

豫西黄土高原农作区鼠类群落动态: 时空尺度格局的初步分析

赵亚军* * 王廷正 李金钢 张 越 邵发道 张菊祥

(陕西师范大学生物系, 西安, 710062)

摘 要

本文分析了豫西农业生态系统中鼠类群落局部空间尺度的短期动态格局。在区域尺度上, 该群落为棕色田鼠 + 大仓鼠型, 群落多样性与丰富度和均匀度都有显著的正相关, 丰富度的作用大于均匀度的作用。由于资源分布的斑块性, 群落优势种和次优势种对环境变异的季节性反应不同, 故群落的时空格局具有明显的变化。

在农田中, 群落在秋季分化为棕色田鼠 + 大仓鼠亚群落型和大仓鼠 + 棕色田鼠型, 后者的生境斑块为单一的玉米田和油菜田; 在作物轮作的格局下, 群落多样性与丰富度和均匀度都有显著的正相关。

在果园中, 无论果树树龄和季节的变化, 棕色田鼠的多度总是大于大仓鼠, 即群落格局是不变的, 而群落多样性与丰富度和多度之间均无显著的相关性。然而, 灌溉可使大仓鼠与棕色田鼠的数量关系发生逆转, 因此灌溉不仅影响果园中鼠类群落格局的分化, 而且也将影响到农田中的这种分化。

在一年弃耕地中, 群落格局从夏季开始由棕色田鼠 + 大仓鼠亚群落型转化为大仓鼠 + 棕色田鼠亚群落型; 在第 3 年末演替结束时, 多年生植物取代一年生植物成为优势种, 大仓鼠 + 棕色田鼠群落格局则趋于稳定。在此过程中, 群落多样性和丰富度与均匀度均无显著的相关性。

本研究结果还表明, 异质性可导致农作区鼠类群落的多样性。

关键词 时空尺度; 异质性; 鼠类群落; 农作区; 豫西黄土高原

现代生态学认为, 对群落结构、过程的描述必须要有相应的尺度。群落在大尺度上具有异质性和斑块性, 而斑块性是群落组织和稳定性的基础 (Kareiva, 1987)。斑块性及人类活动在破碎生境中的作用是构成稀有种持久和有害种传播的关键因子。空间格局和斑块性为群落中的诸物种提供丰富的资源, 并维持不同物种的共存。Levin (1993) 根据物种利用资源的多样性行为将群落时空格局归纳为 3 种, 即时间均衡空间异质型、空间同质时间变化型和时空镶嵌体。

豫西农区棕色田鼠 (*Cricetulus triton*) + 大仓鼠 (*Microtus mandarinus*) 群落在不同的斑块及季节中表现为棕色田鼠 + 大仓鼠亚群落以及大仓鼠 + 棕色田鼠亚群落格局 (赵亚军等, 1996)。本文在局部空间尺度和短期时间尺度条件下分析上述群落对其斑块

“八五”国家科技攻关项目。在写作过程中, 承蒙孙儒泳教授的热情鼓励, 刘季科教授提出宝贵建议, 房继明教授等给予大力的帮助, 谨致谢忱

* * 现在北京师范大学生物系, 北京, 100875

本文于1996年10月25日收到, 1997年2月19日收到修改稿

材料与方法

研究地点位于豫西灵宝县程村乡，该地自然状况，包括土地利用概况和植被类型，赵亚军等（1996）已有详细报道，不再赘述。

用于本文分析的数据资料于1992年7~ 10月及1993年4~ 11月收集，测定的各种变量包括生境斑块类型，月份，鼠类群落样方，丰富度（物种数， S ），群落密度（各鼠种密度之和），多度，Shannon 多样性指数（ H ），均匀度指数（ J ）等，有关参数的具体计算方法详见赵亚军等（1996）。

以相关分析测定鼠类群落的物种多样性与其组成种成分的关系。

结 果

该地鼠类群落由12种组成，优势种类为棕色田鼠，次为大仓鼠；鼠类物种组成及多

表1 豫西农区鼠类群落结构变化与栖息环境的关系*

Table 1 Relationship between change in the structure of rodent communities and habitats of agricultural area in the west of Henan province *

