

晋西黄土丘陵沟壑区降雨分布的地形分异规律研究 ——以山西省方山县土桥沟流域为例

骆 汉, 贾慧慧, 赵廷宁, 董 梅

(水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘 要:降雨是陆上水资源的直接来源和水循环的首要环节, 尤其是在降雨匮乏的黄土丘陵沟壑地区, 通过对降雨空间分布的研究, 可以为人工林栽培、植被恢复、土壤侵蚀等研究提供指导。通过对研究地区不同地形位置布设雨量观测设备, 进行场降雨观测。针对不同高程、坡向的降雨实测数据对比分析, 得出结论: (1) 降雨量随高程升高先增加, 后减少, 最大降雨量出现在高程为 1 280 m 附近; (2) 降雨量随坡向变化的分布规律为: 背风坡 > 迎风坡, 即阴坡 > 阳坡, 峁顶降雨量适中。

关键词:黄土丘陵沟壑区; 降雨; 地形分异规律

中图分类号: P426.615

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)04-0180-03

Study on the Spatial Distribution Pattern of the Rainfall in the Loess Region of West Shanxi

— A Case Study in Tuqiaogou Small Watershed in Fangshan of Shanxi Province

LUO Han, JIA Hui-hui, ZHAO Ting-ning, DONG Mei

(Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of Ministry of Education,
College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The rainfall is the direct source of water resources on land, especially in the rainfall deficient loess area. Through the research for rainfall spatial distribution, we can provide the instruction for the planted forest cultivation, the vegetation restoration, and the research on soil erosion. Through the rainfall scope on different terrain position, we carried on the rainfall observation. In view of different altitude and slope to the rainfall measured data contrastive analysis, the conclusion was drawn in this paper. The rainfall increases at first, then reduces along with the altitude, and the most rainfall occurred nearby the altitude of 1 280 m. The patterns of the rainfall distribution along with the slope aspects followed the order of leeward slope > against the wind slope, namely the shady slope > the sunny slope, and the rainfall occurred in the loess hill was moderate.

Key words: loess hill and gully region region; rainfall; distribution pattern

降雨是陆上水资源的直接来源和水循环的首要环节, 降雨量数据是研究流域内水资源和水环境的首要基础资料之一, 因而研究降雨的空间分布具有重要的意义^[1]。但是目前由于气象站点的限制, 在某些地区往往存在无降雨资料和少降雨资料的情况, 严重影响了科研和实际工作的进行。精确的降雨数据只存在于雨量站点, 其余点的降雨数据只能从相近站点或者其它气象参数求得。如果能在有限降雨资料的基础上, 研究影响降雨的因素, 建立降雨量与各因素之

间的关系, 可以为流域内的水资源和水环境研究提供良好的基础, 进而为人工林栽培、植被恢复、土壤侵蚀等研究提供指导。本文通过对研究地区不同地形位置布设雨量观测设备, 进行场降雨观测。针对不同高程、坡向的降雨实测数据对比分析^[2-3], 得出晋西黄土丘陵沟壑区降雨的地形分异规律。

1 研究区概况

试验地位于山西省吕梁山西麓的方山县峪口镇

收稿日期: 2009-04-09

资助项目: 国家“十一五”科技支撑计划专题“黄土高原丘陵沟壑半干旱区水土保持抗旱造林及径流林业技术试验示范”(2006BAD03A1201)

作者简介: 骆汉(1985—), 男, 山东淄博人, 硕士生, 主要研究方向: 工程绿化。E-mail: gylxjd@163.com

通信作者: 赵廷宁(1962—), 男, 河北阳原人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 工程绿化。E-mail: zhtning@bjfu.edu.cn

