

捕食干扰对 *Myospalax baileyi* 种群繁殖力的影响*

魏万红 王权业 周文扬 樊乃昌

(中国科学院西北高原生物研究所 西宁 810001)

摘要 采用去除法对高原鼢鼠种群繁殖力的变化进行了研究。结果表明,在未受干扰的种群内有50%的雌性成体不参与繁殖,其平均胎仔数3.4只,种群受干扰后其成体鼠的比例下降,幼体鼠的比例相对提高,繁殖鼠的比例和平均胎仔数均相应增加,随着干扰程度的加剧,其繁殖力也明显增加。土壤硬度和杂类草生物量决定了高原鼢鼠的种群密度,而种群密度是影响繁殖力的主要因素,未受捕食干扰的种群其数量接近于环境容纳量,由于密度作用使其繁殖力较低,而在捕食干扰的种群中由于密度降低,种群内压力减少,使种群的繁殖力增加。

关键词: 高原鼢鼠, 捕食干扰, 种群繁殖力。

EFFECTS OF PREDATORY DISTURBANCE ON POPULATION REPRODUCTIVITY OF *Myospalax baileyi*

Wei Wanhong Wang Quanye Zhou Wenyang Fan Naichang

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining, 810001, China)

Abstract This paper deals with the change of population reproductivity of plateau zokor after predatory disturbance. The results showed that the nonbreeders adult females occupied 50 percent of the population in the undisturbed population and the mean number of litter size was 3.4 individuals. When the population was disturbed the number of adult decreased, but that of young increased; the number of breeders and litter size also increased, so the reproductivity obviously increased with the increasing degree of predatory disturbance. The population density which was determined by the soil firmness and forbs biomass was the main factor affecting the population reproductivity. In the undisturbed population, the density was closed to the carrying capacity and the reproductivity was low due to function of the density. But in the disturbed population, the density decreased and the intraspecific pressure became relatively lower thus causing an increase of the population reproductivity.

* 农牧业虫鼠害综合治理研究国家重点实验室基金资助项目。

工作中得到边疆晖、景增春、张道川、李树荣几位同志的大力帮助,谨此致谢。

收稿日期: 1995-11-07, 修改稿收到日期: 1996-08-13。

Key words: plateau zokor (*Myospalax baileyi*), predatory disturbance, population reproductive.

干扰试验是检验自然种群有无自我调节能力最直接有效的方法, 采用此种方法已经证明马鹿 (*Cervus elaphus*) 种群的自我调节^[1]。动物在调节过程中, 当种群密度降低时, 通过延长繁殖年龄、增加繁殖次数和每胎仔数、减少死亡率和迁出率使种群恢复到平衡态, 而在种群密度较高时, 则采用相反的策略^[2,3]。Steward 等和 Hensley 等报道了自然种群内潜在的繁殖者 (potential breeders) 比实际参与繁殖者的数量要高^[4,5], 这在许多动物中是一种普遍现象^[6]。地下掘土类哺乳动物 (fossorial mammal) 由于生活在环境条件相对稳定的地下生态区 (subteranean ecotope), 使其趋于 K -选择, 从而形成稳定的种群^[7], 在此状态下, 大量的雌体不参与繁殖, 但在种群受到干扰后可参与繁殖, 使种群数量迅速恢复到平衡态^[2,8]。

高原鼢鼠是青藏高原草地的主要害鼠之一, 对其生物学已有较多研究^[9-14], 其繁殖生物学及灭鼠后数量恢复速度亦有探讨^[15-16], 但对被捕食干扰后种群繁殖力变化的研究尚无报道。对种群繁殖力变化的研究不仅可以了解种群密度发生变化后种群的自身调节机制和能力, 而且可以预测灭鼠后种群数量的恢复速度, 在生产实践和理论上都具有重要的意义。为此, 笔者采用去除法 (removal) 模拟天敌捕食对青海湖鸟岛地区高原鼢鼠的种群进行不同程度的捕食干扰, 通过对繁殖力变化的检测, 探讨不同捕食压力下高原鼢鼠的繁殖策略。

