

文章编号: 1001-1498(2010)04-0487-06

濒危植物大花黄牡丹与生境地群落特征的关系

苏建荣¹, 刘万德¹, 郎学东¹, 张炜银², 罗建³, 汪书丽³

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 3. 西藏农牧学院资源与环境系, 西藏 林芝 860100)

摘要: 在濒危植物大花黄牡丹生境地群落学调查的基础上, 划分生境地群落类型, 分析生境地群落特征, 探讨大花黄牡丹与生境地群落特征的相互关系。研究表明: TWINSpan 将大花黄牡丹生境地群落划分为乔木群落和灌木群落。乔木群落中大花黄牡丹多度显著低于灌木群落, 但大花黄牡丹平均胸径和平均高则与灌木群落无显著差异。群落特征与大花黄牡丹的相关性分析表明: 大花黄牡丹多度及平均胸径与群落总多度、灌木多度及乔木物种丰富度存在显著的相关性, 而大花黄牡丹多度与乔木多度存在显著负相关, 大花黄牡丹平均胸径与群落平均高也存在显著负相关, 大花黄牡丹平均胸径及平均高与藤本物种丰富度则存在显著的正相关, 具有相关性的变量之间可用不同的回归方程较好的表述。此外, 大花黄牡丹冠幅面积、高度、丛数及幼苗数量均与灌丛的冠幅面积存在显著的正相关, 但大花黄牡丹幼苗数量在两种群落间无显著性差异。

关键词: 濒危植物; 大花黄牡丹; 生境; 群落特征

中图分类号: S685.11

文献标识码: A

The Relationships of *Paeonia ludlowii* and Habitat Community Characteristics

SU Jian-rong¹, LIU Wan-de¹, LANG Xue-dong¹, ZHANG Wei-yin², LUO Jian³, WANG Shu-li³

(1. Research Institute of Resource Insect, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

3. Department of Natural Resources and Environment, Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, Nyingchi 860000, Tibet, China)

Abstract: In this study, the stand parameters, species, and structures of *Paeonia ludlowii* were investigated on nine plots (20 m × 20 m). Their community types were classified by TWINSpan and the relationship between *Paeonia ludlowii* and community features were analyzed. The results showed that the plant community was classified into tree community and shrub community by TWINSpan. The community mean DBH (diameter at breast height), mean height, and basal areas were higher in the tree community than in the shrub community, however, the abundance was lower in the tree community than in the shrub community, and the two community types had no significant difference in crown density, elevation, and slope. The species richness was higher in the tree community than in the shrub community, and no significant difference were found in shrub, liana, and herb species richness. It was found that the tree community had higher abundance of *P. ludlowii* than the shrub community, however, no significant difference were found in two communities about mean DBH and mean height of *P. ludlowii*. The correlation between community characteristics and *P. ludlowii* was analyzed and it showed that the abundance and mean DBH of *P. ludlowii* were positively correlated with community abundance and shrub abundance respectively, and negatively correlated with tree species richness respectively. The abundance of *P. ludlowii* was negatively correlated with tree

收稿日期: 2010-02-29

基金项目: 林业公益性行业科研专项“西藏珍稀野生花卉资源调查及保护对策研究”(200704037)

作者简介: 苏建荣(1970—), 男, 云南永胜人, 博士, 研究员。主要从事植物种群生物学, 野生植物保护与利用和恢复生态学研究。

E-mail: Jianrongsu@vip.sina.com

abundance, the mean DBH of *P. ludlowii* was negatively correlated with community mean height, and the mean DBH and mean height of *P. ludlowii* were positively correlated with liana species richness. The variables with correlation could be represented by different regression equations. It also found that crown-area, height, clump and seedling stems of *P. ludlowii* were positively correlated with crown-area of thicket, the two community types had no significant difference in seedling stems of *P. ludlowii*.

