

南宁市青秀山风景区景观破碎化分析*

Landscape Fragment Analysis of Qingxiushan Park in Nanning

孙永萍¹,李春干²,温远光¹,周 晨²

Sun Yongping¹,Li Chungan²,Wen Yuanguang¹,Zhou Chen²

(1. 广西大学林学院,广西南宁 530005;2. 广西林业勘测设计院,广西南宁 530011)

(1. Forestry College,Guangxi University,Nanning,Guangxi,530005,China;2. Guangxi Forestry Surveying and Planning Institute,Nanning,Guangxi,530011,China)

摘要:运用景观生态学原理和地理信息系统技术,选取景观多样性、分维数、破碎度等指数,分析南宁市青秀山风景区不同景观类型的空间分布特征。结果显示,人类活动的干扰是青秀山景观破碎的主导因素,在整个研究区域中,常绿阔叶林和马尾松林的破碎化程度较轻,斑块面积较大且形状复杂;经济林和农田等人工景观较破碎,斑块小而密集,形状较为规则;整体景观的面积多样性最高,而斑块多样性最低,说明面积分布比斑块数分布均匀,人为干扰十分强烈。

关键词:景观破碎化 景观多样性 分维数 破碎度

中图法分类号:S718.557 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)02-0071-05

Abstract: The distribution and diversity of landscapes in Qingxiushan Park in Nanning city, Guangxi, southern China are analyzed using GIS including indices of landscape diversity, mean patch fractal dimension and landscape fragment. The result reveals that human activity is the determining factor of landscape fragment. The fragment indices of the evergreen broad-leaf and *P. massoniana* stands were lower, with bigger patches and more complex shape. The ones of the farm lands and orchards were higher, with small patches of dense distribution and regular shape. The area diversity of holistic landscape is higher than the patch diversity. It is reveals that the area distribution is more even than number distribution of patches.

Key words: landscape fragment, landscape diversity, fractal dimension, landscape fragment

生物多样性是指生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括基因多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性4个层次^[1~3]。近年来,人类活动在各个层次上给生物多样性造成巨大的影响,景观破碎化和生境破坏是物种灭绝速率加快的主要原因。景观的破碎化与自然资源保护密切相关,许多生物物种的保护均要求最大面积的自然生境,随着景观的破碎化和斑块面积的不断缩小,适于生物生存的环境在减少,它将直接影响到物种的繁殖、扩散、迁移和保护,人类

活动对景观结构的影响十分突出,研究景观的破碎度对景观中生物和资源的保护具有重要意义,成为景观格局研究的重要内容。青秀山是南宁市的风景名胜区之一,且离市区较近,其在景观格局方面的变化将直接影响到南宁市的生态环境,所以,研究青秀山的景观破碎化程度,将有利于为青秀山景观多样性的保护和开发,以及为南宁市生态环境的建设提供基础资料。

1 研究区域概况

青秀山风景区位于南宁市东面,南临邕江。本研究区域总面积为 3350.5hm²,经营区现已建成面积 413hm²,共有 30 多处景点。由青山岭、凤凰岭等 18 座山头组成,主峰海拔 289m,被誉为南宁市的“绿肺”。近年来急剧的城市化和工业化进程,以及当地某些不太合理的生产方式,对青秀山的景观格局及

收稿日期:2004-11-23

修回日期:2005-01-25

作者简介:孙永萍(1979-),女,山西阳泉人,在读硕士研究生,主要从事城市生态学和景观生态学研究。

* 国家自然科学基金(30371159),广西“新世纪十百千人才工程”专项资金(2002218),广西区林业局科学基金(200246)共同资助项目。

其在生态景观功能方面产生了很大的影响。

2 研究方法

2.1 资料收集与景观斑块区划

研究资料为 2001 年拍摄并经正射纠正的 1 : 10000 全色航空像片。在进行野外调查的基础上,利用 Mapinfo 6.5 和 ArcView 3.2 计算机软件进行景观斑块区划、边界数字化并判读其斑块类型,计算各斑块的面积和周长,以此作为空间格局分析的基础数据,并用 Visual Foxpro 6.0 计算机软件进行统计分析。



图 1 青秀山风景名胜名区平面位置



图 2 青秀山景观区划斑块类型

▨: 阔叶林; □: 建设用地; ▨: 经济林; ▩: 农业用地;
▧: 马尾松混交林; ▦: 马尾松纯林; ▥: 居民区; ▤: 荒地;
▣: 水域

2.2 景观破碎化评价指标

2.2.1 景观的破碎化指数^[4]

