

文章编号: 1001-1498 (2006) 06-0767-06

卧龙自然保护区亚高山草甸植物群落 物种多样性研究*

宋爱云¹, 刘世荣^{1**}, 史作民¹, 董林水², 刘京涛¹

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要:采用沿海拔样方和样带结合的调查方法,对卧龙自然保护区亚高山草甸物种组成进行了分析;运用物种丰富度、多样性、多样性等指标,分析研究了保护区亚高山草甸植被的群落多样性及其变化格局。结果表明,研究区内共有植物种 28科 76属 96种,主要优势种有糙野青茅 (*Deyeuxia scabrescens*)、珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、狼毒 (*Stellera chamaejasme*)和蒿草 (*Kobresia* sp.)。随海拔升高,亚高山草甸植被物种丰富度呈现单峰分布格局;多样性 (Shannon-Wiener指数和 Simpson指数)随海拔上升先增加后下降趋势,均匀度指数则随海拔升高而增加;多样性 (Wilson-Schmidha指数、群落相异系数 C_{cs} 及 Cody指数)随着海拔均呈上升趋势。

关键词:卧龙自然保护区;亚高山草甸;物种组成;多样性;多样性

中图分类号: S718

文献标识码: A

Study on Species Diversity of Subalpine Meadow Communities in Wolong Nature Reserve

SONG Ai-yun¹, LIU Shi-rong^{1**}, SHI Zuo-min¹, DONG Lin-shu², LIU Jin-tao¹

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China;

2. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: The variation of species diversity along altitudinal gradients is one of the focuses in the studies of biodiversity. Based on the data from field survey species richness, diversity and diversity of the subalpine meadow in Wolong Nature Reserve, Sichuan Province, were analyzed. The results were as follows: There were 96 high plant species belonging to 76 genera and 28 families. *Deyeuxia scabrescens*, *Polygonum viviparum*, *Kobresia* sp. and *Stellera chamaejasme* were the most important dominant species. Species richness index was the highest at mid-altitude. diversity indices (Shannon-Wiener index and Simpson index) increased firstly, then decreased with altitude increasing. Pielou evenness index increased with altitude increasing obviously. diversity indices (Cody index and Wilson-Schmidha index) increased with increasing altitude.

Key words: Wolong Nature Reserve; subalpine meadow; species composition; diversity; diversity

亚高山植物群落物种多样性随海拔高度的变化
规律一直是生态学家感兴趣的问题。尽管物种多样

性随海拔升高而逐渐减少被认为是高寒山地物种多
样性垂直变化的一种普遍格局^[1-3],但群落多样性

收稿日期: 2005-06-25; 修回日期: 2006-07-25

基金项目: 国家 973项目 (2002CB111504)资助

作者简介: 宋爱云 (1974—),女,山东泰安人,博士

*野外工作得到四川林科院牟克华高级工程师的支持和帮助,参加野外工作的还有吕玉良,在此一并致谢。

**通讯作者。

的垂直格局在不同的山体有不同的反映^[4],如 Rahbek^[5]、王长庭^[6]研究表明,中海拔地区拥有最高的物种多样性和均匀度,即随海拔的升高,物种多样性、均匀度先增加后减少;而 Sklenar&Ramsey^[11]研究高海拔地区的矮丛生草甸表明,Shannon-Wiener指数随海拔升高而增加;目前较为少见的多性格局有:多样性随着海拔的升高而增加^[7],以及物种总数沿海拔梯度的变化不存在显著的规律性^[8]。因此,有必要对自然界各种重要山地的生物多样性进行研究,以便为阐明山地生物多样性的格局积累基础资料。

