

秃鹫巢内育雏期亲鸟与幼鸟行为及时间分配

刘旭^{①②} 马鸣^{①*} 吴道宁^{①②} 王述潮^{①②}

① 中国科学院新疆生态与地理研究所 乌鲁木齐 830011; ② 中国科学院大学 北京 100049

摘要: 2016 和 2017 年, 采用焦点动物取样法及全事件记录法, 在新疆和静县巴仑台镇研究了 4 个繁殖巢的秃鹫 (*Aegypius monachus*) 繁殖行为。通过红外相机和人工观察, 构建了秃鹫巢内育雏期的行为谱, 将秃鹫亲鸟的行为划分为 9 类 33 种, 将雏鸟行为划分为 6 类 28 种。结果表明, 亲鸟喂食次数的最高峰出现在 12:30 ~ 13:30 时, 随后在 15:30 ~ 18:30 时之间出现一个小高峰。在育雏期, 亲鸟行为以护幼、观望和警戒为主, 雏鸟则以休息和观望为主。将巢内育雏期分为三个阶段: 育雏前期 (4 ~ 5 月)、育雏中期 (6 月)、育雏后期 (7 月), 运用单因素方差分析 (one-way ANOVA) 检验不同育雏阶段亲鸟、雏鸟行为时间分配的差异。结果显示, 育雏前期与后期之间亲鸟的行为时间分配差异不显著 ($P > 0.05$), 前期与中期和中期与后期之间, 亲鸟的行为时间分配差异均显著 ($P < 0.01$); 育雏前期、中期与后期的雏鸟行为时间分配差异均显著 ($P < 0.01$)。国内秃鹫繁殖主要面临食物短缺、人类活动干扰等威胁。

关键词: 秃鹫; 行为; 时间分配; 育幼; 新疆

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 02-172-08

Behavior and Time Budget of Cinereous Vulture *Aegypius monachus* at Nest during the Nestling Period

LIU Xu^{①②} MA Ming^{①*} WU Dao-Ning^{①②} WANG Shu-Chao^{①②}

① *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011;* ② *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*

Abstract: To understand the behavior patterns, including the time budget of endangered animals is important to make better conservation measures. During March to October in 2016 and 2017, we observed the behaviors of 4 pairs of Cinereous Vulture (*Aegypius monachus*) and their nestlings during the nestling period, using the focal sampling method and all occurrence recording method, in Hejing County, Xinjiang, China. The study area is located in the Tianshan Mts (42°50' - 43°02'N, 86°03' - 86°32'E). Two or three infrared cameras were set up around each nest and about 110 thousand photos with over 90 h videos were captured. We also observed the behavior of parents and nestlings, 400 - 600 m far away from the nest, for 35 d (412 h) during

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31572292, No. 31272291);

* 通讯作者, E-mail: maming@ms.xjb.ac.cn;

第一作者介绍 刘旭, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: lxucas@163.com。

收稿日期: 2017-11-03, 修回日期: 2018-01-08 DOI: 10.13859/j.cjz.201802002

the nestling period. All the behaviors of Cinereous Vulture, defined by the postures and actions, were classified into 9 categories (including 33 behaviors) for parents and 6 categories (including 28 behaviors) for nestlings according to the motivations and functions. During the nestling period, caring, alerting and looking of the time budget of parents and resting and looking of nestlings were dominant. The times of feeding the nestlings from the parents reached the peak at 12:30 - 13:30, followed by the second peak at 15:30 - 18:30 (Fig. 2). The length of nestling period of Cinereous Vulture lasted for (97 ± 6.16) d (90 - 105 d), and we divided the entire nestling period into three stages (Pre-nestling: April and May, Mid-nestling: June, Post-nestling: July) and analyzed the time budget of parents and nestlings during the three stages (Table 1 and 2). The time budget of pre-nestling period was analyzed according to the videos, and the other two stages were analyzed according to the observation supplemented with the data of cameras by time. The differences of these budgets were tested by one-way ANOVA. We found that: there was no significant difference between the time budget of pre-nestling and post-nestling of parents ($P > 0.05$) while either the difference between pre-nestling and mid-nestling or between mid-nestling and post-nestling was significant ($P < 0.01$); the difference between any two stages of nestlings was significant ($P < 0.01$). During the post-nestling period, the defecating numbers of nestling (3.52 ± 1.92) was much more than the feeding numbers from parents (0.93 ± 0.96) which, we believed, was related to the behavior of food storage and bad weather (Fig. 3). As the nestling period progressed, the time of first return of parents with food was gradually delayed (Fig. 4), we suggested that lack of food and anthropogenic factors might influence the breed success of the Cinereous Vulture in Xinjiang.

