

江苏盐城湿地麋鹿冬季食性研究

滑荣^① 崔多英^{①*} 刘佳^① 李淑红^① 赵永强^② 张亚楠^②

^① 北京动物园圈养野生动物技术北京市重点实验室 北京 100044;

^② 江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区 盐城 224057

摘要: 2017年12月至2018年3月在江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区,利用粪便显微组织学分析技术结合野外直接观察法对麋鹿(*Elaphurus davidianus*)冬季食性和食物营养成分进行了分析。野外调查在7条样线上共收集228堆麋鹿粪便,组成14个复合样本进行分析。结果表明,麋鹿冬季食物来源于14科51种植物,其中,芦苇(*Phragmites australis*, 23.09%)和互花米草(*Spartina alterniflora*, 17.58%)为最主要食物,其次为盐地碱蓬(*Suaeda salsa*, 6.50%)、白茅(*Imperata cylindrica*, 5.36%)、獐毛(*Aeluropus sinensis*, 4.90%)、苇状羊茅(*Festucas arundinacea*, 3.83%)、扁秆蔗草(*Scirpus planiculmis*, 3.45%)、碱蓬(*Suaeda glauca*, 3.27%)、碱茅(*Puccinellia distans*, 3.12%)、黑麦草(*Lolium perenne*, 2.60%)和茵陈蒿(*Artemisia capillaris*, 2.60%)。麋鹿冬季食物以草本植物为主(96.73%),极少采食木本植物枝叶(3.27%)。被啃食植物中粗蛋白含量基本满足麋鹿越冬营养需求。

关键词: 麋鹿; 冬季; 食性; 营养质量; 采食策略

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 01-001-08

Winter Diets of Père David's Deer in Yancheng Wetland, Jiangsu Province, China

HUA Rong^① CUI Duo-Ying^{①*} LIU Jia^① LI Shu-Hong^①
ZHAO Yong-Qiang^② ZHANG Ya-Nan^②

^① Beijing Key Laboratory of Captive Wildlife Technologies, Beijing Zoo, Beijing 100044;

^② Jiangsu Yancheng Wetland National Nature Reserve, Rare Birds, Yancheng 224057, China

Abstract: We studied the composition and quality of Père David's deer (*Elaphurus davidianus*) winter diets in Jiangsu Yancheng Wetland National Nature Reserve, Rare Birds, Jiangsu Province from December 2017 to March 2018 using fecal analysis and direct observation. We surveyed along seven transects (representing four vegetation types) and collected 228 fecal pellets, which formed 14 composite samples. We also collected plants at the foraging grounds to construct a reference library of plant cell morphology, which was used to

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31470460), 中国动物园协会大熊猫及珍稀野生动物保护基金项目, 北京市公园管理中心科技项目;

* 通讯作者, E-mail: cuiduoying@hotmail.com;

第一作者介绍 滑荣, 女, 硕士研究生; 研究方向: 营养生态学和保护生物学; E-mail: huarong0110@163.com.

收稿日期: 2019-07-08, 修回日期: 2019-10-22 DOI: 10.13859/j.cjz.202001001

identify plants in the fecal samples. The frequency conversion method was used to calculate the density of each food resource. The winter diets of Père David's deer were composed of 51 plant species belonging to 14 families, with *Phragmites australis* (relative density 23.09%) and *Spartina alterniflora* (17.58%) being their staples. Other food plants included *Suaeda salsa* (6.50%), *Imperata cylindrical* (5.36%), *Aeluropus sinensis* (4.90%), *Festucas arundinacea* (3.83%), *Scirpus planiculmis* (3.45%), *Suaeda glauca* (3.27%), *Puccinellia distans* (3.12%), *Lolium perenne* (2.60%) and *Artemisia capillaris* (2.60%). Herbs constituted 96.73% of the total forage quantity, with the remainder consisting of twigs and leaves of woody plants. The percentage of crude protein found in the browse was sufficient for the nutritional needs of the Père David's deer.

