

青海布哈河上游地区同域分布的普氏原羚与藏原羚草青期的集群比较

李忠秋^{1,2,3}, 蒋志刚^{1,2,*}

(1. 中国科学院动物研究所, 北京 100080; 2. 中国科学院动物生态与保护生物学重点实验室, 北京 100080;

3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 2005年6—7月和9月, 运用样线法研究了青海省天峻县布哈河上游同域分布的普氏原羚 (*Procapra przewalskii*) 和藏原羚 (*Procapra picticaudata*) 的集群行为。该地区的普氏原羚和藏原羚集群类型分为雌性群、雄性群、混合群及母子群。四种集群类型中, 雄性群出现的频次均为最高 (普氏原羚和藏原羚分别为 41% 和 50%); 其次为雌性群 (普氏原羚和藏原羚分别为 34% 和 30%); 再次为母子群和混合群。比较集群规模发现, 除藏原羚母子群显著大于普氏原羚 ($P = 0.015$) 外, 两个种其余集群类型规模差异不显著。集群规模出现频次: 单只出现的频次最高 (普氏原羚和藏原羚分别为 21.9% 和 18.7%); 2—8 只, 普氏原羚和藏原羚分别为 62.6% 和 67.6%; 大于 9 只, 普氏原羚和藏原羚分别仅占 15.5% 和 13.7%。另外, 普氏原羚和藏原羚产羔后平均集群规模显著减小 (普氏原羚, $P = 0.014$; 藏原羚, $P = 0.008$); 在雄性群、混合群规模均较产羔前略有增大的情况下, 雌性群的规模却显著减小 (普氏原羚, $P < 0.001$; 藏原羚, $P = 0.002$), 成为普氏原羚和藏原羚产羔后集群规模变小的主要原因。布哈河上游同域分布的普氏原羚和藏原羚草青期的集群类型、集群规模相差不大。

关键词: 普氏原羚; 藏原羚; 集群类型; 集群规模; 产羔期; 青藏高原; 天峻县

中图分类号: Q958.155; Q959.842 文献标识码: A 文章编号: 0254–5853 (2006) 04–0396–07

Group Patterns of Sympatric Przewalski's Gazelle and the Tibetan Gazelle During the Green Grass Period in Upper Buha River, Tianjun County, Qinghai Province

LI Zhong-qiu^{1,2,3}, JIANG Zhi-gang^{1,2,*}

(1. Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China;

2. Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China;

3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: A survey on the grouping patterns of sympatric Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) and the Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) was conducted from June to July and September, 2005 in the upper Buha river, Tianjun county, Qinghai province, China. Group types of the two Chinese endemic gazelles could be classified into female group, male group, mixed group and mother-offspring group. Of these four types, the male groups were 41% and 50% of the total in Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle, respectively. The female groups were 34% and 30% of the total in Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle, respectively. Sizes of different group types of Przewalski's gazelle were not significantly different, except the mother-offspring groups ($P = 0.015$). The frequency of solitary gazelles, 2–8 individuals and >9 individuals were 21.9%, 62.6% and 15.5% of the total in Przewalski's gazelle respectively and 18.7%, 67.6% and 13.7% of the total in the Tibetan gazelle respectively. While group sizes of the male groups and the mixed groups increased insignificantly after lambing, the female group size decreased significantly in both Przewalski's gazelle

* 收稿日期: 2006–03–09; 接受日期: 2006–05–10

基金项目: 中国科学院知识创新工程 (CXTDS2005–4, KSCX2-SW-118); 国家自然科学基金重点资助项目 (30430120)

* 通讯作者 (Corresponding author), Tel: 010–62636743, E-mail: Jiangzg@ioz.ac.cn

第一作者简介: 李忠秋 (1979–), 男, 博士研究生, 研究方向为动物行为与行为生态学。

and the Tibetan gazelle (Przewalski's gazelle: $P < 0.001$, Tibetan gazelle: $P = 0.002$). Consequently, average group size decreased significantly in both gazelles (Przewalski's gazelle: $P = 0.014$, Tibetan gazelle: $P = 0.008$). There were no significant differences in group patterns between Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle during the green grass period.

