

昆明西山国家森林公园蝶类多样性及区系分析

刘小龙¹, 陈子牛¹, 杨晓虹¹, 李仲立², 刘子超^{1*}

(1. 昆明学院生命科学与技术系 昆明市滇池水生态修复重点实验室, 云南 昆明 650214;

2. 昆明滇池国家级风景名胜区西山景区管理局, 云南 昆明 650228)

摘要: 选取常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌木丛 4 种典型植被生境, 对昆明西山森林公园蝶类多样性和区系进行研究. 共捕获蝴蝶 938 只, 分属于 8 科 44 属 76 种. 其中凤蝶科的物种数最多, 为 19 种. 区系组成主要为东洋种, 占 60.53%, 其余为广布种, 占 39.47%, 没有发现古北种. 多样性分析结果表明, 针阔混交林和灌木丛有最高的物种多样性和丰富度, 常绿阔叶林次之, 针叶林最低. 研究结果显示, 生境改变对于蝶类群落影响较大.

关键词: 昆虫; 蝶类; 生物多样性; 区系; 西山国家森林公园

中图分类号: Q968 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2018) 03-0090-05

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2018.03.018

Diversity and Faunal Analysis of Butterfly Species in Xishan National Forest Park in Kunming

LIU Xiaolong¹, CHEN Ziniu¹, YANG Xiaohong¹, LI Zhongli², LIU Zichao^{1*}

(1. Kunming Key Laboratory of Hydroecology Restoration of Dianchi Lake, Department of

Life Science and Technology, Kunming University, Kunming, Yunnan, China 650214;

2. Xishan Scenic Spot Administration Bureau of Dianchi National Scenic Area of Kunming, Kunming, Yunnan, China 650228)

Abstract: The butterfly species diversity and fauna of Xishan national forest park in Kunming were studied with a habitat classification as evergreen broad-leaved forest, mixed conifer-broadleaf forest, shrub and coniferous forest. A total of 938 butterfly specimens were collected among them 76 species of 44 genera belonging to eight families were identified. Papilionidae is the most diverse group with 19 species. Oriental species were dominant (60.53%), while widely distributed species made up the rest of the species (39.47%). No Palearctic species was recorded. The diversity analysis showed that the mixed conifer-broadleaf forest and shrub possessed the highest species diversity and richness, followed by evergreen broad-leaved forest. Coniferous forest was the lowest. The results showed that habitat change was important to butterfly community.

Key words: insect; butterfly; biodiversity; fauna; Xishan national forest park

蝴蝶是鳞翅目 (Lepidoptera) 锤角亚目 (Rhopalocera) 昆虫的总称. 因为其翅膀宽大, 且覆盖有色彩鲜艳的鳞片, 被誉为会飞的花朵, 所以蝴蝶具有重要的美学观赏价值和经济价值^[1]. 蝴蝶的种群动态变化与分布区气候、寄主植物、环境污染程度等密切相关, 是监测和评价生态系统状况、环境质量、生境破碎化和气候变化重要的指示生物^[2]. 因

此, 蝴蝶是除害虫之外研究得最多的昆虫类群. 我国对蝶类的研究主要集中在本底调查、多样性分析、区系分析以及垂直分布等方面, 研究手段包括野外采集、物种鉴定、区系分析和生物学统计等^[3-4]. 此外, 亦有对重要经济蝶类和珍稀蝶类进行生活史、生物学特性、防治、保护以及分子遗传研究^[5-6]. 这些研究对于了解我国蝶类组成、价值评估和保护

收稿日期: 2017-08-31

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划资助项目 (201500393004); 昆明市滇池水生态修复重点实验室开放课题 (SST201602).

作者简介: 刘小龙 (1995—), 男, 云南宜良人, 本科生, 主要从事动物学研究.

* 通讯作者: 刘子超 (1981—), 男, 重庆丰都人, 副教授, 博士, 主要从事动物学研究, E-mail: abclzc@aliyun.com.

