

贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系分析

邓 坦^{a,b}, 何 林^{a,b}, 邓 伟^a

(遵义师范学院: a. 生物与农业科技学院, b. 贵州省赤水河流域植物资源保护与应用研究特色重点实验室, 贵州 遵义 563006)

摘要: 采用典型调查与路线调查相结合的方法,对贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系的物种组成、生活型、分布区类型和丰富性进行了调查和分析。结果表明:该区域共有苔藓植物 18 科 58 属 101 种,其中,藓类植物有 16 科 56 属 99 种,苔类植物有 2 科 2 属 2 种;优势科为灰藓科(Hypnaceae)、青藓科(Brachytheciaceae)和丛藓科(Pottiaceae),优势属为青藓属(*Brahchythecium* B. S. G.)、真藓属(*Bryum* Hedw.)和小曲尾藓属[*Dicranella* (Müll. Hal.) Schimp.];单属科和单种属所占比例均较高,分别占该区域苔藓植物总科数和总属数的 50.0%和 63.8%。该区域分布的苔藓植物生活型可分为交织型、丛集型、垫状和平铺型 4 类,以丛集型种数最多(48 种),占该区域苔藓植物总种数的 47.5%。该区域分布的苔藓植物可划分为 12 个分布区类型,其中,温带成分种类最多,所占比例为 81.5%;热带成分所占比例仅为 18.5%;中国特有种所占比例也较高,为 20.7%。该区域苔藓植物的丰富性综合系数(S_i)为-0.3608,低于相邻的六冲河下游流域。综合分析结果表明:该区域的苔藓植物多样性较为丰富,多数种类具有较强的抗逆性,且丛集型苔藓种类最多,与库区消落带的特殊生境相适应;地理成分以东亚成分和北温带成分为主,总体属温带性质,且中国特有种较多,反映出该区域苔藓植物区系的特殊性和复杂性。

关键词: 苔藓植物; 东风水库; 消落带; 物种组成; 物种丰富性; 分布区类型

中图分类号: Q948.15; Q914.84 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2017)01-0097-07

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2017.01.13

Analysis on bryophyte flora in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province DENG Tan^{a,b}, HE Lin^{a,b}, DENG Wei^a (Zunyi Normal College; a. Biological and Agricultural Science Technology College, b. Key Laboratory of Regional Characteristic for Conservation and Utilization of Plant Resource in Chishui River Basin of Guizhou Province, Zunyi 563006, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2017, 26(1): 97-103

Abstract: Composition, life-form, distribution type and richness of bryophyte flora in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province were investigated and analyzed by method of combining typical and route investigations. The results show that there are totally 101 species belonging to 58 genera in 18 families of bryophytes in this area, in which, there are 99 species belonging to 56 genera in 16 families of mosses, and 2 species belonging to 2 genera in 2 families of liverworts. The dominant families are Hypnaceae, Brachytheciaceae and Pottiaceae, and the dominant genera are *Brahchythecium* B. S. G., *Bryum* Hedw. and *Dicranella* (Müll. Hal.) Schimp. The percentages of single-genus family and single-species genus are relatively high, accounting for 50.0% and 63.8% of total family and total genus numbers of bryophytes in this area, respectively. Life-form of bryophytes distributed in this area can be divided into 4 types, i.e. weft, turf, cushion and mat. Among them, species number of turf is the highest (48 species), accounting for 47.5% of total species number of bryophytes in this area. Bryophytes distributed in this area can be divided into 12 distribution types, in which, species of temperate element is the most with a percentage of 81.5%; the percentage of tropical element is only 18.5%; the percentage of Chinese endemic species is relatively high with a percentage of 20.7%. Richness comprehensive coefficient (S_i) of bryophytes in this area is -0.3608, which is lower

收稿日期: 2016-09-26

基金项目: 贵州省自然科学基金资助项目(黔科合 J 字[2012]2337 号); 贵州省“125 计划”重大科技专项(黔教合重大专项字[2014]036)

作者简介: 邓 坦(1972—),男,贵州湄潭人,硕士,高级实验师,主要从事苔藓植物分类方面的研究。

than that of contiguous downstream area of Liuchong River. The comprehensive analysis result shows that the diversity of bryophytes in this area is relatively high, most of the species have a strong stress resistance, and species of turf bryophytes are the most, which is adapted to the special habitat in fluctuating belt of reservoir area. Geographical elements are mainly composed of East Asia and North Temperate elements with temperate property in general. Moreover, there are abundant Chinese endemic species in this area, and it reflects the particularity and complexity of bryophyte flora in this area.

