

# 三峡库区(重庆段)水土流失的社会经济驱动机制研究

李月臣<sup>1,2,3</sup>, 刘春霞<sup>2,3</sup>

(1. 重庆大学 资源及环境学院, 重庆 400044; 2. 重庆师范大学 地理科学学院, 重庆 400047; 3. 重庆市高校 GIS 应用研究重点实验室, 重庆 400047)

**摘 要:** 水土流失的驱动因子及其作用程度表现出一定的区域差异。三峡库区是我国典型的生态脆弱区, 水土流失是本区重要的生态环境问题。因此, 揭示本区域水土流失变化的主要自然和社会经济驱动力的基本特征具有重要意义。本文借助社会经济统计数据、国土数据以及其他辅助数据, 运用统计分析方法, 选取人口、经济发展、土地利用、农业发展 4 个层面的社会经济因子, 分别分析了各类社会经济因子对水土流失的驱动机制。结果表明, 人口压力和农业发展仍然是区域水土流失的主要驱动力, 经济发展和土地利用方式也对本区域的水土流失面积和强度产生着重要影响。水土流失总面积的社会经济驱动机制较为复杂, 而高强度水土流失的社会经济驱动因子的特征更为突出。受数据获取的限制本文研究还有待进一步深入, 但本文仍在一定程度上能够为本区域水土流失的防治提供一定参考与依据。

**关键词:** 驱动机制; 社会经济; 三峡库区(重庆段); 水土流失

中图分类号: S157; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0222-04

## Analysis on Socio-economic Driving Mechanism for Soil and Water Loss in Three Gorges Reservoir Areas of Chongqing

Li Yue-chen<sup>1,2,3</sup>, Liu Chun-xia<sup>2,3</sup>

(1. College of Resources and Environmental Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. College of Geographical Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China; 3. Key Laboratory of GIS Application, Chongqing Municipal Education Commission, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** The driving factors are difference in different regions. Soil and water loss is the serious environmental problem in Three Gorges Reservoir Areas. It is significant to research the features of the natural and socio-economic driving factors of soil and water loss in the region. Based on the the social and economic data, the land use data and other data, the socioeconomic driving mechanism of soil and water loss in the study area analyzed by using the statistical analysis methods. The results showed that the pressure of growing populations and the development of agriculture were the main socio-economic driving factors, the development of economy also influed the water and soil loss in the study area. It is complex of the socio-economic driving mechanism to the total area of soil and water loss, but the socio-economic driving mechanism of high soil and water loss is more highlights. Because of the limit of data, the paper was studied also waits for further thoroughly, but this results of the paper still could provide the certain reference and the basis in the certain degree for the soil and water loss preventing and controlling in the study area.

**Key words:** driving mechanism; socioeconomic; Three Gorges Reservoir Areas of Chongqing; soil and water loss

水土流失是限制当今人类生存与发展的全球性环境灾害, 是我国面临的三大主要生态环境问题之一, 直接威胁到区域社会经济发展和人民生活水平的

提高<sup>[1-2]</sup>。近年来, 国内外出现了大量有关水土流失问题的研究成果<sup>[3-8]</sup>。这些成果多侧重于区域水土流失的时空演变; 水土流失的生态环境响应; 水土流失

收稿日期: 2010-01-18

资助项目: 国家自然科学基金(40801077); 教育部重点项目(209100); 重庆市自然科学基金(CSTC, 2008BB7367); 重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJ070811); 重庆师范大学博士科研启动基金项目(06XLB004)

作者简介: 李月臣(1974-), 男, 山东德州人, 教授, 博士后, 主要从事资源环境遥感与地理信息系统研究。E-mail: liyuechen@cqu.edu.cn

通信作者: 刘春霞(1975-), 女, 山东淄博人, 讲师, 硕士, 主要从事生态经济研究。E-MAIL: liuchunxia\_2004@163.com

的防治措施以及水土流失的理论模型研究。对水土流失的驱动机制尤其是综合性的驱动机制研究相对欠缺。现有的对水土流失驱动机制的研究多局限于定性描述,或者单一角度进行分析。如有的学者强调人类活动对水土流失的影响<sup>[9-10]</sup>;有的学者则从地形地貌等自然因子出发探讨水土流失的驱动机制<sup>[11-12]</sup>。驱动机制的研究对解释水土流失时空变化起着关键作用,同时也是建立水土流失动态变化模型,进行定量预测和采取有效防治措施的基础。水土流失是一种特殊的综合的自然和社会现象,涉及众多自然要素和社会经济要素,具有明显的区域性特征,落实到具体区域上会表现出不同的区域特点,其驱动因子和驱动因子的作用程度也表现出一定的区域差异。三峡库区具有复杂的地形地貌特征和众多的生态环境以及社会经济问题,复杂的人地关系和严峻的生态环境态势使其成为我国甚至全球都极为典型的生态脆弱区,是全球区域环境变化研究的热点地区。同时,三峡水库作为我国的战略水资源库,保证其水环境安全具有十分重大的现实意义,而库区严重的水土流失对三峡水库的水环境安全形成了巨大威胁。因此,选取这一典型地区,在深入分析区域水土流失的时空演变格局和敏感性的基础上,揭示区域水土流失变化的主要自然和社会经济驱动力的基本特征,对改善区域生态环境,提高区域社会经济水平,维持资源环境与社会经济的可持续发展具有重要的意义。鉴于本文作者前期已对研究区水土流失的时空格局及自然驱动机制进行了研究<sup>[13]</sup>,因此,本文重点研究社会经济以及人类活动要素对本区水土流失驱动机制的分析。

