

三棱栎的分布现状、种群特征、生物学特性及保护对策

孙卫邦^{1,2}, 周 元¹, 赵金超³, 陈 革³

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204; 2. 南京林业大学, 南京 210037; 3. 沧源南滚河国家自然保护区管理局, 云南)

摘要:三棱栎是现存壳斗科植物的原始类群, 是受国家 2 级重点保护的珍稀树木。调查表明, 三棱栎在云南孟连、澜沧、西盟、沧源及泰国北部清莱(Chiang Rai)等地仍有小面积分布, 在云南呈现单株散生、萌生林、单优次生种林和共优种林 4 种群落类型。单株散生、萌生林和单优次生林是当地人群不合理利用山地资源和对植被破坏的结果; 共优种林属原始植被, 但未见大面积单优势种群落, 常小斑块状镶嵌于亚热带常绿阔叶林中。在被严重破坏后进行封山管理的植被中发现一株高 16 m 的三棱栎孤立木, 其周围 900 m² 内有 168 株三棱栎小树和幼苗, 并开始形成小种群。三棱栎结实量大, 而有胚种子比例仅 9%~11%, 种子萌发不困难, 有胚种子的发芽率达 70% 以上。迁地保育试验显示, 三棱栎在昆明可露地栽培后表现出速生性。目前, 分布区土著民族仍在不同程度地对三棱栎进行砍伐利用, 加上紫茎泽兰等外来植物对种群的人侵, 使其面临严重威胁。建议在自然保护区外建立三棱栎保护点, 扩大异地繁育栽培面积, 进行种质资源的有效保护和资源的持续利用。

关键词:三棱栎; 濒危植物; 分布现状; 种群特征; 生物学特性; 保护

Current distribution, population attributes and biological characters of *Trigonobalanus doichangensis* in relation to its conservation

SUN Wei-Bang^{1,2}, ZHOU Yuan¹, ZHAO Jin-Chao³, CHEN Ge³ (1. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 3. The Nangunhe National Reserve, Cangyuan County, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(2): 352~358.

Abstract: The genus *Trigonobalanus* (Fagaceae) includes 3 species, *T. verticillata* from the Celebes, Borneo and Malaya, *T. doichangensis* from northern Thailand and southern Yunnan (China), and *T. excelsa* from Colombia in South America. The genus is spread geographically across the two hemispheres which makes it attractive for taxonomic and phylogenetic studies. The name *T. doichangensis*, is used in this paper although recent studies have suggested that the 3 species are so isolated from each other that they should be treated as 3 monotypic genera, namely as *Trigonobalanus* (*T. verticillata*), *Formanodendron* (*F. doichangensis*) and *Colombobalanus* (*C. excelsa*).

As a result of the narrow distribution of *T. doichangensis* in Yunnan and its over-use by indigenous people, the species is recognized in China as a second-grade nationally protected tree. Many aspects of its biology have been studied although not its conservation biology. This investigations showed that the species still exists in its native regions (including Thailand) but its populations are severely restricted because of vegetation destruction by human activities and by biotic invasions. Among the four populations investigated in this study only one is well protected in a National Reserve with the other three facing extinction. The studies showed that populations can regenerate naturally if the destroyed vegetation can be re-established. Though trees taller than 4 meters produce many seeds, only 9%~11% of these were found to contain a well-developed embryo. Fully developed seeds germinated well under laboratory conditions and when sown in spring into compost at Kunming Botanical Gardens. Adequate lighting and temperatures of 20~35°C could stimulate seed germination. Height growth of seedlings reached 60~70cm in a year. Young plants could withstand a temperature of -2°C. In the field, biotic invaders, such

基金项目:中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-SW-104)

收稿日期:2003-05-08; **修订日期:**2003-09-20

作者简介:孙卫邦(1964~)男, 副研究员, 主要从事保护生物学及园林植物学研究。sunnet@public.km.yn.cn

致谢:澳大利亚生态学家 Richard H. Groves 博士和园艺植物学家 Wayne Hancock 博士协助撰写英文摘要, 谨此致谢。

Foundation item: The important directional item of CAS' knowledge innovative project (No. KSCX2-SW-104)

Received date: 2003-05-08; **Accepted date:** 2003-09-20

Biography: SUN Wei-Bang, Associate professor, mainly study in conservation biology and landscape botany. E-mail: sunnet@public.km.yn.cn

as *Chromolaena odorata*, *Ageratina adenophora* and *Tithonia diversifolia*, have already spread into the populations and limit seedling establishment and growth rates of the endangered species.

Many factors have led the endangered status *T. doichangensis*. There is an urgent need to take action to conserve the species. Some practical ways for both ex-situ and in-situ conservation are suggested, including expanding the size of newly reserved plots.

