

重庆市降雨侵蚀力(R 值)的时空分布特征

张建国, 范建容, 王玉宽, 刘淑珍

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041)

摘 要: 依据有关降雨侵蚀力的计算方法, 利用重庆市 81 个测站连续 10 年的降水资料, 对重庆市不同地区的降雨侵蚀力 R 值进行了计算, 并在 ArcView 软件支持下对所得结果进行了系统的分析、研究。结果表明: (1) 重庆市降雨侵蚀力 R 值的月自然分布在不同区域间差异明显, 且月 R 值的年内动态变化显著; (2) 年 R 值在年际变化上具有两端低中间高的特点, 在空间分布上具有东高西低的特点。在全面地揭示了重庆市降雨侵蚀力(R 值)的时空分布特征的基础上, 为如何有效防止重庆市水土流失提出了有益的建议。

关键词: 重庆; R 值; 时空分布; 离差系数

中图分类号: S 157. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)01-0056-04

Temporal and Spatial Characteristics of R Value in Chongqing City

ZHANG Jian-guo, FAN Jian-rong, WANG Yu-kuan, LIU Shu-zhen

(Institute of Mountain Hazard and Environment, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China)

Abstract: According to the continuous rainfall data of ten years at 81 stations, the R value of different areas in Chongqing City were calculated. A systematic analysis and research on the result was made based on the support of ArcView software. The results show: (1) Sharp differences of R value of month exist among different areas, and a notable dynamic change of R value during a year also exist in Chongqing City; (2) The C_v of R value of year is higher in middle area than that in west and north-east areas, and the R value of year is higher in east areas than that in west areas. Based on a fully discussion of the temporal and spatial characteristics of R value of different areas in Chongqing City, some good advices, for how to prevent soil erosion effectively in Chongqing City, were finally made.

Key words: Chongqing; R value; temporal and spatial; distribution; C_v

降雨侵蚀力是降雨引起土壤侵蚀的潜在能力, 降雨侵蚀力因子(R 值)是评价这种潜在能力的一个动力指标。欲利用土壤流失方程(USLE)预报土壤流失量时, 拟定研究区域的降雨侵蚀力(R 值)是一项十分重要的工作。降雨侵蚀力指标的研究确定, 可为定量预报土壤流失, 科学制定水土保持措施提供可靠依据, 也为分析土壤可蚀性奠定了基础。重庆地貌以山地为主, 人多地少, 是我国水土流失严重的地区之一。近年来, 随着经济建设的高速发展, 对土地开发利用的广度和深度都有了很大增加, 由于缺乏相应的水土保持措施, 在一些区域造成了大量水土流失。为了给重庆市各级水土保持部门制定水土保持方针和编制水土保持规划提供科学依据, 我们对重庆市降雨侵蚀力的时空分布特征进行了系统分析。

1 计算方法

对降雨侵蚀力 R 值计算方法的研究, 国外开展较早, 美国学者威斯其迈尔和斯密斯^[1], 发现降雨的总动能(E)及其 30 min 最大雨强(I_{30})的乘积与土壤流失量的关系最为密切, 因而得出降雨侵蚀力表达式为:

$$R = E \cdot I_{30} \quad (1)$$

多年来, 在其他一些国家和我国, 一些水土保持科研部门一直引用这个公式计算降雨侵蚀力。然而, 由于这个计算公式是用美国的观测资料求得的, 而不同国家和地区在降雨特征、地貌条件等方面均与美国有着极大差异, 对于那些与美国差异较大的区域而言, 该公式很难满足实际需要, 因此, 不少学者开始根据本地区的资料来确定出适合本国或本地

收稿日期: 2003-06-25

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-330)

作者简介: 张建国(1973-), 男, 甘肃陇西人, 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所博士研究生, 主要从事土壤侵蚀动态监测方面的研究。

区的降雨侵蚀力 EI 最佳算法。我国的一些学者也根据我国不同地区的观测资料,确定出了适合我国不同区域的 EI 最佳算法^[2~6]。在实际应用中, R 值计算最为麻烦的是动能 E 的计算,由于 E 的计算需要降雨过程,而降雨过程要从自记雨量纸上查得,分析自记纸又是一件极费时间的事。况且在许多地区并无完整的自记降雨过程线资料。因此,在实际应用中 EI 最佳算法往往困难重重。为此许多学者都在寻找适合某一地区的 R 值简便算法^[7~10],即寻求一个通过常规降雨资料就可得到的参数,建立它与 R 值经典算法的关系,省去动能 E 的计算。我国的周伏健^[11]等人通过研究,提出了适合我国南方地区降雨侵蚀力 R 值的简易计算公式。如下:

