

陕西安陕朱鹮再引入种群个体死亡原因分析

李 夏^① 霍志萍^② 于晓平^{②*}

① 陕西省宁陕野生动物管理中心 宁陕 725000; ② 陕西师范大学生命科学学院 西安 710062

摘要: 2007年5月至2013年5月,通过环志和无线电跟踪及野外观察和记录,对陕西安陕朱鹮(*Nipponia nippon*)再引入种群的死亡个体进行了收集和确定。共计死亡朱鹮54只,其中雏鸟26只,亚成体8只,释放朱鹮个体均为成体,死亡总数20只。研究表明,朱鹮死亡的原因包括巢内竞争、亲鸟弃巢、雏鸟先天发育不良;天敌、食物缺乏、飞行撞击、高压电击、恶劣天气等。同时,针对上述原因,提出一些合理的保护措施和管理建议。

关键词: 朱鹮;再引入;死亡原因;保护管理

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)05-701-06

Cause of Death of the Crested Ibis of A Reintroduced Population in Ningshan, Shaanxi

LI Xia^① HUO Zhi-Ping^② YU Xiao-Ping^{②*}

① Ningshan Wildlife Management Center of Shaanxi, Ningshan 725000;

② Life Science College of Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China

Abstract: From May 2007 to May 2013, we recorded the 54 died individuals of the Crested Ibis (*Nipponia nippon*) of a reintroduced population in Ningshan County, Shaanxi Province using banding, radiotelemetry and field surveys. Of the 54 died individuals, there were 26 nestlings, 8 juveniles and 20 released adults. Our results showed that the causes of death of the Crested Ibis included sibling competition, negligence of parents, maldevelopment, predation, shortage of food, flight strike, electrocution of power lines, bad weather, etc. According to the above-mentioned causes, we proposed some reasonable measures of protection and management recommendations.

Key words: Crested Ibis(*Nipponia nippon*); Reintroduction; Cause of death; Protection and management

再引入(reintroduction)是指在一个物种的历史分布区内(在该区域内此物种已经绝灭)重新引入该物种并建立种群的一种尝试(IUCN 1998)。虽然再引入作为一种野化和扩大种群分布的创造性保护措施被广泛使用,而且20世纪80年代也出现了某些引人注目的再引入工程,如阿曼的阿拉伯剑羚羊(*Oryx leucoryx*) (Price 1989)、巴西的金狮狒(*Leontopithecus rosalia*) (Kleiman et al. 1998)和北美洲的游隼(*Falco peregrines*) (Cade et al. 2003)。但这一时期大部分的再引入项目均未建立有活力的野

生种群(Griffith et al. 1989, Wolf et al. 1996),原因主要是项目设计不合理和释放个体有效监测的缺乏(Armstrong et al. 2007)。世界自然保护联盟(IUCN)物种保存委员会(Species Survival Commission, SSC)于1988年成立了再

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 31172103);

* 通讯作者, E-mail: yuxp64@163.com;

第一作者介绍 李夏,男,助理工程师;研究方向:朱鹮再引入; E-mail: summer0550@126.com。

收稿日期:2013-06-29,修回日期:2013-08-26

引入专家组 (Reintroduction Specialist Group, RSG), 并对再引入工作进行了规范化管理 (Price et al. 2003)。

尽管如此, 释放个体一般具有较高的扩散率和死亡率, 而且在种群维持阶段的栖息地因素如食物的可获得性和捕食等都是决定再引入计划成败的关键因素 (Caughley 1994)。

2007 年在陕西省宁陕县释放 26 只朱鹮 (*Nipponia nippon*) 笼养个体, 在第二年春天即形成 2 个繁殖配对并产生后代 (Yu et al. 2009)。之后相继释放笼养个体累计 56 只 (27 ♀, 29 ♂), 截止 2011 年再引入种群及其繁殖后代累计形成 10 个繁殖对, 且有子二代参加繁殖, 整个再引入种群共计成功繁殖出飞幼鸟 33 只, 繁殖成功率为 51.67% (陈文贵等 2013)。

