

大沙鼠行为生态学研究现状*

乔洪海^{1,2} 刘伟³ 杨维康^{1**} 徐文轩^{1,2} 夏参军^{1,2} David Blank¹

(¹ 中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; ² 中国科学院研究生院, 北京 100049; ³ 四川大学生命科学学院, 成都 610064)

摘要 大沙鼠(*Rhombomys opimus*), 属啮齿目(Rodentia) 仓鼠科(Cricetidae) 沙鼠亚科(Gerbillinae), 广泛分布于中亚的哈萨克斯坦、伊朗、阿富汗、蒙古和中国等国, 是沙鼠亚科中体型最大的鼠种, 是中亚荒漠区的重要建群鼠种。大沙鼠为建立定居点而挖掘复杂的洞穴系统, 生活在此洞穴系统内的一个家族通常由 2~3 代大沙鼠组成。大沙鼠采食梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、怪柳(*Tamarix chinensis*) 等植物, 强烈影响荒漠植物的发育和外貌, 以及荒漠生态系统的结构和功能。本文对大沙鼠栖息地、采食、储食、警戒、领域、社群、扩散以及昼间活动节律等行为的研究作以综述, 分析了亟待深入研究的内容, 以加深对该物种生物学特性的认识, 并为有效控制该物种、维护荒漠生态系统稳定健康发展以及荒漠化防治提供基础数据。

关键词 栖息地; 采食行为; 警戒行为; 领域行为; 社群行为; 活动节律

中图分类号 Q958.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2011)3-0603-08

Behavior ecology of great gerbil *Rhombomys opimus*: A review. QIAO Hong-hai^{1,2}, LIU Wei³, YANG Wei-kang^{1**}, XU Wen-xuan^{1,2}, XIA Can-jun^{1,2}, David Blank¹ (¹Key Laboratory of Biogeography and Bioresources in Arid Land, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; ²Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; ³College of Life Science, Sichuan University, Chengdu 610064, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2011, **30**(3): 603–610.

Abstract: *Rhombomys opimus* belongs to the subfamily Gerbillinae of family Muridae, order Rodentia. It has a vast distribution range from Iran and Afghanistan via Kazakhstan to China and Mongolia, being a species with the biggest body size in Gerbillinae and a key rodent in the Middle and Central Asian arid zone. *R. opimus* digs complex burrow system for establishing settlement where a family group of 2–3 generations lives together. *R. opimus* feeds *Haloxylon ammodendron*, *Tamarix chinensis*, and various others plants, giving strong impact on vegetation development and productivity, and consequently, on the structure and processes of desert ecosystem. This paper summarized the research findings on the habitat, feeding behavior, food storage, alertness behavior, territorial behavior, social behavior, and spatial dispersion of *R. opimus* as well as its activity rhythm during daytime, and discussed the further research contents about this species to understand its biological characteristics better and to supply theoretical and practical bases for the effective control of *R. opimus*, maintaining the stable and healthy development of desert ecosystem, and the management of desertification.

Key words: habitat; feeding behavior; alertness behavior; territorial behavior; social behavior; activity rhythm.

大沙鼠(*Rhombomys opimus*), 又名大砂土鼠, 属啮齿目(Rodentia) 仓鼠科(Cricetidae) 沙鼠亚科

* 国家自然科学基金项目(30970476)、中国科学院“西部之光”人才培养计划“联合学者”项目(LHXZ200701)和中国科学院外国专家特聘研究员计划项目(2009Z2-5)资助。

** 通讯作者 E-mail: Yangwk@ms. xjb. ac. cn

收稿日期: 2010-07-13 接受日期: 2010-11-23

(Gerbillinae), 在世界范围内分布于哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、土库曼斯坦、伊朗、阿富汗、蒙古和中国等地(赵天飙等, 2001b)。其体型较大, 是中亚地区典型荒漠啮齿动物(赵天飙等, 2005)。大沙鼠多在昼间活动(胡德

夫,1998;戴昆和姚军,1999;李先元,2003;张三亮和刘荣堂,2008),倾向于在丘间地和固定沙丘上挖掘洞穴(戴昆和姚军,1999),与子午沙鼠(*Meriones meridianus*)、怪柳沙鼠(*Meriones tamariscinus*)等荒漠鼠类共存于同一荒漠之中,采食梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、怪柳(*Tamarix chinensis*)等植物,深刻影响着荒漠植物的生产力及外貌。

国内外在大沙鼠栖息地、采食、储食、警戒、领域、社群、扩散以及昼间活动节律等行为生态学领域开展了广泛研究(Burdellov *et al.*, 1964; Mokrousov, 1978; 赵肯堂, 1981; 戴昆和姚军, 1999; 赵天飙和齐林, 2000; Randall *et al.*, 2000)。本文总结了前人开展大沙鼠行为生态学方面的研究成果,旨在加深对该物种生物学特性的认识,为荒漠生态系统的可持续发展与管理提供科学依据。

