

深圳羊台山森林公园红鳞蒲桃种内与种间竞争研究^{*}

王海军¹ 程华荣² 林石狮³ 孙延军¹

(1. 广东省深圳市公园管理中心, 广东 深圳 518040; 2. 广东省深圳市东华园林绿化有限公司, 广东 深圳 518000;
3. 广东环境保护工程职业学院, 广东 佛山 528216)

摘要 为了解羊台山的红鳞蒲桃群落种内竞争强度和种间竞争强度, 使用 Hegyi 单木竞争指数模型定量分析。结果表明, 红鳞蒲桃的竞争强度呈现双峰特征: 种内竞争强度随着植株径级的增大而呈减小趋势, 种内竞争显著大于种间竞争; 在 35 ~ 40 cm 径级竞争指数再次出现一个峰值。目标树种种内、种间竞争强度的顺序为: 红鳞蒲桃 > 九节 > 鸭脚木 > 豺皮樟 > 银柴 > 山乌桕 > 山苍子 > 黑桉。竞争木对目标树种的竞争强度与目标树种的胸径服从幂函数关系, 竞争强度和目标树种个体的大小呈负相关关系, 当红鳞蒲桃胸径达到 25 cm 后, 竞争强度趋于稳定。

关键词 红鳞蒲桃; 种内竞争; 种间竞争; 羊台山

中图分类号: S718.54 文献标识码: A 文章编号: 1006-4427(2015)01-0023-06

Intraspecific and Interspecific Competition in *Syzygium hancei* in Yangtai Mountain of Shenzhen

WANG Haijun¹ CHEN Huarong² LIN Shishi³ SUN Yanjun¹

(1. Shenzhen Park Service, Shenzhen, Guangdong 518040, China; 2. Shenzhen Donghua Landscaping Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518000, China; 3. Guangdong Vocational College of Environmental Protection Engineering, Foshan, Guangdong 528216, China)

Abstract The intraspecific and interspecific competition intensity in *Syzygium hancei* in Yangtai Mountain of Shenzhen City were quantitatively analyzed using Hegyi single tree competition index model. The results showed that the intraspecific competition intensity in *S. hancei* had bimodal feature. The intraspecific competition intensity decreased gradually with the increase of tree diameter at breast height (DBH) class, and the interspecific competition in *S. hancei* were more intensive than those in associated tree species; and there was another strong competitive stage in DBH of 35-40 cm. The order of the intraspecific and interspecific competition intensity in *S. hancei* was: *S. hancei* > *Psychotria asiatica* > *Schefflera heptaphylla* > *Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia* > *Aporosa dioica* > *Sapium discolor* > *Litsea cubeba* > *Eurya macartneyi*. There was significantly negative correlation between the competition intensity and the individual size of objective tree. The relationship of the competition intensity between the competitive tree and the objective tree and the individual size of objective tree followed the power function rule. When the DBH of *S. hancei* was more than 25 cm, the competition intensity inconspicuously changed into stable situation.

Key words *Syzygium hancei*; intraspecific competition; interspecific competition; Yangtai Mountain

^{*} 基金项目: 广东省深圳市科技计划项目“深圳市优良乡土树种选育及应用”(JSA200904031813A); 深圳市城管科研基金(201204, 201202); 广东环境保护工程职业学院院长基金。

第一作者: 王海军(1963-), 男, 高级工程师, 主要从事华南区林业研究, E-mail: 13902977266@139.com。

通信作者: 孙延军(1979-), 男, 高级工程师, 主要从事华南区植物学研究, E-mail: 19839862@qq.com。

植物群落中的不同个体为了获得各种资源并取得其最佳生态位,产生了竞争现象,该现象是生态学研究中的重要问题之一,涵盖了个体之间以及不同物种之间的竞争,并在群落、个体等多个层次起着作用^[1-2]。随着生态学向定量化研究发展的趋势,部分学者研究得到描述个体间竞争强度的量化指标,即竞争指数系统^[1],其中 Hegyi 提出的单木竞争指数模型在国内被较多使用,并能良好地反映种群现状^[2-5]。

