

广西滨海红鳞蒲桃资源现状与群落特征

Resource Status and Community Characteristics of *Syzygium hancei* along the Coast of Guangxi

曾 聪¹, 李蕾鲜¹, 范航清^{1,2}

ZENG Cong¹, LI Lei-xian¹, FAN Hang-qing^{1,2}

(1. 广西科学院广西红树林研究中心, 广西北海 536000; 2. 广西大学林学院, 广西南宁 530004)

(1. Guangxi Mangrove Research Center, Guangxi Academy of Science, Beihai, Guangxi, 536000, China; 2. Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要: 红鳞蒲桃 (*Syzygium hancei* Merr. et Perry) 季雨林是广西海岸带的地带性植被类型之一, 但是本区该类季雨林资源已非常有限。至 2009 年, 广西滨海仅保留 19.1 hm², 在防城港市以村边“风水林”残存, 其他地段已消失, 偶见单株。在红鳞蒲桃群落 1200 m² 的样地中, 共有维管束植物 97 种, 隶属 40 科 75 属。群落乔木层结构简单, 无分层或分为 2 层, 红鳞蒲桃占绝对优势。因受人畜影响大, 红鳞蒲桃群落的物种多样性指数低, 种群林下无幼苗和幼树, 以中树和大树占优势, 属衰退类型。各群落以低高度级和小胸径级的个体数占优势, 但是红鳞蒲桃基本分布在最后 2 个级别里。随着演替的发展, 它将逐渐从群落中衰退, 被其他优势种取代。

关键词: 红鳞蒲桃 资源现状 群落特征

中图法分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2011)03-0283-06

Abstract: The *Syzygium hancei* seasonal rain forest is one of the zonal vegetation types along the coast of Guangxi. According to a investigation conducted in 2009, it was scarce now and only reserved as geomantic forests (about 19.1 hm²) beside villages in Fangchenggang city, meanwhile, some individuals occasionally appeared in other coastal areas. According to the investigations in the plots of 1200 m², 97 plant species belonging to 40 families and 75 genera were recorded in the communities of *S. hancei*. The structure of the tree layer was simple and could usually be distinguished into 2 layers or just 1 layer. The *S. hancei* was dominant species in all communities investigated. For all these communities were impacted seriously by human and livestock activity, the diversity index was low. Seedlings and saplings were not found in the understory and the mature trees were the main constitution, so the population of *S. hancei* was at a decreasing stage. The individuals in low height class and small DBH class of these communities were dominant, but the *S. hancei* was mainly in the last two classes. So, with the development of succession, it would gradually decline from the communities, replaced by other dominant species.

Key words: *S. hancei*, resource status, community characteristics

红鳞蒲桃 (*Syzygium hancei* Merr. et Perry) 又名车辕木、红车木、红鳞树、磨堆树等, 系桃金娘科蒲桃属常绿灌木或中等乔木, 一般高 3~10m, 也可高达

20m; 产于福建、广东、广西、海南等省区, 广西主产桂东北、桂南及桂西南; 喜湿热, 具有适应沙质土壤、耐盐、材质坚硬抗风力好等优良的生态学特性; 曾广泛见于广西海岸带海拔 500m 以下的丘陵和台地, 以其为主组成的季雨林成为本区的地带性植被类型之一^[1]。但是, 随着广西沿海城市社会经济的高速发展, 大量的滨海生境转化为城市、港口、养殖池塘和外

收稿日期: 2011-01-07

作者简介: 曾 聪 (1979-), 女, 硕士, 主要从事滨海湿地和滨海植被生态学。

来种人工林地等,造成天然滨海植被破碎化和永久性丧失,红鳞蒲桃季雨林也仅在西岸段以村边“风水林”残存,而东、中岸段已经消失,偶见单株分布。红鳞蒲桃季雨林生境的不断破碎化、面积和数量的不断减少,严重威胁到它的生存和发展。2007年以来,作者对广西滨海的红鳞蒲桃季雨林资源进行了全面普查,并对其群落结构进行了深入调查研究,以期对广西滨海红鳞蒲桃季雨林的保护和恢复提供依据。目前国内关于红鳞蒲桃的研究极少,仅涉及开花物候^[2]、苗木培育^[3]、苗木光合生理^[4]及群落特征简述^[5,6]等,国外未见该种的相关报道。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