土桥沟流域(北纬 $37^{\circ}36'58''$, 东经 $110^{\circ}02'55''$)。流域内最高海拔 1 446 m, 试区平均海拔 1 200 m 左右。该地区属暖温带大陆性季风气候, 年平均气温为 7.3°C , 年平均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为 $2\,223.5^{\circ}\text{C}$, 干燥度 1.3。年平均风速约 2.6 m/s , 冬春寒冷干燥多大风, 西北风为主, 秋季凉爽少雨, 夏季降雨集中, 无霜期 140 d, 霜冻期为 9 月下旬至次年 5 月上旬, 日照总时数 2 496 h。多年平均降水量 416 mm, 且年内分配非常不均, 6—9 月降水占全年的 70% 以上; 多年平均水面蒸发量高达 1 857.7 mm, 最大蒸发出现在 4—6 月, 表现出典型的北方严重春旱的特征。试验区属典型黄土丘陵沟壑地貌, 地表大部分为新生代第四纪马兰黄土所覆盖, 土壤为黄绵土, 由黄土母质直接发育形成, 层次过渡不明显; 土层深厚, 质地均匀, 为中壤土, pH 值为 $8.0\sim 8.4$, 沟壑密度为 3.8 km/km^2 。试验地平均土壤容重 1.20 g/cm^3 , 田间持水量 21.0% 左右。境内主要河流为北川河、一般河水流量为 $1.5\sim 2\text{ m}^3/\text{s}$, 最大洪峰流量达 $540\text{ m}^3/\text{s}$, 东部山地为北川河河水流量的主要源泉。试验区属森林草原灌丛植被区, 全县有天然林 2.73 万 hm^2 , 覆被率达 37.6%, 刺槐人工林下主要野生灌木有杠柳 (*Periploca sepium*)、黄刺玫 (*Rosa xanthina*)、沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、大果榆 (*Ulmus macrocarpa*) 等; 草本植物以菊科和禾本科为主, 菊科蒿属居多, 有铁杆蒿 (*Artemisia sacrorum*)、猪毛蒿 (*A. scoparia*)、阿尔泰紫苑 (*Heteropaspus altaicus*)、山野豌豆 (*Vicia amoena*) 等。

2 研究方法

2.1 降雨随高程变化规律

试验在观测降雨量随高程的变化规律时, 在尽量保证其他自然条件基本相似的前提下, 将测点设在周围没有遮蔽的不同海拔高度, 坡向、坡度大致相同的具有代表性的山顶、高地和坡地上^[4-5]。野外考察共布设观测点 20 个, 共分为 4 个高程布设(如图 1 所示), 分别为 A 点 1 161 m、B 点 1 270 m、C 点 1 341 m、D 点 1 407 m, 每个高程设有 5 个观测点, 对每个测点采取场降雨即时观测, 计算出每个高程点的平均降雨量^[6-8]。

2.2 降雨随坡向变化规律

在观测不同高程点的降雨量数据时, 将每个高程分为 5 个不同的分测点, 分别布设在梁峁顶、阴坡、阳坡、阴沟坡(即阴坡下部)、阳沟坡(即阳坡下部)5 个地形部位, 同样对每个测点采取场降雨即时观测, 根据观测数据在高程统一的情况下分析降雨随坡向变化的规律。

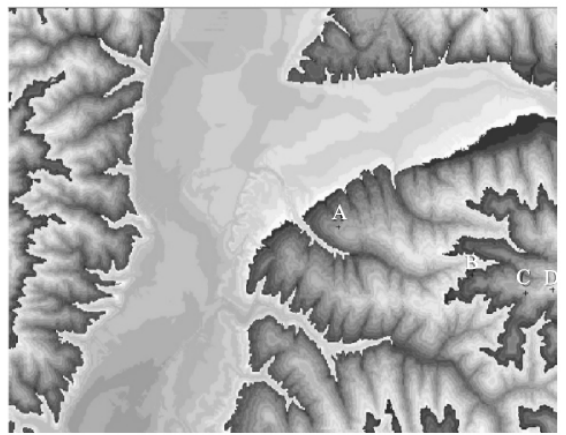


图 1 实验点分布图

3 结果与分析

3.1 降雨随高程分布变化

首先, 考虑到山脉统一坡向上, 降雨量和海拔高度关系比较好, 分别就峁顶、阳坡、阴坡、阳沟坡、阴沟坡 5 个特征地形展开分析。实验地区不同坡向降雨量随高程分布见图 2。从图中曲线可以看出, 各个坡向随高程变化, 降雨量分布规律基本相同, 均为先增加后减少。由于不同地形部位受风向等作用影响, 最大雨量出现的高度则不尽相同。其中, 阴坡出现最大雨量的高度最高。

