

# 川西平原农田啮齿动物群落动态： 年间变动和季节变动\*

戴应贵

(中国科学院昆明动物研究所, 昆明, 650223)

杨跃敏 蔡红霞 曾宗永\* 罗明澍 梁俊书 宋志明

(四川大学生物系, 成都, 610064)

摘要：为了研究农田啮齿动物群落的动态规律，用标志重捕的方法给出了川西平原农田的啮齿动物群落的物种数、结合种群密度、生物量、物种多样性的 Shannon 指数与 Simpson 指数等 5 个变量的时间序列资料，并分析了这些时间序列的年间变动和季节变动的特点。结果表明：(1) 5 个变量总是处于不断的变化之中，特别是年间交替升降十分明显；(2) 群落的全部 8 个物种从未同时出现过，同一个月最多有 5 个物种，最少只有 1 个物种；(3) 5 个变量季节变动的幅度均较大并各具有 1 至 3 个不等的明显的峰值，而年间变动的幅度则相对较小；(4) 5 个变量的最大值均出现在夏季，最小值则出现在春季、夏季或冬季；(5) 5 个变量的季节性均不强；(6) 优势种大足鼠 (*Rattus nitidus*) 的种群密度分别与群落结合种群密度、生物量的年间变动和季节变动均具有相似的变动规律；此外，优势种大足鼠的种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的比例均较高，而且这两个比例季节变动的幅度都较大而年间变动则较为稳定。

关键词：川西平原；啮齿动物；群落动态；物种数；生物量；物种多样性

中图分类号：Q958.154 文献标识码：A 文章编号：1000-1050(2000)01-0023-12

生物群落 (biotic community) 是指栖息在一定地域或生境中各种生物种群通过相互作用而有机结合的复合体<sup>[1]</sup>。群落生态学研究的是群落中各物种种群之间、种群与环境之间相互作用、相互影响所决定的群落的时空结构，即研究不同物种共同生存于同一环境中的模式以及决定这些模式的机制，也就是研究物种共存的生态学<sup>[2]</sup>。群落生态学不但要从静态的角度去研究群落的物种组成、空间结构、物种多样性和种间关系等，还应从动态的角度去研究群落的变化过程和规律。

平原农田是啮齿动物广泛分布的区域。本文通过对川西平原农田啮齿动物群落的物种数、结合种群密度、生物量、物种多样性的 Shannon 指数和 Simpson 指数等 5 个主要变量的时间序列进行分析和比较，探讨了该群落年间变动与季节变动的规律和特点，并试图总结出该群落动态的变化模式以及决定这些模式的生态学过程。

\* 基金项目：国家自然科学基金资助项目 (3880589 和 39270121)

作者简介：戴应贵 (1968 - )，男，博士生。

收稿日期：1999-06-22；修回日期：2000-01-04

# 1 材料与方法

## 1.1 研究样地和资料收集

研究样地位于川西平原西缘的四川省邛崃县的农田生境,东经  $103^{\circ}4'$ , 北纬  $30^{\circ}12'$ , 海拔约 600 m。样地面积为  $1.5 \text{ hm}^2$ , 地面相对较为平坦, 其四周是高度为 50~100 m 不等的小山和水域, 山顶为灌丛或小树林, 因而样地处于半封闭状态。川西平原气候温暖、湿润, 农田和旱地四季宜耕, 农作物全年都可生长, 种植典型的亚热带地区农作物包括水稻、小麦、玉米、油菜、红薯、胡萝卜和土豆等, 为一年 2~3 熟。此外, 在居民住房周围还有蔬菜以及柑桔、桃子等果树。因此, 样地所处区域为典型的农田生态系统。

表 1 川西平原农田啮齿动物群落的结构

Table 1 The species composition of the rodent community in cropland in the Western Sichuan Plain

物种 Species	种群密度 Population densities (no./ $\text{hm}^2$ )	种群密度变异系数 C.V. of population densities	生物量 Biomass ( $\text{g}/\text{hm}^2$ )	生物量变异系数 C.V. of biomass	各物种生物量所占的百分比 Percentage of species biomass in the overall biomass of the community
大足鼠 <i>Rattus Nitidus</i>	3.61	0.81	387.41	0.78	69.68
褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	0.58	1.47	90.47	1.63	16.27
社鼠 <i>Rattus confucians</i>	0.72	1.30	48.71	1.71	8.76
黄胸鼠 <i>Rattus flavipectus</i>	0.28	1.79	23.71	1.72	4.26
小泡巨鼠 <i>Rattus edwardsi</i>	0.02	5.29	3.64	5.84	0.65
黑线姬鼠 <i>Apodemus agarius</i>	0.06	3.26	1.21	3.40	0.22
小家鼠 <i>Mus musculus</i>	0.06	3.26	0.53	3.28	0.10
巢鼠 <i>Micromys minutus</i>	0.03	4.28	0.31	4.32	0.06

