

# 甘肃安西荒漠伯劳的繁殖生态

邹小玉<sup>①</sup> 刘方庆<sup>①</sup> 陶金鼎<sup>②</sup> 马雯<sup>①</sup> 包新康<sup>①\*</sup>

① 兰州大学生命科学学院 兰州 730000; ② 安西极旱荒漠国家级自然保护区管理局 甘肃 瓜州 736100

**摘要:** 2010年4~8月在甘肃安西极旱荒漠国家级自然保护区,采用样点法对荒漠伯劳(*Lanius isabellinus isabellinus*)的繁殖生态进行了研究,采用单因素方差分析(ANOVON)对荒漠伯劳卵体积与卵序之间的关系进行了研究,用二元 Logistic 回归对雏鸟生长曲线进行拟合。结果表明,荒漠伯劳的繁殖时间为4月底至8月初,每巢产卵3~6枚,平均窝卵数为 $4.67 \pm 0.57$  ( $n = 21$ ),卵体积为 $(3.14 \pm 0.32) \text{cm}^3$  ( $n = 95$ ),卵鲜重 $(3.48 \pm 0.20) \text{g}$  ( $n = 20$ ),卵体积随着产卵顺序显著减小( $R = -0.427$ ,  $P = 0.021$ ,  $n = 29$ ),其采取的是“窝雏减少”的繁殖策略。雌鸟产首枚卵后即开始孵卵,雄鸟负责情饲及警戒。温度自动记录仪测量平均孵卵温度为 $(38.19 \pm 0.77)^\circ\text{C}$  ( $n = 2$ ),雌鸟在巢率为93.95%。平均孵卵时间为 $(15.33 \pm 0.52) \text{d}$  ( $n = 6$ )。荒漠伯劳雏鸟留巢期12~15 d,幼鸟离巢后亲鸟继续饲喂幼鸟,整个育雏期最长达31 d。研究地区荒漠伯劳种群的孵卵率为82.50% ( $n = 80$ ),卵成功率为46.25% ( $n = 80$ ),雏鸟离巢率为56.06% ( $n = 66$ ),巢成功率58.62% ( $n = 29$ )。在2010年环志标记的12对繁殖鸟中只有1对繁殖了第二窝。

**关键词:** 极旱荒漠; 荒漠伯劳; 繁殖生态; 安西自然保护区

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)04-516-07

## Breeding Ecology of *Lanius isabellinus isabellinus* in Anxi Extreme Desert of Gansu Province

ZOU Xiao-Yu<sup>①</sup> LIU Fang-Qing<sup>①</sup> TAO Jin-Ding<sup>②</sup> MA Wen<sup>①</sup> BAO Xin-Kang<sup>①\*</sup>

① *College of Life Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;* ② *Gansu Anxi National Nature Reserve in Hyper-Arid Desert, Gansu Province, Guazhou 736100, China*

**Abstract:** The reproductive characteristics of Rufous-tailed Shrike (*Lanius isabellinus isabellinus*) in Anxi Extreme-Arid Desert National Nature Reserve, (Gansu Province, China), were investigated using spot sampling method from April to August of 2010. We measured the egg and the nestling size every day and analyzed the relationship between the egg volume and the laying eggs order by ANOVON. The nestling growth was predicted by Logistic equations. The breeding season lasted from the end of April to early August. The average clutch size of was  $4.67 \pm 0.57$  ( $n = 21$ ) and the average egg volume was  $3.14 \pm 0.32 \text{cm}^3$  ( $n = 95$ ), fresh egg mass was  $3.48 \pm 0.20 \text{g}$  ( $n = 20$ ) respectively. The egg volume was significantly decreased with the laying eggs order ( $R = -0.427$ ,  $P = 0.021$ ,  $n = 29$ ), which match with “brood reduction strategy”. Incubation occurred after the first egg been laid by female only, and the male was responsible for courtship feeding and guarding. The average incubation temperature measured by Data-logger was  $38.19 \pm 0.77^\circ\text{C}$ . The duration of incubation

**基金项目** 国家自然科学基金项目(No. 31172104),安西极旱荒漠国家级自然保护区三期综合科学考察项目;

\* 通讯作者, E-mail: baokx@lzu.edu.cn;

**第一作者介绍** 邹小玉,女,硕士研究生;研究方向:动物生态学;E-mail: yuxiaozouzou@sina.com。

收稿日期: 2013-12-03, 修回日期: 2014-03-19

was 15 – 16 days and the nestling period lasted 12 – 15 days. The hatching success of this population was 82.50% ( $n = 80$ ) and 46.25% egg was succeeded hatched ( $n = 80$ ). About 56.06% of nestling leaving ( $n = 66$ ) and the nestling success was 58.62% ( $n = 29$ ) respectively. Only one couple of of the 12 nests that we had marked hatchen their second brood in 2010.

