

青海省可可西里地区几种有蹄类动物的食物重叠初步分析

曹伊凡¹, 张同作^{1,2}, 连新明^{1,2}, 崔庆虎^{1,2}, 邓逗逗³, 苏建平^{1*}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所青藏高原生物进化与适应重点实验室, 西宁 810001;

2. 中国科学院研究生院; 3. 武汉大学生命科学院)

摘要:2005 年 7 月和 2006 年 1 月, 应用粪便显微组织分析法测定了可可西里地区的藏野驴、藏羚、藏原羚、野牦牛, 以及家牦牛和藏羊在冷季(1 月)和暖季(7 月)的食物构成。用 Schoener's Index 计算了这些同域分布动物种间的食物重叠度。结果表明, 藏野驴分别与藏羚羊、野牦牛、藏原羚在暖季的食物重叠度各为 63.0%、48.4% 和 24.1%, 在冷季的重叠度分别为 71.6%、42.0% 和 11.4%; 藏羚羊与野牦牛、藏原羚在暖季的食物重叠度分别为 52.0% 和 33.4%, 其在冷季的食物重叠度各为 50.3% 和 29.3%; 野牦牛与藏原羚在冷暖季的食物重叠度分别为 13.1% 和 15.9%。在可可西里地区同域分布野生有蹄类动物种间, 藏原羚与其他有蹄类动物食物重叠较少, 而藏羚羊、藏野驴、野牦牛之间则存在不同程度的食物重叠, 且随季节不同而变化, 反映了这些动物之间复杂的竞争和共存关系。此外, 家牦牛和藏羊均与这些野生有蹄类动物存在高度的食物重叠。

关键词: 可可西里地区; 有蹄类动物; 粪便显微组织分析; 食物重叠

中图分类号: Q959.8; Q958.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2009)01-0049-06

Diet Overlap among Selected Ungulates in Kekexili Region, Qinghai Province

CAO Yi-fan¹, ZHANG Tong-zuo^{1,2}, LIAN Xin-ming^{1,2}, CUI Qing-hu^{1,2}, DENG Dou-dou³, SU Jian-ping^{1*}

(1. Key Laboratory of Qinghai-Tibetan Plateau Biological Evolution and Adaptation, Northwest Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences;

3. College of Life Sciences, Wuhan University)

Abstract: In July 2005 and January 2006, diet overlap was studied among Tibetan sheep (*Ovis aries*) and domestic yak (*Bos grunniens*), as well as among 4 wild ungulates species, Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*), Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*), wild yak (*Poephagus mutus*) and Tibetan wild ass (*Equus kiang*) distributed in Kekexili region, Qinghai Province, China, between the cold month (January) and warm month (July) based on microhistological analysis of fecal samples and calculated by Schoener Indices. Results show that the diet overlap of Tibetan wild ass was 63.0%, 48.4%, and 24.1% with Tibetan antelope, wild yak and Tibetan gazelle in warm month and 71.6%, 42.0% and 11.4% in the cold month, respectively. The diet overlap of Tibetan antelope was 52.0% and 33.4% with wild yak, Tibetan gazelle in the warm month and 50.3% and 29.3% in the cold month. The diet overlap of wild yak was 13.1% and 15.9% with Tibetan gazelle in cold and warm months. The results show that among the wild ungulates species in the Kekexili region, Tibetan gazelle and other ungulates have lower food overlap, and the Tibetan antelope, Tibetan wild ass, wild yak have different levels of diet overlap in different seasons reflecting the complexity of competition and coexistence relations. In addition, there is a high degree of food overlap between domestic yak and domestic sheep and all these wild ungulates.

