

引文格式: 陈梅兰, 梁瑛, 覃尧芸, 等. 广西大明山国家级自然保护区直翅目昆虫多样性的海拔梯度格局及时间动态[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2024, 39(5): 16-22. DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202310002

广西大明山国家级自然保护区直翅目昆虫多样性的 海拔梯度格局及时间动态*

陈梅兰^{1,2}, 梁瑛^{1,2}, 覃尧芸^{1,2}, 周若琳^{1,2}, 林莉³, 胡刚^{1,2}

(1. 南宁师范大学环境与生命科学学院, 广西南宁 530100; 2. 南宁师范大学, 广西山地生态系统动植物进化与保护重点实验室, 广西南宁 530100; 3. 广西大明山国家级自然保护区管理局, 广西南宁 530114)

摘要:【目的】研究广西大明山国家级自然保护区(以下简称“大明山保护区”)直翅目昆虫多样性的海拔梯度格局及时间动态变化。【方法】根据大明山保护区内植被的垂直特征,在不同海拔的7个采样点设置马氏网,定期采集直翅目昆虫,通过查阅文献对其进行分类鉴定,并对多样性进行分析。【结果】大明山保护区共有直翅目昆虫19科155种,其中新纪录科5个,新纪录种21个。采集到的螽斯科(Tettigoniidae)昆虫最多,多样性指数和丰富度指数最高,属于优势类群。昆虫数量随海拔升高呈现先上升后下降的趋势,在海拔1110 m处的昆虫个体数最多,多样性指数和丰富度指数分别为0.96和3.27。8月的昆虫数量达到高峰期,多样性指数和丰富度指数分别为1.36和4.80。【结论】大明山保护区直翅目昆虫的分布受海拔和时间的影响。研究结果补充了部分新纪录科和种,为大明山保护区直翅目昆虫的生物多样性保护提供了基础数据。

关键词: 大明山国家级自然保护区; 直翅目; 多样性; 海拔梯度; 时间动态

中图分类号: S759.9 文献标志码: A 文章编号: 1004-390X(2024)05-0016-07

Altitude Patterns and Temporal Dynamics of Orthopteran Diversity in the Damingshan National Nature Reserve, Guangxi

CHEN Meilan^{1,2}, LIANG Ying^{1,2}, QIN Yaoyun^{1,2}, ZHOU Ruolin^{1,2}, LIN Li³, HU Gang^{1,2}

(1. School of Environmental and Life Sciences, Nanning Normal University, Nanning 530100, China;
2. Key Laboratory of Wildlife Evolution and Conservation in Mountain Ecosystem of Guangxi,
Nanning Normal University, Nanning 530100, China;
3. Guangxi Damingshan National Nature Reserve Administration, Nanning 530114, China)

Abstract: [Purpose] To describe the altitude patterns and temporal dynamics of Orthopteran diversity in the Damingshan National Nature Reserve, Guangxi (hereinafter referred to as “Damingshan Reserve”). [Methods] According to the vertical characteristics of vegetation in Damingshan Reserve, Malaise nets were set up at seven sampling points at different altitudes to collect Orthopteran regularly. The species were classified and identified through literature review, and the diversity was analyzed. [Results] There were 155 species belonged to 19 families in Damingshan Reserve, of which five new families and 21 new species were recorded. Tettigoniidae was the dominant group with the highest number of individuals, diversity index and richness index. The individuals number of Orthopteran increased first and then decreased with the increase of altitude. At an altitude of 1110 m,

收稿日期: 2023-10-07

修回日期: 2024-09-12

网络首发日期: 2024-10-16

*基金项目: 广西科技基地和人才专项(桂科AD21220140)。

作者简介: 陈梅兰(1992—),女,广西平南人,博士,讲师,主要从事昆虫多样性和害虫生物防治研究。

E-mail: chenmlan@nnnu.edu.cn

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/53.1044.S.20241016.1145.001>



the individuals number was the largest, and the diversity index and richness index were 0.96 and 3.27, respectively. Orthopteran individuals number reached its peak in August, and the diversity index and richness index were 1.36 and 4.80, respectively. [**Conclusion**] Altitude and time affect the distribution of Orthopteran in Damingshan Reserve. The results of the study supplement some new record families and species, and provide basic data for the conservation of Orthopteran biodiversity in Damingshan Reserve.

