

艾虎对不同猎物的选择性*

杨生妹^{1**} 魏万红^{1,3} 殷宝法¹ 樊乃昌² 周文扬³

1. 扬州大学生物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009

2. 浙江师范大学生命与环境科学学院, 浙江 金华 321004

3. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001

摘要 在室内条件下, 将高原麝鼠 (*Myospalax baileyi*)、高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 和根田鼠 (*Microtus oeconomus*) 作为艾虎 (*Mustela eversmanni*) 的猎物选择对象, 研究艾虎对猎物的选择性及艾虎捕杀猎物的行为时间分配。实验结果表明: 艾虎对三种猎物的搜寻时间和搜寻频次基本一致, 在搜寻猎物的过程中并非已知洞道系统中所存在的食物信息, 是一种机会主义的捕食者; 艾虎除了具有典型鼬科动物捕杀猎物的方法外, 能够根据猎物的活动性、反捕食能力采用不同的捕杀方法, 在捕杀猎物的过程中首先捕杀高原麝鼠, 其致死部位全部为头部, 其次捕杀高原鼠兔, 其致死部位除了头部外, 明显增加了颈部的比例, 最后捕杀根田鼠, 其致死部位主要是头部和胸部; 艾虎在捕杀猎物的过程中, 追击根田鼠的时间最多, 追击麝鼠的时间最少, 而用于捕杀根田鼠的时间最少, 用于捕杀麝鼠的时间最多, 艾虎捕杀高原鼠兔后单位时间内获得的能量值最大, 其次为捕杀高原麝鼠, 而捕杀根田鼠后单位时间内活动的能量值最小。因此, 在室内条件下艾虎对猎物的选择性主要依赖于其本身处理猎物的行为时间分配和猎物的反捕食行为, 使单位时间内获得的能量值最大 [动物学报 52(3): 437-443, 2006]。

关键词 艾虎 猎物选择 捕食行为

Prey selection by the steppe polecat *Mustela eversmanni* *

YANG Sheng-Mei^{1**}, WEI Wan-Hong^{1,3}, YIN Bao-Fa¹, FAN Nai-Chang², ZHOU Wen-Yang³

1. College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China

2. College of Life and Environment Science, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China

3. Northwest Institute of Plateau Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China

Abstract Prey selection and foraging behaviour of the steppe polecat *Mustela eversmanni* were investigated with plateau zokors *Myospalax baileyi*, plateau pikas *Ochotona curzoniae* and root voles *Microtus oeconomus* offered as preys for paired comparisons in the laboratory. The time and frequency of the polecat searching different preys and burrows were nearly the same. The polecat attacked virtually all prey offered and thus exhibited opportunistic foraging behaviour. However, it did not captured all prey with equal sequence. It first captured the zokor, then the pika and last for the root vole. In addition to using the typical musteline killing method of biting the nape of the neck, the polecat evolved a variety of killing methods suited to a range of prey types depending on the activity, size and anti-predation ability of prey. The zokor was bitten on the head, whereas the pika was killed by bites to the head or throat and the root vole was killed by bites to the head or chest. The time polecats pursued the root vole was the longest, followed by that used in pursuing the pika and the zokor. However, the time of the polecat used to kill prey was reversed for the three prey species. So the polecat depended on its prey handling time and behaviours of prey to select the prey and get the largest net food value [Acta Zoologica Sinica 52(3): 437-443, 2006].

Key words Steppe polecat, *Mustela eversmanni*, Prey selection, Feeding behaviour

2005-11-21 收稿, 2006-01-25 接受

* 国家自然科学基金项目 (No.39770106, No.30570289) 资助 [This research was funded by the grants from National Natural Science Foundation of China (No.39770106, No.30570289)]

