

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20181101.003

许为斌,黄俞淞,吴望辉,等. 典型喀斯特区域植物物种多样性研究——以广西中越边境喀斯特地区种子植物为例[J]. 广西科学, 2018,25(5):611-619.

XU W B, HUANG Y S, WU W H, et al. Study on plant diversity in typical karst areas, a case of seed plant in karst areas of Guangxi along the Sino-Vietnamese border[J]. Guangxi Sciences, 2018, 25(5):611-619.

典型喀斯特区域植物物种多样性研究

——以广西中越边境喀斯特地区种子植物为例*

Study on Plant Diversity in Typical Karst Areas, A Case of Seed Plant in Karst Areas of Guangxi Along the Sino-Vietnamese Border

许为斌,黄俞淞,吴望辉,刘 演**

XU Weibin, HUANG Yusong, WU Wanghui, LIU Yan

(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西喀斯特植物保育与恢复生态学重点实验室, 广西桂林 541006)

(Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

摘要:【目的】广西中越边境地区喀斯特地貌广泛发育,是广西生物多样性研究和保护的关键区域,也是全球生物多样性研究和保护的热点地区。鉴于当前该地区植物区系复杂,植物调查薄弱,生物多样性面临严重威胁,特选该区域开展研究。【方法】基于相关文献资料,整合野外调查数据和历史标本信息,完成该地区的种子植物物种多样性编目,并据此开展综合分析。【结果】广西中越边境喀斯特地区共有种子植物 3 118 种(含种下单位),隶属于 187 科、1 050 属,科属以寡种占优势,但优势科属也较明显。该区野生种子植物 184 科,可分为 10 个分布区类型,其中热带性质的共 97 科,温带性质的共 39 科,种子植物热带性科和温带性科的比值约为 2.5/1,在属级水平上,该区野生的 1 028 属可划分为 14 个分布区类型和 24 个变型,热带性属共 736 个,温带性属共 219 个,热带性属和温带性属的比值约为 3.4/1。可见不管在科级还是属级水平都表明该地区地理成分复杂,表现出强烈的热带性质。广西中越边境喀斯特地区种子植物特有现象突出,该地区拥有 294 种广西特有植物;还有 351 种为石灰岩特有植物,占该地区总种数的 11.51%,另外还有 423 种为石灰岩适宜植物,综合二者,广西中越边境喀斯特地区典型的喜钙植物种类高达 774 种,占该地区总种数的 25.38%,而且这些特有植物集中于少数的几个科属内,科属优势明显。广西中越边境喀斯特地区珍稀濒危植物众多,其中国家重点保护野生植物 29 种,包括 11

种Ⅰ级和 18 种Ⅱ级保护植物;广西重点保护野生植物有 292 种,兰科植物就多达 261 种,其余的 31 种;另外还有 12 种被列为全国极小种群保护野生植物。【结论】广西中越边境喀斯特地区植物物种多样性丰富,地理成分复杂,表现出明显的热带性质,特有现象突出,珍稀濒危植物众多,该地区具有重要的研究和保护价值,对广西乃至中国的生物多样性研究和保护都有着举足轻重的意义。

关键词:石灰岩植物区系 特有现象 珍稀濒危植物

中越边境 广西

中图分类号:Q948.5 文献标识码:A 文章编号:

收稿日期:2018-08-06

修回日期:2018-10-08

作者简介:许为斌(1980—),男,副研究员,主要从事植物分类学和植物地理学研究。

* 国家自然科学基金项目(41661012),中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-0912)和中国科学院“西部之光”人才培养计划(2007)资助。

