

车八岭国家级自然保护区森林景观的斑块特征^{*}

肖红生¹, 周 庆¹, 陈北光¹, 胡月明², 罗亚维²

(1 华南农业大学 生态研究所, 2 地理信息系统研究室, 广东 广州 510642)

[摘 要] 利用植被图, 在GIS软件ARC/INFO支持下对车八岭国家级自然保护区森林景观要素的斑块特征进行了研究。结果表明: 5种森林类型斑块中, 马尾松林斑块所占面积最大, 中亚热带山地常绿阔叶林斑块平均面积最大, 中亚热带丘陵低山常绿阔叶林斑块总周长和平均斑块周长最大; 景观破碎化的形成存在2种机制, 即人为破坏后相互切割造成和地形造成; 斑块的形状指数表明受干扰较少的、面积较大的斑块不规则程度较高, 森林斑块间分形维数不存在显著差异, 具有一致的分形维数1.382。

[关键词] 车八岭国家级自然保护区; 森林景观; 斑块特征

[中图分类号] P901

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)04-0135-04

斑块性是自然界中最为普遍的现象之一, 它存在于各种生态系统的每一种时空尺度上, 许多空间格局和生态过程是由相应的斑块特征和动态决定的^[1], 因此景观各要素的斑块特征和景观空间格局对生物多样性保护和森林生境质量的影响日益受到学者们的关注。景观要素的斑块特征主要表现为斑块的面积、周长和形状^[2]。景观要素的斑块特征对物种动态、生境、能量转化、物质循环和水文状况等都有直接或潜在的影响。经典的岛屿生物地理学观点明确了面积的大小与物种数目的关系, 因此面积是自然保护区建设考虑的主要因素。在自然保护区建设中, 适当增加景观异质性也是目前被大多数学者所接受的观点^[3,4], 景观的异质性显然受到斑块的数量和大小分布的影响; 景观的形状对斑块内的物质循环和能量转化有直接的影响, 进而对景观中的各种生态学过程产生影响^[5]。

车八岭国家级自然保护区自1981年建立以来, 学者们在该地区进行了大量的研究工作, 但是目前还较缺乏景观生态学的研究。为了揭示该地区森林景观要素的现状, 本研究以该保护区森林景观要素的斑块特征为对象, 利用GIS软件ARC/INFO结合分形理论对此进行了研究, 以期对景观水平的生物多样性保护研究奠定基础, 同时也为进一步探讨格局形成的原因及评价景观的破碎化问题提供依

据。

1 研究地区概况与研究方法

1.1 研究地区概况

车八岭国家级自然保护区位于北纬24°41′, 东经114°10′; 在广东省北部, 面积约75.45 km²。地质构造属华南褶皱系, 地势西北高东南低, 最高峰天平架海拔1256 m, 最低处樟栋水海拔330 m。土壤类型随海拔上升依次为红壤、黄壤和草甸土。气候属亚热带季风型气候。植物区系为南亚热带向中亚热带过渡类型, 为华南植物亚区系的一部分, 属于古热带植物区^[6]。

1.2 数据来源

利用GIS软件ARC/INFO将车八岭国家级自然保护区植被图数字化并提取森林斑块信息。

1.3 形状分析

采用2种方法对研究区域的斑块进行分析: 1) 形状指数(SI); 2) 分形维数(D)。

1.3.1 形状指数(SI)^[2]

$$SI = P / (2 \sqrt{a \times \pi}), \quad (1)$$

式中, P 为周长, a 为面积, 形状指数的取值大于1, 值越大表示形状越不规则。

1.3.2 分形维数(D)^[7] 平面多边形(岛屿或植被斑块)的面积 A 和边长 p 之间存在如下关系:

* [收稿日期] 2002-09-05

[基金项目] 广东省自然科学基金项目(010286, E02006)

