

陇东黄土高原土地利用空间格局研究

张希彪<sup>1,2</sup>, 上官周平<sup>2</sup>

(1. 陇东学院生命科学系, 甘肃 庆阳 745000;

2. 西北农林科技大学黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 运用多种数学模型对位于黄土高原陇东地区的土地利用空间格局进行定量分析, 找出了各地区土地利用存在的差异, 这种差异与其所处的地理位置、地形地貌、经济水平及历史文化等密切相关。因此, 在土地利用方面, 对经济发达的塬原区, 应防止农业用地的流失; 对经济落后的丘陵山地, 应努力提高林业的多种效益。

关键词: 土地利用; 数量结构; 空间格局

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0167-03

Study on the Spatial Pattern of Land-use in Longdong Areas

ZHANG Xi-biao<sup>1,2</sup>, SHANGGUAN Zhou-ping<sup>2</sup>

(1. Longdong University, Qingyang, Gansu745000, China;

2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Agriculture on Loess Plateau,

Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Different mathematical models are used to do quantitative analysis on the space pattern of land-use in Longdong areas. The difference of each area on land-use is found and is determined by geographical locations, topography and landforms, economic levels, as well as history and culture traditions. On the land-use, therefore, the agricultural land should be prevented for the economic developed flat lands. Meanwhile, varied profits of forestry should be improved for economic developing mountain areas.

**Key words:** land-use; quantitative structure; space pattern

黄土丘陵沟壑区是黄土高原的重要组成部分, 也是该区林草植被匮乏、水土流失严重、生态环境最为脆弱的地区之一。由于自然资源的开发利用强度不断增大, 过度开垦以及农林牧用地结构不合理, 土地垦殖率普遍过高, 受水力和重力的长期侵蚀、切割, 地形十分破碎, 丘陵沟壑多, 加之雨季集中且多暴雨, 致使水土流失相当严重, 生态环境极为脆弱, 生态功能低下, 抗御扰动和自我恢复能力较差, 人口、资源、环境矛盾十分突出, 而土地资源的不合理利用加剧了这一矛盾的激化<sup>[1]</sup>。因此, 分析和探讨黄土丘陵沟壑区的土地利用空间分布格局、数量及区位特征, 能促进对土地资源的合理开发和保护, 并有利于促进土地资源的可持续利用和农业的可持续发展。

1 研究区自然地理概况

研究区位于黄河中游的陇东黄土高原沟壑区, 地理坐标为 106°46'~108°45'E, 35°10'~37°20'N, 海拔 885~2 082 m, 土地面积 27 119 km<sup>2</sup>, 占全省 7.5%, 耕地 6 562.80 km<sup>2</sup>, 占总土地面积的 24.2%, 人均 4.9 hm<sup>2</sup>, 人口 251.46 万, 其中农业人口占 88.98%, 占全省农业人口的 15.8%。人口密度为 143 人/km<sup>2</sup>, 水土流失面积 22 008 km<sup>2</sup>, 占 81.1%, 侵蚀模数为 6 211 t/(km<sup>2</sup>·a), 属温带半湿润农业区向干旱气候区过渡的气候型, 同时具备湿润区、干旱区的气候特征。

土地被切割成 26 条大型塬面和梁、峁、丘陵、沟壑, 塬地面积 22.93 万 hm<sup>2</sup>, 川地 4.95 万 hm<sup>2</sup>。主要土壤为黑垆土和黄绵土, 塬面为熟化黑垆土, 黄绵土主要分布在塬边坡地、塬间沟壑和黄土丘陵低山上。

