

干旱区县域土地覆被变化特征及其生态环境效应

——以内蒙古自治区翁牛特旗为例

肖涛¹, 韩广¹, 韩华瑞²

(1. 湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081; 2. 武汉大学 资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430000)

摘要: [目的] 研究翁牛特旗的土地利用变化特征及其生态环境效应, 为该地区生态环境重建提供支持。[方法] 选取 2006 及 2015 年 8 月 Landsat 卫星影像, 通过 ENVI 5.1 提取出翁牛特旗土地利用数据, 进而利用土地利用动态度、土地利用类型的空间转移矩阵, 以及生物丰度指数、生态系统服务价值和敏感性指数, 分别对翁牛特旗土地利用结构的时空演化特征和生态环境效应进行分析。[结果] (1) 翁牛特旗主要土地利用类型为耕地、林地、草地和沙地, 近 10 a 来该旗的土地利用变化呈现为耕地、草地、建设用地增加, 林地、沙地和水体面积减少的态势。(2) 10 a 间生物丰度指数从 2006 年的 43.47 下降为 2015 年的 42.69, 降低 1.79%, 表明区域的生物量减少, 不利于生物多样性发展; 生态系统服务总价值从 2006 年的 102.31 亿元下降至 2015 年的 98.47 亿元, 减少了 3.84 亿元, 下降了 3.75%, 生态环境基本维持着平衡, 总体上呈现出微弱的退化。(3) 各种土地利用类型的敏感性指数(CS)均小于 1, 表明研究区生态系统服务价值对于生态服务价值系数不敏感、缺乏弹性。[结论] 研究区林地、水体面积的减少, 建设用地面积的增加是生态系统服务总价值减少的主要原因。研究区土地利用变化引起的生态系统服务价值和生物丰度的减少, 加剧了当地生态环境的脆弱性。

关键词: 翁牛特旗; 土地利用变化; 生态服务价值; 敏感性指数

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)06-0240-07

中图分类号: F301.2, X171.1

文献参数: 肖涛, 韩广, 韩华瑞. 干旱区县域土地覆被变化特征及其生态环境效应[J]. 水土保持通报, 2016, 36(6): 240-246. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.06.040

County-scaled Change of Land Cover in Arid Region and Its Ecological Environmental Effects

—A Case Study in Wengniute Banner, Inner Mongolia

XIAO Tao¹, HAN Guang¹, HAN Huarui²

(1. College of Resources and Environment, Hunan Normal University, Changsha,

Hu'nan 410081, China; 2. College of Resources and Environment, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430000, China)

Abstract: [Objective] The characteristics of land use change and the comprehensive effects on eco-environment were assessed to provide a support for ecological reconstruction of the study area. [Methods] Based on the Landsat images of August 2006 and 2015, land use data of Wengniute Banner was extracted with ENVI 5.1. Indicators as land use dynamic degree, and land use type of spatial transfer matrix, and biological richness index, ecosystem service value and sensitivity index, spatial-temporal evolution characteristics and ecological environment effects of Wengniute Banner, Inner Mongolia were used. [Results] (1) The main land use types of Wengniute Banner were farmland, woodland, grassland and sandy land. In recent 10 years, farmland, grassland, construction land increased remarkably; while woodland, sandy land and water area manifested a decreasing trend. (2) Biological abundance index decreased from 43.47 in 2006 to 42.69 in 2015, reduced 1.97%. This is not beneficial to the development of bio-diversity; The total value of ecosystem services declined from 1.0231×10^{10} yuan to 9.8470×10^9 yuan during 2006 to 2015, decreased amount

收稿日期: 2016-04-15

修回日期: 2016-05-25

资助项目: 国家自然科学基金项目“西辽河平原河岸沙丘带形成演化模式的研究”(41271025); 湖南省重点学科(地理学)建设项目(2012001)

第一作者: 肖涛(1990—), 男(汉族), 湖北省十堰市人, 硕士研究生, 研究方向为生态遥感应用。E-mail: 13787027306@163.com。

通讯作者: 韩广(1964—), 男(汉族), 内蒙古自治区包头市人, 博士, 教授, 主要从事风沙地貌、植物生态学研究。E-mail: hanguang@hnu.edu.cn。

and rate were 3.84×10^8 yuan and 3.75%, respectively. Generally, the ecological environment maintains largely a balance, but with a slight degradation; (3) The sensitivity coefficients of various land use types were less than 1, indicating that the ecosystem service value is not sensitive to the coefficient, lacking flexibility. [Conclusion] In the study area, the sharp decrease of ecosystem service value can be attributed to the decrease of woodland and water area, and the increase of construction land. The decreased ecosystem service value and biological abundance resulted from land use change will exacerbate the vulnerability of local ecological environment.

