

根田鼠粪便排泄点及其生态学意义初探

孙 平^{1,2} 赵新全^{1*} 徐世晓¹

(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001) (2 中国科学院研究生院, 北京, 100039)

关键词: 根田鼠; 粪标记; 领域行为; 分布位点

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2004)03-0273-04

A Primary Investigation on the Excrete Site and Its Ecological Purpose of *Microtus oeconomus* Feces

SUN Ping^{1,2} ZHAO Xinquan^{1*} XU Shixiao¹

(1 Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

(2 Graduate school of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039)

Abstract: The distribution sites of feces marks of root vole were investigated by eyeballing method. The investigations showed that: (1) There were feces mark or not at the hole of the vole. (2) It distributed mainly at the crotches and the terminals of the channel. (3) Comparison among three kinds of feces mark percentage, the maximum is the percentage at the crotches. The minimum is the percentage at the hole and the middle at the terminals of the channel. The results indicated that the difference of intensity of feces mark distributed in different sites predicated that feces may played an important communication role in territory behavior of root voles.

Key words: Root vole (*Microtus oeconomus*); Feces mark; Territory behavior; Distribution sites

在社会行为的许多方面, 个体识别能力都必不可少, 如社群结构稳定的维持、亲子或配偶识别、近交回避以及竞争关系的调节等^[1]。在许多哺乳动物中, 气味是标记个体信号的主要介导物质^[2], 啮齿动物是主要依赖嗅觉进行通讯的类群, 其主要气味源包括尿、粪便和特化腺体(如胁腺、哈氏腺等)的分泌物^[3-7]。利用气味信号携带的有关其他个体社会信息, 可以调节其神经内分泌, 进而进行领域标记的识别^[8]。

不同来源的气味信号所携带的信息, 以及它们所产生的作用可能是不同的。对多种啮齿类动物的研究发现, 种内个体识别是通过尿气味来完成的^[9], 作为代谢产物, 粪便中也携带有个体特征的信息^[10,11]。对布氏田鼠(*Microtus brandti*)的研究发现, 尿液和粪便都具有性别特征和季节信息^[12]。

根田鼠(*M. oeconomus*)是一种广泛分布的小型哺乳动物, 在海拔高寒草甸地区, 根田鼠是优势小型啮齿动物之一, 主要分布于植被覆盖较好的草甸和灌丛中^[13]。有关其个体气味(如巢垫物)在配偶识别、亲属识别等社交性行为中作用的研究, 已有报道^[14-16], 但有关其野外个体粪便分布特征以及在领域标记中作用的研究尚未见报道。

为探讨根田鼠粪便分布特征及其潜在的生态学意义, 作者在海拔高寒草甸生态系统定位站地区进行了实地野外考察。为理解根田鼠领域维护及亲属识别提供基础数据。

1 自然概况和研究方法

该研究在中国科学院海拔高寒草甸生态系统定位站地区(37°29' ~ 37°49' N, 101°12' ~ 101°33' E)

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30100016); 中国科学院知识创新工程资助项目(KZCX1-09-01); 中国科学院海拔高寒草甸生态系统定位站基金部分资助

作者简介: 孙平(1975-), 男, 博士研究生, 主要从事动物行为学和化学通讯的研究。

收稿日期: 2003-09-18; 修回日期: 2004-05-19

*通讯作者, E-mail: xqzha@mail.nwipb.ac.cn

进行。该地区的气候主要受大陆性季风的影响，冬季严寒而漫长，夏季短暂而凉爽。有关该地区的自然概况、植被和土壤结构已有报道^[17]，不再赘述。

实验样地选在高寒草甸样地上。在海北地区的返青期，采用目测法，分别调查统计了不同社群内根田鼠粪标记在地上洞口处、跑道分叉以及跑道终端处的分布情况。同时，分别计算3种类型粪标记百分比，即某种（洞口、分叉或者跑道终端）粪标记数除以同种调查类型的总数（洞口、分叉或者跑道终端数），以此来判断各处的粪标记强度。

