

2006-2020 年内蒙古河套灌区土地利用时空变化特征分析

周 龄¹, 于凤永²

(1. 赤峰学院资源环境与建筑工程学院, 内蒙古 赤峰 024000; 2. 内蒙古赤峰市敖汉旗城市管理综合行政执法局, 内蒙古 赤峰 024000)

摘要:基于 2006-2020 年河套灌区土地利用数据, 采用土地利用变化率、土地利用优先指数、转移矩阵等方法, 对 2006-2020 年河套灌区土地利用变化时空特征进行了分析。结果表明, 2006-2020 年灌区土地利用结构发生了一定的变化, 主要表现为耕地、牧草地减少, 荒草地、盐碱地增加; 灌区土地利用年均变化速度为 0.44%, 以盐碱地的变化速度最快。具体到各个县旗区, 不同土地利用类型的相对变化率不一致, 以临河区和乌拉特前旗土地利用总体上变化比较突出。土地利用转移矩阵分析表明, 土地利用变化过程主要表现为: 耕地向荒草地和盐碱地转变, 牧草地向荒草地转变, 呈现出较明显的土地退化特征。本研究为内蒙古河套灌区水土资源规划与管理及生态环境保护提供理论依据。

关键词:河套灌区; 土地利用; 时空变化; 转移矩阵

中图分类号: S17; P906

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2024)06-0089-05

Analysis of Spatial and Temporal Variation Characteristics of land Use in Hetao Irrigation District of Inner Mongolia from 2006 to 2020

ZHOU Ling¹, YU Fengyong²

(1. School of Resources, Environment and Architectural Engineering, Chifeng University, Chifeng 024000; 2. City Management Comprehensive Administrative Law Enforcement Bureau, Aohan Banner, Chifeng 024000, China)

Abstract: It was analyzed by using the methods of land use change rate, land use priority index and transfer matrix based on the land use data of Hetao Irrigation District from 2006 to 2020, the spatial and temporal characteristics of land use change in Hetao Irrigation District from 2006 to 2020. The results showed that the land use structure of the irrigation area had changed to a certain extent from 2006 to 2020, which was mainly manifested in the decrease of cultivated land and grassland, and the increase of grassland and saline-alkali land. The average annual change rate of land use in the irrigation area was 0.44%, and the change rate of saline-alkali land was the fastest. Specific to each county, the relative change rate of different land use types was inconsistent, and the land use change in Linhe District and Urat Front Banner was generally more prominent. The analysis of land use transfer matrix showed that the process of land use change was mainly manifested as the transformation of cultivated land to wasteland and saline-alkali land, and the transformation of grassland to wasteland. It showed obvious land degradation characteristics. This study provided a scientific basis for the land-water resources planning and management and ecological environment protection in Hetao Irrigation District of Inner Mongolia.

Key words: Hetao Irrigation District; Land use; Spatial and temporal variation; Transfer matrix

土地利用是人类为社会、经济等目的而进行的一系列生物和技术活动, 是对土地进行的长期或周期性经营过程^[1]。土地利用/覆盖变化 (LUCC) 是人类活动对自然生态系统作用最直接

的反映, 是全球环境变化的重要表现形式, 已被广泛应用于揭示人类活动对自然环境的影响程度^[2-3]。开展土地利用变化研究可有效揭示土地演变规律, 并预测土地未来的变化趋势, 为土地资源合理管理和可持续利用提供参考^[4]。国内外研究者对土地利用变化的研究已从大区域范围气候变化效应扩展到不同空间的土地利用变化过程、驱动机制以及生态环境效应等诸多方面^[5-7]。

收稿日期: 2024-04-09

基金项目: 内蒙古自治区高等学校科学研究项目 (NJZZ22197)

作者简介: 周 龄 (1981-), 女, 副教授, 硕士, 主要从事资源环境与自然地理方面的研究。

河套灌区位于内蒙古自治区西部,是黄河中上游的特大型灌区,也是我国三大灌区之一。河套灌区地处荒漠草原气候带,土地利用具有农牧交错的特点,是生态环境敏感和脆弱的地区,受人类活动影响,灌区内土地利用变化显著。本研究利用2006-2020年内蒙古河套灌区土地利用数据,采用土地利用变化率、土地利用优先指数、转移矩阵等分析方法,对2006-2020年河套灌区土地利用变化时空特征进行了分析,为内蒙古河套灌区水土资源规划与管理及生态环境保护提供理论依据。

