

文章编号: 1001-1498(2007)05-0673-05

世界级极危物种——崖柏球果特征与出种量的研究

王祥福¹, 郭泉水¹, 郝建玺², 马超¹, 万全兴¹

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091;

2. 中国内蒙古森林工业集团有限公司, 内蒙古 牙克石 022150)

摘要:通过对崖柏球果的长度、宽度和质量以及出种量的调查和统计分析发现,崖柏天然分布的雪宝山和大巴山两个不同地域崖柏球果的长、宽以及风干质量之间不存在显著差异,而同一地域不同崖柏植株之间的球果特征存在显著差异。在崖柏球果中,无种子的球果占 7.1%;每个球果的出种量较少,仅为 3 粒;崖柏种子的千粒质量为 1.126 4 g;同一崖柏植株不同球果之间的出种量没有明显差异,说明同一植株的有性生殖过程是同步的,球果的发育程度比较接近。

关键词:濒危植物;崖柏;球果;出种量

中图分类号: S722-63

文献标识码: A

Study on the Cone Characteristics and Seed Output of a Critically Endangered Plant, *Thuja sutchuenensis*, in the World

WANG Xiang-fu¹, GUO Quan-shu¹, HAO Jian-xi², MA Chao¹, WAN Quan-xing¹

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF; Key Laboratory of Forest Ecology and Environment, State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. Forestry Industrial Cooperation Limited of Inner Mongolia, China, Yakeshi 022150, Inner Mongolia, China)

Abstract: The length, width, weight and seed output of the cones of *Thuja sutchuenensis* were analysed. No significant difference was found on length, width and dry weight of cones from two natural distribution of *Thuja sutchuenensis*-Xuebao shan and Dabashan mountains. But the effect of different mother plants under the same condition on these characters was significant. For the cones of *Thuja sutchuenensis*, the proportion of the cones without seed was 7.1%. The average plump seed number per cone was 3. The 1 000 seed weight of *Thuja sutchuenensis* was lighter, only 1.126 4 g. No significant difference was found for the seed number in different cones from the same mother plant. This showed that for the same mother plant the sexual reproduction was in the same developmental level and cones development was nearly the same.

Key words: endangered plant; *Thuja sutchuenensis*; cone; seed output

崖柏 (*Thuja sutchuenensis* Franch) 为柏科 (Cupressaceae) 崖柏属 (*Thuja* L.) 常绿乔木。它的木材化石形成于侏罗纪中期,在白垩纪曾经出现鼎盛时期,到第三纪该属的物种大量消失。1892年4月,法国传教士法戈斯 (R. P. Farges),在我国重庆市城口县海拔 1 400 m 处的石灰岩山地,首次采集到植

物标本。7 a 后,该号标本 (编号: Farges 1158) 成为新种的模式标本,收藏于法国巴黎自然博物馆^[1]。在此后的 100 余年中,曾有人多次前往产地调查,但均未见其踪迹。为此,在《中国植物红皮书》第一卷^[2]、英文版的《中国植物志》(裸子植物)第 4 卷^[3]中,均将其定为在野外已灭绝的物种;1999年8月,

收稿日期: 2006-03-08

基金项目: 国家林业局动植物保护司专项 (2005) “崖柏植物资源及扩繁技术的研究”

作者简介: 王祥福 (1982—),男,山西介休人,中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所硕士研究生。

* 通讯作者: 郭泉水,研究员。

在国务院批准公布的《国家重点保护野生植物名录〈第一批〉》中,也未见该树种名。但在同一年,人们在重庆市东北部的城口县和开县等山区,又重新发现了崖柏,并采集到了带球果的标本。该标本收藏于中国科学院植物所标本馆内,并先后得到中国科学院、英国皇家植物园和美国哈佛大学权威专家的确认。2000年,中国《植物杂志》第3期发布了“崖柏没有灭绝”的公告。2002年3月,林奈杂志发表了一篇《一个重新发现的柏科植物》文章,并指出了1900年 Franch对崖柏形态学描述的不足^[4]。2003年世界自然保护联盟(IUCN)又重新将其评定为世界级极危物种^[5]。2005年和2006年间,《大众科技报》^[6]和《中国绿色时报》^[7]先后报道在四川省万源市花萼山自然保护区和湖北省保康市五道峡自然保护区也发现了崖柏野生居群,但未经专家鉴定。