样方 Plot	生境 Habitat	月份 Month	丰富度 Richness	群落密度 Community density (no. ind /0.25 hm ²)	多度 A bundance (%)			H	J
					A	C	Others		
13	w	4	4	105.68	4.0	91.9	4.1	.1571	.2609
15	w	5	8	80.24	6.5	65.9	27.6	.5342	.5915
19	w	6	7	99.74	18.7	58.2	23.1	.5735	.6786
22	fw	6	3	48.12	4.2	93.5	2.3	.1222	.2561
2	fw	7	5	36.32	17.4	59.5	23.1	.5112	.7314
34	w	11	3	23.86	27.0	67.6	5.4	.3370	.7063
4	mc	7	8	37.59	8.4	58.2	33.4	.6231	.6900
5	b	8	8	106.25	20.0	51.9	28.1	.6250	.6921
26	osf	8	4	69.19	88.6	6.1	5.3	.2036	.3382
27	c	8	4	11.27	35.2	29.6	35.2	.5617	.9330
6	b	9	7	216.98	33.0	51.0	16.0	.5247	.6209
7	mc	9	6	102.60	26.6	54.8	18.6	.5149	.6617
16	ya	5	4	46.27	2.2	80.0	17.8	.2914	.4840
21	ya	6	5	60.83	8.8	80.6	10.6	.3122	.4467
1	ya	7	6	58.74	18.7	66.4	14.9	.4591	.5600
24	ya	8	6	70.92	35.6	53.6	10.8	.4695	.6003
8	oa	9	7	162.34	19.8	67.4	12.8	.4203	.4973
28	oa	10	6	307.61	17.3	77.7	5.0	.3052	.3922
30	ya	10	3	123.43	38.3	60.8	.9	.3098	.6493
31	iya	10	6	82.11	54.8	24.4	20.8	.5177	.6653
17	laf	5	4	27.33	7.7	76.8	15.5	.3456	.5740
23	laf	7	4	46.91	39.7	29.9	30.4	.5546	.9212
29	laf	10	7	144.70	78.1	10.4	11.5	.3705	.4384
32	3af	10	7	58.32	39.0	30.8	30.2	.6467	.7652

* w- 小麦 wheat; fw- 麦茬 fallow wheat; mc- 混合作物（玉米+ 豆类+ 花生或油菜+ 豆类+ 花生）mixed crops (corn + beans + peanut or oil sunflower + beans + peanut); b- 豆类 beans; osf- 油菜 oil sunflower; c- 玉米 corn; ya- 5至7年苹果树 5~ 7 year young apple tree; oa- 15年以上苹果树 more than 15 year old apple tree; iya- 灌溉的5~ 7年的苹果树 5~ 7 year young apple tree irrigated; laf- 1年弃耕地 1 year abandoned field; 3af- 3年弃耕地 3 year abandoned field

A- 大仓鼠 *Cricketulus triton*; C- 棕色田鼠 *M. crotus mandarinus*; Others- 群落中其它鼠种之和 sum of other rodent species in the communities

度与其栖息地类型有显著的相依性 ($P < 0.025$) (赵亚军等, 1996)。为进一步阐明群落结构变化与时空格局的关系, 综合不同斑块生境及主要植物 (或作物) 不同生活史阶段, 鼠类群落样方的物种数、群落密度、多度、Shannon 多样性指数和均匀度指数等结构参数加以分析, 结果如表1所示。

1. 成熟期小麦—麦茬—生长前期小麦

从13-15-19-22-2-34样方系列可见, 除越冬期外, 小麦生活史的不同时期鼠类群落密度从春季到秋季呈下降趋势; 大仓鼠与棕色田鼠的多度变化基本呈互补的波谷形状, 即前者的峰期则是后者的谷期, 反之亦然, 但后者的谷竟比前者的峰还要高。其它鼠种加起来占群落种数的30%以上, 而多度只占4%~27%。因此, 该斑块上鼠类群落属于典型的棕色田鼠+大仓鼠型。

