

文章编号: 1008- 2786- (2008) 5- 546- 07

秦岭中山区山地景观格局变化及驱动力分析

——以宁陕县长安河流域为例

王继夏¹, 孙 虎¹, 李俊霖², 彭 鸿³

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院 陕西 西安 71006 2. 西安理工大学理学院 陕西 西安 710048
3. 陕西省水土保持局, 陕西 西安 710004)

摘 要: 应用 RS 和 GIS 的方法, 通过对 1994 年、1999 年、2003 年三期遥感影像的解译分析, 结合野外考察, 翻阅相关资料, 对长安河流域近 10 a 来景观格局进行分析。以期得到秦岭中山区长安河流域近 10 a 间景观格局变化及驱动力因素。结果表明: 近 10 a 间研究区景观斑块面积和斑块的数量发生明显变化, 天然次生有林地、人为影响次生林地、荒草地三种景观类型斑块数量大幅度增加; 研究区景观多样性增加、景观破碎度指数增大、景观分维数增加, 景观异质性增强; 研究区各景观面积动态变化显著, 主要景观类型面积呈现 "两增三减" 的变化规律。自然环境的制约作用、人为活动干扰作用、政策导向作用作为本区景观格局变化的主要驱动力, 决定和影响了景观格局的变化趋势, 进而为本区生态环境的变化。

关键词: 秦岭中山区; 山地景观格局; 驱动力; 长安河流域

中图分类号: P901 X171. 1

文献标识码: A

随着景观生态学的发展, 景观格局及其动态变化研究已成为景观生态学的研究热点和重要研究领域^[1-6]。进行景观格局变化分析的意义在于理解景观形成的机制, 尤其是理解人类活动与景观结构之间的关系, 为人类定向影响生态环境并使其向良性方向演化提供依据^[7]。秦岭山区是我国从北亚热带向暖温带过渡的一个庞大山区, 也是长江中、上游地区的一个重要的生态屏障^[8], 亦是南水北调中线工程重要的水源地之一^[9], 秦岭山地景观格局变化, 必将对区域生态环境产生重大影响。

本文选取秦岭中山地区典型的生态修复区宁陕县长安河流域为研究区, 依据野外样方调查、室内卫星影像资料分析、RS 解译、建立 GIS 空间数据库等方法, 并重点结合景观生态分析评价体系, 定量和定性地对区域内景观变化和驱动力进行分析研究, 以

期为区域生态环境研究提供科学依据。

1 研究区概况

长安河流域位于陕西省南部的宁陕县境内。研究区地处秦岭南麓中山区, 地理坐标为 108°16′53″E ~ 108°31′33″E, 33°18′08″N ~ 33°29′22″N, 属于北亚热带山地湿润气候区。平均日照数为 1 626. 3 h, 日照百分率为 36. 7%, 全年太阳总辐射能 426 76 kJ/cm²。无霜期达 216 d。该区平均年降水量 915. 5 mm, 丰水年高达 1 207. 1 mm。该地区属于土石山区, 石多土少, 主要基岩及成土母质是花岗岩、片麻岩类、坡积、残积母质。流域岩石主要分布: 结晶灰岩, 构成陡崖山岭; 闪长岩体形成折线状山脊; 花岗岩、千枚岩表现为平缓低山。土壤特点是土层薄、沙

收稿日期 (Received date): 2007- 11- 30; 改回日期 (Accepted): 2008- 04- 28。

基金项目 (Foundation item): 长江水利委员会水土保持局项目“南水北调中线水源区水土保持预防保护工程对土壤侵蚀、植被恢复和饮水质量影响的研究”; 教育部科学技术研究重点项目 (105152) [Sponsored by Department of Soil and Water Conservation of the Changjiang Water Resources Commission, The Key Project of Ministry of Education]

作者简介 (Biography): 王继夏 (1983-) 男, 博士研究生, 主要研究景观生态学与水土保持。 [Wang Jixia (1983-) male Ph. D. student, research field in Landscape Ecology and Water and soil Conservation] E- mail: wjx19820420@163. com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

质重、易流失、肥力低。在分布上具有垂直地带性的特点, 在垂直方向上随山体的增高而发生土壤演替规律。研究区内植被属于亚热带常绿阔叶林域, 植物资源丰富, 有树种 60 科 246 种, 主要有青冈栎、栓皮栎、锐齿栎、山杨、红桦、马尾松、油松等。

