

罗布泊野骆驼的家域特征及其意义

袁磊^{1,3} 马浩² 程芸³ 杨欢² 萨根古丽³ Adiya Yadamsuren² 朱海涌⁴
马友青² 王建林¹ 张烁² 马杏叶² 刁庆安³ 刘少创^{2*}

1 (兰州大学生命科学学院, 兰州 730000)

2 (中国科学院遥感与数字地球研究所, 北京 100094)

3 (罗布泊野骆驼国家级自然保护区管理局, 乌鲁木齐 830011)

4 (新疆环境监测总站, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 野双峰骆驼(*Camelus ferus*)生活在荒漠戈壁, 种群数量稀少, 栖息地地形复杂多样, 且有长距离迁徙习性, 目前对其家域面积和重要栖息地范围的研究只有定性描述。本研究于2012年5月至2013年7月, 在阿奇克谷地和阿尔金山北麓捕捉了8峰野骆驼并安装GPS卫星跟踪项圈, 分别获得了12–423天的13,748个GPS位点记录。研究结果表明, 8峰野骆驼的100%最小凸多边形(minimum convex polygons, MCP)家域面积分别为1,775–11,768 km², 总家域面积为32,821 km², 占罗布泊野骆驼分布区面积的23.1%, 平均家域面积为7,349 ± 1,323 km²。野骆驼个体家域面积季节间差异显著, 秋季最大, 其次是冬季和夏季, 春季最小, 秋季是春季的4.4倍。野骆驼在繁殖季节的家域平均面积为879 ± 320 km², 非繁殖季节为998 ± 106 km², 二者间无显著差异。除了项圈编码为135号的野骆驼和其他7峰野骆驼的家域没有重叠外, 其余7峰野骆驼的家域都有重叠。这7峰野骆驼的家域总面积是24,910 km², 占罗布泊野骆驼分布区总面积的17.5%, 重叠区面积是515 km²。鉴于野骆驼主要分布在阿奇克谷地及以南区域、阿尔金山北麓, 建议将罗布泊野骆驼国家级自然保护区位于阿奇克谷地北山以北的核心区部分区域、磁海低地以南的山区和阿尔金山西部原为实验区的部分区域调整为缓冲区, 而将阿尔金山北麓至库姆塔格沙漠之间的戈壁地带原为缓冲区的部分区域调整为核心区。

关键词: *Camelus ferus*, 行为学, GPS项圈, 家域, 保护

Qualitative study of wild camels (*Camelus ferus*) home range in Lop Nur, China

Lei Yuan^{1,3}, Hao Ma², Yun Cheng³, Huan Yang², Guli SaGen³, Adiya Yadamsuren², Haiyong Zhu⁴, Youqing Ma², Jianlin Wang¹, Shuo Zhang², Xingye Ma², Qing'an Diao³, Shaochuang Liu^{2*}

1 School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000

2 Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094

3 Bureau of Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve, Urumqi 830011

4 Xinjiang Environmental Monitoring Station, Urumqi 830011

Abstract: The home range of wild camels (*Camelus ferus*) was studied qualitatively using standard techniques. This study focused on the home range of wild camels in the Lop Nur, China using GPS satellite tracking collar technology. From May 2012 to July 2013, GPS collars were fitted to 8 wild camels in areas to the north of the Arjin Mountains and Aqik Valley, the most important habitat of the wild camel. The 100% minimum convex polygons (MCP) home range ranged from 1,775 to 11,768 km² with a mean range of 7,349 ± 1,323 km². The total square kilometers of the home range was 32,821 km², nearly 23.1% of the entire wild camel range in Lop Nur. Overlap in home range was common between different individuals. One individual was isolated compared to the other 7 individuals. The home range of these 7 individuals was 24,910 km², 17.5% of the entire wild camel range in Lop Nur. The overlapping area of the 7 individuals was 515 km². The

收稿日期: 2015-04-20; 接受日期: 2015-04-30

基金项目: 环保部新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区综合科学考察项目(20100228)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: liusc@irsa.ac.cn

home range area was largest in the autumn and smallest in the spring. The autumn home range was four times larger than that of the spring range. Home range was also affected by phonological phase of the individuals though the results were not significant. The range during breeding season was $879 \pm 320 \text{ km}^2$ and $998 \pm 106 \text{ km}^2$ in the anestrus season. The results of this study provide a preliminary description of the home range of wild camels in Lop Nur and provide a basis for adjustment of the current management plan for core zone and buffer zone in the Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve.