Key words: Cinereous Vulture, *Aegypius monachus*; Behavior; Time budget; Nestling; Xinjiang

秃鹫 (*Aegypius monachus*) 隶属于隼形目鹰科, 是国家 II 级保护野生动物, 作为重要的食腐动物, 是生态系统重要的“清道夫”。由于食物短缺、药物中毒、人为捕杀等原因 (Margalida et al. 2011, IUCN 2017, 马鸣等 2017), 旧大陆鹫类的数量出现巨大的衰减, 造成了一系列重大的生态、经济、社会损失, 使得人们意识到鹫类在维持生态系统稳定以及保持生物多样性等方面发挥的巨大作用, 并采取各种措施加以保护并努力恢复种群数量。

深刻理解濒危动物的行为模式是保护动物的重要前提 (蒋志刚 2004)。行为时间分配作为行为模式研究中的重要内容之一, 可以反映出动物个体的营养状态、生存压力等参数, 是人们针对濒危物种制定保护措施的重要参照 (McDonnell et al. 2002)。而动物行为研究的基础则是构建行为谱, 有利于动物行为的定量研究 (Lenner 1996), 进而为深入研究动物行为

的发展、机制、功能和演化等问题提供了前提和条件。

目前国外针对秃鹫繁殖方面的研究集中于食物组成 (Costillo et al. 2007)、巢址选择 (Guerrerocasado et al. 2013)、人类活动以及环境因素对于繁殖成功率的影响 (Moranlopez et al. 2006, Moreno-Opo et al. 2013) 等, 但国内这方面的研究还是空白, 仅有高峰等 (2013) 观察研究了笼养条件下秃鹫繁殖期的行为日节律及时间分配。本文通过定点观察繁殖区内秃鹫繁殖巢, 进行繁殖生态学研究, 建立秃鹫巢内育雏期的行为谱以及分析其时间分配, 为后续的研究提供基础资料。

1 研究区域

研究区域位于天山中段南麓, 新疆巴音郭楞蒙古自治州和静县巴仑台镇, 地理坐标 $42^{\circ}50' \sim 43^{\circ}02'N$, $86^{\circ}03' \sim 86^{\circ}32'E$, 属温带大

陆性气候, 海拔在 1 500 ~ 3 000 m, 昼夜温差大。由于冬季逆温层现象, 且天山对于北方寒潮的阻挡作用, 该地区冬季较为温暖, 成为当地牧民的冬牧场。该地区的常见鸟类有金雕 (*Aquila chrysaetos*)、雕鸮 (*Bubo bubo*)、高山兀鹫 (*Gyps himalayensis*) 和红嘴山鸦 (*Pyrhacorax pyrrhacorax*) 等。常见兽类有北山羊 (*Capra sibirica*)、盘羊 (*Ovis ammon*)、猞猁 (*Lynx lynx*)、灰狼 (*Canis lupus*) 和灰旱獭 (*Marmota baibacina*) 等。

