

洞庭湖区鼠类群落的物种多样性分析

张美文, 王凯荣, 王 勇, 李 波

(中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125)

摘要:通过对洞庭湖区黑线姬鼠褐家鼠主害区桃源的害鼠群落调查,揭示了平原农田生态类型区、丘陵农林复合生态类型区和山区林农复合生态类型区及其不同生境的鼠类群落的物种多样性。在人类干扰程度最高的平原生态类型区,鼠类群落的优势种突出,优势集中性指数最高,丘陵生态区次之,而具有大片森林、受干扰较低的山区林农复合生态区,优势集中性指数最低。物种多样性 Shannon-Weiner 指数和均匀性指数亦显示同样的规律:适度干扰的山区复合生态区的多样性指数最高,均匀性最好,丘陵生态区居中,平原生态区最低。不论何种生态类型区,农田生境鼠类群落的优势种都较突出,优势集中性指数也较高,群落多样性和均匀性较低;林地生境的优势集中性有较大下降,山区林地内的鼠种比丘陵区要多,优势集中性指数也较低,多样性指数和均匀度都有提高。林缘农田在同一生态类型不同生境内优势集中性最低、多样性指数和均匀性最高。比较不同生境鼠类群落的相似性,最不相似的群落是农田与受人类干扰较小的森林。这些现象说明人类的社会生产活动使害鼠群落的物种多样性降低、优势度下降、优势种突出、均匀性降低,形成了只利于少数几个种群栖息和生产发展的环境,最终导致少数种群的暴发,形成危害。但适度干扰能提高物种多样性。

关键词:鼠类;群落多样性;农林复合生态系统;洞庭湖区

Species diversity of rodent communities in the Dongting Lake area of China

ZHANG Mei-Wen, WANG Kai-Rong, WANG Yong, LI Bo (Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, Hu'nan, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2260~2270.

Abstract: Rodent communities were studied in the Dongting lake area of China (Taoyuan County, Hunan Province). Approximately 18,400 covered snap traps were employed for one night once every three months (March, June, September, and December of 2001) to survey rodent populations; the plains area of the region was surveyed every month from March to December 2001. In the agricultural ecosystem of the plains (5% of the region), paddy field and dry field are predominant. Hilly areas (50%) are typical agroforestry ecosystems, whereas the mountain area (45%) is mostly occupied by forest. A total of 346

基金项目:中国科学院知识创新资助项目(KZCX2-407)

收稿日期:2002-05-25; **修订日期:**2002-12-10

作者简介:张美文(1966~),男,湖南桃源人,副研究员。从事农业生物灾害与动物生态学研究。

胡忠军,胡雅辉同志参加部分野外调查工作,The University of Texas at Austin 的 Robert Dudley 教授对英文摘要进行修订,深表感谢! We are very grateful to Hu, Z. J. of Institute of Subtropical Agriculture, the Chinese Academy of Sciences, to Hu Y. H. of Hunan Agricultural University, for their help with the fieldwork, and to Prof. Robert Dudley of the University of Texas at Austin for his critical comments on abstract in English

Foundation item: The Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences (No. KZCX2-407)

Received date: 2002-05-25; **Accepted date:** 2002-12-10

Biography: ZHANG Mei-Wen, Associate professor, working on animal ecology and agricultural biological pest control.

animals from nine species (*Rattus norvegicus*, *R. flavipectus*, *R. confucianus*, *R. fulvescens*, *R. nitidus*, *R. edwardsi*, *Mus musculus*, *Apodemus agrarius* and *Micromys minutus*) was obtained. The highest species richness (all nine species), the lowest dominant concentration (Simpson index), and the highest diversity (Shannon-Wiener index) and evenness (Pielou index) were found in mountainous areas dominated by forest with few crops. Four rodent species, the highest dominant concentration, and the lowest diversity and evenness indices were found in the field ecosystem of the plains, the area with highest agricultural disturbance. Diversity in the agroforestry ecosystem of the hills (also with four species) was intermediate, as was the level of agricultural activity. Overall, diversity was lower in habitats with greater disturbance, suggesting that agriculture is an important factor influencing rodent community diversity. In farmland next to woodlands, dominant concentration was lowest and both species diversity index and evenness index were the highest, suggesting an edge effect. However, species richness was lower than in montane forest, which supported the most rodent species of all habitats in the studied ecosystems. Similarity coefficients among habitats were greatest among farmlands of the three ecosystems, and were least comparing farmlands of the three ecosystems with montane forest habitat. Rodent communities of field ecosystems differed fundamentally from rodent communities of other ecosystems or habitats, especially the natural biotopes in montane forest. Agricultural activities reduce rodent diversity, which may facilitate harmful outbreaks of resident rodent populations.

Key words: agricultural; China; community; disturbance; diversity; rodent

文章编号:1000-0933(2003)11-2260-11 中图分类号:Q958.1 文献标识码:A

鼠类是农林复合生态系统中生物环境的重要组成部分之一,在生态系统中起着重要的作用^[1~3]。人类进行的各种社会经济活动都会对生态系统中的鼠类群落产生影响,如农业生态系统中农业生产活动,常形成害鼠种群的大暴发。在洞庭湖区,过去主要是对农业害鼠群落或种群研究较多^[4~7],而少见对整个农林复合系统害鼠群落结构的研究,仅有李波^[7]对洞庭湖滨湖区丘陵平原地区的群落进行分析,且主要以农田生态系统为主。2001年在洞庭湖区的桃源县,对农林复合生态系统内的鼠类群落进行了调查,以期对不同生境中的鼠类群落特征有一全面的了解,探讨人类农业生产活动等干扰对鼠类群落产生的影响,为有效地控制鼠害提供参考。本文对鼠类群落在不同生境中的物种多样性进行分析。

