

山区小流域景观格局变化及其水土流失效应

张明亮, 王海霞

(济南大学城市发展学院, 济南 250002)

摘 要: 景观格局变化及其生态效应分析是景观生态学研究热点之一。以锦云川小流域 1996~2004 年土地利用分布图为基础, 通过选取和计算景观格局指数分析了该流域 8 年来的景观格局变化及其生态效应。结果表明: 疏林地、未利用土地面积减少外, 有林地等斑块面积都有所增加, 8 年来流域内的斑块总数量明显增加, 其中水浇地 and 建设用地等数量明显增加, 有林地等斑块数量明显减少, 破碎度指数降低; 小流域景观多样性有所增加, 表明景观的异质性程度提高, 土地利用向着多样化均匀化方向发展, 水土流失得到有效控制, 生态环境有所改善。

关键词: 景观格局; 斑块; 水土流失

中图分类号: P901; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0251-03

Change of Landscape Pattern of Small Watershed in Mountain Area

ZHANG Ming-liang, WANG Hai-xia

(School of City Development, Jinan University, Jinan 250002, China)

Abstract: Landscape pattern and its ecological effect is the research focus of landscape ecology. So the authors take Jinyunchuan watershed as an example, analyzing the change of landscape pattern in 1996~2006. The study result shows that: all the kinds of patches take great change, such as the area, number, figure, fractal number etc. The landscape pattern is becoming better, and the water and soil erosion is limited greatly.

Key words: landscape pattern; patch; water and soil erosion

景观格局是景观异质性的具体表现, 是各种自然、生物、社会和生态过程在不同空间尺度上相互作用的结果。景观格局制约各种生态过程(如种群动态、动物行为、生物多样性、物种流通和生态系统过程等)^[1], 因此, 景观格局的优劣决定着生态环境质量状况。许多小流域由于不合理的土地利用和景观格局, 导致植被破坏、水土流失等生态问题。通过研究景观格局可以更好地理解生态学过程, 为景观生态建设、优化景观格局提供科学基础。目前, 国内外对城市、森林、湿地、绿洲等景观格局动态进行了大量的研究^[2-5], 但对于山区小流域景观格局变化及其水土流失效应研究很少。本文在 GIS 支持下, 以土地利用类型图和数据源, 对济南市南部山区锦云川小流域景观格局动态及其水土流失效应进行了研究, 为该流域景观生态评价、水体保持防治和生态建设提供参考和基础。

1 研究区概况

研究区地处济南市南部山区锦云川小流域, 总面积 5 371 hm²。气候类型属于温带大陆性季风气候, 多年平均降水量约为 650 mm, 夏季汛期降水量占全年降水的 70% 以上, 每遇暴雨容易形成源短流急的洪水。地表植被以松柏为主, 其组成树种主要有侧柏、赤松、油松、黑松等, 刺槐也有较大面积的分布, 为本区主要的阔叶树种。由于长期人类活动及自然因素的影响, 原生植被很少存在, 以人工纯林为主。本区地貌类型为切割构造侵蚀中低山丘陵, 山体高度基本在 500~900 m, 坡

度多在 15~40°。区内地带性土壤主要为褐土与棕壤, 其中褐土性土成土母质为岩石风化的残、坡积物, 土层厚度均 < 30 cm, 并含有大量的母岩碎石, 极易受侵蚀; 棕壤性土处于山顶部位, 质粗砾多, 孔隙大, 保水保肥能力差。该区水土流失严重, 但近年来随着山区生态建设和封山育林力度的加大, 山区水土流失有所控制, 生态环境有所恢复。

2 研究方法

2.1 研究资料来源

本文的研究数据来源: 1996 年和 2004 年的锦云川小流域土地利用类型图和地形图; 野外调查获取的研究区内土地资源变化状况资料和自然地理基础资料。

2.2 研究方法

首先把 1996 年和 2004 年土地利用类型图数字化, 并在 ARCVIEW 3.2 平台下, 将土地利用类型图矢量化并勾勒出各土地利用斑块多边形。然后在 ARC/INFO 软件下, 将 1996 年和 2004 年矢量图进行空间叠加分析, 找出景观的变化图斑, 得到 1996 和 2004 年土地利用类型数据并实现土地景观空间格局特征参数的计算与分析。

2.3 景观空间格局指数的选取

景观空间格局变化的定量分析可以从景观指数的变化上反映出来^[6]。本文选择斑块数和平均斑块面积、破碎化指数、斑块形状指数、连通性指数和景观多样性指数等进行分析。

(1) 斑块数(NP), $NP = n_i$ 其中包括整个景观的斑块数

* 收稿日期: 2006-06-16

基金项目: 济南大学科技基金项目(Y0620); 山东省社科规划重点项目(03BJJ37)资助

作者简介: 张明亮(1979-), 男, 山东临朐人, 博士, 讲师, 主要从事矿区环境修复与生态重建研究。

和某单一类型的斑块数量。

(2) 平均斑块面积 (MPS), $MPS = (\sum_{i=1}^n a_{ij}) / n_i$ 斑块面积是景观格局最基本的空间特征, 是计算其它空间特征指标的基础。斑块大小一方面影响到景观要素内部营养和能量的分配, 另一方面影响到景观中物种组成和多样性。