红鳞蒲桃 (*Syzygium hancei*) 隶属桃金娘科 (Myrtaceae) 蒲桃属 (*Syzygium*), 主产于我国的福建、广东、广西、海南等省区^[6]。该树为常绿乔木,树高可达 20 m,树形雅致,树皮沧桑,其嫩枝、嫩叶呈现鲜红色,是非常良好的季相植物,同时适应性较强,是优良的庭园绿化、观赏树种,适合作为沿海区域丘陵山区的生态恢复乡土树种。在群落学角度,红鳞蒲桃是热带雨林、季雨林向中亚热带常绿阔叶林过渡的主要植被类型,长期以来由于人为干扰与破坏,上述森林类型被保存下来的已经不多,残存的多为小片零星分布或偶见于一些居民点、风景区^[7-8]。该种的优势群落研究主要包括其群落多样性^[9-10]、资源现状^[11-13]等,同时也有部分研究涉及其生理特性^[14-16]、温度胁迫^[17]、物候特征^[18-19]、园林培育^[20]等方面。该类研究主要集中在广西区域,同时也缺乏对原生群落中优势种群的种间分析。本研究采用 Hegyi 竞争指数模型对红鳞蒲桃群落的种内、种间竞争强度进行定量分析,明晰群落演替过程中的部分特征,对指导使用该乡土种类进行生态风景林建设、乡土植被恢复方面的研究都具有重要意义。

1 研究区域自然概况

羊台山森林公园位于广东省深圳市西部,22°53'32"N ~ 22°55'34"N, 113°17'13"E ~ 113°19'27"E, 总面积 2 852 hm²。羊台山为粤东莲花山余脉,以大羊台山为中心,海拔 587.1 m,有“深圳西部的第一峰”之称。气候属南亚热带季风气候,多年平均气温 22 ℃,多年平均降雨量为 1 667 mm^[21]。

2 研究方法

于 2013 年 2 月在羊台山森林公园选择典型的红鳞蒲桃群落,设置 8 个样地,每个面积为 100 m²。在样地内以红鳞蒲桃为目标树种 (objective tree), 测其胸径、枝下高、冠幅。以目标树种为中心,以林冠在空间上与目标树种林冠有重叠的其它树木为竞争木 (competitive tree)。竞争范围根据树冠的接触和遮荫状况而定,记录所有竞争木,并测定竞争木的胸径及其与相应目标树种的距离。本研究采用 Hegyi 提出的与距离有关的竞争指数^[2-5],计算方法如下:

$$CI = \sum_{j=1}^N D_j / D_i \cdot \frac{1}{L_{ij}} \dots\dots\dots (1)$$

式中,CI 为竞争指数,如其值越大,则竞争越剧烈;*D_i* 为目标树种的胸径,*D_j* 为竞争木的胸径,*L_{ij}* 为目标树种与竞争木之间的距离,*N* 为竞争木的株数。首先计算出每个竞争木与目标树种的竞争指数,将 *N* 个单木间的竞争指数累加得到红鳞蒲桃种内以及每个伴生树种与红鳞蒲桃的竞争强度。