## 1 研究区概况

三峡库区(重庆段)位于长江上游末端,地理范围在北纬 $28^{\circ}31' - 31^{\circ}44'$ 、东经 $105^{\circ}49' - 110^{\circ}12'$ 。东南、东北与鄂西交界,西南与川黔接壤,西北与川陕相邻,包括重庆市22个区、县(自治县、市),幅员面积 $46\,158.53\text{ km}^2$ ,其下辖260个乡、333个镇。2007年末总人口为2 105.49万人,其中农业人口1 443.59万人。研究区属亚热带季风性湿润气候区,多年平均气温 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ ,气温年较差和日较差大,具有冬暖春旱、夏热秋迟的特点。多年平均降雨量为1 150.26 mm,雨量充沛但空间分布不均匀。区内日照少,雾日多。三峡库区(重庆段)地跨大巴山断褶带、川东褶皱带和川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元,地貌以山地、丘陵为主。全区土壤类型主要有紫色土、黄壤、黄棕壤、棕壤、石灰土、潮土和水稻土等。区域森林覆盖率为22.3%,地带性植被以亚热带常绿阔叶林、暖性

针叶林为主。三峡库区是中国乃至世界最为特殊的生态经济功能区。重庆市域内三峡库区面积约占整个三峡库区面积的80%,覆盖了大部分三峡库区范围,由此则凸现出其重要的生态与经济地理位置<sup>[14]</sup>。

## 2 研究数据及方法

### 2.1 数据及来源

研究所用的数据主要有三部分组成,一是来源于重庆市统计局提供的2006年重庆市统计年鉴;二是由重庆市国土局提供的坡耕地数据;三是一些相关的辅助数据等。

### 2.2 研究方法

在研究水土流失驱动机制的各种方法中,统计分析方法是研究水土流失与各种社会驱动力、自然驱动力之间关系的一种重要方法,它可以有效地模拟各种驱动力作用下水土流失的变化,因此,国内外在对于热点地区的水土流失驱动机制研究中多有采用。统计分析方法尽管存在一些不足,但是由于统计分析方法具有使复杂问题简单化的特点,易于抓住复杂系统中矛盾的主要方面和系统内部重要的驱动机制,因此,该方法尤其适用于对现有研究基础较弱的热点地区的研究<sup>[15]</sup>。在统计分析方法的实际应用研究中,逐步回归分析法是一种自动的从大量可供选择的变量中选择那些对建立回归方程比较重要的变量的方法,它是在多元线性回归基础上派生出来的一种算法技巧。本研究中主要采用逐步回归分析方法来研究社会经济和人类活动对三峡库区水土流失的驱动机制。此外,由于缺乏时间序列的数据,本文研究中采用时空转换的方法,将对时间序列数据的研究转换到对空间数据的研究上,即由三峡库区(重庆段)各区县的数据来研究其水土流失的驱动机制。

## 3 水土流失驱动因子的选取

三峡库区(重庆段)是典型的生态系统敏感脆弱地区,其水土流失也是区域宏观社会经济背景诸因子综合作用的结果。为了避免直接用主成分分析可能将一些机理性的因子剔除的弊端,采用总量控制下的因子选择控制方案。

社会经济指标的选择与处理遵循以下原则和步骤:(1)尽可能多地收集社会经济方面的数据,目前收集的数据涉及到研究区的各项指标;(2)所有的数据统一到县级行政区划单元;(3)对原始指标值进行标准化处理,以标准化值参与到模型的构建中;(4)根据研究区社会经济发展的实际情况,将其分解为4个层面:人口、经济发展、土地利用、农业结构与产值,然后

分别就 4 个层面的指标进行线性诊断, 发掘出水土流失和各社会经济因子的耦合机制(表 1)。以水土流失面积为因变量, 各类型社会经济因子为自变量进行相关分析得到表 2。

