

文章编号: 1000-5862(2019)05-0484-06

## 渤海国上京龙泉府宫城遗址 苔藓植物调查与区系分析

丛明旻<sup>1,2</sup> 唐录艳<sup>3</sup> 李金江<sup>2</sup> 徐跃跃<sup>4</sup> 简敏菲<sup>1\*</sup>

(1. 江西师范大学江西省亚热带植物资源保护与利用重点实验室 江西 南昌 330022; 2. 江西师范大学分析测试中心 江西 南昌 330022;  
3. 贵州师范大学生命科学院 贵州 贵阳 550025; 4. 南昌大学经济管理学院 江西 南昌 330031)

**摘要:** 渤海国上京龙泉府宫城遗址是可展现我国盛唐原始风貌的核心区之一,具有重大的科考价值。苔藓植物分布广泛,常附生于遗址本体表面。通过对古都遗址苔藓植物标本采集与分类学鉴定,分析了其科、属、种组成和区系成分特点。结果表明:共记录苔藓植物 35 种,其中苔纲植物 1 种,藓纲植物 34 种(隶属于 7 科 17 属)。在科、属层面,优势科为青藓科(*Brachytheciaceae*)、丛藓科(*Pottiaceae*)及真藓科(*Bryaceae*),总种数占比 68.57%;单种科和寡种科占一定比例,区系具有一定的古老性。优势属为青藓属(*Brachythecium* Bruch & Schimp.)和绢藓属(*Entodon* Müll. Hal.);单种属和寡种属构成主体,总种数占比 62.86%,是物种多样性的主要来源。区系具有一定的复杂性。在种的层面,共划分为 7 个区系地理成分,以东亚成分占主体地位(占 36.36%),北温带成分和中国特有成分也占相当比例(各占 24.24%)。通过与其他 4 个遗址遗迹的对比分析发现,宫城遗址苔藓植物物种相似性与五大连池新期火山最为接近,研究结果为遗址的保护提供科学依据。

**关键词:** 苔藓植物; 区系; 分布区类型; 相似性系数

中图分类号: Q 948.5 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2019.05.08

## 0 引言

1 300 多年前,在我国北方坐着鼎盛辉煌的“海东盛国”——渤海国,其都城上京龙泉府是中世纪亚洲屈指可数的大型都市,被誉为“渤海王城”,国务院于 1961 年将其批准为全国重点文物保护单位<sup>[1]</sup>。该古都遗址由外城、内城和宫城组成,其中宫城遗址是保护的核心,其在建筑工艺水平等方面取得的突出成就,彰显了当时政治稳定、经济繁荣与文化灿烂的盛况,是研究“渤海文明”的活标本。

一个世纪以来,宫城遗址吸引了多国学者来此科考,研究主题集中于考古、历史、建筑史、民族史等学科<sup>[2]</sup>,却罕有涉及生物学科。我国遗址众多,近些年,有报道种子植物与遗址保护的关系<sup>[3-4]</sup>,然而,对遗址本体表面苔藓植物的关注度甚为匮乏。实际上,苔藓植物对遗址遗迹具有双重作用:(i) 苔藓

植物能固定遗址表面土层,减少雨水冲刷、风蚀作用等<sup>[5]</sup>;(ii) 苔藓植物附生于遗址本体表面形成病害<sup>[6]</sup>,加速表面风化,即已危及遗址本体安全后开展的补救性研究,而非预防为主的前期调研。

苔藓植物是最原始的高等植物,利用孢子繁殖,分布广泛,因其植株矮小常被忽视。苔藓植物生命力顽强,能在严酷的环境中定居和繁衍,如在火山生态系统中,是裸岩的先锋植物<sup>[7]</sup>。宫城遗址的建筑材料是取材于镜泊湖世界地质公园附近火山口的玄武岩,其多孔的特性极易滞留随风传播的苔藓植物孢子,由此推测遗址本体有苔藓植物的定殖。以往多倾向于对自然环境中苔藓植物的调查,而遗址生态环境更为脆弱,对遗址表面苔藓植物的调查鲜有报道。

鉴于宫城遗址的原生性和不可再生性,本文通过对遗址表面苔藓植物开展调查,分析其科、属、种组成和区系成分特点。研究结果将为遗址的有效保护提供理论支持,旨在保存遗址的原始风貌,使其释

收稿日期: 2018-08-14

基金项目: 国家自然科学基金(31700168) 江西省亚热带植物资源保护与利用重点实验室开放基金(YRD201901) 江西师范大学博士后科研启动基金和江西师范大学人才引进科研启动基金(12019506) 资助项目。

作者简介: 丛明旻(1986-) 女 河北秦皇岛人 实验师 博士 主要从事苔藓植物学和植物生态学研究。E-mail: earthfairy@sina.com

通信作者: 简敏菲(1969-) 女 江西高安人 教授 博士 博士生导师 主要从事湿地生态学研究。E-mail: jianminfei@jxnu.edu.cn

放真实完整的历史信息,具有重要的理论价值和现实意义.

