

北京百花山自然保护区树附生苔藓植物物种多样性*

田晔林¹ 李俊清² 石爱平¹ 于建军¹ 王文和^{1**}

(¹北京农学院园林学院, 北京 102206; ²北京林业大学林学院, 北京 100083)

摘要 北京百花山保护区树附生苔藓植物共有 13 科 21 属 34 种, 其中优势科有丛藓科 (Pottiaceae)、薄罗藓科 (Leskeaceae)、绢藓科 (Entodontaceae)、木灵藓科 (Orthotrichaceae) 和灰藓科 (Hypnaceae), 优势种有中华细枝藓 (*Lindbergia sinensis*)、金灰藓 (*Pylaisiella polyantha*)、细枝藓 (*L. brachyptera*)、盔瓣耳叶苔 (*Frullania muscicola*) 等。海拔 1200 m 以下地带 (14 种)、海拔 1400 ~ 1500 m 地带 (11 种) 以及海拔 1700 m 以上地带 (10 种) 是百花山树附生苔藓植物垂直分布的 3 个高峰。海拔 1200 ~ 1300 m 为低谷 (5 种)。树附生植物物种 Shannon 指数最大的是白桦 (*Betula platyphylla*) (1.816), 最小的是核桃楸 (*Juglans mandshurica*) (1.500); 山杨 (*Populus davidiana*) 树附生植物的 Pielou 均匀度指数最高 (0.910), 辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 最小 (0.591); 辽东栎 Simpson 指数最大 (0.335), 山杨最小 (0.181); 辽东栎 Patrick 指数最大 (13), 山杨和核桃楸最小 (7)。树附生苔藓植物物种多样性大小与生境、树皮上的裂缝、水湿条件等相关。

关键词 树附生苔藓植物; 物种多样性; 北京百花山自然保护区

中图分类号 Q914184 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2013)4-0838-07

Species diversity of epiphytic bryophytes in Baihua Mountain National Nature Reserve, Beijing. TIA Ye-Lin¹, LI Jun-qing², SHI Ai-ping¹, YU Jian-jun¹, WANG Wen-he^{1**} (¹ College of Gardening, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; ² College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2013, 32(4): 838–844.

Abstract: An investigation was conducted on the species diversity of epiphytic bryophytes in Baihua Mountain National Nature Reserve, Beijing in 2004–2010. A total of 495 specimens were recorded, belonging to 34 species, 21 genera, and 13 families, among which, Pottiaceae, Leskeaceae, Entodontaceae, Orthotrichaceae, and Hypnaceae were the dominant families, and *Lindbergia sinensis*, *Pylaisiella polyantha*, *L. brachyptera*, and *Frullania muscicola* were the dominant species. There were three peaks of the vertical distribution of the epiphytic bryophytes, i. e., altitude <1200 m (14 species), altitude 1400–1500 m (11 species), and altitude >1700 m (10 species), and only 5 species were distributed at altitude 1200–1300 m. Shannon index was the highest for *Betula platyphylla* (1.816) and the smallest for *Juglans mandshurica* (1.500), Pielou evenness index was the highest for *Populus davidiana* (0.910) and the smallest for *Q. liaotungensis* (0.591), Simpson index was the highest for *Q. liaotungensis* (0.335) and the smallest for *P. davidiana* (0.181), and Patrick index was the highest for *Q. liaotungensis* (13) and the smallest for *P. davidiana* and *J. mandshurica* (7). The species diversity indices of the epiphytic bryophytes were related to habitat, bark crack, and water availability.

Key words: epiphytic bryophyte; species diversity; Baihua Mountain National Nature Reserve of Beijing.

物种多样性是群落组织水平的生态学特征之

一,也是生态系统的生态学特征之一。多样性指数和均匀度是反映物种多样性的定量数值。在理论上,如衡量群落的演替,探讨群落的最优物种结构等都具有重要意义;在生产实践中,可作为自然资源的

