

文章编号:1001-4810(2009)01-0055-06

## 喀斯特石漠结皮层藓类物种多样性 及在石漠化治理中的作用研究

李冰,张朝晖

(贵州师范大学生命科学学院、贵州省山地环境重点实验室,贵州 贵阳 550001)

**摘要:**根据对烂泥沟金矿区附近喀斯特石漠区域生物结皮的物种调查,藓类植物共7科9属13种,丛藓科(Pottiaceae)和牛舌藓科(Anomodontaceae)是该区的优势科。13种结皮藓类植物的生物量、成土量、饱和吸水率和饱和吸水量的测定结果显示,平均生物量为161~6 690 kg/hm<sup>2</sup>;平均成土量为438~18 350 kg/hm<sup>2</sup>;平均饱和吸水率在780.43~1 705.56%,最高的达到2 228.57%,最低的也有512.99%;平均饱和吸水量在1 256.5~1 8434.1 kg/hm<sup>2</sup>,最高的达到68 140.3 kg/hm<sup>2</sup>。该结果说明,在喀斯特石漠这种缺少土壤、极度干旱且保水能力弱的环境区域,生物结皮层藓类植物以其特有的生态功能在石漠化治理、退化生态系统的恢复中具有十分重要的作用。

**关键词:**喀斯特石漠;生物结皮;物种多样性;藓类植物

**中图分类号:**Q948.1 **文献标识码:**A

喀斯特石漠是土地荒漠化的主要类型之一。喀斯特石漠以脆弱的生态地质环境为基础,以强烈的人类活动为驱动力,以土地生产力退化为本质,以出现类似荒漠景观为标志。它是一种地质生态灾害,所造成的经济、环境乃至社会影响越来越大,受到国家有关部门的广泛关注<sup>[1]</sup>。喀斯特区域成土速率极慢,若考虑地表的自然剥蚀率,成土速率更低,土壤允许侵蚀量远小于非喀斯特区,实际上碳酸盐岩石山荒漠化区域表层土粒处于负增长状态<sup>[2]</sup>。尽管石灰岩出露后随生物量增长和土壤形成,形成以生物活动和土壤媒体过程为主导的喀斯特生态系统<sup>[3]</sup>,但喀斯特生态系统普遍具有生境基岩裸露、土体浅薄、水分下渗严重、生境保水性差、基质以及土壤和水等环境富钙的生态特征<sup>[4]</sup>,对植物种类成分有强烈的选择性:喜钙性、耐旱性及石生性的植物种群<sup>[5]</sup>。由于这些原因使得喀斯特石漠化的治理困难重重,而有关这方面的研究,许多学者也做了大量的工作<sup>[6~10]</sup>,但这些研究都是居于

石漠化等级较小,研究区域还存在可供种植一些乔木或灌木基础上的,但对于那些强度石漠化的区域,大面积都是裸露岩石,采用种植经济林木的方式来治理石漠化就存在很大的困难。因此,必须先借助一些耐旱、石生性的先锋植物来为其它的物种创造生存的条件,藓类植物以其特有的性质为这一设想提供了现实的可能性。

生物结皮广泛分布在我国西部和北部地区<sup>[11]</sup>,是由各种苔藓、地衣、藻类、真菌及细菌等共同组成的一个复合生物土壤层<sup>[12~13]</sup>。近年来,很多学者就生物结皮在集水造林和荒漠化固沙以及退化生态系统恢复中的作用做了大量的研究<sup>[14~17]</sup>,但有关生物结皮在喀斯特石漠化治理中的作用还少有报道<sup>[18]</sup>,特别是苔藓植物结皮还未见报道,在喀斯特区域研究较多的是苔藓植物区系、生态和生物喀斯特沉积等<sup>[19~21]</sup>。苔藓植物能分泌多种对岩石有腐蚀性的酸性物质,通过长时间的作用可以达到使岩石土壤化

基金项目:国家自然科学基金[国基(30860025)号]、贵州省优秀青年科技人才资助计划[黔科合人字(2005)0514号]、国家人力资源和社会保障部留学人员科技活动优秀项目[人社厅发(2008)86号]

第一作者简介:李冰(1984—),男,硕士研究生,植物学专业。E-mail:libing1122@yahoo.cn.

