

陕北黄土丘陵沟壑区域郊农村土地利用变化定量分析

徐中春^{1,2}, 谢永生^{1,3}, 王恒俊¹

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 以典型黄土丘陵沟壑区——延安市赵庄村为例, 选取土地利用动态度、土地利用趋势状态指数、土地利用景观指数等指标, 对村庄尺度上的土地利用变化进行了定量分析。结果表明, 6 a 来, 研究区土地利用发生了较大的变化, 主要以耕地的减少和未利用土地的增加等变化为主; 未利用土地、居住及建设用地、林地、灌草地以不同程度增加, 其动态度大小依次为 43.92%, 15.35%, 0.33%, 0.17%; 而耕地、果园、水域则以不同程度减小, 动态度大小依次为 7.45%, 3.79%, 0.20%; 耕地、果园、水域呈“落势”状态, 而未利用土地、居住及建设用地、林地、灌草地呈“涨势”, 朝着规模增大的趋势发展; 斑块数与斑块密度增加, 优势度指数与偏离度指数减小, 多样性指数、均匀度指数和破碎度指数都有不同程度的增大。

关键词: 转移矩阵; 景观格局; 土地利用动态度; 黄土丘陵沟壑区

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)03—0162—05

中图分类号: F301.2, S157

Quantitative Analysis of Landuse Change in Suburban Countryside in the Loess Hilly-Gully Region of Northern Shaanxi Province

XU Zhong-chun^{1,2}, XIE Yong-sheng^{1,3}, WANG Heng-jun¹

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: By taking a typical loess hilly-gully area—Zhaozhuang village in Yan'an City as a study area and selecting indexes such as dynamic degree of landuse, trend-state index of landuse, and landscape index of landuse, dynamic changes of landuse were analyzed quantitatively on village scale. Results showed that landuse in the study area changed to some extent during the past 6 years, which was characterized mainly by decreased farmland and increased unused land. Unused land, resident-construction land, forest land, and shrubby and grass land increased in varying degrees and their dynamic degrees were 43.92%, 15.35%, 0.33%, and 0.17%, respectively. Farmland, orchard, and water area decreased in different degrees and their dynamic degrees were 7.45%, 3.79%, and 0.20%, respectively. The trends of farmland, orchard, and water area dropped, while the trends of unused land, resident-construction land, forest land, and shrubby grassland raised, which scales were increscent. Patch number and patch density increased. The dominance index and deviation index decreased while the indexes of diversity, evenness and fragmentation increased to some extent.

Keywords: shift matrix; landscape pattern; dynamic degree of landuse; loess hilly-gully region

土地利用是人类活动作用于自然环境的主要途径之一,是历史时期土地覆被变化的最直接和主要的驱动因子^[1]。进入 21 世纪以来,土地利用/覆被变化已成为全球环境变化与国家或区域可持续发展研究

领域的热点问题^[2-3]。在我国现代化建设进程中,土地利用/覆被变化将是可持续发展的一个焦点问题,是亟需加强研究的重点领域之一。在陕北黄土丘陵沟壑区,土地利用变化不仅反映了以小流域、村庄为

收稿日期:2007-11-07

修回日期:2007-12-28

资助项目:中国科学院西部行动计划(KZCX2-XB2-05-01);国家自然科学基金重点基金(90502007)

作者简介:徐中春(1981—),男(汉族),山东省沂水县人,硕士,主要从事土地资源评价等方面研究。E-mail: xuzhongchun05@mails.gucas.ac.cn。

通信作者:谢永生(1960—),男(汉族),陕西省宝鸡市人,研究员,硕士生导师,主要从事土地资源利用等方面研究。E-mail: ysxie@ms.iswc.ac.cn。

单元的人与自然相互作用结果,还反映了农民追求土地产出经济利益最大化和国家有关土地政策冲突等问题。同时,该区域作为我国生态环境最为脆弱的地区之一,其土地利用变化状况直接影响着该区的生态安全与粮食安全,进而影响着该区域的可持续发展。

然而,目前大多数土地利用变化研究集中于流域尺度上^[4-5],而从村庄等小尺度层次上详细阐述土地利用变化的研究很少。另外,针对该区域城郊农村的土地利用变化定量研究更是处于起步阶段。鉴于此,本文在选取一系列土地利用变化指标的基础上,对村庄尺度上的土地利用变化进行了定量分析,并深入探讨城郊农村土地利用变化原因,以期找到该区今后的发展方向,从而达到保护与合理利用土地的目的。

