

利用红外相机视频数据进行库姆塔格沙漠地区野骆驼集群行为研究的可行性

薛亚东 刘芳 张于光 李迪强*

(中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091)

摘要: 野骆驼(*Camelus ferus*)生性机警, 且栖息于远离人迹、自然条件极端恶劣的荒漠、半荒漠地区, 其种群动态和行为生态学研究一直较为缺乏。本研究通过在库姆塔格沙漠地区进行不同季节的野外观测和连续水源地红外相机监测, 对野骆驼的集群行为进行了研究。2011–2013年, 在库姆塔格沙漠地区进行了8次野外调查, 共记录野骆驼64群, 个体430峰。非繁殖季节野骆驼集群大小平均为 2.94 ± 0.67 峰; 而繁殖季节野骆驼集群大小平均为 10.74 ± 3.08 峰。野外观测数据证明了野骆驼集群行为存在季节性差异, 倾向于冬季繁殖季节的集群。并于2012年10月至2013年9月期间, 在11个水源地设置11台红外相机, 共记录野骆驼281群745峰。与野外调查结果相比, 红外相机数据表明繁殖期间和非繁殖期间野骆驼集群大小没有显著差异($t = 0.322, P = 0.748$)。水源地的地形因素、红外相机监测视角和监测时间的限制可能是造成这一差异的原因。但是两种方法的结果均表明野骆驼在阿尔金山北麓比西湖地区容易形成较大的集群; 同时, 繁殖季节野骆驼最大集群的规模要大于非繁殖季节。尽管利用红外相机进行动物集群行为研究存在一定的局限性, 但与传统基于野外调查的方法相比, 无论是经济上还是实用性方面, 利用红外相机都为我们开展动物行为学研究提供了新的手段。

关键词: *Camelus ferus*, 行为学, 种群, 季节差异, 水源地

Grouping behavior of wild camel (*Camelus ferus*) referred from video data of camera trap in Kumtag Desert

Yadong Xue, Fang Liu, Yuguang Zhang, Diqiang Li*

Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Forest Ecology and Environment of State Forestry Administration, Beijing 100091

Abstract: There are great knowledge gaps concerning the population dynamics and behavioral ecology of wild camels. This study focused on grouping behaviors of camels (*Camelus ferus*) through the use of continuous camera trapping at 11 water source sites and eight field surveys conducted in the Kumtag Desert to evaluate seasonal variation in grouping behavior. We recorded 430 individual wild camels in a total of 64 groups. The largest group contained 71 individuals, the smallest group 1. The average group size was 10.74 during the breeding season, and 2.94 during the non-breeding season. Our data on seasonal grouping of camels, including average and maximum group size, supported the idea that wild camels live in open fission fusion groups, which tend to concentrate during the winter rutting season. At these 11 water source sites, 281 groups were recorded over the course of one year. Though no difference in average group size was detected between seasons in the camera trap data, both camera trap and field survey data supported the hypothesis that maximum group size was larger in the breeding season than in the non-breeding season. Group size was larger on the northern slope of the Altun Mountains than at Xihu wetland. Topography of the water source sites, the camera angle view, and the monitoring duration of cameras could all lead to an underestimate of wild camel group size. Even considering the limitations of our study, camera traps provide a new method and in-

收稿日期: 2014-08-27; 接受日期: 2014-11-26

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFYBB2011003), 国家科技基础性工作专项(2006FY110800, 2012FY111700), 自然保护区生物标本资源共享平台(2005DKA21404)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: lidq@caf.ac.cn

sights compared with traditional field surveys, and they are more economical and practical as well.

