

长鞭红景天主轴生长特性与年龄判定

郑维列^{1,2}, 田大伦¹, 丁玉珂², 卢杰^{2*}, 张建新²

(1. 中南林业科技大学 生命科学与技术学院, 长沙 410004; 2. 西藏农牧学院 高原生态研究所, 西藏 林芝 860000)

摘要: 长鞭红景天是国家第二批确定的二级保护植物, 处于近危状态。在西藏色季拉山区不同海拔带设置样地, 观测长鞭红景天花茎环的形成过程, 用游标卡尺(IP54 型)测量长鞭红景天植株不同年的轴向生长量和径生长量; 分析其主轴生长特性, 进行年龄判定, 结果表明: 长鞭红景天每年在主轴上形成一个花茎环结构, 并且轴向生长量和径生长量在年际间均无显著差异, 但随海拔升高, 轴向生长量和径生长量均呈下降趋势。根据长鞭红景天主轴的生长特性, 结合主轴的长度则可以判定其年龄, 为进一步研究长鞭红景天种群结构及动态奠定基础。

关键词: 长鞭红景天; 主轴生长特性; 年龄判定

中图分类号: S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2009)06-0732-04

Rhizome growth characteristics and age determination of *Rhodiola fastigiata*

ZHENG Wei-Lie^{1,2}, TIAN Da-Lun¹, DING Yu-Ke², LU Jie^{2*}, ZHANG Jian-Xin²

(1. College of Life Science and Technology, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China;

2. Research Institute of Plateau Ecology, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi 860000, China)

Abstract: *Rhodiola fastigiata* is national second-class protected species and in approximately endangered states in China. Increment in length and diameter of rhizome per year were measured using vernier caliper(IP54 type)through observing the scape rings formation of *R. fastigiata* in different altitude areas of Tibet Sejila Mountain, and then the growth characteristics of rhizome were analyzed to determine the age. The results showed that: *R. fastigiata* form one scape rings in the rhizome yearly, furthermore, there was no significant difference in length and diameter of rhizome increment at different years, whereas with the altitude increase, increment in length and diameter of rhizome per year was declining. The *R. fastigiata*'s age could be determined according to the rhizome growth characteristics, combining with the length of the rhizome. So this result could lay the of foundation for further population structure and dynamics study of *R. fastigiata*.

Key words: *Rhodiola fastigiata*; rhizome growth characteristics; age determination

植物主干或主轴生长特性包括其横向和纵向生长特征, 以及主干或主轴上的侧枝结构, 此方面的研究主要集中于经济林, 如龙眼 (*Dimocarpus longan*) (陈登科等, 2007)、多枝怪柳 (*Tamarix ramosissima*) (肖春生等, 2005) 等。植物个体年龄确定是研究植物种群年龄结构的基础, 目前植物年龄判定方法的研究成果较多, 但针对多年生草本, 从主轴生长特性角度来探讨个体年龄方面的研究未见文献报道。

长鞭红景天 (*Rhodiola fastigiata*) 为景天科 (Crassulaceae) 红景天属 (*Rhodiola*) 多年生草本植物, 在世界上主要分布于中国、尼泊尔、锡金、不丹及克什米尔地区, 在我国主要分布于西藏、云南和四川 (吴征镒, 1985)。主要生长于海拔 3 300~5 400 m 的高寒山区, 自然条件极其恶劣且多变, 如缺氧、强紫外线照射、狂风雪盖、昼夜温差大等, 故其属典型的高寒植物之一。长鞭红景天是国家第二批确定的二级保护植

收稿日期: 2008-10-13 修回日期: 2009-03-17

基金项目: 国家重点基础研究“973 计划” (2006CB708403); 西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究项目 (2006-2010) [Supported by Important National Basic Research Program of China (2006CB708403); National Field Scientific Observation and Research of Alpine Forest Ecosystem in Linzhi of Tibet (2006-2010)]

作者简介: 郑维列 (1963-), 男, 浙江玉环人, 教授, 主要从事高原生态学研究, (E-mail) xzzhengweilie@21cn.com。

* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: tibetlj@163.com)

