

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).201704033

## 西藏色季拉山(东坡)地面生藓类 植物多样性初步研究\*

马和平<sup>1</sup>, 郑维列<sup>1\*\*</sup>, 邵小明<sup>2</sup>, 王幼芳<sup>3</sup>, 石玉龙<sup>1</sup>

- (1. 西藏农牧学院 高原生态研究所, 西藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏 林芝 860000;
2. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100193;
3. 华东师范大学 生命科学院, 上海 200062)

**摘要:**【目的】揭示西藏色季拉山(东坡)海拔 3 700~4 345 m 地面生藓类植物的垂直分布规律。【方法】以不同海拔梯度地面生苔藓植物作为研究对象, 每隔 100 m 设置样地进行调查, 每个样地内采用系统取样方法, 每隔 2 m 设置 1 个 20 cm×20 cm 的样方, 每个样地内共 25 个样方进行多样性的测定, 包括相似性系数、 $\alpha$ 多样性指数和  $\beta$ 多样性指数。【结果】该区有藓类植物 24 科 63 属 110 种。藓类植物种类数目在不同的海拔分布随着海拔高度的升高, 科、属、种呈先增加后减少的趋势。8 个样地的相似性系数在 0.089~0.272 7 之间, 其中以 V<sub>5</sub>(海拔 4 100 m, 急尖长苞冷杉林)和 V<sub>6</sub>(4 200 m, 方枝柏-杜鹃林)地面生藓类植物的物种相似性最高, 共有种数也最多, 达到了 24 种。 $\alpha$ 多样性指数分布情况与地面生藓类植物基本相同, 其中, 海拔 4 200 m 处 Shannon-Wiener 指数值最高, 达到了 2.66; 海拔 4 345 m 处的指数值最低, 为 1.74。海拔 3 800 m 和 4 000 m 的  $\beta$ 多样性指数为最大, 达到了 0.934 3, 海拔 3 900 m 和 4 345 m 之间的  $\beta$ 多样性指数为最小, 为 0.321 1, 说明该区地面生藓类植物在海拔 3 800 m~4 000 m 的变化幅度最大。【结论】该研究结果对本区域后期苔藓植物的相关研究提供了极有价值的参考依据。

**关键词:** 藓类植物; 物种多样性; 相似性系数; 色季拉山

中图分类号: Q 948.5; Q 949.35 文献标识码: A 文章编号: 1004-390X(2018)02-0184-07

## A Preliminary Study on Species Diversity of Floor Mosses Communities in Sygera Mountain of Tibet (East Slope)

MA Heping<sup>1</sup>, ZHENG Weilie<sup>1</sup>, SHAO Xiaoming<sup>2</sup>, WANG Youfang<sup>3</sup>, SHI Yulong<sup>1</sup>

- (1. Research Institute of Plateau Ecology, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Tibet Key Laboratory of Forest Ecology in Plateau Area, Ministry of Education, Linzhi 860000, China; 2. College of Resource and Environmental, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 3. School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** [Purpose] In order to provide the basic data for the late of bryophyte further research, we studied the distribution pattern of mosses from 3 700 to 4 345 m in Sygera Mountain. [Method] We selected the mosses in different altitude gradient as the research object and used sample system

收稿日期: 2017-04-21 修回日期: 2017-06-22 网络出版时间: 2018-04-11

\*基金项目: 国家自然科学基金应急管理项目(31640010); 西藏自治区自然科学基金(2016ZR-15-41); 国家自然科学基金(31570474); 西藏农牧学院研究生创新计划项目(YJS2017-01)。

作者简介: 马和平(1977—), 男, 甘肃陇西人, 硕士, 副教授, 主要从事青藏高原生态和全球变化研究。

E-mail: 285477889@qq.com

\*\*通信作者 Corresponding author: 郑维列(1963—), 男, 浙江玉环人, 博士, 教授, 主要从事高原生态和植物学研究。

E-mail: weiliezheng@126.com

网络出版地址: [http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201704033](http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201704033)

sampling method, investigated samples every 100 m and every 2 m to set up a 20 cm × 20 cm sample which included a total of 25 samples and the total survey sample were 200. The determination of diversity included similarity coefficient index, diversity index and a beta diversity. [Result] The results of the observation showed that floor mosses of this area were 24 families, 63 genera and 110 species. The mosses distribution in different altitudes showed that the families, genera and species had been increased after decreased trend with the increase of altitude. The similarity coefficient of 8 sample were 0.089–0.272 7, of which the  $V_5$  (4 100 m) and  $V_6$  (4 200 m) had the highest similarity of ground raw moss plants species and a total of most species, 24. Alpha diversity index distribution of moss plants were basically the same. The Shannon-Wiener index value at an altitude of 4 200 m reached 2.66. However, it reached 1.74 at altitude of 4 345 m. The diversity index was biggest at an altitude of 3 800 m and 4 000 m which was 0.934 3, but it was a minimum at an altitude of 3 900 m and 4 345 m, 0.322 1. This phenomenon indicated that the floor mosses at altitude from 3 800 m to 4 000 m had the biggest range ability. [Conclusion] The conclusion provided a valuable reference for the late bryophyte research.