Key words: *Camelus ferus*, behavior, population, seasonal variation, water source sites

野骆驼(*Camelus ferus*)是亚洲中部对极端干旱环境具有高度适应性的珍稀濒危动物。自19世纪中期以来,野骆驼分布范围不断缩小,种群数量日渐减少,现存个体数量不足1,000峰,其中中国大约有600峰,蒙古国大约有350峰(Hare, 2008)。其种群隔离明显,孤立分布在我国塔克拉玛干沙漠东部、罗布泊北部嘎顺戈壁、阿尔金山北麓及阿奇克谷地、以及中蒙边境的外阿尔泰戈壁等地区(Tulgat & Schaller, 1992; Hare, 2008)。野骆驼现被IUCN评估为极度濒危物种,为我国国家I级重点保护野生动物。野骆驼生性机警,栖息于远离人迹、自然条件极端恶劣的荒漠、半荒漠地区,对其种群和行为的野外观测研究往往不能连续系统地开展,因此,野骆驼的种群生态学和行为生态学基础研究较为缺乏(薛亚东等, 2014a)。国内外一些学者虽然在野骆驼的分布区范围内进行了多次考察,但多限于对其种群数量的记录(Hare, 1997; 高丽君等, 2003; 丁峰等, 2008)。

有研究表明野骆驼集群行为存在季节性差异,倾向于冬季繁殖季节集成较大的群(McCarthy, 2000; Adiya *et al.*, 2006),但一直缺乏有效观测数据的支持。与直接观察、无线电或GPS跟踪技术等调查技术相比,红外相机调查技术可以在研究对象不被捕捉和研究者不在场的情况下获得数据(O'Connell *et al.*, 2011),实现全天24小时以及全年每个季节的监测,且人为干扰小,能为野生动物监测和研究提供支持。

本研究在连续3年不同季节对库姆塔格沙漠地区的野骆驼集群行为进行野外观测的同时,利用红外相机对11个水源地野骆驼集群行为开展了为期1年的实时监测,通过将红外相机监测与野外观测数据进行比较,以期对红外相机在动物集群行为方面的研究应用进行探索,并为野骆驼的保护与种群管理提供科学依据。

1 研究区概况

研究区位于库姆塔格沙漠,向西至库姆塔格沙漠西部边缘红柳沟一带,东至敦煌西湖湿地,北至北山和阿奇克谷地,南至阿尔金山北麓,覆盖了整

个库姆塔格沙漠,面积约为2.28万 km^2 ,地理位置为 39.08° – 40.38° N和 90.32° – 95.00° E(图1)。库姆塔格沙漠地势北低南高,北部阿奇克谷地海拔最低至800 m,南部升至海拔2,600 m左右。年平均气温为 5 – 9°C ,呈南低北高;多年平均降水量不到25 mm,蒸发量超过3,000 mm,气候极为干旱。库姆塔格沙漠景观以干燥的石质山地、干旱的沙漠、戈壁和盐化荒漠为主(吴波等, 2013)。野骆驼分布和活动区域主要集中在沙漠南部的阿尔金山北麓,沙漠北部的阿奇克谷地,沙漠东部的西湖湿地3个地区(Hare, 2008; 袁国映等, 2012)。同域分布的野生动物包括藏野驴(*Equus kiang*)、鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)、盘羊(*Ovis ammon*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、狼(*Canis lupus*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)等(薛亚东等, 2014b)。

2 研究方法

2.1 野外调查

2011年10月至2013年12月,按照固定的行车路线开展8次野外调查(表1),根据天气、路况以及其他自然因素确定每次调查的范围。沿途借助望远镜寻找野骆驼群体,并记录其分布的大概位置。发现野骆驼群体后,停车进行确认,详细记录出现的野骆驼种群的个体数量,并尽可能地记录驼羔的数量。

2.2 红外相机调查

由于研究区库姆塔格沙漠所在面积广阔、地势平坦,难以开展红外相机的有效布设。而水源被认为是干旱荒漠地区影响野生动物分布和活动的主要因素,是野生动物活动的热点区域(Sánchez-Rojas & Gallina, 2000; deVos & Miller, 2005; Cain III *et al.*, 2008),因此选择水源点布设红外相机。静态的照片只能记录动物的瞬时行为,对于统计单独活动或小群体活动的动物数量较为可行,对于像野骆驼这样可能以较大群体活动的物种,则往往不能统计完全。因此通过对红外相机视频数据的解读,有利于对野骆驼不同季节的集群大小进行记录和统计。

