

淮河流域上游山丘区景观格局动态变化研究^{*}

何方¹, 吴楠^{2,3,4}, 李玲¹, 高吉喜⁴

(1. 安徽农业大学 资源与环境学院, 合肥 230036; 2. 中国科学院 成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041;
3. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 4. 中国环境科学研究院 生态所, 北京 100012)

摘要:采用地理信息系统(GIS)技术,在 ArcGIS 9.2 和景观空间格局分析软件 Fragstats 3.3 的支持下,运用叠加分析(overlay)和景观的空间格局指数方法对淮河流域上游山丘区 1990 年、1995 年和 2000 年 3 期的土地利用景观空间格局及其动态变化进行系统的分析研究,探讨其景观格局变化与相应生态过程之间的关系。结果表明:(1)1990 - 2000 年的 10 a 间,研究区景观结构总体未发生重大变化。(2)10 a 间,研究区内平原区水田景观类型向平原区旱地、林地和农村居民点用地景观类型转化的趋势显著。(3)10 a 间,研究区整体景观异质性上升,斑块趋向离散,连接性下降。(4)研究区后 5 a 部分面积优势景观类型较前 5 a 的破碎化程度均有减弱,斑块聚集度增加且连接性变强。(5)研究区生态系统结构和功能处于“局部改善、整体恶化”状态。

关键词:淮河上游山丘区; 景观格局; 时空变化; GIS; 景观指数

中图分类号:P901; TP79

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)01-0032-07

Study on Dynamic Change of Landscape Pattern in Upstream Mountain Area of Huaihe Basin

HE Fang¹, WU Nan^{2,3,4}, LI Ling¹, GAO Ji-xi⁴

(1. Department of Resource and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;
2. Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610041, China; 3. Graduate
University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049, China; 4. Chinese Research Academy of Environmental Science, Institute of Ecology, Beijing 100012, China)

Abstract: In the support of the software of ArcGIS 9.2 and Fragstats 3.3, based on the GIS technology, the method of overlay analysis and landscape indices analysis was used to research into the dynamic change of landscape pattern and discuss the relationship between the change of landscape pattern and ecological processes in upstream mountain area of Huaihe basin among the year of 1990, 1995 and 2000. The main results reveal that: (1) The landscape structure of the study area has almost no change from the year of 1990 to 2000. (2) The trend that campagna paddy field become into campagna dry land, woodland and country residential area was remarkable in study area among 10 years. (3) In study area, the heterogeneity of landscape were increased while the spatial aggregation and connectedness of the study area was worsen among the 10 years. (4) Compared to the foregoing 5 years, several landscape components' fractal dimension was decreased and the spatial aggregation and connectedness was improved in the after 5 years. (5) The structure and function of ecosystem are in the state of getting worse and worse with the exception of some small areas being improved in study area.

Key words: the upstream mountain area of Huaihe basin; landscape pattern; dynamic change in time and space; GIS; landscape indices

景观格局,即景观结构,其中包括景观组成单元的类型、数量以及空间分布与配置,是自然因子和人为因子共同作用下景观异质性在空间上的综合表

现^[1-4]。一直以来,景观格局与生态过程的相互关系是景观生态学的核心内容所在,在景观生态过程中,格局既决定生态过程又影响和控制景观功能的循环

* 收稿日期:2008-09-01

基金项目:水利部淮河水利委员会重点项目“淮河流域侵蚀环境演变规律及水土保持生态功能评价”

作者简介:何方(1959-),男,安徽安庆人,副教授,研究方向为资源环境与信息技术。E-mail:thhf@ahau.edu.cn

和发展^[5-6],一定的景观格局会产生相应的景观功能。目前,对景观格局动态变化的研究已经成为当前景观生态领域的一个研究热点,国内外许多学者开展了大量深入细致的研究,并逐步建立起一套较为成熟的景观格局分析方法和景观模型^[7-11]。

流域是一种重要的自然地理单元,对流域景观格局动态变化的研究,是揭示流域生态状况、空间变异性特征以及与生态过程相关的区域资源环境问题的有效手段^[12-13]。国内外对于流域景观格局动态变化的研究较多,方法与侧重点也各异。研究对象主要集中在长江流域^[14-15]、岷江流域^[16-17]、黑河流域^[18-19]、三工河流域^[20-22]、太湖流域^[23]等。对淮河流域景观格局动态变化的研究还鲜有报道。

淮河流域作为我国七大流域之一,流域面积占国土面积的 1/35,人口、耕地均占全国的 1/8,粮食产量却占全国的 1/6,是我国重要的农业产区和能源基地之一^[24]。淮河流域长期以来洪涝渍灾频繁,已经成为自然灾害的频发区和重灾区,对我国经济建设和可持续发展产生了严重影响。淮河上游山丘区相对脆弱的生态环境同沉重的人口压力和严峻的土地退化并存。因此,对该区进行景观格局动态变化研究显得十分必要。