从 1989 年 1 月到 1995 年 12 月的 7 年期间用标志重捕法连续监测了样地中所有 1 科 4 属 8 种啮齿动物的数量和生活史资料。7 年中, 从 1989 年 1 月到 1991 年 12 月为每月放笼一次; 从 1992 年 1 月到 1995 年 12 月为每两月放笼一次。故整个研究期间共有 60 个标志重捕月, 即 60 次标志重捕。每次均连续捕捉 5 个晚上。在每次捕捉期的每个晚上均放置 150 个活捕笼 (尺寸:  $12 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} \times 24 \text{ cm}$ ), 以玉米、土豆或红薯为食饵, 每个活捕笼均定位于不同的固定桩位, 相邻两个桩位的间距为 10 m。每次对捕获的啮齿动物个体均用剪趾法剪趾编号标志并记下其各自的编号、体重等, 然后再释放。有关本项工作更多的细节, 见曾宗永等的报道<sup>[3,4]</sup>。

在 7 年的标志重捕中, 共计捕获姬鼠属 (*Apodemus*) 的黑线姬鼠 (*Apodemus agarius*), 小家鼠属 (*Mus*) 的小家鼠 (*Mus musculus*), 鼠属 (*Rattus*) 的社鼠 (*Rattus confu-*

cians) 黄胸鼠 (*Rattus flavipectus*) 褐家鼠 (*Rattus norvegicus*) 大足鼠 (*Rattus nitidus*) 小泡巨鼠 (*Rattus edwardsi*) 和巢鼠属 (*Micromys*) 的巢鼠 (*Micromys minutus*) 8 个物种 487 个个体 639 次捕获数。表 1 列出了该啮齿动物群落的组成结构。

## 1.2 方法

### 1.2.1 5 个变量的时间序列

本文用物种数、结合种群密度、生物量、物种多样性的 Shannon 指数和 Simpson 指数等 5 个变量来描述川西平原农田啮齿动物群落在 7 年研究期中的动态<sup>[5-8]</sup>。

分别统计计算出 5 个变量在各标志重捕月的值, 由此得出这 5 个变量在整个研究期间的变动情况, 即总时间序列。每个变量的总时间序列均由全部实际标志重捕月的共计 60 个值所组成。再以各变量的值为纵坐标、以月份为横坐标作图来直观地反映 5 个变量在整个 7 年研究期间的动态。

通过计算各变量之间 7 年中的总时间序列的相关系数可以得知 5 个变量在整个 7 年中的变动规律是否一致。

### 1.2.2 年间变动

求出各变量在 7 年中每年 12 个月的平均数。由此每个变量均有由 7 个值组成的序列, 即其年平均时间序列。年平均时间序列反映了各变量在 7 年中年间变动的特点, 并可以通过以各变量年平均时间序列的 7 个值为纵坐标、以年份为横坐标作图来形象地加以显示。通过计算 5 个变量之间年平均时间序列的相关系数可以得知这些变量之间年间变动规律的相似或相异。此外, 分别计算各变量与群落 8 个物种种群密度之间年平均时间序列的相关系数, 还可以揭示各变量与群落各物种种群密度之间年间变动的关系。

### 1.2.3 季节变动和季节性

求出 7 年中各变量不同年份相同月份的平均数, 即可得到 5 个变量各自由 12 个值组成的月平均时间序列。它们反映了各变量在 7 年中随月份、季节变动的特点, 并可以通过以各变量的月平均值为纵坐标、以月份为横坐标作图来表示。另外, 5 个变量之间以及每个变量与群落各物种种群密度之间的月平均时间序列相关系数的计算可以说明各变量之间以及各变量与群落各物种种群密度之间季节变动规律的异同。

7 年中各变量随季节变动的规律性强弱 (年间重复性的高低) 即季节性的明显与否可以用季节性指标 (Seasonality index, SI) 来加以定量评价与描述<sup>[9]</sup>。在 7 年的研究期中, 每个变量的季节性指标 (SI) 是其 7 年中任意两年的时间序列之间的相关系数共计 21 个值的平均值。由于在 7 年中从 1992 年 1 月至 1995 年 12 月为每两个月标志重捕一次, 故各变量均以每年的双月月份的值组成的时间序列来计算季节性指标。

### 1.2.4 优势种的比例

分别计算出优势种种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量比例的年平均时间序列和月平均时间序列, 从而得知其各自变动的幅度及最大值、最小值出现的年份或月份。通过计算优势种种群密度与 5 个变量之间年平均时间序列和月平均时间序列的相关系数可以揭示优势种种群密度与 5 个变量之间年间变动和季节变动的变动规律异同, 进而说明优势种种群密度对群落动态影响作用的大小。