**Key words:** Extreme-Arid Desert; *Lanius isabellinu isabellinu*; Reproductive ecology; Anxi National Nature Reserve

荒漠伯劳 (*Lanius isabellinus isabellinus*) 属雀形目 (Passeriformes) 伯劳科 (Laniidae) 伯劳属, 形态似红尾伯劳 (*L. cristatus*), 但具白色翅斑, 尾羽橙棕色 (锈红色) 至棕褐色, 常见于中国西北部, 栖息于荒漠、半荒漠的疏林地区, 为荒漠地区疏林地带及绿洲、村落附近的常见种 (陈服官等 1998)。荒漠伯劳是安西极旱荒漠国家级自然保护区常见的夏候鸟。目前国内有关荒漠伯劳的繁殖生态研究报道不多, 范喜顺 (2008) 对新疆石河子地区荒漠伯劳的繁殖进行了研究。施丽敏等 (2012)、马雯等 (2012) 对荒漠伯劳的巢址选择和大杜鹃 (*Cuculus canorus*) 在荒漠伯劳巢中的寄生进行了初步研究。本文对极旱荒漠条件下荒漠伯劳繁殖期的巢、窝卵数及卵大小、孵卵节律、雏鸟生长等方面进行初步研究, 在明确荒漠伯劳繁殖习性的基础之上对其繁殖策略进行了初步探讨。

## 1 研究区域与方法

**1.1 研究区域** 研究地点位于甘肃省西部瓜州地区安西极旱荒漠国家级自然保护区南片的桥子乡内。保护区地理位置  $40^{\circ}21.390'N$ ,  $96^{\circ}13.498'E$ , 海拔 1 327 m。年平均气温  $8.8^{\circ}C$ , 研究地区年平均降水量 45.7 mm, 年均蒸发量 3 140.6 mm, 年相对湿度 39% ~ 41%, 属极度干旱地区。研究地点为人工林生境, 以沙枣 (*Elaeagnus angustifolia*) 为主, 占研究区林木的 90% 以上, 其他乔木及灌木还包括红柳 (*Tamarix ramosissima*)、胡杨 (*Populus euphratica*)、旱柳 (*Salix matsudana*)、二白杨 (*P. gansuensis*)、线叶柳 (*S. wilhelmsiana*) 等。人工林周边为草地, 有小型的水库湿地及零星的农田分布。研究区域内常见的繁殖鸟类还

有: 黑顶麻雀 (*Passer ammodendri*)、树麻雀 (*P. montanus*)、灰斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、戴胜 (*Upupa epops*)、环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、大杜鹃 (*Cuculus canorus*)、普通鵟 (*Buteo buteo*) 等 (丁未等 2011)。

**1.2 研究方法** 于 2010 年 4 ~ 8 月在桥子乡对荒漠伯劳进行调查。在研究区域用  $10 \times 42$  倍双筒望远镜 (STEINER) 确定荒漠伯劳巢的位置, 并用手持 GPS (Garmin 60csx) 定位, 用精确度为 0.01 m 的卷尺测量巢的结构 (内径、外径、巢深和巢高) 并记录巢材的组成成分以及巢所在树的种类。在荒漠伯劳产卵期每天检查所有发现巢的产卵情况, 按照产卵先后顺序用记号笔在卵表面标记产卵顺序。用精确度为 0.01 mm 的电子游标卡尺 (广陆) 测量卵径 (长径  $\times$  短径), 用精确度为 0.01 g 的电子称 (CAMRY) 称量产卵首日鲜卵重。雏鸟出壳后, 头顶涂色进行标记。每日测量雏鸟体长、翼长、尾长、嘴峰及跗跖长, 称量雏鸟体重。雏鸟离巢前用彩色塑料脚环进行标记, 同时尽量捕捉该巢亲鸟进行测量与标记。雏鸟离巢后用望远镜跟踪观察亲鸟巢后哺育行为。