Key word: endangered plant, *Paeonia ludlowii*, habitat, community characteristics

随着全球变暖、森林采伐及景观破碎化的日益加重,生物多样性正在迅速降低,许多物种濒临灭绝^[1-4]。生物多样性保护已成为全球关注的重大问题,保护珍稀濒危物种是当前的迫切任务^[5]。大花黄牡丹(*Paeonia ludlowii*(Stern et Taylor) Hong)系西藏特有种,为丛生灌木^[6];野生植株约有 6 000 株,分布在西藏林芝地区八一镇至米林县长约 100 km 的开阔河谷地带,垂直分布范围 2 500 鹞 3 500 m^[7]。它的根、根皮、根茎、皮和花瓣均可入药,是名贵的藏药材资源。它具有纯粹且能稳定遗传的黄色,是芍药属中开花最多、植株最高大的种,具有极高的育种和观赏价值^[8]。由于过度利用和生境干扰严重等原因,大花黄牡丹的分布狭窄,种群数量稀少,加之自然更新能力差,所以被《中国物种红色名录》(第一卷)列为极危濒危植物^[9]。为此,大花黄牡丹的研究越来越受重视。近年来,在它的分类地位^[10-11]、遗传学^[12]、种群数量与结构^[6,13]及繁殖方法^[14]等方面进行了大量的研究,但对它的生境地群落特征及其与大花黄牡丹相互关系的研究鲜有报道^[8]。

植物群落是一定地段内不同植物在长期历史过程中逐渐形成的生态复合体^[15]。不同物种组成的群落具有不同的群落结构特征,不同的群落结构特征也会影响群落内物种的生存^[16]。研究表明,群落的大小结构及外貌特征均对群落内物种更新有着重要的影响^[17-18];群落结构和物种构成与环境有着密切的关系^[19-20]。这是因为不同的群落结构形成了不同的微环境,而环境又限制着生存物种的种类及数量^[21]。可见,群落及其环境是物种存活的载体,濒危物种生境地群落结构及其环境对物种的存活和保护具有重要的作用和意义。

鉴于此,作者通过大花黄牡丹生境地群落的调查,分析其群落特征,探讨群落特征与大花黄牡丹数量及生长状况间的关系,找出影响大花黄牡丹数量及生长状况的因素,揭示不同群落环境下大花黄牡丹的生长情况,分析适合大花黄牡丹生存的环境类

型,为大花黄牡丹的资源保护提供科学依据。

1 研究地与方法

1.1 研究区概况

研究地林芝地区地处青藏高原南缘,平均海拔约 2 700 m,地势西北高,东南低。年平均气温 6.5 ℃,最冷月平均气温 0.1 鹞 3.2 ℃,最热月平均气温 12.3 鹞 17.4 ℃,无霜期 170 d,年降水量 600 mm,平均相对湿度 66%。植被类型丰富,拥有自热带、亚热带、温带至高山寒带的各种植被。该区土壤类型主要为山地棕壤和暗棕壤。

1.2 数据收集

大花黄牡丹分布在西藏林芝地区,目前已查明的分布点仅有米林县和林芝县的彩门村、加日卡村、南伊沟、热嘎村和五道班。本研究对 5 个分布点的大花黄牡丹生境地群落进行了调查。根据大花黄牡丹种群的大小,分别在彩门村、加日卡村及五道班设置样地各 1 块;在南伊沟和热嘎村各设样地 3 块。样地面积 20 m × 20 m,用网格样方法将样地分割成 4 个 10 m × 10 m 的样格,调查样格内的所有植物,记录乔木和灌木的名称、高度、胸径(或地径);记录草本名称和高度;藤本则记录物种名称和长度。单独记录样地中灌丛的物种组成、高度、冠幅长、冠幅宽、灌丛下是否存在大花黄牡丹及其幼苗,若存在则记录大花黄牡丹的冠幅长、冠幅宽、高度、丛数、每丛株数及其与最近种源的距离。调查中,记录每个样地的郁闭度、海拔、坡度等环境因子。

1.3 数据处理及分析

利用二元指示种分析 TWINSpan(Two-Way Indicators Species Analysis) 进行群落数量分类。根据 TWINSpan 划分的群落类型,统计各个样地的平均胸径、多度、平均高、胸高断面积等林分因子及郁闭度、海拔、坡度等环境因子,计算林分及环境因子。分别统计乔木、灌木、草本和藤本及所有植物种的丰富度(平均值 ± 标准误),比较乔木群落和灌木群落物种丰富度大小。利用调查数据,统计各个样地内

