

云南金沙江流域不同植被类型水源涵养能力分析*

孟广涛^{1,2},方向京²,李贵祥²,柴 勇²,和丽萍²,张正海²,李宁云²

(1. 北京林业大学 水土保持学院,北京 100083;2. 云南省林业科学院,昆明 650204)

摘 要:通过对金沙江流域不同植被类型的林分截流、渗透性能、持水能力及径流进行测定分析,结果表明:(1)林分的层次不同,持水能力也有较大差异,其中乔木层针叶林>针阔混交林>阔叶林;灌木层是灌木林>阔叶林>针阔混交林>针叶林;草本层针阔混交林>灌木林>阔叶林>针叶林;枯枝落叶层阔叶林>针阔混交林>灌木林>针叶林。(2)渗透系数以阔叶林和针阔混交林较强,针叶林和灌木林较差。(3)地表径流的径流深、径流系数及泥沙量均以余甘子灌木林最高,不同植被类型的地表径流总体上是针叶林>灌木林>针阔混交林>阔叶林,阔叶林地表径流和泥沙量均很小,基本上没有侵蚀。

关键词:金沙江流域;不同植被类型;水源涵养

中图分类号:S715

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)04-0160-05

Analysis of Water Conservation Capacity of Different Vegetation Types in Jinshajiang Watershed of Yunnan Province

MENG Guang-tao^{1,2},FANG Xiang-jing²,LI Gui-xiang²,
CHAI Yong²,HE Li-ping²,ZHANG Zheng-hai²,LI Ning-yun²

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China)

Abstract :The penetrability, current-interception capacity, water holding capacity and runoff situation of different vegetation types in Jinshajiang Watershed were analyzed. The results showed that: (1) the water holding capacity had the order as coniferous forest > coniferous and broad-leaved mixed forest > broad-leaved forest in arbor layer, shrubbery > broad-leaved forest > coniferous and broad-leaved mixed forest > coniferous forest in bush layer, coniferous and broad-leaved mixed forest > shrubbery > broad-leaved forest > coniferous forest in herb layer, broad-leaved forest > coniferous and broad-leaved mixed forest > shrubbery > coniferous forest in forest floor. (2) The infiltration rate of broad leaved forest, coniferous and broad-leaved mixed forest was higher than that of coniferous forest and shrubbery. (3) The runoff coefficient in the different vegetation types ordered as coniferous forest > shrubbery > coniferous and broad-leaved mixed forest > broad leaved forest. However, the surface runoff depth, runoff coefficient and sediment quality of *Phyllanthus emblica* shrubbery were the highest, surface runoff quality and sediment quality of broad leaved forest were the lowest among those vegetation types.

Key words Jinshajiang watershed; different vegetation types; headwater conservation

金沙江流域的森林植被在林分起源、树种组成、林龄、结构等方面的差异,造成了林分间水源涵养功能的差别,林分的水源涵养功能是林分系统各组成

部分在其发育过程中相互作用的综合结果。不同林分类型具有不同的水源涵养功能。通过对云南金沙江流域典型林分的水土保持效益,为该区域的植被

* 收稿日期:2007-04-04

基金项目:国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD03A04 及 2006BAD03A10)

作者简介:孟广涛(1969-),男,副研究员,从事林业生态工程和森林生态学等研究。

恢复方向提供参考。

1 研究区概况

1.1 研究区基本概况

金沙江为长江上游干流,从青海巴塘河口至四川宜宾岷江口称为金沙江,全长 2 300 km,流域面积 34 万 km²。其中云南段 1 560 km,占全长的 67.8%,云南省内流域面积 11.2 万 km²,占流域面积的 32.9%(包括 47 个县市)。金沙江流域云南部,从青藏高原东南的横断山区直至四川盆地,地处我国地势的第 1、2 阶梯和 2、3 阶梯的过渡地区,是长江流域中最为突出的生态脆弱区、环境恶化区、经济贫困区和主要产沙区,区内集中了干热、高寒、高湿低温、荒漠化、石质化和泥石流 6 大困难类型,也

