

# 贵州连续性碳酸盐岩上覆景观特征的定量研究

谭秋<sup>1,2</sup>, 王世杰<sup>1\*</sup>, 李阳兵<sup>3</sup>

(1. 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, 贵州 贵阳 550002;  
2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 利用 GIS 软件, 探讨了贵州以连续性碳酸盐岩为基底地区的上覆景观单元、破碎化及斑块分形的特征及其形成原因。研究区域中, 受岩性控制景观在整体上体现出一致性的基础上, 又存在着明显的内部差异性。一致性表现为以灌木林地优势景观, 森林和草地中以次生景观为主, 偏小的斑块占大多数, 斑块大小分布全为正偏, 其分布曲线多为尖峭峰, 斑块研究不存在面积上尺度域, 斑块形状在人为强烈干扰下趋于规则而导致类型分维数的值偏小, 人为干扰大的景观中斑块的破碎化更加明显。相比连续性白云岩地区, 连续性石灰岩地区的水资源利用率低下, 抗干扰能力弱, 景观多样性不均衡, 退化更严重, 分割程度更破碎, 空间异质性更强, 稳定性差, 易向逆向演替的方向发展。

**关键词:** 连续性碳酸盐岩; 景观格局; 贵州

**中图分类号:** P588.24<sup>+</sup>5; P901 **文献标识码:** A

贵州水热条件好, 碳酸盐岩的分布面积广、产出厚度大, 形成了典型、多样的岩溶景观, 使其成为探讨岩溶问题的最有利地区之一。前期研究工作表明<sup>[1-3]</sup>, 岩溶地区上覆土层是其下伏碳酸盐岩的风化产物, 而石灰岩和白云岩在风化成土及溶蚀残余物堆积、丢失方式上存在着内部差异, 同时岩溶地区的岩性分布与其上覆土地退化景观——石漠化景观间存在明显的相关性, 连续性碳酸盐岩是石漠化分布的主要区域, 而且连续性石灰岩是所有岩类中最易发生石漠化的, 其次是连续性白云岩地区, 在贵州这种规律非常明显。野外观察也证明了碳酸盐岩的不同岩石基底对其上覆景观有着直接的控制作用, 连续性石灰岩和连续性白云岩尤其代表性。本文以贵州连续性石灰岩和连续性白云岩出露地区为研究区域, 研究了其上覆景观的不同特征, 探讨了景观异质性和多样性的形成原因, 揭示造成石漠化景观发生的景观空间特性, 为不同岩溶地区的生态重建提供了依据。

## 1 贵州连续性碳酸盐岩的分布

据研究<sup>[2]</sup>, 以碳酸盐岩中的粘土物质含量为划分指标, 贵州岩溶地区的岩石组合可分为三大类型: 连续性碳酸盐岩组合、碳酸盐岩夹碎屑岩组合和碳酸盐岩与碎屑岩互层组合型。其中尤以连续性碳酸盐岩(碳酸盐岩含量>90%, 酸不溶物平均含量小于10%, 无明显碎屑岩夹层)地区的代表性最强, 而连续性碳酸盐岩又细分为连续性石灰岩、连续性白云岩、白云岩和石灰岩混合组合。由于白云岩和石灰岩混合组合在贵州分布仅为2.1%, 不具代表性, 故不列为本文的研究对象。

连续性石灰岩在贵州分布面积达30 676 km<sup>2</sup>, 占全省总面积的17.4%。主要连片分布于黔南、黔西北和黔西南一带地区。连续性白云岩则主要发育于黔东南地区, 在贵州分布了22 990 km<sup>2</sup>, 占全省总面积的13.1%。

## 2 数据处理

我们在收集并制作了2000年贵州省的1:10万土地利用图和贵州省1:50万岩溶地区岩石组合类型分布图的基础上, 利用GIS软件, 先从岩溶地区岩石组合类型分布图中提取两类碳酸盐岩岩石类

收稿日期:2005-06-24; 修回日期:2005-07-19

基金项目:中科院科技支黔工程项目; 中科院地球化学研究所知识创新前沿领域项目; 国家自然科学基金项目(90202003)