3 结果与分析

3.1 红鳞蒲桃种内及种间竞争

羊台山红鳞蒲桃群落为华南区沿海常绿阔叶林群落,树冠层整齐而略有起伏。乔木层可分为 3 层,第一层的高度为 12 ~ 15 m,冠层连续,郁闭度较高,达 80% ~ 90%,以具有较大树冠的红鳞蒲桃占据优势,部分个体的冠幅可达 40 m² 以上,间有少量其他种类,包括浙江润楠 (*Machilus chekiangensis*)、小叶青冈 (*Cyclobalanopsis myrsinifolia*)、网脉山龙眼 (*Helicia reticulata*)、山杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*) 等,个体数量少。第二层主要为小乔木及灌木组成,高度为 3 ~ 7 m,优势种类不明显,主要种类包括红鳞蒲桃、鸭脚木 (*Schefflera heptaphylla*)、豺皮樟 (*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*)、银柴 (*Aporosa dioica*)、山苍子 (*Litsea cubeba*)、山乌柏 (*Sapium discolor*)、黑桉 (*Eurya macartneyi*)、黄牛木 (*Cratoxylum cochinchinense*) 等;该层次种类较多,并在林下形成深绿色的团块。第三层以小灌木为主,高 1.5 ~ 2.0 m,以九节 (*Psychotria asiatica*) 占据优势,夹杂有豺皮樟、罗伞树 (*Ardisia quinqueгона*)、黑桉、梅叶冬青 (*Ilex asprella*)、梔子 (*Gardenia jasminoides*)、银柴、五指毛桃 (*Ficus hirta*) 等。林下的草本层植物包括乔木层植物的幼苗,如红鳞蒲桃,另有黑莎草 (*Gahnia tristis*)、芒萁 (*Dicranopteris linearis*) 等华南区常见林下草本。

样地中所调查的红鳞蒲桃目标树种共 134 棵,最小胸径 1.7 cm,最大胸径 52.0 cm,平均胸径 14.6 cm,

目标树种径级分组见表 1。由表 1 可见,多数胸径集中分布在 1~5 cm 之间,占总数的 23.13%;胸径 30 cm 以上的红鳞蒲桃占 27.61%,这同红鳞蒲桃在该群落中占据优势,并且大量占据群落第一层的生长形态一致,是符合其群落特征的。

表 1 红鳞蒲桃径级分布及所受竞争强度

径级/cm	数量/株	百分比/%	平均竞争指数	径级/cm	数量/株	百分比/%	平均竞争指数
1~5	31	23.13	10.023	30~35	11	8.21	2.926
5~10	18	13.43	7.994	35~40	12	8.96	3.210
10~15	14	10.45	7.012	40~45	7	5.22	0.684
15~20	11	8.21	3.792	45~50	5	3.73	0.223
20~25	9	6.72	1.524	50~55	2	1.49	0.285
25~30	14	10.45	2.016				

由表 1 还可看出,较小胸径级的目标树种和中等规格的目标树种受到较大的竞争压力。红鳞蒲桃种内的竞争,随着径级的增大而逐渐减弱,竞争指数在 20~25 cm 径级后又开始增大,并在 35~40 cm 径级出现一个峰值,此后急剧减小。在 40 cm 径级之前的平均竞争指数都大于 1。与其他种类相比,也符合同种的大型乔木型植物生长过程中的趋势^[4]。首先,在生长初期,大量的种子形成大量的幼苗,在有限的环境容量内必然因为生态位的同质性而产生剧烈的竞争,因此早期竞争指数高;其次,随着竞争的发展,植物的自疏作用使得同种的个体间竞争强度逐渐减弱;而在发展到一段阶段后,环境容量又逐渐不足,导致同种的较大个体产生竞争,其竞争强度又增高;而大径级的个体在包括老化、虫害等种种原因下死亡,因此现竞争指数呈下降的趋势。

由表 2 可知,群落中共有竞争木 29 种共 433 棵,竞争指数的总和为 368.279 9。在数量上,红鳞蒲桃有 134 棵,占总数量的 30.95%,其次分别为九节(24.48%)、豺皮樟(7.62%)、山苍子(6.24%)、鸭脚木(6.00%)、银柴(4.16%)、黑桉(3.93%)等。在竞争指数方面,种内竞争显著大于种间竞争,红鳞蒲桃的竞争指数达 157.423 7,然后依次为九节(62.784 1)、鸭脚木(28.400 6)、豺皮樟(19.726 4)、银柴(17.228 7)、山乌柏(15.503 9)、山苍子(13.410 7)等。因同种植物的生态位重叠,因此在红鳞蒲桃优势群落中,该物种产生强烈的种内竞争,并产生一系列的相互作用。群落中其他物种如九节、鸭脚木、豺皮樟、银柴、山乌柏等,从生态习性上看,属于华南区的常见种类,在部分区域也能形成优势群落或层片,也会形成一定的种内竞争关系。

