

我国西南喀斯特贫困乡村生态系统服务价值比较研究

韩会庆¹, 蔡广鹏^{2*}, 陈思盈¹, 徐 晶¹, 龙超群¹

(1. 贵州理工学院建筑与城市规划学院, 贵阳 550003; 2. 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵阳 550025)

摘 要:西南喀斯特山区贫困乡村属我国生态脆弱的集中连片特困区, 其生态系统服务水平对贫困乡村的社会经济可持续发展至关重要。基于2018年遥感解译数据, 采用价值当量换算法, 在ArcGIS软件支持下, 比较了我国西南喀斯特地区的喀斯特中山(石门乡)、峰丛洼地(宗地镇)、峰丛峡谷(掌布镇)、低山丘陵(周覃镇)4个不同地貌类型的贫困乡村生态系统服务价值。结果表明: (1)峰丛峡谷的掌布镇和峰丛洼地的宗地镇单位面积生态系统服务价值高于喀斯特中山的石门乡和低山丘陵地貌的周覃镇。调节服务价值在4种地貌乡镇的服务类型中均占主导地位; (2)掌布镇和宗地镇的单位面积生态系统服务价值高值区和低值区均呈现集中分布特点, 而石门乡和周覃镇则呈分散分布为主; (3)随地形位指数的增加, 不同地貌乡镇的单位面积调节服务、支持服务、文化服务及总服务价值逐渐增加, 而除周覃镇外, 其他地貌乡镇的供给服务价值在地形位梯度上变化不突出。

关键词:生态系统服务价值; 空间格局; 地形位指数; 喀斯特贫困乡村

中图分类号: X171; F323.22

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)04-0084-06

Comparison of Ecosystem Services Value of Karst Poor Villages in Southwest China

HAN Huiqing¹, CAI Guangpeng^{2*}, CHEN Siying¹, XU Jing¹, LONG Chaoqun¹

(1. College of Architecture and Urban Planning, Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550003; 2. School of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China)

Abstract: The poverty-stricken villages in southwest karst mountainous areas are concentrated and contiguous poverty-stricken areas with fragile ecology in China, and their ecosystem service level is very important for the sustainable development of social economy in poverty-stricken villages. Based on the remote sensing interpretation data in 2018, ecosystem services value in Karst Mid-mountain (Shimen), Peak cluster depression (Zongdi), Peak cluster canyon (Zhangbu) and hilly area (Zhouqin) were compared by the method of value equivalent conversion with the help of ArcGIS software. The results showed that: (1) Ecosystem services value per unit area in Zhangbu with peak cluster canyon and Zongdi with peak cluster depression were higher than Shimen with Karst mid-mountain and Zhouqin with hilly area. The adjustment service value is dominant in the service types of the four landform towns. (2) The high and low value areas of ecosystem service value per unit area of Zhangbu and Zongdi are centralized distribution, while Shimen township and Zhouqin town are mainly distributed. (3) With the increase of terrain niche index, the value per unit area of regulating service, supporting service, cultural service and total service in four towns with different landforms gradually increased. Except Zhouqin Town, the supply and service value of other geomorphic towns did not change significantly in the topographic gradient.

Key words: Ecosystem services value; Spatial pattern; Terrain niche index; Karst poor villages

收稿日期: 2019-03-11

基金项目: 教育部人文社会科学研究项目(18YJCZH042); 贵州省教育厅青年科技人才成长项目(黔教合KY字[2018]262); 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)

作者简介: 韩会庆(1983-), 男, 副教授, 博士, 从事生态系统服务、土地资源利用与保护研究。

通讯作者: 蔡广鹏, 男, 硕士, 副教授, E-mail: kuailebaby2006@126.com

西南喀斯特山区是我国典型生态脆弱区之一^[1],受独特的地质地貌、气候、土壤等影响,喀斯特地区生态系统具有正向演替缓慢、稳定性差、易受外界干扰等特点^[2]。同时,喀斯特山区又是我国武陵山区、乌蒙山区、滇桂黔石漠化区3大贫困连片区主要分布地^[3]。在人口压力、过度资源开发、生态保护工程等作用下,喀斯特山区贫困乡村的生态系统面临巨大变化,这将深刻影响贫困乡村的生态系统服务供给能力^[4-5]。生态系统服务水平高低对贫困乡村的社会经济可持续发展以及生态环境保护具有重要意义。