本研究运用地理信息系统(GIS)技术,在 ArcGIS 9.2 和景观空间格局分析软件 Fragstats 3.3 的支持下,运用叠加分析和景观空间格局指数法对淮河上游山丘区 1990 年、1995 年和 2000 年三期的土地利用景观空间格局及其动态变化进行系统的分析研究,探讨景观格局变化与相应生态过程之间的关系,解释景观格局与生态过程相互作用的机制,探询景观格局形成与动态发展的操控因子和驱动力,为科学合理地利利用淮河流域的生态资源,保障流域生态安全,协调社会经济建设和生态环境保护关系提供重要的理论依据。

1 研究区概况

淮河上游山丘区主要属于大别山、桐柏山区,地理位置大致在 113°16'E - 116°46'E, 30°59'N - 32°43'N。区域地跨安徽、湖北、河南三省,面积约 2.6 万 km²,总人口 9.23 × 10⁶ 人,其中农业人口 7.74 × 10⁶ 人。区内地形较为复杂,海拔高度在 -40 ~ 1 770 m。东南部为中山、低山区,西北部为缓坡、丘陵区,东北部为平原和缓坡区,东西方向上具有一定的垂直梯度,易产生水土流失。据多年观察,年平均降水量 800 ~ 1 400 mm,年平均最大降水量为 1 421 mm。夏季降水与光热配合适宜,但降水年

内分配不均,每年 6 - 8 月的降水占全年的 60% 以上。地带森林植被类型主要为落叶阔叶混交林型。淮河上游山丘区内丰富的生态资源具有巨大的涵养水土、调节河川径流功能,是维护整个淮河流域生态平衡的屏障。

2 数据与方法

2.1 数据来源

数据来源于国家科学数据共享工程——地球系统科学数据共享网(www.geodata.cn)。数据集包括 1990 年、1995 年和 2000 年的淮河上游山丘区土地利用数据(比例尺为 1:100 000,投影方式为等面积圆锥投影,采用的椭球体为 KRASOVSKY 椭球体,数据格式为 Arc/INFO 的源生矢量数据格式 COVERAGE)。2000 年淮河流域行政区划图。

2.2 方法原理

2.2.1 景观类型划分

景观类型的划分主要依据土地利用类型。本研究使用的土地利用数据,是依据中国科学院“八五”期间为实施《国家资源环境遥感宏观调查、动态分析与遥感技术前沿的研究》,以土地资源与环境动态为主要内容的资源环境遥感调查采取的土地利用类型划分体系。根据此划分体系,相应的将土地利用类型划分成 6 个一级景观类型(林地、草地、耕地、城乡、工矿和农村居民点用地、水域以及未利用地)和 20 个二级景观类型(略)。

2.2.2 GIS 空间叠加结果的信息处理 对空间拓扑叠加结果数据层的属性信息进行汇总,分析研究区域 10 a 间不同景观类型之间的相互转化,利用 ArcGIS 9.2 的 Frequency 工具,可以统计出各种景观类型的面积以及景观类型变化的数量,进而求得由 K 时期到 $K + t$ 时期的景观类型转换矩阵变化表,求得两期景观类型的面积数量变化。

2.2.3 景观空间格局指标选取 选取合适有效的景观指数对于景观格局分析的合理性有重要影响,国内众多学者在其研究过程中提出了一些定量指标^[1-2,8,10]。根据各项指标生态学涵义和研究区域特点,本研究在景观尺度上选取斑块数(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、面积加权分维数(FRAC-AM)、香农多样性指数(SHDI)、聚集度(AI)等 6 个指标;在景观要素类型上选取各类型斑块数(NPi)、各斑块密度(PDi)、最大斑块指数(LPi)、各斑块形状指数(LSi)、各类斑块结合度指数(COHESIONi)和聚集度(AIi)等 6 个指标来研究淮河上游山丘区景观格局变化特征。

2.3 研究方法

在 ArcGIS 9.2 中,以划分的二级景观要素类型(耕地景观类型到三级)更新原有的土地利用图斑的属性,形成淮河上游山丘区 1990 年、1995 年和 2000 年三期的景观类型矢量空间和属性数据库。

利用 ArcGIS 9.2 软件的叠加分析功能,对研究区 1990 年、1995 年和 2000 年三期的景观类型数据进行动态定量的分析,对结果进行频度汇总统计

(Frequency),采用转换矩阵的算法,得到区域 10 a 间景观类型动态相互转化面积数据。

对 1990 年、1995 年和 2000 年三期的景观类型矢量数据利用 ArcGIS 9.2 软件的矢量转栅格工具,设置象元大小均为 90 m ×90 m,转换成栅格数据。