* 北京市自然科学基金项目 (6072006) 和北京市教委人才强教计划项目 (PHR201008419) 资助。

** 通讯作者 E-mail: wwhals@163.com

收稿日期: 2012-11-02 接受日期: 2013-01-19

保护管理和开展利用的数量指标(彭少麟和王伯荪,1983)。

苔藓植物是森林生态系统中重要的组成成分之一。在温暖湿润的森林里,树木的主干、分枝及凋落的枯枝通常长满了隐花植物(Baur, 1964)。摩洛哥的 Atlas 和 Antiatlas 山有 65 种树附生苔藓植物,其中藓类 63 种,苔类 2 种,树附生苔藓植物主要受气候条件的影响(Draper *et al.*, 2006)。印度尼西亚 Lore Lindu 国家公园有 146 种树附生苔藓植物,下层林木、树干和林冠层的苔藓植物组成截然不同(Sporn *et al.*, 2010)。长白山有丰富的树附生苔藓植物(Koponen *et al.*, 1983)。长白山地区不同森林类型的树附生苔藓植物与海拔、树干离地面的高度、附生树的种类有直接关系,树干倾斜度与倾斜方向也影响到苔藓在树干不同方向上的分布(郭水良和曹同,2000)。上海市区的 43 种树附生苔藓植物的分布与生境、环境污染及人为干扰相关(徐晟翀等, 2006)。垂直梯度上空气湿度的差异可能是造成广东黑石顶树附生苔藓在不同高度分布差异的主要影响因子,不同树种附生苔藓的差异在一定程度上受树皮 pH 的影响,而与树皮含水量无关;同一树种上树附生苔藓的分布在一定程度上受森林类型的影响(刘蔚秋等, 2008)。附生在贵阳市刺槐(*Robinia pseudoacacia*)上的 14 种树附生苔藓植物的分布与树皮的粗糙程度、集水能力、环境湿度、光照及树干的倾斜度息息相关(左思艺和张朝晖, 2011)。云南哀劳山木果柯林 65 种树附生苔藓植物的分布与树皮的 pH 值、原始森林的林龄、树龄和样点的开阔程度等有关(Song *et al.*, 2011)。昆崙山木生苔藓群落种类较少,仅占昆崙山苔藓植物总种数的 23.67%,且多为凤尾藓科(Fissidentaceae)、树生藓科(Erpodiaceae)、青藓科(Brachytheciaceae)、绢藓科(Entodontaceae)等几个科的苔藓植物(黄正莉, 2012)。

北京百花山自然保护区是以保护暖温带华北石质山地次生落叶阔叶林生态系统为主的自然保护区,特殊的地理位置和典型的山地森林生态系统,使其成为华北石质山地重要的生物多样性最为丰富的地区之一,其种子植物多样性的研究比较全面(罗菊春,1984;潘家华,1988;刘明旺和任宪威,1992;许彬等,2007),但苔藓植物多样性的研究非常薄弱,树附生苔藓植物的研究报道更少(孙宇等,2003)。研究百花山自然保护区树附生苔藓植物物种多种

性,对揭示华北暖温带山地苔藓植物与种子植物关系、苔藓植物与森林植被共存及森林演替等具有重要的理论意义,也为保护区内森林植被保护和苔藓植物物种多样性保护提供基础理论。

1 研究地区与研究方法

1.1 自然概况

北京百花山自然保护区位于北京市门头沟区清水镇(115°25'E—115°42'E, 39°48'N—40°05'N)。百花山属典型大陆性季风气候,冬季寒冷干燥,最冷月均温-10℃;夏季炎热,最热月均温 21℃。年降水量在 450~720 mm,其中,70%集中在 6—8 月。年积温≥3800℃,全年无霜期 110 d 左右。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法 在 16 m×20 m 的样地内,选择胸径超过 15 cm 的树木,在距离地面 1.5 m 处,分别在东、西、南、北 4 个方向打样方,样方大小为 10 cm×10 cm;用铁丝将 10 cm×10 cm 分隔成 1 cm×1 cm 的小格 100 个,按苔藓出现在格子的交叉处统计。共调查 28 个样地 67 棵树(表 1)。

此外,还调查了 78 棵树,用以研究树附生苔藓植物种类。调查的树种主要是辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、山杨(*Populus davidiana*)、核桃楸(*Juglans mandshurica*)、黄花柳(*Salix sineca*)、板栗(*Castanea mollissima*)、白桦(*Betula platyphylla*)、五角枫(*Acer truncatum*)、山杏(*Siberian apricot*)和榆树(*Ulmus pumila*)等。