球果和种子是物种繁殖系统的重要特征。因为该特征受物种遗传控制较强,所以,深入开展有关方面的研究,对于揭示物种的系统发育,阐明物种的濒危机制具有很重要的参考价值。多年来,关于不同树种的球果和种子特征的研究已有许多报道^[8-11],目前的研究内容多集中在不同地理种源的球果特征和种子差异方面。关于崖柏球果和种子特征的系统研究,特别是崖柏成熟球果特征和种子产量尚未见过报道。本文试图通过对天然崖柏林木的球果和种子调查和分析,揭示崖柏的球果特征和种子产量,为深入开展崖柏濒危机制和崖柏植物资源保护奠定基础。

1 研究地区概况及研究方法

1.1 研究地区概况及群落特征

调查工作在大巴山山系的重庆市城口县和开县山区进行,调查区域位于 108°30′~109°15′ E, 31°30′~31°50′ N,海拔高度 900~2 200 m。该区域的年平均气温为 6.0~10.0℃,1月平均气温 -0.8~4.5℃,7月平均气温 15.2~20.2℃,极端最低气温 -10.0℃,极端最高气温 30.0℃,无霜期 150~200 d,年日照时数 1 000~1 200,年降水量 1 200~1 400 mm,全年 0℃的积温 2 580~3 880℃,10℃的积温 1 290~2 970℃,积雪期 3个月左右。地带性植被类型为中亚热带常绿阔叶林^[12]。崖柏集中分布地段的土壤类型为石灰岩母质上发育的山地褐土或棕褐土。

开县雪宝山自然保护区崖柏群落乔木层主要树种是:崖柏、高山栎(*Quercus semicarpifolia* Smith)、川

陕鹅耳枥(*Carpinus fargesiana* H. Winkl)等,林分郁闭度 0.40~0.55,平均树高 4.59~6.76 m,平均胸径 9.05~11.69 cm;灌木层的主要树种是粉红杜鹃[*Rhododendron oreodoxa* Franch var *fargesii* (Franch) Chamb ex Cullen et Chamb],中华吊钟花(*Enkianthus chinensis* Franch)、红柄木犀(*Osmanthus amatus* Diels)、细叶黄杨(*Buxus bodinieri* L'Él)、蚝猪刺(*Berberis julianae* Schneid)、木姜子(*Litsea pungens* Hemsl);草本层主要种类是杉蔓石松(*Lycopodium annotinum* L.)、红毛尾药菊[*Synotis erythropappa* (Bur et Franch) C. Jeffr et Y. L. Chen]、蝴蝶花(*Iris japonica* Thunb)。

城口县大巴山自然保护区崖柏群落乔木层的主要树种是崖柏、大叶青冈[*Cyclobalanopsis jenseniana* (Hand-Mazz) Cheng et T. Hong ex Q. f. Zheng]和华千金榆(*Carpinus cordata* H. Winkl var *chinensis* Franch),林分郁闭度 0.6~0.9,平均树高 4.68~5.97 m,平均胸径 7.82~8.59 cm;灌木层的主要树种是粉红杜鹃、短枝六道木[*Abelia engleriana* (Graebn) Rehd]、具柄冬青(*Ilex pedunculosa* Miq)、金叶桉[*Eurya aurea* (L'Él) Hu et L. K. Ling]、蚝猪刺、城口黄栌(*Cotinus coggygria* Scop. var *chengkouensis* Y. T. Wu)、小叶栒子(*Cotoneaster microphylla* Diels);草本层主要种类是丝叶苔草(*Carex capilliformis* Franch)、蔓龙胆(*Crawfordia japonica* S. et Z.)。

1.2 材料和方法

采种地点设在开县的雪宝山(王家崖)和城口县的大巴山(龙门)的天然崖柏林内,采种时间在2005年11月初。关于采种母树分布的地理位置、生境概况和生长情况见表1。

表 1 采种母树生境概况和生长情况

母树编号	树高/cm	胸径/cm	冠幅/cm	母树分布地点及生境
1	220	3.5	160	采种地点:开县雪宝山;31°36'N;108°40'E;海拔:2 160 m;坡向:西北坡;坡位:上部。
2	365	11.6	310	
3	755	19.5	510	
4	610	13.0	450	
5	371	10.6	341	
6	380	19.0	220	
7	220	4.5	210	
1	245	10.0	350	采种地点:城口县大巴山;31°42'N;108°47'E;海拔:1 897 m;坡向:东北;坡位:上部。
2	230	6.4	210	
3	305	6.5	250	
4	280	7	220	