利用由美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的景观分析软件 Fragstats 3.3 的栅格版本,在景观和类型两种尺度上进行相关景观空间格局指标的计算。

表 1 淮河上游山丘区 1990 - 2000 年景观类型面积净增减表

| 编码 | 景观类型 | 1990 年 | | 1995 年 | | 1990 - 1995 年 | 2000 年 | | 1995 - 2000 年 |
|-----|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|--------------------------|------------------------|----------------|--------------------------|
| | | 面积/ km ² | 占总面积 百分比/ % | 面积/ km ² | 占总面积 百分比/ % | 净增减 / km ² | 面积/ km ² | 占总面积 百分比/ % | 净增减 / km ² |
| 111 | 山区水田 | 335.80 | 1.27 | 353.94 | 1.34 | 18.14 | 349.71 | 1.32 | - 4.23 |
| 112 | 丘陵区水田 | 131.88 | 0.50 | 141.17 | 0.53 | 9.29 | 144.78 | 0.55 | 3.61 |
| 113 | 平原区水田 | 12634.12 | 47.71 | 11892.14 | 44.91 | - 741.98 | 9205.34 | 34.76 | - 2686.8 |
| 121 | 山区旱地 | 586.59 | 2.22 | 605.01 | 2.28 | 18.42 | 307.64 | 1.16 | - 297.37 |
| 122 | 丘陵区旱地 | 471.65 | 1.78 | 455.7 | 1.72 | - 15.95 | 611.38 | 2.31 | 155.68 |
| 123 | 平原区旱地 | 761.65 | 2.88 | 880.66 | 3.33 | 119.01 | 2648.44 | 10.00 | 1767.78 |
| 1 | 耕地小计 | 14921.69 | 56.35 | 14328.6 | 54.11 | - 593.07 | 13267.3 | 50.10 | - 1061.33 |
| 21 | 有林地 | 4452.56 | 16.81 | 4446.29 | 16.79 | - 6.27 | 4942.24 | 18.66 | 495.95 |
| 22 | 灌木林地 | 3411.46 | 12.88 | 3416.96 | 12.90 | 5.5 | 3484.19 | 13.16 | 67.23 |
| 23 | 疏林地 | 240.42 | 0.91 | 232.38 | 0.88 | - 8.04 | 495.96 | 1.87 | 263.58 |
| 24 | 其他林地 | 23.28 | 0.09 | 26.45 | 0.10 | 3.17 | 37.57 | 0.14 | 11.12 |
| 2 | 林地小计 | 8127.72 | 30.69 | 8122.08 | 30.67 | - 5.64 | 8959.96 | 33.84 | 837.88 |
| 31 | 高覆盖度草地 | 1987.42 | 7.51 | 1984.13 | 7.49 | - 3.29 | 1983.43 | 7.49 | - 0.7 |
| 32 | 中覆盖度草地 | 225.27 | 0.85 | 231.65 | 0.87 | 6.38 | 191.36 | 0.72 | - 40.29 |
| 33 | 低覆盖度草地 | 1.18 | 0.00 | 1.26 | 0.00 | 0.08 | 1.24 | 0.00 | - 0.02 |
| 3 | 草地小计 | 2213.87 | 8.36 | 2217.04 | 8.37 | 3.17 | 2176.03 | 8.22 | - 41.01 |
| 41 | 河渠 | 158.19 | 0.60 | 152.77 | 0.58 | - 5.42 | 158.08 | 0.60 | 5.31 |
| 43 | 水库、坑塘 | 288.68 | 1.09 | 358.65 | 1.35 | 69.97 | 356.29 | 1.35 | - 2.36 |
| 46 | 滩地 | 212.09 | 0.80 | 222.48 | 0.84 | 10.39 | 209.36 | 0.79 | - 13.12 |
| 4 | 水域小计 | 658.96 | 2.49 | 733.9 | 2.77 | 74.94 | 723.73 | 2.73 | - 10.17 |
| 51 | 城镇用地 | 75.27 | 0.28 | 74.83 | 0.28 | - 0.44 | 88.79 | 0.34 | 13.96 |
| 52 | 农村居民点用地 | 473.15 | 1.79 | 993.92 | 3.75 | 520.77 | 1254.83 | 4.74 | 260.91 |
| 53 | 工交建设用地 | 9.58 | 0.04 | 9.84 | 0.04 | 0.26 | 9.58 | 0.04 | - 0.26 |
| 5 | 城乡工矿居民 用地小计 | 558 | 2.11 | 1078.59 | 4.07 | 520.59 | 1353.2 | 5.11 | 274.61 |
| 63 | 盐碱地 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| 6 | 未利用土地小计 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| 合计 | | 26480.25 | 100.0 | 26480.23 | 100.0 | | 26480.31 | 100.0 | |