Key words: wild camel, behavior, GPS collar, home range, conservation

野双峰骆驼(*Camelus ferus*)(以下简称“野骆驼”)隶属于骆驼科真驼属(*Camelus*), 是世界上仅存的野生双峰驼种, 已被IUCN濒危物种红色名录列为极度濒危等级(<http://www.iucnredlist.org/details/63543/0>)。野骆驼现主要分布在4个区域, 即中国的阿尔金山北麓(包括新疆和甘肃阿克塞安南坝)、塔克拉玛干沙漠东部、罗布泊北部库鲁克塔格山, 以及中蒙边界地区(Hare, 1997; 袁磊等, 1999)。林奈1758年将野双峰骆驼命名为*Camelus bactrianus ferus*。1876年, 普热瓦尔斯基于在罗布泊地区获取3具野骆驼标本, 到1883年鉴定为双峰驼亚种, 重新定义拉丁名为*Camelus bactrianus ferus Przewalskii*, 1883。近一个世纪以来, 人们一直认为家骆驼和野骆驼是同一个物种。Han等(1999)、Burger(2012)研究发现野骆驼和家骆驼的基因差异高达2–3%, 达到了种间差异。IUCN于2003年确认野骆驼是有别于家养双峰驼的新物种, 将*Camelus bactrianus ferus*更名为*Camelus ferus*。

野骆驼能饮用苦咸水, 在极端干旱的荒漠中生存, 又是家养双峰驼的近缘种, 因此在世界生物多样性保护中具有极为重要的地位和研究价值。受气候变化和人类活动(如生境破碎化、非法开矿和盗猎等)的影响, 野骆驼已经到了灭绝的边缘(Hare, 1997; 袁国映等, 1999)。John Hare和袁国映等人1995–1999年的调查结果表明: 世界上的野骆驼数量仅为730–880峰, 而目前也不超过1,000峰(http://www.edgeofexistence.org/mammals/species_info.php?id=8), 其中库姆塔格沙漠地区约有430峰(薛亚东等, 2014), 蒙古国约有350峰(Dovchindorj *et al.*, 2006)。罗布泊地区是目前世界上野骆驼分布面积最大的区域, 因此, 新疆维吾尔自治区人民政府在1986年建立了阿尔金山野骆驼自然保护区($1.5 \times 10^4 \text{ km}^2$), 并于2000年扩建为新疆罗布泊野骆驼自然保护区($6.12 \times 10^4 \text{ km}^2$), 与其紧邻的甘肃省也于

1982年建立了安南坝野骆驼自然保护区($0.33 \times 10^4 \text{ km}^2$)。

家域对动物的生存和繁衍具有重要意义, 是动物行为学和保护生物学研究的重要内容(宋延龄等, 2000; 王宇, 2006)。研究人员在近十余年的野外考察中, 虽然对野骆驼在罗布泊地区的分布有了初步了解, 但因野骆驼活动范围广, 难以对个体和群体进行长期跟踪观察, 对野骆驼的家域面积和重要栖息地范围还处在定性描述阶段(谷景和高行宜, 1987; Tulgat & Schaller, 1992; 袁国映等, 1999; 丁峰等, 2008)。GPS卫星跟踪项圈能够准确获取动物出现的位置数据, 在监测大型的、领域性的野生动物移动和活动规律方面具有显著优势(Cederlund & Okarma, 1988; 蒋志刚, 1996), 对野骆驼这种生活在荒漠戈壁、种群数量稀少、栖息地地形复杂多样、有着巨大家域面积和长距离迁徙习性的大型哺乳动物来说, 可以很好地解决家域范围等方面的研究技术难题。Kaczensky等(2014)在蒙古国对Great Gobi A SPA保护区的野骆驼开展了家域方面的研究, 但罗布泊地区野骆驼的家域研究尚未见报道。本研究旨在通过对罗布泊库姆塔格沙漠东、南、北三面捕获的8峰野骆驼的GPS项圈跟踪数据的分析与研究, 揭示罗布泊地区野骆驼的季节性家域和主要栖息地范围。

