

栖木在越冬红隼 (*Falco tinnunculus*) 的觅食地与捕食方式选择中的作用

熊李虎, 陆健健*, 童春富, 何文珊

(华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

摘要 栖木是重要的生境因子, 对于鸟类生境选择和利用具有重要意义。2003 年 9 月~2004 年 3 月, 采用固定样地对照观测的方法, 分析研究栖木在越冬红隼 (*Falco tinnunculus*) 的栖息地选择与捕食方式选择中的作用。研究结果表明, 增加了栖木的试验区 (下称试验区), 红隼的出现频率远大于未增加栖木的对照区 (下称对照区); 试验区红隼个体平均停留时间显著长于对照区; 在试验区红隼栖停捕食占捕食次数的 77.24%, 而在对照区红隼只进行飞行捕食, 红隼捕食方式和样地中是否增加栖木具有极显著相关性; 试验区红隼栖停行为时间占 51.8%, 大于对照区 (30.1%); 对照区中, 红隼在空中的行为如飞行、翱翔、悬停等行为时间所占比例为 34.8%, 远高于试验区 (12.1%)。这些结果表明, 栖木在越冬红隼的栖息地选择和捕食方式选择中具有重要的作用, 栖木的存在是栖停捕食的先决条件, 冬季红隼偏好于具有较好栖木条件的栖息地, 并且偏向于采取低消耗低收益的栖停捕食。

关键词 红隼, 捕食方式, 觅食栖息地选择, 栖木

文章编号: 1000-0933 (2007) 06-2160-07 中图分类号: Q143, Q958, Q959.7 文献标识码: A

Foraging area and hunting technique selection of Common Kestrel (*Falco tinnunculus*) in winter : the role of perch sites

XIONG Li-Hu, LU Jian-Jian, TONG Chun-Fu, HE Wen-Shan

State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (6) 2160 ~ 2166.

Abstract : In winter, Common Kestrels minimize energy expenditure. And they prefer to use a low-cost low-profit technique of perch-hunting. The perch sites' existence is the precondition of perch-hunting. So we can predict that Kestrel would prefer a habitat with more perch sites and perch site should have an important role in Kestrel's hunting technique use, habitat selection and habitat use in winter. In order to test this prediction, we manipulated two areas in grassland. We increased potential perch site in one area with bamboo poles and keep another as control. We observed and compared the Kestrel's use and their behaviors in these two areas.

We found the following results. More Kestrels at the area increasing perch sites than control were recorded. The Kestrels stayed at more perch sites area significant longer than control area. And at the area with more perch sites, of 77.24% of total hunting, Kestrels hunted with the technique of perch-hunting. At the control area, Kestrels hunted only

基金项目: 上海市科委重大科技资助项目 (04DZ12049)

收稿日期: 2006-06-02; 修订日期: 2007-02-01

作者简介: 熊李虎 (1979~), 男, 湖南宁乡县人, 博士生, 主要从事系统生态学和鸟类生态学研究. E-mail: lihuxiong@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Jjlu@sklec.ecnu.edu.cn

致谢: 感谢澳大利亚《attler》杂志主编 Phil Straw 先生润色英文摘要以及图表中英文注解。

Foundation item : The project was financially supported by Shanghai Technology & Science Administration Key Project (No. 04DZ12049)

Received date 2006-06-02 ; **Accepted date** 2007-02-01

Biography XIONG Li-Hu, Ph. D. candidate, mainly engaged in systems ecology and ornithological ecology. E-mail: lihuxiong@126.com

with the technique of flight-hunting. There was a significant correlation between the technique used by Kestrels and the areas with or without perch site. In the area increasing perch sites Kestrels spent 51.8% of time perching and 12.1% in air, and they were 30.1% and 34.8% respectively in control area. There was no significant difference of hunting profit between areas.

Our results suggest that perch sites has an important role in the selection of hunting techniques and habitat selection of Kestrels in winter and the Kestrels appear to prefer the habitat with suitable perch sites in winter.

