

祁连山青海云杉林对降水的再分配研究

孙宗国

(兰州市中川上水绿化管理处, 甘肃 兰州)

摘要: 以祁连山西河流域的青海云杉林为研究对象, 通过2013年7—8月份的野外定位观测, 结合西大河自然保护区前期观测数据, 对青海云杉林在83次降水事件中的林冠截留、林内穿透雨、树干茎流进行了分析。结果表明, 青海云杉林林冠截留量、林内穿透量、树干茎流量分别为138.8 mm、253.1 mm、1.96 mm, 分别占林外降水的39.5%、60.01%、0.70%。当降水量级大于2.41 mm时, 有树干茎流产生, 当降水量级大于10.00 mm时, 才能观测到树干茎流。

关键词: 青海云杉林; 林冠截留; 林内穿透雨; 树干茎流; 降水

中图分类号: S715.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)11-0025-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2014.11.010

Study on Redistribution of *Picea Crassifolia* Forest on Rainfall in Qilian Mountains

SUN Zong-guo

(Zhongchuan Management Office of Water Feedings Virescence, Gansu Lanzhou, 730070, China)

Abstract: Qinghai spruce forest in Qilian mountain as the research object, through field positioning observation in July and August 2013, combined with the early observation data in Xidahe natural conservation station, the canopy interception, forest through the rain, and the trunk stem-flow of Qinghai spruce forest in the rainfall interception by canopy of in 83 times. the results shows that the amount of Qinghai spruce forest canopy interception, the penetration amount of forest, trunk stem flow of Qinghai spruce forest were 138.8 mm, 253.1 mm and 1.96 mm, respectively, accounted for 39.5%, 60.01%, 0.70% of reunite rainfall. When rainfall level greater than 2.41 mm, just have trunk stream stem, when rainfall level greater than 10.00 mm, to trunk stem flow were observed.

Key words: Qinghai spruce forest; Canopy interception; Forest through the rain; The trunk stem flow; Rainfall

森林与水都是人类生存和发展的物质基础^[1], 关于森林生态水文功能研究已成为生态学和水文

学的研究重点之一^[2], 森林水文调节功能也是森林所实现的重要服务功能之一。森林先通过林冠

收稿日期: 2014-09-25

作者简介: 孙宗国(1970—), 男, 甘肃兰州人, 水土保持工程师, 主要从事水利程工作。联系电话:(0)13919068778。

4 750.0 kg/hm²; B1 最低, 平均产量为 4 666.5 kg/hm²; 但产量差异不显著, 说明氮肥施用量不同对临蚕 8 号产量影响不显著。磷肥 3 个不同水平中平均产量以 C3 最高, 为 4 958.5 kg/hm²; C2 次之, 平均产量为 4 729.03 kg/hm²; C1 最低, 平均产量为 4 520.5 kg/hm²; 产量差异显著, 说明磷肥施用量不同对临蚕 8 号产量影响显著。3 因素对蚕豆产量的影响从大到小依次为密度、磷肥、氮肥。

表 3 临蚕 8 号不同密度与施肥量处理的方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
密度	2	5.226 7	2.613	9.24	3.63	6.23
氮肥	2	0.186 7	0.093	0.50		
磷肥	2	2.206 7	1.103	3.90		
重复间	2	0.15	0.074	0.26		
误差	16	4.52	0.283			
总变异	26	12.34				

3 小结

1) 试验结果表明, 试验 3 因素对蚕豆产量的影响从大到小为密度、磷肥、氮肥。在试验区, 临蚕 8 号最佳种植密度为 16.5 万株/hm², 最佳施肥量为施 N 51.0 kg/hm²、P₂O₅ 114.75 kg/hm², 该施肥处理下蚕豆生育期适中, 综合农艺性状表现好, 产量高, 为 5 250.0 kg/hm²。

2) 临蚕 8 号覆膜种植后植株生长旺盛, 应该控制氮肥, 不宜增施氮肥。增施磷肥能提高有效结荚和结籽率, 结荚结籽多且饱满, 明显提高百粒重, 具有明显的增产作用。

参考文献:

[1] 孙军辉, 曾建兵, 贾西灵. 旱地高蛋白春蚕豆新品种临蚕 8 号[J]. 甘肃农业科技, 2010(5): 46-47.