2012年10月至2013年9月期间,在11个水源地各布设1台红外相机,其中阿尔金山北麓7个水源地,西湖湿地4个水源地(图1),阿奇克谷地有1处水

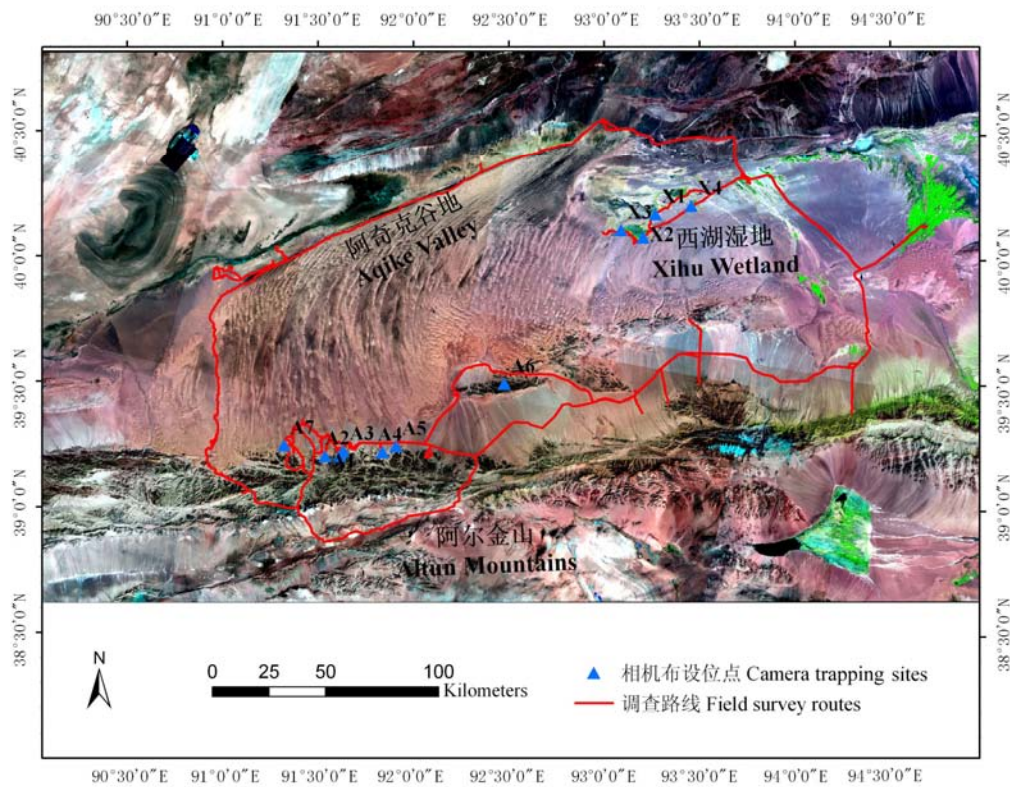


图1 2011–2013年库姆塔格沙漠地区野外调查路线及相机布设位置图

Fig. 1 Route of field surveys and distribution of camera traps in Kumtag Desert between 2011 and 2013

表1 库姆塔格沙漠地区野骆驼种群及数量野外观测记录

Table 1 The observation records of wild camels in Kumtag Desert between 2011 and 2013