** 通信作者:刘 演(1968—),男,研究员,主要从事植物分类学研究,E-mail:gxibly@163.com。

Abstract:【Objective】The karst geomorphology in the border areas of Guangxi and China are widely developed. It is a key area for biodiversity research and conservation in Guangxi, and a hotspot for global biodiversity research and conservation. In view of the current complex flora in the region, weak plant surveys and serious threats to biodiversity, the region is selected for research. **【Methods】**Based on the relevant literature materials, the field survey data and historical specimen information were integrated to complete the cataloging of seed plant species diversity in the region, and a comprehensive analysis was carried out accordingly. **【Results】**There are 3 118 species of seed plants (including infraspecific taxa) in the karst area of the Sino-Vietnamese border in Guangxi, belonging to 187 families and 1 050 genera. The genus is dominated by monospecific species, but the dominant families are also obvious. There are 184 families of wild seed plants in the area, which can be divided into 10 types of distribution areas, including 97 species of tropical nature and 39 families of temperate nature. The ratio of tropical to temperate families of seed plants is about 2.5 : 1. At the genus level, the wild 1 028 genus in this area can be classified into 14 distribution types and 24 forma, with 736 tropical genus and 219 temperate genus. The ratio of tropical to temperate genus is about 3.4 : 1. It can be seen that both the subject level and the genus level indicate that the geographical composition of the area is complex and shows strong tropical characteristics. The unique characteristics of seed plants in the karst area of the Sino-Vietnamese border are prominent. There are 294 species of endemic plants in Guangxi. There are 351 species of limestone endemic, accounting for 11.51% of the total species in the area. In addition, 423 species are suitable for limestone species. In summary, there are 774 species of typical calcipetes in the karst area of the Sino-Vietnamese border in Guangxi, accounting for 25.38% of the total species in the region, and these endemic plants are concentrated in a few families, and the families have obvious advantages. There are many rare and endangered plants in the karst area of the Sino-Vietnamese border in Guangxi, including 29 listed as the national key protected wild plants, 11 species in the first rank, and 18 species in the second rank. A total of 292 species are listed in provincial key protected wild plants, of which 261 species are orchids. Additionally 12 species are listed as plant species with extremely small populations (PSESP). **【Conclusion】**In conclusion, the karst area of the Sino-Vietnamese border in Guangxi is rich in species diversity, complicated in geographical elements. There are obvious tropical characteristics, outstanding endemism, and numerous rare and endangered plants. So the region has important research and conservation value and plays a significant role in the research and conservation of biodiversity in Guangxi and even in China.

Key words: limestone flora, endemism, rare and endangered species, Sino-Vietnamese border, Guangxi

0 引言

【研究意义】“桂林山水甲天下”这句话可谓家喻户晓,桂林山水甚至成了中国喀斯特地貌的代名词。喀斯特地貌是具有溶蚀力的水对可溶性岩石进行溶蚀等作用所形成的地表和地下形态的总称^[1],喀斯特地貌虽在全世界广泛分布,但中国的喀斯特地貌分布面积占全球首位^[2]。我国的喀斯特地貌又以滇黔桂喀斯特地区为典型代表,该区域地跨热带和亚热带,

喀斯特地貌充分发育,类型齐全,有世界上最典型的喀斯特峰林峰丛地貌,地质历史古老,生物多样性丰富,是中国喀斯特植被和植物区系的核心地区,野生种子植物就多达 8 553 种^[3-4]。中越边境喀斯特地区地处北热带,是滇黔桂喀斯特地区北热带最具代表性的区域,分布有我国最具典型性和代表性的北热带喀斯特季雨林植被^[5]。**【前人研究进展】**由于其独特的自然地理条件和历史因素,我国滇黔桂喀斯特地区以及越南北部喀斯特高原的植物长期以来倍受国内外

学者关注。该地区是全球生物多样性研究和保护的关键地区和热点地区^[6-8],特别是对喀斯特生物多样性保护有重要意义^[9]。中越边境喀斯特地区是中国植物区系三大特有中心之一^[10],是《中国生物多样性保护战略与行动计划》划定的 35 个生物多样性优先调查和保护区域,也是广西维管植物的特有中心之一^[8,11]。【本研究切入点】喀斯特特殊生境下植物的基因及其表达产物和性状,是人类尚未充分开发利用的珍贵遗传资源宝库。中越边境喀斯特地区是中国与越南植物区系联系的重要纽带,尤其是广西境内的喀斯特地区,由于其独特的地理位置、地形地貌和丰富的生物多样性而倍受关注^[6,8,11]。【拟解决的关键问题】鉴于当前该地区植物调查采集薄弱、植物区系复杂以及生物多样性面临极大威胁,本研究通过野外工作与室内工作相结合的方法,在广泛野外调查的基础上,整合历史数据,完成该地区植物物种多样性编目,揭示植物的区系组成、性质特点,对该地区的珍稀濒危植物进行分析,为该地区及毗邻的越南生物多样性研究与保护提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

中国和越南的陆地边境线在广西壮族自治区境内东起东兴市,西至那坡县的百都乡,全长约 700 km,喀斯特地貌主要涉及宁明县、凭祥市、龙州县、大新县、靖西市和那坡县等 6 县市,地理位置为东经 105°31′~107°36′ 和北纬 21°55′~23°32′,其面积仅占广西土地面积的 6.3%。广西中越边境喀斯特地区南与越南北部的高平省(Cao Bang)和河江省(Ha Giang)石灰岩高原连成一片,西与云南的滇东南石灰岩高原相连。该地区处于云贵高原向东南沿海山地丘陵的过渡地带,地势由西北向东南倾斜下降,总体上为崎岖的丘陵山地,是广西岩溶地层出露最多的区域之一,土壤类型主要为石灰土,并伴有少量非岩溶地层发育的土壤。该地区地处广西的北热带气候区域,主要受热带北缘季风气候影响,年均降雨量 1 300 mm,雨季集中于 5—9 月,占全年降雨量的 70% 以上,干湿季节分明,是广西北热带喀斯特地区的重要组成部分,在广西乃至中国的喀斯特生物多样性保护和研究都有着不可或缺的重要意义^[12]。

