

月光及光照对艾虎活动的影响

魏万红 周文扬

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

樊乃昌

(浙江师范大学生物系, 金华, 321004)

摘要: 采用野外研究与室内研究相结合的方法研究了月光周期和光照对夜行性动物艾虎活动的影响。野外无线电遥测结果表明, 艾虎的日活动时间不受月光周期的影响, 雌雄艾虎在不同的季节及繁殖期和非繁殖期都有相对稳定的活动时间, 其开始活动和结束活动的时间与月光周期和日出、日落都没有明显的相关性。室内模拟研究结果也表明, 由于环境条件的变化, 艾虎增加了白天的活动时间, 但仍然以夜间活动为主, 光照强弱对艾虎的活动格局和活动时间没有明显的影响。以上结果表明昼夜变换使艾虎形成了相对稳定的生物钟节律, 艾虎在取食过程中可能利用洞道等隐蔽场所降低明亮月光期的高捕食风险。

关键词: 艾虎; 月光; 活动

中图分类号: Q958.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1050(2002)-03-0179-08

月光强度和月光周期对夜出性动物的活动节律有重要影响, 动物将根据月光周期和月光强度的变化采用相适应的活动策略^[1]。Metzgar 曾指出, 猎物活动性增加, 则被捕食的风险增加^[2], 在明亮的月光期, 依靠视觉确定食物的夜行性捕食者更容易捕获食物, 而猎物承受的风险将会更大^[3-5]。因此, 许多动物在明亮的月光期降低活动性, 在月光被乌云遮盖时表现出间断性的活动特点, 而在黑暗期明显增加活动时间, 以降低被捕食的风险和增加获得食物的机会^[6-16]。但也有一些动物由于受环境条件和捕食者行为的影响在明亮的月光期增加了取食的活动时间^[17]。

艾虎 (*Mustela eversmanni*) 是青藏高原主要鼬科动物之一, 是典型的夜出性动物, 其主要食物是高原鼫鼠 (*Myospalax baileyi*)、高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*)、根田鼠 (*mirotus oconomus*) 和一些小型鸟类^[18], 其主要天敌动物是狐狸 (*Vulpes vulpes*)、牧犬和鹰类^[19]。本文将验证以光照及月光作为一种捕食风险对艾虎的活动格局及活动时间存在明显影响的假说, 探讨艾虎在风险水平增加时所采用的行为策略。

1 研究地点及方法

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39770106); 中国科学院知识创新工程“动物繁殖行为生态学研究”资助项目 (KSCX2-1-03) 和“种群爆发与崩溃的机理研究”资助项目 (KSCX2-SW-103); 中国科学院生命科学与生命技术创新青年科学家小组资助项目

作者简介: 魏万红 (1963-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事动物生态、动物行为和有害动物防治研究。

收稿日期: 2001-06-21; **修回日期:** 2002-01-28

1.1 野外研究

该项工作于1990年3月~1992年7月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站南部的鱼儿山地区进行。该地区自然状况及生物群落类型已有详细描述^[20,21]。

在研究区域发现艾虎洞穴后,用自行设计的捕鼬笼安放在洞口进行捕捉。动物活捕后立刻带回室内,用盐酸氯氨酮肌肉注射麻醉(剂量为25 mg/kg),在麻醉30 min的时间内,测量体长和体重,鉴定年龄和性别;用不锈钢耳标标记动物,并配戴具不同频率(范围为164.000~164.999 MHz)的发射机颈圈(radio collar)。待动物苏醒并活动正常后,在原捕捉洞口释放。

采用无线电遥测法确定艾虎的活动时间。在鱼儿山南、中、北三处制高点建立3个无线电遥测定位站,每个接受站采用两组平行十二单元定向天线,定向精度0.5°。采用美国AVM公司生产的AVM-12型遥测仪对全部无线电标记的动物进行24 h的连续监测,根据“三角形”法确定动物的活动位置。遥测时其中两个站同步进行,监测者用对讲机联络。动物活动时每5 min记录1次,静止时30 min记录1次。研究期间无线电标志24只艾虎,其中对4只雌性艾虎和6只雄性艾虎的遥测数据较为完整。