** 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: yang-sm@hotmail.com

© 2006 动物学报 Acta Zoologica Sinica

捕食者捕食任何一种猎物都要在搜寻、追击、捕杀、拖运和进食过程中花费时间和消耗能量,最后得到一定的净食物值(Net food value),因此捕食者对猎物的选择性与猎物的营养价值、能量值及处理猎物时所消耗的时间有关(Griffith, 1980)。捕食者在选择猎物时对一些猎物具有遗传的喜好性(Pirjio and Jari, 1997),在猎物的大小、猎物的活动性、猎物的数量和捕食者的身体大小及食物需求之间存在着密切的关系(Derting, 1989; 周文扬等, 1994; 魏万红等, 1994),而且具有多变捕杀猎物方法的捕食者能够获得更多的猎物种类(Ben-David et al., 1991; Ille, 1991)。最适取食原理假定,捕食者已经进化了能够估测不同猎物价值的的能力,使单位时间内所获得的能量值最大(Floeter and Temming, 2005; Emlen and Emlen, 1975; Krebs et al., 1977)。

艾虎(*Mustela eversmanni*)是青藏高原主要鼬科动物之一,是典型的夜行型动物,其主要食物是高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)、高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)、根田鼠(*Microtus oeconomus*)和一些小型鸟类(郑生武等, 1983),其主要天敌动物是狐狸(*Vulpes vulpes*)、牧犬和鹰类(周文扬等, 1994)。本文以艾虎的自然猎物高原鼠兔、高原鼯鼠和根田鼠为选择对象,在室内测定艾虎对不同猎物的选择性,观察艾虎捕杀不同猎物的行为及捕杀方法,分析艾虎处理猎物的行为时间分配与猎物能量值的关系,验证艾虎对猎物选择的最适取食原理假说,即艾虎对猎物的选择性主要依赖于其本身处理猎物的行为时间分配和猎物的能量值大小,使单位时间内获得的能量值最大。

1 材料与方法

1.1 材料

本项研究于1998年11月-1999年1月在青海省西宁市中国科学院西北高原生物研究所进行。1998年10月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站附近捕获用于实验的6只成体艾虎,雌性艾虎平均体重 646.00 ± 9.94 g ($n=3$),雄性艾虎平均体重 733.30 ± 7.51 g ($n=3$)。艾虎被捕后带回西宁饲养于室外 140 cm \times 120 cm \times 180 cm的网围栏内,围栏内放置 25 cm \times 25 cm \times 39 cm的木质巢箱供艾虎居住,从市场购得牛羊的肝脏及心脏作为艾虎的食物,每天下午19:00时供给食物及饮水。实验期间,从网围栏内捕捉单个艾虎饲养于室内

25 cm \times 25 cm \times 39 cm的木质巢箱中,食物供给同上,模拟自然光照。实验中所提供的猎物为高原鼯鼠、高原鼠兔和根田鼠,它们也均捕于中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站附近,猎物被捕后带回西宁单个饲养于 45 cm \times 50 cm \times 60 cm的养鼠池内,池内铺垫木屑及脱脂棉,自然光照,每天早8:30供给食物及饮水。高原鼯鼠平均体重为 234.10 ± 4.59 g ($n=30$),高原鼠兔平均体重为 151.50 ± 1.17 g ($n=30$),根田鼠平均体重为 31.30 ± 0.93 g ($n=30$)。高原鼯鼠的食物为胡萝卜,高原鼠兔和根田鼠的食物均为兔生长与繁殖的全价颗粒饲料,并附加一定数量的胡萝卜。

1.2 方法

在面积为 260 cm \times 490 cm、高为 300 cm的地下观察室的中心位置,平行放置两个底面积均为 0.65 m²、高为 60 cm的透明六面柱体有机玻璃观察箱,两个观察箱之间的距离为 70 cm,在每个观察箱内的六个面的底部中心位置均连接一个直径 10 cm、长 20 cm的铁制圆管作为艾虎搜寻的洞道。在观察室上方装有一个红外线摄像机,监测信号通过电缆输送至监测室,并通过显示器、录像系统对动物的各种行为进行观察,采用自编程序对动物的行为进行记录。观察室与监测室之间的距离在 50 m以上。每天的实验时间为7:00-10:00和17:00-20:00,每只艾虎在1 d内只供试实验一次。实验时通过自动控制装置模拟自然光照强度和光照时间。

1.2.1 猎物活动性测定 选择成年、健康的高原鼯鼠、高原鼠兔和根田鼠各10只,将单个猎物放入其中一个观察箱底部的中央位置,模拟自然光照,观察猎物在20 min内的活动时间和频次,观察结束后,更换新猎物。

