

海南大田国家级自然保护区赤麂的食性*

滕丽微^{1***} 刘振生^{1,2***} 宋延龄^{1**} 李善元³ 符明利³

1. 中国科学院动物研究所, 北京 100080
2. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040
3. 海南大田国家级自然保护区, 海南东方 572600

摘要 2001年10月至2002年9月在海南大田国家级自然保护区, 采用直接观察法和采食痕迹估计法对赤麂的食性进行了研究。共记录了赤麂364群, 群的平均大小为1.32只。我们对这些赤麂利用的523个取食地的植被进行了分析, 并利用采食痕迹估计法确定了294个取食地。赤麂取食的植物达到215种, 隶属58科。其中木本植物114种(占53.02%), 草本植物95种(占44.19%), 蕨类植物6种(占2.79%)。取食频率超过0.01%的植物主要集中在25个科, 共计55种, 对这些种类的取食频率达到总取食频率的89.23%。不同季节中赤麂取食的植物种类没有明显差异, 但是在食物种类的选择方面存在季节性差异。赤麂对植物部位的选择性有季节性差异。从取食部位看, 赤麂属于以嫩枝叶为主的精食者。无论旱季还是雨季, 赤麂主要在有刺灌丛和灌丛草地生境类型中取食。野外见到赤麂以直接饮水的方式来补充对水分的需求, 旱季表现得尤为明显 [动物学报 50(4): 511-518, 2004]。

关键词 赤麂 食性 食物偏好 取食地选择

Food habit of Indian muntjac *Muntiacus muntjak* at Hainan Island, China*

TENGLi-Wei^{1***}, LIU Zhen-Sheng^{1,2***}, SONG Yan-Ling^{1**}, LI Shan-Yuan³, FU Ming-Li³

1. Institute of Zoology, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China
2. College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China
3. Hainan Datian National Nature Reserve, Dongfang 572600, Hainan, China

Abstract Food habits of Indian muntjac *Muntiacus muntjak* were studied between October 2001 and September 2002 in Hainan Datian National Nature Reserve which geographically locates in 108°47' - 49' E, 19°05' - 17' N. We determined food items from direct observations of foraging muntjac and from examination of fresh forage sites located on 6 transects crossing the whole study area. A total of 215 plant species consumed by 364 muntjac groups were recorded at 817 feeding sites within one year, including 114 shrubs (53.02%), 95 herbages (44.19%), and 6 ferns (2.79%) respectively. However, animals did not feed on those plant species equally; only 25.58% (55 plants) were used above 0.01% of feeding frequency in the feeding sites. The feeding frequency of these species comprised of 89.23% of the total feeding frequency. Although no significant difference was found in seasonal food usage by muntjacs, seasonal difference in food selection was detected. According to feeding parts, Indian muntjac belonged to concentrate selectors that preferred tender leaves, twigs and fruits. Among six habitat types, Indian muntjac preferred thorn shrub and shrub grassland throughout the year. Cultivated forests, characterized by low species diversity, were used by Indian muntjac only during the dry season when food was sparse. Indian muntjac was seen drinking more often in dry season than during the wet season [Acta Zoologica Sinica 50(4): 511-518, 2004].

Key words Indian muntjac, *Muntiacus muntjak*, Food habit, Food preference, Forage sites selection

在取食过程中, 大部分草食动物都面临两个问题, 即取食哪些植物种类以及在哪里获得这些食物

(Schoener, 1971)。食物的分布方式和可利用性影响一个物种生命史和行为的许多方面。影响野生反

2003-11-24 收稿, 2004-01-06 接受

* 国家自然科学基金 (No. 30170166) 资助 [This research was funded by the grant from the National Natural Science Foundation of China (No. 30170166)]

** 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: songyl@panda.ioz.ac.cn

*** 并列第一作者 (Contribute to this paper equally)

© 2004 动物学报 Acta Zoologica Sinica

食动物食物选择的因素主要有体型大小、瘤胃容积、取食器官、社群结构等 (Hofmann and Stewart, 1972; Jarman, 1974; Geist, 1974; Illius and Gordon, 1987; Janis and Ehrhardt, 1988; Hofmann, 1989)。根据 Demment and Van Soest 原理, 与大型动物相比, 小型哺乳动物具有较高的能量需求和相似的瘤胃容积。因此小型动物依赖消化缓慢的食物的能力受到限制, 它们必须选择容易消化的食物 (Demment and Van Soest, 1985; Illius and Gordon, 1990)。不同种类的植物营养价值不同, 一些种类具有相对高浓度的细胞内容物 (主要为粗蛋白和可溶性糖类), 营养价值高; 而另一些具有高浓度的纤维或苯酚, 苯酚可以降低对粗蛋白和纤维的消化 (Haborne, 1991)。对同一种植物来说, 其不同的生长阶段和同一植株的不同部位, 营养价值也不一样 (Bell, 1971)。所以, 理论上小型有蹄类应该取食低纤维和高蛋白质的枝叶类植物、非禾本科、莎草科植物、花和果实等, 而大型有蹄类主要取食高纤维、低蛋白质含量、数量较多的禾本科植物 (Hofmann and Stewart, 1972)。根据反刍动物的消化道形态结构、消化生理等, 赤鹿 (*Muntiacus muntjak*) 属于精食者 (Concentrate selector), 即以富含细胞内容物和容易消化的植物为主要食物 (Hofmann and Stewart, 1972; Hofmann, 1989)。Barrette (1977) 对斯里兰卡 Wilpattu 国家公园赤鹿食性的研究支持这种划分。

