

近 50 年赣西北大坑小流域径流对降雨的响应

刘士余, 章俊霞, 罗志军, 陈文波

(江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045)

摘要:根据赣西北大坑小流域 1957—2005 年逐日降雨和径流资料,采用时间序列分析法和统计回归分析法,对降雨变化及径流的响应进行了分析。结果表明:(1)大坑小流域 1957—2005 年平均年降雨量为 1 596.3 mm,其年内变化为典型的单峰型曲线,降雨的季节差异非常明显,同时,降雨量的年际变化较大,总体呈增加趋势。(2)大坑小流域 1957—2005 年平均年径流深为 814.3 mm,其年内变化为单峰型曲线,径流深的季节差异较大,同时,径流深的年际变化较大,总体呈增加趋势。(3)从年径流深与年降雨量的回归分析可知,大坑小流域的降雨量与径流深之间存在密切的相关性。当水文年降雨量增加或减少 10% 时,年径流深会表现出增加或减少 17.8% 的正响应;当水文年降雨量增加 20% 或减少 30% 时,年径流深会表现出增加 35.6% 或减少 53.4% 的正响应。

关键词:赣西北大坑小流域; 降雨; 径流; 响应

中图分类号:P468.0⁺24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0019-04

Response of Runoff to Rainfall in Dakeng Small Watershed in Northwestern Jiangxi Province over the Last 50 Years

LIU Shi-yu, ZHANG Jun-xia, LUO Zhi-jun, CHEN Wen-bo

(College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Based on the data from 1957—2005 in Dakeng Small Watershed in Northwestern Jiangxi Province, the analysis of precipitation variation and its runoff response were carried out by mean of time-serial eigenvalue, statistical regression. The results suggested that: (1) annual mean precipitation is 1 596.3 mm, which monthly variation has presented a single-peak pattern during a year, and the difference of quarterly precipitation is very obvious. What's more, the annual variation of precipitation is bigger and presents increasing tendency totally; (2) annual mean runoff depth is 814.3 mm, which monthly variation has presented a single-peak pattern during a year, and the difference of quarterly runoff depth is very obvious. What's more, the annual variation of runoff depth is bigger and presents increasing tendency totally; (3) runoff depth changes are closely correlated with precipitation variations. While annual hydrological precipitation increased or decreased by 10%, annual runoff depth shows 17.8% of positive response. Meanwhile, while annual hydrological precipitation increased or decreased by 20% (30%), the corresponding annual runoff depth shows 35.6% (53.4%) of positive response.

Key words: Dakeng Small Watershed in Northwestern Jiangxi Province; rainfall; runoff; response

全球气候变暖驱动陆地和海洋的水循环加强,为降雨量增加创造条件的同时,也会改变降雨分布的时空格局,最终导致降雨特征的变化。降水量多少及其季节分布、极端程度与频率等是一个地区气候特征的重要体现^[1-4]。在气候变化背景下,中国平均降水量变化趋势不明显,但区域降水变化波动较大^[5-8]。同

时,降雨是导致径流变化的最主要因素之一,且径流的年内变化直接与河川的洪涝灾害相联系。迄今国际上已有大量的有关气候变化对径流影响的研究,也有众多有关气候与径流变化关系的研究,在这些研究中不仅强调气候变化对年径流量的影响,而且着重强调径流的年内分布变化^[9-10]。因此,区域的降水变

收稿日期:2011-09-28

修回日期:2011-11-03

资助项目:江西省科技支撑计划项目(2009BSB09001);江西省自然科学基金青年项目(2009GQH0042);江西省教育厅青年科学基金项目(GJJ09472)

作者简介:刘士余(1975—),男,江西省南昌县人,博士,副教授,研究方向:水土保持与森林水文。E-mail:sluiy2@163.com

通信作者:陈文波(1974—),男,江西省上饶县人,博士,教授,研究方向:遥感信息与森林水文。E-mail:cwb1974@hotmail.com

化,尤其是流域尺度的降水变化情况,能更准确地揭示气候变化对区域水资源的影响^[11]。

本文以鄱阳湖流域的赣西北大坑小流域 1957—2005 年逐日降水量和径流量为基础,开展降雨变化趋势及径流的响应分析,旨在探讨近 50 a 该小流域降水变化及径流的响应规律。