## 1 研究区概况

渤海国上京龙泉府宫城遗址位于黑龙江省宁安市境内(E 129°06'55.0" ~ 129°10'41.1" N 44°06'09.8" ~

44°08'19.4"),地处牡丹江中游的冲击平原东京城盆地,距享誉世界的镜泊湖世界地质公园 13.4 km<sup>[8]</sup>. 宫城遗址平面观近似方形,由南向北分布着 5 座宫殿,总面积 15.6 km<sup>2</sup>(见图 1). 气候类型为中温带大陆性季风气候,干湿 2 季分明,降雨集中于夏季 7 ~ 8 月,年降雨量 400 ~ 600 mm. 土壤母岩为玄武岩. 植被类型主要有农田、古树及人工草本植物.

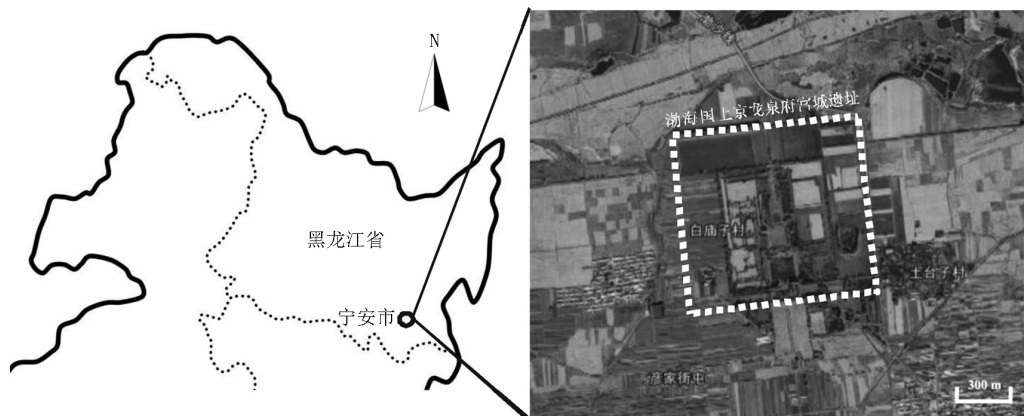


图 1 渤海国上京龙泉府宫城遗址地理位置示意图

## 2 研究方法

### 2.1 标本采集

2017 年 9 月,对宫城遗址苔藓植物以保护性原则采集标本,力避对遗址本体造成机械损伤. 采样点涵盖了遗址本体的墙面、石阶、柱础土面. 将样品装入自封袋,详细记录采样点的经纬度、采集号、生境、着生基质和采集日期等信息. 剔除杂质异物后将其置于阴凉处自然风干,分装至牛皮纸标本袋,共采集苔藓植物标本 216 份.

### 2.2 物种鉴定

先在解剖镜下观察苔藓植物标本干燥状态的形态特征,然后选取完整植株在解剖镜下观察湿润状态的形态特征,并对叶片、叶横切、茎横切、生殖苞、孢子体等结构分别制作临时装片,置于光学显微镜下进行分类学鉴定. 依据《中国苔纲和角苔纲植物属志》<sup>[9]</sup>、《中国苔藓志》<sup>[10-13]</sup>、《东北苔类植物志》<sup>[14]</sup>和《东北藓类植物志》<sup>[15]</sup>定种,参考《中国生物物种名录-苔藓植物》<sup>[16]</sup>归并同物异名的标本. 凭证标本存放于江西师范大学苔藓植物标本室(JXNU).