第一作者简介:谭秋(1972—), 女, 博士生, 从事环境地球化学及石漠化方面研究。E-mail: tanqiu@126.com

\* 通讯作者: sjwang@ms.gyig.ac.cn

型(图 1):连续性白云岩(下称白云岩)和连续性石灰岩(下称石灰岩),作为分析的研究区域;然后在这两种岩石类型分布图上叠加 2000 年贵州省土地利用图,得到 2000 年贵州省典型岩溶地区的景观分布图。

景观类型分为两级,一级分为耕地(1)、林地

(2)、草地(3)、水域(4)、城乡工矿居民用地(5)、裸岩(6)共 6 大类,二级又把其中耕地分为水田(11)和旱地(12)两种,林地分为有林地(21)、灌木林地(22)、疏林地(23)和园地(24),草地以覆盖度分为高覆盖度草地(31)、中覆盖度草地(32)、低覆盖度草地(33),共计 12 种景观类型。

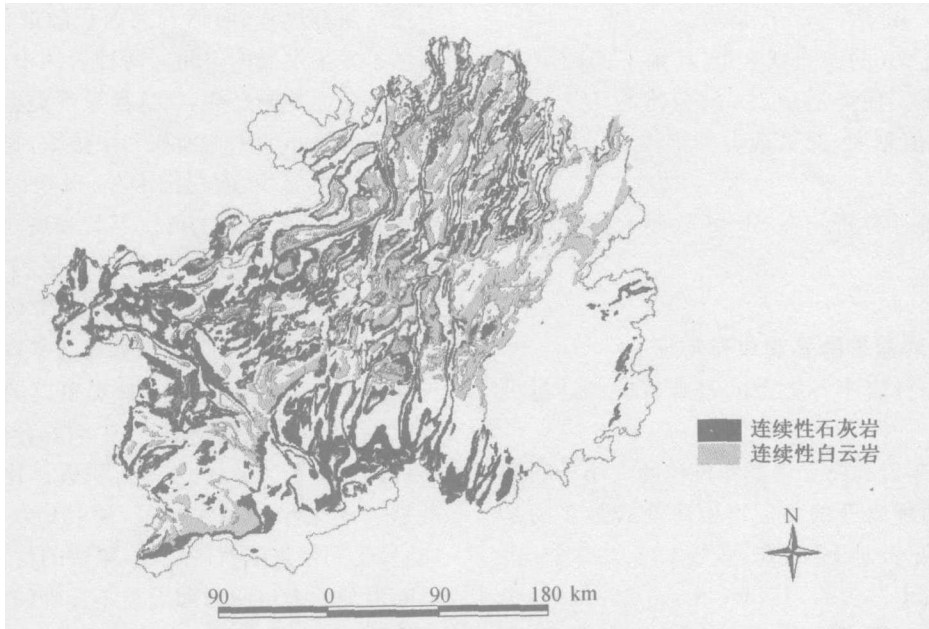


图 1 贵州连续性石灰岩、连续性白云岩分布图

Fig. 1. Distribution of homogenous limestone and homogenous dolomite in Guizhou.

### 3 研究方法

#### 3.1 景观单元特征

统计连续性碳酸盐岩每种景观类型斑块数、所占比例、平均面积、总面积、总面积比例、最大斑块面积、斑块面积标准差、斑块面积分布的偏度系数、斑块面积分布的峰度系数、斑块面积的中位数,斑块面积的全距等因子,作为分析景观单元特征数据。

#### 3.2 景观破碎化

景观破碎化是指景观被分割的破碎程度,是景观异质性的一个重要组成部分,它主要受人类干扰活动的影响,它不仅常常导致生物多样性的降低,而且影响景观的稳定性。景观破碎化的表现以两个指标来体现:

景观孔隙度(斑块密度)是景观中某类景观类型的单位面积斑块数,体现了景观在斑块面积上的破碎程度,同时也反映景观空间异质性程度。孔隙度越大表明此类型斑块的单位面积中的斑块数目越