Key words: *Elaphurus davidianus*; Winter; Diets; Nutritional quality; Foraging strategy

麋鹿 (*Elaphurus davidianus*) 是体型较大的鹿科动物, 中国特有物种, 国家 I 级重点保护动物, 曾经在野外灭绝。我国从 1985 年开始重引入麋鹿, 至今已发展到 6 600 余头, 在全国 68 处饲养机构形成麋鹿圈养、散放或自然野化种群 (丁玉华等 2018)。对麋鹿比较全面的研究始于 20 世纪 80 年代, 研究领域涉及资源动态 (丁玉华 2004, 丁玉华等 2018, 李鹏飞等 2018)、行为生态学 (蔡桂全等 1988, 蒋志刚 2000, 蒋志刚等 2004, 2006, 杨道德等 2013)、繁殖生物学 (Wemmer et al. 1989, 李春旺等 2005, 任义军等 2018) 等方面。

食性研究是野生大型有蹄类营养生态学研究的基础, 为生境评价、环境容纳量估计、能量代谢以及种间关系等研究提供重要基础数据和研究基础。近几年来, 麋鹿食性研究仅见北京南海子麋鹿苑散放麋鹿食性分析 (王轶等 2011)。本研究于 2017 年 12 月至 2018 年 3 月在江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区收集自然野化麋鹿的冬季粪便, 分析其食物组成及食物营养成分, 研究此地区麋鹿越冬时期营养供给情况以及潜在的营养限制因素。

1 研究地区

江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区位于江苏省盐城市境内, 海岸线长 377.89 km, 总面积 2 472.60 km², 其中核心区面积 225.96 km², 缓冲区面积 567.42 km², 实验区面积 1 679.22 km²。保护区范围在北纬 32°48'47" ~ 34°29'28", 东经

119°53'45" ~ 121°18'12" 之间。保护区的植被具有明显的滨海湿地植被特征, 从陆向海依次分布着禾草滩[白茅 (*Imperata cylindrical*)、獐毛 (*Aeluropus sinensis*)、芦苇 (*Phragmites australis*) 混生]生态系统、碱蓬 (*Suaeda salsa*) 生态系统、米草 (*Spartina alterniflora*) 生态系统和光滩生态系统; 在滩涂的低洼地带和河口区等水分充足的滩涂, 有大片的芦苇群落 (王国祥等 2017)。丰富的湿地植物资源和各种植被类型为麋鹿栖息提供了良好的条件。江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区于 2000 年从北京南海子麋鹿苑引入 10 头麋鹿圈养在珍禽饲养场, 2006 年将麋鹿散放于保护区核心区, 目前种群数量已经达到 260 头, 形成稳定增长的麋鹿自然野化种群。

2 研究方法

2.1 样品采集

2017 年 12 月至 2018 年 3 月, 在江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区核心区选择麋鹿主要分布的 3 种典型植被带即禾草滩、碱蓬滩、米草滩, 沿平行于海岸线方向各设置 2 条 2 000 m 样线。另外, 麋鹿冬季经常在保护区核心区北部禾草滩的丹顶鹤 (*Grus japonensis*) 补饲区活动 (崔多英等 2017), 采食为越冬丹顶鹤提供的人工补饲玉米 (*Zea mays*), 故穿过补饲区中部沿平行于海岸线方向亦设置 1 条 2 000 m 样线。

沿样线寻找麋鹿食痕、粪便、足迹和卧迹

等活动证据, 采集带有食痕和麋鹿可能啃食到的所有植物标本。在盐城保护区与麋鹿同域分布的有蹄类还有獐 (*Hydropotes inermis*), 当麋鹿的活动痕迹与獐的活动痕迹重叠时, 则不采集该植物样本。此外, 当发现麋鹿采食时, 对其采食行为进行记录, 待麋鹿离去后采集麋鹿取食的植物样本。每种植物样本采集 2 份 (相同标识), 一份装在牛皮纸信封内, 待实验室处理后作为粪便显微组织学分析的参照植物样本; 另一份置于标本夹中, 请专家鉴定其物种。

根据冬季野外麋鹿粪便干燥和风化程度, 沿样线捡拾 5 日内的新鲜麋鹿粪便 (颜色较深, 风化失水较少, 表面有湿润光泽) 装在信封里, 记录收集时间、地点、生境类型、GPS 定位等数据。从每条样线上发现的麋鹿粪堆中各取 2 粒混合到一起, 组成 1 个复合样本; 每条样线上所有粪堆中再各取 2 粒混合, 组成同一样线的第 2 个复合样本, 每条样线获得 2 个复合样本。在所调查的 7 条样线上, 共发现 228 堆麋鹿粪便, 组成 14 个复合样本。粪便样本冷冻保存。

