

内蒙古河套灌区土地利用与景观格局变化研究

张银辉^{1,2}, 罗毅¹, 刘纪远¹, 庄大方¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 利用 1985 年和 2000 年的土地利用数据, 对内蒙古河套灌区的土地利用变化及景观格局变化进行了研究。借助 GIS 软件 ArcInfo 和 ArcView 及景观格局分析软件包 FRAGSTATS 等软件, 分别对灌区的土地利用变化总体特征、速度、变化过程以及景观级别的动态特征进行了分析, 同时, 比较了灌区土地利用变化以及景观变化的区域差异。结果表明: 灌区中的耕地与草地占绝对优势, 表明灌区以农牧为主的社会经济结构; 土地退化现象十分明显, 26.9% 的高覆盖度草地转化为中覆盖度草地, 部分低覆盖度草地转化为荒漠地, 耕地退化主要表现为盐碱化; 景观变化主要表现为景观呈破碎化趋势, 景观多样性提高, 斑块类型趋于离散。5 个旗、市(县)的景观变化各具特点, 以临河市与乌拉特前旗最为显著, 这与土地利用变化的区域差异分析结果是一致的。

关键词: 内蒙古河套灌区; 土地利用变化; 景观格局

中图分类号: Q 149; P901

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)01-0061-05

0 引言

内蒙古河套灌区位于 40°15'~41°18'N, 106°20'~109°19'E, 东西长 250 km, 南北宽 50 km, 总面积 1.7 万 km², 是亚洲最大的一自流引水灌区, 我国三个特大型灌区之一。灌区西与乌兰布和沙漠相连, 东与包头市为邻, 北至阴山山脉的狼山和乌拉山, 黄河自西向东环绕灌区南缘, 横跨巴彦卓尔盟的乌拉特前旗、五原县、临河市、杭锦后旗、磴口县 5 个旗、市(县)。灌区干旱少雨, 干燥多风, 年平均降水量 188 mm, 年蒸发量为 2000~2700 mm。灌区农田面积 554632 hm², 灌溉水源主要来自黄河水, 多年平均引黄水量达 52 亿 m³, 是内蒙古西部农业经济发展的主要区域, 也是全区乃至全国重要的商品粮、油、糖生产基地。

灌区在为经济、社会发展做出突出贡献的同时, 也对当地的生态和全流域的水资源形势产生了不利影响。由于当地气候干燥, 天然降雨少, 土地垦植率较高, 沙化、退化明显, 冬春季节耕地裸露, 缺乏覆盖, 容易形成扬尘天气, 造成水土流失。灌区的灌溉水源高度依赖有限的黄河水, 因而对黄河水引用和消耗很大, 从整体上形成对黄河水资源较大的压力和沉重的负担。受 20 世纪 90 年代以来全球气候变化的影响, 灌区旱情加剧, 对黄河水资源的依赖度进一步提高, 对黄河水资源形成的压力和负担比以往任何时候都更加严重。与此相关的黄河断流增强、沙尘暴加剧现象在全社会引起广泛的关注。面临一系列的水资源利用以及生态环境恶化问题, 目前该区的研究主要侧重于如何发展节水农业^[1,2], 以及土壤盐渍化的改良及监测^[3-5]等方面。对该区土地利

用变化及其生态环境效应, 以及驱动力的系统研究有待进一步的探索。本文利用 1985 与 2000 年 2 期的土地利用数据, 对该区土地利用动态变化进行系统的分析, 同时应用景观生态学的理论与方法, 研究灌区的景观格局变化, 为灌区土地资源的可持续利用及社会经济的可持续发展提供依据。