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-2.6398 + 0.3046P_i) \quad (2)$$

式中: P_i ——月降雨量(mm); R ——年降雨侵蚀力指标 R 值($J \cdot cm/m^2 \cdot h$)。

2 重庆市概况

重庆市位于中国西南部,长江上游,地跨东经 $105^{\circ}11' \sim 110^{\circ}11'$,北纬 $28^{\circ}10' \sim 32^{\circ}13'$ 之间,东西长 470 km,南北宽 450 km,总面积 $8.2 \times 10^4 km^2$ 。地处四川盆地东南部,青藏高原与长江中下游平原的过渡地带,地势由南北向长江河谷逐级降低。重庆市的地貌类型以山地丘陵为主,山地(中山和低山)面积 $62413.24 km^2$,占幅员面积的 75.8%,丘陵面积为 $14985.76 km^2$,占幅员面积的 18.2%。重庆市综合农业区划(1999)将重庆划分为四大地貌类型区,即渝西方山丘陵区、渝中平行岭谷低山丘陵区、渝东南低中山区和渝东北低中山区。重庆市气候属中亚热带湿润季风气候,气候的一般特点和四川盆地相同,雨热同季,热量丰富,降水充沛,而季节分配不均,夏季受到副热带高压控制和地形影响,高温炎热,常出现严重伏旱。重庆共有水稻土、紫色土、黄壤、石灰岩土、黄棕壤、棕壤和山地草甸土 8 个土类,土壤一般较肥沃,土层较厚,适种性强,但平地 and 浅丘面积小,土地资源的地区差异较大,且耕地后备资源不足,人多地少,用地矛盾突出。由于山地多、坡度大,再加之降水季节分配不均,导致区类土壤侵蚀较为强烈。

3 R 值的时空分布变化

为了研究重庆市不同地区 R 值的时空分布变化特征,我们选择了 81 个测站,利用(2)式对 1975~1985 年连续 10 年的月 R 值及年 R 值进行了分类统计计算。并在 ArcView 软件支持下对所得计算结果进行了系统分析。

3.1 R 值的月分布

我们用各月份 R 值占全年 R 值的百分比表示 R 值的月自然分布情况,用最大 3 个月 R 值与年 R 值的百分比表示 R 值的月集中分布情况(见表 1 和图 1)。

从表 1 可以看出:

(1) R 值的月自然分布在不同区域间差异明显。我们以月 R 值占年 R 值的百分比大于 10% 这一指标来说明。从全

市总体情况,垫江、梁平及万州以北县区和西部方山丘陵区的潼南、大足、永川等县区的 R 值主要分布在 5~9 月,占年值的 73.8%~80.5%。其中垫江、梁平及万州以北县区主要集中在 7、6 两个月,占年 R 值的 36.8%~43.6%。西部方山丘陵区主要集中在 7、8 两个月,占年 R 值的 32.8%~38.4%;东南低中山区的石柱、丰都、黔江、彭水、酉阳、秀山等县区和中部平行岭谷区低山丘陵区的长寿、忠县、涪陵、渝北、市区等县区 R 值主要分布在 4~8 月,占年 R 值的 68.8%~76.1%,其中东南低中山区以 7、6 两个月最大,占年 R 值的 34%~39.5%,中部平行岭谷区则以 6、5 或 5、7 两个月最大,占年 R 值的 31.6%~35.1%;平行岭谷区南部的江津、巴南、綦江、南川等区县月 R 值占年 R 值的百分比大于 10% 的月份仅为 5~8 四个月,占年 R 值的 58.4%~68.1%。

由图 2~1 可以看出,各地区的 R 值的月集中分布程度差异较大。高值区主要分布在东北部的城口、巫溪、开县、云阳、以及万县和奉节的北部地区。此外,东南低中山区黔江和西部方山丘陵区的荣昌、大足、永川以及平行岭谷区南部綦江和南川的南部区域也较为集中,以最大 3 个月 R 值占年 R 值的百分比为例,上述区域都在 50.7%~57.3% 之间。而中部平行岭谷区的长寿、忠县、涪陵、垫江、渝北、北碚、江北等县区及东南低中山区的酉阳和秀山程度较低,最大三个月 R 值只占年 R 值的 42.5%~47.4%。

(2) 由于地形和气候条件的影响,在同一较小区域内,个别站点的 R 值的集中程度较这一区域的其它站差异较大,如东北低中山区的城口双河站,最大三个月 R 值占到年 R 值 57.3%,较这一区域的其他站明显偏高。

