

库区主要经济林水源涵养功能分析

李德生¹, 张萍¹, 张水龙¹, 朱殿兴¹, 鲁法典²

(1. 天津理工学院 环境科学与安全工程学院, 天津 300191; 2. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 以刺槐林和灌丛草地为对照, 研究了黄前库区流域主要经济林类型柿树林和板栗林对降水的截留和分配作用, 研究表明: 4 种植被类型的涵养水源, 保持水土功能总体比较为刺槐林 > 柿树林 > 板栗林 > 灌丛草地, 即经济林的涵养水源, 保持水土作用介于森林和灌丛草地之间。

关键词: 库区; 经济林; 水源涵养

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)04-0046-04

中图分类号: S715

A Study on Function of Economic Forest on Water Resource Conservation in Reservoir Area

LI De-sheng¹, ZHANG Ping¹, ZHANG Shui-long¹, ZHU Dian-xing¹, LU Fa-dian²

(1. College of Environment Science and Safety Engineering, Tian'an University of Technology, Tianjin 300191, China;

2. College of Forestry, Shandong Agricultural University, Taishan City 271018, Shandong Province, China)

Abstract: Based on the locust woodland and scrub-herbosa land, the role of the main economic forest types of *diospyros kaki* woodland and *castanea mollissima* woodland on interception and distribution of precipitation was been studied in Huangqian reservoir area. The results show that, in general, the water resource conservation function between these four woodlands seems to be locust woodland > *diospyros kaki* woodland > *castanea mollissima* woodland > scrub-herbosa land, which means the function of water conservation and soil erosion control of economic forest is between forest and scrub-herbosa.

Keywords: reservoir area; economic forest; water resource conservation

1 前言

水是生命之源, 它不仅是人们日常生活中不可缺少的生活资料, 也是社会生产所必需的物质条件, 它还是生态环境系统中最活跃的因素。在库区, 尤其是以饮用水为主的库区, 其水质和水资源状况, 直接关系到人民的生产和生活, 因而库区植被的建设和保护具有重要意义。而库区植被的研究为库区植被的建设和改造能够提供直接的理论依据。而在我国北方水资源极为缺乏的情况下, 关于这一方面, 特别是经济林在库区的水源涵养作用报道极少^[4,6-8]。

山东省黄前水库是山东省泰安市内最大的水库之一, 它担负着泰城内约 1/2 人口 (1.8×10^5 人) 的饮水任务。因此该库水质及蓄水状况与该市人们的生活密切相关。同时黄前库区流域居住着近 1.0×10^4 人的口, 其生活主要依赖库区流域土地的产出。因此在不破坏库区水资源的情况下, 尽量增加土地的产出同样具有重要的意义。本项研究即是根据森林植被

对降水的作用, 研究黄前库区流域不同经济林类型的各个组成部分对降水的截持、吸附等状况, 从而综合评价各种经济林的水源涵养作用, 为库区植被的建设、管理和经济林的选择提供理论依据。

2 试验地概况

黄前水库地处泰山东部, 位于泰安市郊区黄前镇, 水面占地 533.33 hm^2 , 最大蓄水量约 $5.00 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。黄前流域植被类型多样, 以经济林(以山楂、柿子、板栗为主)和人工林(以刺槐、油松为主)为主。其中山楂、柿子、板栗均是 20 世纪 80 年代营造的人工经济林, 年龄在 18~20 a, 由于地处黄前流域, 其作用除经济产出之外便是涵养水源保持水土, 因此在生产管理上多采取无公害化生产技术, 尽量少施化肥和农药, 以免对库区水质造成污染。

试验选择的 2 种经济林类型为: (1) 柿子: 年龄 20 a, 平均树高 7.30 m, 平均冠幅 4.30 m, 密度为 495 株/ hm^2 , 林分郁闭度 0.63, 林下植物总盖度为 82%,

收稿日期: 2003-02-05

修回日期: 2003-05-26

作者简介: 李德生(1964—), 男(汉族), 山东省栖霞县人, 副教授, 已发表研究论文 20 余篇, 出版学术专著 1 部。主要从事城市生态及森林水文生态学方面的研究。电话(023)23679967, E-mail: deshli@sina.com。

主要种类以黄荆、酸枣和禾本科草类为主,枯枝落叶物平均厚度4.20 cm,每1 hm²载量9.20 t。采用鱼鳞坑整地造林,坡度16°,坡向南偏西10°。母岩为花岗岩,土壤厚度平均为18.50 cm;(2)板栗:年龄18 a,平均树高5.20 m,平均冠幅4.00 m,种植密度495株/hm²,林分郁闭度0.75,林下植物总盖度73%,主要种类以黄荆、酸枣和禾本科草类为主,枯枝落叶物平均厚度5.20 cm,每1 hm²载量12.00 t。采用鱼鳞坑整地造林,坡度15°,坡向南偏西22°,母岩为花岗岩,土壤厚度平均为21.30 cm。