Key words: *Trigonobalanus doichangensis*; endangered tree; current distribution; populations; biological characters; conservation

文章编号:1000-0933(2004)02-0352-07 中图分类号:Q143,Q16,Q948 文献标识码:A

三棱栎 *Trigonobalanus doichangensis* 是壳斗科三棱栎属中唯一分布在中国的种类^[1~4],为栎亚科 *Quercoidae* 中较原始类群^[5],有古老的地史,是研究壳斗科植物系统演化及大陆漂移和环境变迁的重要材料。由于分布区域狭窄,植株稀少,又因砍伐森林和毁林开荒,现处于濒危状态^[5],早在 1984 年就被国务院环境保护委员会列为国家重点保护对象([84]国环字第 002 号文件),在 1999 年 8 月 4 日国务院批准的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》([99]国家林业局、农业部第 4 号令)也将其列为国家二级重点保护种类。自从三棱栎属建立以来^[6,7],国内外学者对该属植物的系统演化^[3,8~11]和植物区系成分^[12]等进行了较为深入的研究,主张把三棱栎属分为 *Trigonobalanus* (*T. verticillata*), *Formanodendron* (*F. doichangensis*) 和 *Colombobalanus* (*C. excelsa*) 3 个狭域分布的单型属。三棱栎作为一种珍稀濒危植物,仅周元等对其种子萌发进行了初步研究。为有效保护和持续利用三棱栎这一珍稀的物种资源,两年多来对其分布现状、种群特征、破坏种群恢复潜力、异地繁育等进行了研究,现整理部分资料报道如下。

1 调查地区和研究方法

调查以三棱栎在我国分布区为主,其位于北回归线以南,处于云南植物区系分区中的滇南、滇西南小区^[13],在哀牢山山系南端和中怒山山系南端,东经 99°16'~101°04' 和北纬 21°29'~23°09'N 之间。分布区的气候属南亚热带气候类型,年平均温度 15.3~18.5℃,极端温度为 35.5℃和 -6.6℃,≥10℃积温 5751.0~6959.3℃,年降雨量 1382.4~1779.9 mm,且降雨多集中在 5~10 月份,年平均相对湿度 73%~81%,土壤为砖红壤性红壤^[14]。

1.1 研究地区

在查阅大量研究资料、标本采集记录的基础上进行踏查,选取三棱栎自然分布区内的孟连县灯掌寨后山、澜沧东回骂黑山、西盟孟梭后山和沧源南滚河国家级自然保护区木料山为主要研究地区(点),每个地区的三棱栎为一个自然种群进行调查。

1.2 研究方法

1.2.1 采取踏查法和生态学样方法来开展野外调查。结合相关研究材料的采集,调查工作集中在三棱栎开花期及盛果期。根据不同地区三棱栎的群落现状及三棱栎的生长发育阶段,设置了 10m×20m, 20m×20m, 30m×30m 和 50m×60m 等 4 种样地。记录样地海拔、坡度、坡向、土壤状况以及人为干扰程度等,实测样地内三棱栎的株数、株高、胸径、基径和冠幅,统计鉴定主要伴生植物。

1.2.2 开花结实特性及种子萌发规律。观察不同分布点的三棱栎的开花结实物候。在调查样方内,每个居群随机采集 20 株树上的种子若干,混合后晾干纸袋包装,置于 4~5℃的冰箱内备用。随机取种子 100 粒(4 个重复)用手术刀拨去坚果果皮,统计有胚坚果数量,计算结实率。将不同种群的种子分别用相同的基质(1/2 红土+1/2 腐叶土)在昆明的晚春(4 月初)进行播种试验。以口径 36.5 cm,底径 27.5 cm,高 15.0 cm 土盆为容器,基质充分吸水后把种子播在表面,再覆土 0.5~1.0 cm。播种盆口用玻璃覆盖保湿,每天检查记录种子萌发。

1.2.3 种群恢复潜力及土著民族对资源的利用。在实地调查和当地居民访谈的基础上,选择植被曾遭破坏后被严格保护三棱栎群落为研究对象,调查各龄级三棱栎的比例及每个单株生长发育状况,评价种群的恢复能力。采用民族植物学的研究方法,调查土著民族对三棱栎的认识、利用以及对其资源和环境的保护意识。观察样地内或样地周围外来物种对现存三棱栎种群的危害及其种群发展的影响。

