

DOI: 10.5846/stxb201807231576

冉晨,白晓永,谭秋,罗旭玲,陈欢,习慧鹏.典型喀斯特地区石漠化景观格局对土地利用变化的响应.生态学报,2018,38(24):8901-8910.

Ran C, Bai X Y, Tan Q, Luo X L, Chen H, Xi H P. Response of landscape pattern of karst rocky desertification to land-use change in a typical karst area. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(24): 8901-8910.

典型喀斯特地区石漠化景观格局对土地利用变化的响应

冉 晨^{1,2}, 白晓永^{2,*}, 谭 秋¹, 罗旭玲^{1,2}, 陈 欢^{1,2}, 习慧鹏²

¹ 贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵阳 550025

² 中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550001

摘要: 土地利用是人类活动最基本的表现形式, 探讨石漠化与土地利用变化之间的响应关系, 对于石漠化治理和区域的可持续发展是非常重要的。基于贵州道真县 2005 年、2015 年 LANDSAT 和石漠化数据, 再利用 ENVI 5.3 进行监督分类, 将道真县土地利用分为 8 种类型。通过景观格局空间分析技术和 3S 技术, 对道真县土地利用时空演变和石漠化景观格局进行综合分析, 结果表明: (1) 2005—2015 年间, 道真县建设用地和灌木林地面积增加, 大部分灌木林地由水田和旱地转化而来, 其面积增加了 7.51%, 建设用地增加了 1.30%。(2) 近 10 年间, 研究区石漠化等级间的转移表现为轻、中、重度转化为潜在石漠化, 其斑块转移面积分别为 11.26、38.79、2.71 km², 表明研究区石漠化景观得到了恢复, 低等级石漠化斑块面积增加, 降低了原有高等级石漠化斑块的优势度。(3) 2005—2015 年间道真县土地利用和石漠化景观格局, 多样性指数分别下降了 0.6434 和 2.4309, 均匀度指数各减少了 0.0552 和 0.5436, 分维度指数各提高了 0.0061 和 0.0801, 蔓延度指数各增加 0.1751、25.5396 和聚合度指数分别增加 1.8688 和 2.9112, 景观形状指数分别减少 0.9812 和 4.536, 石漠化景观格局的变化对应土地利用景观格局指数的变化, 随着人们土地利用方式的改变, 石漠化也发生相应的改变。通过该研究的进行, 有助于提高人们对石漠化和土地利用景观格局的认识, 基于景观生态学背景对石漠化治理成效进行评估, 为之后的石漠化治理工作的进行及研究提供了参考。

关键词: 土地利用; 石漠化; 景观格局; 道真县

Response of landscape pattern of karst rocky desertification to land-use change in a typical karst area

RAN Chen^{1,2}, BAI Xiaoyong^{2,*}, TAN Qiu¹, LUO Xuling^{1,2}, CHEN Huan^{1,2}, XI Huipeng²

¹ School of Geography and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China

² State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550001, China

Abstract: Land-use is the most basic manifestation of human activities. It is essential to explore the response relationship between Karst Rocky Desertification (KRD) and land-use change for the control of KRD and regional sustainable development. Based on LANDSAT and KRD data from 2005 and 2015 in Daozhen County of Guizhou Province, the land-use in Daozhen County was classified into 8 types by ENVI5.3. The spatial and temporal evolution of land use and landscape pattern of KRD in Daozhen County were analyzed using landscape pattern spatial analysis and 3S technology. The results showed that: (1) During 2005—2015, the area of construction land and shrubbery land increased; most shrubbery land was transformed from paddy fields and dry land, and the area increased by 7.51%. Construction land increased by 1.30%.

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFC0502102); 中国科学院科技服务网络计划(KFJ-STZ-ZDTP-036); “西部之光”人才培养计划(A类)(〔2018〕X); 贵州省科技计划(2017-2966)

收稿日期: 2018-07-23; 修订日期: 2018-11-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: baixiaoyong@126.com

<http://www.ecologica.cn>

(2) Over the 10 study years, the metastasis between the rocky desertification grades in the study area exhibited light, medium, and severe conversion into potential rocky desertification. The plaque transfer areas were 11.26 km², 38.79 km², and 2.71 km², respectively, indicating a rocky desertification landscape in the study area. The land has been restored, and the area of low-grade rocky desertification plaques has increased, which reduced the superiority of the original high-grade rocky desertification patches; (3) Landscape patterns of land-use and KRD in Daozhen County decreased by 0.6434 and 2.4309 in 2005 and 2015. The evenness index decreased by 0.0552 and 0.5436, the fractal dimension index increased by 0.0061 and 0.0801, the contagion index increased by 0.1751, 25.5396, and the aggregation index increased by 1.8688 and 2.9112, respectively, and the landscape shape index decreased by 0.9812 and 4.536, respectively. The change in the landscape pattern index of land use corresponded to the change in the landscape pattern of KRD. With change of land-use patterns, the contagion index increased by 0.1751, 25.5396, and 2.9112, respectively. The KRD changed accordingly. This study will help to improve people's understanding of KRD and land-use landscape patterns. Based on the landscape ecology background, the effect of KRD control was evaluated, which will provide a reference for future research regarding KRD control.