表 2 红鳞蒲桃群落物种组成和竞争指数

种名	拉丁名	数量/株	比例/%	竞争指数
红鳞蒲桃	<i>Syzygium hancei</i>	134	30.95	157.4237
九节	<i>Psychotria asiatica</i>	106	24.48	62.7841
鸭脚木	<i>Schefflera heptaphylla</i>	26	6.00	28.4006
豺皮樟	<i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	33	7.62	19.7264
银柴	<i>Aporosa dioica</i>	18	4.16	17.2286
山乌柏	<i>Sapium discolor</i>	10	2.31	15.5039
山苍子	<i>Litsea cubeba</i>	27	6.24	13.4107
黑桉	<i>Eurya macartneyi</i>	17	3.93	10.0627
浙江润楠	<i>Machilus chekiangensis</i>	10	2.31	7.2381
罗伞树	<i>Ardisia quinqueгона</i>	9	2.08	7.0728
漆树	<i>Toxicodendron verniciflua</i>	8	1.85	6.1324
野鸦椿	<i>Euscaphis japonica</i>	5	1.15	4.7846
亮叶猴耳环	<i>Pithecellobium lucidum</i>	7	1.62	3.2290
梔子	<i>Gardenia jasminoides</i>	2	0.46	1.6792
广东簕柃	<i>Scolopia saeva</i>	2	0.46	1.5092

小叶青冈	<i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	1	0.23	1.3904
木油桐	<i>Vernicia montana</i>	2	0.46	1.2103
毛稔	<i>Melastoma sanguineum</i>	2	0.46	1.2085
梅叶冬青	<i>Ilex asprella</i>	3	0.69	1.1324
黄牛木	<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	2	0.46	1.1099
网脉山龙眼	<i>Helicia reticulata</i>	1	0.23	1.0274
假苹婆	<i>Sterculia Lanceolata</i>	1	0.23	0.9085
大沙叶	<i>Microcos paniculata</i>	1	0.23	0.8324
山杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	1	0.23	0.8061
天料木	<i>Homalium cochinchinense</i>	1	0.23	0.6231
假鹰爪	<i>Desmos chinensis</i>	1	0.23	0.5230
桃金娘	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	1	0.23	0.5106
台湾榕	<i>Ficus formosana</i>	1	0.23	0.4132
五指毛桃	<i>Ficus hirta</i>	1	0.23	0.3981

3.2 竞争指数与目标树种个体大小关系

植物的个体竞争能力受个体大小、生长阶段和周边竞争植株等的影响,其中目标树种个体大小对植株的竞争能力影响较大^[2,4]。对目标树种受到的竞争强度与胸径大小进行回归分析,其竞争指数(*CI*)与目标树种的胸径近似服从幂函数关系: $CI = a \cdot D^{-b}$,其中 *CI* 为竞争指数,*D* 为目标树种胸径,*a*、*b* 为模型参数^[3,4],模型具体参数见表 3。由表 3 可知,红鳞蒲桃种内、与伴生树种以及与整个林分的回归系数 *R* 均达到极显著水平($P < 0.01$),这与相关乔木类群落的模型预测相似^[3,4]。

表 3 竞争指数(*CI*)与目标树种胸径(*D*)的模型($CI = a \cdot D^{-b}$)参数

	a	b	R	N	显著性
红鳞蒲桃与整个林分	40.1198	0.9754	-0.9025	134	$P < 0.01$
红鳞蒲桃与伴生树种	9.2763	0.9016	-0.5392	132	$P < 0.01$
红鳞蒲桃种内	21.3085	1.0952	-0.4203	131	$P < 0.01$

