

## 濒危植物朝鲜崖柏研究现状和保育对策

苑景洪<sup>1</sup>, 于忠亮<sup>1</sup>, 李成宏<sup>1</sup>, 王梅芳<sup>1</sup>, 周梅妹<sup>1</sup>, 杜凤国<sup>1,2\*</sup>

(1. 北华大学林学院, 吉林吉林 132013; 2. 长白山特色森林资源保育与高效利用国家林业局重点实验室, 吉林吉林 132013)

**摘要** 概述了朝鲜崖柏的地理分布与资源、土壤条件与种群、树高生长规律、繁殖方式、核型分析、木材结构、挥发油和遗传学等方面的研究现状, 分析了朝鲜崖柏研究中存在的问题, 并提出了研究展望和保育对策。

**关键词** 朝鲜崖柏; 繁殖方式; 保育对策

中图分类号 S718.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)19-0135-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.19.040



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Research Status and Conservation Strategy of Endangered Species *Thuja koraiensis* Nakai

YUAN Jing-qi, YU Zhong-liang, LI Cheng-hong et al (Forestry College of Beihua University, Jilin, Jilin 132013)

**Abstract** The research status of geographical distribution and resources, soil conditions and population, growth law of tree height, reproduction methods, karyotype analysis, wood structure, volatile oil and genetics of *Thuja koraiensis* Nakai were introduced. The problems existing in the research were analyzed, and some research prospects and strategies on conservation were put forward.

**Key words** *Thuja koraiensis* Nakai; Reproduction method; Conservation strategy

朝鲜崖柏(*Thuja koraiensis* Nakai)为柏科(Cupressaceae)崖柏属(*Thuja* L)的常绿乔木,又名长白侧柏、朝鲜柏,在《中国物种红色名录》中被列为极小种群的濒危种,在《国家重点保护野生植物名录(第一批)》中被划为二级重点保护植物,是吉林省一级重点保护植物,长白山地区亟需保护物种<sup>[1]</sup>。朝鲜崖柏起源古老,对于研究柏科植物系统发育及古生物古气候等具有重要学术价值<sup>[2]</sup>;它树形美观,寿命长久,香气浓郁,木材坚实,枝叶挥发油可作香料亦可入药,朝鲜崖柏是集园林绿化、材用和经济价值于一身的植物资源,是具有广阔开发利用前景的珍贵树种。

近些年由于“崖柏手串根雕”的流行,野生朝鲜崖柏逐渐受到人们的关注。受利益驱动,盗挖乱砍滥伐现象特别严重,人为干扰造成其生境变化,致使朝鲜崖柏濒临灭绝。归纳分析朝鲜崖柏的研究现状、找出存在问题、提出保育策略具有重要的理论意义和实际价值。

## 1 研究现状

**1.1 地理分布与资源** 朝鲜崖柏主要分布于吉林省东部山区,东起汪清、安图一带,西至白山江源附近,北到牡丹江东南区域,南临中朝边界集安地区<sup>[3]</sup>。水平分布为41°~44°N, 126°~130°E;黑龙江省老爷岭东南部零星分布<sup>[4]</sup>;朝鲜、韩国亦有分布。垂直分布在海拔600~2 000 m的山坡、山谷或裸露岩石缝等狭窄地带。

吉林省朝鲜崖柏集中分布在长白山地区的长白县、白山市、临江市等地。朝鲜崖柏种群具有2种空间分布格局,纯林密集分布和岳桦-臭松林下离散分布。其伴生树种以乔木层的岳桦(*Betula ermanii* Cham.)、臭松(*Abies nephrolepis* Max-

im.)等;灌木层的库页悬钩子(*Rubus sachalinensis* Lévl.)、刺人参(*Echinopanax elatus* Nakai.)等;草本层的石松(*Lycopodium japonicum* Thunb.)、七筋姑(*Clintonia udensis* Trantv. et Mey.)等为主<sup>[5]</sup>。

**1.2 土壤条件与种群** 土壤是植物生长发育和生命延续的载体,在一定程度上,土壤条件可反映出植物对生态的适应程度。尹航等<sup>[6]</sup>研究长白山地区土壤与朝鲜崖柏种群关系表明:土壤水分是朝鲜崖柏种群扩张的最关键因子,土壤腐殖酸、速效磷、速效钾和pH是重要因子;土壤养分直接影响植物基径、冠幅、树高等指标及种群分布格局,影响大小依次为速效磷、速效钾、有机质、全氮;土壤贫瘠处呈密集分布,土壤肥沃处呈离散分布。

