

# 滇西 4 市县居民区小哺乳动物的群落结构

吴爱国 宋志忠 李天元 董兴齐 赵文红 杨智明

(云南省地方病防治所,大理,671000)

**摘要:**1983~1996 年对云南瑞丽、陇川、盈江和保山 4 市县居民区小哺乳动物的长期调查,经聚类分析,该地区的小哺乳动物可划分为 3 种群落:(1)以黄胸鼠 + 大臭鼩为主的瑞丽、陇川室内外小哺乳动物群落;(2)以黄胸鼠 + 大臭鼩 + 小家鼠为主的盈江、保山室内和盈江室外小哺乳动物群落;(3)以黄胸鼠 + 大臭鼩 + 灰麝鼩为主的保山室外小哺乳动物群落。其群落多样性指数以群落(3)为最高(1.5897),群落(1)、(2)较低,分别为 1.099 0,1.042 5。4 市县在同一坝区小哺乳动物室内、外唯一不能聚为同一群落的保山室外黄胸鼠数量骤减是第 3 群落多样性增加的主要原因,亦是鼠疫在该坝区不能长期保存的原因。因此小哺乳动物群落结构与鼠疫的保存和传播机制之间的关系非常密切。

**关键词:**小哺乳动物群落结构;聚类分析;物种多样性

中图分类号:Q958.1

文献标识码:A

文章编号:1000-1050(2003)04-0332-07

## Structure of Small Mammal Communities in the Dwelling of Four Counties in Western Yunnan

WU Aiguo SONG Zhizhong LI Tianyuan DONG Xingqi ZHAO Wenhong YANG Zhiming

(Yunnan Institute for Endemic Disease Prevention and Cure, Dali, 671000)

**Abstract:** According to the cluster analysis of investigation from Ruili, Baoshan, Yingjiang, Longchuan counties in western Yunnan province during 1983 to 1996, the structure of small mammal communities can be divided into three types: (1) Ruili and Longchuan (indoor and outdoor) communities dominated by *Rattus flavipectus* and *Suncus murinus*; (2) Yingjiang (indoor and outdoor) and Baoshan (indoor) communities dominated by *Rattus flavipectus*, *Suncus murinus* and *Mus musculus*; (3) Baoshan (outdoor) community by *Rattus flavipectus*, *Suncus murinus* and *Crocidura attenuata*. The community 3 has the highest species diversity (1.5897), and communities 1 and 2 have lower diversities of 1.099 0 and 1.042 5, respectively. It was considered that the reduced number of *Rattus flavipectus* in the Baoshan area (outdoor) was the reason of the increased diversity in third community and was also the reason that *Yersinia pestis* was not conserved on the Baoshan area for a long time. There is a very close relationship between the structure of small mammal communities and the mechanism of the conserve and spread of *Yersinia pestis*.

**Key words:** Structure of small mammal community; Cluster analysis; Species diversity

动物群落是动物生态学研究的重要内容,国内外以鼠类和食虫类为研究对象探讨小哺乳动物群落结构已有不少报道<sup>[1~5]</sup>。在云南省短期内对某一人居区域小哺乳动物的调查也有一些报道<sup>[6~8]</sup>。但有关该居民区长时间大范围对小哺乳动物群落结构的系统研究,尚未见报道。作者在对滇西 4 市县居民区室内、外小哺乳动物群落结构研究的基础上,专门探讨地区间小哺乳动物群落的差异及其与鼠疫保存机制之间的关系,意为为国家制定城乡居民卫生保健计划提供基础资料。

## 1 研究地区自然概况与研究方法

### 1.1 自然概况

滇西地区的保山、盈江、陇川和瑞丽 4 市县地处横断山脉南延区<sup>[9]</sup>。这里山峦叠起,其中保山属澜沧江、怒江并流地区。其他 3 市县则分布有大盈江、瑞丽江等主要河流,雨量充沛,土地肥沃,气候温和,是我国动植物种类最为丰富的地区之一,其基本自然状况如表 1 所示。

