

文章编号:1672-058X(2012)12-0095-05

基于 ArcGIS 和 FRAGSTATS 的 重庆市长寿区景观格局分析*

杨 霏¹, 周启刚^{2**}, 张晓媛², 谷 雨², 杨鹏五²

(1. 重庆工商大学 长江上游经济研究中心, 重庆 400067; 2. 重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067)

摘 要:以重庆市长寿区 2009 年土地变更调查数据为基础, 利用 ArcGIS 和 FRAGSTATS 软件, 对长寿区斑块类型水平和景观类型水平下的景观格局特征进行了定量分析。结果表明: 长寿区耕地景观占全区总斑块的 48.35%, 占农业用地景观的 59.55%, 耕地资源比较充足; 建设用地景观平均斑块密度为 14.855 7 个/hm², 平均斑块面积为 0.698 hm², 分布零散; 长寿区景观格局整体较为合理, 多样性较高, 各景观类型分布较均匀, 无一种景观类型占据绝对优势情况; 景观格局整体属散布分布, 但分散度不大。

关键词:景观格局; 景观格局指数; ArcGIS; FRAGSTATS; 长寿区

中图分类号:X826

文献标志码:A

景观是具有高度空间异质性的区域, 它是由许多大小、形状不一的斑块按照一定的规律组成的^[1]。这些斑块在空间上的排列形式称为景观格局, 它决定着自然地理环境的形成、分布和组分, 制约着各种生态过程, 并与干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性有着密切的关系^[2]。景观格局数量研究主要采用景观指数分析的方法^[3]。景观格局指数是指能够高度浓缩景观格局信息, 反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标^[4]。景观格局指数根据不同的层次可以分为斑块水平指数、斑块类型水平指数以及景观水平指数^[5]。随着 GIS 技术的发展, 将 GIS 与景观格局软件相结合进行景观格局研究已被广泛应用^[6]。

长寿区位于重庆“一小时经济圈”以内, 近年来经济发展迅猛, 对土地资源的开发力度也在逐步加强。选择长寿区为研究对象, 结合 2009 年土地变更调查, 从景观生态学的角度从斑块类型水平和整体景观水平对长寿区景观格局进行了全面分析, 可为长寿区土地利用和生态保护提供依据与参考。

1 研究区概况

长寿区地处重庆腹心地带, 介于东经 106°49' ~ 107°27'、北纬 29°43' ~ 30°12' 之间(图 1)。东南与涪陵区接壤, 西南与渝北区、巴南区为邻, 东北接垫江县, 西北与四川省邻水县相接。地处川东平行岭谷地区, 全区地势呈东北高、西南低, 最低海拔 154 m, 最高海拔 1 034 m。属中亚热带季风性湿润气候, 年均气温 17.7 °C, 年均降水量 1 165.2 mm, 日照 1 245.1 h。境内四季分明、气候温和、冬暖春早、热量丰富、降水充沛。

收稿日期:2012-04-02; 修回日期:2012-05-02.

* 基金项目:国家自然科学基金(41101503)和重庆市教委科学技术研究项目(KJ100703)共同资助.

作者简介:杨霏(1988-), 男, 湖南常德人, 硕士研究生, 从事区域经济发展战略与规划研究.

** 通讯作者:周启刚(1976-), 男, 重庆铜梁人, 副教授, 博士, 从事 3S 理论与应用和土地资源管理研究. Email:zqg1050@126.com.

2009 年,全区生产总值 1 763 812 万元,年末总人口 90.1 万人。

2 数据源与研究方法

2.1 数据源

采用的数据为长寿区 2009 年土地变更调查成果数据。数据上图比例尺为 1:1 万,采用高斯-克吕格投影方式,西安 1980 坐标体系,中央经线 108°。此成果数据采用成熟的 GIS 及 RS 技术,数据可靠,精度高。

