

doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2014. 03. 014

## 西双版纳兰科植物海拔分布格局

杨正斌<sup>1</sup> 余东莉<sup>1</sup> 刘 强<sup>2</sup>

(1. 西双版纳国家级自然保护区研究所, 云南 景洪 666100; 2. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

**摘要:** 根据实地调查和相关文献资料整理, 确定西双版纳野生兰科植物 428 种。将研究区按 200 m 海拔段划分为 10 个海拔梯度, 分析兰科植物垂直分布格局。结果表明: ①西双版纳兰科植物的垂直分布格局呈“中间膨胀型”, 峰值出现在 1 000 ~ 1 200 m 海拔段; ②相邻海拔段的兰科植物种类相似系数较高(0.31 ~ 0.79), 海拔段相隔越远相似性系数越小; ③随海拔升高各海拔段的兰科植物生活型及区系成分的种类数量也呈现出先升高后下降的垂直分布格局; ④地生兰和附生兰的种数在海拔 600 m 左右达到平衡, 600 m 以上附生兰占优势; ⑤各海拔段兰科植物均以热带种类占主导地位(72% ~ 87.8%), 其中又以热带亚洲分布型的种类占优势。

**关键词:** 兰科植物; 海拔分布格局; 植物区系成分; 西双版纳

中图分类号: S757.3; S682.31 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0071-05

## Altitudinal Distribution of Orchids in Xishuangbanna

YANG Zheng-bin<sup>1</sup>, YU Dong-li<sup>1</sup>, LIU Qiang<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;

2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Mengla, Yunnan 666303, China)

**Abstract:** Based on field survey and review to literature related, 428 species from Orchidaceae were ascertained to occur in Xishuangbanna, Yunnan Province. Vertical distribution of the orchids was analyzed based on a 10-range altitudinal gradient of 200 m interval. The study shows: 1) the vertical distribution of the orchids in the prefecture is represented by “Mid-dominant” pattern, with the peak in the elevation range from 1000m to 1200m; 2) there is a higher similarity coefficient between adjacent ranges (0.31 ~ 0.79), and the farther is the elevation ranges in distance, the smaller is the similarity coefficient; 3) along with rise the elevation, species of varied life form and bio-geographical affinity increase to almost the same rhythm of the total; 4) proportion of the terrestrial and epiphytic orchid reach a balance around the elevation of 600m; 5) the species with tropical affinity prevail for all elevation ranges (72% ~ 87.8%), with the species of Tropical Asia ranking the top.

**Key words:** orchid plants; altitudinal distribution; floral element; Xishuangbanna

生物多样性沿环境梯度的变化规律是生物多样性研究的一个重要议题<sup>[1]</sup>。植物随海拔高度的变化是生物多样性研究的一个重要方面, 海拔梯度包

含了温度、湿度、光照等多种环境因子的梯度效应, 在一定范围内还反映了人为活动干扰种类及强度的梯度效应<sup>[2]</sup>。兰科是植物界中种类数量仅次于菊

收稿日期: 2014-03-13.

作者简介: 杨正斌(1967-) 男, 云南易门人, 高级工程师。研究方向: 植物生态学。

科的第二大科<sup>[3]</sup>。兰科植物形态、习性多样,花部结构高度特化,是被子植物中进化程度最高的类群之一,对研究植物多样性演化和区系地理具有重要的科学价值<sup>[4]</sup>,其中许多种类具有极高的观赏价值和药用价值。《濒危野生动植物物种国际贸易公约》已将世界所有兰科植物列入加以保护,该公约的保护植物中兰科植物占 90% 以上,兰科植物现已成为植物保护中的一个“旗舰”类群<sup>[5-6]</sup>。

目前针对兰科植物随海拔变化规律的相关研究较为少见<sup>[7-8]</sup>。本文在实地调查和相关资料查阅的基础上,分析西双版纳野生兰科植物沿海拔梯度的垂直分布规律,以期为该地区的野生兰科植物资源的保护、利用及其相关研究提供参照。

## 1 研究区域

西双版纳位于云南省南部,南与老挝、缅甸接壤,西、北、东三面与滇西南山原、山地相连,属于横断山系的余脉;区内山谷相间,纵横交错,最低海拔 462 m,最高海拔 2 437 m,海拔高差近 2 000 m。该区是热带东南亚向温带亚洲过渡的生态交错带,泛北极植物区系和古热带植物区系在这里混合交融,被认为是中国生物多样性保护的优先区域之一<sup>[8-9]</sup>。由于独特的地理位置和西南季风的强烈影响,该区呈现出明显的季节性气候,形成了干湿分明的旱季和雨季,雨季从 5 月份一直持续到 10 月份,其间降雨量占全年降雨量的 80% 以上。对应于这种独特的地理位置和气候特征,全区从南到北,植被由热带植被类型向南亚热带植被类型过渡,同时在垂直方向上随海拔的升高,植被类型也同样呈现从热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶的交替<sup>[10]</sup>。

