

彭文君,舒英格. 典型石漠化地区土地覆被变化对生态环境的影响——以贵州省晴隆县为例[J]. 江苏农业科学,2017,45(14):200-206.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.14.054

# 典型石漠化地区土地覆被变化对生态环境的影响 ——以贵州省晴隆县为例

彭文君<sup>1</sup>, 舒英格<sup>1,2</sup>

(1. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州大学农学院, 贵州贵阳 550025)

**摘要:**石漠化地区的生态系统极其脆弱,其环境特殊、岩石裸露、土层薄、蓄水能力差,这是由于土地覆被变化导致生态服务功能遭到破坏、生态环境恶化的结果,研究典型石漠化地区土地覆被对生态环境的作用关系到我国该类型地区土地资源的可持续发展。本研究以典型高山石漠化地区贵州省晴隆县为例,利用 ENVI、ArcGis 软件对 1988 年、2000 年、2016 年 3 期 Landsat 影像进行解译,分析近 30 年的土地覆被变化特征,通过计算土地覆被变化幅度、生态服务价值、生态环境质量指数、生态贡献率,得出对生态环境的影响结果。结果表明:受人口增长、经济发展、土地政策等因素的影响,1988—2016 年间呈现出“两增三减一浮动”态势,即耕地、水域、未利用地转向草地、城乡工矿及居民用地,林地面积呈先上升后下降的浮动模式;晴隆县生态服务价值呈先增后减趋势,由于林地、草地、耕地、水域支撑,在 2000 年达到最大值,而耕地、林地面积减少直接导致 2016 年生态服务价值下降;1988 年、2000 年、2016 年区域生态环境质量指数分别为 0.443 5、0.469 7、0.475 1,总体上维持着动态稳定并呈现上升的趋势,但由于林地草地退化、建设占用、水域枯竭等原因,造成了区域生态环境质量受损。

**关键词:**土地覆被变化;生态服务价值;生态环境质量;石漠化地区

**中图分类号:** F301.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2017)14-0200-06

土地覆被变化涉及到区域人口、资源、环境与发展方面的核心问题,并与生态安全水平密切联系,它的逐渐积累最终还会导致全球变化,因此从 1990 年起,土地覆被变化便成为全世界资源与环境领域的研究热点<sup>[1-2]</sup>。到目前为止,国内外已有众多学者利用高光谱遥感、微波遥感、高分辨率影像和多源信息复合、遥感图像自动识别与分类、3S 的集成等技术,针对不同时空的土地覆被变化形式、特征、趋势以及驱动力等方面开展了大量的研究,在研究区域上,将土地覆被变化与生态结合的研究范围由风沙区<sup>[3]</sup>、黄土高原区<sup>[4]</sup>、平原地区<sup>[5]</sup>、丘陵沟壑区<sup>[6-7]</sup>、喀斯特山区<sup>[8]</sup>、干旱区<sup>[9]</sup>,到流域<sup>[10]</sup>、城市<sup>[11-12]</sup>,但对于典型石漠化地区,对土地覆被变化特征的研究极少,并且尚未有人将其生态服务价值与生态环境效应联系起来做研究;在研究时间上,大多数学者的研究期都选择了 2013 年之前的 10 年或 20 年间,不能很好地反映近期的变化趋势,其对“十二五”的响应程度及对“十三五”的指导作用甚小。由于贵州省拥有独特的喀斯特地貌,其石漠化程度深,再加上生态环境退化,已波及到长江、珠江中下游地区和三峡库区的生态平衡<sup>[13]</sup>,大力开展贵州石漠化区的环境保护及生态建设工作已迫在眉睫。

为此本研究以贵州省具有典型高山石漠化特点的晴隆县

为例,利用 1988 年、2000 年、2016 年 3 期土地覆被数据,在县域尺度范围内,探讨典型石漠化地区的土地覆被变化特征,定量分析生态服务价值与生态环境效应的变化,可获得土地覆被变化对生态环境的影响结果,这一结果可指导编制土地利用规划,同时为当地环境部门提供量化依据,促进生态保护与经济建设之间关系的协调,以期贵州省乃至全国范围内石漠化地区土地资源的可持续发展决策提供参考。

## 1 研究区与研究数据

### 1.1 研究区概况

晴隆县地处贵州省西南侧,黔西南布依族苗族自治州的东北角(105°01'~105°25'E,25°33'~26°11'N),占地 132 730 hm<sup>2</sup>,属高原亚热带季风气候,一年中平均温度约 14℃,总降水量为 1 500~1 650 mm。境内地形起伏大,海拔高度相差达 1 482 m,土壤浅薄、岩石裸露度高、立地条件差、成土速度非常缓慢、生产力低,碳酸盐岩连片分布,具有“山高坡陡谷深”的特点,属于贵州省典型的高山石漠化贫困地区,石漠化范围达 88 527 hm<sup>2</sup>,占全县土地面积的 66.70%。该县生态环境十分脆弱,有 75% 的耕地呈小块条形状,属于坡耕地,其保土、保水、保肥能力特别差,自然灾害频发。严重的土地石漠化是导致其成为国家级贫困县的重要原因,人均耕地仅 0.051 3 hm<sup>2</sup>,晴隆县从 20 世纪 80 年代末至今,石漠化程度不断加剧,现已达到全省石漠化面积的 40.56%。

