

韩会庆,王 喆,张英佳,等. 2005—2015 年贵阳市生境退化程度对土地利用变化的响应[J]. 中国岩溶, 2018, 37(2): 185-191.
DOI:10. 11932/karst20180204

2005—2015 年贵阳市生境退化程度 对土地利用变化的响应

韩会庆¹, 王 喆¹, 张英佳¹, 苏志华², 尹昌应¹

(1. 贵州理工学院建筑与城市规划学院, 贵阳 550003; 2. 贵州财经大学管理科学学院, 贵阳 550025)

摘 要: 基于 2005 和 2015 年贵阳市土地利用数据, 利用 InVEST 模型, 分析了 2005—2015 年贵阳市生境退化程度对土地利用变化的响应, 结果表明: (1) 2005—2015 年贵阳市城镇建设用地、农村居民点和有林地大幅增加, 水田和旱地大幅下降, 其他地类变化相对较小; 水田和旱地转化为城镇建设用地、农村居民点和有林地最为突出; (2) 10 年间, 贵阳市生境退化程度以下降为主, 生境退化程度增加区主要分布在南部, 下降区主要分布在北部、东部和西部; (3) 生境退化程度热点变化以低值减少和高值减少为主; 生境退化程度热点空间变化主要分布于南部。退耕还林政策及快速城镇化引起的水田和旱地转化为有林地、城镇建设用地和农村居民点是导致该区生境退化程度变化的主要因素。

关键词: 生境退化; 土地利用; InVEST 模型; 贵阳市

中图分类号: F301. 24; X171

文献标识码: A

文章编号: 1001—4810(2018)02—0185—07

0 引 言

千年生态系统评估报告指出: 土地利用变化是威胁生境质量的重要因素^[1]。土地利用变化通过改变生态系统结构和功能, 引起物种和生态系统有效栖息地破碎和散失, 进而导致生境退化^[2-3]。生境退化程度对土地利用变化响应的研究, 对认识区域生境质量变化规律及驱动机理, 具有十分重要的科学意义。

目前, 土地利用变化对生境的影响研究主要集中在土地利用变化对生境破碎化和生境网络变化的影响^[4-5], 例如, 吴未等^[6]发现人为干扰的线性土地利用类型变化降低了苏锡常地区白鹭生境网络质量; 张文广等^[7]认为汶川县土地利用变化导致野生动物适宜生境减少, 适宜斑块进一步破碎化, 核心区面积减少; Antwi 等^[8]认为德国卢萨蒂亚地区停产后工矿用地变化使得生境更加破碎化, 斑块形状趋于线性和简

单化; Schleupner 等^[9]发现草地转化为耕地降低了鸟的生境质量。当前研究方法集中于生境指数构建法^[3]、生境适宜性模型^[10]、InVEST 生境质量模型^[11]等, 其中, InVEST 生境质量模型是基于土地利用/覆被图, 通过栖息地及其胁迫源之间的相互作用来分析生境退化和生境质量状况^[12], 该模型具有参数较少、参数易获取、操作简单、数据处理简便等优势^[13], 因此它已广泛应用到世界各地生境退化和生境质量评估中^[14-16]。然而目前的研究多集中于自然保护区^[5]和单一物种生境^[9], 且多关注生境质量变化, 鲜有关关注大城市生境退化程度变化特点的。土地利用变化是影响生境退化的重要因素, 其对大城市地区生境退化的影响程度及空间格局尚不清楚, 作用机理还需探明。

近几十年, 贵阳市逐渐开展退耕还林和长江、珠江上游防护林计划。同时, 西部大开发以来, 经济快

基金项目: 国家自然科学基金项目(41561038); 贵州省教育厅青年科技人才成长项目(黔教合 KY 字[2017]217); 贵州理工学院学术新苗培养及探索创新项目(黔科合平台人才[2017]5789—23)

第一作者简介: 韩会庆(1983—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为土地资源开发利用与保护。E-mail: hhuiqing2006@126.com。

通信作者: 王喆(1982—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为生态系统。E-mail: 29265455@qq.com。

收稿日期: 2017—05—24

速发展引起城镇化速度不断加快,这两方面的影响一定程度上改变了土地利用覆被变化,进而影响区域生境质量^[17-18]。然而,生态保护计划和城镇化耦合作用下土地利用变化对生境退化程度影响如何尚不明晰。因此,本文以贵阳市为例,利用 InVEST 模型分析 2005—2015 年贵阳市生境退化程度对土地利用变化的响应,以期为该区土地利用管理、生态环境保护提供科学依据。