1.2.1 球果特征及其地区差异性检验 在开县的

雪宝山(王家崖)和城口县的大巴山(龙门)的天然崖柏林内,遵循随机取样的原则,分别选择 4 株成年崖柏植株作为采种母树。在每株崖柏母树的向阳面,随机选取 10 个尚未张开的球果。用微标卡尺测量球果的长度和宽度后,用 1/1 000 天平称其质量,并统计每个球果的出种量。

1.2.2 同一地域不同植株球果的出种量和同一植株不同球果的出种量 在对采自开县雪宝山(王家崖)天然林用于球果特征及地区差异性检验的 4 株崖柏母树的基础上,增添 3 株母树,按上述方法随机选取 10 个尚未张开的球果,统计每个球果的出种量进行分析。

1.2.3 种子千粒质量 按《1996 国际种子检验规程》规定的方法计算崖柏种子的千粒质量。

所用统计分析软件为 SPSS11.5。

2 结果与分析

2.1 崖柏球果特征及其变化

2.1.1 崖柏球果特征 分别对抽取于两地的 40 个崖柏球果特征进行测量,结果看出(见表 2),崖柏的成熟球果为长圆形,球果的平均长度为 0.752 cm,宽度为 0.384 cm,球果的长度约为宽度的 1 倍以上;单个球果的平均风干质量为 0.348 g,球果长、宽和风干质量的最大值分别为最小值的 1.52、1.64 倍和 3.62 倍。

表 2 雪宝山和大巴山崖柏球果特征

球果特征	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数/%
球果长/cm	0.600	0.910	0.752	0.067	8.97
球果宽/cm	0.300	0.492	0.384	0.040	10.34
风干质量/g	0.016	0.058	0.348	0.009	2.61

2.1.2 不同地理区域以及同一地理区域不同植株之间球果特征的比较 很多研究表明,球果和种子在强大的自然选择压力下会表现出很大的适应性^[13]。为了深入了解不同地理区域以及不同植株个体之间崖柏球果特征上的差异,分别对两个不同地理区域以及同一地域不同崖柏植株的球果特征进行测量和统计分析(One-way ANOVA),结果看出(见表 3、4),雪宝山和大巴山两个不同地理区域的崖柏球果的长、宽以及风干质量之间差异显著值均大于 0.05,表明在两地的崖柏球果特征上不存在显著差异;而在开县雪宝山(王家崖)调查的不同崖柏植株个体之间球果特征的显著值均小于 0.01,表明在同一地域,不同崖柏植株个体间的球果特征差异

极显著。

表 3 雪宝山和大巴山崖柏球果特征的方差分析

球果特征	方差来源	自由度	离差平方和	F 值	显著值
球果长	组间	1	0.002	0.529	0.469
	组内	78	0.357		
球果宽	组间	1	0.002	1.423	0.237
	组内	78	0.122		
风干质量	组间	1	0.000	0.305	0.582
	组内	78	0.006		

表 4 雪宝山不同崖柏植株球果特征的方差分析

球果特征	方差来源	自由度	离差平方和	F 值	显著值
球果长	株间	3	0.058	5.035	0.005
	株内	36	0.139		
球果宽	株间	3	0.021	5.126	0.005
	株内	36	0.050		
风干质量	株间	3	0.001	5.054	0.005
	株内	36	0.003		

雪宝山和大巴山在行政划分上属于不同区域,但同属于大巴山山系,利用 GPS(GARMIN 公司)定位仪测算,两个崖柏种群采样中心点之间的水平距离仅为 27.8 km,球果特征差异不显著的原因可能与两地之间距离较近、气候和生境条件差别不大有关;同一地域不同崖柏植株个体球果特征存在显著差异,反映出崖柏球果特征受到了种内遗传较强的控制作用。

2.2 同一地域不同崖柏植株个体球果的出种量和同一植株不同球果的出种量

2.2.1 崖柏球果的出种量 对在雪宝山选取的 7 株崖柏母树上 70 个球果中的种子进行质量鉴别。用每个球果产出的饱满种子粒数表示崖柏球果的出种量,并分类统计,结果看出(见图 1),崖柏球果的出种量大多在 1~5 粒之间。在球果中无饱满种子的球果约占调查球果总数的 7.1%;含 6 粒和 7 粒种子的球果占 2.9%,含 4 粒种子的球果占 25.7%。