Key words: *Procapra przewalskii*; *Procapra picticaudata*; Group type; Group size; Lambing period; Qinghai-Tibetan Plateau; Tianjun County

集群生活是动物的一种社会行为 (Clutton-Brock et al, 1987; Krause & Ruxton, 2002)。有蹄类的集群生活降低了群体成员的警戒频率,增加了觅食效率,同时有利于群体成员逃避或抵御天敌 (Pulliam, 1973; Quenette & Gerard, 1992; Krebs & Davies, 1993; Penning et al, 1993; Weckerly, 1999; Krause & Ruxton, 2002)。集群的大小是有蹄类动物社会组织的一个基本特征,不同物种和不同季节均可以导致集群规模的变化 (Jarman, 1974; Walther et al, 1983)。这些变化可以帮助我们理解有蹄类的集群机理及其社会功能。

普氏原羚与藏原羚同属于羚羊亚科原羚属,均为我国特有野生动物,仅分布在青藏高原地区 (Jiang et al, 1995; Yin & Liu, 1993)。由于种群数量的急剧减少,普氏原羚已被列为国家Ⅰ级重点保护野生动物及国家林业部野生动植物保护工程的十五大物种之一,同时被中国濒危保护动物红皮书及国际自然保护联盟 (IUCN) 的红色名录列为极危级 (Jiang et al, 2004)。尽管藏原羚的分布区大于普氏原羚,但在最近几十年来藏原羚种群数量不断减少,已被列为国家Ⅱ级重点保护野生动物 (Liu, 1988; Schaller, 1998)。

青海省天峻县布哈河上游,是目前所知普氏原羚与藏原羚唯一同域分布的地区。有关普氏原羚和藏原羚单独分布时的集群行为研究得很多 (Wei et al, 1998; Jiang et al, 2001; Jiang, 2004; Lei et al, 2001a, b; Lu et al, 2004; Lu & Wang, 2004a, b; Lian et al, 2004), 其结果显示这两个物种的集群类型、集群规模以及集群频次分布均可能相同,但由于存在生境、种群密度、食物资源等诸多因素的限制,这种集群格局的对比结论需要进一步证实。天峻布哈河上游地区同域分布的普氏原羚和藏原羚为这种集群差异的验证提供了条件。

产羔期是有蹄类生活史中的一个重要阶段。普氏原羚的母子群出现于7月初 (You & Jiang, 2005), 藏原羚母子群的出现稍迟,在7月底8月初 (Lu & Wang, 2004a)。两种原羚的产羔期持续

时间均在10—15 d。随着两种原羚母子群的出现和增多,雌性群开始减少,集群大小与规模又将发生怎样的相应变化?产羔前后的集群又如何变化?针对这些问题,我们于2005年6—7月和9月对该地区的普氏原羚和藏原羚的集群格局做了样线调查,并进行了对比分析。

1 研究地点与方法

1.1 研究地点

天峻县位于青海省东北部,祁连山南麓,青海湖西北,隶属于海西蒙古族藏族自治州,是环青海湖八大牧业县之一。地理位置介于东经 $96^{\circ}49'42''$ — $99^{\circ}41'48''$,北纬 $36^{\circ}53'$ — $48^{\circ}39'12''$ 。全县面积为2.57万 km^2 ,人口1.8万,其中藏族占85%。天峻县海拔2850—5826.8 m,相对高差近3000 m。全年无明显无霜期,年均温 -1.5°C ,年降雨量360 mm。布哈河为境内最大的河流,也是青海湖水量供给最大的河流,年径流量达 $10.96 \times 10^9 \text{m}^3$ 。天峻县属高原寒带气候,境内植被多为高寒草甸,建群种有矮嵩草 (*Kobresia humilis*)、针茅 (*Stipa* spp.) 等。高原地区一年中四季不分明,然而,高寒草甸有明显的物候期,6—9月为草青期,10月—次年5月为草枯黄期。

1.2 研究方法

天峻地区的普氏原羚种群以布哈河为界,分为3个小种群,分别为河南种群、河北种群及快尔玛种群;藏原羚分为河南种群和河北种群。本研究主要以普氏原羚和藏原羚的河南种群为研究对象,在研究期间,这两个种群的数量均为一百只左右。

野外调查在2005年的6—7月和9月进行,主要采取样线法。样线设置以能够最大化地见到普氏原羚和藏原羚的集群为标准,样线的长度约10 km。样线沿布哈河谷而上,经过平坦草甸上到山坡山脊,从而每次调查都能够见到分布区内的所有个体。平均每两至三天按照固定样线进行一次调查,调查时以大约2 km/h的速度行进,利用8倍双筒望远镜及20—60倍单筒望远镜观察普氏原羚

和藏原羚的集群，记录两者的集群类型、集群规模、行为状态，以及地理坐标等。

普氏原羚与藏原羚主要从形态上进行区分：

(1) 角形：雄性普氏原羚角形粗壮，在两个矢形面上弯曲；雄性藏原羚角形细长，仅在一个矢形面上弯曲；(2) 体色：普氏原羚被毛为棕黄色，藏原羚被毛为色暗褐色；(3) 体形：普氏原羚体型较大，体态雄健，藏原羚体型较小，略显纤细。