编号 Number	调查时间 Survey time	调查地点 Locations	群体数 Populations	个体数 Individuals	最大群 Maximum group size	最小群 Minimum group size
1	2011.10.24–10.27	阿尔金山北麓 ARJ	7	83	55	1
2	2012.2.15–2.19	阿尔金山北麓 ARJ	16	80	14	1
		西湖湿地 XH	0	–	–	–
3	2012.5.26–6.1	阿尔金山北麓 ARJ	8	39	22	1
		西湖湿地 XH	0	–	–	–
		阿奇克谷地 AQK	0	–	–	–
4	2012.9.16–9.25	阿尔金山北麓 ARJ	4	11	6	1
		西湖湿地 XH	1	3	–	–
		阿奇克谷地 AQK	0	–	–	–
5	2013.1.23–1.31	阿尔金山北麓 ARJ	3	78	71	1
		西湖湿地 XH	0	–	–	–
6	2013.5.8–5.15	阿尔金山北麓 ARJ	13	29	4	1
		西湖湿地 XH	0	–	–	–
		阿奇克谷地 AQK	0	–	–	–
7	2013.8.25–9.11	阿尔金山北麓 ARJ	6	11	4	1
		西湖湿地 XH	1	4	–	–
		阿奇克谷地 AQK	0	–	–	–
8	2013.12.12–12.18	阿尔金山北麓 ARJ	5	92	51	1
		西湖湿地 XH	0	–	–	–
		阿奇克谷地 AQK	0	–	–	–

ARJ, Northern slope of Mt. Altun; XH, Xihu Wetland; AQK, Arqike Valley

表2 库姆塔格沙漠地区红外相机记录的各个月份野骆驼集群情况

Table 2 The observation records of wild camels with camera traps in Kumtag Desert

月份 Month	有效录像 Available videos	个体数 Individuals	集群大小平均值 Average group size	中位数 Median group size	最大群 Maximum group size	最小群 Minimum group size
1	6	12	2.00±0.36	2	3	1
2	8	37	4.62±3.07	1	26	1
3	60	147	2.45±0.50	1	30	1
4	37	146	3.94±0.74	2	17	1
5	49	147	3.00±0.50	1	16	1
6	22	65	2.95±0.74	2	17	1
7	14	35	2.50±0.99	1	15	1
8	14	21	1.50±0.31	1	5	1
9	6	20	3.33±1.58	2	11	1
10	30	47	1.57±0.28	1	9	1
11	29	59	2.03±0.53	1	16	1
12	6	9	1.50±0.34	1	3	1

源,且人为干扰严重,安放的红外相机被盗,未获取有效数据。红外相机设置为录像状态,录像长度设置为20 s;相机尽量设置在邻近野骆驼饮水或者其前往水源地的必经之路上,与通往水源地的驼道成30°角,以尽可能完全地记录野骆驼群体。对每个水源地每天的视频进行逐条解读,为避免重复计数,只统计进入水源地方向的野骆驼数量。将1个小时之内连续通过相机,且行进方向一致的野骆驼记为1个群,统计其群体数量;对相机监测范围内同一野骆驼群体连续活动的视频不统计,只保留视频录制时间内出现个体数最多的群体作为有效记录。选取野骆驼集群大小平均值、中位数、最大值和最小值为指标。参考相关研究,分析中将1年的时间分为2个时间段:5-9月为非繁殖季节,10月至次年4月为繁殖季节(袁国映等,2012),分析野骆驼不同季节集群变化。所有统计分析均使用SPSS 20软件完成。文中数值均为平均值±标准误。

3 结果

3.1 野外实地调查与观察

8次野外调查共记录野骆驼64群(表1)430峰。调查发现阿尔金山北麓地区野骆驼分布最为集中、集群最大的群体均分布在该地区,观察到的最大群体为71峰。在西湖地区仅记录到2次野骆驼,分别是第4次野外调查的3峰,和第7次野外调查的4峰。在阿奇克谷地未直接观察到野骆驼活体。非繁殖季节野骆驼群体大小平均为2.94±0.67峰,繁殖季节为10.74±3.08峰,群大小超过50峰的集群均出现在繁