**Keywords:** mosses; species diversity; similarity coefficient; Sygera Mountain

物种多样性是一个群落结构和功能复杂性的度量,对物种多样性的研究可以更好地认识群落的组成、变化和发展,同时对控制和减少珍稀濒危物种的丧失很有意义。苔藓植物广布于全球,几乎存在于所有类型的生态系统中,是构成植被群落多样性的重要组成部分。苔藓植物(mosses)是一类结构简单、最原始的高等植物,其植物体一般较矮小,配子体在世代交替中占优势。苔藓植物是构成生态系统结构、维持生态系统功能和稳定的成分之一<sup>[1-2]</sup>,是生物多样性的重要组成部分,也是森林群落的重要组成部分,并且与森林的演替密切相关<sup>[3]</sup>。很多研究表明:苔藓植物是对环境变化敏感的植物,在植被变迁、水土保持、环境监测、森林更新及整体性的指标等方面有着重要作用<sup>[4-6]</sup>。随着经济的发展,人类对自然资源的需求日益增加,一些地区出现环境问题,全球变化的作用使环境问题不断恶化,从而使得苔藓植物的生存与发展受到严重的威胁,许多特有属的种群明显衰减;因此,苔藓植物多样性的保护受到极大关注<sup>[7]</sup>。另外,苔藓植物在药用、生态与环境、观赏园艺以及农业生产上都有着一定的价值,因此,保护苔藓植物的多样性也是当前的重要议题<sup>[8-9]</sup>。目前,苔藓植物多样性的研究对象主要分为地面生苔藓植物和树附生苔藓植物二大类群,两者均在森林生态系统中起着重要作用,但目前开展的苔藓植物多样性研究往往只针

对某一类群展开<sup>[10]</sup>。植物垂直分布格局是生物多样性研究的一个重要方面,海拔梯度包含了温度、湿度和光照等环境因子的变化,而环境因子随海拔梯度的变化比随纬度的变化大1 000倍,因而垂直分布格局成为生态学家研究的热点<sup>[11]</sup>。

西藏原始森林的主体是暗针叶林<sup>[12]</sup>,位于西藏林芝市的色季拉山为典型的高原山地暗针叶林,其主要群落为急尖长苞冷杉,占到藏东南森林的85%以上,不仅林分生长良好,林下植被丰富,特别是地表生长的苔藓层较厚<sup>[13]</sup>。苔藓是色季拉山林区内物种多样性的重要组成部分,在林区内分布较多,但对该区苔藓植物的报道比较罕见。因此,对该区域苔藓植物种类进行调查,不仅会丰富西藏,甚至对中国的苔藓植物本底资料有一定的促进作用,同时也为该区域苔藓植物的后期研究提供极有价值的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

色季拉山地处西藏东南部念青唐古拉山与喜马拉雅山结合部林芝市巴宜区境内,地理位置N29°10'~30°15', E93°12'~95°35',处于藏东南半湿润与湿润区的过渡地带,主峰海拔5 200 m。山脉走向主要为西北—东南,形成了较大范围的东、西坡面,西坡最低海拔高度位2 800~3 000 m,东坡低至2 100 m。色季拉山由于水平和垂直地

带性的差异,气候类型丰富,西坡下至林芝河谷海拔 2 900~3 000 m 区域,为半干旱区与半湿润区的交汇地带。东坡沿鲁朗河下切,为陡坡峡谷地带,海拔低至 2 100 m (通麦),受易贡藏布、泊隆藏布湿润气团的浸润,年降雨量 1 000 mm 左右。整体而言,该区域的气候呈现出“冬季干燥、无严寒,春夏湿润、无酷暑,昼夜温差大,雨热同期,春秋相连”的特点,东、西坡相比,西坡的光照条件、热量条件优于东坡,气温随海拔高度的递减率大于东坡,东坡的降水量、相对湿度、无霜期则大于西坡<sup>[14]</sup>。

