

带岭林区马鹿和狍冬季营养对策的比较

陈化鹏 萧前柱

(东北林业大学野生动物系, 哈尔滨)

摘 要

马鹿和狍冬季取食的植物种类基本相同,但采食各种植物的比例明显不同。马鹿的主要食物为杨、桦、柳、紫椴,狍为桦、紫椴、杨。与狍相比,马鹿对木本植物有更强的选择性。马鹿对植物的选择性和植物中半纤维素的含量之间存在明显的负相关关系,而狍则不存在这种关系。马鹿食物中粗蛋白和酸性洗涤木质素的含量低于狍,可消化干物质的含量高于狍。两种动物食物生态位有一定重叠,马鹿食物生态位的宽度在整个冬季大于狍。狍在冬季可能通过不同于传统理论预测的途径来获取能量。

关键词: 马鹿, 狍, 营养对策, 生态位宽度, 生态位重叠。

一、前 言

马鹿(*Cervus elaphus*)和狍(*Capreolus capreolus*)是东北林区两种常见的鹿科动物。

野生反刍动物在长期进化过程中,其消化器官的结构和功能对食物资源产生了不同的适应。Hofmann根据非洲28种反刍动物的食性和胃的结构,将反刍动物分为精饲者(Concentrate selectors)、粗饲者(Roughage feeders)和混饲者(Mixed feeders),并将马鹿和狍分别归为混饲者和精饲者^[1]。

许多研究表明,鹿科动物冬季食物的可利用量和营养质量最低^[2,3]。因此在北方,马鹿和狍对冬季食物的选择是否遵循Hofmann的理论预测以及它们各采取什么样的营养适应对策来获得能量是一个值得探讨的问题。我们于1985—1987年在黑龙江省带岭林业实验局对马鹿和狍的冬季食物的组成、选择性和营养质量进行了调查和比较,对以上问题作一初步研究。

二、研究地点和方法

研究地点的地理概况和植被条件见参考文献^[4]。

我们使用显微组织学技术分析复合粪便样本(一个马鹿和狍的复合粪便样本至少由15堆马鹿粪和20堆狍粪各取1粒和5粒混合而构成)来确定食物组成。粪样和参照植物的收集、制片、镜检及野外啃食的调查方法见参考文献^[4]。

植物中粗蛋白含量的测定及粗纤维的分析根据凯氏半微量定氮法和Van Soest法^[5],干物质的表观消化率和能量消化率的估计根据Van Soest的公式^[6]和Hobbs^[7]。冬季食物中营养成分含量的估计根据Urness^[8]。

* 东北林业大学野生动物系李玉柱提供部分数据,谨致谢意。
本文于1989年6月27日收到。

三、结 果

1. 食物组成 19个马鹿和17个狍的复合粪便样本的分析结果表明, 两种动物取食的植物种类基本相同, 马鹿取食22种(属), 狍取食19种(属), 略少于马鹿(表1)。

表 1 马鹿和狍冬季食物的组成(1985—1987年)