### 1.2 研究方法

基金项目:云南省卫生厅科研基金资助项目(2000~2002)

作者简介:吴爱国(1958-),男,副主任技师,主要从事小哺乳动物生态与鼠疫病关系的研究。

收稿日期:2002-09-23;修回日期:2003-05-14

表 1 调查区面积、海拔、年平均气温和年平均降水量

Table 1 The area ,elevation , average annual temperature and precipitation of the investigated districts

县 市 County or City	调查乡(镇)和 面积数(km <sup>2</sup> ) The number of investigated districts and areas (km <sup>2</sup> )	海拔(m) Elevation (m)	年平均气温( ) Average annual temperature ( )	年平均降水量(mm) Average annual precipitation (mm)
瑞丽 Ruili	4 (70)	776	20.0	1389.5
陇川 Longchuan	5 (70)	920 ~ 1400	18.9	1676.0
盈江 Yingjiang	5 (80)	826	19.3	1482.1
保山 Baoshan	4 (30)	1650	15.5	962.6

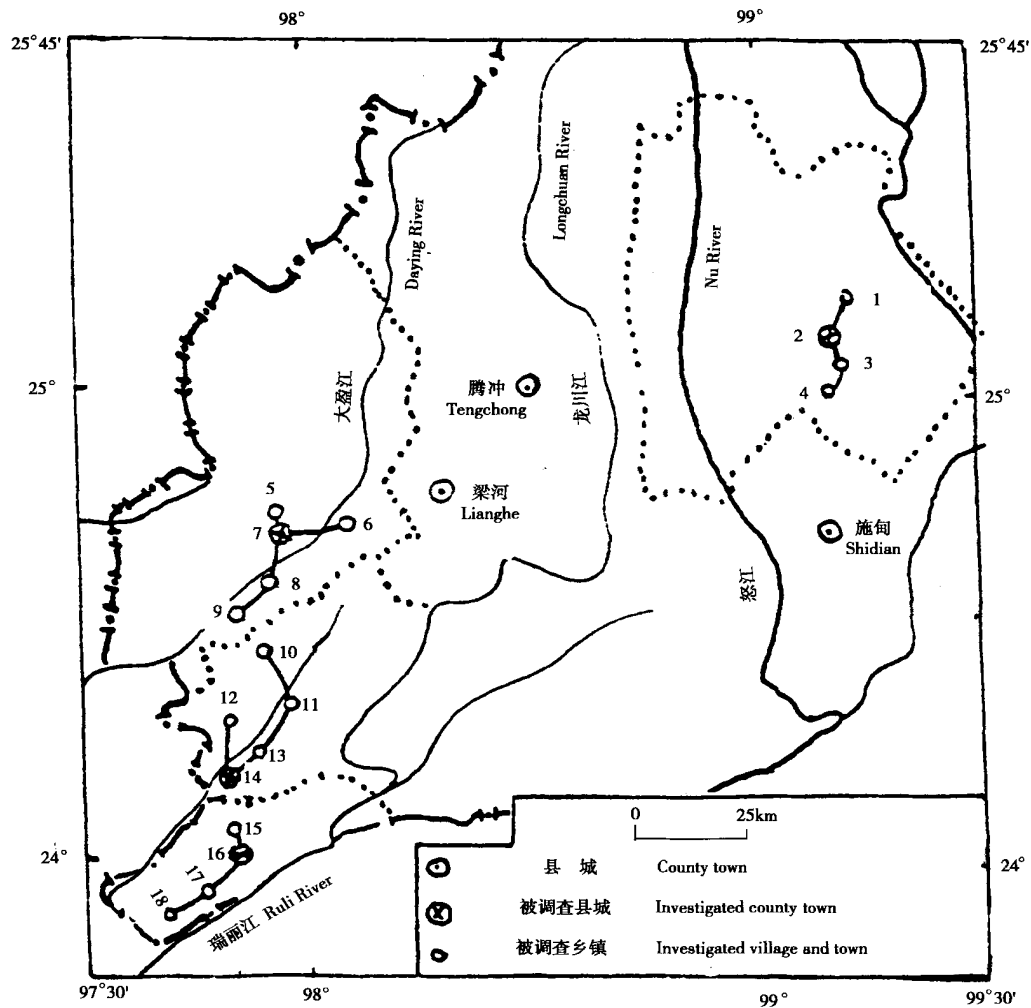


图 1 滇西 4 市县坝区居民区采集小兽乡镇分布图

Fig.1 Small towns of the collected small mammal in Western Yunnan

1 板桥 Banqiao; 2 保山 Baoshan; 3 汉庄 Hanzhuang; 4 辛街 Xinjie; 5 莲花山 Lianhuashan; 6 旧城 Jiucheng; 7 盈江 Yingjiang; 8 弄璋 Nongzhang; 9 姐冒 Jiemao; 10 户撒 Husa; 11 城子 Chengzi; 12 陇把 Longba; 13 景罕 Jinghan; 14 陇川 Longchuan; 15 勐秀 Mengxiu; 16 瑞丽 Ruili; 17 姐相 Jiexiang; 18 弄岛 Nongdao

为便于研究,把每一市县相对集中在同一坝区的4~5个乡镇的调查区划分为一个群落样地,室外、室内再分成两个群落样地。8个群落样地从1983年1月至1996年12月,每月进行1次调查。在4市县(图1所示的乡镇范围),以自然村为单位每月设1至2个固定点和巡回点,每次调查,每个自然村置笼100个,置夹100个:一个庭院(一户)一般有5室,一室置笼1个,共置笼5个,每户墙外又置夹5个(每隔8~10 m置1个)合计调查户数为20户,连续置放3 d,总笼、夹量在600个左右。以自制

面粉油条为诱饵,所获小哺乳动物进行常规计数分类鉴定。

2 结果与讨论

2.1 小哺乳动物的组成

调查期间在室内共置1 173 665笼日,室外共置642 669夹日,室内外共置1 816 334笼/夹日。共捕获小哺乳动物75 490只,隶属3目6科17属27种。各样区小哺乳动物的组成与数量列于表2。

