

苏琪娇,安裕伦,马士彬.喀斯特山区不同岩性分区下的景观生态质量差异:以罗甸县为例[J].中国岩溶,2017,36(4):454-462.
DOI:10.11932/karst20170405

喀斯特山区不同岩性分区下的景观生态质量差异 ——以罗甸县为例

苏琪娇^{1,2,3},安裕伦^{2,3},马士彬^{2,3,4},赵勇⁵,安家堃⁶,安宏锋⁷

(1. 清镇市大数据发展管理中心,贵阳 550001;2. 贵州师范大学地理与环境科学学院,贵阳 550001;
3. 贵州省山地资源与环境遥感应用重点实验室,贵阳 550001;4. 六盘水师范学院旅游与历史文化学院,贵州 六盘水 553004;
5. 贵州省第二测绘院,贵阳 550001;6. 贵阳市第九中学,贵阳 550001;7. 贵州省环境监测中心站,贵阳 550001)

摘要:以贵州省罗甸县为例,获取岩性及2000、2005、2010和2015年4期景观格局分布等数据,从景观稳定程度和干扰程度视角对比分析了不同岩性分区的人为活动对景观生态质量变化的影响模式。研究表明:(1)利用景观稳定程度和干扰程度进行评价,能较好地反映不同岩性分区的景观生态质量差异;(2)非喀斯特区域的景观稳定程度高于亚喀斯特区域,典型喀斯特区域的景观稳定程度最低;(3)亚喀斯特区域的景观干扰程度高于非喀斯特区域,典型喀斯特区域受到的干扰最小;(4)非喀斯特区域的景观生态质量最好,亚喀斯特区域次之,典型喀斯特区域的景观生态质量较差;(5)2000—2015年,不同岩性分区下的景观生态质量变化呈现出不同趋势。典型喀斯特区域4期的景观生态质量分别为0.30、0.18、-0.24、-0.18,2000—2010年景观生态质量有所下降,但2010—2015年景观生态质量处于上升状态;亚喀斯特区域4期的景观生态质量分别0.55、0.17、0.32、-0.51,2000—2005年景观生态质量下降,而2005—2010年景观生态质量上升,2010—2015年景观生态质量又处于下降状态;非喀斯特区域4期的景观生态质量分别为0.66、0.38、0.27、-0.30,2000—2015年景观生态质量一直处于下降状态。受岩性及人类活动影响的亚喀斯特区域景观生态质量更为敏感。因此,在生态环境治理措施中应根据岩性的差异进行分区对待,更需关注亚喀斯特区域的景观生态质量。

关键词:景观生态质量;典型喀斯特区域;亚喀斯特区域;非喀斯特区域;罗甸县

中图分类号:P901

文献标识码:A

文章编号:1001-4810(2017)04-0454-09

0 引言

可溶性岩石经过地下水和地表水的溶蚀与沉淀,侵蚀与沉积,以及重力崩塌等作用形成的地貌称之为喀斯特地貌^[1]。广义的喀斯特概念指所有发育在碳酸盐岩上的地貌形态,而这里的碳酸盐岩主要包括纯碳酸盐岩、不纯碳酸盐岩、碳酸盐岩与非碳酸盐岩夹层三大类。由于它们可溶性碳酸盐含量不同,因此导致喀斯特的地表景观形态存在差异:发育在纯碳酸盐岩类(如连续性白云岩、连续性石灰岩)的喀斯特,由

于可溶性碳酸盐纯度高,溶蚀速率快,很少富集土壤,形成典型的喀斯特景观,如以峰丛、峰林为主的地貌组合;而发育在含不纯碳酸盐和碳酸盐与非碳酸盐夹层岩类的喀斯特,可溶性碳酸盐含量较低(如泥质白云岩、泥质灰岩),溶蚀、侵蚀及剥蚀作用同时进行,峰林、峰丛等典型喀斯特景观发育不明显。近年来,对喀斯特地貌的发育、形成、演化规律^[2-3],人地关系^[4-6],生态环境^[7-9]等方面的研究众多,但随着研究的深入,学者们逐渐认识到由于喀斯特内部地质背景差异,导致其发育、演化和生态效应等方面也存在

基金项目:黔科合计Z字[2015]4007;国家自然科学基金项目(41161002);贵州省省长基金项目(黔省专合字(2011)46号)贵州省教育厅自然科学研究重点项目(黔教合KY字[2013]173号);贵州省教育厅高校人文社会科学研究规划项目(14GH007)

