林地森林水文过程的影响、不同树种形态的枯落物抵抗溅蚀能力等方面有待于今后进一步研究。

参考文献:

[1] 王云琦,王玉杰,张洪江. 重庆缙云山几种典型植被枯落物水文特性研究[J]. 水土保持学报,2004,18(3):41-44.

[2] 时忠杰,王彦辉,徐丽宏,等. 六盘山主要森林类型枯落物的水文功能[J]. 北京林业大学学报,2009,31(1):91-99.

[3] 刘向东,吴钦孝. 黄土高原油松人工林枯枝落叶层水文生态功能研究[J]. 水土保持学报,1991,5(4):87-91.

[4] 苏宁虎. 森林植物凋落物动态的数学模型[J]. 林业科学,1989,25(2):162-165.

[5] 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):90-99.

[6] 余新晓,赵玉涛,程根伟. 贡嘎山东坡峨眉冷杉林地地被物分布及其水文效应初步研究[J]. 北京林业大学学报,2002,24(5/6):14-18.

[7] 罗札诺夫,王浩清,郑军. 土壤形态学[M]. 北京:科学出版社,1998.

[8] 胡淑萍,余新晓,岳永杰. 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.

[9] 饶良懿,朱金兆,毕华兴. 重庆四面山森林枯落物和土壤水文效应[J]. 北京林业大学学报,2005,27(1):33-37.

[10] 程金花,张洪江,余新晓,等. 贡嘎山冷杉纯林地地被物及土壤持水特性[J]. 北京林业大学学报,2002,24(3):45-49.