

完达山林区森林采伐和非采伐区马鹿、 狍子对冬季生境因子选择的比较

周绍春^{1,2}, 张明海^{1,*}, 王双玲¹

(1. 东北林业大学 野生动物资源学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 黑龙江省野生动物研究所, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 2003—2005 年的冬季, 在黑龙江省完达山地区的五泡林场, 通过样线调查, 利用逐步判别分析的方法, 对冬季马鹿和狍子在森林采伐区和非采伐区生境选择的差异进行了比较研究, 其结果表明, 在该地区虽然两物种在生境选择上发生部分重叠, 但在生境利用方式上均存在显著差异: 在采伐区马鹿主要利用中坡位或上坡位、半阴半阳或阳坡、人为干扰距离大于 1 000 m、海拔相对较高、食物丰富度较高、乔木胸径较小、灌木密度较高的灌丛或杂木林生境; 狍子主要利用中坡位或下坡位、阳坡、海拔相对较低、食物丰富度适中、乔木胸径较大、灌木密度较低、人为干扰距离要求不严格的杂木林或柞树林生境。在非采伐区, 马鹿主要选择距人为干扰大于 1 000 m、海拔较高、食物丰富度较高、乔木胸径较小的杂木林生境; 狍子主要选择中坡位或下坡位、人为干扰距离要求不严格、海拔较低、食物丰富度较适中乔木胸径较大的杂木林或杨-桦混交林生境。

关键词: 马鹿; 狍子; 采伐区; 非采伐区; 生境选择; 完达山林区

中图分类号: Q958.11; Q959.842 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254–5853 (2006) 06–0575–06

Habitat Selection of Red Deer (*Cervus elaphus*) and Roe Deer (*Capreolus capreolus*) in Winter in Logged and Unlogged Forest of the Wandashan Mountains, Heilongjiang

ZHOU Shao-chun^{1,2}, ZHANG Ming-hai^{1,*}, WANG Shuang-ling¹

(1. College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China;

2. Wildlife Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150040, China)

Abstract: Habitat selection of red deer and roe deer was conducted an investigation in the Wandashan Mountains Heilongjiang Province during winter from 2003 to 2005, using transect censuses and stepwise discrimination analysis. The study area included logged and unlogged forest. We set systematic transect lines at intervals of more than 2 000 m. On each transect line large sample plots (10 m × 10 m) were set at 50 m intervals. Five small sample plots (2 m × 2 m) were set inside every larger plot. Vegetation type, food abundance, snow depth, slope degree, slope aspect, slope position, altitude, shelter class, canopy density, coverage, density, diameter at breast height (DBH), distance to human disturbance and water resource were recorded within each plot. The results revealed that there was significant difference in habitat selection between red deer and roe deer despite partly overlapping distributions. In logged forest, red deer tended to select shrub or miscellaneous tree forest on the middle or upper slopes position with sunny or semi-sunny aspect. They also preferred relatively higher altitude and abundant food that were made up of trees of smaller DBH and a higher density of shrubs. These habitats tended to be 1 000 m away from human disturbance. However roe deer preferred to live in miscellaneous tree or Mongolian Oak forest on the middle or lower slopes with a sunny aspect. They preferred relatively lower altitude and moderate food consisting of trees with larger DBH and shrubs of lower density. The roe deer was insensitive to human activities. By comparison, in the unlogged areas, the red deer selected miscellaneous tree forests with trees of relatively small DBH, relatively higher altitude and abundant food, which were 1 000 m away from human disturbance. Roe

* 收稿日期: 2006–08–14; 接受日期: 2006–10–25

基金项目: 世界犀牛和老虎保护基金资助项目 (98210–2-G191); 黑龙江省自然科学基金重点资助项目 (ZJN-0501)

* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: zhangminghai2004@126.com

第一作者简介: 周绍春 (1977–), 男, 助理研究员, 主要从事野生动物生态学, 野生动物管理学研究和保护生物学方面的研究。E-mail: zhoushaochun2003@163.com

deer showed unobvious selection for distance from human activities. Polar and birch mixed forest were most often selected by roe deer.

