河南董寨朱鹮再引入释放前的野化训练

黄治学[1] 王 科[1] 蔡德靖[1] 祝文平[1] 潘小燕[1] 刘冬平[2*]

([1]河南董寨国家级自然保护区管理局, 河南信阳 464236; [2]中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091)

摘 要 2013 年 3—10 月在河南董寨模拟野生环境的大网笼中对 34 只人工饲养朱鹮(*Nipponia nippon*)进行了再引入释放前的野化训练。野化朱鹮在一周内快速地将飞行能力提升到野生朱鹮的水平,在 10 d 内夜宿环境由地面至栖杠最后过渡到树上。在觅食方面,朱鹮在 2 个月内完成了对不同类型觅食地的适应,遵循由旱地到湿地、由浅水至深水的顺序。野化个体对猛禽有天敌防御本能,警戒距离和惊飞距离分别约 300 和 50 m;但对饲养管理人员表现出警戒缺失。野化网笼中配对朱鹮的离婚率高达 66.7%,但朱鹮的配对繁殖时间越长,配对关系越稳定。有无育雏经验对繁殖成功率无显著影响,过高的营巢密度和其他鸟类的干扰是导致野化训练期间繁殖失败的主要原因。研究表明,饲养朱鹮经过 2~3 个月的野化训练,能够满足再引入释放的要求。进一步完善栖杠的搭建方式、投食策略和野化管理模式,可以提高朱鹮野化训练的效率。开展释放后监测,掌握朱鹮在野外的适应能力、存活率和繁殖成功率,有助于评估野化训练的成效。

关键词 朱鹮; 再引入; 野化训练

Acclimation of captive Crested Ibis (*Nipponia nippon*) before reintroduction in Dongzhai of Henan Province.

HUANG Zhi-xue[1], WANG Ke[1], CAI De-jing[1], ZHU Wen-ping[1], PAN Xiao-yan[1], LIU Dong-ping[2*] ([1]*Henan Dongzhai National Nature Reserve Administration*, *Xinyang* 464236, *Henan*, *China*; [2]*Key Open Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration Research*, *Institute of Forest Ecology*, *Environment and Protection*, *Chinese Academy of Forestry*, *Beijing* 100091, *China*).

Abstract: Thirty-four captive Crested Ibises (*Nipponia nippon*) were acclimatized in a large cage prior to release to the wild at Dongzhai National Nature Reserve of Henan Province from March to October, 2013. The captive Crested Ibises gained flying ability similar to wild ones within a week, and shifted nocturnal roost from ground to artificial roost bars, and finally to trees within 10 days. The ibises acclimatized a variety of foraging habitats in two months, stepwise from dry land to marsh, and from shallow water to deep water. The acclimated Crested Ibises had defense instinct against natural raptors, with the vigilance distance and flushing distance as 300 and 50 m respectively; but the ibises showed little vigilance against their care keepers. In the acclimating cage, 66.7% of the breeding pairs divorced. The longer a pair bred together, the more stable the pair bonded. Chick rearing experience had no significant influence on the reproductive success, and overcrowded nesting and frequent disturbance were the main factors resulting in the breeding failure of the ibises in the acclimating cage. The result indicated that captive Crested Ibises could be released to the wild after acclimation for 2-3 months. Improving acclimating management, such as roost bar construction and food supplementation, will enhance the acclimating efficiency. Post-release monitoring and evaluation on adaptability, survival rate and reproductive success are necessary to assess the acclimation efficiency.

Key words: *Nipponia nippon*; reintroduction; acclimation.