### 2.3 数据处理

参照吴征镒等<sup>[17-18]</sup>对种子植物科、属分布类型的划分规则,对宫城遗址苔藓植物区系成分进行划分. 不同遗址之间苔藓植物物种相似性系数计算公

式<sup>[19]</sup>为  $S_{\text{相似性系数}} = 2C / (A + B) \times 100\%$ ,其中  $A$  为  $a$  地区全部种数;  $B$  为  $b$  地区全部种数;  $C$  为 2 个地区共有种数.

## 3 结果与分析

### 3.1 宫城遗址苔藓植物物种组成

经鉴定和统计,共记录宫城遗址苔藓植物 35 种,隶属于 2 纲 8 科 18 属,其中苔纲植物 1 科 1 属 1 种,藓纲植物 7 科 17 属 34 种. 可见,藓纲植物物种丰富度远大于苔纲植物,成为优势类群,原因可能是苔纲植物通常喜湿,而研究区域相对干燥.

### 3.2 宫城遗址苔藓植物科、属分析

3.2.1 科的分析 以物种丰富度为标准,结合总种数和科内总种数,将含有 6 种以上的科定为优势科. 表 1 统计结果显示,青藓科(Brachytheciaceae)、丛藓科(Pottiaceae)及真藓科(Bryaceae)出现频率最高,为优势科,共占比 68.57%,构成宫城遗址苔藓植物群落的主体. 其中青藓科共计 12 种,占比 34.29%,是典型的北方植物区系类型<sup>[20]</sup>;丛藓科共计 6 种,占比 17.14%,多数耐旱性较强,常生于岩石表面<sup>[21]</sup>,该科植物的大量出现一定程度上表征了研究区域的气候条件较为严酷;真藓科共计 6 种,占比 17.14%,该科植物的生态位较宽,适应性强,常生于旧屋房顶等地<sup>[11]</sup>. 由此可见,宫城遗址苔藓植物优

势科组成与所处的地理位置和气候特征吻合。

与优势科相对比的是单种科和寡种科,此处单种科是指在宫城遗址仅分布 1 种的科,寡种科是指分布 2~5 种的科。宫城遗址苔藓植物单种科和寡种科分别是 3 个和 2 个,所含种数共占比 31.43%。单种科和寡种科多数是古老残遗的科,结果表明宫城遗址苔藓植物区系具有一定的古老性。

表 1 宫城遗址苔藓植物优势科统计表

优势科	种数	占比/%
青藓科 <i>Brachytheciaceae</i>	12	34.29
丛藓科 <i>Pottiaceae</i>	6	17.14
真藓科 <i>Bryaceae</i>	6	17.14
绢藓科 <i>Entodontaceae</i>	5	14.29
碎米藓科 <i>Fabroniaceae</i>	3	8.57
耳叶苔科 <i>Frullaniaceae</i>	1	2.86
牛舌藓科 <i>Anomodontaceae</i>	1	2.86
薄罗藓科 <i>Leskeaceae</i>	1	2.86
合计	35	100.00

3.2.2 属的分析 结合总种数与属内总种数,将含有 4 种以上的属定为优势属。表 2 统计结果显示,青藓属 (*Brachythecium* Bruch & Schimp.) 和绢藓属 (*Entodon* Müll. Hal.) 为优势属,所含种数为 13 种,占比 37.14%。这表明 2 属植物适合在宫城遗址生存繁衍。

表 2 宫城遗址苔藓植物优势属统计表

优势属	种数	占比/%
青藓属 <i>Brachythecium</i> Bruch & Schimp.	9	25.71
绢藓属 <i>Entodon</i> Müll. Hal.	4	11.43
真藓属 <i>Bryum</i> Hedw.	3	8.57
美喙藓属 <i>Eurhynchium</i> Bruch & Schimp.	3	8.57
短月藓属 <i>Brachymenium</i> Schwägr.	2	5.71
附干藓属 <i>Schwetschkea</i> Müll. Hal.	2	5.71
耳叶苔属 <i>Frullania</i> Raddi	1	2.86
丛本藓属 <i>Anoetangium</i> Schwägr.	1	2.86
小石藓属 <i>Weisia</i> Hedw.	1	2.86
毛口藓属 <i>Trichostomum</i> Bruch	1	2.86
湿地藓属 <i>Hyophila</i> Brid. Bryol.	1	2.86
对齿藓属 <i>Didymodon</i> Hedw.	1	2.86
复边藓属 <i>Cinclidotus</i> P. Beauv.	1	2.86
平蒴藓属 <i>Plagiobryum</i> Lindb.	1	2.86
拟附干藓属 <i>Schwetschkeopsis</i> Broth.	1	2.86
羊角藓属 <i>Herpetineuron</i> (Müll. Hal.) Cardot	1	2.86
叉羽藓属 <i>Leptopterigynandrum</i> Müll. Hal.	1	2.86
赤齿藓属 <i>Erythrodontium</i> Hampe	1	2.86
合计	35	100.00

