

# 洞庭湖区洪灾淹没区鼠类群落结构恢复的生态过程

张美文<sup>1</sup>, 王克林<sup>1</sup>, 王 勇<sup>1</sup>, 郭 聪<sup>2</sup>, 李 波<sup>1</sup>

(1. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125; 2. 四川大学生命科学院, 成都 610064)

**摘要:**在 1998 年特大洪灾中被淹没 3 个多月的湖南省安乡县安造大垸, 经退水后连续 3a 的观察, 揭示了洪涝灾害对鼠类群落结构的影响以及群落演替或恢复的过程。当地的优势种黑线姬鼠是洪灾后农田区残留的主要鼠种, 但密度极低; 房舍区则以中型鼠褐家鼠与黄胸鼠为主, 并保持较高的密度。在农田, 灾后近 2a 时间内都仅捕获黑线姬鼠, 而农房的鼠种组成很快变成与未被淹地区相似, 不同的是在未被淹地区小家鼠的比例比灾区高。比较灾区与对照区群落的鼠种组成、群落优势度及优势集中性指数、群落的多样性与均匀性指数、群落相似性系数, 发现随着群落的演替, 灾区鼠群落逐步地与对照区趋于一致; 仅有灾区的害鼠密度例外, 仍维持在较高水平。由于房屋的顶层或楼房的 2 层以上部分, 在洪灾中未被淹没而成为害鼠的避难地, 因此洪涝灾害对房舍区鼠群落结构的破坏比农田区的小, 这从灾后的鼠密度和结构的变化可知, 也是房舍区鼠类群落的恢复速度比农田区快的原因。

**关键词:**洪涝灾害; 鼠群落结构; 演替; 洞庭湖区

## The effect of flooding on the rodent community in the Dongting Lake region

ZHANG Mei-Wen<sup>1</sup>, WANG Ke-Lin<sup>1</sup>, WANG Yong<sup>1</sup>, GUO Cong<sup>2</sup>, LI Bo<sup>1</sup> (1. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125; 2. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu 610064). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1212~1218.

**Abstract:** The Dongting Lake region which is one of the most important regions for agricultural production in the Yangtze Valley of China is located in the north of Hu'nan Province, China (28°30'~30°20'N and 111°40'~113°10'E). In this subtropical region, the weather is warm and humid with a mean annual temperature of 16~17°C and mean annual rainfall of 1200 to 1550 mm.

The Dongting Lake region is frequently affected by flooding. Few studies have analysed the effects of flooding on rodent communities. In 1998, in the alluvial plain region of Dongting Lake (Anzaopolder of Anxiang Country), the collapse of the riverbank resulted in more than ten thousand hectares of farmland being flooded from July to October. This flood disaster provided us with an opportunity to study the response of various rodent populations in the region.

Snap-traps were used to monitor the small mammals both in farmland and residential premises. The monitoring commenced in December 1998 and continued 3 times each year (March, July and December) from 1999 to 2001. The results were compared with data collected from nearby farmland, which to our knowledge has not been flooded for 50 years.

Similar species composition was observed in both areas with four rodent species (*Apodemus agrarius*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus* and *R. losea*) in the non-flooded area, and three species caught (*A. agrarius*, *R. norvegicus* and *M. musculus*) in flooded farmland. Soon after the flooding had receded, species abundance in the flooded area was much lower than that in nearby non-flooded farmland. Only *A. agrarius* migrated in and colonized the flooded farmland before March 2000. Other species such as *R. norvegicus* and *M. musculus* were not trapped until July 2000 and December 2000 respectively. The effect of

**基金项目:**中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCX2-SW-415)

**收稿日期:**2002-11-01; **修订日期:**2003-12-20

**作者简介:**张美文(1966~), 男, 副研究员, 从事动物生态与农业生物灾害防治研究。E-mail: zhangmw@isa.ac.cn

**致谢:**胡忠军同志参加部分野外工作, 陈安国研究员对本文给予帮助, 澳大利亚 CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) Sustainable Ecosystems 的 Lyn A Hinds 博士帮助修改英文摘要, 谨此致谢!

**Foundation item:** The Knowledge Innovation Project of CAS (No. KZCX2-SW-415)

**Received date:** 2002-11-01; **Accepted date:** 2003-12-20

**Biography:** ZHANG Mei-Wen, Associate professor, mainly engaged in animal ecology and agricultural biological pest control technology.

the flood on rodent communities in residential premises was not as severe as that in flooded farmland. *R. norvegicus* and *R. flavipectus*, the 2 main species inhabiting households, were captured in the first survey after the flood in December 1998. *M. musculus*, was first trapped in March 1999. However, these 3 species were always present in each trapping session in non-flooded areas. Analysis of variance ( $x^2$ ) of species community composition for each year between the flooded area and non-flooded area showed that rodent species compositions both in farmland and in residential premises in the flooded areas were significantly different from those in nearby non-flooded areas in 1999 (Farmland:  $x^2=9.80$ ,  $p<0.01$ ; residential premises:  $x^2=27.21$ ,  $p<0.01$ ). This difference was maintained in the farmland areas until 2001. However, there was no significant difference between the rodent species composition in residential premises in the flooded area and in nearby non-flooded farmland area in 2000. By 2001, the rodent species composition of the flooded area became similar to that in the non-flooded area for both farmland and residential premises. Likewise, the differences in index of dominant concentrations between flooded and non-flooded areas were large both in farmland and residential premises at beginning of the study but became progressively similar over time.

