

文章编号: 1000-5692(2004)01-0070-05

延安林区啮齿动物群落的聚类分析

梁 健, 孙 婷

(陕西师范大学 生命科学学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 运用组平均聚类法, 以啮齿动物密度和生物量综合决定的重要值为数据, 对延安林区啮齿类群落进行聚类分析。根据聚类结果, 延安林区啮齿动物可划分为 3 个群落, 人工林区达乌尔鼠兔 *Ochotona daurica* + 中华鼯鼠 *Myospalax fontanieri* 群落(群落 A); 自然次生林区大仓鼠 *Cricetulus triton* + 中华鼯鼠 + 大林姬鼠 *Apodemus peninsulae* 群落(群落 B); 林缘农田区中华鼯鼠 + 小家鼠 *Mus musculus* + 长尾仓鼠 *Cricetulus longicaudatus* 群落(群落 C)。结果较全面反映了群落的组成以及群落生境, 群落多样性指数以群落 A 最高 (1.866 5), 群落 B 次之 (1.651 6), 群落 C 最低 (1.209 5)。多样性分析表明, 啮齿动物群落多样性和环境的复杂性与稳定性密切相关。图 1 表 3 参 10

关键词: 啮齿动物; 聚类分析; 重要值; 多样性; 延安林区

中图分类号: Q958; S764 **文献标识码:** A

啮齿动物群落是陆地生态系统的一部分。群落生态学的研究, 有助于阐明这类动物在生态系统物质循环和能量流动中的作用, 防止有害啮齿类的影响。有关林区啮齿动物群落生态学研究已有一些报道^[1-6], 但对于陕北黄土高原环境下林区啮齿动物群落生态学的研究尚缺乏资料。延安林区位于陕北黄土高原, 受啮齿动物威胁相当严重^[7]。本文就 2001 年 4~10 月对延安林区啮齿动物群落的调查数据, 运用组平均聚类法对啮齿类群落进行了分析研究, 以全面了解该区啮齿动物群落的分布及结构特点, 并为林区鼠害防治提供科学依据。

1 自然概况及工作方法

1.1 自然概况

延安林区位于关中平原北部的陕北黄土高原, 除少数石质山地外, 几乎全为 50~100 m 厚的黄土所覆盖, 由于常年雨水侵蚀, 冲刷剧烈, 形成了塬、梁、沟、峁之地貌类型。海拔一般为 900~1 200 m, 属暖温带半干旱大陆性季风区气候, 降水集中在春夏两季, 旱涝灾害频繁。植被为半干旱森林草原类型, 森林依据地形呈斑块状镶嵌分布。

1.2 取材方法

根据自然条件特点, 将调查区分为 5 种生境类型, 即油松 *Pinus tabulaeformis* 人工林区 (G₁), 刺槐 *Robinia pseudoacacia* 人工林区 (G₂) (此二者为该区人工林的代表类型), 杂草灌丛区 (G₃), 自然

收稿日期: 2003-10-28; 修回日期: 2004-01-03

基金项目: 陕西省自然科学基金资助项目(2001SM18); 陕西师范大学校级重点资助项目

作者简介: 梁健(1965—), 男, 陕西合阳人, 讲师, 硕士, 从事动物生态学及环境生物学研究与教学。E-mail: tonghai@pub.xaonline.com

次生林区 (G₄) 和林缘农田区 (G₅)。对地上种类采用“铗日法”, 用大号铁板铗, 夹距 5 m, 诱饵为炒熟的南瓜子。每种生境分季节 (4~5 月、6~8 月和 9~10 月) 进行啮齿类标本采集和种类、数量及生物量统计, 每种生境平均布铗 1 000 铗日以上。对地下种类采用“捕尽法”, 利用地弓、地箭连续捕捉, 直到基本捕尽为止。调查区面积为 0.25 hm²。