进一步根据回归模型进行预测,红鳞蒲桃个体受到的竞争强度随着胸径的增大而减少,在幼苗时期,径级 1~5 cm 的红鳞蒲桃与整个林分的竞争强度最高,达 5.013 2,同时该阶段种内竞争也较为激烈。而在红鳞蒲桃的径级增长到 35~40 cm 时,其与整个林分的竞争强度再次增大。同时,红鳞蒲桃会随着胸径的增大而增强自身竞争能力,对周边个体产生强大的竞争压力,径级到了 40 cm 以上后,红鳞蒲桃占据了该群落的优势地位,占据了乔木层的大量空间位置,而各个大树之间有较大的空间间隔,一般距离在 7 m 以上,这种优势在模型中就显示为与伴生树种间的竞争指数较低,以及种内竞争较低。

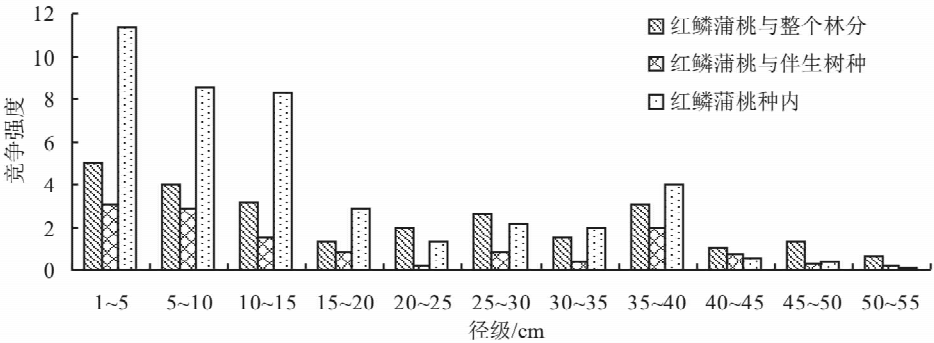


图 1 红鳞蒲桃种内、种间竞争强度与目标树种胸径的模型预测

4 结论与讨论

4.1 羊台山与广西红鳞蒲桃群落物种组成的比较

前人对红鳞蒲桃的群落学研究主要集中在广西区域^[10-14],与羊台山红鳞蒲桃群落的乔木层优势物种组成有较大区别,广西区域拥有海红豆(*Adenanthera pavonina*)、下龙新木姜(*Neolitsea alongensis*)、总状山矾(*Symplocos botryantha*)、绒毛润楠(*Machilus velutina*)、山油柑(*Acronychia pedunculata*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、海杧果(*Cerbera manghas*)、滨木患(*Arytera littoralis*)、山合欢(*Albizia kalkora*)、黄槿(*Hibiscus tiliaceus*)等特色的物种,其中不乏滨海乃至半红树植物的种类,以及部分广西特有种类;同时也有部分优势种类是相同的,包括九节、豺皮樟、罗伞树、大沙叶、山杜英等,从群落基本构成看,其具有较强的区域特色,同时因为同属华南区,也具有一定的关联性。

4.2 红鳞蒲桃群落生态构建

红鳞蒲桃在生长早期(胸径<15 cm)具有最多的数量,意味其繁殖力和生长力强,适合作为乡土植物群落构建用,是一种良好的乡土生态景观树种,而乡土树种在绿化领域具有较大优势^[22],在原产区羊台山可大量运用^[21,23]。

