

# 天全县光叶蕨资源现状调查与保护对策研讨

余凌帆<sup>1</sup>,高 健<sup>2</sup>,何 让<sup>1</sup>,杜俊杰<sup>2</sup>,尤继勇<sup>1</sup>,邓东周<sup>1</sup>

(1.四川省林业科学研究院,四川 成都 610081;2.天全县林业局,四川 天全 625500)

**摘 要:**在天全县通过全县普查,确定了光叶蕨现有的分布位置;对现有区域开展样线、样方和生境3个方面的重点调查,弄清现有光叶蕨主要分布在二郎山团牛坪西沟两侧的岩壁上,具有分布狭窄、数量稀少、生境特殊、自身繁殖更新能力差的特点。而导致光叶蕨濒危的原因主要表现为自身存在许多生物学缺陷,对生存环境要求苛刻、种间竞争能力低下等方面因素。针对光叶蕨资源现状和濒危机制,提出了广泛开展保护宣传教育工作,加强现有资源的保护、迁地保护、建设光叶蕨人工种群等措施,使其达到拯救保护的目的。

**关键词:**光叶蕨;濒危植物;生境特征;保护对策

中图分类号:S718.5 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2015)03-0120-05

## Discussion on Investigations of the Present Status of *Cystoathyrium Chinensis* Resources in Tianquan and Protecton Measures

YU Ling-fan<sup>1</sup>,GAO Jian<sup>2</sup>,HE Rang<sup>1</sup>,DU Jun-jie<sup>2</sup>,YOU Ji-yong<sup>1</sup>,DENG Dong-zhou<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of forestry, Chengdu 610081; 2. Tianquan Forestry Bureau, Tianquan 625500)

**Abstract:** All areas were investigated in Tianquan county to find out where *Cystoathyrium chinensis* was scattered. By focusing on three methods of survey: line-intercept, quadrat sampling and habitat investigating, it was known that *Cystoathyrium chinensis* was distributed in the Tuanniuping, Erlang Mount, Tianquan County, growing at both sides of the gulch. Its main features were as follows: very narrow distribution range and extremely sparse quantity. Besides, its habitat conditions were special and biotic potential was low. The major reasons causing the endangerment of *Cystoathyrium chinensis* displayed the following sides: the plant itself had many biological disadvantages, the growing environmental conditions were very rigorous and its competitive ability with other species was weak, etc. Based on its resource status and endangered mechanism, some appropriate suggestions were proposed like initiating widely propaganda and educational work, strengthening the protection of existing resource, off-site preservation, and building extremely small population of *Cystoathyrium chinensis*, etc. to protect it.

**Key words:** *Cystoathyrium chinensis*; Endangered plants; Habitat; Protection measures

光叶蕨(*Cystoathyrium chinensis* Ching)为蹄盖蕨科(Athyriaceae)、光叶蕨属(*Cystoathyrium*)植物。为中国特有。介于蹄盖蕨属(*Athyrium*)和冷蕨属(*Cystopteris*)之间,在研究蕨类植物杂交和蹄盖蕨科的系统发育上有一定的价值<sup>[1]</sup>,叶色清翠,植株形态优美,观赏价值高。野生种群数量极少,分布区非

常狭窄,对于生存和繁衍条件要求苛刻,使光叶蕨的生存极其脆弱,随时面临着灭绝的危险<sup>[2]</sup>,国务院1999年8月4日批准光叶蕨为国家I级重点保护野生植物中国濒危物种。本文通过对光叶蕨的资源分布、生境现状、植被群落特征进行较系统地调查研究,分析探讨光叶蕨的保护现状和濒危原因,并提出

收稿日期:2014-12-24

基金项目:天全县光叶蕨极小种群拯救保护生境营造及技术培训部分项目(天政采招[2014]27号)。

作者简介:余凌帆(1977-),男,副研究员,四川渠县人,主要从事林业研究工作。

相关的保护对策与建议。

## 1 调查研究方法

### 1.1.1 全县普查

考察队于2014年8月~10月,通过查阅书籍、文献,以及走访调查研究,初步掌握光叶蕨现有分布情况,结合现场复查结果,确定天全县光叶蕨重点分布区区域为二郎山团牛坪。

