

云南思茅翠云石灰岩山剑叶龙血树群落的研究

周仕顺, 王 洪, 朱 华

(中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

摘 要: 根据 6 个 10 m×10 m 样地的调查资料, 对思茅翠云石灰岩山森林的群落学特征进行了分析研究, 结果显示: (1) 云南思茅翠云石灰岩山森林主要由常绿的剑叶龙血树形成单优群落, 而群落内随乔木径级的增大, 个体/种的数量逐渐减小。 (2) 该群落在 600 m² 样地内, 共计维管束植物 123 种, 隶属于 65 科 110 属; 其中乔木种类最为丰富, 共有 51 种, 隶属 29 科 46 属, 而林下草本和层间藤本植物种类次之, 灌木和附生植物种类较少。 (3) 群落主要以高位芽植物为主, 其中又以中高位芽植物比例最大, 占所统计总数的 35.77%; 在叶片生态学特征方面, 群落以常绿(65.04%)、中叶(56.1%)和小叶(40.7%)、单叶(73.98%)、纸质(59.35%)、全缘(64.23%)、非尾尖(91.06%)为主。 (4) 该群落是一种基本上常绿或半常绿的森林群落, 与经典的“季雨林”特征不符, 应是一种滇南石灰岩山地上发育的特殊森林植被类型。

关键词: 云南思茅翠云; 石灰岩山森林; 群落特征

中图分类号: Q948.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)02-0157-06

Study on the *Dracaena cochinchinensis* dominated forest on limestone in Cuiyun County, Simao, Southern Yunnan

ZHOU Shi-shun, WANG Hong, ZHU Hua

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China)

Abstract: Based on 6 sampling plots of 10 m by 10 m, the limestone forest in Cuiyun, Simao of southern Yunnan was studied. The following results were given: (1) The limestone forest is dominated by the evergreen tree species *Dracaena cochinchinensis*. (2) In the total 600 m² sampling area, 123 vascular species of 110 genera of 65 families were recorded. (3) In life form spectrum, phanerophytes contributes to 76.4% of total species, of which mesophanerophytes makes up 35.77%, liana phanerophytes 21.14%. In leaf size spectrum, the forest is dominated by evergreen tree species with simple, mesophyllous leaves. (4) The forest, dominated by the evergreen tree species *D. cochinchinensis*, is not equivalent to classic monsoon forest in physiognomy, in spite of the fact that it is affected by seasonal dryness and contains a variable percentage of deciduous trees. It is considered to be a particular vegetation type on limestone in Southern Yunnan.

Key words: limestone forest; ecological and floristic characteristics; Simao of Southern Yunnan

石灰岩山森林因地形、基质, 亦即生境的特殊性和多样化而使得它更加独特, 具有更为丰富的特有种和多样性的群落类型, 但同时它也非常脆弱, 破坏后不易恢复而容易丧失其多样性。由于石灰岩生境

本身的隔离分化作用, 促进了石灰岩物种的分化和形成, 使得石灰岩地区有不少的嗜钙植物(许兆然, 1993)。这些种类在石灰岩山形成了不同的群落类型。随着社会的发展, 人口的增多, 尽管是地形复杂

收稿日期: 2005-04-29 修回日期: 2005-09-26

基金项目: 国家自然科学基金(40271048); 云南省自然科学基金(2002C0067M); 中国科学院知识创新工程项目资助[Supported by the National Science Foundation of China(40271048); Knowledge Innovation Project of the Chinese Academy of Sciences].