对照地1为自然灌丛草地,植被总盖度为93%,主要种类以黄荆、酸枣和禾本科草类为主,枯枝落叶物平均厚度3.60 cm,每1 hm²载量8.30 t。试验地坡度25°,坡向南偏西5°,母岩为花岗岩,土壤厚度平均为15 cm。

对照地2为刺槐林,平均林龄33 a,平均树高11.70 m,平均胸径16.90 cm,平均冠幅3.80 m,种植密度840株/hm²,林分郁闭度0.75,林下植物总盖度75%,主要种类以黄荆和禾本科草类为主,林下枯落物厚度4.30 cm,每1 hm²载量10.20 t,林地坡度32°,坡向南偏西15°,母岩为花岗岩,土壤厚度平均为32 cm。

3 研究内容与方法

3.1 林冠层对降水的截留

林冠截留量(包括降水期间的蒸发量)采用降雨时的雨量计现场观测法。雨量计观测法是指在自然降雨时,通过观测林外降水量、林内降水量和树干茎流量(采用蛇形软管法测量)推算,即:

$$\begin{aligned} & \text{林冠截留量(包括降水期间的蒸发量)} \\ & = \text{林外降水量} - \text{林内降水量} - \text{树干茎流量} \end{aligned}$$

3.2 植物及枯枝落叶对降雨的截留

采用人工模拟自然降雨的方法,根据自然降水的持续时间及降水量,计算每1 m²总降水量,收取1 m²的地上部分灌木、草本植物和枯枝落叶物分别称重。为便于比较,所有样品按平均数取同样的重量,然后按自然状况放置于渗透箱内(自制),进行人工模拟降雨,并收集渗出水量和枯枝落叶喷水后重量:

$$\begin{aligned} & \text{植物及枯枝落叶截留量(包括降水期间蒸发量)} \\ & = \text{喷水量} - \text{渗出水量} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{枯枝落叶吸收量(包括降水期间的蒸发量)} \\ & = \text{喷水后重量} - \text{自然重量} \end{aligned}$$

3.3 地表径流观测

在4种植被类型内各建立20 m×5 m径流小区1个,在其下部收集地表径流量和泥沙量。

4 研究结果与分析

4.1 林冠对降水的截留作用

在3种植被类型即柿树林、板栗林和刺槐林内系统观测了4次自然降雨后的情况,结果如表1。可见,在不同的降雨强度下,林冠的截留量表现出一定的差异(3种森林林冠的郁闭度基本一致,分别为0.63,0.75和0.75)。总起来看,所调查的3种植被类型,在16.80 mm以下的降雨量下,只有柿树林具有微弱的树干茎流;降水量16.80 mm左右时,3种植被类型的林冠截留量基本达到饱和,柿树林约为11 mm,板栗林约为13 mm,刺槐林约为11 mm;随着降水时间的延长,林冠截留水量也有所增加,降水量46.50 mm/6.60 h,柿树林林冠截留量达13.70 mm,板栗林林冠截留量达16.10 mm,刺槐林林冠截留量达14.70 mm,这主要是降水时间长,蒸发散量增加的缘故。

表1 不同植被类型林冠对自然降雨的截留情况

经济林类型	降水量/mm	降雨持续时间/h	林内降水量/mm	树干茎流量/mm	林冠截留量/mm
柿树林	12.3	2.3	4.6	—	7.7
	23.2	2.5	12.0	1.3	10.9
	16.8	4.2	5.9	0.1	10.8
	46.5	6.6	29.5	3.3	13.7
板栗林	12.3	2.3	3.8	—	8.5
	23.2	2.5	9.8	0.5	12.9
	16.8	4.2	3.5	—	13.3
	46.5	6.6	26.3	4.1	16.1
刺槐林	12.3	2.3	3.3	—	9.0
	23.2	2.5	11.8	0.3	11.1
	16.8	4.2	5.4	—	11.4
	46.5	6.6	29.6	2.2	14.7

4.2 林下植被及枯枝落叶对降水的吸附作用

4.2.1 林下枯枝落叶的吸附作用 由表2可见,不同植被类型枯枝落叶物的吸附水量有一定的差异,刺槐林枯枝落叶物可吸附自身重量的3.2~3.5倍,相当于截留3.30~3.60 mm的降水;灌丛草地枯枝落叶物可吸附自身重量的2.5~3.0倍,相当于截留2.06~2.47 mm的降水;柿树林枯枝落叶物可吸附自身重量的2.3~2.8倍,相当于截留2.11~2.59 mm的降水;板栗林枯枝落叶物可吸附自身重量的1.4~1.8倍,相当于截留1.71~2.13 mm的降水。从而,枯枝落叶物对降水的吸附作用,明显表现为刺槐林>灌丛草地>柿树林>板栗林。说明软阔叶树的枯枝落叶物吸附降水作用大于硬阔叶树的枯枝落叶物,主要原