通讯作者:张朝晖(1963—),男,教授,主要从事植物学和生态学。E-mail:academiclife@126.com.

收稿日期:2008-10-06

的目的。因此,苔藓植物对长期的石漠化治理具有潜在的巨大价值。根据野外的调查发现,在喀斯特石漠区域,生物结皮主要是以苔藓植物中的藓类植物为主,其具有石生性的特点,且耐旱性强,吸水性强,生物量相对较大。因此,选取喀斯特石漠区域的藓类植物结皮层作为研究对象,对结皮层的藓类植物的多样性、生物量、吸水量、成土量等进行测定,以期对喀斯特石漠化的治理开辟一条新的途径和积累一些数据和资料。

## 1 研究区概况和研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于贵州省黔西南自治州贞丰县烂泥沟金矿旁,地理坐标北纬 $25^{\circ}08.643'$ ,东经 $105^{\circ}51.668'$ ,年

均气温 $18.4\sim 19.5^{\circ}\text{C}$ ,年降雨量小于 $1\ 356\text{mm}$ ,日照时数年均高于 $1\ 418$ 小时,年最高温度达 $39^{\circ}\text{C}$ ,最低温度 $-2^{\circ}\text{C}$ 。研究区极度干燥,植物稀少,在石缝之间偶见桑科的小灌木,大部分区域都是裸露的石灰岩,属于强度石漠化<sup>[22]</sup>,裸露石灰岩表面的覆盖物主要是藓类植物结皮。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 野外工作

于2008年1月对研究区实地考察,在随机选取的5个 $25\text{m}\times 25\text{m}$ 的样地内,在 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 的小样方内采集裸露石灰岩表面的藓类植物结皮50份装入塑料袋,并用毛笔将所有的泥土全部刷到塑料袋内,并野外记录结皮层的生境和盖度,见表1。

表1 喀斯特石漠藓类植物结皮野外调查统计表

Tab.1 Statistic table of moss crust by field investigation in karst rocky desertification region

结皮层藓类名称	样品号	生境	盖度/%
卷叶湿地藓	1	石灰岩石壁上	40
<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) Jaeg.	2	石灰岩表面	30
	3	石灰岩表面	50
狭叶湿地藓	1	石灰岩石壁上	80
<i>Hyophila stenophylla</i> Card.	2	石灰岩石壁上	50
卷叶毛口藓	1	石灰岩石壁上	50
<i>Trichostomum involutum</i> Broth.	2	石灰岩石壁上	50
东亚小石藓	1	石灰岩石壁上	70
<i>Weisia exserta</i> (Broth.) Chen	2	石灰岩石壁上	45
	3	石灰岩石壁上	95
小口小石藓	1	石灰岩表面	35
<i>Weisia microstoma</i> (Hedw.) C. Muell.			
丛生真藓 <i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	1	石灰岩岩面薄土层	100
毛尖卷柏藓	1	石灰岩表面	60
<i>Racopilum aristatum</i> Mitt.	2	石灰岩石洞石壁上	60
小牛舌藓全缘亚种	1	石灰岩石壁上	90
<i>Anomodon minor</i> (Hedw.) Fuernr. subsp. <i>integerrimus</i> (Mitt.) Iwats.	2	两块大石之间,藓类植物旁石灰岩面	80
	3	石灰岩凹陷处,与少许地衣混生	35
小牛舌藓原亚种	1	石灰岩石壁上	75
<i>Anomodon minor</i> (Hedw.) Fuernr. subsp. <i>minor</i>	2	石灰岩石壁阴面	20
	3	石灰岩石壁上	45
牛舌藓 <i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. et Tayl.	1	小构树下石灰岩石壁上	85
狭叶小羽藓 <i>Haplocladium angustifolium</i>	1	石灰岩小石槽中背阴面	100
(Hampe et C. Muell.) Broth.	2	石灰岩石壁上背阴面	60
宽叶青藓	1	石灰岩小石槽中	60
<i>Brachythecium curtum</i> (Lindb.) Limpr.			
细尖鳞叶藓	1	石灰岩表面	85
<i>Taxiphyllum aomoriense</i> (Besch.) Iwats.	2	石灰岩石壁上	70