2 结果与分析

2.1 三棱栎的分布现状、种群特征及主要伴生植物

三棱栎首次记载分布于泰国^[7],为我国新纪录属(种)^[1],中国植物红皮书(稀有濒危植物第一册)记载在我国分布于云南思茅地区的孟连、澜沧、西盟及西双版纳州的勐腊等地^[5]。目前的野外调查和研究材料采集表明,三棱栎在云南省的孟连(凭证标本 SWB02T001~020)、澜沧(凭证标本 SWB02T021~040)、西盟(凭证标本 SWB02T041~060)、沧源(凭证标本 SWB02T061~080)以及泰国北部 Chiangrai 省的 Ban-Kun-Laow(凭证标本 SWB02T081~100)等地仍有其种群分布。对西双版纳植物园

藏三棱栎标本查证表明其不是三棱栎,在其记载采集地也未见有三棱栎分布。

生态学样方调查表明,三棱栎不像滇石栎 *Lithocarpus dealbatus*、高山栲 *Castanopsis delavayi*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 和栓皮栎 *Quercus variabilis* 等壳斗科植物那样以较大的种群呈单优势种群落,常数株形成小片块或零星单株散生于常绿阔叶林中。除沧源南滚河自然保护区的内种群属相对保存较好的原始类型外,其它地区的种群均受到不同程度的人为破坏。4 个主要分布点的三棱栎种群所处的群落外貌、个体发育、植物种类组成等都存在一定的差异。目前,自然分布的三棱栎种群呈现以下特征。

2.1.1 散生单株 散生单株的三棱栎多见于山地小路两侧的杂木林中、村寨周围、山地中,同时在原生常绿阔叶林内也偶见单株或极为零星的植株。在澜沧东回乡海拔 1440 m 处的山路旁,发现有 1 株高约 8 m 三棱栎,在山路两侧 60 m 的范围内未发现三棱栎小树或小苗。西盟县孟梭乡(海拔 1040 m)后山的植被曾遭砍伐破坏,为了保护那里的自然景观,乡政府从 1984 年开始进行了严格的“封山”管理,在对“封山”区域调查发现了散生的三棱栎,在这些散生的三棱栎群落中杯状栲 *Castanopsis calathiformis*、短刺栲 *Castanopsis echinocarpa*、华南石栎 *Lithocarpus fenestratus*、红木荷 *Schima wallichii*、茶梨 *Anneslea fragrans* 等亚热带常绿阔叶树种已成为优势种类,但在散生的三棱栎大树周围发现少量三棱栎的小苗或小树。在孟连、沧源等地的调查时,种植农作物的山地中偶见三棱栎的成年单株,但未见三棱栎小苗或小树。

三棱栎散生单株多是毁林开荒增扩农用耕地而形成的,是分布区内最脆弱的类型,这些单株极易被人类的进一步破坏、濒危生境形成或其它植物的更替等而不断流失。

2.1.2 萌生林 多分布在村社周围的山地缓坡上,是当地居民在根据三棱栎极强的萌生特性而进行“半保护式”薪炭砍伐利用的结果。孟连县灯掌寨后山海拔 1020 m 处的三棱栎群落属萌生林。灯掌寨的傣族对三棱栎极为熟悉,他们在对薪炭树种利用中发现三棱栎的萌生力强,从而进行了较原始的保护性砍伐利用。由于人的频繁活动,萌生林内的三棱栎种群表现出特殊的树体形状、株高结构和丰富的物种成分(表 1)。株高约 4 m 的三棱栎就能开花结实,但群落内三棱栎株高不超过 13 m,平均株高约 5 m,未发现自然枯死植株。种群结构中有近 58.5% 三棱栎植株处于花果期,株高 1 m 以下的植株比率是调查的 4 个种群中比率最高的(达 25.6%),株高 2~3 m 的幼树也占较大比率。萌生的三棱栎基部粗壮,植株矮小,一些株高 12 m 左右的三棱栎基径可达到 38 cm;而沧源南滚河自然保护区木料山和东回骂黑山(表 1)内,相同株高的三棱栎基径多在 15 cm 以下,基径 30 cm 的三棱栎株高都在 20 m 以上。因此,若没有人为干扰,萌生林中的三棱栎会有许多株高 20 m 以上的大树。三棱栎在乔灌层中为优势树种,伴生有高等植物 50 余种。伴生的木本植物有乌饭树 *Vaccinium bracteatum*、红锥 *Castanopsis hystrix*、短刺栲 *Castanopsis echinocarpa*、华南石栎 *Lithocarpus fenestratus*、截头石栎 *Lithocarpus truncatus*、泡花树 *Craibiodendron stellatum*、茶梨 *Anneslea fragrans*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、红木荷 *Schima wallichii*、母猪果 *Helicia nilagirica*、水锦树 *Wendlandia tinctoria*、多花野牡丹 *Melastoma polyanthum*、三匹叶 *Campylotropis velutina* 等近 30 种,草本植物有滇缅斑鸠菊 *Vernonia parishii*、白牛胆 *Inola cappa*、矛叶荩草 *Arthraxon lanceolatus*、山柰子 *Carex baccans*、野姜 *Zingiber striolatum* 等 10 余种,在木本植物上还有光叶瘤蕨 *Phymatodes lucida*、大花万代兰 *Vanda caerulea*、指叶毛兰 *Eria pannea* 等多种附生植物。

