

DOI:10.11937/bfyy.201619048

遵义市凤凰山土壤砾石与水分含量对苔藓植物多样性的影响

李德辉^{1,2}, 刘忠英¹, 马欣¹, 王传雪¹, 程琳¹, 何艳娜¹

(1. 遵义师范学院 生命科学学院, 贵州 遵义 563002; 2. 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 563002)

摘要: 为了解遵义凤凰山土壤不同砾石及水分含量对苔藓植物多样性的影响, 在遵义市凤凰山国家森林公园取不同土壤环境的 5 个样点, 每个样点设 3 个重复, 共 15 个小样方, 每个小样方面积 1 m×1 m, 对其植物分布状况进行调查, 采集土样和苔藓植物标本。结果表明: 凤凰山土壤砾石含量低, 苔藓植物 Shannon 指数较高; 土壤水分含量高, 苔藓植物 Shannon 指数较高, 种类数量多。苔藓植物与土壤环境之间关系密切。

关键词: 苔藓植物; 物种多样性; 土壤环境; 凤凰山国家森林公园

中图分类号: X 173; Q 949.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)19-0188-04

随着人类生活水平的提高, 人类对生活质量的追求越来越高, 对生活环境的要求也越来越高。但由于生态破坏, 大量废气废水废渣的排放使人类生活的环境不是随着人类社会的发展而改善, 而是生活的环境质量越来越差。植物是改善人类生活环境的基础, 在固碳释氧、改善环境及形成不同季相景观的生命材料中具有唯一性^[1]。植物与土壤关系极为密切, 不少学者探索了植物格局与环境的关系^[2-4], 认为土壤含水量等因子对植物群落多样性有所影响。张林静等^[5]经过研究发现, 植物多受土壤水分和盐分影响。对苔藓植物与土壤环境的关系研究, 主要是探索苔藓植物分布与环境的关系, 宋红涛等^[6]探索了江苏宝华山苔藓植物多样性及其分布与环境关系, 有些苔藓植物可以指示土壤的酸碱度, 比

如白发藓(*Leucobryum glaucum*)、大金发藓(*Polytrichum commune*)是酸性土壤的指示植物; 墙藓(*Tortula muralis*)是碱性土壤的指示植物^[7]。BHARALI 等^[8]对苔藓植物与土壤亚硫酸盐金属粒子之间的关系进行探索, CHRISTINA 等^[9]对沙漠中苔藓成土情况进行探索。何林等^[10]曾对遵义市区苔藓植物种类和区系组成进行探索, 提出有必要对遵义市区不同环境苔藓植物物种情况进行进一步研究。凤凰山地处遵义市区中央, 是少有的位于城市内部的国家级森林公园, 其特殊的地理位置使其在遵义市空气质量的调节中起关键作用, 探索其不同土壤环境的苔藓植物分布, 可以进一步了解凤凰山的土壤状况, 以期对凤凰山环境保护提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

凤凰山国家森林公园位于贵州省遵义市区, 地理坐标为东经 106°45′~107°01′, 北纬 27°36′~27°49′。地处“黔中隆起”的主体及其南北相邻凹陷的地质构造部位, 是贵州地势由西向东倾斜的第二台阶, 为大娄山余脉。气候为中亚热带湿润季风气候, 极端最高气温 38.7℃, 极端最低气温 -7℃, 年均气温 15.2℃, 年均相对湿度

第一作者简介: 李德辉(1964-), 男, 贵州遵义人, 本科, 讲师, 现主要从事植物资源等研究工作。E-mail: 1559508990@qq.com.

基金项目: 贵州省科技厅资助项目(黔科合 LH 字[2015]7032 号); 贵州省自然科学基金资助项目(黔科合 J 字(2011)2187 号); 贵州省教育厅创新人才团队资助项目(黔教合人才团队字[2013]20 号)。

收稿日期: 2016-04-25

studied. The results showed that under nutrition richness soil in greenhouse, nitrogen, phosphorus and potassium of the cucumber yield were 29.3%, -9.6%, 35.4%; nitrogen, phosphorus and potassium of the tomato yield were 32.6%, 30.69%, 56.99%; nitrogen, phosphorus and potassium recovery rate of the bean yield were -2.4%, -35.8%, -7.97%. In this experiment, the maximum nitrogen and potassium application rate of cucumber, tomato and bean per 667 m² were 32.1, 27.0, 17.4 kg, the fixed N/K ratio of cucumber, tomato and bean were 1.4 : 1, 1.4 : 1, 1 : 1. Expanding balanced fertilization technique of nutrition richness soil could improve the yield, saving fertilizer and increase economic benefits.

