

广东石门台自然保护区石灰岩地区植物区系和植被

严岳鸿¹ 陈红锋¹ 邢福武^{1*} 谢国忠²

(1.中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650; 2. 广东英德石门台自然保护区管理局, 广东 英德 573000)

摘要: 分析了广东英德石门台自然保护区石灰岩地区森林植被的植物种类组成、外貌结构、群落类型和分布状况及石灰岩植物的主要适应特点, 并对如何保护和恢复石灰岩地区的森林植被提出了建议。

关键词: 石门台自然保护区; 石灰岩地区; 森林植被; 植物区系

中图分类号: Q948.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395 (2002) 04-0348-08

Flora and Vegetation in Limestone Area in Shimentai Nature Reserve, Guangdong

YAN Yue-hong¹ CHEN Hong-feng¹ XING Fu-wu^{1*} XIE Guo-zhong²

(1. South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. The Administrative Bureau of Shimentai Reserve, Guangdong, Yingde 573000, China)

Abstract: An investigation of the flora and vegetation was made in limestone hill with an area of 47.8 km² in Shimentai Nature Reserve, Yingde County, Guangdong. Eighty-six vascular plant species included in 77 genera and 51 families are distributed here, of which 12 species are endemic to limestone area, viz. ferns, including *Hypodematia crenatum*, *Pyrrosia similis*, *Pteris cretica*, and the seed plants, *Sapium roundifolium*, *Sinosideroxylon wightianum*, *Boniiodendron minius*, *Procetis tatarinowii*, *Zanthoxylum armatum*, etc. The vegetation in the area studied is classified into 6 forest types, i.e. *Procetis tatarinowii* forest, *Zenia insignis* forest, *Pistacia chinensis* forest, *Choerospondias axillaris* and *Ficus microcarpa* forest, *Alchonea trewioides* and *Strobilanthes cusia* forest, and *Sapium roundifolium* forest. The protection and restoration measures of limestone vegetation after disturbance are suggested.

Key words: Shimentai Nature Reserve; Limestone; Vegetation; Flora

广东英德石门台自然保护区拥有较大面积的石灰岩植被, 尤其是崖壁上的植被保存较为完好, 几乎未被破坏, 主要分布于峰林陡峭、交通不便的地区, 如波罗、云岭还有大片保存较好的石灰岩常绿落叶阔叶混交林, 植被组成种类十分丰富。由于石灰岩生境本身的隔离分

收稿日期: 2001-11-07 接受日期: 2002-04-15

* 通讯作者 Corresponding author

化作用,促进了石灰岩特有种的分化和形成,使石灰岩地区具有不少的特有植物和嗜钙植物^[1]。这些种类对于研究中国特殊生境植物区系的起源、形成和演化具有重要的科学价值。此外,石灰岩的生态系统十分脆弱,一旦被破坏,就很难恢复^[2]。随着人类活动对环境的干扰强度加大,本来就非常脆弱的石灰岩植被和生物多样性的保护以及植被的恢复和重建日益受到人们的重视。英德石灰岩地区的植被与植物区系在广东占有较重要的地位,早在1959年,张宏达教授就曾经提及这个问题,但没有做进一步的研究工作^[3]。本文以广东英德云岭镇水联的石灰岩植被为例,探讨石门台自然保护区石灰岩植物区系和植被的基本组成与特点,为保护区的保护与管理工作提供基础资料。

1 自然概况

石门台自然保护区内的石灰岩地区主要在保护区最西端的菜园-大竹垌-凹头一线以西至波罗河 10 km² 范围内,以及云岭镇水联和沙口镇白石眉等地,总面积达 47.8 km²。地貌形态以峰丛、石山为主,溶蚀洼地及小型盆地较少,与广东粤北其它地区的喀斯特低山丘陵极为相似,海拔多在 600 m 以下。

该区处于南亚热带向中亚热带过渡地带,气候温暖,年均温 20.9℃,全年无霜期 319 d,雨量充沛,年均降水量 1 882.8 mm。土壤为石灰岩地区广布的红色石灰土和黑色石灰土,土层厚薄不一,均与基岩交界清晰。土壤呈微酸性至微碱性,有的地方积累腐殖质较多。自然植被组成多为喜钙植物或耐钙植物。

