

漓江上游典型森林群落内外降雨特征研究

王金叶¹, 李海防¹, 段文军¹, 唐东明², 王绍能², 刘兴伟¹, 黄华乾¹

(1. 桂林理工大学 旅游学院, 广西 桂林 541004; 2. 广西猫儿山国家级自然保护区管理局, 广西 兴安 541316)

摘 要:2009—2011 年,对漓江上游典型森林群落木荷(*Schima superba*)林内和林外降雨进行了观测,结果表明:试验区降水年内分配极不均匀,干旱与暴雨频发,雨季降水占全年降水的 82.39%,旱季降水仅占全年江水的 17.61%。2011 年生长季节总体表现为极其干旱,但降水总量却高于前几年的平均值,5—6 月降水总量占观测期间降水总量的 63.59%。单次最大降雨 16 h 达 319.8 mm,降雨强度达 20.0 mm/h;超过 50 mm 的日降雨量占观测日降雨总量的 65.25%。木荷林内外降雨联系紧密,林内穿透降雨量与林外降雨量存在显著线性相关,但降雨穿透率与林外降雨量及强度之间的关系复杂。在高雨量级或强降雨情况下,林内降雨穿透率大,变异小,小于 2.5 mm/h 的降雨穿透率为 60.96%,变异系数为 39.81%;大于 8.0 mm/h 的降雨穿透率为 72.40%,变异系数为 5.64%。本研究为正确认识流域森林生态水文功能,制定有效的水资源调配和水源涵养林管理措施提供科学依据。

关键词:林冠截留; 穿透降雨; 森林群落; 漓江

中图分类号:S715

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0056-04

Research on Rainfall Characteristics Through Typical Forest Community in Upper Reaches of Lijiang River

WANG Jin-ye¹, LI Hai-fang¹, DUAN Wen-jun¹, TANG Dong-ming²,

WANG Shao-neng², LIU Xing-wei¹, HUANG Hua-qian¹

(1. College of Tourism, Guilin University of Technology,

Guilin, Guangxi 541004, China; 2. Mao'ershan National Nature Reserve, Xing'an, Guangxi 541316, China)

Abstract: From 2009 to 2011, a typical forest community of *Schima superba* was monitored and the interception effect of tree canopy on precipitation was analyzed in upper reaches of Lijiang River. The results showed that the precipitation distribution of the year was irregular and the rainfall mainly happened in rainy season, which accounted for 82.39% of the total, while only 17.61% was distributed in dry season. It seemed that 2011 was a dry year, but the precipitation with an average annual value was higher than the last few years, and the precipitation mostly occurred from May to June (63.59%). The largest rainfall was 319.8 mm in 16 hours and rainfall intensity was 20.0 mm/h. Furthermore, the single rainfall(>50 mm) during the study period which accounted for 65.25% of total precipitation. The throughfall was positively correlated with precipitation outside, but the relationship between canopy interception rate and precipitation outside was complex. The coefficient of variation (C_V) was 39.81%, when rainfall was less than 2.50 mm/h, while the C_V was 5.64% when rainfall was more than 8.00 mm/h. This research has provided the scientific basis for understanding forest hydrological functions and developing water resources allocation strategy as well as improving water conservation forest management practice in this area.

Key words: canopy interception; throughfall; forest community; Lijiang River

森林与水的关系是森林生态水文研究的主要内容,森林引起生态系统内降雨分配的时空差异,对林地水文过程产生显著影响^[1-3]。林冠是植物—大气连

续体调节降水分配的起点截面,林冠作用使大气降水在林内重新进行数量及空间上的分配,导致林内降水具有独特规律与水文特性。林内降水受林外降雨量、

收稿日期:2011-09-12

修回日期:2011-11-30

资助项目:国家自然科学基金项目“漓江上游森林群落结构与水文过程调控机理研究”(30860058)

作者简介:王金叶(1965—),男,甘肃民乐人,教授,博士生导师,主要从事森林生态水文、生态旅游研究。E-mail: wangjy66@sohu.com

降雨强度和降雨历时等多种因素的影响,存在较大差异^[4]。研究具体区域典型森林植被群落内降水规律及与大气降水之间的相关性,对揭示区域森林生态水文作用,合理经营森林及有效调节水资源具有重要意义。目前,国内关于林冠层截留及林内降水的研究较多^[5-10],但对亚热带常绿阔叶林的研究则相对较少。