表 1 树附生苔藓植物样地及海拔
Table 1 Sites of epiphytic bryophytes

样地	海拔(m)	树种	样地	海拔(m)	树种
s1	1700	白桦	s15	1420	核桃楸
s2	1160	白桦	s16	1380	核桃楸
s3	1130	白桦	s17	1330	核桃楸
s4	1650	白桦	s18	790	山杨
s5	1770	白桦	s19	950	山杨
s6	1200	黄花柳	s20	1120	山杨
s7	1550	黄花柳	s21	1150	山杨
s8	1620	黄花柳	s22	1020	山杨
s9	1690	黄花柳	s23	1260	山杨
s10	1710	黄花柳	s24	1620	山杨
s11	1730	黄花柳	s25	1490	辽东栎
s12	1120	核桃楸	s26	1420	辽东栎
s13	1130	核桃楸	s27	1320	辽东栎
s14	1150	核桃楸	s28	1350	辽东栎

1.3 数据处理

运用反映植物群落物种多样性高低的 Patrick 物种丰富度指数(S)、Shannon 指数(H)、Simpson 多样性指数(D)和反映群落中不同物种多度分布均匀程度的 Pielou 均匀度指数,分别计算地面生苔藓植物和树附生苔藓植物的多样性指数(张金屯, 2004)。

2 结果与分析

2.1 科、属、种的数量统计分析

通过对所采集 495 份树附生苔藓标本的整理、鉴定(高谦和张光初,1977;高谦,1996;白学良和赵遵田,1997;黎兴江,2000;吴鹏程,2002;胡人亮,2005),得出百花山树附生苔藓植物 13 科 21 属 34

种(表 2)。苔类植物仅 1 科 1 属 2 种。

2.1.1 树附生苔藓植物优势科

从表 2 可看出,百花山树附生苔藓植物的优势科(以科内种 ≥ 3 种划分)为丛藓科(Pottiaceae)、薄罗藓科(Leskeaceae)、绢藓科(Entodontaceae)、木灵藓科(Orthotrichaceae)和灰藓科(Hypnaceae)。北京东灵山的树附生苔藓植物仅绢藓科、薄罗藓科的植物超过了 3 种,但没有丛藓科、木灵藓科的植物的出现(孙宇等,2007)。

2.1.2 树附生苔藓植物优势种 根据树附生苔藓植物的平均盖度,百花山树附生苔藓植物的优势种共 9 种(表 3)。其中,专性树附生的种类有 3 种,它们是钟帽藓(*Venturiella sinensis*)、东亚碎米藓(*Fabronia matsumurae*)和八齿碎米藓(*F. ciliaris*),在优