殖期间;两个季节野骆驼集群大小存在显著差异($t = -2.547, P = 0.013$)。

3.2 红外相机视频监控

研究期间共获得视频1,146段,删除野骆驼离开水源地和同一群体连续活动的视频后,在11个水源地共获得有效录像281段,共记录野骆驼281群745峰(表2)。

从表2可看出,3-5月记录的野骆驼视频数明显较多,这可能与旱季缺水有关,野骆驼需频繁到水源点补充水分;而库姆塔格沙漠地区的降雨多集中于6-9月,冬季也有降雪补充,所以野骆驼无需经常到固定的水源点。将各个月份数据按照繁殖季节和非繁殖季节进行分类,繁殖期间(2.60±0.29峰)和非繁殖期间(2.74±0.32峰)野骆驼集群大小没有显著差异($t = 0.322, P = 0.748$);不同的季节群体大小的中位数也没有差异,且为1或2峰,可见即使有较大群出现,但次数亦较少。野骆驼集群大小在20峰以上的群体均出现在繁殖期间。繁殖期间,西湖湿地(2.67±0.50)和阿尔金山北麓(2.65±0.34)野骆驼集群大小没有显著差异($t = 0.407, P = 0.685$)。

西湖湿地野骆驼集群大小(2.68±0.51)与阿尔金山北麓野骆驼集群大小(2.58±0.24)无显著差异($t = 0.44, P = 0.965$)。但西湖湿地野骆驼集群大小最大值为16,阿尔金山北麓野骆驼集群大小最大值为30,说明在阿尔金山北麓野骆驼更容易形成大的集群,而在阿尔金山北麓以A1水源地野骆驼的集群大小平均值(4.15)和最大集群(30)为最大(表3)。

表3 各水源地红外相机记录的野骆驼集群情况

Table 3 The group size of wild camels at water source sites

水源地 Sites	有效录像 Available videos	集群大小平均值 Average group size	最大集群 Maximum group size	最小集群 Minimum group size
A1	26	4.15±1.40	30	1
A2	32	2.84±0.61	17	1
A3	49	1.20±0.08	3	1
A4	29	3.34±0.71	17	1
A5	10	1.33±0.33	2	1
A6	62	2.95±0.49	17	1
A7	33	1.85±0.22	6	1
X1	36	2.28±0.60	15	1
X2	3	3.00±1.15	5	1
X3	1	-	16	-
X4	0	-	-	-

水源地代号同图1 Water source sites see Fig. 1

4 讨论

野外观察证实了野骆驼倾向于在繁殖季节集成大规模的群体,而非繁殖季节则以单独或者较小的集群活动为主。野骆驼冬季集群规模扩大的行为可能与其繁殖策略有关:普遍认为野骆驼于11月进入发情期,直至来年4月产羔结束(袁国映等, 2012),繁殖季节集群有利于获取更多的资源和配偶。同时,由于冬季狼群聚集,野骆驼冬季繁殖季节的大规模集群也可能是基于安全的权衡,更容易发现和逃避天敌,降低被捕食风险(Kaczensky *et al.*, 2014)。

然而红外相机数据不支持野骆驼集群行为存在季节性差异这一结论,这可能与红外相机监测的局限性有关。尽管我们采用了录像的模式,但由于部分水源地的地理条件限制,红外相机的视角不可能对野骆驼的群体进行全方位和完全的观测,没能拍到完整的群体;同时为了保证相机工作日数,录像时间也受到一定限制。因此,在集小群期间,红外相机可以比较完整地记录整个群体,但是在集大群期间,红外相机可能低估了群体大小,没有显示群体大小的季节性差异。为了获得更加准确的数据,在以后的工作中,可以采取广角的大尺度观察,采用更为先进的设备,例如180°甚至360°视角的红外相机,在保证电量和存储空间的情况下,适当延长视频录制时间,或者在同一个地点增加相机数量。

与野外观测到的50峰以上,甚至70峰的集群大小相比,红外相机记录到的最大集群仅为30峰,这

是由于在水源地并不能完全反映野骆驼的集群行为,阿尔金山北麓的水源地均位于沟谷中,且水量都比较小,限制了野骆驼的群体规模,这也可能是不同季节集群大小没有明显差异的原因之一。但是红外相机监测数据显示野骆驼在阿尔金山北麓比西湖地区容易形成较大的集群,同时,繁殖季节野骆驼最大集群的规模要大于非繁殖季节,这与野外观测得到的结论相一致。

利用红外相机对动物集群行为进行研究尽管存在一定的局限性,但与传统野外调查相比,无论是经济上还是实用性方面,都为我们开展动物行为学研究提供了新的手段。

致谢: 感谢中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所杨海龙博士前期的工作积累,感谢向导马木利,司机段海林,樊亮等人野外工作中提供的帮助,感谢甘肃敦煌西湖国家级自然保护区管理局和新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区管理局对研究工作给予的大力支持和配合!

