



东北师范大学

长白山野外综合性实习研究课题

长白山露水河地区不同生境
蝶类多样性研究

学 院： 生命科学学院

指导老师： 朱慧

小组组长： 王君梦

小组成员： 达佳敏 刘悦 何波 谭丽萍 任蕴
宁欢欢 努尔比亚木·喀哈尔

日 期： 2017 年 8 月 27 日

长白山露水河地区不同生境蝶类多样性研究

中文摘要: 在长白山地区共设置了五条样线, 分别为露水河地区火炬沟清水河样线, 以及 20km 处、野生动物救护站、长白山东北亚植物园样线。通过对五条样线中蝴蝶的种类分布及数量的调查, 共采集标本 10840 只, 鉴定整理出了 7 科 36 属 53 种, 其中蛱蝶科 14 属 27 种, 粉蝶科 5 属 6 种, 灰蝶科 6 属 8 种, 眼蝶科 6 属 6 种, 绢蝶科 1 属 1 种, 凤蝶科 1 属 1 种, 弄蝶科 3 属 3 种。计算了五种生境类型中蝶类物种丰富度、均匀度、多度、多样性指数。其中, 蝶类物种丰富度由大到小的顺序为火炬沟>野生动物救护站>20km 处=清水河三支线管护站>长白山东北亚植物园; 均匀度由大到小的顺序为长白山东北亚植物园>清水河三支线管护站>野生动物救护站>火炬沟>20km 处; 多度由大到小的顺序为火炬沟>20km>处清水河三支线管护站>野生动物救护站>长白山东北亚植物园; 多样性指数由大到小的顺序为长白山东北亚植物园>清水河三支线管护站>野生动物救护站>火炬沟>20km 处。

关键词: 长白山 蝶类 生境类型 多样性

Abstract: Five sample lines were set up in the Changbai Mountain area, namely, the torch ditch and the Qingshui River in the Lushui River area, and 20 kilometers from the Erdaobaihe River area. The wildlife ambulance station and the Changbai Mountain Northeast Asia Botanical Garden sample line The distribution and quantity of butterflies were investigated. A total of 10840 samples were collected and 53 species of 36 genera and 7 genera were identified. Among them, there were 27 genera, 14 genera, 4 genera, 5 genera, 6 genera 6 species of 5 genera, 6 genera, 1 genus, 1 genus, 1 genus, 3 genera and 3 genera. The species richness, evenness, diversity and diversity index of butterflies in five habitat types were calculated. The order of richness of butterflies was in the order of torch ditch> wildlife ambulance station> 20 km = Qingshui River Three branch pipe protection station> Changbai Mountain Northeast Asia Botanical Garden; uniformity from large to small order Changbai Mountain Northeast Asia Botanical Garden> Qingshui River three branch pipe protection station> wildlife ambulance station> torch ditch> 20 kilometers; Small order of the Changbai Mountain Northeast Asia Botanical Garden> Wildlife ambulance station> Qingshui River three branch pipe protection station> 20 km> Torch ditch; diversity index from small order to Changbai Mountain Northeast Asia Botanical Garden> Qingshui River three branch pipe protection station> Wildlife ambulance station> torch ditch> 20 kilometers.

Key words: Changbai Mountain butterflies habitat type diversity

一、前言

1 研究蝶类多样性的重要性

保护和维持生态平衡的关键是保护生物多样性,而昆虫多样性是生物多样性的重要组成部分,甚至有学者认为昆虫主宰着全球的生物多样性。昆虫具有生长周期短、易采样、易识别、种群波动大、活动范围小和对环境变化敏感等特性,常被选作监测环境变化的代表类群。蝶类是一类个体较大、易观察和辨别的昆虫类群,对栖息地环境质量要求较高、对环境变化敏感及对寄主较为专一。虽然有一定的迁飞能力,但它们的分布仍是以寄主为中心由于蝴蝶幼虫取食植物的专一性,它们的分布和数量都直接依赖于植物,所以在高度开发的环境里,蝴蝶多样性通常还可以替代植物多样性来反映环境质量^[1]。故此,蝶类成为监测与评价环境的主要指示生物。蝴蝶尤其是一些稀有蝶类具有很高的观赏价值,为人类开发利用较多生物多样性的研究及保护已经成为当今世界关注的热点问题。蝴蝶是良好的生态环境指示物种,是和植物、气候、环境等多种因素密切相关的脆弱生物,除了有传粉、维持生态平衡和生物多样性等价值外,还有药用价值、观光价值、美学价值、标本收藏价值、科普和科学研究价值。研究某地区蝶类多样性组成变化及其与环境变化的关系,可以对生境质量进行评价,对环境保护与生态恢复提出建设性的意见^[2]。