(1) 景观斑块数破碎化指数。景观斑块数破碎化指数有 2 种: FN_1 和 FN_2 , 其计算公式为:

$$FN_1 = (N_p - 1)/N_c,$$

$$FN_2 = MPS(N_f - 1)/N_c,$$

其中, FN_1 和 FN_2 分别代表景观整体及各景观类型的斑块数破碎化指数, 其值域为 $[0, 1]$; N_c 是景观矩阵的方格网中格子总数, 通常用研究区域最小的斑块面积去除总面积; N_p 是景观里各类斑块的总数; MPS 是景观中各类斑块的平均斑块面积; N_f 是景观中某一类型的斑块总数。

(2) 景观斑块形状破碎化指数。景观斑块形状破碎化指数有 2 种: FS_1 和 FS_2 , 其计算公式为:

$$FS_1 = 1 - 1/MSI,$$

$$FS_2 = 1 - 1/ASI,$$

其中, $MSI = \sum_{i=1}^N SI(i)/N$; $ASI = \sum_{i=1}^N A(i)SI(i)/A$;

$SI(i) = P(i)/[4\sqrt{A(i)}]$; FS_1 和 FS_2 是 2 个某一景观类型斑块形状破碎化指数; MSI 是景观斑块的平均形状指数; ASI 是用面积加权的景观斑块平均形状指数; $SI(i)$ 是景观类型 i 的形状指数; $P(i)$ 是景观斑块 i 的周长; $A(i)$ 是景观斑块 i 的面积, A 是该景观类型的总面积, N 是该景观类型的斑块数。

(3) 景观内部生境面积破碎化指数。计算式为

$$FI_1 = 1 - A_i/A,$$

$$FI_2 = 1 - A_1/A,$$

其中, FI_1 和 FI_2 是 2 个景观类型内部生境面积破碎化指数; A_i 是某一景观类型内部总面积; A_1 是该景观类型最大的斑块; A 是景观总面积。

2.2.2 景观斑块特征指数

斑块特征的测定多考虑景观中斑块的总数, 单位面积上斑块的数目。常用的指数是斑块形状、密度和分维数。

2.2.2.1 斑块形状指数

斑块性状指数是通过计算某一斑块形状与相同面积的圆或正方形之间的偏离程度来测量其形状复杂程度。常见的形状指数 LSI 有 2 种形式^[5~7]:

$$LSI = P/2\sqrt{\pi A} \text{ (以圆为参照几何性状),}$$

$$LSI = 0.25P/\sqrt{A} \text{ (以正方形为参照几何性状),}$$

其中, P 为斑块周长; A 为斑块面积; 斑块的性状越复杂, S 的值就越大。

2.2.2.2 斑块密度指数

斑块密度指数即斑块个数与面积的比值。可以计算整个研究区域斑块总数与总面积之比, 也可以计算各类景观斑块个数与其面积之比。比值愈大, 破碎化程度愈高, 以此可以比较不同类型景观的破碎化程度及整个景观的破碎化状况。

景观斑块密度指数为^[8]:

$$PD_i = N_i/A_i,$$

其中, PD_i 为第 i 类景观斑块密度; N_i 为第 i 类景观斑块总数; A_i 为第 i 类景观的总面积。

2.2.2.3 分维数^[5]

分维数用来测定斑块形状的复杂程度,其影响内部斑块的生态过程,如动物迁移、物质交流等。在分维几何中,斑块的分维数可以由下式求得:

$$P = kA^{F_d/2},$$

$$F_d = 2\ln(P/K)/\ln(A),$$

其中, P 为斑块周长; A 为斑块的面积; F_d 为分维数; k 为常数,对于栅格景观而言, $k = 4$ 。

2.3 景观多样性指数

根据信息论原理,景观多样性指数的大小反映景观要素的多少和各景观要素所占比例的变化。当景观由单一要素构成时,景观是均质的,其多样性指数为 0;由 2 个以上的要素构成的景观,当各景观类型所占比例相等时,其景观的多样性为最高^[9]。景观多样性指数为^[10]:

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

其中, H 为多样性指数; P_i 为景观类型所占面积的比例或景观周长所占的比例,或景观斑块数所占的比例^[11]; m 为景观类型的数量。

3 结果与分析

3.1 景观类型构成

由于长期的人为干扰,研究区域的天然林已不存在,现存森林全为近几十年发展起来的人工林,其中以马尾松林为主。此外,随着城市化的高速发展,土地利用方式发生很大变化,建设用地不断扩大,部分荒山和耕地种上了经济林,等等。人工景观面积所