多,景观被分割得越破碎,景观空间异质性越强。

$$C_i = N_i / A_i$$

式中: $C_i$  为景观类型  $i$  的孔隙度, $N_i$  为景观类型  $i$  的斑块数, $A_i$  为景观类型  $i$  的总斑块面积。

边界密度是景观类型周长与该类型面积之比,随着边界密度的增大,斑块的边界越复杂。这一指标揭示了景观类型被边界分割的程度,是景观斑块形状破碎化的直接反映。

$$E_i = P_i / A_i$$

式中: $E_i$  为景观类型  $i$  的边界密度, $P_i$  为景观类型  $i$  的总周长, $A_i$  为景观类型  $i$  的总斑块面积。

#### 3.3 景观斑块分形研究

分维数用于测定斑块形状的复杂程度和受干扰的程度,数值越小斑块形状越规则,受干扰的程度越大,反之,数值愈大则斑块单位面积的周长越大,斑块形状愈复杂。其计算方法在景观生态学中多采用面积—周长的关系来测定。

单个斑块的分维数指数基于下式:

$$D = 2 \ln(P/4) / \ln A$$

式中:  $D$  为分维数,  $P$  是斑块的周长,  $A$  是斑块的面积。

单个斑块的  $D$  值介于 1.0~2.0 之间, 趋近于 1.0 表明其形状趋向于简单的正方形。

同类型斑块的分维数则采用最小二乘法, 通过求回归系数的方法获得:

$$\ln P = a + b_i \ln A$$

$a$  为景观类型  $i$  的该直线在  $\ln P$  轴上的截距,  $b_i$  为此直线的斜率。而类型景观  $i$  的分维数  $D_i = 2b_i$ 。类型斑块的  $D_i$  值越大, 此景观类型整体上斑块形状越复杂。

所有数量统计分析均在 SPSS 软件下进行。

## 4 结果分析

### 4.1 连续性碳酸盐岩的景观单元特征

石灰岩和白云岩中各类型的景观斑块统计量见表 1 和表 2。

总体上, 石灰岩和白云岩类型斑块的大小分布规律较一致。在两种岩石的各类型中斑块数最多的是旱地, 其中石灰岩地区的斑块数 (30 306 个, 占 40.02%) 又远大于白云岩 (17 366 个, 占 37.25%) 中的。而平均斑块面积、斑块总面积、最大斑块面积、斑块面积标准差和全距等统计量最大的都是灌木林地,

而且它在整个景观中所占的面积比例 (石灰岩中 32.07%, 白云岩中 28.67%) 远大于其他类型, 可以说在连续性碳酸盐岩的景观中灌木林地占了优势地位, 分布面积广。以地区的水热条件, 贵州的地带性植被是亚热带常绿阔叶林, 从有林地逆向演替先为疏林地, 其次才是灌木林地。而研究区域内灌木林地的优势景观地位说明贵州连续性碳酸盐岩地区植被已处于逆向演替过程, 面临着大面积的退化, 这为石漠化提供了发生发展的空间。两种岩性中最少斑块数、最小斑块总面积的是裸岩, 这种景观类型还在石灰岩斑块中有着最小的平均面积和中位数, 也是白云岩斑块中最大斑块面积、面积标准差、斑块面积分布的偏度系数、斑块面积分布的峰度系数和斑块面积的全距等指标数值最小的。裸岩是区域中最弱势的景观类型。两种岩性中各类型的斑块面积中位数都小于该类型的斑块平均面积, 从中位数和斑块平均面积的差值可见在整个连续性碳酸盐岩景观中以偏小斑块占大多数。一般来讲, 斑块中能量、矿质养分的总量、物种的多样性和生产力水平与其面积成正比<sup>[4]</sup>。连续性碳酸盐岩的偏小的斑块特征, 使其斑块的生存能力偏弱, 易受到外来干扰的破坏, 斑块的稳定性差, 在贵州不断增加的人口压力和人类不合理的干扰活动下<sup>[5]</sup>, 斑块能量、养分、物种、生产力消失殆尽, 出现石漠化景观是必然的。

表 1 连续性灰岩类型斑块的统计量

Table 1. Statistical values for different types of patches in homogenous limestone