生态系统服务价值是生态系统服务功能经济价值的表现,它是衡量生态系统服务功能高低的重要指标之一^[6]。目前,国内外对生态系统服务价值的研究集中在各种生态系统类型的服务价值评估、生态系统服务价值变化及驱动机制、价值化评估方法等方面,其中生态系统服务价值评估涉及森林、草地、湿地、河流、农田等生态系统类型^[7],如丛日征等^[8]对宁夏贺兰山国家级自然保护区森林生态系统服务价值进行了评估;张东等^[9]以怀来县为例,评估了农田生态系统服务价值。生态系统服务价值变化研究涉及国家、省、市、县、流域、区域等空间尺度,变化驱动机制探讨涉及气候变化、土地利用变化等,如管青春等^[10]对我国生态用地的生态系统服务价值变化进行了研究;刘园等^[11]分析了长江经济带生态系统服务价值时空变化特征;徐雨晴等^[12]分析了气候变化对未来我国森林生态系统服务价值时空变化的影响;刘桂林等^[13]分析了土地利用变化对长三角生态系统服务价值变化的影响。现有生态系统服务价值化评估方法主要有市场化法、偏好法和成本法等^[14],如李楠等^[15]利用市场价值法、影子工程法、替代成本法、造林成本法等方法评估了杭州湾滨海湿地生态系统服务价值。然而,这些研究很少关注小尺度喀斯特贫困山区乡村生态系统服务价值,更鲜有比较不同地貌服务价值的差异。本研究以我国西南贵州4个典型喀斯特地貌的贫困乡镇为例,比较喀斯特贫困乡村生态系统服务价值,以期为喀斯特贫困乡村的土地资源优化、生态环境-社会经济协调发展提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 研究区与数据来源

选取贵州省石门乡、宗地镇、掌布镇、周覃镇4个典型喀斯特贫困乡镇作为典型案例地,它们

分别代表喀斯特中山、峰丛洼地、峰丛峡谷和低山丘陵4种典型喀斯特地貌。石门乡土地总面积141 km²,海拔落差大,年降雨量1 500 mm,农业生产以玉米、马铃薯、大豆种植为主。宗地镇土地总面积288 km²,地势较为复杂,山地占80%以上,年平均气温16℃,年平均降雨量1 300 mm,苗族人口占主导地位,花椒、中药材是该镇主要经济作物。掌布镇土地总面积218 km²,平均海拔685 m,中部掌布河穿过,森林覆盖率高达70%以上,是典型布依族集中乡镇。周覃镇土地总面积280 km²,平均海拔720 m,地形起伏相对较小,年平均气温17.4℃,年降雨量1 200 mm,人口以水族为主,是三都县主要产粮地之一。土地利用数据来源于法国Pleiades卫星的遥感影像(空间分辨率0.5 m),影像采集时间均为2018年,影像质量好,通过人工目视解译获得2018年4个研究区的土地利用类型数据。

1.2 研究方法

1.2.1 生态系统服务价值评估

运用价值当量换算方法计算喀斯特中山(石门乡)、峰丛洼地(宗地镇)、峰丛峡谷(掌布镇)、低山丘陵(周覃镇)4个不同地貌类型的生态系统服务价值。首先计算4个研究区粮食产量经济价值换算食物生产生态服务功能,依据4个研究区的单位面积粮食产量和市场价值,计算得到2018年石门乡、宗地镇、掌布镇、周覃镇的粮食经济价值分别为13 924.60元/hm²、14 057.25元/hm²、15 159.84元/hm²、11 545.82元/hm²。由于1个生态系统服务价值当量因子的经济价值等于当年研究区粮食单产市场价值的1/7,因此,得到4个研究区食物生产的服务价值分别为1 989.23元/hm²、2 008.18元/hm²、2 165.69元/hm²、1 649.40元/hm²。基于谢高地等^[16]改进的中国单位面积生态系统服务价值当量表(表1)、食物生产的价值及各生态系统类型面积(即各土地利用类型),评估研究区生态系统服务价值,计算公式如下:

$$ESV = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times VC_i}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中,ESV表示研究区平均面积生态系统服务价值(万元/hm²),A_i为研究区内第i类土地利用类型的面积,n为土地利用类型数目,VC_i为第i类土地利用类型单位面积的生态系统服务价值系数(万元/hm²),A为土地总面积。需要说明的是,由于4个研究区土地总面积不同,无法进行服务价