1.1.1 研究地自然概况

研究地在广西防城港市,地理范围为 $21^{\circ}36'N \sim 22^{\circ}22'N$, $107^{\circ}28'E \sim 108^{\circ}36'E$ 。目前该市滨海尚存少量相对完好的地带性植被,是认识广西滨海植被的结构与功能,研究广西滨海植被保护与恢复理论等的重要基地。该区属我国东部北热带季风气候区,年平均气温 $23^{\circ}C$,年平均降雨量 $2150mm$ 以上,多雨中心东兴年降雨量多达 $2769mm$ ^[7]。但年降雨量季节分布不均,约 71% 集中于夏季,冬季仅占全年降雨量的 $6\% \sim 8\%$,冬季盛行东北季风,气候干冷,形成高温多雨同期,低温少雨同季的交替现象,故季雨林成为本区的地带性植被。该区北面东北—西南走向的十万大山山系成为阻滞南北气流的天然屏障,使该区气候暖和,雨量丰富,水热系数高达 $3.0 \sim 3.5$,属于潮湿型气候,其季雨林以喜湿热为特征。

1.1.2 广西滨海植物资源状况

据1986年广西海岸带植被调查资料记载,本岸带 $10km$ 内共有维管束植物151科,541属,952种,其科属种类绝大部分是热带性分布,其中 80% 与海南相同,属古热带植物区系海南植物地区,含有滇桂边和其他地区成分,可见植物区系成分比较简单,这与本岸带地理范围南北向狭窄,并处于同一水平基带有关。据2009年广西海岸带植被调查资料记载,本岸带滨海 $2km$ 内共有维管束植物124科,389属,669种,与1986年的记录比较,有256个种类未记录,它们或不在 $2km$ 内或已消失,新增记录10属25种。其中箭毒木(*Antiaris toxicaria*)、格木(*Erythrophloeum fordii*)、膝柄木(*Bhesa robusta*)、紫荆木(*Madhuca pasquieri*)4种地带性树种已列入《中国珍稀濒危保护植物名录》,猫尾树(*Dolichandrone cauda - felina*)、铁线子(*Manilkara*

hexandra)、二色波罗蜜(*Artocarpus styracifolius*)、南亚松(*Pinus latteri*)、山楝(*Aphanamixis polystachya*)、红鳞蒲桃等数量已非常少。

1.2 研究方法

1.2.1 调查范围与方法

2008~2009年,对广西滨海(高潮线以上向内陆延伸约 $2km$)进行全程勘察,全面掌握红鳞蒲桃资源的分布情况,并对其群落进行调查。遵循最小面积法^[8]布设样方,样方面积分别为 $400m^2$ (簏山村, Q1)、 $200m^2$ (竹山村, Q6)和 $100m^2$ (山新村, Q2; 沙螺寮, Q3; 天堂坡, Q4; 巫头村, Q5),样方内调查乔木树种的种类、个体数、树高、胸径、郁闭度等,灌木的种类、个体数、株高、盖度等,草本和层间植物的种类、盖度等。乔木层和灌木层的划分标准为:株高 $\geq 4m$ 为乔木层, $< 4m$ 为灌木层。

1.2.2 计算方法

1.2.2.1 多样性分析

物种多样性既是一个群落或生境中物种的丰富度、变化程度和均匀度的指标,也是群落生态组织水平可测的重要生物学特征。本文采用运用较广泛的Shannon-Wiener多样性指数(H)、Simpson优势度指数(D)和Pielou均匀度指数(J)^[9,10]来计算。

1.2.2.2 种群的径级结构

由于乔木树种的年龄较难确定,在实际工作中多以立木径级代替年龄级。根据曲仲湘的五级立木划分法,结合实际情况做适当调整:Ⅰ级(幼苗):DBH(胸径) $< 2.5cm$, $H < 0.33m$;Ⅱ级(幼树):DBH $< 2.5cm$, $H \geq 0.33m$;Ⅲ级(小树) $2.5cm \leq DBH < 7.5cm$;Ⅳ级(中树) $7.5cm \leq DBH < 22.5cm$;Ⅴ级(大树)DBH $\geq 22.5cm$ 。