景观类型	斑块数/块	斑块数 比/%	平均斑块 面积/ km <sup>2</sup>	斑块总 面积/ km <sup>2</sup>	占斑块总 面积比/%	最大斑块 面积/ km <sup>2</sup>	标准差	中位数	偏度系数	峰度系数	全距
4	247	0.33	0.12	30.01	0.10	3.14	0.28	0.045	7.07	64.54	3.14
5	545	0.72	0.12	64.16	0.21	4.12	0.30	0.059	8.36	87.48	4.12
11	6 829	9.02	0.23	1 560.40	5.09	10.96	0.58	0.061	7.58	85.11	10.96
12	3 0306	40.02	0.22	6 571.09	21.42	98.31	1.29	0.066	45.48	2 757.15	98.31
21	5 073	6.70	0.48	2 430.54	7.92	57.57	1.75	0.104	17.74	476.67	57.57
22	1 3616	17.98	0.72	9 838.49	32.07	326.19	4.31	0.081	38.4	2 495.24	326.2
23	6 768	8.94	0.56	3 802.31	12.39	114.68	2.13	0.098	26.67	1 262.99	114.7
24	153	0.20	0.24	36.97	0.12	1.50	0.28	0.132	1.57	2.53	1.5
31	528	0.70	0.64	336.02	1.10	79.13	3.61	0.114	19.81	428.56	79.13
32	10 102	13.34	0.54	5445.69	17.75	112.05	2.50	0.092	22.04	714.91	112.1
33	1 495	1.97	0.37	552.62	1.80	25.25	1.16	0.091	11.14	185.16	25.25
6	62	0.08	0.13	8.08	0.03	2.67	0.34	0.060	7.09	53.36	2.67

注: 景观类型 4. 水域; 5. 城乡工矿居民用地; 6. 裸岩; 11. 水田; 12. 旱地; 21. 有林地; 22. 灌木林地; 23. 疏林地; 24. 园地; 31. 高覆盖度草地; 32. 中覆盖度草地; 33. 低覆盖度草地。

表2 连续性白云岩类型斑块的统计量

Table 2. Statistical values for different types of patches in homogenous dolomite

景观类型	斑块数/块	斑块数 比/%	平均斑块 面积/ km <sup>2</sup>	斑块总 面积/ km <sup>2</sup>	占斑块总 面积比/%	最大斑块 面积/ km <sup>2</sup>	标准差	中位数	偏度系数	峰度系数	全距
4	340	0.73	0.16	52.82	0.23	3.90	0.31	0.075	7.56	78.06	3.9
5	749	1.61	0.18	138.09	0.60	8.86	0.55	0.064	9.17	113.14	8.86
11	7233	15.51	0.33	2380.21	10.35	38.98	1.18	0.089	17.44	448.13	38.98
12	17366	37.25	0.22	3883.36	16.89	42.71	0.83	0.071	21.4	733.12	42.71
21	3869	8.30	0.74	2860.74	12.44	112.54	3.34	0.121	16.73	415.59	112.54
22	6825	14.64	0.97	6591.63	28.67	269.65	6.02	0.096	26.53	969.48	269.65
23	3527	7.56	0.72	2539.79	11.05	96.82	2.71	0.130	16.81	486.16	96.82
24	104	0.22	0.44	45.84	0.20	5.39	0.75	0.185	3.72	18.99	5.39
31	511	1.10	0.80	406.77	1.77	20.45	2.14	0.138	5.18	32.88	20.45
32	5389	11.56	0.70	3748.67	16.31	69.75	2.36	0.133	12.12	231.92	69.75
33	705	1.51	0.48	340.56	1.48	13.37	1.19	0.127	6.94	62.29	13.36
6	8	0.02	0.25	2.03	0.01	0.62	0.21	0.167	0.97	-0.22	0.59

注:景观分类同表1。

除了整体的一致性外,石灰岩和白云岩还表现出个体的差异性。

以平均斑块面积统计来看,各类型白云岩的平均斑块面积都大于各类型石灰岩中的,且中位数统计也是此特征,这说明石灰岩中斑块的面积普遍比白云岩小。这是因为石灰岩的差异性溶蚀作用使得石灰岩地区容易产生分布极不均匀的张性节理裂隙,导致了岩石在不同部位具有不同的溶蚀速率,反映在地表出现水平短距离上基岩面的强烈起伏,形成相异的地貌景观。白云岩有着显著的整体风化特性,岩石在一定空间尺度上具有相近的溶蚀速率,所形成的地貌景观常似浑圆状<sup>[6]</sup>。因此,石灰岩地区地表起伏往往大于白云岩,受基岩面控制的斑块随之形成较小的石灰岩斑块面积。从上所述,相比斑块面积大小的特征,白云岩地区的斑块抗干扰能力强于石灰岩。