Keywords: greenhouse vegetables; nutrition richness; fertilization use; balanced fertilization

81%,年均降水量 1 098 mm,夜间雨较多;年均蒸发量 1 034.6 mm。其成土母岩以砂岩、砂页岩和碳酸岩等为主,土壤主要是黄壤和石灰土,土层厚度在土层厚度为 20~60 cm^[11]。

1.2 试验材料

2014 年 9 月在凤凰山国家森林公园 810~1 027 m 不同海拔高度选择 5 个明显不同土壤环境,设立 5 个样点,每个样点设 3 个小样方,小样方面积为 50 cm × 50 cm^[12]。记录样点所在的经纬度、海拔、坡度、坡向、植被情况及每个小样方中苔藓植物盖度、生境、基质,进行标本采集。

1.3 试验方法

1.3.1 土壤样品取样 对 5 个不同样点中的土壤按 5、10、20 cm 的不同深度进行环刀(100 mL)取样,分别装在已编号的 5 号封口袋中。再分 3 层取 200 g 左右土壤样品,以检测土壤 pH。

1.3.2 土壤样品处理 含水量测定:将环刀取样的土壤样品装入已称量的铝盒中,称其鲜质量后放入烘箱,保

持 65 ℃烘 36 h,冷却后称其质量,计算土壤含水量。砾石含量处理:用擀面杖轻轻碾压已烘干的土壤,压过的土样过 2 mm 筛,将筛出的砾石称重以测定土壤砾石含量,并将过筛后的样品放到已称重的铝盒中,在 105 ℃烘箱中烘 48 h,用电子天平称量样品干质量。pH 测定:将土壤样品按 1:1 溶于蒸馏水中,搅拌均匀后静置 30 min,用石蕊试纸测其 pH。

1.3.3 标本鉴定 对苔藓植物标本的鉴定采用经典植物形态分类方法,先观察干标本外部形态,之后取部分标本用清水浸泡,待植株恢复自然状况后取叶片、茎、孢蒴等器官进行解剖,制作临时装片,在光学显微镜下仔细观察,查阅相关工具书将其准确鉴定到种。

2 结果与分析

2.1 样点基本情况

由表 1 可知,调查的 5 个样点位于凤凰山不同的海拔,坡向也不同,样点坡度均未超过 40°,所选样点能代表凤凰山的自然、土壤状况。

表 1 凤凰山样点基本情况

Table 1 The basic situation of the samples in Fenghuangshan National Forest Park

样点编号	海拔/m	坡度/(°)	坡向	地理坐标	苔藓植物盖度/%	草本盖度/%
FHS-1	899	2	北偏东 293°	北纬 27°42'9.11" 东经 106°54'50.84"	32.66	35
FHS-2	981	30	北偏东 312°	北纬 27°42'9.19" 东经 106°54'55.33"	36.66	5
FHS-3	1 005	32	北偏东 328°	北纬 29°42'9.99" 东经 106°54'57.48"	86.73	5
FHS-4	957	34	北偏东 130°	北纬 27°42'9.86" 东经 106°55'24.19"	88.33	2
FHS-5	859	18	北偏东 112°	北纬 27°42'00.37" 东经 106°55'17.59"	80.66	10

2.2 凤凰山土壤环境情况

由表 2 可知,凤凰山土壤总体是酸性的,土壤含水量多在 20%左右,土壤砾石含量变化较大。

由表 3 可知,在所调查的 5 个样点中,样点 3、4 土壤砾石含量较高,均超过 50%;样点 5 水分含量最高,达到 25.72%,样点 4 水分含量最低,仅为 10.97%。在土壤酸性方面,5 个样点均显示土壤为酸性,样点 4 土壤酸性最强,而样点 1 酸性最低。

2.3 凤凰山样点苔藓植物情况

通过调查,凤凰山 5 个样点共采集苔藓植物标本 34 号,经鉴定有苔藓植物 9 科 11 属 13 种,其中,藓类植物 8 科 10 属 12 种,苔类植物 1 科 1 属 1 种,见表 4。