作者简介: 周仕顺(1979-), 男, 云南景谷人, 技术员, 主要从事植物分类学和植物生态学研究。

的石灰岩山,难以通行和从事耕作活动,但仍有一部分原生植被受到破坏,特别是山脚沟谷和山坡稍平岩石较少的地方,大多都已沦为农地。本次所调查的思茅翠云石灰岩山森林位于思茅地区的中南部,与西双版纳的北部毗邻。在该地区的石灰岩山地,发育有大片的以剑叶龙血树为单优势种的群落。由于石多土少的特殊生境,人们无法在那里进行耕种,也不把剑叶龙血树用作薪柴,所以剑叶龙血树群落才得以保存下来。在云南南部的石灰岩山森林植被和植物区系已有一些研究(朱华等,1996,1997;王洪等,1997;Zhu,2002),但这些研究工作都是在最南部的西双版纳地区,而思茅地区的石灰岩山森林植被,未曾有过研究报道。因此,对翠云石灰岩山剑叶龙血树群落学特征的研究具有十分重要的理论意义和实践价值。其次,由于过去交通不便,从未进行过植物学采集调查,通过对当地石灰岩山森林群落生态学研究,无疑对滇南地区石灰岩山森林群落学的研究是一个必要的补充,对当地的自然环境、植物资源的保护和开发利用也有着重要的意义。本文以云南思茅翠云石灰岩山森林剑叶龙血树单优群落6个样地为基础,分析了剑叶龙血树单优群落的生态特征,物种组成等,为生物多样性保护的理论与实践提供参考。

1 研究地自然概况

研究地位于云南的中南部,澜沧江的东面,属南亚热带山地温湿季风气候。地理位置约在 $100^{\circ}37' \sim 100^{\circ}55' \text{ E}$, $22^{\circ}32' \sim 22^{\circ}49' \text{ N}$ 之间。年平均温度 $15.30 \sim 20.20^{\circ}\text{C}$,终年无霜,年平均降雨量 $1\,100 \sim 1\,780 \text{ mm}$,年均空气相对湿度为 $60\% \sim 80\%$,年日照时数 $2\,206 \text{ h}$ 。土壤为淋溶腐殖质碳酸盐土(思茅地区土地管理局,2001;雷锋等,1993)。研究地由许多各自相对隔离的岩石山体组成,它们间的距离都比较近。这些相对独立的石灰岩山在景观上组成了石灰岩丘陵群,剑叶龙血树森林在这些石灰岩山上随生境条件和人类活动的影响而呈现出不同的外貌和组合特征。

2 研究方法

本研究采用记名记数样方法的调查法。设置6个样地,基本上涵盖了作者所调查区剑叶龙血树群落的主要生境地段。剑叶龙血树群落主要分布在海

拔 $900 \sim 1\,500 \text{ m}$ 的石灰岩山,岩石裸露较多而无法耕作的山地。此次研究的样地海拔在 $1\,100 \sim 1\,500 \text{ m}$ 之间,其中样方1位于翠云仙人洞山东坡,样方2位于翠云乡镇俯后山的山坡,样方3位于翠云水泥厂东南面山坡,样方4位于翠云水泥厂西边山坡,样方5位于翠云仙人洞山东南边山坡,样方6位于翠云乡镇俯后山的山顶。

样地的面积每个均为 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$,乔木层采用记名记数法,记录样地中出现的每一株胸径 2 cm 以上的乔木种类。灌草层的调查是在大样方正中间设1个 $2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ 的小样方,记录小样方内每种灌木、藤本、草本、乔木幼树的种类和株数(或丛数)。对于未进入大样方乔木层和小样方内的其它植物则只记录其学名。

群落中植物种类的重要值的计算采用以下公式:重要值=(相对多度+相对显著度+相对频度)/300(曲仲湘等,1983)。即,计算公式: $IV = RDE + RDO + RFE$,式中:IV(Importance value)—重要值;RDE(relative density)—相对密度;RDO(relative dominance)—相对优势度;RFE(relative frequency)—相对频度。群落的叶级谱按叶面积(复叶按小叶计):细叶, $< 25 \text{ mm}^2$;微叶, $26 \sim 225 \text{ mm}^2$;小叶, $226 \sim 2\,025 \text{ mm}^2$;中叶, $2\,026 \sim 18\,225 \text{ mm}^2$;大叶, $18\,226 \sim 164\,025 \text{ mm}^2$;巨叶, $> 164\,025 \text{ mm}^2$ (王伯荪,1987a)。群落生活型谱根据 Raunkiaer (1934)分类系统统计。