随季节变化, 鼠种多样性 H 呈波形起伏, 小麦成熟期为峰期。多样性指数 H 与物种数 S 的相关性不很显著 ($r = 0.806, P = 0.053$); 而 H 与 J 却有显著的正相关 ($r = 0.858, P = 0.029$)。可见, 随小麦地-麦茬地-小麦地更替变化, H 主要随均匀度的变化而变化。

2. 成熟期小麦—秋季作物—生长前期小麦

当小麦轮作为单一豆类作物或玉米+豆类+花生或油菜+豆类+花生等几种混合作物再轮作为小麦时, 在13-15-19-4-5-6-7-34样方系列中, 鼠类群落密度呈波形变化即先降后升再降: 当年成熟小麦为其降期, 同一类型的秋季作物为其升期, 最低谷是小麦播种至越冬期。大仓鼠多度基本呈上升趋势, 棕色田鼠的则相反, 但后者多度总是高于前者。这几类作物轮作结构的变化没有导致鼠类群落组成发生质变。 H 随作物的更替而变化, 秋季时其值最大, 这是由于作物轮作提供更多的斑块的缘故。在这种斑块生境的时空格局中, 鼠类的 S 和 J 分别与 H 有显著的相关性, 且 S 与 H 的相关性更显著 ($r = 0.869, P = 0.005; r = 0.783, P = 0.021$); S 和 J 与 H 的复相关性亦极其显著 ($R = 0.986, P = 0.000$)。

当小麦轮作为油菜或玉米再轮作为小麦时, 13-15-19-26-27-34样方系列中鼠类群落密度变化基本呈下降趋势。而棕色田鼠与大仓鼠多度变化基本呈互补的波谷形状。在油菜和玉米地大仓鼠多度超过棕色田鼠, 这类生境中鼠类组合属于大仓鼠+棕色田鼠亚群落型, 说明该斑块导致了棕色田鼠+大仓鼠群落的分化。而 H 随作物轮作呈波形变化, 尽管鼠种数的增多并不使之增大 ($r = 0.615, P = 0.193$), 但各鼠种多度分布的均匀度可以影响之 ($r = 0.826, P = 0.043$)。

3. 非灌溉果园—灌溉果园

16-21-1-24-30样方系列反映在5~7年树龄果园中, 鼠类集合于4~10月的变化过程, 8-28样方系列反映的是15年树龄果园中鼠类集合于9~10月的变化过程, 那么可以说明在非灌溉果园中, 无论季节的变化 (有限的降雨) 和树龄的差异, 棕色田鼠多度总是大于大仓鼠, 亦即鼠类集合总是属于棕色田鼠+大仓鼠亚群落型。31样方为树龄5年的果园, 且可定期灌溉, 有棕色田鼠喜食的大白菜 (*B. rassaica pekinensis*), 但其密度不仅是同期果园中最低的, 也是所有果园中最低的 (表1); 大仓鼠多度则超过棕色田鼠, 因此该生境的鼠类群落以大仓鼠为优势种, 棕色田鼠次之。

在如此的斑块时空格局中, H 的变化与丰富度和均匀度均无显著的相关关系 ($r = 0.634, P = 0.091; r = 0.600, P = 0.116$)。这可能与果园的人工管理强度或干扰有

关。

在豫西农作区,从棕色田鼠土丘数的变化可以判断土壤的水分含量或土壤湿度是影响棕色田鼠密度变化的重要因子。由于该地区降雨量少且集中在秋季,加之灌溉面积为有限,绝大部分农田和果园中土壤的水分含量没有达到引起棕色田鼠密度显著降低的水平,亦即在秋季,棕色田鼠的土丘仍很密集。在渠道两旁可以灌溉的果园中,很少见有棕色田鼠的土丘,说明该生境中土壤水分含量限制着棕色田鼠数量分布的水平,从而使鼠类群落原有的结构发生变化。

4. 秋季作物田—1年弃耕地—3年弃耕地

5-6-7样方所在农田从1992年秋作物收割后,开始弃耕;17-23-29样方系列为次年该弃耕地中鼠类群落的变化过程。春季,一年蓬(*Erigeron annuus*)平均株高50 cm,相对盖度40%,棕色田鼠多度远大于大仓鼠;夏季,一年蓬平均株高100 cm,相对盖度80%,大仓鼠多度大于棕色田鼠,此时鼠类结构开始发生变化;秋季,一年蓬平均株高180 cm以上,相对盖度100%,大仓鼠多度远大于棕色田鼠,故鼠类组成属于典型的大仓鼠+棕色田鼠亚群落。