2 种类组成和特点

据调查,在石门台自然保护区水联石灰岩地区常见的有 86 种维管束植物,分属于 51 科 77 属。对保护区石灰岩地区植物地理分布进行分析的结果表明,该地区植物区系具有明显的石灰岩植物区系适应特点,与当地花岗岩地区自然植被相比^[1],温带成分和中国特有成分在石灰岩地区占有较大比例,反映了水分亏缺和高钙环境对石灰岩地区植物区系形成具有强烈的隔离分化影响。

热带成分 49 种,其中热带亚洲分布 34 种。热带亚洲至大洋洲分布 8 种。常见的草本植物有松叶蕨(*Psilotum nudum*)、笔管草(*Equisetum debile*)、鞭叶铁线蕨(*Adiantum caudatum*)、肿足蕨(*Hypodematia crenatum*)、普通针毛蕨(*Macrothelypteris torresiana*)、多羽凤尾蕨(*Pteris decrescens*)、剑叶凤尾蕨(*P. ensiformis*)、金钗凤尾蕨(*P. fauriei*)、井栏边草(*P. multifida*)、蜈蚣草(*P. vittata*)、栗柄凤尾蕨(*P. plumbea*)、槲蕨(*Drynaria roosii*)、边缘鳞盖蕨(*Microlepia marginata*)、江南星蕨(*Microsorium fortunei*)、轴脉蕨(*Ctenitopsis sagenioides*)、菜蕨(*Callipteris esculenta*)、水虎尾(*Dysophylla stellata*)、桑草(*Fatoua pilosa*)、莪术(*Curcuma phaeocaulis*)、玫瑰毛兰(*Eria rosea*)、白花蒿(*Artemisia lactiflora*)、蒟蒻薯(*Tacca chantrieri*)等;灌木有红背山麻杆(*Alchonea trewioides*)、九里香(*Murraya paniculata*)、八角枫(*Alangium chinense*)、粗糠柴(*Mallotus philipinensis*)、马蓝(*Strobilanthes cusia*);乔木有海红豆(*Adenanthera pavonina* L. var. *microperma*)、大叶土蜜树(*Bridelia penangiana*)、铁榄(*Sinosideroxylon wightianum*)、圆叶

1) 庞雄飞,张金泉. 广东石门台自然保护区综合科学考察报告. 广东石门台自然保护区管理局, 2001.

乌柏(*Sapium rotundifolium*)、酸枣(*Choerospondias axillaris*)、阴香(*Cinnamomum burmanni*)、黄牛木(*Cratoxylon cochinchinensis*)、麻楝(*Chukrasia tabularis*)、广东薊柊(*Scolopia saeva*)、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)、榕树(*Ficus microcarpa*)、重阳木(*Bischofia javanica*)；藤本植物有海金沙(*Lygodium japonicum*)、茜草(*Rubia cordifolia*)、龙须藤(*Bauhinia championii*)、风车藤(*Hiptage bengalensis*)、匙羹藤(*Gymnema sylvestre*)、尖叶槲果藤(*Capparis acutifolia*)等。它们绝大多数是石灰岩植物区系重要组成成分,其中铁榄、酸枣、黄牛木、麻楝、假苹婆等通常为石灰岩植被群落中的优势种或建群种。蒟蒻薯是国家三级保护植物,主要分布在石灰岩丘陵山坡的山麓湿润处,数量相当稀少;榕树在局部地区常为优势种;松叶蕨通常生长于石灰岩崖壁石缝中,相当少见;肿足蕨和圆叶乌柏是石灰岩地区的特有种,在石灰岩的岩缝中分布较为普遍,但一般不在花岗岩和砂页岩地区出现。

温带分布的种类共 21 种,全为东亚成分,包括假蹄盖蕨(*Athyriopsis japonica*)、渐尖毛蕨(*Cyclosorus acuminatus*)、华南毛蕨(*C. parasiticus*)、全缘贯众(*Cyrtomium falcatum*)、凤尾蕨(*Pteris cretica* L. var. *nervosa*)、刺齿凤尾蕨(*P. dispar*)、野鸡尾(*Onychium japonicum*)、伏石蕨(*Lemmaphyllum microphyllum*)、瓦韦(*Lepisorus thunbergianus*)等蕨类植物;还有络石(*Trachelospermum jasminoides*)、天门冬(*Asparagus cochinchinensis*)、野紫苏(*Perilla frutescens*)等草本和朴树(*Celtis tetrandra*)、白蜡树(*Fraxinus chinensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)等乔木种类。其中全缘贯众、黄连木是石灰岩地区的常见种,在花岗岩或砂页岩地区相当少见。