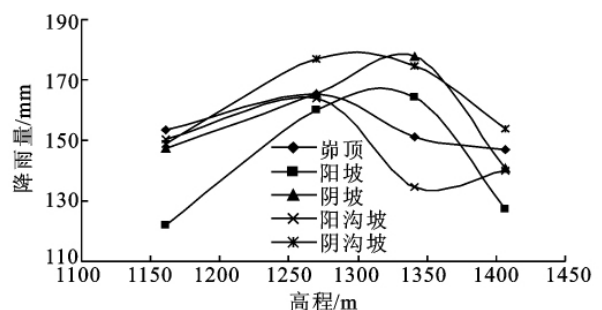


图 2 不同坡向降雨量随高程变化分布图

对于丘陵沟壑区的山地降雨, 在不考虑坡向的情况下, 降雨量随高程的直观变化规律见图 3。从图中可以看出, 山地降雨量最初随海拔高度升高而增加, 至某一高度达到最大值后转而逐渐向下递减。降雨量开始下降的海拔高度随地区和季节而不同, 一般是气候愈潮湿、大气愈不稳定, 开始下降的海拔高度愈低^[9-10]。研究区域降雨量最大值出现在高程为 1 280 m 左右。对于丘陵山地类的地形, 在起伏地形的向风面, 特别是高地的顶部, 风速较大, 有上升分速度, 雨滴的降落速度慢, 大量雨滴被吹到了背风面, 因此当高度达到一定时降雨量随着高程的增加而减少。

3.2 降雨随坡向的分布变化

不同情况下地形对降雨的影响是不同的。气流过山时, 由于地形的作用, 改变了风速, 因而也影响了

降雨的分布。这种影响的具体效应在很大程度上受研究尺度的制约,本文讨论的研究区域属于小起伏地形,与大尺度地形比较,具有截然不同的规律。对于小山岗类的地形,在起伏地形的向风面,特别是高地的顶部,风速较大,且有上升分速度;在背风面风速最小,且有下降分速度。所以在向风面小雨滴、毛毛雨和雪花降落的速度减慢,在高地的顶部便有大量小雨滴或雪花被吹到背风面,并在那里加速降落,这就使得小起伏地形中水平面上的降雨量在向风坡和顶部减少,而背风坡增加,其分布特点正好与在大地形中相反。也就是说,对于小起伏地形而言,水平面上的降雨分布与风速的分布正好相反^[11]。

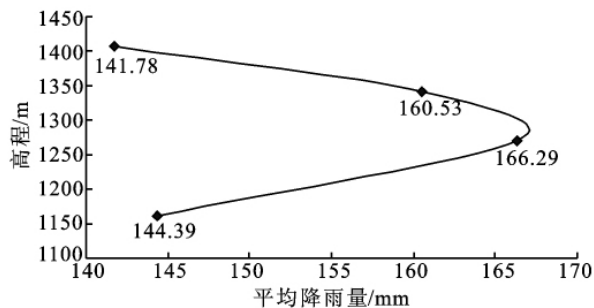


图 3 高程与平均降雨量相关图

本文研究区域降雨量随坡向变化的分布见图 4。从图中可以明显地看出,降雨量的平均值随坡向变化的分布为阴沟坡>阴坡>峁顶>阳沟坡>阳坡。实验地区地处晋西黄土高原,夏季季风向以西南风为主,即西南向坡为迎风坡,东北向为背风坡。从阴阳坡的划分标准而言,南向坡为阳坡,即迎风坡;北向坡为阴坡,即背风坡。因此,从实验地区降雨量阴坡>阳坡的结果可以推出背风坡>迎风坡的规律。