在3年以上弃耕地中,植物群落为丛生禾草+一年蓬类型,32样方反映的是该生境鼠类群落在秋季的状态,属于大仓鼠+棕色田鼠亚群落型,而且 H 为最高。随着弃耕地演替至第3年后期,丛生禾草取代一年蓬成为优势植物,大仓鼠则取代棕色田鼠的优势种地位,则大仓鼠+棕色田鼠亚群落稳定下来。

在这种格局下, S 和 J 与 H 均无显著的相关性($r = 0.438, P = 0.325; r = 0.703, P = 0.078$),或许说明在演替过程中 S 和 J 各自的变化是随机的。

5. 农作区

从农作区较大的范围看,耕作制度、作物结构及田间管理(包括灌溉)等周期性影响和人为演替导致斑块生境格局呈现季节性的波动,以及非自然状态的快速的年间变动乃至演替的趋势,使该地鼠类表现出一个棕色田鼠+大仓鼠群落格局,而在局部变化上(不同斑块)出现两个不同的动态组合体(Assemblages),且相互转换。

在这样的格局下, H 直接受到 S 和 J 的共同作用($R = 0.994, P = 0.0002$),且 S 的作用($r = 0.992, P = 0.0001$)大于 J 的作用($r = 0.927, P = 0.008$)。

讨 论

探讨观察的尺度对生态格局的影响是现代生态学的重要内容之一(Levin, 1993)。由于每一个体和每个种群经历的环境有着独特的尺度范围,故各自能对变异性作出具体反应;反之,忽视有机体或过程的有关尺度的具体范围,而对环境的变异性 and 可预测性的分析则无意义。另一方面,对种群或生物群落的描述并无唯一适合的尺度(Wiens, 1989; Brown等, 1991)。例如,生物多样性的变化在全球、区域和局部等3个层次上分别有不同的描述,而生物多样性的全球变化源于区域和局部变化,并且是其结果;物种多样性在区域过程(如扩散与物种形成)和局部过程(生物互动与随机)之间存在着平衡(Ricklefs, 1987)。因此,将生态现象的大小尺度描述进行相互转化是非常有必要的(Levin, 1993)。本文的讨论仅限于区域和局部水平之间。

局部尺度资源分布的斑块提供了区域尺度上资源的多样性,使得在同一斑块中(均质环境)不能共存的两个物种在同一生境不同的斑块中共存;而在同一斑块中共存的两

个物种, 其时间资源利用方式不同, 而且, 它们可以将斑块划分为较小尺度的不同层次分别利用。例如, 不同的动物可利用同一植物的不同部位 (Broadhead 等, 1966), 可在同一植被的不同营养层共存 (MacArthur 等, 1966), 或者分配一个时间连续梯度或在一个季节共存 (Levin 等, 1974)。

在本研究中, 棕色田鼠和大仓鼠可以同时同地的共存是因为两者的空间利用行为上的分化, 前者为地下生活种类, 后者为地面活动型; 前者主要取食植物的根与茎, 后者主要取食植物的种子和果实, 故大仓鼠在秋季才可能在数量上超过棕色田鼠。因此, 作为豫西鼠类群落的优势种或次优势种, 棕色田鼠和大仓鼠在不同斑块的季节性波动或消长, 从而使得棕色田鼠 + 大仓鼠群落在局部尺度上分化出大仓鼠 + 棕色田鼠亚群落, 和棕色田鼠 + 大仓鼠亚群落的两种时空格局。而且, 按照 Levin (1993) 的论述, 它们则为时空镶嵌格局型。

异质性导致多样性已为人所共知, Mellink (1991) 在热带高原农田生态系统的研究中, 验证了异质性导致多样性, 而多样性导致稳定性的假设。然而, 多样性与稳定性之间并非如此简单的因果关系 (Pimm, 1984)。本文结果进一步检验了异质性导致多样性的假设, 但豫西农田鼠类群落多样性与其稳定性之间并无显著的一致性, 这可能与人类农业活动的干扰或者与黄土高原景观结构有关。