月光周期是一种复杂的自然现象,月出和月落的时间以及月亮的高度和光照度随季节和年份而发生变化。本文采用Alkon and Saltz^[22]的方法将月光周期(lunar cycle)分为两类。一是根据月亮的盈缺将月出和月落之间的时间分为12个时相,以日落1 h后月亮升起为时相1,时相1代表全月,从时相2至时相5,月亮大小逐渐减小,在时相6时整个夜晚无月亮升起,从时相7至时相11,月亮大小逐渐增加,在时相12时,整个夜晚都有全月出现。时相1~6是缺月,时相7~12是盈月,平均每个时相期为2.5 d。在时相1、2、11和12期间,几乎月亮大小的2/3的月亮在整个夜晚升起,此时称为明亮夜晚(bright night),而时相5~8期间,不足月亮大小的1/3的月亮将短期内升起,称为黑暗夜晚(dark night)。二是不考虑月亮的盈缺,而根据月亮的大小和光照期分为7个时期。第1时期为时相12,第2时期为时相1和11,第3时期为时相2和10,第4时期为时相3和9,第5时期为时相4和8,第6时期为时相5和7,第7时期为时相6。据此法,1、2、3时期为明亮夜晚,5、6、7时期为黑暗夜晚。

1.2 室内研究

室内研究于1997年7月~1998年7月在西宁中国科学院西北高原生物所进行。用于实验的6只成体艾虎(3只雌体,3只雄体)捕于中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站附近,雌体平均体重646.0±9.94 g,雄体平均体重733.3±7.51 g。动物被捕后带回西宁饲养于室外140 cm×120 cm×180 cm的网围栏内,围栏内放置25 cm×25 cm×39 cm的巢箱供艾虎居住。每天下午19:00供给食物及饮水。1997年11月开始室内实验,实验期间,从网围栏内捕捉单个艾虎饲养于室内25 cm×25 cm×39 cm的巢箱中,食物供给同上,通过控光装置模拟自然光照。

在地下实验场中建立4个观察室。每个观察室面积为260 cm×490 cm,通过自控装置调节光照强度和光照时间。实验时通过洞道系统将艾虎的巢箱与4个观察室相连,每次实验中让动物适应环境3 d后开始正式记录时间和频次。首先通过控光装置模拟自然光照时间,确定24 h内艾虎在白天和夜间的活动时间;然后将实验场全部变暗,记录

24 h 黑暗条件下艾虎在白天和夜间的活动时间;最后,模拟自然光照时间,在 4 个观察室中将白天光照强度分别设置为最亮 ($1.30 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$)、亮 ($0.87 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$)、微亮 ($0.44 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$) 和暗 ($0.01 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$),夜间为全暗,记录 24 h 内艾虎对 4 个不同光照生境的利用时间和频次。

1.3 统计分析

将研究期间无线电遥测所得的全部数据按季节的变化、艾虎是否繁殖等特点进行分类,分析不同时期月光周期与艾虎活动时间的相互关系。利用 Statistica 软件包进行数据统计,文中实验数值以平均数 \pm 标准误差 (mean \pm SE) 表示。采用方差分析 (ANOVA) 对文中数据进行检验,以 $P < 0.05$ 作为差异显著的标准。

2 结果

2.1 月光周期与艾虎活动时间的相互关系

不考虑月亮的盈缺,将 12 个时相分为 7 个时期,每一时期中艾虎日平均活动时间如表 1 所示。将 7 个时期与每一时期的活动时间作线性回归分析,它们之间没有明显的相关性 ($R = 0.142$, $F(1, 115) = 2.356$, $P = 0.127$)。在每一季节中,艾虎的活动时间与月光周期之间均没有明显的相关性(表 2),同时雌雄艾虎在繁殖期和非繁殖期其活动时间与月光周期之间也均无明显的相关性(表 3)。

表 1 艾虎的日活动时间与月光周期之间的相互关系

Table 1 The relationship between daily active time of polecat and moon stage

月光周期 Moon stage	艾虎日活动时间 (h) Daily active time of polecat (h)
1	6.03 \pm 1.27 (n=8)
2	5.10 \pm 0.79 (n=24)
3	4.60 \pm 0.47 (n=21)
4	5.03 \pm 0.65 (n=19)
5	4.25 \pm 0.78 (n=9)
6	4.75 \pm 0.47 (n=27)
7	3.38 \pm 0.68 (n=9)

表 2 不同季节艾虎的日活动时间与月光周期的关系 (时间: h)

Table 2 The relationship between daily active time of polecat and moon stage in different seasons (Time: h)