Key words: Kekexili; ungulate; microhistological analysis of feces; overlap of diet

种间竞争是理解同域物种共存机制的核心内容。食物的资源利用性竞争是反映种间竞争的主要方式, 而食物重叠则是测定食物资源竞争性利用的有效指标 (Schoener, 1974; Abrams, 1980)。目前, 虽然对藏羚 *Pantholops hodgsoni*、藏原羚 *Procapra picticaudata*、野牦牛 *Poephagus mutus* 和藏野驴 *Equus kiang* 的食性已有研究 (Schaller, 1998), 但有关种间食

物重叠方面的工作报道不多, 仅见 Harris 和 Miller (1995) 对青海省野牛沟地区藏原羚、藏羚、藏野驴、野牦牛、岩羊 *Pseudois nayaur* 及盘羊 *Ovis ammon* 等有蹄类动物暖季的食物重叠的研究。

不同季节有蹄类动物食物资源变异很大, 其食性有较大差异 (蒋志刚等, 2004; Arceo *et al.*, 2005; 曹伊凡等, 2008), 因此, 同一营养级不同物种在暖季的食

物重叠与冷季的食物重叠程度可能不同。此外,蒋志刚等(2004)的研究表明,草地退化和栖息地的破碎化是普氏原羚濒危的重要原因之一。因此,有必要进一步分析野生有蹄类动物在不同植物生长季节的食物资源利用性竞争,以及食物资源在家畜与野生有蹄类动物之间的分配,为探讨同域分布的有蹄类动物间的共存机制,以及草地管理及动物保护提供理论依据。本研究通过收集在可可西里地区冷季和暖季藏羚羊、藏原羚、野牦牛和藏野驴,以及家牦牛 *Bos grunniens* 和藏系绵羊 *Ovis aries* (以下简称藏羊)的粪便,利用粪便显微组织分析法,对上述有蹄类动物的食性进行了分析,并测定食物重叠和食性宽度的参数,其目的在于探讨该地区有蹄类动物之间,以及与家畜之间的食物资源利用性竞争关系。

1 研究地点和方法

1.1 研究地点

本研究在青海省可可西里(89°25'~94°05'E, 34°19'~36°06'N)地区进行。该地区平均海拔 5000 m 以上。全年平均温度为 -10.0~-4.1℃。暖季时间较短,6月中旬至9月上旬的平均气温为 2~7.7℃,夜间温度常在零度以下,此期降水量占全年降水量的 70%。而冷季时间漫长,从当年的 9 月下旬至次年的 6 月初,最寒冷的季节是 1~2 月,平均气温为 -16.9~-15.5℃。全年大风频繁,风速最高可达 24 m/s,该地区气候特征是温度低、降水少、大风多(李柄元等,1996)。

该区内有高等植物近 200 种,分属 29 科 73 属。其中菊科 11 属 25 种,禾本科 10 属 18 种,十字花科 9 属 13 种,豆科 3 属 16 种。在群落中的作用主要是禾本科、莎草科、豆科和菊科类植物(郭柯,1993)。

1.2 研究方法

1.2.1 野外收集几种有蹄类动物活动区域内的粪便及参照植物样品 在可可西里地区,于 2005 年 1 月通过 10×70 双筒望远镜分别跟随观察并收集同域分布的藏羚羊、藏原羚、野牦牛和藏野驴排出的新鲜粪样 33 份、13 份、12 份和 12 份;此外,跟随放牧的家牦牛和藏羊收集其新鲜粪样 17 份和 32 份。同样方法在该地区的同年 7 月,收集同区域内的藏羚羊、藏原羚、野牦牛和藏野驴,以及家牦牛和家羊的粪样各为 55 份、19 份、10 份、17 份、10 份和 22 份。将 1 月的取样时间称为冷季,7 月的取样时间称为暖季。在粪便收集过程中,每一堆粪样单独保存在