2.2 样品处理

将参照植物与粪便样本在 60 °C 烘箱里烘 48 h 至恒重, 用筛孔为 1 mm 的植物粉碎机粉碎, 然后在 100 目 (孔径 0.15 mm) 分样筛中筛选, 取筛上样。取约 1 g 粉碎样放入小烧杯中, 加 8 ~ 10 ml 解离液 (10% HNO_3 和 10% H_2CrO_4 按体积比 1 : 1 混合) 加热, 观察到液面有白沫浮起, 继续加热至白沫消失溶液变透明后停止加热。用镊子夹取少许悬浮物置于滴有蒸馏水的载玻片上, 用滤纸吸掉水分后, 在 10 × 10 倍的显微镜下观察, 如结构清晰, 可直接加甘油封片, 用加拿大树胶封边 (崔多英等 2007)。每个植物样本制作 3 张玻片, 每个麋鹿复合粪样 10 张玻片。

将制作好的植物玻片放在照相显微镜下, 选取清晰的视野进行拍摄。每份样品选取 4 或 5 张具有代表性的植物细胞图片, 制作成植物细胞形态图谱库, 用于粪便显微镜检测分析时

比对。

将粪便样品玻片置于显微镜下, 每张玻片随机抽取 20 个视野观察, 参照植物细胞图谱库鉴定植物种类, 一个视野下出现的植物即记为 1 次。

2.3 麋鹿冬季食物营养成分分析

采集麋鹿主要取食的植物样本, 委托中国农业科学院饲料研究所完成营养成分分析, 主要包括粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、水分、总能及无氮浸出物。

2.4 数据处理

将数据录入 Excel 2007, 采用频率转换法, 求得每种植物的出现频率 F , 即每种植物在 100 个视野中出现的次数, 以此作为麋鹿对此种植物的采食频率。进一步计算平均密度 D_i 和相对密度 D_R , 平均密度 $D_i = -\ln(1 - F/100)$, 相对密度 $D_R = D_i / \sum D_i$ 。以采食频率 F 和相对密度 D_R 作为麋鹿食物组成的标准。

根据陈化鹏等 (1989) 方法计算主要取食植物营养可贡献量, 即营养贡献为食物中各类植物的营养成分含量占主要取食植物营养成分总量的比值, 计算公式为 $C_N = (N_i \cdot D_{Ri}) / \sum (N_i \cdot D_{Ri})$, 其中, N_i 为某种植物的营养成分含量, D_{Ri} 为该种植物在麋鹿食物中的相对密度。

3 结果

3.1 麋鹿冬季食物组成

在野外调查中共记录到麋鹿取食 11 科 19 种植物。其中, 野外观察到麋鹿采食沉水草本植物菹草 (*Potamogeton crispus*) 和穗状狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum*), 但是在粪便显微组织学分析中并未检测到。粪便显微分析检测到麋鹿采食隶属于 14 科的 51 种植物, 其中包括通过食痕和直接观察法记录到的 17 种植物。采食频率大于 1% 的植物共计 10 科 33 种 (表 1)。采食频率小于 1% 的植物共计 18 种, 分别是雀麦 (*Bromus japonicus*)、大麦 (*Hordeum vulgare*)、看麦娘 (*Alopecurus aequalis*)、求米草 (*Oplismenus undulatifolius*)、金色狗尾