(3) 破碎化指数 (FN), $FN = MPS (N_f - 1) / N_c$ 是衡量景观斑块的破碎化程度, 斑块的破碎化影响着物种的生存和各种生态过程的有序进行, 具有重要的生态学意义。

(4) 斑块形状指数 (G), $SHAPE = \frac{0.25 p_i}{\sqrt{a_{ij}}} SHAPE$ 值越大, 斑块周边越发达, 斑块形状越复杂; 反之。越小越简单。

(5) 连通性指数 (r), 景观连通性指数是指景观元素在空间结构上的联系。采用廊道网络连通性指数 r 来表示。r 指数是一个网络中连接廊道数与最大可能连接廊道数之比。景观连通性影响着斑块之间生态流的有序进行, 对于物种交流、物质流动有一定的影响作用, 连通性指数具有重要的生态学意义。

$$r = L / L_{\max} = L / 3(V - 2) (0 < r < 1)$$

(6) 景观 Shannon's 多样性指数 (SHDI) $SHDI = - \sum_{i=1}^n (P_i \cdot \ln P_i)$, 其值越大, 表明景观斑块类型越丰富。
式中: n_i ——第 i 类景观要素的斑块个数; a_{ij} ——第 i 类景观要素第 j 个斑块的面积; A——景观的总面积; m——斑块类型数; P_i ——景观中第 i 类所占比例; P_{ij} ——i 类型 j 斑块周长; N_f ——景观中某一景观类型的总数; N_c ——景观数据矩阵的方格网中格子总数; L——连接廊道数; V——连接节点;

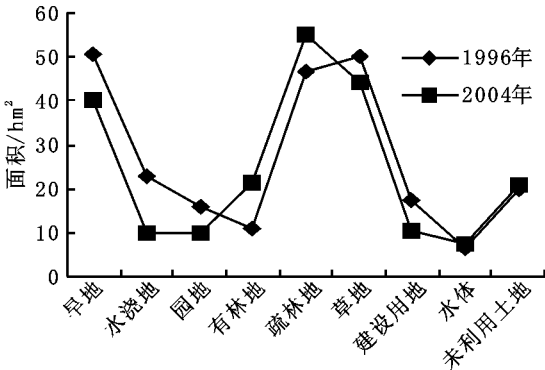


图 2 各斑块类型平均斑块面积变化

3.2 斑块数及景观破碎度指数分析

该流域内各类型斑块的总数量明显增加, 由 1996 年的 167 个增至 2004 年的 217 个。其中水浇地、建设用地、旱地、园地、草地数量明显增加, 如建设用地由 1996 年的 31 个增至 2002 年的 60 个, 旱地斑块数量由 1996 年的 21 个增至 2002 年的 30 个, 水浇地斑块数量由 1996 年的 11 个增至 2002 年的 30 个。流域内由于实施退耕还林和植树造林工程, 使得林地受到很好的保护和建设, 平均斑块面积明显增加, 斑块数量减少, 破碎度指数明显降低。

3.3 斑块形状指数分析

斑块形状指数具有重要的生态学意义, 斑块的边界形态影响物种跨越边界的难易和物种交流, 另外对营养元素、矿物质等各种生态流具有一定的影响^[7]。从图 3 中可以看出, 景观中旱地、水浇地、建设用地的斑块形状指数较小, 其中建设用地最小, 1996 年形状指数为 1.39。2004 年形状指数降至 1.35。表明这几类景观斑块形状较为简单、规则, 而且动态变化趋向于进一步简单化。这是因为, 这些景观类型均为

L_{\max} ——最大可能的连接廊道数。

3 研究结果和分析

3.1 斑块面积变化

1996~2004 年间, 各土地利用类型斑块面积变化很大, 除了疏林地、未利用土地面积减少外, 其他类型斑块面积都有所增加, 其中有林地、旱地等增加幅度较大, 水浇地、建设用地、草地等增加幅度较小。有林地由 1996 年的 211 hm² 增至 2004 年的 320 hm², 增加幅度较大。这主要是由于该流域实施退耕还林工程和水土保持工程, 许多疏林地的郁闭度增加从而转变为有林地, 表明山区生态建设取得一定成果。该流域经济以农业为主, 工矿业落后, 人口增加幅度较小, 所以建设用地增加幅度不高。未利用土地大量转变为有林地和旱地, 土地利用率高。