观察发现, 再引入种群呈现出与大部分其他再引入物种共同的特征, 即再引入个体和出生后代具有较高的个体死亡率 (Doug et al. 2007)。朱鹮野生种群个体的死亡原因包括疾病、天敌、猎杀、人为干扰等 (张跃明等 2000, Yu et al. 2006)。本研究搜集整理了 2007 年 6 月至 2013 年 5 月间所有观察到的朱鹮个体死亡案例 (包括释放个体、出生后代及未出飞的雏鸟), 探讨导致再引入种群中个体死亡的原因, 为最终建立稳定的具有遗传活力的朱鹮再引入种群提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究地点 研究地点位于陕西省宁陕县县城及城关镇十八丈、寨沟村、老城、朱家嘴村等地, 其地理位置和自然概况已有报道 (常秀云 2007, Yu et al. 2009, 陈文贵等 2013)。

目前, 宁陕朱鹮再引入种群的活动范围基本已经稳定, 主要活动于寨沟村、十八丈和华严及长安河之间。

1.2 研究对象 研究个体包括 2007 年 5 月至 2011 年 10 月先后 4 次释放的笼养朱鹮个体 56 只, 平均年龄 (5.79 ± 2.70) 岁, 其中 2007 年 5 月 26 只 (13 ♀, 13 ♂), 2008 年 9 月 6 只 (4 ♀, 2 ♂), 2009 年 8 月 14 只 (6 ♀, 8 ♂),

2011 年 8 月 10 只 (3 ♀, 7 ♂)。2009 年 14 只个体中的 4 只 (2 ♀, 2 ♂) 因大雪导致饲养网笼破损而逃逸。还包括 2008 ~ 2013 年 6 年间自然孵化的 66 只雏鸟以及成功出飞的 48 只幼鸟。

1.3 研究方法

1.3.1 环志和无线电跟踪 所有释放个体和所有出飞幼鸟在日龄 24 ~ 26 d 时均采用彩色塑料环和金属数字环进行标记, 便于观察和识别; 同时选择健康的 10 只雄性成体佩戴颈圈式无线电发射器, 用于确定后期个体的活动位点和繁殖巢位点, 无线电发射器型号 RI-2D (Holohil Systems Company of Canada), 重量 13 ~ 15 g, 脉冲频率 216.575 ~ 216.691 MHz, 电池寿命 18 个月; 无线电接收器型号为 TRX-1000S (International Wildlife Material Company of the United States), 跟踪天线为三元定向天线。

1.3.2 野外观察和记录 通过双筒望远镜 (SICONG 10 × 42)、单筒望远镜 (GEOMA 65A 型 20 ~ 60 ×) 和照相机 (Nikon 300D) 对朱鹮繁殖、觅食及夜宿个体进行观察和记录。

1.3.3 死亡案例的收集 ① 佩戴无线电跟踪器的个体: 如果白天脉冲型号的强度和方位保持恒定 2 h 以上, 个体可能受伤或死亡; ② 未出飞雏鸟: 在整个育雏期 (38 ~ 45 d) 每天巡查巢中情况, 每隔 3 d 进行一次全天观察, 如果出现死亡可及时发现。本研究不涉及宁陕朱鹮再引入种群的窝卵数和孵化成功率。③ 其他个体: 保护管理人员日常巡护时发现的死亡个体或者当地林业主管部门、居民发现并且报告的死亡个体。

1.3.4 死亡原因的确定 ① 死亡个体的年龄划分为雏鸟 (1 ~ 45 日龄)、亚成体 (45 日龄 ~ 2 岁)、成体 (2 岁以上); 个体来源主要分为释放个体及其繁殖后代 (即自然繁殖个体); ② 所有野外未腐烂的尸体均收回, 置于 -4℃ 的冰柜中保存, 以备分析死因, 身份根据环志确定 (年龄、性别、出生地等); 已经腐烂的尸体分析死因记录归档之后进行掩埋或者部分保存; ③ 由于朱鹮为异步孵化, 雏鸟发育不同步, 较小的雏鸟会因巢内个体竞争 (食物、挤压) 而死亡, 一