是长江中上游防护林体系建设难度最大的地区^[1~3]。

金沙江流域是长江中上游极为特殊的生态经济类型区域,又是长江中上游最突出的土壤侵蚀区。根据宜宾与屏山水文站实测资料,宜宾站多年平均输沙量中,有 45.8%来自金沙江,而金沙江的输沙量中,90.9%来自石鼓以下,68.1%来自渡口以下区域。由此可看出,有效地控制本区土壤侵蚀,对于“三峡”库区的安危,以及整个长江中下游地区的生态稳定和持续发展具有举足轻重的重要作用。

1.2 样地设置

针对云南金沙江流域的植被分异特点,选择了阔叶林、针阔混交林、针叶林、灌木林进行分析。具体见表 1。

表 1 样地的基本情况

类型	林分类型	地形地貌	海拔/ m	坡度/ (°)	坡向	坡位	土壤类型
阔叶林	旱冬瓜林	中山浅切山地	2200	45	ES	中上部	红壤
	石栎、青冈林	中山浅切割山地	2270	32	NE	下部	红壤
	青冈林	中山浅切割山地	2010	30	S	下部	红壤
针阔混交林	华山松 + 旱冬瓜林	中山浅切割山地	2160	6	NW	中部	红壤
	滇油杉 + 滇石栎林	中山浅切割山地	2130	31	W	中部	红壤
	云南松 + 旱冬瓜林	中山浅切割山地	2200	14	ES	中下部	红壤
针叶林	云南松林	中山浅切割山地	2430	21	E	上部	红壤
	华山松林	中山浅切割山地	2180	13	WN	上部	红壤
灌木林	余甘子灌木林	中山浅切割山地	1800	29	ES	下部	红壤
	榛子 + 杨梅灌木林	中山中等切割山地	2140	15	WN	下部	红壤

2 研究方法

2.1 林分截流能力测定

林分截流能力分乔木层、灌木层和草本层的截流能力,以一次最大截流量进行比较。采用浸水法分别测定各层次的饱和含水量。

2.2 枯枝落叶层截流量测定

在标准地内随机设置 1 m ×1 m 的小样方,把小样方内的枯枝落叶全部收集,进行烘干称重,测得枯枝落叶层的干重和含水量,然后把枯枝落叶浸入水中 2 h 以上,取出后称重,测得最大含水量。

2.3 土壤渗透性能测定

土壤渗透性采用环刀法^[4]。每隔 1,2,3,5,10,15...*t_i*...*t_n* 分钟分别测定渗出水量 *Q*₁, *Q*₂, *Q*₃, *Q*₅, *Q*₁₀, *Q*₁₅...*Q_n*。

渗透速度 $V = 10 \times Q_n / t_n \times S$

式中:*t_n*——每次渗透所间隔的时间 (min); *Q_n*——间隔时间内渗透的水量 (ml); *S*——渗透筒的横断面积 (cm²); *V*——渗透速度 (mm/ min)。

2.4 地表径流测定

采用针管式模拟降雨装置,改进的土壤可蚀性

小型降雨模拟装置^[5],改进后,可适宜不同的坡度,测定时,每个植被类型重复测定 3 次,最后取其平均值。在这一模拟装置下,入渗量相对较小,产流时间短,但不同林地类型间具有可比性^[6]。

2.5 持水能力测定

最大持水量 (%) = (*m*₁ - *m*) / *m* ×100

式中:*m*₁——浸润 12 h 后环刀内湿土质量 (g); *m*——干土质量 (g)^[4]。

3 研究结果

3.1 不同植被类型的林分持水能力分析

森林涵养水源的功能是通过林冠截留降雨、枯落物层吸水 and 森林土壤根际层持水能力来实现的^[7],而林冠层由乔木层、灌木层和草本层组成,林分的层次不同,持水能力也有较大差异。

3.1.1 不同植被类型的乔木层持水能力

乔木层的持水能力,是森林涵养水源最为重要的部分,因树种、树高、密度等情况而不同,但作为自然生长的林分,研究其持水能力仍有一定的意义。金沙江流域主要的植被类型中,乔木层持水能力最大,从图 1 可看出,对于不同的植被类型,华山松林