1 研究区概况

贵阳市是贵州省省会,是中国西南地区重要的中心城市,全市土地面积约 8 034 km²,下辖观山湖区、云岩区、南明区、花溪区、乌当区、白云区、修文县、息烽县、开阳县、清镇市 6 区 3 县 1 市。贵阳市地处黔中山原丘陵中部,长江与珠江分水岭地带,地势西南

高、东北低;地貌以山地和丘陵为主,喀斯特地貌广布;气候属亚热带湿润温和型气候,冬无严寒,夏无酷暑,降水充沛;南明河是贵阳市主要河流,流域面积约占市区总面积的 70%;2014 年全市总人口为 469.93 万人,人口密度大,城市化进程较快^[19]。

2 研究方法

2.1 数据来源及处理

2005 年和 2015 年贵阳市土地利用数据来源于 SPOT-5 遥感影像(分辨率为 2.5 m)。影像通过预处理、辐射纠正和几何纠正、图像配准等步骤生成标准影像,采用人机交互解译的方法获取 2 期土地利用现状图。然后,将研究区土地利用类型分为旱地、水田、有林地、灌木林地、草地、城镇建设用地、农村居民点、公路用地、工矿用地和水域 10 种地类(图 1)。

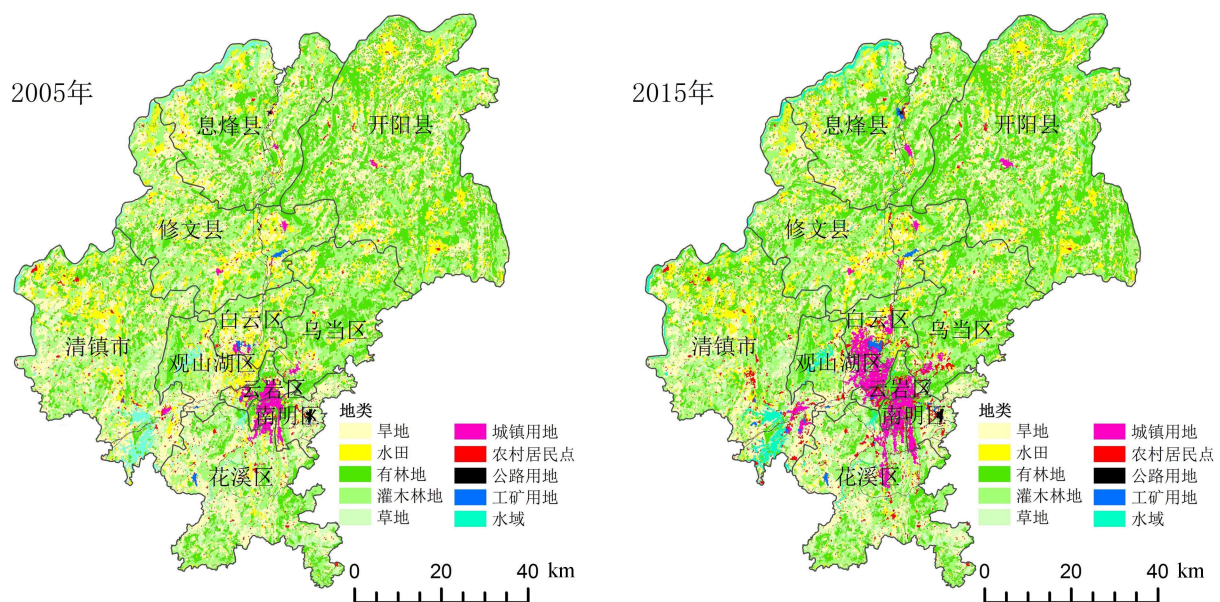


图 1 2005 和 2015 年贵阳市土地利用

Fig. 1 Land use maps for 2005 and 2015 in Guiyang City

2.2 InVEST 生境质量评估模型

InVEST 生境质量评估模型是基于土地利用类型数据,进行生境退化程度评价,其计算公式为:

$$D_{xj} = \sum_{r=1}^R \sum_{y=1}^Y \left(\frac{W_r}{\sum_{r=1}^R W_r} \right) r_y i_{rxy} \beta_x S_{jr} \quad (1)$$