表 1 单位面积生态系统服务价值当量

服务类型		有林地	灌草丛	水田	旱地	水域	建设用地	未利用地
供给服务	食物生产	0.22	0.38	1.36	0.85	0.80	0.00	0.00
	原料生产	0.52	0.56	0.09	0.40	0.23	0.00	0.00
	水资源供给	0.27	0.31	-2.63	0.02	8.29	0.00	0.00
调节服务	气体调节	1.70	1.97	1.11	0.67	0.77	0.00	0.02
	气候调节	5.07	5.21	0.57	0.36	2.29	0.00	0.00
	净化环境	1.49	1.72	0.17	0.10	5.55	0.00	0.10
	水文调节	3.34	3.82	2.72	0.27	102.24	0.00	0.03
支持服务	土壤保持	2.06	2.40	0.01	1.03	0.93	0.00	0.02
	维持养分循环	0.16	0.18	0.19	0.12	0.07	0.00	0.00
	生物多样性	1.88	2.18	0.21	0.13	2.55	0.00	0.02
文化服务	美学景观	0.82	0.96	0.09	0.06	1.89	0.00	0.01
合计		17.53	19.69	3.89	4.01	125.61	0.00	0.20

值总量比较。故而,本研究只进行4个乡镇单位面积服务价值比较。

1.2.2 地形位指数

地形位指数可以综合反映高程和坡度2个地形因子对生态系统服务价值的影响,计算公式如下:

$$T = \log [(E/\bar{E} + 1) \times (S/\bar{S} + 1)] \cdots \cdots (2)$$

式中,T表示地形位指数,E和 $\bar{E}$ 分别表示研究区任意位置高程和平均高程;S和 $\bar{S}$ 分别表示研究区任意位置坡度和平均坡度。依据研究区特点,将地形位指数划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ共5个等级(表2)。

表 2 地形位指数分级

研究区	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
石门乡	0.235 7~0.484 2	0.484 2~0.552 1	0.552 1~0.619 4	0.619 4~0.702 7	0.702 7~0.925 1
宗地镇	0.250 7~0.437 3	0.437 3~0.548 6	0.548 6~0.653 8	0.653 8~0.725 0	0.725 0~0.922 9
掌布镇	0.232 5~0.449 1	0.449 1~0.549 5	0.549 5~0.632 4	0.632 4~0.725 3	0.725 3~0.902 5
周覃镇	0.23 70~0.417 7	0.417 7~0.546 0	0.546 0~0.656 1	0.656 1~0.776 5	0.776 5~1.001 0

2 结果与分析

2.1 不同生态系统服务类型的价值分析

从不同服务类型的价值可知(表3),4个不同地貌乡镇的生态系统服务价值均呈现:总服务>调节服务>支持服务>供给服务>文化服务;喀斯特中山的石门乡、峰丛洼地的宗地镇、峰丛峡谷的掌布镇供给服务价值较高,而低山丘陵的周覃镇较低。调节服务、支持服务(除维持养分循环外)、文化服务以及总服务价值均呈现峰丛洼地的宗地镇较大,喀斯特中山的石门乡、峰丛峡谷的掌布镇和低山丘陵的周覃镇较低特点。另外,从各服务类型的小分项可知,4个不同地貌乡镇的水文调节、气候调节服务>气体调节、净化环境、土壤保持、生物多样性>美学景观、食物生产、原料生产、水资源供给、维持养分循环;喀斯特中山的石门乡和峰丛洼地的宗地镇原料生产和水资源供给服务价值高于峰丛峡谷的掌布镇和低山丘

