

树干附生尖叶拟船叶藓性比和有性生殖的比例

刘冰^{1,2}, 李菁^{2*}, 田启建¹, 陈功锡^{1,2}, 陈军²

(1. 吉首大学 城乡资源与规划学院, 湖南 张家界 427000; 2. 吉首大学 生态研究所, 湖南 吉首 416000)

摘要: 通过对贵州梵净山树干附生尖叶拟船叶藓的野外调查和室内研究, 结果表明, 在 44 个被调查样方共计 1 320 株植株中, 尖叶拟船叶藓单株的性比为 8♀ : 1♂ (N=1 320), 其中 25.0% 的单株没有进行性表达; 其种群的性比为 5♀ : 1♀♂ (雌性种群: 混合种群, N=44), 没有发现雄性种群; 其单株的有性生殖的比例为 10.5%, 种群的有性生殖比例为 9.3%。结果表明尖叶拟船叶藓种群具有明显的雌性偏向, 其种群的自然更新更多的是依赖各种营养繁殖。

关键词: 尖叶拟船叶藓; 树干附生苔藓; 性比; 有性生殖

中图分类号: Q945.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)04-0440-03

Sex ratios and rate of sexual reproduction in the epiphytic moss *Dolichomitriopsis diversiformis*

LIU Bing^{1,2}, LI Jing^{2*}, TIAN Qi-Jian¹,
CHEN Gong-Xi^{1,2}, CHEN Jun²

(1. College of Resources and Planning Sciences, Jishou University, Zhangjiajie 427000, China;

2. Institute of Ecology, Jishou University, Jishou 416000, China)

Abstract: The moss *Dolichomitriopsis diversiformis* was found on many host tree trunk in Fanjing Mountain of Guizhou, China. A survey of 44 samples revealed an individual sex ratio of 8♀ : 1♂ (female individuals : male individuals, N=1 320) with 25.0% individuals non-expressing, and an expressed population sex ratio of 5♀ : 1♀♂ (female populations : mixed-sex populations, N=44) with no male population. The rate of individual sexual reproduction and the rate of population sexual reproduction were 10.5% and 9.3% respectively. The results indicated that there existed a remarkable female-biased phenomenon and natural populations were maintained via asexual reproduction in *D. diversiformis*.

Key words: *Dolichomitriopsis diversiformis*; epiphytic moss; sex ratio; sexual reproduction

苔藓植物的雌雄异株现象相当普遍, 大于 60% 的种存在这种现象 (Wyatt & Anderson, 1984), 而在雌雄异株种中多数表现出雌性偏向, 雄株稀少 (Bowker 等, 2000)。雌雄异株苔藓植物的有性生殖是其生活史中的一个重要阶段, 这方面的相关研究有过许多报道。如 Hohe 等 (2002) 认为日长和温度是影响藓种 *Physocomitrella patens* 有性生殖的主要因子; Bisang 等 (2004) 比较了雄性受限的两种雌

雄异株藓类生殖成功的差异, 并和 Hedenäs (2005) 对雌雄异株苔藓性比的格局进行了综述。

尖叶拟船叶藓 (*Dolichomitriopsis diversiformis*) 为雌雄异株种 (刘冰等, 2006a)。作为一种濒危的苔藓植物, 对其性比和有性生殖的比例进行研究可以深入了解尖叶拟船叶藓种群的生殖和繁衍规律, 探讨尖叶拟船叶藓濒危的原因, 为最终提出保护措施提供依据。

收稿日期: 2007-04-24 修回日期: 2007-07-06

基金项目: 国家自然科学基金 (30470181) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (30470181)]

作者简介: 刘冰 (1969-), 男, 湖南龙山县人, 硕士, 讲师, 主要从事植物生态学研究。

* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: Liubingfa2002@163.com)

