

黄土高原沟壑区土地利用变化分析

——以陕西省洛川县为例

邱海军, 曹明明

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: 黄土高原沟壑区近年来在果业强区和改善生态环境等思想指导下, 社会经济全面发展、人口不断增长, 土地利用结构发生了剧烈而深刻地变化。根据 2000 年和 2006 年两期 TM 遥感影像和其它辅助资料, 采用人工监督分类法, 在 ENVI 4.7 和 ArcGIS 9.1 软件支持下, 对典型县洛川县土地利用数量变化、土地利用区域差异以及概率转移矩阵进行了计算和分析。结果表明, 6 a 来洛川县土地利用结构发生了很大变化, 园地和建设用地的土地利用动态变化度和新开发速度较大, 草地的面积大幅减少, 园地的面积增大了近 1 倍, 建设用地侵占耕地的情况比较严重, 林地的面积也在逐步增加, 土地利用的区域差异和各种土地利用类型转移的程度和规模差异较大。园地的大幅增加主要来源于草地和耕地, 而草地则主要转化为林地, 园地和耕地相互转化比较明显。

关键词: RS; 洛川县; 黄土高原沟壑区; 土地利用变化

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)02-0207-04

中图分类号: F301.24, S127

Land-use Change in Gully Region of Loess Plateau

— A Case Study of Luochuan County, Shaanxi Province

QIU Hai-jun, CAO Ming-ming

(College of Urban and Environment Sciences, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: In recent years, the society and economy had been developed substantially along with exploding population. Under the policies of restoring ecological environment and improving fruit industry, land-use structure underwent drastic and profound changes. Supported by the software of ENVI 4.7 and ArcGIS 9.2, land-use changes in terms of changed areas, land-use regional variations and the matrix of transferring probability were calculated and analyzed using artificial supervised classification based on 2000 and 2006 TM remote sensing images and other data. The results show that land use structure of Luochuan County had changed greatly during the six-year time span. The orchard and construction land changed substantially and the newly developed area increased rapidly, with a recent depletion of grassland. The area of orchard nearly doubled and a considerable amount of cultivated land was transferred to construction land. The area of forest increased gradually. Regional land use variations and land-use transferring differed in the extent and scale. The increase of orchard come mainly from grassland and forest land, while woodland was mainly converted from grassland. A noteworthy amount of orchard and farmland was converted to each other.

Keywords: RS; Luochuan County; gully region of Loess Plateau; land use change

土地利用/土地覆被变化(land use and land cover change, LUCC)作为国际全球环境变化人类行为计划(international human dimensions programme, IHDP)和国际地圈生物圈计划(international geosphere-biosphere programme, IGBP)的共同执行计划,已经成为当今全球变化研究中的热点课题^[1-2]。

土地利用对土壤性质、生态环境和气候变化等有着重要的意义^[3-4],由于传统的土地利用调查数据虽然精度较高,但是耗时太长,有时甚至需几年完成,且成本太高。而遥感可以在大尺度上对地表进行连续观测,时效性强,时间分辨率高,空间覆盖范围大,成本低。所以遥感的出现以其无可比拟的优势,使得利用 RS

收稿日期:2010-07-15

修回日期:2010-09-10

资助项目:陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项项目“基于 3S 技术的陕西省宁强县强震次生灾害研究”(2008ZDKG-75);西北大学研究生创新基金(08YZZ27)

作者简介:邱海军(1983—),男(汉族),陕西省神木县人,博士研究生,主要地质灾害和土地利用研究。E-mail:rgbitxpl@163.com。

与 GIS 技术研究土地利用变化及其时空变化规律等方面的工作,已经成为当前国际上开展土地利用变化研究的最新趋势^[5-8]。黄土高原沟壑区近年来在果业强区和改善生态环境等思想的指导下,在社会经济全面发展、人口不断增长的情况下,土地利用结构正发生着剧烈而深刻地变化,本研究以洛川县为例揭示黄土高原沟壑区 2000—2006 年间土地利用的数量变化、空间变化、区域差异和类型转移等特征,为该区域土地管理决策和土地可持续利用奠定基础。