为进一步了解凤凰山国家森林公园样点苔藓植物物种多样性情况,对样点物种组成进行进一步分析。Shannon-Wiener 指数: $H' = -\sum (P_i \times \ln P_i)$,式中, $P_i = N_i/N$,表示第 i 个种的盖度比例; N 为全部种的盖

表 2 凤凰山各小样方土壤基本情况

Table 2 The soil basic situation of each quadrat in Fenghuangshan National Forest Park

编号	土壤离地面厚度/cm	鲜质量/g	干质量/g	砾石含量/%	水分含量/%	土壤 pH
FHS-1-环-1	5	350.00	193.71	24.28	20.57	5
FHS-1-环-2	10	352.67	156.61	42.47	19.09	5
FHS-1-环-3	20	427.38	191.10	43.68	18.55	6
FHS-2-环-1	5	184.31	81.73	29.76	21.73	5
FHS-2-环-2	10	206.60	77.06	49.50	13.46	5
FHS-2-环-3	20	256.11	93.11	49.57	12.00	5
FHS-3-环-1	5	163.33	19.51	82.91	25.66	5
FHS-3-环-2	10	238.20	16.64	96.57	6.10	5
FHS-3-环-3	20	232.31	59.15	67.63	16.36	5
FHS-4-环-1	5	347.34	110.61	64.25	11.44	4
FHS-4-环-2	10	318.76	65.02	79.13	10.65	4
FHS-4-环-3	20	414.65	50.71	81.32	10.83	5
FHS-5-环-1	5	291.03	105.73	44.23	29.09	5
FHS-5-环-2	10	388.96	180.86	38.70	20.31	5
FHS-5-环-3	20	339.78	129.59	51.33	27.76	5

表 3 凤凰山调查样点土壤环境情况

Table 3 The soil basic situation of each sample in Fenghuangshan National Forest Park

样点编号	土壤鲜质量/g	土壤干质量/g	砾石含量/%	水分含量/%	土壤 pH
FHS-1	376.68	180.47	36.81	19.40	5.3
FHS-2	215.67	83.97	42.94	15.73	5.0
FHS-3	211.28	31.77	82.37	16.04	5.0
FHS-4	360.25	75.45	74.90	10.97	4.3
FHS-5	339.92	138.72	44.75	25.72	5.0

表 4 凤凰山调查样点苔藓植物情况

Table 4 The basic situation of bryophytes for each sample in Fenghuangshan National Forest Park

