

延安市土壤侵蚀和土地利用时空变化分析

卓 静^{1,2}, 刘安麟², 邓凤东²

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710127; 2. 陕西省农业遥感信息中心, 陕西 西安 710014)

摘 要: 以 TM 影像为数据源, 动态监测了延安市宝塔区 1997、2004 年的土地利用、土壤侵蚀的时空变化, 并对该变化进行了分析。结果表明, 宝塔区土壤侵蚀主要发生在耕地、林地、草地、果园这 4 种土地利用类型中; 1997—2004 年期间, 宝塔区耕地面积大幅减少, 林地、草地面积有所增加, 土壤侵蚀面积减少, 侵蚀等级下降。总体来说, 延安市土地利用和土壤侵蚀状况都是向良性循环发展的。

关键词: 宝塔区; 土壤侵蚀; 土地利用; TM 图像

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)03—0148—04

中图分类号: S157, F301

Spatial and Temporal Variability of Landuse and Soil Erosion in Yan 'an City

ZHUO Jing^{1,2}, LIU An-lin², DENG Feng-dong²

(1. Department of Urban and Resource Science; Northwest University, Xi 'an, Shaanxi 710127, China

2. Shaanxi Remote Sensing Information Center for Agriculture, Xi 'an, Shaanxi 710015, China)

Abstract: In order to dynamically monitor soil erosion and determine the relationship between landuse and soil erosion in Baota District of Yan 'an City, an analysis was performed using the data from TM images in the two periods of 1997 and 2004. Results show that soil erosion occurred in cultivated land, forestland, grassland, and orchard. The area of cultivated land decreased and the areas of woodland, grassland, and orchard increased from 1997 to 2004. The area of soil erosion decreased and its grade descended. Generally speaking, landuse and soil erosion control in the study area develop towards a good direction.

Keywords: Baota District; soil erosion; landuse; TM image

土地利用土地覆盖是全球环境研究的热点和前沿问题,而在土壤侵蚀的众多影响因素中,土地利用类型又是一个极为重要和活跃的因素。从宏观尺度上来看,气候、地形、植被、土壤等因素相对稳定,是土壤侵蚀发生、发展的潜在条件^[1];土地利用作为人类利用土地进行各种活动的综合反映,是影响土壤侵蚀最活跃的因素,专家们普遍认为人类及其活动是造成水土流失的主要原因,不合理的土地利用方式对土壤侵蚀具有放大效应^[2],土地利用方式直接影响着土壤侵蚀强度的等级分布,合理的土地利用方式将在很大程度上改善区域内的土壤侵蚀状况。

随着遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术的飞速发展,RS和GIS已经成为土壤侵蚀研究的重要手段。我国学者在这方面已经开展了一些研究工作,陈松林^[3]以福建省延平区为例,得出不同土地利用类型的土壤侵蚀程度存在显著差异的结论;邹亚荣

等^[4]以广东省惠东区为例进行研究,认为土壤侵蚀分布与土地利用分布是相互关联的;范建容等^[5]根据土壤侵蚀面积变化对四川省李子溪流域两期不同土地利用下的土壤侵蚀状况进行了分析;喻权刚^[6]利用遥感信息对黄土丘陵区土地利用与土壤侵蚀的研究发现,年土壤侵蚀量与平耕地所占比例成负相关,与坡耕地所占比例成正相关;王思远等^[7]在RS与GIS技术的支持下对我国不同土地利用背景下的土壤侵蚀空间分布规律进行定量研究,得出不同土壤侵蚀下的土地利用特征。

本文主要是在 ERDAS 软件和地理信息系统软件的支持下,利用 TM 数据、数字高程模型动态监测并分析延安市宝塔区 1997、2004 年土地利用类型和土壤侵蚀的时空变化,并分析两者之间的联系,为抑制该区水土流失,开展生态环境治理工作提供科学的依据。

收稿日期:2007-04-04

修回日期:2008-02-29

资助项目:国家科技攻关项目“西北地区生态环境动态监测、综合评价和应用服务系统研究”(2004BA522D07-1)

作者简介:卓静(1978—),女(汉族),陕西省西安市人,学士,工程师,主要研究方向为遥感与GIS的应用。E-mail:zhuojing1978@yahoo.com.cn。

1 研究区概况

延安市宝塔区地处黄土高原中部,延河中游,北纬 36°11′—37°09′,东经 109°21′—110°03′ 之间。全境南北狭长,因受树枝状河系侵蚀,形成了沟壑纵横、梁峁起伏的地貌特点,属于丘陵沟壑地形。境内以延河、汾川为骨干,支流支沟纵横交错。属暖温带气候,气温多变,温差较大,四季分明。地貌主要以黄土塬、梁、峁、沟壑为主,境内水土流失状况严重,是黄河泥沙的主要来源地区之一,治理好该地区的生态环境可以有效地减少黄河的泥沙含量^[8]。