## 2 资料来源及分析方法

### 2.1 物种分布调查

物种地理分布的资料主要来源于 2006 ~ 2013 年对西双版纳州野生兰科植物多样性及濒危现状调查研究的结果资料<sup>[11-12]</sup>,并利用了有关研究区野生兰科植物分布的相关文献资料<sup>[13-20]</sup>。野外调查采用样带法,样线沿不同植被和海拔梯度布设,并包含了区内的热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、暖性针叶林、落叶阔叶林、竹林等 8 种天然植被型和主要的地形、地貌区域;部分地段对考察路线两侧进行力所能及的扩展,种类较丰富的部分样线还分季节进行了多次重复。沿线调查并记录兰科植物

种类、地理位置、个体数量、小生境情况、附主植物种类情况。

### 2.2 植物区系与海拔段的划分

参照吴征镒等<sup>[21-23]</sup>中国种子植物属分布类型概念及范围,对野生兰科植物的区系进行分析。按 200 m 海拔期间将研究区(海拔 462 ~ 2 437 m)依次分段划分为 10 个海拔段: I (462 ~ 600 m)、II (600 ~ 800 m)、III (800 ~ 1 000 m)、IV (1 000 ~ 1 200 m)、V (1 200 ~ 1 400 m)、VI (1 400 ~ 1 600 m)、VII (1 600 ~ 1 800 m)、VIII (1 800 ~ 2 000 m)、IX (2 000 ~ 2 200 m)、X (2 200 ~ 2 437 m),统计各海拔段内兰科植物种数及各生活型、分布区类型兰科植物的种数。

### 2.3 海拔段间物种的相似性分析

各海拔段间兰科植物物种的相似性分析采用 Jaccard 指数法,计算公式:  $C_j = j / (a + b - j)$ <sup>[24]</sup>。式中  $a$ 、 $b$  分别为任二海拔段(A 和 B)的兰科植物种数  $j$  为 2 海拔段之间共有的兰科植物种数。 $C_j$  的变动范围为 0 ~ 1,值越大表明相似度越高。若等于 0 表示 2 海拔段间的种类完全不同;若等于 1 表示 2 海拔段间的种类完全相同。

## 3 结果与分析

### 3.1 野生兰科植物的种类多样性

根据 2006 ~ 2013 年的野外实地调查和相关文献记载,确认西双版纳地区已知分布的野生兰科植物共计 115 属 428 种<sup>[12, 24-27]</sup>。分别占云南兰科植物 135 属 764 种 16 变种的 85.19% 和 54.87%,占中国兰科植物 194 属 1 388 种的 59.28% 和 30.84%,表明西双版纳野生兰科植物的种类多样性极为丰富。

### 3.2 兰科植物多样性的海拔梯度变化

由图 1 可以看出,随着海拔的上升,I ~ X 海拔段兰科植物的种数整体上表现为先增而后下降的趋势,即呈现“中间高度膨胀”型,峰值偏向低海拔段。第 I 海拔段(< 600 m)分布的兰科植物有 67 种,到第 IV 海拔段(1 000 ~ 1 200 m)时,分布的种数达到最大值(273 种),而最高海拔段(2 200 ~ 2 437 m)兰科植物种类最少,仅 51 种。

### 3.3 兰科植物生活型构成的垂直分布格局

西双版纳野生兰科植物生活型多样,其中地生兰 126 种、附生兰 287 种、腐生兰 14 种、藤本兰 1 种。除大香荚兰(*Vanilla siamensis*),属草质攀援藤

本) 仅见于 800 ~ 1 200 m 海拔段外,其余 3 类生活型的兰科植物在各海拔段均有分布;其种类数量沿海拔梯度的变化均表现为先上升后下降的趋势(图 1)。附生兰、腐生兰的种类数量在 1 000 ~ 1 200 m 海拔段达到最大(178 种和 9 种),地生兰的种数则在 800 ~ 1 000 m 段达到最大(86 种)。各海拔段中,仅第 I 海拔段(600 m 以下)的地生兰种类数量多于附生兰,其余海拔段的附生兰种数均大幅超过地生兰。

