

# 元阳梯田水源区优势树种枯落物水文特性

陈治成, 宋维峰, 魏 峥, 马 菁, 刘宗滨

(西南林业大学 环境科学与工程学院, 昆明 650224)

**摘 要:**对元阳梯田水源区优势树种枯落物水文特性的研究,有利于进一步揭示森林的水源涵养功能。通过野外调查采样与室内试验分析,对元阳梯田优势树种枯落物储量、持水能力、拦蓄能力以及持水过程进行了研究。结果表明:枯落物总储量为  $6.06\sim 8.2\text{ t/hm}^2$ ,半分解层的枯落物储量绝大多数要大于未分解层;枯落物总厚度为  $6.1\sim 8.8\text{ cm}$ ,半分解层厚度大于未分解层;枯落物半分解层自然含水率要明显高于未分解层;枯落物半分解层最大持水量要大于未分解层最大持水量,但是优势不明显,总枯落物层最大持水率为  $132.1\%\sim 247.3\%$ ;枯落物总的有效拦蓄量为  $2.07\sim 8.01\text{ t/hm}^2$ ,其中未分解层的有效拦蓄量要大于半分解层;枯落物层持水量与吸水速率随时间变化过程中,在  $0\sim 2\text{ h}$  时间段内变化较大,浸水  $8\text{ h}$  后,持水量与吸水速率两者的变化曲线均比较平缓,变化幅度较小;枯落物层持水量与浸水时间存在显著的对数关系,枯落物吸水速率与时间存在显著的幂函数关系。

**关键词:**元阳梯田; 枯落物; 持水量; 有效拦蓄量; 吸水速率

中图分类号:S714

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2017)01-0135-05

## Hydrological Characteristics of the Dominant Tree Species in the Water Source Area of Yuanyang Terrace

CHEN Zhicheng, SONG Weifeng, WEI Zheng, MA Jing, LIU Zongbin

(College of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The research on hydrological characteristics of dominant tree species in the water source area of Yuanyang terrace is conducive to further revealing the water conservation function of forest. Using the methods of field investigation, sampling analysis and laboratory experiments, we investigated the litter reserves, holding water ability, interception capacity and water holding process of dominant tree species of Yuanyang terrace. The results showed that the total reserves of litter was  $6.06\sim 8.2\text{ t/hm}^2$ , half-decomposed litter was more than un-decomposed litter; the total thickness of litter layer was  $6.1\sim 8.8\text{ cm}$ , thickness of the half-decomposed litter layer was greater than that of the un-decomposed layer; the natural water content of half-decomposed litter layer was significantly higher than that of the un-decomposed layer; the maximum water holding capacity of half-decomposed litter layer was greater than the maximum water holding capacity of un-decomposition litter, but the difference was not obvious, the maximum water holding rate of total litter ranged from  $132.1\%$  to  $247.3\%$ ; the effective interception amount of total litter was  $2.07\sim 8.01\text{ t/hm}^2$ , of which the un-decomposed effective interception amount was greater than that of the half-decomposed layer; changes of water holding capacity and water absorption rate of litter during the period of  $0\sim 2\text{ h}$  was large, the curves of both water holding capacity and water absorption rate were relatively flat and the change was little after soaking  $8\text{ h}$ ; relationship between water holding capacity of litter and water immersion time could be described by logarithmic function, and relationship between water absorption rate and time could be described by power function.

**Keywords:** Yuanyang terrace; litter; water holding capacity; the amount of effective interception; absorption rate

在森林水分循环过程中,林下枯落物具有较强的持水特性,体现了森林的涵养水源功能<sup>[1]</sup>。林地枯落物结构比较疏松,具有较强的吸水和持水能力,其作

用可以拦蓄降水、减少水土流失、降低和减弱降水对林地表层土壤的冲蚀、减少地表径流和林地表层土壤水分的蒸发,同时对林下土壤的形成和其成分组成产

收稿日期:2016-01-04

修回日期:2016-02-05

资助项目:国家自然科学基金“基于氢氧同位素技术的哈尼梯田水源区土壤水分运移规律研究”(41371066)