塑料袋内,并在塑料袋上记录取样地、生境和取样时间。

2003、2004 年和 2005 年的 6~7 月,采集有蹄类动物活动区域内的常见植物种,用于制作粪样显微分析的标准切片。

1.2.2 植物表皮结构的标准玻片制作 植物标准玻片的制备方法主要参照 Anthony (1974),将植物阴干后,分别将每种植物的花、茎、叶、秆粉碎,放入试管中,按 1:1 加入 5% HNO₃ 和 5% H₂CrO₄,酒精灯加热煮沸约 3 min,倒入 200 目的网筛中冲洗,将筛上物用水冲入平皿中。用吸管将碎片置入载玻片上并覆以盖玻片。制作的标准玻片均在生物数码显微镜的 20 倍物镜下观察和拍照,并对植物表皮细胞进行测量,包括表皮细胞的形状(细胞的大小、密度及细胞壁的特征)、气孔(气孔器的类型、数量和大小)、表皮毛(单一细胞毛、多列细胞毛或腺毛的形状、长度和密度)。表皮细胞的性状特征及鉴别特征参照文献(李正理,1983;蔡联炳,1991;康乐,陈永林,1992)的描述。

1.2.3 粪样植物碎片制备、装片和识别 动物所有粪样在 60℃ 条件下烘干 24 h,每份粪样取 2 g 经粉碎机粉碎,将粉碎的材料依次经 20 目→60 目→100 目网筛筛选,使碎片大小介于 0.15 mm 和 0.30 mm 之间。取 100 目的筛上物经自来水冲洗约 2 min,控去多余水分后,移入平皿,加入次氯酸钠并用解剖针搅拌,漂白 3 h 倒入 200 目的网筛中自来水冲洗 3 min,洗除漂液、尘土或极小的植物碎片,作为待检材料。每份粪样装片 2 张,装片方法详见曹伊凡和苏建平(2006),计数每张载玻片中的全部可识别植物种类表皮碎片数,通过可识别的每种植物碎片占可识别的全部植物种类碎片的比例来计算藏羚羊的食物构成。显微组织分析法的粪样植物碎片装片大多采用的 Sparks 和 Malechek (1968)方法。然而,由于该方法在装片过程中使用了高粘度的 Hoyer's 装片介质,致使植物碎片很难均匀地分开,并常常发生卷曲和重叠,从而影响了植物碎片的识别,而本实验室采用没有粘性的饱和 NaCl 溶液代替 Hoyer's 装片介质进行装片和镜检(曹伊凡,苏建平,2006)。每种动物的每个粪样装片 2 张,观察计数整个载玻片上的可识别植物碎片。

需要指出的是,虽然有些植物种类的表皮细胞因具有特定的形态结构可以识别到种,但多数植物只能识别到属,因此本文一般以属为食物分类的识

别单位。12 种豆科植物除长爪黄芪和密丛棘豆可识别到种外,其余 10 种无法进一步识别,故所有豆科植物均归为豆科的黄芪属和棘豆属。

1.2.4 统计分析 采用 Schoener's Index (Wallace, 1981) 计算冬季和夏季有蹄类动物种间的食物重叠度,公式为:

$$\alpha = 1 - 0.5 \sum_{i=1}^n |P_{xi} - P_{yi}|$$

其中, N 为食物种类数, P_{xi} 为 I 类食物在夏季占有的百分比, P_{yi} 为 I 类食物在冬季占有的百分比。

食物生态位宽度用下面公式计算 (Dickman, 1986):

$$B = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

分析由统计软件 SPSS for Windows 11.0 完成。

2 结果

2.1 几种有蹄类动物主要食物种类的组成

藏羚羊暖季食物为 24 种(属)植物,主要有禾本科(55.56%)和莎草科(21.18%)植物组成,共占食物组成的 76.74% (表 1,图 1),冷季食物为 18 种(属)植物,主要为禾本科(70.41%)和豆科(12.58%)植物,二者占食物组成的 82.99%。藏野驴暖季食物为 19 种(属)植物,主要食物为禾本科(73.35%)和莎草科(17.18%)植物,所占食物组成比例达 90.53%;冷季食物虽然由 13 种(属)植物构成,但基本由禾本科植物组成,其比例高达 94.41%。