2 材料与方法

采用 1997,2004 年 1:100 000 TM 数据,通过解译得到这两个年份的土地利用数据以及土壤侵蚀数据。土地利用数据严格按照国家分类标准的一级类进行解译,将土地利用类型分为水体、林地、草地、未利用地、耕地、居民地和果园 7 大类,1997 年的综合分类精度达到 85.58%,KAPPA=0.819,2004 年综合分类精度达到 83.31%,KAPPA=0.789,均达到了最低允许判别精度 0.7^[9]的要求。土壤侵蚀的等级划分是按照陕西省地方标准“生态环境建设工程 3S 技术监测规程”的要求进行,该规程规定了在陕西生态环境建设工程中使用 3S 技术对工程建设进行监测的工作内容和技术要求,主要适用于山川秀美生态环境工程建设过程中,利用 3S 技术对陕西辖区范围内土地利用、地表水体、土壤侵蚀等变化情况进行定期监测,该规程中土壤侵蚀分类是依据水利部 SL 190—96 制定的。按照该规程要求,结合宝塔区实际情况,只对其水力侵蚀等级进行划分,将侵蚀等级分为:轻度、中度、强度、极强度、剧烈 5 个等级。

在 ERDAS 软件环境下分别建模将 2 个年份的土地利用结果、土壤侵蚀结果进行叠加分析得到土地利用变化情况和土壤侵蚀变化情况,再将每年的土地

里利用变化图作为底图,叠加土壤侵蚀变化图,得到各土地利用类型的土壤侵蚀强度状况,进而分析各土地利用类型和土壤侵蚀强度的关系。

3 结果和分析

3.1 1997—2004 年土地利用变化

从 1997,2004 的土地利用数据中可以看出(表 1):1997—2004 年宝塔区土地利用类型发生显著的变化。1997 年耕地是宝塔区的主要土地利用类型,其面积占总面积的 46.76%;2004 年林地代替耕地占据了主导地位,它的面积占总面积的 52.19%。在此期间内,耕地面积大幅减少,林地、草地面积明显增加,林地增幅为 84.46%,草地增幅为 8.99%,果园增幅为 96.29%,这些变化主要是由于各等级坡耕地的减少引起的。分析 2 个时段土地利用叠加后的结果可以看出,减少的耕地主要是向林地、草地和果园这 3 种类型转变,其中 51.57%转变为林地,42.28%转变为草地,4.74%变成果园,这些变化有利于土壤侵蚀状况的改善,是该地区 1998 年开始实施的“退耕还林草”工程取得的成效。

表 1 1997—2004 年土地利用变化

类型	所占面积比例/ %		增幅/ %
	1997 年	2004 年	
耕地	46.75	17.42	- 62.90
林地	32.09	52.19	84.46
草地	18.05	19.67	8.99
果园	1.44	2.83	96.29

注:表内只列出了变化较大的几个类型,居民地、未利用地、水体等不进行详细讨论。

3.2 1997—2004 年土壤侵蚀变化

1997 年宝塔区总侵蚀面积 3.31×10⁵ hm²,占总面积的 93.38%,2004 年总侵蚀面积 3.02×10⁵ hm²,占总面积的 85.41%,这一结果表明在此时间内,宝塔区的土壤侵蚀面积明显减少(见表 2)。

表 2 1997—2004 年土壤侵蚀面积变化

强度	1997 年		2004 年		增幅/ %
	侵蚀面积/ hm ²	占总侵蚀面积比例/ %	侵蚀面积/ hm ²	占总侵蚀面积比例/ %	
轻度	35 333.82	10.68	55 986.84	18.49	58.45
中度	106 978.40	32.32	138 865.60	45.87	29.81
强度	98 604.36	29.79	72 242.73	23.86	- 26.73
极强度	75 197.25	22.72	31 325.58	10.35	- 58.34
剧烈	14 860.26	4.49	4 306.41	1.42	- 71.02