单种属和寡种属的研究,对于确定区系特征具有重要意义。单种属和寡种属能反映进化的 2 个相

反方向,一是新属的建立,物种尚未分化,在分类和演化上表现为孤立性;另一个是古老属的演化终极,只有少数残遗种<sup>[22]</sup>。此处单种属是指在宫城遗址中仅分布 1 种的属,寡种属是指分布 2~3 种的属。宫城遗址苔藓植物单种属和寡种属分别为 12 个和 4 个,所含种数共占比 62.86%。结果表明,宫城遗址有利于古老残遗类群的保存与新建类群的定居,单种属和寡种属是该区物种多样性的主要来源,区系组成具有复杂性。

### 3.3 宫城遗址苔藓植物区系成分分析

植物区系是一个地区、一定时间、一个类群所有植物的总称,借以反映该区域植物种类组成及特点<sup>[22]</sup>。区系成分构成蕴含大量历史、地理、生态和系统进化信息,厘清宫城遗址苔藓植物区系成分,是对遗址进行有效保护的前提条件之一。依据苔藓植物现代地理分布范围,将宫城遗址的苔藓植物划分为 7 个分布类型(见表 3)。

表 3 宫城遗址苔藓植物区系地理成分组成

序号	区系成分类型	种数	占比/%
1	世界广布成分*	2	-
2	北温带成分	8	24.24
3	泛热带成分	2	6.06
4	旧世界热带成分	1	3.03
5	热带亚洲成分	2	6.06
6	东亚成分	12	36.36
7	中国特有成分	8	24.24
合计		35	100.00

注:世界广布成分未参与百分比计算。

3.3.1 世界广布成分(Cosmopolitan) 系指遍布于世界各大洲,无特殊分布中心。宫城遗址属于该分布类型的苔藓植物仅 2 种,即真藓(*Bryum argenteum* Hedw.) 和丛生真藓(*B. caespitium* Hedw.)。此类物种分布广泛,不能反映区系特点,因此在进行区系地理成分分析时不计入百分比计算。

3.3.2 北温带成分(North Temperate elements) 系指分布于欧洲、亚洲、北美洲温带地区。宫城遗址该分布类型种类较多,共计 8 种,占比达 24.24%,包括毛口藓(*Trichostomum brachydontium* Bruch)、北地对齿藓(*Didymodon fallax* Hedw. R. H. Zander)、复边藓(*Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. Beauv.)、平蒴藓(*Plagiobryum zierii* (Hedw.) Lindb.)、狭网真藓(*Bryum algovicum* Sendt. ex Müll. Hal.)、灰白青藓(*Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch & Schimp.)、长叶青藓(*B. rotaceum* De Not.) 和卵叶青藓(*B. rutabulum* (Hedw.) Bruch & Schimp.)。宫

城遗址苔藓植物区系中有种数众多的北温带成分, 与其地理位置和气候特点相一致.

3.3.3 泛热带成分( Pantropical elements) 系指遍布于东、西两半球热带地区, 有 1 个或数个分布中心, 但在其他地区也有分布, 不少种广布于热带、亚热带甚至温带地区. 宫城遗址仅 2 种, 共占比 6.06%, 为纤枝短月藓( *Brachymerium exile* ( Dozy & Molk.) Bosch & Sande Lac.) 和羊角藓( *Herpeti-neuron toccoeae* ( Sull. & Lesq.) Cardot) .

3.3.4 旧世界热带成分( Old World Tropical elements) 系指分布于亚洲、非洲、大洋洲热带地区及其邻近岛屿, 而与美洲新大陆相区别. 宫城遗址仅 1 种, 占比 3.03%, 为短月藓( *Brachymerium nepalense* Hook.) .

3.3.5 热带亚洲成分( Tropical Asian elements) 系指主要分布于印度、斯里兰卡、缅甸、印度尼西亚、菲律宾及新几内亚等亚洲热带地区, 东面可到斐济等南太平洋岛屿, 但不到澳大利亚大陆, 北缘到达我国西南、华南及台湾, 甚至更北地区. 宫城遗址仅 2 种, 共占比 6.06%, 为缺齿小石藓( *Weissia edentula* Mitt.) 和穗枝赤齿藓( *Erythrodontium julaceum* ( Schwägr.) Paris) .