陵的周覃镇,而石门乡和周覃镇的食物生产服务价值高于宗地镇和掌布镇。除宗地镇外,其他3个乡镇的气体调节、气候调节、净化环境、水文调节、土壤保持、生物多样性、美学景观服务价值较为接近。4个乡镇的维持养分循环服务价值差异较小。

2.2 不同生态系统类型的服务价值分析

从不同生态系统类型的服务价值可知(表4),4个不同地貌乡镇各生态系统类型对总价值的贡献呈现:水域>灌草丛>有林地>旱地>水田>未利用地>建设用地。峰丛峡谷的掌布镇有林地、灌草丛、水田、旱地、水域等生态系统服务价值较高,其次为喀斯特中山的石门乡和峰丛洼地的宗地镇,而低山丘陵的周覃镇最低。4个乡镇的建设用地和未利用地服务价值差异很小。此外,从各服务类型看,各生态系统类型对供给服务价值的贡献表现为:水域>旱地和灌草丛>有林地>建设用地和未利用地>水田,除石门乡外,调

表3 研究区各生态系统服务类型的服务价值 万元/hm²

服务类型		石门乡	宗地镇	掌布镇	周覃镇
供给服务	食物生产	0.09	0.07	0.05	0.10
	原料生产	0.08	0.10	0.06	0.06
	水资源供给	0.04	0.04	0.01	0.01
	小计	0.21	0.22	0.11	0.08
调节服务	气体调节	0.24	0.32	0.19	0.23
	气候调节	0.56	0.85	0.51	0.51
	净化环境	0.18	0.27	0.16	0.16
	水文调节	0.50	0.68	0.47	0.58
	小计	1.48	2.13	1.33	1.47
支持服务	土壤保持	0.30	0.39	0.22	0.22
	维持养分循环	0.03	0.03	0.02	0.03
	生物多样性	0.22	0.34	0.20	0.20
	小计	0.55	0.76	0.43	0.44
文化服务	美学景观	0.10	0.15	0.09	0.09
	小计	0.10	0.15	0.09	0.09
总服务	合计	2.34	3.25	1.96	2.08

表4 研究区不同生态系统类型的服务价值 万元/hm²

服务类型	乡镇	有林地	灌草丛	水田	旱地	水域	建设用地	未利用地
供给服务	石门乡	0.20	0.25	0.00	0.25	1.85	0.00	0.00
	宗地镇	0.20	0.25	-0.23	0.26	1.87	0.00	0.00
	掌布镇	0.22	0.27	-0.26	0.28	2.02	0.00	0.00
	周覃镇	0.17	0.21	-0.19	0.21	1.54	0.00	0.00
调节服务	石门乡	2.31	2.53	0.00	0.28	22.05	0.00	0.03
	宗地镇	2.33	2.55	0.92	0.28	22.26	0.00	0.03
	掌布镇	2.51	2.75	0.99	0.30	24.01	0.00	0.03
	周覃镇	1.91	2.10	0.75	0.23	18.28	0.00	0.02
支持服务	石门乡	0.82	0.95	0.00	0.25	0.71	0.00	0.01
	宗地镇	0.82	0.96	0.08	0.26	0.71	0.00	0.01
	掌布镇	0.89	1.03	0.09	0.28	0.77	0.00	0.01
	周覃镇	0.68	0.79	0.07	0.21	0.59	0.00	0.01
文化服务	石门乡	0.16	0.19	0.00	0.01	0.38	0.00	0.00
	宗地镇	0.16	0.19	0.02	0.01	0.38	0.00	0.00
	掌布镇	0.18	0.21	0.02	0.01	0.41	0.00	0.00
	周覃镇	0.14	0.16	0.02	0.01	0.31	0.00	0.00
总服务	石门乡	3.49	3.92	0.00	0.80	24.99	0.00	0.04
	宗地镇	3.52	3.95	0.78	0.81	25.22	0.00	0.04
	掌布镇	3.80	4.26	0.84	0.87	27.20	0.00	0.04
	周覃镇	2.89	3.25	0.64	0.66	20.72	0.00	0.03