色季拉山东坡的主要森林植被类型为亚高山寒温带暗针叶林,乔木层以急尖长苞冷杉 (*Abies*

*georgei* var. *smithii* (Viguie et Gaussen) Cheng et L. K. Fu)、林芝云杉林 (*Rhodoendron nyingchiense*) 和方枝柏 (*Sabina saltuarica*) 等,急尖长苞冷杉是构成群落外貌的主要建群种。灌木层有薄毛海绵杜鹃 (*Rhododendron aganniphum* var. *schizopeplum*)、雪层杜鹃 (*R. nivale*)、鳞腺杜鹃 (*R. lepidotum*)、金露梅 (*Potentilla fruticosa*)、直立悬钩子 (*Rubus stans*)、陇塞忍冬 (*Lonicera tangutaca*)、冰川茶藨子 (*Ribes glaciale*) 和西南花楸 (*Sorbus rehderiana*) 等;草本主要有凤毛菊 (*Saussurea* sp.)、红嘴苔草 (*Carex haematostoma*)、岩白菜 (*Bergenia purpeuascens*) 和长鞭红景天 (*Rhodiola fastigiata*) 等 (表 1)。

表 1 样地立地状况和植被组成

Tab. 1 Site characteristics and vegetation composition of the sample plots

编号 No.	植被类型 forest type	土壤类型 soil type	经度 (E) longitude	纬度 (N) latitude	海拔/m altitude	坡向 aspect
1	高山灌丛 alpine shrub	亚高山灌丛草甸土 subalpine shrubs soil	94°42.425'	29°39.431'	4 345	东坡 east slope
2	方枝柏-杜鹃林 <i>Sabina saltuarica</i> - <i>Rhododendron</i> forest	山地漂灰土 mountain floating dust soil	94°42.504'	29°39.336'	4 300	东坡 east slope
3	方枝柏-杜鹃林 <i>Sabina saltuarica</i> - <i>Rhododendron</i> forest	森林灰褐土 forest grey brown soil	94°42.561'	29°39.299'	4 200	东坡 east slope
4	杜鹃林 <i>Rhododendron</i> forest	森林灰褐土 forest grey brown soil	94°42.685'	29°39.206'	4 100	东坡 east slope
5	急尖长苞冷杉林 <i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i> forest	森林灰褐土 forest grey brown soil	94°42.745'	29°39.149'	4 000	东坡 east slope
6	急尖长苞冷杉林 <i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i> forest	森林灰褐土 forest grey brown soil	94°42.865'	29°39.009'	3 900	东坡 east slope
7	急尖长苞冷杉林 <i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i> forest	森林灰褐土 forest grey brown soil	94°42.902'	29°38.920'	3 800	东坡 east slope
8	急尖长苞冷杉林 <i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i> forest	森林灰褐土 forest grey brown soil	94°43.013'	29°38.806'	3 700	东坡 east slope

## 1.2 研究方法

本次研究的区域位于西藏色季拉山东坡海拔 3 700~4 345 m。沿着海拔梯度,以不同海拔梯度地面生苔藓植物作为研究对象,每隔海拔 100 m 设置典型选样进行调查,典型选样时综合考虑土层厚度、植被的群落类型。样地信息如表 1 所示。每个样地内采用系统取样方法,每隔 2 m 设置 1 个 20 cm×20 cm 的样方,每个样地内共 25 个样方,总计调查样方 200 个。样方内的地面生苔藓用细铁丝划分 100 个 2 cm×2 cm 小格的铁筛取样,计算每种苔藓在铁筛交叉处出现的次数,记为盖度。依据《中国苔藓志》和《西藏苔藓志》,将采集样地内所有苔藓植物带回实验室鉴定到种<sup>[15-23]</sup>,对于疑难种请相关专家进行鉴定。

## 1.3 数据分析

多样性的测定包括相似性系数、 $\alpha$  多样性指数和  $\beta$  多样性指数。相似性系数采用 Sprensen 提出的公式:

$$S_s = 2c/(a+b) \times 100\%$$

式中,  $a$  为样方 A 的物种数,  $b$  为样方 B 的物种数,  $c$  为样方 A 和 B 中的共有种数。

$\alpha$  多样性指数,采用 Shannon-Wiener 指数 ( $H'$ )<sup>[24]</sup> 和 Pielous 均匀度指数 ( $J_H$ )<sup>[25]</sup>。Shannon-Wiener 指数 ( $H'$ ):