Keywords: Wengniute Banner; land use change; ecological service value; coefficient of sensitivity

地利用/土地覆被变化(LUCC)是全球变化在地球上留下的最直接、最重要遗迹的主要表现形式^[1-2]。随着研究工作的深入,研究的重点已逐渐转向对其生态环境效应的影响,以及根据土地利用变化特征评价区域生态系统服务价值变化的研究方面,在生态系统服务价值评估模型的构建、土地系统和生态系统耦合关系等方面取得了明显进展^[3-6]。

翁牛特旗位于内蒙古自治区东部的赤峰市,是中国典型的农牧交错带,近年来实施了一系列的生态工程,土地利用类型及结构随之发生了较大的变化,并对该旗的生态环境产生了较为明显的影响。2000年科尔沁地区实施退耕还草工程以来,已有学者^[7-8]以退耕还草为背景,对科尔沁沙地个别旗县的土地利用变化生态效应、生态环境质量变化等进行了定性、定量研究。综合当前对科尔沁地区在该领域的研究成果,旗县尺度的研究多集中于奈曼旗、左翼后旗、左翼中旗等旗县,翁牛特旗是当前科尔沁区域流动性沙丘面积分布最大的旗,而对翁牛特旗的相关研究较少。本研究在退牧还草的大背景下,选取2006和2015年的遥感影像,以及生态意义明确的生态特征指数,研究翁牛特旗的土地利用变化特征及其生态环境效应,对于该旗的生态环境的治理和恢复,治沙工程的科学管理,促进土地资源的可持续利用等具有重要的现实意义。

1 研究区概况

该旗地处大兴安岭西南段与七老图北端山脉结合地带,科尔沁沙地西缘,介于 $42^{\circ}26' - 43^{\circ}25' N$, $117^{\circ}49' - 117^{\circ}49' E$ 之间。东西长约250 km,南北宽约84 km,全旗面积约 1.18×10^4 km²。地势西高东低,海拔高度从2 025 m逐渐下降到286 m,地貌自西向东依次为西部中山台地、中部低山丘陵、东部平原沙丘3个类型区,是内蒙古高原向东北平原过渡带,燕山山脉向松辽平原过渡带,浑善达克沙地向科尔沁沙地过渡带^[9]。翁旗属于典型的中温带半干旱大陆性季风气候,风蚀沙化严重(沙地沙化面积占总面积的46%),水土流失严重(水土流失面积占总面

积的48%),影响气候的主要因素为地理环境和大气环流。年均温为 $4.4 \sim 7.7$ °C,年降雨量少(310~470 mm),变率大,十年九旱。 ≥ 10 °C活动积温大多在2 200~3 250 °C之间,西部高寒山区低于1 500 °C。植被主要为灌木和草本植物,旱生和沙生植被分布广泛。土壤类型主要为棕壤、黑钙土和栗钙土,沙土分布面积广。翁牛特旗先后被列为“三北”防护林二、三期工程建设重点旗、国家防沙治沙重点旗。“十五”之后,翁牛特旗实施了京津风沙源治理、退耕还林、生态建设与保护、重点生态公益林等工程与项目,在国家的支持下较早开展了治沙工程。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源及处理