1 研究概况

1.1 试验区

本工作于1991年至1993年在青海湖鸟岛地区进行。该区域气候条件, 主要植被类型和啮类动物种类已有报道^[17]。

1.2 研究方法

研究中选择两块样地, 其面积均在250hm²以上, 采用去除法分别对种群进行一次和多次干扰: 1号样地内高原鼢鼠的种群在研究前未采取任何干扰措施, 1992年9月至10月在其内选取18个面积为1hm²的样方, 采用铁锹法将其中16个样方内的鼢鼠全部捕尽, 促使外缘鼠单方向向各样方内扩散, 其去除率为10%, 1993年9月至10月, 采用相同的方法将18个样方内的鼢鼠全部捕尽; 2号样地在1991年, 采用弓箭法随机去除50%左右的鼢鼠, 使种群受到干扰, 1992年采用铁锹法继续干扰, 去除率为10%左右, 1993年9月至10月选取面积为2.8hm²的样方, 采用铁锹法将样方中的鼢鼠全部捕尽。

对捕获的鼢鼠立即称重, 确定性别, 依据体重、顶脊宽和毛色区分成幼体。根据胚胎和宫斑确定是否怀孕及胎仔数。高原鼢鼠的宫斑保存时间长达17个月^[15], 但当年新斑黑而粗, 旧斑细而色淡, 以此区别当年宫斑。对1992年2号样地内繁殖鼠的胚胎数及宫斑数进行统计, 4~6月平均胚胎数为3.2个, 而8~11月平均宫斑数为3.6个, 二者之间无显著差异 ($df = 134, t = 1.409 < t_{0.05} = 1.980$)。因此在计算胎仔数时, 将宫斑数作为怀孕时的胚胎数。种数的繁殖力以繁殖指数表示, 即雌性怀孕率乘以平均胎仔数。

为了确定栖息地质量对种群繁殖力的影响, 在1号和2号样地分别选取15个和6个50×50cm²的样方, 收集各种植物地上部分和地下20cm深度内的根系, 将其区分为禾本科、莎草科和杂类草, 烘干后对3类植物的地上部分和地下部分分别称重, 以此估测生物量。同时将高5cm、容积为100ml的圆柱型取样器打入地下, 取15cm深度的土壤立即称重, 烘干后再次称重, 以其差值表示土壤湿度 (g/100ml), 以干重表示容重 (g/100ml), 做为衡量土壤硬度的一个间接指标。1号样地内共取20个样品, 2号样地内共取6个样品。

2 结果与分析

2.2 高原鼢鼠的繁殖力

种群结构是构成繁殖力的主要成分, 捕食干扰后种群结构将发生变化。研究期间共捕获鼢鼠592只, 其中剖检523只, 剖检鼠在各样区及年间的分布如表1所示。1号样地内, 种群中雌性成体、雄性成体、雌性幼体、雄性幼体的数量在1992年分别占种群数量的36.4%、42.0%、19.3%、2.3%, 而在1993年分别占种群数量的33.3%、37.9%、19.7%、9.1%; 2号样地内, 它们的数量在1992年分别占种群数量的53.5%、38.4%、

5.7%、2.4%，而在1993年分别为33.3%、30.6%、22.2%、13.8%，说明在两个样地内由于捕食干扰作用，成体数量相对减少，而幼体数量相对增加，种群变为增长型，这将进一步增加第2年种群的繁殖力。不同密度种群在相同程度的捕食干扰后种群结构的变化采用1993年1号样地内的有关数据来说明。将18个样方根据密度不同分为7个样本(表2)，采用回归法将种群结构参数对密度作回归分析，结果表明任何一个种群参数与密度没有明显相关性，成体鼠的相关性最差，幼体鼠的相关性相对较高，将最无影响的雌性成体比例参数剔除后，其它参数的方差分析见表3。