第一作者简介:苏琪娇(1991—),女,硕士研究生,地理信息系统专业。E-mail:949256282@qq.com。

通信作者:安裕伦(1957—),男,教授,研究方向:自然地理学、GIS和环境遥感。E-mail:anyulun@126.com。

收稿日期:2016-07-12

不同^[10-11]。因此有必要系统地讨论喀斯特内部分区,尤其是弄清发育在不纯碳酸盐岩和碳酸盐岩与非碳酸盐岩夹层上的喀斯特区生态环境演变规律。

针对喀斯特分区的研究在我国较早出现在殷正宙先生的文章里,他提出可根据构造运动及碳酸盐类岩石露出程度,在喀斯特区内划分出喀斯特亚区^[12]。朱学稳就西藏喀斯特地貌发育的形态特点,建议西藏高原喀斯特可划为“高寒半喀斯特”^[13]。2001年,熊康宁等^[14]结合贵州实际情况提出了不纯碳酸岩石组成的“半喀斯特区”分布具有较高的植被覆盖。而贺中华^[15]以流域为单元,根据喀斯特所占面积比例划分出半喀斯特低中山地貌。2015年,胡锋等^[10]提出“亚喀斯特”,认为亚喀斯特是发育在不纯碳酸盐岩和碳酸盐岩与非碳酸盐岩夹层之间的一种过渡性地貌形态。本文基本认同上述观点,笔者根据岩性差异结合地貌及水文地质条件将喀斯特区细分为典型喀斯特区域和亚喀斯特区域,并在此基础上讨论二者的生态环境差异规律。

景观生态质量指景观生态系统维持自身结构与功能稳定性的能力,它用于评价分析不同土地利用方式和人为干扰下的景观质量^[16-17]。众多学者对景观

生态质量的评价指标做了深入研究,李猷等^[18]从土地利用结构指数、景观蔓延度指数等评价景观稳定度,从景观形状指数、建设用地干扰度指数等评价景观干扰度,进而研究景观生态质量。吴见等^[19]从土地利用结构指数、植被覆盖度指数等评价景观稳定度,从景观破碎度指数、建设用地干扰指数等评价景观干扰度,进而研究景观生态质量。本文将利用上述指标从景观稳定程度与景观干扰程度的角度分别评价典型喀斯特区域、亚喀斯特区域及非喀斯特区域维持自身稳定性的能力,并讨论不同岩性基础上人为活动对景观生态质量变化影响的模式,以期为喀斯特区域生态环境保护及治理提出科学依据。

1 研究区概况

罗甸县隶属于贵州省黔南布依族苗族自治州,位于贵州省南部;全县总面积 3 013 km²,其中纯碳酸盐岩区面积占 27.04%,不纯碳酸盐和碳酸盐与非碳酸盐夹层岩区占 34.34%,非碳酸盐岩区占 38.62% (图 1);县内以山地为主,山地占总面积的 85.8%,丘陵占 9.7%,盆地占 4.6%;北部、东北部以喀斯特丘

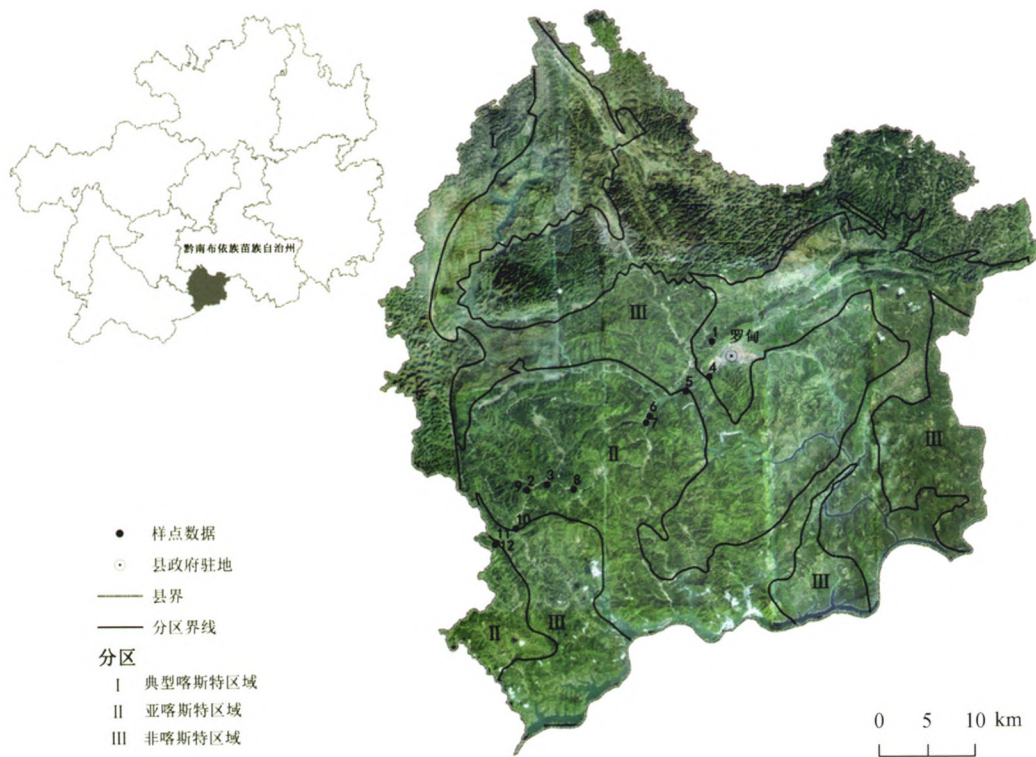


图 1 研究区地理位置及分区图

Fig. 1 Geographical location and region map of the study area

陵、盆地及低中山地貌为主,中部、南部以低山、河谷、盆地为主;地势北高南低,阶梯状下降;全县属于亚热带季风气候,年平均温度为 20℃左右,年均降雨量为 1 335 mm;土壤以粗骨土、红壤、黄壤、水稻土、石灰土为主;植被分布以灌草丛为主,其次是阔叶林、人工植被;土地利用类型以草地、灌木林为主,其次是有林地、旱地。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据收集与处理