采用软件包 SPSS 11.0 对所取野外实验数据进行统计分析。用 Wilcoxon 检验比较粪标记的分布在洞口处、分叉处和终端处的差异，以探讨根田鼠粪

标记的分布位点及其在领域行为中的可能作用。用非参数的 Kruskal - Wallis H 检验比较3种类型的粪标记百分比，Mann - Whitney Test 对3种类型进行成对比较，检验不同位点根田鼠的粪标记强度，当 $P < 0.05$ 时，被认为差异显著。

2 结果

2.1 根田鼠粪标记在洞口、分叉和终端处的分布

采用 Wilcoxon 检验比较同种处理内根田鼠粪标记的差异，结果表明，粪标记洞口与无标记洞口数之间没有明显差异 ($P > 0.05$)，而粪标记分叉与无标记分叉数之间、粪标记终端与无标记终端之间的差异均达到极显著水平 ($P < 0.001$) (表1)。

表1 根田鼠粪标记在洞口、跑道分叉和终端处的分布

Table 1 The distribution of feces mark near the hole, at the crotch and the terminal of the channel

调查位点 Site	粪标记洞口 Feces marked hole		粪标记分叉 Feces marked crotch		粪标记终端 Feces marked terminal	
	有 Yes	无 No	有 Yes	无 No	有 Yes	无 No
	1	2	0	6	1	5
2	3	6	30	2	8	1
3	3	4	6	2	2	4
4	2	2	10	1	5	1
5	2	1	6	0	5	2
6	3	4	20	1	13	5
7	17	10	100	4	35	11
8	13	6	98	8	35	9
9	4	3	7	2	6	1
10	5	4	25	2	9	1
11	3	5	43	7	3	2
12	5	5	17	1	7	3
13	7	4	31	2	20	9
14	6	4	20	1	15	9
15	9	11	89	4	27	8
16	11	6	75	4	19	4
17	2	2	59	5	25	3
平均 Average	5.7 ±1.1	4.5 ±0.7	37.8 ±8.2	2.8 ±0.5	14.1 ±2.7	4.3 ±0.9
显著性 Significance		ns		***		***

*** $P < 0.001$; ns: no significance

2.2 粪标记百分比

用某种（洞口、分叉或者跑道终端）粪标记数除以同种调查类型的总数（洞口、分叉或者跑道终端数），计算出3种类型的粪标记百分比（图1），以此来判断各处的粪标记强度。对3种类型粪标记百分比的 Kruskal - Wallis Test 检验发现，在跑道分

叉处最高 ($91.30 \pm 1.60\%$)，在洞口处最低 ($55.92 \pm 3.75\%$)，跑道终端处居中 ($75.94 \pm 3.69\%$)，结果表明，跑道分叉处粪标记强度最大 ($\chi^2 = 28.551$, $df = 2$, $P < 0.001$)。通过3种类型粪标记百分比之间两两比较 (Mann - Whitney Test 检验) 表明，跑道分叉处与跑道终端处粪标记

强度均显著高于洞口处粪标记强度 ($Z = -3.498$, $P < 0.001$), 而跑道分叉处的粪标记强度也显著高于跑道终端处 ($Z = -3.635$, $P < 0.001$)。

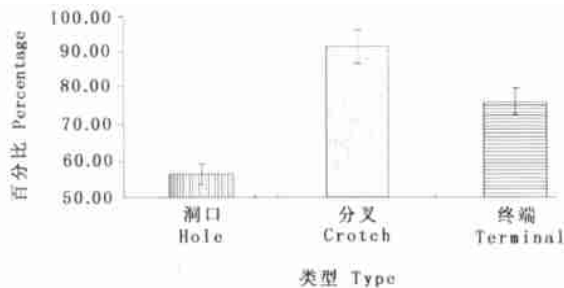


图1 3种类型的粪标记百分比

Fig.1 The percentage of three types of feces mark

3 讨论

领域行为 (Territorial behaviour) 是动物的一种空间行为, 同时也是一种生活行为, 因为它主要是指向种群内其他个体。粪便调查在研究大型野生动物的领域方面得到了广泛应用^[18]。有的动物通过排粪来表示对领域的占有。Soderquist 对黑尾袋鼯 (*Phascogale tapoatafa*) 的研究发现, 雌性个体的领域比雄性大。因为这种动物是通过粪便气味来标记领域并区分同种的其他个体的存在, 阻止同种个体的入侵^[19]。