因是由于硬阔叶树的枯枝落叶物表面通常具有腊质层,影响了水分的渗透。

同一植被类型枯枝落叶物在不同的喷水量和喷水强度下,随着喷水量的变化,枯枝落叶吸附水量的差异不明显,而随着喷水时间的延长,枯枝落叶吸附水量却明显增加,这就说明同样降水量在比较低的降水强度,即比较长的降水时间下,更加有利于枯枝落叶的吸附。

表 2 不同植被类型枯枝落叶吸附水量

植被类型	枯落物自然重/(kg·m ⁻²)	喷水量/kg	降雨持续时间/h	总重量/kg	枯落物吸附水量/mm
柿树林	0.92	12.3	2.3	3.03	2.11
	0.92	23.2	2.5	3.11	2.19
	0.92	16.8	4.2	3.06	2.14
	0.92	46.5	6.6	3.51	2.59
板栗林	1.20	12.3	2.3	2.91	1.71
	1.20	23.2	2.5	3.21	2.01
	1.20	16.8	4.2	3.09	1.89
	1.20	46.5	6.6	3.33	2.13
刺槐林	1.02	12.3	2.3	4.32	3.30
	1.02	23.2	2.5	4.37	3.35
	1.02	16.8	4.2	4.46	3.44
	1.02	46.5	6.6	4.62	3.60
灌丛	0.83	12.3	2.3	2.89	2.06
	0.83	23.2	2.5	3.10	2.27
草地	0.83	16.8	4.2	3.12	2.29
	0.83	46.5	6.6	3.30	2.17

4.2.2 林下植被及枯枝落叶对降水的吸附 表 3 是在人工模拟降水情况下,植被及枯枝落叶物质对降水的吸附情况。由表 3 中可以看出,林下植被及枯枝落叶物质对降水总的吸附量情况为刺槐林和灌丛草地大于 2 种经济林,其中一个主要原因是林下灌木数量的差异,经济林下由于受到人为管理等影响,灌木和草本数量明显较少。虽然灌丛草地的植被及枯枝落叶的自然重量明显大于刺槐林,而植被及枯枝落叶吸附水量却比刺槐林略小,主要原因是地表枯枝落叶物质的载量较小。

从不同林下植被对降水的吸附情况看,灌丛草地植被对降水的吸附量>刺槐林>柿树林>板栗林,这是由于林下植被的数量差异引起的,因为从 3 种植被类型林下植被的吸附比率来看,除板栗林下植被的吸附比率较低外,其它 3 种类型差异不大。而同一植被类型不同降水条件下,是随着降水时间的增加林下植被吸附量逐渐增加。

表 3 不同植被类型植被及枯枝落叶的吸附水量

植被类型	植被及枯落物重/(kg·m ⁻²)	喷水量/kg	降雨持续时间/h	渗出水量/kg	植被及枯落物吸附水量/mm
柿树林	2.87	12.3	2.3	9.09	3.21
	2.87	23.2	2.5	19.85	3.35
	2.87	16.8	4.2	13.51	3.29
	2.87	46.5	6.6	42.66	3.84
板栗林	2.50	12.3	2.3	10.02	2.28
	2.50	12.3	2.5	20.56	2.64
	2.50	16.8	4.2	14.28	2.52
	2.50	16.5	6.6	43.64	2.86
刺槐林	3.73	12.3	2.3	7.47	4.93
	3.73	23.2	2.5	18.28	5.02
	3.73	16.8	4.2	10.84	6.06
	3.73	16.5	6.6	40.20	6.40
灌丛	5.12	12.3	2.3	7.94	4.36
	5.12	23.2	2.5	18.13	5.07
草地	5.12	16.8	4.2	11.82	4.98
	5.12	16.5	6.6	40.90	5.60

4.3 地表径流和土壤侵蚀

自然降水通过林冠截留、林下植被及地表枯枝落叶吸附后,剩余的水量到达地表,而到达地表的水分一部分渗入土壤成为土壤蓄水或形成地下径流,另外一部分则顺山坡流下形成地表径流,严重的地表径流可以冲刷土壤表面,使土壤流失,从而对水土保持、对库区水质不利,严重的可以造成滑坡、冲毁农田和村庄、造成洪水泛滥。表 4 为 4 种植被类型在不同降水情况下形成的地表径流情况。