3 结果分析

3.1 景观结构变化

由表 1 看出,淮河上游山丘区 1990 - 2000 年,各种景观类型面积变化较为显著,但居面积优势地位的仍然是耕地、林地和草地。三者之和在 1990 年、1995 年和 2000 年分别占研究区总面积的 95.40%, 93.15%, 92.16%,景观结构未发生重大变化。

从二、三级景观类型的景观结构看,不同研究时期,景观结构同样变化不大。在耕地景观类型中,景观结构占主导地位的是平原区水田。在林地景观类型中,占主导地位的是有林地。在草地景观类型中,占主导地位的是高覆盖度草地。在水域景观类型中,占主导地位的是水库、坑塘。在城乡工矿居民用地景观类型中,景观结构占主导地位的是农村居民点。占主导地位的二、三级景观类型 10 a 间未发生重大变化。

3.2 景观类型变化

从表 1 各种景观类型的面积净增减情况来看:

1990 - 1995 年 5 a 间,各种二、三级景观类型面积变化主要集中在平原区水田、平原区旱地、水库、坑塘和农村居民点用地上。平原区水田景观面积变化最大,减少了 741.98 km²,而平原区旱地景观面积相应增加 119.01 km²,两者变化的综合作用导致 1990 - 1995 年淮河上游山丘区耕地景观类型面积减少了 593.07 km²。水库、坑塘景观面积增加了 69.97 km²。农村居民点景观面积也有较大幅度的增加,增加面积达到 520.77 km²。

1995 - 2000 年 5 a 间,各种二、三级景观类型面积变化主要集中在平原区水田、平原区旱地、有林地、疏林地和农村居民点用地上。同样,5 a 间平原区水田景观面积变化最大,减少了 2 686.8 km²,而平原区旱地景观面积相应增加 1 767.78 km²,两者变化的综合作用导致 1995 - 2000 年淮河上游山丘区耕地景观类型面积减少了 1 061.33 km²。有林地、疏林地景观面积增加较为显著,分别达到 495.95 km² 和 263.58 km²。农村居民点景观面积同样有较大增幅,增加的面积达 260.91 km²。

由淮河上游山丘区 1990 - 1995 年景观类型转化矩阵可得,1990 - 1995 年 5 a 间平原区水田景观类型向平原区旱地、水库、坑塘和农村居民点用地景观类型转化的趋势较为明显,转化面积分别为 141.49,61.63,479.58 km²。

平原区水田有较大面积转化为旱地和水库、坑塘景观类型,正是研究区根据其水资源承载能力,合理推行“水改旱”工程,进行水源涵养的直观表现。平原区水田较大面积转化为农村居民点用地景观类型,是研究区人口大幅度增加、经济建设速度加快,农村居民点大量占用耕地的直接后果。另外,5 a 间平原区水田景观类型有较少面积转化为灌木林地和有林地。转化面积分别为 17.15 km² 和 12.63 km²。

由淮河上游山丘区 1995 - 2000 年景观类型转化矩阵可得,1995 - 2000 年 5 a 间平原区水田景观类型向平原区旱地、有林地、疏林地和灌木林地景观

类型转化的趋势较为明显,转化的面积分别为 1 454.21,340.78,415.17,220.09 km²。同时,平原区旱地有较大面积的景观类型转化为农村居民点,转化面积达到 222.81 km²。

平原区水田继续前 5 年的趋势,大量转化为平原区旱地景观类型,转化面积达到 1 454.21 km²。说明研究区在进一步大力推进农田“水改旱”工程,缓解该区农业消耗水资源的压力。平原区水田景观类型在前 5 a 仅有少量面积转化为林地,但在 1995 - 2000 年的 5 a 间,转化为各种类型林地的面积已经达到 978.73 km²。这得益于研究区在这 5 a 间开始有计划、有步骤的实行退耕还林工程,由耕地转化为林地景观的面积十分可观。延续前 5 a 农村居民点用地景观类型面积受人口大幅度增加而持续增长的趋势,平原区旱地景观类型在 1995 - 2000 年的 5 a 间,有较大的面积转化为农村居民点用地景观类型。

3.3 景观格局指数的变化特征

3.3.1 区域整体的景观格局变化 区域景观格局变化的趋势表明(表 2),斑块数目(NP)、最大斑块指数(LPI)和斑块密度(PD)反映了景观异质性程度。1990 - 2000 年的 10 a 间,斑块数目(NP)出现持续增加,最大斑块指数(LPI)则出现持续减少,同时斑块密度(PD)持续增加,说明研究区景观异质性在增强,区域景观的破碎化程度增加。

