

大通退耕地植物群落植冠层截留性能和枯落物容水性能研究

郭雨华¹, 韩煜², 李嘉¹, 孙保平², 李永良³

(1. 中铁第五勘察设计院集团有限公司, 北京 102600; 2. 北京林业大学 水土保持学院 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083; 3. 青海省大通县林业局, 青海 大通 810100)

摘要:通过对青海省大通县退耕还林人工林标准地调查和分析,研究了青海云杉、华北落叶松、沙棘、白桦、青杨等植物群落的降雨截留量和枯枝落叶层含水量。结果表明,植物群落植冠层截留量随退耕年限的延长而增大,青海云杉群落植冠层截留量与退耕年限之间呈线性相关;青海云杉乔木层与群落植冠层截留量呈幂函数相关;枯落物含水量与林龄、枯落物厚度、枯落物干重相关性极显著。

关键词:退耕还林;植冠层;截留量;容水率

中图分类号:S715.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2009)05-0050-04

Rainfall Interception Capability of Canopy Layer and Water-holding Capability of Litter of the Plant Community in Returning Farmland to Forest Project in Datong County

GUO Yu-hua¹, HAN Yu², LI jia¹, SUN Bao-ping², LI Yong-liang³

(1. The Fifth Survey and Design Institute CO., LTD. of CRCC, Beijing 102600, China; 2. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Forest Station of Datong County, Datong, Qinghai 810100, China)

Abstract:Based on the investigation of sample plots and analysis of the plant community in Returning Farmland to Forests Project in Datong County, the authors studied the hydrological effects of *Picea crassifolia*, *Larix principis-rupprechtii*, *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*, *Betula platyphylla*, *Populus cathayana*. The results indicated that the rainfall interception amount of the plant canopies increased with the increase of converting years. The rainfall interception amount of *P. crassifolia* showed liner correlation with the converting years. The relationship between the rainfall interception amount of tree canopies of *P. crassifolia* and the plant canopies of the plant community was in accordance with power function correlation. The relationships between the water-holding capacity of litter, ages, the thickness of litter layer, accumulation of litter were in accordance with significant correlation.

Key words: returning farmland to forest; plant canopy; rainfall interception amount; water-holding rate

国家实施退耕还林对控制黄河上游土壤侵蚀,保护原生生态环境有着重大的生态战略意义。我国西北黄土高原生态重点治理工程区实施退耕还林还草工程后,其植被恢复后的最终结果,能否达到最初规划的预期目标,是目前科研和生产部门最关心的问题。目前,国内相关专家和学者已经对退耕还林工程区林木生产力和水分生产潜力^[1]、林木耗水特性^[2]、退耕还林地物种多样性^[3]、退耕还林对土壤质量和渗透性以及抗冲性^[4-6]的影响等进行了相关研

究。植冠层对降水的截留和林下枯落物层的容水性能问题,由于关系到水土保持、水源涵养,历来也广受青睐^[7-10]。而退耕地人工群落植冠层对降水的截留效果和退耕地枯落物容水性能如何,更是退耕还林还草工程迫切需要回答的问题。在青海省大通县的退耕还林区,目前保存有集中分布面积近 2 000 hm² 退耕还林后形成的人工林群落,林分类型丰富,对大通县退耕还林地植冠层对降水的截留和枯落物容水性能的研究,旨在为退耕还林工程建设和生态

收稿日期:2008-12-15 修回日期:2009-01-11

基金项目:国家林业局“退耕还林工程效益监测与评价”项目。

作者简介:郭雨华,男,博士,研究方向:环境影响评价、环境工程设计。E-mail:gyhabc@126.com

效益评价提供依据。

1 试验区概况

大通县位于青海省东部农业区北部,属半干旱、半湿润温凉性气候,年降雨量 508.7 mm,年均温 2.8℃。地理坐标为 100°51′~101°56′E、36°43′~37°23′N。境内主要森林乔灌木植被分布在海拔 4 000 m 以下的北川河及其支流的河谷两岸。全县林业用地面积为 94 141.69 hm²,其中灌木林地面积最大,为 62 753.83 hm²,有林地面积 22 748.87 hm²,未成林人工林地 3 679.72 hm²,宜林地面积 4 548.58 hm²。试验地选择太阳沟、大通牛场河滩、长宁乡黑沟、宝库乡陈家山、宝库乡张家滩、桥家湾、门洞滩等退耕还林地,以及天然次生林地、农耕地、弃耕地作为对照。主要树种有青海云杉(*Picea crassifolia*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*)、白桦(*Betula platyphylla*)、青杨(*Populus cathayana*)等。