表 1 盐城湿地麋鹿冬季食物组成

Table 1 The winter diet composition of Père David's Deer in Yancheng wetland

物种 Species	总体 Total (%)		禾草滩 Grasses dominated tidal flat (%)		碱蓬滩 Salsola dominated tidal flat (%)		米草滩 Spartina dominated tidal flat (%)		补饲区 Supplementary feeding area (%)	
	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density
禾本科 Gramineae										
1. 苇状羊茅 <i>Festuca arundinacea</i>	7.62	3.83	7.93	3.83	7.58	3.85	6.66	3.61	7.70	3.75
2. 碱茅 <i>Puccinellia distans</i>	6.25	3.12	7.63	3.68	6.24	3.15	6.01	3.24	6.37	3.08
3. 獐毛 <i>Aeluropus sinensis</i>	9.65	4.90	10.06	4.92	9.97	5.13	8.56	4.68	9.98	4.92
4. 芦苇 <i>Phragmites australis</i>	38.01	23.09	40.35	23.98	36.53	22.20	35.67	23.08	39.24	23.30
5. 鹅观草 <i>Roegneria kamoji</i>	1.93	0.94	2.25	1.06	1.90	0.94	1.82	0.96	2.20	1.04
6. 普通小麦 <i>Triticum aestivum</i>	2.65	1.30	3.07	1.45	2.32	1.15	1.96	1.04	2.72	1.29
7. 黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	5.25	2.60	5.85	2.80	5.16	2.59	4.90	2.63	5.63	2.71
8. 互花米草 <i>Spartina alterniflora</i>	30.52	17.58	29.03	15.91	27.82	15.92	33.69	21.49	31.05	17.39
9. 野燕麦 <i>Avena fatua</i>	1.07	0.52	1.21	0.57	0.97	0.48	0.87	0.46	1.19	0.56
10. 拂子茅 <i>Calamagrostis epigeios</i>	2.39	1.17	2.96	1.39	2.40	1.19	1.97	1.04	2.87	1.36
11. 狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i>	4.32	2.13	5.20	2.48	4.20	2.10	3.98	2.12	4.50	2.15
12. 大穗结缕草 <i>Zoysia macrostachya</i>	2.07	1.01	2.38	1.12	1.89	0.93	1.90	1.00	2.40	1.14
13. 白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	10.51	5.36	13.25	6.60	11.05	5.72	9.02	4.95	10.09	4.97
14. 玉米 <i>Zea mays</i>	2.30	1.12	1.11	0.52	0.72	0.35	0.96	0.50	5.62	2.70
莎草科 Cyperaceae										
15. 糙叶苔草 <i>Carex scabrifolia</i>	3.28	1.61	3.30	1.56	3.26	1.62	3.01	1.60	3.32	1.58
16. 褐穗莎草 <i>Cyperus fuscus</i>	2.56	1.25	2.62	1.23	2.52	1.25	2.13	1.13	2.57	1.22
17. 复序飘拂草 <i>Fimbristylis bisumbellata</i>	1.03	0.50	1.07	0.50	1.05	0.52	0.87	0.46	1.02	0.48
18. 扁秆蔗草 <i>Scirpus planiculmis</i>	6.90	3.45	6.91	3.32	6.92	3.50	6.75	3.66	6.89	3.34
杨柳科 Salicaceae										
19. 山杨 <i>Populus davidiana</i>	1.58	0.77	1.60	0.75	1.56	0.77	1.02	0.54	1.32	0.62
20. 垂柳 <i>Salix babylonica</i>	1.63	0.79	1.71	0.80	1.60	0.79	1.50	0.79	1.67	0.78

续表 1

物种 Species	总体 Total (%)		禾草滩 Grasses dominated tidal flat (%)		碱蓬滩 Salsola dominated tidal flat (%)		米草滩 Spartina dominated tidal flat (%)		补饲区 Supplementary feeding area (%)	
	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	相对密度 Relative density
桑科 Moraceae										
21. 桑 <i>Morus alba</i>	1.21	0.59	1.32	0.62	1.30	0.64	0.82	0.43	1.20	0.56
蕁科 Chenopodiaceae										
22. 灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	4.35	2.15	4.31	2.04	5.35	2.69	3.28	1.74	4.32	2.07
23. 碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	6.54	3.27	6.36	3.05	7.28	3.69	5.25	2.82	6.37	3.08
24. 盐地碱蓬 <i>Suaeda salsa</i>	12.60	6.50	11.63	5.74	15.21	8.06	10.35	5.72	12.02	5.99
柽柳科 Tamaricaceae										
25. 柽柳 <i>Tamarix chinensis</i>	1.05	0.51	1.05	0.49	1.10	0.54	0.82	0.43	1.03	0.48
伞形科 Apiaceae										
26. 野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	2.01	0.98	2.20	1.03	1.97	0.97	1.82	0.96	1.98	0.94
27. 珊瑚菜 <i>Glehnia littoralis</i>	1.21	0.59	1.12	0.52	1.27	0.62	1.01	0.53	1.13	0.53
茄科 Solanaceae										
28. 枸杞 <i>Lycium chinense</i>	1.25	0.61	1.27	0.59	1.10	0.54	1.11	0.58	1.24	0.58
豆科 Leguminosae										
29. 紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	3.96	1.95	3.80	1.80	4.21	2.10	3.73	1.99	3.85	1.84
30. 野大豆 <i>Glycine soja</i>	1.35	0.66	1.40	0.65	1.36	0.67	1.29	0.68	1.36	0.64
菊科 Compositae										
31. 茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i>	5.25	2.60	5.10	2.43	5.36	2.69	5.15	2.77	5.16	2.48
32. 盐蒿 <i>Artemisia halodendron</i>	2.90	1.42	2.89	1.36	2.95	1.46	2.70	1.43	2.91	1.38
33. 蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	1.02	0.50	1.03	0.48	1.07	0.53	0.90	0.47	1.00	0.47
未知 Unknown	1.32	0.64	1.56	0.73	1.41	0.69	0.90	0.47	1.25	0.59