[作者简介] 肖红生(1972-), 男, 江西信丰人, 助理研究员, 在职博士, 主要从事遥感和地理信息系统应用研究。

[通讯作者] 胡月明(1964-), 男, 湖南安化人, 教授, 博士, 主要从事地理信息系统应用与土地资源管理研究。

$$p = C \times A^E = C \times A^{D/2}, \quad (2)$$
式中, A 为多边形面积, C 为常数, E 为回归参数 ($E = \frac{D}{2}$), D 为分形维数, 表征多边形边界的复杂程度。 D 越大, 多边形边界越复杂。 利用分形维数可以对不同尺度的平面斑块进行比较, 相同或相近的分形维数说明影响斑块形状的潜在过程在不同尺度上没有本质差异(t 检验)。 但已有研究表明^[8], 在不同的尺度域上可能存在不同的分形维数, 因此学者们提出了确定是否存在尺度域的方法。 本研究首先利用(3)式计算各个斑块的分形维数, 然后考察 D 值与面积的关系以确定是否存在不同的尺度域^[9]。 如果不同尺度的斑块具有不同的分形维数, 则表明不同

尺度下的特征过程决定斑块结构的形成。
$$D \approx 2\ln(p)/\ln(A)。 \quad (3)$$

2 结果与分析

2.1 森林景观斑块的大小和周长特征

由表 1 可见, 车八岭国家级自然保护区共有森林斑块 82 个, 森林斑块类型 5 个, 分别为马尾松林(T_1), 杉木人工林(T_2), 中亚热带针阔混交林(T_3), 中亚热带丘陵低山常绿阔叶林(T_4), 中亚热带山地常绿阔叶林(T_5)。 各特征的排序为: 斑块总面积 $T_1 > T_4 > T_5 > T_3 > T_2$; 平均斑块面积 $T_5 > T_4 > T_3 > T_1 > T_2$; 斑块总周长 $T_4 > T_1 > T_5 > T_3 > T_2$; 平均斑块周长 $T_4 > T_5 > T_3 > T_1 > T_2$ (表 1)。

表 1 森林景观斑块的总体特征

Table 1 Overall properties of patch size of forest

斑块类型 Patch type	斑块数 Patch number	斑块总面积/ km^2 Total patch area	平均斑块面积/ km^2 Mean patch area	最小斑块面积/ km^2 Minimum patch area	最大斑块面积/ km^2 Maximum patch area	斑块面积方差 Variance of patch area	斑块总周长/ km Total patch perimeter	平均斑块周长/ km Mean patch perimeter	最小斑块周长/ km Minimum patch perimeter	最大斑块周长/ km Maximum patch perimeter	斑块周长方差 Variance of patch perimeter
森林 Overall	82	60.44	0.737	0.008	10.240	2.178	477.869	5.282	0.348	81.908	108.785
T_1	30	18.50	0.617	0.015	4.811	1.262	144.86	4.829	0.533	34.726	58.034
T_2	18	2.79	0.155	0.014	0.609	0.040	36.31	2.017	0.443	6.707	3.324
T_3	7	7.27	1.038	0.127	3.718	1.639	50.50	7.215	2.061	17.994	33.589
T_4	15	16.88	1.125	0.008	10.240	6.575	150.96	10.064	0.348	81.908	409.814
T_5	12	15.00	1.250	0.093	5.003	2.242	95.23	7.935	1.409	27.001	45.994

从森林景观的斑块数分布来看, 斑块数排序为 $T_1 > T_2 > T_4 > T_5 > T_3$ 。 将各类型斑块按大小划分为 5 个等级, 包括微斑块 ($\leq 0.10 \text{ km}^2$)、小斑块

($0.11 \sim 0.50 \text{ km}^2$)、中斑块($0.51 \sim 1.00 \text{ km}^2$)、大斑块($1.01 \sim 2.00 \text{ km}^2$)和超大斑块($\geq 2.01 \text{ km}^2$)。 得出斑块大小数量分布和面积分布图(图 1)。