### 1.2 研究数据

**1.2.1 数据获取** 本研究采用晴隆县 1988 年 Landsat4-5 TM 卫星数据(时相 9 月 15 日,分辨率 30 m)、2000 年 Landsat4-5 TM 卫星数据(时相 11 月 3 日,分辨率 30 m)、

收稿日期:2016-09-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460133)。

作者简介:彭文君(1992—),女,贵州遵义人,硕士研究生,主要从事土地规划与信息技术研究。E-mail:1940551918@qq.com。

通信作者:舒英格,硕士,副教授,主要从事农业资源与环境和土地资源利用管理研究。E-mail:maogen958@163.com。

2016 年 Landsat 8 OLI\_TRIS 卫星数据(时相 3 月 20 日,分辨率 30 m)共 3 期遥感影像作为基本数据源,结合晴隆县行政边界图,利用目视解译加实地勘察的方式来取得土地覆被相关数据。

1.2.2 土地覆被分类与解译标志的确定 根据中国科学院提出的土地覆被分类方法<sup>[14]</sup>,将土地覆被类型划分成 6 个一类地和 25 个二类地,在图像解译过程中,发现二级地类间无法区分,为了提升解译效率,控制各样本分离度与分类精度,剔除掉一些二类地,再归并一部分进入一类地,最终确定土地覆被类型为:林地、耕地、草地、城乡工矿居民用地、水域、未利用地。

用地。对不同波段的组合进行比对后,最终决定 1988 年和 2000 年 2 期遥感影像都选择 543 波段进行 RGB 合成,2016 年遥感影像选择 453 波段进行 RGB 合成。由此,便建立了遥感影像解译标志。

1.2.3 数据处理 利用 ENVI 5.1 对 3 期卫星数据执行图像的预处理;再进行监督分类操作,监督分类时会用到 Google Earth 7.1.5 进行辅助;随后进行分类后处理操作,以减少分类误差,提高精度;最后生成晴隆县 1988—2000 年与 2000—2016 年的土地覆被变化转移矩阵,统计各地类面积,并利用 ArcGIS 10.2 生成 3 个不同时相的土地覆被现状图(图 1)。

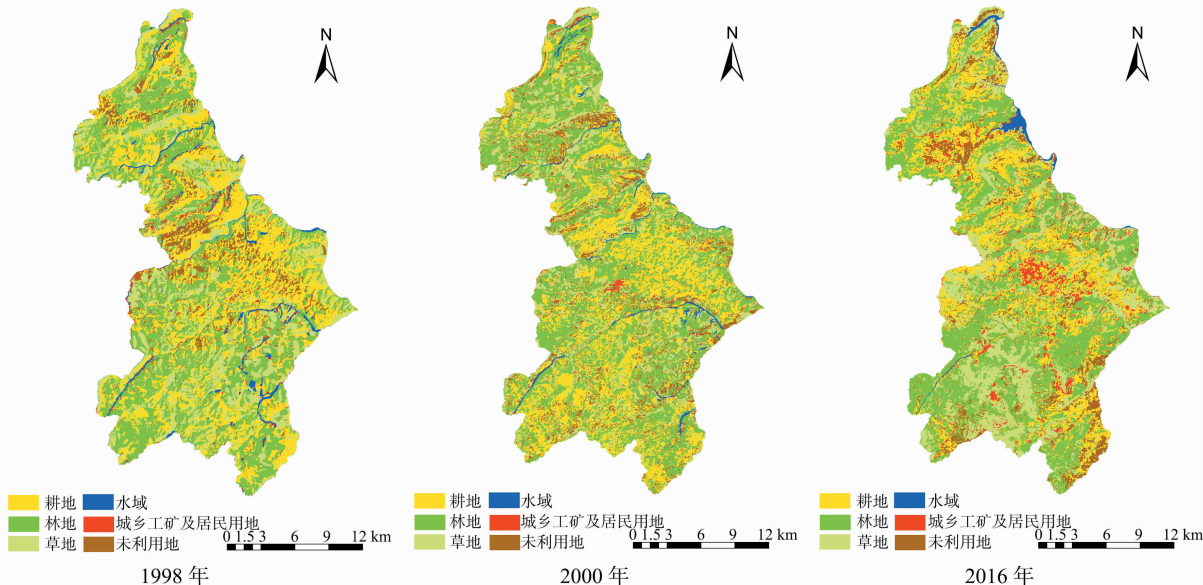


图1 1988年、2000年、2016年研究区土地覆被现状

## 2 研究方法

### 2.1 土地覆被变化的分析方法

土地覆被变化的幅度分析,土地覆被变化幅度是从面积上考察土地覆被种类的变化程度,重点描述不同土地覆被种类在不同时间内总量上的差异,不但可以从整体上把握土地覆被变化的大趋势,而且可以掌握其内部结构的变化<sup>[15]</sup>。其表达式为:

$$R_d = (U_b - U_a) / U_a \times 100\% \quad (1)$$

式中: $R_d$ 表示在研究期内某覆被种类的面积变化幅度; $U_a$ 和 $U_b$ 表示某覆被种类在研究期始、末的面积。

### 2.2 生态服务价值的研究方法

谢高地等在 2003 年提出了 9 项生态服务价值功能的概念。土地覆被种类与生态类型的对照标准如下:耕地与农田对照;林地与森林对照;未利用地与荒漠对照;城乡工矿及居民用地与建设用地对照,因不考虑建设用地的生态服务价值,所以等于 0。在计算过程中,引用谢高地等提出的价值当量表<sup>[16]</sup>,按照不同地区的物价水平,对生态服务价值表做了一些修正,并运用 Costanza 等提出的计算公式<sup>[17]</sup>计算晴隆县的生态服务价值(ESV),其表达式为:

$$ESV = \sum_{i=1}^k A_i \times V_i \quad (2)$$

式中: $ESV$ 表示生态服务价值(元); $A_i$ 表示研究区  $i$  种土地覆

被种类的面积( $\text{hm}^2$ ); $V_i$ 表示生态系统价值系数[元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{年}$ )]; $i$ 表示土地覆被种类; $k$ 表示土地覆被种类的数量。