Flooding reduced the diversity of rodent species in farmland. The indices of species diversity between the flooded area and the non-flooded area were significantly different through to March 2001. However, the flood had little impact on species diversity and abundance in residential premises.

The similarity indices, based on species composition, between the post-flooded area and non-flooded area were most different soon after flooding and gradually became closer from 1999 through to the end of 2000.

In conclusion, the flooding reduced species abundance, species diversity and evenness, but increased the dominant concentration of the rodent community. After 3 years the rodent community in the post-flooded area was similar to that in the non-flooded area. The flood had little impact on the rodent community in residential premises, therefore the recovery speed of the community was faster than that of the farmland.

**Key words:** flood disaster; rodent community structure; succession; Dongting Lake region

文章编号:1000-0933(2004)06-1212-07 中图分类号:Q958,S443 文献标识码:A

各种突发性的重大灾害,如洪涝、火灾、火山爆发等,对生态系统中的生物群落可造成毁灭性的打击。对灾后生物群落结构变化的研究,可了解各生物群落受到破坏后的恢复或演替过程,对生物群落的管理具有重要的理论和实践意义。对重大灾害后鼠类群落的恢复及鼠类对生态系统恢复的作用,已有一些研究报告<sup>[1~7]</sup>。而其中洪灾对鼠群落的影响仅有一些简短的报道<sup>[8~10]</sup>,尚未见洪涝灾害后的鼠类群落结构演替的分析与研究。洞庭湖区位于易受洪涝灾害的长江中游地区,雨水充沛,但季节分配不均,有70%~90%的降水集中在5~10月,特别是在5~7月的梅雨季节,雨量更为集中,常形成洪涝灾害<sup>[11]</sup>。1998年特大洪水后,在当地观察了洪灾对鼠类群落的影响及灾后群落的恢复或演替,并已对鼠类数量恢复动态进行过分析。本文就洪灾对鼠群落结构的影响及其后的演替进行研究。

## 1 研究地区和方法

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,气候温暖湿润,四季分明。年平均气温16.4~17.0℃,年平均降雨量1200~1550mm。调查定位点设在湖南省安乡县安造垸,该垸位于洞庭湖畔,该县县城以北,北与湖北省相连,东西面均为河流。属洞庭湖湖积平原区,地势平坦,包括6个乡镇,总面积2万余hm<sup>2</sup>,耕地1余万hm<sup>2</sup>,总人口17.53万人。1998年夏发生重大洪涝灾害,该垸溃决,垸内农田与农房遭受洪水淹没达3个月,全垸电力、水利、交通设施严重损毁,直接经济损失23.5亿元。调查在安造垸中部的安全乡(112°10'E, 29°25'N)进行,海拔约为30m,该地被洪水淹没达3m以上,除了东、西面的河堤外,全部被淹。村庄内倒塌房屋的住户大部分在灾后集中建造新房。因此,原房址常残留有部分残骸,新建房屋皆为砖混结构,在洪灾中未倒塌的房屋一般为砖混结构房屋。在湖南安乡连续调查的同时,选择了在洞庭湖西畔、同属淤积平原、环境条件相似的汉寿县株木乡(111°58'E, 28°55'N)作为对照,该地海拔30m上下,农房集中,形成村庄,一半以上住户的房屋已更新为砖混结构。两调查点的自然条件、农业生产结构、耕作条件及制度基本相同。夏季主要作物为水稻和棉花,冬季除主要种植油菜外,其余空闲。多数农户饲养鸡、鸭、鹅、猪等家禽家畜,房屋周围常有少量林木和菜园。

调查采用夹日法,自1998年12月初(退水后2个多月)至2001年12月,每年3次(3月、7月、12月)在定位点布夹,当天傍晚布放,第2天上午收回,采用大号夹,以生葵花籽为饵。分农田区和房舍区(含住宅、畜栏、杂屋及周围)两类生境,农田每5m 1夹,沿田埂布放,房舍每室1~2夹。每次农田布放200夹日以上,农房100~200夹日。

## 2 结果

### 2.1 洪灾后残留的害鼠种类

1998年12月初对安全乡和株木山乡进行的鼠情调查结果见表1,大垸退水2个多月后的灾区农田内未捕到害鼠,说明数量极低,从随后(1999年3月及其以后)的调查看,残留的鼠种主要是黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*);农房内捕到褐家鼠(*Rattus norvegicus*)与黄胸鼠(*Rattus flavipectus*),而小家鼠(*Mus musculus*)未捕获,这与灭鼠活动后的情况正好相反。这是由于洪灾对小家鼠的打击比对中型鼠大之故。据历年在洞庭湖区各地农村调查所见,黄胸鼠喜栖息房舍上层,褐家鼠和小家鼠则多在房屋底层和较低层栖息。因而洪水突然淹没时,后者(尤其是其幼仔)向上逃避的机会和能力比前2种中型鼠要弱得多,其种群易遭灭顶之灾。