的持水能力最大,其最大持水量为 5.8 mm,其余林分依次为云南松林 > 华山松 + 旱冬瓜林 > 云南松 + 旱冬瓜林 > 旱冬瓜林 > 石栎、青冈林 > 青冈林。因

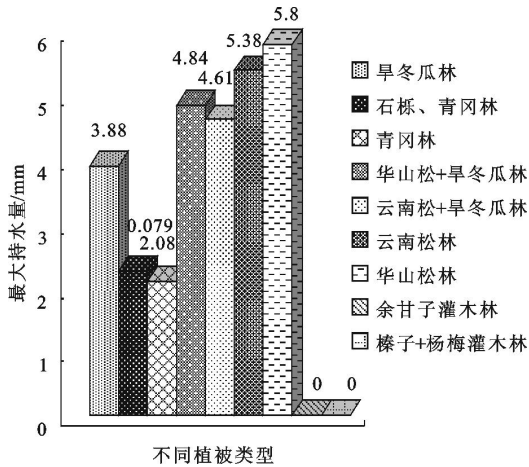


图1 不同植被类型的乔木层最大持水能力比较

3.1.2 不同植被类型的灌木层持水能力

灌木层在不同林分下,其分布也不一致,一般来说,针叶林灌木层数量相对较少,其持水能力也较弱。灌木层的持水能力最大的是榛子 + 杨梅林,其最大持水量为 0.27 mm,见图 2,其余依次是余甘子林 > 石栎、青冈林 > 旱冬瓜林 > 云南松 + 旱冬瓜林 > 华山松 + 旱冬瓜林。灌木层持水能力总体上呈灌木林 > 阔叶林 > 针阔混交林 > 针叶林。

3.1.3 不同植被类型的草本层持水能力

草本层持水能力与其生物量、含水量等有关,金沙江流域自然分布的林分,草本层以灌木林和针阔混交林下数量较多,针叶林下较少。其持水能力见图 3,以旱冬瓜林最大,为 0.62 mm,其余依次为云南松 + 旱冬瓜林 > 华山松 + 旱冬瓜林 > 余甘子林 > 榛子 + 杨梅灌木林 > 石栎、青冈林 > 青冈林 > 华山松林 > 云南松林。从几个林分的平均持水能力来看,不同林分类型的持水能力总体上是针阔混交林 > 灌木林 > 阔叶林 > 针叶林。

3.1.4 不同植被类型的枯枝落叶层截留

枯枝落叶层对林内降雨的截流作用是一个动态变化过程,它受到降雨的时空分布和林分结构特征以及立地条件的影响。枯枝落叶层的持水能力以旱冬瓜林最大,为 0.57 mm,见表 2,其余依次为石栎、青冈林 > 云南松 + 旱冬瓜林 > 青冈林 > 云南松林 > 华山松 + 旱冬瓜林 > 榛子 + 杨梅灌木林 > 余甘子林 > 华山松林。从几个林分的平均持水能力来看,不同林分类型的持水能力总体上是阔叶林 > 针阔混交林 > 灌木林 > 针叶林。