### 2.3 生态环境效应的计算方法

2.3.1 区域生态环境质量指数 是指某一地区内各覆被种类的环境质量与该种类面积的比,以定量的方式来描述该县域内生态环境质量的整体情况,其表达式为:

$$EV_i = \sum_{i=1}^n LU_i C_i / TA \quad (3)$$

式中: $EV_i$ 表示区域生态环境质量指数; $LU_i$ 表示某一时期内第  $i$  种覆被种类的面积; $C_i$ 表示覆被  $i$  类型的生态环境指数; $TA$ 表示该区域总面积; $n$ 表示区域内所有覆被种类的数量。

2.3.2 区域土地覆被类型转换生态贡献率 是指某覆被种类的转换所带来的区域生态质量的变化水平,其表达式为:

$$LE_i = (LE_{i+1} - LE_i) LA / TA \quad (4)$$

式中: $LE_i$ 表示生态贡献率; $LE_{i+1}$ 、 $LE_i$ 分别表示期末和期初覆被种类的生态质量指数; $LA$ 表示该转换类型的面积; $TA$ 表示该区域总面积。

参考国内外相关研究,可以采用生态服务功能来测算各覆被种类的生态价值,构建覆被种类与生态环境质量之间的关系,向各覆被种类的质量指数赋值。赋值标准主要参考 Costanza 等提出的世界范围内各种生态服务功能价值间的不同比值,再联系晴隆县的县情,对质量指数在 0 到 1 之间赋不同值,考虑到 Costanza 等的计算结果有一定偏差,需要对其结

果实施进一步修正,因此本研究还参考了彭建等<sup>[18-20]</sup>对不同区域生态价值的评估结果,从而得到不同土地覆被种类的环境指数。

3 结果与分析

3.1 分类结果精度评估

本研究利用 ENVI 5.1 中的 Confusion Matrix 工具逐一对各期影像的处理成果执行精度评估,得到总体分类精度(OA)和 Kappa 指数(Kappa)2 个指标。其中,OA>90%为优,kappa 则有 5 个不同等级:[0,0.2]为几乎不一致、(0.2,0.4]为较低一致、(0.4,0.6]为中度一致、(0.6,0.8]为高度一致、(0.8,1]为几乎完全一致。通过对 3 期遥感数据的处理结果分别执行精度评估,可见解译精度符合要求(表 1)。

表 1 分类精度表

年份	OA(%)	Kappa	一致性级别
1988	8.914 6	0.986 4	几乎完全一致
2000	990.272 6	0.795 6	高度一致
2016	93.986 9	0.908 5	几乎完全一致

表 2 1988 年、2000 年、2016 年研究区土地覆被变化

土地覆被类型	1988 年		2000 年		2016 年	
	面积(hm <sup>2</sup> )	比例(%)	面积(hm <sup>2</sup> )	比例(%)	面积(hm <sup>2</sup> )	比例(%)
耕地	44 154.69	33.74	36 836.62	28.15	33 812.94	25.84
林地	49 881.49	38.11	54 692.11	41.79	53 107.65	40.58
草地	22 694.12	17.34	27 646.11	21.12	33 268.33	25.42
水域	3 048.06	2.18	2 875.99	2.20	2 293.62	1.75
城乡工矿及居民用地	2 849.19	2.33	3 565.34	2.72	5 607.00	4.28
未利用地	8 244.09	6.30	5 255.47	4.02	2 782.10	2.13
总计	130 871.64	100.00	130 871.64	100.00	130 871.64	100.00

表 3 1988—2016 年研究区土地覆被变化率

土地覆被类型	变化率(%)	
	1988—2000 年	2000—2016 年
耕地	-16.57	-8.21
林地	9.64	-2.90
草地	21.82	20.34
水域	-5.65	-20.25
城乡工矿及居民用地	25.14	57.26
未利用地	-36.25	-47.06

研究区土地覆被变化转移矩阵的分析可知,这一时期的耕地面积在持续减少,耕地的流出方向主要为林地、草地、城乡工矿及居民用地。而这一时期林地和草地面积有所增加,除了

3.2 土地覆被类型间的转换幅度与方向

3.2.1 转换幅度分析 晴隆县土地覆被变化的总体特征是:城镇工矿及居民用地和草地面积直线上升,耕地面积持续下降,林地面积先上升后下降,水域和未利用地呈小范围减少趋势。具体来说:1988 年,晴隆县土地覆被类型以耕地和林地为主,耕地面积为 44 154.69 hm<sup>2</sup>,占总面积的 33.74%,林地面积为 49 881.49 hm<sup>2</sup>,占 38.11%,土地覆被面积最小的是城乡工矿及居民用地、水域和未利用地,共占总面积的 10.81%。到 2000 年,晴隆县土地覆被类型以林地为主,面积达到 54 692.11 hm<sup>2</sup>,净增加 4 810.62 hm<sup>2</sup>,增幅为 9.64%,覆被类型面积最小的依然是城乡工矿及居民用地、水域和未利用地,共占 8.94%。到 2016 年,晴隆县土地覆被类型的总体转变趋势与 2000 年相似,仍以林地为主,但较 2000 年有所下降,面积为 53 107.65 hm<sup>2</sup>,净下降 1 584.46 hm<sup>2</sup>,减幅为 2.90%,土地覆被类型面积最小的依旧是城乡工矿及居民用地、水域和未利用地,共占总面积的 8.16%(表 2、表 3)。