1.2.2 室内工作

(1) 苔藓植物的鉴定:在贵州师范大学苔藓植物研究室内,借助现代中国和国际苔藓植物志及相关分类工具书,和《Journal of Bryology》、《The Bryologist》等国际专业学术刊物,利用光学显微镜,实体解剖镜分析并鉴定苔藓植物标本。

(2) 实验步骤:根据鉴定的结果,选取所有的种类进行定量的数据测量。因为是随机取样,且物种有自己的分布特征,导致在所采集的50份样品中,有些种类出现了3次以上,而有些种类仅出现一次。因此,在实验的时候选取所有的种类进行测定,但出现3次以上的种类只测定3次。实验在贵州师范大学分析测试中心进行。因为所采到的结皮层都是纯群落,只有少许的杂物,所以不存在物种的分离。

具体的测试方法是:一、去除结皮层中杂物,称量结皮层总重;二、测量结皮层厚度;三、将藓类植物和泥土分离清洗,过60目和80目分样筛,直至藓类冲洗干净为止;四、将清洗干净的藓类植物室温晾干24h后称量其鲜重;五、将称完鲜重的藓类植物放于60℃烘箱烘48h后称量干重;六、将称量完干重的藓类植物充分吸水后放置于细网上至不滴水时称量饱和吸水重。

(3) 数据处理

藓类植物生物量、吸收量等的计算参照徐杰、白学良等的计算公式<sup>[23]</sup>,具体是:

$$\text{藓类植物生物量} = \text{藓类植物干重} \times \text{盖度}$$

$$\text{藓类植物成土率} = [\text{结皮层总重} - \text{藓类植物干重}] / \text{藓类植物干重}$$

$$\text{藓类植物成土量} = \text{藓类植物生物量} \times \text{藓类植物成土率}$$

$$\text{藓类植物饱和吸水率} = \frac{\text{藓类植物饱和吸水重} - \text{藓类植物干重}}{\text{藓类植物干重}}$$

$$\text{饱和吸水量} = \text{藓类植物生物量} \times \text{藓类植物饱和吸水率}$$

2 喀斯特石漠生物结皮层藓类植物物种组成分析

根据鉴定的结果发现,该喀斯特石漠区域有苔藓植物7科9属13种(表2),全部为藓类植物,未发现苔和角苔的存在。对50份藓类植物结皮层的物种出现次数统计发现,小牛舌藓原亚种[*Anomodon minor* Hedw. Fuernr. subsp. *minor*]出现了15次,占总份数的30%;小牛舌藓全缘亚种[*Anomodon minor* (Hedw.) Fuernr. subsp. *integerrimus* (Mitt.) Iwats.]出现了8次,占总份数的16%;卷叶湿地藓[*Hyophila involuta* (Hook.) Jaeg.]出现了7次,占总份数的14%;卷叶毛口藓(*Trichostomum involutum* Broth.)出现了6次,占总份数的12%;其余的都只出现2次或1次。由此可以看出,该区优势科牛舌藓科(Anomodontaceae)和丛藓科(Pottiaceae)的种类比较适合于在喀斯特石漠区域生长,这就为我们以后用藓类植物来治理石漠化提供了选择的可能性。

表2 喀斯特石漠结皮藓类植物的物种组成  
Tab.2 Species component of moss crust in karst rocky desertification region