表 2 百花山保护区树附生苔藓植物及其分布海拔
Table 2 Bryophytes on trees in Mt. Baihua

科	属	种	分布海拔(m)
耳叶苔科 Frullaniaceae	耳叶苔属 <i>Frullania</i>	陕西耳叶苔 <i>F. scheasiana</i>	1200 m 以下
		盔瓣耳叶苔 <i>F. musicicola</i>	1200 m 以下,1300 ~ 1700 m
曲尾藓科 Dicranaceae	卷毛藓属 <i>Dicranoweisia</i>	卷毛藓 <i>D. crispula</i>	1500 ~ 1600 m
丛藓科 Pottiaceae	链齿藓属 <i>Desmatodon</i>	粗疣链齿藓 <i>D. raucopapillosum</i>	1400 ~ 1500 m
	赤藓属 <i>Syntrichia</i>	高山赤藓 <i>S. sinensis</i>	1200 m 以下
	墙藓属 <i>Tortula</i>	树生墙藓 <i>T. laevipila</i>	1500 ~ 1600 m
	毛口藓属 <i>Trichostomum</i>	平叶毛口藓 <i>T. planifolium</i>	1400 ~ 1500 m
	小石藓属 <i>Weissia</i>	小石藓 <i>W. controersa</i>	1300 ~ 1400 m
	扭口藓属 <i>Barbula</i>	扭口藓 <i>B. unguiculata</i>	1200 m 以下
	钟帽藓属 <i>Venturiella</i>	钟帽藓 <i>V. sinensis</i>	1200 m 以下,1200 ~ 1300 m
木灵藓科 Orthotrichaceae	木灵藓属 <i>Orthotrichum</i>	条纹木灵藓 <i>O. striatum</i>	1600 ~ 1700 m
	木衣藓属 <i>Drummondia</i>	木灵藓 <i>O. affine</i>	1200 m 以下,1700 m 以上
		中华木衣藓 <i>D. sinensis</i>	1400 ~ 1700 m
		山地紫萼藓 <i>G. montana</i>	1700 m 以上
紫萼藓科 Grimmiaceae	紫萼藓属 <i>Grimmia</i>		
碎米藓科 Fabroniaceae	碎米藓 <i>Fabronia</i>	八齿碎米藓 <i>F. ciliaris</i>	1200 ~ 1500 m
		东亚碎米藓 <i>F. matsumurae</i>	1200 m 以下,1400 ~ 1500 m
		中华细枝藓 <i>L. sinensis</i>	1200 m 以下,1200 ~ 1700 m,1700 m 以上
薄罗藓科 Leskeaceae	细枝藓属 <i>Lindbergia</i>	细枝藓 <i>L. brachyptera</i>	1300 ~ 1500 m,1700 m 以上
		假细罗藓属 <i>Pseudoleskeella</i>	1200 ~ 1300 m
		薄罗藓 <i>L. polycarpa</i>	1200 ~ 1300 m
		细枝薄罗藓 <i>L. gracilescens</i>	1400 ~ 1500 m
	薄罗藓属 <i>Leskea</i>	瓦叶假细罗藓 <i>P. tectorum</i>	1400 ~ 1500 m
牛舌藓科 Anomodontaceae	牛舌藓属 <i>Anomodon</i>	小牛舌藓全缘亚种 <i>A. minor</i> subsp. <i>integerrimus</i>	1600 ~ 1700 m
柳叶藓科 Amblystegiaceae	细湿藓属 <i>Campyliadelphus</i>	多态拟细湿藓 <i>C. proteusus</i>	1200 m 以下
绢藓科 Entodontaceae	绢藓属 <i>Entodon</i>	钝叶绢藓 <i>E. obtusetus</i>	1200 m 以下,1300 ~ 1400 m
		厚角绢藓 <i>E. concinnus</i>	1300 ~ 1400 m,1700 m 以上
		密叶绢藓 <i>E. compressus</i>	1200 m 以下,1500 ~ 1600 m
		尖叶绢藓 <i>E. acutilolius</i>	1200 m 以下,
		亚美绢藓 <i>E. sullivantii</i>	1300 ~ 1400 m
		短柄绢藓 <i>E. micropodus</i>	1200 m 以下
灰藓科 Hypnaceae	金灰藓属 <i>Pylaisiella</i>	金灰藓 <i>P. polyantha</i>	1200 m 以下,1400 ~ 1700 m 以上
		毛灰藓属 <i>Homomallium</i>	
		北方金灰藓 <i>P. selwynii</i>	1700 m 以上
		东亚金灰藓 <i>P. brotheri</i>	1700 m 以上
		东亚毛灰藓 <i>H. connexum</i>	1700 m 以上
		毛灰藓 <i>H. incurvatum</i>	1200 ~ 1400 m

表 3 百花山树附生苔藓植物优势种
Table 3 Dominant species of bryophyte on tree in Mt. Baihua

优势种	平均盖度 (%)
中华细枝藓 <i>Lindbergia sinensis</i>	48.918
金灰藓 <i>Pylaisiella polyantha</i>	10.41
细枝藓 <i>Lindbergia brachyptera</i>	9.078
八齿碎米藓 <i>Fabronia ciliaris</i>	5.24
毛灰藓 <i>Homomallium incurvatum</i>	5.036
盔瓣耳叶苔 <i>Frullania muscicola</i>	4.87
密叶绢藓 <i>Entodon compressus</i>	3.78
东亚碎米藓 <i>Fabronia matsumurae</i>	2.723
钟帽藓 <i>Venturiella sinensis</i>	2.23

势种中所占的比例高达 33.33%。

2.2 不同树种树附生苔藓植物物种多样性

本研究主要调查了 5 种树木,分别是黄花柳、辽东栎、山杨、白桦和核桃楸。附生于其上的苔藓植物的丰富度不同。从图 1 得知,5 种不同树种上的树附生苔藓植物 Shannon 指数最大的是白桦,为 1.8156,最小的是核桃楸,为 1.4996。

Vanderporten 等(2004)指出,在一定的区域范围内,林龄、森林郁闭度、植被处在比较开阔的地方或是刚植上树木的地方对保持树附生苔藓植物的丰富度和多样性都非常重要。本研究的白桦林样地分布在百花山草甸、灵山,地势开阔,这可能是 Shannon 指数最大的原因之一。但本研究结果与孙宇等(2007)研究东灵山树附生苔藓植物时发现附生于白桦的苔藓植物的 Shannon 指数低的结果不同,可能与本研究的调查季节是百花山保护区的雨季及样地所处的位置开阔有关。

