

云南横断山区蚤类物种多样性的地理分布趋势 与重要环境因素的关系^{*}

龚正达¹ 吴厚永² 段兴德¹ 冯锡光¹ 张云智¹ 刘 泉²

1 (云南省流行病防治研究所, 大理 671000)

2 (军事医学科学院微生物流行病学研究所, 北京 100071)

摘要: 根据云南横断山区具代表性的 7 个山系共 9 个样区山地蚤类及其宿主动物的垂直分布调查结果,并参考以往的部分调查资料,对所获数据进行统计学处理,应用不同山系样区各垂直带蚤类物种多样性的平均值作为指标,就云南横断山区蚤类物种多样性的地理分布趋势和规律,与宿主动物和重要环境因素的关系等问题进行了分析和探讨。结果显示,蚤类物种多样性的地理分布趋势是由西北—南—东—北呈递减的趋势。与此变化趋势密切相关的重要因素是水湿条件,其次是经度的影响。另外还与蚤类的丰富度、地理环境、垂直带和人们的生产活动等因素有关。研究认为,形成蚤类与宿主动物间多样性地理分布趋势上的差异的主要原因是环境的适应性不同,其中水湿条件就是很重要的因素之一。研究还发现,横断山蚤类在我国蚤类区系中是多样性最高的地区,它充分地反映了横断山区栖息地异质性对物种数的重要影响,并说明栖息地异质性对物种—面积关系起着重要作用。

关键词: 蚤类,物种多样性,地理分布趋势,重要环境因素,云南横断山区

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1005 - 0094(2001)04 - 0319 - 10

The relationship between the geographical distribution trends of flea species diversity and the important environmental factor in the Hengduan Mountains, Yunnan

GONG Zheng-Da¹, WU Hou Yong², DUAN Xing-De¹, FENG Xi-Guang¹, ZHANG Yun-Zhi¹, LIU Quan²

1 Institute of Epidemiology of Yunnan Province, Dali 671000

2 Institute of Microbiology and Epidemiology, Academy of Military Medical Sciences, Beijing 100071

Abstract: This paper is based on investigations of the vertical distribution of fleas and their hosts in nine sample areas in seven mountain ranges and refers to related data analyzed with statistical methods. According to the standardized mean of the diversity index for fleas in the vertical zones of each mountain range, the paper analyses and discusses the problems of the relationship of hosts and of important environmental factors with the geographical distribution trends and rules of flea species diversity in Yunnan Province's Hengduan Mountains. The results show geographical distribution trends such that flea species diversity gradually decreases from the northwest to the south and the northeast. This trend is related primarily with humidity and rainfall, then secondarily with latitude, flea richness, geographical environmental condition, vertical zonation, human activities, etc. It is concluded that the different geographical distribution trends between fleas and hosts was the main cause of their different adaptability to the environment, of which humidity is one of the important factors. In addition, the flea species richness in the Hengduan Mountains is the highest in the Chinese flea fauna. It was demonstrated that habitat heterogeneity in the Hengduan Mountains affects species diversity, which acts on the relationship between species and area.

Key words: fleas, species diversity, geographical distribution trends, environmental factor, Hengduan Mountains, Yunnan

蚤类成虫是哺乳动物和鸟类的体外寄生虫,它们的分布主要取决于宿主动物的分布,但蚤类成、幼虫的生存要求和适应能力并非完全与宿主一致,其分布往往不如宿主那么广。在不同地区或同一地区的不同山地、甚至同一山系的不同坡向,由于地理环境、气候条件、植被和宿主动物等情况的差异,蚤类的组成和分布状况各异。以往,山地蚤类及其宿主动物区系分布的调查工作虽然做得较多,但蚤类的地理分布趋势和规律与宿主动物、重要环境因素之间的关系等问题涉及较少。云南横断山区由于峰峦叠嶂,岭谷相间,形成了多种多样的地理条件和生态环境。作者以横断山区不同地理位置具代表性的高黎贡山、怒山和云岭等重要山脉的 7 个山系共 9 个山地作为样区,即高黎贡山东坡(贡山)和西坡(泸水片马)、苍山东坡(大理)和西坡(漾濞)、玉龙雪山(丽江)、大雪山(永德乌木龙)、无量山(景东)和白草岭(大姚桂花),对山地蚤类及其宿主动物进行了垂直分布调查,并参考以往的调查资料如老君山(杨光荣,陶开会,1990),就云南横断山区蚤类物种多样性的地理分布趋势、规律及其与宿主动物和主要环境因素的关系等问题进行分析和探讨。

1 自然概况

云南西部属青藏高原的南延部分,为横断山中南部长高山峡谷区。这里山河相间,高黎贡山、怒山和云岭等高大山脉南北纵列,金沙江、澜沧江、怒江和元江等深谷呈帚状排列,相对高差较大,地势险峻,海拔南部一般在 1500~2000 m,北部为 3000~4000 m 左右。

