

49-56

5

兽类学报1992,12(1):49-56

Acta Theriologica Sinica

密度因素在布氏田鼠种群调节中的作用*

周庆强 钟文勤 王广和

(中国科学院动物研究所, 北京, 100080)

Q959.837

摘 要

对布氏田鼠栖息密度不同的种群同时进行取样, 研究密度因素对布氏田鼠种群发展的调节作用。结果表明, 在高密度区布氏田鼠种群繁殖强度受到抑制, 雌鼠怀孕率、雄鼠睾丸下降率、贮精囊肥大率和睾丸长度都小于低密度种群。高密度种群繁殖季节结束时间早于低密度种群, 幼鼠饱满度较小, 性成熟速度较慢, 种群年龄结构中, 幼年鼠所占比例小于低密度种群。这些都是导致高密度种群增长速度减慢的因素。

关键词 布氏田鼠; 种群密度; 种群调节; 繁殖; 饱满度

种群动态和种群调节是动物生态学的重要问题, 它是进行种群数量预测预报的基础。对动物种群变动原因的探索, 国内外已经做了大量工作。种群密度本身对鼠类种群的调节作用也已成为许多工作所证实, 但是不同的鼠种却有不同调节类型(Christian, 1975)布氏田鼠(*Microtus brandti*)是内蒙古典型草原区的重要害鼠, 张洁等(1979)曾经研究了不同年份布氏田鼠种群繁殖特征。中国科学院动物研究所生态室一组(1979)研究了布氏田鼠的肾上腺和生殖腺的重量与种群密度的关系。我们的目的是进一步研究栖息于不同地段的布氏田鼠种群由于密度不同所引起的种群特征的差异, 探讨密度因素在种群调节中的作用, 为种群预测提供依据。

材料与方法

取样区在内蒙古太仆寺旗贡宝拉嘎苏木, 低密度种群和高密度种群的样地相距3公里, 地形条件相同, 位于同一个宽谷塔拉, 植被类型均为克氏针茅(*Stipa krylovii*) + 羊草(*Aneurolepidium chinense*) + 冷蒿(*Artemisia frigida*)草原, 植被盖度40—50%, 草群高度2—4厘米。

取样在1987年7月上旬和8月中旬进行两次, 每次均在一星期之内分别在低密度区和高密度区采集布氏田鼠标本, 低密度种群的取样区面积约为1—2公顷, 在中心部分划出0.5公顷的样方用以统计种群密度, 高密度种群取样区约0.3—0.5公顷, 统计种群密度的样方面积为0.25公顷。从天亮开始在取样区内的所有洞口布放捕鼠夹, 每隔一小时检查一次, 收集夹捕到的布氏田鼠标本, 直至捕尽为止。7月份低密度区的种群密度为60只/公顷, 高密度区为328只/公顷, 8月份分别为160和556只/公顷。

* 国家自然科学基金资助项目, 并得到中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站的支持。参加野外工作的还有太仆寺旗卫生防疫站的周丕义、刘文智同志, 谨致谢忱。

本文于1990年12月15日收到, 1991年10月26日修回。

把取到的标本经过测量、解剖检查,记录性别、体重、体长及繁殖状况。雌鼠从子宫外观检查是否有胚胎突起以确定是否怀孕,并记录胚胎数。怀孕初期,胚胎很小,子宫外观没有突起,这时可以从卵巢检查到黄体,因此,看不到胚胎突起时,从卵巢检查到的黄体也作为怀孕和胚胎数统计。对雄鼠检查其睾丸是否下降并形成外观隆起的阴囊,贮精囊是否肥大,并测量睾丸的长度。

肥满度的计算,按照夏武平等(1963)使用的公式: $K = 100W/L^3$, 其中 K 为肥满度, W 为体重,以克为单位, L 为体长,以厘米为单位。

关于布氏田鼠种群年龄划分,中国科学院动物研究所动物生态室一组(1978)曾经作过专题研究,认为在实际应用上,以体长作为布氏田鼠划分年龄组的指标是可以采用的。这里我们也用该文建议的体长指标划分布氏田鼠的年龄组,即: I. 幼年组,体长不大于80毫米, II. 亚成年组,雌性81—100毫米,雄性81—102毫米, III. 成年 I 组,雌性101—119, 雄性103—119毫米, IV. 成年 II 组, 120毫米以上。

