

# 茂县大沟流域典型植被群落的水源涵养能力

田雨<sup>1</sup>, 周晓波<sup>2</sup>, 周燕<sup>3</sup>, 潘红丽<sup>4</sup>, 谢强<sup>1\*</sup>

(1. 四川省环境保护科学研究院, 四川 成都 610041; 2. 四川省理县林业局, 四川 理县 623100;  
3. 汶川县林业局, 汶川 623000; 4. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081)

**摘要:** 本文比较分析了大沟流域内华山松 (*Pinus armandii* Franch)、油松 (*Pinus tabulaeformis*)、箭竹 (*Fargesia spathacea* Franch)、川榛 (*Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. var. *sutchuenensis* Franch.)、双盾木 (*Dipelta yunnanensis*)、杜鹃 (*Rhododendron lapponicum*) 和高山柳 (*Salix cupularis*) 7 种典型植被群落的枯落物的持水能力和林下土壤层的蓄水能力。研究表明: 7 种植被群落的枯落物吸水能力大小为: 双盾木 > 川榛 > 杜鹃 > 高山柳 > 箭竹 > 油松 > 华山松, 0~40 cm 土壤蓄水能力和综合水源涵养能力大小为: 箭竹 > 杜鹃 > 川榛 > 双盾木 > 高山柳 > 华山松 > 油松。

**关键词:** 枯落物持水; 土壤蓄水; 水源涵养能力; 大沟流域

中图分类号: S715 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)01-0014-04

## Water Conservation Capacity of Several Typical Vegetation Communities in Dagou Valley in Maoxian County

TIAN Yu<sup>1</sup> ZHOU Xiao-bo<sup>2</sup> ZHOU Yan<sup>3</sup> PAN Hong-li<sup>4</sup> XIE Qiang<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Environmental Sciences, Chengdu 610041, China; 2. Lixian Forestry Bureau, Heishui 623500, China;  
3. Wenchuan Forestry Bureau, Wenchuan 623500, China; 4. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

**Abstract:** In this paper, studies were made of the water-holding capacity of litter layers and soil water storage capacity of typical vegetation communities, *Pinus armandii* Franch, *Pinus tabulaeformis*, *Fargesia spathacea* Franch, *Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. var. *sutchuenensis* Franch., *Dipelta yunnanensis*, *Rhododendron lapponicum* and *Salix cupularis*. The results showed that the water-holding capacity of litter layers was as follows: *Dipelta yunnanensis* > *Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. var. *sutchuenensis* Franch. > *Rhododendron lapponicum* > *Salix cupularis* > *Fargesia spathacea* Franch > *Pinus tabulaeformis* > *Pinus armandii* Franch, both the water storage capacity of 0~40 cm soil layer and the integrated water storage capacity were as follows: *Fargesia spathacea* Franch > *Rhododendron lapponicum* > *Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. var. *sutchuenensis* Franch. > *Dipelta yunnanensis* > *Salix cupularis* > *Pinus armandii* Franch > *Pinus tabulaeformis*.

**Key words:** Water-holding capacity of litter layers, Soil water storage, Water conservation capacity, Dagou Valley

### 1 概述

植被群落具有重要的水源涵养功能<sup>[1~4]</sup>, 它是

通过冠层<sup>[1, 3~4]</sup>、枯落物层<sup>[1, 5~6]</sup>和土壤层<sup>[1, 7]</sup>来共同实现的。不同植被群落由于物种生态学特征、垂直结构、枯落物和土壤理化性质的差异, 其水源涵养功能也存在很大差异<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2013-12-06

基金资助: 011 年国家环保公益性行业科研专项 (No. 2011467026), 林业公益性行业科研专项——四川地震灾区灾后植被恢复及可持续发展关键技术研究示范 (No. 201104109)。

作者简介: 田雨 (1980-), 男, 湖北黄冈人, 博士, 主要从事生态方面的研究工作。E-mail: rain\_cas@126.com。

\* 通讯作者: 谢强 (1973-), 男, 成都人, 高级工程师, 主要从事生态环境保护工作。E-mail: 709066017@qq.com

茂县大沟流域地处青藏高原东缘横断山系北段高山峡谷地带岷江上游区域<sup>[8,9]</sup>,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。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。对该区域开展森林水文方面的研究工作对于指导该区域的植被恢复具有重要的指导意义。

