

塔里木马鹿(*Cervus elaphus yarkandensis*) 的食性分析与采食地选择

乔建芳 杨维康 高行宜

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011. E-mail: jfjiao@ms.xjb.ac.cn)

摘要 在新疆且末县境内研究了塔里木马鹿(*Cervus elaphus yarkandensis*)的食性和采食地选择。野外直接观察结合粪便显微分析表明, 该亚种共采食 15 种植物, 冬季采食 13 种植物, 夏季采食 9 种。冬季由于高质量食物缺乏, 马鹿采食更多的植物种类。无论在冬季还是夏季, 芦苇(*Phragmites communis*)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)和胡杨(*Populus diversifolia*)均为经常采食的 3 种植物。其中, 芦苇在研究区资源最为丰富, 是塔里木马鹿最主要的食物。对圈养条件下食物选择频次的观察表明, 胡杨是塔里木马鹿最喜食的植物, 但在研究区资源有限。研究区的采食地按植被特征可划分为 5 种类型: (1) 芦苇-多枝怪柳(*Tamarix ramosissima*)型; (2) 多枝怪柳-盐穗木(*Halostachys caspica*)型; (3) 多枝怪柳-芦苇型; (4) 胡杨-芦苇型; (5) 烧迹地。其中, 芦苇-多枝怪柳型(芦苇草甸和芦苇沼泽)是塔里木马鹿最喜好的采食地类型。浓密的芦苇有助于马鹿躲避天敌, 在夏季为马鹿提供遮荫场所。这一栖息地类型能够同时为马鹿提供食物、水源和隐蔽场所。

关键词 塔里木马鹿 (*Cervus elaphus yarkandensis*) 食性 采食地塔里木盆地

马鹿(*Cervus elaphus*), 在中国共 8 个亚种。其中新疆分布有 3 亚种: 阿勒泰亚种(*C.e.sibiricus*)分布于新疆北部阿勒泰山; 天山亚种(*C.e.songaricus*)分布于新疆中西部天山; 塔里木亚种(或叶尔羌亚种)(*C.e.yarkandensis*)分布于新疆南部塔里木盆地中各大河流域^[1]。叶尔羌亚种野外种群数量极其稀少, 被 IUCN 列为濒危种(EN), 并为中国珍稀濒危动物红皮书收录, 中国国家二级保护动物。该亚种栖息于荒漠中, 其生物生态学, 如采食习性和采食行为几乎不为人知。

由于农业垦植、过渡放牧、石油开采和抓捕幼崽, 塔里木马鹿在塔里木盆地各分布区已处于濒危状态^[2-4]。其中, 抓捕幼崽对其野外种群数量影响最大^[4]。在过去的 40 年中, 有关学者就塔里木马鹿的分布^[2,5]、现状^[1]和栖息地^[6]开展了一些研究。但对其采食习性和采食地选择一无所知。然而, 了解其食性和采食地选择对于开展该珍稀濒危物种的保护与管理至关重要。

2000 年 10 月至 2001 年 6 月作者对塔里木马鹿的食性和采食地选择进行了研究。目前, 研究食草动物的食性和食物组成有多种方法: (1)直接观察法^[7,8]; (2)胃容物分析法^[9,10]; (3)粪便显微分析法^[11,12]。本研究采用粪便显微分析法和直接观察法。现就新疆塔

里木盆地车尔臣河流域塔里木马鹿的食性和采食地选择报道如下。

1 研究区概况

研究区(38°22'N, 85°45'E)为车尔臣河下游天然绿洲平原, 位于塔里木盆地东南缘, 为塔克拉玛干沙漠所环绕。该区气候夏季炎热, 冬季寒冷, 降雨十分稀少。7 月平均气温 24.8℃, 1 月平均气温-8.7℃, 年平均降水量 18.6 mm, 主要集中在夏季。