草 (*Setaria glauca*)、牛筋草 (*Eleusine indica*)、菎草 (*Humulus scandens*)、蒺藜 (*Polygonum aviculare*)、南方碱蓬 (*Suaeda australis*)、芥菜 (*Brassica juncea*)、荠菜 (*Capsella bursa-pastoris*)、楝树 (*Melia azedarach*)、罗布麻 (*Apocynum venetum*)、白车轴草 (*Trifolium repens*)、田菁 (*Sesbania cannabina*)、鳢肠 (*Eclipta prostrata*)、一年蓬 (*Erigeron annuus*) 和苦苣菜 (*Ixeris polycephala*)。

芦苇是麋鹿冬季最主要的食物，占所取食植物相对密度的 23.09%，其次是互花米草 (*Spartina alterniflora*)，相对密度为 17.58%，其他植物的相对密度均低于 10%。麋鹿在禾草滩、碱蓬滩、米草滩和补饲区中所采食各类食物的比例存在差异，但都以芦苇和互花米草为主 (表 1)。

在麋鹿冬季食物组成中，草本植物占比最高，为 96.73%，木本植物枝叶仅占 3.27%。以科分类，麋鹿冬季食物中禾本科植物最多 (68.67%)，藜科次之 (11.91%)，然后为莎草科 (6.81%)、菊科 (4.52%) 和豆科 (2.61%)，其他科植物所占比例相对较小。

3.2 麋鹿冬季食物营养质量

测定了麋鹿在冬季主要采食 11 种植物的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、水分、总能及无氮浸出物含量，还测定了补饲区投喂的玉米粒和野外观察到麋鹿采食的沉水植物穗状狐尾草的营养成分 (表 2)。

芦苇和互花米草在麋鹿冬季食物中所占比例最高，粗蛋白含量相对较低，总能值相对较高，对麋鹿冬季食物中的蛋白质和总能可贡献量最大。其次是盐地碱蓬，獐毛、苇状羊茅和黑麦草对蛋白质的贡献量也较大 (表 3)。

4 讨论

4.1 麋鹿冬季食物组成

江苏盐城湿地麋鹿冬季食物主要由芦苇、互花米草和盐地碱蓬等草本植物构成 (96.73%)，木本植物枝叶很少 (3.27%)。这和我国东北林区马鹿 (*Cervus xanthopygus*) 的情况不同，东北马鹿冬季食物中木本植物当年枝成分达到 98.8% (陈化鹏等 1989)。说明栖息地的生态环境及植物组成等因素对有蹄类动物食性的影响是非常明显的，马鹿属于北方森林草原型动物，而麋鹿则属于典型湿地物种，

表 2 植物样本营养成分组成

Table 2 Nutrition composition of browsed plants

植物种类 Plant species	粗蛋白 Crude protein (%)	粗脂肪 Crude fat (%)	粗纤维 Crude fibre (%)	粗灰分 Crude ashes (%)	水分 H ₂ O (%)	总能 Gross energy (MJ/kg)	无氮浸出物 Nitrogen-free extract (%)
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	3.03	0.83	57.25	5.36	9.96	18.26	23.57
互花米草 <i>Spartina alterniflora</i>	2.85	1.10	50.63	3.97	9.98	12.40	31.47
盐地碱蓬 <i>Suaeda salsa</i>	4.96	0.91	42.69	2.34	8.68	18.74	40.42
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	2.98	0.82	48.58	4.57	10.98	13.89	32.07
獐毛 <i>Aeluropus sinensis</i>	6.72	1.73	39.37	4.31	11.01	10.47	36.86
苇状羊茅 <i>Festuca arundinacea</i>	6.10	3.25	42.69	6.24	8.68	19.14	33.04
扁秆蔗草 <i>Scirpus planiculmis</i>	5.49	1.09	63.32	2.68	12.88	7.41	14.54
碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	3.98	0.82	48.83	1.14	13.13	15.74	32.10
碱茅 <i>Puccinellia distans</i>	2.67	1.26	41.57	3.56	11.77	20.17	39.17
黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	9.66	2.60	40.56	4.21	10.01	11.44	35.56
茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i>	6.52	1.85	43.26	3.10	12.16	11.68	33.11
玉米 <i>Zea mays</i>	6.70	3.35	13.09	1.01	15.88	15.94	59.97
穗状狐尾藻 <i>Myriophyllum spicatum</i>	0.59	0.037	2.48	3.03	91.07	1.54	2.79