科	属	种	种的出现次数
丛藓科 Pottiaceae	小石藓属 Weisia Hedw.	东亚小石藓 <i>W. exserta</i> (Broth.) Chen 小口小石藓 <i>W. microstoma</i> (Hedw.) C. Muell.	2 1
	毛口藓属 <i>Trichostomum</i> Bruch. 湿地藓属 <i>Hyophila</i> Brid.	卷叶毛口藓 <i>T. involutum</i> Broth. 卷叶湿地藓 <i>H. involuta</i> (Hook.) Jaeg. 狭叶湿地藓 <i>H. stenophylla</i> Card.	6 7 2
真藓科 Bryaceae	真藓属 <i>Bryum</i> Dill.	丛生真藓 <i>B. caespiticium</i> Hedw.	1
卷柏藓科 Racopilaceae	卷柏藓属 <i>Racopilum</i> P. Beauv.	毛尖卷柏藓 <i>R. aristatum</i> Mitt.	2
牛舌藓科 Anomodontaceae	牛舌藓属 <i>Anomodon</i> Hook. et Tayl.	小牛舌藓原亚种 <i>A. minor</i> (Hedw.) Fuernr. subsp. <i>minor</i> 小牛舌藓全缘亚种 <i>A. minor</i> (Hedw.) Fuernr. subsp. <i>integerrimus</i> (Mitt.) Iwats. 牛舌藓 <i>A. viticulosus</i> (Hedw.) Hook. et Tayl.	15 8 1
羽藓科 <i>Thuidiaceae</i>	小羽藓属 <i>Haplocladium</i> (C. Muell.) C. Muell.	狭叶小羽藓 <i>H. angustifolium</i> (Hampe et C. Muell.) Broth.	2
青藓科 Brachytheciaceae	青藓属 <i>Brachythecium</i> B. S. G.	宽叶青藓 <i>B. curtum</i> (Lindb.) Limpr.	1
灰藓科 Hypnaceae	鳞叶藓属 <i>Taxiphyllum</i> Fleisch.	细尖鳞叶藓 <i>T. aomoriense</i> (Besch.) Iwats.	2

### 3 生物结皮层藓类植物在喀斯特石漠化治理中的作用分析

#### 3.1 结皮藓类植物的成土作用

土壤很大部分是由岩石在经过一系列的作用后演变而来的,生物在岩石转变成土壤的过程中起着至关重要的作用。朱显谟在研究原始土壤的成土过程时就认为原始成土过程的第三个时期就是苔藓植物的着生和发展相伴随的<sup>[24]</sup>。苔藓殖居后,进一步提高了岩石的持水量,随着苔藓的发育,苔藓假根常粘结大量的棕黑色的细粒土<sup>[25]</sup>。这样一来,一方面扩大了有机物和细土的来源,另一方面又加强了岩石拦截细土和含蓄水分的能力,这样就非但累积了细土和增厚了土层,同时又促进了内部岩体的风化作用,进一步促使了土壤的形成。

本研究通过对喀斯特石漠区域生物结皮层13种藓类植物的生物量和成土量的测定(表3),对于揭示藓类植物结皮的生态功能及在石漠化治理中的前景都具有参考价值。从表3可以看出,13种结皮藓类的平均生物量在161~6 690kg/hm<sup>2</sup>,平均成土量在438~18 350 kg/hm<sup>2</sup>,即使成土量最少的小口小石藓 [*Weisia Microstoma* (Hedw.) C. Muell.]也达到了每公顷438kg。因为该区域强度石漠化,其它的土生性物种很难大量生长,而在石生性较强的种类当中(如苔藓、地衣等),藓类的生物量最大的。且由于藓类植物体内含有类似木质素的酚类化合物较多,具有耐腐蚀和抗捕食的作用,一旦形成地被层,不易被微生物分解或食草动物取食而使藓类生物量逐年增加。这样随着时间的推移,下部藓类植物的死亡,大量的残体堆积,为其它物种的登陆创造了条件,也达到石漠化治理的目的。

