

祁连山不同景观类型中苔藓植物物种多样性研究

王挺杨¹, 官飞荣¹, 王强², 吴玉环^{1,3*}

(1. 杭州师范大学生命与环境科学学院, 杭州 310036; 2. 浙江自然博物馆, 杭州 310014;

3. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

摘要: 通过对祁连山不同景观类型中的苔藓植物进行样方调查与物种组成统计, 采用物种相似性系数、多样性指数对苔藓植物物种多样性进行了分析。结果表明, 30 个 10 m × 10 m 的样地内共计苔藓植物 19 科 34 属 48 种, 其中优势科(≥3 种)有 6 科, 含 19 属 31 种, 分别占本地区苔藓植物总属数和总种数的 55.88% 和 64.58%。在 5 种景观类型中, 针叶林带和高山灌丛带分布的苔藓植物物种相似性最高(相似性系数为 0.5357); 河岸带和高山草甸带分布的苔藓植物物种相似性最低(为 0), 表现出祁连山地区苔藓植物分布的丰富性和复杂性; 高山灌丛带分布的苔藓植物物种多样性指数最高, 但针叶林带苔藓植物最为丰富, 是祁连山苔藓物种多样性保护的关键区域。

关键词: 苔藓植物; 物种多样性; 祁连山

中图分类号: Q949.35

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2015)04-0466-06

Study on Bryophyte Species Diversity in Different Landscapes in Qilian Mountain

WANG Ting-Yang¹, GUAN Fei-Rong¹, WANG Qiang², WU Yu-Huan^{1,3*}

(1. College of Life and Environmental Sciences, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, China; 2. Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou 310014, China; 3. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China)

Abstract: In this paper, a sampling survey was conducted on the bryophytes in different landscapes of Qilian Mountain, with species composition, similarity, and species diversity index investigated. Nineteen families, 34 genera, and 48 species of bryophytes were found. There were six dominant families, including 19 genera and 31 species, accounting for 55.88% of total genera and 65.58% of total species, respectively. The species similarity between coniferous forest and the alpine scrub belt was the highest (0.5357), while that between riparian forest and the alpine meadow belt was the lowest (0). Results showed that the bryoflora of Qilian Mountain was rich and complex. Although the species diversity index of the alpine scrub belt was the highest, the bryophyte community in the coniferous forest belt had the richest species diversity, indicating it was a key area for bryophyte species diversity conservation in Qilian Mountain.

Key words: Bryophytes; Species diversity; Qilian Mountain

苔藓植物是从水生向陆生过渡的高等植物中的一大族群^[1], 约有 21 000 种^[2], 仅次于被子植物。虽然苔藓植物个体微小、结构简单, 但具有特殊的生理机制, 能在其他陆生植物难以生存的环境中生长繁衍。苔藓植物具有一定的应用价值, 即利

用苔藓植物对环境污染和全球气候变化进行指示和监测^[3], 这也是当前研究的热点和前沿课题之一。早期的苔藓植物多样性研究多为定性研究, 20 世纪 70 年代以后才有了用数学统计方法的定量研究, 且多见于国外文献报道。《中国生物物种名录》^[4]记载

收稿日期: 2014-11-14, 退修日期: 2014-12-26。

基金项目: 国家自然科学基金项目(30970188, 41461010)。

作者简介: 王挺杨(1989-), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物生态学(E-mail: wangtingyang@163.com)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: yuhuanwu@hznu.edu.cn)。

我国有苔藓植物 117 科 560 属 3340 余种，其中对山地苔藓植物物种多样性的研究较多，如对西天目山^[5]、百山祖^[6]、龙王山^[7]、长白山^[8]和博格达山^[9]的苔藓植物研究，而对祁连山苔藓植物的研究较少。2007 年吴玉环等^[10]报道祁连山有苔藓植物 327 种(含属下分类单位)，并提供了详细的苔藓植物名录，但没有对苔藓植物物种多样性进行定量研究。我们通过样方调查，对祁连山不同景观类型中苔藓植物种类分布及其多样性进行研究，以期祁连山地区苔藓植物多样性保护提供基础资料。