Keywords: Damingshan National Nature Reserve; Orthoptera; diversity; altitude patterns; temporal dynamics

直翅目 (Orthoptera) 昆虫是昆虫纲 (Insecta) 的重要类群, 在草原、林地、农田等多种生境中均有分布, 对维持昆虫的多样性和生态系统的稳定性具有重大意义^[1]。大部分的直翅目昆虫被认为是重要的农业害虫, 但也有部分是作为观赏、娱乐、科研和食用的资源昆虫, 部分直翅目昆虫还具有环境指示作用^[2-3]。世界上已知的直翅目昆虫种类有 29532 种^[4], 中国已记录的种类超过 3600 种^[5]。目前关于直翅目昆虫在不同植被类型以及不同山区的多样性分布已有较多报道^[6-9], 为生态系统管理和保护提供了依据。海拔、温度和生境质量对昆虫的生长发育、繁殖及分布具有重要影响, 是维持昆虫多样性的关键因素^[6, 10-11]。深入了解直翅目昆虫的时空分布, 对直翅目害虫的防控以及资源昆虫的利用具有一定的指导意义。

广西大明山位于南宁市武鸣、上林、马山和宾阳四县 (市、区) 的交界处, 地处 23°24'~23°30' N, 108°20'~108°24' E, 最高海拔 1760.4 m, 是广西中部的最高峰^[12], 2002 年升级为广西大明山国家级自然保护区 (以下简称“大明山保护区”)。保护区内动植物资源丰富, 森林覆盖率达 98.9%。已知维管束植物 212 科 764 属 1721 种^[13], 野生脊椎动物 31 目 90 科 208 属 294 种^[14]。近年来, 生

物多样性已成为生态研究的热点领域, 对大明山保护区的昆虫研究逐渐增多。周丕宁等^[15]和刘欢欢等^[16]对广西大明山天然林的昆虫多样性进行了详尽的调查, 后者还进一步对比分析了天然林和人工林的昆虫多样性差异。周善义等^[14]概述了保护区内昆虫的总体情况, 记录了昆虫纲 15 目 116 科 1011 种, 其中直翅目昆虫 13 科 133 种。杨瑞刚等^[17-18]和陆春文^[19]在大明山保护区分别开展了天牛科和蚁科昆虫的区系分类研究, 记录了天牛昆虫 129 种和蚁科昆虫 147 种。然而, 关于大明山保护区直翅目昆虫在不同海拔和时间的分布尚无详细报道。

为了探讨大明山保护区直翅目昆虫的多样性及其时空分布, 本研究利用马氏网定期采集直翅目昆虫, 结合文献资料对其进行分类和鉴定, 并进一步分析其多样性, 以揭示大明山保护区不同海拔和时间直翅目昆虫的分布情况, 为后续深入研究提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 昆虫采集

2021 年 6—12 月, 根据大明山保护区内植被的垂直特征, 在不同海拔选择 7 个采样点 (表 1) 设置马氏网, 每 15~20 d 收集 1 次昆虫样品。

表 1 采样点的基本信息

Tab. 1 Basic information of sampling points

样点 sampling point	海拔/m altitude	经纬度 latitude and longitude	主要植被类型 major type of vegetation
1	280	23°27'53.57"N, 108°22'40.84"E	季风常绿阔叶林 monsoon evergreen broad-leaved forest
2	376	23°27'59.47"N, 108°22'47.89"E	季风常绿阔叶林 monsoon evergreen broad-leaved forest
3	774	23°31'42.71"N, 108°21'59.26"E	常绿经济林 evergreen economic forest
4	1110	23°30'58.86"N, 108°23'15.36"E	山地常绿阔叶林 montane evergreen broad-leaved forest
5	1196	23°29'46.68"N, 108°26'1.64"E	常绿落叶混交林 evergreen and mixed deciduous forest
6	1288	23°29'46.10"N, 108°27'8.64"E	山顶矮林 mountaintop dwarf forest
7	1476	23°28'37.52"N, 108°26'19.36"E	山顶矮林 mountaintop dwarf forest