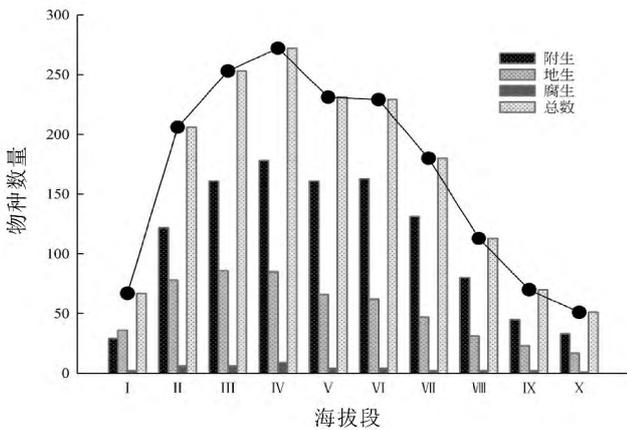


图 1 西双版纳地区各海拔段兰科植物物种数量

Fig. 1 Species Number of orchid plant in different elevation segment of Xishuangbanna region

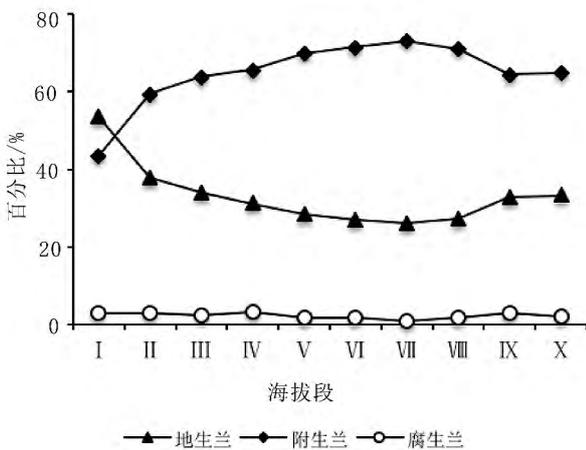


图 2 各海拔段兰科植物的生活型构成

Fig. 2 Orchidaceae life forms in different elevation segment

由图 2 可以看出,海拔 1 800 m 以下区域(I ~ VII 段),附生兰所占比例随海拔的升高而上升,地生兰的比例则随海拔的升高逐渐下降;海拔 1 800 m 以上区域附生兰所占比例随海拔的升高逐渐下降,

地生兰的比例则随海拔的升高而逐渐上升;腐生兰所占比例沿海拔梯度的变化幅度较小(1.1% ~ 3.0%)。

### 3.4 不同海拔段的兰科植物区系成分分析

西双版纳不同海拔段的兰科植物区系成分见表 1。

根据种的分布区域、海拔范围和中国种子植物属的分布区类型划分原则,将西双版纳兰科植物的地理成分划分为 11 个类型及 7 亚型,各海拔段的区系成分统计结果见表 2。

由表 1 可知,西双版纳现有 428 种兰科植物中热带分布型种类最多,占总数的 88.3%,温带分布型种类和世界广布种类分别只占 7.7% 和 4%。热带分布类型中,热带亚州分布及其亚型的种类最多,主要有钻喙兰(*Rhynchostylis retusa*)、美柱兰(*Callostylis rigida*)、凤蝶兰(*Papilionanthe teres*)等 182 种,占总种数的 42.5%;其次为热带亚洲至大洋洲分布种类,包括鼓槌石斛(*Dendrobium chrysotoxum*)、绒兰(*Dendrolirium tomentosa*)、白点兰(*Thrixspermum centipeda*)等 75 种;占总种数的 17.5%,再次是泛热带分布的种类,包括赤唇石豆兰(*Bulbophyllum affine*)、麦穗石豆兰(*Bulbophyllum orientale*)、粗茎苹兰(*Pinalia amica*)、管花兰(*Corymborkis veratrifolia*)等 64 种,占总种数的 15%。各海拔段野生兰科植物的区系成分均十分丰富,其中,第 I 海拔段区系成分最少(含 9 个分布区型和 1 个亚型);第 V、VI 海拔段的区系成分最丰富(含 11 个分布区型和 5 个亚型)。

西双版纳兰科植物区系成分种类数量的海拔分布格局如图 3 所示,各海拔段兰科植物均以热带成分占主导地位,其中又以热带亚洲分布型的种类占优势(表 1)。热带种类的数量随海拔上升而明显增加,到第 IV 海拔段(1 000 ~ 1 200 m)时达到最高,之后则随海拔升高而下降。温带和世界广布成分所占比例较低,但在各海拔段的整体分布格局与热带成分基本趋于一致。

