

不同干扰荒漠生境中子午沙鼠的繁殖 及种群动态特征

杨素文 袁帅 付和平 包达尔罕 满都呼
叶丽娜 岳闯 武晓东*

内蒙古农业大学草原与资源环境学院, 草业与草地资源教育部重点实验室 呼和浩特 010011

摘要: 子午沙鼠 (*Meriones meridianus*) 广泛分布于我国西北部地区, 是荒漠啮齿动物群落的优势鼠种。种群繁殖特征是动物生活史参数中的一个重要组成部分, 是种群数量补充的重要来源, 而干扰是影响繁殖特征的重要因素。本研究于 2012 ~ 2014 年, 在位于蒙古阿拉善左旗南部典型荒漠的野外实验区, 设置禁牧、开垦、过牧、轮牧 4 种不同干扰样地, 使用铗日法对实验样地子午沙鼠相对数量及繁殖特征进行调查。4 种不同干扰生境中的子午沙鼠种群数量具有显著差异, 禁牧 < 过牧 < 轮牧 < 开垦; 雌雄性比在轮牧生境中最高, 开垦生境次之, 禁牧生境最低; 4 种干扰生境中, 轮牧样地子午沙鼠雌鼠怀孕率显著高于禁牧、过牧和开垦样地; 雄鼠的睾丸下降率在过牧干扰样地显著高于其他 3 种干扰方式样地, 轮牧样地雄鼠睾丸下降率最低; 雌鼠平均胎仔数在 4 种干扰生境间无显著性差异; 轮牧干扰样地繁殖指数显著高于其他 3 种干扰方式样地; 繁殖指数、怀孕率及睾丸下降率对密度的反馈作用最为明显, 但在不同的干扰生境中其反馈特征有差异。综上, 子午沙鼠在轮牧生境中各繁殖特征指数最高, 繁殖能力最强, 种群密度相对较高, 更适合其生存, 其密度制约效应表现最为明显。

关键词: 子午沙鼠; 繁殖特征; 种群调节; 荒漠; 密度调节

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2017) 05-745-09

The Population Density and Breeding Characteristic of Mid-day Jerbil (*Meriones meridianus*) in the Desert Habitats with Different Disturbance

YANG Su-Wen YUAN Shuai FU He-Ping BAO Darhan Manduhu
Yelina YUE Chuang WU Xiao-Dong*

College of Grassland and Resources Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Key Laboratory of Prataculture and Grassland
Resources, Ministry of Education, Hohhot 010011, China

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31602003, 31260580, 31160096);

* 通讯作者, E-mail: wuxiaodong_hgb@163.com;

第一作者介绍 杨素文, 男, 硕士研究生; 研究方向: 草地保护与环境; E-mail: yangsuwen2014@126.com.

收稿日期: 2017-01-13, 修回日期: 2017-03-26 DOI: 10.13859/j.cjz.201705003

Abstract: The Mid-day Jerbil (*Meriones meridianus*) distributes in the northwest of China widely and is the dominant species in the desert rodent community. Its breeding characteristic is an important life history parameter which will produce great influence on population abundance. We conducted a 3 years field study to investigate the population dynamic and breeding characteristics of Mid-day Jerbil in the south of Alxa using trap day method in four different areas with different grazing loads. We got the results as following: the meaning of the sex ratio was 1.09 ± 0.12 , testicular descent rate was 0.74 ± 0.01 , pregnancy rate was 0.21 ± 0.05 , the number of foetus were 4.20 ± 0.32 , breeding characteristics was 0.90 ± 0.22 in three years for the Mid-day Jerbil in the whole study area. The population density of Mid-day Jerbil was significant difference in four areas with different grazing load (grazing free < heavy grazing < rotational grazing < farmland) (Fig. 1); the highest sex ratio Appears in rotational grazing area, the next higher was recorded in farmland. The sex ratio collected in grazing free area was with minimum value (Fig. 2). The pregnancy rate in rotation grazing areas was significantly higher than those three other area, while the testicular descent ratio was significantly higher in heavy grazing load area than that in the other three areas and the lowest value occurred in the rotational grazing area (Fig. 3). No any difference was found between the mean embryo number of Mid-day Jerbil collected in the whole study areas with different grazing load (Fig. 4). The value of breeding index was the highest in rotational grazing areas of the four areas with different grazing loading (Fig. 5). The breeding characteristic, pregnancy rate and testicular descent ratio showed an obvious feedback for the population density but the feedback degree was difference in each area with different grazing load (Table 1). In conclusion, the Mid-day Jerbil's showed a highest breeding potentials in rotational grazing area where was with the obvious density feedback and most suitability for the Mid-day Jerbil survival.