表1 各样地内解剖鼠的数量

Table 1 The number in each plot

样地 Plots	年 Year	总数 Total	雄性成体 Adult male	雄性幼体 Young male	雌性成体 Adult female	雌性幼体 Young female	孕鼠 Pregnancy	怀孕率(%) Pregnancy rate
1	1992	88	37	2	32	17	16	50.0
	1993	66	25	6	22	13	15	68.2
2	1992	333	128	8	178	19	136	76.4
	1993	36	11	5	12	8	11	91.7

表2 高原鼫鼠的种群结构和栖息地质量

Table 2 The population structure and habitat quality of plateau zokor

因素 Factors	样地号 Plots						
	1	2	3	4	5	6	7
繁殖指数 Reproductive index	3.00	2.20	0.00	2.67	1.00	6.00	2.70
密度 Density (Individual/hm ²)	1.67	7.33	1.33	2.00	2.00	15.00	8.00
雄性成体比例 Percentage of adult male	0.20	0.36	0.75	0.57	0.17	0.57	0.27
雌性成体比例 Percentage of adult female	0.20	0.23	0.00	0.43	0.33	0.14	0.67
成体性比 Adult sex ratio	0.50	0.62	1.00	0.57	0.33	0.80	0.29
雄性幼体比例 Percentage of young male	0.40	0.09	0.25	0.00	0.00	0.00	0.07
雌性幼体比例 Percentage of young female	0.20	0.32	0.00	0.00	0.50	0.29	0.00
幼体性比 Young sex ratio	0.67	0.18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
土壤湿度 Soil humidity (g/100ml)	32.02	39.83	32.70	27.70	36.84	41.00	36.80
土壤容重 Soil volume weight (g/100ml)	145.13	141.47	146.63	152.55	129.56	144.00	156.80
杂草类生物量 Biomass of forbs (g)	28.83	26.00	29.50	27.50	45.50	14.50	16.50

表3 高原鼫鼠种群结构对密度的方差分析

Table 3 An Anova for population structure to density

方差来源 Source of variance	SS	d. f.	MS	F	P
雄性成体比例 Percentage of adult male	1.928	1	1.928	0.06	0.854
成体性比 Adult sex ratio	0.298	1	0.298	0.01	0.942
雄性幼体比例 Percentage of adult female	52.783	1	52.783	1.53	0.426
雌性幼体比例 Percentage of young female	65.721	1	65.721	1.90	0.393
幼体性比 Young sex ratio	0.940	1	0.940	0.03	0.897
合计 Total	121.669	5			

在高原鼢鼠的种群内有大量的雌性成体不参加繁殖, 这一点可从怀孕率中得以体现(表1)。由于本文中怀孕率以具有胚胎或胎斑鼠的数量在雌性成体鼠中所占的比例表示, 可以真实地反映种群全年实际参与繁殖的雌性成体所占的比例。在未干扰的种群内, 繁殖鼠仅占雌性成体的50%, 而种群干扰后繁殖鼠的数量增加, 随着干扰程度的增加, 1993年2号样地内繁殖鼠的数量增加到91.7%。繁殖鼠的数量影响种群的繁殖力, 而胎仔数也是决定种群繁殖力的一个重要因素。高原鼢鼠每胎产3仔者占绝大多数, 在1992年未干扰的1号样地内, 产3仔者占43.8%, 其次为产2仔者, 占25.0%, 而干扰后的1993年, 虽然产3仔者的数量仍然较多, 但产4仔、5仔和6仔的数量增加; 2号样地内种群在1991年已被干扰, 1992年其产仔数类似于1993年1号样地内的种群, 而1993年产4仔者占绝大多数, 为36.4%, 平均胎仔数也随着干扰程度的加剧而增加(表4)。将怀孕率和平均胎仔数综合为繁殖指数, 1号样地内1992年的繁殖指数为1.7, 1993年增加到2.6, 2号样地内1992年的繁殖指数为2.5, 1993年为3.5, 说明种群受到干扰后其繁殖力增加。

