

宋韬,代群威,李琼芳,等. 黄龙争艳彩池边石坝藻席钙华特性研究及意义[J]. 中国岩溶, 2021, 40(1): 105-111.
DOI: 10. 11932/karst20210111

黄龙争艳彩池边石坝藻席钙华特性研究及意义

宋韬¹, 代群威^{1,2}, 李琼芳³, 董发勤¹, 崔杰¹, 安德军⁴, 罗尧东¹,
Bruce W. Fouke^{1,2,3,5}

(1. 西南科技大学环境与资源学院, 四川 绵阳 621010; 2. 西南科技大学核废物与环境安全国防重点学科实验室, 四川 绵阳 621010; 3. 西南科技大学生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621010; 4. 黄龙国家级风景名胜区管理局, 四川 松潘 623300; 5. 伊利诺伊大学香槟分校地质与生物系, 美国 厄巴纳 61801)

摘要:藻席钙华对彩池边坝的颜色及钙华的沉积具有调控作用, 会影响彩池边壁稳定性, 导致独特景观破坏。文章选取黄龙争艳彩池作为研究对象, 通过对藻席钙华的基本理化特征和微观形貌观察与分析, 明确藻席钙华的沉积特性。结果表明:藻席钙华含水率为5.70%, 密度为 $1.56 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 具有较强吸水能力;通过XRD确定其主要矿物相为方解石;利用元素分析仪确定总碳含量为12.06%, 在生物作用下, 受次生有机碳影响较大;藻席钙华的微观形貌显示, 硅藻与钙华颗粒是构成藻席钙华的基本单元, 是一个复合型生物集合体。

关键词:藻席钙华; 沉积特性; 硅藻; 微观形貌; 黄龙自然保护区

中图分类号:P642.25 **文献标识码:**A

文章编号:1001-4810(2021)01-0105-07 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



0 引言

四川黄龙因色彩艳丽、结构奇巧的钙华景观闻名遐迩, 于1992年被联合国教科文组织列入世界自然遗产名录。景区内争艳彩池是钙华景观中规模最大、色彩最丰富的池群之一。争艳彩池位于黄龙沟左侧, 该处钙华沉积过程中伴随有藻类的生长与代谢活动, 使得藻类群落与钙华颗粒紧密结合, 形成具有一定颜色和形态的钙华和藻席(algal mats)复合沉积体^[1]。

藻席是一种发育在水中的附着结构体, 其富含的硅藻对环境因子的变化具有指示作用^[2-3], 并直接或间接地影响钙华沉积与景观颜色。藻类代谢所产生的藻类有机物(AOM)能够以共沉淀或嵌入的方式

影响钙华沉积和方解石晶体的生长^[4-5]。Labrenz等^[6]发现, 黄石国家公园石灰华沉积物中硅藻和细菌的胞外聚合物(EPS)通过不断吸附钙离子, 使碳酸盐微晶体沉淀并钙化, 从而参与和影响钙华沉积过程。藻类对钙华颜色的影响主要体现在对景观的增色作用, 使景观呈现出多样的色泽, 而不是单一的淡黄色^[7-8]。

关于黄龙钙华的成因存在不同看法, 主要以冷成因和热成因为主^[9], 钙华形成的生物因素研究相对较少。藻席钙华作为一个形态学整体和微环境下的复合沉积体^[10-11], 通过理化性质和成分分析, 结合微观形貌观察, 对藻席钙华进行不同层次研究, 可为研究藻席钙华生物沉积过程提供线索。

基金项目:国家自然科学基金面上项目(41877288, 41973053, 41572035)

第一作者简介:宋韬(1995-), 女, 在读研究生, 研究方向:环境生态修复。E-mail:song_tao95@163.com。

通信作者:代群威(1978-), 男, 博士, 教授, 研究方向:环境污染调控与生态修复。E-mail:qw_dai@163.com。

收稿日期:2020-09-20

1 材料与amp;方法

1.1 研究区域概况

黄龙沟景区位于四川省阿坝藏族羌族自治州松潘县境内,地理坐标为 $32^{\circ}05' \sim 33^{\circ}09'N$, $102^{\circ}38' \sim 104^{\circ}15' E$,位于岷山主峰雪宝顶东北侧,地处青藏高原东部。黄龙沟长3.50 km,宽约250 m,海拔3 145~3 578 m,景区气候属高原季风气候,水源主要以大气降水和冰川融水为主,年降雨量为760 mm左右,植被覆盖率达67.80%,峡谷众多且具有大面积的原始森林,是野生动物理想栖息地^[12]。争艳彩池为黄龙规模最大的彩池群,以池中水体颜色斑斓多变为特色,呈梯形逐级而下,彩池边壁附着大量蓬松藻席,是藻席钙华沉积的典型区域。