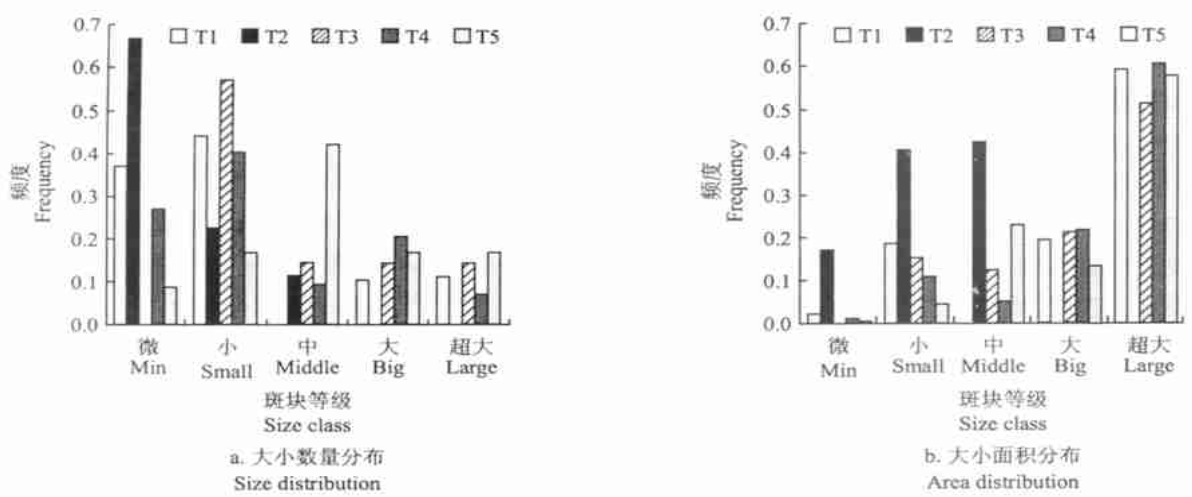


图 1 斑块的大小和面积分布

Fig. 1 The patch size and area distribution

从图 1 可以看出, 各类型斑块基本上都以小型斑块为主, 但是斑块的大小分布各有其特点(图 1a), 其中 T_1 , T_3 , T_4 以微斑块和小斑块占绝对多

数, 但是大斑块、超大斑块也占有一定的比例; T_2 以微斑块为主, 最大为中斑块; T_5 以中、大、超大斑块占绝大多数, 而微小斑块比例则较少。从斑块形成的

起源看, T_4 为本保护区的气候顶极群落且分布位置海拔较低, 包括保护区的核心区, 而 T_1 和 T_3 均为对原生植被破坏后, 天然更新形成的 (T_3 为 T_1 的进展演替群落类型)^[10], 人为的干扰区域主要集中于村落周围, 因此 T_1 , T_3 , T_4 斑块大小分布的现状主要是由于人为干扰形成的, 结合斑块的周长特征来看 (表 1), 相互切割是造成景观破碎化的主要机制, 从时间上来讲年代也较长; T_2 类型则为近期小面积破坏后进行人工造林形成, 对景观格局的形成也有一定的作用; T_5 类型也为本保护区的气候顶极群落, 由于海拔较高, 受人为干扰较少, 所以中、大、超大斑块占绝大多数, 该类型景观的破碎化主要是自然环境差异造成的, 从分布区域来看地形条件的差异是引起景观破碎化的机制。从面积分布来看 (图 1b), 各类型斑块均表现出较一致的特点, 即中型斑块以上的斑块占据了各类型的绝对多数。综上所述, 车八岭国家级自然保护区的景观破碎化的形成存在 2 种机制, 即人为干扰和地形差异, 并且各类型斑块除杉木人工林外均有一定数量的大斑块存在, 在整体景观上形成了一定程度的异质性, 但是对于生物多样性

性的保护而言, 其作用还需进一步研究。

2 2 森林景观斑块的形状特征

2 2 1 景观斑块的形状指数

从车八岭国家级自然保护区森林景观斑块的面积和形状指数 (SI) 关系看, 基本上是面积越大, 形状的不规则程度也越大 (图 2)。形状的不规则程度为 $T_4 > T_3 > T_5 > T_1 > T_2$, 结合其他统计量的值来看 (表 2), 受干扰程度小的类型的形状不规则程度较大, 斑块面积也较大, 与图 2 的结果相吻合。而小斑块的形成基本上是由于人为破坏所产生的, 所以形状也较规则一些。