1 研究区概况

延安市宝塔区柳林镇赵庄村位于延安市南3 km处燕儿沟流域沟口,109°20'00"—109°35'00" E,36°28'00"—36°32'00" N,属黄土高原丘陵沟壑区第

副区城郊农村,地形复杂,土地利用类型多样,海拔986~1425 m,多年平均降水量为558.4 mm。处于暖温带半湿润气候向半干旱气候过渡带,年平均气温9.8℃。土壤以黄绵土为主,有机质含量0.961~1.88 g/kg。区内自然植被破坏殆尽,垦殖指数较高。现有植被由刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)、山杨树(*Populus davidiana*)、榆树(*Ulmus pumila*)等乔木以及狼牙刺(*Sophora davidii*)、柠条(*Caragana korshinskii* Kom.)等灌木组成。

燕儿沟流域作为国家“九五”期间黄土丘陵区生态农业综合建设示范研究中尺度流域,是国家实施退耕还林(草)政策的主要区域之一。研究区位于燕儿沟流域沟口,为城郊结合区,是高效农副型生态农业建设模式试验示范区,也是土地利用类型变化较大的区域。其总土地面积为1716 hm²。现有人口464人,农户148户,劳力278人。

根据研究目的及利用现状,其土地利用类型可分为耕地、果园、林地、灌草地、居住及建设用地、水域、未利用土地7个类别。

2 研究方法

2.1 数据获取

本文研究主要是以3S为主要技术支撑,同时结合参与性农村调查评估方法(participatory rural appraisal,简称PRA)和野外实地调查。首先,利用航

片解译和地面实地调查相结合的方法绘制土地利用现状图。即基于GPS现场定位,以绘制的土地利用状况底图为基础,结合彩色航片和地形图,先后两次对试区进行实地土地利用变更调查。后清绘成土地利用现状图,再进行计算机绘图,以便建立GIS支持的数据库。其次,采用参与性农村调查评估方法来调查收集试区社会经济数据资料。

2.2 土地利用变化分析指标

2.2.1 土地利用变化数量 包括2000年和2006年的不同土地利用类型的面积及比例构成;2000—2006年土地利用变化的方向、类型及面积等。

2.2.2 土地利用动态度(K_s) 采用单一土地利用动态度来表示研究区某一时段内某种土地利用类型的数量变化情况。其计算公式为^[6]

$$K_s = (U_b - U_a) / (U_a \times T) \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a, U_b ——分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量; T ——研究时段长; K_s ——研究时段内某一土地利用类型的年变化率(当 T 设定为年时)。

2.2.3 土地利用变化趋势与状态指数(P_s) 用公式表示为^[6]

$$P_s = (U_b - U_a) / (U_{out} + U_{in}) \quad (2)$$

式中: U_{out} ——研究时段内某一土地利用类型转变为其它土地利用类型的面积之和; U_{in} ——表示在研究时段内其它土地利用类型转化为该类型的面积之和。

2.2.4 土地利用变化景观指数 主要包括多样性指数、优势度、均匀度、破碎度、偏离度^[7-10]等。

(1) 多样性指数表示为

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i \quad (3)$$

式中: H ——多样性指数; P_i ——景观类型 i 所占面积的比例; n ——景观类型的数目。

(2) 优势度指数计算公式为

$$D = H_{max} + \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i \quad (4)$$

式中: H_{max} ——多样性指数的最大值, $H_{max} = \ln n$ 。

(3) 均匀度指数计算公式为

$$E = \frac{H}{H_{max}} = \frac{- \sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i}{\ln n} \quad (5)$$

(4) 破碎度指数表达式为

$$F = [(m - 1) / E] \times 100\% \quad (6)$$

式中: F ——景观破碎度; m ——被测景观中斑块的

总数目; E ——研究区内景观的总面积与最小的斑块体面积的比值。

(5) 偏离度指数用公式表示为:景观偏离度 = (各种建设用地 + 人工水域 + 耕地 + 园地 + 苗圃 + 人工林地 + 人工草地) / 土地总面积 $\times 100\%$