月光周期 Moon stage	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
1	2.63 \pm 0.70 (n=2)	3.67 \pm 0.00 (n=1)	11.28 \pm 0.22 (n=2)	5.58 \pm 0.83 (n=3)
2	2.60 \pm 0.54 (n=5)	4.79 \pm 0.53 (n=2)	10.15 \pm 1.87 (n=6)	3.54 \pm 0.47 (n=11)
3	3.80 \pm 0.95 (n=5)	4.50 \pm 0.00 (n=1)	3.67 \pm 1.51 (n=4)	5.31 \pm 0.56 (n=11)
4	4.38 \pm 0.83 (n=3)	1.83 \pm 0.00 (n=1)	6.63 \pm 4.62 (n=2)	5.18 \pm 0.72 (n=13)
5	6.00 \pm 0.00 (n=1)		5.64 \pm 1.13 (n=3)	3.07 \pm 1.01 (n=5)
6	2.90 \pm 0.66 (n=5)	4.48 \pm 1.10 (n=3)	7.01 \pm 0.68 (n=2)	5.08 \pm 0.64 (n=17)
7	4.02 \pm 0.00 (n=1)	6.00 \pm 0.00 (n=1)		2.91 \pm 0.76 (n=7)
检验 Test	$F(1, 20) = 1.222$ $P = 0.319$	$F(1, 7) = 0.666$ $P = 0.460$	$F(1, 17) = 2.255$ $P = 0.208$	$F(1, 65) = 1.485$ $P = 0.277$

在 7 个时期中,时期 1~3 为明亮期,而 4~7 为黑暗期,就明亮期和黑暗期的日活动时间比较,明亮期的日平均活动时间为 5.04 ± 0.44 h (n=53),黑暗期的日平均活动时间为 4.38 ± 0.35 h (n=45),二者之间没有明显差异 ($F(1, 96) = 1.310$, $P =$

0.256)。比较每一季节中明暗两个时期的活动时间, 秋季明亮期活动时间为 8.19 ± 1.39 h ($n=12$), 黑暗期活动时间为 6.19 ± 0.74 h ($n=5$) ($F(1, 15) = 0.790, P = 0.387$); 冬季明亮期的活动时间为 4.56 ± 0.37 h ($n=25$), 黑暗期活动的时间为 4.21 ± 0.48 h ($n=29$) ($F(1, 52) = 0.310, P = 0.579$); 春季明亮期活动时间为 3.11 ± 0.47 h ($n=12$), 黑暗期活动时间为 3.50 ± 0.54 h ($n=7$) ($F(1, 17) = 0.126, P = 0.619$); 夏季明亮期活动时间为 4.44 ± 0.35 h ($n=4$), 黑暗期活动时间为 4.86 ± 0.87 h ($n=4$) ($F(1, 6) = 0.200, P = 0.670$), 艾虎在 4 个季节内明暗两个时期的活动时间均无明显不同。繁殖期和非繁殖期, 雌雄艾虎在明暗两个时期的活动时间也无明显差异 (表 4)。以上结果说明艾虎的日活动时间不受月光周期的影响。

表 3 不同时期艾虎的日活动时间与月光周期的关系 (时间: h)

Table 3 The relationship between daily active time of polecat and moon stage in different periods (Time: h)

月光周期 Moon Stage	繁殖期 Reproductive period		非繁殖期 Nonreproductive period	
	雌性 Female	雄性 Male	雌性 Female	雄性 Male
1	8.75 ± 2.54 ($n=3$)		3.97 ± 1.18 ($n=3$)	5.04 ± 1.71 ($n=2$)
2	7.64 ± 2.53 ($n=6$)	5.65 ± 1.42 ($n=4$)	3.54 ± 0.47 ($n=11$)	3.83 ± 0.00 ($n=1$)
3	2.59 ± 0.68 ($n=4$)	4.23 ± 1.98 ($n=2$)	5.09 ± 0.52 ($n=12$)	6.23 ± 1.15 ($n=2$)
4	4.46 ± 2.27 ($n=4$)	5.20 ± 0.20 ($n=2$)	4.98 ± 0.80 ($n=9$)	5.63 ± 1.66 ($n=4$)
5	6.20 ± 0.92 ($n=3$)	4.32 ± 0.00 ($n=1$)	2.10 ± 0.76 ($n=3$)	4.53 ± 2.21 ($n=2$)
6	4.84 ± 0.78 ($n=7$)	2.27 ± 0.00 ($n=1$)	4.67 ± 0.86 ($n=13$)	5.26 ± 0.51 ($n=6$)
7	5.01 ± 0.99 ($n=2$)		2.89 ± 1.04 ($n=4$)	2.94 ± 1.37 ($n=3$)
检验 Test	$F(1, 27) = 1.599$ $P = 0.262$	$F(1, 8) = 5.793$ $P = 0.095$	$F(1, 53) = 0.402$ $P = 0.554$	$F(1, 18) = 0.722$ $P = 0.434$

