

# 东灵山辽东栎林啮齿动物群落组成及多样性\*

马杰<sup>①</sup> 阎文杰<sup>②</sup> 李庆芬<sup>①</sup> 孙儒泳<sup>①</sup> 刘定震<sup>①\*\*</sup>

(<sup>①</sup> 生物多样性与生态工程教育部重点实验室 北京师范大学生态学研究所 北京 100875;

<sup>②</sup> 中国科学院植物研究所 北京 100093)

**摘要:** 1999~2001年采用标记重捕法对东灵山小龙门林场辽东栎林啮齿动物群落进行了12次调查。共布2936笼日,捕得啮齿动物268只,平均捕获率为9%。啮齿动物群落包括三科四属,由朝鲜姬鼠(*Apodemus peninsulae*)、社鼠(*Niviventer confucianus*)、棕背鼯(*Clethrionomys rufocanus*)和花鼠(*Eutamias sibiricus*)组成,分别占群落的85.5%、8.6%、3.0%和2.6%;朝鲜姬鼠为优势鼠种。标记重捕调查表明朝鲜姬鼠重捕率无性别差异( $t = 0.913, P > 0.05$ )。啮齿动物物种多样性指数和均匀度指数均呈“低-高-低”年间波动趋势,差异不显著( $t = 0.165, P > 0.05$ );生态优势度指数变化趋势反之,样地间无显著差异( $t = 0.064, P > 0.05$ )。可以认为该地区辽东栎林中啮齿动物群落结构较稳定。

**关键词:** 东灵山;辽东栎;啮齿动物;群落组成;朝鲜姬鼠

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2003)06-37-05

## Composition and Diversity of Rodent Community in *Quercus liaotungensis* Forest in Dongling Mountain Area

MA Jie<sup>①</sup> YAN Wen-Jie<sup>②</sup> LI Qing-Fen<sup>①</sup> SUN Ru-Yong<sup>①</sup> LIU Ding-Zhen<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineer & Institute of Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875; <sup>②</sup> The Institute of Botany, CAS, Beijing 100093, China)

**Abstract:** Rodent communities in the forest of *Quercus liaotungensis* in Xiaolongmen Forest Farm of Dongling Mountain Area were surveyed by mark-recapture method from 1999 to 2001. There were 2936 trap nights and 268 captures in live traps with an overall trapping success rate of 9%. The results showed that the rodent community in Oak forest was comprised with three families and four genera, including the Large Field Mouse (*Apodemus peninsulae*), White-Bellied Rat (*Niviventer confucianus*), Grey Red-Backed Vole (*Clethrionomys rufocanus*) and Siberian Chipmunk (*Eutamias sibiricus*), with a species composition rate of 85.5%, 8.6%, 3.0% and 2.6% respectively. The sex ratio was F:M = 0.84, and no significant difference was found. *A. peninsulae* was the dominant rodent species and trap response heterogeneity among sexes did not emerge by mark-capturing, which indicated that Large Field Mouse did not show any response heterogeneity for the living traps ( $t = 0.913, P > 0.05$ ). Both species diversity and richness showed patterns of “low-high-low” from 1999 to 2001, while the index of species dominance was just converse. However, the differences in indexes

\* 国家自然科学基金重大项目资助(No.39893360);

\*\* 通讯作者, E-mail: dzliu@bnu.edu.cn;

第一作者介绍 马杰,男,29岁,博士研究生;研究方向:动物行为及神经生物学。

收稿日期:2002-12-30,修回日期:2003-08-10

of species diversity, richness and dominance between two plots do not make statistical significance ( $t = 0.165, P > 0.05; t = 0.064, P > 0.05$ ). Our findings suggest that there is substantial intrinsic of the rodent community in the Oak forest.

**Key words:** Dongling Mountain; *Quercus liaotungensis*; Rodents; Community composition; *Apodemus peninsulae*

小龙门林场位于北京东灵山地区,动植物资源丰富,该地区动物区系是典型的华北动物区系成分,生态地理类群属温带森林-森林草原动物群<sup>[1-5]</sup>。以往对该地区啮齿动物的研究主要集中在调查种群结构,调查生境多为草丛、针叶林、混交林和住所附近<sup>[2-5]</sup>。王巍在与本研究相似生境调查辽东栎种子丢失动态时,采用铁捕法对辽东栎林啮齿动物群落进行了简单调查,并捕获朝鲜姬鼠(*Apodemus peninsulae*)、社鼠(*Niviventer confucianus*)和花鼠(*Eotamias sibiricus*)<sup>①</sup>。本研究试图通过系统调查,对辽东栎林啮齿动物群落结构及年间动态,群落多样性进行较深入研究。有人认为啮齿动物对栎林更新具有重要影响<sup>[6-10]</sup>,在该地区曾广泛分布的壳斗科植物辽东栎(*Quercus liaotungensis*)已退化成斑块状林型,且自然更新率低<sup>[11]</sup>。辽东栎林退化的具体机制还不清楚<sup>[7]</sup>,本研究调查了辽东栎林中啮齿动物群落组成、群落演替规律以及啮齿类多样性,为有效控制该地区栎林啮齿动物种群数量提供参考。