式中: D_{xj} 为地类 j 中栅格 x 的生境质量; R 为威胁因子个数; W_r 为威胁因子权重; Y 为生态威胁因子栅格单元总数; r_y 为地类图层每个栅格上生态威胁因子个数; i_{rxy} 为栅格 y 中的威胁因子 r 对栅格 x 的影响; β_x

为保护法律到达度(本研究未考虑); S_{jr} 为土地覆盖类型对各生态威胁因子的敏感度。

该模型是基于每种威胁因子的相对影响、每一个生境类型对各威胁因子的相对敏感度、生境和威胁因子源头之间的距离以及土地的合法保护程度 4 个因素进行分析的^[14]。模型运行所需数据主要包括土地利用图、生态威胁因子图层、生态威胁因子属性表和土地覆盖类型对各生态威胁因子的敏感度表,其中土地利用图主要是利用 2005、2015 年遥感解译的土地利用图,威胁因子图层主要考虑土地利用类型中对生

态环境具有威胁的旱地、水田、城镇用地、农村居民点、公路用地和工矿用地(即人为地类),威胁因子属

性表与敏感度表主要参考相关案例^[20-22]以及专家打分获得(表 1,表 2)。

表 1 贵阳市威胁因子属性表

Table 1 Property of threat factors in Guiyang City

威胁地类	旱地	水田	城镇用地	农村居民点	公路用地	工矿用地
最大影响距离/km	0.5	0.5	10	3	2	5
权重	0.5	0.5	1	1	0.7	0.7

表 2 贵阳市土地覆盖类型对各威胁因子的敏感度

Table 2 Sensitivity of threat factors in response to land use types in Guiyang City

地类	旱地	水田	城镇用地	农村居民点	公路用地	工矿用地	自然属性
旱地	0.0	0.8	0.6	0.4	0.5	0.3	0.0
水田	0.8	0.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.0
有林地	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	1.0
灌木林地	0.8	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	1.0
草地	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	1.0
城镇用地	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
农村居民点	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
公路用地	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0
工矿用地	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
水域	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0

2.3 热点分析

利用 ArcGIS 软件中的空间相关分析法进行生境退化程度的热点分析,其中空间统计工具中的 G_i^* 系数是一种基于距离权矩阵的局部空间自相关指标,能探测出高值聚集区和低值聚集区^[23-24]。 G_i^* 是由 Getis 和 Ord^[25]提出,其计算公式为:

$$G_i^* = \frac{\sum_j^n w_{ij} x_j}{\sum_j^n x_j} \quad (2)$$

然后利用 Z 值来检验 G_i^* 的统计意义,通过对 G_i^* 进行标准化处理得到 $Z(G_i^*)$,其计算公式为:

$$Z(G_i^*) = \frac{G_i^* - E(G_i^*)}{\sqrt{\text{VAR}(G_i^*)}} = \frac{\sum_j w_{ij} x_j - W_i \bar{x}}{\sqrt{\frac{\sum_j w_{ij}^2 - W_i^2}{n-1}}} \quad (3)$$

式中: x_j 为空间单元的属性值; w_{ij} 为距离权重; x_{ij} 为变量 x 在空间位置 i 与 j 之间的属性值; W_i 为所有距离权之和; $\bar{x}$ 为研究区内所有斑块属性的平均值; n 为样本个数,其中:

$$s_{1i} = \sum_j (w_{ij})^2, i=j \quad (4)$$

$$\bar{x} = \sum_j x_j / n \quad (5)$$

当 $Z(G_i^*) > 0$ 表示要素 i 被数量大的观测值所包围;当 $Z(G_i^*) < 0$ 表示要素 i 被数量小的观测值所包围。本研究规定 $Z(G_i^*) > 1$ 时,该区为高值聚集区, $Z(G_i^*) < -1$ 时,该区为低值聚集区。

2.4 生境退化程度变化分析及分级标准

利用 ArcGIS 软件中的空间分析工具,将 2 期生境退化程度图进行相减处理,得到 2005—2015 年生境退化程度空间变化图。根据生境退化程度变化数据分布特点,将其划分为 5 个等级:大幅增加($D > 0.1$)、小幅增加($0 < D < 0.05$)、无变化($= 0$)、小幅下降($-0.05 < D < 0$)和大幅下降($D < -0.1$)。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化