Table 1 Composition of winter diets of red deer and roe deer

植物种	月份	12	1	2	3	M	F
杨 <i>Populus</i> spp.		51.0	50.5	52.7	33.4	46.9	100
		6.4	25.6	7.4	28.4	16.9	100
桦 <i>Betula</i> spp.		18.6	16.6	19.6	21.6	19.1	100
		61.5	33.8	46.7	34.7	44.2	100
柳 <i>Salix</i> spp.		6.6	11.9	7.1	13.1	9.7	94.7
		T	1.6	T	1.3	T	62.5
虎榛 <i>Tilia amurensis</i>		6.9	11.9	7.2	7.3	8.7	100
		17.3	31.8	33.2	15.7	24.5	100
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>		10.4	T	1.3	T	3.2	84.2
		7.2	1.3	6.4	4.7	4.9	93.8
* 接骨木 <i>Sambucus coreana</i> 或		T	2.0	1.0	2.0	1.3	89.5
		1.0	T	T	4.1	1.5	62.5
刺老芽 <i>Aralia mandshurica</i>		T	1.6	T	2.4	1.3	89.6
		T	T	T	T	T	31.3
毛榛子 <i>Corylus mandshurica</i>		1.3	T	T	1.5	T	73.7
		T	T	T	1.0	T	50.0
榛子 <i>Corylus heterophylla</i>		1.2	T	T	T	T	10.6
		T	T	T	1.1	T	68.4
稠李 <i>Padus asiatica</i>		T	T	T	T	T	18.8
		T	1.0	T	T	T	63.1
山桃稠李 <i>Padus maackii</i>		T	T	T	T	T	43.8
		T	T	T	T	T	76.9
榛椴 <i>Tilia mandshurica</i>		T	1.6	T	2.2	1.4	68.8
		T	T	T	T	T	63.1
刺五加 <i>Acanthopanax senticosus</i>		T	T	T	T	T	56.3
		T	T	T	T	T	31.6
黄菠萝 <i>Phellodendron amurense</i>		T	T	T	T	T	12.5
		T	T	T	T	T	15.8
色木 <i>Acer mono</i>		T	T	T	T	T	28.3
		T	T	T	T	T	31.3
暴马子 <i>Syringa amurensis</i>		T	T	T	T	T	15.8
		T	T	T	T	T	6.3
瘤枝卫矛 <i>Evonymus pauciflorus</i>		T	T	T	T	T	10.5
		T	T	T	T	T	18.8
红松 <i>Pinus koraiensis</i>		T	T	7.2	13.4	5.5	84.2
		T	1.2	3.5	5.2	2.7	75.0
落叶松 <i>Larix olgensis</i>		T	T	T	T	T	10.5
		T	T	T	1.2	T	42.1
苔草 <i>Carex</i> spp.		T	T	T	T	T	37.5
		T	T	T	T	T	
总计		100	100	100	100	100	
		100	100	100	100	100	

注: 横线上(下)的数字代表马鹿(狍)食物中每种植物所占比例(%); T: <1%; M: 各月平均值; F: 各种植物在复合粪便中的出现频率(%). * 粪便中两种植物的表皮碎片难以区别。

在狍的食物中未发现榛子、色木和落叶松。马鹿和狍取食各种植物的比例明显不同: 马

鹿主要取食杨、桦、柳、紫椴(46.9%、19.1%、9.7%、8.7%), 狍取食桦、紫椴、杨(44.2%、24.5%、16.9%)。尽管马鹿的主要食物为 4 种, 狍为 3 种, 但它们在食物中所占比例基本相等, 依次为 84%(马鹿)和 85.6%(狍)。在狍食物中柳所占比例极低(<1%), 其出现频率(62.5%)也低于马鹿(94.7%)。马鹿食物中一些出现频率较高的植物(青楷槭、接骨木和刺老芽等)在狍食物中的出现频率较低。红松在两种动物冬末食物中所占比例有显著提高, 但在马鹿食物中增加的幅度大于狍, 说明马鹿冬末对红松幼苗将造成更为严重的危害。

为比较马鹿和狍食物组成的相似程度和月间变化程度, 以 Horn^[9] 指数作为指标:

$$R_0 = \frac{\sum(x_i + y_i)\ln(x_i + y_i) - \sum x_i \ln x_i - \sum y_i \ln y_i}{(X + Y)\ln(X + Y) - X\ln X - Y\ln Y}$$

x_i, y_i : 某种植物在各月食物中所占比例; X, Y : 各月食物中所有植物种的总量。

R_0 的取食范围为 0—1, 数值越大表示样本的相似程度越高。用组平均值法^[10]对马鹿和狍的各月食物组成进行聚类(图 1)。

计算结果表明, 马鹿和狍食物组成间的相似系数为 0.776, 说明两种动物冬季食物的组成较为相似。马鹿各月食物组成间的相似系数(0.910)大于狍(0.892), 因而马鹿冬季食物组成的月间变化小于狍。

2. 食物的选择性 马鹿和狍对食物选择性的确定根据 Ivlev 提出的选择性指数(EI)^[11]:

$$EI = \frac{\bar{P}_i - P_i}{\bar{P}_i + P_i}$$

$\bar{P}_i$: 每种植物被啃食的当年枝数占调查植物种被啃食的当年枝总数的比例(利用量);

P_i : 每种植物当年枝总数占调查植物种当年枝总数的比例(可利用量)。

据 EI 值的大小, 马鹿冬季对部分植物选择性的强弱顺序为: 青楷槭>柳>杨>接骨木>紫椴>桦, 狍为: 青楷槭>杨>柳>紫椴>桦>接骨木。马鹿和狍对青楷槭有最大的正选择性, 对桦和接骨木分别有最大的负选择性。