般视为巢内竞争。其次是观察到的天敌捕食;④ 宁陕朱鹮有栖于电杆顶端休息的习性,因此偶尔会发生电击或撞击死亡事件。高压电杆或变压器下死亡的完整个体被视为高压电击,喙部、腿及翅膀断裂者被视为飞行撞击死亡;⑤ 其他地点死亡的个体根据现场痕迹如伤害部位、残骸特征确定死亡原因,如冬季胃容物缺乏、体重小于 1 200 g,视为饥饿致死;羽毛呈散落状视为鸟类天敌捕食;羽毛不呈散落状,仅剩腿、头、翅等残骸视为哺乳动物捕食。⑥ 6 个月以上未发现的个体可能死亡或者扩散至我们的监测范围之外,这些个体被视为失踪。失踪个体包括放飞个体中的失踪者和繁殖后代中的失踪者。

2 结 果

2007 ~ 2013 年朱鹮再引入种群共死亡 54 只,其中,雏鸟 26 只,亚成体 8 只,释放个体死亡 20 只(表 1)。由于异步孵化导致同窝雏鸟发育不同步,致使出壳较晚的雏鸟处于巢内竞争的弱势地位,常在发育过程中被挤压、踩踏或获得食物较少而死亡,由此导致 11 只雏鸟死亡,占雏鸟死亡总数的 42.31%(表 2)。天敌、食物缺乏、飞行撞击、高压电击、恶劣天气等环

境导致死亡的个体共计 36 例,占死亡总数的 66.67%(表 2)。秦岭南坡中低山区(海拔 700 ~ 1 200 m)分布普遍、数量较多的王锦蛇(*Elaphe carinata*),仍然是捕食未出飞雏鸟的主要天敌,共发现 4 例王锦蛇伤害事件,造成朱鹮雏鸟死亡 4 只。大型猛禽对朱鹮尤其是亚成体有一定威胁,首次在放飞实验区目击苍鹰(*Accipiter gentilis*) 在朱鹮巢中直接捕食朱鹮雏鸟,累计 2 窝 4 只雏鸟被捕食,导致 2013 年的 2 个繁殖配对繁殖完全失败(表 2);食物缺乏(尤其冬季)导致 8 只释放个体死亡;飞行撞击或电击分别导致 6 只和 5 只朱鹮死亡(表 2);因恶劣天气如秦岭南坡的倒春寒天气导致死亡的个体为 1 只成体(表 2)。从图 1 可见,雏鸟的死亡时间主要集中于育雏期,亚成体的死亡时间则主要集中于第一年的 5 ~ 8 月份,该时期主要为出飞幼鸟学习觅食、练习飞翔的适应性阶段,生活经验不足,成鸟在整年活动过程中均有死亡现象存在。释放个体由于环境适应性的限制,总是存在较高的扩散强度和死亡率,超出监测范围的失踪个体数量较大,本研究所释放的 56 只笼养个体有 27 只失踪个体,占释放总数的 48.2%;释放个体死亡率也很高(20 只),占总数的 35.7%(表 1)。

表 1 陕西宁陕朱鹮再引入种群死亡个体数量统计
Table 1 Number of died individuals of Crested Ibis of the reintroduced population in Ningshan County, Shaanxi Province

年份 Year	死亡个体数量(只) Number of died individuals(ind)			失踪个体数量(只) Number of lost individuals(ind)		
	野外自然繁殖个体 Fledgling from nests			释放个体 Released birds	野外自然繁殖个体 Fledgling from nests	释放个体 Released birds
	幼雏 Nestling	亚成体 Juvenile	成体 Adult			
2007	—	—	—	3	—	13
2008	1	1	0	3	1	3
2009	2	1	0	4	1	7
2010	5	0	0	3	0	0
2011	5	0	0	2	2	4
2012	5	6	0	4	3	0
2013	8	0	0	1	0	0
总计 Total	26	8	0	20	7	27

- . 无记录。- . No record.