分别选取 2 个窝卵数为 5 的巢安装 ZDR-21 型双路温度记录仪, 将温度记录仪的通道 1 探头从巢底部穿入巢内, 探头突入巢内不超过 5 mm; 通道 2 探头悬挂于巢外, 设定间隔 15 s 记录一次巢内、巢外温度。巢内探头温度记录数据图形中, 某一时间点温度明显低于平均温度值的即判定为离巢 1 次, 该低温值持续时间即为该次离巢时间 (average recess length); 整个日活动期间在巢时间所占比率即为在巢率 (incubation constancy)。

**1.3 数据处理** 卵体积:  $V = K_v \times L \times B_v$

( $\text{cm}^3$ ),  $K_V$  为卵体积常数 0.51,  $L$  为卵长径 (cm),  $B$  为卵短径 (cm) (Hoyt et al. 1979)。生长曲线: 雏鸟各生长指标用 Logistic 方程  $Y = A/(1 + e^{-k(t-b)})$  拟合, 式中,  $Y$  代表体重或外部器官量度、 $A$  代表体重或外部器官渐进值、 $k$  代表体重或外部器官生长率、 $t$  代表各身体指标的生长时间(d)、 $b$  代表体重或外部器官对应的常量(Ricklefs 1967)。孵卵率为成功孵出雏鸟数与总卵数的百分比, 孵卵期为产最后一枚卵到最后一枚卵孵出的时间; 离巢率为出飞雏鸟数量与孵出雏鸟数量的百分比, 巢成功率为繁殖成功的巢(至少有一只雏鸟离巢)与总巢数的百分比; 卵成功率为出飞雏鸟数量与总卵数的百分比。所有数据统计及处理均在 SPSS17.0 中进行, 数值以平均值  $\pm$  标准差表示。

## 2 研究结果

2010 年 4~8 月在研究地区共发现荒漠伯劳巢 44 个, 调查繁殖参数的有 29 巢, 其中 24 个巢发现时有卵, 5 巢发现时已孵出雏鸟, 21 个巢有完整的窝卵数据。

**2.1 求偶** 荒漠伯劳于 4 月初迁飞至甘肃省瓜州地区, 4 月底开始求偶。求偶期间雄鸟在灌丛中追逐雌鸟, 靠近雌鸟后左右摆头并不停振翅翘尾鸣唱, 每次持续约 0.5 min, 雌鸟飞离后雄鸟继续追逐。荒漠伯劳巢筑好后进行交配, 交配在上午进行, 地点一般在巢附近, 每次持续时间约 5 s 左右, 交配完后雌雄鸟相伴飞离。

**2.2 巢** 调查期间发现的 44 个荒漠伯劳的巢中, 建在沙枣树上的 32 个, 占总数 72.7%, 红柳树上 7 个, 占 15.9%, 胡杨树上 4 个, 占 9.1%, 旱柳树上 1 个, 占 2.3%。其中 2 个巢为在上年旧巢基础上重新添加巢材筑成。巢平均距离地面  $(2.29 \pm 0.77)$  m  $(1.2 \sim 6.0)$  m ( $n = 35$ )。荒漠伯劳巢呈杯状, 由内外中三层构成。外层多由树枝、树皮、白刺(*Nitraria* spp.) 夹杂地膜、羊绒组成; 中层由细小的树枝、草根、草棍组成; 内层多由干草和羊绒做内衬。巢内径

$(82.92 \pm 7.26)$  mm  $\times$   $(69.21 \pm 9.19)$  mm, 巢外径  $(155.39 \pm 14.53)$  mm  $\times$   $(128.39 \pm 17.41)$  mm, 巢深  $(51.50 \pm 4.97)$  mm, 巢高  $(95.98 \pm 18.89)$  mm ( $n = 16$ )。筑巢由雌雄鸟共同承担, 一般 4~5 d 即可完成, 而后 1~15 d 内产首枚卵。