表1 灾后(1998年12月)灾区(安全乡)与对照区(株木山乡)鼠情调查结果

Table 1 Rodent species and trap success in flooded area and in normal area(1998-12)

生境 Habitat	调查区域* Census site	夹日数 Num. of snaptraps	鼠种组成 Rodent composition(%)**			
			褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	小家鼠 <i>M. musculus</i>	黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>
农田 Farmland	洪涝区 FA 对照区 NA	253 247	0.00 (0.00) 57.89 (4.69)	0.00 (0.00) 0.00 (0.00)	0.00 (0.00) 0.00 (0.00)	0.00 (0.00) 42.11 (3.41)
农房 Residential premises	洪涝区 FA 对照区 NA	123 142	75.00 (4.27) 52.94 (9.58)	25.00 (1.42) 23.53 (3.81)	0.00 (0.00) 23.53 (3.81)	0.00 (0.00) 0.00 (0.00)

\* FA = the flooded area; NA = the normal area, same as in table 2, 4 and 5; \*\* 括号内的数值为各鼠种的捕获率 The numbers in parenthesis are the trap successes of each species

### 2.2 洪灾后鼠群落结构的演替

2.2.1 鼠种组成的变化 1999~2001年的调查结果列于表2,关于鼠密度的回升规律已另文探讨<sup>①</sup>,总的规律是灾区鼠密度很快反弹,并远远超过正常的未受灾地区。各鼠种密度在灾后均较低,各生境主要鼠种的捕获率都小于对照区,随后不论是房舍区还是在农田,灾区各鼠种的鼠密度快速反弹,1999年7月主要鼠种鼠密度均已超过对照区(灾区农田黑线姬鼠、房舍褐家鼠与黄胸鼠的捕获率分别为:5.61%、6.19%和10.31%;而对照区分别仅为:1.47%、2.14%和1.07%),至2000年都达至最高,并远远超过对照区,然后都有所回落,但仍远高于对照区。

表2 洪灾后鼠情监测结果

Table 2 Surveillance of rodent community after flood from 1999 to 2001

生境 Habitat	时间 Year	调查区域 Census site	夹日数 Num. of snaptraps	捕鼠数(只) Num. of trapped animals	各鼠种捕获率 Trap successes of each rodent species(%)				
					褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	小家鼠 <i>M. musculus</i>	黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>	黄毛鼠 <i>R. losea</i>
农田 Farmland	1999	洪涝区 FA	613	22	0.00	0.00	0.00	3.59	0.00
		对照区 NA	586	16	0.85	0.00	0.17	1.71	0.00
	2000	洪涝区 FA	756	180	1.32	0.00	0.13	22.35	0.00
		对照区 NA	880	26	0.68	0.00	0.00	2.16	0.11
农房 Residential premises	2001	洪涝区 FA	742	65	0.67	0.00	0.00	8.09	0.00
		对照区 NA	911	15	0.11	0.00	0.00	1.54	0.00
	1999	洪涝区 FA	244	30	2.87	8.20	1.23	0.00	0.00
		对照区 NA	378	44	6.35	1.06	4.23	0.00	0.00
2000	洪涝区 FA	293	42	3.75	4.10	4.76	0.00	0.00	
	对照区 NA	489	32	1.64	0.61	4.09	0.20	0.00	
	洪涝区 FA	308	41	4.55	2.92	5.84	0.00	0.00	
	对照区 NA	317	16	0.25	0.19	0.56	0.00	0.00	

图1与图2列出了洪灾区与对照区的鼠类群落组成的变化,可见洪灾后的一段时间内,灾区鼠类的种群组成与对照地区(汉寿株木山乡)有一定的差别。在农田,对照区主要捕获的鼠种为褐家鼠与黑线姬鼠,受灾地区在灾后一年多的时间内,只捕获黑线姬鼠,直到2000年7月才在农田捕到其它鼠(褐家鼠),所占比例为10.64%,捕获率为2.39%。值得注意的是,黑线姬鼠是流行性出血热和钩端螺旋体病的主要传染源,在灾后其种群密度的直线上升应引起特别的重视。在农房区,褐家鼠的比例一直都不低,1998年12月的第一次调查中已捕获褐家鼠和黄胸鼠,到1999年3月的调查就有小家鼠出现。与对照区相比,各鼠种组成

① 张美文,王克林,王勇,等. 长江中游农区洪涝灾害后鼠类数量动态. 应用与环境生物学报(待发表)