面积加权分维数(FRAC - AM)的大小反映人类活动对景观的影响程度和强度,一般处于 1~2 之间。面积加权分维数趋近于 1,斑块的自相似性越强,斑块的形状越规整。斑块的几何形状越趋近于简单,说明受人类干扰的程度越大。1990 - 1995 年的 5 a 间,面积加权分维数(FRAC - AM)从 1.264 增加至 1.274 9,增加了 0.010 9,面积加权分维数(FRAC - AM)向远离 1 的方向发展,区域景观斑块形状趋向复杂,受人类干扰的程度和强度减小。1995 - 2000 年的 5 a 间,面积加权分维数(FRAC - AM)却发生降低,降至 1.266 5,但降幅不大,仅降低了 0.008 4,区域景观斑块形状趋向于规整,受人类影响干扰的程度和强度增强。

表 2 淮河上游山丘区 1990 - 2000 年景观级别指标

| 指数 | 斑块数量 NP | 斑块密度 PD | 最大斑块指数 LPI | 斑块面积加权分维数 FRAC - AM | 香农多样性指数 SHDI | 聚集度 AI |
|-----------------|------------|------------|---------------|------------------------|-----------------|-----------|
| 1990 年 | 12217 | 0.4614 | 29.3307 | 1.2640 | 1.7512 | 89.0829 |
| 1995 年 | 28597 | 1.0799 | 27.5770 | 1.2749 | 1.8340 | 85.869 |
| 1990 - 1995 年增减 | 16380 | 0.6185 | - 1.7537 | 0.0109 | 0.0828 | - 3.2139 |
| 2000 年 | 29304 | 1.1066 | 22.3136 | 1.2665 | 2.0095 | 84.4522 |
| 1995 - 2000 年增减 | 707 | 0.0267 | - 5.2634 | - 0.0084 | 0.1755 | - 1.4168 |

表 3 1990 - 2000 年淮河上游山丘区类型级别指标(仅包括主导景观类型)

| 景观类型指数 | 年份 | 113 | 123 | 21 | 22 | 31 | 51 |
|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 斑块数量 NP | 1990 | 801 | 1659 | 1459 | 1279 | 673 | 20 |
| | 1995 | 945 | 3347 | 2002 | 1833 | 814 | 20 |
| | 1990 - 1995 差值 | 144 | 1688 | 543 | 554 | 141 | 0 |
| | 2000 | 1430 | 2999 | 1902 | 1714 | 805 | 26 |
| | 1995 - 2000 差值 | 485 | - 348 | - 100 | - 119 | - 9 | 6 |
| 斑块密度 PD | 1990 | 0.0302 | 0.0627 | 0.0551 | 0.0483 | 0.0254 | 0.0008 |
| | 1995 | 0.0357 | 0.1264 | 0.0756 | 0.0692 | 0.0307 | 0.0008 |
| | 1990 - 1995 差值 | 0.0055 | 0.0637 | 0.0205 | 0.0209 | 0.0053 | 0.0000 |
| | 2000 | 0.054 | 0.1133 | 0.0718 | 0.0647 | 0.0304 | 0.001 |
| | 1995 - 2000 差值 | 0.0183 | - 0.0131 | - 0.0038 | - 0.0045 | - 0.0003 | 0.0002 |
| 最大斑块指数 LPI | 1990 | 29.3307 | 0.1632 | 3.9486 | 2.1235 | 1.5908 | 0.0620 |
| | 1995 | 27.577 | 0.1559 | 3.845 | 2.0998 | 1.5855 | 0.062 |
| | 1990 - 1995 差值 | - 1.7537 | - 0.0073 | - 0.1036 | - 0.0237 | - 0.0053 | 0.0000 |
| | 2000 | 22.3136 | 1.8356 | 3.0203 | 2.0998 | 1.5859 | 0.0645 |
| | 1995 - 2000 差值 | - 5.2634 | 1.6797 | - 0.8247 | 0.0000 | 0.0004 | 0.0025 |
| 斑块形状指数 LSI | 1990 | 79.4576 | 77.7805 | 84.1457 | 86.2288 | 51.3532 | 10.4663 |
| | 1995 | 116.092 | 98.6006 | 90.7908 | 93.2256 | 53.9313 | 10.7409 |
| | 1990 - 1995 差值 | 36.6344 | 20.8201 | 6.6451 | 6.9968 | 2.5781 | 0.2746 |
| | 2000 | 138.5389 | 115.6 | 86.3999 | 90.4977 | 53.8182 | 10.9286 |
| | 1995 - 2000 差值 | 22.4469 | 16.9994 | - 4.3909 | - 2.7279 | - 0.1131 | 0.1877 |
| 斑块结合度指数 COHESION | 1990 | 99.8829 | 93.452 | 99.1666 | 98.7401 | 98.817 | 96.5771 |
| | 1995 | 99.8904 | 92.1026 | 99.0949 | 98.6763 | 98.7908 | 96.5971 |
| | 1990 - 1995 差值 | 0.0075 | - 1.3494 | - 0.0717 | - 0.0638 | - 0.0262 | 0.0200 |
| | 2000 | 99.8791 | 98.0935 | 99.1777 | 98.8153 | 98.7863 | 96.4512 |
| | 1995 - 2000 差值 | - 0.0113 | 5.9909 | 0.0828 | 0.1390 | - 0.0045 | - 0.1459 |
| 聚集度 AI | 1990 | 93.7115 | 74.8834 | 88.771 | 86.8417 | 89.8096 | 90.0604 |
| | 1995 | 90.4895 | 70.3134 | 87.8639 | 85.7718 | 89.2831 | 89.7093 |
| | 1990 - 1995 差值 | - 3.2220 | - 4.5700 | - 0.9071 | - 1.0699 | - 0.5265 | - 0.3511 |
| | 2000 | 87.0841 | 79.9146 | 89.0503 | 86.3225 | 89.3018 | 90.3997 |
| | 1995 - 2000 差值 | - 3.4054 | 9.6012 | 1.1864 | 0.5507 | 0.0187 | 0.6904 |