1 数据来源与研究方法

本文数据来源于中国科学院资源与环境数据中心的全国 1:10 万土地利用数据库, 包括河套灌区 1985 年与 2000 年土地利用数据。该中心根据土地资源的属性和利用属性, 将土地利用分类系统共分为二级, 包括一级类型 6 个和二级类型 25 个, 其中一级类型包括耕地、林地、草地、水域、城乡建设用地以及未利用土地, 二级类型则根据土地的覆盖特征、覆盖度及人为利用方式上的差异做进一步的划分, 例如林地进一步划分为有林地、灌木林和疏林地, 草地进一步划分为高覆盖度、中覆盖度和低覆盖度草地, 数据存储格式是以 ARC/INFO 的 COVER AGE 格式进行存放的^[6]。由于数据库中土地利用二级分类系统过于庞杂, 考虑到景观空间格局的需要和灌区的地理环境, 将二级分类合并, 得到 11 种土地利用类型(景观类型): 耕地、有林地、灌木林、疏林地、果园、高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地、水域、城乡建设用地以及未利用土地。

在土地利用变化分析中, 借助 ARC/INFO 软件, 通过 2 期土地利用数据图和土地利用类型转移矩阵简要分析灌区土地的总体变化以及变化过程。然后采用目前国际上流行的景观空间格局分析软件包 FRAGSTATS, 在分析景观结构和空间异质性变化的基础上, 分析景观格局在时间上的变化规律。景观格局分析基于由矢量格式转换为栅格格式的类型图, 栅格单元为 50 m × 50 m。FRAGSTATS 可以计算 60 多种景观指标, 但许多指标之间都是高度相关的^[7]。根据研究区的特征, 本文着重选取有代表性的指标和景观指数进行计算分析, 选用了 8 个指标(见表 1), 这些指标的公

收稿日期: 2004-03-17 修订日期: 2004-10-10

基金项目: 国家自然科学基金“中国西部环境与生态科学”计划重点项目(90102014); 内蒙古河套灌区浅层地下水动态变化的生态环境效应

作者简介: 张银辉(1977-), 女, 山东新泰人, 博士生, 主要从事遥感应用与土地利用/覆被变化研究。北京 中国科学院地理科学与资源研究所, 100101。Email: yhzhang@igsnrr.ac.cn

式和计算方法都采用 FRA GSTA TS 的表示方式^[8]。

表 1 主要景观指数及其涵义

Table 1 The diagnostic indices and ecological meaning of landscape pattern

| 景观指数 | 计算公式 | 涵义描述 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 斑块个数 NP | $NP = N_i$ | 描述景观中斑块总个数 |
| 边缘密度 ED | $ED = \left(\sum_{k=1}^n e_{ik}/A \right) \times 10000$ | 描述斑块边缘与形状变化 |
| 平均斑块大小 MPS | $MPS = \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \right) / N_i \times (1/10000)$ | 描述景观各斑块的平均面积大小 |
| 斑块面积变异系数 $PSCV$ | $PSCV = PSSD / MPS \times 100$ | 描述斑块面积离散程度 |
| 平均接近指数 MPI | $MPI = \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{a_{ijk}}{h_{ijs}} \right) / N$ | 描述同类型斑块的邻近程度, 反映景观格局的破碎程度 |
| 蔓延度指数 $CONTAG$ | $CONTAG = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[(P_i) \frac{g_{ik}}{m} \right] \cdot \left[(\ln P_i) \frac{g_{ik}}{m} \right]}{2 \ln m} \right] / 100$ | 描述景观不同类型的聚集和延展程度, 高蔓延度值表明景观中存在连通性较好的某种优势斑块类型, 反之则表明景观由连结性较差的多种斑块类型所组成, 景观破碎化 |
| Shannon 多样性指数 $SHDI$ | $SHDI = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$ | 描述景观中各类斑块的复杂性和变异性 |
| Shannon 均匀度指数 $SHEI$ | $SHEI = SHDI / \ln m$ | 描述不同景观类型分配的均匀程度 |