中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFYBB2016SY016)和国家林业局野生动植物保护专项资助。
收稿日期: 2016-01-20 接受日期: 2016-08-10
*通讯作者 E-mail: dpliu@caf.ac.cn

朱鹮(*Nipponia nippon*)是全球濒危鸟类(BirdLife International,2014),我国Ⅰ级重点保护动物。朱鹮曾经广泛分布于东亚地区,但由于肆意捕杀和环境恶化,朱鹮的种群数量在20世纪上半叶急剧减少,并趋于野生灭绝(史东仇等,2001;丁长青,2004)。在中国,20世纪70年代,朱鹮被认为已经灭绝,但是1981年,在陕西省洋县重新发现7只朱鹮(刘荫增,1981)。经过30余年的保护努力,朱鹮已成为极小种群野生动物保护的典范,其野生种群数量达到1000余只,饲养种群共有8处合计600余只(刘冬平等,2014;王超等,2014)。为了促进朱鹮野外种群的分布范围和数量,缓解其濒危状况,2004年和2007年相继在秦岭以南的陕西洋县和宁陕县开展了野化放飞试验和再引入(reintroduction)工作,初步建立了新的野外群体(刘冬平等,2007a;Yu *et al.*,2009,2015)。2013年,首次在陕西省外的河南董寨开展了朱鹮的再引入工作,进一步将朱鹮的野外分布范围扩大至大别山区。

由于生活环境的限制,人工饲养的动物往往缺乏在野外环境中生存所需的技能,如获取食物、感知危险、寻找配偶、抚育后代、迁徙等(Collar *et al.*,2001)。因此,将人工饲养个体释放到野外之前,进行适当的野化训练(acclimation),使放飞个体适应当地环境,并获取必要的野外生存技巧,是提高释放个体野外存活率和再引入成功率的重要步骤(IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group,1998)。以往对饲养朱鹮的野化训练研究已经提出训练网笼中的环境恢复建议和野化训练的内容(刘冬平等,2007a;卢靖等,2011)。本研究在上述工作的基础上设计了相关的野化训练环境和内容,旨在揭示人工饲养朱鹮对野外模拟环境的适应能力和对野外生存技能的学习进程,确定朱鹮对各种技能的适应时间表,并为今后再引入朱鹮的野化训练提出进一步的改进建议。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

再引入朱鹮的野化训练在河南董寨国家级自然保护区(31.28° N—32.09° N,114.18° E—114.30° E)内开展。河南董寨国家级自然保护区是一个以保护山区森林珍稀鸟类及其栖息地为主的野生动物类型的自然保护区,位于河南省南部的罗山县境内,坐落于大别山北麓的淮河源头,面积46800 hm^2。处于北亚热带向暖温带过渡区域,气候湿润,四季分明,年均气温15.1 ℃,年均降水量1208.7 mm,无霜期227 d。南北动植物区系交汇,成分复杂多样。鸟类资源分布尤为集中,占河南省鸟类总数的80%,全国的20%,是同一经度或同一纬度保护区中最多的。保护区内丰富的森林和稻田湿地资源为野化放飞的朱鹮提供了优越的栖息环境。董寨于2007年开始引进17只朱鹮并开始人工饲养繁殖,截至2014年共繁殖朱鹮152只,可以为野化放飞提供充足的种源。

1.2 研究方法

1.2.1 野化网笼及环境 在河南董寨朱鹮保护站附近选择依山傍田的适宜环境建设了朱鹮的野化训练大网笼,呈圆柱体,占地面积2800 m^2,顶部高度32 m,四周高度19.5 m,可活动空间约72100 m^3。笼内的环境改造参考野生朱鹮的栖息地需求和以往研究的建议(刘冬平等,2007a;卢靖等,2011),主要生境包括:山坡林木(面积约占20%,包括松树1棵、杉树24棵、枫杨1棵)、草地(约占50%)、浅水池塘(约占18%,水深15~40 cm)、沼泽(约占7%、水深5~10 cm)、沟渠(约占2%)等。网笼内架设人工栖杠6根,繁殖巢框7个,并从山间引入山泉水。朱鹮的野化训练在这个大网笼内进行,大网笼的规格及其内部环境可以满足朱鹮飞行、觅食、夜宿和繁殖等的需求。

