

成都市生态安全格局对林地景观格局变化的响应

黎燕琼 张海鸥 龚固堂 陈俊华 慕长龙* 李谨宵 童伟平 牛 牧

(四川林业科学研究院 四川 成都 610081)

摘 要: 林地作为森林资源的重要组成部分,是森林的基本载体,是一种重要的自然景观组分,也是城市重要的生态用地。随着城市发展,城市面积的不断向外扩展,区域范围内大量林地、湿地等被开发,导致了林地景观的空间分布的不断改变,其景观格局的变化无疑对区域生态安全格局和宏观生态环境产生了重要的影响。研究成都市生态安全格局对林地景观格局变化的响应,结果表明:成都市林地总体面积在1985年~2006年间不断减少,整个林地景观趋于破碎化,形状由复杂趋于简单。对成都市不同生态安全等级区的林地格局变化分析的结果表明:每个时期高安全区的林地的面积远大于中、低安全区且林地的破碎化程度最低;低安全区林地面积最小、斑块数目最少;林地面积和斑块数目的变化与生态安全状况的变化呈正相关;林地斑块形状的复杂程度与所在安全区域没有明显的相关性。

关键词: 生态安全格局; 林地景观格局; 动态变化

中图分类号: S7-0 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2013)03-0001-04

The Ecological Security Pattern's Response to the Change of Woodland Landscape Patterns in Chengdu City

LI Yan-qiong ZHANG Hai-ou GONG Gu-tang CHEN Jun-hua

MU Zhang-long LI Jin-xiao TONG Wei-ping NIU Mu

(Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

Abstract: As an important part of the forest resources, the woodland is the basic carrier of forests, a key component of natural landscape and principal ecological land. With urban expansion, a large number of woodlands and wetlands have been exploited for other purposes, thus resulting in constant change of spatial distribution of the woodland landscape; this change has further caused great impact on the regional ecological security pattern and macro-ecological environment. The study of ecological security pattern's response to the change of woodland landscape patterns has shown that the woodland area was declining during 1985-2006 in Chengdu city; the entire forest landscapes tended to fragmentation and its shape became simpler. The analysis of woodland pattern changes in different ecological security levels has indicated that the woodland area in high security zone during each period is much larger, but the fragmentation level is low. The woodland area in low security zone is the smallest and the number of patches is the minimum. The changes of woodland area and patch number has a positive correlation with the ecological security situation. However, the shape complexity of woodland patch has no obvious correlation with the location in security zone.

Key words: Ecological security pattern, Woodland landscape pattern, Dynamic changes

森林作为最大的陆地生态系统,具有涵养水源、净化空气、调节气候、保持水土、防风固沙、减少噪

收稿日期: 2012-12-25

基金项目: 国家科技支撑(2011BAD38B0305)

作者简介: 黎燕琼(1979-),女,硕士,助研,主要从事生态学研究。E-mail: lxlyq1979@yahoo.com.cn。

* 通讯作者: 慕长龙, E-mail: mucl2006@yahoo.com.cn

音、保护和美化环境以及对于生物资源的保护等生态作用,森林生态系统的保护和恢复建设已经成为改善宏观生态环境的重要手段^[1]。城市面积的不断扩展,林地的结构和空间分布特征受到显著影响,导致了城市景观的空间分布的不断改变,其景观格局的变化无疑对区域生态安全格局和宏观生态环境产生了重要的影响。尤其自20世纪80年代生态安全的概念提出以来,城市林地景观格局变化对城市生态安全的影响受到越来越多的关注^[3-6]。

成都市在经济的快速发展和西部大开发战略的推动下,整个市域范围内的土地利用方式也经历了剧烈的转变过程,景观格局的改变也引发了生物多样性减少、大气污染、生态失衡、城市热岛效应等诸多生态环境问题。2007年,成都被评为国家森林城市,自此,生态建设受到高度重视。本研究基于景观生态学的理论与方法,综合采用RS和GIS技术,从成都市域范围内研究景观生态安全格局变化与林地景观变化之间的响应关系,其研究结果可为成都市的林地保护与利用、森林生态规划和管理、城市的生态规划建设提供一定的决策依据。