比例还是有一定的差别,如小家鼠在灾区的比例一直较低,而在未淹地区的比例要高得多。

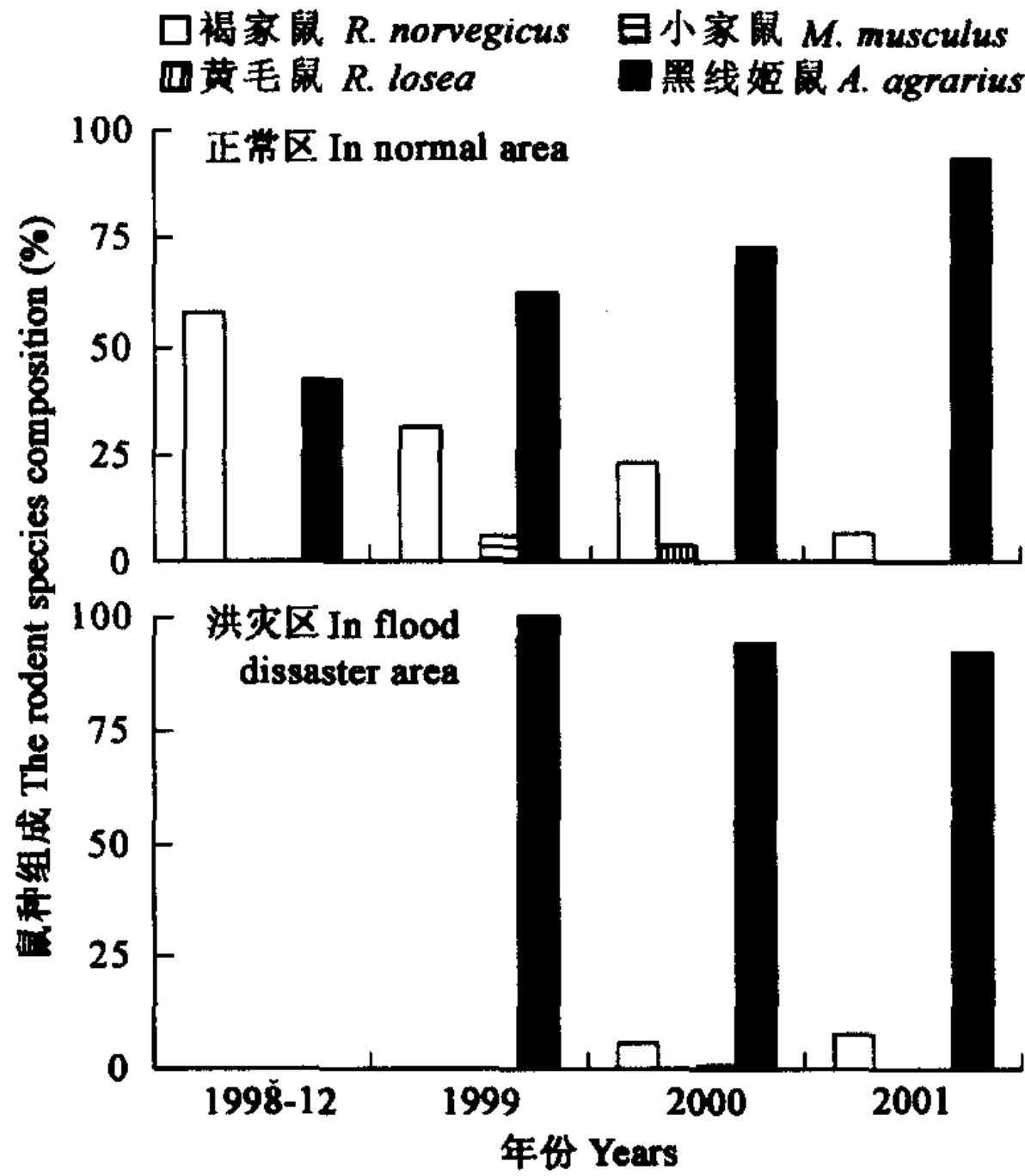


图 1 洪灾后农田鼠类群落结构的演变

Fig. 1 The succession of rodent species composition in farmland of flood disaster area

灾后 3a 间,灾区与对照区每年捕获的各鼠种数量,经卡方分析结果(表 3)表明,洪灾后的第 1 年,不论在农田还是在房舍区,两地的鼠种组成都有极显著性的差异;第 2 年农田仍有极显著的差异,而房舍区的差异已没有显著性;到第 3 年,两地的鼠种组成已基本一致。鼠群落组成在房舍区恢复比农田快,农房区原栖息的各害鼠很快都在农房中捕到,这与洪涝被淹房屋内及近旁的鼠可容易地迁移到房顶有关。据实地调查,1998 年洪灾时,当地楼房的 2 层以上及大部分平房的房顶未被水淹没,因而为鼠类提供了避难场所,使得其种群被冲击的程度比农田鼠群落要小,下文的分析也反映了这一点。

2.2.2 群落优势度及优势集中性指数的变化 群落优势集中性采用 Simpson 指数<sup>[12]</sup>计算:  $C = \sum (Ni/N)^2$ , 其中优势度  $I = Ni/N$ , 式中  $Ni$  为每个种的个体数(只),  $N$  为总个体数(只)。

表 4 为计算结果。从优势度集中性来看,洪灾过后的短期内,对照区远低于受灾区,即洪涝灾害导致优势种的突出。随着群落的演替,灾区群落的优势集中性指数逐渐降低,最终趋于与正常区一致。比较灾区与对照区的优势集中性指数,发现农田鼠类群落的恢复速度要比房舍区慢。在两地的房舍区,1999 年的优势集中性指数就已比较接近,而农田区的差别一直维持至 2000 年。

表 4 灾后的鼠类群落优势度及优势集中性指数变化

Table 4 The dominance index (I) and the index of dominant concentration (C) in flooded area after the flood