2 研究现状

蝴蝶研究的范畴很广泛,主要包括分类学、形态学和解剖学、生理、生物、生态学等。从国外来讲英国在 20 世纪 60 年代中期以来,绘出全国性及地方性的蝶类分布图,为蝴蝶研究及保护打下了良好的监测基础。德国在 20 世纪初叶开始,阿波罗绢蝶、云纹绢蝶和珍惜凤蝶都受到了立法保护。20 世纪 50 年代,加州政府立法保护迁移性的君主班蝶。慢慢人们也意识到蝴蝶的美学价值及保育方法。1974 年,巴布亚新几内亚在“国际自然及自然资源保护联盟”(IUCN)专家的指导和协助下在境内开辟多处“蝴蝶牧场”(butterfly farm),使两种鸟翼蝶数量激增,同时也使原被该国禁止捕捉、贩售的其他 7 种濒临绝种的鸟翼蝶数量增多^[3]。20 世纪后期,包括英国在内的许多欧洲国家蝴蝶种类都呈下降趋势。这主要是由于生境类型过于单一,主要为广阔的乡村环境,而未开发的草地、荒野以及林地较少^[4]。

我国关于蝴蝶的研究在前期主要是对蝴蝶的分类及资源调查为主,但对蝴蝶个体特性的深入研究较少。杨萍、邓合黎等通过饲养巴黎翠凤蝶,在饲养过程中观察记录等方法,基本掌握了巴黎翠凤蝶的生活史及寄主植物等^[5]。2006 年,晏华等沿城市生境梯度选取了 5 个断面进行蝴蝶取样调查。结果表明随着人为干扰减小、植被丰富度增加,蝴蝶的种类和数量及多样性指数增加^[6]。

长白山区属温带大陆性气候,植被垂直分布明显,动物资源十分丰富,蕴藏着许多珍贵的蝴蝶资源^[7]。关于长白上蝶类资源种类的研究报道,张彦成调查研究后于 1987 年记录了 135 种;袁荣才等人鉴定了 1989 年以来采集到的标本,查阅了有关文献,整理出本名录,得 7 科,89 属 162 种,165 亚种^[8];周繇从 1996-2000 年,在长白山区设置了 5 块样地,对本地区蝴蝶的种类、分布及数量做了详细地调查研究,共采集标本 2700 余只,鉴定整理出

了 8 科、96 属、187 种^[9]；王超等 2003-2006 年对长白山保护区蝴蝶种类进行了调查研究，共采集蝴蝶 121 种，隶属 7 科 63 属，以蛱蝶科为主要科，各林带均有分布共有 19 种^[10]。李储山等 2003-2006 年对长白山保护区蝴蝶种类进行了多次系统调查，共采集蝴蝶 100 种，隶属于 7 科 59 属，区系成分以广布种为主，各林带蝴蝶种类以红松阔叶林最多，苔原带最少，体现了环境变化对蝴蝶种类分布的影响^[11]。而周繇又于 2003 年记载，长白山共有蝶类 8 科、217 种，是整个欧亚东大陆北半球上蝴蝶种类最集中的地方，有“北方蝶类王国”的美称^[12]，长白山的蝴蝶在《中国长白山蝶类彩色图志》记录的共有 9 科^[13]，这是目前长白山蝴蝶分科最多的记载。