中国特有种共 16 种,主要有相似石韦(*Pyrrosia similis*)、波缘冷水花(*Pilea cavaleriei*)、紫麻(*Oreocnide frutescens*)、大叶火焰草(*Sedum drymarioids*)、牛耳朵(*Chirita eburnea*)等草本植物和任豆(*Zenia insignis*)、紫弹树(*Celtis biondii*)、黄皮(*Clausena lansium*)、鸡血藤(*Millettia reticulata*)、全缘叶火棘(*Pyracantha atalantioides*)、青檀(*Proceltis tatarinowii*)、圆叶乌柏、芳香安息香(*Styrax odoratissima*)、白皮乌口树(*Tarenna depauperata*)、黄梨木(*Boniiodendron minius*)、无患子(*Sapindus mukorossi*)等一些乔灌木,大部分种类是以中国西南或华南地区为中心,分布于中国长江流域及以南的特有植物。

石门台石灰岩地区植物中有 35 种植物也是本地花岗岩植物区系的一部分,它们在华南石灰岩地区常见但也分布于其他非石灰岩地区,并对干旱和高钙生境具有一定的耐受能力。如松叶蕨、江南卷柏(*Selaginella moellendorfi*)、凤尾蕨、栗柄凤尾蕨、井栏边草、轴脉蕨、榭蕨、江南星蕨、瓦韦、金钗凤尾蕨、刺齿凤尾蕨、伏石蕨、麻楝、光叶海桐(*Pittosporum glabraum*)、香港胡颓子(*Elaeagnus tutcheri*)、九里香、黄皮、海红豆、紫弹树、龙须藤、红背山麻杆、波缘冷水花、匙羹藤、阴香、朴树、鸡血藤、八角枫、山石榴(*Randia spinosa*)、假苹婆、大叶土密树、茜草、玫瑰毛兰、白花蒿、牛耳朵、桑草等,它们常被称为石灰岩植物区系中的适宜种。

还有一部分种类是石灰岩地区特有的,被称为石灰岩地区的指示植物,常分布在裸露的石灰岩上,主要有肿足蕨、相似石韦、凤尾蕨、圆叶乌柏、任豆、铁榄、黄梨木、波缘冷水花、全缘叶火棘、黄连木、青檀、竹叶花椒(*Zanthoxylum armatum*)共 12 种,占总数的 14%。在这些石灰岩特有植物中,全缘叶火棘、青檀、圆叶乌柏、黄梨木、相似石韦、圆叶乌柏等均为中国石灰岩的特有种。与马来西亚^[4]、广西弄岗^[5,6]和贵州荔波^[1]等地的石灰岩植物区系相比,该地石灰

岩植物特有种的比例较低,那些地区的特有种比例均在18%–20%之间。其他的种类主要分布在石灰岩地区积土层较厚及山脚阴湿处,它们多是些中性土壤常见的种类,如假蹄盖蕨、菜蕨、渐尖毛蕨、华南毛蕨等,但缺乏在典型酸性土壤中普遍分布的植物,如芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、狗脊(*Woodwardia japonica*)等。

3 植物的生态特点

石灰岩地区植物由于需要适应石灰岩干旱、高钙的环境,而具有一系列共同的形态结构和生理、生态特征及其适应组合。这些植物具有适应石生环境的发达根系,在石缝中的穿透能力很强,耐旱、耐贫瘠,并能在钙质土中生长。这里的大多数木本植物都有此特点,尤其以山顶及崖壁矮林植物最为显著,如榕树、圆叶乌桕、全缘叶火棘、光叶海桐等植物均可抱石而生。许多植物种类具刺或叶小型化,以防止植物体内水分的过度蒸腾。林中约有20%的种类具刺,如全缘叶火棘、竹叶花椒、黄牛木、山石榴、广东荊柎等。