Key words: bryophyte; Dongfeng Reservoir; fluctuating belt; species composition; species richness; distribution type

苔藓植物具有广泛的适应性和强大的繁殖能力,能够在土壤表面快速形成苔藓层并覆盖地表,因而,在蓄水保土方面具有重要作用,特别是在防止雨滴对土壤的冲击、保护表土层、减缓地表径流侵蚀、增强水分涵养以及建造抗蚀抗冲性土体结构等方面功能显著^[1]。苔藓植物的种数仅次于种子植物,在植被类型的指示和演替中占有重要地位^[2]。

乌江东风水库位于贵州省中部清镇市、黔西县和织金县的交界处,水面面积近 20 km²,是由乌江源流六冲河和三岔河回东风水电站倒灌而成的三叉形平静湖面,为乌江源头的一座中型水库^[3],属于季节性调节水库,因水位变化而形成水库消落带。由于周期性的反季节水淹、地表径流、波浪淘蚀和人为干扰等因素的影响,水库消落带的生态环境十分脆弱^[4];而且,水库消落带也是防止水体污染的最后一道生态屏障,是当前水库水体污染控制的研究热点和难点之一,因此,开展水库消落带苔藓植物区系的研究对区域生态环境保护具有重要意义。

为了给乌江流域生态环境和生物多样性保护积累资料,作者对乌江东风水库库区消落带的苔藓植物区系的物种组成、丰富性、生活型和分布区类型进行了调查分析,以期为该区域苔藓植物资源的调查、开发与保护以及库区植物多样性保护和水质净化等提供基础资料。

1 研究区自然概况和研究方法

1.1 研究区自然概况

研究地点为位于贵州省中部清镇市、黔西县和织金县交界处的东风水库,地理坐标为东经 106°05′~106°10′、北纬 26°47′~26°51′,其南源为三岔河,北源为六冲河。该水库水位的季节性变化为丰水期(5月至8月)运行低水位,枯水期(9月至翌年4月)运行高水位;总库容 10.25×10⁸ m³,年径流量 108.8×10⁸

m³,正常蓄水量 4.91×10⁸ m³,正常蓄水位时水库面积 19.25 km²^[5]。属亚热带高原湿润季风气候,年均温 14℃~16℃,年均降水量 1 100~1 500 mm。该区域为典型的喀斯特地貌,平均海拔 1 200 m,两岸多数为 75°~85°的峭壁,岸坡陡峻。

库区沿岸残存零星的次生针叶-阔叶混交林和灌木林;但大部分区域为裸露的石灰岩山体,仅存小面积的人工林。库区消落带外沿(高水位线外)区域零星分布有白刺花〔*Sophora davidii* (Franch.) Skeels〕、刺梨(*Rosa roxburghii* Tratt.)、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea* Linn.)、马桑(*Coriaria nepalensis* Wall.)和芦竹(*Arundo donax* Linn.)等灌丛;库区消落带区域主要以地瓜藤(*Ficus tikoua* Bur.)、早熟禾(*Poa annua* Linn.)、狗牙根(*Cynodondactylon dactylon* (Linn.) Pers.)和牛筋草〔*Eleusine indica* (Linn.) Gaertn.〕等种类为主。

1.2 研究方法

2012年8月至2015年6月,采用典型调查与路线调查相结合的方法,在乌江东风水库库区消落带随机设置化屋码头、黔织村、大沟边、花岗岩头、河边寨、自由村、花楼寨、椒园村和坝上9个样点。在库区沿岸消落带 100 m 范围内周期性被水淹没的岸壁、流水底壁、湿地等生境中采集苔藓植物标本,同时详细记录所采标本的生境、基质、采集地、海拔、生活型以及采集日期等信息,共采集标本 324 号。