(本文责编: 陈 珩)

对降水的截留,大大减轻了雨滴对土壤表面的重力冲击。森林把地面径流转为地下径流,减慢了径流速度,同时可以防止土壤流失,因此森林在雨季可以大量贮蓄水分,减缓洪水流量;干旱季节又可补充河水流量,减轻或防止旱灾。森林还有涵养水源的作用,可改善水质,降低水的硬度,提高水的碱性,并可防止水资源受到物理、化学、热能及生物污染。

对森林的水文效益研究,尤其是林冠对大气降水再分配的研究在我国起步较晚^[3],森林自身的特点及森林的分布位置、海拔等给研究带来了相当大的困难,致使我国在这方面的研究和目前同类研究的水平还存在相当大的差距。因此,研究森林对降水再分配的影响显得尤为重要。2013年4—10月,我们通过测定青海云杉林林冠截留、树干茎流、林内穿透雨等,结合西大河自然保护区的前期观测数据资料,对降水在林内的输移特征进行了分析研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

青海云杉林,分布于祁连山西大河流域。

1.2 试验区自然概况

试验设在祁连山西大河自然保护区位于甘肃武威、祁连山中段,为典型的“V”地形,流域最高点的海拔为3 770 m,流域内最大高差为1 120 m,试验区面积为2.74 km²,共划分为5 879个不规则单元。海拔2 600~3 800 m,属温带高寒半干旱、半湿润山地森林草原气候。流域阳坡为山地草原,阴坡为森林景观,以藓类青海云杉林为主,森林总面积168.3 hm²,覆盖率65%。

西大河流域属于温带高寒山地森林草原气候,年平均气温-0.60~2.0℃,极端最高气温28℃,极端最低气温-36.0℃,7月平均气温10.0~14.0℃。年降水量为378.2 mm,年均蒸发量为1 051.7 mm,空气的平均相对湿度为60%。祁连山区降水年变化分为雨季(5—10月)和旱季(11—4月),西大河流域雨季降水占全年的87.2%左右,旱季降水仅占全年的12.8%左右,其中降雪占2.8%。

植被主要有青海云杉林、灌丛、草地和少量祁连圆柏林。其中青海云杉(*Picea crassifolia*)林主要分布在海拔2 650~3 300 m的阴坡,面积为967 769.7 m²,占流域面积的36%。青海云杉林的乔木层郁闭度平均为0.7,胸径为12.7 m,树高为8.3 m,枝下高为3.2 m,密度为0.2株/m²,

林下灌木层不发育,草本层的优势种主要是苔草。

1.3 样地选择

在西大河流域选择郁闭度不同的三块青海云杉林,在其内设置3块标准固定样地(样地大小分别为10 m×20 m、10 m×20 m、20 m×40 m)。测定每块样地的坡度、郁闭度,测定样地内每株云杉的胸径、树高、冠幅、枝下高等。测量结果如表1所示。

表1 祁连山西水试验区林冠截留样地概况

样地	大小	坡度 (°)	郁闭度	树高 (m)	胸径 (cm)	冠幅 (m)	枝下高 (m)
1	10 m×20 m	20	0.60	18.3	25.3	4.6	3.2
2	10 m×20 m	30	0.75	17.5	26.7	4.8	2.6
3	20 m×40 m	37	0.80	16.3	25.1	5.0	2.8