生境 Habitat	指数 Index	种类 Species	年份 Years							
			1998-12		1999		2000		2001	
			灾区 FA	正常区 NA	灾区 FA	正常区 NA	灾区 FA	正常区 NA	灾区 FA	正常区 NA
农田 Farmland	I 值 I value	褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	0.5789		0.3125		0.0555	0.2308	0.0770	0.0667
		小家鼠 <i>M. musculus</i>			0.0625		0.0055			
	C 值 C value	黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>	0.4211	1.0000	0.6250	0.9389	0.7307	0.9231	0.9333	
		黄毛鼠 <i>R. losea</i>					0.0385			
农房 Farmhouse	I 值 I value	褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	0.7500	0.5294	0.2333	0.5455	0.2619	0.2500	0.3333	0.2500
		黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	0.2500	0.2353	0.6667	0.0909	0.2857	0.0938	0.2051	0.1875
	C 值 C value	小家鼠 <i>M. musculus</i>	0.2353	0.1000	0.3636	0.4048	0.6250	0.4615	0.5625	
		黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>					0.0476	0.0312		
			0.6250	0.3910	0.5089	0.4380	0.3163	0.4629	0.3661	0.4141

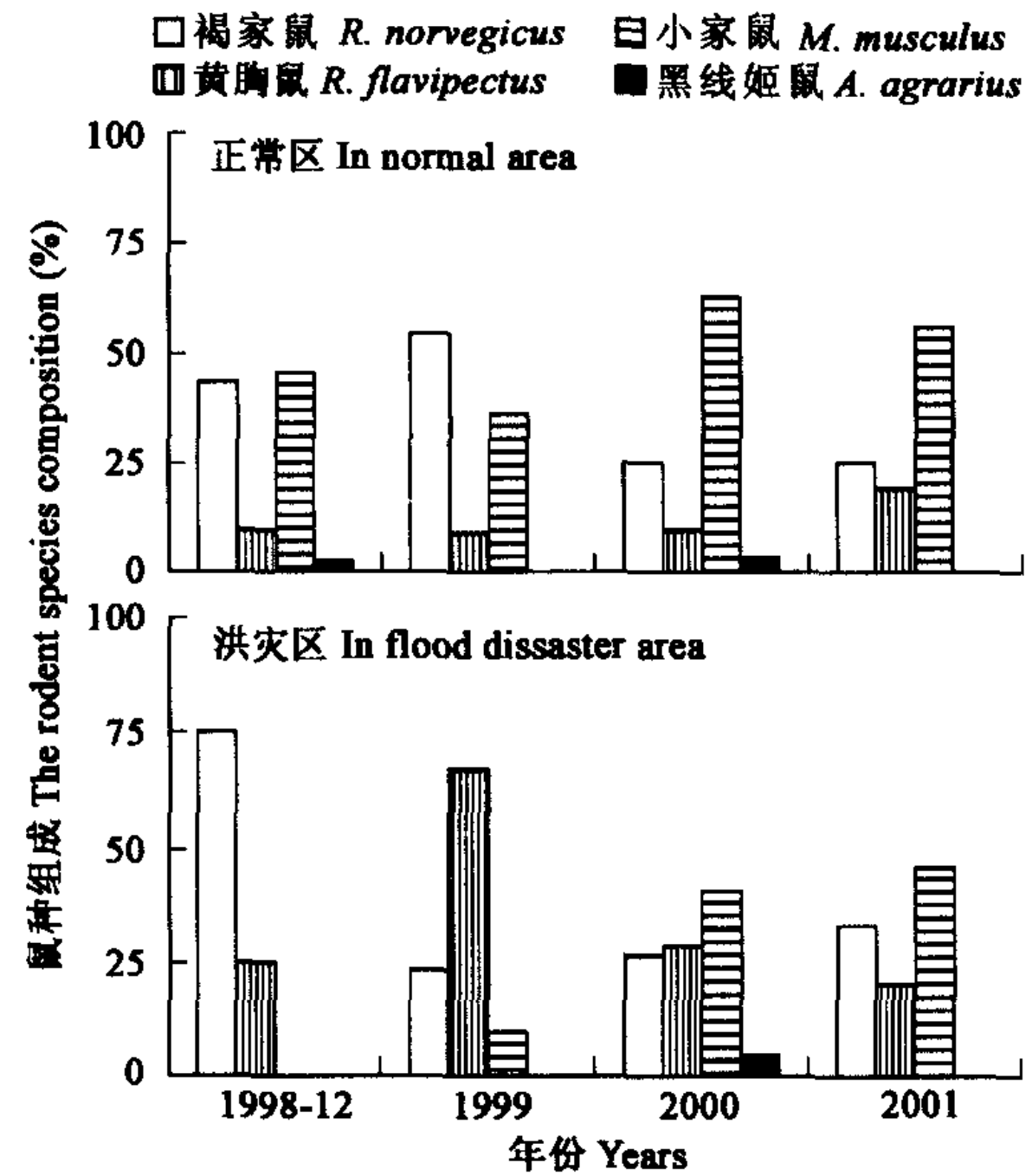


图 2 洪灾后房舍区鼠类群落结构的演变

Fig. 2 The succession of commensal rodent species composition in residential premises of flood disaster and normal area

表 3 灾后灾区与对照区鼠种组成差异显著性( $\chi^2$ )分析

Table 3 The differences of rodent composition between flooded and normal area ( $\chi^2$ )