2005—2015 年间,有林地、草地、城镇建设用地、农村居民点、公路用地和工矿用地面积增加,而水田、旱地、灌木林地和水域面积降低。从变化量看,旱地、有林地、城镇建设用地、水田和农村居民点面积变化突出,而灌木林地、草地、公路用地、工矿用地和水域

面积变化相对较小。从变化率看,城镇建设用地、工矿用地、农村居民点面积的变化率大,旱地、水田、有林地、公路用地面积的变化率相对较小,而灌木林地、草地和水域面积的变化率无变化(表 3)。

表 3 2005—2015 年贵阳市土地利用变化

Table 3 Land use change in Guiyang City from 2005 to 2015

地类	旱地	水田	有林地	灌木林地	草地	城镇用地	农村居民点	公路用地	工矿用地	水域
2005 年	248 868	79 497	191 646	216 786	42 962	6 769	9 328	2 558	1 029	12 186
2015 年	213 901	70 944	214 323	216 763	43 911	19 046	15 921	2 735	1 956	12 129
变化量/ha	-34 967	-8 553	22 677	-23	949	12 277	6 593	177	927	-57
变化率/%	-14.05	-10.76	11.83	-0.01	2.21	181.37	70.68	6.92	90.09	-0.47

旱地、水田、有林地、城镇建设用地、农村居民点之间的转化最为突出,其中,旱地转有林地的面积最大(22 682 ha),旱地和水田转为城镇建设用地(6 655 ha 和 5 438 ha)以及旱地和水田转为农村居民点数量较大(3 543 ha 和 2 711 ha),其他地类之间的转化相对较小(表 4)。

表 4 2005—2015 年贵阳市土地利用转移矩阵(单位:ha)

Table 4 Transition matrix of land use in Guiyang City from 2005 to 2015

地类	旱地	水田	有林地	灌木林地	草地	城镇用地	农村居民点	公路用地	工矿用地	水域
旱地	213 898	3	22 682	178	1 281	6 655	3 543	80	545	3
水田	3	70 941	5	0	0	5 438	2 711	82	316	1
有林地	0	0	191 621	0	1	0	24	0	0	0
灌木林地	0	0	14	216 585	1	139	19	8	0	20
草地	0	0	0	0	42 628	202	122	10	0	0
城镇用地	0	0	0	0	0	6 412	275	0	82	0
农村居民点	0	0	0	0	0	164	9 147	0	17	0
公路用地	0	0	0	0	0	0	3	2 555	0	0
工矿用地	0	0	0	0	0	10	23	0	996	0
水域	0	0	1	0	0	26	54	0	0	12 105

3.2 生境退化程度时空变化

10 年间,贵阳市生境退化程度以下降为主,下降面积占土地总面积的 23.01%,而增加面积仅占土地

总面积的 17.60%。除无变化外,生境退化程度变化中小幅下降比例最高(21.19%)(表 5)。

表 5 贵阳市生境退化程度数量变化

Table 5 Quantitative variation of habitat degradation degree in Guiyang City

变化类型	大幅增加	小幅增加	无变化	小幅下降	大幅下降
数量/ha	40 775	101 975	481 850	171 875	14 725
比例/%	5.03	12.57	59.40	21.19	1.82