1 研究区域概况

本文研究区域包括了整个罗布泊地区, 其中北、南、西面均以2013年国务院批准调整的罗布泊野骆驼国家级自然保护区(以下简称“保护区”)区界为准, 东面到保护区东界偏东24'。保护区整体形状呈反写的“C”形, 研究区域则包括了“C”形中间的区域, 总面积为 $1.42 \times 10^5 \text{ km}^2$, 由南向北有阿尔金山及北麓洪冲积平原戈壁、库姆塔格沙漠、阿奇克谷地、罗布泊干涸湖盆、库鲁克塔格山脉和戛顺戈壁。

从海拔最低的罗布泊湖盆(778 m)向南北方向地势逐步抬高,呈现“两山一洼”的地貌格局。研究区域东面是甘肃省,南邻青海省。属于极端干旱大陆性气候,年均温在10℃左右,多数地区年降水量仅10–20 mm,年蒸发量在4,000 mm以上,但在阿尔金山山区的气候有所不同(夏训诚等,2007)。多数地区植被覆盖度很低,主要以芦苇(*Phragmites australis*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、多枝怪柳(*Tamarix ramosissima*)、沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、西伯利亚泡泡刺(*Nuraria sphaerocarpa*)、合头草(*Sympegma regelii*)、琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)等荒漠植物为主,动物除了野骆驼外,还有藏野驴(*Equus kiang*)、鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、盘羊(*Ovis ammon*)、狼(*Canis lupus*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)等(袁国映等,2012)。Yuan等(2014)于2010–2013年利用样线法对该区域野骆驼进行了调查,发现密度为 0.068 ± 0.025 峰/km²,种群数量为 638 ± 251 峰。

2 方法

2012–2013年,在罗布泊阿奇克谷地、库姆塔格沙漠北缘,阿尔金山北坡到库姆塔格沙漠之间的区域,避开野骆驼3–4月的繁育期,于5–6月和9–10月在群体大小为2–15峰的8群野骆驼群中,每群捕获1峰安装GPS卫星跟踪项圈,其中5峰雌性,3峰雄性。8个跟踪项圈中,有2个是基于铱星通讯系统,项圈可以根据需要设定脱落时间;其余6个是基于全球星通讯系统,电池可维持工作2年,项圈使用绳索固定,在使用2年后会因腐烂而脱落。由于工作区域气候极端恶劣,影响了GPS项圈正常工作,其中1个全球星GPS项圈仅工作了12天,就因不明原因停止发送数据,但有1个GPS项圈工作时间达到423天,其余的GPS项圈工作天数在182–284天之间。

8峰野骆驼编号分别为No.155、No.937、No.911、No.475、No.450、No.135、No.482和No.568,获得的GPS卫星跟踪位点数分别是11、349、797、1,980、2,129、2,451、2,660和3,371个,合计13,748个位点(图1)。使用100%最小凸多边形(minimum convex polygon, MCP)家域面积计算方法,通过ArcGIS (Version 10.1)的Home Range插件,计算野骆驼在罗布泊地区的平面家域。因为新疆属于极端

干旱的大陆性气候,研究地区四季的划分是:春季(3–5月)、夏季(6–8月)、秋季(9–11月)、冬季(12月至次年2月)。野骆驼的繁殖季节是11月至次年4月(袁国映等,2012)。

数据分析前先进行分布型的检验(Kolmogorov-Smirnov test),再进行方差齐性检验,在方差齐性的条件下,进行配对 t 检验或单因子方差检验。所有统计分析均在SPSS (Version 21.0)中完成,文中数值均为平均值 \pm 标准误。