石灰岩景观中灌木林地(32.07%)、旱地(21.42%)、中覆盖度草地(17.75%)、疏林地(12.39%)的面积比例共83.63%,远大于其他类型的,其中灌木林地和旱地二者的份额占到总数的53.49%。而白云岩中灌木林地(28.67%)、旱地(16.89%)、中覆盖度草地(16.31%)、有林地(12.44%)、疏林地(11.05%)、水田(10.35%)共占到95.71%,其中除灌木林外,其他的类型所占比例相当。可见,两种岩性背景下有着不同的景观格局,白云岩斑块的多样性更均衡。斑块面积比中,白云岩的水田面积比例(10.35%)大于石灰岩中的(5.09%),而旱地情况相反,旱地在石灰岩中占了21.42%,在白云岩中为16.89%,由此得出白云岩中水田旱地比为0.613,石灰岩中只有0.238。水域在

白云岩中面积比(0.23%)是灰岩中(0.1%)的两倍。在贵州亚热带湿润气候条件下,由于石灰岩的地下管道比白云岩发育,地表水下渗流失快,地表难以形成保水状态,因而石灰岩地区的地表水资源利用率不及白云岩地区。由于石灰岩地区可利用水资源的缺乏,以较耐旱景观生存面积大,故而景观多样性不均衡。

除去人工园地类型,石灰岩地区的自然林地、草地的覆盖占总面积达73.03%(自然林地52.38%,草地20.65%),白云岩地区也有71.72%(自然林地52.16%,草地19.56%),二者相当,这是由贵州以山地为主地貌所造成。以有林地—灌木林地—疏林地,高覆盖度草地—中覆盖度草地—低覆盖度草地作为林地和草地的逆向演替进程来看,都以演替第二个阶段的次生景观为主。石灰岩地区有林地占林地面积的15.12%(7.92%/52.38%),在白云岩地区达23.85%(12.44%/52.16%);高覆盖度草地在石灰岩地区草地中占5.33%(1.10%/20.65%),而在白云岩地区有9.05%(1.77%/19.56%)。由此可见,连续性碳酸盐岩地区的森林整体退化情况严重,可能是因为有较丰富的水资源和连续的地貌,白云岩地区林地和草地的保持优于石灰岩地区,石灰岩地区的退化更严重。若把裸岩作为植被逆向演替及石漠化进程的最终阶段来看,石灰岩地区的景观退化的终级化程度高于白云岩地区。

从斑块面积分布的偏度系数和峰度系数来看,只有白云岩中裸岩的峰度值小于零为平顶峰,石灰岩和白云岩的其它值都大于零。这表明连续性碳酸盐岩的斑块大小分布全为正偏,其中石灰岩旱地的偏度值为最大,斑块分布形态的偏斜程度最大。而

它们的分布曲线多为尖峭峰,最大值也为石灰岩旱地。对比而言,石灰岩整体的正偏趋势和曲线波动幅度大于白云岩,数据更离散,景观分布形态的内部差异性强烈。

#### 4.2 连续性石灰岩和白云岩的景观破碎化分析

贵州石灰岩和白云岩两种岩性基底上不同景观类型的孔隙度和边界密度见图2。

景观类型的孔隙度和边界密度在两种岩性中排前5位的是水域、城乡工矿居民用地、裸岩、水田和旱地。林地和草地各类型中这两方面的数值最大的是人工种植的园地,其余林地和草地的孔隙度范围为1.04~2.71、边界密度在5.74~9.05间,值都小于其他景观。表明区域内人为影响大的景观中破碎化更为明显。