### 1.1.2 重点区域资源调查

在全县普查基础上,二郎山团牛坪为中心,沿沟谷、道路、山脊为边界圈定光叶蕨重点调查的区域(见图1),重点调查区域面积为119 hm<sup>2</sup>。

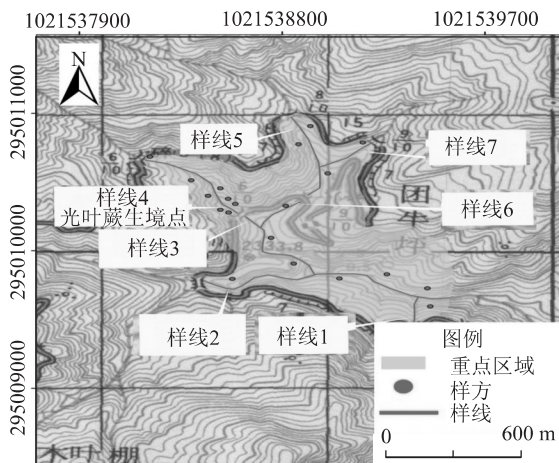


图1 光叶蕨重点调查样线、样方分布点

#### 1.1.2.1 样线调查

在重点区域内对区内植物资源种类调查采用样线调查方式,沿沟谷、公路和溪流对光叶蕨可能存在的生境区布设样线,水平设置样线。样线设置保证所有样线基本上均匀覆盖整个调查区(见图1)。

#### 1.1.2.2 样方调查

在样线设置基础上进行典型样方调查,主要对区内植被群落类型及分布进行调查,样地位置选择以光叶蕨原生境周边区域为重点对象,同时要基本覆盖到整个重点调查区域。参照有关生态学调查方法<sup>[3-6]</sup>,分成乔木、灌木和草本3种类型进行,面积大小分别为20 m×20 m、5 m×5 m和1 m×1 m。样方调查时需记录生境概况、地理特征、植物种类等相关信息(见图1)。

### 1.1.3 光叶蕨生境调查

在发现光叶蕨的生境点周边开展植物种类分布

情况调查。采用小标准样地调查,按照草本样方标准,对区内光叶蕨群落大小采用1 m×1 m面积标准进行样方调查,填写调查记表。同时均匀随机采取光叶蕨原生境内的土壤样品6份,带回实验室测量分析,具体分析方法参考相关土壤实验及数据分析文献<sup>[7]</sup>。

## 2 调查结果

### 2.1 分布

光叶蕨分布于四川省天全县二郎山团牛坪处,靠近公路旁,位于溪沟两侧的石壁上,数量58株,左右两边分布面积分别为14 m<sup>2</sup>和16 m<sup>2</sup>,合30 m<sup>2</sup>,地理坐标为东经102°17′40″,北纬29°53′00″,海拔2390 m(见图2)。

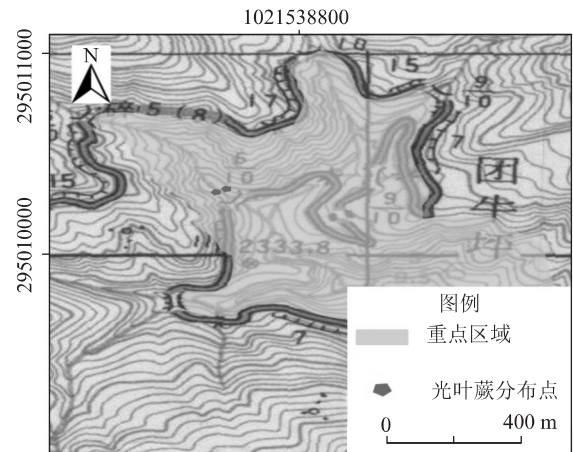


图2 光叶蕨分布点位图

### 2.2 资源数量

统计得出区光叶蕨分布数量为58株。其中左侧岩壁分布为21株,右侧岩壁分布37株。

区内58株光叶蕨平均株高为21.23 cm,其中40 cm以上有6株,最高位45 cm,30 cm~39 cm以上有6株,20 cm~29 cm有16株;10 cm~19 cm有16株,10 cm以下14株。20 cm以下植株健康状况普遍较差,株高30 cm以上植株长势较好。孢子囊分布在株高为37 cm以上的植株,多为40 cm以上。根据植株调查情况分析得出,区内光叶蕨原有种类稀少,沟谷右岸比沟谷左岸分布较多,植株整体生长状态较差,一部分植株叶尖开始出现枯萎现象,周围零星的散布有一些叶片完全枯死的植株。植株本身孢子数量少,大部分植株叶背面无孢子分布,这说明光叶蕨自身孢子繁殖能力低<sup>[8]</sup>。