3 结果与分析

3.1 土地利用总体变化分析

通过研究某一区域土地利用的总体变化情况,可以了解区域土地利用结构变化相关信息和土地利用

总体变化相关趋势^[11]。表 1 列出了 2000 年与 2006 年研究区不同土地利用类型的面积与比例状况。

由表 1 中可以看出,2000—2006 年的 6 a 间,研究区土地利用发生了较大的变化,主要以耕地和未利用土地等类型变化为主。其中,耕地减少的最多,高达 84.26 hm²,减少幅度达到 4.91%;其次为果园,减少面积为 34.88 hm²;水域的减少面积最小,仅为 0.33 hm²。而 6 a 间未利用土地增幅最大,达到了 3.56%,净增面积 61.08 hm²,其它依次为居住及建设用地、林地、灌草地。

表 1 2000,2006 年各土地利用类型面积与比例

年份	结构	耕地	果园	林地	灌草地	居住及建设用地	水域	未利用土地
2000 年	面积/hm ²	188.64	153.55	567.39	713.24	43.09	26.91	23.18
	比例/%	10.99	8.95	33.06	41.56	2.51	1.57	1.35
2006 年	面积/hm ²	104.38	118.67	578.62	720.72	82.77	26.58	84.26
	比例/%	6.08	6.92	33.72	42.00	4.82	1.55	4.91

本文采用土地利用动态变化研究 4 大方法^[5]之一的转移矩阵法来具体分析赵庄村的土地利用变化类型。

由表 2 可知,(1) 研究期间共有 92.87 hm² 耕地转作它用,占 2000—2006 年研究区转化土地总面积的 49.74%,其中耕地转化为未利用土地、居住及建设用地的面积最多,依次为 67.40 hm²,17.06 hm²,分别占两者新增面积的 89.97%,36.41%。可以看出,耕地的减少是其它一些土地利用类型增加的主要来源。其中,大量边远坡耕地的撂荒与延安城市化进程导致的城郊建设用地大幅度增长是耕地减少的两大主要原因;(2) 部分果园的老化残败以及生产技术落后导致部分果树病虫害死亡等使果园面积由 153.55 hm² 下降到 118.67 hm²,净减少 34.88 hm²;(3) 未利用土地面积在 6 a 间增幅最大,达到 61.08 hm²,主要由弃耕坡耕地转化而来;(4) 因优越的区位条件因素以及比较经济效益^[12]的差异驱动使越靠近城市的耕地与果园不断转出,转变为居住及建设用地。研究期间,两者转变为居住及建设用地的面积分别为 17.06 hm²,12.68 hm²;(5) 国家退耕还林(草)等政策的实施直接导致研究区林地、灌草地面积的增加。而水域面积变化幅度不大。

总之,6 a 间赵庄村约 11%的土地其利用方式发生了变化,且各种类型间转换呈现复杂与频繁态势。其总体表现为:耕地、果园等面积的减少,未利用土地、居住及建设用地等面积的增加。以上分析表

明,研究区的土地利用变化与国家相关政策、农业基础设施建设、当地经济社会发展以及农业结构调整与城市扩张等有密切的联系。

3.2 土地利用动态度及趋势状态分析

土地利用动态度可定量描述区域某一土地利用类型的变化速度,它对比较土地利用变化的区域差异及预测未来土地利用变化发展趋势具有积极的作用^[11]。土地利用变化趋势状态指数则可以直接反映某一土地利用类型在研究期间的发展趋势与状态。

从表 3 可知,6 a 间,未利用土地的动态度最大,居住及建设用地次之,两者面积都有不同程度的增加,与村民大量弃耕坡耕地和城市扩张侵占耕地等有关。林地、灌草地的动态度较小,但也有不同程度的增加,主要是国家退耕还林(草)、封山禁牧等政策影响。而耕地、果园、水域则有不同程度的减小(其大小顺序为:耕地 > 果园 > 水域),这表明 6 a 间三者处于缓慢下降态势。其中,耕地减少的面积最多,达到 84.26 hm²。

耕地的 P_s 为 -0.830 2,说明 6 a 间一直呈“落势”,规模逐步萎缩,呈现极端不平衡态势^[6]。这将严重威胁区域的粮食安全,且与 2007 年中央一号文件中“强化和落实耕地保护责任制”的政策相悖。因此要合理引导当地节约、集约用地,切实保护耕地。果园也呈现“落势”,与部分果园的老化残败以及生产技术落后导致部分果树病虫害死亡等有关。而水域的 P_s 达到了 -1,转换方向主要为水域转化为其它类