藏原羚暖季食物为 29 种(属)植物,主要食物为豆科(62.59%)和禾本科(12.21%)植物,占其食物组成的 74.80%;冷季食物由 25 种(属)植物构成,

以豆科(48.92%)和菊科(13.59%)为主要食物,其比例为 62.51%。野牦牛暖季和冷季食物均由 13 种(属)植物组成,其中,暖季食物以莎草科(67.44%)和禾本科(31.03%)为主,占食物组成的 98.43%,其冷季主要食物依然由莎草科(56.96%)和禾本科(36.78%)植物组成,其比例为 93.74%。此外,家牦牛暖季食物基本由莎草科(67.27%)和禾本科(28.96%)植物组成,占食物组成的 96.23%,而冷季食物由莎草科(61.84%)、禾本科(18.70%)和豆科(14.49%)组成,占其食物构成的 95.03%。家羊暖季食物基本由禾本科(57.29%)和莎草科(37.76%)植物组成,占食物组成的 95.05%,其冷季食物由禾本科(43.61%)、莎草科(32.32%)和豆科(16.70%)植物组成,占食物组成的 92.63%。

2.2 食性重叠和食物宽度指数

藏羚羊、藏野驴、野牦牛和藏原羚暖季的生物生态位宽度分别为 5.219、3.608、3.166 和 2.456;而其冷季的食物生态位宽度分别是 4.750、2.219、3.675 和 3.680。表明藏羚羊和藏野驴的冷季食物生态位宽度低于暖季的食性宽度,而野牦牛和藏原羚冷季食性宽度较暖季高。

在暖季和冷季,藏原羚与藏羚羊、野驴及野牦牛彼此之间的食物重叠值较低(表 2)。但是,藏羚羊、野驴及野牦牛彼此之间的食物重叠值较高,其中藏羚羊与藏野驴食物重叠最高,其次为藏羚羊与野牦牛,以及野牦牛与藏野驴。此外,表 2 的结果表明,除藏原羚外,其他野生有蹄类动物分别与藏羊和家牦牛有高度的食物重叠。

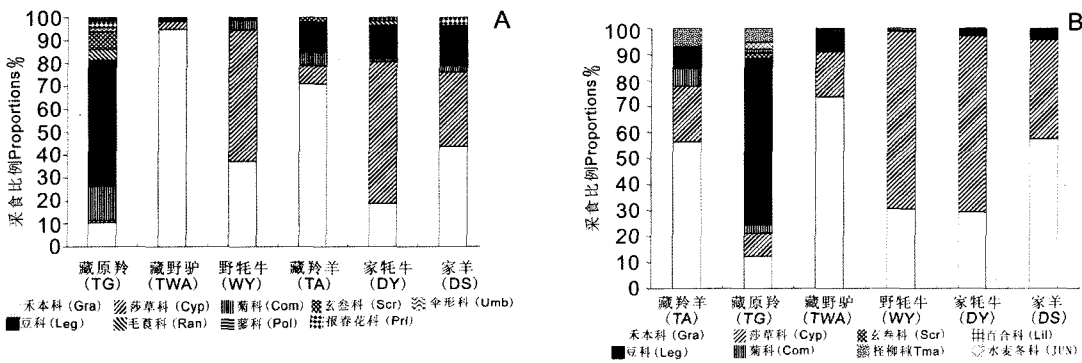


图 1 可可西里地区的几种有蹄类动物在冷季(图 A)和暖季(图 B)的主要食物构成比例

Fig. 1 Between of the cold-season (Fig. A) and the warm-season (Fig. B) the proportion of some main plant families in the food items of the ungulates in Kekexili region