多浆液植物在草本层中占有一定的比例。如伏石蕨、波缘冷水花、大叶火焰草、牛耳朵等有较肥厚的叶片;槲蕨、肿足蕨等蕨类植物则有较粗壮的根状茎;槲蕨还有用于收集枯枝落叶和涵养水分的基生不育叶;玫瑰毛兰有肉质的球茎。这些特征对于适应石灰岩地区的环境有重要的作用。叶表多革质化或密被白色绒毛,可反射强光、加快散热以减少水分蒸腾。如铁榄、阴香、光叶海桐、九里香等叶表光滑,被有蜡质或革质化;被毛的种类有牛耳朵、任豆、麻楝、香港胡颓子等,气孔多分布于叶背。

与本地的地带性常绿阔叶林植被相比,林中落叶种类明显增多。如青檀、朴树、紫弹树、圆叶乌桕、鸡血藤、麻楝、红背山麻杆、海红豆、黄梨木、任豆等,这些树种通过落叶的生态习性减少水分蒸发以适应旱季。

4 植被

对石灰岩地区是否存在常绿阔叶林一直有不同的看法,一般都认为我国亚热带石灰岩地区的植被类型属于常绿落叶阔叶林^[1]。从植被的组成和结构来分析,我们认为石门台自然保护区石灰岩地区植被类型应该归为常绿落叶阔叶混交林。植被外貌终年常绿,在干季稍带黄绿色,季相交替比较明显,种类组成中有较多的落叶阔叶树种和温带植物区系成分,与粤北其他石灰岩地区^[2,7,8]植被的外貌、结构和种类组成大致相似。

4.1 外貌与结构

石门台石灰岩地区植物群落结构一般可分为乔木层、灌木层、草本层,层间植物较发达,有较多的藤本植物和附生植物。但在山麓、山腰、山顶和崖壁四种不同的地段,因水分、光照和土壤条件的差异,植物种类组成及群落外貌结构明显不同。

在山麓,由于积累的土层较厚,或多靠近溪流,光照时间稍短、光照强度也不如山顶强烈,因此只要植物能忍耐一定限度的钙离子胁迫,植被就能良好发育。植被终年常绿,季相不明显。群落盖度大(90%以上)、常绿树种多、有一定数量的喜湿和耐阴种类,典型的石灰岩地区特有种类数量较少。乔木层的种类往往较高大,草本层发达,地被层主要由苔藓植物和

一些凋落物组成;层间植物主要是鸡血藤、风车藤、单叶铁线莲(*Clematis henryi*)、光叶蛇葡萄(*Ampilopsis heterophylla*)和攀缘在树上的伏石蕨、江南星蕨。

在山腰,土层瘠薄、保水能力较差,岩石裸露,光照较强,光照时间较长,植被表现出明显的旱生性质,落叶树种显著增多,叶质较革质化、树皮多光滑或片状剥落,群落盖度较小(60%–70%),乔木层不高,许多种类呈小乔木状;灌木层和草本层种类稀少,由于岩石裸露,地被层不发达,仅有少量苔藓植物生存,但附生植物较发达。

山顶光照强、全天受太阳直射,岩石裸露,几乎没有土层,十分干旱,加上山顶风大,植被为高度 4–5 m 以下山顶矮林。群落分两层,即乔木层和灌木层,群落盖度较大(75%–85%)。草本植物中偶尔见到一些禾本科的种类,植物具有明显的旱生特征,如树皮较厚、叶硬并革质化或叶型变小,茎具刺。植物受强紫外线辐射影响,常多分枝,矮化并呈丛生状。

在裸露的石灰岩崖壁上,陡峭的石壁很难积存土层,光照强度大,但光照时间较短,生长着一类特殊的石生植物群落,主要灌木种类有圆叶乌桕、榕树等,常将其发达的根系深入石缝中,其营造的小生境中有少量的草本植物。

4.2 类型

亚热带石灰岩地区植被类型的归属问题还有许多争论。一般认为,石灰岩石山上土层瘠薄、保水能力差,适宜落叶树种生存而首先成为优势类群;但当植被演替到一定阶段后,当地的地带性植被常绿阔叶林便侵入落叶林,因此,英德石门台石灰岩地区的森林植被应属于石灰岩常绿落叶阔叶混交林类型。据群落外貌结构、建群种、群落组分及其生态特点,石门台自然保护区石灰岩地区的植被可分为 6 个类型。

