

青海省天峻地区藏原羚的食性分析

李忠秋^{1,2} 蒋志刚^{1*}

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

(2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 2005 ~ 2006 年草青期和草枯期我们在青海省天峻地区随机收集了藏原羚的粪样, 并利用粪便显微分析法对藏原羚的食性进行了研究。结果表明, 藏原羚采食共计 16 科 34 属 43 种植物, 其中草青期采食 16 科 33 属 42 种, 草枯期 12 科 22 属 30 种。豆科植物是藏原羚采食的主要类群, 禾本科、菊科、蔷薇科和莎草科其次, 豆科、禾本科、菊科、蔷薇科和莎草科等五科植物占藏原羚采食总量的 90% 左右。不同物候期, 藏原羚的食性变化明显, 豆科、蔷薇科在草枯期所占的比例显著低于草青期, 而禾本科、菊科和莎草科所占比例则显著高于草青期。

关键词: 青藏高原; 藏原羚; 粪便显微分析

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2007) 01 - 0064 - 04

Diet analysis for Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) in Tianjun area, Qinghai province, China

LI Zhongqiu^{1,2}, JIANG Zhigang^{1*}

(1 Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 10080, China) (2 Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: A systematic study of the diet of Tibetan gazelles (*Procapra picticaudata*) was completed by microscopic fecal analysis from 2005 and 2006 in Tianjun area, Qinghai province, China. We identified 43 plant species in the fecal samples of Tibetan gazelles in the experiments, representing 34 genera and 16 families. The gazelle grazed on 42 species representing 33 genera and 16 families during the green-plant period but only foraged on 30 species from 22 genera and 12 families during the withered-plant period. Leguminosae were the largest part of the diet, comprising 52.7% of the diet of Tibetan gazelle during the green-plant period and 38.5% during withered-plant period. Besides Leguminosae, four other families, the Gramineae, Compositae, Rosaceae and Cyperaceae, were mainly foraged by Tibetan gazelle. Food from the above five families made up about 90% of the diet of Tibetan gazelle. Diet compositions of Tibetan gazelle changed greatly from the green-plant period to the withered-plant period. Proportions of Leguminosae and Rosaceae decreased significantly while proportions of Gramineae, Compositae and Cyperaceae increased significantly.

Key words: Fecal microscopic analysis; Qinghai-Tibet plateau; Tibetan gazelle (*procapra picticaudata*)

藏原羚 (*Procapra picticaudata*) 属于羚羊亚科原羚属, 为我国特有野生动物, 主要分布在青藏高原地区 (尹秉高和刘务林, 1993)。藏原羚分布虽然较广, 但其种群密度低, 而且在最近几十年中其种群数量不断减少, 已被列为国家二级重点保护野生动物 (刘永生, 1988; Schaller, 1998)。关于藏原羚的研究目前仅局限于种群分布及数量 (刘永生, 1988; Schaller, 1998; 鲁庆彬和王小明, 2004a)、

生境选择 (张洪茂和胡锦涛, 2002; 鲁庆彬等, 2004)、行为节律 (鲁庆彬和王小明, 2004b; 鲁庆彬等, 2004)、集群 (谷景和, 1987; 鲁庆彬和王小明, 2004b; 连新明等, 2004) 等方面, 而对食性的分析仅在鲁庆彬等 (2004) 的研究中有简单报道。因此, 我们在 2005 ~ 2006 年采集了青海省天峻地区藏原羚的粪样, 利用植物细胞显微分析对藏原羚草青期和草枯期的食性进行了研究。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30670267); 中国科学院知识创新工程资助项目 (CXTDS2005-4)

作者简介: 李忠秋 (1979 -), 男, 博士研究生, 主要从事动物行为与行为生态学研究。

收稿日期: 2006 - 06 - 01; **修回日期:** 2006 - 08 - 27

* 通讯作者, correspondence author, E - mail: Jiangzg@ioz.ac.cn

1 研究地点和方法

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 $96^{\circ}49'42'' \sim 99^{\circ}41'48''$ 之间，北纬 $36^{\circ}53' \sim 48^{\circ}39'12''$ 之间，全县面积为 $2.57 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，人口 1.8 万，其中藏族占 85%。天峻县海拔 2 850 ~ 5 826.8 m，相对高差近 3 000 m。全年无明显无霜期，年均温 -0.5°C ，年降水量 36 mm。布哈河 境内最大河流，也 青海湖水 供给最大 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，但具有明显的物候期，6 至 9 月为草青期，在此期间，气候温暖湿润，降水较多，植物处于生长期，地上生物量丰富；10 月至次年 5 月为草枯期，气候寒冷干燥，降水很少，植物处于枯黄期，地上生物量较低。