表 4 地表径流和泥沙流失情况

植被类型	降水量/mm	降雨持续时间/h	地表径流量/mm	泥沙流失量/kg
柿树林	12.3	2.3	—	—
	23.2	2.5	0.0276	0.014
	16.8	4.2	—	—
	46.5	6.6	0.8835	0.321
板栗林	12.3	2.3	—	—
	23.2	2.5	0.1144	0.046
	16.8	4.2	0.0036	—
	46.5	6.6	1.0577	0.550
刺槐林	12.3	2.3	—	—
	23.2	2.5	0.0123	—
	16.8	4.2	—	—
	46.5	6.6	0.1465	0.033
灌丛草地	12.3	2.3	0.2300	—
	23.2	2.5	0.2350	0.987
	16.8	4.2	0.0111	0.005
	46.5	6.6	10.5815	8.356

表4中可见,在降水量12.3mm时,灌丛草地中就有轻微的地表径流,但不形成土壤侵蚀;降水量16.8mm时,板栗林中也形成轻微的地表径流,不形成土壤侵蚀;降水量23.2mm时,柿树林中形成轻微的地表径流,同时伴随轻微的土壤侵蚀;而刺槐林在降水量46.5mm时才形成轻微的土壤侵蚀。在降水量46.5mm时,4种植被类型均形成土壤侵蚀,但刺槐林明显较轻,土壤侵蚀量只有 3.3 t/hm^2 ,柿树林和板栗林分别是 32.1 t/hm^2 和 55.0 t/hm^2 ,灌丛草地达到 835.6 t/hm^2 。

从4种植被类型来看,地表径流量和土壤侵蚀量均表现为:灌丛草地>板栗林>柿树林>刺槐林,因而其涵养水源、保持水土作用表现为:刺槐林>柿树林>板栗林>灌丛草地。可见,经济林的涵养水源保持水土作用介于森林和灌丛草地之间。从这方面看,在库区,如果在不大面积破坏地表自然植被的情况下,将荒地或灌丛草地改建成经济林是完全可行的。

5 结论与建议

通过对库区2种经济林和2种对照地在不同降水条件下对降水的分配情况及涵养水源保持水土的情况分析,可以得出如下结论:

(1) 3种植被类型的林内降水量为柿树林>刺槐林>板栗林,而林冠截留量表现为柿树林<刺槐林<板栗林。

(2) 刺槐林枯枝落叶物对降水的截留明显较大,其吸附比例可达自身重量的3.2~3.5倍,相当于截留3.3~3.6mm的降水,其次是灌丛草地和柿树林,而板栗林枯枝落叶物只能吸附自身重量的1.4~1.8倍,相当于截留1.71~2.13mm的降水。

(3) 林下植被对降水的吸附量为灌丛草地>刺

槐林>柿树林>板栗林,但其吸附比率除板栗林较低外,其它3种相差不大。

(4) 从地表径流和土壤侵蚀情况看,4种植被类型的涵养水源保持水土功能总体比较为刺槐林>柿树林>板栗林>灌丛草地,经济林的涵养水源保持水土作用介于森林和灌丛草地之间。

上述研究结果说明,在库区流域植被建设中,树种和林分的选择、管理对于涵养水源、保持水土、减少洪峰流量和稳定库区水位具有重要的意义,在不大面积破坏地表自然植被、不施用破坏库区水质的化肥和农药等的情况下,将荒地或灌丛草地改建成经济林是完全可行的。

[参考文献]

- [1] 李海涛,韩兴国. 华北暖温带山地落叶阔叶混交林的径流研究[J]. 生态学报,1997,17(4):371-376.
- [2] 李德生,刘文斌,许慕农. 石灰岩山地植被水土保持效益的研究[J]. 水土保持学报,1993,7(2):57-62.
- [3] 吴钦孝,刘向东. 山杨次生林枯枝落叶蓄积量及其水文作用[J]. 水土保持学报,1992,6(1):71-76.
- [4] 杨大三. 三峡库区坡耕地种植类型与水文效益研究[C]. 中国林学会森林水文及流域治理分会,1996年度年会及学术交流会,1996.2-10.
- [5] 刘向东,吴钦孝. 黄土丘陵区人工油松林和山杨林林冠截留作用的研究[J]. 水土保持通报,1991,11(2):4-7.
- [6] 吕国安,陈明亮. 江口库区石渣土土壤水分特性研究[J]. 华中农业大学学报,2000,19(4):342-345.
- [7] 王永安,黄金玲. 柘溪水库库区公益林涵养水源保持水土能力计量及补偿[J]. 中南林业调查规划,2000,19(1):46-51.
- [8] 王青春,潘文斌. 三峡库区柏木林降雨的再分配及养分循环研究[J]. 长江流域资源与环境,2000,9(4):451-457.