2.2 景观类型划分

根据长寿区自然地域分异规律、景观空间结构特点及人类活动对景观演化影响,按景观功能、人为干扰程度和活动强度,土地利用方式、土地覆被及斑块性质,将长寿区划分出八大景观类型,即耕地景观、园地景观、林地景观、草地景观、建设用地景观、交通运输用地景观、水域用地景观以及其他用地景观。

2.3 研究方法

景观生态学中景观格局指数用于高度概括景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某方面特征^[7]。用于描述某一指数的方法有多种,如描述斑块类型指数可以从平均斑块面积、平均斑块形状指数,平均斑块分维指数和斑块密度等多方面入手。因为有些指标之间存在着一定的相关性,所以在实际研究过程中并不需要。

结合研究区的实际情况,研究从斑块类型面积与形状特征、景观多样性或异质性程度和景观聚散性 3 个方面选取相应的指数来反映研究区景观格局情况。

2.3.1 斑块类型面积与形状特征指标

选用斑块个数(NP)、斑块类型面积(CA)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)和平均斑块形状指数(MSI)等指标来描述斑块类型的面积和形状特征。上述指标除平均斑块形状指数(MSI)公式较为复杂外,其他指标均容易理解,不再赘述。现将 MSI 公式解释如下^[8]:

$$MSI_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{0.25p_j}{\sqrt{a_j}}}{N_i}$$

其中,MSI_i表示*i*类斑块的平均斑块形状指数, $\sum_{j=1}^n p_j$ 是斑块类型*i*的周长; $\sum_{j=1}^n a_j$ 是斑块类型*i*的总面积。*N_i*为斑块类型为*i*总个数。当景观中所有斑块均为正方形时,MSI = 1。MSI 值越大则表示斑块的形状越复杂。

2.3.2 景观多样性和异质性程度指标

选用香农多样性指标(Shannon's Diversity index)、香农均度指标(Shannon's Evenness index)和优势度(Dominance)3个指标来反映景观多样性和异质性。这一组指标是比较分析不同景观或同一景观不同时期多样性变化的一个有力手段^[9],公式如下:

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i, E = \frac{- \sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i}{\ln m}, D = \ln m + \sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i$$

式中,*H*为香农多样性指标,*E*为香农均度指标,*D*为优势度,*P_i*为类型*i*在整个景观中所占的面积比例,*m*为景观中斑块类型的总数。其中, $H \geq 0, 0 \leq E \leq 1, D \geq 0$ 。 $H = 0$ 表明整个景观仅由一种斑块组成,*H*越大说



图 1 长寿区区位

明斑块类型增加或各斑块类型在景观中呈均衡化趋势分布; $E=0$ 表明景观仅由一种斑块组成,无多样性,其值越低,各类型所占面积比例差异越大,越接近 1,则类型间的面积比例越接近; D 表示景观多样性对最大可能多样性的偏离程度,其值越高,说明景观中某一类型的斑块在面积上越占优势。

2.3.3 景观聚散性指标

选用散布与并列指标(IJI)和蔓延度指标(CONTAG)来反映^[10],

$$IJI = \frac{-\sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m \left[\left(\frac{e_{ik}}{E} \right) \ln \left(\frac{e_{ik}}{E} \right) \right]}{\ln(0.5[m(m-1)])} \times 100\%$$

$$CONTAG = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[(P_i) \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] \left[\ln(P_i) \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right]}{2\ln(m)} \right] \times 100\%$$

式中, e_{ik} 为总体景观中斑块类型*i*和类型*k*之间的总的边缘长度, g_{ik} 为景观中相邻的斑块类型*i*和类型*k*的格网单元数, E 为景观总的边缘长度, P_i 为斑块类型*i*占总景观面积的比例, m 为景观中斑块类型的总数。二者的取值范围都为(0,100],IJI取值小时表明斑块类型*i*仅与少数几种其它类型相邻接;IJI=100表明各斑块间比邻的边长是均等的,即各斑块间的比邻概率是均等的。CONTAG值较小时表明景观中存在许多小斑块;趋于100时表明景观中有连通度极高的优势斑块类型存在。