表2 4市县居民8个群落样地小哺乳动物的捕获数和捕获率  
Table 2 Number and rate of captured small mammal species in 8 community plots in the dwelling of four counties

小哺乳动物名 Name of small mammal species	室 内 Indoor								室 外 Outdoor							
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
黄胸鼠 <i>Rattus flavipectus</i>	4860	2.17	4147	1.76	10233	2.26	1918	0.74	7089	5.53	7054	5.71	8298	2.91	1377	1.30
斯氏家鼠 <i>R. rattus steini</i>	326	0.15	4	0.00			2	0.00	167	0.13	6	0.01	1	0.00	2	0.00
大足鼠 <i>R. nitidus</i>	25	0.01	4	0.00			131	0.05	18	0.01	227	0.18			396	0.37
环齿鼠 <i>R. koratensis</i>	1	0.00							2	0.00						
社 鼠 <i>Niviventer Confucianus</i>	2	0.00							22	0.02	21	0.02	1	0.00		
针毛鼠 <i>N. fulvescens</i>									11	0.01	1	0.00	1	0.00		
安氏白腹鼠 <i>N. Anderson</i>									3	0.00	13	0.01				
灰腹鼠 <i>N. eha</i>	2	0.00							7	0.01						
澳白足鼠 <i>Berylmys manipulus</i>					2	0.00			17	0.01			9	0.00		
大板齿鼠 <i>Bandicota indica</i>	147	0.07	18	0.01	8	0.00			266	0.21	203	0.16	23	0.00		
西南姬鼠 <i>Apodemus chevieri</i>							4	0.00							32	0.03
小家鼠 <i>Mus musculus</i>	147	0.07	73	0.03	2413	0.53	293	0.11	13	0.01	15	0.01	2190	0.77	111	0.11
台湾小家鼠 <i>M. caroli</i>	31	0.02	12	0.01	4	0.00	14	0.01	381	0.30	300	0.24	392	0.14	249	0.23
锡金小鼠 <i>M. pahari</i>	7	0.00							21	0.02			3	0.00		
库克小家鼠 <i>M. cookii</i>	2	0.00							17	0.01						
长尾攀鼠 <i>Vandeleuria oleracea</i>	1	0.00	1	0.00	1	0.00			32	0.03	29	0.02				
巢 鼠 <i>Micromys minutus</i>			2	0.00	3	0.00					3	0.00	29	0.01		