节和文化服务价值的贡献呈现:水域>灌草丛>有林地>水田>旱地>建设用地和未利用地。对支持服务价值而言,水域、灌草丛和有林地贡献较大,水田和旱地居中,而未利用地和建设用地贡献较小。

2.3 生态系统服务价值空间格局分析

喀斯特中山的石门乡单位面积生态系统服务

价值的低值区和高值区空间分布相对分散,其中低值区主要分布于西南部、北部和东南部部分地区,高值区主要分布于中西部以及北部和东部边缘地区;峰丛洼地的宗地镇主要表现为高值区大面积覆盖,低值区零散分布于西部地区。峰丛峡谷的掌布镇主要表现为高值区占主导地位,分布于全镇大部分地区,低值区零星分布于西部、南

部和东部地区,且东部的低值区呈带状分布;低山丘陵的周覃镇表现为低值区零星分布于中东部、南部地区,而高值区零星分布于中部地区。

2.4 生态系统服务价值在不同地形位上的特征

从不同服务类型看,各地形位梯度上石门乡、宗地镇、掌布镇的单位面积供给服务价值均较为接近,且远高于周覃镇。随着地形位指数增加,石门乡、宗地镇、掌布镇的单位面积供给服务价值变化不大,而周覃镇供给服务价值呈快速增加趋势;各地形位梯度上单位面积调节服务价值均呈现掌布镇>宗地镇>石门乡和周覃镇。随着地形位指数增加,4个乡镇的单位面积调节服务价值均呈小幅增加趋势,其中石门乡增加幅度稍高

于其他3个乡镇;在各地形位梯度上,宗地镇和掌布镇单位面积支持服务价值均高于石门乡和周覃镇,其中在地形位梯度Ⅲ以下,石门乡和周覃镇支持服务价值与宗地镇和掌布镇的差异较大,而在Ⅲ梯度上,4个乡镇之间支持服务价值差异相对较小。随着地形位指数增加,石门乡、掌布镇和周覃镇支持服务价值均呈增加趋势,而宗地镇变化不大;在各地形位梯度上,文化服务和总服务价值均呈现掌布镇>宗地镇>石门乡>周覃镇。随着地形位指数增加,石门乡和周覃镇文化服务和总服务价值增加幅度高于宗地镇和掌布镇(图1)。