表3 喀斯特石漠藓类植物结皮层测试数据

Tab.3 Experimentation data of moss crust in karst rocky desertification region

结皮类型	结皮层 总重/g	结皮层 厚度/mm	藓类植物 鲜重/g	藓类植物 干重/g	饱和吸 水重/g	生物量 /kg/hm <sup>2</sup>	成土率 /%	成土量 /kg/hm <sup>2</sup>	饱和吸 水率/%	饱和吸水量 /kg/hm <sup>2</sup>
A1	5.64	8	1.85	1.77	10.85	708	218.64	1548.0	512.99	3 632.0
A2	5.03	5.5	1.97	1.80	13.64	540	179.44	969.0	657.78	3 552.0
A3	0.92	4.5	0.53	0.49	6.67	245	87.76	215.0	1 261.22	3 090.0
B1	6.80	9.2	1.85	1.03	7.16	824	560.19	4 616.0	595.15	4 904.0
B2	14.08	8.5	1.68	1.11	13.84	555	1 168.47	6 485.0	1 146.85	6 365.0
C1	2.25	8	0.79	0.77	6.89	385	192.21	740.0	794.81	3 060.0
C2	9.10	10.5	1.55	1.47	13.37	735	519.05	3815.0	809.52	5 950.0
D1	10.83	10.5	3.79	3.53	28.24	2471	206.80	5 110.0	700	17 297.0
D2	5.42	7.5	1.02	0.85	9.01	382.5	537.65	2 056.5	960	3 672
D3	17.92	15.8	4.45	4.18	40.32	3971	328.70	13 052.7	864.60	34 333.3
E	4.29	6.5	0.48	0.46	4.05	161	832.61	1 340.5	780.43	1 256.5
F	25.04	37	7.35	6.69	74.83	6 690	274.29	18 350.0	1 018.54	68 140.3
G1	9.47	9	2.20	2.05	23.53	1 230	361.95	4 452.0	1 047.80	12 887.9
G2	4.30	8.5	0.82	0.75	13.69	450	473.33	2 130.0	1 725.33	7 764.0
H1	16.13	24	2.36	2.21	19.69	1 989	629.86	12 527.9	790.95	15 732.0
H2	5.11	29	2.38	2.30	24.91	1 840	122.17	2 247.9	983.04	18 087.9
H3	2.63	12	0.79	0.76	8.57	266	246.05	654.5	1 027.63	2 733.5
I1	6.45	11	2.43	1.98	18.81	1485	225.76	3 352.5	850	12 622.5
I2	1.61	9	1.00	0.93	8.70	186	73.12	136.0	835.48	1 554.0
I3	2.40	15	1.38	1.32	15.69	594	81.82	486.0	1 088.64	6 466.5
J	4.16	18	1.51	1.41	18.14	1 198.5	195.04	2 337.6	1 186.52	14 220.4
K1	13.55	13	3.34	3.09	37.82	3 090	338.51	10 460.0	1 123.95	34 730.0
K2	4.81	9	0.24	0.21	4.89	126	2 190.48	2 760.0	2 228.57	2 808.0
L	1.09	5	0.37	0.36	6.50	216	202.78	438.0	1 705.56	3 684.0
M1	4.79	8	1.60	1.48	19.95	1 258	223.65	2 813.5	1 247.97	15 699.5
M2	2.83	6	0.78	0.75	12.45	525	277.33	1 456.0	1 560	8 190

A: 卷叶湿地藓结皮, B: 狭叶湿地藓结皮, C: 卷叶毛口藓结皮, D: 东亚小石藓结皮, E: 小口小石藓结皮, F: 丛生真藓结皮, G: 毛尖卷柏藓结皮, H: 小牛舌藓全缘亚种结皮, I: 小牛舌藓原亚种结皮, J: 牛舌藓结皮, K: 狭叶小羽藓结皮, L: 宽叶青藓结皮, M: 细尖鳞叶藓结皮

此外,从表3可以发现,在同种藓类之间,结皮层厚度、生物量和成土量之间是一个正相关的关系,即随着结皮层厚度的增加,生物量和成土量都明显增加;但在不同藓类之间,这三者不存在明显的相关性。这表明,虽然藓类植物对岩石的成土过程都有促进作用,但由于物种本身的性质差异,导致其对岩石的作用强度不同。如果人工用藓类植物在进行石漠化治理的时候,对种类进行适当的选择,可以加速治理的进程。

### 3.2 结皮层藓类植物的保水作用

研究区域是大片的石漠,采集的藓类植物结皮层全部来自裸露的石灰岩表面,可以利用的地下水微乎其微,降水是结皮层植物生长发育的唯一来源。因此,在该区域植物的吸水率、吸水量和植物本身对干旱的耐受性成为植物能否在这样的环境中生存的一个主要的限制因子。苔藓植物虽然个体较小,但常形成大片丛生或垫状群落,枝叶交错形成大量毛细孔隙,具有吸水快、蓄水量大的特点<sup>[26]</sup>。