表 1 三峡库区(重庆段)水土流失驱动因子

编号	类型	因子名称
iv	人 口	Var1: 年末总人口; Var2: 农业人口; Var3: 非农业人口; Var4: 人口密度
㉔	经 济 发 展	Var5: 国内生产总值; Var6: 第一产业 GDP; Var7: 第二产业 GDP; Var8: 人均 GDP; Var9: 经济密度; Var10: 第一产业百分比; Var11: 第二产业百分比
㉕	土地利用因子	Var12: < 15° 坡耕地面积比例; Var13: 15° ~ 25° 坡耕地面积比例; Var14: > 25° 坡耕地面积比例
㉖	农 业 发 展	Var15: 农业总产值; Var16: 农业产值; Var17: 林业产值; Var18: 牧业产值; Var19: 农业百分比; Var20: 林业百分比; Var21: 牧业百分比; Var22: 粮食产量; Var23: 农民人均纯收入

表 2 三峡库区(重庆段)水土流失社会经济驱动因子逐步回归结果

类型	人口	经济发展
总水土流失	$Y = 1.703X_{ap} + 1.047X_{tp} \quad (R^2 = 0.778)$	$Y = -0.794X_{\text{人均GDP}} \quad (R^2 = 0.630)$
强度以上水土流失	$Y = 1.574X_{ap} + 1.149X_{tp} \quad (R^2 = 0.534)$	$Y = -0.658X_{\text{人均GDP}} \quad (R^2 = 0.433)$
类型	土地利用	农业发展
总水土流失	$Y = 0.275X_{<15^\circ} + 0.548X_{15^\circ \sim 25^\circ} + 0.517X_{>25^\circ}$ $R^2 = 0.725$	$Y = 2.354X_{\text{gy}} - 1.791X_{\text{ay}} - 0.375X_{\text{pi}}$ $R^2 = 0.750$
强度以上水土流失	$Y = 0.666X_{>25^\circ} \quad R^2 = 0.444$	$Y = -0.560X_{\text{fi}} \quad (R^2 = 0.313)$

ap——农业从口; tp——总人口; gy——粮食产量; ay——农业产量; pi——人民人均纯收入; fi——农民人均纯收入

4 三峡库区(重庆段)社会经济因子的驱动机制分析

4.1 水土流失与人口因子的关系

人口作为一种持续的外界压力,对水土流失的变化起着重要作用。通过逐步回归分析,研究区水土流失与总人口和农业人口有着密切关系,尤其以与农业人口的关系最为密切,水土流失与总人口和农业人口均呈正相关。在水土流失总量与各要素的回归系数中,除粮食产量和农业产值外,其余均小于与总人口和农业人口的相关系数,分别为 1.703 和 1.047(表 2)。而强度以上水土流失与各因子的回归分析中与总人口和农业人口的回归系数明显高于其他因子。可见研究区人口对水土流失有着十分重要的驱动作用。人口的增加尤其是农业人口的压力导致本区人类活动严重影响着下垫面类型的改变,尤其农业人口的农业生产活动是本区水土流失的主要驱动要素。

4.2 水土流失与经济发展因子的关系

逐步回归分析的结果(表 2)可以看出,三峡库区(重庆段)总水土流失和强度以上水土流失表现出较为一致的特征,均与人均 GDP 有着密切的关系,且与之呈负相关,总水土流失与人均 GDP 的回归系数为-0.794,强度以上水土流失与人均 GDP 的回归系数为-0.658。人均 GDP 代表中区域经济发展水平的高低,经济的良性发展必然导致产业结构的调整与升级,二、三产业比重不断增加,第一产业比重不断降低,以及第一产业内部结构的调整与优化。这些均在

一定程度上缓解粗放的土地利用方式以及初级土地开发形式,对优化土地结构,减少土地压力,缓解水土流失发挥着积极作用。

4.3 水土流失与土地利用因子的关系

土地利用是人类活动的集中体现方式。土地利用方式与程度直接影响着区域水土流失的强度和面积。从分析结果看(表 2),研究区总水土流失面积和不同类型的坡耕地都有着密切的关系,且均为正向关系。尤其是 15°~25°和 25°以上坡耕地对水土流失总面积有着重要影响(回归系数分别为 0.548 和 0.517),15°以下坡耕地的对水土流失的驱动作用则明显较前两者低,回归系数约为前两者的一半。分析结果同时表明,强度以上水土流失突出地表现为与陡坡耕地(>25°)的正向关系,其回归系数为 0.666。可见,陡坡耕作是三峡库区(重庆段)高强度水土流失最为主要的驱动要素之一。因此,坡改梯等农田改良工程是降低本区域水土流失强度的重要措施。

4.4 水土流失与农业发展因子的关系

农业发展因子主要包括农业内部结构以及产值、粮食产量和农民收入等次级因子。分析结果表明三峡库区(重庆段)水土流失总面积主要受粮食产量、农业产值和农民人均纯收入的影响。其中,粮食产量与水土流失总面积呈正相关关系,其余与之呈负相关关系,回归系数分别为 2.354,-1.791 和-0.375。三个驱动因子中尤以粮食产量和农业产值对水土流失总面积影响最大。粮食产量的提高,一方面靠提高单位面积产量来实现;另一方面则主要依靠开垦耕地,