1 研究地区与方法

1.1 研究区概括

洞庭湖区位于长江中游荆江南岸,湖南省北部,东经 111°40'~113°10',北纬 28°30'~30°20',属中亚热带向北亚热带的过渡区,年平均气温 16.4~17.0℃,年平均降雨量 1200~1550mm。

研究区桃源县位于洞庭湖区的西南面,处于湘西山地向洞庭湖滨湖平原的过渡带上,平原、丘陵、山地兼有。平原区位于东部,总体属于沅水下游宽谷的冲击平原地貌,占全县面积的 5.0%,海拔一般在 50m 以下。地势低平,土层深厚,一般具松软肥润的特点,有较好的水、土、气等条件,土地利用以种植业为主,耕地集中连片,少有成片林地,是该县粮、棉、油(菜籽)的富蔗产区。该县丘陵分布较广,面积占全县的 50.1%,主要集中在中部,以冲谷交错,波状起伏的红色丘陵岗地为主要特色。与山地存在着明显的地形转折,一般切割较深,起伏频率较大,海拔在 50~300m 之间。由于地表分割零乱,起伏不平,构成丘、岗、冲、坪的复杂组合,土地利用类型比较多样,分散性较强,林业用地就有高、中、低丘的差异;旱土交错分布;水田沿斜坡至谷地呈梯级和牙叉状排列组合。丘区水田具坡地水田、沟谷水田、平原水田(坪田)等多种类型。其土地利用与农业结构,兼具山区与平原区的某些特点,既有大面积粮棉油的作物栽培,又有林、牧、渔、禽的多种经营,是该县的主要农业地带。该县南部与西北部为山区,面积为全县的 44.8%,海拔在 300m 以上,最高的山峰(老虎尖)达 1129.6m,一般为 300~800m。山地土壤肥力较好,且具有较好的水分、湿度和漫射光照等条件,大部分地区适于林业生产,除少量农田在盆地集中外,大部分仅零星散布在溪流沿岸及各冲沟等处。

1.2 调查方法

据 3 种生态类型区的土地利用特点,在平原农田生态类型区、丘陵农林复合生态类型区与山地林农复合生态类型区设点进行调查,捕获鼠类。其中平原生态类型区与丘陵生态类型区的取样地设在车湖垸、枫树、青林、尧河和章江等乡镇,它们同属洞庭湖丘岗平原区;山区林农复合生态区已不属洞庭湖丘岗平原区,为了比较此类型区与平原和丘陵的复合生态类型区的鼠类群落结构,选择毗邻洞庭湖丘岗平原区的牯牛山、沙坪等乡为山区调查点(当地最高峰牯牛山海拔 1104.2m),位于该县南部、属雪峰山余脉。

系统调查主要在 2001 年进行,另外,在平原与丘陵生态类型区,“九五”期间也进行了调查。2001 年的调查在 3~12 月份进行,平原农田生态类型区每月进行取样调查,另 2 种生态系统类型区的调查每 3 个月进行一次,即在 3、6、9、12 月份进行。根据不同生态类型区的土地利用方式,选择主要生境取样调查:平原农田生态类型区内选择水田和旱地两种生境;丘陵农林复合生态类型区(样地内农田与林地面积约为 1:1)和山区林农复合生态类型区(林地面积占 80%以上)选择农田(水田为主)、林地与林缘农田(包括旱地和水田)3 种生境进行调查。以各生态类型及生境同期,即 3、6、9、12 月份的调查数据进行统计分析。

采用夹日法,以生葵花籽为饵,用大号铁板夹,当天下午(山林)和晚上(农田)置夹,次日早上和上午收回,夹间距一般在 5m 左右,每种生境的置夹数一般在 300 以上。平原生态类型区的旱地和各生态类型区的农田样地均选择成片面积约为 10hm² 以上的作物地,沿田埂或地边置夹;林地每次调查 4 个不同的山头,丘陵生态类型区的林地生境的置夹位置与山边农田的最近距离保持 100m 以上,山区生态类型区的林地样方在山林深处,离农田较远,林内沿小路或临时踩出一条线路置夹。与平原生态类型区农田与旱地一样,林缘农田皆选择山脚或林边的农田沿田埂或地边布夹。样地不重复使用,每次调查选择类似生境的样地。所捕获的鼠分类统计,进行群落结构分析,并结合我们在此区域的历史积累资料进行讨论。

1.3 计算公式

优势度 $I = N_i/N$; 优势集中性指数 $C = \sum (N_i/N)^2$ 。其中, N_i 为每个种的个体数, N 为总个体数。

群落多样性 Shannon-Weiner 指数: $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$ 。其中 $P_i = N_i/N$, N_i 为第 i 种的个体数, N 总个体数。

均匀性指数,采用皮洛的方法, $E = H'/\ln S$ 。其中 S 表示种数。

相似性系数计算公式为: $S_1 = 2c/(a+b)$, S_1 是以各鼠种密度计算的相似性系数, a 、 b 分别为两群落中

各鼠密度之和, c 为两群落中共有种的最低密度之和; Whittaker 相似性指数 $S_2 = 1 - 0.5(\sum_{i=1}^s |a_i - b_i|)$, 式中 a_i 为各鼠种的个体数在 a 群落中的比例, b_i 为各鼠种的个体数在 b 群落中的比例。

2 结果

2.1 鼠类群落的优势度及优势集中指数

捕获的鼠种有褐家鼠(*Rattus norvegicus*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、小家鼠(*Mus musculus*)、黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)、社鼠(*Rattus confucianus*)、针毛鼠(*Rattus fulvescens*)、大足鼠(*Rattus nitidus*)、巢鼠(*Micromys minutus*)、白腹巨鼠(*Rattus edwardsi*)。各生态类型区及主要生境的鼠类群落中各鼠种优势度及群落优势集中指数见表 1。据历史资料,该地平原、丘陵、山区 3 种生态类型区的农田生境均有 3 种家鼠的分布^[4],从表 1 看,黄胸鼠在山区与丘陵均未捕获,小家鼠在山区也未捕获到,这并不表明没有它们的栖息与分布。应该是与当时种群处在低密度时期有关;同时调查时间和夹日数也有关系,如在平原农田生态类型区内,以每月的调查结果统计(夹日数也增加为 10273),3 种家鼠均被捕获,而以 3、6、9、12 月份计算的结果中,就没有捕获黄胸鼠。因此,不管有无褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠被捕获,表 1 的 3 类生态类型区中均将它们列入,以示其存在。