万方数据

## 2 结果

### 2.1 5个变量总的特点

图1显示了5个变量在7年共计84个月中数量变动总的特点。

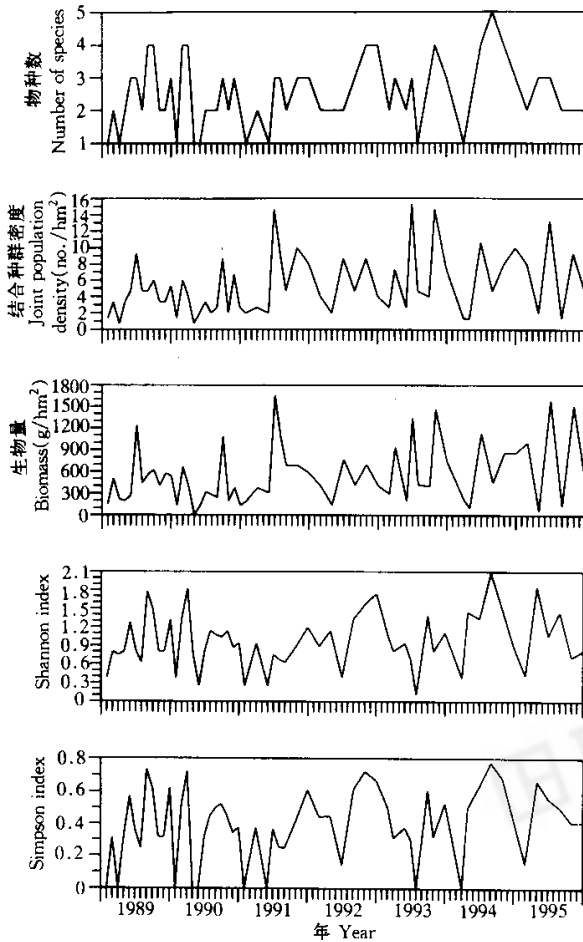


图1 用5个变量的时间序列表示的川西平原农田啮齿动物群落的动态

Fig.1 Dynamics of the rodent community in cropland in the Western Sichuan Plain indicated by the time series of the 5 variables

7年中,单月物种数的最大值为5、最小值为1,最大值是最小值的5倍。其中以物种数为2~3的月份较多。由此可见,在整个研究期中,物种数显示了较为稳定的变动特点,并且尤以1990年4月份至1992年6月份的稳定性最高。

结合种群密度和生物量具有极为相似的变动特点。两者在84个月中的相同月份均表现出了8个明显的峰值。其中结合种群密度在1993年的6月份达到最大值(15.33只/hm<sup>2</sup>),并均在1989年3月份和1990年4月份达到最小值(0.67只/hm<sup>2</sup>),最大值为最小值的22.88倍;生物量的最大值(1656g/hm<sup>2</sup>)出现在1991年6月份,1990年4月份为最小值(7g/hm<sup>2</sup>),最大值为最小值的236.57倍。因此在7年的研究期间,5个变量中,生物量的变动幅度最大,其次是结合种群密度;从1991年6月份至1995年12月份两者的变动幅度较大,而在1989年1月份到1991年5月份期间两者的变动幅度则相对较小。

在整个研究期间,评价物种多样性的Shannon指数和Simpson指数也表现出极为相似的变动规律,并与物种数的变动特点显示了较大的相似性。7年中,两者均有许多峰值出现在相同的月份,并且均在1990年4月份至1992年6月份表现出了较小的波动幅度。其中Shannon指数的最大值2.09出现在1994年的8月份、最小值0.11出现在1993年7月份,最大值为最小值的19倍;Simpson指数的最大值为0.78,最小值为0。

通过计算5个变量之间7年中的总时间序列的相关性共得10个相关系数。其中除

了结合种群密度、生物量分别与 Shannon 指数和 Simpson 指数之间无显著性相关外，其余的变量之间共有 6 个相关系数均达到了到 99% 水平的显著性正相关 ( $n = 60, r_{0.01} = 0.331$ )。而其中又以物种数分别与两个物种多样性指数之间、结合种群密度与生物量之间的相关性最高，物种数分别与结合种群密度、生物量之间以及 Shannon 指数与 Simpson 指数之间的相关性次之。

## 2.2 年间变动

从 5 个变量的年平均时间序列 (图 2) 可以看出，在 1989 年至 1991 年期间，物种数、Shannon 指数和 Simpson 指数一直处于缓慢下降的趋势并均在 1991 年达到了 7 年中的最小值，分别为 2.25、0.70、0.28，但在其后的 4 年中却处于交替升降之中并且在 1994 年达到了最大值，分别为 3.17、1.27、0.50。结合种群密度和生物量显示了相似的变动规律，即 7 年中一直处于交替升降的状态之中。结合种群密度在 1989 年至 1993 年期间表现出了逐渐增加的总趋势并在 1993 年达到了最大值 (7.33 只/hm<sup>2</sup>)；而生物量在整个 7 年中都表现出了逐渐增加的总趋势并在 1995 年达到最大值 (793.50 g/hm<sup>2</sup>)；两者的最小值均出现在 1990 年，分别为 3.50 只/hm<sup>2</sup>、326.92 g/hm<sup>2</sup>。其中结合种群密度、生物量的最大值分别为其各自最小值的 2.1 倍和 2.4 倍。

5 个变量之间年平均时间序列的相关系数表明物种数分别与 Shannon 指数和 Simpson 指数达到了 95% 水平的显著性正相关 ( $n = 7, r_{0.05} = 0.7545$ )，而 Shannon 指数与 Simpson 指数、结合种群密度与生物量之间则均达到了 99% 水平的显著性正相关 ( $n = 7, r_{0.01} = 0.8745$ )。