1 栖息地

大沙鼠为典型荒漠鼠类,多分布于沙质荒漠中的固定半固定沙丘,少数亦分布于粘土和砾石荒漠中(Mokrousov, 1965; Mokrousov, 1969; Mokrousov, 1978)。食物条件、地形条件和植被覆盖度是决定大沙鼠选择栖息地的重要因素,这3个因素相互依存,相互制约(赵天飙和齐林, 2000)。内蒙古达尔罕茂名安联合旗的滕格淖尔地区大沙鼠适合的栖息地为盐爪爪(*Kalidium foliatum*) + 白刺(*Nitraria sibirica*) + 怪柳固定半固定沙丘(张忠兵和张春福, 1997a; 赵天飙和齐林, 2000)。在哈萨克斯坦的研究认为大沙鼠适宜栖息地为优若藜(*Eurotia ceratoides*) + 怪柳 + 梭梭固定半固定沙丘(Mokrousov, 1969)。大沙鼠对栖息地的选择还与坡度密切相关,在哈萨克斯坦 Balchash 荒漠南部地区有梭梭分布的沙丘中,大沙鼠洞区分布比例为:缓坡沙丘占35%,中等坡度沙丘占43%,陡坡沙丘占11%;在没有梭梭分布的沙丘中,该比例分别为22%、48%和21%(Mokrousov, 1978)。

大沙鼠喜在坡地下部挖掘洞穴,并避开完全平坦的地方(赵肯堂, 1981; 戴昆和姚军, 1999; 赵天飙和齐林, 2000)。分布于哈萨克斯坦 Balchash 荒漠地区的大沙鼠洞区面积为303 ~ 2232 m²,每个洞区洞口数量为69 ~ 301个,洞口为椭圆形截面,纵轴长度为8 ~ 20 cm,横轴长度为6 ~ 16 cm,洞区洞口平

均密度为1.4 ~ 2.3个·10 m⁻²,在其活动核心区域,洞口密度相对较高,通常为5 ~ 6.1个·10 m⁻²。大沙鼠洞穴的单个洞道长度可达40 m以上,垂直深度可达2.5 m,洞道内空间分隔为“仓”、“窝”、“厕所”等不同功能区域,各洞道纵横交织(赵天飙等, 2001b; 李先元, 2003),其中“窝”多在10 ~ 40 cm深度(Mokrousov, 1978)。此外,大沙鼠有重复利用旧洞的习性,一个复杂的洞穴通常是几代大沙鼠长期挖掘的结果(赵天飙等, 2005)。

在古尔班通古特沙漠,大沙鼠的掘洞、采食等行为会在一定程度上改善洞区土壤水肥状况,有利于土壤微生物,尤其是真菌的生长发育,能够提高沙漠草本植物物种多样性,并导致半灌木衰败,洞区的植物群落在一定程度上显现出次生演替的特征(杨维康等, 2006, 2009; 蒋慧萍等, 2007)。进一步探索大沙鼠对其他动植物和土壤的扰动效应,以及影响大沙鼠栖息地选择的环境因子,将有助于揭示大沙鼠与当地环境的相互作用关系。

2 领域行为

大沙鼠具有明显的领域行为,体现在对采食场和核心活动区域的极力保护和争夺雌鼠。执行保卫任务的多为雄鼠,鲜有雌鼠,几乎没有幼体参与(Burdellov, 1958; Sokolov & Skurat, 1966)。当入侵者进入领域范围时,雄鼠起初会保持静止不动,而后接近,用力嗅,竖立毛发,跺脚以警告入侵者,若入侵者仍不离开,则会用后肢去踢对方,通常入侵者会在此时离开,故而少见大沙鼠在领域行为中使用牙齿撕咬的行为(Mokrousov, 1978)。

大沙鼠用腹中腺标记领域,腹中腺是大沙鼠腹部的一个条形突起,突起处体毛稀疏,雄鼠腹中腺发育良好,平均长22 mm,宽7 mm。当标记领域时,大沙鼠会留下腹中腺分泌物和肠道排泄物(Popov & Tchabovsky, 1996)。在保卫领域成功后,雄鼠会增加一些额外的标记点巩固其领域范围(Mokrousov, 1978)。

在资源更新较慢,呈斑块状分布或者资源短缺的环境中,大沙鼠较易形成领域行为(戴昆和姚军, 1999)。对大沙鼠领域行为开展研究,可揭示其占据资源所带来的直接收益,以及对其基因传播扩散的促进作用。