2 研究方法

2.1 调查方法

以横断山区的高黎贡山、怒山和云岭等主要山脉不同地理位置具代表性的支脉作为调查样区,在旱季对各样区不同森林植被带进行调查。采用小兽捕铗捕捉地面活动小兽的方法为主,各垂直带小兽取样数通常不少于 150 头。此外,辅以枪击捕打部分树栖小兽和收集部分鸟巢、小动物巢穴。采获的标本分别袋装,在现场营地采集其寄生蚤,分别瓶装后作标记和记录,带回实验室进行分类鉴定,统计计数。

2.2 统计方法

所获资料数据用 Shannon-Wiener 指数公式分

别计算各主要植被带内蚤类的多样性指数,

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

H 为多样性指数, P_i 为第 i 种的个体比例。

以 Pielou (1949) 的公式计算各植被带蚤类的均匀度指数,

$$J = \frac{H}{\ln S}$$

J 为均匀度指数, S 为物种数。

以 Simpson (1949) 公式计算各植被带蚤类的生态优势度,

$$C = \sum_{i=1}^s \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

C 为生态优势度, N_i 为第 i 种的个体数, N 为总个体数。

2.3 主要分析指标

以各样区山地不同垂直带的蚤类多样性指数的平均值作为指标,绘制横断山区蚤类物种多样性的地理分布趋势图,并与其宿主动物和重要环境因子作相关分析。

2.4 相关系数

采用离差标准化后的内积—相关系数 (r) (赵志模,郭依泉,1990)。

2.5 调查地点、范围和主要调查时间

高黎贡山东坡(贡山):贡山县城—南磨山峰顶(1600~4000 m); 98°30' E, 27°46' N; 1985 年 10~11 月。

高黎贡山西坡(泸水):下片马—雪山丫口山顶(1860~3600 m); 98°42' E, 26°03' N; 1987 年 10~11 月。

大雪山(永德):蚂蝗箐—道人烧香山顶(1500~3504 m); 99°37' E, 24°08' N; 1997 年 10~11 月。

玉龙雪山(丽江):大具坝—大索道冰塔林南侧(1800~4500 m); 100°12' E, 27°10' N; 1998 年 10~11 月。

苍山东坡(大理):大理城后山脚—龙泉峰顶(2100~4100 m); 100°06' E, 25°44' N; 1992 年 10 月和 1995 年 6 月。

苍山西坡(漾濞):雪山河电站—龙泉峰山顶(1900~4100 m); 100°03' E, 25°44' N; 1995 年 5~6 月。

无量山(景东):县城—背娃娃山顶(1150~3100 m); 100°40' E, 24°26' N; 1998 年 11~12 月。

白草岭(大姚):桂花—帽盖山顶(2000 ~ 3657 m); 101°18' E, 26°14' N; 1998 年 5 ~ 6 月。

老君山(剑川):金坪—顶峰三角架(2500 ~ 4247 m)。99°45' E, 26°37' N; 1980 年 6 ~ 8 月。

3 结果与分析

3.1 通过对云南横断山区 7 个山系共 9 个样区蚤

类的垂直分布调查,共获蚤类 5 科 34 属 104 种(亚种),共 10035 只,其中高黎贡山(含东西坡)共 46 种 1332 只;大雪山 25 种 806 只;玉龙雪山 28 种 1588 只;苍山(含东西坡)共 39 种 3241 只;无量山 28 种 501 只;白草岭 16 种 1184 只;引用文献资料老君山 22 种 1383 只(杨光荣,陶开会,1990)。蚤类的组成及分布情况见。

表 1 云南横断山区山地蚤类及其分布
Table 1 Composition and distribution of fleas in the Hengduan Mountains of Yunnan

种类 Species	高黎贡山 Mt. Gaoligong	大雪山 Mt. Daxue	玉龙雪山 Mt. Yulong	老君山 Mt. Laojun	苍山 Mt. Cangshan	白草岭 Mt. Baicao	无量山 Mt. Wuliang	其他 Others
人蚤 <i>Pulex irritans</i>	√							
印鼠客蚤 <i>Xenopsylla cheopis</i>	√	√	√				√	
方叶栉眼蚤 <i>Ctenophthalmus quadratus</i>		√	√	√	√	√	√	
云南栉眼蚤 <i>C. yunnanus</i>			√	√	√			
无突栉眼蚤 <i>C. aprojectus</i>	√							
泸水栉眼蚤 <i>C. lushuiensis</i>	√	√						
喙突栉眼蚤 <i>C. proboscis</i>	√							
解氏栉眼蚤 <i>C. xiei</i>								
二窦栉眼蚤 <i>C. dinormus</i>								
结实苜蓿蚤 <i>Geusibia torosa</i>			√	√	√			
指形苜蓿蚤 <i>G. digitifoma</i>	√							
方形苜蓿蚤 <i>G. quadrata</i>	√							
云南苜蓿蚤 <i>G. yunnanensis</i>				√				
狭凹苜蓿蚤 <i>G. stenosinuata</i>	√							
卷带倍蚤宽亚种 <i>Amphalius spirataenius manosus</i>	√							
卷带倍蚤指名亚种 <i>A. spirataenius spirataenius</i>			√	√	√			
似方双蚤 <i>Amphipsylla quadratoides</i>					√			
直缘双蚤察里亚种 <i>A. tuta chaliensis</i>								
直缘双蚤德钦亚种 <i>A. tuta dechingensis</i>								
迪庆额蚤 <i>Frontopsylla diqingensis</i>	√		√	√	√	√		
棕形额蚤 <i>F. spadix</i>	√		√	√	+			
毛额蚤 <i>F. tomentosa</i>								
离蓬松蚤 <i>Dasypsyllus gallinulae</i>	√				√			
宽圆角叶蚤天山亚种 <i>Ceratophyllus eneif dei tiaishani</i>					√			