山杨上的树附生苔藓植物 Shannon 指数位居第二,是由于实地调查时发现所调查的山杨在离地 1.5 m 处的树皮裂纹较深,能为苔藓植物的生长提

供良好的微生境,加之样方所在地为沟谷内或是沟谷边,湿度较大导致。Smith(1982)的研究得出影响树附生苔藓植物的环境因子有树皮的类型、光照和湿度,这与本研究的结论一致。

黄花柳在百花山保护区分布较多,且其常分布在较湿润的沟谷、溪流边,为苔藓植物的生长提供了湿度较大的生境,因此附生其上的苔藓植物的 Shannon 指数也较高。

从图 1 可以看出,Pielou 均匀度指数除了山杨上附生的苔藓植物的最大,辽东栎上的最小,说明辽东栎为苔藓植物的生长提供了丰富的小生境,使得其物种均匀度最低,物种数最多。而山杨上的 Pielou 均匀度指数最高,这与调查的其实际生境一致,本研究调查的山杨林都为人工林,生境、树的胸径都几乎一致等造成的。

Simpson 指数辽东栎上的最大,其次为核桃楸。辽东栎树干上附生的苔藓植物,偶见种较多,优势种在群落中的地位就突显出来。核桃楸都生长在较湿润的生境,为苔藓植物的生长提供了良好的小生境,因此适合较多种类的生长,Simpson 指数也随之不高(图 1)。

Patrick 指数最大的是辽东栎,其次是白桦,其他三者的区别较小(图 2)。

辽东栎林分布在百花山海拔 800~1600 m 的阳坡、半阳坡和半阴坡,为该保护区分布最广的植被类型之一,常为纯林。本研究的样地取自半阳坡和半阴坡,林内湿度相对较大,加之辽东栎树皮粗糙、凹凸不平,为苔藓植物的生长提供了良好的微生境,因此附生于辽东栎上苔藓植物的 Patrick 指数最大。这与 Smith(1982)的研究结果一致,他认为影响树附生苔藓植物的非生物因子主要是树皮的类型、光照和水分等。

2.3 树附生苔藓植物与海拔的关系

2.3.1 不同海拔树附生苔藓植物种类 通过分析

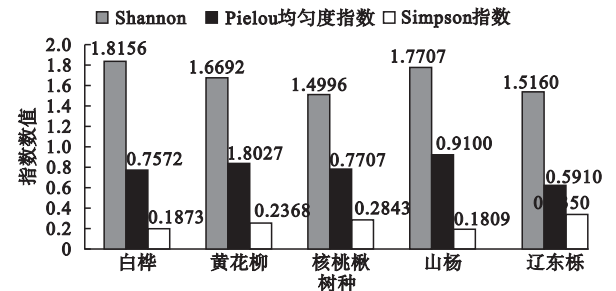


图 1 不同树种树附生苔藓植物 Shannon 指数、Pielou 均匀度指数及 Simpson 指数

Fig. 1 Shannon index, Pielou evenness index and Simpson index of bryophytes on different trees

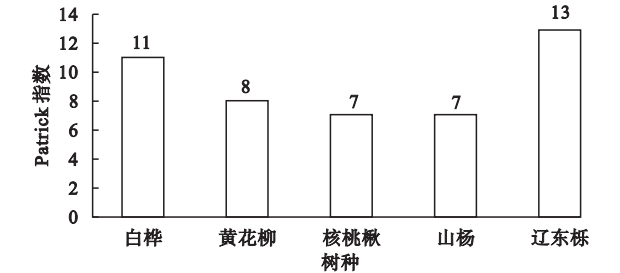


图 2 不同树种树附生苔藓植物 Patrick 指数
Fig. 2 Patrick index of bryophytes on different trees

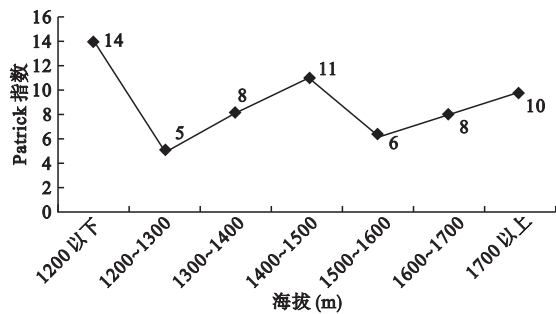


图 3 不同海拔树附生苔藓植物 Patrick 指数
Fig. 3 Patrick index of bryophytes on tree in different altitudes