1.2 查阅文献和资料

查阅有关广西大明山昆虫研究的文献、资料, 以及国家动物标本资源库和中国动物主题数据库, 统计涉及的直翅目昆虫数据。

1.3 室内鉴定

根据直翅目昆虫的触角、后足跗节、前足基节与听器、雌性产卵器等外部形态特征, 通过查阅相关文献和资料, 参考《中国昆虫生态大图鉴》《昆虫家谱》《广西大明山昆虫》《常见螽斯蟋蟀野外识别手册》等昆虫分类书籍, 对采集到的昆虫样本进行分类鉴定。

1.4 数据分析方法

参考黄敦元等^[20]和杜春花等^[21]的研究, 采用 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、丰富度指数 (R) 和 Peilou 均匀度指数 (J) 对大明山保护区的昆虫多样性进行分析。各指数的计算公式为:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i;$$

$$R = (S-1)/\ln N;$$

$$J = H'/\ln S。$$

式中: S 为物种数, P_i 为第 i 种昆虫个体占群落中总个体数的比例; N 为群落中的总个体数。

2 结果与分析

2.1 直翅目昆虫群落的组成和多样性

大明山保护区共记录直翅目昆虫 19 科 155 种 (表 2), 包括文献资料^[14-15]记录的 14 科 134 种。此次野外调查共采集到 267 头直翅目昆虫, 其中 84 头为若虫, 无法鉴定至种, 其余 183 头经鉴定隶属于 11 科 37 属 40 种, 其中新增记录科 5 个, 新增记录种 21 个 (表 3)。

表 2 大明山保护区直翅目昆虫的组成
Tab. 2 Orthopteran in Damingshan Reserve

序号 No.	科 family	种数 species number	序号 No.	科 family	种数 species number
1	螽斯科 Tettigoniidae	42	11	枝背蚱科 Cladonotidae	2
2	刺翼蚱科 Scelimenidae	24	12	锥头蝗科 Pyrgomorphidae	2
3	斑腿蝗科 Catantopidae	22	13	铃蟋科 Trigonidiidae	2
4	蟋蟀科 Gryllidae	17	14	螞蛄科 Eumastacidae	1
5	蚱科 Tetrigidae	9	15	螻蛄科 Gryllotalpidae	1
6	斑翅蝗科 Oedipodidae	8	16	蚤蛄科 Tridactylidae	1
7	剑角蝗科 Acrididae	7	17	蝗蝻科 Mimenermidae	1
8	驼螽科 Rhabdophoridae	6	18	瘤锥蝗科 Chrotogonidae	1
9	蟋螽科 Gryllacrididae	5	19	鳞蟋科 Mogoplistidae	1
10	网翅蝗科 Arcypteridae	3		总计 total	155

此次调查中, 采集到的螽斯科 (Tettigoniidae) 物种数量最多, 共 12 种 77 头, 占 42.07%。其中, 铃木库螽 (*Kuzicus suzukii*) 的个体数最多, 占 12.02%; 其次是蟋蟀科 (Gryllidae), 共 7 种, 个体数占 9.30%; 第三为驼螽科 (Rhabdophoridae), 共 6 种, 其个体数量占 20.21%。采集到蟋螽科 (Gryllacrididae) 共 5 种, 铃蟋科 (Trigonidiidae)、斑腿蝗科 (Catantopidae) 和蚱科 (Tetrigidae) 各 2 种, 蝗蝻科 (Mimenermidae)、螞蛄科 (Eumastacidae)、瘤锥蝗科 (Chrotogonidae) 和鳞蟋科 (Mogoplistidae) 各 1 种 (表 3)。螽斯科的多样性指数 (1.22) 和丰富度指数 (2.11) 最高, 为优势类群。多样性指数从高到低依次为: 螽斯科、驼螽科、

蟋蟀科、铃蟋科、蟋螽科、斑腿蝗科、蝗蝻科、蚱科、螞蛄科、鳞蟋科和瘤锥蝗科; 丰富度指数排序前三的科依次为: 螽斯科、蟋蟀科和驼螽科; 均匀度指数排序前三的科依次为: 螽斯科、铃蟋科和驼螽科 (表 4)。

