

紫萁年龄判断及其种群年龄结构分析初探

黎素平, 朱昌叁, 曹书阁, 廖英汉, 安家成*, 周天福

(广西生态工程职业技术学院, 广西 柳州 545004)

摘要: 根据紫萁地下根状茎长度、叶残基痕迹及叶柄基径等与年龄相关的性状特征, 该文建立了紫萁年龄判断模型, 用以计算广西越城岭地区紫萁种群个体年龄, 并采用年龄结构图方法, 探讨该地区紫萁种群的年龄结构特征。结果表明: 紫萁这种多年生草本蕨类植物达到一定年龄后, 地上部分性状趋于稳定, 对其年龄判断, 只能选择地下根状茎作为研究对象; 蕨类植物没有活跃的维管形成层, 不能形成完整的次生维管结构, 其地下根状茎的直径与年龄之间无显著相关关系, 判断其年龄可根据地下根状茎的长度确定。越城岭山脉一带的紫萁种群趋于老龄化, 幼龄级个体缺乏, 更新能力弱, 大量采摘或挖掘紫萁植株, 极大地影响了紫萁天然更新和种群结构。

关键词: 紫萁种群; 年龄判断; 种群年龄结构; 可持续利用

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)06-0840-04

Age estimation and age structure of *Osmunda japonica* population

LI Su-Ping, ZHU Chang-San, CAO Shu-Ge, LIAO Ying-Han,
AN Jia-Cheng*, ZHOU Tian-Fu

(Guangxi Eco-Engineering Vocational and Technical College, Liuzhou 545004, China)

Abstract: Based on the structural characteristics of *Osmunda japonica*, including the length of subterranean rhizoid, vestige of leaves, diameter of basilar petiolar, a method for age estimation of *O. japonica* population in Guangxi Yuecheng Ling Region was developed, and the age of each individual was calculated. The approaches of age structure diagram were used to study the age structure of the population. Results revealed that age estimation of *O. japonica* would focus on its subterranean rhizoid, as its overground part was stable after reaching fixed age; age estimation of ferns would referring to their length of subterranean rhizoid, for they are lack of vascular cambium. *O. japonica* population in Guangxi Yuecheng Ling Region is aging, Natural regeneration and population structure of *O. japonica* are tremendously destroyed by excess picking and transplanting.

Key words: *Osmunda japonica* population; age estimation; population age structure; containable exploitation

紫萁(*Osmunda japonica*)属于蕨类真蕨亚门的紫萁科紫萁属, 多年生草本植物, 其幼嫩叶柄加工干制后称为“薇菜”, 是一种营养价值相当高的天然绿色食品, 被誉为“山菜之王”, 具有独特的风味, 并有清热、安神等多种保健功效。由于紫萁天然更新能力弱(王谋强等, 2006), 近年来还由于过度采摘、人工挖取野生苗移栽后管理不当致死等原因导致野生

资源存量减少, 种群结构现状遭到破坏, 紫萁的可持续利用受到影响。因此, 对紫萁年龄判断及其种群年龄结构进行研究具有重要意义。

个体年龄的确定是研究植物种群年龄结构的基础, 白永飞等(1999)及李伟成等(2003)分别对多年生草本植物针茅属、人参的个体年龄推断方法开展过研究, 但针对多年生草本蕨类植物紫萁探讨年龄

收稿日期: 2010-08-18 修回日期: 2010-11-25

基金项目: 广西“十一五”林业科技项目(食用蕨紫萁人工种植技术应用研究)[Supported by Guangxi 11th Five-Year Sci-Tech Project of forestry (Application Study on cultivated technique of *Osmunda japonica* Thunb.)]