起着至关重要的作用。

云南省地处板块交界地区, 又是物种发生中心, 生物资源非常丰富, 被誉为“动物王国”。目前中国已知蝶类 1 317 种, 其中在云南有分布 600 余种, 居全国首位^[7]。昆明西山国家森林公园是国家 AAAA 级旅游景区, 距昆明市区仅 15 km, 紧邻滇池, 景区内植被类型多样、植物种类丰富, 且华亭寺、太华寺、三清阁等名胜古迹, 以及聂耳墓、陈一得墓、升庵祠等名人陵园坐落其中, 成为我国重点风景名胜。国内外关于蝶类的研究很多, 但尚未见对昆明西山国家森林公园蝶类的报道, 就连本区域的昆虫研究都很少见^[8]。为了摸清蝶类资源现状, 于 2016 年对昆明西山国家森林公园的蝶类进行调查和分析, 旨在为蝶类资源保护和利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

昆明西山位于昆明市西郊, 东经 102.619 4 ~ 102.639 2°, 北纬 24.958 2 ~ 24.990 6°, 呈南北走势, 属喜马拉雅造山运动形成的断裂带, 海拔 1 890 ~ 2 507 m, 为典型的滇中地区山地环境。山中植被类型多样, 海拔垂直差异十分明显, 亚热带常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌木丛依次出现, 中间夹杂少量竹林、草地等非典型植被类型^[9]。其中亚热带常绿阔叶林的主要组成树种为滇青冈 (*Cyclobalanopsis glaucooides*)、滇石栎 (*Lithocarpus dealbatus*) 等; 针阔混交林的主要组成树种为麻栎 (*Quercus acutissima*)、栓皮栎 (*Q. variabilis*); 针叶林的主要组成树种为云南松 (*Pinus yunnanensis*)、华山松 (*P. armandi*)、云南油杉 (*Keteleeria evelyniana*) 等; 灌木丛的主要组成树种为滇含笑 (*Michelia yunnanensis*) 和铁子 (*Myrsine africana*) 等。

1.2 调查方法

2016 年 5—8 月, 选取常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌木丛 4 种典型植被生境, 每月中旬选择晴天对每个生境采集 3 d, 每天 2 人次参与采集, 采集时间为 9:00 ~ 16:00, 采集样线长度约 3 km, 采集人沿着样线行走, 用捕虫网采集能采集到的所有蝴蝶。捕虫网长 2.5 m, 网兜直径 50 cm, 深 100 cm。将采集到的蝴蝶标本装入三角纸袋带回实验室, 参考《中国蝴蝶分类与鉴定》^[10]《中国蝶

类图谱》《云南蝴蝶》进行分类鉴定和区系分析。

1.3 数据处理

用 Shannon-Wiener 指数计算物种多样性^[11]:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i,$$

其中 P_i 是第 i 个物种的个体比例, s 为该生境的物种数。

用 Margalef 丰富度指数计算物种丰富度:

$$R = (S - 1) \ln N,$$

其中 S 是物种数, N 为全部物种的个体数。

用 Berger-Parker 指数计算优势度:

$$D = N_{\max} / N,$$

其中 N_{\max} 为优势种的个体数, N 为全部物种的个体数。

用 Pielou 指数计算均匀度:

$$J = H' / \ln S,$$

其中 H' 为 Shannon-Wiener 多样性指数。

用 Jaccard 相似性系数计算生境之间的物种相似性^[12]:

$$C_s = c / (a + b - c),$$

其中 a 为 A 生境的物种数, b 为 B 生境的物种数, c 为 A 和 B 生境都有的物种数。根据 Jaccard 的相似性系数原理, 当 C_s 为 0 ~ 0.25 时, 为极不相似; 当 C_s 为 0.25 ~ 0.50 时, 为中等不相似; 当 C_s 为 0.50 ~ 0.75 时, 为中等相似; 当 C_s 为 0.75 ~ 1.00 时, 为极相似。

物种区系划分以《中国蝴蝶分类与鉴定》《中国蝶类图谱》《云南蝴蝶》等资料为依据, 古北界和东洋界分界依据秦岭—淮河一线为准, 同时分布于两个或两个以上区系的物种定义为广布种。