1.2 方法

野外调查基于不同的地形地貌,选取具有典型性和代表性的区域开展样线调查,同时结合考虑植物不同的物候期。2005—2012 年间共在本地区开展了 30 多次不同规模的野外调查,采集植物标本 13 000 余

号,46 000 余份,标本主要存放于广西植物研究所标本馆(IBK),部分标本存放于中科院植物研究所标本馆(PE)、中科院昆明植物研究所标本馆(KUN)、中科院华南植物园标本馆(IBSC)等国内各大标本馆。室内物种鉴定依据相关志书和文献^[13-16],并请相关类群的专家解决部分疑难标本。整合野外调查的鉴定结果和历史标本数据完成该地区的植物物种多样性编目,数据统计分析使用 Office 办公软件中的 Excel 来进行,最后运用植物分类学、区系地理学及保护生物学等多学科知识与手段进行综合分析,探讨广西中越边境喀斯特地区种子植物区系特点与性质,并对该地区种子植物特有现象进行分析,最后还就该地区珍稀濒危种子植物进行了初步分析。

2 结果与分析

2.1 物种多样性组成

根据统计,广西中越边境喀斯特地区共有种子植物 3 118 种(含种下单位,以下同),隶属于 187 科 1 050 属,其中裸子植物 20 种,隶属于 7 科 11 属;被子植物 3 098 种,隶属于 180 科 1 039 属。

2.1.1 种子植物科的组成

广西中越边境喀斯特地区种子植物 187 科,按照科内属种数来统计(表 1),含 50 种以上的大科有 14 个,依次是兰科 Orchidaceae (261 种)、茜草科 Rubiaceae (134 种)、大戟科 Euphorbiaceae (126 种)、蝶形花科 Papilionaceae (121 种)、菊科 Asteraceae (115 种)、荨麻科 Urticaceae (82 种)、苦苣苔科 Gesneriaceae (77 种)、樟科 Lauraceae (74 种)、禾本科 Poaceae (72 种)、桑科 Moraceae (67 种)、百合科 Liliaceae (64 种)、蔷薇科 Rosaceae (64 种)、爵床科 Acanthaceae (60 种)和萝藦科 Asclepiadaceae (56 种)。这些科占广西中越边境喀斯特地区种子植物科总数的 7.49%,但是这些科所含的种数多达 1 370 种,占该地区种子植物种总数的 43.94%。含种类在 10~50 种的中等科有 54 个,这些科所含的种数达 1 316 种,占该地区种子植物种总数的 42.21%。10 种以下的寡种科和单种科共计 119 个,占广西中越边境喀斯特地区种子植物科总数的 63.64%,但这些科所含有的种数仅 432 种,仅占该地区种子植物种总数的 13.86%。对广西中越边境喀斯特地区种子植物科内种的数量统计分析结果表明,该地区种子植物具有明显的优势科,部分科在构成该区的森林植被中起重要作用。另外广西中越边境喀斯特地区种子植物中小科和单种科占优势也说明了该地区有着高度的多样性。

表 1 广西中越边境喀斯特地区种子植物科的数量统计

Table 1 The statistics of families types of seed plants in karst areas of Guangxi along the Sino-Vietnamese border (KFGASVB)

级别(种) Grade (species)	科数 Number of family	占本地区总科数 Proportion	科内含属数 Number of genus	占本地区总属数 Proportion	科内含种数 Number of species	占本地区总种数 Proportion
>200	1	0.53%	76	7.24%	261	8.37%
100~150	4	2.14%	184	17.52%	493	15.81%
50~99	9	4.81%	181	17.24%	616	19.76%
40~49	9	4.81%	85	8.10%	383	12.28%
30~39	10	5.35%	100	9.52%	321	10.30%
20~29	12	6.42%	78	7.43%	286	9.17%
10~19	23	12.30%	141	13.43%	326	10.46%
5~9	40	21.39%	92	8.76%	269	8.63%
2~4	47	25.13%	81	7.71%	131	4.20%
1	32	17.11%	32	3.05%	32	1.03%

2.1.2 种子植物属的组成

广西中越边境喀斯特地区种子植物的 1 050 个属,按照属内种数来统计(表 2),含 20 种以上的大属有 11 个,依次是榕属 *Ficus*(46 种)、秋海棠属 *Begonia*(40 种)、楼梯草属 *Elatostema*(30 种)、蜘蛛抱蛋属 *Aspidistra*(27 种)、悬钩子属 *Rubus*(27 种)、石斛属 *Dendrobium*(26 种)、紫金牛属 *Ardisia*(24 种)、薹草属 *Carex*(24 种)、螺序草属 *Spiradiclis*(22 种)、冷水花属 *Pilea*(21 种)和菝葜属 *Smilax*(21 种),这些属占广西中越边境喀斯特地区种子植物属总数的 1.05%,但是这些属所含的种数达 308 种,占该地区种子植物种总数的 9.88%,也就意味着 1%的