表1 沟谷左岸光叶蕨植株观察记录表

植株编号	株高(cm)	孢子囊	健康状况
1	21.0	无	较好
2	17.5	无	较好
3	8.0	无	中
4	9.5	无	中
5	27.3	32	好
6	37.5	无	较好
7	16.0	无	差
8	13.0	无	差
9	18.5	无	差
10	25.0	无	中
11	21.0	无	中
12	11.5	无	较好
13	5.5	无	较好
14	13.3	无	差
15	21.5	无	好
16	5.5	无	差
17	4.8	无	差
18	5.0	无	差
19	4.8	无	差
20	6.2	无	差
21	5.7	无	差

表2 沟谷右岸光叶蕨植株观察记录表

植株编号	株高(cm)	孢子囊	健康状况
22	5.4	无	差
23	44.0	73	差
24	43.5	80	较好
25	38.0	无	好
26	42.5	无	较好
27	40.5	无	差
28	9.0	无	中
29	9.5	无	中
30	8.5	无	中
31	22	无	较好
32	23.0	无	较好
33	19.5	无	较好
34	26.0	无	较好
35	28.0	无	较好
36	9.5	无	差
37	19.0	无	差
38	17.5	无	较好
39	19.0	无	差
40	20.0	无	较好
41	19.0	无	差
42	21.5	无	较好
43	37.5	31	较好
44	35.5	无	较好
45	28.5	无	较好
46	22.5	无	较好
47	19.5	无	较好
48	15.5	无	较好
49	27.4	无	较好
50	15.5	无	差
51	45.0	105	较好
52	37.0	95	较好
53	37.0	无	较好
54	41.5	无	较好
55	28.0	无	较好
56	25.0	无	较好
57	15.5	无	中
58	17.5	无	差

## 2.3 光叶蕨生境特征

## 2.3.1 气候特点

光叶蕨生长区域终年潮湿,多雾、雨水多,日照少。平均气温6℃~8℃,极端最高温28℃,极端最低气温-16℃;年降雨量1 800 mm~2 000 mm;相对湿度85%~90%。年雾日达280 d以上;日照时数不足1 000 h。

## 2.3.2 地理特性

光叶蕨极小种群均分布在陡峭的岩壁上,坡度在80°以上,土壤层为石灰岩、砂岩、页岩发育的山地黄壤及山地黄棕壤。

## 2.3.3 干扰情况

光叶蕨分布区与公路距离很近,不到50 m,且沿线有当地居民种植的经济作物(山葵),证明区内有人迹活动,这使得光叶蕨原生境受到一定的干扰威胁,但区内未发现放牧、采伐等迹象,人类活动不频繁,干扰威胁相对较低。

## 2.3.4 群落情况

光叶蕨生于阴坡林下,主要植被类型为亚热带山地常绿与落叶阔叶混交林,群落树种为包槲柯 *Lithocarpus cleistocarpus*,扁刺锥 *Castanopsis platycantha*,珙桐 *Davidia involucrata*,香桦 *Betula insignis*,糙皮桦 *Betula utilis*,水青树 *Tetracentron sinense*,连香树 *Cercidiphyllum japonicum*,疏花槭 *Acer laxiflorum*等。乔木林以包槲柯、香桦等占优势,郁闭度达0.6,其它常见树种有槭树科、珙桐、以及一些壳斗科植物;灌木林优势种以悬钩子类、卫矛属 *Euonymus*、绣球属 *Hydrangea*、荚蒾属 *Viburnum*等种为主,盖度达0.7;草本层丰富,盖度达0.8,大多为耐阴湿的物种,常见有凤仙花 *Impatiens balsamina*、虎耳草 *Saxifraga stolonifera*、蟹甲草 *Parasenecio forrestii*、楼梯草 *Elatostema involucratum*、冷水花 *Pilea notata*等。