占比例增大,其中以荔枝、龙眼等经济林为主。

由表 1 可以看出,研究区域中面积最大的是经济林,占 24.9%,其次是荒草地,占 22.7%,马尾松混交林和纯林共占 15%,建设用地占 13.3%,此外,水域和农业用地分别占 9.2%和 8.7%,阔叶林和居民区相对来说占地较少,分别只占 4.4%和 1.8%。从斑块数目来看,也是经济林最多,其次是农田和荒草地。经济林和农业用地的平均面积和平均周长在整个研究区域中均属最小,说明受人类干扰最大,破碎化程度较高。虽然建设用地占地面积较大,但斑块数较少。马尾松林的斑块数也不多,破碎化程度相对较低。

3.2 景观破碎化分析

3.2.1 景观斑块特征分析

斑块是物种的集聚地,它的大小、形状、数量、密度和破碎化程度等对景观多样性形成和分布具有重要意义。由表 2 可以看出,研究区域的总体斑块密度是 0.489,农业用地和经济林的密度指数最高,分别是 1.147 和 0.757,而建设用地和马尾松混交林的斑块密度最低,分别是 0.191 和 0.115。说明经济林和农业用地的破碎度最高,这两种类型用地又是人为干扰严重的地区,斑块呈散布型分布,局部地区斑块小而密集。从斑块形状指数和分维数综合来看,各景观类型的斑块形状都很复杂,其中经济林、农业用地和居民区 2 种指数都较低,斑块形状较规则。马尾松林和阔叶林则比较高。从表 2 的 3 个指数综合来看,经济林的斑块面积小,数量多,密度大,形状规则,说明人为干扰严重。马尾松林和阔叶林由于近年来的经营和保护,人为破坏较轻,各指数都偏大。

3.2.2 景观破碎化分析

景观的破碎化指数是指由于自然或人文因素的

表 1 景观类型的斑块分析

景观类型	各类型斑块数(个)	各类型斑块面积(hm ²)	各类型斑块数占总斑块数的比重	各类型斑块面积占总面积的比重	平均斑块面积(hm ²)	平均斑块周长(mm)
阔叶林	41	148.4	2.5	4.4	3.6	1493
马尾松混交林	34	296.1	2.1	8.9	8.7	2352
马尾松纯林	56	204.8	3.4	6.1	3.7	1378
经济林	631	833.4	38.6	24.9	1.3	690
荒草地	331	758.9	20.3	22.7	2.3	1025
农业用地	333	290.4	20.4	8.7	0.9	531
水域	85	308.1	5.2	9.2	3.6	1315
居民区	38	59.0	2.3	1.8	1.6	727
建设用地	85	444.1	5.2	13.3	5.2	1598
总体	1634	3343.2	100	100	2.0	884

表2 景观斑块多样性指数和破碎化指数

景观类型	多样性指数			破碎化指数				
	斑块密度 (个/公顷 ²)	斑块形状 指数	分维数	FN_2	FS_1	FS_2	FI_1	FI_2
阔叶林	0.276	12.566	1.129	0.004	0.512	0.581	0.956	0.995
马尾松混交林	0.115	11.618	1.121	0.009	0.518	0.707	0.911	0.966
马尾松纯林	0.273	13.483	1.111	0.006	0.508	0.577	0.939	0.991
经济林	0.757	37.704	1.087	0.024	0.386	0.558	0.751	0.993
荒草地	0.426	30.80	1.104	0.009	0.451	0.617	0.773	0.983
农业用地	1.147	25.919	1.074	0.009	0.332	0.563	0.913	0.995
水域	0.276	15.922	1.105	0.098	0.425	0.715	0.908	0.977
居民区	0.644	8.997	1.075	0.023	0.394	0.484	0.982	0.997
建设用地	0.191	16.113	1.103	0.013	0.556	0.715	0.867	0.962
总体	0.489	64.482	1.090					

干扰所导致的景观由单一、均质和连续的整体趋向于复杂、异质和不连续的斑块镶嵌体的过程,它与人类活动紧密相关,与景观格局、功能和过程密切联系。

由表2可知,研究区域整体的斑块破碎化指数为0.05,大于各景观类型的斑块破碎化指数。在各类景观中,水域、经济林和居民区最大,马尾松纯林和阔叶林则最小。从景观斑块形状破碎化的2个指数来看,阔叶林、建设用地和马尾松林的景观斑块形状破碎化程度较高,其次是水域和荒草地,经济林、农业用地和居民区相对较低,这是因为在人为干扰较多的情况下,其形状越来越规则,占地面积越来越大,逐渐由小而密集的斑块向大而连续的斑块发展。从景观内部生境面积破碎化指数来看,荒草地、建设用地和马尾松混交林较低,这几种景观类型的斑块面积较大,故取值较低,其次是经济林、水域和农业用地。