研究区属典型的杜加依林(荒漠河岸林)。根据地形、地下水位、土壤含盐量, 可将该区植被划分为 4 种类型: (1)荒漠稀疏河岸林, 优势植物是胡杨和怪柳灌丛, 高强度的砍伐致使胡杨十分稀疏。常见草本植物有芦苇(*Phragmites communis*)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)和大叶白麻(*Poacynum hendersonii*); (2)多枝怪柳灌丛, 优势植物为稀疏或稠密的多枝怪柳, 常见植物有盐穗木(*Halostachys caspica*)、芦苇、大叶白麻、花花柴(*Karelinia caspia*)和黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*); (3)盐渍化草甸, 优势植物为芦苇。其他植物有多枝怪柳、胡杨、黑果枸杞、大叶白麻; (4)烧迹地, 优势植物是芦苇。在浓密的芦苇丛中伴生有大叶白麻、胀果甘草、天门冬(*Asparagus neglectus*)、顶羽菊(*Acroptilon australe*)和水烛(*Typha*

angustifolia)等。

2 研究方法

2.1 食性分析

作者在研究区共采集鉴定了 21 种植物, 并采集到 39 堆马鹿粪便。采用显微分析方法^[12,13]对马鹿粪便进行了分析。这些粪便分别采自冬季和夏季, 以研究塔里木马鹿不同季节的食物组成。从每个粪便样本中取出一粒, 粉碎后加入 20%浓硝酸水浴加热 3 min, 分离表皮碎片以利于鉴定。作为镜检样本, 每个粪样各制备 5 份镜检载玻样片。同时按照相同的方法制备研究区 21 种植物的对照样本。

从每个制备好的镜检样本和对照样本中取出亚样本, 铺在载玻片上, 盖上盖玻片分别制成镜检样片和对照样片。每个镜检样本各观察 5 个亚样本。置镜检样片于 100 倍显微镜下, 每片镜检 20 个视野, 与对照样片对比, 依据视野内植物碎片的细胞形态鉴别植物种类; 记录视野内出现的各种植物, 依据某种植物在 100 个视野内所出现的次数, 求得其出现频率。此外亦采用直接观察法根据啃食痕迹, 观察记录马鹿采食的植物种类。

2.2 对食物的选择频率

观察在养鹿场进行。在有遮阴蓬并添加淡水的围栏中放入 4 只成年马鹿(2 雄 2 雌), 停止饲喂一天。根据上述粪便显微分析所得的结果, 准备充足的马鹿喜食的 5 种主要食物——胡杨、芦苇、甘草、大叶白麻和多枝怪柳的新鲜枝叶, 一一称重后投喂马鹿。从清晨 10:00 开始连续观察, 直到下午 18:00 结束, 记录马鹿所采食植物的种类、频次和重量。

2.3 采食地选择

根据地形、地下水位和植被特征, 将马鹿的采食地分成 5 种类型。在每一种类型, 作 10 个 10 m × 10 m 的大样方和 10 个 1 m × 1 m 的小样方。在样方中记录植物种类组成、植被总盖度和每种植物的分盖度, 计算每个指标的平均值。同时统计了各种栖息地类型中塔里木马鹿的活动痕迹, 包括足迹链, 卧迹和采食痕迹。

3 结果

3.1 食物组成

塔里木马鹿在野外采食多种植物。其夏季粪便

中包含 9 种植物, 冬季粪便中有 12 种植物。它们在粪便中出现的比例见表 1。无论在冬季还是夏季, 芦苇在粪便中出现的频率均最高, 是马鹿最主要的食物。此外, 冬季粪便中出现频率较高的植物依次为盐穗木、胀果甘草、多枝怪柳和胡杨, 夏季依次为胀果甘草、大叶白麻、胡杨和天门冬。