1.2.2 野化朱鹮的选择及标记识别 野化个体的选择使用以下标准:(1)血缘关系较远的健康个体;(2)雌雄比例均衡;(3)2~5岁的繁殖潜力较大的青壮年个体。为了进行比较研究,野化个体选择有繁殖经验和无繁殖经验2种类型。其中,繁殖经验分为2类:(1)人工育雏经验,即产卵后人工使用孵化器和育雏器进行孵化和育雏;(2)亲鸟育雏经验,即产卵后人工使用孵化器孵化,而后由亲鸟育雏。为了便于野化期间及释放后的监测和观察,在放入大网笼前对每个个体佩戴了金属环和便于远距离观察的彩色数字环,并使用背负式(backpack)的方法对部分个体佩戴了卫星发射器(Platform Transmitter Terminal,PTT)。

1.2.3 投食及野化管理 每天早晚各投食1次。3—5月份投食时间为07:00和14:00,6—10月份投食时间为06:00和16:00。食物以泥鳅和黄粉虫为主,辅以少量小鱼、河虾、贝壳、蚯蚓、蚂蚱等。投食量为每只朱鹮每天230~400 g。

大网笼内的环境和朱鹮野化管理由固定的2名专业工作人员开展。除了投食外,对网笼内外环境进行巡查,及时了解网笼环境和野化个体情况,对野化个体的意外碰撞、挂网和受伤情况进行干预和救护,并尽量减少人为干扰。通过定期的检查和疏通,确保网笼内湿地的水源安全与畅通。及时清理死亡及腐烂的食物,防止病菌感染。

1.2.4 朱鹮活动观察 在大网笼内部四周安装型号为WC-CZ392CH的摄像头及旋转云台4部,在观察室利用监控设备对野化的朱鹮个体进行观察。观察时间介于07:00—19:00,记录朱鹮的飞行圈数和撞网情况、夜宿的时间和方式、外来干扰的种类和朱鹮的反应、繁殖情况等。采用焦点观察法(focal sampling,Altmann,1974)对朱鹮个体的觅食情况进行持续观察,记录其对沟渠、沼泽、浅水池塘和草地4种觅食栖息地的选择情况。

2 结果与分析

本研究共挑选了34只人工饲养的朱鹮放入大网笼进行野化训练。这些朱鹮的性比为1∶1,年龄介于2~5岁,各年龄段的个体数量分别为20只(58.8%)、7只(20.6%)、5只(14.7%)和2只(5.9%)。野化个体中,22只(64.7%)没有繁殖经验,8只(23.5%)具有自然育雏经验,4只(11.8%)具有人工繁殖经验(表1)。上述12只有繁殖经验的个体来自6个配对,分别为020×017、026×021、019×025、028×034、002×001和004×005。野化训练时间介于2013年3月15日——10月10日,共计209天。

2.1 飞翔与夜宿

朱鹮释放到大网笼时,将朱鹮的头部紧靠侧网,通过限制其飞行空间有效地减少了惊飞导致的碰撞受伤。朱鹮的飞行技巧和飞行能力在野化过程中得到显著改善。放入网笼的最初几天,朱鹮多采取直线飞行,飞行中转折技巧较差,碰撞网笼侧网的现象很多。一周之后,朱鹮的飞行技巧大为改善,可以熟练地环绕网笼飞行,并有效地避免碰撞侧网,但受到干扰后仍然会发生碰撞现象。朱鹮连续飞翔的距离也由开始的3圈左右增加到一周后的10圈左右(长约1500 m),飞行能力显著提升。

朱鹮的夜宿栖息地选择随着野化天数的增加呈现出显著变化(图1)。野化的第1天全部朱鹮在地面上夜宿。第2天朱鹮开始到人工栖杠上夜宿,第3天朱鹮开始到树上夜宿,第10天共有32只(94%)朱鹮到树上夜宿,基本完成了从地面到人工栖杠直至树上的转变。