3 研究的目的及意义

蝴蝶作为生态系统中的成员之一，在长期的生存斗争中，与植物及其它生物一起协同进化，形成了比较稳定的结构及种类的多样性。由于蝴蝶对寄主植物的专一性以及传播花粉方面的作用，使其在昆虫学研究、植物进化乃至环境科学中都有着重要的研究价值^[1]。由于长白山旅游资源的开发、林业采伐和农副产品养殖等原因，使得蝴蝶的种类变化较大，品种也变化为比较单一的状况，因此本次对长白山蝶类昆虫种类的研究，一方面可以初步了解长白山地区蝶类昆虫的多样性情况，对此地区不同生境蝴蝶多样性的存在情况有所把握，从而对该地区蝶类资源的保护从生物学以及生态学等方面提供一些参考依据，进行蝴蝶资源的更合理保护；另一方面，对蝶类昆虫进行分类研究也可为长白山地区蝶类昆虫分类研究提供一些基础资料，另外，调查鳞翅目是研究的一项重要科研活动，国内研究人员进行了大量的调查活动，对于修订国内的蝶类分布与分类意义较大^[14]。

二、材料与方法

1. 研究地点

吉林省长白山地区，该地属温带大陆性山地气候，冬季漫长、寒冷，夏季多雨、气温潮湿，春秋两季干燥。年平均温度 3 度，日照时间每年 1965 小时，无霜期一般 108 天，年平均降水量 894mm。我们在长白山露水河地区，选取了五个有代表性的生境：火炬沟、20km 处、清水河三支线管护站、野生动物救护站、长白山东北亚植物园。

2 材料与工具

捕虫网（扫网、空网）、标本盒、还软器、压条纸、标签、昆虫针、泡沫板、昆虫标本（研究所用的标本是在长白山地区采集的蝶类昆虫）。

3 取样方法

（1）标本采集

于 2017 年 7 月上中旬，分别在长白山露水河地区的五个不同的生境分别采集调查蝴蝶的种类，选择在晴朗多云少风天气、蝶类活动频繁的 10:00~17:00 时采集。具体方法如下：

1) 在露水河地区内根据道路情况及植被特点选定不同采集线路，每种生境类型的样线应在 2 条以上。每条样线约为 2km，可根据生态系统特点适当调整。把样线划分成样段，各样段编号标记，长度应尽量相等，每个样段内生境类型或土地利用方式相同。

2) 选定样线后, 用 GPS 定位仪定位坐标, 在 1:10000 地图上标注样线的路线。

3) 观测时沿样线缓慢匀速前行, 速度的 $1 \sim 1.5 \text{ km/h}$ 。采用网捕法结合观察记录法采集样线左右 2.5m、上方 5m、前方 5m 范围内的所有蝴蝶的种类和数量, 每条样线以 1 个单程为 1 次采集, 观测数据等记录参见结果名录。不重复计数同一只个体和身后的蝴蝶。每条路线和地点分配采用大致相同的采集时间。采用网捕法采集时, 沿途用捕虫网捕捉飞行, 访花, 休息中的蝴蝶^[15]。

4) 若蝴蝶数量过大, 可登记估计值或使用相机拍摄后计数。

5) 对于不能确定的种类, 网捕后进行鉴定, 种类确定后原地释放; 当场不能确定的种类, 按照 HJ628 进行少量网捕并编号, 带回实验室鉴定、统计记录。

(2) 标本的处理

将采到的蝶类捏断平衡棒使其不能飞翔, 然后置于事先制备好的三角纸袋中, 依虫体大小不同每袋 2~4 只, 以防鳞粉相互摩擦损坏标本。详细记录采集人、采集时间、地点等信息, 妥善保存备用。

(3) 标本制作

把取到的蝶类标本带回实习基地, 按常规方法整姿, 干化固定, 制做成针插干制标本, 最后加上采集标签, 装入标本盒。

(4) 标本鉴定

将研究标本置解剖镜下仔细观察, 比较研究。然后依据《中国蝶类志》和《中国蝴蝶分类与鉴定》并结合检索表等资料进行种类鉴定^[16]。鉴定时主要看标本与原始描述的异同。描述各属、种的形态特征, 必要时用绘图仪描绘形态特征图, 对重要形态特征辅以数码相机照像。