Key Words: land-use; Karst rocky desertification; landscape pattern; Daozhen Country

人类不合理的土地利用方式是西南喀斯特地区石漠化发生的主导原因^[1-2]。当前,石漠化问题的日趋恶化已严重阻碍了该地区的经济和社会的可持续发展,成为西南地区最严重的生态环境问题^[3]。

前人对于喀斯特山区石漠化及土地利用景观生态格局的研究颇多,例如卢远等^[4]对喀斯特山区景观生态格局的研究;白晓永等^[5]对喀斯特山区石漠化景观及其土地生态效应的探讨研究;王世杰等^[6]对岩溶山区不同岩性和地貌下景观斑块分布及其多样性的分析研究;李阳兵等^[7]对石漠化景观格局的分布特征及其影响因素的分析研究;王媛媛等^[8]对石漠化景观格局对土地利用时空演变的响应的研究;在探讨土地利用与石漠化之间关系的方面,有刘吉平等^[9]对三江平原土地利用景观格局时空演变及驱动力的研究;胡宝清等^[10]利用景观空间方法对广西喀斯特石漠化空间格局进行分析研究;李阳兵等^[11]对中国典型喀斯特地区土地利用与石漠化之间关系的研究;以上研究均取得较好的成果,使得人们进一步认识土地利用与石漠化之间的关系以及它们的发生机制,但以往研究多以叠加分析、相关分析等定性研究居多,缺乏对土地利用与石漠化之间的综合及其深度研究,难以对人们的石漠化治理工作提供有效的参考意见,也难以对近年来实施的石漠化治理工程的成效进行评估。

鉴于以上问题,本文主要从三个方面进行研究并对石漠化治理提出更加有效的治理模式:(1)对石漠化及土地利用进行时空演变分析,从宏观上了解土地利用及其石漠化的时空演变速率及方向^[11]。(2)定量分析研究不同土地利用情况下石漠化的分布特征。(3)借助景观生态学^[12]从景观格局方面来研究分析土地利用与石漠化景观格局之间的响应关系以及石漠化治理的效果。

1 研究区概况

道真县(图1)位于贵州省北部,107°21′—107°51′E、28°36′—29°13′N,毗邻南川区、务川仡佬族苗族自治县、正安县、武隆县和彭水苗族土家族自治县^[13]。幅员面积 2156 km²。地形以低山峰丛和槽谷的溶蚀和侵蚀为主,碳酸盐岩广泛分布,是典型的喀斯特地貌。2005年石漠化面积为 847.79 km²,占土地总面积的 39.55%。潜在石漠化和中度石漠化是研究区石漠化的主要类型,分别占石漠化总面积的 53.99%和 29.83%。道真县气候宜人,属亚热带湿润季风气候,冬无严寒、夏无酷暑^[14]。年平均气温 8—16.4℃,降雨量 800—1400 mm,日照时数 1076 h,无霜期 270 d 以上。

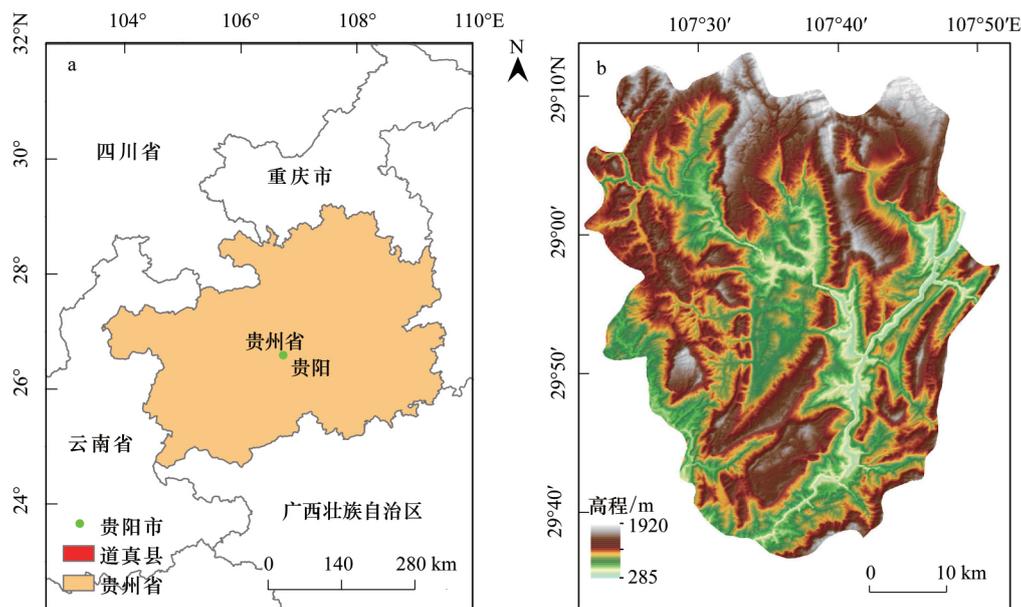


图 1 研究区位置图

Fig.1 Location map of the study area

2 数据来源及研究方法

2.1 基础数据与处理

土地利用图的获取: 通过地理空间数据云下载道真县 2005、2015 年两期的遥感影像图, 根据两期遥感影像特征以及结合道真县卫星影像图通过 ENVI 5.3 进行监督分类, 将研究区划分成 8 种土地利用类型: 建设用地、有林地、水域、旱地、灌木林地、草地、水田、其他用地, 再利用 ArcMap 9.3 进行数据处理, 最终得到道真县土地利用现状图。