1.2 样品采集和处理

本研究于2019年3月、6月、10月在黄龙景区争艳彩池边石坝上多次采样,藻席原样采集于边石坝20 cm范围内,在边石坝外壁上划定面积为50 cm² (5 cm×10 cm的塑料板)的采样区域,用地质铲对附着于彩池边壁的藻席钙华自上而下进行剥离,剔除枯枝落叶等无关杂质,将所取样品置于盛有蒸馏水的500 mL已灭菌的广口瓶中,并放置于低温保温的泡沫箱中,48 h内带回实验室。

1.3 藻席物理特性测定

根据《煤和岩石物理力学性质测定方法(GB/T 23561.2-2009)》“第六部分:含水率”测定进行。

1.4 藻席生物群落结构分析

将藻席原样置于低温保温的干冰泡沫箱内,送至诺禾致源公司进行18S rDNA高通量测序。经Illumina MiSeq测序平台,利用双末端测序(Paired-End)的方法,构建小片段文库进行双末端测序,并对Reads拼接过滤。为更好地研究样品内部物种的组成信息,使用Uparse软件(Uparse v7.0.1001)对样品进行聚类分析,以97%的一致性将序列聚类为OTUs (Operational Taxonomic Units)结果,对获得OTUs聚类进行物种注释及丰度分析。

1.5 藻席矿物成分分析

取适量藻席钙华样品并进行研磨,过200目筛,置于烘箱内,在105℃条件下烘干24 h后取2.00 g样

品送西南科技大学固体废物处理与资源化教育部重点实验室,采用X射线衍射仪(X-ray Diffraction, XRD,日本理学株式会社D/MAX-III A)进行测试,测定条件为:Cu靶,管压40 kV,管流40 mA,步长0.033°,积分时间0.2°/min,扫描范围3°~80°。

1.6 藻席化学组分测定

取适量样品研磨至无颗粒感,过200目筛,置于烘箱内,在65℃条件下烘干24 h后取5 g送样品西南科技大学分析测试中心,采用X射线荧光光谱测试仪(X-ray Fluorescence, XRF,荷兰帕纳科Axios)进行测试,测试条件为Rh靶,含量测试范围为0.01%~100%。

1.7 藻席元素分析测定

取适量藻席钙华样品进行研磨,过200目筛,置于烘箱内,在105℃条件下烘干24 h后取1 g样品送西南科技大学分析测试中心,采用元素分析仪(Elemental Analyzer;德国元素公司Vario ELCUBE型元素分析仪)进行测试。选用C、H、N、S模式,用磺胺酸(2 mg)作参照,abs.<0.1%;C:0.004~40 mg, H:0.001~3 mg, N:0.001~15 mg, S:0.005~6 mg。

1.8 藻席微观形貌观察

用小刀在藻席样品内部刮取小块样品,置于LGJ-10型冷冻干燥仪(北京松源华兴)中对样品进行处理。在西南科技大学分析测试中心采用S440扫描电子显微(Leica Cambridge LTD)对藻席微观形貌进行观察。能谱分辨率优于127 eV(MnK α 处),谱峰漂移<1 eV(MnK α 处)。

2 结果分析

2.1 藻席外观特征分析

因CO₂脱气作用,泉水快速涌出地表后形成各种彩池与滩流^[13]。藻席集中生长于阳光充足的浅水地带。经过实地调查采样发现,争艳彩池群池壁表面附着有大量藻席和钙华在共沉积作用下形成的海绵钙华层,以逐层覆盖叠加的方式生长,其形成表面凹凸不平、质地松软、易从池壁表面剥离。所形成的藻席钙华在旱季和雨季呈现出不同颜色(图1),在丰水期呈现出灰褐色(图1a),而在枯水期则呈现出灰白色(图1b)。这是因为在丰水期,地表水流量较大,水

