

集水区尺度降雨侵蚀力空间分布对土壤流失的影响

程琳琳¹, 赵文武^{2*}, 张银辉³, 徐海燕²

(1. 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083; 2. 北京师范大学资源学院
地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875; 3. 中国科学院对地观测与数字地球科学中心, 北京 100190)

摘 要: 为探讨降雨侵蚀力空间分布对土壤流失的影响效应, 该文以黄土丘陵沟壑区子长集水区为例, 将区域重心概念应用到降雨侵蚀力的空间分布研究中, 基于 GIS 探讨了降雨侵蚀力重心在不同年份间的变迁对土壤流失的影响。研究结果表明: 降雨侵蚀力重心与水文站点、大于 15°坡度重心的距离会显著影响土壤流失; 当降雨侵蚀力重心位于水文站点和较陡坡度重心中间位置时, 也会产生较多土壤流失; 降雨侵蚀力重心在南北方向上变化对土壤流失影响不大, 但在东西方向上的移动能够明显改变土壤流失。在集水区尺度上, 随着降雨侵蚀力空间分布的变化, 降雨侵蚀力与坡度、土地利用、水文站点的空间耦合关系将发生改变, 从而导致土壤流失量的增加或减少。

关键词: 降雨, 侵蚀, 土壤, 区域重心, 土壤流失, 空间分布

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2009.12.012

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2009)-12-0069-05

程琳琳, 赵文武, 张银辉, 等. 集水区尺度降雨侵蚀力空间分布对土壤流失的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(12): 69—73.

Cheng Linlin, Zhao Wenwu, Zhang Yinhui, et al. Effect of spatial distribution of rainfall erosivity on soil loss at catchment scale[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(12): 69—73. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

降雨侵蚀力是土壤侵蚀的主要因子, 根据通用水土流失方程 $A=R \times K \times L \times S \times C \times P$ (式中: A 为年均土壤流失量; R 为降雨侵蚀力因子; K 为土壤可蚀性因子; L 为坡长因子; S 为坡度因子; C 为作物覆盖与管理因子; P 为土壤保持措施因子)^[1-3], 降雨侵蚀力与土壤流失量的关系在坡面尺度上是较好的线性关系。但是, 随着尺度逐渐增加到集水区、流域或更大尺度时, 降雨侵蚀力在空间上的分布将发生很大的变化^[4-8], 降雨侵蚀力的平均值与土壤流失量之间不再表现出良好的线性关系, 从而增加了降雨侵蚀力空间分布与土壤流失量关系研究的复杂性。对于该问题的解决, 有的学者结合地理信息系统 (GIS) 将降雨侵蚀力作为一个空间图层来处理, 以反应降雨侵蚀力的空间变异^[9-10]; 有的则采用其他的空间分布式物理模型来加以解决^[11-13]。但是这些研究方法却不能较好地体现降雨侵蚀力的空间分布特征对土壤流失的影响比较直观地表现出来。区域重心 (或称为空间均值) 作为空间数理统计的一个基本统计量, 它能够根据“重心偏离”来比较直观地指示出空间现象的不均衡分布程度^[13-14]。若将区域重心的概念应用到降雨侵蚀力的空间分布研究中, 用降雨侵蚀力重心来表示每一年降雨侵蚀力

的空间分布均值, 可以通过不同年份降雨侵蚀力重心相对于区域几何中心的偏离程度来直观地反映降雨侵蚀力空间分布在不同年份间的差异; 在此基础上分析降雨侵蚀力重心在不同年份间的变迁对土壤侵蚀的影响。

基于此, 本文将区域重心的概念引入到降雨侵蚀力的空间分布研究中, 以黄土丘陵沟壑区的子长集水区为例, 基于 GIS 技术, 通过探讨不同年份降雨侵蚀力重心的变迁对土壤流失的影响, 试图为降雨侵蚀力空间分布对土壤侵蚀的影响研究提供一种新的思路, 并进而为黄土丘陵沟壑区水土流失综合治理和土地利用格局优化研究等提供依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