Key words: Red deer (*Cervus elaphus*); Roe deer (*Capreolus capreolus*); Logged forest; Unlogged forest; Habitat selection; Wandashan Mountain

动物的生境选择与生境中的食物丰富度、隐蔽条件、水源、植被、竞争、人为干扰等生态因子以及自身的生理状况有直接的关系 (Yan & Chen, 1998; McLoughlin et al, 2002)。因而, 研究动物的生境选择对评估动物所处生态环境的质量、预测栖息地的负载量, 以及合理保护和利用动物资源等具有重要意义 (Jiang et al, 1998)。许多研究表明, 鹿科动物冬季食物的可利用量和营养质量达到最低点 (Drozdz, 1979; Moen, 1976), 大风和雪被增加了运动过程中体能的消耗 (Chen et al, 1999), 鹿科动物不仅需要通过取食来满足其能量需求的增加, 而且需要降低新陈代谢率和体温来减少能量需求, 还消耗自身的体脂肪, 以满足能量需要 (Mautz, 1978)。因此, 鹿科动物对生境的选择是保存能量的一种策略 (Lang & Gates, 1985)。

马鹿 (*Cervus elaphus*)、狍 (*Capreolus capreolus*) 是我国东北地区重要的鹿科经济动物 (Ma et al, 1986)。完达山地区处于我国东北温带森林的腹地, 森林植物生长茂盛, 野生动植物资源丰富, 是马鹿、狍子等有蹄类的重要分布区。近年来, 由于森林被大面积采伐, 其栖息生境日益恶化已经成为野生马鹿、狍子数量日趋减少的主要因素之一。从 2003 年至 2005 年的冬季, 在黑龙江省完达山林区, 我们对它们的生境选择进行了比较研究, 从理论上探讨在森林采伐区和非采伐区其生境选择的差异, 为制定鹿科动物的保护管理计划提供科学依据, 为恢复和发展其种群提供必要的基础资料和理论依据。

1 自然概况及研究方法

1.1 研究地区的自然概况

完达山地区位于黑龙江省的东部, 与俄罗斯毗邻。研究地设在完达山地区东部的迎春林业局五泡林场境内, 地理坐标为东经 127°04'07"—127°16'45", 北纬 46°27'31"—46°36'60", 总面积 155.6 km²。其地貌属低山和苔原, 外貌呈丘陵状, 山势平缓; 土壤主要分为暗棕壤、沼泽土、草甸土和白浆土; 海拔跨度为 300—627.4 m。气候属中温带大

陆性季风气候。冰冻期较长, 一般在 10 月上旬结冻至翌年 4 月下旬解冻; 年平均温度 2.5—3.0℃; 年降雨量为 500—600 mm, 60%—70% 降雨量集中在 6—8 月份; 年平均湿度为 67%—71%; 年平均日照为 2 400 h, 无霜期为 110—130 天。

通过对植被的实际调查, 将动物栖息地的植被类型划分为森林采伐迹地、草类—落叶松林、柞树林 (在这种林型中, 以柞树为优势种, 其他的树种很少)、杨树—桦树混交林、杂木林 (在该类林型中生长着研究地区的多种树种, 且没有任何树种可以划分为优势树种) 和灌丛。主要乔木树种有杨 (*Populus* spp.)、落叶松 (*Larix olgensis*)、红松 (*Pinus koraiensis*)、白桦 (*Betula platyphylla*)、紫椴 (*Tilia amurensis*)、桦 (*Betula platyphylla*)、核桃楸 (*Juglans mandshurica*)、水曲柳 (*Fraxinus mandshurica*)、黄檗 (*Phellodendron amurense*)、榆 (*Ulmus propinqua*)、山桃 (*Padus maackii davidiana*)、暴马子 (*Syringa amurensis*)、柞 (*Quercus mongolica*)、水冬瓜 (*Saurauia tristyla*) 等。主要灌木和草本植物种类有刺五加 (*Acanthopanax senticosus*)、龙牙楸木 (*Aralia elata*)、空心柳 (*Spiraea salicifolia*)、榛子 (*Corylus heterophylla*)、杜香 (*Ledum palustre*)、疣枝卫矛 (*Evonymus pauciflorus*)、贝加尔针茅 (*Stipa baicalensis*) 和蒿类 (*Filifolium* spp) 等, 丰富的食物资源和各种植被类型为马鹿提供了良好的栖息生境。