2 研究方法

2.1 数据来源和预处理

本次研究采用的遥感信息数据源为美国陆地资源卫星 1994 年、1999 年 LANDSAT5 TM 影像和 2003 年 LANDSAT7 ETM + 影像数据。1994 年、1999 年影像数据在 ERDAS MAGNE8 5 下 4 3、2 三个波段组合后生成分辨率为 30 m 假彩色图像, 2003 年影像在此基础上再融合第 8 波段, 生成分辨率为 15 m 的影像。根据研究流域边界, 采用不规则分幅裁剪实现图像裁剪, 确定研究区域。非遥感数据源选用了宁陕县地形图 (1:5 万)、1992 年宁陕县土地利用现状图 (1:10 万)、宁陕县森林分类区划界定林种布局图 (1:10 万)。将上述图件采用扫描 - 矢量化方式输入 Arc/Info 系统, 经编辑、拓扑、编码和投影处理, 使其地理坐标同校正后的 TM 遥感影像的地理坐标相一致^[10], 以此作为生态环境特征遥感解译的辅助资料。

2.2 景观类型的划分

本文依据 RS 影像分辨率对景观类型提取的情况, 综合参照国土资源部发 (1999) 511 号文件 (全国土地分类) 中的第三级标准, 进行景观类型的划分, 包括天然次生有林地、人为影响林地、荒草地、灌

溉水田、旱地、城镇混合住宅用地、河流水面、交通用地 8 大类。

2.3 RS 影像解译

遥感影像记录了丰富的地球资源和区域环境信息。这些信息的提取和应用是通过解译工作来完成的^[11]。本研究是在 ERDAS MAGINE8 5 软件下选择采用监督分类的方法, 同时利用地形图、土地利用图等辅助数据, 解译了 1994 年、1999 年、2003 年的三期遥感影像, 绘制出研究区景观类型图 (图 1), 并对解译结果进行了野外验证。

2.4 景观格局的指数

景观指数高度浓缩了景观格局信息, 反映景观的结构组成和空间配置特征^[7]。本研究选取了斑块面积 (A)、景观多样性指数 (Landscape diversity index)、优势度指数 (Dominance index)、均匀度指数 (Evenness index)、景观破碎化指数 (FN)、景观分维数 (Landscape fractal dimension)、景观面积变化动态度 (K) 共 7 个指标, 计算公式如下表 1。

3 结果与分析

3.1 景观斑块特征分析

景观的斑块特征对其内部及斑块之间的物质和能量交换、斑块稳定性与周转率、斑块的生物多样性等都有重要影响, 通过分析可以了解各景观要素的复杂性、破碎化程度以及受干扰情况^[14]。常用的指数有各景观类型斑块数、斑块总数、斑块面积、平均斑块面积, 利用遥感解译的结果, 得到计算结果见表 2。