1 研究区概况

洛川县(109°13'14"—109°45'47"E, 35°26'29"—36°04'12"N)位于陕西省中部,延安市南部,2004 年总人口 20 万人,属渭北黄土高原沟壑区,暖温带半湿润大陆性季风气候,平均海拔 1 072 m;年均气温 9.2 °C,年降水量 622 mm,无霜期 167 d,是黄土高原面积最大,土层最厚的塬区,也是目前世界上保存最完好的古原地貌之一。

2 数据源及研究方法

2.1 数据来源

研究区数据来源于 2000 年和 2006 年 9 月份分辨率为 30 m×30 m 的 Landsat TM 4,5,3 波段假彩色合成图像和研究区 DEM 遥感影像图。由于秋季在年度中植被覆盖最大,各种植被类型在遥感图像区别较大,易于分类,所以在 9 月份遥感数据的基础上,应用 ENVI 软件与 ArcGIS 软件结合对遥感影像进行几何校正和辐射校正等预处理。结合实地调查对两期遥感影像进行人工监督分类,生成 2000—2006 年的土地利用图。结合 ArcGIS 进行栅格计算和分析统计。结合全国农业区划委员会制定的《土地利用现状调查技术规程》,本研究将洛川县土地利用类型划分为 6 类,分别为:建设用地、园地、草地、耕地、林地和水域(附图 3—4)。

2.2 研究方法

为了全面反映土地利用动态变化,选用单一土地利用动态度、综合土地利用动态度、土地利用开发度和土地利用耗减度 4 个指标,对土地利用动态变化度、新开发速度和被耗减速度进行度量^[9-11]。

(1) 单一土地利用动态度表示单位时间某种土地利用类型变化速度,公式表述为:

$$LUDI_{\text{单}} = (U_a - U_b) / (U_a \times T) \times 100\% \quad (1)$$

式中: $LUDI_{\text{单}}$ ——单一土地利用动态度; U_a, U_b —— a 和 b 两时刻某一土地利用类型面积; T —— a 和 b 时间段长度。

(2) 综合土地利用动态度表示单位时间内区域总的土地利用变化速度,公式表述为:

$$LUDI_{\text{综}} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_i}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $LUDI_{\text{综}}$ ——综合土地利用动态度; LU_i ——研究起始时间第 i 地类的面积; ΔLU_i ——研究期内第 i 地类转化为其它地类的面积。

(3) 土地利用开发度表示单位时间内某类型土地利用实际新开发的速度,公式表述为:

$$LUD = D_{ab} / (U_a \times T) \times 100\% \quad (3)$$

式中: LUD ——土地利用开发度; D_{ab} ——其它土地利用类型转化为第 i 地类的面积。

(4) 土地利用耗减度表示单位时间内某类型土地利用被实际消耗的程度,公式表述为:

$$LUC = C_{ab} / (U_a \times T) \times 100\% \quad (4)$$

式中: LUC ——土地利用耗减度; C_{ab} ——第 i 地类转化为其它土地利用类型的面积。

(5) 土地利用的区域差异度表示某一地区的某一土地利用类型的单一土地利用动态度与整个区域的某一土地利用类型土地利用动态度相比的程度^[13]。公式表述为:

$$RD_{\text{单}} = \frac{RD_{\text{局}}}{RD_{\text{全}}} = \frac{|U_b - U_a| \times C_a}{U_a \times |C_b - C_a|} \quad (5)$$

式中: $RD_{\text{单}}$ ——土地利用的区域差异; U_a, U_b —— a 和 b 两时刻某一区域某一土地利用类型面积; C_b, C_a ——整个区域 b 和 a 两时期的某一土地利用类型面积。若 $RD > 1$, 表示该局部土地利用变化幅度大于整体的变化幅度;若 $RD < 1$, 则表示该局部土地利用变化幅度小于整体土地利用变化的幅度。