总体来看,3 种生态类型区鼠类群落的优势种皆为黑线姬鼠,其优势度从平原(0.9390)、丘陵(0.6000)到山区(0.4608)逐渐降低;其次为丘陵和山区的社鼠,优势度也较高,其它鼠种的优势度都较低。3 种生态类型区的优势集中性差别较大,平原优势集中性指数最高,为 0.8693,其次是丘陵(0.5020),山区的鼠类群

表 1 鼠类群落优势度及优势集中性指数

Table 1 Dominance of major species and the dominant concentration of rodent communities

地点 夹日数 Sites, No. of traps	种类 Species	生境 Habitat								合计 Total	
		成片水田 Paddy field		成片旱地 Dry farmland		林缘农田 Farmland beside woodland		林地 Woodland			
		指标 Index	序列 Sequence	指标 Index	序列 Sequence	指标 Index	序列 Sequence	指标 Index	序列 Sequence	指标 Index	序列 Sequence
平原农田 生态系统 * Field ecosystem (Plain area) 4767 (10273)	褐家鼠	0.0690	2			—	—	—	—	0.0488	2
	<i>R. norvegicus</i>	(0.0672)	(2)							(0.0432)	(2)
	黄胸鼠	0.0000	3	0.0000	3	—	—	—	—	0.0000	4
	<i>R. flavipectus</i>	(0.0112)	(3)	(0.0400)	(2)					(0.0216)	(3)
	小家鼠			0.0417	2	—	—	—	—	0.0122	3
	<i>M. musculus</i>			(0.0200)	(3)					(0.0072)	(4)
	黑线姬鼠	0.9310	1	0.9583	1	—	—	—	—	0.9390	1
	<i>A. agrarius</i>	(0.9213)	(1)	(0.9400)	(1)					(0.9281)	(1)
	C 值	0.8715	2	0.9201	1	—	—	—	—	0.8693	
	C value	(0.8535)		(0.8856)						(0.8638)	
丘陵农林复合 生态系统 Agro-forestry ecosystem (Hilly area) 4031	褐家鼠	0.0263	2	—	—					0.0118	3
	<i>R. norvegicus</i>										
	黄胸鼠			—	—						
	<i>R. flavipectus</i>										
	小家鼠	0.0263	3	—	—					0.0118	4
	<i>M. musculus</i>										
	黑线姬鼠	0.9474	1	—	—	0.5000	2	0.2571	2	0.6000	1
	<i>A. agrarius</i>										
	社鼠 <i>R. confucianus</i>			—	—	0.5000	1	0.7429	1	0.3765	2
	C 值 C value	0.8990	1	—	—	0.5000	3	0.6180	2	0.5020	
山区林农复合 生态系统 Forest- agricultural ecosystem (Mountainous area) 4129	褐家鼠			—	—	0.1905	2			0.0449	5
	<i>R. norvegicus</i>										
	黄胸鼠			—	—						
	<i>R. flavipectus</i>										
	小家鼠			—	—						
	<i>M. musculus</i>										
	黑线姬鼠	0.9667	1	—	—	0.5238	1	0.0263	6	0.4608	1
	<i>A. agrarius</i>										
	社鼠			—	—	0.1905	3	0.6579	1	0.3258	2
	<i>R. confucianus</i>										
	针毛鼠			—	—			0.2105	2	0.0899	3
	<i>R. fulvescens</i>										
大足鼠			—	—			0.0263	5	0.0112	7	
<i>R. nitidus</i>											
巢鼠	0.0333	2	—	—	0.0952	4	0.0526	3	0.0562	4	
<i>M. minutus</i>											
白腹巨鼠			—	—			0.0263	4	0.0112	6	
<i>R. edwardsi</i>											
	C 值 C value	0.9356	1	—	—	0.3197	3	0.4820	2	0.3320	

* 括号内是以每月调查数据统计的结果 The numbers in parentheses were calculated from monthly data

落集中性指数最低,仅为 0.3320。由于平原农田生态类型区的大部分土地为农业用地,人类干扰的程度最高,形成了种类少,优势种突出的格局。而山区森林内植被的丰富,为更多鼠种的栖息提供了条件,决定了

其中的鼠种较平原区多,优势集中性指数明显较低。丘陵林地内常有人畜活动与穿行,并在林地内常有开垦的坡地,不远的山脚一般为水田,因此丘陵区的林地被人类干扰的机会和程度明显比山区高,但相对于平原农田生态类型区要低,于是其群落集中性指数也就居于二者之间。可见,人类对生态系统的干扰,导致了群落优势种的突出和鼠类群落优势集中性的提高。

同一生态类型区内不同生境的鼠类群落的优势种和优势度集中性指数(表1)也有差别。在平原生态类型区,土地的利用率较高,以种植业生产为目的的农业生态系统为主,栽培各种作物。按栽培的作物将平原区生境分为成片水田(主要作物为水稻)、成片旱地(棉花为主要作物)两种生境。两者的优势鼠种和群落优势度集中指数相似,都以黑线姬鼠为主要优势种,群落集中性较高。