## 4 讨论

### 4.1 西双版纳兰科植物种类多样性呈“单峰垂直分布格局”

植物群落中各生活型物种的多样性对环境因子的响应不同,且不同区系成分的植物其分布区的控制因子不同,多样性的垂直分布格局也有所不同<sup>[25]</sup>。贺金生、陈伟烈总结了山地植物群落物种多

表 1 西双版纳不同海拔段的兰科植物区系成分  
Tab. 1 Orchid flora in different elevation segment of Xishuangbanna

区系成分	全部种数	海拔分段									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1 世界广布	17	2	10	13	13	12	13	10	8	8	6
2 泛热带分布	63	8	25	37	37	34	35	30	16	9	6
2-2 热带亚洲、热带非洲、热带美洲(南美洲)间断分布	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
3 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	3	2	3	3	1	1	1	1	0	0	0
4 旧世界热分布	38	11	22	24	19	16	15	14	6	4	4
4-1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断或星散分布	4	0	3	3	3	1	1	2	2	2	1
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	75	14	33	43	51	43	43	28	20	11	7
6 热带亚洲至热带非洲分布	12	3	7	7	8	6	5	3	1	1	1
7 热带亚洲分布	163	20	78	100	109	92	90	67	40	19	13
7-1 爪哇、喜马拉雅间断和华南、西南分布	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7-2 热带印度至华南(尤其云南南部)分布	13	0	2	2	6	6	7	8	5	5	5
7-3 缅甸、泰国至华西南分布	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7-4 越南(或中南半岛)至华南或西南分布	4	0	3	3	3	2	1	0	0	0	0
热带种合计(2~7)	378	58	178	223	238	202	199	154	90	51	37
8 北温带广布	20	5	14	12	15	9	7	7	7	5	3
9 北美、澳大利亚东部及新几内亚间断分布	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
10 旧世界温带分布	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 SH 中国—喜马拉雅分布	10	1	3	4	5	5	7	7	6	4	3
15 中国特有分布	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
温带种合计(8~15)	33	7	19	18	22	17	17	16	15	11	8
合计	428	67	207	254	273	231	229	180	113	70	51

样性随海拔梯度的变化模式<sup>[31]</sup>，将其划分为 5 种：  
①负相关，即随海拔的升高物种多样性降低；②中间高度膨胀，即物种多样性在中等海拔最高；③物种多样性在中等海拔最低；④正相关，即随着海拔的升高物种多样性增加；⑤无相关性，即物种随海拔升高而呈无规律性变化。西双版纳地区的兰科植物的种类多样性随海拔的升高呈现为“中间高度膨胀”型，并且最大物种多样性偏向于低海拔段，这与 Md. Nor(2001) 在 Kinabalu 山脉以及 Thorsten 对安第斯山脉兰科植物的调查结果相同<sup>[27]</sup>，与滇西北兰科植物物种多样性随海拔变化的趋势也相同<sup>[8, 42-43]</sup>，而与喜马拉雅山脉北侧、峨眉山、贡嘎山东侧兰科植物海拔梯度变化趋势不同，后者呈现的是负相关<sup>[6, 28-29]</sup>。这说明不同坡向的水、热、光照等各种生态因子随海拔梯度变化的效应有所不同。西双版纳兰科植物种类丰富度最大值出现在 1 000

~1 200 m 的中海拔段，主要原因可解释为许多本区兰科植物的海拔分布在中海拔段上存在重叠。这从 II ~ VI 海拔段(800 ~ 1 600 m) 有较高的物种相似性系数亦可得到反映(表 2)。中海拔段有着最宽的环境梯度，从而植物物种多样性达到最大值，这种模式已经被很多调查所证实<sup>[30-31]</sup>。中海拔段有着适宜各种生活型兰科植物生长的水分、光照、土壤以及上层植被，所以不同生活型的兰科物种多样性均在此达到最大值。

#### 4.2 地生兰与附生兰种类数量的重要拐点

西双版纳地生兰与附生兰种类数量在海拔 600 m 左右达到平衡，其种类数量沿海拔梯度变化趋势在海拔 1 800 m 处呈现明显转折(图 2)。海拔 1 800 m 以下区域，附生兰所占比例随海拔的升高而上升，地生兰的比例则随海拔的升高逐渐下降；海拔 1 800 m 以上区域，附生兰所占比例随海拔的升高