研究植物种群动态变化规律和年龄结构可以反映目前种群的存活状态和预测其演化趋势。金慧等<sup>[7]</sup>采用种群年龄结构分析和静态生命表法对长白山地区天然朝鲜崖柏种群数量特征及动态进行研究,结果表明,朝鲜崖柏种群的年龄结构呈“ $\cap$ ”型,属衰退型,并且散生群落朝鲜崖柏种群衰退速度略高于纯林群落;散生朝鲜崖柏种群存活曲线趋向于Deevey-III型,纯林种群趋向于Deevey-II型;散生朝鲜崖柏种群分布表现为早期锐减、中期稳定、后期衰退的动态特征,纯林种群分布表现为早期稳定、中期增长、后期缓慢衰退的特点;进行适当的人工抚育可促进种群更新。

**1.3 树高生长规律** 朝鲜崖柏树高生长比较迟缓。陈可贵等<sup>[3]</sup>通过朝鲜崖柏解析木分析得出,树高6 m的朝鲜崖柏树龄可达80 a;幼苗期生长慢且耐阴,中壮龄时期(30~60 a)生长加快并喜光。刘春玲等<sup>[8]</sup>以10 a为一个龄级,利用生长锥分别获取树龄10、20至140 a朝鲜崖柏的年轮条来计算树高生长量;王戈戎等<sup>[9]</sup>采用测量主干节间高度的方法测定朝鲜崖柏树高生长量,均得到了相似的结论。

## 1.4 繁殖方式

**1.4.1 有性繁殖。**朝鲜崖柏种子较小,千粒重22 g,饱满种

**基金项目** 国家林业和草原局野生动植物保护管理项目(2017);北华大学研究生创新计划项目(北华研创合字[2019]第004号)。

**作者简介** 苑景洪(1994—),男,吉林长春人,硕士研究生,研究方向:植物资源保护与利用。\*通信作者,教授,博士,博士生导师,从事濒危植物资源保护与利用研究。

**收稿日期** 2019-07-04

子少,球果出种率仅10%<sup>[10]</sup>。朝鲜崖柏种子无深休眠,可于当年10月采摘,次年春播,常规播种方法即可,发芽率70%,当年生苗高15~20 cm。

**1.4.2 无性繁殖。**朝鲜崖柏可进行压条、扦插繁殖<sup>[11-13]</sup>,目前以扦插繁殖为主。刘朝元等<sup>[11]</sup>采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,对影响朝鲜崖柏嫩枝扦插的基质类型、激素种类、浓度及插穗浸泡时间进行试验,得到影响扦插生根因素的主次关系是激素种类、浸泡时间、基质类型、激素浓度。以当年生枝条为插穗,在300 mg/L的IBA溶液浸泡2 h,扦插至河沙生根效果最好,生根率达89%。插穗不用激素处理,直接扦插至森林腐殖土也可生根,要注意的是插穗直径过小(<0.2 cm)不生根<sup>[12]</sup>。此外,温室扦插、基质加温等方法有助于朝鲜崖柏插穗生根<sup>[13]</sup>。

**1.5 核型分析** 倪妍妍等<sup>[14]</sup>采用根尖压片法对5种崖柏属植物进行核型分析,结果表明,朝鲜崖柏核型公式为 $2n=2x=22=20m(2SAT)+2sm$ ,属于1A类型。与崖柏属的崖柏(*Thuja sutchuenensis* Franch.)、北美香柏(*Thuja occidentalis* L.)、北美乔柏(*Thuja plicata* D. Don)和日本香柏(*Thuja standishii* L.)相比,朝鲜崖柏较原始。

**1.6 木材结构和挥发油** 崖柏属5种树种木材结构<sup>[15-16]</sup>基本相似,只是朝鲜崖柏的轴向木射线高度、交叉场纹孔列数和管胞长度均大于其他4个树种,存在差异。朝鲜崖柏枝叶提取挥发油的出油率为2.5%<sup>[17]</sup>,含有48~50种化合物,包括天然香料成分乙酸香芹酯、抵御肿瘤的榄香烯、治疗咳嗽的4-松油醇、止血抗癌的崖柏酮等重要药用成分<sup>[18-20]</sup>。