石漠化数据来源于喀斯特科学数据中心 (<http://www.karstdata.cn/>)。

DEM 数据来自于地理空间数据云 (<http://www.gscloud.cn/>)。

2.2 景观格局指数及含义

景观格局指数是指景观格局与景观指数。景观指数指高度浓缩的景观格局信息, 是反映其结构构成和空间特征的简单量化指标^[12]。根据研究目的与实际情况, 本研究选取 6 种景观指数(表 1), 对研究区石漠化及土地利用的景观格局进行分析, 景观指数由 Fragstats 4.2 软件根据栅格数据计算得出, 最后选取研究所需指标进行分析。

H —Shannon 多样性指数(P_i 为每一种斑块类型所占景观总面积的比例; m 为斑块的类型总数)

E —均匀度指数(H_{\max} 为多样性指数最大值)

D —分维度指数(P_i 为斑块 i 的周长, A 为斑块 i 的面积)

AI —聚合度指数(表现景观内斑块的聚合程度, g_{ik} 表示相应景观类型的相似邻接斑块数量, m 为景观中斑块类型的总数目)

LSI —景观形状指数(L 为景观中所有斑块边界的总长度, A 为景观总面积)

$CONTAG$ —蔓延度指数(P_i 为每一种斑块类型所占景观总面积的比例, g_{ik} 表示相应景观类型的相似邻接斑块数量)

表 1 景观格局指数及景观含义

Table 1 Landscape pattern index and landscape meaning

景观指数 Landscape index	计算公式 Calculation formula	景观意义 Landscape significance
多样性指数 Diversity index	$H = - \sum_{i=1}^m (P_i) \log_2(P_i)$	景观结构组成复杂程度的指数
均匀度指数 Uniformity index	$E = (H/H_{\max}) \times 100\%$	最大均匀性条件下的多样性指数
分维度指数 Divided dimension index	$D = 2\log_2(P_i^{1/4}) \log_2(A)$	分维数越高,景观的几何形状越复杂
聚合度指数 Degree of polymerization index	$AI = \left[\frac{g_{ii}}{\max \rightarrow g_{ii}} \right] (100)$	各板块的聚合程度
景观形状指数 Landscape shape index	$LSI = \frac{0.25L}{\sqrt{A}}$	景观形状指数越大,景观类型受干扰程度越大
蔓延度指数 Contagion index	$CONTAG = \left[1 + \left(\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[P_i \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] \left[\ln(p_i) \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] / 2\ln(m) \right) \right] (100)$	斑块类型的团聚程度或延展趋势

3 结果分析

3.1 土地利用类型及石漠化等级变化

根据研究区 2005 年和 2015 年的土地利用分布图(图 2)来看,有林地和灌木林地均为两个年份重要土地类型,其次为旱地和水田,有林地和灌木林地主要以较大斑块的形式分布于道真县,2005 年和 2015 年所占面积比例分别为 29.94%、27.82%和 28.04%、35.55%。作为另外两种重要土地类型,旱地和水田主要分布于有林

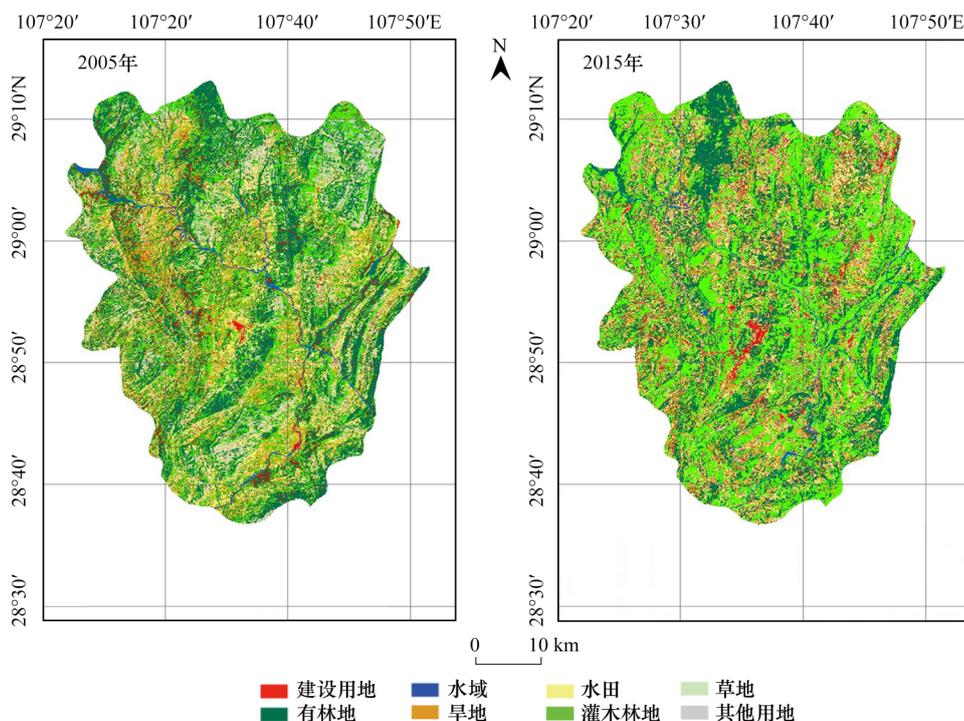


图 2 2005/2015 年道真县土地利用图

Fig.2 Land-use map of Daozhen county in 2005 and 2015

地和灌木林地周围 2005 年和 2015 年所占面积比例为 12.78%、11.83%和 11.88%、11.61%。该研究区草地类型较少 2005 年和 2015 年所占面积比例分别为 0.61%和 0.74%。近 10 年来,道真县建设用地和灌木林地的面积增加,旱地和其他用地的面积减少,其他地类面积变动起伏不大。