由光叶蕨组成的草本群落其建群种并不是以光叶蕨为优势种的种群,在平均1 m×1 m的样地内分布的植株数量稀少,仅2株~4株,多度很小,平均为2,说明光叶蕨在原生境内不占优势,且植株本身生长状况也不好,群落内其它蕨类如革叶耳蕨 *Polystichum neolobatum*、小果蕨 *Mecodium microsorum*、掌叶铁线蕨 *Adiantum pedatum*等分布较多且生长良好,优势种是冷水花、楼梯草这些喜湿草本。

## 2.3.5 土壤

对光叶蕨原生境内土壤样品的测量结果记录详见表3。

表 3

光叶蕨生境土样分析记录表

样品 编号	物理性质				化学性质				粒级组成							
	水分		干重 (g)	含水率 (%)	pH	有机质 (g·kg <sup>-1</sup> )	全 N (g·kg <sup>-1</sup> )	全 P (g·kg <sup>-1</sup> )	全 K (g·kg <sup>-1</sup> )	粒径(mm)、含量(%)						
	鲜重 (g)	换算 系数								1.0~ 2.0	0.5~ 1.0	0.25~ 0.5	0.05~ 0.25	0.02~ 0.05	0.002~ 0.02	<0.002
922011	20	0.851	17.02	17.51	7.17	156.4	6.67	0.841	31.51	2.3	5.6	4.65	21.79	23.51	29.71	12.44
922012	20	0.849	16.89	17.31	7.01	146.4	6.43	0.834	28.31	2.1	5.2	4.45	20.58	22.44	28.62	11.39
922013	20	0.851	17.02	17.51	7.09	149.6	6.37	0.825	29.48	2.2	5.3	4.36	22.47	21.25	27.55	13.08
922021	20	0.801	16.02	24.84	6.74	162.3	7.03	0.922	31.35	2.5	5.9	5.01	22.88	25.08	30.82	14.09
922022	20	0.811	15.83	23.78	6.53	160.2	6.79	0.948	32.22	2.4	5.5	5.13	22.33	24.33	30.77	13.08
922023	20	0.794	16.11	25.02	6.63	159.3	6.45	0.935	33.55	2.5	5.3	5.07	22.47	26.44	29.44	14.22
922031	20	0.783	15.66	27.71	6.45	153.4	6.58	0.804	30.56	2.1	5.2	4.43	20.24	21.68	26.13	9.98
922032	20	0.769	15.43	26.58	5.74	155.3	6.36	0.788	30.24	2.3	5.3	4.45	20.34	21.28	25.93	9.58
922033	20	0.776	15.52	28.89	5.89	147.5	6.33	0.812	30.58	2.2	5.2	4.22	20.45	21.49	26.45	9.78
922041	20	0.792	15.84	26.26	6.32	144.5	6.32	0.743	29.38	1.8	4.9	4.15	20.49	22.41	28.55	11.24
922042	20	0.766	15.68	26.13	5.68	137.6	6.14	0.725	28.87	1.6	4.4	4.32	20.13	22.23	28.12	11.02
922043	20	0.789	15.53	26.44	5.25	143.4	6.74	0.773	29.56	1.9	5.2	4.09	20.37	22.33	28.34	11.11
922051	20	0.698	13.96	43.27	6.12	149.8	6.15	0.752	29.44	1.9	5.1	4.24	21.04	22.24	29.44	10.45
922052	20	0.634	13.89	43.48	5.55	143.4	6.51	0.743	29.25	1.8	5.4	4.43	20.88	22.56	29.36	10.37
922053	20	0.679	13.35	43.26	5.98	142.1	6.43	0.762	29.56	1.6	5.3	4.56	22.12	2276	29.75	10.74
922061	20	0.798	15.96	25.31	6.89	135.4	5.34	0.611	23.22	1.3	4.2	3.85	18.76	20.33	24.21	9.04
922062	20	0.725	15.34	25.28	5.37	134.7	5.48	0.627	23.63	1.1	4.4	3.28	18.18	20.17	24.52	9.34
922063	20	0.786	15.29	25.43	6.04	136.9	5.79	0.657	23.38	1.5	4.7	3.83	18.43	20.74	24.29	9.74