3 结果

3.1 个体间家域差异

8峰野骆驼的100% MCP家域面积为1,775–11,768 km²(图1,表1),平均为 $7,349 \pm 1,323$ km²。除No.155只记录了12天的数据以外,其余7个项圈都工作了182天以上。有2峰野骆驼(No.937和No.911)的100% MCP家域面积大于10,000 km²,其余在1,775–7,108 km²之间,8峰野骆驼总的100% MCP家域面积为32,821 km²,占研究区域总面积的23.1%。No.135号和其他7峰野骆驼的活动范围没有任何重叠,形成单独一个家域,其余7峰野骆驼的家域有重叠,100%MCP家域面积是24,910 km²,占研究区域总面积的17.5%。

因No.155仅有12天的数据,无法进行统计分析,剩余7峰野骆驼(No.937、No.475、No.568、No.135、No.482、No.911和No.450)的全年家域面积间存在显著差异($t = 5.62, P < 0.05$),但雌性和雄性野骆驼的家域范围间差异不显著($F = 1.86, P = 0.22$)。

3.2 家域间季节差异

选取监测时间在182天以上的7峰野骆驼位点数据,分析春、夏、秋、冬四季分布,野骆驼个体各季节监测位点数见表2。结果显示,7峰野骆驼100% MCP家域面积从大到小依次为:秋季 $4,123 \pm 829$ km²、冬季 $3,101 \pm 565$ km²、夏季 $1,545 \pm 391$ km²、春季 939 ± 371 km²,分别占全年平均家域面积的56.11%、42.19%、21.02%和12.77%,四个季节间差异显著($t = 3.34, P < 0.05$)。由以上结果可以看出:7峰野骆驼主要是围绕库姆塔格沙漠活动,在阿尔金山北麓及与库姆塔格沙漠间的戈壁带活动最频繁,其次是库姆塔格沙漠北面的阿奇克谷地。野骆驼存在季节性穿越库姆塔格沙漠到阿奇克谷地的

