

新疆卡拉麦里山保护区鹅喉羚的社群结构

乔建芳^{1,2} 杨维康^{1*} 徐文轩^{1,2} 刘伟^{1,2}

(1 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)

摘要: 2005年11月至2007年5月, 在新疆卡拉麦里山有蹄类保护区对鹅喉羚的社群结构进行了初步研究。将其集群划分为雌性群、雄性群、亚成体群、独羚、雌雄混合群和不明群6种类型。共统计鹅喉羚564群, 总计3186只。春季鹅喉羚以雄性群居多(45.7%); 夏秋两季则以雌性群为主(52.9%和70.4%); 冬季以混合群居多(60%)。卡方独立性检验表明, 四个季节间三种社群类型的百分比组成差异显著($\chi^2 = 68.45$, $P < 0.01$), 受繁殖周期和季节变化影响。鹅喉羚集群大小范围为1~95只, 其中3只群出现最多(20.0%); 2~5只的群占54.3%; 6~10只的群占23.1%; 11~20只的群占9.2%; >20只的群占2.3%。春夏秋冬四季平均群大小分别为(4.45 ± 4.07; 4.94 ± 4.20; 6.66 ± 10.12; 6.0 ± 5.66), 其中春季平均集群大小分别与秋季和冬季差异显著。

关键词: 鹅喉羚; 社群; 集群大小; 社群类型; 卡拉麦里山

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2008)04-0353-05

Social structure of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*) in Kalamaili Mountain Nature Reserve, Xinjiang

QIAO Jianfang^{1,2}, YANG Weikang^{1*}, XU Wenxuan^{1,2}, LIU Wei^{1,2}

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, the Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

(2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: We studied the social structure of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*) in Kalamaili Mountain Nature Reserve, northern Xinjiang, China, from November 2005 to May 2007. We observed 564 gazelle groups (3186 individuals), and classified these into 6 types: female, male, sub-adults, solitary animals, mixed, and unidentified groups. In spring, male groups were the most frequent type observed, accounting for 44.68%. In summer and autumn, female groups the common type observed, accounting for 52.99% and 70.4%. In winter, mixed groups were most commonly observed, accounting for 60%. The frequency with which we observed social groups varied by season ($\chi^2 = 68.45$, $P < 0.01$). Group sizes varied from 1 to 95 individuals. Groups with 1–5 individuals, 6–10 individuals, 11–20 individuals and > 20 individuals accounted for 65.78%, 23.1%, 9.2%, 2.3% of observations. The most frequently observed group size was 3 individuals group (20.2%). Mean group size was 4.45 ± 4.07 in spring, 4.94 ± 4.20 in summer, 6.66 ± 10.12 in autumn, and 6.0 ± 5.66 in winter. Group size in spring was autumn and winter.

Key words: Goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*); Group size; Group type; Kalamaili Mountain; Social group

鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa*) 为分布于中亚和西亚荒漠、半荒漠地区的有蹄类物种, 属于偶蹄目牛科羚羊亚科, 国家二级保护动物, 国内主要分布于新疆、甘肃、青海和内蒙古四省(自治区)。国内外对鹅喉羚的研究工作多集中于分布与分类、种群数量、栖息地选择与食性, 以及生理生化等方面, 对社群结构研究较少。尽管有文献报道过鹅喉羚的种群结构(高行宜等, 1996), 但时间跨度仅

限于一个季节, 因而难以深入探讨和分析鹅喉羚社群结构特征。社群结构在动物的生态适应和进化上有其重要意义(Durand *et al.*, 2007), 固有的社群特征很可能是一个物种生态适应上最佳的进化选择(Pitcher and Parrish, 1993)。为此, 作者于2005年11月至2007年5月于新疆卡拉麦里山有蹄类保护区调查了鹅喉羚的集群大小和社群类型, 以期为卡拉麦里山保护区鹅喉羚的保护管理以及相关研究工

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCX3-SW-343)