3.2.2 转换方向分析 对 3 期数据进行动态监测操作,可以获得 2 个动态转移矩阵(表 4、表 5)。通过对 1988—2016 年

耕地所做的贡献外,另一个主要流入方向为未利用地。城乡工矿及居民用地在这一时期有一定的扩张,大多来自耕地和未利用地。水域范围在缩小,流出方向为草地和未利用地。由于转化为林地、草地、城乡工矿及居民用地,未利用地的面积在持续减少。

3.2.3 驱动因素分析 从表 4 可以看出,1988—2000 年这 12 年来,面积下降最多的是耕地,耕地主要流向了林地和草地,其中有 4 283.10 hm<sup>2</sup> 的耕地流向林地。其次减少最多的是未利用地,其中有 623.38 hm<sup>2</sup> 流向林地,2 155.13 hm<sup>2</sup> 流向草地。除了林地和草地,增长最多的是城乡工矿及居民用地,增长的部分大多由耕地和未利用地转换而来。在“八五”期间,贵州省加快了基础工业建设的脚步,而这些基础设施和

表 4 1988—2000 年研究区土地覆被变化转移矩阵

1998 年土地覆被类型	2000 年转移的面积(hm <sup>2</sup> )						变化量(hm <sup>2</sup> )
	耕地	林地	草地	水域	城乡工矿及居民用地	未利用地	
耕地		4 283.10	2 576.92	44.84	415.08	33.48	7 353.42
林地	11.94		97.74	4.83	6.30	10.35	4 810.62
草地	5.02	14.69		83.73	0.46	0.24	4 951.99
水域	1.83	6.11	221.17		1.12	100.67	330.90
城乡工矿及居民用地	0.46	14.50	5.17	2.08		2.46	24.67
未利用地	16.10	623.38	2 155.13	23.35	317.86		3 135.82
总计	35.35	4 941.78	5 056.13	158.83	740.82	147.20	11 080.11

基础产业的建设需要占用大量土地,此类土地通常是在地势比较平坦的地方,往往是耕地分布的主要地区,这就造成了耕地和未利用地不断地向城乡工矿及居民地转换。

从表 5 可以看出,2000—2016 年这 16 年来,减少最多的是耕地,耕地的流出方向主要是草地,耕地转为草地的面积达 2 375.91 hm<sup>2</sup>。由于退耕还草必须严格控制坡度在 25°以上非基本农田的坡耕地实施,晴隆县具有的山高坡陡地势恰让退耕还草取得了较好的成效,成为了贵州省典型的退耕还草地区,其力度之大使得耕地大量向草地转换。增长面积居第 2 位的是城乡工矿及居民用地,源于耕地的有 479.09 hm<sup>2</sup>,源于未利用地的有 1 489.01 hm<sup>2</sup>,这是由于在“十五”和“十二五”期间,晴隆县各级各部门积极抢抓西部大开发和新一轮

扶贫开发的机遇,施行了大量基础保障建设,占据了耕地和未利用地。除耕地以外减少最快的是未利用地,未利用地主要转为了草地,转换范围达 2 630.36 hm<sup>2</sup>,这与 2003 年国家出台的《基本农田保护条例》和《退耕还林条例》息息相关,希望在保护好基本农田的同时,还要实施退耕还林还草,晴隆县为使该项政策落地,抓住退耕还林还草工程实施的大好机遇,在此期间大范围地开展了退耕还林还草政策宣传工作,并落到实处,保护基本农田并不影响利用未利用地来实施退耕还林还草,这是未利用地向林地、草地转换的主要原因;但由于这一时期属于生态环境退化的时期,生态环境受到人类活动的影响较大,石漠化程度正在加强,导致林地在这一时期遭到破坏较为严重,因此总体来看,林地面积在减少。

表 5 2000—2016 年研究区土地覆被变化转移矩阵

2000 年土地覆被类型	2016 年转移的面积 (hm <sup>2</sup> )							变化量 (hm <sup>2</sup> )
	耕地	林地	草地	水域	城乡工矿及居民用地	未利用地	总计	
耕地		393.54	2 375.91	2.65	479.09	19.97	3 271.16	-3 023.68
林地	98.96		981.15	36.88	182.71	738.65	2 038.35	-1 584.46
草地	90.06	0.00		5.12	1.99	737.97	835.14	5 622.22
水域	1.68	3.90	402.67		0.75	220.08	629.08	-582.37
城乡工矿及居民用地	16.91	22.22	67.27	1.04		4.45	111.89	2 041.66
未利用地	39.87	34.23	2 630.36	1.02	1 489.01		4 194.49	-2 473.37
总计	247.48	453.89	6 457.36	46.71	2 153.55	1 721.12	11 080.11	