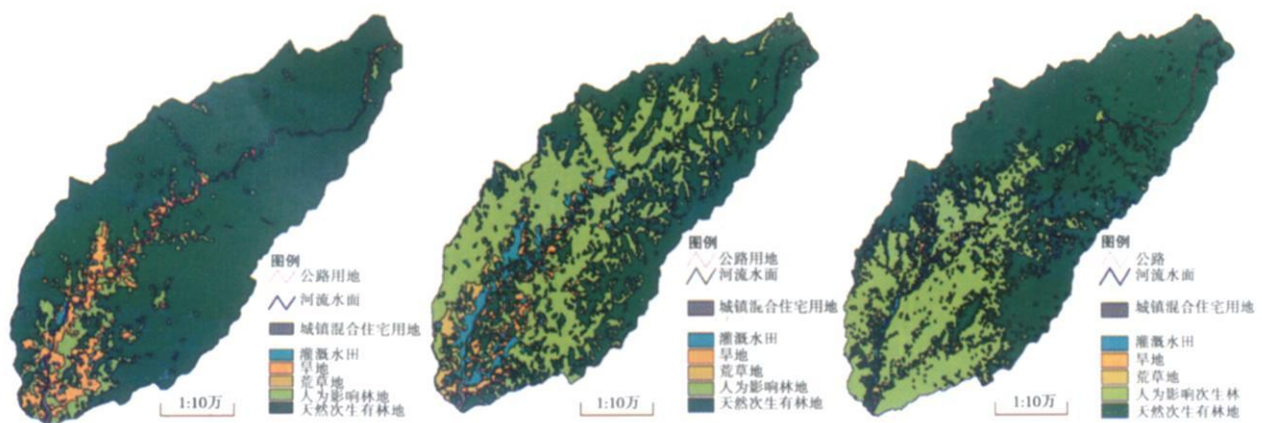


图 1 1994 年、1999 年、2003 年景观类型图

Fig 1 The picture of landscape types of Chang'an river basin in 1994 1999 and 2003

表 1 景观格局指数的计算公式及意义^[12-13]

Table 1 Indices of landscape pattern and their ecological meanings

名称	计算方法	生态意义
景观斑块面积	$A = \sum_{i=1}^m A_i$	表示景观斑块的总面积,反映了物种多样性的高低。 A_i 为景观类型 i 的面积
多样性指数	$H = - \sum_{i=1}^m (P_i) \times \ln(P_i)$	反映要素的多少和各景观要素所占比例的变化。 M 为景观类型总数; P_i 为景观类型 i 在景观总面积中占的比例
优势度指数	$D = H_{\max} - H$	用于测量景观多样性对最大多样性偏离程度。 H_{\max} 为景观最大多样性指数, $H_{\max} = \ln(M)$
均匀度指数	$E = (H / H_{\max}) \times 100\%$	反映景观中各斑块在面积上分布得不均匀程度。 H_{\max} 为景观最大多样性指数, $H_{\max} = \ln(M)$
动态度	$K = \frac{Z_b - Z_a}{Z_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$	定量地描述某个区域内景观类型面积的变化速率。 K 为研究时段内单一景观类型动态度; Z_a 为某一景观类型研究初期的面积; Z_b 为某一景观类型研究末期的面积; T 为变化的时间间隔, 单位为年
破碎化指数	$FN_1 = (N_p - 1) / N_c$ $FN_2 = MPS(N_f - 1) / N_c$	反映人类活动对景观干扰的强度。 FN_1 为整个区域的景观斑块破碎度指数; N_p 为景观斑块总数; FN_2 为区域内某一景观类型的斑块破碎度指数; N_c 是用方格个数表示的研究区景观总面积 (即用研究区最小的斑块面积去除总面积); MPS 是景观里各类斑块的平均斑块面积 (以研究区最小斑块面积为单位); N_f 为景观中某一景观类型斑块总数
景观分维数	$PD = 2 / \ln(P / 4) / \ln(A)$	反映景观要素受人类活动影响的大小。 P 为景观斑块周长

从 1994~ 2003 年长安河流域景观斑块特征比较发现 (见表 2), 景观斑块特征有了较明显的变化。首先, 景观斑块类型面积发生了较大变化 (图 2), 天然次生有林地、旱地景观类型面积呈减少的趋势, 人为影响林地、荒地景观类型面积呈增加的趋势; 其次, 1994~ 2003 年总的景观斑块数目有了明显的增加, 从 1994 年的 469 块增加 1999 年的 950 块, 到 2003 年为 1 518 块。流域内以天然次生有林地这种景观要素类型的面积比例最大、连通性最好, 视为基质。天然次生有林地、人为影响次生林地、荒草地三种景观类型的斑块呈现大幅度增加, 1994~ 2003 年天然次生有林地景观增加了 482 块; 人为影响林地景观增加了 279 块; 荒草地景观增加了 262 块。这说明在受到人为强干扰作用下, 表现出景观的破碎化; 而灌溉水田景观的斑块数目变化不大, 1994~ 2003 年灌溉水田景观斑块数量增加了 34 块, 旱地景观斑块数量 1994~ 1999 年增加了 45 块, 1999~ 2003 年减少了 60 块, 1994~ 2003 年面积减少了 10. 85 km², 这是由于国家实施退耕还林工程和天然林保护工程之后, 大量的陡坡耕地退耕为林地或撂荒为荒草地, 使得旱地面积大幅减少。河流水面、交通用地以及居民工矿用地没有大的变化, 这是由于研究区地处秦岭中山区, 特殊的自然条件限制了这三类景观的变化。特别指出的是, 居民工矿用地因