结 果

1. 雌性繁殖状况

雌鼠怀孕情况见表1。7月份雌性布氏田鼠有很高的怀孕率,低密度种群的怀孕率为88.06%,高密度种群为77.27%,低密度种群的繁殖强度高于高密度种群。在亚成年组,低密度种群的怀孕率为94.74%,而高密度种群为60.00%,两个种群间有显著差别($t = 2.636$, $P < 0.05$)。在幼年组,低密度种群的怀孕率为71.43%,而高密度种群没有怀孕的幼年鼠($t = 2.639$, $P < 0.05$)。

表 1 布氏田鼠不同密度种群雌性怀孕率
Table 1 Percentage of pregnancy in female Brandt's vole in the populations with different densities

月份 Month	年 龄 组 Age class	低密度种群 Low-density population				高密度种群 High-density population			
		观察只数 No. of females observed	怀孕只数 No. of pregnancy	怀孕率(%) Percentage of pregnancy		观察只数 No. of females observed	怀孕只数 No. of pregnancy	怀孕率(%) Percentage of pregnancy	
				平 均 Mean	标准误 SE			平 均 Mean	标准误 SE
7 月 Jul.	I	7	5	71.43	17.07	6	0	0	
	II	19	18	94.74	5.12	25	15	60.00	9.80
	III	33	29	87.88	5.88	41	37	90.24	4.83
	IV	8	7	87.50	11.89	18	16	100.00	0
	合计 Total	67	59	88.06	3.96	88	68	77.27	4.47
8 月 Aug.	I	11	0	0		8	0	0	
	II	35	0	0		52	0	0	
	III	7	3	42.86	18.70	20	0	0	
	IV	5	5	100.00	0	7	3	42.86	18.70
	合计 Total	58	8	13.79	4.53	87	3	3.45	1.96

8月份雌鼠怀孕率很低,两个种群分别为13.79%和3.45%。幼年组和亚成年组在两个种群中都没有怀孕的个体,在高密度种群成年I组的雌鼠也已停止繁殖,只有成年II

组还有部分个体怀孕。而在低密度种群,成年Ⅰ组和成年Ⅱ组都还有较高的怀孕率。从成年鼠(成年Ⅰ组和成年Ⅱ组)来看,低密度种群的怀孕率为66.67%,高密度种群为11.11%,前者高于后者非常显著($t=3.558$, $df=37$, $P<0.01$)。7、8两个月总的怀孕率,低密度种群为 $53.60\pm4.46\%$ (均数±标准误),高密度种群为 $40.57\pm3.71\%$,两者相差显著($t=2.232$, $df=298$, $P<0.05$)。

表2列举了不同密度种群布氏田鼠的孕鼠胎仔数。7月份两个种群孕鼠的胎仔数没有明显差异,8月份低密度种群的胎仔数比高密度种群的大,但是统计样本小,差别未见显著。

表2 布氏田鼠不同密度种群孕鼠胎仔数
Table 2 Litter size in the Brandt's vole populations with different densities

月份 Month	年龄组 Age class	低密度种群 Low-density population			高密度种群 High-density population		
		观察只数 No. of animals observed	胎仔数 Litter size		观察只数 No. of animals observed	胎仔数 Litter size	
			平均 Mean	标准误 SE		平均 Mean	标准误 SE
7月 Jul.	Ⅰ	5	4.20	0.49	0		
	Ⅱ	18	6.17	0.56	14	6.21	0.32
	Ⅲ	29	7.62	0.38	39	7.44	0.29
	Ⅳ	7	8.14	0.80	14	8.50	0.33
8月 Aug.	Ⅰ	0			0		
	Ⅱ	0			0		
	Ⅲ	3	6.33	0.88	0		
	Ⅳ	5	7.80	0.20	4	5.50	1.04