表 4 艾虎的日活动时间与月光强度的关系 (时间: h)

Table 4 The relationship between daily active time of polecat and moon light (Time: h)

月光 Moon Light	繁殖期 Reproductive period		非繁殖期 Nonreproductive period	
	雌性 Female	雄性 Male	雌性 Female	雄性 Male
明亮期 Bright	6.34 ± 1.43 ($n=13$)	5.17 ± 1.11 ($n=9$)	4.30 ± 0.36 ($n=26$)	5.27 ± 0.79 ($n=5$)
黑暗期 Dark	5.21 ± 0.53 ($n=12$)	3.29 ± 1.03 ($n=2$)	3.93 ± 0.64 ($n=20$)	4.50 ± 0.60 ($n=11$)
检验 Test	$F(1, 23) = 0.52$ $P = 0.479$	$F(1, 9) = 0.58$ $P = 0.468$	$F(1, 44) = 0.300$ $P = 0.586$	$F(1, 14) = 0.550$ $P = 0.469$

2.2 艾虎开始活动时间和结束活动时间与月光周期的关系

以太阳落山 1 h 后为基点计算艾虎开始活动时间和结束活动时间距基点的时间。结果表明 (表 5), 艾虎开始活动时间和结束活动时间与月光周期均没有明显的相关性 ($R = 0.143, F(1, 112) = 2.342, P = 0.129; R = 0.009, F(1, 112) = 0.009, P = 0.924$), 说明月光周期与艾虎起始活动时间无关。

2.3 艾虎开始活动时间和结束活动时间与日出和日落的关系

日出日落时间在月间有规律性的变化, 但是艾虎开始活动时间和结束活动时间相对较为固定 (表 6)。6 月份是艾虎的哺乳期, 艾虎在白天的活动明显增加, 在日落后动物即开始活动, 而且结束活动的时间较早, 除此以外, 艾虎开始活动时间均在 00:00 左

右, 而结束活动时间在 06: 00 以前。

表 5 艾虎开始活动和结束活动的时间与月光周期的关系 (时间: h)

Table 5 The relationship between starting and ending time of polecat and moon stages (Time: h)

月光周期 Moon stage	开始活动时间 Starting active time	结束活动时间 Ending active time
1	4.60 ± 0.92 (n = 10)	9.20 ± 1.56 (n = 10)
2	6.67 ± 0.60 (n = 9)	12.78 ± 0.68 (n = 9)
3	6.18 ± 0.63 (n = 11)	12.27 ± 0.83 (n = 11)
4	6.00 ± 3.00 (n = 2)	11.50 ± 0.50 (n = 2)
5	6.08 ± 0.76 (n = 13)	11.54 ± 0.88 (n = 13)
6	8.13 ± 0.44 (n = 8)	11.63 ± 0.80 (n = 8)
7	7.00 ± 0.72 (n = 12)	11.83 ± 0.93 (n = 12)
8	6.00 ± 1.39 (n = 6)	12.83 ± 0.65 (n = 6)
9	8.17 ± 1.74 (n = 6)	11.33 ± 2.09 (n = 6)
10	6.71 ± 0.72 (n = 14)	11.29 ± 0.97 (n = 14)
11	6.73 ± 0.98 (n = 15)	11.00 ± 0.54 (n = 15)
12	6.50 ± 0.87 (n = 8)	11.50 ± 0.65 (n = 8)

表 6 艾虎开始活动和结束活动的时间与日出和日落的关系

Table 6 The relationship between starting and ending active time of polecat and sun-set and sun-rise