香农多样性指数 (SHDI) 反映景观类型的多少和景观中斑块的多度和异质性。SHDI = 0 表明整个景观仅由一个拼块组成,景观是均质的;由两个以上的要素构成的景观,各景观类型所占比例相等时,其景观的多样性最高;各景观类型所占比例差别增大,则景观的多样性下降。SHDI 增大,说明拼块类型增加或各拼块类型在景观中呈均衡化趋势分布。1990 - 1995 年的 5 a 间,研究区香农多样性指数 (SHDI) 从 1.751 2 增至 1.834,增幅为 0.082 8。从 1995 - 2000 年的 5 a 间,研究区香农多样性指数 (SHDI) 继续增长的趋势,到 2000 年增至 2.009 5,增幅为 0.175 5。表明研究区各拼块类型的异质性增强,呈均衡化趋势分布。

聚集度指数 (AI) 在景观水平上是通过各个类型斑块面积加权平均计算而得。景观中同类型斑块

被最大程度的离散分布时,其聚集度为 0;当此类型斑块聚集的更加紧密时,聚集度也随之升高;当景观中的此类型斑块被聚合成一个单独的、结构紧凑的斑块时,聚集度为 100。1990 - 1995 年的 5 a 间,研究区景观聚集度指数 (AI) 从 89.082 9 降至 85.869,降幅为 3.213 9。1995 - 2000 年的 5 a 间,研究区景观聚集度指数 (AI) 继续下降的趋势,到 2000 年降至 84.452 2,降幅减少为 1.416 8。表明研究区景观中同类型斑块趋向离散分布。总的看来,在这 10 a 间,淮河上游山丘区区域景观的破碎化程度增加,空间异质性增强,景观中同类型的斑块趋向离散分布。前 5 a,区域受人类干扰的程度和强度减小,而后 5 a,受人类干扰的程度和强度增强。

3.3.2 景观要素类型的变化 各景观要素的格局指数及其变化情况见表 3。

耕地是淮河上游山丘区最主要的景观类型。10 a 间,各类型的耕地景观格局变化差异较大,在此仅讨论平原区水田和平原区旱地的变化情况:1990 - 1995 年,平原区水田的空间异质性在增强,破碎化程度增高。其斑块形状趋向复杂,斑块分布趋向离散。平原区旱地变化趋势同平原区水田且斑块间连接性变差。这是由于随着人口的增长和经济建设活动的增强,部分平原区水田和旱地转为农村居民点景观类型,将原本成片的水田和旱地分割为较零散的斑块造成的。1995 - 2000 年的 5 a 间,平原区水田延续前 5 a 的变化趋势。这是因为在此 5 a 间平原区水田面积减少幅度较大,现有的水田又继续被新增的农村居民点分割破碎,导致其斑块数量大幅增加进而延续离散破碎的趋势。平原区旱地的变化较为复杂,斑块数量减少,斑块密度降低,最大斑块指数发生大幅增长,表明破碎化程度减轻,斑块的聚集度和连接性也有大幅提高。这是因为此 5 a 间大面积的平原区水田转为旱地,将原本破碎、分散的斑块联结成较大的斑块,使其趋向聚集连接。