2.2 不同海拔直翅目昆虫的分布

由图 1 和表 5 可知: 不同海拔的直翅目昆虫科级差异较小; 但随着海拔的升高, 种数和个体数大致呈先上升后下降的趋势。在中间海拔 (1110 m) 采集到的直翅目昆虫属数 (16 属)、种数 (18 种) 和个体数 (45 头) 最多, 且多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均高于其他海拔; 在海拔 376 m 处采集到的昆虫数量最少, 且多样性指

数、丰富度指数和均匀度指数也最低。

2.3 不同时间直翅目昆虫的分布

由图 2 和表 6 可知: 保护区内直翅目昆虫的

种类和数量在不同时间变化明显。6—8 月, 昆虫

数量不断增加, 8 月的昆虫数量最多, 共 61 头, 分

属于 10 科 25 属 26 种, 其多样性指数 (1.36)、丰

表 3 大明山保护区直翅目昆虫的调查结果

Tab. 3 Survey results of Orthopteran in Damingshan Reserve

科 family	种 species	数量 number	占比/% percentage
螽斯科 Tettigoniidae	铃木库螽 <i>Kuzicus suzukii</i> *	22	12.02
	陈氏戈螽 <i>Grigioria cheni</i> *	19	10.38
	原栖螽 <i>Eoxizicus</i> sp.	9	4.92
	丽叶螽 <i>Orophyllus</i> sp.	5	2.73
	中华翡螽 <i>Phyllomimus sinicus</i>	5	2.73
	三锥迟螽 <i>Lipotactes tripyrga</i>	5	2.73
	巨叉畸螽 <i>Teratura megafurcula</i>	4	2.19
	比尔拟库螽 <i>Pseudokuzicus pielti</i> *	2	1.09
	凸翅糙颈螽 <i>Ruidocollaris convexipennis</i>	2	1.09
	陈氏掩耳螽 <i>Elimaea cheni</i>	2	1.09
	岔突东栖螽 <i>Xizicus divergentis</i>	1	0.55
	宽翅纺织娘 <i>Mecopoda niponensis</i>	1	0.55
驼螽科 Rhabdophoridae*	庭疾灶螽 <i>Tachycines asynamorus</i> *	16	8.74
	内陆疾灶螽 <i>Tachycines meditationis</i> *	7	3.83
	华南突灶螽 <i>Diestramima austrosinensis</i> *	5	2.73
	直凹突灶螽 <i>Diestramima subrectis</i> *	5	2.73
	广西凹突灶螽 <i>Diestramima guangxiensis</i> *	2	1.09
	长突越突灶螽 <i>Tamdaotettix longituberus</i> *	2	1.09
蟋蟀科 Gryllidae	暗色拟长蟋 <i>Parapentacentrus fuscus</i>	6	3.28
	香港多兰蟋 <i>Duolandrevus hongkongae</i>	3	1.64
	长须蟋 <i>Aphonoides</i> sp.	3	1.64
	小额蟋 <i>Itara minor</i> *	2	1.09
	南方素蟋 <i>Mitius flavipes</i> *	1	0.55
	黑脸油葫芦 <i>Teleogryllus occipitalis</i>	1	0.55
	红背特蟋 <i>Turanogryllus rufoniger</i> *	1	0.55
蛉蟋科 Trigonidiidae*	斑腿双针蟋 <i>Dianemobius fascipes</i> *	12	6.56
	小黄蛉 <i>Natula matsurai</i> *	3	1.64
蟋螽科 Gryllacrididae	饰蟋螽 <i>Prosopogryllacris</i> sp.	3	1.64
	十点杆蟋螽 <i>Phryganogryllacris decempunctata</i> *	2	1.09
	梅尔杆蟋螽 <i>Phryganogryllacris mellii</i>	1	0.55
	佩摩姬蟋螽 <i>Metriogryllacris permodesta</i>	1	0.55
	眼斑蟋螽 <i>Ocellarnaca</i> sp.	1	0.55
斑腿蝗科 Catantopidae	越北凸额蝗 <i>Traulia tonkinensis</i> *	5	2.73
	中华稻蝗 <i>Oxya chinensis</i> *	3	1.64
蝗螽科 Mimenermidae*	卡氏翼糜螽 <i>Pteranabropsis karnyi</i> *	9	4.92
蚱科 Tetrigidae	长翅长背蚱 <i>Paratettix uvarovi</i> *	4	2.19
	日本蚱 <i>Tetrix japonica</i>	1	0.55
螻科 Eumastacidae	变色乌螻 <i>Erianthus versicolor</i>	5	2.73
瘤锥蝗科 Chrotogonidae*	越北橄蝗 <i>Tagasta tonkinensis</i> *	1	0.55
鳞蟋科 Mogoplistidae*	熊猫奥蟋 <i>Ornebius panda</i> *	1	0.55