在小家鼠 (*Mus domesticus*) 种群中, 优势个体利用气味信号对领域边界进行标记和识别, 群体成员都利用本群优势个体的尿标记来确定它们的栖息地, 从而避开其他群体优势个体标记过的区域^[20]。对于栖息地中留居者和入侵者的尿标记, 优势鼠也表现出强烈的反标记行为^[21]。对松田鼠 (*M. pine-torum*) 的研究发现, 雌、雄性留居鼠均未对入侵者表现亲昵行为^[22], 雄性留居鼠对同性入侵者的攻击频次显著多于异性。布氏田鼠幼仔能够识别并远离陌生个体的气味以避免遭到其攻击^[23], 也能够区分熟悉和陌生群体的气味信号^[10]。我们的调查发现: 在洞口处不一定有粪标记分布, 这说明在洞口处, 因为其最小进洞距离非常小甚至为零, 捕食风险对其活动的影响较小; 跑道终端处相对较多, 因为该处进洞距离大, 捕食风险也大; 而跑道分叉处最多则说明粪便在路途识别中具有一定的作用, 帮助其判断最小进洞距离, 有利于更有效地躲避天敌。此分布格局表明, 根田鼠粪便并不是随机

分布, 分布的差异可能表明其在领域中具有明显的标记作用。

领域的占有者, 一般是在领域的边界处通过各种不同形式的行为向入侵者显示其领域的范围^[24]。对青海门源地区根田鼠巢区的调查发现, 越冬雄性根田鼠的巢区为 3 300 ~ 13 000 m², 雌性为 960 ~ 2 500 m²。同时, 根田鼠的个体巢区每月都有重叠, 雌雄成幼逐月重叠程度不同。5 ~ 8 月繁殖时期成年雌鼠的巢区重叠较少, 成年雄鼠的巢区彼此重叠面积较大, 随着繁殖强度的减弱, 其重叠程度也逐渐降低^[25]。本实验结果也表明, 在跑道分叉处粪标记强度最高, 在洞口处最低, 跑道终端处居中。洞口基本上位于整个巢区的核心区域, 利用跑道把巢区内的所有洞口连接起来, 而跑道终端则位于巢区的外围区域, 这样既可以保证自己领域的完整性, 又能尽量避免与其他个体之间的直接冲突, 保证整个社群的稳定。另外, 在视觉、听觉和嗅觉这 3 类领域标记中, 对领域的占有者来说, 以嗅觉标记最为有利, 这主要是因为它持续时间长, 即使入侵者未与占有者遭遇, 入侵者也会感受到占有者的威胁, 这样在一定程度上可以防止双方的争斗^[24]。

Halpin 认为, 无论气味的进化是进化压力所致还是进化的副产品, 它都具有多种多样的功能, 因此, 气味的不同作用很可能是物种在进化、生态和社会结构上的差异所致^[26]。本文首次报道了根田鼠粪便分布位点和粪标记强度, 并探讨了其在领域标记和路途识别中的可能作用。然而, 新旧粪便之间的距离、分叉以及跑道终端与最近洞口之间的距离、粪标记的季节变化以及栖息地改变而导致的粪标记变化等的调查, 洞口利用率与粪标记之间的关系和洞口、分叉以及跑道终端之间粪标记强度差异的分析以及对标记个体进行粪便标记的测定, 对于探讨粪标记与种群密度的关系, 全面理解根田鼠粪标记的分布位点及其在领域标记和防御、路途识别以及躲避天敌捕食中的可能作用将更加有利。

参考文献:

- [1] Hurst J L, Payne C E, Nevison C M, Marie A D, Humphries R E, Robertson D H, Cavaggoni A, Beynon R J. Individual recognition in mice mediated by major urinary proteins [J]. *Nature*, 2001, **414**: 631 - 634.
- [2] Brown R E, McDonald D W. *Social odours in Mammals Voles 1 and 2* [M]. Oxford: Clarendon, 1985.

