

山东沂沭泗河流域土壤侵蚀经济损失估值研究

王 强¹, 姚孝友², 张玉堂³, 李 伟³, 孙希华¹

(1. 山东师范大学人口·资源与环境学院, 济南 250014;

2. 水利部淮河水利委员会水土保持处, 安徽 蚌埠 233001; 3. 济南市水利局, 济南 250014)

摘 要: 利用 GIS 技术, 以 1995 年和 2000 年土壤侵蚀数据为基础数据, 以 1995~2000 年作为研究时段, 对山东沂沭泗河流域单位面积经济损失、总经济损失等指标进行了计算, 同时对研究区分县市土壤侵蚀经济损失空间分布和时间变化进行了分析。结果表明: 研究区 1995 年和 2000 年土壤侵蚀总损失分别为 205 399.53 万元和 165 930.16 万元, 研究区土壤侵蚀经济损失价值总体降低。

关键词: 山东沂沭泗河流域; 土壤侵蚀; 经济损失; 价值估值

中图分类号: S157.1; X43

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)03-0154-04

The Study on Economic Loss of Soil Erosion of Yishusi Valley in Shandong Province

WANG Qiang¹, YAO Xiao-you², ZHANG Yu-tang³, LI Wei³, SUN Xi-hua¹

(1. College of Population, Resource and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250014, China;

2. Branch of Soil and Water Conservation, Huaihe River Commission of Ministry of Water Resources,

Bengbu, Anhui 233001, China; 3. Water Resource Bureau of Jinan, Jinan 250014, China)

Abstract: GIS used as basic datum, and 1995 and 2000 as whole study periods, the authors calculated the economic loss and total economic loss of Yishusi valley in Shandong. Based on the above, both spatial distribution and temporal change of the value were analyzed. The result showed that the total economic loss of 1995 and 2000 were ¥2 053.99 million and ¥1 659.30 million and the general change was descent.

Key words: Yishusi valley in Shandong; soil erosion; economic loss; estimation of value

1 研究区概况

研究区位于淮河上中游地区的山东淮河流域, 即沂沭泗河流域, 包括山东的沂河、沭河、泗河流域以及东部沿海傅疃河流域, 主要是山东省临沂市和枣庄市、济宁市、日照市、淄博市的部分地区, 共包括 28 个县市区, 总面积 31 689.40 km², 占山东省面积的 20.20%。2002 年研究区总人口 2 032 万, 占山东省总人口的 22.41%; 国内生产总值 1 796.13 亿元, 占山东省的 16.54%。

研究区位于鲁中南山地和鲁东丘陵的过渡地带, 地势较高, 地貌类型复杂, 以山地、平原、丘陵为主, 区内山高坡陡, 多年平均降水量为 830 mm, 暴雨多而强度大, 是山东省的暴雨中心之一, 这是造成此地区土壤侵蚀严重的根本因素。生态环境恶劣, 基岩裸露, 土壤肥力和持水力差, 不利于植被生长。区域环境人口承载力较低, 人地矛盾尖锐, 耕垦指数高, 且有一些顺坡、碎块种植, 粗放经营, 重短期经济效益而轻生态效益, 越垦地越少, 造成恶性循环。该流域是淮河流域水土流失严重的地段, 尤其其中上游的沂蒙山区是一个以低山和丘陵为主, 盆地、洼地交错分布, 地形起伏较大, 沟谷切割密度大和切割较深, 植被覆盖差, 是山东省土壤侵蚀最为严重

的地区。

2 土壤侵蚀经济损失评估体系的建立

土壤侵蚀经济损失, 是指土壤资源作为一种生产要素价值的损失。土壤侵蚀经济损失具体可包括泥沙损失、养分损失(主要是氮、磷、钾和有机质)、水分损失三个方面。其中养分损失包括有机质损失、氮素损失、磷素损失和钾素损失; 泥沙损失包括泥沙淤积损失和泥沙滞留损失。如下图所示:

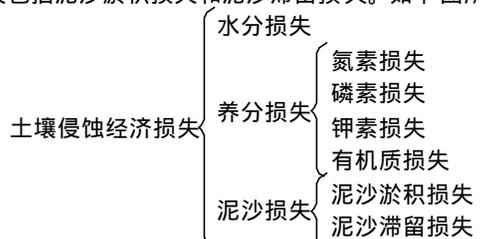


图 1 研究区土壤侵蚀经济损失评价体系

3 计算方法及模型

在土壤侵蚀经济损失的估值中, 基本方法主要有替代花费法、恢复花费法、影子工程法等。总经济损失, 具体可包括

* 收稿日期: 2005-08-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 40376024); 水利部淮河水利委员会资助项目

作者简介: 王 强(1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为 GIS 应用和区域经济学。

泥沙损失、养分损失(主要是氮、磷、钾和有机质)、水分损失三个方面,土壤侵蚀总经济损失即为养分流失经济损失、水分流失经济损失和泥沙流失经济损失之和。水利部于 1997 年颁布了“土壤侵蚀类型划分和强度分级标准”,将土壤允许侵蚀指标定为:黄土高原 1 000 t/(km² · a),北方黑土和土石山区 200 t/(km² · a),南方丘陵区 500 t/(km² · a)。研究区位于北方土石山区,故而将 200 t/(km² · a) 作为沂沭泗流域土壤侵蚀的允许侵蚀量。

3.1 养分流失经济损失的计算方法

土壤养分(N、P、K)的计算方法主要选用替代价格法,计算公式:

$$E_i = Z \times C_i \times S_i \times P_i \quad (1)$$

式中: E_i —— N、P、K 养分流失所损失的价值(元); i —— N、P、K 三种元素; Z —— 研究区土壤年度侵蚀的土壤总量(t); C_i —— N、P、K 在研究区土壤中的平均含量(%); S_i —— N、P、K 分别折算为硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾的系数(分别为 4.81, 5.13 和 1.82); P_i —— 硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾肥料的价格(元/t)。根据山东省农业生产资料公司的 2005 年数据,硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾的市场价格分别为 680 元/t、500 元/t 和 1 500 元/t。

有机质流失经济损失:

$$N_o = Z_o \times E_o \quad (2)$$

式中: N_o —— 土壤中有机质流失经济损失; Z_o —— 有机质流失量; E_o —— 有机质的市场平均价格(53.1 元/t)

3.2 水分流失经济损失的计算方法

选用“影子工程法”来计算土壤中水分经济损失。计算公式为:

$$W = (Z_w / B_D) \times E_w \quad (3)$$

式中: W —— 水分流失经济损失; Z_w —— 伴随土壤流失的土

壤水分流失量; E_w —— 修建 1 m³ 农用水库投资费用(1.2 元/m³); B_D —— 土壤容重(t/m³), 研究区土壤容重平均值为 1.25 t/m³。

3.3 泥沙流失经济损失的计算方法

根据中国土壤流失研究的最新研究,我国土壤侵蚀总量中滞留泥沙、淤积泥沙和入海泥沙量分别约占 33%、24%、37%,依据这一比例大致可以推算出泥沙滞留部分以及淤积部分的流失量。根据影子工程法来计算滞留和淤积的经济损失:

滞留损失:

$$S_R = (Z_R / B_D) \times E_R \quad (4)$$

式中: S_R —— 土壤侵蚀中泥沙滞留部分经济损失; Z_R —— 土壤泥沙滞留量; E_R —— 清除泥沙的成本(7.7 元/m³); B_D —— 土壤容重。

淤积损失:

$$S_F = (Z_F / B_D) \times E_F \quad (5)$$

式中: S_F —— 泥沙淤积部分经济损失; Z_F —— 泥沙淤积流失量; E_F —— 修建拦截 1 m³ 泥沙工程的投资费用(1.20 元/m³); B_D —— 土壤容重。