2 研究方法

2008 年 5 月至 10 月采取野外调查与室内定量分析相结合的研究方法,对青海大通县具有代表性的农耕地、弃耕地、退耕人工林地和天然林的乔木层、灌木层、草本层截留量、枯落物容水量等进行了测定。

植冠层的截留采用“浸水法”。通过“浸水法”可以确定植冠层的潜在的截留能力^[11]。设置 20 m×20 m 的标准地,对标准地内乔木进行每木检尺,测量胸径、树高、冠幅。根据标准地内所有树木的胸径、树高的均值选取标准木,选取标准枝快速称重,标准枝重量与样地内乔木总数相乘即为标准地乔木层枝叶总重量。将标准枝浸入水中 5 min,然后轻轻捞出,等枝叶上水珠不再下滴时称重,2 次称重相减即为标准木枝叶截留量;用标准木枝叶截留量除以标准枝叶重量,即为标准枝叶截留率,然后与标准地内乔木枝叶总重量相乘并经过单位换算后可得标准地内乔木层的截留量;在标准地内分别设置 5 个 5 m×5 m 的灌木样方、10 个 1 m×1 m 的草本样方,将样方内生物量全部收获后分别测定截留率和截留量,再经过单位换算后可得标准地内灌木层、草本层的截留量。

在草本层样方中收集枯落物称重,计算单位林地面积枯落物现存量,并取一定重量的样品带回,通过浸泡、称重、烘干测定其容水率,然后计算标准地

内枯枝落叶层的容水量。

利用 SPSS13.0、Microsoft Excel11.0 等统计软件对数据进行线性相关分析。

3 结果与分析

3.1 不同层次植冠层截留量对比

选取植物群落中的乔木层、灌木层、草本层作为研究对象,分别计算出 3 层的平均截留量(图 1)。

从图 1 可以看出,群落乔灌木草 3 层次的平均截留量依次递减。随着退耕年限的增加,乔木层生物量所占比例增大,林分郁闭度增大,林内光照条件变差,不利于植物生长,因此生长较快的乔木层平均截留量最大,达到 1.12 mm,生长较慢的灌木层次之,为 0.42 mm,生长最慢的草本层最低,为 0.28 mm。

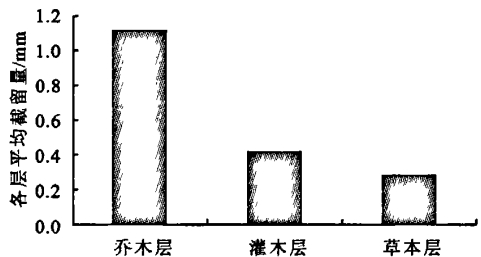


图 1 植冠层平均截留量对比

Fig. 1 Contrast of the average rainfall amount of the canopy of plant community

3.2 不同配置模式退耕还林地植冠层截留量对比

由表 1 可以看出,青海云杉+白桦、青海云杉、华北落叶松、白桦+沙棘、沙棘、柠条这 6 种配置模式的植冠层平均截留量最大,分别为 2.71、1.52、1.51、1.46、1.43、1.24 mm。青海云杉和白桦是当地的先锋树种,在大通县内长势最好,所以植冠层平均截留量最高。华北落叶松、沙棘和柠条分布在土壤和水分条件较好地生境中,植被长势良好,因而植冠层平均截留量较大。豌豆、小麦、油菜这 3 种农作物是当地主栽品种,认为水肥管理较好,植冠层较密,平均截留量也达到 1.25 mm。川赤芍、垂穗披碱草、紫花苜蓿的平均截留量只有 0.38 mm,远低于其他配置模式,这 3 种群落的退耕还草时间较短,植被处于生长初期,植冠层较稀疏,因而平均截留量较小。

3.3 不同年限退耕还林地植冠层截留量对比

随着退耕年限的增长,群落中的植被组成、结构、林分郁闭度等都会发生变化,植冠层截留量也会随着退耕年限发生相应变化。以当地退耕还林的主要植物群落青海云杉群落为研究对象,得出青海云杉群落植冠层截留量随着退耕年限变化关系(图 2)。

表 1 各标准地植被冠层截留量

Table 1 Statistics of rainfall interception amount of plant canopy in the sample plots

