

266-271

21157(7)

第17卷第3期  
1997年5月生态学报  
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 17, No. 3  
May, 1997木里蝶类多样性的研究<sup>\*</sup>

刘文萍 邓合黎

(四川省重庆自然博物馆, 重庆, 630013)

0969.438.1

**A** **摘要** 研究了处于原始状态环境的蝶类多样性。种-多度曲线拟合于对数级数模型, 物种少而生境不相互重叠, 优势种得到大的发展, 多样性指数与海拔高度不相关( $r = -0.2968$ ), 不同高度都有适宜或不适宜蝶类的生境。等级多样性 2.998~8.313。多样性指数与均匀度不相关( $r = 0.2566$ ,  $p > 0.05$ ), 与丰富度相关( $r = 0.8506$ ,  $p < 0.01$ )。群落间相似性系数 0.000~0.061, 二维极点排序图及相关系数(0.2838)说明木里蝶类群落组成变化在本文涉及因素影响下是无序的, 这些结果表明蝶类对微环境的敏感性及其表现出来的高度变化。

**关键词:** 蝶类, 多样性, 木里, 微环境。

THE BUTTERFLY DIVERSITIES IN MULI,  
SICHUAN PROVINCE

Liu Wenping Deng Heli

(Chongqing Natural History Museum of Sichuan, Chongqing, 630013, China)

**Abstract** This study was conducted in Muli county, from July 3 to October 8 in 1992. Muli is located at middle section of eastside in Hengduan Mountains,  $27^{\circ}40' \sim 29^{\circ}10'N$ ,  $100^{\circ}03' \sim 101^{\circ}40'E$ , the relative altitude is above 2000 m, climate and vegetation are complex and changeable at horizontal level, and it possess obvious vertical zone. There are unpoleduted primeval evergreen forest. The survey was carried out by sixteen types of habitats as flood-plain farmland, hillside farmland, residence farmland, alpine farmland, flood-plain lawn, hillside lawn, alpine lawn, flood-plain bush, hillside bush, alpine bush, path among broadleaved forest, broadleaved forest, mixed forest, bush below conifer forest, bush among conifer forest, and conifer forest.

The curve of species-abundance of butterfly is fitted to niche pre-emption hypothesis in Muli. The species is less and habitats are not overlap each other. The indices of butterfly diversity do not change with elevation in Muli ( $r = 0.2968$ ,  $p > 0.05$ ) which have suitable or nonsuitable habitats to butterfly. No correlations have been found between indices of diversity

\* 北京师范大学徐汝梅先生、西南农业大学赵志模先生审阅并提宝贵意见, 特此致谢!

收稿日期: 1995-02-15, 修改稿收到日期: 1996-11-05.

and evenness ( $r=0.2566, p>0.05$ ), and indices of diversity with richness is correlated ( $r=0.8506, p<0.01$ ). The similarity among community of butterfly is high,  $0.000\sim 0.061$ . The result of community ordination is nonordered by various combination between each vegetation and each geomorphic types. A foresaid results shown susceptibility of butterfly to microenvironment.

**Key words:** diversity, butterfly, Muli, microenvironment.

当前环境保护和监视的重点之一是选择并监测环境指示生物,看它对局部或全球环境变化的反应。鉴于蝴蝶对微环境的敏感性所表现出来的高度变化及成体(幼虫)与宿主植物间不同组合的相互作用,使得蝶类被看作是较好的环境指示生物<sup>[1]</sup>。目前这类研究集中于两方面,一是长期记录某地区蝶类组成的变化<sup>[2~5]</sup>,二是研究蝶类变化与环境变化的关系<sup>[6~8]</sup>。这些研究未涉及蝶类多样性指数,国内尚未见到这方面研究报道。木里是横断山脉在四川境内最典型地段,同时保存有现今全球最原始的常绿林带,本文企图通过该地蝶类多样性及群落结构的研究为探讨蝶类群落的起源、演替及其与环境变化的关系提供基础资料。