表1 2013年野化朱鹮个体的信息

Table 1 Individual information of Crested Ibises in acclimating cage in 2013

数字环号	金属号	性别	重量(kg)	出生年份	亲本号	繁殖经验
020*	L01-9573	♂	1.8	2008	02/11	人工育雏
026*	L01-9572	♂	1.65	2008	02/11	人工育雏
017	L01-9578	♀	1.6	2009	08/13	人工育雏
021	L01-9594	♀	1.65	2009	10/14	人工育雏
019	L01-9592	♂	1.7	2009	10/14	亲鸟育雏
025	L01-9581	♀	1.5	2009	02/11	亲鸟育雏
028*	L01-0201	♂	1.8	2009	02/11	亲鸟育雏
001	L01-0218	♀	1.7	2010	10/14	亲鸟育雏
002	L01-0220	♂	1.8	2010	05/19	亲鸟育雏
004	L01-0219	♂	1.7	2010	04/15	亲鸟育雏
005	L01-0231	♀	1.5	2010	05/19	亲鸟育雏
034	L01-0216	♀	1.65	2010	08/13	亲鸟育雏
015	L01-0210	♂	1.9	2010	04/15	无繁殖经验
016	L01-0215	♀	1.7	2010	02/11	无繁殖经验
003	L01-4512	♀	1.4	2011	17/22	无繁殖经验
006	L01-0225	♀	1.5	2011	08/13	无繁殖经验
007	L01-0262	♀	1.7	2011	08/18	无繁殖经验
008*	L01-0227	♂	1.6	2011	04/15	无繁殖经验
009	L01-0234	♀	1.5	2011	04/15	无繁殖经验
010	L01-4502	♂	1.7	2011	02/11	无繁殖经验
011	L01-4501	♂	1.7	2011	09/18	无繁殖经验
012	L01-4514	♀	1.45	2011	17/22	无繁殖经验
013*	L01-4506	♂	1.5	2011	10/14	无繁殖经验
014	L01-4511	♀	1.45	2011	28/25	无繁殖经验
018	L01-0257	♀	1.45	2011	08/13	无繁殖经验
022	L01-0254	♂	1.6	2011	04/15	无繁殖经验
023	L01-0205	♂	1.6	2011	12/20	无繁殖经验
024	L01-4505	♂	151	2011	10/14	无繁殖经验
027*	L01-0202	♂	1.55	2011	06/34	无繁殖经验
029	L01-0261	♂	1.6	2011	02/11	无繁殖经验
030	L01-0251	♀	1.5	2011	09/18	无繁殖经验
031	L01-0206	♀	1.55	2011	06/34	无繁殖经验
032	L01-0204	♀	1.5	2011	21/23	无繁殖经验
033	L01-0250	♂	1.6	2011	10/14	无繁殖经验

