

文章编号: 1000-4025(2005)01-0133-05

潭清苏铁的生境、种群结构与动态的研究*

田波¹, 龚洵^{1,2*}, 张启泰¹, 税玉民¹

(1 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204 2 中山大学 生命科学学院, 广州 510275)

摘要 对小黑江流域潭清苏铁的生境、种群结构与动态进行了研究。结果表明, 小黑江流域的自然地带性植被主要为热带雨林, 海拔 600 m 以下的原生植被为典型热带北缘季雨林, 而海拔 600~1 000 m 的原生植被为山地雨林。其原生植被遭到破坏后, 土壤流失严重, 生态环境向干旱、贫瘠化发展, 从而导致其次生植被都向山地雨林演化, 加上人类活动的继续存在, 不可能在短期内恢复成原生植被类型——热带季雨林或山地雨林。尽管其生态环境发生了显著的变化, 但潭清苏铁的生存、繁衍正常。这也表明潭清苏铁对其环境变化有一定的适应能力。潭清苏铁种群的年龄结构基本呈金字塔形, 属较稳定的结构。但是, 种群的成年个体数明显偏小, 成了潭清苏铁种群生存繁衍的“瓶颈”, 也反映出了潭清苏铁曾经遭受过严重破坏的事实, 虽然潭清苏铁对生态环境的变化有一定的适应能力, 但抗人为破坏的能力较弱。潭清苏铁生长发育很缓慢, 种群恢复的周期较长, 大约是 30~40 a。目前, 潭清苏铁种群正处于恢复、上升阶段。就地保护可能是其最有效的保护途径之一。目前, 潭清苏铁被列为国家一级保护植物, 其分布区——小黑江流域已成为黄连山国家级自然保护区的一部分。如果其现有的生态环境得到有效保护, 且在没有人破坏的前提下, 潭清苏铁不会沦为濒危物种。

关键词 潭清苏铁 生境 种群结构与动态 保护对策

中图分类号 Q 948.12.1 **文献标识码** A

Studies on the Habitat, Population Structure and Dynamics of *Cycas tanqingii*

TIAN Bo¹, GONG Xun^{1,2*}, ZHANG Qi-tai¹, SHU I Yu-min¹

(1 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China 2 School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract This paper deals with the habitat, population structure and dynamics of *Cycas tanqingii* occurring in Xiaohaijiang river area. In Xiaohai river region, the virgin vegetation in the area below a altitude of 600 m is considered as a type of tropical seasonal rain forest in the northern margin of tropical Asia, and the virgin vegetation in the area with a altitude from 600~1 000 m is considered as a type of montane rain forest. After the primeval vegetation forms were destroyed, the two vegetation forms have been in a succession syndynamic from virgin vegetations to the same arid vegetations. Although the habitat change of *C. tanqingii* has taken place, the growth and reproduction of *C. tanqingii* is normal. So, population of *C. tanqingii* adapts itself to changed habitat to a certain degree. The age structure of the population of *C. tanqingii* takes on a stable shape of pyramid. However, the fact that mature trees in population is very few shows that the population might be seriously destroyed 30~40 years ago. Meanwhile, since the individual development of *C.*

* 收稿日期: 2003-10-31 修改稿收到日期: 2004-06-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30070081)

作者简介: 田波(1975-), 男(汉族), 在读博士研究生, 主要从事植物生态与功能基因研究。

* 通讯联系人. Correspondence to: GONG Xun. E-mail: gongxun@mail.kib.ac.cn

tanqingii is very slow and the restoration period of its population is as long as 30~40 years, so, few mature trees is a bottleneck for the existing and multiplying of population. The number of more young individual in population shows that *C. tanqingii* in Xiaohai river area is in the status of population restoration. *C. tanqingii* is listed as the First Grade of National Conservation Plants in China. Conservation *in situ* is one of the most effective ways for *C. tanqingii*. Now, Xiaohai River area is a part of Huanglian Mountain National Reserve. Thus, *C. tanqingii* is not in severe danger on the premise of effective management.