大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高, 计算两种群落类型之间大花黄牡丹多度、平均胸径及平均高(平均值 \pm 标准误)。利用调查样地内大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高与林分因子、环境因子、多度及群落物种丰富度进行相关性检验, 具有显著相关性的2个指标进行回归分析。利用对灌丛的单独调查数据, 分析大花黄牡丹冠幅面积、高度、丛数及每丛株数与灌丛冠幅面积、高度之间的相关性。统计各个样地内大花黄牡丹幼苗株数, 计算乔木群落及灌木群落大花黄牡丹平均幼苗株数(平均值 \pm 标准误); 分析幼苗数量与灌丛冠幅面积、高度及种源距离之间的相关性。研究大花黄牡丹更新状况。采用 SPSS13.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 生境地群落数量分类与描述

2.1.1 生境地群落数量分类 数据处理过程中, 根据物种多度选用的假种分级为5级: 0、2、5、10、20, 最后列表的最大物种数为200种, 用来划分的每一组中样地个数的最小值为3(小于3的组则不再进行划分), 最大划分分级水平为6, 每次划分的最多区别种数目为5。

二元指示种分析结果(表1)表明: 所调查样地共划分为2组, 第1组包括3个样地(南伊沟3, 热嘎村1, 热嘎村2), 属于灌木群落类型; 第2组包括6个样地(彩门村1, 加日卡村1, 南伊沟1, 南伊沟2, 热嘎村3, 五道班1), 属于乔木群落类型。

表1 大花黄牡丹生境地群落的 TWINSpan 分类

分组	样地号	群落类型
1	南伊沟3, 热嘎村1, 热嘎村2	灌木群落
2	彩门村1, 加日卡村1, 南伊沟1, 南伊沟2, 热嘎村3, 五道班1	乔木群落

2.1.2 生境地群落描述 灌木群落类型主要由灌木物种组成, 大花黄牡丹生境中不存在高大乔木。灌木是大花黄牡丹生境地主要的植被生长型, 一般为丛生状, 平均灌丛高度约2 m, 冠幅长约2 m, 宽约2.3 m。主要灌木种类有鸡骨柴(*Elsholtzia fruticosa* (D. Don) Rehd.)、宽刺绢毛蔷薇(*Rosa sericea* Lindl. f. *pteracantha* Franch.)、腺果大叶蔷薇(*R. macrophylla* Lindl. var. *glandulifera* Yü et Ku)、粉叶小檗(*Berberis pruinosa* Franch.)、腰果小檗(*B. johannis* Ahrendt)、短柄小檗(*B. brachypoda* Maxim.)、西藏野丁香(*Leptodermis xizangensis* Lo) 及淡黄鼠李

(*Rhamnus flavescens* Y. L. Chen et P. K. Chou) 等。

乔木群落类型中, 大花黄牡丹生境中存在高大乔木, 群落中可分为乔木层、灌木层及草本层。由于大花黄牡丹主要分布在林缘、林窗及河谷台地等处, 所以它的生境地群落中乔木的种类及数量相对较少。乔木种类主要有林芝云杉(*Picea likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu)、光核桃(*Anygdalus mira* (Koehne) Yü et Lu)、白柳(*Salix alba* L.)、川滇柳(*S. rehderiana* Schneid.) 及白桦(*Betula platyphylla* Suk.) 等。在本研究所调查的样地中, 乔木最大胸径80 cm, 平均胸径16.5 cm, 胸径超过20 cm仅有29株, 而乔木最大高度为27 m, 平均高度为7.8 m, 树高超过10 m仅有19株。

2.2 大花黄牡丹生境地群落特征

2.2.1 林分及环境因子 大花黄牡丹生境地2种群落类型林分因子间存在显著差异(表2)。乔木群落林分平均胸径、平均高及胸高断面积均显著高于灌木群落, 但多度显著低于灌木群落。