表 1 (续) Table 1 (continued)

种类 Species	高黎贡山 Mt. Gaoligong	大雪山 Mt. Daxue	玉龙雪山 Mt. Yulong	老君山 Mt. Laojun	苍山 Mt. Cangshan	白草岭 Mt. Baicao	无量山 Mt. Wuliang	其他 Others
离角叶蚤欧亚亚种					√			
<i>C. gallinae tribulis</i>								
粗毛角叶蚤					√	√		
<i>C. garei</i>								
锐额狭臀蚤		√			√	√		
<i>Stenischia angustifrontis</i>								
高山狭臀蚤		√	√		√	√		
<i>S. montanis</i>								
低地狭臀蚤			√	√	√		√	
<i>S. humilis</i>								
柳氏狭臀蚤	√							
<i>S. liui</i>								
李氏狭臀蚤	√							
<i>S. liae</i>								
奇异狭臀蚤	√	√	√	√				
<i>S. mirabilis</i>								
吴氏狭臀蚤	√							
<i>S. wui</i>								
短小狭臀蚤								
<i>S. brevis</i>								
金氏狭臀蚤							√	
<i>S. chini</i>								
狭臀蚤(待定种)		√						
<i>Stenischia</i> sp.								
岩鼠狭臀蚤								
<i>Stenischia repestis</i>								
解氏狭臀蚤						√		
<i>Stenischia xiei</i>								
圆凹多毛蚤	√		√	√	√	√		
<i>Hystrichopsylla rotundisinuata</i>								
台湾多毛蚤云南亚种	√	√			√		√	
<i>H. weida yunnanensis</i>								
自氏多毛蚤	√							
<i>H. zii</i>								
多毛蚤(待定种)		√						
<i>Hystrichopsylla</i> sp.								
多毛蚤(待定种)					√			
<i>Hystrichopsylla</i> sp.								
特新蚤指名亚种	√	√	√	√	√	√	√	
<i>Neopsylla speicalis specialis</i>								
特新蚤德钦亚种								
<i>N. speicalis dechingensis</i>								
特新蚤裂亚种	√							
<i>N. speicalis schismatosa</i>								
二毫新蚤指名亚种	√			√	√	√	√	
<i>N. biseta biseta</i>								
二毫新蚤绒鼠亚种	√							
<i>N. biseta eleusina</i>								
二毫新蚤碧江亚种								
<i>N. beseta bijiangensis</i>								
大叶新蚤	√							
<i>N. megaloba</i>								
穗状新蚤	√							
<i>N. fimbrita</i>								
长鬃新蚤								
<i>N. longisetosa</i>								
斯氏新蚤	√	√		√	√		√	
<i>N. stevensi</i>								
不同新蚤	+				√		√	
<i>N. dispar</i>								
相关新蚤					√			
<i>N. affinis</i>								
后棘新蚤指名亚种			√					
<i>N. honora honora</i>								