Key words: Mid-day Jerbil, *Meriones meridianus*; Breeding characteristics; Population regulation; Desert; Density regulation

种群繁殖特征是动物生活史参数中的一个重要组成部分,是种群数量补充的重要来源(韩群花等 2013)。一般来说,引发种群数量爆发的重要因素之一就是繁殖特征的变化,了解鼠类繁殖特征是进一步研究鼠类数量动态的关键(张美文等 2009)。对啮齿动物繁殖产生影响的因素有很多,其中主要包括种群密度、环境因子、种间关系和人为干扰等等密度制约与非密度制约因素(张知彬等 1991, 卢浩泉等 1996)。因此当鼠类的栖息环境受到较大的干扰时,环境因子的改变可能对其种群密度及繁殖特征参数产生影响,而密度制约在种群调节中同样有重要的作用,作为影响种群数量的一个重要的内在因素已经受到国内外学者的广泛关注(Christian 1961, 1971),它可以通过密度反馈影响到种群繁殖特征、迁入、迁出等诸多特

征,从而改变种群的数量。子午沙鼠(*Meriones meridianus*)广泛分布于我国西北部地区,是荒漠啮齿动物群落的优势鼠种,同时危害西部草原及农田,盗食播下的种子,加重荒漠化程度,是一种重要的害鼠(董维惠等 2005)。有关该种的种群数量动态(侯希贤等 2000)、分类(Fatemeh et al. 2012)繁殖特征(周延林等 1999)、食性(Shuai et al. 2011)及地理分布分子水平的研究(Wang et al. 2013),国内外已有大量的报道,并取得重要结论,但这些研究多集中在室内饲养条件(徐艺玫等 2016)、控制环境因素(宋恺等 1984)下的繁殖特征或者某一生境下其繁殖特点的观测(赵肯堂 1985, 周延林等 1999, 鄂晋等 2009),关于不同干扰生境中该种的繁殖特征变化及种群相对密度对繁殖特征的调节作用的分析很少见报道。

本文通过对阿拉善荒漠不同干扰生境中子午沙鼠种群相对密度和繁殖特征进行分析,旨在得出子午沙鼠繁殖特征及相对密度在不同干扰生境中变动以及密度对繁殖调节的特征。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于内蒙古阿拉善左旗南部典型荒漠(37°24'~38°25'N, 104°10'~105°30'E, 海拔1399 m左右),地处腾格里沙漠东缘。气候为典型大陆性气候,降水量为75~215 mm,主要集中在7~9月。土壤类型为灰漠土和灰棕土,植被以旱生、超旱生和盐生的灌木、半灌木、小灌木为主。以藜科、蒺藜科和菊科物种建群。植被盖度为1%~25%。草地类型为温性荒漠类的砂质荒漠亚类。在此自然植被条件下,依据该地区草场的不同利用方式,分别选择禁牧区、轮牧区、过牧区和开垦区4种不同干扰条件的生境作为取样样区。

禁牧区,面积为206.6 hm²,此样区已禁牧10年以上,植被以红砂(*Reaumures soongorica*)、珍珠猪毛菜(*Salsola passerina*)建群,其次为翼果霸王(*Zygophyllum pterocarpum*)、驼绒藜(*Ceratoides latens*)、短脚锦鸡儿(*Caragana brachpoda*)等小灌木,草本以白草(*Pennisetum flaecidum*)为优势,其次为糙隐子草(*Cleistogenes squarosa*),伴生有雾冰藜(*Bassia dasyphylla*)等植物,植被盖度39.5%。土壤为沙壤,水分含量4.40%~8.22%。

轮牧区,面积为173.3 hm²,该样区的草地以围栏的方式划分4个小区进行轮牧,各小区的放牧间隔期为1个月。植被以翼果霸王建群,其次为红砂、刺叶柄棘豆(*Oxytropis aciphylla*)等多年生小灌木,伴生有骆驼蓬(*Peqanum nigellastrum*)、雾冰藜等一年生植物,植被盖度24.5%。土壤为沙壤,水分含量2.46%~9.32%。

过牧区,面积为146.6 hm²,此样区进行全年连续放牧,沙化明显,为过度放牧利用区。植被以白刺(*Nitraria ssp.*)、翼果霸王建群,伴

生有红砂、刺叶柄棘豆、糙隐子草等多年生植物和绵蓬(*Suaeda glauca*)、条叶车前(*Plantago lessingii*)等一年生植物,植被盖度8.5%。土壤表面严重沙化,水分含量4.66%~12.46%。