作者简介: 乔建芳(1971-), 女, 博士, 主要从事动物生态学研究。

收稿日期: 2008-01-08; **修回日期:** 2008-05-26

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

作提供参考,并验证同性聚群的相关假说以理解鹅喉羚社群结构在进化适应上的意义。

1 研究地区自然概况

研究区域位于新疆准噶尔盆地东部的卡拉麦里山有蹄类保护区,研究区面积为 18 000 km²,平均海拔约 1 000 m,地形东高西低,地貌类型为戈壁、平原、山地和丘陵。研究区域内无地表径流,有为数不多的盐泉分布。研究区气候条件严酷,夏季炎热,冬季寒冷,降雨量稀少,1 月平均气温在 -20℃ 以下,极端低温 -38℃,年均气温 2.4℃,年均降水量 159 mm,年蒸发量 2 090 mm。区内植被稀疏,大部分为裸露戈壁,主要植物有:假木贼 (*Anabasis* spp.)、梭梭 (*Haloxylon ammodendron*)、琵琶柴 (*Reaumuria soongorica*)、驼绒藜 (*Ceratoides latens*)、蒿 (*Artemisia* spp.)、针茅 (*Stipa glareosa*)、芦苇 (*Phragmites australis*) 等植物。盐泉和部分临时积水洼地周围植被密度较高。除鹅喉羚外,研究区还分布有蒙古野驴 (*Equus hemionus*)、放野的普氏野马 (*Equus przewalskii*)、秃鹫 (*Aegypius monachus*)、大鸮 (*Buteo hemilasius*)、猎隼 (*Falco cherrug*)、雕鸮 (*Bubo bubo*)、波斑鸮 (*Chlamydotis undulata macqueenii*) 等国家级保护动物,详见刘伟等 (2008)。

2 研究方法

2.1 集群观察记录

2005 年 11 月至 2007 年 5 月采用样线法,按照春 (4~5 月)、夏 (6~8 月)、秋 (9~10 月)、冬 (11 至翌年 3 月) 四季每月采集鹅喉羚集群数据,野外调查总计 17 次,每次调查时间 5~8 d。每次调查以保护区中心为起始点,向东南西北四个方向,沿保护区工作人员巡视便道作截线调查,每次调查均沿相同路线进行。在保护区内以 30 km/h 的速度驾车搜寻鹅喉羚,穿越各种类型的栖息地,同时每隔 5 km 使用 20~60 倍的高倍望远镜寻找鹅喉羚,每次截线调查路线长度在 30~53 km 之间。若观察到鹅喉羚,则记录观察日期、时间、地点 (GPS 位置),尽可能地辨别群中每个个体的性别和年龄 (成体、亚成体和幼体)。由于鹅喉羚雄性具 20~30 cm 长的角,非常显眼,雌性无角,因此雌雄很容易分辨;亚成体多出现在秋、冬季,通常体形较小,且雄性亚成体具有短小的角,一般不足 10 cm,也极容易辨识。鹅喉羚一般在 1 岁龄达到

性成熟,雄性鹅喉羚在 2.5~ 岁具生殖能力,而雌 鹅喉羚多 1.5 岁具备生殖能力。亚成体的年龄跨度为 4~12 月龄。

2.2 社群类型划分

将鹅喉羚群划分为 6 种类型: (1) 雄性群; (2) 雌性群: 由成年雌性和幼体或亚成体组成; (3) 混合群: 由两性成年及亚成体组成; (4) 亚成体群: 仅由未成年的小于 1 龄个体组成,包括雌性和雄性; (5) 独羚: 这里将独羚与雌性群和雄性群分开,单独讨论; (6) 不明群: 由于观察距离过远,不能分辨雌雄的群。

2.3 平均群大小

鹅喉羚的平均集群大小采用“算数平均法”计算。分别按月、季节和全年计算鹅喉羚各种社群类型的平均大小,以及群平均大小。

2.4 数据处理方法

利用 SPSS 统计软件对不同季节的鹅喉羚集群大小差异进行统计分析。首先,采用方差分析 (ANOVA) 比较雄性群、雌性群和混合群各自在不同季节间平均群大小差异;其次,采用方差分析检验不同季节间平均群大小差异,在总体差异呈显著的情形下,采用 LSD 法比较两两季节间平均集群大小差异显著性;再次,采用卡方独立性检验比较四季间雌性群、雄性群和混合群三者出现频率差异。