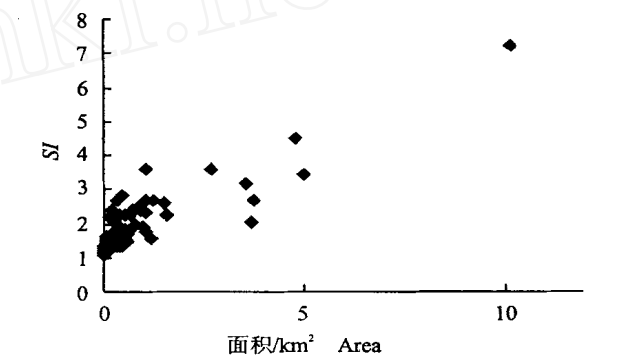


图 2 面积和形状指数的关系

Fig. 2 The relationship between area and shape index (SI)

表 2 景观斑块的形状指数

Table 2 The shape index (SI) of each type of patch

斑块类型 Patch type	平均形状指数 MSI	最小形状指数 MNSI	最大形状指数 MAXSI	标准差 SD	变异系数/% CV
T_1	1.67	1.06	4.47	0.79	47.3
T_2	1.53	1.04	2.77	0.49	31.7
T_3	2.11	1.47	2.63	0.47	22.3
T_4	2.36	1.08	7.22	1.51	63.8
T_5	2.06	1.30	3.41	0.55	26.8

2 2 2 景观斑块的分形维数 对 5 种类型斑块进行边长面积关系的计算表明, 各类型斑块均具有分形关系 (表 3), D 值 1.3~1.5, 与其他研究结果类似^[8,9]。有学者报道^[8], 人类经营的景观类型的 D 值较小, 而由于地形等环境因子造成的景观斑块的 D 值较大, 本研究也基本表现出类似的结果。但是 t 检验结果表明, 各类型斑块间均不存在显著差异, 这存在 2 种可能: (1) 斑块的存在是类型间相互切割形成的, 因此边界的复杂程度基本一致; (2) 斑块数偏少造成的。

根据表 3, 区域内的森林斑块具有一致的分形维数, 首先考察斑块是否具有不同的尺度域。由图 3 可以看到, 对应于不同的面积, D 值的变化很小, 在

1.2~1.4 波动, 因此不存在不同的尺度域; 而由图 4 可以看出, $\ln p - \ln A$ 存在显著的线形关系, $\ln p = 0.691 \ln A + 2.010$, $R^2 = 0.970$, 森林斑块的分形维数为 1.382 (2×0.691)。

表 3 景观斑块的分形维数

Table 3 The fractal dimension of each type of patch

斑块类型 Patch type	斑块数 Number of patch	边长面积关系 $p-A$ relation		分形维数 Fractal dimension
		E	R^2	
T_1	30	0.690	0.973**	1.380
T_2	18	0.674	0.960**	1.349
T_3	7	0.663	0.974**	1.326
T_4	15	0.743	0.974**	1.486
T_5	12	0.695	0.953**	1.390

注: ** 表示 0.01 水平显著相关。
Note: ** Stands for significant correlation at significance level 0.01.