为受山区地形的影响, 平面面积没有大的变化。

3.2 景观格局分析

3.2.1 景观多样性分析

景观多样性主要指景观单元或生态系统在结构、功能以及随时间变化方面的多样性, 反映了景观的复杂性。当景观是由单一要素构成时, 景观是均质的, 其多样性指数为零; 由两个以上的要素构成的景观, 当各景观所占比例相等时, 其景观多样性为最高; 各景观类型所占比例差异增大, 则景观的多样性下降^[7]。

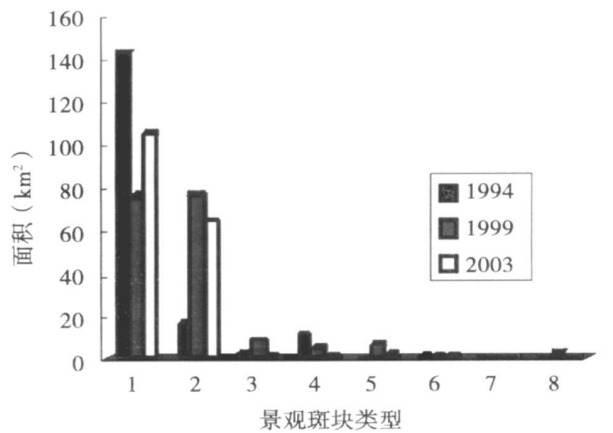


图 2 1994, 1999, 2003 年景观斑块类型面积变化图

Fig 2 The picture of landscape types area change in 1994, 1999 and 2003

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

表 2 长安河流域景观斑块特征指数

Table 2 Character index of landscape patch of Chang'an river basin

景观类型	1994年			1999年			2003年		
	斑块数	占斑块 总数 (%)	平均斑块 面积 (m ²)	斑块数	占斑块 总数 (%)	平均斑块 面积 (m ²)	斑块数	占斑块 总数 (%)	平均斑块 面积 (m ²)
天然次生有林地	46	9.80	3 098 753.7	316	33.26	239 673.1	528	34.78	198 003.5
人为影响林地	213	45.42	76 084.6	245	25.79	312 801.0	492	32.42	129 693.1
灌溉水田	39	8.32	41 802.4	82	8.63	101 012.9	73	4.82	11 570.5
旱地	74	15.77	153 870.2	119	12.53	41 964.5	59	3.88	9 020
荒草地	32	6.83	646.87	123	12.95	49 888.5	294	19.36	6 987.7
河流水面	13	2.77	69 346	13	1.37	69 346.15	14	0.93	64 392
公路用地	23	4.91	12 174	29	3.05	9 655.172	39	2.56	7 179
城镇混合住宅用地	29	6.18	7 931	23	2.42	100 000	19	1.25	12 105
整个研究区	469	100	950	100.00	1 518	100			

对长安河流域 1994、1999、2003 年的景观多样性进行比较研究 (表 3): 发现与最大多样性指数相比, 1994 年和 2003 年的景观多样性都比较低, 1999 年景观多样性最高, 1994~ 2003 年, 景观多样性指数增加了 0.161。从计算结果表明, 1994 年景观多样性低、优势度高、均匀度低, 这反映出在 1994 景观多样性对最大多样性的偏离程度大, 主要由天然次生有林地这种景观类型控制, 面积比例占绝对优势, 总体上各景观类型所占比例差异大; 1999 年景观多样性高、优势度低、相对均匀度最高, 这是由于 1999 年各种景观类型所占比例比较接近, 尤其是面积较大的天然次生有林地和人为影响林地比例相差不大所引起的, 2003 年仍然是天然次生有林地景观占优势, 但不如 1994 的天然次生林控制面积大, 这正体

现了山地景观因为森林资源丰富而造成的固有的多样性低, 优势度高的特点。

3.2.2 景观破碎化分析

景观破碎化分析主要包括景观破碎度分析和景观形状分析, 计算结果如表 4。

表 3 长安河流域景观多样性计算结果

Table 3 The result of landscape diversity in Chang'an river basin

景观指标	1994 年	1999 年	2003 年
景观整体多样性指数 H	0.705	1.182	0.866
最大景观多样性指 H_{max}	2.079	2.079	2.079
景观整体优势度 D	1.375	0.898	1.214
景观整体均匀度 E	0.339	0.568	0.416