1 研究数据与方法

1.1 研究区概况

河套灌区位于内蒙古自治区西部,是黄河上游特大型灌区,地理坐标在东经106°20'~109°19',北纬40°19'~41°18'。河套灌区东西向长250 km,南北宽达50 km,总土地面积1.2×10⁶ hm²。其中,平原区1.16×10⁶ hm²,山前洪积扇区2.8×10⁴ hm²。河套灌区包括巴彦淖尔市的磴口县、杭锦后旗、临河区、五原县和乌拉特前旗5个行政区。

1.2 数据来源与处理

本研究数据来源于中国科学院资源与环境数据库的全国1:10万土地利用数据库,引用了数据库的河套灌区2006年与2020年土地利用数据,数据格式为ARC/INFO的COVERAGE格式。基于河套灌区的土地利用特征和灌区当地对土地资源的分类方法,并考虑研究的需要,在原有土地资源分类标准的基础上,对河套灌区土地利用分类系统进行了重新合并与划分:(1)耕地、林地和水域采取了与国家土地资源分类标准相同的一级分类;(2)高覆盖度草地划分为牧草地;(3)由于中覆盖度草地与低覆盖度草地不在灌溉面积范围之内,被划归到未利用土地中的荒草地一类;(4)由于土地利用二级分类系统过于庞杂,而且林地、水域、城镇用地面积所占比例较小,这三种利用类型没有按照二级分类处理而采用了一级分类的面积处理;(5)在未利用土地的二级分类中,戈壁、裸岩石砾地被归并到沙地一类中。如此,在土地利用变化的具体分析时共有9种土地利用类型:耕地、林地、牧草地、水域、城镇用地、沙地、盐碱地、沼泽地、荒草地。

1.3 研究方法

区域土地利用的变化包括时间和空间两个方面。对土地利用变化基本特征的分析,是在已有数据的基础上,从时间序列上分析土地利用变化

的速度。土地利用变化的速度可由土地利用的动态表示,分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。单一土地利用类型动态度可表达区域一定时间范围内,某种土地利用类型的数量变化情况^[8],计算公式为:

$$k = \frac{u_b - u_a}{u_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中,u_a、u_b分别为初始阶段及末期阶段某一种土地利用类型的数量;T为研究阶段长。当T设定为年时,k为研究阶段内某一土地利用类型的年变化率。

区域综合土地利用动态度可描述区域土地利用变化的速度^[9],计算公式为:

$$LC = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right| \times \frac{1}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中,LU_i为监测初始阶段第i类土地利用类型面积;ΔLU_{i-j}为监测阶段第i类土地利用类型转为非i类土地利用类型面积的绝对值;T为监测阶段长度。当T设定为年时,LC为该研究区土地利用年变化率。

土地利用变化的类型差异是指在不同类型之间,土地利用面积变化的差异程度。本研究中采用土地利用优先指数(LUPI)来表征土地利用类型变化的差异程度^[10],计算公式为:

$$LUPI = (\Delta LC_i) / \overline{\Delta LC} \dots\dots\dots (3)$$

式中,ΔLC_i是在不同时期土地类型i变化为其他类型的面积;ΔLC是在不同时期不同土地类型变化的平均面积。如果LUPI>1,说明这种土地利用类型变化比较剧烈;如果LUPI<1,说明该种土地利用类型变化相对缓慢。

区域某一特定土地利用类型变化率的计算公式^[11]为:

$$R = \frac{|K_b - K_a| \times C_a}{K_a \times |C_b - C_a|} \dots\dots\dots (4)$$

式中,K_a、K_b分别为区域某一特定土地利用类型研究初始阶段及末期阶段的面积;C_a、C_b分别代表研究区域某一特定土地利用类型初始阶段及末期阶段的面积。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化的基本特征分析

2.1.1 土地利用变化的速度分析

根据公式(1)和公式(2)分别计算出河套灌区9种土地利用类型的年变化率和该区综合土地利用年变化率(表1)。由表1可知,河套灌区土地利用变化速度比较快,综合土地利用年变化率为