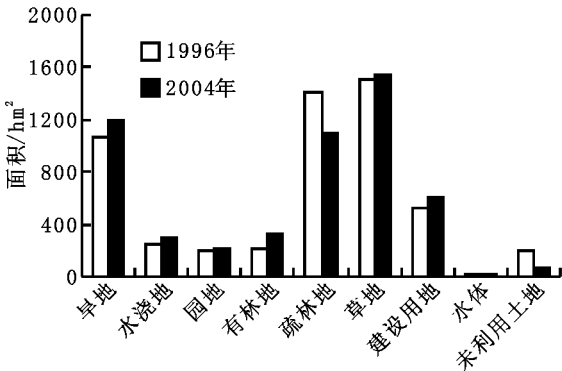


图 1 1996~2004 年锦云川小流域
各土地斑块类型面积对比图

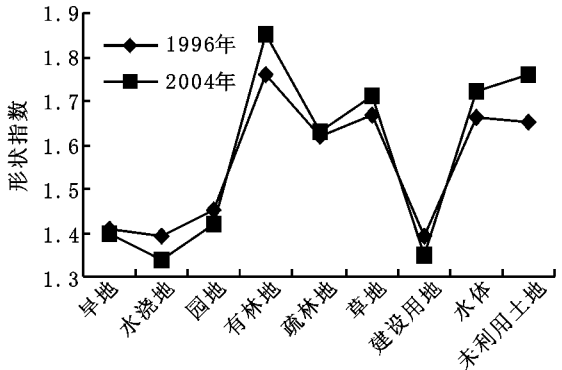


图 3 各斑块类型平均形状指数变化图

人工景观, 在人类社会经济活动的影响和制约下 (如人为的规划、开发利用等), 其形状区域简单化和规划化。有林地、疏林地、未利用土地等形状指数较高, 而且有进一步增大的趋势, 1996 年有林地形状指数为 1.76, 在各类斑块中最大, 形状最不规则。2002 年有林地的形状指数增至 1.85, 表明斑块形状较为复杂。主要因为这些斑块类型分布在沟坡或山坡等地表形态陡峭的地方, 地表破碎复杂。

3.4 研究区景观格局与水土流失效应分析

从图 1 可以看出, 1996 年旱地、草地、疏林地占景观总面积的 73%, 可以看作景观的基质, 控制着整个景观生态过程和动态变化, 整个景观多样性指数较低。而具有明显水土保持效应的有林地仅占 3.92%, 斑块破碎度较大, 平均斑块面积小, 连通性较小, 导致山区水土流失十分严重, 生态环境恶化。2004 年研究区旱地、草地、疏林地占景观总面积的 70%, 仍为景观的基质, 但研究区景观多样性指数明显增加, 由 1996 年的 1.77 增加到 1.79 (见图 2 和图 4)。

由于未利用土地的开发、退耕还林和水土保持工程的实

施,有林地面积大幅增加,面积比由 3.92% 增至 5.95%,斑块数量由 30 个减为 20 个,斑块平均面积增加 10 hm²,破碎度指数由 1996 年的 0.192 减为 2004 年的 0.156,连通性指数也由 1996 年的 0.569 增加为 2004 年的 0.672,该流域土

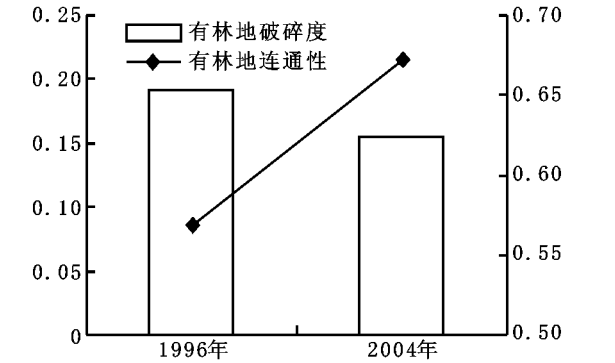


图 4 有林地斑块破碎度、连通性指数变化

该流域景观多样性指数增加,说明锦云川小流域景观格局趋于合理化,经济也走上了农、林、牧、副、渔等多种产业结构并进的合理局面。从图 5 该流域 1996 年和 2004 年产值结构变化图,可以看出产业结构趋于合理,如 1994 年,林果业仅占全部产值的 5%,到 2000 年已经占到全部产值的 10%,渔业由 1% 提高到 3%。

但同时认识到,由于锦云川流域高程较低,受人类活动

壤侵蚀模数由治理前的 2 500 t/(km²·a) 降到 1 000 t/(km²·a),水土流失面积减少 100 余 hm²,水土流失状况有很大改善。这充分说明了有林地保护措施得当,生态建设和水土流失治理效果显著。