1.2.2 艾虎对洞道的利用 每次实验时,在一个观察箱中随机选择连续的三个洞道,将处死的高原鼯鼠、高原鼠兔和根田鼠分别放入其中,确定艾虎在搜寻猎物的过程中是否利用上次捕获猎物的信息,在另一个观察箱中,随机选择相互间隔的三个洞道,将处死的高原鼯鼠、高原鼠兔和根田鼠分别放入其中,确定在猎物分布相同的条件下艾虎搜寻猎物的行为。由于艾虎是夜行性动物,实验时关闭灯光使观察室完全黑暗,将艾虎放入第一个观察箱中,观察并记录5 min内艾虎对6个洞道的搜寻顺序和搜寻频次,而后再将同一只艾虎放入第二个观察箱中,观察并记录5 min内艾虎对6个洞道的搜

寻顺序和搜寻频次。实验结束后, 更换新的艾虎重复以上实验。

1.2.3 艾虎对猎物的选择性 每次实验时在观察室中放入装有艾虎的巢箱, 使巢箱位于两个观察箱的一侧, 巢箱与观察箱之间的距离为 300 m。打开箱门, 关闭灯光使观察室完全黑暗, 让艾虎适应环境 10 min。在两个观察箱中分别放入 1 只活动的不同种类的猎物, 观察 20 min 内艾虎与每个观察箱壁的接触时间和频次, 以此作为艾虎对不同猎物的搜寻时间和频次; 然后调换两个观察箱中的猎物, 再次观察和记录 20 min。记录完毕后打开两个观察箱, 让艾虎能够捕杀猎物, 观察艾虎捕杀猎物的顺序、行为和处理猎物的时间及猎物的行为。当艾虎杀死猎物后, 立即取回猎物并解剖, 确定艾虎致死猎物的部位。由于艾虎在搜寻猎物的过程中已经了解了猎物的信息, 基本不存在搜寻猎物的过程, 同时, 人为干扰中断了艾虎拖运和进食的过程, 因此, 艾虎处理猎物的行为只包括追击和捕杀。追击指艾虎发现猎物到抓住猎物的过程, 捕杀指艾虎抓住猎物到杀死猎物的过程。

1.2.4 艾虎的捕食努力与获取食物之间的相互关系 每次实验时在观察室中放入装有艾虎的巢箱, 使巢箱位于两个观察箱的一侧, 巢箱与观察箱之间的距离为 300 m。打开箱门, 关闭灯光使观察室完全黑暗, 让艾虎适应环境 10 min。实验分两组进行。第一组实验时, 在其中一个观察箱中放入一只活动猎物, 观察 20 min 内艾虎对猎物的捕食努力, 即 20 min 内用于搜寻猎物的时间, 然后打开观察箱通道使艾虎能够进入观察箱捕杀猎物, 待艾虎杀死猎物后, 立即取走猎物, 堵塞观察箱通道, 在观察箱中放入另一只活动猎物, 开始第二次实验, 每只艾虎连续实验 6 个 20 min。第二组实验时, 每观察 20 min 后只更换猎物而不提供猎物被艾虎捕杀的机会, 继续下一次观察, 每只艾虎连续实验 6 个 20 min。

1.2.5 数据分析 统计分析采用 Friedman ANOVA 比较猎物活动性、艾虎对洞道的选择性、艾虎搜寻猎物的时间和频次之间的差异, 采用 ANOVA 比较艾虎处理猎物的时间差异。所有分析均通过 SPSS for Windows 完成, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结 果