表 4 长安河流域景观格局指标计算结果

Table 4 The result of landscape pattern index in Chang'an river basin

代号	景观类型	平均斑块分维数			景观类型破碎度 FN_2			研究区破碎度 FN_1 (%)		
		1994	1999	2003	1994	1999	2003	1994	1999	2003
1	天然次生有林地	1.068	1.082	1.090	0.205	0.431	0.602	0.243	0.487	0.788
2	人为影响林地	1.085	1.080	1.096	0.093	0.435	0.367			
3	灌溉水田	1.078	1.076	1.094	0.009	0.047	0.005			
4	旱地	1.080	1.078	1.079	0.064	0.028	0.003	0.243	0.487	0.788
5	荒草地	1.045	1.073	1.103	0.001	0.035	0.012			
6	河流水面	1.942	1.942	1.942	0.005	0.005	0.005			
7	公路用地	1.558	1.558	1.558	0.002	0.001	0.002			
8	城镇混合住宅用地	1.071	1.071	1.071	0.001	0.012	0.001			

1. 景观破碎度分析

景观破碎化指数即为描述景观里某一景观类型在给定时间里和给定性质上的破碎化程度。反映了景观的破碎化程度和景观异质性的高低, 景观的破碎程度越大, 景观异质性越高^[15], 破碎化指数取值为 0~1, 0代表无破碎化存在, 而 1则代表给定性质已完全破碎化。通过对景观整体破碎化指数 FN_1 及的单一景观斑块类型破碎化指数 FN_2 的分析 (表 4 图 3), 发现 1994年、1999年、2003年长安河流域景观破碎变化显著, 景观破碎化程度呈增加趋势, 1994年整体破碎度指数 FN_1 为 0.243, 1999年为 0.487, 2003年为 0.788。在单一景观斑块类型中, 天然次生有林地景观和人为影响林地景观的破碎度变化明显, 1994年、1999年、2003年天然次生有林地景观破碎度指数 FN_2 逐渐增加; 人为影响林地景观的破碎度指数呈先增后减的趋势。这主要是由于人为活动对于景观的破坏造成的, 前些年人们只注重发展经济, 毁林开荒, 砍伐菌棒, 造成天然林、荒草地面积减少的同时, 使得景观呈现破碎化趋势; 近些年随着国家实施退耕还林政策和天然林保护工程, 宜林高山地区人为活动逐渐退出, 大量的陡坡地退耕还林, 天然林得到了保护, 使得天然次生有林地景观斑块数量增加, 平均斑块面积减小, 致使景观破碎度较高, 而人为影响林地景观斑块逐渐连接成片, 使得 1999~2003年景观破碎度指数减小。其他的景观斑块类型的破碎度指数较小, 变化不明显, 景观较为完整。

2. 景观形状分析

景观形状特征一般用斑块的分维数来表示, 目的在于反映景观斑块形状的复杂程度, 从而为分析隐含在形状特征之下的景观斑块的生态学意义提供定量化标准^[16]。分维数取值介于 1~2 间, 其值愈接近 1, 则斑块形状就愈简单, 表明受人类干扰的程度愈小; 其值愈接近 2, 则斑块形状愈复杂, 受人类活动干扰程度愈大^[17]。从表 4 中可以发现, 河流水

面、交通用地的分维数较高, 景观形状较为复杂, 这主要是由于河流水面、交通用地这些景观主要分布于河谷地中, 斑块形状取决于自然地貌的平面形态; 1994~2003年分维数变化较为明显的景观类型是荒草地景观, 这是由于荒草地往往分布在沟谷两侧, 大多数是陡坡耕地退下来的, 所以它的地形取决于沟谷的平面形状, 还有原来的农田多沿沟底和沟缘分布, 在退耕还林政策实施后, 逐渐演化为荒草地, 这些取决于沟底或沟边的形状, 所以平均斑块分维数较大, 景观形状复杂。