通常草食动物根据可利用栖息地中喜好食物的丰富度来选择取食地点 (Edge et al., 1988), 在取食地选择特定的植物种类、特定的植株或植物的特定部位。在我国, 赤鹿主要栖息在丘陵和海拔较低的阔叶林, 特别适宜生活在多灌丛的生境类型中 (盛和林, 1992)。在热带稀树灌丛草原中, 这种灌丛类型的生境具有丰富的食物资源 (宋延龄、李善元, 1994)。营养价值高的植物资源 (如花、果实、嫩枝芽、豆荚等) 通常数量较少, 并单独或分散分布 (Jarman, 1974), 可获得性较差。那么, 在热带稀树灌丛草原中, 赤鹿是否栖息在拥有较多营养丰富的食物资源的生境类型中呢? 它们喜好的食物种类是否具有丰富的营养价值呢? 针对上述问题, 2001 年 10 月至 2002 年 9 月期间, 我们对海南大田国家级自然保护区赤鹿的食性和取食地进行了研究, 以进一步了解赤鹿对取食地的选择、食物选择的偏好、取食地与食物的关系、食性的季节性变化。

1 研究地区和研究方法

1.1 研究地区

海南大田国家级自然保护区位于海南省西部的东方市境内, 其地理坐标为东经 $108^{\circ}47' - 108^{\circ}49'$, 北纬 $19^{\circ}05' - 19^{\circ}17'$, 面积为 $1\,314\text{ hm}^2$ 。该区位于热带地区, 年平均气温 24.6°C 。无明显的四季变化, 但有明显的旱季和雨季之分, 每年的 11 月至翌年 6、7 月为旱季, 7、8 月 - 10 月为雨季。年平均降水量为 $1\,012\text{ mm}$, 年平均蒸发量 $2\,522\text{ mm}$, 明显大于降水量。该区属于沿海台地类型地貌, 地势比较平坦, 海拔高度为 $30 - 80\text{ m}$ 。土壤为海相沉积物上发育的褐色砖红壤和褐色土壤, 以及砂页岩风化形成的褐色砖红壤, 土质比较肥沃。

研究地区的植被类型属于较为典型的热带稀树灌丛草原类型, 根据植被的优势种类, 将其分为 6 种栖息地类型。(1) 低平地热带草原: 土质干瘦, 植被矮小, 枝叶多毛。以羽芒菊 (*Tridax procumbens*)、蛇婆子 (*Waltheria Americana*)、刺苋 (*Amaranthus spinosus*)、青箱 (*Celoeia argentea*)、黄花稔 (*Sida sp.*)、假败酱 (*Stachytarpheta jamaicensis*)、糙叶丰花草 (*Borreria articulata*)、黄荆 (*Vitex negundo*) 等为代表。(2) 灌丛草地: 土质较肥沃, 草本植物生长茂盛, 有少量的灌丛散布其间。以黄茅 (*Heteropogon contortus*)、白茅 (*Imperata cylindrica var. major*)、飘拂草 (*Fimbristylis sp.*) 等禾本科 (*Poaceae*) 和莎草科 (*Cyperaceae*) 植物为主, 间有毛果扁担干 (*Grewia eriocarpa*)、火索麻 (*Helicteres isora*)、海南巴豆 (*Croton laui*)、显脉山绿豆 (*Desmodium reticulatum*)、排钱草 (*P. pulchellum*)、赤才 (*Eriglossum rubiginosum*)、飞机草 (*Eupatorium odoratum*) 等。(3) 有刺灌丛: 低平台地, 水土条件较好, 植物生长茂盛, 由常绿灌木与小乔木混合组成。主要有刺桑 (*Streblus ilicifolius*)、叶被木 (*S. taxoides*)、鹊肾树 (*S. asper*)、牛筋果 (*Harrisonia preforata*)、直刺山黄皮 (*Randia rectispina*)、细基丸 (*Polyalthia cerasoides*)、暗罗 (*P. suberosa*)、翻白叶树 (*Pterospermum heterophyllum*)、土密树 (*Bridelia tomentosa*) 等。(4) 落叶季雨林: 经过保护后形成的植被, 群落结构分为 3 层: 乔木层, 主要种类多具耐旱与耐火烧特性, 落叶树种占 1/2 以上, 主要有白格 (*Albizzia*