TA: Tibetan antelope; TB: Tibetan gazelle; TWA: Tibetan wild ass; WY: Wild yak; DY: Domestic yak; DS: Domestic sheep; Gra: Gramineae; Cyp: Cyperaceae; Com: Compositae; Leg: Leguminosae; Scr: Scrophulariaceae; Lil: Liliaceae; Jun: Juncaginaceae; Tam: Tamaricaceae; Ran: Ranunculaceae; Umb: Umbelliferae; Pri: Primulaceae; Pol: Polygonaceae

表 1 可可西里地区有蹄类动物冷季粪样中的植物碎片比例

Table 1 Between of the cold-season and warm-season the proportion of plant fragments in the feces of ungulates in the Kekexili region

食物种类 Food species	暖季 Warm-season						冷季 Cold-season					
	藏羚羊 TA	藏原羚 TG	藏野 TWA	野牦牛 WY	家牛 DY	家羊 DS	藏羚羊 TA	藏原羚 TG	藏野驴 TWA	野牦牛 WY	家牛 DY	家羊 DS
禾本科 Gramineae												
针茅属 <i>Stipa</i> spp.	9.85	3.53	43.92	6.34	9.58	13.70	34.13	6.04	61.82	12.13	6.30	17.35
羊茅属 <i>Festuca</i> spp.	2.05	2.18	0.26	0.77	0.15	1.78	2.40	0.59	0.34	0.27	—	—
早熟禾属 <i>Poa</i> spp.	36.87	1.62	24.36	21.23	15.99	34.85	26.29	1.94	25.57	23.88	10.94	23.79
扇穗茅 <i>Littledalea racemosa</i>	0.58	4.39	1.08	0.10	—	1.81	0.53	6.49	—	—	1.22	1.45
碱茅属 <i>Puccinellia</i> spp.	0.15	0.13	—	—	0.38	—	0.06	—	—	—	—	—
穗发草 <i>Deschampsia koelerioides</i>	—	0.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
梭罗草 <i>Kengyilia thordiana</i>	1.16	0.10	3.17	1.92	1.96	1.84	3.56	0.05	2.61	0.27	0.24	1.02
矮野野青茅 <i>Deyeuxia tibetica</i>	4.90	—	0.56	0.67	0.90	3.31	3.44	—	4.08	0.22	—	—
莎草科 Cyperaceae												
蒿草属 <i>Kobresia</i> spp.	16.28	8.02	12.79	47.65	47.96	33.01	5.71	0.76	1.93	42.33	53.44	27.15
苔草属 <i>Carex</i> spp.	4.90	0.53	4.38	19.79	19.31	4.75	2.01	0.11	1.51	14.64	8.40	5.17
菊科 Compositae												
凤毛菊属 <i>Saussurea</i> spp.	5.43	3.10	0.13	—	0.08	0.21	3.25	12.62	0.30	1.69	0.68	2.10
铺散亚菊 <i>Ajania khartensis</i>	—	0.03	—	—	—	—	—	0.65	—	—	—	—
弱小火绒草 <i>Leontopodium pusillum</i>	1.23	0.10	0.16	0.10	—	0.00	2.72	0.32	0.19	2.56	0.75	0.94
豆科 Leguminosae												
黄芪属和棘豆属 <i>Astragalus & Oxytropis</i> spp.	7.55	62.59	7.39	0.29	2.26	3.46	12.58	48.92	1.32	1.03	14.49	16.70
十字花科 Cruciferae												
葶苈属 <i>Draba</i> spp.	0.02	0.36	0.07	0.10	0.08	0.03	0.20	0.32	—	—	—	—
玄参科 Scrophulariaceae												
短穗兔耳草 <i>Lagotis brachystachya</i>	0.09	1.85	0.03	—	—	0.03	2.40	6.31	0.08	—	—	—
龙胆科 Gentianaceae												
龙胆属 <i>Gentiana</i> spp.	0.12	0.07	—	—	—	0.03	0.02	0.22	—	—	—	—
伞形科 Umbelliferae												
垫状棱子芹 <i>Pleurospermum hedinii</i>	0.28	0.49	—	—	—	—	—	1.73	—	—	—	—
石竹科 Caryophyllaceae												
青藏雪灵芝 <i>Arenaria roborovskii</i>	0.09	0.86	0.10	—	0.08	0.03	0.14	—	—	0.11	—	—
毛茛科 Ranunculaceae												
唐松草 <i>Thalictrum aquilegifolium</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.86	0.59
报春花科 Primulaceae												
点地梅属 <i>Androsace</i> spp.	0.78	—	0.36	—	—	—	—	2.59	—	—	1.63	3.75
百合科 Liliaceae												
镰叶韭 <i>Allium carolinianum</i>	0.32	1.58	0.49	—	—	0.03	0.30	2.97	—	0.27	—	—
蓼科 Polygonaceae												
西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i>	—	—	—	—	—	—	—	0.32	—	—	—	—
歧穗大黄 <i>Rhodiola przewalskii</i>	—	—	—	—	—	—	—	1.45	—	—	—	—
水麦冬科 Tuncaginaceae												
海韭菜 <i>Triglochin maritimum</i>	0.00	2.71	0.20	0.77	0.53	0.15	—	0.49	—	—	—	—
柽柳科 Tamaricaceae												
准格尔红砂 <i>Reaumuria soongarica</i>	7.18	5.15	0.49	0.10	0.15	0.67	0.28	6.69	0.23	0.38	—	—