1 研究区概况

赣西北大坑小流域是鄱阳湖流域修河的一级支流,面积 9.8 km²,位于东经 110°57′—114°56′,北纬 28°14′—29°22′。地处北亚热带向中亚热带过渡的区域,属亚热带季风气候区,气候湿润多雨,一年四季分明。春季多梅雨,夏季多暴雨,秋季燥热少雨,冬季常有冷空气侵入。据气象资料统计,大坑小流域雨量充沛,多年平均降雨量 1 559.4 mm,年平均气温 16.5℃,多年平均大于 10℃ 的活动积温为 5 282.5℃,多年平均相对湿度为 79.5%。日照充足,年均日照时数 1 572.1 h,多年平均太阳辐射总量为 4.28×10^5 J/cm²,多年平均蒸发量为 1 311.7 mm。当地主要风向为 NE 和 NNE,多年平均风速为 1.1 m/s。属森林气候区。

2 资料来源和研究方法

2.1 资料来源

本文选用赣西北大坑小流域 1957—2005 年定位观测的降雨、水文资料,包括日降雨量、日平均流量和降水量摘录表。

2.2 研究方法

本文采用的研究方法包括时间序列分析法和统计回归分析法。分析大坑小流域 1957—2005 年降雨量的年内分配(包括月、季节降雨量的分配特征)及降雨量的年际变化趋势;分析大坑小流域 1957—2005 年径流深的年内分配(包括月、季节径流深的分配特征)及径流深的年际变化趋势。通过建立年径流深与年降雨量的回归关系方程,定量分析径流深的年内、年际变化对降雨变化的响应程度。

3 结果与分析

3.1 降雨量的变化分析

通过对大坑水文站 1957—2005 年逐日降雨资料的整理,得到大坑小流域月、季、年等多个时间尺度上的降雨资料(季节是春季为 3—5 月,夏季为 6—8 月,秋季为 9—11 月,冬季为 12 月—翌年 2 月),为分析该小流域月、季、年等不同时间尺度上的降雨特征和变化趋势奠定基础。

3.1.1 降雨量的年内变化 结果显示,大坑小流域 1957—2005 年平均年降雨量为 1 596.3 mm。降雨量在各月的分配(年内变化)为典型的单峰型曲线,明显表现为从 6 月向前、后两端减少的特征,如图 1 所示。各月平均降雨量中,6 月最大为 270.1 mm,占全年降雨量的 16.9%,12 月最小为 45.5 mm,仅占全年降雨量的 2.9%。降雨主要集中在 3—7 月,这 5 个月的降雨量之和为 1 046.3 mm,占全年降雨量的 65.5%。

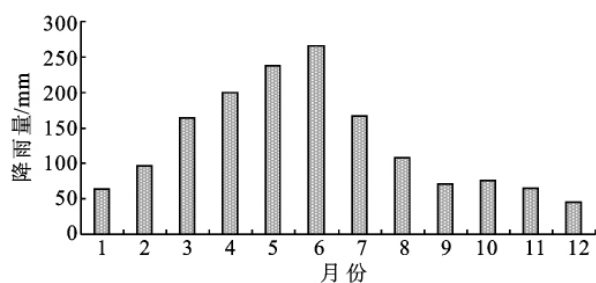


图 1 大坑小流域 1957—2005 年各月平均降雨量变化特征

同时,降雨量季节差异明显(图 2),其中春季(3—5 月)为 611.7 mm,占年降雨量的 38.3%,夏季(6—8 月)为 548.7 mm,占年降雨量的 34.4%,秋季(9—11 月)为 222.7 mm,占年降雨量的 14.0%,冬季(12 月—翌年 2 月)为 213.1 mm,占年降雨量的 13.3%。可见,春、夏季与秋、冬季的降雨差异很大,而春、夏季的降雨量比较接近,春季稍多;秋、冬季的降雨量比较接近,秋季略多。这反映了大坑小流域的季风气候特点。