1.3 数据处理

1.3.1 密度、生物量和重要值 地面啮齿类密度参照吴德林等^[4]的方法计算。从捕捉结果看, 各生境类型捕捉的个体数均逐日减少。根据相关系数计算, 各生境类型每天捕捉数 (y) 对先前捕捉总数 (x) 呈负相关的线性关系 ($r > r_{0.05}$, $P < 0.05$), 即 $y = a + bx$, 由于各调查面积一定, 当 y 取值为 0 时, x 的取值即为该调查区地面啮齿类总的密度估计值。根据各生境地面啮齿类总的密度值, 结合各种类的捕获比例, 估计出每一种类的密度。对于地下啮齿类, 由于是在相同面积的另一调查区采用“捕尽法”, 其捕获数量即为密度。

生物量分别按各生境啮齿类的密度与其平均体质量之乘积计算。

由于调查结果显示, 某些啮齿动物之间密度与生物量取值大小并不一致, 本文借用植物生态学中常用的“重要值”概念^[8], 作为衡量各生境种类优势度大小的综合指标: 重要值 = 1/2 (密度构成比 + 生物量构成比)。

1.3.2 组平均聚类法原理步骤 以样区作为聚类实体, 以啮齿动物种的重要值为属性。第 1 步: 数据标准化。本研究采用标准差标准化。第 2 步: 选用欧氏距离作为相异性指标。第 3 步: 将距离最近的 2 个样区合并为新类。第 4 步: 计算新类与其他样区的相异性。第 5 步: 重复第 3 步和 4 步, 直到所有样区聚为一类为止^[9]。

1.3.3 多样性和均匀度 以 Shanon-Weiner 指数公式计算多样性 (H'), 以 Pieleou (1966) 公式计算多样性的最大理论值 (H_{\max}) 和均匀度 (J'), 即: $H' = -\sum P_i \ln P_i$, $H_{\max} = \ln S$, $J' = H' / H_{\max}$ 。其中: S 为物种数; P_i 为第 i 物种个体占群落中个体总数的比例^[10]。

表 1 各生境啮齿动物密度及生物量

Table 1 Density and biomass of rodents in different habitats

动物名称	油松人工林区		刺槐人工林区		染草灌丛区		自然次生林区		林缘农田区	
	密度/ (只·hm ⁻²)	生物量(鲜)/ (g·hm ⁻²)	密度/ (只·hm ⁻²)	生物量(鲜)/ (g·hm ⁻²)	密度/ (只·hm ⁻²)	生物量(鲜)/ (g·hm ⁻²)	密度/ (只·hm ⁻²)	生物量(鲜)/ (g·hm ⁻²)	密度/ (只·hm ⁻²)	生物量(鲜)/ (g·hm ⁻²)
黑线姬鼠	26.76 (22.77)	570.64 (6.73)	3.76 (3.28)	137.12 (1.19)	25.04 (21.53)	613.44 (6.04)	17.48 (14.92)	687.32 (8.60)	6.44 (5.18)	258.56 (3.96)
大仓鼠	11.80 (10.04)	1 061.60 (12.53)	5.00 (4.36)	616.08 (5.34)	8.28 (7.12)	1 212.84 (11.94)	27.12 (23.15)	2 560.92 (32.01)	1.60 (1.29)	153.60 (2.36)
长尾仓鼠	25.72 (21.86)	573.32 (6.77)	16.00 (13.94)	329.60 (2.86)	32.48 (27.92)	708.60 (6.98)	4.64 (3.96)	94.28 (1.18)	36.44 (29.33)	912.88 (14.02)
达乌尔鼠兔	10.56 (8.99)	1 858.72 (21.93)	46.76 (40.75)	7 133.20 (61.85)	31.80 (27.34)	4 779.24 (47.07)				
大林姬鼠	19.80 (16.85)	577.76 (6.82)	21.40 (18.65)	667.64 (5.79)	5.88 (5.06)	243.60 (2.40)	35.36 (30.18)	945.60 (11.82)		
社鼠	3.40 (2.90)	129.48 (1.53)	9.96 (8.68)	370.36 (3.21)			20.48 (17.48)	1 083.88 (13.55)		
小家鼠	2.32 (1.97)	33.36 (0.39)	1.28 (1.12)	12.60 (0.11)					60.40 (48.62)	1 022.32 (15.70)
子午沙鼠					1.00 (0.86)	70.72 (0.70)				
中华鼯鼠	17.20 (14.64)	3 669.4 (43.30)	10.64 (9.27)	2 266.52 (19.65)	11.84 (0.18)	2 526.16 (24.88)	12.12 (10.35)	2 628.52 (32.85)	19.36 (15.58)	4166.40 (63.97)
总计	117.52	8 474.28	114.76	11 532.92	116.32	10 154.60	117.16	8 000.52	124.24	6 512.80