4.2.1 青檀林 (*Proceltis tatarinowii* forest)

主要见于英德云岭、波罗等地海拔 200–300 m 的山坡中下部。裸石覆盖面 60%左右,土壤为棕色石灰土,土层浅薄,仅少量分布在低洼处和石隙中,枯枝落叶层在低洼处较厚,分解量一般,群落内环境较为阴凉湿润,郁闭度为 0.6–0.7。群落外貌为青绿色,较平整,青檀为丛状生长,落叶树种与常绿树种种数各占一半,但落叶树种的株数占大多数,约 80%。群落结构可分为三层,乔木层主要种类为青檀、铁榄、圆叶乌桕等,青檀在林中的株数最多;灌木层种类不多,数量较少,分布较稀疏,主要种类为青檀、九里香、粗糠柴、圆叶乌桕、黄牛木、广东薊柁、假苹婆等,高度为 0.1–3 m;草本层种类较为贫乏,常见的有波缘冷水花、凤尾蕨、剑叶凤尾蕨、茜草、天门冬、玫瑰毛兰等。层间植物主要有龙须藤、匙羹藤、鸡血藤和附生苔藓植物。群落中常绿树种较多,叶型较大,叶质多为草质或纸质,属于喜阴湿的石灰岩群落类型。

4.2.2 任豆林 (*Zenia insignis* forest)

主要分布于波罗、云岭等地的山坡上。林冠层高度为 15–18 m,群落结构可分为三层,乔木层的落叶树种以任豆为优势种,其他还有海红豆、朴树、黄梨木、圆叶乌桕等,常绿树种有粗糠柴、假苹婆、铁榄等;灌木层的种类比较稀少,有红背山麻杆、八角枫、苕麻、香港胡颓子等;草本层种类也不多,数量稀少,主要有鞭叶铁线蕨、凤尾蕨、江南星蕨、槲蕨等;层间植物主要有槲蕨、络石、鸡血藤等,数量较多。群落以中小型叶、落叶植物种类为主,属于比较耐干旱的群落类型。

4.2.3 黄连木林 (*Pistacia chinensis* forest)

分布于水联、华屋等地的裸露石灰岩山地,林下土层较薄,保水能力差。林冠层高度为6-10 m,群落盖度为70%。群落中乔木层的落叶树种以黄连木、朴树为主,常绿树种有粗糠柴、白皮乌口树、芳香安息香等,灌木层和草本层均较稀少,有香港胡颓子、九里香、天门冬、茜草、凤尾蕨、野鸡尾等;但层间植物较发达,有槲蕨、相似石韦,伏石蕨、鸡血藤等,生长茂盛。植物通过落叶、被毛和具有发达的根系等特征来适应水分胁迫环境。

4.2.4 酸枣+榕树林 (*Choerospondias axillaris*+*Ficus microcarpa* forest)

分布于云岭等地的山麓,立地条件优越,地表裸石覆盖面约15%,土壤广布,土层较厚,枯枝落叶不多,分解较快,群落内环境阴凉而湿润。群落外貌为青绿色,群落盖度为80%。群落结构可分为三层,乔木层高4-18 m,建群种为酸枣和榕树,其他伴生树种有粗糠柴、朴树、紫弹树、麻楝、海红豆、八角枫、阴香、黄皮、无患子、假苹婆、白皮乌口树等;灌木层高0.5-2 m,主要有白皮乌口树、九里香、八角枫等;草本层不发达,主要有凤尾蕨、桑草和茜草;层间植物有风车藤、鸡血藤、尖叶槲果藤。这类植物生活环境中不缺水,大部分植物不需要通过落叶来渡过干季。

4.2.5 红背山麻杆+马蓝林 (*Alchonea trewioides*+*Strobilanthes cusia* forest)

分布广泛,从山麓到山腰均有分布,是森林受到反复砍伐后演替形成的。群落外貌为绿、红镶嵌,生长较茂盛,高1-3 m不等,灌丛盖度为80%-90%。组成种类主要由阳性的落叶树种为主,红背山麻杆、马蓝在群落占绝对优势,其他树种还有八角枫、紫麻等;草本植物不多,在山麓主要种类有轴脉蕨、金钗凤尾蕨、边缘鳞盖蕨、多羽凤尾蕨,在山腰的草本种类有凤尾蕨、多羽凤尾蕨、刺齿半边旗、茜草等。