把野外采集的数据录入 Excel 表格，然后利用 SPSS13.0 进行统计分析。由于雌性和雄性在单性群和混合群中的分布不合乎正态分布，经过数据转换后，仍不合乎正态分布，所以采用非参数检验。集群规模的比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，产羔前后集群规模的变化采用 Wilcoxon Signed Ranks test 检验，集群类型的不同比例差异以及不同集群规模的频次分布差异比较采用卡方检验。文中数据除特殊说明外，为平均值 ± 标准误。

2 结果

2.1 集群类型

产羔前后，普氏原羚和藏原羚的集群类型均可分为雌性群、雄性群、混合群和母子群等四类（图 1）。两种原羚中各类型集群出现频次从大到小均依次为雄性群、雌性群、母子群和混合群。雄性群和雌性群构成了两种原羚的基本社群类型，分别达到了 80% 和 75%。藏原羚中雄性群的出现频次达 50%，而普氏原羚雄性群的出现频次为 41%；藏原羚的雌性群为 30%，普氏原羚的雌性群为 34%；母子群约占 15%；混合群所占的比例最低，仅 5% 左右。不同集群类型的比例差异不显著（ $\chi^2 = 6.154$, $df = 3$, $P = 0.104$ ）。

2.2 集群规模

2.2.1 总体比较 我们共发现普氏原羚和藏原羚的集群各 219 群次，其中普氏原羚雌性群、雄性群、混合群和母子群的群数分别为 75、89、17 和 38，共计 1 190 只次；藏原羚对应为 66、110、8 和 35，共计 1 150 只次。

普氏原羚和藏原羚的平均集群规模分别为（ 5.44 ± 0.37 ）只和（ 5.25 ± 0.30 ）只，差异不显著（ $Z = -0.755$, $P = 0.450$ ）。图 2 显示了各类型集群的大小比较，经检验，除母子群差异显著外，其余类群差异均不显著（雌性群： $Z = -0.523$, $P = 0.601$ ；雄性群： $Z = -0.528$, $P = 0.597$ ；母子

群： $Z = -2.438$, $P = 0.015$ ；混合群： $Z = -0.526$, $P = 0.599$ ）。

2.2.2 产羔前后的集群变化 产羔前后，普氏原羚和藏原羚的雌性群大小分别由（ 8.16 ± 0.84 ）只和（ 7.33 ± 0.70 ）只下降为（ 3 ± 0.39 ）只和（ 3.15 ± 0.47 ）只，差异极显著（图 3，普氏原羚： $Z = -4.050$, $P < 0.001$ ；藏原羚： $Z = -3.143$, $P = 0.002$ ）。雄性群的变化则恰恰相反，集群规模略有增大，不过未达到显著程度（普氏原羚： $Z = -1.927$, $P = 0.054$ ，藏原羚： $Z = -0.055$, $P = 0.956$ ）。混合群的变化与雄性群类似，也略有增大或不变（普氏原羚： $Z = -1.352$, $P = 0.176$ ；藏原羚： $Z = 0$, $P = 1$ ）；但普氏原羚和藏原羚平均集群规模分别由产羔前的（ 6.06 ± 0.61 ）只和（ 5.66 ± 0.47 ）只降为产羔后的（ 5.09 ± 0.46 ）只和（ 4.95 ± 0.35 ）只，差异达到了显著水平（普氏原羚： $Z = -2.453$, $P = 0.014$ ；藏原羚： $Z = -2.640$, $P = 0.008$ ）。

2.3 集群规模出现频次

普氏原羚和藏原羚集群从小到大出现的频次逐渐降低。普氏原羚和藏原羚独羚出现的频次最高，分别占 21.9% 和 18.7%；2—8 只普氏原羚和藏原羚集群出现的频次分别占 62.6% 和 67.6%；大于 9 只的普氏原羚和藏原羚集群分别仅占 15.5% 和 13.7%。因此，普氏原羚和藏原羚更倾向于小集群（图 4）。但卡方检验结果表明，普氏原羚和藏原羚不同集群频次分布差异不显著（ $\chi^2 = 18.981$, $df = 25$, $P = 0.798$ ）。

3 讨论

3.1 集群规模的影响因素

季节、生境、种群密度以及食物资源等都可能影响有蹄类集群的规模（Jarman, 1974; Walther et al, 1983; Lei et al, 2001a）。另外，物种不同，其集群规模也不相同。譬如同样生活在青藏高原的藏羚羊，在迁徙季节其集群规模可以达到上千只，而同域分布的藏原羚集群规模仅为数只（Schaller, 1998; Lian et al, 2004, 2005）。

动物集群时存在一个最佳种群规模。当群体存在一定规模时，其抵御天敌和增加觅食效率的优势均可充分地发挥出来。但随着群体的增大，而资源量又有限时，群体内部成员对资源竞争必然加剧，进而导致个体分离趋势增强。因此，动物集群规模