*佩戴了卫星发射器。

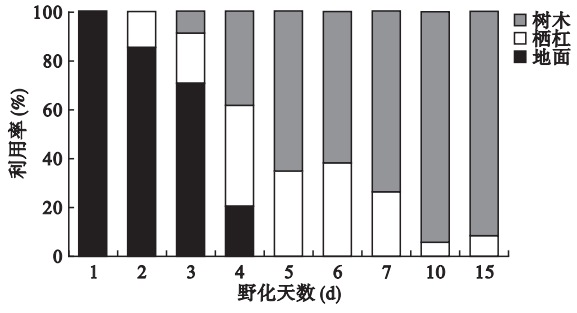


图1 朱鹮夜宿栖息地的利用率随野化天数的变化

Fig.1 Nocturnal roost utilization with acclimation days

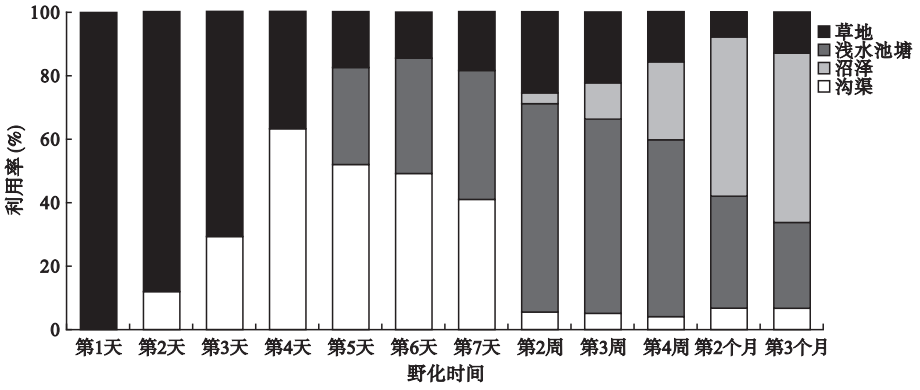


图 2 不同野化时期朱鹮对觅食栖息地的利用率变化
Fig.2 Foraging habitat utilization of Crested Ibis with acclimation time

2.2 觅食适应性

在觅食地方面,朱鹮在 2 个月内循序渐进地完成从草地-沟渠-沼泽-浅水池塘的适应过程(图 2)。野化第 1~4 天,朱鹮表现出对旱地的显著依赖性,主要在草地和沟渠觅食。其中,在沟渠的觅食适应过程中,初期是站在岸上向水中探取食物,而后逐步进入水中。第 5 天,朱鹮开始进入浅水沼泽中觅食,随后浅水沼泽逐渐成为主要的觅食地。第二周,朱鹮开始逐步适应到水相对较深的池塘中觅食。在深水区,当朱鹮的喙部够不着基底时,朱鹮非常罕见的用喙左右划动寻找食物,有时甚至整个头部扎入水中。一旦捕获食物,即到岸上进行吞咽,以防食物逃逸。第二个月后,朱鹮对浅水池塘、沼泽、草地和沟渠 4 中觅食地的选择已经趋于稳定,觅食时间分别占 53%、27%、13%和 7%(图 2)。

对于食物的选择,野化个体明显受到前期人工饲养经验的影响。野化之初,朱鹮即能熟练捕食泥鳅、小鱼、虾和黄粉虫等饲养条件下的食物。而对蚯蚓、蝌蚪、田螺这些新的食物,则需要通过调整投食量比例等方法,逐步地适应。

2.3 天敌防御及外来干扰影响

在朱鹮野化期间记录到苍鹰(*Accipiter gentilis*)和黑耳鸢(*Milvus lineatus*)等猛禽的近距离的飞行和鸣叫,朱鹮表现出与生俱来的防御反应,其强度与猛禽的活动距离密切相关。当猛禽在 300 m 以内活动时,朱鹮会表现出警戒行为;当猛禽在 200 m 以内活动时,朱鹮在警戒张望的同时伴随着警戒性鸣叫;当猛禽的距离进一步接近 50 m 左右时,朱鹮则会惊飞到树上或其他角落里躲避。由此表明,朱鹮对猛禽的警戒距离约为 300 m,惊飞距离约为 50 m。

野化期间,人类近距离的正常活动,如饲养员进入网笼投食、少量科研人员在网笼外围的考察等,对野化个体没有明显的影响。到了夏季,网笼中钻进数十只池鹭(*Ardeola bacchus*)、白鹭(*Egretta garzetta*)和喜鹊(*Pica pica*)等野生鸟类与朱鹮伴生活动,朱鹮与这些野生鸟类伴生生活,但经常发生食物争夺并处于劣势。

2.4 繁殖状况

2013 年春季,野化网笼中共有 10 对朱鹮自主配对,配对率占总数的 58.8%。原有的 6 个配对中,仅有 2 对(33.3%)仍然保持配偶关系,其余 4 对重新配对(表2)。10个配对中,7对占用了全部的人

表 2 朱鹮在野化网笼中的繁殖情况
Table 2 Breeding details of Crested Ibises in the acclimating cage