3.3.6 东亚成分( East Asian elements) 系指从东喜马拉雅分布到日本, 向东北不超过俄罗斯境内的阿穆尔州, 并从日本北部至萨哈林, 向西南不超过越南北部和喜马拉雅东部, 向南最远到达菲律宾、苏门答腊和爪哇. 宫城遗址属于该分布类型的苔藓植物种类最多, 共计 12 种, 占比 36.36%, 包括盔瓣耳叶苔( *Frullania muscicola* Steph.)、卷叶丛本藓( *Anoetangium thomsonii* Mitt.)、花状湿地藓( *Hyophila nymmaniana* ( M. Fleisch.) Menzel)、东亚附干藓( *Schwetschkea laxa* ( Wilson) A. Jaeger)、尖叶美喙藓( *Eurhynchium eustegium* ( Besch.) Dixon)、勃氏青藓( *Brachythecium brotheri* Paris)、尖叶青藓( *B. coreanum* Cardot)、平枝青藓( *B. helminthocladum* Broth. & Paris)、青藓( *B. pulchellum* Broth. & Paris)、柱蒴绢藓( *Entodon challengerii* ( Paris) Cardot)、横生绢藓

( *E. prorepens* ( Mitt.) A. Jaeger) 和绿叶绢藓( *E. viridulus* Cardot) . 上述物种构成宫城遗址苔藓植物区系的主体, 具有显著的东亚特点.

3.3.7 中国特有成分( Endemic to China) 系指以西南诸省为中心, 向西北、东北或向正东方向辐射并分布逐渐减少. 宫城遗址属于该分布类型的苔藓植物种类较多, 共计 8 种, 占比 24.24%, 包括中华附干藓( *Schwetschkea sinica* Broth. & Paris)、台湾拟附干藓( *S. formosana* Nog.)、卷叶叉羽藓( *Leptopterigynandrum incurvatum* Broth.)、狭叶美喙藓( *Eurhynchium coarctum* Müll. Hal.)、小叶美喙藓( *E. filiforme* ( Müll. Hal.) Y. F. Wang et R. L. Hu)、斜枝青藓( *Brachythecium campylothallum* Müll. Hal.)、绿枝青藓( *B. viridefactum* Müll. Hal.) 和长帽绢藓( *Entodon dolichocucullatus* S. Okamura) . 可见, 宫城遗址苔藓植物中国特有性较高, 表现出独特性和复杂性, 与西南地区在植物区系起源上具有一定联系. 依据王荷生等<sup>[23]</sup>的观点, 中国种子植物特有科属以西南为中心沿 2 条路线向北方散布, 其中一条是从横断山北段经青海边缘山地、贺兰山、阴山山脉、燕山到东北. 赵建成<sup>[24]</sup>认为苔藓植物的迁徙是以山体为通道, 由此推测, 苔藓植物中国特有成分的散布路线与种子植物具有一致性.

3.4 宫城遗址与其他遗址遗迹苔藓植物物种相似性比较

植物区系的发展并非孤立, 而是与邻近地区之间存在广泛联系, 将研究区的植物区系与邻近或相似地区进行比较方能客观地揭示植物的分布特点. 为进一步探讨宫城遗址苔藓植物区系特点, 选取国内外 4 个遗址遗迹计算物种相似性系数, 并比较与宫城遗址苔藓植物区系间的亲缘关系( 见表 4) , 分别为五大连池新期火山遗迹<sup>[25]</sup>、统万城遗址<sup>[26]</sup>、提尔门霍裕克遗址<sup>[27]</sup>和阿洪王国遗址<sup>[28]</sup>. 结果表明: 宫城遗址苔藓植物与五大连池新期火山遗迹的物种相似度最高, 共计 11 种( 11.58%) , 这可能是由于 2 者的地理位置较近、气候类型相同、生存基质均为玄武岩. 与陕西省统万城遗址的物种相似度次之, 共计 2 种( 6.56%) , 即真藓和丛生真藓 2 者均为世界广