2 结果与分析

2.1 广西滨海红鳞蒲桃资源现状

据调查,至2009年,广西滨海的红鳞蒲桃季雨林资源已非常少,仅在防城港市村边有小片状分布,见于企沙镇簏山村、山新村和天堂坡,光坡镇沙螺寮,江平镇巫头村和东兴市竹山村(见图1),其他地方消失或偶见单株。用GPS绕测总面积为 $19.1hm^2$,巫头村($8.59hm^2$) $>$ 天堂坡($5.47hm^2$) $>$ 簏山村($3.64hm^2$) $>$ 沙螺寮($1.16hm^2$) $>$ 竹山村($0.18hm^2$) $>$ 山新村($0.06hm^2$),其中山新村和巫头村有以蒲桃属其他种类为优势种的群落,总面积约 $60.7hm^2$ 。因红鳞蒲桃群落分布在村边,受人畜干扰强度大,不断破碎化,其间有道路、菜园、鱼塘等相间分布。据

1986年广西海岸带调查资料记载,中岸段高德镇店堂村、合浦县横田村和西岸段渔万岛、白龙半岛、贵明岛等地有红鳞蒲桃片林分布,本次调查已全部消失。

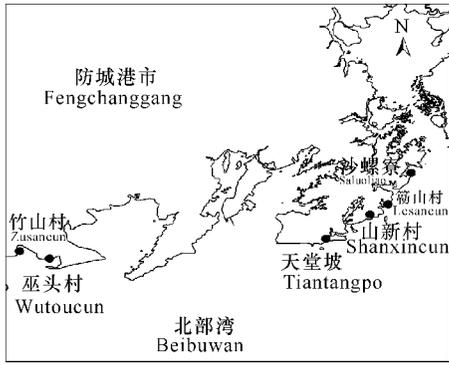


图1 防城港市红鳞蒲桃季雨林分布

Fig. 1 Distribution of *S. hancei* monsoon forest in Fangchenggang city

2.2 红鳞蒲桃群落植物组成

据统计,防城港市6个红鳞蒲桃群落1200m²的样地中,共有维管束植物97种,隶属40科75属,其中乔木层35种,隶属23科30属,灌木层85种,隶属36科65属,草本层9种,隶属7科9属,层间植物2科2种。灌木层种类相对丰富,其中1/3的种类为乔木层的幼树,草本层种类稀少,层间植物不发达,藤本植物仅居于灌木层或草本层。种类较多的科有樟科、茜草科(5属,9种)和大戟科(7属,7种),分别占总种数的9.3%和7.2%;紫金牛科、桑科和豆科各5种,占总种数的5.2%;木犀科4种,占总种数的4.1%;其余为3种以下。蒲桃属(*Syzygium*)、木姜子属(*Litsea*)、紫金牛属(*Ardisia*)和榕属(*Ficus*)各含3种;山胡椒属(*Lindera*)、龙船花属(*Ixora*)、九节属(*Psychotria*)、密花树属(*Rapanea*)、降真香属(*Acronychia*)、柿属(*Diospyros*)、素馨属(*Jasminum*)、菝葜属(*Smilax*)、冬青属(*Ilex*)和木犀榄属(*Olea*)各含2种,以上14属共32种,占总种数的33.0%,其余属仅含1种。构成乔木层的主要种类除红鳞蒲桃外,以大戟科的银柴(*Aporosa dioica*)、藤黄科的岭南山竹子(*Garcinia oblongifolia*)、樟科的华南木姜子(*Litsea greenmaniana*)、桑科的鹊肾树(*Streblus asper*)、梧桐科的假苹婆(*Sterculia lanceolata*)和五加科的鸭脚木(*Schefflera octophylla*)等泛热带性种类为主,具有我国季雨林乔木层种类组成的特征^[11]。