开垦区,面积为180 hm²,该样区于1994年开始进行开垦种植,之后一直处于补种、补苗状态,主要补种梭梭(*Haloxylon ammodendrom*),植被主要以人工种植的梭梭、沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)等半灌木、小灌木和多年生牧草花棒(*Hedysarum scoparium*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)等为主,伴生有雾冰藜等一年生杂类草,植被盖度可达65%。土壤为沙壤,水分含量2.77%~10.58%。

上述样区位于农牧交错带,距离居民区较远,人为干扰造成其密度差异的可能性很小。样区之间距离较远,样区之间存在明显的隔断和廊道。

1.2 研究方法

2012~2014年每年4月、7月、10月份在上述4种不同干扰条件的生境中采用铗日法进行啮齿动物调查,在每个不同的生境内随机设置3个样方,每个样方面积为10 hm²,布放500铗,铗距为5 m,行距为50 m,每行100铗。鼠铗为铁制标准中号板铗。以生花生米作诱饵,记录捕获个体的种名、性别、繁殖状况,全部进行体尺测量及称重,并解剖观测胃容物及睾丸、子宫状态。

1.3 数据处理

本文分别统计2012~2014年4月、7月和10月子午沙鼠的种群数量及其繁殖特征,用百铗捕获率表示子午沙鼠种群相对密度。

$$\textcircled{1} \text{ 捕获率 } V_{\text{NCR}}, V_{\text{NCR}} = \frac{n}{m \cdot h} \times 100\%,$$

式中, n 为捕获鼠数, m 为鼠夹数, h 为捕鼠昼夜数。

$$\textcircled{2} \text{ 雌雄性比 } V_{\text{SR}}, V_{\text{SR}} = \frac{F}{M}, \text{ 式中, } F \text{ 为}$$

雌雄鼠数量, M 为雄性鼠数量。

③ 睾丸下降率 V_{TDR} , $V_{TDR} = \frac{T}{M}$, 式中,

T 为睾丸下降的雄性鼠数量, M 为总的雄性鼠数量。

④ 怀孕率 V_{PR} , $V_{PR} = \frac{P}{F}$, 式中, P 为怀孕雌性鼠数量, F 为雌性鼠总数。

⑤ 繁殖指数 V_{PI} , $V_{PI} = \frac{P \cdot E}{n}$ 式中, P 为孕鼠数, E 为孕鼠平均胎仔数, n 为总捕获鼠数。

⑥ 平均胎仔数 V_{NF} , $V_{NF} = \frac{N}{P}$ 式中, N 为总的胎仔数量, P 为怀孕雌性鼠数量。

运用统计软件 SPSS19.0 的混合线性模型对不同生境中子午沙鼠的种群数量及繁殖指数进行方差分析,剔除不同时间对其结果的干扰,显著水平均为 0.05。分别统计不同样地间 9 次野外取样子午沙鼠年平均密度及繁殖特征参数,应用 Spearman 相关系数进行相关性分析。对不符合正态分布的数据取对数正态化处理后进行方差及相关性分析。

2 结果与分析

2012 ~ 2014 年, 3 年共布放板铗 39 600 铗日, 捕获子午沙鼠 1 184 只, 捕获率为 2.98%, 其中雌鼠 617 只, 占总数的 52%, 雄鼠 567 只, 占 48%。总体雌雄性比为 1.09 ± 0.12 , 雄性睾丸下降率为 0.74 ± 0.01 , 雄性睾丸下降率都处于较高的水平, 仅有个别月份较低。雌鼠平均胎仔数为 (4.2 ± 0.3) 只, 胎仔数最高可达 11 只, 最少为 2 只, 主要集中于 4 ~ 6 只范围内, 3 年中, 子午沙鼠的平均繁殖指数为 0.90 ± 0.22 。

2.1 种群数量

4 种不同干扰生境中, 子午沙鼠在 3 年中的捕获情况总体呈 2013 > 2012 > 2014, 年内 3 个不同月份间其数量存在明显的波动, 总体为 7 月 > 4 月和 10 月, 开垦样地的种群数量波动最小, 而其他 3 种生境中子午沙鼠相对数量波动剧烈 (图 1)。4 种不同干扰生境中的子午沙鼠种群数量具有显著差异, 其相对密度依次表现为禁牧 (1.91 ± 0.06) < 过牧 (2.16 ± 0.06) < 轮牧 (2.94 ± 0.04) < 开垦 (3.09 ± 0.10)。