黄土丘陵沟壑区子长集水区地处陕西延安地区北部, 位于 109°11'~109°43'E, 37°1'~37°19'N 之间, 属黄河中游河口镇—龙门区间的一级支流清涧河流域的一部分, 面积 917 km²。本研究所用数据资料主要包括子长集水区的各雨量站点逐日降雨量、水文站点的输沙率、土地利用现状图和数字高程模型 (DEM) 数据等。其中, 土地利用图源于中国黄土高原地区资源与环境遥感系列图编委会于 1991 年 12 月出版的《中国黄土高原地区土地利用现状图》, 该图是利用准同步 1986 年 TM 图像作为数据源解译所得; 逐日降雨量和年输沙量数据源于《中华人民共和国水文年鉴—黄河流域水文资料》; 为了与土地利用现状图相匹配, 选择了子长水文站 1981 至 1989 年共 9 个年份的降雨量和输沙率数据; DEM 数据源于国家基础地理信息中心的 1:50 000 数据库, 该数据是基于 1:50 000 地形图生成, 分辨率为 25 m×25 m。

收稿日期: 2009-01-06 修订日期: 2009-11-16

基金项目: 地表过程与资源生态国家重点实验室 (北京师范大学) 自由探索课题 (2008—ZY—08) 和国家重点基础研究发展计划 973 计划 (2007CB106806)

作者简介: 程琳琳 (1977—), 女, 山东宁阳人, 博士生, 主要从事土地利用、土地资源、土地管理等方面的研究。Email: chl@cumt.edu.cn.

*通信作者: 赵文武 (1976—), 男, 山东曹县人, 博士, 主要从事土地利用与生态过程、GIS 应用方面的研究。Email: zhaoww@bnu.edu.cn

1.2 研究方法

本研究的基本思想是根据不同年份降雨侵蚀力重心的变迁及其与坡度等级重心、土地利用重心、区域几何中心和水文站点的空间位置关系, 来分析降雨侵蚀力空间分布对土壤流失的影响。其研究方法主要涉及到降雨侵蚀力的计算、降雨侵蚀力重心与其他重心(或中心)的计算和降雨侵蚀力重心变迁对土壤侵蚀影响程度的表示方法等。

1.2.1 降雨侵蚀力的计算

子长集水区内共有子长、安定、李家岔等 8 个雨量站点, 集水区内逐年的降雨侵蚀力是在计算各站点降雨侵蚀力基础上, 基于 GIS, 应用反距离加权法进行空间插值, 获得降雨侵蚀力的栅格数据(分辨率为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$)。各站点逐年的降雨侵蚀力采用了章文波利用日雨量计算降雨侵蚀力的公式^[15]

$$M = \alpha \sum_{j=1}^k (P_j)^\beta$$

式中: M ——某半月时段的侵蚀力值, $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$, 半月时段的划分以每月 15 日为界, 前 15 d 作为一个半月时段, 该月剩下部分作为另一个半月时段, 这样将全年依次划分为 24 个时段; k ——半月时段内的天数; P_j ——半月时段内第 j 天的侵蚀性日雨量, 要求日雨量大于等于 12 mm , 否则以 0 计算; α 、 β ——模型待定参数, 与所在区域降雨特征有关, 其计算公式为

$$\beta = 0.8363 + \frac{18.144}{P_{d12}} + \frac{24.455}{P_{y12}}$$

$$\alpha = 21.586\beta^{-7.1891}$$

式中: P_{d12} ——日雨量 12 mm 以上(包括等于 12 mm) 的日平均雨量, mm ; P_{y12} ——日雨量 12 mm 以上的年平均雨量, mm 。

1.2.2 降雨侵蚀力重心与其他重心(或中心)的计算

降雨侵蚀力重心、土地利用重心等的计算是基于区域重心计算基础之上的。区域重心假设某一区域由几个小区单元构成, 其中第 i 个小区单元的中心坐标为 (X_i, Y_i) , M_i 为小区单元某种属性意义下的“重量”, 则该属性意义下的区域重心坐标为^[13]

$$\begin{cases} \bar{x} = \sum_{i=1}^n M_i X_i / \sum_{i=1}^n M_i \\ \bar{y} = \sum_{i=1}^n M_i Y_i / \sum_{i=1}^n M_i \end{cases}$$