林地是淮河上游山丘区第 2 大景观类型,在此仅讨论有林地和灌木林地的变化情况:1990 - 1995 年,有林地和灌木林地的破碎化程度加深,斑块形状趋向复杂、离散且连接性变差。这是因为在这 5 a 间,人口增长的压力使得该区仍然存在一部分毁林开垦现象,同时并未实施“退耕还林(草)”工程,有部分林地转化为水田和旱地,新增的耕地将原本成片的林地分割为较零散的斑块造成的。1995 - 2000 年,有林地和灌木林地面积大幅增加,同时破碎化程度减弱,形状趋向规整,斑块聚集度增加且连接性变强。这是由于从 1998 年开始国家明确提出的“禁止毁林开垦、毁林采种”和“有计划有步骤地退耕还林、还牧、还湖”等政策,较好地遏制了该区乱砍滥伐及毁林开垦现象。同时,该区全面推行“退耕还林”工程,1995 - 2000 年的 5 a 间,仅平原区水田转化为各种类型林地的面积就达到 978.73 km²。新增的人工林斑块形状比较规则、简单,同时新增人工林将其中相对分散的林地斑块联结成了较大的斑块,另外该区天然森林植被的自我恢复能力较好,使其聚集度和连接性都有所增强,整体的斑块形状趋向规整。

草地是淮河上游山丘区第 3 大景观类型,在此仅讨论高覆盖度草地的变化情况:1990 - 1995 年,高覆盖度草地的破碎化程度加重,斑块形状变得复杂、离散且连接性变差。这是由于部分高覆盖度草地转化为耕地和林地,被其分割而斑块趋向零散、边界趋向复杂。1995 - 2000 年,高覆盖度草地面积变

化不大,但其破碎化程度有较大幅度减弱,斑块形状趋向规则。斑块的聚集度有所增强,连接性虽然变弱,但变弱的幅度减轻。这得益于该区在这 5 a 间推行的“退耕还林(还草)”工程,虽然没有较大面积的耕地转为草地,但是现有草地得到有效保护和休养生息,加上该区的自然条件优越,草场的自我恢复能力较好,使得该区草地的生态过程趋向优化。

城乡工矿居民用地景观格局变化中,仅讨论农村居民点用地的变化情况:1990 - 1995 年,农村居民点用地面积大幅度增加,同时斑块数量和斑块密度也有较大幅度增加,破碎化程度加大。斑块形状指数增幅极大,整体形状变得复杂、不规则。聚集度和连接度也均有较大幅度的下降。这是由于该区在这 5 a 间人口数量激增,大量新增的农村居民点大部分是由平原区水田和旱地转化而来,新增农村居民点以村级行政单位聚集,村村之间被大片农用地分隔,分布十分离散。1995 - 2000 年,农村居民点用地面积继续增加,但增幅较前 5 a 下降。整体形状继续变得复杂。但聚集度和连接度有所增强。这是由于该区在这 5 a 间新增的农村居民点多是在现有村落的边缘进行扩张,使其趋向聚集连通。

4 结论与建议

1990 - 1995 年的 5 a 间,受研究区推行“水改旱”工程和人口大幅度增加、经济建设速度加快的影响,该区城乡工矿居民用地、水域和草地景观类型面积增加,耕地、林地景观类型面积减少。其中平原区水田景观类型向平原区旱地和农村居民点用地景观类型转化的趋势最为显著。1995 - 2000 年的 5 a 间,受研究区实行“退耕还林(草)”工程和人口增加、经济持续稳步增长的影响,该区林地和城乡工矿居民用地景观类型面积显著增加,耕地、草地和水域景观类型面积减少。其中平原区水田景观类型向平原区旱地、有林地、疏林地和灌木林地景观类型转化的趋势最为明显。同时,平原区旱地有较大面积的景观类型转化为农村居民点。这表明 10 a 来,研究区根据当地实际情况,在进行生态保护、“水改旱”工程和“退耕还林(草)”工程方面取得了一定的成就,但随着人口的增长和经济的发展,又进行耕地的占用来满足当地居民的生活需要。

景观格局指数动态分析结果表明,在景观尺度上,10 a 间,淮河上游山丘区区域景观的破碎化程度增加,景观中同类型的斑块趋向离散分布。前 5 a,区域受人类干扰的程度和强度减小,而后 5 a,受人类干扰的程度和强度增强。各个景观要素类型之间

