

成都平原土地利用景观格局变化及驱动因素分析 ——以成都市龙泉驿区为例

王佑汉¹,赵宏达¹,任 茜²

(1. 中国科学院 水利部成都山地灾害与环境研究所,成都 610041;

2. 成都科地国土资源与环境研究所,成都 610041)

摘 要:利用 GIS 技术和景观生态学方法,以成都市龙泉驿区为例,研究成都平原的景观格局变化特征及其驱动因素。研究过程中主要以 1996 年和 2004 年土地利用景观格局为基础,采用景观类型面积指数、景观破碎度、景观分离度、景观多样性指数、景观优势度、景观均匀度、景观形状指数分析区域土地利用景观格局变化特点。发现 1996 - 2004 年 8 a 间,研究区土地利用景观变化剧烈,各景观类型面积比例差异增大,土地利用结构混杂,景观破碎化程度变大,景观形状不规则化程度加剧。区域内部由于自然、经济、社会条件的不同,土地利用景观呈现出不同的特点。分析研究区土地利用景观格局的变化驱动过程,发现人口增长和第三产业发展是导致研究区土地利用景观格局发生变化的重要驱动力;工业化、城镇化、果业和乡村旅游业的发展是另一主要驱动力。

关键词:景观格局;土地利用;景观类型;驱动因素

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)06-0198-04

The Changes of Landscape Structure of Land Use and Driving Factors in Chengdu Plain —A Case Study from Longquanyi District of Chengdu City

WANG You-han¹, ZHAO Hong-da¹, REN Qian²

(1. Mountain Harzards and Environment Institute, CAS & MWR, Chengdu 610041, China;

2. Chengdu Kedi Land Resource and Environment Institute, Chengdu 610041, China)

Abstract: This article takes Longquanyi district, Sichuan, as an example and then studies the changes of landscape structure and the driving factors by the technique of GIS and the method of landscape-ecology. We use the landscape acreage index, landscape fragmentation index, landscape apartness index, landscape diversity index, landscape dominance index, landscape evenness index and landscape shape index, to analyze the characteristics of the changes of landscape based on the landscape structure in 1996 and 2004. The landscape structure has intensively changed; the diversities of acreage ratio of various landscapes and the extent of landscape fragmentation have augmented a lot, the structures of land utilization get more complex, the extent of abnormality of landscape shape has enhanced. The villages and towns in Longquanyi have different landscape structures, due to the different physical, economic, and social conditions. And what's more, when analyze the driving powers of landscape structure, it is found that the increase of population and development of third industry are the leading driving factor; industrialization, the planting of fruit, and the tourism in rural areas are another driving power.

Key words: landscape structure; land use; landscape types; driving factors

1 引 言

景观生态学是地理学、生态学及系统论、控制论等多学科交叉、渗透而形成的一门新的综合学科^[1]。景观生态学的发展,为综合解决资源与环境问题,全面开展生态环境建设,提供了新的理论与方法^[2]。区域土地景观格局的研究,是揭示该区域土地利用/覆盖以及生态状况和空间变异特征的有效手段^[3]。土地利用景观格局及其变化是自然与人为因素相互作用所产生的一定区域生态环境体系的综合反映^[4]。对小尺度区域土地利用景观结构变化的研究,不仅有利于了解分析成都平原区域土地利用景观变化特点,而且有利于探寻区域经济增长和区域发展的原由。

2 研究区概况

龙泉驿区位于成都平原腹地,属于成都市辖区,地处成都中心城市与市域东部的龙泉山之间。全区面积 558.06 km²,平原和丘陵、低山各半。2004 年全区总人口 52.51 万人(其中,农业人口 37.62 万人),主要集中在平坝和低丘地区,平均人口密度 941 人/km²。全区物产丰富、农业发达,2004 年第一产业贡献 GDP 14.41 亿元,是“天府之国”的重要组成部分,是全国著名的水果之乡。近年来,龙泉驿区工业化与城市化发展迅速,2004 年第二、三产业 GDP 分别达到 40.62 亿元和 34.92 亿元,人均 GDP 已达 17 130 元。

收稿日期:2006-12-24

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30470297)