1.2 研究方法

我们按照物候期分别于草青期 (2005 年 6 ~ 9 月) 和草枯期 (2004 年 11 月至 2005 年 1 月、2005 年 12 月) 随机收集了天峻县藏原羚的粪样。粪样的收集方式为：在藏原羚刚刚活动离开后，随机收集新鲜的粪样，每次收集样品数不多于 3 个，每个物候期的总样品数均大于 30 个。收集样品在实验室 60°C 烘箱中烘干 24 h，保存。同时于草青期采集当地常见植物的地上部分，建立当地植物的细胞显微结构对照。

粪样分析在 2006 年 4 ~ 5 月进行。具体方法参考 William (1969) 及陈化鹏和肖前柱 (1989) 的方法，每个粪样取两个粪粒，构成一个混合粪样。研磨后依次通过直径为 0.5 mm、0.25 mm、0.075 mm 的网筛，取 0.075 mm 网筛上的样品约 0.2 g，用 10% NaClO 溶液 5 ~ 10 ml 漂白 1 h，之后用自来水冲洗约 3 min，取筛上物在显微镜下 100 倍进行观察。每个样品做 10 个样片，每个样片观察 50 个视野。对照当地植物地上部分的标准显微结构，判断粪样的组成。

利用 Shannon-Wiener 指数 H' 、均匀度指数 J' 、生态位宽度指数 B 分析藏原羚草青期与草枯期的食物组成多样性，具体公式 Shannon-Wiener 指数如下：

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

Pielou 均匀性指数：

$$J' = H'/H_{max}$$

食物生态位宽度指数：

$$B = 1/\sum P_i^2$$

其中： P_i 代表某植物的碎片数在所有植物碎片总数中的比例， $H_{max} = \ln S$ ， S 为粪样中发现的植物种数。

豆科、禾本科、菊科、蔷薇科和莎草科等的季节变化采用配对 t 检验 (Paired samples t -test)。文中所用数据均以均值 \pm 标准差表示。

2 结果

2.1 食物种类

我们采集了青海省天峻县藏原羚分布区的植物 17 科 39 属 55 种，并建立了当地植物的细胞显微结构检索表。利用粪便显微分析从藏原羚的粪样中共发现了 16 科 34 属 43 种植物，其中草青期 16 科 33 属 42 种，草枯期 12 科 22 属 30 种。豆科是藏原羚食物的主要构成，草青期其比例占到可识别植物碎片的 52.7%，草枯期也达到了 38.5%。禾本科、菊科、蔷薇科以及莎草科其次，以上五科植物占藏原羚采食总量的 90% 左右 (图 1)。

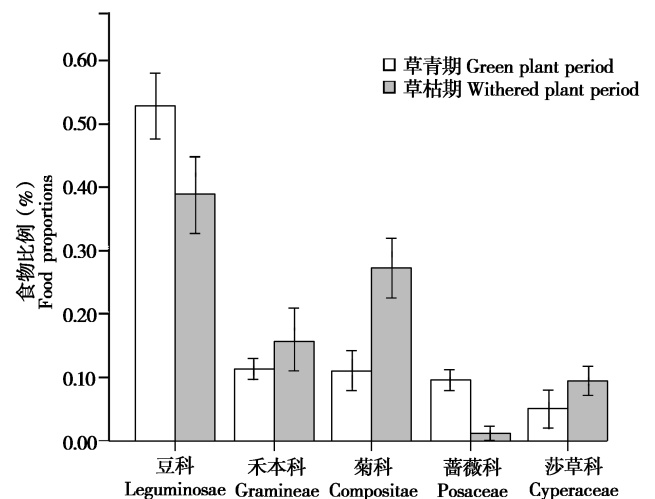


图 1 藏原羚的食物组成

Fig. 1 Food composition of Tibetan gazelle

2.2 食性的季节变化

藏原羚采食的 5 个科主要植物在草青期和草枯期所占的比例差异达到了显著水平 (配对 t 检验，禾本科， $df = 9$ ， $P = 0.037$ ；其他 4 个科， $df = 9$ ， $P < 0.001$)。由图 1 可见，豆科和蔷薇科在草枯期所占比例均显著下降，而禾本科、菊科和莎草科所

占比例均显著上升。

对比草青期和草枯期藏原羚主要采食的植物物种可以发现 (表1), 菊科的阿尔泰狗娃花 (*Heteropappus altaicus*) 由草青期的 3.09% 上升到 13.66%, 采食序位也由第 10 位上升为第 1 位, 矮丛风毛菊 (*Saussurea eopygmaea*) 的采食比例由 1.11% 上升到 7.52%, 序位由第 17 位上升为第 4