表1 内蒙古河套灌区土地利用变化的速度

土地利用类型	2006年土地面积/hm ²	2020年土地面积/hm ²	15年间土地利用面积变化/hm ²	土地利用年变化率/%
耕地	613 683.7	556 412.6	-57 271.1	-0.62
林地	47 288.1	48 025.7	737.6	0.10
牧草地	187 934.6	139 919.0	-48 015.6	-1.70
水域	59 017.1	60 226.2	1 209.1	0.14
城镇用地	118 931.7	121 537.2	2 605.6	0.15
沙地	269 232.5	264 678.7	-4 553.8	-0.11
盐碱地	41 792.5	64 285.4	22 493.0	3.59
沼泽地	23 210.2	18 888.9	-4 321.3	-1.24
荒草地	386 199.6	473 316.1	87 116.5	1.50
总面积	1 747 289.8	1 747 289.8		
综合土地利用年变化率				0.44

0.44%;其中以盐碱地的变化速度最快,年变化率达3.59%;其次是牧草地和荒草地,年变化率分别为-1.70%和1.50%;耕地由于总量较大,发生变化的部分所占比例较小,年变化率只有-0.62%。

2.1.2 土地利用变化的类型差异分析

基于GIS分析,应用公式(3)计算2006-2000年河套灌区土地利用变化的类型差异。由表2可知,河套灌区9种土地利用类型中,变化最为剧烈的是荒草地,其次是沙地和牧草地;变化最为缓慢的是沼泽地,其次是盐碱地和林地。此外,水域和耕地变化相对也不太剧烈,而城镇用地的变化比较明显。

2.1.3 土地利用变化的区域差异分析

根据公式(4),可计算河套灌区内5个旗县区土地利用的相对变化率,区域内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。由表3可知,土地利用数量变化存在着明显的区域差异,以临河区土地利用变化最大,第二是乌拉特前旗。

表2 内蒙古河套灌区土地利用类型的变化

土地利用类型	土地利用类型变化的面积/hm ²	土地利用优先指数
耕地	71 571.0	0.54
林地	46 806.6	0.35
牧草地	187 273.2	1.42
水域	58 961.8	0.45
城镇用地	118 929.1	0.90
沙地	267 809.9	2.02
盐碱地	41 035.0	0.31
沼泽地	20 957.6	0.16
荒草地	377 526.3	2.85
土地利用类型变化的平均面积/hm ²		132 318.9

临河区为内蒙古巴彦淖尔市行政中心所在地,城镇化水平较高,其城镇用地的相对变化率在5个旗县区中为最大。林地的变化率也最大,具体到林地的二级分类,主要是疏林地和果园的

表3 内蒙古河套灌区各旗县区土地利用相对变化率

土地利用类型	磴口县	杭锦后旗	临河区	五原县	乌拉特前旗
耕地	13.98	18.60	134.52	0.08	208.80
林地	212.42	23.12	674.51	15.57	14.81
牧草地	67.34	18.37	59.12	44.38	108.43
水域	161.61	576.37	529.76	44.20	105.86
城镇用地	88.84	0.03	191.21	153.68	28.84
沙地	129.49	23.19	36.35	555.11	103.17
盐碱地	49.41	1.12	125.75	91.14	112.97
沼泽地	2.18	30.44	22.05	8.61	216.34
荒草地	32.78	27.08	104.52	44.84	169.83
合计	758.05	718.32	1 877.79	957.61	1 069.05

面积增加,其中以疏林地的面积增加较多。随着居民生活用水、工业生产用水的增加,该区的水域面积增加也较大。比较而言,以杭锦后旗的土地利用相对变化率最小。

2.2 土地利用变化的转移矩阵分析

马尔柯夫转移矩阵是土地利用变化研究中的常用方法,可以通过比较不同时期土地利用相互转化特征,描述不同土地利用类型变化的方向和速度。根据GIS技术,将两期土地利用数据进行代数叠加计算,得到土地利用变化图。结合Excel软件提取相关的土地利用变化信息,建立整个区

域的土地利用变化转移矩阵(表4)。表中黑体部分表示的是2006年土地利用类型转变为2020年各种土地利用类型的面积;B表示2006年土地利用类型转变为2020年其他各类土地利用类型的比例;C表示2020年该土地利用类型由2006年其他各类转化而来的比例。表中的空格表示两种土地利用类型之间没有发生转变,0.0表示两种土地利用类型之间的转化数量较少,可以忽略不计。