3.3 生态服务价值变化

为了探讨晴隆县土地覆被变化对生态服务价值的影响,本研究引用了生态服务价值当量表(表 6),并结合晴隆县的特点做了修正:以晴隆县 2010—2015 年平均粮食产量 579 kg/hm<sup>2</sup> 为基准单产,粮食单价取 2015 年贵州省粮食平均价格 3.86 元/kg,计算出晴隆县 1 个当量因子的经济价值为 319 元/hm<sup>2</sup>,即得到晴隆县各土地覆被类型所对应的生态服务价值系数(表 7)。

凭借晴隆县各覆被种类的生态服务价值系数和土地覆被面积,可算出 1988 年、2000 年、2016 年的生态服务价值。从表 8 来看,晴隆县生态服务价值总体上在 1988—2000 年呈增长趋势,其中,林地价值增长显著,增加了 0.335 亿元,其次草

表 6 中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表

生态服务功能	生态服务价值当量				
	森林	草地	农田	水体	荒漠
气体调节	3.50	0.80	0.50	0	0
气候调节	2.70	0.90	0.89	0.46	0
水源涵养	3.20	0.80	0.60	20.38	0.03
土壤形成与保护	3.90	1.95	1.46	0.01	0.02
废物处理	1.31	1.31	1.64	18.18	0.01
生物多样性保护	3.26	1.09	0.71	2.49	0.34
食物生产	0.10	0.30	1.00	0.10	0.01
原材料	2.60	0.05	0.10	0.01	0
娱乐文化	1.28	0.04	0.01	4.34	0.01

表 7 晴隆县不同土地覆被类型生态服务价值系数

生态服务功能	生态服务价值系数				
	林地	草地	耕地	水域	未利用地
气体调节	1 116.50	255.20	159.50	0	0
气候调节	861.30	287.10	283.91	146.74	0
水源涵养	1 020.80	255.20	191.40	6 501.22	9.57
土壤形成与保护	1 244.10	622.05	465.74	3.19	6.38
废物处理	417.89	417.89	523.16	5 799.42	3.19
生物多样性保护	1 039.94	347.71	226.49	794.31	108.46
食物生产	31.90	95.70	319	31.90	3.19
原材料	829.40	15.95	31.90	3.19	0
娱乐文化	408.32	12.76	3.19	1 384.46	3.19
合计	6 970.15	2 309.56	2 204.29	14 664.43	133.98

地生态服务价值增加了 0.115 亿元,而耕地、水域、未利用地的价值出现不稳定的减少,分别减少了 0.161 亿、0.025 亿、0.004 亿元。2000 年晴隆县的生态服务价值达到最大,为 5.692 亿元,林地、草地、耕地、水域的贡献最大,占到总价值

的 99.88%。2016 年减少到 5.555 亿元,耕地和林地面积的减少是 2000—2016 年间价值下降的主要原因;但比 1988 年上涨了 0.123 亿元,其中林地和草地面积增加也是该时段生态服务价值增大的主要原因。

表 8 晴隆县 1988、2000、2016 年生态服务价值

土地覆被类型	1988 年		2000 年		2016 年	
	生态服务价值(亿元/年)	比例(%)	生态服务价值(亿元/年)	比例(%)	生态服务价值(亿元/年)	比例(%)
林地	3.477	64.01	3.812	66.97	3.702	66.64
草地	0.524	9.65	0.639	11.23	0.768	13.83
耕地	0.973	17.91	0.812	14.27	0.745	13.41
水域	0.447	8.23	0.422	7.41	0.336	6.05
未利用地	0.011	0.20	0.007	0.12	0.004	0.07
合计	5.432	100.00	5.692	100.00	5.555	100.00

通过分析得出,晴隆县林地的生态服务价值占总价值的比例最大,已远远大于其他类土地价值的比例;而未利用地的价值所占比例最少,不超过 0.2%,原因是耕地、林地、草地、水域的价值系数远大于未利用地的价值系数。

3.4 生态环境效应分析

根据式(3),可计算得到晴隆县 1988 年、2000 年、2016 年区域生态环境质量指数,其结果分别为 0.443 5、0.469 7、0.475 1,说明从 1988—2000 年,晴隆县生态环境质量指数上升 0.026 2,年均增长 0.45%;从 2000—2016 年,上升了 0.005 4,年均增长 0.07%。说明晴隆县总体上维持着区域生态环境的动态稳定,并呈现上升趋势,前 12 年比后 16 年上升幅度更大,因此可知,引起生态环境质量波动的关键因素是人们经济活动作用下的土地覆被类型的快速转换。

尽管晴隆县生态环境在总体上呈现出好转趋势,但区域内生态质量恶化的问题依然存在,该区域内的生态质量经历着不同程度的好转和损害,引起此类好转和损害发生的土地覆被转换类型种类和贡献率见表 9。引起生态环境质量好

转的主要覆被变化种类是耕地转向林地、草地和水域;林地转向水域;草地转向林地和水域;水域转向林地和草地;城乡工矿及居民用地转向耕地、林地、草地、水域和未利用地;未利用地转向林地、草地、耕地、水域、城乡工矿及居民点用地。这主要是退耕还林还草政策和建设用地复垦导致的结果,受退耕还林还草政策影响,耕地向林地和草地的转变对生态环境质量改善的贡献率居前 2 位,贡献率分别为为 0.084 55%、0.050 87%。