2 研究方法

2.1 数据获取

采用红外相机监测 4 个繁殖巢的秃鹫繁殖。由于繁殖巢都在突出的崖壁, 红外相机架设在繁殖巢周边 (5 m 内) 的岩缝或草丛旁。红外相机为 Bushnell HD 以及夜鹰 (Bestguarder) 系列。每个繁殖巢架设 2~3 台, 使用拍照与摄像模式, 每次触发连拍 3 张, 录制视频 40 s。架设时间为 2016 和 2017 年每年的 3 至 8 月, 全天 24 h 监测, 4 个巢共持续时间约 210 d, 拍摄照片 11 万张, 视频约 90 h。为了减少干扰, 每月进入巢中更换电池和 SD 卡, 但受到天气情况的影响更换间隔略有差异, 同时利用电子称 (Weiheng-A04, 精度 1 g) 称量雏鸟体重, 并测量雏鸟的生长数据。

在尽量不干扰秃鹫的情况下, 在距离繁殖巢 400 ~ 600 m 的山脚或山坡上, 借助双筒 (Minox BV, 10 × 42) 和单筒望远镜 (Carl Zeiss, Diascope 85, 20 ~ 60 倍) 对繁殖巢进行观测。采用焦点动物取样法和全事件记录法记录亲鸟及雏鸟的行为。观测日期为 2017 年 5 至 8 月, 每天 7:30 ~ 21:30 时 (北京时间) 全天观测, 累计观察 35 d, 共计 412 h。

2.2 数据处理

将红外相机获取的照片进行选取, 剔除重复、无效的照片 (重复: 同一次触发连续拍摄的 3 张照片中, 相同行为视为重复; 无效: 画面不清、有相互遮挡、无法定义其行为等视为

无效), 挑选后将每个巢的不同红外相机照片混合并按照时间排序, 再次剔除重复的无效照片。参考已有的猛禽研究文献 (熊李虎等 2006, 丁鹏 2012), 根据秃鹫行为的发生和所处的姿势, 对各种行为进行分类描述定义, 并根据其功能和目的进行归类, 构建行为谱 (尚玉昌 2005)。某些短时甚至瞬间行为 (如转身、跳跃) 转换较快, 记录其发生的频次。我们将雏鸟破壳至飞出繁殖巢开始在周边活动之间的巢内时期定义为 (巢内) 育雏期。其中育雏前期 (4~5 月) 的行为数据来源于红外相机的照片和录像, 照片用于构建行为谱, 录像用于记录各行为的时间分配; 育雏中 (6 月)、后期 (7 月) 的行为数据来源于人工观测和红外相机数据的整合, 将红外相机数据按照时间顺序对人工观测数据进行校正补充。应用 Excel 2016 以及 R 软件 (版本 3.3.2) 对秃鹫的行为和时间分配数据进行整理分析, 运用单因素方差分析 (one-way ANOVA) 检验不同育雏阶段亲鸟、雏鸟行为时间分配的差异。

3 结果与讨论

3.1 生长曲线

秃鹫的繁殖周期漫长, 仅巢内育雏期就长达 (97 ± 6.16) d (90 ~ 105 d)。根据雏鸟体重和全长随时间的变化情况 (图 1), 将整个巢内育雏期分为三个阶段: 育雏前期 (4~5 月)、育雏中期 (6 月)、育雏后期 (7 月)。育雏前期雏鸟身披白色绒毛, 卧于巢中, 主要以休息为主; 育雏中期雏鸟逐渐长出黑色的羽毛, 开始出现站立、伸展等行为, 但是这些行为的持续时间还较短; 进入育雏后期, 雏鸟黑色的羽毛已基本长成, 雏鸟可以长时间站立, 并且可以独立进食, 开始长时间练习扇翅、跳跃等。育雏后期雏鸟的体重也维持在 8~10 kg, 与健康的成年秃鹫体重相当, 这与 Reading 等 (2005) 的研究相一致

