

黑龙江乌裕尔河流域土地利用及景观变化分析^{*}

刘鸿雁^{1,2}, 赵雨森¹

(1. 东北林业大学 林学院, 哈尔滨 150040; 2. 哈尔滨市水务局, 哈尔滨 150076)

摘要: 为探索乌裕尔河流域土地利用景观格局特征变化及其原因, 以黑龙江省典型流域——黑土区乌裕尔河流域 1995 年和 2000 年的 TM 影像为基本资料, 运用 3S 技术和 Fragstats 软件, 研究了乌裕尔河流域的土地利用及其景观格局的新变化, 从斑块类型水平和景观格局水平对 2 个时段的景观指数进行定量分析, 结果表明: 乌裕尔河流域土地利用景观的主体为耕地, 耕地面积有增加的趋势; 景观类型水平上, 草地、水域和建设用地的破碎化指数表现为略有下降或持平, 耕地、林地和未利用地景观破碎化指数上升, 尤其是耕地该指数增幅较大; 景观格局水平上, 主要景观指数变动趋势对整个流域生态系统功能发挥不利, 流域的生态系统脆弱性在增加。研究结果可为乌裕尔河流域土地利用的合理规划利用及生态景观设计提供思考。

关键词: 乌裕尔河; 土地利用; 景观格局; 斑块; 景观指数; 变化转移矩阵

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)02-0094-06

Analysis on Land-use and Landscape Change of Wuyu'er River Basin in Heilongjiang

LIU Hong-yan^{1,2}, ZHAO Yu-sen¹

(1. Forestry College of Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2. Harbin City Water Authority, Harbin 150076, China)

Abstract: In order to explore the change and its causes of land-use landscape pattern characteristics in Wuyu'er River Basin, by using 1995 and 2000 TM images for basic information in the typical watershed Wuyu'er River Basin in Heilongjiang Province, and 3S technology and Fragstats software, the new changes of land-use and landscape pattern in Wuyu'er River Basin was studied and landscape index quantitative analysis was carried out from the level of patch type and landscape pattern. The main land use of landscape for Wuyu'er River Basin is cultivated land, and there is an increasing trend on the area of cultivated land. In the level of landscape types, the fragmentation index grasslands, waters and land for construction showed the slight decrease or in performance of flat, landscape fragmentation index increased of arable land, forest land and unused land, in particular the large increase of the index of arable land. In the level of landscape pattern, the main trend rate of change adverse the entire basin ecosystem function, and the ecological system vulnerability are increasing. The results can provide reflection for Wuyu'er River Basin in aspect of land-use planning and reasonable utilization and ecological landscape design.

Key words: Wuyu'er river; land use; landscape pattern; plaque; landscape index; changes in the transfer matrix

土地利用是自然基础上人类活动的直接反映, 具有显著的空间特征和时间特点^[1]。研究土地利用格局, 了解其形成和变化的成因与机理, 分析其时空演变规律, 可以进一步了解景观格局与自然、生态过

程和社会经济活动之间的关系^[2]。景观是具有高度空间异质性的区域, 它是由相互作用的斑块以一定的规律组成的^[3]。景观空间格局分析是景观生态学研究的核心问题之一。景观格局及其变化和发展是

* 收稿日期: 2009-05-15

基金项目: 黑龙江省重大科技攻关项目“黑龙江林业生态工程构建技术研究”(GA06B302)

作者简介: 刘鸿雁(1968-), 女, 辽宁昌图人, 博士在读, 主要研究方向: 水土保持及荒漠化防治。E-mail: lhongyanl@sina.com

通信作者: 赵雨森(1957-), 内蒙古阿荣旗人, 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 水土保持与荒漠化防治。E-mail: zhaoy1957@163.com

自然、生物和社会要素相互作用的结果。景观破碎化是与景观变化密切相关,它使景观要素被破碎成众多小斑块,使流域景观结构和功能都受到影响,景观破碎化程度被认为是景观格局及其生态功能趋于不稳定的标志^[4],是对流域范围内生物多样性严重的威胁,是景观格局研究的重要内容之一。进行土地利用及景观格局分析有助于探讨其景观格局和生态过程的相互关系。土地利用及景观格局变化分析一般方法包括遥感图像处理、生成统计报表、景观分析等。本文将GIS和景观空间格局定量指标相结合,对乌裕尔河流域土地利用及景观空间格局进行测定和统计,分析其景观格局指数,从表面上无序的景观中发现其潜在变化规律或趋势,这对土地资源合理利用、土地利用规划和控制水土流失等均有重要意义^[5]。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区域概况