**2.3 产卵和卵** 荒漠伯劳产卵期由 5 月初持续到 7 月初, 雌鸟每天产卵一枚, 产卵时间为每天上午。共发现 3 种色型的卵, 24 个有卵的巢中, 20 巢为白色卵, 钝端密集棕色斑点, 占总数 83.3%, 3 巢为粉红色卵, 钝端密集红棕色斑点, 占总数 12.5%。1 巢为白色卵, 钝端密集淡棕色斑点, 占总数 4.2%; 同窝卵的卵色相同。荒漠伯劳每巢产卵 3~6 枚, 平均窝卵数  $4.67 \pm 0.57$  ( $n = 21$ )。平均卵径  $(22.02 \pm 0.85)$  mm  $\times$   $(16.69 \pm 0.44)$  mm, 平均卵体积  $(3.14 \pm 0.32)$   $\text{cm}^3$  ( $n = 95$ ) (表 1)。

荒漠伯劳鲜卵重  $(3.48 \pm 0.20)$  g ( $n = 20$ )。产 5 枚卵的巢最多, 占总数的 66.66% ( $n = 21$ ), 即荒漠伯劳的常见窝卵数(最大分布频率窝卵数)为 5 枚。对产卵顺序明确的 8 个巢中 29 枚卵的卵体积分析发现, 卵体积随着产卵顺序显著减小 ( $R = -0.427$ ,  $P = 0.021$ ,  $n = 29$ ), 卵体积分别为, 第 1 枚  $(3.35 \pm 0.21)$   $\text{cm}^3$ , 第 2 枚  $(3.38 \pm 0.41)$   $\text{cm}^3$ , 第 3 枚  $(3.20 \pm 0.23)$   $\text{cm}^3$ , 第 4 枚  $(3.15 \pm 0.32)$   $\text{m}^3$ , 第 5 枚  $(2.99 \pm 0.18)$   $\text{cm}^3$ 。

**2.4 孵卵节律** 荒漠伯劳雌鸟产完首枚卵即开始孵卵, 孵卵工作全部由雌鸟承担, 雄鸟负责情饲及警戒。孵卵期按同窝卵中最后一枚卵的孵卵时间统计, 为 15~16 d, 平均孵卵时间为  $(15.33 \pm 0.52)$  d ( $n = 6$ ); 同窝雏鸟出壳时间不相同, 通常在 1~3 d 内出齐。

5 月 15~22 日用 ZDR-21 型温度记录仪对 2 个荒漠伯劳巢进行了共 9 d 的监测记录(表 2), 其中 1 号监测巢从 5 枚卵全部产完后第 3 天开始分析记录的数据, 2 号巢分析的是产完卵后第 5~6 天的数据。记录显示荒漠伯劳雌鸟在孵卵期在巢率均超过 90%, 孵卵期间巢内最高温度为  $39.9^\circ\text{C}$ , 离巢后巢内最低温度为

表 1 荒漠伯劳的窝卵数与卵大小  
Table 1 Clutch size and egg volume of *Lanius isabellinus*

窝卵数 Clutch size	巢 Nest			卵 Egg		
	数量 Number	占总巢数的比例 Percentage of nests (%)	样本量 Sample size	长径 Length (mm)	短径 Width (mm)	体积 Volume (cm <sup>3</sup> )
3	2	9.52	6	22.83 ± 0.47	17.30 ± 0.56	3.49 ± 0.37
4	4	19.05	15	22.50 ± 1.01	16.75 ± 0.52	3.23 ± 0.35
5	14	66.66	68	21.94 ± 0.78	16.62 ± 0.41	3.10 ± 0.29
6	1	4.70	6	20.92 ± 0.28	16.64 ± 0.20	2.95 ± 0.12
汇总 Total	21	100.00	95	22.02 ± 0.85	16.69 ± 0.44	3.14 ± 0.32

表 2 荒漠伯劳的孵卵节律  
Table 2 Incubation rhythms in two nest of *Lanius isabellinus*

巢号 Nest number	监测天数(d) Monitoring days	日离巢次数 Number of daily recesses	单次离巢时间(min) Average recess length	在巢率(%) Incubation constancy
1	7.0	32.0	3.7	91.79
2	2.0	25.0	2.3	96.11
平均 Average	4.5	28.5	3.0	93.95