表 4 宫城遗址与其他遗址遗迹苔藓植物物种相似性系数

遗址遗迹名称	所属地区	气候类型	种数	共有种数	相似性系数 / %
上京龙泉府宫城遗址	黑龙江省牡丹江市	中温带大陆性季风气候	35	—	—
五大连池新期火山遗迹 <sup>[25]</sup>	黑龙江省哈尔滨市	中温带大陆性季风气候	155	11	11.58
统万城遗址 <sup>[26]</sup>	陕西省榆林市	半干旱大陆性季风气候	26	2	6.56
提尔门霍裕克遗址 <sup>[27]</sup>	土耳其加济安泰普省	半干旱地中海气候	45	1	2.50
阿洪王国遗址 <sup>[28]</sup>	印度西巴萨尔阿萨姆邦	热带雨林气候	7	0	0.00

布种,不足以反映 2 地苔藓植物区系之间的亲缘关系.与地处热带雨林气候的阿洪王国遗址的苔藓植物无共有种.与土耳其提尔门霍裕克遗址的共有种只有真藓 1 种.

## 4 结论

1) 记录渤海国上京龙泉府宫城遗址苔藓植物共计 35 种,以藓类植物占绝对优势,在遗址文物领域表现为多样性较为丰富的特点;

2) 科、属组成方面,优势科为青藓科、丛藓科及真藓科,单种科和寡种科占一定比例,区系具有一定的古老性.优势属为青藓属及绢藓属;单种属和寡种属构成主体,是物种多样性的主要来源,区系具有复杂性;

3) 宫城遗址的苔藓植物隶属于 7 个区系地理成分.特点是:(i) 具有鲜明的东亚色彩;(ii) 北温带成分和中国特有种占有相当比例,是区系的重要组成部分;(iii) 有热带成分的渗入,但是由于所处纬度较高,相对气温较低,因此所占比例不高;

4) 宫城遗址苔藓植物与五大连池新期火山遗迹区间的亲缘关系密切,与阿洪王国遗址的苔藓植物区系无相关度.

致谢:感谢黑龙江省风景名胜区自然保护区管理委员会马晓群、镜泊湖旅游集团有限公司火山口经营管理分公司李永坤在野外调查中的鼎力相助.

## 5 参考文献

- [1] 王春晖,杜乐馨.上京城遗址保护利用策略[J].河南建材,2017(4):218-219.
- [2] 王培新,卢成敢.渤海上京城考古研究学术史回顾[J].社会科学战线,2017(2):118-125.
- [3] 王菲.植物保护土遗址的可行性研究[D].西安:西北大学,2012.
- [4] 杜维波,汪万福,潘建斌,等.河西走廊明长城沿线种子植物区系特征与长城保护[J].敦煌研究,2012(6):113-120.
- [5] 白贵斌.苔藓及地衣对凉州明长城的保护作用研究[D].兰州:兰州大学,2012.
- [6] 张明泉,王旭东,钱春锋,等.东山村遗址渗水病害防治技术研究[J].敦煌研究,2018(1):73-79.
- [7] 福英,白学良,张乐,等.五大连池火山熔岩地貌苔藓植物对土壤养分积累的作用[J].生态学报,2015,35(10):3288-3297.
- [8] 尤洪才,李丽.浅谈渤海上京城的自然与历史概括[J].黑龙江史志,2015(5):326.
- [9] 高谦.中国苔纲和角苔纲植物属志[M].北京:科学出版社,2010.
- [10] 高谦.中国苔藓志:第2卷[M].北京:科学出版社,1996.
- [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] 高谦,张光初.东北苔类植物志[M].北京:科学出版社,1980.
- [15] 辽宁省林业土壤研究所.东北藓类植物志[M].北京:科学出版社,1977.
- [16] 贾渝,何思.中国生物物种名录:苔藓植物[M].北京:科学出版社,2013.
- [17] 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.
- [18] 吴征镒.中国种子植物属的分布区类型[J].植物资源与环境学报,1991,13(S4):1-139.
- [19] 张锦锂,张雪梅.植物区系地理研究中的重要参数:相似性系数[J].干旱区研究,1998,15(1):59-63.
- [20] 魏倩倩,买买提明·苏来曼,李敏,等.中国新疆柳叶藓科、青藓科和灰藓科植物区系研究[J].西北植物学报,2014,34(2):379-386.
- [21] 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.
- [22] 王荷生.植物区系地理[M].北京:科学出版社,1992:150-162.
- [23] 王荷生,张锦锂.中国种子植物特有科属的分布型[J].地理学报,1994,49(5):403-417.
- [24] 赵建成.新疆博格达山苔藓植物的研究[J].新疆大学学报:自然科学版,1993,10(1):73-92.
- [25] 寇瑾.五大连池新期火山苔藓植物物种多样性研究[D].呼和浩特:内蒙古大学,2013.
- [26] 李阳,董耀祖,李万政,等.统万城遗址土夯城墙苔藓植物多样性[J].中国野生植物资源,2017,36(2):61-65.
- [27] Ezer T, Kara R, Çakan H, et al. Bryophytes on the Archaeological Site of Tilmen Höyük, Gaziantep (Turkey) [J]. International Journal of Botany, 2008, 4(3):297-302.
- [28] Verma P K, Kumar V, Kaushik P K, et al. Bryophyte invasion on famous archaeological site of Ahom Dynasty "Talatal Ghar" of Sibsagar, Assam (India) [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences India, 2014, 84(1):71-74.

