

Analysis of Soil Erosion Change in the Hengduan Mountain Area in Recent 10 Years*

——Take Yanduo Town as an Example

Jianguo Zhang¹, Yingli Wang¹, Shuzhen Liu²

¹School of Geography, Nantong University, Nantong

²Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Science, Chengdu

Email: sezjg@yahoo.com.cn

Received: Oct. 8th, 2011; revised: Nov. 5th, 2011; accepted: Nov. 28th, 2011.

Abstract: The research area's land use data and vegetation cover data were extracted from the remote sensing imagery, which were acquired in 2001 and 2008. Then combined with topographic data, the soil erosion data of study area in 2001 and 2008 were acquired. Finally, the spatial and temporal patterns of soil erosion over the study area from 1985 to 2008 were examined and the major changing soil erosion types and their transfer between each other were explored. Results show that: 1) The soil erosion of study area is slight. The results in 2001 and 2008 all show the slight, light and middle erosion are the primary soil erosion types and their area account for 78.93% in 2001 and 76.05% in 2008. 2) From 2001 to 2008, the soil erosion of study area became more serious and soil erosion structure has changed significantly. The area of light, middle, intense, pole intense and severe erosion were all increased, especially the area of intense, pole intense and severe erosion increased markedly. And the slightly eroded area decreased significantly. The result of field survey shows that cultivation on steep slopes and over-harvesting trees are the main reasons which lead to the soil erosion in study area becoming more seriously.

Keywords: Hengduan Mountain; Soil Erosion; Remote Sensing

近十年来藏东横断山区土壤侵蚀强度变化分析*

——以烟多镇为例

张建国¹, 王英利¹, 刘淑珍²

¹南通大学地理科学学院, 南通

²中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都

Email: sezjg@yahoo.com.cn

收稿日期: 2011年10月8日; 修回日期: 2011年11月5日; 录用日期: 2011年11月28日

摘要: 本文基于研究区 2001 年和 2008 年 2 期的遥感影像数据提取了该区两期土地利用数据、植被盖度数据, 并结合该区地形数据, 获得了该区两期土壤侵蚀强度数据, 对该区土壤侵蚀格局时空变化进行了定量研究。结果显示: 1) 研究区土壤侵蚀较轻微。2001 年和 2008 年的结果都表明研究区土壤侵蚀以中度、微度和轻度为主, 这三者合计占研究区国土面积的百分比 2001 年为 78.93%, 2008 年为 76.05%; 2) 2001 年~2008 年间, 研究区土壤侵蚀明显加重, 土壤侵蚀强度结构发生了明显的变化。主要表现在轻度以上土壤侵蚀面积都有所增大, 特别是强度以上土壤侵蚀面积增加明显, 而微度侵蚀面积明显减少; 3) 野外调查结果表明, 研究区陡坡开垦和过度采伐林木是导致该区土壤侵蚀加重的主要原因。

关键词: 横断山区; 土壤侵蚀; 遥感

*基金项目: 国家科技支撑计划项目“青藏高原国家生态安全屏障保护和建设关键技术研究示范(2007BAC06B06)”资助。

1. 引言

青藏高原是中国及东南亚地区许多河流的发源地,是东南亚地区的“江河源”和“生态源”,它的生态环境变化直接影响下游生态环境的变化。近年来,随着全球气候的变化,西藏水土流失日趋严重,若任其发展势必造成生态环境的进一步恶化,影响社会、经济的可持续发展。青藏高原生态环境的变化以及对周围地区的影响,已经成为全国乃至全球关注的热点^[1]。

藏东横断山区沟壑纵横、河流发育,金沙江、澜沧江、怒江等河流流经该区域,其中澜沧江-湄公河,怒江-萨尔温江是国际跨境河流,土壤侵蚀较强烈。优先开展该区域的土壤侵蚀现状调查和防治技术研究,不仅可为西藏高原国家生态安全屏障提供科技支撑,而且将为下游国家的生态安全和我国“与邻为伴、与邻为善”的外交工作做出积极贡献。对保障西藏生态安全具有重大意义^[1,2]。