1.2 研究方法

根据现有的林相图, 查阅林场的森林采伐记录, 并在 1:50 000 的林相图上确定出森林采伐区和非采伐区; 然后在采伐区和非采伐区采取随机选点、机械布样的研究方法, 设置样线 (样线间距大于 2 000 m), 在每条样线上间隔 50 m 设一 10 m × 10 m 的大样方, 每一大样内设 5 个 2 m × 2 m 的小样方 (图 1), 测量并记录马鹿和狍子的足迹、卧迹; 同时参考前人对鹿科动物栖息生境的研究方法和研究结果 (Chen & Xiao, 1989), 根据对各生境因子测定方法及分级标准记录以下 15 个生态因子: (1) 植被类型; (2) 马鹿食物丰盛度; 当年生高度

< 1.8 m 的可食食物枝条数。狍子食物丰盛度：当年生高度 < 1.5 m 的可食食物枝条数；（3）雪深（cm）：直尺测量；（4）坡度：罗盘测量，坡度划分为 > 25 度、< 25 度；（5）坡向：目测，坡向划分为阳坡、阴坡、半阴半阳；（6）坡位：目测，划分为下坡位、中坡位和上坡位；（7）海拔（m）：全球定位仪（GPS）记录样方的海拔高度；（8）隐蔽度：在样方中心树立一个 1.5 m 的木杆，在周围东、南、西、北 4 个方向的距离中心 10 m 处测量木杆的能见度，即可以看见木杆长度占总长度的百分比，然后计算平均值；（9）郁闭度：在样方的 4 个角和中心仰望观测，估计树木在地面的垂直投影所占的比例；（10）盖度：目测样方内地面植被对地表的覆盖百分比；（11）乔木密度：计数 10 m × 10 m 样方中乔木的数量；（12）灌木密度：计数 10 m × 10 m 样方中灌木的数量；（13）乔木胸径：直尺测量样方内每棵乔木的胸径，然后计算其平均值；（14）人为干扰距离：全球定位仪（GPS）测定；（15）水源：冬季东北地区的水源已经封冻，对动物的生存没有意义，积雪是主要利用的水源。

研究期间在森林采伐区分别完成对马鹿和狍子的调查样线各 25 条，样方各 300 个；在非采伐区完成样线各 30 条，样方各 480 个。

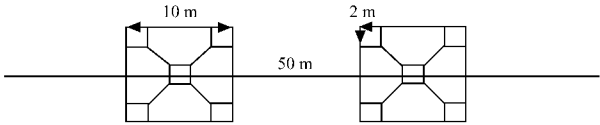


图 1 调查样线和样方设计

Fig. 1 Survey transects and plots design

1.3 森林采伐区和非采伐区马鹿、狍子足迹的差异性比较分析

对于文字型生态因子，如植被类型和坡位等 6 个生境变量，通过计算各类数据所占的百分比，找出马鹿、狍子生境选择的主要差异特征；对于数字型生态因子，如坡度和海拔等 9 个生境变量，采用多元统计分析中的逐步判别分析判别马鹿、狍子冬季在森林采伐区和非采伐区生境选择的分离（Wu & Hu, 2001）。

2 结 果

2.1 马鹿、狍子在森林采伐区与非采伐区冬季生境选择中文字型生态因子的分布频次比较

马鹿、狍子在森林采伐区的生境选择发生分离主要体现在植被类型、坡位、人为干扰距离 3 个生态因子上。马鹿主要利用灌丛、中坡位和上坡位、离人为干扰距离大于 1 000 m 的生境；狍子主要利用杂木林、柞树林或灌丛、中坡位和下坡位、人为干扰小于 1 000 m 的生境。冬季，马鹿和狍子主要利用雪补充对水的需求，因此，对水源的要求不严格（表 1）。