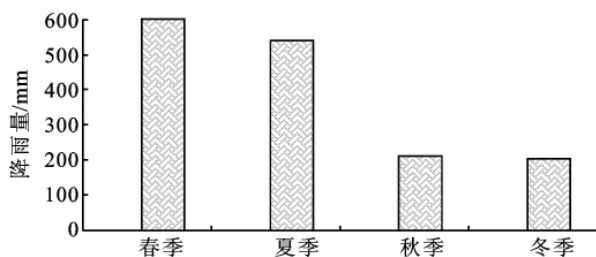


图 2 大坑小流域 1957—2005 年各季节平均降雨量变化特征

3.1.2 降雨量的年际变化 由图 3 可以看出,大坑小流域 1957—2005 年年降雨量变化总体呈增加趋势,同时也存在着峰值。其中,1963 年、1968 年、1971 年、1979 年、2004 年的降雨量偏小,分别为 1 238.7, 1 011.2, 1 149.1, 1 203.8, 1 260.5 mm,它们的降雨距平值分别为 -357.6, -585.1, -447.2, -392.5, -335.8 mm; 1961 年、1967 年、1983 年、1995 年、1998 年的降雨量偏大,分别为 1 922.4, 2 036.7, 2 141.6, 2 109.2, 2 362.7 mm,它们的降雨距平值分别 326.1, 440.4, 545.3, 512.9, 766.4 mm,表现出较大的年际变化。

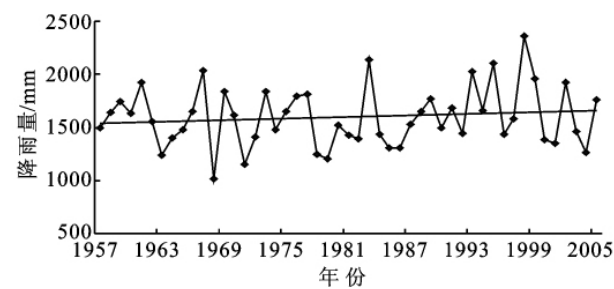


图 3 大坑小流域 1957—2005 年年降雨量变化趋势

3.2 径流深变化分析

通过对大坑水文站 1957—2005 年逐日流量资料的整理,得到大坑小流域月、季、年等多个时间尺度上的径流资料(季节是春季为 3—5 月,夏季为 6—8 月,秋季为 9—11 月,冬季为 12 月至翌年 2 月),为分析该小流域月、季、年等不同时间尺度上的径流特征和变化趋势奠定基础。

3.2.1 径流深的年内变化 大坑小流域 1957—2005 年平均年径流深为 814.3 mm。从图 4 可知,径流深在各月的分配(年内变化)很不均匀,为单峰型曲线,表现为从 6 月向前、后两端减少的特征。各月平均径流深 6 月最大为 170.0 mm,占全年径流深的 20.9%,12 月最小为 7.4 mm,仅占全年径流深的 0.9%。径流主要集中在 3—7 月,这 5 个月的径流深之和为 676.1 mm,占全年径流深的 83.0%。

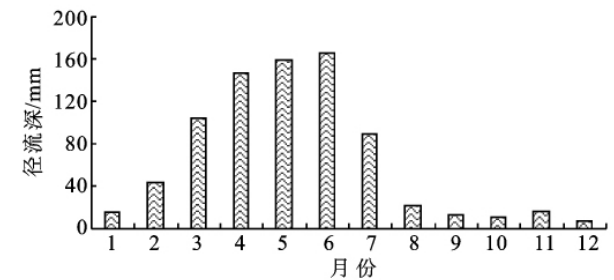


图 4 大坑小流域 1957—2005 年各月平均径流深变化特征

同时,径流深也表现为较大的季节差异见图 5,其中春、夏、秋、冬季分别为 412.8,287.5,43.9,70.2 mm,分别占年径流深的 50.7%,35.3%,5.4%,8.6%。由此可知,径流深主要集中在春、夏季,占年总径流深的 86.0%,而秋、冬季的径流深均很小。这就是长江中下游及其以南地区春、夏季节多发生洪涝灾害,而秋、冬季节又往往出现干旱的原因所在。