表 2 可可西里有蹄类动物暖季(右上角数据)和冷季(左下角数据)食物重叠指数
Table 2 Between of the warm-season(Upper right dates) and cold-season(Lower left dates) of food overlapped indices of ungulates in the Kekexili region

	藏羚羊 Tibetan antelope	藏原羚 Tibetan gazelle	藏野驴 Tibetan wild ass	野牦牛 Wild yak	家牦牛 Domestic yak	家羊 Domestic sheep
藏羚羊 Tibetan antelope	—	0.334	0.630	0.520	0.520	0.734
藏原羚 Tibetan gazelle	0.293	—	0.241	0.159	0.174	0.217
藏野驴 Wild ass	0.716	0.114	—	0.484	0.487	0.623
野牦牛 Wild yak	0.503	0.131	0.420	—	0.934	0.685
家牦牛 Domestic yak	0.397	0.266	0.227	0.707	—	0.682
家羊 Domestic sheep	0.660	0.312	0.474	0.722	0.691	—

在食物重叠的季节性变化中,藏羚羊与藏野驴的冷季食物重叠指数大于暖季,而其它的野生有蹄类动物之间的冷季食物重叠指数则均小于暖季。

3 讨论

同域分布物种的食物重叠指数是研究动物资源利用性竞争的有效参数(Schoener, 1974; Abrams, 1980; Mysterud, 2000)。在本研究中,除了藏原羚主要采食豆科和菊科植物而与其它有蹄类动物的食物重叠较低外,藏羚羊、野牦牛、藏野驴之间均存在不同程度的食物重叠,且随季节不同而变化。藏羚羊与野牦牛、野牦牛与藏野驴的冷季食物重叠指数低于暖季,而藏羚羊和藏野驴的冷季食物重叠指数高于暖季。该结果反映了复杂的竞争和共存关系在生态位竞争理论中,较高的食物重叠意味着存在较高的资源利用性竞争(Schoener, 1974, 1983; Mysterud, 2000)。同域分布的不同物种对同一资源的较高分度的利用,则势必导致不同物种在其他生态位上的分离(Schoener, 1974; 樊乃昌等, 1995)。藏羚羊通常活动于平缓起伏的丘陵、湖岸阶地和滩地,很少发现其在坡度大于 30° 的高山上活动(崔庆虎, 2006)。而藏野驴可在坡度大于 30° 高山上自由奔跑觅食(Schaller, 1998)。本文的食性分析结果表明,藏羚羊与藏野驴的主要食物类群禾本科植物暖季分别占其食物构成的 55.56% 和 73.35%,冷季则分别上升到了 70.41% 和 94.42%,二者在暖季和冷季的食物重叠度分别为 63.0% 和 71.6%。说明藏羚羊与藏野驴在食物匮乏的冬季食物竞争加剧,而这种竞争在可可西里地区由于可利用食物资源和空间限制很少,可能通过自由迁徙来回避其食物间的竞争而同