(3) 从占年 R 值百分比最大月份的排序看,就 81 个站综合分析,最大两个为 7、6 月份的有 45 个站,占 55.6%,为 6、5 月份的有 14 个,占 17.3%,为 7、8 月份的有 10 个,占 12.3%,为 5、7 两月份的有 7 个,占 8.6%。最大一个月为 7 月份的有 49 个,为 6 月份的有 19 个,为 5 月份的有 9 个站,8 月份的有 4 个。另外,从区域间来看,万州以北区域和东南低中山区测站占年 R 值的百分比最大两个月均为 7、6 两个月,西部方山丘陵区的潼南、永川、大足、铜梁为 7、8 两月,而中部平行岭谷低山丘陵区的 R 值百分比最大两个月的排序比较散。

3.2 月 R 值的年内动态变化

从表 1 可以看出,从上年 11 月到次年 3 月份,降雨侵蚀力均很低,各个测站在这 5 个月的 R 值的总和与年 R 值的比值均小于 15%。因此,从上年 11 月到次年 3 月间的这 5 个月对年 R 值的贡献很小,不做逐月分析。

为了揭示重庆市月 R 值得年内动态变化,我们对 4~10 月份降雨侵蚀力 R 值的分布图进行了逐月分析,发现重庆市月 R 值的年内动态变化显著。从 4 月开始,全区降雨侵蚀力迅速增大,各个测站的月 R 值都开始大于 16。从空间分布情况看,4 月份高值区分布在中部平行岭谷区的梁平、忠县、垫江、长寿、涪陵以及东南低中山区的石柱、秀山等区县。东

北低中山区、西部方山丘陵区和平行岭谷区的南部区域为低值区。5 月份全区降雨侵蚀力进一步增大, 高值区由中部和东南部向东北和西部南部扩展, 除了东部方山丘陵区 and 东北低中山区的巫溪巫山以及东南低中山区的丰都、彭水较小外, 其余区域都较高。6 月份降雨侵蚀力低值区主要分布在渝北、主城区、巴南、江津一线以西, 以及东北低中山区的巫山、奉节两县。而其他区域则相对较高。7 月份, R 值的空间分布有了很大变化, 高值区向东北方向撤退。垫江、忠县、石柱、黔江一线以北为高值区, 以南为低值区。形成高值区与低

值区分秋色的局面。到了 8 月份降雨侵蚀力在区域间分配较均匀, 区域间差异不明显, 而各个区域内部差异较大, 如涪陵的青羊站为 47.7, 而同为涪陵的清西场站却只有 35.6。相差 12.1。9 月份降雨侵蚀力高值区主要分布在梁平、万州以北区域, 低值区则主要分布在中部平行岭谷区的垫江、忠县以南区域。东南低中山区和西部方山丘陵区居中。到了 10 月份则除了长寿、涪陵、南川一线以东区域降雨侵蚀力较小外, 其他区域均相对较高。