表 1 （续） Table 1 （continued）

种类 Species	高黎贡山 Mt. Gaoligong	大雪山 Mt. Daxue	玉龙雪山 Mt. Yulong	老君山 Mt. Laojun	苍山 Mt. Cangshan	白草岭 Mt. Baicao	无量山 Mt. Wuliang	其他 Others
后棘新蚤菱形亚种 <i>N. honora rhombasa</i>								
棒突继新蚤 <i>Genoneopsylla claviprocera</i>								
长鬃继新蚤 <i>G. longisetosa</i>								
五侧纤蚤 <i>Rhadinopsylla dahurica</i>								
近缘纤蚤 <i>R. accola</i>								
狭额纤蚤 <i>R. stenofronta</i>								
双凹纤蚤 <i>R. biconcava</i>	√							
雷氏纤蚤 <i>R. leii</i>	√							
纤蚤(待定种) <i>R. sp.</i>								
后厉蚤 <i>Xenodaeria telios</i>								
厉蚤(待定种) <i>X. sp.</i>					√			
厉蚤(待定种) <i>X. sp.</i>								
朝鲜叉蚤 <i>Doratopsylla coreana</i>			√	√	√	√		
刘氏叉蚤 <i>D. liui</i>	√							
纪氏叉蚤 <i>D. jii</i>	√							√
叉蚤(待定种) <i>D. sp.</i>						√		
云南古蚤 <i>alaeopsylla yunnanensis</i>			√	√				
贵真古蚤 <i>P. kueichenae</i>		√	√		√	√	√	
偏远古蚤 <i>P. remota</i>	√	√	√	√	√	√	√	
怒山古蚤 <i>P. nushanensis</i>		√			√		√	
荫生古蚤 <i>P. opacusa</i>			√		√			
鼯古蚤 <i>P. talpae</i>		√			√			
支英古蚤 <i>P. chiyingi</i>	√	√	√	√	√	√	√	
宽指古蚤 <i>P. laxidigita</i>	√				√			
奇异古蚤 <i>P. miranda</i>		√			√			
多棘古蚤 <i>P. polyspina</i>	√							
古蚤(待定种) <i>P. sp.</i>						√		
中突古蚤 <i>P. medimina</i>	√							
内曲古蚤 <i>P. incurva</i>	√	√						√
喜山二刺蚤中华亚种 <i>Peromyscopsylla himalaica sinica</i>			√	√				
喜山二刺蚤川滇亚种 <i>P. himalaica sichuanoyunana</i>			√					
云南强蚤指名亚种 <i>Cratynius yunnanus yunnanus</i>	√	√						

表 1 (续) Table 1 (continued)

种类 Species	高黎贡山 Mt. Gaoligong	大雪山 Mt. Daxue	玉龙雪山 Mt. Yulong	老君山 Mt. Laojun	苍山 Mt. Cangshan	白草岭 Mt. Baicao	无量山 Mt. Wuliang	其他 Others
云南强蚤景东亚种 <i>C. yunnanus jingdongensis</i>							√	
云南强蚤陆氏亚种 <i>C. yunnanus lui</i>	√							
穗缘端蚤中缅亚种 <i>Acropsylla episema girshami</i>	+							
绒鼠怪蚤 <i>Paradoxopsyllus custodis</i>	√		√	√	√		√	
介中怪蚤 <i>P. intermedius</i>								
金沙江怪蚤 <i>P. jinshajiangensis</i>								
长突怪蚤 <i>P. longiprojectus</i>			+					
无值大锥蚤 <i>Macrostylophora euteles</i>	√	√	√	√	√	√	√	
二刺形大锥蚤指名亚种 <i>M. bispiniforma bispiniforma</i>		√		√				
二刺形大锥蚤贡山亚种 <i>M. bispiniforma gongshanensis</i>	√							
矛形大锥蚤勐海亚种 <i>M. hastatus menghaiensis</i>	+	√						
保山大锥蚤 <i>M. baoshanensis</i>	√	√					√	
单毫距蚤 <i>Spuropsylla monoseta</i>				√	√		√	
宽窦副角蚤 <i>Paraceras laxisinus</i>								
獾副角蚤扇形亚种 <i>P. melis flabellum</i>								
细钩盖蚤 <i>Callopsylla sparsilis</i>	√				√			
鼯鼠盖蚤 <i>C. petaurista</i>								
昌都盖蚤 <i>C. changduensis</i>								
扇形盖蚤 <i>C. kaznakovi</i>								
双盖蚤 <i>C. gemina</i>								
扇形巨槽蚤 <i>Megabothris rhipisoides</i>					√			
长形病蚤普洱亚种 <i>Nosopsyllus elongatus puerensis</i>		√					√	
长形病蚤陇川亚种 <i>N. elongatus longchuanensis</i>	+							
不等单蚤 <i>Monopsyllus anisus</i>	+		√	√	√			
杆形柳氏蚤 <i>Liuopsylla clavula</i>	√							
柳氏蚤(待定种) <i>Liuopsylla sp.</i>			√		√			
贡山罗氏蚤 <i>Rowleyella gongshanensis</i>	√							
怒江罗氏蚤 <i>R. nujiangensis</i>	√							
方突斯氏蚤 <i>Smitipsylla quadrata</i>	√							
缓慢细蚤 <i>Leptopsylla segnis</i>	√	√	√		√	√	√	
野韧棒蚤 <i>Lentistivalius ferinus</i>	+						√	
滇西韧棒蚤 <i>L. occidentayunnannus</i>	+	√					√	

表 1 （续） Table 1 （continued）

种类 Species	高黎贡山 Mt. Gaoligong	大雪山 Mt. Daxue	玉龙雪山 Mt. Yulong	老君山 Mt. Laojun	苍山 Mt. Cangshan	白草岭 Mt. Baicao	无量山 Mt. Wuliang	其他 Others
近端远棒蚤二刺亚种 <i>Aviostivalius klossi bispiniformis</i>	√	√			√		√	
无孔微棒蚤直指亚种 <i>Stivalius aporus rectodigitus</i>	+	√						
鞋形共系蚤偏远亚种 <i>Syngenopsyllus calceatus remotus</i>	+							
同鬃蚤 <i>Chaetopsylla homoea</i>								
郑氏鬃蚤 <i>C. zhengi</i>								
平行蠕形蚤金丝猴亚种 <i>Vermipsylla parallela rhinopithec</i>								
俊潜蚤 <i>Tunga callida</i>								
短头怪蝠蚤东方亚种 <i>Thaumapsylla breviceps orientalis</i>								
印度蝠蚤 <i>Ischnopsylla indicus</i>								

