

海南岛石灰岩特有植物的初步研究

王发国^{1,2}, 秦新生^{1,2}, 陈红锋^{1,2}, 张荣京^{1,2}, 刘东明¹, 邢福武^{1*}

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 特有植物是了解一个地区植物区系的起源与演化规律的关键。对海南岛石灰岩特有植物的地理分布特征和分类的初步研究表明: 本区共有石灰岩特有植物 63 种, 隶属于 37 科 52 属, 其中热带性的属占的比例较高; 属于海南石灰岩专性种的有 18 种, 一些种类对生长基质的要求相当严格。与其它地区比较, 石灰岩山地的特有化发展在海南不很明显。从特有植物的分布来看昌江是海南一个重要的石灰岩植物分化中心。对海南石灰岩特有种比例较低的原因和保育进行了探讨。

关键词: 石灰岩生境; 特有植物; 海南; 分布

中图分类号: Q948.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2006)01-0045-10

Endemic Plants in Limestone Region on Hainan Island

WANG Fa-guo^{1,2}, QIN Xin-sheng^{1,2}, CHEN Hong-feng^{1,2},
ZHANG Rong-jing^{1,2}, LIU Dong-ming¹, XING Fu-wu^{1*}

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: Endemic plants occurring in limestone of Hainan Province consist of 63 species in 52 genera and 37 families, of which 18 species are restricted to Hainan only. About 84% of the species are of tropical elements. Changjiang County of western Hainan is considered to be the centre of the distribution of endemic plants on the island. However, endemism in the limestone flora of Hainan is not obvious as compared to that of neighboring Provinces. A list of endemic species distributed in limestone region on Hainan is tabulated.

Key words: Limestone habitat; Endemic plants; Hainan; Distribution

石灰岩植物区系是自然分布于石灰岩基质上的植物总和^[1]。M. R. Henderson 最早从事石灰岩植物区系的研究, 1939 年发表了采集于马来半岛石灰岩的有花植物 745 种, 并分析了部分科、属、种与其生境基质的关系^[2]。近年来, 一些学者对广西弄化、贵州、云南等地的石灰岩植物进行了较为详细的研究^[3,4]。傅松玲等以琅琊山天然次生林中榆科 Ulmaceae 树种为试验材料, 研究其生理生态特性, 表明榆科树种是石灰岩山地适宜造林树种^[5]。关于石灰岩植物生理生态学、石灰岩植被恢复方面的报

道逐渐增加^[6-9]。

对特有属、种的研究, 有助于了解一个特定地区的植物区系的发展历史和现状。目前, 特有现象的研究已引起国内外学者的关注^[10-13]。然而, 对于石灰岩特有植物的研究少有报道^[1,14]。笔者自 1994 年来多次赴海南石灰岩地区进行区系与植被调查, 在此基础上, 探讨海南石灰岩植物特有现象, 这对了解该地区植物区系组成和特点, 以及发生和演变均具有重要意义, 亦可为石灰岩地区植被的恢复、保护和利用等提供科学依据。

收稿日期: 2005-06-22 接受日期: 2005-10-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(30270122); 香港嘉道理农场暨植物园项目(20041128)资助

* 通讯联系人 Corresponding author

1 自然概况

海南岛位于中国大陆最南端 (108°03'-111°03'E, 18°09'-20°10'N), 濒临南海, 地理纬度与夏威夷和古巴的纬度相当, 属于热带北缘。总面积约 $3.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。地势四周低平, 中间高耸, 以五指山、鹦歌岭为隆起核心, 五指山最高, 海拔 1 867 m, 从五指山向周围沿海逐级降低。由于它在我国热带地区中所处纬度最低, 面积最大, 因而光热资源丰富, 降水充沛, 年均温 23-35°C, 年降雨量在 1 600-2 000 mm 之间, 是我国最大的热带岛屿。

海南岛喀斯特地貌景观为我国少有的热带喀斯特景观, 主要集中分布于该岛西部及南部, 总面积约达 400 km^2 。其中在昌化江沿岸、昌江县七差乡王下与东方市东河镇南浪村的交界处, 分布着大片的石灰岩季雨林, 面积达 160 km^2 , 是海南岛石灰岩分布面积最大、植被保存最好的地区, 该地超过 1 000 m 的山峰有 6 座, 此处由石炭纪、二迭纪的燧石灰岩构成。年平均气温为 23-25°C, 一年中有较为明显的干湿两季, 其中 5 月至 9 月为雨季。地貌形态以峰林为主。成土母质主要为石灰岩风化的残积与坡积物, 上层厚度一般为 20-35 cm, 沟底冲积土有的达 50-120 cm; 土壤为石灰岩地区广布的红色石灰土和黑色石灰土, 多呈中性至微碱性, 有机质含量较高。

在地质历史上, 海南岛及广东大陆均属震旦纪华夏古陆华南地台的一部分, 自寒武纪后, 海南岛曾数度发生海浸和海退, 泥盆纪、石炭纪和二迭纪时, 海南岛均淹没在辽阔的浅海中。至白垩纪随着造山运动开始, 海浸现象结束。在燕山运动的最后一幕, 结束了断陷湖盆堆积而上升成陆, 森林植被也从此时发展起来, 五指山、鹦哥岭、猕猴岭等许多峻峭山峰开始形成, 构成了以五指山-鹦哥岭为中心的穹形山地。直至上新世末发生海退, 海南重与大陆相辖, 上新世末, 由于琼州海峡下陷, 海南岛才与大陆分离^[15, 16]。

2 植被概况

海南石灰岩地区的植被类型多样, 常常随着受破坏和干扰程度的不同而处于不同的演替阶段, 或表现为不同的群落特征, 而且即使同一座山体上的植被类型也随着阴阳坡面、海拔高度和岩石的裸露程度而不同。东方、昌江、保亭等地, 有石灰岩季雨