2 陇东地区土地利用空间格局

利用国农业区划委员会等公布的土地利用分类系统, 将陇东黄土高原土地利用类型分为耕地、园地、林地、牧草地、居民点与工矿用地、交通用地、水域、未利用地。陇东黄土高原及各县(市、区)土地利用状况如表 1 示。陇东黄土高原土地利用类型分布的地域特征为: 南部黄土高原沟壑区, 总面积 8 411 km<sup>2</sup>, 地跨西峰、庆阳、宁县、镇原、合水 6 县(区), 地貌单元有塬面、沟坡、沟谷、河川, 4 条河流, 13 个大塬, 塬面较完整平坦, 侵蚀模数 6 670 t/(km<sup>2</sup>·a); 山坡经人为开垦整修, 阳坡多为梯田, 阴坡多为草地。中部残塬沟壑区, 地处环县县城以南, 镇原新集、开边一线以北, 梁峁起伏、地形破碎, 主要分布有耕地和园地, 土壤侵蚀模数为 7 832 t/(km<sup>2</sup>·a); 北部丘陵沟壑区, 分布于环县、华池 2 县, 气候干燥, 植被稀疏, 地势陡, 坡度大, 水蚀、风蚀严重, 侵蚀模数 7 000~9 000 t/(km<sup>2</sup>·a), 以荒地、草地为主; 子午岭中山丘陵区, 分布于研究区的东部, 跨华池、宁县、正宁 3 县, 地形以梁峁为主, 两侧多沟谷, 为研究区的森林主要分布区。

\* 收稿日期: 2005-07-01

基金项目: 甘肃省教育厅资助项目(049B-08); 陇东学院重点资助项目(Sznk0222)

作者简介: 张希彪(1963-), 男, 副教授, 主要从事生态学的教学研究工作。

表 1 庆阳地区土地利用区域分异										hm <sup>2</sup>
类型	耕地	园地	林地	草地	水域	荒地	裸地	建筑工矿	道路	总计
合水	37032.49	3446.0	24954	8700	994.60	99751.6	5955.70	4753.87	611.90	186200
华池	47480	397	25284	22600	846	156676	24646	5359	1436	261600
环县	192900	2125	67777	55600	5565	468185	0	12285	4292	850200
庆城	92826	2158	72762	9700	2605	67454	6581	581	868	265500
西峰	81681	7876	25224	11400	1824	106887	7943	12932	1533	267300
宁县	42495	1573	9727	3800	327	25755	3440	10614	1904	99635
镇原	137550	3120	25470	16500	3363	99810	34446	23225	6506	349990
正宁	41210.6	2407.4	27093	5100	615.2	54656	9501.2	6334.1	605.6	127500

### 3 土地利用数量结构分析

区域土地结构分析是区域土地利用规划的基础,土地数量结构分析是对区域内各种土地类型的数量组合关系的分析,主要包括土地各种类型组合的多样化分析、集中程度分析、区域组合类型分析和区位意义分析等<sup>[2,3]</sup>。

#### 3.1 土地数量结构多样化分析

土地数量结构多样化分析的目的是分析区域内各种土地的齐全程度或多样化状况,本文采用吉布斯- 马丁( Gibbs- Mirtin) 多样化指数来度量<sup>[2]</sup>,其模型为:

$$GM_i=1-\frac{\sum X_{ij}^2}{(\sum X_{ij})^2}$$

式中:  $GM_i$  ——第  $i$  个区、县的土地利用结构的多样化指数;  $X^{ij}$  ——第  $i$  个区、县第  $j$  项土地利用类型的面积。计算结果及排序见表 2。

表 2 陇东各县(区)土地利用现状多样化指数及排序

类型	宁县	正宁	镇原	庆城	西峰	合水	华池	环县	陇东地区
GM	0.745	0.743	0.740	0.724	0.717	0.651	0.641	0.032	0.725
排序	1	2	3	4	5	6	7	8	—

人类活动对土地利用多样化影响很大,宁县、正宁、镇原的 GM 指数分列第一、二、三位,表明该地区土地利用呈多样化,这与该地区是陇东黄土高原区,经济水平很高是一致的;合水、华池、环县地处丘陵山区,土地覆盖以草地和森林为主,多样化指数分列倒数一、二、三位,这与山地地貌类型及较落后的经济状况是吻合的。