从道真县 2005 年和 2015 年石漠化分布图(图 3)明显可以看出研究区 2005 年和 2015 年以潜在石漠化和中度石漠化为主要类型,其面积一共占比 33.15%和 31.17%。研究区 2005 年重度石漠化分布较为明显,从图 3 可看出 2015 年重度石漠化有明显改善。2005 年到 2015 年极重度石漠化占比虽小,分别为 0.12%和 0.06%,也可从图中看出明显改善。随着人们对土地の利用方式改变,道真县的石漠化程度也发生了变化。从土地利用类型上看,研究区灌木林地面积增多、其他用地面积减少,一定程度上对石漠化等级的改变产生了影响,道真县中度及以上石漠化等级面积占比由 18.19%减少到 16.59%。

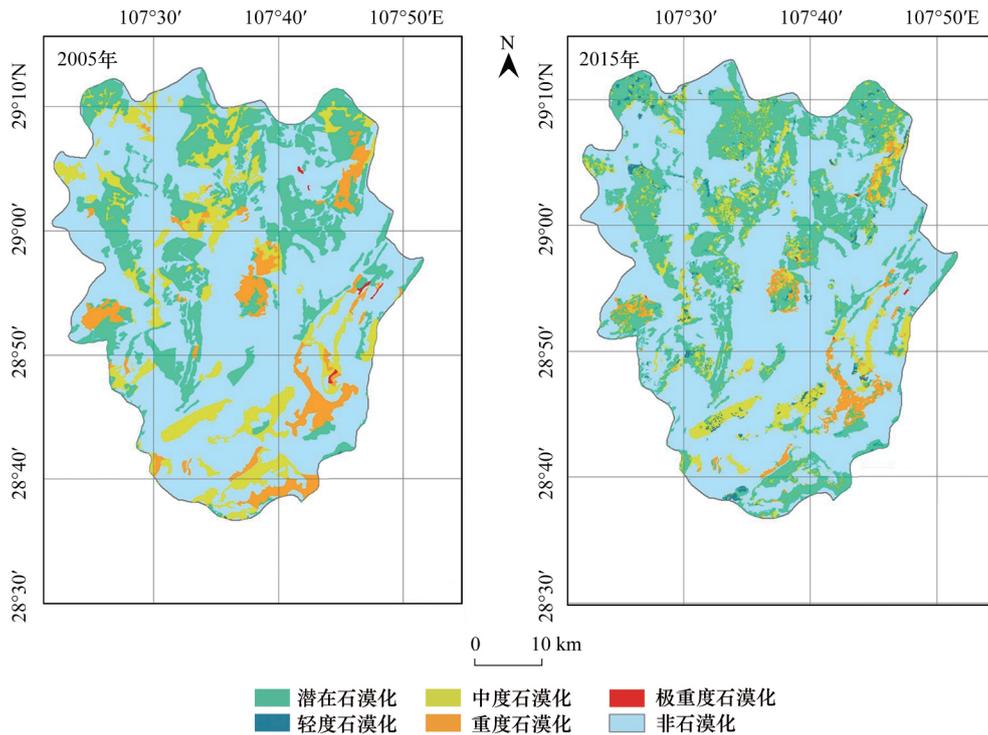


图 3 2005/2015 年道真县石漠化分布图

Fig.3 The rocky desertification map of Daozhen county in 2005 and 2015

依据表 2、3 可得出:研究区 2005—2015 年间,灌木林地面积的平均变化速率最高,表明研究区近 10 年间采取的退耕还林、石漠化综合治理等生态建设工程(图 4),改善了生态环境,使集中发生于灌木林地的中度、重度石漠化有逐渐变好的趋势;同时发生于旱地的极重度石漠化等级也有所下降,另外,非石漠化(非石漠化=非喀斯特+无石漠化)面积减少了 24.24 km²。

表 2 2005—2015 年道真县土地利用面积变化表

Table 2 Land-use area change table of daozhen county from 2005 to 2015

年份/地类 Year/land	建设用地 Building land	有林地 Woodland	水域 Water area	旱地 dry land	水田 Paddy field	灌木林地 Shrubbery	草地 Grassland	其他用地 Other land
2005/km ²	105.77	640.19	20.62	274.24	253.76	596.89	16.17	238.52
2015/km ²	133.69	601.5	16.76	254.91	247.02	762.56	15.83	110.87
变化速率 Rate of change/(km ² /a)	2.79	-3.87	-0.39	-1.93	-0.67	-16.57	-0.03	-12.76

表 3 2005—2015 年道真县石漠化面积变化表

Table 3 Change table of the rocky desertification area in Daozhen country from 2005 to 2015