本文主要比较分析大沟流域内华山松、油松、箭竹、川榛、双盾木、杜鹃、高山柳等7种典型植被群落的枯落物持水能力和林下土壤蓄水能力。本研究工作对促进该区域的植被恢复和提高森林生态系统生态服务功能具有一定的理论和实践意义。

## 2 研究方法

### 2.1 研究区域

大沟流域位于四川省阿坝州茂县东南部,是岷江上游左岸的I级支流。流域介于北纬31°36′~31°44′、东经103°32′~103°57′之间(图1),总面积2 209.9 hm<sup>2</sup>。该区域内年降水量530 mm~950 mm,且随高度增加而递增,最大降水高度出现在海拔2 800 m~3 000 m;年均温随海拔高度的不同而变化,<2 100 m的年均温为8℃~10℃,2 100 m~2 800 m为8℃~5℃,2 800 m~3 500 m为5℃~2℃,3 500 m~4 000 m为<2℃<sup>[8]</sup>。大沟流域土壤类型丰富,母质以石灰岩和千枚岩为主,从干旱河谷开始,随着海拔的升高,土壤类型依次为干旱河谷燥褐土和石灰性褐、中山淋溶褐土和棕壤、亚高山高山草甸土<sup>[9]</sup>。

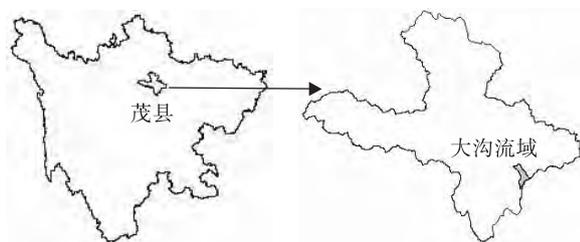


图1 大沟流域地理位置

Fig. 1 Study site

大沟流域植被覆盖率约为17%,以人工林为主,主要包括油松(*Pinus tabulaeformis*)、华山松(*Pinus armandii* Franch)、日本落叶松(*Larix kaempferi*

(Lambert) Carriere)等。自然植被以灌丛为主。

### 2.2 样地设置

在大沟流域内,通过实地勘察,确定油松(*Pinus tabulaeformis*)、华山松(*Pinus armandii* Franch)、箭竹(*Fargesia spathacea* Franch)、川榛(*Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. var. *sutchuenensis* Franch.)、双盾木(*Dipelta yunnanensis*)、杜鹃(*Rhododendron lapponicum*)和高山柳(*Salix cupularis*)7种植被类型为研究对象。在各植被类型中设置20m×20m标准样地。各样地的特征见表1。

表1 样地概况

Table 1 The natural conditions of plots

样地编号	植被群落	地理坐标		海拔(m)
		经度	纬度	
1#	华山松	103°54'24.53"	31°41'22.15"	1883
2#	油松	103°54'26.04"	31°41'15.89"	1903
3#	箭竹	103°54'38.73"	31°40'47.73"	2099
4#	川榛	103°54'54.17"	31°41'14.07"	2195
5#	双盾木	103°55'30.42"	31°41'13.56"	2403
6#	杜鹃	103°55'46.33"	31°40'35.28"	2845
7#	高山柳	103°55'41.99"	31°39'38.42"	3047

### 2.3 枯落物层水文特征测定

地表枯落物收集于2012年8月进行。在每个样地内随机选取3个1.0 m<sup>2</sup>×1.0 m<sup>2</sup>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W<sub>1</sub>。

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,水面高于土壤筛上沿。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W<sub>2</sub>,每个样品重复测定3次<sup>[5]</sup>。枯落物最大持水率和持水能力计算公式如下:

$$C = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100\%$$

$$V_L = L \cdot C$$

式中,C为枯落物最大吸水率(%);V<sub>L</sub>为枯落物持水能力(t·hm<sup>-2</sup>);L为单位面积枯落物现存量(t·hm<sup>-2</sup>)。