3.2 行为谱

3.2.1 亲鸟行为谱 综合红外相机照片和人工

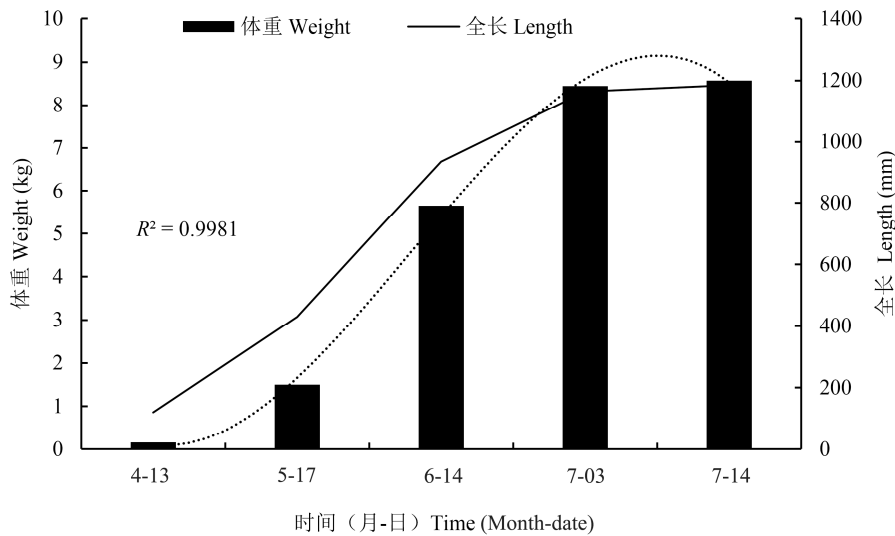


图 1 育雏期雏鸟体重和全长

Fig. 1 Weight and length of nestlings during the nestling period

虚线为多项式拟合; R^2 表示拟合程度。The dot line means the result of polynomial regression; R^2 means the goodness of fit.

观察记录, 将秃鹫亲鸟的行为划分为 9 类 33 种。(1) 运动, 包括飞行、扇翅、跳跃、摇头、走动、转身;(2) 保养, 包括理羽、打哈欠、抖动身体、挠痒、排便、伸展;(3) 进食, 包括撕扯、进食、递食(亲鸟间相互递食);(4) 休息, 包括趴卧、闭眼;(5) 护幼, 包括暖幼、遮雨、遮阳(站立雏鸟身侧遮阳或张开双翅遮阳)、给雏鸟理羽;(6) 育雏, 包括喂食(嘴对嘴传递食物)、吐食(将食物吐出后雏鸟自己进食)、撕扯(帮助雏鸟)、啄幼、训练(给雏鸟示范或引导雏鸟喂食、展翅、踩背等);(7) 警戒, 包括驱赶(张开翅膀, 扇翅驱赶入侵者)、追逐(飞行追逐)、停落;(8) 修饰, 包括叨啄、续巢、清洁;(9) 观望, 一些意义不明的四处张望或站立不动;(*) 其他, 不能明确其意义的行为, 如低头等。

3.2.2 雏鸟行为谱 将雏鸟行为划分为 6 类 28 种。(1) 运动, 包括走动、转身、扇翅跳跃、摇头、单腿站立、学习展翅、叨啄、整理巢;(2) 休息, 包括趴卧、闭眼、头贴地;(3) 保养, 包括打哈欠、理羽、挠痒(头蹭身或爪挠头)、排便、伸展、抖动身体、晒太阳(张开翅

膀卧在巢中);(4) 进食, 包括乞食、觅食、试吐、撕扯、被啄、进食;(5) 警戒, 包括惊吓(尽力蜷缩身体卧在巢中)、抬头张望、驱赶;(6) 观望, 除去有特定意义的行为外, 雏鸟还有一些不甚明了的四处张望, 因此将其列为一类;(*) 其他, 包括一些无法界定其意义的行为, 如低头、翘尾、探头等。

3.3 时间分配

在育雏前期, 亲鸟的行为以护幼、观望、保养为主; 在育雏中期, 观望和护幼行为是亲鸟的主要行为; 在育雏后期, 亲鸟的行为则以观望、警戒和护幼为主。三个时期, 育雏前期与后期亲鸟的行为时间分配差异不显著($P > 0.05$), 前期与中期和中期与后期之间, 亲鸟的行为时间分配差异均显著($P < 0.01$)。亲鸟的行为时间分配见表 1。