4 计算结果与分析

在 ARCGIS 的 GRID 模块支持下,利用 N、P、K、有机质含量平均含量等分布图,依据模型侵蚀模数= 某县市的年平均流失总量/ 该县市的总面积,计算出山东沂沭泗河流域所辖县市的土壤侵蚀模数;利用公式侵蚀量 = 减去土壤容许侵蚀量后的侵蚀模数 × 山东沂沭泗河流域内该县市的面积,求出各县市的侵蚀量。然后利用上述 5 个公式计算出研究区 1995 年和 2000 年土壤侵蚀经济损失价值总体评价及各县市土壤侵蚀经济损失价值评价。

4.1 土壤侵蚀经济损失结构评价

表 1 研究区土壤侵蚀经济损失价值总体评价

类型	1995 年			2000 年			总经济损失 差值/ 万元	
	单位面积损失 /(元 · km ⁻²)	总经济损失 / 万元	百分比/ %	单位面积损失 /(元 · km ⁻²)	总经济损失 / 万元	百分比/ %		
有机质	764.29	2421.98	1.18	603.20	1911.52	1.15	510.46	
养分	氮	2585.34	8192.80	2025.54	6418.80	3.87	1774.00	
	磷	4505.46	14277.54	3529.89	11186.00	6.74	3091.54	
	钾	52748.14	167155.70	81.38	41326.53	130961.3	78.93	36194.40
	小计	60603.24	192048.02	93.50	47485.16	150477.62	90.69	41570.399
泥沙	滞留	3570.65	11315.16	4371.08	13851.68	8.35	- 2536.52	
	淤积	404.70	1282.47	317.07	1004.78	0.61	277.69	
	小计	3975.35	12597.63	6.13	4688.15	14856.48	8.95	- 2258.85
水分	237.90	753.89	0.37	188.10	596.08	0.36	157.81	
总计	64816.48	205399.53	100.00	52361.41	165930.16	100.00	39469.37	

从表 1 可以看出,养分流失造成的经济损失是该流域最重要的土壤侵蚀经济损失形式,是土壤侵蚀经济损失的主体,说明土壤侵蚀最直接、最严重的经济损失是降低土地的生产力。研究区 1995 年养分总损失为 192 048.02 万元,占当年土壤侵蚀经济损失的 93.50%; 2000 年养分流失总损失为 150 477.62 万元,占当年土壤侵蚀总经济损失的 90.69%; 另外,滞留流失也是该流域土壤侵蚀经济损失的另一主要形式,1995 年滞留损失为 11 315.36 万元,占当年总经济损失的 5.51%; 2000 年滞留损失为 13 851.68 万元,占当年总经济损失的 8.35%。土壤中水分流失带来的损失虽在土壤侵蚀经济损失中所占比重相对较小,但其引起的间接影响要比直接影响大得多,如影响作物的生长,造成粮食作

物减产等间接损失。

研究区 1995~ 2000 年期间土壤侵蚀经济损失价值都有所减少。养分单位面积损失由 1995 年的 60 603.24 元/ km² 减少到 2000 年的 47 485.16 元/ km², 养分总经济损失由 192 048.02 万元减少到 150 477.62 万元, 减少了 41 570.2 万元; 泥沙单位面积损失由 1995 年的 3 975.35 元/ km² 增加到 2000 年的 4 688.15 元/ km², 泥沙总经济损失由 12 597.63 万元增加到 14 856.48 万元, 增加了 2 258.85 万元; 水分单位面积损失由 1995 年的 237.90 元/ km² 减少到 2000 年的 188.10 元/ km², 水分总经济损失由 753.89 万元减少到 596.08 万元, 减少了 139.81 万元; 整个研究区单位面积损失由 1995 年的 64 816.48 元/ km² 减少到 2000 年的 52 361.41