川西卧龙自然保护区山地植物种类丰富,起源古老、子遗植物,特有种属,单种,少种的科属较多,而且山地植被类型丰富多样,植被垂直分异十分明显,从沟谷到山顶分布着山地亚热带常绿阔叶林、针阔混交林、灌丛草甸、高山流石滩植被^[9]。亚高山草甸分布于海拔 3 100~3 800 m 之间,是介于亚高山森林灌丛和高山草甸之间的特有类型,也是群落类型最丰富,草质和生产力最高的山地草甸,它是当地农林牧赖以发展的重要生产资源。关于卧龙自然保护区亚高山草甸,只在一些论著的有关章节中有过概述^[9],尚无专门性的研究。本文旨在研究川西卧龙自然保护区巴郎山亚高山草甸群落物种多样性的现状、分布格局及其与生境的关系,认识高寒草甸植物群落物种多样性的基本特征及其沿环境梯度的变化速率,阐明沿海拔梯度亚高山草甸多样性的变化规律,从而为进一步深入研究高寒草甸群落生物多样性的生态系统功能奠定基础,为该区生物多样性的保护和持续利用提供参考,同时为该区生态系统的可持续发展与合理开发利用提供科学依据。

1 研究地区概况

研究地区位于邛崃山脉的东南坡,四川省卧龙自然保护区西北部,地理位置在 102°52'~103°54' E 和 30°45'~31°20' N 之间,地貌以高山深谷为主。该区的气候属于内陆高山气候,湿度大,冬季冷。年平均气温 8.5±0.5℃,1月均温 -1.7℃,7月均温 17.0℃,年降水量 862~962 mm,干湿季节分明,冬季天气晴朗干燥,降水量少;全年的降水约 70.6%集中在 5—9月;年日照时数为 926.7 h^[10]。

样地设置于川西卧龙自然保护区巴郎山的阳坡 3 100~3 650 m,下接川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides* Rehd et Wils.) 亚高山灌丛;土壤类型以亚高

山草甸土为主,这种土壤的团粒结构较多,腐殖质层较厚,表层有机质含量达 18 g·kg⁻¹。

2 研究方法

2.1 采样

2004年7月和8月,即草甸生长最旺盛时期,采用样带和样方相结合的方法,自海拔 3 100 m (该草甸分布的下限)到 3 650 m,海拔每升高约 50 m 设置一条水平样带,共 12 条。在各样带上选择典型地段,设置样方进行群落调查,在每条样带上设 8 个样方,样方的面积为 1 m × 1 m,共 96 个样方。记录项目主要包括:草本植物种类、高度、盖度、密度、株数和海拔高度等。测定植株株数和密度时,其中莎草和禾草的密度以分蘖计,杂类草的密度以株计。

2.2 数据处理

(1)重要值的计算公式:

$$N = \text{相对高度} + \text{相对盖度} + \text{相对密度}$$

(2)多样性的测度选用丰富度指数、均匀度指数和物种多样性指数 3 类^[11,12],其计算公式如下:

$$\text{Margalef 指数: } d_{Ma} = \frac{(S-1)}{\lg N};$$

$$\text{Shannon-Wiener 指数 (H): } H = - \sum p_i \ln p_i;$$

$$\text{Simpson 多样性指数 (D): } D = \frac{1}{\sum p_i^2};$$

$$\text{Pielou 均匀度指数: } J_{sw} = \frac{(\sum p_i \ln p_i)}{1 - 1/S};$$

$$J_{SI} = \frac{(1 - \sum p_i^2)}{1 - 1/S}$$

A latalo 均匀度指数:

$$Ea = \frac{(\sum p_i^2)^{-1} - 1}{\exp(-\sum p_i \ln p_i) - 1}$$

其中 S 为群落中物种的总数, P_i 为种 i 相对重要值; N 为全部物种的个体数,即丰富度指数。

(3)多样性的计算公式如下^[13,14]:

$$\text{Cody 多样性指数: } c = \frac{[g(H) + l(H)]}{2};$$

$$\text{Wilson-Schmidha 指数: } \tau = \frac{[g(H) + l(H)]}{2a}$$

其中, $g(H)$ 是沿生境梯度 H 增加的物种数目; $l(H)$ 是沿生境梯度 H 失去的物种数目,即在上一个梯度中存在的而在下一个梯度中没有的物种数目; a 为各样方或样本的平均物种数。

$$\text{Sorensen 指数: } C_s = \frac{2j}{(a+b)}$$

由 Sorensen 指数推导出的 多样性指数:

$$c_s = 1 - C_s$$

式中: j 为 2 个对比群落中的共有种数, a 和 b 分别为该 2 个群落中各包含的物种数。

3 结果与分析

3.1 物种组成

根据样方调查数据统计,研究区高等植物共有 28 科 76 属 96 种,其中包含种类最多的科是菊科 (Compositae) 有 10 属 20 种,其次是百合科 (Liliaceae) 有 4 属 10 种、唇形花科 (Labiatae) 有 5 属 6 种和毛茛科 (Ranunculaceae) 有 5 属 5 种,属于这几科的种数占总种数的比例分别是 21.5%、10.42%、