1.4 试验方法

在每块样地内,根据树木径级的不同选择5棵,在每棵树下放置1个长方形雨量槽(100 cm×20 cm×20 cm)和雨量筒(直径为15 cm),雨量筒和雨量槽要高出周围的草本植物和苔藓枯落物,以免水流进雨量槽影响观测结果,试验期间每次降水后记录降水事件,并及时量取雨量筒和雨量槽内的降水,即测量林内穿透雨。在每次量取完毕后,将槽内的枯落物清理干净,以免影响下次观测结果。在每个样地上设置与之对应的空旷地降水观测点,用大雨量筒(直径为20 cm)观测,在每次降水后及时测定大雨量筒的水量,即林外空旷地降水量。

在每块样地内,根据树木径级的不同选择10株用来观测树干茎流。方法是将直径为1.5 cm的软质塑料管剖开,用钉子将塑料管开口处固定在树上,向上将塑料管按60°缠绕一周半,再在塑料管下面接10 L的塑料桶,用来收集树干茎流。每次降水后及时用标准雨量筒测量塑料桶内的水量,并对环形管密封情况进行检查,对发现有树干茎流外渗的样树进行及时处理,并放弃当次测定数据。树干茎流量可按下列公式进行计算^[4]。

$$C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n \frac{C_n}{K_n} M_n$$

式中C为树干茎流量(mm),M为单位面积上的树木株数,C_n为每径级的树干茎流量(mm),K_n为每径级的树冠平均投影面积(cm²),n为各径

表 2 青海云杉林林外降水及林内降水的再分配情况

降水量级 (mm)	测定次数 (次)	总降水量 (mm)	树冠截留		穿透		树干茎流	
			截留量 (mm)	截留率 (%)	穿透量 (mm)	穿透率 (%)	茎流量 (mm)	茎流率 (%)
0~1	24	14.9	12.5	86.0	2.1	14.1	0	0
1~2	17	32.0	19.5	60.9	12.5	39.1	0	0
2~5	16	62.8	28.4	45.2	34.4	54.8	0	0
5~10	15	111.0	36.8	33.2	74.2	66.9	0	0
10~15	7	79.7	21.7	27.3	57.7	72.6	0.32	0.40
15~20	2	35.8	8.6	24.0	26.7	74.6	0.49	1.37
20~30	1	23.2	4.8	20.7	18.0	78.9	0.37	1.59
30~50	1	34.8	6.5	18.7	27.5	79.1	0.78	2.24
合计	83	394.2	138.8		253.1		1.96	

级数, M_n 为每径级的树木株数。

降水从落下来到达森林时首先经过的就是树木的冠层, 其中在表面张力和重力的均衡作用下被吸附, 或者积存在树枝叶分叉处留下来被称为树冠截留降水^[5]。根据林外降水量、林内穿透雨、树干茎流量, 可得到树冠截留量。

$$I = P - P(t) - C$$

式中 P 为林外降水量, $P(t)$ 为林内穿透雨, C 为树干茎流量, I 为林冠截留量, 单位均为 mm。

2 结果与分析

2.1 降水事件统计分析

从表 2 可以看出, 在观测期间, 林外共降水共 83 次, 降水量为 394.2 mm。其中小于 10 mm 降水事件共 72 次, 占总降水次数的 86.75%; 降水量为 220.7 mm, 占总降水量的 55.99%。大于 10 mm 的降水事件共 11 次, 占总降水次数的 13.25%; 降水量为 173.5 mm, 占总降水量的 44.01%。由此可以看出, 研究区的降水以小降水事件为主, 小降水事件占全部降水事件的 86.75%; 强降水事件只占了全部降水事件的 13.25%, 但它的降水量却几乎为总降水量的 1/2。这说明强降水事件虽然次数少, 但它降水量相对很大, 虽对水分的补充量较大, 但不利于森林生态环境的保护, 而研究区频繁的小降水事件, 每次的降水量小而次数多, 落地时对林地的打击程度小, 不破坏林地, 而且落到林地的少量降水全部被林地所吸收, 有利于森林对降水的储存, 增加了林地的水分含量。