在丘陵农林复合生态类型区,鼠群落优势度较高的是受干扰最大的农田生境(以水稻田为主),黑线姬鼠占绝对优势,优势度为0.9474。林地内在调查中仅捕获两种害鼠,但其优势集中性与农田比下降较多,其中优势种为社鼠,优势度为0.7429,其次为农田生境的优势种黑线姬鼠。优势集中性最低的是林缘农田,即农田与林地交错地区,两类生境的优势种都在此地有栖息,且优势度相近。

与前面的结果相似,以森林生境为主的林农复合生态类型区,鼠类群落优势度集中性最高的也是农田(以水稻田为主),森林生境虽然栖息的害鼠种类最多,但优势集中性指数不是最低的,其中社鼠占有绝对的优势地位,优势度为0.6579。林缘农田是鼠类群落集中性最低的地区,优势种为黑线姬鼠,林地的优势种社鼠和家栖鼠褐家鼠在此占有一定的数量。

可见,不论在那种生态类型的农田生境,优势种都较突出,皆为黑线姬鼠。在林地生境,不论是丘陵,还是山区,主要鼠种都为社鼠;在林地与农田的交接处,则以这2种鼠为优势种,且该区域群落优势度集中性最低。

2.2 鼠类群落多样性及均匀性

多样性分析结果列于表2。表中, S 为捕获的鼠种数; D 为害鼠密度,以捕获率表示; H' 为香农-威纳多样性指数, E 为均匀性指数。结果显示,山区复合生态类型区的多样性指数和均匀性指数最高,这与山区林地面积较大,人为干扰相对较少有关。山区森林植被覆盖度好,受人类活动的影响小,鼠类的栖息条件较

表2 鼠类群落多样性及均匀性

Table 2 Analysis of diversity index (H') and evenness (E) of rodent community

生态系统 Ecosystem	项目 Item	生境 Habitat				合计 Total
		成片水田 Paddy field	成片旱地 Dry farmland	林缘农田 Farmland beside woodland	林地 Woodland	
平原农田生态系统 Field ecosystem (Plain area)	S	2	2	—	—	3
	D	2.34%	1.18%	—	—	1.80%
	H'	0.2510	0.1731	—	—	0.2602
	E	0.3621	0.2497	—	—	0.2859
丘陵农林复合生态系统 Agro-forestry ecosystem (Hilly area)	S	3	—	2	2	4
	D	2.51%	—	1.01%	3.08%	2.21%
	H'	0.2426	—	0.6931	0.5700	0.7791
	E	0.2208	—	1.0000	0.8223	0.5620
山区林农复合生态系统 forest-agricultural ecosystem (Mountainous area)	S	2	—	4	6	7
	D	2.78%	—	2.13%	2.68%	2.54%
	H'	0.1460	—	1.1944	1.0455	1.3407
	E	0.2106	—	0.8616	0.5835	0.6890

* S = numbers of rodent species captured; D = rodent density (trapping success); H' = species diversity index (Shannon-Wiener index); E = evenness index (Pielou index)

好,因此其生物多样性指数高。在平原生态类型区,几乎所有土地皆被利用于工农业生产,很少有成片的林地。人类对生态系统的干扰程度较大,植被以人工种植的各种作物为主,与丘陵,特别是与山区相比,植被的多样性有所降低,形成了只适合少数优势种栖息的环境,鼠的种类减少,群落多样性也降低。不同生境间

也有类似的规律,但林缘农田因边缘效应的作用,多样性指数和均匀性指数在同一类型区的各生境内均是最高。

2.3 鼠类群落的种群数量

本研究区在调查期间,害鼠的密度都较低(表2),这可能与当地害鼠处于低水平时期有关;另外,20世纪80年代该县统一推广全栖息地灭鼠法和抗凝血灭鼠剂,因此大部分群众能采取科学的方法和合理的药物防治害鼠,鼠害在一定程度上得到控制,这也可能是目前害鼠密度较低的重要原因之一。从历史资料看,本地区农田生态系统曾经有害鼠种群大暴发^[4,5],如1983年4月在桃源官山农田的捕获率达26.24%^[8],从20世纪90年代桃源平原区黑线姬鼠的数量动态看^[6],其种群密度一旦被外界因素(人为的或自然的)压低后,随之就反弹回升,说明其种群在不受控制或控制不当的条件下,种群密度将会维持较高的水平。这一结论可从鄱阳湖区的调查得到佐证,江西恒湖垦殖场1997年12月靠大堤农田的鼠密度(夹日捕获率)竟高达60.81%,次年临近的朱湖农场和成新农场的鼠密度也高达22.46%和44.21%,1999年12月的鼠密度继续维持高水平,达43.33%和59.67%^①,实在是惊人。洞庭湖平原区的安乡安造大院1998年的特大洪涝灾害后,农田优势种黑线姬鼠的夹捕率在2000年就反弹到20%以上。这些说明,以生产为目的的农业生态系统中,随着多样性的降低,优势种的突出,在不采取控制措施的条件下,可导致某些种群的大暴发。

当然,在自然生态系统中的鼠类也可能由于自然条件的变化,形成有利某种群发展的条件,如由于某种鼠的天然食物的丰收年,可导致该种群的暴发。而农田耕作区与之相比,具有一定特殊性,即在一般情况下,与自然生态系统环境相适应的密度是较低的,是适合整个生态系统的;而农作区鼠类群落常会出现较高的密度,形成危害,必须有适当的防治措施对其种群进行控制,才能保持在为害水平以下。