月 Month	日落时间 Time of sun-set	日出时间 Time of sun-rise	开始活动时间 Starting active time	结束活动时间 Ending active time
1	17: 01	7: 16	1: 19	5: 32
2	17: 27	7: 02	0: 40	5: 34
3	17: 53	6: 32	0: 53	3: 33
4	18: 17	5: 55	23: 31	3: 46
5	19: 02	4: 51	0: 17	4: 47
6	19: 21	4: 39	20: 21	23: 01
9	18: 27	5: 31	23: 27	5: 27
10	17: 50	5: 53	23: 57	4: 31
11	17: 14	6: 15	23: 42	4: 50
12	16: 42	7: 04	0: 30	5: 40

2.4 不同光照条件下艾虎的活动

将艾虎在野外自然光照条件下、室内人工模拟自然光照和室内完全黑暗条件下白天和夜间的活动性进行比较。在野外自然光照条件下, 艾虎白天活动时间占全天活动时间的 12.60 ± 6.14%, 而夜间活动时间所占的比例为 87.40 ± 6.14%, 二者间有明显不同 ($F(1, 14) = 74.179, P = 0.000$); 在室内模拟自然光照条件下, 艾虎白天活动时间所占百分比为 42.46 ± 3.69%, 夜间活动所占比例为 57.54 ± 3.69%, 夜间活动高于白天的活动, 其差异达到显著水平 ($F(1, 38) = 8.329, P = 0.006$); 在完全黑暗条件下, 艾虎白天活动所占比例为 41.82 ± 7.28%, 夜间活动所占比例为 58.18 ± 7.28%, 二者未达显著水平 ($F(1, 8) = 2.526, P = 0.151$)。

光照时间相同而光照强度不同的实验结果表明 (表 7), 艾虎白天活动时对 4 个不

同光照生境的利用时间和利用频次基本相同 ($F(3, 76) = 0.030$, $P = 0.994$; $F(3, 76) = 0.01$, $P = 0.999$), 在夜间活动时对 4 个相同黑暗生境的利用时间和利用频次也均没有差异 ($F(3, 76) = 0.43$, $P = 0.733$; $F(3, 76) = 0.45$, $P = 0.718$)。

表 7 艾虎在不同光照条件下的活动时间和频次

Table 7 The active time and frequency of polecat in different light level

光照强度 Light intensity	活动时间和频次 Active time and frequency		
		白天 Day (n=20)	夜间 Night (n=20)
1.30 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$	T	14.73 \pm 3.15	24.01 \pm 6.92
	F	9.15 \pm 1.33	7.00 \pm 0.77
0.87 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$	T	14.65 \pm 3.53	18.48 \pm 5.79
	F	9.45 \pm 2.29	6.45 \pm 1.17
0.44 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$	T	15.41 \pm 3.14	16.85 \pm 4.05
	F	9.10 \pm 1.34	8.05 \pm 1.46
0.01 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$	T	15.85 \pm 3.82	16.46 \pm 3.96
	F	9.25 \pm 1.52	6.55 \pm 0.83

T: 时间 Time (min); F: 频次 Frequency

以上结果表明, 在室内模拟条件下, 由于环境条件的变化, 虽然艾虎白天活动时间明显增加, 但仍然以夜出性为主, 同时在不同的光照条件下活动时间基本相同, 说明光照强弱并不是影响艾虎活动格局和活动时间的主要因素, 昼夜变换使艾虎形成了相对稳定的生物钟节律。

3 讨论

动物在活动过程中可以根据捕食风险的大小确定迁移时间、改变活动区域和活动时间, 以避免捕食者活动的高峰期。月光作为一种风险源, 对捕食者和猎物的视觉能力均有影响, 它影响猎物的取食活动, 同时也是猎物权衡环境风险的一个主要因子^[7,8]。夜出性捕食者在捕食风险较高的明亮月光期也降低其活动性^[14,23]。斑尾更格卢鼠 (*Dipodomys spectabilis*) 的地面取食活动受明亮月光的限制, 另一种更格卢鼠 (*D. merriami*) 在明亮月光期相应增加对有隐蔽的区域利用时间, 白足鼠 (*Peromyscus maniculatus*) 同样减少在明亮月光期的活动^[7,8,24], 海燕 (*Oceanodroma leucorhoa*) 避免在全月时从取食地回到繁殖地^[25], 果蝠 (*Artibeus jamaicensis*) 也避免在全月时搜寻和取食食物^[4], 在室内增加光照强度时, 几种荒漠鼠的取食活动降低, 它们接受低的取食率^[26], 夜间光照强度对于赤狐的成功捕食也有较大影响^[27]。我们的研究表明, 艾虎在不同光照条件下具有同样的活动格局, 其活动时间与月光周期没有关系, 同时它的开始活动时间和结束活动时间与月光周期和日出、日落时间无关, 即艾虎的活动不受光照强度和光照周期的影响, 这意味着艾虎并没有依靠光照因子来调节其活动节律和活动时间, 艾虎所具有的这种特点也许与其捕获猎物的方式、栖息地的选择和生境中隐蔽场所的利用有关。艾虎的主要食物是高原鼯鼠、高原鼠兔、根田鼠和一些小型鸟类^[18], 艾虎在捕食过程中主要搜寻小哺乳动物的洞道系统并获取食物, 而猎物的存在与否和月光周期无关, 因此, 艾虎的活动不受月光周期的影响。同时, 许多小哺乳动物具有复杂的洞道系统, 风