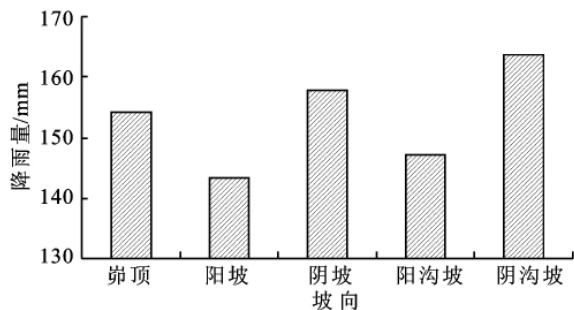


图 4 降雨量随坡向变化分布

具体到某一高程范围数据,从图 4 可以看出,阴坡降雨量>阳坡降雨量。对于不同高程而言,坡地降雨受风向等条件影响略有区别,导致高程为 1 161 m 范围阴沟坡略小于阳沟坡的结果,其它高程范围均符合阴坡>阳坡的分布规律。图 5 为各个高程区域不同坡向降雨量平均值统计数据。

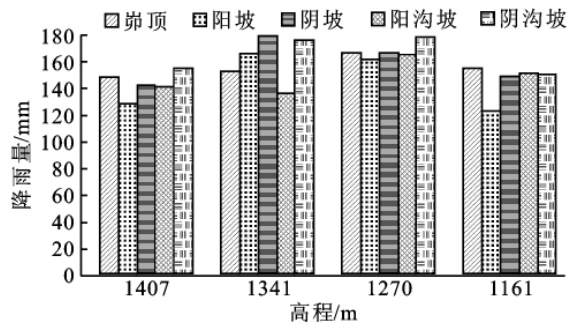


图 5 不同高程降雨量随坡向变化分布

从以上实测数据分析过程看出,在微地形前提下对降雨数据进行对比,可以得出一定的分布规律:随着高程的增加,降雨量先增加后减少,降雨量最大值出现在高程为 1 280 m 附近;随坡向变化降雨量的变化为背风坡>迎风坡,阴坡>阳坡,峁顶将降雨量适中。

4 结论

丘陵沟壑区的山地降雨,在不考虑坡向影响的情况下,降雨量随着高程的增加,先增加后减少,降雨量最大值出现在高程为 1 280 m 附近;在统一高程,不同坡向情况下降雨量的分布规律为:背风坡>迎风坡,即阴坡>阳坡,峁顶降雨量适中。

本研究是在一定的时期内,通过收集不同高程,不同坡向的一些相对独立的观测点的数据进行分析,由于数据量比较小,对得出的分布规律只能做定性分析,无法得到定量结果,这就需要后期不断进行数据补充和研究分析。另外,空间降雨分布是一个比较复杂的过程,本文只是针对高程和坡向这两个地形因素进行分析,其他方面的影响因素也有待于进一步的研究和分析。

参考文献:

- [1] 姚丽华. 气象学[M]. 北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 袁嘉祖. 华北地区山坡小气候与造林成活率[C]//山地气候文集编委会. 山地气候文集. 北京:气象出版社,1984.
- [3] 徐学选,张北赢,琚彤军. 黄土丘陵区降雨、径流、土壤水分的时空分布与利用对策[J]. 生态环境,2005,14(6): 890-893.
- [4] 傅抱璞. 山地气候研究的若干问题[C]//山地气候文集编委会. 山地气候文集. 北京:气象出版社,1984.
- [5] 何红艳,郭志华,肖文发. 降水空间插值技术的研究进展[J]. 生态学杂志,2005,24(10):1187-1191.
- [6] 樊述全. 鄱阳湖流域降雨时空分布规律及其水文响应[D]. 南京:河海大学,2007.
- [7] 李丽娟,王娟,李海滨. 无定河流域降雨量空间变异性研究[J]. 地理研究,2002,21(4):434-439.