Key Words : Common Kestrel ;foraging habitat selection ;hunting technique selection ;perch sites

红隼 (*Falco tinnunculus*) 为昼行性猛禽,属于脊椎动物门鸟纲隼形目 (Falconiformes)。广泛分布于亚非欧大陆,在中国各地均有分布。红隼通常栖息在山区稀疏混交林、开垦耕地、旷野灌丛草地,以田鼠 (*Microtus arvalis* L.)、地鼠 (*Sorex araneus* L.)、某些小型鸟类、小型爬行动物以及大型无脊椎动物为食^[1~4],捕食方式主要包括栖停捕食 (Perch-hunting) 和飞行捕食 (Flight-hunting)^[1,2]。其中,飞行捕食又包括悬停捕食 (Hover-hunting) 和滑翔捕食 (Soar-hunting),它以空中悬停或者滑翔搜索饵料生物为主要特征,而栖停捕食则以栖木为停栖平台,在栖木上搜索饵料生物,而后进行捕食。栖停捕食是低消耗低收益捕食方式,而飞行捕食是高收益高消耗捕食方式^[5]。

一般认为红隼在越冬地的能量策略上选用的是能量消耗最小化策略^[5]。而已有研究结果表明,在猛禽的领地范围内,无论是停栖地还是觅食地,通常具有一定数量的栖木分布^[6~8]。那么,红隼在越冬地的捕食方式是否会以能量消耗较小的栖停捕食为主,栖木在冬季红隼的觅食地与捕食方式选择中又具有何种作用则成为需要进一步研究的问题。

本文旨在通过越冬地固定样地的对照观测,分析研究栖木在红隼觅食地与捕食方式选择中的作用,为猛禽的保护与适宜栖息地的修复与重建提供科学依据。

1 研究地点

1.1 研究地点

研究区域位于上海市浦东新区机场镇,中心区域坐标为 N31°10',E121°23'。该区域为长江三角洲冲积平原的一部分,地势坦荡低平,平均海拔高度为 4 m 左右。属于北亚热带季风气候区,月平均气温为 3.7 ~ 27.8℃,月降雨量为 39 ~ 155.6 mm,平均风速为 2.7 ~ 3.3 m/s。

观测样地位于机场镇北面一个人工草坪,面积为 48hm² (120m × 4000m)。植被以人工种植的白花三叶草 (*Trifolium repens* L.) 和马尼拉草 (*Zoysia matrella* L.) 为主,并伴生有少量水花生 (*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.)、葎草 (*Humulus scandens* (Lour.) Merr.)、稗草 (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) 等杂草。冬季地上部分全部枯萎,枯萎后植被高度在为 5 ~ 15cm,植被盖度在 95% 以上,区域土壤无脊椎动物主要有蟋蟀 (*Gryllulus* sp.)、蚯蚓 (*Lumbricus* sp.)、薄球蜗牛 (*Fruticicola ravide* Benson) 等。样地周边部分区域有建筑物、篱笆和水杉等高大乔木分布。

2 研究方法

2.1 样地布设

实验样地平均分成两块,每块面积为 24hm² (120m × 2000m)。其中一块样地作为对照区 (以下称对照区),另一块样地每 100m² 竖立 1 根 2 ~ 3m 高、直径 3 ~ 5cm 的竹竿,共竖立竹竿约 2300 根,竹竿均匀分布,作为试验区 (以下称试验区)。试验区的处理在进行观测前 6 ~ 12 个月完成,进行红隼行为观测之前,试验区和对照区草坪杂草进行过割刈,植被高度保持在 15cm 以下。由于是人工草坪,植被的高度、密度和盖度在两个区域基本相似。

2.2 观测取样

观测期为 2003 年 9 月至 2004 年 3 月,每月选取晴好的日子对两个区域进行同步观测。观测时间为 5 ~ 30

~18 00。共观测 37d ,计 462.5h。

采用单筒望远镜和双筒望远镜观测记录样地区域活动的红隼的数量 ,并随机选取代表性个体 ,记录个体行为及行为持续时间 ,包括在样地中的逗留时间、捕食方式、频次、捕食结果、进食时间 ,以及栖停、停落、飞行、滑翔、悬停等特征行为的时间 ,时间记录借助秒表精确到秒。飞行经过研究样区而没有悬停、捕食、栖停等行为的红隼个体不作记录。在一个区域出现后进入另一个区域的个体 ,行为时间分配根据情况按区域分开进行记录。