编号	配对亲鸟	营巢状况	产卵数	孵化情况
1	011×006	自主营巢	3	破损 1 枚,无精卵 1 枚,出壳 1 只早期死亡
2	004×016	巢框中营巢	2	无精卵 1 枚,助剥死亡 1 只
3	028×025	巢框中营巢	2	破损 1 枚,助剥死亡 1 只
4	019×001	巢框中营巢	3	破损 1 枚,助剥死亡 2 只
5	010×012	巢框中营巢	3	无精卵 1 枚,助剥死亡 2 只
6	026×021	巢框中营巢	2	破损 1 枚,助剥死亡 1 只
7	029×003	巢框中营巢	3	破损 1 枚,无精卵 1 枚,出壳 1 只早期死亡
8	020×017	巢框中营巢	1	无精卵 1 枚
9	027×018	未营巢	-	-
10	008×009	未营巢	-	-

工巢框,自主叼取铺垫的巢材;1 对在松树上自主完成营巢;剩余 2 对因没有适宜的营巢条件而未能成功筑巢。8 对成功营巢的朱鹮共产卵 19 枚,平均窝卵数(2.38±0.74)枚,产卵后双亲轮换孵化。19 枚卵中,无精卵 5 枚(26.3%),孵化过程中因亲鸟踩踏导致破损 5 枚(26.3%),孵化后期因亲鸟提前用喙帮助出壳导致胚胎死亡 7 只(36.8%),出壳 2 只(10.5%)但早期(2~3 日龄)死亡。

3 讨 论

动物的行为是其对生理变化和环境变化做出的整体性反应,环境的多样性有利于促使饲养动物的正常行为和技能得到诱发、表达、发育和维持(Olney *et al.*,1994)。目前,国际上普遍采用环境丰容(environmental enrichment)和行为训练相结合的方法,通过向饲养动物提供适宜的环境因子以促进其学习觅食、逃避天敌等技能,改善其生存状态和行为模式(蒋志刚,2004;Stewart *et al.*,2004)。这一方法也已成功应用于美洲鹤(*Grus americana*)、大熊猫(*Ailuropodidae melanoleuca*)等濒危动物再引入的野化训练当中(Duff *et al.*,2001;田红等,2004)。对于饲养朱鹮而言,饲养笼舍面积狭小、环境单一,导致很多野生行为的缺失。观察逃逸的饲养朱鹮,发现这些个体不能在野外的流水环境中捕获食物,不能上树栖息躲避天敌,持续飞行能力也较差,因而难以在野外存活(刘冬平等,2008)。在较大面积的野化网笼中,我们模拟了野生朱鹮生存的主要环境因素,如多样化的觅食地和食物、深浅不一的湿地、不同的夜宿树种、多种类型的干扰源等,从而使饲养个体能够逐步学习野外生存的技能。这种野化训练已被证明具有充分的可行性且在朱鹮的再引入过程中至关重要(刘冬平等,2008)。本研究通过野化训练总结分析了饲养朱鹮在飞行、觅食、夜宿、繁殖、天敌防御等方面的适应过程和时间表。

在飞行方面,野化朱鹮表现出快速的学习能力,在一周后可以持续飞行约 1.5 km。这一距离与野生朱鹮的单次觅食飞行距离(刘冬平等,2003)相当,可以认为已经达到了野外释放的标准。但是,朱鹮的持续飞行潜力巨大,已有证据显示可达大约 30 km(Ministry of Environment of Japan,2014)。可见,野化环境与释放后的自然环境在对朱鹮飞行能力的表达和发育发面仍有巨大差距。在夜宿方面,本研究中朱鹮的学习进程落后于刘冬平等(2008)的报道,但领先于卢靖等(2011)的报道。这一差异可能是由不同研究中栖位数量差异导致的(卢靖等,2011),另外还与栖杠的设置方式密切相关。将栖杠的一侧搭建在乔木上,是促使朱鹮快速学习上树夜宿的重要措施(刘冬平等,2008)。这也进一步表明野化训练的管理细节及环境因子的改善会对动物的学习进程产生巨大的影响。