域共存(周用武等, 2005)。此外,野牦牛与藏羚羊以及野牦牛与藏野驴之间存在食物竞争则导致藏羚羊和藏野驴在降水量小于 400 mm 的半干旱的环境中活动,而野牦牛可在潮湿的沼泽滩地、河谷以及坡度大于 30° 的山坡上采食(Schaller, 1998)。

众多的研究表明,栖息地的日益丧失和破碎化是许多大型野生动物逐步走向灭绝的主要原因,而导致栖息地日益丧失和破碎化的主要原因是放牧家畜的影响(蒋志刚等, 1997, 2004; Fox & Bardsen, 2005; 叶润蓉等, 2006)。本文结果表明,除了藏原羚外,家牦牛和家羊分别与藏羚羊、藏野驴及野牦牛存在较高分度的食物重叠。在暖季,家羊和家牦牛均与野生动物竞争禾草类植物,冷季则主要竞争豆科类植物,而豆科类植物可能是野生动物在食物匮乏的冷季获取营养的主要来源。Du 等(2004)的研究表明,从 1978 年到 1999 年,青藏高原的牛、羊数量分别增长了 249% 和 106%。在 2006 年 10 月穿越可可西里科考活动中,途中看到了至少有 7 个牧户在此定居放牧,这些牧户占据着好的高山草甸和草原,其中有一牧户约有 400 多只家羊。本文的食性分析结果表明,放牧家畜数量的增长必将加剧对该区域内野生动物的栖息地、食物及其空间等资源的竞争。此外,放牧家畜的超载过牧,还可加速贫瘠土地的荒漠化过程(周兴民等, 1995)。而可可西里地区因受独特的气候影响和微弱的生物、化学作用,土壤发育较差,土层浅薄,土壤有机物含量低,其区域内的植被群落生长缓慢而脆弱(李柄元等, 1996)。所以,本研究结果支持了蒋志刚等(2004)提出的过度放牧是野生有蹄类动物濒危的主要原因的观点。同时,本研究结果支持 Schaller 等(2006)提出的“为

为了更好地保护青藏高原特有的野生动物种群,有必要考虑建立大型保护区,或者和相邻保护区联合起来,共同阻止放牧家畜对野生动物栖息地的侵占”的管理方式。庆幸的是近几年,国家已陆续向青海省的三江源自然保护区投资了 76 亿人民币,通过移民、草地资源的恢复与重建等措施的实施,已显著改善了该区域的植被生态环境,使野生动物的栖息环境得到了有效保护。

综上所述,青海可可西里几种有蹄类动物食物重叠分析的结果表明:藏羚羊与藏野驴存在食物竞争,在食物匮乏的冬季其竞争加剧,竞争的结果使藏羚羊和藏野驴通过自由迁徙,降低其相互作用而趋向于共存。藏原羚在长期的进化过程中通过食性的分化以及在此基础上的冷季食物的泛化来降低与其他有蹄类动物之间的食物竞争而共存。野牦牛通过主要食物的分化和空间生态位的分离而与藏羚羊和藏野驴同域共存。此外,家羊与藏羚羊、家牦牛与野牦牛均存在较高的食物重叠,表明放牧家畜与野生动物间存在有食物资源利用性的竞争关系。