土地利用类型之间的相互转化情况,可以采用马尔可夫转移矩阵模型来进一步描述^[12]。土地利用类型演变具有马尔可夫随机过程的性质。马尔可夫转移矩阵模型对于分析土地利用类型之间的流向具有重要作用。通过马尔可夫转移矩阵,不仅可以定量说明土地利用类型之间的相互转化状况,而且可以揭示不同景观类型间的转移概率,从而可以更好地了解土地利用的时空演变过程^[13]。公式表述为:

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \cdots & P_{nm} \end{bmatrix} \quad (6)$$

式中: P_{ij} ——第 i 种土地利用类型转化为第 j 种土地利用类型的概率 ($0 \leq P_{ij} \leq 1$, 且 $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$)。

3 结果与分析

3.1 综合土地利用数量变化分析

3.1.1 土地利用结构幅度变化分析 从表 1 可以看出,在 2000—2006 年的 6 a 中,洛川县土地利用结构发生了很大的变化,特别是园地和建设用地的面积变化总幅度分别达到了 95.02% 和 78.68%。园地的大幅度增加与洛川县围绕建设苹果生产基地和扩大苹果种植面积有很大关系。建设用地的大幅度增加与洛川县近年来大力推进城市化进程和新农村建设有关。园地和建设用地大幅度增加的同时,草地和耕地的面积却有不同程度的减少,草地 6 a 间减少了 41.30%,耕地 6 a 间减少了 17.02%。此外,洛川县的林地面积增加了 49.49%,水域面积增加了 39.74%。

表 1 2000—2006 年洛川县土地利用数量变化

地类	2000 年 面积/km ²	2006 年 面积/km ²	面积变化/ km ²	年变化 幅度/%
建设用地	19.800	35.381	15.580	78.68
园地	173.574	338.496	164.922	95.02
草地	834.965	490.095	-344.87	-41.30
耕地	324.517	269.298	-55.219	-17.02
林地	440.957	659.196	218.237	49.49
水域	3.395	4.744	1.349	39.74
总面积	1 797.210	1 797.210		

3.1.2 土地利用动态变化 从表 2 可以看出,2000—2006 年洛川县土地利用的年变化率为 4.11%,处于一个较高的水平。建设用地和园地的年变化速率较大,其土地利用开发度较快,而土地利用耗减度较小。草地和耕地则呈减少趋势,且土地利用开发度很慢,而土地利用耗减度较快。林地和水域均小幅增长,且土地利用开发度比土地利用耗减度要快,总体上向生态良好的方向发展。

表 2 2000—2006 年洛川县土地利用动态变化 %

地类	LUDI _单	LUDI _综	LUD	LUC
建设用地	13.11		24.09	10.98
园地	15.84		27.51	11.67
草地	-6.88	4.11	2.80	9.68
耕地	-2.84		9.10	11.93
林地	8.25		9.54	1.30
水域	6.62		10.83	4.20

3.2 土地利用变化的区域差异分析

由表 3 可以得出,建设用地槐柏镇相对变化幅度最大为 6.797,而永乡乡最小仅为 0.109;这主要是由于 2002 年原槐柏乡和武石乡合并成建制镇槐柏镇,经济的发展和由乡变镇导致大量的建设用地的产生。而永乡乡的发展则相对滞后,建设用地与经济水平相适应。