有关农田啮齿动物群落的研究主要限于局部和短期的描述 (刘季科等, 1979; 蒋光藻等, 1989; Adamczyk 等, 1990; Kaufman 等, 1990; 丁平等, 1991; Foster 等, 1991; Mellink, 1991)。要比较这些局部的具体特征, 就必须要有个共同的标准, 亦即在区域水平上 (或更大的尺度上) 来简化有关细节而保留基本的普遍数据, 并进行模型分析, 但目前的研究尚处在积累的阶段。

参 考 文 献

- 丁平, 鲍毅新, 石斌山, 诸葛阳 1991. 钱塘江河口滩涂围垦区农田小型兽类群落结构的初步研究 兽类学报, 11 (2): 109~117.
- 刘季科, 梁杰荣, 沙渠 1979. 诺木洪荒荒漠垦植后农田鼠类群落和生物量的变化 动物学报, 25 (3): 260~266
- 赵亚军, 王廷正 1996. 豫西黄土高原农作区鼠类群落结构的研究: 模糊聚类分析及三种相似指标的比较 兽类学报, 16 (1): 67~75
- 蒋光藻, 谭向红 1989. 成都地区农田鼠类群落结构研究 西南农业大学学报, 11 (2): 122~125
- Adamczyk K, Chelkowska H, Walkowa W. 1990. The community of rodents in environments of the suburban zone *Polish Ecological Studies*, 14 (1-2): 171~175.
- Broadhead E, Wapshere A J. 1966. Mesopodopus populations on larch in England—the distribution and dynamics of two closely related coexisting species of Psocoptera sharing the same food resource. *Ecological Monographs* 36: 328~383
- Brown J H, Nicoletto P F. 1991. Spatial scaling of species composition: body masses of North American land mammals. *American Naturalist* 138: 1478~1512
- Foster J, Gaines M S. 1991. The effects of successional habitat mosaics on a small mammal community. *Ecology*, 72 (4): 1358~1373
- Kaufman D W, Kaufman G A. 1990. Small mammals of wheat fields and fallow wheat fields in northcentral Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Sciences*, 93: 28~37.
- Kareiva P M. 1987. Habitat fragmentation and the stability of predator-prey interactions. *Nature*, 321: 388~391.
- Levin S A. 1993. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 73 (6): 1943~1967.
- Levin S A, Pain R T. 1974. Disturbance, patch formation, and community structure. *Proceedings of the National Aca-*

cademy of Sciences (U S A), 71: 2744~ 2747.

- MacArthur R H, Recher H, Cody M. 1966 On the relation between habitat selection and species diversity. *American Naturalist*, 100: 319~ 332
- Mellink E. 1991. Rodent communities associated with three traditional agroecosystems in the San Luis Potosi Plateau, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 33 (4): 363~ 375
- Pimm S L. 1984 The complexity and stability of ecosystem. *Nature*, 307: 321~ 326
- Ricklefs R E. 1987. Community diversity: relative roles of local and regional processes. *Science*, 235: 167~ 171.
- Wiens J A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology*, 3: 385~ 397.

DYNAMICS OF RODENT COMMUNITIES IN AGRICULTURAL AREA OF LOESS PLATEAU IN THE WEST OF HENAN PROVINCE: PRIMARY ANALYSES FOR THE PATTERN ON TEMPORAL AND SPATIAL SCALE

ZHAO Yajun WANG Tingzheng LI Jingang
ZHANG Yue TAI Fadao ZHANG Juxiang

(Department of Biology, Shaanxi Normal University, Xi'an, 710062)

Abstract

It is on local scale and a short term that the dynamics of patterns of a rodent community in a agricultural ecosystem in the west of Henan Province in the centre of China is analysed

There was one *Cricetulus triton* + *M. crotus mandarinus* community in regional scale, in which the species diversity showed significantly positive correlations with the richness and the evenness, respectively and the correlation between the diversity and the richness was more noticeable than that between the diversity and the evenness. However, because of patchiness in the distribution of resources, the dominant rodent species and the sub-dominant responded to variability of the environment in season individually which resulted in spatial and temporal patterns of the rodent community correspondingly.