小样方编号	科名	属名	种名	盖度/%
FHS-1-1	真藓科 Bryaceae	短月藓属 <i>Brachymenium</i>	纤枝短月藓 <i>Brachymenium exile</i> Bosch et Lac.	15
	真藓科 Bryaceae	真藓属 <i>Bryum</i>	细叶真藓 <i>Bryum capillare</i> Linn. ex Hedw.	10
	丛藓科 Pottiaceae	湿地藓属 <i>Hyophila</i>	狭叶湿地藓 <i>Hyophila. stenophylla</i> Card.	0.2
	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	0.2
FHS-1-2	丛藓科 Pottiaceae	湿地藓属 <i>Hyophila</i>	匙叶湿地藓 <i>Hyophila. spathulata</i> (Harv.) Jaeg.	30
	青藓科 Brachytheciaceae	美喙藓属 <i>Eurhynchium</i>	尖叶美喙藓 <i>Eurhynchium eustegium</i> (Besch.) Dix.	10
	丛藓科 Pottiaceae	小石藓属 <i>Weissia</i>	东亚小石藓 <i>Weissia exserta</i> (Broth.) Chen.	0.5
FHS-1-3	丛藓科 Pottiaceae	湿地藓属 <i>Hyophila</i>	狭叶湿地藓 <i>Hyophila. stenophylla</i> Card.	30
FHS-2-1	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	阔叶棉藓 <i>Plagiothecium platyphyllum</i> Moenk.	2
FHS-2-2	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	40
FHS-2-3	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	50
FHS-2-3	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	20
FHS-3-1	白发藓科 Leucobryaceae	白发藓属 <i>Leucobryum</i>	南亚白发藓 <i>Leucobryum neilgherrense</i> C. Muell.	90
	灰藓科 Hypnaceae	毛灰藓属 <i>Homomallium</i>	毛灰藓 <i>Homomallium incurvatum</i> (Brid.) Loesk.	8
FHS-3-2	白发藓科 Leucobryaceae	白发藓属 <i>Leucobryum</i>	南亚白发藓 <i>Leucobryum neilgherrense</i> C. Muell.	70
FHS-3-3	叶苔科 Jungermanniaceae	叶苔属 <i>Jungermannia</i>	褐绿叶苔 <i>Jungermanniaceae. (P.) infusca</i> (Nitt.) Steph	0.2
	白发藓科 Leucobryaceae	白发藓属 <i>Leucobryum</i>	南亚白发藓 <i>Leucobryum neilgherrense</i> C. Muell.	90
FHS-4-1	灰藓科 Hypnaceae	灰藓属 <i>Hypnum</i>	黄灰藓 <i>Hypnum pallescens</i> (Hedw.) P. Beauv.	2
	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	90
FHS-4-2	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	阔叶棉藓 <i>Plagiothecium platyphyllum</i> Moenk.	70
	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	10
FHS-4-3	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	95
FHS-5-1	金发藓科 Polytrichaceae	仙鹤藓属 <i>Atrichum</i>	狭叶仙鹤藓 <i>Atrichum angustatum</i> (Brid.) B. S. G.	40
	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	阔叶棉藓 <i>Plagiothecium platyphyllum</i> Moenk.	45
FHS-5-2	金发藓科 Polytrichaceae	仙鹤藓属 <i>Atrichum</i>	狭叶仙鹤藓 <i>Atrichum angustatum</i> (Brid.) B. S. G.	20
	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	阔叶棉藓 <i>Plagiothecium platyphyllum</i> Moenk.	50
FHS-5-3	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	5
	金发藓科 Polytrichaceae	仙鹤藓属 <i>Atrichum</i>	狭叶仙鹤藓 <i>Atrichum angustatum</i> (Brid.) B. S. G.	2
FHS-5-3	棉藓科 Plagiotheciaceae	棉藓属 <i>Plagiothecium</i>	长喙棉藓 <i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	80

度总和; N_i 表示第 i 个种的盖度^[12]。属 8 种, 而样点 2 仅含 1 种苔藓植物, Shannon 指数则为 0, 其反映的土壤状况不够全面, 因而分析中暂不考虑样点 2 的情况。

由表 5 可知, 凤凰山国家森林公园各样点 Shannon 指数在 0~1.598, 样点 1 指数最高, 样点 2 最低, 这与样点物种组成情况一致, 样点 1 所含物种数最多, 为 4 科 6

表 5 凤凰山国家森林公园苔藓植物 Shannon 指数

Table 5 The Shannon index of bryophytes in Fenghuangshan National Forest Park

样点编号	科数	属数	种数	Shannon 指数
FHS-1	4	6	8	1.598
FHS-2	1	1	1	0
FHS-3	3	4	4	0.188
FHS-4	1	1	2	0.410
FHS-5	2	2	3	0.937

2.4 凤凰山土壤砾石含量对苔藓植物多样性的影响

由表 3 还可以看出, 在凤凰山所调查的 5 个样点中, 样点 2 由于仅含 1 种苔藓植物, 不能较好的反映该样

点的苔藓植物多样性。其余 4 个样点中, 样点 3 土壤砾石含量最高, 样点 4、5 次之, 而样点 1 含量最低。由表 5 还可知, 这 4 个样点苔藓植物 Shannon 指数与之呈负相

关,样点 1 Shannon 指数最高,样点 3 Shannon 指数最低,样点 5 和 4 分别排 2、3 位。以上分析可以看出,凤凰山土壤砾石含量对苔藓植物 Shannon 指数有重要影响,土壤砾石含量越低,苔藓植物 Shannon 指数越高。

2.5 凤凰山土壤水分含量对苔藓植物物种多样性的影响

苔藓植物受精作用离不开水,因而土壤水分含量对苔藓植物生长有相应影响,苔藓植物的分布也会对土壤情况有所指示。该调查的凤凰山 5 个样点(除去样点 2),样点 5 土壤水分含量最高,达到 25.72%,而样点 1 土壤水分含量也接近 20%。从 2 个样点的苔藓植物物种数来看,样点 1 物种数达 8 个,样点 5 物种数也有 5 个,其 Shannon 指数也较高,样点 5 为 0.937,样点 1 为 1.598,其多样性指数明显高于其它 2 个样点。可以看出,土壤水分含量较高,则苔藓植物种类数量较多,Shannon 指数较高。