本研究通过对喀斯特石漠生物结皮层13种藓类植物的饱和吸水率和饱和吸水量的测定发现,13种藓类植物的平均饱和吸水率在780.43~1705.56%,最高的达到2228.57%,最低的也有512.99%。平均饱和吸水量在1256.5~18434.1 kg/hm<sup>2</sup>,最高的达到68140.3 kg/hm<sup>2</sup>。这对于在极度缺水的喀斯特石漠区域生长的植物来说是非常重要的,正因为藓类植物具备了这样的特性,使得其在一次降水充分吸水后,能在长时间不降水且没有地下水来源的地方生存。此外,如果很长时间不降水,藓类植物会失水,其细胞的渗透压极度降低而进入休眠状态,此时藓类植物可吸收空气中的水分维持生命而长年不死,遇到降雨它 will 很快复苏生长<sup>[23]</sup>。藓类植物这些独特的特性,使其在缺水的喀斯特石漠区域不仅不死亡,而且生物结皮层会逐年加厚,这对石漠化的治理,退化生态的修复,为其它物种的生存创造条件具有十分重要的意义。

## 4 结论与展望

藓类植物成土量和生物量与气候和生境等因素有着密切关系,并伴随着时间的不同而呈现出不同的结果。虽然本研究由于工作条件等原因,没有取得某一个时段内的藓类植物成土量和生物量,但从本研究得到的初步结果来看,13种藓类植物成土量吸水量

都达到一个较高的值,是其它能直接生长在裸露岩石上的植物(藻类、地衣)所无法比拟,说明藓类植物对喀斯特石漠生境有极强的适应性,是石漠化及其它退化生态系统进行人工恢复治理的比较理想的物种选择。

喀斯特石漠化的治理是一个艰难的、长期的过程,在此过程中采用比较科学的方法可以加速治理的进程。因此,在以后的藓类植物相关研究中,应用室内和野外相结合的研究方法,对时间、生物量、水分、温度和小生境等因素进行人工控制,找出在相同的因子下成土和吸水最好的藓类植物种类,以为用藓类植物进行石漠化治理提供更准确、更科学的指导。

**致谢:**野外工作得到本实验室刘荣相同学的大力支持和锦丰矿业有限公司的初勇晔主任引导和安排食宿!

### 参考文献

- [1] 李阳兵,王世杰,容丽.关于喀斯特石漠和石漠化概念的讨论[J].中国沙漠,2004,24(6):689-695.
- [2] 白占国,万国江.贵州碳酸盐区域的侵蚀速率及环境效应研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(1):1-7,46.
- [3] 潘根兴,曹建华.表层带岩溶作用:以土壤为媒介的地球表层生态系统过程—以桂林峰丛洼地岩溶系统为例[J].中国岩溶,1999,18(4):287-296.
- [4] 屠玉麟.贵州喀斯特灌丛群落类型研究[J].贵州师范大学学报,1995,13(5):8-9.
- [5] 李阳兵,侯建筠,谢德体.中国西南岩溶生态研究进展[J].地理科学,2002,22(3):365-370.
- [6] 梅再美,王代懿,熊康宁,等.不同强度等级石漠化土地植被恢复技术初步研究——以贵州花江试验示范区查尔岩试验小区为例[J].中国岩溶,2004,23(3):253-258.
- [7] 王金乐,林昌虎,何腾兵.贵州喀斯特山区石漠化生态环境背景与生态重建[J].水土保持研究,2006,13(5):148-150.
- [8] 苏孝良.贵州喀斯特石漠化与生态环境治理[J].地球与环境,2005,33(4):20-27.
- [9] 梁亮,刘志霄,张代贵,等.喀斯特地区石漠化治理的理论模式探讨[J].应用生态学报,2007,18(3):595-600.
- [10] 熊康宁,梅再美,彭贤伟,等.喀斯特石漠化生态综合治理与示范典型研究—以贵州花江喀斯特峡谷为例[J].贵州林业科技,2006,34(1):5-8.
- [11] 刘丽燕,吾尔妮莎·沙衣丁,阿不都拉·阿巴斯.荒漠化地区生物结皮的研究进展[J].菌物研究,2005,3(4):26-29.
- [12] West N E. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semiarid regions[J]. Advances in Ecological Research, 1990,20: 179-223.
- [13] Belnap J, Harper K T and Warren S D. Surface disturbance of cryptobiotic soil crusts; Nitrogenase activity, chlorophyll con-