元/km², 研究区总经济损失由 205 399.53 万元减少到的 165 930.16 万元, 总经济损失减少了 39 468.84 万元。

4.2 分县市土壤侵蚀经济损失评价

利用数字化好的县界图对 1995 年和 2000 年土壤侵蚀总经济损失图进行区域汇总, 得到研究区分县市土壤侵蚀经济损失统计表(表 2)。

表 2 研究区各县市土壤侵蚀经济损失价值评价

县市名称	1995 年			2000 年			总经济损失变化率/%
	单位面积经济损失/(元·km ⁻²)	总经济损失/万元	损失百分比/%	单位面积经济损失/(元·km ⁻²)	总经济损失/万元	损失百分比/%	
沂源	13511	21542.16	10.49	10634	17221.14	10.38	20.06
沂水	7326	18945.04	9.22	5159	13389.10	8.07	29.33
莒县	9305	18262.25	8.89	5978	11985.03	7.22	34.37
蒙阴	6884	14032.13	6.83	5022	10111.49	6.09	27.94
五莲	10016	8588.36	4.18	8625	7494.81	4.52	12.73
沂南	5939	12935.66	6.30	3660	8031.60	4.84	37.91
新泰	9924	2734.48	1.33	6149	1673.06	1.01	38.82
日照市辖区	6707	14264.86	6.94	5711	12417.56	7.48	12.95
泗水	5054	6715.76	3.27	3984	5280.51	3.18	21.37
曲阜	1490	1444.29	0.70	1187	1145.89	0.69	20.66
平邑	6364	14595.99	7.11	5185	11866.61	7.15	18.70
费县	8455	19530.48	9.51	6763	15898.61	9.58	18.60
兖州	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
莒南	4720	10288.70	5.01	3980	8738.88	5.27	15.06
邹城	5953	11559.33	5.63	5522	10754.92	6.48	6.96
临沂	180	388.73	0.19	342	727.01	0.44	-4.65
山亭区	10909	11598.92	5.65	10460	11265.70	6.79	2.87
滕州	1831	2943.11	1.43	1687	2724.29	1.64	7.43
微山县	778	485.09	0.24	659	420.88	0.25	13.24
临沭	1699	2261.94	1.10	1698	2289.89	1.38	-1.24
苍山	2561	5561.83	2.71	2520	5488.02	3.31	1.33
郯城	737	1160.78	0.57	753	1207.69	0.73	-4.04
枣庄市辖区	2567	5559.64	2.71	2643	5797.46	3.49	-4.28
研究区	64816.48	205399.53	100.00	52361.41	165930.16	100.00	19.22

由表 2 可以看出, 山东沂沭泗河流域土壤侵蚀经济损失总值由 1995 年的 20.54 亿元减少到 2000 年的 16.59 亿元, 其经济损失的降幅为 23.79%。

研究区 1995 年土壤侵蚀经济损失大于 15 000 万元的有 4 个, 分别为沂源、费县、沂水、莒县, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 38.11%; 土壤侵蚀经济损失介于 10 000 万元到 15 000 万元的有 7 个, 依次是平邑、日照市辖区、蒙阴、沂南、山亭区、邹城、莒南, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 43.46%; 土壤侵蚀经济介于 5 000 万元到 10 000 万元的有 4 个, 分别是五莲、泗水、苍山、枣庄市辖区, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 12.87%; 土壤侵蚀经济损失介于 1 000 到 5 000 万元的地区有 5 个, 分别是滕州、新泰、临沭、曲阜、郯城, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 4.22%; 土壤侵蚀经济损失小于 1 000 万元的只有 3 个, 为临沂、微山县、兖州, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 0.43%。从中可以看出, 土壤侵蚀经济损失严重的地区集中在山地、丘陵比较多的县市, 如沂源、沂水、费县、蒙阴和莒县等。这些县市相对来说, 土壤侵蚀现象比较严重。土壤侵蚀经济损失较低的地区多为地势比较平坦的地区, 如兖州、临沂、微山、临沭和郯城等; 土壤侵蚀总经济损失大于 10 000 的地区占山东沂沭泗河流域土壤侵蚀总经济损失的 81.58%, 可见该地区的大部分县市的土壤侵蚀损失是巨大的, 其形势是严峻的。