林的分布。在昌江县七差乡王下石灰岩地区的植被保存相对较完整, 其优势种或建群种主要由刺桑 *Taxotrophis ilicifolius*、翅苹婆 *Sterculia alata*、轮叶戟 *Lasiococca comberi* var. *pseudoverticillata*、阿芳 *Alphonsea monogyna*、山香圆 *Turpinia montana*、龙眼 *Dimocarpus longan*、荔枝 *Litchi chinensis*、椭圆叶野桐 *Mallotus oblongifolius*、沙煲暗罗 *Polyalthia consanguinea*、越南榆 *Ulmus tonkinensis* 等组成。崖顶还分布有以坝王栎 *Quercus bawanglingensis*、坝王远志 *Polygala bawanglingensis*、榕树 *Ficus microcarpa*、海南大戟 *Euphorbia hainanensis* 等为主的山顶矮林。草本往往以兰花和蕨类植物为主, 如玫瑰毛兰 *Eria rosea*、芳香石豆兰 *Bulbophyllum ambrosia*、槲蕨 *Drynaria roosii*、石韦 *Pyrrosia lingua* 等。

此外在有些石灰岩地区受干扰比较大的群落发展为以有刺灌木和藤本植物为主的群落, 如东方市石灰岩地区的刺桑群落。有些群落中的优良用材树种遭到砍伐以后, 使群落发展为疏林类型。群落中许多植物种类具刺或叶小型化, 可防止植物体内水分的过度蒸腾, 它们的根系在石缝中穿透能力很强, 耐旱, 叶表皮多革质化或被白色绒毛, 可反射强光和减少蒸腾。

3 地理分布特征

3.1 地理成分分析

据调查和有关资料统计^[17, 22], 海南石灰岩共有维管束植物 1 400 余种, 石灰岩特有植物 63 种 (包括两个新分类群石山裸实 *Maytenus saxatilis* 和石山铁苋菜 *Acalypha chunii*), 隶属于 37 科 52 属 (见表 1)。在 37 科中, 大于或等于 2 种的科依次为大戟科 Euphorbiaceae 6 种、铁角蕨科 Aspleniaceae 5 种、苦苣苔科 Gesneriaceae 3 种、秋海棠科 Begoniaceae 3 种、兰科 Orchidaceae 3 种、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae 3 种、凤尾蕨科 Pteridaceae 2 种、荨麻科 Urticaceae 2 种、卫矛科 Celastraceae 2 种、芸香科 Rutaceae 2 种、苋科 Amaranthaceae 2 种、肿足蕨科 Hypodematiaceae 2 种、铁线蕨科 Adiantaceae 2 种、蹄盖蕨科 Athyriaceae 2 种。在这些种类中, 刺桑、坝王栎、海南大戟、盾叶秋海棠 *Begonia peltatifolia*、肿足蕨 *Hypodematium crenatum*、美丽梧桐 *Firmiana pulcherrima*、海南核果木 *Drypetes hainanensis*、石生铁角蕨 *Asplenium*

saxicola、毛叶轴脉蕨 *Ctenitopsis devexa* 较为常见,而海南凤仙 *Impatiens hainanensis*、石山蛇菰 *Balanophora saxicola*、粉背蕨 *Aleuritopteris pseudofarinosa*、西川朴 *Celtis vandervoetiana*、火焰草 *Sedum stellariifolium*、线裂铁角蕨 *Asplenium coenobiale*、单叶贯众 *Cyrtomium hemionitis* 比较稀少。

对这些植物属的地理分布进行分析的结果表明^[23, 24], 热带成分共有 45 属, 占总属数的 86.54%; 其中泛热带分布有 15 属, 占总属数的 28.85%, 如凤仙花属 *Impatiens*、大戟属 *Euphorbia*、铁苋菜属 *Acalypha*、紫金牛属 *Ardisia*、秋海棠属 *Begonia*、乌柏属 *Sapium* 等, 旧世界热带分布及其变型有 13 属, 占总属数的 25%, 如厚壳树属 *Ehretia*、黄皮属 *Clausena*、百箭花属 *Blepharis*、巢蕨属 *Neottopteris*、千金藤属 *Stephania*、野桐属 *Mallotus* 等。

属于世界分布的有 4 属, 占总属数的 7.69%, 它们是远志属 *Polygala*、铁线蕨属 *Adiantum*、耳蕨属 *Polystichum* 和铁角蕨属 *Asplenium*; 属于温带分布的仅有 3 属: 栎属 *Quercus*、十大功劳属 *Mahonia* 和贯众属 *Cyrtomium*。

在种级水平上, 属于世界分布的有铁线蕨 *Adiantum capillus-veneris* 1 种; 属于热带亚洲至热带大洋洲分布的有浆果苋 *Cladostachys frutescens* 1 种; 属于热带亚洲至热带非洲分布的有 2 种, 为百箭花 *Blepharis maderaspatensis* 和肿足蕨; 属于热带亚洲(印度-马来西亚)分布的有 18 种, 如大脚观音座莲 *Angiopteris crassipes*、桂琼铁角蕨 *Asplenium belangeri*、盾叶冷水花 *Pilea peltata*、网脉蛛毛苣苔 *Paraboea dictyoneura*、石生铁角蕨、刺桑等; 属于东亚分布的有对生耳蕨 *Polystichum deltodon* 和毛叶轴脉蕨 2 种; 属于中国特有分布的有 16 种, 它们大多数分布在华南至西南; 属于海南特有分布的有 23 种。其中, 热带类型分布的种(包括热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带非洲分布、热带亚洲分布、海南特有分布以及中国特有分布中的热带成分)共有 53 种, 占总种数的 84.13%。从属和种的地理分布可以看出, 本区热带性的属、种数比例较高, 而温带成分比例较低。由于海南地处热带北缘, 属高温多雨的热带季风气候区, 热带性成分的比例自然要高些, 这也表明石灰岩植物的分布受气候条件的制约。