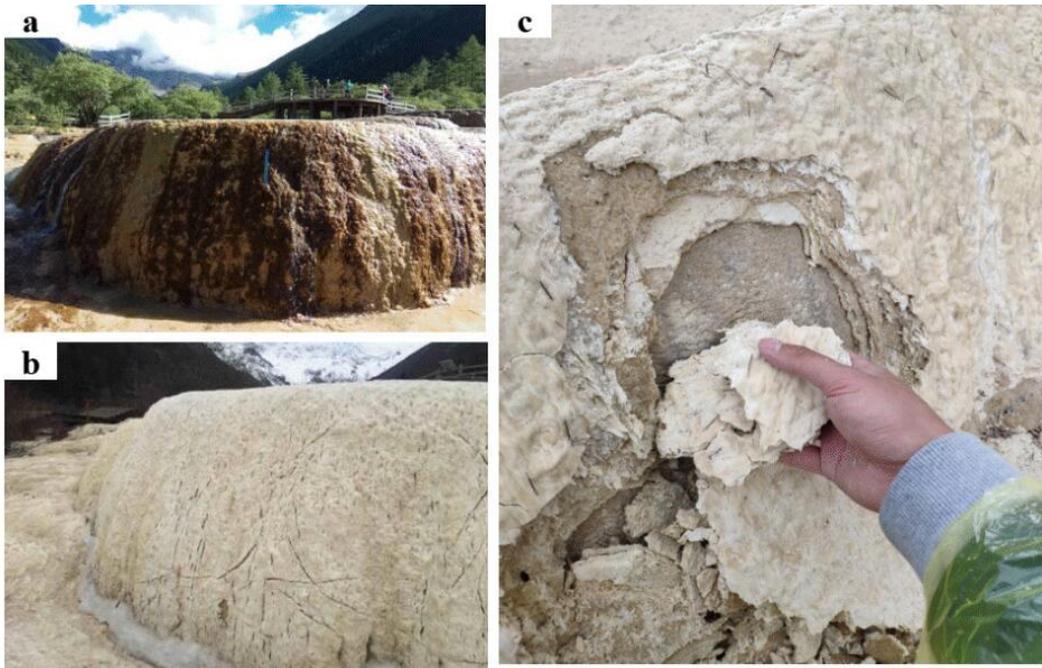


图1 不同季节争艳池藻席外貌特征

(a.彩池边石坝(丰水期),b.彩池边石坝(枯水期),c.枯水期脱落的藻席钙华)

Fig. 1 In different season algal mats of Zhengyan pool was shown different appearance

(a. Marble Dam of Zhengyan pool (wet period),b. Marble Dam of Zhengyan pool (dry period),c. algal travertine shed during the dry period)

体裹挟着部分泥沙混入藻席中。此外,夏季也是黄龙藻类爆发的高峰期,大量藻类的混合生长所产生的分泌物对海绵钙华层的颜色、结构等方面产生影响,呈现出灰褐色。而枯水期时地表水流量减小,藻类生长速度减缓并出现死亡现象,部分彩池边壁因内部结构发生较大变化,出现钙华层脱落现象(图1c)。

2.2 藻席钙华生物学背景分析

经 18s rDNA 测序得藻席钙华生物群落类别特征(图2),分析测序结果共得到藻类 253 个 OTUs,分属于 8 门 10 纲 17 属。图 2 为门水平的真核生物分类。相对丰度较高的分别为类硅藻门(*Diatomea*, 52%)、隐真菌门(*Cryptomycota*, 16%)、链型植物门(*Streptophyta*, 8%)、缓步动物门(*Tardigrada*, 4.3%)和真菌门(*Fungi*, 1.2%),这些是争艳彩池边壁的优势群类,其中类硅藻门所占比例最大。

2.3 藻席钙华矿物相分析及微观形貌分析

对藻席钙华及纹层钙华、丛状钙华进行了 XRD 分析(图3),结果显示三者衍射峰均与方解石标准卡片的拟合程度较好,说明该类晶体以方解石为主。藻席钙华衍射峰基线平坦,峰型尖锐,结晶化度为