1 研究地点及方法

1.1 研究地点概况

祁连山地理位置为北纬 36°30′~39°30′，东经 93°30′~103°，位于甘肃、青海两省交界处，西起

当金山口，东到甘肃省界，南靠柴达木盆地，北临河西走廊，是甘肃省境内最重要的山系，也是我国著名的高大山系之一。祁连山大部分海拔在 4000 m 以上，年均气温 0℃~4℃以下，年降水量 300~400 mm 之间，年均蒸发量 1200 mm 左右，全年无霜期 90~120 d，年均日照时数 2130.5 h，属大陆性高寒半干旱气候^[11]。

1.2 野外调查

采用样方调查法对祁连山中段的祁连、西水不同海拔高度的植被景观类型中的苔藓植物进行调查。由于祁连山地区植被景观随海拔高度变化明显，所以根据不同海拔和植被外貌将植被划分为河岸带、针叶林带、高山灌丛带、高山草地带和高山草甸带 5 种景观类型。在 5 种景观类型中设立 10 m × 10 m 的样地共 30 个(表 1)，每个样地内

表 1 30 个样地的景观类型

Table 1 Landscape types of study sites

样地 Site	地点 Location	海拔 (m) Altitude	景观类型 Landscape types	物种 Species
1	肃南西水	3620	高山草甸带	箭叶锦鸡儿 <i>Caragana jubata</i> (Pall.) Poir.、珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i> L.、三穗苔草 <i>Carex tristachya</i> Thunb.
2	肃南西水	3600	高山灌丛带	高山柳 <i>Salix cupularis</i> Rehd.、箭叶锦鸡儿
3	肃南西水	3580	高山灌丛带	金缕梅 <i>Hamamelis mollis</i> Oliv.、珠芽蓼、三穗苔草、毛茛 <i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.、蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i> Hand. -Mazz.
4	肃南西水	3440	高山灌丛带	金缕梅、高山柳、箭叶锦鸡儿
5	肃南西水	3360	高山灌丛带	金缕梅、高山柳、箭叶锦鸡儿、高山绣线菊 <i>Spiraea alpine</i> Pall.
6	肃南西水	2670	针叶林带	青海云杉 <i>Picea crassifolia</i> Kom.
7	肃南西水	2700	针叶林带	青海云杉
8	肃南西水	2680	高山灌丛带	小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i> Lam.
9	肃南西水	2710	高山灌丛带	小叶锦鸡儿
10	肃南西水	3240	高山灌丛带	高山柳、箭叶锦鸡儿、珠芽蓼、芒草 <i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.
11	肃南西水	3230	高山灌丛带	青海云杉、箭叶锦鸡儿、高山柳
12	肃南西水	3100	针叶林带	青海云杉
13	肃南西水	2940	针叶林带	青海云杉
14	肃南西水	2820	高山草地带	马蔺 <i>Iris lactea</i> Pall.、珠芽蓼、三穗苔草
15	肃南西水	2760	高山草地带	针茅 <i>Stipa capillata</i> L.、冰草 <i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.
16	祁连扎麻什	3050	针叶林带	青海云杉
17	祁连扎麻什	3130	针叶林带	青海云杉
18	祁连扎麻什	3120	针叶林带	青海云杉
19	祁连扎麻什	3100	针叶林带	青海云杉
20	祁连扎麻什	3050	针叶林带	青海云杉
21	祁连章胜台	3530	高山灌丛带	高山柳、箭叶锦鸡儿、珠芽蓼
22	祁连章胜台	3480	高山灌丛带	高山柳、箭叶锦鸡儿、金缕梅、珠芽蓼
23	祁连章胜台	3300	针叶林带	青海云杉
24	祁连章胜台	3160	高山草地带	三穗苔草
25	祁连章胜台	3120	高山草地带	三穗苔草、珠芽蓼、毛茛
26	祁连拉洞沟	3190	针叶林带	祁连圆柏 <i>Sabina przewalskii</i> Kom.
27	祁连拉洞沟	3250	针叶林带	祁连圆柏
28	祁连八宝河	2780	河岸林带	青杨 <i>Populus cathayana</i> Rehd.
29	祁连八宝河	2770	河岸林带	多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.
30	祁连八宝河	2770	河岸林带	青杨、沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i> L. ssp. <i>sinensis</i> Rousi、多枝怪柳