3 结果分析

3.1 群落外貌和结构

云南思茅翠云石灰岩山剑叶龙血树群落高 $8 \sim 25 \text{ m}$,乔木层通常有两层,第一层高 $15 \sim 25 \text{ m}$,盖度 $10\% \sim 30\%$,主要由落叶的光叶合欢(*Albizia lucidior*)、微毛布荆、黑黄檀、白腊树一种、劲直刺桐(*Erythrina stricta*)、白花树等树种组成,形成伞形的树冠,树冠间彼此分离;第二层高 $8 \sim 15 \text{ m}$,主要由常绿的剑叶龙血树、清香木和木犀科(*Oleaceae*)、大戟科(*Euphorbiaceae*)、蝶形花科(*Papilionaceae*)、榆科(*Ulmaceae*)等树种组成,盖度在 70% 以上,群落中的个体数多,密度大,形成连续的树冠。乔木层之下由乔木幼树、藤本、灌木和草本组成,在阴坡的沟谷岩石上附生植物较多,主要是些兰科和苔藓类植物。

3.2 植物种组成

群落中优势种类主要分布在乔木第二层。根据 6 个样方资料, 将乔木树种的重要值计算(表 1)。在整个群落中重要值大于 10 的有 6 种, 其中重要值最大的是剑叶龙血树, 为 79.438 1。其次是长叶女贞为 16.078 9。其它种类的重要值都较小, 这些重要值较小的种类主要是乔木第一层。重要值小于 4 的

种类有 16 种, 主要是桑科、豆科、五加科、椴树科、大戟科等的种类。在整个群落中主要是以龙舌兰科的剑叶龙血树为优势种类。

3.3 生活型谱

根据 Raunkiaer(1934)生活型分类系统统计, 统计出 6 个样方所有维管束植物的生活型(表 2)。在调查整个剑叶龙血树群落中共有维管束植物 123

表 1 思茅翠云石灰岩山森林群落优势树种的重要值

Table 1 The important value of tree species in the limestone forest in Cuiyun, Simao, Yunnan