**1.7 遗传学研究** 通过遗传变异结构研究,可以了解植物的进化历史、群体发展过程和种群亲缘关系等。韩国学者Yang<sup>[21]</sup>应用29个SSR点位对韩国境内4个天然朝鲜崖柏种群的84个个体进行遗传变异分析,结果表明,与其他柏科植物相比较,朝鲜崖柏具有相似或略高的遗传变异量;种群内个体遗传变异较大(87%),种群间差异较小(13%);基于遗传距离的UPGMA聚类分析结果与地理位置关联不显著。而侯璐等<sup>[22]</sup>同样应用SSR分子标记技术对吉林省长白县、白山市的3个天然朝鲜崖柏种群遗传变异的分析结果表明,3个种群的232个个体可分成3类,且与地理分布关联显著,结果与韩国学者研究结论不同。

## 2 研究中存在的问题

朝鲜崖柏因观赏性强、药用效果好、经济价值高而备受青睐。经多位学者研究取得了一些成果,但关于朝鲜崖柏的研究尚存一些不足。

**2.1 濒危机制不明** 目前,朝鲜崖柏分布范围和种群数量都在不断缩小,生境也遭到不同程度的破坏,致使朝鲜崖柏种群处于濒危状态。但关于导致朝鲜崖柏濒危的生存环境变化幅度、种群数量及分布、人为砍伐强度等影响因素多停留在语言描述上,还缺乏全面的数据分析,致使其濒危机制尚不清楚。

**2.2 天然更新不良** 天然更新是植物种群增殖、扩散和延续的生态过程。影响天然更新主要有3个方面:种子数量和

质量、种子萌发条件、幼苗幼树生长环境条件。朝鲜崖柏林下更新不良,主要表现在种子空粒或不成熟,林下幼苗枯死严重,生长力弱等<sup>[23]</sup>。目前,对于朝鲜崖柏首次结实年龄鲜见报道,同时,没有用于提供良种的母树林或种子园,限制了朝鲜崖柏天然和人工更新的步伐。

**2.3 繁殖方法单一** 因种子数量和质量问题,致使朝鲜崖柏种子繁殖困难。天然朝鲜崖柏种群多以根蘖繁殖进行,种群扩散慢,种间竞争越来越大,不利于种群发展。而人工繁殖途径多以扦插繁殖为主,虽然扦插生根率、成活率尚可,但与实生苗相比,扦插苗易老化,寿命短,根系固持力差,同时扦插繁殖耗材高,不适宜可持续发展。而关于朝鲜崖柏组培、嫁接等繁殖技术鲜见报道。因此,探究适宜的繁殖方法对于朝鲜崖柏保育十分必要。

**2.4 树龄测定较难** 测定朝鲜崖柏树龄可以了解其生长速率和结实规律等信息。解析木法、生长锥测定法和测量主干节间数量都可测定树龄<sup>[24]</sup>。但是,解析标准木需砍伐整株树木,对于数量极稀少的朝鲜崖柏不可行;生长锥法钻取年轮条后,钻孔将会对树木造成一定伤害,而且高树龄朝鲜崖柏树干多存在中空腐烂现象,会影响树龄测定结果的准确性;测量主干节间数量,因受树木顶端分叉、测量工具和人为操作标准不同,测定树龄结果与实际存在较大误差。因此,朝鲜崖柏树龄测定方法还需进一步探讨。

## 3 展望

**3.1 开展濒危机理的研究** 探讨物种濒危机制是对物种进行有效保护和科学利用的前提。大多数植物濒危受外因(生态环境变化、人为干扰等)和内因(生理发育、生殖、基因交流等)共同影响,因此物种濒危机制十分复杂,需多学科共同研究<sup>[25-26]</sup>。

**3.1.1 濒危的外因。**物种濒危受自然、历史、社会和人为等多种外部因素影响,要对濒危物种实施有效保护,就必须摸清濒危的外因,因此需要对朝鲜崖柏分布区域的地质和气候变化特别是气候变暖进行分析,分析森林火灾和病虫害发生的频次及持续时间,更重要的是探明森林火灾和病虫害对朝鲜崖柏种群的影响;风倒木发生情况及发生的强度;因旅游开发而实施的公路、铁路、机场、滑雪场及各种娱乐等基础设施建设,导致生境和种群被破坏的程度、种群片段化状态,是否形成环境污染,是否影响朝鲜崖柏种群分布与繁衍等;人类的不合理开发利用,如乱砍滥伐导致种群数量和面积减少的情况等。总之,要通过全面调查和综合分析,综合诊断濒危的外部因素,进而对症下药,实施有效保育。