第一作者:陈治成(1988—),男,山东枣庄人,硕士研究生,研究方向为森林水文。E-mail:czcqq98@163.com

通信作者:宋维峰(1967—),男,甘肃会宁人,博士,教授,主要从事生态水文和森林水文研究。E-mail:songwf85@126.com

生重要影响<sup>[2-3]</sup>。目前,许多学者在枯落物的储量、持水特性、拦蓄降水、涵养水源等方面进行了大量研究,并取得一定成果<sup>[2-7]</sup>。当前,对元阳梯田水源区优势树种水文特性方面的研究还比较少,本研究通过野外调查取样和室内试验分析,对元阳梯田水源区优势树种枯落物水文特性进行系统研究,进一步揭示当地典型树种的水源涵养功能,为梯田的开发利用和保护提供理论依据和技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究地点位于云南省南部哀牢山脉南段的元阳县境内,研究区为元阳哈尼梯田核心区上方水源林区全福庄小寨小流域(102°46′10″—102°46′16″E,23°05′38″—23°05′50″N)。研究区属于中低山丘陵地貌,海拔 1 500~2 100 m,为亚热带山地季风气候,年平均气温为 20.5℃,年最高气温 37.5℃,年最低气温 0.6℃;年降水量 1 500~2 000 mm;年蒸发量 1 184.1 mm;年均日照时数 1 820.8 h<sup>[1,8]</sup>。研究区内森林茂密,植

物种类多种多样。研究样地基本情况见表 1。

### 1.2 研究方法

1.2.1 样地选择与枯落物储量测定 在全福庄小寨小流域内,选取两块当地优势树种比较集中的样地(表 1),分别为:山顶西南山茶林样地和旱冬瓜、元江栲林样地,其中综合考虑地形和坡向等因素,在前者设置 3 个标准样地,大小为 20 m×20 m,后者设置 2 个标准样地,大小为 10 m×10 m。在西南山茶林样地内沿对角线方向设定 5 个 1 m×1 m 的大样方,后者样地用同样方法取 2 个 1 m×1 m 的大样方。在样方内,随机选取 15 个点(7 个样方中每个样方随机选 2 或 3 个测量点,这 15 个点是测量点,与下文图表中的样点不同,下文中的样点即为选取的 7 个样方)来测定枯落物各层次的厚度,取其平均值;按未分解层和半分解层(未分解层指基本上保持原有形状和质地的枯枝落叶,半分解层为只有部分植物组织残余尚保持原来形态)收集样品,标记、称重,并带回实验室;将枯落物样品放在 80℃下烘干,称重,测定其自然含水率。枯落物储量以其干物质重计。

表 1 研究样地的基本情况

| 样地           | 海拔/<br>m | 郁闭<br>度 | 坡向 | 优势树种   | 地理坐标                       |
|--------------|----------|---------|----|--|----------------------------|
| 山顶西南<br>山茶林  | 2025     | 0.85    | 东  | 西南山茶( <i>Camellia pitardii</i> )、印度木荷( <i>Schima khasiana</i> )、泡花树( <i>Meliosma cuneifolia</i> )、杉木( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )、五桠果( <i>Dillenia indica</i> Linn.)等 | 102°46′10″E,<br>23°05′38″N |
| 旱冬瓜、<br>元江栲林 | 1920     | 0.6     | 东  | 旱冬瓜( <i>Alnus nepalensis</i> )、元江栲( <i>Castanopsis orthacantha</i> )、滇常山( <i>Clerodendrum yunnanense</i> )、尖子木( <i>Oxyspora paniculata</i> )等                              | 102°46′16″E,<br>23°05′50″N |

注:郁闭度测定使用树冠投影法,即样地树冠投影总面积与样地面积的比值。

1.2.2 枯落物持水过程测定 采用室内浸泡法<sup>[9]</sup>,将枯落物放入清水中浸泡 0.25,0.5,1,2,4,6,8,14,24 h,并称重(取出称量时,静置 5 min 直至不再滴水),共计 9 次。以浸水 24 h 的持水量记为枯落物的最大持水量<sup>[10]</sup>。持水量为枯落物湿重与干重的差值,吸水速率为持水量与浸水时长的比值。