得出, 百花山树附生苔藓植物在不同的海拔苔藓植物种类的 Patrick 指数不同。不同的海拔苔藓植物的具体分布见表 1。

百花山树附生苔藓植物有 3 个分布高峰: 海拔 1200 m 以下的地带、海拔 1400 ~ 1500 m 的地带以及海拔 1700 m 以上的地带(图 3)。

1200 m 以下的地带, 村落多, 村落边有溪流穿过, 村落前后的植被为分布在沟谷的人工林, 因此, 该地带的林内湿度高, 树附生苔藓植物的种类较多。

1400 ~ 1500 m 分布着次生辽东栎林、核桃楸林, 另也有人工山杨林, 生境都较湿润, 加之辽东栎的树皮粗糙, 为树附生苔藓植物的生长提供了良好的生境, 因此本海拔带的树附生苔藓植物分布也较多。

1700 m 以上的多为次生林, 植被繁茂, 空间开阔, 林内湿度较大, 为树附生苔藓植物的生长提供了良好的水湿条件。

1200 ~ 1300 m 的地带树附生苔藓植物分布最少, 本地带调查的植被主要是华北落叶松林、油松林, 由于华北落叶松和油松的树皮分泌树脂, 苔藓植物很难在其上生长。

中华细枝藓生态幅度宽, 适应性极强, 在本次所调查的海拔带均有分布。其次是盔瓣耳叶苔, 除了在海拔 1200 ~ 1300 m 的地带没有分布外, 其余的海拔高度都有其分布, 说明该种的适应性强, 生态幅度也宽。密叶绢藓和金灰藓在 4 个不同的海拔高度有分布, 分布较广。

此外, 如卷毛藓、粗疣链齿藓、树生墙藓、山地紫萼藓只是偶尔出现, 为伴生种或偶见种, 这与苔藓植物孢子轻小、能随风飘散、遇到合适的小生境就能生长相关。

2. 3. 2 树附生苔藓植物多样性指数与海拔的回归分析 由于本研究的区域为百花山保护区, 地理范围不大, 因此山地海拔特别是由于海拔造成的水、热条件是影响环境因子变化的主导因素。本研究调查的树附生苔藓植物来自百花山海拔 790 ~ 1770 m 的不同地点的植被, 水分条件随着海拔升高而逐渐升高。但是苔藓植物的分布还会受到其他条件的影响, 如树种、人类活动、乔木郁闭度等。

百花山树附生苔藓植物多样性指数与海拔关系不显著, 尤其是 Shannon 指数(图 4)。Shannon 指数包含种类数目和种类中个体分配上的平均性(张金屯, 2004)。百花山树附生苔藓植物仅 34 种, 中华细枝藓、盔瓣耳叶苔、绢藓、密叶绢藓、瓦叶假细罗藓、