3 结果

3.1 集群大小

野外考察期间,作者共观察到 564 群次,总计 3 186 只次鹅喉羚。其中分辨出雌雄的 331 群次,总计 1 535 只次;不明群 233 群次,总计 1 651 只次。群平均大小为 5.49 ± 5.18 只,5 月最低 (4.14 ± 4.89),1 月最高 (7.53 ± 6.58)。研究区内鹅喉羚四季平均群大小分别为 (春季: 4.45 ± 4.07 , $n = 108$; 夏季: 4.94 ± 4.20 , $n = 96$; 秋季: 6.66 ± 10.12 , $n = 112$; 冬季: 6.0 ± 5.66 , $n = 248$); 方差分析表明,不同季节间平均群大小差异显著 (ANOVA, $df=3$, $F=2.85$, $P < 0.05$)。在总体差异呈显著的情形下,采用 LSD 法比较了四季两两季节间平均集群大小差异。统计结果表明,春季鹅喉羚平均集群大小与秋季平均集群大小差异显著 (ANOVA, $df = 1$, $F = 2.21$, $P < 0.05$),亦与冬季平均集群大小差异显著 (ANOVA, $df=1$, $F=1.54$, $P < 0.05$)。遇见最大群 95

只, 最小为独羚。鹅喉羚集群大小范围为 1~95 只个体 (图 1), 3 只的群体出现最多, 占总群次的 20.0%; 独羚 63 群, 占总群次的 11.2%; 2~5 只个体的群观察到了 306 群次, 占总群次的 54.3%; 6~10 只个体的群观察到了 130 群次, 占总群次的 23.0%; 11~20 只个体的群观察到了 52 群次, 占总群次的 9.2%; 超过 20 只的群观察到 13 次, 占总群数的 2.3%。最大的集群数是 95 只, 出现于秋季。与其他三个季节相比, 秋季多集大群, 集群数超过 20 只的大群在集群中的百分比最高。

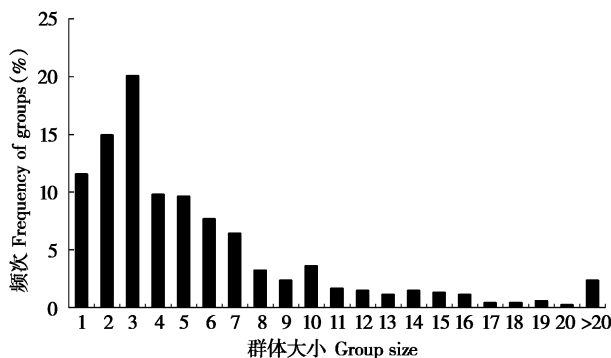


图 1 鹅喉羚集群大小的分布频次

Fig. 1 Distribution of goitered gazelle group sizes, Kalamaili Reserve, Xinjiang

3.2 社群类型及季节间变化

在可分辨雌雄的 331 群, 共计 1 535 只鹅喉羚中, 雄性群 51 群 (274 只), 占 15.4%, 平均大小为 5.37 ± 4.27 只; 雌性群 120 群 (465 只), 占 36.3%, 平均为 3.88 ± 2.74 只; 混合群 107 群 (727 只), 占 32.3%, 平均群大小 6.79 ± 4.69 ; 亚成体群 6 群 (22 只), 占 1.8%, 平均群大小为 3.67 ± 2.34 只。独羚 47 只, 其中雄羚 33 只, 雌羚 13 只, 亚成体 1 只。除春季外, 其余三季混合群的集群平均大小皆高于雌性群和雄性群 (图 2)。方差分析表明, 雄性群、雌性群和混合群各自在不同季节间平均群大小差异不显著 (ANOVA, $df = 3$, $F = 0.28$, $P > 0.05$; $F = 0.41$, $P > 0.05$; $F = 2.55$, $P > 0.05$) (图 2)。其中, 雌性群月平均大小全年变化幅度为 2.40~4.50 只。春季雌性群平均最小, 为 3.36 ± 1.29 只, 最大群是 6 只; 秋季平均最高, 为 4.10 ± 3.72 只, 最大群 22 只。雌性群中带有幼体的为 66 群, 占总雌性群的 49.6%, 在所有 1 雌带 1~2 幼体的 57 群中, 1 只雌羚带 2 只幼体的群共 44 个, 由此计算鹅喉羚双羔率为 77.2%; 雄性群夏季群体较小, 平均为 4.56 ± 1.88 只, 最大群 7 只; 春季群体较大, 平均为