续表 Continued from table 2

小哺乳动物名 Name of small mammal species	室 内 Indoor								室 外 Outdoor							
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
中华竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>	7	0.00							1	0.00						
滇绒鼠 <i>Eothenomys eleusis</i>	13	0.01							769	0.59	1	0.00				
大臭鼯 <i>Suncus murinus</i>	3069	1.37	1422	0.60	2669	0.59	484	0.19	4260	3.32	2752	2.21	3998	1.40	857	0.81
中麝鼯 <i>Crociodura russula</i>	2	0.00							139	0.11	1	0.00	6	0.00		
灰麝鼯 <i>C. attenuata</i>							191	0.75			11	0.01	2	0.00	794	0.75
四川短尾鼯 <i>Anourosorex squamipes</i>	11	0.00			1	0.00			97	0.08			10	0.00		
白尾鼯 <i>Parascaptor leucura</i>					1	0.00							1	0.00		
小毛猬 <i>Hylomys suillus</i>	1	0.00							14	0.01	3	0.00	3	0.00		
中华新猬 <i>Neotetracus sinensis sinensis</i>	1	0.00														
北树鼯 <i>Tupaia belangeri</i>									1	0.00	8	0.01				

A:捕获数 Number of captured ;B:捕获率 Rate of captured ;1,5 瑞丽 Ruili;2,6 陇川 Longchuan;3,7 盈江 Yingjiang;4,8 保山 Baoshan

由表 2 可知,黄胸鼠和大臭鼯为广布种,小家鼠主要分布于保山室外和盈江室内、外。灰麝鼯主要分布于保山室外。

2.2 聚类分析

采取系统聚类法,其公式为:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_i^p (Xa_i - Xa_j)^2}$$

$D_{ij}$ 为分类实体*i*和*j*之间的欧氏距离, $Xa_i$ 为*a*样方组中*i*种动物数, $Xa_j$ 为*a*样方组中*j*种动物数, $P$ 为种数。我们的资料显示,当欧氏距离系数为20.615时,可将8个样地中的小哺乳动物聚合为3种小哺乳动物群落:群落1:瑞丽、陇川居民区小哺乳动物群落(样地1、2、5、6组):生境为南亚热带季雨林农田居民区景观,主要小哺乳动物为我国南方特有黄胸鼠和食虫动物大臭鼯,定名为黄胸鼠+大臭鼯小哺乳动物群落;群落2:盈江室内、外,保山室内居民区小哺乳动物群落(样地3、4、7组):生境为亚热带居民点菜园农耕地,主要小哺乳动物除黄胸鼠和大臭鼯外,还杂有大量小家鼠,定名为黄胸鼠+大臭鼯+小家鼠群落;群落3:保山室外小哺乳动物群落(样地8组):生境为北亚热带<sup>[9]</sup>菜园农耕地,除黄胸鼠和大臭鼯外,还含有大量的灰麝鼯<sup>[10]</sup>,定名为黄胸鼠+大臭鼯+灰麝鼯群落(图2,表3)