本文以研究区 1:20 万岩性数据、地质数据、水文地质数据等资料为基础,根据岩性的不同,将研究区细分为典型喀斯特区域(含纯碳酸盐岩类,如连续性灰岩、连续性白云岩等),亚喀斯特区域(含不纯碳酸盐岩类和碳酸盐与非碳酸盐夹层岩类,如泥质白云岩、泥质灰岩等),非喀斯特区域(不含碳酸盐岩类)^[10,20]。

研究区 2000 年、2005 年、2010 年景观格局分布数据由《贵州省生态环境十年(2000—2010 年)变化遥感调查与评估》项目组提供。2015 年景观格局分布数据以地理空间数据云提供的 landsat-8 OLI 遥感影像(共两景影像,行列号分别为:127/042,127/043,空间分辨率 30 m×30 m,影像时间为 2015 年 11 月 6 日)为基础数据产生。首先在 ENVI 软件平台下将影像的 5、4、3 波段融合为标准假彩色影像,几何校正,影像拼接及裁切;然后利用监督分类方法产生研究区 2015 年景观格局分布数据;再结合高分辨率遥感影像及野外调查数据在 ArcGIS 软件平台下修改分类有误的图斑,最后得出研究区 2015 年景观格局分布数据,解译精度到达 85%以上。研究区共分为有林地、灌木林、其他林地(未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地)、草地、水域、水田、旱地和建设用地 8 种基本景观类型。将 4 期景观格局分布矢量数据转换为像元大小为 30 m×30 m 的栅格数据,计算不同分区的景观水平景观格局指数,包括景观破碎度指数、景观形状指数、景观蔓延度指数。

2.2 研究方法

景观生态质量变化主要由人类对景观结构的干扰和景观维持自身稳定性程度来决定,选择景观生态系统的稳定程度与干扰程度作为景观生态质量的评价因子^[17-18,21]。若稳定程度大于干扰程度,则景观

生态系统趋于稳定,景观生态质量较高;反之,景观生态系统不稳定,景观生态质量低^[22]。景观生态系统的稳定程度主要由自身的自然生态特征决定,朱永恒等^[17]认为植被覆盖度、景观蔓延度及有利于生态学过程的土地利用结构对生态系统可持续发展与演化起到积极作用,因此本文选取土地利用结构指数、植被覆盖度、景观蔓延度指数进行景观生态稳定度评价。景观生态系统受到的干扰来自于人类活动,人类活动导致景观破碎化,景观形状复杂化,造成生物多样性丧失,因此选取景观形状指数、景观破碎度指数和建设用地干扰度指数表征景观干扰程度^[17,22]。

2.2.1 指标选择

(1) 土地利用结构指数

土地利用结构指数用来描述不同土地利用类型对整体景观的贡献程度,计算公式如下:

$$T = \sum a_i \times g_i \times p_i \quad \sum a_i = 1 \quad (1)$$

式中: g_i 为土地利用对景观生态质量的贡献程度, p_i 表示土地利用类型在景观中的面积比例, a_i 为权重。参考朱永恒等对土地利用类型的贡献程度分类标准,将它们的贡献程度分为 5 个等级:有林地 4,灌木林及其他林地 3,草地 2,耕地和水域为 1,建设用地为 0^[17]。

(2) 植被覆盖度指数

植被覆盖度指数是表征景观生态质量稳定度的重要因子之一,值越大,表示研究区的植被覆盖越好,计算公式如下:

$$V = \sum x_i \times c_i \quad (2)$$

式中: x_i 表示不同植被类型在景观中的面积比, c_i 表示不同植被类型的贡献程度。参考许璟等对喀斯特区域的植被覆盖分析及许洛源等对不同植被类型的景观生态质量贡献程度分级标准,得出研究区不同植被类型的贡献度,有林地 3,灌木林和其他林地 2,草地和耕地为 1^[11,23]。

(3) 景观蔓延度指数

景观蔓延度指数指不同斑块类型的聚集程度,是高度浓缩景观格局信息,其结构特征的定量指标。景观蔓延度指数高,表明景观中的某种优势斑块形成了良好的连接性,不同斑块类型的团聚程度高。反之,表明景观的破碎化程度较高^[24],计算公式如下:

$$CONTAG = [1 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{p_{ij} \ln(p_{ij})}{2 \ln(m)}] \times 100 \quad (3)$$