5.86 ± 5.23 只, 最大群 19 只。混合群中秋季群体较大, 为 8.92 ± 8.14 只, 最大群 95 只; 春季群体较小, 为 4.26 ± 1.94 只, 最大群 8 只。分析 3 种社群类型在各季节间组成百分比发现, 春季鹅喉羚以雄性群居多 (占总群数的 45.7%); 夏秋两季则以雌性群为主, 分别占 52.9% 和 70.4%; 冬季以混和群居多 (60.0%); 其中, 雌性群在秋季 10 月遇见频次最高 (77.4%); 雄性群春季 5 月遇见频率最高 (65.5%), 秋季 10 月最低 (3.2%); 混合群冬季 1 月遇见率最高 (75%) (图 3)。卡方独立性检验表明, 四个季节间三种社群类型的百分比组成差异显著 ($\chi^2 = 68.45$, $P < 0.01$)。

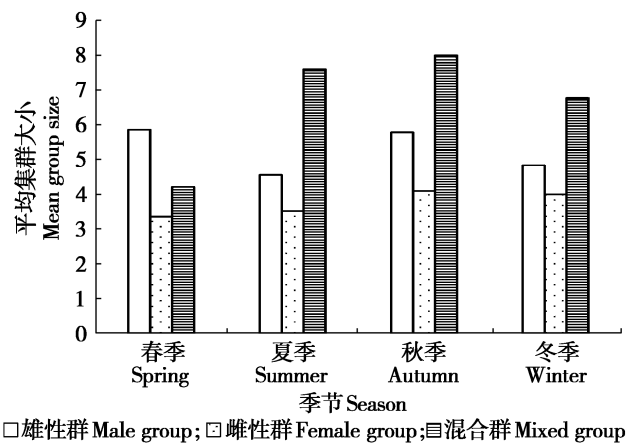


图 2 鹅喉羚各社群类型不同季节的平均集群大小

Fig. 2 Mean group size of different group types by season of goitered gazelle

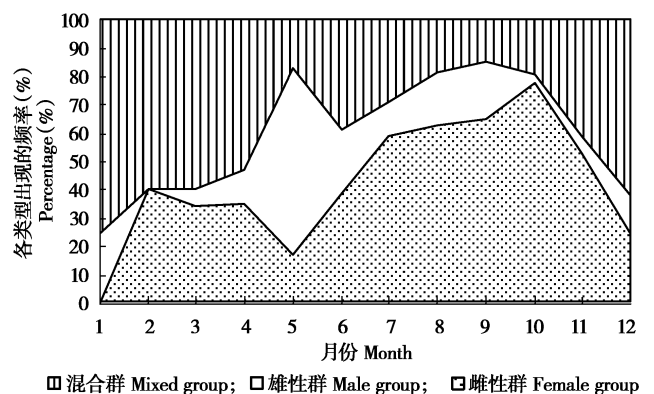


图 3 鹅喉羚各类群比率

Fig. 3 Percentage of different group types of goitered gazelle

4 讨论

4.1 集群大小及其季节性变化

鹅喉羚通常聚小群, 但有时可聚成百上千的大群 (Allen, 1940; Mendelssohn, 1974)。春季和夏季, 鹅喉羚通常单独活动或集 2~9 只的小群

(Blank, 1990; Heptner *et al.*, 1988)。作者的研究结果表明, 研究区鹅喉羚多集 1~7 只的小群 (图 1), 其中 2~6 只的集群占统计总群数的 61.9%, 与前人的研究结果相似 (高行宜等, 1996; 孙铭娟, 2003)。鹅喉羚双羔多产自 3~7 龄的雌羚, 年幼或是年老的鹅喉羚多产单羔, 中亚分布区内鹅喉羚的双羔率从 2.6%~75% 不等 (Kingswood and Blank, 1996)。卡拉麦里山鹅喉羚种群的双羔率高达 77.2%, 说明卡山鹅喉羚种群雌羚的年龄大多在 3~7 龄之间, 种群增长力较旺盛。