表 3 洛川县土地利用的区域差异

乡镇名	单一土地利用的区域差异度						综合分区土地 利用动态度/%
	建设用地	园地	草地	耕地	林地	水域	
菩堤乡	2.212	31.598	1.337	3.136	0.341	0.000	2.679
旧县镇	5.904	4.454	1.436	2.795	0.276	5.136	2.665
永乡乡	0.109	6.267	1.300	3.448	18.588	28.953	5.651
黄章乡	3.862	1.943	1.094	2.850	4.186	0.049	5.045
槐柏镇	6.797	1.007	1.107	1.291	1.073	0.834	4.544
凤栖镇	0.211	3.795	1.228	2.003	25.130	7.860	5.170
交口河镇	0.168	3.786	1.136	0.246	21.395	2.601	4.921
京兆乡	3.074	2.219	1.226	2.326	13.571	0.336	4.824
老庙镇	4.316	0.656	0.983	1.129	9.087	2.518	5.035
石泉乡	2.588	0.186	0.601	0.697	2.612	—	4.554
杨舒乡	1.040	0.527	0.873	0.007	23.747	1.443	4.825
秦关乡	0.971	0.408	0.404	1.241	2.491	1.400	4.331
土基镇	4.062	0.772	1.192	0.347	1.204	0.000	4.784
百益乡	3.882	0.134	0.694	0.228	3.754	—	5.172
朱牛乡	1.173	0.729	0.121	2.602	1.885	1.965	4.100
石头镇	1.683	0.518	0.249	0.733	3.708	1.243	4.443

园地中菩堤乡的相对变化幅度最大为 31.598,而百益乡最小仅为 0.134;这主要是由于菩堤乡地处洛川县东北林区,近年来大量林地转变为园地。百益乡

则苹果产业发展较早,开发潜力不大。草地中旧县镇相对变化幅度最大为 1.436,朱牛乡最小仅为 0.121;耕地中永乡乡相对变化幅度最大为 3.448,而杨舒乡

最小仅为 0.007;林地中凤栖镇相对变化幅度最大为 25.130,旧县镇最小仅为 0.276;这主要是由于凤栖镇位于县政府所在地,受人类活动影响较大,而旧县镇位于洛川县东北林区,受人类活动影响较小。水域变化幅度剧烈。而综合分区土地利用动态除了菩提乡和旧县镇较小外,其它均大于 4%。

3.3 土地利用类型转移分析

由表 4—5 可以得出:(1) 建设用地主要转化为草地和耕地,其中转化草地最多为 4.631 km²,占到 23.385%;园地主要转化为草地和耕地,分别占到 23.133%和 41.353%;草地主要转化为林地,转化数量达 234.735 km²,占到 28.113%;耕地主要转化为园地和草地,转化数量达到 121.362 和 86.368 km²,分别占到 37.398%和 26.614%;林地和水域转化为其它土地利用类型比较少。(2) 建设用地占用耕地的情况比较严重;园地主要来源于草地和耕地,分别占到来源面积的 41.62%和 35.85%;草地主要来源于耕地和园地的转化;耕地主要来源于草地的转化;林地则主要来源于草地的转化。而水域面积主要来自于近年来洛川县大力推进水利工程大量新建,出现了水利工程移民,把很多建设用地转化为水域。

表 4 洛川县土地利用类型转移矩阵 km²

地类	建设用地	园地	草地	耕地	林地	水域
建设用地	6.761	1.829	4.631	3.101	1.942	1.538
园地	2.980	52.043	40.153	71.779	6.611	0.008
草地	9.949	140.882	349.854	99.149	234.735	0.395
耕地	15.369	121.362	86.368	92.161	9.043	0.213
林地	0.085	22.275	8.873	2.989	406.687	0.050
水域	0.238	0.104	0.217	0.120	0.177	2.539

表 5 洛川县土地利用类型概率转移矩阵 %

地类	建设用地	园地	草地	耕地	林地	水域
建设用地	34.144	9.236	23.385	15.658	9.809	7.768
园地	1.717	29.983	23.133	41.353	3.809	0.005
草地	1.191	16.873	41.900	11.875	28.113	0.047
耕地	4.736	37.398	26.614	28.399	2.787	0.066
林地	0.019	5.051	2.012	0.678	92.228	0.011
水域	6.999	3.075	6.389	3.526	5.223	74.788