说明: 括号内数字表示各生境啮齿动物密度构成比和生物量构成比 (%), 用以计算重要值及有关分析

2 结果

2.1 群落类型划分

调查区5种生境类型中,共捕获地上啮齿类的8种,地下啮齿类1种,分别为:黑线姬鼠 *Apodemus agrarius*,大仓鼠 *Cricetulus triton*,长尾仓鼠 *C. longicaudatus*,达乌尔鼠兔 *Ochotona daurica*,大林姬鼠 *A. peninsulae*,社鼠 *Niviventer confucianus*,小家鼠 *Mus musculus*,子午沙鼠 *Meriones meridianus*,中华鼯鼠(甘肃亚种) *Myospalax fontanieri cansus*。根据调查结果(表1),计算出啮齿动物种的重要值。系统聚类结果显示,当欧氏距离系数为3.476时,将该区啮齿动物划分成3个群落(图1)。

群落命名原则是将重要值在群落中为20%以上者,定为优势种(表2),并结合生境特点进行命名,结果如下。

群落A: 人工林区达乌尔鼠兔+中华鼯鼠群落。由G₁, G₂, G₃等3区组成,生境为人工林和杂草灌丛,油松人工林(G₁)和刺槐人工林(G₂)是该区人工林的代表类型。群落由9种啮齿类种群组成,达乌尔鼠兔和中华鼯鼠的重要值最高,分别为34.66%和20.65%,为该群落的优势种类。需要指出的是在群落A中,G₃区与G₁和G₂区在生境外貌上有一定差异,但系统聚类的结果是三者较早合并,反映出三者之间的欧氏距离较小。由于本文系统聚类采用的属性指标是密度与生物量综合而成的重要值,因此,聚类过程中G₁, G₂, G₃区的较早合并,表明了3种生境中啮齿动物种类组成、密度及生物量水平的相似性。究其原因,分析为延安林区属黄土高原,地貌类型为支离破碎的塬、梁、沟、峁,森林、荒地和农田呈斑块状镶嵌分布,原生植被残留很少,次生植被分布零散,新中国成立以来以油松、刺槐为代表的人工林区日益扩大^[7]。从地理关系看,G₃区多有人工林与之比邻,有些甚至是由人工造林台地和山坡农田砍伐或撂荒后形成,因此,其啮齿类组成及重要值大小受人工林区及人为活动影响较大。综合考虑,将G₃与G₁和G₂区划分为一个群落。

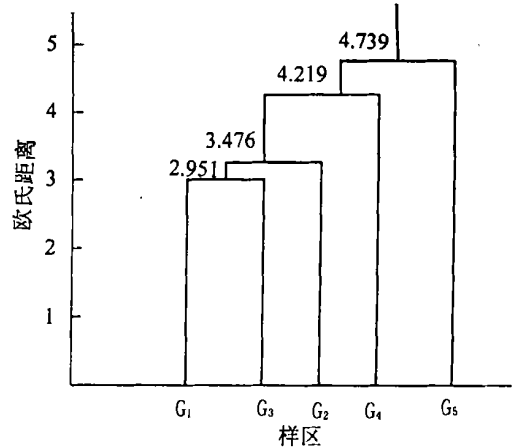


图1 延安林区啮齿类聚类结果

Figure 1 The result of the cluster analysis of the rodents in Yan'an forest region

表2 各群落啮齿动物重要值

Table 2 Importance values of rodent in different communities

动物名称	群落A 重要值/%	群落B 重要值/%	群落C 重要值/%
黑线姬鼠	10.26	11.76	4.57
大仓鼠	8.56	27.58	1.83
长尾仓鼠	13.39	2.57	21.68
达乌尔鼠兔	34.66		
大林姬鼠	9.26	21.00	
社鼠	2.72	15.52	
小家鼠	0.60		32.16
子午沙鼠	0.26		
中华鼯鼠	20.65	21.60	39.78