属就占去了近 10%的物种。属内种数在 5~20 的中等属有 171 个,占广西中越边境喀斯特地区种子植物属总数的 16.29%,这些属所含有的种数共 1 377 种,占该地区种子植物种总数的 44.16%。5 种以下的小属和单种属共计 868 个,占广西中越边境喀斯特地区种子植物属总数的 82.67%,这些属所含有的种数共 1 433 种,占该地区种子植物种总数的 45.96%。对广西中越边境喀斯特地区种子植物属内种的数量分析结果表明,该地区种子植物以单种属和小属为主,但是该地区也存在以榕属、秋海棠属、楼梯草属、蜘蛛抱蛋属等为代表的优势属。

表 2 广西中越边境喀斯特地区种子植物属的数量统计

Table 2 The statistics of generic types of seed plants in KFGASVB

级别(种) Grade (species)	属数 Number of genus	占本地区总属数 Proportion	属内含种数 Number of species	占本地区总种数 Proportion
>40	2	0.19%	86	2.76%
25~30	4	0.38%	110	3.53%
20~24	5	0.48%	112	3.59%
15~19	18	1.71%	292	9.36%
10~14	26	2.48%	293	9.40%
5~9	127	12.10%	792	25.40%
2~4	355	33.81%	920	29.51%
1	513	48.86%	513	16.45%

2.2 种子植物的地理成分分析

广西中越边境喀斯特地区种子植物 3 118 种,其中有 68 种为非本地野生植物,这些植物主要是栽培逃逸野生、外来植物等,在进行野外调查时往往造成本地野生的错觉,故将其收录。这 68 种虽然占该地区种子植物的极少部分,对科属地理成分分析影响微不足道,但是在进行科属地理成分分析时还是将其剔除。仅对该地区的 3 050 种野生种子植物进行区系特征和特有性分析。

2.2.1 种子植物科的分布区类型

按照吴征镒等^[17-20]对世界种子植物科分布区类型研究的观点,广西中越边境喀斯特地区的 184 科野生种子植物可分为 10 个分布区类型(表 3),突显该地区种子植物在科级水平上地理成分复杂,联系广泛。其中热带性质分布(分布区类型为 2~7)的共 97 科,占总科数的(不含世界分布科)71.32%;温带性质分布(分布区类型为 8~14)的共 39 科,占总科数的 28.68%。在热带性质分布的科中又以泛热带分布的

科为最多,共有 74 科。从科级水平来看,广西中越边境喀斯特地区种子植物热带性质的科所占比例明显高于温带性质的科,热带成分和温带成分的比值约为 2.5/1,说明该地区种子植物区系具有明显的热带性

表 3 广西中越边境喀斯特地区种子植物科的分布区类型统计

Table 3 Areal-type of the families of seed plants in KFGASVB

分布区类型 Areal-type	科数 Number of family	占本地区总科数比例 Proportion
1. 世界广布 Cosmopolitan	48	26.09%
2. 泛热带分布 Pantropics	74	40.22%
3. 东亚及热带南美间断分布 Trop. & Subtr. E. Asia & (S.) Trop. Amer. disjuncted	11	5.98%
4. 旧世界热带分布 Old World Tropics	3	1.63%
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania	4	2.17%
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia	5	2.72%
8. 北温带分布 N. Temp.	26	14.13%
9. 东亚及北美间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	8	4.35%
10. 旧世界温带分布 Old World Temp.	1	0.54%
14. 东亚分布 E. Asia	4	2.17%

2.2.2 种子植物属的分布区类型

按照吴征镒等^[17-18,21]对中国种子植物属的分布区类型研究的观点,该地区的 1 028 属野生种子植物可分为 14 个类型和 24 个变型(表 4),植物区系地理成分在属级水平上有着很高的复杂性,也反应了该地区的种子植物区系与其他植物区系有广泛的联系。该地区热带性质分布(分布区类型为 2~7)的共 736 属,占该地区总属数(除去世界广布的属,以下同)的 75.10%;温带性质分布(分布区类型为 8~14)的共 219 属,占该地区总属数的 22.35%。从属级水平来看,广西中越边境喀斯特地区种子植物热带性质的属所占比例明显高于温带性质的属,热带成分和温带成分