2.1 三种猎物活动性的比较

将高原鼯鼠、高原鼠兔和根田鼠在 20 min 内

的活动时间和频次进行统计, 结果表明, 鼯鼠的平均活动时间为 369.90 ± 132.75 s ($n = 10$), 鼠兔的平均活动时间为 551.60 ± 83.25 s ($n = 10$), 根田鼠的平均活动时间为 665.30 ± 77.26 s ($n = 10$)。高原鼯鼠的活动时间与高原鼠兔的活动时间之间无明显差异 ($\chi^2_{1,10} = 0.400$, $P = 0.527$), 而与根田鼠的活动时间之间存在明显不同 ($\chi^2_{1,10} = 6.400$, $P = 0.011$), 高原鼠兔的活动时间与根田鼠的活动时间比较无明显差异 ($\chi^2_{1,10} = 0.111$, $P = 0.739$)。将三种猎物的活动频次进行比较, 高原鼯鼠平均活动频次为 5.80 ± 1.41 次 ($n = 10$), 高原鼠兔的活动频次为 23.60 ± 2.29 次 ($n = 10$), 根田鼠的活动频次为 11.70 ± 1.87 次 ($n = 10$), 高原鼠兔的活动频次明显高于高原鼯鼠和根田鼠的活动频次 ($\chi^2_{1,10} = 10.000$, $P = 0.002$; $\chi^2_{1,10} = 6.400$, $P = 0.011$), 而根田鼠活动频次明显高于高原鼯鼠的活动频次 ($\chi^2_{1,10} = 8.000$, $P = 0.005$)。

2.2 艾虎搜寻猎物时对洞道的利用

观察结果表明, 艾虎对 6 个洞道系统的搜寻频次所占的百分比之间无显著差异 ($\chi^2_{5,18} = 2.923$, $P = 0.712$) (表 1)。艾虎对有食物洞道和无食物洞道搜寻频次所占的百分比之间也无明显差异 ($\chi^2_{1,54} = 1.238$, $P = 0.237$)。同时对艾虎搜寻洞道顺序的观察表明, 艾虎搜寻洞道时并非有序的或利用上次捕获猎物的信息搜寻最短距离的或相邻的洞道, 而是随机搜寻。

表 1 艾虎搜寻洞道频次的百分比

Table 1 Percentage of frequency of polecat searching burrows

洞道号 No. of burrows	实验数 Number of experiment	搜寻频次的百分比 (%) Percentage of searching frequency
1	18	15.14 ± 2.07
2	18	19.99 ± 2.26
3	18	14.79 ± 2.60
4	18	17.12 ± 3.27
5	18	15.00 ± 3.65
6	18	16.48 ± 1.93

2.3 艾虎对鼯鼠、鼠兔及根田鼠的选择性

艾虎对高原鼯鼠、高原鼠兔和根田鼠的平均搜寻时间分别为 45.91 s、59.84 s 和 43.07 s, 三者间无显著差异 ($\chi^2_{2,20} = 0.387$, $P = 0.680$), 对三种猎物的搜寻频次分别为 5.33 次、5.13 次和 4.92 次, 三者之间也无明显差异 ($\chi^2_{2,20} = 0.100$, $P =$

0.905)。其中,在高原鼯鼠与高原鼠兔的匹配实验中,艾虎对鼯鼠的搜寻时间为 71.35 s,对鼠兔的搜寻时间为 72.40 s,二者无显著差异 ($\chi^2_{1,20} = 0.473, P = 0.491$),对鼯鼠搜寻频次为 5.55 次,对鼠兔搜寻频次为 5.25 次,二者也无差异 ($\chi^2_{1,20} < 0.001, P = 1.000$);在鼯鼠与根田鼠的匹配实验中,艾虎对鼯鼠搜寻时间为 23.95 s,对根田鼠搜寻时间为 49.10 s,二者间无差异 ($\chi^2_{1,20} = 2.000, P = 0.157$),对鼯鼠搜寻频次为 4.70 次,对根田鼠搜寻频次为 5.05 次,二者无明显差异 ($\chi^2_{1,20} = 0.600, P = 0.439$);在高原鼠兔与根田鼠的匹配实验中,艾虎对鼠兔搜寻时间为 53.15 s,对根田鼠搜寻时间为 31.65 s,二者无明显差异 ($\chi^2_{1,20} = 0.889, P = 0.346$),对鼠兔搜寻频次为 4.65 次,对根田鼠搜寻频次为 4.20 次,二者无明显差异 ($\chi^2_{1,20} = 0.529, P = 0.467$)。

表 2 艾虎的捕食努力与获取猎物之间的相互关系 (s)

Table 2 The relationship between searching prey effort and obtaining prey for polecat (Second)