将采集的标本带回实验室,自然晾干后采用常规方法进行鉴定。先观察干标本的外形特征,之后取小部分标本用清水浸泡,待植株恢复至自然状态后取其茎、叶和孢蒴等部位制作临时装片,置于 BX41 显微镜(日本 Olympus 公司)和 SZ61 体视显微镜(日本 Olympus 公司)下观察;依据相关苔藓植物分类工具书^{[6]21-412,[7-14]}鉴定种类,并以标本鉴定结果为基础建立该区域苔藓植物名录。所采集的苔藓植物标本均保存于遵义师范学院植物标本馆。

1.3 数据处理和分析

根据调查结果,统计东风水库库区消落带苔藓植物的物种组成、生活型并分析其成因;根据相关文献资料^[15-16]对该区域苔藓植物的分布区类型进行分析。

参照文献^[17]计算该区域苔藓植物的物种丰富性综合系数(S_i)。 S_i 值越大,表示该区系物种越丰富,反之则越贫乏。

2 结果和分析

2.1 东风水库库区消落带苔藓植物区系的物种组成分析

2.1.1 基本组成 乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系的基本组成见表 1。

表 1 贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系的基本组成

Table 1 Basic composition of bryophyte flora in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province

科分级 Grade of family	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	比例/% Percentage	数量 Number	比例/% Percentage	数量 Number	比例/% Percentage
含 11 属 Containing 11 genera	1	5.6	11	19.0	18	17.8
含 10 属 Containing 10 genera	1	5.6	10	17.2	15	14.9
含 6 属 Containing 6 genera	3	16.7	18	31.0	37	36.6
含 3 属 Containing 3 genera	2	11.1	6	10.3	12	11.9
含 2 属 Containing 2 genera	2	11.1	4	6.9	7	6.9
含 1 属 Containing 1 genus	9	50.0	9	15.5	12	11.9
合计 Total	18	100.0	58	100.0	101	100.0

由表 1 可见:东风水库库区消落带有苔藓植物 18 科 58 属 101 种,其中,藓类植物 16 科 56 属 99 种,苔类植物 2 科 2 属 2 种。

在东风水库库区消落带的苔藓植物中,含 6 属以上(包括 6 属)的科有 5 个,共含 39 属 70 种,分别占该区域苔藓植物总科数、总属数和总种数的 27.8%、67.2%和 69.3%;单属科有 9 科 12 种,分别占该区域苔藓植物总科数和总种数的 50.0%和 11.9%。表明该区域苔藓植物区系具有优势科所含种类多、优势性较明显、单属科比例较高、多样性较明显的特点。

2.1.2 优势科的组成 将乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系中含种数和属数居前 3 位的科定为优势科,各优势科组成见表 2。结果显示:在该区域的苔藓植物中,灰藓科(Hypnaceae)、青藓科(Brachytheciaceae)和丛藓科(Pottiaceae)为优势科,共含 27 属 51 种,分别占该区域苔藓植物总属数和总种数的 46.6%和 50.5%,构成该区域苔藓植物的主体。

2.1.3 属的组成 乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系属的组成见表 3。由表 3 可见:该区域有苔藓植物 58 属,其中,含 5 种以上(含 5 种)的属有 3 个,共含 19 种,占该区域苔藓植物总种数的 18.8%;含 4 种的属有 4 个,含 3 种的属仅 1 个,含 2 种的属有 13

表 2 贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系优势科组成分析

Table 2 Analysis on composition of dominant family of bryophyte flora in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province

科 Family	属 Genus		种 Species	
	数量 Number	比例/% ¹⁾ Percentage ¹⁾	数量 Number	比例/% ¹⁾ Percentage ¹⁾
灰藓科 Hypnaceae	11	19.0	18	17.8
青藓科 Brachytheciaceae	6	10.3	18	17.8
丛藓科 Pottiaceae	10	17.2	15	14.9
合计 Total	27	46.55	51	50.5

¹⁾优势科的属(种)数占该区域苔藓植物总属(种)数的比例
Percentage of genus (species) number of dominant family to total genus (species) number of bryophyte in this area.