### 1 研究区域和方法

本研究于1992-07-03~10-08在木里进行,该地位于北纬 $27^{\circ}40'\sim 29^{\circ}17'$ ,东经 $100^{\circ}03'\sim 101^{\circ}40'$ 。境内东部太阳山、西部东朗山由雅砻江、理塘河及水洛河三条自东而西、平行排列,由北至南的河夹着,其深切的河谷使山地相对高差达2000 m以上,形成气候、植被的显著垂直带和水平面上的复杂变化。海拔高达5958 m的高处终年积雪,没有真正的夏季;最低1530 m的低处,年均温 $11.1^{\circ}\text{C}$ ,年降水量816 mm,且80%集中于6~9月,2600 m以下为河谷景观,或为农田、或少为植被覆盖,在南部呈干热河谷特征,河谷至3000 m或为栎树为主的阔叶林或为针阔混交林,3000 m至3500 m多被松树为主的针叶林覆盖;3500~4000 m由森林向高山灌丛或草地过渡;4000 m以上为高山草地,更高处出现裸岩。

依据上述自然条件,选择16种生境(表3)进行调查,每种生境重复调查了3次。蝶类数量调查由Poolard的路线横切法<sup>[9]</sup>改进而来。每日上午在选定区域内沿一定路线前进约5 h,每小时行进约2 km,采集路线两侧各2.5 m内的蝶类,作为种类鉴定和数量统计的依据。调查日数53 d,共计调查面积约2.5 km<sup>2</sup>。木里蝴蝶种类组成及分布见刘文萍<sup>[9]</sup>所述。

数量统计均按赵志模和郭依泉<sup>[10]</sup>介绍的方法进行。种-多度关系曲线拟合公式为 $n_r = a \frac{x^r}{r}$ ,  $S = -a \ln(1-x)$ ,  $N = \frac{ax}{1-x}$ ; 这里,  $S$  为调查到的物种数,  $N$  是各物种的个体总数(表1),  $n_r$  是由  $r$  个个体代表的期望频率,  $a$  和  $r$  为上述3个公式的参数。就高海拔昆虫多样性研究而言,采用等级多样性指数  $H'(SGH) = H'(F) + H'(G) + H'(S)$  较为合适,而此多样性应用 Shannon-Wiener 指数公式  $H' = -\sum P_i \ln P_i$  运算<sup>[10]</sup>, 这里,  $H'(F)$ ,  $H'(G)$ ,  $H'(S)$  分别为科级、属级和种级的多样性指数,  $P_i$  为第  $i$  种个体占个体总数的比例。均匀度  $R = \frac{-P_i \ln P_i}{\ln S}$  (表3所用符号与此处符号意义相同),  $x = \frac{L^2 + D_A^2 + D_B^2}{2L}$ ,  $h = \sqrt{D_A^2 - x^2}$ ,  $Y = \frac{(L')^2 + (D'_A)^2 + (D'_B)^2}{2L}$ , 这里,  $x$ 、 $Y$  为排序的  $x$ 、 $Y$  轴,  $L$  是  $x$  轴排序时群落  $A$  与  $B$  间的相异系数,  $D_A$  是群落  $A$  与所求群落间的相异系数,  $D_B$  是群落  $B$  与所求群落间的相异系数,  $L'$ ,  $D'_A$  和  $D'_B$  用于  $Y$  轴排序, 含义同  $x$  轴;  $h$  为群落与  $x$  轴的偏离值。排序间距  $D' = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2}$ ,  $dx$  和  $dy$  为  $x$ 、 $Y$  轴上群落间的差。群落相似性  $I = \frac{2c}{2ab - (a+b)c}$ , 这里,  $a$ 、 $b$  分别为  $A$ 、 $B$  群落物种数,  $c$  为  $a$ 、 $b$  共有物种数。

表 1 木里每科蝶类中含不同个体数的种数

Table 1 Specific numbers of various individual amounts in each family of the butterflies for MuLi