2 结果

2.1 蝶类组成

本研究共采集到蝶类标本 938 只, 分属于 8 科 44 属 76 种 (见文后表 1)。其中凤蝶科种类最多, 达 6 属 19 种, 优势种为中华翠凤蝶; 粉蝶科种类仅次于凤蝶科, 为 10 属 18 种, 但是个体数量最多, 共采集到 313 个粉蝶个体, 优势种为菜粉蝶; 弄蝶科和蛱蝶科最少, 弄蝶科为 3 属 3 种, 蛱蝶科仅为 2 属 3 种。不同生境的蝶类群落组成为: 常绿阔叶林凤蝶科种类最多, 为 12 种, 弄蝶科最少, 仅 1 种, 未见蛱蝶科种类; 针阔混交林粉蝶科种类最多, 为 16 种, 弄蝶科最少, 仅 2 种; 灌木丛凤蝶科种类最

多, 为 18 种, 眼蝶科、灰蝶科、蛱蝶科和弄蝶科种类最少, 均为 3 种; 针叶林的种类和个体均最少, 种类最多的是粉蝶科, 有 5 种, 斑蝶科和眼蝶科最少, 均为 1 种, 未见弄蝶科和蛱蝶科种类。

2.2 不同生境的蝶类多样性分析

不同生境蝶类多样性指数差异为: 针阔混交林 > 灌木丛 > 常绿阔叶林 > 针叶林; 丰富度差异为: 灌木丛 > 针阔混交林 > 常绿阔叶林 > 针叶林; 优势度差异为: 针叶林 > 灌木丛 > 常绿阔叶林 > 针阔混交林; 均匀度指数差异为: 常绿阔叶林 > 针阔混交林 > 针叶林 > 灌木丛 (表 2)。针阔混交林和灌木丛有最高的多样性指数和丰富度, 针叶林的多样性指数和丰富度指数均最低, 蝶类种类单一、资源贫乏。

表 2 不同生境蝶类多样性指数

生境	多样性指数(H')	丰富度(R)	优势度(D)	均匀度(J)
I	3.589 7	6.283 1	0.062 5	0.948 6
II	3.862 8	9.205 5	0.058 6	0.928 8
III	2.408 3	1.899 5	0.205 1	0.912 6
IV	3.776 5	9.643 8	0.135 4	0.898 2

注: I. 常绿阔叶林; II. 针阔混交林; III. 针叶林; IV. 灌木丛。下表同。

2.3 不同生境的蝶类相似性比较

各生境之间的相似性系数差异较大, 其中针阔混交林与灌木丛之间的相似性系数为极为相似; 针阔混交林与常绿阔叶林、灌木丛与常绿阔叶林之间的相似性系数均为中等相似; 针叶林与另外 3 个生境之间的相似性系数均为极不相似 (见表 3)。

表 3 不同生境相同蝴蝶种类及相似性系数

生境	I	II	III	IV
I	37.000 0	11.000 0	42.000 0	
II	0.521 1		14.000 0	57.000 0
III	0.234 0	0.218 8		14.000 0
IV	0.608 7	0.770 3	0.209 0	

2.4 蝶类地理区系分析

在采集到的 76 种蝶类中, 东洋种有 46 种, 占 60.53%, 广布种有 30 种, 占 39.47%, 没有发现古北种 (见文后表 1)。这与该地区位于东洋界的地理位置相符合。

3 讨论

昆明西山森林公园的植被类型主要包括常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌木丛 4 种, 此外, 有少量竹林和草地。4 种主要的植被类型中, 针阔

混交林和灌木丛的植物种类丰富, 透光性好。由于大量开花植物为蝶类生存和繁殖提供了良好的环境, 因此蝶类多样性指数和丰富度指数均最高。针叶林的主要植被为云南松、华山松和云南油杉等高大乔木, 阳光很难透射到林下, 因此林下植物种类单一, 数量少, 蝶类多样性指数和丰富度指数均最低。由此可见, 植被类型与蝶类多样性存在正相关性, 即生境越复杂, 蝶类种类越丰富, 植被类型直接影响了蝶类的分布和种类。

本次选取的 4 个典型植被生境之间蝶类相似性差异较大, 这与其所处地理位置和生境多样性是分不开的。针阔混交林与灌木丛相似性系数最高, 等级为极为相似, 这除了因为两种生境所处位置相邻外, 还与它们都有复杂的微环境, 能够吸引本区域大量的蝶类相关。针叶林与其余 3 种生境之间的相似性系数均最低, 主要原因是针叶林的蝶类种类和数量均最少。

