

贵州老万场金矿石灰岩与红土矿体土壤结皮中苔藓植物种类及群落比较研究\*

汪文云, 张朝晖

(贵州师范大学 地理与生物科学学院 贵州省山地环境重点实验室, 贵阳 550001)

摘 要: 贵州老万场红土型金矿属是一种喀斯特崩塌堆积型金矿, 经长期的破坏性开矿活动, 使得大量石灰岩出露于地表, 并形成了新型的石漠。在这样的干燥地区, 苔藓植物已经成为主要的土壤结皮植被类群。为了探索红土型金矿区苔藓植物土壤结皮特征, 2007 年 8 月对贵州晴隆老万场红土型金矿石灰岩和红土矿体表面苔藓植物进行了研究。通过野外全面调查和实验室仔细鉴定, 发现老万场红土型金矿石灰岩和红土矿体表面共有苔藓植物 10 科 23 属 35 种, 没有发现苔类植物; 石灰岩上有 5 科 11 属 16 种, 红土型金矿上有 5 科 20 属 26 种, 这两个区域有 6 个相同的属, 7 个相同的种; 丛藓科种类是石灰岩和红土矿体表面上主要的土壤结皮藓类植物; 石灰岩和红土矿体表面的土壤结皮藓类植物的属种相似性都较低; 石灰岩土壤结皮藓类群落都为纯群落, 红土矿体表面多为混生群落。

关键词: 苔藓植物; 土壤结皮; 石灰岩; 红土金矿

中图分类号: Q 949. 35

文献标识码: A

文章编号: 1005- 3409(2008)04- 0244- 04

Comparative Study on Species and Communities of Bryophytes Associated with Formation of Soil Crust on Limestone and Lateritic Gold Sites in Lao Wanchang Lateritic Gold Deposit of Guizhou

WANG Wen yun, ZHANG Zhao hui

(Guizhou Provincial Laboratory for Mountainous Environment, School of Geography and Biology, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** Lao wanchang Lateritic gold deposit in Guizhou is a kind of karst- collapse- originated Lateritic gold. The perennial and devastating mining leads to a mass of limestone exposing to the earth's surface and becoming a new rock desertification. On the dry environment area, bryophytes have become the main soil crust plants. In order to explore the characteristic of soil crust bryophytes on gold deposit, we studied the bryophytes of limestone and lateritic gold sites in Lao Wanchang Lateritic Gold Deposit of Qinglong in Guizhou in August, 2007. Based on the extensive investigation and identify of the bryophyte specimens, 35 species in 23 genera of 10 families were found. There were no Hepaticae in this two area. There were 16 species belonging to 11 genera of 5 families on limestone, 26 species belonging to 20 genera of 5 families on lateritic gold sites. On limestone and lateritic gold sites, there were 6 same genera and 7 same mosses. The species of Pottiaceae were the main soil crust bryophytes in this two area. The similarity coefficient of genera and species are quite low. The bryophyte communities of the soil crust on limestone are pure communities while those on lateritic gold sites are mixed.

**Key words:** bryophytes; soil crust; limestone; lateritic gold deposit

苔藓植物作为生物土壤结皮物种之一对生态重建发挥着不可替代的作用。近年来, 国外有关苔藓结皮的研究开展较多<sup>[1-11]</sup>, 国内有关这方面的也不少, 但主要集中在沙漠地带<sup>[12-17]</sup>。矿区由于长期的大规模开采, 使得开采过的矿区生态环境遭到严重破坏, 植被极其稀少, 环境极其干燥。尤其

是红土型金矿, 多分布在喀斯特地区, 其红土的成土作用与喀斯特红土化作用相关, 经过开采矿土后, 大量的石灰岩暴露出来, 形成了新型的喀斯特石漠。

贵州晴隆老万场金矿是贵州省地质矿产勘查开发局地球物理地球化学勘查院于 1992 年在贵州发现的第一个红土

\* 收稿日期: 2008-01-08  
基金项目: 贵州省优秀青年科技人才资助计划[黔科合人字(2005)0514 号]; 国家人事部留学人员择优资助优秀项目[国人部发(2003) 50]; 贵州省优秀科技教育人才省长专项基金[黔科教(2003)04]  
作者简介: 汪文云(1982- ), 女, 贵州三都县人, 硕士研究生; 研究方向: 植物学。E-mail: harmony2009@163.com  
通信作者: 张朝晖(1963- ), 男, 贵州人, 教授, 主要从事生态学和植物学研究, E-mail: academichlife@126.com