(5) 数据分析方法

1) 多样性指数 (H') 性指采用 Shannon-Wiener 公式: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, $p_i = N_i/N$, 其中 p_i 是第 i 种的个体比例, N_i 是第 i 物种的个体数, N 是全部物种的个体总数^[17]

2) 均匀度指数 (J') 采用 Pielou (1966) 公式: $J' = H'/\ln S$, 式中: J' 均匀度; S 物种数^[17]。

3) 优势度指数 (D') 采用 Berger-Parker 公式: $D' = N_{max}/N$, 式中: N_{max} 优势种的种群数量; N 全部物种的种群数量^[18]。

4) 物种丰富度 (S) 即物种的数目, 可直接用生境类型中物种数表示^[18]。

三、结果分析

1 名录

本次实习于长白山露水河地区共采集蝶类昆虫 7 科 36 属 53 种, 见表 1:

表 1 长白山地区蝶类昆虫名录

科 Family	属 Genus	种 Species
蛱蝶科 <i>Nymphalidae</i>	孔雀蛱蝶属 <i>Inachis</i>	孔雀蛱蝶 <i>Inachisio</i>
	豹蛱蝶属 <i>Argynnis</i>	绿豹蛱蝶 <i>Argynnisaphia</i>
	斑豹蛱蝶属 <i>Speyeria</i>	银斑豹蛱蝶 <i>Speyeriaaglaja</i>
	小豹蛱蝶属 <i>Brenthis</i>	伊诺小豹蛱蝶 <i>Brenthisino</i>
	青豹蛱蝶属 <i>Damora</i>	青豹蛱蝶 <i>Damorasagana</i>
	线蛱蝶属 <i>Limenitis</i>	扬眉线蛱蝶 <i>Limenitishelmanni</i>
		隐线蛱蝶 <i>Limenitiscamilla</i>
		红线蛱蝶 <i>Limenitispopuli</i>
		戟眉线蛱蝶 <i>Limenitishomeyeri</i>
		重眉线蛱蝶 <i>Limenitisamphyssa</i>
		折线蛱蝶 <i>Limenitissydyi</i>
		断眉线蛱蝶 <i>Limenitisdoerriesi</i>
	环蛱蝶属 <i>Neptis</i>	链环蛱蝶 <i>Neptispryeri</i>
		单环蛱蝶 <i>Neptisrivularis</i>
	迷蛱蝶属 <i>Mimathyma</i>	夜迷蛱蝶 <i>Mimathymanycteis</i>
		白斑迷蛱蝶 <i>Mimathymaschrenckii</i>
	钩蛱蝶属 <i>Polygonia</i>	白钩蛱蝶 <i>Polygoniac-album</i>
		黄钩蛱蝶 <i>Polygoniac-aureum</i>
	闪蛱蝶属 <i>Apatura</i>	紫闪蛱蝶 <i>Apaturairis</i>
		细带闪蛱蝶 <i>ApturametisFreyer</i>
	伞蛱蝶属 <i>Aldania</i>	黑条伞蛱蝶 <i>Aldaniaraddei</i>
	蜜蛱蝶属 <i>Mellicta</i>	褐蜜蛱蝶 <i>Mellictaambigua</i>
	蜘蛱蝶属 <i>Ambigua</i>	丝网蜘蛱蝶 <i>Arasohialerena Linnaeus</i>
		布网蜘蛱蝶 <i>Araschniaburejana</i>
	蛱蝶属 <i>Nymphalis</i>	白矩朱蛱蝶 <i>Nymphalishvau-album</i>
		朱蛱蝶 <i>Nymphalishxanthomelay</i>
粉蝶科 <i>Pieridae</i>	粉蝶属 <i>Pieris</i>	暗脉菜粉蝶 <i>Pierisnapi</i>
	小粉蝶属 <i>Leptidea</i>	莫氏小粉蝶 <i>Leptideamorsei</i>
	绢粉蝶属 <i>Aporia</i>	绢粉蝶 <i>Aporiacrataegi</i>
		小槲绢粉蝶 <i>Aporiahippia</i>
	豆粉蝶属 <i>Colias</i>	斑缘豆粉蝶 <i>Coliaserate</i>
	钩粉蝶属 <i>Gonepteryx</i>	淡色钩粉蝶 <i>Gonepteryxaspasia</i>