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i (J_H)$$

$$J_H = (-\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln S$$

式中,  $P_i = N_i/N$ ,  $N_i$  为种  $i$  的标本数,  $S$  为所在样地所有物种的标本数之和。

$\beta$  多样性指数采用 Cody 指数 ( $\beta_c$ )<sup>[26]</sup> 和 Wilson-Shmida 指数 ( $\beta_T$ )。

$$\beta_c = [g(H) + l(H)] / 2$$

$$\beta_T = [g(H) + l(H)] / 2\alpha$$

式中,  $g(H)$  是沿生境梯度  $H$  增加的物种数目,  $l(H)$  是沿生境梯度  $H$  失去的物种数目,  $\alpha$  为各样地的平均物种数。

## 2 结果和分析

### 2.1 西藏色季拉山 (东坡) 地面生藓类植物物种多样性

研究共采集标本 1 269 份, 经室内鉴定, 共计 24 科 63 属 110 种。以该区域藓类植物优势科的种属统计 (表 2), 7 个优势科虽然只占总科数的 29.17%, 但包括了 38 属 70 种, 分别占该区域总属数、总种数的 60.31% 和 63.46%, 说明上述各科植物为该地区地面生藓类植物的主体类群。曲尾藓科 (Dicranaceae)、青藓科 (Brachytheciaceae)、灰藓科 (Hypnaceae)、提灯藓科 (Mniaceae) 和紫萼藓科 (Grimmiaceae) 主要生长在阴湿土壤上; 丛藓科 (Pottiaceae)、真藓科 (Bryaceae)、金发藓科 (Polytrichaceae) 主要为腐木生或岩面薄土生。

表 2 色季拉山 (东坡) 藓类植物优势科的属、种统计  
Tab. 2 Numbers of species and genus of dominant families in Sygera Mountain (east slope)

编号 No.	科名 family	属数 genus number	占总属数/% percentage	种数 species number	占总种数/% percentage
1	曲尾藓科 Dicranaceae	8	12.70	11	10.00
2	丛藓科 Pottiaceae	8	12.70	11	10.00
3	灰藓科 Hypnaceae	6	9.52	8	7.23
4	真藓科 Bryaceae	4	6.35	7	6.36
4	金发藓科 Polytrichaceae	3	4.76	9	8.18
5	青藓科 Brachytheciaceae	3	4.76	8	7.23
6	紫萼藓科 Grimmiaceae	3	4.76	8	7.23
7	提灯藓科 Mniaceae	3	4.76	8	7.23
	总计 total	38	60.31	70	63.46

### 2.2 西藏色季拉山 (东坡) 不同海拔样地藓类植物物种组成

由表 3 可知: 色季拉山 (东坡) 藓类植物种类

数目在不同的海拔分布呈: 随着海拔高度的升高, 科、属、种呈先增加后减少的趋势。

表 3 色季拉山 (东坡) 不同海拔藓类植物科属种的统计

Tab. 3 Composition of the bryophytes at different altitudes in Sygera Mountain (east slope)

海拔高度/m altitude	科数 number of families	属数 number of genus	种数 number of species
4 345	7	14	17
4 300	13	22	31
4 200	16	34	44
4 100	15	32	44
4 000	15	29	37
3 900	11	24	29
3 800	16	29	41
3 700	14	26	31

调查发现: 不同海拔样地内藓类植物种类组成不同, 海拔 3 700~4 000 m 多分布无齿曲尾藓 (*Pseudochorisodontium gymnostomum*)、合睫藓 (*Symblepharis vaginata*)、青毛藓 (*Dicranodontium denudatum*)、大羽藓 (*Thuidium cymbifolium*)、锦丝藓 (*Actinothuidium hookeri*)、大灰藓 (*Hypnum cupressiforme*)、毛梳藓 (*Ptilium crista-castrensis*) 等。在海拔 4 000~4 200 m 之间, 多分布无齿藓 (*Pseudochorisodontium gymnostomum*)、合睫藓 (*Symblepharis vaginata*)、青毛藓 (*Dicranodontium denudatum*)、狭叶曲柄藓 (*Campylopus sublatius*)、卷叶毛口藓 (*Trichostomum hattorianum*)、赤茎藓 (*Pleurozium schreberi*)、大羽藓 (*Thuidium cymbifolium*)、锦丝藓 (*Actinothuidium hookeri*)、大灰藓 (*Hypnum cupressiforme*)、长蒴粗枝藓 (*Gollania cylindricarpa*)、厚角绢藓 (*Entodon concinnus*)。海拔 4 200 m 以上主要分布着硬叶拟白发藓 (*Paraleucobryum enerve*)、错那无齿藓 (*Pseudochorisodontium conanenum*)、曲背藓 (*Oncophorus wahlenbergii*)、卷叶毛口藓 (*Trichostomum hattorianum*)、薄壁藓 (*Leptocliadiella psilura*)、大羽藓 (*Thuidium cymbifolium*)、锦丝藓 (*Actinothuidium hookeri*)。从高海拔到低海拔, 都有无齿曲尾藓、曲背藓、合睫藓、青毛藓、大羽藓、锦丝藓, 说明曲尾藓科 (Dicranaceae)、羽藓科 (Thuidiaceae) 是色季拉山 (东坡) 的优势科。