在三个时期内, 育雏前期、中期与后期间雏鸟行为时间分配差异均显著($P < 0.01$)。三个时期内, 雏鸟的行为以休息和观望为主, 但是随着雏鸟活动能力的增强, 休息的比例在减少而观望以及其余的各种行为都有增加。雏鸟的行为时间分配见表 2。

表 1 育雏期亲鸟行为时间分配 (%)

Table 1 Behavior time budget of parents during the nestling period (%)

时期 Period	运动 Moving	保养 Maintaining	护幼 Caring	育雏 Fledging	警戒 Alerting	修饰 Decorating	观望 Looking	其余* Others
育雏前期 Pre-nestling	2.63	23.59	30.56	2.14	4.27	1.24	28.59	6.98
育雏中期 Mid-nestling	2.46	9.37	21.46	0.11	6.90	0.06	57.99	1.65
育雏后期 Post-nestling	1.69	9.07	12.26	0.29	12.32	0.01	62.00	2.36

* 其余代表进食、休息和其他的总和。由于进食和休息的比例过小而合并。

* Others include feeding and resting because of the little rate of these behaviors.

表 2 育雏期雏鸟行为时间分配 (%)

Table 2 Behavior time budget of nestlings during the nestling period (%)

时期 Period	进食 Feeding	保养 Maintaining	休息 Resting	警戒 Alerting	运动 Moving	观望 Looking	其他 Others
育雏前期 Pre-nestling	1.99	1.08	64.61	0.00	1.83	22.99	7.50
育雏中期 Mid-nestling	3.24	6.22	42.72	2.18	3.64	33.56	8.44
育雏后期 Post-nestling	3.11	7.94	29.07	0.54	7.70	42.62	9.02

3.4 喂食与护幼 在育雏期,所有时间段均记录到亲鸟喂食雏鸟(图 2)。喂食次数的最高峰出现在 12:30~13:30 时,随后在 15:30~18:30 时之间出现一段小高峰,该时间段是亲鸟回巢喂食的高频期。第一个喂食高峰出现的较晚,这可能与秃鹫的觅食范围较大有关。繁殖期内秃鹫的觅食范围为 636~1 522 km²,食物至繁殖巢的距离最远可达 342 km (Vasilakis et al. 2008, Moreno-Opo et al. 2010)。较远的距离和较大的觅食范围会降低秃鹫的觅食效率并在一定程度上推迟返回喂食雏鸟的时间。

用亲鸟在巢时间(包括停落在繁殖巢周边能被观察到的地方,否则记录为离巢)与观测总时间的比例表示亲鸟的护幼强度。随着育雏期延长,亲鸟的护幼强度渐弱(图 3),这同高山兀鹫亲鸟的护幼强度变化相近(马鸣等 2014)。在育雏前期,亲鸟的护幼强度最高(95.9% ± 3.6%);育雏后期的护幼强度最低

(14.5% ± 10.3%)。在前中期雏鸟还很虚弱,对亲鸟的依赖性很强,如需要亲鸟保温、遮阳、遮雨等,但随着雏鸟的生长,其对于亲鸟的依赖逐渐降低。在育雏中后期观察记录到雏鸟在乞食失败后将亲鸟赶出以及因护食而攻击驱赶亲鸟的行为。

育雏后期雏鸟的排便次数[(3.52 ± 1.92)次]明显高于亲鸟喂食次数[(0.93 ± 0.96)次],这可能与储食行为有关(图 3)。在观察期间进入繁殖巢,发现有未吃完的食物残骸,如羊蹄、旱獭残肢,这些残骸的新鲜程度存在差异。而在后续的观察中,记录到雏鸟饥饿时会在巢中搜寻这些残骸进食。虽然降雨可能会使亲鸟的觅食行为推迟,甚至连续的阴雨会致使亲鸟放弃觅食(Hiraldo et al. 1990),但是观察期间并没有出现连续的阴雨天气,间断性的降雨仅会推迟亲鸟外出觅食时间。同时,食物资源的短缺也可能造成亲鸟喂食次数的下降。