对比石灰岩和白云岩的孔隙度和边界密度,石灰岩的值全都大于白云岩,景观的分割程度更破碎,空间异质性更强。差值最大的是裸岩,石灰岩中裸岩的数目较多、面积小、形状复杂。一般来说,斑块面积的缩小伴随着物种丰富度的下降<sup>[7]</sup>,景观的生境破碎化会限制小斑块中物种数量的增加<sup>[8]</sup>,易引起生物生境的退化,从而造成生物多样性的丧失,斑块处于易波动状态,景观的稳定性不强。石灰岩地区的景观被分割得比白云岩地区破碎,斑块小而分散,其生物多样性流失危险性大于白云岩,景观在不稳定的状态下易朝着恶性的方向发展,石漠化的发生率因而高于白云岩地区。

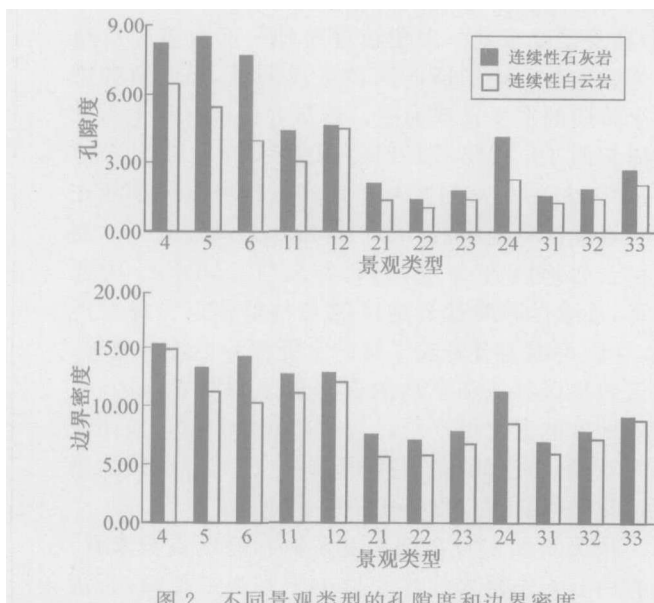


图2 不同景观类型的孔隙度和边界密度

Fig. 2. Porosity and edge density for different landscape types.

(注:景观类型同表1.)

#### 4.3 分维数

首先从单个斑块的分维数来看是否存在不同的面积上尺度域。从图3可看出,在贵州这两种岩性的单个斑块面积对数和其相应的分维数之间不存在线性相关关系,对应于不同的斑块面积,D值的变化区间为1.0~1.4,因此不存在不同的研究上尺度域。斑块的分维数在不同的面积尺度上保持较小的波动幅度,可见斑块之间具有自相似性,连续性碳酸盐岩的景观研究可以选择在最易观察的尺度上进行<sup>[9]</sup>。

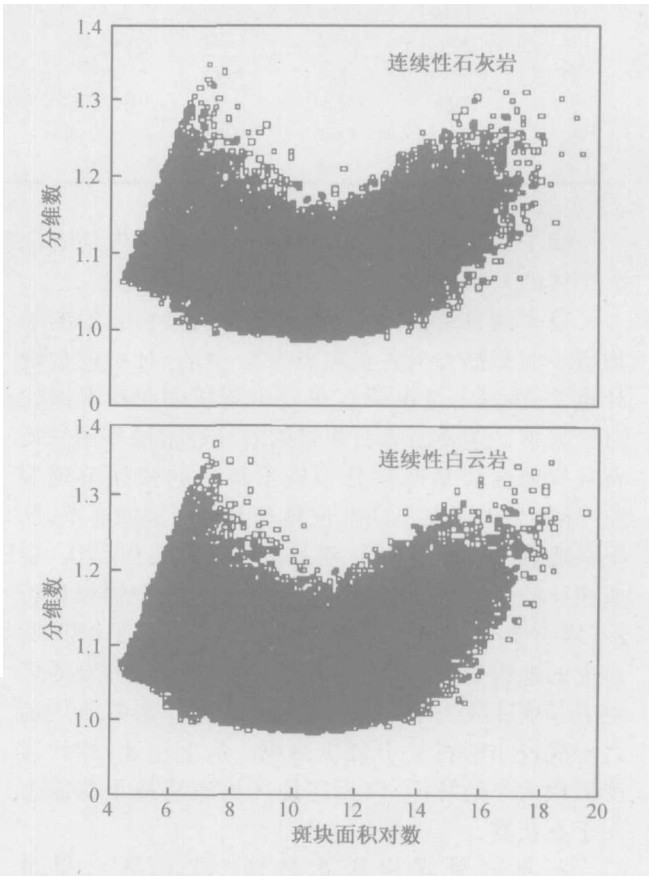


图3 两种岩性斑块面积对数与分维数的散点图

Fig. 3. Scatter diagram between the logarithm of patch area and the fractal dimension in two rocks.