表 1 重庆市部分测站各月份 R 值占年 R 值的百分比 %

县/区	站名	月 份											
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
城口	双河		0.5	2.5	6.9	10.4	12.8	25.3	13.7	18.4	6.8	2.4	0.3
巫溪	西宁		0.7	2.0	7.0	10.6	14.6	25.6	13.4	15.4	8.3	2.1	0.5
巫山	大昌	0.6	0.8	3.0	7.1	11.1	16.3	20.1	12.1	14.5	10.6	2.9	0.9
奉节	渡口坝	0.3	0.7	3.0	7.3	11.2	17.6	22.9	11.2	12.9	9.0	3.1	0.8
云阳	兴华	0.3	0.6	3.0	7.4	15.0	17.6	20.2	12.2	11.2	9.2	2.6	0.7
开县	正坝	0.5	1.1	3.1	7.9	11.1	15.6	22.0	12.4	14.5	8.0	2.9	0.9
万县	白羊	0.3	0.7	3.0	8.7	12.7	17.6	19.4	14.4	10.688	3.1	0.8	
梁平	老营	0.9	1.0	3.4	9.1	11.9	14.4	19.3	12.1	13.0	9.9	3.8	1.3
垫江	梅市	0.5	0.5	3.3	9.7	14.1	16.5	17.1	12.7	11.3	9.5	3.9	1.1
石柱	沙子	0.3	0.5	3.2	10.0	11.9	17.6	21.3	13.1	8.7	9.2	3.3	0.9
丰都	廖家坝		0.4	3.2	11.6	15.5	16.4	17.6	15.1	6.6	9.2	4.1	0.5
黔江	白石关	0.7	0.9	3.7	10.5	13.4	18.8	20.7	12.6	6.6	7.6	3.4	1.1
酉阳	龙潭	1.3	1.4	4.2	11.2	15.4	15.2	13.3	14.7	10.0	7.8	4.2	1.4
秀山	中溪	2.3	1.4	4.4	10.2	13.9	15.0	14.5	13.2	8.2	10.3	4.7	2.0
长寿	飞龙	1.0	0.6	4.0	11.6	14.5	16.7	14.1	13.7	7.6	9.7	4.9	1.6
忠县	永丰	0.8	0.9	3.9	11.3	12.8	15.9	16.5	12.4	9.3	10.1	4.8	1.4
涪陵	清溪场	1.0	0.9	3.2	12.1	15.5	17.4	12.7	11.6	7.4	11.8	4.6	1.7
渝北	兴隆	1.5	0.8	3.1	10.1	15.4	14.8	15.5	14.4	9.4	9.0	4.3	1.8
江津	李市	1.6	1.7	3.1	8.9	16.9	15.4	15.8	12.2	8.6	9.2	4.1	2.5
巴南	太平	1.3	1.4	3.2	9.4	17.9	16.3	12.8	14.4	7.8	9.8	4.1	1.7
城区	寸滩	1.2	0.7	2.7	9.9	19.6	13.8	15.5	13.3	7.9	9.2	4.5	1.7
潼南	泰安镇	1.0	0.4	2.2	8.1	13.0	13.2	20.9	15.1	14.8	6.3	3.9	1.1
大足	万古	1.1	0.6	2.6	8.9	13.9	12.6	19.2	16.1	11.9	8.3	3.8	1.1
永川	双石桥	1.4	1.2	2.2	7.3	14.0	10.6	16.5	22.4	11.7	7.3	4.0	1.5
綦江	东溪	0.8	0.6	1.9	8.9	15.0	17.3	18.9	15.7	8.6	7.3	3.4	1.4
南川	小河坝	0.5	0.4	2.1	8.9	16.6	19.6	18.7	12.6	8.0	8.5	3.4	0.6

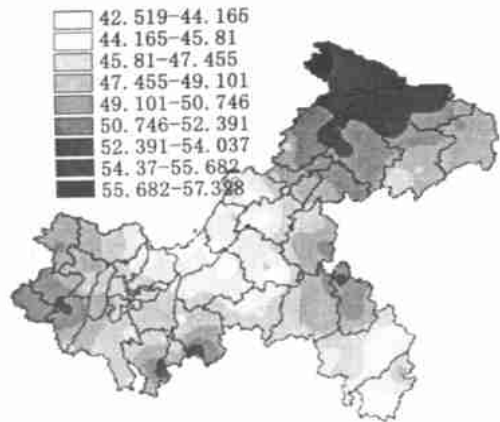


图 1 最大 3 个月 R 值的百分比分布 (%)

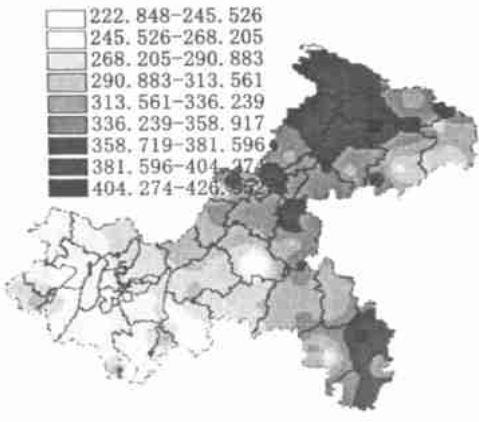
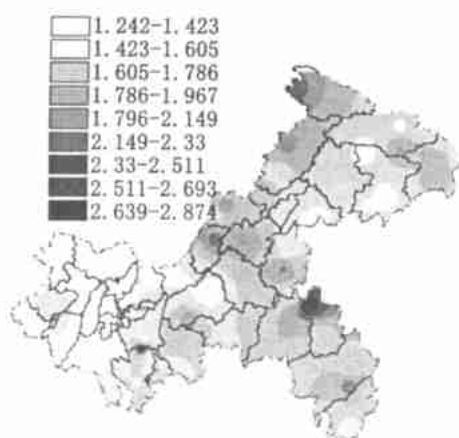