本文以漓江流域典型常绿阔叶木荷林为对象,采用定位观测林内穿透雨的方法研究常绿阔叶林对大气降雨的调节规律,为正确认识流域森林生态水文功能,制定有效的水资源调配和水源涵养林管理措施提供科学依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于漓江上游猫儿山中段九牛塘小流域(110°29'E, 25°52'N),流域总面积 13.40 hm²,海拔 1 100 m。典型森林群落为以木荷(*Schima superba*)为主的常绿阔叶林,森林覆盖率 96.5%。年平均气温 16.4~18.1℃,多年平均降水量 2 600 mm,最高年降雨量 3 500 mm;年日照时数 1 243.5~1 467.1 h,年平均相对湿度为 79%~82%。主要土壤类型为山地黄壤,土层薄、质地粗,粉沙粒含量高;成土母质主要是泥炭岩、砾岩、紫红色沙页岩等。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置和调查 通过对九牛塘小流域的全面调查,选取坡度适中、土层深厚和林木长势旺盛的木荷常绿阔叶林设置试验样地。对试验样地的立地条件和森林植被状况进行详细调查,调查因子包括样地海拔 1 100 m、坡度 25°、坡向东南方向、植被类型为常绿阔叶林、郁闭度 0.85、林木平均胸径 20 cm、平均树高 18 m、林分密度为 1 500 株/hm²、灌草盖度 30%。

1.2.2 林内穿透雨测定 在木荷林内设置 10 m×20 m 标准样地,在标准地按 1.5 m 间距布设 16 个雨量槽(16 cm×100 cm),雨量槽底部留有汇水口,用 PVC 管将雨量槽连接在一起,将雨量槽截留降雨引入自记雨量计(JL—21),测定林内穿透雨量。

1.2.3 林外降雨量测定 在林外的空旷地上(距林地 50 m)设置自记雨量计(JL—21),观测每次降雨过程。把林冠透过降雨量与大气降雨量比较,计算木荷林内降雨穿透率(林内穿透雨量占林外降雨量的百分比)^[11]。

1.2.4 数据统计分析 林外降雨及林内穿透雨观测仪器都布设在野外,林内穿透雨观测仪时常受到林内小动物的干扰,导致数据的连续性和准确性下降。在利用原始观测数据进行分析时,首先根据林外降雨数

据判断林内穿透雨是否存在异常值,剔除林内降雨量大于或等于林外降雨量的次降雨数据或日降雨数据,然后按照数据统计分析的要求分别进行日降雨和次降雨数据的有效性分析。研究选取 2011 年 4 月 12 日—8 月 21 日降雨观测数据进行分析,期间林外总降雨量为 1 915.8 mm。

2 结果与分析

2.1 林外降水年内变化特征

根据气象观测资料分析,试验区所在的九牛塘是漓江流域高值暴雨区之一。多年平均降雨 2 509.1 mm,最高年降雨 3 500 mm,降水年内分配极不均匀(图 1)。一年分为雨季(3—8 月)和旱季(9 月—翌年 2 月)两个时期,降水主要集中在雨季,占全年降水的 82.39%,旱季降水仅占全年降水的 17.61%;5—7 月降水量最大,3 个月降水占一年总降雨量的 47.13%;11 月份降水最少,占总降水量的 0.62%。试验区降水年际差异极其显著,2011 年与往年相比总体表现为生长季节降水偏少,干旱特征表现明显,漓江来水量少于往年。生长季节(4—8 月)降水量达 1 915.8 mm,其中 5 月份降水 834.7 mm,占年平均降水总量的 33.26%;6 月份降水 761.1 mm,占年平均降水总量的 30.33%;7 月、8 月降水仅为多年平均同期降水的 33.19%,表现为极干旱。