年份/石漠化等级 Year/rocky desertification level	非石漠化 NKRD	潜在石漠化 PKRD	轻度石漠化 LKRD	中度石漠化 MKRD	重度石漠化 SKRD	极重度石漠化 ESKRD
2005/km ²	847.79	457.75	0.17	252.90	134.42	2.55
2015/km ²	823.54	439.20	28.68	229.02	125.44	1.20
变化速率 Rate of change/(km ² /a)	-2.42	-1.86	2.86	-2.39	-0.90	-0.14

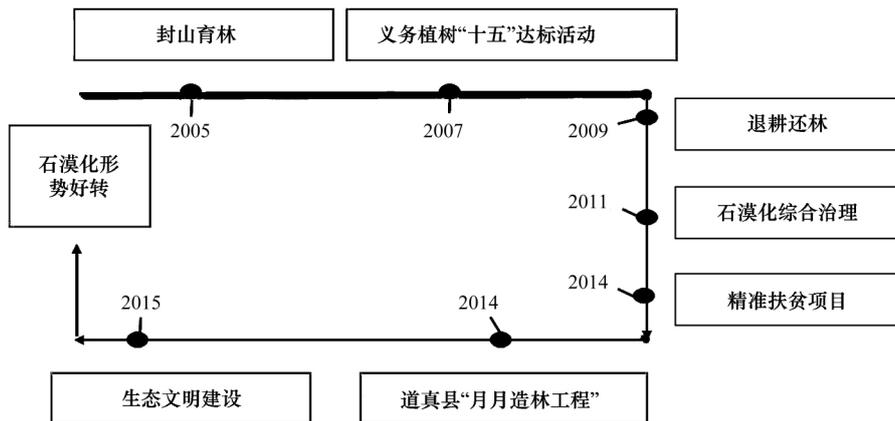


图 4 研究区 10 年来生态建设事件时间轴

Fig.4 Timeline of ecological construction events in the research area for ten years

3.2 土地利用与石漠化等级转移矩阵

基于道真县 2005、2015 年的石漠化等级和土地利用分布图进行分析,得到石漠化等级转移矩阵和土地利用类型转移矩阵图(图 5)和表(表 4、表 5)。

表 4 2005—2015 年道真县石漠化等级转移矩阵/km²

Table 4 Scale transfer matrix of the rocky desertification in daozhen country from 2005 to 2015

等级 Level	非石漠化 NKRD	潜在石漠化 PKRD	轻度石漠化 LKRD	中度石漠化 MKRD	重度石漠化 SKRD	极重度石漠化 ESKRD
非石漠化 NKRD	1233.15	42.60	2.57	16.34	5.52	0.11
潜在石漠化 PKRD	0	348.57	11.26	38.70	2.71	0.08
轻度石漠化 LKRD	0	0.12	0.05	0.01	0	0
中度石漠化 MKRD	0	94.27	12.79	107.68	2.83	0.03
重度石漠化 SKRD	0	2.98	0.38	17.65	56.50	0.40
极重度石漠化 ESKRD	0	0	0	0	0.10	0.18

NKRD: No karst rocky desertification; PKRD: Potential karst rocky desertification; LKRD: Little karst rocky desertification; MKRD: Mild karst rocky desertification; SKRD: Serious karst rocky desertification; ESKRD: Extremely serious karst rocky desertification

结合研究区石漠化转移矩阵表与图分析可得出,研究区 2005—2015 年间石漠化面积变化趋势主要表现为中度和重度石漠化面积减少。石漠化等级从轻度、中度、重度、转化为潜在石漠化,其中轻度石漠化转化为潜在石漠化的面积为 11.26 km²,中度石漠化转为潜在石漠化的面积为 38.79 km²,重度石漠化转化为潜在石漠化的面积为 2.71 km²,重度和极重度石漠化面积变化相对较小,近 10 年间道真县石漠化情况正在好转。

研究区 2005—2015 年间土地利用变化趋势主要为建设用地和灌木林地的增加。土地利用类型主要从旱地和水田转化为灌木林地,其中旱地转为灌木林地的面积为 88.08 km²,水田转为灌木林地的面积为 71.13