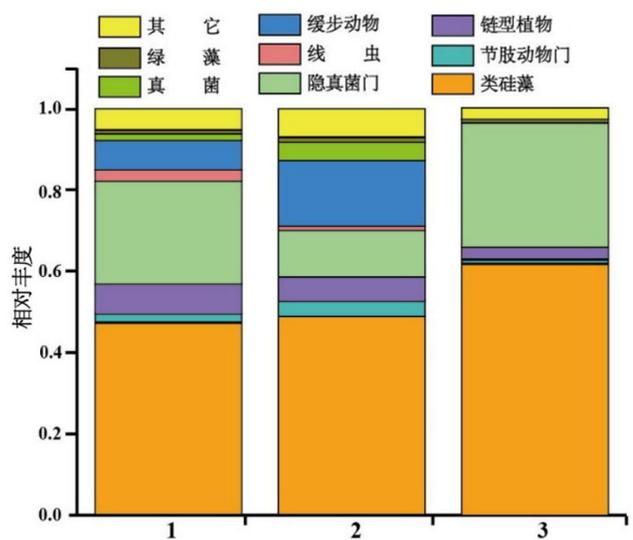


图2 藻席钙华门水平物种相对丰度

Fig. 2 Relative abundance of algal mats travertine in phylum level

88.37%,在 29.4°出现最强衍射峰,对应的优势面为(104)、(006)、(110)。

近年来,黄龙钙华景观出现了明显退化现象,黄龙沟内水生藻类呈现加速生长的趋势,夏季尤为严重,大量藻类附着钙华表面生长,死亡后使钙华表面转变成黑色^[14],降低了原来景观的观赏价值。对藻

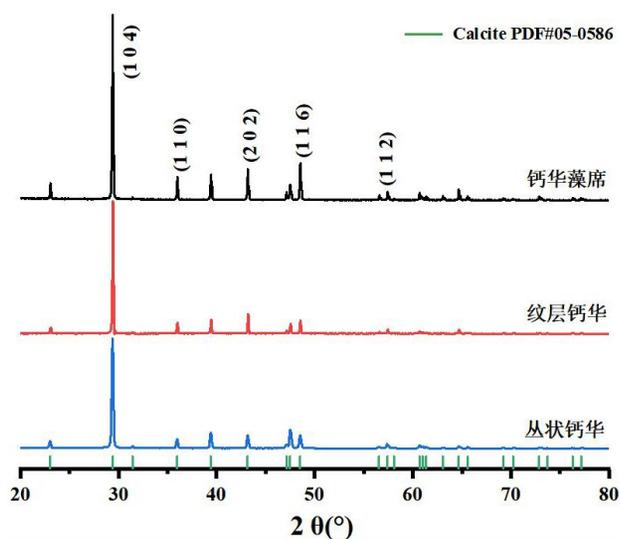


图3 藻席矿物成分分析

Fig3 Analysis of mineral composition of algal mats travertine

席钙华和普通钙华进行SEM分析,发现二者微观形貌有较大差异(图4)。以物理化学作用为主要沉积因素的纹层钙华(图4b,图4c),具有完整的方解石晶体形状,清晰的边缘轮廓。藻席钙华是以硅藻和钙华颗粒为基本单元组成,大量硅藻和细菌的胞外聚合物(EPS)在钙华表面交织构成复合沉积体(图4e,图4f)。

2.4 藻席钙华化学和元素种类特征

XRF 测试结果表明(表1),藻席钙华、纹层钙华

和丛状钙华的主要化学成分为CaCO₃,含量达90%以上。测试样品中成分CaO含量最高,平均含量为55.15%,其次为MgO、SiO₂和Al₃O₂。其中藻席钙华内SiO₂含量远高于普通钙华,说明藻席钙华生物参与度高。

表1 藻席钙华化学组分分析(ω/%)

Table 1 Chemical composition analysis of algal mats travertine (ω/%)

名称	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	SrO	m _{CaO} /m _{MgO}
	%					
纹层钙华	57.87	0.17	0.07	0.20	0.07	289.35
丛状钙华	55.03	0.08	0.03	0.22	0.06	250.14
藻席钙华	52.54	4.54	0.02	0.31	0.78	169.48

C、N、S作为地表的基本环境物质,是生物地球化学循环的重要元素^[15]。对藻席钙华、纹层钙华和丛状钙华进行元素分析测试(图5),结果表明,样品的总碳含量都在12%以上,三者中最高总碳值为藻席钙华的12.60%。丛状、纹层、藻席钙华的C/H值逐渐降低。相较于普通钙华,藻席钙华的氢元素含量和硫元素含量(0.09%)明显高于其余两种钙华。

