

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.02.021

岷江杂谷脑河9种典型植被群落的水源 涵养能力与价值评估

马吉才¹,冯杰²

(1.四川省阿坝州理县环境保护和林业局,四川理县 623100;
2.北京山水自然保护中心,四川成都 610000)

摘要:凋落物和土壤非毛管孔隙持水能力是计算植被群落水源涵养功能的重要组分。本文以理县杂谷脑河流域熊耳村的岷江柏人工林、刺槐人工林、油松人工林、黄栌次生林、杨柳阔叶林、云冷杉林、高山栎林、蔷薇灌草丛和沙棘灌丛为研究对象,分析了上述9种植被群落枯落物和土壤0~40 cm的非毛管孔隙持水量。结果表明,单位面积的枯落物现存量最大的是云冷杉林($34.53 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$),最小的是岷江柏人工幼龄林($1.37 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$),9种植被群落枯落物总持水量约27 099 t;单位面积的土壤非毛管孔隙持水总量最大的是高山栎林($905.3 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$),而持水量最小的是蔷薇灌草丛($227.9 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$),9种植被群落土壤非毛管孔隙持水总量约为331 751 t;熊耳村686.8 hm^2 植被群落枯落物和土壤非毛管持水总量约358 850 t,水源涵养价值约219.3万元。

关键词:水源涵养能力,价值评估,直接市场法,干旱河谷,岷江

中图分类号:S718.54 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2017)02-0110-04

A Study of Water Conservation Capacity and Value Evaluation of 9 Kinds of Typical Vegetation Community in the Zagunao River of the Minjiang River

MA Ji-cai¹ FENG Jie²

(1. Sichuan Li County Environment Protect and Forestry Bureau, Lixian 623100, Sichuan, China;
2. Beijing Shanshui Conservation Center, Chengdu 610000, Sichuan, China)

Abstract: Litter and soil water-holding capacity is one of the important components of computing function of water conservation vegetation community. In this paper, *Cupressus chengiana* forest, *Robinia pseudo-acacia* forest, *Pinus tabulaeformis* forest, *Cotinus coggygria* forest, *Populus* and *Salix* forest, *Picea* and *Abies* forest, *Quercus aquifolioides* forest, *Rosa* brush and *Hippophae rhamnoides* brush were taken as the research objects, the litter and soil water-holding capacity in 0~40 cm were evaluated and calculated. The results showed that the total litter water-holding capacity of 9 plant communities was about 27 099 t. The total soil water-holding capacity in 0~40 cm of 9 plant communities was about 331 751 t. Based on the 686.8 hm^2 plant communities in Xionger village, the total water-holding capacity of litter and soil in 0~40 cm was about 358 850 t, and the total water conservation value was about 2.193 million Yuan.

Key words: Water Conservation Capacity, Value Evaluation, Direct Market Method, Drought river valley, Minjiang River

收稿日期:2016-10-30

基金项目:北京山水自然保护中心四川林业松可持续经营管理项目。

作者简介:马吉才,从事林业技术工作。

植被群落具有重要的水源涵养功能,它是通过冠层、枯落物层和土壤层来共同实现的^[1~10]。其中,土壤非毛管孔隙和枯枝落叶的“海绵吸水效应”最明显。不同植被群落由于物种生态学特征、垂直结构、枯落物质量和土壤物理性质等的差异,其水源涵养功能也存在很大差异^[4]。理县杂谷脑河是岷江的主要支流,位于青藏高原东缘横断山系北段高山峡谷地带的岷江上游区域,在我国的大地形中处于第1阶梯向第2阶梯的过渡地带,是长江上游和成都平原重要的生态屏障地区,也是长江上游地区和成都平原的重要水源涵养区^[10]。由于人为干扰和生态环境的脆弱性,该区域森林生态系统在持续的干扰下发生群落的逆向演替,这些退化植被的恢复与重建工作已成为当前最迫切的任务之一。对该区域开展典型植被群落的水文方面的研究工作对于指导该区域的植被恢复、造林成效评估、公益林保护价值以及生态补偿标准制定等具有重要的指导意义和科学参考。