2.3 西藏色季拉山 (东坡) 不同海拔藓类植物的物种相似性

由表 4 可知: 8 个样地的相似性系数在 0.089~0.272 7, 其中以 V<sub>5</sub> (海拔 4 100 m, 急尖长苞冷杉林) 和 V<sub>6</sub> (4 200 m, 方枝柏—杜鹃林) 地面

生藓类植物的物种相似性最高, 共有种数也最多, 达到了 24 种。由此可见, 分布范围邻近, 且海拔比较接近的区域, 苔藓植物相似性较大; 反之, 植被类型相距越远, 环境因子差别越大的地方, 相似性越小。

表 4 色季拉山 (东坡) 不同海拔地面生藓类的相似性比较

Tab. 4 Compartment of similarity of the mosses at different altitudes in Sygera Mountain (east slope)

植被类型 vegetation type	海拔/m altitude	种数 species number	共有种数 number of common species								种相似性系数 species similarity								
			V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	
V <sub>1</sub>	3 700	31	—	10	16	11	20	14	8	9	—	0.138 8	0.262 7	0.161 8	0.266 7	0.186 7	0.125 0	0.187 5	
V <sub>2</sub>	3 800	41	—	—	12	7	19	8	11	13	—	—	0.171 4	0.089	0.223 5	0.211 8	0.152 8	0.224 1	
V <sub>3</sub>	3 900	29	—	—	—	13	19	16	8	12	—	—	—	0.196 9	0.260 3	0.219 2	0.133 3	0.260 7	
V <sub>4</sub>	4 000	37	—	—	—	—	15	13	8	7	—	—	—	—	0.185 1	0.160 5	0.117 6	0.129 6	
V <sub>5</sub>	4 100	44	—	—	—	—	—	24	17	12	—	—	—	—	—	0.272 7	0.226 7	0.196 7	
V <sub>6</sub>	4 200	44	—	—	—	—	—	—	—	13	11	—	—	—	—	—	—	0.173 3	0.180 3
V <sub>7</sub>	4 300	31	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	0.181 9

注: V<sub>1</sub>~V<sub>4</sub>. 急尖长苞冷杉林; V<sub>5</sub>. 杜鹃林; V<sub>6</sub>. 方枝柏—杜鹃林; V<sub>7</sub>. 方枝柏林; V<sub>8</sub>. 高山灌丛; 下同。

Note: V<sub>1</sub>~V<sub>4</sub>. *Abies georgei* var. *smithii* forest; V<sub>5</sub>. *Rhododendron aganniphum* forest; V<sub>6</sub>. *Sabina-saltuaria* and *Rhododendron aganniphum* forest; V<sub>7</sub>. *Rhododendron aganniphum* forest; V<sub>8</sub>. *Rhododendron nivale* shrub; the same as below.

2.4 α 多样性指数

多样性指数分布情况与地面生藓类植物基本相同; 其中, 海拔 4 200 m 处 Shannon-Wiener 指数值最高, 达到了 2.66; 海拔 4 345 m 处的指数值最低, 为 1.74。可见海拔 4 200 m 林下藓类植物的物种丰富度最高, 海拔 4 345 m 处的物种丰富度最低。Pielou 种间均匀度 ( $J_H$ ) 比较平缓, 不同海拔  $J_H$  值变化范围为 0.59~0.70 之间。海拔 4 345、4 300、4 200、4 100、4 000、3 900、3 800 和 3 700 m 的地面生藓类植物种间均匀度为 0.62、0.65、0.71、0.68、0.70、0.66、0.64 和 0.67。分析其原因, 可能是不同海拔梯度的地面生藓类植物种类的差异造成的。