土地利用方式	优势植物	退耕 年限/a	乔木层枝叶		灌木层枝叶		草本层		合计
			截留率 /%	截留量 /mm	截留率 /%	截留量 /mm	截留率 /%	截留量 /mm	截留量 /mm
农耕地	豌豆	—	—	—	—	—	60.0	1.50	1.50
农耕地	小麦	—	—	—	—	—	40.2	1.06	1.06
农耕地	油菜	—	—	—	—	—	25.0	1.19	1.19
弃耕地	垂穗披碱草	—	—	—	—	—	47.5	0.47	0.47
退耕还林地	青海云杉+沙棘	3	3.5	0.12	8.0	0.14	8.7	0.01	0.27
退耕还林地	青杨+沙棘	6	6.8	0.11	17.6	0.04	9.1	0.07	0.22
退耕还林地	青海云杉	7	4.6	0.04	—	—	14.9	0.02	0.06
退耕还林地	柠条	7	—	—	38.0	1.05	16.7	0.19	1.24
退耕还药地	川赤芍	7	—	—	—	—	33.3	0.23	0.23
退耕还草地	紫花苜蓿	7	—	—	—	—	45.0	0.43	0.43
退耕还林地	青海云杉	13	10.0	0.68	—	—	20.0	0.09	0.77
退耕还林地	沙棘	14	—	—	40.0	1.17	21.1	0.26	1.43
退耕还林地	白桦+青杨	15	65.0	0.55	—	—	27.8	0.27	0.82
退耕还林地	青杨+沙棘	15	25.0	0.50	58.8	0.17	27.8	0.27	0.94
退耕还林地	青海云杉+沙棘	15	18.0	0.56	50.0	1.08	45.9	0.07	1.71
退耕还林地	青海云杉	19	10.0	0.14	—	—	45.9	0.09	0.23
退耕还林地	华北落叶松	20	21.7	1.60	—	—	50.0	0.03	1.63
退耕还林地	华北落叶松	21	26.1	0.76	72.4	0.02	25.0	0.09	0.87
退耕还林地	青杨+沙棘	26	17.1	0.19	28.6	0.06	45.8	0.01	0.26
退耕还林地	白桦+沙棘	26	27.3	0.67	50.0	0.65	62.5	0.14	1.46
退耕还林地	华北落叶松	26	24.1	1.71	—	—	66.7	0.31	2.02
退耕还林地	青海云杉	26	18.5	2.36	—	—	75.0	0.02	2.38
天然次生林	青海云杉+白桦	51	44.6	2.49	43.9	0.16	35.6	0.06	2.71
天然次生林	白桦+青海云杉	55	43.1	2.54	45.9	0.10	46.2	0.08	2.72
天然次生林	青海云杉	60	48.0	4.08	—	—	33.3	0.02	4.10

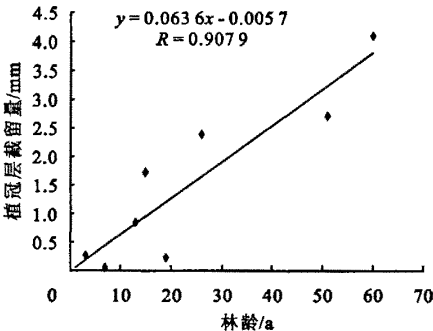


图 2 不同林龄青海云杉群落植被冠层截留量
Fig. 2 The rainfall interception of canopy for *P. crassifolia* with different ages

由图 2 可看出,青海云杉群落植被冠层截留量随退耕年限呈线性相关关系,相关关系式为:

$y = 0.0636x - 0.0057, R = 0.9079$

由图 3 可以看出,乔木层截留量与群落植被层总截留量呈幂函数相关,相关性达到极显著水平,相关关系式为:

$y = 1.3582x^{0.8647}, R^2 = 0.9494$

3.4 枯枝落叶层容水量对比

降水经过林分植被冠层截留后落到枯枝落叶层上,由于枯枝落叶层增加了地表粗糙度,因此避免了雨水对土壤的直接溅蚀作用,延长了水分下渗的时间,阻留和减缓了地表径流的流速。同时,由于枯枝

落叶层覆盖地表,可以减少林地表层土壤水分的蒸发,并且枯枝落叶层的分解物增加了土壤养分,从而改善了土壤结构,增加了林地土壤贮水保水作用。因此,枯枝落叶层截留降雨的行为是枯枝落叶层的水文生态重要功能之一。

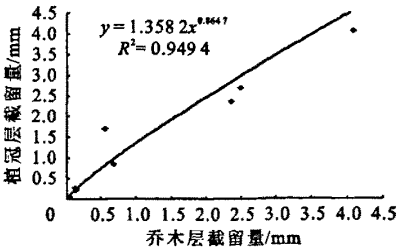


图 3 不同林龄青海云杉群落乔木层与植被冠层的截留量关系

Fig. 3 The rainfall interception of tree canopy and canopy for *P. crassifolia* with different ages

由表 2 可以看出,随着林龄的增加,枯落物厚度也在逐渐增加,由 7 a 的人工林的 0.5 cm 逐渐增加到 60 a 天然林的 8.0 cm;枯落物蓄积量、容水量也呈逐渐增长的变化趋势,分别由 7 a 的人工林的 3.24 t·hm⁻²、0.53 mm 逐渐增加到 60 a 天然林的 62.35 t·hm⁻²、18.36 mm。