作者简介:王佑汉(1982-),男,四川仪陇人,硕士研究生,主要从事土地利用、区域可持续发展和城市地理等研究。

3 研究方法数据来源

3.1 数据来源

本文数据直接源于龙泉驿区土地利用现状数据库,土地利用数据库是 1996 年和 2004 年末的土地利用现状数据。龙泉驿区 2004 年土地利用现状库是在 2003 年土地利用现状库的基础上进行实地调绘,变更土地利用现状数据得到的。2003 年土地利用现状库由美国“快鸟”卫星影像人工目视解译后实地调绘纠正,在 Mapinfo 6.5 软件的支撑下完成。1996 年土地利用现状库以 1996 年土地利用详查图作为工作底图,经矢量化后建成。上述现状库采用 Mapinfo 6.5 进行拓扑分析检查,运算结果符合建库要求。

3.2 研究方法

土地利用现状库的建库过程中,用 Mapinfo 6.5 完成图形矢量化,并进行拓扑检查,随之录入属性数据。在景观分析中,采用 Mapinfo 6.5 的 SQL 命令对图形数据进行统计查询,得出各乡镇图斑面积、图斑数量和斑块周长,进而计算各指标变量。

4 景观结构指数及模型选取

在土地利用现状库的基础上,统计出各乡镇景观类型的斑块面积、数量和周长,借助景观生态学的相关景观指标对 1996 年和 2004 年土地利用景观进行定量分析。

4.1 景观指数

肖笃宁等人研究发现在景观变化分析中,对景观指数的分类还未形成统一标准^[5]。Hulshoff 认为景观指数可划分为景观格局指数(Pattern index)和变化指数(Changing index),前者如斑块类型、数量及形状指数;后者如斑块数目变化率等,Tumer 等认为,景观指数可以分为斑块数目与大小、斑块分维数(Fractal dimension)、景观要素之间的边缘数和多样性(Diversity)、优势度(Dominance)与蔓延度(Contagion)^[6]。

4.1.1 景观类型斑块指数^[7]

景观类型最基本的特征是斑块,衡量斑块的性质、特征的主要指标有:斑块面积、斑块周长、斑块形状指数等。

表 1 景观类型指数

指标	表达式	意义
斑块个数 ($N P$)	$N P = n_{ij}$	描述斑块多少
斑块面积 (PA)	$PA = a_{ij}$	斑块的投影面积
斑块周长 (PE)	$PE = L_{ij}$	斑块边界的长度
斑块形状指数 (PS)	$PS = D_i = L_{ij} / 2 \sqrt{a_{ij}}$	斑块形状的 规则化程度
景观类型面积 (CA)	$CA = A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$	景观类型所在地表 空间的面积
平均斑块面积 ($M PA$)	$M PA = CA / n_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^n a_{ij}$	斑块面积的平均数
景观面积 (TA)	$TA = A = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}$	景观所在地表 空间的面积
景观类型面积 指数(P_i)	$P_i = A_i / A$	景观类型占景观 总面积的多少

表 1 中: i ——第 i 类景观类型; j ——第 j 个斑块; n ——某类景观类型的斑块个数; m ——景观类型数量。

4.1.2 景观多样性指数

(1)景观多样性指数(landscape diversity index)。景观类型多少的变量,描述景观的复杂性、类型的齐全性或多样性状况。 H 越大表示景观多样性越高。其表达式^[8]:

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i) \tag{1}$$

式中: H ——多样性指数; P_i ——景观类型 i 所占面积的比例; i ——景观类型的数目。 H 值越大,表示景观多样性越大。

(2)景观形状指数(landscape shape index)^[9]。描述景观形状及景观规则化程度的变量,越大,景观形状越不规则、越复杂和扁长。

$$LSI = \frac{0.25 \sum_{j=1}^n L_{ij}}{A} \tag{2}$$

式中: LSI ——景观形状指数; L_{ij} ——景观类型 i 的斑块周长; A ——景观面积。

(3)景观优势度(landscape Dominance index)。用于测度景观结构中一种或几种景观类型支配景观的程度,它与多样性指数成反比,对于景观类型数目相同的不同景观,多样性指数越大,其优势度越小。其表达式为^[10]

$$D = H_{\max} - H = \ln(m) + \sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i)$$

式中: D ——景观的优势度; H_{\max} ——最大多样性指数; $H_{\max} = \log(m)$; m ——景观类型数; H ——修正的 Simpson 指数。

(4)景观均匀度(landscape evenness index)。表示景观镶嵌体中不同景观类型在数目或面积方面的均匀程度。其表达式为^[9]