表4 高原鼢鼠的胎仔数及其分布

Table 4 The litter size and its distribution of plateau zokor

样地 Plots	年 Year	孕鼠数 Number of pregnancy	胎仔数的分布(%) Distribution of litter size								平均胎仔数 The mean number of litter size $\bar{X} \pm S. E.$
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1992	16	0.0	25.0	43.8	12.5	12.5	0.0	0.0	6.2	3.44 ± 0.39
	1993	15	5.7	13.3	33.3	13.3	13.3	13.3	6.7	0.0	3.80 ± 0.44
2	1992	136	1.5	25.7	39.7	22.1	8.1	1.5	0.7	0.7	3.21 ± 0.10
	1993	11	0.0	27.3	9.1	36.4	18.2	0.0	9.1	0.1	3.82 ± 0.46

2.2 密度与繁殖力的关系

在相同程度的捕食干扰条件下, 种群的繁殖力与种群密度有明显的正相关性($p < 0.05$), 土壤硬度、土壤湿度和杂草类生物量均对繁殖力没有明显影响($p > 0.5$) (表2)。说明种群密度决定了繁殖力, 密度越高的种群在相同程度的捕食干扰后繁殖力越高, 恢复速度越快。

3 讨论

地下掘土类动物繁殖力因物种、种群密度、地理位置、气候和栖息的地质质量的不同而表现出差异^[2]。在囊鼠中, *Thomomys talpoides* 每年繁殖一次, 其胎仔数平均4~6个^[18,19]; *Thomomys battae* 每年可繁殖1~2次, 其胎仔数平均4.6个^[20]; *Geomys bursarius* 每年繁殖一次, 其胎仔平均3.5个^[21]。高原鼢鼠每年繁殖一次, 其胎仔数因栖息地的不同表现出一定的差异。在海北高寒草甸生态系统未干扰的种群内, 其平均胎仔数为2.74个^[15], 灭鼠一年后的种群内为2.75个^[16], 干扰后其胎仔数基本不变; 在本研究区域, 干扰前的1号样地内, 1992年平均胎仔数为3.44只, 干扰后两样地内的平均胎仔数均有所增加, 干扰前后平均胎仔数均高于海北地区。繁殖鼠的数量在两个地区间亦有所不同, 在未干扰种群内, 海北地区有81.3%的雌性成体参与繁殖, 而本研究区域只有50%。这表明不同区域的种群可能采取不同的繁殖策略, 即在海北地区, 繁殖个体多, 平均胎仔数少, 在鸟岛地区, 繁殖个体少, 平均胎仔数增加。研究结果表明, 影响高原鼢鼠繁殖力的主要因素是种群密度, 而种群密度受栖息地质量的影响(表2)。1号样地内土壤硬度(平均为142.93 ± 2.97g/100m l)高于2号样地内(平均为124.47 ± 3.69g/100m l), 而1号样地内杂类草生物量(平均为17.17 ± 2.02g)明显低于2号样地内(平均为30.29 ± 2.93g), 因此, 1号样地未干扰时的种群密度为11.6只/hm², 干扰后变得更低(7.0只/hm²), 而2号样地在干扰后的1993年仍维持较高的水平, 为16.7只/hm²; 同时鸟岛地区的土壤特性和杂类草生物量均差于海北地区^[12], 鼢鼠种群密度也低于海北地区。由此可以看出, 土壤硬度和杂类草生物量决定了不同区域内的种群在未干扰时具有各自相对稳定的数量, 即环境容纳量, 由于密度较高, 其繁殖力相对较低; 而在种群受到干扰后, 由于密度降低, 种内压力减少, 鼢鼠一方面增加繁殖力, 另一方面可能降低死亡率, 使种群中的幼体数增多, 加速种群的恢复速度, 密度越高的种群在相同程度的捕食干扰后恢复程度越快。同时, 在栖息地质量较差的区域, 动物可能通过高的繁殖力和高的死亡率维持种群