式中: m 为斑块总数, p_{ij} 是随机选择的两个相邻的栅格属性类型为 i 与 j 的概率。

(4)景观形状指数

景观形状指数通常是经过某种数学转化的景观边长与面积之比,表征景观斑块发育程度与斑块边界的复杂程度,景观形状越复杂或者是越狭长,景观形状指数就越大,反映了人为活动对景观干扰程度越大^[18,25-26],计算公式如下:

$$LSI = \frac{0.25E}{\sqrt{A}} \quad (4)$$

式中: E 为景观边界长度, A 为景观总面积。

(5)景观破碎度指数

景观破碎度指数用单位面积内的斑块数测度。值越大,表示景观斑块越破碎^[27],计算公式如下:

$$C = \frac{n}{A} \quad (5)$$

式中: n 表示斑块数, A 为景观总面积。

(6)建设用地干扰度

计算公式如下:

$$D = \frac{d}{A} \quad (6)$$

式中: d 为研究区建设用地的面积, A 为景观总面积。

2.2.2 评价指标标准化

将各指标的结果结算值进行标准化^[18],计算公式如下:

$$X = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (7)$$

式中: X 为第 i 个指标的标准化值, x_i 为第 i 个指标计算值, $x_{\min}$ 为第 i 个指标的最小值, $x_{\max}$ 第 i 个指标的最大值。

2.2.3 评价方法

景观生态质量用于评价和分析不同土地利用方式和人为干扰下的景观质量,它取决于景观生态系统的稳定程度与干扰程度,因此,其他区域的景观生态质量计算方法及其指数的权重仍可运用于喀斯特地区。

(1)景观稳定程度评价

将土地利用结构指数,植被覆盖度指数,景观蔓延度指数进行加权计算^[17-18],计算公式如下:

$$Z_s = 0.4T + 0.3V + 0.3CONTAG \quad (8)$$

式中: Z_s 表示景观稳定程度, T 表示土地利用结构指数, V 表示植被覆盖度指数, $CONTAG$ 表示景观蔓

延度指数。

(2)景观干扰程度评价

将景观形状指数,景观破碎度指数,建设用地干扰度进行加权计算^[17-18],计算公式如下:

$$Z_d = 0.3LSI + 0.3C + 0.4D \quad (9)$$

式中: Z_d 表示景观干扰程度, LSI 表示景观形状指数, C 表示景观破碎度指数, D 为建设用地干扰度。

(3)景观生态质量评价

景观生态质量评价将景观稳定程度和景观干扰程度相减,计算公式如下:

$$Z = Z_s - Z_d \quad (10)$$

式中: Z 为景观生态质量, Z 值越大,代表景观生态质量越高。

3 结果与分析

3.1 景观格局特征

以纯碳酸盐岩为主要岩性的典型喀斯特,容易被溶蚀,成土速率较慢,土层较薄,土地利用类型较为单一;以低中山为主要地貌,形成如峰丛、峰林为主的地貌组合,在遥感影像上表现出凹凸不平的花生壳形状;由于土层较薄,水热条件较差,以灌木林和草地为主要植被类型,地表植被一旦被破坏,容易造成水土流失,形成石漠化;生态结构较为单一,被破坏后很难恢复(图2b)。

研究区以紫云组(三叠系)、罗楼组(三叠系)并层,榴江组(泥盆系)、五指山组(泥盆系)并层,鹿寨组(石炭系)等地层发育为较典型的亚喀斯特,岩性主要包括薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩,碎屑灰岩、泥质条带状灰岩等(表1)。亚喀斯特区域溶蚀、侵蚀及剥蚀作用同时发生,但较典型喀斯特区域而言,溶蚀速度较慢,土层较厚,土地利用趋于多样化;在研究区以低山、低中山为主要地貌类型,在遥感影像上表现出沟谷密度较小,流水侵蚀作用不明显等特征;该区域土层较厚,水热条件较好,以有林地、灌木林、草地为主要植被类型,人类活动较明显(图2a,图2c)。

非喀斯特区域以非碳酸盐岩为主要岩性,容易发生侵蚀和剥蚀作用,土层厚,土地利用多样化;在研究区以低中山为主要地貌;在遥感影像上表现出沟谷密度较大,流水侵蚀作用明显等特征;植被类型多样化,人类活动明显(图2d)。

表 1 亚喀斯特区域岩性、地貌特征
Table 1 Lithological and geomorphologic characteristics of semi-karst

序号	海拔/m	地层	岩性	地貌
1	492	罗楼组、紫云组并层	薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩	低山
2	587	榴江组、五指山组并层	以扁豆状灰岩、碎屑灰岩、泥质条带状灰岩	低中山
3	692	榴江组、五指山组并层	以扁豆状灰岩、碎屑灰岩、泥质条带状灰岩	低中山
4	483	罗楼组、紫云组并层	薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩	低山
5	449	罗楼组、紫云组并层	薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩	低山
6	414	鹿寨组	下部黑色燧石灰岩夹硅质岩,上部黑色泥页岩夹硅质灰岩	低中山
7	413	鹿寨组	下部黑色燧石灰岩夹硅质岩,上部黑色泥页岩夹硅质灰岩	低中山
8	605	鹿寨组	下部黑色燧石灰岩夹硅质岩,上部黑色泥页岩夹硅质灰岩	低中山
9	586	榴江组、五指山组并层	以扁豆状灰岩、碎屑灰岩、泥质条带状灰岩	低中山
10	527	罗楼组、紫云组并层	薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩	低山
11	576	罗楼组、紫云组并层	薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩	低中山
12	586	罗楼组、紫云组并层	薄层灰岩、砾屑灰岩及黏土岩	低中山