根据测量数据分析,结合现场调查得出:光叶蕨原生境土壤层为腐殖层,平铺于岩壁上,厚度 2 cm~4 cm;土壤粒级构成以粉粒为主,其次是沙粒,粘粒也占有一定比例,这样的粒级结构能够保证土壤较好的通气透水性和内部排水性,有利于有机质分解,易于释放有效养分,具有一定的保肥能力;pH 值偏酸性,这与区域内气候有关,该区降雨量大,母质、土壤中的盐基成分易于遭受淋失,致使土壤逐渐酸化;土壤含水量高,平均值约为 30%,表明该区内雨水多,湿度大;土壤有机质含量较高,与粒级组成呈正相关<sup>[9]</sup>,平均含量约为 15%,有机质含量高证明其营养丰富,有利植物生长繁育。

### 3 结论

#### 3.1 保护现状

上世纪 80 和 90 年代,森林资源的采伐、盘山公路的修建等使区域内生境破碎,产生的边缘效应(edge effect)<sup>[10]</sup>引起了物种种群局部灭绝,自 1999 年天然林保护工程实施以来,相关林业保护措施的实施对林区内植物资源的保护起到了积极的作用,一定程度上遏制了光叶蕨进一步被破坏,除此之外再没有采取相应的专门保护措施来保护光叶蕨。光叶蕨作为一种珍稀濒危的蕨类植物,并不被人们所熟悉,这对光叶蕨的保护有利有弊:一方面人们没有对光叶蕨有目的地采伐破坏,有利于其自然生长

繁衍,另一方面由于人们对光叶蕨自然资源和物种保护认识不清,习惯性的把光叶蕨当作普通蕨类杂草对待,这可能导致一部分光叶蕨在人们无意识的行为下遭到了损毁或破坏。

#### 3.2 濒危原因分析

##### 3.2.1 内部因素

内部因素是光叶蕨濒临灭绝的根本原因,主要表现在其生物学特性存在许多缺陷<sup>[11]</sup>:光叶蕨的野生种群分布数量极少,分布区非常狭窄,对生存和繁衍条件要求苛刻,这使得光叶蕨的生存极其脆弱,竞争能力很低;光叶蕨分布数量、单体植株孢子数量均很少,导致其自身繁衍更新能力弱,更新建立种群的速度慢;光叶蕨不能适应不断变化的局部环境,又没有能力迁移到适宜的环境中去。这些生物学缺陷导致光叶蕨一旦受到外界的干扰,就很可能面临濒危或灭绝。

##### 3.2.2 外部因素

光叶蕨属于生态濒危种<sup>[12]</sup>,主要表现在:极其特殊的生境现状,加之滑坡、泥石流等灾害威胁不断,使得区域内光叶蕨的适生生境少;光叶蕨在原生境内的竞争力弱,生存能力差,很容易被其他物种排挤掉;4·20 芦山地震及次生灾害导致使得光叶蕨生存环境愈演愈烈,分布区逐渐缩小;过去人为修建盘山公路和采伐森林,对光叶蕨原生境的直接破坏,改变了光叶蕨的生存环境,对其生境带来了毁灭性的灾害。

### 3.3 相关保护措施

#### 3.3.1 广泛开展光叶蕨保护宣传教育工作

在全县开展光叶蕨极小种群保护的宣传教育提高群众的光叶蕨保护意识;普及光叶蕨的生物学、生态学特性、生物多样性等方面相关科学知识,从生态和物种多样性保护等方面让人们认识到光叶蕨珍稀濒危的价值体现,使公众了解光叶蕨极小种群及其保护的重要意义;普及法律法规知识,增强群众的法制观念;相关保护工作者要掌握科学的光叶蕨极小种群保护方法,创造有利于光叶蕨极小种群保护工作的社会氛围,有效地保护好光叶蕨珍稀植物资源。

#### 3.3.2 加强光叶蕨现有资源的保护

对于现存光叶蕨原生境进行人为干扰,改良原生境,通过人工除去光叶蕨原生境内竞争力强、繁殖快速而影响光叶蕨生长的物种,人为增加目标种光叶蕨的竞争力,提高其生存繁衍能力<sup>[13,14]</sup>;人工建设简易生态围栏防止、减少人为干扰、动物破坏等进一步损害光叶蕨的动物行为,除生物围栏外,还应有相应的配套基础设施,以起到名目、警示的作用,如设置界牌、界桩、植物标牌等;可将光叶蕨分布区划入保护区,划定生态敏感区加以保护,区内森林资源丰富,可申请落实建立森林公园,不仅能保护光叶蕨,也能保护区内其它珍稀濒危植物。