时期 Period	20 min 后捕杀一只猎物 One prey was killed after 20 minute	20 min 后不能捕杀一只猎物 No prey was killed after 20 minute
第一个 20 min. The first 20 minutes	959.10 ± 51.42 (n = 10)	222.20 ± 48.49 (n = 10)
第二个 20 min. The second 20 minutes	809.10 ± 99.22 (n = 10)	76.10 ± 15.86 (n = 10)
第三个 20 min. The third 20 minutes	1024.20 ± 54.78 (n = 10)	50.70 ± 14.49 (n = 10)
第四个 20 min. The forth 20 minutes	781.00 ± 105.64 (n = 10)	46.40 ± 9.56 (n = 10)
第五个 20 min. The fifth 20 minutes	812.10 ± 70.12 (n = 10)	48.10 ± 13.70 (n = 10)
第六个 20 min. The sixth 20 minutes	880.40 ± 52.26 (n = 10)	42.70 ± 11.21 (n = 10)

2.5 艾虎对三种猎物的捕杀顺序

观察艾虎对猎物的捕杀顺序及捕杀行为,结果显示,在高原鼯鼠与高原鼠兔的匹配实验和高原鼯鼠与根田鼠的匹配实验中,艾虎总是首先捕杀鼯鼠(100%),然后再捕杀鼠兔和根田鼠;而在高原鼠兔和根田鼠的每次匹配实验中,艾虎先捕杀鼠兔的比例为 83.30%,先捕杀根田鼠的比例为 16.70%。艾虎在捕杀高原鼠兔和根田鼠时,一旦追击到猎物后,1次成功杀死猎物的概率为 100%,即使猎物仍在活动,艾虎从不再次攻击,而让猎物自行死亡;但在捕杀高原鼯鼠后,若猎物仍在活动,艾虎将再次攻击,1次成功杀死猎物的概率为 61%,经过多次攻击后仍不能将猎物致死,艾虎将放弃对该猎物的捕食努力(1例)。

2.6 艾虎攻击三种猎物的部位

艾虎攻击三种猎物的部位及捕杀行为表现出极大差异(表 3)。艾虎攻击高原鼯鼠的致死部位全

2.4 艾虎的捕食努力与获取食物之间的相互关系

艾虎能够连续地获取食物时,每 20 min 内用于搜寻猎物的时间为 877.65 ± 33.50 s ($n = 60$),而在不能获取食物时,每 20 min 内平均搜寻猎物的时间为 81.03 ± 12.97 s ($n = 60$)。艾虎在能够获取食物时的搜寻时间明显高于在不能获取食物时的搜寻时间 ($\chi^2_{1,60} = 60.000, P = 0.000$)。能够获取食物时,艾虎在 6 个 20 min 之间搜寻猎物的时间没有明显差异 ($\chi^2_{5,10} = 6.800, P = 0.236$),而不能获取食物时,艾虎在 6 个 20 min 之间搜寻猎物的时间有明显不同 ($\chi^2_{5,10} = 24.370, P < 0.001$),在第一个 20 min 内的搜寻时间显著高于其它 5 个 20 min 内的搜寻时间,而在后 5 个 20 min 之间没有明显不同 ($\chi^2_{4,10} = 5.568, P = 0.234$) (表 2)。

部为头部。鼯鼠个体大,颈部短而粗,枕颈部肌肉十分发达,反抗力强,尤其是强壮的前爪和锋利的牙齿可能会对艾虎造成伤害,艾虎捕杀鼯鼠时一旦咬住后将不再放开,因此其最适攻击部位是损害头盖骨,破坏大脑结构。鼠兔颈部细长,艾虎在捕杀高原鼠兔时颈部致死的比例相对增加。根田鼠个体小,其致死部位除头部外,主要是胸部。

2.7 艾虎捕杀三种猎物的行为时间分配

将艾虎搜寻猎物、拖运和进食的时间不予考虑,对捕杀三种猎物时追击时间和捕杀时间进行统计(表 4),艾虎追击根田鼠的时间最多,追击鼯鼠的时间最少,在三种猎物的追击时间之间存在明显差异 ($F_{2,21} = 3.838, P = 0.038$),而艾虎用于捕杀根田鼠的时间最少,用于捕杀鼯鼠的时间最多,在三种猎物捕杀时间之间也有明显差异 ($F_{2,21} = 14.331, P < 0.001$)。