薪炭材利用中的三棱栎萌生林,虽不是毁灭性的利用,但人为地阻止了植株正常的生长发育,多数植株不能长成大树,生殖生长受到阻碍,导致种群发展缓慢,基因交流和重组的机会受抑,难于形成丰富的遗传多样性。萌生林是人为干扰下的脆弱群体,应禁止进一步的砍伐利用,促使种群的恢复。

2.1.3 单优种次生林 在澜沧东回骂黑山(表 1)等地,三棱栎为片状矮小优势林散生于常绿阔叶次生林中。林中三棱栎高度不超过 10 m,平均高度约 5.6 m,高于 4 m 的开花结果植株比率达到了 72.9%,21.4% 的三棱栎为 2~3 m 的幼树,小于 1 m 的幼树和幼苗的比率相对较低约 5.7%。群落中三棱栎个体表现出较强的生长势,呈单优势种群落状。统计发现其伴生的高等植物约 30 种,其中多数木本植物与萌生林内的种类相同,但草本层和附生植物种类相对较少。也发现沙针 *Osyris wightiana*、水红木 *Virburnum cylindricum*、构树 *Broussonetia papyrifera*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、多穗石栎 *Lithocarpus polystachyus* 等萌生林内没有的种类。次生矮林中的三棱栎是正在发展中的、生长能力极强的种群,若能得到较好的保护,种群可能在较短的时间内得到恢复。

2.1.4 共优种林 调查发现在保护区的原始林中分布的三棱栎,常呈小斑块镶嵌于大面积的常绿阔叶林中,基本没有大面积的三棱栎林分。对沧源南滚河国家级自然保护区木料山海拔 1500~1800 m 的种群结构调查表明(表 1),小斑块镶嵌于常绿阔叶林中的三棱栎成年树(株高 4 m 以上)比率高,株高在 20 m 以上的大树多。小斑块状镶嵌的三棱栎在种群株高结构、群落外貌上差异明显。在木料山 3 个不同地段设置样方代表了三棱栎的 3 种不同的株高结构(表 1):结构 I 种群内株高 ≥ 20 m 的大树占 50% 以上,株高 ≥ 4 m 成年树超过 90%,幼树和幼苗的比率极低,无自然枯死的植株。样方中最大的三棱栎株高达 35 m,基径为 92 cm,胸径 73 cm,冠幅约 400 m²;结构 II 种群内成年树比率达 60% 以上,幼树和幼苗比例约 38.5%, ≥ 20 m 的大树占 5.9%,有 16.8% 左右、株高 1.5~10 m 三棱栎自然枯死。样方中最大三棱栎高达 30 m,基径 90 cm 左右,胸径约 60 cm,冠幅约 400

m²; 结构 III 种群内 90% 以上的三棱栎为 4~20 m 的成年树, 20 m 以上的大树和 1 m 以下的小树或幼苗极少, 有 15.3%、株高 3~18 m 的植株自然枯死。样方中三棱栎最大植株高可达 25 m, 基径达 86 cm, 胸径近 70 cm, 冠幅约 56 m²。从群落外相上看, 该种群结构内的三棱栎个体均匀, 株高整齐一致。比较 3 个样方中三棱栎个体结构发现, 结构 II 和结构 III 的三棱栎单位面积数量都明显大于结构 I, 但都有一定比率的幼树在逐渐枯死。在调查中也发现一些自然死亡后倒伏于林中的三棱栎大树, 其中一株株高 21 m, 基径 80 cm、胸径 64 cm。可推论: 在常绿阔叶林中小片状镶嵌的三棱栎天然林是一个不断演化、发展的共优群落, 结构 II 和结构 III 内的个体在竞争壤营养、阳光、生存空间过程中, 部分植株逐渐死亡后, 逐步形成少数个体占有较大空间的结 构 I, 在部分大树衰老或逐渐死亡的过程中, 三棱栎的种子又能有效地掉落于林内萌发生长, 开始新的个体发育和种群构建。

表 1 不同群落内三棱栎的种群结构特征

Table 1 Population characteristics of *Trigonobalanus doichangensis* in different communities