型,面积逐步萎缩,反映了黄土高原最核心的问题——水资源短缺问题的日益严重。同时也从一个侧面体现了黄土高原气温升高、气候变暖进而导致的水

面蒸发强烈,从一定程度上验证了黄建平等人的黄土高原地区变暖速度远高于我国近 40 a 来平均增暖速度的研究结果。

表 2 赵庄村 2000—2006 年土地利用转移矩阵

土地利用类型	hm ²							2000 年
	耕地	果园	林地	灌草地	居住及建设用地	水域	未利用土地	
耕地	95.77	3.81	3.18	1.42	17.06	0	67.40	188.64
果园	5.36	108.93	10.00	16.58	12.68	0	0	153.55
林地	3.25	0.37	555.25	0	8.52	0	0	567.39
灌草地	0	5.56	10.19	697.49	0	0	0	713.24
居住及建设用地	0	0	0	0	35.91	0	7.18	43.09
水域	0	0	0	0	0	26.58	0.33	26.91
未利用土地	0	0	0	5.23	8.60	0	9.35	23.18
2006 年	104.38	118.67	578.62	720.72	82.77	26.58	84.26	1 716.00

表 3 赵庄村 2000—2006 年土地利用动态度

指标	土地利用类型						
	耕地	果园	林地	灌草地	居住及建设用地	水域	未利用土地
增减面积/hm ²	- 84.26	- 34.88	+ 11.23	+ 7.48	+ 39.68	- 0.33	+ 61.08
K _s / %	- 7.45	- 3.79	0.33	0.17	15.35	- 0.20	43.92
P _s / %	- 83.02	- 64.15	31.62	14.67	73.41	- 100.00	82.12

未利用土地的 P_s 值达到 0.821 2,转换方向主要为其它类型转化为该类型,呈非平衡态势,面积稳步增加,原因是随着当地经济社会的发展,大量离村较远的坡耕地被撂荒。居住、建设用地呈“涨势”,朝着规模增大的趋势发展,转换方向主要为其它类型的转入,是延安城市化发展、农村基础设施建设与当地人居条件的改善所导致。

林地、灌草地也朝着规模增大的方向发展,但增长稍缓慢,且双向转换频繁。这是退耕还林(草)、封山禁牧等政策阶段性作用的结果。

3.3 土地利用景观格局分析

景观格局的形成是在一定地域内各种自然环境条件与社会因素共同作用的产物^[13]。其动态变化研

究可了解变化作用机制,为人类定向影响生态环境并使之向良性方向演化提供依据。景观空间格局包括空间异质性、空间相关性和空间规律性等内容^[14]。本部分空间格局动态分析主要是指景观异质性动态分析。斑块的景观异质性分析,主要是从不同的方面来描述斑块的不均匀性与复杂程度。

运用公式(3)—(7)分别计算赵庄村 2000 年和 2006 年各类土地利用景观结构指数,结果见表 4。

可以看出,赵庄村两个时期的景观异质性差异显著。2000—2006 年间,景观指数的总体表现为:斑块数与斑块密度有所增加。同时,优势度指数与偏离度指数减小,多样性指数和均匀度指数增大,破碎度指数也略有增大。

表 4 不同时期景观指数的比较

年份	斑块数	斑块密度/(块·hm ⁻²)	多样性指数	优势度指数	均匀度指数	破碎度指数	偏离度指数
2000 年	105	0.061 2	1.405 4	0.540 6	0.722 2	0.047 3	0.408 8
2006 年	125	0.072 8	1.444 7	0.501 2	0.742 4	0.056 5	0.362 5

从 2000—2006 年,研究区域的景观斑块数从 105 块增加为 125 块,斑块密度从 0.061 2(块/hm²)

增加到 0.072 8(块/hm²),共增加了 0.011 6(块/hm²)。6 a 间,景观多样性指数上升了 0.039 3,说明

研究区景观多样性的提高,即景观组成复杂程度提高,景观类型越来越丰富。与之相对应的是:景观优势度的下降和景观均匀度的上升,即研究区景观结构中几种景观类型支配景观的程度有所缓和,各斑块在面积上分布的不均匀程度减小(表 1)。但是几种景观类型占主要的整体状况没有改观,即景观类型还是以林地、灌草地等为主,2006 年两者的面积占总面积的 75.72%。总之,三大景观指数的变化表明当地生态环境有了可喜的变化,也从侧面反映了国家退耕还林(草)等政策的合理性。景观破碎度指数略有上升,研究初期为 0.047 3,2006 年为 0.056 5,增加了 0.009 2。结合景观斑块密度的增加,说明了在人类活动的干扰下,研究区土地利用景观破碎化程度上稍有加深,但局部呈减弱趋势。