图 2 重庆市年 R 值分布图

图 3 最大年 R 值与最小年 R 值的比值分布图

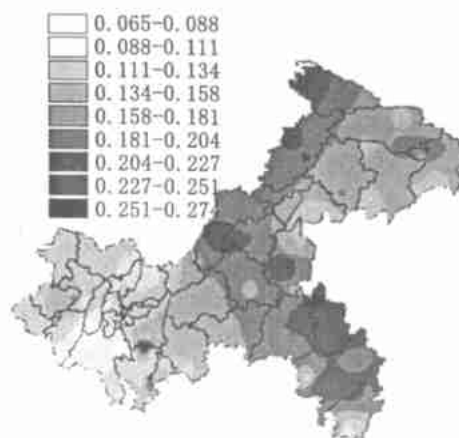
3.3 R 值的年际变化

关于 R 值的年际变化特征, 我们用 2 种指标表示, 一是离差系数 C_v ; 二是最大年 R 值与最小年 R 值的比值(结果见图 3 和图 4)。

从图上可以看出: (1)最大年 R 值与最小年 R 值的比值的分布特征与年 C_v 值的分布特征相似。(2) C_v 值在空间分布上具有两端低中间高的特点。年际变化比较大的区域分布在城口、开县、梁平、垫江、忠县、石柱、丰都、彭水、石柱、黔江、酉阳等区县, 这些区域的离差系数都较高($C_v > 0.18$)。长寿、巴南、綦江一线以西区域以及东北部的万县及奉节和巫溪的南部区域 R 值年际变化小。其中江津的年纪变化最小, 离差系数小于 0.13。

3.4 年 R 值的空间分布

从图 2 可以看出: (1)重庆市年降雨侵蚀力年 R 值在空间分布上具有东高西低的特点。合川、北碚、南岸、巴县、南川、一线以东为低值区(R 值小于 290)。垫江、丰都、彭水一线以东为高值区(R 值大于 336), 两线所夹的中间区域 R 值居中。(2)在小的区域内部由于地形地貌的影响, 降雨侵蚀力

图 4 年 R 值的离差系数分布图

的内部差异较大。如东北部奉节的五马、巫溪的庙宇、巫山的官渡降雨侵蚀力较东北区域的平均值明显偏低。

4 建议

降雨侵蚀力是土壤侵蚀的动力因子, 其时空分布特征直接影响到土壤侵蚀的强弱及时空分布变化, 各级水土保持部门在制定水土保持方案及措施时应充分认识到这一点。如前文所述, 重庆市降雨侵蚀力年内变化较大, 各月间差异很大。因此, 对于一些需大面积破坏地表的工程, 应尽可能避免在降雨侵蚀力较高的月份施工, 如非施工不可, 则需做好相应的水土保持措施以防止水土流失。对于坡耕地而言, 在降雨侵蚀力较高的月份应尽量避免对土地的扰动, 同时增大植被(作物)盖度, 防止地表裸露。另外, 根据重庆市降雨侵蚀力在空间分布上差异也较大的特点, 有关部门应加大对降雨侵蚀力高值区的治理力度, 加大对这些区域的水土保持经费的投入。通过农耕制度的改良、坡改梯工程、植树造林、封山育林、退耕还林等措施来减少土壤侵蚀, 防止生态环境恶化。

参考文献:

- [1] Wischmeier W H, Smith D D. Rain fall energy and its relationship to soil loss[J]. Transactions, American Geophysical Union, 1958, 39: 285- 291.
- [2] 张宪奎 黑龙江省土壤流失预报方程中 R 指标的研究[A]. 水土保持理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992 63- 66
- [3] 王万忠 黄土地区降雨侵蚀力 R 指标的研究[J]. 中国水土保持, 1987, (12): 34- 38
- [4] 贾志军 晋西黄土丘陵降雨侵蚀力 R 指标的确定[J]. 中国水土保持, 1986, (6): 19- 22
- [5] 江忠善, 贾志伟, 等 降雨特征与水土流失关系的研究[J]. 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1990, (12): 9- 15
- [6] 吴素业 安徽大别山区降雨侵蚀力指标的研究[J]. 中国水土保持, 1992, (2): 32- 33
- [7] 黄炎和, 等 闽东南降雨侵蚀力指标 R 值得研究[J]. 水土保持学报, 1992, 6(4): 1- 5
- [8] 卜兆宏, 等 降雨侵蚀力因子所算法的初步研究[J]. 土壤学报, 1992, (4): 408- 417.
- [9] 吴素业, 等 安徽大别山区降雨侵蚀力简化算法与时空分布规律[J]. 中国水土保持, 1994, (4): 12- 13
- [10] 刘秉正 渭北地区 R 的计算分布[J]. 西北林学院学报, 1993, (2): 21- 29
- [11] 周伏建, 等 福建省降雨侵蚀力指标 R 值[J]. 水土保持学报, 1995, 9(1): 13- 18