从空间上看,南部城镇周边是生境退化程度增加的集中分布区,而其他地区(北部、东部和西部)生境

退化程度空间变化较为分散,主要以生境退化程度下降为主(图 2)。

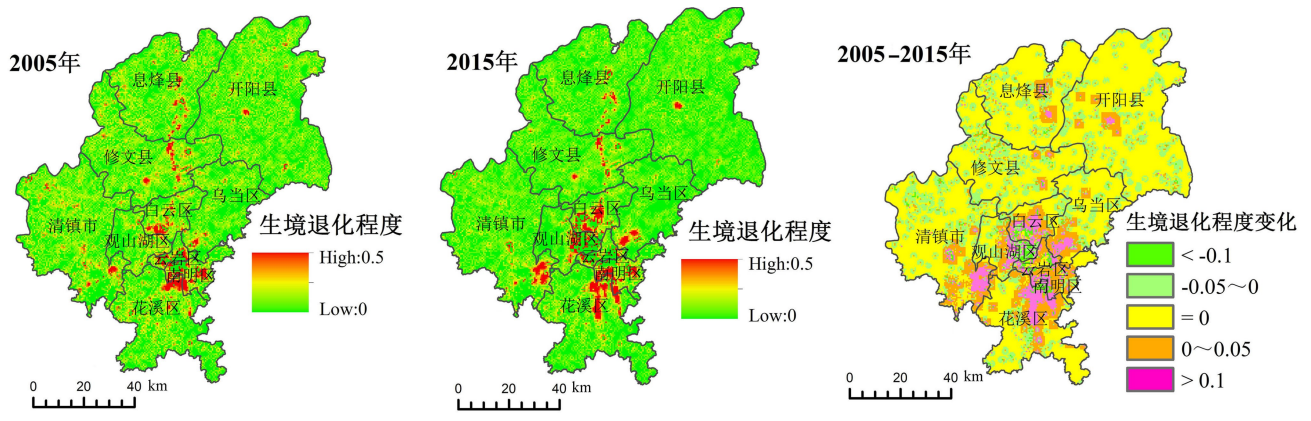


图 2 贵阳市生境退化程度空间格局变化

Fig. 2 Spatial pattern change of habitat degradation degree in Guiyang City

3.3 生境退化程度热点时空变化

生境退化程度热点的低值和高值变化区分别占土地总面积的 7.01% 和 6.84%, 其中, 低值减少区和高值减少区相对较大(4.06% 和 3.84%), 而低值增加区

和高值增加区相对较小(2.95% 和 3.00%)(表 6)。

从空间上看, 生境退化程度热点的高值增加区集中于南部, 低值增加区、高值减少区和低值减少区集中于北部、东部和西部(图 3)。

表 6 贵阳市生境退化程度热点数量变化

Table 6 Quantitative variation of habitat degradation degree hot-spots in Guiyang City

变化类型	低值增加区	低值减少区	无变化	高值增加区	高值减少区
数量/ha	23 950	32 950	698 775	24 375	31 150
比例/%	2.95	4.06	86.14	3.00	3.84

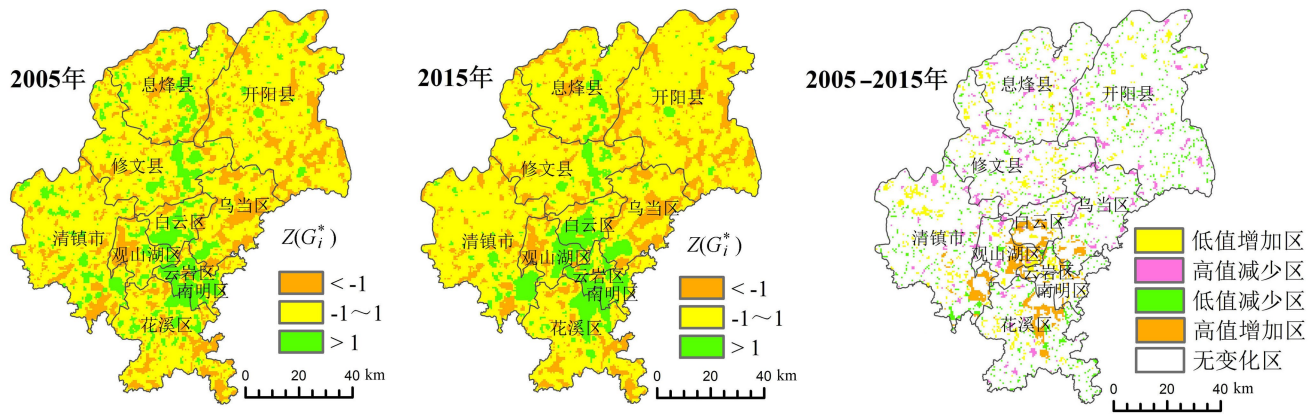


图 3 贵阳市生境退化程度热点空间格局变化

Fig. 3 Spatial pattern change of habitat degradation degree hot-spots in Guiyang City