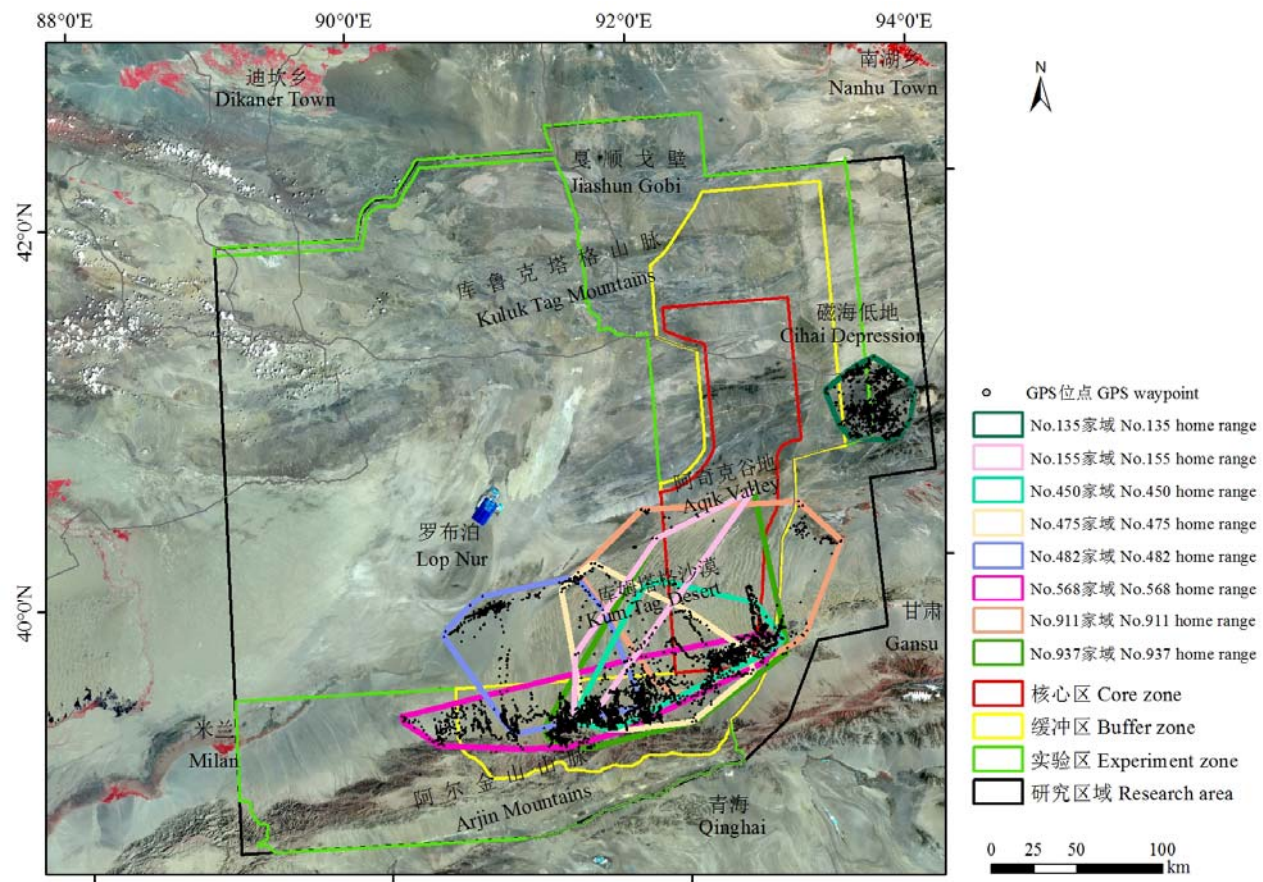


图1 2012–2013年罗布泊地区8峰佩戴GPS卫星颈圈的野骆驼的GPS定位点和100%最小凸多边形家域
Fig. 1 GPS collar positioning points and home range (100% minimum convex polygons, MCP) of eight wild camels in Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve

表1 根据卫星定位数据计算的野骆驼100% MCP家域面积
Table 1 100% MCP home range of wild camels (*Camelus ferus*) calculated with GPS collar positioning points

个体 Individual	性别 Sex	记录点数 Record no.	调查时间 Survey time	100%最小凸多边形家域面积 100% MCP home range (km ²)
No.937	雌 Female	349	12.5.5–13.6.27	11,724
No.475	雄 Male	1,980	12.10.3–13.3.16	7,108
No.568	雌 Female	3,371	12.9.21–13.7.2	6,408
No.135	雄 Male	2,451	12.9.19–13.4.25	1,775
No.482	雌 Female	2,660	12.9.22–13.5.16	6,941
No.911	雌 Female	797	12.5.5–12.12.15	11,768
No.450	雄 Male	2,129	12.10.3–13.4.2	5,720
No.155	雌 Female	11	12.5.5–12.5.17	3,826
全部8峰野骆驼 Total eight wild camels		13,748		32,821
全部7峰野骆驼(除去135号) Total seven wild camels (excluded No.135)		11,297		24,910

迁徙行为, 但是季节特征不明显。No.135野骆驼的跟踪监测期跨越了冬、春、夏3个季节, 但3个季节仅在1个相对封闭的栖息地空间活动, 与其他野骆驼个体没有交叉, 夏季100% MCP家域面积最大,

编号 No.	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
937	—	50	26	38	120	26	84	—
911	—	39	28	—	94	—	636	—
475	—	176	—	—	690	—	1,114	—
568	—	1,078	—	1,102	—	365	826	—
450	—	1,034	—	371	—	—	724	—
135	—	1,042	—	582	—	—	827	—
482	—	993	—	838	—	—	829	—

表2 7峰野骆驼四季收集位点数
Table 2 Collecting number of seven wild camels in different seasons

表3 野骆驼家域重叠面积(km²)
Table 3 The overlapping area (km²) of wild camel home ranges

	No.937	No.911	No.475	No.568	No.450	No.482	No.135	No.155
No.937	11,724	7,689	5,704	4,005	5,720	1,586	—	—
No.911	7,689	11,768	3,338	1,540	4,026	—	—	—
No.475	5,704	3,338	7,108	3,031	327	2,057	—	—
No.568	4,005	1,540	3,031	6,408	2,877	2,164	—	—
No.450	5,720	4,026	327	2,877	5,720	914	—	—
No.482	1,586	—	2,057	2,164	914	6,940	—	—
No.135	—	—	—	—	—	—	1,775	—
No.155	—	—	—	—	—	—	—	3,826