2.4 相似性比较

通过对洞庭湖区黑线姬鼠、褐家鼠主害区鼠类群落的物种多样性分析,发现3种生态类型区及其主要生境中的鼠类群落多样性指标差别较大。从3个生态类型区的相似性系数(表3)看,平原农田生态类型区与山区林农复合生态类型区的相似性最低,丘陵农林复合生态类型区与山区的最高。为了比较不同生境物种分隔的程度,及了解各生境鼠类群落的整体多样性,拟通过比较不同生境鼠类群落的相似性系数,对各群落多样性的差异进行定量分析,进一步揭示鼠类群落对农业生产活动干扰反应的规律。各生境间的相似性系数列于表4。其中生境1(平原水田)、2(平原旱地)、3(丘陵农田)、6(山区农田)为不同生态类型区的农田生境,它们相互之间的相似性较高,相似性系数 S_1 都在0.5以上, S_2 在0.9以上,与之最不相似的群落是山区林地生境。与山区林地相似性最高的为丘陵林地,其次为丘陵和山区的林缘农田,其它生境与其相似性均极低。这一结果亦证明前面的结论,农业生产等人类的社会经济活动已使鼠类群落发生了较大的变化。

表3 不同生态类型区间的鼠类群落相似性系数

Table 3 Similarity coefficient of rodent community in different ecosystem

生态系统 Ecosystem	平原农田生态类型区 Field ecosystem (Plain area)	丘陵农林复合生态类型区 Agro-forestry ecosystem (Hilly area)	山区林农复合生态类型区 Forest-agricultural ecosystem (Mountainous area)
平原农田生态系统 Field ecosystem (Plain area)		0.6236	0.5057
丘陵农林复合生态系统 Agro-forestry ecosystem (Hilly area)	0.7182		0.7984
山区林农复合生态系统 Forest-agricultural ecosystem (Mountainous area)	0.5806	0.8547	

① 张美文,王勇,郭聪,等.长江中下游地区鼠害现状及建议.见:2001年病虫害防治绿皮书.北京:中国科学技术协会,2001.79~85.

表 4 不同生境的鼠类群落相似性系数

Table 4 Similarity coefficient of rodent community in different habitat

生境 Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0.9310	0.9573	0.5000	0.2571	0.9310	0.5928	0.0264
2	0.6420		0.9737	0.5000	0.2571	0.9583	0.5238	0.0264
3	0.9278	0.6396		0.5000	0.2571	0.9474	0.5501	0.0264
4	0.3045	0.4658	0.3377		0.7571	0.5000	0.6905	0.5264
5	0.2915	0.3709	0.2826	0.4988		0.2571	0.4476	0.6843
6	0.8516	0.5707	0.8998	0.2691	0.2696		0.5571	0.0597
7	0.5727	0.6767	0.5129	0.5860	0.4607	0.4929		0.2695
8	0.0279	0.0363	0.0270	0.3144	0.6354	0.0586	0.2578	

1 平原水田, Paddy field in plain area; 2 平原旱地, Dry farmland in plain area; 3 丘陵农田, Farmland in hilly area; 4 丘陵林缘农田, Farmland beside woodland in hilly area; 5 丘陵林地, Woodland in hilly area; 6 山区农田, Farmland in mountainous area; 7 山区林缘农田, Farmland beside woodland in mountainous area; 8 山区林地, woodland in mountainous area

3 讨论

不同生态类型区及其不同生境的鼠类群落, 种类丰富度、优势集中性指数、多样性指数和均匀性指数, 均有一定的差别。受干扰程度最高的平原生态类型区及丘陵和山区复合生态类型区的农田生境, 鼠种类较少, 一般为 2~4 种; 种类丰富度最高的是以林业为主的山区林农复合生态类型区, 其林地内, 共捕获鼠类 6 种, 其次为林缘农田, 捕获 4 种。优势集中性指数以农田生境最高, 即优势种突出; 其次为森林; 不论是山区生态类型区, 还是丘陵生态类型区, 林缘农田的优势集中性指数都是在同一生态类型区中是最低的。而多样性指数和均匀性指数正好相反, 林缘农田最高, 森林次之, 农田最低。不同生态类型区之间, 群落多样性和均匀性以山区林农复合生态类型区最高, 丘陵农林复合生态类型区次之, 平原农田生态类型区最低。

关于人类活动对鼠类群落多样性的影响, 一般认为, 人类活动越剧烈, 干扰程度越高, 多样性越低。Bolger 的研究认为^[9], 栖息在片断化灌丛的小型哺乳动物物种多样性与其面积呈正相关, 而与其片断化的时间呈负相关。叶晓堤等^[10]对华北平原和黄土高原啮齿动物物种丰富度的分析认为, 啮齿动物物种丰富度与山地面积呈正相关。许多分析已表明, 人类对森林的干扰可降低鼠种丰富度和鼠类群落的多样性^[11~15]。在桃源, 3 类生态类型区中干扰程度最高的农田生境鼠类群落多样性指标较统一, 即多样性均较低, 优势种突出。而山区和丘陵生态类型区的林地生境之间因干扰程度不同, 却有较大的差别。首先, 种群丰富度差别较大, 山区的林地内捕获了 6 种鼠, 而在丘陵的林地内仅 2 种, 这与山区林地的面积较大, 人类活动的干扰较小有关。其次, 尽管社鼠同为当地森林中的优势种, 而黑线姬鼠在山区和丘陵林地中的优势度相差较大。黑线姬鼠在林地的分布是农田的优势种向林地扩散的结果, 一般来讲, 丘陵的林地常被山脚农田分成许多片断, 丘陵的林地被人类活动干扰的程度也大于山区, 黑线姬鼠易于向林地扩散; 山区的林地面积较大, 黑线姬鼠不易扩散至林地深处, 因此仅偶尔捕获到, 在其中的优势度最低。张知彬等^[16]、肖治术等^[17]最近的研究结果一致认为, 适度干扰有利多样性的升高。从表 1 看, 山区林农复合生态类型区的 9 种鼠(含黄胸鼠和小家鼠), 有 4 种来自平原农田生态类型区, 而后者无一种来自前者。说明通过人类的适度干扰使平原农田生态类型区的种类入侵, 对山区林农复合生态类型区多样性的提高有所贡献, 因此, 适度干扰确实有利于鼠类群落多样性的升高。