2.5 藻席钙华物理特性分析

藻席钙华的含水率对彩池边壁颜色及边石坝的

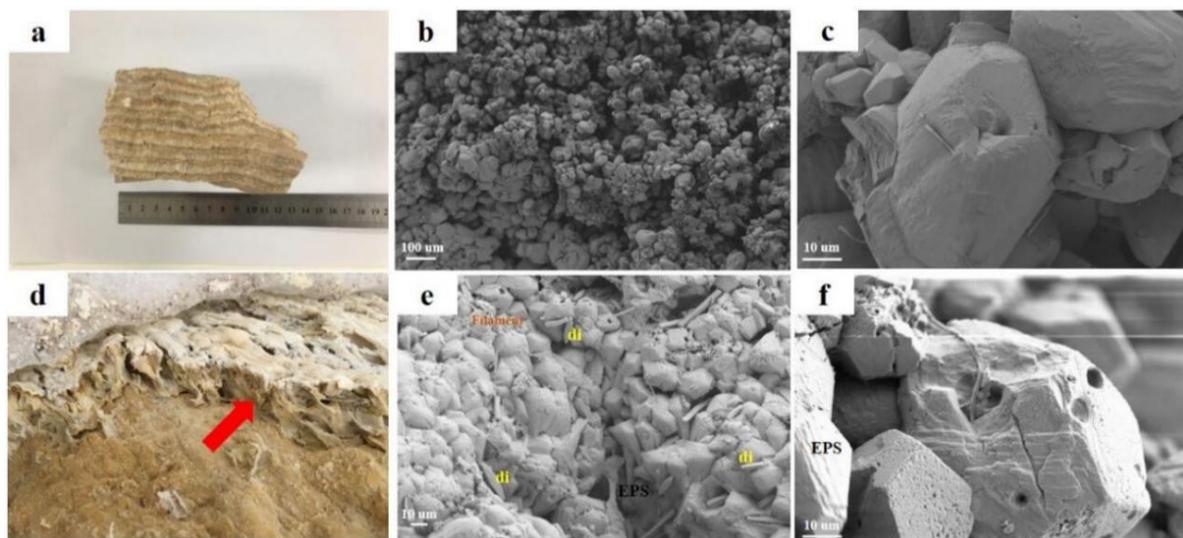


图4 SEM观察钙华图片

a-c、纹层钙华, d-f、藻席钙华(di—硅藻 Filament—丝状物 EPS—胞外聚合物)

Fig. 4 SEM results of travertine

a-c. lamina travertine d-f. algal mats travertine

(di—diatom ,Filament—Filament, EPS—Extracellular Polymeric Substances)

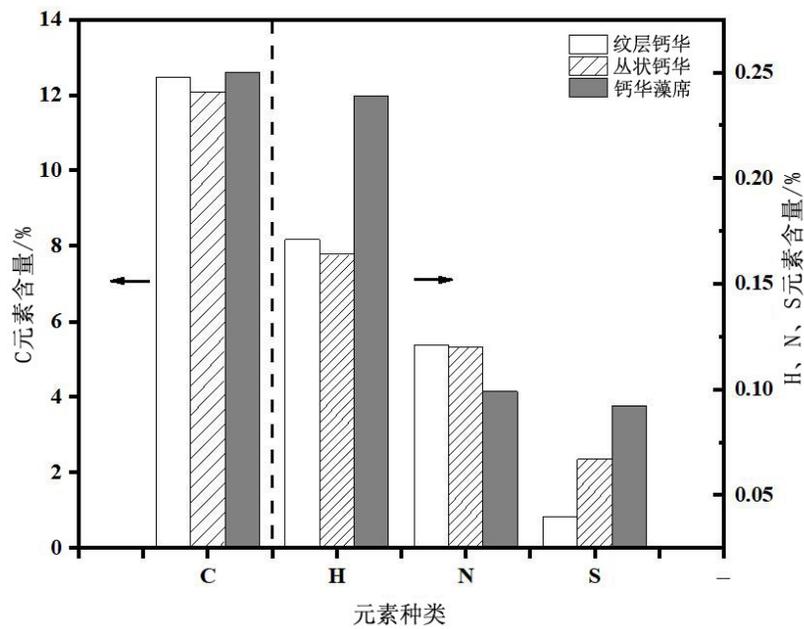


图 5 藻席钙华元素含量分析

Fig. 5 Element contents analysis of algal mats travertine

稳定性有重要影响^[17]。采用 GB/T 23561.2—2009 对 2 种普通钙华和藻席钙华原样的含水率进行测定(表 2),结果表明,藻席钙华的含水率为 5.70%,比纹层