Key words *Cycas tanqingii* habitat population structure and dynamics conservation strategies

自 20 世纪 80 年代以来,一些学者对中国的苏铁属植物进行了较为广泛的研究,发现了一些新的分类群,中国苏铁植物增加到 20 多种^[1-3]. 在中国,苏铁属所有种都被列为国家一级保护植物. 在中国苏铁属植物中,只有对攀枝花苏铁的研究较全面^[6-10,12],而对其它苏铁的研究较少,一些种类的现状都不太清楚,特别是那些近年来新发现的种类. 潭清苏铁(*Cycas tanqingii*)是 1996 年发表的一个新种,分布于我国云南省南部绿春县的小黑江流域及越南的黑水河流域海拔 800 m 以下的山地雨林和热带雨林中^[1]. 潭清苏铁的生境、种群结构和动态至今没有被研究过. 结合绿春县黄连山自然保护区的本底调查,我们于 2000 年和 2001 年的 4 月~5 月和 10 月、2002 年的 4 月~5 月对小黑江流域潭清苏铁进行了较全面的调查^[4]. 本文对潭清苏铁的种群结构与动态进行了研究,并对其现状进行了评估.

1 自然概况

小黑江是李仙江的一条支流,也是中越分界河. 小黑江流域位于滇东南红河州绿春县南部,南面与越南接壤,西南面以李仙江为界而与思茅地区的江城接壤. 东经 102°13'~102°25',北纬 22°33'~22°41'. 海拔 560~1300 m,最低海拔在小黑江与李仙江汇口处,仅有 320 m. 属于变质砂页岩深切切割的低山丘陵地貌,其内冲沟繁多,地形破碎,地势陡峭,坡度多在 30°以上,15°以下平缓坡地极少.

土壤复杂多样,总体上属黄色砖红壤性土壤, pH 4.5~5.5. 但土壤有明显的随土地退化程度、人为影响与植被类型不同而变化的特点,一般是在平缓坡地,土壤较深厚肥沃,多为农耕地;在土层较厚的山坡地,因土地贫瘠、板结,且受放牧影响,植被稀疏,多为草丛,仅有少数阳性树种生长其中;各种类型的次生林多分布在陡峻山坡以及深切谷地而受人为干扰较少的石隙腐殖土地带. 据调查,以上各类土地上均有潭清苏铁分布,其中在土壤相对肥沃的森林下,潭清苏铁的密度相对较大,生长较好.

因本区域地处边远山区,无可靠的气候资料可寻,现以与该地区毗邻的同属于湿热河谷山地的大黑山为参照,大黑山约位于东经 101°54',北纬 22°52',年均气温 20.1℃,10℃积温 7256℃,最热月均温 23.8℃,最冷月均温 14.4℃,年降水量在 2135 mm,相对湿度 79%,属于受热带季风影响下的北缘热带气候类型,具有全年高温多雨,干湿季交替明显的特点^[11].

因受人为破坏,潭清苏铁分布区的原生植被已无保存. 但根据现有次生植被的种类和残存的孤立大树,可将本区 1000 m 以下山地植被做出复原分析. 海拔 600 m 以下的低海拔地区为以龙脑香科植物为特征的季节雨林,乔木层物种主要有毛坡垒(*Hopemia mollissima*)、东京龙脑香(*Dipterocarpus retusum*)、滇楠(*Phoebe nannu*)、绒毛番龙眼(*Ponettia tentosa*)、白颜树(*Gironniera subaequalis*)、琴叶风吹楠(*Horstelia pandurifolia*)、小叶红光树(*Knermanglobularia*)、干果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、龙果(*Pouteria grandifolia*)、云南崖摩(*Amoora yunnanensis*)、糖胶树(*Astonia scholaris*)、山竹子(*Garcinia multiflora*)、野龙竹(*Dendrocalamus semiscandens*)和多种榕树(*Ficus* spp.)组成. 林下灌层物种主要是棕榈科的桫欏(*Arenga pinnata*)、桃金娘科的蒲桃(*Syzygium* spp.)、茜草科的狗骨柴(*Diplospora* spp.)、腺萼木(*Mycetia* spp.)、潭清苏铁、蛇根草(*Ophiorrhiza* spp.)、粗叶木(*Lasianthus chinensis*)、九节木(*Psychotria* spp.)等. 占优势的草本植物主要为叶型较大的大叶仙茅(*Curculigo orchoides*)、柃叶(*Phrynium capitatum*)、黑果山姜(*Alpinia nigra*)、箭根薯(*Tacca chantatum*)等种类,而低矮的草本植物爱地草(*Geophila herbacea*)、秋海棠(*Begonia* spp.)、丛生玉凤花(*Habenaria tonkinensis*)等成片生长. 林间藤本植物以扁担藤(*Tetrastigma planicaule*)、天仙藤(*Fibraurea resisa*)等为代表,附生植物也很发达. 总体上,其原生植被应为典型热带北缘季节雨林,其特征是,结构复杂,林