29.6℃, 平均孵卵温度(38.19 ± 0.77)℃。监测期间巢外最高温度为 32.4℃, 最低温度 -0.3℃, 平均温度 17.35℃。平均日离巢次数 28.5 次; 平均单次离巢时间 3.0 min; 平均在巢率 93.95%。

**2.5 雏鸟的生长发育** 育雏工作由雌雄鸟共同承担, 雏鸟 7 日龄前雌鸟始终留在巢内暖雏, 雏鸟及雌鸟由雄鸟饲喂。雏鸟 7 日龄后雌鸟暖雏与育雏间歇进行, 中午雌鸟留在巢中为雏鸟遮阳。雏鸟留巢期为 12 ~ 15 日龄, 离巢后由亲鸟继续饲喂可长达 31 日龄。荒漠伯劳雏鸟生长的逻辑斯蒂方程(表 3), 除体长、嘴峰外, 其余各生长指标方程的相关系数均在 0.99 以上, 呈极显著正相关。荒漠伯劳雏鸟尾长和翼长生长速率拐点日龄分别为 15.70 和 11.40, 离巢时尚未发育完全; 体重、体长、嘴峰及跖趾生长量在离巢时达到或基本达到成鸟量度。

**2.6 繁殖第二窝及缩减窝雏数** 2010 年环志

的 12 对繁殖配对中, 有 1 对繁殖第二窝, 占总数的 8.33%。6 月 10 日发现此巢中有 4 只雏鸟全部离巢。7 月 8 日此对成鸟在距离第一次繁殖地点约 3 m 处的另一棵树上筑巢繁殖, 巢中有伯劳卵 2 枚及大杜鹃寄生卵 1 枚(另见马雯等 2012)。

排除整巢雏鸟被捕食的巢外, 起始窝雏数(孵卵期结束后巢中成功孵出的雏鸟数量)为 1 ( $n=1$ )、2 ( $n=3$ )、3 ( $n=1$ ) 的巢, 其雏鸟离巢率皆为 100%, 起始窝雏数为 4 ( $n=2$ )、5 ( $n=6$ )、6 ( $n=1$ ) 的巢, 其雏鸟离巢率分别为 87.5%、83.3% 和 83.3%。不同起始窝雏数的巢, 平均每巢能出飞的雏鸟数量分别为 1、2、3、3.5、4.2 和 5 只。

**2.7 繁殖成功率** 研究观察的 29 个荒漠伯劳繁殖巢, 5 巢发现时雏鸟已出壳, 其中 1 巢为大杜鹃寄生雏鸟。有 17 巢至少有 1 只雏鸟离巢, 巢成功率 58.62%。12 个巢繁殖失败, 2 巢人为干扰弃巢, 3 巢孵卵期被捕食, 4 巢雏

表 3 荒漠伯劳雏鸟生长逻辑斯蒂方程 ( $n = 25$ )Table 3 The prediction on the nestling growth by the Logistic growth equations ( $n = 25$ )

生长指标 Growth index	生长方程 Equations	快速生长期 Rapid growth period $T_{10-90}$ (d)	内禀增长率( $r$ ) Intrinsic rate	拐点 Point	拟合度 Fitness degree
体重 Body weight (g)	$Y = 31.69/(1+e^{-0.357(t-6.555)})$	12.30	0.357	6.55	0.990
体长 Body length (mm)	$Y = 153.29/(1+e^{-0.119(t-9.580)})$	36.89	0.119	9.58	0.989
翼长 Wing length (mm)	$Y = 75.84/(1+e^{-0.231(t-11.398)})$	19.00	0.231	11.40	0.998
尾长 Tail length (mm)	$Y = 55.08/(1+e^{-0.338(t-15.698)})$	12.99	0.338	15.70	0.991
嘴峰 Culmen length (mm)	$Y = 11.60/(1+e^{-0.257(t-3.315)})$	17.08	0.257	3.32	0.989
跗跖 Tarsus (mm)	$Y = 26.23/(1+\exp^{-0.326(t-4.785)})$	13.47	0.326	4.79	0.997

$Y, t$  分别代表雏鸟身体个生长指标和生长时间。

$Y$  represents nestling growth index;  $t$  represents nestling growth time.