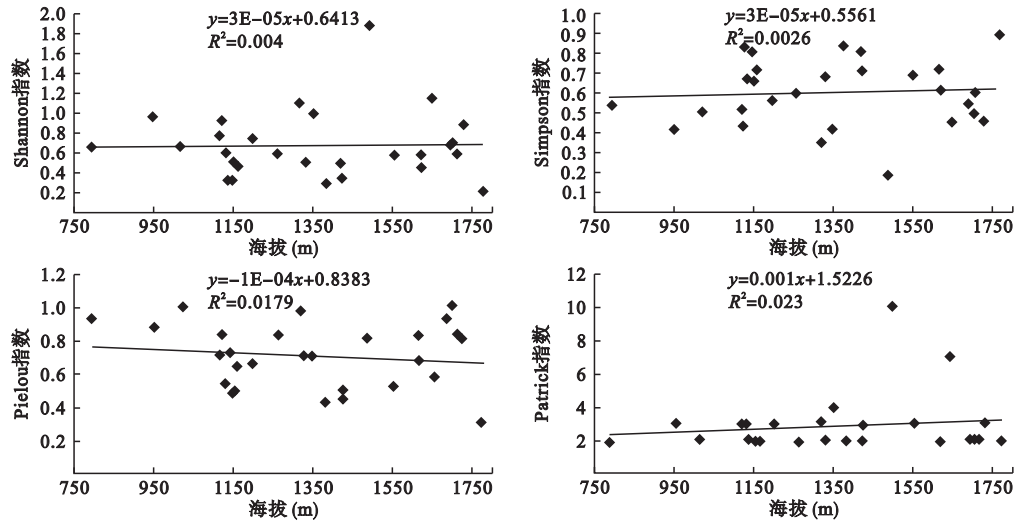


图 4 树附生苔藓植物多样性指数与海拔的回归分析
Fig. 4 Relationships between the Shannon index, Simpson index, Pielou index and Patrick index to bryophytes on different trees and the elevation

金灰藓、北方金灰藓、细枝藓等 8 种为广布种,且几乎所调查的树种上都有分布,钟帽藓、中华木衣藓、条纹木灵藓、八齿碎米藓、东亚碎米藓则为常见专性树附生苔藓植物,分布也极广;其余的则是偶见种。加之虽然本研究选择的样方从 790 ~ 1770 m 都有,但百花山保护区植被内的空气湿度并不大,尤其是在春季、秋季和冬季降水量很少,加之本区温度也不高,因此与其他地区比较(李粉霞,2006)树附生的苔藓植物的种类少,在不同的树种上分布的苔藓植物的种类也相对一致,导致 Shannon 指数与海拔的关系不显著。

Pielou 均匀度指数呈随着海拔的升高呈微弱的下降趋势,这与水分条件随着海拔升高得到改善导致苔藓植物物种种类增多,这与本研究地面生苔藓植物在中山带(海拔 1000 ~ 1600 m)物种最丰富的结果一致,也与本区种子植物的研究结果一致(许彬等,2007)。

Simpson 指数和 Patrick 指数随着海拔的升高有递增趋势。Simpson 指数主要反映优势种在群落中的作用,虽然随着海拔升高 Patrick 指数也在增加,但树附生苔藓植物主要优势种有所减少,增加的只是一些偶见种,它们在群落中作用可以忽略不计。优势种仅有中华细枝藓、瓦叶假细罗藓等适应高海拔的种类,它们在群落中的作用逐渐显著。

3 讨 论

研究发现,百花山树附生苔藓植物优势科中没有苔类植物,佛坪山自然保护区树附生苔藓植物的优势科中苔类植物有 6 科,藓类除了有与百花山相同的灰藓科、木灵藓科、薄罗藓科外,还有平藓科、青藓科、白齿藓科、牛舌藓科,揭示出树附生苔藓植物与其所处的地理位置和气候条件相一致,同时也与调查的方法有关,佛坪山树附生藓类植物的优势科青藓科和平藓科多分布在树基部(李粉霞,2006),而本研究的树附性苔藓植物均采自离地 1.5 m 处的树干。百花山树附生苔类植物种类很少,这与 Draper 等(2006)、徐晟翀等(2006)和刘冰等(2010)的研究结果相似。

百花山树附生苔藓植物中大多数为伴生种或偶见种,说明苔藓植物除了生存的大环境对其有影响,微生境对其的分布影响至关重要,如树皮的裂缝就能给苔藓植物提供生存的环境,加之,苔藓植物的孢子很轻,容易传播到任何可能生存的地方,因此在树

附生苔藓植物中偶尔出现一些地面生苔藓植物与苔藓植物本身的生物学特性息息相关。可解释百花山树附生苔藓植物中丛藓科虽是优势科,但优势种中无丛藓科植物的现象。

本研究中树附生苔藓植物出现了个别土生藓类,如紫萼藓科的山地紫萼藓(*G. montana*),是由于有的样地坡度大(如百花山主峰),在离地 1.5 m 处取样时,取样点与路面几乎挨在一起,因此出现了个别土生种类。

百花山不同海拔带苔藓植物 Patrick 指数、不同树种树附生苔藓植物多样性指数高低与生境、树皮上的裂缝、水湿条件等息息相关,这与许多研究结果相似(Smith,1982;Vanderporten *et al.*,2004)。