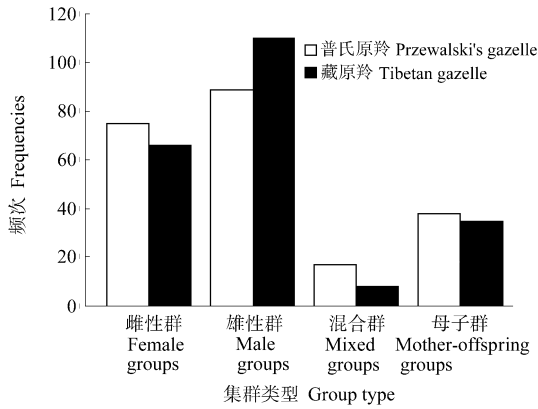


图 1 普氏原羚与藏原羚的集群类型

Fig. 1 Group types in the Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle

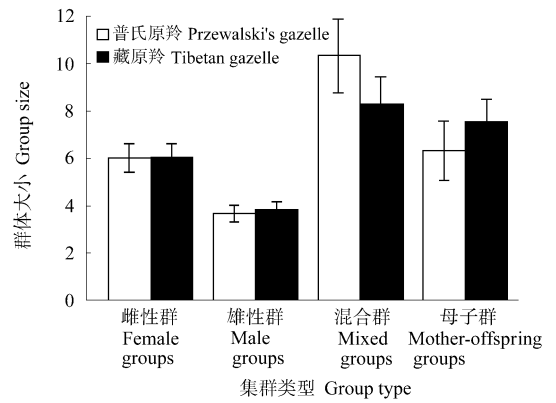


图 2 普氏原羚与藏原羚的集群规模

Fig. 2 Group size in the Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle

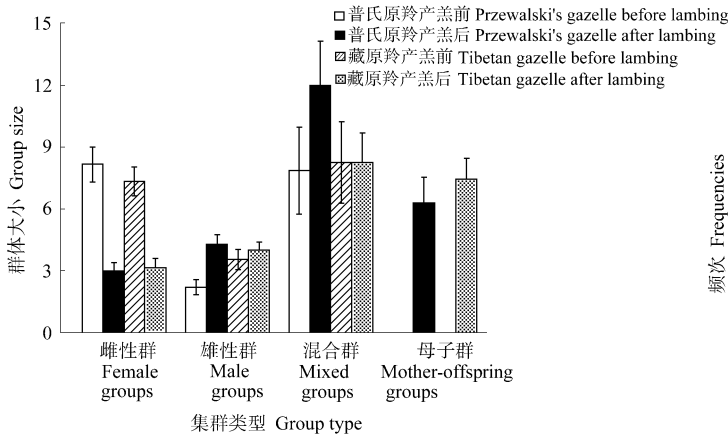


图 3 产羊羔前后普氏原羚与藏原羚的集群变化

Fig. 3 Group size changes in the Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle before and after lambing

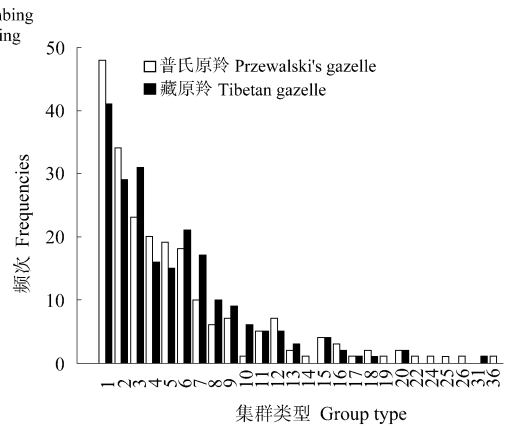


图 4 普氏原羚与藏原羚不同集群规模的出现频次

Fig. 4 Frequencies group size in the Przewalski's gazelle and the Tibetan gazelle groups

可以看作是衡量一个群体成员追求利益最大化的指标 (Pagel & Dawkins, 1997; Lei et al, 2001a)。在有蹄类动物中, 最佳种群规模通常为 5—6 只, 当集群低于 5 只时, 集群中每个个体用于警戒的时间显著增加; 当集群超过 7 只时, 每个个体用于警戒的时间却并未显著减少 (Krebs & Davies, 1993; Thirgood, 1996)。普氏原羚与藏原羚产羔前后的平均集群规模分别为 (5.44 ± 0.37) 和 (5.25 ± 0.30) 只, 这和先前的研究结果相符。这说明, 对于普氏原羚和藏原羚而言, 5—6 只的集群可能是采食以及逃避天敌最优组合的群体规模。