从表 2 中可见,1997 年轻度侵蚀面积 $3.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占总侵蚀面积的 10.68%; 中度侵蚀面积 $1.06 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 占总侵蚀面积的 32.32%; 强度侵蚀面积 $9.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占总侵蚀面积 29.79%; 极强度、剧烈侵蚀面积分别为 7.0×10^4 , $1.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 分别占总侵蚀面积 22.72% 和 4.49%; 2004 年轻度侵蚀面积 $5.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 增幅为 58.45%, 中度侵蚀面积 $1.38 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 增幅为 29.81%, 其余等级的侵蚀面积均有所减少, 分析 2 个时期土壤侵蚀叠加结果可以看出: 强度侵蚀减少的面积中有 90.25% 转化为中度侵蚀; 极强度侵蚀有 58.75% 转化为强度, 40.32% 转化

成中度; 剧烈侵蚀减少的面积中转化为极强度、强度、中度的比例分别为 60.56%, 32.91%, 6.35%, 这一监测结果充分说明宝塔区的土壤侵蚀强度等级有所下降, 侵蚀面积明显减少, 通过 7 a 的生态环境治理工作, 宝塔区土壤侵蚀状况得到了一定程度的缓解。

3.3 土地利用类型和土壤侵蚀变化分析

1997 年耕地造成的各等级侵蚀面积占总侵蚀面积的 34.77%。2004 年这一比例下降至 17.54%; 林地所造成的侵蚀由 37.33% 上升至 56.94%, 这些变化都是由于耕地面积的减少, 林地面积的增加造成的(表 3)。

表 3 土地利用和土壤侵蚀叠加分析结果

强度	类型	1997 年			2004 年		
		侵蚀面积/ hm^2	占相应等级 侵蚀比例/%	占总侵蚀 面积比例/%	侵蚀面积/ hm^2	占相应等级 侵蚀比例/%	占总侵蚀 面积比例/%
轻度	林地	26 359.02	74.60	7.96	45 391.05	81.07	14.99
	草地	1 546.65	4.38	0.47	2 915.28	5.21	0.96
	耕地	5 931.45	16.79	1.79	5 578.02	9.96	1.84
	果园	1 059.84	3.00	0.32	2 066.76	3.69	0.68
中度	林地	58 089.33	54.30	17.55	91 603.98	65.97	30.26
	草地	15 154.83	14.17	4.58	28 472.13	20.50	9.41
	耕地	23 927.85	22.37	7.23	13 468.05	9.70	4.45
	果园	5 362.20	5.01	1.62	4 578.93	3.30	1.51
强度	林地	23 527.62	23.86	7.11	26 763.57	37.05	8.84
	草地	21 622.32	21.93	6.53	22 615.38	31.30	7.47
	耕地	43 297.02	43.91	13.08	21 072.33	29.17	6.96
	果园	2 937.15	2.98	0.89	1 354.41	1.87	0.45
极强度	林地	13 114.53	17.44	3.96	7 739.82	24.71	2.56
	草地	19 004.76	25.27	5.74	11 488.77	36.68	3.80
	耕地	35 209.98	46.82	10.64	11 422.80	36.46	3.77
	果园	1 263.15	1.68	0.38	370.44	1.18	0.12
剧烈	林地	2 458.98	16.55	0.74	867.78	20.15	0.29
	草地	4 156.47	27.97	1.26	1 765.62	41.00	0.58
	耕地	6 715.62	45.19	2.03	1 551.06	36.02	0.51
	果园	174.96	1.18	0.05	34.11	0.79	0.01

注: 其它地物类型变化较小, 且所占比例很小, 故不做具体分析。

从表 3 中可以看出, 林地、草地、果园造成的土壤侵蚀等级普遍低于耕地的土壤侵蚀等级。1997 年, 在重度侵蚀(剧烈、极强度、强度, 下同)的 3 个等级中, 耕地造成的面积均位居第一, 分别为 45.19%, 46.82%, 43.91%; 林地造成的侵蚀主要集中在轻度和中度这两个等级, 所占比例分别为 74.6%, 52.3%; 草地造成的侵蚀和耕地一致, 也主要集中在 3 个重度侵蚀等级中, 但是所占比例远远低于耕地, 分别为 27.97%, 25.27%, 21.93%; 果园的侵蚀和林地一样, 主要集中在轻度和中度上, 分别为 5.01% 和

3%, 这说明了不同土地利用类型会对土壤侵蚀造成不同程度的影响, 林地、果园、草地相对于耕地来说更有利于控制水土流失和土壤侵蚀。

2004 年, 耕地在剧烈侵蚀的面积中所占比例下降到 36.02%, 在极强度侵蚀面积中所占比例下降至 36.46%, 在强度侵蚀中所占比例也下降至 29.17%, 林地所造成的轻度以及中度侵蚀比例有所增加, 这一结果说明, 土壤侵蚀强度受土地利用方式和植被覆盖的影响并呈明显的相关性。不同土地利用方式条件下, 土壤侵蚀强度和面积不断变化。一般来讲, 林地