3 摄食行为

3.1 采食行为

大沙鼠在食物选择上是机会主义者,食物谱广泛,通常采食乔灌木和小灌木的枝条、禾本科植物以及大多数植物的绿色部分,在哈萨克斯坦其采食植物种类多达 342 种(Burdellov *et al.*, 1974)。取食时大沙鼠将稍大枝条从植物体上咬断,立即拖回洞口,再将枝条切成 3 cm 左右的小段,用前肢抱握而食,吃完后再次到植物体上咬断枝条拖回洞口接着取食。幼体警惕性较成体低,部分幼体不搬运枝条而就地取食(赵天飙等,2001b)。大沙鼠通常攀上 1 ~ 2 m 高度采食梭梭枝条(张三亮等,2009),有研究亦发现,大沙鼠可以攀到 2.5 m 以上的高度,甚至可高达 4 m(Mokrousov, 1978)。

由于捕食压力的存在,动物在采食时通常会回避被捕食风险较高的区域(路纪琪和张知彬, 2004),这使得啮齿类动物搬运食物时通常会选择距离较近的区域采集和搬运食物(李萍南,2008)。大沙鼠常在洞穴入口附近就近采食(Randall *et al.*, 2000),一般不会远离洞穴觅食(Blumstein & Armitage, 1997; 赵天飙等,2001b; 张三亮等,2009),采食活动范围相对狭小(张忠兵和张春福,1997b)。

社群结构亦会影响到大沙鼠的采食行为。受益于与雄鼠的社群协作,雌雄同居社群中的雌鼠个体比独居的雌鼠个体在地面采食活动总时间更长,储存食物所花费时间更少,单趟采食持续时间相对较长,说明权衡各种行为所花费时间时,独居雌鼠面临更大的捕食压力(Rogovin *et al.*, 2001)。此外,随着社群规模的增大,大沙鼠个体也更易被捕食者发现,这是群聚生活所带来不利的一面(Krause & Godin, 1995; McGuire *et al.*, 2002)。

采食行为作为动物生存的基本内容,意义非同寻常。已有文献报道了大沙鼠采食的植物种类、采食方式和影响采食的因素(Burdellov *et al.*, 1974; 孙庆等,1983; 戴昆和姚军,1999),如果能对其采食耗能与获能进行定量研究,加以采食风险进行综合讨论,则可验证其如何在采食策略上应对严酷的生存环境。

3.2 储食行为

食物的时间分布不均匀,是迫使动物储食的主

要原因。储食行为能提高动物在食物匮乏季节的生存概率,可认为是采食行为的特化(李萍南,2008)。在储食期间,大沙鼠常爬到梭梭树上较高处的枝条收集食物。通常成年大沙鼠在低处竖直站立,用前肢抓住较高处枝条,咬下绿色的枝叶抛向地面,包括幼鼠在内的其他家族成员则负责收集枝条并拖进洞穴内储存(Mokrousov, 1978)。

在哈萨克斯坦,6 月底-10 月为大沙鼠储存食物时段,储存种类多为梭梭枝条和其他植物的绿色部分。每个大沙鼠家族有 2 ~ 5 个专用储食仓库,为一段直径相对更大的洞道,单个仓库储存量为 1.5 ~ 20 kg 不等,整个家族洞区总储食量为 10 ~ 50 kg,甚至更多。大沙鼠通常将枝条切成 15 ~ 20 cm 长的段,均匀铺设于洞穴仓库内。另有研究表明,大沙鼠也在地面储存食物,并在食物表面覆以沙土,其储存高度可达 50 cm,重量可达 8 kg(Vansulin, 1967; Iakovlev, 1969)。

大沙鼠储食种类随分布地植被类型不同而存在较大差异。阿拉善荒漠大沙鼠于 9 月中旬开始储存食物,主要储存碱蓬(*Suaeda glauca*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)等草本植物和梭梭嫩枝条,至 10 月,一个洞系可以储存约 15 kg 干草(萨仁等, 1996)。腾格淖尔地区主要储存种类为盐爪爪、白刺和滨藜(*Atriplex patens*),以盐爪爪为主(赵天飙等,2001b)。拖入洞穴之前,大沙鼠通常将植物均匀摊在洞口前晾晒,摊开食物厚度约为 5 ~ 10 cm,经晾晒的食物不易变质,更耐储藏(赵天飙等, 2001b)。食物储存量依不同个体而异,同一家族内雄鼠储存食物较雌鼠为多(Rogovin *et al.*, 2004)。大沙鼠会将储存时间过长的食物推出洞穴遗弃,此类行为可能是由于储存食物的可食品质降低,不再利用(杨维康等,2006)。

储食行为有效保证了动物在食物短缺季节里的生存,其储食行为对区域内有机物分布有着较大影响。更格卢鼠(*Dipodomys spectabilis*)在洞穴内大量储存植物种子,为微生物创造了良好的生存环境,明显提高了洞穴内的微生物多样性(Reichman *et al.*, 1985; Frisvad, 1987; Wicklow & Rebar, 1988)。大沙鼠的活动在小尺度上对荒漠植物群落的物种组成和植被结构也有显著影响(杨维康等,2006),改变了洞区土壤水肥状况,有利于土壤微生物,尤其是真菌