表 2 陕西宁陕朱鹮再引入种群个体死亡原因

Table 2 Cause of death of Crested Ibis of the reintroduced population in Ningshan County, Shaanxi Province

死亡原因 Cause of death	雏鸟 (只) Nestling (ind)	亚成体 (只) Juvenile (ind)	成体 (只) Adult (ind)	小计 (只) Total (ind)
巢内竞争 Sibling competition	11	0	0	11
亲鸟弃巢 Negligence of parents	4	0	0	4
雏鸟发育不良 Maldevelopment	3	0	0	3
天敌 Predator 猛禽类 Birds of prey	4	0	4	8
王锦蛇 King Rat Snake	4	0	0	4
食物缺乏 Shortage of food	0	0	8	8
飞行撞击 Flight strike	0	4	2	6
高压电击 Electrocution of power line	0	3	2	5
恶劣天气 Bad weather	0	0	1	1
未知原因 Unknown factors	0	3	1	4
合计 Total	26	10	18	54

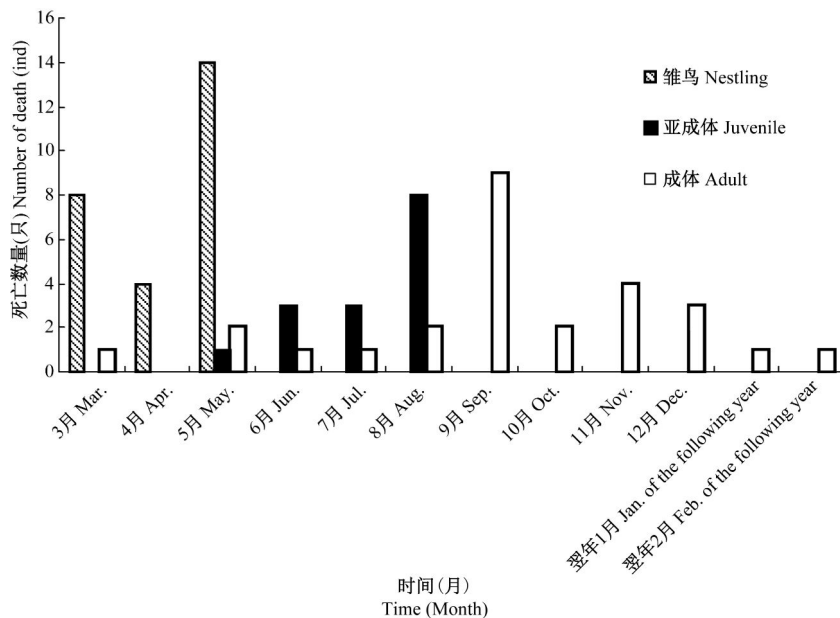


图 1 陕西宁陕朱鹮再引入种群个体死亡时间分布

Fig. 1 Temporal distribution of died individuals of Crested Ibis of the reintroduced population in Ningshan County, Shaanxi Province

3 讨论

朱鹮是世界濒危物种,其种群的保护和研究一直受到国内外学术界的高度关注。陕西省宁陕县从 2007 年开始朱鹮笼养个体的释放和再引入尝试,从目前的发展趋势看,该再引入种群已经基本建立,处于初步维持阶段(陈文贵等 2013)。与世界上所有再引入物种相似,在

种群建立阶段,由于释放个体的存活随机性(demographic stochasticity 种群统计随机性)或者低密度下较小的繁殖率和存活率(Allee effects 阿利效应),因此利用小的释放群体难以建立再引入种群(Caughley 1994)。因为笼养个体释放后存在着较高的扩散强度和由此造成的较高的死亡率(Armstrong et al. 2007)。对于哺乳动物的释放种群,可以用围栏的方式减少

其扩散 (Tuberville et al. 2005) 和死亡 (Hamilton et al. 2010);但围栏对于鸟类是无效的,因此有人提出在释放地附近播放动物的叫声 (Molles et al. 2008) 用以“固定”释放个体。减少释放后死亡率的其他方法还包括捕食 (Biggins et al. 1999) 和反捕食 (Shier et al. 2006) 训练。陕西安朱鹮释放种群的确存在着较高的扩散和死亡 (表 1),但野生种群的人工投食可显著增加其繁殖成功率 (Yu et al. 2006),因此我们分析与释放前未经过充分的野化训练和反捕食训练有关,同时,“硬释放”也是导致释放个体扩散的原因之一。