**3.1.2 濒危的内因。**生殖障碍、环境适应力衰退、遗传多样性低是植物物种濒危的主要内部因素。要找出内因就需要找出朝鲜崖柏种子繁殖困难的原因,是传粉问题、受精过程受阻还是胚胎败育均有待研究;同时,需要改进测定朝鲜崖柏树龄方法,利用先进的仪器(如针刺探测仪),在不破坏朝鲜崖柏植株的情况下,探究其生长状况和发育过程,探索出朝鲜崖柏首次开花结实年龄及结实发育规律,以便人工促进有性繁殖和林下更新;此外,必须开展全面系统的朝鲜崖柏

群落组成、种群生态位、种群年龄结构等调查和研究,确定朝鲜崖柏在群落中地位、竞争情况及对环境的适应力;并通过适宜的分子标记手段,扩大采样地域,研究不同分布地域的种群遗传变异多样性,从分子水平深入探索濒危的分子遗传学机制,为进一步的保育策略提供可靠的依据。

### 3.2 开展保育策略的研究

**3.2.1 就地保护。**建立自然保护区是保护濒危植物最直接最有效的途径。通过全面生态调查之后,应建立朝鲜崖柏极小种群保护区,或以“朝鲜崖柏古树”为主题的名胜风景区,既保护树种,又可进行自然教育,提高游客保护朝鲜崖柏意识。对于天然朝鲜崖柏群落,要根据其物种生物生态特性及群落结构,进行科学的抚育管理,按照自然群落特点,兼顾群落内伴生树种及草本植物,保持物种多样性,制定相应的经营管护措施,促进朝鲜崖柏群落协同发展。

**3.2.2 迁地保护。**植物迁地保护是全球生物多样性保护行动计划的重要组成部分。植株数量是可否进行迁地保护的必要条件之一,因此要着重开展朝鲜崖柏快繁技术研究,找到朝鲜崖柏的最佳繁殖方法,为建立朝鲜崖柏苗木繁育和栽培基地提供技术支撑,同时对未来朝鲜崖柏回归自然群落、人工促进天然更新及为修复破碎的野生朝鲜崖柏种群提供优质苗木具有重要实际价值。

**3.2.3 开展应用技术的研究。**通过迁地保护、建立基地,在扩大优质苗木数量基础上,运用先进的手段和生化分析技术,大力开展朝鲜崖柏精油提取最佳工艺及产品深加工技术的研究,研发功能药品、纯天然化妆品及精致工艺品。同时,在园林绿化中进行应用,探索朝鲜崖柏在园林绿化的最佳配置模式,发挥朝鲜崖柏在城市生态环境建设中的美化、绿化、香化和彩化作用。

近年来,人们逐渐了解到朝鲜崖柏具有医疗保健作用以及“手串”热潮的兴起,增加了保护朝鲜崖柏的难度。为此,必须制定有效保护策略,加大宣传力度,唤起公众对朝鲜崖柏的保护意识,采取保护行动。同时,还需要积极吸纳国际社会援助,争取专项基金,共同研发保育技术,拯救这一濒危物种。

### 参考文献

- [1] 周繇. 长白山区野生珍稀濒危药用植物资源评价体系的初步研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(3): 599-605.
- [2] 郭泉水, 秦爱丽, 马凡强, 等. 世界极度濒危物种崖柏研究进展[J]. 世

