

## 三峡库区不同生境类型蝶类多样性调查及分析\*

林芳森<sup>1,2</sup>, 邓合黎<sup>3</sup>, 袁兴中<sup>1,2</sup>, 刘红<sup>1</sup>, 吴玉源<sup>1,2</sup>

(1. 重庆大学资源及环境科学学院, 重庆 400044;

2. 煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室, 重庆 4000400; 3. 重庆自然博物馆, 重庆 400700)

**摘要:**1998—2003年对长江三峡库区阔叶林、灌丛、林缘灌丛、农田、草地等5种不同生境类型蝴蝶分布状况进行调查。获得蝴蝶7 853只,隶属12科157属380种。蛱蝶科蝴蝶的属、种和个体数均为最多,说明此类群最适应库区当前的环境条件;珍蝶、喙蝶、绢蝶等科蝶类是三峡库区的稀有类群,也是库区蝶类生物多样性保护的关键类群。阔叶林、灌丛、林缘灌丛是该区域物种多样性的重要生境,特别是灌丛类生境。各类型生境的多样性指数,灌丛(0.584 5)和农田(0.474 0)的年间波动较小,草地(0.329 8)的年间波动较大。在5种类型中,灌丛的蝶类多样性指数(0.584 5)相对较高,是库区内最适于蝴蝶生存的生境。研究表明蝴蝶分布特征与生境关系密切,植被类型越接近、空间复杂程度越相似的生境,其蝴蝶生态分布特征越相似。蝴蝶生境保护对于三峡库区蝶类多样性保护具有重要意义。

**关键词:**三峡库区;蝶类;多样性;生境类型;年间变化

**中图分类号:**X174;Q89

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2012)05-0026-05

生物多样性是多样化生命实体群的特征,是人类赖以生存和发展的基础。随着人类活动(尤其是经济活动)的不断加剧,全球生物多样性正受到严重的威胁。近年来人们逐渐认识到生物多样性的重要性,生物多样性研究是21世纪生态学领域的热点与重点,生境变化与生物多样性关系更是生态学家长期关注的领域。

自从Watt等人<sup>[1]</sup>开始,人们逐渐发现蝴蝶对环境变化敏感,适合作为生态系统动态特征的指示物种<sup>[1-4]</sup>。蝴蝶幼虫取食植物具有专一性,它们的分布和数量都直接依赖于植物。同时蝴蝶对气候和光线非常敏感,生境空间复杂程度直接影响蝴蝶生存的微生境,间接影响了蝴蝶的分布。研究某地区蝶类多样性组成变化,可评价生境质量及其变化,可对环境保护与生物多样性保护提出针对性意见。有关蝴蝶生态学的研究,国外已经开展了较多的工作,尤其是在城市蝴蝶生态学、蝴蝶与植物的协同进化等方面。而国内的研究工作还处于起步阶段,并且以蝴蝶多样性、群落结构和动态<sup>[5-8]</sup>为主。而三峡库区的蝴蝶群落研究报道并不多见。

三峡库区具有丰富的生态系统多样性、物种多样性与基因多样性的特征,是一个天然的生物宝库<sup>[9-11]</sup>。然而由于长期的人类活动和自然干扰,库区生态环境变化日益明显<sup>[12]</sup>,已威胁到三峡库区的生物多样性<sup>[11]</sup>。本研究以三峡库区为研究区域,通过分析1998—2003年蝴蝶多样性特征,探讨蝴蝶与生境的关系。研究旨在丰富国内蝴蝶生态学研究,以为库区生物多样性保护提供科学依据。

### 1 研究区域

研究区域位于三峡库区,地处四川盆地与长江中下游平原的结合部,跨越鄂中山区峡谷及川东岭谷地带,北依大巴山,地理范围在北纬28°28′~31°44′、东经105°49′~110°12′之间。本区地处中纬度,属湿润亚热带季风气候,全区多年平均气温15~18℃,多年平均降雨量为1 150.26 mm。

研究区域包括重庆和湖北共20个区县,分别为:长阳、兴山、巫山、巫溪、城口、奉节、万州、梁平、石柱、黔江、秀山、酉阳、彭水、涪陵、武隆、南川、北碚区、江津、永川、巴南区。其中长阳和兴山隶属于湖

\* 收稿日期:2012-03-21 网络出版时间:2012-9-15 23:19

资助项目:重庆市环境保护局重点科技项目(No. 4814068)

作者简介:林芳森,女,硕士研究生,研究方向为环境生态学;通讯作者:邓合黎,E-mail:dehl0918@vip.sina.com

网络出版地址: [http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120915.2319.201205.26\\_007.html](http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120915.2319.201205.26_007.html)