物,由于对该植物资源的过度开发和对其生境的破坏,目前已列入了物种红色名录,处于近危状态(汪松等,2004)。由于其具有多种药用功能,倍受医学界重视。对该植物的研究目前多聚焦于化学成分、分子鉴定、组织及细胞培养、资源及评价、药理学及毒理学等方面(周元川,2003;Lei等,2003;胡挺松等,2004;王莉等,2007;卢杰等,2007,2008)。本文从主轴生长特性角度以探讨个体年龄判定方法,对研究种群年龄结构、分析种群动态、保护和持续利用该资源、维护高原生态安全等方面都具有重要意义。

1 研究地区概况

研究区位于西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究站所在的西藏色季拉山,为藏东南林区的腹心地带,也是自然环境极为特殊多样的地区。该区属较典型的亚高山温带半湿润气候区,冬温夏凉、干湿季分明。年均气温 -0.73°C ,最高月(7月)平均气温 9.23°C ,最低月(1月)平均气温 -13.98°C ,极端最低气温 -31.6°C ,极端最高气温 24.0°C 。年均日照时数 $1\,150.6\text{ h}$,日照百分率 26.1% ,日照时数最高月(12月)为 151.7 h ,日照百分率为 40% 。年均相对湿度 78.83% ,年均降水量 $1\,134.1\text{ mm}$,蒸发量 544.0 mm ,占年均降水量的 48.0% ,6~9月为雨季,占全年降水量的 $75\%\sim 82\%$,其中8月降雨最多,平均为 294.2 mm ,占全年降水的 30% 。土壤主要以山地棕壤和酸性棕壤为主,pH值为 $4\sim 6$,土层较厚,腐殖质化过程明显。该区地带性植被属于亚热带植被,受西南季风和复杂地形的影响,其东坡与西坡水热条件的差异在植被群落上有较明显的反应,垂直带变化明显。该区共有种子植物 $1\,091$ 种,隶属于 103 科 475 属,其中裸子植物 2 科 7 属 13 种,被子植物 101 科 468 属 $1\,078$ 种,包括热带分布类型 91 属,温带分布类型 309 属,特有分布 8 属,特有种的比例高达 12.4% 。

2 研究方法

长鞭红景天为多年生草本植物,在生长季节,花茎以轮生的方式着生于主轴顶端,7~8月于主轴顶端萌发休眠芽,外被芽鳞;10~11月花茎枯死且残存或脱落;翌年4~5月,休眠芽萌发,形成花茎,同时主轴伸长;7~8月顶端再萌发休眠芽,主轴生长停止;10~11月花茎再枯死;下一年的4~5月休眠芽再萌发,

形成花茎,再枯死且残存或脱落,如此周而复始,主轴上每年都留下一圈明显的花茎残留圈,称之为花茎环(卢杰等,2007)。花茎环之间的长度和直径分别作为当年长鞭红景天的年轴向生长量和径生长量。

在各海拔带内,设置 $3\sim 5$ 块 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 的样地,踏查样地周边群落组成情况,调查并记录长鞭红景天高度、密度(株数)、盖度、坐标、主轴基径、主轴分枝数、主轴上花茎数及花茎环数等;在生长末季,用游标卡尺(IP54型)测量具有明显主轴的长鞭红景天植株2002~2006年中各年的轴向生长量和径生长量;同时选择5个具有 $17\sim 30$ 个明显花茎环的主轴以分析年轴向生长量在较长时间段内生长规律。各调查区域的位置及群落组成概况详见表1。

3 结果与分析

3.1 年轴向生长量、径生长量年际差异性分析

通过对4海拔带内的长鞭红景天5年内每年的轴向生长量、径生长量分析结果表明,年轴向生长量在 $0.76\sim 1.65\text{ cm}$ 之间,在2002~2006年中各年的轴向生长量年际差异极不显著(表2);径生长量在 $0.75\sim 1.08\text{ cm}$ 之间,年际差异亦不显著(表2)。说明长鞭红景天个体在5年内的轴向生长量和径生长量都是相对稳定的。

3.2 不同海拔带年轴向生长量和径生长量差异性分析

由于海拔间生境条件不同,年轴向生长量和径生长量不同。单株长鞭红景天年轴向生长量在海拔 $4\,070\text{ m}$ 处均较大,随着海拔升高,单株长鞭红景天年轴向生长量($F_{3,215}=32, P<0.01$)和径生长量($F_{3,200}=15, P<0.01$)均呈显著下降趋势(表2)。