3.2 普氏原羚与藏原羚的集群比较

普氏原羚与藏原羚独立分布区的集群研究已经

有不少报道 (Wei et al, 1998; Jiang et al, 2001; Li et al, 1999; Lei et al, 2001a, b; Jiang, 2004; Lu et al, 2004; Lu & Wang, 2004a, b; Lian et al, 2004)。这些研究结果表明, 普氏原羚和藏原羚独立分布时, 其集群规模是相似的: 两种均可分为雌性群、雄性群、母子群以及混合群; 集群类型所占比例从大到小依次为雌性群、雄性群、混合群和母子群, 其中雌性群和雄性群所占比例之和达到 80% 以上, 成为基本的两大集群类型; 而混合群和母子群通常仅出现在特定的季节 (Lei et al, 2001; Jiang, 2004; Lian et al, 2004; You & Jiang, 2005)。集群规模的频次分布均以独羚和 2—9 只的小群为多, 在普氏原羚中达到 80%; 在藏原羚中接近 90% (Lei et al, 2001;

Jiang, 2004; Lian et al, 2004)。平均集群规模均为 5—7 只, 不同类型集群规模从大到小依次为混合群、雌性群和雄性群 (Feng et al, 1996; Schaller, 1998; Lei et al, 2001a; Jiang, 2004; Lu & Wang, 2004a)。虽然另有一些报道认为藏原羚的平均集群规模低于 5 只 (Gu, 1987; Lian et al, 2004), 与上述结果不同, 但可能是由于不同生境对集群规模的影响所致。

在天峻地区布哈河上游普氏原羚与藏原羚同域分布, 其集群类型与独立分布的相同。普氏原羚和藏原羚均可分为雌性群、雄性群、混合群和母子群。混合群仅占很低的比例 (普氏原羚 7.7%, 藏原羚 3.6%); 母子群出现在产羔期之后, 所占比例不高 (普氏原羚 17.4%, 藏原羚 16.0%); 雌性群和雄性群为基本的集群构成, 所占比例都接近 80%。普氏原羚与藏原羚均倾向于集小群活动, 独羚和 2—8 只的集群所占比例均达到了 85%, 而且其不同集群规模的频次分布也相近。雌性群、雄性群和混合群以及总体的平均集群规模差异不显著, 仅母子群的差异达到了显著。这些结果或许可以从两个种形态相似、大小相近, 栖息地环境与捕食者相同等方面得到解释。

3.3 产羔前后的集群变化

产羔是有蹄类动物繁殖过程中的一个重要环节, 而产羔前后整个集群功能的变化也体现了其集群模式上的改变。产羔后伴随的是母子群的出现以及雌性群的减少。对普氏原羚产羔前后雌性群的出现频次进行统计发现, 产羔前雌性群所占比例为 56.4%, 而产羔后变为 22.1%, 此时母子群所占的比例达到了 27.1%, 由此可以看出, 产羔前雌性群的比例在产羔后变为雌性群和母子群的比例之和。另外, 集群规模产羔前为 (6.06 ± 0.61) 只, 产羔后变为 (5.09 ± 0.46) 只, 在雄性群、混合群集群规模均有所增加的情况下, 雌性群的显著变小成为这种变化的主要原因。在藏原羚中同样出现了这种情况, 雌性群由产羔前所占的 50.5% 变为产羔后的 15.6%, 母子群上升到 27.3%。同时, 在雄性群、混合群大小均有所增加时, 平均集群规模却从 (5.66 ± 0.47) 只变为 (4.95 ± 0.35) 只, 导致这种变化的主要原因是雌性群大小从产羔前的 (7.33 ± 0.70) 只变为产羔后的 (3.15 ± 0.47) 只。

动物集群的前提在于使群体成员能够获得更多益处, 从而使群体成员自身的基因传递下去。动物

繁殖成功最大化的行为方式是进化的根本动力 (Krebs & Davies, 1993; Sun, 2001; Jiang, 2004)。因此, 有蹄类产羔前, 集群的主要功能是逃避天敌, 降低自身被捕食的概率; 而产羔后, 哺育保护后代成为带仔雌性主要的行为。在幼羊出生后的一段时间里, 运动能力不强, 逃避天敌的能力弱。此时, 母羊离开群体照顾后代无疑更有利于后代的成活。这种行为策略的变化, 导致雌性群的比例及规模的变小, 从而导致的整个集群规模的变小。