灰蝶科 <i>Lycaenidae</i>	洒灰蝶属 <i>Satyrium</i>	优秀洒灰蝶 <i>Satyriumeximium</i>
	豆灰蝶属 <i>Plebejus</i>	豆灰蝶 <i>Plebejusargus</i>
		茄纹豆灰蝶 <i>Plebejuscleobis</i>
	琉璃灰蝶属 <i>Celastrina</i>	大紫琉璃灰蝶 <i>Celastrinaaoreas</i>
		琉璃灰蝶 <i>Celastrinaargiolus</i>
	精灰蝶属 <i>Artopoetes</i>	精灰蝶 <i>Artopoetes pryeri</i>
	银灰蝶属 <i>Curetis</i>	银灰蝶 <i>Curetisacuta</i>
眼蝶科 <i>Satyridae</i>	枯灰蝶属 <i>Cupido</i>	枯灰蝶 <i>Cupidominimus</i>
	链眼蝶属 <i>Lopinga</i>	黄环链眼蝶 <i>Lopingaachine</i>
	阿芬眼蝶属 <i>Aphantopus</i>	阿芬眼蝶 <i>Aphantopushyperanthus</i>
	珍眼蝶属 <i>Coenonympha</i>	爱珍眼蝶 <i>Coenonymphaoedippus</i>
	矍眼蝶属 <i>Ypthima</i>	矍眼蝶 <i>Ypthimabaldus</i>
	白眼蝶属 <i>Melanargia</i>	白眼蝶 <i>Melanargiahalimede</i>
	多眼蝶属 <i>Kirinia</i>	褐多眼蝶 <i>K irinia epimenides</i>
绢蝶科 <i>Parnassiidae</i>	绢蝶属 <i>Parnassius</i>	白绢蝶 <i>Parnassiusstubbendorffii</i>
凤蝶科 <i>Papilionidae</i>	凤蝶属 <i>Papilio</i>	绿带翠凤蝶 <i>Papiliomaackii</i>
弄蝶科 <i>Hesperiidae</i>	赭弄蝶属 <i>Ochlodes</i>	宽边赭弄蝶 <i>Ochlodes ochracea</i>
	链弄蝶属 <i>Heteropterus</i>	链弄蝶 <i>Heteropterinae</i>
	黑弄蝶属 <i>Daimio</i>	黑弄蝶 <i>Daimio tetnys</i>

2 不同生境类型中蝶类的种类与数量组成

通过对所采标本的整理鉴定和材料汇总，共采集到蝶类 10840 只，分别隶属于 7 科 36 属 53 种。本次研究的五条样线其生境类型均为针阔混交林，其中火炬沟、20km 处、清水河三支线管护站的植物优势种均为白桦和杨树，蝴蝶的优势种均为暗脉粉蝶；野生动物救护站的植物优势种为杨树和柳树，蝴蝶的优势种为暗脉粉蝶；长白山东北亚植物园的植物优势种为蒙古栎和落叶松，蝴蝶的优势种为阿芬眼蝶。各生境类型中蝶类主要指标见表 2。

物种多样性具有两种涵义：其一是丰富度（richness），是指一个群落或生境中物种数目的多寡，观测结果为火炬沟>野生动物救护站>20km 处=清水河三支线管护站>长白山东北亚植物园，详见图 1；其二是种的均匀度（Pielou），是指一个群落或生境中全部物种个体数目的分配状况，它反映的是各物种个体数目分配的均匀程度，观测结果为长白山东北亚植物园>清水河三支线管护站>野生动物救护站>火炬沟>20km 处，详见图 2。