表 4 广西中越边境喀斯特地区种子植物属的分布区类型统计

Table 4 Areal-type of the genera of seed plants in KFGASVB

分布区类型 Areal-type	属数 Number of genus	占本地区总属比例 Proportion
1. 世界广布 Cosmopolitan	48	--
2. 泛热带分布 Pantropics	173	17.65%
2-1 热带亚洲—大洋洲和热带美洲 Trop. Asia - Australasia and Trop. Amer.	14	1.43%
2-2 热带亚洲—热带非洲—热带美洲 Trop. Asia - Trop. Afr. - Trop. Amer.	16	1.63%
3. 东亚及热带南美间断分布 Trop. & Subtrop. E. Asia & (S.) Trop. Amer. disjuncted	32	3.27%
4. 旧世界热带分布 Old World Tropics	96	9.80%
4-1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断或呈散分布 Trop. Asia, Trop. Afr. and Trop. Australasia disjuncted or diffused	10	1.02%
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania	104	10.61%
6. 热带亚洲至热带非洲 Trop. Asia to Trop. Africa	47	4.80%
6-1 华南、西南至印度和热带非洲间断分布 S., SW. China to India & Trop. Afr. disjuncted	2	0.20%

质,本区的植物区系与热带植物区系有强烈的联系,另外该地区存在一定数量温带性质的科,也反映了该地区种子植物区系与温带植物区系也有一定的联系,但联系相对较弱。

的比值约为 3.4/1,热带性质的属在区系中所占的比例有明显提高,较科一级水平表现出更强的热带性质。广西中越边境喀斯特地区种子植物属分布类型中数量超过 100 个属的有 3 个,分别是热带亚洲分布(239 属)、泛热带分布(203 属)和热带亚洲至热带大洋洲分布(104 属),热带亚洲分布属数量居全部分布类型之首,高达 239 个属,充分说明了该地区植物区系和热带亚洲植物区系有强烈的联系,特别是与中南半岛的植物区系有密切的联系。该地区还分布有 219 个温带性质的属,也说明了该地区虽然有强烈的热带性质,但是与温带植物区系也有一定的联系。

Continue table 4

分布区类型 Areal-type	属数 Number of genus	占本地区总属比例 Proportion
6-2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布 Trop. Asia & E. Afr. or Madagasca disjuncted	3	0.31%
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia	15	1.53%
7-1 爪哇, 喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java or Sumatra, Himalaya to S. ,SW. China disjuncted or diffused	19	1.94%
7-2 热带印度至华南分布 Trop. India to S. China	12	1.22%
7-3 缅甸、泰国至华西南分布 Myanmar, Thailand to SW. China	12	1.22%
7-4 越南至华南或西南分布 Vietnam or Indochinese Peninsula to S. or SW. China	27	2.76%
7abc 马来分布 Mala.	116	11.84%
7d 马来至新几内亚分布 Mala. to New Geainea	23	2.35%
7e 马来至西太平洋分布 Mala. to W. Pacific	15	1.53%
8. 北温带分布 N. Temp.	33	3.37%
8-4 北温带和南温带间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjuncted	42	4.29%
8-5 欧亚和南温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted	3	0.31%
8-6 地中海、东亚、新西兰和墨西哥—智利间断分布 Mediterranean, E. Asia, N. Z. and Mexico-Chile disjuncted	1	0.10%
9. 东亚及北美间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	39	3.98%
9-1. 东亚及墨西哥间断分布 E. Asia & Mexico disjuncted	1	0.10%
10. 旧世界温带分布 Old World Temp.	13	1.33%
10-1 地中海区, 西亚和东亚间断分布 Mediterranean, W. Asia & E. Asia disjuncted	7	0.71%
10-2 地中海区和喜马拉雅间断分布 Mediterranean & Himalaya disjuncted	2	0.20%
10-3 欧亚和南非分布 Eurasia & Afr. disjuncted	4	0.41%
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	5	0.51%
12-2 地中海区至西亚或中亚和墨西哥或古巴间断分布 Medieterranea to C. Asia & Mexico or Cuba disjuncted	1	0.10%
12-3 地中海区至温带—热带亚洲, 大洋洲和/或北美南部至南美洲间断分布 Mediterranean to Temp. -Trop. Asia, with Australasia and/or S. N. to S. Amer. disjuncted	2	0.20%
14. 东亚分布 E. Asia	32	3.27%
14SH 中国—喜马拉雅分布 Sino-Himalaya	20	2.04%
14SJ 中国—日本分布 Sino-Japan	14	1.43%
15. 中国特有 Endemic to China	25	2.55%

2.3 种子植物特有现象分析

2.3.1 广西特有物种的分析

广西中越边境喀斯特地区分布的广西特有植物有 294 种, 隶属于 75 科 123 属, 在科级水平上, 含 30 种以上的科有 2 个, 分别是苦苣苔科(36 种)和茜草科(35 种), 含 20~29 种的科有秋海棠科(26 种)和百合科(26 种), 含 10~19 种的科有荨麻科(16 种)和爵