再以不同类型斑块的分维数来看(表3)。从表中可见,在两种岩性控制下的各种类型景观的斑块面积对数和斑块周长对数间的相关系数表明二者呈显著的线性相关关系;石灰岩中分维数最大的是水田和旱地,最小的是城乡工矿居民用地;白云岩中值最大是水田,裸岩的值最小。但白云岩和灰岩的类型分维数的差别不大,它们的数值落在1.058~1.186间,比其他研究地区<sup>[10-12]</sup>的分维数要小许多。贵州连续性碳酸盐岩地区的景观斑块类型的形状规则,趋向于方形,原因可能是该地区人为活动强烈,

人为干扰活动在景观的形成过程中占据了主导地位。

表3 不同景观类型的分维数及相关系数

Table 3. Fractal dimensions and correlation coefficients for different landscape types

景观类型	LnA 与 lnP 的相关系数		分维数	
	连续性石灰岩 Cl	连续性白云岩 Cd	连续性白云岩 Dd	连续性石灰岩 Dl
4	0.971	0.965	1.076	1.172
5	0.969	0.963	1.058	1.156
11	0.974	0.974	1.17	1.186
12	0.971	0.971	1.17	1.154
21	0.98	0.979	1.114	1.108
22	0.98	0.981	1.158	1.148
23	0.982	0.981	1.142	1.138
24	0.979	0.966	1.094	1.092
31	0.981	0.983	1.11	1.126
32	0.98	0.98	1.146	1.146
33	0.979	0.979	1.138	1.17
6	0.968	0.961	1.148	1.058

## 5 结论与建议

连续性碳酸盐岩的景观斑块分布在整体上体现出一致性,以灌木林地景观类型为优势景观,森林和草地中以次生景观为主,偏小的斑块占整个景观的大多数,斑块大小分布全为正偏,其分布曲线多为尖峭峰。在贵州连续性碳酸盐岩的斑块面积对数和其相应的分维数之间不存在线性相关关系,因此斑块形状不存在面积上的尺度域,而且类型分维数较其他地区小,数值波动不大,造成的原因可能是贵州连续性碳酸盐岩地区人口压力大,景观演变过程中的人为因素占主导地位。

石灰岩和白云岩还表现出个体的差异性。就斑块面积来说,石灰岩地区斑块普遍比白云岩地区小;在水资源利用率上,石灰岩地区不及白云岩地区;森林和草地的退化情况相比,石灰岩地区比白云岩地区更严重,土地退化的终极化程度高于白云岩地区;从斑块大小分布来看,石灰岩地区的整体正偏和曲线波动幅度大于白云岩地区,数据更离散,内部分异性强烈;而在石灰岩地区景观的分割程度比白云岩地区破碎,人为干扰大的景观的破碎化更加明显。可见,石灰岩和白云岩不同的化学组成和相异的物理结构,造成相同气候条件下基岩风化成土和溶蚀

残余物在地表的堆积、土壤丢失方式的不同,随之其上覆景观也相应形成差异。

连续性碳酸盐岩上覆景观特征为区域内石漠化的发生发展提供了充足的空间,降低区域内生物多样性,增大景观恶性发展为石漠化的趋势。在石漠化的治理上,相应地需要扩大良性景观的斑块面积以加强景观的稳定性,但在治理过程中对岩性差异下水土搭配需采取不同措施。石漠化较少的白云岩地区可主要通过易于利用的地表水,丰富现有的植被景观的物种,提高稳定性,杜绝石漠化的后备景观;严重的石灰岩地区则要一方面兴建小型水利建设提高地表水的停留率,另一方面利用普遍发育的表层岩溶带<sup>[13]</sup>中的岩溶水,重点在有土存在的小生境中栽种石生、耐旱的物种改变退化的景观类型。石漠化的治理必须针对不同的岩性基底,采用不同的方法,在不同自然因素下找寻科学合理的景观配置,使人类活动推动景观演变进入良性循环阶段。