## 1 研究地点与方法

**1.1 研究地点** 本实验在北京东灵山小龙门林场(海拔1 100~1 300 m, 115°26' E, 40°00' N)进行。该地区属太行山脉小五台山余脉,为暖温带大陆性季风气候,年平均气温5~11℃。年降水量为500~650 mm,74%的降水集中在6、7、8三个月,植被最为丰茂<sup>[12]</sup>。在辽东栎林,选取两块样地:样地1朝西(80 m×100 m),样地2朝东(140 m×70 m),坡度分别为29°和33°。

样地内植被以辽东栎为主,另有少量大叶白蜡(*Fraxinus rhynchophylla*)、五角枫(*Acer mono*)和棘皮桦(*Betula dahurica*);灌木主要有土庄绣线菊(*Spiraea pubescens*)、六道木(*Abelia*

*biflora*)和照山白(*Rhododendron micranthum*);草本植物种类丰富。

**1.2 研究方法** 在东灵山小龙门林场辽东栎林分别于1999年5月中、6~8月的月初和月中(7次),2000年6~8月初(3次),2001年7~8月初(2次)进行了啮齿动物调查;基本集中在夏季进行群落调查,避免年间差异和季节变化影响调查结果。三年均采用标记重捕法(剪趾法)<sup>[13]</sup>,且尽量减少人为因素对样地内啮齿动物的干扰,最大程度保持种群免受人为影响,保证调查的准确性。数据分析时,除重捕率外,凡重捕个体仅统计首次。鼠笼铁质,规格为27 cm×10 cm×10 cm,网格0.6 cm×0.6 cm,布笼间距10 m×10 m,在样地中布笼。每次调查时间持续3 d,以花生米为饵。清晨查笼,直接在野外记录捕获的啮齿动物种类和性别并称重。啮齿动物种类鉴定参照《北京脊椎动物检索表》<sup>[14]</sup>和《中国啮齿类》<sup>[15]</sup>。朝鲜姬鼠典型特征是尾长多短于体长;社鼠大多尾长不及体长,腹部硫磺色或浅黄色。啮齿动物订名参考《北京兽类志》<sup>[16]</sup>。

**1.3 统计与分析方法** 物种丰富度: $S$  = 群落的物种数;优势度指数(Berger-Parker 优势度指数测定法): $I = n_i/N$  ( $n_i$  是物种  $i$  的个体数量,  $N$  是全部物种的总个体数量),当优势度指数  $I \geq 0.1$  时,定为优势种;生态优势度指数: $C' = \sum (n_i/N)^2$ ;多样性指数  $H' = - \sum P_i \ln P_i$ ,其中  $P_i = n_i/N$ ;均匀度指数: $J = H'/\ln S$ ,  $S$  为群落的物种数。性比(♀/♂)和捕获率采用  $\chi^2$  检验,生态优势度指数和朝鲜姬鼠重捕率<sup>[17]</sup>采用非参数  $t$ -检验比较差异显著性。两样地间群落

① 王巍. 辽东栎天然更新. 中国科学院植物研究所博士论文, 2000.

结构、优势鼠种、物种多样性指数和均匀度指数无差异,则可合并统计两样地总的优势度指数和雌雄性比<sup>[18]</sup>。

## 2 结果

**2.1 群落组成** 辽东栎林啮齿动物群落由4种啮齿动物组成,捕获率逐年上升(表1)。三年总计捕鼠268只,平均捕获率为9%,雌雄性比为0.84,雌多于雄,但差异不显著( $\chi^2 = 1.97, df = 1,$

$P > 0.05$ )。群落包括鼠科(Muridae)姬鼠属(*Apodemus*)朝鲜姬鼠(*A. peninsulae*);鼠科白腹鼠属(*Niviventer*)社鼠(*N. confucianus*);仓鼠科(Cricetidae)鼯鼠属(*Clethrionomys*)棕背鼯鼠(*C. rufocanus*);松鼠科(Sciuridae)花鼠属(*Eotamias*)花鼠(*E. sibiricus*)。另外,在样地内曾见到岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)活动。样地1和样地2啮齿动物三年总捕获率分别为8%和10%,二者无显著差异( $\chi^2 = 0.003, df = 1, P > 0.05$ )。