- tent, and chlorophyll degradation[J]. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 1994, 8; 1-8.
- [14] Yang Xiao-hui, Wang Ke-qin, Wang Bin-rui, et al. Afforestation using micro-catchment water harvesting system with microphytic crust treatment on semi-arid Loess Plateau, A preliminary result[J]. *Journal of Forestry Research*, 2005, 16(1): 9-14.
- [15] 李新荣, 张景光, 王新平, 等. 干旱沙漠区土壤微生物结皮及其对固沙植被影响的研究[J]. *植物学报*, 2000, 42(9): 965-970.
- [16] 吴玉环, 高谦, 程国栋. 生物土壤结皮的生态功能[J]. *生态学杂志*, 2002, 21(4): 41-45.
- [17] Maik Veste. Importance of biological soil crusts for rehabilitation of degraded arid and semi-arid ecosystems[J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2005, 3(4): 42-47.
- [18] 陈思. 喀斯特石漠化地区微生物结皮及其培肥作用[J]. *中国科技信息*, 2005, 18: 64-65.
- [19] 张朝晖, 王智慧, 祝安. 黄果树喀斯特洞穴群苔藓植物岩溶的初步研究[J]. *中国岩溶*, 1996, 15(3): 224-232.
- [20] Zhang, ZH. Bryoflora and some speleothems of karst caves in Guizhou, S. W. China[C]// Switzerland, Proceedings of 12th International Congress of Speleology, Vol. 3; Biospeology, 1997; 297-300.
- [21] 张朝晖, 陈家宽. 黔中瀑布水生苔藓植物区系及其生物喀斯特沉积生态类型研究[J]. *中国岩溶*, 2007, 26(2): 170-177.
- [22] 熊康宁, 黎平, 周忠发, 等. 喀斯特石漠化的遥感-GIS典型研究[M]. 北京: 地质出版社, 2002; 1-183.
- [23] 徐杰, 白学良, 杨特, 等. 固定沙丘结皮层藓类植物多样性及固沙作用研究[J]. *植物生态学报*, 2003, 27(4): 545-551.
- [24] 朱显谟. 论原始土壤的成土过程[J]. *水土保持研究*, 1995, 2(4): 83-89.
- [25] 李阳兵, 王世杰, 李瑞玲. 岩溶生态系统的土壤[J]. *生态环境*, 2004, 13(3): 434-438.
- [26] 曹同, 高谦, 傅星, 等. 长白山森林生态系统中苔藓植物蓄水量及其在水分循环中的作用[J]. *森林生态系统研究*, 1995, 7: 73-79.

## Species diversity of mosses crust and the effect in karst rocky desertification control

LI Bing, ZHANG Zhao-hui

(Guizhou Provincial Laboratory for Mountainous Environment, School of Life Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China)

**Abstract:** According to the study on species identification, biomass, pedogenesis quantity, saturated water adsorption rate and quantity of the biotic crusts in karst rocky desertification region nearby Lannigou gold mine in Zhenfeng, Guizhou, it is concluded that there are seven families, nine genera and thirteen species mosses, and that Pottiaceae and Anomodontaceae are eurytopic or dominant component that form the moss synusia. The determination of biomass, pedogenesis quantity, saturated water adsorption rate and quantity of the thirteen mosses prove that the average biomass ranges from 161kg/hm<sup>2</sup> to 6 690kg/hm<sup>2</sup>, average pedogenesis quantity from 438 kg/hm<sup>2</sup> to 18 350kg/hm<sup>2</sup>, average saturated water adsorption rate from 780. 43% to 1 705. 56% and the highest even up to 2 228. 57%, and the average saturated water adsorption quantity from 1 256. 5 kg/hm<sup>2</sup> to 18 434. 1kg/hm<sup>2</sup> with the highest up to 68 140. 3 kg/hm<sup>2</sup>. Therefore, the results indicate that the moss crust is of high ability to absorb and reserve water. Besides, the moss crust is of remarkable effect on pedogenesis, which is very significant for rock desertification control in karst region.

**Key words:** karst rocky desertification; biotic crust; species diversity; mosses