- [3] Brown R E. The rodents. II. Suborder myomorpha [A]. In: Brown R E, Macdonald D W eds. Social Odours in Mammals, Vol. 1 [C]. Oxford: Oxford University Press, 1985. 345 - 457.
- [4] Ferkin M H, Johnston R E. Meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*, use multiple source of scent for sex recognition [J]. *Anim Behav*, 1995, **49**: 37 - 44.
- [5] Smith B A, Block M L. Preference of Mongolia gerbils for salivary cues: a developmental analysis [J]. *Anim Behav*, 1990, **39**: 512 - 521.
- [6] Shanas U, Terkel J. Mole-rat harderian gland secretions inhibit aggression [J]. *Anim Behav*, 1997, 1255 - 1263.
- [7] Ferkin M H, Sorokin E S, Johnston R E. Seasonal changes in scents and responses to them in meadow voles: Evidence for the co-evolution of signals and response mechanisms [J]. *Ethology*, 1995, **100**: 89 - 98.
- [8] 张立, 孙儒泳, 房继明. 啮齿动物的嗅觉通讯研究进展[J]. 兽类学报, 2003, **23** (1): 74 - 82.
- [9] Lai S C, Johnston R E. Individual odors in Djungarian hamsters (*Phodopus campbelli*) [J]. *Ethology*, 1994, **96**: 117 - 126.
- [10] 张立, 房继明. 非繁殖期成年雄性布氏田鼠对群体气味的辨别 [J]. 兽类学报, 1996, **16** (3): 285 - 290.
- [11] Rozenfeld F F, Rasmont R. Odour cue recognition by male bank voles, *Clethrionomys glareolus* [J]. *Anim Behav*, 1991, **41**: 839 - 850.
- [12] 张立, 房继明, 孙儒泳. 布氏田鼠在不同光周期下对陌生个体尿液和粪便的气味辨别 [J]. 兽类学报, 2001, **21** (4): 292 - 300.
- [13] 孙平, 赵新全, 徐世晓, 赵同标, 赵伟. 雪后海北高寒草甸地区根田鼠种群特征的变化 [J]. 兽类学报, 2002, **22** (4): 318 - 320.
- [14] Zhao Y J, Fang J M, Sun R Y. Familiarity and mate choice in root voles (*Microtus oeconomus*) [J]. *Acta Theriol Sin*, 1999, **19** (4): 287 - 297.
- [15] 赵亚军. 田鼠社会组织、亲属识别和近交回避 [D]. 博士后出站报告, 1999.
- [16] 赵亚军, 邵发道, 王廷正, 赵新全, 李保明. 熟悉性对棕色田鼠和根田鼠择偶行为的影响 [J]. 动物学报, 2002, **48** (2): 167 - 174.
- [17] Zhao X Q, Zhou X M. Ecological Basis of Alpine Meadow Ecosystem Management in Tibet: Haibei Alpine Meadow Ecosystem Research Station [J]. *Ambio*, 1999, **28** (8): 642 - 647.
- [18] 刘丙万, 蒋志刚. 粪样在野生动物研究中的作用 [J]. 动物学研究, 2002, **23** (1): 71 - 76.
- [19] Soderquist T R. Spatial organization of the arboreal carnivorous marsupial *Phascogale tapoatafa* [J]. *J Zool*, 1995, **237** (3): 385 - 398.
- [20] Hurst J L. Urine marking in populations of wild house mice *Mus domesticus* Ruddy. I. Communication between males [J]. *Anim behav*, 1990, **40**: 209 - 222.
- [21] Hurst J L. Urine marking in populations of wild house mice *Mus domesticus* Ruddy. I. Communication between females [J]. *Anim behav*, 1990, **40**: 223 - 232.
- [22] Back S R, Beeler L A, Schaefer R L, Solomon N G. Testing functional hypotheses for the behavior of resident pine voles, *Microtus pinetorum*, toward non-residents [J]. *Ethology*, 2002, **108** (11): 1023 - 1039.
- [23] Zhang L, Fang J M, Sun R Y. Behavioural development of conspecific odour preferences in Brandt's vole *Microtus brandti* [J]. *Acta Theriologica*, 2001, **46** (1): 23 - 32.
- [24] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 北京: 北京师范大学出版, 2001.
- [25] 孙儒泳, 郑生武, 崔瑞贤. 根田鼠巢区的研究 [J]. 兽类学报, 1982, **2** (2): 219 - 232.
- [26] Halpin Z T. Individual odors among mammals: Origins and function [J]. *Adv Study Behav*, 1986, **16**: 40 - 70.