表 1 车尔臣河流域塔里木马鹿的食物组成

植物种类	在冬季粪便中的出现频次 ^{a)}	在夏季粪便中的出现频次 ^{a)}
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	77.1	87.6
盐穗木 <i>Halostachys caspica</i>	37.8	-
胀果甘草 <i>Glycyrrhiza inflata</i>	34.6	34.6
多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>	34.5	5.0
胡杨 <i>Populus diversifolia</i>	22.7	21.6
大叶白麻 <i>Poa cynosuroides</i>	13.3	26.4
牛皮消 <i>Cynanchum sibiricum</i>	7.6	10.2
水烛 <i>Typha angustifolia</i>	5.4	-
花花柴 <i>Karelinia caspia</i>	4.3	15.2
小獐茅 <i>Aeluropus litoralis</i>	3.9	-
黑果枸杞 <i>Lycium ruthenicum</i>	2.0	-
疏叶骆驼刺 <i>Alhagi sparsifolia</i>	1.0	-
天门冬 <i>Asparagus neglectus</i>	-	20.4
鸦葱 <i>Scorzonera sp.</i>	-	1.4

a) 某种植物在 100 个镜检视野中出现的平均次数

3.2 食物的选择频次

圈养马鹿对 5 种主要食物的采食频次和数量见表 2。胡杨是塔里木马鹿最喜食的植物, 多枝怪柳在整个观察时间段内未被采食。依据采食频次和采食数量将马鹿对 5 种植物的喜食度排序, 依次为胡杨>芦苇>胀果甘草>大叶白麻>多枝怪柳。

3.3 采食地选择

塔里木马鹿的 5 种采食地类型分别是: (1)芦苇-多枝怪柳型, 该类型中芦苇高(1~2 m)而稠密, 其间稀疏的分布着多枝怪柳。植被盖度很高, 地下水位也很高, 呈现出类似草甸和沼泽的外貌特征; (2)多枝怪柳-盐穗木型, 该类型中分布有稀疏的多枝怪柳, 其间散布有稀疏的盐穗木。植被盖度低, 土壤含盐量高; (3)多枝怪柳-芦苇型, 该类型中分布有稠密的多枝怪柳, 其间散布有稀疏的芦苇。地下水位很高, 在局部地区地下水溢出形成永久地表水, 构成沼泽; (4)胡杨-芦苇型, 该类型中分布有稀疏的胡杨树, 下层生长有芦苇和黑果枸杞; (5)烧迹地, 无乔木和灌木。常见的草本植物有芦苇、大叶白麻和胀果甘草。各类型植物物种组成和植被盖度见表 3。

表 2 圈养塔里木马鹿对 5 种主要食物的采食频次和数量(10:00~18:00)

马鹿编号	时间	对 5 种植物的采食次数				
		胀果甘草	芦苇	大叶白麻	胡杨	多枝怪柳
		<i>Glycyrrhiza inflata</i>	<i>Phragmites communis</i>	<i>Poa cynosuroides</i>	<i>Populus diversifolia</i>	<i>Tamarix ramosissima</i>
1(雄)	10:00~13:00	3	4	2	5	0
	13:00~15:00	0	0	1	2	0
	15:00~18:00	1	3	2	7	0
2(雄)	10:00~13:00	2	3	2	5	0
	13:00~15:00	1	2	0	0	0
	15:00~18:00	2	4	2	5	0
3(雌)	10:00~13:00	4	5	1	10	0
	13:00~15:00	0	0	0	2	0
	15:00~18:00	3	2	0	6	0
4(雌)	10:00~13:00	4	3	1	6	0
	13:00~15:00	1	0	0	1	0
	15:00~18:00	3	2	3	1	0
合计		24	28	14	50	0
占总采食次数之百分比		20.7	24.1	12.1	43.1	0
采食数量(kg)		2.8	3.8	2.2	4.7	0

在上述类型中,塔里木马鹿的活动痕迹统计见表 4. 无论冬夏,塔里木马鹿均在芦苇-多枝怪柳型中活动最为频繁. 其次,多枝怪柳-盐穗木型和胡杨-芦苇型也被较多的利用.