有蹄类动物的集群与其自身生物学特性和环境因子有关 (Poole, 1985)。在中亚, 春季来临时大群鹅喉羚逐渐分成雄性群和怀孕将要分娩的单雌 (Blank, 1992), 与此相似, 春季研究区雌羚单独活动以备分娩是造成平均集群大小降至最低的原因。夏季雌羚携带幼羚逐渐集成母子群, 随之雄羚加入形成较大的混合群, 造成夏季平均集群大小较春季有所上升。秋季是研究区最干旱的季节, 鹅喉羚为饮水聚集在为数不多的盐泉附近, 形成较大的不稳定临时性群体, 导致 9 月平均集群大小明显升高。10~11 月鹅喉羚进入发情期, 成年雄羚离群占域开始圈雌, 大群逐步瓦解, 导致平均集群大小较 9 月有所下降。12 月初是鹅喉羚交配高峰期, 此时鹅喉羚多集成 1 雄多雌的繁殖群, 雌性 1~9 只不等, 导致平均集群大小开始上升。1 月繁殖结束, 鹅喉羚多集成较大的混合群, 集中在研究区内食物相对充裕的地段采食, 平均集群大小达到全年的最高点。

食物和天敌是动物集群影响最大的两个因素 (Krebs and Davis, 1987)。蒋志刚 (2004) 认为动物的群体大小受许多因素影响, 如热调节需求、捕食压力、资源竞争、扩散方式和季节效应等。春夏之交为雌性鹅喉羚分娩产仔的季节, 冬季是鹅喉羚的发情交配期, 这些过程必然影响鹅喉羚的集群特征。例如藏原羚 (*Procapra picticaudata*) 产仔期和岩羊 (*Pseudois nayaur*) 的发情交配期均对其集群造成影响 (鲁庆彬和王小明, 2004; 李新庆等, 2007)。因此鹅喉羚全年平均集群大小变化除受到食物资源和季节更替的影响之外, 还受其自身繁殖周期的影响。

4.2 社群类型及季节间变化

春季雌性鹅喉羚处于怀孕后期和分娩期, 分娩期从 4 月中至 6 月初, 高峰在 5 月 12~25 日 (Kingswood and Blank, 1996)。此时雌羚多单独活

动, 因此雌性群在全年所占比例最低 (17.2%) (图 3)。这一时期雄羚多集成雄性群, 因此混合群 5 月所占比例较低 (图 3); 夏秋两季雌性多携幼羊单独活动, 以母子群为主, 造成雌性群比例明显增高; 冬季为鹅喉羚发情期, 交配高峰期为 12 月, 此时雌羚多集成较大的繁殖群 (1~10 只)。由于成年雄性加入到交配雌群, 形成一雄多雌的繁殖群, 导致混合群所占比率升高 (60%), 其中 51% 的群为一雄多雌的繁殖群 (2~11 只)。交配结束后, 1 月集成多雌雄的混合群, 达到最高比率 (75.0%); 此时仍见少量单独成年雄羚, 不参与繁殖的亚成体雄性群和雌性群, 但所占比例较低 (图 3)。鹅喉羚亚成体很少单独活动, 考察过程中共观察到 6 群共 22 只鹅喉羚亚成体群, 仅占观察到的鹅喉羚总群数的 1.8%。鹅喉羚出生一年后可达性成熟 (Kingswood and Blank, 1996), 因此亚成体群只出现在秋冬两季, 分别占 1.4% 和 4.6%。雌性群在 10 月遇见频次最高 (77.4%), 这是由于鹅喉羚的发情期从 10 月中至 12 月中, 12 月初为交配高峰期 (Blank, 1985, 1992)。10 月由于雄羚逐渐离群, 占域以备繁殖, 导致雌性群比例达到最高。作者认为鹅喉羚季节间不同性别的分群符合“繁殖策略假说” (Main *et al.*, 1996)。社群类型的季节间变化明显受到鹅喉羚自身繁殖周期的影响, 例如发情交配期和分娩期, 这与连新明等 (2005) 对藏羚 (*Pantholops hodgsoni*) 的研究结果相同。