植被覆盖度比较大,地表存在较多的枯枝落叶以及腐殖质,不仅能截流降雨减少径流,而且能削弱雨滴对土壤表面的直接打击^[10-11],减弱径流的挟沙能力,从而有效地控制泥沙搬运能力,使泥沙得到堆积,从而缓解水土流失和土壤侵蚀状况。宝塔区1998年开始实施的“退耕还林草”工程无疑在缓解水土流失和生态环境治理等方面起到了至关重要的作用。

4 结论

土地利用是长期以来在自然环境、经济利益和社会条件综合作用下的人为活动,不同的土地利用方式对土壤侵蚀的影响不同。通过在ERDAS中建模,叠加分析土壤侵蚀和土地利用二因素,可以得到不同土地利用类型造成的土壤侵蚀分布状况。通过对比分析发现,林地是各土地利用类型中最能有效控制水土流失和土壤侵蚀的类型;草地、果园次之;而耕地,尤其是像宝塔区这样的位于黄土高原丘陵沟壑区的坡耕地,是最容易发生强度以上的重度侵蚀,这一调查结果和实际情况相吻合。经过7a的生态环境治理工作,宝塔区的土地利用结构发生了很大的变化,1997年耕地占全区总面积的比例最大,在这7a间,林地、草地、果园面积大幅增加,耕地面积显著减少,2004年林地已经成为所占比例最大的土地利用类型。1997—2004年期间土壤侵蚀占总面积的比例也由93.38%减少到85.41%,总体上来看,有效地减少了土壤侵蚀总面积,而且剧烈、极强度、强度侵蚀这3个重度侵蚀区域已经向中度和轻度侵蚀转化,土壤侵蚀等级有所降低。但是宝塔区仍有30.44%的土地处于3个重度侵蚀的等级中,继续开展“退耕还林草”工程仍然十分必要,继续治理水土流失的工作仍要继续,只有合理利用土地,有效减少土壤侵蚀才能够产生更好的经济效益。

研究分析表明,利用3S技术对研究区进行土壤侵蚀和土地利用时空变化分析是切实可行的,它具有比传统方法客观、及时、省力等优点。但是,受到遥感图像空间分辨率、数字高程模型,以及研究区地形地貌特征的制约,监测精度受到一定的影响,尤其是像宝塔区这样地形破碎的黄土高原丘陵沟壑区地貌,这

一自然条件直接导致了区域内土地利用类型破碎,这无疑给遥感图像的判读精度带来的一定程度的影响,对监测精度就会造成一定的影响。如何提高监测精度,应该是以后研究的重点。

[参考文献]

- [1] 刘权,王忠静. GIS支持下辽河中下游流域不同土地利用的土壤侵蚀变化分析[J]. 水土保持学报,2004,18(4):105—107.
- [2] 吴秀芹,蔡运龙. 土地利用/土地覆盖变化与土壤侵蚀关系研究进展[J]. 地理科学进展,2003,22(6):576—584.
- [3] 陈松林. 基于GIS的土壤侵蚀与土地利用关系研究[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,2000,16(1):106—109.
- [4] 邹亚荣,张增祥,周全斌,等. 基于GIS的土壤侵蚀与土地利用关系分析[J]. 水土保持研究,2002,9(1):67—70.
- [5] 范建容,柴宗新. 基于RS和GIS的四川省李子河流域土壤侵蚀动态变化[J]. 水土保持学报,2001,15(4):25—28.
- [6] 喻权刚. 遥感信息研究黄土丘陵区土地利用与水土流失[M]. 黄土高原水土保持实践与研究. 郑州:黄河水利出版社,1998:24—31.
- [7] 王思远,刘纪远,张增祥,等. 不同土地利用背景下土壤侵蚀空间分布规律研究[J]. 水土保持学报,2001,15(3):48—51.
- [8] 卓静,邓凤东,刘安麟,等. 基于遥感的延安市宝塔区土地利用变化研究[J]. 测绘技术装备,2007(3):16—19.
- [9] Lucas I F J, Frans J M, Wel V D. Accuracy assessment of satellite derived land cover data: a review[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1994, 60(4): 410—432.
- [10] Rai S C, Sharma E. Comparative assessment of runoff characteristics under different land use patterns within a Himalayan watershed[J]. Hydrological Processes, 1998, 12: 2235—2248.
- [11] Ludwig J A, Tongway D J, Marsden S G. Stripes, strands or stipples: modelling the influence of three landscape banding patterns on resource capture and productivity in semiarid woodlands[J]. Australia. Catena, 1999, 37: 257—273.