马鹿对紫椴有负选择性狍有正选择性, 除接骨木外, 马鹿对食物的选择性指数的绝对值均大于狍, 说明马鹿对冬季食物有更强的选择性, 而除接骨木和青楷槭外, 狍对其它食物无明显的选择性(表 2)。

尽管在狍的食物中, 具有正选择性的植物中的半纤维素含量通常低于那些具有负选择性的植物^[4], 但狍对这些植物的选择性和它们中的半纤维素含量之间并无明显的负相关关系($r = -0.4208$), 而对马鹿则存在较为明显的负相关关系($r = -0.7475$)。

3. 食物的营养组成 据对马鹿和狍食物营养组成的方差分析结果, 两种动物冬季食物

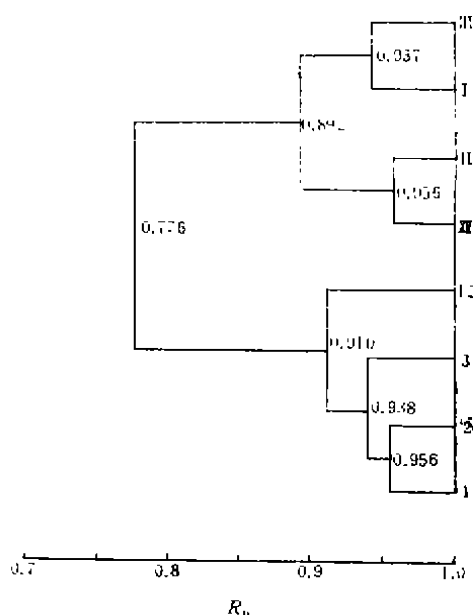


图 1 马鹿和狍各月食物组成树状图
注: 阿拉伯数字表示马鹿食物组成的月份,
罗马数字表示狍食物组成的月份

Fig. 1 Dendrogram of monthly diet composition of red deer and roe deer

表 2 马鹿和獐对被啃食植物的选择性

Table 2 The selectivities of browsed plants by red deer and roe deer

动物种	植物种	青稞	柳	杨	接骨木	紫椴	桦
马鹿(n=12)		+0.30	+0.15	+0.13	-0.15	-0.20	-0.47
獐(n=10)		+0.18	+0.04	+0.07	-0.28	+0.03	-0.08

注: (+), 正选择性; (-), 负选择性; n: 调查样线数。

的营养组成无明显的月间变化($p>0.05$)。计算表明, 马鹿和獐食物生态位的重叠平均为0.65, 在冬末达到最大(0.89)。马鹿食物生态位的宽度(2.39)在冬季均大于獐(2.02), 且两种动物食物生态位在冬末均具最大宽度: 2.80(马鹿)和2.57(獐)(表4)。

表 3 马鹿和獐冬季食物的营养组成(以干物质为基础)(1985—1987年)

Table 3 Nutritional composition of winter diets of red deer and roe deer (Dry matter basis)

月份	12	1	2	3	平均值
CP	<u>8.08</u> 8.79	<u>7.95</u> 8.22	<u>8.10</u> 8.46	<u>8.04</u> 8.39	<u>8.04</u> 8.47
CC	<u>34.14</u> 32.01	<u>33.69</u> 32.56	<u>34.09</u> 31.80	<u>33.24</u> 33.12	<u>33.79</u> 32.37
ADF	<u>51.55</u> 51.52	<u>51.95</u> 51.78	<u>51.82</u> 51.77	<u>52.08</u> 51.47	<u>51.80</u> 51.63
C	<u>29.23</u> 26.41	<u>29.74</u> 28.57	<u>29.31</u> 27.58	<u>29.19</u> 27.98	<u>29.37</u> 27.64
HC	<u>14.31</u> 16.47	<u>14.36</u> 15.89	<u>14.29</u> 16.43	<u>14.68</u> 15.41	<u>14.41</u> 16.00
ADL	<u>21.69</u> 24.45	<u>21.58</u> 22.54	<u>21.68</u> 23.52	<u>22.25</u> 22.84	<u>21.80</u> 23.34
DDM	<u>38.28</u> 28.82	<u>39.19</u> 31.27	<u>33.25</u> 29.89	<u>32.21</u> 31.27	<u>32.98</u> 30.28