床科(16 种), 含 5~9 种的科有 8 个, 含 2~4 种的科有 19 个, 含单种的科有 42 个。再从属级水平来看, 含 20 种以上的属有 3 个, 最多的为秋海棠属(26 种), 其次是蜘蛛抱蛋属(21 种)和螺序草属(20 种); 含 10~19 种的仅有报春苣苔属(15 种)和楼梯草属(12 种), 含 5~9 种的属有 7 个; 含 2~4 种的属有 30 个, 含单种的属有 81 个。

通过对该地区分布的广西特有植物进行分析,可见这些广西特有种多集中于该地区的优势科属中,为丰富该地区的优势科属做出了较大贡献。另外从这些广西特有种的性状来看,这些物种几乎全为草本植物,而木本和灌木少见,可能与该地区的喀斯特地貌有较高的相关性,喀斯特地貌强烈的隔离作用,同时为这些植物提供了多样的喀斯特小生境,再加上石灰岩基质的强烈选择作用,秋海棠属侧膜组(*Sect. Coelocentrum*)、报春苣苔属和蜘蛛抱蛋属等就是典型的例子,这些类群在该地区发生了强烈的物种分化,演化出多个本地特有种。

2.3.2 石灰岩特有种的分析

参照前人对石灰岩植物的分类及近些年在野外调查的结果,将广西中越边境喀斯特地区的种子植物分为石灰岩特有植物、石灰岩适宜植物、石灰岩随遇植物和石灰岩偶见植物 4 大类^[22-26]。按照上述方法对该地区 3 050 种野生种子植物进行分类,其中石灰岩特有植物达 351 种,占该地区总种数的 11.51%,如加上石灰岩适宜植物,广西中越边境喀斯特地区喜钙的种类高达 774 种,约占该地区总种数的 25.38%,也就是说该地区超过 1/4 的种类为典型的喜钙植物,可见该地区的植物区系表现出强烈的石灰岩特性。

通过对广西中越边境喀斯特地区种子植物各科中所含的石灰岩特有植物和适宜植物的统计可见,兰科(119 种)、苦苣苔科(66 种)、茜草科(49 种)、大戟科(43 种)、百合科(38 种)、秋海棠科(33 种)、爵床科(27 种)、荨麻科(26 种)、樟科(17 种)、芸香科 *Rutaceae* (12 种)、桑科(11 种)、木犀科 *Oleaceae* (11 种)、报春花科 *Primulaceae* (10 种)、苏木科 *Caesalpinaceae* (10 种)、鼠李科 *Rhamnaceae* (10 种) 等科的喜钙种类都超过 10 种,这些科内的部分物种表现出明显的喜钙特性。通过对该地区种子植物各属内所含的石灰岩特有植物和适宜植物的统计可见,秋海棠属(33 种)、蜘蛛抱蛋属(25 种)、螺序草属(19 种)、报春苣苔属(16 种)、楼梯草属(15 种)、毛兰属 *Eria* (12 种)、蛇根草属 *Ophiorrhiza* (11 种)、兜兰属 *Paphiopedilum* (11 种)、蛛毛苣苔属 *Paraboea* (11 种)、紫云菜属 *Strobilanthes* (11 种) 等也都超过 10 种。

另外在进行该地区种子植物特有现象分析时,发现该地区石灰岩特有种子植物中约有 160 种植物,不但是石灰岩特有植物,还是广西中越边境喀斯特地区的特有植物,表现出双重特有性。

2.4 珍稀濒危植物分析

根据 1999 年国家林业局和农业部公布的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》,广西中越边境喀斯特地区分布有 29 种国家重点保护野生植物,其中裸子植物 9 种,被子植物 20 种,这 29 种国家重点保护植物分为 2 个级别,其中 I 级保护植物 11 种,占 37.93%,II 级保护植物 18 种,占 62.07%。为了更好地保护广西的野生植物资源,广西壮族自治区人民政府于 2010 年公布了《广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录》,本地区分布有广西重点保护植物 292 种,其中兰科就达 76 属、261 种,其余的 26 属 31 种。根据《全国极小种群野生植物拯救保护实施方案》,我国 120 种野生植物被列为全国极小种群物种^[27],其中广西有分布记载的共 32 种。广西中越边境喀斯特地区的 6 个县市涉及极小种群野生植物 12 种,占全国 120 种极小种群野生植物的 10.00%,占广西 32 种极小种群野生植物的 37.50%。