3.3 景观多样性

研究区域整体的景观面积多样性指数是1.979,周长多样性指数是1.905,斑块多样性指数是1.698,三个方面的景观多样性程度不同,面积多样性最高,斑块多样性最低,说明面积分布较均衡而斑块分布最不均衡。

4 讨论

(1)阔叶林和马尾松林的破碎化程度较轻,经济林和农业用地等人工景观的破碎化程度较严重,景观的稳定性较差,表明人为干扰较为强烈,斑块多样性小于面积多样性和周长多样性,揭示了斑块数分

布很不均衡,经济林的斑块数占了总体斑块数的35.6%,但其单个斑块的面积和周长都较小。

(2)作为风景名胜区,要做好整体规划。在适当保持经济林景观面积的前提下,应通过林分改造措施,加强森林植被景观的保护、管理和开发工作,大力提高常绿阔叶林和马尾松混交林的面积比重,尽量避免森林斑块被彼此分割,提高其连接度,尽可能的为物种的生存和繁衍提供必要的生存条件,保护和修复风景区的生物多样性。

(3)加速实现现有荒草地的造林绿化,营造以常绿阔叶林为主,乔、灌、草相结合的多类型大面积的森林景观,使风景区的景观格局更加合理。

(4)在加强经营区森林保护的同时,要逐步改善森林的组成、水平结构和垂直结构,减少面积太小的斑块,促进各斑块间彼此的联系,提高景观多样性,恢复和重建生态系统。在恢复和重建过程中要注重反映北热带风景名胜区的特色,尽量引种一些具有北热带特征的物种,提高风景区景观类型的丰富度。加强规划区现有农田的退耕还林还草工作,并极力避免森林火灾、森林病虫害的危害,尽可能减少人类活动的干扰,促进区域生态平衡。

参考文献:

- [1] Noss R F. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach[J]. Conservation Biology, 1990, 4: 355-364.
- [2] West N E. Biodiversity of rangelands[J]. Journal of Range Management, 1993, 46: 2-13.
- [3] 傅伯杰. 景观多样性分析及其制图研究[J]. 生态学报,

1995,15(4):345-349.

[4] 肖笃宁,胡远满,李秀珍,等.环渤海三角洲湿地的景观生态学研究[M].北京:科学出版社,2001.

[5] 邬建国.景观生态学——格局、过程、尺度和等级[M].北京:教育出版社,2000.

[6] 刘灿然,陈灵芝.北京地区植被景观中斑块形状的分析[J].生态学报,2000,20(4):559-567.

[7] 汪爱华,张树清.三江平原沼泽湿地景观空间格局变化[J].生态学报,2003,23(2):237-243.

[8] 郭晋平.森林景观生态研究[M].北京:北京大学出版社,2001.

[9] Romme W H. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellow National Park [J]. Ecological Monograph,1982,52:199-211.

[10] Li H,Reynolds J F. A new contagion index to quantify spatial pattern of landscapes [J]. Landscape Ecology,1993,8:155-162.

[11] 马克明,傅伯杰,周华锋.北京东灵山地区景观格局及破碎化评价[J].植物生态学报,2000,24(3):320-326.

(责任编辑:黎贞崇)

(上接第 70 页)

$$C_{33} = \begin{vmatrix} x_1x_2x_7x_8x_4x_3x_6x_5x_1/37/8 \\ x_1x_5x_6x_3x_4x_8x_7x_2x_1/37/8 \\ x_1x_2x_3x_4x_8x_7x_6x_5x_1/39/8 \\ x_1x_5x_6x_7x_8x_4x_3x_2x_1/39/8 \end{vmatrix}.$$

C 中 2 条权 37 的回路为始点 x_1 的最短 H 回路,两条权 39 的回路为次短 H 回路, $G(8,12)$ 为 H 权图.

注 ①,②,③,④ 为 Z 中项取出处理的次序.

参考文献:

[1] 徐洁磐,惠永涛编著.离散数学及其在计算机中的应用

(修订版)[M].北京:人民邮电出版社,1988.147-153.

[2] 祝颂和,陆诗娣,陈建明编.离散数学[M].西安:西安交通大学出版社,1996.

[3] 耿素云,屈婉玲编著.离散数学[M].北京:高等教育出版社,1998.

[4] 周炳生.网络中多始点与终点路径的延长算法[J].上海技术师范学院学报(自然科学版),1989,(1):32-38.

[5] 姚源果.用矩阵判断哈密顿图的一个充要条件[J].广西民族学院学报(自然科学版),2001,7(1):9-10.

(责任编辑:黎贞崇)