图 2 研究区亚喀斯特、典型喀斯特、非喀斯特景观
Fig. 2 Landscape characteristics of semi-karst, typical karst, non-karst in study area

不同岩性上发育的典型喀斯特、亚喀斯特、非喀斯特景观特征存在着明显差异(图3)。草地、灌木林、旱地在典型喀斯特区域中处于优势地位,面积占典型喀斯特区域面积的90%以上,灌木林和草地是典型喀斯特区域主要的景观,控制着典型喀斯特区域的景观格局。草地、有林地、旱地为亚喀斯特区域的明显景观基质,面积比例达70%。在非喀斯特区域中,草地、有林地、旱地3种类型处于优势地位,面积比例为85%。草地、旱地在3种不同分区中都处于优势地位,但是它们的面积比却不相同,按不同分区草地面积比大小排序为:亚喀斯特区域>非喀斯特区域>典型喀斯特区域;按不同分区旱地面积比大小排序为:非喀斯特区域>亚喀斯特区域>典型喀斯特区域,

反映人类活动在非喀斯特区域最为频繁,亚喀斯特区域次之。有林地在非喀斯特区域与亚喀斯特区域都是明显的景观基质,但是非喀斯特区域的有林地面积比例远大于亚喀斯特区域,非喀斯特区域的土层厚,适合植被生长。从景观破碎度角分析,非喀斯特区域高于典型喀斯特区域,亚喀斯特区域最低。由于非喀斯特区域受人类干扰度大使得景观斑块破碎度大,典型喀斯特区域由于自身的脆弱性加上人类活动的影响使得景观裂化程度较高。非喀斯特区域的景观形状指数高于亚喀斯特区域,典型喀斯特区域最低,反映非喀斯特区域景观形状复杂程度高。总之,人类的生存、生产活动更倾向于非喀斯特区域,其次是亚喀斯特区域。

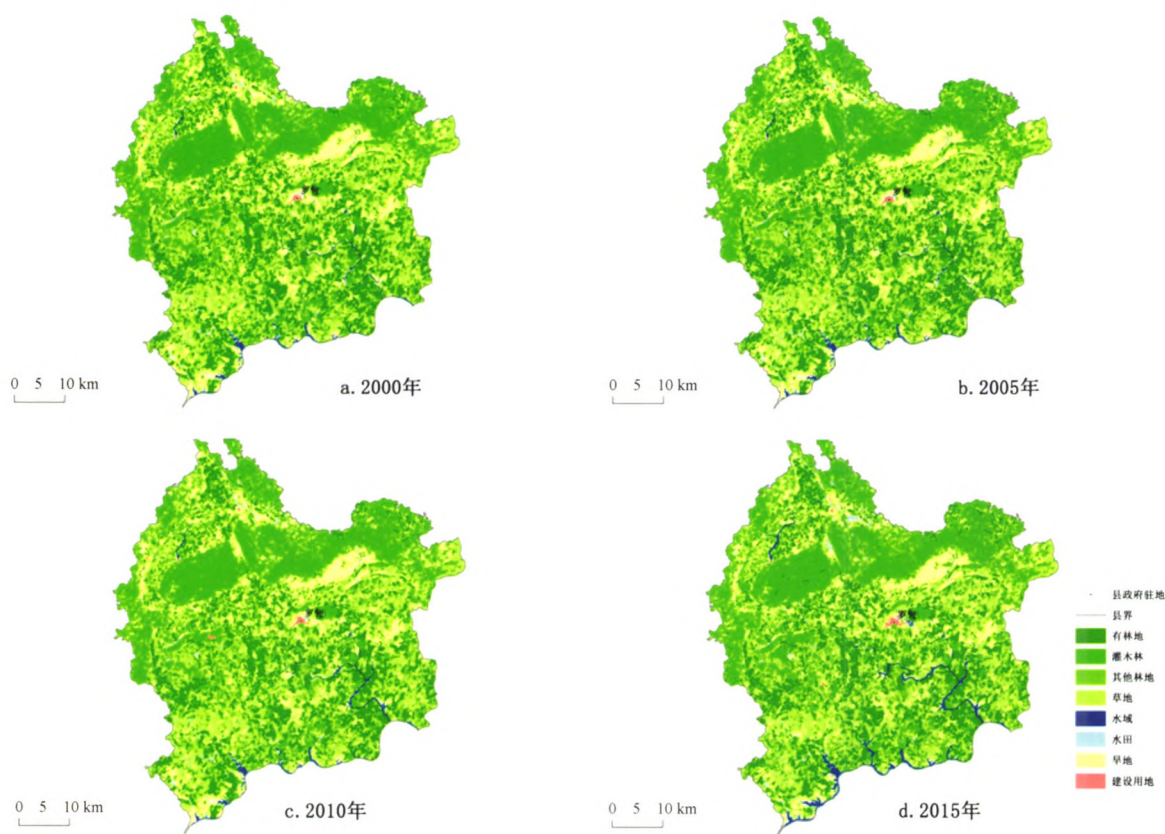


图3 研究区景观格局分布图

Fig. 3 Landscape patterns distribution map of the study area

3.2 景观稳定程度

通过研究不同分区的景观稳定程度发现,非喀斯特区域的景观稳定程度高于亚喀斯特区域,典型喀斯特区域的景观稳定程度最差(表2)。从时间尺度分析,典型喀斯特区域的景观稳定程度从2000—2005年处于上升状态,但从2005—2010年处于下降状态,