2000 年研究区土壤侵蚀经济损失大于 15 000 万元的县市为沂源和费县, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 19.96%; 土壤侵蚀经济损失介于 10 000 万元到 15 000 万元的地区有 7 个, 分别是沂水、日照市辖区、莒县、平邑、山亭区、邹城、蒙阴, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 49.29%; 土壤侵蚀经济损失介于 5 000 万元到 10 000 万元的地区有 6 个, 分别是莒南、沂南、五莲、枣庄市辖区、苍山、泗水, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 26.05%; 土壤侵蚀经济损失介于 1 000 到 5 000 万元的地区有 5 个, 为滕州、临沭、新泰、郯城、曲阜, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 5.45%; 土壤侵蚀经济损失小于 1 000 万元的地区有 3 个, 为临沂、微山县、兖州, 占研究区土壤侵蚀总经济损失的 0.69%。

发展中国家马及印尼所计算的土壤侵蚀成本占当年 GDP 的比例均为 0.4%, 而 1995 年和 2000 年山东沂沭泗河流域土壤侵蚀经济损失占该地区 GDP 的比例分别为 3.54% 和 1.54%, 反映了山东沂沭泗河流域土壤侵蚀状况的严重性。

除兖州外, 研究区其它县市都存在不同程度的土壤侵蚀经济损失且县市间土壤侵蚀引起的经济损失在程度上存在明显的差异, 即该研究区土壤侵蚀经济损失存在明显的区域特征。分县市来看, 2000 年与 1995 年相比较, 除了临沂、临沭、枣庄市辖区和郯城土壤侵蚀经济损失有所增加之外, 其

它各县市土壤侵蚀经济损失均呈下降趋势,而且下降趋势十分明显。其中新泰经济损失减少的比例最大,占2000年该县损失的63.44%;另外,沂南、沂水、沂源、蒙阴和莒县经济损失减少也较大,都在4000万元以上。

根据1995年和2000年研究区分县市土壤侵蚀经济损失,计算出各县市的1995~2000年经济损失的变化量,然后用变化量除以1995年的土壤侵蚀经济损失计算出分县市土壤侵蚀经济损失价值动态变化(表2),最后将上述2个年份的土壤侵蚀经济损失变化率用图形表示出来(图2)。

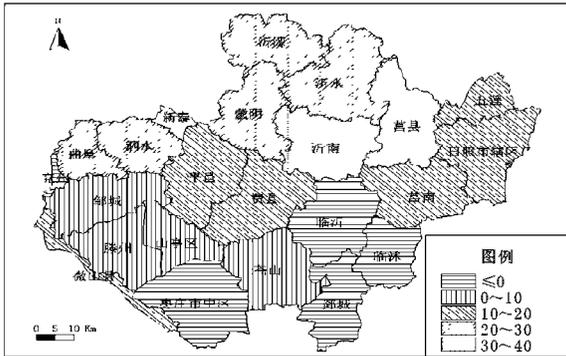


图2 研究区各县区土壤侵蚀经济损失价值变化率(%)

参考文献:

- [1] 朱永恒, 濮励杰. 流域侵蚀过程研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 225-231.
- [2] 赵善伦, 尹民, 孙希华. 山东省水土流失经济损失与生态价值损失评估[J]. 经济地理, 2002, 22(5): 616-619.
- [3] 任勇, 毕华兴, 等. 水土流失经济损失估算及环境经济学思考[J]. 中国水土保持, 1997, (8): 48-58.
- [4] 邓培雁, 屠玉麟, 陈桂珠. 贵州省水土流失中土壤侵蚀经济损失估值[J]. 农村生态环境, 2003, 19(2): 1-5.
- [5] 水利部水土保持司. 土壤侵蚀分类分级标准[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 14-15.
- [6] 中国农村统计年鉴[Z]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 589-603.
- [7] 山东水利厅水土保持处. 山东省水土流失定量遥感监测数据库信息分县统计表[Z]. 1995, 2000.
- [8] 王有邦. 山东地理[M]. 济南: 山东地图出版社, 2000: 100-150.