3 结论

通过对凤凰山土壤环境和苔藓植物状况的调查,可以看出凤凰山土壤不同砾石和水分含量对苔藓植物多样性有一定影响,土壤砾石含量低,苔藓植物 Shannon 指数较高;土壤水分含量相对较高,苔藓植物种类数量较多,Shannon 指数也较高,这一结果与苔藓植物生活离不开水这一特性吻合。

该研究表明凤凰山土壤砾石含量与水分可以影响苔藓植物的多样性,但苔藓植物的生活环境是极为复杂的,只是对土壤 2 个基本环境因子进行了分析,其它如土壤 pH 对苔藓植物的影响、植物覆盖度、土壤基质等对

苔藓植物的分布都有重大影响及土壤因子对苔藓植物的分布影响,尚需要进一步的探索。另外,苔藓植物对土壤酸碱度、金属含量都有一定的指示作用,苔藓植物是否对其它土壤环境因子又有指示价值也是可以深入探索。

参考文献

- [1] 张启翔. 植物多样性与人居环境关系的思考[J]. 中国园林, 2012, 28(1): 33-35.
- [2] 王国宏, 杨利民. 祁连山北坡中段森林植被梯度分析与环境解释[J]. 植物生态学报, 2001, 25(6): 733-74.
- [3] 张元明, 陈亚宁, 张道远. 塔里木河中游植物群落与环境因子的关系[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 109-118.
- [4] 寇思勇, 赵成义, 李君, 等. 塔里木河干流荒漠河岸林植物群落多元分析及其土壤环境解释[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(3): 156-161.
- [5] 张林静, 岳明, 顾峰雪, 等. 新疆阜康绿洲荒漠过渡带植物群落物种多样性与土壤环境因子的耦合关系[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 658-662.
- [6] 宋红涛, 郭水良, 沈蕾. 华山自然保护区苔藓植物. 北京市区苔藓植物空间分布与环境关系的研究[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(2): 55-62.
- [7] 吴鹏程. 苔藓植物生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 42-254.
- [8] BHARALI B, BASTES J W. Soil cations influence bryophyte susceptibility to bisulfite[J]. Annals of Botany, 2002, 90(3): 337-343.
- [9] CHRISTINA C, LLOYD R S, MARY L B, et al. Transplant survivorship of bryophyte soil crusts in the Mojave Desert[J]. Restoration Ecology, 2010, 18(2): 198-205.
- [10] 何林, 李法锦. 遵义市苔藓植物区系研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2010, 28(4): 136-139, 145.
- [11] 贵州省地方志编纂委员会. 遵义地区志(卷首)[M]. 贵州: 贵州人民出版社, 2006: 4-8.
- [12] 郝占庆, 郭水良, 曹同. 长白山植物多样性及其格局[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002.

Effect of Bryophytes Diversity by Soil Gravel and Moisture Content in Fenghuangshan National Forest Park of Zunyi Town, Guizhou Province

LI Dehui^{1,2}, LIU Zhongying¹, MA Xin¹, WANG Chuanxue¹, CHENG Lin¹, HE Yanna¹

(1. College of Life Sciences, Zunyi Normal University, Zunyi, Guizhou 563002; 2. Key Laboratory of Regional Characteristic for Conservation and Utilization of Plant Resource in Chishuihe River Basin, Zunyi, Guizhou 563002)

Abstract: To study the indicative function of bryophytes species diversity in different soil gravel and moisture content, five samples of different soil environment in Fenghuangshan National Forest Park of Zunyi town were investigated. The investigation contains the species diversity, species richness, the soil gravel content, moisture content and pH. Each sample point with three replicates, 15 squares were investigated. Through the species identification, sample treatment and correlation analysis, the results showed that if the soil gravel content tended to be lower, the Shannon index of bryophytes was higher. If the soil water content was relatively higher, the Shannon index of bryophytes was higher, and the species were richer. The relationship between bryophytes and soil environment was close.

Keywords: bryophytes; species diversity; soil environment; Fenghuangshan National Forest Park