#### 3.2 土地数量结构集中化分析

利用集中化指数可以精确测度各种土地类型的集中(或分散)程度<sup>[3,4]</sup>。集中化指数的计算公式为

$$I_i=\frac{(A_i-R)}{(M-R)}$$

式中:  $I_i$  ——第  $i$  个区域的土地集中化指数;  $A_i$  ——第  $i$  个区域各种土地类型累计百分比之和;  $M$  ——土地集中分布时累计百分比之和;  $R$  ——高一层次区域(此处为陇东黄土高原)各种土地类型的累计百分比之和,以  $R$  作为衡量集中化程度的基准。当  $M=800$ ,  $R=691.4$  时,计算结果见表 3,集中化程度最高的为环县、合水、华池,这与其地貌以山地为主,土地利用以林地和草地为主且经济发展水平落后有关(表 3)。最低的为镇原、正宁、庆城,这些地区自然条件优越,塬面开阔,经济较发达。

表 3 陇东地区及各县(市、区)土地利用集中化指数

类型	宁县	正宁	镇原	庆城	西峰	合水	华池	环县
$I_i$	0.032	-0.0356	-0.0788	-0.0311	0.0289	0.1989	0.1889	0.2748
排序	5	2	1	3	4	7	6	8

#### 3.3 土地数量结构组合类型及区位意义分析

土地利用数量结构组合类型分析是为了确定土地利用结构的类型特征和主要类型。引进威弗- 托马斯( Weaver- Tomas) 组合系数法,把土地的实际分布(实际相对面积百分比)与假设分布(假设相对面积百分比)相比较,然后逐步

逼近实际分布,得到一个最接近实际分布的近似分布,这种分布的组合类型即为所求的组合类型。根据上述原理和方法,计算出陇东黄土高原及各县(市、区)土地利用组合系数,并由此确定了它们的组合类型(表 4)。

某一地区各种土地相对于高层次区域空间的相对聚集程度可以用区位指数加以分析<sup>[4]</sup>,计算公式为:

$$Q_i=\frac{(f_i/\sum f_i)}{(F_i/\sum F_i)}$$

式中:  $Q_i$  ——区位指数;  $f_i$  ——区域内第  $i$  种土地的面积;  $F_i$  ——高层次区域内第  $i$  种土地的面积。如果  $Q_i$  大于 1,则该种土地具有区位意义,如果  $Q_i$  小于 1,则不具有区位意义(表 5)。

表 4 研究区土地利用组合类型分析结果

政区	组合系数	组合类型数	组合类型
研究区	117.374	5	林地+ 耕地+ 草地+ 建筑工矿+ 未利用地
正宁	113.826	3	耕地+ 林地+ 荒地
镇原	103.229	3	耕地+ 未利用地+ 荒地
庆城	120.829	4	耕地+ 林地+ 荒地+ 建筑工矿
宁县	115.975	3	耕地+ 林地+ 建筑工矿
合水	142.791	3	林地+ 耕地+ 荒地
华池	150.193	3	耕地+ 荒地+ 未利用地
环县	131.946	3	耕地+ 草地+ 荒地
西峰	111.744	3	耕地+ 荒地+ 建筑工矿

表 5 陇东地区各区、县土地利用现状区位指数表(相对于庆阳地区)

类型	耕地	园地	林地	牧草地	水域	荒地	未利用地	工矿交通用地
庆阳市	1	1	1	1	1	1	1	1
正宁	0.671	1.059	0.960	0.508	0.331	0.690	1.225	0.563
镇原	0.945	0.579	0.380	0.693	0.764	0.531	1.872	1.015
庆城	0.740	1.928	0.497	0.521	0.547	0.751	1.281	0.651
宁县	0.840	0.531	1.442	0.54	0.785	0.406	0.475	0.891
合水	0.478	1.202	0.700	0.687	0.425	0.998	0.608	0.344
华池	0.404	0.091	0.468	1.175	0.238	1.033	1.658	0.202
环县	0.536	0.160	0.410	0.945	0.512	1.009	0.000	0.324
西峰	1.026	1.025	0.510	0.561	0.260	0.480	0.657	1.501