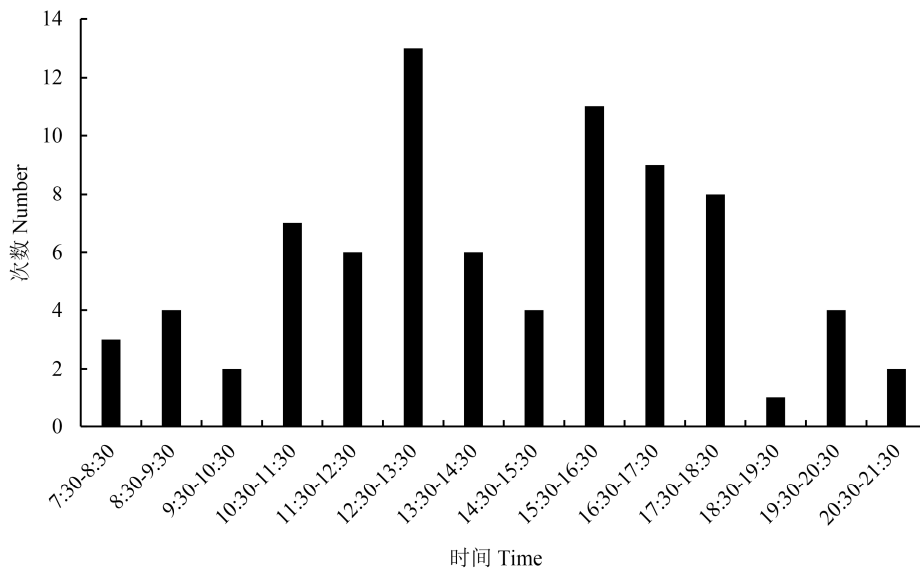


图 2 育雏期亲鸟喂食次数的时间分配

Fig. 2 Daily time budget of feeding during the nestling period

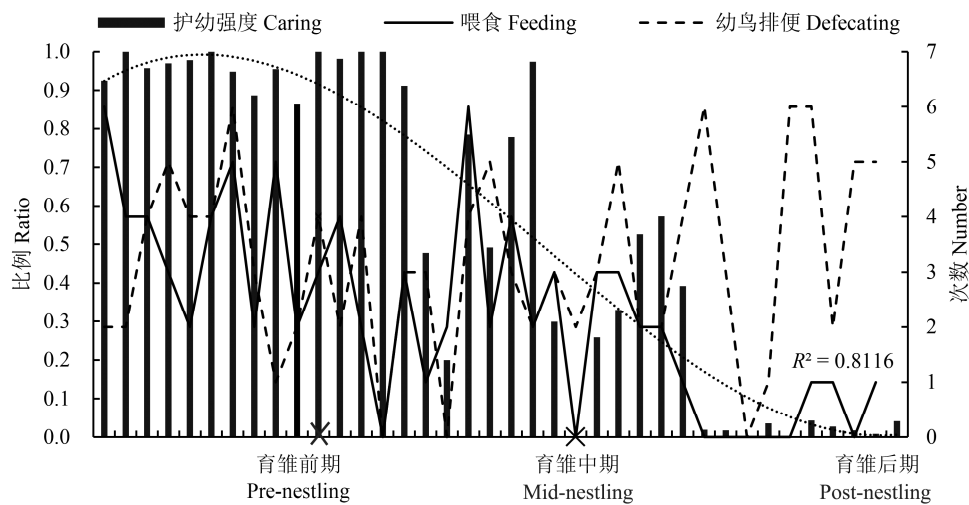


图 3 育雏期亲鸟护幼、喂食以及雏鸟排便随时间的变化

Fig. 3 Caring and feeding of parents and defecating of nestling during three periods of nestling

虚线为多项式拟合； R^2 表示拟合程度；×代表三个阶段的分界刻度。

The dot line means the result of polynomial regression; R^2 means the goodness of fit; × means the boundary of the three periods.