4 结论

(1) 从 2000—2006 年的 6 a 中,在人类活动的强烈干扰下,洛川县土地利用结构发生了很大变化,建设用地和园地的增加幅度最大,特别是园地 6 a 间增加接近 1 倍,增加幅度达到 95.02%,这与该县为苹果专业强县,扩大苹果种植面积有关。伴随而来的是草

地和耕地面积的缩小,特别是草地,从 2000—2006 年,减少幅度达到 41.30%。

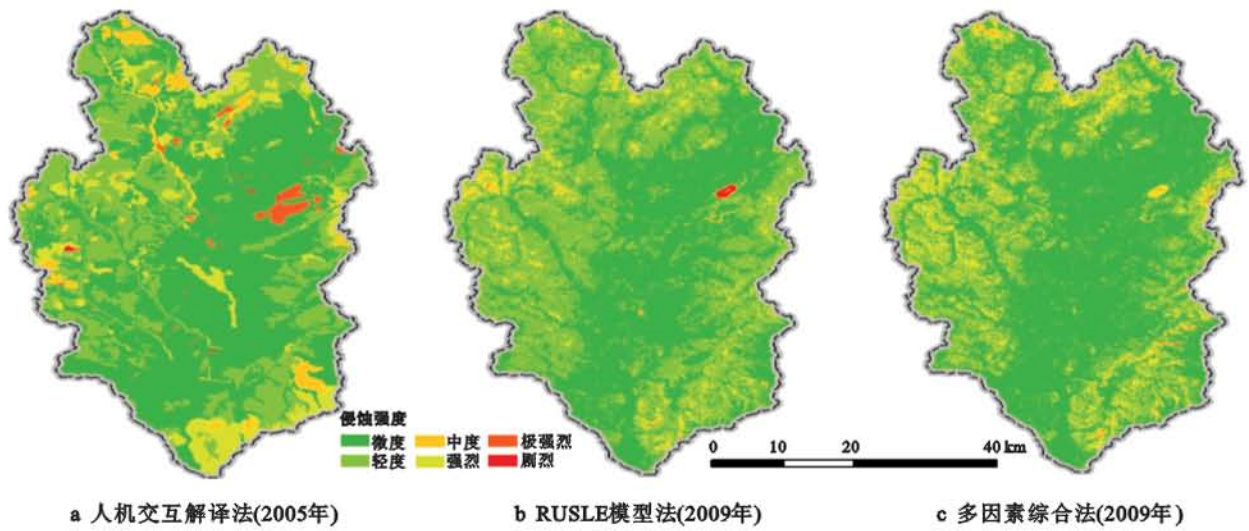
(2) 园地的土地利用动态变化速度和新开发速度较大,建设用地的动态变化速度、土地利用开发度和土地利用减耗度都比较大,而草地的土地利用减耗度较大,而土地利用开发度不足。

(3) 洛川县土地利用的区域差异较大,建设用地中槐桥镇相对变化幅度最大,园地中菩提乡的相对变化幅度最大,草地中旧县镇相对变化幅度最大,耕地中永乡乡相对变化幅度最大,林地中凤栖镇相对变化幅度最大。

(4) 土地利用类型转移中,建设用地占用耕地情况严重,园地的大幅增加主要来源于草地和耕地,而草地则主要转化为林地,园地和耕地相互转化比较明显,但总体而言耕地转化为园地的要多,耕地转化为园地的数量几乎是园地转化为耕地数量的 2 倍。

[参 考 文 献]