procera)、厚皮树 (*Lannea coromandelica*)、木棉 (*Bombax ceiba*)、乌墨 (*Syzygium cumini*) 等; 灌木层, 生长比较茂盛, 常绿、落叶及有刺成分均有, 主要种类有火索麻、显脉山绿豆、黄荆、赤才、海南巴豆、鹊肾树、飞机草等; 草本层, 种类较多, 以禾本科为主, 如白茅、黄茅、雀稗 (*P. commersonii*)、竹叶草 (*Oplismenus compositus*) 等。(5) 人工林: 在保护区边缘靠近公路附近有一定面积的人工纯林, 其组成树种主要为窿缘桉 (*Eucalyptus cxserta*)。(6) 人工草地: 实验区种植的牧草, 其中以柱花草 184 (*Stylosanthes gracilis*) 和相草 (*Pennisetum purpureum*) 为主。根据记录, 研究地区共有维管束植物 450 种, 隶属 104 科 (符国瓊, 1986)。

1.2 研究方法

1.2.1 食性的确定 研究期间保护区内赤麂种群的数量已达到 700 余只, 另外赤麂有比较固定的活动范围, 以单独活动为主* (Barrette, 1977)。我们采用直接观察法对赤麂的食性进行研究, 即在赤麂取食活动较多的清晨和黄昏, 借助 8 × 30 倍望远镜进行观察, 记录取食地上赤麂数量和植被类型。待赤麂离去后, 检查植物被啃食的情况, 辨别被刚刚啃食过的植物种类和被取食的部位。在研究期间, 一共记录了赤麂 364 群, 群的平均大小为 1.32 只。我们对这些赤麂利用的 523 个取食地的植被进行了分析, 对于现场难以确定的种类, 与《海南植物志》进行对照。对于那些难以鉴定的种类则制成标本, 找有关专家鉴定。

为确定研究地区内可供取食植物的种类、数量或出现的频次和赤麂对植物的选择性, 我们以赤麂的取食地为中心, 设置 1 m × 2 m 的样方, 分别记录样方内所有的灌木种类及枝条的数量; 记录被赤麂采食的灌木种类和枝条数量; 记录样方中出现的所有草本植物的种类、测量样方中每种草本植物的覆盖度; 记录被采食的每种草本植物的种类和覆盖度。将上述数据按旱季和雨季以样方数累计计算其算术平均值, 作为样方中每种灌木枝条可供采食的数量和可供采食的草本植物出现的频率和赤麂对样方中每种灌木和草本的采食频率。如果在观察过程中发现其它食草动物或者在样方内发现其它食草动物遗留下来的痕迹, 我们就剔除该样方。

另外还采用采食痕迹估计法 (徐宏发、张恩迪, 1998), 对在野外发现的并能够确认是赤麂的新鲜粪便或足迹链时, 则以此为中心, 检查周围植物被采食的新鲜痕迹, 判断采食的种类、部位, 并按直接观察法的方法设定 1 m × 2 m 的样方, 同样记录上述各项数据。利用采食痕迹估计法确定了 294 个取食地。

1.2.2 取食植物的可利用性 根据 Marcum and Loftsgaarden (1980) 的方法, 随机设置长约 1 000 m 的 6 条样线, 尽可能包括各种生境类型。在每条样线上随机选取起点, 每隔 100 m 设立 4 m × 4 m 和 1 m × 1 m 的样方各 1 个。在 4 m × 4 m 的大样方内计算灌木种类及每种灌木的主枝条数。在 1 m × 1 m 的小样方内计算草本植物种类和每种的覆盖度。这两种样方各设立 56 个, 计算各种植物的相对密度或覆盖度, 作为赤麂所采食植物可利用性的量度。

1.2.3 食物选择性的评价方法 食物偏好指数 (PI) = 某种食物占整个食物的比例/这种植物占整个植物的比例 (Petride, 1975)。当 $PI > 1$ 时, 动物选择这种食物; 当 $PI < 1$ 时, 动物避免选择这种食物; 当 $PI = 1$ 时, 动物对这种食物无选择性。

1.2.4 取食地的利用和可利用性 本研究将赤麂每个取食地的生境类型, 作为赤麂对取食地利用的数据。将在 6 条随机样线上设置的样方在每种生境类型的比例作为研究地区范围内各种生境类型可利用性的量度。

1.2.5 统计分析 利用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov 检验检验数据是否呈正态分布。因数据不符合进行参数分析的条件, 故采用非参数估计中的 Wilcoxon 配对符秩序检验对赤麂食物利用的季节性差异进行分析, 显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 食物的组成

共记录到赤麂的取食地 817 个, 取食的植物达到 215 种, 占保护区植物总数的 47.78%, 隶属 58 科。虽然赤麂的食物种类丰富多样, 但其对少数植物取食量较大。取食频率超过 0.01% 以上的只有

* 刘振生, 2003. 海南大田国家级自然保护区赤麂生态学研究. 东北林业大学博士论文.