4.2.6 圆叶乌柏林 (*Sapium rotundifolium* forest)

主要分布在水联、华屋、波罗等地裸露的石灰岩崖壁上,植物的根系在石缝中的穿透能力很强。主要的伴生植物有全缘叶火棘、山绿柴、竹叶花椒;草本有波缘冷水花、松叶蕨、肿足蕨等。群落内的植物具有非常有效的生态适应特征,如叶革质或肉质,落叶,根肉质,茎具刺等,对石灰岩的干旱条件有极强的适应能力。

5 植被的保护与恢复

自然保护区内石灰岩地区的森林植被是华南地区具有代表性的植被类型,这种特殊的生境中又生存着许多石灰岩地区特有的珍稀物种,林中有蒟蒻薯、青檀、松叶蕨和苦苣苔科的一些珍稀植物。由于石灰岩地区岩石裸露、土层瘠薄、土壤保水能力差,生态系统十分脆弱,很容易受外来不良因素的破坏。因此,保护和恢复当地的石灰岩森林植被对当地的环境保护、国土整治、涵养水源和生物多样性保护以及对整个保护区生态系统的保护等均具有重要的意义。

5.1 保护

保护区内现保存有较完好的原生性植被,大部分处于相对稳定阶段,这类植被的特点主要表现在具有十分明显的异龄结构和多样化的适应特征及其相互适应的协调性,主要树种

的成年树结实多、生殖周期短、不但具有种子繁殖后代的能力,而且还有很强的无性繁殖(以根蘖为主)能力,它们的种群消长规律具有相对的连续性和稳定性,植被组成及其林下土壤处于一种相对比较稳定的平衡状态,植被处于接近顶级群落的进展演替的过程中。对这类植被应采取就地保护的措施,实行封山育林,严禁砍伐,使植被得到良好的自然发育,最终演替为本地带的顶级群落。

对石灰岩地区的珍稀植物物种应采取迁地保护的措施,这是一个新的课题,如何对石灰岩植物进行移植、栽培和繁殖可能会面临许多问题,虽然一些植物园的引种也涉及到一些石灰岩植物种类,但目前国内的主要植物园中没有设立石灰岩植物专类园。在这方面,英国邱园的石山植物园值得我们借鉴。

5.2 恢复与重建

石灰岩植被遭到严重的人为破坏或干扰后,原生植被逆向演替为次生植被。次生植被的水土保持能力较差,其浅薄的土层被雨水冲刷消失,最终导致石漠化的形成,从而带来一系列严重的生态和社会问题,制约着我国石灰岩地区社会、经济和环境的发展。国内外许多专家和学者就石灰岩植被的恢复和重建问题做了大量的工作,选择了许多用于石灰岩地区植被恢复的树种^[2,9,10],但目前收效甚微,有的树种选择不当,甚至给当地造成劳民伤财的局面^[1]。本文总结石灰岩植被恢复中的一些经验教训,并结合植被恢复生态学的一般原理^[11-13],对石门台自然保护区内退化的石灰岩生态系统的恢复与重建提出几点建议,供有关部门参考。

恢复的方向 英德石灰岩地区植被类型是亚热带石灰岩地区常绿落叶阔叶混交林,这是石灰岩植被长期与当地气候、土壤及其他生物相互作用而形成的稳定的顶级植被类型。该地区植被恢复的最终目标是重建与当地气候、环境相适应的亚热带石灰岩地区森林植被类型。

值得注意的是,当前我国许多石灰岩地区的造林都倾向于纯林。理论研究表明,与混交林相比较,纯林的生物量较低,对环境的影响力差,并且极易衰退^[14]。营造与地带性植被类型相似的混交林才是石灰岩地区植被恢复的基本方向。