的生长发育(蒋慧萍等,2007),但这是大沙鼠活动产生的综合效应,并不能确定储食行为在其中所占权重,进一步研究储食行为对植被特征和土壤养分的影响有助于揭示荒漠生态系统土壤养分循环过程。

4 活动节律

大沙鼠主要在白天活动(赵天飙等,2001a),日间活动量较大且时间分配不均匀(张忠兵和张春福,1997b)。因受气温和沙面温度制约,大沙鼠有明显的活动高峰(李传勋和周庆强,1996)。在4、7、10月中旬,大沙鼠活动表现为明显的双峰型,即在10:00–11:00和16:00–17:00出现高峰时段,而在中午活动量明显降低;冬季日间活动只有1个高峰时段,即在11:00–14:00之间。气温是大沙鼠活动强度的主要限制因子,高温季节大沙鼠避开正午,在凉爽的晨昏时段活动,而在气温低的冬季,则只在相对温暖的中午出洞活动(Burdellov *et al.*, 1964; 马俊梅等,2008)。冬季是大沙鼠一年中活动水平最低的季节,多在地下活动,极少出洞。只在晴朗无风的天气出洞,活动范围限于洞口数米距离内,其活动强度与积雪厚度和风力呈负相关(Burdellov *et al.*, 1964)。另有研究表明,夏季23:00–3:00大沙鼠亚成体有夜间活动行为(Marin, 1959)。

大沙鼠不冬眠,但活跃程度有季节性差异。其在春末和秋季活动量明显增加,原因在于春末时节洞内储存食物已然消耗殆尽,而交配繁殖等行为需要大量能量,故其大量进行采食活动;秋季天气逐渐转凉,大沙鼠需为度过寒冬而大量储存食物,故而出现另一活动高峰(马俊梅等,2008)。

在日间活动时间分配方面,大沙鼠大部分时间在地度度过,地表活动时间仅占其日间总时间的20%(马俊梅等,2008)。而在地表活动时间分配中,采食时间最长,占42.2%,观察(瞭望)占31.4%,移动占15.2%,警戒占4.3%,挖掘、修饰及其他行为共计占6.84%(赵天飙,2006)。

5 社群行为

单个大沙鼠家族通常由1只成年雄鼠和1~3只成年雌鼠(多者可达7只),及一些幼体和亚成体组成(张忠兵和张春福,1997a; Randall *et al.*,

2000)。成年后雌鼠留在出生巢区,雄鼠扩散出本社群,故社群内雌鼠皆有亲属关系(Randall *et al.*, 2000)。在社群密度低的年份,有些雌性也可在无成年雄鼠存在的情况下与幼鼠或亚成体共同生活,从而形成无定居成年雄鼠社群结构(Randall & Rogovin, 2002)。此情形下,邻近巢区雄鼠则有规律潜入雌鼠领域,并与之交配(Pavlinov *et al.*, 1990)。

资源分布和捕食压力是影响动物社群行为进化的两个主要因素(Alexander, 1974)。一方面,大沙鼠的群栖习性在沙鼠中最高,2个社群之间存在共同活动区域而不发生个体间的相互排斥(赵肯堂, 1981; Rogovin *et al.*, 2003),另一方面,“家族”式的生活方式使得大沙鼠呈现明显的聚集分布,从而导致社群之间对食物及活动空间的争夺非常激烈(张忠兵和张春福,1997a)。

社群结构对不同社群角色的影响不同。较之于其他的社群因素(如临近巢区的距离等),社群大小对社群内雄鼠有更大影响,尤其是社群内雌鼠数量会影响雄鼠体内类固醇浓度(Rogovin *et al.*, 2003),刺激雄鼠体内下丘脑-垂体-肾上腺(hypothalamic-pituitary-adrenal, HPA)轴活动增强,肾上腺分泌活动随之加强,而肾上腺分泌的糖皮质激素,具有抑制免疫应答的作用,从而导致雄鼠死亡风险增加(Rogovin *et al.*, 2003)。大沙鼠群栖习性能增强其反捕食能力,但随着社群密度提高,社群内的食物资源竞争也会随之加剧。高密度还会导致大沙鼠体内肾上腺酮浓度的增高和社群不稳定(Sapolsky, 1983; Wingfield *et al.*, 1990)。与之相适应的是大沙鼠食物泛化,在其采食栖息地内,食物竞争不会过分激烈,对同种个体的容忍能力相对较强(Rogovin *et al.*, 2001)。

特殊生理时期大沙鼠种内关系会趋于紧张。为确保成功繁殖,竞争交配对象,繁殖期同性个体之间的竞争会加剧;而繁殖期过后,同性之间的关系重新趋于相对缓和。繁殖期雌鼠行为主要表现在对食物和活动空间的占据,雄鼠则努力接近雌鼠,二者都以成功繁殖为最终目的(张忠兵和张春福,1997a),雌雄鼠间空间分布关系在繁殖期间可简单概括为“同性相斥,异性相吸”(房继明,1994)。