4 参考文献

- 蔡联炳,王世金,李建华. 1991. 中国主要禾本科植物叶片表皮细胞、表皮附属物的常见类型及其分类价值的初步探讨[A]. 高原生物学集刊[C]. 北京:科学出版社:1~14.
- 曹伊凡,苏建平. 2006. 一种用于食草动物粪便显微组织分析的临时装片新技术[J]. 兽类学报, 26(4): 407~410.
- 曹伊凡,苏建平,连新明,等. 2008. 可可西里自然保护区藏羚羊的食性分析[J]. 兽类学报, 28(1): 14~19.
- 崔庆虎. 2006. 基于 GIS 探讨人类活动和坡度对藏羚生境的影响[D]. 博士学位论文. 西宁:中国科学院西北高原生物研究所.
- 樊乃昌,景增春,张道川. 1995. 高原鼠兔与达乌尔鼠兔食物资源维生态位的研究[J]. 兽类学报, 15(1): 36~40.
- 蒋志刚,马克平,韩兴国. 1997. 保护生物学[M]. 杭州:浙江科学技术出版社.
- 蒋志刚. 2004. 中国普氏原羚[M]. 北京:中国林业出版社.
- 康乐,陈永林. 1992. 草原蝗虫食料植物叶片表皮显微结构的研究[A]. 草原生态系统研究[C]. 北京:科学出版社.
- 李柄元,顾国安,李树德. 1996. 青海可可西里地区自然环境[M]. 北京:科学出版社.
- 李正理,张新英. 1983. 植物解剖学[M]. 北京:高等教育出版社.
- 叶润蓉,蔡平,彭敏,等. 2006. 普氏原羚的分布和种群数量调查[J]. 兽类学报, 26(4): 373~379.
- 周兴民,王启基,张堰青,等. 1995. 青藏高原退化草地的现状、调控策略和持续发展[A]. 高寒草甸生态系统[C]. 北京:科学出版社.
- 周用武,郭海涛,方彦. 2005. 藏羚的分布与迁徙[J]. 四川动物, 24(1): 75~77.
- Abrams P. 1980. Some comments on measuring niche overlap[J]. Ecology, 61: 44~49.
- Anthony RG, Smith NS. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets[J]. J Wildl Manage, 38: 535~540.
- Arceo G, Mandujano S, Gallina S. 2005. Diet diversity of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico[J]. Mammalia, 69(2): 159~168.
- Dickman CR. 1986. Niche compression; two tests of an hypothesis using narrowly sympatric predator species[J]. Australian Journal of Ecology, 11: 121~134.
- Du M, Kawashima, Yonemura S, et al. 2004. Mutual influence between human activities and climate change in the Tibetan Plateau during recent years[J]. Global and Planetary Change, 41: 241~249.
- Fox J, Bardsen BJ. 2005. Density of Tibetan antelope, Tibetan wild ass and Tibetan gazelle in relation to human presence across the Chang Tang Nature Reserve of Tibet[J]. China Acta zoological Sinica, 51: 586~597.
- Harris. RB, Miller DJ. 1995. Overlap among in summer habits and diets of Tibetan plateau ungulates[J]. Mammalis, 59: 197~212.
- Mysterud A. 2000. Diet overlap among ruminants in Fennoscandia[J]. Oecologia, 124: 130~137.
- Schaller GB. 1988. Wildlife of the Tibetan stepp[M]. Chicago: University of Chicago Press.
- Schaller GB, 康嵩黎, 蔡新斌, 等. 2006. Migratory and calving behavior of Tibetan antelope population[J]. Acta Theriologica Sinica, 26(2): 105~113.
- Schoner TW. 1974. Resource partitioning in ecological communities[J]. Science, 185: 27~39.
- Schoener TW. 1983. Field experiments on interspecific competition[J]. American Naturalist, 122: 240~285.
- Sparks DR, Malechek JC. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique[J]. Journal of Range Management, 21: 264~265.