鉴于此,本文选择了藏东横断山区的察雅县烟多镇为研究区域,以野外实地调查为基础,利用3S技术及数理统计分析等方法,分析研究区2001年~2008年7年来土壤侵蚀的时空格局变化特征,探讨其变化的主要强度类型和相互转移方向,旨在为研究区有效防治水土流失和生态与环境保护提供科学依据。

2. 研究方法

2.1. 研究区概况

烟多镇位于察雅县中部,是察雅县人民政府所在地,介于东经97°20'~97°44',北纬30°26'~30°54'之间,镇域东接王卡乡,西邻卡贡乡,北靠新卡乡,南接荣东乡。烟多镇地域广阔,境内山高谷深,全镇地貌类型可分为高山深谷区、山原区及丘原区三种类型,属温暖带半干旱季风气候区,日照充足,干湿分明,气候温和。平均温度11℃,最高气温为18.7℃,最低气温-8℃。年降水量为350 mm。烟多镇植被类型较单调,烟多镇以低覆盖度草地为主,下切河谷分布少量森林,河谷为温性草原和旱生具刺灌丛。土壤以亚高草甸、高山草甸和草甸土为主,有少量的灰褐土、高山寒漠土、褐土、棕壤和暗棕壤。该镇土地总面积为696.4 km²,其中:耕地9.96 km²,占1.43%,大多为坡耕地;林地59.61 km²,占8.56%;灌木林地11.07

km²,占1.59%;草场542.15 km²,占77.85%;居民点及工矿用地0.91 km²,占0.13%;冰川和永久冰川积雪地1.11 km²,占0.16%;水系34.75 km²,占4.99%;裸岩25.14 km²,占3.61%;裸土11.70 km²,占1.68%。

2007年烟多镇内共有居民委员会27个,共计1124户7193人,总劳动力4670人。该镇以农业为主,全镇年末实有耕地面积561.53 hm²,人均0.08 hm²,农作物播种面积737 hm²,要农作物有青稞、冬小麦、春小麦、油菜等,牧业以饲养牛、马、羊为主,也有少量驴、骡和猪等。据2007年统计资料,全乡粮食总产量为2832 t,经济作物总产量为157 t。2007全镇GDP为6857.5万元,其中第一产业增加总值为1872.2万元,二产增加值为2412.5万元,三产增加值为2572.8万元,农牧民人均纯收入为2239元。

2.2. 数据来源

研究中获取了2001年和2008年2个时段的研究区19.5 m空间分辨率的多光谱遥感数据和30 m分辨率的DEM数据。其中,遥感数据来自中国资源卫星应用中心数据库,DEM数据由中国科学院成都山地所“3S”中心提供。

2.3. 研究方法

本次研究采用水力部发布的土壤侵蚀分类分级标准(SL190-96)提取了该区水力侵蚀强度分布图,然后通过叠加分析研究该区土壤侵蚀强度变化情况。具体技术流程:首先,对两期遥感影像和DEM数据进行预处理,包括对两期遥感数据的波段组合、几何校正、拼接与裁剪,对Dem数据进行与其他图件配准等处理。然后,提取研究区土壤侵蚀强度分级所需因子图,包括从遥感影像图上提取植被盖度图和土地利用类型图,从DEM上提取了研究区的坡度图。其中植被盖度图是用像元二分法模型提取的^[3-5],土地利用图以人机交互式判读以及实地调研修正的方法获得。之后,利用土壤侵蚀强度水力侵蚀面蚀分级标准建立模型提取研究区2001期和2008期两期土壤侵蚀图。最后,通过对两期数据进行叠加,提取2001年~2008年时段内各土壤侵蚀强度类型发生变化的动态图斑,获得土壤侵蚀变化的空间与属性数据,并通过计算土壤侵蚀强度类型动态度(公式1)和土壤侵蚀强度转移矩阵(公