1.2.3 枯落物拦蓄量测定 枯落物的实际拦蓄能力一般用枯落物的有效拦蓄量来表示<sup>[2,11]</sup>,其表达式为:

$$M=(0.85R_m-R_0)M_0$$

式中: $M$  为有效拦蓄量( $\text{t}/\text{hm}^2$ ); $R_m$  为最大持水率(%); $R_0$  为平均自然含水率(%); $M_0$  为枯落物储量( $\text{t}/\text{hm}^2$ );0.85 为系数<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 枯落物储量

由表 2 可看出,枯落物总储量为 6.06~8.20  $\text{t}/\text{hm}^2$ ,

未分解层为 2.84~4.19  $\text{t}/\text{hm}^2$ ,半分解层为 3.17~4.26  $\text{t}/\text{hm}^2$ ,半分解层的枯落物储量绝大多数要大于未分解层;枯落物总厚度为 6.1~8.8 cm,未分解层为 2.4~3.3 cm,半分解层为 3.3~5.5 cm,其中半分解层厚度大于未分解层,除样点 4 外,其他各样点枯落物总厚度平均为 6.4 cm 且分布较均匀;通过对表中枯落物储量和厚度数据进行对比可看出,枯落物储量与其厚度存在着一定的正相关关系,即样点中枯落物厚度大,其枯落物储量也大。

### 2.2 枯落物持水量

枯落物持水能力指标一般包括持水量、持水率、吸水速率和拦蓄量等。在对枯落物持水指标进行测定时,一般使用枯落物干物质的持水量、持水率和吸水速率等来表示<sup>[11-13]</sup>。

2.2.1 枯落物持水能力及特性 枯落物自然含水率不仅可以显示出枯落物自然状态下持水特性,在计算枯落物持水量指标时也不可缺少。从表 3 可以看出,

两块样地枯落物半分解层自然含水率要明显高于未分解层;山顶的西南山茶林枯落物自然含水率比旱冬瓜和元江栲林样地的自然含水率要高;山顶西南山茶林未分解层平均自然含水率>50%,半分解层平均自然含水率>135%,枯落物平均自然含水率>95%;旱冬瓜与元江栲林未分解层平均自然含水率<20%,半分解层平均自然含水率<60%,枯落物平均自然含水率<50%。

表 2 枯落物储量与厚度

| 样地           | 样点 | 储量/(t·hm <sup>-2</sup> ) |      |      | 厚度/cm |      |     |
|--------------|----|--------------------------|------|------|-------|------|-----|
|              |    | 未分解层                     | 半分解层 | 总储量  | 未分解层  | 半分解层 | 总厚度 |
| 山顶西南<br>山茶林  | 1  | 2.84                     | 4.26 | 7.10 | 2.7   | 3.7  | 6.4 |
|              | 2  | 2.98                     | 3.51 | 6.48 | 2.6   | 3.6  | 6.2 |
|              | 3  | 3.39                     | 3.87 | 7.26 | 2.4   | 4.2  | 6.6 |
|              | 4  | 4.19                     | 4.01 | 8.20 | 3.3   | 5.5  | 8.8 |
|              | 5  | 2.90                     | 3.17 | 6.06 | 2.8   | 3.3  | 6.1 |
| 旱冬瓜、<br>元江栲林 | 6  | 2.86                     | 4.74 | 7.61 | 2.8   | 4.0  | 6.8 |
|              | 7  | 2.98                     | 3.78 | 6.76 | 2.5   | 3.8  | 6.3 |