乌裕尔河位于黑龙江省西部,东经 $123^{\circ}47'20''$ — $127^{\circ}27'40''$,北纬 $46^{\circ}23'05''$ — $48^{\circ}25'55''$,属温带大陆性季风气候区。乌裕尔河发源于小兴安岭西麓山前台地沼泽地,是嫩江左岸的较大无尾河流,全长587 km,流域总面积 $19\,060\text{ km}^2$ 。流域范围涉及黑龙江省的拜泉县、北安市、杜蒙县、富裕县、克东县、克山县、林甸县、讷河市、齐齐哈尔市、泰来县、五大连池和依安县等12个县市。乌裕尔河流域土壤类型主要为草甸土、黑土、黑钙土、沼泽土、暗棕壤、风沙土等,其中草甸土 $5\,827\text{ km}^2$ 、黑土 $5\,034\text{ km}^2$ 、黑钙土 $4\,094\text{ km}^2$,广义黑土(草甸土、黑土、黑钙土)占比重相当大,达78.5%。由于流域土壤富含有机质,适合于农业生产,耕地成为主要的景观类型。由于土地的过度开垦和其它不合理利用,该流域对水土流失十分敏感。流域跨越黑龙江省的西部风沙区和漫川漫岗区两个水土保持工作分区。其中风沙区土地面积为 $8\,284\text{ km}^2$,占全流域的43.5%,漫川漫岗区土地面积为 $10\,776\text{ km}^2$,占整个流域的56.5%。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源及处理 本文以黑龙江省1995年和2000年Landsat TM假彩色合成影像为本底数据,以县为单位分幅切割,采用ERDAS IMAGINE 9.1对影像图进行几何校正、影像融合、影像增强、影像拼接和裁剪几何纠正、辐射纠正和投影处理后,详绘1:10万土地利用现状图,图件投影方式为双标准纬线等面积割圆锥投影,采用全国统一的中央经线和双标准纬线,中央经线为东经 105° ,双标准纬线为北纬 25° 和北纬 47° ,坐标原点为 105°E , 0°N 。

通过传统的目视判读解译影像,在人机交互方式下,利用ArcGIS分别对2期TM影像的各种景观类型进行边界勾绘并赋小班属性值,在Geodatabase建立信息库,最后通过拓扑关系生成土地利用景观斑块分布图(附图4)。从Geodatabase中提取各景观类型的斑块特征值后,采用景观格局指数分析法,借助景观分析软件Fragstats从斑块(Patch)、斑块类型(Class)和景观(Land)3个水平上计算各种景观格局指数,进行斑块特征分析和景观异质性分析,以揭示研究区内的景观格局特征。

本文土地利用景观分类主要以《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2007)为依据,遥感解译结合本流域的特点,将土地利用景观划分为6个大类,21个类型:耕地(平原区水田、山区旱地、丘陵区旱地、平原区旱地)、林地(有林地、疏林地、灌木林地、其他林地)、草地(覆盖度>50%为高覆盖草地、覆盖度20%~50%为中覆盖草地、覆盖度<20%为低覆盖草地)、水域(河渠、湖泊、水库或坑塘、滩地)、建设用地(城镇用地、工交建设用地、农村居民点用地)、未利用土地(裸岩石砾地、滩地、盐碱地、沼泽地等)。并在此基础上进行景观制图和建立区域景观数据库。景观制图(附图4)按21类详细类型进行,景观数据分析为便于制表,按土地利用的6大类进行计算分析。

1.2.2 指数选取与计算 本文景观指数的计算均采用Fragstats的公式和计算方法。通过RS和GIS对研究区域影像及景观图处理后,采用景观分析软件Fragstats,从斑块、景观类型和景观格局3个水平上分别计算出2期影像景观指数,本文仅从景观类型(Class)和景观格局水平上进行讨论,由于描述景观格局的指数众多,根据本研究目的,对其中具有代表性的指数作以分析,斑块类型选取了景观百分比 $PLAND$ 、斑块数量 NP 和斑块密度 PD 等10个指数,在景观格局水平上选用多样性指数和优势度指数等多项指数。研究所选用的部分景观指数公式如下:

(1) 斑块所占景观面积的比例 $PLAND$ 。它所度量的是景观的组分,可以作为确定景观中优势元素的依据之一,也是决定景观中的生物多样性、优势种和数量等生态系统指标的重要因素。其计算式如(1)。

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100 \quad (1)$$

式中: a_{ij} ——第*i*类景观要素第*j*个斑块的面积;
 n ——研究区斑块总数; A ——研究区总面积。

(2)分维数。数值范围 $1 \leqslant F R A C \leqslant 2$, 表征景观斑块形状的复杂程度。

$$P R A C=\frac{2 \ln (0.25 p_{ij})}{\ln a_{ij}} \quad(2)$$

式中: p_{ij} ——第 i 类景观要素第 j 个斑块的周长; a_{ij} ——第 i 类景观要素第 j 个斑块的面积。

(3) Simpson 多样性指数。数值范围 $0 \leqslant S I D I < 1$, 是景观斑块丰富程度和均匀程度的综合反映。

$$S I D I=1-\sum_{i=1}^m P_i^2 \quad(3)$$

式中: P_i ——第 i 类斑块体占景观总面积的比例; m ——研究区景观斑块体的类型总数。

(4) 香农多样性指数 $S H D I$ 。是一种基于信息理论的测量指数, 能反映景观异质性, 是景观斑块丰富程度和均匀程度的综合反映。数值范围 $S H D I \geqslant 0$, $S H D I$ 的大小反映景观要素的多少和各景观要素所占比例的变化。当景观为均质时, 其多样性指数为 0, 当各景观类型所占比例相等时, 其景观的多样性为最高; 各景观类型所占比例差异增大, 则景观的多样性下降。其计算公式如(4)。

$$S H D I=-\sum_{i=1}^m\left(P_i \times \ln P_i\right) \quad(4)$$

式中: P_i ——第 i 类斑块体占景观总面积的比例; m ——研究区景观斑块体的类型总数。

(5) 散布与并列指数 $I J I$ 。描述景观空间格局最重要的指标之一。其单位为百分比, 取值在 0~100 之间。 $I J I$ 取值小时表明拼块类型 i 仅与少数几种其它类型相邻接; $I J I=100$ 表明各拼块间比邻的边长是均等的, 即各拼块间的比邻概率是均等的。 $I J I$ 值大, 间接反映出其受人类活动影响剧烈, 周边景观类型 (Class) 丰富。本文对 $I J I$ 景观指数在 Class 水平和 Land 水平上都进行了计算, 这里只列出 Class 水平上的计算式如(5)。

$$I J I=\frac{-\sum_{k=1}^m\left[\left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}}\right) \ln \left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}}\right)\right]}{\ln (m-1)} \times 100 \quad(5)$$

式中: i ——斑块类型; m ——研究范围内景观斑块的类型总数; e_{ik} ——与类型为 k 的斑块相邻的斑块 i 的边长。

(6) 蔓延度指数 $C O N T A G$ 。百分比值, 范围 $0 < C O N T A G \leqslant 100$ 。 $C O N T A G$ 指标描述的是景观里不同拼块类型的团聚程度或延展趋势。由于该指标包含空间信息, 是描述景观格局的最重要的指数之一。高蔓延度值说明景观中的某种优势拼块类型形成了良好的连接性; 反之则表明景观是具有多种要素的密集格局, 景观的破碎化程度较高。而且研究发现蔓延度和优势度这两个指标的最大值出现在同一个景观样区^[6]。 $C O N T A G$ 指数计算公式如式(6)。

$$C O N T A G=100+\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m\left[P_i \cdot \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}}\right] \cdot\left[\ln \left(P_i\right)-\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}}\right]}{2 \ln (m)} \times 100 \quad(6)$$

式中: g_{ik} ——类型斑块和 k 类型斑块毗邻的数目; p_i ——第 i 类斑块体占景观总面积的比例; m ——研究区景观斑块体的类型总数。

(7) 景观破碎化指数 $F N$, 用来描述景观被分割的破碎程度和结构复杂性, $F N$ 值在 0~1 之间, 0 表示无破碎化, 1 代表完全破碎。其计算公式如式(7)。

$$F N=\left(N_P-1\right) / N_c \quad(7)$$

式中: N_P ——结构中各类斑块的总数; N_c ——研究区域总面积与最小斑块面积之比。

2 土地利用变化的时空分析

乌裕尔河流域 1995 年和 2000 年各类土地利用现状所占面积及比例统计结果如表 1 所示。

本文对土地利用变化的研究主要是在 ArcGIS 的支持下, 通过对 2 个时期的土地利用图进行空间叠加运算, 求出各时期土地利用类型的转移矩阵, 再进一步分析土地利用变化过程^[8-9]。地图代数法求得两期土地利用转移矩阵的公式如式(8)。

$$M_i=N^k \times 10-N^{k+1} \quad(8)$$

式中: M_i ——土地利用类型转移代码; N^k ——前一时期的土地利用情况; N^{k+1} ——后一时期的土地利用情况。土地利用转移矩阵计算结果如表 2 所示。