采用翁牛特旗2006年8月Landsat 5TM影像及2015年8月Landsat 8 ETM⁺影像,对影像分别进行几何纠正和大气校正,用1:400万翁牛特旗的矢量行政边界进行裁剪。在野外观测与调查的基础上,进行人机交互解译。运用ENVI 5.1软件对Landsat 5影像和Landsat 8影像进行不同波段组合,准确提取各类地物信息。利用监督分类中的最大似然比法进行分类,依据2007年颁布的《土地利用现状分类》国家标准以及翁牛特旗的土地资源特点,将翁旗的土地利用类型分为耕地、林地、草地、建设用地、水体、沙地等6种类型。对数据进行卷积运算以便去除“椒盐斑点”,通过检验样本利用混淆矩阵法进行精度验证,Kappa系数为82.35%,分类结果符合相关要求。获取并统计土地利用现状及变化数据后,运用ArcGIS 10.0地理信息系统软件形成二期土地利用现状图。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用动态度 土地利用动态度包括单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。对土地利用动态度的研究,不仅可以定量的描述区域土地利用变化的速度和区域差异,对未来的土地利用变化趋势具有预测作用^[10]。单一土地利用动态度表达的意义是,某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况。其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K ——研究时段内某一土地利用类型动态度; U_a, U_b ——研究初期及研究末期某一土地利用类型的面积; T ——研究时段长, 将 T 的时段设定为年, 即 K 表示研究区土地利用类型的年变化率。下同。

综合土地利用动态度反映区域土地利用整体变化剧烈程度, 便于在不同空间尺度上找出土地利用变化的热点区域。其表达式为:

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

式中: LU_i ——研究初期第 i 类土地利用类型面积; ΔLU_{i-j} ——研究时段内第 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 ——研究时段长 (a), 即 LC 表示研究区该时间段内土地利用的年综合变化率。

2.2.2 生物丰度指数 生物丰度指数指通过单位面积上不同生态系统类型在生物物种数量上的差异, 间接地反映被评价区域内生物丰度的丰贫程度。

$$\text{生物丰度指数} = (\text{BI} + \text{HQ}) / 2 \quad (3)$$

$$\text{HQ} = A_{\text{bio}} \cdot \left(\begin{array}{l} 0.35a_1 + 0.21a_2 + 0.28a_3 \\ + 0.11a_4 + 0.04a_5 + 0.01a_6 \end{array} \right) / s \quad (4)$$

式中: BI ——生物多样性指数; HQ ——生境质量指

数; A_{bio} ——生境质量指数的归一化系数, a_i ($i=1, \dots, 6$)——对应的土地利用类型, 本文中依次为林地、草地、水域、耕地、建设用地和未利用地。当生物多样性指数没有动态更新数据时, 生物丰度指数变化等于生境质量指数的变化。生境质量指数通过对不同生境类型分别赋予不同权重值, 将生境质量指数的归一化系数 $A_{\text{bio}} = 511.2642131067$ 代入计算得出^[11]。

2.2.3 土地利用生态环境效应模型 目前国内外对土地利用生态效应的研究, 较为普遍的方法是, 采用生态服务价值估算值对生态效益进行评估。谢高地等^[12]在对中国 200 位生态学者的问卷调查的基础上, 制定出中国生态系统服务价值表, 评价区域生态系统服务功能经济价值。该方法比以往方法更全面、更适用于中国实际情况, 在喀斯特地区、沙漠绿洲、黄土高原等地区的研究中取得了不少成果^[13]。本文同时参考相关文献^[14], 制定出翁牛特旗的生态系统类型的生态系统服务价值表 (表 1)。生态系统服务价值的数学公式为^[15]:

$$\text{ESV} = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^9 V_{ij} \cdot A_i \quad (5)$$

式中: ESV ——研究区生态系统服务总价值 (元); V_{ij} ——单位面积上土地利用类型 i 的第 j 种生态服务价值 (元/hm²·a); A_i ——研究区内土地利用类型 i 的分布面积 (hm²)。

表 1 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值

元/(hm²·a)

服务类型	森林	草地	农田	建设用地	水体	荒漠
气体调节	3 097.0	707.9	442.4	0	0.0	0.0
气候调节	2 389.1	796.4	787.5	0	407.0	0.0
水源涵养	2 831.5	707.9	530.9	0	18 033.2	26.5
土壤形成与保护	3 450.9	1 725.5	1 291.9	0	8.8	17.7
废物处理	1 159.2	1 159.2	1 451.2	0	16 086.6	8.8
生物多样性保护	2 884.6	964.5	628.2	0	2 203.3	300.8
食物生产	88.5	265.5	884.9	0	88.5	8.8
原材料	2 300.6	44.2	88.5	0	8.8	0.0
娱乐文化	1 132.6	35.4	8.8	0	3 840.2	8.8
总计	19 334.0	6 406.5	6 114.3	0	40 676.4	371.4