4 讨论

4.1 塔里木马鹿的食物组成与食性喜好

粪便显微分析表明塔里木马鹿在野外采食多种植物. 它们在夏季采食 9 种植物, 冬季采食 12 种植物. 文献[4]和 Westoby^[15]认为草食动物在食物资源水平较高时, 食性特化, 而在食物资源水平较低时, 食性泛化. 因此, 作者认为塔里木马鹿的采食策略随着食物资源丰富度变化而改变. 在冬季, 由于食物缺乏, 尤其是缺乏高质量的食物, 从而被迫采食更多种类的植物.

多数分布于欧洲和美洲的马鹿均为混合食性, 既采食木本植物, 亦采食草本植物^[16-20], 塔里木马鹿也不例外. 它们夏季的食物包括 1 种乔木(胡杨)、1 种灌木(多枝怪柳), 6 种双子叶草本植物和 1 种禾草(芦苇); 在冬季采食 1 种乔木、3 种灌木、6 种双子叶草本植物和 2 种禾草. 这样的食性与另一个分布于前苏联的亚种——Bokharan 马鹿 (*C.e.bactrianus*)相似. 在其分布区, Bokharan 马鹿栖息于相似的荒漠河岸环境中, 并以乔木、灌木和草本植物等多种植物为食^[21].

一般而言, 禾草容易消化, 能提供更多能量, 木本植物则含有更多的蛋白质^[17]. 作者认为芦苇是塔里木马鹿摄取能量的重要来源, 而木本类的食物为塔里木马鹿提供丰富的蛋白质.

一年中马鹿的食物包含 14 种植物. 然而, 仅有一种植物——芦苇, 无论在冬夏季均占据着食物中的绝大部分. 这一结果与前苏联对 Bokharan 马鹿的研究一致^[21]. 芦苇在研究区中资源量最大, 最为丰富, 是 5 种采食地类型中 4 种的重要植物群落组成物种(表 3). 它为塔里木马鹿提供了丰富的食物. 在 5 种主要食物组成中, 塔里木马鹿对芦苇的喜好仅次于胡杨位居第二(表 2). 由此, 保护有限的芦苇资源, 降低对马鹿分布区芦苇的收割利用和家畜放牧啃食强度, 为塔里木马鹿提供充足的食物资源, 对保护该亚种至关重要.

无论冬夏, 胡杨均是塔里木马鹿的重要食物之一(表 1). 其在塔里木马鹿粪便中出现的频率百分比在夏季位于第 4 位, 冬季位于第 5 位. 然而, 观察马鹿对 5 种主要食物的采食频次和数量发现, 胡杨是塔里木马鹿最喜食的植物, 位居 5 种主要植物之首(表 2). 在前苏联 Amu Darya 中部地区, 亦有相似的研究结果表明 Bokharan 马鹿全年均最喜食另一种杨树——灰胡杨(*Populus pruinosa*)的叶. 1950 年以前, 本项目研究区仍分布有大面积的胡杨林. 作者认为那

表3 车尔臣河流域塔里木马鹿的采食地类型

类型与植被	种盖度/%	植被总盖度/%
芦苇-多枝怪柳型		
<i>Phragmites communis</i> - <i>Tamarix ramosissima</i>		
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	81.0	
多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>	13.0	94.4
大叶白麻 <i>Poacynum hendersonii</i>	0.2	
天门冬 <i>Asparagus neglectus</i>	0.2	
多枝怪柳-盐穗木型		
<i>Tamarix ramosissima</i> - <i>Halostachys caspica</i>		
多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>	21.0	
盐穗木 <i>Halostachys caspica</i>	17.0	
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	0.9	39.11
大叶白麻 <i>Poacynum hendersonii</i>	0.09	
花花柴 <i>Karelinia caspia</i>	0.09	
黑果枸杞 <i>Lycium ruthenicum</i>	0.03	
多枝怪柳-芦苇型		
<i>Tamarix ramosissima</i> - <i>Phragmites communis</i>		
多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>	75.0	
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	10.0	
大叶白麻 <i>Poacynum hendersonii</i>	2.0	89.2
胀果甘草 <i>Glycyrrhiza inflata</i>	2.0	
天门冬 <i>Asparagus neglectus</i>	0.2	
胡杨-芦苇型		
<i>Populus diversifolia</i> - <i>Phragmites communis</i>		
胡杨 <i>Populus diversifolia</i>	10.0	
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	30.0	
多枝怪柳 <i>Tamarix ramosissima</i>	15.0	80.0
胀果甘草 <i>Glycyrrhiza inflata</i>	10.0	
大叶白麻 <i>Poacynum hendersonii</i>	8.0	
花花柴 <i>Karelinia caspia</i>	7.0	
烧迹地 <i>Burned area</i>		
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	54.0	
大叶白麻 <i>Poacynum hendersonii</i>	9.5	
胀果甘草 <i>Glycyrrhiza inflata</i>	6.8	
水烛 <i>Typha angustifolia</i>	4.0	77.8
葱 <i>Allium</i> sp.	1.5	
顶羽菊 <i>Acroptilon australe</i>	1.5	
天门冬 <i>Asparagus neglectus</i>	0.5	