食物短缺是秃鹫繁殖面临的重大问题。到了育雏后期，亲鸟的护幼强度已经下降到极低的程度，应该获得更多的时间用于觅食，但是随着育雏期的延长，每天亲鸟第一次外出觅食用时逐渐增长，回巢喂食的时间逐渐推迟（图 4，如果亲鸟没有回巢喂食，则将第一次回巢喂

食的时间记为 21:00 时），这表示秃鹫亲鸟觅食的难度越来越大。此外，人类活动（放牧、旅游等）、栖息破坏、兽药滥用（二次中毒）、电网威胁等都不利于秃鹫的保护（Kirazli 2016，徐国华等 2016）。因此，希望秃鹫的研究能获得更多科研人员的关注，建议国家和政府尽快

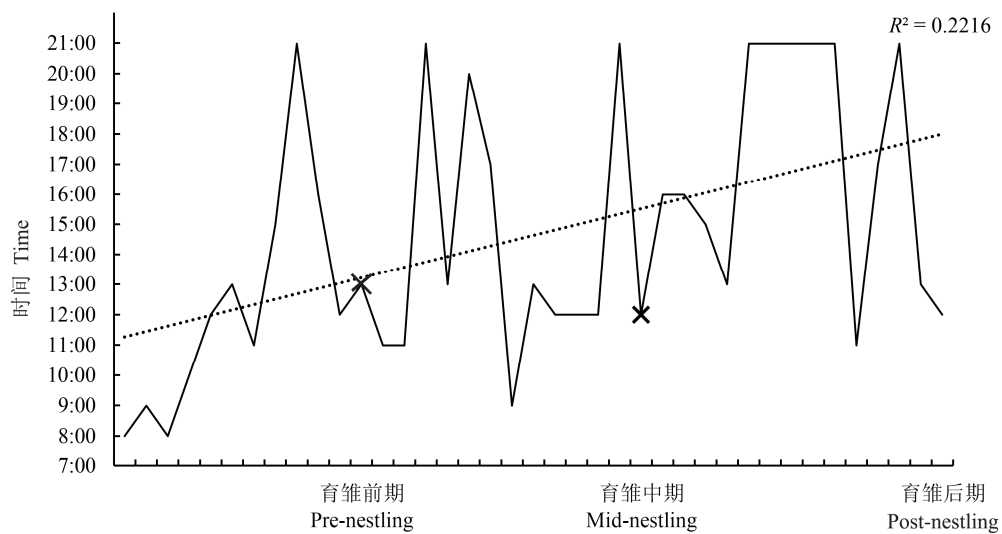


图4 育雏期亲鸟第一次回巢喂食的时间变化

Fig. 4 Times of the first feeding of parents during the fledging

没有喂食则记录为 21:00 时; 虚线为线性拟合; R^2 表示拟合程度; × 代表三个阶段的分界刻度。

The first time of no feeding day was record as 21:00; The dot line means the result of linear regression; R^2 means the goodness of fit; × means the boundary of the three periods.

采用有效措施对秃鹫实行保护, 如建立保护区等。

致谢 感谢陶永海、才吾加甫、铁虎(阿尔斯郎)、才开(牧民)及其家人、阿莱(向导)、徐国华、丁鹏、徐峰、张同、童玉平、Paul Buzzard 等在野外考察中给予的帮助。特别感谢合作团队——武汉大学生命科学院的卢欣、赵华斌、邹大虎、谢焕旺、王逸等参与野外拍摄、测量、采血样、搜集羽毛、安装 GPS/GSM 卫星跟踪器。感谢国际组织全球环境基金/联合国开发计划署(GEF/UNDP)、鹫类专家组的参与和指导。