### 2.4 土壤层水文特性测定

土壤蓄水量的测定采用剖面法<sup>[10]</sup>。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<sup>[11]</sup>, 0~40 cm 土层毛管和非毛管土壤孔隙度的值取 0~20 cm 和 20 cm~40 cm 土层的平均值。

### 3 结果和讨论

#### 3.1 不同植被群落的枯落物层持水能力

枯落物层是森林结构中重要的组成部分,影响着林地土壤的水热状况、通气状况和营养元素的循环,决定着林地生物种群的数量,具有保护土壤免受雨滴冲击和增加土壤腐殖质和有机质的作用,并参与土壤团粒结构的形成,有效增加土壤孔隙度<sup>[5-6,11]</sup>。

表2 大沟流域典型植被群落的枯落物层持水能力

Table 2 The water-holding capacity of litter layers of typical vegetation types in Dagou Valley of Maoxian

植被群落	枯落物量 (t·hm <sup>-2</sup> )	最大持水率 (%)	最大持水量 (t·hm <sup>-2</sup> )
华山松	3.05	225.78	6.89
油松	7.91	220.75	17.45
箭竹	6.50	289.82	18.83
川榛	22.97	306.27	70.35
双盾木	27.59	319.97	88.28
杜鹃	24.59	201.15	49.45
高山柳	7.66	279.16	21.38

本研究表明:7种植被群落的现存量差异很大,在 3.05 t·hm<sup>-2</sup>~27.59 t·hm<sup>-2</sup>之间变化,各植被群落枯落物现存量从小到大依次为双盾木>杜鹃>川榛>油松>高山柳>箭竹>华山松(参见表2)。

枯落物的持水能力一般由枯落物的最大持水率和最大持水量来表征,前者对后者产生直接影响。众多研究结果认为,枯落物层的持水量一般可达自身重量的 2 倍~4 倍,其最大持水率平均为 309.54%<sup>[11]</sup>。本研究表明,大沟流域 7 种典型植被群落枯落物最大持水率在 201.15%~319.97% 之间变化,研究结果和大多数的研究结果一致。枯落物最大持水率与枯落物分解程度密切相关,枯枝落叶层分解程度越高,持水率越大。此外,物种不同,枯落物自身的性质也有差异,这也会对枯落物的最大持水率产生一定影响。必须指出的是,最大持水率不能完全反映林地的实际涵蓄能力。在自然条件下,坡面上的枯落物不会较长时间地浸水,枯落物层会拦蓄部分降水,其他部分则很快渗入土壤和以地表径流的方式流出。有研究表明,降水量达到 20 mm~30 mm 以后,无论是哪种植被类型,其枯落物层的实际持水率约为其最大持水率的 85%<sup>[12]</sup>。

大量的实验表明,枯落物的水文作用主要体现在枯枝落叶的持水方面。通常,枯落物最大持水量越大,对地表径流的影响越强,水文作用也越大。枯落物最大持水量是枯落物现存量和最大持水率的乘积。本研究表明,大沟流域内,不同植被群落枯落物最大持水量大小为:双盾木>川榛>杜鹃>高山柳>箭竹>油松>华山松(表3)。

#### 3.2 不同植被群落的土壤蓄水能力

林下土壤是蓄积水分的重要场所。土壤物理性质对其蓄水量和蓄水方式影响很大。不同林型由于土壤物理性质的差异,其土壤的蓄水能力也明显不同。植被对土壤蓄水能力的影响主要体现在上层土壤,随着土壤厚度的增加,植被对土壤蓄水能力的影响越来越弱,因此,本研究只研究了 0~40 cm 土壤的蓄水能力。

土壤最大蓄水量反映土壤蓄积和调节水分的潜能和涵养水源的能力,它是毛管水和非毛管水均达到饱和时土壤的持水量。因此,土壤的蓄水能力与土壤孔隙度密切相关。受土壤类型和植被类型差异等因素的影响,大沟流域各植被群落土壤非毛管和毛管孔隙度有一定差异。其中,毛管孔隙度差异较小,而非毛管孔隙度差异很大,最小为 6.85%(油松林),最大则达到 26.58%(箭竹群落)。