表 3 主要被取食植物对冬季麋鹿食物的营养贡献

Table 3 Contribution of staple browsed plants to nutritional quality of Père David's Deer winter diet

	粗蛋白 (%) Crude protein	总能 (MJ/kg) Gross energy
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	22.79	36.33
互花米草 <i>Spartina alterniflora</i>	16.32	18.79
盐地碱蓬 <i>Suaeda salsa</i>	10.51	10.50
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	5.20	6.42
獐毛 <i>Aeluropus sinensis</i>	10.73	4.42
苇状羊茅 <i>Festucas arundinacea</i>	7.60	6.31
扁秆蔗草 <i>Scirpus planiculmis</i>	6.17	2.20
碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	4.23	4.43
碱茅 <i>Puccinellia distans</i>	2.71	5.42
黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	8.19	2.57
茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i>	5.53	2.62

食性的差别也体现了各自物种特征。

麋鹿在禾草滩、碱蓬滩、米草滩和补饲区中所采食各类食物的比例存在差异,但是从粪便显微组织学结果来看,都以芦苇和互花米草为主(表 1)。说明麋鹿在冬季食物匮乏期,游荡觅食范围比较大,短时间内对各类生境均有利用。

野外调查期间,发现麋鹿会进入保护区周边麦田啃食村民种植的冬小麦,粪便显微组织学分析结果印证了野外观察到的这一现象,但是采食数量较少,相对密度仅为 1.30%。由于麋鹿仅啃食冬小麦地上部分,未破坏植株根部,来年春季麦苗返青时,又会长出新苗,并不会影响小麦产量。每年春季进入 3 月底以后,盐城湿地植物开始萌发新芽,食物量逐渐增加,同时,受到人类活动影响,麋鹿很少再进入麦田啃食庄稼,主要在保护区核心区活动觅食。

粪便显微组织学分析技术是应用较广泛的食物组成分析方法(陈化鹏等 1989, 崔多英等 2007, 王国祥等 2017)。该方法为非损伤取样,对动物干扰小,取样简单并且结果相对而言比较可靠,适用于濒危物种的食物组成研究。但是,由于该方法是基于粪便中可辨认植物碎片来确定食物的组成,因而对消化程度较高的食

物则难以鉴定。野外观察到麋鹿冬季啃食蒲公英、荠菜等残留的青绿部分,以及刨食芦苇、白茅等植物的根状茎,这些青绿植物和较为肥嫩的植物组织在实验室显微镜检时,其相对密度容易被低估。麋鹿采食菹草和穗状狐尾藻等沉水植物,但是由于这些食物较嫩,消化程度较高,所以在实验室镜检过程中并未检测到。麋鹿是典型湿地物种,冬季采食水草可能是由于其含水量高,适口性较好,另外水草也是盐城湿地冬季难得的青绿植物。

4.2 麋鹿冬季食物营养质量评价

植物营养质量与植物的物候期有关。一般春季植物营养质量最高,随着季节变换,植物营养质量不断下降,冬季植物营养质量下降到最低点(陈化鹏等 1989)。草本植物营养质量的季节变化也遵循上述模式。草本植物在冬季含有的粗蛋白最少、粗纤维最多。因此,评价麋鹿冬季食物的营养质量在管理上具有重要意义。

蛋白质和能量是动物两项最重要的营养需求。动物的食物中蛋白质水平和能量水平不能满足动物对它们的需求时,动物的营养状况下降,生殖能力、生存及繁殖受到影响,严重时可导致死亡(崔多英等 2007)。