个;仅含 1 种的属有 37 个,分别占该区域苔藓植物总属数和总种数的 63.8%和 36.6%,说明该区域苔藓植物区系中单种属数量较多,苔藓植物的物种多样性较丰富。

2.1.4 优势属的组成 将乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系中含 5 种以上(包括 5 种)的属定为优势属,各优势属组成见表 4。由表 4 可见:该区域有优势属 3 个,共含 19 种,占该区域苔藓植物总种数的 18.8%。其中,青藓属(*Brachythecium* B. S. G.)是第 1 大属,含 8 种,占该区域苔藓植物总种数的 7.9%;真藓属(*Bryum* Hedw.)和小曲尾藓属[*Dicranella* (Müll.

表3 贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系属组成分析
Table 3 Analysis on genus composition of bryophyte flora in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province

属分级 Grade of genus	属 Genus		种 Species	
	数量 Number	比例/% Percentage	数量 Number	比例/% Percentage
含8种 Containing 8 species	1	1.7	8	7.9
含6种 Containing 6 species	1	1.7	6	5.9
含5种 Containing 5 species	1	1.7	5	5.0
含4种 Containing 4 species	4	7.0	16	15.8
含3种 Containing 3 species	1	1.7	3	3.0
含2种 Containing 2 species	13	22.4	26	25.7
含1种 Containing 1 species	37	63.8	37	36.6
合计 Total	58	100.0	101	100.0

表4 贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物区系优势属组成分析
Table 4 Analysis on composition of dominant genus of bryophyte flora in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province

属 Genus	种 Species	
	数量 Number	比例/% ¹⁾ Percentage ¹⁾
青藓属 <i>Brachythecium</i>	8	7.9
真藓属 <i>Bryum</i>	6	5.9
小曲尾藓属 <i>Dicranella</i>	5	5.0
合计 Total	19	18.8

¹⁾ 优势属的种数占该区域苔藓植物总种数的比例 Percentage of species number of dominant genus to total species number of bryophyte in this area.

Hal.) Schimp.]分别为第2和第3大属,包含的种数分别占该区域苔藓植物总种数的5.9%和5.0%。

2.2 东风水库库区消落带苔藓植物区系的物种丰富性比较

与乌江东风水库库区相邻的六冲河下游区域有苔藓植物38科78属134种(变种)^[18],相似区域贵阳红枫湖则有苔藓植物18科34属107种^[19],将这2个区域与东风水库库区消落带苔藓植物丰富性进行比较,结果表明:东风水库库区消落带苔藓植物的物种丰富性综合系数(S_i)为-0.3608,高于红枫湖区域(-0.7317),但低于六冲河下游区域(1.0924)。

2.3 东风水库库区消落带苔藓植物生活型分析

乌江东风水库库区消落带苔藓植物生活型的分析结果见表5。结果显示:参考 Mägdefrau^[20]和 Bates^[21]对苔藓植物生活型的定义,将该区域分布的苔藓植物分为交织型(weft)、丛集型(turf)、平铺型(mat)和垫状(cushion)4类。其中,丛集型最多,有48种,占该区域苔藓植物总种数的47.5%;其次是交

表5 贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物生活型分析
Table 5 Analysis on life-form of bryophyte in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province

生活型 Life-form	种 Species	
	数量 Number	比例/% Percentage
交织型 Weft	35	34.7
丛集型 Turf	48	47.5
垫状 Cushion	8	7.9
平铺型 Mat	10	9.9
合计 Total	101	100.0

织型,有35种,占该区域苔藓植物总种数的34.7%;平铺型有10种,占该区域苔藓植物总种数的9.9%;垫状最少,仅8种,占该区域苔藓植物总种数的7.9%。

2.4 东风水库库区消落带苔藓植物种的分布区类型分析

苔藓植物与种子植物具有相同的分布区类型,且苔藓植物的洲际间断分布比种子植物更典型^[22]。参考相关文献^[15-16],结合贵州省清镇市、黔西县和织金县的地理特征对东风水库库区消落带苔藓植物种的分布区类型进行分析,结果见表6。

1) 世界分布型:在本区域的苔藓植物中有世界分布型种9种,分别为葫芦藓(*Funaria hygrometrica* Hedw.)、长蒴藓(*Trematodon longicollis* Michx.)、扭口藓(*Barbula unguiculata* Hedw.)、地钱(*Marchantia polymorpha* Linn.)、毛口藓(*Trichostomum brachydontium* Bruch.)、灰藓(*Hypnum cupressiforme* L. ex Hedw.)、真藓(*Bryum argenteum* Hedw.)、丛生真藓(*B. caespiticium* Hedw.)和多形小曲尾藓[*Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp.]。