为1,517 km²; 冬季最小, 为1,160 km², 季节间差异显著($t = 11.427, P = 0.008$)。

3.3 繁殖季节和非繁殖季节间家域差异

由于不同野骆驼个体的监测时间有差异, 对7峰野骆驼按照时间跨度分为5组进行差异性分析。其中繁殖季节有2组: No.475和No.450 (10月至次年3月); No.568、No.135和No.482 (11月至次年4月); 非繁殖季节有3组: No.937和No.911 (5–7月); No.911 (5–10月); No.568、No.135和No.482 (9–10月)。繁殖季节和非繁殖季节的数据符合正态分布(Kolmogorov-Smirnov test, $Z = 0.596, P = 0.869$; $Z = 0.732, P = 0.657$), 且方差齐性(Levene = 2.624, $P = 0.14$), 二者的100% MCP家域面积间无显著差异($t = 0.378, P = 0.725$)。野骆驼在繁殖季节的家域面积为 $879 \pm 320 \text{ km}^2$, 在非繁殖季节为 $998 \pm 106 \text{ km}^2$ 。

3.4 家域重叠

野骆驼迁移能力强, 能够长距离的移动, 个体间家域范围大小不同, 且相互之间有重叠现象(图1, 表3)。

8峰野骆驼全年的100% MCP家域面积显示:

No.135与其他7峰野骆驼个体间, 以及No.911与No.482之间的家域范围没有重叠, 其余野骆驼个体的全年家域范围间均有不同程度的重叠, 重叠面积是515 km², 个体间重叠面积最大的是No.937与No.911 (7,689 km²)。

4 讨论

本研究比Kaczensky等(2014)的研究多1峰野骆驼, 且个体最短监测时间和最长监测时间均更长, 但个体的最小和最大家域面积均低于后者。蒙古Great Gobi A SPA的野骆驼在一年以上的跟踪观测中活动范围都能够大于12,000 km² (Kaczensky *et al.*, 2014), 罗布泊地区达到1年跟踪期的有1峰野骆驼(No.937), 其100% MCP家域面积为11,724 km², 与蒙古的没有显著差异($t = 11.591, P > 0.05$)。

罗布泊地区的野骆驼在秋季家域面积最大, 其次是冬季和夏季, 春季最小。秋季的家域面积是春季的4.4倍, 可见秋季是一年中野骆驼最活跃的季节。原因可能是: (1)与从夏季活动区长距离迁移到冬季活动区域有关; (2)野骆驼为了度过缺少食物的

严酷寒冬而不断进食, 需要大范围地寻找食物而扩大了家域活动范围; (3) 入冬后就是野骆驼交配季节, 野骆驼为了能在长达数月的交配期顺利完成交配行为, 需要提前补充能量, 保证有足够的体力去完成交配活动。李岩和赵崇学(2002)对甘肃濒危动物研究中心野骆驼的长期观察发现, 圈养的雄性野骆驼在发情期进食明显减少。冬季家域次之的原因有可能是因为冬季食物资源匮乏, 尽管野骆驼在秋季已经充分地提升了体能, 但是在交配开始前还是需要不断地去补充能量, 这就需要在相对大的范围内活动, 寻找可采食的植物, 另一个原因也有可能是为了寻找配偶, 野骆驼会进行长距离的移动。春季野骆驼对泉水的依赖程度要高于冬季和夏季, 而经过一个冬季的体能消耗, 野骆驼通常会固定在一个有水有草的区域内活动, 以逐渐恢复体能, 因此, 春季的野骆驼活动范围是一年中最小的。夏季植物叶片多汁, 为野骆驼提供了丰富的食物资源, 野骆驼可以不需要长途跋涉去寻找食物资源, 因而这个季节的野骆驼家域范围相对于秋季和冬季要小, 但是比春季要大。