本文主要比较分析了杂谷脑河流域典型的岷江柏人工林、刺槐人工林、油松人工林、黄栌次生林、杨柳阔叶林、云冷杉林、高山栎林、蔷薇灌草丛和沙棘灌丛等9种典型植被群落的枯枝落叶持水能力和土壤蓄水能力,并给予现实价值评估。研究结果对促进该区域的植被恢复、提高植被生态系统服务功能以及公益林生态补偿标准制定等具有一定的理论意

义和科学参考。

1 研究区域概述

调查研究区位于四川理县甘堡藏族乡熊耳村,是岷江杂谷脑河流域的典型干河谷村庄,全村幅员7.153 km²(其中耕地面积28.5 hm²),海拔1 860 m~3 500 m。研究区位于熊耳山阳坡,海拔2 000 m~3 100 m。研究区域年均气温约11.0℃,≥0℃年积温约3 800℃~4 500℃,≥10℃年积温约3 200℃~3 800℃,无霜期190 d,全年日照时数1 200 h~2 000 h,年降水量为400 mm~600 mm,集中在夏季的7月~8月,年均蒸发量为降水量的2倍~4倍,可利用的有效水资源相当有限,季节性缺水明显^[10]。

2 材料与方法

2.1 样地设置

在理县杂谷脑河流域的甘堡乡熊耳村,通过实地勘察,确定岷江柏人工林、刺槐人工林、油松人工林、黄栌次生林、杨柳阔叶林、云冷杉林、高山栎林、蔷薇灌草丛和沙棘灌丛等9种典型植被群落为研究对象。在各植被类型中设置20 m×20 m或10 m×10 m的标准样地。各样地的特征见表1。

表1 样地特征概述

| 样地号 | 植被群落 | 海拔(m) | 郁闭度或盖度(%) | 优势物种 | 干扰情况 | 备注 |
|-----|--------|-------|-----------|-----------|------------|-----|
| 1 | 岷江柏人工林 | 2 271 | 0.2 | 岷江柏 | 放牧啃食、践踏 | 幼龄林 |
| 2 | 刺槐人工林 | 2 357 | 0.3 | 刺槐 | 放牧啃食、践踏 | 中龄林 |
| 3 | 油松人工林 | 2 334 | 0.2 | 油松 | 放牧啃食、践踏 | 幼龄林 |
| 4 | 黄栌次生林 | 2 402 | 0.5 | 黄栌 | 无 | 中龄林 |
| 5 | 杨柳阔叶林 | 2 855 | 0.6 | 山杨、高山柳 | 放牧啃食、践踏 | 中龄林 |
| 6 | 云冷杉林 | 3 095 | 0.5 | 川西云杉、岷江冷杉 | 放牧啃食、践踏 | 成熟林 |
| 7 | 高山栎林 | 2 742 | 0.6 | 高山栎 | 放牧啃食、践踏、积肥 | 成熟林 |
| 8 | 蔷薇灌草丛 | 2 498 | 40 | 蔷薇、羊茅 | 放牧啃食、践踏 | —— |
| 9 | 沙棘灌丛 | 2 688 | 60 | 沙棘、三颗针 | 放牧啃食、践踏 | —— |

2.2 枯落物层水文特征测定

地表枯落物收集于2015年9月进行。在每个样地内随机选取3个1.0 m²×1.0 m²样方,收集样方内的全部枯落物,在烘箱中于80℃下烘干至恒重后称重,得枯落物的干重W₁。枯落物最大持水率通过浸水实验获取,步骤如下:首先,把烘干后的枯落物转入土壤筛(网孔直径1 mm);然后,将土壤筛置入盛有清水的容器内,水面超过土壤筛上沿。在浸泡24 h后将枯落物连同土壤筛一并取出,静置5

min左右,待土壤筛不再滴水时迅速称重。每次测得的装枯落物的土壤筛重量减掉土壤筛原重为枯落物的湿重W₂,每个样品重复测定3次。枯落物最大持水率和持水能力计算公式^[10]如下:C=(W₂-W₁)/W₁×100%、V_L=L×C。式中,C为枯落物最大吸水率(%);V_L为枯落物持水能力(t·hm⁻²);L为单位面积枯落物现存量(t·hm⁻²)。