2.2.4 敏感性分析 敏感性指数 (coefficient of sensitivity, CS) 是指生态服务功能价值系数变动 1% 而引起的生态系统服务价值的变化情况。如果 $\text{CS} > 1$, 表明 ESV 相对于 V 是富有弹性的, 如果 $\text{CS} < 1$, ESV 被认为是缺乏弹性的, 比值越大表明生态服务价值功能指数的准确性越是关键^[16-17]。通过敏感性指数的计算, 便于确定生态系统服务价值随时间

的变化对于生态服务功能价值指数的依赖程度。计算公式为:

$$\text{CS} = \left| \frac{(\text{ESV}_j - \text{ESV}_i) / \text{ESV}_i}{(V_{jk} - V_{ik}) / V_{ik}} \right| \quad (6)$$

式中: CS ——敏感性指数; ESV ——总生态服务价值量; V ——价值系数; i, j ——初始生态系统服务价值和生态服务功能价值指数调整后价值; k ——土地利用类型^[18]。

3 土地利用动态分析

3.1 土地利用的时空变化特征

近年来,随着经济社会不断发展,人类活动对自然环境的干扰强度日益增加,该旗土地利用方式出现明显的变化。由 2006—2015 年翁牛特旗土地利用变化情况看,草地、耕地和建设用地的面积呈增加趋势,而沙地、林地和水面则呈现减少趋势(表 2)。2006 年研究区域内土地利用类型中的耕地面积最大,为 3 865.56 km²,接近翁牛特旗总面积的 1/3。到 2015 年时,这一比例达到 36.2%,面积比 2006 年增加了 470.58 km²,变化率为 12.17%,单一土地动态度为 1.35(表 2)。在空间上,耕地的变化主要位于该旗南部的东庄头营子乡、梧桐花乡、山咀子乡、头牌子乡,东部的大兴乡、白音套海苏木和新苏莫苏木。经济落后、生产力水平低的地区,普遍存在耕地面积扩张的现象^[19],翁牛特旗的耕地扩张正是这种现象。且该区域的人口外迁率较低,农业仍是人民赖以生存的基础产业。从表 2 可以看出,近 10 a 来草地面积增加 326.12 km²,增加比率为 15.16%,单一动态度为 1.68,是土地利用变化类型中增加幅度最大的地类。草地变化主要在格日僧苏木、阿什罕苏木、海拉苏镇、高日苏苏木和布力彦苏木的沙地边缘地带,该区域的草地面积显著增加。随着社会经济的发展、产业转型、人口的增加,旗政府对城镇基础设施建设的投入逐步增加,研究区建设用地也呈现扩张趋势,面积从

2006 年的 75.41 km²增加到 2015 年的 85.35 km²,变化率为 13.18%。建设用地主要分布于乌丹镇、其他镇、乡或苏木的核心区域。林地是该旗第 2 大土地利用类型,2006 年林地面积是翁牛特旗总面积的 25.98%,到 2015 年,林地所占比例下降到 22.52%,面积减少了 411.05 km²,变化率为 -13.33%,单一土地动态度为 -1.48。林地的变化主要发生在翁牛特旗西部的毛山东乡、头分地乡和广德公乡,南部的解放营子乡和桥头镇。沙地主要分布在该旗中部和东部的布力彦苏木、朝格温都苏木、巴嘎塔拉苏木、高日苏苏木、阿什罕苏木、海拉苏镇、格日僧苏木、高日罕苏木,新苏莫苏木和白音套海苏木的南部,面积广阔。2006 年时沙地面积为 2 577.14 km²,约占该旗总面积的 1/5,到 2015 年,面积减少 363.20 km²,近 10 a 内的变化率为 -14.09%,该区域沙漠化治理取得了明显成果,土地沙化出现好转。由于翁牛特旗位于我国干旱半干旱区,水资源匮乏,同时随着经济发展、人口增加,用水量需求增加,且东部沙地区域植树造林涵养大量地下水,河流与湖泊的补给削弱,水域面积从 2006 年的 120.47 km²减少到 2015 年的 88.08 km²,减少 26.89%,在土地利用类型中减幅最大。2006—2015 年,翁牛特旗的土地利用总体动态度为 0.02,在研究时段翁牛特旗的土地利用类型整体变化幅度不大。只有水域面积变化达到了 -26.89%,其他 5 种土地利用类型的面积变化幅度在 12.17%~15.16%之间。