各区域的土地组合类型数差异较小,但其组合类型有所不同。从土地利用的多样性和土地利用组合类型的分布来看,呈现出以西峰城区为中心,向四周依次变化的规律,这与各区县市在西峰区的区位条件完全对应(表 4、表 5)。庆城、宁县、西峰位于以凤甜公路为主轴线、以西峰为中心,以宁县、庆城为两翼的“长- 西- 庆”经济带,312 国道 309 国道等均穿越该区,区位条件佳,土地利用类型多样性好,土地利用组合类型多,组合类型中受人类活动干预强烈的建设用地(如城镇工矿用地和村庄用地)以及主要为城市服务、对交通运输条件要求较高的农业用地(如果园)占居主导地位。交通不便、离交通要道及西峰区较远、区位条件最差的环县、合水、华池三县,土地利用类型较单一,林草地占绝对优势。从顺序相关分析来看,土地利用多样性指数和集中化指数与区位条件的顺序相关系数分别为 0.786、0.643,均大于置信度为 95% 时的临界值,可以看出土地利用多样性和集中度和区位条件的一致性。在该区西峰、镇原、宁县的耕地具有区位意义,因陇东黄土高原的耕地大部分集中在这里;而果树基地主要分布在正宁、庆城、西峰、合水,故其园地具有较强区位意义;正宁、宁县的林地也有较强的区位意义;华池、环县的草地具有较强的区位意义;正宁、镇原、华池、庆城的未利用地较多,可供开发利用。

### 4 陇东地区土地利用景观格局分析

运用景观生态学中的多样性指数、优势度指数、均匀度

指数和破碎度指数<sup>[5~7]</sup>作为土地利用空间格局指数,对陇东黄土高原土地利用的空间格局进行定量分析。

(1) 土地利用多样性指数( $H$ ) 可用来描述土地利用类型的丰富和复杂程度,它反映了土地利用类型的多少和各种类型所占比例,当土地利用各种类型所占比例差异减小时,多样性上升,算式为:

$$H = - \sum (p_i) \log_2 (p_i)$$

(2) 土地利用优势度指数( $D$ ) 用于测度土地利用结构中一种或几种类型支配整个土地利用的程度,其表达式为:

$$D = \frac{H_{\max}}{H} + \sum (p_i) \log_2 (p_i) \\ H_{\max} = \log_2 (m)$$

(3) 土地利用均匀度指数( $E$ ) 是描述土地利用类型的分配均匀程度,可用 Romme 相对均匀度计算,其表达式为:

$$E = \left( \frac{H'}{H'_{\max}} \right) 100\% \\ H' = - \ln \left( \sum p_i \right)^2 \quad H'_{\max} = \lg (m)$$

(4) 土地利用破碎度指数( $C$ ) 用于测度土地被分割的破碎程度,其计算公式如下:

$$C = \sum n_i / F$$

上列各式中: $p_i$ ——第  $i$  种土地利用类型 占总面积的百分比; $m$ ——土地利用类型的种类; $H'$ ——修正的 Simpson 指数; $H'_{\max}$ ——在给定丰富度  $T$  条件下的最大可能均匀度; $n_i$ ——土地利用所有类型斑块的总个数; $F$ ——土地总面积。

空间格局指数的大小反映了人类活动对土地利用的干扰程度,随干扰强度增加,土地利用的多样性、均匀度、破碎度提高,优势度减少。陇东黄土高原土地利用总的优势度较高(表 6),尤以环县为最大、其次为合水、华池,在环县主要是荒地和草地为主,华池和合水以林地为主;而正宁、宁县、镇原、西峰的土地利用多样性指数较高,这与其人类活动强烈,居民点和工矿用地、交通用地所占比例相对较高有关;土参考文献:

[1] 张希彪. 陇东黄土高原土地资源特点与可持续利用对策[J]. 中国农业资源与区划, 2004, 25(4): 23– 26.  
[2] 刘闯. 区域土地数量结构分析模型及其应用[J]. 中国土地科学, 1989, (3): 31– 38.  
[3] 张素兰, 姚士谋. 小城镇土地利用结构、布局与可持续发展—以吴江市梅堰镇总体规划为例[J]. 城市发展研究, 1997, (3): 42– 45.  
[4] 朱凤武, 彭补拙, 丁建中, 等. 温州市土地利用空间格局研究[J]. 经济地理, 2001, 21(1): 101– 104.  
[5] 王胜. 景观结构特征数量化方法概述[J]. 河北林果研究, 1999, 14(2): 126– 132.  
[6] 唐礼俊. 佘山风景区景观空间格局分析及其规划初探[J]. 地理学报, 1998, 53(5): 429– 437.  
[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.

(上接第 166 页)

## 4 结 论

根据动态监测目前的情况,本文结合当代的  $T$ -GIS 技术,建立了一套植被  $NDVI$  动态监测的模拟方法,它既可以对演化过程进行空间和时间属性的查询,也能动态地显示区域的植被在短期内的变化规律,使研究人员能从中获取新的参考文献:

[1] 朴世龙, 方精云. 1982~ 1999 年我国陆地植被指数活动对气候变化响应的季节差异[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 119– 125.  
[2] 高金萍, 陆守一, 徐泽鸿. 现森林资源动态更新管理的时态 GIS 技术[J]. 业资源管理, 2005, (3): 20– 21.  
[3] 李德仁. 利用遥感影像进行变化检测[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 25(特刊): 7– 12.  
[4] 赖格英, 于格. 基于时态 GIS 的古气候动力模拟动态演化的分析与实现[J]. 地理信息科学, 2004, 6(2): 12– 15.  
[5] 袁国斌, 李三玉, 张洁. 时态 GIS 模型研究[J]. 计算机工程与科学, 2004, 26(112): 105– 107.  
[6] 王长耀, 牛铮, 张庆员. 利用  $NOAA NDVI$  数据集分析中国植被绿度推移规律[J]. 中国图象图形学报, 1999, 4(11): 976 – 979.

地利用的均匀度指数、破碎度指数为庆城、正宁、宁县最高,环县、华池、合水最低。

表 6 陇东黄土高原各县(市、区)土地利用空间格局指数值

分析指标	全市	庆城	环县	华池	合水	正宁	宁县	镇原	西峰
多样性指数( $H$ )	1.54	1.5505	1.2983	1.3528	1.328	1.6719	1.5469	1.5839	1.5259
优势度指数( $D$ )	0.5394	0.5289	0.7811	0.7266	0.6974	0.4075	0.5325	0.4955	0.5535
均匀度指数( $E$ )	0.6286	0.6193	0.4909	0.4946	0.5063	0.5931	0.6569	0.647	0.6174
破碎度指数( $C$ )	0.52	0.89	0.91	0.31	0.33	0.78	0.85	0.79	0.65

另从该区土地利用现状图可知,其土地利用空间格局的基本构型以大斑块为主,树枝型、散布型斑块镶嵌其中,反映了研究区的自然条件(低山丘陵为主的地貌及众多的河流水系)和人类活动对土地利用空间格局的影响。

## 5 结 语

由于受地理位置、地形地貌、经济条件与历史文化等因素的影响与制约,陇东黄土高原土地利用格局存在差异,主要表现在如下两个方面:在经济发达地区,随着人类干扰的加强,城市建设侵占耕地现象严重,土地利用多样性及破碎化呈上升趋势,而优势度与集中化程度不断下降,如正宁、镇原、宁县、西峰、庆城,但这是以削弱农业基础,减少耕地为代价的,降低了农业集中化程度,虽提高了地区的经济效益,却降低了生物多样性,有可能制约农业的可持续发展。地处丘陵山区的环县、华池、合水人类干扰相对较少,土地多样性低,集中化程度高,土地利用以草地或林地为主。在实际工作中,应通过科学合理的规划,加强对土地开发和利用的管理,挖掘各种用地的内部潜力和不断地改造,提升现有土地的效率,使各区域的土地发挥出区位和功能优势。