参 考 文 献

- Costillo E, Corbacho C, Morán R, et al. 2007. Diet plasticity of Cinereous Vulture *Aegypius monachus* in different colonies in the Extremadura (SW Spain). *Ardea*, 95(2): 201–211.
- Guerrero-casado J, Arenas R, Tortosa F S, et al. 2013. Modelling the nesting-habitat of the Cinereous Vulture *Aegypius monachus* on a fine scale for conservation purposes. *Bird Study*, 60(4): 533–538.
- Hiraldo F, Donazar J A. 1990. Foraging time in the Cinereous Vulture *Aegypius monachus*: seasonal and local variations and influence of weather. *Bird Study*, 37(2): 128–132.
- IUCN. 2017. The IUCN red list of the threatened species. [DB/OL]. [2017-11-29]. www.iucnredlist.org.
- Kirazli C. 2016. The impact of some spatial factors on disturbance and reaction distances on nest occupation by the near threatened Cinereous Vulture (*Aegypius monachus*). *North-Western Journal of Zoology*, 12 (2): 304–313.
- Lenner P N. 1996. *Handbook of Ethological Methods*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Margalida A, Morenoopo R, Arroyo B, et al. 2011. Reconciling the conservation of endangered species with economically important anthropogenic activities: interactions between cork exploitation and the cinereous vulture in Spain. *Animal Conservation*, 14(2): 167–174.
- McDonnell S M, Poulin A. 2002. Equid play ethogram. *Applied Animal Behaviour Science*, 78(2): 263–290.
- Moranlopez R, Sanchez J M, Costillo E, et al. 2006. Spatial variation in anthropic and natural factors regulating the breeding success

- of the cinereous vulture (*Aegypius monachus*) in the SW Iberian Peninsula. *Biological Conservation*, 130(2): 169–182.
- Moreno-Opo R, Arredondo A, Guil F, et al. 2010. Foraging range and diet of cinereous vulture *Aegypius monachus* using livestock resources in central Spain. *Ardeola*, 57(1): 111–119.
- Moreno-Opo R, Fernández-Olalla M, Margalida A, et al. 2013. Influence of environmental factors on the breeding success of Cinereous Vultures *Aegypius monachus*. *Acta Ornithol*, 48(2): 187–193.
- Reading R P, Amgalanbaatar S, Kenny D, et al. 2005. Cinereous Vulture nesting ecology in Ikh Nartyn Chuluu Nature Reserve, Mongolia. *Mongolian Journal of Biological Sciences*, 3(1): 13–19.
- Vasilakis D, Poirazidis K, Elorriaga J, et al. 2008. Range use of a Eurasian black vulture (*Aegypius monachus*) population in the Dadia-Lefkimi-Soufli National Park and the adjacent areas, Thrace, NE Greece. *Journal of Natural History*, 42(8): 355–373.
- 丁鹏. 2012. 金雕 (*Aquila chrysaetos*) 繁殖期行为与巢址选择. 乌鲁木齐: 中国科学院新疆生态与地理研究所硕士学位论文, 3–31.
- 高峰, 纪建伟, 田恒玖, 等. 2013. 笼养条件下秃鹫繁殖期的行为日节律及时间分配的观察研究. *湿地科学与管理*, 9(1): 65–68.
- 蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社.
- 马鸣, 道·才吾加甫, 山加甫, 等. 2014. 高山兀鹫 (*Gyps himalayensis*) 的繁殖行为研究. *野生动物学报*, 35(4): 414–419.
- 马鸣, 徐国华, 吴道宁, 等. 2017. 新疆兀鹫. 北京: 科学出版社, 1–214.
- 尚玉昌. 2005. 动物行为学. 北京: 北京大学出版社, 1–3, 189–193.
- 熊李虎, 陆健健. 2006. 上海郊区冬季红隼行为时间分配. *生态学杂志*, 25(4): 467–470.
- 徐国华, 马鸣, 吴道宁, 等. 2016. 中国 8 种鹫类分类、分布、种群现状及其保护. *生物学通报*, 51(7): 1–4.