从地理区划来看, 昆明西山位于云南省中部, 在地理上属于东洋界西南区, 蝶类以东洋种为主。本次调查结果表明, 东洋种占 60.53%, 这与其地理位置是相符的。同时其广布种所占比例也达到 39.47%, 表明该地区蝶类在地理分布上存在过渡和交叉现象, 说明云南处于一个地理交汇和生物区系过渡地带^[13]。

蝴蝶不仅是传粉昆虫, 也是十分重要的观赏昆虫。而昆明素有“春城”的美誉, 一年中大多数时间的白昼温度在 15 ~ 25℃, 西山上一一年四季均能看到鲜花盛开, 蝴蝶翩翩起舞的美景, 这对于昆明西山森林公园的旅游价值十分重要。保护蝴蝶资源, 是开发昆明西山旅游资源重要的途径之一。目前, 由于全球气候变化和环境污染等原因, 导致全球蝶类资源正受到前所未有的威胁^[14]。森林是蝶类重要的繁衍场所, 非法捕捉是野生蝶类资源枯竭的重要因素^[15]。因此提出以下保护建议: 1) 保护蝶类寄主和栖息地。有关部门应加强植物多样性保护力度, 控制污染, 保护生态环境, 并控制外来物种, 加强生物安全管理; 2) 制定蝶类保护措施, 禁止随意采集蝴蝶, 并加强对蝶类栖息地和寄主植物的保护; 3) 加强野生动物保护相关法律法规宣传力度, 提高公民的蝶类资源保护意识。

致谢: 张剑樊、赖小刚、宋涛、邹千荣同学帮助采集部分蝶类标本, 在此表示感谢!

[参考文献]

[1] 李传隆, 朱宝云. 中国蝶类图谱 [M]. 上海: 上海远东出版社, 1992.

[2] 李志刚, 曾焕忱, 叶静文, 等. 珠三角重要生态区域蝶类多样性及其对区域环境的指示 [J]. 生态科学, 2015, 34 (5): 167–171.

[3] 顾伟, 马玲, 刘哲强, 等. 小兴安岭凉水自然保护区蝶类多样性 [J]. 生态学报, 2015, 35 (22): 7387–7396.

[4] 谢嗣光, 李树恒. 四川省喇叭河自然保护区蝶类垂直分布及多样性研究 [J]. 西南大学学报 (自然科学版), 2007, 29 (2): 111–117.

[5] 姜海平, 阚李斌, 蔡超, 等. 大白斑弄蝶在茗荷上的危害规律及其防治技术研究初报 [J]. 中国植保导刊, 2013, 33 (11): 35–37.

[6] 林宝珠, 朱祥福, 曾菊平, 等. 九连山金斑喙凤蝶野外生物学特性观测 [J]. 林业科学研究, 2017, 30 (3): 399–408.

[7] 李传隆. 云南蝴蝶 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

[8] 梅象信, 徐正会, 张继玲, 等. 昆明西山森林公园东坡蚂蚁物种多样性研究 [J]. 林业科学研究, 2006, 19 (2): 63–66.

[9] 李小双, 宋亮, 陈军文, 等. 昆明西山半湿润常绿阔叶林及其此生演替群落的更新特征 [J]. 广西植物, 2012, 32 (4): 475–482.

[10] 周尧. 中国蝴蝶分类与鉴定 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998.

[11] SHANNON C E. A mathematical theory of communication [J]. Bell System Technical Journal, 1948, 27: 623–656.

[12] JACCARD P. The distribution of the flora in the alpine zone [J]. New Phytologist, 1912, 11 (2): 37–50.

[13] 朱华. 云南一条新的生物地理线 [J]. 地球科学进展, 2011, 26 (9): 916–925.

[14] THOMAS J A. Butterfly communities under threat [J]. Science, 2016, 353 (6296): 216–218.