从表 1 可以看出, 在这些种类中, 有 42 种分布

到昌江县石灰岩地区或主要分布在该地区, 说明昌江是全岛石灰岩植物的分化和特有化中心。

3.2 特有植物分布与海拔的关系

海南石灰岩特有植物分布随海拔高度变化而有差异(表 1)。其中, 在海拔 100–500 m 共有 5 种, 500–900 m 共有 22 种, 其余 36 种为 900–1 200 m 分布的种类。有些种类如海南凤仙花、海南十大功劳、盾叶秋海棠、中越石韦等种类常可分布到海拔 1 100 m 以上。可见, 该地的特有种多是由于山地隆起、高山深谷特殊生境引起的物种分化而形成的, 如苦苣苔科、秋海棠科、肿足蕨科的种类及海南大戟、坝王栎、石山蛇菰、石山铁苋菜等种类均如此, 它们的分布是属于狭域分布。部分种类如海南凤仙、海南大戟、坝王栎、石山裸实、坝王远志、肉叶鞘蕊花 *Coleus carnosifolius*、美丽梧桐、西川朴多为山顶裸露石灰岩植物, 而在含土层较厚的地方很少见到。

石灰岩在太阳辐射、气温、水分和湿度上, 都表现出很强的垂直变幅, 如石灰岩山区白天岩面接受强烈的阳光辐射, 没有森林覆盖的石山顶上, 温度高达 40–50℃, 晚上岩面散热很快, 温度急剧下降; 山顶部辐射强烈, 接近太阳光量常数, 而在漏斗底部, 所接受的光量仅为顶部的 1/3 左右^[1]。受这些特殊的生境条件影响, 在酸性土上相对高度达千米的植被才有垂直分带现象, 而在石灰岩山上仅 100–200 m 高就表现出来^[25]。石灰岩上特殊的水热条件对于植物的生长也是一个重要的影响因素, 在海南石灰岩地区大部分特有植物更适应于中高海拔生长。

4 特有植物的划分

S. C. Chin 进一步整理了马来半岛的石灰岩植物区系, 划分为专性种、适宜种、随遇种和稀见种, 并指出前两者大都为喜钙植物, 其比例约占 1/3^[26]。许兆然在研究中国南部和西南部石灰岩时, 按植物的分布区, 把局限于此区的特有属分为中国石灰岩特有属、广域石灰岩特有属和准石灰岩特有属三类, 并认为这三类是石灰岩植物区系的特征属, 占本区植物区系种子植物属数的 3.1%^[1]。喻勋林等在对湖南石灰岩特有植物进行研究时, 列举了 17 种为石灰岩专有种^[14]。笔者在多年对华南地区植物调查、生长环境比较的基础上, 认为海南石灰岩特有

表 1 海南石灰岩地区的特有植物与分布
Table 1 Endemic plants and its distribution in limestone region on Hainan Island

植物 Species	科名 Family	生活型 Life form	海拔 Altitude (m)	分布区 Distribution	在海南分布 Distribution in Hainan	备注 Remark
大脚观音座莲 <i>Angiopteris crassipes</i>	莲座蕨科 Angiopteridaceae	草本 Herb	600—850	云南。印度、缅甸、越南、柬埔寨、伊里安	昌江、保亭、临高	2
白沙凤尾蕨 <i>Pteris baksensis</i>	凤尾蕨科 Pteridaceae	草本 Herb	500—800		白沙	海南特有种,1
琼南凤尾蕨 <i>Pteris morii</i>	凤尾蕨科 Pteridaceae	草本 Herb	500—800		昌江、东方、保亭	海南特有种,1
粉背蕨 <i>Aleuritopteris pseudofarinosa</i>	中国蕨科 Sinopteridaceae	草本 Herb	1000	广东、广西、福建、云南、贵州、四川、西藏、江西、湖南	昌江坝王岭、王下	中国特有种,3
铁线蕨 <i>Adiantum capillus-veneris</i>	铁线蕨科 Adiantaceae	草本 Herb	600—1000	长江以南各省区及陕西、甘肃、河北。世界各地广布	昌江王下	3
仙霞铁线蕨 <i>A. juxtapositum</i>	铁线蕨科 Adiantaceae	草本 Herb	1100	福建、浙江、广东	昌江王下	中国特有种,2
肿足蕨 <i>Hypodematium crenatum</i>	肿足蕨科 Hypodematiaceae	草本 Herb	950	广东、广西、福建、湖北、云南、四川、贵州、江苏、浙江、安徽。亚洲亚热带地区和非洲	昌江、东方、保亭	2
鳞毛肿足蕨 <i>H. squamuloso-pilosum</i>	肿足蕨科 Hypodematiaceae	草本 Herb	400	福建、湖北、江苏	昌江坝王岭、王下	中国特有种,2
黄志短肠蕨 <i>Allantodia wangii</i>	蹄盖蕨科 Athyriaceae	草本 Herb	500—800		保亭、昌江、东方	海南特有种,1
白沙双盖蕨 <i>Diplazium basahense</i>	蹄盖蕨科 Athyriaceae	草本 Herb	500—800		东方	海南特有种,1
扁柄巢蕨 <i>Neottopteris humbertii</i>	铁角蕨科 Aspleniaceae	草本 Herb	900	云南。越南	昌江坝王岭	2
桂琼铁角蕨 <i>Asplenium belangeri</i>	铁角蕨科 Aspleniaceae	草本 Herb	800—1000	广西。印度、越南、马来西亚、印度尼西亚	昌江、保亭毛感	2
线裂铁角蕨 <i>A. coenobiale</i>	铁角蕨科 Aspleniaceae	草本 Herb	700—1200	福建、台湾、广东、广西、四川、贵州、云南。越南	昌江王下、保亭仙安石林	3
岭南铁角蕨 <i>A. sampsoni</i>	铁角蕨科 Aspleniaceae	草本 Herb	600—750	广东、广西、贵州、云南	昌江王下	中国特有种,3
石生铁角蕨 <i>A. saxicola</i>	铁角蕨科 Aspleniaceae	草本 Herb	600—1300	广东、广西、湖南、云南、贵州、四川。越南	昌江、东方、保亭、白沙、儋州	3
海南复叶耳蕨 <i>Arachniodes hainanensis</i>	鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	草本 Herb	850—1000		昌江王下、东方	海南特有种,3
单叶贯众 <i>Cyrtomium hemionitis</i>	鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	草本 Herb	1100	广西、云南、贵州	昌江王下	中国特有种,2
对生耳蕨 <i>Polystichum deltodon</i>	鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	草本 Herb	1100	广东、广西、江西、湖北、安徽、台湾、四川、贵州。越南、日本	昌江王下	2
毛叶轴脉蕨 <i>Ctenitopsis devexa</i>	叉蕨科 Aspidiaceae	草本 Herb	700—1100	广东、台湾、广西、四川、贵州、云南。日本、越南、泰国、马来西亚、菲律宾、斯里兰卡等	昌江、保亭、东方、白沙	2
河口实蕨 <i>Bolbitis hekouensis</i>	实蕨科 Bolbitidaceae	草本 Herb	500—600	云南	保亭	中国特有种,2
中越石韦 <i>Pyrrosia tonkinensis</i>	水龙骨科 Polypodiaceae	草本 Herb	800—1200	广东、广西、贵州、云南。越南、泰国	保亭、昌江、东方	3