1 研究区概括

成都市位于成都平原中部;东经 $102^{\circ}54' \sim 104^{\circ}53'$,北纬 $30^{\circ}05' \sim 31^{\circ}26'$,辖区总面积 $12\,390\text{ km}^2$,市区面积 598 km^2 。地势西北高,东南低;西部以深丘和山地为主,海拔大多在 $1\,000\text{ m} \sim 3\,000\text{ m}$ 之间,相对高度在 $1\,000\text{ m}$ 左右;东部主要由第四系冲击平原、台地和部分低山丘陵组成,土层深厚,土质肥沃,地势平坦,海拔一般在 750 m 上下;东、西之间高差悬殊 $4\,977\text{ m}$ 。成都属亚热带湿润季风气候区,多年年平均气温为 16.2°C ,年总降水量为 918.2 mm ,雨量主要集中在7月~8月(约占年降雨量50%)。成都市生物多样性极为丰富,各类生物资源有209科、764属、3 000多种。其中高等植物有175科、655属、2 682种;陆生脊椎动物436种。市域近郊和远郊内的龙门山—邛崃山山脉、龙泉山山脉和市区的森林植被是其重要的载体。

2 研究方法

本研究着重于景观格局在数量和面积以及破碎度的变化分析,因而主要选择以下几个斑块类型级别(class-level)指数进行计算,反映景观类型斑块

特征。

(1) 斑块数(Number of Patches, NP):

$$NP = N$$

式中 N 为某类斑块的总个数,取值范围: $NP \geq 1$ 。 NP 反映景观的空间格局,常用来描述整个景观的异质性,其值的大小与景观的破碎度有较好的正相关性。

(2) 平均斑块面积(MPS):

$$MPS = \frac{A}{N} \cdot 10^6$$

式中 A 为某类斑块的总面积; N 为该类型斑块的总个数。取值范围: $MPS > 0$,无上限。 MPS 代表某类型景观要素的平均斑块面积,也可以表征景观的破碎程度,如景观级别与斑块级别上,一个具有较小 MPS 值的景观(斑块类型)比一个具有较大 MPS 值的景观(斑块类型)更破碎^[7]。

(3) 斑块密度(Patch Density, PD):

$$DP = N/A$$

式中 N 是景观中斑块的数量; A 是景观面积,反映景观中某类型斑块分化

程度。斑块密度越大,即其值越大,表明一定面积上异质景观数量多,景观异质性越高,破碎化程度越严重。

(4) 碎裂化指数(Fragmentation Index, F):

$$F = \frac{N}{MPS}$$

式中 N 为某类斑块的总个数, MPS 为该类型景观平均斑块面积。取值范围: $F > 0$,无上限。这种碎裂化程度与斑块数量呈正相关,与平均斑块面积呈负相关,适合于某一斑块类型自身破碎程度的纵向比较。随着人为干扰的加剧,景观斑块数破碎化指数增高,同时,景观斑块数的增加对景观斑块数破碎化指数也会造成很大影响^[8,9]。

(5) 分维数(Fractal Dimension, D):

$$D = 2 \cdot \frac{\log(P/4)}{\log(A)}$$

式中 P 为斑块周长; A 为斑块面积。理论范围为 $1.0 \sim 2.0$, 1.0 表示形状最简单的正方形斑块周边, 2.0 表示等面积下周边界极为复杂的斑块周边,一般情况下 D 值为 $1.0 \sim 1.5$ ^[10]。分维数表示斑块周长的复杂性,它可用于描述和比较斑块的几何形状特征,测定斑块形状的复杂程度。分维数在一定程度上亦可反映出人类活动对景观格局的影响和干扰强度。在人为干扰强度较大的情况下,斑块体的几

何形状往往趋于简单,其边缘有趋于直线型变化的趋势,具有较低的分维值;相反,自然形成的斑块体边缘趋向曲线化,分维值较高^[9]。

3 研究结果

3.1 林地景观格局变化特征

根据景观指数法,运用 Fragstats 3.3 对选定的斑块类型级别(class-level)指数进行计算(表1)。1985年~2006年间,全市林地的总面积在不断减少,在21 a间共减少了17 267.49 hm²,并且以1985年至1995年间的面积减少最多,减少了12 478.06 hm²,占总减少面积的72.26%。1995年的林地斑块数目最少,平均斑块面积最大,这与其面积的急剧减少有关。而林地的破碎化程度以2006年最为剧烈,因为其林地总面积最小、斑块数最多,平均斑块面积最小、斑块密度最高以及破碎度指数最高。同时,分

表1 1985年~2006年林地景观指数分析表

Table 1 Analysis of woodland landscape pattern indices

年份	TA (hm ²)	NP	MPS	PD	F	D
1985	315 185.3716	2472	127.5022	0.7323	19.3801	1.5032
1995	302 707.3079	2117	142.9888	0.6519	14.7984	1.4566
2006	297 917.8853	2714	109.7708	0.8024	24.7151	1.4108