植物学名 Species name	相对密度 RDE	相对优势度 RDO	相对频度 RFE	重要值 IV
剑叶龙血树 <i>Dracaena cochinchinensis</i>	34.604 5	35.600 0	9.233 6	79.438 1
长叶女贞 <i>Ligustrum compactum</i>	10.201 0	2.800 0	3.077 9	16.078 9
白饭树 <i>Flueggea virosa</i>	3.077 0	7.200 0	3.077 9	13.354 9
樟叶朴 <i>Celtis timorensis</i>	2.197 3	2.800 0	6.155 7	11.153 0
黑黄檀 <i>Dalbergia fusca</i>	2.834 9	4.800 0	3.077 9	10.712 8
铁橡栎 <i>Quercus cocci feroides</i>	6.810 6	2.000 0	1.538 9	10.349 5
滇南海桐 <i>Pittosporum kerrii</i>	3.177 6	1.600 0	4.616 8	9.394 4
白腊树一种 <i>Fraxinus</i> sp.	1.528 9	3.200 0	4.616 8	9.345 7
清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>	4.164 7	1.600 0	3.077 9	8.842 6
小叶臭黄皮 <i>Clausena excavata</i>	1.48 3	4.000 0	3.077 9	8.560 9
毛果扁担干 <i>Grewia abutilii folia</i>	1.933 6	3.200 0	3.077 9	8.211 5
白花树 <i>Bauhinia variegata</i>	2.088 8	4.000 0	1.538 9	7.627 7
光叶铁仔 <i>Myrsine stolonifera</i>	4.338 8	1.600 0	1.538 9	7.477 7
霸王鞭 <i>Euphorbia royleana</i>	1.275 5	4.400 0	1.538 9	7.214 4
针齿铁仔 <i>Myrsine semiserrata</i>	2.320 6	1.600 0	3.077 9	6.998 5
小叶铁屎米 <i>Oxyceros sinensis</i>	0.484 5	2.800 0	3.077 9	6.362 4
假烟叶树 <i>Solanum donianum</i>	0.908 7	2.000 0	3.077 9	5.986 6
翅子树 <i>Pterospermum acerifolium</i>	1.072 4	1.600 0	3.077 9	5.750 3
钝叶黄檀 <i>Dalbergia obtusifolia</i>	3.758 8	0.400 0	1.538 9	5.697 7
云南豆腐果 <i>Buchanania yunnanensis</i>	3.194 5	0.400 0	1.538 9	5.133 4
滇赤才 <i>Lepisanthes senegalensis</i>	0.430 7	1.600 0	3.077 9	5.108 6
微毛布荆 <i>Vitex quinata</i> var. <i>puberula</i>	2.186 3	0.400 0	1.538 9	4.125 2
灰毛浆果楝 <i>Cipadessa cinerascens</i>	0.207 2	0.800 0	3.077 9	4.085 1
石山木楝 <i>Amoora calcicola</i>	0.153 1	0.800 0	3.077 9	4.031 0
重要值<4 种类有 16 种 Other 16 species with IV<4	5.566 8	8.800 0	24.262 4	38.989 2
总计 40 种 Total 40 species	100	100	100	300

种。群落中木本植物占的比例最大, 占 49.59%; 其次是草本植物, 占 21.95%, 藤本植物, 占 21.14%, 附生植物, 占 7.32%。在整个群落中以高位芽植物为主, 其中又以中高位芽植物占优势, 占 35.77%; 其次是矮高位芽植物, 占 8.13%; 大高位芽植物少, 占 0.81%。在草本植物中以地面芽植物为主, 占 7.32%。其次是地下芽植物, 占 5.69%, 草本高位芽植物, 占 4.88%, 地上芽植物, 占 4.07%, 其中在草本植物中有些种类属于一年生植物。

3.4 乔木径级分布, 个体/种的关系

所调查样地的所有乔木种类的径级分布情况见表 3。在 600 m² 的群落中, 胸径≥2 cm 的有 250 株, 其中绝大多数种类径级在 5~15 cm, 大径级只

有少数个体, 大多数个体是小径级的中小乔木和灌木, 幼树个体较少。径级在 5 cm 以上的乔木种数与个体的关系随乔木径级的增大而减少, 个体/种的数量逐渐减小, 径级在 2~5 cm 之间的个体数较少, 只有 12 株。群落中总的个体/种数的比值为 6.25 株/种, 这表明群落中大径级的植物优势不明显, 多数种类在中小径级中分布的较多, 群落中的优势种也主要是通过很多数量的中小径级的个体体现出来。

3.5 群落叶级谱

根据 Raunkiaer(1934)划分叶级谱的方法, 剑叶龙血树群落叶面积的统计结果见表 4。群落在乔木植物种类中以中叶为主, 占 78.4%; 其次是小叶占 19.6%; 大叶占 2%。在藤本植物种类中还是以

中叶为主,占 76.9%;小叶占 19.2%;大叶占 3.9%。在灌木、草本和附生植物种类中则以小叶为主,分别占 70.0%、74.1%和 88.9%;中叶分别占 30.0%、18.5%和 11.1%。其中草本植物种类中存在鳞叶和微叶,各占 3.7%。从整个剑叶龙血树群落来看,群落没有巨叶存在,在乔木、灌木、藤本和附生植物种类中都没有鳞叶和微叶存在,而在草本植物则没有大叶存在。所以整个群落主要是以中叶和小叶植物种类占优势,分别占 56.1%和 40.7%。鳞叶植物和微叶植物都是草本植物,而小叶植物也主要出现于草本、灌木、附生植物种类中,从而反映出群落存在一定程度的旱生性。