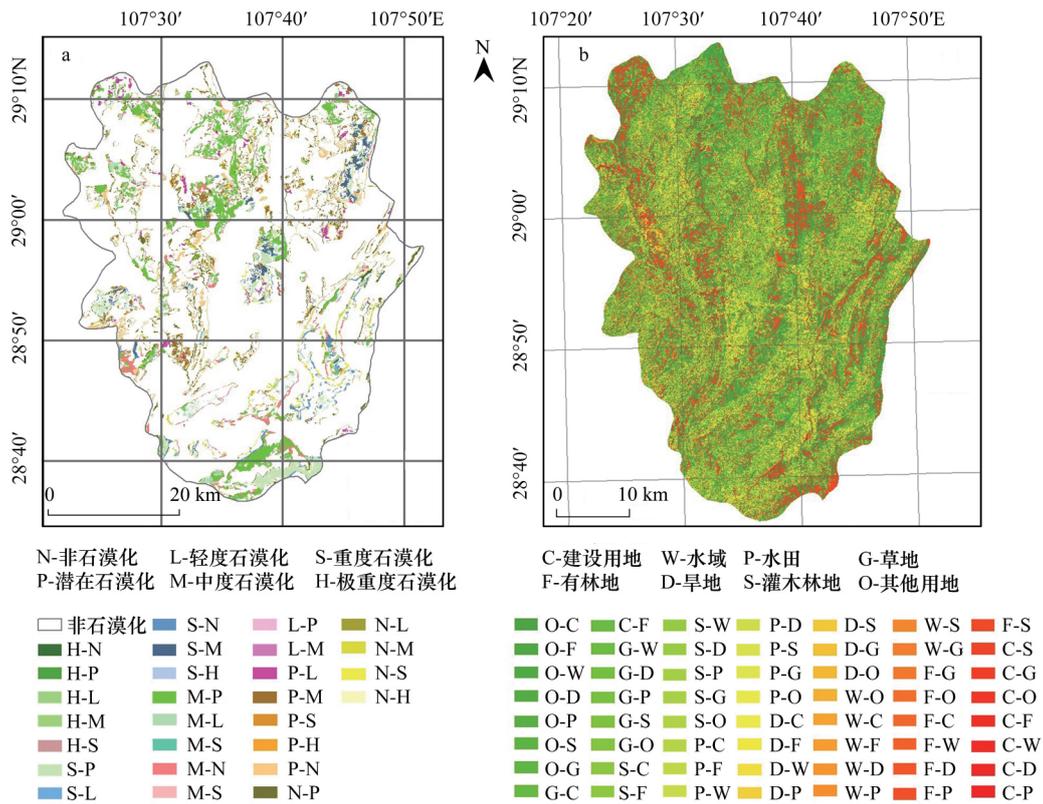


图 5 2005—2015 年道真县石漠化及土地利用转移矩阵图

Fig.5 The matrix diagram of rocky desertification and land-use transfer in daozen country from 2005 to 2015

N: No karst rocky desertification; P: Potential karst rocky desertification; L: Little karst rocky desertification; M: Mild karst rocky desertification; S: Serious karst rocky desertification; ES: Heavily karst rocky desertification; C: Construction land; F: Forest land; W: Water area; D: Dry land; P: Paddy field; S: Shrub land; G: Grass land; O: Other land

km²。研究区旱地和水田面积比例分别从 12.78%和 11.83% 下降到 11.88%和 11.61% 灌木林地面积占比从 27.82%增加到 35.55%。道真县石漠化治理过程中采取的封山育林 植树造林(图 4) 等措施使土地利用的面积发生相应的改变。

表 5 2005—2015 年道真县土地利用类型转移矩阵/km²

Table 5 Land-use type transfer matrix of Daozhen country from 2005 to 2015

类别 Type	建设用地 Building land	有林地 Woodland	水域 Water area	旱地 Dry land	水田 Paddy field	灌木林地 Shrubbery	草地 Grassland	其他用地 Other land
建设用地 Building land	—	34.90	1.44	8.68	5.98	41.78	1.07	3.25
有林地 Woodland	7.71	—	1.51	42.34	17.42	208.64	2.46	6.58
水域 Water area	0.55	3.24	—	1.59	0.65	4.62	0.13	0.13
旱地 Dry land	34.45	28.83	1.68	—	49.24	88.08	2.94	20.90
水田 Paddy field	29.08	26.85	0.84	37.81	—	71.13	4.17	24.65
灌木林地 Shrubbery	25.77	125.33	1.33	83.27	51.78	—	3.22	19.02
草地 Grassland	2.80	0.70	0.01	0.76	3.70	1.70	—	3.44
其他用地 Other land	24.67	26.16	0.23	32.32	61.01	59.41	1.79	—

3.3 不同等级石漠化土地利用分布

从表 6 可看出,研究区石漠化景观主要分布在旱地和灌木林地中,草地和其他用地较少,其中分布于灌木

林地和有林地中的石漠化景观类型为潜在、轻度、中度、重度石漠化,极重度石漠化则主要分布于旱地中。

表 6 2005—2015 年道真县不同土地利用石漠化情况/%

Table 6 The rocky desertification of different land-use in Daozhen country from 2005 to 2015

土地利用类型/石漠化等级 Land-use type/karst rocky desertification level	年份 Year	有林地 Woodland	旱地 Dry land	灌木林地 Shrubbery	草地 Grassland	其他用地 Other land
非石漠化 NKRD	2005	32.95	18.28	34.06	0.78	13.94
	2015	34.25	15.87	41.65	1.17	7.06
潜在石漠化 PKRD	2005	45.39	9.79	34.69	0.45	9.67
	2015	37.28	11.11	47.89	0.26	3.46
轻度石漠化 LKRD	2005	34.52	13.83	32.71	1.13	17.81
	2015	30.58	13.48	49.39	0.50	6.05
中度石漠化 MKRD	2005	39.79	13.56	30.31	0.77	15.58
	2015	29.70	16.46	42.72	0.76	10.36
重度石漠化 SKRD	2005	40.73	8.61	42.36	0.44	7.85
	2015	27.38	15.90	47.11	1.92	7.69
极重度石漠化 ESKRD	2005	32.95	38.28	14.06	0.78	13.94
	2015	25.67	60.32	12.62	0	1.39

经研究分析得出,2005—2015 年间,发生于有林地的石漠化面积呈减少的趋势;发生于旱地中的中度、重度、极重度石漠化面积呈上升趋势;发生于灌木林地的极重度石漠化面积有所减少,潜在、轻度、中度石漠化面积在增加;发生于其他用地的石漠化面积均呈减少趋势。21 世纪以来,石漠化面积减少的原因多是因为国家联合多方面力量,利用各种资源,大力实施石漠化综合治理工程^[15-17]。