表 2 翁牛特旗 2006—2015 年土地利用变化

项目		沙地	草地	耕地	林地	建设用地	水体
2006 年	面积/km ²	2 577.14	2 150.55	3 865.56	3 084.46	75.41	120.47
	比例/%	21.70	18.11	32.56	25.98	0.64	1.01
2015 年	面积/km ²	2 213.94	2 476.67	4 336.14	2 673.41	85.35	88.08
	比例/%	18.65	20.86	36.52	22.52	0.79	0.74
面积变化/km ²		-363.20	326.12	470.58	-411.05	9.94	-32.39
变化率/%		-14.09	15.16	12.17	-13.33	13.18	-26.89
单一土地动态度/%		-1.57	1.68	1.35	-1.48	1.46	-2.29
总体动态度			0.02				

3.2 土地利用结构变化特征

翁牛特旗的耕地、林地和建设用地主要分布于该旗的中西部地区,沙地和草地主要位于该旗的东部地区(图 1)。从翁牛特旗 2006—2015 年土地利用类型转移矩阵(表 3)可以看出,研究区的 6 种土地利用类型发生了结构性的转移。翁牛特旗的土地利用类型主要为耕地、林地、草地和沙地,四种土地利用类型的

总面积占翁旗总面积约 98%,因此土地利用结构的变化主要发生在这四种类型之间,而建设用地(包括居民点、道路)和水面同期也发生了变化。

面积变化最大的地类是耕地,近 10 a 来耕地主要转出方向是林地和草地,其次是沙地,分别占耕地转出总面积的 42.98%,34.30%和 4.55%;而耕地面积的增加主要来源于林地、草地和沙地,分别占转入

耕地总面积的 61.34%, 32.06% 和 4.00%。林地的主要转出方向为耕地、草地和沙地, 转出面积为 741.33, 199.15 和 63.22 km², 而林地面积的增加主要来源于草地、耕地和沙地的转入。

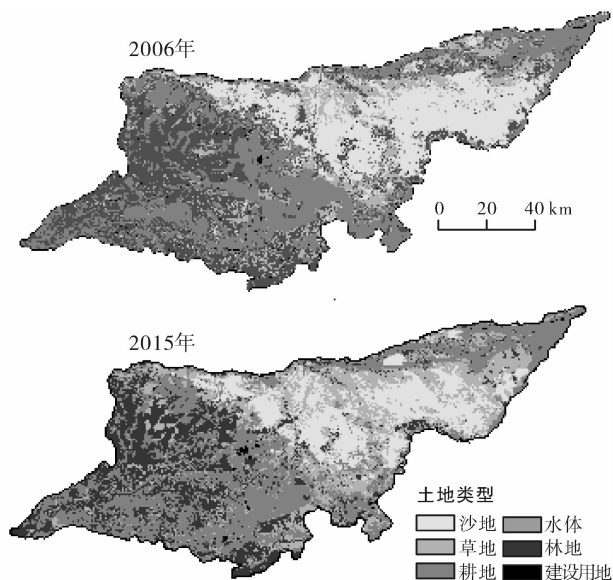


图 1 翁牛特旗 2006 和 2015 年土地利用类型分布图

草地主要转出方向是耕地、林地和沙地, 分别是 387.49, 228.11 和 184.96 km², 转入草地的利用类型中沙地最多, 为 567.84 km², 表明当地的沙漠化趋势有所遏制。然则, 有 184.96 km² 的草地、63.22 km² 的林地和 33.61 km² 的耕地转为沙地, 沙漠化趋势的减弱只是区域性的。

土地利用结构的变化的驱动力主要是社会经济和国家政策因子。近年来, 该旗调整三大产业的比例, 第二、三产业逐步发展, 第二产业比重超过第一产业。相继实施了退耕退牧还草还林政策, 且大力支持农业的发展。一系列的社会因子驱动土地利用结构的剧烈变化。

4 土地利用变化的生态效应

土地利用方式与生态环境之间是相互影响的关系, 土地利用类型的时空变化、结构变化, 必然会驱动区域的生态环境质量的变化。单一的使用一个评价指标, 难以全面客观的反映出土地利用变化的生态效应, 需要利用多个指标进行综合分析。