2.2 青海云杉林对降水的分配

2.2.1 观测期内降水分配总特征 从表 2 可知, 林外共降水共 83 次, 降水量为 394.2 mm。其中林

内穿透雨为 253.1 mm, 穿透率平均为 60.01%; 林冠截留量为 138.8 mm, 截留率平均为 39.5%; 茎流量为 1.96 mm, 茎流率平均为 0.70%。即林内穿透雨占了林外降水的大部分, 超过了 1/2; 而树干茎流只有很小的一部分。

2.2.2 穿透率与林外降水量级的关系 从图 1 中可以看出, 林外降水量与林内穿透率呈 $Y = 32.387 \ln(x) + 17.081$ 的函数关系, $R^2 = 0.9786$ 。当降水量级在 0~1 mm 时, 穿透率最低。随着降水量级的增加, 穿透率不断增加, 但增速有所减缓。当降水量级增加到一定程度时, 穿透率趋于稳定, 不再随降水量级的增加而增加。这时, 林冠渗透充分, 几乎再没有截留能力, 基本达到了一个饱和状态, 此时林外的降水大多数都成为了穿透雨, 穿透率也达到了最大值。

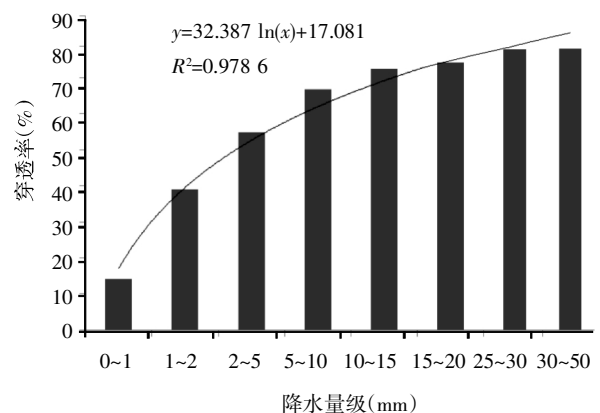


图 1 降水量级与穿透率的关系

2.2.3 林冠截留率与林外降水量级的关系 从图 2 可以看出, 林外降水量与树冠截留率呈 $Y = 94.975 \ln(x) - 0.765$ 的函数关系, $R^2 = 0.9856$ 。当降水量级

在 0~1 mm 时, 林冠的截留率最大, 林冠截留了林外大部分的降水。随着降水量级的进一步增加, 林冠的截留率不断减小, 但减小趋势有所减缓。最后, 林冠截留率变化趋近稳定值(最小截留率), 这时林冠几乎失去了截留的能力。即大气降水经过冠层直接到达林内, 林内降水量几乎等于林外降水量。

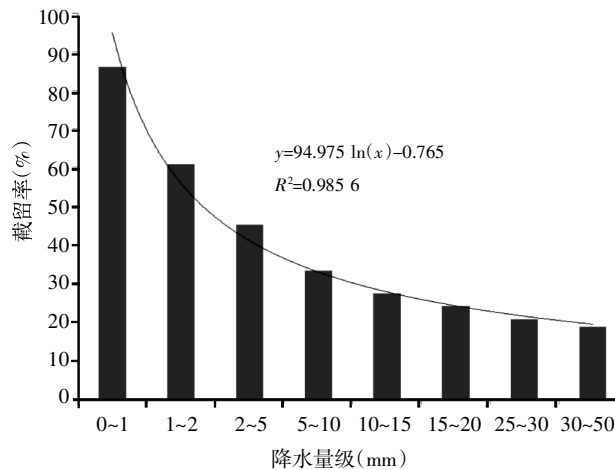


图 2 林外降水量级与树冠截流率的关系

2.2.4 树干茎流率与林外降水量级的关系 从图 3 中可以看出, 林外降水量与树干茎流量呈 $Y=0.335x-0.8075$ 的函数关系, $R^2=0.8324$ 。根据公式测算, 当降水量级大于 2.41 mm 的时候, 才有树干茎流产生, 当降水量级大于 10.00 mm 时, 才能观测到树干茎流。随着降水量级的增加, 树干茎流不断增加。林冠截留率在 0~2.24% 变化, 平均茎流率为 0.7%, 也就是说青海云杉林的树干茎流率非常低, 这是由于其形态结构非常不利于形成树干茎流。