表 1 乌裕尔河流域土地利用现状统计表

年份	地类	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	合计
1995	面积/hm ²	1155086	124411	140544	64036	70464	351450	1905992
	比例/%	60.60	6.53	7.37	3.36	3.70	18.44	100
2000	面积/hm ²	1182146	105846	151347	68807	70085	327762	1905992
	比例/%	62.02	5.55	7.94	3.61	3.68	17.20	100
增量		1.42	-0.97	0.57	0.25	-0.02	-1.24	

表 2 乌裕尔河流域 1995– 2000 年土地利用转移矩阵

hm²

项 目	2000 年						1995 年合计
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	
1995	耕地	1125997. 47	5955. 85	10085. 86	461. 39	230. 11	1155086. 00
	林地	23517. 44	98220. 94	1148. 74	16. 83	2. 80	124410. 97
	草地	11365. 88	614. 65	110451. 47	150. 48	3. 34	140544. 41
	水域	137. 49	13. 71	385. 34	62012. 66	0. 21	1487. 04
	建设用地	213. 57	2. 85	170. 83	19. 79	69826. 85	70464. 30
	未利用地	20913. 92	1037. 58	29105. 09	6145. 56	21. 49	294226. 60
	2000 年合计	1182145. 77	105845. 58	151347. 33	68806. 71	70084. 80	327762. 18
面积增量		27059. 77	– 18565. 39	10802. 92	4770. 26	– 379. 50	– 23688. 06
变化率/ %		2. 34	– 17. 54	7. 14	6. 93	– 0. 54	– 7. 23

从表 2 可以看出: 面积增加最多的是耕地, 其次是草地和水域。2000 年耕地较 1995 年增加 27 059. 77 hm², 草地、水域分别增加 10 802. 92 hm²、4 770. 26 hm²。增加的面积主要来源于林地和未利用地(沼泽地占 91. 3%), 其中, 林地减少 18 565. 39 hm², 未利用地减少 23 688. 06 hm²。各类土地利用面积变动反映出该时间段主要表现为耕地数量外延, 与其对应的是林地和未利用地面积的减少。而林地和沼泽地面积的减少, 对于本流域的生态环境保护及水土保持会产生不利的影响。同时, 土地利用类型的相互转化反映出随着国家政策的变动、经济发展及人口增加, 对耕地的压力也加大, 驱使耕地增加, 未利用地(尤其是沼泽地) 被大面积开垦耕种, 迫使林地等面积被动减少。

造成草地和水域面积增加的原因是多方面的,

除自然因素的影响外, 人为将未利用地(沼泽地) 开发为耕地, 其中部分沼泽地向两个极端分化, 湿地促生为草地和水域。未利用地的景观分割为草地和水域, 很大程度降低了未利用地中重要部分——湿地在整个流域的生态功能。从 1995– 2000 年土地利用景观分析结果看, 未利用地中的沼泽地部分直接减小 21 622. 58 hm², 其收缩程度明显过大。草地景观内部高、中、地草地变化也比较明显。

3 景观变化分析

3. 1 景观类型水平(Class level) 分析

进行土地利用景观类型级别分析能反映出研究区中各类景观类型的结构特征, 揭示其中变化重点和趋势。表 3 列出了 1995 年和 2000 年主要景观类型的空间格局特征指数的变化情况。