型金矿<sup>[18]</sup>。该金矿的形成与岩溶作用密切相关, 是一种喀斯特崩塌堆积型金矿<sup>[19]</sup>, 是石灰岩基岩与金矿混生的一种金矿类型, 矿体厚度完全受控于岩溶侵蚀面, 平均厚度 11 m, 在岩溶漏斗中最大厚度 60 m<sup>[20]</sup>。长期的采矿活动使该矿区成为局部干燥的环境, 重金属含量相当高, 剥离的矿体表面植被极其稀少, 区域水土流失和荒漠程度逐年加剧, 矿区整个水系受到严重的影响, 苔藓植物成为矿区石灰岩和矿体表面的主要植物类群, 并形成了斑块状分布, 对整个矿区水土保持及生态修复具有重要的意义。本文对老万场红土型金矿的石灰岩和红土矿体表面苔藓植物土壤结皮的进行了研究, 以期对红土型金矿矿区的生态恢复提供相关的科学资料。

1 研究地点及研究方法

1.1 研究样点概况

贵州老万场红土型金矿隶属晴隆县安谷乡, 位于贵州省黔西南州晴隆县大厂镇正南方 9 km 处, 地理位置为 105° 11. 719' E, 25° 38. 328' N 之间, 属温凉湿润的高原亚热带季风气候。年平均日照数为 1 462 h, 年平均气温为 14. 6℃, 极端最高气温 33. 4℃, 极端最低气温为- 6. 3℃。年均降水量在 1 050~ 1 650 mm 之间, 降水的时空分布不均, 多集中在 5- 10 月, 约占年降水量的 82%。贵州老万场金矿属于红土型金矿产于下二叠统茅口组喀斯特侵蚀面上第四系坡塌积物中。由于长期开采, 矿区土壤贫瘠干燥, 植被极其稀少, 矿区内受损矿体的优势植物类群为苔藓植物。

1.2 研究方法

1.2.1 野外工作

于 2007 年 8 月对贵州老万场红土型金矿矿山进行苔藓植物标本的全面采集, 采集区设 6 个样点, 即石灰岩 3 个, 红土金矿体表面 3 个, 采用 10 cm× 10 cm 金属框罩在地表上, 采集框内所有苔藓植物。共采集了 70 份标本, 并在野外详细记录苔藓植物的形态和环境特征, 其具体情况见表 1。

表 1 老万场红土型金矿土壤结皮苔藓植物研究地点

样地	生 境	基 质	海拔/ m	种数
I	矿体表面潮湿红土裸地	矿体裸地金矿土	1366	12
II	矿体表面干燥红土裸地	矿体裸地金矿土	1380	6
III	矿体表面干燥红土裸地	矿体裸地金矿土	1460	4
IV	干燥石灰岩石牙	石牙石灰岩	1413	6
V	干燥石灰岩石壁	石灰岩	1375	6
VI	干燥石灰岩	石灰岩钙质薄土	1376	8

1.2.2 室内工作

将刚采集回来的标本装入处理好的标本袋中, 并记录它们的编号及生境特征。应用 HWG21 型双筒解剖镜及 XSZ2107TS 型光学显微镜等仪器, 借助于《中国藓类植物属志( 上、下册) 》、《中国苔藓植物志》以及多本地方苔藓植物志等现代苔藓分类工具书, 采用经典的形态分类方法进行鉴定工作。

1.2.3 数据处理

利用苔藓植物属的相似性系数( Similarity coefficient of

genera) 公式计算两个地区的藓类植物属相似性系数<sup>[21]</sup>。

$$Sc= \frac{2c}{A+B} \times 100\% \tag{1}$$

式中: Sc——两地的属相似性系数; c——共有属数; A, B——出现于一地的全部属数( 种数)。

2 研究结果

2.1 土壤结皮藓类植物的统计分析

经初步分析, 鉴定及整理, 贵州老万场石灰岩与红土型矿体表面上土壤结皮藓类植物标本共有 10 科 23 属 35 种, 没有发现苔类植物。其中, 石灰岩上有 5 科 11 属 16 种, 红土型金矿上有 5 科 20 属 26 种。无论在石灰岩, 还是在红土型金矿上, 丛藓科( Pottiaceae) 种类占了绝对优势, 成为老万场石灰岩与红土型矿体表面上主要的结皮种类。土壤结皮藓类具体科、属、种数见表 2。老万场石灰岩与红土型矿体上土壤结皮藓类植物共有的种类为: 牛毛藓( *Ditrichum heteromallum* ( Hedw. ) Britt. )、黄牛毛藓( *Ditrichum pallidum* ( Hedw. ) Hamp. )、阔叶小石藓( *Weisia planifolia* Dix. )、小反纽藓( *Timmiella diminuta* ( C. Muell. ) P. C. Chen) 、土生对齿藓( *Didymodon vinealis* ( Brid. ) Zander) 、皱叶毛口藓( *Trichostomum crispulum* Bruch in F. A. Muell) 和真藓( *Bryum argenteum* Hedw. ), 这两个区域具体的土壤结皮藓类种类表 3。