表 3 枯落物持水能力分析

| 样地           | 样点 | 自然含水率/% |       |       | 最大持水量/(kg·m <sup>-2</sup> ) |      |      | 最大持水率/% |       |       | 有效拦蓄量/(t·hm <sup>-2</sup> ) |      |      |
|--------------|----|---------|-------|-------|-----------------------------|------|------|---------|-------|-------|-----------------------------|------|------|
|              |    | 未分解层    | 半分解层  | 合计    | 未分解层                        | 半分解层 | 合计   | 未分解层    | 半分解层  | 合计    | 未分解层                        | 半分解层 | 合计   |
| 山顶西南<br>山茶林  | 1  | 78.3    | 123.1 | 105.1 | 0.80                        | 0.73 | 1.53 | 281.4   | 170.4 | 214.9 | 4.58                        | 0.93 | 5.51 |
|              | 2  | 46.8    | 138.4 | 96.4  | 0.76                        | 0.84 | 1.60 | 256.2   | 239.7 | 247.3 | 5.09                        | 2.29 | 7.38 |
|              | 3  | 38.3    | 153.7 | 99.8  | 0.68                        | 0.85 | 1.54 | 201.1   | 220.7 | 211.5 | 4.50                        | 1.31 | 5.81 |
|              | 4  | 56.3    | 119.2 | 87.1  | 0.44                        | 0.64 | 1.08 | 105.8   | 159.6 | 132.1 | 1.41                        | 0.66 | 2.07 |
|              | 5  | 49.7    | 160.1 | 107.4 | 0.67                        | 0.76 | 1.43 | 230.8   | 239.4 | 235.3 | 4.24                        | 1.38 | 5.62 |
| 旱冬瓜、<br>元江栲林 | 6  | 19.8    | 60.5  | 45.2  | 0.55                        | 0.80 | 1.35 | 191.9   | 168   | 177.0 | 4.08                        | 3.90 | 8.01 |
|              | 7  | 10.6    | 47.9  | 31.5  | 0.53                        | 0.62 | 1.14 | 177.6   | 162.6 | 169.2 | 4.18                        | 3.41 | 7.59 |

持水量可以表示枯落物实际吸持水分的多少,在表 3 中,枯落物未分解层最大持水量为 0.44~0.8 kg/m<sup>2</sup>,半分解层最大持水量在 0.62~0.85 kg/m<sup>2</sup>,其中样点 4(0.44 kg/m<sup>2</sup>)未分解层最大持水量值最小;总枯落物层最大持水量在 1.08~1.6 kg/m<sup>2</sup>,其均值约为 1.38 kg/m<sup>2</sup>;除样点 1 外,枯落物半分解层最大持水量要大于未分解层最大持水量,可看出枯落物半分解层实际吸持水分量要大于未分解层,但是优势不明显。枯落物未分解层最大持水率样点 4(105.8%)最小,样点 1(281.4%)最大,均值为 206.4%;半分解层最大持水率最小的是样点 4(159.6%),最大的是样点 2(239.7%),均值约为 194.3%;总枯落物层最大持水率为 132.1%~247.3%,均值 198.2%。由此可见,枯落物最大可吸收其自重(干重)的 1.3~2.5 倍的降雨。

2.2.2 枯落物有效拦蓄量 由表 3 可知,枯落物未分解层的有效拦蓄量为 1.41~5.09 t/hm<sup>2</sup>,其中样点 4(1.41 t/hm<sup>2</sup>)最小,与其他样点值相差较大,除样点 4 外,未分解层有效拦蓄量均值为 4.45 t/hm<sup>2</sup>,相当于拦蓄 0.45 mm 深度的降雨;半分解层的有效拦蓄量为 0.66~3.9 t/hm<sup>2</sup>,其均值为 1.98 t/hm<sup>2</sup>,相当拦蓄 0.2 mm 的降雨;枯落物总的有效拦蓄量为 2.07~8.01 t/hm<sup>2</sup>,均值约为 6 t/hm<sup>2</sup>,相当拦蓄 0.6 mm 的降雨;