3 结果与分析

将数据源(*.shp文件格式)利用 ArcGIS 转化成 5×5 m 的 Grid 栅格数据格式,再利用景观格局分析软件 Fragstats3.3 和 Excel 计算出各项景观指数值。

3.1 斑块类型水平上的指数分析

根据景观类型分类,利用 Fragstats3.3,计算出长寿区各景观类型的斑块类型特征指标值,如表 1 所示。

表 1 长寿区斑块类型水平上的指标值

景观类型	景观指标				
	斑块个数	斑块面积 /hm ²	斑块密度 /(个/hm ²)	平均斑块 面积/hm ²	平均斑块 形状指标
耕地景观	3 518	68 732.377 5	2.474 5	19.537 3	1.893 4
园地景观	3 275	13 248.237 5	2.303 6	4.045 3	1.951 9
林地景观	10 651	28 975.727 5	7.491 9	2.720 5	1.840 6
草地景观	1 103	4 461.545 00	0.775 8	4.044 9	2.169 7
建设用地景观	21 120	14 741.410 0	14.855 7	0.698 0	1.337 9
交通运输用地景观	34	598.655 0	0.023 9	17.607 5	3.968 4
水域用地景观	4 300	10 959.090 0	3.024 6	2.548 6	1.304 9
其他土地景观	466	450.580 0	0.327 8	0.966 9	1.508 6

由表 1 可以看出,长寿区耕地斑块面积最大,为 68 732.377 5 hm²,占全区总斑块面积 48.35%;园地为 13 248.237 5 hm²,占全区总斑块面积 9.32%;林地斑块面积为 28 975.727 5 hm²,占全区总斑块面积

20.38%; 草地面积为 4 461.545 hm², 仅占全区斑块面积 3.14%。四者面积之和为 115 417.887 5 hm², 占总面积 81.18%。可见长寿区的农业用地趋于主导地位, 且农业用地主要为耕地。

长寿区的建设用地斑块类型在所有景观类型中斑块数目最多, 而且斑块密度最大, 说明建设用地分散分布, 没有集中安置与布局, 缺乏合理统一的规划。从平均斑块面积(MPS)可以看出, 耕地和交通运输斑块的分布比较集中成片, 而建设用地斑块类型的分布得更加破碎。

从平均斑块形状指标(MSI)可以看出, 平均斑块形状指数较大的是交通运输用地和草地, 表明这两种类型的斑块形状差异很大, 不规则; 其他景观类型的平均斑块形状指数相比较小而且差异不显著。8类景观的平均斑块形状指数为 1.996 9, 反映出该区景观整体的形状并不十分复杂, 较为规则。

3.2 景观水平上的指数分析

将数据源整体导入 FRAGSTATS 软件, 在景观水平上计算景观聚散性指标值, 分析其多样性与异质性。

表 2 长寿区景观水平上的指标值

行政区	多样性(H)	均与度(E)	优势度(D)	散布与并列指标(IJI)	蔓延度(CONTAG)
长寿区	1.479 2	0.711 3	0.600 2	67.049 7	59.372 1

从上表可以看出, 长寿区整体景观水平下多样性指标(H)为 1.479 2。而由这 3 个指标的公式可以看出, 多样性指标的最大值为 $\ln m$ (研究中 $m=8$), 即 2.079 4。可知多样性指标较高, 说明长寿区土地利用结构较为合理。整体景观均匀度(H)较高, 为 0.711 3; 优势度(D)不高, 为 0.600 2; 这从另一方面反映出本区景观多样性较高, 景观类型分布较均匀, 不存在景观类型控制整体的现象。

从景观的聚散性上看, 散布与并列指标值为 67.049 7%, 表明各类型斑块间彼此有较多的邻近情况, 属于散布分布, 但斑块间比邻的边长不均匀, 分散程度并不高; 由蔓延度(CONTAG)为 59.372 1% 可以看出, 即使长寿区耕地面积将近占全区面积的一半, 但其并没能形成良好的连接性, 布局分散。