2) 泛热带分布型:在本区域的苔藓植物中有本分布型种2种,分别为狭叶小羽藓[*Haplocladium angustifolium* (Hampe et C. Muell.) Broth.]和卷叶湿地藓[*Hyophila involuta* (Hook.) Jaeg.],占本区域苔藓植物总种数的2.2%。

3) 热带亚洲至热带大洋洲分布型:在本区域的苔藓植物中有本分布型种5种,分别为南亚小曲尾藓[*Dicranella coarctata* (C. Muell.) Boesch et Lac.]、毛扭藓[*Aerobryidium filamentosum* (Hook.) M. Fleisch.]、尖叶短月藓(*Brachymenium acuminatum* Hurv.)、反叶粗蔓藓[*Meteoriopsis reclinata* (Müll. Hal.) M. Fleisch.]和假悬藓[*Pseudobarbella levieri* (Renauld et Cardot) Nog.],占本区域苔藓植物总种数的5.4%。

表 6 贵州乌江东风水库库区消落带苔藓植物的分布区类型分析

Table 6 Analysis on species distribution type of bryophyte in fluctuating belt of Dongfeng Reservoir area in Wujiang River of Guizhou Province

分布区类型 Distribution type	种 Species	
	数量 Number	比例/% ¹⁾ Percentage ¹⁾
世界分布 Cosmopolitan	9	—
泛热带分布 Pantropic	2	2.2
热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia	5	5.4
热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	2	2.2
热带亚洲分布 Trop. Asia	8	8.7
北温带分布 N. Temp.	17	18.5
东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	5	5.4
旧世界温带分布 Old World Temp.	2	2.2
温带亚洲分布 Temp. Asia	7	7.6
地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	7	7.6
东亚分布 E. Asia	18	19.6
中国特有分布 Endemic to China	19	20.7
合计 Total	101	100.0

¹⁾ 不包括世界分布型 Excluded Cosmopolitan.

4) 热带亚洲至热带非洲分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种 2 种, 分别为尼泊尔麻锦藓 [*Taxithelium nepalense* (Schwaegr.) Broth.] 和橙色锦藓 [*Sematophyllum phoeniceum* (C. Muell.) Fleisch.], 占本区域苔藓植物总种数的 2.2%。

5) 热带亚洲分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种 8 种, 分别为泛生金灰藓 [*Pylaisiella extenta* (Mitt.) Ando]、蕨叶偏蒴藓 [*Ectropothecium aneitense* Broth. et Watts.]、南亚毛灰藓 [*Homomallium simlaense* (Mitt.) Broth.]、大麻羽藓 [*Claopodium assurgens* (Sull. et Lesq.) Card.]、近高山真藓 [*Bryum paradoxum* Schwägr.]、矮锦藓 [*Sematophyllum subhumile* (C. Muell.) Fleisch.]、穗枝赤齿藓 [*Erythrodontium julaceum* (Schwägr.) Par.] 和垂叶凤尾藓 [*Fissidens obscurus* Mitt.], 占本区域苔藓植物总种数的 7.9%。

6) 北温带分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种 17 种, 分别为折叶纽藓 [*Tortella fragilis* (Hook. et Nils.) Limrp.]、侧出藓 [*Pleurochaete squarrosa* (Brid.) Lindb.]、卷叶灰藓 [*Hypnum revolutum* (Mitt.) Lindb.]、尖叶灰藓 [*H. callichroum* Brid.]、黄灰藓 [*H. pallescens* (Hedw.) P. Beauv.]、毛灰藓 [*Homomallium incurvatum* (Brid.) Loeske]、美灰藓 [*Eurohypnum leptothallum* (C. Muell.) Ando]、黄牛毛藓 [*Ditrichum pallidum* (Hedw.) Hamp.]、冰川青藓 [*Brachythecium glaciale* B. S.]、羽枝青藓 [*B.*

plumosum (Hedw.) B. S. G.]、鼠尾藓 [*Myuroclada maximoviczii* (Broszcz.) Steer et Schof.]、美丽拟同叶藓 [*Isopterygiopsis muelleriana* (Schimp.) Iwats.]、梳藓 [*Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt.]、毛梳藓 [*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.]、细叶小羽藓 [*Haplocladium microphyllum* (Hedw.) Broth.]、绿羽藓 [*Thuidium assimile* (Mitt.) A. Jaeg.] 和叉羽藓 [*Leptopterigynandrum austro-alpinum* Müll. Hal.], 占本区域苔藓植物总种数的 18.5%。