表 3 艾虎捕杀猎物的致死部位

Table 3 The lethal location of prey by polecat

猎物种类 Prey species	数量 Number	头 (%) Head	喉 (%) Throat	项 (%) Nape	颈 (%) Neck	胸 (%) Threst
鼬鼠 <i>Myospalax baileyi</i>	7	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
鼠兔 <i>Ochotona nurzoniae</i>	25	56.00	8.00	16.00	24.00	20.00
根田鼠 <i>Microtus oeconomus</i>	18	55.56	11.11	0.00	11.11	33.3

表 4 艾虎追击和捕杀猎物的时间

Table 4 The time of polecat persuing and killing prey (s)

猎物种类 Prey species	猎物数 Number of prey	追击时间 Persuing time	捕杀时间 Killing time
鼬鼠 <i>Myospalax baileyi</i>	6	1.33 ± 0.21	66.17 ± 20.19
鼠兔 <i>Ochotona nurzoniae</i>	9	3.89 ± 0.51	6.33 ± 1.12
根田鼠 <i>Microtus oeconomus</i>	9	9.89 ± 3.34	3.67 ± 0.62

3 讨 论

研究结果表明, 艾虎对三种猎物的搜寻时间和搜寻频次基本相同, 在搜寻猎物的过程中并非已经知道洞道系统中食物的信息 (表 1), 说明艾虎是一种机会主义捕食者, 这与有关学者对其它鼬科动物的研究结果相一致 (Derting, 1989; Huey and Pianka, 1981)。在野外自然条件下, 搜寻猎物是艾虎取食活动中最多的一个行为成分, 所以艾虎对每一个与其遭遇的猎物均会发动攻击, 除非能够更容易地找到另一种具有更高营养价值的猎物, 这种过捕行为是鼬科动物中的普遍现象 (Oksanen et al., 1985; Jdrzejewska and Jdrzejewski, 1989), 也与鼬科动物具有多变的捕杀猎物的方法有关 (Powell, 1978; Rowe-Rowe, 1978)。鼬科动物捕杀猎物的典型方法是咬住猎物的项部和脑基部, 并切断颈椎使猎物死亡; 颈部较长的猎物, 被咬杀部位多在项部, 颈部较短的猎物, 被咬杀部位多在脑基部 (Allen, 1938)。艾虎捕杀猎物时可视猎物大小决定其捕杀方式 (表 3)。当捕杀抵抗力小的猎物高原鼠兔和根田鼠时, 用嘴咬住头部或胸部用力向下挤压使猎物死亡, 对高原鼠兔的致死部位主要是头部和颈部, 对根田鼠的致死部位主要是头部和胸部; 而在捕杀抵抗力大的猎物高原鼬鼠时, 首先

咬住猎物, 弯曲身体, 把猎物揽入怀内使抵抗力减小并防止其逃跑, 或用前肢压住猎物身体, 然后用嘴咬住猎物头部左右摆动或连同猎物一起滚动或将猎物前后甩打使猎物抵抗力减弱, 再用力向下挤压使猎物死亡, 其致死部位全部是头部。说明艾虎也具有多变的捕食猎物的方法, 表现出捕杀多种猎物的能力。

捕食者对猎物的选择总是倾向于选择更有利的食物, 同时也能权衡捕食过程中的捕食风险大小, 在猎物大小、活动性、数量和生物量之间有一个权衡。Derting (1989) 的研究表明, 伶鼬 (*Mustela nivalis*) 在选择猎物的过程中, 活动性猎物对其捕食努力是一种刺激作用, 伶鼬对活动猎物的选择性较高; 同时, 伶鼬在捕食过程中明显选择小型的、攻击力弱的猎物, 其主要原因是小型猎物的反捕食能力较弱, 对伶鼬造成的伤害性较小 (Jdrzejewska and Jdrzejewski, 1990)。草鸮 (*Tyto alba guttata*) 在捕食时也选择较小的猎物, 而在猎物不活动时选择较大的猎物, 其原因是较大猎物的反捕食能力较强, 草鸮在捕杀时要花费较多的时间, 而小型猎物则相对容易处理 (Ille, 1991)。本项研究中, 从三种猎物的活动时间和活动频次可以看出, 高原鼬鼠的活动性最差; 虽然根田鼠的活动时间与高原鼠兔的活动时间相同, 但活动频次却明显低于高原鼠兔; 高原鼠兔的这种短时间多频次的活动也许对艾虎的捕食刺激更为强烈, 但是艾虎在捕杀猎物的过程中首先选择活动性较低、而防御能力较高的高原鼬鼠攻击, 其次为高原鼠兔, 而对活动性较高、防御能力较弱的根田鼠的选择性最低, 表现出与伶鼬、草鸮截然不同的行为。说明艾虎在选择猎物的过程中存在比猎物活动性和猎物大小更为重要的影响因素。首先, 捕食者喜食猎物的种类与其能量需求有关 (King, 1989), 草鸮每天日食量为 94 g, 如果选择 3 g 重的猎物, 每天将要飞行 31 次