引起生态环境质量受损的土地覆被变化种类是林草地退化、建设占用、水域枯竭。其中,耕地转变成城乡工矿及居民用地的转变方式对生态环境质量恶化的贡献最大,贡献率达 0.008 19%;其次由于缺乏对林地的有效维护,林地退化为其他覆被类型对生态环境恶化的贡献率居第二位,贡献率达到 0.002 49%;除此以外,由于水域转变成未利用地对生态环境恶化的贡献率位居第三位,达到了 0.001 99%(表 9)。由此可见,耕地、林地、草地、水域面积的增减是影响晴隆县生态环境改变的关键因素。

表 9 1988—2000 年晴隆县生态环境质量变化贡献率

土地覆被类型	耕地	林地	草地	水域	城乡工矿及居民用地	未利用地
耕地	0	0.084 55	0.050 87	0.000 89	-0.008 19	-0.000 66
林地	-0.000 24	0	-0.001 93	0.000 10	-0.000 12	-0.000 20
草地	-0.000 10	0.000 29	0	0.001 65	-0.000 01	-0.000 01
水域	-0.000 04	0.000 12	0.004 37	0	-0.000 02	-0.001 99
城乡工矿及居民用地	0.000 01	0.000 29	0.000 10	0.000 04	0	0.000 04
未利用地	0.000 31	0.012 31	0.042 54	0.000 46	0.006 27	0

3.5 土地覆被变化的影响因子分析

影响因素系统是一个动态循环系统,此循环内的不同影响因子与循环外的土地覆被方式、土地管理者等,包括自然、经济、社会系统时时刻刻发生着作用和联系<sup>[21]</sup>。其基本的作用过程是:起初影响因子对土地管理者产生作用;各个方面的土地管理带来了土地覆被差异;这种覆被差异随之又反向作用于影响因子。这一循环过程即影响因子—土地管理者—土地覆被差异—影响因子。

3.5.1 人口增长因子 根据晴隆县国民经济和社会发展统计公报可知,1988 年晴隆县总人口有 23.57 万人,2000 年上涨到 27.07 万人,增长率为 14.85%,随着城镇化的不断发展,2016 年达到 33.50 万人,增长率为 23.75%。由于人口的增长速度加快,县域内的基础配套设施、住宅用地、商贸服务用地等不断扩展,会占用大量的未利用地和部分的耕地与林地,即导致农业用地和生态用地被占用,荒地大量开拓,而城乡工矿及居民用地急速增多。人口增加和结构变化使土地

覆被结构发生变化,随着生活水平的提高,耕作程度越来越低,据统计,晴隆县人均占有粮食从 2000 年的 335 kg 降低至 2015 年的 258 kg,这种日渐突出的人地矛盾又影响了土地覆被种类变动的方向。

3.5.2 经济发展因子 不同的产业结构对土地覆被的要求不同,三大产业由低到高排序为:第二产业用地、第三产业用地、第一产业用地<sup>[22]</sup>。不同的经济发展阶段都有相应的优势产业支撑,所对应的土地覆被变化的影响因子也不同。分以下 2 个时期阐述,1988—2000 年,第一时期为第一产业成长为主的经济增长时期:第一产业增长了 11 064 万元,排三大产业之首,这一时期土地覆被变化的影响因子主要是农用地比重增加,建设用地相对稳定;2000—2015 年,第二时期为第一产业占比下降,第二、三产业占比上升时期:第三产业增加 222 168 万元,第二产业增加 171 325 万元,都比第一产业增加更多,这一阶段土地覆被变化的影响因子主要表现为建设用地面积增加,而农用地面积快速下降(表 10)。

表 10 晴隆县生产总值

年份	生产总值 (万元)	生产总值构成(万元)			人均生产 总值(元)
		第一产业	第二产业	第三产业	
1988	6 568	3 789	1 677	1 102	284
2000	33 969	14 853	9 674	9 442	1 228
2015	551 321	138 712	180 999	231 610	16 457

3.5.3 土地政策因子 除了经济社会的发展和人口结构的变化,从中央到地方出台的种种政策都会影响土地覆被变化的方向和数量。土地政策的出台主要是解决怎样高效使用剩余资源的问题<sup>[23]</sup>。对于典型高山石漠化地区的晴隆县来说,为了响应贵州省委《中共贵州省委、贵州省人民政府关于加大力度实施西部大开发战略的若干意见》(黔党发[2004]13号)、国家发改委《贵州省水利建设生态建设石漠化治理总体规划》(发改农经[2011]1383号)、贵州省政府办公厅《国家“十三五”规划纲要涉及贵州省的重大事项推进落实责任分工方案》(黔府办函[2016]76号)等相关政策和规划的要求,使该县的土地覆被种类逐渐由耕地、水域、未利用地向草地、林地、城乡工矿及居民用地转换。

## 4 结论与讨论

### 4.1 晴隆县近 30 年土地覆被的宏观变化

1988—2016 年期间,土地覆被类型呈现“两增三减一浮动”趋势,由于人口增长因素、经济发展因素、土地政策因素的影响,使晴隆县土地覆被类型由耕地、水域、未利用地向草地、林地、城乡工矿及居民用地发展。由于晴隆县属于高山地区,再加上坡陡、水土流失严重,使它成为典型的退耕还草地区,其执行力度高、效果好,使得耕地面积急剧减少,从 2000 年起,由于城镇化进程不断加快,占用了大量未利用地来满足建设需要,使城乡工矿及居民用地面积直线上升。