从2010—2015年又处于上升状态;亚喀斯特区域的景观稳定程度从2000—2005年处于下降状态,2005—2010年处于上升状态,2010—2015年逐年降低;非喀斯特区域的景观稳定程度从2000—2005年处于下降状态,2005—2010年处于上升状态,2010—2015年处于不变状态。从空间、时间尺度分析不同分区下的景

景观稳定程度发现,不同分区的景观稳定程度始终处于不断变化之中,这与不同分区的自然特征息息相关,其中典型喀斯特区域及亚喀斯特区域的景观稳定程度波动幅度较大。典型喀斯特区域可溶性碳酸盐纯度高,溶蚀速率快,土层薄,水热条件差,植被类型较少,景观稳定程度最差;亚喀斯特区域溶蚀、侵蚀及剥蚀作用同时发生,较典型喀斯特区域而言,土层较厚,水热条件较好,植被类型较多,景观稳定程度较高;非喀斯特区域没有溶蚀作用,土层厚,水热条件好,以草地和有林地为主要景观基质,高功能景观组分多,区域景观稳定程度最高。

表 2 景观稳定程度评价结果
Table 2 Evaluation of the landscape stability index

年份	典型喀斯特区域				亚喀斯特区域				非喀斯特区域			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
T	1.35	1.35	1.35	1.37	0.79	0.77	0.79	0.78	0.81	0.79	0.81	0.81
V	1.74	1.89	1.75	1.75	1.70	1.70	1.69	1.68	1.71	1.71	1.71	1.70
CONTAG	65.68	65.60	65.44	65.40	54.83	54.82	54.46	53.96	55.60	55.61	55.48	56.00
Z _i	0.03	0.51	0.06	0.42	1.00	0.60	0.72	0.20	0.77	0.38	0.70	0.70

3.3 景观干扰程度

亚喀斯特区域受到的干扰程度高于非喀斯特区域,典型喀斯特区域受到的干扰最低(表 3)。从时间尺度研究发现,典型喀斯特区域从 2000—2005 年景观干扰程度处于上升状态,2005—2010 年处于下降状态,2010—2015 年处于又上升状态,但从总体变化不大;亚喀斯特区域的景观干扰程度从 2000—2010 年处于下降状态,2010—2015 年处于上升状态;非喀斯特区域景观干扰程度从 2000—2005 年处于下降状

态,2005—2015 年处于上升状态。人类活动是影响景观干扰性最活跃的因子,它直接影响着景观干扰程度,间接影响生物多样性。对典型喀斯特区域而言,土地利用程度不高,受人类活动影响小,景观形状不复杂,景观破碎度小,因此景观干扰程度较小;非喀斯特区域不存在溶蚀作用,土地利用程度高,人类影响大,因此景观干扰程度较高;亚喀斯特区域溶蚀强度不高,但由于自身的特性和人类活动,增加了该区域的景观干扰程度。

表 3 景观干扰程度评价结果
Table 3 Evaluation of the landscape disturbance index

年份	典型喀斯特区域				亚喀斯特区域				非喀斯特区域			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
LSI	37.61	37.67	37.66	37.71	48.98	48.96	48.66	48.67	57.15	57.11	57.12	57.22
C	3.57	3.59	3.59	3.61	3.49	3.49	3.43	3.55	4.29	4.29	4.29	4.38
D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Z _d	0.00	0.33	0.30	0.60	0.45	0.43	0.40	0.71	0.11	0.00	0.43	1.00

3.4 景观生态质量评价

通过对景观稳定程度和景观干扰程度进行差值分析得出不同分区 4 期景观生态质量评价结果如表 4 所示。非喀斯特区域景观生态质量最好,景观生态系统趋于稳定,亚喀斯特区域景观生态质量次之,典型喀斯特区域景观生态质量最差。从时间尺度来分

析,2000—2010 年,典型喀斯特区域景观生态质量逐渐下降,2010—2015 年,该区域的景观生态质量有所上升。2000—2005 年,亚喀斯特区域景观生态质量处于下降状态,2005—2010 年处于上升状态,2010—2015 年处于下降状态。2000—2015 年,非喀斯特区域景观生态质量逐渐下降。

表 4 景观生态质量评价结果

Table 4 Evaluation of the landscape ecological quality

年份	2000	2005	2010	2015
典型喀斯特区域	0.30	0.18	-0.24	-0.18
亚喀斯特区域	0.55	0.17	0.32	-0.51
非喀斯特区域	0.66	0.38	0.27	-0.30