冠不齐,层次分化多样,从距地表 3 m 到 30~ 50 m 的空间均有不同高度木本植物生长,扁担藤、天仙藤等藤本植物散布于林内。

随着海拔升高(600~ 1 000 m),气温下降,云雾与湿度增加,其代表性树种又有明显改变,常见树木有假含笑(*Paramichelia baillonii*)、盖裂木(*Talau-ma hodgsonii*)、糖胶树、滇木花生(*Madhuca kamponsonensis*)、细青皮(*Altingia excelsa*)、栲树(*Castanopsis fargesii*)、红木荷(*Shimawallichii*)、印度栲(*Castanopsis indica*)、短刺栲(*Castanopsis echidnocarpa*)、红椿(*Toona ciliata*)等,林下植物与季节雨林的组成基本相同,为山地雨林。

潭清苏铁斑块状分布于小黑江流域 800 m 以下的地区,因各类原生植被均遭到毁灭性的破坏,其生境都向干旱、贫瘠化发展,从而导致其次生植被都向山地雨林演化,成为今天大范围的植物种类相似、季相变化明显、分布成片的次生类型。

2 种群结构与动态

2.1 年龄结构

种群的年龄结构能反映种群的动态和发展趋势。木本植物的年龄一般根据其立木级和胸径来确定,由于苏铁植物的古老性和生长缓慢等生物学特性,其年龄大小很难判断,何永华等^[6]曾根据叶痕及茎的解剖结构来确定攀枝花苏铁的年龄。但就潭清苏铁而言,其地上茎部分生长不显著,叶痕不成明显

的环状,地下部分更难确定,况且所有苏铁属植物均为国家一级保护植物,不可能也不允许利用大量材料来对其进行解剖实验,因此,本研究只有根据茎高和地径及经验来大致地绘制其年龄结构图(图 1)。I 级:1~ 2 年生;II 级:无明显地上茎;III 级:地上茎高小于 10 cm;IV 级:地上茎高 10~ 20 cm;V 级:地上茎高 20~ 30 cm;VI 级:地上茎高大于 30 cm。

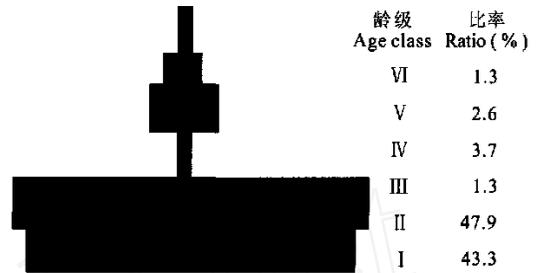


图 1 潭清苏铁年龄结构图

Fig 1 Age structure of *Cycas tanqingii*

由于潭清苏铁呈斑块状分布,有些斑块的面积达数千平方米,而有些斑块的面积很小,其中只有几株潭清苏铁,因此,本研究中的最大样方设为 50 m × 50 m,其它样方基本上取潭清苏铁斑块的面积。

表 1 潭清苏铁年龄结构统计

Table 1 Age structure of *Cycas tanqingii*

Age class	样地号 Sample No.														合计 Total
	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 6		No. 7		
	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	面积 A rea (m ²)	株数 Plant No.	
I	900	42	2 500	63	900	134	400	95	300	7	150	7	400	30	378
II	900	30	2 500	186	900	157	400	5	300	27	150	7	400	6	418
III	900	0	2 500	3	900	1	400	3	300	1	150	2	400	1	11
IV	900	0	2 500	7	900	2	400	11	300	3	150	2	400	7	32
V	900	0	2 500	0	900	6	400	5	300	4	150	5	400	3	23
VI	900	5	2 500	0	900	6	400	0	300	0	150	0	400	0	11

由图 1 可以看出,潭清苏铁种群基本呈金字塔形,属较稳定的结构,但是,种群的成年个体数明显偏小,尤其是 III 级植株。I、II 级幼苗较多主要是因为有一定数量的 IV 级植株,IV 级植株是开花结实最旺盛的时期,而 III 级植株数量成了潭清苏铁种群生存繁衍的“瓶颈”。

根据访问,III 级个体少是人为破坏的结果。潭清

苏铁的髓部富含可食用的淀粉,加工好的淀粉俗称“神仙米”。在 20 世纪六、七十年代,当地人取潭清苏铁的髓部淀粉充饥而大量砍伐其成年个体,最终导致种群数量的减少和繁殖力的下降。根据被砍伐事件来推测,现有的 IV、V 级个体应该是 20 世纪六、七十年代的 I、II 级个体。这表明潭清苏铁需要 30~ 40 a 的营养生长后才进入生殖生长期。如果潭清苏