7) 东亚和北美洲间断分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种 5 种, 分别为绿色曲尾藓 [*Dicranella uiride* (Sull. et Lesq.) Lindb.]、齿叶麻羽藓 [*Claopodium prionophyllum* (C. Müll.) Broth.]、匙叶毛尖藓 [*Cirriphyllum cirrosum* (Schwägr.) Grout]、毛尖藓 [*C. piliferum* (Hedw.) Grout] 和小牛舌藓 [*Anomodon minor* (Hedw.) Lindb.], 占本区域苔藓植物总种数的 5.4%。

8) 旧世界温带分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种 2 种, 分别为垂蒴真藓 [*Bryum uliginosum* (Brid.) Bruch et Schimp.] 和阔叶反齿藓 [*Anacamptodon latidens* (Besch.) Broth.], 占本区域苔藓植物总种数的 2.2%。

9) 温带亚洲分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种 7 种, 分别为硬叶对齿藓 [*Didymodon rigidulus* Hedw.]、卷叶丛本藓 [*Anoetangium thomsonii* Mitt.]、鳞叶藓 [*Taxiphyllum taxirameum* (Mitt.)

Fleisch.], 多毛细羽藓 [*Cyrt-hypnum vestitissimum* (Besch.) W. R. Buck et Crum.], 纤枝细羽藓 [*C. bonianum* (Besch.) Buck et Crum.], 疏网美喙藓 (*Eurhynchium laxirete* Broth.) 和牛舌藓 [*Anomodon viticulosus* (Hedw.) Hook. et Tayl.], 占本区域苔藓植物总种数的7.6%。

10) 地中海区、西亚至中亚分布型: 在本区域的苔藓植物中有本分布型种7种, 分别为墙藓 (*Tortula subulata* Hedw.)、弯叶金灰藓 [*Pylaisiella falcate* (B. S. G.) Ando]、卵叶长灰藓 [*Herzogiella seligeri* (Brid.) Iwats.]、沼生长灰藓 [*H. turfacea* (Lindb.) Iwats.]、灰黄真藓 (*Bryum pallens* Sw.)、双色真藓 (*B. dichotomum* Hedw.) 和平蒴藓 (*Plagiobryum zieri* Lindb.), 占本区域苔藓植物总种数的7.6%。

11) 东亚分布型: 除包括东喜马拉雅-日本成分以外, 还可分为中国-喜马拉雅成分和中国-日本成分2种变型, 在本区域的苔藓植物中有本分布型种18种, 分别为东亚扭口藓 (*Barbula subcomosa* Broth.)、阔叶毛口藓 [*Trichostomum platyphyllum* (Iisiba) P. C. Chen]、芽胞湿地藓 (*Hyophila propagulifera* Broth.)、褶叶小墙藓 [*Weisiopsis anomala* (Broth. et Par.) Broth.]、东亚小羽藓 [*Haplocladium strictulum* (Card.) Reim.]、细麻羽藓 [*Claopodium gracillimum* (Card. et Thér.) Nog.]、短枝羽藓 (*Thuidium submicropteris* Card.)、小锦藓 [*Brotherella fauriei* (Besch. ex Card.) Broth.]、横生绢藓 [*Entodon prorepens* (Mitt.) Jaeg.]、拟小凤尾藓 (*Fissidens tosaensis* Broth.)、多皱褶青藓 [*Brachythecium buchananii* (Hook.) Jaeg.]、密叶美喙藓 (*Eurhynchium savatieri* Schimp. ex Besch.)、狭叶长喙藓 (*Rhynchostegium fauriei* Card.)、耳叶斜蒴藓 [*Camptothecium auriculatum* (Jaeg.) Broth.]、中华缩叶藓 [*Ptychomitrium sinense* (Mitt.) Jaeg.]、大灰气藓 [*Aerobryopsis subdivergens* (Broth.) Broth.]、毛尖卷柏藓 (*Racopilum aristatum* P. Beauv.) 和日本鞭苔 [*Bazzania japonica* (S. Lac.) Lindb.], 占本区域苔藓植物总种数的19.6%。