Table 1 (Continued)

植物 Species	科名 Family	生活型 Life form	海拔 Altitude (m)	分布区 Distribution	在海南分布 Distribution in Hainan	备注 Remark
葫芦苏铁 <i>Cycas changjiangensis</i>	苏铁科 Cycadaceae	木本 Wood	600—900		昌江、东方	海南特有种,3
海南十大功劳 <i>Mahonia hainanensis</i>	小檗科 Berberidaceae	藤本 Vine	800—1280		昌江王下、东方	海南特有种,1
海南地不容 <i>Stephania hainanensis</i>	防己科 Menispermaceae	藤本 Vine	400—800		琼中、白沙、 儋县	海南特有种,3
多型叶马兜铃 <i>Aristolochia polymorpha</i>	马兜铃科 Aristolochiaceae	藤本 Vine	900—1100		昌江王下	海南特有种,1
坝王远志 <i>Polygala bawanglingensis</i>	远志科 Polygalaceae	灌木 Shrub	1000		昌江坝王岭	海南特有种,1
火焰草 <i>Sedum stellariifolium</i>	景天科 Crassulaceae	草本 Herb	1200	云南、贵州、四川、湖南、 湖北、台湾、甘肃、陕西、 河南、山东、山西、辽宁	昌江王下	中国特有种,3
浆果苋 <i>Cladostachys frutescens</i>	苋科 Amaranthaceae	攀援灌木 Climbing shrub	500—900	印度、中南半岛、印度尼西 亚、马来西亚、大洋洲	昌江、白沙、 东方、乐东、 崖县、定安	3
白花苋 <i>Aerva sanguinolenta</i>	苋科 Amaranthaceae	草本 Herb	400—1000	四川、云南、贵州。越南、 印度、菲律宾、马来西亚	崖县、昌江	3
海南凤仙花 <i>Impatiens hainanensis</i>	凤仙花科 Balsaminaceae	草本 Herb	600—1200		乐东、昌江、 白沙、东方	海南特有种,1
盾叶秋海棠 <i>Begonia peltatifolia</i>	秋海棠科 Begoniaceae	草本 Herb	800—1250	广西	昌江、白沙	中国特有种,2
保亭秋海棠 <i>B. augustinei</i>	秋海棠科 Begoniaceae	草本 Herb	500—800	云南	保亭	中国特有种,2
昌感秋海棠 <i>B. cavaleriei</i>	秋海棠科 Begoniaceae	草本 Herb	500—800	广西、云南、贵州	昌江	中国特有种,3
美丽梧桐 <i>Firmiana pulcherrima</i>	梧桐科 Sterculiaceae	乔木 Tree	700—1000	广西	琼海、万宁、 三亚、崖县	中国特有种,3
海南大戟 <i>Euphorbia hainanensis</i>	大戟科 Euphorbiaceae	灌木 Shrub	800—1100		乐东、昌江、 东方	海南特有种,1
石山铁苋菜 <i>Acalypha chunii</i>	大戟科 Euphorbiaceae	灌木 Shrub	800—1000		昌江王下、东方	海南特有种,1
海南核果木 <i>Drypetes hainanensis</i>	大戟科 Euphorbiaceae	乔木 Tree	600—800	广西	白沙、崖县、 乐东、琼海	中国特有种,3
滇黔野桐 <i>Mallotus millietii</i>	大戟科 Euphorbiaceae	攀援灌木 Climbing shrub	1000	广东、广西、湖南、云南、 贵州、湖北	昌江王下	中国特有种,3
异序乌柏 <i>Sapium insigne</i>	大戟科 Euphorbiaceae	乔木 Tree	850	云南、贵州。越南、印度	昌江坝王岭、 王下、东方	3
长梗守宫木 <i>Sauropus macranthus</i>	大戟科 Euphorbiaceae	灌木 Shrub	600—900	云南。印度至东南亚	陵水、崖县、 乐东	3
坝王栎 <i>Quercus bawanglingensis</i>	壳斗科 Fagaceae	小乔木 Small tree	900—1000		昌江坝王岭、 东方	海南特有种,1
西川朴 <i>Celtis vandervoetiana</i>	榆科 Ulmaceae	乔木 Tree	600—800	云南、广西、广东、福建、 浙江、江西、湖南、贵州、 四川	保亭毛感	中国特有种,3
刺桑 <i>Taxotrophis ilicifolius</i>	桑科 Moraceae	灌木或乔 木 Shrub or tree	200—800	广西、云南。南亚至东南亚	崖县、乐东、 琼海、陵水、 白沙、保亭	3

Table 1 (Continued)