注: 在 NP 、 ED 、 MPS 、 $PSCV$ 、 MPI 公式中, $i=1, \dots, n$, —— 斑块类型序号; $j=1, \dots, a$, —— 斑块序号; N —— 景观中斑块总数; e_{ik} —— 景观中斑块类型 i 和 k 之间的边缘总长度; A —— 景观总面积; a_{ij} —— 斑块的面积; $PSSD$ —— 斑块面积标准差。在 MPI 公式中, m, k —— 斑块类型数; a_{ijs} —— 离斑块 ij 指定距离内的同类斑块 ijs 的面积; h_{ijs} —— 离斑块 ij 指定距离内同类斑块与斑块的距离; N —— 景观中斑块数量。在 $CONTAG$ 、 $SHDI$ 、 $SHEI$ 公式中, m, k —— 斑块类型数; P_i —— 斑块类型 i 所占景观面积的比例; g_{ik} —— 斑块类型 i 和 k 之间相邻的格网单元数。

2 土地利用变化分析

2.1 土地利用变化的基本状况

20 世纪 80 年代中期至 2000 年间, 灌区土地利用的数量变化主要表现为(表 2): 耕地面积减少 57271.5 hm^2 , 以乌拉特前旗的耕地减少最为显著; 草地类型中, 高覆盖度草地减少了 48015.7 hm^2 , 而中覆盖度草地和低覆盖度草地分别增加了 72755.9 和 14360.32 hm^2 ; 城乡建设用地增加了 2605.49 hm^2 , 主要集中在巴彦淖尔盟的行政公署所在地临河市; 未利用地的面积增加了 13617.63 hm^2 , 其新增面积主要集中在五原县。在过去的 15a 内, 农牧用地仍然为主要用地, 说明灌区以农牧为主的社会经济结构。

表 2 内蒙河套灌区土地利用的年变化率

Table 2 The change rate of classified land-use in Hetao Irrigation District

| 土地利用类型 | 1985 年面积 / hm^2 | 2000 年面积 / hm^2 | 15a 间面积 变化/ hm^2 | 土地利用 年变化率/% |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|
| 耕地 | 613684.13 | 556412.63 | - 57271.50 | - 0.62 |
| 有林地 | 25351.20 | 25462.50 | 111.30 | 0.03 |
| 灌木林 | 19608.41 | 19640.07 | 31.67 | 0.01 |
| 疏林地 | 1558.15 | 1797.67 | 239.52 | 1.02 |
| 果园 | 770.38 | 1125.44 | 355.06 | 3.07 |
| 高覆盖度草地 | 187934.69 | 139919.00 | - 48015.70 | - 1.70 |
| 中覆盖度草地 | 294351.07 | 367106.98 | 72755.90 | 1.65 |
| 低覆盖度草地 | 91848.83 | 106209.16 | 14360.32 | 1.04 |
| 水域 | 59017.12 | 60226.17 | 1209.05 | 0.14 |
| 城乡建设用地 | 118931.76 | 121537.25 | 2605.49 | 0.15 |
| 未利用地 | 334235.36 | 347852.99 | 13617.63 | 0.27 |
| 总面积 | 1747289.85 | 1747289.85 | — | — |

土地利用的动态可定量描述区域土地利用变化的速度, 它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用趋势都具有积极的作用^[9]。根据单一土地利用类型动态度和综合土地利用动态度的公式^[10]分别计算出河套灌区 6 种土地利用类型的年变化率和该区土地利用年变化率(表 2)。从表 2 可以看出, 河套灌区土地利用变化速度比较快, 年均变化速度为 0.4%; 其中以果园的变化速度最快, 其年变化率达到 3.07%; 其次是高覆盖度草地和中覆盖度草地; 耕地由于总量较大, 土地利用变化的部分所占比例较小, 年变化率为 0.62%, 而果园总量很小, 因而年变化率为 11 种用地中最高的。上述结果忽略了土地利用变化的内在过程, 只反映出土地利用数量上的变化速度。