4 结论与讨论

(1)对比研究喀斯特山区不同岩性分区下的景观生态质量发现,非喀斯特区域的景观生态质量最好,亚喀斯特区域次之,典型喀斯特区域最差。

(2)2000—2015 年,典型喀斯特区域、亚喀斯特区域以及非喀斯特区域的景观生态质量变化呈现出不同的态势。典型喀斯特区域,2000—2010 年,退耕还林工程实施初期,景观破碎度较大,景观性形状复杂,景观干扰程度增加,导致景观生态质量下降;2010—2015 年,随有林地、灌木林等面积的逐年增加,人类影响减小,景观生态质量处于上升状态。受岩性控制和人为活动的影响,亚喀斯特区域景观生态质量较敏感。2000—2005 年,人类干扰程度增大,景观生态质量下降;2005—2010 年,人类控制的景观类型面积减少,景观稳定程度增加,景观生态质量上升;2010—2015 年,有林地、旱地、草地面积减少,植被覆盖度相应减少,景观形状指数及景观破碎度增加,导致景观生态质量下降。非喀斯特区域,2000—2015 年,随着城市化的进程,非喀斯特区域受人类影响程度越来越大,导致植被覆盖度减少,景观生态质量逐渐下降。

(3)研究区中,典型喀斯特区域可溶性碳酸盐纯度高,溶蚀速率快,土层薄,水热条件不好,形成以灌木林、草地为主要景观基质,维持自身稳定性的能力弱,加上人类活动的影响,水土流失加剧,导致石漠化,因此景观生态质量最差,景观生态系统不稳定;亚喀斯特区域以草地、有林地和旱地为主要景观基质,但由于人类活动的干扰以及自身环境特点,维持自身稳定性的能力较弱,景观生态质量次之,景观生态系统较稳定;对于非喀斯特区域而言,没有溶蚀作用,土层厚,以草地、有林地和旱地为主要景观基质,虽然人类活动频繁,但由于维持自身稳定性的能力强,景观生态质量最好,景观生态系统稳定。

(4)利用景观稳定程度和景观干扰程度评价不同

分区的景观生态质量具有合理性,也体现出生态环境治理时分区对待的重要性与必要性。典型喀斯特区自身敏感、脆弱,土地结构简单,很容易受到破坏,因此减少人类对典型喀斯特区域的影响,是保护景观生态系统的有效方法之一;较典型喀斯特区域而言,亚喀斯特区域较适合人类居住,但受人类活动影响较大,因此在控制人类活动影响条件下,还应该加强退耕还林;非喀斯特区域受人类活动影响最大,也是最适合人类居住的地方,在这里进行合理的人类活动,可促进生态保护。

参考文献

- [1] 伍光和,王乃昂,胡双熙,等.自然地理学(第四版)[M].北京:高等教育出版社,2008:275-279.
- [2] 杨明德.贵州喀斯特发育的一些特点[A]//喀斯特研究—杨明德论文选集[C].贵阳:贵州民族出版社,2003:1-20.
- [3] 杨明德.贵州高原喀斯特地貌结构及演化规律.见:喀斯特研究—杨明德论文选集[C].贵阳:贵州民族出版社,2003:20-33.
- [4] 安裕伦.喀斯特人地关系地域系统的结构与功能刍议[J].中国岩溶,1994,13(2):153-159.
- [5] An Hongfeng, An Yulun, Yuan Shicong, et al. Change and simulation and prediction of the karst rocky desertification sensitivity in Guizhou province[J]. Agricultural Science & Technology, 2010, 11(11-12): 155-161.
- [6] 郭晓娜,苏维词,李强,等.基于 GIS 和 RS 的黔南喀斯特地区人居环境自然适应性评价[J].中国岩溶,2016,35(2):218-225.
- [7] 马士彬,张勇荣,安裕伦,等.山区城市土地利用动态空间分布特征:以贵州省六盘水为例[J].自然资源学报,2012,27(3):489-496.
- [8] 王培彬,安裕伦.2000-2010 年贵州喀斯特地区石漠化时空特征分析[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2013,32(3):10-15.
- [9] 马士彬,张勇荣,安裕伦.基于 Logistic-CA-Markov 模型的石漠化空间变化规律[J].中国岩溶,2015,34(6):591-598.
- [10] 胡锋,安裕伦,许璟.“亚喀斯特”概念与景观特征的初步探讨:以贵州为例[J].地理研究,2015,34(8):1560-1580.
- [11] 许璟,安裕伦,胡锋,等.基于植被覆盖与生产力视角的亚喀斯特区域生态环境特征研究:以黔中部分地区为例[J].地理研究,2015,34(4):644-654.
- [12] 殷正宙.编制 1:400 万喀斯特分区图的几点意见[J].水文地质工程地质,1959, 8(6):15-16.
- [13] 朱学稳.青藏高原喀斯特的性质及“残余峰林”质疑[J].中国岩溶,1994,13(3): 220-228.
- [14] 安裕伦,吕涛,熊康宁,等.“3S”在贵州喀斯特石漠化现状研究中的应用探讨.见:学术研讨会论文集[C].北京:中国水利水电出版社,2001:144-152.
- [15] 贺中华,杨胜天,梁虹,等.基于 GIS 和 RS 的喀斯特流域枯水水资源影响因素识别:以贵州省为例[J].中国岩溶,2004,23(1):48-55.
- [16] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等.景观生态学原理及应用(第二版)[M].北京:科学出版社,2011:211-212.