4.1 生物丰度指数变化

由公式(3)–(4)计算得出, 2006 年研究区生物丰度指数为 43.47, 2015 年为 42.69。10 a 来翁旗生物丰度指数减少了 0.78, 下降了 1.79%, 全旗的生物量呈现减少趋势, 生态环境在整体上呈现一定程度的退化态势。生物丰度指数与植被覆盖度指数具有极大的相似性, 计算二者的相关性系数可知, 其相关性可达 0.963 12^[20], 因此生物丰度指数的下降也可表明植被覆盖度指数的下降, 植被覆盖度降低, 植被数量呈减少趋势。主要原因在于, 一方面, 气候变暖, 降水量减少, 干旱加剧^[21], 致使生态环境退化; 另一方面, 中西部的林地面积减少 13.33%, 水域面积大幅减少 26.89%, 从影响生物丰度指数的权重值中可以看出林地和水体对生物丰度指数的权重值最大。

表 3 翁牛特旗 2006—2015 年土地利用类型转移矩阵

km²

土地类别	沙地	草地	林地	耕地	建设用地	水体	总计
沙地	1 923.90	567.84	34.06	48.42	0.29	2.63	2 577.14
草地	184.96	1 343.15	228.11	387.49	1.32	5.52	2 150.55
林地	63.22	199.15	2 063.42	741.33	11.20	6.14	3 084.46
耕地	33.61	253.16	317.22	3 127.49	23.58	10.03	3 865.56
建设用地	4.12	3.28	10.03	7.42	47.99	2.57	75.41
水体	4.13	9.89	20.57	23.99	0.97	60.92	120.47
总计	2 213.94	2 476.67	2 673.41	4 336.14	85.35	88.08	

4.2 生态系统服务价值的变化

2006 年翁牛特旗的总生态系统服务价值为 102.31 亿元, 林地的生态系统服务价值贡献率最大, 为 59.63 亿元, 占该年份生态系统服务总价值的 58.28%。其次是耕地, 为 23.04 亿元, 所占比例为 22.52%。草地为 13.78 亿元, 占生态系统服务总价值的 13.47%。水体为 4.90 亿元, 占生态系统服务总价值的比例为 4.79%。沙地的生态系统服务价值

最小, 为 0.96 亿元, 占生态系统服务总价值的比例为 0.94%。2015 年的总生态系统服务价值为 98.47 亿元, 总生态系统服务价值构成与 2006 年大体一致, 林地的生态系统服务价值贡献率最大, 其次是耕地、草地、水体和沙地(表 4)。林地的生态系统服务价值量为 51.69 亿元, 比率为 52.49%, 耕地的价值量为 26.51 亿元, 比率为 26.92%。水体和沙地的贡献率都较小, 分别为 3.64% 和 0.84%。

表 4 2006—2015 年翁牛特旗生态系统服务价值变化

土地类型	2006 年		2015 年		生态价值变 化/ 10^8 元	变化率/%	年变化率/%
	生态价值/ (10^8 元· a^{-1})	比例/%	生态价值/ (10^8 元· a^{-1})	比例/%			
耕地	23.04	22.52	26.51	26.92	3.47	15.06	1.67
林地	59.63	58.28	51.69	52.49	-7.94	-13.31	-1.48
草地	13.78	13.47	15.87	16.11	2.09	15.17	1.69
水体	4.90	4.79	3.58	3.64	-1.26	-25.71	-2.85
建设用地	0	0	0	0	0	0	0
沙地	0.96	0.94	0.82	0.84	-0.14	-14.58	-1.62
总计	102.31	—	98.47	—	-3.84	-3.75	-0.42