2.2 土地利用数量变化的区域差异

单一土地利用类型的相对变化率可用来反映土地利用数量变化的区域差异。区域某一特定土地利用类型变化率 R 可表示为^[12]

$$R = \frac{|K_b - K_a| \times C_a}{K_a \times |C_b - C_a|} \times 100\%$$

式中 K_a, K_b —— 分别为区域某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积, hm^2 ; C_a, C_b —— 分别代表全研究区某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积, hm^2 。

根据上述公式, 计算出灌区磴口县、杭锦后旗、临河市、五原县、乌拉特前旗 5 个旗(市、县)的土地利用相对变化率(表 3)。结果显示土地利用数量变化存在着明显的区域差异。耕地类型中以乌拉特前旗的相对变化率为

最大, 达到 208.8%, 五原县的相对变化率最小; 有林地相对变化率以磴口县为最大, 达到 310.2%, 五原县的相对变化率最小; 疏林地的相对变化率以临河市为最大, 达到 2438.49%, 五原县最小, 仅有 0.03%; 果园的相对变化率以临河市为最大; 草地的相对变化率以乌拉特前旗为最大, 杭锦后旗的相对变化率最小; 水域以杭锦后旗的相对变化率为最大, 达到 576.39%, 五原的相对变化率最小; 城镇用地相对变化率以临河市为最大, 最小的为杭锦后旗; 未利用地的相对变化率以临河市为最大, 杭锦后旗最小。表中区域某种土地利用类型的相对变化率大于 1, 则表示该区域这种土地利用类型变化较全区域大。

表 3 内蒙古河套灌区各旗市县土地利用相对变化率

Table 3 Relative change rate of classified land-use in different parts of the region %

| 土地利用类型 | 磴口 | 杭锦后旗 | 临河市 | 五原县 | 乌拉特前旗 |
|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 耕地 | 13.98 | 18.60 | 134.52 | 0.08 | 208.80 |
| 有林地 | 310.20 | 93.96 | 94.98 | 56.75 | 81.01 |
| 灌木林 | 1.25 | 0 | — | — | 101.67 |
| 疏林地 | 123.24 | 0.06 | 2438.49 | 0.03 | 0.06 |
| 果园 | — | — | 185.71 | 0 | 0.01 |
| 高覆盖度草地 | 67.34 | 18.37 | 59.12 | 44.38 | 108.43 |
| 中覆盖度草地 | 54.66 | 23.87 | 111.51 | 30.79 | 165.74 |
| 低覆盖度草地 | 118.36 | 45.78 | 71.05 | 132.22 | 177.46 |
| 水域 | 161.61 | 576.39 | 529.76 | 44.22 | 105.86 |
| 城镇用地 | 88.84 | 0.02 | 191.20 | 153.67 | 28.84 |
| 未利用地 | 38.04 | 24.49 | 818.36 | 770.25 | 250.60 |

注: “—”表示无该项用地类型。

从上述的土地利用相对变化率表中, 可以看出, 以临河市及乌拉特前旗的土地利用变化最为显著。临河市为内蒙古巴彦淖尔盟行政公署所在地, 全盟政治、经济、文化、交通的中心, 正在形成为内蒙古西部区一个新兴的工业城市, 城市化的发展是该区土地利用变化的主要动因; 土地退化、生态建设是乌拉特前旗土地利用变化的直接原因。

2.3 土地利用类型的时空转换

灌区各种土地利用类型在 15a 间尽管发生了十分复杂的相互转换, 但主要土地利用类型仍然为农牧用地, 表明灌区以农牧为主的社会经济结构。从表 4 可以看出, 土地利用类型转换矩阵中, 高覆盖度草地至中覆盖度草地的转换率最高, 耕地到草地的转换率也比较高, 原因主要来自于生态建设时的退耕还草。耕地与草地之间这种此消彼长且强弱相当的关系, 说明灌区的生态环境有脆弱性和易变性的特点。城镇建设用地几乎没有变化, 说明城镇发展比较缓慢。另一比较显著的土地利用变化特点是土地退化, 最为明显的是 26.9% 的高覆盖度草地退化为中覆盖度草地, 究其原因主要是过度放牧。土地荒漠化主要发生在低覆盖度草地, 同样由于过度放牧, 使得原本植被覆盖度不高的草地更加稀疏, 直至地表裸露。耕地的退化主要表现为土地盐碱化。盐渍化过程, 自然条件起了决定作用, 但人为活动也起了很大作用。人类活动对植被的破坏、农林业生产上整地方式的粗放、种植品种的单一化都是盐碱地形成的原因, 导致部分耕地弃耕, 盐碱化更为严重。