Nelson 等(1982)和 Maloiy 等(1970)认为,冬季北美马鹿(*C. canadensis*)和欧洲马鹿(*C. elaphus*)食物中粗蛋白的含量必须达到 5.70%和 5.00%,才能保证它们对蛋白质的需求。盐城湿地麋鹿冬季主要采食的 11 种植物中粗蛋白含量平均为 5.00%(表 2),这一数值可能刚好达到麋鹿对蛋白质需求的临界点。

与北京南海子麋鹿苑的圈养麋鹿不同,冬季盐城湿地麋鹿在野外主要取食低消化率的草本植物,低消化率的冬季食物预示着其在冬季最严酷的一段时期中可能出现负的能量收支状况。低消化率的冬季食物也表明,能量摄入是盐城湿地麋鹿的一个重要限制因素。在这种情况下,麋鹿取食的主要目的是以最小的能量消耗获取最大的能量收益。芦苇、互花米草和盐

地碱蓬在麋鹿冬季取食生境中数量最多,为麋鹿提供了最大的食物量,也是麋鹿冬季蛋白质和能量需求的主要来源。

致谢 绿崧国际(LVVDI International)副总裁谈家伦博士和世界雉类学会副主席 John Corder 博士对本研究提供了很大帮助,在此致以衷心感谢!

封面动物 麋鹿, 崔多英 2017 年 2 月 23 日摄于江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区核心区。

参 考 文 献

- Maloiy G M, Kay R N, Goodall E D, et al. 1970. Digestion and nitrogen metabolism in sheep and red deer given large or small amounts of water and protein. *British Journal of Nutrition*, 24(3): 843–855.
- Nelson J R, Leege T A. 1982. Nutritional requirements and food habits // Thomas J W, Toweill D E. *Elk of North America: Ecology and Management*. Harrisburg, Pennsylvania, USA: Stackpole Books, 689.
- Wemmer C, Halverson T, Rodden M, et al. 1989. The reproductive biology of female Père David's Deer (*Elaphurus davidianus*). *Zoo Biology*, 8(1): 49–55.
- 蔡桂全, 谢家华, Mathur N. 1988. 麋鹿发情期主要活动的时间分配及行为研究. *兽类学报*, 8(3): 166–171.
- 陈化鹏, 萧前柱. 1989. 带岭林区马鹿冬季食性研究. *兽类学报*, 9(1): 8–15.
- 崔多英, 杜洋, 刘佳, 等. 2017. 重引入丹顶鹤野放初期活动范围及变化规律. *野生动物学报*, 38(1): 28–34.
- 崔多英, 刘振生, 王小明, 等. 2007. 贺兰山马鹿冬季食性分析. *动物学研究*, 28(4): 383–388.
- 丁玉华. 2004. 中国麋鹿研究. 长春: 吉林出版社.
- 丁玉华, 丁晶晶, 李鹏飞, 等. 2018. 中国野生麋鹿种群发展策略探究. *江苏林业科技*, 45(5): 49–51, 56.
- 蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱及 PAE 编码系统. *兽类学报*, 20(1): 1–12.
- 蒋志刚, 李春旺, 曾岩, 等. 2004. “占群”还是“挑战”? 不同时间限制条件下麋鹿个体的交配计策. *动物学报*, 50(5): 706–713.
- 蒋志刚, 李春旺, 曾岩. 2006. 麋鹿的配偶制度、交配计策与有效种群. *生态学报*, 26(7): 2255–2260.
- 李春旺, 蒋志刚, 曾岩, 等. 2005. 不同密度下和不同发情期时段中雄性麋鹿的繁殖计策. *生物多样性*, 13(5): 424–431.
- 李鹏飞, 丁玉华, 张玉铭, 等. 2018. 长江中游野生麋鹿种群的分布与熟练调查. *野生动物学报*, 39(1): 041–048.
- 任义军, 沈华, 俞晓鹏, 等. 2018. 哺乳期仔麋鹿体重量动态变化及相关性研究. *畜牧与兽医*, 50(7): 6–9.
- 王国祥, 朱照伟, 陈建琴, 等. 2017. 盐城沿海湿地——江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区综合科学考察报告. 北京: 科学出版社, 201–207.
- 王轶, 王文. 2011. 北京南海子麋鹿苑麋鹿食性分析. *野生动物学报*, 32(2): 65–68.
- 杨道德, 李竹云, 李鹏飞, 等. 2013. 湖北石首麋鹿昼间活动时间分配. *生态学报*, 33(5): 1397–1404.