式 2), 研究该区土壤侵蚀强度结构、变化以及各类型间的相互转化情况。数据的采集与处理采用遥感和地理信息系统技术以及数理统计方法。数据处理的平台为 ERDAS 8.7、ArcGIS 9.2 和 Excel 2007。

$$K = \frac{A_{j,a} - A_{j,b}}{A_{j,a}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $A_{j,a}$ 、 $A_{j,b}$ 分别为研究初期 a 及研究末期 b 面积; T 为研究末期和初期相间隔的时间。

$$P = (P_{i,j}) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: n 为土壤侵蚀类型数目; P_{ij} 表示期初至期末类型 i 转化为类型 j 的面积。

3. 烟多镇土壤侵蚀变化分析

3.1. 2001 年烟多镇土壤侵蚀分析

2001 年度烟多镇的土壤侵蚀强度分布见图 1, 土壤侵蚀面积见表 1, 由图和表可以看出, 2001 年度烟多镇无明显侵蚀(微度土壤侵蚀)区面积为 20211.73 hm^2 , 占该区国土面积的 28.05%; 轻度以上土壤侵蚀面积为 51850.15 hm^2 , 占该区国土面积的 71.95%; 轻度以上土壤侵蚀的土壤侵蚀以中度和轻度为主, 分别占国土面积的 27.2%和 23.68%, 强度、极强度和剧烈

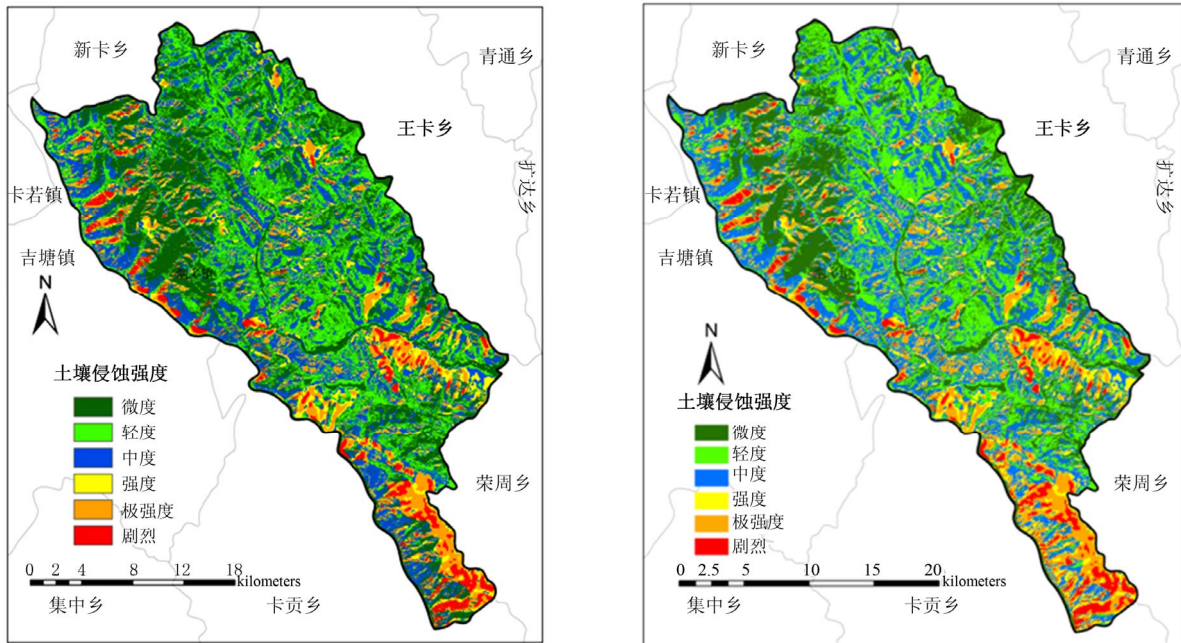


Figure 1. Spatial distribution map of different intensity soil erosion in Yanduo town in 2001 (left) and 2008 (right)