2.2.2 同一崖柏植株和不同崖柏植株的球果出种量 将采自雪宝山 7 株母树的 70 个球果,区分不同的母树来源,分成 7 组,在此基础上,对同一崖柏植株和不同崖柏植株的球果出种量进行方差分析(One-way ANOVA),结果看出(见表 5),不同植株的球果出种量,其 P 值小于 0.05。说明采自不同崖柏植株的球果出种量差异显著。

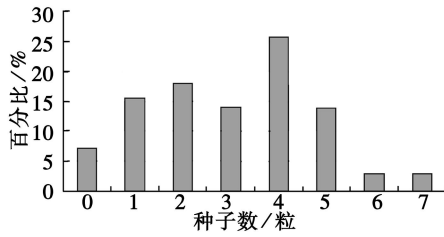


图 1 崖柏球果的出种量

表 5 同一崖柏植株和不同崖柏植株球果出种量的方差分析

方差来源	离差平方和	自由度	均方	F值	P值
组间	112	6	18.67	12.51	0.00**
组内	94	63	1.49		
(总计)	206	69			

注: **表示差异极显著。

表 6 种子千粒质量方差分析表

重复号	1	2	3	4	5	6	7	8
100粒质量/g	0.114 2	0.113 3	0.120 3	0.111 4	0.110 2	0.111 4	0.111 6	0.108 7
标准差(S)	0.003 5							
100粒质量平均值/g	0.112 6							
变异系数	0.031 3							
千粒质量/g	1.126 4							

3 小结

(1)崖柏的球果为长圆形,调查的两个地理区域崖柏球果的长、宽以及风干质量之崖柏球果特征上不存在显著差异,可能与两地生境条件比较一致有关。

(2)不同植株个体间的球果特征差异极显著,反映出崖柏球果特征受到种内遗传较强的控制作用;采自同一崖柏个体的球果的出种量没有明显差异,表明崖柏的有性生殖是同步的,同一植株球果的发育程度比较近似。

(3)崖柏球果的出种量低,种子质量较轻。

4 讨论

由于当时受天气及环境的限制,未能到四川省万源市花萼山自然保护区和湖北省保康市五道峡自然保护区采集标本,进一步确定其报道的植物是否为崖柏。今后有必要对其进行鉴定,若确定为崖柏,结合本文对其进行球果特征及出种量的研究,可反映出崖柏种内群体间的变异。受崖柏天然分布区及种群数量较少(结实母树更少)的限制,本文在每株研究的母树上只取了 10 个球果用于研究。

利用进行出种量研究的种子,采用四唑法^[15]进行种子活力检验发现:崖柏的种子活力仅为 10%左

右。同一植株不同球果之间出种量没有明显差异,说明崖柏的有性生殖是同步的,同一植株的球果发育程度比较近似;不同崖柏植株个体的球果出种量出现差异,其主要原因在于不同林木个体之间能够获得的光照、水分和营养条件不同。这与相关研究^[14]的结论是一致的。

2.3 崖柏种子千粒质量

按照《1996国际种子检验规程》的规定^[15],采用四分法从崖柏种子的实验样品中随机选取 8 个重复,每重复 100 粒,计算崖柏种子千粒质量。结果表明,崖柏种子的质量很轻,千粒质量仅为 1.154 g,方差分析见表 6。

从繁殖生物学的角度出发,引起物种濒危的主要原因可大致归纳为以下 3 个方面:一是物种自身在生殖发育过程中出现异常,从而导致败育现象的发生;二是由于交配系统存在一定差异,最终引起自交或远交衰退;三是在繁殖阶段受到不同的环境生态学因素胁迫,对生殖成功率和种群的有效更新产生重大影响^[16]。造成崖柏球果出种量及种子活力较低的原因目前尚无确定,究竟是上述哪一方面或者是几个方面共同起了限制作用,有待进一步的研究。

种子千粒质量是种子质量的重要指标之一。千粒质量大的种子,通常出苗率高^[17],能产生较强的幼苗活力^[18]。当种子通过生物扰动被运送到较深的沉积物中^[19]或在降雨的反常增长时期被沉积物掩埋时^[20],质量大的种子均表现出较好的生态优势。崖柏种子的千粒质量明显小于柏科其他植物^[21-25],这对于幼苗种群的存活可能会产生一定的影响。另外,种子只是种群的一个潜在成员,它对居群发展的实际贡献,完全取决于进一步的萌发状况,以及继萌发之后的幼苗成活率。因为在植物的自然居群中,生殖成功的最终标志,往往在于种子的萌发与新个体的产生,而足够数量的种子萌发和幼苗存活率,则构成了种群更新与维持的必要前提^[16]。今后有必要加强崖柏种子萌发及幼苗种群动态方面的