群落类型 Communities	萌生林 SF	单优种次生林 SWD	共优种林 CDC		
地点 Localities	孟连县灯掌寨 后山 DDZ	澜沧县东回骂 黑山 MHS	沧源南滚河自然保护区木料山(株高结构)MLS		
			结构 I(HTS)	结构 II(RBS)	结构 III(MDS)
海拔 Alt. (m)	1020	1450	1550	1590	1730
坡向、坡度 Slopes	北坡, 30° N, 30 degrees	西坡, 40° W, 40 degrees	东南坡, 40° SE, 40 degrees	南坡, 30° S, 30 degrees	南坡, 30° S, 30 degrees
盖度 Coverage(%)	> 90	> 90	> 95	> 95	> 95
规格 size	20m×40m	20m×20m	60m×50m	20m×30m	20m×20m
三棱栎总株数 TNTD	195	140	41	101	118
三棱栎株数 TD/100(m ²)	24	35	≈2	17	30
三棱栎平均高 AHTD(m)	5.1	5.6	17.9	6.8	14.4
最高 Hst. /最低 Sht. (m)	13.5 / 0.2	9.5 / 0.3	35 / 0.4	32 / 0.28	20 / 0.2
株高 TD≥20m 植株(%)	—	—	51.2	5.9	0.8
株高 TD≥4m 植株(%)	58.5	72.9	43.9	55.4	91.5
株高 TD 2~3m 的幼树(%)	14.9	21.4	—	22.7	5.1
TD≤1m 植株(%)	25.6	5.7	4.9	15.8	3.3
枯死株 Dead TD(%)	—	—	—	16.8	15.3
枯死株 Dead TD(m)	—	—	—	1.5~10	3.5~18
伴生植物 Accompaniers	45 种 species	30 种 species	25 种 species	27 种 species	25 种 species
伴生植物(乔木层) Main accompaniers (Top layer)	①乌饭树 ②短刺 栲 ③红锥	①乌饭树 ②短刺 栲 ③红锥	④杯状栲 ⑤红木荷	④杯状栲 ⑤红木荷	④杯状栲 ⑤红木荷
结构评价 Evaluation	干扰下的变化 种群 HDH	恢复中的演变 结构 PR	相对稳定 的结构 RSS	演变中的不 稳定结构 USD	演变中单优 结构 MSD

Notes: SF Sprouting forest; SWD Secondary dwarf woods; CDC Co-dominant communities; DDZ The hillside beside the Dengzhangzhai; MHS The Maheishan Mt.; MLS Muliaoshan Mt.; HTS Huge-tree structure; RBS Relatively balance structure; MDS Mono-dominant structure; Alt. Altitude; TNTD Total numbers of *T. doichangensis*; TD *Trigonobalanus doichangensis*; AHTD Average height of TD; Hst Highest; Sht Shortest; HDH Heavily disturbed by human activities; PR Population in recovering; RSS Relatively stable structure; USD Unstable structure in developing; MSD Mono-dominant structure in developing; ① *Vaccinum bracteatum* ② *Castanopsis echinocarpa* ③ *Castanopsis hystrix* ④ *Castanopsis calathiformis* ⑤ *Schima wallichii*

伴生主要植物约 25 种。伴生的优势植物有杯状栲 *Castanopsis calathiformis*、刺头石栎 *Lithocarpus echinolithus*、华南石栎 *Lithocarpus fenestratus*、红木荷等常, 其中杯状栲常成高 20 m 以上的大树与三棱栎混生; 此外还有红花木樨榄 *Olea rosea*、大花枇杷 *Eriobotrya cavaleriei*、钝叶桂 *Cinnamomum bejolghota*、小叶楠 *Phoebe macrophylla*、母猪果、厚皮香、叶萼核果茶 *Pyrenaria diospyricarpa*、围延树 *Pithecellobium clypearia*、岗铃 *Eurya groffii* 等。

2.2 开花结实、种子萌发及种群自然恢复能力

2.2.1 开花结实习性种子萌发 三棱栎在株高约 4 m 就进入生殖阶段。三棱栎花单性, 雌雄同株, 雄花多数呈小球状簇生于序轴节上, 茱萸状花序单生于叶腋或簇生于无叶短枝上, 长 8~14cm, 雄花多数, 雄蕊 6, 花药长 0.75 mm。雌花 1~3 朵聚生于序轴各节上, 直立的穗状花序单生于顶端小枝叶腋内, 子房明显具 3 翅, 长 2 mm, 3 室, 每室含 2 枚胚珠。不同种群或种群内不同小环境下的始花期略有不同, 纬度最北、海拔最高的(1550~1730 m)的沧源南滚河自然保护区内的植株开花最早, 低海拔