植物 Species	科名 Family	生活型 Life form	海拔 Altitude (m)	分布区 Distribution	在海南分布 Distribution in Hainan	备注 Remark
波缘冷水花 <i>Pilea cavaleriei</i>	荨麻科 Urticaceae	草本 Herb	950	福建、浙江、江西、广东、 广西、湖南、湖北、贵州、 四川。不丹	昌江、东方	3
盾叶冷水花 <i>Pilea peltata</i>	荨麻科 Urticaceae	草本 Herb	800—1100	广东、广西、湖南。越南	昌江王下、保亭	2
石山裸实 <i>Maytenus saxatilis</i>	卫矛科 Celastraceae	灌木 Shrub	800—1000		昌江王下、东方	海南特有种,1
海南裸实 <i>M. hainanensis</i>	卫矛科 Celastraceae	攀援灌木 Climbing shrub	800		崖县	海南特有种,3
石山蛇菰 <i>Balanophora saxicola</i>	蛇菰科 Balanophoraceae	草本 Herb	350		昌江乌烈	海南特有种,1
海南黄皮 <i>Clausena hainanensis</i>	芸香科 Rutaceae	小乔木 Small tree	600—1000		昌江	海南特有种,1
豆叶九里香 <i>Murraya euchrestifolia</i>	芸香科 Rutaceae	小乔木 Small tree	1000	广东、广西、台湾、贵州	昌江坝王岭、 王下、东方	中国特有种,3
肉根紫金牛 <i>Ardisia crassirhiza</i>	紫金牛科 Myrsinaceae	灌木 Shrub	600—1000		昌江	海南特有种,1
匙叶梔子 <i>Gardenia angkorensis</i>	茜草科 Rubiaceae	灌木 Shrub	100—300	柬埔寨	昌江	3
昌江厚壳树 <i>Ehretia changjiangensis</i>	紫草科 Boraginaceae	攀援灌木 Climbing shrub	300		昌江坝王岭	海南特有种,1
昌江蛛毛苣苔 <i>Paraboea changjiangensis</i>	苦苣苔科 Gesneriaceae	亚灌木 Subshrub	600—1000		昌江王下、东方	海南特有种,1
网脉蛛毛苣苔 <i>Paraboea dictyoneura</i>	苦苣苔科 Gesneriaceae	草本 Herb	1000	广东、广西。泰国、越南	昌江王下	2
大花十字苣苔 <i>Stauranthera grandiflora</i>	苦苣苔科 Gesneriaceae	草本 Herb	600—700	云南。印度、孟加拉国、 泰国、缅甸、马来西亚、 印度尼西亚	保亭毛感	2
百箭花 <i>Blepharis maderaspatensis</i>	爵床科 Acanthaceae	草本 Herb	800	热带非洲、印度、锡兰 和越南	昌江王下	2
肉叶鞘蕊花 <i>Coleus carnosifolius</i>	唇形科 Labiatae	草本 Herb	900	广东、广西、湖南	昌江坝王岭	中国特有种,2
滑叶山姜 <i>Alpinia tonkinensis</i>	姜科 Zingiberaceae	草本 Herb	1000	广西。越南	昌江王下	3
昌江薯蓣 <i>Dioscorea changjiangensis</i>	薯蓣科 Dioscoreaceae	藤本 Vine	380		昌江王下	海南特有种,1
昌江石斛 <i>Dendrobium changjiangense</i>	兰科 Orchidaceae	草本 Herb	900—1000		昌江、保亭、 东方、三亚	海南特有种,3
玫瑰毛兰 <i>Eria rosea</i>	兰科 Orchidaceae	草本 Herb	900—1200	西南部。印度	昌江、保亭	3
毛唇芋兰 <i>Nervilia fordii</i>	兰科 Orchidaceae	草本 Herb	800	广东、广西、香港、四川。 泰国	昌江王下	3

备注中的 1: 海南石灰岩专性种; 2: 广域石灰岩特有种; 3: 准石灰岩特有种。 Numericals 1, 2 and 3 in the remarks column represent endemic species restricted to limestone on Hainan, broad endemic limestone species, and quasi-endemic limestone species, respectively.

植物可以分为: (1) 海南石灰岩专性种, 指仅局限于海南的石灰岩上分布的特有种; (2) 广域石灰岩特有种, 指分布区越出海南, 但仍在石灰岩上生长的种类; (3) 准石灰岩特有种, 指以石灰岩为主要分布区, 少量生长于酸性土上, 并且分布区不限于海南。

按以上的划分, 属于海南石灰岩专性种的有 18 种, 占总种数的 28.57%, 如白沙凤尾蕨 *Pteris baksensis*、琼南凤尾蕨 *P. morii*、黄志短肠蕨 *Allantodia wangii*、白沙双盖蕨 *Diplazium basahense*、海南十大功劳 *Mahonia hainanensis*、多型叶马兜铃 *Aristolochia polymorpha*、坝王远志、海南凤仙、海南大戟、坝王栎、昌江厚壳树 *Ehretia changjiangensis*、石山铁苋菜、石山裸实、海南黄皮 *Clausena hainanensis*、石山蛇菰、昌江蛛毛苣苔 *Paraboea changjiangensis*、肉根紫金牛 *Ardisia crassirhiza*、昌江薯蓣 *Dioscorea changjiangensis*。

属于广域石灰岩特有种的有 17 种, 占总种数的 26.98%, 如大脚观音座莲、肿足蕨、扁柄巢蕨 *Neottopteris humbertii*、桂琼铁角蕨、对生耳蕨、毛叶轴脉蕨、盾叶冷水花、网脉蛛毛苣苔、大花十字苣苔 *Stauranthera grandiflora*、百箭花、仙霞铁线蕨 *Adiantum juxtapositum*、鳞毛肿足蕨 *Hypodematium squamuloso-pilosum*、单叶贯众 *Cyrtomium hemionitis*、河口实蕨 *Bolbitis hekouensis*、盾叶秋海棠、保亭秋海棠 *Begonia augustinei*、肉叶鞘蕊花。其余 28 种如刺桑、海南地不容 *Stephania hainanensis*、海南核果木等属于准石灰岩特有种。

石灰岩植物受气候带的制约, 但在相同的气候带中, 它的科属种的组成与酸性土植物则有明显的差异, 这主要应归因于它的生长基质, 特别是土壤或母岩中丰富的钙。石灰岩与酸性土植物区系在科这一分类等级上有一定程度的分化, 中国南部和西南部石灰岩植物区系和中国产的大科的比较初步表明, 石灰岩植物区系的全部科都见于酸性土上, 但酸性土的 94 科并没有全部在石灰岩上记录到^[1]。对一些种在生长基质的分化现象也很明显, 在海南石灰岩上, 一些种类如海南大戟、坝王栎、盾叶秋海棠, 它们在石灰岩上或钙性岩的峭壁上生长良好, 却没有在咫尺之距的酸性岩上出现。铁线蕨科的铁线蕨, 是钙质土的指示植物, 为世界分布种; 肿足蕨科的肿足蕨, 广布亚洲热带地区和非洲, 它们的分布区覆盖着广阔的酸性土地区, 可在石灰岩附近的酸性土上就没有分布。