注：“+”和“其他”为引用文献及资料种类；“~”代表物种分布的山脉（“+” and “other” mean fleas quoted from references；“~” show the mountains）. 雪邦山（Mt. Xuebang） 怒山（Mt. Nu） 担打力卡山（Mt. Dandalika） 绵绵山（Mt. Mianmian） 小雪山（Mt. Xiaoxue） 哀牢山（Mt. Ailao） 鸡足山（Mt. Jizu） 鹅颈山（Mt. Ejing） 白芒雪山（Mt. Baimang）

表 2 云南横断山区蚤类物种多样性与重要环境因素的关系
Table 2 Relationship between environmental factors and species diversity of fleas in the Hengduan Mountains

山脉 Mountain range	蚤类生物学指标 (Ecology index of fleas)				环境因素 (Environmental factors)					
	物种多样性 <i>H</i>	物种丰富度 <i>S</i>	均匀度 <i>J</i>	生态优势度 <i>C</i>	宿主捕获率 (%) Capture rate (%)	宿主丰富度 Host richness	东经 East longitude	北纬 North latitude	海拔 (米) Altitude (m)	年降雨量 (毫米) Precipitation (mm)
高黎贡山东坡 Mt. Gaoligong (east)	2.0267	44	0.7509	0.2293	25.28	30	98°30′	27°46′	4200	1639.6
高黎贡山西坡 Mt. Gaoligong (west)	1.8998	29	0.7985	0.2215	16.81	17	98°42′	26°03′	3600	1566.6
老君山 Mt. Laojun	1.6309	22	0.6982	0.2723	12.24	27	99°45′	26°37′	4247	1192.0
玉龙雪山 Mt. Yulong	1.2815	28	0.5862	0.4194	25.06	27	100°12′	27°10′	5596	938.6
苍山东坡 Mt. Cangshan (east)	1.5253	35	0.6084	0.3320	16.08	29	100°06′	25°44′	4120	1069.0
苍山西坡 Mt. Cangshan (west)	1.6399	25	0.6965	0.2676	8.15	22	100°03′	25°44′	4120	1077.0
白草岭 Mt. Baicao	1.0591	16	0.5386	0.4824	14.35	21	101°18′	26°14′	3657	788.3
大雪山 Mt. Daxue	1.6932	28	0.6752	0.2934	11.09	35	99°39′	24°08′	3504	1442.0
无量山 Mt. Wuliang	1.6327	28	0.6645	0.2911	14.51	26	100°40′	24°26′	3291	1096.4

注 Note： *H*：Species diversity；*S*：Species richness；*J*：Pielou evenness index；*C*：Ecological dominance

3.2 蚤类物种多样性与地理分布趋势

从表 2 统计结果中可以看出，云南横断山区各山地样区蚤类物种多样性显然不同，指数最高者是位于云南省西北边缘的高黎贡山东坡（2.0267）和西坡（1.8998），其次是位于西南部的大雪山（1.6932），还有苍山西坡（1.6399）和无量山（1.6327），最低的

山地样区为位置相对偏东和偏北部的白草岭（1.0591）和玉龙雪山（1.2815）。由图 1 可以看出，横断山蚤类多样性从高到低的地理分布趋势是由西北—南—东—北呈逐渐减低的趋势。多样性与调查样区所处各地理位置纬度梯度显然无关（*r* = - 0.0038），这与我国兽类物种数随纬度的降低而增加的

规律(张荣祖,林永烈,1985)明显不同,但与经度梯度的变化明显呈负相关($r = -0.8953$),即多样性随着经度的增加而呈减少的趋势。

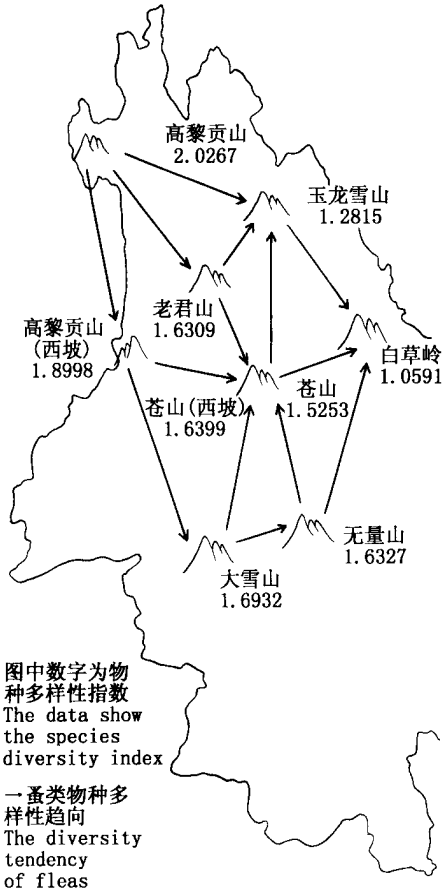


图1 云南横断山区蚤类物种多样性地理分布趋势

Fig. 1 The species diversity and distribution trends of fleas in the Hengduan Mountains, Yunnan