2.2 林外单次降雨频率与贡献

根据 2011 年 4—8 月林外单次降雨观测数据统计分析,4—8 月九牛塘确认的有效降雨 130 次,降雨频率较高,且单次降雨强度较大。单次降雨最大出现在 2011 年 5 月 7 日 18 时至 8 日 10 时,16 h 降雨达 319.8 mm。根据降雨强度对降雨进行分级统计显示,单次降雨小于 2.5 mm 出现频率高达 70.0%,但降雨量的贡献仅为 15.74%;单次降雨 8.1~15.9 mm 出现频率仅为 6.92%,但降水量的贡献却达 33.82%(图 2)。试验区暴雨频率高,而且强度较大。最大降雨强度为 20.0 mm/h,出现在 2011 年 5 月 7 日至 8 日。单次降雨超过 50 mm 的降雨出现 8 次(图 3),降雨量 1 134.60 mm,对降雨总量的贡献达到 59.22%。其中超过 100 mm 的降雨 2 次,降雨量 286.8 mm;超过 200 mm 的降雨 2 次,降雨量 522.6 mm。

2.3 林外单次降雨强度与降雨量的关系

根据林外单次降雨量与降雨强度绘制的散点图(图 4)可以看出,林外降雨强度与降雨量之间呈线性相关,随着降雨量增大,降雨强度也随之增大。但回归分析线型相关不紧密,相关系数为 0.572 5。按照国家气象局雨量等级标准对观测资料分级统计后,降

雨量与降雨强度之间的线型关系更加明显,而且不同雨量级的降雨强度存在明显的空间异质性。次降雨强度小于 10 mm,平均降雨强度为 1.56 mm,变异系

数为 94.49%;次降雨强度大于 50 mm,平均降雨强度为 9.87 mm,变异系数为 52.66%。雨量等级越高,降雨强度的差异越小(图 5)。

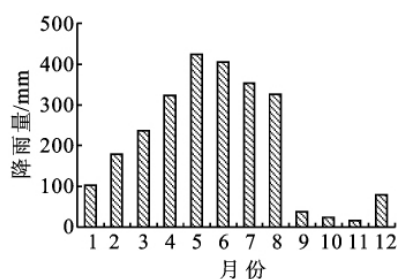


图 1 漓江上游试验区年降水分配

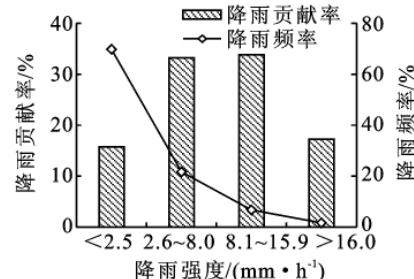


图 2 试验区大气降雨频率与贡献率

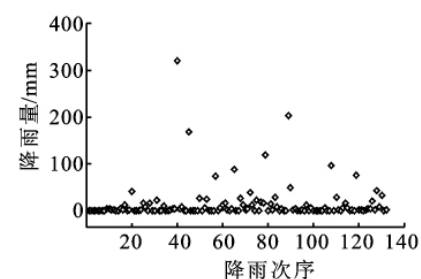


图 3 试验区降雨量分布图

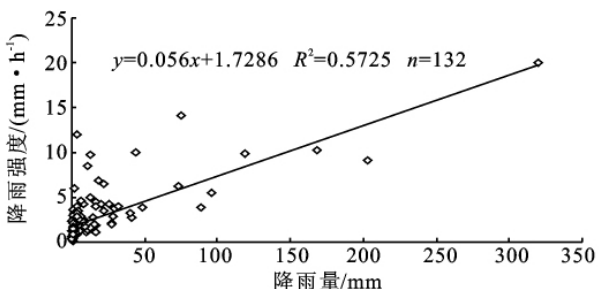


图 4 试验区降雨量和降雨强度关系

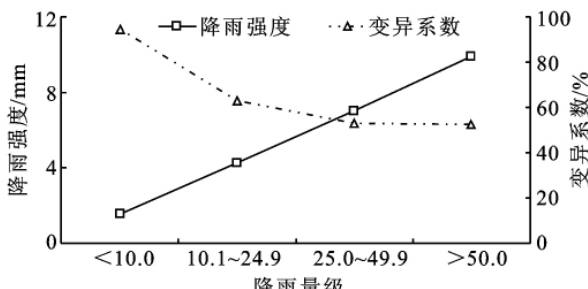


图 5 试验区降雨强度与变异系数

2.4 林外日降雨频率与降雨贡献

对 2011 年 4—8 月降雨观测数据按照日期统计,观测期间 63 d 出现降雨,日降雨频率达 52.03%,且降雨强度较大。根据中国气象降水分级标准统计,试验区 2011 年 4—8 月,小雨出现 27 d,降雨贡献率为 4.73%;暴雨出现 12 d,降雨量 1 250 mm,降雨贡献达 65.25%。其中超过 100 mm 的大暴雨出现 3 d,降雨量 2 842.4 mm;超过 249 mm 的特大暴雨出现 1 d,降雨量 274.6 mm(表 1)。暴雨对降雨总量的贡献最大;出现小雨、中雨、大雨的天数较多,但对试验区降雨总量的贡献较小。中、小雨在漓江流域上游地区是常态事件,能缓解试验区林内缺水矛盾,有利于植物的生长发育,但一般不会引起或导致流域径流发生大的变化。