马鹿、狍子冬季在非采伐区对生境选择发生的分离主要表现在植被类型和人为干扰生态因子上。马鹿主要选择人为干扰距离大于 1 000 m 的杂木林生境；而狍子主要选择杂木林或杨－桦混交林，生境选择中对人为干扰距离的要求并不十分严格（表 1）。

2.2 马鹿、狍子在森林采伐区与非采伐区冬季数字型生态因子的选择比较

对马鹿、狍子森林采伐区冬季生境选择中 9 个数字型生态因子的判别分析结果表明，马鹿、狍子对采伐区生境因子的利用差异性显著（ $H = 43.958$, $df = 9$, $P = 0.00$ ）。从判别函数与自变量的相关系数看（表 2），海拔、雪深、灌木密度对判别函数的贡献大，这说明马鹿和狍子冬季在采伐区对生境的选择分离主要发生在这 3 个生态因子上。在采伐区，灌丛是主要的植被类型，灌木密度的多少决定了隐蔽度的高低，马鹿和狍子都主要选择灌木密度适中、海拔较高、雪深适中的生境；由于在采伐区马鹿和狍子的食物相对较丰富且分布较均，所以食物资源对马鹿和狍子生境选择的影响不大（表 3）。

对马鹿、狍子在非采伐区冬季生境选择中 9 个数字型生态因子的判别分析表明，马鹿、狍子冬季在非采伐区的生境选择发生了分离（ $H = 24.169$, $df = 9$, $P = 0.004$ ）。从判别函数与变量之间的关系来看（表 2），食物丰富度、隐蔽度、盖度和乔木密度对判别函数的贡献大，说明马鹿、狍子生境选择发生分离主要表现在这 4 个生态因子上。马鹿主要利用食物丰富度较高、乔木密度较小、隐蔽条件适中、海拔较高的生境；狍子主要利用食物丰富度较适中、乔木密度较大、隐蔽度较小和海拔较低的生境（表 3）。

3 讨 论

竞争排斥原理认为：生态位上相同的两个物种

表 1 马鹿、狍子在完达山森林采伐区与非采伐区冬季生境选择中文字型生态因子的分布频次

Tab. 1 Distribution frequency of ecological factors in logged and unlogged forest in winter in the Wandashan Mountains

生境因子 Habitat factors	项目 Item	采伐区 Logged area				非采伐区 Unlogged area			
		马鹿		狍子		马鹿		狍子	
		Red deer		Roe deer		Red deer		Roe deer	
		F	P	F	P	F	P	F	P
植被类型 Vegetation type	草类 – 落叶松林	3	14	4	13	9	17	3	6
	柞树林	1	5	6	19	6	11	7	14
	杨树 – 桦树混交林	3	14	5	16	3	6	17	34
	杂木林	5	22	10	33	33	60	20	40
	灌丛	10	45	6	19	3	6	3	6
坡位 Slope position	上坡位	8	36	5	16	18	33	4	8
	中坡位	10	46	16	52	20	37	27	54
	下坡位	4	18	10	32	16	30	19	38
坡度 Slope degree (°)	小于 25	16	72	20	65	32	59	32	64
	大于 25	6	28	11	35	22	41	18	36
坡向 Slope orientation	阳坡	7	32	20	65	32	59	30	60
	阴坡	3	14	6	19	10	19	5	10
	半阴半阳	12	54	5	16	12	22	15	30
人为干扰距离 (m)	小于 1 000	6	28	18	58	18	33	29	58
Distance from human disturbance	大于 1 000	16	72	13	42	36	67	21	42
水源 Water resource	马鹿，狍子冬季主要利用雪补充水分。								

F: 频次 Frequency; P: 百分率 Percentage。

表 2 马鹿、狍子在完达山森林采伐区和非采伐区生态因子的逐步判别分析

Tab. 2 Discrimination functional analysis of habitat variables of red deer and roe deer in logged and unlogged forest in winter in the Wandashan Mountains