群落B: 自然次生林大仓鼠+中华鼯鼠+大林姬鼠群落。由G₄区组成,生境为自然次生林,群落由6种啮齿类种群组成,其中,大仓鼠、中华鼯鼠和大林姬鼠的作用较大,其重要值分别为27.58%, 21.60%和21.00%。

群落C: 林缘农田中华鼯鼠+小家鼠+长尾仓鼠群落。由G₅区组成,生境为林缘农田,由5种啮齿类种群组成,中华鼯鼠、小家鼠和长尾仓鼠的重要值较高,依次为39.78%, 32.16%和21.68%。

2.2 群落的多样性与稳定性

多样性是群落特征的重要指标, 取值高低与群落丰富度和均匀度有关 (表 3)。

表 3 群落丰富度、多样性与均匀度

Table 3 The abundance, diversity and uniformity index of the rodent communities

群落	物种数 (S)	多样性指标 (H')	最大多样性指标 (H_{max})	均匀度 (J')
A	9	1.866 5	2.197 2	0.849 5
B	6	1.651 6	1.791 8	0.921 8
C	5	1.209 5	1.609 4	0.751 5

从表 3 可见, 分布在林区的群落 A 和群落 B, 其丰富度、多样性和均匀度都较林缘农田区高, 此差异与环境的复杂性有关。林区植被类型多样, 层次较农田复杂, 地形变化较大 (包括塬面、沟坡及人工修筑的水平阶地等), 水热条件分布不均, 受人类活动影响的强度和频次都较农田为少, 为多种啮齿动物的生活提供了良好的食物及隐蔽条件, 因此, 群落 A 和群落 B 的群落丰富度、多样性和均匀度都较高。群落 C 分布在林缘农田区, 农作物群落结构单一, 植被种类少, 地形起伏变化不大, 水热条件分布较均匀, 受人为活动影响极大, 可供多种啮齿动物选择的的空间与食物条件显然不如林区的群落 A 和群落 B, 故其群落丰富度、多样性和均匀度都较低。此外, 小家鼠和长尾仓鼠这样 2 种农田居民区鼠类的高构成比造成群落 C 的均匀度最低。

在林区, 群落 A 与群落 B 相比较, 前者的多样性较高, 而均匀度低于后者, 这与种类的丰富度有关。究其原因, 群落 B 所处环境乔木和灌木层郁闭度大, 林下草本植物不甚发达, 食物及隐蔽条件不甚理想, 故其鼠种较少, 多样性不高。然而从草本植物的分布来看, 较为均匀, 其中的啮齿类有地下生活种类和地上生活种类, 林区种类和农田种类, 各种啮齿类在生态位上有一定的差异, 加之远离居民点, 受人类经济活动影响比人工林区小, 生活环境相对稳定, 各种啮齿类的构成比均较高, 因此, 均匀度最高。

群落中物种的多样性与环境的复杂性和稳定性密切相关。从环境来看, 群落 A 和群落 B 属森林生态系统, 群落 C 属农田生态系统, 前者除了有复杂的地形、植被等条件外, 在一定程度上对外界环境的干扰 (如温度剧变, 风力及降水量大小变化等) 有较农田较强的抵抗缓冲能力, 因此, 其稳定性较高, 而农田生态系统由于其植被类型简单, 种类少, 层次单一等, 其稳定性较差。总之, 环境的复杂性越大, 其稳定性越高, 最终分布于其中的啮齿类群落的多样性越高。而多样性又是群落丰富度和均匀度的函数, 从生态系统食物网结构来看, 种类多, 均匀度大即多样性高, 食物网的结构就愈复杂, 从而对于动物群落中的每个成员来说, 能量输入输出的途径就多, 其自身生活及维持种间关系的能力就增强, 群落稳定性得到增加。因此, 多样性高的群落, 其稳定性也高, 其中的啮齿类在种类、数量等方面的相互关系也比较稳定。