[15] MORGAN-BROWN T, JACKSON S K, WALD K, et al. Quantitative assessment of a tanzanian integrated conservation and development project involving butterfly farming [J]. Conservation Biology, 2010, 24 (2): 563–572.

表 1 昆明西山国家森林公园蝶类名录及区系

物种	数量					区系
	I	II	III	IV	合计	
凤蝶科（Papilionidae）						
糙绒磨凤蝶（ <i>Byasa nevillei</i> ）	2	0	0	4	6	O
藏东磨凤蝶（ <i>Byasa daemonius</i> ）	0	0	0	1	1	O
娆磨凤蝶（ <i>Byasa rhadinus</i> ）	2	4	0	7	13	O
白斑磨凤蝶（ <i>Byasa dasarada</i> ）	1	3	0	5	9	O
多姿磨凤蝶（ <i>Byasa polyeuctes</i> ）	0	3	0	4	7	W
短尾磨凤蝶（ <i>Byasa crassipes</i> ）	0	3	0	4	7	O
无尾凤蝶（ <i>Princeps demoleus</i> ）	0	5	0	0	5	W
长尾金凤蝶（ <i>Princeps verityi</i> ）	1	0	0	6	7	O
华西翠凤蝶（ <i>Achillides syfanius</i> ）	0	0	0	3	3	O
宝镜翠凤蝶（ <i>Achillides paris</i> ）	2	4	0	7	13	O
中华翠凤蝶（ <i>Achillides bianor</i> ）	6	7	2	15	30	W
玉斑凤蝶（ <i>Menelaides helenus</i> ）	0	0	0	2	2	W
蓝凤蝶（ <i>Menelaides protenor</i> ）	2	5	0	11	18	W
花椒凤蝶（ <i>Papilio xuthus</i> ）	2	12	0	6	20	W
金凤蝶（ <i>Papilio machaon</i> ）	5	5	0	12	22	W
玉带凤蝶（ <i>Papilio polytes</i> ）	1	5	2	3	11	W
宽带青凤蝶（ <i>Graphium cloanthus</i> ）	0	1	0	2	3	W
蓝带青凤蝶（ <i>Graphium sarpedon</i> ）	2	7	0	5	14	W
木兰青凤蝶（ <i>Graphium doson</i> ）	1	3	0	6	10	W
粉蝶科（Pieridae）						
槲黄粉蝶（ <i>Eurema blanda</i> ）	5	11	2	18	36	O
橙黄豆粉蝶（ <i>Colias fieldii</i> ）	2	9	0	5	16	W
橙黄粉蝶（ <i>Colias electo</i> ）	0	1	0	1	2	W
迁粉蝶（ <i>Catopsilia pomona</i> ）	6	4	0	12	22	W
多点菜粉蝶（ <i>Artogeia canidia</i> ）	0	2	0	6	8	W
淡色鼠李粉蝶（ <i>Gonepteryx aspasia</i> ）	0	2	1	4	7	W
橙赤鼠李粉蝶（ <i>Gonepteryx amintha</i> ）	1	2	0	5	8	W
缘白斑绢粉蝶（ <i>Aporia monbeigi</i> ）	1	0	0	3	4	O