12) 中国特有分布型: 在本区域的苔藓植物中有中国特有种19种, 分别为细叶小曲尾藓 [*Dicranella micro-divariata* (Müll. Hal.) Paris.]、疏叶小曲尾藓 (*D. divricatula* Besch.)、卷叶毛口藓 (*Trichostomum hattorianum* B. C. Tan et Z. Iwats.)、舌叶毛口藓 (*T.*

sinochenii Redf. et B. C. Tan)、短叶小石藓 (*Weissia semipallida* C. Muell.)、园枝粗枝藓 (*Gollania tereticaulis* Broth.)、阿里粗枝藓 (*G. arisanensis* Sak.)、皱叶麻羽藓 (*Claopodium rugulosifolium* Zeng)、绿枝青藓 (*Brachythecium viridefactum* Müll. Hal.)、脆枝青藓 (*B. thraustum* C. Muell.)、曲枝青藓 (*B. dicranoides* Müll. Hal.)、扁枝青藓 (*B. planiusculum* Müll. Hal.)、斜枝青藓 (*B. campylothallum* Müll. Hal.)、狭叶美喙藓 (*Eurhynchium coarctum* Müll. Hal.)、小叶美喙藓 [*E. filiforme* (C. Muell.) Y. F. Wang et R. L. Hu]、淡枝长喙藓 (*Rhynchostegium pallenticaulis* Müll. Hal.)、短叶毛羽藓 [*Bryonoguchia molkenboeri* (Lac.) Iwats. et Inoue]、狭叶悬藓 (*Barbella linearifolia* S. H. Lin) 和兜叶蔓藓 (*Meteorium cucullatum* S. H. Lin et S. H. Wu), 占本区域苔藓植物总种数的20.7%。

由表6可见: 东风水库库区落消带分布的苔藓植物可分成12个分布区类型, 其中, 东亚分布型和北温带分布型种分别占该区域苔藓植物总种数的19.6%和18.5%, 两者合计达到38.1%, 说明这2种分布型种在东风水库库区落消带苔藓植物中占有主要地位; 另外, 中国特有种数量较多。在本区域分布的苔藓植物中, 热带成分占18.5%, 而温带成分所占比例高达81.5%, 因而, 本区域苔藓植物区系总体属于温带性质。

3 讨论和结论

本调查结果表明: 灰藓科、青藓科和丛藓科为该区域的优势科, 这3科的属数和种数所占比例均接近该区域苔藓植物总属数和总种数的50%, 构成了该区域苔藓植物的主体。灰藓科、青藓科和丛藓科中有许多种类的耐寒性和耐旱性均较强^[23], 能长期忍受干燥和阳光直射, 这些种类多数属于温带分布, 一般生长于岩石表面、林地、钙质土或墙上^[1]; 青藓属、真藓属和小曲尾藓属为本区域的主要分布属, 分布广泛且生存能力强, 多分布于潜石漠化和中度石漠化地区^[24]。本区域苔藓植物的这些分布特征与东风水库库区消落带极干、极湿的生态环境相适应, 也与该区域的地理区系成分相吻合。此外, 东风水库库区消落带苔藓植物分布型以东亚成分和北温带成分为主, 总体属温带性质, 且中国特有种较多, 也反映出该区域苔藓植物区系的特殊性和复杂性。

东风水库属于季节性调节水库,如果降水量不是特别巨大,该库区消落带高水位线被淹没的时间并不多,也就是说,生长在该区域的苔藓植物大多处于长期干旱的环境中,而该区域分布的丛集型苔藓植物最多,也与这种特殊的生态环境相适应。丛集型苔藓植物的生长特点是植株个体间紧密聚集,个体与个体之间形成空隙,这种空隙如同海绵一样,能够积蓄水分,例如,该区域分布的真藓就是利用丛集抱团而获得水分。此外,该区域分布的墙藓和褶叶小墙藓等种类均属于抗逆性极强的种类,能够承受反复的水淹和干旱。