2.3 土壤层水文特性测定

土壤蓄水量的测定采用剖面法。在各标准样地

内对角线上选择3个样点设置土壤剖面,用环刀分别在0~20 cm和20 cm~40 cm土层取原状土,用常规试验方法分别测定不同土层的毛管和非毛管土壤孔隙度。0~40 cm土层毛管和非毛管土壤孔隙度的值取为0~20 cm和20 cm~40 cm土层的平均值。

在测定土壤容重的基础上,进行土壤贮水量测定;土壤贮水量采用经验公式 $S = 10\,000 \times P \times H$ 求得^[4]。式中S为土壤贮水量($t \cdot hm^{-2}$);P为土壤非毛管孔隙度(%);H为土层厚度(m)。

2.4 价值评估方法

生态系统服务价值的评价方法多样且复杂,大体分为3类:市场价值法、替代市场法和假想市场价值法。生态系统服务功能价值评价方法各有优点和缺点,但总体来看,直接市场法的可信度最高、替代市场法次之、假想市场价值法相对较低。在条件允许且数据全面时,首选直接市场法;若数据不足,则优选替代市场法;最后考虑假想市场价值法^[11~15]。另外,根据《森林生态系统服务功能评估规范》所提

供的数据可知,中国库容的水库工程费用为 6.1107 元 $\cdot m^{-3}$ 。本文利用“市场价值法”来评估9种典型植被群落的水源涵养价值。

3 结果与分析

3.1 枯落物持水能力对比分析

除了岷江柏人工林和油松人工林之间的枯落物现存量没有显著差异外($p > 0.05$),其余7种植被群落的枯落物现存量有显著差异($p < 0.05$,表2)。其中,云冷杉林的枯落物现存量最大($34.53 t \cdot hm^{-2}$),其次为杨柳阔叶林($29.57 t \cdot hm^{-2}$)和刺槐人工林($24.37 t \cdot hm^{-2}$),而成熟的高山栎林枯落物现存量只有 $15.57 t \cdot hm^{-2}$ (表2),这是因为高山栎林是当地百姓的“积肥山”,部分枯落物被收集去垫猪圈和牛圈,作为农家肥施用,降低了枯落物的现存量。岷江柏和油松人工林的枯枝落叶现存量低的原因是岷江柏和油松是幼树,而且是常绿树种,枯枝落叶量少,主要以林下稀疏的草本和灌丛落叶为主。

表2 不同植被群落的枯落物层水文特征及其持水总量

| 植物群落 | 面积(hm^2) | 枯落物量($t \cdot hm^{-2}$) | 最大持水率(%) | 最大持水能力($t \cdot hm^{-2}$) | 总持水量(t) |
|--------|--------------|---------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| 岷江柏人工林 | 98.9 | 1.37(±0.15) h | 206.4(±5.77) f | 2.82(±0.29) h | 279(±29) |
| 刺槐人工林 | 10.0 | 24.37(±0.86) c | 271.1(±13.8) d | 66.05(±4.09) c | 660(±41) |
| 油松人工林 | 3.2 | 1.93(±0.15) h | 214.1(±5.4) f | 4.14(±0.43) h | 13(±1) |
| 黄栌次生林 | 12.0 | 19.70(±0.98) d | 278.6(±9.5) d | 54.82(±1.04) d | 658(±13) |
| 杨柳阔叶林 | 61.3 | 29.57(±0.77) b | 343.1(±8.4) a | 101.43(±3.75) a | 6 218(±230) |
| 云冷杉林 | 84.0 | 34.53(±1.22) a | 233.0(±5.2) e | 80.42(±1.16) b | 6 755(±198) |
| 高山栎林 | 158.8 | 15.57(±0.65) e | 295.5(±7.2) c | 46.01(±2.58) e | 7 307(±409) |
| 蔷薇灌草丛 | 162.9 | 4.67(±0.50) g | 305.6(±5.7) c | 14.25(±1.47) g | 2 322(±240) |
| 沙棘灌丛 | 95.7 | 9.40(±0.76) f | 321.6(±12.3) b | 30.17(±1.26) f | 2 887(±120) |
| | | 合计 | | | 27 099(±332) |