枯落物未分解层的有效拦蓄量要大于半分解层,即未分解层的实际拦蓄能力要大于半分解层。

2.3 枯落物持水过程分析

2.3.1 枯落物持水量与时间关系 由图 1 可知,各样点枯落物及其未(半)分解层的持水量随时间变化的总体趋势是相似的。随着时间的增加,未分解层、半分解层和总枯落物层持水量也在增加,三者都是在起始阶段(0~2 h)持水量增加较快速,6 h 后三者均接近其自身的最大持水量,8~10 h 后持水量随时间变化已经不是太明显,持水量增加很小;样点 4 在 3 幅图中持水量值均比较小。利用 Excel 软件对 3 组数据进行拟合发现,未分解层、半分解层和总枯落物层持水量与时间关系按以下对数方程变化:

$$y=a\ln x+b \tag{1}$$

式中:y 为枯落物持水量(kg/m<sup>2</sup>);x 为浸水时间(h);a,b 为常数。

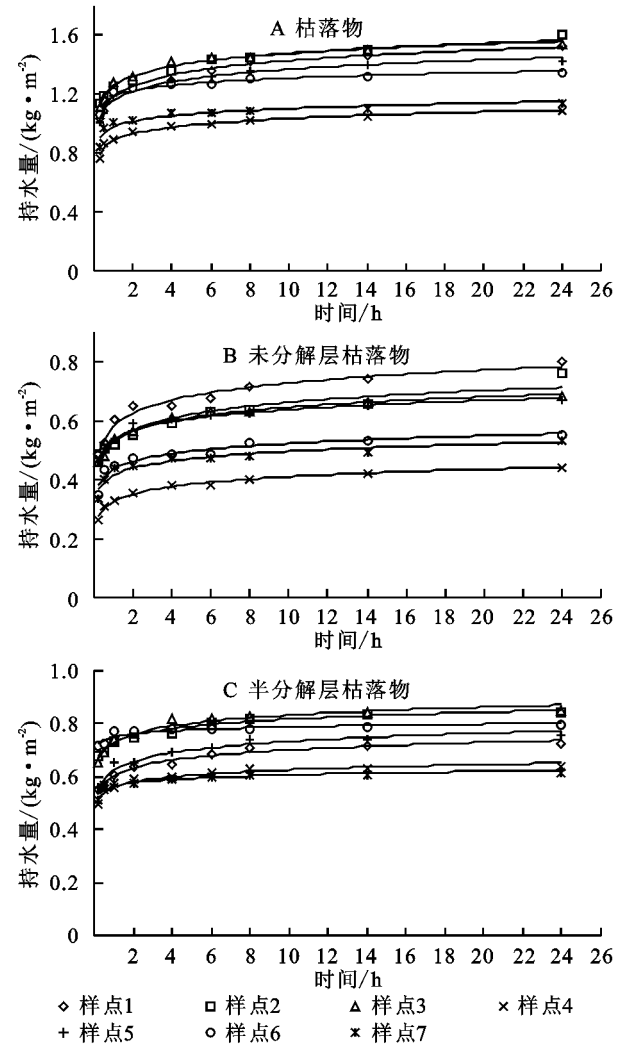
利用 Excel 和 SPSS 软件对未分解层、半分解层和总枯落物层持水量与时间关系进行对数方程拟合,由表 4 发现拟合相关系数 R<sup>2</sup> 均大于 0.83,拟合效果较好,即可得出枯落物各层次持水量与时间呈显著的对数关系。

2.3.2 枯落物吸水速率与时间关系 根据图 2 可看

出,各样点的不同枯落物层的吸水速率和时间关系的变化曲线是相似的。在 0~2 h 这个时间段内,各枯落物层吸水速率变化较大,随时间增加吸水速率快速下降;8 h 以后,各枯落物层曲线较平缓,并逐渐接近于 0。结合枯落物持水量与时间关系可知,在枯落物在达到其最大持水量时,其吸水速率也接近于 0。通过 Excel 对数据进行曲线拟合处理可发现,枯落物吸水速率与时间按如下幂函数变化:

$$y=ax^b \tag{2}$$

式中: $y$  为枯落物吸水速率 $[t/(hm^2 \cdot h)]$ ;  $x$  为浸水时间(h); $a, b$  为常数。



注:其中 A 图所表示的枯落物为总枯落物层,且样点 2 和 3 由于数据分布相近,故其拟合线几乎重合;图例中的 7 个样点即为试验选取的 7 个大样方,下图同。

图 1 枯落物、未分解层枯落物、半分解层枯落物  
持水量与浸水时间的关系

利用 SPSS 对枯落物吸水速率和时间关系进行幂函数方程拟合分析,根据表 4 可知,拟合相关系数  $R^2$  要大于 0.95 接近 1,拟合效果极好,由此可知枯落物吸水速率与时间存在显著的幂函数关系。