表 1 2011 年 4—8 月试验区降雨分等级统计

日降雨等级	降雨 时间/d	总降雨 量/mm	降雨贡献 率/%
小雨<10 mm	27	90.6	4.73
中雨 10.1~24.9 mm	15	259.2	13.53
大雨 25.0~49.9 mm	9	316.0	16.49
暴雨 50~99.9 mm	8	493.0	25.73
大暴雨 100~249 mm	3	482.4	25.18
特大暴雨>250 mm	1	274.6	14.33

2.5 林内降雨穿透量与林外降雨量的关系

根据 2011 年 5—10 月对木荷次生林林内穿透降雨观测,林内总穿透降雨量和平均穿透率分别为 627.94 mm 和 64.23%。根据林内穿透降雨量与林外降雨量

绘制的散点图,发现林内穿透降雨量与林外降雨量紧密相关,穿透降雨量随林外降雨量的增大而增大,林内穿透降雨量与林外降雨量存在显著的线性正相关关系,关系式为: $Y=0.7239X+0.0752, R^2=0.9984$ 。

2.6 林内降雨穿透率与林外降雨量的关系

根据观测计算林内降雨穿透率与林外降雨量绘制的散点图显示(图 6),林内降雨穿透率与林外降雨量之间不存在线性关系。高雨量级林内降雨穿透率变异小,相对较稳定。按照当次降雨级别统计,一次降雨小于 10 mm,林内降雨穿透率的变异系数为 27.76%;一次降雨大于 50 mm,林内降雨穿透率的变异系数为 4.99%;随着降雨量级的增大,林内降雨穿透率的变异系数有逐渐降低的趋势(图 7)。这可能与林冠截留降水饱和有关,在高雨量级的情况下,林冠层吸水达到饱和状态的时间短,导致林内穿透降雨受其他因素的干扰越小。

2.7 林内降雨穿透率与林外降雨强度的关系

根据测定的林内降雨穿透率与林外降雨强度绘制的散点图(图 8),林内降雨穿透率与林外降雨强度不存在明显的线性关系。按照降雨强度分级统计分析,消除降雨权重影响后,林内降雨穿透率随林外降雨强度增加呈线形增加趋势。当降雨强度小于 2.5 mm/h,林内降雨穿透率为 60.96%,而且林内降雨穿透率变异性较强,其变异系数为 39.81%;降雨强度在 2.6~8.0 mm/h,林内降雨穿透率为 69.50%,穿透

率的变异系数为 25.25%;降雨强度大于 8.0 mm/h 时,林内降雨穿透率为 72.40%,穿透率的变异系数为 5.64%。对于降雨强度小于 1 mm/h 的降雨,一般认为全部被林冠截留,但本研究的观测结果表明,降雨全部被截留的次数很少,其主要原因可能是因为九

牛塘位于漓江流域上游降水中心,林内湿度较大,即使在没有降雨的情况下,雨季林内湿度也大于 80%,林冠叶面水分几乎处于相对饱和状态。此外,降雨持续时间及林冠特性等因素对林内穿透降雨过程有一定影响。