(1020 m)、低纬度的孟连灯伞寨相对较晚,但多数植株的花果期为 10 月份至翌年 5 月份。

三棱栎的开花结实习性较为特殊,其始花期是群落中其它壳斗科植物如刺栎 *Castanopsis hystrix*、杯状栎 *Castanopsis calathiformis*、短刺栎 *Castanopsis echidnocarpa*、华南石栎 *Lithocarpus fenestratus* 等的果熟期,而其果熟期又是其它壳斗科植物的始花期。壳斗科为风媒或虫媒传粉植物^[4],分布于马来亚半岛、加里曼丹岛和苏拉威西岛的轮叶三棱栎 *T. verticillata* 的雄花序直立,虫媒花^[15]。三棱栎的雄花序挺直或曲折可能体现着由虫媒至风媒的一个环节^[1],对三棱栎新鲜雄花在体视解剖镜下观察发现,一些小甲虫等频繁访问花药并携带花粉,这些小甲虫可能也参了传粉过程,其传粉机制有待深入研究。三棱栎瓣裂的壳斗内通常有 1~3 个坚果^[4],观察发现每瓣裂壳斗内 4 个坚果的情况也较普遍,偶见 7 个坚果壳斗。每成熟坚果内仅含 1 枚种皮半透明、无胚乳的种子。对 5 个种群内采集的坚果(俗称种子)解剖显示,含种子的坚果比率仅 9.8%,种群内单株间或种群间的差异不显著。

昆明春季播种(温度 18~25℃)试验结果(图 1)显示,播种后第 8 天可见 2 片(偶 3 片)扇形子叶露出土面。萌发时胚根先突破果皮形成主根,同时上下胚珠迅速生长将子叶顶出播种基质,随后子叶变绿,子叶出土后约 11 d 真叶开始发育生长,约 20 d 完成萌发。孟连灯伞寨种群的萌发率最高达 9.5%,沧源种群的萌发率最低为 8.3%;不同种群间的萌发率差异不明显。有种子坚果的平均萌发率可在 70% 以上(发芽果实/有种子果实)。在昆明植物园育苗栽培试验表明,三棱栎实生苗露地栽培后,生长发育正常,1 年生苗株高最高可达 130 cm,基径 1.2~2.5 cm。

2.2.2 人工管护下的三棱栎种群恢复潜力 对“封山”管理 17a 的西盟县孟梭乡后山的一株高约 16 m 三棱栎孤立木调查发现,其周围已经开始形成有一定株高结构的小种群(图 2)。在 900 m² 的样方中共发现 168 株三棱栎,其中 2 株已开始开花结实,株高 30 cm 以下的幼苗最多达 152 株。幼苗多见于荫蔽潮湿的地段、灌木或草丛中,幼树和成年树生长在郁闭度低的开阔地带。因此,荫蔽潮湿的环境有利有三棱栎实生苗的形成和幼苗的生长,而幼苗向幼树和成年树的发育则需要较强的光照条件。比较在昆明植物园繁育生长的三棱栎可以推断,所调查的三棱栎孤立木在“封山”初期可能还是一棵幼树或幼苗,通过 17a 的生长发育现已成为能自我繁衍的小种群,若这一小种群能够得到科学的管理和保护,将会尽快形成有一定空间分布格局的大种群,实现种群的原生地恢复。因此,对被破坏的三棱栎原生地植被进行严格管护,能促使三棱栎种群的原生地自然恢复。

2.3 人类活动及外来物种入侵对三棱栎种群发展的影响

对特定地区植物资源的保护和利用必须研究该地区环境、资源和人口问题。三棱栎分布区处于云南省的 5 个少数民族自治县境内,主要有傣族、佤族、拉祜族 3 个土著民族,他们是依赖对山地资源的利用来维持生活的山地民族。从人类的发展史来看,人们充分利用自然资源发展经济、改善物质生活是无可非议的。但调查的结果显示,三棱栎分布区内的土著民族已过度的利用了那里的植物资源,威胁着物种的生存与发展。

2.3.1 “森林农地化”导致三棱栎等珍稀植物生境劣化 对土地资源和森林资源的高度依赖,决定了当地土著民族的生产生活模式。尽管政府部门颁布了有关合理利用森林资源的政策和法规,但随着当地人群的不断增长和人们不断超越原始的物质文化生活的需要,“森林农地化”的资源利用方式仍在进行。甘蔗、茶叶、荔枝、芒果、香蕉、三叶橡胶、水稻等经济作物的发展,使得已经脆弱的当地植被出现了更为严重的“片断化”和“孤木化”。调查表明,由于“森林农地化”的不断发展,三棱栎、千果榄仁 *Terminalia myricocarpa* 等国家级保护植物的自然生境已经劣化,“濒危生境”(Endangering habitat)正严重地威胁着其种群的生存和发展。