表2

表2 1985年~2006年不同生态安全等级区林地景观格局分析表

Table 2

Analysis of woodland landscape pattern indices in different ecological security rank zones

年份	安全等级	TA (hm ²)	P (%)	NP	MPS	PD	F	D
1985	高	302 881.41	96.77	1504	201.3839	0.4966	7.4683	1.5033
	中	8 532.45	2.73	631	13.5221	7.3953	46.6643	1.5339
	低	1 561.68	0.5	187	8.3512	11.9743	22.3920	1.4708
1995	高	263 662.56	87.74	1008	261.57	0.3823	3.8537	1.4634
	中	36 419.76	12.12	914	39.8466	2.5096	22.9380	1.4746
	低	414.9	0.14	89	4.6618	21.4510	19.0914	1.6849
2006	高	287 638.83	96.79	1489	193.1758	0.5177	7.7080	1.4161
	中	7 888.5	2.65	668	11.8091	8.468	56.5665	1.4889
	低	1 660.32	0.56	200	8.3061	12.0459	24.0787	1.4293

3.2.1 林地斑块面积和数量变化

从不同安全等级区域来看,每个时期高安全区的林地的面积远大于中、低安全区,占了整个林地面积约88%~97%,因为这个区域是源地的主要分布地;相反,低安全区林地面积最小,约占林地总面积的0.14%~0.5%,因为低安全区景观的本底以城市用地和耕地为主。从时间变化特征来看,3个时期林地斑块面积和数量,1985年的高安全区中林地面积最大、斑块数最多,2006年次之,而1995年该区域的林地面积和斑块数目的变化与生态安全状况的变化呈正相关。说明1985年至1995年林地面积的急剧减少,造成大部分高安全等级区向中安全等

级区转移。而1995年以后林地面积下降幅度减小,下降速度减慢,与国家实施天然林保护工程、退耕还林还草工程和野生动植物保护及自然保护区工程密切相关。据林业相关部门统计数据,“十五”期间,全市退耕还林工程共完成退耕还林3.03万hm²,配套荒山造林2.96万hm²,封山育林0.17万hm²;天然林保护工程共实施人工造林0.38万hm²,封山育林3.18万hm²,点播造林0.04万hm²,每年实施森林管护38.16万hm²;龙溪-虹口、白水河国家级和鞍子河、黑水河省级自然保护区得到保护、恢复和扩大。由于林地保护政策的驱动,林地得到有效的保护与恢复,使得林地保护高生态安全等级区面积逐

3.2 不同生态安全等级区域林地格局的时空变化

土地利用变化和相应的景观指数变化为生态安全状态的分析提供了有效的辅助手段。景观生态安全格局的变化与景观格局的变化是两个相辅相成的过程,景观组分的变化反映了景观动态的总体特征,而景观结构的分析有助于理解和分析景观生态过程的变化^[11]。由于二者之间相辅相成和密不可分的关系,基于上文构建的景观生态安全格局,在不同的生态安全等级区域中分析林地景观在时间和空间上的变化特征,对进一步研究格局与过程的关系有着重要意义。同时,也进一步说明两者之间的响应变化关系。

利用 Arc GIS9.0 软件空间分析模块中的提取(Extraction)功能将3个时期的不同安全等级区域提取出来分别与林地的栅格图进行叠加,生成3个时期各生态安全级别区的林地图,并在Fragstats 3.3中进行景观指数的计算。在此,针对林地景观面积和数量、破碎程度和形状特征,选择以下6个指数进行计算,并将结果列于表中(表2)。

渐增大,3个安全等级区域的面积在2006年又重新回到阶梯状态分布。

3.2.2 林地斑块破碎程度变化

在林地斑块破碎程度方面,3个时期林地的平均斑块面积(MPS)均是高安全格局区最大,中安全区次之,低安全区最小;斑块密度(PD)却正好相反。由于,一个具有较小MPS值的斑块类型比一个具有较大MPS值的斑块类型更破碎,而PD值越大,表明破碎化程度越高,反之景观连通性好。因此,根据这两个景观指数的数据,处于高安全区的林地破碎程度最低,中安全区的林地次之,处于低安全区的林地破碎程度最高。根据破碎度(F),虽然在中、低安全区林地破碎度有异于前两个格局指数的指示结果,但在高安全区,林地的破碎化程度仍旧是最低的,这种差异与林地本身在中、低安全区的斑块面积和斑块数差异较大有关。总之,在生态安全的核心区域,林地的破碎化程度最低。