[17] 朱永恒,濮励杰,赵春雨.景观生态质量评价研究:以吴江市为例[J].地理科学,2007,27(2):182-187.

[18] 李猷,王仰麟,彭建,等.基于景观生态的城市土地利用适宜性评价:以丹东市为例[J].生态学报,2010,30(8):2141-2150.

[19] 吴见,张艳,侯兰功.安徽省 2000-2010 年景观生态质量变化研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2015,39(2):84-90.

[20] 李大通.碳酸盐岩层的分类原则和确定类型的 BASIC 程序[J].中国岩溶,1985,4(4):308-314.

[21] Nusser M. Understanding cultural landscape transformation are photographic surveys in Chitral eastern Hindukush, Pakistan[J]. Landscape and Urban Planning,2001,57(3/4):241-255.

[22] Marull J, Mallarach J M. A new GIS methodology for assessing and predicting landscape and ecological connectivity: applications to the metropolitan area of Barcelona (Catalonia Spain)[J]. Landscape and Urban Planning,2005,71: 243-262.

[23] 许洛源,黄义雄,叶功福,等.基于土地利用的景观生态质量评价:以福建省海坛岛为例[J].水土保持研究,2011,18(2):208-212.

[24] 张菊梅.重庆北部绿地系统景观动态分析与格局优化[D].重庆:西南大学,2009:1-57.

[25] 邬建国.景观生态学:格局、过程、尺度与等级(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2007:106-116.

[26] 谷晓坤,陈百明.土地整理景观生态评价方法及应用:以江汉平原土地整理项目为例[J].中国土地科学,2008,22(12):58-62.

[27] 邵景安,李阳兵,王世杰,等.岩溶山区不同岩性和地貌类型下的景观斑块分布与多样性分析[J].自然资源学报,2007,22(3):477-486.

Landscape ecological quality of different lithological regions in karst mountains: A case study in the Luodian county of Guizhou Province

SU Qijiao^{1,2,3}, AN Yulun^{2,3}, MA Shibin^{2,3,4}, ZHAO Yong⁵, AN Jiakun⁶, AN Hongfeng⁷

(1. Qingzhen Big Data Development Management Center, Guiyang, Guizhou 550001, China;
2. School of Geographic and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China;
3. Guizhou Mountain Resources and Environmental Remote Sensing Application Laboratory, Guiyang, Guizhou 550001, China;
4. Department of Journey and Historic Culture, Liupanshui Normal College, Liupanshui, Guizhou 553004, China;
5. The Second Surveying and Mapping Institute of Guizhou Province, Guiyang, Guizhou 550001, China;
6. Guiyang City, the ninth Middle School, Guiyang, Guizhou 550001, China;
7. Environmental Monitoring Center of Guizhou Province, Guiyang, Guizhou, 550001, China)

Abstract In order to reveal the characteristics of landscape patterns and landscape ecological quality of different lithological partitions in karst mountainous area, this paper takes Luodian county of Guizhou Province as a case through analysing the data of lithologies, landscape patterns and landscape distribution, obtained from the periods of 2000, 2005, 2010 and 2015, respectively, with the intention of understanding the influence of human activities on landscape ecological quality. In the meantime, change of the landscape ecological quality was comparatively analyzed for different lithological partitions from the perspective of landscape stability and anthropogenic interference degree, which can be used to reflect the difference of landscape ecological quality in different lithological regions. The study shows that in general the landscape stability of non-karst region is higher than that of semi-karst region, while landscape stability of typical karst region is the lowest. Moreover, artificial disturbance on the landscape in semi-karst region is higher than that of non-karst region, while the disturbance degree in typical karst region is the lowest. As a result, landscape ecological quality of non-karst region is better than that of semi-karst region, whereas this quality in typical karst region is the worst. From 2000 to 2015, the landscape ecological quality tended to declines in different lithological areas. In typical karst region, this 4-period landscape ecological qualities were 0.30, 0.18, -0.24, and -0.18, respectively, which had an obvious decline between 2000 and 2010, but rose from 2010 to 2015. In semi-karst region, these ecological qualities were 0.55, 0.17, 0.32, and -0.51, respectively; they declined during this period except for years from 2005 to 2010 when they slightly rose. In non-karst region, however, the 4-period values were 0.66, 0.38, 0.27, and -0.30, respectively, had been declining in the entire period since 2000. The landscape ecological qualities of semi-karst region are more susceptible to the influence of both lithology and human activity. Therefore, for ecological environment governance, measures should be taken as the basis of the differences of lithological regions where more attentions should be paid on the landscape ecological quality of semi-karst.

Key words landscape ecological quality, typical karst region, semi-karst region, non-karst region, Luodian county

(编辑 黄晨晖)