3.3 多样性与物种丰富度的关系

物种多样性的高低主要取决于物种数的多少以及个体在各个种中的分布是否均匀。横断山区蚤类的调查研究结果也显示了这样的特点和一般规律:如高黎贡山东坡蚤类物种丰富度最高(44种),其多样性也最高;反之,白草岭丰富度最低,仅获蚤类16种,其多样性也最低。蚤类的丰富度与多样性的关系显示了正相关($r = 0.7354$)。另一方面,在物种丰富度相等的样区间,如无量山、大雪山和玉龙雪山三个山系蚤类均为28种,但由于它们的均匀度和生态优势度高低不同,多样性也不相同。这些情况说明,一个地区多样性的高低与当地物种丰富度、均匀度和生态优势度都有一定的关系,物种多样性能够较全面地反映出一个地区的物种组成和分布状况。

3.4 多样性与宿主密度的关系

蚤类作为宿主动物的体外寄生虫,宿主不仅是成蚤的食物源,同时也是它们的重要生存环境因素,从而决定了蚤类对宿主的高度依赖性。一般认为,一种宿主数量(密度)与其寄生蚤类的数量密切相关,宿主密度愈大,其寄生蚤类的数量愈高(马立名,1988)。但宿主密度与蚤类多样性是否有关系呢?根据横断山区的调查结果看出,各山地样区宿主密度的情况不一,较高的山地有高黎贡山东坡(25.28)和玉龙雪山(25.06),最低者为苍山西坡(8.15),但它们与寄生蚤类的多样性并没有显示出相关的联系($r = 0.0919$)。

3.5 多样性与宿主丰富度和多样性

近年来,根据蚤目的动物地理学、进化和适应方面的材料,强调蚤类与其宿主动物是共同进化的(Traub,1980a,1980b)。但从蚤类系统与其宿主动物系统的进化速度来看,蚤类一般落后于宿主动物。因此在我国哺乳动物和鸟类种类(亚种)非常丰富的情况下,其中许多鸟兽在目、科、属和种根本缺乏蚤类的寄生,即使有蚤类寄生,由于蚤类幼期对巢穴和环境的要求较严,蚤类的栖居范围和地理分布往往不及宿主宽广。横断山区蚤类多样性与宿主丰富度和多样性的关系并不密切($r = 0.1499$ 和 $r = -0.2614$),也反映出了蚤类与宿主之间的进化与适应能力差异的一个侧面。

3.6 多样性与山体海拔高度

在调查区域中的9个山地海拔高度各不相同,最高为玉龙雪山(5596 m),最低为无量山(3200 m),调查结果并未反映出多样性与其山体高度相关联系($r = 0.2689$)。但各山系的不同垂直带对蚤类多样性的影响却非常明显,因此多样性反映了不同垂直带的特征和规律。通常,蚤类多样性以中山植被条件较好的各森林地带为高,而其中多数样区蚤类丰富度和多样性又以中山温凉性针阔叶混交林带最高(龚正达等,1996,1999,2000)。因为这里是地处山地暖性阔叶林和针叶林向山地寒温性针叶林过渡的中间森林类型,是针阔叶树种混交组成的较为稳定的温性阴湿性森林,又是我国西南山地动植物和蚤类古北与东洋区系的分界线和交错地区(龚正达等,1996,1997,1999,2000,2001a),由于动植物两区系成分混杂,景观异质性较大,加之气候温和而潮湿,生境较为特殊,蚤类及其宿主动物由于边缘效应影响,种类都非常丰富。而在人们生产活动较为频

繁、森林植被破坏严重、景观植被单一的近山脚地带的农耕区和气候环境恶劣、植被条件较差的山顶部寒温灌丛草甸带的蚤类多样性一般较低。说明了环境和气候条件以及人们的生产活动对蚤类多样性有重要影响。