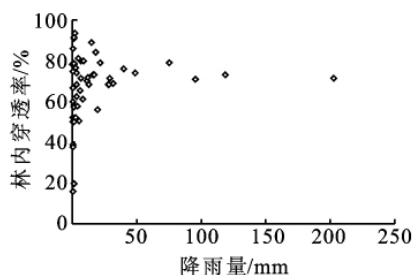


图 6 试验区木荷林内穿透率与林外降雨量之间的关系

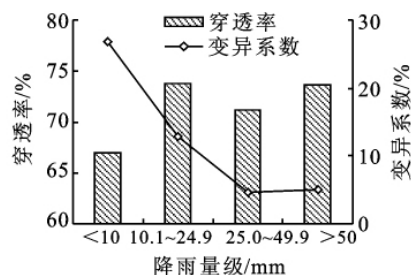


图 7 木荷林内降雨穿透率与穿透率变异系数

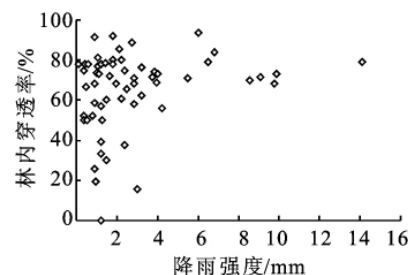


图 8 木荷林内降雨穿透率与林外降雨强度之间的关系

3 结论

(1) 试验区降水年内分配极不均匀,干旱与暴雨频发,雨季降水占全年降水的 82.39%,旱季降水仅占全年降水的 17.61%。2011 年生长季节降水偏少,干旱特征表现明显。5 月份降水占多年同期降水的 33.26%,6 月份降水占多年同期降水的 30.33%,7 月、8 月降水仅为多年同期平均降水的 33.19%。试验区降雨强度较大,单次最大降雨 16 h 达 319.8 mm,最大降雨强度为 20.0 mm/h。观测期间超过 50 mm 的日降雨出现 12 次,降雨量占观测降雨总量的 65.25%。其中超过 200 mm 的降雨 2 次,降雨量 522.6 mm。

(2) 试验区典型森林群落木荷常绿阔叶林林内与林外降雨具有紧密的联系,林内穿透降雨量与林外降雨量存在显著的线性关系,相关系数为 0.998 4;林内降雨穿透率与林外降雨量及强度之间的关系相对比较复杂,不存在线性相关。高雨量级和强降雨引起的林内降雨穿透率变异小,小于 10 mm 的次降雨穿透率变异系数为 27.76%,大于 50 mm 的次降雨穿透率变异系数为 4.99%;强度小于 2.5 mm/h 的降雨穿透率为 60.96%,变异系数为 39.81%;强度大于 8.0 mm/h 的降雨穿透率为 72.40%,变异系数为 5.64%。因此,林内降雨在高雨量级和强降雨条件下规律性强,林内降雨变化主要受林外降雨控制,其他因素影响相对较小;但对于低雨量级或强度较小的降雨,林内降雨的变化比较复杂,影响的因素较多,其中,降雨持续时间及林冠特性等因素影响较大。

致谢:广西猫儿山国家级自然保护区管理局对研究工作提供了方便与支持,叶建平同志协助野外数据收集。

参考文献:

- [1] Stednick J D. Monitoring the effects of timber harvest on annual water yield[J]. Journal of Hydrology, 1996, 176:79-95.
- [2] Sun G, McNulty S G, Amaty A D M, et al. A comparison of the watershed hydrology of coastal forested wetlands and the mountainous uplands in the southern US [J]. Journal of Hydrology, 2002, 263:92-104.
- [3] Aboal J R, Morales D, Hernndezm, et al. The measurement and modeling of the variation of stemflow in a laurel forest in Tenerife, Canary Islands[J]. Journal of Hydrology, 1999, 221:161-175.
- [4] 李良,孙旭,翟洪波,等.我国林冠对降水再分配作用的研究进展[J]. 辽宁林业科技, 2010(1):47-51.
- [5] 王佑民.我国林冠降水再分配研究综述[J]. 西北林学院学报, 2000, 15(3):1-7.
- [6] 金博文,王金叶,常宗强,等.祁连山青海云杉林冠层水文功能研究[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(增刊):39-42.
- [7] 曹云,黄志刚,欧阳志云,等.湖南省张家界马尾松林冠生态水文效应及其影响因素分析[J]. 林业科学, 2006, 42(12):13-20.
- [8] 李吉跃,翟洪波,魏晓霞.油松栓皮栎混交林降雨及其再分配过程研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(3):154-157.
- [9] 鲍文,包维楷,何丙辉,等.岷江上游油松人工林对降水的截留分配效应[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(5):10-16.
- [10] 肖洋,陈丽华,余新晓,等.北京密云水库油松人工林对降水分配的影响[J]. 水土保持学报, 2007, 21(3):154-157.
- [11] 张焜,张洪江,程金花,等.重庆四面山三种人工林林冠截留效应研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(1):201-204.