作者简介: 黎素平(1962-), 女, 广西玉林人, 副教授, 主要从事植物分类与应用研究, (E-mail)502553968@qq.com。

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: 502553968@qq.com)

方面的研究未见报道,一个原因可能是由于紫萁植物体只有维管组织而没有进一步分化出形成层结构(吴国芳等,1992),不能产生明显的生长轮(年轮),不利于年龄特征研究;另一个原因可能是其出土生长的孢子叶与营养叶在入冬前枯萎死亡,不能像桫欏等木本蕨类植物那样采用胸径或树高作为个体年龄大小的龄级估测参数(洪伟等,2001)。本文根据笔者多年对紫萁的研究,提出其个体年龄判断的方法,为多年生草本蕨类植物的年龄判断分析研究提供新的思路;并以此为基础对广西越城岭地区紫萁野生种群进行年龄判断,通过划分年龄级,绘制种群年龄结构图,探讨该地区紫萁野生种群的年龄结构特征及未来发展趋势,对紫萁野生资源的保护与可持续开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究地区基本概况

研究地区位于广西东北部越城岭山脉,属南岭山地西南段,地理位置:110°16.6′~110°55.2′ E、25°46′~26°20.4′ N。该地区属中亚热带季风湿润气候区,年均气温 16.4℃,年均降雨量 1 761.1 mm,年均日照数 1 307.6 h,年均无霜期 300 d;土壤成土母质为花岗岩,从山脚到山顶的土壤类型依次为山地红壤(海拔 400 m 以下)、山地黄红壤(海拔 400~700 m)、山地黄壤(海拔 700~1 200 m)、山地生草棕壤(海拔 1 200~1 400 m)、山地黄棕壤(海拔 1 400~1 800 m)、泥炭土(海拔 1 800~2 000 m)(李光照,1985)。本地区温暖湿润,光热适宜,植物生长茂盛,但海拔 800 m 以上地区因风大及寒冷等原因而不适合于松、杉等木本植物生长而只适合于蕨类植物和中小型灌木生长。

1.2 研究方法

1.2.1 野外调查 在全面勘察的基础上,选择广西越城岭地区资源县的梅溪乡坪水底、铜座、咸水洞和河口瑶族乡大湾及资源镇晓锦等行政村所辖范围内有较多紫萁分布的代表地段,根据紫萁天然分布情况,沿海拔及沟谷走向设置多块样地,每块样地面积均为 100 m²,结合当地村民人工栽培紫萁挖取野生苗的需要,在 5 月中旬紫萁地上叶片高生长和粗生长稳定后,将样地内分布的所有紫萁个体进行测量,测量项目有地下根状茎长度、孢子体叶片数量、株(叶)高、叶柄基径。

在 2002 年至 2010 年的 9 年间进行紫萁孢子无菌育苗及大田育苗试验,所培育的孢子苗能明确所处年龄阶段,在每年 5 月份对地下根状茎长度、孢子叶数量、株(叶)高、叶柄基径等进行测定,参照相关观测因子,可以验证野生紫萁的年龄。

1.2.2 种群年龄判断 紫萁的地下根状茎长度随着年龄的增长而增加,地上部分生长的孢子体叶片数量、株(叶)高相应地增加,叶柄基径相应增大,但是在达到一定年龄后,地上部分性状趋于稳定,地下根状茎长度则仍在增加。因此,与年龄可能相关的性状分别是:(1)地下根状茎长度(L);(2)孢子体叶片数量(M);(3)叶柄基径(D);(4)株(叶)高(H)。参考相关文献(Lieberman M 等,1988)的方法,用 SPSS Statistics 17.0 软件对可能相关性状数据分别进行双变量相关分析,计算确认其与年龄相关系数,确定年龄估测参数。

1.2.3 年龄结构模型的建立 确定紫萁年龄估测参数后,再利用 SPSS Statistics 17.0 软件进行回归分析,使用多种方程来进行拟合,建立紫萁年龄结构模型,获得模型关系式,计算估测紫萁种群个体年龄。