多度（abundance）是群落中物种个体数的频率分布，最早拿来作物种多样性的测度。计算结果为火炬沟>20km>处清水河三支线管护站>野生动物救护站>长白山东北亚植物园，详见图 3。

多样性指数（Shannon-Weiner-index）是反映丰富度和均匀度的综合指标，计算结果为长白山东北亚植物园>清水河三支线管护站>野生动物救护站>火炬沟>20km 处，详见图 4。

从种的组成看：粉蝶科（Pieridae）>蛱蝶科（Nymphalidae）>灰蝶科（Lycaenidae）>眼蝶科（atyridae）>弄蝶科（Hesperiidae）>绢蝶科（Parnassiidae）>凤蝶科（Papilionidae）。从各科所占比重来看（见图 5），粉蝶科占 74.08%，蛱蝶科占 20.85%，占主导地位；最少的是绢蝶科和凤蝶科。

图1richness

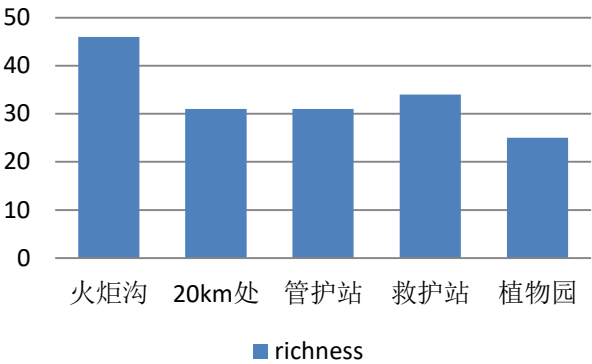


图2Pielou

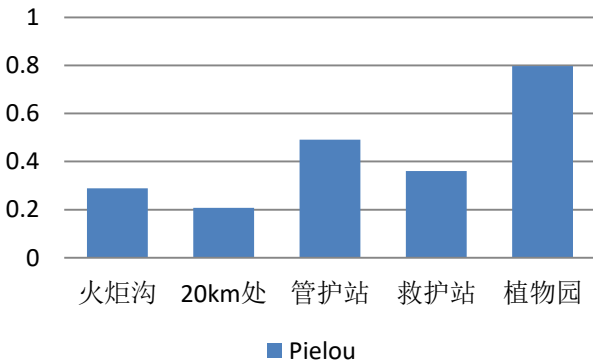


图3abundance

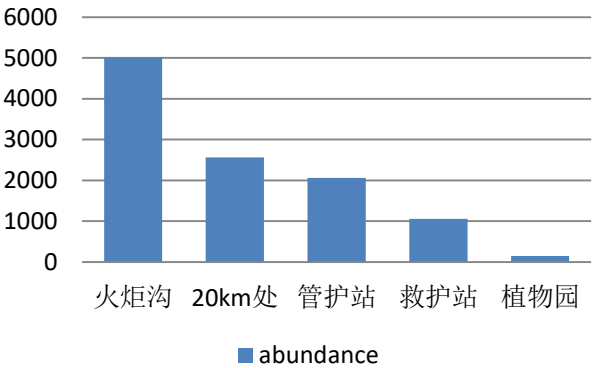


图4Shannon-Weiner-index

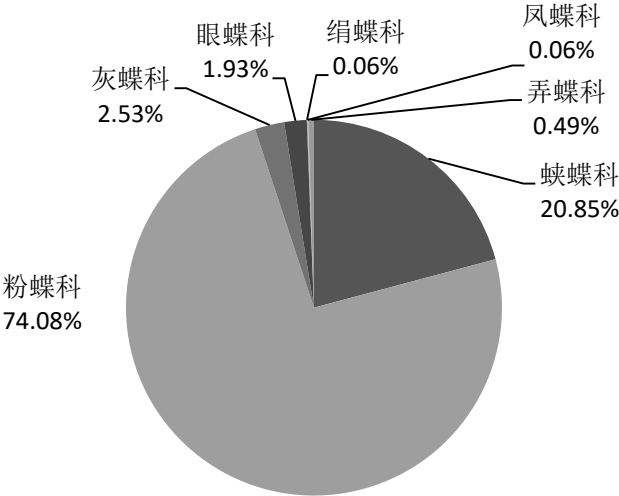
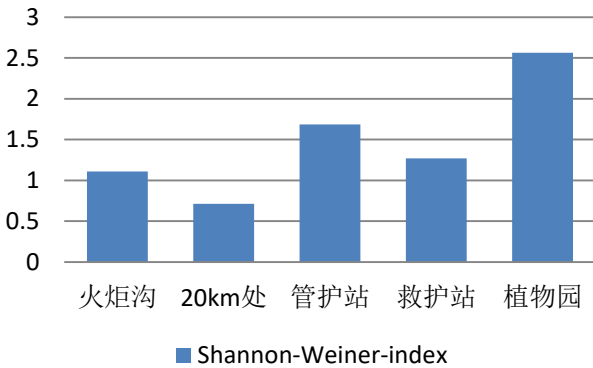


图5 蝶类各科所占比例

	richness	abundance	Shannon-Weiner-index	Pielou
火炬沟	46	5012	1.10764	0.289304
20km 处	31	2561	0.71366	0.207823
清水河三支线管护站	31	2059	1.68581	0.490919
野生动物救护站	34	1059	1.27051	0.360289
长白山东北亚植物园	25	149	2.56448	0.796701
总体	53	10840	1.32156	0.321479