表2 2种群落林分及环境因子

分类		乔木群落	灌木群落	差异显著性
林分	平均胸径/cm	12.4 \pm 2.4	4.3 \pm 2.8	0.008 3
	多度	394.7 \pm 85.4	888.3 \pm 186.9	0.025 7
	平均高/m	2.0 \pm 0.4	0.6 \pm 0.0	0.032 7
	胸高断面积/ ($m^2 \cdot hm^{-2}$)	20.8 \pm 6.4	1.3 \pm 1.3	0.008 0
环境	郁闭度/%	80.0 \pm 1.8	78.3 \pm 1.7	0.581 8
	海拔/m	3 050.2 \pm 57.7	3 062.3 \pm 83.5	0.907 1
因子	坡度/($^{\circ}$)	7.5 \pm 1.7	5.0 \pm 0.0	0.350 6

2.2.2 物种丰富度 大花黄牡丹生境地2类群落不同生长型物种丰富度均主要集中于草本, 其次为灌木, 藤本最小。同一生长型中, 乔木群落中乔木物种丰富度显著高于灌木群落, 而草本物种丰富度、灌木物种丰富度、藤本物种丰富度及群落总体物种丰富度上两种群落间无显著差异(图1)。

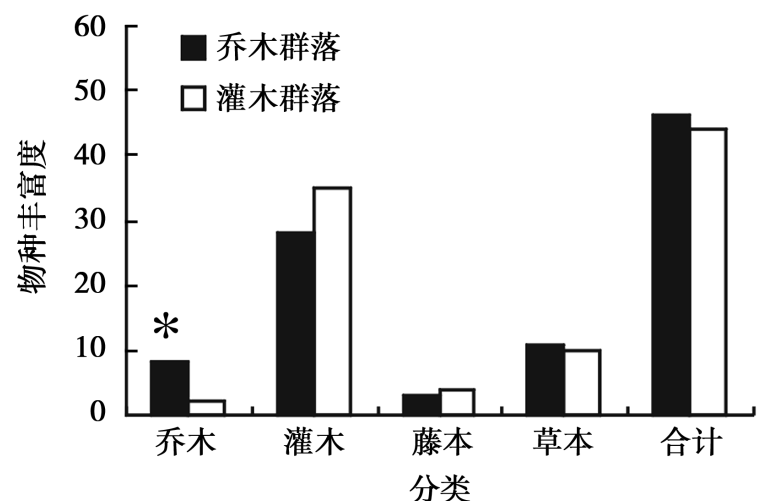


图1 2种群落物种丰富度比较(* $P < 0.05$)

2.3 2 种群落类型间大花黄牡丹的比较

乔木群落中大花黄牡丹多度显著低于灌木群落,但大花黄牡丹平均胸径和平均高则与灌木群落无显著差异(表 3)。

表 3 2 种群落类型间大花黄牡丹数量比较

指标	乔木群落	灌木群落	差异显著性
平均胸径/cm	1.0 ±0.2	1.4 ±0.3	0.270
多度	287.5 ±86.6	802.3 ±183.6	0.022
平均高度/m	1.3 ±0.3	1.2 ±0.1	0.815

2.4 大花黄牡丹与生境地群落特征间的关系

2.4.1 与林分因子间的关系 大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高与生境地群落林分因子之间具有显著的相关性(表 4)。大花黄牡丹多度及平均胸径与群落多度存在极显著或显著的正相关,而大花黄牡丹平均胸径则与群落平均高呈显著的负相关;同时,大花黄牡丹平均高与群落平均胸径、群落多度、胸高断面积均无显著相关性。大花黄牡丹与生境地群落林分因子之间回归分析显示,大花黄牡丹多度与群落多度可用回归方程较好表述($R^2 = 0.99, P < 0.$