6.25%、5.2%。

在每个海拔梯度根据每个物种重要值的大小筛选出优势种和次优势种各一个 (表 1),其中 7 个种在所有海拔梯度的调查样方中出现,分别为糙野青茅、珠芽蓼、川甘蒲公英、扭盔马先蒿、狼毒、甘青老鹳草和藜芦。由表 1 可看出,珠芽蓼重要值与海拔梯度成负相关,分布海拔较低;在海拔 3 450 m 开始出现蒿草,且蒿草重要值随海拔升高逐渐增加,糙野青茅先剧烈下降后有缓慢上升的趋势。狼毒分布范围广,随海拔变化不明显。因此以物种重要值作为一个综合指标,可以反映物种在群落中的地位和作用,物种的重要值越高,说明该物种在群落中的优势度越大;同时各优势种重要值随海拔的变化趋势,可较好地说明该物种沿海拔梯度的分布格局。

表 1 各海拔优势种和次优势种的重要值

海拔 /m	糙野青茅	珠芽蓼	狼毒	川甘蒲公英	藜芦	扭盔马先蒿	甘青老鹳草	蒿草	%
3 100	61.06	27.11	15.23	—	7.95	16.08	13.64	—	
3 150	31.03	30.89	15.04	8.22	3.64	4.22	14.77	—	
3 200	44.55	25.66	14.41	5.30	2.84	14.92	13.50	—	
3 250	21.52	21.73	18.44	16.68	14.84	7.33	15.29	—	
3 300	12.83	16.23	15.14	16.15	11.25	12.99	11.76	—	
3 350	22.51	15.92	10.24	14.84	3.05	19.21	10.33	—	
3 400	15.37	12.51	18.71	4.37	16.33	4.95	13.90	—	
3 450	10.05	19.84	20.65	5.52	14.62	5.24	20.76	4.09	
3 500	12.63	11.10	18.80	7.38	8.69	9.78	16.70	4.55	
3 550	10.67	10.15	17.93	12.98	3.03	11.37	10.07	12.38	
3 600	13.37	6.50	18.78	9.47	2.92	6.00	9.97	11.90	
3 650	14.81	3.27	12.72	7.48	3.91	9.57	12.22	16.07	

糙野青茅 (*Deyeuxia scabrescens* (Griseb) Munro ex Duthie); 珠芽蓼 (*Polygonum viviparum* L.); 狼毒 (*Stellera chamaejasme* L.); 川甘蒲公英 (*Taraxacum lugubre* Dahlst); 扭盔马先蒿 (*Pedicularis davidii* Franch); 甘青老鹳草 (*Geranium pykorianum* Maxim.); 藜芦 (*Veratrum nigrum* L.); 蒿草 (*Kobresia* sp.)

3.2 多样性与海拔的关系

海拔的变化是决定生境差异的主导因子,继而制约着植物群落的空间分布格局。

巴朗山亚高山草甸自海拔 3 100 m 到 3 650 m 呈现不连续分布。通过调查,其物种多样性指数、物种丰富度和均匀度指数沿着海拔梯度的变化如图 2 所示。图 2 表明,物种丰富度在整个研究区域内,出现了两个峰值,在海拔 3 250 ~ 3 400 m 之间的区域内,物种数最高达到 56 种。随着海拔高度的增加,丰富度指数逐渐下降。由此可见,物种丰富度指数垂直梯度变化表现出,中间海拔高度群落丰富度指数最大。这与王长庭^[6]、谢晋阳等^[15]研究的结