3 讨论与结论

多元分析中的系统聚类方法有利于减少研究者的主观因素影响, 客观地进行群落划分。同时, 聚类结果只有给出合乎实际的生物学解释才有意义。群落的划分要将数值分类的结果与生境特征、地理关系和人为活动影响等因素结合起来综合考虑。组平均聚类结果较好地反映了延安林区啮齿动物群落特征。首先, 聚类结果反映了群落的结构组成, 每个群落优势种明显。根据优势种, 将延安林区啮齿动物划分为 3 个群落 (群落 A、群落 B 和群落 C)。其次, 聚类结果也反映了群落生境的相似程度, 生境相似的样区较早合并。3 个群落分属人工林、天然林和林缘农田景观类型。

密度和生物量是啮齿动物群落生态学研究的基本数值指标, 但当密度变化与生物量变化不一致时 (如本研究中, 林缘农田区小家鼠和中华鼯鼠的密度构成分别为 48.62% 和 15.58%, 但生物量构成却分别为 15.70% 和 63.97%), 为了克服单纯以数量或生物量来确定优势种的片面性, 利用由二者综合而成的啮齿动物重要值, 能较客观地反映啮齿动物在群落中的优势度大小。本研究以重要值作为系统

聚类的属性指标,按种类组成的重要值大小(优势度)进行群落命名。

延安林区3个啮齿类群落的种类丰富度、群落多样性、均匀度和稳定性均有所不同,这可能与这3个啮齿类群落所处环境的复杂性和稳定性密切相关,即环境复杂性高,其稳定性大,导致其中啮齿类群落多样性高。

参考文献:

- [1] 马杰, 阎文杰, 李庆芬, 等. 东灵山辽东栎林啮齿动物群落组成及多样性[J]. 动物学杂志, 2003, 38(6): 37-41.
- [2] 房继明, 赵欣如, 宋杰, 等. 北京小龙门林场夏季小型鼠类群落结构及其年变化[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 1995, 31(1): 63-64.
- [3] 陈灵芝, 黄建辉. 暖温带森林生态系统结构与功能的研究[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [4] 吴德林, 邓向福. 云南热带和亚热带山地森林鼠形啮齿类的群落结构 I: 多样性、相对丰盛度、密度和生物量[J]. 兽类学报, 1988, 8(1): 25-32.
- [5] 张云智, 龚正达, 冯锡光, 等. 云南白草岭鼠形小兽群落结构及垂直分布[J]. 动物学杂志, 2002, 37(2): 63-66.
- [6] 张春美, 杨春文. 鼠类群落多样性与鼠害调查[J]. 辽宁林业科技, 1995(5): 32-35.
- [7] 王廷正, 许文贤. 陕西啮齿动物志[M]. 西安: 陕西师范大学出版社, 1993.
- [8] 金则新. 浙江天台山落叶阔叶林优势种群结构与动态分析[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(3): 245-251.
- [9] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理和方法[M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990.
- [10] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 第2版. 北京: 北京师范大学出版社, 1992.

Clustering analysis of rodent communities in Yan'an forest region

LIANG Jian, SUN Ting

(College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi, China)

Abstract: Based on the importance value of rodents, the rodent communities in Yan'an forest region are classified by group average clustering analysis. The rodents can be divided into 3 communities: *Ochotona daurica* + *Myospalax fontanieri cansus* community (Community A) in planted forest region; *Cricetulus triton* + *Myospalax fontanieri cansus* + *Apodemus peninsulae* community (Community B) in natural secondary forest region; *Myospalax fontanieri cansus* + *Mus musculus* + *Cricetulus longicaudatus* community (Community C) in cropland region near forest. The results represent the composition and niches of the communities. Species diversity indexes of different communities are different; the highest index is in community A (1.8665), the next in community B (1.6516) and the lowest in community C (1.2095). The result of diversity analysis indicates that the diversity of rodent communities has a close relationship with the complexity and stability of their surroundings. The results can be used as a reference for the protection of the plants, the prevention and control of the harmful rodents in Yan'an forest region. [Ch, 1 fig, 3 tab, 10 ref.]

Key words: rodents; cluster analysis; importance value; diversity; Yan'an forest region