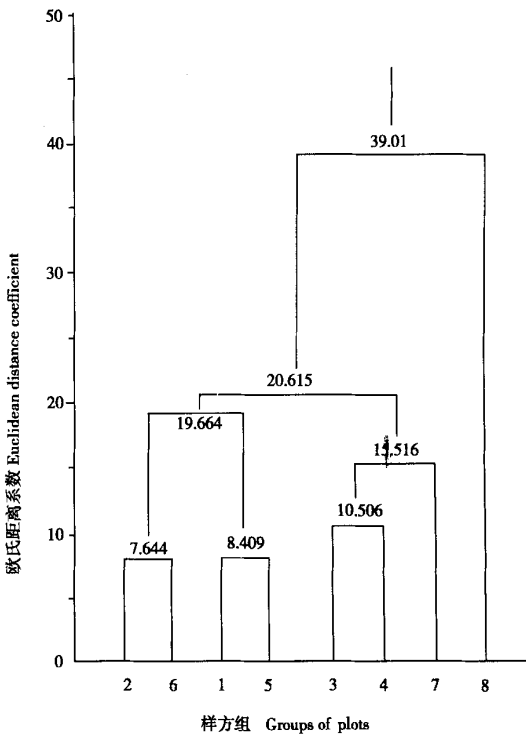


图2 各样方组系统聚类图

Fig.2 Results of systematic cluster in each plot group

表 3 4 市县居民区小哺乳动物群落组成

Table 3 The composition of small mammal communities in the dwelling of four counties

小哺乳动物 Small mammal	群落 1 Community 1		群落 2 Community 2		群落 3 Community 3	
	A	B	A	B	A	B
黄胸鼠 <i>Rottus flavipectus</i>	23150	60.39	20449	61.34	1377	36.07
斯氏家鼠 <i>R. rattus steini</i>	503	1.31	3	0.01	2	0.05
大足鼠 <i>rattus nitidus.</i>	274	0.71	131	0.39	396	10.37
环齿鼠 <i>R. koratensis</i>	3	0.01				
社鼠 <i>Niviventer confucianus</i>	45	0.12	1	0.00		
针毛鼠 <i>N. fulvescens</i>	12	0.03	1	0.00		
安氏白腹鼠 <i>Niviventer Anderson</i>	16	0.04				
灰腹鼠 <i>N. eha</i>	9	0.02				
澳白足鼠 <i>Berylmys manipulus</i>	17	0.04	11	0.03		
大板齿鼠 <i>Bandicota indica</i>	634	1.65	31	0.09		
西南姬鼠 <i>Apodemus chevrieri</i>			4	0.01	32	0.84
小家鼠 <i>Mus musculus</i>	248	0.65	4896	14.69	111	2.91
台湾小家鼠 <i>M. caroli</i>	724	1.89	410	1.23	249	6.52
锡金小鼠 <i>M. pahari</i>	28	0.07	3	0.01		
库克小家鼠 <i>M. cookii</i>	19	0.05				
长尾攀鼠 <i>Vandeleuria oleracea</i>	63	0.16	1	0.00		
巢 鼠 <i>Micromys minutus</i>	5	0.01	32	0.10		
中华竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>	8	0.02				
滇绒鼠 <i>Eothenomys eleusis</i>	783	2.04				
大臭鼯 <i>Suncus murinus</i>	11503	30.01	7151	21.45	857	22.45
中麝鼯 <i>Crocidura russula</i>	142	0.37	6	0.02		
灰麝鼯 <i>C. attenuata</i>	11	0.03	193	0.58	794	20.80
四川短尾鼯 <i>Anourosorex squamipes</i>	108	0.28	11	0.03		
白尾鼯 <i>Parascaptor leucura</i>			2	0.01		
小毛猬 <i>Hylomys suillus</i>	18	0.05	3	0.01		
中华新猬 <i>Neotetracus sinensis sinensis</i>	1	0.00				
北树鼯 <i>Tupaia belangeri</i>	9	0.02				
合计 Total	38333		33339		3818	