3.3 年轴向生长量在较长时间内差异性分析

所选花茎环多的主轴概况见表3。年轴向生长量在较长时间内的年际差异不显著($P<0.01$,表3),与2002~2006年间轴向生长量年际差异不显著的结果一致,说明在较长时间内主轴年轴向生长量相对稳定。

3.4 个体年龄判定方法

根据主轴每年形成一个明显花茎环(图1),主轴上花茎环数可作为判断长鞭红景天年龄依据。长鞭红景天为多年生草本植物,寿命较大个体的主轴呈匍匐状,由于主轴髓部空洞且经地表枯落物长期覆盖,根部易于腐烂,因此不能直接以残留花茎环判

定其年龄。根据长鞭红景天轴向生长量年际差异不显著特点,在判定主轴根部腐烂的单株个体年龄时,只统计主轴年平均轴向生长量,在测量主轴根部到顶端的长度的基础上,用数学方法即可计算该株年龄大小。但是该方法忽略了从种子萌发到主轴开始具有相对稳定生长量的时间,野外播种育苗试验和调查表明长鞭红景天个体从种子萌发到形成具有相对稳定生长量的时间约 5 年,所以在计算年龄的基础上再加 5 年,即为该株的准确年龄。以上方法不适用于处于生长衰老期个体,个体在衰老期年生长

表 1 各海拔带群落组成
Table 1 The community composition at altitude gradient

海拔(m) Altitude	经纬度 Latitude longitude	坡向 Slope	群落概况 Community composition
4 070	94°42.711' E, 29°39.185' N	阳坡	急尖长苞冷杉(<i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i>)、小舌紫菀(<i>Aster souliei</i>)、中甸灯台报春(<i>Primula chungensis</i>)、葡萄风轮菜(<i>Clinopodium repens</i>)、红嘴苔草(<i>Carex haematostoma</i>)、中亚早熟禾(<i>Poa litwinowiana</i>)、草玉梅(<i>Anemone rivularis</i>)、苔藓(moss)等。活地被物厚度=1.1 cm,枯落物厚度=1.3 cm,腐殖质层厚度=2.2 cm,群落郁闭度=0.4。
4 180	94°42.611' E, 29°39.270' N	阳坡	急尖长苞冷杉(<i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i>)、沼生橐吾(<i>Ligularia lamarum</i>)、中亚早熟禾(<i>Poa litwinowiana</i>)、密纤维鳞毛蕨(<i>Dryopteris discreta</i>)、粘毛香薷(<i>Anaphalis bulleyana</i>)、红嘴苔草(<i>Carex haematostoma</i>)、走茎灯芯草(<i>Juncus ampliifolius</i>)、卷叶黄精(<i>Polygonatum cirrhifolium</i>)、双花堇菜(<i>Viola biflora</i>)、五裂蟹甲草(<i>Cacalia pentaloba</i>)、展毛银莲花(<i>Anemone demissa</i>)、叉苞乌头(<i>Aconitum creagrorphum</i>)、苔藓(moss)等。活地被物厚度=2.7 cm,枯落物厚度=3.6 cm,腐殖质层厚度=3.1 cm,郁闭度=0.6。
4 290	94°42.530' E, 29°39.316' N	阳坡	方枝柏(<i>Sabina saltuaria</i>)、薄毛海绵杜鹃(<i>Rhododendron aganniphum</i> var. <i>schizopeplum</i>)、车前状垂头菊(<i>Cremanthodium plantagineum</i>)、塔黄(<i>Rheum nobile</i>)、扫帚岩须(<i>Cassiope fastigiata</i>)、红嘴苔草(<i>Carex haematostoma</i>)、中亚早熟禾(<i>Poa litwinowiana</i>)、苔藓(moss)等,活地被物厚度=0.9 cm,枯落物厚度=3.5 cm,腐殖质层厚度=0.57 cm,郁闭度=0.5。
4 380	94°42.450' E, 29°39.418' N	阳坡	方枝柏(<i>Sabina saltuaria</i>)、薄毛海绵杜鹃(<i>R. aganniphum</i> var. <i>schizopeplum</i>)、车前状垂头菊(<i>Cremanthodium plantagineum</i>)、塔黄(<i>Rheum nobile</i>)、中亚早熟禾(<i>Poa litwinowiana</i>)、岩白菜(<i>Bergennia purpurascens</i>)、扫帚岩须(<i>Cassiope fastigiata</i>)、红嘴苔草(<i>Carex haematostoma</i>)、苔藓(moss)等。活地被物厚度=0.5 cm,枯落物厚度=2.3 cm,腐殖质层厚度=2.0 cm,郁闭度=0.4。