特征行为界定及时间记录参照 Village ,Anthony 等对红隼行为的分类和定义^[1,2] ,结合观测的实际情况进行 :

栖停行为——发生栖停行为时 ,红隼所处位置在离地面 1m 或以上的位置 ,且该位置视野比较开阔 ,红隼在研究区域边沿的篱笆、乔木、建筑物上栖停时 ,分情况处理 :在区域内活动后到这些物体上栖停、后又进入研究区域活动的 ,记入红隼在该区域行为时间估算 ,进入研究区域之前在这些物体上栖停的时间不纳入红隼在研究区域的行为时间估算 ;只在这些物体上停留而未进入研究区域活动的个体不予记录。对于所有栖停行为记录栖停的基质。

悬停行为——红隼捕食前借助翅膀扇动和风力保持在空中不动的行为 ,如果连续的悬停行为之间具有飞行行为 ,则飞行行为时间也记入该次悬停 ;

停落行为——进行停落行为时 ,红隼所处位置离地面不到 1m 或者直接位于地面 ,或者所处位置视野狭小 ,比如位于建筑物缺口和树洞中 ;

飞行行为——即红隼扇动翅膀 ,直线飞行的行为 ,悬停和滑翔不包括在内 ;

滑翔行为——红隼不扇动翅膀 ,借助风力或者上升气流在空中作圆周或直线移动 ,连续多次滑翔之间的短暂飞行行为也包括在滑翔行为时间之内 ;

进食行为——指红隼攫取食物后原地或者飞回栖木撕咬、吞咽食物的行为。

由于 栖停、飞行、悬停、翱翔时 ,较难判断红隼是否在进行搜索行为 ,所以捕食前的飞行、悬停、翱翔和栖停行为时间全部记入捕食行为时间。

2.3 数据处理

所有行为时间分配数据按区域归类整理。时间行为分配数据利用 Microsoft Excel 进行处理分析。时间行为百分比以进行某个行为的时间占用于所有行为的时间的百分比表示。差异性检验利用 Statistic 6.0 软件的独立样本 *t*-检验或者 χ^2 -检验进行 ,数据不符合正态分布时进行四次方根转换后进行统计分析 ,如果转换后仍不符合正态分布 ,即采用非参数方法检验。

捕食行为分析中 ,为了比较不同栖息地猎物的可获取性 ,计算了两个区域不同捕食行为以及所有捕食行为的捕食成功率^[2]。捕获食物的大小或者生物量直接影响到攫取食物以后进食时间的长短 ,捕获食物的生物量越大 ,进食时间相应越长 ,本研究通过捕食后的进食时间来衡量猎物的差异^[2]。

3 研究结果

观测期为 37d ,计 462.5h。两个区域共记录到红隼 173 只 ,具有行为时间分配记录数据的红隼个体 112 只次 ,共 123.33h ,其中试验区 68 只次 ,对照区 44 只次。观测期间 ,整个区域每天出现的红隼在 0~5 只之间变动 (红隼同时出现最多为 5 只) ,由于没有对红隼进行个体标识 ,观测期间 ,没有进行连续行为观测的个体之间没有进行区分。

3.1 红隼对栖木的利用

试验区和对照区内红隼潜在的栖木有篱笆、水杉等乔木、建筑物、电线、电线杆以及试验区增加的竹竿。其中篱笆、水杉等乔木、建筑物、电线和电线杆位于区域的边缘 ,从表 1 中可以看出 ,这些潜在栖木的数量在试验区和对照区差异不大 ,潜在栖木的差异主要是增加的竹竿。

试验区 红隼除了利用竹竿作为栖木 ,也利用篱笆和建筑物作为栖木 ,但是只利用竹竿作为栖木进行捕

食,在篱笆和建筑物上停留的时间长于竹竿,可见红隼在试验区主要利用篱笆和建筑物作为休息的栖木,而竹竿主要作为捕食用的栖木(表1)。在对照区,红隼利用篱笆、水杉等乔木、建筑物、电线和电线杆作为栖木,但是没有借助这些栖木进行捕食,在这些栖木上的停留的时间都比较长,长于在试验区竹竿上停留的时间,可见红隼主要利用这些栖木休息,而非捕食(表1)。整体上,红隼在对照区的栖木上停留的时间要长于试验区,表明红隼对试验区和对照区栖木的利用上存在差异。