A:捕获数 Number of captured; B:构成比 Percentage

2.3 小哺乳动物群落相似性

按  $I = 1 - 0.5 \left( \sum_i^s |a_i - b_i| \right)^{[11]}$  公式计算其群落相似性, I 为相似性指数; S 为 a、b 群落中相对应的种类;  $a_i$  为物种  $i$  的个体数在 a 群落中的比例( %);  $b_i$  为物种  $i$  的个体数在 b 群落中的比例( %)(表 4)

表 4 4 市县居民区小哺乳动物群落相似性比较

Table 4 Comparison of similarity indexes of the small mammal communities in dwelling of four counties

群 落 Communities	1	2
2	0.8437	
3	0.6200	0.6265

由表 4 可知,群落 1 和群落 2 相似性较高(0.8437),说明同属于南亚热带气候的瑞丽、陇川和盈江坝区具有较高的环境相似性。而保山室内的小哺乳动物生存环境与异地小哺乳动物生存环境相似却与本地室外相异。

2.4 小哺乳动物群落多样性、均匀性与优势度

群落的多样性,通常与组成种的丰富度和多度及种间个体数分布的均匀度两个参数有关,用其指数可以定量比较不同地区或同一地区群落的结构特征。我们采用香农-威纳指数(Shanon - Wiener index)公式  $H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$ ,对 3 种群落进行分析。

并用公式  $J = \frac{H}{\ln s}$  计算均匀性指数。H 为小哺乳动物多样性指数, S 为种类数,  $P_i$  为第  $i$  种的个体数占群落中各小哺乳动物的总个体数的比例。J 为均匀

性指数。采用  $D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s (P_i)^2}$  公式计算群落优势度<sup>[12]</sup> (见表 5)。

表 5 4 市县居民区小哺乳动物群落多样性、均匀性和优势度  
Table 5 Diversity, evenness and dominance of the small mammal communities in the dwelling of four counties

群落 Communities	S	H	J	D
1	25	1.0990	0.3414	0.4560
2	19	1.0425	0.2541	0.4441
3	8	1.5897	0.7645	0.2398

由表 5 可知,群落 3 多样性指数最大(1.589 7),其次为群落 1(1.099 0)和群落 2(1.042 5)较为接近,小哺乳动物群落的多样性与其所处环境的复杂性有直接关系,这已为国内外许多学者所证实<sup>[1~5]</sup>。群落 3 系人居较为稠密的农耕区,由于调查样地地处保山市城郊,种植的谷类和蔬菜种类多样,耕、种、采、收交替。造成该群落内黄胸鼠数量锐减,灰麝鼠和大足鼠的数量激增,且几种小哺乳动物的数量分布相对均衡(表 3),是造成该群落多样性和均匀性指数较高的主要原因。

2.5 小哺乳动物群落组成比的年间变动

组成群落的优势种决定群落的基本结构,优势种间构成比(%)的相对变化。能较为直观地反映群落结构的基本变化。从表 6 可见即使在相邻年份之间也没有构成比(%)保持不变的。在群落 1 内优势种变化最为剧烈的年份是 1984~1989 年,1984 年为黄胸鼠(68.38%) + 大臭鼯(23.58%)群落,1985 年突变为大臭鼯(51.30%) + 黄胸鼠(39.10%)群落,持续两年后,1987 年又变为黄胸鼠 + 大臭鼯群落,并且黄胸鼠的构成比呈现逐年增加趋势,大臭鼯则与之相反。群落 2 在 1985~1988 年间变化较为剧烈,1985 年为黄胸鼠(67.74%) + 小家鼠(17.91%) + 大臭鼯(14.35%),持续 2 年后,1987 年突变为大臭鼯(38.33%) + 黄胸鼠(37.16%) + 小家鼠(18.15%),1988 年恢复为黄胸鼠 + 大臭鼯 + 小家鼠群落并一直持续至 1996 年,黄胸鼠的组成亦呈现逐年递增趋势。年度间变化最为复杂的是第 3 群落,黄胸鼠,大臭鼯,灰麝鼠和大足鼠 4 个优势种组成序位变化共有 8 种组成模式(表 6),而黄胸鼠却不是逐年递增趋势。