若属性值 M_i 为各小区单元的面积, 则空间均值 (\bar{x}, \bar{y}) 就是区域的几何中心; 若属性值 M_i 为降雨侵蚀力空间分布图各栅格单元值的大小, 则空间均值 (\bar{x}, \bar{y}) 就是降雨侵蚀力的重心; 若属性值 M_i 为土地利用数据中不同用地类型的栅格单元值大小, 则空间均值 (\bar{x}, \bar{y}) 就是不同用地类型的重心; 若属性值 M_i 为不同坡度等级的栅格单元值大小, 则空间均值 (\bar{x}, \bar{y}) 就是不同坡度等级的重心。当降雨侵蚀力、土地利用、坡度等某一空间现象均值显著区别于区域几何中心时, 便指示出了这

一空间现象的不均衡分布, 即“重心偏离”^[14]。相应地, 不同年份降雨侵蚀力重心的变迁可以指示出不同年份降雨侵蚀力空间分布趋势的差异。

降雨侵蚀力重心的计算, 需要先将降雨侵蚀力的栅格数据转为点文件, 并将每个点的空间坐标和降雨侵蚀力导入点文件的属性库, 在此基础上根据区域重心公式对属性库进行操作, 计算出不同年份降雨侵蚀力重心的空间坐标。

为了分析降雨侵蚀力重心在集水区中的变迁特征及其与土地利用、坡度的空间关系, 还需要计算集水区的几何中心、土地利用重心和不同坡度等级的重心。这些重心(或中心)的计算都需要基于 GIS 对相关的数据库先进行处理, 获得不同分类条件下空间单元的中心坐标和相应的属性数据库, 然后根据区域重心公式计算。其中, 各重心(或中心)需要进行的 GIS 前期处理为: 1) 集水区几何中心的计算需要将集水区的范围图进行栅格化处理(栅格大小为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$), 转为点文件, 并通过添加空间坐标命令, 将各点空间坐标导入到点文件属性库; 2) 土地利用重心的计算需要将土地利用现状图进行栅格化处理(栅格大小为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$)并转为点文件, 在此基础上提取各点的空间坐标和土地利用属性, 导入其属性库; 3) 不同坡度等级重心的计算首先需要基于 DEM 提取出集水区的坡度分布图(栅格大小为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$), 并进行坡度分级(分为 $0 \sim 3^\circ$ 、 $>3^\circ \sim 8^\circ$ 、 $>8^\circ \sim 15^\circ$ 、 $>15^\circ \sim 25^\circ$ 和 $>25^\circ$ 共 5 个级别), 然后将分级后的坡度栅格图转为点文件, 并将各点空间坐标和坡度分级属性导入点文件属性库。

1.2.3 降雨侵蚀力重心变迁对土壤流失影响程度的表示方法

根据通用水土流失方程 $A=R \times K \times L \times S \times C \times P$, 可得 $A/R=K \times L \times S \times C \times P$ 。在同一个集水区内和土地利用方式没有改变的条件下, $K \times L \times S \times C \times P$ 是一个定值。但是, 如果 R 取集水区内降雨侵蚀力的平均值 \bar{R} , 由于降雨侵蚀力的空间分布在不同年份之间有较大差异, 不同年份的 A/\bar{R} 将会随着降雨侵蚀力重心的变迁而发生变化。如果 A/\bar{R} 越大, 说明这种条件下的降雨空间分布将能导致更多的土壤流失; 如果 A/\bar{R} 越小, 表明这种条件下的降雨空间分布将能导致较少的土壤流失。据此, 根据降雨侵蚀力的空间插值结果, 可以计算出不同年份降雨侵蚀力的平均值 \bar{R} ; 根据水文站点的土壤年输沙量和集水区面积可以计算出土壤的年侵蚀模数 A ; 在此基础上计算不同年份的 A/\bar{R} , 以此来表示降雨侵蚀力重心变迁对土壤流失的影响程度。