对不同林龄的青海云杉群落的林龄、枯落物厚度、枯落物容水率、枯落物干重、枯落物容水量进行

相关分析(表 3)。从表 3 可看出,枯落物含水量与林龄、枯落物厚度和枯落物干重均在水平上极显著。

表 2 不同林龄青海云杉群落枯枝落叶层蓄积量和容水量

Table 2 The existent masses and water-holding capacity of the litter layer of *P. crassifolia* with different ages

土地利用方式	优势植物种	林龄 /a	枯落物 厚度/cm	枯落物 容水率/%	枯落物干重 /(t·hm ⁻²)	枯落物含水量	
						/(t·hm ⁻²)	/mm
退耕还林地	青海云杉	7	0.5	163.58	3.24	5.30	0.53
退耕还林地	青海云杉	13	1.0	132.11	8.72	11.52	1.15
退耕还林地	青海云杉+沙棘	15	1.5	273.31	9.93	27.14	2.71
退耕还林地	青海云杉+沙棘	24	2.5	373.14	13.63	50.86	5.09
退耕还林地	青海云杉	32	3.0	293.54	22.31	65.49	6.55
天然次生林	青海云杉+白桦	51	5.5	338.45	46.73	156.70	15.67
天然次生林	青海云杉	60	8.0	294.52	62.35	183.63	18.36

表 3 不同林龄青海云杉群落枯枝落叶层的容水量及其影响因子的相关分析

Table 3 The correlation analysis of water-holding capacity of the litter layer and affect factors of

P. crassifolia with different converting years

林龄	枯落物厚度	枯落物容水率	枯落物干重	枯落物含水量	
林龄	1				
枯落物厚度	0.985**	1			
枯落物容水率	0.595	0.546	1		
枯落物干重	0.985**	0.992**	0.481	1	
枯落物含水量	0.991**	0.986**	0.571	0.991**	1

注:n=7 时,相关系数 r=0.798,极显著(**);相关系数 r=0.666,显著(*)

4 结 论

随着退耕年限的增加,乔木层生物量所占比例增大,林分郁闭度增大,林内光照条件变差,不利于植物生长,因此生长较快的乔木层平均截留量最大,群落乔灌木 3 层次的平均截留量依次递减。

退耕还林地植冠层截留量随退耕年限增加而变化。青海云杉群落植冠层截留量与退耕年限的线性相关关系式为:

$y = 0.063\ 6x - 0.005\ 7, R = 0.907\ 9$

青海云杉乔木层与群落植冠层截留量呈幂函数相关,相关性达到极显著水平,相关关系式为:

$y = 1.358\ 2x^{0.864\ 7}, R^2 = 0.949\ 4$

退耕还林地枯枝落叶层含水量与枯落物容水率、林龄、枯落物厚度和枯落物干重有关。青海云杉林随着退耕年限的延长,枯落物厚度不断增加,含水量也不断增加。经分析表明,青海云杉林枯枝落叶层含水量与林龄、枯落物厚度和枯落物干重相关性极显著。

参考文献:

[1] 贺康宁,李世荣. 青海大通退耕还林工程区林木生产力和水分生产潜力研究[J]. 北京林业大学学报,2005,27(4):28-32.

[2] 常国梁,赵万启. 青海大通退耕还林工程区的林木耗水特性[J]. 中国水土保持科学,2005,3(1):58-65.

[3] 贾俊姝,李文忠. 大通县退耕还林不同配置模式物种多样性的研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(3):1-6.

[4] 李文忠,张伟华. 青海大通不同退耕还林时间梯度对土壤物理性状的影响[J]. 干旱区资源与环境,2005,19(3):136-139.

[5] 吕粉桃,高国雄. 青海大通山地退耕还林土壤渗透性研究[J]. 水土保持研究,2006,13(6):135-138.

[6] 吕粉桃,韩泽. 青海大通县山地退耕还林土壤抗冲性研究[J]. 华北农学报,2005,20(专辑):85-90.

[7] 温远光,刘世荣. 我国主要森林生态系统类型降水截留规律的数量分析[J]. 林业科学,1995,31(4):290-295.

[8] 樊后保. 杉木人工林对降水的截留作用[J]. 福建林学院学报,1998,19(1):92-95.

[9] 赵传燕,冯兆东,刘勇. 干旱区森林水源涵养生态服务功能研究进展[J]. 山地学报,2003,21(2):157-161.

[10] 焦彩霞,孙根年,任志远. 渭北高原植被水源涵养功能及价值测评[J]. 山地学报,2002,20(5):583-588.

[11] 范世香. 两种不同林分截留能力的比较研究[J]. 应用生态学报,2000,11(5):671-674.