2.3 红鳞蒲桃群落的结构特征

2.3.1 红鳞蒲桃群落的一般概况

红鳞蒲桃群落均分布在海边,地貌为滨海平原台地,土壤发育于侏罗纪紫红色沙岩上的粗骨性壤土,广西科学 2011年8月 第18卷第3期

土层深0.5~1.5m,地表土为流动性沙土或固定而无层次结构沙土。各群落概况如下。

(1)Q1 乔木层植物有14种76株,可分为二亚层。上层高9.0~14.0m,郁闭度0.90,共5种30株,其中红鳞蒲桃25株,占该层总株数的83%。II亚层高4.0~5.0m,郁闭度0.35,共9种46株,其中有1株海红豆(*Adenanthera pavonina* Linn. var. *microspe*),胸径高达86cm,但已被榕树绞杀至半枯死状态,九节(*Psychotria rubra*)呈小乔木状,高4.0~4.5m,共16株,占该层总株数的35%,其他以下龙新木姜(*Neolitsea alongensis*)、总状山矾(*Symplocos botryantha*)、绒毛润楠(*Machilus velutina*)和降真香(*Acronychia pedunculata*)居多。灌木层高0.8~1.2m,盖度75%,以下龙新木姜、喙果皂帽花(*Dasymaschalon rostratum*)和岭南山竹子的幼树为主,下龙新木姜的幼苗萌发甚多,包括幼树在内共有323株,该种在该层占优势地位。无草本层和层间植物。

(2)Q2 乔木层植物有9种27株,高9.0~13.5m,无明显分层现象,郁闭度0.95,主要有红鳞蒲桃、山蒲桃(*Syzygium Levinei*)、下龙新木姜和银柴等,其中红鳞蒲桃7株,居于首位。灌木层高0.6~1.6m,盖度15%,以岭南山竹子、滨木患(*Arytera littoralis*)、潺槁树(*Litsea glutinosa*)和下龙新木姜居多。无草本层和层间植物。

(3)Q3 乔木层植物有10种31株,可分为2亚层。上层高8.0~12.0m,郁闭度0.95,共4种12株,其中红鳞蒲桃5株;下层高4.0~6.0m,郁闭度0.20,共7种19株,以鸭脚木居多。灌木层高0.5~1.2m,盖度30%,主要有羊角扭(*Strophanthus divaricatus*)、滨木患、下龙新木姜和鸭脚木等。草本层仅有沿阶草(*Ophiopogon bodinieri*)1种,盖度约1%。无层间植物。

(4)Q4 乔木层仅有红鳞蒲桃、岭南山竹子、绒毛润楠和贡甲(*Acronychia oligophlebia*)4种,共27株,其中红鳞蒲桃5株。该层高7.5~11.0m,郁闭度0.90,无明显分层现象。灌木层高0.5~1.0m,盖度40%,主要有贡甲、龙船花(*Ixora henryi*)、下龙新木姜、岭南山竹子和豺皮樟(*Litsea rotundifolia* Hemsl. var. *oblongifolia*)等。草本层仅有沿阶草1种,盖度不足1%。无层间植物。

(5)Q5 乔木层植物有6种18株,其中红鳞蒲桃7株,该层高8.5~13.5m,郁闭度0.95。灌木层种类较丰富,共31种,高0.7~1.2m,但是覆盖度不大,仅30%,以绒毛润楠、龙船花、九节和贡甲居多。草本层

植物有 7 种, 高约 0.15m, 盖度 10%, 以沿阶草、弓果黍 (*Cyrtococcum patens*) 居多。

(6) Q6 乔木层植物种类较丰富, 21 种 94 株, 可分为 2 亚层。上层高 9.0 ~ 14.0m, 郁闭度 0.95, 共 11 种 26 株, 其中红鳞蒲桃 9 株; II 亚层高 4.0 ~ 7.0m, 郁闭度 0.40, 17 种 68 株, 其中红鳞蒲桃 3 株, 其他以鹊肾树株数最多, 其次为鸭脚木、华南木姜子、春花木 (*Rhaphiolepis indica*) 和假苹婆等。灌木层有 45 种, 14 种为乔木层树种的幼树, 其他以龙船花、九节、水石梓 (*Sarcosperma laurinum*) 等喜阴湿环境的种类为主, 盖度高达 85%。草本层有沿阶草、铁线蕨、(*Adiantum capillus - veneris*)、络石 (*Trachelospermum jasminoides*) 和菝葜 (*Smilax china*) 等, 盖度不足 1%。层间植物有锡叶藤 (*Teracera asiatica*)、鸡矢藤 (*Paederia scandens*) 等。