注: “*”表示本研究新纪录。

Note: “*” indicates the new record of this study.

表 4 大明山保护区直翅目昆虫的多样性

Tab. 4 Diversity of Orthopteran in Damingshan Reserve

科 family	属数 genera number	种数 species number	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	丰富度指数 richness index	Peilou 均匀度指数 Peilou evenness index
螽斯科 Tettigoniidae	12	12	1.22	2.11	0.49
驼螽科 Rhaphidophoridae	3	6	0.63	0.96	0.35
蟋蟀科 Gryllidae	7	7	0.38	1.15	0.20
蛉蟋科 Trigonidiidae	2	2	0.25	0.19	0.36
蟋螽科 Gryllacrididae	4	5	0.20	0.77	0.13
斑腿蝗科 Catantopidae	2	2	0.17	0.19	0.24
蝗螽科 Mimenermidae	1	1	0.15	0.00	—
蚱科 Tetrigidae	2	2	0.11	0.19	0.16
螳科 Eumastacidae	1	1	0.10	0.00	—
瘤锥蝗科 Chrotogonidae	1	1	0.03	0.00	—
鳞蟋科 Mogoplistidae	1	1	0.03	0.00	—

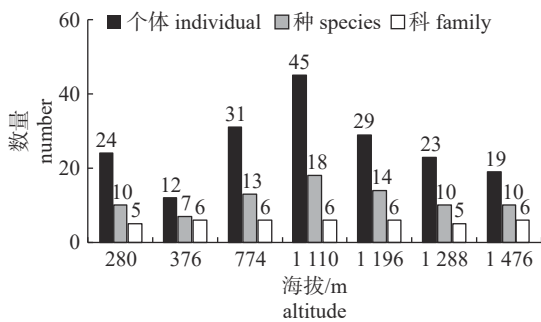


图 1 大明山保护区不同海拔直翅目昆虫的分布

Fig. 1 Distribution of Orthopteran at different altitudes in Damingshan Reserve

丰富度指数 (4.80) 和均匀度指数 (0.42) 均最高; 8 月后直翅目昆虫的种类和数量逐渐减少, 多样性指数、丰富度指数和均匀度指数也呈下降趋势; 10—12 月, 直翅目昆虫的种类和数量最少。

3 讨论

《广西大明山昆虫》共记录了 13 科 133 种

直翅目昆虫^[14], 本次调查历时半年, 发现了该书中记录的 19 种, 同时发现了 21 个新纪录种, 说明利用马氏网能够辅助采集到扫网所不能获得的直翅目昆虫, 其中, 本研究中数量较多的驼螽科在该书中未见记录, 可能是因为驼螽科昆虫具有趋光性且为夜行性昆虫^[22], 相比其他直翅目昆虫, 更容易被马氏网诱集。本研究共鉴定 11 科 37 属 40 种直翅目昆虫, 少于周丕宁等^[15]对广西大明山天然林直翅目昆虫的调查结果 (14 科 49 种), 这可能与天然林的植物多样性及调查方式的不同有关。综上所述, 大明山保护区的直翅目昆虫目前已知共有 19 科 155 种。

昆虫的多样性分布不仅受到宿主植物、种间竞争及天敌等生物因素的影响, 同时也受到一些环境因素的限制^[23-24]。海拔梯度包含温度、湿度和光照等多种环境因子, 对生物多样性分布格局具有重要影响^[25]。研究表明: 许多物种的海拔梯度分布呈马鞍形, 即多样性在中海拔地区达到峰值^[26]。本研究调查结果显示: 直翅目昆虫的多样