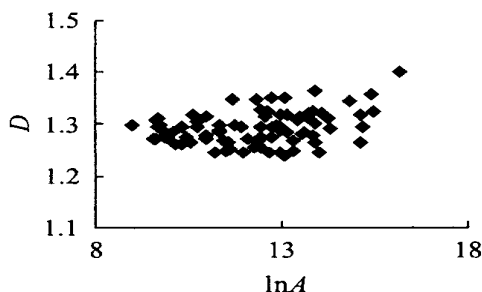


图 3 分形维数和面积的关系

Fig 3 The relationship between fractal dimension (D) and area

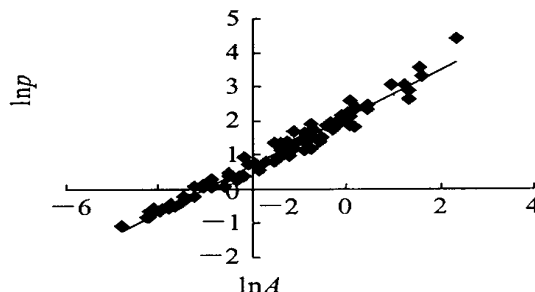
图 4 $\ln p$ 与 $\ln A$ 的关系

Fig 4 The relationship between $\ln(\text{perimeter } (p))$ and $\ln(\text{area})$

3 结 论

车八岭国家级自然保护区共有斑块 82 个, 5 种森林类型斑块, 马尾松林斑块所占面积最大, 中亚热带山地常绿阔叶林斑块平均面积最大, 中亚热带丘陵低山常绿阔叶林斑块总周长和平均斑块周长最大。斑块的面积分布和周长特征表明, T_1 , T_3 和 T_4 3

种类型景观破碎的机制主要是人为破坏后相互切割造成的, 而 T_5 类型则是由于地形差异造成的。斑块的形状指数表明, 受干扰较少的、面积较大的斑块不规则程度较高, 森林斑块间分形维数不存在显著差异, 具有一致的分形维数(1.382), 大小斑块间不存在明显的尺度域。

[参考文献]

- [1] 邬建国, 李百炼, 伍业刚. 缀块性和缀块动态: I. 概念与机制[J]. 生态学杂志, 1992, 11(4): 41- 45
- [2] Baskett E Z, Jordan G A. Characterizing spatial structure of forest landscapes[J]. Can J For Res, 1995, 25: 1830- 1849
- [3] 俞孔坚, 李迪华. 生物多样性保护的景观规划途径[J]. 生物多样性, 1998, 6(3): 205- 212
- [4] 李晓文, 胡远满, 肖笃宁. 景观生态学与生物多样性保护[J]. 生态学报, 1999, 19(3): 399- 407.
- [5] O'Neil R V, Krummel J R, Gardner R H, et al. Indices of landscape structure[J]. Landscape Ecology, 1988, 1(3): 153- 162
- [6] 徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究综合报告[A]. 徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究论文集[C]. 广州: 广东科技出版社, 1993 1- 8
- [7] Mandelbrot B B. The fractal geometry of nature[M]. San Francisco: Freeman, 1983 468
- [8] Krummel J R, Gardner R H, Sugihara G, et al. Landscape patterns in a disturbed environment[J]. Oikos, 1987, 48: 321- 324
- [9] Jorge L A B, Garcia G J. A study of habitat fragmentation in Southeastern Brazil using remote sensing and geographic information system s (GIS) [J]. For Eco Manage, 1997, 98(1): 35- 47.
- [10] 陈北光, 曾天勋. 车八岭国家级自然保护区森林演替研究[A]. 徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究论文集[C]. 广州: 广东科技出版社, 1993 151- 164

Patch properties of forest landscape of National Chebaling Nature Reserve

XIAO Hong-sheng¹, ZHOU Qing¹, CHEN Bei-guang¹, HU Yue-ming², LUO Ya-wei²

(1 Ecology Institute, 2 GIS Laboratory, South China Agriculture University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract: The patch properties of forest landscape of National Chebaling Nature Reserve are analyzed based on GIS by utilizing vegetation map. Among five types, the area of the *Pinus massoniana* stand type, the mean patch area of the mid-subtropical mountain evergreen broadleaf forest type, the total perimeter, the mean perimeter of the mid-subtropical hill and low mountain evergreen broadleaf forest is the biggest respectively. There are two types of the mechanism of landscape fragmentation. The mid-subtropical mountain evergreen broadleaf forest type is fragmented by topography. The others are fragmented by human disturbance. The shape of the patch, mildly disturbed and bigger area, is more irregular. There is no difference of fractal dimension between patch types and the fractal dimension is 1.382.

Key words: National Chebaling Nature Reserve; forest landscape; properties of patch