生境 Habitat	年份 Years		
	1999	2000	2001
农田 Farmland	9.80 **	17.13 **	0.00
农房 Residential premises	27.21 **	5.19	0.51

\*\*  $P < 0.01$

### 2.2.3 鼠类群落多样性及均匀性的变化 群落多样性分析结果列于表 5。

在表 5 中,  $S$  为捕获的鼠种数;  $H'$  为香农-威纳多样性指数<sup>[13, 14]</sup>,  $H' = \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ , 其中,  $P_i = n_i/N$ ,  $n_i$  为第  $i$  种的个体数,  $N$  总个体数;  $E$  为均匀性指数, 采用皮洛的方法<sup>[15, 16]</sup>,  $E = H'/\ln S$ 。

由表 5 可知, 灾后物种丰富度明显减少, 随着群落的演替, 物种数增加, 最终与对照区一致。但在农田区和房舍区所经历的时间不同, 数据显示房舍区在 1999 年就已与对照区一致, 农田则晚 1a。随后, 物种丰富度一直保持相同。

灾区灾后的多样性指数  $H'$  比对照区低, 随后的演变趋势是趋于一致。经显著性测定(表 6)显示, 农田区鼠类群落多样性在 2001 年前都有极显著性差异, 而房舍区在灾后就没有显著性差异。说明农田区的鼠类群落确实受到了洪涝灾害的严重干扰, 而房舍区的鼠群落受干扰较小。均匀性指数( $E$ )的变化也显示了同样的规律。

表 5 灾区与对照区的鼠类群落多样性分析

Table 5 The diversity index ( $H'$ ) and evenness ( $E$ ) between flooded and normal area

生境 Habitat	地点 Area	项目 Item	年份 Years			
			1998-12	1999	2000	2001
农田 Farmland	灾区 FA	$S$	0	1	3	2
		$H'$	—	0.000	0.2483	0.2713
		$E$	—	—	0.2260	0.3914
	对照区 NA	$S$	2	3	3	2
		$H'$	0.6806	0.8305	0.6931	0.2450
		$E$	0.9819	0.7560	0.6309	0.3535
农房 Residential premises	灾区 FA	$S$	2	3	4	3
		$H'$	0.5623	0.8401	1.2199	1.0480
		$E$	0.8112	0.7647	0.8800	0.9539
	对照区 NA	$S$	4	3	4	3
		$H'$	1.0176	0.9164	0.9705	0.9841
		$E$	0.9263	0.8341	0.8834	0.8958

2.2.4 灾区与正常区的鼠类群落相似性 相似性系数的结果列于表 7。计算公式分别为:  $S_1 = 2c/(a+b)$ , 即 Sorenson 指数<sup>[17]</sup>, 式中  $a, b$  为两群落各自的鼠种数,  $c$  为两群落共有的种数;

$S_2 = 1 - 0.5 \left( \sum_{i=1}^s |a_i - b_i| \right)$ , 即 Whittaker 相似性指数<sup>[18]</sup>, 式中  $a_i$  为各鼠种的个体数在灾区群落中的比例,  $b_i$  为各鼠种的个体数在正常区群落中的比例。

随着群落的演替, 灾区与对照区的鼠群落相似性系数  $S_1$  与  $S_2$  总的趋势是逐渐增加。这与前面的分析结果吻合,  $S_1$  反映的是群落物种的相似性,  $S_2$  是群落间鼠种组成相似性的反映。说明随着群落的演替, 灾区与对照区的鼠群落结构确实是趋于一致。尽管如此, 灾区与对照区主要鼠种的密度却相差较远(表 2), 与正常对照区相比, 仍维持在较高水平。

### 3 讨论

对鼠类群落受重大打击后结构恢复的研究, 主要集中在灭鼠活动、火灾等对鼠类群落的影响, 其中, 灭鼠活动是人们有目的

的地压低鼠密度的行为, 灾后鼠类群落的回升规律研究相对较多。一般认为, 灭鼠活动对害鼠群落结构的影响视灭鼠效果、灭鼠覆盖的面积(灭鼠规模的大小)而定<sup>[19, 20]</sup>。由于灭鼠活动同时在房舍及野外进行, 比较理想的灭鼠效果是把室内外的鼠密度同时压得很低。而从洪灾后的残留鼠及其密度看, 洪涝灾害对房舍区和农田区鼠类群落的影响有异。江苏 1991 年特大洪灾后的调查就表明, 受涝地区房舍区的鼠密度明显高于野外<sup>[8]</sup>。在洞庭湖区, 灾后农田内残留的鼠密度特低, 在 1998 年 12 月的调查中, 未捕到鼠, 次年亦仅捕获到黑线姬鼠, 由此判断灾后农田残留鼠主要就是种群数量极低的黑线姬鼠。相对来说, 房舍区残留鼠的密度较高, 残留的鼠种与孙成斋等<sup>[10]</sup>在安徽的观察结果相似, 主要是中型鼠褐家鼠和黄胸鼠。这与灭鼠活动对鼠类群落的影响不尽相同, 化学灭鼠打击后的鼠类群落, 不论是房舍区还是农田, 主要残留鼠种以耐药性相对较强的小型鼠小家鼠和黑线