总体上看, 老万场石灰岩和红土型金矿上土壤结皮藓类植物都很少, 这是因为矿区由于长期的开矿活动, 使得环境越来越恶化, 矿区干燥且重金属污染严重, 只有那些在繁殖、形态和生理上适应极端环境的藓类植物才能在这样的干旱环境得以生存、繁衍、发展。石灰岩上的土壤结皮藓类植物尤其稀少, 主要是因为石灰岩上造壤能力低, 只有很薄的一层土壤, 易形成地表及地下双层空间结构, 雨水常直接渗入到地下岩溶空间, 再加上岩石表面植被极其稀少, 使得地表保蓄水的能力很差, 并且岩石中的重金属能更直接毒害于生长上面的植物, 导致幸存的种类很少。

表 2 老万场石灰岩与红土型金矿上土壤结皮藓类植物科、属、种数统计

石灰岩苔藓种类	属数	种数	红土金矿苔藓种类	属数	种数
牛毛藓科	1	2	牛毛藓科	3	4
丛藓科	6	7	丛藓科	10	14
真藓科	2	5	真藓科	5	6
绢藓科	1	1	青藓科	1	1
灰藓科	1	1	金发藓科	1	1
合计: 5 科	11	16	5 科	20	26

2.2 土壤结皮藓类植物相似性比较

老万场金矿石灰岩与红土型金矿上 6 个相同的土壤结皮藓类属: 牛毛藓属( *Ditrichum* Hamp. )、反纽藓属( *Timmiella* ( De Not. ) Limpr. )、毛口藓属( *Trichostomum* Bruch. )、小石藓属( *Weisia* Hedw. )、对齿藓属( *Didymodon* Hedw. )、真藓属( *Bryum* Hedw. ), 利用相似性系数公式计算得出老万场金矿石灰岩与红土型金矿上土壤结皮藓类植物属相似性系数为 0. 387; 这两种基质上共有的土壤结皮藓

类植物有 7 种(具体共有种类见表 3 带\* 的种类),土壤结皮藓类植物种的相似性系数为 0.333,从这两个区域的属、种水平来看,相似性系数都不高,另外种的相似性比属相似性低,证实了在同一气候条件下,不同基质对不同的苔藓植物种类有明显的选择性<sup>[22-23]</sup>。

表 3 老万场石灰岩与红土型金矿上土壤结皮苔藓种类	
石灰岩苔藓种类	红土金矿上苔藓种类
牛毛藓*	丛毛藓
黄牛毛藓*	荷包藓
阔叶小石藓*	牛毛藓
小反纽藓*	黄牛毛藓
尖叶毛口藓	毛口藓
皱叶毛口藓*	皱叶毛口藓
	橙色净口藓
	长尖扭口藓
土生对齿藓*	狭叶扭口藓
硬叶对齿藓	北地扭口藓
云南墙藓	狭叶拟合睫藓
砂生短月藓	匙叶湿地藓
尖叶短月藓	四川湿地藓
宽叶短月藓	小反纽藓
真 藓*	土生对齿藓
丛生真藓	小石藓原变种
穗枝赤茎藓	阔叶小石藓
	酸土藓
大灰藓	天命丝瓜藓
——	芽孢银藓
——	纤枝短月藓
——	近高山真藓
——	真 藓
	平蒴藓
	尖叶青藓
	东亚小金发藓

\* 与红土金矿上共有品种

2.3 土壤结皮苔藓植物群落类型

苔藓植物的种类和群落生长与小生境有密切的联系,在同一生态系统的不同小生境中苔藓植物呈现出明显的多样性<sup>[24]</sup>。参照陈邦杰<sup>[25]</sup>和胡人亮<sup>[26]</sup>等对中国苔藓植物群落的划分,把老万场石灰岩与红土型金矿上主要土壤结皮藓类群落统计如表 3。