3.2.3 景观面积动态度分析

景观类型面积变化动态度直观、准确地反映了景观面积的变化趋势及程度, 长安河流域 1994~2003年景观类型面积变化如表 5。

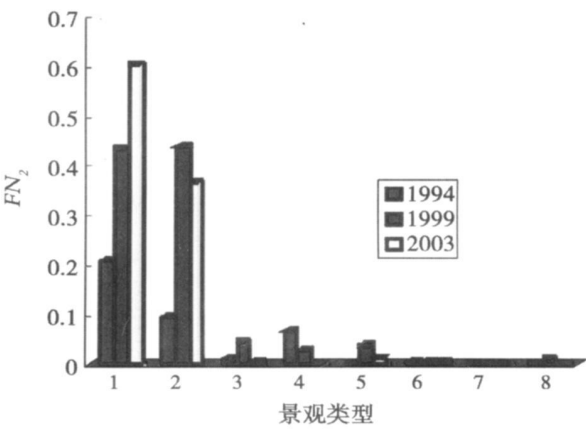


图 3 单一景观斑快类型破碎度指数对比图

Fig 3 Comparison of single Landscape patch fragmentation index

在各种景观类型中, 天然次生林地、灌溉水田、旱地三种景观的动态度呈减少趋势, 其中旱地的动态度减少最大, 其值为 -1.17%, 其次是灌溉水田, 其值为 -0.60%; 与此相反, 人为影响林地、荒地动态度呈增加趋势, 其中荒地的动态度增加最大, 其值为 121.30%, 其次是人为影响林地, 其值为 3.63%。

表 5 长安河流域主要景观类型面积变化 (1994~2003年) (单位: km²)

Table 5 The landscape types area change of Chang'an river basin (1994~2003) (Unit: km²)

景观类型	天然次 生林地	人为影 响林地	灌溉 水田	旱地	荒草地	河流 水面	公路 用地	城镇混合 住宅用地
变化面积	- 37.996	47.602	- 0.785	- 10.854	2.033	0	0	0
年变化面积	- 4.221	5.289	- 0.087	- 1.206	0.225	0	0	0
动态度	- 0.329	3.626	- 0.594	- 1.176	121.291	0	0	

通过对上述景观面积变化动态变化的分析, 发现长安河流域 1994~ 2003 年, 主要景观类型面积呈现“两增三减”的变化规律。“两增”是指人为影响林地和荒地的增加, “三减”是指天然次生林地、灌溉水田、旱地的减少。这与人类活动的退出和天然林保护工程和退耕还林工程的实施有密切关系。

3.3 景观格局变化驱动力分析

3.3.1 自然环境的制约作用

研究区位于秦岭山脉南麓, 属于北亚热带山地湿润气候区, 降水充足, 天然林资源丰富, 使得天然次生林地景观在这一区域的景观类型中占有统治地位, 1994 年天然次生有林地景观面积占流域面积的 82.3%, 1999 年、2003 年虽然天然次生有林地景观面积有所减少, 但是仍占到流域总面积的 40% 以上, 分别达到 43.7% 和 60.4%。由于受到地形地貌条件的制约, 流域内的河流水面、公路用地、和城镇混合住宅用地景观面积在 1994~ 2003 年基本没有发生变化。

3.3.2 人为活动干扰作用

景观格局、功能和变化是自然、社会和生物圈相互作用的结果, 其中, 人类活动是引起景观结构、功能及其变化的主要因子^[18]。研究区独特的地貌特征限制了区域经济的发展, 当地居民为了生存和发展, 大面积毁林开荒, 破坏森林植被, 导致森林面积锐减, 天然次生林地景观面积由 1994 年的 142.5 km² 减少到 1999 年的 75.7 km², 耕地面积增加 0.3 km², 而且主要增加的是坡耕地, 由此带来了严重的生态环境问题, 1999 年以后随着人为活动的减弱, 天然次生有林地景观面积增加到 104.5 km², 生态环境有所好转。

3.3.3 政策导向作用

近年来, 由于国家对汉江流域生态环境问题的重视, 尤其是南水北调中线工程实施以来, 生态环境建设力度加大, 退耕还林还草、天然林保护等生态工程的相继实施, 使得当地群众的环保意识大为增强, 人为活动逐渐由破坏转向治理, 导致林地、荒草地面积增加, 耕地面积减少。1999~ 2003 年天然次生林地景观面积增加 28.8 km², 耕地面积减少 11.8 km², 使得区域景观类型面积发生较大变化, 生态环境有所改善。