表 6 小哺乳动物群落组成比的年间变动(%)  
Table 6 Interannual fluctuation of the constituents of small mammal community in the dwelling of four counties (%)

	群落 1 Community 1				群落 2 Community 2					群落 3 Community 3					
	总数 Total	黄胸鼠 <i>R. f.</i>	大臭鼯 <i>S. m.</i>	其它 Others	总数 Total	黄胸鼠 <i>R. f.</i>	大臭鼯 <i>S. m.</i>	小家鼠 <i>M. m.</i>	其它 Others	总数 Total	黄胸鼠 <i>R. f.</i>	大臭鼯 <i>S. m.</i>	灰麝鼠 <i>C. a.</i>	大足鼠 <i>R. n.</i>	其它 Others
1983	2449	78.03	15.56	6.41											
1984	2583	68.37	23.58	8.05	1665	76.82	13.39	9.25	0.54						
1985	2770	39.10	51.30	9.60	2920	67.74	14.35	17.91	0.00	359	33.15	54.60	0.00	0.00	12.25
1986	2807	32.99	60.42	6.59	3417	55.63	21.92	22.18	0.27	111	23.24	61.26	1.80	0.00	13.70
1987	3270	39.45	35.78	24.77	2220	37.16	38.33	18.15	6.36	156	15.38	71.79	1.92	0.64	10.27
1988	2669	53.95	40.69	5.36	3517	52.66	30.03	15.70	1.61	34	52.94	14.71	0.00	0.00	32.35
1989	5028	63.44	28.62	7.94	5025	49.11	28.09	21.06	1.74	190	17.46	35.98	31.22	1.05	14.29
1990	3389	60.64	30.57	8.79	3783	53.26	27.39	17.87	1.48	354	24.58	23.16	37.57	1.41	13.28
1991	3553	63.30	26.85	9.85	3139	63.94	20.32	10.58	5.16	528	33.14	16.86	32.01	6.82	11.17
1992	2278	64.75	24.58	10.67	2323	70.94	13.65	9.51	5.90	345	17.68	15.07	27.25	6.38	33.62
1993	2470	73.24	15.91	10.85	1055	72.80	13.74	8.63	4.83	358	44.13	5.87	28.77	12.57	8.66
1994	2161	80.66	14.39	4.95	947	79.91	11.31	4.61	4.17	464	55.39	8.84	16.81	15.30	3.66
1995	1409	84.81	11.92	3.27	1320	88.18	6.67	3.48	1.67	450	48.22	8.22	16.00	25.56	2.00
1996	1497	77.58	16.83	5.59	1981	90.61	5.96	2.02	1.41	469	43.07	18.34	17.27	20.90	0.42
年平均 Annual average	2738.07	62.88	28.36	8.76	2564.54	66.06	18.86	12.38	2.70	318.71	34.03	27.89	17.55	7.55	12.97
标准差 Standard deviation	905.37	16.35	14.47	5.14	1208.76	15.94	9.78	6.82	2.25	158.71	14.45	22.62	13.91	8.99	10.44

*R. f.* : *Rattus flavipectus* ; *S. m.* : *Suncus murinus* ; *M. m.* : *Mus musculus* ; *C. a.* : *Crociodura attenuata* ; *R. n.* : *Rattus nitidus*

从以上 3 个小哺乳动物群落的年间组成比变化可知,每一群落结构变化各不相同。每一群落的变化除与当地农村日益加大的小城镇建设、人们的生产、生活方式的改变和鼠疫疫区每年至少 1 次的大面积药物灭鼠等因素外,决定每个群落与其生境之间的协调统一的某些生态因素至今尚不清楚,需要进一步研究。