2.2 雌雄性比

3 年中, 子午沙鼠雌雄性比在不同生境中

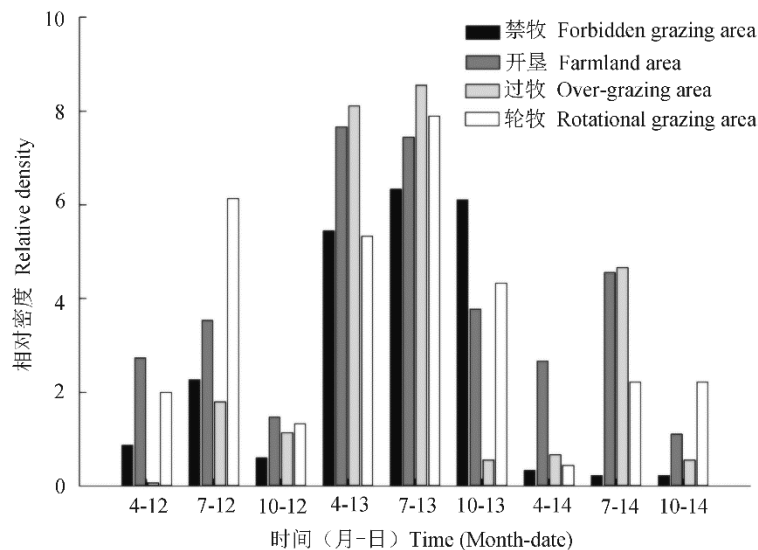


图 1 不同干扰生境中子午沙鼠 3 年中种群密度动态及不同生境中相对密度的变化

Fig. 1 Population relative density of Mid-day Jerbil in 3 years at 4 areas with different grazing loads

存在明显差异 ($F = 4.16, P < 0.05$)。这种差异主要是由于子午沙鼠在轮牧区中的雌雄性比 (1.11 ± 0.19) 显著大于禁牧 (0.66 ± 0.23) 及过牧 (0.65 ± 0.13) 造成的; 而开垦样地与过牧样地以及禁牧样地之间的雌雄性比差异并不显著 (图 2)。

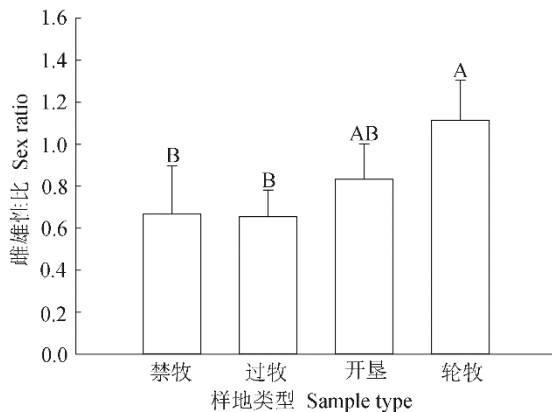


图 2 不同干扰生境中子午沙鼠雌雄性比

Fig. 2 Sexy ratio of Mid-day Jerbil in the study area with different grazing load

图中, 不同字母代表有显著差异。

It represent significance variation by different letter in figure.

禁牧. Forbidden grazing area; 过牧. Over-grazing area; 开垦. Farmland area; 轮牧. Rotational grazing area.

2.3 怀孕率

2012 ~ 2014 年, 3 年中所捕获的雌性子午沙鼠共 617 只, 其中怀孕雌性子午沙鼠 132 只, 占比为 21.39%。轮牧样地子午沙鼠怀孕率 (0.39 ± 0.037) 显著高于禁牧样地 (0.20 ± 0.1049)、过牧样地 (0.19 ± 0.08) 以及开垦样地 (0.15 ± 0.02) ($F = 7.24, P < 0.05$); 而禁牧、过牧和开垦区样地子午沙鼠怀孕率差异不显著。

2.4 睾丸下降率

2012 ~ 2014 年 3 年中共捕获雄性子午沙鼠 567 只, 其中睾丸处于下降状态的有 420 只, 在 4 种干扰生境中, 子午沙鼠的睾丸下降率一直保持着较高的水平, 集中在 0.60 ~ 0.85 之间, 总体为 0.74 ± 0.01 。其中, 在过牧生境中子午沙鼠睾丸下降率 (0.83 ± 0.05) 极显著高于其他