1.2.4 年龄级划分及种群年龄结构图绘制 紫萁生长周期长达数十年,在一个种群内追踪所有个体的命运是不现实的,可通过现实不同年龄阶段个体数量来推测种群时间上的动态过程。将样地调查获得的形态性状数据代入模型关系式中,得到紫萁种群各个体的理论年龄,划分年龄等级。根据种群的年龄等级绘制年龄结构图,分析广西越城岭地区紫萁种群结构现状特征,探讨其未来发展趋势。

2 结果与分析

2.1 地下根状茎长度等形态性状与年龄的相关性分析

双变量相关分析确认地下根状茎长度等形态性状与年龄的相关系数,结果见表 1。

从表 1 可知,地下根状茎长度(L)与年龄的相关系数最大,并且达到极显著水平,可以选定为年龄估测参数,用于进行下一步的回归分析,其他形态性状与年龄的相关系数都较小,不宜选为年龄估测参数。

2.2 年龄结构模型的建立与分析

选定年龄估测参数后,通过进一步回归分析,使用线性方程($Y = b_1X + b_0$)、对数方程($Y = b_0 + b_1 \ln X$)、三次方程($Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$)、乘

幂方程($Y=b_0 X^{b_1}$)、指数方程($Y=b_0 e^{b_1 X}$)等 5 种方程进行拟合时,模型汇总及参数估计情况见表 2。

表 1 紫萁相关形态性状与年龄间
相关系数及其显著性检验

Table 1 Correlation coefficient and significance test among morphological characters and the age of *O. japonica*

变量 Variable	相关系数 Correlation coefficient
地下根状茎长度 Length of subterranean rhizoid(L)	0.985 **
孢子体叶片数量 Number of spores leaves(M)	-0.386
叶柄基径 Primary petiole diameter(D)	0.880 **
株(叶)高 Plant(leaves) high(H)	0.750 **

** $P<0.01$; * $P<0.05$).

表 2 模型汇总和参数估计值

Table 2 Model summary and parameter estimation

方程 Equation	模型汇总 Model summary				参数估计值 Parameter estimation			
	R 方 R square	F	df1	df2	常数 Constant	b1	b2	b3
线性 linearity	0.970	689.040	1	21	0.642	0.092		
对数 logarithm	0.548	25.468	1	21	-2.775	2.284		
三次 thrice	0.993	906.766	3	19	0.920	0.092	0.000	5.365E-7
幂 power	0.857	126.069	1	21	0.614	0.523		
指数 index	0.902	193.039	1	21	1.584	0.016		

的个体划分为 I 级,其它龄级以 3 年为间隔划分,即 II 级、III 级、IV 级、……依次为 4~6 年、7~9 年和 10~12 年、……,最大植株个体年龄为 34 年,共分为 12 个年龄级。图 1 为广西越城岭地区紫萁种群年龄结构图。

从图 1 分析发现,其年龄结构呈现正态分布,即幼龄级和大龄级个体数量少,中龄级个体数量较多。幼龄级个体少,表明种群自然繁殖后代的成活率不高,种群的延续与发展处于不利境况中。如目前的状况未能获得改善,随着目前拥有的中龄级个体进入老龄期并陆续死亡,该紫萁种群数量将大大减少。从整体来看,整个种群正在趋向于中老年化,分析认为广西越城岭地区紫萁种群已属于下降型,处于一定程度的衰退过程中。

根据图 1 以及调查取样的叶柄基径、地下根状茎长度等相关数据,可以发现紫萁种群中,适合采摘利用个体的年龄集中分布在第 II 级至第 VI 级之间,即可采摘壮年期个体的年龄大部分集中分布在第 4 年到第 18 年之间。同时还发现,紫萁采摘利用年限在 30 年以上,因为即使是年龄偏高的个体,如果水肥条件较好,每次可供采摘的孢子体嫩叶(柄)仍有 4~7 条,叶柄基径仍然足够粗大,与壮年期个体产