鸟被捕食, 3 巢被大杜鹃巢寄生(另见马雯等 2012)。研究地点观察到的捕食动物有白条锦蛇(*Elaphe dione*), 苍鹰(*Accipiter gentilis*)及家猫(*Felis silvestris*)。在当地鸟类整个繁殖期村民的家猫经常破坏鸟巢捕食雏鸟, 由于荒漠伯劳筑巢地点多靠近村庄, 家猫对其构成威胁较大。排除干扰及卵被捕食的巢, 所调查的 17 巢共 80 枚卵中有 66 枚成功孵卵, 其中 37 只雏鸟成功出飞, 孵卵率 82.50%, 卵成功率为 46.25%, 雏鸟离巢率 56.06%。

### 3 讨论

国内报道的伯劳科其他种类, 红尾伯劳、虎纹伯劳(*L. tigrinus*)、楔尾伯劳(*L. sphenocercus*)等(郑光美等 1973, 杨学明等 1990, 李声林等 2000, 楚玉南等 2007)均未有繁殖第二窝现象。本研究发现 1 对荒漠伯劳在第一窝雏鸟离巢后 20 d 左右繁殖第二窝。鸟类的繁殖成功取决于繁殖窝数和每窝的生产力(Lack 1954), 一些鸟类采取二次繁殖对策增加繁殖投入(Holmes et al. 1992)。此对荒漠伯劳第一窝繁殖成功, 第二窝繁殖被大杜鹃寄生导致繁殖失败, 荒漠伯劳是否因受大杜鹃寄生而降低第二窝的繁殖比例还有待进一步研究证实。

人为干扰对荒漠伯劳雏鸟留巢期产生较大影响, 2 巢雏鸟提前 3 d 离巢, 此时雏鸟羽毛尚

未丰满, 离巢后即躲避在草丛中, 发育完全后转移至树枝间隐藏。而受干扰较少的雏鸟留巢期达 15 日龄, 雏鸟离巢后可以在树枝间灵活跳跃。荒漠伯劳雏鸟离巢后由亲鸟继续饲喂且时间较长, 对棕背伯劳(*L. schach*)的研究也表明, 雏鸟离巢后由亲鸟继续饲喂一段时间, 其雏鸟主要行为是主动求食(萨希荣 1966, 尚玉昌 1998)。

鸟类有着复杂多样的孵卵对策, 其在孵卵时面临着时间和能量等有限资源如何分配的问题。对于体型较小的雀形目鸟类, 身体储备的能量相对较少, 孵卵能量需更多地从取食中获得, 雀形目鸟类为保证卵温不低于孵卵的生理临界值, 单次离巢时间缩短, 平均离巢 3.6 次/h, 每次 10.2 min (Afton 1980), 其采用的是次数多、时间短的对策。环境温度对雀形目鸟类的孵卵行为有很大影响, 环境温度越低雀形目鸟类越倾向于采取离巢次数多、时间短的孵卵对策(Courtney 2000)。较本研究区域温暖的四川南充地区(年均气温 17.6°C)棕背伯劳平均日离巢次数分别为 20 次, 每次平均(6.97 ± 6.45) min(官天培等 2006), 而本实验中在伯劳孵卵期的 5 月份, 研究地区昼夜温差大, 为了维持巢内温度和自身能量需要, 荒漠伯劳平均日离巢数为 28.5 次, 每次平均为 3.0 min, 采取的是次数多、时间短的孵卵对策。

由于异步孵卵而导致同窝雏鸟间个体大小

差别,使得雏鸟获得食物能力的不同,从而影响雏鸟的生长发育和存活(Harper et al. 1993, Konarzewski 1993, Stenning 1996),最后孵出的一个雏鸟经常处于不利地位(Viñuela 2000)。荒漠伯劳的孵卵模式属于异步孵卵,雏鸟出壳时间间隔1~3 d,同样,雏鸟离巢时间也有先有后,最后孵出的雏鸟通常也最后一个离巢。有研究表明,一些雀形目鸟类卵大小随产出顺序而逐步变大(Slagsvold 1984, Enemar 1999),雌鸟通过这种对后产出的后代投资更多的策略来减小窝雏大小的层次分化,确保最多雏鸟能存活下来(“窝雏存活”策略 brood survival strategy)(Clark et al. 1981);另外一些鸟类卵大小随产出顺序而变小(Erikstad et al. 1998, Wiggins et al. 1994),这种产相对小的末枚卵的鸟类采用的是“窝雏缩减”策略(brood reduction strategy),如果食物资源不足以养育整窝雏鸟时,最小的一个雏鸟(往往是最后一个被孵出的)就会被饿死,以此来提高其他雏鸟存活的机会(Lack 1947, Robertson et al. 1993)。本研究发现安西地区的荒漠伯劳卵体积随着产卵顺序显著减小,而且我们发现,唯一一巢窝卵数为6枚的巢中,最后一枚卵晚于首枚卵2 d孵化,虽然6枚卵都成功孵化,而且最后孵出的雏鸟在我们观测时乞食愿望强烈,但此雏鸟3 d后死亡,亲鸟显然选择放弃最后出壳的雏鸟,从而保证了剩余5只雏鸟的