生境因子 Habitat factors	函数与变量间相关系数			
	Correlation between discriminating variables and canonical functions			
	采伐区 Logged area		非采伐区 Unlogged area	
	马鹿 Red deer	狍子 Roe deer	马鹿 Red deer	狍子 Roe deer
海拔 Altitude	0.546	0.404	6.176E – 02	5.054E – 02
雪深 Snow depth	1.229	0.731	3.410E – 02	1.593E – 02
隐蔽度 Shelter	0.255	0.254	0.303	0.327
郁闭度 Canopy density	– 9.86E – 02	– 0.146	– 0.129	– 0.274
盖度 Coverage	0.346	0.275	0.209	0.213
乔木密度 Tree density	7.930E – 03	– 4.06E – 03	0.186	0.229
乔木胸径 Diameter at breast height	5.669E – 02	5.854E – 02	– 1.87E – 02	– 9.48E – 02
灌木密度 Shrub density	0.995	0.893	0.301	0.211
食物丰富度 Food abundance	6.87E – 03	1.36E – 02	1.490	1.197

不能在同一地区内共存，如果要在同一地区内共存，它们之间必然在栖息地、食性、活动时间或其他特征上发生生态位分化（Sun 1996；Ge，2002）。Chen & Xiao（1991）的研究表明，马鹿、狍子共同分布于黑龙江省完达山地区，均在白天采食，晚上卧息，均以乔木树皮，乔木和灌木当年生的幼枝为食，在生态位上出现部分重叠和分离。Li et al（1992）的研究结果表明，黑河胜山地区马鹿和狍子冬季食物生态位重叠指数为 45.2%。Chen & Xiao（1991）认为带岭林区马鹿和狍子取食当年嫩枝

的高度范围存在差异：马鹿的高度范围为 88—172.6 cm，狍子的高度范围为 55—113.4 cm，两者取食部分已发生分离。

无论是在森林采伐区还是非采伐区，马鹿和狍子对栖息地的选择都受各种生态因子综合作用的影响。植被类型综合反应了栖息地的隐蔽条件、食物组成、地形、地貌和温度等生态因子特征，在很大程度上影响马鹿和狍子对栖息地的选择。本研究结果表明，在森林采伐区和非采伐区，马鹿、狍子对植被类型的选择已产生部分分离。在森林采伐区，

表 3 马鹿、狍子在完达山森林采伐区和非采伐区对冬季生境因子的选择

Tab. 3 Habitat selection by red deer and roe deer in logged and unlogged forest in the Wandashan Mountains				
生境因子 Habitat factors	采伐区 Logged area		非采伐区 Unlogged area	
	马鹿 Red deer	狍子 Roe deer	马鹿 Red deer	狍子 Roe deer
植被类型 Vegetation type	灌丛或杂木林	杂木林或柞树林	杂木林	杂木林或杨-桦混交林
坡位 Slope position	中坡位或上坡位	中坡位或下坡为	选择不严格	中坡位或下坡位
坡度 Slope degree (°)	< 25	< 25	< 25	< 25
坡向 Slope position	半阴半阳或阳坡	阳坡	阳坡	阳坡
人为干扰距离	> 1 000	不严格	> 1 000	不严格
Distance from human disturbance (m)				
水源 Water resoruce	无要求	无要求	无要求	无要求
海拔 Altitude	较高	低	较高	较低
雪深 Snow depth	要求不严格	较浅	要求不严格	较浅
隐蔽度 Shelter	0.35—0.70	0.33—0.62	0.30—0.73	0.25—0.65
郁闭度 Canopy density	要求不严格	0.15—0.25	0.20—0.40	0.15—0.20
盖度 Coverage	0.30—0.55	0.30—0.46	0.25—0.45	0.20—0.50
乔木密度 (棵/m ²) Tree density	0.03—0.05	0.045—0.065	0.05—0.095	0.055—0.090
乔木胸径 Diameter at breast height (m)	0.015	0.024	0.055	0.072
灌木数 (棵/m ²) Shrub wattle density	0.08—0.13	0.060—0.09	0.010—0.03	0.01—0.025
食物丰富度 (枝/m ²) Food abundance	要求不严格	要求不严格	0.29—0.55	0.23—0.48