表 5 艾虎处理不同猎物的时间及其利益

Table 5 The time and profitability of polecat handling different preys

猎物种类	数量	平均体重	能量	处理时间	利益
Prey species	Number	Average weight (g)	Energy (kJ)	Time of handling prey (s)	Profitability (kJ/second)
鼬鼠 <i>Myospalax baileyi</i>	6	269.83	1 756.59	67.50	26.02
鼠兔 <i>Ochotona nurzoniae</i>	9	142.22	962.83	10.22	94.21
根田鼠 <i>Microtus oeconomus</i>	9	24.11	155.75	13.56	11.49

去寻找食物, 如果选择 10 g 重的猎物, 每天要飞行 9 次, 如果选择 40 g 的猎物, 每天只要飞行 2 次, 所以 3 g 重的猎物易被捕食者所忽视 (Ille, 1991; Kaufman, 1974; Snyder, 1975)。在室内条件下, 艾虎的平均日食量为 247.1 g (郑生武等, 1983), 捕获一只高原鼬鼠不但能够满足一天的能量需求, 而且有食物剩余, 捕获一只高原鼠兔后勉强能维持一天的能量需求, 而捕获 8 只以上的根田鼠才能满足一天的能量需求, 正是由于室内条件下的食物需求量, 有可能导致艾虎首先选择高原鼬鼠捕杀, 而对根田鼠的选择性较低。其次, 捕食者对猎物的选择与单位时间内获得的能量值有关, 捕食者捕捉体重较大、活动性较高的猎物可以减少搜寻猎物的时间, 而捕捉体重较小、活动性较低的猎物可以减少征服猎物所付出的代价和风险, 这反映出捕食者搜寻和征服猎物时在其消耗的能量和花费的时间之间存在折中性 (Griffith, 1980)。艾虎捕杀猎物的行为和猎物的反捕食行为表明 (表 4), 艾虎在捕杀大型猎物高原鼬鼠时, 鼬鼠反抗力强, 逃避机会增加, 艾虎征服猎物的时间相对较长, 消耗能量相对较高, 而在捕杀小型猎物高原鼠兔和根田鼠时, 猎物的反抗能力较小, 艾虎征服猎物所花费的时间较短, 消耗能量相对较低。根据曾绍祥等 (1981) 对三种猎物的能量值测定, 根田鼠年平均生物量热值为 6.46 kJ/g, 鼠兔年平均生物量热值为 6.77 kJ/g, 鼬鼠年平均生物量热值为 6.51 kJ/g, 以此计算单位时间内艾虎处理三种猎物时所获得的利益 (表 5)。从艾虎处理三种猎物的时间和获得的能量值中可以看出, 艾虎捕获一只高原鼠兔后单位时间内获得的能量值最高, 捕获一只高原鼬鼠后次之, 而捕获一只根田鼠后单位时间内获得的能量值最低, 这一结果也正好与艾虎的食性资料相符合 (郑生武等, 1983)。在野外条件下, 艾虎搜寻高原鼬鼠的时间明显高于搜寻高原鼠兔的时间,

艾虎捕食高原鼠兔后单位时间内获得的能量值比捕食高原鼬鼠后所获得的能量值将会更高。而本项室内研究中艾虎在捕杀猎物的过程中首先选择高原鼬鼠可能与实验空间的大小有关, 猎物的活动空间和艾虎的活动空间都相对较小, 艾虎在搜寻猎物的过程中已经熟悉了两个观察箱中的猎物, 活动性较低的高原鼬鼠更容易被艾虎相遇, 由此增加了艾虎首先捕杀高原鼬鼠的概率。

参考文献 (References)