Table 1 Estimation of potential perch sites and use of perch sites by kestrels in test and control area during observation							
项目 Item		篱笆 Fence	水杉等乔木 Arbors	建筑物 Building	竹竿 Bamboo Poles	其他 Others	合计 Total
试验区 Test Area	潜在栖木估计 Estimation of potential perch sites	除与对照区交界,四周均有铁丝网篱笆 ^①	19	6	约 2300	电线和电 线杆 (11 根) ^②	—
	观测期间栖停次数 Times of Perching during observation	86	0	12	590	0	688
	利用栖木捕食次数 Times of Hunting	0	0	0	336	0	336
	平均栖停时间 Duration of Perching (Mean ± SD, min)	11.24 ± 5.82	—	11.84 ± 6.65	3.89 ± 2.89	—	4.99 ± 4.44
对照区 Control Area	潜在栖木估计 Estimation of potential perch sites	除和试验区交界,四周均有铁丝网篱笆 ^③	16	5	0	电线和电 线杆 (8 根) ^④	
	观测期间栖停次数 Times of Perching during observation	34	34	8	0	5	81
	利用栖木捕食次数 Times of Hunting	0	0	0	0	0	0
	平均栖停时间 Duration of Perching (mean ± SD, min)	9.11 ± 5.75	9.03 ± 4.47	8.06 ± 2.75	—	14.42 ± 12.42	9.29 ± 5.66

①Fences encircling the area but the border facing the control area, ②Electrical wire and 11 telegraph poles, ③Fences encircling the area but the border facing the test area, ④Electrical wire and 8 telegraph poles, “—”表示没有数据 “—” means no data

3.2 不同区域红隼出现的频次差异、密度

在整个观测期中,试验区共记录到红隼 110 只次,平均为 0.0099 只次·h⁻¹·hm⁻²对照区共记录到红隼 63 只次,平均为 0.0057 只次·h⁻¹·hm⁻²。

3.3 不同区域红隼平均停留时间长度

试验区红隼个体平均停留时间为 (72.0 ± 40.5) min (Mean ± SD, n = 68),对照区红隼个体平均停留时间为 (56.9 ± 28.3) min (Mean ± SD, n = 44),两个区域红隼个体停留时间长度具有显著性差异 (独立样本 t-检验, F = 4.94, p = 0.028 < 0.05; t = 2.32, df = 109, p = 0.022 < 0.05, two-tailed test)。

3.4 不同区域红隼行为组成

不同区域红隼行为时间组成如图 1。试验区中红隼的栖停行为所占比例 (51.8%) 明显高于对照区 (30.1%),而停落行为所占比例,对照区 (13.3%) 高于试验区 (11.6%);在空中进行的行为 (飞行、滑翔、悬

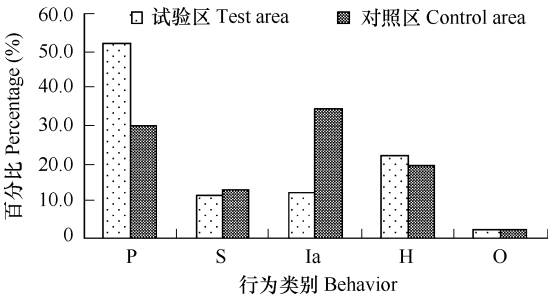


图1 不同栖木条件的生境中红隼行为组成
Fig. 1 Behavior composition of Common Kestrel in different habitats
P: Perching 栖停行为; S: Sitting 停落行为; la: In air 空中行为, include flying, wind-hovering, Soaring 飞行/悬停/滑翔行为; H: Hunting 捕食行为; O: other behavior 其它行为