不论是山区生态类型区, 还是丘陵生态类型区, 林缘农田生境的鼠类群落, 都具有优势集中性指数最低、群落多样性指数和均匀性指数最高的特点, 而群落中的鼠种数并不是最多的, 即群落的物种丰富度不高。与有关小型哺乳动物边缘效应的其它报道不尽相同^[18~21]。Bider^[18]和 Sekgororoane 等^[19]的研究表明森林—农田交界处, 小型哺乳动物的多样性较相邻的任一栖息地的都要高。而 Goldingay 等^[20]与 Haske^[21]则认为多样性和多度在边缘地区与栖息地内部没有显著的差异。这与各地鼠种的特性及当地的生境特点有

关^[22],如 Mills^[23]认为,加利福尼亚的红背田鼠(*Clethrionomys californicus*)种群与边缘呈负效应的原因就与其有限的扩散能力有关。在桃源县,林缘农田的鼠类群落主要由农田和森林生境的优势种黑线姬鼠、社鼠构成,很少有各生态类型区的稀有种在此被捕获。因此在林地和农田交接的地区,一般不危害农业生产活动的社鼠会对林缘农田形成危害,值得注意。

人类活动对生态系统的过分干扰,常使其物种多样性降低,可能使某些物种濒临灭绝,也为一些物种的种群暴发成灾创造了条件。农业生产活动是影响生物多样性的的重要因素^[24],农田鼠类群落与自然状态的有明显的不同^[25-30],李晓晨等^[26]的分析认为农业活动对啮齿类动物种数有影响,耕作区种数明显少于非耕作区;在舟山群岛上,稻田生境的鼠类群落的物种数和多样性均最低^[27];从吉林黄泥河林区的不同栖息地鼠类群落的多样性和均匀性指数看,农田生境的均较低^[28]。自然生态系统的鼠类群落常保持适当的鼠密度,而农作区内鼠类易暴发成灾,形成危害。鲍毅新等^[29]对浙江金华北山啮齿动物的调查显示,农田生境的多样性最低,而捕获率却最高。在北京东灵山地区的灌丛、森林和农田 3 类生境中,农田鼠类群落的多样性最低,密度最高,季节波动最大^[30]。张春美等^[31]对长白山林区的研究认为,植物多样性和鼠类群落多样性都与鼠害的发生表现为负相关,鼠类群落多样性随草本植物多样性的增加而增加,而鼠害随之减少。在内蒙古草原,鼠类群落的多样性及均匀度指数与植物的多样性及均匀度指数呈正相关,过渡放牧造成的草场退化和滥垦是促成草原鼠害的重要原因^[32,33]。

而另一些结果则显示农田生境的物种多样性比其它生境高^[34,35],这与鼠类群落所处环境的复杂性有关^[36-38]。一般情况下,农田生境相对于森林、灌丛等生境的植物群落结构单一,复杂性降低,所以多样性降低。而在一些荒漠地带,农业区相对荒漠生境植物盖度较高,食物丰富,水分充足,因此适合多种鼠的生存,因此多样性比砾石荒漠生境高^[34,35]。另一方面,人为干扰也有着不可忽视的作用。在桃源,尽管在山区森林内捕获的鼠种明显多于农田生境,但丘陵林地内捕获的鼠种并不比农田多,除了丘陵林地面积较小的原因外,人类活动干扰的影响有着重要的作用,人类对山林的频繁干扰使一些稀有种的栖息地丧失,直接导致了一些种群的灭绝^[11,15]。而戴应贵等^[39]比较川西平原农田与北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落,则认为与人类干扰频繁的条件相比,即使在恶劣生态条件的荒漠,自然的生态系统也能保持较高的物种多样性,这与两类生态系统的历史与生态背景以及受干扰的程度有关。如在准噶尔盆地干旱荒漠区,很少有人涉足的原始荒漠地带啮齿动物群落的物种多样性就比农田生境略高,而农田生境明显高于砾石荒漠生境^[34]。

对整个农林复合生态系统鼠类群落的分析结果说明,人类进行的农业生产活动,对栖息于生态系统中的鼠类群落有较大的影响,形成了农田内优势种突出、种类丰富度下降、优势集中性提高、群落多样性和均匀性下降的局面。群落优势种的突出和多样性的降低,降低了各种群间的相互制约,为某种群的暴发创造了条件。在农田生态系统中,鼠类已对农业生产活动的干扰和农业景观适应,农业生产为其长期提供丰富的食物,只要条件合适,种群就会很快增值。因此,在农业生态系统中,应注意害鼠群落或种群的发生发展,预防害鼠种群的大暴发。

References:

- [1] Zhang Z B. The function of small mammals in ecosystems. In: Qian Y Q, Ma K P, eds. *Principles and methodologies of biodiversity studies*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1994. 210~217.
- [2] Xia W P. Rodent-like pests and ecological equilibrium. In: Wang Z W, Zhang Z B, eds. *Theory and practice of rodent pest management*. Beijing: Science Press, 1996. 2~18.
- [3] Lu C H. Effect of rodent on seed disperse. *Chinese Journal of Ecology*, 2001, 20 (6): 56~58.
- [4] Chen A G, Yuan Z Z, Zhang J Y, et al. Study on the technique of agricultural rodent pest control in Hunan I. The investigation on pest species, pest areas and the biological characteristics related to rodent control. *Acta Theriologica Sinica*, 1988, 8(3): 215~223.
- [5] Guo C, Chen A G, Li S B, et al. The succession of rodent community in the countryside of Dongting hilly and plain area. *Acta Theriologica Sinica*, 1992, 12(4): 294~301.
- [6] Chen A G, Guo C, Wang Y, et al. Ecology and management of rodent pests in the rice area in Yangtze Valley.