位。禾本科的早熟禾 (*Poa* spp.) 和紫花针茅 (*Stipa purpurea*) 序位上升不明显, 但所占的比例却上升了近 2 倍。虽然豆科的 5 种主要采食对象序位没有显著下降, 但所占的采食比例均有所降低。

从食物多样性及生态位宽度来看, 草青期除均匀度指数 J' 低于草枯期外, 其余均高于草枯期 (表2)。

表 1 藏原羚采食主要食物的季节变化
Table 1 Seasonal changes of main food of Tibetan gazelle

	草青期 Green plant period		草枯期 Withered plant period	
	比例 Percentage %	序位 Rank	比例 Percentage %	序位 Rank
多花黄芪 <i>Astragalus floridus</i>	13.31 ± 3.22	1	12.10 ± 3.94	2
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	8.80 ± 3.28	5	8.01 ± 2.49	3
镰形棘豆 <i>Oxytropis falcata</i>	9.68 ± 3.19	3	6.76 ± 2.67	5
多枝黄芪 <i>Astragalus polycladus</i>	9.02 ± 3.06	4	6.61 ± 2.12	6
黄花棘豆 <i>Oxytropis ochrocephala</i>	10.01 ± 2.35	2	5.39 ± 2.70	10
早熟禾 <i>Poa</i> spp.	2.42 ± 0.87	12	5.84 ± 2.87	9
紫花针茅 <i>Stipa purpurea</i>	2.75 ± 1.19	11	5.87 ± 1.65	8
火绒草 <i>Leontopodium</i> spp.	4.50 ± 1.93	8	2.69 ± 1.46	13
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	3.09 ± 1.59	10	13.66 ± 4.23	1
矮丛风毛菊 <i>Saussurea eopygmaea</i>	1.11 ± 1.12	17	7.52 ± 2.16	4
二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	4.73 ± 1.77	7	0.11 ± 0.35	29
矮嵩草 <i>Kobresia humilis</i>	3.25 ± 2.14	9	6.44 ± 2.01	7
龙胆 <i>Gentiana</i> spp.	4.76 ± 1.79	6	0.91 ± 1.12	19

表 2 藏原羚食物多样性指数及生态位宽度的季节变化
Table 2 Seasonal changes of food diversity index and niche breadth of Tibetan gazelle

	草青期	草枯期
	Green plant period	Withered plant period
食物种类 Species	42	30
H'	3.01	2.87
H_{max}	3.74	3.40
J'	0.80	0.84
B	14.37	13.96

3 讨论

鲁庆彬等 (2004) 对藏原羚的食性曾做过简单报道, 藏原羚主要采食豆科棘豆属、菊科火绒草属以及莎草科嵩草属植物, 藏原羚对这三科植物的采食占其总食量的 80% 以上。我们的研究结果与他们的报道相近, 但也有不同之处。莎草科虽然也是藏原羚采食的重要食物, 但其在食物中所占的比例在草枯期不足 10%; 取而代之的是禾本科植物, 无论在草枯期还是草青期, 其比例均高于 10%, 为藏原羚采食的第三大科植物。两地藏原羚的食性差异可能与两地的植物多样性组成相关。此外, 天峻的藏原羚还采食其他 12 科 19 种植物, 可见藏原

羚营养生态位较宽, 属广食性物种。

有蹄类动物的采食对策包括对食物种类、采食时间和采食地的选择 (Nagy, 1987, 1994; 孙儒泳, 2001; 刘丙万和蒋志刚, 2002), 而这种对策的形成是长期进化、适应环境的结果 (Krebs and Davies, 1993; 蒋志刚, 2004)。藏原羚在不同的物候期对采食植物种类的选择也是对高寒环境的适应。草青期, 食物资源丰富, 藏原羚主要采食豆科植物, 其比例占总量的一半以上; 而草枯期, 食物资源相对匮乏, 豆科植物所占的比例下降, 而禾本科、菊科的比例上升, 这就造成了两个季节的采食格局的差异。对比两个季节, 我们还发现, 草青期的食物物种数、多样性指数、生态位宽度指数均高于草枯期, 但均匀度指数草青期却低于草枯期, 造成这个差异的原因也是因为草青期豆科所占的比例太高, 而到了草枯期, 豆科比例的下降使其他各科植物所占的比例变得相对均一。

此外, 我们对当地家畜的食性也进行了分析, 初步结果表明绵羊主要采食禾本科植物, 比例占到了 50% 以上, 因此, 虽然家羊采食植物的种类和藏原羚接近, 但主要采食对象不同, 这种营养生态位的分离说明在食物资源丰富的条件下, 家羊与藏