表 5 大明山保护区不同海拔直翅目昆虫的多样性

Tab. 5 Diversity of Orthopteran at different altitudes in Damingshan Reserve

海拔/m altitude	属数 genera number	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	丰富度指数 richness index	Peilou 均匀度指数 Peilou evenness index
280	10	0.52	1.73	0.23
376	7	0.29	1.15	0.15
774	13	0.62	2.30	0.24
1110	16	0.96	3.27	0.33
1196	12	0.69	2.50	0.26
1288	9	0.51	1.73	0.22
1476	9	0.47	1.73	0.20

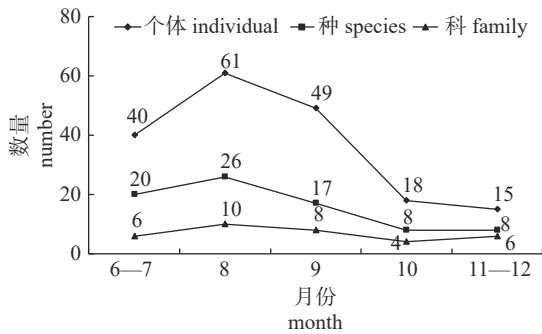


图2 不同月份大明山保护区直翅目昆虫的分布

Fig. 2 Distribution of Orthopteran in different months in Damingshan Reserve

性随着海拔升高呈先增加后降低的趋势, 在海拔 1110 m 处, 个体数量和多样性均达到最高值, 说明中海拔区域适合昆虫栖息生长。崔文夏等^[27]对云南哀牢山国家级自然保护区的研究表明: 蚂蚁在中海拔地区物种数最多; 刘晔等^[23]调查发现: 长江三峡库区中海拔区域的昆虫种类最丰富, 多样性指数最高, 与管涔山昆虫、蝴蝶、地表甲虫、土壤甲螨、跳虫等无脊椎动物的多样性

随海拔梯度变化趋势相似^[28-31]。此外, 大明山保护区海拔 1110 m 处的植被类型为南亚热带常绿阔叶林, 植物资源丰富, 为昆虫提供了充足的食物, 有利于直翅目昆虫的生长繁殖。

温度和降雨量是影响昆虫多样性的关键因子之一^[32]。研究发现: 蝴蝶的多样性与温度呈正相关^[33], 昆虫的物种丰富度随宿主植物物种丰富度的增加而增加^[34-36]。本研究发现: 大明山保护区直翅目昆虫的群落组成与分布随季节更替而有所不同, 昆虫种类和个体数量呈先上升后下降的趋势, 在 8 月达到峰值, 共 26 种 61 头, 占 33.33%, 其多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均为最高。广西大明山 8 月为雨热同期, 适宜的气候条件促进了植物生长, 为植食性的直翅目昆虫提供了良好的栖息和生存环境。陈志敏等^[36]对贵州喀斯特高原山区灌丛草地昆虫群落多样性的调查发现: 物种数和丰富度最高值出现在 8 月; 何祝清等^[3]的调查显示: 在天目山, 7、8 月螽斯和蟋蟀的物种数量最多, 均与本研究结果相似。

表6 不同月份大明山保护区直翅目昆虫的多样性

Tab. 6 Diversity of Orthopteran in different months in Damingshan Reserve

月份 month	属数 genera number	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	丰富度指数 richness index	Peilou 均匀度指数 Peilou evenness index
6-7	17	0.96	3.65	0.32
8	25	1.36	4.80	0.42
9	16	1.04	3.07	0.37
10	8	0.65	1.34	0.31
11-12	8	0.34	1.34	0.16

本次调查主要采用马氏网采集昆虫, 对于直翅目昆虫的捕获具有一定的局限性, 在今后的研究中将进一步优化采集方法, 完善调查结果。

4 结论

大明山保护区直翅目昆虫共记录 19 科 155 种, 其中新纪录科和种分别为 5 个和 21 个。直翅目昆虫的分布受海拔和季节的影响, 在中海拔 (1110 m) 处的数量和多样性最高, 在夏季 (8 月) 的物种数和个体数达到峰值。本研究在一定程度上揭示了直翅目昆虫在不同海拔和不同时间的分布情况, 同时补充了部分新纪录科和种, 为广西大明山直翅目昆虫的生物多样性保护提供了基础数据。

