

官司河流域土地覆被景观稳定性及其环境效应

刘延国¹, 王青¹, 王军²

(1. 西南科技大学 环境与资源学院, 四川 绵阳 621010; 2. 四川省遥感中心, 成都 610081)

摘要:以 1995 年和 2005 年官司河流域两期的 TM 遥感数据作为基本信息源,并借助 RS、GIS 和数理统计方法提取景观类型的矢量数据,通过基质比例、斑块数量和面积变化率、斑块密度变化率 3 个指标以及景观类型转化规律对流域的景观稳定性及其环境效应进行了初步研究。结果表明:(1)耕地是整个流域人工景观的基质,处在频繁耕作及动态变化中,马尾松林地作为半自然景观的基质,稳定性亦较低,但有所提高,二者对维持区域生态环境的良好发展起主导作用;(2)城镇及水域的斑块稳定性最高,马尾松林地、栎类林地和柏木林地次之,耕地与村庄的稳定性最低,这与流域作为典型农林复合生态区的地位与作用相吻合;(3)耕地与水域及有林地的转化最为剧烈,这与 1998 年以来流域实施的退耕还林工程密切相关,但水域及有林地的稳定性仍然取决于其自然稳定性,且景观格局呈现良好发展趋势;(4)中小斑块的马尾松林地及柏木林地的稳定性对流域的景观稳定性具有重要作用,处在生态环境变化趋向的节点位置,应予以合理的保护、规划及建设。

关键词:RS/GIS; 官司河流域; 景观; 稳定性; 环境效应

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)03-0166-04

Landscape Stability and Environment Effect of Land Covers in Guansihe Watershed

LIU Yan-guo¹, WANG Qing¹, WANG Jun²

(1. School of Environment and Resources, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China; 2. Remote Sensing Centre of Sichuan Province, Chengdu 610081, China)

Abstract: TM remote sensing data of Guansihe watershed in the two periods of 1995 and 2005 was taken as the basic information source, and vector data of landscape types was extracted with the RS, GIS and mathematical statistics method. Three indices such as matrix proportion, change rate of patch number and area, change rate of patch density as well as transform rule of landscape types were used for landscape stability study in this watershed. The results showed that: (1) in the whole watershed, cultivated land was matrix of the artificial landscape which was in frequent farming and dynamic change, the stability was not high; *Pinus massioniana* woodland was matrix of the semi-natural landscape whose stability was also low, but had improved; both of them played a leading role in maintaining the regional ecological environment for the better development; (2) patch stability of town and water areas were the highest, *Pinus massioniana* woodland, *Quercus aliena* woodland and *Cupressus funebrius* woodland were ranked as the second place, cultivated land and villages were the lowest; this was consistent with the position of the watershed as a typical compound ecological agriculture and forestry areas; (3) dramatic transformation of cultivated land, water areas and woodlands were the most, which was closely related to the land conversion projects implemented in the watershed since 1998, but the stability of water areas and woodlands still depended on their natural stability, and the landscape pattern presented good development tendency; (4) stability of medium and small patches of *Pinus massioniana* woodland and *Cupressus funebrius* woodland played an important role in the stability of the watershed, which were also in the node location of ecological environment change trend, should be protected, planned and constructed scientifically and reasonably.

Key words: RS/GIS; Guansihe watershed; landscape patches; stability; environmental effect

收稿日期:2011-10-10

修回日期:2011-11-15

资助项目:国家林业科技支撑计划项目(2006BAD03A0204);国家科技支撑计划项目(2008BAD98B05)

作者简介:刘延国(1980—),男,山东泰安人,讲师,硕士,主要从事生态学及地理信息系统研究。E-mail:liuyg@swust.edu.cn

通信作者:王青(1967—),男,山西阳高人,教授,博士,主要从事环境影响评价与规划研究。E-mail:qingw@imde.ac.cn

景观稳定性是生态学与景观生态学研究的一个复杂而又非常重要的内容,但目前国内外对景观稳定性的定义并不统一,多借用生态系统稳定性的概念来解释^[1-5]。生态系统的稳定性一般包括抵抗力、恢复力、持久性和变异性 4 个方面的内涵,对于受非正常外力干扰的系统而言,抵抗力和恢复性是测度其稳定性的主要指标;对于受环境因子正常波动干扰的系统而言,持久性和变异性是衡量系统稳定性的指标^[6-10],而这些指标又可从侧面定量刻画区域的生态环境效应。由此可见,景观的稳定性是相对的,而变异是绝对的,它是由区域自然变化过程和人类活动共同决定的。近年来,虽有学者从林分结构特征及农业生产潜力等方面对官司河流域进行了量化研究^[11-15],但缺乏对流域从景观稳定性角度的评价研究。本文从景观的格局,即景观中斑块、廊道和基质的空间组合出发,在分析其变化及其相互转换的基础上,深入分析官司河流域景观的稳定性及其环境效应,对了解涪江流域乃至川西北地区的景观变化,促进生态环境的定向恢复提供重要参考。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