2006—2015 年期间,生态系统服务总价值减少 3.84 亿元,减少幅度为 3.75%,年均减少 0.43 亿元,减幅为-0.41%。其中,林地的生态系统服务价值数量变化最大,为-7.94 亿元,减幅为-13.31%,年变化率为-1.48%。水体的生态系统服务价值减少幅度最大,价值量减少 1.26 亿元,变化率为-25.71%。沙地的生态系统服务价值贡献率是最小的,从 2006 年的 0.96 亿元下降到 2015 年的 0.84 亿元,生态系统服务价值量呈现下降趋势。耕地、草地的生态系统服务价值呈增加趋势,价值变化率分别是 15.06%和 15.17%。宏观上看,翁旗属于科尔沁沙地一部分,而科尔沁沙地生态脆弱,沙漠化治理难度大,植被恢复周期长,林地、水体对生态系统的贡献尤为重要。翁旗林地和水域面积的减少,直接驱动生态系统服务价值的明显变化。近几十年来,该区域的气候较为稳定,生态环境的变化受自然因子影响较小,而受人文社会因素影响明显,因此生态修复和环境改善需要科学政策的引导。利用区域生态系统服务价值评价生态效应的方法,将不同的土地利用类型的生态效应进行量化,可以直观的反映出生态环境对土地利用变化的响应,进而从生态学角度评价土地利用变化的质量,在近年来得以广泛应用。由于中国疆域广阔,所跨经纬度大,全国地理和人文环境差异明显,对于谢高地等人制定出的全国生态系统服务价值当量表,不能直接应用于全国所有区域。如水体在我国西北、北方地区的生态价值应高于其他地区,在中部、东部地区几乎没有沙地,就不需要用到沙地的生态系统服务价值等。对于谢高地等人制定的全国生态系统服务价值当量表,应因地制宜的选取和修改指标。

4.3 生态服务价值敏感性评价

利用公式(6),把生态系统价值系数分别上下调整 50%,计算了研究区域的 2006 和 2015 年的生态系统服务价值敏感性指数(表 5)。由表 5 可知,在 2006—2015 年耕地、草地的敏感性指数呈增长趋势,

林地、沙地和水体的敏感性指数呈减少趋势。表明耕地和草地的生态系统价值系数(V)变化对翁牛特旗生态服务总价值产生放大作用,林地、沙地和水体的生态系统价值系数(V)变化对翁牛特旗的生态服务总价值产生了缩小的作用。沙地的敏感性指数(CS)在 0.008~0.009 之间,表明沙地的价值系数(V)变化对翁牛特旗的生态服务总价值的变化影响不大。敏感性指数(CS)的最大值是林地,为 0.525~0.583 之间,说明林地对生态系统总价值的贡献率最大,当林地的生态系统价值系数增加 1%时,生态系统服务价值增加 0.525%~0.583%。从总体上看,土地利用类型的敏感性指数都小于 1,表明研究区的生态系统服务价值对所采用的生态服务价值系数缺乏弹性。

表 5 翁牛特旗生态系统服务价值的敏感性指数

年份	耕地	林地	草地	沙地	水体
2006	0.230	0.583	0.135	0.009	0.048
2015	0.269	0.525	0.161	0.008	0.036

5 结论

(1) 2006—2015 年翁牛特旗的主要土地利用类型为林地、耕地、沙地和草地,土地利用变化趋势为耕地、草地和建设用地面积增加,水体、沙地和林地的面积减少;耕地的面积变化最大,建设用地的面积变化最小。这些变化主要得益于翁牛特旗所实施的京津风沙源治理、退牧还草、重点生态公益林等工程与项目,在很大程度上遏制了土地沙化趋势,直接影响了草地、沙地等土地利用类型的变化。

(2) 2006—2015 年期间翁牛特旗生态系统服务价值主要是由林地、耕地和草地贡献,3 种土地利用类型的生态系统服务价值占总价值的 94.27%以上,但趋势上生态价值总量是在减少,主要原因是林地和水体面积的大量减少;敏感性指数变化表明,研究区域的生态系统服务价值对于生态价值系数是缺乏弹

性的,生态系统服务价值对生态服务价值系数的敏感程度均小于 1。

(3) 土地利用类型总体较为稳定,然而内部变化较大,驱动生态系统服务功能发生改变,生态系统服务价值受到影响,打破了生态系统原有的平衡。因此,对于翁牛特旗而言,在有步骤地实施土地沙漠化治理、生态脆弱区退耕退牧还草还林工程,维护生态系统服务功能的完整性的基础上,更应该注意到土地利用结构的合理化,各土地利用类型之间的比例的协调性,土地资源利用和生态发展的可持续性。

[参 考 文 献]