设 50 cm × 50 cm 的样方 16 个, 样方间隔 2 m, 于每个样方内再用细线划分成 400 个小方格, 以提高样方中植物盖度估算精确度。记录每样方中苔藓植物的种类和盖度, 并采集苔藓样品带回实验室进行种类鉴定。以每种苔藓植物在样方中的平均盖度作为样地的盖度。

1.3 分析方法

根据野外调查结果, 从整体上分析祁连山地区苔藓植物分布特点及不同景观类型中的苔藓植物丰富度情况; 定量比较不同景观类型中苔藓植物的物种多样性, 对各景观类型苔藓植物物种相似性及物种多样性指标进行计算。

物种相似性系数采用 Sprenson 公式^[12]计算:

$$S = 2C / (A+B) \times 100\% \quad (1)$$

式中, A 为甲地区的物种总数, B 为乙地区的物种总数, C 为甲乙两地共有的物种数, S 为物种相似性系数。

物种多样性指数采用以下公式计算^[13]:

$$\text{Shannon-Wiener 指数: } H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$\text{Simpson 指数: } D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (3)$$

式中, P_i 为物种 i 在样地内所占的盖度比; S 为该类型植被带中样地数量。

2 结果与分析

2.1 祁连山苔藓植物多样性

已有研究表明, 祁连山地区共有苔藓植物 38 科 126 属 327 种(含种下分类单位), 其中苔类 8 科 10 属 12 种, 藓类 30 科 116 属 315 种(包括 1 个亚种和 16 个变种)^[10]。我们此次对祁连山 30 个样地的样方调查共采集苔藓植物 19 科 34 属 48 种(表 2)。其中, 大于或等于 3 种的优势科有 6 科, 分别为牛毛藓科(Ditrichaceae)、丛藓科(Pottiaceae)、真藓科(Bryaceae)、灰藓科(Hypnaceae)、青藓科(Brachytheciaceae)和柳叶藓科(Amblystegiaceae)。此 6 科中, 牛毛藓科、青藓科、真藓科和柳叶藓科植物生活在潮湿荫蔽的环境中, 而丛藓科和灰藓科植物较能耐旱, 反映出祁连山苔藓植物主要集中分布在阴暗潮湿的生境、少数分布在较为干旱生境的特点。

从表 3 可看出, 虽然在此次调查中采集到的苔藓植物优势科仅 6 科, 但所含属数(19 属)占总属数的 55.88%, 种数(31 种)占总种数的 64.58%, 表明这 6 科在本地区苔藓植物中占优势地位。其余 13 科占总科数的 68.42%, 但所含属数(15 属)仅占总属数的 44.12%, 所含种数(17 种)占总种数的 35.42%。

本次采集到苔类植物有 3 种, 分别为钝瓣大萼苔(*Cephalozia ambigua* Mass.)、卵叶羽苔(*Plagiochila ovalifolia* Mitt.)和秃瓣无褶苔(*Leiocolea obtuse* (Lindb.) Bruch.), 仅占苔藓总种数的 6.25%。苔类多分布在森林覆盖率高、降水量大、空气较潮湿的地方, 本次调查到的苔类植物较少可能与样地所在位置属于干旱半干旱地区有关。

2.2 不同景观类型中苔藓植物种类组成

祁连山景观类型随海拔高度和水热分布而变化, 其样地内苔藓植物的分布和种类组成也发生相应改变。5 种景观类型中苔藓植物物种组成及分布如下(表 4):