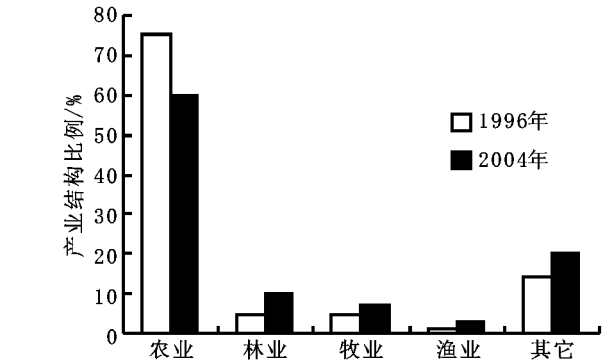


图 5 研究区产业结构变化图

影响强烈,林地覆盖率低且破碎度较高,虽然前期生态建设和水土保持工作取得一定成效,但生态环境形势仍十分严峻。今后应加大林地,特别是有林地的培植种植力度,继续执行封山育林政策、加大水土保持工程建设力度,积极发展集水生态农业、观光农业、生态旅游,促进小流域生态经济社会的可持续发展。

参考文献:

[1] 肖笃宁,布仁仓,李秀珍.生态空间理论与景观异质性[J].生态学报,1997,17(5):453-461.
[2] 张明亮,王海霞.近 10 年来临沂市 LUCC 及驱动力分析[J].济南大学学报(自然科学版),2007,21(3):252-255.
[3] 王宪礼,胡远满.辽河三角洲湿地的景观变化分析[J].地理科学,1996,16(3):260-265.
[4] 傅伯杰.黄土区农业景观空间格局分析[J].生态学报,1995,15(2):113-119.
[5] 马明国,王雪梅.基于 RS 与 GIS 的干旱区绿洲景观格局变化研究-以金塔绿洲为例[J].中国沙漠,2003,23(1):53-58.
[6] 肖笃宁,李秀珍.当代景观生态学的进展和展望.地球科学[J].1997,17(4):356-363.
[7] 宋开山,张柏,于磊.基于 RS 与 GIS 的退化地区景观格局动态变化[J].山地学报 2005,23(2):234-240.

(上接第 250 页)

于给环境带来长期的污染危害。

另外,基因的序列分析可揭示出生物物种之间的关系,在污染治理研究中可用于生物基因组特殊区域或特异基因的测序。核酸探针检测技术以 mRNA 为基础的分子标记能更灵敏地反映污染条件对生物的作用,反映变异水平高^[11]。

土壤污染具有隐蔽性,潜伏性和长期性,短时间内不易被人们察觉。因此,应从根本上改善生态环境,保证土壤质量,控制与修复土壤污染,减少了农药、化肥、环境激素等污染物进入环境,保护了农田生态环境,促进了良性生态循环,进而保障了人类健康,促进农业的可持续发展。

参考文献:

[1] 夏家淇,骆永明.关于土壤污染的概念和 3 类评价指标的探讨[J].生态与农村环境学报,2006,22(1):87-90.
[2] 胡春华,邓先珍,汪茜.土壤污染修复技术研究综述[J].湖北林业科技,2005,(5):44-47.
[3] 周春梅.“入世”与中国农产品农药残留的应对措施[J].农业与技术,2001,21(6):7-10.
[4] 杨杏芬.环境雌激素污染与毒效应研究的现状与展望[J].广东卫生防疫,2001,27(1):20-24.
[5] 包国章,李向林,等.环境雌激素生态影响的研究进展[J].生态学杂志,2001,20(5):44-50.
[6] Huang Yi, Tao Shu, Chen You-jian. The role of arbuscular mycorrhiza on change of heavy metal speciation in rhizosphere of maize in wastewater irrigated agriculture soil[J]. Journal of Environment Sciences, 2005, 17(2): 276-280.
[7] 白青云.农业生态系质量的保障——食物保证、食物安全、农业环境保护之间的关系[Z].三农问题,2006.42-46.
[8] 郭荣君,李世东,等.土壤农药污染与生物修复研究进展[J].中国生物防治,2005,21(3):129-135.
[9] 郑良永,等.污染土壤生物修复研究进展[J].广东农业科学,2006,(2):79-81.
[10] 刘娜,杨云龙.生物修复技术在污染环境修复中的应用研究[J].科技情报开发与经济,2005,15(3):173-175.
[11] 覃拥灵.分子生物学技术及其在环境污染治理中的应用研究进展[J].河池学院学报,2005,25(4):24-29.
[12] 唐秀欢,潘孝兵.植物修复-大面积低剂量放射性污染的新治理技术[J].环境污染与防治,2006,28(4):275-278.
[13] Ushakov S. Trends in phytoremediation of radionuclides[J]. Plant and Soil, 2003, 249: 167-175.