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{- \ln(\sum_{i=1}^n p_i^2)}{\ln(m)} \tag{4}$$

式中: H ——Shannon 多样性指数; H_{\max} ——其最大值。显然,当 E 趋于 1 时,景观斑块分布的均匀程度亦趋于最大。

(5)景观破碎度(landscape fragmentation index)。景观被分割的破碎化程度。其表达式为^[11]

$$F_i = n_i / A_i \tag{5}$$

式中: n_i —— i 类景观的斑块个数; A_i —— i 类景观类型的面积。

(6)景观分离度(landscape apartness index)。景观分离度是指某一景观类型中不同斑块个体分布的分离程度,其表达式为^[12]

$$S = D_i / B_i (1/2 \sqrt{\frac{n_i}{NA}}) / (A_i / A) = \frac{\sqrt{n_i} \times A}{2A_i} \tag{6}$$

式中: S ——景观分离度指数; A ——景观的总面积; A_i ——景观类型 i 的总面积; n ——景观类型 i 中的斑块个数。

5 土地利用景观结构变化分析

5.1 区域景观结构动态分析

在此参照《全国土地分类(过渡期间适用)》(国土资发(2002)247 号),选取土地利用景观类型,其中一级类 3 个,二级类 10 个,三级类 52 个。由于研究区域不存在牧草地,在此以耕地、园地、林地、其他农用地、居民点及工矿用地、交

通用地、水利设施用地、未利用土地、其他土地作为土地利用景观类型进行研究。根据表 1 相关指数公式和公式(5),(6) 计算结果见表 2、表 3。

表 2 景观类型多样性指数

景观类型	年份	景观类型 面积指数	景观 破碎度	景观 分离度
耕地	1996	0.354	0.008	0.074
	2004	0.134	0.123	0.479
园地	1996	0.209	0.004	0.070
	2004	0.481	0.033	0.131
林地	1996	0.183	0.003	0.060
	2004	0.137	0.040	0.271
其他农用地	1996	0.106	0.004	0.099
	2004	0.061	0.106	0.658
居民点及工矿用地	1996	0.105	0.015	0.186
	2004	0.153	0.160	0.512
交通用地	1996	0.013	0.012	0.482
	2004	0.016	0.031	0.691
水利设施用地	1996	0.008	0.002	0.227
	2004	0.010	0.022	0.749
未利用土地	1996	0.014	0.015	0.511
	2004	0.004	0.105	2.697
其他土地	1996	0.010	0.003	0.267
	2004	0.005	0.068	1.900

(1)景观类型面积指数变化较大。耕地、林地、其他农用地、未利用土地和其他土地的景观类型面积减少,向园地、居民点及工矿用地、交通用地和水利设施用地景观转变,主要是农业产业结构内部调整和城市化的结果。

(2)景观破碎度加大。8 a 间景观被分割的程度加剧,景观类型的斑块数量增幅较大。1996 年,未利用地、居民点及工矿用地的土地利用结构分散,破碎度最大。2004 年,景观

破碎度最大的是居民点及工矿用地和交通用地。居民点及工矿用地包括:城市、建制镇、农村居民点和独立工矿。近几年龙泉驿区经济快速发展,城市化进程加快,城市、建制镇和农村居民点用地增加,且在区域内表现出城乡土地利用景观结构混杂。交通廊道不仅是区域景观的主要表现,而且是区域经济发展的脉络。近年来,公路交通得到大力发展,增加了其景观破碎化程度。

(3)景观分离度变大。同破碎度一样,景观分离程度加剧是景观斑块数量增加的直接作用结果。1996 年,林地较为集中连片,景观分散程度最小。到 2004 年,随着农业产业结构调整,园地面积增加的同时朝着规模化经营的方向迈进,在区域内较为集中,景观分离度最小。

(4)景观多样性指数变小。8 a 间,龙泉驿区土地利用景观类型的数量保持不变,各景观类型的面积比例差异增大,导致景观多样性指数减小。详见表 3。

(5)景观优势度变大。说明景观越来越受几种景观所支配,景观偏离程度变小,景观类型所占的比例差异变大,越来越表现出少数几种景观占优势的特点。

(6)景观均匀度减小。景观均匀度与景观优势度相反,是景观类型所占比例差异变大,景观分布均匀化程度降低的结果。同时验证了景观优势度的变化结果。

(7)景观形状指数变大。景观形状不规则化程度加剧,景观形状变得更复杂化和扁长。

5.2 镇景观结构动态分析

为使研究更具典型性,选取位于平坝地区的十陵镇、洪河镇、西河镇,城市化水平较高的平安镇、龙泉镇和同安镇,丘陵地区的清水乡、茶店镇、万兴乡为样本点,研究区域内部景观结构动态变化。