本研究结果表明,朱鹮对觅食地的适应顺序为草地-沟渠-沼泽-浅水池塘,基本遵循由旱地到湿地、由浅水到深水的进程,这与野生朱鹮幼鸟对觅食地的适应过程一致(丁长青等,2000)。朱鹮的典型取食方式是将喙部扎入泥质基地中,依靠触觉捕获食物。但在野化期间发现部分朱鹮非常罕见地在深水中用喙左右划动寻找食物。这一异常现象很可能与觅食环境的设置和投食策略相关。大网笼中应充分保障朱鹮偏好的浅水觅食地的面积,当适宜觅食地(水深<20 cm)不能满足需求时,朱鹮被迫到深水区觅食。另外,即时投食导致泥鳅以较高的密度在深水中游动,从而促使朱鹮采取划动的觅食方式提高捕获率。在今后的野化训练当中可以采取夜间投食的方式,保证泥鳅有充分的时间潜入泥质基地,促使朱鹮能够学习正常的觅食技能。

本文的结果显示,野化朱鹮个体对猛禽的活动表现出一贯的防御本能(刘冬平等,2008),但对饲养员的日常管理活动没有显著的警戒行为,这与卢靖等(2011)描述的对游客等的警戒反应差别巨大,表明朱鹮对不同人群的干扰有显著的警戒差异。由于动物印迹(imprinting)的存在(孙儒泳,2001),导致饲养个体对饲养员表现出警戒缺失,这可能对朱鹮释放后的存活率产生影响。例如,2004—2005 年在洋县开展的朱鹮野化放飞试验中,释放的个体在繁殖期表现出对野外监测人员的异常亲昵行为,这一行为可能会导致朱鹮受到意外伤害。已有研究表明,通过模拟亲鸟饲养(puppet rearing)的方式可以降低饲养员对动物的影响,进而提高释放后的成活率(Valutis *et al.*,1999;Ellis *et al.*,2000)。

野生朱鹮对配偶的忠诚度(mate fidelity)很高,除非一方死亡否则不重新配对(路宝忠等,1997;史东仇等,2001)。然而,本研究结果显示,野化网笼中的离婚率高达 66.7%。本研究中,人工饲养朱鹮的配对是在 4~6 只的小群体中自主形成的,不同于野生朱鹮的完全自主配对。这很可能导致了当野化网笼中有更多配偶选择机会时出现高离婚率。在野

化网笼中,2 对在饲养笼舍中有 2 年繁殖经验的朱鹮维持了配对,而其他 4 对仅配对 1 年的个体全部离婚,这表明朱鹮的配对繁殖时间越长,配对关系越稳定。不同繁殖经验个体的繁殖成效对比显示,育雏经验对维持配偶关系及繁殖成功率并无显著影响。野化个体繁殖失败的主要原因是亲鸟在孵化过程中的不当行为导致的卵破损和胚胎早期死亡,这与繁殖环境压力密切相关(黄治学等,2004;刘冬平等,2007b)。大网笼中的营巢密度显著高于野生种群,且亲鸟在孵化过程中经常受到其他朱鹮、喜鹊、池鹭、白鹭等的干扰。野化网笼中难以避免的繁殖失败经验会对释放后的朱鹮配对和繁殖产生负面影响,抑或一次难得的"试婚"经验有助于提高释放后的繁殖成功率? 虽然目前大多数朱鹮的野化训练倾向于保守地避开繁殖期,但繁殖对其释放后的繁殖表现的确切影响还有待于进一步跟踪和评估。

综上所述,饲养朱鹮经过 2~3 个月的野化训练后,即可在飞行、夜宿、觅食、天敌防御能力等方面有显著提升,表现出与野生朱鹮相似的行为方式和能力,从而达到再引入释放的要求。这些朱鹮释放到野外后,需要对其进行长期的监测,掌握其适应能力和存活状况的相关信息,以便对野化训练的成效进行评估,并做出进一步的完善方案。

参考文献

丁长青, 李新海, 马志军, 等. 2000. 朱鹮幼鸟活动性的初步研究// 中国动物学会鸟类学分会. 中国鸟类学研究——第四届海峡两岸鸟类学术研讨会文集. 北京: 中国林业出版社: 102-106.