图 1. 烟多镇 2001 年(左)和 2008 年(右)土壤侵蚀强度分布图

Table 1. The soil erosion area in Yanduo town in 2001 and 2008

表 1. 2001、2008 年度烟多镇土壤侵蚀面积统计表

		微度	轻度	中度	强度	极强度	剧烈	轻度以上	国土面积
2001	面积 (hm^2)	20211.73	17062.14	19597.94	6132.78	6630.82	2426.47	51850.15	72061.88
	百分比 (%)	28.05	23.68	27.20	8.51	9.20	3.37	71.95	100
2008	面积 (hm^2)	15697.08	17934.96	21168.68	7120.44	7391.28	2749.00	56364.36	72061.44
	百分比 (%)	21.78	24.89	29.38	9.88	10.26	3.81	78.22	100
2001~2008 变化量	(hm^2)	-4514.65	872.82	1570.74	987.66	760.46	322.53	4514.65	
	年变化量 (hm^2)	-644.95	124.69	224.39	141.09	108.64	46.08	644.95	
	动态度 (%)	-3.19	0.73	1.14	2.30	1.64	1.90	1.24	

注: “-”表示减少。

所占面积很小, 分别占国土面积的 8.51%、9.2% 和 3.37%, 这说明 2001 年度该区土壤侵蚀较轻微。

3.2. 2008 年烟多镇土壤侵蚀分析

由图 1 和表 1 可以看出, 2008 年度烟多镇无明显侵蚀(微度土壤侵蚀)区面积为 15697.08 hm², 占该区国土面积的 21.78%; 轻度以上土壤侵蚀面积为 56364.36 hm², 占该区国土面积的 78.22%; 轻度以上土壤侵蚀的土壤侵蚀也以中度和轻度为主, 分别占国土面积的 29.38% 和 24.89%, 强度、极强度和剧烈所占面积较小, 分别占国土面积的 9.88%、10.26% 和 3.81%, 这说明 2008 年度该区土壤侵蚀较轻微, 但与 2001 年相比土壤侵蚀程度有一定程度的加重。

3.3. 2001 年~2008 年度烟多镇土壤侵蚀变化分析

2001 年~2008 年烟多镇土壤侵蚀变化较显著(图 2、表 1)。总体看, 无明显土壤侵蚀(微度土壤侵蚀)呈现明显减少趋势, 从 2001 年的 2011.73 hm² 减少到了 2008 年的 15697.08 hm², 减少了 4514.65 hm²; 轻度以上土壤侵蚀面积都有不同程度的增加, 其中中度土壤侵蚀增加最多, 由 2001 年的 19597.94 hm² 增加到了 2008 年的 21168.68 hm², 增加了 1570.74 hm²; 强度、轻度和极强度面积增加趋势也较为明显, 在 2001 年~2008 年间分别增加了 987.66 hm²、872.82 hm² 和 760.46 hm²; 剧烈土壤侵蚀面积增加了 322.53 hm²。可见 2001 年~2008 年间, 烟多镇的土壤侵蚀在不断加重, 表现在无侵蚀区面积在明显减少, 而轻度以上土壤侵蚀面积在逐年增加。

2001 年~2008 年期间, 烟多镇无明显侵蚀(微度侵蚀)的面积变化最为明显, 年变化量为-644.95 hm², 动态度为-3.19%; 强度土壤侵蚀的面积变化幅度仅次