官司河流域位于川中丘陵区北部的绵阳市新桥镇境内,是龙门山前缘向盆地的过渡地带,属浅—深切切割的丘陵地貌,平均海拔 600 m 以下,属典型的农林复合生态系统区,其地理坐标介于东经 104°46′—104°49′,北纬 31°23′—31°37′;整个流域面积为 20.11 km²,属北亚热带湿润季风气候,气温与年降水的地域分布变化很小,年均温 16℃,年均降水量 921 mm;流域农耕地面积占 50% 以上,主要种植水稻、小麦及玉米三种粮食作物,森林植被主要为 20 世纪 80 年代以来,通过封山育林形成的次生林和营造的人工林,主要类型为柏木林地、栎类林地、马尾松林地以及以三者各自为主要林分类型的混交林地,均分布在海拔 520~630 m 范围内。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源及处理 本文将 1995 年 9 月和 2005 年 9 月 2 个不同时期 30 m 多光谱与 15 m 全波段通过小波变换融合后的彩色影像作为基本信息源,并以 2005 年 9 月 IKNOS 影像作为辅助,在 ER-DAS IMAGE 8.5 及 ArcGIS 9.0 软件的支持下,以 1:10 万地形图、野外实地调查及相关的各种统计图件作为数据源,结合研究区实际,参照我国《土地利用现状分类》标准分类系统^[16-17],将研究区域划分为人工景观: T1 城镇、T2 村庄、T3 公共交通用地和 T4

耕地及半自然景观、T5 水域、T6 柏木林地(柏木纯林及其为主的混交林)、T7 栎类林地(麻栎、栓皮栎及其为主的混交林)和 T8 马尾松林地(马尾松纯林及其为主的混交林),共计 8 大景观类型,采用监督分类结合目视解译的方法,得到 1995 年和 2005 年研究区景观斑块类型的矢量数据。

1.2.2 景观稳定性指标选取及分析方法 官司河流域景观属于半自然及人工景观,其稳定性除了由斑块固有特征所体现的自然稳定性外,更主要体现为人为干扰引起的斑块间转换为主要特性的人为稳定性,因此可由以下三个指标及景观格局的转移矩阵来分析^[2,4]。

(1) 基质(自然、半自然景观)的比例稳定性。基质的比例越趋近于 50%,该景观的稳定性就越高,公式为:

$$SM=1-(50\%-M)$$

式中: SM——基质的稳定指数; M——基质的比例。SM 的值越趋近于 1,基质的稳定性越高。

(2) 斑块特征稳定性。能够反映斑块稳定性特征的主要为斑块数量、斑块面积和斑块形状。因反映斑块形状的指数较多且大多数反映的主要是斑块形状的相似性和复杂程度,因此,本研究仅以斑块的数量和面积的变化率来反映其稳定性。基本公式如下:

$$SP=1-\frac{|\Delta n_i|+|\Delta a_i|}{2}$$

$$\text{其中: } \Delta n_i = \frac{n_{i2}-n_{i1}}{n_{i1}}, \Delta a_i = \frac{a_{i2}-a_{i1}}{a_{i1}}$$

式中: SP——斑块的景观稳定指数; Δn_i ——第 i 类斑块数量的变化率; Δa_i ——第 i 类斑块面积的变化率; n_{i1}, n_{i2} ——第 i 类斑块初期和末期的斑块数量; a_{i1}, a_{i2} ——第 i 类斑块初期和末期的斑块面积。SP 越接近于 1,斑块稳定性越高。

(3) 斑块密度稳定性。不论是绝对密度还是相对密度,变化率越小,景观格局越稳定。斑块密度稳定性可以用以下公式表示为:

$$SD=1-|\Delta D|, \text{其中: } \Delta D = \frac{D_2-D_1}{D_1}$$

式中: SD——景观稳定指数; ΔD ——景观密度变化率。SD 越接近于 1,景观格局稳定性将越高, D_1, D_2 ——研究初期和末期的景观密度;

$$SD_i=1-|\Delta D_i|, \Delta D_i = \frac{D_{i2}-D_{i1}}{D_{i1}}, D_i = \frac{N_i}{A_i}$$

式中: SD_i ——第 i 类景观结构组分的稳定指数; ΔD_i ——第 i 类景观结构组分的相对密度变化率; D_i ——第 i 类景观组分的相对密度; D_{i1}, D_{i2} ——第 i 类景观组分初期和末期的相对密度; N_i ——斑块总