表 3 乌裕尔河流域土地利用景观类型的景观指标

项目	<i>PLAND</i> / %	<i>NP</i> / 个	<i>PD</i> / (个· km ⁻²)	<i>TE</i> / km	<i>ED</i> / (m· hm ⁻²)	<i>LSI</i>	<i>PAFRAC</i>	<i>IJI</i> / %	<i>FN</i>	<i>AI</i> / %
1995 年	耕地	60. 60	399	2. 09	18621. 78	9. 77	44. 72	1. 26	88. 87	0. 071
	林地	6. 53	664	3. 48	4954. 32	2. 60	36. 81	1. 33	70. 26	0. 118
	草地	7. 37	769	4. 03	7349. 52	3. 86	50. 17	1. 42	73. 79	0. 137
	水域	3. 36	451	2. 37	2263. 05	1. 19	22. 52	1. 20	67. 80	0. 080
	建设用地	3. 70	3114	16. 34	8017. 8	4. 21	75. 77	1. 28	28. 06	0. 553
	未利用地	18. 44	228	1. 20	9267. 57	4. 86	39. 66	1. 38	84. 39	0. 040
2000 年	耕地	62. 02	614	3. 22	20572. 05	10. 79	48. 82	1. 31	90. 92	0. 109
	林地	5. 55	785	4. 12	5430. 15	2. 85	43. 21	1. 36	58. 64	0. 139
	草地	7. 94	755	3. 96	7585. 32	3. 98	49. 86	1. 42	72. 28	0. 134
	水域	3. 61	415	2. 18	2319. 75	1. 22	22. 26	1. 22	73. 67	0. 074
	建设用地	3. 68	3109	16. 31	7997. 64	4. 20	75. 79	1. 29	26. 26	0. 553
	未利用地	17. 20	287	1. 51	8792. 25	4. 61	38. 99	1. 35	78. 64	0. 051

进行景观类型水平分析时, 选定 9 个景观指标: 景观百分比 *PLAND*、斑块数量 *NP*、斑块密度 *PD*、总边缘长度 *TE*、边缘密度 *ED*、景观形状指标 *LSI*、周长面积分维数 *PAFRAC*、散布及并指数 *IJI*、景

观破碎化指数 *FN* 和聚合度 *AI*, 2 期景观类型指数计算结果表 3。从表 3 可以看出: 耕地面积的增加, *PLAND* 指数增加, 斑块数量 *NP* 也大幅增加 215 个, 尤其景观破碎化指数 *FN* 由 0. 071 增到 0. 109,

边缘密度、分维数和面积加权平均形状指数增大,说明了耕地斑块更加破碎,耕地景观边缘更趋复杂,分布更为分散;散布与并列指数 *IJI* 增加,也说明耕地与其它景观类型的分布关系变得复杂,连通性降低,反映了人类对耕地的开发程度增强。而林地和未利用地各类指数: *PLAND*、*TE*、*ED*、*LSI* 和 *IJI* 的相应减小, *FN* 指数的增大,同时反应出耕地向林地和未利用地拓展的结果,耕地、林地和未利用地的空间关系更加密切。

城镇建设用地所占景观面积、百分比 *PLAND* 和 *IJI* 等多项指数均略微减小或持平,间接表明建设用地原来分散的城区与工矿用地逐渐连成了一体,呈现大片的连续分布,连通性增强,其形状也更加规则。水域面积增加而斑块数减少, *TE*、*ED*、*PAFRAC*、*IJI* 和 *AI* 增加,这说明原来较小的水体与河网逐渐被趋于成互连的水域,分布更集中,形状更简单,相互连通性增强,小片水域逐渐消失,湿地面积空间分布不均。而草地则在人类的开发下伴随耕地、水域的变动变得更加集中,连通性与分散度降低。

3.2 景观格局水平(landlevel)分析

计算了乌裕尔河全流域的多样性指数、优势度指数、均匀度指数、分维数、总破碎度等,结果见表4。

从表4中看出,1995年和2000年乌裕尔河流域经过5a的变迁,总体景观空间格局特征显现了客观的变化。流域内斑块数量从5625增加到5965,增加340个,斑块密度从0.295增加到了0.313,由此造成斑块平均尺寸从338.84降低至319.53,降低19.314。斑块总边缘长度指数 *TE* 从1995年的25237 km 增长4.40%,2000年达到26349 km,斑块边缘密度指数 *ED* 同步呈显增大趋势,景观形状指标 *LSI*、蔓延度 *CONTAG* 和周长-面积分维数 *PAFRAC* 增大,说明了景观斑块不规则程度呈现上升。散布及并列指数 *IJI* 略有增加,体现了在景观级别上各个斑块类型间的总体散布与并列状况有所增加,这与其斑块数量的增长是相适应的。形式数量、形状等趋于复杂。这说明了斑块的破碎化程度加大,这点直接从景观分割度 *DIVISION* 指数和分离度指数(*SPLIT*)增大得到反应。景观破碎化不仅导致生物多样性丧失,亦破坏土地利用景观稳定性,加剧水土流失、降低土地利用持续性。乌裕尔河流域2005年土地利用景观分割度较1995年的0.746增加0.107,上升到0.853,说明在人类不合理活动加剧了乌裕尔河流域景观破碎化进程,流域景观被破坏程度不容乐观,需采取有效的措