2.5 β 多样性指数

由表 5 可知: 海拔 3 800 m 和 4 000 m 的 β 多样性指数为最大, 达到了 0.934 3, 这说明了该区地面生藓类植物在海拔 3 800~4 000 m 的变化幅度最大。海拔 3 900 m 和 4 345 m 之间的 β 多样性指数为最小, 为 0.321 1。其原因可能为这两个样方内的物种数较少 (分别为 23 种和 17 种), 而共有种数相对多, 故造成 β 多样性指数最小。

3 讨论

前人研究发现: 西藏色季拉山是中国维管束植物分布的重要区域, 但是该区大部分地区 and 核

表 5 色季拉山 (东坡) 不同海拔地面生藓类 β 多样性的指数测度

Tab. 5 Value of β-diversity index of the mosses at different altitudes in Sygera Mountain (east slope)

植被类型 vegetation type	海拔/m altitude	种数 species number	共有种数 number of common species								种相似性系数 species similarity								
			V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	
V <sub>1</sub>	3 700	31	—	15	14	23	15	14	15	14	—	0.437 9	0.408 7	0.671 5	0.437 9	0.408 7	0.437 9	0.408 7	
V <sub>2</sub>	3 800	41	—	—	17	32	23	24	24	17	—	—	0.496 3	0.934 3	0.671 5	0.700 7	0.700 7	0.496 3	
V <sub>3</sub>	3 900	29	—	—	—	20	21	20	20	11	—	—	—	0.583 9	0.613 1	0.583 9	0.583 9	0.321 1	
V <sub>4</sub>	4 000	37	—	—	—	—	26	29	26	20	—	—	—	—	0.759 1	0.846 7	0.759 1	0.583 9	
V <sub>5</sub>	4 100	44	—	—	—	—	—	20	24	19	—	—	—	—	—	0.583 9	0.437 9	0.554 7	
V <sub>6</sub>	4 200	44	—	—	—	—	—	—	—	23	21	—	—	—	—	—	—	0.671 5	0.613 1
V <sub>7</sub>	4 300	31	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	0.408 7

心地带尚未作过苔藓植物的标本采集,研究工作基础十分薄弱,所以开展色季拉山区域苔藓植物的研究对澄清该区域苔藓植物物种组成有着非常重要的意义;同时能对西藏苔藓植物分布格局的形成、区系的划分提供重要依据。对西藏乃至中国苔藓植物区系形成的历史过程、系统演化和发展具有重要的理论价值。

目前,已有很多研究报告证实了苔藓植物的分布与海拔、植被类型有关系<sup>[27-28]</sup>,在不同的生长环境下苔藓植物的种类、数量、群落等不同。即使在相同环境下苔藓植物的生长、分布也有差异<sup>[29-32]</sup>。石磊等<sup>[33]</sup>研究表明:随着海拔的升高,植被类型发生变化,苔藓植物的生态类型也不断转变;彭涛等<sup>[34]</sup>研究表明:不同生境的苔藓植物种类有明显差异。

在本研究区域海拔3700~4000m之间,由于急尖长苞冷杉林广泛分布,且树势繁茂,造成林内环境相对干燥,地面冷杉林的凋落物较厚,林下植被种类相对单一,故而造成藓类植物分布相对较少。在海拔4000~4200m之间,分布着急尖长苞冷杉、杜鹃和方枝柏以及其他杂木的混交林,植被多样性丰富,林内湿度较大;因此,藓类植物种类最为丰富,其群落组成也较为复杂。在海拔4200m至林线以下位置,主要是杜鹃和方枝柏的混交林,在林线以上则分布着高寒灌木。随着海拔升高,温度降低,气候寒冷干燥,高海拔区域的杜鹃和方枝柏的植株高度出现大幅度降低的现象,乔灌木植株矮小无形中形成了很多的林窗或林隙。在这些区域,阳光照射强烈,环境相对干燥,林下植被比较稀疏,土生藓类植物种类较少。由于该地区不同植被带类型与各自所处的海拔高度关系十分密切,说明海拔高度对该区域地面生藓类植物的分布有一定影响。换言之,低海拔区域的植被类型要多于高海拔区域的植被类型,生活型也呈多样化,苔藓植物数量越多,种类越丰富。这与前人的研究结果是一致的。

西藏色季拉山东坡不同海拔地面生藓类植物物种8个样地的相似性系数在0.089~0.2727之间,其中以V<sub>5</sub>(海拔4100m)和V<sub>6</sub>(4200m)地面生藓类植物的物种相似性最高,共有种数也最多,达到了24种。究其原因,海拔4100m和4200m两处海拔相近,分布着急尖长苞冷杉、