## 2.6 小哺乳动物群落结构变化与鼠疫病的关系

根据近 20 年来滇西黄胸鼠鼠疫疫源地的地理分布分析,疫区主要分布于北纬 26°以南至北回归线以南直至国境线,海拔 2 000 m 以下的居民区<sup>[13]</sup>。据统计这些地区的小哺乳动物群落组成都以鼠疫主要宿主<sup>[14]</sup>黄胸鼠为主要优势种。保山坝区的小哺乳动物构成虽然以黄胸鼠为主,但其群落构成与其以南地区(包括:瑞丽、陇川和盈江)比较较为特殊(群落 3 与群落 1,2 的比较中已得到印证)。保山坝区黄胸鼠体表寄生蚤类群落结构的特殊性更为突出:保山坝区黄胸鼠体表寄生蚤是以鼠疫传播次要媒介缓慢细蚤(*Leptopsylla segnis*)为主要优势种,与之相反,群落 1,2 中的黄胸鼠体寄蚤是以鼠疫传播主要媒介印鼠客蚤(*Xenopsylla cheopis*)<sup>[14]</sup>为主要优势种。由此可知保山坝区黄胸鼠的鼠疫传播受到根本抑制<sup>[15]</sup>,这是保山坝区在 1983 年发生鼠疫后至今未再发生鼠疫的根本原因。而其以南地区则多年内发生鼠疫至今<sup>[15]</sup>。总之,是小哺乳动物及其体表寄生蚤类的群落结构决定鼠疫的保存和传播机制。

综上,保山坝区地处北纬 26°附近,是滇西鼠疫频发与不发的边缘地带,是否可以把该地区居民区室内、外黄胸鼠与印客蚤的构成比(%)作为鼠疫发生的临界指标,尚待进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 张洁. 北京地区鼠类群落结构的研究[J]. 兽类学报, 1984, 4(4): 265 - 271.
- [2] 赵亚军, 王延正, 李金钢, 张越, 邵发道, 张菊祥. 豫西黄土高原农作区鼠类群落时空尺度的初步分析[J]. 兽类学报, 1997, 17(3): 197 - 203.
- [3] 戴应贵, 杨跃敏, 蔡红霞, 曾宗永, 梁俊书, 宋志明. 川西平原农田啮齿动物群落动态: 年间变动和季节变动[J]. 兽类学报, 2001, 21(1): 23 - 34.
- [4] Hafner M S. Density and diversity in Mojave Desert rodent and shrub community[J]. *J Anim Ecol*, 1977, 46: 925 - 938.
- [5] Rosenzwei M I, Winakur J. Population ecology of desert rodent community: habitats and environmental complexity [J]. *Ecology*, 1969, 50: 558 - 572.
- [6] 何晓瑞. 昆明地区的鼠类研究[J]. 灭鼠与鼠类生物学研究报告, 1978, 3: 125 - 128.
- [7] 黄正美, 拔文福. 玉溪市农村室内鼠类及其体外寄生蚤类调查[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 1995, 6(1): 46 - 47.
- [8] 吴德林, 罗成昌. 人类活动对云南哀牢山小型兽类群落的影响[J]. 动物学研究, 1993, 14(1): 35 - 41.
- [9] 赵鼎汉. 云南省地图册[M]. 北京: 中国地图出版社, 1999, 127 - 134.
- [10] 吴爱国. 灰麝鼯的种群数量变动[J]. 动物学杂志, 2002, 37(1): 60 - 61.
- [11] Whittaker R H. Vegetation of the Siskiyou mountains Oregon California [J]. *Ecol Monog*, 1969, 30(3): 279 - 338.
- [12] Harlbery S E. The measurement of niche and some relatives[J]. *Ecology*, 1978, 59(1): 67 - 77.
- [13] 张希昆. 云南鼠疫空间分布特征[J]. 医学信息, 1995, (8): 43 - 44.
- [14] 方喜业. 中国鼠疫自然源地[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1990, 258 - 279.
- [15] 吴爱国, 张希昆. 滇西四县(市)居民区室内黄胸鼠体表蚤类群落生态的比较研究[J]. 生态学杂志, 1997, 16(3): 23 - 30.