2. 雄性繁殖状况

以睾丸长、睾丸下降率和贮精囊肥大率作为雄性发育和参加繁殖状况的指标。7月份两个种群的幼年组都没有睾丸下降的,亚成年组只有少数个体的睾丸下降,成年Ⅰ组睾丸下降率,低密度种群为70.00%,高密度种群为44.12%,而成年Ⅱ组的雄鼠全部睾丸下降(表3)。7月份贮精囊肥大率的情况与睾丸下降率相似,幼年组和亚成年组没有贮精囊肥大的,贮精囊肥大的雄鼠全部属于成年Ⅰ组和成年Ⅱ组。这表明只有成年雄鼠才参加繁殖。成年雄鼠(包括成年Ⅰ组和成年Ⅱ组)的睾丸下降率,低密度区为 $83.33\pm6.21\%$,高密度区为 $53.66\pm7.79\%$,两个种群相差非常显著($t=2.775$, $df=75$, $p<0.01$),贮精囊肥大率分别为 $69.44\pm7.68\%$ 和 $39.02\pm7.62\%$,两者有很显著的差别($t=2.669$, $df=75$, $p<0.01$)。睾丸长度的资料(表4)也说明这种状况,幼年组和亚成年组的睾丸很小,两个种群没有差别。成年Ⅰ组的睾丸明显增大,低密度种群的睾丸长度显著大于高密度区的($t=3.568$, $p<0.01$)。

8月份,幼年组、亚成年组和成年Ⅰ组没有睾丸下降的,也没有贮精囊肥大的,只有成年Ⅱ组贮精囊肥大参加繁殖。睾丸长说明同样的情况,前三个年龄组的睾丸长度都很小,只有成年Ⅱ组还保持大的睾丸长度(表4)。从表4还可看到,低密度种群亚成年组的睾丸长度明显地比高密度种群的大($t=3.374$, $p<0.01$)。

3. 种群年龄组成

7月份,低密度种群中,幼年组占9.09%($n=132$),比高密度种群(5.63%, $n=160$)略高,亚成年组在这两个种群中分别占32.58%和33.13%。成年Ⅰ组为40.15%和

表 3 布氏田鼠不同密度种群睾丸下降率

Table 3 Percentage of male with ptosis testis in the Brandt's vole populations with different densities

月份 Month	年龄组 Age class	低密度种群 Low-density Population				高密度种群 High-density population			
		观察只数 No. of males observed	睾丸下降 只数 Males with ptosis testis	下降率(%) Percentage of male with ptosis testis		观察只数 No. of males observed	睾丸下降 只数 Males with ptosis testis	下降率 Percentage of male with ptosis testis	
				平均 Mean	标准误 SE			平均 Mean	标准误 SE
7 月 Jul.	I	5	0	0.		3	0	0	
	II	24	2	8.33	5.64	28	2	7.14	4.87
	III	20	14	70.00	10.25	34	15	44.12	8.52
	IV	16	16	100.00	0	7	7	100.00	0
	合计 Total	65	32	49.23	6.20	72	24	33.33	5.56
8 月 Aug.	I	12	0	0		6	0	0	
	II	48	0	0		42	0	0	
	III	10	0	0		22	0	0	
	IV	4	4	100.00	0	1	1	100.00	
	合计 Total	74	4	5.41	2.63	71	1	1.41	1.40

表 4 布氏田鼠不同密度种群雄体睾丸长

Table 4 Testis length of male Brandt's vole in the populations with different densities

月份 Month	年龄组 Age class	低密度种群 Low-density population			高密度种群 High-density population		
		观察只数 No. of males observed	睾丸长(mm) Testis length		观察只数 No. of males observed	睾丸长(mm) Testis length	
			平均 Mean	标准误 SE		平均 Mean	标准误 SE
7 月 Jul.	I	5	4.88	0.41	3	5.33	0.33
	II	24	5.96	0.31	28	5.60	0.17
	III	19	10.06	0.51	33	7.56	0.48
	IV	16	13.19	0.21	7	13.04	0.23
8 月 Aug.	I	12	3.79	0.14	6	3.67	0.13
	II	48	3.72	0.05	42	3.46	0.06
	III	10	4.36	0.27	22	3.94	0.12
	IV	4	13.00	0.41	1	12.0	