钙华的含水率高 2.24%。藻席钙华的密度仅为 1.56 g·cm⁻³,低于普通钙华(1.85~2.17 g·cm⁻³),远低于纯碳酸钙的 2.71 g·cm⁻³。

表 2 藻席钙华基本物理性质一览

Table 2 Basic physical propertie of algal mats travertine

序号	样品名称	含水率/%	孔隙率/%	密度/g·cm ⁻³	文献来源
1	纹层钙华	3.46	11.46~19.91	2.17	本文
2	丛状钙华	1.28	7.14~20.55	1.85	本文
3	藻席钙华	5.70	60.14	1.36	本文
4	方解石砂岩	10.50~12.60	27.09	1.97	[16]

3 讨论

3.1 藻席钙华物相构成和生物学背景分析

刘再华^[9]、代群威^[13]、冯晨旭^[18]等对纹层钙华、丛状钙华等普通钙华研究表明,普通钙华在沉积过程中以物理化学作用为主要沉积因素,形成较为致密的方解石聚集体。相较于普通钙华,藻席钙华在沉积过程中生物参与痕迹明显,氧化钙含量明显低于普通钙华。因藻席钙华中含有一定量的硅藻,硅藻外壳主要成分为无定型二氧化硅^[19],钙华中 SiO₂ 含量较高,说明藻席钙华是碳酸盐沉积的伴生产物。藻类的生物作用对钙华沉积过程影响明显, Pentecost^[20-21]、王智慧等^[22-23]在对石灰华沉积过程研究中

发现,藻类在这一过程中广泛存在,硅藻和蓝藻为碳酸钙晶体提供附着位点,促进了钙华沉积;藻类通过自身光合作用转移水体中的 CO₂,加强了脱气作用,加速了石灰华沉积。结合藻席钙华的高通量数据,可确定类硅藻门最为丰富,分布最为广泛,其中以硅藻最具代表性。藻席钙华中的大量硅藻和其他藻类为钙华沉积提供了基础的沉积骨架,藻类等生物代谢产生胞外聚合物(EPS)与液相 Ca²⁺发生络合反应,促进藻席钙华沉积。

3.2 藻席钙华微观形貌分析

藻席钙华中碳的来源主要以碳酸盐的结晶和溶蚀为主,生物的生长和代谢产物使得藻席总碳(TC)

中存在部分次生有机碳。与普通钙华对比发现,钙华中C/H质量比越低, SiO₂含量越高,沉积过程中硅藻参与度越高。Sun等^[24]研究发现嗜冷硅藻的代谢作用会导致钙华在极端环境中的形成及溶解,是黄龙沟极端环境下的优势微生物。Tian等^[25]通过对云南省石林县碳酸盐表面藻类侵蚀研究发现,藻类可主动控制碳酸盐的形态,主要分为个体控制(微观尺度上的侵蚀)群落形态控制(较小规模的溶蚀)。通过SEM观察可以明显看到藻类参与钙华沉积过程,部分藻类被方解石晶体所包裹或硅藻贯穿于晶体,留下明显生长痕迹。此外图4f反映出藻类在方解石沉积过程中,因其生长与代谢作用的相关产物影响了碳酸钙的矿化程度,进而影响方解石在沉积过程中的结晶程度,表明藻席钙华形成过程中微藻类对碳酸钙结晶有重要影响。

3.3 藻席钙华物理特性与钙华稳定性的对应关系

通过对藻席钙华的化学组分和微观形貌的分析发现,对比普通钙华,藻席钙华的密度低、含水率高、孔隙度大,在钙华沉积过程中,藻类起到了重要的调控作用。Consoli等^[17]的研究认为,含水率会极大地影响材料的强度、稳定性和抗压强度。相关研究^[26-27]也显示,矿物岩石在水的作用下会发生湿化崩解,这些现象都在说明水对矿物岩石强度的重要影响。生物在藻席钙华沉积过程中,起到了促进微观孔隙的形成与溶蚀的作用,增强了藻席钙华的渗水特性。同时,当丰水期来临,藻类大量生长,边石坝新生钙华沉积表层疏松多孔,彩池水充盈也增大了边石坝压力,更易引起池壁开裂甚至崩塌,造成边石坝的损坏。因此,亟待开展黄龙景区藻类的防治研究。