停)所占时间比例,对照区(34.8%)比试验区(12.1%)高出近两倍;试验区红隼用于捕食的行为所占时间比例(22.3%)稍微高于对照区(19.6%)。

3.5 不同区域红隼捕食行为

不同区域红隼的捕食情况如表 2。红隼飞行捕食的成功率,对照区(71.10%, $n = 308$)和试验区(69.70%, $n = 99$)相差不大,没有区域差异;所有捕食次数的成功率,试验区(80.22%, $n = 435$)大于对照区(71.10%, $n = 308$);两个区域中,栖停捕食(83.33%, $n = 336$)的成功率高于飞行捕食(70.76%, $n = 407$)。单位时间捕获量,对照区(26.80Item/h)高于试验区(19.20Item/h)。

表 2 不同栖木条件生境中红隼捕食行为比较
Table 2 Comparison of hunting of Common Kestrel in different habitats

项目 Item		试验区 Test area	对照区 Control area	总计 Total
观测时间 Time for Kestrel in sight (h)		81.61	41.72	123.33
观测只次数 Individuals observed		68	44	112
捕食时间 Time spent hunting (h)		18.18	8.17	26.35
捕食 Hunting	总次数 Times	435	308	743
	情况不明次数 Unclear times	12	13	25
	失败或中途放弃次数 Fall or aborted times	74	76	150
	捕食成功率(%) Percentage of Successful hunting	80.22	71.10	76.44
	捕获量(单位捕食时间内捕食猎物个体数) Yield (Items/hours spent hunting)	19.20	26.80	21.56
	捕食频率(单位观测时间内捕食次数) Strike frequency (Times/hours in sight)	5.33	7.38	6.02
飞行捕食 Flight-hunting	总次数 Times	99	308	407
	情况不明次数 Unclear times	5	13	18
	失败或中途放弃次数 Fall or aborted times	25	76	101
	捕食成功率(%) Percentage of Successful hunting	69.70	71.10	70.76
	捕获量(单位捕食时间内捕食猎物个体数) Yield (Items/hours spent hunting)	3.80	26.80	10.93
	飞行捕食频率(单位观测时间内捕食次数) Strike frequency (Times/hours in sight)	1.21	7.38	3.30
栖停捕食 Perch-hunting	总次数 Times	336	—	336
	情况不明次数 Unclear times	7	—	7
	失败或中途放弃次数 Fall or aborted times	49	—	49
	捕食成功率(%) Percentage of Successful hunting	83.33	—	83.33
	捕获量(单位捕食时间内捕食猎物个体数) Yield (Items/hours spent hunting)	15.40	—	15.40
	栖停捕食频率(单位观测时间内捕食次数) Strike frequency (Times/hours in sight)	4.12	—	3.43

“—”表示没有数据 “—”means no data

不同区域红隼捕食行为的组成见表 2 和表 3。试验区,红隼采用两种捕食方式进行捕食,栖停捕食是主

要的捕食方式 ,占总捕食次数的 77.24% ;对照区红隼只采用飞行捕食。捕食方式选用和所处区域具有极显著的相关性 ($p < 0.001$ χ^2 检验 $\chi^2 = 431.19$ $df = 1$)。

表 3 不同栖木条件生境中红隼捕食方式组成
Table 3 Hunting method of Common Kestrel in habitat with and without perch

项目 Item	试验区 Test area	对照区 Control area
捕食总次数 Times of hunting	435	308
飞行捕食次数 (比例) Times of flight-hunting (percentage)	99 (22.76%)	308 (100%)
栖停捕食次数 (比例) Times of Perch-hunting (percentage)	336 (77.24%)	0
差异性检验 Difference test	极显著差异 Significant difference $p < 0.001$ (χ^2 检验 $\chi^2 = 431.19$ $df = 1$)	

对照区飞行捕食后进食时间长度平均为 $(6.13 \pm 3.16\text{sec})$ ($\text{Mean} \pm \text{SD}$ $n = 216$) ,试验区红隼飞行捕食后 ,进食时间长度平均为 (6.19 ± 2.58) ($\text{Mean} \pm \text{SD}$ $n = 63$) ,两个区域红隼飞行捕食后进食时间长度差异不显著 (独立样本 t -检验 $F = 0.076$ $p = 0.784 > 0.05$ $t = -0.129$ $df = 277$ $p = 0.897 > 0.05$,two-tailed test)。