表 6 灾区与对照区鼠类群落多样性指数  $H'$  显著性( $t$ -检验)测定  
Table 6 The statistics ( $t$ -text) of rodent species diversity index ( $H'$ ) between flooded and normal area

生境 Habitat	年份 Years			
	1998.12	1999	2000	2001
农田 Farmland	—	3.7163**	2.8909**	0.2829
农房 Residential premises	1.5127	0.3778	2.0592	0.4364

\*\*  $p < 0.01$

表 7 灾区与对照区鼠类群落的相似性指数

Table 7 Similarity index between flooded area and normal area

生境 Habitat	相似性系数 Similarity index	年份 Years			
		1998.12	1999	2000	2001
农田 Farmland	$S_1$	—	0.5	0.6667	1.000
	$S_2$	—	0.6250	0.7863	0.9898
农房 Residen- tial premises	$S_1$	0.8000	1.000	1.000	1.000
	$S_2$	0.7647	0.4242	0.7798	0.8990

姬鼠为主<sup>[21]</sup>。

从鼠类群落的恢复看,在洞庭湖区,经过大面积灭鼠打击后,村庄与农田鼠类的群落结构恢复的速度相近,鼠类群落约经过 3a 的演替,其群落结构与正常演替区的相似<sup>[21]</sup>。而在遭受洪涝的地区,由于农舍区大部分楼房的 2 层及平房的房顶未被洪水淹没,家鼠易于到此避难,灾后亦保持较高的鼠密度(但比对照区低)。从灾后的鼠密度、鼠种组成、群落优势度及优势集中性指数、群落的多样性与均匀性指数、群落相似性系数看,家鼠群落被洪水干扰的程度确实比全部被淹没的农田内的鼠群落相对要小。因此在房舍区与农田生态系统内鼠类群落的恢复也就表现出一定的差异。比较灾后与对照区的鼠类群落结构各种指标,农房与农田区鼠类群落的恢复速度,因受打击的程度而异,在干扰相对较小的农舍区,鼠群落在 1a 左右,群落结构的各项指标就演变成与对照区基本一致,而在干扰程度较大的农田生态系统内,要经过 2~3a 的演替,群落的各项特征指标才逐渐与对照区趋于一致。虽然有这速度上的差别,而两者都表明,鼠类群落具有较强的恢复能力,经过一段时间的演替,鼠类群落结构将演变成与自然演替区的一致。

尽管经过 3a 的演替,灾区与对照区的鼠类群落结构已基本一致,但灾区主要鼠种的密度反弹到远远高于正常地区后,尽管有所回落,但仍维持在较高的水平,并不像群落结构一样随着演替的进程而与对照区趋于一致。这种害鼠高密度的现象在长江流域的其它地方也被观察到,或许是一种普遍存在的现象。如在鄱阳湖的洪灾区也表现出同样的规律,江西恒湖垦殖场 1995 年被洪水淹没 2 个多月,1997 年底的调查发现该农场的害鼠密度达到了特高的水平<sup>[22]</sup>。10 月在靠近鄱阳湖大堤的农田鼠密度(夹捕率)竟高达 60.81%,12 月在农房中的夹捕率也达 46.46%。形成这种现象的主要原因在于洪灾使种群的生态压力减少,害鼠数量大幅减少使其食物相对丰富和栖息空间相对较大,以及天敌的数量减少等,从而使残存鼠和迁入鼠的数量迅速回升到特别高的水平。这就要求在灾后相当长的一段时间内都要注意鼠害的防治。

总的来说,在一定的环境条件下,自然生物群落具有自身的演替规律,外来干扰能暂时或一定时间内对群落有影响,但经过一段时间的恢复,群落将会回到自有的与环境条件相适应的演替轨道上去。这与一些地区对灭鼠后鼠类群落结构的演替规律的分析结果相似<sup>[21, 23~25]</sup>,由于单纯的化学灭鼠措施,没有对害鼠的生存环境条件给予根本性的改变,灭后的鼠类群落常会恢复到原有的格局。害鼠群落遭受其他重大打击后的研究亦表明了相似的规律,尽管火灾能暂时改变一定范围内的鼠类群落结构<sup>[3,4,6,7,26]</sup>,但随着灾后环境条件的恢复,鼠类群落常会回到与当地环境条件相适应的格局<sup>[3,4,6]</sup>。在地中海地区 Carmel 山,火灾后的害鼠群落经过一段时间的演替后,其物种多样性最终恢复到了自然条件下的水平<sup>[4]</sup>。因此,控制鼠害时,应加强和重视以改造生态环境为主的综合防治措施,这才是控制害鼠种群的根本出路,目前广泛采用的化学防治仅能作为降低害鼠密度的临时性措施。