表 4 1985 年~ 2000 年河套灌区土地利用类型转移矩阵(1985 年转向其它类型)

Table 4 Matrix of land use types diversion in 1985~ 2000 (diversion from 1985) %

| 2000 年 | 1985 年 | | | | | | | | | | | 总计 |
|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|
| | 耕地 | 有林地 | 灌木林 | 疏林地 | 果园 | 高覆盖度草地 | 中覆盖度草地 | 低覆盖度草地 | 水域 | 城镇用地 | 未利用土地 | |
| 耕地 | 88.34 | 0.18 | | 0.01 | 0.04 | 0.36 | 5.99 | 2.24 | 0.31 | 0.22 | 2.33 | 100 |
| 有林地 | 1.83 | 90.51 | | 0.07 | 0.00 | 0.15 | 3.52 | 0.31 | 0.03 | 0.07 | 3.51 | 100 |
| 灌木林 | | | 100.00 | | | | 0.00 | 0.00 | | | | 100 |
| 疏林地 | 0.01 | | | 99.51 | | | | 0.48 | | 0.00 | 0.00 | 100 |
| 果园 | 0.00 | | | | 99.99 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | 100 |
| 高覆盖度草地 | 0.36 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 72.05 | 26.90 | 0.12 | 0.16 | 0.04 | 0.31 | 100 |
| 中覆盖度草地 | 2.55 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.74 | 93.86 | 0.97 | 0.18 | 0.16 | 1.25 | 100 |
| 低覆盖度草地 | 1.27 | 0.02 | | | 0.01 | 0.03 | 0.13 | 93.07 | 0.00 | 0.76 | 4.71 | 100 |
| 水域 | 0.09 | 0.07 | | | | 0.04 | 1.34 | 0.83 | 96.66 | 0.00 | 0.97 | 100 |
| 城镇用地 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.99 | 0.00 | 100 |
| 未利用地 | 1.33 | 0.03 | | 0.03 | | 0.00 | 0.53 | 0.93 | 0.15 | 0.01 | 97.00 | 100 |

3 景观格局变化分析

3.1 灌区景观变化特征

两个时期景观级别上的景观指数变化结果见表 5。1985 年灌区共有斑块 11420 个, 2000 年减少到 11391 个。平均斑块面积从 801.86 hm^2 减少到 796.6 hm^2 , 即平均每个斑块面积减少 5.26 hm^2 ; 平均接近指数亦有下降, 说明灌区的景观破碎化程度呈上升趋势。

Shannon 多样性指数增加, 反映了景观多样性的提高, 具体表现为各景观要素所占比例差异的缩小; Shannon 均匀度指数由 3.21 增加到 3.25, 说明斑块分布均匀程度有所提高。反映斑块边缘与形状变化的边缘密度增加, 说明斑块形状的不规则程度加大。蔓延度指数的下降, 说明景观中斑块类型趋于离散, 斑块比较破碎, 小斑块较多。

表 5 河套灌区主要景观指数变化情况

Table 5 Dynamics of major landscape indices in Hetao Irrigation District

| 年份 | <i>NP</i> | <i>ED</i> /km ² ·hm ⁻² | <i>MPS</i> | <i>PSCV</i> | <i>MPI</i> | <i>CONTAG</i> /% | <i>SHDI</i> | <i>SHEI</i> |
|------|-----------|----------------------------------------------|------------|-------------|------------|------------------|-------------|-------------|
| 1985 | 11420 | 170.58 | 801.86 | 9124.77 | 12852.03 | 59.87 | 7.47 | 3.21 |
| 2000 | 11391 | 175.06 | 796.60 | 8969.42 | 12419.61 | 59.32 | 7.55 | 3.25 |