杜鹃和方枝柏以及其他杂木的混交林,植被多样性丰富,林内湿度较大,为藓类植物的生长创造了良好的生境,相应地,本区群落组成也较为复杂,导致共有种数增加。而在以V<sub>2</sub>(海拔3800m,急尖长苞冷杉林)和V<sub>4</sub>(海拔4000m,急尖长苞冷杉林)物种相似性系数最低,为0.089。这是因为在海拔4000m处树木长势繁茂,林内环境相对干燥,地面冷杉林的凋落物较厚,林下植被种类相对单一,故而造成藓类植物分布相对较少。而在低海拔3800m处,虽然分布着急尖长苞冷杉林,但是该区有部分冷杉被砍伐,砍伐基地分布着大小不等的林窗或林隙,在林窗或林隙内分布着茂密的灌木丛和草本,湿度大,导致藓类植物的分布相对丰富。

多样性指数分布情况与地面生藓类植物基本相同,海拔4200m处Shannon-Wiener多样性指数值最高,达到了2.66;海拔4345m处的指数值最低,为1.74。海拔3800m和4000m的 $\beta$ 多样性指数为最大,达到了0.9343,这说明了该区地面生藓类植物在海拔3800~4000m的变化幅度最大。海拔3900m和4345m之间的 $\beta$ 多样性指数为最小,为0.3211。该区地处藏东南腹地,位于湿润区与半湿润区的分界面上,受印度洋湿润季风气流的影响,雨量充沛,垂直气候分异较明显,为苔藓植物的生长提供了良好的生存条件,但由于海拔较高,导致温度较低。每年5月下旬左右山上积雪才开始慢慢融化,到当年10月底植物停止生长,因此,该区域地面生藓类植物的年生长量相对较少,在后期的研究中,有望探究环境因子与藓类植物年生长量之间的关系。由此可见,分布范围邻近,且海拔比较接近的区域,苔藓植物相似性较大;反之,植被类型相距越远,环境因子差别越大的地方,相似性越小。这与汪岱华等<sup>[10]</sup>的研究结果一致。

综上所述,西藏色季拉山(东坡)地面生藓类植物共计24科63属110种。该区地面生藓类植物优势科有曲尾藓科(Dicranaceae)、真藓科(Bryaceae)、丛藓科(Pottiaceae)和灰藓科(Hypnaceae),金发藓科(Polytrichaceae)等,这些各科植物为该地区地面生苔藓植物的主体类群。8个样地的相似性系数在0.089~0.2727之间,多样性指数分布情况与地面生藓类植物基本相同。以上结论不仅丰富了西藏的苔藓植物本底资料,同时

也为今后进一步研究西藏地区苔藓植物提供了有价值的参考资料。

[ 参考文献 ]