3.6 叶质、叶缘、叶尖、叶型及落叶习性

对翠云石灰岩山剑叶龙血树群落中全部物种的叶质、叶缘、叶尖、单复叶及落叶习性的统计结果(表 5)表明,群落的叶型以单叶为主,占 73.98%;叶质以纸质为主,占 59.35%;叶缘以全缘为主,占 64.23%;叶尖以非尾尖为主,占 91.06%;落叶习性以常绿为主,占 65.04%。因此,群落是以全缘、纸质、非尾尖、单叶、常绿植物占优势,但在各类植物中比例又各不相同,其中纸质叶以林下的藤本和草本

植物占的比例最大,乔木种的比例最小。全缘叶以藤本和附生植物的比例最大,草本植物的比例最小。尾尖的植物很少,这主要是与生境有关。这些特征反映出群落是有一定程度的旱生性。群落中以常绿植物占绝大部分,在乔木、藤本和灌木中有一定数量

表 2 思茅翠云石灰岩山森林群落生活型谱
Table 2 The life form spectra of the limestone forest in Cuiyun, Simao, Yunnan

生活型 Life form	种数 Species	百分比(%) Percentage
附生植物 Ep.	9	7.32
藤本植物 Liana	26	21.14
大高位芽 Mg. Ph	1	0.81
中高位芽 Ms. Ph	44	35.77
小高位芽 Mi. Ph	6	4.88
矮高位芽 Na. Ph	10	8.13
草本高位芽 H. ph	6	4.88
地上芽 Ch.	5	4.07
地面芽 H	9	7.32
地下芽 G	7	5.69
总计 Total	123	100

Ep., Epiphyte; Mg. Ph, mega-phanaerophyte; Ms. Ph, meso-phanaerophyte; Mi. Ph, micro-phanaerophyte; Na. Ph, nano-phanaerophyte; H. Ph, herbaceous phanaerophyte; Ch, chamaephyte; H, hemicryptophyte; G, geophyte.

表 3 思茅翠云石灰岩山森林群落乔木的径级分布、树种/个体关系
Table 3 The distribution of trees in DBH classes and the individual/species relations in DBH classes of the limestone forest in Cuiyun, Simao, Yunnan

径级(cm) DBH class	种数 No. of species	个体 No. of indiv.	个体/种 Indiv./sp.	径级(cm) DBH class	种数 No. of species	个体 No. of indiv.	个体/种 Indiv./sp.
2≤DBH<5	10	12	1.20	2.5≤DBH	40	250	6.25
5≤DBH<15	35	208	5.94	5.0≤DBH	40	238	5.95
15≤DBH<25	9	15	1.67	15≤DBH	16	30	1.87
25≤DBH<35	5	8	1.60	25≤DBH	10	15	1.50
35≤DBH<45	5	5	1.00	35≤DBH	7	7	1.00
45≤DBH	2	2	1.00	45≤DBH	2	2	1.00
总计 Total	40	250	6.25	总计 Total	40	250	6.25

的落叶植物存在。

4 结论与讨论

云南思茅翠云石灰岩山剑叶龙血树群落以高位芽植物为主,其中又以中高位芽植物占优势,占 35.77%;其次是草本植物,占 21.95%。从叶片生态学特征上看,群落以常绿 82.11%,单叶 73.98%,中叶 58.5%,纸质 60.16%,全缘 65.04%,非尾尖 91.06%为主,这种群落外貌特征与西双版纳季节雨林较为相似(朱华,1992,1993;朱华等,1998)。然而与西双版纳季节雨林相比,石灰岩山剑叶龙血树群