3.4 景观格局指数计算及其空间变化特征

基于景观格局理论和方法,利用景观格局分析软件 FRAGSTAT 4.2,以道真县 2005、2015 年土地利用和石漠化分布图为基础,选取多样性指数、均匀度指数、分维度指数、蔓延度指数、聚合度指数和景观形状指数指标,对道真县的土地利用和石漠化景观格局进行综合分析(表 7、8)。

表 7 2005—2015 年道真县土地利用景观格局指数

Table 7 Land-use landscape pattern index of Daozhen province from 2005 to 2015

年份 Year	多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Uniformity index	分维度指数 Divided dimension index	蔓延度指数 Contagion index	聚合度指数 Degree of polymerization	景观形状指数 Landscape shape index
2005	8.3061	0.9484	1.5211	43.4242	19.4739	41.8737
2015	7.6627	0.8932	1.5272	43.5993	21.3427	40.8925
2005—2015	-0.6434	-0.0552	0.0061	0.1751	1.8688	-0.9812

景观层面上的景观指数主要用以反映研究区总体景观格局及其变化模式^[18]。由表 7 可以看出,2005—2015 年间,研究区内土地利用多样性指数和均匀度指数各下降了 0.6434 和 0.0552,说明道真县土地利用景观类型的破碎化程度随着景观类型的复杂程度的下降随之变小。分维度指数由 1.5211 上升到 1.5272,说明研究区内景观类型的形状变得更为复杂。蔓延度指数和聚合度指数均增加,表明研究区土地利用景观类型向外蔓延,逐渐由小斑块转化成大斑块,景观破碎化程度得到有效改善,例如研究区灌木林地景观类型面积的扩大。景观形状指数由 41.8737 下降为 40.8925,下降幅度虽不大,但表明研究区内土地利用景观受干扰程度正在逐渐下降。

由表 8 可以看出,2005—2015 年间,研究区内石漠化多样性指数和均匀度指数均有所下降,其中多样性指数下降了 2.4309,充分表明研究区石漠化景观类型的多样性减少,即石漠化强度的减弱,使得潜在石漠化的面积占比大大增加。石漠化分维度指数由 1.3976 上升到 1.4777,表明研究区内景观类型的形状变得更为复

杂。蔓延度指数和聚合度指数分别增加了 25.5396 和 2.9112,说明石漠化景观类型的破碎程度大大减少,结合研究区石漠化现状图可以清晰看出石漠化景观中某种优势斑块逐步向高连接性转变,形成较大斑块。景观形状指数的下降,表明石漠化景观的受干扰程度有所下降,这与研究区自然背景以及近年来的生态建设有着密切的关系。

表 8 2005—2015 年道真县石漠化景观格局指数表

Table 8 Index table of landscape pattern of the rocky desertification in Daozhen country from 2005 to 2015

年份 Year	多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Uniformity index	分维度指数 Divided dimension index	蔓延度指数 Contagion index	聚合度指数 Degree of polymerization	景观形状指数 Landscape shape index
2005	4.2401	0.793	1.3976	57.6636	86.6695	23.0607
2015	1.8092	0.2494	1.4777	83.2032	89.5807	18.5247
2005—2015	-2.4309	-0.5436	0.0801	25.5396	2.9112	-4.536

4 讨论

石漠化的发生发展,已引起党和政府的高度关注,研究区近 10 年石漠化景观类型面积变化较大,其中极重度石漠化景观类型面积减少了 1.35 km²,石漠化强度有所减弱,轻度石漠化景观比例增加,通过景观分析可以看出,近 10 年来研究区石漠化景观逐渐恢复,低等级石漠化斑块增多,降低了原有高等级石漠化斑块的优势度;石漠化等级间的转移表现为轻度、中度、重度、转化为潜在石漠化,石漠化形势有所改善,这与研究区采取的有关措施有一定的联系,例如贵州安顺以“扶贫开发”为主题,结合封山育林和异地扶贫,既保护了生态环境又增加了农民收入,实现了生态与脱贫双赢^[19],贵州花江^[20]充分利用喀斯特环境及适生植物资源,建立了“猪-沼-椒(经果林)”模式,在调整产业结构的同时恢复了生态环境,实现了石漠化治理与经济的同步发展。根据研究区近十年来有可能对石漠化产生影响的生态事件可说明研究区在植被恢复和生态环境综合治理方面取得了突出成果,但是,贵州是一个典型喀斯特地区,贵州道真县的社会经济状况一直处于落后水平,这就造成人们在治理石漠化的过程中处于贫困与石漠化的双重压力下,贫困导致当地农民盲目开垦土地,乱砍滥伐,由于人们对土地的不断索取而加剧了石漠化的演变速度,使得非石漠化也就是非喀斯特和无石漠化面积呈现出增加的趋势,这与人们的不合理的土地利用方式有一定的相关性^[11]。一边植树造林,一边乱砍滥伐;一边退耕还林,一边毁林开垦;在进行石漠化控制时,同时继续破坏的现象大量存在。

5 结论

本文以道真县 2005—2015 年土地利用和石漠化等级分布图为基础,将景观格局空间分析技术与之相结合,研究道真县石漠化景观格局与土地利用类型时空演变之间的响应关系。结合土地利用与石漠化景观格局分析逻辑关系图(图 6),得出以下结论:从石漠化总体演化趋势与景观类型空间组合特征来看,石漠化强度的