4 结论与讨论

研究利用 ArcGIS 和 FRAGSTATS 软件, 结合长寿区 2009 年土地变更调查数据, 从斑块类型水平和整体景观水平上对长寿区的景观格局做了较为系统的分析, 研究结构表明:

(1) 从斑块类型水平上看, 长寿区 81.18% 的景观类型为农业用地景观, 其中耕地面积 68 732.377 5 hm², 占全区总斑块面积 48.35%, 占农业用地面积的 59.55%, 耕地资源比较充足。

(2) 从各景观类型空间布局来看, 长寿区建设用地平均斑块密度为 14.855 7 个/hm², 为各景观类型最大; 平均斑块面积为 0.698 hm², 为各景观类型最小。表明一定范围内建设用地斑块个数多而面积较小, 即分布零散, 不集中。相比之下, 耕地和交通运输用地则呈成片集中分布。

(3) 从景观水平上看长寿区土地利用现状的多样性和异质性, 长寿区景观多样性指标为 1.479 2, 景观均匀度为 0.711 3, 优势度为 0.600 2, 表明长寿区土地利用结构较为合理, 多样性较高, 土地利用类型分布较均匀, 没有一种土地利用类型占绝对优势。

(4) 从整体景观的聚散性看, 长寿区景观类型整体属散布分布, 但分散度不大。

(5) 景观格局是一个动态变化的过程, 其斑块数量变化和空间分布特征的动态演变还需进一步深入研究。

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,2001
- [2] 肖笃宁,李秀珍,高峻,等. 景观生态学[M]. 北京:科学出版社,2003
- [3] 郭晋平. 景观生态学的学科整合与中国景观生态学展望[J]. 地理科学,2003,23(3):277-282
- [4] 邬建国. 景观生态学——格局、尺度、过程与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2000
- [5] 曹宇,肖笃宁,赵羿,等. 近十年来中国景观生态学文献分析[J]. 应用生态学报,2001,12(3):474-477
- [6] 周启刚,张叶. 基于 RS 和 GIS 的成都市郊区景观格局分析[J]. 土壤,2007,39(5):813-818
- [7] 陈丹,周启刚,黄永安,等. 基于 RS 和 GIS 的三峡库区景观格局分析—以万州区为例[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2012,29(1):69-75
- [8] 贾宝全,慈龙骏. 绿洲景观生态研究[M]. 北京:科学出版社,2003
- [9] 李秀珍,布仁仓,常禹,等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报,2004,24(1):123-134
- [10] HE H S, DEZONIA B, MLADEN D J. An aggregation index (AI) to quantify spatial patterns of landscapes [J]. Landscape Ecology, 2000, 15(7):591-601

Analysis of Landscape Pattern of Changshou District of Chongqing Based on ArcGIS and FRAGSTATS

**YANG Fei¹ , ZHOU Qi-gang² , ZHANG Xiao-yuan² ,
GU Yu² , YANG Peng-wu²**

(1. Yangtze Upriver Economic Research Center, Chongqing Technology and Business University,
Chongqing 400067, China;

2. School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University,
Chongqing 400067, China)

Abstract: Based on the survey on land change data in 2009 in Changshou District of Chongqing, by the means of ArcGIS and FRAGSTATS software, this paper makes quantitative analysis of landscape pattern characteristics of patch class level and landscape pattern level, and the results show that the planting landscape of Changshou District accounts for 48.35 percent of total patch area and reaches 59.55 percent of agricultural land landscape, that arable resources of Changshou District are relatively sufficient, that the average patch density and average patch area of its construction land is 14.8557 per hm^2 and 0.698 hm^2 respectively and their distribution is scattered and that the integrity of its landscape pattern demonstrates relative rationality with high diversity, relatively even distribution of each landscape pattern, no one landscape takes absolute advantage, the landscape pattern integrity demonstrates scattered distribution but small scattering degree.

Key words: landscape pattern; landscape pattern index; ArcGIS; FRAGSTATS; Changshou District

责任编辑:田 静