丁长青. 2004. 朱鹮研究. 上海: 上海科技教育出版社.

黄治学, 任建设, 潘广林, 等. 2004. 人工饲养条件下朱鹮自然繁殖研究. 西北农林科技大学学报, **32**(2): 91-94.

蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社.

刘冬平, 丁海华, 张国钢, 等. 2008. 人工饲养朱鹮放飞前的野化训练. 林业科学, **44**(12): 88-93.

刘冬平, 丁长青, 楚国忠. 2003. 朱鹮繁殖期的活动区和栖息地利用. 动物学报, **49**(6): 755-763.

刘冬平, 路宝忠, 张国钢, 等. 2007a. 人工饲养朱鹮野化放飞后在野外繁殖成功. 动物学杂志, **42**(3): 101.

刘冬平, 庆保平, 路宝忠, 等. 2007b. 环境因子对笼养朱鹮自然繁殖的影响. 动物学杂志, **42**(1): 74-78.

刘冬平, 王 超, 庆保平, 等. 2014. 朱鹮保护 30 年——基于社区的极小种群野生动物保护典范. 四川动物, **33**(4): 612-619.

刘荫增. 1981. 朱鹮在秦岭的重新发现. 动物学报, **27**(3): 273.

卢 靖, 丁长青, 庆保平, 等. 2011. 不同野化训练条件下朱鹮的行为差异. 动物学杂志, **46**(6): 11-18.

路宝忠, 翟天庆, 张跃明, 等. 1997. 野生朱鹮种群结构及血缘关系的研究. 陕西师范大学学报, **25**(增刊): 98-104.

史东仇, 曹永汉. 2001. 中国朱鹮. 北京: 中国林业出版社.

孙儒泳. 2001. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社.

田 红, 魏荣平, 张贵权, 等. 2004. 传统圈养和半自然散放环境亚成年大熊猫的行为差异. 动物学研究, **25**(2): 137-140.

王 超, 刘冬平, 庆保平, 等. 2014. 野生朱鹮的种群数量和分布现状. 动物学杂志, **49**(5): 666-671.

Altmann J. 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behavior*, **49**: 227-267.

BirdLife International. 2014. Species factsheet: *Nipponia Nippon* [EB/OL]. [2014-3-10]. http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php? id=3801.

Collar NJ, Andreev AV, Xhan S, *et al*. 2001. Threatened birds of Asia: The BirdLife International Red Data Book. Cambridge, UK: BirdLife International.

Duff J, Migration O, Sprague D. 2001. Reintroduction of whooping cranes: The ultra (light) in animal training experience. *Communique*, **12**: 15-19.

Ellis DH. 2000. Postrelease survival of hand-reared and parent-reared Mississippi Sandhill Cranes. *The Condor*, **102**: 104-112.

IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. 1998. IUCN Guidelines for Re-introductions. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission.

Ministry of Environment of Japan. 2014. Status of the reintroduction of Crested Ibis in Japan [EB/OL]. [2014-11-22]. http://www.env.go.jp/nature/toki/pam ph/1403/full.pdf.

Olney PJS, Mace GM, Feistner ATC. 1994. Creative conservation: Interactive management of wild and captive animal. London: Chapman & Hall.

Stewart KL, Bayne K. 2004. Environmental enrichment for laboratory animals [EB/OL]. [2016-2-16]. http://www.ivis.org/advances/reuter/stewart/ivis.pdf.

Valutis LL, Marzluff JM. 1999. The appropriateness of puppetrearing birds for reintroduction. *Conservation Biology*, **13**: 584-591.

Yu XP, Chang XY, 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 XP, Li X, Huo ZP. 2015. Breeding ecology and success of a reintroduced population of the endangered Crested Ibis *Nipponia nippon*. *Bird Conservation International*, **25**: 207-219.

作者简介 黄治学,男,工程师,主要从事朱鹮人工饲养繁殖研究。E-mail: hzx6408@163.com

责任编辑 张 敏