4 结 论

通过对黄龙沟争艳池的藻席钙华沉积特性及微观形貌的研究,得出以下结论:

(1)藻席钙华是一种复合型生物集合体,内部含有大量藻类和碳酸钙结晶物。藻席钙华附着于争艳彩池边壁生长,钙华内部生物含量较高,含水率为5.70%,密度1.56 g·cm³,矿物相主要以方解石为主;

(2)藻席钙华中大量硅藻造成钙华多孔和强度降低,对边石坝强度具有不利影响,是造成表层脱落、坝体失稳坍塌的主要原因之一。藻类的过量生长也是造成钙华疏松及过高吸水性的主要原因,从

而易引起彩池边壁结构破坏而出现脱落,钙华表面颜色由黄白色转为黑色,以上现象表明钙华景观出现退化,亟需对其进行修复保育工作。

参考文献

- [1] 田友萍,何复胜. 贵州香纸沟瀑水钙华藻席研究[J]. 中国岩溶, 1997(2): 50-56,59.
- [2] Hurlimann J, Schanz F. The Effects of Artificial Ammonium Enhancement on Riverine Periphytic Diatom Communities[J]. Aquatic Sciences, 1993, 55(1): 40-64.
- [3] Duong T T, Feurtet-Mazel A, Dang D K, et al. Responses and structural recovery of periphytic diatom communities after short-term disturbance in some rivers (Hanoi, Vietnam)[J]. Journal of Applied Phycology, 2012, 24(5): 1053-1065.
- [4] Benedetto F D, Montegrossi G, Minissale A, et al. Biotic and Inorganic Control on Travertine Deposition at Bullicame 3, Spring (Viterbo, Italy): A Multidisciplinary Approach[J]. Geochimica Et Cosmochimica Acta, 2011, 75(16): 4441-4455.
- [5] Zolotoyabko E, Caspi E N, Fieramosca J S, et al. Differences between Bond Lengths in Biogenic and Geological Calcite[J]. Crystal Growth & Design, 2010, 10(3): 1207-1214.
- [6] Labrenz M, Druschel G K, Thomsen-Ebert T, et al. Formation of Sphalerite (ZnS) Deposits in Natural Biofilms of Sulfate-Reducing Bacteria[J]. Science, 2000, 290(5497): 1744.
- [7] 李永新,田友萍,李银. 四川黄龙钙华藻类及其生物岩溶作用[J]. 中国岩溶, 2011, 30(1): 86-92.
- [8] Liu Z, Tian Y, An D, et al. Formation and Evolution of the Travertine Landscape at Huanglong, Sichuan, One of the World Natural Heritages[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2009, 1(3): 176-191.
- [9] 刘再华. 再论黄龙钙华的成因: 回应周绪纶先生“黄龙钙华是热成因还是冷成因—高寒岩溶气源之一”一文[J]. 中国岩溶, 2008, 27(4): 388-390.
- [10] Borduqui M, Ferragut C. Factors Determining Periphytic Algae Succession in A Tropical Hypereutrophic Reservoir[J]. Hydrobiologia, 2012, 683(1): 109-122.
- [11] Dunck B, Bortolini J C, Rodrigues L, et al. Functional Diversity and Adaptive Strategies of Planktonic and Periphytic Algae in Isolated Tropical Floodplain Lake[J]. Brazilian Journal of Botany, 2013, 36(4): 257-266.
- [12] 王海静. 四川黄龙钙华沉积溪流的水化学和同位素的时空变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [13] 代群威,党政,彭启轩,等. 钙华天然海绵地质体多孔特性及其对水循环调节意义: 以四川黄龙为例[J]. 矿物学报, 2019, 39(2): 219-225.
- [14] Sun S, Dong F, Ehrlich H, et al. Metabolic Influence of Psychrophilic Diatoms on Travertines at the Huanglong Natural Scenic District of China[J]. International journal of environmental research and public health, 2014, 11(12): 13084-