3.2 不同植被类型的土壤渗透功能

土壤渗透性能是林分水源涵养功能的重要指标之一,它受降雨的时空分布、土壤影响层深度、土壤

此,从乔木层的持水能力来看,总体上是针叶林 > 针阔混交林 > 阔叶林。

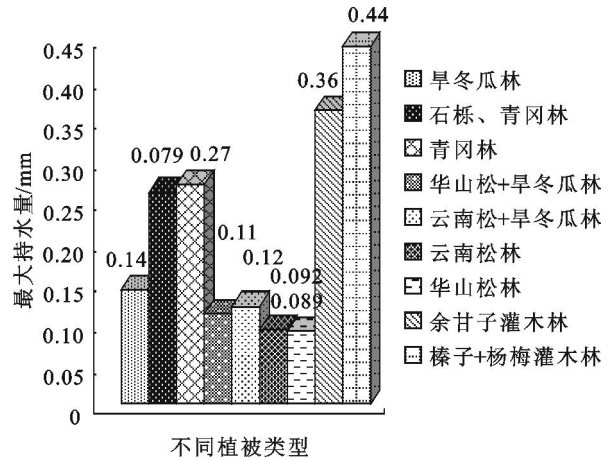


图2 不同植被类型灌木层的持水能力比较

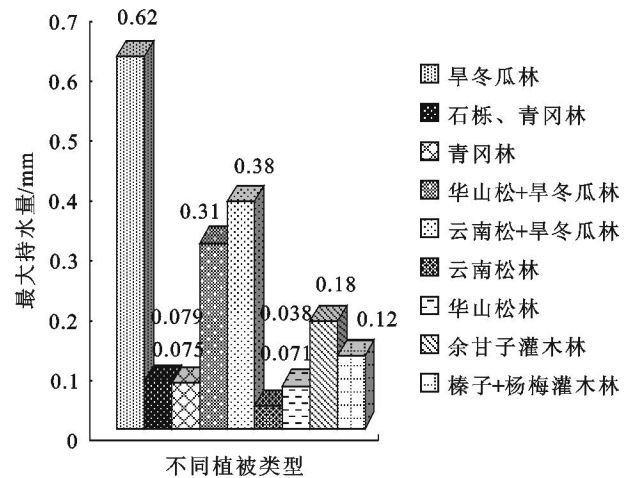


图3 不同植被类型草本层持水能力比较

物理性质以及影响层前期含水量等多种因素的动态变化影响,降雨强度不大时水分可以充分渗入土壤中贮存或形成土壤内部径流。土壤渗透能力大小一般用渗透系数来表示^[8]。从金沙江流域主要林分来看,见表 2,渗透系数依次为旱冬瓜林 > 云南松 + 旱冬瓜林 > 华山松 + 旱冬瓜林 > 石栎、青冈林 > 青冈林 > 华山松林 > 云南松林 > 榛子 + 杨梅灌木林 > 余甘子林。不同植被类型在土壤渗透性能上总体以阔叶林和针阔混交林较强,针叶林和灌木林较差。

3.3 不同植被类型的土壤持水能力分析

表征森林土壤拦蓄降雨能力最主要的特征是森林土壤的持水能力和容水能力,也是衡量不同森林类型水源涵养功能的重要指标。不同植被类型的土壤最大持水率和土层最大容水量均以华山松林最大,见表 2,余甘子林最小,其余的林分在土层最大持水率和土层最大容水量上有交叉,即土层最大持水率大的,土层最大容水量不一定大。

3.4 不同植被类型的地表径流分析

林地土壤的地表径流是反映不同林分拦截降雨的重要指标,从表 2 可看出,地表径流的径流深、径流系数及泥沙量均以余甘子灌木林最高,其余依次为榛子+杨梅灌木林>云南松林>华山松>云南

松+旱冬瓜林>华山松+旱冬瓜林>青冈林,旱冬瓜林和石栎、青冈林最小,基本上没有泥沙。从几种林分类型可看出,不同植被类型的地表径流总体上是针叶林>灌木林>针阔混交林>阔叶林。阔叶林地表径流和泥沙量均很小,基本上没有侵蚀。

表 2 不同植被类型枯枝落叶层截流量比较

类 别	阔叶林			针阔混交林		针叶林		灌木林	
林分类型	旱冬瓜林	石栎、青冈林	青冈林	华山松+旱冬瓜林	云南松+旱冬瓜林	云南松林	华山松林	余甘子灌木林	榛子+杨梅灌木林
最大持水量/mm	0.57	0.52	0.36	0.28	0.39	0.30	0.021	0.24	0.26
渗透系数	0.64	0.46	0.45	0.48	0.51	0.18	0.25	0.13	0.16
土层最大持水率	49.89	48.38	43.60	66.87	30.97	54.93	68.84	30.37	38.59
/ %									
土层最大容量	562.24	470.31	405.50	550.67	429.56	532.21	580.22	112.32	410.78
/ mm									
径流深/mm	0.65	1.25	1.67	1.92	2.84	13.15	7.37	20.56	18.17
径流系数/ %	0.08	0.14	0.18	0.20	0.28	1.31	0.78	2.05	2.01
泥沙量/kg	-	-	0.01	0.095	0.045	0.20	0.19	0.36	0.25