表 2 生境类型中蝶类主要指标比较

四、讨论

1. 实习限制以及自身不足

根据统计，蝶类昆虫共有 7 科 36 属 53 种，取自露水河地区火炬沟和清水河样线，以及 20km 处、野生动物救护站、长白山东北亚植物园样线，此次研究选取的五条样线均为针阔混交林，生境类型较为单一，对所研究的不同生境类型蝶类多样性缺乏一定的支持依据，而对于以后的研究，我们建议研究者在研究范围上要进行扩大，且要考虑到尽可能多的选取不同的生境类型。天气以及其他人为因素对标本的采集产生了一定的影响，对结果造成一定的干扰。

2. 长白山地区蝶类昆虫多样性分析及保护问题

长白山以其巍峨的火山地貌、绚丽的垂直景观和丰富的物种多样性闻名于世，蝴蝶资源也十分丰富。通过查阅相关文献，长白山共有蝶类 9 科、217 种，是整个欧亚东大陆北半球上蝴蝶种类最集中的地方。本次实习在长白山露水河地区共采集蝶类昆虫 7 科 36 属 53 种。主要有蛱蝶科、粉蝶科、灰蝶科、眼蝶科、绢蝶科、凤蝶科、弄蝶科。根据实习数据所知，长白山地区粉蝶科种类和数量最多，绢蝶科、凤蝶科种类和数量最少，本次仅仅采集到绿带翠凤蝶一种凤蝶，且数量也较少，考虑到研究局限及季节，凤蝶的保护尤其应该引起注意，应加大对该地蝶类的保护研究。而关于蝴蝶资源的减少，必然是存在众多威胁因子。目前蝶类多样性的威胁因子主要有生物因素、人为因素和自然因素。人为因素包括环境污染、栖息地破坏、农药喷洒、人为捕捉等，次要威胁因子有寄主植物破坏、放牧、旅游开发、城市化和气候变暖等人为因子，还包括低温、洪水等自然因子和天敌危害、蝴蝶自身因素等生物因子。这些因子对蝴蝶威胁巨大，不仅降低蝴蝶种群数量，可能导致某些蝶种灭绝。蝴蝶不仅受外界因素影响，也受到自身先天生物学弱点的影响，导致种群生

存状况艰难,种群数量受到威胁。蝴蝶产卵量、世代周期的长短、对极端气候条件的耐受性、对寄主的选择性、对杀虫药物的抗性、对天敌侵袭的自我保护能力、迁移扩散能力等综合形成蝶类种群的生存繁衍能力^[19]。对于这些威胁因子,我们应尽量消除人为因素对蝶类资源的破坏,保护好蝶类生存的环境。