对社群行为的深入研究有助于揭示物种进化过程中的个体间协作机制。社群行为对社群内不同个

体的影响差异,以及如何达到社群总体利益最大化等问题,都值得深入研究。

6 反捕食行为

6.1 警戒行为

大沙鼠遭遇入侵者时有明显警戒行为。受惊吓时,大沙鼠通常会发出一声短口哨音报警,而后立即钻入洞穴躲避(Randall *et al.*, 2000),若此时恰巧正在梭梭树上采食,大沙鼠则直接从较高的枝条跳向地面,而不是循原路下树,有时甚至以头部着地(Mokrousov, 1978)。当入侵者逐渐接近时,大沙鼠产生一系列警戒动作:最初后脚笔直站立,尽量向上伸展其身軀,同时前肢呈抱握状,持续观察领域及入侵者;若入侵者继续靠近,大沙鼠会以鸣叫报警,并继续站立或是躲入洞穴;若入侵者仍不离去,则报警声渐大渐快,同时伴以后足的原地跳动,或者四足着地,后足末端敲击地面(Randall *et al.*, 2000; 赵天飙等, 2001b)。鸣叫和原地跳动具有一定节奏,即每鸣叫两声,原地跳动一下(赵天飙等, 2001b)。观察通常被视为低成本警戒行为,伴以鸣叫的动作被视为高成本警戒行为,二者主要差别为是否鸣叫(Rogovin *et al.*, 2001)。

大沙鼠警戒时会估量自身危险程度,以保证在相对安全的位置报警(Hoogland, 1996; Brock *et al.*, 1999)。报警的声音类型与其距入侵者的距离密切相关,当入侵者距离 28 m 左右时,大沙鼠发出有规律的相对较慢鸣叫,距离 18 m 左右时发出紧张急促的叫声,距离 12 m 左右时发出尖锐的口哨声,由远及近,报警声音趋于更加强烈和紧张(Randall & Rogovin, 2002)。此外,大沙鼠还可发出危险解除的鸣叫信号(赵天飙和齐林, 2000)。类似的警戒及报警行为在其他荒漠鼠类动物中亦较为常见(Randall, 1994; Randall *et al.*, 2000)。

在有幼崽的社群中,当幼崽在洞外时,社群内所有成体都有更为明显的报警行为,而独居鼠几乎无此类反应。由此可见,报警的重要作用之一是为易受攻击的个体提供危险信号(Randall *et al.*, 2000)。此外,报警信号也倾向于传递给群体内有血缘关系的亲属和无血缘关系的配偶或潜在配偶(Hamilton, 1964; Taylor *et al.*, 1990; Randall *et al.*, 2000)。

6.2 对于不同捕食者及异物的反应

由于不同捕食者捕食方式各异,亦即进入洞穴

能力的不同,大沙鼠反应模式也随之不同(Randall *et al.*, 2000)。对于不能进入洞穴的犬科动物,大沙鼠采取避入洞穴的方式逃避捕食;对蛇的反捕食策略,则是尽可能阻止蛇进入洞穴(Hennessy & Owings, 1988),其采用策略类似于反捕食行为中的靠近并瞪视捕食者(路纪琪和张知彬, 2004)。

大沙鼠对于异物如鼠夹也有警戒行为。有鼠夹布置于洞口时,大沙鼠长时间不再出来活动,或选择其他洞口进出,或将鼠夹用土掩埋后再活动,甚至借助土把鼠夹推离洞口。幼鼠则警惕性相对较低,常常在布夹后几分钟后即被捕获(赵天飙等, 2001b)。

6.3 反捕食行为小结

由于捕食风险压力,动物必需权衡效益与风险,最终做出行为上的适应性改变。被捕食者与捕食者遭遇时,采食活动暂时停止,但是迫于能量需求,采食活动必然会在适当时刻恢复(路纪琪和张知彬, 2004)。成体大沙鼠受到惊扰进入洞穴后,通常会坚持很长时间不再出洞,而幼鼠则很快恢复,即便在紧急状况下,幼鼠也会挖掘几下洞口的土再进洞(赵天飙等, 2001b)。

对大沙鼠而言,反捕食需要警戒、瞭望等行为,相对平坦、开阔、植被稀疏的环境便于及时发现和躲避天敌以减小被捕食风险,较高的植被覆盖度则不利于防范天敌(戴昆和姚军, 1999; 赵天飙和齐林, 2000)。两足跳跃类啮齿动物能够及时避开捕食者袭击,故分布在地表裸露区域,而四足爬行类啮齿动物难以迅速躲避袭击,故而被迫局限于植被盖度相对较高的地区(Bowers *et al.*, 1987)。大沙鼠虽是四足类啮齿动物,但亦可保持两足站立姿势,并借此显著提高其警戒能力,故其活动中心多处于植被相对稀疏区域。