表 3 分乡镇景观类型多样性指数

乡镇	景观多样性指数		景观优势度		景观均匀度		景观形状指数	
	1996	2004	1996	2004	1996	2004	1996	2004
十陵镇	0.754	1.507	1.038	0.572	0.248	0.649	700.32	1876.237
洪河镇	0.548	1.362	1.061	0.584	0.191	0.532	666.945	1715.453
西河镇	0.48	1.457	1.13	0.622	0.144	0.668	742.824	45816.814
平安镇	1.169	1.009	0.91	1.07	0.536	0.308	476.105	1262.474
龙泉镇	1.115	0.959	0.83	0.987	0.426	0.407	516.519	1228.95
同安镇	1.591	1.324	0.606	0.873	0.637	0.477	950.57	1952.497
万兴乡	1.316	1.206	0.764	0.873	0.576	0.473	802.635	1458.401
茶店镇	1.479	1.341	0.6	0.856	0.549	0.439	748.998	2218.688
清水乡	1.19	1.166	0.756	0.914	0.524	0.421	836.892	1414.104
全 区	1.679	1.509	0.518	0.688	0.68	0.555	3010.56	17061.032

分析可知:

(1)十陵镇、洪河镇、西河镇景观多样性指数变大,景观优势度变小,景观形状指数变大。这是因为 1996 - 2004 年土地利用景观类型增加,景观偏离最大多样性较大;组成景观类型所占比例差异较小,景观形状不规则化程度加剧,景观形状变得更复杂化和扁长所引起的。十陵镇新增加了林地景观;洪河镇园地、水利设施用地也从无到有;林地、水利设施用地是西河镇新增加的土地利用景观类型。

(2)万兴乡、茶店镇、清水乡、同安镇景观多样性指数变小,景观优势度变大,景观形状指数变大。万兴乡、茶店镇、清水乡地处龙泉山脚属于丘陵地貌,景观类型数量没有变

化,景观表现出如此特点是由各景观类型的面积比例差异增大所导致的。区域内景观越来越受几种景观所支配,景观偏离程度变小;景观类型所占的比例差异变大,耕地、园地和林地景观是区域内的主要景观类型。区域内景观形状不规则化程度也在加剧。

(3)龙泉镇、平安镇、同安镇景观变化与丘陵地区各镇具有一致。龙泉镇是龙泉驿区政府所在地;平安镇仅邻龙泉镇城镇建设区是龙泉驿区城市发展的主要扩展区;同安镇是国家级综合改革试点单位,在区域经济发展享受着国家的扶持。近几年三镇受城市化和农业产业结构调整的影响,大量的耕地景观转变为园地和居民点及工矿用地景观。区域内

居民点及工矿用地和园地景观增加的同时,引起各景观类型面积比例差异增大,园地、居民点及工矿用地和耕地 3 种景观是区域内的主要景观类型。

6 土地利用景观结构变化驱动因素分析

成都平原是四川盆地土地利用程度最高,开发最早的区域。随着西部大开发和城市化步伐的加快,必然对盆地的土地利用景观格局产生巨大影响。对成都平原的小尺度区域——龙泉驿区的土地利用景观结构变化研究,发现影响区域土地利用景观变化的主要因素是:人口增长、工业化和城镇化、第三产业发展、果业和乡村旅游。

(1) 人口增长是影响区域土地利用景观变化的重要因素。1996 - 2004 年 8 a 间龙泉驿区人口增加了近 7 万,人口的增长直接对资源和环境产生巨大的压力。最主要的表现是人口的增加一方面需要大量的土地为其提供食物和生态支撑,另一方面人类活动加剧了对土地的利用程度,土地的非农化程度加剧。