除了岷江柏人工林和油松人工林之间的枯落物最大持水能力没有显著差异外($p > 0.05$),其余7种植被群落的枯落物最大持水能力有显著差异($p < 0.05$,表2)。杨柳阔叶林枯落物的最大持水能力最强,其次是云冷杉林的枯落物,而持水能力最低的是岷江柏人工林(表2),这可能与枯落物的性质(针叶)有关。

熊耳村植被群落总面积约 $686.8 hm^2$,其枯落物的总持水量约为 $27\,099 \pm 332 t$ (表2)。

3.2 土壤蓄水能力对比分析

高山栎林的土壤非毛管孔隙度和非毛管持水能力是最大的(表3),显著高于其他8种植被类型的非毛管持水能力($p < 0.05$,表3),说明高山栎林下的土壤疏松,非毛管孔隙多,这与高山栎林下放牧干扰强度较低有关。而蔷薇灌草丛和沙棘灌丛的非毛

管孔隙度和非毛管持水能力最低(表3),说明土壤板结,持水能力低,这与放牧践踏有关;因为这2种植被群落是百姓放羊、放牛的主要产地,牛羊践踏强度高。

熊耳村植被群落总面积约 $686.8 hm^2$,其土壤非毛管持水总量约为 $331\,751 \pm 6\,079 t$ (表3)。

3.3 水源涵养价值评估

从枯落物层的持水量来看,高山栎林最大,其次是云冷杉林和杨柳阔叶林,最小的是油松人工林(表4)。从土壤非毛管孔隙持水总量来看,也是高山栎林最大,其次是云冷杉林和蔷薇灌草丛(表4)。总体而言,熊耳村9种典型植被群落的持水总量排序是高山栎林>云冷杉林>蔷薇灌草丛>岷江柏人工林>杨柳阔叶林>沙棘灌丛>黄栌次生林>刺槐人工林>油松人工林(表4)。熊耳村 $686.8 hm^2$ 植

被群落枯落物和土壤非毛管持水总量为358 850 t, 水源涵养价值219.3万元(表4)。

表3 不同植被群落的土壤非毛管持水能力

| 植物群落 | 面积(hm ²) | 非毛管孔隙度(%) | 非毛管持水能力(t·hm ²) | 非毛管持水总量(t) |
|--------|----------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| 岷江柏人工林 | 98.9 | 7.94(±0.07) e | 317.6(±2.9) e | 31 410(±285) |
| 刺槐人工林 | 10.0 | 6.62(±0.29) f | 264.9(±11.5) f | 2 649(±115) |
| 油松人工林 | 3.2 | 7.43(±0.24) e | 297.1(±9.7) e | 951(±31) |
| 黄栌次生林 | 12.0 | 10.04(±0.44) c | 401.5(±17.7) c | 4 818(±212) |
| 杨柳阔叶林 | 61.3 | 9.25(±0.28) d | 370.0(±11.0) d | 22 681(±677) |
| 云冷杉林 | 84.0 | 19.4(±0.62) b | 776.0(±24.9) b | 65 184(±2098) |
| 高山栎林 | 158.8 | 22.63(±0.95) a | 905.3(±37.8) a | 143 767(±6004) |
| 蔷薇灌草丛 | 162.9 | 5.70(±0.17) g | 227.9(±7.0) g | 37 119(±1139) |
| 沙棘灌丛 | 95.7 | 6.05(±0.09) g | 242.1(±3.4) g | 23 172(±326) |
| 合计 | | | | 331751(±6079) |