In the farmland, the rodent community subdivided into two patterns: *M. mandarinus* + *C. triton* sub-community and *C. triton* + *M. mandarinus* one in fall, the latter was living in fields of corn or oil sunflower. Following the rotation from spring to fall, the rodent species diversity was significantly and positively correlated to the richness and evenness respectively, within those

Disregard of ages of apple tree and seasons, structure of the rodent community in orchards were stable in which abundance of *M. mandarinus* was all larger than that of *C. triton*, and the diversity has correlation neither with the richness nor with the evenness. However, it was irrigation in a few orchards that made the order of *C. triton* and *M. mandarinus* in the community such reversal that *C. triton* + *M. mandarinus* sub-

community replaced *M. mandarinus* + *C. triton* one. Of courses, the probability can be predicted that what happened in the irrigated orchards would similarly come to in the farm land if farm land would be irrigated.

From summer of the 1st year of field abandonment, *M. mandarinus* + *C. triton* sub-community was becoming *C. triton* + *M. mandarinus* sub-community. When perennials replaced annuals as the dominant plant species by the end of the 3rd year of the succession, the *C. triton* + *M. mandarinus* sub-community was stable. During the succession, the rodent species diversity had no correlation with the richness and the evenness of the rodent communities, respectively.

It indicated resulting from this paper that environment heterogeneity results in a diversity of rodent communities in agricultural area.

Key words Temporal and spatial scale; Heterogeneity; Rodent community; Agricultural area; Western Henan Province; Loess plateau

国外新书介绍

安大略哺乳动物图谱

以英国植物和繁殖鸟类图谱集的写作惯例, 由加拿大皇家安大略博物馆生物多样性和保护生物中心 J. (S). Dobbyn (1994) 编著的安大略哺乳动物图谱 (Atlas of Mammals of Ontario) 是一部关于加拿大东部安大略地区86种土著及引进哺乳动物地理分布的参考书。继 R. L. Peterson (1966) 的《加拿大东部哺乳动物》(The Mammals of Eastern Canada) 之后, 该书首次详细地描述了区域性哺乳动物。但与前者不同, 它不是传统意义上的区系调查, 提出了生物因子影响个体物种栖息地选择及地理分布的信息, 但尚未讨论动物的自然史。尽管如此, 该书出于概述安大略地区每一哺乳动物物种当前及历史地理分布的专业目的, 则是非常成功的。

本书开始简单地介绍了调查的目的、编辑与绘制分布记录的方法、规划过程、以及使用该书的方法及其分布记录中间隔 (gap) 的含义, 在许多情况下, 间隔反映的是信息不足, 而不是实际界线; 以及对安大略省自然地理及生物区域的简要介绍, 这个介绍排在占本书大部分的物种描述之后。以整页介绍每一哺乳动物物种的分类学地位, 并附有黑白插图, 对典型者, 专用一页描述一个物种, 用1~3段简要介绍与生物和非生物因子, 以及种系变化有关的地理分布。多数说明配有两幅图, 一幅绘在100km² Universal Transverse Mercator (UTM) 格子系统上的全省记录, 另一幅是绘在10km² (UTM) 格子上更为详细的地区分布图。每一方格用不同的符号代表1900年以前、1900~1969年、1970~1973年3个时期, 以标示出地理分布的种系变化。该书最后附有简短的书目提要及索引。

安大略博物学家联合会发起组织了本项哺乳动物图谱计划。本哺乳动物图谱主要依靠所记录的标本。期望利用本书提供信息的专业哺乳动物学家也许对本书没有任何被鉴定标本的目录感到震惊。确定每一方格代表多少记录或某些情况下代表什么时期 (在每一UTM 单位中仅给出了最近的记录) 均是不可能的, 同时, 也不可能确定所表示的是那种记录。然而, 幸运的是对包括出处、记录类型、日期等全部信息的所有条目 (164 697!) 均存于数据库中。对于经济收入较低的研究者和以所需数据付费的商业财团, 均可利用这些数据。即使对诸如皇家安大略博物馆贮藏的样本, 研究者亦可获取原始标本的全部

(下转第220页)