3 种生境 ($F = 17.38, P < 0.01$); 禁牧与开垦及轮牧生境中子午沙鼠睾丸下降率无显著差异 (图 3)。

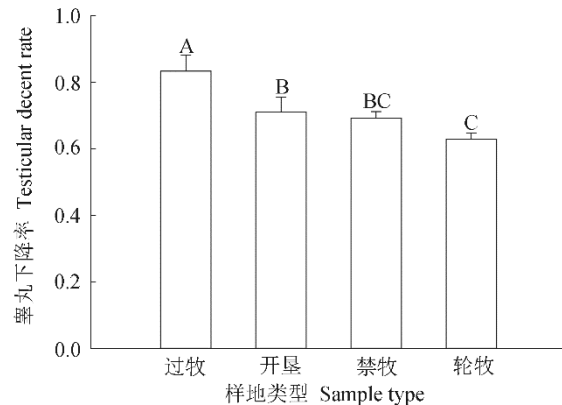


图 3 不同生境中子午沙鼠睾丸下降率

Fig. 3 Testicular descent rate of Mid-day Jerbil in the study area with different habitats grazing load

图中, 不同字母代表有显著差异。

It represent significance variation by different letter in figure.

过牧. Over-grazing area; 开垦. Farmland area; 禁牧. Forbidden grazing area; 轮牧. Rotational grazing area.

2.5 胎仔数

3 年中共捕获怀孕子雌性午沙鼠 121 只, 解剖观察发现, 共 520 只子午沙鼠胚胎, 总体平均胎仔数为 (4.2 ± 0.3) 只。其中, 4 种不同干扰生境中的子午沙鼠胎仔数之间没有差异 ($F = 1.47, P > 0.05$) (图 4)。

2.6 繁殖指数

3 年中, 总体繁殖指数为 0.90 ± 0.22 。其中, 轮牧区子午沙鼠繁殖指数显著高于其他 3 种干扰生境; 禁牧干扰生境中的繁殖指数显著高于过牧与开垦 ($F = 28.88, P < 0.05$); 而开垦与过牧之间没有差异 (图 5)。

2.7 不同干扰下子午沙鼠种群数量与繁殖特征的相关性分析

Spearman 相关性分析结果表明 (表 1), 2012 ~ 2014 年 3 年在禁牧生境中, 子午沙鼠种群相对密度与怀孕率 ($R = 0.895, P < 0.05$)、繁殖指数 ($R = 0.925, P < 0.01$) 均呈显著正相

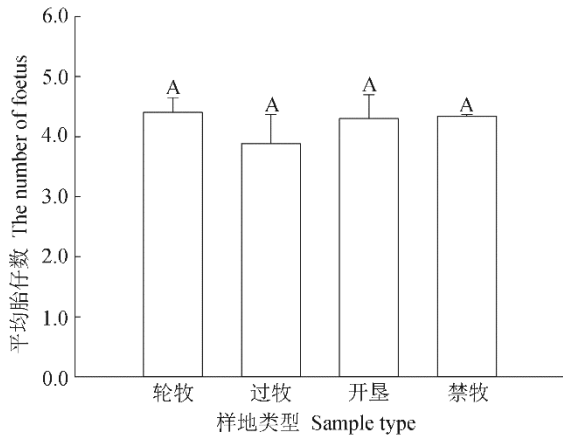


图 4 不同干扰生境中子午沙鼠平均胎仔数

Fig. 4 The number of embryo of Mid-day Jerbil in the study area with different habitats grazing load

图中, 不同字母代表有显著差异。

It represent significance variation by different letter in figure.

轮牧. Rotational grazing area; 过牧. Over-grazing area; 开垦. Farmland area; 禁牧. Forbidden grazing area.

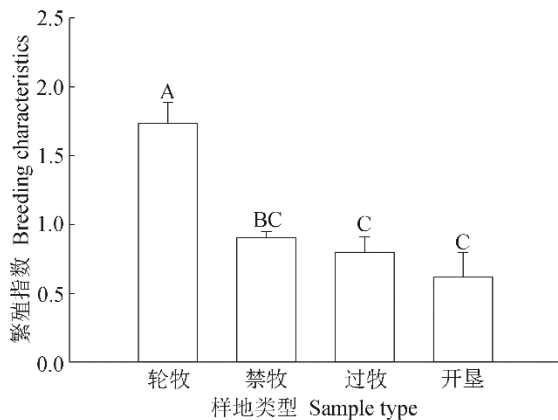


图 5 不同干扰生境中子午沙鼠繁殖指数

Fig. 5 The breeding index of Mid-day Jerbil in the study area with different habitats grazing load

图中, 不同字母代表有显著差异。

It represent significance variation by different letter in figure.