- Allen DL, 1938. Notes on killing technique of the New York weasel. J. Mammal. 19: 225–229.
- Ben-David M, Pellis SM, Pellis VC, 1991. Feeding habits and predatory behaviour in the marbled polecat *Vormela peregna syriaca*: I. Killing methods in relation to prey size and prey behaviour. Behaviour 118: 127–143.
- Derting TL, 1989. Prey selection and foraging characteristics of least weasel *Mustela nivalis* in the laboratory. Am. Midl. Nat. 122: 394–400.
- Emlen JM, Fmlen MGR, 1975. Optimal choice in diet: test of a hypothesis. Am. Nat. 109: 427–435.
- Floeter J, Temming A, 2005. Analysis of prey size preference of North Sea whiting, saithe, and grey gurnard. Journal of Marine Science 62 (5): 897–907.
- Griffith D, 1980. Foraging costs and relative prey size. Am. Nat. 116: 743–752.
- Huey RB, Pianka ER, 1981. Ecological consequences of foraging mode. Ecology 62: 991–999.
- Ille R, 1991. Preference of prey size and profitability in barn owls *Tyto alba guttata*. Behaviour 116 (3–4): 180–189.
- Jedrzejewska B, Jedrzejewski W, 1989. Seasonal surplus killing as hunting strategy of the weasel *Mustela nivalis*: test of a hypothesis. Acta Theriologica 34: 347–359.
- Jedrzejewska B, Jedrzejewski W, 1990. Antipredatory behaviour of bank vole and prey choice of weasel-enclosure experiments. Annales Zoologici Fennici 27: 321–328.
- Kaufman DW, 1974. Differential predation on active and inactive prey by owls. Auk 91: 172–173.
- King C, 1989. The Natural History of Weasel and Stoats. London: Christopher Helm, 1–253.
- Krebs TR, Erichsen JT, Webber MI, Charnov EL, 1977. Optimal prey selection in the great tit *Parus major*. Anim. Behav. 25: 30–38.
- Oksanen T, Oksanen L, Fretwell S, 1985. Surplus killing in the hunting strategy of small predators. The American Naturalist 126: 328–346.
- Pirijó P, Jari H, 1997. Prey selection of the least weasel *Mustela nivalis* in the laboratory. Acta Theriologica 42 (2): 179–188.

- Powell RA, 1978. A comparison of fisher and weasel hunting behavior. *Carnivore* 1: 28-34.
- Rowe-Rowe DT, 1978. Comparative prey capture and food studies of South African mustelids. *Mammalia* 42: 175-196.
- Snyder RL, 1975. some prey preference factors for a red-tailed hawk. *Auk* 92: 547-552.
- Wei WH, Zhou WY, Fan NC, 1994. Habitat selection, feeding and caring for the young of alpine weasel. *Acta Theriologica Sinica* 14 (3): 184-188 (In Chinese).
- Zeng JX, Wang ZW, Han YC, He HJ, 1981. Seasonal change in caloric value and in water and fat contents of the body of small mammals in alpine meadow. *Acta Zoologica Sinica* 27 (3): 292-298 (In Chinese).
- Zheng SW, Zeng JX, Cui RX, 1983. On the ecology and energy dynamics of the masked polecat *Mustela eversmanni* in Haibei, Qinghai Province. *Acta Theriologica Sinica* 3: 35-46 (In Chinese).
- Zhou WY, Wei WH, 1994. Study on population dynamic of polecats and its effective factors. *Acta Biologica Plateau Sinica* 12: 161-171 (In Chinese).
- 魏万红, 周文扬, 樊乃昌, 1994. 香鼬的栖息地选择、取食和育幼行为. *兽类学报* 14 (3): 184-188.
- 曾缙祥, 王祖望, 韩永才, 何海菊, 1981. 高山草甸小哺乳动物身体热值、水分和脂肪含量的季节变化. *动物学报* 27 (3): 292-298.
- 郑生武, 曾缙祥, 崔瑞贤, 1983. 青海海北地区艾虎的某些生物学特征及种群能量动态资料. *兽类学报* 3 (1): 35-46.
- 周文扬, 魏万红, 1994. 艾虎种群动态及其影响因素的研究. *高原生物学集刊* 12: 161-171.