000 1)。大花黄牡丹的平均胸径与群落多度及群落平均高用回归方程描述较差(表 5)。

表 4 大花黄牡丹与林分因子、环境因子及群落物种丰富度的相关性分析

项目	分类	大花黄牡丹多度	大花黄牡丹平均胸径	大花黄牡丹平均高度
林分因子	群落平均胸径	-0.430	-0.328	0.430
	群落多度	0.995**	0.747*	0.243
	群落平均高	-0.658	-0.717*	-0.295
	胸高断面积	-0.493	-0.647	-0.031
环境因子	郁闭度	-0.355	-0.407	-0.646
	海拔	0.084	0.369	-0.059
	坡度	-0.299	-0.168	0.479
多度	乔木多度	-0.679*	-0.553	-0.516
	灌木多度	0.998**	0.757*	0.274
	草本多度	0.547	0.230	-0.288
	藤本多度	0.533	0.624	0.475
物种丰富度	物种丰富度	-0.257	-0.212	-0.508
	乔木物种丰富度	-0.847**	-0.734*	-0.611
	草本物种丰富度	0.309	0.196	-0.193
	灌木物种丰富度	-0.575	-0.415	-0.518
	藤本物种丰富度	0.595	0.781*	0.669*

表 5 大花黄牡丹与生境地群落特征间的回归分析

自变量	因变量	回归方程	R^2	P
大花黄牡丹平均胸径	生境地群落平均高度	$y = -0.2250 + 2.8813x - 1.0861x^2$	0.70	0.1360
大花黄牡丹平均胸径	生境地群落多度	$y = 2.8359 / [1 + \exp^{(1.3593 - 0.0017x)}]$	0.54	0.0956
大花黄牡丹多度	生境地群落多度	$y = -110.5506 + 1.0187x$	0.99	0.0001
大花黄牡丹多度	乔木物种丰富度	$y = 800.9335 - 144.9082x + 6.974x^2$	0.74	0.0174
大花黄牡丹平均胸径	乔木物种丰富度	$y = 1.5494 - 0.1143x$	0.53	0.0243
大花黄牡丹平均胸径	藤本物种多样性	$y = 0.7113 + 0.3999x$	0.61	0.0131
大花黄牡丹平均高度	藤本物种多样性	$y = 0.8213 + 0.3929x$	0.45	0.0492
大花黄牡丹多度	乔木多度	$y = 689.5606 - 15.2503x$	0.46	0.0444
大花黄牡丹多度	灌木多度	$y = -33.5460 + 1.0186x$	0.99	0.0001
大花黄牡丹平均胸径	灌木多度	$y = 0.5721 + 0.0012x$	0.57	0.0180

2.4.2 与群落物种丰富度间的关系 大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高与生境地群落物种丰富度的相关性分析显示:大花黄牡丹多度及平均胸径均与乔木物种丰富度显著负相关(表 4),而大花黄牡丹平均胸径及平均高则与藤本物种丰富度呈显著的正相关关系,其余则无显著相关性。

大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高与生境地群落物种丰富度的回归分析显示,存在显著相关性的二者之间均可用不同的回归方程较好的表述(表 5)。

2.4.3 与群落内的多度间的关系 大花黄牡丹多度与乔木多度存在显著的负相关,但大花黄牡丹多

度及平均胸径均与灌木多度存在显著的正相关(表 4),并且均可用不同的回归方程较好的描述(表 5)。

2.4.4 与群落内的环境因子间的关系 大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高与生境地群落环境因子的相关性分析显示:大花黄牡丹多度、平均胸径、平均高与群落郁闭度、海拔、坡度均无显著的相关性(表 4)。

2.5 大花黄牡丹与灌丛冠幅及高度的关系

相关性分析表明(表 6):大花黄牡丹的冠幅面积、高度及丛数均与灌丛的冠幅面积存在极显著的正相关;大花黄牡丹丛数与灌丛高度存在显著的正相关。

表6 大花黄牡丹与灌丛冠幅及高度的相关性分析

指标	灌丛冠幅面积	灌丛高度	大花黄牡丹冠幅面积	大花黄牡丹高度	大花黄牡丹每丛株数	大花黄牡丹幼苗数量
灌丛高度	0.749**	1				
大花黄牡丹冠幅面积	0.379**	0.138	1			
大花黄牡丹高度	0.396**	0.197	0.717**	1		
大花黄牡丹每丛株数	0.488**	0.249*	0.094	0.216	1	
大花黄牡丹幼苗数量	0.357**	0.094	0.385**	0.405**	0.547**	1
最近种源距离	0.175	-0.060	0.181	0.099	0.237	0.167