46.87%，成年Ⅱ组为18.18%和14.37%，经 χ^2 检验，两个种群的年龄组成未见显著差别($\chi^2 = 2.61$, $df = 3$, $p > 0.05$)。未成年组(包括幼年组和亚成年组)在两个种群中分别占41.67%和38.76%，而成年组(成年Ⅰ组和成年Ⅱ组)各为58.33%和61.24%。

8月份，低密度区的幼年组占17.42%($n = 132$)，而高密度区只占8.86%($n = 158$)，亚成年组在两个种群中分别占62.88%和59.50%。成年Ⅰ组在低密度种群占12.88%，而在高密度种群却占26.58%，成年Ⅱ组分别为6.82%和5.06%，两个种群的年龄组成差别显著($\chi^2 = 11.28$, $df = 3$, $p < 0.05$)。低密度种群的未成年组占 $80.30 \pm 3.46\%$ ，显著地高于高密度种群($68.36 \pm 3.70\%$)。

4. 肥满度

低密度种群和高密度种群的肥满度都分别按月份、年龄组、性别统计(表5)。这两个种群的肥满度都很相近,7月份只有雌性幼年组和亚成年组及雄性幼年组,低密度区的肥满度显著大于高密度区的(t 值分别为3.376, 2.017和2.702)。8月份,只有雄性成年I组高密度区的肥满度明显大于低密度区的($t=2.141$),除此之外,其他各组在不同密度的种群之间肥满度未见显著差别。

表5 布氏田鼠不同密度种群肥满度

Table 5 Fatness of Brandt's vole in the populations with different densities

月 份 Month	年龄组 Age class	性别 Sex	低密度种群 Low-density population			高密度种群 High-density population		
			只数 No. of animals	平均 Mean	标准误 SE	只数 No. of animals	平均 Mean	标准误 SE
7 月 Jul.	I	♀♀	7	3.450	0.129	6	2.903	0.088
		♂♂	5	3.424	0.238	3	2.532	0.121
	II	♀♀	19	3.110	0.055	25	2.951	0.054
		♂♂	24	2.907	0.042	28	2.902	0.055
	III	♀♀	33	3.021	0.074	41	2.874	0.044
		♂♂	20	2.740	0.088	34	2.619	0.037
	IV	♀♀	8	2.693	0.077	18	2.681	0.088
		♂♂	16	2.755	0.054	7	2.631	0.116
8 月 Aug.	I	♀♀	11	3.207	0.108	8	3.186	0.110
		♂♂	12	3.189	0.088	6	3.323	0.145
	II	♀♀	35	2.993	0.043	52	2.900	0.039
		♂♂	48	2.945	0.029	42	2.932	0.028
	III	♀♀	7	2.767	0.096	20	2.738	0.059
		♂♂	10	2.594	0.051	22	2.752	0.041
	IV	♀♀	5	2.591	0.098	7	2.447	0.091
		♂♂	4	2.487	0.036	1	2.357	

讨 论

动物种群数量变动过程十分复杂,受着多方面因素影响,如气候、食物、捕食、以及种群内部关系等的作用。对不同种的动物,各种因素所起的作用是不同的。本文所用的材料是在相距不远,地形、植被状况相同,仅布氏田鼠种群密度不同的两块栖息地同时取样。因此两个种群应该受到相同气候因素的作用。肥满度作为鼠类环境适度的指标,能够反映鼠类营养状况的好坏,这已为夏武平等(1963)研究红背鼯(*Clethrionomys rutilus*)时所证实。后来夏武平等(1964)又指出大林姬鼠(*Apodemus peninsulae*)的肥满度与种群密度无显著关系。在我们的材料中可以看到两个具有几乎相同栖息地条件的取样区,尽管布氏田鼠的种群密度不同,但是两个种群的肥满度基本相同,这表明两个种群的营养状况是一样的,高密度并未造成布氏田鼠的食物短缺。