研究结果表明,大沟流域 7 种典型植被林下土壤蓄水能力差异明显,在 1826.80 t·hm<sup>-2</sup>~2621.20 t·hm<sup>-2</sup>之间变化。各种植被林下土壤蓄水能力大小依次为箭竹>杜鹃>川榛>双盾木>高山柳>华山松>油松(表3)。

表3 大沟流域典型植被群落的土壤层蓄水能力

Table 3 The soil water storage capacity of typical vegetation types in Dagou Valley of Maoxian

植被群落	非毛管孔隙度(%)	毛管孔隙度(%)	总孔隙度(%)	土壤蓄水能力 (t·hm <sup>-2</sup> )
华山松	7.31	40.05	47.36	1 894.40
油松	6.85	38.82	45.67	1 826.80
箭竹	26.58	38.95	65.53	2 621.20
川榛	9.25	40.09	49.34	1 973.60
双盾木	9.36	39.20	48.56	1 942.40
杜鹃	10.77	40.07	50.84	2 033.60
高山柳	12.23	35.69	47.92	1 916.80

#### 3.3 不同植被群落水源涵养能力的差异

植被涵养水源能力通常包括林冠截留、枯落物持水和土壤蓄水。通常,林冠层的水源涵养能力所占比重较低,而且落叶植被的冠层随季节变化很大,为了便于比较各种植被水源涵养能力,本研究只考虑枯落物和土壤的水源涵养能力。

表 4 大沟流域典型植被群落的综合水源涵养能力

Table 4 The integrated water storage capacity of typical vegetation types in Dagou Valley of Maoxuan

植被群落	枯落物层 最大持水量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )	土壤层 最大蓄水量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )	综合水源 涵养能力 ( $t \cdot hm^{-2}$ )
华山松	6.89 (0.36)	1 894.40 (99.64)	1 901.29
油松	17.45 (0.95)	1 826.80 (99.05)	1 844.25
箭竹	18.83 (0.71)	2 621.20 (99.29)	2 640.03
川榛	70.35 (3.44)	1 973.60 (96.56)	2 043.95
双盾木	88.28 (4.35)	1 942.40 (95.65)	2 030.68
杜鹃	49.45 (2.37)	2 033.60 (97.63)	2 083.05
高山柳	21.38 (1.10)	1 916.80 (98.90)	1 938.18

注: 括号内数据为持水量占综合水源涵养能力的百分比。

研究表明,大沟流域各典型植被综合水源涵养能力在 $1\ 844.25\ t \cdot hm^{-2} \sim 2\ 640.03\ t \cdot hm^{-2}$ 之间,大小依次为箭竹>杜鹃>川榛>双盾木>高山柳>华山松>油松(表4)。从表4同时可以看出,土壤是涵养水源的主要场所,其最大蓄水量占综合水源涵养能力的比重在95.65%~99.64%之间。影响土壤厚度和孔隙度的因素很多,自然因素、气候条件、植被类型、土壤动物和土壤微生物等都会对其产生影响。枯落物层最大持水量虽然在综合水源涵养能力中所占比例不大,但是枯落物不但能直接影响土壤的水热状况、通气状况和营养元素的循环,改善土壤结构,参与土壤团粒结构的形成,还能间接影响林地生物种群的数量和类型,从而有效增加土壤孔隙度<sup>[5,6,11]</sup>。因此,枯落物的水源涵养功能不可忽视。