注:**为 $P < 0.01$; *为 $P < 0.05$ 。

2.6 大花黄牡丹更新状况

2.6.1 大花黄牡丹幼苗数量 在所调查的3600 m²样地中,共发现大花黄牡丹幼苗136株,平均0.04株·m⁻²,其中乔木群落53株,平均0.02株·m⁻²,灌木群落85株,平均0.07株·m⁻²(表7)。

2.6.2 幼苗数量与灌丛的相关性 大花黄牡丹幼苗数量与灌丛的冠幅面积存在极显著正相关,而与灌丛的高度及种源距离无显著相关性(表6)。

表7 大花黄牡丹幼苗数量

幼苗株数	乔木群落	灌木群落
平均幼苗株数/株	8.3 ±6.9	28.3 ±22.2
最小值/株	11	13
最大值/株	42	72
总株数/株	53	85

3 结论与讨论

群落数量分类研究表明,大花黄牡丹生境地群落可分2种群落类型:一是群落上层存在一定数量的高大乔木,如光核桃、白柳、林芝云杉等,他们对群落结构及群落环境具有明显的控制作用,将之划分为乔木群落;二是群落中没有高大乔木,即使存在少量的乔木,其树高或胸径也均较小,将之划分为灌木群落。乔木群落中平均高、平均胸径及胸高断面积均较高,但其群落多度明显低于灌木群落,它的郁闭度、海拔、坡度等环境因子与灌木群落无显著差异。除乔木物种丰富度外,乔木群落与灌木群落在物种丰富度上也无显著差异,这说明2种群落类型群落特征类似。

尽管2种群落之间在林分及环境因子和物种丰富度上类似,但灌木群落中大花黄牡丹多度却显著高于乔木群落。相关性分析进一步表明,大花黄牡丹多度与乔木物种丰富度及多度存在极显著或显著的负相关,而与灌木多度存在极显著的正相关。本研究还发现,大花黄牡丹冠幅、高度及丛数与灌木的冠幅存在极显著的正相关,说明大花黄牡丹的冠幅、

株高等生长状况及其数量与灌木之间存在密切关系。这与大花黄牡丹本身生物学特性存在密切关系^[7]。大花黄牡丹属丛生落叶灌木,为喜光植物,但种子在强光及土壤持水量低的情况下,萌发受到影响,在半湿润半遮阴的条件下萌发生长良好^[8]。因此,大花黄牡丹幼苗更新多在灌丛下方较荫蔽处,而在裸地及高大乔木下方极少。此外,大花黄牡丹萌生能力较强,常常在母株周围形成庞大的多代萌生植株丛^[6]。这二者共同形成了大花黄牡丹生长状况及数量与灌木之间的关系。本文对大花黄牡丹幼苗更新的研究同样也证明了这一点,大花黄牡丹幼苗数量与灌丛的冠幅长、冠幅宽、冠幅面积存在显著的正相关(表6);此外,灌木群落中大花黄牡丹幼苗总数和单位面积上的幼苗数量都高于乔木群落,说明大花黄牡丹在灌木群落中更新较乔木群落中良好。由于灌丛能保护种子不被牲畜取食;灌丛能为种子的萌发提供优越的小生境;灌丛能避免牲畜取食幼苗,因此灌丛有利于大花黄牡丹幼苗更新。

人为因素是造成大花黄牡丹濒危的重要原因之一^[13]。频繁的人为干扰活动,破坏大花黄牡丹的原生生境,使它们失去了生长繁殖的空间,天然更新受到明显抑制。因此,对大花黄牡丹的保护,要在减少人为采挖活动的基础上,减少森林砍伐及牲畜活动,保护大花黄牡丹生境地的植被及生境条件,还原大花黄牡丹生存空间,为大花黄牡丹天然更新创造有利的条件。建立大花黄牡丹保护区,采取就地保护或就地保护结合异地保护的方法可能是扭转大花黄牡丹濒危的有效办法之一。