2.3.2 红鳞蒲桃群落的垂直结构特征

根据防城港市红鳞蒲桃群落树高特征, 按 3m 一个等级将其乔木层树高划分为 5 个级别, $4m \leq I \leq 7m$ 、 $7m < II \leq 10m$ 、 $10m < III \leq 13m$ 、 $IV > 13m$, 比较各级的个体数和优势度(D)之和。从图 2 可知, Q3、Q4、Q6 的个体数和优势度之和随高度增大而减少, I 级个体数占总株数的 55% 以上; Q1、Q2 也以 I 级的个体数最多, 但是因高大乔木相对较多, 优势度分别以 IV 级和 II 级最大; Q5 以 II 级和 III 级的个体数和优势度占优势。从总体上看, 红鳞蒲桃群落低高度级的树木居多, 且以 4 ~ 7m 阶段占绝对优势。而在这些群落中红鳞蒲桃基本分布在 II 级和 IV 级, 主要为中树和大树, 幼树小树无或极少。可见, 若无人为大规模干扰, 随着演替向前发展, 红鳞蒲桃将逐渐从群落中衰退, 被其他优势种取代^[12]。

2.3.3 红鳞蒲桃群落的径级结构特征

本次调查结果体现出红鳞蒲桃群落的次生林性质, 按 5cm 为一个级别, 将胸径划分 5 个等级, 比较不同胸径级的个体数和优势度(D)之和, $I \leq 5cm$ 、 $5cm < II \leq 10cm$ 、 $10cm < III \leq 15cm$ 、 $15cm < IV \leq 20cm$ 、 $20 < V$ 。从图 3 可知, Q1 ~ Q4 样地的个体数以 I 级占优势, 其中 Q1 和 Q2 该级百分比超过 50%; 由于大径级树木相对较多, 优势度之和则以 V 级占优势。Q5 个体数以 II 级占优势, 优势度之和以 V 级占优势。Q6 个体数随径级增大而减少, 且以 I 级占绝对优势; 优势度之和的差异变化不大。从总体上看, 红鳞蒲桃群落以小径级的植株占优势, 大径级的次之。由于红鳞蒲桃基本分布在 V 级, 缺乏小径级个体, 随着演替进行, 最后势必被其它种群挤出此

群落^[13]。

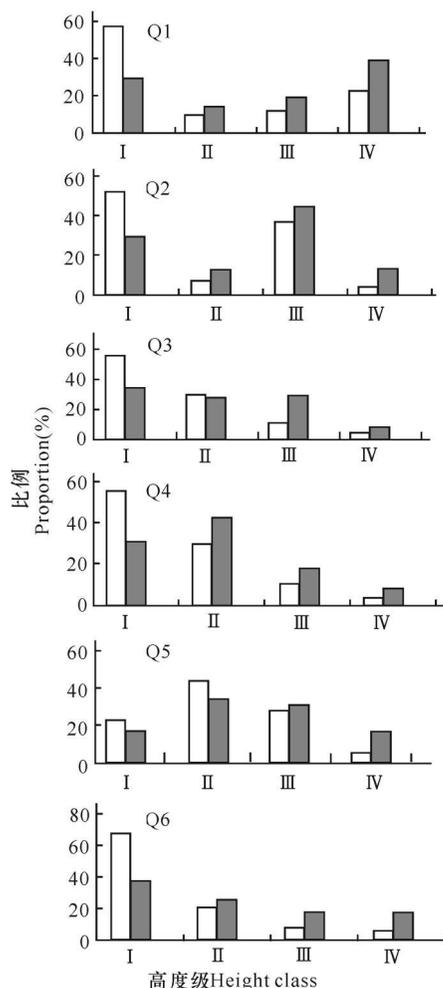


图 2 各样地红鳞蒲桃群落物种个体数和优势度按高度等级分配结果

Fig. 2 Individual number and dominance of species in *S. hancei* community based on the height class for every plot

□ 个体数, ■ 优势度。□ Individual number, ■ Dominance.