雏鸟死亡显著降低了朱鹮再引入种群的繁殖成功率。死亡原因主要归咎于异步孵化造成的巢内竞争 (导致 11 只雏鸟死亡,表 2),晚出壳者体格较弱,在同窝雏鸟的竞争中处于劣势地位。当食物充足时,同窝雏鸟可形成一个有序的竞争序列,逐步达到生长发育的同步化 (于晓平 1997);当食物缺乏时,弱小的雏鸟会被淘汰。因此我们可以通过人为方式在繁殖期朱鹮繁殖个体经常利用的觅食地中增加食物丰度以提高雏鸟的成活率。

雏鸟死亡的另一重要原因就是天敌捕食,王锦蛇是秦岭南坡海拔 700 ~ 1 200 m 中低山区常见的大型游蛇科种类,体长可达 3 m,攀援能力极强,其冬眠出蛰后的 5 月恰好处于朱鹮的育雏期,因此伤害事件时有发生,尽管采取了种种预防措施,但效果不显著 (曹永汉等 1995,张跃明等 2000,史东仇等 2001, Yu et al. 2006)。

大中型猛禽会对朱鹮成体或者亚成体构成威胁,可能导致惊飞个体的撞击受伤或死亡事件发生 (张跃明等 2000),但几乎没有猛禽直接捕杀朱鹮的记录。本研究首次发现苍鹰直接捕食巢中的朱鹮雏鸟,文献记录苍鹰在秦岭地区为旅鸟 (巩会生等 2007),但 5 ~ 6 月份出现在朱鹮巢区,说明该物种有可能在秦岭地区繁殖,它们对朱鹮的威胁值得注意。

鸦科鸟类如白颈鸦 (*Corvus torquatus*) 的干扰偶尔会导致亲鸟弃巢,这在野生种群也偶有

发生 (史东仇等 2001)。日本佐渡的朱鹮再引入种群的繁殖失败,很重要的原因也是由于乌鸦 (*Corvus spp.*) 对卵的捕食 (Nishimiya et al. 2010)。日本佐渡朱鹮受威胁的原因是高密度的乌鸦种群 (Nishimiya et al. 2010),因此鸦科鸟类的干扰程度取决于其种群密度的大小,秦岭地区鸦科鸟类对朱鹮的干扰尚在可控范围之内。

除了捕食之外,造成朱鹮死亡的环境因子还有食物缺乏、飞行撞击和高压电击以及恶劣天气等。食物对朱鹮的生存起着决定性作用。农药化肥的大量使用以及水稻田面积的不断减少,使得朱鹮栖息地内的食物量显著下降,因此,保障朱鹮再引入种群的食物资源是最直接最可行的有效措施,如可以采取人工投食、恢复水稻田等。飞行撞击及恶劣天气导致的死亡很难避免,建议尽可能早发现早挽救,而针对高压电线,可以采取加固安全装置来防止朱鹮遭受电击。我们认为,环境是影响朱鹮再引入种群生存的最主要原因。此外,导致朱鹮个体死亡的未知原因仍需进一步调查与研究。

由于本研究区与洋县同处于秦岭南坡,植被类型和动物群落组成类似,因此死亡原因与野生种群基本类似。如蛇类捕食巢中雏鸟、鸦类干扰导致亲鸟弃巢等。但本研究区位于汉江二级支流长安河河谷,沟谷稍显狭窄,河谷中电杆密度较大,因此出现的电击死亡案例相对较多 (表 2)。针对陕西安朱鹮再引入种群面临的威胁因素,我们提出了一些保护措施和建议,如以主要觅食地长安河为纽带,建立连接朱鹮主要繁殖巢区的“哑铃状”朱鹮自然保护区,加强朱鹮再引入种群活动区的环境保护,保障食物资源;加强朱鹮繁殖期尤其是育雏阶段的监护工作;强化野外监护,尽可能减少天敌如苍鹰、王锦蛇等捕食事件发生;引导扶持当地居民开展有利于朱鹮及其栖息地保护的致富项目,共同参与朱鹮的保护工作。