2 结果与分析

2.1 降雨侵蚀力重心与其他重心(或中心)的空间分布

根据计算结果可以得到研究区内土地利用重心、不同坡度等级重心、区域几何中心和不同年份降雨侵蚀力重心的二维空间坐标和空间分布图(图 1)。

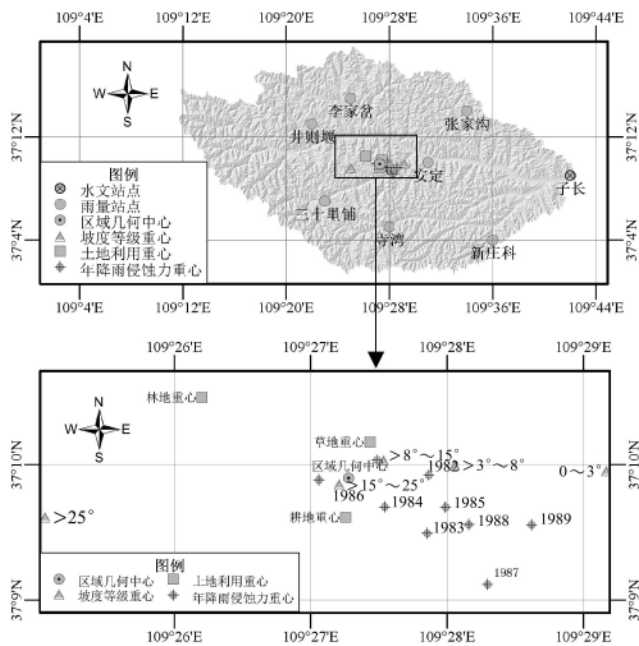


图 1 降雨侵蚀力重心、土地利用重心、坡度等级重心和区域几何中心的空间位置

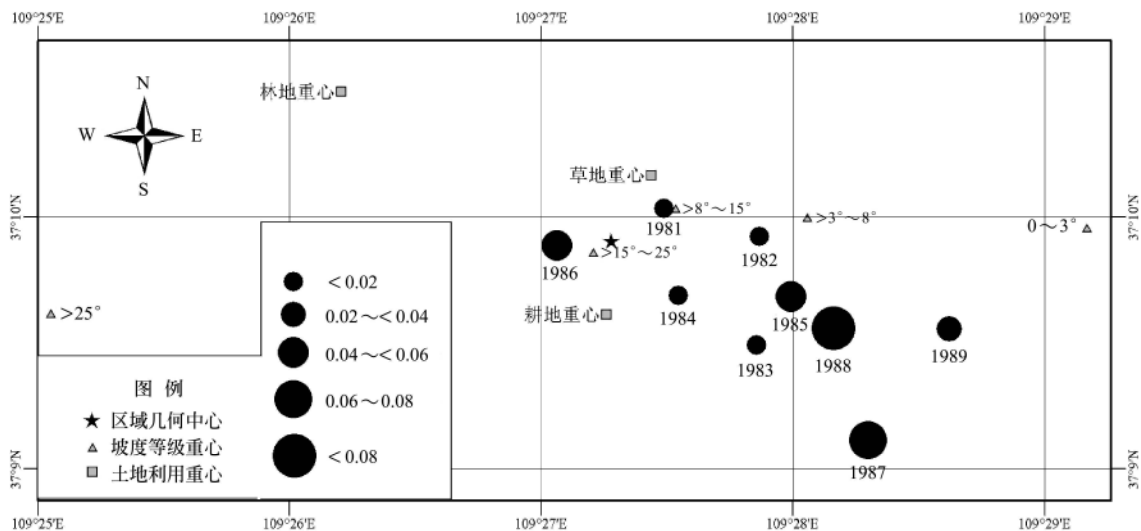
Fig.1 Spatial distribution of gravity centers of rainfall erosivity, land use, slope grade and regional geometric center