北省,其余区县属于重庆市。

## 2 研究方法

1998—2003年,每年在三峡库区有代表性的区县进行一次采样,样点的布设力求真实反映三峡库区的生态环境及蝴蝶群落状况。采样地点包括三峡库区的20个区县,样点选择代表了不同的生境类型,包括阔叶林、灌丛、林缘灌丛、农田和草地。

在每个采样点选取3条样线,每条样线采用路线法进行采样。采样期间,于晴天9:00~14:00采样,利用捕蝶网采集样线两侧各2.5 m内的蝶类。同时记录采集地点海拔高度、生境、环境因子等。对熟悉的蝴蝶直接计数,不认识的蝴蝶采集带回室内鉴定。蝴蝶鉴定根据《中国蝴蝶分类与鉴定》进行<sup>[13]</sup>。

## 3 数据分析方法

采用Shannon-Wiener多样性指数对蝶类调查数据进行分析<sup>[14]</sup>。

Shannon-Wiener 指数

$$H' = - \sum (P_i \ln P_i)$$

Pielou 均匀度指数

$$J = \sum (P_i \ln P_i / \ln S)$$

McNaughton 种类优势度指数

$$D = (N_1 + N_2) / N$$

Sorenson 相似性系数

$$C_s = 2j / (a + b)$$

式中, $S$ 为总种数, $P_i$ 为种 $i$ 的个体数占总个体数的比例。 $N$ 为所有种的个体总数, $N_i$ 为种 $i$ 的个体数。 $a$ 为A生境中的种类数, $b$ 为B生境中的种类数, $j$ 为两生境共有的种类数。

## 4 结果

### 4.1 三峡库区蝶类的种类组成

1998—2003年共采集蝴蝶7 853只,隶属12科157属380种。由表1可知,属的组成类型依多到少依次为:蛱蝶科(Nymphalidae)、灰蝶科(Lycaenidae)、弄蝶科(Hesperiidae)、眼蝶科(Satyridae)、凤蝶科(Papilionidae)、粉蝶科(Pieridae)、蛱蝶科(Riodinidae)、斑蝶科(Danaidae)、环蝶科(Amathusiidae)、珍蝶科(Acraeidae)、喙蝶科(Libytheidae)和绢蝶科(Parnassiidae)。从种的组成看种数由多到

少依次为:蛱蝶科(99)、眼蝶科(81)、弄蝶科(75)、灰蝶科(61)、凤蝶科(27)、粉蝶科(19)、蛱蝶科(7)、斑蝶科(4)与环蝶科(4)、珍蝶科(1)与喙蝶科(1)和绢蝶科(1)。个体数由多至少的排列顺序为:蛱蝶科、眼蝶科、粉蝶科、灰蝶科、凤蝶科、弄蝶科、蛱蝶科、斑蝶科、环蝶科、珍蝶科、喙蝶科和绢蝶科。

### 4.2 各生境类型蝶类组成

调查期间在研究区域内,阔叶林共获得蝴蝶2 005只,隶属10科118属277种;灌丛共获得蝴蝶2 658只,隶属11科122属253种;林缘灌丛共获得蝴蝶878只,隶属10科70属139种;农田共获得蝴蝶1 965只,隶属8科70属127种;草地共获得蝴蝶347只,隶属8科42属65种(表2)。蛱蝶科属数、种数和个体数均为最多。阔叶林和林缘灌丛中蛱蝶科的属和种类最多,眼蝶科的个体数最多。阔叶林的优势种为连纹黛眼蝶(*Lethe syrcis*)、曲纹黛眼蝶(*L. chandica*)等,林缘灌丛的优势种为宽边黄粉蝶(*Eurema hecabe*)、直纹稻弄蝶(*Parnara guttata*)、黛眼蝶(*L. dura*)等;灌丛和农田中蛱蝶科在属、种类和个体数均最多。灌丛的优势种为宽边黄粉蝶、酢浆灰蝶(*Pseudozizeeria maha*)、点玄灰蝶(*Tongeia filicaudis*)等,农田的优势种为宽边黄粉蝶、东方菜粉蝶(*Pieris canidia*)、酢浆灰蝶、菜粉蝶(*P. rapae*)等;草地以灰蝶科的属和种类最多,个体数则以粉蝶科最多。优势种为酢浆灰蝶、菜粉蝶、橙黄豆粉蝶、东方菜粉蝶等。珍蝶科蝶类仅在灌丛和林缘灌丛中有发现;喙蝶科和环蝶科蝶类仅在阔叶林和灌丛中有发现;绢蝶科蝶类仅在林缘灌丛中有发现。阔叶林、灌丛、林缘灌丛、农田、草地各生境的特有蝶类分别有81种、58种、12种、13种、5种。