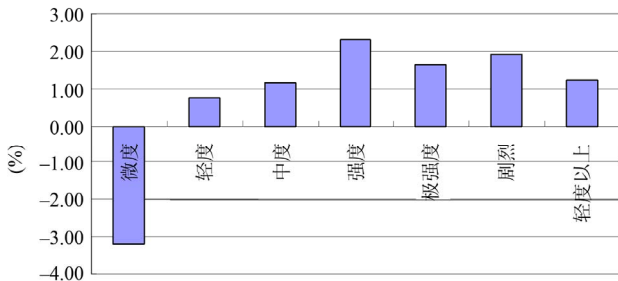


Figure 2. The change rate of different intensity soil erosion from 2001 to 2008 in Yanduo town
图 2. 烟多镇 2001~2008 年期间土壤侵蚀变化动态度

于无明显侵蚀, 动态度为 2.30%, 年变化量为 141.09 hm²; 剧烈和极强度土壤侵蚀的面积变化幅度也较大, 动态度分别为 1.90% 和 1.64%, 年变化量分别为 46.08 hm² 和 108.64 hm²; 中度土壤侵蚀面积变化幅度较小, 动态度为 1.14%, 年变化量为 224.39 hm²; 轻度土壤侵蚀面积变化幅度较小, 动态度仅为 0.73%, 年变化量为 124.69 hm²。

3.4. 烟多镇土壤侵蚀变化转移分析

由土壤侵蚀转移矩阵(表 2)可以看出, 在 2001 年~2008 年间, 微度土壤侵蚀有多达 5195 hm² 转化为轻度土壤侵蚀, 有多达 4168.12 hm² 转化为中度土壤侵蚀, 同时也有 2499.52 hm² 的轻度土壤侵蚀和 2426.64 hm² 的中度土壤侵蚀转入微度土壤侵蚀, 但转出远大于转入, 这是导致微度土壤侵蚀面积大幅减少的主要原因。

轻度土壤侵蚀的转出去向主要为中度、微度和强度土壤侵蚀, 转入来源主要为微度, 转入面积达 5195.84 hm², 远远大于轻度转入微度的面积 2499.52 hm², 其次中度和强度也有一定面积转入轻度, 但面积远小于轻度转入他们的。总之, 大面积微度土壤侵蚀转入轻度, 是导致烟多镇轻度土壤侵蚀面积有所增加的主要原因。

中度土壤侵蚀的转出去向比较分散, 微度、强度、轻度和极强度都是中度土壤侵蚀的主要转出去向。中度土壤侵蚀的转入来源主要为微度和轻度, 转入面积分别达 4168.12 hm² 和 3284.76 hm², 远远大于中度转入他们的面积。大面积微度和轻度土壤侵蚀转入中度, 是导致烟多镇中度土壤侵蚀面积有所增加的主要原因。

Table 2. The transformed matrix of soil erosion changing in Yanduo town from 1985 to 2008

表 2. 2001 年~2008 年烟多镇土壤侵蚀转移矩阵(单位: hm²)

土壤侵蚀强度	微度	轻度	中度	强度	极强度	剧烈
微度	9845.72	5195.84	4168.12	585.32	297.12	75.2
轻度	2499.52	10807.24	3284.76	449.88	0	0
中度	2426.64	1672.04	11853.56	2119.96	1310.4	191.52
强度	494.4	259.84	1155.6	3568.12	457.08	190.28
极强度	279	0	647.28	316.68	5260.92	118.88
剧烈	44.8	0	59.36	80.48	65.76	2173.12

强度土壤侵蚀的转出去向主要为中度土壤侵蚀, 面积达 1155.6 hm^2 , 占强度土壤侵蚀总转出面积的一半。另外, 也有一定面积的强度土壤侵蚀转入微度、轻度和极强度土壤侵蚀。强度土壤侵蚀的转入来源主要为中度, 转入面积达 2119.96 hm^2 , 其次为微度、轻度和极强度, 面积分别为 585.32 hm^2 、449.88 hm^2 和 316.68 hm^2 , 均远大于强度转入他们的面积。大面积中度、微度、轻度和极强度土壤侵蚀转入强度, 导致烟多镇强度土壤侵蚀面积显著增加。