3.4 普氏原羚和藏原羚的关系

关于有蹄类动物之间关系的研究已有很多, 这些文献涉及到很多方面 (如食性分化、生境选择等)。而通常对这些关系的描述集中于资源的竞争所导致的生态位分化 (Dodds, 1997; Latham, 1999; Peter, 2001; Jonathan et al, 2002) 以及少量有蹄类动物之间的互益关系 (Keast, 1965; Sinclair, 1985; FitzGibbon, 1990; Lingle, 2002, 2003)。前者的针对同域分布的种类, 范围相对更广; 而后者针对往往是关系密切的两个物种, 如混群的格兰特羚和汤姆森羚 (FitzGibbon, 1990)。天峻布哈河上游地区的普氏原羚和藏原羚, 无论形态特征, 还是集群模式, 都很相似, 稳定地存在于同样一个生态系统中。究其原因, 普氏原羚与藏原羚均主要采食禾本科、豆科、莎草科和菊科植物, 而这些植物之和超过了普氏原羚与藏原羚采食量的 50% (Liu & Jiang, 2002; Lu et al, 2004)。对两个物种的生境利用研究结果显示, 普氏原羚主要选择沙漠和干旱草原交错区活动, 人为干扰和围栏是普氏原羚生境选择的主要影响因子 (Li et al, 1999; Liu & Jiang, 2002); 而藏原羚主要选择高山草甸草原活动, 植被类型、干扰度及水源是其生境选择的主要影响因子 (Zhang & Hu, 2002; Lu et al, 2004)。虽然普氏原羚和藏原羚生境选择的影响因子不尽相同, 但是由于这些研究是在不同的地区开展的, 就不能断言天峻地区两个物种的生境选择存在差别。野外观察表明, 布哈河上游的普氏原羚和藏原羚均在高山草甸活动, 并没有很明显的生境利用差别。普氏原羚与藏原羚的采食高峰均出现于晨昏 (Li et al, 1999; Lu et al, 2004), 这表明两个物种采食行为的时间格局也是相近的。因此, 普氏原羚与藏原羚的生态位可能非常相似。从竞争排斥原理角度, 相似物种不可能长期共存 (Hardin, 1960), 那么, 天峻布哈河上游地区普氏原羚和藏原羚共存的这种

现象是否并不遵循竞争排斥原理,或是由于藏原羚或者普氏原羚入侵到这个生境中时间尚短,竞争排斥原理尚未发挥作用?而从目前野外观察结果来看,普氏原羚和藏原羚的关系是密切而且稳定的。因此,也许用简单的竞争排斥原理无法解释这两个同域分布的近缘物种的共存关系。

此外,我们曾观察到雄性普氏原羚与雄性藏原羚组成的稳定混合群,以及雌性藏原羚也有混到普氏原羚雌性群中的现象。既然两个物种可以混群,它们之间是否也会发生杂交呢?2003年西宁动物园的雌性藏原羚与鸟岛保护区救护站的雄性普氏原

羚已经杂交产下过小羊,杂交后代存活了两年。那么野外是否也会发生杂交呢?藏原羚与普氏原羚产羔时间相差将近一个月,或许野外杂交并不存在,但尚需要继续进行更深入的研究(如在普氏原羚和藏原羚繁殖交配期的观察),以逐步阐明两者的真实关系。

致谢:感谢国家林业局、青海省林业局、海西州林业局、天峻县林业局对本研究的支持;感谢天峻县林业公安分局的昂治和、昂旦加等在野外研究中提供的大力帮助。

参考文献:

- Clutton-Brock TH, Iason HGR, Guinness FE. 1987. Sexual segregation and density-related changes in habitat use in male and female red deer (*Cervus elaphus*) [J]. *J Zool* (London), **211**: 275 - 289.
- Dodds WK. 1997. Interspecific interactions: Constructing a general neutral model for interaction type [J]. *Oikos*, **78**: 377 - 383.
- Feng ZJ, He YB, Ye XT. 1996. Wild animal resources and its conservation, utilization rationally in Hoh Xil Region, Qinghai province [A]. In: Wu SG, Feng ZJ. *The Biology and Human Physiology in the Hoh Xil Region* [C]. Beijing: Science Press, 321 - 334. [冯祚建, 何玉邦, 叶晓堤. 1996. 青海省可可西里地区的野生动物资源保护和利用. 见: 武素功, 冯祚建. 青海可可西里地区生物及人体高山生理. 北京: 科学出版社, 321 - 334.]
- FitzGibbon C. 1990. Mixed-species grouping in Thomson's and Grant's gazelles: The antipredator benefits [J]. *Anim Behav*, **39**: 1116 - 1126.
- Gu JH. 1987. Hoofed animals in eastern Kunlun Mountains and Altun Mountains of Xinjiang [J]. *Arid Zone Res*, **4** (3): 56 - 68. [谷景和. 1987. 新疆东昆仑山和阿尔金山的有蹄类动物. 干旱区研究, **4** (3): 56 - 68.]
- Hardin G. 1960. The competitive exclusion principle [J]. *Science*, **131**: 1292 - 1297.
- Jarman PJ. 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology [J]. *Behaviour*, **48**: 215 - 267.
- Jiang ZG. 2004. *Przewalski's Gazelle* [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 96 - 116. [蒋志刚. 2004. 中国普氏原羚. 北京: 中国林业出版社, 96 - 116.]
- Jiang ZG, Feng ZJ, Wang ZW, Chen WL, Cai P, Li YB. 1995. Historical and current distributions of Przewalski's gazelles [J]. *Acta Theriol Sin*, **15** (4): 241 - 245. [蒋志刚, 冯祚建, 王祖望, 陈立伟, 蔡平, 李永波. 1995. 普氏原羚的历史分布和现状. 兽类学报, **15** (4): 241 - 245.]
- Jiang ZG, Li DQ, Wang ZW, Zhu SW, Wei WH. 2001. Population structure of the Przewalski's gazelle around the Qinghai Lake, China [J]. *Acta Zool Sin*, **47** (2): 158 - 162. [蒋志刚, 李迪强, 王祖望, 朱申武, 魏万红. 2001. 青海湖地区普氏原羚的种群结构. 动物学报, **47** (2): 158 - 162.]
- Jonathan MC, Peter AA, James PG, Sebastian D, Peter C, Robert DH, Shane AR, Roger MN, Ted JC. 2002. The interaction between predation and competition: A review and synthesis [J]. *Ecol Lett*, **5**: 302 - 315.
- Keast A. 1965. Interrelationships of two zebra species in an overlap zone [J]. *J Mammal*, **46**: 53 - 66.
- Krause JD, Ruxton G. 2002. *Living in Groups* [M]. New York: Oxford University Press.
- Krebs JR, Davies NB. 1993. *An Introduction to Behavioural Ecology* (3rd ed) [M]. Cambridge: Blackwell Scientific Publications, 120 - 146.
- Latham J. 1999. Interspecific interactions of ungulates in European forests: An overview [J]. *For Ecol Manage*, **120**: 13 - 21.
- Lei R, Jiang ZG, Liu BW. 2001a. Group pattern and social segregation in Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) around Qinghai Lake, China [J]. *J Zool* (London), **255**: 175 - 180.
- Lei R, Jiang ZG, Liu BW. 2001b. Group size and group composition in Przewalski's gazelle [J]. *Folia Zool*, **50**: 117 - 126.
- Li DQ, Jiang ZG, Wang ZW. 1999. Activity patterns and habitat selection of the Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) in the Qinghai Lake region [J]. *Acta Theriol Sin*, **19** (1): 17 - 24. [李迪强, 蒋志刚, 王祖望. 1999. 普氏原羚的活动规律与生境选择. 兽类学报, **19** (1): 17 - 24.]
- Lian XM, Su JP, Zhang TZ, Cao YF. 2004. Grouping behavior of the Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) in Hoh Xil region, China [J]. *Biodivers Sci*, **12** (5): 488 - 493. [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.]
- Lian XM, Su JP, Zhang TZ, Cao YF. 2004. The characteristics of social groups of the Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*) in the Kekexili region [J]. *Acta Ecol Sin*, **25** (6): 1341 - 1346. [连新明, 苏建平, 张同作, 曹伊凡. 2004. 可可西里地区藏羚的社群特征. 生态学报, **25** (6): 1341 - 1346.]
- Lingle S. 2002. Coyote predation and habitat segregation of white-tailed deer and mule deer [J]. *Ecology*, **83** (7): 2037 - 2048.
- Lingle S. 2003. Group composition and cohesion in sympatric white-tailed deer and mule deer [J]. *Can J Zool*, **81**: 1119 - 1130.
- Liu YS. 1988. *Procapra picticaudata* on the Tibetan Plateau [J]. *Chn Wildlife*, **46** (6): 8 - 9, 27. [刘永生. 1988. 青藏高原上的藏原羚. 野生动物, **46** (6): 8 - 9, 27.]
- Liu BW, Jiang ZG. 2002a. Foraging strategy of Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) [J]. *Acta Zool Sin*, **48** (3): 309 - 316. [刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚的采食策略. 动物学报, **48** (3): 309 - 316.]
- Liu BW, Jiang ZG. 2002b. Quantitative analysis of the habitat selection by *Procapra przewalskii* [J]. *Acta Theriol Sin*, **22** (1): 15 - 21. [刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚生境选择的数量化分析. 兽类学报, **22** (1): 15 - 21.]
- Lu QB, Wang XM. 2004a. Group structure and diurnal behavior of Tibetan gazelle during the birth period [J]. *Acta Theriol Sin*, **24**