5 结论和讨论

5.1 海南与其它地区石灰岩特有植物的比较

5.1.1 与广西弄岗的比较

弄岗自然保护区位于龙州东北及宁明以北一带, 地处北热带的北缘, 热量丰富, 雨量充沛, 为各类植物的生长和繁衍创造了良好的条件, 此保护区是一块山峰林立的岩溶峰丛山地, 山体坡陡土薄, 山峰海拔一般在 400–600 m 左右, 总面积 101 km²^[27]。据初步统计, 弄岗被子植物有 170 种为典型的嗜钙植物, 它们局限分布于岩溶地区, 构成了特殊的岩溶植被, 约占弄岗被子植物种数的 13%。在石灰岩特有植物中, 两地共有的种类有铁线蕨、毛叶轴脉蕨、白花苋、盾叶秋海棠、刺桑、肉叶鞘蕊花、海南核果木; 过去认为仅分布于海南的秋海棠科的盾叶秋海棠、大戟科的海南核果木, 在弄岗均有发现^[27], 表明两地关系比较密切。这可能与第四纪冰川所产生的海退导致北部湾海域广泛露出海面与海南相通有关。在石灰岩特有种数上, 海南远不及弄岗植物多。

5.1.2 与广东的比较

广东石灰岩山区总面积 6 208 km², 占全省土地总面积的 3.5%, 主要分布在西北部和西部山区, 其中西北部面积最大, 集中分布在大东山两侧, 包括乐昌、乳源、连南、连县、阳山、英德、清远、怀集、云浮等地^[28]。由于广东经济发展较快, 其石灰岩地区受到的破坏较严重, 现仅在南岭自然保护区和英德石门台自然保护区保存着较好的石灰岩植被。限于广东与海南共有的中国特有种共 61 种, 如海南红楣 *Anneslea hainanensis*、广东粗叶木 *Lasianthus kwangtungensis*、海南山黄皮 *Randia hainanensis* 等^[20]。而两地共有的石灰岩特有种有网脉蛛毛苣苔、肉叶鞘蕊花、肿足蕨、对生耳蕨、仙霞铁线蕨、豆叶九里香、滇黔野桐、中越石韦、石生铁角蕨、玫瑰毛兰等 15 种。共有种数较多是缘于广东与海南具有相近的地理位置和相似的气候条件, 而且它们在地史上曾经数度直接相连。

5.1.3 与湖南的比较

湖南省石灰岩面积 117.4 hm², 占全省总面积的 5.44%, 主要分布在湘西北和湘南两大片, 初步调查表明, 湖南石灰岩植物共计 424 种, 在湖南范围内仅出现在石灰岩区域的种类有 70 种^[17], 这些种类中, 樟叶木防己 (*Cocculus laurifolius*)、风车子 (*Combretum alfredii*)、翻白叶树 (*Pterospermum*

heterophyllum)、九里香 (*Murraya exotica*)、九节 (*Psychotria rubra*)、盾叶冷水花、石生铁角蕨、肉叶鞘蕊花和铁榄 (*Sinogideroxylon wightianum*) 在海南石灰岩上均有分布, 但这些种类中, 除了肉叶鞘蕊花、石生铁角蕨和盾叶冷水花, 其它种类在海南为不典型的石灰岩特有种。

产于湖南的石灰岩特有植物, 苦苣苔科有 3 属 5 种, 大戟科 4 属 4 种, 为特有种最多的两科^[4], 这与海南较为相似。在石灰岩特有植物中的本地特有种方面, 海南有 23 种, 而湖南仅 2 种, 远少于海南的种数。

5.1.4 与马来西亚的比较

马来西亚位于马来半岛南部, 坐落在印度洋与南中国海之间, 属于典型的热带地区, 气候为热带雨林气候, 全年高温多雨, 其石灰岩面积大约有 260 km²。S. C. Chin 记录了此区共有维管束植物 1 216 种, 石灰岩特有种比例为 21.2%^[26]。而海南石灰岩特有种的比例仅为 3.79%, 远低于马来西亚石灰岩特有种的比例。两者共有的种有大花十字苣苔、桂琼铁角蕨、铁线蕨、毛叶轴脉蕨、浆果苋、白花苋和刺桑。海南与马来西亚的石灰岩植物区系有着历史渊源关系^[1], 在区系区划上, 海南岛被归入“古热带植物区、马来西亚植物亚区”中^[29]。由于地理位置较远, 气候条件差异, 两区系的成分组成已发生了不同的分化, 但在石灰岩植物的分布上具有一定的联系。

从以上的分析可以看出, 海南石灰岩特有种在分布上与广东的联系较为密切, 这两个地区都处于华夏区系的南缘, 由纬度位置来看, 都属于热带地区的北缘, 在自然地理条件上也较相似。在特有种的比例上海南比马来西亚、广西低, 这与海南的地质历史、气候条件密切相关, 马来西亚石灰岩植物区系体现的是比海南更典型的热带性。

5.2 海南石灰岩特有植物的演化与发展

植物界的特有现象使植物区系表现出多样性, 作为地球上唯一的第一性生产者的绿色植物, 是地球上其它生命生存的依赖, 使整个生物界展示出错综复杂的生物多样性, 因此植物的多样性是生物多样性的基础^[30]。海南石灰岩上的特有植物与地貌、土壤因子以及海岛效应密切相关, 由于山高谷深, 环境条件复杂, 加上石灰岩本身的“生物隔离”作用, 促进了这一地区特有种的分化和形成。就王下乡附近的石灰岩而言, 就有 10 多种海南石灰岩特有种,