研究发现,6 a 间研究区的景观偏离度呈下降趋势,下降幅度达到 0.046 3。这反映了人类活动对自然景观的干预程度趋于缓和。随着国家退耕还林(草)、封山禁牧等政策的实施,当地农民对土地の利用开始由外延式发展向内涵式发展转变。结合表 1 可以看出,耕地比例下降了 4.91%,耕地面积缩小,大量陡坡梯田被退耕下来。

4 结论

(1) 6 a 间赵庄村的土地利用发生了较大的变化,且各种类型间呈现复杂与频繁的转换态势。其中,因边远坡耕地弃耕荒芜与延安城市化进程导致的城郊建设用地大幅度增长使耕地减少了 84.26 hm²;而果园面积减少了 34.88 hm²;水域的减少面积最小,仅为 0.33 hm²。同时,未利用土地增幅最大,达到了 3.56%,净增面积 61.08 hm²,其它依次为居住及建设用地、林地、灌草地。

(2) 2000—2006 年间,未利用土地的动态度最大,居住及建设用地次之,分别达到 43.92%,15.35%。林地、灌草地的动态度较小,但也有不同程度的增加。而耕地、果园、水域则以不同程度减小,各动态度大小依次为 7.45%,3.79%,0.20%,表明 6 a 间 3 种土地利用类型都处于缓慢下降态势。

对研究区土地利用变化趋势和状态进行分析可知,耕地和果园 6 a 间呈“落势”状态,规模逐步萎缩。水域的 P_i 竟达到 -1,说明转换方向主要为水域转化为其它类型,面积逐步萎缩。而未利用土地、居住及建设用地在研究期间一直呈“涨势”,朝着规模增大的趋势发展而且呈现不平衡态势,转换方向主要为其它

类型的转入。林地、灌草地也朝着规模增大的方向发展,但增长稍缓慢,且双向转换频繁。

(3) 6 a 来研究区的土地利用景观格局有了较大的变化,景观指数的变化表现为斑块数与斑块密度有所增加。同时,优势度指数与偏离度指数减小,多样性指数和均匀度指数增大,破碎度指数也略有增大。总之,景观格局整体状况趋于改善,生态环境质量在不断上升。但在国家“建设社会主义新农村”的政策背景下,当地农村转型发展问题、农业增产增收问题、农民生产生活问题等都值得深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 黄秉维,郑度,赵名茶,等. 现代自然地理[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [2] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6): 553—558.
- [3] Mertens B, Lambin E. Land-cover-change trajectories in southern Cameroon [J]. Annals of Association of American Geographers,2000,90(3):467—494.
- [4] 王光谦,王思远,陈志祥. 黄河流域的土地利用和土地覆盖变化[J]. 清华大学学报:自然科学版,2004,44(9): 1218—1222.
- [5] 赵健,魏成阶,黄丽芳,等. 土地利用动态变化的研究方法及其在海南岛的应用[J]. 地理研究,2001,20(6): 723—730.
- [6] 臧淑英,孙学孟,韩冬冰. 黑龙江省大庆市土地利用/覆被变化及其驱动力分析[J]. 北京林业大学学报,2005,27(2):63—68.
- [7] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析[J]. 生态学报,1995,15(2):113—120.
- [8] 郝仕龙,陈南详,柯俊. 黄土丘陵小流域土地利用景观空间格局动态分析[J]. 农业工程学报,2005(6):50—53.
- [9] 邬建国. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2000:99—109.
- [10] O'Neil R V, Krummer J R, Garder R H, etc. Indices of landscape pattern[J]. Landscape Ecology,1998(1): 153—162.
- [11] 朱会义,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.
- [12] 左玉强,郭润红,朱德举. 太原市万柏林区城乡结合部的土地利用变化[J]. 中国土地科学,2003(2):52—58.
- [13] 张世熔,龚国淑,邓良基,等. 川西丘陵区景观空间格局分析[J]. 生态学报,2003,23(2):380—386.
- [14] 肖笃宁,布仁仓,李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报,1997,17(5):453—461.