通过计算 5 个变量与群落 8 个物种种群密度之间年间变动的相关系数得知，结合种群密度与大足鼠的种群密度之间的年间变动达到了 99% 水平的显著性正相关 ( $n = 7, r_{0.01} = 0.8745$ )；此外生物量分别与大足鼠、褐家鼠的种群密度之间，物种数与社鼠的种群密度之间均达到了 95% 水平的显著性正相关 ( $n = 7, r_{0.05} = 0.7545$ )。其余的

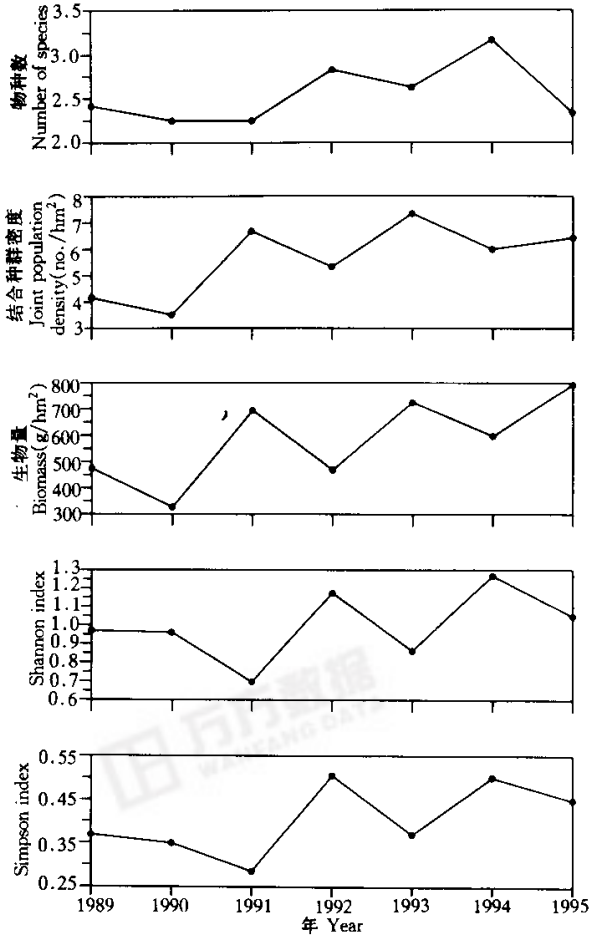


图 2 川西平原农田啮齿动物群落 5 个变量的年间变动

Fig. 2 Interannual fluctuations of the 5 variables of the rodent community in cropland in the Western Sichuan Plain

变量与物种种群密度之间的年间变动都未达到显著相关性。

### 2.3 季节变动和季节性

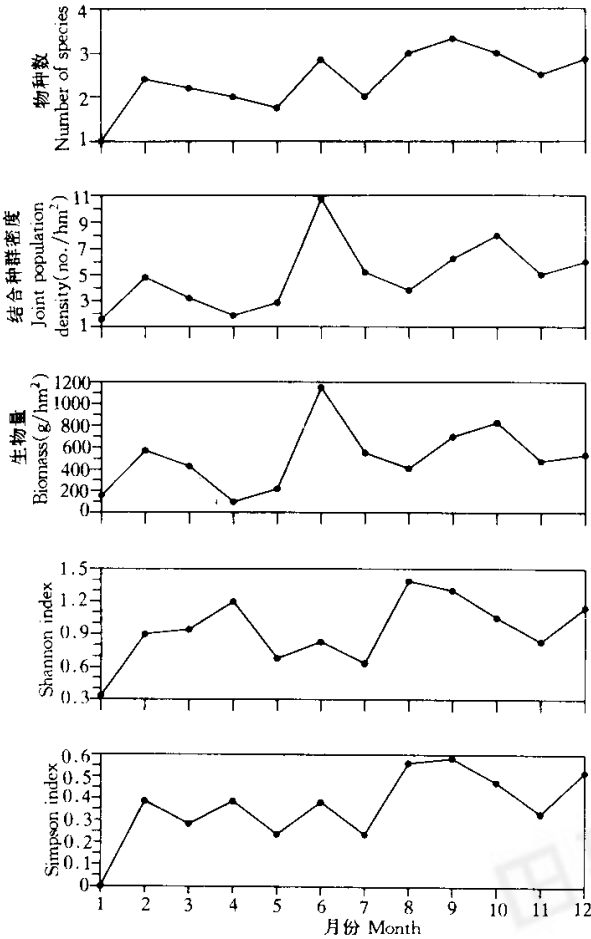


图3 川西平原农田啮齿动物群落5个变量的季节变动  
Fig.3 Seasonal fluctuations of the 5 variables of the rodent community in cropland in the Western Sichuan Plain

图3为5个变量季节变动的曲线。物种数在一年中总是处于不断的波动之中，最小值1出现在1月份并在9月份达到最大值3.33。但除1月份和5月份以外的其它月份，物种数总是维持在2以上。结合种群密度和生物量显示了极为相似的季节变动特点。在一年中结合种群密度和生物量均有3个峰值，并均分别出现在2月份、6月份和10月份；同时两者也都在6月份达到最大值并分别为10.76只/hm<sup>2</sup>、1150.57g/hm<sup>2</sup>，在1、4月份分别出现最小值，并分别为1.55只/hm<sup>2</sup>、98.60g/hm<sup>2</sup>。Shannon指数与Simpson指数的季节变动规律较为相似。其中Shannon指数除1月份达到最小值0.33以外，其它月份均保持在0.64以上并在8月份达到最大值1.39；而Simpson指数也在1月份达到最小值0，其它月份则都维持在0.24~0.58之间，而在9月份达到最大值0.58。