每个种的个体数 Individual Nos. of each species	个体数的各数量等级的种数 Specific Nos. of each No. class										个体数大于 10 只的种数 Species of individual > 10	总计 Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
凤蝶科 Papilionidae	2					1					(22)*	4
绢蝶科 Parnassiidae	1											1
粉蝶科 Pieridae	3	1	2					1		1	(12)(13)(14)(24)(39)(44)(70)	15
斑蝶科 Danaidae	1											1
眼蝶科 Satyridae	3	2	2		1	1	3	1	1	1	(16)(23)(31)(35)(49) (11)(14)(16)(20)(21)(23)(26)	20
蛱蝶科 Nymphalidae	9	2		2	1	2				2	(73) (41)(51)	26
蛱蝶科 Riodinidae	2	1										5
灰蝶科 Lycaenidae	1	5	1	1	1	2		1	1	2	(20)(24)(31)(41)(42)	20
弄蝶科 Hesperidae	2					1						3
Total	24	11	5	3	3	7	3	3	2	6	28	95

\* 1 个括号为 1 个种, 括号内为个体数 One brackets is one species; there is individual number in the brackets.

2 结果和讨论

2.1 木里蝶类的种-多度曲线

经拟合; 在分割线段, 等比和对数级, 对数正态分布和截尾负二项分布 3 个数学模型中, 木里蝶类的种-多度曲线较好地拟合于对数级数模型, 即生态位优先占领假说(图 1)。按照这个假说, 群落中物种对资源的占有一般作如下分配: 第一位的优势种优先占领有限资源的一定部分, 第二位的优势种又占领所余下的资源的一定部分, 以此类推。拟合于这种模型的种-多度曲线表明木里蝶类群落环境条件较为恶劣, 物种少而生境又不相互重叠, 其中优势种得到大的发展, 个体数量很多。

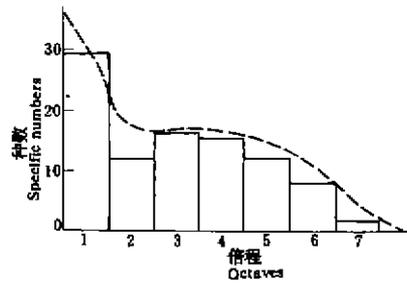


图 1 木里蝶类的种-多度曲线  
Fig. 1 A curve of species-abundance for the butterflies in MuLi

2.2 木里蝶类多样性指数与环境梯度

木里蝶类多样性指数与海拔高度不相关, 相关系数  $-0.2968$ (表 2),  $p > 0.05$ 。这里由于在不同海拔高度都有蝶类非常适宜或很不适宜的生境, 使得多样性指数并不随海拔高度规律变化, 这也反映了蝶类对微环境的敏感性。

2.3 木里蝶类群落参数

木里蝶类群落参数既受植被类型影响, 也受地貌类型影响, 因此, 不同植被和不同地貌的各种组合

表 2 多样性指数与海拔高度的关系

Table 2 The relation between indices of diversity and elevation

海拔高度 Elevation (m)	科数 Nos. of family	属数 Nos. of genus	种数 Nos. of species	个体数 Nos. of individual	多样性指数 $H'$ s	均匀度 Evenness
<2300	6	29	33	268	2.627	0.751
2300~2600	6	25	31	97	3.147	0.916
2600~3000	6	38	52	255	3.550	0.898
3000~3500	7	36	51	309	3.309	0.841
3500~4000	5	19	23	139	2.462	0.785
>4000	5	7	8	16	2.727	1.311