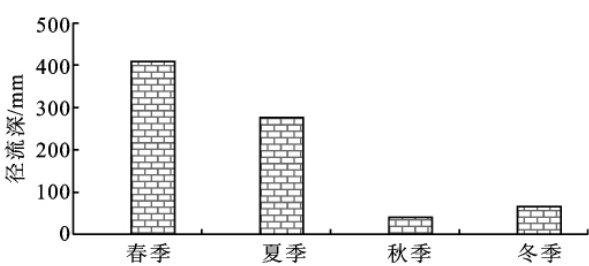


图 5 大坑小流域 1957—2005 年各季节平均径流深变化特征

3.2.2 径流深的年际变化 由图 6 可以看出,大坑小流域 1957—2005 年年径流深变化总体呈增加趋势,同时也存在着峰值,其中,1968 年、1972 年、1979 年、1986 年、2001 年的径流深偏小,分别为 361.6,493.8,404.2,456.4,578.3 mm,它们的径流深距平值分别为 -452.7,-320.5,-410.1,-357.9,-236.0 mm;1967 年、1969 年、1983 年、1995 年、1998 年的径流深偏大,分别为 1394.9,1193.0,1252.3,1291.0,1468.9 mm,它们的径流深距平值分别为 580.6,378.7,438.0,476.7,654.6 mm,表现出较大的年际变化。

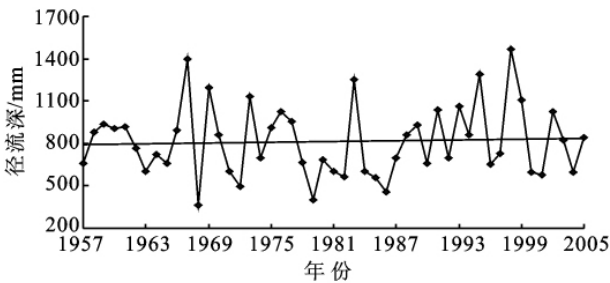


图 6 大坑小流域 1957—2005 年年径流深变化趋势

总之,无论从月、季节的时间尺度来说,还是从年的时间尺度来说,大坑小流域径流深的年际变化趋势与降雨量的年际变化趋势基本上是同步的。

3.3 径流深变化对降雨变化的响应

降雨量与径流深的相关性大小能在一定程度上反映该小流域的径流受人类活动影响的大小^[12]。为此,采用线性回归分析法建立大坑小流域 1957—2005 年的年径流深(y)与年降雨量(x)的回归方程为 $y = 0.8993x - 614.3 (r^2 = 0.8707)$ 示。可知,大坑小流域降雨和径流二者之间存在密切的相关性,相关系数可达 0.93。由此可知大坑小流域受人类活动影响较小。

表 1 大坑小流域径流深对降雨量变化的响应

项目	ΔX						
	-30%	-20%	-10%	0	10%	20%	30%
降雨量 X/mm	1091.6	1247.5	1403.5	1559.4	1715.3	1871.3	2027.2
径流深 Y/mm	367.6	507.9	648.1	788.3	928.6	1068.8	1209.0
$\Delta Y/\%$	-53.4	-35.6	-17.8	0.0	17.8	35.6	53.4

为定量分析大坑小流域径流对降雨的响应程度,以大坑小流域 1957—2005 年平均降雨量为基数,以

建立的年径流深与年降雨量回归方程为依据,计算出降雨量增加或减少 10%,20%,30%的情况下径流深

的变化情况,结果如表 1 所示。可知,当大坑小流域水文年降雨量增加或减少 10% 时,年径流深会表现出增加或减少 17.8% 的正响应;当水文年降雨量增加或减少 20% (30%) 时,年径流深会表现出增加或减少 35.6% (53.4%) 的正响应。这些都说明影响大坑小流域径流深的主导因子是降雨量。

4 结 论

(1)大坑小流域 1957—2005 年平均年降雨量为 1 596.3 mm,其年内变化为典型的单峰型曲线。降雨主要集中在 3—7 月,占全年降雨量的 65.5%。降雨量的季节差异亦非常明显,春、夏、秋、冬等季节的降雨量分别占年降雨量的 38.3%,34.4%,14.0%,13.3%。同时,降雨量的年际变化较大,总体呈增加趋势。