3 讨论

3.1 中越边境喀斯特地区种子植物物种多样性丰富

广西中越边境喀斯特地区野生种子植物有 3 118 种,隶属于 187 科、1 050 属,其中裸子植物 20 种,隶属于 7 科、11 属,分别占广西裸子植物的 32.3%、87.5%和 57.9%;被子植物 3 098 种,隶属于 180 科、1 039 属,分别占广西被子植物的 37.57%、74.07%和 56.96%。该地区面积仅占广西石灰岩分布面积的 18%左右,却分布有种子植物 3 118 种,占广西种子植物的 37.52%,充分说明该地区有高度的植物物种多样性,是生物多样性研究和保护的热点地区。该地区被子植物的属/种比例约为 1/3,广西被子植物的属/种比例约为 1/5,中国被子植物的属/种比例约为 1/10,可见广西中越边境喀斯特地区被子植物的属/种比例明显高于广西和全国的属/种比例,也说明了该地区有着丰富的植物多样性。

3.2 中越边境喀斯特地区种子植物优势科属明显,寡种科属占优势

广西中越边境喀斯特地区种子植物 10 种以下的寡种科和单种科共计 119 个,占该地区种子植物科总数的 63.64%,充分说明该地区以寡种科为优势,但科内种数超过 50 种的也有 14 个,可见广西中越边境喀斯特地区种子植物具有明显的优势科。广西中越边境喀斯特地区种子植物含 5 种以下的小属和单种属共计 868 个,占该地区属总数的 82.67%,充分说明该地区种子植物以单种属和寡种属为主,但是该地区也存在以榕属、秋海棠属、楼梯草属、蜘蛛抱蛋属等

为代表的优势属。

3.3 中越边境喀斯特地区种子植物区系具有鲜明的热带性质

通过对广西中越边境喀斯特地区种子植物区系性质的分析,该地区具有明显的热带性质,是热带植物区系的北缘,该地区的植物区系可能是马来西亚热带植物成分和温带植物成分的交汇点。一些典型的热带植物可能是来自马来半岛的热带成分,像龙脑香科 Dipterocarpaceae 和肉豆蔻科 Myristicaceae 仅有为数不多的种类存在于该地区,应该是这两科的分布北缘,该地区由于气候条件又不如典型的热带地区,故温带成分有所渗入,而众多的亚热带成分可能是热带成分向北和温带成分向南的衍生结果。

3.4 中越边境喀斯特地区种子植物特有现象显著

广西中越边境喀斯特地区分布的广西特有种集中于秋海棠属、蜘蛛抱蛋属、螺序草属、报春苣苔属、楼梯草属等属中,而这些特有植物中多数又是石灰岩特有植物,可以推测喀斯特地貌强烈的隔离对特有种的形成可能起到决定性的作用,隔离可能是广西特有植物形成的最主要原因。另外石灰岩基质的选择,以及该区域处于热带向亚热带过渡区域可能也是特有种形成的重要驱动力。

3.5 中越边境喀斯特地区珍稀濒危种子植物众多,具有重要的保护价值

通过野外实地调查和数据整合,可以得知该地区分布着众多的国家重点保护植物和广西重点保护植物,以及全国极小种群野生植物,另外该地区还分布有大量的石灰岩特有植物,这些当地特有植物是重要的种质资源,可见该地区具有重要的保护价值,对广西乃至全国的生物多样性保护具有不可替代的意义。但是通过实地调查也发现该地区珍稀濒危植物的有效保护状况参差不齐,分布于保护区内的珍稀濒危植物基本都得到了有效保护,特别是分布于国家级的自然保护区;分布于省级和县级的自然保护区,限于保护经费和管理水平等诸多的因素,其保护效果相对较差;而那些分布在保护区以外的珍稀濒危植物的保护效果则不容乐观。

致谢:

野外调查工作得到了广西植物标本馆分类学研究组的梁永廷、叶晓霞、蒋日红、农东新、吴磊、杨金财、彭日成、胡仁传、刘静、朱运喜、廖云标、韩孟奇等人的鼎力相助,在此向他们表示最衷心的感谢;疑难标本鉴定得到国内外各大标本馆和高校专家的帮助也在此一并致谢;野外考察工作还得到了当地 6 县林业局和保护区管理局(处)的领导和工作人员的协

助,在此也表谢忱。本文涉及面广,时间跨度长,工作量大,参与人员多,无法一一致谢,在此向对本研究工作提供帮助的各位呈上最诚挚的谢意!

参考文献:

- [1] 袁道先,朱德浩,翁金桃,等. 中国岩溶[M]. 北京:地质出版社,1994.
YUAN D X,ZHU D H,WENG J T, et al. Chinese karst [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994.
- [2] 许兆然. 中国南部和西南部石灰岩植物区系的研究[J]. 广西植物, 1993(增 4): 5-54.
XU Z R. A study of the limestone forest flora of southern and southwestern China[J]. Guihaia, 1993(S4): 5-54.
- [3] 于胜祥,刘演,蒋宏,等. 滇黔桂喀斯特地区重要植物资源[M]. 北京:科学出版社,2014.
YU S X, LIU Y, JIANG H, et al. Important plant resource of karst area in Guangxi, Guizhou and Yunnan [M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [4] 于胜祥,许为斌,武建勇,等. 滇黔桂喀斯特地区种子植物名录[M]. 北京:中国环境出版社,2017.
YU S X, XU W B, WU J Y, et al. Spermatophytes of karst area in Guangxi, Guizhou and Yunnan—A checklist [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2017.
- [5] 王斌,黄俞淞,李先琨,等. 弄岗北热带喀斯特季节性雨林 15 ha 监测样地的树种组成与空间分布[J]. 生物多样性, 2014, 22(2): 141-156.
WANG B, HUANG Y S, LI X K, et al. Species composition and spatial distribution of a 15 ha northern tropical karst seasonal rain forest dynamics study plot in Nonggang, Guangxi, southern China[J]. Biodiversity Science, 2014, 22(2): 141-156.
- [6] MYERS N, MITTERMEIER R A, MITTERMEIER C G, et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities [J]. Nature, 2000, 403: 853-858.
- [7] LIU J G, OUYANG Z Y, PIMM S L, et al. Protecting China's Biodiversity[J]. Science, 2003, 300(5623): 1240-1241.
- [8] HOU M F, LÓPEZ-PUJOL J, QIN H N, et al. Distribution pattern and conservation priorities for vascular plants in Southern China: Guangxi Province as a case study[J]. Botanical Studies, 2010, 51: 377-386.
- [9] CLEMENTS R, SODHI S, SCHITHUIZEN M, et al. Limestone karsts of Southeast Asia: Imperiled arks of biodiversity[J]. Bioscience, 2006, 56(9): 733-742.
- [10] 应俊生,张志松. 中国植物区系中的特有现象-特有属的研究[J]. 植物分类学报, 1984, 22(4): 259-268.
YING J S, ZHANG Z S. Endemism in the flora of China—studies on the Endemic Genera[J]. Acta Phytotax-

- onomica Sinica, 1984, 22(4): 259-268.
- [11] 丁莉, 唐文秀, 骆文华, 等. 广西特有植物区系特征研究[J]. 广西植物, 2010, 30(2): 202-208.
DING L, TANG W X, LUO W H, et al. Floristic characteristics of endemic plants to Guangxi[J]. Guihaia, 2010, 30(2): 202-208.
- [12] 车用太, 鱼金子. 中国的喀斯特[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
CHE Y T, YU J Z. Karst in China [M]. Beijing: Science Press, 1985.
- [13] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1959-2004.
Flora of China Editorial Board of the Chinese Academy of Sciences. Flora of China[M]. Beijing: Science Press, 1959-2004.
- [14] WU Z H, RAVEN P H. Flora of China [M]. Beijing: Science Press, & St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 1994-2011.
- [15] 广西植物研究所. 广西植物志[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1991-2016.
Guangxi Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. Flora of Guangxi[M]. Nanning: Guangxi Science and Technology Publishing House, 1991-2016.
- [16] 覃海宁, 刘演. 广西植物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
QIN H N, LIU Y. A checklist of vascular plants of Guangxi[M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [17] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国种子植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
WU Z Y, SUN H, ZHOU Z K, et al. Floristics of seed plants from China[M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [18] 吴征镒, 周浙昆, 孙航, 等. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.
WU Z Y, ZHOU Z K, SUN H, et al. The areal-types of seed plants and their origin and differentiation[M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2006.
- [19] 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.
WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, et al. The areal-types of the world families of seed plants[J]. Acta Bot Yunnan, 2003, 25(3): 245-257.
- [20] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究, 2003, (5): 535-538.
WU Z Y. Revised of distribution patterns of the world families of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan, 2003, 25(5): 535-538.
- [21] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV): 1-139.
WU Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan, 1991(Suppl IV): 1-139.
- [22] CHIN S C. The limestone Hill Flora of Malaya I [J]. Gardens Bulletin Singapore, 1977, 30: 165-197.
- [23] CHIN S C. The limestone Hill Flora of Malaya II [J]. Gardens Bulletin Singapore, 1979, 32: 64-203.
- [24] Shimizu T. Studies on the limestone flora of Japan and Taiwan (part I) [J]. Journal of the Faculty of Textile Science and Technology, Shishu University, 1962, 11: 1-105.
- [25] SHIMIZU T. Studies on the limestone flora of Japan and Taiwan (part II) [J]. Journal of the Faculty of Textile Science and Technology, Shishu University, 1963, 12: 1-88.
- [26] ZHU H, WANG H, LI B, et al. Biogeography and floristic affinities of the limestone flora in southern Yunnan, China[J]. Ann Missouri Bot Gard, 2003, 90: 444-465.
- [27] MA Y P, GAO C, GRUMBINE R E, et al. Conserving plant species with extremely small populations (PSESP) in China[J]. Biodiversity and Conservation, 2013, 22(3): 803-809.

(责任编辑: 陆 雁)