参 考 文 献

Armstrong D P, Seddon P J. 2007. Directions in reintroduction

- biology. Trends in Ecology and Evolution, 23(1): 20–25.
- Biggins D E, Vargas A, Godbey J L, et al. 1999. Influence of prerelease experience on reintroduced black-footed ferrets (*Mustela nigripes*). Biological Conservation, 89(2): 121–129.
- Cade T J, Burnham W. 2003. Return of the Peregrine. Boise, Idaho: The Peregrine Fund.
- Caughley G. 1994. Directions in conservation biology. The Journal of Animal Ecology, 63(2): 215–244.
- Doug P A, Philip J S. 2007. Directions in reintroduction biology. Trends in Ecology and Evolution, 23(1): 20–25.
- Griffith B, Scott J M, Carpenter J W, et al. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. Science, 245(4917): 477–480.
- Hamilton L P, Kelly P A, Williams D F, et al. 2010. Factors associated with survival of reintroduced riparian brush rabbits in California. Biological Conservation, 143(4): 999–1007.
- IUCN. 1998. Guidelines for reintroduction. IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group, IUCN [S]. Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom.
- Kleiman D G, Mallinson J J C. 1998. Recovery and management committees for lion tamarins: partnerships in conservation planning and implementation. Conservation Biology, 12(1): 27–38.
- Molles L E, Calcott A, Peters D, et al. 2008. “Acoustic anchoring” and the successful translocation of North Island kokako (*Callaeas cinerea wilsoni*) to a New Zealand mainland management site within continuous forest. Notornis, 55(2): 57–68.
- Nishimiya H, Hayashi K. 2010. Reintroducing the Japanese Crested Ibis in Sado, Japan. The Economic of Ecosystems and Biodiversity.
- Price M R S. 1989. Animal Re-Introductions: the Arabian Oryx in Oman. Cambridge: Cambridge University Press.
- Price M R, Soorae P S. 2003. Reintroductions: whence and whither? International Zoo Yearbook, 38(1): 61–75.
- Shier D M, Owings D H. 2006. Effects of predator training on behavior and post-release survival of captive prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*). Biological Conservation, 132(1): 126–135.
- Tuberville T D, Buhlmann K A, Bjorkland R K, et al. 2005. Ecology of the Jamaican slider turtle (*Trachemys terrapen*), with implications for conservation and management. Chelonian Conservation and Biology, 4(4): 908–915.
- Wolf C M, Griffith B, Reed C, et al. 1996. Avian and mammalian translocations: update and reanalysis of 1987 survey data. Conservation Biology, 10(4): 1142–1154.
- Yu X P, Chang X Y, Li X, et al. 2009. Return of the Crested Ibis *Nipponia nippon*: a reintroduction programme in Shaanxi province, China. Birding ASIA, 11: 80–82.
- Yu X P, Liu N F, Xi Y M, et al. 2006. Reproductive success of the Crested Ibis *Nipponia nippon*. Bird Conservation International, 16: 325–343.
- 曹永汉, 卢西荣, 翟天庆, 等. 1995. 蛇类对繁殖期朱鹮的危害. 西北大学学报: 自然科学版, 25(增刊1): 722–724.
- 常秀云. 2007. 陕西省宁陕县朱鹮(*Nipponia nippon*)异地释放适应性研究. 西安: 西北农林科技大学硕士学位论文.
- 陈文贵, 李夏, 刘超, 等. 2013. 陕西省宁陕朱鹮再引入种群之现状. 野生动物, 34(1): 23–24, 49.
- 巩会生, 马亦生, 曾治高, 等. 2007. 陕西秦岭及大巴山地区的鸟类资源调查. 四川动物, 26(4): 746–759.
- 史东仇, 曹永汉. 2001. 中国朱鹮. 北京: 中国林业出版社.
- 于晓平. 1997. 朱鹮育雏活动规律研究//陕西省动物研究所. 动物与保护. 西安: 陕西科技出版社.
- 张跃明, 路宝忠, 翟天庆, 等. 2000. 朱鹮死亡原因与保护对策//中国野生动物保护协会. 99 国际朱鹮保护研讨会论文集. 北京: 林业出版社, 117–122.