警戒行为是确保大沙鼠生存的基础,上述研究结果系统阐述了警戒的方式、距离等,进一步研究其警戒的成本、目的、对象、起源等,可揭示警戒行为在大沙鼠进化过程中的重要作用和意义。

7 扩散行为

扩散行为是大沙鼠适应环境的有效途径之一,当食物和隐蔽条件不断恶化时,大沙鼠将重新选择巢区,并常伴有短程迁徙的扩散行为(马勇等, 1987)。此外,当大沙鼠幼仔在翌年分窝时会发生

种群扩散,除分窝外,食物、栖息地、种内及种间竞争、巢区扩展等因素皆可导致大沙鼠扩散(赵天飙等,2001b)。但就扩散距离而言,大沙鼠扩散能力相对较弱。Burdellov 等(1964)在哈萨克斯坦 Balchash 湖区标记了 4063 只大沙鼠个体,其中大部分活动距离在 50~200 m,仅有 65 只个体扩散距离达 1.5~5.5 km。

对巢区内不同位置利用的变化可视为是巢区范围内的扩散行为。大沙鼠对于巢区各部分的利用程度不一,在一段时期内通常集中于某一区域活动,形成活动中心。该活动中心会发生变动,表现为洞群中的活动中心随季节改变而发生移动。春夏季活动中心多位于阴凉遮阴的位置,秋冬季则转移至阳光充足的区域(张忠兵和张春福,1997a)。

扩散是基因交流的主要方式,对扩散行为的深入研究可揭示基因的流动路径和进化历程,以及扩散如何对区域种群基因多样性产生影响。

8 小 结

为深入理解鼠类对荒漠生态系统生态过程和景观功能的扰动效应,尚有较多值得进一步研究的内容。比如,大沙鼠在干旱荒漠区维持体内水分平衡所采用的行为和生理对策,大沙鼠食物物种比例的定量分析,不同季节及不同时间日间活动差别,巢域选择,对空间异质性的影响等都是值得深入研究的领域。

我国是受荒漠化危害严重的国家,且大部分荒漠土地分布在北方(王涛和朱震达,2003),与此同时,北方也是国内大沙鼠的主要分布区域,包括新疆、甘肃西部、宁夏、内蒙古(王思博和杨赣源,1983;周立志等,2000)。造成荒漠化的众多因素中,鼠害是其重要组成部分。内蒙古阿拉善盟全盟 55.6 万 hm^2 天然梭梭林中,鼠害发生率高达 69.5% (郝俊等,2004)。为了控制鼠害,维持荒漠生态系统正常功能,促进受损荒漠生态系统恢复,有必要对大沙鼠开展深入研究。通过研究大沙鼠采食、储食、掘洞等行为,探讨大沙鼠活动对诸多土壤理化性质(容重、水分渗透率、持水量、养分含量等)及成土过程的影响,从而揭示大沙鼠对荒漠生态系统物质循环和能量流动过程的扰动效应,为维护荒漠生态系统可持续发展和管理提供科学参考;通过研究大沙

鼠的扩散等行为,探讨区域内种群数量和结构的波动变化规律,以及区域内鼠害爆发在荒漠化发展进程中的作用,预测其爆发机制和规律,为荒漠植被恢复和荒漠化防治奠定基础;通过研究大沙鼠掘洞、栖息地选择和活动节律等,探讨大沙鼠与其栖息环境的相互作用关系及其与其他生物群落结构和物种组成关系,为荒漠生物多样性保护提供决策参考。