4 结果与讨论

通过对汉江上游长安河小流域 1994 年、1999 年、2003 年三期遥感影响的研究发现: (1) 研究区景

观斑块面积和斑块的数量发生明显变化, 天然次生有林地、人为影响次生林地、荒草地三种景观类型斑块数量呈现大幅度增加; (2) 研究区景观多样性增加、景观破碎度指数增大、景观形状趋于复杂, 表明研究区景观异质性有增强的趋势; (3) 研究区各景观面积动态显著不同, 主要景观类型面积呈现“两增三减”的变化规律; (4) 导致研究区景观格局变化的主要驱动力有: 自然环境的制约作用、人为活动干扰作用、政策导向作用, 自然环境的制约作用决定了研究区景观格局的基础; 人为活动干扰作用加速了景观的破碎化, 使景观斑块形状趋于复杂; 政策导向作用则降低了人为活动对景观格局的干扰作用。

随着人类干扰强度的增强, 景观管理的程度也逐步加强, 其结果一方面增加了地区的经济效益, 另一方面也降低了该区生物生境的多样性。人类活动不断分割景观使得承载生物栖息的生境斑块数量和斑块面积不断减少或变小, 加速了一些物种种群数量的减少甚至消失^[19]。由于汉江上游地区特殊的地理位置, 其生态环境意义极其重要。通过小流域的景观格局变化研究, 可以揭示出该地区生态环境变化规律, 可以在促进地区经济发展和生态保护的基础上, 进一步协调好“发展”与“保护”之间的关系。

参考文献 (References)

- [1] Fu Bojie, Chen Liding, Ma Keming. The Principle and Application of Landscape Ecology [M]. Beijing: Science Press, 2001. [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] Xiao Duning. Landscape Ecology Theory Method and Application [C]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 1991: 186~195. [肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用 [C]. 北京: 中国林业出版社, 1991: 186~195.]
- [3] Chen Kangjian, Wang Xueji. Space pattern of wetland landscape of four-lake area in Jiangnan plain Based on the impact of human activities [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2002, 11(3): 219~233. [陈康娟, 王学雷. 人类活动影响下的四湖地区湿地景观格局分析 [J]. *长江流域资源与环境*, 2002, 11(3): 219~223.]
- [4] Yang Yingbao, Jiang Nan, Su Weizhong. Dynamics of landscape ecology in Nanjing city revealed by RS and GIS [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2005, 14(1): 34~39. [杨英宝, 江南, 苏伟忠, 等. RS 与 GIS 支持下的南京市景观格局动态变化研究 [J]. *长江流域资源与环境*, 2005, 14(1): 34~39.]
- [5] Ning Longnei, Wang Xueji, Wu Houlian. On changes of wetland ecology landscape pattern of Wuhan city by RS and GIS [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2005, 14(1): 44~49. [宁龙梅, 王学雷, 吴后建. 武汉市湿地景观格局变化研究 [J]. *长江流域资源与环境*, 2005, 14(1): 44~49.]
- [6] Zhang Jintun, Qi Yang, Zheng Fengying. Quantitative methods in landscape pattern analysis [J]. *Journal of Mountain Science*, 2000, 18(4): 346~352. [张金屯, 邱扬, 郑凤英. 景观格局的数量研究