### 4.2 区域生态服务价值的波动情况

1988—2016 年晴隆县生态服务价值主要由林地、草地、耕地、水域支撑,平均占每年总价值 99% 以上。由于防护林体系建设、公益林保护、退耕还草还林等生态工程使得晴隆县的林草地面积显著增加,在 2000 年该县的生态服务价值达到最大。随后由于人类活动对生态系统的影响和破坏,城乡工矿及居民用地的增长使耕地和水域等的生态服务价值下降,而人口压力促使人们过度开垦,占用高质量农用地和生态用地,也对环境产生了一定的损害。因此,在对石漠化地区土地开发使用中,为了保护生态服务价值的可持续性,有必要对耕地、林地进行保护,而推进城镇化发展需要的土地可通过对未利用地的合理开发来满足,同时应采用生态补偿机制,加强生态保护机制,使生态—经济—人口和谐发展。

### 4.3 土地覆被变化对整体和局部生态环境的作用

虽然在 1988—2016 年间晴隆县生态环境维持着总体的平衡,但不能忽视局部生态环境的恶化。随着工业化和城镇化的快速发展,为了满足持续壮大的城市和工业规模,大量土地被卷入非农建设中,引起了土地覆被类型的根本变化,不仅令土地的生态功能尽失,还形成了导致生态环境恶化的大量污染源,在土地覆被类型的转换中,耕地、林地、水域的转换最为频繁,分布最广,造成生态环境质量恶化的程度最深,这也是该地区石漠化程度加强的原因。对全国而言,尤其是石漠

化最严重的贵州省,要想改善和提升石漠化区生态环境质量,关键是要尽量发挥生态系统的自我调节能力,重视如何有效地杜绝损害生态环境行为的发生。

### 4.4 石漠化地区对“十三五”规划的响应

“十三五”期间,在中央提出的五大发展理念中,“绿色”理念引人注目,国内大环境已发生改变,为了使生态服务价值达到最大化,更好地改善和提升石漠化地区生态环境质量,我国石漠化主要分布的省份须推动产业结构调整实现新突破,对于多山地区的滇、桂、黔而言,特别要大力推进现代山地特色高效农业和绿色生态农业,使石漠化逐渐转变成绿色化,探索出了一条专门针对石漠化地区特色生态农业发展的新道路。更重要的是必须牢固把握住生态安全底线,着重应对重点区域生态治理,推动生态文明建设实现新突破。向身处石漠化地区的人民提倡绿色的生产、生活方式,珍惜家园的每一块绿地,不断提高生态环境质量,最终实现大地常绿、土壤常净的新局面。

### 参考文献:

- [1] 于兴修,杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展,2002,21(1):51-57.
- [2] International Geosphere - Biosphere Programme [J]. COSPAR Information Bulletin,1988,1988(111):36.
- [3] 马明德,谢应忠,米文宝,等. 宁夏东部风沙区土地利用/覆盖变化及其生态效应研究——以宁夏回族自治区盐池县为例[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(4):8-14.
- [4] 周书贵,邵全琴,曹巍. 近 20 年黄土高原土地利用/覆被变化特征分析[J]. 地球信息科学学报,2016(2):190-199.
- [5] 孙伯明,陈菁,吴鑫,等. 小三江平原土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究[J]. 灌溉排水学报,2014,33(4):261-265.
- [6] 霍金炜,文倩,何丽,等. 湖南丘陵区土地利用变化的生态系统服务价值响应——以湖南醴陵为例[J]. 农业现代化研究,2010,31(1):86-89.
- [7] 刘铁辉. 近 16 年来黄土丘陵沟壑区土地利用动态变化及驱动因素分析——以陕北黄土高原的子长县为例[J]. 中国水土保持科学,2012,10(6):6-11.
- [8] 刘茂国,曾永年,马正龙,等. 湘西北喀斯特山区土地利用变化及驱动力研究——以张家界市永定区为例[J]. 国土与自然资源研究,2012(5):25-27.
- [9] 刘春雨,董晓峰,刘英英. 西北干旱区土地利用结构变化及生态服务价值的响应——以民乐县为例[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2013(5):675-681,687.
- [10] 赵永华,贾夏,王晓峰. 泾河流域土地利用及其生态系统服务变化[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2011,39(4):79-85.
- [11] 林栋,马晖玲,任正超,等. 基于 LUCC 的兰州城市生态系统服务价值动态分析[J]. 生态科学,2016(2):134-142.
- [12] 张杨,刘艳芳,顾渐萍,等. 武汉市土地利用覆被变化与生态环境效应研究[J]. 地理科学,2011,31(10):1280-1285.
- [13] 宁茂岐,赵佳. “十一五”期间贵州省石漠化的变化情况[J]. 贵州农业科学,2013,41(9):75-78.
- [14] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3-



苏生,黄瑞,韩永芬,等. 贵州石漠化地区不同能源草对土壤理化性质的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(14):206-209.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.14.055

# 贵州石漠化地区不同能源草对土壤理化性质的影响

苏生<sup>1</sup>,黄瑞<sup>2</sup>,韩永芬<sup>1</sup>,何静<sup>1</sup>

(1. 贵州省草业研究所,贵州贵阳 550006; 2. 贵州省罗甸县农村工作局,贵州罗甸 550100)