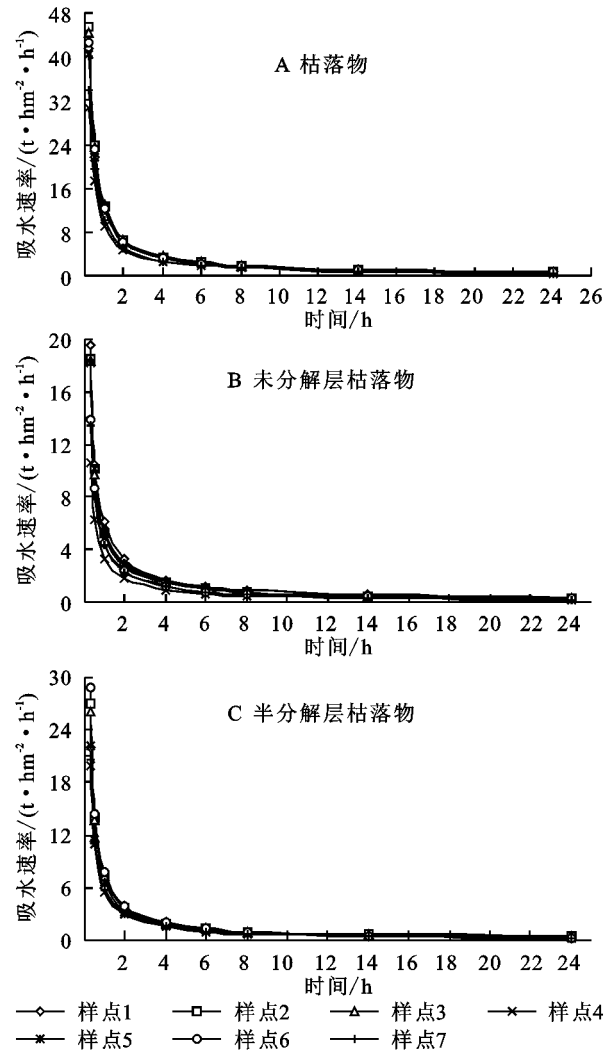


图 2 枯落物、未分解层枯落物、半分解层枯落物  
吸水速率与浸水时间的关系

表 4 枯落物持水过程分析

| 枯落物<br>层次 | 样<br>点 | 持水量                    |        | 吸水速率                 |        |
|-----------|--------|------------------------|--------|----------------------|--------|
|           |        | 回归方程                   | $R^2$  | 回归方程                 | $R^2$  |
| 未分<br>解层  | 1      | $y=0.0636\ln x+0.5821$ | 0.9695 | $y=5.775x^{-0.900}$  | 0.9997 |
|           | 2      | $y=0.0584\ln x+0.5280$ | 0.9391 | $y=5.255x^{-0.900}$  | 0.9998 |
|           | 3      | $y=0.0505\ln x+0.5298$ | 0.9899 | $y=5.264x^{-0.913}$  | 0.9996 |
|           | 4      | $y=0.0362\ln x+0.3266$ | 0.9834 | $y=3.236x^{-0.900}$  | 0.9993 |
|           | 5      | $y=0.0441\ln x+0.5365$ | 0.9709 | $y=5.333x^{-0.921}$  | 0.9997 |
|           | 6      | $y=0.0383\ln x+0.4346$ | 0.9129 | $y=4.307x^{-0.915}$  | 0.9994 |
|           | 7      | $y=0.0356\ln x+0.4140$ | 0.9185 | $y=4.105x^{-0.918}$  | 0.9993 |
| 半分<br>解层  | 1      | $y=0.0418\ln x+0.6044$ | 0.9749 | $y=6.019x^{-0.936}$  | 0.9998 |
|           | 2      | $y=0.0388\ln x+0.7276$ | 0.9778 | $y=7.270x^{-0.948}$  | 0.9999 |
|           | 3      | $y=0.0445\ln x+0.7300$ | 0.9625 | $y=7.274x^{-0.940}$  | 0.9998 |
|           | 4      | $y=0.0290\ln x+0.5592$ | 0.9483 | $y=5.580x^{-0.948}$  | 0.9998 |
|           | 5      | $y=0.0467\ln x+0.6248$ | 0.9549 | $y=6.218x^{-0.927}$  | 0.9996 |
|           | 6      | $y=0.0163\ln x+0.7504$ | 0.8348 | $y=7.502x^{-0.979}$  | 0.9998 |