注:*NP*— 斑块数;*ED*— 边缘密度;*MPS*— 平均斑块面积;*PSCV*— 斑块面积变异系数;*MPI*— 平均接近指数;*CONTAG*— 蔓延度指数;*SHDI*—Shannon 多样性指数;*SHEI*—Shannon 均匀度指数。

3.2 灌区景观变化区域差异

灌区 5 个旗、市(县)在景观级别上主要景观指数的变化结果见表 6。磴口县在 1985 年~ 2000 年期间,斑块数量净增加 41 个;平均斑块面积减少 9.66 hm²;边缘密度由 16.76 km²/hm² 增加到 18.35 km²/hm²;这些都

说明磴口的景观呈破碎化趋势。平均接近指数由 3313.4 增加到 3620.5,蔓延度指数变化不大,Shannon 均匀度指数由 0.5078 下降到 0.4879,说明斑块均匀分步程度有所下降,Shannon 多样性指数下降,说明磴口的景观多样性减少,各景观要素所占比例差异拉大。

表 6 五旗、市(县)景观级别主要景观指数变动情况

Table 6 Dynamics of major landscape indices in 5 counties of Hetao Irrigation District

| 旗、市(县) | <i>NP</i> | | <i>ED</i> /km ² ·hm ⁻² | | <i>MPS</i> /hm ² | | <i>MPI</i> | | <i>CONTAG</i> /% | | <i>SHDI</i> | | <i>SHEI</i> | |
|--------|-----------|------|----------------------------------------------|-------|-----------------------------|-------|------------|--------|------------------|------|-------------|------|-------------|--------|
| | 1985 | 2000 | 1985 | 2000 | 1985 | 2000 | 1985 | 2000 | 1985 | 2000 | 1985 | 2000 | 1985 | 2000 |
| 磴口县 | 1174 | 1215 | 16.76 | 18.35 | 286.2 | 276.6 | 3313.4 | 3620.5 | 70.1 | 70.8 | 1.17 | 1.12 | 0.5078 | 0.4879 |
| 杭锦后旗 | 2067 | 2039 | 40.65 | 40.82 | 88.8 | 90.1 | 3004.6 | 2778.8 | 60.6 | 60.4 | 1.40 | 1.41 | 0.6097 | 0.6128 |
| 临河市 | 2114 | 2147 | 38.21 | 42.35 | 111.2 | 109.5 | 3900.0 | 3276.7 | 59.8 | 56.5 | 1.43 | 1.54 | 0.6232 | 0.6683 |
| 五原县 | 2774 | 2764 | 50.49 | 49.74 | 89.4 | 89.7 | 1473.5 | 1700.2 | 56.3 | 56.4 | 1.51 | 1.51 | 0.6569 | 0.6552 |
| 乌拉特前旗 | 3291 | 3226 | 24.46 | 23.80 | 226.3 | 230.9 | 1160.5 | 1043.4 | 52.7 | 52.5 | 1.95 | 1.97 | 0.8128 | 0.8028 |

注:*NP*— 斑块数;*ED*— 边缘密度;*MPS*— 平均斑块面积;*MPI*— 平均接近指数;*CONTAG*— 蔓延度指数;*SHDI*—Shannon 多样性指数;*SHEI*—Shannon 均匀度指数。

杭锦后旗在 15a 间,斑块数量净减少 28 个;边缘密度变化不大;平均斑块面积增加;平均接近指数由 3004.6 减少到 2778.8,说明杭锦后旗的景观破碎化程度呈下降趋势。蔓延度指数变化不大,Shannon 均匀度指数有所上升,Shannon 多样性指数亦有所提高,说明杭锦后旗的景观多样性提高。