#### References:

- [1] Simons L H. Rodent dynamics in relation to fire in the Sonoran Desert. *Journal of Mammalogy*, 1991, **72**(3): 518~524.
- [2] Higgs P, Fox B J. Interspecific competition: A mechanism for rodent succession after fire in wet heathland. *Australian Journal of Ecology*, 1993, **18**(2): 193~201.
- [3] Haim, A; Izhaki I. Changes in rodent community during recovery from fire; Relevance to conservation. *Biodiversity and Conservation*, 1994, **3**(7): 573~585.
- [4] Haim A, Izhaki I, Golan A. Rodent species diversity in pine forests recovering from fire. *Israel Journal of Zoology*, 1996, **42**(4): 353~359.
- [5] Schwilk, D W; Keeley, JE. Rodent populations after a large wildfire in California chaparral and coastal sage scrub. *Southwestern Naturalist*, 1998, **43**(4): 480~483.
- [6] Ford W M, Menzel M A, McGill D W, et al. Effects of a community restoration fire on small mammals and herpetofauna in the southern Appalachians. *Forest Ecology and Management*, 1999, **114**(2~3): 233~243.
- [7] Vieira E M. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. *Journal of Zoology*, 1999, **249**(1): 75~81.
- [8] Sun J, Zhang J B, Ge H Z. Impact of flood disaster on rodent densifies in some places of Jiangsu province. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 1992, **3**(5): 322.
- [9] Liu C S, Wang Y Y, Wu W N, et al. A study on the influence of flooding on rodents population and their transmission of EHF and the prevention approaches. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 1992, **3**(5): 291~295.
- [10] Sun C Z, Yang Y Z, He S Q, et al. Ecological impact of flood disaster and rodent control during the disaster on rodent community. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 1994, **5**(1): 54~56.
- [11] Wang K L, Zhang C H, Yi A J. Formation mechanism of flooding and waterlogging disaster in region of Dongting lake and their ecological reducing strategies and watershed management. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1998, **9**(6): 561~568.

- [12] Simpson E H. Measurement of diversity. *Nature*, 1949, **163**: 688.
- [13] Shannon C E. Weaver W. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 1949.
- [14] Peet R K. The measurement of species of diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1974, **5**: 285~307.
- [15] Pielou E C. *Mathematical Ecology*. New York: Wiley-Interscience, 1985.
- [16] Pielou E C. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, **13**:131~144.
- [17] Whittaker R H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 1972, **21**: 213~251.
- [18] Whittaker R H. Vegetation of the Siskiyou Mountains Oregon and California. *Ecological Monographs*, 1969, **30**(3): 279~338.
- [19] 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.
- [20] Qi G X, Yao W L, Wang J, et al. Research on population number resuming and controlling strategies for rodents in cities and towns of southern China. *Acta Theriologica Sinica*, 1998, **18**(3): 226~230.
- [21] Zhang M W, Wang Y, Li B, et al. Impact of anticoagulant rodenticide on rodent communities in agro-ecosystem in Yangtze Valley. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **23**(2): 320~329.
- [22] Zhang M W, Guo C, Wang Y, et al. Flood disaster and rodent control. In: Xu H Z, Zhao Q G, eds. *Scientific and technological strategies for flood disaster in the Yangtze valley*. Beijing: Science Press, 1999: 308~312.
- [23] Zhao C S, Qu B Q, Zhang S S. The ten-years observation of the change of rodent communities in country under rodent controlling. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 1992, **3**(4): 211~214.
- [24] Hou X X, Dong W H, Zhou Y L, et al. A study on succession of rodent community in grassland after chemical control. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 1993, **4**(4): 271~274.
- [25] Engeman R M, Campbell D L. Pocket gopher reoccupation of burrow systems following population reduction. *Crop Protection*, 1999, **18**(8): 523~525.
- [26] Monadjem, A; Perrin, MR. Effects of food supplementation and fire on small mammal community structure in a Swaziland grassland. *South African Journal of Science*, 1998, **94**(2): 89~93.

#### 参考文献:

- [8] 孙俊, 章进宝, 葛恒峰. 洪涝灾害对江苏省部分地区鼠密度的影响. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1992, **3**(5):322.
- [9] 刘春生, 王以银, 吴万能, 等. 特大洪涝灾害对鼠类种群结构和数量的影响及其与流行性出血热发病关系和防治策略的探讨. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1992, **3**(5):291~295.
- [10] 孙成斋, 杨玉芝, 何素勤, 等. 洪涝灾害及灾期灭鼠对鼠类生态的影响. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1994, **5**(1):54~56.
- [11] 王克林, 章春华, 易爱军. 洞庭湖区洪涝灾害形成机理与生态减灾和流域管理对策. *应用生态学报*, 1998, **9**(6): 561~568.
- [19] 陈安国, 袁主中, 王勇, 等. 全栖息地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.
- [20] 戚根贤, 姚伟兰, 王骏, 等. 城镇灭鼠后鼠类种群数量的恢复及其控制对策的探讨. *兽类学报*, 1998, **18**(3): 226~230.
- [21] 张美文, 王勇, 李波, 等. 化学灭鼠对长江流域农区鼠类群落结构的影响. *生态学报*, 2003, **23**(2):320~329.
- [22] 张美文, 郭聪, 王勇, 等. 洪涝灾害与鼠害防治. 见: 许厚泽, 赵其国主编. *长江流域洪涝灾害与科技对策*. 北京: 科学出版社, 1999. 308~312.
- [23] 赵承善, 曲宝泉, 张世水. 灭鼠村庄家鼠群落变化的10年观察. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1992, **3**(4): 211~214.
- [24] 侯希贤, 董维惠, 周延林, 等. 草原灭鼠后鼠类群落演替的研究. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1993, **4**(4): 271~274.