|           | 7      | $y=0.0188\ln x+0.5637$ | 0.8594 | $y=5.630x^{-0.965}$  | 0.9992 |
| 总枯落<br>物层 | 1      | $y=0.1057\ln x+1.1860$ | 0.9826 | $y=11.795x^{-0.916}$ | 0.9998 |
|           | 2      | $y=0.0973\ln x+1.2556$ | 0.9804 | $y=12.514x^{-0.928}$ | 0.9999 |
|           | 3      | $y=0.0949\ln x+1.2601$ | 0.9818 | $y=12.542x^{-0.928}$ | 0.9998 |
|           | 4      | $y=0.0655\ln x+0.8855$ | 0.9761 | $y=8.817x^{-0.930}$  | 0.9997 |
|           | 5      | $y=0.0911\ln x+1.161$  | 0.9809 | $y=11.549x^{-0.926}$ | 0.9998 |
|           | 6      | $y=0.0546\ln x+1.185$  | 0.9258 | $y=11.820x^{-0.955}$ | 0.9998 |
|           | 7      | $y=0.0545\ln x+0.9779$ | 0.9101 | $y=9.745x^{-0.944}$  | 0.9996 |

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

枯落物储量是衡量森林植被枯落物非常重要的一个指标,对于森林涵养水源功能研究有重要意义<sup>[1,14]</sup>。本研究发现元阳梯田水源区优势树种枯落物层厚度大,其储量也大,其中半分解层的枯落物储量绝大多数要大于未分解层,其厚度也大于未分解层,这与周祥等<sup>[11]</sup>研究结果相一致。其中样点 4 的枯落物各层次在进行试验收集时,由于其所在样方内枯枝枯干较多,枯叶及其他枯落物成分相对较少,造成其试验结果与所在同一样地的其他样点的数据有很大的偏差,对枯落物持水试验也有很大影响。对于枯落物储量和厚度的关系,在一般情况下是厚度越大储量越大,但是树种组成、树龄、累积年限和水热条件等各种因素对其结果也会产生很大影响<sup>[2-3,12-15]</sup>。

森林枯落物持水能力体现了森林的涵养水源功能,在森林水分循环过程中有重要影响<sup>[11-13]</sup>。在本研究中可发现山顶西南山茶林样地的枯落物自然含水率要大于旱冬瓜和元江栲林样地,这主要是因为前者所处海拔较高,由于当地气候等因素影响,在山顶西南山茶林样地会经常出现水雾受到雾水的影响较大,其空气湿度明显高于海拔相对较低的旱冬瓜和元江栲林样地,因此前者自然含水率要大于后者。样点 4 的最大持水量、有效拦蓄量和最大持水率值均比较小,这主要是因为其枯落物成分中枯枝枯干比重较大造成其储量大,而枯枝干吸持水分能力又相对较弱,使得样点 4 的值比较小。枯落物未分解层的有效拦蓄能力要高于半分解层,在山顶的西南山茶林样地尤为明显,其原因为:未分解层分布在半分解层之上能够首先拦截降水;半分解层的自然含水率明显高于未分解层;半分解层枯落物储量虽大于未分解层,但差距不是很明显。