(上接第153页)

参考文献:

- [1] Maidment D R. 水文学手册[M]. 张建云, 李纪生等译. 北京: 科学出版社, 1992.
- [2] Charles J V. Global change, the water cycle, and our search for Mauna Loa [J]. Hydrological Process, 2002, 16: 135-139.
- [3] Menzel L, Burger G. Climate change scenarios and runoff response in the Mulde catchment (Southern Elbe, Germany) [J]. Journal of Hydrology, 2002, 267: 53-64.
- [4] 李晓兵. 国际土地利用-土地覆盖变化的环境影响研究[J]. 地球科学进展, 1999, 14(4): 395-400.
- [5] 邓慧平. 气候与土地利用变化对水文水资源的影响研究[J]. 地球科学进展, 2001, 16(3): 436-441.
- [6] Vorosmarty C J, Green P, Salisbury J, Lammers R. Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth [J]. Science, 2000, 289: 284-288.
- [7] Gornitz V, Rosensweig C, Hillel D. Effects of anthropogenic intervention in the land hydrologic cycle on global sea level rise [J]. Global and Planetary Change, 1997, 14: 147-161.
- [8] Pitman A, Pielke Sr R, Avissar R, et al. The role of the land surface in weather and climate: does the land surface matter? [J]. IGBP Newsletter, 1999, 39: 4-11.
- [9] 李芝喜. 西双版纳热带林30年的动态变化监测[J]. 林业资源管理, 1999, (2): 44-46.
- [10] 张佩芳, 赫维人, 何祥, 等. 云南西双版纳森林空间变化研究[J]. 地理学报, 1999, 54(增刊): 139-144.
- [11] 张克映, 张一平. 西双版纳森林砍伐对地方气候的影响[A]. 中国农学会农业气象研究会, 中国林学会. 林业气象文集[C]. 北京: 气象出版社, 1984. 14-23.
- [12] 张一平, 张克映, 马友鑫, 等. 西双版纳热带地区不同植被覆盖地域径流特征[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 3(4): 25-30.
- [13] 刘玉洪, 马友鑫, 刘文杰. 西双版纳人工群落林地径流量的初步研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(2): 30-34.
- [14] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992(4): 482-492.
- [15] 高海风. 海南岛三大河流对森林砍伐的水文效应分析[J]. 热带地理, 1986, 6(3): 264-271.

在整个研究时段上,研究区土壤侵蚀经济损失价值的变化率为19.22%(减少量)。研究区各县区土壤侵蚀经济损失价值的变化不尽相同。有18个县区土壤侵蚀经济损失价值减小,1个县区没有变化,4个县区增大;变化率小于等于0的有5个县区,介于0~10%的有4个,介于10%~20%的有6个,介于20~30%的有5个,超过30%的有3个。在研究区23个县区中,变化率大于零的县区有18个,小于等于零的有5个。

以上的研究表明,研究区大部分县区的土壤侵蚀经济损失价值的总体变化都有所降低,只有一小部分县区有所增大。这说明研究区近几年来,该流域水土保持工作确实取得了显著的成效,这种成效在经济中的表现越来越突出。

5 结语

山东沂沭泗流域是一个由多种环境功能区复合而形成的环境综合体,同时也是土壤侵蚀严重的区域,尽管到2000年土壤侵蚀状况得到了一定的改善,但土壤侵蚀仍然比较严重,这就需要将生态环境的保护、恢复、重建及与水土流失治理相结合,采取措施停止人为的负面干扰和破坏,实现对自然环境的合理控制和有效利用,使其向可持续发展的方向转化,也就是采取生态恢复与水土保持工程相结合,以实现治理水土流失,改善生态环境的目的。