从表 2 可知,三次方程的 R 方值最高,选用三次方程是最合理的。将有关参数代入方程,得到年龄与地下根状茎长度(L)的关系模型为: $A=0.920+0.092L+0 * L^2+(5.365E-7) * L^3$ ……… (1)

式(1)中,A 为个体年龄(y);L 为地下根状茎长度(mm)。检验表明模型有统计意义,回归关系显著($P<0.0001, R^2=0.993, F=906.766$)。

将所调查植株的地下根状茎长度代入式(1),即可计算出广西越城岭地区紫萁种群内所有个体的年龄。

2.3 年龄级划分及种群年龄结构图绘制与分析

根据调查资料及年龄结构模型的计算结果,划分广西越城岭地区紫萁种群年龄等级。将 0~3 年

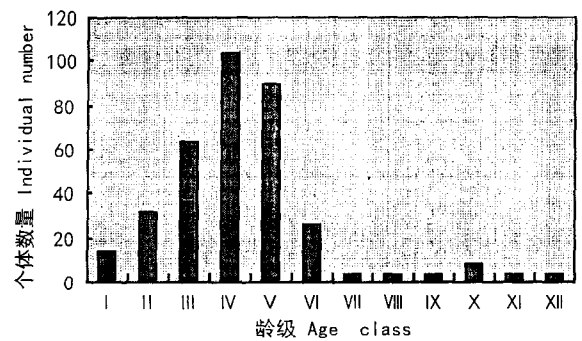


图 1 紫萁种群的年龄结构

Fig. 1 Age structure of *O. japonica* population

I :0-3 years; II :4-6 years; III :7-9 years; IV :10-12 years; V :13-15 years; VI :16-18 years; VII :19-21 years; VIII :22-24 years; IX :25-27 years; X :28-30 years; XI :31-33 years; XII :above 34 years.

出量相当,移栽野生紫萁植株进行人工种植,即使其年龄可能偏老些,但仍可期望获利 20 年以上。

3 讨论

通过地上部分形态特征确定植株年龄的研究可以减少对植株生长的影响,但根据调查,紫萁这种多

年生草本蕨类植物达到一定年龄后,地上部分性状趋于稳定,所以在其年龄判断研究中,只能选择地下根状茎作为研究对象。由于蕨类植物没有活跃的维管形成层,不能形成完整的次生维管结构,其地下根状茎的直径与年龄之间并无相关关系,只能从其长度着手研究。本文研究的广西越城岭地区紫萁种群年龄结构模型为地下根状茎长度与年龄的关系模型。使用本方法,虽然野外工作量较大,在一定程度上会对植株生长造成影响,但能够较准确地判断紫萁这种多年生草本蕨类植物的年龄,是切实可行的年龄判断方法。

本研究结果表明,广西越城岭地区紫萁种群年龄与地下根状茎长度之间存在非线性的回归关系。当然,研究中假定紫萁的地下根状茎长度的生长速度是比较恒定,但实际上可能会因气候、生境生态条件等的不同而存在着差异,也许会影响回归方程的准确性;同时,在紫萁的年龄研究中如何减少对植株生长的影响,有待于进一步研究。

调查结果表明,在越城岭山脉一带的紫萁自然更新能力弱,幼龄级个体缺乏,整个种群正趋向中老龄化,已陷入衰退进程中。探究其原因,是因为近十多年来人工过度采摘或挖掘野生植株干扰了紫萁天然更新过程,破坏了种群结构现状;另外,人工移栽后管理不当致死则导致资源存量减少。大量挖掘移栽野生种苗种苑虽能在较短期内即获益,但使紫萁的生存与发展环境恶化,不利于紫萁的可持续开发利用。

根据越城岭地区紫萁种群年龄结构现状,必须采取措施对该地区的野生种群加强保护,特别是加

强对繁殖主体—中龄级个体的就地保护,减少或限制对野生紫萁资源的过度采摘,制止毁灭性挖掘野生紫萁进行人工栽培的做法。为合理开发利用紫萁,应积极开展紫萁野外繁育学研究,人工培育大规模幼苗供给农户人工栽培种植,有利于在保护野生紫萁的同时促进其可持续的开发利用。