布氏田鼠种群数量波动剧烈,种群密度年间变动幅度很大(钟文勤等,1985),在其种群调节过程中,繁殖具有很重要的意义。我们的材料表明,布氏田鼠的繁殖特征受到种群密度因素的影响。这首先表现在雌性繁殖强度上,高密度区的雌鼠怀孕率明显地低于低密度区,这就降低了高密度种群的出生率,减缓了高密度种群的增长速度。实际上,8月份两个取样区的种群密度差距已经比7月份缩小了。雄性繁殖强度同样受到种群密度因素的作用,在高密度区雄鼠参加繁殖的比例较低密度区小,睾丸下降率和贮精囊肥大率都低于低密度区。高密度区雄鼠的睾丸长度也比低密度区的小。张洁等(1979)在研究不同年份布氏田鼠的繁殖时认为在种群数量不同的年份,雌鼠的怀孕率也不同,数量高峰年的繁殖率最低。我们的材料表明,在同一年份,不同种群密度的栖息地之间的怀孕率也不同,高密度区的繁殖受到抑制。

密度因素对布氏田鼠繁殖的调节作用还表现在繁殖期上:8月中旬,当低密度区的成年雌鼠还有很高的怀孕率时,高密度区已基本停止繁殖,就是说高密度区布氏田鼠的繁殖季节比低密度区提早结束。在种群数量高峰年,繁殖期也有与此相似的缩短现象(张洁等,1979)。繁殖期的缩短同样使高密度区的种群增长受到抑制。

高密度种群幼鼠性成熟延迟,这是密度因素对布氏田鼠繁殖影响的另一方面。7月份,低密度区亚成年组和幼年组的雌鼠绝大多数已达性成熟参加繁殖,而高密度区只有一部分亚成年雌鼠参加繁殖,幼年鼠没有达到性成熟的。幼年雌鼠参加繁殖同样是种群数量上升年份的特征,而数量高峰年就没有幼鼠怀孕(张洁等,1979)。幼年鼠参加繁殖,扩大了繁殖群体,因而有利于种群数量的增长。Agren等(1989)发现了长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)高密度种群幼年鼠性成熟速度减慢的现象,认为这是由于高密度区没有可供幼鼠建立自己新领域的空间,幼鼠不得不留在亲鼠原来的领域内,因而发育受到抑制。在高数量年份,红背䖃的亚成年鼠也由于不能建立自己的领域而发育迟缓(Кошкина,1965)。布氏田鼠是群居型鼠类,也有与长爪沙鼠相似的居住群体结构(张洁等,1981),高密度区的一部分未成年鼠也可能因为没有自己的领域而性成熟受到抑制。

从8月份的种群年龄结构来看,高密度种群的未成年组所占比例明显地小于低密度区的,这是7月份两个种群不同的繁殖强度的反映。7月份,高密度区的布氏田鼠的繁殖强度比低密度区的小,因此8月份高密度区只有较少的幼年鼠参加到种群中去。由于当年8月份已是繁殖季节的末期,而且高密度区的繁殖还结束得比低密度区早,所以这种高密度种群中年青个体所占比例比低密度种群小的现象将会保持下去。布氏田鼠的寿命不长,种群更新快,越冬前种群中的亚成体将成为翌年繁殖群的主体,因此,秋季种群中未成年组所占比例较小也将不利于下一年种群数量的增长。

高密度区幼年鼠肥满度小于低密度区,这可能是由于幼年鼠的营养状况不象成年鼠那样直接依赖于栖息地的食物资源,母鼠的哺乳也对幼鼠的营养状况起很大作用,高密度引起母鼠的社群紧张,通过神经—内分泌系统扰乱了母鼠的哺乳而影响幼鼠的营养状况。

布氏田鼠的种群特征不仅在不同年份因种群密度变化而有不同,另一方面在同一年中不同的栖息地因种群密度不同其种群特征也不一样,它们对各自种群未来发展的作用也各不相同,因此,在进行种群预测时应考虑到这种栖息地间的差异。