试验区和对照区栖停捕食后的进食时间长度平均为 $(5.92 \pm 2.29)\text{sec}$ ($\text{Mean} \pm \text{SD}$ $n = 276$) ,与飞行捕食后进食时间长度差异不显著 (独立样本 t -检验 $F = 1.882$ $p = 0.171 > 0.05$ $t = 0.977$ $df = 553$ $p = 0.329 > 0.05$,two-tailed test)。

4 讨论

4.1 栖木与红隼觅食地的选择

生境利用 (habitat use)是生境选择 (habitat selection)最终结果 ,生境利用现状在一定程度上反映了生境选择的过程^[9] ,物种种群密度或者个体出现频率的生境差异是生境利用现状的直观反应^[9]。本研究中 ,相同时间内 ,红隼出现在试验区的频率明显高于对照区 ,而且红隼个体在试验区平均停留时间也显著长于对照区 ,可见 ,红隼更加偏爱使用试验区 ,即增加了栖木的区域。

猛禽是高度移动性的捕食者 ,通常利用多样的生境^[1]。根据取食理论 (Foraging theory) ,猛禽的分布应该不是随机的 ,而是在净能量获取最大的区域进行较多的捕食行为。而净能量获取可能受到不同猎物的丰度、不同猎物被捕捉的难易程度的影响 ,同样 ,也会受到栖息地生境特征的影响 ,比如植被的高度和密度等^[10]。而生境特征、猎物状况对净能量获取的影响最终表现在捕食成功率和实际获取的猎物的差异上。由于红隼实际捕获的猎物及捕食获益无法验证 ,本研究采用间接的证据——进食时间来比较不同区域红隼捕获的猎物^[2] ,试验区和对照区红隼飞捕后进食时间长度没有显著差异 ,可以认为两个区域红隼可获取的猎物基本相同。而两个区域红隼飞行捕食的成功率相差不大 (71.10% 和 69.70%) ,表明两个区域猎物可获取性对于红隼来说是相似的。同时 ,试验区和对照区植被是人工种植的 ,采取相同的管理方式 ,植被条件几乎不存在差异。因此 ,可以认为试验区和对照区生境状况 (植被情况、猎物丰度、猎物类型等)相似。

因此造成红隼对试验区和对照区选择和利用差异的原因应当来自于两个区域的主要差异——栖木的差异 (见表 1)。已有研究表明 ,猛禽所选择的领域中 ,均表现出需要有一定数量的栖木 ,栖木对保护巢和捕食都有影响 ,除围绕巢周围有一定数量的栖木 ,在取食地也有一定数量的栖木^[6] ,在繁殖期 ,栖木是猛禽对领域选择的重要标志。据调查 ,红隼领域中栖木一般为 16~18 个^[8]。

4.2 栖木与红隼的捕食行为

在红隼的主要捕食方式中 ,飞行捕食能耗明显高于栖停捕食^[5]。从本文研究来看 ,栖停捕食的成功率 (83.33%)高于飞行捕食 (70.76%) ,而捕食的收获 (通过捕食后进食时间长度比较) ,栖停捕食和飞行捕食没有显著差异 (独立样本 t -检验 $F = 0.076$ $p = 0.784 > 0.05$ $t = -0.129$ $df = 277$ $p = 0.897 > 0.05$,two-tailed test) 。可见使用栖停捕食比使用飞行捕食更加节省能量 ,更有利于红隼冬季能量消耗最小化。因此 ,在增加

栖木的试验区,红隼主要以栖停捕食方式进行捕食(77.24%)。捕食方式的选择和红隼所处的区域具有极显著的相关性(见表3),而区域之间的主要差异在于栖木的差异,可见,捕食方式的选择与栖木的差异具有一定的相关性。因此,栖木条件影响红隼对捕食方式的选择。

栖木的存在不但影响红隼捕食方式,而且影响红隼时间行为组成。需要借助栖木才能进行的行为如栖停行为,在增加了栖木的试验区(51.8%)明显高于没有增加栖木的对照区(30.1%),而不依赖于栖木存在可以进行的飞行、翱翔、悬停、停落等行为,在对照区高于增加栖木的试验区。栖停时鸟类的能量消耗和生存能(EMR,existence metabolic rate)相差不大,而飞行时的能量消耗可以达到动物生存能的6.25^[1]甚至8倍^[2],因此红隼选用增加了栖木的区域,可以减少飞行等高能耗的行为,进而达到能耗最小化^[5]。