Liu ZS, 2003. Ecology of Indian Muntjac in Hainan Datian National Nature Reserve. Ph. D. Dissertation, Northeast Forestry University, China.

55 种，分别隶属于海金沙科、凤尾蕨科、金星蕨科、乌毛蕨科、番荔枝科、海桐花科、大风子科、藤黄科、椴树科、梧桐科、锦葵科、大戟科、蝶形花科、桑科、鼠李科、无患子科、漆树科、八角枫科、紫金牛科、夹竹桃科、茜草科、菊科、马鞭草科、禾本科、竹科，共计 25 科。赤麂对这 55 种植

物的取食频率达到其总取食频率的 89.23 %。旱季在赤麂食物中出现频率最多的前 5 种植物分别是鹊肾树、小刺竹、叶被木、刺桑和土密树，而雨季前 5 位的则是鹊肾树、小刺竹、刺桑、直刺山黄皮和叶被木。这表明无论旱季还是雨季，在赤麂的食物中占重要地位的植物种类是相似的（表 1）。

表 1 大田保护区赤麂取食的主要植物名录

Table 1 List of plants consumed by Indian muntjac in Datian Reserve, Hainan Island

植物名称 Species	旱季 Dry season			雨季 Wet season				取食部位 Feeding part		
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
海金沙科 Lygodiaceae										
海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	1.24	0.05	+	1.17	0.03	+	+			
小叶海金沙 <i>L. scandens</i>	1.31	0.01	+	0.72	0.01	+	+			
凤尾蕨科 Pteridaceae										
凤尾草 <i>Pteris multifida</i>	0.15	...	+	0.24	...	+	+			
金星蕨科 Thelypteridaceae										
华南毛蕨 <i>Cyclosorus parasiticus</i>	0.42	...	+	...	...	+	+	
乌毛蕨科 Blechnaceae										
乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	0.27	...	+	...	...					+
番荔枝科 Annonaceae										
细基丸 <i>Polyalthia cerasoides</i>	0.54	0.17	+	0.38	0.13	+	+			
暗罗 <i>P. suberosa</i>	0.25	0.09	+	0.27	0.08	+	+			
海桐花科 Pittosporaceae										
聚花海桐 <i>Pittosporum confertum</i>	0.14	0.18	-	0.36	0.36	+	+			
大风子科 Flacourtiaceae										
刺篱木 <i>Flacourtia indica</i>	0.60	0.06	+	0.73	0.04	+	+	+		+
藤黄科 Guttiferae										
岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i>	...	...	-	0.17	0.01	+	+			+
椴树科 Tiliaceae										
毛果扁担杆 <i>Grewia eriocarpa</i>	0.25	0.09	+	0.46	0.12	+	+			
崖县扁担杆 <i>G. chuniana</i>	0.37	0.06	+	...	0.05	-				+
细叶扁担杆 <i>G. piscatorum</i>	0.18	0.04	+	...	0.01	-				+
破布叶 <i>Microcos paniculata</i>	0.31	0.11	+	0.26	0.07	-				+
梧桐科 Sterculiaceae										
雁婆麻 <i>Helicteres hirsute</i>	0.43	0.12	+	0.12	0.13	-				+
火索麻 <i>H. isora</i>	0.98	0.25	+	0.35	0.22	-				+
鹧鸪麻 <i>Kleinhovia hospita</i>	0.34	0.08	+	...	...	-				+
翻白叶树 <i>Pterospermum heterophyllum</i>	4.38	0.29	+	3.92	0.22	+				+
锦葵科 Malvaceae										
黄花稔 <i>Sida acuta</i>	0.42	0.56	-	...	0.37	-				+
长梗黄花稔 <i>S. veronicaefolia</i>	0.31	0.16	-	...	0.14	-				+
心叶黄花稔 <i>S. cordifolia</i>	0.15	0.28	-	...	0.20	-				+
圆叶黄花稔 <i>S. parvifolia</i>	0.27	0.22	-	...	0.13	-				+