参 考 文 献

- 中国科学院动物研究所动物生态室一组 1978 布氏田鼠种群年龄的研究。动物学报 24(4):344—358。
 中国科学院动物研究所生态室一组 1979 布氏田鼠种群内部调节的研究——种群密度、肾上腺和生殖腺重量之间的相互关系。动物学报 25(2):154—167。
 夏武平、孙崇谔 1983 红背鼯鼠肥满度的研究。动物学报 15(1):33—43。
 夏武平、孙崇谔 1984 大林姬鼠肥满度的研究。动物学报 16(4):555—566。
 张洁、钟文勤 1979 布氏田鼠种群繁殖的研究。动物学报 25(3):250—259。
 张洁、钟文勤 1981 布氏田鼠种群内群体结构的研究。兽类学报 1(1):51—56。
 钟文勤、周庆强、孙崇谔 1985 内蒙古草场鼠害的基本特征及其生态对策。兽类学报 5(4):241—249。
 Agren, G., Q. Zhou and W. Zhong 1989 Ecology and social behavior of Mongolian gerbils, *Meriones unguiculatus*, at Xilinhote, Inner Mongolia, China. *Anim. Behav.* 37:11—27。
 Christian, J. J. 1975 Hormonal control of population growth. In: Hormonal correlates of behavior (Sprott, E. ed), 1:205—274。
 Кошкина, Т. В. 1985 Плотность популяции и ее значение в регуляции численности красной полевки. Бюл. М. О-ва исп. природы. отд. биол., 70(1):5—19。

Abstract

DENSITY FACTOR IN THE REGULATION OF BRANDT'S VOLE POPULATION

ZHOU Qingqiang ZHONG Wenqin WANG Guanghe

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing, 100080)

Observations on reproductive intensity, duration of breeding season, rate of maturation and age structure were made in both high-density and low-density populations of Brandt's vole (*Microtus brandti*). Samples were collected simultaneously in the two populations in Taibus Banner, Inner Mongolia, 1987. The results showed that population density as a factor affecting the population characteristics and regulating the population dynamics of Brandt's vole.

In the high-density population, the reproductive intensity was suppressed. In July, percentage of pregnant females (77.27%), males with descendant testes (33.33%), males with enlarged seminal vesicles (22.22%) and testis length (8.52mm) in the high-density population were less than those in the low-density population (88.06%, 49.23%, 38.46% and 11.49mm respectively). Breeding season ended earlier in the high-density population than that in the low-density population. In the high-density population, percentage of pregnant females was only 3.45% and percentage of males with enlarged seminal vesicles was 1.41% in August while they were 13.79% and 5.41%, respectively, in the low-density population. It showed that duration of breeding season in high-density population was shorter than that in the low-density population.

Sexual maturation of the youngs was suppressed in the high-density population. In July, percentage of pregnant females in age class I of the low-density population (94.74%) was higher than that in the high-density population (60.00%). And 71.43% of females in age class I were pregnant in the low-density population while there was

no any pregnant femals in the same age class of the high-density population.

There was difference in age structure between the two populations. In August, only 8.86% of population were of age class I and 26.58% of that were of class II in high-density population whill in low-density population they were 17.42% and 12.88%, respectively. Therefore the population of the youngs in the high-density population was less than that in the low-density population.

There was no significant difference in relative fatness between the two populations. It suggests that the two populatins share the same nutritional condition. So, the factor which causes suppression of reproduction in the high-density population is social factor of high-density rather than shortage of food resources. The fatness in age class I of the high-density population was less than that of the low-density population. It might due to social stress of high density resulted in worse parental care.

Key words: Brandt's vole (*Microtus brandti*); Population density; Reproduction; Relative fatness

上接78页

(1) 应用 TCM-199 + FCS + HCG 培养液可以使水貂卵巢卵母细胞体外成熟。但由于所采集的卵母细胞是从未发情的水貂(发情为2—3月份)而来,因此,体外成熟的时间较长。

(2) 在培养液内添加 HCG可以促进颗粒细胞发育和卵母细胞核的发育(GVBD的发生)。尽管HCG对COC的影响机制尚不完全清楚,但是COC的出现是和核的发育成熟相平行的,这就表明 COC可以作为判断水貂卵母细胞体外成熟的标志。

关键词 水貂; 卵巢; 卵母细胞

Key words Mink (*Mustelo vison*); Ovaria; Oocytes

冯怀亮 秦鹏春 谭景和 (东北农学院生物工程系, 哈尔滨, 150030)

刘建民 张仁成 (中国解放军兽医大学, 长春)