由图 1 可以看出,多数年份的降雨侵蚀力重心分布在区域几何中心的东部或东南部,仅有 1 个年份(1986 年)的降雨侵蚀力中心在其西部,说明该集水区的降雨

侵蚀力在多数年份具有从西北向东南或从西向东逐渐增加的趋势,从而表现出多数年份降雨侵蚀力重心向东或东南方向偏移的现象。不同坡度等级重心的分布与距离河流出水口(水文站点)的远近十分相关,坡度等级越低,其重心越靠近河流的下游;坡度等级越高,其重心越靠近河流的上游。这表明该集区内,从上游到下游坡度的变化是一个从高到低的变化趋势。在土地利用重心的分布中,耕地重心与草地重心南北空间分异的情况说明在大部分耕地分布在集水区的南部,而大部分的草地和林地分布在集水区的北部和西北部。在土地利用重心与坡度重心分布的关系中,耕地重心距较陡的坡度等级重心距离较近,而草地重心距较缓的坡度等级重心距离较近,说明在较陡的坡度上,耕地分布面积多于草地,而在较缓的坡度上,草地分布面积多于耕地。不同年份降雨侵蚀力重心与土地利用重心、坡度等级重心和水文站点的距离差异较大,决定了不同年份降雨侵蚀力在土地利用、坡度等级和东西方向上的空间变异较大。

2.2 降雨侵蚀力重心变迁对 A/\bar{R} 值的影响

基于 GIS 和降雨输沙数据,可以计算出集水区不同年份的 A/\bar{R} 值,在此基础上,根据各年份降雨侵蚀力重心的空间位置和相应的 A/\bar{R} 值,作出不同年份 A/\bar{R} 值在空间上的分布图(图 2)。由图 2 可以看出,随着降雨侵蚀力重心空间位置的变化,相应年份的 A/\bar{R} 值表现出不同程度的差异。



注:图中圆形越大,表示相应年份 A/\bar{R} 值越大;图中圆形越小,表示相应年份 A/\bar{R} 值越小; A/\bar{R} 单位是: $t \cdot h / (MJ \cdot mm)$

图 2 子长集水区 1981-1989 年 A/\bar{R} 值的空间分布图

Fig.2 Spatial distribution of A/\bar{R} value in Zichang catchment from 1981 to 1989

对于降雨侵蚀力重心在南北方向变化较大、东西方向变化较小的情况, A/\bar{R} 值的差异并不显著。如 1982 年和 1983 年、1981 和 1984 年的降雨侵蚀力重心,在经度方向上相差较小,在纬度方向上差距很远,但是其相应的 A/\bar{R} 值却没有显著差异。这种情况说明,降雨侵蚀力空间分布在南北方向的差异对土壤流失的影响相对较小。对于降雨侵蚀力重心在南北方向变化较小、东西方向变

化较大的情况, A/\bar{R} 值的变化较为明显。如 1984 年和 1985 年、1988 年和 1989 年、1986 和 1982 年的降雨侵蚀力重心在纬度方向上几乎没有变化,在经度方向上变化比较明显;与其相对应的各年份 A/\bar{R} 值却出现了较大的变化。上述现象的存在可能是由于坡度等级重心、降雨侵蚀力重心与水文站点(集水区出口)呈现东西分布所引起的。其中,不同用地类型的土地利用重心尽管存在

南北分异的状态,但是其对土壤侵蚀的贡献作用尚不能扭转较陡坡度重心、水文站点(集水区出口)东西分异对土壤侵蚀的影响。

进一步分析图 2 可以发现,随着降雨侵蚀力重心从西向东的移动,所导致相应年份的 A/\bar{R} 值在总体上呈现出先下降(从 1986 年变化到 1981、1982、1983、1984 年)、后上升(从 1981、1982、1983、1984 变化到 1985、1988 年)、再下降(从 1988 年变化到 1987、1989 年) 3 个阶段的变化趋势。

对于第 1 个变化阶段,1986 年 A/\bar{R} 值高于 1981、1982、1983、1984 年 4 个年份的 A/\bar{R} 值,其原因在于尽管 1986 年降雨侵蚀力重心远离水文站点,但是与 $>15^\circ$ 的较陡坡度等级重心相距较近,所发生的侵蚀性降雨在较陡坡度分布相对较多,易于发生较高的土壤侵蚀量。此外,与其他年份降雨侵蚀力重心的位置相比,1986 年降雨侵蚀力重心与耕地重心的距离相对较近,1986 年所发生的侵蚀性降雨在耕地区域分布相对较多,从而有助于产生更多的土壤流失。