这些种类在当地植被组成中具有重要意义。这一地区将成为我国热带石灰岩地区物种的保存和研究中心。

Engler 指出过, 特有现象有古特有植物和新特有植物两类^[31]。Favarger^[32]等以细胞学研究为基础, 提出了裂性特有、偏性特有和离性特有三个特有类型。许兆然等以特有植物的起源与演化, 把石灰岩特有植物分为三类: 古特有植物、准古特有植物和新特有植物^[1]。从海南石灰岩特有种所隶属的科来看, 原始的科如木兰科 *Magnoliaceae*、樟科 *Lauraceae* 等都没有分布, 除了防己科属于较为古老的科外, 大多是进化的科, 其特有性显然是属新特有性质。在海南石灰岩特有植物中, 大部分种类为近年来调查所发现的新分类群或新记录植物, 它们对探索当地植物区系有重要价值。

石灰岩山地由于特殊的生境条件, 如地表水缺乏、土层浅薄、钙离子丰富、岩层淋溶、山体陡峭等, 是石灰岩植物区系与土山植物区系之间联系的障碍。在自然竞争中, 这些不适应石灰岩生境的障碍起了一种“生物隔离”作用, 它使一部分植物在自然条件下, 只能分布于石灰岩而不能分布在土山, 同样, 一部分植物只能分布在土山而不能分布在石灰岩上。这种“隔离”作用促进了石灰岩山地植物区系的特有化发展。一些比较能适应石灰岩山地生境条件的植物, 在石灰岩地区得以发展、分化、形成新的物种, 如海南岛的肉根紫金牛、坝王栎、海南凤仙、海南大戟、石山裸实、石山蛇菰等, 由于“隔离”作用, 这些特有的物种仅局限于石灰岩地区, 而不能或很难扩散到邻近的酸性土山区。其中, 肉根紫金牛具有近念珠状的肉质根, 是紫金牛属中比较特别的种, 它的肉质根能深深插入石灰岩中, 在雨季时便充分吸收水分, 以备旱季时用。广西 10 个特有属中, 就有 8 个苦苣苔科的属是石灰岩山地的特有属^[33], 该科在广西有 66 个特有种, 占广西该科种数的 81.5%^[34]。而在海南, 苦苣苔科特有种有 10 种, 占总种数的 47.62%, 仅分布在石灰岩上的只有 3 种。另外, 一些在广西、广东石灰岩上广泛分布的种如圆叶乌桕 *Sapium rotundifolium*、圆果化香树 *Platycarya longipes* 在海南尚未发现。这些说明了海南石灰岩植物在特有化水平上不很明显。

从海南岛的地质历史可以看出, 海南岛是一个较为年青的海岛, 它在第四纪以前长期与大陆相连, 直至早更新世琼州海峡的出现才与大陆分离。

其后,由于海平面的下降,又曾一度与大陆连接过^[35]。因此,岛上的植物完全可以通过陆路相互渗透,如盾叶秋海棠、桂琼铁角蕨、线裂铁角蕨等均为与大陆共有的种类。从以上的分析可以看出,海南石灰岩特有种的比例比马来西亚、广西低,地质历史可能是造成海南特有植物不很丰富的主要因素。另外,海南岛石灰岩的面积较小,加起来共约400 km²,仅占海南岛总面积的1.18%,故石灰岩的特有植物显得较为贫乏。

植物特有现象与其珍稀濒危程度密切相关,二者在植物多样性研究和保护中同样具有最优先的地位。这是由于特有植物的形成与长期的演化适应和地理分异有关,并对环境变化反应敏感,有着极为强烈的依赖关系^[36]。Richardson 还强调指出,许多特有种正处于危险状态,所以特有种的研究及其保护正是植物学家们的一项紧迫的任务,也是保护生物多样性的一个重要内容^[37]。在海南石灰岩特有植物中,一些种类如海南凤仙花、石山蛇菰、粉背蕨、西川朴、火焰草、线裂铁角蕨、河口实蕨、单叶贯众等,种群数量非常稀少。单叶贯众仅于20世纪90年代初在昌江县王下乡石灰岩季雨林中发现,数量极少。这些种类在生境脆弱情况下易于丢失,应把它们作为生物多样性保护的关键种和敏感种倍加关注。如果在昌江王下乡建立自然保护区,结合就地保护与迁地保护,对特有属种进行遗传多样性研究,对当地的石灰岩植被以及特有植物的保育是较好的方法。

致谢 野外工作得到海南省林业局、海南省霸王岭自然保护区、保亭毛感乡林业站等有关单位的大力协助,谨致谢意!