参考文献:

- [1] Améz-Marcial N, Gorzález-Espinosa M, Williams-Linera G. Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico [J]. *Forest Ecology and Management*, 2001, 154 (1): 311 - 326
- [2] Cayuela L, Golicher DJ, Benayas JM R, et al. Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forests [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2006, 43 (6): 1172 - 1181

- [3] Cayuela L, Benayas JMR, Echeverra C. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico [J]. *Forest Ecology and Management*, 2006, 226 (1 - 3): 208 - 218
- [4] Golicher D J, Cayuela L, Alkemade J R M, *et al.* Applying climatically associated species pools to the modelling of compositional change in tropical montane forests [J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2008, 17 (2): 262 - 273
- [5] Fletcher J D, Shipley L A, McShea W J, *et al.* Wildlife herbivory and rare plants: the effects of white-tailed deer, rodents, and insects on growth and survival of Turk's cap lily [J]. *Biological Conservation*, 2001, 101 (2): 229 - 238
- [6] 杨小林, 罗 健, 鲍隆友. 濒危植物大花黄牡丹种群结构与分布格局 [J]. *西南林学院学报*, 2006, 26 (6): 6 - 9
- [7] 周生军, 鲍隆友. 濒危植物大花黄牡丹的野生资源现状与栽培研究 [J]. *中国林副特产*, 2009(2): 93 - 94
- [8] 邢 震, 张启翔, 次 仁. 西藏大花黄牡丹生境概况初步调查 [J]. *江苏农业科学*, 2007(4): 250 - 253
- [9] 汪 松, 解 炎. 中国物种红色名录(第一卷) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [10] 洪德元, 潘开玉. 芍药属牡丹组的分类历史和分类处理 [J]. *植物分类学报*, 1999, 37 (4): 351 - 368
- [11] 李嘉珏, 陈德忠, 于 玲, 等. 大花黄牡丹分类学地位的研究 [J]. *植物研究*, 1998, 18 (2): 152 - 155
- [12] 林启冰, 周志钦, 赵 宣, 等. 基于 Adh 基因家族序列的牡丹组 (Sect. *Moutan* DC.) 种间关系 [J]. *园艺学报*, 2004, 31 (5): 627 - 632
- [13] 杨小林, 王秋菊, 兰小中, 等. 濒危植物大花黄牡丹 (*Paeonia ludlowii*) 种群数量动态 [J]. *生态学报*, 2007, 27 (3): 1242 - 1247
- [14] 赵仕虎, 秦临喜, 王 琳, 等. 西藏大花黄牡丹繁殖方法初步研究 [J]. *中国现代中药*, 2007, 11 (9): 43 - 44
- [15] Jemvall J, Fortelius M. Maintenance of trophic structure in fossil mammal communities: site occupancy and taxon resilience [J]. *The American Naturalist*, 2004, 164 (5): 614 - 623
- [16] Balvanera P, Pfisterer A B, Buchmann N, *et al.* Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services [J]. *Ecology Letters*, 2006, 9 (10): 1146 - 1156
- [17] Condit R, Watts K, Bohlman S A, *et al.* Quantifying the deciduousness of tropical forest canopies under varying climates [J]. *Journal of Vegetation Science*, 2000, 11 (5): 649 - 658
- [18] King D A, Wright S J, Connell J H. The contribution of interspecific variation in maximum tree height to tropical and temperate diversity [J]. *Journal of Tropical Ecology*, 2006, 22 (1): 11 - 24
- [19] Blondel J. Assessing convergence at the communitywide level [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 1991, 6: 271 - 272
- [20] Losos J B. The evolution of convergent structure in Caribbean Anolis communities [J]. *Systematic Biology*, 1992, 41 (4): 403 - 420
- [21] Samuels C L, Drake J A. Divergent perspectives on community convergence [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 1997, 12: 427 - 432