表4 在各种栖息地类型中塔里木马鹿的活动痕迹统计

栖息地类型	足迹链		卧迹		采食痕迹	
	冬	夏	冬	夏	冬	夏
芦苇-多枝怪柳型	23	13	-	2	-	1
多枝怪柳-盐穗木型	6	3	-	-	-	-
多枝怪柳-芦苇型	2	-	2	3	-	-
胡杨-芦苇型	4	7	2	-	-	1
烧迹地	1	3	-	-	-	-

时胡杨应该是塔里木马鹿的主要食物。然而，1950年以后对胡杨的过度砍伐，加之自然环境的恶化导致胡杨林面积迅速减少。塔里木马鹿不得不转而采食

更多的芦苇。

多枝怪柳在塔里木马鹿夏季粪便中出现的频率百分比在9种食物中位居倒数第二。然而在冬季，其

在 12 种植物中位居第 4(表 1)。文献[12]研究发现 Bokharan 马鹿在冬季喜食柽柳属植物, 柽柳是其在冬季的两种基本食物之一。观察圈养马鹿对五种主要食物的采食频率和数量, 作者发现塔里木马鹿并未采食柽柳(表 2)。盐穗木在塔里木马鹿冬季粪便中出现的频率百分比位居第二, 在夏季粪便中没有出现(表 1)。作者理解为车尔臣河流域分布的塔里木马鹿在夏季食物资源丰富时食性特化, 通常不会采食柽柳和盐穗木。它们只在冬季食物缺乏时采食这类盐生植物。

4.2 采食地选择

野外调查发现, 无论冬夏, 芦苇-多枝柽柳型(芦苇草甸和芦苇沼泽)均是 5 种采食地类型中塔里木马鹿最喜好的一类。作者认为这种采食地类型中浓密的芦苇有助于马鹿躲避天敌的搜寻。此外, 芦苇的遮阴使得马鹿在炎炎夏日能够避开高温和强光照射。可见, 芦苇沼泽和芦苇草甸能够同时提供食物、水源和隐蔽场所, 使塔里木马鹿在搜寻这 3 个基本生存条件时, 移动的距离最短, 从而使其能量的使用效率达到最大化。

除上述类型, 多枝柽柳-盐穗木型和胡杨-芦苇型在冬季也被马鹿较多的使用, 这与其在冬季较多的采食多枝柽柳、盐穗木和胡杨相对应。此外这两种类型中开阔的环境特点, 有助于塔里木马鹿在寒冷的冬季得到太阳的照射获得热量。

尽管在研究区中面积十分有限, 烧迹地(过火地)在冬夏季均为马鹿所喜好。作者认为马鹿在烧迹地有机会采食到更多种类的草本植物(表 3)。此外, 烧迹地中生长的植物营养成分较高, 有研究表明其中生长的草本植物含有更多的粗蛋白^[22-25], 较少的纤维^[22,23,26], 因此食物的消化率更高^[27]。