1 材料和方法

1.1 研究地点

研究地点位于贵州省梵净山。作者在此已有前期研究基础(Li 等, 2002; 刘冰等, 2006a, b; 李菁等, 2007)。梵净山地处 $108^{\circ}45'55''\sim 108^{\circ}48'30''$ E, $27^{\circ}49'50''\sim 28^{\circ}11'30''$ N 之间, 面积约 419 km^2 , 是我国较早加入联合国教科文组织人与生物圈计划(MAB)的自然保护区之一。其海拔为 $500\sim 2\,570.5\text{ m}$, 年均气温 $6\sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 月平均气温 $3.1\sim 5.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 7 月平均气温 $15\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 $1\,500\sim 5\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$; 年均降水 $1\,100\sim 2\,600\text{ mm}$; 相对湿度年均 80% 以上, 具有典型的中亚热带季风山地湿润气候特征(周正贤, 1990)。

1.2 研究的材料

尖叶拟船叶藓系真藓亚纲(Bryidae)变齿藓目(Isobryales)船叶藓科(Lembophyllaceae)拟船叶藓属植物, 雌雄异株(刘冰等, 2006a)。在梵净山, 其分布的海拔范围为 $1\,650\sim 2\,080\text{ m}$, 种群主要附生于不同树种的树干之上(在树干上的垂直分布范围一般在距树干基部 2 m 以内), 偶见地面上土生或岩石上附生, 其种群在树干上的分布为集群分布(刘冰等, 2006b)。由于分布范围狭窄, 该种已经成为我国苔藓植物遭受威胁最严重的类群之一(陈灵芝, 1993)。

1.3 野外考察和取样

作者在前期工作(Li 等, 2002; 刘冰等, 2006a, b; 李菁等, 2007)的基础上, 已掌握尖叶拟船叶藓的生殖苞的产生时期为 8 月底到 9 月底, 因此进行性比研究的取样时间在 9 月中下旬比较合理; 其孢子体在 10 月上旬后不再产生, 因此, 有性生殖的研究的取样时间在 10 月中下旬比较合理。我们于 2006 年 9 月 15~19 日, 在贵州梵净山尖叶拟船叶藓分布的区域内随机设立 44 个 $20\text{ m}\times 10\text{ m}$ 样方, 每个样方随机选取一株附生树(作为一个样点), 共计 44 棵附生树(44 个样点), 在每棵树干距地面不超过 2 m 的范围内, 从树干的上、中、下三个部位选取尖叶拟船叶藓着生多的地方分别连同其下附着的树皮取 3 个 $4\text{ cm}\times 4\text{ cm}$ 的小样方, 共取得小样方 132 个(进行生殖苞和性比的研究); 于同年 10 月 13~15 日, 与上述方法相同, 取 32 个样方, 共取得小样方 96 个(进行有性生殖的比例研究)。

1.4 单株的分离、观测和有性生殖比例的计算

本文中的单株是指尖叶拟船叶藓的单个个体,

其分离和观测参考了 Stark 等(2000)和李菁等(2007)所用的方法。从每个小样方分离出的单株中随机选取 10 株, 分别得到 1 320 株(132×10)和 960 株(96×10)。在解剖镜下剥去每株的叶片使其成为裸露的植株体, 然后观察和记载主茎和各次分枝上的生殖器苞数量。在统计雌器苞数时, 每一个孢子体作为一个雌器苞计算在内; 在统计孢子体数时, 孢子体不完整的, 只要有蒴柄着生在雌器苞上的, 都算作一个孢子体。

苔藓植物的有性生殖是从其雌性植株长出孢子体来判断的, 因此, 尖叶拟船叶藓的有性生殖的比例采用以下公式计算: (1) 单株有性生殖的比例 $R_i(\%) = (\text{产生孢子体的雌株数}/\text{样本的总株数})\times 100\%$; (2) 种群有性生殖的比例 $R_p(\%) = (\text{有孢子体产生的种群数}/\text{样本的总种群数})\times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 尖叶拟船叶藓单株的性比

在 44 个样方中, 共计统计 1 320 株, 其中雌株最多, 为 884 株, 占 67.0% ; 雄株为 112 株, 占 8.5% ; 性比为 $8\text{ }^{\circ}\text{♀} : 1\text{ }^{\circ}\text{♂}$; 未进行性表达的植株(不能确定其性别的植株)为 324 株, 占 25.0% (表 1)。