注: 横线上下(下)的数字代表马鹿(獐)的营养组成的数据。

CP, 粗蛋白; CC, 细胞内容物; ADF, 酸性洗涤纤维; C, 纤维素; HC, 半纤维素; ADL, 碱性洗涤木质素; DDM, 可消化干物质。

四、讨 论

确定有蹄类的食性通常使用胃分析法、观察驯养动物取食的咬数计数法(bite count)、粪便分析法和利用法。尽管不同植物种间的消化率的差异将使粪便分析的估计结果产生一定误差, 但由于条件所限, 粪便分析法是目前唯一可供选择的方法。从评价研究的结果看, 该法的准确性低于咬数计数法^[14], 但与胃分析法相同甚至更好^[15]。利用法准确性较差, 常被用来定性描述有蹄类的食性^[16]。獐是典型的精饲者, 具有小的瘤胃, 不适于取食纤维含量高的食物^[17], 因此对低消化率的木本植物有较弱的选择性(表2)。

Hofmann认为精饲者应取食高消化率的食物, 能量主要来自糖类和蛋白质的酶消化和微

表 4 马鹿和獐冬季食物生态位的重叠(Q_{ij})和宽度(H')的估计(1985—1987年)

Table 4 Estimates of food niche overlap and breadth of red deer and roe deer during winter

月份	12	1	2	3	平均值
Q_{ij}	0.46	0.76	0.47	0.69	0.55
H'					
马鹿	2.28	2.26	2.23	2.80	2.39
獐	1.90	2.11	1.99	2.57	2.02

生物消化,而混饲者适于取食低消化率的食物,能量来自纤维素的微生物消化^[1]。我们的研究结果与此相反,表明狍冬季食物的消化率低于马鹿(表3)。在积雪覆盖的冬季,带岭马鹿和狍可获得的食物主要是木本植物的当年枝,因此这一方面是狍不适于取食低消化率的木本植物的必然结果,另一方面也可能是狍在低营养环境中为增加能量摄入而采取的一种营养适应对策,即通过迅速排除消化道中未被消化的食物,以减弱瘤胃饱满(Rumen fill)对取食量的限制。这种获得能量的途径不同于Hofmann理论所预测的途径,即精饲者是通过迅速消化高质量的食物来获取能量。

反刍动物瘤胃中的食物颗粒必须减小到一定程度才能离开瘤胃^[18],因此食物通过消化道的速率与未被消化的食物颗粒的粉碎率密切相关。一些研究表明植物中木质素的高含量可增加细胞壁的易碎性(Brittleness),促进咀嚼过程中食物的粉碎,使食物更为迅速地通过消化道^[19],因而食物中木质素的含量可能与通过速率间存在一定的正相关^[20]。带岭狍冬季主要取食桦的枝条,而其枝条中木质素的含量极高(25.96%)^[4],因此带岭狍对冬季食物的选择在一定程度上支持这种途径的存在。尽管如此,要证实上述假设的途径尚需进一步的工作,包括评价植物的化学组成和物理结构对植物颗粒在咀嚼和反刍过程中的粉碎率的作用以及对狍的取食行为进行研究等。

带岭马鹿和狍经常在同一生境取食,因而两种动物食物生态位有时出现较大重叠(如3月份)。一般来说,两种动物生态位的高度重叠仅暗示着潜在的竞争,只有当两种动物共用的食物资源极为短缺时,现实的竞争才有可能发生。由于马鹿和狍在体型方面存在显著差异,它们取食植物的高度也存在明显的分化(如小兴安岭胜山地区,狍的取食高度集中于55—113.4cm,而马鹿集中在88—172.6cm)*。因此从食物种类和取食高度两方面考虑,带岭马鹿和狍在两维空间上的生态位重叠将有一定程度的下降。Hanley认为大体型的反刍动物较小体型的反刍动物更适于取食低质量的食物^[18],因此带岭马鹿冬季食物生态位的宽度始终大于狍。两种动物冬末食物生态位均具最大宽度,可能和两种动物的主要食物的可利用量在冬末减少有关。带岭马鹿和狍的主要食物在3月份食物中所占比例最低,分别为75.4%和78.8%。