老万场裸露石灰岩表面,除了少许的禾本科植物,就是旱生藓类植物,藓类植物在干燥的石灰岩表面形成了斑块状群落,土生对齿藓、真藓和云南墙藓(*Tortula yunnanensis* P. C. Chen)各自形成了较大面积的纯群落。土生对齿藓和真藓在老万场石灰岩干燥表面有相当大的生物量,它们克服了极端的环境而得以大量繁殖,这与它们较强的繁殖特性有关<sup>[14-15]</sup>,它们的植物体能在繁殖过程中连续分枝,原丝体能反复再生及外延,然后生长发育成植物体。云南墙藓在老万场石灰岩表面也形成了面积相当大的群落,这种藓类之所以能在如此干燥的环境中参与生物的结皮,可能是与它的形态结构和生理特性有关,一些适应性特征如:云南墙藓在石灰

岩表面呈垫状丛生可减少土壤水分的蒸发,能更有效地利用很少的水分;在干燥的石灰岩表面它们的叶片大多强烈卷缩,这个特性也减少水分蒸发;云南墙藓叶尖具白色的突出芒尖,可反射强光,以减少强光对植物造成的伤害<sup>[16]</sup>。

表 4 老万场石灰岩与红土型金矿上主要土壤结皮藓类群落

样地	群落类型	群落种类组成
红土金矿	长尖扭口藓群落	优势种: 长尖扭口藓
		偶见种: 皱叶毛口藓
		优势种: 阔叶小石藓
	阔叶小石藓群落	偶见种: 黄牛毛藓
		芽孢银藓
		优势种: 皱叶毛口藓
	皱叶毛口藓-芽孢银藓群落	伴生种: 芽孢银藓
		偶见种: 长尖扭口藓
		优势种: 芽孢银藓
	芽孢银藓群落	偶见种: 黄牛毛藓
		皱叶毛口藓
石灰岩	东亚小金发藓群落	优势种: 东亚小金发藓
		偶见种: 牛毛藓
	土生对齿藓群落	土生对齿藓
	云南墙藓群落	云南墙藓
	真藓群落	优势种: 真藓

在老万场红土矿体表面,出现的苔藓植物群落比石灰岩上的多,但多为混生的群落,这是因为红土矿体土壤层比石灰岩厚得多,其保水性强,且养分较石灰岩的充足,更适合于更多的苔藓植物种类生长,加上红土金矿矿体土壤微环境更为复杂,为苔藓植物的生存奠定了相对丰富的物质基础。

3 结论与讨论

(1) 初步研究发现:老万场红土型金矿石灰岩和红土矿体表面共有苔藓植物 10 科 23 属 35 种,石灰岩上有 5 科 11 属 16 种,红土型金矿上有 5 科 20 属 26 种,没有发现苔类植物;丛藓科种类是石灰岩和红土矿体表面上主要的土壤结皮藓类植物;土壤结皮苔藓植物种类较少,大多为耐干旱的种类,这是因为这两个研究区域的环境极其干燥,且重金属含量很高,有些金属对植物的生长有直接的毒害作用,只有拥有极强的抗旱机制和耐受重金属毒害的能力的某些植物种类才能幸存在这样的环境中。

(2) 初步研究发现:石灰岩和红土矿体表面的土壤结皮藓类植物的属种相似性都比较低。种的相似性比属相似性低,同一气候条件下,不同基质对不同的苔藓植物种类有明显的选择性。

(3) 石灰岩土壤结皮藓类群落都为纯群落:土生对齿藓群落、真藓群落和云南墙藓群落,沙漠地区土壤结皮的苔藓植物优势种类也主要为土生对齿藓、真藓和墙藓属的一些种类<sup>[12-13,16]</sup>。红土矿体表面多为混生群落:长尖扭口藓群落、阔叶小石藓群落、皱叶毛口藓-芽孢银藓群落、芽孢银藓群落、东亚小金发藓群落。在同一个矿区,同一个气候类型下,这两个区域的土壤结皮藓类群落之所以有这么大的差异,这是因为石灰岩只有很薄的一层土壤,植被极其稀少,保水性

能很差,再加上石灰岩的养分极其贫乏,重金属含量高,只有极少的旱藓群落,能够结皮于这样的环境上;红土矿体表面虽然也很干燥,但它的土壤层比石灰岩的厚得多,保水性能相对也较强,较厚的土壤基质,其理化性质相对复杂,养分也相对丰富,比石灰岩地区更适合更多藓类植物生长,从而比较容易形成混生的藓类群落。

致谢:野外标本采集和室内标本鉴定,得到周灵燕、李冰、杨再超的大力帮助,在此表示感谢。

参考文献:

[ 1 ] Beymer R J, Klopatek J M. Potential contribution of carbon by microphytic crusts in pinyon juniper woodlands [ J ]. Arid Soil Res. Rehab, 1991, 5: 187-198.