4 结论与讨论

4.1 结 论

2005—2015 年间, 贵阳市城镇建设用地、农村居民点、有林地、水田和旱地面积变化突出, 其中城镇建设用地、农村居民点和有林地面积呈快速增加趋势,

水田和旱地面积呈快速下降趋势, 而其他地类变化较小; 旱地转化为有林地面积最大, 旱地转化为城镇建设用地和农村居民点以及水田转化为有林地面积较大。

10 年间, 贵阳市生境退化程度以下降为主, 生境退化程度增加的地区集中分布在南部, 生境退化程度下降的地区主要分布在北部、东部和西部; 生境退化

程度热点的低值减少区和高值减少区面积较为突出;生境退化程度热点空间变化集中于南部城镇附近。

4.2 讨论

研究区土地利用变化对生境退化程度演变产生重要影响,水田、旱地、城镇用地、农村居民点、公路用地和工矿用地等威胁地类的增加(或减少)对生境退化程度具有正向(或负向)作用,而有林地、灌木林地、草地、水域等自然地类的增加(或减少)对生境退化程度具有负向(或正向)作用,具体表现在以下方面:(1)水田和旱地作为研究区面积最大的威胁地类,其面积减少对自然植被(如有林地、灌木林地)的扰动减弱,同时,研究区有林地、草地等自然植被整体呈增加趋势,这导致区域整体上生境退化程度呈下降趋势;在贵阳市北部、东部和西部地区,受退耕还林政策影响,大量旱地和水田转化为有林地,森林覆盖的增加,减少了人类活动干扰,导致这些地区生境退化程度下降;(2)建设用地是研究区面积增加较快的威胁地类,加之其对自然植被的威胁距离较大且权重较大(威胁强度较大),进而深刻影响该区生境退化程度;在贵阳市南部地区,在快速城镇化驱动下大量水田和旱地转化为城镇用地,这增强了南部地区的人类活动干扰,加之城镇用地对自然植被威胁较大,进而导致研究区南部生境退化程度增加;(3)贵阳市南部生境退化程度热点的高值增加区与城镇建设用地大幅增加有关;南部地区城镇用地扩张使该区生境退化程度加剧,进而导致生境退化程度热点高值区面积扩大。因此,今后应关注南部城镇附近生境问题,控制城镇的快速扩展,提高土地节约集约利用水平,减少人类对生态环境的干扰,实现土地资源的合理利用和生态环境的保护。此外,贵阳市周边地区农村居民点扩张导致周边地区生境退化程度热点的低值增加区有所增加。值得注意的是,贵阳市北部、西部和东部地区的高值减少区和低值减少区与退耕还林还草驱动下水田、旱地减少以及有林地、草地等自然植被增加有关。

参考文献

- [1] Millennium Ecosystem Assessment (MA). Ecosystems and human well-being: The assessment series [M]. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [2] 赵国松,刘纪远,匡文慧,等. 1990-2010 年中国土地利用变化对生物多样性保护重点区域的扰动[J]. 地理学报, 2014, 69(11): 1640-1650.
- [3] 冯泽深,顾岚,陈琼,等. 河溪生境因子对土地利用变化的响应研究[J]. 水土保持通报, 2013, 33(1): 39-43.
- [4] 吴建国,吕佳佳. 土地利用变化对生物多样性的影响[J]. 生态环境, 2008, 17(3): 1276-1281.
- [5] 包玉斌,刘康,李婷,等. 基于 InVEST 模型的土地利用变化对生境的影响:以陕西省黄河湿地自然保护区为例[J]. 干旱区研究, 2015, 32(3): 622-629.
- [6] 吴未,张敏,许丽萍,等. 土地利用变化对生境网络的影响分析:以苏锡常地区白鹭为例[J]. 生态学报, 2015, 35(14): 1-13.
- [7] 张文广,胡远满,胡锦矗,等. 四川省汶川县土地利用变化对森林野生动物生境的影响[J]. 生态学杂志, 2008, 27(11): 1985-1989.
- [8] Antwi E K, Krawczynski R, Wiegand G. Detecting the effect of disturbance on habitat diversity and land cover change in a post-mining area using GIS[J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 87(1): 22-32.
- [9] Schleupner C, Link P M. Potential impacts on important bird habitats in Eiderstedt (Schleswig-Holstein) caused by agricultural land use changes [J]. Applied Geography, 2008, 28(4): 237-247.
- [10] 王志强,傅建春,全斌,等. 扎龙湿地丹顶鹤繁殖生境质量变化[J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2871-2875.
- [11] 吴健生,张理卿,彭建,等. 深圳市景观生态安全格局源地综合识别[J]. 生态学报, 2013, 33(13): 4125-4133.
- [12] Sharp R, Chaplin-Kramer R, Wood S, et al. InVEST tip User's Guide [Z]. The Natural Capital Project, Stanford, 2014.
- [13] 白杨,郑华,庄长伟,等. 白洋淀流域生态系统服务评估及其调控[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 711-717.
- [14] Polasky S, Nelson E, Pennington D, et al. The impact of land-use change on ecosystem services, biodiversity and returns to landowners: A case study in the State of Minnesota [J]. Environmental and Resource Economics, 2011, 48(2): 219-242.
- [15] 杨芝歌,周彬,余新晓,等. 北京山区生物多样性分析与碳储量评估[J]. 水土保持通报, 2012, 32(3): 42-46.
- [16] Leh M D K, Matlock M D, Cummings E C, et al. Quantifying and mapping multiple ecosystem services change in West Africa [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2013, 165: 6-18.
- [17] Liu Y, Huang X J, Yang H, et al. Environmental effects of land-use/cover change caused by urbanization and policies in Southwest China Karst area: A case study of Guiyang [J]. Habitat International, 2014, 44: 339-348.
- [18] 杜鹏飞,陈敏,肖劲松,等. 喀斯特地区土地生态适宜性评价:以贵阳市为例[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2012, 52(2): 205-210.
- [19] 李雪冬,杨广斌,周越,等. 基于 3S 技术的岩溶地区城市景观生态安全评价[J]. 中国岩溶, 2016, 35(3): 340-348.
- [20] 刘志伟. 基于 InVEST 的湿地景观格局变化生态响应分析:以杭州湾南岸地区为例[D]. 杭州:浙江大学, 2014.
- [21] Bhagabati N K, Ricketts T, Sulistyawan T B S, et al. Ecosystem services reinforce Sumatran tiger conservation in land use plans [J]. Biological Conservation, 2014, 169(387): 147-156.
- [22] 吴健生,冯喆,高阳,等. 基于 DLS 模型的城市土地政策生态效应研究:以深圳市为例[J]. 地理学报, 2014, 69(11): 1673-1682.
- [23] 徐佩,王玉宽,杨金凤,等. 汶川地震灾区生物多样性热点地区