2.3.2 土著民族对三棱栎的利用 沧源的佤族称三棱栎为“栲受”(佤名译音),意为坚硬的树木,孟连、澜沧和西盟等地的土著民族通称三棱栎为“红栎木”。土著民族在长期的生产生活中逐步认识到,三棱栎是制造农用工具的好材料和优良的薪炭材树种,对其利用一直延续下来。当地人群积累了丰富的识别三棱栎的方法,他们能通过树体形状、树皮色泽和表面结构以及叶片特

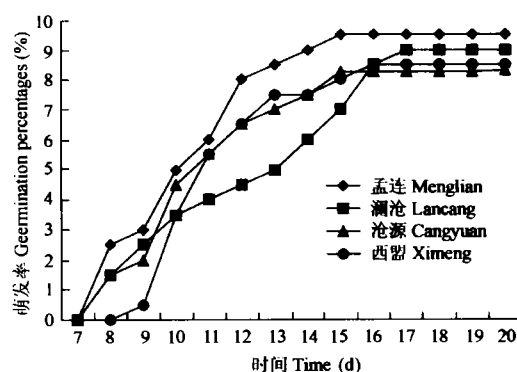


图 1 不同种群种子(坚果)的萌发率比较

Fig. 1 Seed emergence rate of *T. doichangensis* from different populations

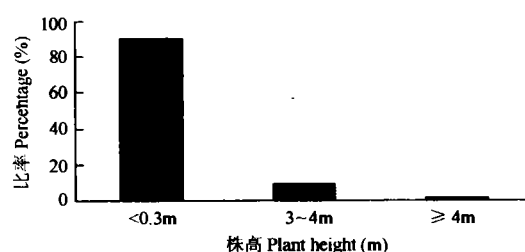


图 2 恢复中的三棱栎小种群株高结构

Fig. 2 Plant height structure of the recovering population around an isolated adult tree of *T. doichangensis*

征等准确地识别三棱栎,但没有发现有他们对三棱栎资源可持续利用的传统经验,对资源的利用仍然处于原始的“掠夺式”开发。对澜沧县东回乡一个小集市上的调查结果显示,其每年交易的三棱栎薪炭材约有 1000~1400 m³,而每 m³ 三棱栎薪材售价仅 40 余元。调查中也发现,多数居民发现有三棱栎的群落时,无论植株大小均进行成片砍伐。因此,土著民族对三棱栎的不合理利用将会进一步加剧其种群的濒危速度和种质资源的快速流失。

2.3.3 入侵物种对三棱栎种群发展的影响 入侵物种危害途径之一是通过压制或排挤本地物种,形成单优群落,危及本地物种的生存,导致物种种群逐渐缩小和生物多样性的丧失。三棱栎分布区地处滇缅交界,是 20 世纪 50 年代传入我国的飞机草 *Chromolaena odorata* 和紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* 主要入侵通道。目前,飞机草和紫茎泽兰已大面积侵入农用地周围的三棱栎群落中,在灌木层成为单优群落,群落内三棱栎的幼苗和幼树极为罕见,处于农地外围的三棱栎单株被紫茎泽兰和飞机草包围,被外来入侵物种危害的三棱栎种群的更新极为困难。调查也发现,原产美洲的肿柄菊 *Tithonia diversifolia* 也在当地蔓延,开始侵入三棱栎种群。

3 讨论

3.1 三棱栎濒危原因的初步分析

本研究表明,导致三棱栎濒危的因素很多。三棱栎脆弱种群的形成可能与其物种演化过程中的地史变化、三棱栎的生态生物学特性以及人类活动等诸多因素的紧密相连。化石证据表明,三棱栎现在的分布格局可能是由于地质地理和古气候的变化而形成的^[16]。云南在第四纪几次冰川期没有较大影响,从而使三棱栎等植物能延续至今成为一个脆弱的残余种。目前,当地人群的生产生活活动和外来入侵种的排挤等正不断缩小三棱栎种群和劣化三棱栎生境,加之其结实差、种子萌发至幼苗及其成年树的形态建成对环境的要求等特性更加剧了该物种的濒危。

3.2 三棱栎的保护对策

鉴于目前三棱栎的种群状况,应尽快采取综合措施,努力挽救现存每一个单株和脆弱的小种群。

(1)加强原生地保育 创造和开发三棱栎适宜生境,制止乱砍乱伐,保护现有三棱栎种质资源的遗传多样性,在孟连、澜沧和西盟等没有划入自然保护区的地区建立三棱栎保护点,逐步促使其三棱栎种群的恢复。

(2)加紧异地(迁地)保育 可在采种育苗获得大量个体的基础上,根据它们的生态生物学特性规划发展区域、选择适宜的立地条件进行人工种植,人为扩大种群空间,创造基因交流和重组的条件,防止目前各个孤立小种群内可能发生的由于遗传漂变和近交衰退造成的遗传多样性的减少。