从而建立 1995—2005 年景观类型空间转移矩阵, 结果见表 4。

从表 4 可以看出, 流域景观空间格局发生了很大变化, 主要表现在以下几个方面:

(1) 耕地的变化。10 a 间, 耕地的转化最为复杂, 所有的景观类型都参与了转化, 由其他类型转换为耕地的面积为 133.014 hm², 主要来源于转化程度最大的马尾松林地、柏木林地、水域及公共交通用地, 耕地转化为其他类型的面积为 480.513 hm², 亦主要转化为上述四种类型, 转出量远大于转入量, 总面积呈减少趋势;

(2) 水域的变化。10 a 间, 其他类型转化为水域的面积为 86.490 hm², 主要来源于耕地、马尾松林地及柏木林地; 而由水域转化为其他类型的面积为

48.734 hm², 亦主要转化为耕地、马尾松林地及柏木林地, 转出量远小于转入量, 总面积呈增加趋势;

(3) 3 种林地景观类型转化。10 a 间, 3 种林地类型中, 马尾松林地的转化程度最为剧烈, 转入面积达 245.221 hm², 转出面积达 70.124 hm²; 其次为柏木林地, 转入面积达 180.928 hm²; 栎类林地转化程度最小, 转入及转出量均小于 10 hm², 但三者转入量均大于转出量, 总面积均呈增加趋势;

总体上看, 官司河流域的景观类型转移规律反映了该区景观格局趋向良好方向发展, 体现在耕地→水域、耕地→有林地的转化过程上。随着水域及有林地面积的扩大, 流域物种多样性会相应有所增加, 生态系统功能逐步提高并趋向良性发展, 为当地社会经济可持续发展提供基础条件。

表 4 官司河流域 1995—2005 年土地利用变化转移矩阵

类型	2005 年								面积增加	总面积
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	合计	变化
1995 年	T1	<0.001	0.000	5.182	0.107	0.000	0.000	0.000	5.289	5.226
	T2	0.000		0.145	6.376	0.227	0.002	0.000	7.050	7.006
	T3	0.000	0.002		27.835	1.514	1.322	0.051	32.886	-12.473
	T4	0.008	0.031	15.596		26.000	35.724	1.047	54.609	133.014
	T5	0.054	<0.001	15.433	72.361		4.076	0.484	7.970	86.490
	T6	0.000	0.007	11.984	155.671	7.799		0.458	5.008	180.928
	T7	0.000	0.000	0.623	4.936	0.425	0.093		0.076	6.153
	T8	0.000	0.003	15.470	208.152	12.662	8.216	0.721		245.221
	面积减小合计	0.062	0.044	45.358	480.513	48.734	49.434	2.761	70.124	—

3 结论

官司河流域土地覆被景观组分的面积分布极不均衡, 其中耕地面积最大, 为整个流域景观的基质, 林地组分次之, 这与流域为典型农林生态复合区的地位相吻合; 马尾松林地作为半自然景观的基质, 其稳定性有所提高, 为区域环境正效应的发挥提供保障, 但总体来看, 无论是人工景观还是半自然景观, 其稳定性都较低。

从斑块数量和面积变化率来分析, 城镇、水域的稳定性最高, 其次为马尾松林地、栎类林地、柏木林地及公共交通用地, 耕地及村庄的斑块稳定性最低; 从斑块密度变化率分析, 柏木林地、城镇稳定性最高, 其次为水域、马尾松林地、村庄及栎类林地, 公共交通及耕地稳定性最低; 总体来看, 城镇及水域的稳定性最高, 其次为三种有林地, 稳定性最差的为耕地及村庄, 这与区域生活及耕作方式及区域作为重要的产粮基地的性质密切相关。

从斑块特征稳定性和斑块密度稳定性两个不同的层次进行数据分析所得的结论不相一致, 不一致性

在 <2 000 m² 尺度上柏木林地最为明显, 其次为 4 000~10 000 m² 尺度上马尾松林地, 说明中小斑块柏木林地及马尾松林地对于流域景观的稳定性具有重要意义, 其也为充分发挥区域农林复合效应的关键因素, 应特别予以重视, 并进行科学合理的保护、规划和建设。

从景观转化角度分析, 耕地与水域及三种有林地的转化最为剧烈, 但从其稳定性来看, 耕地稳定性最低, 而后者则较高, 说明流域人工景观的稳定性主要体现在人类干扰为主的人为稳定性, 而自然及半自然景观虽然转化率相对较高, 但其稳定性仍主要表现为由斑块固有特性所决定的自然稳定性, 即为抗性和持久性, 即为斑块抵抗其他斑块干扰而维持现状的特性, 这正是区域环境向好的方向发展的基础所在。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 白林波, 白明生, 贾科利, 等. 银川市景观格局动态变化研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(3): 265-267.

(下转第 174 页)