参考文献:

- 白永飞,许志信,李得新,等. 1999. 内蒙古高原四种针茅种群年龄结构与株丛结构的研究[J]. 植物学报, 41(10): 125—131
- 王谋强,张朝君,等. 2006. 我国南方薇菜的研究现状及其发展对策[J]. 贵州农业科学, 34(4): 135—136
- 王贤荣,闫道良,伊贤贵,等. 2006. 江西崇义钟花櫻种群年龄结构及种群动态研究[J]. 南京林业大学学报·自然科学版, 30(5): 47—50
- 李伟成,常杰,樊海英,等. 2003. 濒危植物明党参个体年龄非破坏性估测模型的研究[J]. 生物数学学报, 18(3): 339—344
- 吴国芳 冯志坚 马炜梁,等. 1992. 植物学[M]. 第二版. 北京: 高等教育出版社
- 资源县志编委会. 2000. 资源县志[M]. 南宁: 广西人民出版社
- Xiao YA(肖宜安), Xiao N(肖南), Hu WH(胡文海), et al. 2007. The age structure and ecological strategy in a wild population of the endangered plant *Disanthus cercidifolius* var. *longipes* (Hamamelidaceae) (濒危植物长柄双花木自然种群年龄结构及其生态对策)[J]. *Guihaia*(广西植物), 27(6): 850—854
- Hong W(洪伟), Liu J(柳江), Wu C-Z(吴承祯). 2001. A study on structure and spatial distribution pattern of *Castanopsis hystrix* population[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), 37(Suppl.): 6—10
- Li GZ(李光照). 1985. A preliminary study of Mao'er-shan flora [J]. *Guihaia*(广西植物), 15(3): 211—226
- Lieberman M, Lieberman D. 1988. Age-size relationships and growth behavior of the palm *Welfia georgii*[J]. *Biotropica*, 20: 270—273

(上接第 839 页 Continue from page 839)

- Hall D, Luquez V, Garcia VM, et al. 2007. Adaptive population differentiation in phenology across a latitudinal gradient in European aspen (*Populus tremula*): a comparison of neutral markers, candidate genes and phenotypic traits[J]. *Evolution*, 61(12): 2849—2860
- Li XG(李新国), Zhu ZT(朱之悌), Sun XL(孙显林). 1996. The principle and method of plus tree selection in *Populus tomentosa* (毛白杨优树选择原则和方法的研究)[J]. *J Jilin Fore Univ* (吉林林学院学报), 12(1): 8—13
- Olsson K. 2004. Population differentiation in *Lythrum salicaria* along a latitudinal gradient [D]. Doctoral Dissertation of Umeå University
- Olsson K, Ågren J. 2002. Latitudinal population differentiation in phenology, life history and flower morphology in the perennial

- herb *Lythrum salicaria*[J]. *J Evol Biol*, 15: 983—996
- Opoku-ankomah Y, Cordery I. 1994. Atlantic seas surface temperatures and rainfall variability in Ghana[J]. *J Climate*, 7: 551—558
- Primack PB. 1980. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in Zealand[J]. *J Ecol*, 68: 849—862
- Stinchcombe JR, Dorn LA, Schmitt J. 2004. Flowering time plasticity in *Arabidopsis thaliana*: a reanalysis of Westerman & Lawrence(1970)[J]. *J Evol Biol*, 17: 197—207
- Wheelwright NT. 1985. Competition for dispersers, and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees[J]. *Oikos*, 44: 465—477
- Yasuda M, Matsumoto J, Osada N, et al. 1999. The mechanism of general flowering in Dipterocarpaceae in the Malay Peninsula [J]. *J Trop Ecol*, 15: 437—449