4.3 “独羚”出现的原因

个体单独活动的现象在动物中非常普遍, 例如国外有森林野牛 (*Bison bison athabascæ*) (Komers *et al.*, 1993)、欧洲野牛 (*Bison bonasus*) (Krasin'ski and Krasin'ska, 1992)、驼鹿 (*Alces alces*) (Molvar and Bowyer, 1994) 等动物独栖的报道, 国内也有关于羚牛 (*Budorcas taxicolor*) (袁重桂等, 1990; 曾志高和宋延龄, 1999)、盘羊 (*Ovis ammon*) (余玉群等, 2000)、藏原羚 (连新明等, 2004)、藏羚 (连新明等, 2005) 等动物的报道。鹅喉羚集群也存在这种形式, 称为“独羚”。调查过程中, 共观察到可分辨性别的独羚 47 群, 占可分辨雌雄群 (331 群) 的 14.2%。这说明“独羚”是普遍存在的, 但是由于捕食压力的风险, 作者认为“独羚”的存在只是暂时的。

鹅喉羚为一雄多雌的婚配制度, 在冬季同其它雄羚争斗圈雌获得繁殖机会时, 就会出现明显的繁

殖机会倾斜的现象, 从而出现很多雄性单独个体。鹅喉羚在分娩前, 雌羚会从开阔地带转移到丘陵等植被盖度较高的地方活动, 以躲避天敌和干扰 (Blank, 1992)。由此看来, “独羚” 的出现有以下 3 个原因: (1) 雄性个体在冬季交配期来临时占据一定的领域, 因此形成独羚。33 只雄性独羚中, 有 15 只出现在冬季, 皆为未参加繁殖的老弱个体, 占总群数的 45.5%; (2) 雌性个体产羔。13 只雌性独羚中, 5 只出现在春季, 为即将分娩和已经分娩的雌羚; (3) 其它原因造成的鹅喉羚暂时脱离群体。

参考文献:

- Allen G M. 1940. The mammals of China and Mongolia. *The American Museum of Natural History*, **2**: 621 – 1350.
- Blank D A. 1985. Peculiarities of social and reproductive behaviour of *Gazella subgutturosa* in the Iliisky Valley. *Zoologicheskii Zhurnal*, **64**: 1059 – 1070. (in Russian, English summary)
- Blank D A. 1990. Persian gazelle. In: kovshar A F ed. Rare Animals of Desert Regions. Nauka of Kazakh SSR, Alma-Ata, 254. (in Russian)
- Blank D A. 1992. Social and reproductive behavior of the persian gazelle. Ph. D. dissert, The university of Tel-Aviv, 189.
- Durand E, Michael G B B, François O. 2007. Prediction of group patterns in social mammals based on a coalescent model. *Journal of Theoretical Biology*, **249** (2): 262 – 270.
- Gao X Y, Xu K F, Yao J, Jia Z X. 1996. The population structure of goitred gazelle in Xinjiang. *Acta Theriologica Sinica*, **16** (1): 14 – 18. (in Chinese)
- Heptner V G, Nasimovich A A, Bannikov A G. 1988. Mammals of the Soviet Union. Artiodactyla and Perissodactyla. *Smithsonian Institution Libraries and the national sciences foundation*, **1**: 1 – 1147. (translation from Russian)
- Krasin'ski Z, Krasin'ska M. 1992. Free ranging European bison in Borecka Forest. *Acta Theriologica*, **37** (3): 301 – 317.
- Komers P E, Messier F, Gates C C. 1993. Group structure in wood bison: nutritional and reproductive determinants. *Canadian Journal of Zoology*, **71**: 1367 – 1371.
- Krebs C J, Davies N B. 1987. An introduction to behavioral ecology. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Kingswood S C, Blank D A. 1996. *Gazella subgutturosa*. *Mammalian Species*, **518**: 1 – 10.
- Li X Q, Liu Z S, Wang X M, Cui D Y, Li Z G, Hu T D, Li Z G, Hu T H. 2007. Group characteristics of blue sheep (*Pseudois nayaur*) during rutting season in the Helan Mountains, China. *Acta Theriologica Sinica*, **27** (1): 39 – 44. (in Chinese)
- Lian X M, Su J P, Zhang T Z, Cao Y F. 2004. Grouping behavior of the Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) in Hoh Xil region, China. *Biodiversity Science*, **12** (5): 488 – 493. (in Chinese)
- Lian X M, Su J P, Zhang T Z, Cao Y F. 2005. The characteristics of social groups of the Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*) in the Kekexili region. *Acta Ecologica Sinica*, **25** (6): 1341 – 1346. (in Chinese)
- Liu W, Yang W K, Xu W X. 2008. Food habits of the Kulan (*Equus hemionus*) in autumn. *Acta Theriologica Sinica*, **28** (1): 33 – 36. (in Chinese)
- Lu Q B, Wang X M. 2004. Group structure and diurnal behavior of Tibetan gazelle during the birth period. *Acta Theriologica Sinica*, **24** (3): 192 – 199. (in Chinese)
- Main M B, Weckerly F W, Bleich V C. 1996. Sexual segregation in ungulates: new directions for research. *Journal of Mammalogy*, **7**: 449 – 461.
- Mendelssohn H. 1974. The development of the populations of gazelles in Israel and their behavioral adaptations. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Publications New Series*, **24**: 722 – 743.
- Molvar E M, Bowyer R T. 1994. Costs and benefits of group living in arecently social ungulate: the Alaskan Moose. *Journal of Mammalogy*, **75** (3): 621 – 630.
- Poole T. 1985. Social Behavior in Mammals, New York: Chapman and Hall, 248.
- Pitcher T J, Parrish J K. 1993. The Behavior of Teleost Fishes. 2nd Ed. In: Pitcher T J ed. London: Chapman & Hall, 363 – 439.
- Sun M J. 2003. Habitat selection and food habits of Goitred gazelle, *Gazella subgutturosa sairensis* in southeast of Jungar basin. MSC. D. Dissertation, Graduate School, the Chinese Academy of Science. (in Chinese)
- Yu Y Q, Liu C G, Guo S T, Gu Z Q, Tu X J, Cai dai, Wang X J. 2000. A study on the aggregate behavior of Argali (*Ovis ammon*) in Tianshan Mountains. *Acta Theriologica Sinica*, **20** (2): 101 – 107. (in Chinese)
- Yuan C G, Hu J C, Wu Y, Wei F W, Jiang M D, Deng Q T. 1990. Ecological research of solitary takins in winter in Tangjiahe Natural Reserve. *Zoological Research*, **11** (3): 203 – 207. (in Chinese)
- Zeng Z G, Song Y L. 1999. Preliminary observation on the phenomena of solitary individuals in golden takin (*Budorcas taxicolor bedfordi*) in Qinling Mountain ranges. *Acta Theriologica Sinica*, **19** (3): 169 – 175. (in Chinese)
- 刘伟, 杨维康, 徐文轩. 2008. 蒙古野驴的秋季食性分析. 兽类学报, **28** (1): 33 – 36.
- 孙铭娟. 2003. 准噶尔盆地东南缘鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa sairensis*) 栖息地选择与食性研究. 中国科学院研究生院硕士学位论文.
- 李新庆, 刘振生, 王小明, 崔多英, 李志刚, 胡天华. 2007. 发情交配期贺兰山岩羊的集群特征. 兽类学报, **27** (1): 39 – 44.
- 连新明, 苏建平, 张同作, 曹伊凡. 2004. 藏原羚集群行为的初步研究. 生物多样性, **12** (5): 488 – 493.
- 连新明, 苏建平, 张同作, 曹伊凡. 2005. 可可西里地区藏羚的社群特征. 生态学报, **25** (6): 1341 – 1346.
- 余玉群, 刘楚光, 郭松涛, 顾正勤, 吐逊江, 才代, 王新军. 2000. 天山盘羊集群行为的研究. 兽类学报, **20** (2): 101 – 107.
- 袁重桂, 胡锦涛, 吴毅, 魏辅文, 江明道, 邓启涛. 1990. 唐家河自然保护区冬季独栖羚牛及其习性. 动物学研究, **11** (3): 203 – 208.
- 高行宜, 许可芬, 姚军, 贾泽信. 1996. 新疆鹅喉羚的种群结构. 兽类学报, **16** (1): 13 – 18.
- 蒋志刚. 2004. 中国普氏原羚. 北京: 中国林业出版社, 251.
- 鲁庆彬, 王小明. 2004. 藏原羚产仔期社群结构与昼间行为规律. 兽类学报, **24** (3): 193 – 199.
- 曾治高, 宋延龄. 1999. 秦岭羚牛中独栖现象的初步观察. 兽类学报, **19** (3): 169 – 175.