致 谢:感谢中国科学院沈阳生态应用研究所高谦研究员鉴定疑难标本。

参考文献

- 白学良,赵遵田. 1997. 内蒙古苔藓植物志. 呼和浩特:内蒙古大学出版社.
- 高 谦,张光初. 1977. 东北藓类植物志. 北京:科学出版社.
- 高 谦. 1996. 中国苔藓植物志(第 2 卷). 北京:科学出版社.
- 郭水良,曹 同. 2000. 长白山森林生态系统树附生苔藓植物分布与环境关系研究. 生态学报, **20**(6): 922-931.
- 胡人亮. 2005. 中国苔藓志(第 7 卷). 北京:科学出版社.
- 黄正莉. 2012. 山东省昆崙山苔藓植物研究(硕士学位论文). 济南:山东师范大学.
- 黎兴江. 2000. 中国苔藓志(第 3 卷). 北京:科学出版社.
- 李粉霞. 2006. 佛坪国家自然保护区苔藓植物的物种和生态系统多样性(博士学位论文). 上海:华东师范大学.
- 刘 冰,姜业芳,李菁等. 2010. 湖南小溪自然保护区树附生苔藓植物研究. 生命科学研究, **14**(1): 34-37.
- 刘明旺,任宪威. 1992. 北京百花山植物种间相关性和植被数量分类. 北京林业大学学报, **14**(4): 77-84.
- 刘蔚秋,戴小华,王永繁,等. 2008. 影响广东黑石顶树附生苔藓分布的环境因子. 生态学报, **28**(3): 1080-1088.
- 罗菊春. 1984. 北京百花山白桦次生林的结构与生产力. 北京林业大学学报, **7**(4): 8-19.
- 潘家华. 1988. 京西百花山地区环境梯度与植物群落. 植物生态学报, **12**(1): 23-30.
- 彭少麟,王伯荪. 1983. 鼎湖山森林群落分析. I. 物种多样性. 生态科学, (1): 1-17.
- 孙 宇,邵小明,刘欣超,等. 2007. 北京东灵山主要森林植被中苔藓植物的物种多样性. 生态学杂志, **26**(11): 1725-1731.
- 吴鹏程. 2002. 中国苔藓志(第 6 卷). 北京:科学出版社.
- 徐晟翀,曹 同,于 晶,等. 2006. 上海市树附生苔藓植

- 物分布格局研究. 西北植物学报, **26**(5): 1053–1058.
- 许彬, 张金屯, 杨洪晓, 等. 2007. 百花山植物群落物种多样性研究. 植物研究, **27**(1): 112–118.
- 张金屯. 2004. 数量生态学. 北京: 科学出版社.
- 左思艺, 张朝晖. 2010. 贵阳市刺槐 *Robinia pseudoacacia* L. 树附生苔藓植物初步调查. 贵州师范大学学报(自然科学版), **28**(4): 79–82.
- Baur G. 1964. The Ecological Basis of Rain Forest Management. New York: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Draper I, Lara F, Albertos B, *et al.* 2003. The epiphytic bryoflora of the Jbel Bouhalla (Rif, Morocco), including a new variety of moss, *Orthotrichum speciosum* var. *brevisetum*. *Journal of Bryology*, **25**: 271–280.
- Draper I, Lara F, Albertos B, *et al.* 2006. Epiphytic bryoflora of the Atlas and AntiAtlas Mountains, including a synthesis of the distribution of epiphytic bryophytes in Morocco. *Journal of Bryology*, **28**: 312–330.
- Koponen T, Gao C, Lou JS, *et al.* 1983. Bryophytes from Mt. Chang Bai, Jilin Province, northeast China. *Annals Botanici Fennici*, **20**: 215–232.
- Smith AJE. 1982. Bryophyte Ecology. London: Chapman and Hall.
- Song L, Liu WY, Ma WZ, *et al.* 2011. Bole epiphytic bryophytes on *Lithocarpus xylocarpus* (Kurz) Markgr. in the Ailao Mountains, SW China. *Ecological Research*, **26**: 61–70.
- Sporn SG, Bos MM, Kessler M, *et al.* 2010. Vertical distribution of epiphytic bryophytes in an Indonesian rainforest. *Biodiversity Conservation*, **19**: 745–760.
- Vanderporten A, Engels P, Sotiaux A. 2004. Trends in diversity and abundance of obligate epiphytic bryophytes in a highly managed landscape. *Ecography*, **27**: 567–576.
-
- 作者简介** 田晔林, 女, 1973年生, 博士, 讲师, 从事苔藓植物学及园林植物资源学研究。E-mail: tianyelin@126.com
- 责任编辑** 王伟
-