表 3 木里蝶类的等级多样性指数

Table 3 Indices of gradational diversity of the butterflies in Mulli

生境 Habitat*	科数 Nos. of family	属数 Nos. of genus	种数 Nos. of species	个体数 Nos. of individual	等级多样性指数				序号 Ordinal numbers	均匀度 Evenness	序号 Ordinal numbers
					$H_j$	$H_g$	$H_s$	总计 Total			
1	7	37	36	135	1.661	3.133	3.519	8.313	1	0.919	5
2	4	8	8	21	1.150	1.890	1.890	4.930	14	0.909	7
3	5	13	14	50	1.363	2.152	2.252	5.767	9	0.853	12
4	5	12	15	24	1.444	2.282	2.621	6.347	7	0.968	1
5	5	17	21	58	1.544	2.389	2.711	6.644	5	0.902	9
6	8	31	39	162	1.657	2.804	3.143	7.604	2	0.857	10
7	3	3	4	17	0.961	0.961	1.076	2.998	16	0.776	14
8	5	21	25	81	1.377	2.533	2.758	6.628	6	0.857	11
9	6	35	42	244	1.377	2.562	2.854	6.753	3	0.764	15
10	6	20	21	86	1.508	2.198	2.280	5.986	8	0.749	16
11	4	10	12	30	0.795	1.585	2.029	4.409	15	0.816	13
12	5	9	12	24	1.277	1.897	2.256	5.430	12	0.908	8
13	3	14	14	23	0.804	2.462	2.462	5.728	10	0.933	3
14	3	20	24	83	1.205	2.602	2.933	6.740	4	0.923	4
15	5	11	15	33	1.207	1.983	2.484	5.674	11	0.917	6
16	4	10	12	23	0.889	1.956	2.326	5.171	13	0.936	2

\* 1 河滩农田 Flood-plain farmland; 2 山坡农田 Hillside farmland; 3 居民点农田 Residence farmland; 4 高山农田 Alpine farmland; 5 河滩草地 Flood-plain lawn; 6 山坡草地 Hillside lawn; 7 高山草地 Alpine lawn; 8 河滩灌丛 Flood-plain bush; 9 山坡灌丛 Hillside bush; 10 高山灌丛 Alpina bush; 11 阔叶林间小道 Path among broadleaf forest; 12 阔叶林 Broadleaf forest; 13 混交林 Mixed forest; 14 针叶林下灌丛 Bush below conifer forest; 15 针叶林间灌丛 Bush among conifer forest; 16 针叶林 Conifer forest;

产生了这些群落间参数的极大差异和各组参数间序列的极不一致(表 3), 进一步表明了蝶类对微环境的敏感性和这种敏感性表现出来的高度变化, 证实了 Kremen<sup>[1]</sup>所概述的结论。

均匀度和丰富度(物种数)是多样性指数的两个函数。木里蝶类多样性指数与均匀度不一致(相关系数  $r=0.2566$ ,  $p>0.05$ ), 与丰富度一致(相关系数  $r=0.8506$ ,  $p<0.01$ )。这种现象的出现不同作者的研究结果和原因分析是不同的, 贺答汉等<sup>[12]</sup>认为荒漠草原昆虫群落的多样性指数与均匀度是一致的, 表明了群落结构的稳定, 而万方浩等<sup>[13]</sup>研究稻田昆虫群落则得出在不同季节, 多样性指数与均匀度不一致。本文认为木里蝶类多样性指数不受均匀度影响是由于种-多度关系表现为生态位优先占领假说, 个体数量呈对数级数分布所致。表明了生境不相互重叠, 在这样的环境里, 群落结构变化很大, 而昆虫群落的种-多度曲线呈对数正态分布时, 一般情况下多样性指数与均匀度一致<sup>[10]</sup>。

#### 2.4 群落排序

木里蝶类群落间相似性很小(表 4)。最低值零, 最高值 0.061, 这既反映群落间有较快的演替速度和较大的差异, 也反映了蝶类对微环境的敏感性。

表 4 蝶类群落间的相似性系数

Table 4 Coefficients of similarity among communities of butterfly

Habitat*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1															
2	0.036	1														
3	0.029	0.038	1													
4	0.037	0.035	0.026	1												
5	0.025	0.014	0.012	0.037	1											
6	0.061	0.046	0.039	0.043	0.057	1										
7	0.006	0.038	0.021	0.000	0.014	0.022	1									
8	0.017	0.026	0.020	0.030	0.023	0.042	0.053	1								
9	0.036	0.017	0.032	0.035	0.018	0.022	0.016	0.031	1							
10	0.018	0.014	0.008	0.029	0.024	0.030	0.034	0.034	0.015	1						
11	0.025	0.026	0.023	0.044	0.039	0.040	0.025	0.032	0.022	0.015	1					
12	0.031	0.012	0.014	0.013	0.029	0.032	0.025	0.043	0.014	0.009	0.028	1				
13	0.024	0.010	0.027	0.005	0.012	0.025	0.000	0.006	0.018	0.018	0.014	0.043	1			
14	0.023	0.045	0.034	0.039	0.016	0.029	0.056	0.028	0.020	0.020	0.019	0.012	0.007	1		
15	0.022	0.054	0.036	0.024	0.059	0.035	0.049	0.018	0.020	0.007	0.032	0.032	0.018	0.031	1	
16	0.020	0.000	0.000	0.006	0.022	0.019	0.000	0.008	0.010	0.009	0.042	0.028	0.035	0.003	0.022	1

\* 生境的编号与表 3 相同 Numbers of habitat are as Table 3.