(2) 工业化和城镇化是影响区域土地景观变化的主导因素。龙泉驿区是成都的近郊城市,区内的十陵镇、洪河镇更是纳入了成都市城区规划。近年来受逆城市化影响,大量的工业企业和人口涌入龙泉驿区,龙泉驿区建立了成都市经济技术开发区。由于中心城市的扩展和龙泉驿区自身的工业化和城市化进展的需要,大量的耕地景观转变为居民点及工矿用地景观。

(3) 第三产业的发展要求城市和城镇用地面积加大。随着经济的发展,人民生活水平逐步提高,成都已经形成了独特的消费习惯,第三产业发展迅速。近年来四川大学等高校入驻龙泉驿区,更是为区域第三产业的发展注入了活力,城市内部的商业服务用地景观面积加大,要求足够的城市用地面积支撑第三产业的发展。

(4) 以水果种植为基础的特色农业和乡村旅游业改变着区域土地利用景观结构。龙泉驿是传统果乡,当地农民有历代种植栽培水果的历史和传统。近年来,随着农业科技的进步,大量的新型水果及新品种在龙泉驿区得到成功的推广。随着全国经济发展和人民生活水平的提高,水果市场前景也越来越好,果业及以水果种植为依托的新型乡村观光旅游业——“农家乐”成为农民的主要经济收入,农业的核心内容,也成为地方经济的重要支柱。

7 结 论

(1) 对龙泉驿区的土地利用景观结构的变化分析,发现区域景观结构变化主要是受人口增长、快速的工业化和城镇化、第三产业的发展、区域特色农业的发展等几方面因素影响。由于受上述因素影响,区域内 9 类景观类型的景观面积指数变大,景观破碎化程度加剧。区域中景观类型面积的比例差异仍在增大,园地、居民点及工矿用地和耕地不仅在数量上居主导地位,而且其支配着区域内部景观类型间转变。区域内由于经济社会的发展,土地的利用程度加剧,景观斑

块的不规则化程度加大,景观形状变得更复杂化和扁长。

(2) 区域内部各乡镇土地利用景观结构的变化分析发现:平坝地区土地利用景观类型增加,林地、园地、水利设施用地在某些乡镇是新增加的景观类型。景观偏离最大多样性较大,组成景观类型所占比例差异较小,景观形状不规则化程度加剧,景观形状变得更复杂化和扁长。丘陵地区的景观类型数量没有变化,各景观类型的面积比例差异增大,区域内景观越来越受几种景观所支配,景观偏离程度变小;景观类型所占的比例差异变大,耕地、园地和林地景观是区域内的主要景观类型。区域内景观形状不规则化程度也在加剧。城市化水平较高的地区受城市化和农业产业结构调整的影响,大量的耕地景观转变为园地和居民点及工矿用地景观。区域内居民点及工矿用地和园地景观增加的同时,引起各景观类型面积比例差异增大,园地、居民点及工矿用地和耕地 3 种景观是区域内的主要景观类型。

参考文献:

[1] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2002:1 - 5.

[2] 王思远,张增祥,周全斌,等. 中国土地利用格局及其影响因子分析[J]. 生态学报,2003,23(4):649 - 656.

[3] 李月臣,宫鹏,陈晋,等. 中国北方 13 省土地利用景观格局变化分析(1989 - 1999)[J]. 水土保持学报,2005,19(5):143 - 146.

[4] 许慧,王家骥. 景观生态学的理论与应用[M]. 北京:中国环境科学出版社,1993:129 - 209.

[5] 陈文波,肖笃宁,李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报,2002,13(1):121 - 125.

[6] Forman R T T. The ecology of landscapes and regions cambridge[M]. Land Mosaics: Cambridge University Press,1995:141 - 321.

[7] 贡璐,潘晓玲,师庆东,等. 塔里木和上游土地利用格局变化及其影响因子分析[J]. 资源科学,2005,27(4):71 - 75.

[8] 陈利顶,傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析:以山东省东营市为例[J]. 生态学报,1996,16(4):337 - 344.

[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,2000:102.

[10] Romme W H. Fire and landscape diversity in subalpine forests Yellowstone Park[J]. Ecol. Monogr.,52:199 - 221.

[11] Verner J, Morrison M L, Ralph C J. Modeling habitual relationship of Terrestrial Vertebrates[M]. Madison: University of Wisconsin Press,1986.

[12] Pearce M C. Pattern analysis of forest cover in southwestern Ontario[J]. The East Lakes Geographer, 1992,27:65 - 76.