原羚可以共存。Liu 和 Jiang (2004) 曾报道了藏原羚的近亲普氏原羚 (*Procapra przewalskii*) 与藏系绵羊之间存在潜在的食性竞争, 但我们的研究结果与此并不相符。原因可能是由于上述研究在青海湖湖东地区开展, 该地区为沙漠与草原的交界地, 食物资源并不丰富, 另外当地绝大多数草场被围栏圈占, 留给普氏原羚的采食和活动空间仅局限在沙漠和草地边缘地带, 这就造成了普氏原羚不得不采食大量的禾本科植物; 而天峻地区为高山草甸生境, 食物资源丰富, 且围栏很少, 家畜数量有限。因此, 家畜与藏原羚可能并不存在激烈的食物竞争。只要控制好当地家畜的规模, 保证有相对丰富的食物资源, 那么, 便可减弱或避免藏原羚和家畜的食物竞争, 有利于藏原羚的种群生存和发展。

致谢: 天峻县林业公安局昂治和、昂旦加等在野外研究中提供帮助, 芦星、芦平参加了部分野外工作。粪样分析过程中中国科学院动物研究所郭义提供实验室, 野生动物行为研究组张芳芳、徐爱春提供了部分实验器材和试剂, 北京林业大学陈佳参加了部分试验工作, 在此一并致谢。

参考文献:

- Chen H P, Xiao Q Z. 1989. Winter food-habits of red deer in Dailing. *Acta Theriologica Sinica*, **9** (1): 8-15. (in Chinese)
- Gu J H. 1987. Hoofed animals in eastern Kunlun Mountains and Ahun Mountains of Xinjiang. *Arid Zone Research*, **4** (3): 56-68. (in Chinese)
- Jiang Z G. 2004. Principles of animal behavior and methods of species conservation. Beijing: Science Press, 102-124.
- Krebs J R, Davies N B. 1993. An introduction to behavioural ecology (Third edition). Cambridge: Blackwell scientific publications, 48-76.
- 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)
- Liu B W, Jiang Z G. 2002. Foraging strategy of Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*). *Acta Zoologica Sinica*, **48** (3): 309-316. (in Chinese)
- Liu B W, Jiang Z G. 2004. Dietary overlap between Przewalski's gazelle and domestic sheep in the Qinghai lake region and its implication for rangeland management. *Journal of Wildlife Management*, **68** (2): 223-229.
- Liu Y S. 1988. *Procapra picticaudata* on the Tibetan Plateau. *Chinese Wildlife*, **46** (6): 8-9, 27. (in Chinese)
- Lu Q B, Wang X M. 2004a. Group Structure and diurnal behavior of Tibetan gazelle during the birth period. *Acta Theriologica Sinica*, **24** (3): 193-199. (in Chinese)
- Lu Q B, Wang X M. 2004b. Field observations on Tibetan gazelle in Shiqu county of Sichuan province. *Chinese Wildlife*, **62** (6): 19-20. (in Chinese)
- Lu Q B, Wang X M, Wang Z H. 2004. Feeding behavior of Tibetan gazelle in Shiqu county of Sichuan province during autumn. *Zoological Research*, **25** (6): 469-476. (in Chinese)
- Nagy K A. 1987. Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds. *Ecol Monogr*, **57**: 111-128.
- Nagy K A. 1994. Field bioenergetic of mammals: what determined field metabolic rates? *Aust J Zool*, **42**: 43-53.
- Schaller G B. 1998. Wildlife of the Tibetan Steppe. Chicago: The University of Chicago Press, 109-123, 212-244.
- Sun R Y. 2001. The Principles of Animal Ecology (Third edition). Beijing: Beijing Normal University Press.
- William A E. 1969. An improved technique for identification of plant fragments in herbivore feces. *J Range Manage*, **22**: 51-52.
- Zhang H M, Hu J C. 2002. Habitat selection of *Procapra picticaudata* in summer in the northwestern Plateau, Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*, **21** (1): 12-15. (in Chinese)
- 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.
- 刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚的采食策略. *动物学报*, **48** (3): 309-316.
- 刘永生. 1988. 青藏高原上的藏原羚. *野生动物*, **46** (6): 8-9, 27.
- 孙儒泳. 2001. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社.
- 陈化鹏, 肖前柱. 1989. 带岭林区马鹿冬季食性的研究. *兽类学报*, **9** (1): 8-15.
- 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.
- 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.
- 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.
- 鲁庆彬, 王小明. 2004a. 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.
- 鲁庆彬, 王小明. 2004b. 四川石渠县藏原羚种群观察. *野生动物*, **62** (6): 19-20.
- 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.
- 蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社, 102-124.