续表 1

植物名称 Species	旱季 Dry season			雨季 Wet season			取食部位 Feeding part			
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
白背黄花稔 <i>S. rhombifolia</i>	0.22	0.14	-	...	0.09	-	+			
肖槿 <i>Thespesia lampas</i>	0.41	0.34	+	...	0.89	-	+			
大戟科 Euphorbiaceae										
土密树 <i>Bridelia monoica</i>	5.85	0.15	+	6.37	0.12	+	+			
土密藤 <i>B. stipularis</i>	3.04	0.06	+	3.52	0.10	+	+			
蝶形花科 Papilionaceae										
蔓草虫豆 <i>Cantharospermum scarabaeoides</i>	1.24	0.98	+	0.17	0.86	-	+	+	+	+
显脉山绿豆 <i>Desmodium reticulatum</i>	1.22	1.10	+	2.19	1.03	+	+			
绒毛山绿豆 <i>D. velutinum</i>	1.15	0.65	+	0.18	0.79	-	+			
大翼豆 <i>Macroptieium atropupureus</i>	2.60	0.74	+	1.87	0.65	+	+	+	+	+
羽叶拟大豆 <i>Paraglycine pinnata</i>	0.84	0.24	+	1.07	0.31	+	+	+	+	+
桑科 Moraceae										
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	1.02	0.42		2.07	0.58			+		
鹊肾树 <i>Streblus asper</i>	15.60	1.56	+	19.92	1.67	+	+			
叶被木 <i>Phyllochlamys taxoides</i>	8.48	1.12	+	6.84	0.95	+	+			
刺桑 <i>Taxotrophis ilicifolius</i>	6.61	0.87	+	7.38	0.94	+	+			
鼠李科 Rhamnaceae										
毛嘴苙 <i>Gouania javanica</i>	0.11	0.12		0.17	0.17			+		
芸香科 Rutaceae										
赤才 <i>Erioglossum rubiginosum</i>	1.26	1.01	+	...	0.54	+	+			+
漆树科 Anacardiaceae										
山槲子 <i>Buchanania latifolia</i>	0.28	0.34	-	0.31	0.46	-	+			+
八角枫科 Alangiaceae										
土坛树 <i>Alangium salviifolium</i>	0.81	0.81		0.49	0.49			+		+
紫金牛科 Myrsinaceae										
瘤皮酸藤子 <i>Embelia scandens</i>	0.15	0.15		0.13	0.12			+	+	+
夹竹桃科 Apocynaceae										
香花藤 <i>Aganosma acuminata</i>	1.32	0.04	+	0.84	0.17	+	+	+	+	
茜草科 Rubiaceae										
糙叶丰花草 <i>Borreria articularis</i>	0.12	0.09	+	...	0.04	-	+			
丰花草 <i>B. stricta</i>	0.47	0.21	+	0.16	0.19	-	+			
直刺山黄皮 <i>Randia rectispina</i>	4.05	0.31	+	6.87	0.19	+	+			
菊科 Compositae										
藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	0.14	0.10	+	...	0.04	-	+	+		
夜香牛 <i>Vernonia cinerea</i>	2.46	0.95	+	1.73	0.74	+	+	+		
马鞭草科 Verbenaceae										
假败酱 <i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	0.68	4.69	-	...	2.13	-	+	+	+	
禾本科 Gramineae										
芦竹 <i>Arundo donax</i>	1.21	0.98	+	...	1.01	-	+			
四生臂形草 <i>Brachiaria subquadripara</i>	1.42	0.75	+	1.51	0.98	+	+	+	+	

续表 1

植物名称 Species	旱季 Dry season			雨季 Wet season			取食部位 Feeding part			
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
多枝臂形草 <i>B. ramosa</i>	1.27	0.68	+	1.63	1.02		+	+	+	
黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	0.21	5.36	-	...	7.69	-	+	+	+	
白茅 <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i>	0.14	4.15	-	...	4.57	-	+	+	+	
坚尼草 <i>P. maximum</i>	0.34	0.34		0.52	0.52		+	+	+	
库克草 <i>Stylosanthes guyanensis</i>	0.75	0.76		0.43	0.43		+	+	+	
竹科 Bambusoideae										
小刺竹 <i>Bambusa flexuosa</i>	9.32	2.76	+	12.47	3.29	+	+	+		

1: 利用频率 (%)。2: 可利用性 (%)。3: 喜食性。4: 叶。5: 茎。6: 花。7: 果。

喜食性为取食利用与食物可利用性的比值。小于 1 的为不喜食 (-); 等于 1 的为无选择; 大于 1 的为喜食 (+)。...为取食频率低于 0.01% 的种类。

1: Usage frequency (%). 2: Food availability (%). 3: Preference. 4: Leaf. 5: Stem. 6: Flower. 7: Fruit.

Preference is the value of usage/availability, less than 1 means avoidance (-), equal to 1 means no preference; larger than 1 means preference (+). ... means feeding frequency less than 0.01%.