### 4.3 各生境类型蝶类多样性、均匀度和优势度比较

三峡库区各生境类型蝶类的群落参数中,物种多样性指数排序由大到小依次为灌丛、林缘灌丛、阔叶林、农田、草地;优势度排序为草地、林缘灌丛、农田、阔叶林、灌丛;均匀度为林缘灌丛、灌丛、草地、农田、阔叶林(图1)。

### 4.4 三峡库区蝴蝶多样性的年间变化

从1998—2003年间,在5种生境类型中灌丛和林缘灌丛蝴蝶群落的多样性指数除2002年较低外,其他年份均较高;草地的多样性指数,除2002年相对较高外,其他年份均为最低;农田和灌丛的多样性指数波动较小,草地的波动最大(图2)。6年间各生境蝴蝶的科、属及种数见表2。

表 1 1998—2003 年间各生境蝶类群落种类组成

Tab. 1 Species composition of five different habitats between 1998 and 2003

个

生境 类型	1998			1999			2000			2001			2002			2003		
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
阔叶林	8	36	59	9	48	67	9	48	75	10	74	125	8	47	89	9	69	128
灌丛	9	51	88	9	68	109	10	66	114	10	78	125	8	44	67	6	22	33
林缘灌丛	8	45	85	7	18	23	7	34	57	9	25	35	6	19	23	3	7	8
农田	7	39	67	8	41	61	7	38	65	6	17	23	2	6	8	6	21	26
草地	6	15	19	4	15	16	6	18	22	-	-	-	7	12	16	6	10	17

表 2 三峡库区各生境蝴蝶群落种类组成和数量

Tab. 2 Species composition and quality of butterfly community of five different habitats

个

科名	阔叶林			灌丛			林缘灌丛			农田			草地			总和		
	属	种	个体	属	种	个体	属	种	个体	属	种	个体	属	种	个体	属	种	个体
凤蝶科 Papilionidae	8	21	148	7	20	280	5	13	33	3	12	261	1	5	8	9	27	730
粉蝶科 Pieridae	9	17	233	7	15	322	6	14	162	6	11	421	4	8	91	9	19	1 229
斑蝶科 Danaidae	2	2	19	3	4	22	1	1	16	1	2	3	1	1	2	3	4	62
眼蝶科 Satyridae	17	70	556	15	49	536	12	32	355	9	26	386	5	13	44	20	81	1 877
蛱蝶科 Nymphalidae	28	76	469	32	70	829	17	37	164	18	34	441	9	13	26	39	99	1 929
珍蝶科 Acraeidae	0	0	0	1	4	4	1	4	4	0	0	0	0	0	0	1	1	8
喙蝶科 Libytheidae	1	6	6	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8
灰蝶科 Lycaenidae	23	36	308	22	31	397	15	20	67	13	20	306	13	14	82	34	61	1 160
弄蝶科 Hesperiidae	22	38	158	27	48	247	9	13	60	18	20	146	8	10	24	32	75	635
蛱蝶科 Riodinidae	5	7	86	4	6	7	3	4	16	2	2	1	1	1	70	5	7	180
绢蝶科 Parnassiidae	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
环蝶科 Amathusiidae	3	4	22	3	4	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	34

4.5 各生境类型蝶类相似性比较

以群落相似性系数为基础,对研究区域蝴蝶群落进行聚类分析见图 3。阔叶林和灌丛的蝶类物种相似性系数最大(0.611 3),农田和灌丛次之(0.552

6),阔叶林和草地最小(0.321 6)。草地明显区别于其他生境单独为一组。阔叶林和灌丛、林缘灌丛和农田具有较多的相同物种,分别聚在一起,后与农田聚在一起。

### 5 讨论

有关三峡库区蝶类的调查开始已久,不断有零星的或较系统的调查研究报道<sup>[7-8, 15-17]</sup>。本研究在三峡水库蓄水前对库区进行系统调查,结果表明三峡库区蝶类共有 12 科 157 属 380 种。蛱蝶科蝶类在属、种、个体数 3 个水平上数量均最多,最适应库区当前的环境条件;珍蝶科、喙蝶科、绢蝶科是单种