表4 不同植被群落的水源涵养能力评估

| 植物群落 | 面积(hm ²) | 枯落物层持水总量(t) | 土壤非毛管持水总量(t) | 持水总量合计(t) | 单价(元·m ⁻³) | 涵养水源价值(万元) |
|--------|----------------------|-------------|--------------|-----------|------------------------|------------|
| 岷江柏人工林 | 98.9 | 279 | 31 410 | 31 689 | 6.1107 | 19.4 |
| 刺槐人工林 | 10.0 | 660 | 2 649 | 3 309 | 6.1107 | 2.0 |
| 油松人工林 | 3.2 | 13 | 951 | 964 | 6.1107 | 0.6 |
| 黄栌次生林 | 12.0 | 658 | 4 818 | 5 476 | 6.1107 | 3.3 |
| 杨柳阔叶林 | 61.3 | 6 218 | 22 681 | 28 899 | 6.1107 | 17.7 |
| 云冷杉林 | 84.0 | 6 755 | 65 184 | 71 939 | 6.1107 | 44.0 |
| 高山栎林 | 158.8 | 7 307 | 143 767 | 151 074 | 6.1107 | 92.3 |
| 蔷薇灌草丛 | 162.9 | 2 322 | 37 119 | 39 441 | 6.1107 | 24.1 |
| 沙棘灌丛 | 95.7 | 2 887 | 23 172 | 26 059 | 6.1107 | 15.9 |
| 合计 | 686.8 | 27 099 | 331 751 | 358 850 | — | 219.3 |

4 结论

单位面积的枯落物现存量最大的是云冷杉林(34.53 t·hm⁻²),其次是杨柳阔叶林(29.57 t·hm⁻²)和刺槐林(24.37 t·hm⁻²),枯落物现存量最小的是岷江柏人工幼龄林(1.37 t·hm⁻²)和油松人工幼龄林(1.93 t·hm⁻²)。9种植被群落枯落物的总持水量是27 099 t。

单位面积的土壤非毛管孔隙持水总量最大的是高山栎林(905.3 t·hm⁻²),其次是云冷杉林(776.0 t·hm⁻²)和黄栌次生林(401.5 t·hm⁻²),而持水量最小的是蔷薇灌草丛(227.9 t·hm⁻²)和沙棘灌丛(242.1 t·hm⁻²)。9种植被群落的土壤非毛管孔隙持水总量约为33 1751 t。

熊耳村686.8 hm²植被群落枯落物和土壤非毛管持水总量约为358 850 t,水源涵养价值219.3万元。

参考文献:

- [1] 陈东立,余新晓,廖邦洪. 中国森林生态系统水源涵养功能分析[M]. 世界林业研究,2005,18(1):49~54.
- [2] 代杰. 米亚罗林区云杉人工林水源涵养效益及防护成熟研究[M]. 四川农业大学,2009.
- [3] 洪长福. 不同杉木混交类型幼龄林水源涵养功能研究[J]. 福建林学院学报,1997,17(2):184~188.
- [4] 田雨,周晓波,周燕,等. 茂县大沟流域典型植被群落的水源涵养能力[J]. 四川林业科技,2014,35(1):14~17.
- [5] 彭云,丁贵杰. 不同林龄马尾松林枯落物储量及其持水性[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2008,32(4):43~46.
- [6] 王景升,王文波,普琼. 西藏色季拉山主要林型土壤的水文功能[J]. 东北林业大学学报,2005,33(2):48~51.
- [7] 张顺恒,陈辉. 桉树人工林的水源涵养功能[J]. 福建林学院学报,2010(4):300~303.
- [8] 郑江坤,王婷婷,付万全,等. 川中丘陵区典型林分枯落物层蓄积量及持水特性[J]. 水土保持学报,2014,28(3):88~91.
- [9] 朱志芳,覃志刚,陈林武,等. 嘉陵江流域低山丘陵区几种主要森林类型水文特征研究[J]. 四川林业科技,2003,24(3):31~35.
- [10] 陈良爽,宫渊波,关灵,等. 山地森林—干旱河谷交错带不同植被枯落物水文效益研究. 中国水土保持[J],2009,(12):36~39.
- [11] 孙美欧,孙虎. 凉水自然保护区森林生态系统生态服务功能评估[J]. 森林工程,2016,32(5):21~26.
- [12] 马燕娥,黄衍庆,肖爱华. 泉州森林生态系统服务功能价值评估与对比分析[J]. 森林工程,2015,31(4):42~49.
- [13] 李文华,欧阳志云,赵景柱. 生态系统服务功能研究[J]. 北京:气象出版社,2002,3~4.
- [14] 毛富玲,郭雅儒,刘雅欣. 雾灵山自然保护区森林生态系统服务功能价值评估[J]. 河北林果研究,2006,20(3):220~223.
- [15] 杨光梅,李文华,闵庆文. 生态系统服务价值评估研究进展[J]. 生态学报,2006,26(1):205~212.