2.4 红鳞蒲桃群落的多样性特征

从表 1 可知, 红鳞蒲桃群落乔木层的优势度和均匀度较高, 多样性指数较低。野外调查显示, 这与外在因素有关: (1) 各群落为村边“风水林”, 受人畜的干扰很大, 由人为决定树木的去留, 优势种明显, 所以优势度较高。(2) 与其他阔叶森林群落相比较, 组成种类少, 结构简单, 所以虽然均匀度较高, 但是多样性指数仍较低, 如西双版纳热带季节雨林为 5.4 ~ 5.8、海南山地雨林为 5.0 ~ 6.0、广东亚热带常绿阔叶林为 4.0 ~ 5.0、海南山顶矮林为 4.4^[14], 而红鳞蒲桃群落仅为 1.97 ~ 3.37。6 个样地相比较, 干扰程度较小的 Q1 和 Q6 多样性指数较高, 干扰程度较大的 Q2、Q3、Q4、Q5 多样性指数较低; Q4 均匀度最高, 但是仅有 4 个种, 而且各个种的株数相差不大, 多样性指数反而最低。从稳定性的意义考虑, 物种多样性不仅是影响

稳定性的一个因素,而且是主要因素^[15],所以红鳞蒲桃群落在当前的生境和人为干扰下,是不稳定的。

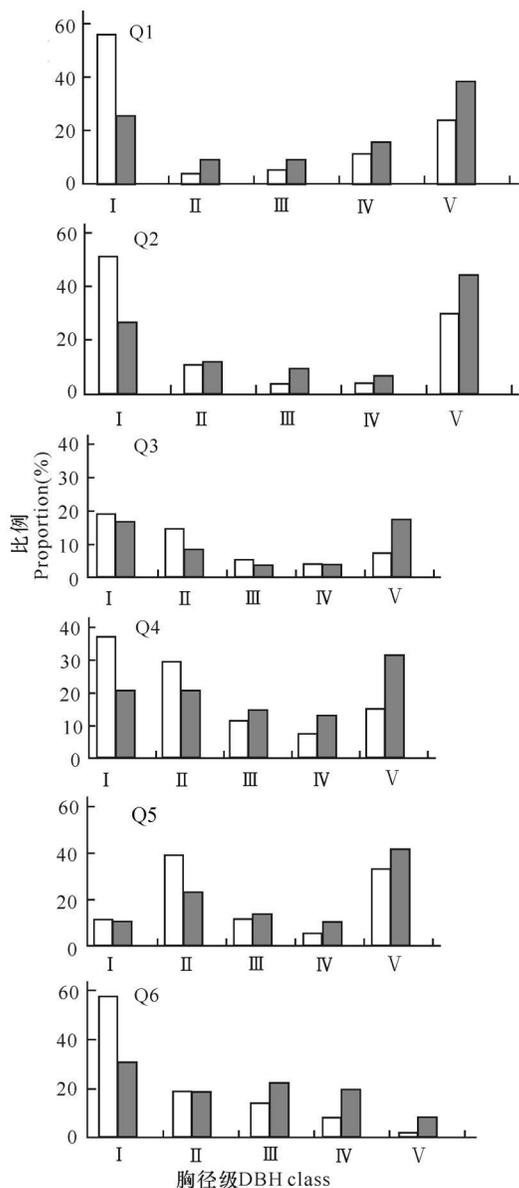


图3 各样地红鳞蒲桃群落物种个体数和优势度按胸径等级分配结果

Fig. 3 Individual number and dominance of species in *S. hancei* communities based on the DBH class for every plot

□ 个体数, ■ 优势度。 □ Individual number ■ Dominance.