通过计算变量之间季节变动序列的相关系数可以得知，在5个变量中物种数分别与Shannon指数、

Simpson指数之间、Shannon指数与Simpson指数之间以及结合种群密度与生物量之间的季节变动均达到了99%水平的显著性正相关 ( $n = 12, r_{0.01} = 0.7079$ )，此外物种数还分别与结合种群密度、生物量之间的季节变动达到了95%水平的显著性正相关 ( $n = 12, r_{0.05} = 0.5760$ )。

5个变量与8个物种种群密度之间季节变动的相关系数表明，每个变量均有物种的种群密度与之达到显著性正相关 ( $n = 12, r_{0.05} = 0.5760$ )，但却没有显著性的负相关出现；而种群密度与变量达到显著性相关的物种主要是群落中的优势种（大足鼠）和普通种（褐家鼠、社鼠和黄胸鼠），其余4个稀有种的种群密度与5个变量之间都未达到显著性相关。其中物种数分别与褐家鼠、社鼠、黄胸鼠的种群密度之间、Shannon指数

与社鼠种群密度之间以及 Simpson 指数与黄胸鼠种群密度之间均达到了 95% 水平的显著性相关 ( $n=12, r_{0.05}=0.5760$ ), 而结合种群密度、生物量分别与大足鼠、褐家鼠种群密度之间以及 Simpson 指数与社鼠种群密度之间则达到了 99% 水平的显著性相关 ( $n=12, r_{0.01}=0.7079$ ).

7 年中, 5 个变量均在夏季达到最大值, 其中结合种群密度和生物量的最大值均出现在 6 月份而其余 3 个变量则都在 8 月份达到最大值。此外, 5 个变量的最小值分别出现在冬季、春季或夏季。其中结合种群密度和生物量的最小值均出现在春季, 物种数和 Simpson 指数的最小值均分别出现于春、夏、冬 3 个季节, 而 Shannon 指数则在夏季 7 月份出现最小值。

表 2 川西平原农田啮齿动物群落 5 个变量的季节性指标

Table 2 Seasonality indices of the 5 variables of the rodent community in cropland in the Western Sichuan Plain

变量 Variable	物种数 Number of species	结合种群密度 Joint population density	生物量 Biomass	Shannon 指数 Shannon index	Simpson 指数 Simpson index
季节性指标 Seasonality index	0.0608	0.5340	0.5509	0.0498	0.0797
大于临界值的相关系数个数 Number of correlation coefficient > $r_{0.05}$	0	4	4	0	0

5 个变量的季节性指标及各自大于临界值 ( $n=6, r_{0.05}=0.811$ ) 的不同年份之间季节变动相关系数的个数 (表 2) 显示, 结合种群密度和生物量均各有 4 个不同年份之间季节变动的相关系数大于临界值, 故两者的季节性指标较高但却小于临界值; 物种数、Shannon 指数和 Simpson 指数都没有大于临界值的不同年份之间季节变动的相关系数, 它们的季节性指标极低。

#### 2.4 优势种的比例及其变动

根据表 1 中 7 年间的平均种群密度和平均生物量, 可将群落 8 个物种划分为优势种、普通种和稀有种。其中优势种为大足鼠, 普通种为褐家鼠、社鼠和黄胸鼠, 稀有种为小泡巨鼠、黑线姬鼠、小家鼠和巢鼠。

7 年中, 大足鼠种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的总比例的 67.4% 和 69.7%。大足鼠的年平均种群密度占群落结合种群密度的比例一直维持在 54% 和 77% 之间, 而其年平均生物量占群落生物量的比例也始终保持着 57% 至 77% 的高比例; 同时, 两者均在 1993 年达到最大值并都在 1994 年降到最小值。在 12 个月中, 大足鼠的月平均种群密度、月平均生物量分别占群落结合种群密度、生物量的比例除 4、8、9 月份外均保持在 60% 以上; 两者的最大值均出现在 1 月份并都为 100%, 同时也均在 9 月份降到最小值 43%。由此可见, 大足鼠的种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的比例和季节变动的幅度均分别较其各自的年间变动为大。

大足鼠的种群密度分别与 5 个变量之间年间变动、季节变动的相关系数表明, 在年间变动中, 大足鼠的种群密度分别与结合种群密度、生物量达到了显著性正相关 ( $n=7, r_{0.05}=0.7543$ ), 但与其它变量之间均为不显著性相关; 在季节变动中, 大足鼠的种