(2)大坑小流域 1957—2005 年平均年径流深为 814.3 mm,其年内变化为单峰型曲线,径流主要集中在 3—7 月,占全年径流深的 83.0%。径流深也表现为较大的季节差异,春、夏、秋、冬等季节的径流深分别占年径流深的 50.7%,35.3%,5.4%,8.6%。同时,径流深的年际变化较大,总体呈增加趋势。

(3)从年径流深与年降雨量的回归分析可知,大坑小流域的降雨量与径流深之间存在密切的相关性。经计算,当水文年降雨量增加或减少 10% 时,年径流深会表现出增加或减少 17.8% 的正响应;当水文年降雨量增加或减少 20% (30%) 时,年径流深会表现出增加或减少 35.6% (53.4%) 的正响应。

参考文献:

- [1] 张运福,王颖,赵春雨. 辽宁省雨日数的气候特征[J]. 自然灾害学报,2008,17(5):75-81.
- [2] 唐湘玲,魏文寿. 玛纳斯河流域气候变化对径流变化的影响[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2005,23(6):730-734.
- [3] Kamran H S, Goodrich D C, Myers D E, et al. Spatial characteristics of thunderstorm rainfall fields and their relation to runoff[J]. Journal of Hydrology, 2003, 271(1):1-21.
- [4] Marin C T, Boutena W, Sevinka J. Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and evaporation of intercepted water in four forest ecosystems in western Amazonia[J]. Journal of Hydrology, 2000, 237(1):40-57.
- [5] 任国玉,郭军,徐铭志,等. 近 50 年来中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报,2005,63(6):942-956.
- [6] 王顺德,王彦国,王进,等. 塔里木河流域近 40 a 来气候、水文变化及其影响[J]. 冰川冻土,2003,25(3):315-320.
- [7] 徐素宁,杨景春,李有利. 近 50 a 来玛纳斯河流量变化及对气候变化的响应[J]. 地理与地理信息科学,2004,20(6):65-68.
- [8] 康玲玲,余辉,王金花,等. 气候变化对黄河唐乃亥以上地区径流量的影响[J]. 水力发电,2005,31(7):22-24.
- [9] 叶柏生,李翀,杨大庆,等. 我国过去 50 a 来降水变化趋势及其对水资源的影响. I: 年系列[J]. 冰川冻土,2004,26(5):587-594.
- [10] 叶柏生,李翀,杨大庆,等. 我国过去 50 a 来降水变化趋势及其对水资源的影响. II: 月系列[J]. 冰川冻土,2005,27(1):100-105.
- [11] 王怀清,赵冠男,彭静. 近 50 年鄱阳湖五大流域降水变化特征研究[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(7):616-619.
- [12] 林承坤,吴小根. 长江径流量特性及其重要意义的研究[J]. 自然杂志,1999,21(4):200-205.

(上接第 18 页)

- [3] Eshel G, Levy G J, Mingelgrin U, et al. Critical evaluation of the use of laser diffraction for particle-size distribution analysis[J]. Soil Science Society of American Journal, 2004,68:736-743.
- [4] Konert M, Vandenberghe J. Comparison of laser grain-size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction [J]. Sedimentology, 1997,44:523-535.
- [5] Beuselinck L, Govers G, Poesen J, et al. Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method[J]. Catena, 1998,32:193-208.
- [6] 杨金玲,张甘霖,李德成,等. 激光法与湿筛—吸管法测定土壤颗粒组成的转换及质地确定[J]. 土壤学报,2009,46(5):772-780.
- [7] 刘雪梅,黄元仿. 应用激光粒度仪分析土壤机械组成的实验研究[J]. 土壤通报,2005,36(4):579-582.
- [8] 徐树建,杜忠花. 激光粒度仪测量风成堆积物粒度的实验研究[J]. 水土保持研究,2007,14(2):209-212.
- [9] 雷国良,张虎才,张文翔,等. Mastersize2000 型激光粒度仪分析数据可靠性检验及意义:以洛川剖面 S4 层古土壤为例[J]. 沉积学报,2006,24(4):531-539.
- [10] 庞奖励,黄春长,贾耀峰. 不同方法测定黄土和古土壤样品粒度的比较[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2003,31(4):87-92.