- In: Zhang Z B, Wang Z W, eds. *Ecology and management of rodent pests in agriculture*. Beijing: Ocean Press, 1998. 114~174.
- [7] Li B, Chen A G, Guo C, *et al.* A preliminary study on communities and interspecific relations of rodents in Dongting lake area. In: Zhang Z L, Piao Y F, Wu J W, eds. *Proceedings of the national symposium on IPM in China*. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 1996. 1011.
- [8] Chen A G, Yuan Z Z, Wang Y, *et al.* A method of killing rodent with poison bait in whole habitat and its ecological mechanism. In: Ran Z Z, ed. *Collection papers of studies on nature resources, ecology, environment and economic exploitation*. Beijing: Science Press, 1991. 269~277.
- [9] Bolger D T, Alberts A C, Sauvajot R M. Response of rodents to habitat fragmentation in coastal southern California. *Ecological Applications*, 1997, 7(2): 552~563.
- [10] Ye X D, Ma Y, Feng Z J. Variation and spatial pattern of rodent species richness in North China (Huabei) plain and Loess plateau. *Acta Theriologica Sinica*, 1998, 18(4): 260~267.
- [11] Soule ME, Alberts AC, Bolger DT. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. *Oikos*, 1992, 63(1): 39~47.
- [12] Wu D L, Luo C C. Effects of human activity on community structure of small mammals in Ailao Mountain. *Zoological Research*, 1993, 14(1): 35~41.
- [13] Stephenson P J. The small mammal fauna of Reserve Speciale d'Analamazaotra, Madagascar: The effects of human disturbance of endemic species diversity. *Biodiversity and Conservation*, 1993 2(6): 603~615.
- [14] Chen Z P, Wang Y X, Hong Q, *et al.* The study on species diversity of myomorpha rodent in the fragmental tropic rainforest in Xishuangbanna, Yunnan. *Zoological Research*, 1996, 17 (4): 451~458.
- [15] Kelt D A. Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. *Biological Conservation*, 2000, 92(3): 345~358.
- [16] Zhang Z B, Meng Z B. In: Chen L Z, Wang Z W, eds. *The impact of human alteration on ecosystem diversity*. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Publishing House, 1999. 131~138.
- [17] Xiao Z S, Wang Y S, Zhang Z B, *et al.* Preliminary studies on the relationships between communities of small mammals and habitat types in Dujiangyan Region, Sichuan. *Biodiversity Science*, 2002, 10(2): 163~169.
- [18] Bider A. Animal activity in uncontrolled terrestrial communities as determined by a snad transect technique. *Ecological Monographs*, 1963, 38: 269~308.
- [19] Sekgorroane G B, Dilworth T G. Relative abundance, richness and diversity of small mammals at induced forest edges. *Canada Journal Zoology*, 1995, 28(3): 1432~1437.
- [20] Goldingay R L, Whelan R J. Powerline easements: Do they promose edge effects in eucalypt forest for small mammals? *Wildlife Research*, 1997, 24(6): 737~744.
- [21] Heske E. Mammalian abundances on forest-farm edges versus forest interior Illinois is there an edge effect? *Journal of mammalogy*, 1995, 76(2): 562~568.
- [22] Manson R H, Ostfeld R S, Canham C D. Responses of a small mammal community to heterogeneity along forest-old-field edges. *Landscape Ecology*, 1999, 4(14): 355~367.
- [23] Mills L S. Edge effect and isolation: Red-backed voles on forest remnants. *Conservation Biology*, 1995, 9(2): 395~403.
- [24] Chen X, Tang J J, Wang Z Q. The impacts of agricultural activity on biodiversity. *Chinese Biodiversity*, 1999, 7 (3): 234~239.
- [25] Neronov V M, Khlyap L A, Tupikova N V, *et al.* Formation of Rodent Communities in Arable Lands of Northern Eurasia. *Russian Journal of Ecology*, 2001, 32(5): 326~333.
- [26] Li X C, Wang T Z. An analysis of relationship between ecological factors and number of species of rodents in Shaanxi district. *Acta Theriologica Sinica*, 1996, 16(2): 129~135.
- [27] Bao Y X, Ding P, Zhuge Y, *et al.* Studies on the composition and dynamic of small mammal community in the east Zhoushan Island. *Acta Theriologica Sinica*, 1995, 15(3): 222~228.

- [28] Yang C W, Chen R H, Dong Z G, *et al.* A study of the rodent community succession in Huangnihe forest region. *Acta Theriologica Sinica*, 1993, 13(3): 205~210.
- [29] Bao Y X, Zhuguo Y. Ecological study of rodents in Jinhua Beishan mountain. *Acta Theriologica Sinica*, 1987, 7(4): 266~274.
- [30] Guo T Y, Xu R M, Pan F G. Study on the rodent communities of Dongling Mountain in Beijing. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 2000, 11(1): 11~15.
- [31] Zhang C M, Yang C W, Sun Y Y, *et al.* Study on rodent pest and diversity of rodent community. *Journal of Liaoning Forestry Science and Technology*, 1995, (5): 32~35.
- [32] Zhou Q Q, Zhong W Q, Sun C L. Study on species diversity of rodent communities in Baiyinxile typical steppe, Inner Mongolia. *Acta Theriologica Sinica*, 1982, 2(1): 89~94.
- [33] Zhong W Q, Zhou Q Q, Sun C L. The basic characteristics of the rodent pest on the pasture in Inner Mongolia and the ecological strategies of controlling. *Acta Theriologica Sinica*, 1985, 5(4): 241~249.
- [34] Zhang D M, Aniwar, Jiang T, *et al.* Analysis of the rodent community diversity and species variation in the Jungger Basin. *Chinese Biodiversity*, 1998, 6(2): 92~98.
- [35] Aniwar, Patigul, Zhang D M. The cluster analysis of desert and farmland area rodent community in Dabancheng. *Arid Zone Reserch*, 1999, 16(1): 49~52.
- [36] Zhong W Q, Zhou Q Q, Sun C L. Study on structure and spatial pattern of rodent communities in Baiyinxile typical steppe, Inner Mongolia. *Acta Ecologica Sinica*, 1981, 1(1): 12~21.
- [37] Ritchie M E. Biodiversity and reduced extinction risks in spatially isolated rodent populations. *Ecology Letters*, 1999, 2(1): 11~13.
- [38] Utrera A, Duno G, Ellis B A, *et al.* Small mammals in agricultural areas of the western llanos of Venezuela: Community structure, habitat associations, and relative densities. *Journal of Mammalogy*, 2000, 81(2): 536~548.
- [39] Dai Y G, Yang Y M, Cai H X, *et al.* Dynamics of the rodent community in cropland of the Western Sichuan plain: Interannual fluctuations and seasonal fluctuations. *Acta Theriologica Sinica*, 2001, 21(1): 23~34.