4 结 论

通过对金沙江流域不同植被类型分析认为:对于不同的植被类型来说,林分的层次不同,持水能力也有较大差异。乔木层华山松林的持水能力最大,其最大持水量为 5.8 mm,其余林分依次为云南松林>华山松+旱冬瓜林>云南松+旱冬瓜林>旱冬瓜林>石栎、青冈林>青冈林。从乔木层的持水能力来看,总体上呈针叶林>针阔混交林>阔叶林。

灌木层的持水能力最大的是榛子+杨梅林,其最大持水量为 0.27,其余依次是余甘子林>石栎、青冈林>旱冬瓜林>云南松+旱冬瓜林>华山松+旱冬瓜林。灌木层持水能力总体上呈灌木林>阔叶林>针阔混交林>针叶林。

草本层以灌木林和针阔混交林下数量较多,针叶林下较少。其持水能力以旱冬瓜林最大,为 0.62 mm,其余依次为云南松+旱冬瓜林>华山松+旱冬瓜林>余甘子林>榛子+杨梅灌木林>石栎、青冈林>青冈林>华山松林>云南松林。从几个林分的平均持水能力来看,不同林分类型的持水能力总体上呈针阔混交林>灌木林>阔叶林>针叶林,枯枝落叶层的持水能力以旱冬瓜林最大,为 0.57 mm,其余依次为石栎、青冈林>云南松+旱冬瓜林>青冈林>云南松林>华山松+旱冬瓜林>榛子+杨梅灌木林>余甘子林>华山松林。从几个林分的平均持水能力来看,不同林分类型的持水能力总体上呈阔叶林>针阔混交林>灌木林>针叶林。

渗透系数依次为旱冬瓜林>云南松+旱冬瓜林>华山松+旱冬瓜林>石栎、青冈林>青冈林>华

山松林>云南松林>榛子+杨梅灌木林>余甘子林。不同植被类型在土壤渗透性能上总体以阔叶林和针阔混交林较强,针叶林和灌木林较差。

地表径流的径流深、径流系数及泥沙量均以余甘子灌木林最高,其余依次为榛子+杨梅灌木林>云南松林>华山松>云南松+旱冬瓜林>华山松+旱冬瓜林>青冈林,旱冬瓜林和石栎、青冈林最小,基本上没有泥沙。从几种林分类型可看出,不同植被类型的地表径流总体上呈针叶林>灌木林>针阔混交林>阔叶林。阔叶林地表径流和泥沙量均很小,基本上没有侵蚀。

参考文献:

[1] 杨焕宗,张延明.资源、区域、布局[M].昆明:云南科技出版社,2000.

[2] 朱大奎.云南高原东南部的几个地貌问题[A].见:中国地理学会.1961年地貌论文摘要[M].北京:科学出版社,1962.

[3] 郎南军,郭立群,孟广涛,等.金沙江流域高原山地系统分异规律的分析研究[J].北京林业大学学报,2002,24(2):31-38.

[4] 林业部科技司.森林生态系统定位研究方法[M].北京:中国科学技术出版社,1994.

[5] 王礼先,解明曙.山地防护林水土保持水文生态效益及其信息系统[M].北京:中国林业出版社,1982.

[6] 李贵祥,孟广涛,方向京,等.珠江源头区几种主要林分类型下土壤的水分涵养功能研究[J].水土保持学报,2006,20(6):34-36.

[7] 蒋运生,宁世江,唐润琴.九万山自然保护区森林植被涵养水源效益的初步研究[J].广西植物,2004,24(5):396-401.

[8] 王棣,吕皎.油松混交林的水土保持及水源涵养功能研究[J].水土保持学报,2001,15(4):44-46.