成功离巢,因此荒漠伯劳符合异步孵卵的“窝雏缩减”策略。

水在干旱生态系统内是强力的限制因子,并且当其与高温因素相结合时,通常导致较低的食物供给(Tieleman et al. 2004)。也有研究发现,降雨对鸟类生活史可以造成广泛的影响(Morrison et al. 2002, Monadjem et al. 2009)。对荒漠伯劳石河子种群(范喜顺 2008)和安西种群的繁殖特征比较分析发现(表4),安西种群的窝卵数( $t = 3.6, df = 125, P < 0.01$ ),卵长径( $t = 5.7, df = 125, P < 0.01$ )和卵短径( $t = 23.077, df = 125, P < 0.01$ )均小于石河子种群(范喜顺 2008),且差异性极显著。对比两地雏鸟体重增长逻辑斯蒂曲线,石河子种群雏鸟的内禀增长率( $R = 0.42$ )大于安西种群( $R = 0.357$ ),即石河子地区的荒漠伯劳雏鸟生长速率较快,雏鸟体重增加到渐近线的10%到90%之间所用的时间 $T_{10-90}$ 较短。

甘肃安西极旱荒漠国家级自然保护区属典型的干旱荒漠气候,研究地点所在的桥子乡年平均降雨量为45.7 mm,地表植被稀疏,且多为白刺等荒漠植物。石河子市平均降雨量180~270 mm,研究地点为公园等植被较丰富的地区,因此降雨量决定的食物丰富度很可能是石河子荒漠伯劳种群的窝卵数、卵体积及雏鸟生长速率均大于安西种群的原因。

表4 研究地点和石河子的荒漠伯劳繁殖参数比较

Table 4 Comparison of reproduction parameters of *L. isabellinus* in this study with study in Shihezi

地点 Locality	体重方程参数 Parameter of equation			窝卵数 Clutch size		卵长径 Egg length (mm)		卵短径 Egg width (mm)		数据来源 Reference
	快速生长期 Rapid growth period $T_{10-90}$ (d)	$R$	拐点 Point	均值 Mean	$P$ 值	均值 Mean	$P$ 值	均值 Mean	$P$ 值	
安西 Anxi	12.30	0.357	6.55	4.67	0.001	22.02	0	16.69	0	本研究
石河子 Shihezi	10.25	0.428	5.94	5.67	0.001	22.88	0	18.55	0	范喜顺 2008