表1 红鳞蒲桃群落6个样地乔木层物种多样性指数

Table1 Species diversity of arbor layer in the communities of *S. hancei* for 6 plots

样地号 Plot No.	种数 No. of species	个体数 No. of plants	多样性 H	优势度 D	均匀度 J
Q1	14	76	3.04	0.83	0.80
Q2	9	27	2.78	0.82	0.88
Q3	9	31	2.78	0.80	0.88
Q4	4	27	1.97	0.74	0.99
Q5	6	18	2.30	0.76	0.89
Q6	21	93	3.73	0.91	0.85

2.5 红鳞蒲桃种群年龄结构特征

在同一生境中,树种龄级与径级对环境的反应规律具有一致性,故用大小级代替年龄级对红鳞蒲桃种群年龄结构进行分析。从图4可知,红鳞蒲桃种群的年龄结构相似,大小级结构分布图基本相近,都为单峰型^[13]。各样地I级幼苗缺失,幼苗储备严重不足,II级幼树极少,仅Q1出现,II级小树也极少,仅Q6出现,以IV中树和V级大树居多,Q2~Q5近80%为中树和大树。据调查,林下更新层受禽畜破坏频繁,种子萌发后,一般只能存活0.5~2年;生存下来的幼树小树,村民则定期采割作薪柴;群落的郁闭度较大,幼苗幼树较难存活,使种群的前三级严重缺失;人为决定树木的去留,使该种群以中树和大树居多。可见,种群天然更新受阻,年龄偏老,从种群动态方面分析,种群的发展趋势属于衰退类型^[13,16]。若要使种群稳定发展,必须停止外界干扰,加以保护,否则势必为其他种群取代。

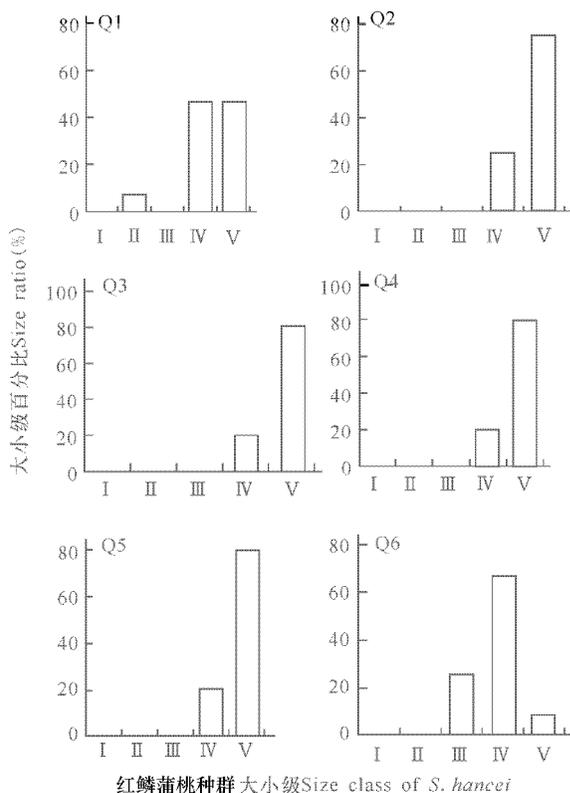


图4 各样地红鳞蒲桃种群的大小级结构

Fig. 4 Size class structure of *S. hancei* populations of every plot

3 结论

- (1)广西滨海的红鳞蒲桃季雨林资源已非常有限,至2009年,仅有19.1hm²,仅在防城港市以村边“风水林”残存,海岸带其他地段已消失,偶见单株。
- (2)在红鳞蒲桃群落1200m²的样地中,共有维管束植

物97种,隶属40科75属,其中乔木层35种,隶属23科30属;灌木层85种,隶属36科65属;草本层9种,隶属7科9属;层间植物不发达,仅2科2种。(3)经长期的人为干扰,红鳞蒲桃季雨林已失去了原来多层次结构的特征,无分层或分为2层,优势种明显,红鳞蒲桃占绝对优势。(4)从群落的垂直结构和径级结构分析,红鳞蒲桃群落以低高度级和小胸径级的个体数占优势,但是红鳞蒲桃基本分布在高高度级和大胸径级里,无小径级的后续个体补充,随着演替的发展,它将逐渐从群落中衰退,被其他优势种取代。(5)因红鳞蒲桃群落为村边片林,受人畜的影响大,物种多样性指数低,群落不稳定。(6)红鳞蒲桃种群幼苗幼树仅生存0.5~2年就被破坏致死或采割作薪,一般林下没有幼苗、幼树,加之人为决定树木去留,形成以中树和大树占优势的年龄结构,种群结构类型为单峰型,其天然更新受阻,种群发展趋势属于衰退类型。(7)广西滨海的红鳞蒲桃季雨林已处于濒危状态,建议马上保护、恢复或重建,大力发展为本地防护林树种和城市绿化树种,充分发挥其优良的生态学特性。