红鳞蒲桃在幼苗期竞争剧烈,因此建议在人工营造红鳞蒲桃乡土群落时,适当移出一定数量的红鳞蒲桃幼苗,建议每3~4 m保留1株,再进一步结合科学的山地人工抚育方式^[24],一方面促进原群落中保留的植株生长,另一方面也将移栽的个体用于其他群落改造。而在红鳞蒲桃植株胸径达到25 cm左右时,再通过对周边目标树种进行适合的伐育,确保其能更好地生长,渡过这一竞争强度较强的阶段,而在此之后,40 cm以上胸径个体的出现代表其进入了竞争的优势期,因此可代表该人工林抚育成功。当然,该种方式也需要通过一个科学的监测方式^[25],在长期调查的基础上再做验证。

参考文献

- [1] 段仁燕,王孝安. 太白红杉种内和种间竞争研究[J]. 植物生态学报,2005,29(2):242-250.
- [2] 金则新,朱小燕,林恒琴. 浙江天台山甜槠种内与种间竞争研究[J]. 生态学杂志,2004,23(2):22-25.
- [3] 金则新,卢棉,蔡碧君. 红脉钓樟种内与种间竞争关系的研究[J]. 台州学院学报,2003,25(3):54-57,72.
- [4] 张锦新,廖国新,徐晓晖. 深圳马峦山大头茶(*Polyspora axillaris*)群落种内与种间竞争研究[J]. 热带作物学报,2013,34(2):386-390.
- [5] 金则新,周荣满. 木荷种内与种间竞争的数量关系[J]. 浙江林学院学报,2003,20(3):35-39.
- [6] Flora of China Editorial Committee of Chinese Academy of Sciences. Flora of China[M]. Beijing: Sci-Tec Press,2007,13:337,341,356.
- [7] 中国植被编辑委员会. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980:298-290.
- [8] 广东森林编辑委员会. 广东森林[M]. 广州:广东科技出版社,1990:47.
- [9] 谢伟东,招礼军,邓荣艳,等. 干扰对红鳞蒲桃群落植物多样性及重要值的影响[J]. 西南大学学报:自然科学版,2011,33(6):58-63.
- [10] 李蕾鲜,范航清,曾聪. 广西防城港滨海过渡带红鳞蒲桃群落多样性研究[J]. 广西科学,2011,18(1):69-72.
- [11] 李蕾鲜. 广西滨海过渡带红鳞蒲桃群系及其生态分布的研究[D]. 南宁:广西大学,2008.
- [12] 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.
- [13] 曾聪,李蕾鲜,范航清. 广西滨海红鳞蒲桃资源现状与群落特征[J]. 广西科学,2011,18(3):283-288.
- [14] 蓝燕,谢伟东,莫小香,等. 广西滨海植物红鳞蒲桃的生理特征分析[J]. 中南林业科技大学学报,2010,30(5):123-127.
- [15] 刘思祝. 不同光照条件下红鳞蒲桃幼苗生长特性研究[D]. 南宁:广西大学,2012.
- [16] 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.
- [17] 莫竹承,姜恒,张秀国. 广西海岸红鳞蒲桃林主要树种的温度胁迫[J]. 广西科学,2013,20(1):48-51.

[18] 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.

[19] 莫竹承,徐剑强,陈树宇. 红鳞蒲桃季雨林重要树种的物候特征[J]. 广西科学,2013,20(3):193-198.

[20] 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.

[21] 王祥,王海军,王中激,等. 深圳市羊台山森林公园优良乡土阔叶树种选择技术研究[J]. 广东林业科技,2012,28(6):8-13.

[22] 赵明国,李国仓. 乡土植物在园林中对生物多样性保护的作用[J]. 广东林业科技,2007,23(4):73-77.

[23] 王海军,黄钰辉,曾令海,等. 深圳市羊台山森林公园健康林分构建技术研究[J]. 广东林业科技,2013,29(3):43-48.

[24] 李重高. 山地苗圃幼苗管护措施探析[J]. 广东林业科技,2013,29(3):97-101.

[25] 陈黄礼,郭彦青. 广东森林抚育成效监测方法的探讨[J]. 广东林业科技,2012,28(4):62-65.