河岸林带: 分布海拔 2770 m 左右, 主要景观植物以青杨、多枝怪柳和沙棘林为主。有苔藓植物 4 科 5 属 5 种, 主要分布有垂蒴真藓及牛角藓等低海拔、喜湿及耐人为干扰的种类。

针叶林带: 分布海拔 2670~3250 m, 以青海云杉和祁连圆柏为建群种。有苔藓植物 13 科 18 属 22 种, 主要分布有秃瓣无褶苔、卵叶羽苔、山羽藓、厚角绢藓、对叶藓、真藓、三洋藓、反叶对齿藓、垂枝藓、拟垂枝藓、匙叶毛尖藓和假从灰藓等。

高山灌丛带: 分布海拔 2680~3600 m, 以金缕梅、高山柳、箭叶锦鸡儿及高山绣线菊为优势种。有苔藓植物 15 科 26 属 34 种。因该地区生境类型多样, 有溪流经过而形成较为湿润的环境, 适宜苔藓生长, 因此分布的苔藓植物种类最多, 主要有土生对齿藓、折叶扭藓、山赤藓、毛尖羽藓、扭叶牛毛藓、细牛毛藓、青藓、拟金发藓及秃瓣无褶苔等。

高山草地带: 分布海拔 2760~3160 m, 优势植物为马蔺、珠芽蓼、三穗苔草、针茅、冰草及毛茛。有苔藓植物 6 科 7 属 8 种, 主要分布有极地真藓、反叶对齿藓、卷叶丛本藓等种类。

表 2 祁连山 30 个样地中分布的 48 种苔藓植物
Table 2 List of 48 bryophyte species in 30 sites in Qilian Mountain

序号 No.	种名 Species	序号 No.	种名 Species
1	钝瓣大萼苔 <i>Cephalozia ambigua</i> Mass.	25	灰藓 <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
2	秃瓣无褶苔 <i>Leiocolea obtuse</i> Buch.	26	平叶毛口藓 <i>Trichostomum planifolium</i> (Dix.) Zander.
3	卵叶羽苔 <i>Plagiochila ovalifolia</i> Mitt.	27	三洋藓 <i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske
4	对叶藓 <i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	28	北方墙藓 <i>Tortula leucostoma</i> (R. Brown) Hook. & Grev.
5	大对齿藓 <i>Didymodon giganteus</i> (Funck.) Jur.	29	近缘紫萼藓 <i>Grimmia longirostris</i> Hook.
6	扭叶牛毛藓 <i>Ditrichum gracile</i> (Mitt.) Kuntze.	30	高山矮齿藓 <i>Bucklandiella sudetica</i> (Funck) Bednarek-Ochyra & Ochyra.
7	细牛毛藓 <i>Ditrichum flexicaule</i> (Schwaegr.) Hampe	31	东亚毛灰藓 <i>Homomallium connexum</i> (Card.) Broth.
8	泛生丝瓜藓 <i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.	32	石芽藓 <i>Stegonia latifolia</i> (Schwaegr.) Vent. ex Broth.
9	直毛曲尾藓 <i>Dicranum montanum</i> Hedw.	33	牛角藓 <i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce
10	拟金发藓 <i>Polytrichastrum alpinum</i> (Hedw.) G.L. Smith	34	柳叶藓长叶变种 <i>Amblystegium serpens</i> var. <i>juratzkanum</i> (Schimp.) Rau & Herv.
11	尖叶大帽藓 <i>Encalypta rhamnifolia</i> Schwaegr.	35	极地真藓 <i>Bryum arcticum</i> (R. Brown) Bruch & Schimp.
12	垂枝藓 <i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb.	36	真藓 <i>Bryum argenteum</i> Hedw.
13	卷叶丛本藓 <i>Anoetangium thomsonii</i> Mitt.	37	青藓 <i>Brachythecium pulchellum</i> Broth & Paris
14	墙藓 <i>Tortula subulata</i> Hedw.	38	垂蒴真藓 <i>Bryum uliginosum</i> (Brid.) Bruch & Schimp.
15	尖叶对齿藓芒尖变种 <i>Didymodon constrictus</i> var. <i>flexicuspis</i> (P.C. Chen) Saito	39	拟疣胞藓 <i>Clastobryopsis planula</i> (Mitt.) Fleisch.
16	拟垂枝藓 <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.	40	具缘提灯藓 <i>Mnium marginatum</i> (With.) P. Beauv.
17	长尖对齿藓 <i>Didymodon ditrichoides</i> (Broth.) X.J. Li	41	刺叶提灯藓 <i>Mnium spinosum</i> (Voit.) Schwaegr.
18	反叶对齿藓 <i>Didymodon ferrugineus</i> (Schimp. & Besch.) Hill.	42	厚角绢藓 <i>Entodon concinnus</i> (De Not.) Paris
19	土生对齿藓 <i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H. Zander	43	柱蒴绢藓 <i>Entodon challengerii</i> (Paris) Cardot
20	高山大丛藓 <i>Molendoa sendtneriana</i> (Bruch & Schimp.) Limpr.	44	毛尖藓 <i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout
21	假丛灰藓 <i>Pseudostereodon procerrimum</i> (Mol.) Fleisch.	45	匙叶毛尖藓 <i>Cirriphyllum cirrosum</i> (Schwaegr.) Grout
22	山赤藓 <i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) Web. & Mohr	46	山羽藓 <i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) Fleisch.
23	折叶扭藓 <i>Tortella fragilis</i> (Hook. & Wils.) Limpr.	47	羽枝青藓 <i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.
24	直叶灰藓 <i>Hypnum vaucheri</i> Lesq.	48	毛尖羽藓 <i>Thuidium plumulosum</i> (Dozy & Mol.) Dozy & Mol.