3.2.3 林地斑块形状变化

在林地斑块的形状方面,1985年,中安全区的林地的分维度最大,高安全区次之,低安全区最小;1995年,低安全区的林地的分维度最大,高安全区次之,低安全区最小;2006年,中安全区的林地的分维度最大,低安全区次之,高安全区最小。可见,林地斑块形状的复杂程度与所在安全区域没有明显的相关性。但是,对数据进行纵向比较,可见1985年~2006年间,高安全区林地的分维度在持续地减小,中、低安全区林地的分维度则是先增加后减小,说明处于安全核心区的林地在人为干扰下,形状在逐步趋于简单;中、低安全区的林地也同样受到人为干扰,但其影响的结果使其变化的方向不稳定。

4 结论与讨论

1985年~2006年间,成都市林地总体面积在21年间不断减少,一共减少了17 267.49 hm²,其中,林地在1985年~1995年急剧下降,1995年~2006年期间下降趋势相对缓慢。整个林地景观趋于破碎化,形状由复杂趋于简单。不同生态安全等级区的林地格局变化时空分析结果表明:林地斑块面积和数量变化在每个时期均表现为高安全区的林地的面积远大于中、低安全区,占了整个林地面积约88%~97%,低安全区林地面积最小,约占林地总面积的0.14%~0.5%。林地面积和斑块数目的变化与生态安全状况的变化呈正相关。在生态安全的核心区域,林地的破碎化程度最低。林地斑块形状的复杂

程度与所在安全区域没有明显的相关性。在21年间,处于安全核心区的林地形状在逐步趋于简单,中、低安全区的林地形状变化的方向不稳定。

景观生态安全格局具有多层次和等级,体现了景观水平过程的一种适宜性。景观安全格局应当遵从空间分布的集中与分散原则,即在总体布局的基础上,有针对性的对那些具有关键生态作用或生态价值的林地景观地段进行重点保护,同时根据景观利用的特点和存在的问题,提出相应的生态管理和建设控制策略;确定其合理的生态属性和空间属性^[12,13]。比如:森林资源、珍稀动植物的集中分布地,具有自然斑块面积大、生态服务功能高、生态适宜性好的大型、巨型的有林地斑块和成都市的自然保护区,应进行重点的保护;对于林地覆盖面积最少,林地景观破碎程度最高,生态环境脆弱,环境承载能力低,以耕地为主的成都市中心城区和周边组团城区以及东部的浅丘地区,应该侧重于避免生态安全的进一步恶化,并尽可能的对景观格局进行优化。

参考文献:

- [1] 彭镇华,王成.我国城市林业发展总体规划的研究[J].中国城市林业,2006,4(1):13~17.
- [2] 熊文,邱凉.城乡一体化景观生态安全格局研究初探——广州市城乡一体生态安全格局分析[J].2006,26(2):63~66.
- [3] 龚建周.广州市生态景观变化和生态安全动态[D].中山大学,2007.
- [4] 杨俊,李雪铭,张云等.基于因果网络模型的城市生态安全空间分异——以大连市为例[J].生态学报,2008,28(6):2774~2783.
- [5] 李绥,石铁矛,付士磊等.南充城市扩展中的景观生态安全格局[J].应用生态学报,2011,22(3):734~740.
- [6] 苗承玉,朱卫红,曹光兰.延吉市湿地景观动态变化与生态安全评价研究[J].延边大学农学学报,2012,34(1):30~35.
- [7] 卢远.吉林西部土地利用/土地覆盖变化及其生态效应[D].吉林大学,2005.
- [6] 李淑娟,王明玉,李文友等.东北林业大学帽儿山实验林场景观格局及破碎化分析[J].东北林业大学学报,2002,30(3):49~52.
- [8] 由畅,周永斌,于丽芬.景观破碎化数量分析方法概述[J].林业科学,2006,22(5):146~151.
- [9] 李明阳.浙江临安森林景观格局变化的研究[J].南京林业大学学报,1999,23(3):71~74.
- [10] 徐天蜀,彭世揆.九溪河小流域森林景观空间格局研究[J].西南林学院学报,2002,22(2):21~25.
- [11] 张兵,金凤君,胡德勇.甘肃中部地区生态安全评价[J].自然灾害学报,2007,16(5):9~15.
- [12] 仇恒佳.环太湖地区景观格局变化与优化设计研究——以苏州市吴中区为例[D].南京农业大学,2005.
- [13] 俞孔坚,李迪华.城乡与区域规划的景观生态模式[J].国外城市规划,1997,(3):27~31.