铁的生态环境得以保存,且在没有人破坏的前提下,依据现有的 I、II 级个体的数量来估计,30~40 a 后,这个年龄级的个体将进入生殖生长阶段,潭清苏铁的种群数量将会有较大的增加。人为破坏同样导致 I 级个体少于 II 级个体,自 1996 年被发现以来,潭清苏铁遭到了一定程度的人为破坏。一些科研单位先后到原产地引种潭清苏铁(植株和种子),但主要破坏囿于一些苗圃的大规模的采挖,云南的许多苗圃都栽种有潭清苏铁。这一事实也反映出潭清苏铁种群很脆弱,抗外来干扰能力差。如果得不到有效保护,潭清苏铁就有灭绝的危险。

2.2 结实率与种子萌发

连续 3 年的调查结果表明,潭清苏铁的雌性比接近 1:3,成熟雄株几乎每年都开花,而成熟雌株多为 2 年开一次,部分个体 3 年甚至更长时间才开一次。从其自然结实情况来看,潭清苏铁的传粉、授粉较充分,结实率高,80% 的胚珠都能发育成种子,种子有多胚现象(2~3 个胚)。种子于 9 月~10 月成熟,刚成熟种子的胚很小,在原产地,经 7~8 个月的后熟作用后,种子于次年 4 月~5 月萌发。在我们的实验中(昆明植物园),经湿砂藏的种子于第二年 4 月~5 月出苗,萌发率可达 90% 以上,与原产地的情况基本相同;而干藏的种子在 2 个月内即全部脱水失活。尽管原产地冬春季节的平均气温和相对湿度比昆明高得多,如原产地最冷月均温为 14.4℃,昆明最冷月均温为 7.6℃^[4,5],但在保持种子含水量和保存环境湿度的条件下,潭清苏铁种子能在昆明室内保存和完成后熟过程。原产地高温高湿的气候非常适合胚的后熟,一些种子在大孢子叶丛中及树杈上都能萌发。在成年雌株的周围常有幼苗生长,多的可达 100 多株,但多分布在成年雌株周围 5 m 的范围内。由此可见,种子的散播距离较短。一些研究表明,苏铁种子主要依靠重力以及啮齿类动物的搬运来散播^[13]。野外调查发现,在坡度较大且草本层较稀疏的林下,幼苗分布的距离相对较远,而在坡度较小或草本层较发达的林下,幼苗分布的距离较近,一般不超过 5 m,这说明地形(特别是坡度)和生境中的草本群落对潭清苏铁种子的散布有着直接的影响。啮齿类动物虽然在种子散布中有一定的作用,其散布距离大于借助重力散布的距离,但对种子的破坏极大,野外调查发现被啮齿类动物取食后留下的成堆种皮。

3 结 论

3.1 潭清苏铁的现状

虽然潭清苏铁分布区的原生植被已遭受到毁灭性的破坏,但调查分析结果表明,其海拔 600 m 以下的原生植被应为典型热带北缘季节雨林,而海拔 600~1 000 m 的原生植被为山地雨林。其原生植被遭到破坏后,土壤流失严重,生境向干旱、贫瘠化发展,从而导致了两大原生植被类型的次生植被向着山地雨林植被演化,加上人类活动的继续存在,不可能在短期内恢复成原生植被类型——热带季节雨林或山地雨林。尽管其生境发生了显著的变化,但潭清苏铁的生存、繁衍正常。居群中 I、II 级个体的数量表明,即使在变化的生态环境中,居群的个体数量仍在不断增加。这也表明潭清苏铁对生境变化有一定的适应能力。

潭清苏铁种群的年龄结构基本呈金字塔形,属较稳定的结构,但是,种群的成年个体数明显偏小,尤其是 III 级植株。这一方面表明 III 级个体的数量成了潭清苏铁种群生存繁衍的“瓶颈”,另一方面反映出潭清苏铁曾经遭受过严重破坏的事实,而 I 级个体数量少于 II 级个体数量的事实表明潭清苏铁正在遭受着一定程度的人为破坏。虽然潭清苏铁对生态环境的变化有一定的适应能力,但抗人为破坏的能力较弱,这是由其繁殖生物学特性所决定的,也与其成年个体数量少有密切关系。苏铁植物雌雄异株,且每 2 年甚至 3 年才繁殖一次。在成年个体相同的情况下,其繁殖系数只有每年繁殖一次的两性物种的 1/4。尽管其成年个体较少,但 I、II 级个体较多的事实说明其繁殖效率较高,整个居群正处于恢复、上升阶段。

20 世纪六、七十年代的人为破坏导致了 III 级个体数量少,而当时保存下来的幼苗成了现在繁殖的主体(III、IV、V 级个体)。由此可见,潭清苏铁生长发育很缓慢,种群恢复的周期较长,大约是 30~40 a。