2.2 食物的选择性和季节性变化

统计假设检验表明, 赤鹿在旱季和雨季取食的植物种类和对这些植物的采食频率不存在明显的差异 ($z = -0.118$, $P > 0.05$), 但是就具体的植物种类来说, 赤鹿在旱季和雨季利用和偏爱选择的植物种类存在一定的差别 (表 1)。如在旱季, 赤鹿喜食扁担杆 (*Grewia* sp.)、雁婆麻、火索麻、鹧鸪麻、肖槿、蔓草虫豆、绒毛山绿豆、糙叶丰花草、丰花草、藿香蓟和芦竹等种类; 然而在雨季它们则避免取食这些种类; 而乌墨、岭南山竹子则是仅在雨季食物中出现的种类。

2.3 食物的特征

在赤鹿取食的 215 种植物中, 有木本植物 114 种 (包括乔木幼苗、果实、花朵和半木本植物), 占 53.02%; 草本植物 95 种, 占 44.19%; 蕨类植物 6 种, 占 2.79%。对木本植物, 赤鹿偏爱取食木本植物的嫩叶、嫩芽、花、果实和种子, 不食纤维成分高的老枝条; 对草本植物也只吃嫩叶、嫩芽、花和种子, 不吃枯黄的叶子; 赤鹿也取食蕨类植物的叶。从取食部位看, 赤鹿属于以嫩枝叶为主的精饲者 (表 2)。

赤鹿在不同季节取食的植物部位也有一定的差异 (表 2)。在雨季赤鹿通常只取食营养丰富的嫩叶、嫩芽、花 (如蔓草虫豆、大翼豆、羽叶拟大豆、香花藤等) 和果实 (如山槎子、瘤皮酸藤子等); 旱季由于食物缺乏, 赤鹿不仅取食在雨季不取食或很少取食的植物, 而且取食部位也发生变

化, 如旱季赤鹿还取食大量草本植物的茎 (黄茅、白茅、坚尼草、库克草、臂形草等), 有时还取食木本植物的花和果实 (聚花海桐、刺篱木、瘤皮酸藤子等)。从未观察到赤鹿啃食树皮的现象。

表 2 旱季和雨季中赤鹿取食植物部位的差异

Table 2 Seasonal difference in food item components summarized by species numbers

植物种类 Species	取食部位 Feeding parts	旱季 Dry season	雨季 Wet season
	叶 (Leaf)	112 (80)	102 (80)
木本植物	茎 (Sem)	38 (16)	45 (16)
Trees and shrubs	花 (Flower)	8 (3)	5 (3)
	果 (Fruit)	4 (2)	7 (2)
	叶 (Leaf)	93 (55)	92 (55)
草本植物	茎 (Sem)	93 (34)	92 (34)
Herbages	花 (Flower)	34 (11)	15 (11)
	果 (Fruit)	29 (7)	12 (7)
蕨类植物 Ferns	叶 (Fern)	6 (6)	6 (6)

括号中的数字为赤鹿在旱季和雨季中取食相同部位的种类数。

The numbers in parenthesis are species consumed by muntjacs on the same part in both dry and wet season.

2.4 取食地的选择

在研究地区的 6 种生境类型中, 全年赤鹿都利用并作为其取食地的有 5 种类型。它们偏爱有刺灌丛和灌丛草地, 将其作为取食地的首要选择。赤鹿仅在食物缺乏的旱季选择人工林为取食地, 在食物丰盛的雨季中从不到人工林中采食 (表 3)。

3 讨 论

海南大田保护区可以利用的植物资源比较丰富(450种),赤麂取食215种,其中喜食植物(根据食物偏好指数 PI)不超过20%。对不同植物种类的选择性利用可能与小型有蹄类动物的营养需求有关。赤麂是一种小型、独居、栖息在森林中的有蹄类动物。与其它大型动物相比,赤麂的每单位体重具有较高的能量需求。然而,因为有蹄类动物仅仅能够取食其可以消化的植物,所以不可能通过取食更多种类的食物来满足自身的能量需求,也不可能通过加快消化速度来补偿具有较低消化性的食物资源(Bell, 1971)。因此,小型有蹄类必须取食可消化性高的食物(Mccullough et al., 2000),富含蛋白质和可消化糖类、纤维含量少的食物(Bell, 1971; Jarman, 1974)。不同植物种类和不同植物部位的蛋白质和纤维含量显著不同(Jarman, 1974; Milton, 1979)。植物的嫩叶、芽以及植物的幼嫩部分包含高比例的蛋白质和低比例的纤维,因此作为小型个体的赤麂对这些部位有明显的偏好性。

表3 不同季节每种生境类型的可利用性和在取食地中所占的比例

Table 3 Availability of each habitat type and seasonal utilization rate in forage sites

生境类型 Habitat type	可利用性 (%) Availability	取食地的比例(%) Usage percentage in forage sites	
		旱季 Dry season	雨季 Wet season
		低平地热带草原 Driest flat savanna	16.5	16.7	12.4
落叶季雨林 Deciduous monsoon forest	39.6	12.6	10.9
有刺灌丛 Thorny shrub	18.9	28.03	33.3
灌丛草地 Shrub grassland	5.5	36.0	38.8
人工草地 Cultivated grassland	14.7	4.0	4.6
人工林 Cultivated forests	4.8	2.7	0