3.7 多样性与降雨量的关系

湿度是蚤类生存不可缺少的要素,各地降雨量的多少因地理和气候情况而不同。全年的雨量分布是否均匀,对蚤类的生活也极为重要,它不仅影响蚤类的活动、繁殖和寿命长短,也关系到蚤类的新陈代谢速度和季节活动等。在调查区内,经比较可以看出,位于滇西北部雨量充沛(1639.6 mm),雨季长达9个月之久的怒江州高黎贡山东坡的蚤类多样性指数最高(2.0267);而位于横断山东北部一侧少雨区的金沙江流域一带,雨季仅有4个月的白草岭(788.3 mm)和玉龙雪山(938.6 mm),物种多样性最低,分别仅为1.0591和1.2815。在整个调查区域中,蚤类多样性分布趋势(图1)和雨量分布趋势(图2)几乎完全吻合,说明两者关系密切相关($r = 0.9274$)。上述情况证实了雨量的多少和在季节上分配是否均匀,对山地蚤类多样性是非常重要的因素。此外,多样性由西向东逐步降低,与经度变化呈明显负相关的现象,事实上也是水分条件的差异导致的蚤类多样性呈经度地带性分布的特征。垂直或水平地带性的规律是由于地表热量与水分的不同组合形成的。在横断山区雨量的垂直分布特征是:山区雨量多,坝区(山间盆地)雨量少,河谷雨量最少。但在山地一定高度界限内,降水量、湿度随海拔增高而增大。因此,山地蚤类不同垂直带物种多样性的差异,除受各垂直带森林植被、气候环境条件和人们生产活动等因素的影响外,各山体在不同海拔高度的雨量分配上的差异肯定也会有一定的影响。根据近年的研究,各山地水湿条件的不同被认为是导致横断山区不同山系各地段或同一山系不同坡向中古北和东洋区系分界线高度不同的重要因素(龚正达等,2000)。

4 讨论

蚤类的生存和分布取决于宿主动物的存在和分布,而后者又取决于一定的自然条件(包括地理气候条件和土壤植被在内)。但蚤类的起源、成幼虫的生存要求和适应能力及其与宿主系统进化速度等可能不同(柳支英等,1979,1986),因此在地理分布

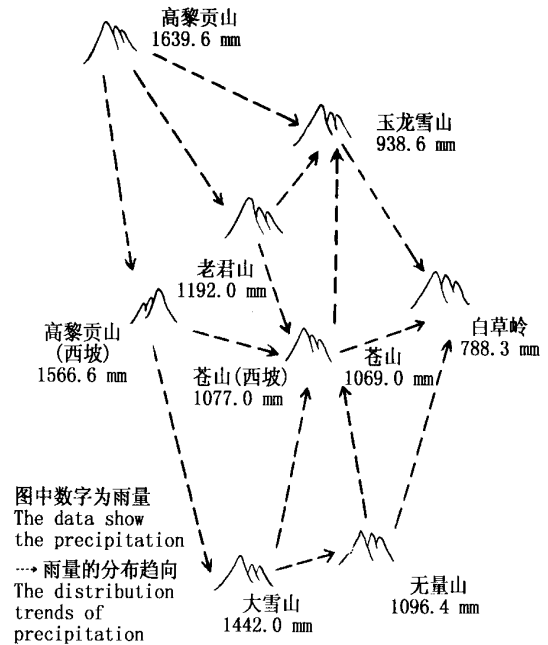


图2 云南横断山区降雨量的地理分布趋势

Fig. 2 The distribution tendency of precipitation in the Hengduan Mountains, Yunnan

趋势上与宿主动物明显不同。张荣祖和林永烈(1985)将哺乳类的分布联系各地区主要环境因素的变化趋势发现,我国哺乳类动物的多样性等级,由寒带到热带,由干旱地区到潮湿地区以及由高海拔到低海拔的垂直分布都具有增高的趋势。根据我们近年在横断山区蚤类同步调查的宿主动物小型兽类多样性的地理分布趋势研究结果,小兽物种多样性的地理分布趋势主要是受纬度的影响,其次是水湿条件(龚正达等,2001b)。而上述的研究结果表明了在横断山山地,蚤类的多样性与纬度关系并不密切,而是主要取决于各山地的水湿条件。此研究证实,蚤类与宿主动物多样性等级在地理分布中的差异,主要原因是其对环境的适应性与宿主动物不同,其中水湿条件就是非常重要的因素之一。

我国疆域辽阔,地势西高东低,地形复杂多样,西南部著名的“世界屋脊”——青藏高原,由其西北端的帕米尔高原延伸出许多高大的山脉,如阿尔泰山山脉、祁连山脉等,西南延伸的主要有横断山脉的一系列山系等。目前,我国蚤类已知约640种(亚种)。但在不同分区的蚤类中,以青藏区最多,蒙新区次之,西南区第三(吴厚永等,1999),总的物种密度趋势呈现了西部山区地带较为集中,并明显高于东部地区的特征。云南的地势西北部高,东南部

低,目前已知蚤类约140余种(亚种),其中有120余种(亚种)分布于滇西的横断山山地的中南部,数量约占云南蚤类总数的85%(龚正达等,1999;解宝琦,曾静凡,2000)。物种数显然在西部比较集中,其数量是滇中和滇东南其他地区种数之和的3倍多,这与我国蚤类物种数地理分布的趋势大致相同。