科,是三峡库区的稀有类群,也是库区蝶类生物多样性保护的关键物种。珍蝶科蝶类仅在灌丛和林缘灌丛中有发现;喙蝶科和环蝶科蝶类仅在阔叶林和灌丛中有发现;绢蝶科蝶类仅在林缘灌丛中有发现。说明蝴蝶的分布与生境有密切关系,同时阔叶林、灌丛、林缘灌丛 3 种类型生境的保护,对于三峡库区蝶类的生物多样性保护具有重要意义,特别是灌丛类生境。

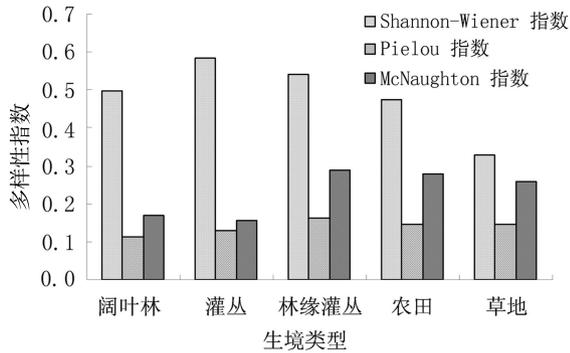


图 1 三峡库区不同生境类型蝴蝶群落多样性指数  
Fig. 1 Diversity indices of butterfly communities of different habitats in TGR

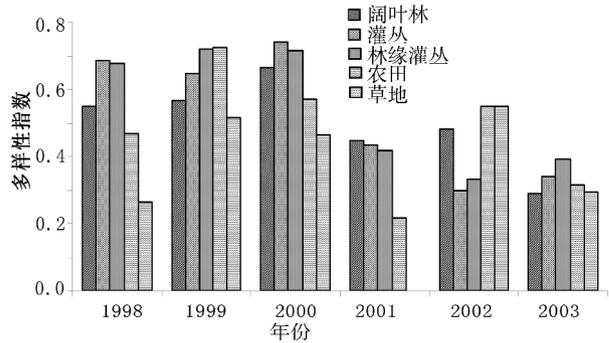


图 2 1998—2003 年间各生境类型蝴蝶群落多样性指数变化  
Fig. 2 Diversity indexes of butterfly community of different habitats between 1998 and 2003

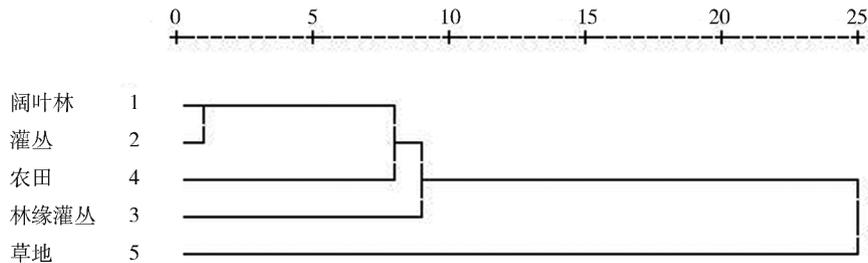


图 3 三峡库区不同生境类型蝴蝶物种相似性聚类分析  
Fig. 3 Dendrogram of butterfly communities in different habitats of TGR

灌丛的物种多样性指数、均匀度指数等指标高于其他各生境类型,优势度指数最低,且 6 年间灌丛蝴蝶群落的多样性指数相对位置均较高,年际波动较小,表明此生境中的植物种类和空间结构复杂多样,各种种群间数量差异不显著,整个生态环境复杂而稳定,生境质量较高,适宜各种蝶类生存。此结论与漆波<sup>[18]</sup>的研究结论一致。他们的研究表明在三峡库区 4 种植被型中,灌丛的物种数虽然不是最高的,由于均匀度最高、物种多样性指数也是最高的。草地的多样性指数 6 年间,除 2002 年相对较高外,其余年份均处于最低位置,年际波动大,同时草地总的多样性指数低,优势度指数最高,表明此生境环境简单、植被结构单一,生境异质性低,不具备多种蝶

类生存和繁衍的条件,蝴蝶种群个体数量差异显著,具有明显的优势种群。表明蝴蝶群落多样性特征及动态变化均与生境密切相关。三峡库区生物多样性的保护重点在生境的保护。

由于蝴蝶幼虫取食植物具有专一性,它们的分布和数量都直接依赖于植物。同时蝴蝶对气候和光线非常敏感,生境空间复杂程度直接影响蝴蝶生存的微生境,间接影响了蝴蝶的分布。阔叶林、林缘灌丛、灌丛生境条件较相似,具有较多相同物种,而草地与其他生境有明显区别,蝴蝶群落的组成和数量差异显著。可知蝴蝶分布特征与生境关系密切,植被越接近、空间复杂程度越相似的生境,其蝴蝶分布特征越相似。