施和政策,来减少人为干扰的影响。

香农多样性和均匀度指数减小,说明景观异质程度下降,景观类型有向单一化或非均衡化方向发展的趋势,这也是本区内耕地、园地与城镇建设用地面积大量增加,而林地与水域大量减少的直接反映。但这也降低了景观的抗干扰的能力与整个生态系统的稳定性。

表 4 乌裕尔河流域土地利用景观类型的景观指标比较

景观指数	1995 年	2000 年	增量
景观面积/ hm^2	1905992	1905992	
<i>NPI</i> 个	5625	5965	340
<i>PD</i> (个 $\cdot \text{km}^{-2}$)	0.295	0.313	0.018
<i>MPS</i> 斑块平均尺寸/ hm^2	338.84	319.53	- 19.314
<i>LPI</i> (最大斑块占景观面积比例/ %	48.845	28.22	- 20.626
<i>TE</i> / km	25237	26349	1112
<i>ED</i> ($\text{m} \cdot \text{hm}^{-2}$)	13.24	13.82	0.58
<i>LSI</i>	47.89	49.90	2.01
<i>PAFRAC</i>	1.334	1.357	0.022
<i>CONTAG</i> 蔓延度/ %	62.649	63.08	0.430
<i>PLADJ</i> 相似邻接比/ %	97.966	97.88	- 0.087
<i>IJI</i> / %	77.823	76.55	- 1.271
<i>COHESION</i> (斑块结合度)	99.925	99.90	- 0.022
<i>DIVISION</i> (景观分割度)	0.746	0.853	0.107
<i>MESH</i> (有效粒度尺寸)/ hm^2	483672	279490	- 204182
<i>SPLIT</i> (分离度指数)	3.941	6.820	2.879
<i>PR</i> (图斑丰富度)	6	6	
<i>PRD</i> (图斑丰富度密度)	0.0003	0.0003	
<i>SHDI</i> (香农多样性指数)	1.222	1.202	- 0.020
<i>SIDI</i> (Simpson's 多样性指数)	0.587	0.5737	- 0.013
<i>MSIDI</i> (修正 Simpson's 多样性指数)	0.883	0.8526	- 0.031
<i>SHEI</i> (香农均匀度指数)	0.682	0.6709	- 0.011
<i>SIEI</i> (Simpson's 均匀度指数)	0.704	0.6884	- 0.015
<i>MSIEI</i> (修正 Simpson's 均匀度指数)	0.493	0.4759	- 0.017
<i>D</i> (优势度)	0.570	0.5900	0.0200
<i>AI</i> (聚合度)	98.011	97.9231	- 0.088

4 结论与建议

通过上述分析可以看出,乌裕尔河流域土地利用景观格局在1995—2000年的变化情况为:

(1) 乌裕尔河流域土地利用景观的主体为耕地,土地面积始终保持在60%以上,并呈现向外拓展趋势,流域呈现农业生态系统特征,其它依次是未利用

地、草地、林地、建设用地和水域。耕地、草地和水域面积增加而林地、建设用地和未利用地减少。尤其以林地和未利用地(主要是沼泽地)向耕地转移最为突出。

(2)从景观类型水平分析,草地、水域和建设用地的破碎化指数略有下降或持平,耕地、林地和未利用地景观破碎化指数的上升,尤其是耕地该指数增幅较大,集中反应出耕地面积和格局的变动,对整个流域的各类土地利用景观有显著影响,耕地与其他各类土地利用景观关系更加密切,同时反应出人类活动对流域景观的稳定性和可持续发展影响较强。

(3)从整个流域景观格局分析,流域斑块数量增加、景观分割度、分离度指数 *SPLIT* 等指数增大,斑块平均尺寸 *MPS*、散布及并列指数 *IJI*、有效粒度尺寸 *MESH* 和香农多样性指数 *SHDI*、Simpson's 多样性指数 *SIEI* 和聚合度 *AI* 减小,表明流域景观的实际变化情况,变动趋势对区域整个流域生态系统功能发挥不利。说明流域在耕地迅速增加对流域景观格局的变化产生了重要作用,景观格局的变化对区域生态环境和社会产生了不良影响,生态系统脆弱性在增大,所以今后应加强流域生态型土地利用类型措施,增强流域可持续发展能力。

(上接第 93 页)

参考文献:

[1] 陈立新. 城市土壤质量演变与有机改土培肥作用研究 [J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 36-39.