落又表现为藤本植物、大叶、复叶、全缘叶比例偏低,而小高位芽植物、小叶、微叶以及单叶、非全缘叶比例偏高。

剑叶龙血树群落的林冠不连续,乔木层通常有 2 层,乔木 1 层主要由落叶的植物组成,优势度小,个体数少,树冠不连续。乔木第 2 层主要由常绿的剑叶龙血树为主,个体数量大,常形成连续的树冠。群落中乔木径级分布呈倒金字塔型,大径级个体很少,而中小径级的乔木个体最多,而随乔木径级的增大,个体/种的数量逐渐减小。从群落的外貌特征上看,群落主要以常绿、高位芽、全缘、中叶和小叶、纸质、单叶、非尾尖植物种类占优势,而大叶、鳞叶和微

叶型植物种类非常稀少,没有巨叶型植物存在。 国植被》和《云南植被》(吴征镒,1987)曾把滇南石灰岩山含剑叶龙血树的群落作为“季雨林”植被类型,剑叶龙血树为常绿树种,在群落中占优势。《中

表 4 思茅翠云石灰岩山森林群落的叶级谱

Table 4 The leaf size spectra of the plants in the limestone forest in Cuiyun, Simao, Yunnan

叶级 Leaf scale	乔木 Tree		灌木 Shrub		藤本 Liana		草本 Herb		附生植物 Epiphyte		总计 Total	%
	种数 Species	%	种数 Species	%	种数 Species	%	种数 Species	%	种数 Species	%		
鳞叶 Lepto	0	0	0	0	0	0	1	3.7	0	0	1	0.8
微叶 Nano	0	0	0	0	0	0	3.7	0	0	1	0.8	
小叶 Micro	10	19.6	7	70.0	5	19.2	20	74.1	8	88.9	50	40.7
中叶 Meso	40	78.4	3	30.0	20	76.9	5	18.5	1	11.1	69	56.1
大叶 Macro	1	2.0	0	0	1	3.9	0	0	0	0	2	1.6
巨叶 Gigan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合 计 Total	51	100	10	100	26	100	27	100	9	100	123	100

表 5 思茅翠云石灰岩山森林群落的叶型、叶质、叶缘、叶尖谱

Table 5 The leaf texture, leaf margin and leaf apex spectra of plants in the limestone forest in Cuiyun, Simao, Yunnan

层次 Layers	常绿\落叶 Ev. \Dec.		叶型 Leaf type		叶质 Leaf texture		叶缘 Leaf margin		叶尖 Leaf apex	
	常绿 Ev.	落叶 Dec.	单叶 Simple	复叶 Comp.	革质 Leath.	纸质 Pap.	全缘 Entire	非全缘 Non-entire	尾尖 Caud.	非尾尖 No Caud.
乔木 Tree	32	19	33	18	30	21	34	17	5	46
%	62.75	37.25	64.71	35.29	58.82	41.18	66.67	33.33	9.80	90.20
灌木 Shrub	9	1	9	1	4	6	6	4	0	14
%	90.00	10.00	90.00	10.00	40.00	60.00	60.00	40.00	0	100
藤本 Liana	20	6	17	9	10	16	19	7	2	24
%	76.92	23.08	65.38	34.62	38.46	61.54	73.08	26.92	7.69	92.31
草本 Herb	10	17	23	4	3	24	11	16	4	23
%	37.04	62.96	85.19	14.81	11.11	88.89	40.74	59.26	14.81	85.19
附生植物 Epiphyte	9	0	9	0	3	6	9	0	0	9
%	100	0	100	0	33.33	66.67	100	0	0	100
总计 Total	80	43	91	32	50	73	79	44	11	112
%	65.04	34.96	73.98	26.02	40.65	59.35	64.23	35.77	8.94	91.06