#### 3.3.3 迁地保护

若由于环境恶化等特殊原因,光叶蕨原生境遭到严重破坏,就地保护相关措施的施行已经不能达到有效保护光叶蕨资源的目的,则采用人工迁移的方法将其迁到人工营造的生存环境中实行就地保护措施。具体方法如:①离体保存:光叶蕨植物体的组织、器官,采用离体保存技术建立光叶蕨试管基因库,当需要时,可把保存材料当作核心原材料进行大量繁殖,繁殖方式可采用组织培养;②活体栽培:可在植物园<sup>[10]</sup>内营建光叶蕨适生生境,将光叶蕨移栽到植物园,进行有效地养护管理。

#### 3.3.4 建设光叶蕨人工种群

通过野外调查寻找相似生境,确定光叶蕨人工种群建设点,在选定的建设点内采用择点栽植法,栽植在适生小区内。由于光叶蕨原有种类稀少,孢子数量有限,光叶蕨幼苗繁殖采用孢子繁殖和分株繁育两种<sup>[15,16]</sup>方法。通过人工种群繁殖建设来扩大光叶蕨的分布。由于光叶蕨特殊的资源和生境现

状,建设人工种群是目前是最可行的保护措施。

#### 3.3.5 其它措施

建立各管理部门的协调机制:当前我国濒危植物保护方面的保护机制少之又少,这就要求围绕光叶蕨保护建立各管理部门之间相互协调的机制,使各部门的政策互相呼应,形成完备的监管体系。

正确处理科学保护与合理利用之间的关系:光叶蕨分部数量极少,极度濒危,因此现阶段应首先以生物多样性保护和种群资源的保护为基础,坚持保护优先的原则,暂不考虑经济利用。

## 4 讨论

光叶蕨作为国家一级濒危植物,其致危原因涉及多方面,根据现阶段调查掌握的资料尚不能完全了解,如生境内过多的水分,沟谷两边的生境常年被雨水浸泡,湿度是否已经超过了光叶蕨的适生上限、土壤流失,土层是否过于稀薄等,这些环境因子的加深变化也可能是促使光叶蕨不适生存的原因<sup>[17,18]</sup>,其结论有待进一步研究论证。

为拯救保护光叶蕨资源,亟需一套有效可行的保护方案,考察队在弄清了光叶蕨资源现状之后,将会立即实施展开保护行动,目前已在天全县二郎山、喇叭河等处选定出多处光叶蕨拟生境,拟通过人工改造处理,采用人工孢子繁殖等技术将光叶蕨扩大到这些区域,这些仍需通过反复试验论证,以找到切实可行的最佳方案,为光叶蕨保护、乃至所有珍稀濒危植物的保护提供一定的依据。

### 参考文献:

- [1] 陈金法. 光叶蕨. *Zhonghua Loose-leaf Collection* [J]. 2012(11).
- [2] 朱大海, 李永安, 顾学清. 时隔30年再现的绝灭植物——光叶蕨[J]. *生物多样性* 2013(10).
- [3] 唐志尧, 乔秀娟, 方精云. 生物群落的种—面积关系[J]. *生物多样性* 2009(06).
- [4] 叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究[J]. *植物生态学报* 2008(02).
- [5] 祝燕, 赵谷风, 张佃文, 等. 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地——群落组成与结构[J]. *植物生态学报* 2008(02).
- [6] 董鸣主编. *陆地生物群落调查观测与分析* [M]. 中国标准出版社, 1997.
- [7] 张万儒, 杨光滢, 屠星南, 等. *LY/T 1215-1999 森林土壤水物理性质的测定* [S]. 北京: 人民交通出版社出版, 1999.
- [8] 鲁翠涛, 梅兴国, 钟凡. 蕨类植物孢子萌发影响因素的研究进展[J]. *广西植物* 2002(06).