(3)进行三棱栎资源可持续利用 将其纳入西部大开发战略中的“退耕还林”的首选树种,实现三棱栎薪炭资源的可持续利用,缓解由于当地居民的薪炭利用对三棱栎种群发展的压力;同时三棱栎株型紧凑,叶密而翠绿,观赏性好,可将其作为乡土园林树种进行推广种植,在最广泛的园林应用中实现其种质资源的有效保护。

References:

- [1] Hsu Y C, Wang C J, Wu C Y, et al. *Trigonobalanus* Forman—A new recorded Genus of Fagaceae in China. *Acta Botanica Yunnanica*, 1981, 3(2): 213~215.
- [2] Melville R. The biogeography of *Nothofagus* and *Trigonobalanus* and the origin of the Fagaceae. *Bot. J. Linn. Soc. London*, 1982, 85: 75~88.
- [3] Nixon K C and Crepet W L. *Trigonobalanus* (Fagaceae): Taxonomic status and phylogenetic relationships. *Amer. J. Bot.*, 1989, 76(6): 828~841.
- [4] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agenda Academiae Sinicae Edita, *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*. Tomus 22. Beijing: Science Press, 1998. 211~212.
- [5] Fu L G. *China Plant Red Data Book*. Vol. 1. Beijing: Science Press, 1992. 302.
- [6] Forman L. *Trigonobalanus* Forman. *Taxon*, 1962, 11: 140.
- [7] Forman L. *Trigonobalanus* a new genus of Fagaceae. *Kew Bulletin*, 1964a, 17: 381~396.
- [8] Wang P L, Zhang J T. On the pollen morphology and systematic position of *Trigonobaalanus doichangensis*. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1988, 26(1): 44~46.
- [9] Wu S M, Xiao S Q. Comparative anatomical studies on the woods of *Castanea* Mill. and *Trigonobalanus* Forman in China. *Guihaia*, 1989, 9(4): 341~346.
- [10] Wang P L, Pu F T, Zheng Z H. Palynological evidence for taxonomy of *Trigonobalanus* (Fagaceae). *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1998, 36(3): 238~241.
- [11] Liao H M, Gou G Q, Ye N G. A study on seedling morphology and anatomy and systematic position of *Trigonobalanus doichangensis*

- Form. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1998, **16**(3): 223~226.
- [12] Li J. A preliminary study on the floristic elements of the community of *Formanodendron doichangensis*. *Acta Botanica Yunnanica*, 1994, **16**(1): 17~24.
- [13] Editorial Border. 1987. *Yunnan vegetation*. Beijing: Science Press, 1987. 31~34.
- [14] Xiong Y. *China Soils*. Beijing: Science Press, 1987. 20~66.
- [15] Lu A M. *Geography of Seed Plant*. Beijing: Sciences Press, 1999. 223~230.
- [16] Zhou Z K. Fossils of the Fagaceae and their implications in systematics and biogeography. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1999, **37** (4): 369~385.

参考文献:

- [1] 徐永椿, 王从皎, 吴征镒, 等. 我国山毛榉科植物中一个新分布属——三棱栎. *云南植物研究*, 1981, **3**(2): 213~215.
- [4] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第二十二卷). 北京: 科学出版社, 1998. 211~213.
- [5] 傅立国主编. 中国植物红皮书——稀有濒危植物(第一册). 北京: 科学出版社, 1992. 302.
- [8] 王萍莉, 张金谈. 三棱栎花粉形态及其分类位置. *植物分类学报*, 1988, **26**(1): 44~46.
- [9] 吴树明, 肖绍琼. 中国栗属和三棱栎属木材比较解剖学研究. *广西植物*, 1989, **9**(4): 341~346.
- [10] 王萍莉, 傅发鼎, 郑中华. 三棱栎属分类的孢粉学证据. *植物分类学报*, 1998, **36**(3): 238~241.
- [11] 廖海民, 苟光前, 叶能干. 三棱栎的幼苗形态解剖及其系统位置. *武汉植物研究*, 1998, **16**(3): 223~226.
- [12] 李捷. 三棱栎群落的区系成分初步研究. *云南植物研究*, 1994, **16**(1): 17~24.
- [13] 云南植被编写组. 云南植被. 北京: 科学出版社, 1987. 31~34.
- [14] 熊毅, 等编著. 中国土壤(第二版). 北京: 科学出版社, 1987. 20~66.
- [15] 路安民主编. 种子植物地理. 北京: 科学出版社, 1999. 223~230.
- [16] 周浙昆. 壳斗科的地质历史及其系统学和植物地学意义. *植物分类学报*, 1999, **37**(4): 369~385.