枯落物层持水量和吸水速率随浸水时间的变化存在着显著的对数和幂函数关系<sup>[2-3,12,15]</sup>。枯落物层在浸水的起始阶段(0~2 h),其持水量和吸水速率变化都很大;浸水 8 h 后,枯落物层的持水量和吸水速率变化较小。因为浸水开始时,枯落物是从干物质进入持水(吸水)状态,枯落物成分间存在较大的水势差,所以其持水量和吸水速率开始时变化明显(持水量增加,吸水速率减小),最后经曲线拟合发现枯落物层持水量与浸水时间存在显著对数关系,吸水速率与浸水时间存在显著的幂函数关系,马正锐<sup>[2]</sup>、王波<sup>[3]</sup>、周祥<sup>[12]</sup>和张洪江<sup>[15]</sup>等在相关研究中均发现了这一点。

#### 3.2 结论

(1) 枯落物总储量为 6.06~8.20 t/hm<sup>2</sup>,半分解层的枯落物储量绝大多数要大于未分解层;枯落物总

厚度为 6.1~8.8 cm,半分解层厚度大于未分解层;枯落物储量与其厚度存在着一定的正相关关系,即枯落物厚度越大其储量也越大。

(2) 枯落物半分解层自然含水率要明显高于未分解层;除样点 1 外,枯落物半分解层最大持水量要大于未分解层最大持水量,但是优势不明显;总枯落物层最大持水率为 132.1%~247.3%;枯落物总的有效拦蓄量为 2.07~8.01 t/hm<sup>2</sup>,其中未分解层的有效拦蓄量要大于半分解层,即未分解层的实际拦蓄能力要大于半分解层。

(3) 枯落物层持水量与吸水速率随时间变化过程中,在 0~2 h 时间段内变化较大,浸水 8 h 后,持水量与吸水速率两者的变化曲线均比较平缓,变化幅度较小;枯落物层持水量与浸水时间存在显著的对数关系,枯落物吸水速率与时间存在显著的幂函数关系。

#### 参考文献:

- [1] 段兴凤. 元阳梯田水源区森林水源涵养功能研究[D]. 昆明:西南林业大学,2011.
- [2] 马正锐,程积民,班松涛,等. 宁夏森林枯落物储量与持水性分析[J]. 水土保持学报,2012,26(4):199-203,238.
- [3] 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.
- [4] 吴钦孝,赵鸿雁,刘向东,等. 森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J]. 水土保持学报,1998,4(2):23-28.
- [5] 宋庆丰,杨新兵,张金柱,等. 森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J]. 生态环境学报,2009,18(6):2316-2320.
- [6] 赵鸿雁,吴钦孝,刘国彬. 黄土高原人工油松林水文生态效应[J]. 生态学报,2003,23(2):376-379.
- [7] 刘玉国,刘长成,李国庆,等. 贵州喀斯特山地 5 种森林群落的枯落物储量及水文作用[J]. 林业科学,2011,47(3):82-88.
- [8] 王卓娟,宋维峰,张小娟,等. 元阳梯田水源区主要森林植被调查研究[J]. 山东林业科技,2015(1):33-38.
- [9] 赵艳云,程积民,万惠娥,等. 六盘山不同森林群落地被物的持水特性[J]. 林业科学,2009,45(4):145-150.
- [10] 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.
- [11] 周祥,赵一鹤,张洪江,等. 云南高原典型林分林下枯落物持水特征研究[J]. 生态环境学报,2011,20(2):248-252.
- [12] 高人,周广柱. 辽宁东部山区几种主要森林植被类型枯落物层持水性能研究[J]. 沈阳农业大学学报,2002,33(2):115-118.
- [13] 臧廷亮,张金池. 森林枯落物的蓄水保土功能[J]. 南京林业大学学报,1999,23(2):81-84.
- [14] 高成德,余新晓. 水源涵养林研究综述[J]. 北京林业大学学报,2000,22(5):78-82.
- [15] 张洪江,程金花,余新晓,等. 贡嘎山冷杉纯林枯落物储量及其持水特性[J]. 林业科学,2003,39(5):147-151.