致谢 本工作为中国科学院知识创新重要方向性项目(KZCX3-SW-343)、中国科学院“西部之光”项目资助和德国 Wolfgang frey 先生的资助。

参 考 文 献

- 1 高行宜. 新疆马鹿的饲养与现状. 野生动物, 1993, 2: 6—8
- 2 高行宜, 谷景和. 新疆的马鹿. 野生动物, 1985, 2: 24—26
- 3 盛和林. 中国鹿类动物. 上海: 华东师范大学出版社. 1992
- 4 汪松. 中国濒危动物红皮书. 北京: 科学出版社. 1998
- 5 钱燕文等. 新疆南部的鸟兽. 北京: 科学出版社. 1965
- 6 夏训诚. 罗布泊科学考察与研究. 北京: 科学出版社. 1987
- 7 Lamprey H F. Ecological separation of the large mammal species in the Tarangire Bame Reserve, Tanganyika. East African Wildlife

- Journal, 1963, 1: 63—92
- 8 Abdel-Razik M, Ayyad M, Heneidy S. Preference of grazing mammals for forage species and their nutritive value in a Mediterranean desert ecosystem (Egypt). Journal of Arid Environments, 1988, 15: 297—305
- 9 Norris J J. Botanical analysis of stomach contents as a method of determining forage consumption of range sheep. Ecology, 1943, 24: 244—251
- 10 Baharav D. Desert habitat partitioning by the dorcas gazelle. Journal of Arid Environment, 1982, 5: 323—335
- 11 Storr G M. Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. Australian Journal of Biological Science, 1961, 14: 157—164
- 12 Stewart D R M. Analysis of plant epidermis in faeces, a technique for studying the food preferences of grazing herbivorous. Journal of Applied Ecology, 1967, 4: 83—111
- 13 Anthony R G, Smith N S. Comparison of rumen fecal analysis to describe deer diets. Journal of Wildlife Management, 1974, 38: 535—540
- 14 Belovksy, G E. Diet optimization in a generalist herbivore: the moose. Theoretical Population Biology, 1978, 4: 105—134
- 15 Westoby M. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. American Naturalist, 1974, 108: 290—304
- 16 Jamroz G. Winter food resources and food preferences of red deer in Carpathian forest. Acta Theriologica, 1980, 25(17): 221—238
- 17 Hobbs N T. Composition and quality of elk winter diets in Colorado. Journal of Wildlife Management, 1981, 45(1): 156—171
- 18 Hanley T A. Habitat patches and their selection by wapiti and black-tailed deer in a coastal Montane coniferous forest. Journal of Applied Ecology, 1984, 21: 423—436
- 19 Leslie D M, Starkey E E. Elk and deer diets in old-growth forests in western Washington. Journal of Wildlife Management, 1984, 48(3): 762—775
- 20 Matrai K, Kabai P. Winter plant selection by red and roe deer in a forest habitat in Hungary. Acta theriologica, 1989, 34: 227—234
- 21 Bannikova A G, Zhirmov L V. The bokharan deer in the USSR. Oryx, 1971, 5: 50—62
- 22 Dewitt M, Derby J. Changes in nutritive value of browse plants following forest fires. Journal of Wildlife Management, 1955, 19: 65—70
- 23 Lay D W. Browse quality and the effects of prescribed burning in southern pine forests. Journal of Forest, 1957, 55: 342—347
- 24 Biswell H H. Manipulation of chamise bush for deer range improvement. California Fish and Game, 1961, 47: 125—144
- 25 Hallisey D M, Wood G W. Prescribed fire and scrub oak habitat in central Pennsylvania. Journal of Wildlife Management, 1976, 40: 507—516
- 26 Allon L. Range burning and fertilizing related to nutritive value of bluestem grass. Journal of Range Management, 1976, 29: 306—308
- 27 Pearson H A. Effects of wildlife on timber and forage production in Arizona. Journal of Range Management, 1972, 25: 250—253

(2005-07-20 收稿, 2006-01-16 收修改稿)