表 2 长鞭红景天年轴向生长量、径生长量及年际差异性分析
Table 2 Increment in length,diameter of rhizome per year and differences cross years in 4 altitudes

海拔 (m) Altitude	样方(株数) Quadrat (number)	年份 Years	年轴向生长量(cm) 平均值±标准差	径生长量(cm) 平均值±标准差	年际显著性 Sig. p	
			Increment in Length Mean±SD	Increment in Diameter Mean±SD	L	D
4 070	4(15)	2006	1.62±0.52a	0.93±0.25a	0.98	0.45
		2005	1.65±0.49a	0.98±0.25a		
		2004	1.61±0.55a	1.00±0.26a		
		2003	1.63±0.57a	1.08±0.21a		
		2002	1.52±0.62a	1.06±0.20a		
4 180	4(12)	2006	1.43±0.60a	0.82±0.25a	0.99	0.62
		2005	1.48±0.59a	0.87±0.27a		
		2004	1.51±0.55a	0.93±0.31a		
		2003	1.53±0.54a	0.96±0.31a		
		2002	1.44±0.52a	0.99±0.32a		
4 270	3(8)	2006	1.18±0.61a	0.73±0.31a	0.63	0.99
		2005	1.11±0.52a	0.75±0.27a		
		2004	1.24±0.53a	0.76±0.24a		
		2003	1.30±0.59a	0.76±0.22a		
		2002	1.54±0.60a	0.79±0.22a		
4 380	5(11)	2006	0.79±0.30a	0.75±0.29a	0.81	0.82
		2005	0.73±0.29a	0.80±0.27a		
		2004	0.68±0.26a	0.87±0.28a		
		2003	0.81±0.39a	0.86±0.27a		
		2002	0.82±0.29a	0.83±0.23a		

注: L、D 为年轴向生长量和径生长量之间差异显著水平,同海拔内标有相同字母数据表示不存在显著差异性。
Note: L and D are the significant difference in length and diameter increment of rhizome axis per year at $P=0.05$, there is no significant difference among the data with same alphabet in same altitude.

表 3 在较长时间内轴向生长量差异性分析
Table 3 Differences analysis in increment in
Length of rhizome with many years

主轴年龄段 Years of rhizome	平均值 Mean (cm)	最大值 Maximum (cm)	最小值 Minimum (cm)	t	年际显著性 P Sig. among years
29	1.7	2.1	1.2	37.8	<0.01
20	2.0	3.2	1.5	22.3	<0.01
17	1.9	2.5	1.0	19.8	<0.01
30	2.8	3.2	2.2	57.7	<0.01
19	2.5	3.0	1.0	18.9	<0.01

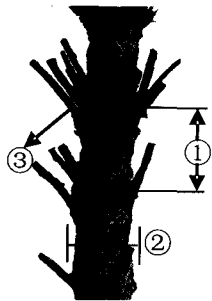


图 1 长鞭红景天主轴
Fig. 1 The rhizome of *Rhodiola fastigiata*
①年轴向生长量②径生长量③残留花茎
①Increment in length per year②Increment in diameter
③Residual ring of stems

量呈下降趋势，并主轴残留花茎圈数，因此计算处于相对稳定生长期段的年龄大小，再统计进入衰老期后的花茎环数，二者之和即为年龄。

4 结论与讨论

个体生长发育与环境因素密切关系，多年生草本植物在其较为适生的生境生长旺盛。海拔 4 070 m 处，海拔相对较低，气温较高，适宜其生长；但在海拔 4 380 m 处，由于海拔高，气温低、紫外线强度高导致其生长量下降。在各海拔带内，长鞭红景天主轴年际差异性均不显著，与自身生长特性有关。