轮牧. Rotational grazing area; 禁牧. Forbidden grazing area; 过牧. Over-grazing area; 开垦. Farmland area.

关, 繁殖指数与怀孕率呈极显著正相关 ($R = 0.997, P < 0.01$); 在轮牧干扰生境中, 子午沙鼠的捕获率与其怀孕率 ($R = -0.454, P < 0.05$)、繁殖指数 ($R = -0.479, P < 0.05$) 均呈显著负

相关, 怀孕率与繁殖指数之间呈极显著正相关 ($R = 0.971, P < 0.01$); 在过牧干扰生境中, 子午沙鼠捕获率与睾丸下降率呈显著正相关 ($R = 0.663, P < 0.05$), 与繁殖指数呈显著负相关 ($R = -0.718, P < 0.05$); 开垦干扰生境中, 子午沙鼠捕获率与睾丸下降率、怀孕率、雌雄性比、繁殖指数均不相关, 仅与平均胎仔数呈显著正相关 ($R = 0.450, P < 0.05$)。

3 讨论

报道显示, 在四子王旗北部荒漠草原与宁夏灵武县子午沙鼠的雌雄性比为 1:1 (赵肯堂 1985) 和 1.06:1 (李枝林等 1988), 而周延林等 (1999) 在达拉特旗境内子午沙鼠的雌雄性比为 1.44:1, 两者有较大的差异, 同样, 本研究通过对阿拉善左旗南部典型荒漠生境中子午沙鼠 3 年的雌雄性比数据分析发现, 在整个实验区子午沙鼠雌雄性比为 1.09:1, 在 4 种不同的干扰生境中雌雄比存在着差异, 这种差异可能由多种因素决定, 如长期对于环境的进化适应 (张知彬等 1991)、取样时间的差异、种群密度、群落所处的发展阶段 (杨荷芳等 1984, 鄂晋等 2009)、天敌的存在 (Beacham 1979, William et al. 1987) 等等。

雌性繁殖特征参数对啮齿动物种群的影响主要表现在怀孕率、胎仔数、年产仔胎数 (指雌性子午沙鼠全年怀孕产仔次数) 等 (张洁等 1979), 本研究通过对 3 年怀孕率的分析发现, 子午沙鼠平均怀孕率在不同干扰下存在差异。这与已有的对于啮齿动物的研究相似, 啮齿动物对于环境的变化敏感, 其怀孕率会在不同的年份、季节、环境有较大的变化 (黄秀清等 1994, 潘世昌等 2007, 刘伟等 2013, 查木哈等 2014), 这也是其对生境的一种适应性响应。Petrušewicz 等 (1975) 通过对几种啮齿动物胎仔数的比较认为, 胎仔数作为一项重要的生理参数, 主要由其种的特性所决定, 尽管它会随着年龄、生境条件、季节等有所变化, 但影响甚微, 而地理差异对胎仔数的影响较大 (张知

表 1 不同干扰下子午沙鼠相对密度与繁殖特征的相关关系

Table 1 The correlativity between relative density with production characteristic of Mid-day Jerbil in areas with different grazing load

干扰方式 Disturbed mode	指标 Index	相对密度 Relative density	雌雄性比 Sexy ratio	睾丸下降率 Testicular descent rate	怀孕率 Pregnant rate (%)	平均胎仔数 Number of foetus	繁殖指数 Reproduction index
禁牧 Forbidden grazing	相对密度 Relative density	1					
	雌雄性比 Sexy ratio	0.450	1				
	睾丸下降率 Testicular descent rate	0.246	0.155	1			
	怀孕率 Pregnant rate (%)	0.895*	- 0.878	- 0.178	1		
	平均胎仔数 Number of foetus	- 0.403	0.689	- 0.038	- 0.870	1	
	繁殖指数 Reproduction index	0.925**	0.449	0.017	0.997**	- 0.846	1
轮牧 Rotational grazing	相对密度 Relative density	1					
	雌雄性比 Sexy ratio	0.283	1				
	睾丸下降率 Testicular descent rate	0.051	- 0.308	1			
	怀孕率 Pregnant rate (%)	- 0.454*	- 0.066	- 0.026	1		
	平均胎仔数 Number of foetus	- 0.004	0.044	0.181	- 0.103	1	
	繁殖指数 Reproduction index	- 0.479*	- 0.044	0.020	0.971**	0.202	1
过牧 Over grazing	相对密度 Relative density	1					
	雌雄性比 Sexy ratio	0.097	1				
	睾丸下降率 Testicular descent rate	0.663*	0.165	1			
	怀孕率 Pregnant rate (%)	- 0.031	0.043	0.357	1		
	平均胎仔数 Number of foetus	0.149	0.136	0.506	0.609	1	
	繁殖指数 Reproduction index	- 0.718*	0.233	- 0.603	- 0.360	- 0.283	1
开垦 Farm land	相对密度 Relative density	1					
	雌雄性比 Sexy ratio	0.262	1				
	睾丸下降率 Testicular descent rate	0.120	- 0.507*	1			
	怀孕率 Pregnant rate (%)	0.361	- 0.107	0.319	1		
	平均胎仔数 Number of foetus	0.450*	- 0.057	0.318	0.924**	1	
	繁殖指数 Reproduction index	0.367	0.092	0.309	0.998**	0.931**	1