同其它鹿属动物一样,赤麂是一种广食性的植食动物(盛和林、王培潮, 1976; Barrette, 1977; Jackson, 1977; 盛和林, 1987; 王歧山, 1990; Mccullough et al., 2000)。在本研究中赤麂的食物中木本植物占53.02%,是所占比值最高的类别。以往的研究表明赤麂主要取食木本植物的嫩枝芽,

同时还取食一定量的草本植物(Hofmann and Stewart, 1972),以及落地的各种果实(Bemmel, 1952),与本研究结果相似。赤麂取食草本植物的种类占44.19%,可见草本植物也是赤麂食物的重要组成部分。赤麂通常只取食植物的嫩芽、嫩叶、花和果实,以啃食为主,当叶片稍大时,赤麂仅仅取食尖端的一小部分,而将纤维含量相对多的后半部分留在枝上(Barrette, 1977)。此外,有研究表明鹿类通常喜欢取食蕨类植物和伞菌类(盛和林、王培潮, 1976; 盛和林, 1987),笔者发现赤麂海南亚种也取食保护区内所有的蕨类植物,但是没有见到其取食伞菌类。Barrette (1977)的研究表明赤麂非常喜欢取食果实,在大田保护区赤麂也取食一定数量的果实。由于我们并未直接观察到赤麂取食果实,可能低估了赤麂对果实的利用比例。

不同季节赤麂对食物的选择上发生一定程度的改变,一些在旱季取食较多的植物,到了雨季取食很少或不再取食,尤其是草本植物,虽然在雨季也取食,但其取食量远远少于旱季。这与旱季食物的相对缺乏有关。由于食物的严重匮乏,赤麂不得不取食可利用性较多的草本植物和雨季不取食的木本植物,以补充营养的不足。宋延龄、李善元(1992)在对与赤麂同域分布的海南坡鹿(*Cervus eldi hainanus*)进行研究时也得到类似的结果,并认为许多植物种类并非是海南坡鹿喜食的,但由于它们的可利用性高,而成为其大量取食的种类,赤麂也存在着同样的情况。

Barrette (1977)在斯里兰卡的研究表明,Wilpattu国家公园内的赤麂取食的食物与本项研究的结果大致相同。Barrette (1977)记录的18种植物中,10种与海南大田保护区内赤麂食物的科名一致,其中鼠李科、大戟科、茜草科、梧桐科的7种植物为大田保护区内赤麂取食频率为0.01%以上的科。这表明虽然生活的地区不同,但是赤麂取食的主要食物没有太大改变,只是由于两个地区的植物种类有差异,所以赤麂的食物中包括了其所在地区特有的、营养丰富的食物资源。

虽然灌丛生境的可利用性不是最高,但是灌丛对赤麂的取食非常重要。在6种可利用的生境类型中,赤麂对灌丛生境的利用率达到60%以上。这不仅因为灌丛生境中生物多样性程度高和赤麂偏好的食物可利用性高,还可能与该类生境的隐蔽度比其他类型的栖息地高有关。小型有蹄类动物需要营养丰富的食物,而在特定的地区这类植物的数量相

对稀少, 通常以独棵或者小簇分布 (Jarman, 1974)。有学者研究发现, 一个取食者发现丰富的食物资源时, 它会将这一区域据为己有 (Jarman, 1974; Geist, 1974)。所以, 如果它们结成小群, 或者独居, 才能最有效地利用散布的食物资源 (Schoener, 1971)。一旦一个体在食物资源丰富的地方取食后, 下一只个体可取食的食物将变少, 只好寻找另外的地点 (Jarman, 1974)。单独或集小群活动加大了被天敌发现和捕食的机会, 所以像赤麂这样小型独居的森林动物更多地选择在隐蔽条件好的栖息地采食。

致谢 实验过程中得到海南大田国家级自然保护区全体员工的大力支持, 植物标本的鉴定得到华南濒危动物研究所袁喜才研究员和海南师范学院教师王力军的帮助, 谨致谢意。

参考文献 (References)