表 2 各站影响因子及其虚拟洪水冲刷效果

断面	影响因素				横断面冲刷效果			输沙平衡法 计算(万 t) ‘—’为冲
	平均流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	历时/d	河相系数	初始断面 面积/m ²	ΣA ₂ / m ²	流量 2000 m ³ / s 下的流速/ (m·s ⁻¹)	增加流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	
巴彦高勒	2400	10	—	[500,800]	286	1.3~1.7	371~486	巴—三河段:
三湖河口	2250	10	[3,10]	[400,600]	174~392*	1.5~2.0	(261~588) _{v=1.5} (348~784) _{v=2.0}	—121
头道拐	2000	10	—	[550,700]	—15	1.5~1.8	—22~—26	三—头河段: —35

注:“*”三湖河口站冲淤面积值的发生概率为 69.3%。均值为 283 m²。

3.3 合理性分析

对于以上方法的合理性分析,采用传统的输沙平衡法进行比较。利用黄科院张晓华^[9]分析的宁蒙河段各站输沙率变化规律,分别建立了主要水文站输沙率与流量、上站(上游干流水文站+支流)的含沙量相关关系:

巴彦高勒站:

$$Q_{S巴}=0.000164Q_{巴}^{1.24}S_{石}^{1.083} \tag{9}$$

三湖河口站:

$$Q_{S三}=0.000159Q_{三}^{1.377}S_{巴}^{0.489} \tag{10}$$

头道拐站:

$$Q_{S头}=0.000064Q_{头}^{1.482}S_{三}^{0.609} \tag{11}$$

虚拟洪水条件如前所述,含沙量采用石嘴山 2 500 m³/s 流量下多年均值,为 5 kg/m³。利用公式(9)–(11),用输沙平衡法计算得到石—巴,巴—三,三—头 3 个河段的冲淤量分别为—181,—121,—35 万 t。见表 2,也是下游河段冲刷不多,与前面所述方法计算结果相吻合。

4 结 论

(1)通过实测资料、利用梯形面积近似代替水位变化引起的断面面积变化值可以近似计算出各时段由于冲淤引起的断面面积变化值,量化了次洪横断面面积变化。

(2)次洪横断面冲淤预估方法,具有广泛适用性。

应用在内蒙古河段,计算结果与传统的输沙平衡法计算结果相吻合,不但能够定性的反映河道冲淤情况,而且能够利用较少资料定性的对次洪横断面变化进行预估,为预估洪水冲淤导致的横断面面积变化及多沙河道治理决策者提供参考依据,为河道防灾减灾决策服务。

参考文献:

[1] 龙虎,杜宇,邬虹霞,等. 黄河宁蒙河段河道淤积萎缩及其对凌汛的影响[J]. 人民黄河,2007(29)3:25-26.
[2] 夏军强,王光谦,吴保生. 游荡型河流演变及其数值模拟[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005:137-177.
[3] 罗付岩,徐海云. 拟蒙特卡洛模拟方法在金融计算中的应用研究[J]. 数据统计与管理,2008(7):306-610.
[4] 秦毅,郑学萍,李怀恩,等. 渭河下游洪水变化特点及成因[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(3):70-74.
[5] 赵文林,程秀文,侯素珍,等. 黄河上游宁蒙河道冲淤变化分析[J]. 人民黄河,1999,21(21)6:11-14.
[6] 杨根生,拓万全. 风沙对黄河内蒙古河段河道淤积泥沙的影响[J]. 西北水电,2004(3):44-49.
[7] 胡兴林,畅俊杰,赵昌瑞,等. 利用人造洪水冲刷黄河内蒙古淤积河道的可能性分析[J]. 中国沙漠,2007,27(6):1085-1089.
[8] 秦毅,张德生. 水文水资源应用数理统计[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2006:100-104.
[9] 张晓华,郑艳爽,尚红霞. 宁蒙河道冲淤规律及输沙特性研究[J]. 人民黄河,2008,30(11):42-44.

(上接第 182 页)

[8] 袁世琼. 流域平均降雨量计算方法的探讨[J]. 四川水利,1987(4):4-13.
[9] 傅抱璞. 山地气候[M]. 北京:科学出版社,1987.
[10] 孙鹏森,刘世荣,李崇巍. 基于地形和主风向效应模拟山区降水空间分布[J]. 生态学报,2004,24(9):1910-1915.
[11] 苏宏新,桑卫国. 山地小气候模拟研究进展[J]. 植物生态学报,2002,26(增刊):107-114.