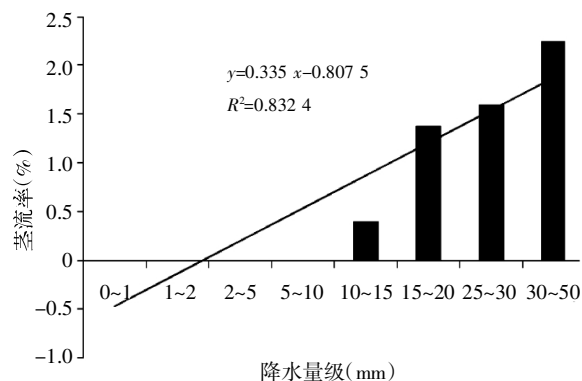


图 3 林外降水量级与树干茎流率的关系

3 小结与讨论

1) 在观测期间 (2013 年 4—10 月), 祁连山西大

河流域青海云杉林林外共降水 83 次, 降水量共为 394.2 mm。在全部降水事件中, 以小降水事件为主, 占总降水次数的 86.75%。强降水事件虽然次数少, 但总降水量却几乎占了总降水量的 1/2。

2) 树冠截留量为 138.8 mm, 占总降水量的 39.5%, 树冠截留率 18.7%~86.0%。林内穿透雨为 253.1 mm, 占总降水量的 60.01%, 林内穿透率 14.1%~79.1%。树干茎流量共为 1.96 mm, 占总降水量的 0.70%, 树干茎流率在 0.40%~2.24% 变化。当降水量级大于 2.41 mm 的时候, 才有树干茎流产生, 当降水量级大于 10.00 mm 时, 才能观测到树干茎流。

3) 傅辉恩等人在祁连山北坡测得林冠层对降水的截留率, 藓类—青海云杉林为 25.86%, 祁连圆柏林为 28.95%, 灌丛混交林 66.19%, 灌丛混交林截留降水量最大^[6]。王彦辉等人研究表明刺槐、青海云杉林、华北油松人工林、阔叶次生林的截留作用, 认为中、高郁闭度林分林冠截留率为 22.6%~34.5%, 平均截留降水率为 32.7%, 而且它随降水量和降水强度的增大而减小, 随郁闭度的增加而增大, 林冠截留降水量比降雪量约少 10%~30%^[7-9]。以上结论与本试验结果相近。

参考文献:

- [1] 石培礼, 李文华. 森林植被变化对水文过程和径流的影响效应[J]. 自然资源学报, 2001, 16(5): 481-487.
- [2] 曹云, 欧阳志云, 郑华, 等. 森林生态系统的水文调节功能及生态学机制研究进展[J]. 生态环境, 2006, 15(6): 1360-1365.
- [3] 张一平, 王馨, 刘文杰. 热带森林林冠对降水再分配作用的研究综述[N]. 福建林学院学报, 2004, 24(3): 274-282.
- [4] 谢贤群, 王立军. 水环境要素观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998: 6.
- [5] 孔繁智, 宋波, 裴瑶铁. 林冠截留量与大气降水关系的数学模型[J]. 应用生态学报, 1990, 1(3): 201-208.
- [6] 傅辉恩, 车克钧. 祁连山(北坡)森林水文效应的研究[J]. 兰州大学学报, 1990, 26(专集): 33-39.
- [7] 王彦辉. 刺槐对降雨的截持作用[J]. 生态学报, 1987, 7(1): 43-49.
- [8] 王彦辉. 几个树种的林冠降雨特征[J]. 林业科学, 2001, 37(4): 2-9.
- [9] 董世仁, 郭景唐. 华北油松人工林的透流、干流和树冠截留[J]. 北京林业大学学报, 1987, 9(1): 58-68.

(本文责编: 陈珩)