- Barrette C, 1977. Some aspects of the behaviour of muntjacs in Wilpattu National Park. *Mammalia* 41: 1 - 34.
- Bell RHV, 1971. A grazing ecosystem in the Serengeti. *Scientific American* 225: 86 - 93.
- van Bommel ACV, 1952. Contribution to the knowledge of the genera *Muntiacus* and *Aretogalidia* in the Indo-Australian archipelago. *Beaufortia* 16: 1 - 50.
- Demment MW, van Soest PJ, 1985. A nutritional explanation for body size patterns of ruminant and non-ruminant herbivores. *American Naturalist* 152: 641 - 672.
- Edge WD, Marcum CL, Olson-Edge SL, 1988. Summer forage and feeding site selection by Elk. *Journal of Wildlife Management* 52: 573 - 577.
- Fu GA, 1986. A preliminary report of investigation regarding vegetation of rare animal reserve in Datian of Hainan Island. *Acta Phytocological Sinica* 10: 153 - 156 (In Chinese).
- Geist V, 1974. On the relationship of social evolution and ecology in ungulates. *American Zoologist* 14: 205 - 220.
- Haborne JB, 1991. The chemical basis of plant defense. In: Robbins CT ed. *Plant Defenses against Mammalian Herbivory*. Florida: CRC Press, 45 - 49.
- Hofmann RR, Stewart DRM, 1972. Grazer or browser: a classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants. *Mammalia* 36: 226 - 240.
- Hofmann RR, 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443 - 457.
- Illius AW, Gordon II, 1987. The allometry of food intake in grazing ruminants. *Journal of Animal Ecology* 56: 989 - 1 000.
- Illius AW, Gordon II, 1990. Constraints on diet selection and foraging behaviour in mammalian herbivores. In: Humes RN ed. *Behavioural Mechanisms of Food Selection*. Berlin: Springer-Verlag, 360 - 393.
- Jackson JE, 1977. A note on the food of muntjac deer *Muntiacus reevesi*. *Journal of Zoology*, London 183: 546 - 548.
- Janis CM, Ehrhardt DE, 1988. Correlation of relative muzzle width and relative incisor width with dietary preference in ungulates. *Zoological Journal of the Linnean Society* 92: 267 - 284.
- Jarman PJ, 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology. *Behaviour* 48: 215 - 267.
- Marcum CL, Loftsgaarden DO, 1980. A non-mapping technique for studying habitat preference. *Journal of Wildlife Management* 44: 963 - 968.
- McCullough DR, Pei KC, Wang Y, 2000. Home range, activity patterns, and habitat relations of Reeve's muntjacs in Taiwan. *Journal of Wildlife Management* 64: 430 - 441.
- Milton K, 1979. Factors influencing leaf choice by howler monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *American Naturalist* 114: 362 - 378.
- Petride GA, 1975. Principal foods versus preferred foods and their relations to stocking rate and range condition. *Biological Conservation* 7: 161 - 169.
- Schoener TW, 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 369 - 404.
- Sheng HL, Wang PC, 1976. Ecology and utilization of Reeve's muntjac. *Chinese Journal of Zoology* 5: 39 - 40 (In Chinese).
- Sheng HL, 1987. Chinese special animal—black muntjac. *Chinese Journal of Zoology* 16: 45 - 48 (In Chinese).
- Sheng HL, 1992. Indian muntjac *Muntiacus muntjac*. In: Sheng HL ed. *The Deer in China*. Shanghai: East China Normal University Press, 164 - 170.
- Song YL, Li SY, 1992. A food habits study of Hainan Eld's deer in Hainan Island, China. *Acta Theriologica Sinica* 12: 248 - 254 (In Chinese).
- Song YL, Li SY, 1994. Habitat selection and utilization of Hainan Eld's Deer. In: China Zoological Society ed. *Proceeding of the 60th Anniversary of the Founding of China Zoological Society*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 457 - 461 (In Chinese).
- Wang QS, 1990. *The Mammal Fauna of Anhui*. Hefei: Anhui Publishing House of Science and Technology, 250 - 254 (In Chinese).
- Xu HF, Zhang ED, 1998. *Wildlife Conservation and Management Principles and Techniques*. Shanghai: East China Normal University Press, 192 - 194 (In Chinese).
- 符国瓊, 1986. 海南岛大田坡鹿保护区植被调查初报. *植物生态学与地植物学学报* 10: 153 - 156.
- 盛和林, 王培潮, 1976. 小麂的生态和利用. *动物学杂志* 5: 39 - 40.
- 盛和林, 1987. 中国特产动物——黑麂. *动物学杂志* 16: 45 - 48.
- 盛和林, 1992. 赤麂. 见: 盛和林著. *中国鹿类动物*. 上海: 华东师范大学出版社, 164 - 170.
- 宋延龄, 李善元, 1992. 海南坡鹿 (*Cervus eldi hainanus*) 的食性研究. *兽类学报* 12: 248 - 254.
- 宋延龄, 李善元, 1994. 海南坡鹿对生境的选择与利用. 见: 中国动物学会主编. *中国动物学会成立 60 周年纪念论文集*. 北京: 中国科学技术出版社, 457 - 461.
- 王岐山, 1990. *安徽兽类志*. 合肥: 安徽科技出版社, 250 - 254.
- 徐宏发, 张恩迪, 1998. *野生动物保护原理及管理技术*. 上海: 华东师范大学出版社, 192 - 194.