的变化存在差异。1990 - 1995 年, 占面积优势地位的平原区水田、平原区旱地、有林地、灌木林地和高覆盖度草地等景观要素类型, 其破碎化程度增高, 斑块形状趋向复杂, 斑块分布趋向离散。1995 - 2000 年, 除平原区水田基本延续前 5 a 的变化趋势, 平原区旱地、有林地、灌木林地和高覆盖度草地等景观要素类型的破碎化程度均有减弱, 斑块聚集度增加且连接性强。

淮河上游山丘区的生态系统结构和功能处于“局部改善、整体恶化”的状态, 建议加强退耕还林和植树造林的力度, 并在政策上予以扶持。进一步加强对天然林的保护和对次生林的改造, 提高森林覆盖率, 作好生态环境改造规划。退耕还林主要应是在坡耕地、坡荒地上种植水土保持经济林, 减轻水土流失的程度和强度, 并结合本地实际突出抓好毛竹、茶叶等支柱型产业建设。全面准确评价该区域的水资源承载力, 合理推行“水改旱”工程、进行水源涵养。在城镇建设过程中, 注重城镇服务功能与经济结构的改善与提升, 避免在城镇规划中对面积盲目求大, 充分考虑耕地景观要素类型的敏感性和脆弱性, 缓解新增城乡工矿居民用地对优质耕地的占用, 加强生态建设, 尽量将工程建设对自然生态系统的影响降到最低水平, 真正实现淮河上游山丘区的生态环境保护与社会经济的协调可持续发展。

参考文献:

- [1] 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] 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.
- [3] 胡震峰. 土地利用与景观格局动态变化研究 [J]. 科技情报开发与经济, 2003, 13(12): 143-145.
- [4] 岳德鹏, 王计平, 刘永兵, 等. GIS 与 RS 技术支持下的北京西北地区景观格局优化 [J]. 地理学报, 2007, 62(11): 1223-1231.
- [5] Forman R T T. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions [J]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [6] Turner M G. Landscape ecology: The effect of pattern on process [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989, 20: 171-197.
- [7] 王宪礼, 胡远满, 布仁仓. 辽河三角洲湿地的景观变化分析 [J]. 地理科学, 1996, 16(3): 260-265.
- [8] 常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地景观格局特征分析 [J]. 生态学报, 1998, 18(3): 225-232.
- [9] 张明. 榆林地区脆弱生态环境的景观格局与演化研究 [J]. 地理研究, 2000, 19(1): 30-36.
- [10] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 海南岛景观空间结构分析 [J]. 生态学报, 2001, 21(1): 20-27.
- [11] 曹燕丽, 崔海亭, 刘鸿雁, 等. 五台山高山带景观的遥感分析 [J]. 地理学报, 2001, 56(3): 295-306.
- [12] 王娟, 崔保山, 姚华荣. 云南澜沧江流域景观格局时空动态研究 [J]. 水土保持学报, 2007, 21(4): 85-89.
- [13] 刘淳, 刘明, 王克林, 等. 湘江流域中上游景观格局及其变化 [J]. 生态学杂志, 2007, 26(11): 1822-1827.
- [14] 汤庆新, 张宝雷, 周万村. 较大尺度流域的土地利用/覆盖和景观格局变化分析 [J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 69-71.
- [15] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 近 10 年来长江下游土地利用变化及其生态环境效应 [J]. 地理学报, 2003, 58(5): 659-667.
- [16] 胡志斌, 何兴元, 江晓波, 等. 岷江上游典型时期景观格局变化及驱动力初步分析 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1797-1803.
- [17] 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] 卢玲, 程国栋, 李新. 黑河流域中游地区景观变化研究 [J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 68-74.
- [19] 卢玲, 李新, 程国栋, 等. 黑河流域景观结构分析 [J]. 生态学报, 2001, 21(8): 1217-1224.
- [20] 王玉朝, 赵成义, 蒋平安, 等. 三工河流域绿洲景观格局的定量分析 [J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 51-55.
- [21] 赵成义, 宋郁东, 王玉朝, 等. 三工河流域荒漠绿洲植被动态及其成因分析 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 249-254.
- [22] 黄俊芳, 王让会, 师庆东. 基于 RS 和 GIS 的三工河流域生态景观格局分析 [J]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 275-279.
- [23] 仇恒佳, 卞新民. 环太湖景观生态格局变化研究: 以苏州市吴中区为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1): 81-85.
- [24] 淮河流域地图集编委会. 淮河流域地图集 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [25] Mc Garigal, Marks B. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure [M]// Reference manual. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis Oregon, 1994.
- [26] O'Neill R V, Krumme J R, Gardner R H, et al. Indices of landscape pattern [J]. Landscape Ecology, 1988, 1(3): 153-162.
- [27] Tischendorf L. Can landscape indices predict ecological processes consistently [J]. Landscape Ecology, 2001, 16(4): 235-254.