群密度也分别与结合种群密度、生物量达到了显著性的正相关 ( $n = 12, r_{0.01} = 0.7079$ ), 而与其它变量之间的相关性则均不显著。

## 3 讨论

### 3.1 年间变动

在 7 年中, 物种数、结合种群密度、生物量、Shannon 指数和 Simpson 指数均处于不断的变化之中, 即使在相邻年份之间也没有变量保持不变。

与其它生境类型相比, 农田生境具有较大的年间稳定性、自身的单一性以及受人为干扰频繁而规律性强的特点, 从而决定了该生境中以农作物为主要食物的啮齿动物群落物种数较低并且年间变动较稳定。在群落的全部 8 个物种中, 只有作为普通种的社鼠的种群密度与群落物种数之间的年间变动达到了显著性相关, 从而最能反映群落物种数年间变动的特点。由此可见, 作为普通种的社鼠对群落物种数的作用是明显的。

在 5 个变量中, 结合种群密度和生物量的年间波动幅度均较其它 3 个变量为大并且在 7 年中表现出相似的交替升降的特点。川西平原气候温和, 啮齿动物食物丰富, 非密度制约的可能性不大, 故很可能是由于种群内部的密度制约性因子的调节作用, 使得优势种大足鼠的种群密度在 7 年中表现出随年份交替升降的年间变动特点。而大足属种群密度又分别与群落结合种群密度、生物量年间变动之间达到了显著的正相关进而决定了群落结合种群密度和生物量年间变动规律的相似性、交替升降的变动特点以及变动幅度的大小。因此, 作为优势种的大足鼠对整个啮齿动物群落的结合种群密度和生物量具有重要的决定作用。此外, 在群落的 3 个普通种中, 个体较大的普通种褐家鼠与群落生物量的关系较明显。

Shannon 指数和 Simpson 指数均为物种多样性指数。7 年中, 群落物种数的年间变动较为稳定, 这在一定程度上决定了群落物种多样性的 Shannon 指数和 Simpson 指数具有稳定而相似的年间变动的特点。

### 3.2 季节变动和季节性

与年间变动相似, 7 年中群落的 5 个变量的月平均值始终处于动态的变化之中。

群落中 3 个普通种 (褐家鼠、社鼠、黄胸鼠) 的种群密度与物种数季节变动的显著性正相关表明普通种出现与否常决定一个群落的物种数。由于优势种数量多、常出现, 于是普通种对群落物种数的作用就明显了。3 个普通种中社鼠的种群密度除了与群落物种数显著正相关外, 还分别与群落物种多样性的 Shannon 指数和 Simpson 指数之间的季节变动达到了显著性的正相关, 这说明了这一普通种的独特作用, 即它加入群落与否对群落的这 3 个变量都是有作用的。所谓普通种只表明其数量少于优势种, 但其对群落的作用是不容忽视的。

与其它 3 个变量相比, 结合种群密度和生物量的季节性指标要高得多 (表 2), 显示了一定的季节性。7 年中, 大足鼠种群密度的季节性指标为 0.56<sup>[31]</sup>, 也显示了一定的季节性。同时, 大足鼠、褐家鼠的种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的总比例均较高, 而且它们的种群密度也分别与群落结合种群密度和生物量的季节变动



之间达到了显著性的正相关。由此可见，作为优势种的大足鼠和作为普通种的褐家鼠对群落结合种群密度和生物量的季节变动及季节性具有重要的决定作用。综上所述，无论是优势种还是普通种，只要其种群密度和/或生物量的数量较多都对群落的结合种群密度和生物量季节变动具有明显的决定作用。

在 Shannon 指数的季节变动中，从 2 月份到 3 月份表现为缓慢的上升并在 8 月份达到最大值；但在 Simpson 指数的季节变动中，从 2 月份到 3 月份表现为下降而在 9 月份达到最大值（图 3）。此外，7 年中 Shannon 指数则在夏季 7 月份出现最小值，而 Simpson 指数的最小值则分别出现于春、夏、冬 3 个季节的不同月份。这表明，在描述该群落物种多样性季节变动的规律中，这两种多样性指数得出的结论不是完全一致的。由于描述群落物种多样性的 Shannon 指数来源于信息论，因而它对群落中的稀有种较为敏感；相反，Simpson 指数借用了概率论的方法从而对群落中的优势种和普通种较为敏感<sup>[1,10]</sup>。而该啮齿动物群落的优势种、普通种与稀有种的物种数及各物种个体数量比例的季节变动规律均有所不同，由此使得用 Shannon 指数和 Simpson 指数这两种多样性指数来描述的该啮齿动物群落物种多样性季节变动的规律有所差异。

### 3.3 优势种的作用

在整个研究期间的 60 次标志重捕中，群落的 8 个组成物种以大足鼠个体被捕捉到的次数最多，为 55 次；而且其种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的总比例也最高（表 1）。在 7 年中，群落的结合种群密度、生物量的年间变动和季节变动均与大足鼠的种群密度达到了 95% 水平的显著性正相关。在生物学习性上，大足鼠是 8 个物种中唯一终年生活于农田生境的物种。由此可见，作为优势种，大足鼠决定了群落结合种群密度、生物量两个重要变量年间变动、季节变动及季节性的特点，从数量上维持了整个群落与农田生境所能提供的生产力水平之间的平衡。此外，大足鼠种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的比例的季节变动幅度均较大，但年间变动的幅度则相对较小。这与川西平原农田生境各种生态因子年间变化不大但却四季分明的特征是一致的。这种一致表明作为优势种的大足鼠除了从群落量的方面以外还从群落各组成物种之间种群密度、生物量的比例这一群落质的方面规定和影响着群落与其农田生境之间的协调和统一。