险越高的区域, 洞道系统越复杂, 洞口数越多; 复杂的洞道系统为其提供了一个良好的居住场所和隐蔽场所^[28,29]。在研究区域内, 高原鼠兔洞口密度每公顷可达数百至千个以上, 洞道系统既是艾虎的取食场所, 也是艾虎躲避捕食风险的隐蔽场所。艾虎的天敌动物主要是狐狸、牧犬和鹰类^[19], 而这些动物无法进入高原鼠兔和高原鼫鼠的洞道内, 艾虎在取食时即使被捕食者发现, 也可随时利用洞道作为隐蔽场所化解捕食风险。如果光照影响艾虎的取食活动, 则艾虎将需依靠改变活动时间和活动地点减少捕食风险, 这将影响动物的食物摄取量, 因此光照强度和光照周期对艾虎的活动无明显影响, 艾虎在取食过程中可能利用洞道等隐蔽场所减少明亮月光期高的捕食风险。

参考文献:

- [1] Price M V, Waser N M, Bass T A. Effects of moonlight on microhabitat use by desert rodents [J]. *J Mammal*, 1984, 65 (2): 353 - 356.
- [2] Metzgar K G. An experimental comparison of screech owl predation on resident and transient white-footed mice (*Peromyscus leucopus*) [J]. *J Mammal*, 1967, 48: 387 - 390.
- [3] Blair W F. Activities of the Chihuahua deermouse in relation to light intensity [J]. *J Wildl Manage*, 1943, 7: 92 - 97.
- [4] Morrison D W. Lunar phobia in a neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae) [J]. *Anim Behav*, 1978, 26: 852 - 855.
- [5] Vickery W L, Bider J R. The influence of weather on rodent activity [J]. *J Mammal*, 1981, 62: 140 - 145.
- [6] Kaufman D W, Kaufman G A. Effect of moonlight on activity and microhabitat use by Ord's kangaroo rat (*Dipodomys ordii*) [J]. *J Mammal*, 1982, 63: 309 - 312.
- [7] Lockard R B, Owings D H. Moon-related surface activity of bannertail (*Dipodomys spectabilis*) and Fresno (*D. nitratoides*) Kangaroo rats [J]. *Anim Behav*, 1974, 22: 262 - 23.
- [8] Lockard R B, Owings D H. Seasonal variation in moonlight avoidance by bannertail kangaroo rats [J]. *J Mammal*, 1974, 55: 189 - 193.
- [9] O'Farrell M J. Seasonal activity patterns of rodents in a sagebrush community [J]. *J Mammal*, 1974, 55: 809 - 823.
- [10] Owings D H, Lockard R B. Different nocturnal activity patterns of *Peromyscus californicus* and *Peromyscus eremicus* in lunar lighting [J]. *Psychon Sci*, 1971, 22: 63 - 64.
- [11] Erkert H G. Der Einfluß des Mondlichtes auf die Aktivitätsperiodik nachtaktiver Säugetiere [J]. *Oecologia (berl)*, 1974, 14: 269 - 287.
- [12] Vickery W L, Bider Jr. The effect of weather on *Sorex cinereus* activity [J]. *Can J Zool*, 1978, 56: 291 - 299.
- [13] Getz L L. Influence of weather on the activity of the red-backed vole [J]. *J Mammal*, 1986, 49: 565 - 570.
- [14] Clarks J A. Moonlight's influence on predator/prey interactions between short-eared owls (*Asio flammeus*) and deermice (*peromyscus maniculatus*) [J]. *Behav Ecol Sociobiol*, 1983, 13: 205 - 209.
- [15] Kotler B P, Brown J S, Smith R J, Wirtz W O. The effects of morphology and body size on rates of owl predation on desert rodents [J]. *Oikos*, 1988, 53: 145 - 152.
- [16] Longland W S, Price M V. Direct observations of owls and heteromyid rodents: can predation risk explain microhabitat use [J]? *Ecology*, 1991, 72: 2261 - 2273.
- [17] Erkert H G, Grober J. Direct modulation of activity and body temperature of owl monkeys (*Aotus lemurinus griseimembra*) by low light intensities [J]. *Folia Primatologica*, 1986, 47: 171 - 188.
- [18] 郑生武, 曾绍祥, 崔瑞贤. 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 [J]. *兽类学报*, 1983, 3 (1): 35 - 46.
- [19] 周文扬, 魏万红. 艾虎种群动态及其影响因素的研究 [J]. *高原生物学集刊*, 1994, 12: 161 - 171.