- [1] 姜炎彬, 邵小明. 苔藓植物分布及其物种多样性的研究评述[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(3): 385. DOI: [10.3724/SP.J.1142.2010.30385](https://doi.org/10.3724/SP.J.1142.2010.30385).
- [2] 胡人亮. 苔藓植物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.
- [3] 汪庆, 贺善安, 吴鹏程. 苔藓植物的多样性研究[J]. 生物多样性, 1999, 7(4): 332.
- [4] 叶吉, 郝占庆, 于德永, 等. 苔藓植物生态功能研究进展[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1939. DOI: [10.3321/j.issn:1001-9332.2004.10.047](https://doi.org/10.3321/j.issn:1001-9332.2004.10.047).
- [5] LEE J, JOHNSON-GREEN P, LEE E. Correlation between environmental conditions and the distribution of mosses exposed to urban air pollutants[J]. Water Air Soil Pollute, 2004, 153(1): 293. DOI: [10.1023/B:WATE.0000019949.95159.fa](https://doi.org/10.1023/B:WATE.0000019949.95159.fa).
- [6] FREGO K A. Bryophytes as potential indicators of forest integrity[J]. Forest Ecology Manage, 2007, 242(1): 65. DOI: [10.1016/j.foreco.2007.01.030](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.030).
- [7] 曹同, 朱瑞良, 郭水良. 中国首批濒危苔藓植物红色名录简报[J]. 植物研究, 2006, 26(6): 757.
- [8] 吴鹏程. 苔藓植物生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [9] 朱瑞良, 王幼芳, 熊李虎. 苔藓植物研究进展 I. 我国苔藓植物研究现状与展望[J]. 西北植物研究, 2002, 22: 444. DOI: [10.3321/j.issn:1000-4025.2002.02.036](https://doi.org/10.3321/j.issn:1000-4025.2002.02.036).
- [10] 汪岱华, 王幼芳, 左勤, 等. 浙江天目山主要森林类型的苔藓多样性比较[J]. 植物生态学报, 2012, 36(6): 550. DOI: [10.3724/SP.J.1258.2012.00550](https://doi.org/10.3724/SP.J.1258.2012.00550).
- [11] 唐志尧, 方精云. 植物物种多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 20.
- [12] 李文华, 韩裕丰. 西藏森林[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [13] 向巴曲珍, 葛立雯, 王瑞红, 等. 西藏色季拉山急尖长苞冷杉林下苔藓持水性能研究[J]. 水土保持研究, 2014, 21(3): 298. DOI: [10.13869/j.cnki.rswc.2014.03.057](https://doi.org/10.13869/j.cnki.rswc.2014.03.057).
- [14] 邢震. 西藏色季拉山野生观赏植物资源调查研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [15] 高谦. 中国苔藓志: 第一卷[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [16] 高谦. 中国苔藓志: 第二卷[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [17] 高谦, 吴玉环. 中国苔纲和角苔纲植物属志 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [18] 胡人亮, 王幼芳. 中国苔藓志: 第七卷[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [19] 黎兴江. 中国苔藓志: 第三卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [20] 黎兴江. 中国苔藓志: 第四卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [21] 吴鹏程. 中国苔藓志: 第六卷[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [22] 吴鹏程, 贾渝. 中国苔藓志: 第八卷[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [23] 黎兴江. 西藏苔藓植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [24] WHITTAKER R H. Evolution and measurement of species diversity[J]. Taxon, 1972, 21: 213. DOI: [10.2307/1218190](https://doi.org/10.2307/1218190).
- [25] PIEDOU E C. Ecology Diversity[M]. New York: Wiley Inc, 1975.
- [26] CODY M L. Towards a theory of continental species diversities: bird distribution over Mediterranean habitat gradients[M]//CODY M L, DIAMOND M J. Ecology and evolution of communities. Cambridge Massachusetts: Harvard University Press, 1975: 214.
- [27] 王莹莹, 王幼芳, 汪岱华, 等. 千岛湖生境片段化对苔藓植物多样性的影响[J]. 生物多样性, 2011, 29(4): 435. DOI: [10.3724/SP.J.1142.2011.40435](https://doi.org/10.3724/SP.J.1142.2011.40435).
- [28] 李军峰, 贾少华, 王智慧, 等. 喀斯特石漠化过程中苔藓植物多样性即分布与环境的关系[J]. 生态学报, 2015, 34(1): 68. DOI: [10.14108/j.cnki.1008-8873.2015.01.010](https://doi.org/10.14108/j.cnki.1008-8873.2015.01.010).
- [29] 刘欣超, 邵小明, 姜炎彬, 等. 北京市区苔藓植物空间分布与环境关系的研究[J]. 武汉植物研究, 2010, 28(2): 171. DOI: [10.3724/SP.J.1142.2010.20171](https://doi.org/10.3724/SP.J.1142.2010.20171).
- [30] 张元明, 曹同, 潘伯荣. 新疆博格达山地面生苔藓植物物种多样性研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 887. DOI: [10.13287/j.1001-9332.2003.0199](https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.2003.0199).
- [31] 刘艳, 曹同, 王剑, 等. 杭州市区土生苔藓植物分布与生态因子的关系[J]. 应用生态学报, 2008, 19(4): 775. DOI: [10.13287/j.1001-9332.2008.0192](https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.2008.0192).
- [32] 田晔林, 李俊清, 石爱平, 等. 北京百花山自然保护区树附生苔藓植物物种多样性[J]. 生态学杂志, 2013, 32(4): 838. DOI: [10.7525/j.issn.1673-5102.2013.04.003](https://doi.org/10.7525/j.issn.1673-5102.2013.04.003).
- [33] 石磊, 牛克锋, 杨业勤, 等. 黔金丝猴活动区苔藓植物多样性研究[J]. 广西植物, 2011, 31(6): 754. DOI: [10.3969/j.issn.1000-3142.2011.06.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3142.2011.06.010).
- [34] 彭涛, 张朝晖. 贵州香纸沟喀斯特区域苔藓植物多样性研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2010, 28(4): 149. DOI: [10.16614/j.cnki.issn1004-5570.2010.04.024](https://doi.org/10.16614/j.cnki.issn1004-5570.2010.04.024).

责任编辑: 何馨成