*. 在 0.05 水平 (双侧) 上显著相关; **. 在 0.01 水平 (双侧) 上显著相关。* indicates $P < 0.05$, ** indicates $P < 0.01$.

彬等 1991)。本研究中平均胎仔数在 4 种干扰生境中没有太大变化, 平均 4.2 只。这与分别在达拉特旗 (周延林等 1999)、甘肃酒泉 (周宗汉等 1985)、内蒙古西部荒漠 (宋恺等 1984)、蒙古国境内 (赵肯堂 1985) 的调查结果相似, 但与内蒙古北部 (6.04 只, 赵肯堂 1985) 宁夏灵武县 (5.47 只, 李枝林等 1988) 的结果相差较大。

繁殖指数是一个表现生物体综合繁殖能力

的指标, 代表每个个体所具有的平均繁殖潜力 (汪志刚等 1995)。Christian (1971) 认为, 啮齿类种群数量上升时, 种群内个体间的“紧张”程度显然会增加, 从而对中枢神经系统的刺激加强, 主要影响脑下垂体和肾上腺的功能, 从而影响啮齿动物的繁殖。3 年实验总体来看, 不同干扰生境中平均繁殖指数存在显著差异, 造成这种结果的原因可能是因为过牧生境中资源的匮乏, 导致其死亡率及迁出率升高, 而且

从相关分析中可以看出其密度对繁殖指数具有负反馈调节的特点,从而降低其种群繁殖能力。当种群数量接近饱和状态时,通常对动物的繁殖能力表现出抑制作用 (Gaillard et al. 1998, Eberhardt 2002),同时动物可通过调整繁殖时间、产仔率和繁殖力来适应外界环境的变化,从而使繁殖成功率最大化 (Wang et al. 2006, Bronson 2009),但繁殖力不一定最强。子午沙鼠种群相对密度表现出了显著的差异,而其对种群繁殖特征参数的调节受到多方面的影响,在禁牧生境中,子午沙鼠数量最少,其相对密度与繁殖特征之间普遍存在正相关关系,但是在轮牧生境中其相对密度与繁殖指数之间存在显著的负相关,这可能与食物资源以及高的种群密度有关系。