- (3): 193–199. [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.]
- Lu QB, Wang XM. 2004b. Field observations on Tibetan gazelle in Shiqu county of Sichuan province [J]. *Chn Wildlife*, **62** (6): 19–20. [鲁庆彬, 王小明. 2004. 四川石渠县藏原羚种群观察. 野生动物, **62** (6): 19–20.]
- Lu QB, Wang XM, Wang ZH. 2004. Feeding behavior of Tibetan gazelle in Shiqu county of Sichuan province during autumn [J]. *Zool Res*, **25** (6): 469–476. [鲁庆彬, 王小明, 王正寰. 2004. 四川省石渠县藏原羚秋季取食行为特征. 动物学研究, **25** (6): 469–476.]
- Page M, Daawkins MS. 1997. Peck orders and group size in laying hens: 'Futures contracts' for non-aggression [J]. *Behav Processes*, **40**: 13–25.
- Penning PD, Parsons AJ, Newman JA, Orr RJ, Harvey A. 1993. The effects of group size on grazing time in sheep [J]. *Appl Anim Behav Sci*, **37**: 101–109.
- Peter AA. 2001. Describing and quantifying interspecific interactions: A commentary on recent approaches [J]. *Oikos*, **94** (2): 209–218.
- Pulliam HR. 1973. Many eyes hypothesis, on the advantages of flocking [J]. *J Theor Biol*, **38**: 419–422.
- Quenette P, Gerard J. 1992. From individual to collective vigilance in the wild boar (*Sus scrofa*) [J]. *Can J Zool*, **70**: 1632–1635.
- Schaller GB. 1998. Wildlife of the Tibetan Steppe [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 109–123, 212–244.
- Sinclair ARE. 1985. Does interspecific competition or predation shape the African ungulate community [J]. *J Anim Ecol*, **54**: 899–918.
- Sun RY. 2001. The Principles of Animal Ecology (3rd ed) [M]. Beijing: Beijing Normal University Press. [孙濡泳. 2001. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社.]
- Thirgood SJ. 1996. Ecological factors influencing sexual segregation and group size in fallow deer (*Dama dama*) [J]. *J Zool (London)*, **239**: 783–797.
- Walther FR, Mungall EC, Grau GA. 1983. Gazelles and Their Relatives [M]. New Jersey: Noyes Publications, 36–40.
- Wei WH, Jiang YJ, Zhu SW, Zhou WY, Jiang ZG. 1998. Preliminary study on population sizes and affecting factors of Przewalski's gazelles (*Procapra przewalskii*) [J]. *Acta Theriol Sin*, **18** (3): 232–234. [魏万红, 姜永进, 朱申武, 周文扬, 蒋志刚. 1998. 普氏原羚种群大小及影响因素的初步研究. 兽类学报, **18** (3): 232–234.]
- Yin BG, Liu WL. 1993. Wildlife Protection in Tibet [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 90–91. [尹秉高, 刘务林. 1993. 西藏珍稀野生动物与保护. 北京: 中国林业出版社, 90–91.]
- You ZQ, Jiang ZG. 2005. Courtship and mating behaviors in Przewalski's gazelle *Procapra przewalskii* [J]. *Acta Zool Sin*, **51** (2): 187–194. [游章强, 蒋志刚. 2005. 普氏原羚的繁殖交配行为. 动物学报, **51** (2): 187–194.]
- Zhang HM, Hu JC. 2002. Habitat selection of *Procapra picticaudata* in summer in the northwestern plateau, Sichuan [J]. *Sichuan J Zool*, **21** (1): 12–15. [张洪茂, 胡锦涛. 2002. 川西北高原藏原羚夏季生境选择. 四川动物, **21** (1): 12–15.]

本刊编委 Fraser A. W. Wilson 博士简介

Fraser A. W. Wilson 博士 1983 年毕业于牛津大学实验心理学系, 后到耶鲁大学医学院, 从师于著名的神经科学学家 Goldman-Rakic 研究员, 长期从事非人灵长类前额叶功能的研究。1996 年到美国 Arizona 大学心理学系就职。其间, 发表了很多实验论文。其中, 1993 年以第一作者在 *Science* 发表有关前额叶功能的论文, 该文至今仍是前额叶研究的经典文献。1997 年, 与其他研究人员合作, 再次在 *Science* 上发表另一篇有关前额叶的研究论文。他的主要发现是: 背侧前额叶主要涉及到“以头为中心”的空间坐标系。在猕猴前额叶研究中作出了突出贡献。

2005 年 1 月, Wilson 博士从美国 Arizona 大学到中国科学院昆明动物研究所就职, 在中国科学院昆明动物所建立了非人灵长类猕猴电生理及行为学实验室。目前, 该实验室运转良好, 实验顺利进行, 并已取得部分实验结果。2006 年, 他申请到中国国家自然科学基金委重点项目“猕猴前额叶-顶叶在不同空间坐标系处理信息的作用”。他是我国第一个申请到国家自然科学基金委基金资助的外国人。同时参与并申请到国际合作项目“人类和猕猴大脑前额叶在记忆和注意过程中的作用”, 以及与美国 AstraZeneca 公司等的合作项目。