- [1] 林海. 中国全球变化研究的战略思考[J]. 地学前沿, 1997,4(1):9-15.
- [2] Salao C, ARM E O. Global biodiversity scenarios for the year 2100 [J]. Science, 2000, 287 (5459): 1770-1774.
- [3] 后立胜,蔡运龙. 土地利用覆被变化研究的实质性分析与进展评述[J]. 地理科学进展,2004,23(6):96-104.
- [4] 俞建华,高中贵,张露,等. 昆山市土地利用变化的生态环境效应研究[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(2): 213-217.
- [5] 闵婕,高魏,李晓云,等. 武汉市土地利用时空变化及其生态系统服务价值变化研究[J]. 水土保持学报,2006, 20(4):170-174.
- [6] Turner II B L, David S, Steven S. Land use and land cover change: Science/research planning [C]. Stockholm: IGBP Report, 1995.
- [7] 于艳华. 基于退耕还林还草的科尔沁沙地土地利用变化生态效应研究[D]. 内蒙古 呼和浩特:内蒙古师范大学,2006.
- [8] 李莉,张华. 基于退耕还林还草背景的奈曼旗生态环境质量评价[J]. 国土与自然资源研究,2010(1):48-49.
- [9] 谢花林,李秀彬,陈瑜琦,等. 土地利用规划环境影响的生态安全评价方法初探:以内蒙古翁牛特旗为例[J]. 资源科学,2010,32(1):57-63.
- [10] 张海燕,樊文江,邵全琴. 2000-2010 年中国退牧还草工程区土地利用/覆被变化[J]. 地理科学进展,2015,34 (7):840-853.
- [11] 环境监测总站. HJ/T192-2006 生态环境质量评价技术规范(试行)[S]. 北京:中国环境科学出版社,2006.
- [12] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [13] 马宗文,许学工. 土地变化的生态效应研究方法[J]. 地理与地理信息科学,2011,27(2):80-86
- [14] 吴海珍,阿如早. 基于 RS 和 GIS 的内蒙古多伦县土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. 地理科学,2011, 31(1):111-116.
- [15] Costanza R, d'Arge R, Groot R D. The value of the world's ecosystem services and natural Capital [J]. Nature, 1997,387(15):253-260.
- [16] 岳书平,张树文,闫叶超. 东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. 地理学报,2007,62(8):879-886.
- [17] William R G, Dana H, Lynne K, et al. Valuing ecosystem and economic services across land-use scenarios in the Prairie Pothole Region of the Dakotas, USA [J]. Ecological Economics, 2011,70(10):1715-1725.
- [18] 李平,李秀彬,刘学军,等. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究,2001,20(2):129-138.
- [19] 姚尧,王世新,周亿,等. 生态环境状况指数模型在全国生态环境质量评价中的应用[J]. 遥感信息,2012,27 (3):93-98.
- [20] 张美杰,春喜,梁阿如娜,等. 近 60 a 科尔沁沙地的气候变化[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(6):8-16.
- [15] 张陈俊,章恒全,龚雅云. 中国结构升级,技术进步与水资源消耗:基于改进的 LMDI 方法[J]. 资源科学, 2014,36(10):1993-2002.
- [16] Minx J C, Baiocchi G, Peters G P, et al. A“carbonizing dragon”: China's fast growing CO₂ emissions revisited [J]. Environmental Science & Technology, 2011,45(21):9144-9153.
- [17] 宋杰鲲. 基于 LMDI 的山东省能源消费碳排放因素分解[J]. 资源科学,2012,34(1):35-41.
- [18] Ang B W. The LMDI approach to decomposition analysis: A practical guide[J]. Energy Policy, 2005, 33 (7):867-871.
- [19] Ang B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred method[J]. Energy Policy, 2004,32(9):1131-1139.
- [20] Li Li, Chen Chenhong, Xie Shichen, et al. Energy demand and carbon emissions under different development scenarios for Shanghai, China[J]. Energy Policy, 2010,38(9):4797-807.
- [21] Yue Ting, Long Ruyin, Chen Hong, et al. The optimal CO₂ emissions reduction path in Jiangsu Province: An expanded IPAT approach [J]. Applied Energy, 2013,112(4):1510-1517.
- [22] 岳书敬,许耀,胡姚雨. 长三角地区行业间水资源消耗差异性分析[J]. 资源科学,2014,36(10):2003-2011.

(上接第 239 页)