**摘要:**以贵州省安顺能源草实验点 7 种能源草为研究对象,采用野外调查与室内分析相结合的方法,对能源草对土壤渗透性、含水量、有机质、容重的影响进行研究。结果表明,能源草所对应土壤渗透性为香根草>皇草>柳枝稷>五节芒>斑茅>象草>紫色象草>CK;能源草所对应土壤的含水量为皇草>香根草>柳枝稷>紫色象草>甘蔗属的斑茅>芒属的五节芒=象草>CK;能源草所对应土壤有机质含量为皇草>柳枝稷>紫色象草>香根草>甘蔗属的斑茅>象草>芒属的五节芒>CK;能源草所对应土壤容重为 CK>芒属的五节芒>甘蔗属的斑茅=象草>香根草>紫色象草=柳枝稷>皇草。不同能源草对土壤理化性质的影响不同,其中紫色象草与土壤容重呈显著正相关;皇草与土壤含水量呈显著正相关;香根草与土壤含水量和有机质含量呈显著正相关;其他能源草与土壤理化性质大都呈中度相关且不显著。

**关键词:**贵州;石漠化;能源草;土壤理化性质

**中图分类号:** S151.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)14-0206-04

石漠化是指在脆弱喀斯特生态环境下人类不合理的社会经济活动造成人地矛盾突出、植被破坏、水土流失、岩石逐渐裸露、土地生产力衰退甚至丧失,地表呈现类似于荒漠化景观的演变过程或结果<sup>[1-3]</sup>。贵州位于我国西南喀斯特地区的主要地带,是我国喀斯特地貌分布最广泛的省份之一,少数民族众多,贫困人口密集,人地矛盾突出,坡地生态脆弱,一旦破坏,极易加剧侵蚀作用,流失薄土层,造成严重的石漠化<sup>[4]</sup>。石漠化已成为制约贵州人民富裕、社会发展、生态建设的一大问题。但目前贵州石漠化治理成效并不明显,且存在治理模式单一、经济投入量大、治理效果不稳定、管理困难等问题<sup>[2]</sup>。

土壤是生态系统的重要组成部分,是生态系统诸多生态过程的载体,是研究喀斯特石漠化演变的核心<sup>[5]</sup>。能源草植

株高大、生长迅速、根系发达,生物产量高,可直接作燃料及用于生产生物质能源,多为两年或多年生<sup>[6-7]</sup>。能源草根系发达,生长迅速,能在较短时间内形成须根网络,须根由地下茎节长出。扩展范围可达 1~2 m,抗旱能力强,是优良的水土保持植物,对防止水土流失、绿化荒山荒坡、在河流两岸及水库周边固沙都具有良好的作用<sup>[8]</sup>。但到目前为止,国外对纤维类能源草的研究集中在种质资源的探索 and 开发、品种改良、生态效益、能源转化经济效益等方面<sup>[9]</sup>;国内对能源草的开发利用主要集中在水土保持、造纸原料和动物饲料等方面<sup>[10]</sup>。如解新明等认为,多年生能源禾草具有较好的产能效益和生态效益,是较为理想的能源植物<sup>[7]</sup>。宁祖林等对 8 种高大纤维禾草的热值和灰分动态变化进行了研究<sup>[11]</sup>。在喀斯特石漠化治理中,能源草与土壤理化性质的关系缺乏深入研究。因此,本研究以贵州石漠化地区能源草为研究对象,研究不同种类能源草的土壤理化性质特征及相关性,探讨不同种类能源草对土壤理化性质的影响机理以及土壤理化性质的变化特征,为科学有效地开发利用能源草,保障贵州石漠化地区水土环境,确定能源草对石漠化地区土壤的影响提供科学理论参考。

收稿日期:2016-05-30

基金项目:贵州省社会发展科技攻关项目(编号:黔科合 SY 字[2013]3166 号);西安工程大学博士科研启动项目(编号:BS1310)。

作者简介:苏生(1983—),男,贵州遵义人,助理研究员,从事牧草利用及草地保护研究。E-mail:susheng2007@126.com。

14.

[15]陈江,马松梅,刘琳,等. 博乐垦区土地利用/覆被变化及预测研究[J]. 水土保持研究,2015,22(3):44-49.

[16]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.

[17]Costanza R, D'Arge R, Groot R D, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. World Environment, 1999,387(15):253-260.

[18]彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应——以云南省永胜县为例[J]. 地理学报,2004,59(4):629-638.

[19]李晓文,方创琳,黄金川,等. 西北干旱区城市土地利用变化及

其区域生态环境效应——以甘肃河西地区为例[J]. 第四纪研究,2003,23(3):280-290.

[20]许俐俐,胡宝清,严志强,等. 喀斯特土地利用变化及其区域生态环境效应——以广西都安瑶族自治县为例[J]. 地域研究与开发,2005,24(6):66-71.

[21]摆万奇,赵士洞. 土地利用变化驱动力系统分析[J]. 资源科学,2001,23(3):39-41.

[22]孔祥斌,张凤荣,李玉兰,等. 区域土地利用与产业结构变化互动关系研究[J]. 资源科学,2005,27(2):59-64.

[23]叶涛,史培军. 从深圳经济特区透视中国土地政策改革对土地利用效率与经济效益的影响[J]. 自然资源学报,2007,22(3):434-444.