试验研究,掌握崖柏天然更新的状况。

2006年的观察发现崖柏结实似乎存在严重的大小年现象:2006年崖柏几乎没有结种。综上所述,鉴于目前崖柏自身的生物生态学特性对其繁殖的限制,开展崖柏无性繁殖的研究来扩繁崖柏种群显得尤为必要。

参考文献:

- [1] 刘正宇,杨明宏. 崖柏没有绝灭[J]. 植物杂志, 2000(3): 8
- [2] Fu L K, Jin J M. China Plant Red Data Book Rare and Endangered Plant, Vol 1 [M]. Beijing, New York: Science Press, 1992: 38
- [3] Fu L K, Yu Y F, Farjón A. Flora of China, Vol 4 [M]. Beijing: Science Press & StLouis: Missouri Botanical Garden Press, 1999: 63
- [4] Xiang Q P, Farjón A, Li Z Y, et al *Thuja sutchuenensis*: a rediscovered species of the Cupressaceae[J]. Bot J Linn Soc, 2002, 139: 305 ~ 310
- [5] 汪松,解焱. 中国物种红色名录(第一卷)[M]. 北京:高等教育出版社, 2004: 307
- [6] 叶林,何丽. 四川花萼山发现“活化石”崖柏种群[N]. 大众科技报, 2005-06-14
- [7] 王承鼎. 湖北保康发现世界濒危物种崖柏[N]. 中国绿色时报, 2006-01-19
- [8] 王小平,刘晶岚. 白皮松种子及球果形态特征的地理变异[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 25 ~ 31
- [9] 石福臣,聂江城. 中国东北落叶松属植物分类学特征的分析——球果形态的地理变异[J]. 木本植物研究, 1998, 18(2): 173 ~ 176
- [10] 徐亮,包维楷,何永华. 4个岷江柏种群的球果和种子形态特征及其地理空间差异[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(6): 707 ~ 717
- [11] 孙玉玲,李庆梅. 秦岭冷杉球果与种子的形态变异[J]. 生态学报, 2005, 25(1): 176 ~ 181
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社, 1983: 857 ~ 856
- [13] Ruby J L. The correspondence between genetic, morphological and climatic variation patten in scotch pine[J]. Siva Genetica, 1976, 25(5 ~ 6): 169 ~ 175
- [14] 徐化成. 中国大兴安岭森林[M]. 北京:科学出版社, 1998: 91
- [15] 国际种子检验协会(ISTA). 国际种子检验规程[M]. 北京:中国农业出版社, 1999: 31 ~ 32
- [16] 李典谟,徐汝梅. 濒危机制和保育原理[M]. 北京:科学出版社, 2005: 26 ~ 34
- [17] 宋松泉,程红焱,龙春林,等. 种子生物学研究指南[M]. 北京:科学出版社, 2005: 6 ~ 7
- [18] Wylie-Echeverria S, Coxfls P A, Churchill A C, et al. Seed size variation within *Zostera marina* L. (*Zostera* a ceae) [J]. The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society, 2003, (142): 281 ~ 288
- [19] Luckenbach M W, Orih R J. Effects of a deposit-feeding invertebrate on the entrapment of *Zostera marina* L. seeds[J]. American Journal of Botany, 1999, 62: 235 ~ 247
- [20] Ibarra-Obando S E, Escofet A. Industrial development effects on the ecology of a Pacific Mexican estuary[J]. Environmental Conservation, 1987, 14: 135 ~ 141
- [21] 闫大成. 侧柏刺槐种子质量分析[J]. 山东林业科技, 1999(3): 31 ~ 34
- [22] 曾志光,肖复明,包国华,等. 福建柏种源种子品质分析报告[J]. 江西林业科技, 1999(1): 1 ~ 2
- [23] 宋西德,张永,周锋利,等. 臭柏的特性研究进展[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(4): 63 ~ 66
- [24] 徐维忠,仲兆清,黄修梅,等. 石刁柏种子活力及育苗基质研究[J]. 内蒙古农业科技, 1997(6): 11 ~ 12
- [25] 王景升,郑维列,潘刚,等. 巨柏种子活力与濒危的关系[J]. 林业科学, 2005, 41(4): 37 ~ 41