表 3 祁连山苔藓植物优势科统计 (≥3 种)
Table 3 Statistics of dominant bryophytes in Qilian Mountain

序号 No.	科 Family	属数 Genus number	占总属数 % Percentage	种数 Species number	占总种数 % Percentage
1	丛藓科 Pottiaceae	8	23.53	13	27.08
2	灰藓科 Hypnaceae	2	5.88	4	8.33
3	真藓科 Bryaceae	2	5.88	4	8.33
4	青藓科 Brachytheciaceae	2	5.88	4	8.33
5	牛毛藓科 Ditrichaceae	2	5.88	3	6.25
6	柳叶藓科 Amblystegiaceae	3	8.82	3	6.25
	合计 Total	19	55.88	31	64.58

表 4 祁连山不同景观类型中苔藓植物分布
Table 4 Moss distribution in different landscape types of Qilian Mountain

景观类型 Landscape type	苔藓植物 Moss		
	科 Family	属 Genus	种 Species
河岸林带 Riparian forest	4	5	5
针叶林带 Coniferous forest	13	18	22
高山灌丛带 Alpine scrub	15	26	34
高山草地带 Alpine grassland	6	7	8
高山草甸带 Alpine meadow	5	10	11

高山草甸带：分布海拔 3620 m 左右，灌丛类植物以箭叶锦鸡儿为优势种，草本以珠芽蓼和三穗苔草为优势种。有苔藓 5 科 10 属 11 种，主要分布有土生对齿藓、灰藓及泛生丝瓜藓等。

此外，针叶林带和高山灌丛带苔藓植物种类明显多于其他景观类型，丛藓科和灰藓科在各个景观类型中均有分布。苔类只在针叶林带、高山灌丛带中有分布。

2.3 不同海拔景观类型分布的苔藓植物物种相似性

物种相似性是指群落或样地间植物种类组成的相似或相异程度,是群落分析的重要指标,可用于分析不同样地或群落类型间苔藓植物种类组成的相关程度^[14]。对祁连山不同景观类型中苔藓植物物种相似性比较可见(表5),针叶林带和高山灌丛带中的苔藓植物物种相似性最高(0.5357),共有种最多(15种),其他3种景观类型之间苔藓植物物种相似性均较低(相似性系数均低于0.5),苔藓植物种类组成差异较大。