偶蹄类动物个体家域间的重叠是普遍现象, 羚牛(*Budorcas taxicolor*)同样存在家域重叠现象, 群体相遇时没有个体间为争夺食物而相互驱赶和争斗的现象(宋延龄等, 2000)。野骆驼的家域也存在重叠现象, 重叠区域多集中于水草条件相对较好的阿尔金山北麓前山带、阿奇克谷地等区域, 这些区域的植被盖度在15–20%之间, 植物种类主要有芦苇、沙拐枣、甘草(*Glycyrrhiza inflata*)、梭梭、琵琶柴、盐生草(*Halogeton glomeratus*)等, 盐泉分布间距也相对较短(袁国映等, 2012; 萨根古丽等, 2012), 说明野骆驼同羚牛一样, 个体间可以共享水草条件相对好的栖息地。

动物的繁殖行为包括求偶、交配、生产、育雏等。Tulgat和Schaller (1992)的研究结果表明, 雄性野骆驼从11月份开始有求偶的表现, 发情高峰期为1月至2月下旬。中蒙边境及阿尔金山区域的野骆驼求偶行为同样开始于11月, 并可持续到第二年4月(袁国映等, 2012)。罗布泊地区的野骆驼在繁殖季节和非繁殖季节的家域面积无显著差异, 可能与该地特殊的地貌格局和野骆驼的迁徙习性有关。罗布泊地区野骆驼主要的迁徙区域是以库姆塔格沙漠为中心的沙漠南北缘, 雌性野骆驼分娩通常也会选择

在沙漠边缘、肉食性动物较难到达的地方, 因此野骆驼的繁殖季节活动区域与非繁殖季节活动区域重叠, 可能是其家域面积在这两个季节中无显著差异的原因。

家域大小受动物迁移习性和能力大小的影响。野骆驼是一种迁移能力很强的哺乳动物, 每天的活动范围可以很广。根据对野骆驼GPS跟踪项圈长期监测, 受野骆驼迁移习性影响, 家域面积会随季节的变化而变化。野外实地调查时观察到的野骆驼迁移行为与GPS跟踪监测结果有一定差别, 原因可能是GPS跟踪监测样本数少, 以及野骆驼不同个体的迁移习性有一定的差异所致。

GPS卫星跟踪数据的分析结果表明: 当前罗布泊野骆驼主要的活动区域为: (1) 阿尔金山北坡前山带, 属于罗布泊野骆驼国家级自然保护区的缓冲区和实验区; (2) 阿奇克谷地, 这里部分区域是保护区的核心区, 受到严格保护和管理, 而北部山区规划为保护区核心区的大部分区域已经少有或没有野骆驼的分布。因此, 建议保护区将位于阿奇克谷地北山以北的核心区部分区域、磁海低地以南的山区和阿尔金山西部原为实验区的部分区域调整为缓冲区, 而将阿尔金山北麓至库姆塔格沙漠之间的戈壁地带原为缓冲区的部分区域调整为核心区。

致谢: 感谢罗布泊野骆驼国家级自然保护区的盛贵军、杨正中、谢正君等工作人员在野外工作中给予的支持与配合, 感谢向导兼司机段海林、刘万军等人丰富的野外生存经验, 使我们能够安全顺利地完

参考文献

- Burger P (2012) Genetic traces of domestication in Old World Camelids. In: *Camels in Asia and North Africa: Interdisciplinary Perspectives on Their Past and Present Significance* (eds Knoll EM, Burger P), pp. 17–28. Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften (OAW), Vienna, Austria.
- Cederlund GN, Okarma H (1988) Home range and habitat use of adult female moose. *Journal of Wildlife Management*, **52**, 336–343.
- Ding F (丁峰), Wang JH (王继和), Liao KT (廖空太), Tang JN (唐进年), Zhang JC (张锦春), Liu HJ (刘虎俊), E YH (俄有浩), Zheng QZ (郑庆钟), Zhang GZ (张国中) (2008)