表1 东灵山辽东栎林啮齿动物群落结构

样地	年份	笼日数	朝鲜姬鼠	社鼠	棕背鼯	花鼠	合计(只)	捕获率(%)
			<i>A. peninsulae</i>	<i>N. confucianus</i>	<i>C. rufocanus</i>	<i>E. sibiricus</i>		
1	1999	1 008	52	1	1		54	5
	2000	432	25	1	1	1	28	6
	2001	170	44	2	2	1	49	29
2	1999	756	40	8	1		49	6
	2000	324	16	5	1		22	7
	2001	246	53	6	2	5	66	27
总计(只)		2 936	230	23	8	7	268	9
组成(%)			85.8	8.6	3.0	2.6		

**2.2 群落动态** 三年中两样地物种多样性指数和均匀度指数呈现“低-高-低”变化趋势,但样地间显著性都为( $t = 0.165, P > 0.05$ ),即差异不显著;生态优势度指数呈“高-低-高”变化趋势,两样地间差异也不显著( $t = 0.064, P > 0.05$ )(表2)。

表2 东灵山辽东栎林啮齿动物群落物种多样性、均匀度和生态优势度指数

样地	年份	物种丰富度(S)	物种多样性(H')	均匀度(J)	生态优势度(C')
1	1999	3	0.27	0.168	0.928
	2000	4	0.66	0.33	0.801
	2001	4	0.44	0.32	0.81
2	1999	3	0.78	0.492	0.693
	2000	4	1.02	0.645	0.583
	2001	4	0.70	0.50	0.66

**2.3 优势鼠种及性比** 1999~2001年两样地内各啮齿类总的优势度指数与性比及种群内雌雄比见表3,三年中朝鲜姬鼠优势度指数均大于0.1,朝鲜姬鼠为优势鼠种。社鼠2000年的优势指数大于0.1,但种群数量远少于朝鲜姬鼠。朝鲜姬鼠雌雄比为0.81(103:127),性比无

显著差异( $\chi^2 = 3.21, df = 1, P > 0.05$ )。标记朝鲜姬鼠重捕率无性别差异( $t = 0.913, P > 0.05$ )。

表3 优势度指数(I)及性比(♀/♂)

种类	优势度指数			性比
	1999	2000	2001	
朝鲜姬鼠 <i>A. peninsulae</i>	0.893	0.820	0.843	0.81 (103:127)
社鼠 <i>N. confucianus</i>	0.087	0.120	0.070	0.28 (5:18)
棕背鼯鼠 <i>C. rufocanus</i>	0.019	0.040	0.035	0.33 (2:6)
花鼠 <i>E. sibiricus</i>	0	0.020	0.052	0.40 (2:5)

## 3 讨论

东灵山区辽东栎林中啮齿动物群落包括朝鲜姬鼠、社鼠、棕背鼯鼠和花鼠,朝鲜姬鼠为优势种。张洁等<sup>[2]</sup>研究发现优势种为社鼠(占群落27.2%),朝鲜姬鼠次之(占群落23.4%),与本研究结果有些差异。作者认为张洁等<sup>[2]</sup>调查时间是1982~1985年,而且调查集中在该地区海拔1 100~1 300 m的区域,这应是造成与本研究调查结果不同的主要原因。孟智斌等<sup>[3]</sup>、房继明等<sup>[4]</sup>和宋杰等<sup>[5]</sup>的结果与本文基本一致,

他们认为朝鲜姬鼠为优势鼠种,占群落个体总数的50%左右,社鼠约占30%。马克平等<sup>[1]</sup>认为小龙门地区啮齿动物属温带森林-森林草原动物类群,但是本研究的野外实验中未发现草原型啮齿动物黑线姬鼠(*A. agrarius*)。本研究集中在辽东栎林进行,因此可以认为调查生境的不同可能是产生上述差异的重要原因。另外,在不同的年份,群落本身的演替过程也可能会引起调查结果不同<sup>[19]</sup>。在与本研究相似生境中,王巍<sup>②</sup>在去除啮齿动物的辽东栎林进行栎实丢失统计时,采用铗捕法捕获朝鲜姬鼠、社鼠和花鼠三种啮齿动物,与本研究调查结果基本一致,表明本实验笼捕法的调查结果能客观反映该地区辽东栎林中啮齿动物的群落特征。