参考文献:

[1] 王献溥,李俊清,李信贤.广西酸性土地区季节性雨林的分类研究[J].植物研究,2001,21(3):481-503.
 [2] 顾克潇,赖家业,汪洋.红鳞蒲桃开花物候特性研究[J].广西农业科学,2009,40(5):552-555.
 [3] 夏江林,袁仁庚,胡七乔.园林树种红鳞蒲桃的培育[J].林业实用技术,2005(3):40.
 [4] 招礼军,李森,谢伟东.2种培养基质红鳞蒲桃苗木的光

合生理日变化初探[J].中国农学通报,2010,26(2):141-144.
 [5] 苏小青,陈世品,董建宁.福建主要树种的分布与气候条件关系的研究[J].福建林学院学报,2001,21(4):371-375.
 [6] 李蕾鲜.广西海岸带的红鳞蒲桃现状、问题和建议[J].大众科技,2008(9):162-163.
 [7] 苏志,余纬东,黄理,等.北部湾海岸带的地理环境及其对气候的影响[J].气象研究与应用,2009,30(3):44-47.
 [8] 孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,等.基础生态学[M].北京:高等教育出版社,2002.
 [9] 马克平.生物群落多样性的测度方法:Ia多样性的测度方法(上)[J].生物多样性,1994,2(3):162-168.
 [10] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法:Ia多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.
 [11] 中国植被编辑委员会.中国植被[M].北京:科学出版社,1980.
 [12] 达良俊,杨永川,宋永昌.浙江天童国家森林公园常绿阔叶林主要组成种的种群结构及更新类型[J].植物生态学报,2004,28(3):376-384.
 [13] 张志祥,刘鹏,刘春生,等.浙江九龙山南方铁杉(*Tsuga tchekiangensis*)群落结构及优势种群更新类型[J].生态学报,2008,28(9):4547-4558.
 [14] 梁士楚,刘镜法,梁铭忠.北仑河口国家级自然保护区红树植物群落研究[J].广西师范大学学报,2004,22(2):70-76.
 [15] 彭少麟,周厚诚,陈天杏,等.广东森林群落的组成结构数量特征[J].植物生态学与地植物学学报,1989,13(1):10-17.
 [16] 金则新.浙江天台山七子花种群结构与分布格局研究[J].生态学杂志,1997,16(4):15-19.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第282页 Continue from page 282)

参考文献:

[1] Blaschek H P. Butanol: A second generation[R]. Biofuel 2006.
 [2] Schwarzw H, Gapes R. Butanol rediscovering a renewable fuel[J]. BioWorld Europe, 2006(1):16-19.
 [3] Jones D T, Woods D R. Acetone-butanol fermentation revisited[J]. Microbiol Rev, 1986, 50: 484-524.
 [4] 南宁(中国-东盟)商品交易所.《NCCE甘蔗糖蜜交易操作手册》.http://www.ncce.biz/up/do/《NCCE甘蔗糖蜜交易操作手册》.
 [5] Chen C K, Blaschek H P. Acetate enhances solvent production and prevents degeneration in *Clostridium*

beijerinckii BA101 [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 1999, 52: 170-173.
 [6] Soni B K, Soucaille P, Goma G. Continuous acetone-butanol fermentation: influence of vitamins on the metabolic activity of *Clostridium acetobutylicum* [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 1987, 27: 1-5.
 [7] 马光庭,韦珂,李伏生.糖蜜发酵生产丙酮丁醇菌种筛选及其发酵条件的选择[J].广西轻工业,1999(1):24-26,30.

(责任编辑:尹 闯)