马鹿主要选择灌丛或杂木林，狍子选择杂木林或柞树林；在非采伐区，马鹿选择杂木林，狍子选择杂木林和杨-桦混交林。首先，产生部分分离的原因主要是由隐蔽度引起的：在采伐区，灌木林隐蔽度最高，杂木林隐蔽度位居第二；在非采伐区，由于灌木树种减少，杂木林隐蔽度较其他林型高。马鹿和狍子性情机敏，喜欢隐蔽度适中或较高的生境。根据本研究的数据分析表明，马鹿喜欢卧息于隐蔽度为 0.4—0.68 的生境，狍子喜欢卧息于隐蔽度为 0.3—0.6 的生境，而对于影响其奔跑的高隐蔽度生境，马鹿和狍子都较少选择。其次，对不同林型的选择在一定程度上也是避免种间竞争的结果。食物是动物进行生境选择的主要生态因子之一（Liu et al, 2004）。在冬季，生境中食物的多少决定了栖息其中的动物能否越冬。马鹿、狍子在一天中尽可能走短的距离，消耗较少的能量，以获取最大的食物量。采伐区生境中，由于新生有大量幼树及枝条，食物丰富度高，能够满足两个物种摄食量的需求；而在非伐区，幼树及枝条少，为了满足自身对能量的需求，马鹿和狍子主要选择食物丰富度较高，单位时间内净收益大，当年生枝条数分别在 0.29—0.55 枝/m² 和 0.23—0.48 枝/m² 的生境取食。乔木胸径、盖度和雪深对马鹿和狍子的影响与食物丰富度密切相关。灌丛生境中的林木胸径小，当年生的食物枝条离地面距离相对较低，便于马鹿和狍子取食。虽然柞树林中柞树胸径大，但其林内苔藓类植

被较丰富，在一定的程度上丰富了狍子的食物。冬季，盖度较高的生境，可获得食物较多。雪被对马鹿和狍子的影响主要是由于个体大小差异造成的，狍子个体较马鹿小，四肢短，雪被较厚的生境，即使有丰富的食物资源，狍子无法达到这类生境取食。除此之外，种间竞争还导致了马鹿和狍子空间生态位的部分分离。马鹿在森林采伐区和非采伐区，主要选择海拔相对较高的中坡位或上坡位、狍子主要选择海拔相对较低的中坡位或下坡位，从而避免空间竞争和过分拥挤，使种间竞争降至最低点。

马鹿和狍子生境选择部分重叠主要表现在马鹿和狍子都喜欢选择阳坡或半阴半阳的生境，因为阳坡或半阴半阳坡生境光照强、风小、雪浅，而且生境中生长着喜阳的阔叶林食物资源。

随着林区人口增多，人为干扰活动对野生动物的影响越来越大。本次研究表明，在森林采伐区和非采伐区，马鹿主要选择人为干扰距离大于 1 000 m 的生境；而狍子主要选择海拔较低，且对人为干扰距离要求不十分严格的生境。本次研究记录的马鹿采食生境离人为干扰的最小距离为 753 m，卧息生境离人为干扰的最小距离为 955 m；狍子采食生境离人为干扰的最小距离为 565 m，卧息生境离人为干扰的最小距离为 732 m。这一方面可能因为人为干扰活动对狍子的影响较马鹿的小；另一方面可能是由于马鹿占据了中坡位和上坡位的生境，狍子

只能选择离人为干扰活动较近的中坡位或下坡位生境, 由于种间竞争导致空间生态位分离。研究地区冬季封冻, 马鹿和狍子主要以雪被补充机体对水的需求, 对水源没选择。

因此, 马鹿和狍子这两种鹿科有蹄类动物, 虽

然在时间和季节节律、资源生态位上发生了部分重叠, 但在长期的进化过程中, 它们为了能够在同一生态环境下生存, 在空间生态位、生境选择和生境利用的方式上发生了部分分离, 从而达到相互适应, 长期共存, 这再次印证了竞争排斥原理。

参考文献:

- Chen HP, Xiao QZ. 1989. Winter food-habitats of red deer in Dailing [J]. *Acta Theriol Sin*, **9** (1): 8–15. [陈化鹏, 萧前柱. 1989. 带岭地区马鹿冬季食性研究. 兽类学报, **9** (1): 8–15.]
- Chen HP, Xiao QZ. 1991. Comparison of winter trophic strategies between in red deer and roe deer in Dailing Region [J]. *Acta Ecol Sin*, **11** (4): 349–354. [陈化鹏, 萧前柱. 1991. 带岭林区马鹿和狍冬季营养对策比较. 生态学报, **11** (4): 349–354.]
- Chen HP, Feng L, Luo LY, Wang H, Ma JZ, Li F. 1999. Winter bed-site selection by red deer *Cervus elaphus xanthopygus* and roe deer *Capreolus capreolus bedfordi* in forests northeastern China [J]. *Acta Theriol*, **44**: 195–206.
- Drozdz A. 1979. Seasonal intake and digestibility of natural food by roe deer [J]. *Acta theriol*, **24**: 137–170.
- Ge F. 2002. Modern Ecology [M]. Beijing: Science Press, 133–136. [戈峰. 2002. 现代生态学. 北京: 科学出版社, 133–136.]
- Jiang ZW, Xu L, Ma YQ, Wang YQ, Buskirk SW. 1998. The winter habitat selection of sables in Daxinganling Mountains [J]. *Acta Theriol Sin*, **18** (2): 112–119. [姜兆文, 徐利, 马逸清, 王永庆, 李永祺, Buskirk SW. 1998. 大兴安岭地区紫貂冬季生境选择的研究. 兽类学报, **18** (2): 112–119.]
- Lang BK, Gates JE. 1985. Selection of sites for winter night beds by white-tailed deer in a hemlock-northern hardwood forest [J]. *Am Mild Nat*, **113**: 245–254.
- Li YZ, Xiao QZ, Chen HP. 1992. Interspecific relationships among the moose, red deer and roe deer in winter [J]. *Acta Theriol Sin*, **12** (2): 110–116. [李玉柱, 萧前柱, 陈化鹏. 1992. 黑龙江省胜山林场冬季驼鹿、马鹿和狍的种间关系. 兽类学报, **12** (2): 110–116.]
- Liu ZS, Cao LR, Zhai H, Hu TH, Wang XM. 2004. Winter habitat selection by red deer (*Cervus elaphus alxaicus*) in Helan Mountain, China [J]. *Zoo Res*, **25** (5): 403–409. [刘振生, 曹丽荣, 翟昊, 胡天华, 王小明. 2004. 贺兰山区马鹿对冬季生境的选择性. 动物学研究, **25** (5): 403–409.]
- Ma YQ, Chen JZ, Fu CZ, Lou W, Jin AL, Zhen L, Jin LR. 1986. Mammals of Heilongjiang Province [M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press, 400–407. [马逸清, 程继臻, 傅承钊, 楼伟, 金爱莲, 郑琳, 金龙荣. 1986. 黑龙江省兽类志. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 400–407.]
- Mautz WW. 1978. Sledging on a bushy hillside. The fat cycle in deer [J]. *Wildl Soc Bull*, **6**: 88–90.
- McLoughlin PD, Case RL, Gau RJ, Cluff HD, Mulders R, Messir G. 2002. Hierarchical habitat selection by barren-ground grizzly bears in the central Canadian Arctic [J]. *Oecologia*, **132**: 102–108.
- Moen AN. 1976. Energy conservation by white-tailed deer in the winter [J]. *Ecology*, **57**: 192–198.
- Sun RY. 1996. Wildlife Ecology [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 1–317. [孙儒泳. 1996. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 1–317.]
- Wu H, Hu JC. 2001. A comparison in spring and winter habitat selection of takia swton groal in Tangjiahe, Sichuan [J]. *Acta Ecol Sin*, **21** (10): 1627–1633. [吴华, 胡锦矗. 2001. 四川唐家河自然保护区羚牛、鬣羚、斑羚春冬季生境选择比较研究. 生态学报, **21** (10): 1627–1633.]
- Yan ZC, Chen YL. 1998. Habitat selection in animals [J]. *Chn J Ecol*, **17** (2): 43–49. [颜忠诚, 陈永林. 1998. 动物的生境选择. 生态学杂志, **17** (2): 43–49.]