由于本文是以贵州全省的连续性碳酸盐岩的分布区为研究区域,斑块分布不连续,不适合进行全面的区域景观格局分析。对于碳酸盐岩上覆景观的进一步研究,可在其中选择完整、典型的流域,更深入探讨其景观格局和生态过程的相互关系。

## 参 考 文 献

- [1] 王世杰,季宏兵,欧阳自远,等. 碳酸盐岩风化成土作用的初步研究[J]. 中国科学(D辑),1999,29(5):441-449
- [2] S J Wang, R-L LI, C-X Sun, et al. How types of carbonate rock assemblages constrain the distribution of karst rocky desertified land in Guizhou Province, PR China: phenomena and mechanisms[J]. Land Degradation & Development,

2004a, 15:123-131

- [3] 李瑞玲, 王世杰, 周德全, 等. 贵州岩溶地区岩性与土地石漠化的相关分析[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 314-320 [4] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 241
- [5] S J Wang, Q-M Liu, D-F Zhang. Karst rocky desertification in southwestern China: geomorphology, landuse, impact and rehabilitation[J]. Land Degradation & Development, 2004a, 15: 115-121
- [6] 孙承兴, 王世杰, 周德全, 等. 碳酸盐岩差异性风化成土特征及其对石漠化形成的影响[J]. 矿物学报, 2002b, 22(4): 308-314
- [7] Sharon K. Collinge. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning[J]. Landscape and urban planning, 1996, 36: 59-77
- [8] Wahlberg N, Moilanen A, Hanski I. Predicting the Occurrence of Endangered Species in Fragmented Landscapes[J]. Science, 1996, 273: 1536-1538
- [9] 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法[M]. 刘建国. 当代生态学博论[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 209-233
- [10] 郭志华, 肖文发, 蒋有绪. 海南岛植被景观的斑块特征[J]. 林业科学, 2004, 40(2): 9-15
- [11] 肖红生, 周庆, 陈北光, 等. 车八岭国家级自然保护区森林景观的斑块特征[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(4): 135-138
- [12] 刘灿然, 陈灵芝. 北京地区植被景观斑块形状的分形分析[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 129-134
- [13] 蒋忠诚, 王瑞江, 裴建国, 等. 我国南方表层岩溶带及其对岩溶水的调蓄功能[J]. 中国岩溶, 2001, 20(2): 106-110

## QUANTITATIVE STUDY OF LANDSCAPE PATTERNS IN HOMOGENOUS CARBONATE ROCK-DISTRIBUTED REGIONS IN GUIZHOU

TAN Qiu<sup>1,2</sup>, WANG Shi-jie<sup>1</sup>, LI Yang-bing<sup>3</sup>

- (1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3. Department of Geographical and Biological Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

### Abstract

With the utilization of GIS software, research is conducted on a) the characteristics of cells, fragmentation, and patch fractal of landscape based on homogenous carbonate rocks in Guizhou; and b) causes of the formation of these characteristics. It has been found that under the influence of lithology, the landscape of the study region as a whole shows consistency, yet embodies distinct diversity inside. The consistency is embodied in the following aspects: a) the preponderant landscape consists of bushes and small woods; b) secondary landscape is characteristic of forests and grass grounds; c) of all the patches making up the study area, small patches are dominant, with positive-skewed distribution of patches——as a result, steep peaks are characteristic of the charts showing the distribution of patches. The factor of scale is not taken into account in the study of patches. The shapes of patches tend to become regular with strong disturbances from human activities, and consequently, the values of fractal dimensions of landscape types tend to get smaller. The fragmentation of patches is more apparent in landscape under the influence of human activities than the one without these disturbances. Compared with regions characteristic of homogenous dolomite, the characteristics of homogenous limestone areas are presented in the following: a) low utilization rate of water resource; b) uneven distribution of diversified landscape; c) weak resistance against disturbances from human activities; and d) continuous degradation, ever-increasing fragmentation, intensification of spatial heterogeneity, and deteriorating stability of landscape. All the above characteristics make homogenous limestone areas develop in reversed succession.

**Key words:** homogenous carbonate rock; landscape pattern; Guizhou