[2] Bullock P, Gregory P. Soil sin the urban environment. Black_well Scientific Publications [M]. Oxford: Great Britain, 1991.

[3] Kelsey P. Hootman R. Soil resource evaluation for a group of sidewalk street planters [J]. Arboricultural Journal. 1990, 16(5): 113.

[4] Hant B, Walmsly T J, Bradshaw A D. Importance of soil physical conditions for urban tree growth// Hodge [J]. Research for Practical Arboriculture Forestry. Commission Bulletin, 1991, 5: 54-62.

[5] 马建华, 张丽, 李亚丽. 开封市城区土壤性质与污染的初步研究 [J]. 土壤通报, 1999, 30(2): 93-96.

[6] 吕晓男, 陆允甫, 王人潮. 土壤肥力综合评价初步研究 [J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 1999, 25(4): 378-382.

[7] 邓南荣, 吴志峰, 刘平, 等. 城市园林绿化用地土壤肥力诊断与综合评价 [J]. 土壤与环境, 2000, 9(4): 287-89.

[8] 边振兴, 王秋兵. 沈阳市公园绿地土壤养分特征的研究 [J]. 土壤通报, 2003, 34(4): 284-290.

参考文献:

[1] 王思远, 张增祥, 周全斌, 等. 中国土地利用格局及其影响因子分析 [J]. 生态学报, 2003, 23(4): 649-656.

[2] 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.

[3] 李淑娟, 隋玉正, 李玉文, 等. 黑龙江省帽儿山地区景观格局及其多样性 [J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(1): 14-17.

[4] 沈竞, 宋丁全, 岳天祥. 江苏省 1980- 2000(三期) 景观格局变化分析 [J]. 金陵科技学院学报, 2007, 23(1): 94-94.

[5] 钱乐祥, 陶黎新. 福建森林植被景观空间格局分析研究 [J]. 热带地理, 1997, 17(4): 397-404.

[6] 施志国, 邓华锋, 彭道黎. 沽源县土地利用景观格局变化研究 [J]. 内蒙古林业科技, 2009, 35(1): 134-137.

[7] 吕亚军, 鲁建伟. 基于 Fragstats 的徐州市景观格局变化分析 [J]. 北京工业职业技术学院学报, 2009, 8(2): 1-4.

[8] 袁艺, 史培军. 快速城市化过程中土地覆盖格局研究 [J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1832-1840.

[9] 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.

[9] 卢瑛, 甘海华, 史正军, 等. 深圳城市绿地土壤肥力质量评价及管理对策 [J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 153-156.

[10] 王辛芝, 张甘霖, 俞元春, 等. 南京城市土壤 pH 和养分的空间分布 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30(4): 69-72.

[11] 章海波, 骆永明, 赵其国, 等. 基于改进层次分析法的土壤肥力质量综合评价 [J]. 土壤学报, 2006, 43(4): 577-583.

[12] 胡素英, 刘豫明. 华南地区城市园林植物土壤理化状况分析 [J]. 湖北农业科学, 2003(4): 76-77.

[13] 鲍士达. 土壤农化分析 [M]. (3 版) 北京: 中国农业出版社, 2002: 47-56.

[14] 孟昭虹, 周嘉. 哈尔滨城市土壤理化性质研究 [J]. 哈尔滨师范大学: 自然科学学报, 2005, 21(4): 102-105.

[15] 于法展, 李保杰, 刘尧让, 等. 徐州市城区绿地土壤的理化特性 [J]. 城市环境与城市生态, 2006, 19(5): 34-37.

[16] Peter B. Soils in the Urban Environment [M]. London: Blackwell Scientific Publications, 1991: 4-192.

[17] 全国土壤普查办公室. 中国土种志(第四卷) [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 12-554.

[18] Jim C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth [J]. Urban Ecosystems, 1998, 2: 174-178.