果——“中间高度膨胀”有相似之处。

Shannon-Wiener 指数和 Simpson 多样性指数随海拔梯度的变化格局基本一致,随海拔升高总体上先增加后降低,但是变化趋势不明显,只是在海拔 3 400 m 处有一个不大的峰值,在此 Shannon-Wiener 指数、Simpson 多样性值分别是 3.48 和 23.75; 海拔 3 100 m 梯度,多样性指数值分别为 $H = 2.87$ 和 $D = 8.37$, 多样性指数最低,这主要是因为此海拔高度以糙野青茅为绝对优势种,糙野青茅株数占样地总株数的 53.33%,重要值为 61.06%,结构简单,物种种类少,致使多样性指数最低。

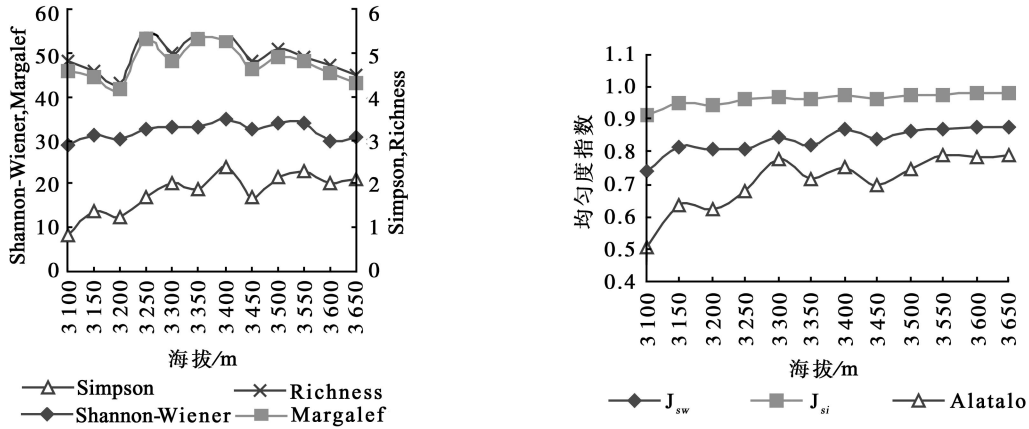


图 1 亚高山草甸群落多样性随海拔的变化

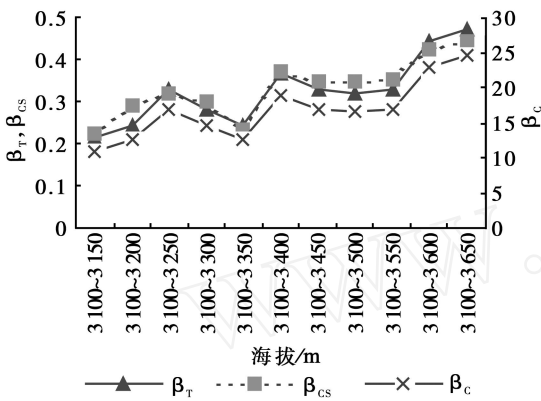


图 2 3 100 m 梯度与不同海拔高程间 多样性与海拔的关系

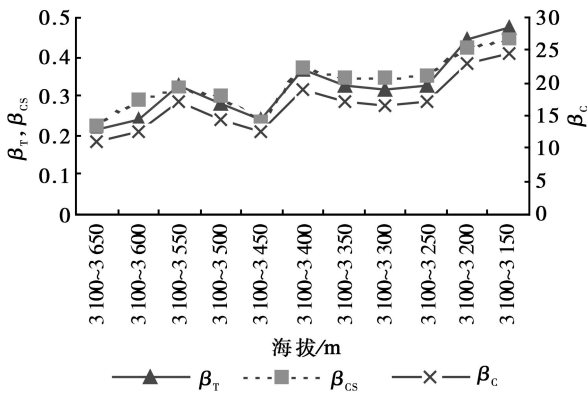


图 3 相邻海拔梯度间 多样性与海拔高度的关系

各个均匀度指数均表现出随海拔的升高逐步变大的趋势。这是因为,均匀度与物种数目无关,物种数目一定的情况下,均匀度只与个体数目或生物量等指标在各个物种中分布的均匀程度有关^[12]。通常认为,具有单优和寡优势种的群落其均匀度较低,而多优或优势不明显的群落均匀度较大。在海拔 3 100~3 150 m 处糙野青茅占主要优势地位,群落内小生境不尽一致,使得均匀度较低;而随着海拔的升高,草甸群落中优势种的地位不显著,物种数增