- 方法[J]. 山地学报, 2000, 18(4): 346~352]
- [7] Wu Jianguo. Landscape Ecology—Pattern, Process, Scale and Hierarchy[M]. Beijing: Higher Education Press, 2000 [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]
- [8] Tang Denui, Zhao Binlin. The construction technique for the protection forest system in the yangtze river valley of southern Shaanxi[J]. *Shaanxi Forest Science and Technology*, 1994(3): 24~32 [唐德瑞, 赵秉伦. 陕西省长江流域防护林体系营建技术[J]. 陕西林业科技, 1994(3): 24~32]
- [9] Wang Yisen, Yang Yuanyue. South-to-North Water Transfer project of China[J]. *Yangtze River*, 2005, 36(7): 2~5 [汪易森, 杨元月. 中国南水北调工程[J]. 人民长江, 2005, 36(7): 2~5]
- [10] Bounkm V inliam, Bian Jianmin, Lin Nianfeng. Application of the 3S Technology on the Landscape Evolution in the Wetland of Lower Reach of Huolin River Basin[J]. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 2005, 35(2): 221~225 [Bounkm V inliam, 卞建民, 林年丰. 3S技术在霍林河流域下游湿地景观演变中的应用[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2005, 35(2): 221~225]
- [11] Ye Shuhua, Ren Zhiyuan. Generality of remote sensing[M]. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 1999 [叶树华, 任志远. 遥感概论[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1993.]
- [12] Zhao Yi, Li Yuehui. Practical Landscape Ecology[M]. Beijing: Science Press, 2001 [赵羿, 李月辉. 实用景观生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2001.]
- [13] Xiao Duning. Advances in Landscape Ecology Research[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 1999 [肖笃宁. 景观生态学研究进展[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1999.]
- [14] Yang sanhong. Study on Landscape Spatial Pattern and Effects on Ecosystem in Liujiawatershed Based on GIS[D]. Taiyuan: Shanxi Agriculture University, 2005, 16~29 [杨三红. 基于GIS的刘家流域景观格局及其生态环境效应的研究[D]. 太原: 山西农业大学, 2005, 16~29]
- [15] Li xiubin. A review of the International researches on land use/Land cover change[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(6): 553~557 [李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域—土地利用/土地覆被变化的国际研究的动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553~557]
- [16] Chang Xueli, Wu Jianguo. Application of Fractal model to ecology[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 1996, 15(3): 35~42 [常学礼, 邬建国. 分形模型在生态学研究中的应用[J]. 生态学杂志, 1996, 15(3): 35~42]
- [17] Ye Yanqiong, Chen Guojie. An analysis on the landscape patterns based on the GIS technology in the Upper Min river basin[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2006, 15(1): 112~115 [叶延琼, 陈国阶. GIS支持下的岷江上游流域景观格局分析[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1): 112~115]
- [18] Zhang Qiliang, Ma Jinhui, Zhao Chuanyan. Analyze landscape pattern changes of xinglong mountains and driving force[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(8): 3206~3214 [张秋玲, 马金辉, 赵传燕. 兴隆山区景观格局变化及驱动因子[J]. 生态学报, 2007, 27(8): 3206~3214]
- [19] Ou Weixin, Yang Guishan, Li Hengpeng. Spatio-temporal Variation and Driving Forces of Landscape Patterns in the Coastal Zone of Yangcheng, Jiangsu[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2004, 24(5): 610~615 [欧维新, 杨桂山, 李恒鹏. 苏北盐城海岸带景观格局时空变化及驱动力分析[J]. 地理科学, 2004, 24(5): 610~615]

An Analysis on the Landscape Pattern Changes and Driving Force in Medium Mountain Areas of the Qinling Mountains ——A Case Study of Chang'an River Basin of Ningshan County

WANG Jixia¹, SUN Hu¹, LI Junlin², PENG Hong³

(1 College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, 710062 Xi'an, China;

2 College of Science, Xi'an University of Technology, 710048 Xi'an, China;

3 Shaanxi Bureau of Soil and Water Conservation, XI YI Road No. 73, 710004 Xi'an, China)

Abstract Using the RS and GIS, the landscape pattern changes and driving force of Chang'an river basin in medium mountain areas of the Qinling mountains were quantified by interpreting Landsat images from 1994, 1999 and 2003. The results showed that: During the past 10 years, the forest types are the main dominant type in the landscapes, with the natural secondary forest land being the most significant; the areas and number of landscape patch has changed obviously; the landscape patch number of natural secondary forest land, artificial woodland and grassland increased by a large margin; Landscape heterogeneity increased, resulting in the increase of diversity index, fractal dimension index and landscape fractal dimension. Dynamic degree of landscape types remarkably different; the dynamic degree rule of main landscape types were two increase three decrease. The main driving force of the landscape pattern changes are the natural geographical condition, artificial function and government policy; it decided the change of region environment.

Key words medium mountain areas of the Qinling mountains; Landscape pattern; driving force; Chang'an river basin