对于第 2 个变化阶段,1981—1984 年 4 个年份的 A/\bar{R} 值小于 1985 年和 1988 年 A/\bar{R} 值,并以 1988 年的为最高,其原因在于 1988 年和 1985 年的降雨侵蚀力重心距离水文站点(集水区出口)比 1981—1984 年降雨侵蚀力重心距离水文站点(集水区出口)距离相对较近,侵蚀性降雨多分布于距离集水区出口相对较近的区域,相应地被侵蚀的土壤易于形成实际的产沙量流出集水区。

对于第 3 个变化阶段,从 1988 变化到 1987、1989 年的 A/\bar{R} 值呈现出逐渐降低的变化趋势,其原因在于:尽管降雨侵蚀力的重心距离水文站点(集水区出口)更近,所产生的土壤侵蚀量更易于流出集水区;但是,由于降雨侵蚀力重心距离集水区出口越近,相应的侵蚀性降雨在较缓坡度上分布的比例也就越大,导致实际发生的土壤侵蚀量并不非常高,最终流出集水区出口的泥沙量反而呈现出降低的现象。

由以上分析可以发现,降雨侵蚀力重心距离较陡坡度等级重心、耕地重心、水文站点(集水区出口)的距离越近,相应年份侵蚀性降雨在较陡坡度、耕地区域或距离集水区出口较近区域有较多分布时,将越有助于产生土壤流失;若降雨侵蚀力重心位于水文站点(集水区出口)和较陡坡度等级重心两点之间中间位置上时(如 1988 年),即相应年份侵蚀性降雨在较陡坡度区域和距集水区出口附近区域有较多分布时,也将导致较多的土壤流失发生。降雨侵蚀力重心变化对土壤流失的影响,实质上是降雨侵蚀力空间分布与土地利用、坡度、水文站点(集水区出口)等多种因素综合作用的结果。

3 结论与讨论

黄土丘陵沟壑区子长集水区降雨侵蚀力的空间分布,在总体上呈现出从西到东或从西北到东南逐渐增加的趋势。由于不同年份降雨侵蚀力的空间分布特征不同, A/\bar{R} 值在不同年份之间差异很大。降雨侵蚀力重心在南

北方向上的变化对 A/\bar{R} 值的影响相对较小,但是在东西方向上的变化能明显地改变 A/\bar{R} 值,影响土壤流失。降雨侵蚀力重心与集水区出口、较陡坡度等级重心、耕地重心的距离越近,越能导致较大的 A/\bar{R} 值;但是由于集水区出口和较陡坡度等级重心分别位于东西两侧,当降雨侵蚀力重心位于两点之间的适宜位置上时,也会有利于较多的土壤流失发生。随着降雨侵蚀力重心从西向东的移动,其相应年份的 A/\bar{R} 值呈现出先下降、后上升、再下降的变化趋势。

通过分析不同年份降雨侵蚀力重心与坡度等级重心、土地利用重心、区域几何中心和水文站点的空间位置关系,来探讨降雨侵蚀力重心在不同年份间的变迁对 A/\bar{R} 值的影响,能够从总体上定性地反应出降雨侵蚀力空间分布在不同年份间的变化对土壤侵蚀的影响,从而为进一步开展集水区尺度土地利用格局优化和水土流失综合治理研究服务。

[参 考 文 献]