续表 1

物种	数量				合计	区系
	I	II	III	IV		
黄翅绢粉蝶 (<i>Aporia agathon</i>)	2	0	0	4	6	O
大翅绢粉蝶 (<i>Aporia largeau</i>)	2	3	0	3	8	O
暗脉菜粉蝶 (<i>Pieris napi</i>)	2	11	3	10	26	W
菜粉蝶 (<i>Pieris rapae</i>)	3	18	5	65	91	W
大菜粉蝶 (<i>Pieris brassicae</i>)	0	1	0	5	6	W
斑粉蝶 (<i>Pontia daplidice</i>)	2	8	0	8	18	W
黑缘橙粉蝶 (<i>Ixias pyrene</i>)	5	15	1	22	43	O
维氏斑粉蝶 (<i>Delias wilemani</i>)	0	3	0	3	6	O
艳妇斑粉蝶 (<i>Delias belladonna</i>)	0	2	0	0	2	O
洒青斑粉蝶 (<i>Delias sanaca</i>)	0	1	0	3	4	O
斑蝶科 (Danaiidae)						
金斑蝶 (<i>Anosia chrysippus</i>)	3	0	0	2	5	W
粗脉棕斑蝶 (<i>Salatura genutia</i>)	4	5	0	2	11	O
嵩青斑蝶 (<i>Tirumala septentrionis</i>)	4	18	2	19	43	O
异型紫斑蝶 (<i>Euploea mulciber</i>)	0	7	0	3	10	O
大绢斑蝶 (<i>Parantica sita</i>)	0	1	0	2	3	W
橙青斑蝶 (<i>Parantica melaneus</i>)	0	3	0	4	7	W
斯氏绢斑蝶 (<i>Parantica swinhoei</i>)	1	4	0	2	7	O
虎斑蝶 (<i>Danaus genutia</i>)	2	7	0	11	20	O
眼蝶科 (Satyridae)						
纵条林眼蝶 (<i>Aulocera marlina</i>)	0	2	0	0	2	O
窄点林眼蝶 (<i>Aulocera sybillina</i>)	1	4	0	4	9	O
网纹荫眼蝶 (<i>Neope Christi</i>)	0	1	0	0	1	O
丝链荫眼蝶 (<i>Neope yama</i>)	0	2	0	0	2	O
普通鄰眼蝶 (<i>Ypthima baldus</i>)	1	4	0	8	13	O
霍氏眉眼蝶 (<i>Mycalesis horsfieldi</i>)	1	0	0	0	1	O
稻眼蝶 (<i>Mycalesis gotama</i>)	3	2	3	5	13	W
蛱蝶科 (Nymphalidae)						
三线蛱蝶 (<i>Neptis hylas</i>)	0	2	0	0	2	W
华西三线蛱蝶 (<i>Neptis mahendra</i>)	1	3	0	6	10	O
斐豹蛱蝶 (<i>Argyreus hyperbius</i>)	3	4	0	3	10	W
全球赤蛱蝶 (<i>Vanessa cardui</i>)	0	3	0	1	4	W
西藏绿蛱蝶 (<i>Euthalia thibetana</i>)	2	4	0	4	10	W
荨麻蛱蝶 (<i>Aglais urticae</i>)	6	4	6	8	24	W
双色带蛱蝶 (<i>Athyma cama</i>)	1	2	0	6	9	O
玄珠带蛱蝶 (<i>Athyma perius</i>)	2	1	0	6	9	O
玉杵带蛱蝶 (<i>Athyma jina</i>)	1	2	0	3	6	O
虬眉带蛱蝶 (<i>Athyma opalina</i>)	0	5	0	5	10	O
苧麻斑蛱蝶 (<i>Acraea issoria</i>)	7	2	1	5	15	O
拟蒙蛱蝶 (<i>Araschnia prorsoides</i>)	0	9	2	3	14	O
灰眼蛱蝶 (<i>Precis atlites</i>)	0	0	0	1	1	O
单列双尾蛱蝶 (<i>Polyura dolon</i>)	0	2	0	0	2	O
灰蝶科 (Lycaenidae)						
古铜黄灰蝶 (<i>Heliophorus brahma</i>)	0	2	1	5	8	O
翠蓝黄灰蝶 (<i>Heliophorus saphir</i>)	3	4	0	11	18	O
锯缘灰蝶 (<i>Ahlbergia chalcidis</i>)	5	17	8	32	62	O
浮几琉璃灰蝶 (<i>Celastrina huegelii</i>)	2	0	0	0	2	O
蛱蝶科 (Riodinidae)						
斜带缺尾蛱蝶 (<i>Dodona ouida</i>)	0	2	0	6	8	O
无尾蛱蝶 (<i>Dodona durga</i>)	0	1	0	3	4	O
白带褐蛱蝶 (<i>Abisara fylloides</i>)	0	9	0	14	23	O
弄蝶科 (Hesperiidae)						
黑条赭弄蝶 (<i>Ochlodes siva</i>)	0	5	0	9	14	O
云南银弄蝶 (<i>Carterocephalus alcinoides</i>)	1	4	0	3	8	O
曲纹稻弄蝶 (<i>Parnana ganga</i>)	0	0	0	4	4	O
合计	112	307	39	480	938	