然而,王伯荪(1987b),林媚珍等(1996),王伯荪等(2002)提出了不同的看法,他们根据 Schimper (1903)最初建立的季雨林(Monsoon forest)的概念和定义,以及国外有关学者对该名称的运用(Beard, 1944, 1955; Whittaker, 1970),就像 Schimper 的原始定义那样,认为季雨林是一种在干季基本上是无叶的、介于雨林与稀树草原(萨王纳)之间的植被类型,属于经向地带性植被,并依此定义,通过对广东和海南季雨林的特点的分析,认为《中国植被》对热带季雨林的解释和运用是不对的。我们基本上同意王伯荪等的观点,认为滇南石灰岩山的所谓“季雨林”植被类型,在许多方面与 Schimper(1903)的季雨林不相同,它们是一种基本上常绿或半常绿的森林群落,用“季雨林”来称呼它们有不妥之处(Zhu 等,1998, 2003; Zhu, 2002; 朱华, 2005)。这种以剑叶龙血树为乔木优势种的群落,我们暂称为“剑叶龙血树单优群落”。

参考文献:

- 王伯荪. 1987a. 植物群落学[M]. 北京:高等教育出版社.
 曲仲湘,吴玉树,王焕校等. 1983. 植物生态学[M]. 北京:高等教育出版社.
 吴征镒. 1987. 云南植被[M]. 北京:科学出版社,164—192.
 吴征镒. 1980. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,363—379.
 思茅地区土地管理局. 2001. 思茅地区土地志[M]. 昆明:云南民族出版社.
 雷 锋,杨春荣,姜定忠,等. 1993. 思茅县志[M]. 昆明:申和新知读书三联书店出版.
 Beard JS. 1955. The classification of tropical American vegetation types[J]. *Ecology*, 36:359—412.
 Beard JS. 1944. Climax vegetation in tropical America[J]. *Ecology*, 25:127—158.
 Lin MZ(林媚珍), Zhuo ZD(卓正大), Guo ZH(郭志华). 1996. Some problems on the monsoon forest in Guangdong (广东季雨林的几个问题)[J]. *Acta Phytocool Sin*(植物生态学报), 20:90—96.
 Raunkiaer C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography[M]. Oxford, Oxford University Press.
 Schimper AFW. 1903. Plant-geography upon a physiological

- basis[M]. Oxford:Oxford University Press.
- Wang BS(王伯荪), Zhang WY(张伟银). 2002. The groups and features of tropical vegetation of Hainan Island(海南岛热带森林植被的类群及其特征)[J]. *Guihaia*(广西植物), 22:107-115.
- Wang BS(王伯荪). 1987b. Discussion on the horizontal zonation of monsoon forest(论季雨林的水平地带性)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 11:154-157.
- Wang H(王洪), Zhu H(朱华), Li BG(李保贵). 1997. Vegetation on limestone in Xishuangbanna, southwestern China(西双版纳石灰岩森林植被)[J]. *Guihaia*(广西植物), 17(2):101-117.
- Whittaker RH. 1970. *Communities and Ecosystems*[M]. London: Collier-Macmillan Press.
- Xu ZR(许兆然). 1993. Studies on limestone flora in south and southwest China(中国南部和西南部石灰岩植物区系的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 增刊 4:5-54.
- Zhu H(朱华), Wang H(王洪), Li BG(李保贵), et al. 1997. Floristic relationships between the limestone flora of Xishuangbanna and neighboring floras of tropical Asia and south China(西双版纳石灰岩植物区系与东南亚及中国南部一些地区植物区系的关系)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 19(4):357-365.
- Zhu H(朱华), Wang H(王洪), Li BG(李保贵), et al. 1996. A phytogeographical research on the forest flora of limestone hills in Xishuangbanna(西双版纳石灰岩森林的植物区系地理研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 16(4):317-330.
- Zhu H(朱华), Wang H(王洪), Li BG(李保贵). 1998. Research on the Tropical Seasonal Rainforest of Xishuangbanna, South Yunnan(西双版纳热带季节雨林的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 18(4):37-384.
- Zhu H(朱华). 1993. A comparative study of phytosociology between *Shorea chinensis* forest of Xishuangbanna and other closer forest types(望天树林与相近类型植被结构的比较研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 15(1):34-46.
- Zhu H(朱华). 2005. Discussion on monsoon forest in southern Yunnan, SW China(滇南热带季雨林的一些问题讨论)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 29(1):170.
- Zhu H(朱华). 1992. Research of community ecology on *Shorea chinensis* forest in Xishuangbanna(西双版纳望天树林的群落生态学研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 14(3):237-258.
- Zhu H, Wang H, Li BG, et al. 2003. Biogeography and floristic affinity of the Limestone flora in southern Yunnan, China[J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 90:444-465.
- Zhu H, Wang H, Li BG. 1998. The structure, species composition and diversity of the limestone vegetation in Xishuangbanna, SW China[J]. *Gardens' Bulletin, Singapore*, 50:5-33.
- Zhu H. 2002. Ecology and biogeography of the limestone vegetation in southern Yunnan, SW China[M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press.