本文采用方便实用的极点排序法来研究群落变化<sup>[10]</sup>。排序结果见(图 2)。群落间不相似值与群落在二维空间中的欧氏距离的线性回归方程  $Y=0.266+0.208x$ ，相关系数  $r=0.2838$ 。排序结果表明了木里蝶类群落变化在本文所涉及因素影响下的无序性。

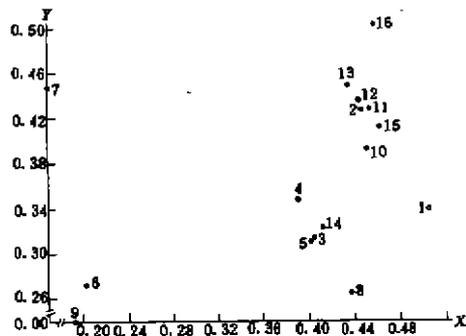


图 2 木里蝶类群落的二维排序

Fig. 2 Two-dimensional ordination chart of the butterfly communities in Muli  
图中数字为生境的序号 Numbers are ordinal numbers of habitat in the figure

## 参 考 文 献

- 1 Kremen C. Assessing the indicator properties of assemblages for natural areas monitoring. *Ecol. Appl.* 1992, 2(2): 206~216
- 2 Bruun H H. Changes in species composition of the moth and butterfly fauna on Houtskär in the Archipelago of SW Finland during the years of 1954~1989. *Acta Acad. Abo. Ser. B Mata. Pbys. Mat. Naturvetensk.* 1992, 52(1): 1~49
- 3 Moskalenko D Y. Fauna and ecology of Lepidoptera Rhopalocera on the boundary between forest-steppe and steppe zones of the left-bank Ukraine. *Entomol. Obozr.* 1991, 70(4): 785~792
- 4 Reinhardt R. Trend analysis in diurnal butterflies(Lepidoptera)of Saxony. *Zool. JB. Syst.* 1992, 147~163
- 5 Stekolnikov A A. Dynamics of some Lepidoptera(Hesperioidea, Papilionidae, Sphingidae, ect.)fauna of the protected oak forest on Vorskla during 50 years of observation. *Byull Mosk. O-Va Ispyt. Prir. Otd. Biol.* 1992, 97(1): 53~63
- 6 Hill C J. Temporal changes in abundance of two Lycaenid butterflies(Lycaenidae)in relation to adult food resources. *J. Lepid. Soc.* 1992, 46(3): 173~181
- 7 Steiner A. Unusual flight times of butterflies in 1989 and 1990: Results of global climatic change? *ATALANTA.* 1991, 22(2~4): 237~244
- 8 Väisänen R. Distribution and abundance of diurnal Lepidoptera on a raised bog in southern Finland. *Ann. Zool. Fennici.* 1992, 29: 75~92
- 9 刘文萍. 木里蝶类及其生态地理研究. 西南农业大学学报增刊, 1994, 总(10): 139~147
- 10 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990. 288
- 11 金翠霞, 吴亚. 群落多样性测定及其应用的探讨. 昆虫学报, 1981, 24(1): 28~33
- 12 贺答汉, 田畴, 任国栋等. 荒漠草原昆虫的群落结构及其演替规律初探. 中国草地, 1988, 6: 24~28
- 13 万方浩, 陈常铭. 综防区和化防区稻田害虫-天敌群落组成及多样性的研究. 生态学报, 1986, 6(2): 159~160
- 14 吴亚, 金翠霞. 草甸昆虫群落及空间与时间结构. 昆虫学报, 1980, 23(2): 156~166