辽东栎林中啮齿动物数量和群落结构的变化可能与辽东栎种子的年产量有很大关系。吴德林等<sup>[20]</sup>发现卡氏小鼠(*Mus caroli*)种群数量变动特征与食物丰富度关系密切。本研究显示啮齿动物的总笼捕率逐年上升,啮齿动物种群数量可能因此增加,而这种变化主要由优势鼠种朝鲜姬鼠种群数量的变化引起。朝鲜姬鼠种群数量的这种变化,主要由辽东栎种子产量年间丰欠差异所致。由于栎林中啮齿动物主要依靠储藏的坚果越冬<sup>[21,22]</sup>,辽东栎种子较大(2~3g),含淀粉丰富<sup>[23]</sup>,是啮齿动物的重要食物来源<sup>[7,8]</sup>。1998~2000年该地区辽东栎产量逐年上升<sup>②</sup>,啮齿动物有相对充足的越冬食物,从而可能引起越冬朝鲜姬鼠种群基数增加。宛新荣等<sup>[24]</sup>报道布氏田鼠(*Microtus brandti*)的种群数量变动与越冬种群基数密切相关。2000年辽东栎种子异常丰富,为啮齿类越冬提供了相对丰足的食物来源,这是导致2001年啮齿动物相对密度升高的主要原因<sup>②</sup>。戴应贵等<sup>[25]</sup>报道川西平原农田啮齿动物群落结构随农田作物的季节性变化而波动。

本文研究结果显示辽东栎林啮齿动物多样性指数呈现“低-高-低”的变化趋势。宋杰等<sup>[5]</sup>发现夏季小龙门地区啮齿动物多样性指数大致呈现4~5年的周期性波动,但是宋杰等调查样地包括农田、居民区和草丛等稳定性较差的环

境,而环境的稳定性对啮齿动物群落结构和生物多样性指数具有明显影响<sup>[26]</sup>。在三年中辽东栎林啮齿动物生态优势度指数呈现“高-低-高”的变化趋势,但起伏不大,说明该生境中优势鼠种朝鲜姬鼠的优势地位基本稳定。生态优势度指数反映了各物种种群数量的变化情况,生态优势度指数越大,说明群落内物种数量分布越不均匀,优势种的地位越突出<sup>[27]</sup>。

调查表明朝鲜姬鼠为优势种,而且优势度年间波动很小,因此可以认为朝鲜姬鼠是影响栎林种子库的重要因素。樊后保等<sup>[6]</sup>发现小型动物对蒙古栎种群天然更新具有重要影响,并且鼠类动物的种群数量,特别是优势鼠种花鼠,强烈地制约着蒙古栎种群的有性更新。Silva等<sup>[28]</sup>发现巴西东北部优势啮齿类动物顶冠刺豚鼠(*Dasyprocta prymnolopha*)和灼松鼠(*Sciurus aestuans*)严重影响大西洋矮棕榈(*Bactris acanthocarpa*)的更新。因此,建议在抚育辽东栎林的过程中,除采取人工适当深播辽东栎种子、减少鼠类对种子破坏的措施外<sup>[9,29]</sup>,还应该适当控制啮齿动物优势种群的数量<sup>[26,30]</sup>。

**致谢** 中国科学院动物研究所张知彬研究员、中国科学院植物研究所马克平研究员对本研究提出宝贵意见,本校生命科学学院2000级硕士研究生宋志敏同学参加了部分野外调查工作,中国科学院植物研究所及其小龙门生态实验站的同志们在工作 and 生活上提供了很大帮助,中国医学科学院基础研究所郭晨莹女士在数据分析中给予大力支持,在此一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] 马克平,刘灿然,张知彬等. 东灵山暖温带落叶阔叶林生态系统多样性. 见:马克平主编,中国重点地区与类型生态系统多样性. 杭州:浙江科学技术出版社,1999. 54~108.
- [2] 张洁,康景贵,赵欣如等. 京津地区动物区系及变化. 北京:海洋出版社,1990. 91~130.
- [3] 孟智斌,张知彬. 北京山区的鸟兽及其生境和啮齿类动