(上接第 156 页 Continue from page 156)

坏了以天池为中心直径 50 km 以内所有植被。1597 年、1668 年、1702 年天池又连续喷发了 3 次, 高山冻原植物又遭到了不同程度的破坏, 随着火山喷发周期的临近, 高山冻原植物可能再次出现生存危机, 因此, 要加强对对其进行生理生态学、保护生物学、生殖生物学、传粉生物学、遗传多样性等研究, 并配合一定的迁地保护工作是当前面临的紧迫任务。

致谢: 在野外调查过程中, 得到了中国科学院植物研究所徐克学研究员, 长白山国家级自然保护区自然博物馆朴龙国馆长、刘利副馆长, 长白山国家级自然保护区科研中心刘军主任、赵晓飞副主任的大力支持和帮助, 谨此致谢。

参考文献:

- 王季平. 1989. 长白山志[M]. 长春: 吉林文史出版社, 157-163.
- 李建东, 吴榜华, 盛连喜. 2001. 吉林植被[M]. 长春: 吉林省科学技术出版社, 25-64; 349-351.
- 吴征镒. 1995. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 613-627.
- 严仲铨, 李万林. 1997. 中国长白山药用植物彩色图志[M]. 北京: 人民卫生出版社, 107-503.
- 周 繇, 朱俊义, 于俊林. 2005. 中国长白山观赏植物彩色图志[M]. 长春: 吉林教育出版社, 15-500.

- 曹 伟, 李冀云. 2003. 长白山植物自然分布[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 18-270.
- Qian H(钱宏), Gao Q(高谦). 1990. Bryoflora of the alpine tundra of Changbai Mountain and its floristic relationship to the bryofloras of Arctic tundras(长白山高山冻原苔藓植物区系与北极冻原苔藓植物区系的关系)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), 32(9):716-724.
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The area-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), (增刊 IV):1-136.
- Zhou Y(周 繇). 2004a. On protection of rare and endangered plants in Changbai Mountains(长白山区珍稀濒危植物的现状与保护)[J]. *J Zhejiang For Coll*(浙江林学院学报), 21(3):263-268.
- Zhou Y(周 繇). 2004b. Ornamental plant resources and their diversity in Mountains Changbai National Nature Reserve(长白山国家级自然保护区观赏植物资源及其多样性)[J]. *J Northeast For Univ*(东北林业大学学报), 32(6):45-50.
- Zhou Y(周 繇). 2004c. Investigation of the wild ornamental trees from Changbai Mountains(长白山区野生木本观赏树木调查)[J]. *J Zhejiang Univ(Agric & Life Sci)*(浙江大学学报(农业与生命科学版)), 30(5):524-535.
- Zhou Y(周 繇). 2004d. A report on the wild herbaceous flowers from Changbai Mountain Area(长白山区野生草本观赏花卉调查)[J]. *Guihaia*(广西植物), 24(6):515-523.