适生树种的选择 石灰岩地区造林曾经用很多松柏类的针叶植物,如柏木(*Cupressus funebris*)、侧柏(*Thuja orientalis*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、湿地松(*P. elliotii*)、火炬松(*P. taeda*)等,其推广的主要原因是针叶植物有较高的经济价值,生长速度较快。然而与阔叶林的对比研究表明^[12],针叶植物虽然生长量较大,但植物的凋落量低,不利于森林土壤养分的积累和循环;针叶树种的林冠截流能力小,根系欠发达,不利于水土保持。因此宜选择乡土阔叶树种,这些树种有发达的根系,能在干旱瘠薄的石缝中生长,而且还能耐受高浓度钙离子的胁迫。如任豆、光皮树(*Cornus wilsoniana*)、菜豆树(*Radermachera sinica*)、阴香、桂花(*Osmanthus fragrans*)、铁榄、香椿、荷木(*Schima superba*)、黧蒴(*Castanopsis fissa*)、枳椇(*Hovenia acerba*)、泡桐(*Paulownia fortunei*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、苦楝(*Melia azedarach*)、白蜡树等。研究结果表明^[9],以上树种在石灰岩地区生长良好。尤其是任豆、槐树(*Sophora japonica*)、翅荚香槐(*Cladrastis platycarpa*)等豆科植物,因其具有固 N 根瘤,对石灰岩地区土壤肥力的提高有重要作用。

常绿树和落叶树是两种完全不同功能的植物, 对环境的适应方式和对环境的改造作用大不一样, 主要通过落叶与不落叶来实现的。一般来说, 落叶树种对于旱有很强的适应性, 而且落叶树种的年凋落量较大, 这有助于土壤肥力的提高; 常绿树种在同化 CO_2 与生物量累积方面具有明显的优势^[12]。因此, 石灰岩地区植被恢复时应注意常绿树与落叶树种的搭配。

布局 and 结构配置 石灰岩植被重建时, 还应考虑到不同的群落类型和树种对山顶、山麓、山腰、崖壁等不同生境的要求。如在山麓可种植阴香、香椿 (*Toona sinensis*)、红椿 (*Cedrela toona*)、假苹婆、板栗等植物。在山腰可植任豆、铁榄、青檀、黄连木、酸枣。在崖壁上可用鸟巢法种植一些能在裸露岩石上生长的树种, 如榕树、圆叶乌桕、穿破石 (*Cudrania cochinchinensis*) 等具有强烈的生物喀斯特作用的植物。

此外, 在种植群落的建群种时, 还要注意灌木、草本等不同层次的搭配和种间结合。在极度退化的石漠化地区, 还可以尝试使用苔藓、地衣等具有强烈生物喀斯特作用的植物^[15], 来加速土层的发育和形成。

参考文献:

- [1] 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, 增刊 4: 5-54.
- [2] 何道泉, 敖惠修. 广东石灰岩地区的森林植被及其恢复问题 [J]. 热带地理, 1993, 13 (3): 213-218.
- [3] 张宏达. 英德植被 [A]. 张宏达文集 [C]. 广州: 中山大学出版社, 1995. 698-700.
- [4] Henderson M R. The flora of the limestone hills of the Malay Peninsula [J]. Malayan Branch Royal Asiatic Society, 1939, 17 (1): 12-87.
- [5] 梁畴芬, 梁健英, 刘兰芳, 等. 弄岗自然保护区植物区系考察报告 [J]. 广西植物, 1988, 增刊 1: 83-101.
- [6] 苏宗明, 赵天林, 黄庆昌. 弄岗自然保护区植被调查报告 [J]. 广西植物, 1988, 增刊 1: 185-214.
- [7] 敖惠修, 何道泉, 张祝平, 等. 广东石灰岩地区的任豆群落 [J]. 热带地理, 1997, 17 (3): 275-282.
- [8] 广东省科学院丘陵山区综合科学考察队. 广东山区植被 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1990. 1-12.
- [9] 敖惠修, 何道泉. 粤北石灰岩山地的造林树种及造林技术 [J]. 广东林业科技, 1994, (1): 16-20.
- [10] 张祝平, 何道泉, 敖惠修, 等. 粤北石灰岩山地主要造林树种的生理生态学特性 [J]. 植物与地植物学报, 1993, 17 (2): 133-142.
- [11] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 10-34.
- [12] 余作岳, 彭少麟, 等. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1996. 67-122.
- [13] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学 [M]. 北京: 科学出版社, 1996. 23-99.
- [14] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产力研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1998. 18-56.
- [15] 郑颖吾. 木论喀斯特林区概论 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 46-167.