② 马杰. 啮齿类与辽东栎种子库的关系. 北京师范大学生命科学院硕士论文. 2001

- 物群落的特征. 见: 陈灵芝, 黄建辉主编. 暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京: 科学出版社, 1997. 76 ~ 87.
- [4] 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. 北京师范大学学报(自然科学版), 1995, 31(1): 63 ~ 64.
- [5] 宋杰, 毕中霖, 张正旺等. 北京小龙门林场夏季啮齿类的群落结构及其年变化. 北京师范大学学报(自然科学版), 2001, 37(2): 255 ~ 259.
- [6] 樊后保, 臧润国, 李德志. 蒙古栎种群天然更新的研究. 生态学杂志, 1996, 15(3): 15 ~ 20.
- [7] 王巍, 马克平. 岩松鼠和松鸡对辽东栎坚果的捕食和传播. 植物学报, 1999, 41(10): 1142 ~ 1144.
- [8] 王巍, 马克平, 高贤明. 东灵山地区脊椎动物对辽东栎坚果捕食的时空格局. 植物学报, 2000, 42(3): 289 ~ 293.
- [9] 张知彬. 埋藏和环境因子对辽东栎 (*Quercus liaotungensis* Koidz) 种子更新的影响. 生态学报, 2001, 21(3): 374 ~ 384.
- [10] Guariguata M R, Sáenz G P. Post-logging acorn production and oak regeneration in a tropical montane forest, Costa Rica. *Forest Eco Management*, 2002, 167: 285 ~ 293.
- [11] 陈灵芝. 东灵山地区暖温带落叶阔叶林的重要性. 见: 陈灵芝, 黄建辉主编. 暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京: 科学出版社, 1997. 1 ~ 9.
- [12] 茅世森, 宋凤山. 小龙门地区气候特征. 见: 陈灵芝, 黄建辉主编. 暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京: 科学出版社, 1997. 28 ~ 37.
- [13] 胡振浙. 野鼠标志流放的实验方法与经验. 动物学杂志, 1959, 3(9): 429 ~ 432.
- [14] 高武, 陈卫, 傅必谦等. 北京脊椎动物检索表. 北京: 北京出版社, 1994. 275 ~ 341.
- [15] 黄文儿, 陈延熹, 温业新. 中国啮齿类. 上海: 复旦大学出版社, 1995.
- [16] 陈卫, 高武, 傅必谦. 北京兽类志. 北京: 北京出版社, 2002. 214 ~ 249.
- [17] Lewellen H R, Vessey H S. Estimating densities of *Peromyscus leucopus* using live-trap and nest-box censuses. *J Mammal*, 1999, 80(2): 400 ~ 409.
- [18] 张洁. 北京地区大仓鼠种群繁殖生态研究. 兽类学报, 1987, 7(3): 224 ~ 23.
- [19] 李仲来, 刘天池. 锡林郭勒草原布氏田鼠数量的周期性和啮齿动物群落演替. 动物学研究, 1999, 20(4): 284 ~ 287.
- [20] 吴德林, 奉勇. 卡氏小鼠种群数量变动特征及其与环境因子的关系. 兽类学报, 1995, 15(1): 60 ~ 64.
- [21] Janzen D H. Seed predation by animals. *Annual Rev Eco and System*, 1971, 2: 465 ~ 492.
- [22] Smith C C, Reichman O J. The evolution of food catching by birds and mammals. *Annual Rev Eco and System*, 1984, 15: 329 ~ 351.
- [23] 孙书存, 陈灵芝. 东灵山地区辽东栎种子库统计. 植物生态学报, 2000, 42(3): 215 ~ 221.
- [24] 宛新荣, 王梦军, 王广和等. 布氏田鼠标志种群的繁殖参数. 兽类学报, 2002, 22(2): 116 ~ 122.
- [25] 戴应贵, 杨跃敏, 曾宗泳等. 川西平原农田啮齿动物群落动态: 年间变化和季节变动. 兽类学报, 2000, 21(1): 23 ~ 34.
- [26] Waters J R, Zabel C J. Abundances of small mammals in fir forests in Northeastern California. *J Mammal*, 1998, 79(4): 1244 ~ 1253.
- [27] 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. 动物学杂志, 2002, 37(2): 63 ~ 66.
- [28] Silva M G, Tabarelli M. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica*, 2001, 22: 259 ~ 268.
- [29] Zhang Z B, Wang F S. Effect of burial on acorn survival and seedling recruitment of Liaotung oak (*Quercus liaotungensis*) under rodent predation. *Acta Theriologica Sinica*, 2001, 21(1): 35 ~ 42.
- [30] Nolte D L, Barnett J. A repellent to reduce mouse damage to longleaf pine seed. *Inter Biodeterioration & Biodegradation*, 2000, 45: 169 ~ 174.