表 1 尖叶拟船叶藓的性比
Table 1 Sex ratio of individuals in *Dolichomitriopsis diversi formis*

| 性别 Sex | 雌株 Female | 雄株 Male | 未进行性表达的植株 Non-expressing | 总计 Total |
|-----------------------|----------------|---------------|-----------------------------|-----------------|
| 株数 No. of individuals | 884 (67.0%) | 112 (8.0%) | 324 (25.0%) | 1 320 (100%) |
| 性比 Sex ratio | 8 | 1 | 3 | — |

2.2 尖叶拟船叶藓种群的性比

在共计 44 个种群中, 雌性种群最多, 为 37 个, 占 84.1% ; 混合种群(既有雌性植株, 又有雄性植株的种群)为 7 个, 占 15.9% ; 没有发现雄性种群; 尖叶拟船叶藓种群的性比为 $5\text{ }^{\circ}\text{♀} : 1\text{ }^{\circ}\text{♂}$ (雌性种群: 混合种群)。

2.3 尖叶拟船叶藓的有性生殖的比例

对 10 月份调查的 32 个样方中 960 株单株进行统计, 有孢子体产生的尖叶拟船叶藓单株数为 101 株, 单株有性生殖的比例 R_i 为 10.5% ($101/960$); 在共计 32 个种群中, 有 3 个种群发现有孢子体产生, 种群有性生殖的比例 R_p 为 9.3% ($3/32$)。

表2 尖叶拟船叶藓种群的性比
Table 2 Population sex ratio in
Dolichomitriopsis diversiformis

| 种群性别 Population sex | 雌性种群 Female | 混合种群 Mixed-sex | 雄性种群 Male | 总计 Total |
|---------------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------|
| 种群数 No. of populations | 37(84.1%) | 7(15.9%) | 0 | 44(100%) |
| 性比 Sex ratio | 5 | 1 | 0 | — |

3 讨论

从尖叶拟船叶藓的性比和性表达来看,雌株的数量是雄株的8倍,雌株明显偏多,雄株明显偏少,这符合苔藓植物雌雄异株种大多具有的雌性偏向的现象(Bowker等,2000)。另外,没有进行性表达的植株数占25.0%,约为雄株的3倍,这些植株因目前还没有办法确定其性别,只能把它们归为中性植株,它们既可能是雌株,也可能是雄株。很多研究(Shaw等,1992; Stark等,1998; Bowker等,2000)报道过,在苔藓植物中不进行性表达的中性植株往往比较多。为什么苔藓植物不进行性表达的植株较多,这可能和植株的年龄有关或者受环境条件的限制所致,这方面的研究有待深入。

在雌雄异株的苔藓植物中,许多种的有性生殖比例是较低的(Rohrer,1982; Stark & Castetter,1987),本研究证实尖叶拟船叶藓同样存在这种现象。除了雄性植株的稀少外,尖叶拟船叶藓的种群性比中混合种群数量显著偏少,也是造成尖叶拟船叶藓有性生殖比例低的原因之一。由于尖叶拟船叶藓种群主要是附生于树干之上,其种群的延续、扩展不能通过地面到达另一棵树上(地面未腐烂的有机质层厚,尖叶拟船叶藓根本无法生长),尖叶拟船叶藓在树干之间的扩散只能通过孢子的传播来进行,而由于其有性生殖比例低,孢子体数量少,孢子的散播距离有限,所以其在树干之间进行种群扩散相当困难而且是非常少的。也正是由于有性生殖比例偏低,雌雄异株苔藓植物的种群自然更新更多的是依赖各种无性繁殖(Mishler,1988)。尖叶拟船叶藓种群的更新实际上主要也是靠各种无性繁殖来进行,而这种更新只是局限于单棵树干的有限范围之内,这也可能是其分布范围狭窄和濒危的原因之一。

致谢 感谢梵净山国家级自然保护区管理局对野外工作准许和支持以及吉首大学蒋拥东、李朝阳和田向荣三位老师对实验室工作提供的帮助。

参考文献:

- 陈灵芝. 1993. 中国的生物多样性—现状及其保护对策[M]. 北京: 科学出版社
- 周正贤. 1990. 梵净山研究[M]. 贵阳: 贵州人民出版社
- 国家环保局. 1998. 中国生物多样性国情研究报告[M]. 北京: 中国环境科学出版社
- Bisang I, Ehrlen J, Hedenäs L. 2004. Mate limited reproductive success in two dioicous mosses[J]. *Oikos*, **104**(2): 291–298
- Bisang I, Hedenäs L. 2005. Sex ratio patterns in dioicous bryophytes re-visited[J]. *J Bryology*, **27**(3): 207–219
- Bowker MA, Stark LR, McLetchie DN, et al. 2000. Sex expression, skewed sex ratios, and microhabitat distribution in the dioicous desert moss *Syntrichia caninervis* (Pottiaceae) [J]. *Am J Bot*, **87**(4): 517–526
- Hohe A, Rensing SA, Mildner M, et al. 2002. Day length and temperature strongly influence sexual reproduction and expression of a novel MADS-Box gene in the moss *Physocomitrella patens* [J]. *Plant Biol*, **4**(5): 595–602
- Li J, Chen GX, Chen J, et al. 2002. A preliminary study on community environment of *Dolichomitriopsis diversiformis* in MT. Fanjing, China [J]. *Chenia*, **7**: 81–85
- Li J(李菁), Liu B(刘冰), Chen GX(陈功锡), et al. 2007. Distributive patterns of sporophytes in the dioicous epiphytic moss *Dolichomitriopsis diversiformis* and its abortion(树干附生尖叶拟船叶藓的孢子体分布格局和败育研究) [J]. *Acta Bot Boreo-Occident Sin* (西北植物学报), **27**(1): 44–48
- Liu B(刘冰), Jiang YF(姜业芳), Huang H(黄璜), et al. 2006a. On habitats and breeding systems in *Dolichomitriopsis diversiformis* (尖叶拟船叶藓的生境和生殖系统研究) [J]. *J Hunan Agric Univ* (湖南农业大学学报), **32**(2): 124–127
- Liu B(刘冰), Jiang YF(姜业芳), Li J(李菁), et al. 2006b. A study on distribution pattern of an epiphytic bryophyte, *Dolichomitriopsis diversiformis* (Lembophyllaceae) on tree trunks in forest in Fanjing Mountain of Guizhou(贵州梵净山森林树干附生尖叶拟船叶藓分布格局研究) [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **28**(2): 169–174
- Mishler BD. 1988. Reproductive ecology of bryophytes [M]// Lovett Doust J, Lovett Doust L (eds). *Plant reproductive ecology: patterns and strategies*. New York: Oxford University Press, 285–306
- Rohrer J. 1982. Sporophyte production and sexuality of mosses in two northern Michigan habitats [J]. *Bryologist*, **85**: 394–400
- Shaw AJ, Niguidula NJ, Wilson TM. 1992. Reproductive biology of the rare “copper moss” *Mielichhoferia mielichhoferiana* [J]. *Contributions Univ Michigan Herb*, **18**: 131–140
- Stark LR, Castetter RC. 1987. A gradient analysis of bryophyte populations in a desert mountain range [J]. *Memoirs New York Bot Garden*, **45**: 186–197
- Stark LR, Mishler BD, McLetchie DN. 1998. Sex expression and growth rates in natural populations of the desert soil crustal moss *Syntrichia caninervis* [J]. *J Arid Environ*, **40**: 401–416
- Stark LR, Mishler BD, McLetchie DN. 2000. The cost of realized sexual reproduction: assessing patterns of reproductive allocation and sporophyte abortion in a desert moss [J]. *Am J Bot*, **87**(11): 1599–1608
- Wyatt R, Anderson LE. 1984. Breeding systems in bryophytes [M]// Dyer AF, Duckett JG (eds). *The experimental biology of bryophytes*. London: Academic Press: 39–64