## 参 考 文 献

- Afton A D. 1980. Factors affecting incubation rhythms of northern shovelers. *Condor*, 82(2): 132 - 137.
- Clark A B, Wilson D S. 1981. Avian breeding adaptations: hatching asynchrony, brood reduction, and nest failure. *The Quarterly Review of Biology*, 56(3): 253 - 277.
- Courtney J C. 2000. The Value of Monitoring Demographic Parameters and Associated Habitat: The BBIRD Program. US Department of Agriculture, Forest Service Research Station Proceedings RMRS-P-16, 200 - 205.
- Enemar A, Arheimer O. 1999. Egg sizes of nine passerine bird species in a subalpine birch forest, Swedish Lapland. *Ornis Svecica*, 9(1/2): 1 - 10.
- Erikstad K E, Tveraa T, Bustnes J O. 1998. Significance of intraclutch egg-size variation in Common Eider; the role of egg size and quality of ducklings. *Journal of Avian Biology*, 29(1): 3 - 9.
- Harper R G, Juliano S A, Thompson C F. 1993. Avian hatching asynchrony: brood classification based on discriminant function analysis of nestling masses. *Ecology*, 74(4): 1191 - 1196.
- Holmes R T, Sherry T W, Marra P P, et al. 1992. Multiple brooding and productivity of a neotropical migrant, the Black-throated Blue Warbler (*Dendroica caerulescens*), in an unfragmented temperate forest. *Auk*, 109(2): 321 - 333.
- Hoyt D F. 1979. Practical methods for estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96(1): 73 - 77.
- Konarszewski M. 1993. The evolution of clutch size and hatching asynchrony in altricial birds: the effect of environmental variability, egg failure and predation. *Oikos*, 67(1): 97 - 106.
- Lack D. 1947. The significance of clutch-size. *Ibis*, 89(2): 302 - 352.
- Lack D. 1954. *The Natural Regulation of Animal Numbers*. Oxford: Clarendon Press.
- Monadjem A, Bamford A J. 2009. Influence of rainfall on timing and success of reproduction in Marabou Storks *Leptoptilos crumeniferus*. *Ibis*, 151(2): 344 - 351.
- Morrison S A, Bolger D T. 2002. Variation in a sparrow's reproductive success with rainfall: food and predator-mediated processes. *Oecologia*, 133(3): 315 - 324.
- Ricklefs R E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology*, 48(6): 978 - 983.
- Robertson G J, Cooke F. 1993. Intraclutch egg-size variation and hatching success in the common eider. *Canadian Journal of Zoology*, 71(3): 544 - 549.
- Slagsvold T. 1984. Clutch size variation of birds in relation to nest predation: on the cost of reproduction. *Journal of Animal Ecology*, 53(3): 945 - 953.
- Stenning M J. 1996. Hatching asynchrony, brood reduction and other rapidly reproducing hypotheses. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(6): 243 - 246.
- Tieleman B I, Williams J B, Visser G H. 2004. Energy and water budgets of larks in a life history perspective: parental effort varies with aridity. *Ecology*, 85(5): 1399 - 1410.
- Viñuela J. 2000. Opposing selective pressures on hatching asynchrony: egg viability, brood reduction, and nestling growth. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 48(5): 333 - 343.
- Wiggins D A, Part T, Gustafsson L. 1994. Seasonal decline in collared flycatcher *Ficedula albicollis* reproductive success: an experimental approach. *Oikos*, 70(3): 359 - 364.
- 陈服官, 罗时有. 1998. 中国动物志: 第九卷 鸟纲 雀形目 太平鸟科-岩鹳科. 北京: 科学出版社.
- 楚玉南, 金志民, 杨春文. 2007. 红尾伯劳的繁殖生态研究. 中国林副特产, (1): 71 - 72.
- 丁未, 刘迺发, 王亮, 等. 2011. 黑顶麻雀的巢址选择. 四川动物, 30(6): 928 - 931.
- 范喜顺. 2008. 荒漠伯劳的繁殖及雏鸟生长发育. 动物学杂志, 43(4): 118 - 121.
- 官天培, 胡婧, 罗贵平, 等. 2006. 四川南充地区棕背伯劳的繁殖习性. 动物学杂志, 41(5): 92 - 97.
- 李声林, 朱晓华, 朱献恩. 2000. 青岛市虎纹伯劳的习性观察. 四川动物, 19(5): 37.
- 马雯, 刘迺发, 丁未, 等. 2012. 大杜鹃在荒漠伯劳巢中寄生繁殖. 四川动物, 31(1): 74 - 76.
- 萨希荣. 1966. 棕背伯劳雏鸟离巢后活动规律的初步观察. 动物学杂志, (2): 61 - 63.
- 尚玉昌. 1998. 行为生态学. 北京: 北京大学出版社, 86 - 98.
- 施丽敏, 刘迺发, 丁未, 等. 2012. 荒漠伯劳巢址选择和繁殖成功. 动物学杂志, 47(6): 7 - 13.
- 杨学明, 童骏昌, 周薇薇. 1990. 长尾灰伯劳繁殖生态的研究. 动物学杂志, 25(5): 17 - 19.
- 郑光美, 魏潮生. 1973. 红尾伯劳的繁殖习性. 动物学报, 19(2): 182 - 189.