- 分析[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 718-725.
- [24] 王瑞, 安裕伦, 王培彬, 等. 贵州省生物多样性热点地区研究[J]. 水土保持研究, 2014, 21(6): 152-157.
- [25] Getis A, Ord J K. The analysis of spatial association by use of distance statistics [J]. *Geographical Analysis*, 1992, 24(3): 189-206.

Habitat degradation degree in response to land use change in Guiyang City from 2005 to 2015

HAN Huiqing¹, WANG Zhe¹, ZHANG Yingjia¹, SU Zhihua², YIN Changying¹

(1. College of Architecture and Urban Planning, Guizhou Institute of Technology, Guiyang, Guizhou 550003, China;

2. School of Management Science, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang, Guizhou 550025, China)

Abstract Guiyang City is an important central city in southwest China. It is located in a typical karst ecological vulnerability region. In recent years, the land use of the city has been reshaped by a series of ecological protection planning and rapid economic development, which has heavily influenced on habitat quality. In order to investigate such influence and associated spatial pattern on the urban habitat degradation degree in both karstic and ecologically vulnerable region, this paper attempts to analyze the characteristics of land use change between 2005 and 2015 in the city, based on the land use data, by using Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs (InVEST) model. The results show that, (1) Urban construction land, rural settlement and forestland have a sharp increase trend, while paddy field and dry land have an obvious decrease trend from 2005 to 2015 in Guiyang City. The other land use types have little change in this decade. It is prominent that numerous dry lands have been converted to forestland, land for construction and rural settlement, as well as paddy field converted to forestland. (2) During the past ten years, the habitat degradation degree generally has a decreasing trend over the city, which is dominated by slight decrease. The rise of the degradation degree mainly occurs in the south area, while the decreases of the degree are located in the north, east and west of the city. (3) Decreases of high value and low value are main types in change of habitat degradation degree hot-spots in Guiyang City. Increasing region of high value is mainly situated in south part of Guiyang, while increasing region of low value and decreasing regions of high value and low value are mainly in north, east and west parts of Guiyang City. Area change of threat land use types (e. g. paddy field, dry land, urban construction land, rural settlement, road, industrial and mining land) exerts a positive impact on habitat degradation degree while area change of natural land use types (e. g. forestland, shrub, grassland, water) has a negative impact on habitat degradation degree. The conversions from paddy field and dry land to urban construction land, rural settlement and forestland due to Green for Grain Project and rapid urbanization are main reasons for the change of habitat degradation degree in Guiyang City.

Key words habitat degradation degree, land use change, InVEST model, Guiyang City

(编辑 黄晨晖)