贵州省分布有苔藓植物 94 科 366 属 1 643 种(含种下单位)^{[6]7},东风水库消落带分布的苔藓植物科数、属数和种数分别占贵州省苔藓植物总科数、总属数和总种数的 19.1%、15.8% 和 6.1%。王晓宇等^[18]的调查显示:与东风水库相邻的六冲河下游分布有苔藓植物 38 科 78 属 134 种(变种),时隔 10 年,与之交汇的东风水库库区消落带分布有苔藓植物 18 科 58 属 101 种,后者苔藓植物区系的丰富性远不及前者,一方面说明部分苔藓种类不适应消落带生境,另一方面也说明该区域的苔藓植物多样性受到环境的影响。

此外,由于本研究区域属于典型的喀斯特地貌,且库区消落带沿岸地势陡峭,给调查工作带来很多困难,部分区域无法进行采集调查。本次调查只采集到苔类植物 2 科 2 属,苔类植物是否不太适应东风水库库区消落带这种极干、极湿的交替环境,还有待进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] 吴玉环,程国栋,高 谦. 苔藓植物的生态功能及在植被恢复与重建中的作用[J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 215-220.
- [2] 杜晓濛,田向荣,李 菁,等. 藓类植物脱水耐性与生理生态适应性的研究进展[J]. 吉首大学学报(自然科学版), 2013, 34(4): 82-88.

- [3] 梅再美,殷红梅. 贵州东风湖旅游资源特色及开发设想[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2003, 21(1): 14-18.
- [4] 夏品华,林 陶,邓河霞,等. 贵州红枫湖水库消落带类型划分及其生态修复试验[J]. 中国水土保持, 2011(6): 58-60.
- [5] 潘鲁生,商立海,冯新斌,等. 乌江流域东风水库水体中不同形态汞的时空分布特征[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2010, 29(3): 256-263.
- [6] 熊源新. 贵州苔藓植物志: 第 1 卷[M]. 贵州: 贵州科技出版社, 2014.
- [7] 熊源新. 贵州苔藓植物志: 第 2 卷[M]. 贵州: 贵州科技出版社, 2014.
- [8] 高 谦. 中国苔藓志: 第 1 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [9] 高 谦. 中国苔藓志: 第 2 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [10] 黎兴江. 中国苔藓志: 第 3 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [11] 黎兴江. 中国苔藓志: 第 4 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [12] 吴鹏程. 中国苔藓志: 第 6 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [13] 胡人亮,王幼芳. 中国苔藓志: 第 7 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [14] 吴鹏程,贾 渝. 中国苔藓志: 第 8 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [15] 吴鹏程,贾 渝. 中国苔藓植物的地理分区及分布类型[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(1): 1-8.
- [16] 吴征镒,周浙昆,李德铎,等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [17] 左家喙,傅德志,彭代文. 植物区系的数值分析[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 8-10.
- [18] 王晓宇,李 燕,杨朝东. 贵州六冲河下游苔藓植物的鉴定及分类[J]. 山地农业生物学报, 2003, 22(4): 310-316.
- [19] 刘良淑,熊源新,夏 欣,等. 红枫湖苔藓植物的物种多样性[J]. 贵州农业科学, 2015, 43(6): 218-222.
- [20] MÄGDEFRAU K. Life-forms of bryophytes [M] // SMITH A. Bryophyte Ecology. Berlin: Springer Netherlands, 1982: 45-58.
- [21] BATES J W. Is 'life-form' a useful concept in bryophyte ecology? [J]. Oikos, 1998, 82: 223-237.
- [22] 吴鹏程. 苔藓植物生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 274-291.
- [23] 张 萍,白学良,钟秀丽. 苔藓植物耐旱机制研究进展[J]. 植物学通报, 2005, 22(1): 107-114.
- [24] 游 萍,张以忠,蒋洁云,等. 不同石漠化程度苔藓植物的分布[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(7): 84-86.

(责任编辑:郭严冬)