针叶林带和高山灌丛带在所有景观类型中共有物种数量最多,其原因可能是这两个景观类型海拔接近,在2760~3160 m的阳坡和阴坡附近重合,环境因子变化幅度小。河岸林带和高山草甸带的相似性系数为0,共有物种数也为0,可能是因为两者海拔相差1000 m,环境条件差异较大所致。河岸林带海拔较低、年均温度较高、人为干扰较大;而高山草甸带海拔较高、年均温度较低、人为干扰较小。

2.4 祁连山苔藓植物多样性

采用Simpson指数和Shannon-Wiener指数对祁连山苔藓植物多样性的分析结果表明,两者的变化规律基本一致。以高山灌丛带的苔藓植物多样性指数最高,其次是针叶林带、高山草甸带及高山草

地带,而河岸林带苔藓植物多样性指数最低(表6)。

一般情况下,山地中物种多样性指数最高的应出现在森林带,但本研究中针叶林带的多样性指数明显低于高山灌丛带。在祁连山5个景观类型中,虽然高山灌丛带的多样性指数最高,但针叶林带中的苔藓植物仍然最丰富。在针叶林内,不少样地苔藓植物分布极多,山羽藓盖度最高达95%以上。

3 讨论

本次样方调查祁连山共计有苔藓植物19科34属48种。其中优势科6科,分别为牛毛藓科、丛藓科、真藓科、灰藓科、青藓科和柳叶藓科,含19属31种,分别占总属数的55.88%和总种数的64.6%,特别是丛藓科和灰藓科在各海拔均有分布。本次调查仅在针叶林带、高山灌丛带中发现有3种苔类分布,这与祁连山较为干燥的气候条件相吻合。

不同景观类型中分布的苔藓植物种类和盖度各不相同。高山灌丛带因生境类型多样,苔藓植物种类最为丰富,达34种,其次是针叶林带22种,高山草甸带11种,高山草地带8种,河岸林带5种。祁连山中海拔区域分布的苔藓植物种类最多,这与山地苔藓植物垂直分布的一般规律相吻合。本

表5 祁连山不同景观类型苔藓植物物种相似性比较

Table 5 Comparison of species similarity of bryophytes in different landscape types of Qilian Mountain

景观类型 Landscape type	共有种数 Common species					相似性系数 Similarity index				
	河岸林带 Riparian forest	针叶林带 Coniferous forest	高山灌丛带 Alpine shrubland	高山草地带 Alpine grassland	高山草甸带 Alpine meadow	河岸林带 Riparian forest	针叶林带 Coniferous forest	高山灌丛带 Alpine shrubland	高山草地带 Alpine grassland	高山草甸带 Alpine meadow
河岸林带 Riparian forest	-	1	2	2	0	-	0.0741	0.1026	0.3077	0
针叶林带 Coniferous forest	-	-	15	3	1	-	-	0.5357	0.2000	0.0606
高山灌丛带 Alpine shrubland	-	-	-	7	7	-	-	-	0.3333	0.3111
高山草地带 Alpine grassland	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0.1053
高山草甸带 Alpine meadow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表6 不同景观类型的苔藓植物多样性指数比较

Table 6 Comparison of bryophyte diversity index in different landscape types

指数 Index	河岸林带 Riparian forest	针叶林带 Coniferous forest	高山灌丛带 Alpine shrubland	高山草地带 Alpine grassland	高山草甸带 Alpine meadow
Shannon-Wiener 指数	1.4942	2.7962	3.3551	2.0198	2.3979
Simpson 指数	0.7500	0.9252	0.9604	0.8595	0.9091

地区不同景观类型间苔藓物种的 Sprenson 相似性系数在 0~0.5357 之间, 除针叶林带和灌丛带相似性较高(0.5357)、共有种较多(达 15 种)外, 其他 3 个景观类型之间相似性比较低, 分布的苔藓种类差异较大。

Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数反映出的苔藓植物多样性基本一致。其中以高山灌丛带多样性指数最高, 河岸林带多样性指数最低。虽然高山灌丛带的苔藓植物种类最多, 但仍以针叶林带苔藓植物最丰富, 因此在不同景观类型中, 针叶林带的苔藓植物丰富度最高, 是祁连山苔藓植物多样性保护的关键地区。

苔藓植物是高等植物中最简单的类群, 在自然界中有着特殊的生态作用, 是自然生态系统的重要组成部分。苔藓植物的生境条件直接影响苔藓植物种类的分布, 但微环境对苔藓植物的影响更加显著。一般来讲, 天然林下环境优越, 形成了较为稳定的异质性环境^[15], 所以森林地带的苔藓植物多样性会更为丰富^[5,9]。本研究与前人对山体苔藓垂直分布研究的结果基本相同, 但苔藓植物多样性指数略有差异(如高山灌丛带多样性指数最高), 可能是小生境类型较为丰富的缘故。青海云杉林下地面生苔藓盖度最高(一般在 95%以上), 而河岸带人为活动强度大, 土壤基质稳定性差, 苔藓植物仅分布于乔木树干基部附近, 苔藓植物种类和多样性指数都比其他景观类型要低。

Pócs^[16] 研究认为, 苔藓植物区系和有花植物区系有很多相似性, 都具有较高的物种多样性, 但由于苔藓植物易于传播, 因此其特有性比维管植物稍弱; 进化上较为古老的苔藓植物能够在小片合适的生境中生存, 更能反映当地的古生态环境。这也意味着要完全弄清本地区苔藓植物分布及其原因, 需要对当地的气候、地形、植被等变迁做更深入的研究。

参考文献:

- [1] 钟如涛, 陈喜英. 中国苔藓植物研究现状[J]. 林业调查规划, 2009, 34(5): 43-47.
- [2] 田晔林. 北京百花山自然保护区苔藓植物多样性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [3] 吴玉环, 高谦, 程国栋. 苔藓植物对全球变化的响应及其生物指示意义[J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): 895-900.
- [4] 贾渝, 何思. 中国生物物种名录[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 1-525.
- [5] 李粉霞, 王幼芳, 刘丽, 杨淑贞. 浙江西天目山苔藓植物物种多样性的研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17(2): 192-196.
- [6] 朱瑞良, 胡人亮, 麻益杰. 浙江百山祖常绿阔叶林内苔藓植物的研究[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1993(3): 95-104.
- [7] 王中生, 方炎明. 龙王山常绿阔叶林石生藓分布格局的缀块性分析[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2002, 26(1): 32-36.
- [8] 曹同, 郭水良. 长白山主要生态系统苔藓植物的多样性研究[J]. 生物多样性, 2000, 8(1): 50-59.
- [9] 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): 887-891.
- [10] Wu YH, Gao Q. The bryoflora of Mt. Qilian[J]. *Chenia*, 2007, 9: 231-252.
- [11] 孙立彦, 韩国营, 于宁宁, 邵娜, 赵遵田. 祁连山药用苔藓植物资源[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(9): 2181-2182.
- [12] Sprense TA. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons[J]. *Biologiske Skrifter*, 1948, 5(4): 1-34.
- [13] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 陈灵芝. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268-277.
- [14] 李粉霞, 王幼芳, 詹琪芳, 徐波, 翟德逞, 党高弟. 佛坪国家自然保护区地面生苔藓植物物种多样性[J]. 植物生态学报, 2006, 30(6): 919-923.
- [15] 刘俊华, 包维楷. 冷杉天然林下地表主要苔藓斑块生物量及其影响因素[J]. 植物学通报, 2006, 23(6): 684-690.
- [16] Pócs T. Examples of the significance of historical factors in the composition of bryofloras[J]. *Nova Hedwigia*, 1982, 71: 303-309.