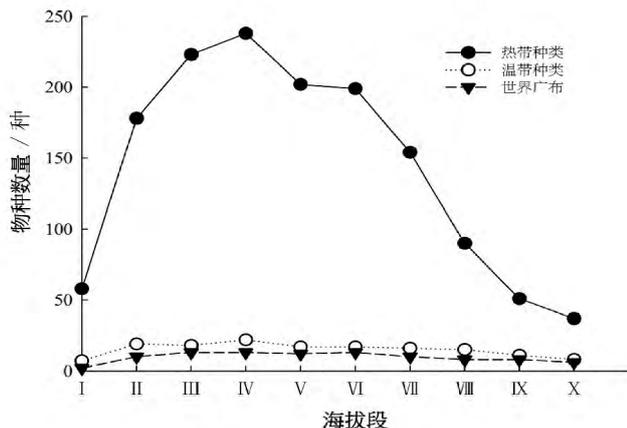


图 3 热带、温带与世界广布区系成分种类数量的海拔分布格局

Fig. 3 Elevation distribution pattern of species number in the Tropical, temperate and world wide floristic composition

表 2 西双版纳不同海拔段兰科植物物种相似性系数

Tab. 2 Similarity coefficient of orchid plant species at different elevation segment of Xishuangbanna

海拔段 /m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
II (600 ~ 800)	0.31								
III (800 ~ 1000)	0.22	0.63							
IV (1000 ~ 1200)	0.16	0.45	0.67						
V (1200 ~ 1400)	0.15	0.34	0.52	0.67					
VI (1400 ~ 1600)	0.13	0.29	0.43	0.56	0.79				
VII (1600 ~ 1800)	0.1	0.22	0.32	0.31	0.56	0.64			
VIII (1800 ~ 2000)	0.08	0.13	0.19	0.23	0.34	0.39	0.58		
IX (2000 ~ 2200)	0.07	0.09	0.14	0.16	0.19	0.25	0.37	0.61	
X (>2200)	0.07	0.08	0.1	0.11	0.16	0.18	0.24	0.43	0.73

逐渐下降, 地生兰的比例则随海拔的升高而逐渐上升。这与附生兰生长需要充足的光线和较大空气湿度的生活习性和西双版纳地区天然植被的垂直分布现状相一致。海拔 460 ~ 1 800 m 间, 西双版纳的天然森林植被从低海拔的热带雨林、热带季雨林逐渐过渡到高海拔的亚热带常绿阔叶林; 随海拔的升高, 群落层次逐渐减少, 林内透风和光照条件得以逐渐改善<sup>[32]</sup>, 这对附生兰可能较为有利。而海拔 1 800 m 以上区域, 随着海拔的上升, 热量条件逐渐下降,

适于分布的附生兰种类则相对减少。

### 4.3 兰科植物区系成分的垂直变化

各海拔段兰科植物均以热带成分占主导地位 (72.5% ~ 87.8%), 其中又以热带亚洲分布型的种类占优 (表 1)。热带、温带和世界广布种所占比例随海拔梯度的变化趋势, 与各海拔段兰科植物种数的分布格局基本一致, 均呈现先上升而后下降的单峰分布格局。

### 参考文献:

- [1] Kratochwil, A. Biodiversity in ecosystems: some principles [C]//Biodiversity in Ecosystems (ed. Kratochwil A). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999: 5-38.
- [2] Kevin J. Gaston, Global patterns in biodiversity [J]. *Nature*, 405: 220-226.
- [3] Robert L Dressler. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family* [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- [4] 郎楷永. 兰科植物区系中一些有意义的地理分布格局的研究 [J]. *植物分类学报*, 1994, 32(4): 328-339.
- [5] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录·第一卷 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [6] 罗毅, 贾建生, 王春玲. 中国兰科植物保育现状和展望 [J]. *生物多样性*, 2003, 11(1): 70-77.
- [7] 郎楷永. 西藏兰科植物的地理分布和区系特点的研究 [J]. *植物分类学报*, 1980, 18(4): 391-407.
- [8] 刘洋, 杜凡, 李瑞年, 等. 滇西北兰科植物海拔分布格局 [J]. *西南林业大学学报*, 2012, 32(3): 40-46.
- [9] 吴征镒, 王荷生. 中国自然地理: 植物地理 (上册) [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 8.
- [10] 吴征镒, 朱彦承, 姜汉桥. 云南植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [11] 余东莉, 刘强. 西双版纳国家级自然保护区野生兰科植物多样性评价及保护对策 [J]. *林业调查规划*, 2008, 33(4): 27-29.
- [12] 高江云, 刘强, 余东莉. 西双版纳兰科植物多样性与保护 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2013.
- [13] 吉占和, 陈房启. 云南西双版纳兰科植物 [J]. *植物分类学报*, 1995, 33(3): 281-196.
- [14] 陈心启. 中国植物志: 第十八卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [15] 郎楷永. 中国植物志: 第十七卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [16] 吉占和. 中国植物志: 第十九卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [17] Chen et al. *Flora of China*: 第 25 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.