年龄判断是研究植物年龄结构的基础，所以对植物种群年龄结构的研究主要集中于对植物年龄判定方法的研究。针对不同区域的不同对象的年龄判定方法，目前研究的成果较多，如根据假苇拂子茅 (*Calamagrostis pseudophragmites*) 分蘖节营养繁殖的世代数划分地上部分植株的年龄级(杨允菲等，2000)；根据根状茎上芽鳞痕确定珍稀濒危独叶草 (*Kingdonia uniflora*) 无性系分株的年龄(张文辉

等，2004)；用“年龄—高度”的幂函数关系估计矮松 (*Pinus lagunae*) 的个体年龄(Sara 等，2000)等等，这些研究成果丰富了研究对象和判定方法。本文通过对主轴生长特性的研究，解决了主轴腐烂长鞭红景天个体年龄判定问题。但在野外调查中发现，少数个体主轴顶端缺失，萌生侧枝，但未知侧枝萌生与主轴顶端缺失时间是否一致；另外，对呈丛状长鞭红景天年龄判断，是否需要根据该丛中年龄最长个体的年龄判断，需进一步研究。

参考文献：

卢杰,郑维列,兰小中,等. 2008. 色季拉山长鞭红景天资源及开发利用[J]. 林业实用技术, (3): 34—36

汪松,解焱. 2004. 中国物种红色名录(第 1 卷: 红色名录)[M]. 北京: 高等教育出版社, 336

吴征镒. 1985. 西藏植物志(第 2 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 414—428

Chen DK(陈登科), Lu MY(卢美英), Tang T(唐腾), et al. 2007. Organic nutrition and the shoot growing trait of heavily retractive pruned longan trees(龙眼重回缩修剪树有机营养及枝梢生长特性)[J]. *Guihaia*(广西植物), 27(5): 755—758

Hu TS(胡挺松), Lu YM(陆一鸣), Ma LQ(马兰青), et al. 2004. Identification of four *Rhodiola* plants by RAPD(红景天属 4 种植物 RAPD 分析与分类鉴定)[J]. *Chin Trad Herb Drugs*(中草药), 11: 1 286—1 289

Lei YD, Peng N, Tashi Tsering, et al. 2003. Chemical composition of the essential oils of two *Rhodiola* species from Tibet [J]. *Zeitschrift für Naturforschung C: J Biosciences*, 58: 161—164

Lu J(卢杰), Zheng WL(郑维列), Lan XZ(兰小中), et al. 2007. Survey of research on *Rhodiola fasitiata*(长鞭红景天研究概况)[J]. *Chin Wild Plant Res*(中国野生植物资源), 25(4): 6—11

Sara Diaz, Carmen Mercado, Sergio alvarez-cardenas. 2000. structure and population dynamics of *Pinus lagunae* M.-F. Passini [J]. *Fore Ecol Management*, 134: 249—256

Wang L(王莉), Shi LL(史玲玲), Liu YJ(刘玉军). 2007. Effects of different light treatments on growth and PAL activity of the suspension-cultured cells of *Rhodiola fastigiata*(不同光质对长鞭红景天悬浮细胞生长及苯丙氨酸解氨酶活性的影响)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), 43(6): 52—56

Xiao CS(肖春生), Xiao HL(肖洪浪), Si JH(司建华), et al. 2005. Growth characteristics of *Tamarix ramosissima* in arid regions of China(干旱区多枝柽柳的生长特性)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 25(5): 1 012—1 016

Yang YF(杨允菲), Zheng HY(郑慧莹). 2000. Age structure of clone population of *Calamagrostis pseudophragmites* in Songnen Plain of China(松嫩平原假苇拂子茅无性系种群的年龄结构)[J]. *Acta Preat Sci*(草业学报), 19(3): 8—13

Zhang WH(张文辉), Li JX(李景侠), Li H(李红), et al. 2004. Analysis on age structure and dynamics of *Kindonia uniflora* population(独叶草种群年龄结构及动态分析)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 15(4): 561—565

Zhou YC(周元川). 2003. Evaluation on the toxicology of *Rhodiola fastigiata*(长鞭红景天毒理学评价)[J]. *Chin J Ethnomedicine Ethnopharmacy*(中国民族民间医药杂志), 4: 225—227