### 3.4 川西平原农田啮齿动物群落动态的时间模式

通过对川西平原农田啮齿动物群落 5 个主要的变量年间变动和季节变动的分析和总结，得知该群落动态的时间模式的主要特征为：群落的 5 个变量总是处于不断的变化之中；群落由 8 个物种组成，但这 8 个物种从未同时出现过，群落最多同时出现有 5 个物种、最少只有 1 个物种；群落的 5 个主要变量季节变动的幅度均较大并各具有 1 至 3 个不等的明显的峰值，但年间变动的幅度则相对较小并多随时间呈交替升降的变化；在 5 个变量中，物种数、Shannon 指数和 Simpson 指数无论是季节变动还是年间变动的规律都较为相似，而结合种群密度和生物量的季节变动和年间变动特征则极为相似；5 个变量的最大值均出现在夏季，而最小值则出现在春季、夏季或冬季；5 个变量的季节性均不强，相对而言，结合种群密度和生物量显示了一定的季节性，而物种数、Shannon 指数和 Simpson 指数的季节性则极不明显；在 8 个物种中，只有 1 个优势种和 3 个普通种

的种群密度分别与 5 个变量中 1 至 3 个变量的年间变动或季节变动具有显著的相关性, 其余 4 个稀有种的种群密度与 5 个变量的年间变动和季节变动均未达到显著性相关; 优势种大足鼠的种群密度显示了分别与群落结合种群密度和生物量的年间变动和季节变动具有相似的变动规律, 同时, 大足鼠的种群密度、生物量分别占群落结合种群密度、生物量的比例均较高, 并且这两个比例的季节变动幅度均较大而年间变动则较为稳定; 在群落的 8 个组成物种中, 优势种大足鼠对决定群落结合种群密度和生物量的动态具有重要的决定作用, 个体较大的普通种褐家鼠也与群落生物量动态的关系明显, 而所有 3 个普通种尤其是社鼠对群落的物种数具有明显的影响或决定作用。

通过对川西平原农田啮齿动物群落年间变动和季节变动的分析可以看出, 对于群落动态的时间模式, 首先是优势种有着不可替代的决定性的作用, 其次普通种也具有重要的影响或决定作用, 而稀有种对群落动态的作用则不明显。

### 3.5 川西平原农田与北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落动态的比较

我们已经进行过北美 Chihuahuan 荒漠和川西平原两类生态系统中啮齿动物群落动态的研究。在年间和季节动态上这两类群落相同之处在于: 物种数、生物量和物种多样性等主要变量均随物理环境的变化而变化; 群落中全部物种从未同时出现在群落中; 物种数在冬季最少; 优势种对群落结合种群密度、生物量贡献最大; 物种数与物种多样性变动规律相似; 结合密度与生物量变动规律相似。在这两类生态系统中, 可以提供给啮齿动物群落的能量随物理环境变化而变化, 而这些能量又按群落中各物种种群的个体大小分配<sup>[11]</sup>, 因此生态系统能量分配的这些一般特征就使两类群落有了上述相似的变动规律。

两类群落的差别在于: 北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落有 17 个物种, 川西平原农田啮齿动物群落只有 8 个物种; 北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落的物种数有明显的季节性 (季节性指标  $SI=0.628$ ,  $P<0.05$ ), 川西平原农田啮齿动物群落的变量均无明显的季节性; 北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落的生物量 ( $475 \text{ g}/\text{hm}^2$ ) 大于川西平原农田啮齿动物群落 ( $53 \text{ g}/\text{hm}^2$ )。一方面, 这些差异是与两类生态系统不同的进化历史有关; 另一方面, 这些差异也与两类生态系统的生态学背景有关。北美 Chihuahuan 荒漠气候干旱而生产力低下, 但是这个自然生态系统却极少受到人为干扰。啮齿动物群落在这样的生态系统中有足够的时间进化而多样化程度较高, 表现在物种数、生物量和物种多样性都较高上。由于荒漠生境条件的严酷, 啮齿动物群落中有的物种有明显的冬眠或夏眠行为, 这就使群落的物种数有十分明显的季节性。而川西平原则是典型的亚热带农业生态系统, 气候温和湿润, 每年 2~3 季的耕作使它总是处于演替的早期<sup>[12]</sup>, 使得这个生态系统中的啮齿动物群落的物种数和生物量少于北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落。而且这里一年各月均可能有降雨, 植被丰富, 因而以植物为主要食物的啮齿动物群落的物种数、生物量和物种多样性较难表现出明显的季节性。

北美 Chihuahuan 荒漠和川西平原农田两类生态系统中啮齿动物群落动态的比较说明, 自然生态系统中的群落长期与环境共同进化, 形成了与环境相互协调的动态; 在一些环境恶劣的生态系统中, 群落也能保持较高的物种多样性。人为干扰对群落的动态有着不可忽视的作用, 即使生态系统具有十分适于生物生存的物理条件, 频繁的人为干扰