- [20] 杨福国. 青海高寒草甸生态系统定位站的自然地理概况 [A]. 见: 夏武平主编. 高寒草甸生态系统 [C]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982. 1 - 8.
- [21] 夏武平, 周兴民, 刘季科, 张晓爱. 高寒草甸地区的生物群落 [A]. 见: 刘季科, 王祖望主编. 高寒草甸生态系统 [C]. 北京: 科学出版社, 1991. 3: 1 - 8.
- [22] Alkon U, Saltz D. Influence of season and moonlight on temporal-activity patterns of indian crested porcupines (*Hystrix indica*) [J]. *J Mammal*, 1988, **69** (1): 71 - 80.
- [23] Julien-Laferriere D. The influence of moonlight on activity of woolly opossums (*Caluromys philander*) [J]. *J Mammal*, 1997, **78** (1): 251 - 255.
- [24] Wolfe J L, Summerlin C T. The influence of lunar light on nocturnal activity of the old-field mouse [J]. *Anim behav*, 1989, **37**: 410 - 414.
- [25] Watanuki Y. Moonlight avoidance behavior in Leach's storm-petrels as a defense against slaty-backed gulls [J]. *Auk*, 1986, **103**: 14 - 22.
- [26] Brown J S, Kotler B P, Smith R J, Wirtz W O. The effects of owl predation on the foraging behaviour of heteromyid rodents [J]. *Oecologia* (Berl.), 1988, **76**: 408 - 415.
- [27] Kruuk H. Predators and anti-predator behavior of the black-headed gull (*Larus ridibundus* L.) [J]. *Behaviour*, Suppl. XI, 1964.
- [28] Reichman O J, Smith S C. Burrows and burrowing behavior by mammals [J]. *Current Mammal*, 1990, **2**: 197 - 244.
- [29] Harper S J, Batzli G O. Effects of predators on structure of the burrows of voles [J]. *J Mammal*, 1996, **77** (4): 1114 - 1121.

THE INFLUENCE OF MOONLIGHT AND LIGHT INTENSITY ON ACTIVITY OF POLECATS (MUSTELA EVERSMANNI)

WEI Wanhong ZHOU Wenyang

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

FAN Naichang

(Department of Biology, Zhejiang Normal University, Jinhua, 321004)

Abstract: The relationships between the moonlight, lunar cycle, light intensity and activity of polecats were studied in the field and laboratory by using radio-tracking techniques and simulating light intensity. Field data showed that the polecats were nocturnal animals, the moonlight did not affect the activity of the polecat. Both of the male and female had same active patterns during different seasons, reproductive and non-reproductive period. The beginning time and ending time of the polecat did not relate to the lunar cycle and the time of the sunset and sunrise. The laboratory data also showed that the polecats were mainly nocturnal animals even though they increased the daily active time because of the change of the environment, the light intensity did not affect the active patterns and the time of the polecat. All of those indicated that the polecats had relatively stable active rhythm. They did not appear to reduce the active time and change the active patterns in bright moonlight and high light intensity during the activity phases as an anti-predator response, they might reduce the high predatory risk by using different refuges such as burrows.

Key words: Polecat (*Mustela eversmanni*); Moonlight; Activity