景观类型不但决定了蚤类的种类,也决定了它们的物种多样性。在横断山地区,由于高山与峡谷之间起伏的地形和剧烈变动的峰面和坡向,以及从低地河谷至高山之巅的不同气候类型和植被带,构成了当地十分复杂和丰富的景观类型和栖息地多样性,而地理和生态环境的差异,又为物种的隔离分化创造了有利的条件。云南横断山中南部地区的面积不足我国总面积1%,但蚤类物种数(41属120余种)却约占我国蚤类总数的20%之多。如与我国目前已知蚤类种数最多的青藏区(48属204种)比较(蔡理芸,1997),青藏区面积约240万km²,约为云南横断山区面积的25倍,但云南横断山区的蚤种数为青藏区的60%。仅云南高黎贡山一个山系的蚤种数(46种),就与整个贵州省所知蚤类总数相当(金大雄,李贵真,1991)。如以单位面积与物种数统计,横断山地区的蚤类多样性无疑在我国是最高的地区。上述情况充分显示了当地蚤类多样性程度很高的区域特征,反映了横断山区栖息地异质性对物种数的重要影响,并说明栖息地异质性对物种-面积关系起着很重要的作用。

5 小结

综上所述,云南横断山区蚤类物种多样性的地理分布趋势是由西北-南-东-北呈递减的趋势。与此趋势变化密切相关的重要因素是水湿条件,其次是经度的影响,另外还与蚤类的丰富度、地理环境条件、垂直带和人们的生产活动等因素有关。各样区的调查结果显示,蚤类多样性的高低与当地蚤类物种丰富度、均匀度和生态优势度都有一定的关系,说明物种多样性能够较为全面地反映出一个地区的物种组成和分布状态。蚤类与宿主动物多样性在地理分布趋势上的差异,主要是由于它们对环境的适应性不同,其中水湿条件就是很重要的因素之一。横断山区蚤类多样性在我国蚤类区系分布中是最高的地区,它充分显示了当地蚤类多样性程度很高的区域特征和反映了横断山区栖息地异质性对物种数的重要影响,并说明栖息地异质性对物种-面积关

系起着很重要的作用。

致谢 现场调查工作中得到怒江州、贡山县、泸水县、临沧地区、景东县、丽江县和大姚县等地州县卫生防疫站和卫生局的支持、参与和帮助,谨此一并致谢!

参考文献

- 蔡理芸(主编),1997. 青藏高原蚤目志. 西安:陕西科学技术出版社,297~326
- 龚正达,解宝琦,林家冰,1996. 高黎贡山蚤类的生态区系. 动物学研究,17(1):59~67
- 龚正达,段兴德,冯锡光,解束,尚榆民,杜宝汉,段彪,1997. 苍山洱海自然保护区的小型兽类. 动物学研究,18(2):197~204
- 龚正达,吴厚永,段兴德,冯锡光,刘泉,1999. 大理苍山洱海自然保护区山地蚤类区系与生态的研究. 动物学研究,20(6):451~456
- 龚正达,吴厚永,段兴德,冯锡光,杨贵荣,2000. 云南临沧地区蚤类群落生态学与区系研究. 寄生虫与医学昆虫学报,7(3):160~169
- 龚正达,吴厚永,段兴德,冯锡光,和应天,刘泉,2001a. 云南玉龙雪山自然保护区小型兽类群落系统聚类分析与区系研究. 地方病通报,16(1):67~73
- 龚正达,吴厚永,段兴德,冯锡光,张云智,刘泉,2001b. 云南横断山区小型兽类物种多样性与地理分布趋势. 生物多样性,9(1):73~79
- 金大雄,李贵真,1991. 贵州吸虱类、蚤类志. 贵阳:贵州科技出版社,160~382
- 柳支英,吴厚永,1979. 关于我国蚤类区系分布和系统发育的初步探讨. 动物分类学报,4(2):99~112
- 柳支英(主编),1986. 中国动物志6昆虫纲. 北京:科学出版社,1~109
- 马立名,1988. 蚤数量与宿主数量关系. 昆虫学报,31(1):50~54
- 吴厚永,刘泉,鲁亮,1999. 新中国建国五十年来蚤类研究概况. 寄生虫与医学昆虫学报,6(3):129~141
- 解宝琦,曾静凡,2000. 云南蚤类志. 昆明:云南科技出版社,1~422
- 杨光荣,陶开会,1990. 云南老君山蚤类的垂直分布. 中国媒介生物学及控制杂志,1(3):142~145
- 赵志模,郭依泉,1990. 群落生态学原理及方法. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,147~192
- 张荣祖,林永烈,1985. 中国及其邻近地区兽类分布的趋势. 动物学报,31(2):187~197
- Traub R, 1980a. Coevolution of fleas and mammals. In: Abstracts of XVI International Congress of Entomology Kyoto, Japan, Aug. 3~9, 1980. 324
- Traub R, 1980b. The zoogeography and evolution of some fleas. In: Traub R and Staroke H (eds.), Proceedings of the International Conference on Fleas. UK, June 21~25, 1977. 93~172

(责任审稿人:周红章;责任编辑:闫文杰)