[ 2 ] West N E. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid and semiarid regions [ J ]. Advances in Ecological Research, 1990, 20: 179-223.

[ 3 ] Cornelissen J H. Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana [ J ]. Journal of Tropical Ecology, 1989, 5: 131-150.

[ 4 ] Belnap J. Vulnerability of desert biological soil crust to wind erosion [ J ]. Journal of Arid Environment, 1998, 39: 133-142.

[ 5 ] Rosentreter R, Belnap J. Biological soil crusts of North America [ C ] // Belnap J, Lange O L, eds. Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management. Berlin: Springer Verlag, 2001: 31-50.

[ 6 ] Galun M, Garty J. Biological soil crusts of the Middle East [ C ] // Belnap J, Lange O L. Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management. Berlin: Springer Verlag, 2001: 95-106.

[ 7 ] Nash T H, White S L, Marsh J E. Lichen and moss distribution and biomass in hot desert ecosystems [ J ]. The Bryologist, 1979, 80: 470-479.

[ 8 ] Loria M, Herrnstad I. Moss capsules as food for the harvest ant, Messor [ J ]. The Bryologist, 1980, 83: 524-525.

[ 9 ] 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.

[ 10 ] Fearnough W, Fullen M A, Mitchell D J. Aeolian deposition and its effect on soil and vegetation char-

ges on stabilized desert dunes in North China [ J ]. Geomorphology, 1998, 23: 171-182.

[ 11 ] Bolyshv N N. Role of algae in soil formation [ J ]. Soviet Soil Science, 1964, 11: 630-635.

[ 12 ] 张元明, 曹同, 潘泊荣. 新疆古尔班通古特沙漠南缘土壤结皮中苔藓植物的研究 [ J ]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 18-23.

[ 13 ] 徐杰, 白学良, 杨持, 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.

[ 14 ] 白学良, 王瑶, 徐杰, 等. 沙坡头地区固定沙丘结皮层藓类植物的繁殖和生长特性研究 [ J ]. 中国沙漠, 2003, 23(2): 171-173.

[ 15 ] 张萍, 白学良, 徐杰, 等. 沙坡头固定沙丘结皮层藓类植物繁殖生物学特性研究 [ J ]. 中国沙漠, 2002, 22(6): 553-558.

[ 16 ] 张元明, 陈晋, 王雪芹, 等. 古尔班通古特沙漠生物结皮的分布特征 [ J ]. 地理学报, 2005, 60(1): 53-60.

[ 17 ] 徐杰, 白学良, 田桂泉, 等. 干旱半干旱地区生物结皮层藓类植物氨基酸和营养物质组成特征及适应性分析 [ J ]. 生态学报, 2005, 25(6): 1247-1255.

[ 18 ] 杨元根, 刘世荣, 金志升. 贵州老万场金矿床红土化作用及对金赋存状态的制约 [ J ]. 地球化学, 2004, 33(4): 414-422.

[ 19 ] 王砚耕. 贵州西南部红土型金矿成矿背景及其控制因素 [ J ]. 贵州地质, 1998, 15(4): 299-304.

[ 20 ] 杨竹森, 高振敏, 罗泰义, 等. 黔西南老万场红色粘土型金矿矿物特征及其意义 [ J ]. 矿物学报, 2001, 21(2): 239-245.

[ 21 ] 张元明, 曹同, 潘泊荣. 新疆山地苔藓植物区系相似性的数量分析 [ J ]. 西北植物学报, 2002, 22(3): 484-489.

[ 22 ] 江洪, 张朝晖. 贵州豹子洞石灰岩与红土型金矿藓类植物比较研究 [ J ]. 中国岩溶, 2007, 26(1): 31-35.

[ 23 ] 周灵燕, 张朝晖. 云南东川拖布卡-播卡金矿与汤丹铜矿区苔藓植物比较研究 [ J ]. 黄金, 2007, 8(28): 10-13.

[ 24 ] 赵遵田, 鲁艳芹. 山东鲁山苔藓植物的研究 [ J ]. 山东科学, 1998, 11(2): 43-44.

[ 25 ] 陈邦杰, 等. 中国藓类植物属志(上册) [ M ]. 北京: 科学出版社, 1963.

[ 26 ] 胡人亮. 苔藓植物学 [ M ]. 上海: 高等教育出版社, 1987.