也会使群落的物种多样性维持在较低水平。当然，农业生态系统的目的是使农作物的产量最高，较低水平的啮齿动物群落物种多样性正是我们所追求的。

### 参考文献：

- [ 1 ] 孙儒泳. 动物生态学原理 [ M ]. 北京：北京师范大学出版社，1992. 320 - 359.
- [ 2 ] Brown J H. The ecology of coexistence [ J ]. *Science* , 1994 , 263 : 995 - 996.
- [ 3 ] ZENG Zongyong , DING Weijun , YANG Yuemin , LUO Mingshu , LIANG Junshu , XIE Rongkai , DAI Yinggui , SONG Zhiming. Population ecology of *Rattus nitidus* in the Western Sichuan Plain I . Population dynamics and body size [ J ]. *Acta Theriologica Sinica* , 1996 , 16 ( 3 ) : 202 - 210.
- [ 4 ] ZENG Zongyong , DING Weijun , LUO Mingshu , YANG Yuemin , SONG Zhiming , LIANG Junshu , XIE Rongkai. Population ecology of *Rattus nitidus* in the Western Sichuan Plain II . Survival and movement [ J ]. *Acta Theriologica Sinica* , 1996 , 16 ( 4 ) : 278 - 284.
- [ 5 ] 曾宗永. 北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落动态 I . 年间变动和趋势 [ J ]. 兽类学报，1994，14 ( 1 ) : 24 - 34.
- [ 6 ] 曾宗永，杨跃敏，宋志明. 北美 Chihuahuan 荒漠啮齿动物群落动态 II . 季节性和周期性 [ J ]. 兽类学报，1994，14 ( 2 ) : 100 - 107.
- [ 7 ] ZENG Zongyong , YANG Yuemin , SONG Zhiming , LUO Mingshu. Dynamics of the rodent community in the Chihuahuan Desert of North America III . Frequency distributions and prediction of variables [ J ]. *Acta Theriologica Sinica* , 1995 , 15 ( 4 ) : 289 - 297.
- [ 8 ] Jassby A D , Powell T M. Detecting changes in ecological time series [ J ]. *Ecology* , 1990 , 71 : 2044 - 2052.
- [ 9 ] 曾宗永，杨跃敏，宋志明，罗明澍. 北美 Chihuahuan 荒漠 11 种啮齿动物种群密度季节性和周期性的比较研究 [ J ]. 兽类学报，1992，12 ( 3 ) : 213 - 222.
- [ 10 ] 钱迎倩，马克平. 生物多样性研究的理论和方法 [ M ]. 北京：中国科学技术出版社，1994. 148 - 157.
- [ 11 ] Brown J H , Maurer B A. Body size , ecological dominance and Cope's rule [ J ]. *Nature* , 1996 , 324 : 248 - 250.
- [ 12 ] Odum E P. Basic ecology [ M ]. Saunders College Publishing , USA , 1984. 1 - 10.

## DYNAMICS OF THE RODENT COMMUNITY IN CROPLAND OF THE WESTERN SICHUAN PLAIN : INTERANNUAL FLUCTUATIONS AND SEASONAL FLUCTUATIONS

DAI Yinggui

( *Kunming Institution of Zoology , the Chinese Academy of Sciences , Kunming , 650223* )

YANG Yuemin CAI Hongxia ZENG Zongyong LUO Mingshu

LIANG Junshu SONG Zhiming

( *Department of Biology , Sichuan University , Chengdu , 610064* )

**Abstract :** The time series of the 5 variables , including number of species , joint population density , biomass , Shannon index and Simpson index of species diversity of the rodent community , which was composed of 487 individuals of 8 species of 4 genera of Muridae in cropland of the Western Sichuan Plain from 1989 through 1995 , are presented for studying the dynamics of the rodent community in the cropland by mark-recapture. Then , both interannual and seasonal fluctuations of the time series of these variables are analyzed and compared. Finally , the dynamics of the rodent community in the 7 years are summarized.

The rodent community was concluded as the following : 1 ) all of the 5 variables fluctuated interannually and seasonally during the 7 years ; 2 ) all of the 8 species of rodents never occurred in the rodent community in the same month , with the maximum of number of species 5 and the minimum 1 ; 3 ) the seasonal fluctuations of the 5 variables were greater than their interannual fluctuations , respectively , peaked from 1 to 3 in a year ; 4 ) each of the 5 variables had its maximum only in some summers during the 7 years , but had its minimum in some winters or springs and sometimes even in some summers ; 5 ) none of the 5 variables showed remarkable seasonality ; 6 ) the seasonal fluctuations of the proportions of the population density and biomass of the dominant species ( *Rattus nitidus* ) respectively in the joint population density and biomass of the rodent community were greater than its interannual fluctuations , and both the interannual and seasonal fluctuations of the population density of the dominant species ( *Rattus nitidus* ) were much similar to those of joint population density and biomass of the rodent community.

**Key words** : Western Sichuan Plain ; Rodent ; Community dynamics ; Number of species ; Biomass ; Species diversity