参考文献

- [1] Xu Z R(许兆然). A study of the limestone forest flora of southern and southwestern China [J]. Guihaia(广西植物), 1993, Supp. 4:5-54. (in Chinese)
- [2] Henderson M R. The flora of the limestone hills of the Malay Peninsula [J]. Mala Bran Roy Asia Soc, 1939, 17(1):12-87.
- [3] Liu N(刘念), Ye H G(叶华谷), Zhang G C(张桂才), et al. Floristic analysis of the Longhua Nature Reserve [A]. In: Acta Botanica Austro Sinica Vol. 9 [C]. Beijing: Science Press, 1994. 1-16. (in Chinese)
- [4] Zhu H(朱华), Wang H(王洪), Li B G(李保贵), et al. A phytogeographical research on the forest flora of limestone hill's in Xishuangbanna [J]. Guihaia(广西植物), 1996, 16(4):317-330. (in Chinese)
- [5] Fu S L(傅松玲), Huang B L(黄宝龙). Analysis of succession trend and physiological characters of secondary forest tree species in limestone mountain of eastern Anhui Province [J]. Sci Silv Sin(林业科学), 2002, 38(1):50-55. (in Chinese)
- [6] Fu S L(傅松玲). Tree species selection in limestone mountain of eastern Anhui Province [J]. J Anhui Agri Univ(安徽农业大学学报), 1999, 26(1):16-22. (in Chinese)
- [7] Li B G(李保贵), Zhu H(朱华), Wang H(王洪), et al. A study on the domination species of limestone forest — *Celtis wightii* in Xishuangbanna [J]. Guihaia(广西植物), 1997, 17(1):69-78. (in Chinese)
- [8] Beneš J, Kepka P, Konvička M. Limestone quarries as refuges for European xerophilous butterflies [J]. Conserv Biol, 2003, 17(4):1058-1069.
- [9] Moreno R, Lloret F, Alcañiz J M. Effects of sewage sludge on plant community composition in restored limestone quarries [J]. Rest Ecol, 2004, 12(2):290-296.
- [10] Dang R L(党荣理), Pan X L(潘晓玲). The Chinese endemic plant analysis in west-north desert of China [J]. Bull Bot Res(植物研究), 2001, 21(4):519-526. (in Chinese)
- [11] Peng H(彭华). The endemism in the flora of seed plants in Mt. Wuliangshan [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 1997, 19(1):1-14. (in Chinese)
- [12] Tom L, Hebert P. Endemism and ecological islands: the ostracods from Jamaican bromeliads [J]. Fresh Biol, 1996, 36(2):327-338.
- [13] Richard P D, Tim M B. Extinction and endemism in the New Zealand avifauna [J]. Glob Ecol Biogeo, 2004, 13(6):509-517.
- [14] Yu X L(喻勋林), Xiao Y T(肖育檀). Primary study of limestone endemic plants in Hunan Province [J]. J Cent South For Univ(中南林业学院学报), 1999, 19(2):34-38. (in Chinese)
- [15] Wang B S(王伯荪). The Pteridophyte flora of Hainan [J]. Acta Sci Nat Univ Sunyatseni(中山大学学报), 1982, 4:92-97. (in Chinese)
- [16] Jiang Y X(蒋有绪), Wang B X(王伯荪), Zang Y G(臧润国), et al. Biodiversity and Formation Mechanism of Tropical Forest in Hainan Island [M]. Beijing: Science Press, 2002. 1-29. (in Chinese)
- [17] Xing F W(邢福武), Li Z X(李泽贤). Some newly recorded plants from Hainan (III) [J]. J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究), 1991, 9(2):135-139. (in Chinese)
- [18] Xing F W(邢福武), Li Z X(李泽贤). A new species of *Ehretia* (Boraginaceae) from Hainan Province [J]. Acta Phytotax Sin(植物分类学报), 1993, 31(5):472-474. (in Chinese)
- [19] Xing F W(邢福武), Li Z X(李泽贤). A new species of *Paraboea* from Hainan Island [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 1993, 15(2):121-122. (in Chinese)
- [20] Xing F W(邢福武), Li Z X(李泽贤). New taxa of *Balanophora* and *Dioscorea* from Hainan [A]. In: Acta Botanica Austro Sinica Vol. 10 [C]. Beijing: Science Press, 1995. 17-20. (in Chinese)
- [21] Xing F W(邢福武), Qin X S(秦新生). Some new recorded plants in Hainan Island (VII) [J]. J South China Agri Univ (Nat Sci)(华南农业大学学报 自然科学版), 2003, 24(2):60-62. (in Chinese)

- [22] Yan Y H, Qin X S, Xing F W, et al. New records for ferns from Hainan Island, China [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2004, 12(4):372–373.
- [23] Wu Z Y(吴征镒). The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan(云南植物研究)*, 1991, (Supp.IV):1–139.(in Chinese)
- [24] Wu Z H(吴兆洪), Ching R C(秦仁昌). Fern Families and Genera of China [M]. Beijing: Science Press, 1991. 95–564.(in Chinese)
- [25] Xu Z R(许兆然), Sun L(孙立). A preliminary study of the limestone hill forest vegetation and flora of Dongyang Mountain Area [J]. *Ecol Sci(生态科学)*, 1984, (2):1–6.(in Chinese)
- [26] Chin S C. The limestone hill flora of Malaya I [J]. *The Gardens' Bulletin, Singapore*, 1977, 30:165–219.
- [27] Liang C F(梁畴芬), Liang J Y(梁健英), Liu L F(刘兰芳), et al. A report on the exploration of the flora of Longgang [J]. *Guihaia(广西植物)*, 1985, 5(3):191–209.(in Chinese)
- [28] Chen C H(陈朝辉). A study of the management and development of limestone mountain region in Guangdong Province [J]. *Trop Geog(热带地理)*, 1992, 12(4):309–314.(in Chinese)
- [29] Wu Z Y(吴征镒). The regionalization of Chinese flora [J]. *Acta Bot Yunnan(云南植物研究)*, 1979, 1(1):1–20.(in Chinese)
- [30] Chang H T(张宏达). Plant endemism and biodiversity [J]. *Ecol Sci(生态科学)*, 1997, 16(2):9–17.(in Chinese)
- [31] Ying T S(应俊生), Zhang Z S(张志松). Endemism in the flora of China — Studies on the endemic genera [J]. *Acta Phytotax Sin(植物分类学报)*, 1984, 22(4):259–268.(in Chinese)
- [32] Favarger C, Contandriopoulos J. Essai sur l'endemisme [J]. *Bull Soc Bot Suisse*, 1961, 71:384–408.
- [33] Lu Y X(陆益新), Huang G B(黄广宾), Liang C F(梁畴芬). Study on the endemic plants from Guangxi [J]. *Guihaia(广西植物)*, 1989, 9(1):38–57.(in Chinese)
- [34] Su Z Y(苏志尧), Chang H T(张宏达). Endemism in the flora of Guangxi [J]. *J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报)*, 1994, 2(1):1–9.(in Chinese)
- [35] Xing F W(邢福武), Wu T L(吴德邻), Li Z X(李泽贤), et al. Endemic plants of Hainan Island [J]. *J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报)*, 1995, 3(1):1–12.(in Chinese)
- [36] Zuo J F(左家哺), Fu D Z(傅德志). Advance on endemics in floristics — Concept, type, origination and studied significance [J]. *J Hunan Environ-Biol Polytechn(湖南环境生物职业技术学院学报)*, 2003, 9(1):11–20. (in Chinese)
- [37] Richardson I K. Endemic taxa and the taxonomist [A]. In: Street H E. *Essays in Plant Taxonomy* [M]. London & New York: Academic Press, 1978. 177–209.