由表4可知,对于整个河套灌区而言,在减少的耕地中,有8.2%的耕地转变为荒草地、2.2%的耕地转变为盐碱地、27%的牧草地转变为荒草地、

表4 内蒙古河套灌区2006-2020年土地利用转移矩阵

2006年	2020年									
	耕地	林地	牧草地	荒草地	水域	城镇用地	沙地	盐碱地	沼泽地	合计
耕地/hm ²	542 109.7	1 366.4	2 207.4	50 461.1	1 879.0	1 331.6	517.6	13 779.2	29.9	613 681.9
B/%	88.3	0.2	0.4	8.2	0.3	0.2	0.1	2.2	0.0	
C/%	97.4	0.2	0.4	9.1	0.3	0.2	0.1	2.5	0.0	
林地/hm ²	481.2	45 697.1	39.7	1 013.9	7.4	19.5	0.0	29.1		47 287.8
B/%	1.0	96.6	0.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.1		
C/%	1.0	95.2	0.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.1		
牧草地/hm ²	661.2	95.3	135 422.9	50 784.2	308.2	74.7	562.6	25.2	0.0	187 934.5
B/%	0.4	0.1	72.1	27.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	
C/%	0.5	0.1	96.8	36.3	0.2	0.1	0.4	0.0	0.0	
荒草地/hm ²	8 670.8	709.0	2 214.5	364 907.6	529.4	1 161.2	769.7	7 225.4	10.4	386 197.9
B/%	2.2	0.2	0.6	94.5	0.1	0.3	0.2	1.9	0.0	
C/%	1.8	0.1	0.5	77.1	0.1	0.2	0.2	1.5	0.0	
水域/hm ²	54.7	43.8	21.5	1 279.0	57 044.4	0.6	212.0	257.2	103.0	59 016.2
B/%	0.1	0.1	0.0	2.2	96.7	0.0	0.4	0.4	0.2	
C/%	0.1	0.1	0.0	2.1	94.7	0.0	0.4	0.4	0.2	
城镇用地/hm ²	2.6	2.9	0.1	1.4	0.1	118 924.5	0.0	0.1	0.0	118 931.7
B/%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
C/%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.9	0.0	0.0	0.0	
沙地/hm ²	1 422.5	35.0	0.0	3 227.3	363.4	12.1	262 608.3	1 235.4	328.4	269 232.5
B/%	0.5	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	97.5	0.5	0.1	
C/%	0.5	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	99.2	0.5	0.1	
盐碱地/hm ²	756.6	0.2	12.6	1 281.2	0.3	13.1	0.4	39 727.3	0.0	41 791.7
B/%	1.8	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	95.1	0.0	
C/%	1.2	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	61.8	0.0	
沼泽地/hm ²	2 252.5	75.6		358.3	93.2	0.0	7.9	2 005.6	18 417.1	23 210.2
B/%	9.7	0.3		1.5	0.4	0.0	0.0	8.6	79.3	
C/%	0.1	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	
总计/hm ²	556 411.8	48 025.2	139 918.7	473 314.0	60 225.6	121 537.2	264 678.6	64 284.6	18 888.9	1 747 284.5

1.2%的沙地和3.2%的盐碱地转变为荒草地。城镇用地没有发生明显变化,表明灌区具有以农业为主的社会经济特点。此外,林地和水域变化的比例很小或者基本没有什么变化。

3 讨论与结论

近年来,国内外研究者对土地利用变化研究主要从全国或区域尺度探究土地利用变化及其空间格局,或者针对省、市区级行政边界进行土地利用变化及其影响机制研究。匡文慧等^[12]从全国和区域两个尺度揭示了2015-2020年我国土地利用变化的总体规律、区域分异和主要特征。彭海月等^[13]采用土地利用时空分布和变化率等指标,分析了青藏高原1992-2015年土地利用变化特征,并结合气候数据和社会经济数据对土地利用变化归因进行了分析。张雨蒙等^[14]基于土地利用遥感数据,对河南省2000-2020年土地利用时空变化特征和驱动因素进行了分析。刘佳虹等^[15]基于徐州市主城区六期的土地利用遥感数据,对1995-2020年徐州市主城区土地利用变化特征和驱动力进行了分析。而针对灌区这种特殊的区域类型进行土地利用变化特征的研究较少,河套灌区土地利用具有农牧交错的特点,是生态环境敏感和脆弱的地区,灌区内土地利用变化环境效应显著。本研究考虑到河套灌区这种区域的特殊性,采用了土地利用变化率、土地利用优先指数、转移矩阵等方法,对2006-2020年河套灌区土地利用变化时空特征进行了分析。主要结论如下:

(1)2006-2020年,河套灌区土地利用结构发生了一定的变化,主要表现为耕地和牧草地的减少,荒草地和盐碱地的增加。灌区综合土地利用年变化率为0.44%,其中以盐碱地的变化速度最快,耕地的变化速度最慢。在不同土地利用类型之间,荒草地、沙地和牧草地变化相对剧烈,沼泽地、盐碱地和林地变化相对缓慢;在不同县域之间,不同土地利用类型的相对变化率也不一致,以临河区和乌拉特前旗土地利用变化总体上比较突出;而杭锦后旗除了水域之外,其他土地利用变化率都相对偏低。

(2)土地利用转移矩阵分析表明,就整个灌区而言,土地利用主要表现为耕地向荒草地和盐碱地

的转变,牧草地向荒草地的转变,部分沙地和盐碱地也转变为荒草地,灌区耕地呈现较明显的土地退化特征,而城镇用地、林地和水域变化较小,灌区具有明显的以农业为主的社会经济特点。

参考文献:

- [1] 李旭亮,杨礼箫,田伟,等.中国北方农牧交错带土地利用/覆盖变化研究综述[J].应用生态学报,2018,29(10):3487-3495.
- [2] 付乐,迟妍妍,于洋,等.2000-2020年黄河流域土地利用变化特征及影响因素分析[J].生态环境学报,2022,31(10):1927-1938.
- [3] 张永仙,江解增,谢梦薇,等.土壤覆盖量小麦秸秆对蔬菜产量品质和土壤肥力的影响[J].东北农业科学,2023,48(3):112-117.
- [4] 李克恭,张斌才.河西走廊土地利用时空变化特征及驱动因素分析[J].测绘与空间地理信息,2023,46(7):75-78.
- [5] Rashford B S, Adams R M, Wu J J, et al. Impacts of climate change on land-use and wetland productivity in the Prairie Pothole Region of North America[J]. Regional Environmental Change, 2016, 16(2): 515-526.
- [6] Xu Y D, Yu L, Peng D L, et al. Annual 30-m land use/land cover maps of China for 1980-2015 from the integration of AVHRR, MODIS and Landsat data using the BFAST algorithm [J]. Science China Earth Sciences, 2020, 63(9): 1390-1407.
- [7] 李聪,章迎春,王承武. PCA法下乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合关系研究[J].东北农业科学,2020,45(5):139-144.
- [8] 段宝玲,卜玉山.山西省土地利用动态特征及驱动因素分析[J].山西农业大学学报(自然科学版),2018,38(3):43-51.
- [9] 于元赫,李子君,林锦阔,等.沂河流域土地利用时空变化图谱特征分析[J].自然资源学报,2019,34(5):975-988.
- [10] 吴宵,王秋贤.山东省土地利用变化的基本特征与区域差异[J].国土与自然资源研究,2022(1):3-7.
- [11] 童小容,杨庆媛,毕国华.重庆市2000-2015年土地利用变化时空特征分析[J].长江流域资源与环境,2018,27(11):2481-2495.
- [12] 匡文慧,张树文,杜国明,等.2015-2020年中国土地利用变化遥感制图及时空特征分析[J].地理学报,2022,77(5):1056-1071.
- [13] 彭海月,任燕,李琼,等.青藏高原土地利用/覆被时空变化特征[J].长江科学院院报,2022,39(8):41-49.
- [14] 张雨蒙,马明,林佳佳.河南省2000-2020年土地利用时空变化特征及驱动因素分析[J].安徽农业科学,2022,50(16):53-57.
- [15] 刘佳虹,岳伟,岳喜元.徐州市主城区土地利用时空变化特征及驱动力分析[J].上海国土资源,2023,44(3):106-111.

(责任编辑:范杰英)