参考文献

- 戴 昆,姚 军. 1999. 大沙鼠的巢域选择. 干旱区研究, **16**(4): 5-9.
- 房继明. 1994. 啮齿动物的空间分布格局. 生态学杂志, **13**(1): 39-44.
- 郝 俊,高建国,牛春花,等. 2004. 荒漠梭梭林鼠害防治试验. 干旱区资源与环境, **18**(6): 174-176.
- 胡德夫. 1998. 准噶尔盆地南缘捕食者排遗物内的啮齿动物组成. 干旱区研究, **15**(2): 31-34.
- 蒋慧萍,吴 楠,杨维康. 2007. 大沙鼠扰动对荒漠土壤微生物数量和水肥状况的影响. 干旱区研究, **24**(2): 187-192.
- 李传勋,周庆强. 1996. 大沙鼠的生态观察及其防治实验. 动物学杂志, (1): 5-9.
- 李萍南. 2008. 浅谈动物贮食与生态环境的关系. 中国林副特产, (6): 98-100.
- 李先元. 2003. 石羊河中下游大沙鼠对白梭梭的危害调查及防治对策. 甘肃农村科技, (1): 37.
- 路纪琪,张知彬. 2004. 捕食风险及其对动物觅食行为的影响. 生态学杂志, **23**(2): 66-72.
- 马 勇,王逢桂,金善科,等. 1987. 新疆北部地区啮齿动物的分类和分布. 北京:科学出版社.
- 马俊梅,张三亮,白生才. 2008. 荒漠林大沙鼠发生规律研究. 甘肃林业科技, **33**(1): 33-36.
- 萨 仁,罗丽荣,王 燕. 1996. 阿拉善盟荒漠草地大沙鼠发生及危害现状的研究. 内蒙古草业, (3): 29-31.
- 孙 庆,风凌飞,甄根伏,等. 1983. 大沙鼠生态学的初步研究. 鼠疫防治参考资料, (10): 8-10.
- 王 涛,朱震达. 2003. 我国沙漠化研究的若干问题. 中国沙漠, **23**(3): 209-214.
- 王思博,杨赣源. 1983. 新疆啮齿动物志. 乌鲁木齐:新疆人民出版社.
- 杨维康,蒋慧萍,王雪芹,等. 2009. 古尔班通古特沙漠区大沙鼠对荒漠植物群落的扰动效应. 生态学杂志, **28**(10): 2020-2025.
- 杨维康,乔建芳,蒋慧萍,等. 2006. 大沙鼠掘洞对准噶尔荒漠植物群落的小尺度影响. 干旱区地理, **29**(2): 219-224.
- 张三亮,陈应武,马俊梅,等. 2009. 大沙鼠危害及取食对

- 荒漠梭梭林生长的影响. 中国森林病虫, **28**(1): 7-9.
- 张三亮, 刘荣堂. 2008. 荒漠梭梭林大沙鼠为害及不同生境类型对其巢域选择的影响. 草原与草坪, (5): 11-14.
- 张忠兵, 张春福. 1997a. 大沙鼠种群空间分布格局的研究. 动物学杂志, **32**(4): 29-31.
- 张忠兵, 张春福. 1997b. 大沙鼠鼠洞分布格局的初步研究. 动物学杂志, **32**(3): 26-28.
- 赵肯堂. 1981. 内蒙古啮齿动物. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社.
- 赵天飙, 齐林. 2000. 大沙鼠对栖息地的选择. 动物学杂志, **35**(1): 40-43.
- 赵天飙, 郭建平, 张忠兵, 等. 2001a. 大沙鼠一些行为的初步观察. 内蒙古师范大学学报: 自然科学版, **30**(1): 57-60.
- 赵天飙, 张忠兵, 李新民, 等. 2001b. 大沙鼠和子午沙鼠的种群生态位. 兽类学报, **21**(1): 76-79.
- 赵天飙, 杨持, 周立志, 等. 2005. 中国大沙鼠生态学研究进展. 内蒙古大学学报: 自然科学版, **36**(5): 591-596.
- 赵天飙. 2006. 大沙鼠种群空间分布格局、栖息地选择及种群动态的研究(博士学位论文). 呼和浩特: 内蒙古大学.
- 周立志, 马勇, 李迪强. 2000. 大沙鼠在中国的地理分布. 动物学报, **46**(2): 130-137.
- Alexander RD. 1974. The evolution of social behavior. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **5**: 325-383.
- Blumstein DT, Armitage KB. 1997. Does sociality drive the evolution of communicative complexity? A comparative test with ground-dwelling sciurid alarm calls. *The American Naturalist*, **150**: 179-200.
- Bowers MA, Thompson DB, Brown JH. 1987. Spatial organization of a desert rodent community: Food addition and species removal. *Oecologia*, **72**: 77-82.
- Brock TH, Riain MJ, Brotherton NM, et al. 1999. Selfish sentinels in cooperative mammals. *Science*, **284**: 1640-1644.
- Burdelov AS, Bondar EP, Zhuravleva VI. 1964. Great gerbil mobility and its ecological role in the continues settlements of northern deserts (Balchash Lake region). *Zoologicheskyy Zhurnal*, **43**: 115-124.
- Burdelov AS, Petrov VS, Chrustselevskiy VP. 1974. Ecological and physiological peculiarities of great gerbil (*Rhombomys opimus*): Common species of Middle Asia deserts//Theriology, Nauka Press of Academy of Sciences of USSR. Moscow: Academic Press; 186-193.
- Burdelov AS. 1958. Longevity of great gerbil and age composition of their population// Proceedings of Middle Asia Research Institute for Black Death. Moscow: Academic Press; 189-197.
- Frisvad JC, Filtenborg O, Wicklow DT. 1987. Terverticillate penicillia isolated from underground seed caches and cheek pouches of kangaroo rat burrows (*Dipodomys spectabilis*). *Canadian Journal of Botany*, **65**: 765-773.
- Hamilton WD. 1964. The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, **7**: 1-52.
- Hennessy DF, Owings DH. 1988. Rattlesnakes create a context for localizing their search for potential prey. *Ethology*, **77**: 317-329.
- Hoogland JL. 1996. Why do Gunnison's prairie dogs give anti-predator calls? *Animal Behaviour*, **51**: 871-880.
- Iakovlev MG. 1969. Some results of numbers counting of great gerbil on constant plots during many years. Report 1. Settlements density of gerbils// Material of Scientific Conference for Institutions of Black Death Research in Middle Asia and Kazakhstan. Alma-Ata: Academic Press; 169-175.
- Krause J, Godin JJ. 1995. Predator preferences for attaching particular prey group sizes: Consequences for predator hunting success and prey predation risk. *Animal Behaviour*, **50**: 465-473.
- Marin SN. 1959. The role mobility of great gerbil for decreasing level of black death in the infection center// Tenth Meeting for Parasitological Problems and Natural Centers of Infections 1. Moscow: Academic Press; 212-214.
- Mcguire B, Getz LL, Oli MK. 2002. Fitness consequences of sociality in prairie voles, *Microtus ochrogaster*: Influence of group size and composition. *Animal Behaviour*, **64**: 645-654.
- Mokrousov NI. 1965. Number and distribution of great gerbils in the Taukum Desert// Material of 4th Scientific Conference for Natural Infections and Measures Against Black Death. Alma-Ata: Academic Press; 156-157.
- Mokrousov NI. 1969. Some peculiarities of number changing in great gerbil of various populations and epizooty of black death// Materials of Fourth Scientific Conference for Institutions of Black Death Research in Middle Asia and Kazakhstan. Alma-Ata: Academic Press; 354-360.
- Mokrousov NI. 1978. Great Gerbil - *Rombomys opimus* Lichtenstein // Sludskiy AA, eds. Mammals of Kazakhstan 3. Alma-Ata: Publishing House Nauka of Kazakh USSR; 64-115.
- Pavlinov IJ, Dubrovsky YA, Rossolimo OL, et al. 1990. Gerbils of The World. Moscow: Publishing House Nauka of Kazakh USSR; 368.
- Popov SV, Tchabovsky AV. 1996. Factors affecting body mass and ventral gland size in great gerbil (*Rhombomys opimus*) in south-eastern Karakum desert. *Zoologicheskyy Zhurnal*, **75**: 1404-1411.
- Randall JA, Rogovin K. 2002. Variation in and meaning of