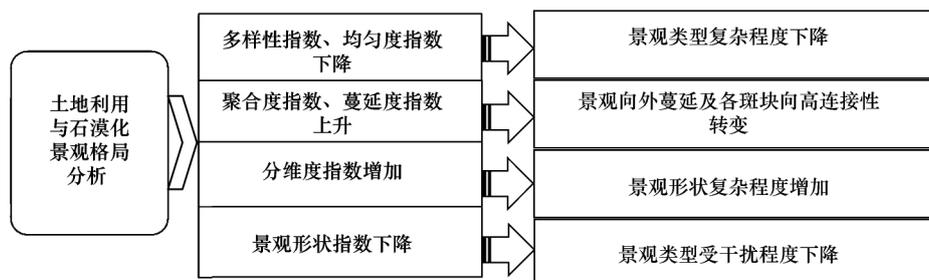


图 6 土地利用与石漠化景观格局分析逻辑关系图

Fig.6 Logical relation diagram of land-use and the rocky desertification landscape pattern analysis

减弱及石漠化与土地利用景观多样性指数的降低,说明随着土地利用的改变,研究区石漠化景观类型复杂程度下降,各等级石漠化的面积差异变小,这有利于石漠化的治理;从景观格局看,土地利用与石漠化景观的聚合度和蔓延度有增加趋势,说明破碎的斑块形成规模,向高连接性转变,表现为林地景观类型面积增加,石漠化等级由高向低转化;形状景观指数的下降表明研究区景观类型受干扰程度下降,石漠化景观格局指数是与土地利用景观格局指数相对应的。鉴于此,我们可猜测随着人们土地利用方式的改变,石漠化景观格局也发生相应改变。

参考文献(References):

- [1] Yuan D X. Rock desertification in the subtropical karst of south China. *Z. Geomorph. N. F.*, 1997, 108: 81-90.
- [2] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨. *中国岩溶*, 2002, 21(2): 31-35.
- [3] 中国科学院学部. 关于推进西南岩溶地区石漠化综合治理的若干建议. *地球科学进展*, 2003, 18(4): 489-492.
- [4] 卢远, 华瑾, 周兴. 基于 RS 和 GIS 的喀斯特山区景观生态格局. *山地学报*, 2002, 26(6): 727-731.
- [5] 白晓永, 熊康宁, 苏孝良, 兰安军. 喀斯特石漠化景观及其土地生态效应——以贵州贞丰县为例. *中国岩溶*, 2005, 24(4): 276-281.
- [6] 邵景安, 李阳兵, 王世杰, 魏朝富, 谢德体. 岩溶山区不同岩性和地貌类型下景观斑块分布与多样性分析. *自然资源学报*, 2007, 22(3): 478-485.
- [7] 严宁珍, 李阳兵. 石漠化景观格局分布特征及其影响因素分析——以贵州省盘县为例. *中国岩溶*, 2008, 27(3): 255-260.
- [8] 王媛媛, 周忠发, 魏小岛. 石漠化景观格局对土地利用时空演变的响应. *山地学报*, 2013, 31(3): 307-313.
- [9] 刘吉平, 赵丹丹, 田学智, 赵亮, 刘家福. 1954-2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力. *生态学报*, 2014, 34(12): 3234-3244.
- [10] 胡宝清, 李玲, 蒋树芳. 基于景观空间方法的广西喀斯特石漠化空间格局分析. *地球与环境*, 2005, (S1): 581-587.
- [11] 李阳兵, 白晓永, 周国富, 兰安军, 龙健, 安裕伦, 梅再美. 中国典型石漠化地区土地利用与石漠化的关系. *地理学报*, 2006, 61(6): 624-632.
- [12] 邬建国. *景观生态学——格局、过程、尺度与等级*. 北京: 高等教育出版社, 2000: 100-118.
- [13] 杨桂林, 杨柳, 陈笑媛. 贵州贫困县耕地集约利用评价——以道真县为例. *天津农业科学*, 2017, 23(3): 59-64, 68-68.
- [14] 袁德福, 何文夕. 道真县金银花生长气候条件及区划分析. *现代农业科技*, 2010, (24): 306-306.
- [15] 蒋忠诚, 罗为群, 童立强, 程洋, 杨奇勇, 吴泽燕, 梁建宏. 21 世纪西南岩溶石漠化演变特点及影响因素. *中国岩溶*, 2016, 35(5): 461-468.
- [16] 吴协保. 继续推进岩溶地区石漠化综合治理二期工程的现实意义. *中国岩溶*, 2016, 35(5): 469-475.
- [17] 白建华, 但新球, 吴协保, 吴照柏. 继续推进石漠化综合治理工程的必要性和可行性分析. *中南林业调查规划*, 2015, 34(2): 62-66.
- [18] 崔闪闪, 刘庆, 王静. 滨海开发带景观格局指数的尺度效应及对土地利用变化的响应——以江苏省大丰市为例. *地理与地理信息科学*, 2016, 32(6): 87-93.
- [19] 罗强. 欠发达地区石漠化治理引领扶贫开发研究——以贵州安顺为例. *农村科技*, 2018, (3): 64-67.
- [20] 李阳兵, 王世杰, 熊康宁. 花江峡谷石漠化土地生态重建及其启示. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(1): 138-142.