- Investigation of colony and habitat of wild Bactrian camel in Kum Tag Desert. *Journal of Arid Land Resources and Environment* (干旱区资源与环境), **22**(9), 149–153. (in Chinese with English abstract)
- Dovchindorj G, Mijiddorj B, Adiya Y (2006) Population ecology of the wild camel in Mongolia. In: *Proceedings of the International Workshop on Conservation and Management of the Wild Bactrian Camel 2006* (eds Adiya Y, Lhagvasuren B, Amgalan B), pp. 12–14. Ulaanbaatar, Mongolia.
- Gu JH (谷景和), Gao XY (高行宜) (1987) Wild Bactrian camel in Lop Nur. In: *A Report of the Lop Nur Survey* (罗布泊考察报告) (ed. Xia XC (夏训诚)), pp. 218–225. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Guli SG (萨根古丽), Zhang Y (张宇), Yuan L (袁磊) (2012) Water resource introduction and protection of Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve. *Arid Environmental Monitoring* (干旱环境监测), **26**, 50–54. (in Chinese with English abstract)
- Han JL, Quan J (1999) Rapid communication: three unique restriction fragment length polymorphisms of EcoRI, PvuII, and ScaI digested mitochondrial DNA of Bactrian camels (*Camelus bactrianus ferus*) in China. *Journal of Animal Science*, **77**, 2315–2316.
- Hare J (1997) The wild Bactrian camel in China: the need for urgent action. *Oryx*, **31**, 45–48.
- IUCN (2008) *The IUCN Red List of Threatened Species V3.1*. <http://www.iucnredlist.org/details/full/63543/0>. (accessed on 30 June, 2008)
- Jiang ZG (蒋志刚) (1996) Global positioning system application in wildlife research. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **31**(1), 34–35. (in Chinese with English abstract)
- Kaczensky P, Adiya Y, Henrik W, Mijiddorj B, Walzer C, Denise G, Enkhbileg D, Reading RP (2014) Space and habitat use by wild Bactrian camels in the Transaltai Gobi of southern Mongolia. *Biological Conservation*, **169**, 311–318.
- Li Y (李岩), Zhao CX (赵崇学) (2002) A report on rearing wild Bactrian camel in pen. *Journal of Gansu Agricultural University* (甘肃农业大学学报), **37**, 356–360. (in Chinese with English abstract)
- Song YL (宋延龄), Zeng ZG (曾治高), Zhang J (张坚), Wang XJ (王学杰), Gong HS (巩会生), Wang KW (王宽武) (2000) Home range of golden takin (*Budorcas taxicolor bedfordi*) in Foping Nature Reserve, Shaanxi, China. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报), **20**, 241–249. (in Chinese with English abstract)
- Tulgat T, Schaller G (1992) Status and distribution of wild Bactrian camels. *Biological Conservation*, **62**, 11–19.
- Wang Y (王宇) (2006) Home range study of artiodactyls. *Journal of Pingyuan University* (平原大学学报), **23**, 130–132. (in Chinese with English abstract)
- Xia XC (夏训诚), Wang FB (王富葆), Zhao YJ (赵元杰) (2007) *Lop Nur of China* (中国罗布泊), pp. 108–115. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Xue YD (薛亚东), Wu SX (吴三雄), Sun ZC (孙志成), Guo TZ (郭铁征), Shala-HNPY (沙拉·哈那皮亚), Li DQ (李迪强) (2014) Research and conservation of wild camel: present status and future prospects. *Sichuan Journal of Zoology* (四川动物), **33**, 476–480. (in Chinese with English abstract)
- Yuan GY (袁国映), Zhang Y (张宇), Yuan L (袁磊) (2012) *Lop Nur Nature Reserve: Scientific Exploration Report of Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve* (罗布泊自然保护区: 罗布泊野骆驼自然保护区综合科学考察报告), pp. 141–142, 280–281. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Yuan GY (袁国映), Li HX (李红旭), Zhang L (张莉), Li WD (李维东), Hare J, Zhao ZG (赵志刚), Yuan L (袁磊) (1999) Distribution, population and conservation of the wild Bactrian camel in the world. In: *A Study of Wildlife in China* (中国野生动物研究), pp. 658–665. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Yuan L (袁磊), Zhang L (张莉), Yuan GY (袁国映) (1999) Difference of habitat environment and assessment in wild Bactrian camel distribution areas. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **7**, 24–30. (in Chinese with English abstract)
- Yuan L, Jiang ZG, Cheng Y, Guli SG, Hare J, Zhu HY, Wang JL (2014) Wild camels in the Lop Nur Nature Reserve. *Journal of Camel Practice and Research*, **21**, 137–144.

(责任编辑: 蒋志刚 责任编辑: 闫文杰)