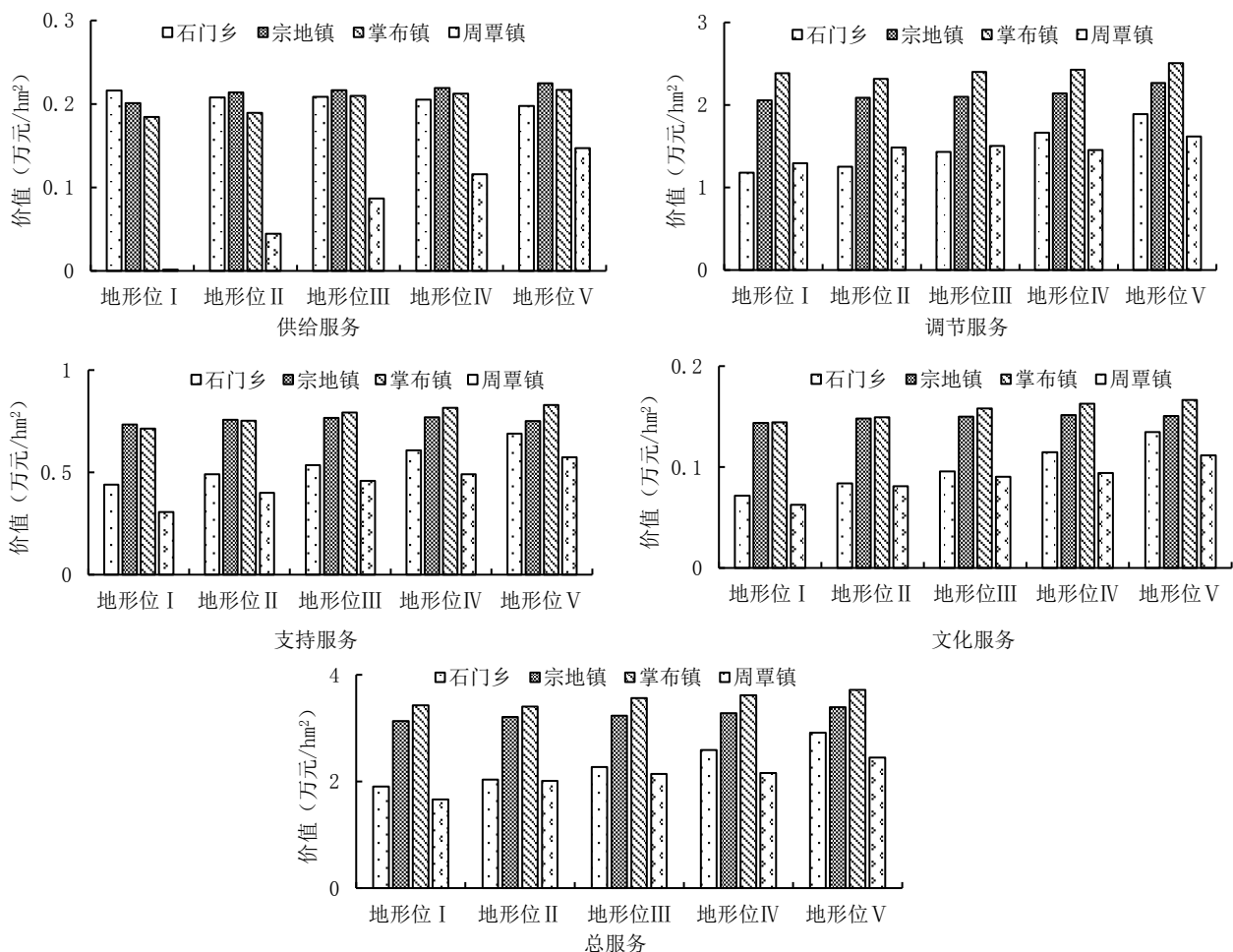


图1 研究区生态系统服务价值在不同地形位指数的变化

3 结论与讨论

3.1 结论

4个不同喀斯特地貌类型的乡镇生态系统服务价值均呈现:总服务>调节服务>支持服务>供给服务>文化服务。不同地貌的乡镇生态系统服

务价值存在一定的差异,即单位面积生态系统服务价值呈现:峰丛峡谷的掌布镇>峰丛洼地的宗地镇>喀斯特中山的石门乡>低山丘陵的周覃镇。掌布镇和宗地镇单位面积生态系统服务价值空间格局以高值区覆盖、低值区零散分布为主,而石门乡和周覃镇生态系统服务价值空间上呈现高值

区与低值区相对分散分布特点。在各地形位梯度上,掌布镇和宗地镇的调节服务、支持服务、文化服务及总服务价值均高于石门乡和周覃镇,而掌布镇、宗地镇、石门乡的供给服务价值远高于周覃镇。随地形位指数增加,4个乡镇的调节服务、支持服务、文化服务及总服务价值均呈增加趋势,且除周覃镇外,其他3个乡镇的供给服务价值在地形位梯度上变化不大。

3.2 讨论

研究发现4个不同喀斯特地貌乡镇的单位面积生态系统服务价值介于2万~4万元/hm²,其中,掌布镇和宗地镇的服务价值评估结果与高渐飞等^[17]对喀斯特中山峡谷的花江地区(贵州)的评估结果(3.79万元/hm²)以及李阳兵等^[18]对喀斯特峰丛茂兰地区的评估结果(3.75万元/hm²)较为接近。究其原因,这些区域具有类似的生态系统结构。然而,4个乡镇评估结果均高于周传艳等^[19]对贵州省的评估结果(1.34万元/hm²)以及张明阳等^[20]对桂西北喀斯特山地的评估结果(1.47万元/hm²),这主要与生态系统结构的差异以及服务价值评估方法上有所不同有关,如张明阳等^[20]采用遥感算法,而本研究采用的为价值系数转换法。