致谢 野外工作得到了阿拉善盟草原工作站的大力支持,内蒙古农业大学已毕业的张晓东、张福顺、查木哈、柴享贤等以及在读研究生李燕妮、王鑫等人在野外采样期间给予大力帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- Beacham T D. 1979. Selectivity of avian predation in declining populations of the vole *Microtus townsendii*. *Canadian Journal of Zoology*, 57(9): 1767–1772.
- Bronson F H. 2009. Climate change and seasonal reproduction in mammal. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1534): 3331–3340.
- Christian J J. 1961. Phenomena associated with population density. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 47(4): 428–449.
- Christian J J. 1971. Population density and reproductive efficiency. *Biology of Reproduction*, 4(3): 248–294.
- Eberhardt L L. 2002. A paradigm for population analysis of long-lived vertebrates. *Ecology*, 83(5): 2841–2854.
- Fatemeh T Y, Dominique A, Jamshid D. 2012. Geographic pattern of cranial differentiation in the Asian Midday Jird *Meriones meridianus* (Rodentia: Muridae: Gerbillinae) and its taxonomic implications. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 50(2): 157–164.
- Gaillard J M, Festa-Bianchet M, Yoccoz N G. 1998. Population dynamics of large herbivores: variable recruitment with constant adult survival. *Trends in Ecology and Evolution*, 13(2): 58–63.
- Petrusewicz K, Hansson L. 1975. Biological production in small mammal population // Golley F B, Petrusewicz K, Ryszkowski L. *Small Mammals: Their Productivity and Population Dynamics*. London: Cambridge University Press, 153–172.
- Shuai L, Song Y L. 2011. Foraging behavior of the midday gerbil (*Meriones meridianus*): Combined effects of distance and microhabitat. *Behavioural Processes*, 86(1): 143–148.
- Wang G, Hobbs N T, Boone R B, et al. 2006. Spatial and temporal variability modify density dependence in populations of large herbivores. *Ecology*, 87(1): 95–102.
- Wang Y, Zhao L M, Fang F J, et al. 2013. Intraspecific molecular phylogeny and phylogeography of the *Meriones meridianus* (Rodentia: Cricetidae) complex in northern China reflect the processes of desertification and the Tianshan Mountains uplift. *Biological Journal of the Linnean Society*, 110(2): 362–383.
- William S L, Jenkins S H. 1987. Sex and age affect vulnerability of desert rodent to owl predation. *Journal of Mammalogy*, 68(4): 746–754.
- 查木哈, 阿力古恩, 袁帅, 等. 2014. 阿拉善荒漠区小毛足鼠种群数量与繁殖特征. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 42(4): 41–47.
- 董维惠, 侯希贤, 杨玉平. 2005. 子午沙鼠种群数量动态分析. *中国媒介生物学及控制杂志*, 16(1): 23–25.
- 鄂晋, 张福顺, 余奕东, 等. 2009. 荒漠区开垦干扰下子午沙鼠种群数量动态与繁殖特征. *内蒙古农业大学学报: 自然科学版*, 30(2): 140–144.
- 韩群花, 郭聪, 张美文. 2013. 密度制约效应对啮齿动物繁殖的影响. *生态学报*, 33(19): 5981–5989.
- 侯希贤, 董维惠, 周延林, 等. 2000. 子午沙鼠种群数量动态及预测. *生态学报*, 20(4): 711–714.
- 黄秀清, 冯志勇, 陈美梨, 等. 1994. 雌性黄毛鼠繁殖特征研究. *兽类学报*, 14(1): 73–74, 77.
- 李枝林, 秦长育, 韩建芳. 1988. 子午沙鼠生态学的初步研究. *兽类学报*, 8(1): 43–48.
- 刘伟, 宛新荣, 钟文勤, 等. 2013. 长爪沙鼠种群繁殖的季节性特征. *兽类学报*, 33(1): 35–46.
- 卢浩泉, 李玉春. 1996. 害鼠的繁殖生态 // 王祖望, 张知彬. *鼠害治理的理论与实践*. 北京: 科学出版社, 116–144.
- 潘世昌, 杨再学. 2007. 黔中地区小家鼠种群繁殖特征. *西南农业学报*, 20(1): 139–142.
- 宋恺, 刘荣堂. 1984. 子午沙鼠 (*Meriones meridianus* Pallas) 的生态研究. *兽类学报*, 4(4): 291–300.
- 汪志刚, 刘荣堂, 陈艳宇, 等. 1995. 高原鼯鼠繁殖指数探讨. *草*

- 业学报, 4(1): 61-68.
- 徐艺玫, 廖力夫, 史深, 等. 2016. 子午沙鼠的室内繁殖特征. 中国比较医学杂志, 26(2): 67-70.
- 杨荷芳, 王淑卿. 1984. 鼠类种群密度、性比对其数量的调节作用 I. 不同密度、性比对雌小白鼠繁殖的影响. 兽类学报, 4(4): 301-309.
- 张洁, 钟文勤. 1979. 布氏田鼠种群繁殖的研究. 动物学报, 25(3): 63-72.
- 张美文, 王勇, 李波. 2009. 洞庭湖不同退田还湖类型区东方田鼠和黑线姬鼠的繁殖特性. 兽类学报, 29(4): 396-405.
- 张知彬, 朱靖, 杨荷芳. 1991. 中国啮齿类繁殖参数的地理变异. 动物学报, 37(1): 36-46.
- 赵肯堂. 1985. 子午沙鼠的繁殖调查. 四川动物, 4(4): 17-19.
- 周延林, 王利民, 鲍伟东, 等. 1999. 子午沙鼠种群繁殖特征分析. 兽类学报, 19(1): 63-68.
- 周宗汉, 刘昌威, 罗远才. 1985. 河西荒漠子午沙鼠的生态学初步观察. 四川动物, 4(1): 10-13.