参 考 文 献

- [1] Hofmann, R. R., 1986, Digestive physiology of the deer-their morphophysiological specialization and adaptation. Pages 393—407 in P. F. Fennessy and K. R. Drew, eds. Biology of deer production. R. Soc. N. Z. Bull. 22.
- [2] Drozd, A., 1979, Seasonal intake and digestibility of natural foods by roe deer. *Acta theriol.* 24:137—170.
- [3] Perzanowski, K., 1978, The effect of winter food composition on roe deer energy budget. *Acta theriol.* 23:451—467.
- [4] 陈化鹏、黄德柱, 1989, 带岭林区马鹿冬季食性研究, 兽类学报 9(1): 8—15.
- [5] Van Soest, P. J., 1963, Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 46:829—835.
- [6] Cullison, A. E., 1975, Feeds and feeding. Reston, Va., Reston Pub. 488pp.
- [7] Hobbs, N. T., D. L. Baker, J. E. Ellis, and D. M. Swift, 1981, Composition and quality of elk winter diets in Colorado. *J. Wildl. Manage.* 45:153—171.
- [8] Urness, P. L., D. L. Neff, and J. R. Vahle, 1975, Nutrient content of mule deer diets from Ponderosa pine range. *J. Wildl. Manage.* 39:870—873.
- [9] Horn, H. S., 1968, Measurement of overlap in comparative ecological studies. *Am. Nat.* 100:419—424.

* 李王柱, 尚未发表的数据。

- [10] 石绍业、陈华家等译, 1986, 《生态数据的解释》, 第69—80页, 东北林业大学出版社。
- [11] Ivlev, V.S., 1966, Experimental ecology of feeding of fishes, p210—222.. New Haven, Yale University Press.
- [12] Bullock, D.J., 1986, Annual diets of hill sheep and feral goats in southern Scotland. *J. Appl. Ecol.* 22:423—433.
- [13] Pianka, E.R., 1973, The structure of lizard communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4:53—74.
- [14] Menro, R. H., 1982, An appraisal of some techniques used to investigate the feeding ecology of herbivores with reference to a study on impala in the northern Transvaal. *Afr. J. Ecol.* 20:71—80.
- [15] Kessler, W.B., W.F.Kasworm, and W.L.Bodie, 1981, Three methods compared for analysis of pronghorn diets. *J.Wildl. Manage.* 45:612—619.
- [16] Holechek, J.L., M.Vavra, and R.D.Pieper, 1982, Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *J. Range Manage.* 35:309—315.
- [17] Kay, R.N.B., 1987, The comparative anatomy and physiology of digestion in tragulids and cervids and its relation to food intake, In *Biology and Management of the Cervidae*, edited by C.M. Wemmer, pp.214—222. Smithsonian institution press.
- [18] Hanley, T.A., 1982, The nutritional basis for food selection by ungulates. *J. Range Manage.* 35:146—151.
- [19] Milchunas, D.J., M.I.Dyer, O.C.Wallmo, and D.E.Johnson, 1978, In-vivo/in-vitro relationships of Colorado male deer forages. *Colo. Div. Wildl. Spec. Rep.* 43: 44pp.
- [20] Nagy, J.G., T.Hakonson, and K.L.Knox, 1969, Effect of quality on food intake in deer. *Trans. Thirty-Fourth North Am. Wildl. Nat. Res.* 146—154.

COMPARISON OF WINTER TROPHIC STRATEGIES BETWEEN RED DEER AND ROE DEER IN DAILING REGION

Chen Hua-Peng Xiao Qian-Zhu

(Department of Wildlife, Northeast Forestry University, Harbin)

Comparison of winter diets of red deer and roe deer showed that the plant species in winter diets of these two animal species were primarily similar, but the percentage of each plant species was significantly different. Principal foods of red deer and roe deer were composed of 4 plant species (*Populus* spp., *Betula* spp., *Salix* spp. and *Tilia amurensis*) and 3 plant species (*Betula* spp., *Tilia amurensis* and *Populus* spp.) respectively. Red deer had strong selectivities to ligneous plants compared with roe deer. A significant negative interrelationship was found between the selectivities of plants browsed by red deer and the content of hemicellulose but wasn't for roe deer. Crude protein and acid detergent lignin were lower and digestible dry matter higher in red deer diets compared with roe deer. These two animals species showed a certain overlap in food niche and red deer had broader food niche than roe deer during winter. Roe deer might intake energy through an approach different from that predicted by the traditional theory in winter.

Key words: red deer (*Cervus elaphus*), roe deer (*Capreolus capreolus*), nutritional strategy, niche breadth, niche overlap.