极强度土壤侵蚀的转出去向主要为中度土壤侵蚀, 面积达 647.28 hm^2 , 占极强度土壤侵蚀总转出面积的一半。另外, 也有一定面积的极强土壤侵蚀转入强度、微度和剧烈土壤侵蚀。极强度土壤侵蚀的转入来源主要为中度, 转入面积达 1310.4 hm^2 , 其次为强度和微度, 面积分别为 457.08 hm^2 和 297.12 hm^2 , 均大于极强度转入他们的面积。总之, 一定面积的中度、强度和微度土壤侵蚀转入极强度土壤侵蚀, 是导致烟多镇极强度土壤侵蚀面积有明显增加的主要原因。

剧烈土壤侵蚀的转出去向较为分散, 强度、极强度、中度、中度和微度都是剧烈土壤侵蚀的输出去向, 但传出面积均不是很大。剧烈土壤侵蚀的转入来源也较分散, 中度、强度、极强度和微度都是剧烈土壤侵蚀的主要转入来源, 而且转入的面积均大于剧烈转入它们的面积。总之, 一定面积的中度、强度、极强度和微度土壤侵蚀转入剧烈土壤侵蚀, 导致烟多镇剧烈土壤侵蚀面积明显增加。

3.5. 变化原因分析

对比分析土壤侵蚀强度空间分布图和植被盖度土、土地利用类型图可以看出, 地形坡度较大、植被遭人为干扰破坏, 盖度降低等是造成该区部分区域土壤侵蚀强烈的主要原因。更深层次的原因, 有待进一步研究。

4. 结论

研究区土壤侵蚀较轻微。2001 年的结果表明研究区土壤侵蚀以中度、微度和轻度为主, 这三者合计占研究区国土面积的 78.93%, 强度、极强度和剧烈三者合计仅占研究区国土面积的 21.07%; 2008 年的结果也表明中度、轻度和微度仍然是该区最主要的侵蚀强度类型, 三者合计占研究区国土面积的 76.05%, 而强度、极强度和剧烈三者合计仅占研究区国土面积的 23.95%, 这说明 2001 年和 2008 年的结果都表明研究区土壤侵蚀较轻微。

2001 年~2008 年间, 研究区土壤侵蚀明显加重, 土壤侵蚀强度结构发生了明显的变化。主要的表现形式是轻度以上土壤侵蚀面积都有所增大, 特别是轻度以上土壤侵蚀面积增加明显, 而无明显侵蚀面积明显减少。2001 年~2008 年间研究区微度土壤侵蚀面积减少了 4514.65 hm^2 , 减少了 22.34%, 动态度达 -3.19%。而强度、极强度、剧烈侵蚀面积增加明显, 分别增加了 16.11%、11.47% 和 13.29%, 动态度分别达 2.3%、1.64% 和 1.9%。

野外调查结果表明, 研究区陡坡开垦、过度采伐林木和薪炭林是导致该区土壤侵蚀加重的主要原因。因此在在今后的土地开发中必须加强管理, 注意保障区域生态与环境安全。

参考文献 (References)

- [1] 钟祥浩, 刘淑珍, 王小丹等. 青藏高原生态安全研究[J]. 山地学报, 2010, 28(1): 1-10.
- [2] 钟祥浩, 刘淑珍, 王小丹等. 青藏高原国家生态安全屏障保护与建设[J]. 山地学报, 2006, 24(2): 129-136.
- [3] 马超飞, 马建文, 布和敖斯尔. USLE 模型中植被覆盖因子的遥感数据定量估算[J]. 水土保持通报, 2001, 21(4): 6-9.
- [4] 刘广峰, 吴波, 范文义等. 基于像元二分模型的沙漠化地区植被覆盖度提取——以毛乌素沙地为例[J]. 水土保持研究, 2007, 14(2): 268-271.
- [5] 马俊海, 刘丹丹. 像元二分模型在土地利用现状更新调查中反演植被盖度的研究[J]. 测绘通报, 2006, 4: 13-16.