3.2 保护对策

潭清苏铁的年龄结构基本呈金字塔形,属较稳定的结构,正处于种群恢复期。就地保护可能是保护潭清苏铁最有效的途径之一,一方面能保护其现有个体,免遭人为破坏,另一方面能保护其生境,使得该物种能在现有生境中生存、繁衍。目前,潭清苏铁被列为国家一级保护植物,其分布区——小黑江流域已成为黄连山国家级自然保护区的一部分^[4]。在有效管理的前提下,潭清苏铁不会沦为濒危物种。

一些研究表明,苏铁属植物主要以甲壳虫进行传粉,传粉的有效距离为 2~ 7 km^[13,14]。而种子主要靠啮齿类动物来散布,不仅散布效率低,而且散布的有效距离短。因此,苏铁属植物群体间的有效基因流距离为 2~ 7 km。由于生境的片段化,潭清苏铁呈斑块状分布,很多斑块之间的距离大于其有效基

因流的距离,斑块与斑块之间缺乏基因交流,最终导致斑块间的隔离分化以及遗传漂变所造成的斑块内的遗传多样性丧失。从遗传多样性保护角度看,潭清苏铁的遗传多样性受到了一定的威胁。但是,如果采取群体间的人工传粉和群体间的个体移植,以实现群体间的基因交流,从而保护其遗传多样性。

致谢:中国科学院西双版纳热带植物园刘伦辉研究员亲临野外指导,并对论文写作提出了宝贵意见,特致谢意。

参考文献:

- [1] 王发祥,梁惠波,陈潭清,等. 中国苏铁[M]. 广州:广东科技出版社,1996
- [2] 黄玉源. 中国苏铁科植物的系统分类与演化研究[M]. 北京:气象出版社,2001.
- [3] 管中天. 中国苏铁植物[M]. 成都:四川人民出版社,1996
- [4] 许建初. 云南绿春黄连山自然保护区[M]. 昆明:云南科技出版社,2003
- [5] 云南省气象局. 云南农业气候资料集[M]. 昆明:云南人民出版社,1984
- [6] HE Y H(何永华),WANG Q(王 乾),SHIP L(石培礼). Biological properties, trunk anatomy and growth patterns of *Cycas panzhihuaensis*[J]. *Acta Bot Sin.* (植物学报),1995,37(6):443-451(in Chinese).
- [7] HE Y H(何永华),L ICH L(李朝奎). The ecological geographic distribution, spatial pattern and collecting history of *Cycas panzhihuaensis* populations[J]. *Acta Phytocologica Sin.* (植物生态学报),1999,23(1):23-30(in Chinese).
- [8] WU X J(吴先军),L I P(李 平),L ICH L(李朝奎). Investigation on the reproductive biology of *Cycas panzhihuaensis*- study on the development of pollinated female gametophytes[J]. *J. Sichuan Univ.* (Natural Science Edition)(四川大学学报)(自然科学版),1999a,32(special issue):63-68(in Chinese).
- [9] WU X J(吴先军),L I P(李 平),L ICH L(李朝奎). Investigation on the reproductive biology of *Cycas panzhihuaensis*- study on the formation of microspores and development of gametes[J]. *J. Sichuan Univ.* (Natural Science Edition)(四川大学学报)(自然科学版),1995b,32(special issue):69-76(in Chinese).
- [10] WANG Q(王 乾),L ICH L(李朝奎),YANG S Y(杨思源),et al. Pollination biology of *Cycas panzhihuaensis* L. Zhou et S. Y. Yang [J]. *Acta Bot Sin.* (植物学报),1997,39(2):156-163(in Chinese).
- [11] ZHOU H X(周虹霞),ZHU H(朱 华),WANG H(王 洪),et al. A study on the *Pan etia tam entosa* community of tropical seasonal rain forest in Dahei mountain, Lixian River watershed, southeastern Yunnan[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),2001,23(1):55-66(in Chinese).
- [12] ZHOU L J(周立江),GUAN ZH T(管中天),et al. Study on the natural *Cycas* community in the valley of Jinshan River[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),1985,7(2):153-168(in Chinese).
- [13] SCHNEIDER D, WNK M, SPORER F. Cycads: their evolution, toxins, herbivores and insect pollinators[J]. *Naturwissenschaften*,2002,89:281-294
- [14] YANG S L, MEEROW A W. The *Cycas pectinata* (Cycadaceae) complex structure and gene flow [J]. *International Journal of Plant Sciences*,1996,157:468-483