[参考文献]

- [1] SIAHAAN D A S, NURSAL N, ALFAKIH I R, et al. Species checklist of Orthoptera in the forest area with special purpose (KHDTK) Aek Nauli, North Sumatra[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1115(1): 012022. DOI: [10.1088/1755-1315/1115/1/012022](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1115/1/012022).
- [2] WÜNSCH Y, SCHIRMEL J, FARTMANN T. Conservation management of coastal dunes for Orthoptera has to consider oviposition and nymphal preferences[J]. Journal of Insect Conservation, 2012, 16(4): 501. DOI: [10.1007/s10841-011-9436-1](https://doi.org/10.1007/s10841-011-9436-1).
- [3] 何祝清, 廖欣怡, 丁诺. 天目山不同海拔的螽斯和蟋蟀多样性时空特征[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2022(6): 123. DOI: [10.3969/j.issn.1000-5641.2022.06.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-5641.2022.06.012).
- [4] CIGLIANO M M, BRAUN H, EADES D C, et al. Orthoptera species file[DB/OL]. (2023-10-06)[2023-10-

- 06]. <http://orthoptera.speciesfile.org/>.
- [5] 黄江蓉, 汤嘉欣, 何祝清. 基于正模标本的中国直翅目分类学发展趋势分析[J]. 生物多样性, 2022, 30(3): 108. DOI: 10.17520/biods.2021314.
- [6] 何卫强, 张翔, 高舒桐, 等. 不同区域尺度下生境类型和环境因子对直翅目昆虫多样性的影响[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2023, 43(3): 87. DOI: 10.11929/j.swfu.202110030.
- [7] 林思雨, 熊嘉武, 钟问, 等. 东天山直翅目昆虫物种多样性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(1): 127. DOI: 10.13448/j.cnki.jalre.2017.021.
- [8] 葛红元, 袁虹, 倪自银, 等. 祁连山自然保护区直翅目昆虫调查初报[J]. 林业调查规划, 2013, 38(4): 71. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3168.2013.04.013.
- [9] RAJAPANDIAN R, NATCHIAPPAN S. Diversity and distribution records of Orthoptera (Insecta) in Nagarhole Tiger Reserve, Karnataka, India[J]. Proceeding of the Zoological Society, 2020, 73(4): 362. DOI: 10.1007/s12595-020-00339-1.
- [10] HODKINSON I D. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude[J]. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 2005, 80(3): 489. DOI: 10.1017/S1464793105006767.
- [11] ZOGRAFOU K, SFENTHOURAKIS S, PULLIN A, et al. On the surrogate value of red-listed butterflies for butterflies and grasshoppers: a case study in Grammos site of Nature 2000, Greece[J]. Journal of Insect Conservation, 2009, 13(5): 505. DOI: 10.1007/s10841-008-9198-6.
- [12] 黄勇, 王波, 颜琳妙, 等. 广西大明山两栖动物多样性时空格局观测[J]. 生态与农村环境学报, 2020, 36(8): 968. DOI: 10.19741/j.issn.1673-4831.2020.0129.
- [13] 吴磊. 广西大明山国家级自然保护区植物物种多样性研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2012.
- [14] 周善义, 周丕宁. 广西大明山昆虫[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2013.
- [15] 周丕宁, 陈尚文, 李殷奎. 广西大明山保护区天然林昆虫多样性研究[J]. 广西科学, 2009, 16(1): 92. DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.2009.01.025.
- [16] 刘欢欢, 李晨阳, 李梦莉, 等. 广西马尾松人工林与毗邻天然林昆虫群落组成及多样性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2024, 44(2): 144. DOI: 10.11929/j.swfu.202212017.