增加耕地面积实现,加之本区域复杂的地形地貌形态,新的垦殖耕地以及不合理的耕作方式势必导致水土流失面积的增加。此外,农业产值的提高之所以能在一定程度上减少水土流失总面积主要是因为本区域农业产值的提高很大程度上依赖于农业内部结构的调整,变种植粮食作物为种植经果林,此外,进行坡改梯等改良工程。本区域强度以上水土流失则主要与农民人均纯收入有着密切联系,除农业结构调整与耕地改良可以提高农民纯收入,客观上降低水土流失面积以外;农业人口参与到三产和二产或间接为三产和二产的服务中也是农民人均纯收入提高的重要途径,农业人口生产活动由传统的农业生产转变为其他生产活动方式也减少了农业生产中水土流失的产生,同时降低了水土流失强度。

## 5 结论

本文运用逐步回归分析方法重点探讨了本区域水土流失的社会经济驱动机制。从分析结果看,人口压力和农业发展仍然是区域水土流失的主要驱动力,经济发展和土地利用方式也对本区域的水土流失面积和强度产生着重要影响。4个层面的因子中,人口、经济发展对水土流失面积和强度的驱动特征表现较为一致;土地利用和农业发展对水土流失面积和强度的影响存在一定的差异。总体上表现为,水土流失总面积的社会经济驱动机制较为复杂,而高强度水土流失的社会经济驱动因子的特征更为突出,这将有利于有针对性地开展水土流失驱动因子的特征与规律,降低水土流失强度,有效治理水土流失。虽然,受数据获取的限制本文研究还有待进一步深入,但本研究仍在一定程度上分析得出了研究区水土流失面积与强度的社会经济因子的驱动机制与特征,能够为本区域水土流失的防治提供一定参考与依据。

### 参考文献:

- [1] 李锐. 中国水土流失基础研究的机遇与挑战[J]. 自然杂志, 2008, 30(1): 6-11.
- [2] 郭然, 王效科, 欧阳志云, 等. 中国土地沙漠化、水土流失和盐渍化的原因和驱动力: 总体分析[J]. 自然资源学报, 2004, 19(1): 119-127.
- [3] Trimble S W, Pierre C U S. Soil erosion rates-myth and reality[J]. Science, 2000, 289: 248-250.
- [4] Van der K, Jones R J A, Montanarella L. Soil Erosion Risk Assessment in Europe[R]. Report EUR 19044 EN, European Soil Bureau, Joint Research Centre of the European Commission, and Space Applications Institute, 2000: 1-32.
- [5] White S. Sediment yield prediction and modeling[J]. Hydrological Processes, 2005, 19: 3053-3057.
- [6] Zhang P Z, Molnar P, Downs W R. Increased sedimentation rates and grain sizes 2-4 Myr ago due to the influence of climate change on erosion rates[J]. Nature, 2001, 410: 891-897.
- [7] Dadson S J, Hovius N, Chen H G., et al. Links between erosion, runoff variability and seismicity in the Taiwan orogen[J]. Nature, 2003, 426: 648-651.
- [8] 陈浩, 梁广林, 周金星, 等. 黄河中游植被恢复对流域侵蚀产沙的影响与治理前景[J]. 中国科学(D辑): 地球科学, 2005, 35(5): 452-463.
- [9] 邓贤贵. 金沙江流域水土流失及其防治措施[J]. 山地研究, 1997, 15(4): 277-281.
- [10] 黄广宇, 王继增, 陈楚龙, 等. 珠江三角洲地区人类活动造成的水土历史及其危害: 以广州市为例[J]. 土壤与环境, 2001, 10(2): 104-107.
- [11] 王飞, 李锐, 杨勤科, 等. 区域尺度地貌参数及其与水土流失的关系[J]. 人民黄河, 2007, 29(12): 69-73.
- [12] 史德明, 韦启璠, 梁音. 关于侵蚀土壤退化及其机理[J]. 土壤, 1996, 28(3): 140-144.
- [13] 李月臣, 刘春霞, 赵纯勇, 等. 三峡库区重庆段水土流失的时空格局特征[J]. 地理学报, 2008, 63(5): 502-513.
- [14] Li Yuechen, Liu Chunxia, Yuan Xingzhong. Spatio-temporal features of soil and water loss in Three Gorges Reservoir Area of Chongqing[J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19: 81-94.
- [15] 李月臣, 刘春霞. 1987-2006年北方13省土地利用/覆盖变化驱动力分析[J]. 干旱区地理, 2009, 32(1): 37-46.