红隼在对照区捕获量和捕食频率都高于试验区(见表2),这在一定程度上表明,由于较高比例的高能耗行为,对照区活动的红隼能量消耗高于试验区,因此相应的也需要增加能量获取,以维持其能量收支平衡。也就是相应的增加捕食频率,进而增加单位时间的捕获量,以增加能量摄入。这也表明不存在合适栖木会在一定程度上增加红隼的能量消耗,在一定程度上导致红隼放弃不具有合适栖木的生境。而部分红隼在部分时间内选择不合适栖木的生境觅食,可能是来自同种其他个体竞争的缘故^[1],这需要进一步的研究。

从本研究来看,冬季红隼偏向于具有较多栖木的区域进行觅食和活动,减少了能量消耗较高的空中行为,而且在较多栖木的区域红隼偏向于采取较少能量消耗较低能量收获的栖停捕食^[5],这也表明,红隼在冬季偏向于选取最小化能量消耗的能量策略^[5]。

总之,栖木对红隼捕食方式的选择具有显著的影响,红隼对不同栖木条件生境的选择和利用存在差异,栖木在红隼捕食方式选用和栖息地选择中具有重要作用,在红隼保护与栖息地修复与重建中应该予以考虑。

References :

[1] Village A. The Kestrel. London :T & AD Poyser ,1990. 1—352.

[2] Anthony V Z. Foraging of the South African Rock Kestrel (*Falco tinnunculus rupicolus*). In :Nicholls M K. & Clarke ,R. eds. Biology and conservation of small falcons. London :Hawk and Owl Trust ,1993. 151—162.

[3] Yang X M ,Gao J X ,Chang Z M. An observation of ecology and breeding biology of Common Kestrel. Chinese Journal of Zoology ,1995 ,30 (1) : 23—26.

[4] Aparicio J M. Differences in the diets of resident and non-resident Kestrels in Spain. Ornis Fennica ,2000 ,77 :169—175.

[5] Masman D ,Daan S ,Dijkstra C. Time allocation in the kestrel (*Falco tinnunculus*) , and the principle of energy minimization. Journal of Animal Ecology ,1988 ,57 :411—432.

[6] Burger J. Habitat selection in temperate marshnesting birds. In :M. L. Cody ed. Habitat selection in birds ,Academic Press ,1985. 255—281.

[7] Gao W ,Xiang G Q ,Feng H L ,Zhang K Q ,Yang Z J ,Cheng H. A comparison study of home range selection of three falcons. In :Chinese Ornithological Society. Study of Chinese Ornithology. Beijing :Forest Publisher ,1991. 126—129.

[8] Xiang G Q ,Feng H L ,Gao W ,Yang Z J ,Zhang K Q ,Cheng H. A study of Breeding biology and home range selection of Kestrel. Chinese Journal of Zoology ,1993 ,28 (2) :38—43.

[9] Jones J. Habitat selection studies in Avian Ecology :A Critical Review. The Auk ,2001 ,118 (2) :557—562.

[10] Thirgood S J ,Redpath S M ,Campbell S ,Smith A. Do habitat characteristics influence predation on red grouse ?J. Appl. Ecol. ,2002 ,39 :217—225.

[11] Tucker V A. Oxygen consumption of a flying bird ,Science ,1966 ,154 :150—151.

[12] LeFebvre E A. The use of D₂O¹⁸ for measuring energy metabolism in Columba livia at rest and in flight. The Auk ,1964 ,81 :403—416.

参考文献 :

[3] 杨向明,高建兴,常孜苗. 红隼的生态和繁殖生物学观察. 动物学杂志,1995,30(1):23~26.

[7] 高玮,相桂权,冯贺林,张克勤,杨志杰,程宏. 三种隼的领域选择的比较研究. 中国鸟类学会,中国鸟类研究,1991,126~129.

[8] 相桂权,冯贺林,高玮,杨志杰,张克勤,程宏. 红隼的繁殖习性 & 领域选择的研究. 动物学杂志,1993,28(2):38~43.