#### 4 结论

本文比较分析了大沟流域内华山松(*Pinus armandii* Franch)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、箭竹(*Fargesia spathacea* Franch)、川榛(*Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. var. *sutchuenensis* Franch.)、双盾木(*Dipelta yunnanensis*)、杜鹃(*Rhododendron lapponicum*)和高山柳(*Salix cupularis*)等7种典型植被群落的枯落物的持水能力和林下土壤层的蓄水能力。结果表明:7种植被群落的枯落物吸水能力大小依次为:双盾木( $88.28\ t \cdot hm^{-2}$ )>川榛( $70.35\ t \cdot hm^{-2}$ )>杜鹃( $49.45\ t \cdot hm^{-2}$ )>高山柳( $21.38\ t \cdot hm^{-2}$ )>箭竹( $18.83\ t \cdot hm^{-2}$ )>油松( $17.45\ t \cdot hm^{-2}$ )>华山松( $6.89\ t \cdot hm^{-2}$ )。0~40 cm土壤蓄水能力大小为:箭竹( $2\ 621.20\ t/hm^2$ )>杜鹃

( $2\ 033.60\ t \cdot hm^{-2}$ )>川榛( $1\ 973.60\ t \cdot hm^{-2}$ )>双盾木( $1\ 942.40\ t \cdot hm^{-2}$ )>高山柳( $1\ 916.80\ t \cdot hm^{-2}$ )>华山松( $1\ 894.40\ t \cdot hm^{-2}$ )>油松( $1\ 826.80\ t \cdot hm^{-2}$ )。综合水源涵养能力大小为:箭竹( $2\ 640.03\ t \cdot hm^{-2}$ )>杜鹃( $2\ 083.05\ t \cdot hm^{-2}$ )>川榛( $2\ 043.95\ t \cdot hm^{-2}$ )>双盾木( $2\ 030.68\ t \cdot hm^{-2}$ )>高山柳( $1\ 938.18\ t \cdot hm^{-2}$ )>华山松( $1\ 901.29\ t \cdot hm^{-2}$ )>油松( $1\ 844.25\ t \cdot hm^{-2}$ )。土壤是涵养水源的最重要场所,枯落物除了吸收水分外,主要通过改善土壤性能来达到提高植被群落涵养水源的目的。

#### 参考文献:

- [1] 韩永刚,杨玉盛.森林水文效应的研究进展[J].亚热带水土保持,2007,19(2):20~25.
- [2] 李海防,范志伟,颜培栋,杨章旗,零天旺,覃富健.不同年龄马尾松人工林水源涵养能力比较[J].福建林学院学报,2011,31(4):320~323.
- [3] Park H, Hattori S, Kang H O. Seasonal and interplot variations of stemflow, throughfall, and interception loss in two deciduous broad-leaved forests [J]. Journal of the Japan Society of Hydrology Water Resources, 2000, 13: 17~30.
- [4] 薛建辉,郝奇林,吴永波,等.3种亚高山森林群落林冠截留量及穿透雨量与降雨量的关系[J].南京林业大学学报:自然科学版,2008,32(3):9~13.
- [5] 莫菲,于澎涛,王彦辉,等.六盘山华北落叶松林和红桦林枯落物持水特征及其截持降雨过程[J].生态学报,2009,29(6):2868~2876.
- [6] MO Fei, YU Peng-tao, WANG Yan-hui, et al. The water-holding capacity of litter layers in the forests of *Larix principis-rupprechtii* and *Betula albo-sinensis* in Liupan Mountain and their rainfall interception process [J]. ACTA ECOLOGICA SINICA, 2009, 29(6): 2868~2876.
- [7] 王贵霞,李传荣,许景伟,等.沙质海岸5种植被类型土壤物理性状及其水源涵养功能[J].水土保持学报,2005,19(2):142~146.
- [8] 陈学华.岷江上游半干旱河谷土壤成土特征研究——以大沟流域为例[J].资源开发与市场,1996,12(2):75~78.
- [9] 陈学华.四川茂县大沟流域土壤特征[J].山地研究,1997,14(增刊):68~72.
- [10] 韩春华,赵雨森,杨俊,等.阿什河上游几种林分水源涵养能力比较[J].东北林业大学学报,2008,36(6):16~18.
- [11] 国家林业局.森林土壤分析方法(LY/T 1210~1275-1999)[S].北京:中国标准出版社,1999.
- [12] 余新晓,赵玉淘,程根伟.贡嘎山东坡峨嵋冷杉林地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.