参考文献

- Adiya Y, Dovchindorj G, Chojin B (2006) Some biological and ecological aspects of the wild Bactrian 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), 12–14 October, 2006, Ulaanbaatar, Mongolia.
- Cain III JW, Krausman PR, Morgart JR, Jansen BD, Pepper MP (2008) Responses of desert bighorn sheep to removal of water sources. *Wildlife Monograph*, **171**, 1–30.
- deVos JC, Miller WH (2005) Habitat use and survival of Sonoran pronghorn in years with above-average precipitation. *Wildlife Society Bulletin*, **33**, 35–42.
- 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 Kumtag 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)
- Gao LJ (高丽君), Yuan L (袁磊), Yu Q (于谦) (2003) The relation between distribution of the wild two-humped camel and the ecological system within Lop Nur Wild Camel Nature Reserve. *Environmental Protection of Xinjiang* (新疆环境保护), **25**(1), 9–12. (in Chinese with English abstract)
- Hare J (1997) The wild Bactrian camel *Camelus bactrianus ferus* in China: the need for urgent action. *Oryx*, **31**, 45–48.
- Hare J (2008) *Camelus ferus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2014.3. <http://www.iucnredlist.org>. (Ac-

- cessed 23 November, 2014)
- Kaczensky P, Adiya Y, Wehrden H, Mijiddorj B, Walzer C, Güthlin D, 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.
- McCarthy TM (2000) Ecology and conservation of snow leopards, Gobi brown bears and wild Bactrian camels in Mongolia. PhD dissertation, University of Massachusetts, Amherst, USA.
- O'Connell AF, Nichols JD, Karanth KU (2011) *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer.
- Sánchez-Rojas G, Gallina S (2000) Mule deer (*Odocoileus hemionus*) density in a landscape element of the Chihuahuan Desert, Mexico. *Journal of Arid Environments*, **44**, 357–368.
- Tulgat R, Schaller GB (1992) Status and distribution of wild Bactrian camels (*Camelus bactrianus ferus*). *Biological Conservation*, **62**, 11–19.
- Wu B (吴波), Li XM (李秀梅), Su ZZ (苏志珠), Lei YK (雷雅凯), Yan F (闫峰), Lu Q (卢琦), Zhang HQ (张怀清), Gao ZH (高志海) (2013) Landscape pattern and dynamics in the Kumtagh Desert region. *Journal of Desert Research* (中国沙漠), **33**, 1–8. (in Chinese with English abstract)
- Xue YD (薛亚东), Liu F (刘芳), Guo TZ (郭铁征), Yuan L (袁磊), Li DQ (李迪强) (2014a) Using camera traps to survey wildlife at water sources in the northern slope of Altun Mountains. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报), **34**, 164–171. (in Chinese with English abstract)
- Xue YD (薛亚东), Wu SX (吴三雄), Sun ZC (孙志成), Guo TZ (郭铁征), Shala H (沙拉·哈那皮亚), Li DQ (李迪强) (2014b) 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) (2012) *Lop Nur Nature Reserve: Scientific Exploration Report of Xinjiang Lop Nur National Nature Reserve* (罗布泊自然保护区——新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区综合科学考察报告). Science Press, Beijing. (in Chinese)

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 时意专)

附录 Supplementary Material

附图1 红外相机拍摄的前往水源地的野骆驼

Fig. S1 Wild camels recorded with camera traps at water source sites

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-180-1.pdf>



附图1 红外相机拍摄的前往水源地的野骆驼

Fig. S1 Wild camels recorded with camera traps at water source sites