3.长白山蝶类昆虫需要进一步研究的方面

长白山地区蝶类昆虫的分类研究较多,但对蝶类资源及资源的保护方面研究较少,应加强对长白山蝶类资源的保护研究,尤其是对长白山地区种类相对较少的蝶类的研究,按本次统计结果知,对凤蝶类的保护研究应格外关注,同时,也应加强对蝶类多样性的研究,从而为蝶类保护研究提供更多资料。

随着生物新技术、新方法的应用,如利用计算机进行的数值分类,利用电子显微镜进行超微形态分类,利用遗传学、分子生物学方法进行不同种类鉴定,这些都会为蝴蝶分类提供新的借鉴。它的应用在一定程度上可以弥补形态分类的不足,因此在以后的蝶类究中,对于不同蝶类之间,特别在近缘种区别、疑难种鉴定和系统树构建等方面,应该多从分子方面进行研究,这样才能使分类更符合客观实际。

参考文献

- [1] 丁佳佳. 缙云山自然保护区蝴蝶群落生态学研究[D].重庆大学,2010.
- [2] 汤春梅,杨庆森,蔡继增. 甘肃小陇山林区不同生境类型蝶类多样性研究[J]. 昆虫知识,2010,47(03):563-567. [2017-08-30].
- [3] 白九维等.观赏蝴蝶的饲养保育与开发利用[M].北京:中国林业出版社,2001:106~118.
- [4] J.Dover,J. Dover. A review of the ecology of butterflies in British hedgerows. Journal of Environmental Management[J],2000,60:51~63.
- [5] 杨萍,邓合黎,漆波,等.巴黎翠凤蝶 *PAPILIO PARIS LINAUS* 生物学与养殖[J].西南农业大学学报(自然科学版).2005, 5(27):657~660.
- [6] 晏华,袁兴中,刘文萍,等. 城市化对蝴蝶多样性的影响:以重庆市为例 [J]. 生物多样性.2006,14(3):216~222.
- [7] 吕龙石,袁荣才,崔学善等. 长白山蝴蝶资源的调查与开发利用现状[J]. 延边大学农学学报,1999,21(2): 125-129
- [8] 袁荣才,张富满等.长白山区蝶类名录[J].吉林农业科学,1995,(3): 22-31
- [9] 周繇. 长白山蝴蝶种类、分布及数量的调查 [J]. 东北林业大学学报,2003,31(1): 64-68
- [10] 王超,刘生东,孟庆繁等.长白山自然保护区蝴蝶多样性研究 [J]. 北华大学学报,2007,8(5): 434-438
- [11] 李储山,刘生冬.长白山自然保护区蝴蝶区系研究[J].吉林林业技,2007,36(4):41-45
- [12] 周繇.长白山的蝶类资源[J].生物学通报,2003,38(7):56-58

- [13] 汤春梅.甘肃小陇山林区不同生境类型蝶类多样性研究[J].昆虫知识, 2010, 47(03):563-567
- [14] 罗志文,李晓庆.镜泊湖世界地质公园不同生境蝶类多样性研究[J].安徽农业科学,2012,40(01):196-198
- [15] 陈振宁,曾阳.青海祁连地区不同生境类型蝶类多样性研究[J].生物多样性, 2001,9 (02):109-114
- [16] 周繇,朱俊义.中国长白山蝶类彩色图志 [M].长春:吉林教育出版社,2003
- [17] 马克平,刘玉明,1994.生物生境类型多样性的测度方法 I:生物多样性测试方法(下).生物多样性,2(4):231~ 239
- [18] 杨大荣,1998.西双版纳片段热带雨林蝶类生境类型结构与多样性研究.昆虫学报, 41(1):48~ 55
- [19] 居峰,王鹏善,刘曙雯,等.紫金山蝶类区系种类变化及分析[J].安徽农业科学,2010,38(3):1279-1284