- [1] 刘宝元,谢云,张科利.土壤侵蚀预报模型[M].北京:中国科学技术出版社,2001.
- [2] Royall D. A comparison of mineral-magnetic and distributed RUSLE modeling in the assessment of soil loss on a southeastern U.S. cropland[J]. Catena, 2007, 69(2): 170—180.
- [3] Terranova, Antronico L, Coscarelli R, et al. Soil erosion risk scenarios in the Mediterranean environment using RUSLE and GIS: An application model for Calabria (southern Italy)[J]. Geomorphology, 2009, 112(3/4): 228—245.
- [4] Goovaerts P. Using elevation to aid the geostatistical mapping of rainfall erosivity[J]. Catena, 1999, 34: 227—242.
- [5] Yin S, Xie Y, Nearing M A, et al. Estimation of rainfall erosivity using 5- to 60-minute fixed-interval rainfall data from China[J]. Catena, 2007, 70(3): 306—312.
- [6] Hoyos N, Waylen P R, Jaramillo A. Seasonal and spatial patterns of erosivity in a tropical watershed of the Colombian Andes[J]. Journal of Hydrology, 2005, 314(1/2/3/4): 177—191.
- [7] Kheir R B, Abdallah C, Khawliehur M, et al. Assessing soil erosion in Mediterranean karst landscapes of Lebanon using remote sensing and GIS[J]. Engineering Geology, 2008, 99(3/4): 239—254.
- [8] 马良,姜广辉,左长清,等.江西省 50 余年来降雨侵蚀力变化的时空分布特征[J]. 农业工程学报, 2009, 25(10): 61—68.
Ma Liang, Jiang Guanghui, Zuo Changqin, et al. Spatial and temporal distribution characteristics of rainfall erosivity changes in Jiangxi province over more than 50 years[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(10): 61—68. (in Chinese with English abstract)
- [9] Fu G B, Chen S L, McCool D K. Modeling the impacts of no-till practice on soil erosion and sediment yield with RUSLE, SEDD, and ArcView GIS[J]. Soil and Tillage Research, 2006, 85(1/2): 38—49.
- [10] Dun S H, Wu J Q, Elliot W J, et al. Adapting the Water

- Erosion Prediction Project (WEPP) model for forest applications[J]. *Journal of Hydrology*, 2009, 366(1/2/3/4): 46—54.
- [11] Russell S H, William W D. *Landscape Erosion and Evolution Modeling*[M]. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2001.
- [12] Fu B H, Newham L T H, Ramos-Scharrón C E. A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads[J]. *Environmental Modelling & Software*, 2010, 25(1): 1-14.
- [13] 徐映雪, 任志远. 基于重心模型的关中地区 1996~2005 年生态足迹时空变化分析[J]. *农业系统科学与综合研究*, 2009, 25(1): 63—68.
Xu Yinxue, Ren Zhiyuan. Analysis of the spatial change of ecological footprint in Guanzhong from 1996 to 2005 based on the model of regional gravity[J]. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 2009, 25(1): 63—68. (in Chinese with English abstract)
- [14] 李秀彬. 地区发展均衡性的可视化测度[J]. *地理科学*, 1999, 19(3): 254—257.
Li Xiubin. Visualizing spatial equality of development[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(3): 254—257. (in Chinese with English abstract)
- [15] 章文波, 谢云, 刘宝元. 利用日雨量计算降雨侵蚀力的方法研究[J]. *地理科学*, 2002, 22(6): 705—711.
Zhang Wenbo, Xie Yun, Liu Baoyuan. Rainfall erosivity estimation using daily rainfall amounts[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2002, 22(6): 705—711. (in Chinese with English abstract)

Effect of spatial distribution of rainfall erosivity on soil loss at catchment scale

Cheng Linlin¹, Zhao Wenwu^{2*}, Zhang Yinhui³, Xu Haiyan²

(1. College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology(Beijing), Beijing 100083, China;

2. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3. Center for Earth Observation and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: For identifying the effects of spatial distribution of rainfall erosivity on soil loss, Zichang catchment of Chinese loess hilly-gully area was taken as an example, and the concept of regional gravity center was used to analyze the spatial distribution of rainfall erosivity. The effect of the spatial movement of rainfall erosivity gravity center on soil loss in different years was analyzed based on GIS tools. The results indicated that the distance between gravity centers of rainfall erosivity and hydrological station and that between gravity centers of rainfall erosivity and gravity centers of steep slope grade (higher than 15°) had significant influence on soil loss. When gravity center of rainfall erosivity was in the middle place between hydrological station and gravity centers of steep slope grade (higher than 15°), there would also be more soil loss. The changes of gravity centres of rainfall erosivity from north to south had little effect on soil loss. However, the changes from west to east had much effect. For catchment, with the changes of spatial distribution of rainfall erosivity, the fitting relations between rainfall erosivity and slope grade, and land use, and hydrological station would be changed, which would lead to the amount of soil loss increased or decreased.

Key words: rain, erosion, soils, regional gravity centers, soil loss, spatial distribution