## 参考文献:

- [1] Watt W B, Chew F S, Snyder L R G, et al. Population-structure of pierid butterflies. 1. numbers and movements of some montane colias species [J]. *Oecologia*, 1977, 27(1): 1-22.
- [2] Weiss S B, White R R, Murphy D D, et al. Growth and dispersal of larvae of the checkerspot butterfly *euphydryas-editha* [J]. *Oikos*, 1987, 50(2): 161-166.
- [3] Weiss S B, Murphy D D, White R R. Sun, slope, and butterflies-topographic determinants of habitat quality for *euphydryas-editha* [J]. *Ecology*, 1988, 69(5): 1486-1496.
- [4] Kremen C. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring [J]. *Ecological Applications*, 1992, 2(2): 203-217.
- [5] 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(2): 109-114.
- [6] 王敏, 黄国华, 范晓凌, 等. 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究 [J]. *生物多样性*, 2003, 11(6): 441-453.
- [7] 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.
- [8] 左自途, 袁兴中, 刘红, 等. 重庆市主城区不同生境类型的蝴蝶多样性 [J]. *生态学杂志*, 2008, 27(6): 946-950.
- [9] 李旭光. 长江三峡库区生物多样性现状及保护对策 [J]. *中国发展*, 2004(4): 13-18.
- [10] 陈伟烈. 长江三峡与生物多样性 [J]. *生物学通报*, 2003, 38(6): 13-14.
- [11] 章家恩, 徐琪. 三峡库区生物多样性的变化态势及其保护对策 [J]. *热带地理*, 1997, 17(4): 412-418.
- [12] 袁兴中, 熊森, 李波, 等. 三峡水库消落带湿地生态友好型利用探讨 [J]. *重庆师范大学学报: 自然科学版*, 2011, 28(4): 23-25.
- [13] 周尧. 中国蝴蝶原色图鉴 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999: 1-385.
- [14] 马克平. 生物多样性研究的原理与方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [15] 刘文萍, 邓合黎, 李树恒. 大巴山南坡蝶类调查 [J]. *西南农业大学学报: 自然科学版*, 2000, 22(2): 140-145.
- [16] 李树恒, 刘文萍, 邓合黎. 三峡库区蝶类的生态地理分布 [J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2001, 23(5): 474-477.
- [17] 杨萍, 邓合黎, 漆波, 等. 长江三峡库区蝶类群落的物种获得率、小生境占有率及相对多度 [J]. *生态学报*, 2005, 25(3): 543-554.
- [18] 漆波, 杨萍, 邓合黎. 长江三峡库区蝶类群落的物种多样性 [J]. *生态学报*, 2006, 26(9): 3049-3059.

## Resacrces, Environment and Ecology in Three Gorges Area

## On the Butterfly Diversity of Different Habitat Types in Three Gorge Reservoir

LIN Fang-miao<sup>1,2</sup>, DENG He-li<sup>3</sup>, YUAN Xing-zhong<sup>1,2</sup>, LIU Hong<sup>1</sup>, WU Yu-yuan<sup>1,2</sup>

(1. College of Resource and Environmental Science, Chongqing University, Chongqing 400044;

2. State Key Laboratory of Coal Mine Disaster Dynamics and Control, Chongqing 400044;

3. Chongqing Museum of Natural History, Chongqing 400700, China)

**Abstract:** The faunal composition of butterflies in five different habitat types in the Three Gorges Reservoir was surveyed from 1998 to 2003. A total of 380 species belonging to 157 genera and 12 families were recorded, among which, Nymphalidae is the fittest one in the environment according to the highest number of specie, genera and families. Acraeidae, Libytheidae and Par-nassidae are the unusual rare and key species of biodiversity conservation. Farmlands and shrubs had small fluctuation of diversity indices between 6 years, while grasslands had big one, and they were 0.584 5, 0.474 0 and 0.329 8 respectively. Shrubs are the most suitable vegetations for butterfly in TGR. The investigation shows that butterfly community is closely related to habitat types, and the similarity of different butterfly communities increased with the similarity of vegetation and spatial structure between different habitat types. The shrub is important habitat of biodiversity and hence protection of these habitats is important for biodiversity conservation.

**Key words:** Three Gorge Reservoir; butterfly; diversity; habitat types; annual variation

(责任编辑 欧红叶)