临河市在 15a 间,斑块数量净增加 33 个;斑块密度由 0.8994 个/hm² 增加到 0.9135 个/hm²;平均斑块面积减少,这些都说明临河市的景观呈破碎化趋势。边缘密度由 38.21 km²/hm² 增加到 42.35 km²/hm²,表明临河市人类活动的力度加大。蔓延度指数下降,说明该市斑块类型趋于离散,斑块趋于破碎,小斑块较多。Shannon 均匀度指数增加,说明斑块的均匀分步程度提高;Shannon 多样性指数由 1.43 增加到 1.54,说明临河市的景观多样性提高。

五原县在 15a 间,斑块数量、斑块密度及平均斑块面积变化不大,但是平均接近指数由 1473.54 增加到 1700.21,说明该县的景观呈破碎化趋势。蔓延度指数、Shannon 均匀度指数和 Shannon 多样性指数变化不大。

乌拉特前旗在 15a 间,斑块数量净减少 65 个;斑块密度由 0.4419 个/hm² 减少到 0.4332 个/hm²;平均斑块面积由 226.30 hm² 增加到 230.86 hm²;平均接近指数由 1160.5 减少到 1043.4,说明乌拉特前旗的景观破碎化程度呈上升趋势。蔓延度指数变化不大,Shannon 均匀度指数下降,说明斑块均匀分步程度降低;

Shannon 多样性指数增加,说明乌拉特前旗的景观多样性提高。

在 5 个旗、市(县)中,以临河市的景观指数变化幅度最大,其次为乌拉特前旗,这与上述的土地利用变化空间区域差异的结果是一致的。

4 结论与讨论

内蒙古河套灌区是干旱半干旱地区气候、人类双重作用下形成的,尽管在过去的 15a 内耕地面积减少 57271.5 hm²,高覆盖度草地面积减少 48015.7 hm²,中覆盖度草地和低覆盖度草地面积分别增加 72755.9、14360.32 hm²,耕地和草地仍然占绝对优势。由土地利用动态度的分析结果可知,高覆盖度草地与中覆盖度草地的变化较快,前者以平均每年 1.7% 的速度减少,后者以平均每年 1.65% 的速度增加,耕地以平均每年 0.62% 的速度减少。

在土地利用类型之间的转换过程中,土地退化现象十分明显。最明显的是 26.9% 的高覆盖度草地转化为中覆盖度草地,部分低覆盖度草地沦为荒漠地,使得原本质量不高的草地资源存在进一步退化的趋势,不利于畜牧业的进一步发展。耕地退化主要表现为盐碱化。土地荒漠化、土地盐碱化等土地退化现象导致该区生态环境效益的下降。有利的变化则是有 8.59% 的耕地面积转化为草地,表明近年来灌区所采取的退耕还草措施正在取得成效。

由于人类活动的强烈干预,灌区在 15a 内景观呈破碎化趋势,景观多样性有所提高,斑块类型趋于离散,斑

块形状的不规则程度加大。主要表现在平均斑块面积和平均接近指数的下降, 边缘密度的增加, 斑块面积变异系数的减少, 以及蔓延度指数的下降。5 个旗、市(县)的景观变化各具特点, 就景观破碎化程度而言, 除杭锦后旗之外, 其余 4 个旗、市(县)的景观破碎化程度都呈上升趋势; 蔓延度指数, 除临河市有所减少外, 其余旗、县几乎没有变化; 磴口县景观多样性减少, 而其它地区景观多样性增加, 尤以临河市的景观多样性变化最为明显; 磴口与杭锦后旗的 Shannon 均匀度指数都呈下降趋势, 临河市、乌拉特前旗呈上升趋势, 而五原县的 Shannon 均匀度指数几乎没有变化。在景观格局变化中, 以临河市与乌拉特前旗的变化最为活跃, 这与土地利用变化区域差异的分析结果是一致的。