- [17] 杨瑞刚, 黄建华, 周丕宁, 等. 广西大明山天牛科昆虫多样性研究[J]. 环境昆虫学报, 2015, 37(6): 1133. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0858.2015.06.2.
- [18] 杨瑞刚, 黄建华, 周丕宁, 等. 广西大明山天牛总科区系研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(9): 95. DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.09.015.
- [19] 陆春文. 广西大明山自然保护区蚁科昆虫区系分类研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2013.
- [20] 黄敦元, 黄世贵, 王建皓, 等. 齐云山国家级自然保护区蝴蝶群落多样性[J]. 生物多样性, 2020, 28(8): 958. DOI: 10.17520/biods.2019420.
- [21] 杜春花, 袁瑞玲, 王艺璇, 等. 云南山地核桃林灯下昆虫多样性分析[J]. 西部林业科学, 2019, 48(6): 48. DOI: 10.16473/j.cnki.xblykx1972.2019.06.008.
- [22] 朱启迪, 石福明. 中国洞穴驼螽物种多样性与适应[J]. 中国岩溶, 2021, 40(6): 1026. DOI: 10.11932/karst20210612.
- [23] 刘晔, 沈泽昊. 长江三峡库区昆虫丰富度的海拔梯度格局: 气候、土地覆盖及采样效应的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(19): 5663.
- [24] 金倩, 张天芯, 张智慧, 等. 环境及地理因素对中国枯叶蛾科昆虫 β 多样性格局的影响[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(6): 1196. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0858.2019.06.08.
- [25] 郑美仙, 宋志勇, 周俊良, 等. 海拔变化对双翅目昆虫群落多样性的影响及机制探讨: 以西双版纳地区为例[J]. 环境昆虫学报, 2023, 45(2): 293. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0858.
- [26] SANDERS N J, RAHBK C. The patterns and causes of elevational diversity gradients[J]. Ecography, 2012, 35(1): 1. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2011.07338.x.
- [27] 崔文夏, 王戎勃, 徐正会, 等. 云南哀牢山国家级自然保护区蚂蚁物种分布格局研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2023, 38(4): 537. DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202211018.
- [28] 樊艳平, 袁晓雨, 郭玲, 等. 管涔山昆虫多样性的海拔梯度格局[J]. 现代农业研究, 2022, 28(3): 95. DOI: 10.19704/j.cnki.xdnyyj.2022.03.046.
- [29] 易浪, 董亚坤, 苗白鸽, 等. 云南高黎贡山地区蝴蝶群落多样性[J]. 生物多样性, 2021, 29(7): 950. DOI: 10.17520/biods.2020486.
- [30] 李丹春, 付作霖, 罗子渝, 等. 白龙江林区地表甲虫沿海拔梯度的群落结构及动态分析[J]. 应用昆虫学报, 2022, 59(1): 193. DOI: 10.7679/j.issn.2095-1353.2022.022.
- [31] 刘丹丹, 武海涛, 于洪贤, 等. 长白山地土壤甲螨和跳虫多样性的海拔梯度格局[J]. 地理科学, 2023, 43(7): 1299. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2023.07.017.
- [32] 金倩, 阮倩倩, 陈芬, 等. 青藏高原地区不同环境条件下鳞翅目昆虫物种多样性与系统发育多样性的初步研究[J]. 环境昆虫学报, 2018, 40(1): 102. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0858.2018.01.14.
- [33] 李欣芸, 杨益春, 贺泽帅, 等. 宁夏贺兰山自然保护区蝴蝶群落多样性及其环境影响因子[J]. 环境昆虫学报, 2020, 42(3): 660. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0858.2020.03.16.
- [34] LITT A R, CORD E E, FULLBRIGHT T E, et al. Effects of invasive plants on arthropods[J]. Conservation Biology, 2014, 28(6): 1532. DOI: 10.1111/cobi.12350.
- [35] GALLÉ R, TÖLGYESI C, SZABÓ Á R, et al. Plant invasion and fragmentation indirectly and contrastingly affect native plants and grassland arthropods[J]. Science of the Total Environment, 2023, 903(3): 166199. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166199.
- [36] 陈志敏, 黄秀东, 张茂, 等. 喀斯特高原山区灌丛草地昆虫群落多样性研究[J]. 环境昆虫学报, 2021, 43(5): 1178. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0858.2021.05.12.

责任编辑: 何承刚