- 界林业研究, 2015, 28(6): 18-22.
- [3] 陈可贵, 戚继忠, 孟凡华, 等. 长白侧柏资源及其生长规律的调查[J]. 吉林林学院学报, 1993, 9(2): 33-39.
- [4] 周以良. 黑龙江省植物志[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1985.
- [5] 尹航, 金慧, 赵莹, 等. 长白山珍稀濒危植物朝鲜崖柏种群现状及保育对策[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2016, 17(1): 40-42.
- [6] 尹航, 金慧, 赵莹, 等. 濒危植物朝鲜崖柏克隆种群可塑性及其对土壤条件的响应[J]. 生态学杂志, 2019, 38(3): 672-679.
- [7] 金慧, 赵莹, 刘丽杰, 等. 长白山区濒危植物朝鲜崖柏种群数量特征及动态[J]. 应用生态学报, 2019, 30(5): 1563-1570.
- [8] 刘春玲, 王彦军, 施双林. 长白侧柏树高生长规律研究[J]. 吉林林业科技, 2009, 38(2): 20-22.
- [9] 王戈戎, 夏富才, 刘宝东, 等. 朝鲜崖柏生境及高生长规律分析[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2017, 18(3): 312-314.
- [10] 崔玉柱, 万淑荣, 唐剑波, 等. 朝鲜崖柏的育苗技术[J]. 中国林副特产, 1997(2): 37.
- [11] 刘朝元, 张焕良, 傅景阳, 等. 长白侧柏全光喷雾扦插育苗初报[J]. 吉林林业科技, 1994(3): 6-7.
- [12] 尹航, 赵莹, 崔凯峰, 等. 朝鲜崖柏无性繁育技术[J]. 中国野生植物资源, 2013, 32(1): 68-69.
- [13] 尹航, 赵莹, 金慧, 等. IBA 处理对朝鲜崖柏硬枝插穗生根的影响[J]. 吉林林业科技, 2016, 45(6): 19-22.
- [14] 倪妍妍, 杨文娟, 刘建锋, 等. 崖柏属植物的核型分析[J]. 林业科学研究, 2017, 30(2): 189-193.
- [15] 唐熙, 李振宇, 胡玉蕻. 中国特有濒危植物崖柏的木材结构研究[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(2): 220-226.
- [16] 王虎生, 邓志刚, 黄钟卓, 等. 扫描电镜下的朝鲜崖柏茎次生木质部结构研究[J]. 通化师范学院学报, 2007, 28(4): 22-24.
- [17] 戚继忠, 孙广仁, 杨文胜, 等. 长白侧柏枝叶精油化学成分分析[J]. 植物资源与环境, 1995, 4(2): 61-62.
- [18] 倪妍妍, 张玉婷, 刘建锋, 等. 崖柏属 5 种植物叶片挥发油成分分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(6): 179-185.
- [19] JASUJA N D, SHARMA S K, SAXENA R, et al. Antibacterial, antioxidant and phytochemical investigation of *Thuja orientalis* leaves[J]. Journal of medicinal plant research, 2013, 7(25): 1886-1893.
- [20] TANVEER M Z, JAVEED A, ASHRAF M, et al. Evaluation of anti-inflammatory and analgesic potential of aqueous methanolic extract of *Thuja orientalis* in albino rats[J]. Journal of animal & plant sciences, 2015, 25(4): 1183-1186.
- [21] YANG B H, SONG J H, LEE J J, et al. Genetic variation and structure of the relict populations of Korean arborvitae (*Thuja koraiensis* Nakai) in South Korea, employing I-SSR markers[J]. Journal of Korean forestry society, 2009, 98(1): 1-7.
- [22] HOU L, CUI Y H, LI X, et al. Genetic evaluation of natural populations of the endangered conifer *Thuja koraiensis* using microsatellite markers by restriction-associated DNA sequencing[J]. Genes, 2018, 9(4): 1-16.
- [23] 刘朝元, 程培隆, 赵坤, 等. 白山市区长白侧柏野生资源调查初报[J]. 吉林林业科技, 1994, 23(6): 32, 62.
- [24] 陈晨, 刘光武, 张新权, 等. 古树年轮研究进展[J]. 绿色科技, 2018(11): 27-28.
- [25] 吴小巧, 黄宝龙, 丁雨龙. 中国珍稀濒危植物保护研究现状与进展[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004, 28(2): 72-76.
- [26] 范繁荣, 马祥庆, 潘标志. 中国濒危植物的保护生物学研究进展[J]. 林业科技开发, 2008, 22(3): 1-5.

(上接第 134 页)

域、自然、土壤、水文、气候和人文环境出发,建设花境式园林,使得园林“花境”化。

### 参考文献

- [1] 余树勋. 花园设计[M]. 天津: 天津大学出版社, 1998.
- [2] 顾毅振, 夏宜平. 园林花境的历史沿革分析与应用研究借鉴[J]. 中国园林, 2006(9): 45-49.
- [3] 中国大百科全书本卷编辑委员会. 中国大百科全书: 建筑·园林·城市规划[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1988.
- [4] 程红梅, 周毅峰, 詹双侯. 小型花境在公园绿地中的应用实践[M]//赵

- 世伟. 中国植物园(第 20 期). 北京: 中国林业出版社, 1988: 35-41.
- [5] 赵灿. 花境在园林植物造景中的应用研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [6] 骆淑珍. 混合花境的施工要点[J]. 中国园艺文摘, 2014(6): 100-101.
- [7] 赵玲玲, 郑诚乐. 花境植物配置的应用分析: 以上海市为例[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(9): 208-212, 344.
- [8] 王静, 周红. 江阴城市绿地花境应用现状调查[J]. 中国城市林业, 2011(5): 52-54.
- [9] 王新忠, 查玉国. 山东桓台红莲湖公园花境设计[J]. 中国花卉园艺, 2010(24): 36-37.
- [10] 覃婧. 花境初探——记小桃源花境方案设计[J]. 现代园艺, 2011(11): 111.