- alarm calls in a social desert rodent *Rhombomys opimus*. *Ethology*, **108**: 513–527.
- Randall JA, Rogovin KA, Shier DM, *et al.* 2000. Antipredator behavior of a social desert rodent: Footdrumming and alarm calling in the great gerbil, *Rhombomys opimus*. *Behavior Ecological Sociobiology*, **48**: 110–118.
- Randall JA. 1994. Convergences and divergences in communication and social organisation of desert rodents. *Australian Journal of Zoology*, **42**: 405–433.
- Reichman OJ, Wicklow DT, Rebar C. 1985. Ecological and mycological characteristics of caches in the mounds of *Dipodomys spectabilis*. *Journal of Mammalogy*, **66**: 643–651.
- Rogovin K, Randall JA, Kolosova I, *et al.* 2001. Intra- and interspecific variation in vigilance and foraging of two gerbilid rodents, *Rhombomys opimus* and *Psammomys obesus*: The effect of social environment. *Animal Behaviour*, **62**: 965–972.
- Rogovin K, Randall JA, Kolosova I, *et al.* 2003. Social correlates of stress in adult males of the great gerbil, *Rhombomys opimus*, in years of high and low population densities. *Hormones and Behavior*, **43**: 132–139.
- Rogovin K, Randall JA, Kolosova I, *et al.* 2004. Predation on a social desert rodent, *Rhombomys opimus*: Effect of group size, composition, and location. *Journal of Mammalogy*, **85**: 723–730.
- Sapolsky RM. 1983. Endocrine aspects of social instability in the olive baboon (*Papio anubis*). *American Journal Primatology*, **5**: 365–379.
- Sokolov VE, Skurat LN. 1966. Specific belly gland of great gerbil. *Zoologicheskyy Zhurnal*, **45**: 213–215.
- Taylor RJ, Balph DF, Balph MH. 1990. The evolution of alarm calling: A cost-benefit analysis. *Animal Behaviour*, **39**: 860–868.
- Vansulin SA. 1967. On the ecology of the great gerbil in the north-western border of this species range. *Ecology of Mammals and Birds*, **15**: 335–339.
- Wicklow DT, Rebar C. 1988. Mold inoculum from cheek pouches of a granivorous desert rodent, *Dipodomys spectabilis*. *Mycologia*, **80**: 750–753.
- Wingfield JC, Hegner RE, Ball GF, *et al.* 1990. The “challenge hypothesis”: Theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies. *The American Naturalist*, **136**: 829–846.

作者简介 乔洪海,男,1984年生,硕士研究生。主要从事动物生态学方面的研究。E-mail: sdau0025@163.com
责任编辑 刘丽娟