本研究不仅比较了4个不同喀斯特地貌类型的乡镇生态系统服务价值结构特点及空间格局,还分析了不同地形梯度上4个乡镇生态系统服务价值的差异,丰富了我国喀斯特山区小尺度生态系统服务价值研究,为喀斯特山地贫困地区的土地资源合理利用以及生态文明建设提供了科学参考。然而,由于不同历史时期人类活动的差异使得土地利用结构和布局存在不同^[21-22],这将导致不同时期生态系统服务价值有所不同。今后将加强不同时期喀斯特地貌的生态系统服务价值比较研究。

参考文献:

- [1] 苏维词. 贵州喀斯特山区生态环境脆弱性及其生态整治[J]. 中国环境科学, 2000, 20(6): 547-551.
- [2] 熊康宁, 池永宽. 中国南方喀斯特生态系统面临的问题及对策[J]. 生态经济, 2015, 31(1): 23-30.
- [3] 夏四友, 赵媛, 文琦, 等. 喀斯特生态脆弱区贫困化时空动态特征与影响因素—以贵州省为例[J]. 生态学报, 2019, 39(18): 6869-6879.
- [4] 侯文娟, 高江波, 彭韬, 等. 结构-功能-生境框架下的西南喀斯特生态系统脆弱性研究进展[J]. 地理科学进展, 2016, 35(3): 320-330.
- [5] 韩会庆, 苏志华. 喀斯特生态系统服务研究进展与展望[J]. 中国岩溶, 2017, 36(3): 352-358.
- [6] 张彪, 史芸婷, 李庆旭, 等. 北京湿地生态系统重要服务功能及其价值评估[J]. 自然资源学报, 2017, 32(8): 1311-1324.
- [7] 张振明, 刘俊国. 生态系统服务价值研究进展[J]. 环境科学学报, 2011, 31(9): 1835-1842.
- [8] 丛日征, 王兵, 谷建才, 等. 宁夏贺兰山国家级自然保护区森林生态系统服务价值评估[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(11): 136-140.
- [9] 张东, 李晓赛, 陈亚恒. 怀来县农田生态系统服务价值分类评估[J]. 水土保持研究, 2016, 23(1): 234-239.
- [10] 管青春, 郝晋珉, 石雪洁, 等. 中国生态用地及生态系统服务价值变化研究[J]. 自然资源学报, 2018, 33(2): 195-207.
- [11] 刘园, 周勇. 长江经济带生态系统服务价值时空变化特征分析及灰色预测[J]. 生态经济, 2019, 35(4): 196-201.
- [12] 徐雨晴, 周波涛, 於珺, 等. 气候变化背景下中国未来森林生态系统服务价值的时空特征[J]. 生态学报, 2018, 38(6): 1952-1963.
- [13] 刘桂林, 张落成, 张倩. 长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3311-3319.
- [14] 周晨, 李国平. 生态系统服务价值评估方法研究综述—兼论条件价值法理论进展[J]. 生态经济, 2018, 34(12): 207-214.
- [15] 李楠, 李龙伟, 张银龙, 等. 杭州湾滨海湿地生态系统服务价值变化[J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(1): 118-129.
- [16] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [17] 高渐飞, 熊康宁. 喀斯特生态系统服务价值评价—以贵州花江示范区为例[J]. 热带地理, 2015, 35(1): 111-119.
- [18] 李阳兵, 王世杰, 周德全. 茂兰岩溶森林的生态服务研究[J]. 地球与环境, 2005, 33(2): 39-44.
- [19] 周传艳, 陈训, 刘晓玲, 等. 基于土地利用的喀斯特地区生态系统服务功能价值评估—以贵州省为例[J]. 应用与环境生物学报, 2011, 17(2): 174-179.
- [20] 张明阳, 王克林, 刘会玉, 等. 桂西北典型喀斯特区生态服务价值的环境响应及其空间尺度特征[J]. 生态学报, 2011, 31(14): 3947-3955.
- [21] 张丽, 杨立萍, 田学智, 等. 近30年吉林市土地利用动态变化及驱动力分析[J]. 吉林农业科学, 2012, 37(6): 65-68, 78.
- [22] 费红梅, 刘文明, 王立, 等. 农户土地流出意愿及其影响因素分析[J]. 东北农业科学, 2017, 42(6): 69-72.

(责任编辑:王昱)