- [1] 唐华俊,陈佑启,邱建军,等. 中国土地利用/土地覆盖变化研究[M]. 北京:中国农业科学出版社,2004:1.
- [2] 陈佑启,杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理,2001,21(1):95-100.
- [3] 吴文斌,杨鹏,唐华俊,等. 土地利用对土壤性质影响的区域差异研究[J]. 中国农业科学,2007,40(8):1697-1702.
- [4] 秦丽杰,张郁,许红梅,等. 土地利用变化的生态环境效应研究:以前郭县为例[J]. 地理科学,2002,22(4):508-512.
- [5] 朱会议,李秀彬,何书金,等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报,2001,56(3):253-260.
- [6] 黄云,付瓦利. 基于 GIS 的区域土地利用动态变化研究[J]. 水土保持学报,2002,16(4):54-57.
- [7] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报,2000,55(2):151-160.
- [8] 李艳丽,赵纯勇,穆新伟. 基于 GIS 与 RS 技术的城市土地利用/覆盖变化分析[J]. 水土保持研究,2006,13(3):72-74.
- [9] 胡振琪,王金,杨成兵,等. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地动态变化分析[J]. 水土保持学报,2008,22(4):82-85.
- [10] 王晓峰,任志远,黄青. 农牧交错区县域土地利用变化及驱动力分析:以陕北神木县为例[J]. 干旱区地理,2003,26(4):402-407.
- [11] 张新长,梁金成. 城市土地利用动态变化及预测模型研究[J]. 中山大学学报,2004,43(2):121-125.
- [12] 王思远,刘纪元,张增祥,等. 近 10 年中国土地利用格局及其演变[J]. 地理学报,2002,57(5):523-530.
- [13] 李忠锋,王一谋,冯毓荪,等. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地利用变化分析[J]. 水土保持学报,2003,17(2):97-99.



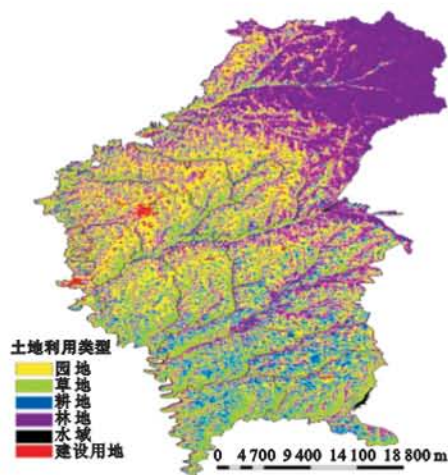
附图1 利用不同方法得到的辽宁省细河流域土壤侵蚀强度分级专题图



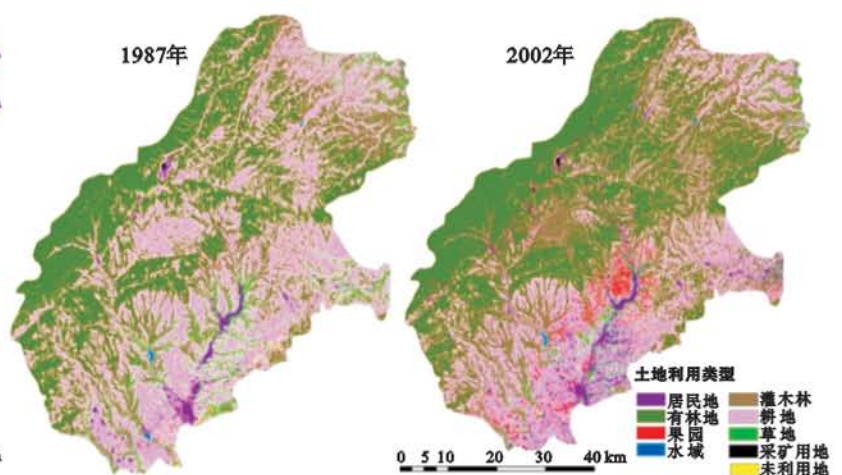
附图2 北京市琉璃河裸露坡岸(左)和实施土壤生物工程措施坡岸(右)景观对比



附图3 陕西省洛川县2000年土地利用现状图



附图4 陕西省洛川县2006年土地利用现状图



附图5 陕西省铜川市1987年与2002年土地利用分类图