(下转第17页)

长进入数量成熟龄。树高连年生长量与平均生长量均在第 9 年时达到峰值分别为 1.69 m 与 1.51 m; 树高连年生长量与平均生长量在第 10 年时相交,表明树高生长在此时进入数量成熟龄。材积连年生长量在第 21 年时达到最大值为  $0.03947 \text{ m}^3$ , 平均生长量在第 25 年时的达到  $0.02242 \text{ m}^3$ ; 材积连年生长量与平均生长量在第 25 年左右相交,表明大叶杨在此年达到数量成熟。

大叶杨在 25 a 时达到数量成熟,此时进行轮伐,可以获得较高的经济效益;从培育优质大、中径阶木材来说,第 15 年左右达到工艺成熟,此时的胸径为 19.52 cm;若从培育造纸原料来说,大叶杨在第 9 年左右可达工艺成熟,此时胸径达 12.83 cm。

大叶杨的材积生长率与胸高形数都随着年龄增长而降低,材积生长率在 3a~12a 急速下降,而 12a 后生长率降低速度减慢;胸高形数在第 12 年左右达到稳定值约 0.45,说明大叶杨的树干干形在造林后 12a 时就基本成形,变化很小。

#### 参考文献:

[1] 王战,方振富,赵世洞,等.中国植物志[M].北京,科学出版

社,1984,20(2).

- [2] 刘友全,付达荣.川西高原青杨组基因资源及开发利用[J].中南林业学院学报,2004,24(5):129~131.
- [3] 万雪琴,张帆,钟宇,等.中国西南地区乡土杨树基因资源的保护与利用[J].林业科学,2009,45(4):139~144.
- [4] 万雪琴,张帆,钟宇,等.四川乡土杨树种质资源收集和优树选择[J].四川农业大学学报,2010,28(4):432~437.
- [5] 贾晨,鄢武先,何承忠,等.川西高原乡土杨树古树资源调查及保护对策[J].四川林业科技,2014,35(1):31~35.
- [6] 唐岚,杜超群,江厚利,等.鄂西大叶杨基因资源调查与优树选择研究[J].湖北林业科技,2013,42(6):36~38.
- [7] 全永寿,杨年友,李玲,等.鄂西大叶杨快速繁育技术研究[J].湖北林业科技,2008,37(5):32~33.
- [8] 龙茹,尚策,曲上,等.大叶杨群落植物性系统多样性的分布格局[J].北京林业大学学报,2011,33(5):34~41.
- [9] 范少辉,冯慧想,张群,等.华北沙地小黑杨人工林生长特性[J].林业科学,2008,44(3):29~33.
- [10] 罗建勋,郝文,辜云杰,等.滇杨生长特性研究[J].西南林业学院学报,2006,26(6):22~25.
- [11] 潘存娥,田丽萍,张天义,等.准噶尔盆地箭杆杨生长规律的研究[J].新疆农业科学,2010,47(11):2195~2199.

#### (上接第 124 页)

- [9] 王新中,刘国顺,张正杨,刘清华,王振海.土壤粒级空间分布及其与土壤养分的关系[J].中国烟草科学,2011(05).
- [10] LOVEJOY J E. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments [A]. In: SOULE M E, ed. Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity [M]. Sunderland: Sinauer, 1986.
- [11] 叶水英,张至洁.中国濒危植物的濒危原因及保护对策[J].江西农业学报,2009(01).
- [12] 严岳鸿,张宪春,马克平.中国珍稀濒危蕨类植物的现状及保护[J].中国生物多样性保护与研究进展 VII——第七届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集,2006.

- [13] 何跃军,刘济明,钟章成,等.桫欏群落的种内种间竞争研究[J].西南农业大学学报(自然科学版),2004(05).
- [14] 邹春静,徐文铎.沙地云杉种内、种间竞争的研究[J].植物生态学报,1998(03).
- [15] 徐惠珠,金义兴,江明喜,等.三峡库区珍稀特产植物荷叶铁线蕨的孢子繁殖[J].长江流域资源与环境,1998(03).
- [16] 几种蕨类植物的组培快繁和配子体发育研究[D].广西师范大学,2007年.
- [17] 刘玉成,杜道林,岳泉.缙云山森林次生演替中优势种群的特性与生态因子的关联度分析[J].植物生态学报,1994(03).
- [18] 陈晓麟,李铭,王利.重庆四面山珍稀濒危植物与环境因子的关联度分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),1998(03).