## The Investigation and Bryoflora Analysis in Miyagi Relics of Shangjing Longquanfu Balhae ,China

CONG Mingyang<sup>1,2</sup>, TANG Luyan<sup>3</sup>, LI Jinjiang<sup>2</sup>, XU Yueyue<sup>4</sup>, JIAN Minfei<sup>1\*</sup>

( 1. Jiangxi Provincial Key Lab of Protection and Utilization of Subtropical Plant Resources ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China; 2. Analytical & Testing Center ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China; 3. College of Life Science ,Guizhou Normal University ,Guiyang Guizhou 550025 ,China; 4. School of Economics and Management ,Nanchang University ,Nanchang Jiangxi 330031 ,China)

**Abstract:** The miyagi relics of Shangjing Longquanfu in Balhae have great scientific value ,because it is the centre exhibited primitive style of prosperous Tang Dynasty. Bryophytes distribute widely ,and often attach on surface of the relics. Based on field investigation ,specimen collection and taxonomic identification of bryophytes in miyagi relics , the species composition and floristic characteristics are analyzed. Results show that in the field of historical relics protection ,the species richness of bryophytes in miyagi relics is higher relatively. A total of 35 species are recorded , including 1 species in Hepatiaceae and 34 species in Musci ( 17 genera of 7 families) . Dominant families are Brachytheciaceae ,Pottiaceae and Bryaceae ,with proportion 68.57% in total. Dominant genus are *Brachythecium* B. S. G. ,*Entodon* Müll. Hall. ,*Bryum* Hedw. ,*Eurhynchium* B. S. G. ,*Brachymenium* Schwaegr. and *Schwetschkea* Müll. Hall. ,altogether with proportion 65.71% . All of the species belong to 7 geographical components at the species level ,in which East Asian elements are predominant ( 36.36% ) . North temperate elements and Endemic to China types account for a considerable proportion ( 24.24% each) . Compared with other 5 sites ,species similarity coefficient of miyagi relics is closet to that of Wudalianchi new-period volcano. The results of this study will provide a scientific basis for the protection of miyagi relics of Shangjing Longquanfu.

**Key words:** bryophyte; flora; geographical types; similarity coefficient

( 责任编辑: 刘显亮)

( 上接第 453 页)

## The Development of a Computer-Adaptive Test for Self-Esteem

ZHENG Zening ,CAI Yan\*

( College of Psychology ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China)

**Abstract:** Based on item response theory( IRT) ,the study develops a new self-esteem measurement by computerized adaptive testing( called as CAT-SE) . After a series of analyses of one-dimensional test ,local independence test ,discrimination test and differential item function ,the CAT-SE item bank composed of 110 high-quality questions is finally established. Results show that the proposed CAT-SE can achieve the similar precision of 110 items only by answering less than 10 questions on average( the correlation between them is as high as 0.94) ,and the marginal reliability under IRT is as high as 0.91. That is to say ,the CAT-SE not only has a high measurement accuracy ,but also can greatly reduce the test burden of the subjects. At the same time ,unlike the traditional paper-pencil test( P&P) , the study integrates several different widely-used self-esteem scales ,thus it can avoid the measurement deviations caused by the different scales. All in all ,the proposed CAT-SE in this study provides a new technical and methodological support.

**Key words:** self-esteem; computer adaptive testing; item response theory

( 责任编辑: 冉小晓)