(下转第 101 页)

- [3] 贾天民. 简述森林抚育目的和方法[J]. 植树造林, 2012(11): 39.
- [4] Clutter JL, Jones EP. Prediction of growth after thinning in old-field slash Pine Plantations[J]. *USDA Forest Service: Research Paper*, 1980, 14(5): 463-471.
- [5] 雷向东, 陆元昌, 张会播, 等. 抚育间伐对落叶松云冷杉混交林的影响[J]. 林业科学, 2005, 41(14): 78-85.
- [6] 李克俭, 王春红. 侧柏人工林抚育间伐效果的研究[J]. 山东林业科技, 2002(2): 12-14.
- [7] Rab MA. Changes in Physical Properties of soil associated with logging of Eucalyptus regnans forest in south eastern Australia[J]. *Forest Ecology and Management*, 1994, 70(3): 215-219.
- [8] Humphrey JW, et al. Effects of forest management on understorey vegetation in a pinus sylvestris [J]. *Botanical Journal of Scotland*, 1997, 49(2): 479-488.
- [9] Reader RJ, Brieker BD. Value of selectively cut deciduous forest for understory herb conservation: an experimental assessment[J]. *Forest Ecology and Management*, 1992, 51: 317-327.
- [10] Gilliam FS, Turrill, Adams MB. Herbaceous layer and over story species in clear cut and mature central Appalachian hardwood forest [J]. *Ecology Apply*, 1995, 5(4): 947-955.
- [11] 肖娟. 关于云南省森林抚育补贴试点项目管理的几点思考[J]. 内蒙古林业调查设计, 2013, 36(6): 132-135.
- [12] 倪金碧. 不同经营方式对云南热区用材林土壤性状的影响研究[D]. 西南林学院, 2007.
- [13] Ferris H, Bongers T, Goede R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept [J]. *Applied Soil Ecology*, 2001, 18: 13-29.
- [14] 李秀英. 森林健康评价指标体系初步评价研究及应用[D]. 中国林业科学研究院, 2006.

(上接第75页)

- [18] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志: 第十四卷[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2009: 27-485.
- [19] 陈心启, 吉占和, 郑远方. 中国兰花全书[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 1079-1118.
- [20] 徐志辉, 蒋宏, 叶德平, 等. 云南野生兰花[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
- [21] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(增): 1-178.
- [22] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [23] 吴征镒, 路安民, 汤彦承, 等. 中国种子植物科属综论[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 275-281.
- [24] Whittaker R H. Evolution and measurement of species diversity [J]. *Taxon*, 1972, 21: 213-251.
- [25] 唐志尧, 方精云. The environmental control of plant species density on a Himalayan elevation gradient [J]. *Journal of Biogeography*, 32: 999-1018.
- [26] Md. Nor S. Elevational diversity patterns of small mammals on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia [J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2001, 10: 41-62.
- [27] 郎楷永. 峨眉山兰科植物的地理分布和区系组成[J]. 植物分类学报, 1983, 21(3): 254-265.
- [28] 郎楷永. 四川贡嘎山地区兰科植物的地理分布和区系特点的研究[J]. 植物分类学报, 1985, 23(6): 418-428.
- [29] Tang CQ, Ohsawa M. Zonal transition of evergreen, deciduous, and coniferous forests along the altitudinal gradient on a humid subtropical mountain, Mt. Emei, Sichuan, China [J]. *Plant Ecology*, 1997, 133: 63-78.
- [30] 常学向, 赵文智, 赵爱. 祁连山区不同海拔草地群落的物种多样性[J]. 应用生态学报, 2004, 15(9): 1599-1603.
- [31] 贺金生, 陈伟烈. 陆生植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. 生态学报, 1997, 17(1): 91-99.
- [32] 西双版纳国家级自然保护区管理局. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明: 云南教育出版社, 2006: 241-365.