参考文献:

- [1] 张知彬. 小型哺乳动物在生态系统中的作用. 见: 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 210~217.
- [2] 夏武平. 害鼠与生态平衡. 见: 王祖望, 张知彬主编. 鼠害治理的理论和实践. 北京: 科学出版社, 1996. 2~18.
- [3] 鲁长虎. 啮齿类对植物种子的传播作用. 生态学杂志, 2001, 20(6): 56~58.
- [4] 陈安国, 袁主中, 张建云, 等. 湖南农业鼠害防治技术研究 I. 害鼠的种类、害区和与防治有关的生物学特性. 兽类学报, 1988, 8(3): 215~223.
- [5] 郭聪, 陈安国, 李世斌, 等. 洞庭丘岗平原区农村鼠类群落演替的观察. 兽类学报, 1992, 12(4): 294~301.
- [6] 陈安国, 郭聪, 王勇, 等. 长江流域稻作区重要害鼠的生态学及控制对策. 见: 张知彬, 王祖望主编. 农业重要害鼠的生态学与控制对策. 北京: 海洋出版社, 1998. 114~174.
- [7] 李波, 陈安国, 郭聪, 等. 洞庭湖稻区鼠类群落及其种间关系初探. 见: 张芝利, 朴永范, 吴钜文主编. 中国有害生物综合治理论文集. 北京: 中国农业科技出版社, 1996. 1011.
- [8] 陈安国, 袁主中, 王勇, 等. 全生境毒鼠法及其生态学机理. 见: 冉宗植主编. 长江流域资源、生态、环境与经济开发研究论文集. 北京: 科学出版社, 1991. 269~277.
- [10] 叶晓堤, 马勇, 冯祚建. 华北平原及黄土高原啮齿动物物种丰富度的空间格局及其变异. 兽类学报, 1998, 18(4): 260~267.
- [12] 吴德林, 罗成昌. 人类活动对云南哀牢山小型兽类群落结构的影响. 动物学研究, 1993, 14(1): 35~41.
- [14] 陈志平, 王应祥, 冯庆, 等. 云南西双版纳片断热带雨林鼠形啮齿类的物种多样性研究. 动物学研究, 1996, 17(4): 451~458.
- [16] 张知彬, 孟智斌. 人类活动对暖温带落叶阔叶林区兽类多样性的影响. 见: 陈灵芝, 王祖望主编. 人类活动对生

- 态系统多样性的影响. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1999. 131~138.
- [17] 肖治术, 王玉山, 张知彬, 等. 都江堰地区小型哺乳动物群落与生境类型关系的初步研究. 生物多样性, 2002, 10(2): 163~169.
- [24] 陈欣, 唐建军, 王兆寿. 农业活动对生物多样性的影响. 生物多样性, 1999, 7(3): 234~239.
- [26] 李晓晨, 王廷正. 陕西地区啮齿动物种数分布与生态因子关系的分析. 兽类学报, 1996, 16(2): 129~135.
- [27] 鲍毅新, 丁平, 诸葛阳, 等. 舟山岛东部地区小型兽类的群落组成与动态分析. 兽类学报, 1995, 15(3): 222~228.
- [28] 杨春文, 陈荣海, 董志刚, 等. 黄泥河林区鼠类群落演替的研究. 兽类学报, 1993, 13(3): 205~210.
- [29] 鲍毅新, 诸葛阳. 金华北山啮齿类的生态研究. 兽类学报, 1987, 7(4): 266~274.
- [30] 郭天宇, 许荣满, 潘风庚. 北京东灵山地区鼠类群落结构的研究. 中国媒介生物学及控制杂志, 2000, 11(1): 11~15.
- [31] 张春美, 杨春文, 孙永义, 等. 鼠类群落多样性与鼠害调查研究. 辽宁林业科技, 1995, (5): 32~35.
- [32] 周庆强, 钟文勤, 孙崇潞. 内蒙古白音锡勒典型草原区鼠类群落结构多样性的研究. 兽类学报, 1982, 2(1): 89~94.
- [33] 钟文勤, 周庆强, 孙崇潞. 内蒙古草场鼠害的基本特征及其生态对策. 兽类学报, 1985, 5(4): 241~249.
- [34] 张大铭, 艾尼瓦尔铁木尔, 姜涛, 等. 准噶尔盆地啮齿动物群落多样性与物种变化的分析. 生物多样性, 1998, 6(2): 92~98.
- [35] 艾尼瓦尔铁木尔, 帕提古丽, 张大铭. 达坂城地区荒漠及农业区鼠类群落的聚类分析. 干旱区研究, 1999, 16(1): 49~52.
- [36] 钟文勤, 周庆强, 孙崇潞. 内蒙古白音锡勒典型草原区鼠类群落结构的时空配置及其结构研究. 生态学报, 1981, 1(1): 12~21.
- [39] 戴应贵, 杨跃敏, 蔡红霞, 等. 川西平原农田啮齿动物群落动态: 年间变动和季节变动. 兽类学报, 2001, 21(1): 23~34.