无论是从土地利用变化角度, 还是景观生态学的角度来讲, 灌区的生态环境有恶化的趋势。因此应结合社会经济等统计数据, 进一步分析土地利用变化以及景观变化的驱动力, 为防治土地退化、环境恶化提供更为准确的信息。景观生态学的目的不是描述景观, 而是要解释和理解其中出现的过程。对于景观格局的几何特征的分析 and 描述以及景观指数的计算只是格局分析的基础, 更重要的是对景观格局和过程意义或含义的理解, 这是解决生态问题的关键。

灌区的可持续发展离不开水土资源的综合可持续利用, 由于水资源有限, 人们更多的考虑到水资源的合理利用。但土地利用变化同样会影响到水资源的利用, 包括水质与水量, 进而影响到灌区的生态环境质量。因此, 在灌区进行进一步农业开发和从事各种经济活动时, 要慎重考虑和把握好开发的方向与规模, 不能以牺牲生态环境效益为代价来换取经济与社会效益的一时

提高。

[参 考 文 献]

- [1] 任树梅, 李 彬, 冯普智, 等. 河套灌区引水量限额后节水灌溉的对策分析[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(4): 61 - 64
- [2] 屈忠义, 陈亚新, 史海滨, 等. 内蒙古河套灌区节水灌溉工程实施后地下水变化的 BP 模型预测[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 59- 62
- [3] 郭素珍. 内蒙古河套灌区融解期地表积盐灰色建模与预测[J]. 干旱区资源与环境, 1999, 13(1): 77- 81
- [4] 王文生, 肖 冬, 王 智. 内蒙古河套灌区土地盐碱动态遥感监测[J]. 遥感信息, 1994(1): 23- 25
- [5] 刘沙滨, 程学慧, 孙静萍. 利用遥感手段对河套灌区土地利用状况进行动态监测分析[J]. 内蒙古环境保护, 1997, 9(4): 25- 31
- [6] 刘纪远. 中国资源环境遥感调查与动态研究[M]. 北京: 气象出版社, 1996
- [7] 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
- [8] McGarigal K, Marks B. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure Reference Manual [M]. Oregon: Forest Science Department, Oregon State University, 1994
- [9] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81- 87
- [10] 罗湘华, 倪晋仁. 土地利用/土地覆被变化研究进展[J]. 应用基础与工程科学学报, 2000, 8(3): 262- 272
- [11] 于兴修, 杨桂山, 李恒鹏. 典型流域土地利用/覆被变化及其景观生态效应——以浙江省西苕溪流域为例[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 13- 19

Land use and landscape pattern change in Hetao Irrigation District, Inner Mongolia Autonomous Region

Zhang Yin-hui^{1,2}, Luo Yi¹, Liu Ji-yuan¹, Zhuang Da-fang¹

(1. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract Based on land use data of 1985 and 2000 in Hetao Irrigation District, land use change and landscape pattern change were analyzed. With the GIS software ArcView and ArcInfo, the character, rate and processes of land use change were analyzed. The changes of landscape metrics were analyzed using the landscape structure analysis program FRAGSTATS. The results showed that arable land and grassland remained the main land use in 15-year period. Land degradation was very serious, and 26.9% of dense grassland were degraded to mid-density grassland and some sparse grassland were turned into bare land. The soil salinization mainly occurred in farmland. The landscape change showed that landscape fragmentation process and landscape diversity are increased and patch shape is dispersed. Five counties (cities) had their own landscape dynamics. The change of landscape pattern in Linhe city and Hangjin Hou County were most active, which was the same as the result of spatial difference of land use change.

Key words: Hetao Irrigation District; land use change; landscape pattern

张银辉, 罗 毅, 刘纪远, 等. 内蒙古河套灌区土地利用与景观格局变化研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 61- 65

Zhang Yin-hui, Luo Yi, Liu Ji-yuan, et al. Land use and landscape pattern change in Hetao Irrigation District, Inner Mongolia Autonomous Region[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(1): 61- 65 (in Chinese with English abstract)