- 13096.
- [15] 张金流, 鲍祥. 黄龙风景区水生藻类生长影响因素研究[J]. 世界科技研究与发展, 2015, 37(5): 519-521.
- [16] Benavente D, Cueto N, Martinez-Martinez J, et al. The Influence of Petrophysical Properties on the Salt Weathering of Porous Building Rocks [J]. *Environmental Geology*, 2007, 52(2): 215-224.
- [17] Consoli N C, Quinónez R A, González L E, et al. Influence of Molding Moisture Content and Porosity/Cement Index on Stiffness, Strength, and Failure Envelopes of Artificially Cemented Fine-Grained Soils [J]. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2016, 29(5): 04016277.
- [18] 冯晨旭, 董发勤, 代群威, 等. 黄龙钙华纹层石特征与成因分析[J]. *矿物学报*, 2019, 39(1): 55-63.
- [19] 万国江, 白占国, 王浩然, 等. 洱海近代沉积物中碳-氮-硫-磷的地球化学记录[J]. *地球化学*, 2000, 29(2): 189-197.
- [20] Pentecost A, Zhaohui Z. A Review of Chinese travertines [J]. *Cave & Karst science*, 2001, 28(1): 15-28.
- [21] Pentecost A, Zhaohui Z. A note on freshwater research in China, with some observations on the algae from Doupe Pool, Guizhou Province [J]. *Freshwater Forum*, 2001, 15: 77-84.
- [22] 王智慧, 张朝晖, 李建华. 琵琶潭瀑布岩溶沉积物生物多样性研究[J]. *中国岩溶*, 2007, 26(2): 178-182.
- [23] 王智慧, 张朝晖, 李建华. 石灰华扇(Tufa Fan)沉积物中的微型生物多样性[J]. *沉积学报*, 2008, 26(4): 670-675.
- [24] Sun S, Dong F, Ehrlich H, et al. Metabolic Influence of Psychrophilic Diatoms on Travertines at the Huanglong Natural Scenic District of China [J]. *International journal of environmental research and public health*, 2014, 11(12): 13084-13096.
- [25] Tian Y, Zhang J, Song L, et al. The role of aerial algae in the formation of the landscape of the Yunnan Stone Forest, Yunnan Province, China [J]. *Scientia Sinica Terrae*, 2004, 47(9): 846-864.
- [26] 杨鑫. 水及化学溶液对岩石力学性质影响的试验研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2010.
- [27] Liu H, Chen M, Zhu F, et al. Effect of Diatom Silica Content on Copepod Grazing, Growth and Reproduction [J]. *Frontiers in Marine Science*, 2016, 3: 1-7.

Study on characteristics and significances of algal mats travertine in Zhengyancai pool marble dam of Huanglong natural reserve

SONG Tao¹, DAI Qunwei^{1,2}, LI Qiongfang³, DONG Faqin¹, CUI Jie¹, AN Dejun⁴, LUO Yaodong¹,
Bruce W. Fouke^{1,2,3,5}

(1. School of Environment and Resource, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China; 2. Fundamental Science on Nuclear Wastes and Environmental Safety Laboratory, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China; 3. School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China; 4. Huanglong National Scenic Spot Administrative, Songpan, Sichuan 623300, China; 5. Carl R. Woese Institute for Genomic Biology, Department of Geology, and Department of Microbiology, University of Illinois Urbana-Champaign, Urbana, Illinois 61801, USA)

Abstract Algal mats travertine has a regulating effect on the color and deposition of travertine of Zhengyancai pool marble dam, which affects the stability of rimstone dam, leading to the destruction of the unique landscape. Therefore, it is of great importances to analyse the algal mats travertine. In this paper, Zhengyancai pool was selected as the study site, the deposition of travertine and morphological characteristics were defined through the analysis of basic physicochemical characteristics and micro-morphology of algal mats travertine. The results showed that, (1) the water content and density of algal mats travertine were 5.70% and 1.56 g·cm⁻³, respectively, indicating strong water absorption capacity; (2) The main mineral phase was calcite determined by X-ray diffraction spectrometer; (3) Chemical components analysis of algal mats travertine showed that the total carbon was 12.60% by elemental analyzer, indicating that the algal mats travertine were greatly affected by the secondary organic carbon under the biological action. (4) The surface micro-morphology showed that diatom and travertine particles were basic units of algal mats travertine, which is a complex biological collection.

Key words algal mats travertine, sedimentary characteristics, diatom, micro-morphology, Huanglong nature reserve

(编辑 张玲)