的平衡,而在栖息地质量较高的区域,动物可能通过相反的策略维持种群的平衡。因此在控制高原鼢鼠对草场的危害时应制定合理的灭鼠措施。

参 考 文 献

- 1 Cherrett J M. *Ecological Concept* Blackwell Scientific Publication, 1989
- 2 Nevo E. Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 1979, **10**: 269~ 308
- 3 孙儒泳. 动物生态学原理. 第二版. 北京: 北京师范大学出版社, 1992
- 4 Steward R E and J W Aldrich. Removal and reproduction of breeding birds in a spruce-fir forest community. *Auk*, 1951, **48**: 471~ 482
- 5 Hensley M M and Cope J P. Further data on the removal and repopulation of the breeding birds in a spruce-fir community. *Auk*, 1951, **68**: 483~ 493
- 6 Wilson E O. *Sociobiology, the new synthesis* The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass 1975
- 7 Pianka E R. On r- and K-selection *Am. Nat.*, 1970, **104**: 592~ 597
- 8 English P F. Some habits of the pocket gopher *Geomys breviceps breviceps* *J. Mamm.*, 1932, **13**: 126~ 132
- 9 王权业, 樊乃昌. 高原鼢鼠(*Myospalax baileyi*)的挖掘活动及其种群数量统计方法的探讨. 兽类学报, 1987, **7**(4): 283~ 290
- 10 王权业, 周文扬, 张堰铭等. 高原鼢鼠挖掘活动的观察. 兽类学报, 1994, **14**(3): 203~ 20
- 11 周文扬, 袁丰满. 高原鼢鼠活动与巢区的初步研究. 兽类学报, 1990, **10**(1): 31~ 39
- 12 樊乃昌, 王权业, 周文扬等. 高原鼢鼠(*Myospalax baileyi*)种群数量与植被破坏程度的关系. 高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集. 兰州: 甘肃人民出版社, 1988. 109~ 116
- 13 樊乃昌, 景增春, 周文扬. 高原鼢鼠的侵占行为及防治的新途径. 兽类学报, 1990, **10**(2): 114~ 120
- 14 梁杰荣, 肖云峰. 鼢鼠和鼠兔的相互关系及其对草场植被的影响. 灭鼠和鼠类生物学研究报告. 北京: 科学出版社, 1978. 118~ 124
- 15 郑生武. 中华鼢鼠的繁殖研究. 动物学研究, 1980, **1**(4): 465~ 477
- 16 梁杰荣. 灭鼠后高原鼠兔和中华鼢鼠的数量恢复. 高寒草甸生态系统, 兰州: 甘肃人民出版社, 1982. 93~ 100
- 17 樊乃昌, 景增春, 张道川. 高原鼠兔与达乌尔鼠兔食物资源维生态位的研究. 兽类学报, 1995, **15**(1): 36~ 40
- 18 Hansen R M. Age and reproductive characteristics of mountain pocket gophers in Colorado. *J. Mamm.*, 1960, **41**: 323~ 335
- 19 Andersen D C and MacMahon J A. Population dynamics and bioenergetics of a fossorial herbivore, *Thomomys talpoides* (Rodentia: Geomyidae), in a spruce-fir forest. *Ecological Monographs*, 1981, **51**(2): 179~ 202
- 20 Howard W E and Childs H E. Ecology of pocket gophers with emphasis on *Thomomys battaem* and *Hilgardia*, 1959, **29**: 277~ 358
- 21 Vaughan T A. Reproduction in the plains pocket gopher in Colorado. *J. Mamm.*, 1962, **43**: 1~ 13