多,小生境较为一致,使得均匀度较高。也就是说,随着海拔的升高群落常见种与偶见种的差距逐渐变小,群落向着物种均匀化方向发展。

3.3 多样性与海拔的关系

多样性是群落多样性的重要内容,它是描述沿某一环境梯度物种替代的程度或速率、物种周转率、生物变化速度等。多样性还反映了不同群落间物种组成的差异,不同群落或不同环境梯度上群落,在种类组成上共有种越少,多样性越大。本文分别利用由群落相似性系数 Sorenson 指数导出的 β_{CS} 、Cody 指数 (β_C) 和 Wilson-Schmid 指数 (β_T) 作为分析多样性的数量指标,来研究亚高山草甸植物物种多样性沿环境梯度的分布格局及变化规律。

以海拔 3 100 m 为基准梯度,计算与其它 11 个海拔梯度之间的群落相异系数 β_{CS} 、Cody 指数 (β_C) 和 Wilson-Schmid 指数 (β_T),如图 2 所示,3 个多样性指数表现出了相同的规律,即随着海拔差的增加,多样性指数逐渐增大。但不管海拔跨度有多大,群落相互间在物种组成上均有或多或少的联系,海拔差越小,相互间的共有种越多,这也说明了海拔梯度与群落的物种组成和结构的变化关系紧密。

沿海拔梯度比较相邻梯度间的各个多样性指数表明(图 3),随海拔高度的增加, Wilson-Schmid 指数 (β_T) 及基于群落相似系数 β_{CS} 而导出的多样性指数 β_{CS} 均呈上升趋势,并且其变化的趋势也较相近。海拔 3 200~3 300 m 和 3 350~3 450 m 是多样性指数变化比较明显的两个海拔高度段,说明这两个区域的植被物种组成发生了剧变;海拔 3 450 m 以上的植物群落之间多样性指数变化相对不大,这说明海拔 3 450 m 以上的梯度植被组成的变化是均匀的,群落间共有种多,生境差异较小;海拔 3 200

- dinal gradient in the Venezuelan páramos[J]. *Vegetatio*, 1984, 55: 115 ~ 126
- [8] Dolezal J, Sutek M. Altitudinal changes in composition and structure of mountain-temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians[J]. *Plant Ecology*, 2002, 158: 201 ~ 221
- [9] 卧龙自然保护区管理局. 卧龙植被及资源植物[M]. 成都: 四川科学出版社, 1987: 8 ~ 10
- [10] 石培礼, 李文华, 王金锡, 等. 四川卧龙亚高山林线生态交错带群落的种多度关系[J]. *生态学报*, 2000, 20(3): 384 ~ 389
- [11] 史作民, 刘世荣, 程瑞梅. 宝天曼地区栓皮栎林恢复过程中高等植物物种多样性变化[J]. *植物生态学报*, 1998, 22(5): 415 ~ 421
- [12] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究—丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. *生态学报*, 1995, 15(3): 268 ~ 277
- [13] 高贤明, 马克平, 黄建辉, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究—山地草甸多样性[J]. *生态学报*, 1998, 18(1): 24 ~ 32
- [14] Whittaker R H. *Communities and Ecosystems*[M]. New York: Macmillan Publisher, 1975
- [15] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征[J]. *生态学报*, 1994, 14: 337 ~ 344
- [16] 唐志尧, 方精云, 张玲. 秦岭太白山木本植物物种多样性的梯度格局及环境解释[J]. *生物多样性*, 2004, 2(1): 115 ~ 122
- [17] 邱波, 任青吉, 罗燕江, 等. 高寒草甸不同生境类型植物群落的多样性研究[J]. *西北植物学报*, 2004, 24(4): 655 ~ 661
- [18] Whittaker R J, Whillis K J, Field K. Scale and species richness: towards a general hierarchical theory of species diversity[J]. *Journal of Biogeography*, 2001, 28: 453 ~ 470

www.cnki.net